

# DK-1 型电空制动机与 电力机车空气管路系统

刘豫湘 陆缙华 潘传熙 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 9 8 年 · 北 京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书较详细地介绍了 DK-1 型机车电空制动机的特性、构造、作用, 以及性能试验、日常检修、运用操作、参数选择等基本知识, 并较全面地介绍了国产电力机车空气管路系统的组成、作用原理、故障处理、管路布置、系统试验, 以及主要部件的选型计算、试验及维护保养等。

图书在版编目(CIP)数据

DK-1 型电空制动机与电力机车空气管路系统/刘豫湘  
等编著. - 北京: 中国铁道出版社, 1998. 6  
ISBN 7-113-02940-X

.D... .刘... . 电空制动-机车, DK-1 型 电力  
机车, DK-1 型-空气制动-管路系统 .U264.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 06175 号

书 名: DK-1 型电空制动机与电力机车空气管路系统  
著作责任者: 刘豫湘 陆缙华 潘传熙 编著  
出版·发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)  
策划编辑: 张贵珍  
责任编辑: 张贵珍  
封面设计:  
印 刷: 中国铁道出版社印刷厂  
开 本: 787× 1092 1/32 印张: 18 插页: 2 字数: 千  
版 本: 1998 年 月第 版 1998 年 月第 次印刷  
印 数: - 册  
书 号: ISBN 7-113-02940× /U·80  
定 价: 33.10 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

# 前 言

提高列车运行速度和牵引重量是提高铁路运输能力、实现铁路运输现代化的重要内容。但是,如果没有性能良好的机车制动机与空气管路系统,要提高列车运行速度和牵引重量是不可能的。

本书以介绍 DK-1 型机车电空制动机为主,并系统叙述国产电力机车的空气管路及其附属装置,以期通过本书使读者能对 DK-1 型机车电空制动机及国产电力机车空气管路系统的结构原理、设计、制造及试验、操作等有一个较全面的了解。

本书内容的选取及章节安排着重考虑的是“系统”,也就是以电力机车的空气管路(理应包括制动机)作为系统阐述,弥补过去相关专业著作在这方面的不足。本书还将散见于各相关专业文献中的常用资料汇集起来作为附录,便于读者查阅参考。

本书以 1992 年版的《DK-1 型电空制动机及空气管路系统》(电力机车丛书)以及近几年来我们陆续撰写的有关 DK-1 型机车电空制动机与韶山型电力机车空气管路系统方面的内部资料及论著为基础,并根据现场的经验 and 实际需要加以补充及系统整理而成。

本书第八章、第九章由刘豫湘、陆缙华、潘传熙共同编著,其余各章均由陆缙华、刘豫湘共同编著。

在本书编撰过程中曾得到铁道科学研究院智廉清、林祜亭、上海铁道大学夏寅荪、眉山车辆厂邓之明、沈阳制动机厂曲文超、株洲电力机车厂彭光禧、肖九元、王邦力、彭海清、胡跃文、刘进军等同志的支持,并提供不少有益的建议和资料。在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有谬误与不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 7 月

# 目 录

绪 论 .....	1
第一篇 DK-1 型机车电空制动机 .....	5
第一章 概 述 .....	5
第一节 机车电空制动机概况 .....	5
第二节 DK-1 型机车电空制动机的性能及试验数据 .....	6
第二章 主要部件的构造及作用 .....	13
第一节 电空制动控制器 .....	14
第二节 空气制动阀 .....	18
第三节 电 空 阀 .....	25
第四节 调压阀与分水滤气器 .....	29
第五节 中 继 阀 .....	31
第六节 电动放风阀与紧急阀 .....	34
第七节 压力开关与转换阀 .....	38
第八节 分 配 阀 .....	40
第九节 电子时间继电器与压敏电阻 .....	54
第十节 重联装置 .....	56
第十一节 制动机辅助阀类 .....	62
第三章 综合作用 .....	65
第一节 自动制动作用 .....	65
第二节 单独制动作用 .....	73
第三节 空气位作用 .....	74
第四节 辅助制动作用 .....	76
第四章 操作方法及故障处理 .....	84
第一节 DK-1 型机车电空制动机的操作方法 .....	84
第二节 DK-1 型机车电空制动机的故障处理 .....	87
第五章 试 验 .....	100
第一节 DK-1 型机车电空制动机试验台 .....	100
第二节 DK-1 型机车电空制动机在试验台上的试验方法 .....	108
第三节 DK-1 型机车电空制动机的性能试验 .....	119
第四节 DK-1 型机车电空制动机的日常及检修试验 .....	123
第六章 主要参数的选择及计算 .....	126
第七章 DK-1 型机车电空制动机与其它系统的配合作用 .....	132
第一节 自动常用制动接口装置 .....	132
第二节 列车电空制动 .....	138

第三节	空气电阻联合制动.....	149
第二篇	电力机车空气管路系统及附属装置 .....	153
第八章	风源系统.....	153
第一节	风源系统的组成与工作通路.....	153
第二节	风源系统的主要部件.....	157
第三节	风源系统的故障处理.....	203
第九章	控制与辅助系统管路.....	205
第一节	控制系统管路.....	205
第二节	辅助系统管路.....	218
第十章	空气管路系统的试验及其它.....	228
第一节	空气管路系统的试验.....	228
第二节	常用名词术语.....	235
第三节	空气管路的质量及管径选择.....	241
第四节	管路附属装置.....	247
第五节	空气管路的布置.....	258
附录一	常用资料 .....	270
附录 1	压力单位换算表 .....	270
附录 2	常用水、煤气管及对应无缝钢管规格表 .....	270
附录 3	管柱螺纹与管锥螺纹选配及适用范围表 .....	271
附录 4	常用标准汇总表 .....	272
附录 5	DK-1 型机车电空制动机主要配件表 .....	273
附录二	附    图	
附图 1	SS <sub>4</sub> 改型电力机车空气管路原理图(空气管道)	
附图 2	DK-1 型电空制动机综合作用图——1	
附图 3	DK-1 型电空制动机综合作用图——2	
附图 4	DK-1 型电空制动机综合作用图——3	
附图 5	DK-1 型电空制动机综合作用图——4	
附图 6	DK-1 型电空制动机综合作用图——5	
附图 7	DK-1 型电空制动机综合作用图——6	
附图 8	DK-1 型电空制动机综合作用图——7	
附图 9	DK-1 型电空制动机综合作用图——8	
附图 10	DK-1 型电空制动机综合作用图——9	
附图 11	DK-1 型电空制动机综合作用图——10	
附图 12	DK-1 型电空制动机综合作用图——11	
附图 13	DK-1 型电空制动机综合作用图——12	
附图 14	DK-1 型电空制动机综合作用图——13	
附图 15	SS <sub>4</sub> 改型电力机车空气管路原理图(二)(控制电路)	
附录三	.....	278
附表 10	韶山 <sub>4</sub> 改进型电力机车空气管路明细表 .....	278

# 绪 论

## 一、机车制动机发展概况

机车制动机的发展与牵引动力的变革息息相关,在蒸汽牵引为主的年代里,仅适应于单端操纵的 ET-6 型空气制动机成为唯一的机车制动机。但随着内燃、电力牵引的不断发展,60 年代初期,由 ET-6 型演变、适应于双端操纵的 EL-14A 型空气制动机首先在电力机车上装用,开始打破长期使用单一型的 ET-6 型制动机的落后面貌。为适应高速、长大列车性能要求,制动技术相应地取得突破性发展,在 70 年代后期,相继研制成 JZ-7 型机车空气制动机和 DK-1 型机车电空制动机。同时,多种类型的进口机车装有不同型号的制动机也相继投入应用。如从法国进口的机车为 26-L 型空气制动机及 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机,德国进口机车则多为克诺尔制动机,而前苏制的 8G 型机车则装用马式空气制动机。

各国根据自身铁路运输的条件及发展现状确定机车制动机,发达的欧美诸国习惯使用自成系统的单一型机车制动机。如:美国为 26-L 型机车制动机;德国一般使用克诺尔系列制动机;法国则自 70 年代起全力推进 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机的应用;而前苏联铁路一直装用自成系列的卡赞切夫制动机。我国则由于种种具体条件,在吸收引进国外先进制动技术的同时,努力发展结合本国国情的机车制动机,因此,就目前线路上运用的电力机车来看,机车制动机是新旧型并存,引进的与国产的并存。这种现状是发展中的过渡阶段,利弊参半,既有技术上的原因,更主要的是管理上的因素。但相信经过一段不太长的时间后,将会实现机车制动机的系列化,会大大有利于制动技术的发展和提高。

国内电力机车装用制动机分布情况见表 0-1。这几种制动机均经过多年的运用实践,其结构和性能有不同程度的差异。对于高速及长大列车运输发展的需要亦有不同程度的适应性。

表 0-1 国内电力机车装用制动机分布情况表

电力机车型号	韶山 <sub>1</sub>			韶山 <sub>3</sub>	
	0234 <sup>#</sup> 以前	0245 <sup>#</sup> ~ 0404 <sup>#</sup>	0235 <sup>#</sup> ~ 0244 <sup>#</sup> 及 0405 <sup>#</sup> 以后	0001 <sup>#</sup>	0002 <sup>#</sup> 以后
制动机型号	EL-14A	JZ-7	DK-1	EL-14A	DK-1
电力机车型号	韶山 <sub>4</sub>	6G	8K	6K	8G
制动机型号	DK-1	26-L	PBL <sub>2</sub>	26-L	苏式 395-3

注:1. 装用 EL-14A 型空气制动机的国产电力机车已陆续将制动机改造为 DK-1 型机车电空制动机;

2. 从韶山<sub>4</sub> 型电力机车起(包括韶山<sub>3B</sub>、韶山<sub>4</sub> 改、韶山<sub>4B</sub>、韶山<sub>5</sub>、韶山<sub>6</sub>、韶山<sub>6B</sub>、韶山<sub>7</sub>、韶山<sub>8</sub>... ..)全部装用 DK-1 型机车电空制动机。

国内电力机车装用的制动机基本特点如下:

### 1. EL-14 型空气制动机

该型制动机是在 ET-6 型基础上加以改进,以满足双端操纵内燃、电力机车的需要于 60 年代起装用的。由于该制动机国外发展历史较长,全部采用滑阀、回转阀及鞣鞣 涨圈结构,不仅工艺及

根据《铁道科技名词》的规定,制动机中的“鞣鞣”应规范为“活塞”,但考虑到现场实际情况,本书中仍采用俗称“鞣鞣”。

结构复杂、落后,而且主要性能不能满足长大列车安全运行的要求,并在操纵上给乘务员带来诸多不便。目前除个别国家继续装用外,在大部分欧美地区及我国均已停止在新造机车上使用。

## 2. JZ-7 型空气制动机

JZ-7 型制动机是参照 26-L 型制动机,并进行必要改造的新型空气制动机。1979 年通过部级鉴定。其主要性能与 26-L 型相近。但增设了低压过充性能,并具有良好的充排风功能的中继阀,从而根本克服原有机车制动机充排风性能不能满足长大列车的弊病。但该制动机只具备空气制动机的特点,仍难以满足现代化列车操纵、控制和安全性能的新要求,这就在一定程度上自身限制了其进一步的发展。

## 3. DK-1 型电空制动机

该机车制动机系新型干线机车电空制动机。这种以电-空的控制方式,不仅具备新型空气制动机的优点,而且又能适应高速以及长大列车的制动性能要求,较易实现列车操纵和控制的现代化。

## 4. 26-L 型空气制动机

这种制动机系 50 年代开始在美国率先采用,这是一种利用橡胶密封件替代金属研磨密封件的先进结构,且有安全防护的多种装置及自动保压的操作方式,不仅给运行安全带来多重保护措施,且便于维修保养和简化操纵。

由于 26-L 型空气制动机与相应的 ABDW 型车辆制动机配套,当是相得益彰的。而我国车辆制动机大部分仍是 GK 型三通阀,即使是先进的 103 型分配阀,也不能理想地与之匹配而获得其所有的优点。如我国货车制动机副风缸容积大,且都不具备适应列车管补风的良好性能,这就要求机车制动机具有较强的充风能力,而 26-L 型制动机只具备单一的“运转”位充风手段是满足不了现有我国安全行车的需要。所以在 70 年代进口的 6G 型电力机车上,对其 26-L 型制动机进行了增设大充风位的改造。

另外,鉴于我国的特定条件,为确保行车的安全可靠,机车制动机应具备检查列车管折角塞门开通状态的装置或手段,而该型制动机又不具备。据此,26-L 型制动机若不进行适合我国国情的改造,大力推广是不适宜的。

## 5. PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机

该制动机为电空制动机,系法国于 60 年代首创。由于最早以按钮为操纵手段,由此而得其名,但运行实践证明,分散的按钮操纵其安全程度远不如传统的手把操纵。目前 PBL<sub>2</sub> 型按钮制动机仍以三位置手把操纵为主,另加适当的按钮操纵。它的出现对机车制动技术的向前发展推进了一大步。由于其控制系统由机械式改成了电控式,因此不仅操纵简便、灵活,而且为列车自动控制创造了良好的条件。该型制动机所特具的多重性安全措施和积木式结构,为其进一步发展奠定了基础。

上述各型制动机(不包含 EL-14 型)的主要性能见表 0-2、表 0-3、表 0-4。

表 0-2 单机性能比较

单机性能		制动机				备注
		DK-1	JZ-7	26-L	PBL <sub>2</sub>	
常用制动	减压 50kPa, 制动缸压力(kPa)	90 ~ 130	80 ~ 140	100		列车管定压为 500kPa P—客车位 G—货车位
	减压 100kPa, 制动缸压力(kPa)	240 ~ 270	230 ~ 260	240	260	
	列车管由 500kPa 降至 360kPa 的时间(s)	5 ~ 7	5 ~ 7	4 ~ 7	5 ~ 6	
	常用全制动, 制动缸最高压力(kPa)	340 ~ 380	340 ~ 360	435	380	
	全制动后, 制动缸缓解至 40kPa 的时间(s)	7	5 ~ 8	11	33(P) 173(G)	

续上表

单机性能		制 动 机				备 注
		DK-1	JZ-7	26-L	PBL <sub>2</sub>	
紧急制动	列车管由定压降至 0 的时间(s)	< 3	< 3	3.2 ~ 3.5	< 3	
	制动缸最高压力(kPa)	450	420 ~ 450	480 ~ 510	380	
单独制动及缓解	制动缸压力升至 280kPa 的时间(s)	4	2 ~ 3	2 ~ <sup>5*</sup> <sub>6</sub>	10	* 制动缸最高压力为 350kPa
	制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间(s)	5	< 4	2 ~ <sup>5*</sup> <sub>8</sub>	1.8	
	常用制动后的单缓灵活性	灵活	欠灵活	灵活	灵活	
	紧急制动后的单缓灵活性	灵活	欠灵活	灵活	灵活	

表 0- 3 列车性能比较

制动机充风方式		副风缸充至 480 kPa 的时间(s)		副风缸在不同减压量下的再充风时间(s)		备 注
制动机	充气位置	1	60	- 100kPa	- 140kPa	
DK-1	运转	355	563	159	215	DK-1 型与 26-L 型均连挂 60 辆 GK 型货车制动机试验台, 计长 1023m JZ-7 型与 60 辆油罐车连挂, 其中 K <sub>2</sub> 阀 16 辆, 余为 GK 阀, 计长 753.5m
	过充	182	482	98	146	
JZ-7	运转	200	482	123	185	
	过充	15	411	98	145	
26-L	运转	318	551	143	197	

表 0- 4 综合性能比较

综合性能		制 动 机				备 注
		DK-1	JZ-7	26-L	PBL <sub>2</sub>	
充风性能	高压充风	有	无	无	无	* 具备定性判别
	低压充风	有	有	无	有	
	自动补风	有	有	有	有	
	机车保持制动, 列车充风	有	无	无	无	
安全性能	列车分离保护	有	无	有	有	
	折角塞门关闭的检查	可行*	无	无	无	
	紧急制动时切除动力源	有选择	无	有	有	
其它性能	与自动停车装置的配合	简易	一般	一般	简易	
	与动力制动的配合	已具备	改装困难	改装困难	已具备	
	对列车电空制动的控制	已具备	改装复杂	改装复杂	已具备	
	接受无线遥控操纵	不需加装电-空装置	需加装电-空装置	需加装电-空装置	不需加装电-空装置	

由上表可知, 上述的四种机车制动机在性能上较为接近, 但就制动机的发展前途及我国的实际情况比较, 电空制动机要较空气制动机适应性强。

机车上装用电空制动机不是电空制动机发展的最终目的,只是发展中的第一个阶段。这是因为机车电空制动机本身就为发展列车电空、空气制动与电气制动的联合作用创造了有利的条件。为适应近期的铁路技术政策,正着手研制准高速旅客列车编组 20 辆的电空制动技术。空-电联合制动技术也在 1986 年开始研制,目前已装在韶山<sub>4</sub> 改电力机车上进行运行考核。

## 二、机车管路系统

机车的管路系统,除了空气管路外,还有油、水和蒸汽等管路,其结构随蒸汽、内燃及电力等不同种类的机车而繁简不同。电力机车管路系统远较蒸汽、内燃机车简单,目前韶山各型电力机车除了空气管路纵贯全车外,尚无明显的其它管路系统。空气管路系统在电力机车上就功能而言,要比其它类型的机车更显其重要性。因为电力机车的开或停都离不开空气管路:开——受电弓、主断路器等主要部件都要用压缩空气来动作;停——制动机的动作要用压缩空气。为此,对于电力机车的空气管路不能简单地作为制动机的附属装置来看待,而应有全面的了解和系统的掌握。

电力机车空气管路系统就其功能分为:

### 1. 风源系统

主要由空气压缩机、压力调节器、总风缸、油水分离器或空气干燥器等配件及其连接管路组成。其功用为提供机车与车辆制动机系统及全车气动器械以稳定和洁净的压缩空气。

### 2. 控制管路系统

主要由辅助空气压缩机、辅助风缸、控制风缸、换向阀或止回阀、联锁阀及其连接管路组成,用以提供全车气动电器的压缩空气及安全保护措施,是保证机车正常运行不可缺少的环节。

### 3. 辅助管路系统

主要由撒砂器、风喇叭、刮雨器、轮喷装置及其连接附件、管路等组成,是确保机车安全运行及改善性能的必备装置。

### 4. 制动机系统

该系统主要由制动机的整套装置及其连接管路等组成。

国产电力机车的各管路系统,无论从主要装置(如电空制动机、空气压缩机)还是附属部件(如管接头),在性能上均要能满足机车安全运行的需要。但就性能的完善及维护保养工作方面将通过消化吸收国外先进技术定会进一步得到改进和提高。

韶山<sub>4</sub> 改进型电力机车空气管路原理图见附图 1、附图 2。

# 第一篇 DK-1 型机车电空制动机

## 第一章 概 述

### 第一节 机车电空制动机概况

采用压缩空气推动的闸瓦制动技术已有一个世纪以上的历史,在这段时间内,制动技术虽然有了很大的改进和发展,但目前世界各国铁路采用空气制动仍占绝对优势。即使电力、内燃等牵引的全面发展,电制动技术的采用,但列车的制停仍须用空气制动来完成。当然,随着200km/h以上高速列车的出现,涡流制动、磁轨制动等崭新的制动技术将获得一定的发展。

目前世界各国的列车速度在180km/h以下仍占绝大多数,在这样的速度下采用电空制动技术完全可以保障列车运行的安全和可靠。

电空制动技术的发展在国外已有近50年的历史,其发展大致可分为三个阶段:

第一阶段:电空制动技术尚处萌芽状态,主要是在蒸汽机车上采用。机车上仍用原来的空气制动机,只是在自动制动阀上加装电接点和其它一些电器,车辆上配有带电磁阀的三通阀。我国最早研制的就属于这一类型。国外则在用电空制动机的同时,还在机车上保留原空气制动机,以备前者失灵时的补救措施。

第二阶段:自50年代末期至60年代初期,国外在原机车制动机上进行了大幅度的改进,连习惯用的闸把操作方式也改变为按钮操作,故也称之为按钮制动机。法制PBL<sub>2</sub>型和德国的GE<sub>2</sub>型均属这一类型。它通过电器来控制电磁阀的开闭,达到制动和缓解的目的。

第三阶段:随着电子技术的广泛应用,产生了将电制动和空气制动相结合的新型电空制动机。将电制动操纵与空气制动操纵结合组成为一个制动手柄。如德国的E120机车就属于这一类型。它不同于以前的电空制动机,能实现恒制动力或恒速的控制,所以也可称之为电控制动机。

电空制动机与空气制动机的根本区别在于前者以电信号传递制动指令,靠电路来控制制动作用;后者以气压信号传递制动指令,靠制动管路中空气减压来控制制动作用。因此,电空制动机的反应时间比后者迅速。

如国产地铁用SD电空制动机的空走时间仅为1.3s,比原空气制动机要快3s多。日本地铁用电空指令和空气指令的制动机的反应时间比较见图1-1。

指令	时间(s)			
	t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>
空气指令	0.5	1.2	0.2	2.0
电气指令	0.12	0.22	0.12	0.3

图 1-1 制动机反应时间比较

随着我国铁路牵引动力的发展,牵引的列车朝着长大、高速方向发展,这就要求减少车辆间的冲动和缩短制动距离,可以采取的措施是多种多样的,但采用电空制动却是具有普遍和积极意义的。国外的经验是丰富的,国内也曾有过多项尝试,但终由于蒸汽机车受多种条件的限制而未能获得满意的结果。而电力、内燃机车经过试制、改进和发展,在质量和产量上均处上升趋势。而电空制动机赖以生存的两大装备——稳定的电源和可靠的电器,在电力和内燃机车上正日趋成熟。由此,机车电空制动机的进一步研制,就有了扎实的基础。在70年代相继研制成适用于干线机车的DK-1型机车电空制动机及地铁车辆用的SD型电空制动机。

DK-1型机车电空制动机既吸取了空气制动机的优点,又具有电控的特点,是适合我国国情的一种新型干线机车制动机。

该制动机于1974年开始研制。经过两次严格的地面试验,1976年10月将第二套地面试验样机装于韶山<sub>1</sub>型135号电力机车上,通过大量试验,于1977年5月正式投入运用考核。通过运行证明:该制动机安全性能良好,能满足运行要求。随后根据铁道部要求,于1978年装于4台运用机车上,以进一步考核其安全可靠性能。1980年在10台新造电力机车上安装了该型制动机。由于其性能良好、改善了乘务员的劳卫条件、易学易修及安全可靠等优点,深受广大乘务人员和检修人员的欢迎。在15台机车总安全走行200万km的基础上,铁道部于1982年5月通过了DK-1型机车电空制动机的技术鉴定。批准DK-1型电空制动机作为机车制动机的一种型式先在电力机车上采用。在吸收各运行段经验的基础上,又进一步完善性能,简化操纵,改进工艺性。为此于1984年自韶山<sub>1</sub>型405号电力机车起所有出厂的各种型号电力机车均安装DK-1型机车电空制动机。至1995年12月,总计装车数已达2000台,占国产电力机车总数的90%多。

## 第二节 DK-1型机车电空制动机的性能及试验数据

DK-1型机车电空制动机由于采用电信号传递控制指令及其积木式结构,具有如下特点:

### (一) 准、快、轻和静

准——减压量准确。由于采用橡胶结构的中继阀及受初制动风缸缓冲温度影响,所以基本上无压力回升,司机操纵方便。

快——充风快、停车快。由于中继阀充风能力远较M-3A型给风阀强,所以运转位充风较EL-14型制动机运转位充风时间缩短10%以上,而过充位则更优于EL-14型。初制动风缸的设置克服了老制动机在操纵长大列车时小减压量情况下尾部车辆不出闸的弊病,这实际上也就缩短了制动距离。

轻——制动阀操纵手柄轻巧灵活、转动自如。由于摒弃了回转滑阀结构,代之以凸轮柱塞结构,大大减少回转阻力。

静——司机室内无排风声,减少了噪声污染,改善了乘务员的劳卫条件。据采用EL-14型制动机的韶山<sub>3</sub>001号机车测试,在正常运行时司机室内的噪音为80dB(A),而当空气制动阀排风时则高达130dB(A)。

### (二) 结构简单、便于掌握、便于检修

整体式的滑阀结构改成组合结构,使单件结构简化,通用件增多。且绝大多数部件采用橡胶件,利于检修和查找故障,便于学习掌握。

### (三) 多重性的安全措施

对于机车而言,首先考虑的应是制动机的安全可靠。为此,在系统设计上采用失电制动,即一旦电气线路故障而失电,便能自行转入常用制动;其次是设置故障转换机构,以确保在电气部分出现故障时,能简易地实现电转空控制,以传统的空气制动方式继续运行;再是在副司机侧设置手动放风阀,以做到万无一失。这套多重性安全措施是确保该型制动机生存的根本保障。

表 1- 1 单独制动性能

顺号	项 目	技术要求
1	全制动时制动缸最高压力(kPa)	300
2	制动缸压力自 0 升至 280kPa 的时间(s)	4
3	缓解位,制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间(s)	5

注:根据铁道部科技局《科技标(87)70号》文件中规定:

1. 机车车辆使用压力计量单位为千帕(kPa);
2. 新旧压力计量单位换算关系为  $1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 100\text{kPa}$ ,以后所有压力计量单位均按上述规定,特此说明。

### 一、DK-1 型机车电空制动机的性能

DK-1 型机车电空制动机的主要性能列于表 1- 1、表 1- 2。

表 1- 2 自动制动性能(列车管定压 500kPa)

顺号	项 目	技术要求	顺号	项 目	技术要求
1	初制动列车管减压量(kPa)	40~50	6	运转位缓解全制动时制动缸最高压力降至 40kPa 的时间(s)	7
2	运转位,列车管压力由 0 升至 480kPa 的时间(s)	9	7	紧急位列车管压力由定压排至零的时间(s)	3
3	均衡风缸自 500kPa 常用减压至 360kPa 的时间(s)	5~7	8	紧急位制动缸最高压力(kPa)	$450 \pm 10$
4	全制动时制动缸最高压力(kPa)	340~380	9	紧急位制动缸压力升至 400kPa 的时间(s)	5
5	全制动时制动缸升压时间(s)	6~8			

由于该制动机具有与电气线路结合的特点,改变了空气制动机传统的整体结构的概念,从而带来一些空气制动机难以具备的综合性能。积木式结构的电空制动机具有以下良好的灵活性和适应性:

#### (一) 紧急制动时自动选择切除动力

为尽量减少紧急制动时司机的操作手续,DK-1 型制动机能自动选择切除动力,即在牵引与电制工况时切除动力源,而在惰行工况时不切除动力源。这既能保证安全又简化了操作。

#### (二) 列车分离保护

随着制动机充风能力的提高,设置防护性措施更显重要,以确保列车运行的安全。列车分离保护就是在列车运行中,列车突然分离或车辆拉动车长阀后,能自动切断列车管风源和动力源,从而迅速停车。以防司机在未能及时判断故障的情况下,造成在同一列车上同时产生牵引和制动作用,酿成断钩或其它事故。

#### (三) 列车折角塞门关闭的判断

由于我国铁路运输的特定条件,运行列车折角塞门被关闭的事故屡屡发生,在不同程度上危及行车安全。鉴于此,作为制动机的一项安全性措施,就必须能在运行中检查列车管是否畅通。该综合性能已在 DK-1 型制动机上得到基本解决。

#### (四) 动力制动和空气制动的协调配合

充分利用动力制动的优越性已日益被人们所认识。如何综合运用动力制动和空气制动,必须由电空制动机来实现。DK-1 型电空制动机目前已具备空-电制动的初步配合:电制动前能自动给予微量气制动,一定时间间隔后能自动缓解气制动,以便在高坡曲线区段运行时,缓和

对轨道的冲击;电制动不足时追加车列的空气制动,而机车不上闸,这样就简化了操纵。

### (五) 列车电空制动

为适应准高速旅客列车的需要而增设的列车电空制动系统,可实现全列车的制动、保压与缓解的同步,减少了车辆间的制动冲动,同时缩短了制动距离。该系统还能满足不同型号的车辆电空制动机之间以及与无电空的车辆制动机之间的混编。

### (六) 空气电阻联合制动

在机车准恒速加馈电阻制动以及 DK-1 型机车电空制动机基础上发展起来的空气电阻联合制动装置,可以自动对列车与机车制动机以及机车加馈电阻制动发出指令,进行必要的干预,使两种制动方式有机的结合起来,保障长大坡道上重载列车的行车安全。

在正常工况下,司机施行列车空气制动时,机车自动产生相应的电制动而不进行闸瓦制动,当列车运行在下坡道上,司机施行加馈电阻制动而制动力不足以控制列车速度时,能自动使车列产生空气制动力给予补偿。

### (七) 与列车监控装置的配合

为保障列车安全运行而发展起来的列车运行监控装置,通过 DK-1 型机车电空制动机后,对超速列车可以实行强迫紧急制动,还可以实行不同减压量的强迫常用制动,实现了列车制动的合理控制,减少了列车运行中的制动冲动。

## 二、DK-1 型机车电空制动机试验数据

DK-1 型电空制动机于 1975 年、1976 年和 1980 年分别进行了地面试验、装车试验和安全检查等性能试验。

### (一) 单机静止试验

表 1- 3 为单机制动和缓解的主要数据。

表 1- 3 单机制动和缓解的主要数据

试 验 项 目		原设计值	第一次 地面组装	第二次 地面组装	韶山 <sub>1</sub> 135
常用 制 动	均衡风缸减压 50kPa, 制动缸压力(kPa)	120 ~ 130	130	85 ~ 90	100 ~ 105
	均衡风缸减压 100kPa, 制动缸压力(kPa)	230 ~ 250	270	220 ~ 240	250
	均衡风缸由 500kPa 降至 360kPa 的时间(s)	5 ~ 6	5 ~ 6	5.7	6.4
	制动缸最高压力(kPa)	350 ~ 380	360	370	360
	制动缸升至最高压力时间(s)	6 ~ 8	7.5		7 ~ 8.2
	全制动后制动缸缓至 35kPa 的时间(s)	6 ~ 8	5.2		6.8 ~ 7.8
紧急 制 动	列车管压力由 500kPa 降至 0 的时间(s)	< 3	1.3	1.3	1.5 ~ 1.7
	制动缸最高压力(kPa)	450	450	450	450
	制动缸压力升至 400kPa 的时间(s)	< 5			4.8
单制 独 动	制动缸压力升至 280kPa 的时间(s)	4 ~ 5	5 ~ 5.5		5.9 ~ 6
	制动缸压力由 300kPa 缓至 35kPa 的时间(s)	3 ~ 6	4.5	3.4	4 ~ 4.1
其 它	过充压力(kPa)	0.3 ~ 0.4			0.4
	过充压力消除时间(s)	> 120			150

## (二) 列车静止试验

该机车制动装置连挂在 60 辆 GK 型车辆制动机的定置试验台上进行的各种性能试验。

### 1. 全列车充风

表 1- 4 为初充风性能。表 1- 5 为不同减压量下再充风性能。图 1- 2 为不同减压量下再充风时间与 ET -6 型制动机的比较。

表 1- 4 DK-1 型电空制动机初充风时间

列车管压力 (kPa)	充气方式	列车管充至 480、580kPa 的时间(s)		副风缸充至 480、580kPa 的时间(s)	
		1	60	1	60
500	运转位	311	557	355	563
	过充位	162	477	182	482
600	运转位	481	594	460	599
	过充位	307	533	312	537

表 1- 5 DK-1 型电空制动机再充风时间

充气方式	测量位置	不同减压量下再充风时间(s)			
		50kPa	80kPa	100kPa	170kPa
运转位	60 列车管	70 ~ 78	121	136	228
	副风缸		125	140	240
过充位	60 列车管	45		105	157
	副风缸	53		112	165

图 1- 2 不同减压量下再充风时间的比较

1—DK-1 过充位; 2—DK-1 运转位; 3—ET -6 运转位。

从上述图表可看出, DK -1 型电空制动机不仅有充风较快的运转位, 而且又增设了过充位, 更加快了初充风和再充风的速度。以列车管压力 600kPa 为例, 过充位的初充风较运转位初充风缩短时间 10% 以上, 而运转位与 ET -6 型制动机运转位相比, 初充风时间缩短了 18% 以上; 再充风性能则过充位效果更为明显, 要比运转位缩短再充风时间达 21% ~ 38% 。

该制动机克服了长大列车中施行 50 ~ 60kPa 列车管减压后, 列车尾部车辆不易缓解的弊病。在 EL -14 型和 26-L 型制动机的试验中都曾发现在 60 辆编组的列车上施行小量减压后的缓解, 列车尾部的开始缓解时间长达 53. 9s。而在运行中, 很多乘务员也反映小量减压后尾部车辆不易缓解, 有时甚至造成车轮擦伤, 为此不得已采取追加减压后再施行缓解。而该装置可以用过充位在不产生自然制动的情况下提高长大列车的压力梯度以获得良好的缓解性能, 在上述相同的试验条件下。尾部仅 11. 7 ~ 19s 即可发生缓解, 这有力的提高了列车操纵的灵活性, 同时也保证了列车运行的安全。

### 2. 制动波速

在 60 辆 GK 型货车制动机试验台上试验所得到的不同列车管定压下常用制动及紧急制动波速列于表 1- 6。

### 3. 紧急制动可靠性

DK-1 型电空制动机由于在紧急制动时采用有较大排风截面的 ZDF 型电动放风阀, 对列车的紧急制动有较大促进作用。用 ET-6 型制动机操纵 60 辆 GK 阀试验台, 机后关门一辆全列车就不发生紧急制动作用。用 DK-1 型电空制动机操纵, 机车列车管长 22.5m 外加 15m 的软管连接试验台, 机后关门两辆全列车仍能发生紧急制动作用。

该制动机尽管有较强的供风能力, 若在 60 辆编组的列车尾部拉动车长阀时, 即使制动阀仍在运转位, 全列车仍能发生紧急制动作用, 且列车发生紧急制动作用后首部车辆不会发生缓解作用。如图 1- 3 所示。

上述试验是在未加装列车分离保护措施情况下测得的。如果加装列车分离保护措施的作用, 其紧急制动作用将更加稳定和可靠。在环行试验线上列车编组 19 辆的运行试验结果见表 1- 7。

试验时, 在列车尾部直接开放折角塞门, 制动阀均放运转位, 则无列车分离保护装置时, 经过 8s, 机车开始缓解, 在 45s 内前部车辆共缓解 8 辆。由表 1- 7 可知, 有列车分离保护装置的制动距离要短得多, 且随速度的提高愈加明显, 如 80km/h 初速时可缩短制动距离 20% 以上。

表 1- 6 制动波速

列车管压力 (kPa)	制动类别	减压量 (kPa)	制动波速 (m/s)
600	常用	50	78.8
		80	84.9
		100	86.0
		170	86.3
	紧急		188
500	常用	50	74.6
		80	79.6
		100	79.8
		140	80.4
	紧急		172.5

表 1- 7 列车制动距离

速度 v (km/h)	制动距离 S (m)	备 注
78.2	630	无列车分离 保护作用
78.7	617	
60	349	
58	306	
78.7	488	有列车分离 保护作用
70	409	
59	293	
51.6	212	

图 1- 3 拉车长阀试验

### (三) 列车折角塞门关闭的检查试验

运行途中列车折角塞门关闭的检查是目前保证安全运行不可缺少的一项措施。安装检查装置后的试验结果见图 1- 4。同时在运行区段又进行了实测, 测试数据列于表 1- 8。

表 1- 8 检查折角塞门关闭现场测试数据

机后折角塞门状态	列车管压力(kPa)	按充气按钮列车管上升压力(kPa)	按消除按钮	
			列车管下降至稳定值(kPa)	列车管压力下降时间(s)
全列开通	500	660	510	9
机后关闭	500	660	620	22
机后 5 辆关闭	500	660	570	27
机后 15 辆关闭	500	660	560	30

注:韶山<sub>1</sub>型,货列,货重 1119t,46 辆,计长 51.46(定长 52)。

由图表可看出,只要列车有折角塞门关闭,列车管检查时压力就降不到定压,而且关闭处所距机车越近,列车管压力越不易下降。不过目前还只能作到定性的判别,而且也只能在机后大约 15 辆左右能较易判定。

#### (四) 制动距离

图 1- 4 检查折角塞门关闭性能试验曲线  
单机制动距离试验是在环行试验线上进行的。分别用电空制动控制器的紧急位及空气制动阀的制动位操纵,在不同速度下的单机制动距离见图 1- 5。

列车制动距离测试是在运行区段进行的,测试结果如图 1- 6 所示。

图 1- 5 韶山<sub>1</sub>型机车(DK-1型电空制动机)单机制动距离

1—电空制动控制器的“紧急位”;  
2—空气制动阀的“制动位”。

图 1- 6 列车制动距离曲线

#### (五) 重联装置试验

为适应双机及多机重联牵引的需要,在韶山<sub>4</sub>型电力机车上装用 DK-1 型机车电空制动机的重联装置。表 1- 9 为重联装置静止试验数据。表 1- 10 及图 1- 7 为两节联挂机车间断钩保护模拟试验——制动缸压力与时间关系。

通过试验证明,该重联装置具有如下特点:

1. 电空制动控制器操纵时, 不论哪一端操作, 其制动缸压力升降的起始、终止的时间几乎保持一致, 且压力相等。

2. 空气制动阀操纵时, 制动缸压力的升降时间接近一致, 且起始值相差较小。这对于改善重联机车间的冲动是有利的。

3. 两节机车联挂处断钩后, 其制动缸压力保持在 300kPa 的时间在 100s 以上, 则安全性是有保证的。根据韶山<sub>4</sub> 型 0001 号机车制动距离试验, 在平直道上, 以 100km/h 初速的紧急制停时间为 55s, 距离为 755m。

表 1- 9 DK-1 型电空制动机重联装置静止试验数据

操纵方式	减压量 (kPa)	机车位置	列车管减压时间 (s)		制动缸升压时间 (s)		制动缸压力 (kPa)	列车管再充风时间 (s)		制动缸缓解时间 (s)		备注
			起始	终止	起始	终止		起始	终止	起始	终止	
			电空制动控制器	80	本务	0.45		2.7	1.2	3.9	200	
补机	0.50	3.0			1.3	5.3	0.35	2.4	0.9	5.5		
单机	0.45	2.7			1.2	3.7	0.33	1.5	0.2			
140	本务	0.45		6.9	1.2	7	360	0.15	3.2	0.22	5.5	
	补机	0.53		6.9	1.25	7.2		0.20	3.8	0.7	6.1	
	单机	0.45		6.55	1.15	6.9		0.15	2.5	0.2	5.3	
空气制动阀		本务			0.5	3.9	300			0.22	4.8	
		补机			1.8	4.9				0.8	5.4	
		单机			0.5	3.75				0.2	4.4	

- 说明: 1. 单机系单节车测试值;  
 2. 列车管再充风终止时间以列车管升至 480kPa 为准;  
 3. 制动缸缓解终止时间以制动缸压力降至 40kPa 为准。

表 1- 10 断钩保护模拟试验制动缸压力变化表

制动缸压力 (kPa)	升至 400	升至 450	开始下降	降至 400	降至 300	降至 200
时间 (s)	4.8	8.7	63	85	104	120

图 1- 7 断钩保护模拟试验- 制动缸压力变化曲线

## 第二章 主要部件的构造及作用

DK-1型机车电空制动机主要由司机室内的电空制动控制器(以下简称大闸)和空气制动阀(以下简称小闸)等操纵部件,以及车体内的电空制动屏、分配阀、紧急阀、电动放风阀等组成。由于各型机车总体布置的不同,上述车体内部各主要部件可以分别设置在不同室内(如韶山<sub>1</sub>型电力机车),也可以集中布置组成空气管路柜(也称气阀柜或空气制动柜)(如除韶山<sub>1</sub>型外的各型电力机车)。

DK-1型机车电空制动机主要由下述部件组成:

电空制动控制器——用它来操纵全列车的制动和缓解。它有六个工作位置:过充位、运转位、中立位、制动位、重联位和紧急位。

空气制动阀——用它来单独操纵机车的制动与缓解,而与列车的制动与缓解无关。它有四个工作位置:即缓解位、运转位、中立位和制动位。通过其上的电—空转换拨杆的转换后,可以操纵全列车的制动与缓解。另外手把下压可单独缓解机车的制动缸压力。

电空阀——它受电空制动控制器的控制,接通或切断有关气路。设有过充、中立、排1、检查、排2、制动、缓解、重联和与机车辅助系统管路共用的撒砂等电空阀。

中继阀——它受均衡风缸的压力变化来控制列车管的压力变化,从而完成列车的制动、保压和缓解等作用。

分配阀——它是根据列车管的压力变化而动作,并接受空气制动阀的控制,向机车制动缸充气或排气,使机车得到制动、保压和缓解的作用。

电动放风阀——它主要受电空制动控制器和自停装置的控制,直接将列车管的压力空气快速排入大气,使列车产生紧急制动作用。

紧急阀——在列车管的压力快速下降时动作,加速列车管的排风,同时接通列车分离保护电路,使列车紧急制动的作用更可靠。

压力开关——它在均衡风缸压力变化时进行电路的转换。设有两个压力开关,分别满足列车管的最小和最大减压量的控制需要。

转换阀——它是一种手动操纵阀,通过它进行管路转换。其中一个串接在两个初制风缸中间,以使在不同的列车管定压下达到满意的初制动效果;另一个串接在电空制动屏均衡管与均衡风缸之间,在电空部件故障影响均衡风缸的充排气时,切除电空制动屏均衡管。

重联阀——它是一种手动操纵阀,有本机和补机两个作用位置。在多机重联运行时,使所有机车的制动和缓解作用协调一致,并且在机车分离后,保持机车的制动作用。

另外机车上还设有均衡过充风缸、工作风缸、初制风缸、调压阀、分水滤气器、滤尘止回阀、滤尘器以及各种塞门、软管、压力表和中间继电器、电子时间继电器、二极管、压敏电阻、压力传感器、电测压力表、钮子开关、转换开关等部件。

由于辅助功能的增加,DK-1型机车电空制动机必定也将增加一些部件,如增加的空气电阻联合制动功能,就将增加空—电转换压力继电器以及差动中继阀(3A型中继阀)等部件。

DK-1型机车电空制动机各主要部件的控制关系如下:

## 1. 电空位

### (1) 控制全列车

电空制动控制器      电空阀      均衡风缸      中继阀  
                                  机车分配阀      机车制动缸

列车管压力变化

车辆制动机

### (2) 控制机车

空气制动阀      作用管      机车分配阀      机车制动缸

## 2. 空气位

### (1) 控制全列车

机车分配阀      机车制动缸

空气制动阀      均衡风缸      中继阀      列车管压力变化

车辆制动机

### (2) 控制机车

空气制动阀(下压手把)      作用管      机车分配阀      机车制动缸

## 3. 重联机车控制

本务机车制动缸      本务机车重联阀      平均管      重联机车重联阀      重联机车作用管  
 重联机车分配阀      重联机车制动缸

# 第一节 电空制动控制器

电空制动控制器的功能与一般空气制动机的自动制动阀相当,是制动机的操作控制部件,通过对其手把的操纵,可以控制全列车的制动和缓解。电空制动控制器在原理图上代号为 1 或 1AC( 端)、2 或 2AC( 端)。

电空制动控制器实际上是一种电器组合转换开关,其基本结构与司机控制器相似。到目前为止,DK-1 型机车电空制动机先后采用了两种结构的电空制动控制器,但它们通用手把,而且工作位置相同,闭合表也基本相同。

为了保持操作方式的传统性与继承性,电空制动控制器仍保持回转控制。控制器共设六个工作位置,按逆时针排列顺序:过充、运转、中立、制动、重联及紧急。通过限位装置操纵手把只能在重联位取出或插入。当在双端操纵的机车上使用时,两端电空制动控制器只配备一个操纵手把,以保证机车运用中只有一台电空制动控制器在工作,另一台被锁定在重联位,而不会引起制动指令的混乱,确保了行车安全。DK-1 型机车电空制动机电空制动控制器与 EL-14 型机车制动机自动制动阀各工作位置比较对照列于表 2- 1。

表 2- 1 电空制动控制器与 EL-14 自动制动阀各位对照表

电空制动控制器	过充位	运转位	中立位	制动位	重联位*	紧急位
EL-14 自动制动阀	缓解位、保持位	运转位	中立位*	常用制动位		非常制动位

\* 为手把取出位。

## 一、TKS13 型电空制动控制器

该型电空制动控制器为韶山<sub>1</sub>型电力机车司机控制器的派生产品。主要配备在装用 DK-1

型机车电空制动机的韶山<sub>1</sub>、韶山<sub>3</sub>、韶山<sub>4</sub>(158号前)、韶山<sub>5</sub>、韶山<sub>3B</sub>以及韶山<sub>6</sub>等型电力机车上。

### (一) 主要结构

该电空制动控制器主要由操纵手把、凸轮轴组装、静触头组、定位机构及面板、底板等组成(图 2-1)。

图 2-1 TKS13 型电空制动控制器

凸轮轴组装系在转轴上装有不同形状的凸轮(即动触头),由于该控制器的工作范围为小于 180°;则一个凸轮可以与两个对应的静触头构成两对独立的触头组,就可减少凸轮的层数,使结构紧凑。转轴的上部与控制手把相连,下部受定位机构的控制,以确保各位置的准确。定位机构主要由棘轮、滚轮杆和弹簧等组成(图 2-2)。利用有缺口的棘轮和有弹簧张力的滚轮杆来实现定位,以使控制手柄可靠地停留在各个工作位置上。

静触头的结构及与凸轮的相互关系见图 2-3。通过手把使转轴旋转,带动凸轮分别与各静触头接触或分离,从而使相应的电路接通或开断。该控制器共设 9 层凸轮、18 个静触头(9 对),其中预留部分触头,可供今后电空制动的发展需要而使用。

在电空制动控制器下部底板上装有一个 20 芯插座,通过它可和外电路连接起来。

安装面板上的铭牌显示了电空制动控制器的六个工作位置。由于各型机车安装位置的不同,只需变更安装面板、底板、插座等有限零部件即可满足不同的安装要求。

图 2- 2 TKS13 型定位机构

1—棘轮; 2—滚轮杆; 3—弹簧; 4—转轴; 5—定位销。

图 2- 3 静触头与凸轮的相互关系

1—触头座; 2—出线座; 3—静触头; 4—弹簧; 5—弹簧座;  
6—开口挡圈; 7—销; 8—凸轮; 9—转轴; 10—软联接片。

## (二) 作用及技术参数

该控制器在各型电力机车上的闭合表基本相同, 唯外接联线线号随不同机车、不同端别有所不同, 详见各型电力机车空气管路原理图。使用时需注意, 双端操纵的机车, 因 、 端接线上有区别, 不能装错。单端操纵的机车上应注意只装用 端产品。

该电空制动控制器技术参数见表 2- 2。

表 2- 2 电空制动控制器技术参数

额定电压 (V)	额定电流 (A)	触头开距 (mm)	触头超程 (mm)	触头初压力 (N)	触头终压力 (N)	手柄操纵力 (N)
DC110	10	> 2.5	1 ~ 3	1 ~ 3	2 ~ 4	50

该电空制动控制器六个工作位置的作用简述如下:

- (1) 过充位——使列车缓解充风, 以高出列车管定压 30 ~ 40kPa 的充风压力快速充风缓解。机车保压;
- (2) 运转位——机车车辆同时缓解;
- (3) 中立位——机车车辆保压;
- (4) 制动位——机车车辆制动;
- (5) 重联位——无控制作用, 受本务机车的控制;
- (6) 紧急位——机车车辆紧急制动。

## 二、TKS22 型电空制动控制器

该型电空制动控制器为韶山<sub>4</sub> 改型电力机车司机控制器的派生产品。主要配备在装用 DK-1 型机车电空制动机的韶山<sub>4</sub> 改、韶山<sub>4B</sub>、韶山<sub>6B</sub>、韶山<sub>8</sub> 等新型电力机车上。

### (一) 主要结构

该电空制动控制器主要由操纵手把、限位装置、安装面板、铭牌、轴组装、定位机构、辅助触头盒、插座等组成(图 2- 4)。

通过安装面板可将电空制动控制器固定安装在司机台面板上。

由于安装面板上限位装置的作用,操纵手把只能在重联位取出和放入。安装面板上的铭牌显示了电空制动器的六个工作位置:过充位、运转位、中立位、制动位、重联位和紧急位。当机车作为重联补机时,手把应放重联位或取出,以确保行车安全。

图 2- 4 TKS22 型电空制动控制器

凸轮轴由转轴和在其上的定位凸轮、凸轮架以及凸轮架上拼装的不同凸轮块组成。凸轮轴上共有 18 层凸轮架(使用 11 层)。转轴上部与手把相连,并受定位机构的控制,利用有缺口的定位凸轮和有弹簧张力并带滚轮的定位杠杆来实现定位(图 2- 5),以使操纵手把准确地停留

在各个工作位置上。同时转轴转动, 带动凸轮架与其上的凸轮块分别与对应布置的辅助触头盒接触或分离, 从而使相应的电路开断或接通(图 2- 6)。

图 2- 5 TKS22 型定位机构

图 2- 6 辅助触头盒与凸轮的相互关系

在电空控制器的下部装有一个 20 芯插座, 通过它可以和外部电路连接起来。

### (二) 作用及技术参数

该电空制动控制器的作用与老型电空制动控制器相同, 其主要技术参数如下:

#### 技 术 参 数

额定电压 .....	DC110V
额定电流 .....	5A
手柄操纵力 .....	30N

使用中也应注意 、 端产品的差别。

## 第二节 空气制动阀

空气制动阀的常规功能与一般机车空气制动机的单独制动阀相同, 用于单独控制机车的制动和缓解。但该制动阀在通过电- 空转换扳键转换后, 能实现控制全列车的常用制动和缓解作用, 具有“ 大闸 ”的基本功能。因此, DK-1 型机车电空制动机的“ 小闸 ”与一般制动机的“ 小闸 ”不仅结构不同, 而且性能上也不能视为雷同; 同时空气制动阀经转换后, 虽具有“ 大闸 ”的功能, 但它不具备“ 大闸 ”的全部功能, 只是简单的相同。这点是必须引起注意和需要掌握的。空气制动阀在原理图上代号为 3( 端)、4( 端)。

空气制动阀共有四个工作位置, 按逆时针排列顺序: 缓解、运转、中立和制动。通过限位装置, 操纵手把只能在运转位取出或插入。当在双端操纵机车上使用时, 两端空气制动阀只配备一个操纵手把, 以保证机车运用中只有一个空气制动阀在工作, 另一个被锁定在运转位, 而不会引起制动指令的混乱, 确保了行车安全。DK-1 型机车电空制动机空气制动阀与 EL-14 型机车空气制动机单独制动阀各工作位置比较对照列于表 2- 3。

表 2- 3 空气制动阀与 EL-14 型制动机单独制动阀各位对照表

空气制动阀	缓解位	运转位*	中立位	制动位
EL-14 型单独制动阀	缓解位	运转位*	中立位	缓制位 急制位

\* 为手把取出位。

## 一、空气制动阀的构造

空气制动阀主要由手把、转轴、定位凸轮、作用凸轮、作用柱塞、转换柱塞、定位柱塞、排风阀、联锁开关组以及阀体、凸轮盒、管座等组成(图 2-7)。

图 2-7 空气制动阀

1—手把;2—联锁开关组;3—定位凸轮;4—作用凸轮;5—凸轮盒;6—排风阀;7—管座;8—作用柱塞;  
9—定位柱塞;10—空气位排气堵;11—阀体;12—转换柱塞;13—转轴;14—顶杆。

### (一)手把、转轴和凸轮

手把 1、转轴 13 和凸轮 3、4 组成动作机构,实现不同工作位置的不同气路和电路通断,保证动作的准确可靠。手把通过盖板缺口只能在运转位取出或插入手把座。转轴为空心方轴结构,上部与手把座联结,外套定位凸轮 3 和作用凸轮 4,中心装有顶杆 14。顶杆 14 上顶手把,下与排气阀相连。由于工作位置范围小于 180°;所以定位凸轮有两个作用:与定位柱塞 9 组成定位机构,确保位置的准确无误;与联锁开关组 2 组成电控环节。作用凸轮只控制作用柱塞 8 的左右移动,实现气路的连通或切断。

### (二)柱塞阀、开关座

该制动阀共装有二个柱塞阀,上部为转换柱塞 12,它不随手把转动而动作,是通过阀的左侧电—空转换扳键的扳动在转换柱塞套内作前后动作,通过其尾部定位装置使转换柱塞只有两个工作位:电空位和空气位。该柱塞的移动不仅改变气路,同时使开关座上方的联锁开关改变不同电路的通或断。下部为作用柱塞 8,它随手把转动而动作,由作用凸轮的升、降程与尾部弹簧反力使作用柱塞在作用柱塞套内左右移动,改变气路的开通。

制动阀上装有的联锁开关组 2, 共装两个微动开关, 分别受转换柱塞 12 及定位凸轮 3 的控制。并通过接线端子与外电路相连。

### (三) 排风阀

该排风阀是单独缓解机车用, 也可称手压单缓排风阀。排风阀 6 为橡胶平面密封结构, 排风阀受手把下压顶杆 14 而开放, 实现机车单独缓解作用。在 DK -1 型机车电空制动机批量装车前, 原空气制动阀受结构的限制, 在空气位操纵时, 机车的单独缓解需通过另一手压阀操纵, 这对操纵和布置是不利的。从批量装车起, 空气制动阀加装了手压单缓排风阀。开始的排风阀采用铜—不锈钢密封件, 密封性得不到保证, 并不易检修。为此对排风阀改进成现在的结构。改进前后的排风阀结构见图 2- 8。新结构自韶山<sub>3</sub> 型 0007 号机车、韶山<sub>1</sub> 型 0445 号机车起采用。新旧排风阀不能互换。

图 2- 8 排风阀改进前后的结构图

- (a) 改进后: 1—凸轮盒; 2—套; 3—排风柱塞套; 4—转轴; 5—顶杆; 6—排风阀; 7—弹簧; 8—下盖。  
(b) 改进前: 1—凸轮盒; 2—放风柱塞套; 3—转轴; 4—顶杆; 5—排风阀; 6—弹簧; 7—下盖。

### (四) 阀体、凸轮盒与管座

阀体 11 为转换柱塞套、作用柱塞套以及定位柱塞、排气缩堵等零件的安装体, 内部有安装转换柱塞套, 作用柱塞以及定位柱塞的空腔, 还有许多暗道作为内部气路。

凸轮盒 5 左侧与阀体 11 联结, 右侧安装了联锁开关组 2, 下部为排风阀 6, 中间安装了轮轴 13 以及定位凸轮 3、作用凸轮 4, 上部装有手把座与盖板。

管座 7 既为空气制动阀的安装座也是管路的联接座。管座接有三根管子: 1<sup>#</sup> 管是调压阀管, 2<sup>#</sup> 管是作用管, 3<sup>#</sup> 管是均衡风缸管。详见图 2- 9。

## 二、空气制动阀的作用

空气制动阀在不同工况时分别具有“小闸”和“大闸”的功能。现就电空位和空气位两个工况分别叙述后再综合比较, 从而掌握该阀在 DK -1 型机车电空制动机中的特殊性能和安全保护措施。

图 2- 9 空气制动阀管座接管图

### (一) 电空位

电空位为空气制动阀的正常工位, 用于单独控制机车的制动与缓解。它有四个工位

置:缓解、运转、中立和制动,详见图 2- 10。此位电空转换扳键应处于电空位,即转换柱塞处于左极端位置,并与对应微动开关脱离。此时,均衡风缸管与其它管的通路被转换柱塞上 O 形圈阻断,而作用管经转换柱塞上凹槽与作用柱塞处管路沟通。

图 2- 10 空气制动阀作用原理图——电空位(二)

(a)缓解位;(b)制动位;(c)中立位。

### 1. 缓解位

作用凸轮有一个最大的升程,该凸轮推动作用柱塞克服柱塞左侧弹簧反力,左移到左极端位置,这时经转换柱塞到达作用柱塞处的作用管压缩空气经转换柱塞右侧固定通道进入凸轮盒与大气相通。如图 2- 10(a)所示。

同时,定位凸轮有一个降程,使得该凸轮与右侧对应微动开关脱离,微动开关常闭联锁连通了外接电路。

### 2. 制动位

作用凸轮有一个最大的降程,作用柱塞在柱塞左侧弹簧反力作用下,右移到右极端位置。调压阀管压力空气经作用柱塞凹槽、转换柱塞凹槽进入作用管,作用管压力上升。如图 2- 10(b)所示。

同时,定位凸轮有一个升程,使得凸轮与右侧对应微动开关接触,微动开关常闭联锁断开,切断了外接电路。

### 3. 中立位

作用凸轮较制动位时有一个较小的升程,作用柱塞左移至中间位,此时不仅切断了制动位连通的调压阀管与作用管的通路,同时也切断了缓解位连通的作用管与大气的通路。如图 2- 10(c)所示。

定位凸轮与微动开关的位置关系与制动位相同,即切断了外接电路。

### 4. 运转位

作用凸轮与作用柱塞的位置关系与中立位相同,即气路均不连通。而定位凸轮与微动开关的位置关系与缓解位相同,即连通了外接电路。

## (二) 空气位

空气位为空气制动阀的非正常工作位,具有“大闸”的基本功能,可实现控制全列车的常用制动与缓解。此时只有三个工作位置:缓解、保压和制动,详见图 2- 11。

图 2- 11 空气制动阀作用原理图——空气位

(a) 缓解位; (b) 制动位; (c) 保压——中立位; (d) 单缓位。  
运转

此位电空转换扳键应处于空气位,即转换柱塞处于右极端位置,并压缩微动开关。这时,作用管与其它管的通路被转换柱塞上 O 形圈阻断,而均衡风缸管经转换柱塞上凹槽与作用柱塞处管路沟通。同时,微动开关动作切断了电空制动控制器的电源电路。

### 1. 缓解位

作用柱塞的位置与电空位的缓解位相同,处于左极端位置。这时,调压阀管压力空气经作用柱塞凹槽,再经转换柱塞凹槽进入均衡风缸管,使均衡风缸充气增压。如图 2- 11(a) 所示。

定位凸轮与微动开关的位置关系与电空位的缓解位相同,即连通了外接电路(但无作用)。

## 2. 制动位

作用柱塞的位置与电空位的制动位相同, 开放了均衡风缸管与大气的通路, 均衡风缸压力空气经转换柱塞凹槽、作用柱塞左侧通道、作用柱塞尾部排气缩堵排入大气。均衡风缸排气减压速度受排气缩堵限制。如图 2- 11(b) 所示。

定位凸轮与微动开关的位置关系与电空位的制动位相同, 即切断了外接电路( 但无作用)。

## 3. 保压位

由于运转位与中立位时, 作用柱塞处于中间位置, 调压阀管与均衡风缸管, 以及均衡风缸管与大气的通路均被切断, 而定位凸轮控制的微动开关电路实际上不介入作用, 故两个位置的作用相同, 均为保压作用。如图 2- 11(c) 所示。

空气位时单缓机车, 必须通过下压手把, 将排风阀打开, 使作用管压力空气排大气, 即可实现机车单缓作用, 如图 2- 11(d) 所示。

在电空位下压手把, 同样可以将排风阀打开, 使作用管压力空气排大气, 实现机车的单独缓解。

## (三) 综合比较

空气制动阀在不同工况下的各个位置的气路、电路关系见图 2- 12。

图 2- 12 空气制动阀气路、电路关系图

(a) 电空位; (b) 空气位。

## 1. 电路

在电空位工况下, DK-1 型机车电空制动工作电源经空气制动阀后供给电空制动控制器( 即导线 801 或 802 有电)。而在空气位工况下, 切断了电空制动控制器的工作电源( 即导线 801 或 802 无电), 使得电空制动控制器无法操纵制动机系统, 为了保证空气位的正常操纵, 在空气位时, 空气制动阀还使得制动电空阀得电( 即导线 800 有电), 关闭均衡风缸管经制动电空阀排大气通路。

为使电空位工况下, 电空制动控制器与空气制动阀均处运转位时, 机车制动缸压力能够缓解, 空气制动阀的缓解位与运转位还将沟通导线 809 或 819 与导线 818。而在空气位工况下, 由于导线 809 或 819 无电, 该通路无作用。

## 2. 气路

为满足两种工况下的不同气路的控制,空气制动阀在两种工况下的气路均不相同。如电空位工况下,引入调压阀管、作用管与大气,只对作用管进行控制,这时的空气制动阀只有“小闸”的作用。而在空气位工况下,引入调压阀管、均衡风缸管与大气、只对均衡风缸管进行控制,这时的空气制动阀只有“大闸”的作用。

### 第三节 电 空 阀

电空阀是通过电磁力来控制压缩空气管路的接通或切断,从而达到远距离控制气动装置的电器。电空阀的种类较多,如按电磁铁的型式分有拍合式和螺管式;按组装方式可分为立式和卧式;按作用原理可分为开式和闭式。但就结构来说,它都是由电磁机构及气阀两大部分组成的,所以曾一直以电磁阀命名过,其原因就在于动力源为电磁力。目前,国产电力机车上都统一装有螺管式电磁铁、立式安装的闭式电空阀(图 2- 13),而进口的 8K 型电力机车上则装用拍合式电磁铁、立式安装的开式或闭式电空阀。

图 2- 13 TFK<sub>1B</sub>型电空阀

1—阀杆;2—阀座;3—静铁心;4—心杆;5—线圈;6—铜套;7—动铁心;  
8—磁轭;9—防尘套;10—橡胶垫;11—接线柱;12—滑块;13—密封垫;14—上阀门;  
15—下阀门;16—复原弹簧;17—O形圈;18—下盖。S<sub>A</sub>—阀门行程; B—铁心气隙。

电空阀分为开式和闭式,是指电磁铁在无电状态下,主气阀口的状态是开还是闭而言。若主气阀口处于关闭位置,即称为闭式;反之则为开式。现以电空阀结构示意图简述。

电空阀的气阀部分一般由上、下两个气阀口分成三个气室,各气室均可与外部连通。下气室 A 与风源连接;中气室 B 通向控制对象;上气室 C 除个别外一般与大气通。图 2- 14(a) 为闭式电空阀,无电时,因下阀口受弹簧反力作用使下气室与中气室不连通,即气源不能进入控制对象,处于关闭状态。而开式电空阀图 2- 14(b) 正好相反。无电时,在弹簧反力作用下使下阀口开放,上阀口关闭。气源经下阀口通向控制对象处开放位置。掌握好电空阀的开式、闭式的作用原理,便于弄清楚电空阀电路的开闭与气路的开闭的对应关系,利于简化电空阀品种和简统电路。

(a) (b)  
图 2- 14 电空阀结构示意图  
(a) 闭式电空阀;(b) 开式电空阀。  
A—下气室;B—中气室;C—上气室;  
1—进风口;2—出风口;3—排风口。

## 一、电空阀的结构及作用

DK-1 型机车电空制动机除采用传统的 TFK<sub>1B</sub> 型电空阀外,为满足系统的性能也装用 TFK 型电空阀(习惯称“三通电空阀”)。这两种电空阀的区别只是在气阀部分,而电磁机构完全相同。后者是前者的派生产品。现就“三通电空阀”介绍如下(图 2- 15)。

电磁机构由静铁心 5、磁轭 1、动铁心 2、线圈 4、心杆 6 等组成。气阀部分由阀座 7、上阀门 11、下阀门 12、阀杆 8、密封套 13、压圈 16、密封圈 14、15、弹簧 10 及下盖 9 等组成。当线圈 4 不通电时,下阀门 11 受弹簧 10 的作用而密贴阀座 7 的下阀口,并经阀杆 8 将上阀门顶开,使控制对象与上气室通。而上气室由于上密封圈的作用保持其气密性,可以通过排风口集中通大气,也可以经排风口通向另一控制对象(注意此处与通用的 TFK<sub>1B</sub> 型电空阀的不同处:前者可在排风口处集中引出,可根据需要接管或加堵实现三通的要求;后者则无法在排风口集中引出,因在上阀门与滑道有间隙,无法保证上气室的气密性)。当线圈有电时,由于电磁力的作用克服弹簧的反力使动铁心下压心杆带动上阀门,经阀杆使下阀门离开其阀座,这样上阀口的关闭与下阀口的打开是同时进行的。从而实现电控制空气通路的通断。

DK-1 型机车电空制动机共采用八个电空阀(不包括撒砂与紧急电空阀),均安装在电空制动屏上,其中 TFK 型与 TFK<sub>1B</sub> 型各四个。现将各电空阀的连接管及功能综合后列于表 2- 4。两种电空阀的主要技术数据列于表 2- 5。

图 2- 15 TFK 型电空阀

1—磁轭;2—动铁心;3—紫铜套;4—线圈;5—静铁心;6—心杆;7—阀座;8—阀杆;9—下盖;10—复原弹簧;11—下阀门;12—上阀门;13—密封套;14、15—O 形圈;16—压圈;A—阀杆行程;B—铁心气隙。

表 2- 4 各电空阀连管及功能

代号	名称	型号	进风口	出风口	排风口	功 能
252	过充	TFK	总风管	过充风缸	堵	过充位得电,使得列车管有 30~40kPa 的过充量
253	中立	TFK <sub>1B</sub>	总风管	遮断阀管		中立、制动、重联、紧急位时得电切断列车管的风源
254	排 1	TFK <sub>1B</sub>	作用管	大气		“大、小闸”运转位时得电,控制作用管的排风,单独缓解机车闸缸
255	检查	TFK	总风管	均衡风缸	堵	与检查按钮配合使用,判断列车管的开通状态
256	排 2	TFK <sub>1B</sub>	过充风缸	大气		重联、紧急位得电,加快过充风缸的排风
			堵	过充风缸		除过充、运转位外各位失电,加快过充风缸的排风
257	制动	TFK <sub>1B</sub>	堵	初制风缸		除中立位外各位失电,控制均衡风缸的排风
258	缓解	TFK	调压阀管	均衡风缸	初制风缸	过充、运转位得电,控制均衡风缸的正常充风与排风
259	重联	TFK	列车管	均衡风缸	堵	在重联、紧急位得电,使中继阀失去控制列车管压力的能力

注: 1. 排 2 电空阀在韶山 1、3、4、5 型上的接管与韶山 4 改、4B、6、6B、7、8 等型上的接管不同;

2. 各电空阀的代号在新型电力机车上均加上“YV”,如 252YV、258YV 等。

表 2- 5 电空阀主要技术数据

技 术 参 数		型 号	
		TFK <sub>1B</sub>	TFK
额定气压(kPa)		900	900
阀杆行程 A(mm)		1.0±0.1	1.0±0.1
铁心气隙 B(mm)		1.9±0.2	1.9-0.2
额定电压(V)		DC110	DC110
最小动作电压(热态)(V)		DC77	DC77
线 圈	线径(mm)	0.19	
	匝数	13000	
	20 电阻( )	938 <sup>+76</sup> <sub>48</sub>	
复原弹簧(d× D× H× n)		0.6× 10.6× 25	0.8× 10.6× 25× 6
阀口通径(mm)		5	

## 二、使用中的注意事项

由于这两种电空阀属系列产品,外形相似,通用件多,所以使用中要特别注意,由于气阀结构的不同,“三通电空阀”的要求更为严格,且两者部分零部件不能任意互换。

### (一) 阀杆行程 A 与铁心气隙 B 的检查

阀杆行程 A 是受铁心气隙 B 的制约,而铁心气隙 B 直接影响电空阀的工作性能,所以必须保证 A、B 在规定的范围之内,否则就使电空阀失去作用而引起行车故障。在组装时检测 A、B 的方法如图 2- 16 所示。

#### 1. A 的检测

将阀座及其它气路零部件组装好后,用游标卡尺测量(如图 2- 16b)。先测量原始状态,再

压紧游标卡读出新数值,两者之差即为  $\Delta$ ,其数值必须控制在 0.9~1.1mm 范围内。若数值不符,须调整阀杆 4。

图 2-16 阀杆行程  $\Delta$  与铁心气隙  $\delta$  的检测方法示意图

(a)  $\delta$  的检测; (b)  $\Delta$  的检测。

1—心杆; 2—动铁心; 3—检测套; 4—阀杆。

## 2. $\delta$ 的检测

测量完  $\Delta$  合格后,将静铁心组装上,用专用的检测套 3(如图 2-16a)套好,先后将心杆 1 及动铁心 2 投入套筒 3,用深度尺测  $\Delta$  值。然后取出心杆 1,再测新的  $\Delta$  值。前后两个  $\Delta$  值之差,即为  $\delta$  的大小。应保证其值在 1.7~1.9mm 之间。若不合要求,重新选配心杆 1 直至满意为止。

一旦更换上下阀门、阀杆及心杆时,需重新检查  $\Delta$ 、 $\delta$ ,以确保电空阀的正常工作。对于“三通电空阀”更须如此。因为在电磁结构相同条件下,它增加了上阀门与密封套的 O 形圈密封阻力及弹簧反力。根据电空阀的特性曲线(图 2-17),“三通电空阀”对铁心气隙  $\delta$  更为敏感。稍有不慎,就有可能使  $F_x < F_f$ ,导致电空阀无法工作。反之使  $F_x \gg F_f$ ,固然有利于电空阀的吸合,但由于  $\delta$  太小,致使  $\Delta$  减小,影响电空阀的通路截面,也会引起制动机工作不正常。因此保证有正确的  $\delta$  是保证电空阀正常工作的首要条件。

图 2-17 TFK 型电空阀特性曲线

1—额定电压下的吸力特性曲线  $F_x = f(\delta)$ ;  
2—70% 额定电压下的吸力特性曲线  $F_x = f(\delta)$ ;  
3—TFK<sub>1B</sub>型电空阀反力特性曲线  $P = 500\text{kPa}$  时,  
 $F_f = f(\delta)$ ; 4—TFK<sub>1B</sub>型电空阀反力特性曲线  $P =$   
900kPa 时,  $F_f = f(\delta)$ ; 5—TFK 型电空阀反力  
特性曲线  $P = 900\text{kPa}$  时,  $F_f = f(\delta)$ 。

## (二) 气密性检查

对于通用的 TFK<sub>1B</sub> 型电空阀, 只须注意上下阀门及其阀座的状态, 一般情况下其密封效果是很好的。而对于“三通电空阀”, 由于增加了上阀门与滑道的密封, 问题就较多且不易检查。其密封是通过 O 形橡胶圈来实现, 而上阀门又在其内圈中上下运动。要使密封与阻力达到最佳效果不是容易的。一般保证密封是容易的, 所以易忽视其阻力的调整, 往往影响该电空阀的吸合, 由图 2-17 可知, 其阻力增大将使曲线 5 上移, 将也有可能使  $F_x < F_f$  而无法工作。

上阀门与滑道处的气密性检查必须在拆除上部的电磁机构, 采用专用装置将滑道压平后进行。否则, 其检测是不够准确的。

## 第四节 调压阀与分水滤气器

调压阀、分水滤气器与油雾器统称为气动元件的基本三大件, 被广泛的用于各种气动系统中。由于调压阀与分水滤气器的产品质量较稳定, 采购较方便, 价格适宜, 故被 DK-1 型机车电空制动机以及电力机车空气管路系统采用。

### 一、调压阀

调压阀是为满足系统的不同整定压力并保证稳定的供给而设置的。其整定压力及供风能力是根据不同要求进行选择的。本系统中只选用一种规格的调压阀即可满足各气路的要求, 因列车管的定压充风不是像 EL-14 型制动机那样直接由 M-3A 给风阀供风, 而是通过中继阀来实现的, 所以不必用大孔径的调压阀即可满足。DK-1 型机车电空制动机共用三个规格为 Dg15 的调压阀, 型号为 QTY-15 型。一个供均衡风缸用代号 55, 另两个供空气制动阀上的作用管或均衡风缸用〔代号 53( 端)、54( 端) 〕。

该调压阀系气动元件之通用件, 主要由调压弹簧、膜板、调整手轮、进风阀、阀座及溢流阀等组成(图 2-18)。

当调压阀左侧通入压缩空气时, 由于调整弹簧的作用, 膜板下凹, 通过阀杆顶开进风阀, 使空气经进风阀口通向右侧输出, 同时经下阀体上的平衡小孔进入膜板下方中央气室。当输出压力逐渐增高, 则膜板上下方压力差逐渐减小, 膜板将渐趋平衡, 进风阀逐渐上移。在输出压力与整定压力相等时, 进风阀口关闭。该结构能使输出端的漏泄得以补充, 同时在输出压力高于整定值时, 膜板上凸, 打开溢流阀, 使多余的压缩空气排出, 直至平衡为

图 2-18 QTY 型调压阀

- 1—手轮; 2—紧固螺母; 3—上体; 4—一级弹簧; 5—二级弹簧;  
6—溢流阀; 7—膜板; 8—小孔; 9—下体; 10—进风阀;  
11—阀弹簧; 12—阀杆。

止。整定值是通过手轮旋转来给定,顺时针旋转为增高,反之为降低。

进风阀为平板橡胶阀,溢流阀为金属锥形阀口,与阀杆需研磨良好,密封性才能保证。下阀体上有供装压力表的管座,可装压力表,以便随时观察。压力调好后,应将紧固螺母拧紧,以保证整定压力值的准确无误。根据安装要求,代号 53、54 的调压阀之阀体上不装压力表。

QTY-15 型调压阀主要技术指标见表 2- 6。

表 2- 6 QTY-15 型调压阀主要技术参数

性能参数	最大输入压力 (kPa)	最大输出压力 (kPa)	调压范围 (kPa)	在压力状态下的公称使用流量 (m <sup>3</sup> /h)	使用温度 ( )	在输出压力为 500kPa 和公称使用流量时输出压力的波动 (kPa)
指标	1000	630	50 ~ 630	10	- 20 ~ + 90	20

安装时需保证手轮向上或向下,并注意下阀体上的箭头指向。在静态和动态的不同工况下,调整值会有所变动,一般在正常稳定工况时进行调整。

## 二、分水滤气器

为提高压缩空气的清洁度,确保制动机的稳定性能和可靠地工作,系统采用 QSL 型分水滤气器对压缩空气进行二级滤清。

分水滤气器主要由体 11、旋风叶 1、过滤元件 2、挡水板 4、外罩 3 等组成(图 2- 19)。

当压缩空气由输入端进入,通过带导向孔的旋风叶 1 后,气流成旋转状,绕外罩 3 和旋风伞作高速圆周运动,油、水及大颗粒尘埃落下。而较洁净的空气流经青铜粉末冶金烧结的过滤元件 2 后,又将细微尘埃过滤,经过滤元件内腔向输出端送出高品质的压缩空气。其过滤精度为 50 μm。其主要技术参数见表 2- 7。系统选用公称通径规格为 Dg15。

分水滤气器安装应为垂直位置,其排水阀向下。并注意必须按体 11 上之箭头方向进行配管,不可将输入与输出颠倒。

表 2- 7 QSL-15 型分水滤气器主要技术参数

性能参数	最大输入压力 (kPa)	在压力状态下的公称使用流量 (m <sup>3</sup> /h)	在输入压力为 700kPa 和公称使用流量时的压力降 (kPa)	最高使用温度 ( )	过滤精度 ( μm)	过滤面积 (cm <sup>2</sup> )	过滤元件尺寸 (mm)
指标	1000	10	10	50	50	58	32x 52

在使用条件下,应经常打开放水阀排除外罩 3 内积贮之污水。还应定期清洗过滤元件 2 及存水外罩 3,保障分水滤气器的过滤效果与作用。

图 2- 19 QSL 型分水滤气器

- 1—旋风叶; 2—过滤元件; 3—外罩;  
4—挡水板; 5—螺母; 6、9—O 形圈; 7—盖;  
8—手把; 10—体; 11—压盖。

## 第五节 中 继 阀

中继阀是电空制动控制器及空气位时空气制动阀的执行元件,它依据均衡风缸的压力变化来控制列车管的压力变化,从而完成列车的制动、保压和缓解。它的作用相当于 EL-14 型制动机的空气制动阀中均衡鞣鞣和给风阀两部分的作用,即能向列车管充气,又能把列车管内的压力空气排向大气。该阀具有供排风快和灵敏度高的特点,特别是当电空制动控制器处于过充位时,能使列车管压力超过规定压力 30~40kPa,以缩短列车初充气 and 再充气的时间,当电空制动控制器由过充位移回运转位时,列车管的过充压力还能缓慢地消除,而不会引起列车的自然制动。中继阀在原理图上的代号为 104。

中继阀由双阀口式中继阀、总风遮断阀和管座三部分组成。其外形见图 2-20。

### 一、双阀口式中继阀

#### (一) 双阀口式中继阀的结构

双阀口式中继阀由主鞣鞣、膜板、排气阀、供气阀、阀套、阀座、阀体、过充盖、过充柱塞、顶杆及 O 形圈、各作用弹簧等组成(图 2-21)。

双阀口式中继阀主要是控制列车管的充气 and 排气。主鞣鞣的左侧为中均室,与均衡风缸管连通,右侧与列车管相通。主鞣鞣通过顶杆与排气阀或供气阀联动,排气阀室与大气相通,供气阀室经总风遮断阀口与总风管相通,两个阀座的中间与列车管相通。为了提高列车管初充气 and 再充气的速度,在主鞣鞣左侧设置了一个过充阀,过充柱塞左侧与过充风缸管相连,中间通大气,右侧为中均室,与均衡风缸管相通,它们之间以 O 形圈密封隔离。

#### (二) 双阀口式中继阀的作用

根据均衡风缸及过充风缸的压力变化,双阀口式中继阀共有三个作用位置,其作用原理示意如图 2-22 所示。

##### 1. 缓解充风位(图 2-22a、b)

当主鞣鞣左侧中均室的均衡风缸压力增加时,膜板鞣鞣向右侧移动,通过顶杆将供风阀开启,总风经供风阀口向列车管充风,同时经 1mm 的缩孔使列车管与主鞣鞣右侧连通,随列车管压力的增加,逐渐平衡主鞣鞣左侧压力,鞣鞣左移逐渐缩小供风阀口,直至关闭。

为加速充风,在过充柱塞左侧充入与总风管相等压缩空气后,过充柱塞右移,其端部顶在主鞣鞣上,相当于中均室增加了压力。当总风管压力在 750~900kPa 变化时,使列车管增压的范围为 30~40kPa。因而对长大列车或长大下坡道上运行的列车充风缓解极为有利。消除过充压力是过充风缸的风缓慢排向大气,过充柱塞端部作用在主鞣鞣上的附加力逐渐消失,此时列车管过充压力随之缓慢排向大气,不会引起后部车辆的自然制动。

##### 2. 制动位(图 2-22d)

当主鞣鞣左侧中均室的均衡风缸压力降低时,膜板鞣鞣在右侧列车管压力作用下左移,通

图 2-20 中继阀外形图

1—双阀口式中继阀;2—总风遮断阀;  
3—管座。

图 2- 21 双阀口式中继阀结构

1—供风阀套; 2、3、11、12、14—O 形圈; 4—供气阀; 5—供气阀弹簧; 6—胶垫螺帽; 7—供气阀套挡圈;  
8—排气阀挡圈; 9—排气阀胶垫; 10—排气阀; 13—定位挡圈; 15—胶垫螺帽; 16—排气阀套; 17—排气阀弹簧;  
18—过充柱塞; 19—主鞣鞣; 20—顶杆; 21—过充盖; 22—膜板; 23—中继阀盖; 24—螺钉;  
25—六角螺栓; 26—供气阀胶垫; 27—螺盖。

图 2- 22 双阀口式中继阀各作用位置示意图

(a) 缓解充气位; (b) 缓解充气位(过充); (c) 保压平衡位; (d) 制动位。  
1—供气阀及阀口; 2—排气阀及阀口; 3—主鞣鞣; 4—过充柱塞; 5—均衡风缸管;  
6—列车管; 7—总风管; 8—排风口; 9—过充风缸; 10—缩孔。

过顶杆带动将排气阀开启,列车管压力空气经排气阀口排向大气,同时鞣鞣右侧压力空气经缩孔,随同列车管一起降低压力,逐渐平衡主鞣鞣左侧压力,鞣鞣右移逐渐缩小排气阀口,直至关闭。

### 3. 保压平衡位(图 2- 22c)

当主鞣鞣右侧列车管压力上升或下降后,与左侧中均室均衡风缸压力接近一致时,主鞣鞣处于中间平衡位,供风阀或排气阀在其弹簧作用下关闭其阀口,列车管停止充气或排气,列车管呈缓解充气或制动后保压状态。若主鞣鞣左侧中均室的均衡风缸压力再增加,或主鞣鞣右侧列车管压力由于泄漏而降低,则主鞣鞣将再次失去平衡,鞣鞣右移使供气阀再度被开启,列车管再充气,待主鞣鞣两侧压力接近一致时,又处于保压平衡位。若主鞣鞣左侧中均室的均衡风缸压力再降低,则主鞣鞣仍将失去平衡,鞣鞣左移使排气阀重新开启,列车管再排气,待主鞣鞣两侧压力接近一致时,重新恢复保压平衡位。主鞣鞣的动作灵敏度为 10kPa。

## 二、总风遮断阀

总风遮断阀由阀体、遮断阀、阀座、阀套、弹簧等组成,其中遮断阀与双阀口式中继阀的排风阀通用。其结构如图 2- 23 所示。该阀作为控制总风向列车管充风的一道关口,一般情况下,该阀的动作与均衡风缸的减压动作同步,即均衡风缸减压,该阀关闭遮断阀口,以确保一次缓解型制动机的制动作用可靠。

图 2- 23 总风遮断阀结构图

1—遮断阀体; 2—挡圈; 3—胶垫; 4—胶垫螺帽; 5—遮断阀; 6—遮断阀套; 7、8、10—O 形圈;  
9—遮断阀弹簧; 11—弹簧; 12—胶垫; 13—遮断阀盖; 14—螺盖。

当遮断阀左侧无压力空气时,遮断阀在其右侧的总风压力作用下,克服弹簧的反力左移,遮断阀口呈开启状态,总风压力空气经开启的阀口进入双阀口式中继阀的供气阀室,保证列车管的充风效能。

当遮断阀左侧充入总风压力空气时,遮断阀在其左侧的总风压力及弹簧力的作用下右移,迅速关闭遮断阀口,切断了至双阀口式中继阀的总风源,即切断了列车管风源,列车管就得不到补充或充风。

### 三、中继阀管座

中继阀管座是作为双阀口式中继阀和总风遮断阀的安装座,同时也是与外接管相连处所,这样便于组装和检修。中继阀除管座外,其余均与 JZ-7 型制动机的通用。考虑中继阀在 DK-1 型制动机系统中的布置而将管座作必要的变更(图 2-24)。

管座上连有五根管子:  $P_1$  为总风遮断阀管(Dg8)、 $P_2$  为过充阀管(Dg8)、 $P_3$  为总风管(Dg25)、 $P_4$  为列车管(Dg25)、 $P_5$  为均衡风缸管(Dg8)。

## 第六节 电动放风阀与紧急阀

### 一、电动放风阀

为适应电空制动机性能并满足自动停车装置的要求,DK-1 型机车电空制动机采用 ZDF 型电动放风阀作为列车管紧急排风的执行部件。该阀为电空式气动阀门,它由紧急电空阀与放风阀两部分组成。电动放风阀在原理图上的代号为 94。

图 2-24 中继阀管座

紧急电空阀型号为 TFK<sub>1B</sub> 型,其进风管接总风管,出风管与放风阀的橡皮膜下方气室相通,安装在放风阀的阀体上。紧急电空阀在原理图上的代号为 392 或 94YV。紧急电空阀主要受电空制动控制器的紧急位电指令控制,同时还可接受自动停车装置、紧急制动按钮、列车分离保护等发出的紧急电信号的控制。

放风阀由阀体 1、橡皮膜 3、夹心阀 5、阀座 8、芯杆 6、弹簧 4 以及上、下盖板 7、2 等组成。其构造示意图见图 2-25。该阀右侧接列车管(Dg25),左侧与大气相通(Dg25),在实际装车中,左侧安装了一个 Dg25 的弯头。

电动放风阀的作用原理可参见图 2-26。

当紧急电空阀得电时,总风压力空气经电空阀下阀口向橡皮膜下方气室 D 充风,将橡皮膜顶起,带动芯杆克服弹簧反力顶开夹心阀,开通了列车管与大气的通路,列车管压力急剧下降,全列车产生紧急制动作用。

在紧急电空阀失电后,首先电空阀下阀口切断了橡皮膜下方气室 D 的充风,同时橡皮膜下方气室 D 内的压力空气通过电空阀上阀口迅速排入大气,夹心阀在上部弹簧作用下与阀座贴合而关闭放风阀口。在正常运行中,紧急电空阀处于失电状态,放风阀的放风阀口将关闭。

### 二、紧急阀

紧急阀的作用是在紧急制动时加快列车管的排风,提高紧急制动灵敏度和紧急制动波速,同时接通列车分离保护电路,使列车紧急制动的作用更可靠。该阀在原理图上的代号为 95。

#### (一) 紧急阀的构造

图 2- 25 放风阀构造示意图

1—阀体; 2—下盖; 3—橡皮膜; 4—弹簧;  
5—夹心阀; 6—芯杆; 7—上盖; 8—阀座。

图 2- 26 2DF 型电动放风阀作用原理图

1—上盖; 2—弹簧; 3—阀体; 4—夹心阀; 5—顶杆;  
6—盘; 7—橡皮膜; 8—下盖; 9—电空阀。

紧急阀由阀和安装座组成。安装座固定在安装架上, 内有容积为 1.5L 的紧急室, 阀安装在安装座上。紧急阀的构造(不包括安装座)如图 2- 27 所示。该阀除导向杆下部的传递杆、微动开关与安装架、外罩以及安装座外, 其余均与 103、104 型分配阀的紧急阀相同。

紧急阀由上部的紧急鞣鞣、安定弹簧 9、下部的放风阀部、底部的电联锁部以及上盖 1、放风阀盖 17 和阀体 10 等零部件组成。

将紧急上鞣鞣 4、19mm 密封圈 5、100mmS 形橡胶膜板(紧急膜板)6 和紧急下鞣鞣 7 套装在紧急鞣鞣杆 3 上, 并将螺母 8 拧紧, 再在紧急鞣鞣杆 3 顶面的中心凹槽中嵌装 16mm 异形密封圈 2, 便组成了“紧急鞣鞣”。

放风阀部由放风阀座 11、放风阀 12(夹心阀)、放风阀导向杆 13、放风阀强簧 15 等零件组成。

电联锁部由传递杆 20、微动开关 23、安装座 22 及外罩 24 等组成。

紧急鞣鞣杆 3 的轴向中心孔内, 有一个 1.8mm 限制缩孔, 用以控制紧急室压力空气向列车管的逆流速度; 紧急鞣鞣杆 3 上部还设有 0.5mm 的径向限制缩孔, 用以控制列车管压力空气向紧急室的充气速度; 在紧急鞣鞣杆 3 下部离下端 11mm 处, 钻有 1.2mm 的径向小孔, 用以在紧急制动后, 控制紧急室压力空气排入大气的速度。

紧急鞣鞣在上部极端位置时, 紧急鞣鞣杆 3 的底面距放风阀 12 有 4mm 间隙。放风阀导向杆 13 上套有 24mm 密封圈 14, 以防止列车管压力空气漏入大气。

紧急阀体 10 为铸铁材料制成, 在阀体安装面内的列车管通道上装有一个 30 目的滤尘网 19, 用以清除进入紧急阀的压力空气中的尘埃等机械杂质。在阀体 10 内还压装了放风阀座 11。紧急阀体 10 安装面上有两个工作孔口, 上面的小圆孔为紧急孔, 下面的大圆孔为列车管孔。

紧急鞣鞣上侧经上盖 1 和阀体 10 内的暗道及安装面上的紧急孔与安装座内的紧急室相通; 而紧急鞣鞣的下侧经安装面上的列车管孔及安装座内的暗道与列车管相通。放风阀导向杆

13 的下侧经放风阀盖 17 和阀体 10 内的暗道也与列车管相通。

图 2- 27 紧急阀的构造

1—上盖; 2— 16mm 密封圈; 3—紧急鞣鞣杆; 4—紧急上鞣鞣; 5— 19mm 密封圈; 6—紧急膜板;  
7—紧急下鞣鞣; 8—螺母; 9—安定弹簧; 10—阀体; 11—放风阀座; 12—放风阀; 13—放风阀导向杆;  
14— 24mm 密封圈; 15—放风阀弹簧; 16—放风阀套; 17—放风阀盖; 18— 16mm 密封圈; 19—滤尘网;  
20—传递杆; 21—密封圈; 22—安装座; 23—微动开关; 24—外罩。

紧急阀底部的微动开关 23 的常开联锁外接两根导线, 线号为 838、839。

## (二) 紧急阀的作用

紧急阀有三个作用位置: 充气位、常用制动位和紧急制动位。如图 2- 28 所示。

### 1. 充气位(图 2- 28a)

当列车制动机充气缓解时, 紧急阀处于充气位。即列车管充气时, 列车管的压力空气及安定弹簧首先将紧急鞣鞣压紧在上盖上, 由于紧急鞣鞣顶部的异形密封圈与上盖密贴, 因而紧急鞣鞣杆顶面的轴向中心孔口被切断, 列车管压力空气只有通过鞣鞣底部中心孔口, 再经中心孔垂向 1.8mm 的限制缩孔, 最后经紧急鞣鞣上部径向 0.5mm 的限制缩孔到达紧急鞣鞣上侧并向紧急室充风。通过限制缩孔控制列车管向紧急室的充气速度, 避免紧急室充气过快而引起意外的紧急制动。

图 2- 28 紧急阀的作用原理图

(a) 充气位; (b) 常用制动位; (c) 紧急制动位。

列车管压力空气进入紧急阀后, 除充满放风阀上侧与紧急鞴鞴下侧的空间外, 还经阀体内暗道到达放风阀导向杆下侧, 抵消作用在放风阀的压力, 与放风阀弹簧一起使放风阀处于关闭

状态。

当列车管压力空气达到定压后,其压力停止上升,最后紧急室达到与列车管压力相等,紧急鞴鞴在安定弹簧作用下,仍保持上部极端位置。

### 2. 常用制动位(图 2- 28b)

当列车管施行常用制动减压时,紧急鞴鞴下部的列车管压力降低,紧急室的压力空气经限制缩孔( )、( )向列车管逆流就来不及,紧急鞴鞴两侧产生较小的压力差,克服安定弹簧的反力,紧急鞴鞴稍为下移,使其上方的异形密封圈稍稍脱离上盖,顶面的轴向中心孔口被开放。于是紧急室压力空气便经顶面的轴向中心孔口、紧急鞴鞴轴向中心孔的限制缩孔( )向列车管逆流。由于限制缩孔 的大小保证了在常用制动减压速率下,紧急室压力空气的逆流速率与列车管压力空气下降速率保持一致,使得紧急鞴鞴两侧不会形成足以更多压缩安定弹簧的压力差,紧急鞴鞴悬在此位,放风阀仍处于关闭状态。

当列车管压力停止下降,处于保压位时,紧急室压力空气逆流到与列车管压力相等时,停止逆流,紧急鞴鞴在安定弹簧作用下又恢复到极上端位置。

可见限制缩孔 过小会限低紧急阀在常用制动时的安定性。

### 3. 紧急制动位(图 2- 28c)

当列车产生紧急制动作用时,列车管压力急速下降,紧急室压力空气首先按常用制动位的通路逆流到列车管,由于其逆流速度达不到列车管的降压速度,就进一步在紧急鞴鞴两侧形成了更大的压力差,紧急鞴鞴继续下移,并接触放风阀,紧急鞴鞴底部中心孔口被切断,紧急室压力空气只能经限制孔 与紧急鞴鞴下部的径向 1.2mm 的缩孔逆流至列车管,促使紧急鞴鞴两侧压力差再次骤增,紧急鞴鞴进一步下移,进一步压缩安定弹簧并压缩放风阀弹簧,打开放风阀,于是列车管压力空气直接从开启的放风阀口并经紧急阀排气口(喇叭口)排入大气,完成紧急放风作用。用时,由于放风阀与导向杆的下移,带动了传递杆下移,使其顶触微动开关,微动开关内的常开联锁闭合,导线 838 与导线 839 连通。可见限制缩孔 过大会影响紧急阀在紧急制动时的灵敏度。

在紧急制动位,紧急室压力空气只能经限制缩孔 排入大气,需相当时间才能排完(约 15s),在紧急室压力空气未排尽时,放风阀一直处于开启状态,充入的列车管的压力空气还会经开启的放风阀口排入大气,列车管充气无效。此时由于导线 838 与导线 839 保持连通,DK-1 型机车电空制动机的紧急制动指令不能切断,不能实现列车管的充风缓解。只有当紧急鞴鞴上侧的剩余压力及其自重低于安定弹簧及放风阀弹簧反力时,紧急鞴鞴才会上移,放风阀口才会关闭,微动开关的常开联锁才会恢复分断。

该阀在常用制动后转紧急制动仍然有效。

紧急阀是以压差而产生动作并随之带动电联锁,正与 ZDF 型电动放风阀以电引起列车管急速排风相反,紧急阀是外部因素而引起列车管急速排风后的刺激诱发,加速列车管的排风作用,如拉车长阀或列车分离就能诱发紧急阀的排风作用;而电动放风阀是受电的控制而主动发生的列车管快速排风作用。

## 第七节 压力开关与转换阀

### 一、压力开关

压力开关与风压继电器均属气动电器,它们利用空气压力的变化实现电路的控制转换,但

两者有明显的区别。

压力开关是利用上下气室的压力差而动作,而风压继电器是利用整定弹簧与空气压力差而动作。压力开关其整定值一经设定,无法调整;而风压继电器则可通过弹簧的调整来改变整定值。

DK-1型机车电空制动机采用两个TJY型压力开关,在原理图上的代号分别为208、209。压力开关208是为自动控制列车管的最大减压量而设置,其动作压差值为190~230kPa;压力开关209是为满足列车管最小初减压量的控制需求而设置,其动作压差为不大于20kPa。

### (一) 压力开关的构造

压力开关由体5、膜板6、微动开关1、下盖7、外罩2和芯杆3等组成,如图2-29所示。

将膜板6、挡板8套装在芯杆3上,压紧后再将弹性挡圈9卡在芯杆3下部的沟槽中,便组成了一个运动鞣鞣。根据动作压差的不同,芯杆3上部的直径是不相同的,同样体5中央套装的导套4的内径也是不相同的。

膜板6将压力开关内空腔隔离为上、下气室,由上、下气室分别与外接管路相通,利用上、下气室的压力差使膜板6下凹或上凸,带动芯杆3上下移动,顶触或脱离微动开关1。

压力开关208、209的上气室均通过安装座(内有0.8mm的限制缩孔)与调压阀管相通,其下气室均通过安装座与均衡风缸管相通。

### (二) 压力开关的作用

当列车进行充气缓解时,均衡风缸压力上升最终与调压阀管压力相等,由于压力开关膜板上侧压力空气作用面积总比下侧压力空气作用面积小,膜板下侧压力空气作用力大于上侧压力空气作用力,使膜板呈凸起状,带动芯杆上移顶触微动开关。

当均衡风缸减压时,压力开关下气室压力下降,达到一定值时,膜板上下作用力相等。再继续下降,膜板上侧压力空气作用力大于下侧压力空气作用力,使膜板呈凹下状,芯杆逐渐下移,脱离微动开关。其动作压差与芯杆的直径有关,即与膜板上有效作用面积有关。

由于芯杆的顶触或脱离微动开关,微动开关电联锁将发生改变,再经微动开关外接的导线,实现电路的转换。

压力开关208微动开关只有常闭联锁外接两根导线,线号分别为800、808。在充风缓解时两根导线断开,在均衡风缸减压大于190~230kPa时断开。

压力开关209微动开关常开、常闭联锁均外接两根导线,接常开联锁的线号为807、837,接常闭联锁的线号为822、800。当均衡风缸充气到接近定压时导线822、800断开,而导线807、837连通。当均衡风缸减压超过20kPa时,导线807、837断开,而导线822、800连通。

## 二、转换阀

为保证良好的气密性和屏柜布置的需要,DK-1型机车电空制动机采用了两个特制的塞

图 2- 29 TJY 型压力开关

1—微动开关;2—外罩;3—芯杆;4—导套;  
5—体;6—膜板;7—下盖;8—挡板;9—弹性挡圈。

门结构——转换阀,其在原理图上的代号分别为 153、154。

转换阀是一个手动操纵阀,由阀体 1、阀套 2、转换按钮 3、偏心杆 6、柱塞 7、弹簧 5、O 形圈 8、标示牌 4 和弹性挡圈 10、挡盖 9、定位销 11 等组成。如图 2- 30 所示。

转换按钮 3 在弹簧 5 和定位销 11 的作用下,保持在某一固定位置上,若需转换位置,须先将转换按钮 3 向里推,然后再转动 180 到达所需的作用位置后松开。转换阀有两个作用位置,通过标示牌 4 可显示。转换阀 153 显示有空气位与正常位,转换阀 154 显示有客车位与货车位。图 2- 30 表示为转换阀 153 的空气位或转换阀 154 的客车位。

图 2- 30 转换阀

1—阀体; 2—阀套; 3—转换按钮; 4—标示牌; 5—弹簧; 6—偏心杆; 7—柱塞; 8—O 形圈;  
9—挡盖; 10—弹性挡圈; 11—定位销。1<sup>#</sup>—输入; 2<sup>#</sup>—输出。

由于转换按钮 3 的转动能带动偏心杆 6 的转动,而偏心杆 6 与柱塞 7 为垂直方向连接,偏心杆 6 的转动变成了柱塞 7 的上下移动,通过柱塞 7 上的 O 形圈的密封作用,实现了两个通路的开或断。

转换阀 153 串接在均衡风缸与电空制动屏均衡管中间,1<sup>#</sup>接均衡风缸,2<sup>#</sup>接制动屏均衡管。正常位时,两管沟通;空气位时,两管通路切断,同时制动屏均衡管经转换阀与大气沟通。实现空气位时,制动屏均衡管被切除。

转换阀 154 串接在两个初制风缸中间,以便使在不同列车管定压下达到满意的初制动效果,1<sup>#</sup>接初制风缸,2<sup>#</sup>接初制风缸。货车位(列车管定压 500kPa)两初制风缸沟通;客车位(列车管定压 600kPa)两初制风缸切断。

## 第八节 分配阀

DK-1 型机车电空制动机可配用多种分配阀,只需根据不同分配阀的要求作少量零部件的增减就可满足制动机的性能要求。如配 14-KR 型分配阀,只需增设补偿电空阀;配 F-7 型分配阀需另增设其它装置。从经济性、通用性和继承性来看,109 型机车分配阀有其独特的优点:第一它是 104 型客车分配阀和 103 型货车分配阀的系列产品,其标准件与通用件占零件总数

的 88.5%，这在各类型机车制动机中是少见的；第二它既考虑结构上和性能上的先进性，同时又顾及我国铁路机车车辆的现状，使机车分配阀的性能与客、货车分配阀性能基本一致；第三在结构上和性能上保持一定的连续性，这不仅便于推广，还便于掌握，使操纵、维护和检修更为简便。有鉴于此，选用 109 型机车分配阀是适宜的。该阀在原理图上的代号为 101。

### 一、109 型分配阀的构造

用于机车的 109 型分配阀包括主阀、安装座及安全阀三大部分(图 2-31)。主阀用 M16 的双头螺栓和螺母安装在安装座垂直面上，安装面用橡胶阀垫密封，安装座坐式安装在钢架上。这种将阀与接管通过安装座分离，使拆检极为便利。

109 型机车分配阀与 104 型客车分配阀较相似，只是为适应机车的需要作部分的变动。如安装座由吊式安装改为座式安装，其内部容积室由 3.8L 改为 1.85L；取消局减阀与充气部；增加安全阀等。

该阀虽保留了传统的滑阀结构，但由于其垂向布置大大优越于老式的卧式滑阀结构。既保留了滑阀结构的优点：灵敏度高、结构紧凑，因滑阀的垂直结构，在阀面上的正压力大为减小，也就使阀面磨损下降，只要润滑适当，可以大大减少维修工作量，做到一个架修期内少维修或不维修。又克服了原有滑阀结构的固有缺点：阀面易磨损，且不易检修。多年来的实践证明，该阀工作可靠、性能稳定，且易于掌握。

109 型机车分配阀虽与 EL-14 型的 14-KR 分配阀在性能和结构上有较大的改进，但就其基本结构和主要组成来看，是较为相近的。其主要部件的对应关系见表 2-8。

图 2-31 109 型机车分配阀外形图  
1—主阀；2—安装座；3—安全阀。

表 2-8 109 型与 14-KR 型分配阀主要部件对照表

分配阀型号	主 要 部 件			
109	主阀部	均衡部	工作风缸	容积室
14-KR	均衡部	作用部	压力室	作用室

由此可见，109 型机车分配阀有良好的继承性。更便于蒸汽、内燃机务段转为电力机务段后各有关人员熟悉掌握。

#### (一) 主阀

主阀控制着不同通路的充风、缓解、制动和保压等作用，是分配阀的最主要部分。由主阀部、均衡部和增压阀等三部分组成(图 2-32)。

##### 1. 主阀部(也称作用部)

主阀部系利用列车管与工作风缸的压力差来产生充风、局减、制动、保压和缓解等作用。由主鞣鞣、橡胶膜板、滑阀、滑阀座、滑阀弹簧、节制阀、节制阀弹簧、稳定杆、稳定弹簧及挡圈等组成。主鞣鞣的膜板上、下两侧互相密封，膜板上侧通列车管，下侧通工作风缸。主阀部就是利用膜板上下压力差，即列车管与工作风缸的压力差，使主鞣鞣带动节制阀和滑阀上下移动，形成

图 2- 32 分配阀作用原理图——充风缓解位

各个不同的作用位置。由稳定杆、稳定弹簧和挡圈等零件安装在主鞣鞣杆尾部的套筒内,它在一定程度上阻碍主鞣鞣的向上移动,用以防止列车在运行中因列车管轻微漏泄或压力波动而引起的意外自然制动,从而加强制动机在缓解状态时的稳定性。

节制阀、滑阀和滑阀座上的孔、槽布置见图 2- 33。

图 2- 33 节制阀、滑阀、滑阀座孔槽布置图

节制阀、滑阀和滑阀座上的孔、槽作用如下:

$L_{10}$ ——局减联络槽,用于制动开始阶段,沟通局减通路,将列车管压力空气引入局减室;

$L_5$ ——充气孔,列车管向工作风缸充气时压力空气所必经的孔;

$L_6$ 、 $L_7$ ——分别为局减孔和局减室入孔,为上下贯通孔。制动开始阶段,这两孔通过节制阀上局减联络槽  $L_{10}$  连通,形成局减通路,将列车管压力空气引入局减室;

$L_8$ 、 $L_9$ ——无作用孔;

$g_1$ ——充气限制孔,位于滑阀背面,与滑阀面上的  $L_5$  孔在滑阀内部有暗孔相通,为列车管向工作风缸充气时压力空气所必经的孔;

$r_1$ ——制动孔,上下贯通,制动时使工作风缸压力空气引入容积室;

$d_1$ ——缓解联络槽,用于缓解时沟通容积室压力空气向大气排出的缓解通路;

$L_2$ 、 $L_3$ ——均由列车管处引来,分别为列车管向工作风缸进行充气和向局减室进行局减的孔;

$r_2$ ——通向容积室;

$ju_1$ ——通向局减室;

$z_1$ ——无作用孔;

$d_2$ ——通大气;

当主鞣鞣两侧压力差引起上下移动时,它带动节制阀相对于滑阀以及带动滑阀相对于滑阀座移动,分别使对应通路连通或切断,从而产生充风、缓解、局减、制动和保压等作用。

## 2. 均衡部

均衡部位于主阀部右侧。它由下部的均衡鞣鞣部、上部的均衡阀部等组成。

均衡鞣鞣部包括均衡鞣鞣、橡胶膜板、密封圈等零部件。均衡阀部包括均衡上盖、弹簧、均衡阀、均衡阀杆等零部件。均衡阀与均衡阀杆用销连接,这样即使阀座与阀杆中心稍有偏斜,也不影响阀的气密性。橡胶膜板上侧通制动缸,下侧通容积室。均衡鞣鞣杆上的轴向中心孔经杆上的四个径向孔通大气,并装有密封圈,以防止制动缸的漏泄。均衡阀上侧通总风

管、下侧通制动缸。均衡阀杆的上方也通制动缸，在杆上也套有密封圈，以防止它下方的总风压力空气向上漏入制动缸。另在阀体上装 0.8mm 的缩孔堵 ( )，以使制动缸压力保持稳定上升。

根据主阀部或空气制动阀可控制的容积室压力变化，使均衡鞣鞣按其上下两侧的压力关系而上下移动或停留。从而使均衡阀顶开或关闭，并使均衡鞣鞣杆上端中心孔口关闭或开启，以控制制动缸的充风、保压和排风，实现制动、保压和缓解作用。

### 3. 增压阀

为使紧急制动时提高制动缸压力，确保列车行车安全，在其主阀体中下部设有增压阀。

增压阀由增压阀杆、增压阀弹簧和增压阀套等组成。增压阀杆的上侧通列车管，其轴向中心孔经下部径向小孔通容积室。增压阀套压在主阀体内，沿径向有八个 1mm 的小孔，小孔通总风管。

在机车运转及常用制动位时，增压阀杆由于增压阀弹簧和列车管压力的作用而处于下部位置，即关闭位，此时总风缸与容积室不通。只有在紧急制动时，由于列车管压力的迅速下降，而下侧的容积室压力又快速增大，当容积室压力增大到一定值时，增压阀杆向上移动到上部位置，即开放位。此时总风管与容积室连通，形成容积室的增压作用，经均衡部使制动缸压力也获得增压。

### 4. 主阀体

主阀体用铸铁做成，内部有许多用来安装主阀部、均衡部和增压阀的空腔，并压装有与各部件相配的铜套，还有许多暗道作为内部气路，主阀安装面上的通孔如图 2-34 所示，其中有一个孔径为 0.8mm 的缩孔堵，在施行制动的第一阶段局减时，流入安装座内局减室的压缩空气，经该缩孔沿胶垫槽路缓慢排入大气，以实现列车管的局减作用。在主阀体上左侧中部有主阀部排风口  $d_3$ ，其右侧中部为均衡部排风口 O。在实际装车中，排风口 O 安装了一排风弯头，排风口  $d_3$  外接一塞门(代号为 156)

图 2-34 主阀安装面通孔

l—列车管；f—总风缸；z—制动缸；g—工作风缸；  
r、r<sub>5</sub>—容积室；ju—局减室；d<sub>3</sub>—作用部排气口；  
(I)—局减室排风孔堵(0.8mm)。

### 2. 安全阀

该安全阀与安装座通过阀座与安装座连接，型号与 ET-6 型制动机的分配阀安全阀相同。主要由阀、阀杆、调整弹簧、阀体等组成(图 2-35)。其功用是防止紧急制动作用后制动缸压力过高，使其控制在规定的压力范围内。其整定压力为 450kPa(无火回送时定为 200kPa)。当容积室压力超过调整弹簧压力时，阀稍稍离开阀座，压缩空气进入较大的阀面上，使阀快速上升，阀杆上移，则将左侧直孔关闭，同时开放排风口，使容积室压力降低。一旦容积室压力降低，弹簧稍稍将阀压下，此时直孔开放，空气进入阀的上面，使阀上部受力增大，迅速将阀压下停止排风。当容积室压力再度增加时又重复上述过程。由于该全过程很迅速，所以安全阀的动作是跳跃式的。

### 3. 安装座

安装座用灰铁铸成，座内铸有 1.85L 的容积室空腔和 0.6L 的局减室空腔。安装座背面为

接管面,分别接总风管(F)、制动缸管(Z)、作用管(R)、列车管(L)及工作风缸管(G)等五根管子。其正面则为主阀安装面,顶面装有安全阀与座内容积室相通。如图 2- 36 所示。

图 2- 35 分配阀安全阀

图 2- 36 109 型分配阀安装座

Z—制动缸;F—总风缸;g—通工作风缸;l—通列车管;G—工作风缸;L—列车管;  
f—通总风缸;z—通制动缸;R—作用管;r、r<sub>5</sub>—通容积室;j—通局减室。

工作风缸虽与分配阀未成一体,但按理也可划入分配阀的组成,如 ET -6、EL -14 型制动机中的双室风缸,就将相当于工作风缸作用的压力室铸入相当于安装座的双室风缸内。只是随制动机的不断发展,将容积稍大的风缸逐渐从安装座中分离出来,以减少分配阀的实际重量,如 JZ-7 型制动机中的 F-7 型分配阀则将工作风缸、作用风缸(相当于容积室)均从阀体中分离出来。由于 109 型分配阀属二压力机构,机车制动缸的常用制动压力由工作风缸与容积室的压力平衡所决定,故而对于不同车型要配制不同容积的工作风缸才能满足统一的“比例数”要求。

## 二、109 型分配阀的作用

109 型机车分配阀与 103 型、104 型分配阀一样,都具有充风缓解位、常用制动位、保压位和紧急制动位等四个作用位置。

### (一) 充风缓解位(图 2- 32 及图 2- 37)

充风缓解位分初充风和再充风缓解两种工况。前者为机车运行前初始状态,列车管压力为零时由总风向列车管充至定压;后者为列车管已减压产生了制动作用后需要缓解时,总风向列车管再充至定压,使制动缸缓解。

#### 1. 初充风

当列车管充风时,压缩空气经安装座主阀安装面 1 孔进入主阀,经主阀体内暗道及通路 1<sub>1</sub> 到主阀部主鞣鞣上方,将主鞣鞣推向下方,主鞣鞣杆通过其上肩推动滑阀一起向下移,直至主鞣鞣下底面碰到主阀体时为止。此时主鞣鞣及滑阀处于充气缓解位,列车管压缩空气经以下通路充入工作风缸直至定压。

图 2- 37 充气缓解位时,滑阀、滑阀座及节制阀的通路(本图的右侧相当于实物的上侧)

## 工作风缸充风

列车管压力空气经主阀安装面 1 孔 滑阀座充风孔  $l_2$  滑阀充风孔  $l_5$  滑阀充风限制孔  $g_1$  滑阀室(主鞣鞣下方) 滑阀室孔  $g_2$  经主阀体暗道至安装面上孔  $g$  安装座 G 孔 工作风缸。

## 使增压阀处关闭位

列车管压缩空气经 1 孔和主阀体内暗道进入增压阀杆上方的  $l_{12}$  与 增压弹簧的共同作用,使增压阀杆处于下部关闭位。

由上可见,工作风缸的充风由列车管通过滑阀及  $g_1$  来控制。

## 2. 再充风缓解

当列车管减压制动后再充风时,由于列车管增压,破坏了主鞣鞣在制动保压位时的平衡状态,当主鞣鞣两侧压力差及重量之和,超过滑阀与节制阀的摩擦阻力时,主鞣鞣便带动滑阀下移到充气缓解位。这时,工作风缸得到再充气,容积室与制动缸排气缓解,其充气通路于初充风完全相同。

## 容积室缓解

容积室(包括作用管)的压缩空气经主阀安装面上的  $r$  孔 增压阀杆下部 滑阀座孔  $r_2$  滑阀底部的缓解联络槽  $d_1$  滑阀座孔  $d_2$  主阀部排风口  $d_2$  大气。而均衡鞣鞣下方的压缩空气经主阀体内暗道  $r_4$  主阀体安装面上的  $r_5$  孔 容积室,再经上述通路通大气。

## 制动缸缓解

由于容积室的缓解,均衡鞣鞣上下失去了平衡,制动缸压力使鞣鞣下移,使鞣鞣杆的顶面离开均衡阀,制动缸压缩空气经安装座 主阀安装面上的  $z$  孔 均衡鞣鞣杆上部外围  $z_3$  鞣鞣杆轴向中心孔和径向孔  $d_5$  均衡部排风口 O 大气。而均衡鞣鞣上侧及均衡阀杆上侧的压力空气也经上述通路排入大气。

由上可知,制动缸的压力受容积室压力的控制。

## (二) 常用制动位(图 2- 38 至图 2- 41)

当列车管进行常用减压时,因工作风缸压力空气来不及经充气通路向列车管逆流,于是在主鞣鞣两侧产生了一定的压力差。此压力差克服了节制阀、主鞣鞣膜板和稳定弹簧等阻力,使主鞣鞣先带动节制阀,然后带动滑阀向上移动,产生常用制动作用。

## 1. 初制动位

当列车管减压后,主鞣鞣两侧形成一定的压差,主鞣鞣先由其尾部压缩稳定弹簧,并带动节制阀上移。此时由于滑阀与滑阀座间的最大静摩擦力大于压缩稳定弹簧所需的力,故滑阀暂时未动。当节制阀上移时,先关闭滑阀背面的充风缩孔  $g_1$ ,以切断列车管与工作风缸的通路。同时又开放滑阀背面上的制动孔  $r_1$ ,以备下一阶段工作风缸向容积室充气的准备。节制阀上的局减联络槽  $l_{10}$  连通滑阀背面的  $l_6$  与  $l_7$  孔,就使列车管 1 滑阀座孔  $l_3$  滑阀贯通孔  $l_6$  节制阀  $l_{10}$  滑阀贯通孔  $l_7$  滑阀座局减室孔  $ju_1$  局减室 J,同时经主阀安装面上的  $0.8\text{mm}$  缩孔 (I) 沿胶垫上槽路排入大气。这就形成了分配阀的初制动位(也称第一阶段局部减压)。

在此位,主鞣鞣仅上移  $4\text{mm}$ (滑阀与主鞣鞣杆的上、下两肩之间的间隙),使该间隙处于滑阀上方。列车管产生局减作用。

## 2. 制动位

由于列车管的局减作用及列车管的继续减压更加大了主鞣鞣两侧的压力差,于是主鞣鞣带动滑阀克服滑阀与滑阀座之间的摩擦阻力进一步上移到制动位。滑阀与滑阀座的相对位置



发生了变化,滑阀底面上的 $l_6$ 孔与滑阀座上的 $l_3$ 孔错开,因而切断了列车管与局减室的通路,第一阶段局减作用结束。同时,滑阀底面上的 $l_8$ 、 $l_9$ 和 $r_1$ 孔分别与滑阀座上的 $l_3$ 、 $z_1$ 和 $r_2$ 孔对准,形成了容积室与制动缸充风通路,进一步产生制动作用。

#### (1) 容积室充风

工作风缸压力空气 滑阀室 滑阀上的制动孔 $r_1$   
滑阀座上的容积室孔 $r_2$  增压阀杆的下部周向通道 主  
阀安装面上的 $r$ 孔 容积室R,容积室压力上升。

#### (2) 制动缸充风

容积室与均衡鞣鞣下侧一直是连通的,所以容积室压力空气 主阀安装面上的 $r_5$ 孔 主阀体暗道和主阀体底面孔 $r_4$  均衡鞣鞣下侧,推动均衡鞣鞣上移顶开均衡阀。

同时总风经体内暗道至均衡阀气室上方 $f_4$  开放的均衡阀口 均衡鞣鞣杆上端外围空间 $z_3$  主阀安装面上的 $z$ 孔 安装座 制动缸,制动缸压力增加。另一路经 $z_3$ 至均衡阀杆上方,使均衡阀与阀座密贴;再一路经缩孔( )进入均衡鞣鞣上侧。

图 2- 39 初制动位时,滑阀、滑阀座及节制阀的通路(第一阶段局减通路)

在该位时,由于增压阀杆上部的列车管剩余压力与弹簧力之和仍大于其容积室的压力,增压阀杆仍处于下部,不参与作用。

#### (三) 制动保压位(图 2- 42 及图 2- 43)

列车管停止减压,则分配阀处于保压位置,使制动缸压力也保持一定。

在列车管刚停止减压时,由于主鞣鞣和滑阀、节制阀都还在制动位,工作风缸仍在向容积室充风,因而工作风缸压力仍继续降低,直到主鞣鞣两侧的列车管与工作风缸压力相接近时,在主鞣鞣尾部原被压缩的稳定弹簧的反力及主鞣鞣自重的作用下,使主鞣鞣仅带动节制阀向下移动,节制阀遮盖住滑阀的背面的制动孔 $r_1$ ,切断工作风缸与容积室的通路,工作风缸停止向容积室充风。此时的主阀部处于保压位。

在均衡部,当容积室压力停止上升时,由于均衡阀仍在开放状态,总风仍在向制动缸充风,当通过缩孔( )流到均衡鞣鞣上侧的制动缸压缩空气,其压力增大到与均衡鞣鞣下部的容积室压力相近时,在均衡阀、均衡鞣鞣的自重及均衡阀弹簧的作用下,使均衡阀压着均衡鞣鞣杆一起下移,关闭阀口,切断总风与制动缸的通路,停止制动缸的充风,制动缸压力停止上升,使分配阀处于制动保压位。

#### (四) 紧急制动位

当列车管由于种种原因而引起急速排风时,分配阀产生紧急制动作用。

紧急制动时,主阀各部分的作用,除增压阀外,均与常用制动位相同,只是动作更加迅速,通路变大。

由于列车管压力急速排出,所以在增压阀上部的列车管压力急剧下降,而同时其下部的容积室压力迅速上升。当容积室的压力达到能克服增压阀弹簧的反力和列车管较小的剩余压力时,增压阀上移,于是增压阀套径向小孔开放,增压阀处于开放位。这时,总风经小孔迅速流向容积室。容积室的压力受安全阀的控制,按规定要求,机车紧急制动时的制动缸压力为450kPa。

图 2- 40 分配阀作用原理图——制动位

当容积室压力达到此数值时, 安全阀即动作, 以保证容积室不超过此规定值。因此制动缸压力较常用制动时的制动缸压力为大, 这就是紧急制动时的增压作用。紧急制动位见图 2-44。

109 型机车分配阀当由常用制动后转为紧急制动时, 由于列车管的压力急速排出, 由于增压阀的作用, 仍能有效地发挥紧急制动作用。当然, 其效果随常用制动时列车管减压量的增大而有所下降。

紧急制动位各通路简示如下:

(1) 初制动及制动位同常用制动位。

(2) 容积室充风

工作风缸 G 滑阀室 滑阀制动孔  $r_1$  滑阀座容积室孔  $r_2$  (此道路较常用制动位大) 增压阀杆下部 容积室 R 主阀安装面  $r_5$  孔 主阀体底面  $r_4$  孔 均衡鞣鞣下方。

总风管 F 增压阀套径向小孔外侧  $f_5$  增压阀下部 容积室 R 均衡鞣鞣下侧 (产生增压作用)

容积室 R 安装座 安全阀 (产生限压作用)。

(3) 制动缸充风, 同常用制动位。

### 三、109 型分配阀的主要特点

图 2-41 制动位时, 滑阀、滑阀座及节制阀的通路

#### 1. 具有良好的稳定性

由于列车管的漏泄是难免的, 只要在允许范围内的漏泄量 (即列车管缓慢减压), 制动机不发生制动作用的性能, 就叫制动机的稳定性。

109 型机车分配阀在列车管缓慢减压时:

(1) 工作风缸向列车管的逆流——因滑阀室的工作风缸压缩空气经滑阀背面上  $g_1$  孔、滑阀底面的  $l_5$  孔和滑阀座上的  $l_2$  孔逆流到列车管, 故工作风缸压力随列车管压力缓慢下降, 主鞣鞣两侧形成不了足够的压力差, 主鞣鞣不上移, 即制动作用无法形成;

(2) 主鞣鞣尾部的稳定弹簧以及阻力——由于稳定弹簧的反力、橡胶膜的变形阻力及节制阀移动的阻力, 所以主鞣鞣两侧必须具备一定的压力差才能上移。若在列车管缓慢减压时, 在工作风缸尚有逆流情况下, 要使主鞣鞣克服上述阻力上移是不可能的。

关于制动机稳定性的标准, 我国尚无统一规定, 就 109 型分配阀则试验规定为在列车管每分钟减压  $40\text{kPa}$  的速度下, 分配阀不应发生制动作用。稳定性的压力大小可通过稳定弹簧来调整。

#### 2. 制动力的不衰减性

109 型机车分配阀在制动保压位可实现制动力不衰减的要求, 当制动缸发生漏泄时, 由于均衡鞣鞣上侧的压力随之下降, 均衡鞣鞣失去平衡, 在容积室压力大于制动缸压力情况下, 均衡鞣鞣上移, 重新开放均衡阀, 由总风向制动缸充风, 直至新的平衡为止。这种自动补风作用是间接作用式分配阀的最大优点, 就可保持制动力的不衰减。

#### 3. 工作风缸容积的选配性

为使列车运行安全舒适、减少冲动, 使机车分别与客货车的制动率尽量接近。但实际上传

图 2- 42 分配阀作用原理图——制动保压位

图 2- 43 制动保压位时,滑阀、滑阀座及  
节制阀各孔、槽互不相通

统的做法并不是如此,而首先考虑的是常用全制动时的制动缸压力,使机车尽量与客、货车的相近。由于种种原因,一时尚难以实现前者的要求,故而目前在确定装用 109 型机车分配阀机车的“比例数”时,按

$$P_z = 2.6r$$

计算。

式中  $P_z$ ——制动缸压力(kPa);

$r$ ——列车管减压量(kPa);

2.6——习惯称之为“比例数”。

由于 109 型机车分配阀常用全制动时,制动缸压力大小取决于工作风缸与容积室(包括作用管)的平衡压力。所以对于不同类型的机车,其容积室随作用管的长度变化而有所改变,为保证平衡压力的一致性,则工作风缸容积也应随之调整。

#### 4. 制动缸压力的单独控制

由于 109 型分配阀是间接作用式分配阀,均衡部的作用是根据容积室(也包括作用管)的压力变化,来控制制动缸的充气、保压和排气,实现机车的制动、保压和缓解。而容积室的压力变化可以受主阀部控制,在 DK-1 型机车电空制动机中还可受空气制动阀的控制,故空气制动阀可通过控制作用管(包括容积室)的压力变化,经分配阀均衡部的作用,控制制动缸的压力变化,实现机车的单独制动与单独缓解。

当分配阀主阀处于充风缓解位时,容积室(包括作用管)的压力空气将经缓解通路,再经主阀部排气口  $d_3$  排入大气。如果此时,司机进行单独制动操作,经空气制动阀进入作用管的压力空气也将经主阀容积室缓解通路及排气口  $d_3$  排入大气,司机的机车单独制动操作将无效。为此,DK-1 型机车电空制动机将分配阀的排气口  $d_3$  外接一缓解塞门,同时在作用管支路上增设

图 2- 44 分配阀作用原理图——紧急制动位

排风 1 电空阀,在正常使用条件下,缓解塞门处关闭状态,分配阀主阀部的容积室缓解通路被切断而不起作用。容积室的压力空气将随作用管经排风 1 电空阀或空气制动阀的动作排入大气,而不受分配阀主阀部的作用位置影响。

## 第九节 电子时间继电器与压敏电阻

DK-1 型机车电空制动机采用电信号指令作为控制指令,必然采用如电空制动控制器、电空阀、中间继电器等电器部件,同样也采用电子时间继电器这类电子器件,为了防止迂回电路对整个电路的影响,系统还采用了二极管以及保护二极管的压敏电阻。下面仅对 DK-1 型机车电空制动机专用的电子时间继电器及压敏电阻进行介绍。

### 一、JS<sub>3</sub> 型电子时间继电器

为协调空气制动与电制动,系统中装用 JS<sub>3</sub> 型电子时间继电器一个。JS<sub>3</sub> 型电子时间继电器是 JS<sub>1</sub> 型基础上的派生产品。其作用原理、结构及线路完全相同,只是延时要求不同,只变更其中少量的电子器件,原理图见图 2-45。原理图上的代号为 454 或 454KT。

当通入外接电源直流 110V 后,经降压电阻 R<sub>1</sub>,在稳压管 DW<sub>1</sub> 上获得 20~24V 的直流电压,该电压通过电阻 R<sub>2</sub> 对电容器 C<sub>2</sub> 充电。当电容器 C<sub>2</sub> 上的电压充至单结晶体管 BT31F 的峰点电压 U<sub>p</sub> 时,电容器 C<sub>2</sub> 经单结晶体管向 R<sub>4</sub> 放电,由此产生的脉冲触发晶闸管 T,使中间继电器 453 得电而动作。

图中电容器 C<sub>1</sub> 起滤波和抗干扰作用,电容器 C<sub>3</sub> 用以防止晶闸管的误导通,二极管 D<sub>1</sub> 用来保护晶闸管 T 免受中间继电器断开时反向过电压的冲击,电阻 R<sub>6</sub> 使晶闸管 T 一旦导通后能维持导通状态。

图 2-45 JS<sub>3</sub> 型电子时间继电器电路原理图

改变电阻 R<sub>1</sub> 的阻值及功率,可适应在一定的电源电压范围下工作。改变 R<sub>2</sub> 或 C<sub>2</sub>,均可方便地调整延时时间。

该继电器应用在 110V 的直流电路中,延时时间为 25s。

### 二、压敏电阻

在本系统中,电空阀系一感性负载,在开断电空阀时将有较高的操作过电压,经实测一般在 1400~1600V 左右。为使电路中的阻流二极管工作正常,除选择较高电压等级的二极管外,还需采取相应的抑制保护措施。其方法是多样的,目前采用的是 MY31 型氧化锌压敏电阻与二极管并联电路,保护效果较好。

压敏电阻 MY31-240/ , 型的主要技术参数见表 2-9。

表 2- 9 MY31-240/ . 型压敏电阻主要技术参数

项目	标称电压 $U_{1mA}(V)$	通流容量 (kA)	漏电流 ( $\mu A$ )	残 压 比		允许误差 (%)	外形尺寸 $\times H \times L$ (mm)
				$U_{10A}/U_{1mA}$	$U_{100A}/U_{1mA}$		
指标	240	1	30	1.7	2	$\pm 10$	28 $\times$ 10 $\times$ 50

上述技术参数的选用依据:

### 1. 标称电压 $U_{1mA}$

在直流电压条件下,压敏电阻器流过规定的电流时(一般规定为 1mA),其端电压称为标称电压  $U_{1mA}$ 。其下限的选择由使用回路电压来决定,根据经验按下选用:

直流电路

$$U_{1mA} \quad (1.8 \sim 2)U_{DC}$$

交流电路

$$U_{1mA} \quad (2 \sim 2.5)U_{AC} \quad (\text{有效值})$$

标称电压的上限是由被保护设备的耐压来决定,应使压敏电阻器在吸收过电压时将残压抑制在设备的耐压以下。

### 2. 通流容量

按规定的时间间隔和次数,在压敏电阻器上施加规定的标准冲击电流波形(一般用 8 $\times$  20  $\mu s$  波形)冲击后,压敏电阻的标称电压变化率符合规定值时,所能通过的最大电流值称为通流容量。其选定原则应使设备产生的过电压能量小于压敏电阻的通流能量,并考虑到过电压的复现率,即复现率高的,通流容量要适当选大些。一般根据实际产生的过电压能量选定。

### 3. 残压比

当压敏电阻流过某一脉冲电流时,在压敏电阻两端的电压峰值称为残压。其残压值与标称电压的比值叫残压比,如  $\frac{U_{5KA}}{U_{1mA}}$ 、 $\frac{U_{100A}}{U_{1mA}}$  等。

### 4. 漏电流

压敏电阻在额定电压作用下流过的电流,称为漏电流。一般规定为施加 75%  $U_{1mA}$  的电压值时检测。

在此特别强调,对于二极管和压敏电阻在装车时必需经筛选和检测,在各机务段运用过程中要定期检测,一旦老化降级就需及时更换。对于压敏电阻的检测,据生产厂家提供的资料,主要检测指标是标称电压  $U_{1mA}$  和漏电流。

$U_{1mA}$  值是随通过压敏电阻的冲击电流次数的增加而逐渐降低,一般只要  $U_{1mA}$  值下降不超过 10%,仍可继续使用。若超出下限值的- 10%,应根据实际经验,考虑是否更换。漏电流也是随运行时间的增加而变大的。一般 100V 以上的产品,漏电流  $> 150 \mu A$  时,应考虑更换。

其检测方法较多,有简有繁。一般宜使用专用测试仪检测  $U_{1mA}$  及漏电流,较为精确直观。如咸阳 795 厂生产的 MC-1 型压敏电阻测试仪。用简易的方法,就是使用万用表的  $R \times 100$  档的电阻档,测正反向阻值,即可确定其性能好坏。

## 第十节 重联装置

随着铁路运量的不断增长,迫切要求增大机车功率和采用双机与多机重联牵引。为适应双机及多机重联牵引的需要,在装用 DK-1 型机车电空制动机并要求空气制动重联的机车上,采用了制动重联装置。

对于制动机的重联要求,根据 GB3318-82《电力机车组装后的检查和试验规则》中的第 2.27 条以及 TB2056-89《电力机车制动机技术条件》中的第 7 条规定,需要空气制动重联的机车制动机应具备以下重联性能:

1. 具备制动重联性能的机车制动机应设置指示该机车运行使用位置的重联阀。
2. 本务机车制动机除满足单机技术性能等要外,并能通过操纵本务机车,使得重联机车制动机产生制动与缓解。
3. 重联机车制动机动作时应不影响本务机车与其它重联机车以及车辆制动机的制动和缓解。
4. 重联机车制动机的制动与缓解作用应与本务机车制动机协调一致。
5. 本务机车应能控制重联机车的撒砂动作。
6. 重联运行中,一旦发生机车间分离,所有机车制动机都应产生紧急制动作用,并保持机车制动机的紧急制动作用。
7. 重联装置应能使本务机车与重联机车制动缸压力基本一致。

机车制动机的重联装置只有满足上述要求才能确保重联的机车制动机作用可靠性及运行安全性。

DK-1 型机车电空制动机共采用过两种类型的重联装置,一种为纯气阀结构的重联阀,另一种为电、空结合的组合积木式的电空重联装置。电空重联装置仅在韶山<sub>4</sub>型 158 号以前机车上装用,其它具备制动重联性能的机车均装用重联阀(如韶山<sub>6、6B</sub>、韶山<sub>4</sub>159 号起、韶山<sub>4B</sub>等)。

### 一、重联阀

机车上装设的重联阀不仅可以使同型号机车制动机重联,也能与其它类型机车重联使用,以便实现多机牵引。重联阀在原理图上的代号为 93。

乘务员只需操纵本务机车制动机,就能保证重联机车的制动与缓解作用与本务机车协调一致。在重联运行中,一旦发生机车分离,重联阀将自动保持制动缸压力,并使重联机车制动机恢复到本务机车的位置,以便于操纵列车,起到分离后的保护作用。

#### (一) 重联阀构造

重联阀由转换阀部、重联阀部以及制动缸遮断阀部和重联阀体、管座组成,其结构如图 2-46 所示。除管座外的其余部分与 JZ-7 型空气制动机重联阀相同。

##### 1. 转换阀部

转换阀部是一个手动操纵阀,它与 DK-1 型机车电空制动机的转换阀结构相同,由转换按钮、偏心杆、弹簧、阀套、柱塞、O 形圈、标示牌和弹性挡圈、挡盖、定位销等组成(如图 2-47 所示)。

标示牌上显示出重联阀的两个作用位置:本机位和补机位。转换按钮在弹簧和定位销的作用下,保持在某一固定位置上,若需转换位置,须先将转换按钮向里推,然后再转动 180 到所需的位置后松开。由于转换按钮的转动带动偏心杆的转动,而偏心杆与柱塞为垂直方向连接,偏心杆的转动变成了柱塞的上下移动,通过柱塞上的 O 形圈的密封作用,实现了两个通路

的开或断。本机位时,两个通路不通,其中下通路与大气沟通;补机位时,两个通路沟通。

图 2- 46 重联网(本机位)

## 2. 重联阀部

重联阀部由重联阀鞣鞣、鞣鞣杆、重联阀弹簧、阀套、O 形圈和止回阀、止回阀弹簧等组成(如图 2- 48 所示)。

图 2- 47 转换阀部组成

1—弹簧挡圈;2—挡盖;3—阀套;4—O 形圈;  
5—柱塞;6—偏心杆;7—转换按钮;  
8—定位销;9—弹簧;10—指示牌。

图 2- 48 重联阀部组成(补机位)

1—重联阀上盖;2—重联阀弹簧;3—重联阀鞣鞣;4—弹性挡圈;5—O 形圈;6—重联阀套;7—鞣鞣杆;8—厂铭牌;  
9—O 形圈;10—止回阀;11—止回阀弹簧;12—下盖。

重联阀鞣鞣的动作受转换阀部控制。重联阀鞣鞣按其上下两侧的压力关系带动鞣鞣杆上下移动,顶开或关闭止回阀,并通过鞣鞣杆上的O形圈的密封作用,实现不同通路的开和断。

### 3. 制动缸遮断阀部

制动缸遮断阀部由制动缸遮断阀鞣鞣、鞣鞣杆、遮断阀弹簧、阀套、O形圈和止回阀、止回阀弹簧等组成(如图2-49所示)。

正常运行时,在总风联管压力空气(750~900kPa)的作用下,制动缸遮断阀鞣鞣和鞣鞣杆下移顶开止回阀,一旦发生机车间断钩分离,由于总风联管压力很低,在遮断阀弹簧作用下则向上移动,止回阀关闭,关闭了机车制动缸与其它管路的通路,自动保持机车制动缸压力。

### 4. 重联阀体和管座

重联阀体为铸铁结构,内部有安装转换阀部以及重联阀部和制动缸遮断阀部的空腔,并压装有与各部件相配的铜套,还有许多暗道作为内部气路。

管座为镀锌钢结构,吊装在空气管路柜骨架上。其正面为重联阀安装面,与重联阀安装时采用橡胶垫密封;背面和右侧面为接管面,分别接有总风联管、制动缸管、作用管和平均管。

#### (二) 作用原理

按重联阀转换按钮所处的位置,有两种不同的作用。当机车作为本务机车使用时,必须将转换按钮置于本机位;而当机车作为重联机车使用时,必须将转换按钮置于补机位,该位置也是韶山<sub>4</sub>型电力机车非操纵节重联阀所处的位置。DK-1型制动机的空气位同样适用。

#### 1. 本机位(图2-46)

首先,总风联管来的压力空气被转换阀部柱塞上O形圈遮断,而重联阀鞣鞣下侧经柱塞下侧通大气,重联阀鞣鞣在其上侧重联阀弹簧作用下,带动鞣鞣杆一起向下移动,顶开下方的止回阀,这时作用管压力空气被鞣鞣杆上O形圈遮断,而平均管与重联阀止回阀下侧的制动缸通路相通。同时总风联管来的压力空气流入制动缸遮断阀鞣鞣上侧,使鞣鞣克服下侧遮断阀弹簧张力带动鞣鞣杆下移,顶开止回阀,使制动缸管经止回阀与重联阀止回阀下侧的制动缸通路相通,继而与平均管相通。

当本务机车制动机进行制动、缓解操纵时,本务机车制动缸压力将会发生变化,通过重联阀,本务机车制动缸的压力变化将经平均管和机车间的平均管塞门、平均软管传入重联机车的平均管。

运行中一旦机车间发生断钩分离,列车管、总风联管、平均管等连接软管均断裂,本务

图2-49 制动缸遮断阀部组成(补机位)

1—遮断阀鞣鞣; 2—遮断阀上盖; 3—O形圈; 4—重联阀体;  
5—鞣鞣杆; 6—遮断阀弹簧; 7—O形圈; 8—遮断阀套; 9—O形圈;  
10—止回阀; 11—止回阀弹簧; 12—遮断阀下盖。

机车制动机将产生紧急制动。同时由于总风联管内压力空气下降，制动缸遮断阀鞣鞣在其下侧遮断阀弹簧作用下，带动鞣鞣杆上移，并脱离与止回阀的接触，止回阀在其弹簧作用下，关闭阀口，从而切断了制动缸管与重联阀止回阀处的制动缸通路的连通，制动缸管被遮断。防止了制动缸内压力空气经打开的重联阀止回阀进入平均管后排入大气，从而保证了本务机车的安全。

## 2. 补机位(图 2- 47、图 2- 48、图 2- 49)

首先，总风联管来的压力空气经转换阀柱塞上的凹槽流入重联阀鞣鞣下侧，使鞣鞣克服上侧弹簧的作用，带动鞣鞣杆上移，并脱离与止回阀的接触。止回阀在其弹簧作用下，关闭阀口，切断了平均管与止回阀下侧制动缸通路的连通，但作用管经鞣鞣杆上的凹槽与平均管沟通。制动缸遮断阀在总风联管的压力空气作用下，仍与本务位一样，使止回阀开放，制动缸通路沟通后被重联阀止回阀遮断。

在此位置，由于作用管与平均管沟通，本务机车制动缸的压力变化将通过平均管传入重联机车的作用管，重联机车上的分配阀均衡部将根据作用管的压力变化，使重联机车的制动缸压力产生变化，保持了与本务机车制动缸压力协调一致。

在列车管减压制动时，重联机车分配阀主阀部也将产生制动作用，工作风缸将向作用管充风，即向平均管和本务机车制动缸均衡。由于机车分配阀采用间接方式控制制动缸压力，该压力不会引起本务机车的制动缸压力变化，同时重联机车的制动缸压力也不会受影响。同样重联机车误动“小闸”引起的重联机车作用管的充、排气，也不会引起本务和重联机车的制动缸压力的变化。所有重联运行的机车制动缸压力只受本务机车的控制。

运行中一旦机车间发生断钩分离，列车管、总风联管、平均管等连接软管均断裂，由于总风联管内的压力下降，制动缸遮断阀仍与本机位一样，止回阀关闭，制动缸管被遮断。在重联阀部，同样由于总风联管内的压力空气下降，重联阀鞣鞣在其上侧弹簧作用下，带动鞣鞣杆下移，顶开止回阀，自动转换到本机位，即原沟通的平均管与作用管的通路将切断，作用管压力空气被鞣鞣杆上 O 形圈遮断，防止了作用管压力空气经断裂的平均管排入大气。此时由于列车管压力快速排入大气，重联机车分配阀也将自动产生紧急制动。

## 二、电空组合式重联装置

在韶山<sub>4</sub>型(158号前)电力机车上，为满足制动机重联的基本性能，DK-1型机车电空制动机采用了组合式的电空结合的重联装置(即电空组合式重联装置)。它由管路重联与电路重联两部分组成。该重联装置曾经存在三种不同的制式，其结构组成以及转换操纵方法各有不同，对机车的操作、维护和管理不便，为提高制动重联装置的安全与可靠性，克服人为以及配件质量引起的机车故障，保证机车的正常运用，最终对三种制式的重联装置统一改造为两种制式，并在同一机务段配置韶山<sub>4</sub>型机车上实现了统一，达到了同一机务段统一制式，统一方法操作的目的。

### (一) 结构组成与主要部件

制动重联装置原理见图 2- 50。

两种制式重联装置的主要区别是平均管、作用管、制动缸管的重联转换控制部件不同，一种为手动的重联三通塞门 172 型式，另一种为电动的重联转换电空阀 273、274 型式。

两种制式重联装置均采用风动阀门 171 与平均管断钩保护电空阀 249 作为机车分离保护的执行部件。

图 2- 50 制动重联装置原理图

(a)手动重联管路原理;(b)手动重联  
电路原理;(c)电动重联管路原理;  
(d)电动重联电路原理。

130—塞门;171—风动阀门;172—重  
联三通塞门;249—平均管断钩保护  
电空阀(TFK<sub>1B</sub>型);273、274—重联  
转换电空阀(TFK型);570DK—主  
台按键箱联锁开关;456—平均管断  
钩保护中间继电器(JZ15-442型);  
254—排 1 电空阀。

两种制式重联装置的平均管断钩保护中间继电器 456 的控制电源均经本务节机车主台按键箱联锁开关 570 DK 再经内重联线束迂回供给。

两种制式重联装置均采用排 1 电空阀的控制导线 818 线的内、外重联。

重联装置专用配件风动阀门与重联三通塞门介绍如下。

### 1. 风动阀门

风动阀主要由阀体 1、中间体 2、上盖 3、上膜板 4、压块 5 及 6、下膜板 7 等组成(图 2-51)。

当上膜板上侧通入压缩空气后,将膜板压成凹形,通过压块 5、6 下压下膜板 7,关闭阀体 1 的阀口,使输入与输出截断;反之当上膜板上方无风时,由于输入管路的空气压力将下膜板 7 顶起,使通路打开。该风动阀门属开式阀;因控制管路无风状态下,输入与输出相通。实际上,风动阀门与电空阀功能相似,只是前者为气路控制,而后者为电路控制,以实现气路的开通与截断。但需注意的是:风动阀门属中继阀类型,由小气流控制大气流;而电空阀一般只控制小气流。所以两者配合,即成为理想的控制中继阀结构。

图 2- 51 风动阀门

1—阀体; 2—中间体; 3—上盖;  
4—上膜板; 5、6—压块; 7—下膜板。

### 2. 重联三通塞门

重联三通塞门系普通的三通塞门改进而成,主要是在手把上加装定位装置,以确保手把位置的准确,通过紧固件安装在重联面板上,重联面板上有两块显示其工作位置的标示牌。重联三通塞门的结构如图 2-52 所示。

塞门芯 7 通过紧固件与手把 3 连接,塞门芯 7 的顶部开有一个 T 字槽,显示塞门芯 7 中部的通孔位置。弹簧 5 将塞门芯 7 压紧在塞门体 2 内,并产生密封作用,防止压力空气的窜风与外泄漏。安装板 4 主要是起到手把 3 的限位作用,只允许手把 3 在 90° 范围内转动,安装板 4 还能起到整个塞门的安装与定位作用。塞门体 2 上的三个管接头 1 分别与作用管(右)、制动缸管(上)、平均管(左)相通。图 2-52 所示位置为重联三通阀的补机位。当要转动塞门芯时,应将手把 3 上的上压板下压,然后转动手把 3,到达位置后,松开上压板,在手把 3 内的弹簧作用下,上压板复位,自动将手把 3 锁定在某一作用位上。

在本机位,重联三通塞门使得平均管与

图 2- 52 重联三通塞门

1—管接头; 2—塞门体; 3—手把;  
4—安装板; 5—弹簧; 6—弹簧托盖; 7—塞门芯。

制动缸管相通;在补机位,重联三通塞门使得平均管与作用管相通。

## (二)作用原理

当机车双机或多机重联(包括韶山<sub>4</sub>型电力机车的两节车重联,以下同)时,根据制动重联装置的不同制式应对本务机车、重联补机进行不同的操作。如果为手动重联制式,应将本务机车(韶山<sub>4</sub>型电力机车的操纵节,以下同)的重联三通塞门 172 的手把置于本务位,而重联补机(韶山<sub>4</sub>型电力机车的非操纵节,以下同)的重联三通塞门 172 的手把置于补机位。如果为电动重联制式,不需专门对重联装置进行任何操作。

在机车双机或多机重联时,主台按键箱联锁开关 570 DK(以下简称开关 570 DK)应按机车操作方法规定进行转换,即本务机车处于 1 位,重联补机处于 0 位。

### 1. 基本作用(图 2- 50)

由于开关 570 DK 处于 1 位,导线 899(电源) 开关 570 DK 导线 871 内重联插头及插座 本务及补机的平均管断钩保护中间继电器 456,中间继电器 456 得电,而平均管断钩保护电空阀 249 因 456 常闭联锁断开而失电,电空阀 249 下阀口关闭,上阀口开通了风动阀门 171 上膜板上侧压力空气与大气的通路,风动阀门 171 呈开通状态。

如果为手动重联制式本务机车,机车制动缸 重联三通塞门 172 风动阀门 171 塞门 130 平均管,本务机车制动缸与平均管连通。而重联补机,机车作用管 重联三通塞门 172 风动阀门 171 塞门 130 平均管,重联补机平均管与作用管连通。

如果为电动重联制式本务机车,由于开关 570 DK 处于 1 位,导线 899(电源) 开关 570 DK 导线 877 重联转换电空阀 273 和 274,重联电空阀 273 和 274 均得电,其下阀口打开。机车制动缸 重联电空阀 273 和 274 下阀口 风动阀门 171 塞门 130 平均管,本务机车制动缸与平均管连通。而重联补机,由于开关 570 DK 处于 0 位,重联转换电空阀 273 和 274 均失电,其上阀口打开。机车作用管 重联转换电空阀 273 和 274 上阀口 风动阀门 171 塞门 130 平均管,重联补机平均管与作用管连通。

当本务机车制动机进行制动、缓解操作时,本务机车制动缸压力将会发生变化,通过制动重联装置的作用,本务机车制动缸的压力变化将经平均管和机车间的平均管塞门,平均软管传入重联补机的平均管,再传入重联补机的作用管,重联补机上的分配阀均衡部将根据作用管的压力变化,使重联补机的制动缸压力产生变化,保持了与本务机车制动缸压力协调一致。

### 2. 断钩保护作用(图 2- 50)

重联机车间一旦发生断钩现象,则总风联管、列车管、平均管等连接软管均断裂,同时重联插头及插座的电联接失效。由于列车管大排风将引起机车的紧急制动,而电联接失效将使机车间的导线 871 断开,平均管断钩保护中间继电器 456 失电,导线 899 中间继电器 456 常闭联锁 平均管断钩保护电空阀 249,电空阀 249 得电,其下阀口开通了总风管与风动阀门 171 上膜板上侧的通路,风动阀门 171 呈关闭位,切断了制动缸或作用管与平均管的通路,确保了平均软管断钩后的各机车制动缸的保压。

## 第十一节 制动机辅助阀类

制动机辅助阀类是为完成制动机本身不能完成的一些特殊性能而设置的,每一种类机车制动机各有一套辅助阀类,DK-1 型机车电空制动机的辅助阀类包括:机车无动力装置(或称滤尘止回阀)、管道滤尘器等。

## 一、机车无动力装置

机车无动力回送中,由于其空气压缩机无电停止使用,此时须开放机车无动力装置。

无动力装置由滤尘止回阀(原理图上代号为 103)和无火塞门(原理图上代号为 155)组成,连接在机车上的列车管与总风管之间。当开通无火塞门时,列车管内压力空气经无火塞门与滤尘止回阀充入总风缸。此时总风缸在机车制动机系统中相当于车辆的副风缸。

无火塞门即为机车上通用的普通塞门,这里不再介绍。滤尘止回阀的结构如图 2- 53 所示。

图 2- 53 滤尘止回阀

1—阀盖;2—弹簧;3—阀组成;4—阀体;5—阻流盖;6、8—滤网;7—填料;9—阀座。

列车管的压力空气,从阀的右侧进入,首先经阻流盖 5,再经滤网 6、填料 7、滤网 8 除去其中所含机械杂质,推动阀组成 3 并压缩弹簧 2 开放阀口,最后充入总风管。

阀组成 3 上部的弹簧 2,其调整压力为 140kPa。当列车管压力为 600kPa 时,充入总风缸的最大压力应不大于 460kPa,当列车管压力由于减压而下降时,弹簧 2 可下压阀组成 3 继而关闭阀口,防止总风缸的压力空气向列车管逆流。阻流盖 5 上有一个直径为 3mm 的小孔,它是为防止当列车管向总风缸充风时,因总风缸容量大而使列车管压力骤然下降,而引起发生自然制动现象。

当无动力回送机车时,除开放本装置外,还必须按操作方法对制动机进行处理。

## 二、管道滤尘器

管道滤尘器是防止压力空气中的机械杂质进入制动机而影响各阀正常工作的设备,其结构如图 2- 54 所示。

管道滤尘器有两种规格,除阀体 5 的对外联管螺纹大小不同外,其余部件均通用。

压力空气从右侧进入管道滤尘器后,经滤芯 4 过滤后,最后从左侧流出。

DK -1 型机车电空制动机原采用两个管道滤尘器,一个安装在中继阀的总风管上,一个安装在分配阀的列车管上。从韶山<sub>4B</sub> 开始,只采用一个管道滤尘器,安装在空气管路柜的总风缸

管上。

滤芯 4 为青铜粉末冶金烧结而成,其滤尘效果较好。滤芯在运用中,须定期进行清洗。清洗时,拆下盖 1,抽出滤芯 4,放在柴油中清洗,清洗完毕后,用压缩空气吹净,吹风时,必须压缩空气由里向外吹。

图 2- 54 管道滤尘器

1—盖;2—垫;3—O 形圈;4—滤芯;5—体。

## 第三章 综合作用

机车制动机的综合作用习惯上是根据大闸与小闸各手柄位置的变换(该变换是由操纵列车或机车实际运行情况而决定)而确定的机车制动机各主要部件之间的相互关系和作用规律。学习综合制动作用,就是要在熟悉机车制动机主要部件的构造及作用的基础上进行。

DK-1型机车电空制动机的综合作用,按自动制动作用、单独制动作用、空气位制动作用以及辅助制动作用等方面逐一介绍。为能较清楚地说明问题,附有综合作用套色图及几种典型机车管路原理图。

机车运用之前,乘务人员首先须根据机车的运行性质,按第四章介绍的操作方法对机车制动机作适当处理。

现以韶山<sub>3</sub>型电力机车端操纵电空制动控制器(以下简称大闸)与空气制动阀(以下简称小闸)等操纵部件为例介绍DK-1型机车电空制动机的综合作用,同时将韶山<sub>4</sub>改型电力机车与之差异处作些适当补充与说明。以下介绍中的括号内代号或线号均为韶山<sub>4</sub>改型电力机车之不同代号与线号。

### 第一节 自动制动作用

自动制动作用,即DK-1型机车电空制动机处于电空位,且小闸处于运转位,操纵大闸手把在各位置时的综合作用,该作用用于操纵全列车的制动、保压与缓解。

DK-1型机车电空制动机工作电源,根据不同机车的要求,通过两种不同的电路供应。一种经机车控制电源输出刀开关,再经电空制动自动开关后供给,如韶山<sub>3</sub>型电力机车;另一种经机车控制电源输出刀开关,再经电空制动电源转换钮子开关,最后经电空制动自动开关后供给,电空制动电源转换钮子开关处于故障位时,可以直接利用蓄电池组供给电源,如韶山<sub>3</sub>型外的各型电力机车。

在电空位,机车控制电源经电空制动自动开关14ZK(615QS) 导线244(899) 小闸3上的微动开关471(3SA1) 导线801有电,即大闸1(1AC)获得工作电源。

#### 一、运转位(附图2)

该位置是列车运用中,大闸手把常放位置,是向全列车初充风、再充风缓解列车制动以及列车正常运用所采用的位置。

##### (一) 电路

1. 导线801(电源) 大闸1 导线803 中间继电器452、451常闭联锁 导线837 缓解电空阀258得电。

如为韶山<sub>4</sub>改型机车,则导线801(电源) 大闸1AC 导线803 中间继电器455KA与452KA、451KA 导线837 缓解电空阀258YV及排2电空阀256YV得电。

2. 导线801(电源) 大闸1(1AC) 导线809 小闸3上的微动开关473(3SA2) 导线

818 中间继电器 452(452K A)与 451(451K A)常闭联锁(韶山<sub>4</sub> 改型机车增加 455K A 常闭联锁) 导线 863 排 1 电空阀 254(254YV) 得电。

3. 其余电空阀及电动放风阀、中间继电器均失电。

## (二) 气路

1. 总风 塞门 157 调压阀 55(调整压力为列车管定压) 止回阀 203(109) 缓解电空阀 258(258YV) 下阀口 转换阀 153 均衡风缸(压力上升至列车管定压)。

2. 作用管(包括分配阀容积室)压力空气 排 1 电空阀 254(254YV) 下阀口 大气。

3. 初制风缸压力空气 制动电空阀 257(257YV) 上阀口 大气。

4. 总风遮断阀左侧压力空气 中立电空阀 253(253YV) 上阀口 大气。

5. 其余电空阀气路均被切断。

## (三) 主要阀类部件的作用

### 1. 中继阀

由于总风遮断阀左侧压力空气经中立电空阀上阀口排大气,故总风遮断阀呈开启状态。

由于均衡风缸压力上升,双阀口式中继阀处于缓解充风位。双阀口式中继阀主鞣鞣在左侧均衡风缸压力作用下,带动鞣鞣杆右移,顶动供风阀右移,打开其供风阀口。总风缸的压力空气克服总风遮断阀内遮断弹簧反力使阀左移,打开阀口,并经遮断阀口、供风阀口进入列车管和主鞣鞣右侧,待列车管压力上升至均衡风缸压力相等,且达到定压时,双阀口式中继阀主鞣鞣两侧压力平衡,处于缓解后的保压位,关闭供风阀口。这时后部车辆全部缓解。

### 2. 分配阀

由于列车管压力上升,分配阀主阀部处于充风缓解位。主阀部主鞣鞣在其上侧列车管压力作用下向下移动,并通过其上肩推动滑阀一起下移,直至主鞣鞣下底面碰到主阀体。列车管经开放的充风孔向工作风缸充风,直到工作风缸压力与列车管定压相等。由于主阀体上的  $d_3$  小排气口被分配缓解塞门 156 关闭,分配阀容积室压力空气不能经主阀部的缓解通路排大气。

增压阀在增压弹簧和列车管压力作用下处于下部关闭位,关闭了总风与容积室的通路。

而均衡部由于均衡鞣鞣下侧作用管压力已经排 1 电空阀通大气,制动缸压力使鞣鞣下移,其顶面离开均衡阀,开放鞣鞣杆上端中心孔,制动缸压力空气经开放的中心孔和径向孔以及均衡部大排气口排入大气。机车制动缸缓解。

### 3. 紧急阀

由于列车管压力上升,紧急阀处于充气位。列车管压力将紧急鞣鞣压紧在上盖上,使鞣鞣顶端的密封圈与阀盖密贴,列车管压力空气通过鞣鞣中心的空心杆垂向缩孔 和上部的横向缩孔 向紧急室缓慢充风,直到紧急室压力与列车管定压相等。夹心阀在下部弹簧作用下,关闭排风阀口。

### 4. 压力开关

由于均衡风缸压力上升到定压,压力开关 208、209 的膜板带动芯杆上移顶动开关,这时导线 807 与 827 连通,导线 822 与 800 切断,导线 808 与 800 切断。

## 二、过充位(附图 3)

该位置是在初充风或再充风时,为迅速向列车管充气,促使车辆全部缓解时所采用的位置。和运转位作用基本相同,只是能使列车管获得过充压力,以达到加速列车管充气速度的目的,同时车辆快速缓解,而机车仍处制动后保压的工作位置。

### (一) 电路

1. 与运转位相同, 缓解电空阀 258 得电, 在韶山<sub>4</sub> 改型机车则为缓解电空阀 258YV 及排 2 电空阀 256YV 得电。

2. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 805 过充电空阀 252(252YV) 得电。

3. 其余电空阀及电动放风阀、中间继电器均失电。

### (二) 气路

1. 与运转位相同, 均衡风缸压力上升至列车管定压。

2. 与运转位相同, 初制风缸压力空气排大气。

3. 与运转位相同, 总风遮断阀左侧压力空气排大气。

4. 总风 塞门 157 过充电空阀 252(252YV) 下阀口 过充风缸(同时经过充风缸上排气缩孔排入大气) 中继阀过充柱塞左侧。

5. 其余电空阀气路均被切断。

### (三) 主要阀类部件的作用

#### 1. 中继阀

与运转位基本相同, 由于过充柱塞左侧充入与总风压力一致的压力空气, 过充柱塞右移, 其端部顶在主鞣鞣上, 相当于增加了主鞣鞣左侧均衡风缸压力 30 ~ 40kPa, 从而使列车管压力升至高于列车管定压 30 ~ 40kPa 后, 主鞣鞣两侧压力平衡, 自动使双阀口式中继阀呈缓解后保压位。这时后部车辆全部缓解。

当大闸手把由过充位移回运转位, 首先关闭了过充风缸的充风通路, 过充风缸内压力空气经排气缩孔缓慢排入大气, 其压力逐渐消失, 过充柱塞逐渐左移。中继阀主鞣鞣由于其两侧压力失去平衡而带动顶杆左移, 微微打开排气阀, 列车管内过充压力逐渐经排气阀口排向大气。待过充风缸压力降至 0 时, 列车管压力恢复定压, 双阀口式中继阀自动呈保压位。由于此过程受过充风缸缓慢排气所控制, 所以不会引起机车车辆发生自然制动现象。

#### 2. 分配阀

分配阀主阀部与运转位相同, 只是工作风缸压力也将过充 30 ~ 40kPa。增压阀部与运转位完全相同, 处关闭位。但均衡部的均衡鞣鞣下侧作用管压力空气的排大气通路被排 1 电空阀关闭而保压, 均衡部处于制动保压位, 故制动缸也将保压, 机车制动缸不能缓解。

当大闸手把由过充位移回运转位, 由于列车管过充压力缓慢消失, 工作风缸内过充压力将随充气通路逆流至列车管后逐渐消失。由于运转位时, 排 1 电空阀得电, 它将打开作用管排大气通路, 机车制动缸压力也将缓解。

#### 3. 紧急阀

与运转位相同, 只是紧急室压力也将过充 30 ~ 40kPa, 当大闸手把移回运转位时, 紧急室压力空气经充气通路, 随列车管过充压力缓慢消失而逐渐消失。

#### 4. 压力开关

与运转位完全相同。

### 三、制动位(附图 4)

该位置是操纵列车常用制动的工作位置。大闸手把在该位置停留时间的长短, 控制着列车管从最小常用制动减压量到最大常用制动减压量间的各种不同常用制动减压量。它与大闸中立位配合使用可使列车管实现阶段常用减压, 实现列车的常用制动。

### (一) 电路

1. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 806 钮子开关 463(463QS) 导线 835 中立电空阀 253(253YV) 得电

2. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 808 压力开关 208 上的微动开关 466(208SA) (当均衡风缸减压量超过 200kPa(定压 500kPa)时,压力开关 208 动作) 导线 800 制动电空阀 257(257YV) 得电。

3. 其余电空阀及电动放风阀、中间继电器均失电。

### (二) 气路

1. 由于缓解电空阀 258(258YV) 失电,其下阀口关闭,切断了均衡风缸的充风通路。而此时制动电空阀 257(257YV) 也失电,使得:均衡风缸压力空气 转换阀 153 缓解电空阀 258 阀座缩孔  $d_3$  制动电空阀 257(257YV) 上阀口 大气。  
(258YV) 上阀口 管接头缩孔  $d_4$  初制风缸。

制动电空阀失电的时间长短,即操纵大闸手把在制动位停留时间的长短,决定了均衡风缸减压量的大小;阀座缩孔  $d_3$  决定了均衡风缸的减压速度。

由于初制风缸的设置,使得均衡风缸有一个确保全列车制动机可靠动作的最小快速减压量 45~55kPa,可使后部车辆中较迟钝的三通阀也能起制动作用。为适应不同列车管定压下均有较满意的最小减压量,在管路中设置了客货转换阀 154,将初制风缸分隔为两部分,即不同列车管定压下,初制风缸容积相应变化。

再有压力开关 208 的作用,可使在制动位均衡风缸达到最大减压量后,自动切断均衡风缸的排大气通路,即使制动电空阀自动得电。以避免不必要的过量减压。

2. 总风 塞门 157 中立电空阀 253(253YV)下阀口 中继阀总风遮断阀左侧。

3. 如为韶山<sub>4</sub> 改型机车,则还有过充风缸 排 2 电空阀 256 YV 上阀口 大气。

4. 其余电空阀气路均被切断。

### (三) 主要阀类部件的作用

#### 1. 中继阀

由于总风遮断阀左侧已充入总风,遮断阀口迅速关闭,总风遮断阀呈关闭状态,切断了列车管的风源。

由于均衡风缸压力降低,双阀口式中继阀处于制动位。因主鞣鞣左侧均衡风缸压力降低,主鞣鞣失去平衡左移,开启排风阀,列车管压力空气将经排风阀口排向大气,列车管压力下降。这时后部车辆全部制动。

在韶山<sub>4</sub> 改型机车上,由于过充风缸经排 2 电空阀与大气连通,如果大闸手把是从过充位移放制动位,过充风缸压力空气将迅速排入大气,过充柱塞将不起作用,并随中继阀主鞣鞣左移,对列车管的正确常用减压将不产生不良影响。

#### 2. 分配阀

由于列车管压力下降,分配阀主阀部处于常用制动位。主阀部主鞣鞣向上移动,先是关闭了工作风缸充风通路;同时开通了局减通路,列车管压力空气进入局减室,并经主阀安装面上的缩孔排入大气。接着切除局减通路,开通了工作风缸向容积室充风通路。

由于均衡部均衡鞣鞣下侧容积室压力上升,鞣鞣上移,其鞣鞣顶面接触均衡阀并顶开均衡阀。总风经开放的均衡阀口进入制动缸,制动缸压力上升,机车产生制动作用。

由于增压阀上部增压弹簧和列车管压力仍大于下部容积室压力,增压阀仍处于关闭位。

### 3. 紧急阀

由于列车管按常用制动速率下降,紧急室压力经缩孔 与列车管压力同步下降,紧急鞣鞣悬在中间,紧急阀处于常用制动位。夹心阀在下部弹簧作用下,仍关闭排风阀口。

### 4. 压力开关

由于均衡风缸压力下降,压力开关 209 膜板将带动芯杆下移离开开关,导线 807 与 827 切断,导线 822 与 800 连通。当均衡风缸压力继续下降,达到最大减压量时,压力开关 208 膜板也将带动芯杆下移离开开关,导线 808 与导线 800 连通。

## 四、中立位(附图 5)

中立位是操纵列车常用制动前的准备和常用制动后的保压的工作位置。根据作用不同可分为制动前中立位和制动后中立位。

### (一) 电路

1. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 806 钮子开关 463(463QS) 导线 835 中立电空阀 253(253YV) 得电。

2. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 807 二极管 262(262V) 导线 800 制动电空阀 257(257YV) 得电。

如果为制动前的中立位,因均衡风缸还未减压,压力开关 209 将开通另一条电路,即:导线 807 压力开关 209 上的微动开关 467(209SA) 导线 827 二极管 263(263V) 导线 803 ... 缓解电空阀 258(258YV)(韶山<sub>4</sub> 改型机车还包括排 2 电空阀 256YV) 得电。

3. 其余电空阀及电动放风阀、中间继电器均失电。

### (二) 气路

1. 总风 塞门 157 中立电空阀 253(253YV) 下阀口 中继阀总风遮断阀左侧。

#### 2. 制动前中立位

总风 塞门 157 调压阀 55 止回阀 203(109) 缓解电空阀 258(258YV) 下阀口 转换阀 153 均衡风缸。

均衡风缸充风通路仍然存在,均衡风缸压力不变。

#### 3. 制动后中立位

均衡风缸 缓解电空阀 258(258YV) 上阀口 初制风缸。

由于制动电空阀 257(257YV) 得电关闭了均衡风缸排大气口,均衡风缸不再减压而保压。

如为韶山<sub>4</sub> 改型机车,则还有过充风缸 排 2 电空阀 256YV 上阀口 大气。

4. 其它电空阀气路均被切断。

### (三) 主要阀类部件的作用

#### 1. 中继阀

由于总风压力空气充至总风遮断阀左侧,遮断阀口迅速关闭,总风遮断阀呈关闭状态,切断了列车管的风源。

如果在制动前的中立位,由于均衡风缸压力没有下降,中继阀主鞣鞣两侧压力平衡,列车管保压,在保压过程中,列车管压力由于泄漏而下降,尽管供风阀口将打开,但由于遮断阀已关闭,列车管的泄漏不能补充。

如果在制动后的中立位,由于均衡风缸压力停止下降,当列车管压力下降接近均衡风缸压力时,中继阀主鞣鞣处于平衡状态,排风阀在其弹簧作用下关闭排风阀口,列车管压力将停止

下降而保压。同样在保压过程中,列车管的泄漏不能补充。

如果大闸手把是从过充位移制动位,再放中立位保压,列车管的压力理论上还受过充柱塞的影响,如果过充风缸内压力空气经排 2 电空阀快速排入大气,则列车管减压量与均衡风缸完全一致。

如果钮子开关 463 QS 处于补风位,大闸中立位时中立电空阀 253YV 不能得电,总风不能进入总风遮断阀左侧,遮断阀不会切断列车管的风源,列车管的泄漏可以得到补充。

## 2. 分配阀

由于列车管压力停止下降,分配阀处于制动保压位(制动后中立位)或充风缓解位(制动前中立位)。

制动前中立位,由于列车管没有减压,分配阀主阀部、增压阀、均衡部与运转位相同。泄漏引起的列车管压力下降速度很慢,也不会使分配阀主阀部动作,工作风缸经充风通路与列车管沟通。

制动后中立位,由于列车管停止减压,在主阀部工作风缸向容积室充风后压力也下降到接近列车管压力时,在主鞣鞣尾部原被压缩的稳定弹簧的反力及主鞣鞣自重的作用下,主鞣鞣仅带动节制阀下移,切断工作风缸与容积室的通路,工作风缸停止向容积室充风,容积室压力停止上升。同时在均衡部,制动缸压力增大到与容积室压力接近时,在均衡阀、均衡鞣鞣自重以及均衡部弹簧的作用下,使均衡阀压紧均衡鞣鞣杆一起下移,关闭阀口,切断总风与制动缸的通路,制动缸压力停止上升。此时,增压阀仍处于下部关闭位。

如列车管减压量减过常用制动有效减压量,主阀部仍保持制动位。

## 3. 紧急阀

由于列车管停止减压,紧急阀鞣鞣在弹簧反力作用下又恢复充风位。制动前中立位同样处于充风位。

## 4. 压力开关

制动前中立位,压力开关 208、209 与运转位完全相同。

制动后中立位,压力开关 209 由于均衡风缸压力已下降,膜板将带动芯杆下移离开开关,导线 807 与 827 切断,导线 822 与 800 连通。如果均衡风缸减压量已超过最大减压量,压力开关 208 膜板也将下移离开开关,导线 808 与 800 连通但无作用。

## 五、紧急位(附图 6)

该位置是列车运行中紧急停车所使用的位置。

### (一) 电路

1. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 804 电动放风阀 94 上紧急电空阀 392(94 YV) 得电。

2. 导线 801(电源) 大闸 1(1AC) 导线 806 钮子开关 463(463 QS) 导线 835 中立电空阀 253(253 YV) 得电。

3. 导线 801(电源) 大闸 1 导线 810 撒砂电空阀 251 YV 得电。

如为韶山<sub>4</sub> 改型机车,即:导线 801(电源) 大闸 1AC 导线 812 两位置转换开关辅助联锁 107QP F 或 107 QPBW 导线 810 或 820 撒砂电空阀 241 YV、251 YV 或 250 YV、240 YV 得电。

4. 导线 801(电源) 大闸 1 导线 811 大闸 2

导线 821 重联电空阀 259 得电。  
排 2 电空阀 256 得电。  
二极管 260 导线 835 中立电空阀 253 得电。  
二极管 264 导线 800 制动电空阀 257 得电。

如为韶山<sub>4</sub> 改型机车, 则: 导线 801(电源) 大闸 1AC

导线 821 重联电空阀 259 YV 得电。  
二极管 260 导线 835 中立电空阀 253 YV 得电。  
二极管 264 导线 800 制动电空阀 257 YV 得电。

5. 其余电空阀及中间继电器均失电。

## (二) 气路

1. 均衡风缸 转换阀 153 重联电空阀 259(259 YV) 下阀口 列车管(随列车管排入大气)。
2. 总风 塞门 158 紧急电空阀 392(94 YV) 下阀口 电动放风阀膜板下方。
3. 总风 塞门 157 中立电空阀 253(253 YV) 下阀口 总风遮断阀左侧。
4. 过充风缸 排 2 电空阀 256(256 YV) 下(上) 阀口 大气。
5. 均衡风缸 转换阀 153 缓解电空阀 258(258 YV) 上阀口 初制风缸。
6. 其余电空阀气路均被切断。

## (三) 主要阀类部件的作用

### 1. 电动放风阀

由于电动放风阀膜板下方已充入总风压力空气, 膜板将上凸, 并带动顶杆顶开夹心阀, 开通了列车管通大气的大通路, 列车管压力空气快速排至 0。

### 2. 紧急阀

由于列车管压力急剧下降, 紧急室压力来不及通过缩孔 逆流到列车管, 紧急鞣鞣失去平衡下移并压下夹心阀, 开放列车管排风阀口, 进一步加速列车管的排风。同时带动下部的电联锁改变电路。

### 3. 中继阀

由于总风压力空气充至总风遮断阀左侧, 遮断阀口迅速关闭, 总风遮断阀呈关闭状态, 列车管的风源被切断。同时由于重联电空阀已将中继阀主鞣鞣两侧均衡风缸、列车管沟通, 而且过充风缸及过充柱塞左侧压力空气排入大气, 理论上主鞣鞣两侧压力相等处于平衡状态, 双阀口式中继阀锁闭无动作。

### 4. 分配阀

由于列车管压力急速下降, 分配阀主阀部快速到达常用制动位, 工作风缸迅速向容积室充气, 容积室压力上升。同时增压阀下部容积室压力将超过上部增压弹簧反力, 增压阀上移开放总风与容积室的通路, 容积室压力继续上升, 直至分配阀安全阀动作, 容积室压力保持 450kPa。

由于均衡部的均衡鞣鞣下侧容积室压力迅速上升到 450kPa, 鞣鞣将上移, 其顶面接触均衡阀并顶开均衡阀。总风进入制动缸, 制动缸压力也将迅速上升到 450kPa, 机车产生紧急制动作用。

## 六、重联位(附图 7)

该位置是重联机车(包括韶山<sub>4</sub> 型系列电力机车的非操纵节)的运行位, 也是换端操作时

的手把取出位及非操纵端(节)所使用的位置。

### (一) 电路

1. 导线 801(电源) 大闸 1 导线 811 大闸 2

导线 821 重联电空阀 259 YV 得电。

排风 2 电空阀 256 得电。

二极管 260 导线 835 中立电空阀 253 YV 得电。

二极管 264 导线 800 制动电空阀 257 YV 得电。

如为韶山<sub>4</sub> 改型机车, 则: 导线 801(电源) 大闸 1AC

导线 821 重联电空阀 259 YV 得电。

二极管 260 导线 835 中立电空阀 253 YV 得电。

二极管 264 导线 800 制动电空阀 257 YV 得电。

2. 其余电空阀及电动放风阀、中间继电器均失电。

### (二) 气路

1. 均衡风缸 转换阀 153 重联电空阀 259(259 YV)下阀口 列车管。

2. 总风 塞门 157 中立电空阀 253(253 YV)下阀口 总风遮断阀左侧。

3. 过充风缸 排风 2 电空阀 256(256 YV)下(上)阀口 大气。

4. 均衡风缸 转换阀 153 缓解电空阀 258(258 YV)上阀口 初制风缸。

5. 其余电空阀气路均被切断。

### (三) 主要阀类部件的作用

#### 1. 中断阀

由于总风压力空气充至总风遮断阀左侧, 遮断阀口迅速关闭, 总风遮断阀呈关闭状态, 列车管风源被切断。同时由于重联电空阀已将中继阀主鞣鞣两侧均衡风缸、列车管沟通, 而且过充风缸及过充柱塞左侧压力空气排入大气, 理论上主鞣鞣两侧压力相等处于平衡状态, 双阀口式中继阀锁闭无动作(相当于保压位)。

大闸在此位置, 中断阀失去对列车管的控制作用。

#### 2. 紧急阀与压力开关

根据列车管的减压速度和减压量来决定所处作用位置。

#### 3. 分配阀

##### (1) 换端操作

若大闸手把是从运转位(或过充位)直接移至重联位, 由于列车管没有减压, 则分配阀处充风缓解位, 机车制动缸不上闸。

若大闸手把移放重联位前, 已放制动位对列车管减压, 则分配阀处保压位, 机车制动缸上闸后保压。

##### (2) 重联补机

分配阀主阀部与增压阀部受本务机车控制的列车管压力变化而改变作用位置。

分配阀均衡部根据制动机是否重联两种工况, 有不同的作用变化。

无制动机重联装置的一般性重联。

由于重联补机的分配阀缓解塞门 156 已开放, 其分配阀均衡部与主阀部的作用位置一致。即列车管缓解, 分配阀主阀部、均衡部均呈充风缓解位, 机车制动缸压力缓解。反之列车管压力下降, 分配阀主阀部、均衡部均呈制动位, 机车制动缸压力上升, 其制动缸压力值与列车管减压

量大小有关。

已安装制动机重联装置的重联

因重联补机的分配阀缓解塞门 156 仍然关闭, 而重联补机的作用管已通过制动机重联装置与本务机车制动缸连通, 本务机车制动缸压力变化决定了重联补机的分配阀均衡部的动作。可以认为重联补机的分配阀均衡部的动作与本务机车的分配阀均衡部的动作相同。

重联补机的分配阀均衡部作用请参考本书第二章第十节内容介绍。

## 第二节 单独制动作用

单独制动作用, 即 DK-1 型机车电空制动机处于电空位, 且大闸处于运转位, 操纵小闸手把在各位置时的综合作用, 它还包括大闸处于制动后中立位, 小闸手把置于缓解位或下压手把时的综合作用。该作用用于单独操纵机车的制动、保压与缓解。

### 一、大闸运转位, 小闸制动位(附图 8)

该位置是单独操纵机车制动的的作用位置。

#### (一) 电路

与前述的大闸、小闸手把均在运转位相近。只是由于小闸手把移位, 使得其上微动开关 473(3SA2) 将原连通的导线 809 与导线 818 切断, 即排风 1 电空阀 254(254 YV) 无法得电, 作用管的排大气通路被切断。

#### (二) 气路

##### 1. 空气制动阀

由于作用柱塞的右移, 开通了作用管充风通路, 即: 总风 分水滤气器 205 调压阀 53(调整压力为 300kPa) 作用柱塞通道 作用管。

作用管压力上升, 根据小闸该位置停留时间的长短, 可获得 0 ~ 300kPa 间的各种不同的作用管压力。

##### 2. 分配阀

分配阀主阀部仍处于充气缓解位, 增压阀部仍处于关闭位。由于作用管压力上升, 均衡部的均衡鞣鞣下侧压力也同时上升, 鞣鞣上移, 其鞣鞣顶面接触均衡阀并顶开均衡阀, 总风经开放的均衡阀口进入制动缸及均衡鞣鞣上侧, 当制动缸压力上升至与作用管压力接近时, 在均衡阀、均衡鞣鞣自重以及均衡部弹簧的作用下, 均衡阀压均衡鞣鞣杆一起下移, 关闭阀口, 切断总风与制动缸通路, 制动缸压力停止上升。实现了机车的单独制动。

### 二、大闸运转位, 小闸中立位(附图 9)

为机车单独制动前的准备以及单独制动后的保压。

#### (一) 电路

与小闸制动位相同, 排 1 电空阀 254(254 YV) 失电。

#### (二) 气路

##### 1. 空气制动阀

空气制动阀无通路, 即作用管与外通路均切断, 其压力保持不变。

##### 2. 分配阀

分配阀主阀部处于充风缓解位,增压阀部处于关闭位,均衡部呈保压位,机车制动缸压力保持不变。

### 三、大闸运转位、小闸缓解位(附图 10)

该位置为单独缓解机车但较运转位快。

#### (一) 电路

该位与大闸、小闸手把均在运转位相同。

#### (二) 气路

##### 1. 空气制动阀

由于作用柱塞左移,开通了作用管排大气通路,加上排 1 电空阀通电后开通的作用管排大气通路,作用管排风速度加快。

##### 2. 分配阀

分配阀作用与大闸、小闸手把均在运转位相同,只是由于作用管压力下降较快,使机车制动缸的缓解速度加快,机车单独缓解。

### 四、大闸制动后中立位,小闸缓解位或下压手把(附图 11)

#### (一) 电路

与小闸运转位、大闸制动后中立位电路相同。

#### (二) 气路

##### 1. 空气制动阀

缓解位,作用管压力空气通过作用柱塞排大气,如为手把下压,则作用管压力空气经打开的排风阀口通大气。

##### 2. 分配阀

分配阀主阀部仍处保压位,增压阀仍处关闭位,而均衡部,由于均衡鞣鞣下方作用管压力下降,制动缸压力使鞣鞣下移,其顶面离开均衡阀,开放鞣鞣杆上端中心孔,制动缸压力空气经开放的中心孔排入大气。实现了列车常用制动时的机车单独缓解。

## 第三节 空气位作用

为确保安全运行,特设置“空气位”。空气位只是作为“电空位”故障后的一种应急补救操纵措施,以免在区间途停而影响线路的正常运行。正因为如此,在该位操纵时,不具备“电空位”操纵时那样齐全的性能,而只保证能控制全列车的制动和缓解的基本功能。

对于空气位的功能,自 DK-1 型制动机问世以来,一直有不同的看法:一是希望功能齐全,空气位能像电空位那样“全天候”使用;另一则认为既是应急措施,则只需具备制动机的最基本性能——制动和缓解,且又要使转换操作简易方便即可。上述认识的分歧基于电-空环节的可靠性和掌握程度。若以“全天候”的空气位与电空位并存,则电空制动机将不复存在。DK-1 型机车电空制动机就是在稳定的电源和可靠的电器的基础上产生的。作为安全的后备措施,设置具备制动机的基本性能的空气位是必要的。

“空气位”操纵,也就是用空气制动阀来操纵全列车的缓解、制动和保压作用。在运行中,万一电-空系统出现故障,司机只需将设置在空气制动阀左侧的转换手把由“电空位”向后扳至

“空气位”，转换柱塞除转换相应的空气通路外，还带动相应的电联锁，使电空制动控制器断电失控。同时调整调压阀 53，由整定压力 300kPa 调至列车管定压 500(600)kPa。一般情况下即可由空气制动阀操纵全列车的制动及缓解作用。

在电路上由于原有的电空制动电源 导线 801 的电路已被切断，使“大闸”失去操纵作用。

而电空制动电源 导线 800 的电路的接通，制动电空阀得电关闭了均衡风缸排大气口，使得均衡风缸只受“小闸”控制。

其它电空阀因无法得电，均无法控制气路的变化。

在气路上由于空气制动阀转换柱塞的移位，开通了均衡风缸的通路，关闭了作用管的通路，从而实现“小闸”能控制均衡风缸的压力变化，也就实现了对全列车的控制。

空气制动阀在“空气位”只有三个作用位置：缓解位、中立位及制动位。而原运转位与中立位作用完全相同，均为中立位。

## 一、缓解位

### (一)作用

全车列的缓解位置。此位与“大闸”的运转位相当，但机车不能缓解。要同时缓解机车，需下压手把才能实现。

### (二)气路

#### 1. 空气制动阀

由于手把的转动，带动作用凸轮推动作用柱塞左移，调压阀 53(调整压力为列车管定压)作用柱塞凹槽、转换柱塞的固定凹槽 均衡风缸。

均衡风缸压力上升，至直列车管定压。

#### 2. 中继阀

由于均衡风缸压力上升，使中继阀处缓解充风位，列车管压力也开始上升，直至列车管定压。

#### 3. 分配阀

由于列车管压力上升，主阀部呈充风缓解位，工作风缸充风。但均衡部因作用管无排大气通路，呈保压位，机车制动缸不能缓解，只有当下压手把时，空气制动阀的排风阀被顶开，开通了作用管与大气的另一通道，使均衡部处缓解位，制动缸才能缓解。

## 二、中立位

### (一)作用

全列车制动前的准备及制动后的保压。此位相当于“大闸”的中立位，但中继阀的总风遮断阀不关闭，即中继阀能对列车管补风。这点在使用操纵时应特别注意。

### (二)气路

#### 1. 空气制动阀

全部通路均不通。

由于空气位操纵时，其电联锁已失去作用，因此在电空位时的运转位与中立位的差异已不存在，即空气位时的运转位与中立位功能完全相同。

#### 2. 中继阀与分配阀均处保压位。

### 三、制动位(附图 12)

#### (一)作用

控制全列车的调速或制停。此位相当于“大闸”的制动位。“小闸”手把在该位置停留时间,控制着列车管的减压量。它与中立位配合使用可实现列车管常用阶段减压。该位长时间停留,可使列车管压力减至零,这点在使用操纵时也应特别注意。

#### (二)气路

##### 1. 空气制动阀

由于手把的转动,带动作用凸轮,作用柱塞在弹簧作用下右移,开放了均衡风缸与大气的通路,均衡风缸压力空气经作用柱塞尾部的缩孔通大气,均衡风缸减压。

##### 2. 中继阀

由于均衡风缸压力下降,使双阀口中继阀呈制动位,列车管压力也随之下降。但总风遮断阀仍处开放状况。

##### 3. 分配阀

由于列车管压力下降,主阀部处制动位,工作风缸向容积室充风,容积室压力上升,均衡部处制动位,开放总风与制动缸通路,机车制动缸增压。

### 四、注意事项

使用空气位操纵制动机时应注意如下事项:

1. 此位只作故障运行。因该位操纵时制动机性能不齐全,只具备缓解、中立和制动基本功能,没有紧急制动、过充、单机制动及不补风等功能。因此不能长期使用。

2. 一旦回段或换端操纵,均需将原操纵端的电-空转换手柄扳回至“电空”位。

3. 电空制动控制器应放运转位,而不能任意置放其它位置(空气位时,转换柱塞虽已将“大闸”的电源切断,但由于其它电路的影响,在个别位置上仍能发生作用。为避免操纵上的失误,特明确置放该位置)。

4. 转空气位操纵的手续简化成上述两个动作,是考虑一般常见的故障时的转换。但不包括如压力开关膜板破损、制动电空阀 257 及其联线等故障,出现这些故障时,还必须将电空制动屏上的转换阀 153 转至空气位。因此,齐全的转换手续应确认:

(1) 扳动空气制动阀上的转换手柄至“空气位”;

(2) 调整供空气制动阀的调压阀整定值为列车管定压;

(3) 电空制动屏上的转换阀 153 转至“空气位”。

## 第四节 辅助制动作用

由于 DK-1 型机车电空制动机建立在电控的基础上,而又采用积木式结构,这就不仅为扩展制动机自身的功能,而且也与机车其它系统的配合协调提供了极为有利的条件,带来了一些其它机车空气制动机难以具备的辅助性能。随着该型制动机在运用中的不断改进和完善,其配合的内容也将逐渐增多。

本节重点介绍 DK-1 型机车电空制动机自技术鉴定并批量装车以来,已具备的基本辅助制动性能,如:与自动停车装置的结合、紧急制动时自动选择切除动力、列车分离保护、电制动

与空气制动的协调配合(即电空联锁)、列车折角塞门关闭的检查判断以及补风转换等。而近几年来新增辅助制动性能将在第七章中详细介绍给读者。

### 一、紧急制动时自动选择切除动力

当司机将大闸手把放紧急位或其它原因产生紧急制动作用时,为避免不必要的分断主断路器动作,并方便司机操作,采用有选择的自动分断主断路器。当司机控制器在 0 位(即机车无级位),紧急时不分断主断路器;而司机控制器离开 0 位(即机车有级位),紧急时自动分断主断路器。这样即简化了司机的操作手续,又可以减少主断路器的动作次数。

机车有或无级位的选择,在调压开关机车上是通过级位联锁(韶山<sub>1</sub>型为 TK<sub>1-36</sub>,韶山<sub>3</sub>型为 TK<sub>1-8</sub>)实现,而在相控机车上是通过零位中间继电器(各车型代号均不同)的常闭联锁实现。机车有级位时,级位联锁或零位中间继电器常闭联锁闭合,则紧急制动导线 804 通过闭合的联锁使主断路器分闸线圈得电,主断路器断开。反之级位联锁或零位中间继电器常闭联锁断开,切断了导线 804 与主断路器分闸线圈的通路,紧急制动时不断主断路器。

图 3-1 韶山<sub>4</sub>改型紧急电路组成

但是,当司机按压司机台上紧急制动按钮时,由于电路中无级位联锁,故按压紧急制动按钮时,各种状况下均分断主断路器。

图 3-1 为韶山<sub>4</sub>改进型机车的紧急制动时自动选择切除动力的电路原理图。

### 二、列车分离保护(附图 13、15)

列车分离保护(或称断钩保护),即列车在运行中,一旦断钩或其它原因使列车分离,除立即产生全列车各分离体的紧急制动作用外,机车制动还应自动切除列车管的风源,并自动保持紧急制动作用,确保分离体的迅速安全停车。如果断钩现象发生在具备制动重联性能的机车之间,除产生以上作用外,还应对总风缸进行压力保护(见第八章风源系统),以及对制动平均管进行压力保护(见第二章第十节重联装置)。

由于列车的分离,必因列车管软管的破损而大排风,导致列车管压力急剧下降,引起紧急阀动作排风,列车分离保护即利用紧急阀下部附加的电联锁产生相应的保护作用。

由于列车管压力急剧下降,紧急阀处于紧急制动位,紧急鞴鞴下移并压下夹心阀,开放列车管排风阀口,加速列车管的排风,同时传递杆下移顶动微动开关改变电路,使导线 838 与导线 839 连通,断钩保护电路产生作用。下面仅以韶山<sub>3</sub>及韶山<sub>4</sub>改进型为例介绍列车分离保护。括号内的线号与代号为与韶山<sub>3</sub>型机车不相同的韶山<sub>4</sub>改进型的线号与代号:

#### (一) 电路

导线 801(电源) 大闸 1(1 AC) 导线 803(813) 钮子开关 464(464 QS) 导线 838

紧急阀 95 SA

导线 839 中间继电器 451(451 KA) 得电并自锁,产生如

451(451 KA) 常开联锁

下电路转变:

1. 如为韶山<sub>3</sub>型机车, 则导线 801(电源) 大闸 1 导线 803 1 DSK 导线 853 中间继电器 451 常开联锁 导线 810 撒砂电空阀 251 得电。

如为韶山<sub>4</sub>改进型机车, 则导线 560(电源) 中间继电器 451 KA 常开联锁 导线 812 位置转换开关辅助联锁 107 QPF 或 107 QPBW 导线 810 或 820 撒砂电空阀 251 YV、241 YV 或 240 YV、250 YV 得电。

2. 如为韶山<sub>3</sub>型机车, 则

导线 803 中间继电器 451 常开联锁 导线 804 电动放风阀上紧急电空阀 392 得电  
中间继电器 451 常开联锁 二极管 260 中立电空阀 253 得电  
重联电空阀 259 得电  
排 2 电空阀 256 得电  
二极管 264 制动电空阀 257 得电

如为韶山<sub>4</sub>改进型机车, 则导线 813 二极管 261V 导线 826

中间继电器 451 KA 常开联锁 导线 804 电动放风阀上紧急电空阀 94 YV 得电  
中间继电器 451 KA 常开联锁 导线 821  
二极管 260 V 中立电空阀 253 YV 得电  
重联电空阀 259 YV 得电  
二极管 264 V 制动电空阀 257 YV 得电

3. 中间继电器 451(451 KA) 的常闭联锁断开, 切断了运转位或过充位得电的缓解电空阀 258(258 YV)、排 1 电空阀 254(254 YV) 以及韶山<sub>4</sub>改进型机车的排 2 电空阀 256 YV 电源, 使它们失电。

4. 其余未说明电空阀、中间继电器均处失电状态。

## (二) 气路与主要阀类部件

1. 撒砂电空阀得电, 机车撒砂。

2. 电动放风阀上紧急电空阀 392(94 YV) 得电, 总风通过其下阀口进入放风阀橡皮膜下方, 膜板上凸, 带动顶杆顶开夹心阀, 电动放风阀阀口开启, 增加列车管排大气通路。

3. 中立电空阀 253(253 YV) 得电, 总风通过其下阀口进入总风遮断阀鞴左侧, 遮断阀口迅速关闭, 总风遮断阀呈关闭状态, 列车管的风源被切断。

4. 重联电空阀 259(259 YV) 得电, 均衡风缸与列车管通过其下阀口沟通, 即中继阀主鞴两侧压力空气沟通, 双阀口式中继阀锁闭无动作。

5. 排 2 电动阀 256 得电(256 YV 失电), 过充风缸压力空气通过其下阀口(上阀口)快速排入大气, 即使双阀口式中继阀的过充柱塞左侧通大气, 保证双阀口式中继阀的正确锁闭。

6. 缓解电空阀 258(258 YV) 失电, 其下阀口关闭了均衡风缸充风通路。

7. 排 1 电空阀 254(254 YV) 失电, 其下阀口关闭了作用管排气口, 作用管保压。

8. 制动电空阀 257(257 YV) 得电, 无具体作用。

9. 分配阀主阀部处制动位, 工作风缸向容积室充风; 增压阀部处于开放位, 总风直接向容积室充风, 分配阀安全阀动作, 限制容积室压力为 450kPa; 均衡部处制动位, 总风向制动缸充风, 当制动缸压力与容积室压力相同, 达 450kPa 时, 均衡部处制动保压位。

## (三) 其它说明

由于导线 803 只在大闸处于过充、运转位有电, 如果采用导线 803 作为断钩保护电源, 当大闸施行常用制动时就不可能产生断钩保护作用。特别是在 DK-1 型机车电空制动机处于自

动补风位,在列车分离时,如果大闸正处于制动位或中立位,则列车管风源不会自动切除,紧急制动的作用不会被保持。韶山<sub>4</sub>改进型机车采用导线 813(大闸过充、运转、中立、制动位有电)作为断钩保护电源,使得大闸常用制动时也具备断钩保护功能,保证了列车分离后的断钩保护作用完全可靠。

断钩保护电路的正常解锁一定要在紧急阀动作完毕恢复到充气位(约 15s 以上),即紧急阀下部附加的电联锁恢复到正常位置后,再将大闸手把移放到中立位(以导线 803 为断钩保护电源的韶山<sub>3</sub>型机车)或重联位(以导线 813 为断钩保护电源的韶山<sub>4</sub>改型机车)即可解锁。

### 三、电制动与空气制动的协调配合

为使空气制动与动力制动的协调,并能充分利用动力制动功能,使列车安全而又经济地运行,KD-1 型机车电空制动机增添了电制动与空气制动的协调配合(即电空联锁)功能。

由于各型机车电空联锁的作用与原理基本相同(仅部分代号、线号不同),下面仅以韶山<sub>3</sub>型为例介绍。

#### (一)动力制动前的自动轻微制动,经 25s 后自动缓解

##### 1. 作用

为改善下坡曲线区段使用动力制动时对轨道横移的不良影响,保证运行安全可靠。当动力制动投入前能自动减压 40kPa 左右的小减压量,使全列车产生轻微制动,作用一适当时间(需根据列车长度而定,目前牵引辆数在 40~60 辆时,暂定为 25s)后,该减压量自动消除。

##### 2. 电路

(1)电源 主控制器调速手柄 1SKT 离开 0 位(此时并不给出励磁电流) 导线 314  
LC 联锁 钮子开关 465 中间继电器 453 常闭联锁 中间继电器 452 有电  
电子延时板 454 中间继电器 453

延时 25s 后中间继电器 453 常闭联锁 453 打开,使中间继电器 452 失电恢复。

(2)电源 主控制器反向手柄 1SKX 在制动位 导线 306 电空制动控制器 导线 836  
中间继电器 452 常开联锁 导线 822(为制动电空阀 257 受电作准备,即一旦中间继电器 452 得电,且均衡风缸减压,将使压力开关 209 动作,其联锁动作使导线 822 与 800 接通,电空阀 257 受电,控制均衡风缸的减压量)。

(3)由于中间继电器 452 有电,其常闭联锁断开,使缓解电空阀 258 失电,排风 1 电空阀 254 失电。

##### 3. 气路

因缓解电空阀 258 失电,使均衡风缸经其上阀口 初制风缸  
制动电空阀 257 上阀口 大气  
(一旦压力开关 209 动作,立即关闭此通路)。

该作用只能使均衡风缸减压量有一个固定值,其值大小可以看作只受初制风缸容积的影响。不论列车管定压为 500kPa 或 600kPa,保证减压量在 40~50kPa 范围内。

同时排风 1 电空阀失电,机车制动缸压力能得到保压。

经延时 25s 后,因中间继电器 453 有电使中间继电器 452 失电,其联锁相应恢复电空阀 258、254 及 257 的原有状态(即电空制动控制器运转位的正常状态)。同时初制风缸通大气,则为下一次均衡风缸减压作好准备。这就完成了一次初制动的全过程。

## (二) 动力制动不足时,可追加空气制动

前一性能并不影响空气制动的追加,是通过哪个环节来保证的呢?

因为上述初制动作用的发生,都是在司机主控制器的操纵手柄上来实现的,而电空制动控制器仍处运转位。当要追加空气制动时,则要操纵电空制动控制器,也就是移动其手柄位置。则导线 306 与 836(只有在运转位及缓解位连通)被断开,制动电空阀 257 就无法受电,同时相应的电空阀只受电空制动控制器的控制。这就保证空气制动作用的独立性。

同时该性能不受风压继电器 1FYJ 整定值机车制动缸压力 150kPa 的控制。这是通过下述电路来达到。

导线 314(因此时为电制动工况,所以有电) LC 联锁 开关 465 导线 841 二极管 270 中间继电器 453 常开联锁(在延时 25s 后,电制动工况下,中间继电器 453 得电) 排风 1 电空阀 254 得电。

电空阀 254 有电,则开放了作用管的排风口。均衡风缸的减压引起列车管减压,全列车产生制动作用,但此时对机车而言,由于作用管通大气,容积室瞬间压力不可能达到 150kPa,也即制动缸的压力决不会使风压继电器 1FYJ 动作。

这样在电制动工况下,补充车列的空气制动,既简化操纵手续,又安全可靠。

开关 465 的设置,主要是考虑不同运行区段使用电制动的要求有所不同,故不作硬性规定,根据运行需要及效果而有所选择。另外在其相应的电路故障而影响正常运行时,可进行切除。

## 四、列车折角塞门关闭的检查判断

由于我国铁路运输的特殊情况及其它种种原因,运行中关闭折角塞门的现象时有发生,由此而引起的事故是极为严重而可怕的。为避免此类事故的发生,铁路部门除制订严密的操作管理规程外,制动机本身要具备运行中易于检查列车管折角塞门是否关闭的功能。就目前情况看,制动工作者正通过多种途径向这方面积极努力并逐步实现中,如 DK-1 型机车电空制动机就初具该功能。

### (一) 作用

为在运行中检查列车管折角塞门是否关闭,确保列车的行车安全。

### (二) 操作方法

(1) 先按检查充气按钮,待列车管压力超过定压 100kPa 左右时,松开该按钮。

(2) 在松开充气按钮的同时改按检查消除按钮,直至列车管表针不下降为止。

### (三) 判别

在较短时间内,列车管恢复定压,则为列车管畅通,无关闭现象。

在一定时间内,列车管不能恢复定压(与定压差值越大,则关闭处所离机车越近),应引起警惕,并视为列车管不畅通,中间折角塞门有关闭现象,采取必要措施,确保列车的安全。

此法只能是定性的判别原则。且随牵引车辆数而有所变化。

由于各型机车该性能的作用与原理基本相同(仅部分代号、线号不同),下面仅以韶山<sub>3</sub>型为例介绍。

### (四) 电路

#### 1. 按检查充气按钮

导线 803 主台按钮开关联锁 1DSK 充气按钮 481 检查电空阀 255 有电。

## 2. 按检查消除按钮

导线 803 主台板钮开关联锁 1DSK 导线 811 大闸 2 导线 821 重联电空阀 259、中立电空阀 253 均得电。

### (五) 气路

#### 1. 检查充气

总风 检查电空阀 255 下阀口 均衡风缸,同时中继阀使列车管压力超过定压。

#### 2. 检查消除

均衡风缸 重联电空阀 259 下阀口 列车管 开通的折角塞门 后部车辆列车管。

为什么从列车管过充量的消除与否能对列车管的开通与否作出判断呢?

因为均衡风缸是一个定量容积,而列车管容积是随列车长度及开通状况而变化,且容积远比均衡风缸大。当列车管表针显示过充压力 100kPa 时,通过中继阀向列车管充气的时间很短,也即列车后部的列车管充气尚未进行(充气的初始形成了列车管在列车长度方向上的压力梯度)。一旦按压消除按钮,不仅充气作用消失,而且将均衡风缸与列车管沟通,中继阀呈闭锁状态。机车的均衡风缸过充量随列车前部列车管的过充量向后衰减。可见衰减得快即可确认列车管畅通无阻,反之,则可怀疑列车管通路受阻。

但使用时注意:

(1) 列车管过充量不宜过高,控制在 100kPa 上下。

(2) 在消除过程中,即便列车管畅通,由于受中继阀灵敏度限制,恢复到与定压完全一致也是不可能的,比定压高出 10kPa 是正常的。

(3) 对于单机,由于列车管容积小,按消除按钮只要列车管略有下降即可认为该装置作用正常。

## 五、补风转换

由于列车管的漏泄是不可避免的,其漏泄量的标准根据各国的具体情况而制订。我国目前的标准为每分钟漏泄不大于 20kPa。在制动保压过程中,列车管的漏泄量若不能得到补充,则随保压时间的延续,列车管的实际减压量会随之增加,制动缸压力也随之增大。由此可见,列车制动力是变化的,这对列车的制动操作带来不便。但由于我国目前的车辆制动机为二压力机构制动机,属于直接缓解型,不适用列车管的自动补风。在列车管减压及保压中,车辆三通阀或分配阀主鞣鞣两侧压力空气(列车管与副风缸或列车管与工作风缸)的通路被切断,由于主鞣鞣一侧列车管压力能够得到补充而保持不变,但另一侧副风缸或工作风缸压力由于漏泄而下降,当副风缸或工作风缸压力下降至与列车管的压力差达到一定值时,就会推动主鞣鞣至缓解充气位,直至完全缓解。即一旦列车管自动补风,将会使车辆制动机产生自然缓解现象,这是非常危险的。但考虑到制动机性能将会随铁路运输事业发展的需要而日臻完善,能适应列车管自动补风性能就是其中之一。为此,DK-1 型机车电空制动机设置了补风转换性能。

补风转换是通过补风转换钮子开关 463(463 QS)实现的。在不补风位时,电空制动控制器的制动、中立两位均使中立电空阀得电,继而使得中继阀的总风遮断阀关闭,切断列车管的补风源。而在补风位时,开关切断了中立电空阀电路,电空制动控制器的制动、中立两位均不能使中立电空阀得电,中继阀的总风遮断阀不关闭,列车管的漏泄能得到自动补充。

## 六、与自动停车装置的结合

DK-1 型机车电空制动机与自动停车装置的结合主要表现在两个方面:

表 3- 1 DK- 1 型电空制动机综合作用一览表

(一) 共用电动放风阀。即 DK-1 型机车电空制动机紧急制动用的电动放风阀与自动停车装置的执行部件电动放风阀共用, 实现了两者执行机构共同。

(二) 利用 DK-1 型机车电空制动机列车分离保护的控制回路确保了自动停车装置的动作准确、安全、可靠。当自动停车装置发出紧急制动电信号时, 电动放风阀迅速排风, 产生紧急制动作用, 并使紧急放风阀动作, DK-1 型机车电空制动机产生列车分离保护作用, 即切断列车管风源并自动撒砂。由于列车分离保护作用后的解锁, 需司机移动大闸手把才能实现, 这就保证了自动停车装置动作后的紧急制动作用的准确与可靠。

在导线 838 与导线 839 上的自动停车装置的常开联锁在电路中起双重保持作用, 以确保中间继电器 451(451KA) 的可靠动作。

当自动停车装置有误动作故障时, 可用钮子开关 464(464 QS) 进行切除, 以保证 DK-1 型机车电空制动机的正常工作。

为便于记忆和查核, 现将 DK-1 型机车电空制动机综合作用时各主要部件的通路列于表 3- 1。

# 第四章 操作方法及故障处理

## 第一节 DK-1 型机车电空制动机的操作方法

正确地使用机车制动机是机车操纵技术的重要内容之一,特别是对 DK-1 型机车电空制动机来说,因与一般机车空气制动机在结构、操作及性能等方面有较大的不同,因此,如何正确掌握其操作方法是个很关键的问题。下面就 DK-1 型机车电空制动机的操作方法做一般性介绍。由于各型机车的 DK-1 型机车电空制动机的部件代号及导线线号有所不同,但操作方法及内容大致相同,请读者注意。

双节重联机车(如韶山<sub>4</sub> 系列)除补充说明外,所有操作内容均应在两节机车上完成。

### 一、电空位操作

#### (一) 操作前的准备

1. 控制电源屏上的电空制动自动开关(各型机车代号均不相同)扳钮应处于闭合位。

2. 电空制动屏

(1) 客货转换阀 154 在列车管定压为 500kPa 时,打向货车位;在列车管定压为 600kPa 时,打向客车位。

(2) 电空转换阀 153 打向正常位。

(3) 开关板 502 上的三个钮子开关 463 QS、464 QS、465 QS 均应扳钮朝下,处闭合位(开关 463 QS 因目前尚未使用适应阶段缓解的车辆制动机,不宜朝上处补风位,而应朝下处不补风位,开关 464 QS、465 QS 则在相应的电路故障或段内另有规定时,可分别朝上处切除位)。

(4) 调整均衡风缸调压阀 55,使其输出压力为列车管定压(以司机台的列车管压力表显示值为准)。

3. 机车上与制动机系统有关塞门,除无火塞门 155 和分配阀缓解塞门 156 关闭外,均应开通。

4. 空气制动阀上的电空转换扳键均打向电空位。非操纵端(或非操纵节)电空制动控制器手把在重联位、空气制动阀手把在运转位分别取出后,置于操纵端(或操纵节)电空制动控制器、空气制动阀相应的位置中。

5. 调整空气制动阀下方单独制动调压阀 53(或 54),使其输出压力为 300kPa(以司机台的制动缸压力表显示值为准)。

6. 如设置制动重联装置,还应将重联转换阀 93 打向本机位(双节重联机车的非操纵节机车的重联转换阀应打在补机位,还应开通两节机车间的列车管、总风联管与平均管)。

完成上述各项准备工作,且风源系统工作正常,并对制动机进行规定的机能检查后,即可用电空位操作。

#### (二) 操作中的注意事项

1. 操纵电空制动控制器可对全列车进行制动与缓解;操纵空气制动阀可对机车进行单独

制动与缓解。

2. 电空制动控制器紧急制动后, 必须手把停留 15s 以上回运转位(或过充位)才能缓解全列车(或车辆)。

3. 电空制动控制器在运转位(或过充位、中立位、制动位)时, 由于其它原因引起紧急制动作用后, 需经 15s 以上, 手把移至重联位(或紧急位)再回运转位(或过充位)才能缓解列车(或车辆)。

4. 如为双节重联机车, 如果非操纵节机车制动机处于空气位或处于电空位但无电空制动电源, 还应将非操纵节机车中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115 关闭。

上述 2、3 项操作, 在运行中应严格执行《机车操作规程》, 在列车停稳后, 调查引起紧急的原因并作出相应处理才能进行缓解。

## 二、空气位操作

### (一) 操作前的准备

1. 将操纵端(或操纵节)空气制动阀上的电空转换扳键后移至空气位, 并将手把移至缓解位。

2. 将操纵端(或操纵节)空气制动阀下方单独制动调压阀 53 调整其输出压力为列车管定压(以司机台的列车管压力表显示值为准)。

3. 将电空制动屏上的电空转换阀 153 由正常位转向空气位(如为双节重联机车只需转换操纵节机车的电空转换阀)。

上述第 3 项操作, 在一般的机能检查时可不必进行, 但在运行途中, 必须转向空气位。完成上述各项转换准备工作后, 即可用空气位操作。

### (二) 操作中的注意事项

1. 操纵空气制动阀可对全列车进行制动和缓解, 单缓机车则要下压其手把。

2. 电空制动控制器应将手把放运转位。

3. 需紧急制动时, 可按压紧急按钮或开放手动放风阀, 并同时空气制动阀手把移放制动位。

4. 因列车管有补风作用, 空气制动阀减压后放中立位保压时, 要注意监视列车速度的变化, 防止长时间保压时的车辆制动机自然缓解。

5. 如为双节重联机车, 如果非操纵节机车制动机处于空气位或处于电空位但无电空制动电源, 还应将非操纵节机车中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115 关闭。

因空气位的制动机性能不齐全, 不能长期使用, 但可作为制动机电路部分故障时的一种维持运行的补救操作措施, 因此在操作时必须格外注意, 做到正副司机密切协调, 方能确保行车的安全。

## 三、重联操作

当机车作为本务机车运行时, 制动机操作方法与上述电空位或空气位操作相同。但当机车作为补机运行时, 因机车制动机应受本务机车操作, 因此应根据不同情况做不同的处理。下面分三种类型介绍重联补机的操作转换。

### (一) 未装用制动重联装置的重联操作

1. 将操纵端电空制动控制器手把置重联位(或取出), 空气制动阀手把置运转位(或取出)。

2. 开放分配阀缓解塞门 156。

3. 如制动机处于空气位或处于电空位但无电空制动电源, 还应将中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115 关闭。

(二) 装有制动重联装置, 且重联机车之间平均管、总风联管、列车管均开通

1. 将两端(或两节机车)电空制动控制器手把置重联位(或取出), 空气制动阀手把置运转位(或取出)。

2. 将重联转换阀 93 打向补机位(双节重联机车的两节机车重联转换阀均应打向补机位)。

3. 如果制动机处于空气位或处于电空位但无电空制动电源, 应将相应机车中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115 关闭。

(三) 装有制动重联装置, 但重联机车间平均管与总风联管没有开通

1. 将两端(或两节机车)电空制动控制器手把置重联位(或取出), 空气制动阀手把置运转位(或取出)。

2. 开放分配阀缓解塞门 156, 重联转换阀 93 打向本机位。如为双节重联机车只需开放重联操纵节的分配阀缓解塞门, 而重联非操纵节的重联转换阀应打向补机位。

3. 如果机车制动机处于空气位或处于电空位但无电空制动电源, 应将相应机车中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115 关闭。

#### 四、退乘操作

1. 切断电空制动电源。

2. 关闭风源系统中的总风缸塞门 111、113。

#### 五、无火回送

1. 关闭中继阀座下方的中继阀列车管塞门 115。

2. 空气制动阀上的电空转换扳键打向电空位。

3. 开放分配阀缓解塞门 156 和无火塞门 155。如设置了重联转换阀, 其工作位置与本务机车相同。

4. 关闭风源系统中的总风缸塞门 112。

5. 调整机车分配阀安全阀, 使其整定值为 180 ~ 200kPa。

如为双节重联机车, 以上各项操作转换均应在两节机车上完成。

#### 六、检查按钮的使用

在制动机处于电空位, 且电空制动控制器处于运转位时, 可使用检查按钮检查列车管折角塞门的开通状态。

(一) 先按压检查充气按钮, 待列车管压力超过定压 100kPa 左右时, 松开该按钮。

(二) 在松开检查充气按钮的同时, 改按压检查消除按钮, 直至列车管表针压力不下降为止。

在较短时间内, 列车管恢复定压, 则为列车管畅通; 如果一定时间内, 列车管不能恢复定压, 视为列车管不畅通, 应引起注意, 并采取必要措施, 确保列车的安全。

---

不包括早期韶山<sub>4</sub>型(SS<sub>4</sub>0159号前)电力机车。

## 七、电-空联锁的使用

在制动机处于电空位,电空制动控制器处于运转位,且电空制动屏上开关板 502 上的电-空联锁选择钮子开关 465 处闭合位(扳钮朝下)时,可使用电-空联锁。

一次电空联锁结束,且调速手柄回 0 后,如需再一次实现电-空联锁,应在列车管充风完毕后进行。

电-空联锁作用时,空气制动经 25s 自动缓解后,电阻制动力不足时,在列车管充风完毕后,再用电空制动控制器施行列车空气制动,这时机车制动缸压力能自动缓解。

## 八、新增辅助性能的使用

由于 DK-1 型机车电空制动机具有电信号传递控制指令及其积木式结构,使之方便的与机车其它系统进行配合,现已新增列车电空制动、空气电阻联合制动及列车监控装置的配合等辅助功能。这些辅助功能的使用与操作方法见第七章内容。

# 第二节 DK-1 型机车电空制动机的故障处理

DK-1 型机车电空制动机经过多年来的装车及运行实践,组装、运用及维修各部门已积累了不少故障处理的经验,在这里仅介绍部分故障及其处理方法供读者参考。

### 一、故障分类

由于 DK-1 型机车电空制动机与一般机车空气制动机在结构、性能及操作方法等方面有着较大的不同,故障的性质与特征也不相同,造成故障的原因也较为复杂,一般可分为控制电路、阀类部件、管路及连接部分及操作不当这四个方面的故障。

#### (一) 控制电路故障

DK-1 型机车电空制动机的操纵与转换控制系统是采用电控方式,因此常会出现一些控制电路故障。例如:接线头、插座、插头的虚接和电子元件的虚焊,二极管及压敏电阻的击穿会造成控制功能的错误;而开关接点不良,继电器卡位及触头接触不良、线圈断路,电空阀线圈断路和控制导线的短路、接地等则会造成执行部件不动作。

#### (二) 阀类部件故障

在 DK-1 型机车电空制动机中,阀类部件的故障会直接影响到气路的作用。这类故障大多是发生在阀类部件内的滑动件上。例如:由于缺少油脂润滑,各种鞣鞣和分配阀的滑阀、节制阀会出现卡滞,造成风路不能沟通;由于动作频繁和老化等原因,弹簧件会失效,影响阀类部件的正常动作,橡胶件会出现龟裂造成串风和漏风,使阀类部件不能动作或性能下降。同样阀类部件内的小孔堵塞也会影响阀类部件的作用。

#### (三) 管路及连接部分故障

这类故障的现象一般比较明显,主要表现在堵塞和泄漏,也有部分阀座内部暗孔内泄引起的串风。例如:具有排水、滤清作用的部件因有污物或冬天积水结冰可能会出现堵塞,管道内部混合的机械杂质会在管道弯曲部分及变径处造成堵塞,而风管接头和部件安装面则常会发生泄漏现象。

#### (四) 操纵不当造成的故障

DK-1 型机车电空制动机是一个比较复杂的系统,司机在使用机车前,必须全面学习并掌握 DK-1 型机车电空制动机的功能与作用,并按照制动机的操作方法来操纵机车,如果违反操作方法或操作不当,也会使制动机出现故障。例如:塞门开闭不对,重联装置位置不对,非操纵端电空制动控制及空气制动阀的手把位置不对,都将会使制动机不能正常工作。

## 二、故障处理方法

(一)首先,必须熟悉 DK-1 型机车电空制动机的控制电路和空气管路,而且要熟悉各部件的内部结构、作用原理和制动机的操作方法,以便快速、准确地判断故障。

(二)对机车制动机所出现的故障大致判断一下,按分类方法将故障分类。例如:通过观察电空阀、压力开关动作是否正常可以把故障区分成电路或气路故障。

(三)对每一种故障现象,可以根据经验从最易发生故障的地方入手查找并处理故障;也可以根据分析,并按照电路或气路顺序一处一处查找并处理故障。

## 三、操作运用故障

### (一)电空制动控制器放运转位

#### 1. 三针一致,过量供给

原因:

- (1)255 检查电空阀下阀口漏;
- (2)操纵端充气按钮作用不良。

处理:

- (1)更换 255 检查电空阀。
- (2)检测充气按钮。

(3)运用中除特殊情况需立即停车处理外,一般均应维持运行。维持运行中需要减压时,累计减压量不能超过 140kPa,要利用线路纵断面采用电阻制动配合使用,直至到达前方停车站停车后处理:关闭 157 塞门;转换扳键置空气位。

当车辆压力已过量至 900kPa 时,可分两步消除:

停车后追加减压至 260kPa,待全列排风停止。可将空气制动阀用的调压阀调整至 700kPa 再缓解。

待全列充满风后,两次施行减压 140kPa,待全列排风停止,再将空气制动阀用的调压阀调整到列车管定压,空气制动阀放缓解位,车辆即可缓解。

#### 2. 均衡风缸与列车管均无压力

原因:

- (1)电源开关未合;
- (2)电-空转换扳键未在电空位;
- (3)紧急阀及电联锁故障;
- (4)缓解电空阀故障。

处理:

- (1)电空制动控制器在各位置均不能工作,则恢复电源开关。
- (2)空气制动阀移缓解位,均衡风缸有压力上升,但不能达定压,则转换扳键至电空位。
- (3)断开 464 开关即恢复充风。检查紧急阀及电联锁,一时无法修复,即应断开 464 开关。

(4)手按 258 缓解电空阀头部,即能恢复充风。检查 258 电空阀,一时无法修复,转空气位操纵。

### 3. 均衡风缸有压力,列车管无压力

原因:

- (1)253 中立电空阀下阀口未复位或被异物垫住;
- (2)中继阀遮断阀卡,不复位。

处理:

(1)电空制动控制器手柄置中立位 2~3 次,看是否能恢复正常,若运转位 253 中立电空阀继续排风不止,关闭 157 塞门,转换至空气位操纵。检测更换 253 中立电空阀。

(2)转空气位操纵后,列车管仍无压力,拆检遮断阀,一时修不好,抽出遮断阀,维持运行,到段检修。

### 4. 制动后中立位移运转位,均衡风缸不充风

原因:

- (1)258 缓解电空阀接线松脱或 803 线无电;
- (2)203 止回阀固着或过风慢;
- (3)157 塞门关闭。

处理:

(1)检查 258 缓解电空阀接线及 803 线。运行中可手按充气按钮,当均衡风缸压力达到列车管规定压力时即松手(注意此时不得按消除按钮),或转空气位操纵。

(2)抽出 203 止回阀清洗,并吹扫管路。运行中处理同(1)项。

(3)恢复 157 塞门至开位。

### 5. 列车管表针来回摆动,有大排气声

原因:

- (1)紧急阀或电动放风阀排风口未关死;
- (2)中继阀排风口关闭不严。

处理:

(1)电空制动控制器手柄在运转与紧急位间来回移动几次,仍未见效。则关闭相应的塞门 116 或 117,故障排除,即为相应部位的故障,维持运行。当 117 塞门关闭后,采用手动放风阀(轱阀)来紧急制动。

(2)同上处理,仍有排风声,则维持运行。但需注意制动后保压时的列车管压力变化。

### 6. 均衡风缸及列车管压力升压缓慢

原因:

- (1)中继阀主膜板破;
- (2)二极管 263、264 同时击穿;
- (3)259 重联电空阀卡漏。

处理:

(1)电空制动控制器放制动位不减压,拆检中继阀。运行中则用手动放风阀减压,待停车后拆中继阀,抽出供风阀,维持运行。

(2)充风先快后慢。转空气位恢复正常,则可切除 264 二极管(断开 800~264 接线),维持运行。

(3)转空气位操作正常。则确认 259 重联电空阀故障,检修此阀。运行中,则转空气位操作。

(二)电空制动控制器放中立位

7.初放中立位,就有初制动减压量

原因:

(1)209 压力开关故障;

(2)263 二极管断路。

处理:

(1)检查 258 缓解电空阀是否得电;短接压力开关 209 联锁则恢复正常,即可确认该压力开关故障。运行中遇该故障,仍维持运行,注意初放中立位即有减压,其余均正常。

(2)判断方法同上,可短接 263 二极管,可继续运行。但注意此时无初制动作用。

8.制动后中立位,均衡风缸压力继续下降

原因:

(1)某端空气制动阀转换柱塞第二道 O 形圈漏;

(2)257 制动电空阀上阀口不严;

(3)二极管 262 断路。

处理:

(1)检查调压阀 53(54)溢流孔,判断泄漏端。操纵端 O 形圈漏,可在减压后放中立后,将电空扳键转至空气位,空气制动阀回运转位后,扳键再扳回电空位即可缓解。非操纵端 O 形圈漏,则须转至空气位运行。

(2)更换 257 制动电空阀,或转空气位操纵。

(3)电空制动控制器放制动位过量减压后能自动保压。则可短接 800- 807 线,维持运行。

9.制动后移中立位,均衡风缸保压,列车管压力下降

原因:

(1)中继阀排风口不严;

(2)列车管系及折角塞门泄漏。

处理:

(1)更换中继阀排风阀胶垫。运用中可轻击中继阀体,停车时用最大减压量排风,以吹落排风口异物,维持运行。

(2)检修列车管各接头并研磨折角塞门。运用中维持运行,到段检修。

10.制动后移中立位,有较大回风

原因:

(1)259 重联电空阀及 258 缓解电空阀下阀口不严;

(2)二极管 264 击穿。

处理:

(1)减压后移重联位,仍有回升现象,则判为 258 电空阀故障,反之则为 259 电空阀故障。更换不良电空阀。运行中,则均需转至空气位操纵。

(2)查该位 259 重联电空阀是否得电,若得电,则断开 800- 821 线维持运行,到段更换。

11.制动后回中立位,均衡风缸及列车管又恢复定压

原因:

(1)258 缓解电空阀故障;

(2)压力开关 209 故障。

处理:

(1)观察回升定压缓解,则为电空阀口漏,拆检电空阀。运用时则应转空气位。

(2)若 258 电空阀得电,则应断开其联锁,维持运行(注意此时初放中立位即有初制动作用);若减压缓慢,且回中立位有缓慢回升,则为压力开关膜板小破故障,转空气位运行,回段拆检压力开关。

12. 减压后回中立位,制动缸不保压

原因:

(1)254 排风 1 电空阀故障;

(2)分配阀故障。

处理:

(1)查 254 电空阀排风口有排风声,在单机运行时必须将该阀进风口堵死,维持运行。此时单缓用手压缓解。

(2)查 254 电空阀及作用管系、工作风缸均不漏,则维持运行,需保持机车制动力时可推空气制动阀至制动位,回段检修分配阀。

(三)电空制动控制器放制动位

13. 均衡风缸不减压

原因:

(1)260 二极管击穿;

(2)压力开关膜板破损;

(3)258 缓解电空阀下阀口未关闭。

处理:

(1)查 259 重联电空阀得电,则拆除 260 二极管,维持运行。

(2)查 257 制动电空阀有排风声,但压力不降。当关 153 塞门后正常,即判为压力开关膜板破损故障,转空气位运行,回段检修。

(3)查 257 电空阀正常;而无排风声,拆检 258 缓解电空阀。运行时则转空气位操纵。

14. 有初制动减压后,不能继续减压或减压缓慢

原因:

(1)257 制动电空阀排风口有脏物堵;

(2)非操纵端转换扳键在空气位;

(3)208 压力开关在最大减压量动作后不恢复。

处理:

(1)查 257 电空阀排风口,有少量排风甚至不排风,则拆检该电空阀座处缩堵。

(2)查 257 电空阀受电,且只有初制减压量,应恢复非操纵端转换扳键至电空位。

(3)检查 208 压力开关状态,未达其动作值时,其芯杆应处高位。反之,拆检该压力开关。

上述故障在运用中均应转至空气位操作。

15. 列车管减压 80 ~ 100kPa 左右起紧急

原因:

(1)紧急阀 95 的缩堵、中之任一半堵;

(2)初制动缸及 257 电空阀缩堵  $d_4$ 、 $d_3$  中任一缩堵孔变大。

处理:

(1) 清洗检查紧急阀空心阀杆。运用中则关闭 116 塞门维持运行。此时在拉手动放风阀或列车分离时无保护作用, 应随时注意列车管的压力变化。

(2) 此故障一般均在调试过程中出现。由于缩堵  $d_3$ 、 $d_4$  变大, 使均衡风缸减压速率过快。拆检相应缩堵。

(四) 电空制动控制器放紧急位

16. 列车管不排风

原因:

(1) 风路管系中, 塞门 117 或 158 其中之一关闭;

(2) 电动放风阀 94 橡皮碗破;

(3) 804 线无电或紧急电空阀故障。

处理:

(1) 查塞门是否关闭, 是处关闭位, 恢复即可;

(2) 在紧急位可听到大的排风声, 总风压力下降, 但列车管未见下降。则更换该阀橡皮碗;

(3) 查紧急电空阀无电, 则即为该故障。查线或拆检该电空阀。

运行中需紧急停车时, 可使用手动放风阀排风实现紧急制动作用。

17. 列车管压力降不到零

原因:

(1) 253 中立电空阀故障;

(2) 中继阀遮断阀关不住。

处理:

列车管压力下降先快后慢, 且有回升, 并伴有大的排风声。拆检 253 电空阀或中继阀遮断阀。途中则维持运行, 遇非常情况应提前采取措施。

18. 制动缸压力升至 400kPa 的时间大于 5s

原因:

分配阀总风通增压阀缩孔 偏小或增压阀弹簧反力偏大。

处理:

查作用管及制动缸管系无大漏, 则可判为该分配阀故障。检修相应的部件或更换。不影响正常运行。

19. 制动缸压力单缓不到零

原因:

(1) 分配阀总风通增压阀缩孔 偏大;

(2) 空气制动阀作用管通路变窄或增压阀柱塞不灵活。

处理:

该故障一般在调试中发现, 对运行不影响。若升压时间过快, 即系(1)项; 在升压时间正常时, 则判为(2)项故障。拆检相应的部件即可。

(五) 电空制动控制器放过充位

20. 列车管无过充量

原因:

(1) 252 过充电空阀故障;

(2)过充风缸无缩堵。

处理:

(1)查 252 电空阀,手压该阀有列车管过充量检修该阀;

(2)能听到过充风缸有大排风声。应安装缩堵。

该故障均不影响正常运行。但无过充性能,在长大下坡道区段运行时当特别注意。

21. 列车管过充量追踪总风压力

原因:

(1)中继阀过充鞴鞴漏;

(2)操作失误。

处理:

(1)均衡风缸压力上升快于列车管压力。拆检该鞴鞴,更换 O 形圈。

(2)一般系过充压力未消除前,误将电空制动控制器手柄放重联位。从而引起列车管追踪总风压力。注意操作规程。

运行时仍可维持,处理方法同“三针一致”故障。

(六)电空制动控制器紧急位回运转位

22. 列车管不充风

原因:

(1)电空制动控制器手柄未放中立位解锁或紧急位停放时间太短;

(2)紧急阀 95 下部联锁开关 469 未回正常位,中间继电器 451 不失电。

处理:

(1)属操作不当,严格按操作规程。

(2)将钮子开关 464 置切除位,可继续运行。但此时已无列车分离保护作用,要引起注意。回段后及时更换 464 联锁开关。

23. 254 排风 1 电空阀排风不止

原因:

(1)分配阀主阀节止阀漏;

(2)分配阀增压阀卡住未复位。

处理:

将电空制动控制器移放中立位,查列车管压力下降,为(1)项故障;列车管压力不降,且制动缸压力上升,则为(2)项故障。可维持运行,但注意电空制动控制器制动时,应及时单缓小闸。到段拆检相应部件。

(七)电空制动控制器过充位回运转位

24. 过充量不消除

原因:

(1)252 过充电空阀不复位;

(2)过充风缸排风缩堵被脏物堵。

处理:

查过充风缸无排风声,则属(2)项故障;过充风缸排风正常,且排风不止,应属(1)项故障。拆检相关部件。运行不影响,注意把握减压量即可。

(八)电空制动控制器放重联位

## 25. 均衡风缸不保压

原因:

259 重联电空阀故障或二极管 264 开路。

处理:

更换相关部件。运用时,本务机车不受影响;担当补机时,出现该故障时必须关 115 塞门。

(九) 电空制动控制器运转位,空气制动阀制动位

## 26. 制动缸无压力

原因:

(1) 分配阀均衡鞣鞣破;

(2) 空气制动阀电联锁故障, 257 电空阀无法得电;

(3) 254 排风 1 电空阀故障;

(4) 分配阀缓解塞门 156 未关。

处理:

(1) 电空制动控制器紧急位制动缸有压力,但不保压。而空气制动阀在制动位无制动缸压力,则应拆检分配阀均衡部,更换橡胶皮碗。

(2) 查 254 电空阀未得电,有排风声。且 834 线无电。应拆检空气制动阀之电联锁。

(3) 查 254 电空阀未得电,但 834 线有电。应拆检 254 电空阀。

(4) 查分配阀缓解管处有排风声,则关 156 塞门。

以上故障均可维持运行,到段检修。但机车制动缸无压力。若单机运行,则应转空气位操纵。

(十) 电空制动控制器运转位,空气制动阀中立位

## 27. 制动缸不保压

原因:

(1) 空气制动阀柱塞 O 形圈损坏;

(2) 分配阀均衡阀关闭不严。

处理:

查空气制动阀处有小排风声,则为空气制动阀故障,应拆检其作用柱塞;若在均衡部有排风声,则拆检分配阀均衡阀。均可维持运行。

(十一) 空气位操纵

## 28. 空气制动阀缓解位,不充风

原因:

(1) 空气制动阀转换扳键不到位;

(2) 二极管 264 击穿。

(3) 257 制动电空阀故障

处理:

(1) 扳动转换扳键数次,确认位置正常,即可操作。

(2) 查 259 重联电空阀得电,则可断 821- 800 线维持运行。

(3) 在未将转换阀 153 转至空气位时,该项会引起故障。当故障转换时已转 153 至空气位,则 257 电空阀故障不影响空气位操作。

## 29. 空气制动阀制动位,均衡风缸排风慢

原因:

空气制动阀均衡风缸排风口被堵。

处理:

查空气制动阀前方排风口排风不正常,可维持运行,到段拆检该排风缩堵。

(十二) 其它

30. 检查按钮。充气按钮按压后,消除按钮不起作用,列车管压力追踪总风压力。

原因:

255 检查电空阀故障。

处理:

查均衡风缸压力上升先于列车管压力。则应拆检该电空阀。运行中,可转空气位操作。

31. 断主断路器发生紧急制动作用

原因:

系隔离二极管(韶山<sub>1</sub>型机车为 397 二极管、韶山<sub>3</sub>型机车为 2 GZ、韶山<sub>4</sub>型机车为 504 BG)击穿。

处理:

更换该隔离二极管。运行时,可断开相应的导线(韶山<sub>1</sub>型- 721 线;韶山<sub>3</sub>型- 920 线;韶山<sub>4</sub>型- 912 线)

32. 电-空联锁:调速手柄离开 0 位,均衡风缸无初制动减压

原因:

(1) 机车控制电路故障;

(2) 中间继电器 452 故障;

(3) 二极管 264 击穿。

处理:

(1) 查电-空联锁引入线(韶山<sub>1</sub>型- 399 线;韶山<sub>3</sub>型- 855 线,韶山<sub>4</sub>型- 462 线)无电。则检查机车控制电路。

(2) 查 452 继电器未动作,更换 452 继电器。

(3) 查 259 重联电空阀有电,拆检该二极管。

运行途中,不影响其它功能,可继续运行。

33. 电-空联锁延时后,均衡风缸压力不自动恢复

原因:

继电器 453、454 其中任一有故障。

处理:

查继电器 453 有电未吸合,属该继电器故障;查该继电器无电,则属继电器 454 的故障,拆检相应继电器。运行中,只需将钮子开关 465 打向切除位即可照常运行。

34. 使用电阻制动,出现往复初制动减压量

原因:

(1) 继电器 454 中晶闸管误触发;

(2) 风道继电器动作不稳定。

处理:

(1) 更换继电器 454。运行中将 465 开关转切除位。

(2)运行中将风道继电器的故障开关打向故位(韶山<sub>1</sub>型-开关 276、韶山<sub>3</sub>型-2FJK)。

#### 四、主要零部件故障

##### (一)电空阀

###### 1. 253 中立电空阀

现象:

(1)电空制动控制器运转位,该电空阀不失电,或卡位,使电空位或空气位,列车管均不能充风。

(2)制动位时,253电空阀不得电。相当于有补风功能。

处理:

(1)关塞门 157,以排尽屏柜中总风余风,以使中继阀遮断阀复位。或敲打遮断阀体,使其复位。均无效时,则应抽出遮断阀,以维持运行,回段更换。

(2)在其它电空阀作用良好时,可不必处理,继续运行。但须注意此时属补风运行,掌握好制动时机。

###### 2. 254 排风 1 电空阀

现象:

(1)该阀不失电或卡住漏泄,机车不能制动;

(2)该阀不吸合,机车不缓解。

处理:

(1)运行中,若非单机运行,则可不必处理。需单机制动时,可推空气制动阀至制动位,以保持一定的制动力。在单机运行时,为确保安全,必须处理。可在 254 电空阀座后加胶皮等以堵住排风口。机车单缓可用手压空气制动阀手把即可。

(2)可不必处理,但需随时观察制动缸压力,及时用空气制动阀缓解位或下压手把缓解机车制动缸压力。

###### 3. 255 检查电空阀

现象:

(1)255 电空阀不得电;

(2)255 电空阀不失电或卡住漏泄。

处理:

(1)该故障不影响正常运行,但不能检查列车管的开通状态。应在前方停车站或牵引转下坡道运行时提前试闸,确保安全运行。

(2)该项处理方法见前述“操作运用故障”中第 1 条。

###### 4. 256 排风 2 电空阀

现象:

(1)256 电空阀不得电。双机牵引时,故障机车重联,当手柄从过充位移回重联位后,出现过量供给,使本务机的中继阀排风不止。

(2)256 电空阀不失电或卡住漏泄。过充位无过充压力。

处理:

(1)关故障机车的 115 塞门;

(2)不影响机车运行,回段检修。

## 5. 257 制动电空阀

现象:

- (1) 电空制动控制器制动位 257 电空阀不失电, 均衡风缸只有初制动减压量 40kPa 左右;
- (2) 电空制动控制器中立位 257 电空阀不得电或卡位漏泄, 使列车管压力继续下降。

处理:

- (1) 该故障处理方法见前述“操作运用故障”中的第 14 条;
- (2) 将转换阀 153 置空气位, 由空气位运行。

## 6. 258 缓解电空阀

现象:

- (1) 电空制动控制器运转位、过充位 258 电空阀不得电。均衡风缸不充风;
- (2) 258 电空阀失电后下阀口关不严, 制动后中立位保不住压, 均衡风缸回风。

处理:

- (1) 一般均应转空气位运行;
- (2) 如列车管压力保持不变, 可不作处理。若列车管跟随上升, 应转空气位操纵, 回段检修。

## 7. 259 重联电空阀

现象:

(1) 259 电空阀不失电或下阀口漏泄。在运转位挂 10 辆以上时充不起风; 制动时均衡风缸压力下降非常缓慢, 甚至均衡风缸只排风而压力不下降。

(2) 259 电空阀不吸合。若在机车重联时, 作为补机有此故障的同时, 中继阀遮断阀在开位不复位, 将造成本务机车减压补机充风的险性后果。

处理:

- (1) 转空气位操作;
- (2) 在单机牵引列车时, 不影响运行。可不作处理。在重联牵引时, 补机必需关 115 塞门。

## 8. 电空阀内部故障

在确认系统故障的原因是由电空阀引起时, 如何判别电空阀自身的故障, 是至关重要的。

现象:

- (1) 有电不吸合, 手压动铁心后性能正常;
- (2) 无电时, 排风口有排风声;
- (3) 有电时, 排风口有排风声;
- (4) 手压动铁心无行程或下压后不回弹。

处理:

- (1) 系线圈断线或烧损, 更换。
- (2) 系下阀门漏。拆检下阀门, 若有脏物垫住, 则清理即可; 如阀门拉伤或阀座缺陷, 则更换相应部件。在更换时需注意控制阀门行程。

(3) 系上阀门漏。拆检方法同上。

(4) 系组装不当或阀门及阀杆选配不当。重新组装并检查行程。

### (二) 二极管或压敏电阻

#### 1. 260 二极管及 269 压敏电阻

现象:

- (1) 击穿。单机列车管减压缓慢, 挂车后只听均衡风缸排风声, 而压力不见下降。

(2)开路。无任何不良现象。

处理:

(1)其处理方法同前述“操作运用故障”中的第 13 条;

(2)可暂不作处理, 继续运行, 回段换修。

2. 261 二极管及 265 压敏电阻

现象:

(1)击穿。电空制动控制器紧急位在无级位时也跳主断路器;

(2)开路。当无级位时, 捅紧急按钮只跳主断路器, 而不能产生紧急制动作用。

处理:

(1)更换相应零件。不影响制动机正常使用, 运行中可不作处理;

(2)须加强正、副司机的配合协调, 遇有紧急情况, 必须提前采取措施或用手动放风阀排风。

3. 262 二极管及 266 压敏电阻

现象:

开路。电空制动控制器制动后中立位不保压, 均衡风缸压力继续下降。

处理:

转空气位操作, 继续运行, 回段检修。

4. 264 二极管及 268 压敏电阻

现象:

开路。电空制动控制器放重联位, 均衡风缸、列车管压力排零。

处理:

单机牵引时可不作处理, 继续运行, 回段换修。机车重联时, 补机需关 115 塞门。

5. 263 二极管及 267 压敏电阻

现象:

开路。电空制动控制器初放中立位, 即有初制动减压量 40kPa 左右。

处理:

该故障对运行影响不大, 可不作处理维持运行, 但操纵时需注意初放中立位无准备阶段乘务员要掌握好制动时机。回段检修。

(三)分配阀

现象:

(1)保不住压, 制动缸压力上涨;

(2)保不住压, 制动缸压力下降;

(3)均衡部排风不止;

(4)制动位制动缸无压力;

(5)制动缸压力追踪上升至总风压力。

原因及处理:

(1)节制阀漏。拆检节制阀。

(2)滑阀漏。检修滑阀。

(3)均衡阀或空心阀杆端部缺陷。拆检均衡部。若表面缺陷不严重。可用细砂纸磨平均衡阀或修磨空心阀杆。

(4)均衡部膜板破损。拆检更换。

(5)增压阀不复位或 O 形圈漏。拆检增压阀。

#### (四)中继阀

现象:

(1)均衡风缸有压力,列车管无压力或压力不上升;

(2)排风口一直有排风声;

(3)过充时,均衡风缸压力上升,列车管追踪总风压力。

原因及处理:

(1)遮断阀卡。拆检遮断阀;主膜板破损。在确认遮断阀正常时属此故障,更换主膜板;

(2)排风阀关闭不严。阀口脏物垫、阀面或阀口破损、阀挡圈断。更换相应部件;

(3)过充鞴 O 形圈损坏,产生漏泄,使均衡风缸过充。停止使用过充位。更换 O 形圈。

# 第五章 试 验

机车制动机的试验,要求是严格的。在整机装车前,各主要部件均应在专用试验台上按技术条件逐项试验,不合格者不得装车。机车出厂时应进行全面综合性试验。对于运用部门的日常检查、中检及定修检查等各有不同的试验要求。

## 第一节 DK-1 型机车电空制动机试验台

试验台是检验制动机整机及部件性能的重要手段。为此,要求试验台本身有良好的性能和高质量的制造水平。一般要求试验台具有整体性及完全性,也就是要求能对被试件的全部性能进行测试,即某一种制动机就要求配备相应的该制动机的试验台。

目前,在各机车厂及各机务段针对 DK-1 型机车电空制动机,研制或采用了不同类型的试验台来满足他们的需求,其中有些试验台仅能进行 DK-1 型机车电空制动机的综合性能试验。下面仅对通过铁道部鉴定的 DK-1 型机车电空制动机试验台进行介绍。

### 一、DK-1 型机车电空制动机试验台的构造及主要技术参数

DK-1 型机车电空制动机试验台是专供 DK-1 型机车电空制动机综合性能测试及其空气制动阀、109 型分配阀、中继阀、遮断阀、紧急放风阀、电动放风阀、压力开关、电空阀、电空制动控制器和电空制动屏等的试验设备。

凡新造或修理的 DK-1 型机车电空制动机,必须经过本试验台测试,确认合格后方可装车使用。

DK-1 型机车电空制动机试验台由空气台和电气台两大部分组成,两者用电线及管路相连。

#### (一) 空气台

空气台由操纵阀、压力表、安装部、控制阀、排风控制阀、排风阀、风缸、风动风门、调压阀、限压阀、泄漏指示器、台架及附属装置等组成。其原理图见图 5-1。

#### 1. 操纵阀

该阀的作用是模拟列车管的充气 and 排气速度,以检查各主要部件的作用性能。其结构为手把式回转滑阀,管座分别与总风缸、列车管及大气相通。共设有七个作用位置。

操纵阀属通用型,只是根据不同制动机的性能要求,其孔径有所不同。现将各位置的用途和充排气时间标准列于表 5-1。位置排列为逆时针方向。

表 5-1 操纵阀各位置用途和充排风时间表

位 置	1	2	3	4	5	6	7
孔径(mm)	6.4	0.6		0.45	0.85	2.5	3.65
技术 要求	压力变化(kPa)	50 150		500 440	500 400	500 300	500 200
	时间(s)		50~52		55~65	18~20	6~7
用 途	快充气	慢充气	保压试验	稳定性试验	制动灵敏度试验	制动安定试验	紧急制动试验

图 5- 1 DK-1 型机车电空制动机试验台管路原理图

- |                            |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1——切断总风缸到分配阀的通路；           | 26——切断压力开关膜板下部到操纵阀的通路；             |
| 2——切断总风缸到遮断阀的通路；           | 27——切断中继阀均衡风缸管到操纵阀的通路；             |
| 3——切断遮断阀到中断阀的通路；           | 28——切断空气制动阀均衡风缸 3 号管到均衡风缸的通路；      |
| 4——切断总风缸到中继阀的通路；           | 29——切断空气台总风缸到制动屏总风的通路；             |
| 5——切断总风缸到制动屏总风管的通路；        | 30——切断空气台均衡风缸到制动屏均衡管的通路；           |
| 6——切断操纵阀到列车管容量风缸的通路；       | 31——切断空气制动阀作用管 2 到制动屏作用管的通路；       |
| 7——切断操纵阀到紧急阀列车管的通路；        | 32——切断空气台过充风缸到制动屏过充管的通路；           |
| 8——切断分配阀列车管到列车管容量风缸的通路；    | 33——作用风缸排气控制阀；                     |
| 9——切断电动放风阀到列车管容量风缸的通路；     | 34——过充风缸排气控制阀；                     |
| 10——切断中继阀列车管到列车管容量风缸的通路；   | 35——工作风缸排气控制阀；                     |
| 11——切断空气台到制动屏列车管的通路；       | 36——电动放风阀膜板下部排气控制阀；                |
| 12——切断操纵阀到工作风缸的通路；         | 37——遮断阀总风管的排气控制阀；                  |
| 13——切断分配阀工作风缸管到工作风缸的通路；    | 38——中继阀列车管的排气控制阀；                  |
| 14——切断分配阀制动缸管到制动风缸的通路；     | 39——遮断阀管的排气控制阀；                    |
| 15——切断操纵阀到作用风缸的通路；         | 40——制动缸排气控制阀；                      |
| 16——切断分配阀作用风缸管到作用风缸的通路；    | 41——切断总风缸总风到调压阀 3 的通路；             |
| 17——切断作用风缸到限压阀的通路；         | 42——切断作用风缸到安全阀的通路；                 |
| 18——切断分配阀作用风缸管到作用风缸的通路；    | 43——压力开关排气控制阀；                     |
| 19——切断电动放风阀到总风缸的通路；        | 44——电气部切断总风源；                      |
| 20——切断总风缸到遮断阀的通路；          | 45——电气部排气阀；                        |
| 21——切断总风缸到中继阀过充管的通路；       | 列排——列车管容量风缸向大气快排；                  |
| 22——切断总风缸到调压阀 2 的通路；       | F <sub>1</sub> ——切断风源到总风缸的通路；      |
| 23——切断空气制动阀作用管 2 到作用风缸的通路； | F <sub>2</sub> ——切断总风缸经调压阀到操纵阀的通路。 |
| 24——切断中继阀过充管到过充风缸的通路；      |                                    |
| 25——切断压力开关膜板上部到调压阀的通路；     |                                    |

为进一步了解操纵阀的七个作用位置,现将各作用位的排风时间与 JZ-7 型制动机试验台相应位置作一比较,见图 5- 2。

## 2. 压力表

试验台上共装有九块压力表。其中五块测量精度为 0.4 级,量程为 0~10×100kPa 标准表;三块测量精度为 1.5 级,量程为 0~12×100kPa 的双针表;一块测量精度为 1~1.5 级,量程为 0~100kPa 的单针表。其用途如表 5- 2。

## 3. 安装部

为安装被试零部件之用,由空气制动阀座、分配阀座、中继阀座、遮断阀座、紧急阀座、电动放风阀座、压力开关座、安全阀座及电空阀座等组成。试验时将被试件安装在相应的阀座上,用螺栓紧固。

图 5- 2 DK-1 型与 JZ-7 型试验台操纵阀排风速度比较图  
——DK-1 型试验台 —— JZ-7 型试验台

表 5- 2 试验台压力表的用途及名称表

编 号	用 途	简 称	量程及精度等级
1	显示列车管 1 压力	列 <sub>1</sub>	0~1000kPa,0.4
2	显示容积风缸压力(作用风缸压力)	容(作)	0~1000kPa,0.4
3	显示工作风缸压力	工	0~1000kPa,0.4
4	显示列车管 2 压力	列 <sub>2</sub>	0~1000kPa,0.4
5	显示均衡风缸压力	均	0~1000kPa,0.4
6	显示容积风缸压力	容	0~100kPa,1.5
7	显示容积风缸(红针)/制动缸(黑针)压力	容/制	0~1200kPa,1.5
8	显示总风缸(红针)/紧急风缸(黑针)压力	总/紧	0~1200kPa,1.5
9	显示总风(红针)/试验风缸(黑针)压力	总/缸	0~1200kPa,1.5

## 4. 控制阀和排气控制阀

控制阀和排气控制阀其结构及作用原理相近,由体、套、柱塞及 O 形圈等组成,见图 5- 3。

控制阀用来控制风动风门的开闭。排气控制阀用来控制排泄管系中的压力空气。

## 5. 风缸

为模拟机车实际工况,试验台均用等效容积风缸代替实际管路或相应的同名风缸。其相应容积见表 5- 3。

表 5- 3 试验台各风缸容积表

风缸名称	总风缸	列车管	制动缸	容积风缸	工作风缸	紧急室	均衡风缸	过充风缸	局减室
容积(L)	80	15.5	26	2.8	11	1.6	5.7	9	0.6

## 6. 风动风门及排风阀

风动风门受控制阀控制,相当于管路中的塞门,只是不用手直接扳动,而由控制阀的动作决定其开闭状态。使试验台布置紧凑,外观整齐,且保证管路密封性能,操作简便轻巧。

其结构与作用原理已在第二章中作过介绍。

排风阀也受控制阀控制,相当于管路中的排风塞门。结构原理见图 5- 4。

图 5-3 控制阀和排气控制阀结构原理图

(a) 排气控制阀; (b) 控制阀。

### 7. 调压阀和限压阀

三个调压阀是用来调整试验台的工作压力的。其中 1 号调压阀——供操纵阀列车管工作压力; 2 号——供空气制动阀电空位时的工作压力; 3 号——供空气制动阀空气位时的工作压力。调压阀结构及作用原理见第二章。

限压阀是限制通往单针容积室表的压力, 以保护低值压力表, 通常其整定值为 50kPa。

### 8. 漏泄指示器

漏泄指示器用来测量各阀的漏泄量, 其灵敏度较高, 但极易损坏, 在使用时应特别注意。漏泄指示器主要由体、测量手柄、盖、玻璃管及胶管等组成。

### (二) 电气台及技术参数

图 5-4 排风阀结构原理图

电气台主要由电源变压器、整流堆、电表、电器开关、指示灯、电空制动屏安装架及台架等组成。其电气原理图见图 5-5。

安装电空制动屏后, 可连接空气台与电气台进行综合试验。对新造和检修后的制动屏, 可进行互相校测。

### 主要技术参数

外形尺寸(长×宽×高):

空气台 .....	(1770× 860× 1650) mm
电气台 .....	(840× 600× 1105) mm
风源压力 .....	750 ~ 800kPa
工作压力 .....	500kPa
电源电压 .....	交流 220V
工作电压 .....	直流 110V

工作压力定为 500kPa。制动机制造厂出厂的各单阀均以列车管压力 500kPa 为标准, 并在该型试验台上进行各项性能测试。该标准作为单阀的检查试验技术条件。当列车管压力为 600kPa 时, 可对各单阀的性能及整机的性能进行测试, 但不能作为检查验收依据, 仅作参考。

图 5- 5 DK-1 型电空制动机

试验台电气原理图

## 二、DK-1 型机车电空制动机试验台机能检查和标准

试验台的机能正确与否,是关系到制动机性能是否可靠的关键。为此,特制定本试验台的机能检查项目及标准,以确保试验台的机能经常保持在良好状态。

### (一) 操纵阀机能检查

#### 1. 准备

开风门  $F_1$ 、 $F_2$ , 关其它。总风缸压力为 750 ~ 800kPa, 列车管压力应为 500kPa。

#### 2. 操纵阀漏泄试验

操纵阀手柄置于 1 位, 待列车管压力充至 500kPa, 待压力稳定后, 再移手柄置 3 位, 保压 1min, 列车管压力不允许下降。

操纵阀手柄移回 1 位, 待列车管压力充至 500kPa 后, 移置 5 位, 减压 200kPa, 待压力稳定后, 将手柄移 3 位, 保压 1min 列车管压力不得上升。

#### 3. 操纵阀充排风时间测定

试验时开风门 6, 关其它。操纵阀置 1、2 位时列车管为充气, 4、5、6、7 位时列车管为排风。其充排风时间应符合表 5- 1。

### (二) 风门及管系漏泄试验

#### 1. 风源和总风管系漏泄试验

将盖板和密封垫压在分配阀座、中继阀座和遮断阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、1、2、3、4, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待列车管 2 充至 500kPa 时, 操纵阀手柄移至 3 位保压, 用肥皂水检查管系结合处, 不得漏泄。

(2) 关风门 1、2、3, 开放分配阀座总风缸 F 孔, 遮断阀座总风管 37 号排气控制阀, 待余风排尽后, 用肥皂水检查, 不得漏泄。

(3) 关风门 4, 开风门 3。检查遮断阀座总风管或检查排风口 P 37, 不许漏泄。

#### 2. 列车管系漏泄试验

将盖板和座垫压在紧急阀座和电动放风阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、6、7、8、9、10, 关其它。操纵阀手柄置一位, 待列车管表列<sub>1</sub>、列<sub>2</sub> 充至 500kPa 时, 操纵阀手柄移至 3 位保压, 用肥皂水检查管系结合处, 不得漏泄。保压 1min, 列车管表不下降。

(2) 关风门 7、8、9、10, 开放紧急阀座列车管孔、电动放风阀座列车管孔、分配阀座列车管孔、中继阀列车管孔或排风阀 38, 待余风排尽后, 用肥皂水检查, 无漏泄。

#### 3. 制动缸管系漏泄试验

将盖板和专用试验座垫(沟通列车管和制动缸), 压装在分配阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、6、8、14, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待列车管表列<sub>1</sub>、列<sub>2</sub>、制动缸表均显示 500kPa 时, 操纵阀手柄移至 3 位保压, 用肥皂水检查各结合处、不得漏泄, 保压 1min, 制动缸表压力不得下降。

(2) 关风门 14, 开放分配阀座制动缸 Z 孔或排气控制阀 40, 待余风排尽后, 用肥皂水检查不得漏泄。

#### 4. 工作风缸管系漏泄试验

将盖板和座垫压装在分配阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、12、13, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待工作风缸表显示 500kPa 后,

手柄移放 3 位保压。用肥皂水检查各结合处, 不得漏泄。保压 1min, 工作风缸压力不许下降。

(2) 关风门 13, 开放分配阀座工作风缸孔, 待余风排尽后, 用肥皂水检查, 无漏泄。

(3) 开排风控制阀 35, 待工作风缸压力排尽后, 关风门 35, 保压 1min, 工作风缸压力不得上升。

#### 5. 紧急阀及紧急室管系漏泄试验

将盖板和专用座垫(沟通列车管和紧急室)压装在紧急阀座上。

开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、7, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待紧急压力表达达到 500kPa 后, 将手柄移放 3 位保压。用肥皂水检查各结合处, 无漏泄。

#### 6. 空气制动阀及均衡风缸管系

将盖板和专用座垫(沟通调压阀管孔、作用管孔和均衡风缸管孔)压装在阀座上。

开风门  $F_1$ 、41、28, 关其它。待均衡风缸压力显示 500kPa 时, 用肥皂水检查各结合处, 不得漏泄。

#### 7. 容积风缸管系漏泄试验

将盖板和专用座垫(沟通容积室和局减室)压装在阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、15、16、18, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待容积室压力表、局减室压力表显示 500kPa 后, 用肥皂水检查各结合处, 不得漏泄。

(2) 操纵阀手柄移 4 ~ 6 位, 待容积风缸压力下降到 300kPa 时, 关风门 15, 操纵阀手柄移到 1 位, 容积室压力不许上升。

(3) 开风门 15, 操纵阀手柄移 7 位, 待压力空气排尽后关风门 16、18, 再将手柄移至 1 位。用肥皂水检查分配阀安装座容积风缸孔, 不得漏泄。

#### 8. 过充风缸管系漏泄试验

将盖板、座垫压装在遮断阀及中断阀座上。过充风缸排风孔改用丝堵堵塞。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、20、21、24 及 27, 关其它。操纵阀手柄放 1 位, 用肥皂水检查各结合处, 不得漏泄。

(2) 关风门 20、21、24 及 27。待余风排尽后, 用肥皂水检查中继阀、遮断阀过充孔, 不许漏泄。

#### 9. 压力开关管系及电动放风阀管系试验

将阀盖和座垫压装在压力开关座和电动放风阀座上。然后:

(1) 开风门  $F_1$ 、 $F_2$ 、19、25、26 及 41, 关其它。操纵阀手柄置 1 位, 待压力充到 500kPa 后, 用肥皂水检查各结合处, 不应漏泄。

(2) 关风门 19、25、26, 待余风排尽后, 用肥皂水检查电动放风阀、电空阀及压力开关, 不得漏泄。

#### 10. 控制阀总风管系

当管系中充入压力空气时, 用肥皂水检查, 无漏泄。

#### 11. 电气台管系漏泄试验

将压盖装在电空阀座上。然后:

(1) 开风门 5、11, 关其它。用肥皂水检查各结合处, 无漏泄。

(2) 开风门 44, 用肥皂水检查结合部, 不得漏泄。试后开风门 45。

#### (三) 电气部分试验

### 1. 试验前的准备

(1) 将 20 芯插头 1 与空气台电空制动控制器插座相接;将 10 芯插头 2 插入空气台 10 芯插座;将空气制动阀插头插入插座 4(上部)。空气制动阀电空转换手柄置电空位。

(2) 将外接电源接在电源板接线柱上,接通电源,调整电压至 110V,用试电笔检查试验台各部分,确认无漏电后将电空控制器和空气制动阀手把均置于运转位。

### 2. 电气试验

(1) 向上扳动“电测”开关,在面板的接线柱上用万用表测量电压应为 110V,同时“排风 1”、“缓解”指示灯亮。

(2) 按“充气”按钮,“检查”、“排风 1”、“缓解”指示灯亮。

(3) 按“消除”按钮,“重联”、“排风 1”、“缓解”指示灯亮。

(4) 电空制动控制器手把放过充位,“过充”、“缓解”指示灯亮。

(5) 电空制动控制器手把放中立位,“中立”、“制动”指示灯亮。

(6) 手把移制动位,“中立”指示灯亮。

(7) 手把放重联位,“重联”指示灯亮。

(8) 手把移紧急位,“重联”、“紧急”、“中立”、“撒砂”指示灯亮。

上述试验做完后,恢复原状。

## 第二节 DK-1 型机车电空制动机在试验台上的试验方法

DK-1 型机车电空制动机中的各单阀,均可在上节所述试验台上进行性能测试,也可将空气台与电气台组合并配上电空制动屏,进行综合性能试验。现分别就单阀及综合的性能试验方法及技术要求简述如下。

### 一、各单阀的试验方法

现就下列主要部件:空气制动阀、压力开关、遮断阀、中继阀、分配阀、紧急阀、电动放风阀及电空阀等的试验方法及技术要求见表 5-4~表 5-14。

### 二、DK-1 型制动机在试验台上的综合试验

综合试验是在制动机整机装车前或对电空制动屏进行检修后进行的试验。

#### (一) 试验前的准备

1. 用专用橡胶软管、尼龙管、20 芯及 10 芯插头座连接空气台和电气台、另紧急阀下部微动开关连线与电气台 838、839 接线柱连接;电动放风阀电空阀与电气台 804 接线柱相连;空气制动阀的接线柱分别与电气台的 244、800、801、809 及 818 接线柱连接;安全阀调整到 450kPa。

2. 操纵阀手把置 3 位。开风门 F<sub>1</sub>、1、5、6、7、8、9、11、13、14、16、18、19、22、23、28、29、30、31、32,关其它。调压阀 2 调整值为 300kPa,制动屏调压阀调整值为 500kPa。

(二) 操作顺序、试验方法及技术要求见表 5-15。

表 5- 4 空气制动阀单阀试验(电空位)

顺 号	试 验 项 目	空气制动阀		试 验 目 的	试 验 方 法	技 术 要 求	备 注
		缓运中制 解转立动					
1	准 备 试 验			观 察 手 把 移 动 是 否 正 常	将被测试的空气制动阀安装于阀座上,置转换扳键于电空位。分配阀座盖板装在阀座上。再开风门 F <sub>1</sub> 、22、23、18,关其它。手把放制动位,调压阀 2 整定作用风缸压力为 300kPa。手把由缓解位移制动位往复 3~4 次	手把移动轻巧、灵活	
2	缓 解 位 试 验			测 定 作 用 风 缸 压 力 下 降 时 间	手把置制动位,待作用风缸压力达 300kPa 后,手把移缓解位,测定作用风缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间 观察均衡风缸压力变化	不大于 3.5s,均衡 风缸压力不上升	
3	制 动 位 试 验			测 定 作 用 风 缸 压 力 上 升 时 间	手把由缓解位移至制动位,测定作用风缸压力由 0 上升至 280kPa 的时间 用肥皂水检查各结合部、凸轮盒排风口	不大于 3.5s  不得漏泄	
4	手 压 排 气 阀 试 验			测 定 手 压 排 气 阀 排 气 时 间	手把置制动位,待作用风缸压力达到定压后,再移放缓解位,同时下压手把,测定作用风缸压力由 300kPa 下降至 40kPa 的时间	不大于 2.8s	
5	中 立 位 试 验			中 立 位 保 压 试 验	手把移制动位,待作用风缸压力升至 300kPa 后,下压手把使作用风缸压力降至 280kPa,移手把至中立位,观察作用风缸压力变化	作用风缸保压 2min 内压力变化不 大于 10kPa	

表 5- 5 空气制动阀单阀试验(空气位)

顺 号	试 验 项 目	空气制动阀		试 验 目 的	试 验 方 法	技 术 要 求	备 注
		缓运中制 解转立动					
1	准 备 试 验				将制动阀转换手柄置于空气位。开风门 F <sub>1</sub> 、41、28,关其它。手把移缓解位,调整 3 号调压阀使均衡风缸压力达 500kPa		

续上表

顺号	试验项目	空气制动阀		试验目的	试验方法	技术要求	备注
		缓运中制	解转立动				
2	缓解位试验			测定均衡风缸压力上升时间	手把由缓解位移制动位,使均衡风缸压力降为零,再移手把至缓解位 测定均衡风缸压力由零上升至480kPa的时间 用肥皂水检查各结合部及凸轮盒排风口	不大于5~7s 不得漏泄	
3	制动位试验			测定均衡风缸常用全减压时间	待均衡风缸压力达到500kPa后,移手把至制动位 测定均衡风缸压力由500kPa降至360kPa的时间	5~7s	
4	保压位试验			观察,制动后中立位保压	移回缓解位,待均衡风缸压力达到500kPa后,移至制动位使均衡风缸压力下降至400kPa再移至中立位	均衡风缸保压3min内,压力不得下降或上升10kPa以上	
				观察,制动后运转位保压	由中立位再移置运转位。试后关风门41、28	均衡风缸保压3min内压力不得下降或上升10kPa以上	
5	开关状态试验			LXW <sub>2</sub> -11 开关试验	连接电路801与N314: (1)转换手柄置电空位 (2)转换手柄置空气位	(1)指示灯亮 (2)指示灯不亮	
				JWL <sub>1</sub> -11 开关试验	连接电路809与818: (1)手把置运转位 (2)手把置中立位 (3)手把在运转与中立位间移动2~3次	(1)指示灯亮 (2)指示灯不亮 (3)指示灯开闭正常	

表 5- 6 压力开关试验

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	备试验									开风门 F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> 、25、26、28、41,关其它。空气制动阀手把放中立位。3号调压阀调整到500kPa		
2	漏泄及下连接点试验								检查漏泄及微动开关接触状态	(1)待均衡风缸压力达定压后,关风门26、28,开43,待压力空气排尽后,用肥皂水检查排风口P43 (2)开风门26、28,关43,待均衡风缸压力上升到500kPa后,用肥皂水检查各连接处 (3)通入500kPa均衡风缸压力空气后,硬芯顶开微动开关	(1)不许漏泄 (2)各连接处不漏泄 (3)下接点闭合指示灯亮	

续上表

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
3	动作性能试验								测定压差动作值	待压力在 500kPa 稳定后, 关风门 26, 开风门 43, 观察均衡风缸压力变化	均衡风缸下降到 $480 \pm 10$ kPa 或 $(300 \pm 10)$ kPa 时微动开关常开接点接通, 指示灯亮	

表 5- 7 遮断阀试验

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	准备及漏泄试验								观察供风阀的密封状态	开风门 F <sub>1</sub> 、2、20, 然后开排风阀 P37, 关其它。用肥皂水或漏泄指示器, 检查排风口 P37、阀体大气口及连接处 试完后关排风阀 P37	不许漏泄	
2	作用试验								观察供风阀的开闭状态	(1) 关风门 20, 开排风阀 39, 待压力空气排净后, 开排风口 P37 (2) 关排风阀 39, 开风门 20, 检查排风阀口 P37	(1) 排风口 P37 应猛烈排风 (2) 检查排风口 P37 应停止排风	

表 5- 8 中继阀试验

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	准备试验									开风门 F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> 、4、8、10、27, 关其它。调压阀 调整到 500kPa, 操纵阀手把由 1 位至 7 位间往复移动 3~4 次	中继阀各部活动正常	
2	漏泄试验								观察供排风阀的密闭状态及过充部的漏泄	(1) 手把放 1 位, 用肥皂水或指示器检查排风口 (2) 手把移 7 位, 待压力空气排净后, 关风门 10, 开排风阀 38, 检查排风口 P38 (3) 开风门 21、24, 用肥皂水检查过充部、大气口及各结合处 试完后, 关排风阀 38 及风门 21(开风门 34 消除过充压力后, 关风门 24、34)	(1) 由 2 格升至 3 格为 45s 以上 (2) 由 2 格升至 3 格为 50s 以上 (3) 不得漏泄	
3	膜板状态试验								观察中继阀膜板的状态	关风门 4, 待压力空气排净后, 操纵阀手把由 7 位移 1 位, 开排气阀 38, 用肥皂水或漏泄指示器检查排风口 P38 试完后, 开风门 4、10, 关排风阀 38	不得漏泄	

续上表

顺 号	试 验 项 目	操 纵 阀							试 验 目 的	试 验 方 法	技 术 要 求	备 注
		1	2	3	4	5	6	7				
4	列车管阶段减压及阶段增压试验								观察中继阀的阶段充风和排风性能及其膜板两侧的固定压差值	手把放 1 位,待列车管表 1 达到 500kPa 后,手把移 3 位: (1)在 3 位与 5 位间往复移动,待列车管表 1 减压到 250kPa 时手把放 3 位 (2)将手把在 3 位与 2 位间往复移动	(1)列 <sub>1</sub> 应阶段减压,列 <sub>1</sub> 与列 <sub>2</sub> 的压差应小于 10kPa (2)列 <sub>1</sub> 应阶段增压,列 <sub>1</sub> 与列 <sub>2</sub> 的压差应小于 10kPa	
5	鞣鞣灵敏试验								观察中继阀鞣鞣两侧的动作压差	手把放 1 位,待列 <sub>1</sub> 压力达到 500kPa 后,开排风阀 38,待列 <sub>1</sub> 排出 5kPa 后关排风阀 38	列 <sub>1</sub> 应能恢复原来的压力	
6	供气阀供气试验								观察供风阀口的开度是否足够	移手把置 6 位,待列 <sub>1</sub> 与列 <sub>2</sub> 排净后再移 3 位,然后再由 3 位移 1 位,测定列 <sub>1</sub> 压力由零升到 480kPa 的时间	在 3s 之内	
7	排气阀排气试验								观察排风阀口的开度及缩口风堵排风口的开度大小	手把放 1 位,待列 <sub>1</sub> 、列 <sub>2</sub> 均充到 500kPa 后,关风门 27,再移手把至 6 位,待列 <sub>2</sub> 压力减至 240 ~ 260kPa 时,手把移放 3 位,开风门 27,测定列 <sub>1</sub> 压力由 500kPa 降到与列 <sub>2</sub> 压力平衡的时间	在 3s 之内	
8	过充试验								观察过充量及能否逐渐消除	开风门 24,手把置 1 位,待列 <sub>1</sub> 充到 500kPa 时,手把移至 3 位: (1)开风门 21,观察列 <sub>1</sub> 的压力值 (2)关风门 21,再观察列 <sub>1</sub> 的压力变化	(1)当总风压力为 750 ~ 800kPa 时,列 <sub>1</sub> 的过充量为 25 ~ 35kPa (2)列 <sub>1</sub> 的压力能逐渐降低,并能恢复到 500kPa (过充风缸 0.5mm 小孔排风即可)	

表 5- 9 分配阀试验

顺 号	试 验 项 目	操 纵 阀							试 验 目 的	试 验 方 法	技 术 要 求	备 注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	准备 试验								开风门 F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> 、1、6、8、13、14、16、18,关其它。调压阀 1 调整到 500kPa, 操纵阀手把由 1 ~ 7 位间往复移动 3 ~ 4 次	分配阀各部动作正常		
2	充气 及漏 泄试 验							测定工作风缸压力上升时间	手把放 1 位, 观察工作风缸压力变化及各结合部和各排风口的漏泄: (1) 工作风缸压力由零上升到 480kPa 的时间 (2) 用肥皂水检查各结合部及排风口	(1) 为 60 ~ 80s (2) 各结合部不漏泄, 各排气口少许漏泄 5s 内肥皂泡不破 漏泄指示器由 2 格升至 3 格, 应不少于 5s		
3	制动 缓解 灵敏 度及 保压 性能 试验							检测灵敏度	手把置 1 位, 待工作风缸充至定压后, 手把移 5 位减压 40kPa, 再移 3 位, 保压 1min, 关风门 18, 观察作用风缸压力上升值, 然后手把移至 2 位缓解	(1) 列车管减压 20kPa 前起制动作用 (2) 保压时用皂水检查各结合部及各排风口, 要求同充气试验 (3) 关风门 18 后, 作用风缸 10s 内上升不大于 10kPa (4) 手把移 2 位起, 应在 15s 内开始缓解		
4	稳定 性试 验							检测稳定性	手把置 1 位, 待工作风缸充到定压后, 手把移 4 位, 减压 40kPa	工作风缸压力应与列车管压力同步下降, 不得发生制动作用		
5	全 缓 解 试 验							检测作用风缸缓解时间	手把置 1 位, 待工作风缸充至定压后, 移 6 位, 减压 140kPa 后移 3 位保压, 再移 2 位	(1) 容积风缸压力由 360 kPa 下降至 40kPa 的时间 5 ~ 7s (2) 制动缸压力紧跟作用风缸下降 (3) 下降过程中, 两者压力差不应大于 20kPa		
6	紧急 增压 试验							检测增加速度	开风门 41, 手把置 1 位, 待工作风缸压力充至定压后, 手把移 7 位, 将列车管压力排尽: (1) 当列车管压力减至 200 ~ 300kPa 时 (2) 容积室压力从零升至 400kPa 的时间	(1) 容积室压力应继续上升 (2) 应在 4s 以内		
7	均 衡 部 保 压 位 漏 泄 试 验								手把放 1 位, 待工作风缸充至定压后, 手把移 5 位, 当容积风缸压力上升至 200 ~ 300kPa 移 3 位保压 (1) 观察制动缸压力与容积风缸压力变化 (2) 用肥皂水检查各结合部及排风口	(1) 制动缸压力应紧跟容积风缸压力上升, 二者压差不超过 20kPa (2) 不得漏泄		

续上表

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
8	制动补风灵敏度试验								检测补风灵敏度	手把放 1 位,待工作风缸充至定压后移 5 位,当容积风缸压力升至 200~300kPa 时,移 3 位保压,待制动缸压力稳定后,关风门 14,开排风阀 40,观察制动缸压力变化试完后,开风门 14	制动缸应恢复到原有压力	
9	均衡灵敏度试验								检查均衡灵敏度	手把放 1 位,待工作风缸充到定压后,关风门 6、14、18,手把移 7 位,排尽列车管余气;开风门 15、17、40,手把移 2 位,注意观察容积风缸表(低量程)。当风门 40 排风口开始排风时,读取该表的指示值 试前应堵均衡排风口	容积风缸压力达 20kPa 前 P 40 排风	

表 5- 10 紧急阀试验

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	准备试验									开风门 F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> 、6、7,关其它,调压阀 1 调整为 500kPa,操纵阀手把由 1~7 位往复移动 3~4 次	紧急阀各部位动作正常	
2	紧急室充气和紧急放风漏泄试验								检测紧急室充风时间	手把移 1 位,注意观察紧急室压力的上升,充至定压后用肥皂水检查各结合部,不许漏泄: (1)紧急室压力由 0 升至 480kPa 的时间 (2)待压力稳定后,关风门 6,手把移 3 位,观察压力表变化	(1)40~50s (2)列表 2 压力 20s 内不得下降	
3	紧急灵敏度及排风试验								检测灵敏度	开风门 6,手把置 1 位,待压力稳定后,开关列排风门 2~3 次,待紧急室充至定压后,手把移 7 位,注意观察列车管和紧急室压力下降	(1)列车管减压 100kPa 前应发生紧急排风作用。其电接点灯亮 (2)紧急室由发生列车管紧急排风开始至降到 40kPa 的时间应为 20~25s	

续上表

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
4	安定试验								检测安定性	手把移 1 位,待紧急室充至定压后,手把移 6 位,减压 200kPa,再移 3 位	紧急室压力应尾随列车管压力下降,不得发生紧急排风作用	

表 5- 11 电动放风阀试验

顺号	试验项目	操纵阀							试验目的	试验方法	技术要求	备注
		1	2	3	4	5	6	7				
1	准备及漏泄试验									开风门 F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> 、6、9,关其它,手把放 1 位,调压阀调整压力至 500kPa。手把由 1~7 位往复移动 3~4 次,后放 1 位,待压力稳定后,用肥皂水检查各结合部及排气口	不得漏泄	
2	作用试验									待压力充至定压后,手把移放 3 位,开风门 19,观察列车管压力试完后,关风门 19,开排风阀 36,排净余风后关 36	列车管压力迅速排尽	

表 5- 12 电空阀试验

顺号	试验项目	试验方法	技术要求	备注
1	准备试验	电空阀与“电测”接线柱接线,试“二通”电空阀时,“三通”电空阀安装座装上堵板,反之,堵另一安装座		
2	上部 O 形圈漏泄试验	(1)“电测”开关给电(向上) (2)开风门 44;压力稳定后,关风门 44 (3)“电测”开关断电(向下),观察黑表压力变化	双针表同时上升 2min 压力降不大于 10kPa	

续上表

顺 号	试验项目	试 验 方 法	技 术 要 求	备 注
3	下阀口漏泄试验	开风门 45, 待黑针压力降零后, 再关风门 45, 观察黑针压力变化	2min 压力上升不大于 10kPa	
4	上阀口漏泄试验	(1)“电测”开关给电 (2)开风门 44, 压力稳定后, 关风门 44 (3)开风门 45, 观察黑针压力变化	2min 压力下降不大于 10kPa	
5	阀口漏泄试验	开风门 44, 检查安装座排气口	不得漏泄	1 ~ 4 项为检查“三通”电空阀试验 本项为检查“二通”电空阀试验用

表 5- 13 电空制动控制器试验

顺 号	试验项目	试 验 方 法	技 术 标 准	备 注
1	准备试验	安装空气制动阀, 并置电空位。连接其 10 芯插座, 接通电源		
2	触头接触状态试验	控制器手柄由过充位逐位移至紧急位, 观察指示灯显示状态: (1)过充位 (2)运转位 (3)中立位 (4)制动位 (5)重联位 (6)紧急位	(1)过充、缓解指示灯亮 (2)缓解、排风指示灯亮 (3)中立、制动指示灯亮 (4)中立指示灯亮 (5)重联指示灯亮 (6)中立、紧急、重联、撒砂指示灯亮	

表 5- 14 分配阀安全阀试验

顺 号	试验项目	试 验 方 法	技 术 标 准	备 注
1	安全阀开启压力试验	开风门 15、18、42, 操纵阀手把置 1 位(或 2 位), 观察安全阀开启压力	开启压力为 450 ± 10kPa	
2	安全阀漏泄试验	操纵阀手把置 1 位, 待容积风缸压力达到 450kPa 后, 手把置 3 位(或关风门 15) 观察容积风缸压力变化	容积风缸压力下降 1min 不得超过 10kPa	

表 5- 15 DK-1 型机车制动机在试验台的综合试验

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	试验项目	试验方法	技术要求	备注
	过运中制重紧急充转立动联急	缓运中制解转立动				
1			1. 准备试验	电空制动控制器, 空气制动阀手把均放运转位, 检查各压力表	(1) 总风缸压力表为 750 ~ 800kPa (2) 均衡风缸、列车管、工作风缸压力表均为 500kPa (3) 容积风缸、制动缸压力表均为 0	
			2. 紧急制动试验	开风门 42, 电空制动控制器手把移紧急位	(1) 列车管的压力由 500kPa 降至 0 的时间为 3s 以内 (2) 制动缸压力由 0 升至 400kPa 的时间为 5s 以内 (3) 撒砂信号灯亮	
			3. 紧急后单缓试验	空气制动阀手把移缓解位, 并下压手把。检查制动缸压力变化	应能缓解到 0, 不再恢复	
			4. 充气试验	关风门 42, 电空制动控制器手把移回运转位	列车管压力由 0 升至 480kPa 的时间 9s 以内	
2			5. 列车管与均衡风缸漏泄检查	空气制动阀手把放运转位, 电空制动控制器手把移制动位, 待列车管减压 40 ~ 50kPa 后, 移中立位	列车管漏泄每分钟不超过 10kPa 均衡风缸漏泄每分钟不超过 5kPa	
3			6. 阶段制动试验	空气制动阀手把放运转位, 电空制动控制器手把由中立放回运转位, 待列车管和工作风缸压力达到 500kPa 后, 移制动位, 施行阶段制动, 待制动缸压力稳定后, 手把移中立位	列车管减压量与制动缸压力关系: 减压 40 ~ 50kPa、100kPa 及 140kPa, 制动缸压力分别为 90 ~ 130kPa、240 ~ 270kPa 及 340 ~ 380kPa	
			7. 列车管最大减压量试验	电空制动控制器手把放制动位继续减压, 待列车管停止减压时, 观察列车管的减压量及制动缸压力变化	列车管定压为 500kPa 时, 其减压量为 190 ~ 240kPa, 制动缸压力 1min 内不超过 10kPa	
4			8. 过充作用试验	空气制动阀手把放运转位, 电空制动控制器手把由制动位移过充位	(1) 列车管过充量为 30 ~ 40kPa (2) 制动缸不缓解	
			9. 过充量消除试验	电空制动控制器手把由过充位移回运转位	(1) 列车管过充量在 120 ~ 180s 内消除 (2) 制动缸压力缓解至零	

续上表

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	试验项目	试验方法	技术要求	备注
	过运中制重紧 充转立动联急	缓运中制 解转立动				
5			10. 常用全制动作用试验	空气制动阀手把放运转位 电空制动控制器手把放运转位,待均衡风缸,列车管充至500kPa时,电空制动控制器手把移制动位,再移中立位	(1)均衡风缸减压140kPa的时间为5~7s (2)制动缸压力上升至340~380kPa的时间为6~8s	
			11. 制动缸漏泄试验	电空制动控制器手把在中立位,检查制动缸压力变化	每分钟漏泄不超过10kPa	
			12. 缓解性能检查	电空制动控制器手把由中立位移放运转位,检查制动缸压力变化时间	(1)制动缸压力由340~380kPa下降到40kPa的时间5~7s (2)均衡风缸、列车管压力恢复到定压	
6			13. 重联位试验	空气制动阀手把放运转位 电空制动控制器手把由运转位移放重联位(同时操纵阀手柄放5位)	列车管压力与均衡风缸压力同时下降	
7			14. 空气制动阀阶段制动和阶段缓解试验	电空制动控制器手把放运转位分配阀主阀部排气口堵住并不得漏泄 空气制动阀由运转位移放制动位,施行阶段制动和阶段缓解	阶段制动和阶段缓解作用稳定	
			15. 单独制动试验	空气制动阀手把放制动位	制动缸压力由0升至280kPa的时间为不大于4s	
			16. 单独缓解试验	空气制动阀手把移回运转位 试完后取下分配阀主阀部丝堵	制动缸压力由300kPa缓至40kPa的时间为不大于5s	
8			17. 空气位准备试验	电空制动控制器手把放运转位 空气制动阀转换手柄置空气位电气台转换开关置空气位,关风门22,开风门41。调压阀3调整到500kPa 空气制动阀用手把由运转位移缓解位	(1)均衡风缸、列车管压力为500kPa (2)制动缸压力为0	

续上表

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	试验项目	试验方法	技术要求	备注
	过运中制重紧 充转立动联急	缓运中制 解转立动				
8			18. 空气位 常用全制 动试验	空气制动阀手把在缓解位, 待均衡风缸、列车管升至定压 后手把移制动位	(1) 均衡风缸减压 140kPa, 时 间为 5 ~ 7s (2) 制动缸压力升至 360 ± 20kPa	
			19. 空气位 阶段制 动试验	空气制动阀手把移缓解位, 待均衡风缸升到定压后, 再移 制动位, 施行阶段制动 试完后关风门 41, 开风门 22	检查阶段制动作用是否稳定	
9			20. 电空制 动试验	电空制动控制器, 空气制动 阀手把均置运转位, 电气台转 换开关至电空位, 空气制动阀 转换手柄至电空位。按电阻按 钮	电阻信号灯亮列车管减压 40 ~ 50kPa	
10			21. 自动停 车试验	电空制动控制器、空气制动 阀手把均置运转位, 按自动停 车按钮 试后电空制动控制器手把 在运转位和制动位间来回移 动一次	应起紧急制动作用, 紧急、重 联、中立信号灯亮 列车管、均衡风缸排风	
11			22. 列车管 开通状 态 检查试验	电空制动控制器、空气制动 阀手把均置运转位, 扳充气开 关, 均衡风缸、列车管达 550kPa 时扳下开关	均衡风缸、列车管迅速上升 检查信号灯亮	
				扳消除开关	重联信号灯亮	

### 第三节 DK-1型机车电空制动机的性能试验

装用 DK-1 型机车电空制动机(以下简称制动机)的新造机车必须按照以下试验方法进行制动机的单机性能试验, 如具备制动重联性能的新造机车还应进行制动机的重联性能试验, 通过制动机的性能试验检验制动机各项性能是否符合规定要求。厂修或大修机车也可参照以下试验方法进行制动机的性能试验。

#### 一、试验前的要求

1. 制动机的主要阀类部件应按照技术文件及图纸要求在地面试验装置或制动机试验台上单件性能试验合格。

2. 制动机的全部零、部件以及有关附件应全部在机车上安装并调试完毕。

3. 试验中, 观察制动机的压力变化所用压力表按有关规定进行校核并铅封。

4. 制动机的性能试验,应在列车管定压 500kPa 或 600kPa 进行。但同一型号机车的制动机的性能试验应在《机车出厂试验规则》中规定的一种列车管定压下进行,在该列车管定压下试验合格的制动机视为制动机合格。一般情况下客运机车列车管定压按 600kPa,货运机车列车管定压按 500kPa 客- 货两用机车列车管定压按 500kPa。

5. 试验前,应确认机车空气压缩机工作正常。

6. 具备制动重联的制动机在进行单机(或单节)性能试验前,应将制动重联装置置于本机位,还应关闭两端平均管塞门及总风折角塞门。

7. 试验中,使用大闸或小闸在运转位或缓解位对制动机进行缓解时,必须在制动机完全缓解后,才能进行下一步的试验。各种状态后的制动机完全缓解时间可参见表 5- 16。

8. 双端操纵机车除失电制动与无火回送性能检查外,其余各性能均应在各操纵端分别进行试验检查。

9. 无火回送性能检查可在机车出厂时进行。

表 5- 16 制动机完全缓解时间(参考值)

列车管定压(kPa)	500	600
初充气完全缓解时间(s)	> 90	> 110
紧急制动后完全缓解时间(s)	> 30	> 50
紧急单缓后完全缓解时间(s)	> 90	> 110
常用制动后完全缓解时间(s)	> 30	> 50
制动单缓后完全缓解时间(s)	> 60	> 80

## 二、单机性能试验

### (一) 电空位性能试验

试验前应将制动机调整到电空位,电空位调整方法见第四章第一节。调整完毕后,即可利用操纵端大、小闸进行电空位性能试验与检查。

#### 1. 缓解状态下各压力值检查

将大、小闸手把均置于运转位,各压力值应符合下列要求:

- (1) 总风缸压力 750 ~ 900kPa;
- (2) 列车管压力为定压;
- (3) 制动缸压力为 0;
- (4) 均衡风缸压力(允许与列车管压力差不大于 10kPa)为定压。

#### 2. 紧急制动性能检查

将大闸手把由运转位移至紧急位,应产生以下紧急制动作用:

- (1) 列车管压力由定压下降至 0 的时间不大于 3s;
- (2) 制动缸压力由零升至 400kPa 的时间不大于 5s;
- (3) 制动缸最高压力应限制在 450kPa,且分配阀安全阀动作;
- (4) 机车自动撒砂;
- (5) 机车具有牵引或制动级位时,应自动断开主断路器,无级位时不应断开主断路器。

#### 3. 紧急制动后的单独缓解性能检查

将小闸手把由运转位移至缓解位,并下压手把,制动缸压力应即刻开始下降,并能缓解至零。

待制动缸压力降至零后,将小闸手把恢复运转位,制动缸压力不得回升。

#### 4. 列车充风性能检查

将大闸手把由紧急位移至运转位,当列车管定压为 500kPa 时,列车管压力由零升至 480kPa 的时间不大于 9s;当列车管定压为 600kPa 时,列车管压力由零升至 580kPa 的时间不大于 11s。

5. 列车管气密性以及均衡风缸与列车管泄漏量检查。

将大闸手把由运转位移至中立位, 列车管压力下降每分钟不大于 10kPa。然后将大闸手把移回运转位。

将大闸手把由运转位移至制动位, 然后置于中立位, 使得列车管减压 40 ~ 60kPa 后保压, 均衡风缸泄漏量每分钟不大于 5kPa, 列车管泄漏量每分钟不大于 10kPa。然后将大闸手把恢复运转位。

6. 阶段制动性能及最大减压量检查

将大闸手把由运转位移出, 并将手把在制动位与中立位间移动, 施行阶段制动。阶段制动作用应稳定, 列车管减压量与制动缸压力值应符合表 5- 17。

再将大闸手把置于制动位, 列车管应获得最大减压量 190 ~ 240kPa (列车管定压 500kPa) 或 210 ~ 290kPa (列车管定压 600kPa)。待压力稳定后, 制动缸压力变化每分钟不大于 10kPa。

表 5- 17 列车管减压量与制动缸压力值

列车管定压 500kPa			
列车管减压量(kPa)	40 ~ 50	100	140
制动缸压力(kPa)	90 ~ 130	240 ~ 270	340 ~ 380
列车管定压 600kPa			
列车管减压量(kPa)	40 ~ 50	100	170 ~ 180
制动缸压力(kPa)	90 ~ 130	240 ~ 270	400 ~ 435

7. 过充性能检查

将大闸手把由制动位移至过充位, 列车管压力应超过定压 30 ~ 40kPa, 且制动缸压力不得缓解, 此时均衡风缸仍为定压。

将大闸手把由过充位移回运转位, 制动缸压力应缓解至 0, 过充风缸压力在 120 ~ 180s 内自动消除。

表 5- 18 均衡风缸减压速度与制动风缸升压速度

列车管定压 500kPa	列车管定压 600kPa
均衡风缸减压 140kPa 的时间为 5 ~ 7s	均衡风缸减压 170kPa 的时间为 6 ~ 8s
制动缸由 0 升至 340 ~ 380kPa 的时间为 6 ~ 8s	制动缸由 0 升至 400 ~ 435kPa 的时间为 7 ~ 9.5s

8. 常用全制动性能以及制动缸泄漏量检查

将大闸手把由运转位移至制动位, 均衡风缸减压速度与制动缸升压速度应符合表 5 - 18。

关闭分配阀供给塞门, 制动缸泄漏量每分钟不大于 10kPa。完毕后开通供给塞门。

9. 缓解性能检查

将大闸手把移回运转位, 均衡风缸与列车管压力应恢复定压。当列车管定压为 500kPa 时, 制动缸压力由 340 ~ 380kPa 下降至 40kPa 的时间不大于 7s; 当列车管定压为 600kPa 时, 制动缸压力由 400 ~ 435kPa 下降至 40kPa 的时间不大于 8.5s。

10. 单独制动与单独缓解性能检查

将小闸手把在中立位与制动位间移动, 阶段制动作用应稳定; 将小闸手把在中立位与运转位间移动, 阶段缓解作用应稳定。

将小闸手把由运转位移至制动位, 制动缸压力由 0 升至 280kPa 的时间不大于 4s, 制动缸最高压力为 300kPa。

将小闸手把由制动位移至运转位, 制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间不大于 5s。

11. 重联位性能检查

将大闸手把由运转位移至制动位, 待列车管减压后再将手把置于重联位, 列车管应保压。

(二) 空气位性能试验

完成电空位试验检查后,按照第四章第一节规定将制动机调整到空气位,调整完毕后,即可利用操纵端小闸进行空气位性能试验与检查。

#### 1. 缓解状态下各压力值检查

将小闸手把置于缓解位并下压手把,各压力值应符合下列要求:

- (1)总风缸压力为 750~900kPa;
- (2)列车管压力为定压;
- (3)制动缸压力为 0;
- (4)均衡风缸压力(允许与列车管压力差不大于 10kPa)为定压。

#### 2. 常用全制动及单独缓解性能检查

将小闸手把由缓解位移至制动位,再回中立位,均衡风缸减压速度与制动缸升压速度应符合表 5-18。

下压小闸手把,制动缸压力应能缓解;停止下压手把,制动缸压力停止下降。

#### 3. 缓解性能检查

将小闸手把由中立位移回缓解位,并下压手把,均衡风缸、列车管压力应能升至定压;制动缸压力应能缓解至零。

#### 4. 阶段制动性能检查

将小闸手把在制动位与中立位间移动,阶段制动作用应稳定。

### (三) 辅助性能检查

完成空气位试验检查后,将制动机恢复到电空位,即可进行辅助性能试验检查。

每一种辅助性能试验前,应将制动机恢复到缓解状态,并将大、小闸手把置于运转位。

#### 1. 检查按钮作用检查

按压充气按钮,均衡风缸及列车管压力应同时上升,当列车管压力升压至超过定压 100kPa 时,松开该按钮,立即改按消除按钮,均衡风缸与列车管压力停止上升,并均略有下降。

#### 2. 电-空联锁性能检查

将司机控制器换向手柄置于制动位,启动各风机,并将调速给定手柄离开 0 位。列车管应自动减压( $45 \pm 5$ )kPa,且制动缸升压,延时 20~28s,列车管应自动恢复定压,且制动缸压力自动缓解。再将大闸手把由运转位移出,并将手把在制动位与中立位间移动,施行阶段制动,列车管压力应下降,制动缸压力应自动缓解。

#### 3. 断钩保护性能检查

开放司机室内列车管手动紧急放风阀,制动机应产生下列紧急制动作用:

- (1)列车管压力快速下降至 0,并不得自动缓解;
- (2)制动缸升压( $450 \pm 10$ )kPa;
- (3)机车自动撒砂;
- (4)自动选择切除机车动力。

#### 4. 失电制动性能检查

切除电空制动电源,列车管压力应按常用减压速度下降,且制动缸压力上升。

### (四) 无火回送性能检查

试验前应将制动机调整到无火回送状态,调整方法见第四章第一节。同时将大闸手把置于重联位或取出,小闸手把置于运转位或取出。

当列车管压力为定压时,总风缸压力应在低于列车管定压 140~180kPa 间。

当列车管施行最大减压时,制动缸最高压力应限制在 180 ~ 200kPa。

### (五) 单机性能试验操纵顺序

制动机单机性能试验操纵顺序如表 5- 19 所示。

新增辅助性能试验内容及方法见第七章。

### 三、重联性能试验

制动机重联性能试验包括两台或多台机车的制动机重联性能检查,也包括类似于韶山<sub>4</sub> 系列的两节机车的制动机重联性能检查。

#### (一) 试验前的要求

试验前的机车应经制动机单机性能试验合格。

试验前应将本务机车或本务节机车调整到电空位,并将重联装置置于本机位,还应开通所有机车间的列车管、总风联管折角塞门以及平均管塞门。重联机车或重联节机车按第四章第一节中介绍方法调整。

待所有机车调整完毕后,即可进行制动机重联性能检查试验。

#### (二) 性能试验

1. 操纵本务机车或本务节机车制动机,重联机车或重联节机车制动机的制动与缓解作用应与本务机车或本务节机车制动机协调一致。

2. 操纵本务节机车或本务机车小闸,使得本务节机车或本务机车制动缸压力上升或降至 250kPa,重联节或重联机车制动缸压力应在 225 ~ 275kPa 之间。

## 第四节 DK-1 型机车电空制动机的日常及检修试验

### 一、DK-1 型机车电空制动机的日常试验

DK-1 型机车电空制动机的日常试验按铁道部颁布的《机车操作规程》要求(俗称“五步闸”检查方法),见表 5- 20。

### 二、DK-1 型机车电空制动机的检修试验

DK-1 型机车电空制动机进行中检或定修后的试验项目及方法,根据现场经验总结为“八步闸”检查方法,见表 5- 21。

表 5- 19 制动机单机性能试验操作顺序

试验类别	操纵顺序	电空制动控制器	空气制动阀
		过充位 运转位 中立位 制动位 重联位 紧急位	缓解位 运转位 中立位 制动位
电空位	一		
	二		
	三		
	四		
	五		
	六		
空气位	七		
辅助性能	八	25. 检查按钮性能检查 26. 电空联锁性能检查 27. 断钩保护性能检查 28. 失电制动性能检查 29. 无火回送性能检查	

表 5- 20 DK-1 型机车电空制动机日常试验规则( 五步闸)

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	检查方法及要求 (列车管定压 500kPa)
	过运中制重紧 充转立动联急	缓运中制 解转立动	
一			(1) 列车管、均衡风缸、总风缸均为规定压力, 制动缸压力为 0 (2) 列车管压力在 3s 内降至 0; 机车制动缸压力在 5s 内升至 400kPa, 最高压力为 450kPa; 自动撒砂; 有级位时切除主断路器 (3) 制动缸压力应缓解到 0(同时下压手把) (4) 制动缸压力不得回升 (5) 列车管压力由 0 升至 480kPa 的时间 9s
二			(6) 均衡风缸减压 140kPa 的时间为 5 ~ 7s; 制动缸压力升至 340 ~ 380kPa 的时间为 6 ~ 8s (7) 均衡风缸、列车管的泄漏量分别不大于每分钟 5kPa 与 10kPa
三			(8) 均衡风缸为定压; 列车管超过定压 30 ~ 40kPa; 制动缸压力不变 (9) 120 ~ 180s 过充压力消除, 列车管恢复定压; 制动缸压力应缓解到 0
四			(10) 制动缸压力由 0 升至 280kPa 的时间 4s (11) 制动缸压力保持不变 (12) 制动缸压力由 300kPa 下降至 40kPa 的时间 5s
五 (空气位)			(13) 空气制动阀放缓解位, 并下压手把。列车管、均衡风缸、总风缸均为规定压力, 制动缸压力为 0 (14) 均衡风缸减压 140kPa 的时间为 5 ~ 7s (15) 列车管、均衡风缸、制动缸的泄漏量分别不大于 5kPa、10kPa、10kPa (16) 均衡风缸、制动缸恢复定压 注: (13) ~ (16) 系空气位操作, 应按操作规程由电空位转至空气位。试完后, 应恢复至电空位

表 5- 21 DK-1 型机车电空制动机检修试验规则( 八步闸)

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	检查方法及要求 (列车管定压 500kPa)
	过运中制重紧 充转立动联急	缓运中制 解转立动	
一			(1) 列车管、均衡风缸、总风缸均为规定压力, 制动缸压力为 0 (2) 列车管压力在 3s 内降至 0; 机车制动缸压力在 5s 内升至 400kPa, 最高压力为 450kPa; 自动撒砂; 有级位时切除主断路器 (3) 制动缸压力应缓解到 0(同时下压手把) (4) 制动缸压力不得回升 (5) 列车管压力由 0 升至 480kPa 的时间 9s
二			(6) 列车管减压 40 ~ 60kPa 后保压, 均衡风缸、列车管的泄漏量分别不大于每分钟 5kPa 与 10kPa (7) 列车管减压 40 ~ 50kPa, 制动缸压力为 90 ~ 130kPa (8) 列车管减压 100kPa, 制动缸压力为 240 ~ 270kPa (9) 列车管减压 140kPa, 制动缸压力为 340 ~ 380kPa (10) 列车管最大减压量 190 ~ 240kPa, 制动缸压力变化每分钟不大于 10kPa

续上表

操作顺序	电空制动控制器	空气制动阀	检查方法及要求 (列车管定压 500kPa)
	过运中制重紧 充转立动联急	缓运中制 解转立动	
三			(11) 均衡风缸为定压; 列车管超过定压 30 ~ 40kPa; 制动缸压力不得缓解 (12) 120 ~ 180s 过充压力消除, 列车管恢复定压; 制动缸压力应缓解到 0
四			(13) 均衡风缸减压 140kPa 的时间为 5 ~ 7s; 制动缸压力升至 340 ~ 380kPa 的时间为 6 ~ 8s (14) 制动缸泄漏量每分钟不大于 10kPa(关分配阀供给塞门) (15) 制动缸压力由 340 ~ 380kPa 降至 40kPa 的时间不大于 7s; 均衡风缸、列车管恢复定压
五			(16) 阶段制动作用应稳定正常 (17) 阶段缓解作用应稳定正常 (18) 制动缸压力由 0 升至 280kPa 的时间 4s (19) 制动缸压力由 300kPa 降至 40kPa 的时间 5s
六			(20) 列车管、均衡风缸应减压后保压 (21) 本务节机车制动缸压力 250kPa 时, 重联节机车制动缸压力应为 225 ~ 275kPa 注: (1) ~ (20) 检查中, 重联节机车制动机的制动与缓解应与本务节机车制动机协调一致
七			(22) 按压充气按钮, 均衡风缸及列车管压力同时上升, 当列车管压力超过定压 100kPa 时, 改按消除按钮, 均衡风缸、列车管压力停止上升, 并略有下降 (23) 司控器换向手柄置制动位, 调速手柄离开 0 位, 列车管减压 40 ~ 50kPa, 制动缸升压延时 20 ~ 28s, 列车管恢复定压, 制动缸缓解 (24) 拉手动紧急放风阀, 应产生紧急制动, 并不得自动缓解 (25) 切断电空制动电源, 应产生常用制动, 闭合电源, 制动机恢复正常
八			(26) 列车管、均衡风缸、总风缸均为规定压力, 制动缸压力为 0(同时下压手把) (27) 均衡风缸减压 140kPa 的时间为 5 ~ 7s; 制动缸压力升至 340 ~ 380kPa 的时间为 6 ~ 8s (28) 下压手把, 制动缸压力应能缓解; 停止下压制动缸压力停止下降 (29) 均衡风缸、列车管恢复定压 (30) 阶段制动作用应稳定 注: (26) ~ (30) 系空气位操作, 应按操作规程由电空位转至空气位。试完后, 应恢复电空位

## 第六章 主要参数的选择及计算

制动机为适应各种性能的要求,合理选择各主要参数是至关重要的。在此需要说明的是,尽管选择的参数是合理的,但不一定都是先进的。因为制动机,特别是机车制动机,是综合作用群体中的单体,往往要多考虑协调性和延续性;另一方面,尚要顾及机车自身各项性能的协调与配合,这就使机车制动机自身性能的发展受到一定的制约。如:机车制动机较理想的制动和缓解时间,应比车辆制动机相应地稍慢些,但因受 800m 制动距离及传统观念的约束,其指标只能沿袭旧制。

DK-1 型机车电空制动机的主要参数也是遵照该原则选择的,但由于其结构是组合式的,可以在今后发展需要时较为方便地调整或选择各参数,以适应先进性的要求。下面对某些设计参数的选择及计算问题作一简要介绍。

### 一、工作风缸容积的选择

根据二压力机构分配阀的作用原理,制动缸的压力取决于容积室的压力,而容积室的压力则与列车管定压、列车管减压量、容积室的大小及工作风缸容积等有关。对于已确定的机车型号及列车管定压,常用全制动(工作风缸与容积室的压力相平衡)的制动缸压力值取决于工作风缸的容积。首先机车制动机的列车管减压量与容积室平衡后的压力值(即等于常用全制动时最高制动缸压力)应维持传统的比例关系

$$P_{R1} = P_{Z1} = 2.6r \quad (6-1)$$

式中  $P_{R1}$ 、 $P_{Z1}$ ——分别为常用制动时容积室及制动缸的表压(kPa);

$r$ ——列车管的减压量(kPa);

2.6——即习惯称之为“比例数”。

而常用全制动时列车管的最大有效减压量  $r_{max}$  为 140kPa(列车管定压为 500kPa 时)或 170kPa(列车管定压为 600kPa 时)。根据式(6-1)计算出常用全制动时容积室及制动缸的表压力  $P_{R1}$ 、 $P_{Z1}$  为 364kPa(列车管定压为 500kPa 时)或 442kPa(列车管定压为 600kPa 时)。

制动机的工作过程是利用空气压力的变化来实现的,而空气压力的变化与空气容积有着密切的关系,也与压力空气的温度变化有着密切的关系。由于制动机的各空气管道和容积(风缸)大都直接与大气接触。而贮存在列车管、风缸等处的压力空气,又都有足够的时间与大气进行热交换,所以各处压力空气的温度变化较小,且接近于大气温度,根据热力学的理论,制动机的压力空气的气体状态变化较接近于等温过程。再有制动机的各零部件内部不可避免地存在着余隙容积,而各运动部件又都允许有一定的漏泄或逆流等,因此对计算精度也存在着一定的影响。在保证机械工程计算精度的前提下,为简化计算,可以忽略压力空气温度变化对计算结果的影响。根据以上理由,以等温过程作为压力空气的气体状态变化的理论计算的依据(以后的有关计算均按此原则)。

根据玻义尔—马略特定律(即等温过程气体状态方程),空气压力与容积之间的关系式为

$$P \cdot V = \text{常数} \quad (6-2)$$

式中  $P$  —— 气体的绝对压力(kPa);

$V$  —— 气体的容积(L)。

即在等温过程中, 气体(在制动机中为压力空气)的绝对压力与它所占有的容积的乘积为一常量。也就是说变化前的气体绝对压力与它所占有容积的乘积等于变化后的气体绝对压力与它所占有容积的乘积。

工作风缸的容积计算可按下述方法进行。

由于保压后, 工作风缸压力与列车管压力接近相等, 因此工作风缸压力的下降量与列车管的减压量也接近相等。且容积室的压力与制动缸的压力相等。

对于不同型号的机车, 容积室(包括作用管)及工作风缸的容积选择需根据布管情况进行具体计算后确定, 不能简单地根据式(6-1)来选择。

对于不同型号的机车, 选用 109 型分配阀的 DK-1 型机车电空制动机的计算程序为:

(1) 确定作用管的长度, 从而最后确定容积室(包括全车作用管)的总容积。

(2) 根据式(6-1)初算常用全制动的容积室平衡压力(即制动缸的压力)。考虑工作风缸的逆流及阻力的损失等, 应采用加大 4% 左右的平衡压力值计算工作风缸的容积。

(3) 根据等温气体状态方程, 列出常用全制动前后的状态变化方程, 据此即可计算出为保证“比例数”的工作风缸应有容积。即

$$P_G V_{G+} + V_R = P_R (V_{G+} + V_G + V_{R+} + V_R) - (V_G + V_R) \quad (6-3)$$

化简整理得

$$V_G = \frac{P_{R1} (V_{R+} + V_G + V_R)}{r} \quad (6-4)$$

式中  $P_G$  —— 工作风缸绝对压力(kPa);

$P_R, P_{R1}$  —— 分别为容积室的绝对压力及表压力(kPa);

$V_{G+}, V_G$  —— 分别为制动前及制动后增加的工作风缸容积(L);

$V_{R+}, V_R$  —— 分别为制动前及制动后增加的容积室容积(L);

$r$  —— 列车管的常用全制动减压量(kPa)。

(4) 对于工作风缸的计算值, 必须通过试验验证, 若结果与“比例数”接近, 即认可其计算值; 反之, 则进行修正, 重复(2)至(4)步骤, 直至满意为止。

根据上述计算步骤进行设计的工作风缸容积及验证“比例数”结果各型电力机车, 其设计计算参数及验证结果列于表 6-1。

表 6-1 109 型机车分配阀在各型电力机车上的设计计算参数

车 型	容积室总容积(L)						工作风缸总容积(L)						计算平衡压力 (表压 kPa)	实际平衡压力 (表压 kPa)
	容积室	连接管	主阀体内 余隙容积		制动前	制动后	工作 风缸	连接管	主阀体内 余隙容积		制动前	制动后		
			缓解	制动					缓解	制动				
韶山 <sub>1</sub>	1.8	1.717	0.2	0.26	3.717	3.777	12.2	0.045	0.15	0.25	12.395	12.495	3.79	3.6
韶山 <sub>3</sub>	1.8	1.851	0.2	0.26	3.851	3.911	12.2	0.04	0.15	0.25	12.39	12.49	3.76	3.6
韶山 <sub>4</sub>	1.8	1.341	0.2	0.26	3.340	3.40	11.2	0.03	0.15	0.25	11.38	11.48	3.75	3.55

## 二、过充压力的计算

列车管的过充压力是通过中继阀主阀部的过充柱塞及过充风缸来实现的,其过充压力的大小则由中继阀的结构及总风压力值所决定(见图 6- 1)。

由图 6- 1 可见,若忽略不计过充柱塞及中继阀主鞣鞣的运动阻力,则列出压力关系式为

$$P_1 \cdot S_1 = P \cdot S_2$$

则

$$P = P_1 \cdot \frac{S_1}{S_2} \quad (6- 5)$$

由中继阀的结构参数,代入上式得

$$P = 34 \sim 42 \quad (\text{kPa})$$

故一般介绍其过充压力范围为 30 ~ 40kPa,即由此而圆整的数值范围。设计该参数时,必须限制其上限值。纵然过充压力高能加速列车管充气速度,有利于提高缓解波速。但对在过充压力消除过程中及整机性能都会受到影响,特别是与初制动性能的配合上将会带来不协调。

## 三、初制动风缸容积的选择

DK-1 型电空制动机设置初制动风缸不仅有利于小减压量时后部车辆制动机的出闸,而且大大缓和了压力回升现象,并使最小减压量得到控制。其效果是明显的。但如何选择其容积是直接影响到制动机的基本性能,所以必须进行缜密的考虑和科学的计算,方能满足在不同列车管定压下的同一性能要求。

图 6- 1 中继阀过充压力计算关系图

- $S_1$ ——过充柱塞面积( $\text{cm}^2$ );
- $S_2$ ——中继阀主鞣鞣有效面积( $\text{cm}^2$ );
- $P_1$ ——过充风缸压力(kPa);
- $P$ ——过充压力(kPa)。

### (一)原理

当电空制动控制器手把一离开中立位,缓解电空阀 258 失电,均衡风缸即分两路减压,一路经缩孔  $d_4$  向初制风缸匀压;另一路经缩孔  $d_3$  再经制动电空阀 257 通大气排出,一旦减压 20kPa,手把移回中立位后,由于压力开关 209 的动作,使该通路立即关闭。由于该作用时间极短,可以认为均衡风缸的减压量,即是与初制动风缸的均衡量(图 6- 2)。

图 6- 2 初制动风缸作用原理图

### (二)计算方法

根据公式(6- 2)及图 6- 2,即可进行初制动风缸容积的计算

$$P_j V_{j+1} + P_c V_c = P_j (V_{j+1} + V_c) \quad (6- 6)$$

所以

$$V_c = \frac{V_j (P_j - P_{j-1})}{P_{j-1} - 1} \quad (6- 7)$$

或

$$V_c = \frac{V_j \cdot P_j}{P_{j1}} \quad (6-8)$$

式中  $P_j$ 、 $P_{j1}$  和  $P_{j1}$ ——分别为均衡风缸均衡前的绝对压力, 均衡后的绝对压力和表压力 (kPa);

$V_j$ ——均衡风缸(包括均衡风缸管)的容积(L);

$V_c$ ——初制动风缸容积(L);

$P_j$ ——均衡风缸的减压量, 即列车管的最小减压量, (kPa)。

由公式(6-8)可见, 初制风缸容积  $V_c$  与均衡风缸容积  $V_j$ 、均衡风缸的最小减压量  $P_j$  及均衡风缸的压力  $P_{j1}$  有关。即当  $P_j$ 、 $V_j$  为定值时、初制风缸容积  $V_c$  应随列车管定压的增大而减小。鉴于此, 在不同列车管定压下为获得满意的初制动效果, 必须采用不同的初制动风缸容积。

已知  $V_j = 5.7 \text{ L}$ , 当列车管定压为  $500 \text{ kPa}$  时, 应有  $50 \text{ kPa}$  的列车管最小减压量, 即  $P_{j1} = 450 \text{ kPa}$ ,  $P_j = 50 \text{ kPa}$ , 分别代入式(6-8)。由此得

$$V_{c1} = 0.63 \text{ L}$$

当列车管定压为  $600 \text{ kPa}$  时, 考虑客车制动机的特点, 选择  $40 \text{ kPa}$  的列车管最小减压量, 即  $P_{j1} = 560 \text{ kPa}$ ,  $P_j = 40 \text{ kPa}$ , 代入式(6-8), 得

$$V_{c1} = 0.41 \text{ L}$$

考虑通过制动电空阀 257 排大气的因素并计及初制动风缸联接管路的容积, 最后选择初制动风缸容积  $V_c$ 。

$$V_{c1} = 0.56 \text{ L (列车管定压 } 500 \text{ kPa)}$$

$$V_{c2} = 0.36 \text{ L (列车管定压 } 600 \text{ kPa)}$$

#### 四、压力开关硬芯鞣鞣的选择

压力开关是气动压差空电转换元件。主要是橡胶膜板的硬芯鞣鞣为运动部件。其结构示意图见图 6-3。

对于橡胶膜板的硬芯鞣鞣的计算不能简单地用习惯方法计算其作用面积, 因为膜板在压力作用下引起变形, 其受力效果会有所影响, 换言之, 膜板的受力有效面积不同于实际面积。这点在所有膜板结构的气动元件中都遵循此项原则。根据资料介绍, 其有效面积的计算公式为

$$S_a = \frac{1}{12}(D^2 + Dd + d^2) \quad (6-9)$$

式中  $D$ ——膜板的工作直径(cm);

$d$ ——硬芯的直径(cm);

$S_a$ ——膜板的有效面积( $\text{cm}^2$ )。

由式(6-9)可得:

(1) 当膜板整个表面被硬芯覆盖时, 即  $d = D$  时, 则在空气压力下的膜板有效面积为

图 6-3 压力开关结构示意图

$D$ —橡胶膜板直径;  $d$ —鞣鞣硬芯直径;

$d_0$ —硬芯杆直径;

$P_{上}$ 、 $P_{下}$ —分别为压力开关上、下气室的绝对压力。

$$S_a = \frac{1}{4}D^2 \quad (6-10)$$

此时,有效面积与膜板的工作面积相等,为最大值。但由于膜板受硬芯的限制,其行程则趋于0,实用价值很小。

(2)当膜板之硬芯直径很小时,即可以认为  $d \rightarrow 0$  时,则代入(6-9)式中,得

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{1}{12}D^2 \\ &= \frac{1}{3}\left(\frac{1}{4}D^2\right) \end{aligned} \quad (6-11)$$

由此可知,纯膜板仅可以用本身面积的  $1/3$  来传递空气压力,其值为最小。但行程趋于最大值,其值大小取决于膜板的材质及结构。

压力开关动作值的设计正是根据(6-9)式推导计算的。

由图 6-3 可知,压力开关的上下气室分别通入列车管定压值的调压阀压力空气及均衡风缸压力空气,在充风缓解过程终结时,上、下气室压力是相等的,即  $P_{上} = P_{下}$ 。由于上气室的受力面积永远小于下气室的受力面积(根据  $S_{上} = S_a - \frac{1}{4}d_0^2 < S_{下} = S_a$ ),当下气室压力下降(即均衡风缸降压)到某一数值  $P$  时,就可能使膜板的上气室压力大于下气室压力,硬芯下移,压力开关动作,则  $P$  即为该压力开关的动作值。

动作值的计算如下:

已知:膜板的直径  $D$ 、硬芯直径  $d$ 、硬芯杆直径  $d_0$ 、上气室的空气压力的绝对压力  $P$ 、硬芯鞣鞣重量  $G_0$  得膜板的受力有效面积

$$S_a = \frac{1}{12}(D^2 + Dd + d^2) \quad (\text{cm}^2)$$

上气室的受力有效面积

$$S_{上} = S_a - \frac{1}{4}d_0^2$$

上下气室压力平衡关系式

$$P_{上} \cdot S_{上} + G = P_{下} \cdot S_a \quad (6-12)$$

所以,根据(6-12)式得

$$P = \frac{P_{下} \cdot S_a - G}{S_{上}} = \frac{P_{下} \cdot \frac{1}{12}(D^2 + Dd + d^2) - G}{\frac{1}{12}(D^2 + Dd + d^2) - \frac{1}{4}d_0^2} \quad (6-13)$$

式中

$$P = P_{上} - P_{下}$$

上下气室压力差,即为均衡风缸减压量。

(6-13)式中注意单位的换算,当直径以厘米(cm)、鞣鞣重量  $G$  以牛(N)代入时, $P_{上}$  及  $P_{下}$  取值应为  $10\text{kPa}$ 。

由(6-13)式可知,当压力开关的膜板直径  $D$ 、硬芯直径  $d$  取定时,由于鞣鞣重量  $G$  很小,可忽略不计,则其动作值  $P$  只与硬芯杆直径  $d_0$  有关。也即只需变更硬芯杆的直径  $d_0$  值,即可设计出不同动作压差  $P$  的压力开关。

现将 DK-1 型电空制动机所用的 JY 型压力开关的动作压差  $P$  计算值列于表 6-2。

表 6- 2 JY 型压力开关动作压差 P 计算表

P (kPa)	d <sub>0</sub> (mm)	10	14	18	22	26	30	36	40	44	48
		P(kPa)									
500		15	29	48	73	102	136	196	242	293	349
600		20	34	57	85	119	158	229	283	342	407

# 第七章 DK-1 型机车电空制动机与其它系统的配合作用

电空制动机是以电信号为控制指令,以压缩空气为动力能源。它通过电路的变化,达到控制机车及列车制动机实现制动、保压与缓解,这就为与其它系统的配合带来了方便。

DK-1 型机车电空制动机自批量装车以来,除具备第三章第四节中介绍的几种基本辅助制动性能外,近几年来随着制动技术的不断发展以及其它系统对机车制动机的配合需求,逐步发展了几种辅助制动性能。如:与列车速度监控装置配合的自动常用制动接口装置;与机车动力制动配合的空气电阻联合制动装置;与车辆电空制动机配合的列车电空制动技术。下面分别介绍以上三种新增辅助制动性能。

## 第一节 自动常用制动接口装置

自 1978 年郑州铁路局杨庄事故后,全路开始了列车速度监控装置的研制开发与装车应用,首先是全路联合开发设计了具有警惕功能的 ZTL 型机车自动停车装置,然后各路局及各科研单位各自开发设计了不同类型的列车速度监控装置(以下简称监控装置)。但各种监控装置的制动方式均采用列车管紧急放风的紧急制动,而没有采用列车管排风(减压)速度较慢、减压量相对较小的常用制动。

紧急制动会使列车产生很大的纵向冲动,特别是对于速度较高或较低、编组辆数较多的列车,在紧急制动开始以及列车将停未停的两个时间段会产生巨大的纵向力,导致车钩断裂、轮对擦伤、货物移位、行李倒塌、旅客受伤等不良后果,影响列车运行的平稳性及安全性。另外紧急制动时,由于全列车的列车管压力空气全部排尽,紧急停车后列车再次起动时,列车管充风时间长,影响列车恢复运行,对于重载长大货物列车和扩编旅客列车更是如此。

常用制动时,由于列车管减压速度较慢,其列车的纵向冲击远小于紧急制动时的纵向冲击。且全列车的列车管压力空气只按减压量大小排出全部的  $1/10 \sim 1/3$ 。根据列车运行情况,选择采用常用制动方式,不仅提高了列车运行的平稳性及安全性,而且还大大缩短了再充气时间,列车恢复运行快,提高了线路通过能力,提高了运输的社会效益,并且大大节约了能源。因此监控装置采用常用制动方式已迫在眉睫,并已成为一个必然的发展趋势。

DK-1 型机车电空制动机自动常用制动接口装置(以下简称接口装置),是在 1995 年列入铁道部科技发展计划(合同编号 95J38),并于 1996 年 2 月中旬通过铁道部科学技术成果鉴定((95)铁道部技鉴字第 111 号)。

该接口装置,可在列车超速和非司机操纵条件下,接受监控装置的常用制动电指令,然后控制 DK-1 型机车电空制动机实施列车管常用制动减压,使列车速度降至限速之内。同时,该接口装置还能接受监控装置的紧急制动电指令,利用原 DK-1 型机车电空制动机原有的与自

停装置配合功能,确保全列车产生有效的紧急制动作用。

## 一、对接口装置及监控装置的要求

### (一) 自动紧急制动

当接口装置接受到监控装置的紧急制动电信号指令时,应使 DK-1 型机车电空制动机产生如下作用:

1. 列车管压力 3s 内降至零,全列车产生有效的紧急制动作用。
2. 自动切除列车管风源。
3. 机车自动撒砂。
4. 自动选择切除机车动力。

5. 自动紧急制动不得自动缓解,只能在监控装置取消了紧急制动电信号指令后,才能人工缓解(操作电空制动控制器)。

### (二) 自动常用制动

当接口装置接受到监控装置的常用制动电信号指令时,应使 DK-1 型机车电空制动机产生如下作用:

1. 应满足监控装置要求的列车管各种不同减压量以及追加减压量的需要;使全列车产生常用制动作用。

2. 自动切除列车管风源。

3. 在自动常用制动过程中,司机可以操作电空制动控制器人为追加列车管减压量,但不能人为缓解。

4. 当监控装置取消常用制动电信号指令后,DK-1 型机车电空制动机自动恢复电空制动控制器手把所在位置的作用。

### (三) 其它要求

1. 机车加装接口装置后,不应影响 DK-1 型机车电空制动机原有的各项作用性能及安全性与可靠性。

2. 接口装置在机车上应便于开启和切除,以便有选择地执行自动常用制动功能。

3. 自动常用制动在 DK-1 型机车电空制动机的电空制动控制器处于前三位(过充、运转、中立)以及电空联锁与空电联合制动等状态下均应能实现。

### (四) 对监控装置的接口要求

#### 1. 自动紧急制动电信号指令

监控装置的紧急制动电信号指令由一常开联锁送出,当自动紧急制动时,该联锁闭合,当自动紧急制动取消时,该联锁断开。

#### 2. 自动常用制动电信号指令

监控装置的常用制动电信号指令由两对独立的联锁送出(一对为常开联锁、一对为常闭联锁)。当自动常用制动开始时,常开联锁应闭合,常闭联锁应断开。当达到自动常用制动减压量控制值时,常开联锁继续闭合,而常闭联锁恢复闭合。如果进行自动常用制动需追加减压时,在常开联锁保持闭合条件下,常闭联锁再次断开,在达到追加减压量控制值时,常闭联锁再次恢复闭合。当自动常用制动取消时,常开联锁恢复断开。

常闭联锁的断开至闭合的间隔时间,按均衡风缸减压 140kPa 为 5.5 ~ 6.5s 的速度控制。

## 二、装置的组成和机车的加装改造

### (一) 装置的组成

接口装置由自动常用制动选择钮子开关、常用制动中间继电器、制动保压中间继电器、紧急制动中间继电器以及接插件组成,全部安装在一块安装板上,通过机车布线与 DK-1 型机车电空制动机以及监控装置连接。由于各型机车安装位置不同,其安装板不能通用,同时由于各型机车接插件型号不同,其接插件也不能实现完全互换。图 7- 1 为韶山<sub>3</sub> 型机车接口装置的电器部件布置外形图。

图 7- 1 接口装置电器部件布置外形图

1—20 芯插座; 2—中间继电器(JZ15-26Z); 3—中间继电器(JZ15-44Z);

4—安装板; 5—二极管; 6—转换开关。

### (二) 机车的加装改造

接口装置在机车上的装用,可分为新车与既有车两种方案,两种方案的原理完全一致。下面仅对既有车的加装改造介绍如下:

1. 将接口装置安装固定在机车的某处。

2. 机车布线改造。通过布线改造可以将接口装置与 DK-1 型机车电空制动机控制电路以及监控装置连通。

3. 电空制动屏改造,使之满足自动常用制动的要求,包括排风 2 电空阀控制电路更改与 1<sup>#</sup> 阀座更换

4. 根据接口装置的调试情况,调整制动电空阀处的均衡风缸排风缩堵。

### 三、接口装置的操作与使用

#### (一) 装置的投入与切除

当机车还没有安装监控装置(包括不含自动常用制动功能)时,应将自动常用制动转换开关打在切除位。

当机车已安装监控装置(含自动常用制动功能)后,应将自动常用制动转换开关打向投入位。如果监控装置不能正常工作或故障,造成 DK-1 型机车电空制动机不能正常工作时,可将自动常用制动转换开关打在切除位,切除自动常用制动功能,维持列车运行。

#### (二) 自动紧急制动后的缓解

当列车产生自动紧急制动作用后,必须在监控装置的紧急制动解锁后,才能按 DK-1 型机车电空制动机的操作规程,操作电空制动控制器对列车进行缓解。

#### (三) 自动紧急制动后的追加减压与缓解

当列车产生自动常用制动作用后,司机可以操作电空制动控制器移制动位、中立位追加减压;但列车的缓解必须在操作监控装置进行常用制动解锁后进行。

#### (四) 注意事项

DK-1 型机车电空制动机处于空气位后,不能产生自动常用制动作用,只有自动紧急制动作用。由于此时的自动紧急制动过程中,列车管压力不能降至零,这时司机应将空气制动阀手把推至制动位。

监控装置的常用制动解锁后,列车制动机的状态与电空制动控制器手把所放位置有关。

如果自动紧急制动性能不稳定,可通过拆除紧急制动中间继电器上的任一导线,取消自动紧急制动作用,以维持列车运行。

### 四、试验方法及要求

自动紧急制动与自动常用制动性能试验,一般应在监控装置进入试验(或称试闸)程序后,按照监控装置的试验方法进行。

下面以安装 LKJ-93A 型监控装置以及接口装置的机车为例,介绍自动紧急制动与自动常用制动的性能试验。

#### (一) 试验前的要求

1. 接口装置与监控装置应在机车上全部安装完毕(包括有关布线)。
2. 自动常用制动转换开关打向投入位。
3. DK-1 型机车电空制动机应单机试验全部合格〔特别是均衡风缸减压速度应满足减压 140kPa 的时间为(6±0.5s)〕。
4. 完成上述工作后,操作监控装置显示器上按钮,输入特定司机号(一般为 9753)进入监控装置试验程序。

#### (二) 自动紧急制动性能检查

该性能检查试验应在 DK-1 型机车电空制动机的电空位与空气位分别进行。

##### 1. 电空位

电空制动控制器分别置于过充、运转、制前中立、制后中立、制动位,操作监控装置显示器上按钮,按压“解锁”键,应产生下列紧急制动作用:

- (1) 监控装置显示器上自停显示灯亮,同时发出语音“实施自停”。
- (2) 列车管压力快速降至零,并不得自动缓解。
- (3) 制动缸压力升至 $(450 \pm 10)$  kPa。
- (4) 机车自动撒砂。
- (5) 自动选择切除机车动力,即有级位时跳主继电器,否则不跳主继电器。

## 2. 空气位

空气制动阀置于缓解位,操作监控装置显示器上按钮,按压“解锁”键,电动放风阀应动作排风,机车制动机产生紧急制动作用,制动缸压力应大于 340kPa,同时自动选择切除机车动力。

## 3. 自动紧急制动的缓解

待监控装置的紧急制动指令保持约 10s 消失后,显示器上自停指示灯灭,按操作方法能对制动机进行缓解(电空位)或自行缓解(空气位)。

## (三) 自动常用制动性能检查

该性能检查试验只在 DK-1 型机车电空制动机的电空位进行。

### 1. 减压性能检查

电空制动器分别置于过充、运转、制前中立、制后中立、以及电空联锁状态。按压监控装置显示器上的“设定”键一次,在显示器上常用制动显示灯亮时,均衡风缸与列车管应减压 $(110 \pm 10)$  kPa 或追加减压 65kPa 后保压(减压量仅供参考,它与监控装置内设定的减压时间及均衡风缸减压速度有关)。

### 2. 追加减压性能检查

在自动常用制动状态,操作电空制动控制器可以追加列车管减压,但不能缓解列车管压力。

### 3. 自动常用制动的缓解

再按压监控装置显示器上的“设定”键一次,在显示器上常用制动显示灯熄灭后,列车管压力应恢复定压(电空制动控制器运转位),过充 30 ~ 40kPa(电空制动控制器过充位)或保压。

## 五、综合作用简介

接口装置接受到监控装置的制动指令,控制 DK-1 型机车电空制动机电空阀的得失电,达到控制全列车的制动与缓解作用。接口装置与 DK-1 型机车电空制动机的主要部件以及监控装置的相互关系如下:

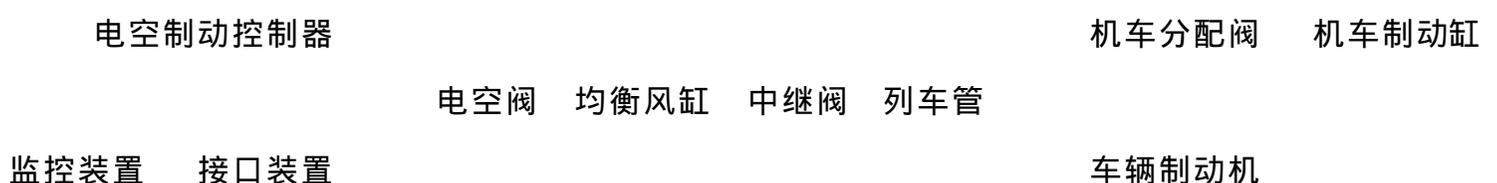


图 7- 2 为韶山<sub>3</sub> 型电力机车加装自动常用制动接口电路原理图,其它车型仅线号不同。

在以下自动紧急制动与自动常用制动的综合作用原理介绍中,着重点放在电器部件的转变部分,而其它部分省略简化。

图 7-2 韶山<sub>3</sub>型电力机车自动常用制动接口装置电路原理图

455 KA—常用制动中间继电器; 456—制动保压中间继电器; 460—紧急制动中间继电器;  
467QS—自动常用制动选择钮子开关; UK—列车速度监控装置。

### (一) 自动常用制动

自动常用制动是通过接口装置中常用制动中间继电器与制动保压中间继电器的得失电, 控制 DK-1 型机车电空制动机的电空阀电路而达到的。

当监控装置发出常用制动电信号指令时, 常用制动中间继电器得电, 而制动保压中间继电器失电。常用制动中间继电器得电后, 其常闭联锁分别切断了缓解电空阀、排 2 电空阀、排 1 电空阀、过充电空阀、制动电空阀的控制电路, 而常开联锁使得中立电空阀得电。不论电空制动控制器处于过充、运转、制前中立、制后中立中的某一位置或电空联锁状况, 均只有中立电空阀得电, 而其余电空阀均失电。这时均衡风缸内压力空气的压力将下降, 并通过中继阀使列车管减压, 全列车产生常用制动作用。

当监控装置发出停止减压的电信号指令时, 常用制动中间继电器与制动保压中间继电器均得电。由于制动保压中间继电器得电后, 其常开联锁使得制动电空阀得电。均衡风缸内压力空气的排风通道被切断, 实现了均衡风缸内压力空气减压后保压, 通过中继阀的作用, 列车管也将实现减压后的保压。从常用制动中间继电器得电(均衡风缸内压力空气减压), 到制动保压中间继电器得电(均衡风缸内压力空气停止减压)的时间长短, 可控制均衡风缸减压量的大小。

当监控装置发出常用制动缓解电信号指令时, 常用制动中间继电器与制动保压中间继电器均失电, DK-1 型机车电空制动机恢复到电空制动控制器所在位置的作用。

### (二) 自动紧急制动

自动紧急制动的作用是通过控制接口装置中的紧急制动中间继电器的得失电, 并利用 DK-1 型机车电空制动机原有的与自停装置配合功能而达到的。

当监控装置发出紧急制动电信号指令后, 紧急制动中间继电器得电。其常开联锁闭合, 使

导线 804 有电, 电动放风阀得电动作, 快速排出列车管内压力空气, 使全列车产生紧急制动作用。由于此时紧急阀动作, DK-1 型机车电空制动机断钩保护电路动作, 使机车撒砂, 切断列车管风源。同时导线 804 有电, 还可以通过调压开关零位联锁或零位中间继电器的联锁, 有选择地切除机车动力(跳主断路器)。

自动紧急制动的解锁(缓解), 应首先将监控装置解锁, 然后按 DK-1 型机车电空制动机的操作规程, 使用电空制动控制器进行紧急制动的解锁(缓解)。

## 第二节 列车电空制动

随着旅客列车运营速度的不断提高, 列车既有空气制动机已不能满足使用要求。根据国外资料介绍, 当列车速度超过 120km/h 时, 就应考虑采用电空制动机。旅客列车采用电空制动机后, 可使全列车的制动机同时动作, 提高制动与缓解波速, 缩短空走时间与制动距离; 同时还具有改善列车操纵性能、减少列车制动的纵向冲动等优点。

我国 90 年代初期就已规定了列车电空制动机为五线制的自动式电空制动机, 应能与既有客车混编等。根据要求, 现已完成了 104 车辆电空制动机、F8 车辆电空制动机的研制与推广, 同时还完成了 JZ-7 型机车空气制动机与 DK-1 型机车电空制动机增加列车电空制动功能的研制与推广。列车电空制动技术已在广深准高速列车上正式采用。

为了使读者对列车电空制动技术有一个较全面的了解, 首先简单介绍 104、F8 车辆电空制动机的电空制动部分, 使读者了解车辆电空制动对机车制动机的要求, 然后较详细的介绍 DK-1 型机车电空制动机的列车电空制动(以下简称 DK-1 列车电空制动)功能。

### 一、车辆电空制动机简介

104、F8 车辆电空制动机自投入运用后, 经长时间的运用考验表明, 其作用性能较纯空气制动机有明显的改进和提高, 特别是在减少列车冲动和缩短制动距离方面效果显著。

104、F8 车辆电空制动机与纯空气车辆制动机相比, 具有如下特点:

1. 采用自动式电空制动方式。即通过机车中继阀和车辆电空制动电空阀的共同作用, 控制列车管的充、排气, 再通过车辆分配阀的作用, 达到车辆制动、缓解的目的。这样, 既可以保证与装有纯空气制动系统的车辆混编运行, 又可以保证与装有任一型号电空制动机的车辆专列运行。在电空制动系统失效的情况下, 保证列车仍具有制动能力, 确保列车安全。

2. 减少了列车的制动纵向冲击与制动距离。因为其制动性能比纯空气制动机有了新的提高, 列车制动时, 前后部车辆可达到同步作用, 不受空气制动波传递时间的影响, 因此, 大大地减少了制动时的列车纵向冲动。改善了列车的制动平稳性能, 同时也大大地减少了制动时的空走时间, 缩短了制动距离。

3. 提高了列车操纵的灵活性。即通过改善常用制动和缓解性能, 特别是对阶段缓解性能的改善, 可大大方便司机对列车的制动操作。

4. 列车电空制动采用统一的五线制。即常用制动线、缓解线、保压线、紧急制动线、负线, 列车电空制动指令由它们传递。

#### (一) 104 车辆电空制动机

##### 1. 电空制动的组成及原理

104 车辆电空制动机是在 104 分配阀的基础上设计而成的。它在原 104 型空气制动机上增设

了连接体(包括三个开式电磁阀);一个40L的缓解风缸;及车体两端的电缆连接器和电缆等。

连接体安装在104分配阀的主阀与中间体之间,原中间体与主阀的气路依旧相通,只是连接体上另设置一个止回阀,为副风缸向缓解风缸充气而用。连接体上还装有三个相同结构的电磁阀,分别为保压电磁阀、制动电磁阀、缓解电磁阀,另外在连接体上有一外管路接缓解风缸,还有一外管路接主阀的容积室排气孔。104车辆电空制动机接管原理见图7-3。

图7-3 104车辆电空制动机接管原理图

缓解风缸内的压力空气由副风缸通过充气止回阀而充至与副风缸内压力空气的压力接近。在制动时,当副风缸压力降低时,缓解风缸应保持压力不变。

制动电磁阀连接列车管与大气,用它的得失电来控制列车管的排气与保压。

缓解电磁阀外接缓解风缸与列车管,得电时相通,失电时关闭。

保压电磁阀则控制容积室到大气的通路,失电时连通,得电时则切断。

图7-4为104车辆电空制动机作用原理图。

## 2. 电空制动综合作用

104车辆电空制动机的电空制动作用位置有:充气缓解位、常用制动位、保压位、制动缓解位、紧急制动位。

### (1) 充气缓解位

列车正常运行时,车辆制动机长期所处该作用位置。104分配阀处充气缓解位,三个电磁阀均不得电,但失电的保压电磁阀保障着容积室 $d_3$ 连接管保压电磁阀大气的通路畅通,制动缸压力到零。

### (2) 常用制动位

制动电磁阀得电,列车管压力空气可经制动电磁阀排大气,104分配阀迅速产生制动作用,使分配阀的动作不受空气制动波速的影响。电磁阀得电时间的长短决定着列车管的减压量,缩口风堵控制列车管的排风速度。

### (3) 保压位

保压电空阀得电,容积室经电磁阀排大气的通路被切断,保持制动缸压力。在阶段缓解作用时,尽管104分配阀主阀已处于充气缓解位,而保压电磁阀的间断得失电,控制着容积室的阶段性排气,而制动缸的排气又受容积室的控制,也就控制了制动缸的阶段排气,从而得到了

制动缸的阶段缓解。

(4) 制动缓解位

此时仅缓解电磁阀得电,使缓解风缸的压力空气经电磁阀注入列车管,加快列车管的充气,迅速使主阀处于充气缓解位,同时由于保压电磁阀失电,容积室排大气通路畅通,制动缸得以缓解。该作用持续一段时间后即要求进入充气缓解位(三个电磁阀均失电)。

(5) 紧急制动位

电磁阀的得失电与常用制动位相同。制动电磁阀得电,加快列车管压力降至零。104分配阀迅速处于紧急制动位。

104车辆电空制动机的其它作用同原104分配阀。三个电磁阀的动作关系见表7-1。

图 7- 4 104 车辆电空制动机作用原理图(充气位)

1—主阀;2—中间体;3—紧急阀;4—电磁阀座;5—止回阀;6—缩口风堵;7—电磁阀;8—列车管;9—副风缸;  
10—制动缸;11—工作风缸;12—缓解风缸;13—容积室;14—局减室;15—紧急室;16—集尘器;17—支管塞门。

表 7- 1 电磁阀动作关系表(104)

得失电 / 作用位置 电磁阀	充气缓解位		常用制动位	保压位	紧急制动位
	得电	失电			
制动电磁阀	失电		得电	失电	得电
缓解电磁阀	得电	失电	失电	失电	失电
保压电磁阀	失电		失电	得电	失电

## (二) F8 车辆电空制动机

### 1. 电空制动的组成及原理

F8 车辆电空制动机是在 F8 分配阀的基础上设计而成的。它在原 F8 型空气制动机上增设了电空阀箱和四个截断塞门, 及车体两端的电缆连接器和电缆等。

电空阀箱内有三个闭式电磁阀, 其中常用电磁阀与缓解电磁阀安装在一个连接阀体上, 紧急电磁阀安装在另一个阀体上, 该阀体中包含放大阀和限压阀。

电空阀箱与 F8 分配阀分开安装, 用管路连接, 当电空制动部分发生故障时, 可关闭截断塞门, 切断电空制动作用。F8 电空制动机接管原理见图 7- 5。

图 7- 5 F8 车辆电空制动机接管原理

常用制动电磁阀在电空常用制动时, 提高列车管的排风速度, 加速电空制动作用。

缓解电磁阀在初充气时, 沟通工作风缸与列车管的通路, 提高工作风缸初充气速度; 在制动后缓解时, 加速工作风缸向列车管的逆流速度, 达到迅速缓解的目的。

紧急电磁阀在电空紧急制动时, 控制放大阀的作用。

放大阀在电空紧急制动时, 放大副风缸至制动缸的通路截面, 提高制动缸进气速度, 改善电空紧急制动性能; 同时, 使列车管通大气, 产生列车管附加排风作用。

限压阀在电空紧急制动时, 限制制动缸最高压力值。

图 7- 6 为 F8 车辆电空制动机作用原理图。

### 2. 电空制动综合作用

F8 车辆电空制动机的电空制动作用位置有: 充气缓解位、常用制动位、保压位、紧急制动位。

#### (1) 充气缓解位

缓解电磁阀得电, 工作风缸经电磁阀与列车管沟通。在充气过程中, 列车管压力空气经缓解电磁阀和限制堵充入工作风缸, 提高工作风缸充气速度; 在制动后缓解时, 由于工作风缸压力较高, 工作风缸压力空气经限制堵和缓解电磁阀流向列车管, 工作风缸的压力降低, 促进了 F8 分配阀的缓解作用, 起到加速缓解的作用。

## (2) 常用制动位

常用制动电磁阀得电, 列车管压力空气经常用电磁阀和限制堵排大气, F8 分配阀迅速产生制动作用, 使分配阀的动作不受空气制动波速的影响。电磁阀得电时间的长短决定着列车管的减压量, 限制堵控制列车管的排风速度。

图 7- 6 F8 车辆电空制动机作用原理图

## (3) 保压位

三个电磁阀均失电, 列车管、工作风缸、副风缸、制动缸等压力均保持不变, 相互间的连络通路被切断。

此位置与缓解电磁阀得电配合作用, 可获得电空制动的阶段缓解作用; 若与制动电磁阀得电配合作用, 可获得电空制动的阶段制动效果。由于 F8 分配阀已具有阶段缓解性能, 所以不需要单独设保压电磁阀, 这为简化电空制动结构提供了方便条件。

## (4) 紧急制动位

常用制动电磁阀与紧急制动电磁阀同时得电, 常用制动电磁阀得电后作用同常用制动位, 而紧急制动电磁阀得电后, 副风缸压力空气经紧急制动电磁阀进入放大阀鞴上部, 推动放大阀杆向下移动, 产生如下作用:

列车管压力空气经放大阀部排大气, 此时, 列车管排大气通路不受限制, 排气速度较快, 且与常用制动电磁阀排气叠加, 强烈地刺激 F8 分配阀立即进入紧急制动位。电空紧急制动功能可保证各车辆同步紧急制动作用。

副风缸压力空气经放大阀杆下部止回阀、限压阀下部止回阀进入制动缸, 增加了一条副风缸进入制动缸新气路, 缩短了制动缸升压时间。

当制动缸压力达到限压阀上方弹簧力时,在下部止回阀弹簧力作用下,止回阀带动限压阀杆上移,关闭阀口,切断副风缸与制动缸的通路,制动缸压力停止上升。

F8 车辆电空制动机的其它作用同原 F8 分配阀。三个电磁阀的动作关系见表 7- 2。

表 7- 2 电磁阀动作关系表(F8)

得失电 / 作用位置 电磁阀	充气缓解位	常用制动位	保压位	紧急制动位
制动电磁阀	失电	得电	失电	得电
缓解电磁阀	得电	失电	失电	失电
紧急电磁阀	失电	失电	失电	得电

## 二、DK-1 列车电空制动功能

### (一) 概述

DK -1 列车电空制动系统是在 DK -1 型机车电空制动机的基础上,并根据 104、F8 车辆电空制动对机车制动机的要求而发展起来的。其重点是放在如何正确并合理的控制列车电空制动五根指令传递线的得失电上,同时还遵循着如下几项设计原则:

1. 增加该功能后不应影响 DK -1 型机车电空制动机的原有各项功能及作用性能;
2. 增加该功能后不应影响司机对列车制动机的操纵习惯;
3. 该功能应能方便地投入或切除;
4. 该功能的原理应简单,并应满足 104、F8 车辆电空制动的要求;
5. 该功能投入后能正常工作。

根据以上设计原则完成的 DK -1 列车电空制动系统,经地面模拟试验后,已在韶山<sub>8</sub>型电力机车上采用装车,正待运用考核。

DK -1 列车电空制动系统主要由下述部件组成:

1. 压力开关——与 DK -1 型机车电空制动机原有压力开关(480kPa)结构完全相同。其上气室通入均衡风缸调压阀管压力空气,下气室则通入列车管压力。在列车管减压后,膜板下凹芯杆下移,使微动开关动作改变电路。在列车管压力上升接近定压(压差值 20kPa)时,膜板上凸,芯杆上移顶触微动开关,重新改变电路。该压力开关在列车管处于定压时,使得上部微动开关常闭联锁分断电路。

2. 接触器——共有四个接触器,分别控制列车电空制动四根(除负线外)指令传递线。采用接触器主要为了可靠的开断感性负载(车辆电空制动电磁阀线圈)电路。

3. 电缆连接器——即电空五芯插座,与车辆所用结构完全一致,它将列车电空制动电缆连接起来。

4. 自动开关——供列车电空制动电源总开关,在任一车辆中的电空制动导线不正常接地时,自动进行保护。

5. 万能转换开关——接触器控制电路切除开关,通过它可以选择列车电空制动功能。

6. 信号灯——即发光二极管,安装在司机室显示屏中。供司机在操纵列车电空制动时,观察接触器是否动作正常。

7. 电压表、电流表——安装在司机室仪表面板上。供司机在操纵列车电空制动时,观察车

辆电空制动是否正常工作。电压表、电流表均与互感器配合使用。

以上部件中,除接触器、电缆连接器外,均与韶山型电力机车上所采用部件相同。

图 7- 7 为 DK -1 列车电空制动系统电路原理图。

图 7- 7 DK -1 列车电空制动系统电路原理图

36QA—车列电空自动开关; 41KM—车列缓解接触器; 42KM—车列保压接触器;  
43KM—车列制动接触器; 44KM—车列紧急接触器; 208SA—原 DK -1 的最大减量控制压力开关;  
210SA—车列缓解控制压力开关; 468QS—车列电空制动选择转换开关。

因 DK -1 列车电空制动系统仅车列缓解控制压力开关与列车管和均衡风缸调压阀管连通,管路原理简单,下面的介绍重点主要放在电路原理上,以及使用与操作方面。有关 DK -1 型机车电空制动机原理方面的介绍,请读者参见有关资料,这里不再重复。

## (二) 控制电路原理及综合作用

DK -1 列车电空制动系统的控制电路作用原理,将按照电空制动控制器(以下简称大闸)手柄的位置以及 DK -1 型机车电空制动机(以下简称 DK -1)与其它系统的配合作用的顺序逐一介绍。

### 1. 大闸手柄在运转位

大闸手柄放运转位时,DK -1 的缓解电空阀得电(即导线 837 有电),均衡风缸及列车管压力上升。在列车管压力升至定压前,车列缓解控制压力开关 210 的膜板下凹,芯杆下移脱离顶部微动开关 210 SA,使得导线 858 与线 857 连通。导线 837 上电源,经车列紧急接触器 44KM

的常闭联锁、压力开关的电联锁 210 SA、车列电空制动选择转换开关 468 QS, 到达车列缓解接触器 41KM。

接触器 41KM 得电后, 其常开联锁闭合两条电路: 一条是司机室显示电路, 使司机室仪表面板上的车列缓解显示灯点亮; 另一条使导线 875 带电, 即列车电空缓解控制线带电, 车辆电空制动机的缓解电磁阀得电, 车辆电空制动机立即进入充气缓解位。

大闸手柄继续长时间放运转位, 当列车管压力上升接近定压(压差值 20kPa)时, 车列缓解控制压力开关 210 的膜板上凹, 芯杆上移并顶触其顶部微动开关 210 SA, 切断导线 858 与导线 857 的连通, 尽管此时导线 837 仍然有电, 但车列缓解接触器 41KM 将失电。同时, 司机室仪表面板上的车列缓解显示灯灭, 列车电空缓解控制线失电, 车辆电空制动机的缓解电空阀失电, 车辆制动机依靠列车管的作用, 继续保持充气缓解位。接触器 41KM 得电时间的长短, 与手柄移放运转位前的列车管减压量有关。减压量越大, 其得电时间越长。

在阶段缓解操纵时, 如果列车管压力没有升至接近定压, 大闸手柄在运转位的停放中, 接触器 41KM 不会失电。

由于 104 车辆电空制动机的保压电磁阀处失电状态, 保证了制动缸的缓解。而 F8 车辆电空制动机依靠列车管的作用, 制动缸缓解到零。

## 2. 大闸手柄在中立位

大闸手柄放中立位时, DK-1 型的制动电空阀得电(即导线 800 有电)。导线 800 上电源, 经车列紧急接触器 44KM 的常闭联锁、车列电空制动选择转换开关 468QS, 到达车列保压接触器 42KM。

接触器 42KM 得电后, 其常开联锁闭合两条电路: 一条是司机室显示电路, 使司机室仪表面板上的车列保压显示灯点亮; 另一条使导线 876 带电, 即列车电空保压控制线带电, 对于 104 车辆电空制动机, 保压电磁阀得电, 容积室排大气通路被切断, 车辆制动缸压力保持不变; 对于 F8 车辆电空制动机, 该导线是否有电均不产生任何作用(该导线没有接入 F8 车辆电空制动机)。

如果在列车制动减压前大闸手柄放中立位, DK-1 的缓解电空阀得电(即导线 837 有电), 但由于车列缓解控制压力开关 210 的作用(列车管压力未下降, 膜板仍然上凸), 切断了车列缓解接触器 41KM 电路, 接触器 41KM 仍保持失电状况。

如果在列车制动减压后大闸手柄放中立位, 均衡风缸及列车管压力停止下降并保压, 在列车管的作用下, 车辆空气制动机自动进入制动保压位。此时 104 车辆电空制动机保压电磁阀的得电无实际作用。

在进行阶段缓解的操作过程中, 大闸手把移放运转位, 均衡风缸及列车管压力将上升(压力上升量与大闸在运转位停放时间有关)。对于 F8 车辆制动机来说, 由于其具备阶段缓解功能, 制动缸压力随列车管压力上升而按比例下降。对于 104 车辆制动机来说, 由于其为一次缓解型, 列车管压力只要上升, 其主阀立即处于充气缓解位, 但由于采用保压电磁阀, 制动缸压力下降受大闸在运转位的时间长短(即保压电磁阀失电时间长短)控制。当大闸手柄移回中立位, 均衡风缸及列车管压力停止上升而保压。F8 车辆电空制动机依靠列车管的作用而处于缓解后的保压位, 制动缸压力停止下降而保压。而 104 车辆电空制动机则依靠保压电磁阀的得电, 在其主阀处于充气缓解位的情况下, 控制制动缸的压力停止下降而保压。

## 3. 大闸手柄在过充位

该位置的作用原理与大闸手柄在运转位相同, 即车列缓解接触器 41KM 得电后失电, 司

机室内车列缓解显示灯先亮后灭,列车缓解控制线先得电、然后失电。车辆电空制动机处于充气缓解位。由于此时列车管压力过充 $30\sim 40\text{kPa}$ ,即可以加快车辆制动机的充气作用,还可以保证阶段缓解型车辆制动机的完全缓解,车辆制动缸压力完全缓解到零。

#### 4. 大闸手柄在制动位

大闸手柄放制动位时,导线808有电,均衡风缸及列车管压力下降。导线808上电源,经DK-1型的最大减压量控制压力开关208( $300\text{kPa}$ )上的微动开关208 SAY(常闭的常开联锁)、车列保压接触器42KM的常闭联锁、车列电空制动选择转换开关468 QS,到达车列制动接触器43KM。

接触器43KM得电后,其常开联锁闭合两条电路:一条是司机室显示电路,使司机室仪表面板上的车列制动显示灯点亮;另一条使导线877带电,即列车电空制动控制线带电,车辆电空制动机的制动电磁阀得电,车辆电空制动机立即进入常用制动位。

大闸手柄在制动位与中立位间来回移动,可以控制制动机的阶段制动。大闸手柄长时间停放制动位时,由于最大减压量控制压力开关208的作用,改变两条电路:一条是改变DK-1型的控制电路,使导线800得电,DK-1型制动电空阀得电,均衡风缸与列车管停止减压;另一条切断接触器43KM的电路,使接触器43KM失电,车辆电空制动机的制动电磁阀失电。由于此时导线800得电,如大闸手柄在中立位所述,车列保压接触器42KM得电,车辆电空制动机处于制动后的保压位。

#### 5. 大闸手柄在紧急位

大闸手柄放紧急位,导线804有电,机车电动放风阀动作排风,列车管压力急剧下降至零。导线804上电源,经车列电空制动选择转换开关468 QS,到达车列紧急接触器44KM。

接触器44KM得电后,其常开联锁闭合三条电路:一条是司机室显示电路,使司机室仪表面板上的车列紧急显示灯点亮;另一条使导线878带电,即列车电空紧急控制线带电;再有一条使车列制动接触器43KM得电,列车电空制动控制线带电,且司机室仪表面板上的车列制动显示灯点亮。列车电空紧急控制线、列车电空制动控制线的同时得电,车辆电空制动机的紧急与制动电磁阀同时得电,以及列车管压力快速下降至零,车辆电空制动机立即进入紧急制动位。对于104车辆电空制动机,列车电空紧急控制线是否有电均不产生任何作用(该导线没有接入104车辆电空制动机)。

#### 6. 大闸手柄在重联位

大闸手柄放重联位(运行中途一般不会使用)时,因导线800有电,故该位时对列车电空制动机的控制作用原理与大闸手柄在中立位相同,车列保压接触器42KM得电,司机室仪表板上车列保压显示灯点亮,列车电空保压控制线带电,104车辆电空制动机的保压电磁阀得电。

不论列车管是否减压,大闸手柄放重联位时的车辆电空制动机状态与大闸手柄在中立位相同。

#### 7. 辅助紧急制动

在使用机车紧急制动按钮、DK-1型的断钩保护(列车分离保护)动作、自动停车装置或列车监控装置产生紧急制动作用时,由于它们的动作均使导线804有电,机车电动放风阀动作排风,列车管压力快速下降,其作用原理与大闸手柄在紧急位相同,车列紧急接触器44KM、车列制动接触器43KM同时得电,列车电空制动控制线与列车电空紧急控制线均带电,车辆电空制动机的紧急与制动电磁阀同时得电,车辆电空制动机立即进入紧急制动位。

在机车产生辅助紧急制动时, 大闸手柄可能在运转位、过充位、中立位。但车列紧急接触器 44KM 得电后, 其常闭联锁将分别切断车列缓解接触器 41KM 与车列保压接触器 42KM 的电路。保证在辅助紧急制动时, 列车电空缓解控制线与列车电空保压控制线均不会有电, 确保 DK-1 型列车电空制动系统正确作用。

## 8. 电空联锁

在使用 DK-1 型的电空联锁功能时, 由于电空联锁制动中间继电器 452 KA 得电动作, 均衡风缸与列车管减压。这时导线 899(DK-1 型的电源线) 上电源, 经中间继电器 452 KA 的常开联锁、车列保压接触器 42KM 的常闭联锁, 到达车列制动接触器 43KM。接触器 43KM 得电后, 使得司机室仪表面板上的车列制动显示灯点亮, 列车电空制动控制线带电, 车辆电空制动机立即进入常用制动位。

当均衡风缸与列车管减压到 40~50kPa 时, 导线 800 得电, 均衡风缸与列车管保压。导线 800 上电源, 经车列紧急接触器 44KM 的常闭联锁、到达车列保压接触器 42KM。接触器 42KM 得电后, 使得司机室仪表面板上的车列保压显示灯点亮, 列车电空保压控制线带电, 同时其常闭联锁还切断了车列制动接触器 43KM 电路, 使得得电的接触器 43KM 失电, 保证车辆电空制动机进入保压位。

当电空联锁作用结束后, 因中间继电器 452 KA 与导线 800 失电, DK-1 型列车电空制动系统恢复到大闸手把在运转位状态。

## 9. 空电联合制动与自动常用制动

由于空电联合制动以及与列车监控装置配套的自动常用制动, 均是利用常用制动转换中间继电器 455 KA 的作用产生均衡风缸与列车管自动减压。当中间继电器 455 KA 得电时, 均衡风缸与列车管减压(大闸手柄可在运转、过充、中立位)。这时导线 899(DK-1 型的电源线) 上电源, 经中间继电器 455 KA 的常开联锁、最大减压量控制压力开关 208(300kPa) 上的微动开关 208SA(闭合的常开联锁)、车列保压接触器 42KM 的常闭联锁, 到达车列制动接触器 43KM。接触器 43KM 得电后, 使得司机室仪表面板上的车列制动显示灯点亮, 列车电空制动控制线带电, 车辆电空制动机立即进入常用制动位。

当均衡风缸与列车管达到控制减压量时, 由于导线 800 得电, 均衡风缸与列车管保压。导线 800 上电源, 经车列紧急接触器 44KM 的常闭联锁、到达车列保压接触器 42KM。接触器 42KM 得电后, 使得司机室仪表面板上的车列保压显示灯点亮, 列车电空保压控制线带电, 同时其常闭联锁还切断了车列制动接触器 43KM 电路, 使得得电的接触器 43KM 失电, 保证车辆电空制动机进入保压位。

当空电联合制动以及与列车监控装置配套的自动常用制动作用结束后, 因中间继电器 455 KA 失电, DK-1 型列车电空制动系统恢复到大闸手柄所在位置的状态。

### (三) 使用与操作

DK-1 列车电空制动功能作为 DK-1 型机车电空制动机的一项新增功能, 对列车提速后的安全运行有着十分重要的作用。但如何使用好这一新的功能, 也是一个非常重要的环节。下面从几个方面着手, 介绍 DK-1 列车电空制动系统的使用与操作, 以助读者对 DK-1 列车电空制动系统有一全面了解。

#### 1. 系统的投入与切除

DK-1 列车电空制动系统的投入必须首先将机车电源柜内的车列电空自动开关 36 QA 闭合, 然后将车列电空制动选择转换开关 468 QS 转向投入位。但从 DK-1 列车电空制动系统电

路原理图(图 7- 7)及说明可以看出,该系统必须在 DK -1 型机车电空制动机处于电空位时才能工作,也就是说 DK -1 列车电空制动系统是建立在 DK -1 型机车电空制动机的电空位基础上的。

而 DK -1 列车电空制动系统的切除,只需将车列电空制动选择转换开关 468 QS 转向切除位即可。

## 2. 空气位的转换

DK -1 型机车电空制动机从电空位转为空气位使用时,根据 DK -1 型机车电空制动机的操作规程规定,只需将操纵端空气制动阀上的电—空转换扳键后移至空气位即可将电空制动控制器的工作电源切断。但由于这种方法转换后,导线 800 将在空气位使用操作过程中长时间带电,并使得车列保压接触器得电,即列车电空保压控制线带电。而 104 车辆电空制动机的保压电磁阀长期得电,将使 104 车辆电空制动机的制动缸不能进行缓解,影响了车辆电空制动机的工作。所以,在 DK -1 型机车电空制动机进行空气位转换时,还应增加一项操作,即将机车电源柜上的电空制动自动开关切除,使导线 800 失电(同时还应将 153 转换阀打向空气位)。

## 3. 试验与检查

在 DK -1 列车电空制动已选择投入,及 DK -1 型机车电空制动机处于电空位时,可以操纵电空制动控制器及使用 DK -1 型机车电空制动机的辅助功能对 DK -1 列车电空制动系统进行检查。首先应确认司机室仪表面板上的列车电空电压表是否有电压显示,以确定机车电源柜内的车列电空自动开关是否闭合。然后操纵电空制动控制器手柄,观察司机室仪表面板上的列车电空显示灯是否点亮、灭,以确定车列电空制动选择转换开关是否处于投入位置。最后操作电空制动控制器手柄及使用 DK -1 型机车电空制动机的辅助功能,观察司机室仪表面板上的车列电空显示灯的亮或灭是否符合表 7- 3 的规定,以确定 DK -1 列车电空制动系统的电路是否正确。

在进行单机性能试验中,司机室仪表面板上的列车电空电流表应无电流显示,其电流指示应为零。在进行列车电空制动、保压、缓解、紧急操作中,司机室仪表面板上的列车电空电流表应有电流显示,其电流值与车辆编组数量、车辆电空制动机的型号以及电空制动控制器手柄位置有关。在使用过程中,如果同一使用条件下的电流值有所变化,就应该检查车辆电空制动机是否故障,或检查列车电空控制线是否断线。

在列车运用中,如果出现机车电源柜内的车列电空自动开关动作,就应检查车辆电空制动机是否出现短路接地故障。

机车如果为双端司机室结构,两端司机室仪表面板上的列车电空显示灯、电流表、电压表的显示应一致。

表 7- 3 车列电空接触器与显示灯的得失电关系表

列车电空接触器	电空制动控制器手柄位置						电空联锁			自动常用制动			辅助紧急	列车电空显示灯
	过充	运转	中立	制动	重联	紧急	减压	保压	缓解	减压	保压	缓解		
车列制动														车列制动
车列缓解														车列缓解
车列保压														车列保压
车列紧急														车列紧急

注:表中“ ”表示接触器得电、显示灯亮,“ ”表示接触器失电、显示灯灭。

## 第三节 空气电阻联合制动

### 一、概述

电力机车空气电阻联合制动是以机车准恒速加馈电阻制动以及 DK-1 型机车电空制动机技术为基础,为适应长大坡道上重载列车的需要而发展起来的一种技术装备。它通过司机控制器手柄级位、机车速度、加馈电阻制动电流以及联合制动、电制动、DK-1 型机车电空制动机状态和主断闭合状态、分相无电区等模拟或数字信号的输入,经电子柜内单片机软件、硬件处理后,对 DK-1 型机车电空制动机和加馈电阻制动发出控制指令,并经空-电联合制动控制环节,自动对列车制动机、机车制动机实施制动减压、保压或充风缓解,同时对电制动进行必要的干预。在充分利用电制动的前提下,使两种制动方式有机地结合起来,维持列车在给定速度带中安全运行,保证列车的行车安全。

空电联合制动的切换由空气管路柜内联合制动电器屏上空电联合转换开关 466 QS 完成,该开关有三个位置:零位切除; 位自动缓解空气制动; 位手动缓解空气制动。

列车运行在长大坡道上时,大闸手把放运转位,小闸手把放运转位,司机只需移动司机控制器给定手轮,给定机车运行速度指令,空电联合制动装置将在机车电制动力已达最大,而列车继续加速到超过给定速度 5km/h 时,发出一级减压指令(列车管减压 50kPa);如果速度还继续上升到超过给定速度 15km/h 时,发出二级减压指令(列车管追加减压 20kPa,即减压量为 70kPa)。为发挥电制动作用,空气制动投入后,电制动将维持最大。当列车速度低于给定速度 15km/h 时,将自动缓解列车空气制动。如空电联合转换开关 466 QS 为 位(手动缓解空气制动位),列车空气制动的缓解只能靠司机将大闸手把从运转位移中立位,再回运转位才能完成。为适应长大坡道上的长大重载货运列车的制动条件,采用列车管自动补风。在空气制动缓解后,为延长列车充风时间,电制动还将自动维持最大达 1min。

空电联合制动过程中,司机根据运行要求可以随时人工干预空气制动,对列车管追加减压或充风缓解。同时,运行中只要机车存在电制动力时,机车制动缸压力将自动缓解。

当空电联合转换开关处于 位时,为确保行车安全,在过分相无电区断电时,空电联合制动将锁定在断电时状态,只有在合闸以及重新给定司机控制器,司机按动台面的解锁恢复按钮,空电联合制动将从锁定点开始恢复工作。空电联合制动的锁定和解锁可在司机台上空电联合显示灯上显示。

另外,在机车加馈电阻制动故障后,空电联合制动装置将自动实行列车管减压。

### 二、控制电路原理

控制电路原理介绍是以韶山<sub>4</sub>改进型电力机车为例进行的,请读者参见附图。

#### (一) 空电联合制动工作指令

导线 899(电源) 小闸上的 3SA(1) 导线 801 大闸 1AC(运转、过充、中立、制动位) 导线 813 空电联合转换开关 466 QS( 、 位) 导线 833 电子柜。

当电子柜接受到导线 833 送入的电压信号(DC110V),而电子柜本身也处于准恒速加馈电阻制动位(即电子柜处于 A 组、司机控制器处于制动位)时,电子柜的空电联合制动环节开始工作。

从上述电路流程可以看到,只有要 DK-1 型机车电空制动机处于电空位,且大闸处于除重

联、紧急位以外的各位,以及空电联合转换开关处于、位工作位时,导线 833 才有电。这就保证了只有 DK-1 型机车电空制动机处于电空位,本务操纵节机车电子柜的空电联合控制环节才能投入工作,而非操纵节和重联机车的电子柜的空电联合控制环节不能工作。通过空电联合转换开关可以切除电子柜的空电联合控制环节的工作指令,电子柜的空电联合控制环节停止工作。

## (二) 闸缸压力自动缓解

在空电联合制动过程中,当电子柜检测到电阻制动电流不小于 30A 时,电子柜的空电联合控制环节(以下简称电子柜)将发出闸缸缓解指令。该指令为一常开联锁,发出指令时,使得导线 455 与 845 连通,这时:

1. 导线 405(司机控制器制位有电) 空电联合转换开关 466 QS(、位) 导线 445 电子柜 AE 导线 845 中间继电器 457 KA 得电。

2. 导线 405 中间继电器 457 KA 常开联锁 导线 828 中间继电器 452 KA 常闭联锁 导线 862 中间继电器 451 KA 常闭联锁 导线 863 排 1 电空阀 254 YV 得电。

3. 作用管(包括容积室)压力空气 排 1 电空阀 254 YV 下阀口 大气

由于作用管压力空气自动排大气,通过分配阀均衡部后,机车制动缸压力也将排大气缓解。

## (三) 列车管减压控制

在空电联合制动过程中,当机车电制动力按准恒速特性控制已达最大,且列车继续加速超过给定 5km/h 时,电子柜发出一级空气制动指令,即电子柜内列车缓解继电器得电,其常开联锁闭合,导线 846 与 847 连通。同时制动减压继电器得电 1s 后失电,其常开联锁使导线 847 与 848 连通 1s 后断开,常闭联锁使导线 850 与 849 断开 1s 后连通。

1. 空电联合转换开关 466 QS 处于 位

导线 803(电空位大闸运转、过充位有电) 466QS(位) 导线 846 电子柜 AE 导线 847 电子柜 AE(闭合 1s) 导线 848 455 KA。

455 KA 常开联锁

中间继电器 455 KA 得电并自锁。

导线 803 455 KA 常开联锁 导线 849 电子柜 AE(断开 1s 后闭合) 导线 850 456 KA。

中间继电器 456 KA 比 455 KA 晚 1s 得电。

中间继电器 455 KA 常闭联锁使导线 860 与 803 断开,导线 818 与 828 断开,原大闸运转位得电的缓解电空阀 256 YV、排 2 电空阀 256 YV 失电,排 1 电空阀 254 YV 一条电路被切断,其余各电空阀与中间继电器与大闸运转位相同。

缓解电空阀 256 YV 失电后,下阀口关闭了均衡风缸充气通路,上阀口开通了均衡风缸与初制风缸、制动电空阀 257 YV 的通路,而此时制动电空阀 257 YV 仍处于失电状态,均衡风缸压力空气将经制动电空阀 257 YV 上阀口排大气,均衡风缸压力将下降。

排 2 电空阀 256 YV 失电后,过充风缸经其上阀口通大气,如果在此之前,过充风缸内有压力空气,此时过充风缸压力空气将很快排空,保证了过充后的减压准确。

由于电子柜发出一级减压指令时,电制动电流已达最大值,电子柜还将发出闸缸自动缓解指令。尽管中间继电器 455 KA 切断了排 1 电空阀 254 YV 的一条电路,但中间继电器 457 KA 已开通了排 1 电空阀 254 YV 的另一条电路,排 1 电空阀 254 YV 实际上得电,使得作用管通

大气, 闸缸自动缓解。

在中间继电器 455 KA 得电 1s 后, 中间继电器 456 KA 得电, 使得:

导线 405(司机控制器制位有电) 大闸 1AC(过充、运转位) 导线 836 中间继电器 456 KA 常开联锁 导线 822 压力开关 209SA(由于均衡风缸已减压, 压力开关 209 已动作) 导线 800 257 YV。

制动电空阀 257 YV 得电, 其上阀口切断了均衡风缸的排气口。由于均衡风缸压力空气只经制动电空阀 257 YV 排气口排气 1s, 其余与初制风缸均衡, 故均衡风缸压力只能下降 50kPa 左右。同样中继阀使得列车管减压 50kPa 左右后也将自动保压。车辆产生初制动作用。

由于在列车管减压、保压过程中, 中立电空阀 253 YV 一直失电, 总风遮断阀没有关闭列车管的风源, 故列车管的泄漏能够得到补充。

2. 空电联合转换开关 466 QS 处于 位

455 KA 常开联锁闭合

导线 803 466 QS( 位) 导线 846 466 QS( 位) 导线 847 电子柜 AE(闭合 1s)  
导线 848 455 KA, 中间继电器 455 KA 得电并自锁。

其余电路、气路及各阀作用与空电联合转换开关处于 位时完全相同, 均衡风缸列车管减压 50kPa 后自动保压, 机车闸缸自动缓解, 而车辆产生初制动作用。

(四) 列车管追加减压

1. 自动追加减压

在空电联合制动过程中, 电子柜发出一级空气制动指令, 且列车管已减压 50kPa 后, 如果列车速度继续上升, 达到大于给定速度 15km/h, 或一级空气制动投入后, 列车速度不再上升, 也不下降(或下降很慢), 5min 内不能到达缓解点, 电子柜将发出二级空气制动指令, 即电子柜内制动减压继电器得电 1s 后失电, 其常闭联锁使导线 850 与 849 断开 1s 后再连通。从中间继电器 456 KA 得电时电路可知, 中间继电器 456 KA 将失电 1s 后再得电。这时 456 KA 的常开联锁使得导线 836 与 822 断开 1s 后再连通, 制动电空阀 257 YV 失电 1s 再得电。

由于制动电空阀 257 YV 失电 1s 再得电, 均衡风缸压力空气将经制动电空阀 257 YV 上阀口排大气 1s。这时均衡风缸追加减压 20kPa, 同时列车管追加减压 20kPa。

2. 人工追加减压

在空电联合制动装置已进行一级减压后, 司机可以通过移动大闸手把达到追加列车管减压的目的。

当大闸手把从运转位移至制动位再放中立位, 由于导线 803 失电, 中间继电器 455 KA、456 KA 均失电, 空电联合制动装置失去了对 DK-1 型机车电空制动机的控制作用。这时除排 1 电空阀 254 YV 受中间继电器 457 KA 控制仍保持得电外, 其余电路与电空位大闸手把制动位和中立位完全相同, 均衡风缸、列车管追加减压, 其减压量受大闸手把制动位停留时间的控制。

(五) 列车管充风缓解

1. 自动充风缓解

在空电联合制动装置已进行空气制动后, 且大闸手把仍在运转位, 转换开关 466 QS 在位。当列车速度下降到小于给定速度 15km/h 时(该缓解点速度应大于 35km/h), 电子柜发出缓解指令, 即电子柜内原得电的缓解继电器失电, 其常开联锁断开导线 846 与 847。从中间继电器 455 KA 得电时电路可知, 中间继电器 455 KA 将失电。接着 455 KA 常开联锁断开了中

间继电器 456 KA 的电源, 中间继电器 456 KA 失电。DK -1 型机车电空制动机恢复到大闸运转位状态, 均衡风缸、列车管充风缓解, 全列车制动机缓解。

如果大闸手把仍在运转位, 转换开关 466 QS 在 位, 电子柜发出的缓解指令, 不能影响中间继电器 455 KA、456 KA 的得电。

## 2. 人工充风缓解

从中间继电器 455 KA 得电时电路可以看到, 只要导线 803 失电后再得电, 中间继电器 455 KA 将解锁后失电, 同时中间继电器 456 KA 也将失电。

在转换开关 466 QS 处于 位, 但还没自动缓解; 或转换开关 466 QS 处于 位时, 将大闸手把从运转位移至中立位, 让导线 803 失电后, 手把再回运转位, 中间继电器 455 KA、456 KA 将失电, DK -1 型机车电空制动机将恢复到大闸运转位状态, 均衡风缸、列车管充风缓解, 全列车制动机缓解。

## (六) 过分相区时的空电联合制动的锁定和解锁

由于空电联合制动的速度控制指令是由司机控制器的给定手柄提供的, 在过分相无电区时, 由于机车主电路, 辅助电路的要求, 重新闭合主断路器之前, 司机控制器给定手柄应回零位, 这时, 空电联合制动指令的改变将影响列车制动机的正常工作。为保证列车制动性能, 空电联合采用如下电路和操作方法:

1. 在过分相区前, 司机先按断闸扳钮, 再断辅机和司机控制器给定手柄回零位, 这时:

导线 405(司控器制位有电) 466 QS( 、 位) 导线 445

主断路辅助联锁 4 QF(分闸时闭合) 466 QS( 位) 458 KA

空电恢复按钮 485SB 458 KA 常开联锁

中间继电器 458 KA 得电并自锁。同时:

导线 445 458 KA 常开联锁 导线 831 电子柜 AE。

导线 780(DC24V 电源线) 458 KA 常开联锁 空电恢复指示灯 39EL 导线 700(DC24V 负线)。

电子柜接受到导线 831 输入的 DC110V 信号后, 将自动锁定空电联合制动状态。同时司机台上空电恢复显示灯 39 EL 亮。

2. 在经过分相区后, 司机先合闸, 再启动辅机, 重新给定司机控制器。确认完毕, 按压司机台上空电恢复按钮 485SB 后, 中间继电器 458 KA 解锁并失电。导线 831 失电, 同时司机台上显示灯 39EL 灭; 电子柜从锁定点恢复空电联合制动的控制。

以上作用只在空电联合转换开关 466 QS 处于 位(即自动缓解位)时存在。

## (七) 其它

空电联合制动发生作用时, 原 DK -1 型机车电空制动机的电空联锁性能将被切除。只有空电联合转换开关处于 0 位时, 电空联锁才能作用。

## 第二篇 电力机车空气管路系统及附属装置

本篇主要介绍电力机车除机车制动机以外的全车空气管路系统及其附属装置、管路的布置等。就电力机车性能要求来看,不论是客运、货运或其它用途的机车、管路系统不会有很大的差异,只是有局部的增减或调整,以满足不同的性能要求。

为叙述的方便以及避免不必要的重复,在各管路系统的组成与工作通路的介绍中,本篇只对一、两种典型机车进行重点介绍。在主要部件介绍中,本篇将按照通用部件从略,而专用部件详述的原则进行介绍。

### 第八章 风源系统

风源系统是全车空气管路系统的基础。它负责生产并提供机车、车辆的气动器械以及机车、列车制动机所需的高质量的洁净、干燥和稳定的压缩空气。因此风源系统的主要部件如空气压缩机组、总风缸、风源净化装置等均需进行认真的选型和设计计算。即使这些部件在国外已有成熟的经验可资借鉴,但在机车设计中仍需结合实际和本国国情进行优化,以确保本系统能正常、稳定而可靠地工作,从而保证机车与列车的安全运用。

#### 第一节 风源系统的组成与工作通路

机车风源系统一般可分为压缩空气的生产、压缩空气的压力控制、压缩空气的净化处理、压缩空气的贮存以及总风重联五个环节。根据各型机车的性能要求,有一些调整。如不需要重联性能的机车就将减少总风重联环节。

机车风源系统由空气压缩机组、空气干燥器(或油水分离器)、压力控制器(或压力调节器)、总风缸、止回阀、高压安全阀、启动电空阀、排水阀、塞门及连接钢管等组成,如果设置了总风重联环节,主要部件还应包括逆流止回阀、总风软管连接器、总风折角塞门等。

图 8- 1(a)为韶山<sub>4</sub> 改型电力机车风源系统管路原理图;图 8- 1(b)为韶山<sub>1</sub> 型电力机车风源系统管路原理图。

##### 一、韶山<sub>4</sub> 改电力机车风源系统

韶山<sub>4</sub> 改型电力机车风源系统管路原理如图 8- 1(a),其正常工作时的通路(单节机车)如下:

高压安全阀 45(调整动作压力(950 ± 20)kPa)  
 空气压缩机 43 止回阀 47 冷却管 空气干燥器 49 塞门 111 第一总风缸 91 塞门 112  
 启动电空阀 247 YV 塞门 110(关闭)  
 塞门 139 压力控制器 517 KF[开断(900 ± 20)kPa, 闭合(750 ± 20)kPa]  
 逆流止回阀 49 第二总风缸 92 塞门 113 总风管 制动机及气动器械  
 总风联管 总风折角塞门 63 或 64 总风软管连接器 65 或 66 重联机车风源系统

(a) 韶山<sub>4</sub>改型电力机车风源系统管路原理图

(b) 韶山<sub>1</sub>型电力机车风源系统管路原理图

图 8-1 机车风源系统管路原理图

(a) 43—空气压缩机; 45—高压安全阀; 47—止回阀;  
 49—空气干燥器; 50—逆流止回阀; 63、64—总风折角塞门; 65、66—总风软管连接器; 91—第一总风缸; 92—第二总风缸; 111、112、113、139—塞门; 163 ~ 166—排水阀; 247YV—启动电空阀; 517KF—压力控制器; 2MA—压缩机电机; 110—短接塞门。

(b) 5—调压器; 43、44—空气压缩机; 45、46—高压安全阀; 47、48—止回阀; 49、50—油水分离器; 83、84—启动电空阀; 91—第一总风缸; 92—第二总风缸; 111、112、113、153—塞门; 161 ~ 166—排水阀。

### (一) 压缩空气的生产

每单节机车压缩空气的生产,由一台生产量为  $3\text{m}^3/\text{min}$  的 VF-3/9 型空气压缩机 43 完成,该压缩机为四缸 V 形排列、两级单动风冷固定式,其额定排气压力为 900kPa,轴功率不大于 22.5kW,额定转速为 980r/min,由一台功率为 37kW 的 YYD-280S-6 型三相交流电动机驱动。该电机为电力机车通用压缩机电机。

在运行中,如果压缩机组出现故障,可利用另一节机车上的压缩机组打风继续维持运行。

在韶山<sub>4</sub>改型电力机车上也曾配置过其它型号,但排气量均为  $3\text{m}^3/\text{min}$  的空气压缩机。

### (二) 压缩空气的净化处理

压缩空气的净化处理由空气处理量为  $3 \sim 5\text{m}^3/\text{min}$  的 DJKG-A 型空气干燥器 49 完成。压缩机组生产的压缩空气先经止回阀 45,再经一段较长的冷却管冷却后进入干燥器,在干燥器的滤清筒、干燥筒内进行干燥净化处理后,送入总风缸内贮存。

当压缩机组停止工作时,排泄电空阀打开了再生通路,滤清筒、干燥筒及冷却管内的压缩空气连同油、水和尘埃、杂质经排泄阀口,再经消音器排入大气。同时,再生风缸内的干燥压缩

空气经节流孔膨胀为近似大气压力的超干燥空气,由下而上通过干燥筒内的吸附剂,将其吸附的水蒸汽分子带入大气,自行完成再生作用,以备下次净化使用。

当排泄电空阀故障而使得消音器排风不止时,可关闭滤清筒下方的塞门,维持风源系统的工作。冬季使用时,应闭合温控加热装置的电源开关。在冬季使用时,如出现干燥器堵塞而影响风源系统正常工作时,可开放干燥器短接塞门 110,维持机车运行。

### (三) 压缩空气的贮存

经干燥净化处理后的压缩空气,进入两个串联的总风缸内贮存。其中第一总风缸 91 的容积为 290L;第二总风缸 92 的容积为 612L。

机车入库后可关闭塞门 111、113,保存总风缸内的压缩空气;在机车无火回送时,应将塞门 112 关闭,切除第一总风缸,缩短列车的充风时间。

运用中还应定期打开总风缸排水阀 163 ~ 166,检查和排除总风缸内积水。

### (四) 压缩空气的压力调整

压缩空气的压力由 YWK -50 -C 型压力控制器 517KF 来调整。该压力控制器性能稳定,调整方便。经塞门 139 后与总风联管连通。

当机车总风压力降至低于 750kPa 时,压力控制器闭合压缩机电机工作电源,压缩机组启动工作;当总风压力升至大于 900kPa 时,压力控制器切断压缩机电机工作电源,压缩机组停止工作。通过压力控制器的作用,保证了总风缸内压缩空气的压力维持在 750 ~ 900kPa 之间。当压力控制器故障后,可通过塞门 139 切除,这时司机可利用强泵按键操作压缩机组。当机车总风压力达 950kPa 时,安装在压缩机出风管上的高压安全阀 45 将连续向外喷气,这时司机应断开强泵按键,停止压缩机组的工作。高压安全阀 45 还是确保总风管路不超压的安全设施。

在压缩机组开始启动时,出风管上的启动电空阀 247YV 将排出风管中的压缩空气(并延时 3s),以消除启动时的压缩机的气体背压,保证压缩机的正常启动。

压缩机出风管上的止回阀 47 可防止压缩机组停止工作后,总风逆流到启动电空阀排入大气。在风源系统正常工作时该止回阀实际无作用,只是开放干燥器短接塞门 110 或干燥器的干燥筒底部止回阀故障倒风时,起到止回作用。

所有重联机车(包括非操纵节机车)的压缩机组均由本务节机车控制。

### (五) 总风重联

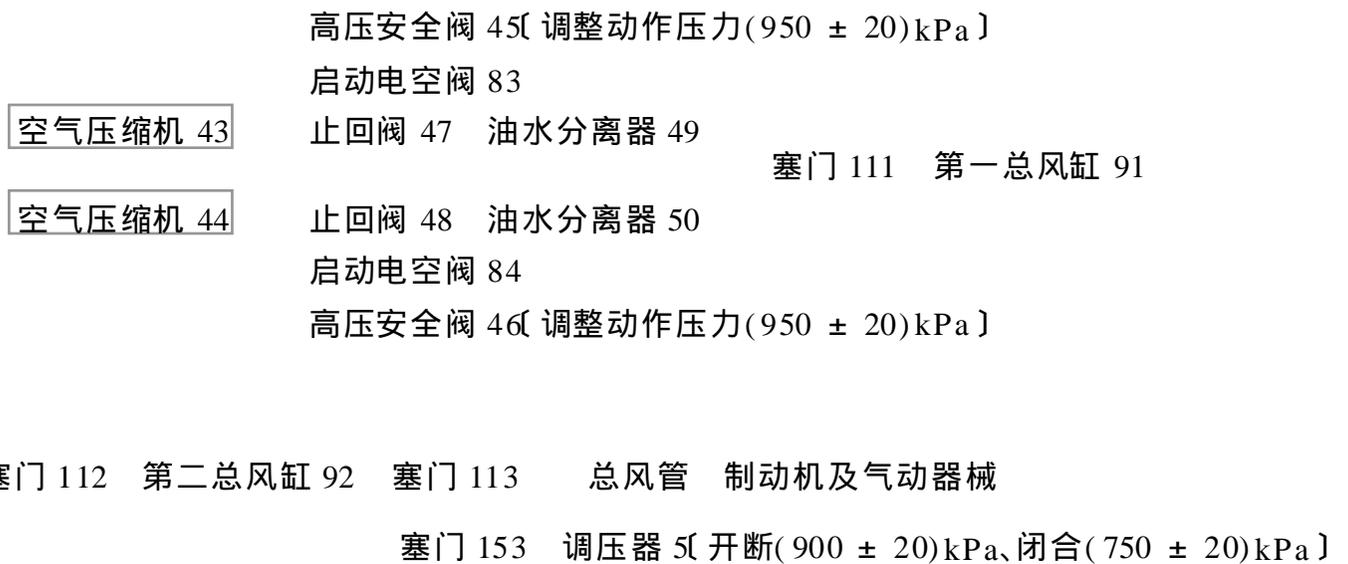
根据机车的重联要求,风源系统设置了总风联管、总风折角塞门、总风软管连接器等总风重联装置和分离保护的逆流止回阀。

经净化处理后的压缩空气进入第一总风缸后,一路经逆流止回阀 50 进入第二总风缸提供本节机车使用;另一路经总风联管并经 端或 端开放的总风折角塞门 63 或 64 以及总风软管连接器 65 或 66 进入另一节重联机车的风源系统,使得所有机车的总风缸连通。当某节机车压缩机组故障停用后,可由其它机车压缩机组通过总风重联装置提供该机车用压缩空气。

当重联在一起的两节机车或重联机车之间发生断钩分离后,第一总风缸内压缩空气将很快随拉断的总风软管连接器排入大气,而第二总风缸内压缩空气由于逆流止回阀作用将缓慢沿逆流小孔排入大气,保证分离后机车制动所需风源。同时,逆流止回阀又能保证所有重联在一起机车的两个总风缸内压缩空气压力一致,而不会由于各机车用风量不同造成总风缸内压缩空气压力的不一致。

## 二、韶山<sub>1</sub>型电力机车风源系统

韶山<sub>1</sub>型电力机车风源系统管路原理如图 8-1(b), 其正常工作时的通路如下:



### (一) 压缩空气的生产

每台机车压缩空气的生产, 由两台生产量为  $2.4\text{m}^3/\text{min}$  的 NPT5 型空气压缩机 43 与 44 完成, 该压缩机为立式、三缸、风冷、两级压缩的活塞往复式, 其额定排气压力为 900kPa, 轴功率约 20kW, 由功率为 37kW 的 YYD-280S-6 型三相交流电动机驱动。该电机为电力机车通用压缩机电机。

在运行中, 如果一台压缩机组出现故障, 可利用另一台压缩机组打风继续维持运行。

### (二) 压缩空气的净化处理

压缩空气的净化处理由油水分离器完成。压缩机组生产的压缩空气分别经止回阀 45 与 46 后, 分别进入油水分离器 49 与 50, 经油水分离器过滤, 清除压缩空气中混有的压缩机油、水分及其它杂质, 汇合后送入总风缸内贮存。

在使用中, 应经常打开油水分离器 45 与 46 下方的排水阀 161 与 162, 排除其内的油水和污物。

### (三) 压缩空气的贮存

经油水分离器过滤后的压缩空气, 进入两个串联的总风缸 91 与 92 内贮存。两个总风缸容积均为 612L。

机车入库后可关闭塞门 111、113, 保存总风缸内的压缩空气; 在机车无火回送时, 应将塞门 112 关闭, 切除第一总风缸, 缩短列车的充风时间。

运用中还应定期打开总风缸排水阀 163 ~ 166, 排除总风缸内积水。

### (四) 压缩空气的压力调整

压缩空气的压力由 704 型调压器 5 来调整, 调压器 5 经塞门 153 与总风管连通(接近第二总风缸 92 出口)。

当机车总风压力降至低于 750kPa 时, 调压器闭合压缩机电机工作电源, 压缩机组启动工作; 当总风压力升至大于 900kPa 时, 调压器切断压缩机电机工作电源, 压缩机组停止工作。通过调压器的作用, 保证了总风缸内压缩空气的压力维持在 750 ~ 900kPa 之间。当调压器故障后, 可通过塞门 153 切除, 这时司机可利用强泵按键操作压缩机组。当机车总风压力达 950kPa 时, 安装在压缩机出风管上的高压安全阀 45 与 46 将连续向外喷气, 这时司机应断开强泵按键, 停止压缩机组的工作。高压安全阀还是确保总风管路不超压的安全设施。

在压缩机组开始启动时,出风管上的启动电空阀 83 与 84 将排出风管中的压缩空气(并延时 3s),以消除启动时的压缩机的气体背压,保证压缩机的正常启动。

压缩机出风管上的止回阀 47 与 48 可防止压缩机组停止工作后,总风逆流到启动电空阀排入大气。

### 三、其它说明

各型电力机车风源系统中的压缩机电机、压力控制器(或调压器)以及空气干燥器的电路和控制原理请读者参考各型机车辅助电路与控制电路说明。

各型电力机车风源系统根据整机性能要求,有一些局部的增减或调整。表 8-1 为各型电力机车风源系统的主要异同点。

风源系统在使用过程中,应注意如下几个问题:

1. 严格按照要求定期检修风源系统的主要部件,特别是定期检修、调整高压安全阀、压力控制器(或调压器)等安全保护装置,使之符合要求。
2. 总风缸与滤清装置应定期排水。
3. 定期观察风源系统的管路漏泄。
4. 严格按照规定要求操作风源系统的塞门。
5. 在冬季运用时,应特别注意检查空气净化装置与滤清装置的性能,库停时应开放总风缸与滤清装置的排水塞门或排水阀,以防风源系统管路的冻结。

表 8-1 各型电力机车风源系统的主要异同点

	韶山 <sub>1</sub>	韶山 <sub>3</sub>	韶山 <sub>3B</sub>	韶山 <sub>4</sub>	韶山 <sub>4</sub> 改	韶山 <sub>4B</sub>	韶山 <sub>6</sub>	韶山 <sub>6B</sub>	韶山 <sub>5</sub>	韶山 <sub>8</sub>
空气压缩机	NPT5 型			VF-3/9 型				3W-1.6/10 型		
压缩机电机	YYD-280S-6 型								JD904	
空气干燥器	无		DJKG-A 型			DJKG-A6 型		DJKG-B 型		
油水分离器	两个		无							
压力控制器	704 型		YWK-50-C 型							
总风缸容积	612L+ 612L			450L× 2	290L+ 612L		612L+ 612L		500L+ 500L	
总风的重联	无			有				无		
其它	高压安全阀、止回阀、启动电空阀、排水阀各型电力机车均通用									

说明: 1. 部分韶山<sub>3</sub>型电力机车已改装 DJKG-A 或 DJKG-A6 型干燥器;

2. 少量韶山<sub>3B</sub>型电力机车没装干燥器,只装油水分离器;

3. 韶山<sub>4</sub>、<sub>4</sub>改、<sub>4B</sub>型电力机车总风缸容积均指单节容积;

4. 韶山<sub>6B</sub>压缩机均为徐州厂产品;

5. 韶山<sub>4</sub>改型电力机车装有少量徐州、南口厂生产的空气压缩机;

6. 其它未做说明的 VF-3/9 型空气压缩机均为益阳厂产品。

## 第二节 风源系统的主要部件

### 一、空气压缩机组

风源系统中空气压缩机组是必不可少的主要部件。在电力机车上如何选用空气压缩机组以及随之而来的一些具体参数的选择,均与电力机车的不同适用范围以及实用工况相关,不可

贸然的套用或简单的承袭,这不仅直接与机车的运行安全有关,而且也必须考虑经济技术效益。

### (一) 空气压缩机的选型

机车用空压机一般均为专用,与地面通用型空压机要求有许多不同之处,例如:受空间布置的限制,要求结构紧凑;起动频繁,并间歇工作,负载率一般在10~20%左右;压力变化范围不大,额定工作压力较通用型略高等。如何选择空压机的主要技术参数就是选型的主要内容。

#### 1. 排气压力的选择

空压机的排气压力一般与总风缸最高压力相等,而总风缸压力取决于列车管的压力。目前,我国采用的列车管压力为500kPa和600kPa,分别用于货运和客运(或高坡区段的货运列车)两大系统。而总风缸压力取值多少才是最合理的呢?虽然答案是现成的——目前电力机车的有关标准中已明确规定为750~900kPa。但了解其确定原则尚属必要。

首先要弄清楚总风缸与列车管的压力差对制动机的性能有哪些影响?

根据资料介绍,总风缸与列车管压力差对于制动机缓解时间与常用全制动后的再充气时间的影响,其关系如图8-2所示。图示曲线为列车全长为100辆装有苏式马氏制动机的四轴货车的试验结果。

由图8-2中的曲线可知:

(1) 当在同样的压差  $P$  时,列车管压力  $P_L$  较高,其缓解及再充气时间均增加。

(2) 当列车管压力  $P_L$  一定时,压差  $P$  越大,其缓解及再充气时间就越缩短。但当  $P$  大于200kPa时,缓解时间加速并不显著(图中曲线1、2、3,当  $P > 200\text{kPa}$  时曲线陡直)。

实际上,列车管压力提高至超过600kPa,对制动效果并不合适,所以当  $P_L = 600\text{kPa}$  时,对加速缓解来说,总风缸压力取  $P_c = 800\text{kPa}$  (即  $P = 200\text{kPa}$ ) 是相当满意的了。但对加速充气来说,取  $P_c = 900\text{kPa}$  更为理想。由于总风缸压力  $P_c$  不可能是恒定的,需要在一定的范围内波动,其波动范围由图8-2可知,宜选择在最小压差在150kPa以上,故而在  $P_L = 600\text{kPa}$  条件下,总风缸压力范围取值  $P_c = 750 \sim 900\text{kPa}$  是较为合适的(我国早期的内燃机车曾选用  $P_c = 650 \sim 800\text{kPa}$ ,用于  $P_L = 500\text{kPa}$  尚可,若在  $P_L = 600\text{kPa}$  系统中,是极为不利的)。

同时,总风缸压力稍高一些确能增加其贮气量,随之对其压缩空气的干燥也有好处,但总风缸压力过多的大于列车管压力,其热工损失增加,对经济性来说是不合算的。

所以,干线机车的空压机额定排气压力定为900kPa,其压力范围为750~900kPa是较为理想的。利用空压机超负荷运用特点,可使排气压力提高到额定值的1.1倍,即最大990kPa。

#### 2. 空压机排气量的选择

空压机排气量取决于机车的牵引能力、机车的类型,而一旦上述条件确定后,则取决于制动时空气实际消耗量、管路系统的空气漏泄量以及机车控制、辅助装置或其它的用风量,还与

图8-2 总风缸压力与缓解充气时间关系曲线  
1、2及3—总风缸压力与缓解时间曲线;4、5及6—总风缸压力与充气时间曲线; $P_c$ —总风缸压力(kPa); $P_L$ —列车管压力(kPa);1、4—500kPa;2、5—550kPa;3、6—600kPa; $P = P_c - P_L$  (kPa); $t$ —缓解或常用全制动后再充气时间(s)。

总风缸的容积大小有关。如果为牵引新型客运车辆的机车, 而应考虑车辆上空气弹簧与风动车门的耗风量。可见空压机排气量与多种因素有关, 选用时视具体情况进行计算。

现以韶山<sub>4</sub>型电力机车为例计算如下:

### (1) 计算依据

设计任务书规定: 最大牵引力 627kN; 持续牵引力 431kN; 持续速度 52km/h;

“技规”第 153 条: 货车换长平均取 1.3, 列车主管长度取 15m;

站线长度按 850m 等级选用, 远期按 1050m 考虑;

限坡近期按 6‰选用;

制动机按 103 型货车分配阀选用, 其副风缸容积为 100L。

### (2) 牵引重量

按起动牵引力算

$$G_0 = \frac{F_0 - P(\rho_0 + i_0)}{\rho_0 + i_0} \quad (\text{kN})$$

式中  $G_0$ ——车辆总重(kN);

$F_0$ ——机车起动牵引力(kN);

$P$ ——机车重量(kN);

$\rho_0$ ——机车单位阻力(N/kN);

$\rho_0$ ——车辆单位阻力(N/kN);

$i_0$ ——限制坡度(‰)。

所以

$$G_0 = 543 \times 9.8 \text{ kN}$$

按持续牵引力计算

$$G_1 = \frac{F_1 - P(\rho_1 + i_0)}{\rho_1 + i_0} \quad (\text{kN})$$

式中  $G_1$ ——车辆总重(kN);

$F_1$ ——机车持续牵引力(kN);

$\rho_1$ 、 $\rho_1$ ——分别为持续速度下的机车、车辆单位阻力(N/kN)。

所以

$$G_1 = 478 \times 9.8 \text{ kN}$$

### (3) 牵引车辆数

根据《牵规》计算资料, 计算站线有效长内牵引车辆数时, 一般应减去约三台机车占有的距离, 以留出机前守后一定的余量。机车全长为 34.834m, 取 35m, 故可占有长度: 在 850m 站线时为 745m; 在 1050m 站线时为 945m。

按现有货车计算, 则为

$$745 / 1.3 \times 11 = 52 \text{ (辆)}$$

$$945 / 1.3 \times 11 = 66 \text{ (辆)}$$

所以列车重量分别为

$$Q = 52 \times (20 + 50) = 3640 \text{ t} \quad (\text{站线 } 850 \text{ m})$$

$$Q = 66 \times (20 + 50) = 4620 \text{ t} \quad (\text{站线 } 1050 \text{ m})$$

现将上述计算结果列表 8- 2。

表 8- 2 各种工况计算列车重量

计算工况	起动	持续制	站 线 长 度		备 注
			850m/ 车辆数	1050m/ 车辆数	
列车重量(t)	5436	4783	3640/ 52	4620/ 66	

列车重量, 近期按 850m 站线, 选取编组为 50 辆, 而中远期按 1050m 站线考虑, 应选取编组为 65 辆的列车。机车空压机排气量的选择应按 65 辆编组列车考虑是应当的。

#### (4) 制动系统容积计算

##### 列车主管容积

$$V_1 = (V_{1j} + V_{11}) \times 1.004 \quad (L)$$

式中  $V_{1j}$  —— 机车列车主管长度, 取 40m;

$V_{11}$  —— 车辆列车主管总长度, 取  $14 \times 65 = 910m$ ;

1.004 —— 公称通径为  $D_g = 32$  水煤气管管径的单位长度容积(L/m)。

##### 列车支管容积

$$V_2 = (V_{2j} + V_{21}) \times 0.573 \quad (L)$$

式中  $V_{2j}$ 、 $V_{21}$  —— 分别为机车、车辆的列车支管长度, 均取 1.5m;

0.573 —— 公称通径为  $D_g = 25$  的水煤气管管径的单位长度容积(L/m)。

##### 车辆副风缸容积

$$V_3 = n \cdot V_f \quad (L)$$

式中  $V_f$  —— 车辆副风缸容积, 装 103 型分配阀的车辆, 其  $V_f$  取 100L;

$n$  —— 车辆数。

##### 机车车辆分配阀容积

$$V_4 = V_{4j} + nV_{41} \quad (L)$$

式中  $V_{4j}$ 、 $V_{41}$  —— 分别为机车、车辆分配阀容积(包括工作风缸)  $V_{4j}$  取  $11L \times 2 = 22L$ ,  $V_{41}$  取 11L;

$n$  —— 车辆数。

##### 机车总风缸及联管容积 $V_5$

机车总风缸容积暂取 1800L。其联管按 40m 长度、公称通径  $D_g = 32$  的管路计算。

##### 全部风路系统总容积

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \quad (L)$$

牵引不同列车重量之系统总容积计算见表 8- 3。

表 8- 3 牵引不同车辆数之系统总容积(L)

牵引辆数	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	V	备 注
50	743	44	5000	572	1840	10154	
65	1019	58	6500	737	1840	8199	

#### (5) 压缩空气消耗量 Q

##### 漏泄量 $Q_1$

$$Q_1 = (V_3 + V_5)A_1 + (V_1 + V_2 + V_4)A_2 \quad (\text{L/min})$$

式中  $A_1$ ——机车总风系统及车辆副风缸漏泄量, 取  $10\text{kPa/min}$ ;

$A_2$ ——列车管系漏泄量, 取  $20\text{kPa/min}$ 。

制动时空气最大消耗量  $Q_2$

$$Q_2 = P_{\max} \times \frac{n}{60} (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) \quad (\text{L/min})$$

式中  $P_{\max}$ ——最大有效减压量。在列车管定压为  $500\text{kPa}$  时, 取  $140\text{kPa}$ ;

$n$ ——每小时全制动次数, 取  $n=5$ 。

当采用 103 型分配阀时, 副风缸实际减压量小于  $P_{\max}$ , 经计算其减压量约为  $100\text{kPa}$ 。则上式应为

$$Q_2 = P_{\max} \times \frac{n}{60} (V_1 + V_2 + V_4) + 100 \times \frac{n}{60} \times V_3 \quad (\text{L/min})$$

辅助系统及控制系统空气耗量  $Q_3$

$$Q_3 = Q_s + Q_l + Q_d + Q_q \quad (\text{L/min})$$

式中  $Q_s$ ——撒砂耗风量;

$Q_l$ ——风喇叭耗风量;

$Q_d$ ——风动电器耗风量;

$Q_q$ ——其它器械耗风量。

根据资料, 一般选取  $Q_3 = 1000\text{L/min}$ 。

空气总消耗量  $Q$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (\text{L/min})$$

牵引不同列车重量之空气总消耗量计算见表 8-4。

(6) 空压机的生产能力  $Q$

$$Q = Q$$

式中 ——空压机储备系数, 取  $= 2$ 。

所以

$$Q = 2 \times Q$$

计算得, 50 辆普通车用 103 型分配阀时

$$Q = 5062\text{L/min}$$

65 辆普通车用 103 型分配阀时

$$Q = 6334\text{L/min}$$

表 8-4 牵引不同车辆数之  
空气总消耗量(L/min)

牵引辆数	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q$
50	956	575	1000	2531
65	1197	970	1000	3167

(7) 空压机台数及生产能力的确定

为满足运行的安全、可靠, 同时又需考虑总体安排的可行性, 一般选择原则为每台机车布置两台压缩机。其生产能力为计算所需的  $1/2$ 。

根据韶山<sub>4</sub>型电力机车的特点, 每节车设置一台生产能力为  $3000\text{L/min}$  的空气压缩机, 全车则有两台空压机, 总生产能力为  $6000\text{L/min}$ 。

3. 压缩机传动方式的选择

在电力机车上, 压缩机毫无例外地均由电动机驱动, 组成电动压缩机组。电动机采用直流还是交流, 在国内外均有实例, 还要根据各国的具体情况和电动机的发展水平而定, 两种方式各有利弊。

交流电动机采用异步鼠笼型电机,其突出优点为结构简单;制造、使用、维护方便;运行可靠;成本低廉及同容量重量轻等。尤其是在机车上的辅助机械一般毋需调速,转矩变化不大等有利条件,理论上和实践上认为采用交流电机是颇为理想的。

但在电力机车上选用交流电机也有其不可忽视的弱点。因为三相交流电机一般均由变压器副边辅助绕组供工频单相交流电经劈相机“劈”为工频三相来驱动的,因此,其电源不仅受电网电压波动的影响,同时三相系统的不同工况而影响三相供电电压的不对称度,其电源的品质远较地面供电电源为差。接触网电压的允许波动范围为+16%~-24%,而不同工况下的电压不对称度最大可达6%。由此可见,对于采用交流电传动的电动机容量选择,不能简单地根据压缩机额定工况下的轴功率除以传动效率和电动机效率来确定。如NPT5型空气压缩机轴功率约为20kW,而驱动电机的标称功率为37kW,而在低网压270V及高网压460V时,其实际功率仅为22kW。

由于压缩机的起动阻力矩远较其它辅助机械大,与之配套的电机就要具有较大的起动力矩,这对于交流电机要比直流电机困难得多。鉴于此,电力机车上压缩机配套交流电机一般均专门设计,且功率等级的裕量较大。这样交流电机原有的成本低、重量轻的优点就大为逊色了。

采用直流电机固然能克服上述缺点,但毕竟其结构复杂,有检修、维护不便及费用昂贵、运用故障高等不可克服的缺点,故较少采用,而国内外绝大多数电力机车压缩机均采用交流电机驱动,特别是在我国,在这方面已积累不少经验。

对于电动压缩机组采用的传动方式可以有直联传动、齿轮传动或皮带传动。根据机车结构的特点必须紧凑、占有空间小、安全性及少维护。因此,尽量采用直联传动方式,这就要求电机与压缩机的额定转速选配相当。否则,在无合适的转速选配条件下,最好通过齿轮传动来实现,在我国早期的电力机车上就是通过齿轮传动来驱动-500型空压机的;8K型电力机车的243VC78型空压机也是齿轮传动的。而皮带传动则极少见,主要是考虑布置及安全故较少采用。

#### 4. 压缩机配套电机功率的选择

由于交直流电力机车采用劈相机辅助系统的特殊性,对于空压机的配套电动机一般均为专用,其功率的最后确定一般均以额定电压下的标称值,并考虑网压的波动及电压不对称性的影响,应有足够的裕度方能满足空压机的频繁起动的需要。过去曾为降低劈相机系统的容量,不适当地节约了压缩机电机的功率,导致该电机在低网压下或电压严重不对称工况下不能起动压缩机,使故障率增加,影响行车的安全可靠。经过这一段不太长的经验教训,早于70年代末期起重新认识,目前已积累了较为成熟的劈相机辅助系统的设计制造经验。

就压缩机电机容量的选择,我们可根据韶山型电力机车的实际数据作为经验,为今后新型电力机车的交流辅助系统设计作有益的借鉴。现将压缩机轴功率、电动机额定功率及电机机座相对应的通用异步电机功率列于表8-5。

表 8- 5 压缩机轴功率与电动机功率对应表

车 型	压 缩 机		电 动 机			备 注
	型 号	名义轴功率 (kW)	型 号	额定功率 (kW)	机座功率 (kW)	
韶山 <sub>1</sub> , 韶山 <sub>3</sub>	NPT5	20	YYD-280s	37	55	
韶山 <sub>4</sub> 系列	VF-3/9	22	YYD-280s	37	55	
韶山 <sub>5</sub> , 韶山 <sub>8</sub>	3W-1.6/10	14	JD904	22	30	

根据表 8- 5 分析, 压缩机轴功率与电动机额定功率或其机座相对应的通用异步电机功率的关系大致为一个常数。该常数可以指导空压机配套的交流异步电动机设计, 并可确保在不同工况下运行的可靠性。当然, 交直交电力机车的交流与辅助系统的改变, 可使压缩机电动机容量选择较为简便。

### 5. 压缩机润滑油的使用

润滑油对于压缩机是至关重要的, 必须根据其工作环境、运用工况及经济性等方面综合考虑、合理选用润滑油的主要质量指标及其使用意义见表 8- 6。

表 8- 6 润滑油的主要质量指标及其使用意义

指标	定 义	使 用 意 义
粘度	粘度就是润滑液体的内部阻力, 也就是当液体在外力的影响下移动时在液体分子间所发生的内摩擦	粘度过大的润滑油不能流到配合间隙很小的两摩擦表面之间, 因而不能起到润滑作用; 粘度大承压大, 润滑油不易从摩擦面挤出来, 而保持一定厚度的油膜。因此, 它对机械润滑的好坏起着决定性的作用, 在选择或掺配润滑油时, 粘度是主要依据之一
倾点	将润滑油放在试管中冷却, 直到把它倾斜 45°; 经过 1min 后, 润滑油开始失去流动性的温度	表示润滑油的耐低温的性能。所以在低温情况下工作的机械, 应选择倾点低的润滑油
闪点	润滑油加热到一定温度就开始蒸发成气体。这种蒸汽与空气混合后遇到火焰就发生短暂的燃烧闪火的最低温度。此时的温度就是润滑油的闪点	闪点通常作为润滑油的一个安全指标。也可判断润滑油中是否混入轻质燃料
酸值	中和一克润滑油中的酸所需 KOH 的毫克数	在润滑油贮存使用中, 可以从酸值指标变化情况来看判断润滑油的氧化变质情况
灰分	一定量润滑油, 按规定温度灼烧后, 残留的无机物重量百分数称为灰分	对不含添加剂的润滑油来讲, 灰分系指润滑油的精制程度、灰分越低, 精制程度越高, 润滑油就越稳定
杂质	经过溶剂稀释后, 过滤所残留在滤纸上的杂质	机械杂质较多的润滑油, 会影响润滑效果, 加速机械的磨损。一般润滑油要求不含或含极微量的机械杂质

#### (1) 目前使用现状

长期以来, 电力机车压缩机用油一直参照地面通用压缩机用油牌号, HS-13、HS-19 两种牌号分别为冬季和夏季用油, 其主要技术参数列于表 8- 7。冬用与夏用油的主要差别在闪点及粘度, 分别适用于冬、夏季不同的工作环境。但在实际使用中, 由于其主要技术指标差异不很大且定期更换也给机务段维护保养带来诸多不便, 因此, 以主要指标为前提, 已简统将 HS-13 号压缩机油作为通用油。主要考虑是该油闪点能满足夏季运行需要, 而粘度较为适中, 有利于压缩机的可靠运行。而若选用 HS-19 号油作为全年通用油, 虽闪点较为有利, 但粘度高在冬季使用是不适宜的, 故不能采用。

表 8- 7 压缩机油主要技术参数表

牌 号	运动粘度 (100 ,mm <sup>2</sup> /s)	闪点 ( 不低于)	倾点 ( 不低于)	酸值 (mg · KOH/g) 不大于	灰分 (%, 不大于)	杂质 (%, 不大于)	备 注
HS-13	11 ~ 14	215	/	0.15	0.015	0.007	SY1216-77
HS-19	17 ~ 21	240	/	0.10	0.010	0.007	
RARU-S929	14	258	- 9	0.12	/	0.0005	8K 型电力机车用油

目前使用 HS-13 号压缩机油在大部分机务段运用正常,但在环境温度低于- 20 左右的时候,电力机车进行整备作业时会遇到难以起动压缩机的困难,这就直接影响整备作业的进行和电力机车的正常运行。主要原因是由于该号压缩机油低温性能不良,油面呈凝固状态,致使压缩机起动阻力大大增加,以至不能起动。油在这方面的主要指标为倾点(Pour Point)。而该号压缩机油在技术条件上对此未作规定。经实测。不论是 HS-13 或是 HS-19 号油,其倾点一般在- 6 以上,且随油的使用时间增长而使倾点的温度提高。因此,在北方寒冷地区的电力机务段选用这种压缩机油不能满足冬季运行的需要。

### (2)低温运用工况的对策

为确保低温时空气压缩机的正常起动,过去习惯的措施是采用润滑油加热装置,如 6Y<sub>2</sub>、6G 型电力机车空压机及早期的 NPT5 型空压机均装有润滑油加热器。除加热器外必须有可靠的温度继电器与之配套,才能达到预期的效果。反之,将会弊多利少,增加不必要的故障。同时,该加热器需由蓄电池供电,将增加其负载。因此,该项措施收效不大在,机车上使用不是良策。

目前,已采用了低倾点的适用于低温工况的压缩机油,以改善低温下的压缩机起动,其主要技术指标除全部满足 HS-13 号油的要求外,规定的倾点要求见表 8- 8。但环境温度低于- 30 ,达到- 40 左右时,还应考虑润滑油加热器,满足低温- 40 要求,如 8K 电力机车采用 AC220V 的加热器。现已有两种型号的低温压缩机油在气路推广使用。

表 8- 8 低温压缩机油主要技术参数

牌 号	闪点( )	倾点( )	粘度(100 mm <sup>2</sup> /s)	酸值(mg KOH/g)	灰分(%, 不大于)	杂质(%, 不大于)	备 注
低温压缩机油	205	- 30	同 HS-13 号压缩机油				

### (3)使用中注意事项

压缩机在运转过程中润滑油会不断消耗,其指标为油耗,一般为 40g/h 以下。因此在运转过程中一定要随时注意油位,使其在正常油位。当油位不足时,应定期补充。注油时,应使用带过滤器的漏斗,以保证油的清洁度。

对于存放期超过半年或运行一定时间后的压缩机油,必须查核:

- 粘度值是否超过原粘度的 25% ;
- 酸值是否超过 0.6mg · KOH/g;
- 是否含水溶性酸。

当发现该油样符合上述任一条时,应更换新油。

### (二)空气压缩机组结构概述

空气压缩机组系由空气压缩机、电动机及安装底座等组成。压缩机与电动机是经弹性联轴器或胎式联轴器直接相联,分别用螺栓直接安装在专用底座上,组成空气压缩机组。

现将目前国内各型电力机车的空气压缩机组主要技术参数列于表 8- 9。

空气压缩机一般由机体、传动系统、空气压缩系统、油润系统等 4 大部分组成。机车用压缩机尚有如下特点:

布置紧凑——气缸排列多为直立式或角度呈 90 的 V 形布置。

强迫油润方式——为满足频繁起动的要求,油润方式均为油泵润滑系统。

采用强迫风冷及高效的中冷器——为降低排气温度及改善中冷器的冷却效果,均采用强迫风冷及铝质板翅式冷却器。

降低噪音及振动措施——噪音污染正日益引起重视,为改善乘务员的劳动条件,降低压缩机的噪音尤为重要,一般均应安装消音器。为改善压缩机的振动,对曲轴必须进行动平衡检查。同时在气缸布置上正逐渐以V形或W形布置替代直立式布置。

表 8- 9 国内各型电力机车空气压缩机组主要技术参数表

车型	空气压缩机							电动机		传动方式	备注
	型号	气缸排列型式	排气量 (m <sup>3</sup> /min)	额定排气压力 (kPa)	轴功率 (kW)	转速 (r/min)	比功率 (kW/m <sup>3</sup> /min)	型号	额定功率 (kW)		
韶山 <sub>1</sub> 韶山 <sub>3</sub>	NPT5	直立式	2.43	900	18.64	980	7.67	YYD-280S	37	直联	见型式试验报告
韶山 <sub>4</sub>	VF/ - 3/9	V形	2.88	900	20.403	980	7.08	YYD-280S	37	直联	见型式试验报告
韶山 <sub>8</sub>	3W- 1.6/10	W形	1.6	1000	14	1450		22	18.5	直联	
8K	243V C78	V形	3.36	1000		1430		4EX A1044	26	齿轮	
6K	C- 2000A	直立式	2.6	900		1450		SF-J	24	直联	
8G	243V C78	V形	2.87	900		1420			55		
6G	2A320	直立式	2.45	900	20	1030		G155 C4-S	20.2	齿轮	

当然各型空压机有其各自的结构特点以满足其性能的要求。

### (三)NPT5 型空气压缩机

NPT5 型空气压缩机是立式、三缸、风冷、两级压缩的活塞式往复空气压缩机。自 60 年代初期仿制开始,不断改进及完善,其应用范围遍及干线电力、内燃机车。

空压机由机体、传动系统、空气压缩系统、润滑系统等组成。在韶山<sub>1</sub>及韶山<sub>3</sub>等型电力机车上由 YYD-280S 型三相异步电动机直接驱动。图 8- 3 即为 NPT5 型空压机组结构图。

电动机 13 通过弹性联轴器 12 带动压缩机曲轴 19 按指定方向旋转(由油泵端看为逆时针)。曲轴两端各有一个滚动轴承支承在机体上,曲轴中部有三个连杆轴颈,分别装有活塞连杆机构,曲轴转动时通过活塞连杆机构使活塞在气缸体内作上下往复运动。气缸顶部装有气阀 5,气阀通过气缸盖及长杆螺栓紧压在气缸上。气缸盖的进、排气腔与气阀的进、排气部分相通,并与进、排气管连接。靠近中间冷却器的气缸为高压气缸,其余两个气缸为低压气缸。冷却器 9 是用来冷却一级压缩空气的,其一端与两个低压气缸的排气管相连,另一端则与高压气缸的进气管相连。一级压缩空气在冷却器中,由轴流式风扇 11 对冷却器进行强迫风冷。为使各运

动件得到润滑,设有压油式润滑系统和飞溅式润滑系统,机体下部装有适量的压缩机油,油面位置由油标显示。

图 8- 3 NPT5 型空气压缩机组结构图

1—齿轮油泵;2—机体;3—低压活塞;4—低压气缸;5—气阀;6—缸盖;7—高压气缸;8—高压活塞;9—冷却器;  
10—三角皮带;11—风扇;12—弹性联轴器;13—电动机;14—滤尘器;15—吸风管;16—出风管;17—低压安全阀;  
18—压力表;19—曲轴;20—油盘;21—底座;22—铭牌。

### NPT5 型空气压缩机的主要技术数据

工作方式 .....	间歇运用工作率 25%
压缩级数.....	2
高压缸数.....	1
低压缸数.....	2
高压活塞直径× 行程 .....	(101.6× 130) mm
低压活塞直径× 行程 .....	(125× 130) mm
转 速 .....	970r/min
功 率 .....	19kW
排气压力 .....	900kPa
排气量 .....	2.4m <sup>3</sup> /min
油泵压力 .....	(440 ± 10%)kPa

#### 1. NPT5 型空气压缩机的结构

##### (1) 机体部分

机体部分包括机体、气缸及气缸盖等。

机体是曲轴、气缸等机件安装的基础。它是用铸铁铸成的长方形箱体,箱体下部装有润滑油;箱体两端各有一个支撑曲轴的轴承座孔;箱体顶面有三个气缸体的座孔:前端(指电动机端)一个孔安装高压气缸,其余两个孔为低压气缸座孔。气缸盖在气缸的上方,14个长螺栓将

气缸、气缸盖牢固的紧固在机体上。气缸和气缸盖均为稀土高强度铸铁 60- 1.5 铸成, 外面铸成多条筋片式, 以增加其散热面积。气缸盖是用来连通高压气缸与低压气缸的气路的, 即两个低压气缸压出的压缩空气, 由气缸盖经中间冷却器冷却后再由气缸盖内的高压气缸通道而进入高压气缸。

## (2) 传动系统

传动系统是指由曲轴获得转矩开始, 到动力传递到活塞上的这一套装置, 它包括曲轴、低压连杆及轴瓦、低压活塞及活塞销, 高压连杆及轴瓦、高压活塞及活塞销以及支撑于曲轴两端的滚动轴承等, 如图 8- 4 所示。驱动压缩机电动机的转矩通过弹性联轴器传递到曲轴上, 再通过高低压连杆使高低压活塞作上下往复运动, 完成吸气、压气及排气过程。

### 曲轴

曲轴是压缩机中重要零件之一。曲轴采用稀土球铁铸造而成, 曲轴上有三个连杆轴颈( 又称曲拐颈), 为了平衡旋转时所产生的惯性力, 在每个曲柄上都铸有均重块。为了使曲轴具有较好的平衡性, 曲轴中部的三个曲轴颈在轴向平面内互成  $120^\circ$ 。三个曲轴颈直径均为 60mm, 表面热处理, 硬化深度 1.5 ~ 3mm, 硬度为 HRC45 ~ 55, 经磨削加工而成, 具有较高的精度和粗糙度。每个曲轴都要经过静、动平衡试验。不平衡的曲轴, 在试验时可在曲柄上钻 20mm 孔减重进行调整以达到平衡。曲轴两端用两套滚动轴承支撑。靠油泵端选用单列向心圆柱轴承 2316, 靠电动机端选用双列向心球面滚柱轴承 113519。

为了将润滑油从油泵送到连杆轴颈、轴瓦和活塞销等处进行润滑, 在曲轴体中钻有 6mm 的油通道。

### 连杆及轴瓦

连杆的主要作用是将曲轴的旋转运动变为活塞的往复运动。它是用模锻制成的。杆身呈工字型, 分为大端和小端, 大端为开式结构, 连杆大端通过两个半圆型挂有耐磨合金的轴瓦与曲轴颈相连接, 杆体与瓦盖是用两个连杆螺栓紧固在一起的。连杆螺栓用 40Cr 钢制造, 经热处理后有相当的强度和硬度。连杆小端是整体式, 镶有铜套, 通过活塞销与活塞连接。杆体中央有从大端通到小端的 6mm 贯通孔, 是作为润滑油道。

为了使压缩机工作平稳, 每台压缩机的连杆是经过选择的, 每台压缩机的三个连杆组( 包括连杆、轴瓦等) 的重量差不大于 50g。

### 活塞与活塞环

活塞与气缸构成压缩容积, 并在气缸中作往复运动。要求活塞重量轻, 有足够的强度和刚度。活塞采用了铝合金铸造的筒型结构, 经切削加工而成。活塞中部有活塞销孔, 通过活塞销与连杆小端相连, 活塞下部称为裙部, 承受侧压力和起导向作用, 上部是一组活塞环。活塞分为高低压两种, 一个高压活塞的直径为 101.6mm, 两个低压活塞的直径为 125mm, 每个活塞上分布有五道活塞环, 其布置图见图 8- 5。

五道活塞环中, 上面四道为气环, 起气密作用; 下面一道为油环, 油环的作用是将润滑油不间断地供给气缸壁起润滑作用。油环的润滑油是由曲轴转动时, 由曲拐在油池中所沾上的润滑

图 8- 4 传动系统示意图

- 1—曲轴; 2、4—低压连杆及轴瓦;  
3、5—低压活塞及活塞销; 6—高压活塞及活塞销;  
7—高压连杆及轴瓦; 8、9—轴承。

油飞溅到油环与环槽的间隙中去的,在活塞往复运动时,这些油就不断地由油环挤向气缸壁上。活塞环还起着布油和导热的作用。活塞环都是用富有弹性的耐磨合金(钼、铬、铜等)铸铁制成,有良好的密封性和耐磨性。压缩机的工作性能与活塞环的配置有很大的关系,各活塞环的开口应错开 90°;活塞环的开口间隙及活塞环与环槽间的间隙应符合表 8-10 的规定。图 8-6 是活塞环配置关系图。

图 8-5 活塞环布置图

1—活塞;2—气环;3—油环。

图 8-6 活塞环配置关系图

1—活塞;2—气环;3—油环;4—安装后的活塞环开度;  
a—环与环槽的间隙;b—组装后环的间隙。

高压活塞环采用 CA10 型通用活塞环,低压活塞环采用东方红-54 型拖拉机发动机活塞环。

表 8-10 活塞环间隙

活塞环间隙	高压气环	高压油环	低压气环	低压油环
a 间隙值(mm)	0.25 ~ 0.52	0.25 ~ 0.52	0.25 ~ 0.52	0.25 ~ 0.52
b 间隙值(mm)	0.35 ~ 0.55	0.35 ~ 0.55	0.25 ~ 0.45	0.25 ~ 0.45

活塞销采用低碳钢,经渗碳淬火后有一定的耐磨性和韧性。活塞销与活塞销孔为静配合。

图 8-7 空气压缩系统原理图

1—机座;2—轴承;3—曲轴;4—气缸;5—吸气管;6—进气阀;7—排气阀;  
8—连杆;9—活塞;10—气缸盖;11—排气管;12—中间冷却器。

### (3)空气压缩系统

空气压缩系统包括空气滤清器、气缸、气缸盖、气阀及中间冷却器。图 8- 7 是空气压缩系统的原理图。

#### 空气滤清器

为了使进入空气压缩机内的空气洁净不含杂质，在空气进入低压气缸的通道上设置了空气滤清器，对空气进行过滤。早期产品中，采用马鬃为过滤元件的滤清器，滤尘效果差，现已停止生产。目前的产品采用油浴式空气滤清器。图 8- 8 为油浴式空气滤清器结构示意图。当空气以一定速度通过滤清器时，空气中较大的尘埃在急弯处被分离落入油中，而细微的杂质则由滤网微薄油膜所吸附，从而达到净化空气之目的。对于滤网应定期清洗，滤油也应定期更换。

#### 气缸

三个独立的气缸是用球墨铸铁铸造，气缸外周铸有环状筋，加强了气缸的刚度和增大了散热面积。气缸的内表面是工作面，它是经过多种加工而成，其表面粗糙度为 0. 80(Ra)。

图 8- 8 油浴式空气滤清器结构示意图

#### 气缸盖

气缸盖也是用球墨铸铁制成，分隔进、排气和承接管路。缸盖外表面铸有散热筋，以增大散热面积，提高冷却效果。图 8- 9 是气缸盖进、排气通路示意图。

图 8- 9 气缸盖进、排气通路示意图

#### 气阀

压缩机的吸气及排气过程是由气阀自动完成的。每个气缸上部均有一个气阀，高、低压气阀相同，可以互换，其结构见图 8- 10。

气阀为环状阀，由阀座、阀片、弹簧、连接螺栓及螺母等组成。下阀座既是排气阀的阀座，又是进气阀的升程限制器；上阀座是进气阀座又是排气阀的升程限制器。气阀的外环是进气阀，内环是排气阀。进、排气阀由上、下阀座间的环状密封带分隔。

阀片在工作时,四周温度高达 150~180℃,承受着重复的冲击和交变的弯曲载荷,因此,采用 30CrMnSiA 合金钢制成,并经过热处理,具有强度高、韧性好、耐磨和耐腐蚀的性能。

图 8-10 气阀结构图

1—阀座;2—弹簧;3—排气阀小阀片;4—排气阀大阀片;5—进气阀片;6—进气孔;  
7—排气孔;8—螺母;9—螺栓;10—开口销;11—阀盖。

上、下阀座均采用中碳钢精密铸造成型,各配合表面进行机械加工而成。上下阀座之间,安装着阀片及弹簧,阀片与阀座接触应有良好的气密性。阀座同时还对阀片的行程进行控制,进气阀阀片的行程为 1mm(由下阀座控制),排气阀阀片的行程为 1.2mm(由上阀座控制)。阀片与阀座间的气密性可通过研磨来达到,但在修磨上、下阀座平面时,应注意将上阀座的凹槽深度控制在 $(2.2+0.1)$ mm,下阀座凹槽深度应控制在 $(2.5+0.1)$ mm。

气阀弹簧是用 0.5mm 的钢丝(50CrVA)绕制成形。气阀弹簧是气阀的重要零件,工作时振动频率高,并且又是在高温下工作,容易发生折断,因此在运用中要定期检查。

气阀组装后,应测量实际厚度,要求同一台空气压缩机的 3 个气阀厚度相同。

#### 中间冷却器

空气被压缩后,温度明显升高,在一级压缩后的排气温度高达 150℃以上。过高的进气温度进入高压气缸再压缩,温度还会升高,不仅影响压缩机连续运行时间不能太长,而且还会使空气压缩机的寿命显著降低,因此,必须对进入高压气缸的进气温度进行控制。中间冷却器就是根据这一目的而设置的。早期产品的中间冷却器的散热元件为钢管外表面缠散热片的散热管组,这种冷却器不但容易漏泄,而且由于散热片与钢管在热态下有间隙,使散热效果不理想,因此,现在的产品中,均采用了散热效果较高的、结构紧凑而又牢固的板翅式冷却器。

为了提高散热效果,在机体上安装有四叶片的轴流式风扇,对冷却器及气缸进行强迫风冷。风扇的动力来自曲轴,在弹性联轴器上有皮带轮,通过三角形皮带与风扇轴相连。

冷却器上的安全阀是为了保证冷却器的安全而设置的。安全阀的开启压力为 450kPa,关闭压力为 300kPa。

#### (4) 油润滑系统

空压机在工作时有许多零件作高速运动,在运动中这些零件相互接触的表面就发生摩擦而磨损,并产生热量。如果在摩擦表面上加上机油,则摩擦表面即完全被机油油膜隔开,于是形成运动件与油膜间的摩擦。NPT5 型空气压缩机采用压力油润滑及飞溅式油润滑来对摩擦面进行润滑。

所谓润滑就是在摩擦表面间加入润滑油,以造成油膜,形成以下四个作用:

##### 减磨作用

润滑油能造成各摩擦表面成为运动件与油膜间的摩擦方式,从而减少零件磨损和功率消

耗,提高机械效率。润滑油的粘度对减磨作用有很大的影响,粘度过大,将会增加油膜内部的摩擦;粘度过小时,又不易形成油膜导致运动件磨损加剧。空压机主要是“起—停”工况频繁,运行中空压机油润滑系统也被加热到与其他部件的温度一样,从而使润滑油粘度下降,润滑油就会从摩擦表面上流走,形不成理想的油膜。所以,空压机的每次起动初期,一些运动件的接触表面实际上是在干摩擦或半干摩擦的条件下工作的,这也正是空压机连杆轴瓦等零件磨损的起因。

#### 清洗作用

润滑油能带走各摩擦表面间的磨损颗粒和其他杂质,减少零件的磨损,延长其使用寿命。

#### 冷却作用

润滑油能带走摩擦产生的热量,降低零件的工作温度。

#### 密封作用

润滑油在活塞环和气缸壁之间形成的油膜还能起密封作用,防止压缩空气漏入曲轴箱。

NPT5型空气压缩机有两种润滑方式:

#### A. 压力润滑

由用曲轴带动的一台齿轮油泵将油压入各润滑油道,对连杆轴瓦及活塞销等进行润滑。

#### B. 飞溅润滑

靠曲轴将机油甩到活塞或气缸壁上进行润滑。图8-11是NPT5型空气压缩机油润滑系统示意图。

压力润滑系统由齿轮油泵、定压阀、油路、压力表及滤尘网等组成。齿轮油泵装于曲轴端,通过齿轮泵伸出的方轴插接于曲轴方孔内,当油泵随曲轴旋转时,装在油箱体内的压缩机油,通过油滤尘网被油泵吸入,加压后输送进曲轴内油道,通过曲轴内油道分送到三个连杆轴颈中央。每个连杆轴颈又分为三条油路:一路润滑连杆轴颈和瓦;另一路通过连杆瓦和连杆中央部位的油孔将润滑油送至连杆小端,用以润滑活塞销及铜套,同时由活塞销间隙溢出润滑油甩到活塞内起冷却作用;第三路是由连杆轴颈及连杆瓦两侧的间隙溢出的油被甩到气缸壁上使活塞和气缸得到润滑。

图8-11 NPT5型空气压缩机油润滑系统示意图

1—油压表;2—油泵;3—吸油管;4—滤油网;  
5—飞溅油滴;6—油路;7—压力油滴。

曲轴两端的滚动轴承则利用运转时曲轴飞溅起来的润滑油进行润滑。

图8-12是齿轮油泵的工作原理图。

当油泵工作时,主动齿轮如原理图所示方向旋转,与其相啮合的从动齿轮则朝相反方向旋转。随着齿轮的转动,进口处因油被齿穴带走形成稀薄区,外部的油被吸入补充,而齿穴中的油则沿着油泵壳的内壁被挤到出油区,由出油孔输出。齿轮的啮合状态、齿轮与壳壁的间隙以及齿轮的转速都影响油泵的输出油压和油量。为防止油压过高,在油泵内设有定压阀,当油压超过480kPa时,可将过高的压力油自动泄入油箱内。

图8-13是定压阀的结构示意图。

当油压高于定压值时,定压阀的弹簧被压缩到使回油孔开大,使过高的压力油泄入油箱体,以保持输往润滑油道内的油压保持在规定值内。当油压高于或低于所规定的压力值时,可将油泵解体,减小或增加调整垫,直到使油压值符合规定时为止。

## 2. NPT5 型空气压缩机的改进

NPT5 型空气压缩机系仿法 2A320 型空气压缩机, 该机型系 50 年代产品。在扩大应用过程中, 不断改进、不断完善, 并取得了卓有成效的提高。现就多年来的几项改进简述如下:

图 8- 12 齿轮油泵工作原理图

- (1) 连杆轴瓦由厚壁改为薄壁瓦;
- (2) 中冷器由管翅式结构改为铝质板翅式;
- (3) 气阀弹簧用圆柱弹簧替代原有的塔式弹簧, 而且采用专门热处理工艺以确保高温下的弹簧寿命;
- (4) 空气滤清器改为通用型 NJ130 型油浴式滤清器;
- (5) 气阀垫改为外包铜皮型, 提高气密性和使用寿命。

经过上述改进后, 其主要技术指标明显有所改进, 现将改进前后的技术数据列于表 8- 11。

表 8- 11 NPT5 型空气压缩机改进前后性能比较

指标	排风量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	轴功率 (kW)	排风口温度 ( )	噪声 [ dB(A) ]	比功率 ( $\text{kW}/\text{m}^3/\text{min}$ )	备注
改进后	2.43	18.64	131.7	90	7.67	根据 87 年型式试验
改进前	2.30	21.80	178	> 90	9.47	

### (四) VF-3/9 型空气压缩机

随着大功率机车发展的需要, 原有的空气压缩机已不能满足牵引 5000t 以上长大货物列车的要求。为此, 与韶山<sub>4</sub> 型八轴电力机车配套的 VF-3/9 型空气压缩机同步研制。其主要技术参数见表 8- 12。

#### 1. 结构及工作原理

VF-3/9 型空气压缩机为 V 型、四列、两级压缩、风冷活塞式空气压缩机。原动机通过联轴器直接传动, 使压缩机按顺时针方向转动(从电机端看)。曲轴为双支点结构, 通过轴承座和轴承盖上的一对球轴承安装在机体的两端主轴孔上, 中间两曲拐上各装有一对一、二级活塞连杆机构。曲轴推动连杆, 连杆通过活塞销推动活塞, 曲轴的旋转运动产生活塞的往复运动。当活塞往下运动时, 气缸容积增大, 压力减小, 吸气阀在大气压力作用下被打开, 空气经消音器和吸气阀进入气缸; 活塞往上运动时, 气缸容积缩小, 压力升高, 吸气阀自动关闭, 不再吸气, 随着活塞继续往上运动, 气缸内空气压力不断升高, 当压力高于排气管道中的空气压力时, 排气阀开启, 高压空气经排气阀流入排气管道, 再经二级活塞的往复运动, 产生的吸气、压缩、排气过程, 使压缩空气进入机车总风缸。如此周而复始, 外界大气不断吸进压缩机一、二级气缸, 又不断被

压缩,源源不断地送入总风缸,使机车总风缸中空气压力逐渐升高。

气缸盖、气缸头与气缸体通过长螺栓压紧在机体上,气缸盖的进排气腔分别与气阀的进排气阀相通。中冷器横跨在低压缸与高压缸间,经连接管一端与一级排气阀室相接,另一端与二级进气阀室相接。

各运动部件通过装在曲轴前端的油泵产生的压力油获得强迫润滑。曲轴轴伸端上的飞轮上装有离心风扇,冷却风经导风罩及蜗壳使气缸、缸头、中冷器及机体得到冷却。机体下部润滑油位置由油标显示。吸风筒与消音器为组合部件,合理的布置在V形排列的气缸中间。结构简图如图8-14。

该型空气压缩机虽然排气量要比NPT5型的排气量大25%左右,但轴功率两者接近,故与之配套的压缩机电机仍用YYD-280S-6型,这无疑是既利于简化又有利于节能。

该型空气压缩机经近十年的运用及不断的改进、性能与质量均大有提高,已广泛用于8轴、6轴电力机车上。

表 8-12 VF-3/9 型空气压缩机主要技术参数

顺号	项 目	单 位	规 范	顺号	项 目	单 位	规 范
1	型 式		V形四列二级风冷固定式	10	轴 功 率	kW	21
2	型 号		4VF-3/9	11	冷 却 方 式		风 冷
3	压 缩 级 数		2	12	润 滑 油 温 度		70
4	气 缸 数	一 级	2	13	排 气 温 度 ( 吸 温 40 )		180
		二 级	2	14	润 滑 方 式		油 泵 压 力 润 滑
5	气 缸 直 径	一 级	160	15	润 滑 油 压 力	kPa	150 ~ 350
		二 级	90	16	低 压 安 全 阀 开 启 压 力	kPa	280 ~ 300
6	活 塞 行 程	mm	100	17	气 阀 形 式		进 排 气 分 开 式 环 状 阀
7	转 速 ( 额 定 值 )	r/min	980	18	传 动 方 式		电 动 机 直 联
8	排 气 量 ( 吸 入 状 态 )	m <sup>3</sup> /min	3	19	压 缩 机 净 重	kg	450
9	额 定 排 气 压 力 ( 表 压 )	kPa	900				

## 2. 空气压缩机各系统

### (1) 运动部件

运动部件包括曲轴、连杆及活塞三大主要零部件。曲轴是压缩机最主要的零件之一。该曲轴由QT600-3球墨铸铁制成。曲轴经磨削后有较高的光洁度,两拐颈上各有两油孔与拐颈中心油孔连通并和油泵出油口相连,曲轴两端各装有一个3513双列向心球面滚子轴承,曲轴尾锥上装有飞轮及离心式风扇,另一端通过传动块与油泵相连接。

连杆是受力复杂的零件,采用QT600-3牌号球墨铸铁制成。大头为剖分式结构,内孔配有薄壁轴瓦,其瓦衬浇铸ChSnSb11-6号合金。小头孔装有铜套,其铜套为ZQSn6-6-3锡青铜。杆体上有油孔贯穿大、小头孔。

一级活塞采用轻型活塞结构,材料为ZL108,活塞上部第一道环为密封环,第二道环为扭曲环(采用外扭曲安装时切口朝下),第三道环为刮油环。二级活塞采用HT200铸铁制造,为筒形活塞结构,第一、二道环为密封环,第三道环为扭曲环,第四道环为刮油环。活塞销孔内均装有活塞销,与连杆连接,活塞销孔与活塞销的配合为过渡配合,销两端均装有挡圈,以防活塞销窜出。

### (2) 空气压缩系统

随着活塞的往复运动及气阀相应地自动启闭,使吸气、排气频率与压缩机转速同步,从而

图 8- 14 VF-3/9 型空气压缩机结构简图

1—机体; 2—曲轴; 3—连杆; 4—气管; 5—二级气缸; 6—二级活塞; 7—二级气阀; 8—中冷器; 9—气缸盖; 10—导风罩;  
11—空滤器; 12—消声器; 13—一级气缸; 14—一级活塞; 15—一级气阀; 16—气缸盖; 17—联轴器; 18—油泵; 19—轴承;  
20—铜套; 21—油压表。

在气缸内形成对空气周而复始的压缩,直到总风缸压力上升到额定值。

气阀分为进气阀与排气阀两种,均采用环状阀结构,气阀安装在缸头里面,一级缸头与二级缸头分别各安装有进气阀和排气阀。气阀螺栓必须拧紧,止退垫必须锁牢,气阀下面均装有金属密封垫。

气缸内孔采用珩磨成形,具有较高的精度与光洁度,不得刮伤、碰伤。气缸盖主要用于安装气阀。气缸、气缸盖外部均铸有散热片,以增强散热效果。

滤清器采用汽车空滤器纸质滤芯,采用与消声器组合的结构。消声器为铸铝体内填充不规则不锈钢丝,并在其内壁喷涂吸声材料,减噪效果较好,能比同类产品低 5dB(A)左右。

### (3) 油润系统

本压缩机曲轴、连杆及活塞等主要部位采用油泵压力润滑。油泵供给压力油从曲轴拐颈油孔溢出,润滑曲拐和连杆瓦后进入连杆体油孔到小头衬套,润滑活塞销和小头衬套。气缸壁和活塞环间的运动依靠轴隙溢出的油飞溅润滑。油泵采用齿轮泵、安装在轴承座外侧,油从机体底部,经滤油器吸入油泵,在油泵出油通路上装有压力表和调压阀。这种外露结构便于调整油压,但也要注意各结合处不得渗油。

### (4) 冷却系统

冷却包括一、二级之间的空气冷却及机体、气缸、缸头等受热体的冷却。前者采用铝质管翅式中冷器,跨装在高低压气缸间,离心风扇上方;后者采用装用轴上的离心式风扇,冷风经导风罩充分冷却中冷器、机体、气缸及缸头等。该系统结构紧凑,冷却效果较好。

## 3. 改进

VF-3/9 型空气压缩机在应用过程中,经过多年来的不断改进、不断完善、使该产品不论从技术性能上,还是产品质量上均有了较大的提高,现就几年的几项主要改进简述如下:

### 1. 联轴器改进

原机型由于设计上的先天不足,给原机型带来了在制造过程中无法弥补的缺陷。由于该机在高功率运转的条件下,联轴器仍然采用 NPT5 型的小型压缩机传统的柱销式联轴器,其联轴器的橡胶圈磨损严重,造成联轴器柱销断裂,且不易更换。现已将弹性柱销联轴器改为轮胎式联轴器,该联轴器具有弹性好,能吸收冲击,且无相对摩擦的特点。它对联接件的同轴度要求相对较低,使用寿命大大高于柱销式联轴器,且在机车上不移动电机和空压机就能更换轮胎橡胶件,其安装、调试、维修均很方便。

在改进的同时,将半联轴器长度由 110mm 改为 90mm,并使电机轴外露 18mm,满足了由于联轴器改型造成的联轴器尺寸增大而影响的部件互换,并使压缩机安装架完全通用。

因为胎式联轴器的直径比柱销式联轴器直径大 65mm,不加大风扇叶轮,对进风面积将有影响,故风扇叶轮直径由 400mm 改为 445mm。由于风扇叶轮直径加大,在不影响风量的条件下,又将风扇叶轮宽度由 140mm 改为 102mm,同时固定螺栓直径由 M8 改为 M12。

### 2. 气阀改进

由于原气阀的结构、材质以及固定方式,易造成气阀的破裂,影响了空压机的正常使用。现已将开式气阀变更为闭式气阀,阀座、阀盖的材质由铸钢件变更为锻钢件,气阀的固定方法由原压罩式变更为压筒时,通过上述变更后,提高了气阀的清洁度和强度,改变了气阀的受力状况,提高了气阀的可靠性。

### 3. 联接管改进

由原来的单根螺杆与缸头连接改为四方法点连接,联接管与弯头由原来的普通螺纹连接

密封改为 O 形圈密封结构,更改后的结构提高了连接强度,提高了密封性能。

#### 4. 呼吸管改进

重新采用迷宫式结构,且增改了回油余量,有效的控制了润滑油从呼吸管呼出现象。

#### 5. 其它改进

曲轴箱增加了壁厚,改变部分加强筋的位置,提高了曲轴箱的强度和刚性。

加大了活塞回油孔,控制了润滑油上窜的现象。

曲轴箱门盖采用高密封性能的软木胶垫,基本上解决了此处渗油现象。

飞轮向压缩机端移近 15mm,飞轮外径由 300mm 加大到 350mm,提高了压缩机的平稳性。

### (五) 空气压缩机的试验

对于机车用空气压缩机的试验应根据其技术条件及有关标准进行,一般分为型式试验、抽检试验、出厂试验以及压缩机组装车前的动作试验。其中压缩机的型式试验、抽检试验与出厂试验内容与方法应按照铁标及有关国标进行。

#### 1. 型式试验

对于新设计制造、有重大改进、转厂生产、长期停产后恢复生产的空气压缩机均应进行型式试验。型式试验项目应包括如下内容:

(1) 试验延续运转时间应不少于 500h。试验中出现气阀两组及以上损坏,或活塞、活塞销、连杆、曲轮一件及以上损坏而使试验无法进行下去,视本次试验无效。

(2) 在试验运转过程中,除观察压缩机的工作情况外,还应在型式试验的前期和后期对压缩机分别进行两次性能检查测试。测量压缩机的排气量、轴功率、转速、排气温度、排气压力、润滑油的温度与消耗量、噪声及振动烈度等。

(3) 在试验运转结束后,检测压缩机主要易损件和摩擦件的磨损量,检测压缩机清洁度,对产品使用的可靠性作出初步结论。

(4) 在试验中还应进行 8h 的启停机试验,试验频率为每小时 10 次,工作压力由 750 ~ 900kPa 交替进行,其中 1h 为带负荷 750kPa 进行。

(5) 在型式试验中还应进行 8h 的超负荷试验,试验时空压机的排气压力为 1.1 倍额定排气压力。

(6) 在型式试验中还应进行 1h 的高温试验,试验时的一级吸气温度为 40℃,试验中应检测润滑油温度及排气温度。

#### 2. 抽检试验

对于成批生产的空气压缩机,应根据年产量比例抽样,进行抽检试验。年产量不大于 200 台,抽检二台;年产量大于 1000 台,抽检四台;年产量在 200 ~ 1000 台间,抽检三台。

抽检试验的连续运转时间应不少于 48h,在运转过程中,除检验所有机构的工作情况外,还应检测型式试验中规定的检测内容。

#### 3. 出厂试验

新造或修理的每台空压机都必须进行出厂试验。首先应检验零部件及整机的装配质量,再进行如下项目的试验:

(1) 不少于 0.5h 的无负荷试验;

(2) 在额定排气压力下连续试验不少于 1.5h;

(3) 测量实际容积流量和轴功率;

- (4)测量排气压力与排气温度;
- (5)测量润滑油的温度;
- (6)按有关图样或技术文件进行漏泄试验;
- (7)进行 2min 的在 1.1 倍额定排气压力下的超负荷试验。

#### 4. 动作试验

凡空气压缩机组在组装完毕后装车前,必须在地面对每台空气压缩机组进行动作试验。通电试验前,应测定电机定子绕组的绝缘电阻,还应检查润滑油位是否符合要求,并盘车 2~3 圈,检查运行部件是否有卡劲与碰撞现象,然后方可通电试验。试验合格后方可装车:

(1)空载试验。出风口敞开,通电转动后,油压表应在规定的压力范围内。无异音。

(2)风量试验。接专用试验台储风缸,测定风压由零升至 900kPa 的时间在规定范围内。运转中,各部件运转正常,无碰撞及其它有害音响。若有争议时,应作排风口温度试验。

(3)排风口温度试验。保压 900kPa 运转 30min,排气口温度应不大于 180 。

(4)试验完毕后,应检查联轴器相互间不得有相对位移,紧固件不得松动,各结合处不得漏油。

#### (六)压缩机的安装使用及维护保养

为确保压缩机正常、可靠地运转,压缩机的安装、使用及维护保养必须严格按照下述的有关要求执行:

##### 1. 安装使用

(1)压缩机与电动机组装时必须满足

两轴的不同轴度为 0.2mm;

两联接轴中心,角度位移偏差为  $\pm 40$  。

(2)压缩机的启动

必须有足够的润滑油,其油面位置应在油标的最高和最低油位之间;

注意旋转方向、不得逆转。同时观察油压表,启动完后其油压应在规定的压力范围内。

##### 2. 维护保养

应经常检查润滑油位与油压,每运行 8~16h 察看油位,及时补充。

新机启用或停机较久的压缩机,在初运转 50h(或 3200km)后,应更新全部润滑油。以后每运行 300h(或 32000km)后应更新全部润滑油。

空气滤清器的纸质滤芯,每 300h(或 32000km)更换一次。

每运转 300~600h(或 32000km)检查和清洗气阀、滤油网。

每运转 1000~2000h(或 100000km)检查和清洗油泵。

##### 气阀的维护

###### A. 气阀脏污及积炭的原因

- a. 空气滤清器过滤不良;
- b. 压缩机气缸窜油较多,且温度过高引起润滑油积炭;
- c. 冷却器、气缸、气缸盖、气阀等组装前未清洗吹扫干净;
- d. 润滑油长期未更换或油箱里沉淀物过多;

###### B. 气阀不清洁的防止方法

a. 尽量使用质量好的润滑油,能较好地防止油分积炭。杜绝不同型号的油类混用。目前一般采用 HS-13 压缩机油,近期国内新研制的有 N68、N100 号往复压缩机油及低温压缩机油较

为理想。

b. 应定期对气阀、滤清器、曲轴箱油箱进行清洗。

c. 气阀的清洗

清洗气阀时,应使各零件不受损伤。气阀擦洗后用煤油清洗干净,或将气阀浸泡在煤油中约 12h,再擦洗或轻刮,除去污垢。必须完全吹干后方能重新组装。

每运行 120000km 检修一次,并检验安全阀、压力表。对易损件气阀、弹簧、活塞环应及时更换。

运用中,若出现异常现象,应立即停车解决。压缩机的故障及处理方法见表 8- 13。

表 8- 13 空气压缩机的故障处理

顺号	故障现象	故障原因	处理方法
1	排气量降低	阀片或阀弹簧损坏	更新
		气阀脏污或积炭	按维护保养方法进行清洗
		阀片、阀座接触不良	重新调整弹簧及阀片,必要时重新研磨或更换阀片
		气缸盖与气缸间的垫片漏气	重新调整或更换,使之严密
		空气过滤器淤塞	更换纸质滤芯
		气缸顶部余隙过大	调整垫片厚度
		活塞、活塞环磨损过大	更新
		活塞环卡死于槽内	检查清洗使其灵活
		吸排气阀阀座的垫圈漏气	更换垫圈
2	气温、油温过高	2 级吸气阀漏泄	调整更换阀片
		冷却器散热管过脏	清洗散热器
		活塞环磨损过大,压缩空气窜入曲轴箱引起油温升高	更换活塞环
		曲轴箱油量不足或油过脏	增加油量或更换润滑油
3	拉缸现象	吸入空气过脏	更换油芯
		润滑油过脏	更换润滑油
		活塞环断裂	更换活塞环
4	响声异常	连杆瓦磨损过大	更换连杆瓦
		阀片断裂	更换阀片
		连杆螺栓松动	拧紧连杆螺栓、螺母
		活塞销与铜套间隙过大	更换铜套
		螺栓松动	检查拧紧
5	耗油量过高	活塞环磨损过大	更换活塞环
		刮油环效能低	将刮油刃口稍开深一点,以增加刮油效能
		油轴箱内油位过高	按油位指示器校正油量
6	联轴器橡胶件磨损快	橡胶件质量差	更换优质橡胶件
		安装质量不合要求	重新调校,确保安装质量
		联轴器加工质量差	更换联轴器

### 3. 压缩机易损件更换期

压缩机系高速运转机械, 掌握好易损件的更换期或磨损限度, 使其保持良好的运行状态, 以确保机车的安全运行。压缩机易损件的更换期见表 8- 14。

表 8- 14 压缩机易损件的更换期

序 号	名 称	组 装 位 置	更 换 期	备 注
1	油 封	密封盖	18 个月	包括停机时间
2	O 形密封圈	油泵轴	18 个月	包括停机时间
3	弹 性 圈	联轴器	18 个月	包括停机时间
4	气 阀 弹 簧	气 阀	4000h	累计运行时间
5	阀 片	气 阀	4000h	累计运行时间
6	活 塞 环	活 塞	4000h	累计运行时间
7	填 料	相 关 处	2000h	累计运行时间

注: 上文中凡提到压缩机运转 $x \times h$ , 系指其累计运转时数, 并非机车的运行时数。

## 二、总 风 缸

机车总风缸为贮存机车以及列车用压缩空气的压力容器, 其容积的选择及主要技术参数的确定必须周密慎重, 以保证机车运用的安全。

国内外机车总风缸除个别车型外, 每台(节)机车均设置不少于两个总风缸, 总风缸几乎全设置于车体外部, 这既利于压缩空气的冷却, 又便于安装。韶山<sub>1</sub>、韶山<sub>4</sub>型电力机车两个容积相同的总风缸纵向布置安装在车体下部的主变压器左右两侧; 韶山<sub>3</sub>、韶山<sub>3B</sub>、韶山<sub>5</sub>、韶山<sub>6</sub>、韶山<sub>6B</sub>、韶山<sub>8</sub>型电力机车两个容积相等的总风缸横向布置安装在车体下部的主变压器前后两侧; 而韶山<sub>4</sub>改、韶山<sub>4B</sub>型电力机车两个容积不等的总风缸上下重叠横向布置安装在主变压器后侧的变压器风机下方。

### (一) 容积的选择

总风缸容积的选择必须根据机车的用途及功率、压缩机的排风能力等确定。当然容积越大越安全, 但由于机车空间的限制, 只能合理选择, 以保证安全并最大限度地利用空间。选择过小, 会加重压缩机的负担, 并使压缩空气质量下降, 直接影响制动装置及机车其它气动装置的可靠性。为此, 一般采用下式计算

$$V_z = \frac{V_1(P + A \cdot t) - Q_k \cdot P_0 \cdot t}{P_1 - A_1 \cdot t} \quad (L)$$

式中  $V_z$ ——选取的总风缸容积(L);

$V_1$ ——制动系统总容积(L);

$P$ ——列车管全制动减压量(kPa), 取  $P = 140\text{kPa}$ ;

$A$ ——制动系统漏泄量(kPa/min), 取  $A = 20\text{kPa/min}$ ;

$Q_k$ ——压缩机的排风能力(L/min);

$P_1$ ——总风缸压力允许下降量(kPa), 取  $P_1 = 150\text{kPa}$ ;

$A_1$ ——总风缸系统漏泄量(kPa/min), 取  $A_1 = 10\text{kPa/min}$ ;

$t$ ——一次全制动后的充风缓解过程中压缩机连续工作时间(min);

$P_0$ ——大气压力(kPa), 取  $P_0 = 100\text{kPa}$ 。

由上式可知,总风缸容积与制动系统容积(即牵引列车辆数)、压缩机的排风量、列车管减压量、总风缸允许压差、管系漏泄量及充气缓解时间(即车辆制动机种类)等有关。而其中  $P_1$ 、 $A$  及  $A_1$  均有标准规定,当机车用途及要牵引的最大车辆数确定后,则总风缸容积  $V_z$  只与压缩机的供风能力  $Q_k$  及充气缓解时间有关。此计算值只按常用全制动的减压量确定,一般较为适中。在初充风时,压缩空气消耗量高达  $6000 \sim 7800L/min$ ,已大大超过压缩机的供风能力,因此制动管系要从压缩机及总风缸贮存的压缩空气共同来补充,这样压缩机的运转时间将大大增加。当制动管系充满风后,压缩空气的消耗量只作为其漏泄量的补偿,所以其耗量大大减少,压缩机再次运转的间隔时间就延长。

现将目前国内主型电力的总风缸容积列于表 8- 15。

表 8- 15 国内主型电力总风缸容积表

机车型号	韶山 <sub>1</sub> 、 韶山 <sub>3</sub>	韶山 <sub>4</sub>	韶山 <sub>5</sub> 韶山 <sub>8</sub>	6G	8K	6K	韶山 <sub>4</sub> 改、 韶山 <sub>4</sub> B
总风缸容积 (L)	1224	900× 2	1000	1600	1000× 2	1600	902× 2

## (二) 主要参数及强度计算

总风缸系受压容器,按 TB304- 82《机车用总风缸技术条件》标准规定,其制造材料为压力容器钢 Q235AR,但允许用 Q235B 或 Q235A 代用,其机械性能、化学成分应符合相应标准的规定。

总风缸缸径的确定主要根据总体布置的可能而定,一般布置以细长形为好。因缸径过大,不仅布置不易,且要求缸壁加厚。但缸径过小,则易使长度过长,又不便安置。一般长度以略短于车体的宽度为宜,约在  $2000 \sim 2500mm$  左右,这个尺寸不论是纵向或横向布置均较为合适。

缸径确定后,必须对其壁厚进行确认。一般总风缸均由缸体和两个呈凸形的端盖焊接而成。缸体系卷制,而端盖系热压成形。为确保安全,必须按照强度计算,最后选定其板材厚度。据资料介绍,考虑到焊接结构,一般按下列公式计算总风缸强度:

### 1. 厚度附加量

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

式中  $C_1$  —— 钢板厚度负偏差,按相应钢板标准选取,8mm 钢板取 0.8mm,6mm 钢板取 0.6 mm,5mm 钢板取 0.5mm;

$C_2$  —— 腐蚀裕量,一般碳素钢取不小于 1mm;

$C_3$  —— 封头冲压时的壁厚拉伸减薄量,取封头图样厚度的 10%,圆筒的  $C_3 = 0$ ;

$C$  —— 厚度附加量(mm)。

### 2. 碟形封头许用压力

$$[P] = \frac{2[\sigma]_e}{MR_{i+0.5}}$$

### 3. 椭圆形封头许用压力

$$[P] = \frac{2[\sigma]_e}{KD_{i+}}$$

### 4. 圆筒许用压力

$$[P] = \frac{2[\sigma]_e}{D_{i+}}$$

式中 [P]——许用压力(MPa);

$D_i$ ——封头或圆筒的内直径(mm);

$R_i$ ——碟形封头球面部分内半径(mm);

[ $\sigma$ ]——设计温度下封头及圆筒材料的许用应力, Q235A 材料取 113MPa;

$\phi$ ——焊缝系数, 局部无损探伤取 0.80, 100% 无损探伤取 0.90;

M——碟形封头形状系数,  $M = \frac{1}{4} \left( 3 + \frac{R_i}{r} \right)$ , r 为碟形封头过渡转角内半径(mm);

K——椭圆形封头形状系数,  $K = \frac{1}{6} \left( 2 + \frac{D_i}{2h_i} \right)^2$ ,  $h_i$  为封头曲面深度;

$e$ ——封头及圆筒的有效厚度, 即名义厚度(图样厚度)减去厚度附加量(mm)。

通过上述公式计算出的厚度, 经圆整后再按上述公式进行强度校核, 如果许用压力大于正确操作下总风缸可能出现的最高压力, 即认为总风缸强度满足使用要求。

由于压力控制器的控制, 使得总风缸内压力保持在  $750 \pm 20\text{kPa}$  至  $900 \pm 20\text{kPa}$  之间, 如果司机使用强泵按键控制, 总风压力达到  $950 \pm 20\text{kPa}$  时, 高压安全阀将动作排气。可以认为在司机正常操作下, 总风缸内可能出现的最高压力为 970kPa。表 8-16 为韶山型电力机车用总风缸主要参数。

表 8-16 韶山型电力机车用总风缸主要参数

风缸内径 (mm)	圆筒		封头			材 质
	厚度 (mm)	许用压力 (kPa)	厚度 (mm)	许用压力 (kPa)	形状	
584	6	1352	8	1095	碟形	Q235A
450	5	1395	6	1520	椭圆形	Q235A

注: 许用压力是在焊缝局部无损探伤条件下计算结果。

### (三) 制造与使用

总风缸系压力容器, 它的制造、检验与验收必须严格按照图样以及有关标准、规范进行。

首先, 总风缸制造材料必须具有质量合格证书并经复检合格, 其材料的机械性能、化学成分应符合相应标准的规定。

在总风缸的封头、圆筒加工成形后, 其外形和坡口尺寸应符合图纸要求, 在组装中, 其焊缝的对口错边量和外形尺寸应符合图样和有关规定。

总风缸的焊接必须由持有相应类别焊工合格证的焊工承担。总风缸的焊缝必须经外观检查以及标准规定进行无损探伤检验合格。

制造完工的总风缸还应按图样和 TB304 标准规定进行压力试验, 合格后方可装车使用。

对于各机务段运用机车的总风缸, 检查和清洗应不少于每年一次。每二年要进行水压试验检查。总风缸的试验压力按标准规定为工作压力加 500kPa 的水压试验, 应在此压力下延续 5min, 然后将试验压力降到工作压力, 此时对总风缸进行检查, 以 0.4~0.5kg 的圆头木锤轻轻敲击, 不允许有漏泄或冒汗现象。当焊缝漏泄时, 允许铲除重焊, 但同一处只容许一次重焊, 焊后应重做水压试验, 直至合格。

在机车检修时, 严禁在总风缸上电焊打火或搭接地线。当总风缸充风后严禁用重物锤打, 更应注意其周围加温情况, 以免发生意外。

### 三、压缩空气滤清与干燥装置

#### (一) 概述

机车车辆制动机是列车上的重要设备,作用良好的制动机是实现列车安全运行的必备条件。而压缩空气作为机车车辆制动机以及机车气动器械的工作介质,其质量的好坏将直接影响机车或列车的安全运行。

大气是由氮、氧等干空气与水蒸汽、尘埃等组成的混合物,在经过空气压缩机压缩成为压缩空气时,其压力、温度将上升。压缩空气在流经风缸、管道时,空气中的水蒸汽将随压缩空气温度的下降,大部分冷凝析出成为液态的凝结水,剩余部分仍然以水蒸汽形式混合在压缩空气中,如果压缩空气温度继续下降,压缩空气中的水蒸汽还将继续冷凝析出成为液态的凝结水。同时在空气的压缩过程中,压缩机内部的机械磨损粉末和一部分润滑油(雾状)也将混入压缩空气。再有风缸、管道中的铁锈、焊渣等机械杂质在压缩空气流经时也会进入压缩空气。因此,压缩空气中存在着固态的机械杂质和尘埃、液态的凝结水和润滑油、气态的水蒸汽和雾状润滑油。这些有害物质随压缩空气进入机车车辆空气管路系统后,将造成管道和零件的锈蚀,或加速运动件的磨损,或垫住阀口、堵塞气路、卡死柱塞等,影响了空气管路系统的正常使用。还可能造成制动失灵。尤其从压缩空气中析出的凝结水,不仅磨蚀管道和阀类零件,恶化阀类的工作条件,缩短制动机和气动器械的使用寿命。特别是在冬季,管道内的凝结水结冰可堵塞压缩空气的输送与传递;制动机和气动器械内的凝结水结冰可冻结制动机和气动器械,导致制动失灵,造成严重的行车事故。因此,压缩空气的清洁与除水干燥是极其重要的。

长期以来,在清除压缩空气中的有害物质方面进行了很大的努力。如在机车空气管路系统中设置了排水阀、油水分离器、冷却管以及各种滤尘器,并且在不同层次设置了多级过滤装置,但这些措施对于呈气态的水蒸汽的清除却无能为力,因而在低温地区由此而带来的制动机以及气动器械的故障难以避免。

近一时期,压缩空气的净化与干燥技术陆续在各国机车上推广使用。如70年代从罗马尼亚进口的6G<sub>R</sub>型电力机车上装有空气干燥器;80年代从法国进口的8K型电力机车上装有SECAL<sub>222</sub>C2010型空气干燥器,从日本进口的6K型电力机车上装有AD<sub>7</sub>-T型空气干燥器,从苏联进口的8G型电力机车上装有D-20T型空气干燥器。

防止空气管路系统中产生凝结水的根本方法是降低压缩空气的湿度,即干燥压缩空气。干燥的措施一般有三种方式:一种为采用化学吸湿材料吸收压缩空气中的水蒸汽的化学吸湿法,但当吸湿材料吸收水分达到饱和时,就不能再起吸湿作用了,需要经常更换吸湿材料;另一种为采用水分冻结在可逆式换热器通道或蓄冷器填料上的冷冻干燥法,但这种装置体积大、费用高,一般只用于工厂地面的定置式干燥系统;还有一种为采用硅胶、分子筛或活性氧化铝等吸附剂吸收压缩空气中的水蒸汽,并自动周期将吸附剂中的水分除掉的无热再生法。这种方法比较简单、比较经济,适用于机车上的压缩空气的干燥。

我国在80年代中期开始着手研制机车用空气干燥器,首先研制完成的是一种双塔式的空气干燥器,并在全路推广使用;到了80年代末期,又研制消化完成了一种单塔式的空气干燥器,也开始在全路推广使用。两种类型空气干燥器的异同点见表8-17。目前,国产电力机车基本上采用单塔型空气干燥器。

#### (二) 压缩空气的质量

##### 1. 空气湿度

在自然界中,绝对干燥的大气是不可能存在的:空气中不可避免地含有一些水蒸汽,如云、雨、露、霜的出现就是空气中含有水汽的实例。

表 8- 17 双塔型与单塔型空气干燥器比较表

型式	安 装		控制方式	再生耗气率 (%)	检修周期
	处 所	特 点			
双塔	第 1 与第 2 总风缸之间	第一总风缸作为后冷却器有积水,干燥能力可小些	装置复杂,控制要求高,控制阀数量多	12	较长
单塔	压缩机出口,总风缸前	加冷却管,总风缸无积水,但干燥能力要求高	装置简单,控制要求不高	约 20	2 年

### (1) 定义

在一定的温度下,在一定体积的空气里含有的水汽越少,则空气越干燥;水汽越多,则空气越潮湿。空气的干湿程度叫湿度。

量度空气湿度的方法有两种:一种是用空气中实际含有水汽的密度来量度,这叫做绝对湿度,通常以  $1\text{m}^3$  空气中所含有水汽的克数来表示—— $\text{g}/\text{m}^3$ 。

由气体定律可知,汽的压强是随汽密度的增加而增加的。所以,空气里绝对湿度的大小也可通过水汽压强来表示。在不同温度下的水汽压强和密度关系见表 8- 18。

表 8- 18 不同温度下的汽压和密度表

温度	绝对压力 (Pa)	水汽密度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	温度	绝对压力 (Pa)	水汽密度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	温度	绝对压力 (Pa)	水汽密度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
- 20	130	1	4	800	6. 21	50	12500	83. 0
- 18	150	1. 18	8	1080	8. 13	55	16000	104. 28
- 16	170	1. 38	12	1430	10. 67	60	20300	130. 00
- 14	200	1. 63	16	1860	13. 66	65	25500	161. 05
- 12	240	1. 90	20	2360	17. 30	70	31800	197. 9
- 10	280	2. 22	24	3050	21. 8	75	39300	241. 6
- 8	330	2. 58	28	3860	27. 2	80	48300	293. 0
- 6	380	3. 01	32	4860	33. 8	85	58300	353. 2
- 4	450	3. 55	36	6060	41. 8	90	71500	423. 1
- 2	520	4. 10	40	7520	51. 2	100	103300	597. 3
0	600	4. 74	44	9300	62. 5			

仅仅知道绝对湿度还不能全面地表达出空气的干湿程度,因为空气的干湿程度和空气中所含有的水汽量接近饱和的程度有关。所以,用另一种以空气中实际所含有的水汽密度  $\rho$  与同温度时饱和水汽密度  $\rho_s$  的百分比叫做相对湿度,即  $\text{RH} = \frac{\rho}{\rho_s} \times 100\%$ 。根据表 8- 18,也可以  $\text{RH} = \frac{p}{P_s} \times 100\%$  来表示,其中  $p$  为实际水汽的压力, $P_s$  则为同温度时饱和蒸汽的压力。

通过表 8- 18,可以进行绝对湿度和相对湿度的换算。

当湿空气在一定压力下冷却到某一温度时,水分开始从湿空气中析出,这个温度就称为露点。在数值上等于湿空气中饱和汽压下的对应温度。

例如,如已知 6 时的相对湿度是 55%,其露点的温度是多少?

由表 8- 18 查得 6 时的饱和汽压为 935Pa,此时空气的绝对湿度为

$$p = P \times 55\% = 935 \times 55\% = 515 \text{ Pa}$$

根据表 8-18 可知, 与 P 对应的温度即为 -2, 所以露点即为 -2。

## (2) 空气湿度与温度、压力的关系

空气湿度与温度、压力间的关系如何呢? 这首先要从理想气体的状态方程来分析。气态方程为

$$\frac{PV}{T} = R$$

式中 P —— 气体的压强(即俗称的压力)(Pa);

V —— 气体占有的体积(L);

T —— 气体的绝对温度(K);

R —— 常数。

上式表明: 一定质量理想气体的压强和体积的乘积与它绝对温度的比值, 在状态变化中恒定不变。

空气管路中的压缩空气可以近似地认为是理想气体, 因此状态变化过程中可以运用气态方程。

当压力 P 一定时, 绝对温度的变化将引起体积的变化, 随之相对湿度相应变化。即  $T \propto V$ 。也就是说, 当压力 P 不变时, 湿度是与温度 T 呈相反变化的。

当温度 T 不变时, 压力 P 与 V 成反比; 而 P 与 V 成正比。所以湿度与压力 P 的变化呈正比关系。

## 2. 机车压缩空气管路中的湿度

### (1) 总风缸中的空气湿度

总风缸中的空气是经空气压缩机压缩至 10 个绝对大气压, 纵然压缩机吸入的大气是比较干燥的, 远未达到饱和状态, 但经过压缩后, 其输出的压缩空气在常温下将大大超过饱和状态而析出水分, 而且外界气温越高、湿度越大, 在总风缸中聚集的水分越多。在定量上如何确认? 现举一例加以说明。

已知: 环境温度为 -10, 相对湿度 = 70%, 总风缸额定压力为 900kPa, 总风缸内温升为 20。牵引列车平均耗气量为  $Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$ 。求总风缸中 1h 析出的水分。用下法解出:

未压缩前大气中的绝对湿度

由表 8-18 求得 -10 时的密度

$$= \rho_{s(-10)} \cdot 0.7 = 2.22 \times 0.7 = 1.55 \text{ g/m}^3$$

压缩至 900kPa 后的水汽含量

根据状态方程

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

而密度与体积 V 成反比, 所以

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \quad \frac{1}{\rho_2} = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1}$$

则

$$\rho_2 = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} \rho_1 = 1.55 \times \frac{1000}{900} \times \frac{263}{283} = 14.22 \text{ g/m}^3$$

总风缸中单位压缩空气析出的水分

由  $\rho = \rho_{s(10)}$  及由表 8-18 查得 10 时饱和水汽密度  $\rho_{s(10)} = 9.4\text{g}/\text{m}^3$ , 所以

$$= 14.22 - 9.4 = 4.82\text{g}/\text{m}^3$$

即总风缸中每立方米中析出水分 4.82g。

总风缸中的水析出量

由已知  $\rho = 4.82\text{g}/\text{m}^3$ , 则当空气消耗量  $Q = 120\text{m}^3/\text{h}$  时, 每小时在总风缸中析出水分

$$\cdot Q = 4.82 \times 120 = 578.4\text{g}/\text{h}$$

则求得总风缸中每小时水析出量有半公斤多, 可见总风缸中压缩空气的相对湿度必为 100% 的饱和状态。

## (2) 总风缸后管路中的空气湿度

从理论上讲, 总风缸后管路中的压缩空气由于在风缸中已经析出水分, 其状态为饱和湿空气, 而且随压力的降低, 其相对湿度将会低于 100%, 应该是较为理想的压缩空气。其实不然, 因为总风缸中压缩空气温度要高于环境温度, 当送入其主管路系统后温度将会与环温一致, 这一温差也将导致部分水的析出, 所以实际上当总风缸输出为饱和湿压缩空气时不可能保证在管路系统中不析出水分。特别是在某些情况下, 如:

压缩空气通过缩口时, 由于气流速度的加大, 将会使缩口处温度明显降低, 势必析出部分水, 且随缩口两侧压差的增大及环温的下降, 其析出的水量随之增加, 有时甚至会在缩口处出现霜冻。如排出总风缸压缩空气时, 就会发现在排风口处会出现霜冻。

环温的变化时。如空气断路器的风缸, 其安装于车顶, 上部露出车顶, 当行车时, 其风缸的温度肯定要低于车内温度。因此, 饱和状态下的压缩空气不管采用几级滤水, 其饱和状态不会改变, 则在主断路器风缸内将不可避免再次析出水分, 这些水分将不利于主断路器的吹弧性能, 有时当水分过多时将使瓷瓶损坏而引起故障。要克服这方面的故障, 采用主断路器风缸外加保温罩或加热措施, 一样无济于事, 因为在开断时吹弧过程中, 由于气流高速排出, 仍要在吹弧瓷瓶内部出现水分, 也将会产生类似的故障。要彻底解决这一常见故障, 就必须设法降低送入该风缸压缩空气的湿度, 以确保在吹弧过程中不会析出水分。

由此可见, 在目前条件下, 对于主断路器风缸的定期排水尤为重要, 而在冬季或潮湿区段, 则格外要认真执行定期排水。

## 3. 降低压缩空气湿度的措施

压缩空气管路系统中积聚的水分, 不仅对管路有锈蚀影响, 而且对气动电器的性能也会有影响, 特别是在冬季出现冰冻气候时, 电力机车的工作环境无加温措施, 因此特别易使制动机及气动电器不能正常工作, 直接危及行车的安全, 其罪魁祸首就是管路中的凝结水。

消除管路中的凝结水, 定期排水仅是治标措施, 真正治本的途径, 在于降低压缩空气湿度, 使贮存在总风缸中的压缩空气不呈饱和状态, 其湿度降低到管路系统及气动电器的最恶劣工况下均不出现凝结水, 这可以认为是理想的压缩空气。

降低压缩空气的湿度, 换句话说就是压缩空气的干燥措施。空气干燥的措施一般有三种:

- (1) 化学法。用干燥剂化学吸收;
- (2) 吸附法。用硅胶、分子筛或活性氧化铝吸附水分;
- (3) 冻结法。水分冻结在可逆式换热器通道或蓄冷器填料上。

上述干燥方法的干燥程度见表 8-19。

吸附法采用较为普遍, 如何保持吸附剂的长效除湿效果呢? 一般采用加热再生或空气再

生。前者要有加热装置使结构复杂;后者则结构简单,唯略增空气耗量。对于机车用压缩空气干燥装置均选用空气再生法。而吸

表 8- 19 各种干燥方法的干燥程度

干燥方法	干燥剂	干燥后相当的露点温度( )	备注
化学法	氯化钙	- 14	此法无再生能力,已趋淘汰
	苛性钾	- 58	
	苛性钠	- 19	
吸附法	活性氧化铝	- 64	
	硅胶	- 52	
	分子筛	- 70	
冻结法	氨冷冻	- 40	主要用于低压空分设备
	蓄冷器或可逆式换热器冷冻	- 78	

湿剂的选用除考虑吸湿效能、再生能力外,尚需考虑经济性,目前机车用吸附剂均为活性氧化铝,据国外资料介绍特别适用于机车用空气干燥装置。当湿空气通过吸湿剂后,压缩空气就变得干燥,大大降低了湿度。当压缩空气停止输出时,就利用已干燥的压缩空气以与干燥流程相反方向送进干燥装置,将吸湿剂吸附的水分几乎全部带走排入大气,实现了吸湿剂的再生。这种再生方法简便,易于实现与压缩机工作的同步性,形成压缩机低压工作高压停转一个周期,压缩空气的吸湿及吸湿剂的再生作用周期交替循环,使干燥装置长期保持高效工况。但无论采用何种吸湿材料,其再生率不可能长时间保持不变。因此,为保证压缩空气的长效干燥状态,定期检查或更换吸湿剂是必不可少的。经验认为:一般用活性氧化铝为吸湿剂时,当干燥筒中的活性氧化铝上部出现厚 30mm 颜色变黄的一层时,该干燥剂已失效,应及时更换。

### (三) 单塔型空气干燥器

单塔型空气干燥器是在消化吸收法国 8K 型电力机车的 SECAL<sub>222</sub>C2010 型空气干燥器技术的基础上研制完成的国产化产品,它只有一个装有吸附剂的干燥筒和一个滤清筒。当机车空气压缩机工作时,干燥器进行吸附作用;当空气压缩机停止运转时,干燥器自动进行再生作用。由于结构和作用的关系,该装置要求空气压缩机间歇地工作,不能长时间地连续工作,否则干燥筒内的吸附剂将因无法再生,最终失去干燥能力。

根据机车空压缩机的排气量大小以及安装位置的变化,干燥器有 DJKG-A、DJKG-A6、DJKG-B 等型号。各种型号干燥器主要部件中的大部分可以互换,只是将干燥筒内安装吸附剂的容积通过改变筒体长度或直径进行改变,调整它们的空气处理量,或加上防尘防寒外框,满足车体外部安装的要求。由于各型干燥器作用原理完成相同,下面仅对 DJKG-A 型空气干燥器进行介绍。

#### 1. 主要技术参数与净化指标

##### DJKG-A 型空气干燥器主要技术参数

空气处理量 .....	3 ~ 5m <sup>3</sup> /min
工作压力 .....	900kPa
控制电压 .....	DC110V
再生方式.....	无热、常压
吸附剂 .....	3 ~ 5mm 球型活性氧化铝或耐水硅胶
干燥筒结构参数:	
内径(D) .....	184mm
高径比(H/D) .....	3
滤清筒内径 .....	184mm
再生风缸容积 .....	55L

图 8- 15 DJKG-A 型空气干燥器作用流程图  
(a)干燥作用流程;(b)再生作用流程。

电空阀型式 .....	TFK <sub>1B</sub>
再生时间 .....	(55 ± 15)s
DJKG-A 型空气干燥器干燥净化指标	
含油率 .....	< 10ppm
尘埃粒度 .....	< 20 μm
压缩空气露点降 .....	10~20 (夏季)或 5~10 (冬季)

## 2. 主要部件的构造及作用

DJKG-A 型空气干燥器由滤清筒、干燥筒、再生风缸、电动排泄阀、截断塞门、消音器以及电动排泄阀防冻装置和连接钢管等组成。除消音器外的所有部件均集中安装在一个钢架上, 构成一个“空气处理中心”。其工作原理如图 8- 15。

### (1) 干燥筒

干燥筒是盛装吸附剂的筒状容器, 它由筒体、筒盖、连接卡箍、压紧弹簧、橡胶 O 形圈、上滤网、下滤网、支架、吸附剂、止回阀、大橡胶垫、小橡胶垫、连接法兰盘等组成。其结构如图 8- 16 所示。

筒体与筒盖采用连接卡箍进行连接, 筒体与筒盖间的橡胶 O 形圈可防止筒内压缩空气的外泄。下滤网通过支架安装在筒体下部, 在上、下滤网间填满了吸附剂, 安装在上滤网上部的压紧弹簧, 可将吸附剂压紧, 防止吸附剂在工作过程中的移动。止回阀安装在连接法兰盘内部, 通过紧固件和大、小橡胶垫、连接法兰盘与筒体底部密封连接。干燥筒通过焊接在筒体背面的两个安装座安装在干燥器安装钢架上, 筒体的正面还装有干燥器的铭牌。

经滤清筒后的压缩空气从上滤网上部进入干燥筒, 然后经上滤网后从上到下流经吸附剂, 然后经下滤网后, 少部分经节流孔进入再生风缸, 大部分经止回阀、连接法兰输出干燥压缩空气。再生时, 再生风缸内干燥压缩空气经节流孔后到达下滤网与筒体下部空腔膨胀成为近似大气压力的超干燥空气, 由下而上通过吸附剂, 进入滤清筒并排入大气。止回阀仅使压缩空气自空气干燥器至总风缸单向通过, 反向截止。

### (2) 滤清筒

滤清筒是安装高效气液过滤网的筒状容器, 它由筒体、筒盖、连接卡箍、网孔板、过滤芯子

图 8- 16 干燥筒组成

- 1—筒盖; 2—连接卡箍; 3—筒体; 4—上滤网;
- 5—下滤网; 6—连接法兰盘; 7—止回阀; 8—压紧弹簧;
- 9—大橡胶垫; 10—小橡胶垫; 11—橡胶 O 形圈; 12—支架;
- 13—吸附剂; 14—铭牌; 15—安装座; 16—吊环。

和托架等组成。其结构如图 8- 17 所示。

筒体与筒盖采用连接卡箍进行连接,筒体与筒盖间的橡胶 O 形圈可防止筒内压缩空气的外泄。不锈钢丝网带缠绕组成的过滤芯子,穿装在过滤芯托架上,并通过两端网孔板夹紧组成了高效气液过滤网,过滤网的上部和下部均为膨胀气室。滤清筒通过焊接在筒体背面的两个安装座安装在干燥器安装钢架上,筒体的正面还安装了温控器。

压缩空气从过滤网下部进入滤清筒,然后经过过滤网清除压缩空气中的机械杂质、凝结水和油雾后,再进入干燥筒。再生时,过滤网拦截的机械杂质、凝结水和油雾,以及干燥筒再生时脱附水蒸汽的再生空气,最后经筒体下部,再经电动排泄阀、消音器排入大气。

### (3) 电动排泄阀

电动排泄阀由一个 TFK<sub>1B</sub>型两位两通电空阀和一个柱塞式排泄阀组成。其结构如图 8- 18 所示。

图 8- 17 滤清筒组成

1—筒体; 2—过滤芯子托架; 3—连接卡箍; 4—筒盖;  
5—过滤芯子; 6—网孔板; 7—O 形密封圈。

图 8- 18 电动排泄阀

1—FK1B 电空阀; 2—上端盖; 3—鞣鞣杆; 4—鞣鞣; 5—鞣鞣  
复原弹簧; 6—排气阀; 7—下端盖; 8—阀体; 9—O 形密封圈。

TFK<sub>1B</sub>电空阀为国产电力机车通用配件,其结构和作用参见有关资料。

柱塞式排泄阀由阀体,鞣鞣、鞣鞣杆、鞣鞣复原弹簧、上端盖、下阀盖、排气阀、橡胶 O 形圈等组成。其阀体上有一安装棒形加热元件的内孔,另外还有一些暗道作为内部气路。由于阀体还起到管座的作用,故有三条气路接管:一条为左边气路可经塞门与滤清筒底部相连通,是再生阶段排泄空气经过的通路;另一条为右边气路可与消音器相连,再生阶段的排泄空气经此通路排入大气;再有一条前连气路为 Dg10 管座,由此向阀体外,经管子与再生风缸相通,由此经阀体内暗道,再经电空阀、阀体暗气路、上盖与鞣鞣的上气室沟通,这是鞣鞣的控制空气的通

路。

排泄电空阀的作用原理如下：

空压机运转时。此阶段，鞴下部压力与滤清筒、干燥筒、再生风缸、总风缸内压力同时增加，而排泄电空阀失电处于关闭位，鞴上部压力空气经排泄电空阀的上阀口排入大气，排泄阀在鞴复原弹簧及下部空气压力的作用下处关闭位。

当空压机停止运转时。首先，控制电路使排泄电空阀得电，再生风缸内的压力空气经开放的下阀口进入鞴上部气室，并推动鞴及鞴杆下移，排泄阀口开放，使干燥筒、滤清筒内的压缩空气连同冷凝水和机械杂质由此阀口，经消音器排入大气。这个过程一直要延续到再生风缸内的压力降至约 30kPa 为止。

当再生风缸内的压力降至 30kPa 时。此时鞴上部压力空气与鞴复原弹簧作用力基本平衡，随着再生风缸压力继续下降，在鞴复原弹簧的作用下，鞴及鞴杆带动排气阀上移，排泄阀关闭，停止再生阶段的排风。此时排泄电空阀仍得电呈开放状态。

#### (4) 止回阀

止回阀用法兰盘固定安装在干燥筒的底部，其结构如图 8-19 所示(图示位置与实际应旋转 180°)。

通过干燥筒的干燥空气，推开止回阀阀片，从止回阀内侧的气路向总风缸输送。当止回阀阀片上、下侧的压力均衡时，在弹簧的作用下，止回阀片关闭阀口。当总风缸内压力低于干燥筒侧压力时，止回阀又开启。

#### 5. 消音器

消音器是为减少干燥器在再生阶段排气时产生的尖锐刺耳的噪音而设的。消音器体用铝模铸而成。消音器内的填料为六层间隔放置的穿孔板。

图 8-19 止回阀组成

1—压圈；2—橡胶垫；3—止回阀阀片；  
4—止回阀弹簧；5—弹簧托；6—止回阀体。

#### 6. 塞门

在滤清筒至电动排泄阀之间设有一个塞门，平时处于常开位。在机车运用途中若发生因排泄阀关闭不严而排风不止时，可关闭此塞门以防止压缩空气的漏泄，待处理正常后再开放。空气干燥器作用正常时，不要随意关此塞门。否则，将使吸附剂过早失效。

#### 7. 电动排泄阀的防冻装置

该装置是为防止管路和阀冻结而设置的，它包括控温器、感温元件盒和加热元件等部分组成。棒形加热元件旋入或插在排泄阀体内，感温元件盒安装在排泄阀的安装座上，控温器安装在空气干燥器的滤清筒上。可满足机车在 -40 的环境温度下使空气干燥器正常工作。

在无冻结情况的地区，控温器可不接电源。

### 主要技术参数

输入电压 .....	DC(110 <sup>+10</sup> / <sub>33</sub> )V
加热元件功率 .....	50W
启动温度 .....	(1 ± 1)
断开温度.....	(10 ± 1)

电动排泄阀及防冻装置电路连接如图 8- 20。

空气干燥器要求机车提供三根电源线。一根为 DC110V 电源正线, 常带电, 提供防冻装置, 接温控器 1 号端子; 一根为 DC110V 电源负线, 接温控器 2 号端子; 另一根为 DC110V 电源正线, 当空压机启动运转时失电, 空压机停止运转时带电, 提供排泄电空阀, 接电空阀接线端子。

图 8- 20 电器元件接线示意图

为了防止电空阀得、失电所产生的过电压对机车控制电路的影响, 一般在排泄电空阀接线端子上并有过电压抑制器(注意极性)。

还有一种使用 AC220V 加热电源的控温装置, 适用需要较大加热功率的空气干燥器, 而且没有外接感温元件电路。该型控温器也可整机替换前一种控温器。

### 3. 系统工作原理

#### (1) 吸附干燥过程(图 8- 15a)

当空气压缩机运转时, 饱和湿空气由空压机出风口经过冷却管冷却后进入滤清筒, 压缩空气中的油雾、水分和尘埃、机械杂质被高效气液过滤网拦截捕获。然后, 除去凝结水、油雾和尘埃、机械杂质的饱和湿空气进入干燥筒内, 通过吸附剂时, 其水蒸汽分子被吸附。因此, 干燥筒底部的压缩空气是洁净干燥的。这些干燥空气经过干筒筒底部的止回阀向机车总风缸输送, 同时还经节流孔向再生风缸充气。这一过程称为吸附干燥过程, 直至空压机停止运转, 该过程结束。在此过程中排泄电空阀失电, 排泄阀口关闭。

#### (2) 再生过程(图 8- 15b)

当空压机停止运转时, 控制电路使得排泄电空阀得电, 再生风缸内压缩空气进入排泄阀鞣鞣上部, 克服鞣鞣弹簧反力, 推动鞣鞣及鞣鞣杆下移, 打开排泄阀口。这时, 滤清筒、干燥筒以及空压机出风口至干燥筒管道内的压缩空气连同油、水、尘埃、机械杂质经开放的排泄阀口, 再经消音器排入大气。同时, 再生风缸内的干燥压缩空气通过干燥筒底部的节流孔膨胀成为接近大

气压力的超干燥空气,与吸附干燥过程相反的流向由下而上地通过吸附剂,将吸附剂吸附的水蒸汽分子几乎全部带出,再经排泄阀口、消音器排入大气,使吸附剂重新恢复干燥状态。这一过程称为再生过程。当再生风缸内压缩空气的压力降至约 30kPa 时,排泄阀内的鞣鞣弹簧推动鞣鞣及鞣鞣杆上移,关闭排泄阀口,再生过程即结束。

#### 4. 干燥器的维护与检修

机车乘务员每次出乘前,应观察整套装置的工作是否正常,定期察看总风缸内是否积水。

干燥器应进行定期检查和检修。机车进行架修时,其检修内容如下:

(1)清洗检查电动排泄阀各部。

(2)用去污剂洗净消音器各部。

(3)解体并清洗滤清筒内的过滤元件,组装前要用压缩空气吹干。

(4)解体并清洗干燥筒内各部件(包括止回阀),更换活性氧化铝。在填装活性氧化铝时,要用木锤敲击干燥器体,以使吸附剂填实,然后用压缩空气与正常气流相反方向吹扫一遍。

(5)按温控器盒内侧所附线路图。检修温控器感温元件为负温度系数热敏电阻,室温 25 时电阻为 470 , 0 时电阻为 1180 , 10 时为 800 。 50W 加热元件在冷态时电阻值约为 250 。加热时温控器 3、2 端子间电压为 0.7V,且红色发光管亮,不加热时电压为 110V,且绿色发光管亮。

(6)重新组装完整套装置后,应在试验台上进行性能检查,合格后允许装车使用。

#### 5. 装车试验

##### (1) 试验前的检查

按管路图检查接管是否正确;

检查电动排泄阀的接线;

检查滤清筒下方的截断塞门手把位置应为开启状态。

##### (2) 初充风运转工况性能试验

应将总风缸的压缩空气排净,起动压缩机,在充风过程中,检查消音器和排泄电空阀的排风孔,不应有排风现象,总风缸压力应徐徐上升。当总风缸压力达到 900kPa 空压机停机时,装置应立即转入再生状态:即消音器排出滤清筒、干燥筒及再生风缸中的压缩空气,再生时间为  $(55 \pm 15)$ s。由于增加了滤清筒、干燥筒和再生风缸的容积,因此,总风缸充气时间较未装干燥器时的要延长 3 ~ 5s。

##### (3) 再充气运转工况性能试验

当使总风缸压力降至 750kPa 时,空压机恢复运转,待压力再次达到 900kPa 时,空压机停止泵风,同时干燥器的再生作用重又开始, $(55 \pm 15)$ s 后再生作用停止。应连续观察“干燥—再生”循环五次。

检查符合要求后,方可投入运用。

注意:在再生作用结束后,消音器若仍有极微弱的气流泄出,应视为正常。

#### 6. 干燥器故障处理

干燥器常见故障及处理方法见表 8- 20。

##### (四) 其它滤清装置

在未采用空气干燥器前,一般均装设油水分离器以清除液态的水和固态的机械杂质。在需

要进行多级过滤的气路中还装有分水滤气器或滤尘器,使压缩空气保持洁净。

表 8- 20 DJKG-A 型空气干燥器常见故障及处理方法

顺号	故障现象	故障原因	处理方法
1	空压机泵风时,电动排泄阀排风口排风不止	1. 排泄阀口被异物垫住或阀垫破损 2. 电空阀故障 3. 电动排泄阀内鞣鞣杆与鞣鞣、排气阀的固定螺母松动、脱落	运行中关塞门回段拆检
2	在再生阶段电动排泄阀不排风	1. 电空阀断线或其它故障 2. 排泄阀鞣鞣密封圈破损	维持运行 回段拆检
3	再生作用结束后,总风缸不保压。且电动排泄阀排风不止	1. 止回阀被卡或被异物垫住 2. 止回阀胶垫损坏	关塞门维持运行,回段检修
4	总风缸排水塞门排出水或白粉末状物质	1. 电动排泄阀不动作,活性氧化铝呈饱和状态 2. 活性氧化铝的加载弹簧压不紧,使活性氧化铝运动加剧	拆检相关部件或更换吸湿剂

### 1. 过滤元件的选择

对于滤清装置的过滤元件,一般采用组合式及单体式两种。

#### (1) 组合式过滤元件

这种过滤元件典型结构如图 8- 21 所示。由过滤材料(如棕丝、高目档次的防锈金属丝网等)外加定型框架制成。其特点是:流量大、压差小、过滤精度稍低,一般适用于初级过滤,如油水分离器就采用这种组合式过滤元件。

#### (2) 单体式过滤元件

该过滤元件的典型材料即为青铜粉末冶金烧结过滤元件。如图 8- 22 所示。该元件结构简单、组装方便。其主要特点是流量小、压差大、过滤精度高,但强度低、价格稍贵以及结构尺寸等限制,一般选用二级或多级过滤,如分水滤气器中的过滤元件。

图 8- 21 组合式过滤元件结构图

1—滤网夹圈;2—滤网;3—钢丝;4—滤网夹。

### 2. 主要部件

#### (1) 油水分离器

油水分离器结构见图 8- 23。主要由上体 1、导向器 4、滤网 5、下体 8、芯柱 9、档罩 11 及排水阀 14 等组成。当压缩空气由左侧管座处进入,经上体 1 流经导向器 4 后,形成旋转气流,使冷凝的水滴及空气中的杂质下落,而细微的尘埃杂质等经滤网 5 被过滤,经过滤后的洁净空气由芯柱 9 导向流入上体的右侧而输出至总风缸。由于其结构及设置

图 8- 22 单体式过滤元件

位置的限制,其滤清精度及油水分离效果不很理想。目前正有被风源净化干燥装置替代的趋势。

## (2) 过滤器

为确保压缩空气的质量,除风源部分采用干燥滤清装置外、在通入主要装置的管路上应安装过滤器。如中继阀总风管、分配阀列车管、空气制动阀前风源管路及电空制动屏总风管等均装有不同类型的过滤装置。主要有直通式过滤器及分水滤气器,后者已在第二章介绍过,现对前者作简单介绍:

直通式过滤器结构如图 8- 24 所示。主要由盖 1、过滤元件 3、体 4 及 O 形圈 5 等组成。其主要工作原理:

图 8- 23 油水分离器结构图

1—上体; 2—密封垫; 3—销; 4—导向器; 5—滤网;  
6—弹簧; 7—弹簧座; 8—下体; 9—芯柱;  
10—双头螺栓; 11—挡罩; 12—螺母;  
13—开口销; 14—排水阀。

图 8- 24 直通式过滤器

1—盖; 2—垫; 3—过滤元件; 4—体; 5—O 形圈。

当空气由图 8- 21 右侧通入,经青铜粉末冶金过滤元件四周的孔隙,将细微杂质滤除后,经内壁由左侧流出,其过滤精度为  $50\ \mu\text{m}$ 。由于过滤精度与压力损失紧密相关,一般在多级过滤装置中,其过滤元件的精度选为  $50\ \mu\text{m}$  已完全满足机车制动机及气动器械的要求,若再提高过滤精度将使压力损失加大,也是不经济的。

对于该型过滤器在安装时要注意方向,其体上部的倾斜方向即为压缩空气的流向,如图 8—21 所示的压缩空气流向即为从右到左。安装标记一目了然,很易识别。

对于过滤元件应定期清洗及吹扫。吹扫方向应由内向外。在组装时,盖 1 不宜拧得过紧,以免损坏过滤元件。

## 四、压力调整及安全保护装置

由于风源系统的工作正常与否直接影响到机车运行的安全可靠,同时该系统属高压气路并设有压力容器,因此必须保证在额定压力下可靠工作,设置必要的压力调整及安全保护装置是确保机车安全运行的保证。

### (一) 选择及设置原则

根据系统及各主要部件的要求可分为单件及系统两类。其设置位置及保护整定值见表 8-21。

### (二) 压力调节器

设置压力调节器是控制总风缸压力在规定的压力范围内,按 GB3317—82《电力机车通用技术条件》要求,总风缸压力范围为 750~900kPa,因此压力调节器就是当总风缸压力高于上限 900kPa 压力、低于下限 750kPa 压力时自动控制压缩机的停机或启动。

压力调节器型式种类较多,适用电力机车的有 S-16 型、704 型及 YWK-50-C 型等。

表 8-21 风源系统安全保护装置汇总表

类别	名称	设置位置	整定值	备注
单件	启动放风电空阀	压缩机出风口至止回阀间	/	
	止回阀	压缩机出风管 1m 以外	/	
系统	调压器	近总风缸出口处	750~900kPa	或设置在总风联管处
	高压安全阀	止回阀前 一、二总风缸间	950kPa	在韶山 <sub>4</sub> 型电力机车上安装

#### 1. S-16 型压力调节器

早期的韶山<sub>1</sub>型电力机车上装设 S-16 型压力调节器。其结构见图 6-25。主要由切断阀、连接阀及接触系统三部分组成。其工作原理如下:

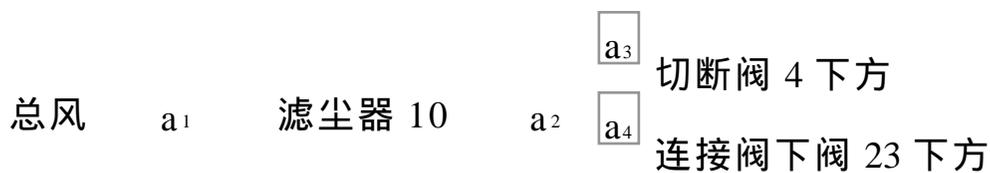
图 8-25 S-16 型压力调节器

1—底座;2—橡胶垫;3—调压器体;4—切断阀;5—弹簧座;6—导套;7—弹簧;8—螺母;9—调整杆;  
10—滤尘器;11—调整杆;12—弹簧;13—连接阀上阀;14—涨圈;15—座板;16—衬套;17—绝缘纸垫;  
18—弹簧;19—静触头;20—动触头座;21—活塞;22—上盖;23—连接阀下阀。

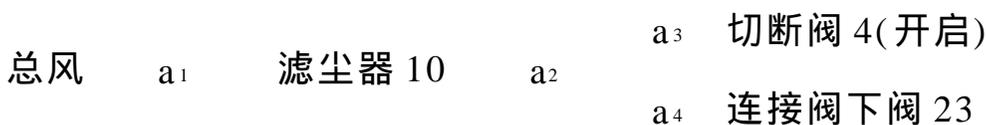
从总风缸来的压缩空气从通路  $a_1$  通向滤尘器 10 后,再由通路  $a_2$  分别通向  $a_3$  及  $a_4$  两条

通路。a<sub>3</sub> 通路的压缩空气通向切断阀 4 的下方, 在压力小于 900kPa 时, 切断阀 4 是关闭的, 此时从 a<sub>3</sub> 来的压缩空气到了切断阀 4 的下方而截止; a<sub>4</sub> 通路的压缩空气通向连接阀下阀 23, 连接阀下阀 23 在连接阀弹簧 12 的作用下是处于关闭状态, 因此, 从通路 a<sub>4</sub> 来的压缩空气到下阀的下方也截止了。此时, 接触系统的动触头座 20 在弹簧力的作用下与静触头 19 相接触, 即触头处于闭合状态, 空气压缩机投入运行。随着空气压缩机的运转, 总风缸压力逐渐上升。当切断阀 4 下方压力达到 900kPa 时, 切断阀 4 在其下方压力空气的推动下克服弹簧 7 的反力而上移, 切断阀 4 开启(此整定值可用旋转调整杆 9, 改变弹簧 7 的反力来调整)。于是, 切断阀 4 下方的压缩空气经通路 b<sub>1</sub> 进入连接阀上阀 13 的下方, 并同时进入通路 b<sub>2</sub>, 通路 b<sub>2</sub> 使动触头与静触头分开, 空气压缩机随之停止运行。在连接阀上阀 13 上移之后, 一方面关闭了通路 b<sub>2</sub> 的大气通路, 另一方面由于上移而使连接阀下阀 23 开启, a<sub>4</sub> 通连接阀上阀 13 的下方而汇集于通路 b<sub>2</sub> 流向接触系统。为便于理解。将上述气路简述如下:

在总风缸压力低于 900kPa 时:



在总风缸压力达到 900kPa 时:



在 900kPa 的压力推动下, 接触系统的鞣鞣克服其弹簧反力向上移动, 使动静触头分开, 在鞣鞣上移的同时, 从鞣鞣上的小孔中有一股压缩空气吹向动静触头间以吹弧。当鞣鞣上移到顶端时, 因小孔被设置在体内上方的胶垫堵住而中止。在鞣鞣上移到顶端时, 鞣鞣下方由通路 c<sub>1</sub> 流向切断阀 4 的上方, 这时, 切断阀 4 的上方及下方的压力相同, 在弹簧 7 的作用下, 切断阀 4 下移, 关闭了 a<sub>3</sub> 与 b<sub>1</sub> 的通路, 但鞣鞣下方仍由通路 a<sub>4</sub> 继续提供总风缸的压缩空气而维持触头断开状态。

当总风缸压力降到 750kPa 时, 连接阀上阀 13 在弹簧 12 的作用而下移, 并压迫连接阀下阀 23 关闭, 于是: 连接阀下阀 23 关闭后, 切断了接触系统鞣鞣的气源, 即 a<sub>4</sub> 与 b<sub>2</sub> 的通路被连接阀下阀 23 所截断。而连接阀上阀 13 下移后使鞣鞣下方的压缩空气分别从 b<sub>2</sub> 及 c<sub>2</sub> 经连接阀上阀阀口从 c<sub>3</sub> 排向大气, 在鞣鞣弹簧力的作用下, 动触头落下与静触头接触, 空气压缩机投入运行。

在连接阀上阀 13 下移之后, 原来进入到切断阀上方的压缩空气也同时从 c<sub>1</sub> 通向 c<sub>2</sub> 经连接阀上阀阀口由 c<sub>3</sub> 排向大气。切断阀上方就只有弹簧的作用力压在阀体上, 而阀体下方恰又是总风缸来的压力, 当总风缸压力再次上升到 900kPa 时, 又重复前述过程、S-16 型空气压力调节器依据总风缸的压力变化来开断或闭合电气触头而达到对压缩机进行自动控制的。

## 2. 704 型调压器

韶山<sub>1</sub> 型电力机车从 143<sup>#</sup> 车开始用 704 型调压器代替了 S-16 型压力调节器, 韶山<sub>3</sub> 及韶山<sub>4</sub> 型电力机车均采用 704 型调压器。

704 型调压器, 由四部分组成, 其结构如图 8- 26 所示。

高压调整部: 包括调节手轮 11, 锁紧螺母 12、调整螺杆 13、高压调整弹簧 14、传动板 2 以及指示针 10 等。

低压调整部:包括下堵 3、防缓螺母 4、调整螺栓 5、低压顶杆 6、低压调整弹簧 7、低压调整螺母 8 以及上堵 9 等。

双断点微动开关:包括防缓螺母 21、调整螺钉 22、微动开关。微动开关装于调压器体内,借助于传动板的作用,促使调整螺钉上、下运动,使微动开关的触头闭合或断开来控制空气压缩机启动或停机。

空气部分:包括顶杆 18、导套 19、膜板 20 等。膜板下方与总风缸高压空气相通。

704 型压力调节器是利用顶杆、高低压调整弹簧、传动板等组成一个杠杆体系,并充分利用微动开关具有瞬动开闭的特点而设计的一种结构简单的压力调节器。图 8- 27 是 704 型压力调节器的杠杆体系简图。

图 8- 26 704 型调压器

1—底座;2—传动板;3—下堵;4—防缓螺母;5—调整螺栓;6—低压顶杆;7—低压调整弹簧;8—低压调整螺母;  
9—上堵;10—指示针;11—调整手轮;12—锁紧螺母;13—调整螺杆;14—高压调整弹簧;15—调压器体;  
16—弹簧座;17—钢球;18—顶杆;19—导套;20—膜板;21—防缓螺母;22—调整螺钉;23—微动开关;  
24—下静触头;25—动触头;26—上静触头;27—微动开关弹簧。

图 8- 27 704 型压力调节器杠杆体系简图

(a) 总风压力达到 900kPa 时, (b) 总风压力低于 750kPa 时。

$F_1$ —高压调整弹簧作用力; $P$ —总风压力推动膜板顶杆的向上推力; $F_2$ —低压调整弹簧作用力;  
 $O$ —杠杆(传动板)的转动轴心; $l_1$ — $F_1$  及  $P$  距杠杆转动轴心的距离; $l_2$ — $F_2$  距杠杆转动轴心的距离; $WK$ —微动开关。

根据机械原理,当

$$(F_1 - P)l_1 = F_2l_2$$

成立时,传动板处于平衡位置,如图 6- 24 的(a)图所示,此时微动开关  $WK$  不与杠杆接触,微动开关的上接点断开(控制空压机停机的接点),下接点闭合(线路中不使用此接点)。此时恰是

总风缸压力上升到 900kPa 时的情况。

在总风缸压力自 900kPa 逐渐降低时, 则 P 力逐渐减少到

$$(F_1 - P)l_1 > F_2l_2$$

使传动板处于如图 8-27(b) 图所示的位置, 此时传动板压迫微动开关 WK 动作, 于是微动开关上接点闭合, 就使空气压缩机运转, 此恰是总风缸压力降至 750kPa 时的情况。在调节器的传动板上设有调整螺栓 5 是用来限制在总风缸压力低于 750kPa 时传动板继续逆转。

总风缸的高压空气由通路 a 进入膜板 20 的空腔 b。在总风缸压力较低时(指低于总风缸压力的最小值 750kPa), 高压弹簧 14 伸张, 促使传动板 2 右侧向上运动, 带动调整螺钉 22 向上运动而顶动微动开关, 使微动开关的常开触头闭合, 接通空气压缩机的控制回路, 使空气压缩机投入运转。

当总风缸压力上升到足以克服高压调整弹簧 14 的压力时(即总风缸规定的最高压力 900kPa), 膜板 20 向上鼓动, 使高压顶杆 18、钢球 17 向上移动, 带动传动板绕转轴 O 顺时针转动, 使传动板 2 右侧向上, 左侧向下, 带动调整螺钉向下移动而离开微动开关, 使其常开触头断开, 从而切断空气压缩机的控制回路, 使空气压缩机停止运转。

通过对高压调整弹簧 14 及低压调整弹簧 7 的调节来控制总风缸的最高压力和最低压力。调节的方法是:

#### (1) 调整高压限压(总风缸规定的最高风压为 900kPa)

先松开锁紧螺母 12, 当需要提高限压值时, 应按顺时针方向旋转调节手轮 11; 若需要减小限压值时, 则按逆时针旋转调节手轮 11, 一直调到总风缸所规定的压力值为止。调好后拧紧螺母 12, 以免运行中发生变化。

当用上述方法调整不到所需的压力值时, 可进行微调。调整的方法是: 先将下堵 3 取下; 并松开防缓螺母 4, 然后微调调整螺栓 5。当总风缸压力低于最高限压值时, 则按顺时针方向旋转。当总风缸压力高于最高限压值时, 则按逆时针方向旋转调整螺栓 5。直到调整到所需要的总风缸压力值为止, 调好后应拧紧防缓螺母 4 及装好下堵 3。

#### (2) 调整低压限压(总风缸规定的最低风压为 750kPa)

先取下上堵 9, 调整低压调整弹簧 7。当需要提高低位限压值时, 则按顺时针方向旋转调整螺母 8。当需要减小低压限压值时, 则逆时针旋转低压调整螺母 8。直调到合格为止, 再装好上堵。

如果用上述方法调整不到所规定的压力值时, 可进行微调。调整的方法是: 先将微动开关下面的堵松开, 再拧松防缓螺母 21, 然后调整顶动微动开关的调整螺钉 22。当需要提高低压限压值时, 则按逆时针方向拧动调整螺钉, 当需要降低低压限压时, 则按顺时针方向调整。直到调到规定的限压值时为止, 然后锁紧螺母 21, 装好下堵。

#### (3) 调整注意事项

一般应先调高压限压值, 后调低压限压值。有时会出现反复调整的情况。

在使用中一般不必同时取下两个下堵进行调整。只有在进行解体检修后才有可能拆下两个下堵进行微调。

调节器的压力指示计上的压力值只供参考。调节器的实际动作压力值应以标准表校正为准(在地面检修时), 在运用中则可以以司机室内的总风缸压力表指示的压力值为准。

### 3. YWK-50-C 型压力控制器

目前 YWK-50-C 型压力控制器已取代 704 型调压器在各型电力机车上使用, 规格均为 0

~ 1000MPa。

YWK-50-C 型压力控制器为铸铝壳体, 防水型, 能经受 GB5010-85 所规定的机械振动条件, 其结构见图 8- 28。

### 主要技术参数

触头容量 .....	3A( AC380V) 或 2.5A( DC220V)
机械寿命 .....	10 <sup>5</sup> 次
最小切换差 .....	70kPa
最大切换差 .....	250kPa
重复性误差 .....	± 40kPa
设定值误差 .....	± 40kPa
压力控制范围 .....	0 ~ 1000kPa

#### (1) 作用原理

YWK-50-C 型压力控制器的基本作用原理与 704 型调压器相似。它是利用杠杆、波纹管、调节弹簧以及切换差旋钮内的弹簧组成一个杠杆体系, 并充分利用动触头和静触头组成的单断点大开距微动开关具有瞬动开闭的特点而设计的一种结构简单的压力调节控制装置。当被控压缩空气的压力上升或下降时, 使波纹管伸长或缩短, 通过杠杆与拨臂, 拨动微动开关, 使触头闭合或断开, 达到压缩空气压力控制的目的。

#### (2) 安装与调整

打开表盖, 将压力控制器垂直安装在安装板上, 严禁用手拨动或用工具碰撞拨臂, 以防改变性能。

旋下接头, 将外径为 6mm 的金属导压管(即(φ 1) mm 紫铜管)的一端锡焊于接头体上, 然后旋紧接头, 使连接管密封。

将导线联结在接线端子上。如果需被控压力下降至下限设定值时电路切换连通, 应接 1 和 3 点(即常闭触头), 否则应接 1 和 3 点。机车上使用, 导线接 1 和 3 点。

复查安装、接管、接线是否妥切, 装好表盖, 接通电源。

取下锁紧螺帽, 用一字起子旋动调动调节杆, 使指针指在所需控制的下限设定值, 然后拧紧锁紧螺帽。

用手旋动切换差旋钮以获得所需要的切换差, 即被控压力上限设定值。

#### (3) 调整注意事项

图 8- 28 YWK-50 型压力控制器结构示意图  
1—切换差旋钮; 2—调节弹簧; 3—指针; 4—标尺;  
5—调节杆; 6—锁紧螺帽; 7—静触头; 8—动触头;  
9—出线套; 10—接线端子; 11—拨臂; 12—刀支架;  
13—杠杆; 14—刀; 15—波纹管室; 16—接头。

切换差旋钮上数字以及调节杆和指针在标尺上的数值仅表示上、下限设定值的大小,而非实际值,实际值应由标准压力表(即司机室内总风缸压力表)读取。

当欲控制压缩空气不超过某一给定的压力范围,应先调下限设定值(调整调节杆使指针在该压力值上),后调上限设定值(调整切换差旋钮使压力上升至该压力值时开关切换)。

根据压力控制器的使用情况,应定期进行校对调整。

#### (4) 调整示例

欲控制总风缸内压缩空气的压力保持在 750 ~ 900kPa 的范围内,则应先接通压缩机电机的工作电源与控制电源,并开通总风缸与波纹管室的气路。

首先旋动调节杆,使指针指示 750kPa,然后闭合司机台面上的压缩机按键,这时压缩机组启动,总风压力上升,当压缩机组停机后,设法降低总风压力,并反复旋动调节杆,使压缩机组准确在总风压力为 $(750 \pm 20)$ kPa 时启动。再反复旋动切换差旋钮,使压缩机组准确在总风压力为 $(900 \pm 20)$ kPa 时停机。经反复调整,即可控制总风缸内压力保持在 750 ~ 900kPa 的范围内。

### (三) 止回阀

在空气管路中经常需要具有单向流动的性能。如压缩机通向总风缸管路上,就只需要压缩机流向总风缸,而不希望反流。为此在管路中要安装止回阀。一般结构有两种,如图 8- 29 所示。其中图 8- 29(a)为无压差止回阀(当然由于活塞重量而引起的压差可忽略)。而图 8- 29(b)所示为压差止回阀,可根据管路的需要,变更弹簧 4 以改变压差。同时由于阀的材质不同,其适用范围也有所不同,前者为金属结构,适用于高温管路,一般压缩机出风管路上均安装该型止回阀;而后者止阀为橡胶结构,就适用于常温管路。

当压缩空气由 A 进入,在初始状态时,B 侧管路压力较低,则 A、B 间的压差足以克服止回阀而将其抬起,阀口开放,经 B 处流出。当 B 侧压力(或 B 侧压力加弹簧反力)接近 A 侧时,止回阀下落关闭阀口。若压缩空气由 B 侧流入,则止回阀在压力作用下与体上的阀座更加密贴,无法向 A 侧输送。这就起到单向流动的作用,即 A → B,而 B → A。

图 8- 29 止回阀

(a) 无压差止回阀;(b) 压差止回阀。

1—盖;2—止阀;3—阀体;4—弹簧。

图 8- 29(b)所示止回阀的上止阀表面上有一道类似螺纹的沟槽,它的主要作用,一是为了使 B 侧的压力空气与止阀上部的压力空气沟通;二是避免由于止阀上、下运动时,造成止阀

上部压力空气的急剧变化,而影响止阀的动作值;三是为了止阀上、下运动时,缓解止阀对阀体、盖的冲击。

在止回阀的安装时应注意安装方向,一般在阀体上已铸出流向,也较易醒目,必须使箭头方向与管路中的压缩空气的流向保持一致。安装时还应注意止回阀垂直安装。

#### (四) 高压安全阀

为确保系统的安全,必须严格控制压缩空气的最大压力。在所有的压力管路系统中都必须设置安全阀,以免正常的压力控制装置失控后,能自动降低压力及报警达到安全保护作用。

一般安全阀均设置在风源或储风缸处。电力机车空气管路系统的安全阀设置在压缩机出风口至止回阀间(韶山<sub>4</sub>型机车因在第一与第二总风缸间加装止回阀,故另加装安全阀)。此处名为高压安全阀,实则以区别压缩机低压气缸与高压气缸间设置的安全阀压力数值上的差别,并非将机车的空气系统管路的最高压力值定义为高压范围。

韶山型高压安全阀的结构见图 8- 30。其工作原理为:

当连接管路的压力值大于弹簧 3 的整定值时,阀 4 上移开放通大气口,因排风口远大于管路截面,使管路压力下降,当降至低于弹簧 3 的反力后,将阀 4 压回阀座 7,关闭阀口。由于压缩机的连续不断地排风,其阀口的开闭往往是连续不断的,阀 4 的上下运动及间断的排气产生清晰的音响声,使压力无法再增加并发出报警声,警告司机必须停止压缩机的运转。

由于安全阀设置处所的不同,其动作后产生的压力降落效果略有不同。如在压缩机出风口处的安全阀,由于在其后有止回阀,安全阀的间歇性动作,难以排出总风缸的压缩空气。因此,虽安全阀有明显的排风功能,但无法降低总风缸的压力,使之维持定压。

若安全阀设置在总风缸附近时,则一旦该安全阀动作,将有明显的降压性能。前者位置处安装安全阀是不可少的,而后者则需视管路的布置及压缩机在机车上的位置来确定,一般可以免装。如韶山<sub>4</sub>型机车有重联用总风联管时,可考虑在总风缸处加装安全阀。

系统安全阀的选择,必须满足:

1. 达到开启压力时,阀应及时开启并完全上升;
2. 阀在开启状态时的流量应等于或大于压缩机的排风量;
3. 当压力降低到规定的关闭压力时,应及时关闭;
4. 阀应保证在关闭状态下的气密性。

安全阀工作图如图 8- 31 所示。

本系统的高压安全阀其整定压力调整为 $(950 \pm 20)$ kPa,调整时通过拧动弹簧盒 1,达到整定压力值后,用锁紧螺母背紧,再用专用止挡定位,并可加铅封标记,以使整定压力值的准确可靠。

图 8- 30 SS 型高压安全阀  
1—弹簧盒; 2—阀杆; 3—弹簧;  
4—阀; 5—止挡环; 6—锁紧螺母;  
7—阀座。

图 8- 31 安全阀工作图

$h$ —阀的升程;  $P_1$ —起动压力,  $P_1 = 1.05p$ ;  
 $p_2$ —开启压力,  $P_2 = 1.08P$ ;  $P_3$ —关闭压力;  
 $P_3 = (0.9 \sim 1)P$ ;  $P$ —系统的额定压力。

## 五、起动放风电空阀

在压缩机出风管与止回阀间接有起动放风管路。该放风管路受起动放风电空阀控制,而电空阀又受压缩机组控制电路的控制。其设置目的就是使压缩机在空载下起动,以改善空压机的起复工况。控制要点:一是压缩机起动前该电空阀受电使放风管路一直通大气;二是在压缩机起动后 $3s$ 内仍继续排气,待延时 $3s$ 后放风电空阀失电关闭排风口。实现压缩起动前及起动过程中的空载工况。该电空阀为通用型TFK<sub>1B</sub>型闭式电空阀。其进风口接放风管、出风口通大气。

## 六、逆流止回阀

机车风源系统中,凡具备总风重联性能的,均设置了逆流止回阀。逆流止回阀一般设置在第一总风缸出风管以及总风联管与第二总风缸之间。其结构如图8-32所示。

逆流止回阀与压缩机出风管路上安装的止回阀外形很相似,区别在于止回阀的盖为六方体,而逆流止回阀为四方体。其阀体也是利用止回阀的阀体毛坯加工而成,并在阀体的阀芯活动部位压装一个铜套,防止阀体生锈而影响阀芯的上下运动。逆流止回阀的阀芯也是利用止回阀的阀芯,仅在阀芯底部中央处以及圆柱面靠近底部位置二处,钻出三个 $6mm$ 圆孔。

当B侧管路压力较A侧低时,A、B侧间的压差克服阀芯重力将其抬起,A侧压力空气经开放阀口的大通道进入B侧。当两侧压力空气压力接近时,阀芯下落关闭阀口,但两侧压力空气仍能经逆流小孔沟通。当B侧管路压力高于A侧时,阀芯在空气压力以及自重作用下,与阀体上的阀座更加密贴,关闭阀口,但B侧压力空气仍能经 $6mm$ 逆流小孔进入A侧,保持两侧管路压力相等。

在机车上安装时,A侧接第一总风缸以及总风联管,B侧接第二总风缸。当机车压缩机打风时,压缩空气首先进入第一总风缸与总风联管,再经该阀的阀芯上移后开放的阀口大通路进入第二总风缸,继而供机车用风。当本机车压缩机故障后,其它机车压缩机生产的压缩空气也能经总风联管进入第一总风缸,再经该阀进入第二总风缸。当机车压缩机停止运转后,由于各机车用风量的差异,用风量小的机车的第二总风缸内压力空气将经逆流孔反向流出,补充用风量大的机车总风缸,保证了各重联机车正常运用时,所有总风缸压力完全一致。

当重联机车间发生断钩现象后,各机车第一总风缸内压缩空气将经断裂的总风联管快速排入大气。而第二总风缸内压缩空气因逆流止回阀的阀芯下落关闭了阀口大通路,不能快速排入大气,只能经逆流小孔缓慢排入大气,保证了机车停车空气制动所需压缩空气。当然,机车停车后,第二总风缸内压缩空气最终将排空。在排空前,司机应使用停车制动装置,使机车保持静止状态。在安装时也应注意方向,且必须垂直安装。

图8-32 逆流止回阀

1—盖;2—阀芯;3—阀体;4—铜套。

### 第三节 风源系统的故障处理

风源系统中的空气压缩机组以及空气干燥器的故障处理请读者参见上一节有关内容,本节只将系统调试、运用中常用故障及其处理方法提供读者参考。

因各型电力机车对风源系统的要求不同,其管路原理有些调整,但基本原理相同。下面以韶山<sub>4</sub>改进型电力机车风源系统为例,介绍风源系统的故障处理,其余车型也可参考。

(一)压缩机组工作时,高压安全阀动作频繁,且动作时总风缸压力变化不大。

原因:

1. 压缩机排风管上止回阀卡滞或装反;
2. 总风缸塞门 111、112 错关闭;
3. 干燥器止回阀损坏。

处理方法:

1. 拆检或更换止回阀,运用中可抽出阀芯维持运行;
2. 开通错关总风缸塞门;
3. 检修干燥器止回阀,运用中可开通干燥器旁通塞门 110 维持运行。

(二)压缩机组工作结束时,两节机车总风缸压力一致;而停止工作后,两节机车总风缸压力差开始增大。

原因:

逆流止回阀错装为普通止回阀。

处理方法:

更换成逆流止回阀。运行中可抽出阀芯维持运行。

(三)压缩机组工作时,启动电空阀处排风不止。

原因:

启动电空阀下阀口漏或阀杆卡位、线圈断路或控制电源线断路。

处理方法:

更换或拆检启动电空阀,检查控制电线。

(四)压缩机停止工作后,启动电空阀仍排风不止。

原因:

压缩机排风管上止回阀的阀口漏或错装为逆流止回阀。

处理方法:

检查止回阀的阀口是否被污物垫住,否则更换止回阀。如为错装,则应更正。

(五)压缩机启动、停止时的压力值不符合要求。

原因:

1. 压力控制器调整不对;
2. 压力控制器失效。

处理方法:

1. 重新调整压力控制器。
2. 更换压力控制器,运行中可使用强泵按钮操作压缩机。

(六)压缩机工作时,总风缸压力上升缓慢,且总风缸表显示的压缩机组的启动、停止和高

压安全阀的动作值不符合要求。

原因:

逆流止回阀装反或阀芯卡滞。

处理方法:

重新正确安装或更换逆流止回阀,运行中可抽出阀芯维持运行。

(七)压缩机工作时,总风表无压力上升显示。

原因:

1. 总风表损坏;
2. 总风缸塞门错关,
3. 干燥器冻结。

处理方法:

1. 更换总风表;
2. 打开错关的总风缸塞门;
3. 运行中打开干燥器短接塞门维持运行。

(八)总风缸内有积水。

原因:

1. 干燥器短接塞门错开放;
2. 干燥器失效。

处理方法:

1. 关闭干燥器短接塞门;
2. 处理干燥器。

(九)两节(或重联)机车总风缸压力不一致。

原因:

机车间总风联管未开通。

处理方法:

开通机车间总风联管。

# 第九章 控制与辅助系统管路

## 第一节 控制系统管路

电力机车上的许多电器,如受电弓、主断路器、调压开关以及高压电器柜内的二位置转换开关、电空接触器等,均以压缩空气为动力进行转换。为了保证机车的安全运用以及这些气动电器的正常工作,机车上设置了一套专为这些气动电器提供压缩空气的空气管路,即控制系统管路,其组成以及管路原理如图 9-1。其它各型机车的控制系统管路则大同小异。

韶山型电力机车气动电器除主断路器的工作风压为 750~900kPa 外,其余各气动电器一般均为 500kPa(仿 8K 型电力机车受电弓的工作风压为 700kPa)。根据各气动电器工作风压的不同需求和不同工况下的风源条件,机车控制系统管路采用止回阀(新型机车)或换向阀(老型机车)转换风源,保证了控制系统管路的正常、可靠的工作。

韶山型电力机车控制系统管路可分为正常运用时的总风缸供风、库停后的控制风缸供风、库停后的辅助压缩机供风等三种工作状况。

韶山型电力机车控制系统管路所用部件基本相同或相似,有些部件还与机车其它系统管路相同。本章只对专用部件进行介绍。

### 一、控制系统管路的作用与通路

下面以韶山<sub>4</sub>改型、韶山<sub>3</sub>型电力机车为例,分别介绍止回阀型式与换向阀型式的控制系统管路的作用与通路。

#### (一) 止回阀型式(韶山<sub>4</sub>改型)(图 9-1b)

##### 1. 正常运用时的总风缸供风

机车在正常运用中,是由总风缸向气动电器提供风源,其工作通路如下:

吹扫塞门 146(关闭)

调压阀 51(调整压力 500 kPa)      塞门 141、142      、      号高压柜

止回阀 106(截止)

总风      塞门 140      止回阀 108      膜板塞门 97      控制风缸 102(风表 6 显示压力)

塞门 145      分水滤气器 207      主断路器 4 QF

调压阀 52      保护电空阀 287 YV      门联锁阀 37

塞门 147      风压继电器 515 KF(150 kPa)

门联锁阀 38      塞门 143      升弓电空阀 1 YV      受电弓 1 AP

机车总风缸内压缩空气首先经塞门 140 后,一路经调压阀 51 调整到 500kPa,分别经塞门 141、142 供给      、      号高压柜内气动电器,并经塞门 146 供给机车吹扫用风(平常关闭)。另一路经止回阀 108 后分为四路:一路经开放的膜板塞门 97 进入控制风缸 102(风缸内风压可通过管路柜上的控制风缸风表 6 观察)内;一路被止回阀 106 截止,不能进入辅助风缸 105;另一路经塞门 145 后,并经分水滤气器 207 再次净化后向主断路器 4 QF 风缸供风,以便主断路器的分、合

闸使用;最后一路经调压阀 52(调整压力应根据受电弓的工作风压而定、除仿 8K 型电力机车受电弓为 700kPa 外,其余基本上均为 500kPa),再经保护电空阀 287 YV 和门联锁阀 37、38 后,经塞门 143 到达升弓电空阀 1 YV,在升弓电空阀得电后,压缩空气进入受电弓 1 AP 气缸,受电弓升起。降弓时,升弓电空阀 1 YV 失电,排出受电弓 1 AP 风缸内的压缩空气,受电弓落下。

图 9-1 韶山型电力机车控制系统管路原理图

(a) 换向阀型式(韶山<sub>3</sub>型)

6、17—单针压力表;51、52—换向阀;37、38—门联锁阀;81、82、85、86、88—电空阀;89、90—受电弓;  
96—辅助压缩机;97、98—膜板塞门;100—调压阀;107、108—止回阀;131、132、137、138、141~144、147、  
152—塞门;168、171—排水塞门;167—排水阀;260—风压继电器;18—辅助风缸;102—控制风缸。

(b) 止回阀型式(韶山<sub>4</sub>改型)

1AP—受电弓;1YV—升弓电空阀;4QF—主断路器;6—双针风表;37、38—门联锁阀;51、52—调压阀;  
96—辅助压缩机;97—膜板塞门;102—控制风缸;105—辅助风缸;106、107、108—止回阀;140~143、145~  
147—塞门;168、169—排水塞门;207—分水滤气器;287YV—保护电空阀;515KF—风压继电器;  
201BP—压力传感器。

若在升弓时,任一高压室或变压器室门没关好,则门联锁阀 37、38 不能开放升弓通路,压缩空气不能进入受电弓。受电弓升起后,保护电空阀 287 YV 将保持得电,门联锁 37、38 内压缩空气不能排出,高压室及变压器室各门均不能打开;如果要打开这些门,必须降弓并使保护电空阀 287 YV 失电,排出门联锁 37、38 内压缩空气后,才能实现,这样就保证了人与高压区的隔离。

由于该轴机车是由两节四轴机车组合而成,其主电路的网侧高压电路(25kV 电路)经高压连接器互相连通。为保证两节机车的人与高压区的隔离,在门联锁阀 37、38 后设置了风压继电器 515 KF(整定值为 150kPa)。在升弓时,升弓节机车依靠上述原理进行保护,而非升弓节机车的高压室及变压器室各门没关好,压缩空气将被门联锁 37、38 切断,不能进入风压继电器 515 KF 使其动作,它将切断升弓控制电路,只有各门关好后,升弓电路才能开通。这样保证了非升弓节机车的人与高压区的隔离。

在韶山<sub>4</sub> 改型机车上,由于采用仿 8K 型电力机车主断路器,其风压继电器(450kPa)已安装在主断路器内部,可确保主断路器风缸内风压大于 450kPa 时,才能闭合分合闸控制电路。而传统方法由于将此风压继电器安装在控制管路上(包括部分韶山<sub>4</sub> 改型机车),由于管道内阻力影响,不能保证分合闸操纵时,主断路器风缸内风压不小于 450kPa。

使用中应定期开放主断路器风缸下方的排水塞门 168,排除风缸内积水(不论机车空气干燥器是否投入使用)。

塞门 140 可切除控制系统管路的风源,其它塞门可在相应气动电器故障进行维修时切断各自风源。

## 2. 库停后的控制风缸供风

控制系统管路中设置的容积为 55L 的控制风缸 102,一方面是为了机车正常运用中贮存压缩空气,在升弓及分合闸过程中,与总风并联向气动电器以稳定的压力供风,以避免由于升弓或分合闸操作时引起的压力波动,稳定控制系统管路内的风压;另一方面还用来在机车库停后,贮存足够的压缩空气,以便于再次用车时,可直接利用控制风缸贮存的压缩空气来进行升弓与合闸操作。

在机车退乘之前,应将控制风缸内压缩空气充至大于 900kPa,然后关闭膜板塞门 97,以备机车再次使用时的升弓与合闸操作。

机车停放后,重新投入使用时,如果总风缸内风压已低于主断路器分合闸所需最低工作压力 450kPa,而控制风缸 102 内贮存风压大于 700kPa(供参考),可打开两节机车膜板塞门 97,利用控制风缸 102 内贮存的压缩空气进行升弓及合闸操作。为了顺利升弓,在升弓前应关闭好所有高压室及变压器室各门,并将门联锁杆扳到锁闭位置。升弓及合闸后,应立即启动主压缩机打风,尽快恢复正常运用工况,由总风缸供风。控制风缸供风时的工作通路如下:

止回阀 108(截止)  
塞门 145 分水滤气器 207 主断路器 4 QF  
控制风缸 102 膜板塞门 97 止回阀 106(截止)  
调压阀 52 保护电空阀 287 YV ... 受电弓 1 AP

控制风缸 102 内贮存的压缩空气,经开放的膜板塞门 97 后分为四路:一路被止回阀 108 截止,不能进入总风缸及 、 号高压柜(如果止回阀 108 串风可将塞门 140 关闭);一路被止回阀 106 截止,不能进入辅助风缸;另一路经塞门 145、分水滤气器 207 进入主断路器 4 QF 风缸,供机车合闸使用;最后一路经调压阀 52、保护电空阀 287 YV,去往受电弓(包括非升弓节机车的风压继电器 515KF),原理与上节所述相同。

同样,控制风缸内风压可通过管路柜上风表 6 观察。此工况下, 、 号高压柜内气动电器不能获得压缩空气。

### 3. 库停后的辅助压缩机供风

机车停放后,重新投入使用时,如果总风缸与控制风缸内风压均已低于主断路器分合闸所需最低工作压力 450kPa,已无法进行升弓及合闸时,可启动辅助压缩机组打风进行升弓及合闸操作。

为了减轻辅助压缩机 96 的工作,缩短打风时间并顺利升弓,首先应关闭膜板塞门 97,切除控制风缸 102 容积,关闭所有高压室及变压器室各门,将门联锁杆扳到锁闭位置,做好升弓准备工作。然后启动辅助压缩机,当辅助风缸 105 内风压上升到 600kPa(供参考)时,可边打风边升弓及进行合闸操作,完毕后,应立即启动主压缩机组打风,尽快恢复正常运用工况,待总风缸压力大于 450kPa 后,停止辅助压缩机 96 的运转。辅助压缩机供风时的工作通路如下:

	风表 6	止回阀 108(截止)	
	辅助风缸 105	塞门 145	分水滤气器 207 主断路器 4 QF
辅助压缩机 96	止回阀 107	止回阀 106	膜板塞门 97(关闭)
	传感器 201 BP	调压阀 52	保护电空阀 287 YV ... 受电弓 1 AP

辅助压缩机 96 产生的压缩空气首先经止回阀 107 后,一路进入辅助风缸 105,辅助风缸 105 内的风压可以通过管路柜上的双针风表 6 显示,同时也可以通过压力传感器 201BP 和司机室内电测压力表显示,另一路再经止回阀 106 后分为四路:一路被止回阀 108 截止,不能进入总风缸及 、 号高压柜(如果止回阀 108 串风应将塞门 140 关闭);一路被关闭的膜板塞门 97 截止,不能进入控制风缸 102;另一路经塞门 145、分水滤气器 207 进入主断路器 4 QF 风缸;最后一路经调压阀 52 进入升弓管路,去往受电弓(包括非升弓节机车的风压继电器 515KF)。原理与前述相同。

辅助风缸在此工况下,一方面起稳定、贮存压缩空气的作用,另一方面又对辅助压缩机产生的压缩空气进行冷却。故每次使用辅助压缩机后,应打开辅助风缸下方排水塞门 169 排放积水。

同样在此工况下, 、 号高压柜内气动电器不能获得压缩空气。

为方便乘务人员操纵辅助压缩机组,在机车司机室与管路柜上均设置了辅助压缩机操纵按钮。在管路柜上,借助于双针风表进行操纵;司机室副台上,借助于辅助风缸电侧压力表和压力传感器进行操纵。

由于韶山<sub>4</sub> 系列机车的两节机车辅助压缩机控制电路重联,而两节机车辅助压缩机技术指标存在差异,且管路的泄漏大小不同,使用中打风速度不一致,应引起注意并时刻观察,以防止其中一节机车辅助风缸压力超高,可通过辅助风缸下方排水塞门 169 排除超高压。

## (二) 换向阀型式(韶山<sub>3</sub> 型)[图 9- 1(a)]

### 1. 正常运用时的总风缸供风

机车在正常运用中,是由总风缸向气动电器提供风源,其工作通路如下:

	换向阀 51	塞门 132	塞门 147	风压继电器(450kPa)	吹扫塞门 152(关闭)
			主断路器风缸		膜板塞门 98 控制风缸 102
总风	塞门 131	调压阀 100(调整压力 500kPa)	止回阀 108	塞门 141、142	、 号电力柜
		膜板塞门 97(关闭)		塞门 137、138	... 制动百叶窗
				换向阀 52	换向阀 51(截止)
					保护电空阀 88

门联锁阀 37、38 塞门 143 或 144 升弓电空阀 85 或 86 端或 端受电弓

投入运用的机车,一定要先将膜板塞门 97 关闭,如果未将膜板塞门 97 关好或未关严,经过一定时间后,控制风缸 102 的压力将达到与总风缸相同的压力。这时控制风缸将向控制系统管路提供高于 500kPa 的压缩空气,不但易造成气动电器的损坏,而且设置在主断路器供风管路上的换向阀 51,由于两侧均为总风压力,就有可能造成换向阀 51 中的换向柱塞处于中间位置,使换向阀 51 中止输出,从而造成主断路器风缸内风压下降而影响其分合闸的正常操作,如处理不及时,就会影响机车的运用。

升弓后的人与高压区的隔离与上节所述相同。

在此工况下除主断路器的风源由总风经换向阀 51 直接提供外,其余气动电器均由总风经调压阀 100 调整到 500kPa 后供给。使用中应定期开放主断路器风缸下方的排水塞门 168,排除风缸内积水。

## 2. 库停后的控制风缸供风

为了利用控制风缸 102 贮存压缩空气,在机车退乘之前,应先将膜板塞门 97 打开,并同时关闭膜板塞门 98,待控制风缸 102 内压缩空气充至大于 900kPa 后,将膜板塞门 97 也关严。以备机车再次使用时的升弓与合闸操作。

机车重新投入使用时,如果总风缸压力不足,而控制风缸 102 内风压大于 700kPa(供参考),可打开膜板塞门 98,利用控制风缸 102 内贮存的压缩空气进行升弓及合闸操作。为了顺利升弓,在升弓前应做好升弓准备工作。升弓及合闸后,应立即启动主压缩机打风,尽快恢复正常运用工况,由总风缸供风。控制风缸供风时的工作通路如下:

电空阀 81、82 制动百叶窗  
塞门 141、142 、 号电力柜  
吹扫塞门 152(关闭)  
止回阀 108(截止)

控制风缸 102 膜板塞门 98 换向阀 52

换向阀 51 塞门 132 主断路器风缸及风压继电器  
保护电空阀 88 门联锁阀 37、38 ... 受电弓

控制风缸 102 内风压可通过管路柜上风表 17 观察。

## 3. 库停后的辅助压缩机供风

机车停放后,重新投入使用时,如果总风缸与控制风缸内风压均不足时,可启动辅助压缩机组打风进行升弓及合闸操作。

为了顺利升弓,应首先做好升弓准备工作,然后启动辅助压缩机 96,待辅助风缸 18 内风压上升至 600kPa(供参考)时,可边打风边升弓及进行合闸操作,完毕后,应立即启动主压缩机组打风,待总风缸压力大于 450kPa 后,停止辅助压缩机 96 的运转。同时为避免换向阀 52 两侧压力相同而造成换向阀 52 中止输出,停止辅助压缩机 96 的运转后,还应开放辅助风缸 18 下方的排水塞门 171,排除风缸内的压缩空气。如果在辅助压缩机 96 工作时,出现换向阀 52 中止输出而不能进行升弓与合闸操作的情况,应打开控制风缸 102 下方的排水阀 167,排除风缸内压缩空气。辅助压缩机供风时的工作通路如下:

辅助风缸 18

辅助压缩机 96 止回阀 107 换向阀 52 换向阀 51 主断路器及风压继电器  
风表 6 保护电空阀 88 端或 端受电弓

在此工况下,由于换向阀 52 的作用,辅助压缩机产生的压缩空气只供给升弓及闭合主断路器而不向其它气动电器供风。

## 二、主要部件

### (一) 辅助空气压缩机

辅助空气压缩机为 CA-10 型。该压缩机为直立双缸活塞式, 转速 1350r/min 时的生产量大于 42L/min, 工作气压为 700kPa, 由功率为 1.1kW, ZTP-22 型直流电动机用联轴器直接驱动。CA-10 型辅助压缩机结构见图 9-2。

图 9-2 CA-10 辅助压缩机

1—油封; 2—连杆; 3—气缸体; 4—气缸盖; 5—气阀; 6—活塞; 7—曲轴箱; 8—轴承; 9—曲轴;  
10—后盖; 11—进油接头; 12—底盖; 13—回油接头; 14—出气接头; 15—滤尘器。

### CA-10 型辅助压缩机的主要参数

型式.....	风冷式、立式、双缸、一级压缩
气缸直径 .....	52mm
活塞行程 .....	38mm
排气量.....	大于 0.042m <sup>3</sup> /min(1350~1380r/min)
气压 .....	700~900kPa
转速 .....	850~1380r/min

该压缩机原设计采用外接油泵进行冷却及润滑, 因在机车上只作辅助性短时运转而没有外接润滑油泵, 仅采用附加油杯注油润滑。为保证辅助压缩机正常运用, 应定期从连接进油接头 11 的附加油杯注入足够的压缩机油, 以便于运转时利用曲轴转动形成飞溅油滴进行润滑。

有关辅助压缩机的安装、运用及故障处理, 可参照 NTP5 型空气压缩机作相应处理。

现就几种车型的辅助压缩机组的主要技术参数列于表 9-1。

### (二) 换向阀

换向阀在气路中起自动改变气流通路的作用, 结构见图 9-3。

换向阀是利用阀 2 在体 3 内自由滑动而产生换向作用的。例如当 A 端有压缩空气输入, 而 B 端无气压时, 阀 2 在 A 端压缩空气推动下移向 B 端并利用其上的 O 形胶圈压到 B 端接头的阀口上而关闭 B 端的输入通路, 这样, 通路 C 就由 A 端的压缩空气经体内通孔而获得气

源;反之,B端有压缩空气而A端无气压时,C将由B端供风,这种转换是自动进行的。

表 9- 1 主要车型辅助压缩机组主要技术参数

车型	辅助压缩机型号	生产能力 (L/min)	额定压力 (kPa)	电动机型号	电动机功率 (kW)	转速 (r/min)	机组联接方式	备注
韶山	CA-10	> 42	700	ZTP-22	1.1	1350	弹性直联	
8K	CP75	> 50	750	CS644W	0.75	2100	弹性直联	
6K	AK18	> 47	700	MH99	0.45	2000	弹性直联	

在控制气路系统中,设有两个换向阀来达到不同工况下对受电弓及主断路器供风的自动转换。图 9- 4 是这两个换向阀的连接示意图,不同工况时的转换过程如下:

图 9- 3 SS 型换向阀

1—接头;2—阀;3—体;4—密封圈。

图 9- 4 换向阀作用连管图

### (1) 正常运转工况

因总风缸压力为 750~900kPa,主断路器由换向阀 51 的 A 端获取风源;受电弓由换向阀 52 的 B 端获取 500kPa 的风源。

### (2) 库停使用辅助压缩机升弓工况

因这时总风缸及控制风缸均无压力空气,因此才起动辅助压缩机升弓。受电弓由换向阀 52 的 A 端获取风源;主断路器由换向阀 51 的 B 端获取风源。

在升弓完成后,起动机车空气压缩机,随着总风缸压力的升高,通过换向阀的自动转换,主断路器和受电弓的风源也均转入前述正常运转工况的风源。

换向阀的这种自动换向性能,减少了操作程序,但是,如果换向阀性能不良,又常常由于它不能自动换向而造成故障,所以,应定期对换向阀进行检修和清洗。

机车运行中,常发生总风缸压力显示和控制风缸的压力显示正常,但主断路器跳开后却无法再合闸,或受电弓缓缓下降却无法再升弓而造成的途停事故。多数原因在于换向阀 51 作用不良导致主断路器无法再合闸,换向阀 52 作用不良除使主断路器无法正常工作外,还将导致受电弓缓缓下降。现就换向阀在运行中作用不良的原因分析如下(参见图 9- 3):

#### 阀 2 与体 3 配合间隙过小

间隙过小,体 2 在体 3 内的滑动阻力大,而当阀 2 在换向中滑过 C 孔的体内通孔时,由于加工毛刺未除尽而有可能使阀 2 卡在中间位置。这时,A、B 两端的压力空气都不能输往 C 端;又由于运用中阀体略有变形也易造成阀 2 卡住而不能换向,导致 C 无输入。

#### 阀 2 与体 3 间有异物卡或 O 形圈不良

运行中,当换向阀 O 形圈不良时,影响密封性、或阀、体间有异物,使动作呆滞。以换向阀

51 为例,当 A 端输入 900kPa 压缩空气时,由于漏泄及阀体动作呆滞,使两侧压力接近,在振动条件下有可能使阀 2 停滞在中间位使主断路器气源枯竭。

为此,对于换向阀,应定期拆检,清洗阀体及阀,并定期更换 O 形胶圈。组装时阀应涂上适量工业凡士林。

### (三) 膜板塞门

膜板塞门采用橡胶膜片做密封件,密封效果很好,不易产生泄漏,在控制风缸的进出口风路上设置膜板塞门,就是利用其良好的密封性能使控制风缸达到长期保压的目的。其缺点是没有明显的开关标志,所以在机车的其他管路系统不采用。膜板塞门的结构见图 9- 5。通过手柄顺时针旋转,将垫块 4 和膜板 2 紧压于体 1 之阀口上,截断两端气路。反之,则气路开通。运用中一般不需维修,只是应定期更换已老化的橡胶膜板。

### (四) 门联锁阀

门联锁阀为一种气动装置,它与门联锁杆配合使用,构成一种安全保护装置。即只有在两侧高压区的门关闭到位,才能转动门联锁杆到正确位置,这时门联锁阀才能有正常的锁闭功能,

图 9- 5 膜板塞门

1—体;2—膜板;3—盖;4—垫块;5—丝杆;6—手柄;7—销。

受电弓也只有两个串联的门联锁阀已正常作用下获得风源而升起,一旦门联锁阀已作用,就无法再开动两侧高压区的门,从而确保在升弓条件下,任何人无法进入高压区,保障人身及设备安全。反之,若两侧高压区的门任何一扇未关好或未锁闭,门联锁阀都不能向受电弓提供风源,受电弓也就无法升起。

门联锁阀的结构见图 9- 6。

在门联锁杆已扳到正确位置时(如图 9- 6 之 a 图),压缩空气由 A 进入推动活塞 4 及活塞杆 1 至极端位置,活塞杆 1 推向门联锁杆的凸块 8,使其无法再转动,从而使高压区的门无法再打开;同时,在门联锁阀的阀体内,活塞 4 已移向极端而开放 B 孔,使受电弓获得风源得以升弓。

在门联锁杆未扳到正确位置时,也即高压区的任一扇门未关好时如图 9- 6 之 (b)图,门联锁阀的活塞杆被门联锁杆的凸块 8 抵住,这时,即使压缩空气已由 A 孔输入,但因活塞杆已被抵住,活塞不能移动至开通 B 孔的位置,压缩空气也就不能通

图 9- 6 门联锁作用原理图

(a)门联锁杆已扳到位;(b)门联锁杆未扳到位。

1—活塞杆;2—弹簧;3—套管;

4—活塞;5—皮碗;6—阀体;7—盖;8—联锁杆凸块。

入升弓气路,从而无法升弓。

### (五) JY<sub>3A</sub>型与 JY<sub>3</sub>型压力继电器

由于空气断路器的正常开断需要用压缩空气来吹弧,其额定工作气压为 700 ~ 900kPa。当贮气缸中空气压力低于 400kPa 时,其吹弧能力大大降低,同时由于该气压远低于额定工作气压,将使气动机构动作不正常而无法断开,导致分闸线圈通电时间过长而烧损,引起行车故障。同时根据试验,当主断路器在 500kPa 气压下,其分闸耗风量为 80L 左右,而合闸时耗风量微乎其微,连 1L 都不到。可见合闸时对于空气压力毋须严格的要求,但在合闸后的分闸,所需压力要求应是严格的,否则将无法使主断路器正常工作。

为此,在主断路器的风缸或管路中接入 JY<sub>3A</sub>型压力继电器。其外接电路接通的压力整定值为 $(450^{+15})$ kPa,而断开压力值为 $(400^{+25})$ kPa,以确保主断路器风缸有 400kPa 以上的风压才能接通主断路器合闸电路。

即便是对于装真空断路器机车的管路,虽因真空断路器的分,合闸耗风量远少于空气断路器,但由于其合闸过程是压缩空气推动的结果,为保证合闸的良好状态,必须有足够的压力才能保证合闸成功。所以同样在该管路中接入该型风压继电器。

为了保证非升弓节机车的人与高压区的隔离,在升弓管路中接入了 JY<sub>3</sub>型压力继电器,其压力整定值为 $(150 \pm 20)$ kPa。在机车升弓操作时,只有当非升弓节机车高压室及变压器室各门关好,压缩空气经门联锁阀到达该继电器后,即当该处风压大于 150kPa 时,继电器才能接通升弓电路,否则,升弓电路断开。

JY<sub>3A</sub>型压力继电器与 JY<sub>3</sub>型为同系列产品,是在 JY<sub>3</sub>型压力继电器基础上派的生产产品。其结构与作用原理完全相同,只是调整弹簧不同。其结构见图 9- 7。

### 三、故障处理

下面以韶山<sub>4</sub>改型、韶山<sub>3</sub>型电力机车为例,分别介绍止回阀型式与换向阀型式的控制系统管路的故障处理。

#### (一) 止回阀型式(韶山<sub>4</sub>改型)

##### 1. 受电弓升不起

原因:

- (1) 变压器室、高压室各门以及车顶门没关好。
- (2) 升弓管路上有关塞门错关。
- (3) 门联锁阀 37 或 38 卡滞。

图 9- 7 JY<sub>3A</sub>型压力继电器

- 1—安装架; 2—下盖; 3—出线环; 4—阀体;
- 5—弹簧; 6—止销; 7—调节螺母; 8—微动开关;
- 9—支架组装; 10—鞣鞣杆; 11—壳体; 12—膜板。

- (4) 保护电空阀 287 YV 或升弓电空阀 1 YV 线圈断线或相应控制电路断线。
- (5) 另一节(非升弓节)机车风压继电器 515 KF 故障或 515 KF 处无风。
- (6) 调压阀 52 调整压力低。
- (7) 升弓管路泄漏严重。

处理方法:

- (1) 关好高压室、变压器室各门以及车顶门。
- (2) 检查并打开升弓管路上错关塞门。
- (3) 拆检故障门联锁阀。运行中可设法拉出卡滞门联锁阀芯杆维持运行,也可以换另一节机车受电弓维持运行。

(4) 更新线圈断线的保护电空阀 287 YV 或升弓电空阀 1 YV, 如不是线圈断线, 则应检查两电空阀的控制电路。运行中可以换另一节机车受电弓维持运行。

(5) 更换或拆检风压继电器 515 KF, 如果 515 KF 处无风则检查升弓管路。运行中按单机位升弓方法维持运行。

- (6) 将调压阀 52 按要求调整到 500kPa。
- (7) 处理升弓管路之泄漏。

## 2. 辅助压缩机泵风慢

原因:

- (1) 控制风缸前膜板塞门 97 开放或窜风;
- (2) 控制系统管路上止回阀 108 窜风;
- (3) 辅助风缸排水塞门 169 或主断排水塞门 168 没关闭;
- (4) 管路泄漏严重;
- (5) 蓄电池组电压偏低;
- (6) 辅助压缩机排气量降低。

处理方法:

- (1) 关闭控制风缸前膜板塞门 97, 如为窜风, 则更换膜板塞门 97。
- (2) 拆检或更换止回阀 108。运用中, 可先关闭控制系统管路上总风塞门 140, 待升弓与合闸完毕, 且总风缸压力升至大于 600kPa 时, 再开放塞门 140, 回段拆检或更换止回阀 108。
- (3) 关闭辅助风缸排水塞门 169 或主断排水塞门 168。
- (4) 处理管路泄漏处。
- (5) 给蓄电池组充电。运用中, 可利用另一节机车单机位升弓与合闸。本节车手动合闸。
- (6) 拆检或更换辅助压缩机。运用中, 可利用另一节机车单机位升弓与合闸, 本节车手动合闸。

## 3. 打开控制风缸前膜板塞门 97 后, 风缸内贮风压力下降很快

原因:

- (1) 如果辅助风缸压力上升, 则止回阀 106 窜风;
- (2) 止回阀 108 窜风;
- (3) 管道泄漏严重;
- (4) 主断排水塞门 168 错开放。

处理方法:

- (1) 更换或拆检止回阀 106;

(2)更换或拆检止回阀 108;

(3)处理管路泄漏;

(4)关闭主断排水塞门 168。

4. 司机室辅助风缸电测压力表不显示或显示错误

原因:

(1)机车 24V 电源故障。

(2)电测压力表或压力传感器 201BP 故障。

(3)电测压力表与压力传感器间连线被干扰。

处理方法:

(1)检修 24V 电源。

(2)更换故障的电测压力表或压力传感器。

(3)检查电测压力表与压力传感器间的连线是否接近机车主电路导线,如距离近则应拉开。

5. 正常运用工况,辅助风缸与总风缸压力一致

原因:

辅助风缸止回阀 106 窜风。

处理方法:

更换或拆检止回阀 106。

6. 主断风缸内积水过多

原因:

(1)机车空气干燥器失效或切除使用;

(2)主断风缸前分水滤气器 207 失效;

(3)主断风缸没有定期排水。

处理方法:

(1)拆检空气干燥器并更换吸附剂。如为切除空气干燥器,应尽快处理,恢复使用;

(2)拆检或更换分水滤气器 207,使用中应经常观察和排除分水滤气器 207 内积水;

(3)定期开排水塞门 168 排放主断风缸内积水。

7. 主断不动作

原因:

(1)主断控制电路或主断故障;

(2)主断风缸内风压过低;

(3)有关塞门错关或主断风缸排水塞门 168 错开;

(4)管路泄漏严重。

处理方法:

(1)按机车控制电路或主断故障处理方法;

(2)待主断风缸内风压升高后再操作主断;

(3)开放错关塞门或关闭排水塞门 168;

(4)处理管路的泄漏。

8. 辅助压缩机组不能工作

原因:

(1)辅助压缩机电机故障;

(2)有关控制电路故障。

处理方法:

- (1)拆检或更换辅助压缩机电机;
- (2)检查并处理有关控制电路。

## 9. 控制风缸保压效果差

原因:

控制风缸前膜板塞门 97 膜片损坏窜风。

处理方法:

更换膜板塞门。

## (二) 换向阀型式(韶山<sub>3</sub>型)

### 1. 受电弓升不起

原因:

- (1)变压器室、高压室以及车顶门未关好;
- (2)升弓管路上有关塞门错关;
- (3)门联锁阀 37 或 38 卡滞;
- (4)保护电空阀 88 或升弓电空阀 85(或 86)线圈断线或相应控制电路故障;
- (5)调压阀 100 调整压力低;
- (6)止回阀 108 卡滞,使升弓管路风压低;
- (7)换向阀 52 处于中间位或卡滞;
- (8)升弓管路泄漏严重。

处理方法:

- (1)关好高压室、变压器各门以及车顶门。
- (2)检查并打开升弓管路上错关塞门。
- (3)拆检故障门联锁阀。运行中可设法拉出卡滞门联锁阀芯杆维持运行。
- (4)更换保护电空阀 88 或升弓电空阀 85(或 86)。
- (5)将调压阀 100 按要求调整到 500kPa。
- (6)拆检或更换止回阀 108。
- (7)如果辅助风缸压力为 500kPa 左右,则打开辅助风缸排水塞门排风。如还不能升弓,则拆检换向阀 52。

- (8)处理升弓管路的泄漏。

### 2. 辅助压缩机泵风慢

原因:

- (1)辅助风缸排水塞门或主断风缸排水塞门未关;
- (2)管路泄漏严重;
- (3)辅助压缩机前止回阀 107 卡滞;
- (4)换向阀 52 或 51 内 O 形圈损坏造成窜风;
- (5)蓄电池组电压偏低;
- (6)辅助压缩机排气量降低。

处理方法:

- (1)关闭辅助风缸或主断排水塞门;

- (2)处理管路的泄漏;
- (3)拆检或更换止回阀;
- (4)拆检或更换 O 形圈;
- (5)给蓄电池组充电;
- (6)拆检或更换辅助压缩机。

3. 打开控制风缸前膜板塞门 98 后, 风缸内贮风压力下降很快  
原因:

- (1)吹扫塞门 152 或排水塞门 168、167 错开放;
- (2)管路泄漏严重;
- (3)如果辅助风缸压力上升, 则换向阀 52 内 O 形圈损坏窜风;
- (4)换向阀 51 内 O 形圈损坏窜风。

处理方法:

- (1)关闭吹扫塞门 152 或排水塞门 168、167;
- (2)处理管路的泄漏;
- (3)拆检或更换 O 形圈;
- (4)拆检或更换 O 形圈。

4. 主断风缸内积水过多

原因:

- (1)主断风缸未定期排水。

处理方法。

- (1)定期排除主断风缸内积水。

5. 主断不动作

原因:

- (1)主断控制电路或主断故障;
- (2)主断风缸内风压偏低;
- (3)有关塞门关闭或主断风缸排水塞门错开;
- (4)膜板塞门 97 错开造成换向阀 51 中止输出;
- (5)风压继电器 260 故障或塞门 147 未开放;
- (6)换向阀 51 卡滞。

处理方法:

- (1)按机车控制电路或主断故障处理方法;
- (2)待主断风缸内风压升高后再操作;
- (3)检查塞门的开闭, 恢复正确位置;
- (4)关闭膜板塞门 97;
- (5)检修或更换风压继电器, 开放塞门 147;
- (6)拆检换向阀 51 或更换。

6. 升弓后受电弓缓慢自动下落

原因:

- (1)换向阀处于中间位

处理方法:

排除辅助风缸内风压,如不能排尽,则为换向阀 52 内 O 形圈窜风,使得辅助风缸压力上升,造成换向阀 52 处于中间位,拆检换向阀 52。

#### 7. 辅助压缩机组不能工作

原因:

- (1) 辅助压缩机组电机故障;
- (2) 有关控制电路故障。

处理方法:

- (1) 拆检辅助压缩机电机或更换;
- (2) 检查并处理有关控制电路。

#### 8. 运用中控制风缸压力高于 500kPa

原因:

- (1) 膜板塞门 97 未关闭或膜板破损窜风;
- (2) 调压阀 100 调整压力高。

处理方法:

- (1) 关好膜板塞门 97。如为膜板破损,则更换或拆修膜板塞门 97;
- (2) 重新调整调压阀 100 输出压力为 500kPa。

## 第二节 辅助系统管路

### 一、辅助系统管路的组成

电力机车辅助系统管路可改善机车运行条件,确保行车安全。它由撒砂器、风喇叭、刮雨器等辅助装置,以及辅助装置的控制装置和塞门组成。图 9-8 为韶山<sub>3</sub>型电力机车辅助系统管路原理图,图 9-9 为韶山<sub>4</sub>改型电力机车辅助系统管路原理图,其它各型机车均与之类似。各辅助装置均直接使用总风缸压缩空气,各辅助装置前均设有塞门。在辅助系统管路正常运用中,各塞门均置于开通位,只有在某个辅助装置发生故障或检修时,才可将相应塞门关闭切断风源。该系统管路所用塞门、电空阀、止回阀及分水滤气器均与机车其它系统管路相同。

图 9-8 韶山<sub>3</sub>型辅助系统管路原理图

13~16—手压阀;23~26—刮雨器;29、30—高音喇叭;31、32—低音喇叭;33~36—脚踏阀;75~78—撒砂软管;  
67~74—撒砂器;133~136、139、140、145~148—塞门;201、202—止回阀;250、251—电空阀。

## 二、机车的撒砂

用撒砂来防止机车空转或滑行是普遍采用的方法。但是,是否在任何条件下采用撒砂都能有效的用来防止空转或滑行呢?研究的结果表明:轨面被油污染后撒砂,可以提高粘着系数,而撒砂后被油污染的轨面粘着系数却降低;在干净轨面上少量撒砂,粘着系数提高,而中量以上撒砂,则粘着系数反而降低;在空转即将开始之前撒砂,对防止空转有效,而在空转已经发生后的撒砂则是没有效果的。可见,如何适时、适量地进行机车撒砂是非常重要的。

在牵引工况时,当牵引力大于粘着力时,轮对就发生空转。空转的危害性是:

(1) 机车牵引力下降。

(2) 高速空转使轮对踏面擦伤,甚至轮箍因过热而松弛。

(3) 牵引电动机电枢绕组也可能在高速空转下因离心力过大而发生飞速“扫膛”,引起重大事故。

在机车制动时,当制动力过大,以至破坏了粘着,使轮对“抱死”,造成滑行,也会擦伤轮对的踏面。

可见,保持轮轨之间良好的粘着是机车发挥牵引力或制动力的首要条件。撒砂是目前常用的保持轮轨粘着条件、防止车轮空转或滑行的既经济而有效的措施。因此,许多国家在研究各种防空转、防滑行手段和装置的同时,都对机车撒砂予以高度重视。其中对撒砂器、砂子的质量及撒砂量的控制等都是很重要的问题。

### (一) 砂子的质量

撒砂用的砂子其成分由至少 90% 的石英和不超过 2% 的粘土所组成。其结构粒度在 0.5 ~ 2.8mm 之间,直径小于 0.5mm 的比例不大于 5%,而大于 2.8mm 的可占 10%。此外,尖棱角的砂粒同轮轨接触的性能比球形砂粒的性能要好;砂石场的砂子或破碎成形的砂子比江河的砂子更适宜作为撒砂用砂。

原料场来的砂子不能直接使用,必须进行烘干加工。加工时,不宜使用砂与火焰直接作用的烘炉,以免引起石英的爆裂。运输时,应采用密封容器,以防砂子受潮。采用管道远距离运输的砂子,应采用较低的压力。

### (二) 撒砂量的控制

撒砂量要求是用砂量少且效果好。如果以足够高的速度将砂撒到轮轨接触区,每个撒砂器撒砂量大约只需 0.1L/min。但实际上这个理论值很难达到,一般均大于此值。据此,每分钟 1L 的撒砂量认为是最佳值。

为此,各型机车根据使用条件制定撒砂量标准。如国产电力机车则根据 GB3317—82《电力机车通用技术条件》规定为 0.7 ~ 1.5L/min;进口 6K 型电力机车约为 1L/min;而进口 8G

图 9-9 韶山<sub>4</sub>改型辅助系统管路原理图

13、15—手动喇叭控制阀; 17 YV—电空阀(喇叭);  
23、25—刮雨器; 27、29—高音喇叭; 31—低音喇叭;  
67 ~ 74—撒砂器; 75 ~ 78—撒砂连接软管;  
125、131、132、133、135、137、149—塞门; 205—分水滤气器;  
240 YV、241 YV、250 YV、251 YV—电空阀(撒砂)。

型电力机车为 1.2~2.5kg/min,折合容积为 0.8~1.6L/min(干燥砂的比重为 1.5~1.6kg/L)。又如克劳斯·玛菲公司的 KM-1SP 型撒砂器,当机车速度为 140km/h 以下时,规定一次撒砂时间为 30s,砂量为 400g;当机车速度超过 140km/h 时,每次撒砂时间为 30s,但砂量增至 800g。可见速度越高时,要求撒砂量也相应增加,其方法是加装一个电空阀,当高于某一速度时,该电空阀参与作用使撒砂量增大。

### (三) 撒砂器的种类及砂管安装的最佳位置

撒砂器以喷射方式分类一般有三种:

1. 压缩空气喷管加压撒砂;
2. 带两个进风口的撒砂器,一个使砂翻动,另一个将砂喷出;
3. 单个进风口撒砂器,先将砂吸入撒砂器体内再吹送至轨面。

目前,韶山型电力机车使用的撒砂器类似于第 2 种型式,但进风口则简化为一个。

图 9-10 撒砂管与轮轨的最佳安装位置图

撒砂器一般习惯于安装在砂箱底部,而要将砂喷撒到轨面上,必须用砂管引至接近轮轨处。砂管可以用橡胶管或钢管制成。砂管安装的最佳位置:横向位置,显然要在轨面的中心;纵向位置,则根据资料及实践,一般应如图 9-10 所示。

### 三、撒砂装置与控制

目前韶山型电力机车(除韶山<sub>5</sub>型)的每个转向架前后轮对两侧各装有一个砂箱,每个砂箱下部均装有一个撒砂器,即每台(节)机车,共设八个撒砂器。

撒砂装置主要接受司机脚踏控制,也能与制动机、防空转滑行及断钩保护配合作用。撒砂器有脚踏撒砂阀或电空阀或两者组合控制的三种控制方式。早期机车一般只采用脚踏撒砂阀控制撒砂器的撒砂作用;随着 DK-1 型机车电空制动机的装车使用,为满足制动机的撒砂要求,采用脚踏撒砂阀与撒砂电空阀共同控制撒砂器的撒砂作用;90 年代以来,为满足撒砂的重联要求以及保证撒砂方向与机车运行方向的一致,并能灵活方便的与其它系统配合,新型机车上开始采用撒砂电空阀控制撒砂器的撒砂作用。

图 9-11 为韶山<sub>4</sub> 改型电力机车撒砂电空阀的控制电路原理图。当司机踏动脚踏开关 35SA,或空转滑行时自动撒砂中间继电器 540KA 和断钩保护时安全保护中间继电器 451KA 动作时,以及电空制动控制器紧急位时,机车控制电源(导线 560)将到达导线 812 并经两位置转换开关辅助联锁 107QPF 或 107QPBW 最后到达导线 810 或 820,使得撒砂电空阀 251YV、241YV 或 250YV、240YV 得电。总风将通过得电电空阀开放的下阀口,到达与机车运行方向一致的撒砂器。采用并联使用的电空阀是为了增加撒砂风量。导线 810 与 820 的内、外重联,可以使非操纵节机车和重联机车与本务节机车的撒砂器动作时间、方向一致。

而在韶山<sub>1、3</sub>等型电力机车上脚踏撒砂阀由司机视路面及运行情况进行操作,撒砂电空阀则在紧急制动时,通过联锁电路得电,控制撒砂器的作用。每个司机室内撒砂控制装置只对本司机室侧的撒砂器进行控制。

国产电力机车用撒砂器的结构见图 9-12。

撒砂器的作用原理:总风压力空气从接头 8 进入 B 室后分成两路,一路沿小孔、经喷嘴将压力空气吹向砂箱底部,以便于吹散砂粒沿通道 A 流出;另一路沿小孔向通道 D 吹出,利用这

股气流使砂粒沿通道 D 经砂管吹向轨面。通过调整 C 的大小可以调节撒砂量,撒砂量的要求按  $0.7 \sim 1.5\text{L}/\text{min}$  进行调节。顺时针转动调整螺钉 5 为给砂量减小,反之则为调大撒砂量。螺塞 2、3 系检查砂被堵塞时排除故障用。

图 9- 11 韶山<sub>4</sub> 改型辅助装置控制电路原理

33SA—低音喇叭脚踏开关;35SA—撒砂脚踏开关;107QPF、107QP BW—两位置前后转换开关辅助联锁;  
451KA—安全保护中间继电器;540K A—防空转滑行撒砂中间继电器。

图 9- 12 国产电力机车用撒砂器

1—撒砂器体;2、3—螺塞;4—垫圈;5—调整螺栓;6—螺母;7—垫圈;8—接头;9—螺钉;10—定位背帽。

#### (五) 8K 型电力机车防空转、防滑系统中的撒砂装置

随着机车轴功率增加及轴重和粘着系数的限制,机车的防空转、防滑系统性能已成为评价大功率机车的重要指标。我国从欧洲引进的 8K 型电力机车上,有一套防空转、防滑行系统,该系统的电路由以下五个部分组成:

1. 轮径修正;
2. 信号检测;
3. 防空转防滑行电流修正;
4. 记忆最大粘着系数时的电流给定值;

5. 自动撒砂。该系统采用同一转向架两轴速度差( $v$ )、同一轴的加速度( $r$ )和加加速度( $dr/dt$ )检测出空转或滑行信号,采用快速衰减牵引电动机电流和同时进行自动撒砂的方式来防止空转或滑行。

所谓撒砂,是指在空转尚未发生前的撒砂,如果空转已经发生,只能靠减载制止空转,撒砂的作用是帮助恢复粘着,在同一轨面条件下,空转停止后,如果不用撒砂去提高粘着系数,则牵引力恢复后空转将继续发生。所以,8K型机车采用了减载和自动撒砂同时作用的方式来防止空转或滑行。

图 9-13 为 8K 型电力机车撒砂器的结构。

图中  $G_1$ 、 $G_2$  喷嘴直径的不同及进风口限流与否,对撒砂量和撒砂响应时间有很大的影响。来自  $G_1$  喷嘴的压力空气将砂翻起,而来自  $G_2$  喷嘴的压力空气将砂带入砂管流至轨面上。经试验  $G_1$  孔径为 0.5mm,  $G_2$  孔径为 1.7mm 时有最佳的参数,此时每个轮子的撒砂量为 0.7L/min 左右,下砂时间为 1.1s。为了防止在低速时砂子堆积,由自动撒砂电路进行控制,在车速小于 2km/h 时,持续撒砂时间为 2s,速度大于 2km/h 后持续撒砂时间为 10s。

图 9-13 8K 型电力机车撒砂器

#### 四、刮雨器和风喇叭

##### (一) 刮雨器

在司机室两侧前窗均装有刮雨器,以便于在雨雾天气刮去前窗玻璃上的水滴使正、副司机正确瞭望,确保行车安全。在机车上一般均为气动刮雨器。国外也有装用电动刮雨器的,这就与气路系统无关,不作介绍。现就国内广泛采用的 T-1 型刮雨器作一概要介绍。

刮雨器由气动传动装置及雨刷两大部分组成。雨刷又分单杆及双杆两种,后者其刮刷面较前者的扇形更为理想,接近于矩形。刮雨器的工作原理主要是气动传动装置在压缩空气下的往复运动,通过传动杆带动雨刷作往复运动,完成刮刷玻璃外表面的动作。其气动传动装置结构如图 9-14。主要由换向阀及主阀两大部分,其工作原理简述如下:

主阀体 3 的两端由阀盖 4 封闭,鞣鞣 5 为双向式、中间带齿条结构,齿轮与传动杆相连。换向阀安装在主阀上方,并有气路与主阀相通,一侧接进风管,另一侧为排风口。

当总风从进风口 P 输入,经换向阀鞣鞣 2 右侧 Z 室  $Z_1$   $Z_2$   $Z_3$   $b_2$   $b_1$  B 室,推动鞣鞣 5 左移。同时鞣鞣 5 左侧之气室 A 经通路 A  $a_1$   $a_2$   $a_3$   $a_4$   $a_5$  排气口 O。当鞣鞣 5 左移过  $b_3$  孔时, B 室经  $b_3$  进入换向阀鞣鞣 2 的右侧(见图 7-12a),以推动换向阀鞣鞣左移至极端位。此时换向阀鞣鞣上之凹槽  $b_3$  连通  $b_2$   $b_4$ ,使 B 室经通路 B  $b_2$   $b_4$   $a_5$   $a_7$  排气口 O;同时  $Z_3$  使  $a_2$  与  $Z_2$  连通, A 室的排气通路切断,进气口 P  $Z$   $Z_1$   $Z_2$   $Z_3$   $a_2$   $a_1$  A 室,推动主阀鞣鞣右移(见图 7-12b)。同样,当鞣鞣右移至 A 室连通换向阀鞣鞣左气室时,又推动其右移至极端位,使之恢复原始位置,自动完成刷杆往返运动一次。这就形成不间断的左右摆动,完成刮刷前窗玻璃雨水的要求。直至关闭进气阀,切断风源就停止摆动。

在操作时,应徐徐开放进风阀,达到需要的摆动速度时,即应停止转动进风阀,以保持其速

度。不可开放过猛,以免冲动过大而损坏该装置。

## (二) 风喇叭

为了在运行中取得联络或警告行人,韶山型电力机车上每个司机室顶盖的左右两端均设置二个或三个喇叭,分别由正、副司机台面上的手压阀(或手动喇叭控制阀)以及正司机台面下的脚踏开关(或脚踏阀)控制。

图 9-14 ZZ 型刮雨器工作原理图

(a) 换向阀鞣鞣在右极端位; (b) 换向阀鞣鞣在左极端端位。

1—换向阀体; 2—换向阀鞣鞣; 3—主阀体; 4—阀盖; 5—主阀鞣鞣。

在喇叭的设置上,已由韶山<sub>1</sub>型电力机车的一个向前低音喇叭与两个向前高音喇叭,到韶山<sub>3</sub>型电力机车的一个向前低音喇叭与一个向前高音喇叭,最终到韶山<sub>4</sub>改、韶山<sub>6</sub>等型电力机车的一个向前低音喇叭与一个向前高音喇叭和一个向后高音喇叭。

在喇叭的控制上,除脚踏阀或脚踏开关仍为控制向前低音喇叭外,正、副司机台上的喇叭控制装置,已由单个手压阀分别控制单个喇叭,到了一个手动喇叭控制器控制两个喇叭的工作。其喇叭控制原理参见机车辅助系统管路原理图。

### 1. 风喇叭

风喇叭用作行车讯号,分高音和低音两种,其结构除喇叭筒长短不同外,其余完全相同。结构见图 9-15。

当总风从 A 进入 M 室,使膜片右凸,即开通 M 室至大气通路,压力下降使膜片复位,又使 M 室压力升高,膜片再次右凸,形成连续的排大气—关闭—排大气的过程,使膜片反复不断地左右振动,使喇叭筒空腔产生共振而发出音响,随喇叭筒长度的增加,其音响频率下降。所以高音喇叭为短筒,低音喇叭为长筒。

为保证在 500~900kPa 压力范围内有良好的音响,需调节筒套 2 及套 4 以调整喇叭筒的长度,达到调节音响的目的。一经确认音响良好,应立即将锁紧螺母 3、5 紧固。

经测定, SS 型风喇叭其声压级与距离的关系曲线如图 9- 16 所示。目前虽尚无该项指标的考核标准, 但就国内同类机车风喇叭中比较, 该型风喇叭能在 300m 处尚有 85dB(A), 已属最佳值。

图 9- 15 SS 型风喇叭

1—喇叭筒; 2—筒套; 3、5—锁紧螺母; 4—套;  
6—膜片; 7—喇叭体; 8—盖板; 9—螺钉。

图 9- 16 SS 型风喇叭声压级与距离的关系曲线

## 2. 手压阀

手压阀在机车上仅做为风喇叭的控制装置。它由进、出风接头、阀体、弹簧、阀杆组成、支架、手柄、螺母、销、O 形圈等组成, 而阀杆组成是由橡胶密封垫、阀杆及垫套通过螺纹连接组成。手压阀的结构如图 9- 17 所示。

图 9- 17 手压阀构造

1—进风接头; 2—阀下压盖; 3—阀体; 4—弹簧; 5—阀杆组成; 6—支架; 7—螺母; 8—O 形圈;  
9—螺钉; 10—销; 11—手柄; 12—出风接头。

手压阀一般安装在司机台面板上,并通过阀体 3 上部螺纹与螺母 8 使之固定。在手柄 11 上不施加外力的条件下,螺杆组成 5 在下部的弹簧 4 作用下,关闭阀口。当手压手柄 11 时,手柄 11 绕销 10 转动,并给阀杆组成 5 一向下作用力,克服弹簧 4 的作用力,压阀杆组成 5 下移开放阀口,这时阀体 3 下部的进风接头 1 处的压缩空气将通过开放的阀口,经阀体 3 右侧的出风接头 12 输出,继而控制风喇叭的工作。

螺钉 9 一方面具有阀杆组成 5 上下移动的定位作用;另一方面与 O 形圈 8 一道产生密封作用,防止压缩空气从螺钉 9 处泄漏到大气。

### 3. 脚踏阀

脚踏阀在机车上是撒砂器、低音喇叭的控制装置。其结构与手压阀相似,许多部件通用。图 9-18 为脚踏阀的结构图。

图 9-18 脚踏阀构造

1—阀下压盖;2—阀体;3—弹簧;4—阀杆组成;6—支架;  
7—销轴;9—踏板;10—螺钉;11—螺母;12—O 形圈

脚踏阀一般通过其下部的阀下压盖 1 与安装板固定。在踏板 9 上不施加外力的条件下,阀杆组成 4 在弹簧 3 作用下,关闭阀口。当脚踏踏板 9 时,踏板 9 绕销轴 7 转动,并给阀杆组成 4 一向下作用力,克服弹簧 3 的作用力,压阀杆组成 4 下移开放阀口。经阀体 2 左下侧进风口进入阀杆组成 4 下部的压缩空气,通过开放的阀口,再经阀体 2 背面的出风口输出,继而控制低音喇叭或撒砂器的工作。

### 4. 脚踏开关

考虑到机车撒砂重联的方便,90 年代开始,设计的机车均采用脚踏开关替代脚踏阀控制撒砂及低音喇叭的工作。脚踏开关的结构如图 9-19 所示。

在脚踏开关的踏板 5 上不施加外力的条件下,踏板 5 在扭簧 4 作用下处于图示位置,踏板 5 仅与行程开关 7 拨臂接触。当脚踏踏板 5 时,踏板 5 克服扭簧 4 作用力,绕轴销 3 转动,压行程开关 7 拨臂转动,改变行程开关外接撒砂或低音喇叭控制电路。继而使撒砂电空阀或喇叭电

空阀得电。达到控制撒砂器或低音喇叭的目的。

图 9- 19 脚踏开关构造

1—安装板; 2—侧板; 3—轴销; 4—扭簧; 5—踏板; 6—挡销; 7—行程开关。

### 5. 手动喇叭控制阀

手动喇叭控制阀是一种柱塞阀,它主要由手把、连接板、柱塞、柱塞套、O形圈、弹簧、挡圈、定位套、挡板、阀体、销轴、圆柱销等组成,其结构见图 9- 20。

图 9- 20 手动喇叭控制阀构造

1—挡板; 2—弹簧; 3—定位套; 4—柱塞; 5—挡圈; 6—阀体; 7、8—O形圈; 9—柱塞套;  
10—连接板; 11—手把; 12—活动杆; 13—圆柱销; 14—销轴。

该阀通过阀体 6 上的四个安装螺孔安装在司机台面板下方,仅漏出手把 11 于台面上。

手把 11 与活动杆 12 通过螺纹连接成一体,推动手把 11 左右摆动,可带动活动杆 12 绕销轴 14 转动,继而通过连接板 10 带动柱塞 4 在柱塞套 9 内左右移动,通过柱塞 4 上的凹槽可改变气路的变化,一般情况下,在柱塞 4 尾部的弹簧作用下,柱塞 4 以及手把 11、活动杆 12、连接板 10 处于图示中间位置,O 形圈 8 遮断了任何通路。

柱塞套 9 通过挡板 1 与定位套 3 固定在阀体 6 内。柱塞套 9 中间凹槽为压缩空气输入口,左右两道凹槽为两个输出口。柱塞 4 在其内左右移动时,经柱塞 4 上的凹槽,可使输入口分别与左右输出口连通。达到一个阀分别控制两个风喇叭的目的。

# 第十章 空气管路系统的试验及其它

## 第一节 空气管路系统的试验

电力机车空气管路系统的试验一般分为单件试验、阶段试验和整机试验, 试验检查的内容主要为管路漏泄和技术性能的检测。

### 一、单件试验

空气管路系统的单件试验是指该系统中的主要部件根据图样、技术文件规定所进行的装车前的水压强度试验、漏泄检查和性能测试等。通过单件试验来检查装车前各主要部件的质量, 避免装车后的不必要返修, 保证阶段试验与整机试验的成功。

主要部件的单件试验一般都在专用试验装置上进行, 如空气压缩机应在压缩机试验台上检测排气量、油泵压力、振动、异音等; 各种软管应在软管水压试验装置上进行水压强度和漏泄检查; 各种压力表按规定时间在校表仪上进行校核; 而 DK-1 型机车电空制动机的主要部件应在专用 DK-1 型机车电空制动机试验台上进行单阀试验和综合试验。空气管路系统的主要部件在单件试验中检测不合格的部件严禁装车。

机车空气管路系统的单件试验内容和方法, 请读者参见本书第五章第二节以及有关产品图样和技术文件。

### 二、阶段试验

根据机车空气管路系统的组装顺序, 其阶段试验主要项目为: 空气管路柜(或称气阀柜)的漏泄和动作性能试验, 以及机车落车前的全车管路(除转向架管路外)与转向架管路的漏泄试验。

空气管路系统的阶段试验属于工艺性自检自测试验, 不作交车依据。对于阶段试验均以查找漏泄为主要内容, 试验内容与技术指标仍以整机试验内容和技术指标为依据。

由于机车空气管路系统的布管集中紧凑, 特别是底架管路在机车落车后难以找漏, 实行对机车空气管路系统的阶段试验, 就是为确保装车及阶段施工告一段落后的组装质量, 并为顺利进行整机试验创造条件。

#### (一) 空气管路柜试验

新造空气管路柜全部组装完毕后, 应在专用试验台上进行管路漏泄、技术性能以及绝缘强度的试验与检查。大修后的空气管路柜也可按此方法进行试验与检查。下面将韶山<sub>4</sub> 改型电力机车空气管路柜的试验介绍如下, 供参考。

##### 1. 试验前要求

(1) 空气管路柜(以下简称管路柜)上的主要部件经单件试验全部合格, 全部零部件安装完毕。布管、布线应符合原理图, 并且美观统一。对外钢管以及插座位置等接口尺寸符合图样要求。

(2) 管路柜的油漆应符合有关规定的要求, 各电器元件以及阀类部件按规定进行代码标记完毕。

(3) 确认地面空气压缩机工作正常, 试验台工作正常, 且调试完毕。

(4) 管路柜与试验台的电路、管路连接完毕, 不连接管处的管口根据试验情况堵塞。试验中允许调整各种缩堵及阀类部件。

(5) 试验时的列车管定压按 500kPa 进行。经试验检查合格的管路柜应最终满足装车后的整机试验要求。

## 2. 制动基本性能试验

首先按机车制动机操作方法规定的方法, 将管路柜调整到电空位状况。管路柜上的重联阀 93 应打向本机位, 空电联合转换开关 466 QS 打向 0 位。

完成以上准备后, 可开通试验台以及试验台与被试管路柜的电源、风源, 并调整管路柜上的均衡风缸调压阀 55 的输出压力为 500kPa。调整完毕后, 先操纵试验台上的电空制动控制器、空气制动阀(以下简称大闸、小闸), 对空气管路柜进行漏泄检查, 待空气管路柜上的各管接头以及各种阀座、阀体、塞门等处无非正常漏泄, 并且空气管路柜上的电路、风路工作正常后, 可进行以下各项试验与检查。

### (1) 缓解状态下各压力值检查

将大闸、小闸手把均置于运转位, 各压力值应符合以下要求:

总风缸压力为 750 ~ 900kPa; 列车管压力为 500kPa; 制动缸压力为零; 均衡风缸压力为 500kPa。

### (2) 紧急制动性能检查

将大闸手把从运转位移至紧急位, 列车管压力由 500kPa 降至零的时间不大于 2s; 制动缸压力由零升至 400kPa 的时间不大于 5s; 制动缸最高压力限制在  $(450 \pm 10)$  kPa, 且分配阀安全阀动作正常。

### (3) 紧急后的单缓性能检查

将小闸手把由运转位移至缓解位并下压手把, 制动缸压力应立即开始下降, 并能到零。待制动缸压力到零后, 再将小闸手把恢复到运转位, 制动缸压力不得回升。

### (4) 列车管充风性能检查

将大闸手把由紧急位移至运转位, 列车管压力由零升至 480kPa 的时间不大于 8s。

### (5) 列车管气密性以及均衡风缸与列车管漏泄量检查

将大闸手把由运转位移至中立位, 均衡风缸压力不应变化, 而列车管压力下降每分钟应不大于 8kPa(测定时间不少于 5min)。完毕后将手把移回运转位。

再将大闸手把由运转位移至制动位, 然后置于中立位, 使得列车管减压 40 ~ 60kPa 后保压, 均衡风缸漏泄量每分钟应不大于 2kPa(测定时间不少于 10min); 同时列车管漏泄量应每分钟不大于 10kPa。完毕后将手把移回运转位。

### (6) 阶段制动性能及最大减压量检查

将大闸手把由运转位移出, 并将手把在制动位与中立位间移动, 施行阶段制动, 当列车管减压量为 40 ~ 50kPa 时, 制动缸压力应为 90 ~ 130kPa; 列车管减压量为 100kPa 时, 制动缸压力应为 240 ~ 270kPa; 列车管减压量为 140kPa 时, 制动缸压力应为 340 ~ 380kPa。

再将大闸手把置于制动位, 列车管最大减压量为 190 ~ 240kPa。待压力稳定后, 制动缸压力变化每分钟不大于 10kPa。

### (7) 过充性能检查

将大闸手把由制动位移至过充位, 列车管压力应超过定压  $30 \sim 40\text{kPa}$ 。且制动缸压力不得缓解。

再将大闸手把由过充位移回运转位, 过充风缸压力应在  $120 \sim 180\text{s}$  内自动消除。且制动缸压力能缓解到零。

### (8) 常用全制动性能以及制动缸漏泄量检查

将大闸手把由运转位移至制动位, 均衡风缸减压  $140\text{kPa}$  的时间应为  $5 \sim 7\text{s}$ ; 制动缸压力由零升至  $340 \sim 380\text{kPa}$  的时间应为  $6 \sim 8\text{s}$ 。

再将分配阀供给塞门关闭, 这时制动缸漏泄量应不大于  $10\text{kPa}$ 。完毕后开通供给塞门。

### (9) 缓解性能检查

将大闸手把由制动位移回运转位, 均衡风缸与列车管压力应恢复定压, 制动缸压力由  $340 \sim 380\text{kPa}$  下降至  $40\text{kPa}$  的时间应不大于  $5\text{s}$ 。

### (10) 单独制动与单独缓解性能检查

将小闸手把在制动位与中立位间移动, 阶段制动作用应稳定; 将小闸手把在中立位与运转位间移动, 阶段缓解作用应稳定。

将小闸手把由运转位移至制动位, 制动缸压力由零升至  $280\text{kPa}$  的时间应不大于  $4\text{s}$ 。将小闸手把由制动位移至运转位, 制动缸压力由  $300\text{kPa}$  降至  $40\text{kPa}$  的时间不大于  $5\text{s}$ 。

### (11) 重联位性能检查

将大闸手把由运转位移至制动位, 待列车管减压后再将手把置于重联位, 均衡风缸、列车管及制动缸应能保压。

### (12) 检查按钮作用检查

按压试验台上的充气按钮, 均衡风缸、列车管压力应同时上升, 且电空屏上的均衡风缸止回阀 109 不得倒风, 当列车管压力升至超过定压  $100\text{kPa}$  时, 松开该按钮, 并立即改按试验台上的消除按钮, 均衡风缸、列车管压力应停止上升, 并均略有下降。试验中, 大、小闸均置运转位。

### (13) 电空联锁性能检查

将试验台上的电空联锁试验开关打向工作位置, 均衡风缸、列车管应减压  $(45 \pm 5)\text{kPa}$  后保压, 且制动缸升压, 延时  $20 \sim 28\text{s}$ , 均衡风缸、列车管应自动恢复定压, 闸缸压力自动缓解。试验中, 大、小闸均置运转位。

延时缓解后, 大闸减压时, 制动缸压力应自行缓解。

### (14) 断钩保护性能检查

按压试验台上的紧急制动按钮或开放试验台上的车长阀, 列车管压力应快速降至零, 并不得自动缓解; 且制动缸压力升至  $(450 \pm 10)\text{kPa}$ ; 导线 812 有电。试验中, 大、小闸手把均置运转位。

紧急制动解锁只能大闸手把由运转位移至重联或紧急位后, 再回运转位才能实现。

### (15) 紧急安定性能检查

将列车管定压调至  $600\text{kPa}$ , 并将电空制动屏上的客货转换阀打向“货车位”。然后大闸手把放制动位实施列车管最大减压, 减压中不得引起意外紧急制动。试验完毕后, 恢复列车管定压  $500\text{kPa}$ 。

### (16) 失电制动性能检查

切除试验台上供给机车制动机的电源(大、小闸均置运转位), 列车管应按常用减压速度减压, 且制动缸压力上升。试验完毕后, 恢复机车制动机的电源。

#### 4. 空电联合制动性能试验

在机车制动机基本性能试验完毕后,可进行空电联合制动性能试验。

试验中大、小闸一般置于运转位,空电屏上的空电联合制动转换开关 466 QS 分别置于“ ”、“ ”位。

##### (1) 闸缸自动缓解性能检查

将试验台上的闸缸缓解开关置于工作位置(即导线 445 与导线 845 连通)后,操纵大闸、小闸使制动缸升压,但制动缸压力应自动缓解。

##### (2) 空电联合制动锁定性能检查

扳动试验台上的主断开关处于“断位”(即导线 445 与导线 864 连通),空电屏上的锁定中间继电器 458 KA 得电并自锁,送出锁定线号(导线 831 有电),只有在主断开关处于“合位”后,并按动试验台上的空电恢复按钮(导线 445 与导线 843 断开),458 KA 解锁失电,且导线 831 失电。

该性能仅在空电转换开关 466 QS 处于“ ”位时才具备。

##### (3) 空电联合制动的制动减压性能检查

在扳动试验台上的列车制动开关置于工作位置(即导线 846 与导线 847 连通)的同时扳动制动减压开关到工作位置 1s 后再回切除位(即导线 847 与导线 848 连通和导线 849 与导线 850 断开约 1s),均衡风缸与列车管应自动减压约 45~65kPa。如再次扳动制动减压开关到工作位置再回切除位,均衡风缸与列车管应能自动追加减压。

在空电联合制动的自动减压后的列车管保压状态下,操纵大闸应能追加列车管减压。

##### (4) 空电联合制动的缓解性能检查

在空电联合制动的制动减压状态下,扳动列车制动开关置于切除位(导线 846 与导线 847 断开),均衡风缸与列车管应能恢复定压(仅在空电转换开关处于“ ”位时才具备)。

如果操纵大闸离开运转位,再放中立位,最后回运转位,均衡风缸与列车管也应能恢复定压。

##### (5) 其它性能检查

在空电联合制动转换开关置于“ ”、“ ”位,且大闸手把处于过充位、运转位、中立位、制动位时,空电屏应送出联合制动指令(导线 833 有电)。

在空电联合制动转换开关置于“ ”、“ ”位,原 DK-1 型机车电空制动机的电空联锁性能应自动切除,在空电联合制动转换开关置于“0”位时,自动恢复 DK-1 型机车电空制动机的电空联锁性能。

#### 5. 制动重联性能试验

在机车制动机基本性能试验完毕后,可进行机车制动机重联性能试验。

##### (1) 本务位性能检查

由于在机车制动机基本性能试验中,重联阀 93 转换手柄已打向“本机位”,故试验中,平均管压力应随制动缸压力变化。

##### (2) 补机位性能检查

将重联阀 93 转换手柄打向“补机位”,并将大闸手把置重联位,小闸手把置运转位。操纵试验台上另一重联小闸,给平均管充风或排风,制动缸压力应随平均管压力变化,且制动缸管与平均管压力应一致。

##### (3) 重联断钩保护性能检查

将空气管路柜的总风联管内风压排除,在上述的“本机位”、“补机位”的性能试验中,平均

管内应无压力空气流动。

#### 6. 无火回送性能试验

开通空气管路柜上的无火回送塞门 155, 并关闭空气管路柜上的中继阀列车管塞门 115, 给列车管按定压 500kPa 充风, 总风缸压力应为 320 ~ 360kPa。

#### 7. 控制系统管路试验

试验时, 应开通控制系统中除吹扫塞门外的各塞门, 调整两调压阀 51、52, 使其输出压力均为 500kPa。

##### (1) 动作性能试验

在总风以及空气管路柜上的控制风缸、辅助压缩机等风源作用下, 控制系统管路的动作, 压力空气流动方向均应符合机车控制系统管路原理。试验中, 各止回阀均不得倒风。

##### (2) 辅助压缩机工作能力检查

关闭空气管路柜上的控制风缸前膜板塞门 97, 并将空气管路柜上的辅助风缸内风压排尽, 按压空气管路柜上辅助压缩机按钮, 辅助压缩机组工作正常, 辅助风缸内风压由零升至 500kPa 的时间不大于 2min。

##### (3) 控制系统管路漏泄检查

在辅助压缩机工作能力检查完毕后, 停止辅助压缩机运转, 检查控制系统管路漏泄量应每分钟不大于 10kPa(利用空气管路柜上的辅助风缸压力表观察)。

##### (4) 控制风缸保压检查

将空气管路柜上的控制风缸内风压充至 900kPa, 然后关闭风缸前的膜板塞门, 控制风缸内压力空气漏泄量应每小时不超过 10kPa。

#### 8. 其它装置性能检查

(1) 操纵小闸, 使制动缸压力上升或下降, 制动风压继电器的动作压力值应为  $150 \pm 10$  kPa。

(2) 调整总风联管内压力空气的压力, 压力控制器的动作压力值应为  $(750 \pm 20)$  kPa(闭合)、 $(900 \pm 20)$  kPa(断开)。

(3) 给上压力传感器 24V 工作电源, 在机车制动机基本性能试验以及辅助压缩机工作能力检查中, 压力传感器输出并在试验台上的电测压力表上显示压力值应与对应的制动缸以及辅助风缸压力值基本一致。

#### 9. 空气管路柜总风漏泄检查

以上各项试验完毕后, 可进行空气管路柜的总风漏泄检查。

试验前将空气管路柜上的各处塞门、各阀置于运行状态。并将大闸、小闸置于运行位。

首先将总风压力升至 900kPa 后, 地面压缩机组停止工作, 待风压稳定后, 空气管路柜上的总风漏泄应每分钟不大于 10kPa(测试时间不少于 3min)。

#### 10. 绝缘强度检查

空气管路柜经以上各项试检检查全部合格后, 可进行电气绝缘强度检查。

试验前应拔出空气管路柜上的压力传感器插头, 并短接阻流板和电子时间继电器各接线柱。

##### (1) 对地绝缘电阻检查

使用 500V 摇表, 测量空气管路柜电气系统对地绝缘电阻应大于 0.8M $\Omega$ 。

##### (2) 对地耐压试验

按工频 1300V 对空气管路柜电气系统进行对地耐压试验, 试验电压施加时间为 1min, 试验中, 不得有击穿或闪络现象。

试验完工后, 而应再次进行对地绝缘电阻的测定, 了解受试电路的绝缘电阻降, 作为分析试验结果的参考。耐压试验后应拆除短接线。

## (二) 其它阶段试验

除空气管路柜试验外, 阶段试验还有全车管路、转向架管路漏泄试验, 还包括现已采用的司机室管路屏的漏泄试验。

### 1. 全车管路(除转向架管路)漏泄试验

在机车空气管路系统车体部分全部组装完毕后, 应进行漏泄试验。试验时, 将机车总风缸与地面 750 ~ 900kPa 试验风源连通, 操纵机车上的空气制动阀(空气位)的手把, 对各管道逐处进行漏泄检查, 试验中应将转向架管路接头处加管堵封闭。如有空气干燥器, 应将其连通进出风管的短接塞门开通。

试验前, 应检查部件安装是否牢固, 各紧固件、管卡、管接头是否松动等。

试验时, 应在司机室风表上确认管路存在风压的条件下, 才能对各管接头及各种阀座、阀体、塞门等处进行漏泄检查。

### 2. 转向架管路漏泄试验

在机车转向架管路组装完毕后, 应对转向架进行管路漏泄试验。

试验中, 重点检查制动缸管系的漏泄。试验时, 应将制动缸管与地面 500kPa 试验风源连通。最终确定制动缸管系中各接头、单元制动器处无外漏泄。

### 3. 司机室管路屏漏泄试验

如果机车采用了司机室管路屏, 应在该屏组装完毕后进行漏泄试验。

试验时, 应逐根将管系与地面试验风源连通, 分别进行管接头、各种阀体、各阀座的漏泄检查, 确保无漏泄, 试验风压为 750 ~ 900kPa。

## 三、整机试验

空气管路系统的整机试验是机车出厂试验的一个重要部分。机车落成后必须按机车出厂试验规则逐项进行试验, 而对于各种修程后的机车试验则应按相应修理规程要求进行试验。现将新造韶山<sub>4</sub> 改型电力机车空气管路系统整机试验(出厂试验)介绍如下(其它各型机车大同小异), 供参考。

### (一) 单节机车性能试验

单节机车试验前应关闭该节机车两端的列车管、总风联管折角塞门以及平均管塞门, 并将重联转换阀置于“本机位”。

#### 1. 压缩机生产能力测试

##### (1) 主压缩机

启动机车的主空气压缩机组, 总风缸压力由零升至 900kPa 的时间不大于 4min, 主压缩机油泵压力为 150 ~ 350kPa。

##### (2) 辅助压缩机

关闭控制系统总风塞门 140 以及控制风缸前膜板塞门 97, 并将主断路器内压缩空气排空。在蓄电池组电压不低于 80V 条件下, 启动辅助压缩机组, 辅助风缸压力由零升至 500kPa 的时间不大于 4min。

## 2. 空气干燥器测试

主压缩机组启动后,空气干燥器应处于干燥状态,总风缸压力应徐徐上升,空气干燥器消音器处不应有排气现象。当主压缩机组停止工作时,空气干燥器应立即转入再生状态,空气干燥器消音器处应先快速,然后缓慢的排出压缩空气。再生时间为 $(55 \pm 15)$ s,再生完毕后,空气干燥器消音器处应停止排气。

## 3. 气密性试验

### (1) 管路系统总泄漏

机车各阀以及各塞门处于运行状态,总风缸压力升至 $900\text{kPa}$ 时,停止主压缩机组工作,待风压稳定后,空气管路系统的总泄漏量(观察总风缸压力下降值)每分钟应不大于 $10\text{kPa}$ (测定时间不少于 $3\text{min}$ )。

### (2) 控制风缸泄漏

待控制风缸压力升至 $900\text{kPa}$ 时,关闭控制风缸前膜板塞门 97,控制风缸的泄漏量每 $10\text{min}$ 应不大于 $10\text{kPa}$ 。

### (3) 控制系统管路泄漏

在测定辅助压缩机生产能力后,升起受电弓,待辅助风缸压力稳定在 $500\text{kPa}$ 时,停止辅助压缩机组工作,控制系统管路泄漏量每分钟不大于 $20\text{kPa}$ (测定时间不少于 $3\text{min}$ )。

## 4. 辅助装置试验

(1) 高、低音喇叭在总风压力大于 $500\text{kPa}$ 时,音色正常。

(2) 刮雨器作用良好,摆动均匀,无卡滞、跳动现象。

(3) 撒砂器作用良好,方向正确。

(4) 轮喷装置作用良好,方向正确。

## 5. 制动机单机性能试验

详见第五章第三节“DK-1型机车电空制动机性能试验”。

列车管定压按 $500\text{kPa}$ 规定。

## 6. 其它装置试验

### (1) 压力控制器

总风缸压力升至 $(900 \pm 20)\text{kPa}$ 时,压力控制器应断开电路,使主压缩机组停止工作;待总风缸压力降至 $(750 \pm 20)\text{kPa}$ 时,压力控制器应闭合电路,使主压缩机组恢复运转。

### (2) 高压安全阀

按司机台强泵扳钮,待总风缸压力升至 $(950 \pm 20)\text{kPa}$ 时,高压安全阀应动作并连续排气。

### (3) 风压继电器

空气制动阀放制动位,当制动缸压力升至 $(150 \pm 20)\text{kPa}$ 时,制动风压继电器(516 KF)应动作,切断电阻制动励磁电路。

风压继电器(4 KF)的动作值为 $(450 \pm 20)\text{kPa}$ 。

### (4) 紧急制动按钮

电空制动控制器和空气制动阀均置运转位时,按下紧急制动按钮,主断路器应断开,同时电动放风阀动作,列车管压力速降至零,机车产生紧急制动,并不得自动缓解,制动缸压力应不低于 $340\text{kPa}$ 。

## (二) 双节机车重联性能试验

试验前将本务节机车重联转换阀置于本机位,重联节机车重联转换阀置于补机位,并将重

联节机车电空制动控制器手把置重联位或取出,空气制动阀手把置运转位或取出。同时开放两节机车间的列车管、总风联管折角塞门及平均管塞门。

多台机车重联性能试验与两节机车重联性能试验相同。

两节或多台机车制动机重联性能试验,详见第五章第三节“DK-1型机车电空制动机的试验”。

1. 重联节与重联机车主压缩机工作及总风缸压力检查:

(1)重联节与重联机车主压缩机组应与本务节机车主压缩机组运转状态相同。

(2)重联节与重联机车总风缸压力应与本务节机车总风缸压力一致。

2. 重联节与重联机车撒砂性能检查

重联节与重联机车的撒砂动作、时间以及撒砂方向应与本务节机车一致。

#### 四、有关部件的压力整定值

机车空气管路系统中有关部件的压力整定值如下:

(1)压力控制器或压力调节器——(750±20)kPa(闭合), (900±20)kPa(断开);

(2)主压缩机高压安全阀——(950±20)kPa;

(3)主压缩机油泵压力——(400~480)kPa(NPT 5型), 150~350kPa(VF-3/9型);

(4)均衡风缸调压阀——500kPa 或 600kPa;

(5)单独制动调压阀——300kPa(电空位), 500kPa 或 600kPa(空气位);

(6)控制管路调压阀——500kPa;

(7)受电弓调压阀(韶山<sub>1、3、5</sub>型无此调压阀)——500kPa 或 700kPa(根据不同受电弓要求而定);

(8)轮喷调压阀——根据不同轮喷装置要求而定;

(9)分配阀安全阀——(450±10)kPa(正常运用), 180~200kPa(无火回送);

(10)制动风压继电器——(150±20)kPa;

(11)主断风压继电器——(450±20)kPa;

(12)升弓风压继电器——(150±20)kPa。

## 第二节 常用名词术语

空气管路系统常用名词术语有其独特的内涵,应当引起特别注意,切不可望文生义,要把握住真正含义。

### 一、压力与压强

压力与压强理论上是两个不同定义的物理量。压力是力的概念,其单位为N;压强则是单位面积上受力大小的定义,其单位为Pa(N/m<sup>2</sup>)。而在空气管路系统中人们习惯将“压强”物理量称为“压力”,但其含义不变,只变名称,现约定俗成,如:列车管“压力”为500kPa。这里的“压力”实际是“压强”含义。

当离开了这局限的通用范围时,在实际计算及其它范围应用时,切不可将两者混用,否则将产生错误及令人不解。

## 二、绝对压力与表压力

绝对压力是指压缩空气的实际压力。若气体未压缩前,呈自由状态,其绝对压力即为大气压力,一般以 1atm 计量,换算成国际单位制为 101.33kPa,近似换算即为 100kPa。若处于绝对真空状态,则其绝对压力为零。

表压力是指压力表指示的压力值。由于一般压力表只指示高于大气压力数值(真空压力表则例外),所以绝对压力与表压力的差值即为大气压力值。

在利用气态方程计算时,其压力值应为绝对压力值。否则,将会引起计算上的错误。

## 三、公称直径 $D_g$

由于历史的原因,水煤气输送钢管的规格一直以英制计,由于其使用上的特殊性,其实际的内、外径不是一目了然的。所以习惯以公称直径  $D_g$  表征其规格。如  $D_g15$  或  $D_g1/2$  英寸,就不能简单地以 15 或  $1/2$  英寸算为其外径或内径,必须根据其标准规定的数值计算其外径及内径,决不可贸然计算。通过查表得  $D_g15$  管外径为 21.25mm,内径为 15.75mm。所以公称直径  $D_g$  只是冠以一个约定的直径规格,故谓之“公称”。

## 四、直通制动与自动制动

直通制动是指控制介质增压使制动缸增压,产生制动作用,反之减压则产生缓解作用。如目前单独制动阀的功能即为直通制动。

自动制动正好与直通制动相反,当控制介质减压时,制动缸增压产生制动作用,而增压时产生缓解作用。这一与直通制动实质性的变化,给制动机的发展奠定了基石。由此不再因车辆间的断钩引起减压而丧失制动力,相反,却能自动产生制动作用。如目前的自动制动阀就是自动制动。

## 五、列车管最小减压量与最大有效减压量

列车管最小减压量是指在该数值以下时,将可能使车辆制动缸不发生制动作用。因为要使车辆制动机产生制动作用必须要有一定的压差,其压差值是随不同制动机而有所不同。同时,列车管减压值在车列中不是完全一致的,随车列越长其尾部减压值要比头部小得多些,因此也就要求列车管减压量不能过低,避免后部车辆无制动作用,影响行车安全。考虑上述两个因素,一般情况下客运列车最小减压量为 40kPa,货运列车最小减压量则为 50kPa。按《机车操作规程》规定列车管初减压量为 50kPa。

最大有效减压量是指分配阀或三通阀在常用制动时,制动缸的压力在压力平衡过程中所能获得的最大值,此时列车管的减压量即为最大有效减压量。由于列车管的定压不同,其最大有效减压量也不同。当列车管压力为 500kPa 及 600kPa 时,则其最大有效减压量分别为 140kPa 及 170kPa。减压量超过最大有效减压量时即为过量减压,因损失压缩空气而未能使制动力增加,并将延长充气时间,带来不安全因素,一般情况下尽量避免。

## 六、制动机的稳定性、安定性与灵敏度

### (一) 稳定性

指列车管减压速率低于某一数值,制动机不应产生制动作用的性能。即要使制动机发生制动作用,除要有一定的减压量外,还需有一定的减压速率,两者缺一不可。其数值范围因各型制

动机而不同。我国则定为列车管减压速率或漏泄小于 40kPa/min 时, 制动机不应产生制动作用, 即为制动机的稳定性要求。

### (二) 安定性

指常用制动时不发生紧急制动作用的性能。即当列车减压速率在 10~40kPa/s 范围时, 制动机不应产生紧急制动作用, 即为制动机的安定性要求。

### (三) 灵敏度

指列车管减压速率达到一定数值范围时, 制动机必须产生制动作用的性能。即减压速率为 10~40kPa/s 时, 制动机应产生常用制动作用, 为常用制动灵敏度; 当列车管减压速率达到 70kPa/s 以上时制动机应产生紧急制动作用, 为紧急制动灵敏度。

上述三者之间互有联系, 在同一制动机上必须协调统一, 保证三者之间有明显的隔离区间, 否则将使制动机无法正常工作。同时各项指标的确定必须根据各国的具体情况来最后确认, 决非越低或越高为最好。列车管减压速率与上述的关系见图 10-1。UIC 规定稳定性指标为 30kPa/min。灵敏度指标为 60kPa/6s。

## 七、粘着、粘着力和粘着系数

车轮在钢轨上滚动的同时还伴随着微小的纵向和横向滑动。因此, 在铁路牵引和制动理论中, 在分析轮轨间纵向力问题时, 不用“静摩擦”这个名词, 而以“粘着”的概念来代替它。相应地, 轮轨间纵向水平作用力的最大值就叫做粘着力。而粘着力与轮轨间垂直载荷的比值就叫粘着系数, 一般用  $\mu$  表示粘着系数。

而影响粘着系数的因素很多, 随机性很大。主要有: 一是轮轨的表面状况; 二是运行速度。而前者又有诸多的因素影响。总之, 粘着系数分散性很大。许多国家均经过大量的试验最后确定相应的粘着系数(表 10-1)。

图 10-1 列车管减压速率关系图  
A—不发生制动作用区; B—常用制动作用区; C—紧急制动作用区;  
1—40kPa/min; 2—10kPa/s;  
3—40kPa/s; 4—70~80kPa/s。

表 10-1 粘着系数

工 况	粘 着 系 数 取 值	备 注
牵引	中国: 蒸汽机车: $= \frac{30}{100+v}$ 内燃机车: $= 0.25 + \frac{8}{100+20v}$ 电力机车: $= 0.24 + \frac{12}{100+8v}$ 前苏联: 蒸汽机车: $= \frac{20}{100+v}$	v 运行速度(下同)(km/h)

工 况	粘 着 系 数 取 值	备 注
制动	中国: $= 0.06 + \frac{7}{40 + v}^*$ 前苏联: $= 0.21 \cdot \frac{v + 200}{3v + 200} \cdot \frac{P + 100}{4P + 200}$ 西欧: $= 0.07 + \frac{7.7}{v + 46}$ 日本: $= \frac{0.2}{1 + 0.059v}$ 美国: 干燥钢轨: $= 0.134 \sim 0.375$ 潮湿钢轨: $= 0.11 \sim 0.24$	P —— 轴重(t) * —— 推荐公式

特别提到一点就是在牵引与制动的不同工况下,其粘着系数是不相等的。这可以从分析车轮沿钢轨滚动时钢轨的弹性变形和轮对受力图得出(见图 10- 2)。

图 10- 2 轮对在不同工况下的受力情况

(a) 牵引工况; (b) 制动工况。

$q_1$ —轮对重量;  $P$ —钢轨反作用于轮对的法向力;  $T$ —钢轨反作用于轮对的切向力;

$R_x$ —轴箱反作用于轮对的水平推力。

由图 10- 2 可列  $x$ 、 $y$  轴的力的平衡式,在牵引工况可得

$$x = T - R_x \cdot \cos \alpha - q_1 \cdot \sin \alpha = 0 \tag{10- 1}$$

$$y = P + R_x \cdot \sin \alpha - q_1 \cdot \cos \alpha = 0 \tag{10- 2}$$

在制动工况可得

$$x = T - R_x \cdot \cos \alpha + q_1 \cdot \sin \alpha = 0 \tag{10- 3}$$

$$y = P - R_x \cdot \sin \alpha - q_1 \cdot \cos \alpha = 0 \tag{10- 4}$$

当轮对刚要开始空转(牵引工况)或滑行(制动工况)的瞬间,  $T$  达最大值,即

$$T = P \cdot \mu \tag{10- 5}$$

式中  $\mu$  —— 轮轨粘着系数。

经过计算整理,得到动轮在牵引工况时的粘着系数为

$$f = \frac{T \cdot \cos}{q_1 - T \cdot \sin} \quad (10-6)$$

而动轮在制动工况时的粘着系数为:

$$b = \frac{T \cdot \cos}{q_1 + T \sin} \quad (10-7)$$

比较式(10-6)与(10-7)可知,由于钢轨的弹性变形,轮对的工况影响粘着系数,制动时的粘着系数比牵引时要小,即  $b < f$ 。前苏联选取粘着系数时,制动要比牵引时低 20% 左右。

## 八、空转与滑行

根据式(10-5),不论制动或牵引时,一旦  $T > P \cdot$  时,轮轨间不再能保持正常的状态,粘着状态被破坏。在牵引时,轮对发生空转;在制动时,轮对发生滑行。不论空转或滑行,都对机车的正常运行是非常有害的。应当采取措施阻止其产生。

当关系式  $T < P \cdot$  时,才能不产生空转或滑行。对于一定的机车车辆而言,其  $P$  是不变的。而  $\phi$  则是随时可变的,为避免空转或滑行,必须使  $\phi$  上升,采取的简易而有效措施就是撒砂;同时使  $T$  下降也会有利于克服空转或滑行。但在正常情况下,要充分发挥牵引力或制动力是我们的目的,即  $T$  要大。无端使  $T$  下降是我们所不希望的。只有当空转或滑行将要发生或发生的瞬间,采取降低牵引力或制动力,使  $T$  下降,以克服空转或滑行,才是我们采取的措施。

## 九、制动波速与缓解波速

### (一) 制动波速

当司机施行制动后,列车中制动机的制动作用不可能同时发生,而是一个依次发生的过程,是沿列车长度方向由前向后的传播过程,我们习惯上称之为“制动波”。其传播的速度称为“制动波速”。经试验,可由下式求得

$$z = \frac{L}{t_z} \text{ (m/s)} \quad (10-8)$$

式中  $L$ ——列车管长度(m);

$t_z$ ——制动作用传播时间。即自司机移动制动阀手柄至制动位起至列车最后一辆车制动缸开始升压时为止的时间(s)。

由式(10-8)可知,制动波速  $z$  与列车长度及制动机的作用性能有关。其中  $t_z$  也受  $L$  的影响。因此影响制动波速的关键是制动机的性能。不同制动机就有不同的制动波速。而由于制动方式不同,制动波速又分为常用制动波速及紧急制动波速。目前国内制动机的常用制动波速在 60~180m/s 范围,而紧急制动波速在 150~250m/s 之间。

### (二) 缓解波速

当司机移动手柄至运转位充气后,同样其充气缓解作用也是由前向后的传播过程,称之为“缓解波”,其传播的速度即为“缓解波速”。同样通过试验可得出与式(10-8)相似的公式

$$H = \frac{L}{t_H} \text{ (m/s)} \quad (10-9)$$

式中  $L$ ——列车管长度(m);

$t_H$ ——缓解作用时间。即自移动制动阀至运转位起至列车最后一辆车制动缸开始降压时为止的时间(s)。

由式(10-9)同样可知,缓解波速的关键在于制动机的性能。其影响因素还与总风缸压力

与容积有关。

### 十、二压力机构及三压力机构制动机

凡是用两种压力变化来控制三通阀或分配阀的主鞣鞣动作发生制动、保压和缓解作用的制动机,均称为二压力机构制动机。如三通阀中主鞣鞣两侧压力为列车管与副风缸;分配阀中的主阀鞣鞣的两侧压力分别为列车管和工作风缸。该种制动机只能具有直接缓解性能,不具备阶段缓解功能。因为当列车管一旦充气至高于副风缸或工作风缸一定压力时,就推动主鞣鞣至缓解充气位,直至完全缓解为止。

适应铁路运输发展的需要,制动机应具备阶段缓解性能与补风性能,为此在分配阀的主鞣鞣上除列车管与工作风缸参与作用外,另增加制动缸的压力也参与作用,故称为三压力机构的制动机。如国产的 JZ-7 型、美国的 26-L 型制动机均为三压力机构。该型制动机由于制动缸压力参与作用,所以具有阶段缓解性能。

有时为使二压力机构与三压力机构制动机混编的需要(因为前者缓解时间较后者为快),三压力机构制动机加装部分装置,即可实现二、三压力机构的转换,以满足不同制动机性能的要求,上述 JZ-7 型与 26-L 型制动机均属二、三压力可调式制动机。

各种机构的作用示意图分别见图 10- 3 ~ 图 10- 5。

图 10- 3 二压力机构分配阀作用示意图

1—列车管; 2—分配阀; 3—工作风缸; 4—副风缸; 5—中继阀; 6—制动缸; 7—主鞣鞣; 8—均衡鞣鞣; 9—均衡阀; 10—滑阀; 11—容积室; 12—止回阀。

### 十一、粘着制动与非粘着制动

列车制动问题的实质就是能量转换的方式问题。制动力的发挥是通过轮轨间的粘着实现时,即为粘着制动;反之若不通过轮轨间的粘着发挥制动力的称为非粘着制动。两者的具体分类见表 10- 2。

表 10- 2 粘着制动与非粘着制动分类表

制动类型	分 类		备 注
粘着制动	1. 摩擦制动	踏面制动	广泛应用
		盘形制动	
	2. 动力制动	电阻制动	在内、电机车上普遍采用
		再生制动	只能在电力机车上采用,但尚不普及
		加馈制动	
		液力制动 蒸汽机车逆汽制动 内燃机车压气制动 燃气轮机车涡流制动	各种类型机车的专用制动
3. 惯性制动	飞轮蓄能制动		
非粘着制动	4. 磁轨摩擦制动 5. 磁轨涡流制动 6. 风阻制动及喷气制动		在高速机车、动车上采用,目前尚不普及

图 10-4 三压力机构分配阀作用示意图

1—列车管; 2—分配阀; 3—副风缸; 4—工作风缸;  
5—大膜板; 6—小膜板; 7—缩孔; 8—制动缸。

图 10-5 二、三压力可调式分配阀作用示意图

1—列车管; 2—副风缸; 3—制动缸; 4—弹簧;  
5—小鞣鞣; 6—大鞣鞣; 7—定压风缸; 8—充气止回阀;  
9—转换塞门; 10—工作风缸; 11—止回阀; 12—滑阀;  
13—鞣鞣; 14—排风阀口; 15—进排风阀; 16—止回阀。

## 十二、制动机与制动装置

为了施行列车制动,在机车车辆上都装设有一套制动装置,我国目前使用最多最广泛的是闸瓦摩擦式制动装置,它由制动机和基础制动装置两部分组成。

制动装置中直接受司机操纵控制,并产生制动原力的部分,称为制动机;传递制动原力,将该力扩大并均匀分给各个闸瓦的装置称为基础制动装置。

制动机按其用途可分为机车制动机、客车制动机、货车制动机及高速列车制动机。按制动机的动力来源及操纵方法又可分为手制动机、蓄能制动机、电空制动机、真空制动机、空气制动机。

用压力空气作为动力并用空气压力的变化来操纵的制动机,叫空气制动机。如我国客车制动机、货车制动机、JZ-7 型机车制动机、EL-14 型机车制动机。

真空制动机用大气作为动力来源,用对空气抽空程度(真空度)的变化,来操纵制动机的制动与缓解。这种制动机,其压力理论上最高只能达到一个大气压,所以制动力受到限制。我国除一部分援外机车车辆安装这种制动机外,国内均不采用。

电空制动机仍用压力空气作为动力源,但它用电来操纵制动机的制动、保压与缓解等作用。其最大优点是全列车能迅速发生制动或缓解作用,列车前后的动作一致性比较好,因而制动距离短、列车纵向冲动小,它适用于高速列车。如 DK-1 型机车的电空制动机、准高速客车制动机。

用人力转动手轮或用杠杆拨动的方法使闸瓦压紧车轮踏面或压紧制动盘而达到制动目的装置,叫手制动机。我国机车车辆上,绝大部分装有手制动机。

蓄能制动机利用压力空气压缩弹簧,当压力空气排除后,压缩弹簧复位而使闸瓦压紧车轮踏面或压紧制动盘而达到制动目的。这种制动机开始在机车上取代手制动机。

### 第三节 空气管路的质量及管径选择

空气管路系统中对管路要求是严格的,因为管路的质量直接影响机车及制动机的性能,甚而危及行车的安全。同样对于管径的选择要慎重,对于重载长大列车尤为敏感。

## 一、管路的质量

### (一) 配管的质量要求

1. 对于所选用的管子,其内壁应光滑清洁、无砂、无锈蚀及氧化皮等缺陷。若达不到上述要求,则应对其内表面进行工艺处理以消除其缺陷。

2. 对于所选用的管子,当具有下列缺陷时,必须剔除:

- (1) 管子内、外表面已腐蚀或有显著变色者;
- (2) 管子伤口伤痕深度为管壁厚的 10% 以上者;
- (3) 管子表面凹入达管子直径的 20% 以上者。

3. 管子弯曲加工时,允许椭圆度为 10%,且不允许有下列缺陷:

- (1) 弯曲部分的内外侧有锯齿形;
- (2) 弯曲部分的内外侧形状不规则;
- (3) 弯曲部分的内侧有扭坏或压坏;
- (4) 弯曲部分的内侧波纹凹凸不平。

4. 最小弯曲半径的确定。由于空间布置的需要,应以弯曲半径小为好,但受管材的限制,管子弯曲半径的最小值的确定见下式

$$R_{\min} = 9.25D_1 \quad 0.2 - \frac{S}{D_1} \quad (10-10)$$

式中  $R_{\min}$  ——管子最小弯曲半径(至弯管的内侧)(mm);

$D_1$  ——管子外径(mm);

$S$  ——管子壁厚(mm)。

对于新造机车的管子弯制中,弯曲半径已确定为: 50mm (Dg8、Dg10)、65mm (Dg15)、75mm (Dg20)、100mm (Dg25)、125mm (Dg32)。

### (二) 管子装配的质量要求

1. 管子与管接头焊装时,管子必须插入管接头方可施焊。

2. 管子与管接头、配件的螺纹连接时,在保证施工质量前提下,采用密封填料(聚四氟乙烯生料带)仅是补救性措施,建设采用密封胶。一旦需用密封填料时,必须离管端大于 5mm 处开始顺时针方向缠绕。

3. 管子与橡胶密封管接头连接时,必须插入至管接头体的圆锥根部内 5mm 以上。

4. 铸造管件及钻孔管子应作如下处理:对于铸造管件必须将残留型砂清除,在管子钻孔处应随时去除毛刺,避免残留杂质在管路中。

5. 管子下料、成形、焊装至装配的全过程,必须保持其清洁度,并做到完成一道工序吹扫一次。在管路装配完后,待接敞口管子或配件的接管孔应选用塞子堵住,以免脏物侵入。

## 二、管径的选择

从经济及施工简便的要求考虑,当然管径越小越好,但实际上尚需考虑制动机及气动器械的管路流量及允许的压力损失、动作时间等,管径的合理选择是必不可少的。

### (一) 管路的流量

一般管路的流量是与管径及流动介质的速度有关。在机车空气管路中除遵循一般管路流量的原则外,通常均以定容积的风缸通过小孔径的通路实现压力的均衡或压缩空气的传递。根

据资料介绍,如图 10- 6 接管方式下测得的流量数据列于表 10- 3。

(二) 管路中的压力损失

由于压缩空气在管路中的流动,由摩擦而产生压力损失。鉴于国内尚缺少这方面的试验资料,现就国外的资料介绍如下:

根据 Darcy 公式

$$P = 0.28 \frac{fL}{D} \frac{W^2}{d^4} \times 10^{-6} \quad (\text{lb}/\text{in}^2) \quad (10- 11)$$

式中 P —— 压力降(lbf/ in<sup>2</sup>);

f —— 摩擦系数;

L/D —— 当量长度的阻力与管径的比;

W —— 流率(lb/ h);

—— 流体比容(ft<sup>3</sup>/ lb);

d —— 内径(in)。

图 10- 6 流量测试示意图

V—压力容器;P—压力;

d—排气管孔径。

表 10- 3 测试流量表

排气量 (m <sup>3</sup> /min)	管径(英寸)									
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	
进口压力(kPa)	0.397	0.794	1.588	3.175	6.35	9.525	12.7	19.05	25.4	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
100	0.0028	0.0119	0.046	0.186	0.708	1.70	2.92	6.28	11.95	
200	0.0040	0.0176	0.069	0.276	1.076	2.49	4.36	9.63	17.7	
300	0.0057	0.0226	0.092	0.366	1.445	3.31	5.83	12.93	23.5	
500	0.0085	0.034	0.137	0.548	2.180	4.96	8.72	19.68	35.1	
600	0.0099	0.039	0.159	0.636	2.55	5.77	10.22	23.10	40.9	
700	0.0113	0.044	0.183	0.724	2.92	6.54	11.63	26.50	46.7	
800	0.0127	0.050	0.204	0.812	3.31	7.36	13.02	29.65	52.5	
900	0.0141	0.056	0.228	0.900	3.68	8.21	14.50	33.0	58.3	

注:表中为流量系数 100%,若排风口为光滑圆形取 0.97,有毛刺则取 0.65。

代入相应的转换因数,式(8- 2)变为

$$P = \frac{KQ^2}{1000} \frac{14.7}{14.7+ P} \frac{460+t}{520} \quad (10- 12)$$

式中 K —— 管子、阀、接头的常数;

Q —— 流量(ft<sup>3</sup>/ min);

P —— 平均工作压力(lbf/ in<sup>2</sup>);

t —— 压缩空气温度( )。

由式(10- 12),对于 K = 1 的空气流量和压力降落间的关系见图 10- 7。表 10- 4 及表 10- 5 列出了不同管径及不同标准配件的 K 值。

表 10- 4 管长 100 英尺在 60 空气时的 K 值

管径(mm)	6	8	10	15	20	25	32	40	50
(Dg)									
K	2300	450	91	26.4	5.93	1.66	0.4	0.174	0.0467

为了对任意管路配件的 K 值的测定, 必须测量操作压力、通过该配件的压力降落、流量和空气温度。此法可在 2~3 次的不同流量、压力下测得, 以便互相校核。所有图表均是在 60 的空气下测得, 当在 t 时, 应乘以修正系数  $\frac{460+t}{520}$ 。

### (三) 空气充放时间

在制动机系统中许多性能都与充风、排风时间有关, 为此引入空气充放时间的概念。

表 10- 5 标准配件的 K 值( 60 )

配件型式	管 径 (Dg) (mm)								
	6	8	10	15	20	25	32	40	50
90 标准弯头	15.4	4.09	1.09	0.423	0.119	0.0432	0.014	0.0071	0.00219
90 通道弯头	25.8	6.80	1.91	0.686	0.196	0.0714	0.0232	0.0118	0.00406
90 长弯头	10.4	2.74	0.80	0.264	0.083	0.0282	0.0092	0.00468	0.00163
标准三通(直)	10.4	2.74	0.80	0.264	0.083	0.0282	0.0092	0.00468	0.00163
标准三通(旁)	31.0	8.14	2.37	0.818	0.243	0.0845	0.0276	0.0139	0.0049
球阀(全开)	175.3	46.4	12.7	4.75	1.36	0.482	0.156	0.0815	0.0275
闸阀(全开)	6.7	1.76	0.47	0.18	0.053	0.0183	0.006	0.00295	0.00107
角阀(全开)	74.8	19.8	5.46	1.80	0.593	0.199	0.068	0.0347	0.0121

#### 1. 向容器充风

充风示意图见 10- 8, 压力为  $P_H$  的空气源中的空气, 流入具有容积为 V 的容器时, 其压力—时间曲线如图 10- 9。

图 10- 8 充气示意图

图 10-9 中的 A 点为临界点, 假定在该点容器内的压力为  $P$ , 则  $P = 0.528P_H$ 。在 A 点之前, 通过图 10-8 中的小孔 C 的空气速度为音速, 所以流量曲线为直线段。超过该点后, 流经小孔的空气为亚音速, 使图 10-9 的流量曲线变成正弦曲线段。若气流始终以音速通过小孔 C 流入容积  $V$  的充气时间为  $T_n$ , 以它为基准, 则

$$T_0 = \frac{1}{P_H} \cdot T_n \quad (10-13)$$

$$T_1 = 0.528 T_n \quad (10-14)$$

$$T_2 = 0.757 T_n \quad (10-15)$$

式中  $T_n$ ——气动回路的时间常数(s);  
 $T_1$ ——对应于至临界点 A 的时间(s);  
 $T_2$ ——对应于自临界点 A 起至压力平衡的时间(s);  
 $T_0$ ——由真空充至大气压的时间(s)。

而 
$$T_n = 5.21 \frac{V}{S} \times 10^{-3} (s) \quad (10-16)$$

式中  $V$ ——容器的容积( $m^3$ );  
 $S$ ——小孔的有效截面( $mm^2$ )。

所以, 空气通过具有截面为  $S$  的小孔流入容积为  $V$  的容器所需时间  $t$  可用下式表示

$$t = 1.285 - \frac{1}{P_H} \times 5.21 \frac{V}{S} \times 10^{-3} (s) \quad (10-17)$$

式中  $P_H$ ——供给空气的绝对压力( $10^5 Pa$ )。

图 10-9 是表示被充容器内原有绝对压力为零的情况。当容器内的压力为大气压开始充气时, 则曲线从图中 O 点开始。若压力  $P_H$  较低时, 则充气是在临界条件以后的 O 点开始。因为曲线 ABC 为正弦曲线, 故充气所需时间可以求出。

## 2. 从容器排风

排风示意如图 10-10 所示, 从容积  $V$  的容器中放出压力为  $P$  的空气, 当容器中的压力在临界压力以上时, 流经小孔 C 的空气流速为音速。随着空气的流出, 因容器内压力降低而使流出的空气量逐渐减小, 其压力—时间曲线如图 10-11。从图中可以看出, 即使在临界条件以前也是按指数曲线变化的。若将空气排至绝对真空中, 则到达最后的时间变化为

$$t = \frac{2n}{n-1} \frac{P}{P_L}^{\frac{n-1}{2n}} - 1 T_n \quad (10-18)$$

式中  $T_n$ ——气动回路的时间常数(s);

$n$ —— $n = C_p / C_r = 1.41$ 。

因排入大气,则容器内的气压下降到临界点表压(约 92kPa)时,其流速即为亚音速。所以排风时间要比上式算出的时间长。

由充风压力为 500kPa(表压)的容器中把空气全部排出的时间为

$$t = 1.15T_n + 0.945T_n \times \frac{1.4}{n} \\ = 1.15 + 0.945 \times \frac{1.4}{1.41} \times 5.21 \frac{V}{S} \times 10^{-3} (\text{s}) \quad (10-19)$$

式中  $n$ ——多变指数。等温状态取  $n = 1.4$ ; 绝热状态  $n = 1$ ;

$V$ ——容器的容积( $\text{cm}^3$ );

$S$ ——小孔的有效截面积( $\text{mm}^2$ )。

#### (四) 管径的选择

空气管路系统中各管路管径的选择虽可以通过理论计算,但由于涉及管路附件的规格及管螺纹连接的现实性,其选择的管径不可能是任意规格的,只能在有限的几种管径规格内选用。因此从工程意义上来看,一般根据经验比照选用,最后经装车验证后确认是完全能满足系统性能的要求。

唯列车管管径的选择甚为关键,因为它是全列车的贯通管子,且传送压力空气的唯一通道。对于列车管径的选择是铁路运输发展中逐步认识的。

随列车长度的增加及可能采用阶段缓解分配阀,则将使列车尾部的车辆得不到可靠的缓解。这主要是与造成列车管前后端的大压力差的管内气体动力阻抗有关。若将列车管径由  $D_g 25\text{mm}$  改为  $D_g 32\text{mm}$ ,则缓解的可靠性大大增加。为此有试验资料(见图 10-12)证实:当列车管径改为  $D_g 32\text{mm}$  后,其尾部车辆的缓解有显著的改善。另一方面的优点是:当操纵尾车的车长阀施行紧急制动时,可以得到更可靠的制动作用。试验曲线见图 10-13。试验条件为 600m 长的列车,开放尾部车长阀 5~6min,而自动制动阀置运转位,顺列车管测其压力。由图

图 10-12 长 1000m 货列不同充气方式的缓解时间  
虚线—— $D_g = 25\text{mm}$  列车管 实线—— $D_g = 32\text{mm}$  列车管

- 1、4—自动制动阀放缓解位 15s 后回运转位充气;
- 2、5—自动制动阀放缓解位 25s 后回运转位充气;
- 3、6—自动制动阀放缓解位 35s 后回运转位充气。

图 10-13 开放尾部车长阀,列车管压力沿车长分布图  
虚线—— $D_g = 25\text{mm}$  列车管 实线—— $D_g = 32\text{mm}$  列车管

10- 13 可见, Dg32mm 列车管可以保证全列车发生制动, 而 Dg25mm 的列车管则因机车空压机尚能起补偿作用, 而只能保证部分制动(在有列车分离保护性能的机车牵引的列车除外)。同时, 管径大的列车管经过长期使用后, 管内腐蚀使内壁粗糙度增加, 对空气动力阻抗的影响较小。

因此, 对于适应于重载长大列车的机车, 其列车管径的最佳值应为 Dg32mm。

至于其它管路管径的选择, 根据经验比照选用, 具体选用见表 10- 6。

表 10- 6 韶山型电力机车管路管径选用表

车 型	管径(Dg mm)							
	列车管	压缩机出风管	总风管	制动缸管	撒砂管	作用管	均衡管	控制气路
韶山 <sub>1</sub>	25	25	25	20	10	8	8	8
韶山 <sub>3</sub>	25*	32	25	20	10	8	8	8
韶山 <sub>4</sub>	32	32	25	20	10	8	8	8

\* 从 0370 号机车起已改为 Dg32 管径

机车空气管路系统过去一直沿用英制普通水煤气钢管, 由于该种管子纵向焊缝在较小弯曲半径下弯制容易出现裂纹, 严重影响了机车管道的质量。近几年来, 新造机车上已全部采用公制无缝钢管取代水煤气管。国产电力机车空气管路用管子规格见附表 2。

## 第四节 管路附属装置

空气管路系统所采用的部件, 大部分为各系统专用部件和通用主要部件, 但还有部分管路附属装置: 如压力表、塞门、软管、管接头、止回阀、调压阀、分水滤气器等。管路附属装置性能的好坏均会直接影响机车空气管路系统的质量。调压阀及分水滤气器结构及作用原理见第二章内容。

### 一、压力表

空气管路系统系压力空气系统, 为确认各气路的压力状态及压力变化情况, 在操纵控制部位安装压力表是确保机车正常、可靠运行的必备设施。压力表种类规格随电子技术的不断发展相应增多, 但作为制动机的主要压力显示仪表仍习惯于选用弹簧管压力表。只在辅助显示压力的部位有安装电测压力表或其它类型压力表的。目前除韶山<sub>4</sub> 系列机车因双节联挂而需显示另一节车的制动缸压力, 以及韶山<sub>1</sub>、韶山<sub>3</sub>、韶山<sub>5</sub> 外的各型电力机车因司机室内操作辅助压缩机需显示辅助风缸压力, 选用电测压力表外, 其它均使用弹簧管型压力表。其最大优点是安全可靠, 使用寿命长, 调修简易直观及价格低廉等。

#### (一) 弹簧管压力表

##### 1. 工作原理

不论其直径规格、精度等级、安装方式或接管方式有异, 但基本结构仍毫无二样, 图 10-14 所示为单针弹簧压力表结构。

当弹簧弯管 8 充入压缩空气后, 它将随空气压力的大小而有不同程度的扩张, 随之带动连杆 3、杠杆 4 而使扇形齿轮 2 向逆时针方向转动, 与扇形齿轮 2 啮合的小齿轮 6 则随之顺时针方向转动, 指针 7 也作顺时针转动。在弹簧弯管 8 内压力与本身的弹力平衡时, 指针就在该处

平衡, 指针在表盘刻度上的指示值即为该管路的空气压力值(表压力)。

考虑到弹簧弯管的变形能力, 为使指示准确, 一般使用至压力上限的  $3/4$ 。

而双针压力表则是将两套独立的上述结构安装于同一表框内, 使一块表显示两种压力, 这大大有利于安装及仪表台的布置。双针压力表的表针一般分为红与黑。

压力表的照明已由外部照明改为表盘内部采用半导体平面发光, 其亮度柔和, 寿命长达  $10^4$ h, 其照明电源为 DC24V。

## 2. 压力表的选择、安装及使用

### (1) 选择

根据正常工作压力来选择压力表的量程。对于较平稳的压力变化, 常用工作点应是所选压力表的  $\frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$  量程左右; 如压力经常的剧烈波动, 常用工作点应是压力表的  $\frac{1}{2}$  量程左右; 同时应注意正常工作压力不应低于量程的  $\frac{1}{3}$ 。

根据所允许的最大测量误差来决定压力表的精度等级。选择过高在经济上不合算, 而选择过低又会影响测量的准确性, 故应作合理选择。

### (2) 安装及使用

测压点的位置应能反映被测压力的真实情况, 即测压应是静压力。取压点应有足够长的直管段, 避免在管路拐弯或交叉处取压。

气体压力测量的取压点应在管路上部, 以免冷凝水积存于表管中而引起测量的误差。对于压缩机排出的具有脉动特性的气流, 应尽量减少或消除其压力脉动幅度。

对于同一部分的不同压力表示值误差, 不能任意配伍。如机车上两端气表台的同一部分的不同压力表示值误差应按不大于  $20\text{kPa}$  进行匹配。

压力表系测量仪表, 在机车上主要作为制动机作用性能的显示, 更应定期校验。现规定机车用压力表为每三个月为鉴定周期。

## 3. 压力表的主要术语

### (1) 基本误差

以测量范围的百分数(%)表示, 其值即为精度等级。如精度等级为 2.5 级, 则允许基本误差即为  $\pm 2.5\%$ 。其值在测量范围内任何位置上均不能超过其基本误差。

### (2) 来回差

指针在升压与降压过程中, 同一压力值的示值差即为来回差, 其值不应超过允许基本误差的绝对值。

### (3) 零位偏差

当按正常工作位置安放且其弹簧管内没有外加负荷时, 有零位止销的表, 指针应靠在止销上, 且压住零位分度线。

### (4) 指针偏转的平稳性

在测量过程中, 仪表的指针不应有跳动和停滞现象。

### (5) 轻敲位移

图 10-14 弹簧管压力表

1—游丝弹簧; 2—扇形齿轮; 3—连杆;  
4—杠杆; 5—表框; 6—小齿轮;  
7—指针; 8—弹簧弯管。

在测量范围内任何位置上,用手指轻敲仪表外壳时,指针指示值的变动量不应超过允许基本误差绝对值的 50%

## (二)电测压力表

电测压力表根据压力传感器输出电信号的形式,可分为电流型电测压力表与电压型电测压力表。两种类型电测压力表只是附加电路有些少量区别,其作用原理基本相同,绝大部分部件通用。下面仅对 YS-P 型电测压力表(电压型)进行简单介绍。

YS-P 型电测压力表系由 YS 型双针电表衍变而来。YS 型双针电表为磁电系仪表,其测量机构的作用原理为:永久磁钢的恒定磁场与仪表动圈通过电流后所产生的磁场间相互作用力,而形成转矩使指针偏转。反作用力矩由仪表的游丝弹力所产生。两套测量机构完全独立,仅将其组合成一体,故称双针电表。

YS 型双针电表与 DY603 型电表结构原理基本相同,只是前者为双针结构,并对某些部件进行了改进。电表外壳采用优质压塑材料成形,变形小且具有良好的电气绝缘性能。磁钢采用高矫顽力的八类磁钢,磁能积大,稳定性好。测量机构加装防振装置,且采用高强度弹簧轴承,使仪表具有良好的抗振性。照明采用半导体平面发光,亮度柔和,寿命长达  $10^4$ h。

当电表内附加电路装置后,通过传感元件的信号转换即可测定温度或压力。YS-P 型即为配 CZY1 型压力传感器的双针电测压力表头。

### VS-P 型电测压力表主要技术参数

精度 .....	2.5 级
阻尼 .....	< 4s
防外磁场 .....	级
照明电源 .....	DC24V
耐机械力性能 .....	3g, 80 ~ 120Hz
使用环境 .....	- 20 ~ + 50 相对湿度 95%
外形尺寸 .....	(76× 145× 175) mm

## (三)压力传感器

压力传感器作为压力检测仪器,用于工业测量和自动检测系统,测量液体、气体或蒸汽的压力,并将被测压力转换成电压或电流信号输出,因此它可以与记录仪,显示仪表等联用组成自动检测、自动控制等工业自动化系统,并可直接与计算机系统联接。

下面分别对 CZY1 型压力传感器(电压输出)以及 DBY 型压力传感器(电流输入)简介如下。表 10- 7 为两种压力传感器的主要技术指标。

表 10- 7 压力传感器主要技术参数

型号	工作电压 (V)	工作温度 ( )	测量范围 (kPa)	额定输出	功耗电流	线性度误差 (% FS)	零位输出	抗震能力	类型
CZY1	24± 20%	- 20 ~ + 50	0 ~ 1000	2V	< 60	± 1	0 ± 20mV	3g	电压型
DBY	12 ~ 48	- 40 ~ 50	0 ~ 1000	10mA		± 1	0mA	5g	电流型

### 1. CZY1 型压力传感器

#### (1)工作原理

传感器采用直接固定平圆膜片作为弹性变形元件,在压力作用下膜片产生弹性变形,粘贴

在膜片一面的箔式组合电阻应变计(具有四个工作桥臂的全桥应变计)亦感受变形。在稳定桥压下,应变计由于电阻变化而发生的电压输出变化,线性地比例于施加压力值大小,经专门设计的电子线路将应变计的毫伏输出值放大为伏级输出值,以获得理想的效果。

该传感器原理线路方框图如图 10- 15。

## (2)使用与调试

该传感器是高精度测量一次仪表,为保证测量精度,要定期(约三个月)进行静态校准。校准用的压力计精度应高于传感器精度 2 倍以上。

在校准前必须将传感器通电预热 1h,再进行加卸载校准,校准点应不少于五个测量点。

传感器应严格按接线图接线,不可错接,严禁输入线与电源线短路。

传感器只有 110% 的过载能力,使用时,应注意不要超过量程。

传感器应垂直安装,应稳定牢固的安装在安装板上,不要利用下部的接头将传感器支撑在管道上。装卸时用工具操作。

电源接通后传感器随即工作,但稳定工作在 1h 后。

## 2. DBY 型压力传感器

### (1)工作原理

该传感器由三部分组成,即固态压阻压力传感器、信号处理电路及电源保护网络组成。

固态压阻压力传感器是利用单晶硅的压阻效应原理而制成的一种本安型压力测试装置。它以单晶硅为基础,按特定晶面根据不同的受力形式分别加工成杯、梁、柱、膜等形状,作为弹性应变体,并在其适当的位置,用集成电路工艺技术扩散四个等值应变电阻,组成惠斯顿电桥(图 10- 16)。当无压力作用时,电桥处于平衡状态,当受到压力作用时,一对桥臂电阻变大,另一对桥臂电阻变小,电阻失去平衡。在对电桥施加电源电流激励时,便可检测到对应于所加压力的电信号输出。从而达到测量压力大小的目的。

图 10- 15 CZY1 型压力传感器原理线路方框图

图 10- 16 电桥电路

由于固态压阻压力传感器的受感、敏感、检测三部分同由一个元件实现,无其它中间转换环节及机械可动部分,所以迟滞及重复性误差极小。同时,由于硅单晶体本身刚度大,变形很小,保证了良好的线性特性,再加上其很高的灵敏度因子,所以传感器的灵敏度很高。因此,固态压力传感器综合精度高,结构简单,无磨损、工作可靠、寿命长、功耗极小。

#### (2)使用与调试

该传感器是高精度测量一次仪表,为保证测量精度,要定期(约六个月)进行静态校准。校准用的压力计精度应高于传感器精度二倍以上。

在校准前必须将传感器通电预热 15min,再进行加卸载校准,校准点应不少于五个测量点。

传感器应严格按接线图接线,不可错接,该传感器与 CZY1 型的电接口完全相同,即 1 点为电源正极,2 点为输出正极,3 点为电源负极,4 点为输出负极。

传感器应垂直安装,应稳定牢固的安装在安装板上,不要利用下部的接头将传感器支撑在管道上。装卸时用工具操作。

电源接通后传感器随即工作,但稳定工作在 15min 后。

#### (四)韶山型电力机车压力表配置及规格

各型机车配置压力表视布置需要而略有不同,详见表 10- 8。

表 10- 8 韶山型电力机车压力表配置一览表

车 型	压 力 表 规 格											
	YC-100s 0~1600kPa 1.5级		YC-100s 0~1000kPa 1.5级		Y-100X 0~1000kPa 1.5级		Y-100X 0~1600kPa 1.5级		Y-60 0~1000kPa 2.5级		双针/电测压力表 0~1000kPa 2.5级	
	安装处所	数量	安装处所	数量	安装处所	数量	安装处所	数量	安装处所	数量	安装处所	数量
韶山 <sub>1</sub>	主控制台	× 2	主控制台	× 2	主控制台	× 2			空气 压缩机	× 2		
	空气 管路柜	1							空气管路 柜调压阀	2		
韶山 <sub>3</sub> 韶山 <sub>3B</sub>	主控制台	× 2	主控制台	× 2	主控制台	× 2	气阀柜	1	空气 压缩机	× 2		
					辅压机 组	1			调压阀	2		
韶山 <sub>4</sub> 韶山 <sub>4改</sub> 韶山 <sub>4B</sub>	主控制台	× 2	主控制台	× 2					空气 压缩机	× 2	副控制台	× 2
	空气 管路柜	× 2							空气管路 柜调压阀	2*		
韶山 <sub>6</sub> 韶山 <sub>6B</sub>	主控制台	× 2	主控制台	× 2	主控制台	× 2			空气 压缩机	× 2	副控制台	× 2
	空气 管路柜	1							空气管路 柜调压阀	2*		
韶山 <sub>5</sub> 韶山 <sub>8</sub>	主控制台	× 2	主控制台	× 2					空气 压缩机	× 2	副控制台	× 2
	空气 管路柜	1							空气管路 柜调压阀	2*		

\* 韶山<sub>4改</sub>、<sub>4B</sub>、<sub>6B</sub>、<sub>8</sub>型电力机车空气管路柜调压阀共配表三块。

说明: 1. 表中不包括轮喷调压阀配置的压力表;

2. 表中不包括韶山<sub>4</sub>系列机车主控制台配置的圆形电测压力表。

## 二、塞 门

空气管路系统为满足性能的要求,采用不同种类及规格的塞门,由于机车运用的特殊性,对于管路的工作状态(塞门的开闭状态)要一目了然,所以一直沿用手把回转结构的塞门,通过手把的位置醒目地显示管路的开通或截断。

塞门按其功能可分为截断、排水与折角等种类塞门。

塞门按其结构又可分为研磨型及球形两类塞门。

### (一) 截断塞门

主要用于管路的开、断,且规定其手把与管路方向一致为开通位,当手把与管路方向垂直时则为截断位(B型塞门则相反),而且手把转动有限位装置,只允许在90°范围内转动。传统的截断塞门结构见图10-17。

图 10- 17 传统的截断塞门结构图

1—芯;2—体;3—弹簧;4—弹簧盖;5—销;6—手把。

截断塞门关闭时的密封全靠芯1与体2的研磨密封状态,所以密封性不易保证,给检修工作带来困难。为克服该型塞门的缺陷,提高管路的密封性,国外早已采用球形结构塞门取代,目前电力机车已开始推广使用这种新结构的塞门。其结构如图8-18所示。

其密封主要由球9与橡胶件3组成密封副,球通过手把4的转动而旋转,形成开通或截断。因此能保证良好的密封性和手把转动的灵活性,且能减少维修工作量,一旦密封失效,则只须松开螺母13,将左、右阀体分开,更换橡胶件3即可。

### (二) 折角塞门

折角塞门只应用于机车前后两端作为机车间或与车辆间连接管路用。其一端与机车管路连接,另一端则与联接软管相接。其基本结构与截断塞门相同,只是阀体形状及手把转动方式不同,结构见图10-19。因该塞门装于车外,且是沟通列车管通路或连接重联机车的总风管路,其截断或开通状态不能随意改变,所以其手把的转动要比普通截断塞门复杂些,将手把1提起后方能转动。为保证开通正常,必须转动90°方能使手把1落入套口2空隙中。否则视其状态不正常,直观性强。同样,在球形截断塞门问世的同时,球形折角塞门也得到应用,从韶山<sub>6B、4改</sub>型电力机车起装车使用。

### (三) 排水塞门

排水塞门顾名思义是作为排水用,一般安装在各类风缸及贮风装置的底部,以排除压缩空

气析出的冷凝水,保持管路的清洁及压缩空气的质量。

惯用的排水塞门结构与截断塞门基本相同,只是手把的开通、截断与管路的方向正好与截断塞门相反,即手把与管路一致为截断,而手把与管路垂直则为开通。由于排水塞门只是在需要排水时才开通,一旦水排出后随即关闭,所以当气路处于运行工况时,排水塞门一般总处于截断位置。

图 10- 18 球形塞门结构图

1—左阀体; 2、7、11—O 形圈; 3—橡胶件; 4—手把; 5、13—螺母;  
6—弹性垫圈; 8—转芯; 9—球; 10—右阀体; 12—螺栓; 14—平垫圈。

图 10- 19 折角塞门结构图

1—手把; 2—套口; 3—芯; 4—体; 5—弹簧; 6—弹簧盖; 7—螺钉; 8—销子。

随着对管路密封性要求的提高及排水的必要性的认识,各国根据各自发展的条件和迫切性,有下列各类结构的排水阀取代原有的排水塞门:

### 1. 韶山型排水阀

国产韶山型电力机车全都装用该排水阀。其结构如图 10- 20。作为总风缸、油水分离器及控制风缸排水用。它由接头 1、气密垫 2、特殊螺母 3 及阀体 4 等组成。依靠特殊螺母 3 的松紧来控制其阀口的开闭。因采用橡胶密封,具有气密性好,维修工作量小的优点。

## 2. EW 型自动排水阀

该型自动排水阀安装在西德进口的 NY 型液力传动内燃机车上。其主要特点是当容器水分积聚到一定量后,靠压力平衡作用定时自动排水。其结构如图 10- 21 所示。

其作用原理为:当总风缸内有压缩空气时,压缩空气经导管 6 进入控制室 A,将鞣鞣 2 压下,排水阀 E 随之下落,进水阀 D 关闭,而排水阀 E 开放,就使总风缸积水经排水阀 E 排出。当鞣鞣杆 2 移到下部位置时,鞣鞣 2 上的横向小孔 a 下移至密封圈 3 下方,同时其密封圈 4 移至横向小孔 b 的下方。此时 A 室与 C 室相通,压缩空气经 A

b C,待 C 室的压力与 A 室的压力接近时,鞣鞣 2 上移,关闭排水阀 E,打开进水阀 D。关闭了 A 室与 C 室的通路,而 C 室则通过 a 孔与大气连通,使积在 C 室的压缩空气经 a 孔缓慢流出。当 A 室与 C 室重新形成压力差时,重又使鞣鞣杆 2 下移,以此完成排水阀 E 的关闭—开放的循环动作,使排水动作定时自动完成。

由于该阀依靠孔 b 与 a 来完成定时自动排水功能,并避免排水周期过短,所以 a 及 b 孔径较小,若压缩空气质量不稳定,则易使小孔 a、b 堵塞,无法使其定时自动排水性能发挥,丧失作用。故使用该阀的条件是必须确保压缩空气的稳定质量及定期对阀的拆检清洗,否则会弊多利少。

## 3. D-1 型自动排水阀

该型排水阀系与 26-L 型制动机配套部件。它的自动性与 EW 型排水阀不同,前者由电路控制电空阀的供、排气来实现自动排水,而后者则通过鞣鞣两侧的压力差而获得自动性。显然 D-1 型排水阀结构较复杂,但故障率要少。

图 10- 22 为该阀的结构图。其作用原理如下:

图 10- 21 EW 型自动排水阀

1—弹簧;2—鞣鞣杆;3—密封圈;4—密封圈;  
5—滤尘网;6—导管;A—控制室;B—集水室;  
C—控制室;D—进水阀;E—排水阀。

图 10- 20 SS 型排水阀

1—接头;2—气密垫;3—特殊螺母;  
4—阀体;5—紧定螺钉。

图 10- 22 D- 1 型自动排水阀

1—螺母;2—下盖;3—膜片;4、9、11—密封圈;5—弹簧;  
6—弹簧座;7—销;8—托板;10—阀杆;12—密封垫;13—球;  
14、17—阀座组成;18—加热管堵;19—阀体;  
19A—缩堵;C—控制孔。

当电空阀受电使控制孔 C 通入压缩空气,一路通入下盖 2,使膜片 3 上移,将阀杆 10 抬起,顶开球形止阀 13 使总风缸等积水经阀室及阀体 19 的横向通孔排入大气;另一路则经缩堵 19A 进入阀体内膜片上方,经一段时间后,膜片上下压力平衡,在弹簧 5 的作用下使膜片处于下部,阀杆 10 下落,球形止阀 13 重又回座将阀口关闭,排水过程结束。待控制孔 C 通大气时,膜板上下方均排空,为下一次排水作准备。采用此种控制方式可节约耗风量。因一般均在空压机运转时电空阀动作使控制孔 C 有压缩空气输入,采用此结构不管 C 孔的控制信号持续多久,一次排水的时间是固定的,只与缩堵 19A 之缩孔孔径有关。

### 三、软管装置

在机车与车辆间列车管及重联机车间的列车管、总风联管、平均管联管或车体与转向架间的制动缸和撒砂连管,由于连接的两部分有相对位移,采用刚性连管是不可能的,均采用柔性软管以满足相对移动的要求。软管的材质取决于管内介质的压力,而机车空气管路的最高额定气压为 900kPa,所以采用夹布橡胶软管已能满足,毋须采用其它耐高压的软管。

#### (一) 制动软管连接器

为操纵全列车的制动机及机车重联用,列车管或总风管的连接均须采用制动软管连接器。其构造如图 10- 23 所示(该图中长度尺寸为列车管用两总风管用长度为 835mm)。

图 10- 23 制动软管连接器

1—体;2—垫圈;3—铆钉;4—接头;5—软管卡;6—软管;7—螺栓;8—螺母。

制动软管连接器的连接原理:接头 4 拧入车体端部的折角塞门,然后通过两个相对的体 1 互相对接,连接处由垫圈 2 实现密封。所以对于垫圈 2 要随时检查,一旦发现其密封性不良应及时更换。

对于连接器组成后应进行下列试验:

1. 风压试验:应将该连接器浸入水槽中、通入 600kPa(总风管用,则应通入 900kPa)的压缩空气保持 5min,各处不得漏泄。

2. 水压试验:应将该连接器通入 1000kPa(总风管用,则应通入 1500kPa)水压,保持 2min,软管 6 的膨胀不得超过 8mm,并不得有显著的局部凸起或局部膨胀。

上述试验对于运用机车车辆的连接器,应每隔 3 个月进行一次,并按规定在软管中部涂打试验标记。而对于未投入运用或库存的连接器的试验应视存放条件,在每隔 6~12 个月间范围内选定进行。

由于软管 6 直接影响到列车运行的安全,所以由 GB7542—87《铁路机车车辆制动用橡胶软管》规定其结构、尺寸、技术要求、检验方法及规则等。其中软管的主要技术性能列于表 10- 9。

#### (二) 制动缸软管装置及撒砂软管装置

该两种软管装置与制动软管连接器不同,它仅属机车特有。一般装于车体与转向架管路连接处。分别通制动缸管及撒砂管(若砂箱在车体上,则撒砂管接在撒砂器输出端,其规格及结构将有所不同)。

表 10- 9 制动软管主要技术性能

顺号	主要性能		指标	顺号	主要性能		指标
1	900kPa 风压试验		不泄漏	6	拉伸强度(MPa)	内胶	10
2	1400kPa 水压试验	外径变化	6mm			7	拉断伸长率(%)
		长度变化	10mm	内胶	300		
		扭转变形	20mm	外胶	350		
3	工作压力(kPa)		900	8	老化性能(70 × 72h)	拉伸强度变化率(%)	+ 25 ~ - 25
4	爆破压力(kPa)		5400			拉断伸长率变化率(%)	+ 10 ~ - 30
5	粘着强度(kN/m)	外胶与布	1.5	9	耐寒系数(- 45 )	内胶	0.35
		内胶与布、布与布	2.0			外胶	0.40

主要由接头、软管及卡箍等三部分组成。软管组成后也必须经水压试验合格后方能装车,并应定期进行水压试验检查。

由于卡箍对软管的压紧力不均匀,影响了密封,现已推广使用扣压式结构。

#### 四、管 接 头

由于机车空气管路呈立体状布置在车体、转向架内外,规格多、形状复杂且受空间的限制,在管路连接上必须采用多规格、多类型的管接头,才能满足不同管路连接的需要。管接头使用量大,而且其性能的优劣直接与制动机性能及列车安全运行有关。所以在选择管接头时必须考虑:良好的密封性;施工工艺的合理性;维护检修的简易及多次使用能力;互换性及经济性。

但要完全满足上述各项是有困难的,因此必须根据国情及当时发展情况来选用。鉴于我国铁路系统尚无这方面配件的专业生产单位,所以在管接头的选择上,简统有一定的难度。

就电力机车使用的管接头历史来看,也曾经过多次的选择;除管接头的密封副形状不同外,在连接方式上也有螺纹及焊接连接两种方式。

1. 密封副形状主要由接头体 1 与球面活接头 2 组成(见图 10- 24)。

(b)

图 10- 24 球面活接头

(a)小球面接头;(b)大球面接头。

1—接头体;2—外套螺母;3—球面活接头。

比较图 10- 24 中的(a)与(b)两种接头,在密封性能上无多大差异,但由于接头球面伸入部分(b)型要比(a)型要少,这会大大有利于拆检。而当加工精度稍有差异时,小球面球头容易失去密封性。因此,韶山型电力机车管接头选用(b)型大球面接头。

2. 螺纹连接方式主要取决于螺纹的加工,理论上分析,螺纹连接比焊接连接要合理,但实际上却并非如此,由于螺纹加工带来的问题,不仅使管路的密封性无法保证,同时将使管路的组装难度增加。根据机车运行以及管路布置紧凑、难接近的特点,目前已全部采用焊接连接方式。

图 10- 24 所示只是管接头的一种型式。按功能可分:中间、支管、栽入、弯头、异径、穿墙等接头,自成一种系列。

随无缝钢管产量的日益增加,现已开始替代焊接钢管。由于冷拉无缝钢管外表面的良好状态及外径的精度,能满足采用外径密封的全新方法实现管路的连接。如 8K 型电力机车管路活接头就采用 O 形橡胶圈与管子外表面形成密封副,既不焊接又毋须套扣。密封效果良好。该型接头的结构示于图 10- 25。由于管子在接头处全靠垫圈 3、4 在外套螺母 1 的挤压橡胶密封圈 3 的变形来实现密封,若管子的振动或位移均会影响其密封效果。所以采用此型活接头连接的管子,必须在离接头不远处装设管卡,以使管子连接有良好的密封性。

91 年开始,研制完成了一系列橡胶密封式管接头,按品种可分:中间直通、穿墙直通、三通、直角、管锥直角、异径直通、管锥直通、管柱直通、插管直通、内丝直通等管接头。图 10- 26 为中间直通管接头的结构。该类型管接头从韶山<sub>6</sub>型电力机车首次采用后,已在韶山<sub>4改</sub>、韶山<sub>4B</sub>、韶山<sub>6B</sub>、韶山<sub>8</sub>等型电力机车上大量采用,逐步取代球面

图 10- 25 橡胶密封活接头

1—外套螺母;2—接头体;3—橡胶密封圈;4—平垫圈;5—弹性垫圈。

图 10- 26 橡胶密封式管接头(中间直通)

1—接头体;2—外套螺母;3—橡胶环;4—平垫圈;5—弹性环。

活接头。

当钢管插入管接头后,通过外套螺母 2 在接头体 1 上的顺时针转动,弹性环 5 由于外套螺母 2 的挤压,产生一个轴向力和一个径向力,其轴向力使弹性环 5 带动平垫圈 4 挤压橡胶环 3 填充接头体 3 与钢管的间隙,产生密封作用;径向力使带缺口的弹性环 5 收口,继而夹紧钢管,从而保证管接头不受管子振动或位移而影响密封效果。弹性环 5 不光可以夹紧钢管并挤压橡胶环,还可以产生温度补偿并强迫钢管自动对中的作用。

## 第五节 空气管路的布置

电力机车空气管路作为机车的独立系统,它的布置及对管道的要求、系统的试验等与机车其它系统应相互协调并统一,这样才能满足机车的整体布置及试验要求。

空气管路系统在电力机车上的要求远较其它类型机车多样化,除满足制动机性能外,必须考虑气动器械对压缩空气的特殊要求。其布置原则如下:

1. 满足机车整机性能的要求——由于各型电力机车选用不同要求的制动机及不同的总体技术性能要求。管路的布置随之相应变更或调整。如韶山<sub>4</sub>型系列电力机车增加了制动机与总风的重联装置,而韶山<sub>3</sub>型电力机车则增加制动电阻柜的车顶风动百叶窗。

2. 与机车其它系统的协调统一——空气管路系统的布置必须兼顾车体结构、布线方案等机车其它系统,在总体布置许可条件下择优布置。如韶山<sub>1</sub>、韶山<sub>3</sub>、早期韶山<sub>4</sub>型等电力机车均采用底架布管,这是由于走廊地板下布线所决定的,碍于管、线不能兼容于一处,才确定底架布管方案。而韶山<sub>4</sub>改进型、韶山<sub>6B</sub>型等电力机车均采用底架布管与车体预布管,这是由于走廊地板下只剩少量辅助电路布线,而大部分布线(控制电路布线)已移于侧构上方,走廊地板下已有布置管道的空间位置,故确定车体预布管与底架布管结合方案。

3. 选择最短布管路径——空气管路系统的管道布置纵横交叉有序,但必须在布置许可条件下选择最短路径(除压缩机冷却管外),以减少压力损失及保证性能。

4. 便于操作、检查及维修——空气管路系统中有不少塞门、压力调整装置及指示仪表需日常操作及监视,管道的联接及阀类部件也需定期检查漏泄及维修,这些均须在布置时认真予以考虑可接近性及方便省时。

5. 满足美观与简统要求——空气管路系统的布置除满足以上 4 项布置原则外,还应兼顾美观与简统化的要求。在布管过程中,应注意管道的平与直,配件与部件的外观设计也应注意美观。空气管路系统的简统化设计一直是设计工作中的重要原则,如按简统化设计的韶山<sub>4</sub>改进型电力机车上的空气管路柜及司机管路屏只需做极少的改变,就能适应其它型机车的要求,这样对它们的制造施工及维护保养、对它们的质量提高均有较大的方便。

电力机车空气管路的布置一般由底架管路、转向架管路、司机室管路、压缩机管路、控制管路、干燥器管路以及空气管路柜、机车预布管、总风缸安装、压缩机组组装等组成。就各型电力机车来看,不论是客运、货运或其它用途的机车,其空气管路系统的布置不会有很大的差异,只是有局部的增减或调整,以满足不同机车的总体布置以及不同的整体性能的要求。

为叙述的方便以及避免不必要的重复,本节将以韶山<sub>4</sub>改进型电力机车为主,对空气管路系统的布置内容进行叙述,重点介绍按简统化原则设计的空气管路柜、电空制动屏、司机室管路、司机管路屏以及总风缸安装、压缩机组等。

## 一、司机室管路与司机管路屏

司机室管路主要安装制动机的操纵部件(电空制动控制器与空气制动阀等),辅助管路系统的控制部件(喇叭控制阀及撒砂、喇叭脚踏开关等)与执行部件(刮雨器及风喇叭等),还有显示仪表——各种型号压力表、管道附件——分水滤气器、调压阀及各种塞门等。

制动机的操纵部件(电空制动控制器以及空气制动阀)均设置在司机台面的左侧,以适应我国铁路左侧行车的规定。总风与均衡风缸双针压力表、列车管与制动缸双针压力表、非操纵节机车制动缸电测压力表安装在司机台面的左前方,辅助风缸电测压力表则安装在司机台面的右前方,上述4块压力表可方便乘务员的观察监视。司机台面的左右两侧分别装有手动喇叭控制阀,正台阀供司机控制向前或向后高音喇叭,副台阀供副司机控制向前低音或高音喇叭。司机正台下面安装的喇叭、撒砂脚踏开关,分别控制喇叭电空阀(一个)、撒砂电空阀(二个并联),达到控制向前低音喇叭、撒砂器撒砂的目的。在司机正台前方还装设了检查折角塞门关闭的检查按钮,在副台前方还装设了辅助压缩机按钮(自复式)及紧急制动用的紧急按钮(自锁式)。

司机室车顶左右两侧装有三个风喇叭,左前为向前高音喇叭、右前为向前低音喇叭,左后为向后高音喇叭,分别受司机室内的手动喇叭控制阀及喇叭脚踏开关的控制。在司机室两块前窗玻璃上还分别装有双杆刮雨器(T-1或T-2型),通过其上的进气阀口的供风量的调整,可以启动或停止刮雨器的摆动,同时也能调节刮雨器雨刷的摆动速度。

电空制动控制器在此作为“大闸”使用,无管路相连,仅有一个20芯插座与外接电路相连,以控制电空制动屏上的相应电气部件,实现全列车的制动与缓解作用。空气制动阀除有3根管路通过司机管路屏与外相连外,尚有5根导线经一个10芯插头与外接电路连通,以实现电空转换操作及机车的单独缓解与保压。在司机室右侧窗下设置的手动放风阀(或称车长阀),通过Dg20钢管与车体预布管的列车管相连通,实现副司机在紧急情况下施行紧急制动的目的。

为简化美观管路,并方便制造施工,在司机室左边柜内设置了一个司机管路屏(如图10-27),它将司机室管路中的喇叭电空阀、撒砂电空阀(二个)、单独制动调压阀、分水滤气器以及塞门(五个)等部件通过两块阀座后集中安装在一个安装架上。司机管路屏底部的管座经铜管(总风管为Dg10的钢管)与车体预布管的作用管、均衡管、总风管、制动缸管、列车管连通,还有一根与底架管路的撒砂管相通。司机管路屏经铜管还为手动喇叭控制阀、刮雨器、风喇叭、空气制动阀、压力表提供不同的压缩空气。

因司机室管路与司机管路屏按简统化原则设计,并达到了简统化的要求,除在韶山<sub>4</sub>改进型电力机车上采用外,再进行极少量变更后,已在韶山<sub>4B</sub>型、韶山<sub>6B</sub>型、韶山<sub>8</sub>型电力机车上采用。极少量变更内容集中在双端操纵机车的司机室管路,如、端司机室内的电空制动控制器有、端区分,两端司机室内均不设置制动缸电测压力表,风压表的设置有两块与三块区别。

## 二、总风缸安装

国内外机车总风缸除个别车型外,每台(节)机车均设置不少于两个且容积相同的总风缸,总风缸几乎全设置于车体外部,这既利于压缩空气的冷却,又便于安装。如韶山<sub>1</sub>型、早期韶山<sub>4</sub>型电力机车两个总风缸纵向安装在车体下部的主变压器左右两侧;而韶山<sub>3</sub>型、韶山<sub>5</sub>型、韶山<sub>6</sub>型、韶山<sub>6B</sub>型、韶山<sub>8</sub>型电力机车两个总风缸均横向安装在车体下部的主变压器前后两侧。

总风缸的容积由压缩机供风能力及机车所牵引的列车长度、车辆制动机充风性能等因数

图 10- 27 司机管路屏

17 YV—喇叭电空阀; 241 YV、251 YV—撒砂电空阀; 53—单独制动调压阀;  
205—分水滤气器; 125、127、131、133、149—塞门(Dg10)。

确定。其容积选择过大,对制动装置的充风性能固然有利,但因体积增大,重量增加而难以布置;若容积选择过小,对布置有利,但势必延长制动装置的充风时间,对安全运行极为不利,故而合理选择其容积是极为重要的。根据选择与任务书要求,韶山<sub>4</sub>改进型电力机车的总风缸容积规定为1800L(即单节900L)。

在韶山<sub>4</sub>改进型电力机车的总体设计中,为方便机车蓄电池组的检修或更换,将蓄电池柜安装在车体下部的主变压器左右两侧。而主变压器前侧与第一转向架的间距过小,不可能安装总风缸。只有主变压器后侧的变压器风机与冷却器下方剩余一空间,可将两个总风缸上下重叠横向布置在此。

在总风缸结构设计中,首先选择了与大部分电力机车相同结构尺寸、相同容积的总风缸作为上部总风缸(即第二总风缸),该风缸容积为612L,内径为584mm,长度为2350mm。圆筒采用6mm钢板卷制而成,封头为碟形封头,采用8mm钢板热压成形。下部总风缸(即第一总风缸)为新设计结构,该总风缸容积为290L,内径为450mm,长度为1900mm。圆筒采用5mm钢板卷制而成,封头为椭圆形封头,采用6mm钢板热压成形,其结构尺寸符合JB1154《椭圆形封头型式与尺寸》的规定。

单节韶山<sub>4</sub>改进型电力机车两个总风缸总容积为902L,已满足要求。安装时总风缸安装座焊装在车体底架上,并通过连接座和卡箍将两个直径、长度各不相同的总风缸固定,总风缸安装如图10-28所示。这样总风缸安装后,即不影响上部总风缸的排水,又使得下部总风缸底部排水阀位置在机车全磨耗情况下,也高于机车排障器最低点,满足机车限界要求。

图 10- 28 韶山<sub>4</sub>改进型电力机车总风缸安装

1—毛毡; 2—卡箍; 3—下部总风缸; 4—连接座; 5—上部总风缸; 6—毛毡; 7—总风缸安装座; 8—紧固件。

总风缸系压力容器,制造时必须严格按照图纸及有关标准、规范进行,并进行仔细的焊接质量检查及水压试验,各项合格后方可装车使用。

在机车使用过程中,应定期开放总风缸下部的排水阀,排除总风缸内积水。

### 三、压缩机组

压缩机组是风源系统中生产主压缩空气的重要部件。图10-29为压缩机组的组装图,安装在端辅助室台架上。该压缩机组与早期韶山<sub>4</sub>型、韶山<sub>6</sub>型、韶山<sub>4B</sub>型电力机车上压缩机组

完全一致。

空气压缩机 2 与电动机 1 通过胎式联轴器 6 直接连接。共同安装在底架 8 上,底架 8 与底板 7 间装有橡胶减振垫 5,以缓和压缩机高速运转引起的振动。

图 10- 29 压缩机组

1—电动机;2—压缩机;3、4—调整垫;5—减振垫;6—胎式联轴器;7—底板;8—底架;9—接地片;10—油盘。

压缩机型号为 VF-3/9 型,配套的电动机为三相交流异步电动机 YYD-280S-6 型。电动机为电力机车通用压缩机电机,其主要技术指标见表 10- 10。

表 10- 10 YYD-280S-6 型异步电动机主要技术数据

电 压		容量 (kW)	电 流 (A)	转 速 (r/min)	功率因数 cos	效率 (%)	起动转矩 额定转矩	起动电流 额定电流
网压(kV)	端压(V)							
25	380	37	70	983	0.87	90	2.2	6.5
19	270	22	58	980	0.88	89	1.57	5.1
29	460	22	45	993	0.67	88	5.6	13.0

压缩机与电动机的组装质量直接影响其工作性能与使用寿命。由于采用胎式橡胶联轴器直接传动,在组装时必须保证:两联接轴心同心度不大于 1mm;两半联轴器之间的间隙为  $20 \pm 2$ mm,间隙差不大于 1mm。当底架与橡胶减振垫组装时,也应注意两者之间的间隙不大于 0.3mm。

#### 四、空气管路柜与电空制动屏

将制动机的所有部件(除司机室内的操作部件)及控制管路系统的附件等集中配置,可以简化管路,便于地面调试、方便检修。从韶山<sub>3</sub>型电力机车开始,实现了车内空气管路系统设备的集中布置,即将制动机的所有部件及其它管路附件集中组合成为空气管路柜(或称气阀柜)。

符合筒统化设计原则的韶山<sub>4</sub>改进型电力机车空气管路柜如图 10- 30 所示。韶山<sub>4B</sub>型、韶山<sub>6B</sub>型、韶山<sub>8</sub>型电力机车的空气管路柜与之基本相同。

空气管路柜内部结构紧凑,分四层布置。底层安装了控制风缸 3 及工作风缸 7,其前部则配接控制管路系统的二个止回阀 4、二个调压阀 5 及膜板塞门 6、吹扫塞门 8 等。下层中央安装了分配阀 9,左侧安装了紧急阀 11 及电动放风阀 12 与保护电空阀 10,而右侧上部则安装了重联阀 22。上层右侧为电空制动屏 13;右侧上方为联合电器屏 19,中间为压力传感器 18 及显示控制风缸与辅助风缸压力的双针压力表 16、辅助压缩机操作按钮 17;下方前侧为压力控制器 14、风压继电器 15,下方后侧则为均衡——过充风缸 23。顶层左侧为辅助风缸 21,右侧为辅助压缩机组 20。各种塞门及管路附件本着便于操作及检修原则穿插布置于屏柜内部。该管路柜的管路除下层前侧的控制管路系统的管路外,大部分布置在管路柜的后侧,而主要部件则安装在管路柜的前侧,这样即可满足美观要求,又可方便主要部件的拆装。

由此可见,空气管路柜集中布置安装了空气管路系统中除主压缩机组、DK-1 型机车电空制动机的操作部件外的大部分配件。该结构使组装、调试工艺简化,又便于检修及查找故障。

管路柜与车体预布管连接了总风管(Dg25)、平均管(Dg10)、列车管(Dg25)、均衡管(Dg8)、总风联管(Dg8)、闸缸管(Dg20)、作用管(Dg8),除总风管在底层前侧右边、其余均在底层后侧与车体预布管连通。管路柜与控制管路的连接均在管路柜的顶部,它们分别连通高压柜(Dg8)、主断路器(Dg8)、门联锁阀(Dg8)。

管路柜在电路上通过五个 20 芯插座与外电路相连,五个插座中,62XS、68XS、60XS 三插座布置在顶层的左侧,而 64XS、66XS 两插座布置在上层左侧上方的联合电器屏的左边。空气管路柜布线图(不含联合电器屏)如图 10- 31。

管路柜体由门、侧板及骨架组成,门与骨架连接的铰链分别焊装在门与骨架上。该柜体共有三扇门,每扇门设有上、下两块玻璃观察口。骨架与侧板用紧固件联结,在安装和拆修管路时,可拆除侧板。骨架由底架、下架、上架、顶架、安装架与大、小立柱组焊而成,骨架所用材料均为钢板压型件,该骨架宽度为 1200mm。

电空制动屏是 DK-1 型机车电空制动机的核心部件,它的主要作用是控制均衡风缸与列车管的充排气。电空制动屏作为一组件,整体安装在空气管路柜上,其布置如图 10- 32。

面板组成 1 由扁钢和压型角钢组成的骨架与面板组焊而成。1<sup>#</sup> 阀座 10、2<sup>#</sup> 阀座 8、3<sup>#</sup> 阀座 17、中继阀管座 12 通过紧固件与面板组成 1 联接,而四个 TFK<sub>1B</sub>电空阀 9、四个 TFK 电空阀 7、208 压力开关 15(经过渡座 16)、209 压力开关 18、双阀口式中继阀 13、遮断阀 14 则分别通过紧固件与之联接。电空制动屏上其它部件则通过紧固件直接安装在面板组成 1 上。

501 阻流板为 DK-1 型机车电空制动机控制电路中的五个压敏电阻、六个二极管的安装组合板。502 开关板上则布置安装了 DK-1 型机车电空制动机控制电路中的三个功能转换用钮子开关。

电空制动屏按屏前布线、屏后布管的原则,将电线与管道有效的隔离。电空制动屏在电路上通过一个 20 芯插座与外接电路连接,其布线如图 10- 33 所示。电空制动屏的屏后布管主要采用  $\times 1$ mm 的铜管,对外接管共六根,分别为总风管二根(Dg25 与 Dg8 管径各一根),列车管(Dg25 管径)、均衡风缸管(Dg8 管径)、作用管(Dg8 管径)、过充风缸管(Dg8 管径)各一根。

辅助压缩机组作为一组件,安装在空气管路柜的顶部,它的作用是为机车长期停放后,为升弓及合闸操作提供压缩空气,其组成如图 10- 34 所示。

图 10- 30 空气管路柜(一)

图 10- 30 空气管路柜(二)

1—管路柜体; 2—滤尘器; 3—控制风缸; 4—止回阀; 5—调压阀; 6—膜板塞门; 7—工作风缸; 8—吹扫塞门;  
9—分配阀; 10—保护电空阀; 11—紧急阀; 12—电动放风阀; 13—电空制动屏; 14—压力控制器; 15—风压继电器;  
16—双针压力表; 17—辅助压缩机按钮(自复式); 18—压力传感器; 19—联合电器屏; 20—辅助压缩机组;  
21—辅助风缸; 22—重联阀; 23—均衡- 过充风缸。





图 10- 34 辅助压缩机组

1—底板; 2—Z2-22 型直流电动机; 3—联轴器; 4—CA -10B 型压缩机; 5—加油管; 6—油堵。

图 10- 35 联合电器屏

1—安装板; 2—万能转换开关; 3—指示牌; 4—20 芯插座; 5—中间继电器。

## Z2-22 型空气压缩机主要技术参数

电压 .....	DC110V
电流 .....	13A
功率 .....	1.1kW
转速.....	1500r/min

联合电器屏作为一纯电器组件,安装在空气管路柜左上方的安装架上,由安装板及安装其上的中间继电器、功能转换开关、插座等组成,面板上的电器部件的型号规格及数量,一般由DK-1型机车电空制动机新增辅助性能所确定。图 10- 35 为韶山<sub>4</sub>改进型电力机车的联合电器屏。

## 附录一 常用资料

空气管路系统涉及的面较广,而有些方面则属于专用的,特别是制动机及管路的检修方面的资料是经常的及必不可少的。为此,特选编部分常用资料汇集,便于读者信手翻来,得心应手地使用。

### 附录 1 压力单位换算表

压力在不同的场合下使用,其单位的名称各不相同,为使读者明了各单位之间的相互关系,以便归算压力的法定计量单位帕(Pa)。附表 1 为压力单位换算关系。

附表 1 压力单位换算表

压力单位	帕 Pa(N/m <sup>2</sup> )	巴 bar(10N/cm <sup>2</sup> )	毫米水柱 (mmH <sub>2</sub> O)	毫米汞柱 (mmHg)	标准大气压 (atm)	工程大气压 (kgf/cm <sup>2</sup> )	磅力/英寸 <sup>2</sup> (lbf/in <sup>2</sup> )
Pa	1	1×10 <sup>-5</sup>	1.0197×10 <sup>-1</sup>	0.7501×10 <sup>-2</sup>	0.9869×10 <sup>-5</sup>	1.0197×10 <sup>-5</sup>	1.4504×10 <sup>-4</sup>
bar	1×10 <sup>5</sup>	1	1.0197×10 <sup>-4</sup>	0.7501×10 <sup>3</sup>	0.9869	1.0197	14.5044
mmH <sub>2</sub> O	9.8067	0.9807×10 <sup>-4</sup>	1	0.7356×10 <sup>-1</sup>	0.9678×10 <sup>-4</sup>	1×10 <sup>-4</sup>	1.4223×10 <sup>-3</sup>
mmHg	1.3332×10 <sup>2</sup>	1.3332×10 <sup>-3</sup>	13.5951	1	1.316×10 <sup>3</sup>	1.3595×10 <sup>-3</sup>	1.934×10 <sup>2</sup>
atm	1.0133×10 <sup>5</sup>	1.0133	1.0332×10 <sup>4</sup>	0.76×10 <sup>3</sup>	1	1.0332	14.696
kgf/cm <sup>2</sup>	0.9807×10 <sup>5</sup>	0.9807	1×10 <sup>4</sup>	0.7356×10 <sup>3</sup>	0.9678	1	14.224
lbf/in <sup>2</sup>	0.6895×10 <sup>4</sup>	0.6895×10 <sup>-1</sup>	0.7031×10 <sup>3</sup>	0.5172×10 <sup>-1</sup>	0.6805×10 <sup>-1</sup>	0.7031×10 <sup>-1</sup>	1

注:根据铁道部科技局科技标(1987)70号文件精神,对于机车车辆使用的压力表,明确规定:

以 kPa 为计量单位;

压力换算关系为 1kgf/cm<sup>2</sup>=100kPa。

### 附录 2 常用水、煤气管及对应无缝钢管规格表

水煤气输送钢管长期应用于机车车辆的空气管路系统,已形成相应的管路及其配件的系列。当采用无缝钢管时,不能随意选用,必须考虑其相关配件的选配,同时,在某些专用管路上尚要顾及其内径的尽量一致,以保证容积的相同,确保制动机的性能。现列出常用水、煤气管及对应无缝钢管规格于附表 2。

附表 2 常用水、煤气管及对应无缝钢管规格表

公称直径 Dg		外径 (mm)	壁厚(mm)		单位容积 (L/m)	单位重量 (kg/m)		对应采用无缝钢管(外径×壁厚)	备注
mm	英寸		普通管	加厚管		普通管	加厚管		
6	1/8	10	2.0	2.5	0.028	0.39	0.48	10×2	无缝钢管材质为 10 号钢或 20 号钢
8	1/4	13.5	2.25	2.75	0.064	0.62	0.73	13×2	
10	3/8	17	2.25	2.75	0.123	0.82	0.97	17×2	
15	1/2	21.25	2.75	3.25	0.195	1.25	1.44	21×2.5	
20	3/4	26.75	2.75	3.5	0.355	1.63	2.01	27×2.5	
25	1	33.5	3.25	4.0	0.573	2.42	2.91	34×8	
32	1 1/4	42.25	3.25	4.0	1.004	3.13	3.77	42×8	
40	1 1/2	48	3.5	4.25	1.32	3.84	4.58		
50	2	60	3.5	4.5	2.206	4.88	6.16		

### 附录 3 管柱螺纹与管锥螺纹 选配及适用范围表

管螺纹可分为圆柱管螺纹(简称管柱螺纹)、圆锥管螺纹(简称管锥螺纹)两种,其螺纹角均为 55°。管锥螺纹的锥角  $2t_g = 1/16$ ,其锥角  $= 1/27.24$ 。管螺纹的基本尺寸如附表 3 所示。

附表 3 管螺纹的基本尺寸

1 尺寸 代号	2 每 25.4mm 内的牙数 n	3 螺 距 P (mm)	4 牙 高 h (mm)	5 圆弧半径 r (mm)	6 基本直径			9 基准距离 (mm)	10 有效螺 纹长度 (mm)
					大 径	中 径	小 径		
					d= D (mm)	d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub> (mm)	d <sub>1</sub> = D <sub>1</sub> (mm)		
1/16	28	0.907	0.581	0.125	7.723	7.142	6.561	4.0	6.5
1/8	28	0.907	0.581	0.125	9.728	9.147	8.566	4.0	6.5
1/4	19	1.337	0.856	0.184	13.157	12.301	11.445	6.0	9.7
3/8	19	1.337	0.856	0.184	16.662	15.806	14.950	6.4	10.1
1/2	14	1.814	1.162	0.249	20.955	19.793	18.631	8.2	13.2
3/4	14	1.814	1.162	0.249	26.441	25.279	24.117	9.5	14.5
1	11	2.309	1.479	0.317	33.249	31.770	30.291	10.4	16.8
1	11	2.309	1.479	0.317	41.910	40.431	38.952	12.7	19.1
1	11	2.309	1.479	0.317	47.803	46.324	44.845	12.7	19.1

注:1. 管锥螺纹基本面上的基本直径与表中第 6、7、8 档完全相同;

2. 表中第 9、10 栏为管锥螺纹专用尺寸,其余各栏为两种管螺纹通用尺寸。

管柱螺纹的螺纹副本身不具有密封性能,适用于管接头、旋塞、阀门及其他附件的联结。若要求联结后具有密封性,可压紧被连接件螺纹副外的密封面,也可在密封面间添加密封物。管柱螺纹的标记由螺纹特征代号、尺寸代号和公差等级代号组成。特征代号用字母 G 表示;尺寸代号按附表 3 的第一栏标记;公差等级代号对外螺纹分 A、B 两级标记,一般采用 B 级,对内螺纹则不标记。如 1/2 螺纹的标记:内螺纹—G1/2, A 级外螺纹—G1/2A, B 级外螺纹—G1/2B。

管锥螺纹的螺纹副本身具有密封性能,适用于管子、管接头、旋塞、阀门和其他螺纹联结的附件的联结。必要时,允许在螺纹副内添加密封物,以保证联结的密封性。管锥螺纹的标记由螺纹特征代号和尺寸代号组成。字母 Rc 表示圆锥内螺纹,字母 R 表示圆锥外螺纹,尺寸代号按附表 3 的第一栏标注在螺纹特征代号之后。如 1/2 螺纹的标记:内螺纹—Rc1/2,外螺纹R1/2。

在管螺纹联结中,可以采用管锥内螺纹与管锥外螺纹、管柱内螺纹与管锥外螺纹以及管柱内、外螺纹的联结形式,其选配关系及适用范围见附表 4。

附表 4 管柱螺纹与管锥螺纹选配及适用范围表

应用范围	内 螺 纹	管 柱 螺 纹	管 锥 螺 纹
	外 螺 纹		
管柱螺纹		需用背帽或凸台,才能使螺纹密封性良好 能承受中压	不允许配合使用
管锥螺纹		可应用于压力为 900kPa 及以下的低温管 路中,能保证密封	通常在高温及高压下的管路连接,密封性 良好 能保证密封性,受加工精度影响较大

## 附录 4 常用标准汇总表

现将涉及空气管路系统的有关国标及部标列于附表 5, 供读者参阅。

附表 5 空气管路系统常用标准汇总表

顺号	标准号	标准名称	顺号	标准号	标准名称
1	GB146.1- 83	标准轨距铁路机车车辆限界	28	TB60- 89	制动软管连接器型式与尺寸
2	GB539- 83	耐油橡胶石棉板	29	TB61- 91	制动软管连接器技术条件
3	GB782- 79	固定的往复活塞式空气压缩机基本参数	30	TB/T 66- 95	机车车辆制动机弹簧技术条件
4	GB1047- 70	管子和管路附件的公称口径	31	TB85- 74	截断塞门
5	GB1048- 90	管子和管路附件的公称压力和试验压力	32	TB398- 62	模制橡胶产品尺寸公差
6	GB1226- 76	一般压力表	33	TB826- 91	锁紧螺母
7	GB1227- 76	精密压力表	34	TB844- 91	六角头螺堵
8	GB150- 89	钢制压力容器	35	TB1038- 74	总风缸铭牌
9	GB1239- 89	普通圆柱螺旋弹簧	36	TB1041- 74	滤尘止回阀
10	GB1527- 87	拉制铜管	37	TB1133- 74	折角塞门型式与尺寸
11	GB3317- 82	电力机车通用技术条件	38	TB1333- 87	机车电器基本技术条件
12	GB3318- 82	电力机车组装后的检查和试验规则	39	TB/T 1334- 93	直接作用模拟指示机车电测量仪表技术条件
13	GB3765- 83	卡套管接头技术条件	40	TB/T 1391- 93	机车司机控制器技术条件
14	GB3853- 83	一般用容积式空气压缩机性能试验	41	TB/T 1392- 93	机车电空阀技术条件
15	GB6731- 86	工业凡士林	42	TB1407- 82	列车牵引计算规程
16	GB7542- 87	铁路机车车辆制动用橡胶软管	43	TB1508- 93	机车电气屏柜技术条件
17	GB3452.1- 82	液压气动用 O 形橡胶密封圈尺寸系列及公差	44	TB/T 1510- 93	机车中间继电器技术条件
18	YB231- 70	无缝钢管	45	TB/T 1511- 93	机车压力继电器技术条件
19	YB234- 63	水、煤气输送钢管	46	TB1518- 84	704 型空压机调压器技术条件
20	GB196- 81	普通螺纹基本尺寸	47	TB1682- 85	机车电子式时间继电器技术条件
21	GB7307- 87	非螺纹密封的管螺纹	48	TB1737- 86	内燃、电力机车标记
22	GB7306- 87	用螺纹密封的管接头	49	TB1902- 87	铁道机车车辆用空气制动装置用铸铜配件通用技术条件
23	TB/T 2710- 96	内燃电力机车用往复活塞式空气压缩机技术条件	50	TB1903- 87	铁道机车车辆用空气制动装置用铸铁配件通用技术条件
24	TB/T 2590- 95	机车电动放风阀技术条件	51	TB2056- 89	电力机车制动机技术条件
25	TB1132- 84	内燃、电力机车的管路涂色	52	TB2058- 89	DK-1 型机车电空制动机单机性能试验技术条件
26	TB/T 304- 95	机车用总风缸技术条件	53	TB2057- 89	DK-1 型机车电空制动机在试验台上试验规范
27	TB23- 74	机车车辆用防尘堵及链型式与尺寸	54	TB/T 2711- 96	内燃、电力机车用往复活塞式空气压缩机试验方法

## 附录 5 DK-1 型机车电空 制动机主要配件表

鉴于 DK-1 型机车电空制动机系新型制动机, 为确保该型制动机的正常使用及维护, 特提供主要配件汇总表(见附表 6), 及主要橡胶件汇总表、弹簧及电气元件等汇总表(见附表 7~9)。所有汇总表均为双端操纵机车统计数量。

附表 6 DK-1 型机车制动机专用配件汇总表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
1	MSP118- 00- 00	紧急阀	1				眉山车辆厂
2	MSP119- 00- 00	109 分配阀	1				眉山车辆厂
3	MSP200- 00- 00	DK 型空气制动阀	2				眉山车辆厂
4	MSP213- 00- 00	转换阀	2				眉山车辆厂
5	TPJ91- 00- 00	中继阀	1				眉山车辆厂
6	KS13- 00- 00 KS22- 00- 00	电空制动控制器	2				株洲电力机车厂
7	JY11- 00- 00	压力开关(4.8)	1				株洲电力机车厂
8	JY13- 00- 00	压力开关(3)	1				株洲电力机车厂
9	JS3- 00- 00	电子时间继电器	1				株洲电力机车厂
10	FK- 00- 00	二位三通电空阀	4				株电厂机械厂
11	ZTL <sub>1</sub> - 100- 00C	电动放风阀	1				株电厂机械厂
12	QTY-15	调压阀	4				气动元件厂
13	QSL-15	分水滤气器	3				气动元件厂
14	TPJ72- 00- 00	重联阀	1				天津机车车辆机械厂

附表 7 DK-1 型机车制动机橡胶件汇总表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
1	MSP104- 10- 01	O 形圈 D20× 2.4	6	紧急阀	紧急鞣鞣杆	1	眉山车辆厂
				分配阀	均衡鞣鞣杆	2	眉山车辆厂
				转换阀	阀套	3	眉山车辆厂
2	MSP104- 10- 01	O 形圈 D25× 2.4	6	紧急阀	放风阀导向杆	1	眉山车辆厂
				分配阀	均衡阀杆	1	眉山车辆厂
				分配阀	增压阀杆	2	眉山车辆厂
				分配阀	主鞣鞣杆	1	眉山车辆厂
				空气制动阀	作用柱塞盖	1	眉山车辆厂

续上表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
3	MSP104- 10- 01	O 形圈 D35× 3.1	1	分配阀	均衡鞣鞣杆	1	眉山车辆厂
4	MSP104- 10- 01	O 形圈 D40× 3.1	2	分配阀	增压阀盖	1	眉山车辆厂
				分配阀	安全阀座	1	眉山车辆厂
5	MSP104- 10- 01	O 形圈 D45× 3.1	1	分配阀	均衡上盖	1	眉山车辆厂
6	MSP104- 10- 01	O 形圈 D75× 3.1	1	分配阀	主阀后盖	1	眉山车辆厂
7	MSP104- 10- 04	密封圈 16mm	9	分配阀	主阀各过孔	5	眉山车辆厂
					安全阀座	1	眉山车辆厂
				紧急阀	紧急阀各过孔	2	眉山车辆厂
					紧急鞣鞣杆顶部	1	眉山车辆厂
8	MSP118- 10- 03	O 形圈 D8× 1.75	1	紧急阀	传递杆	1	眉山车辆厂
9	MSP200- 00- 39	O 形圈 D12× 1.75	3	转换阀	二位阀柱塞	2	眉山车辆厂
				中继阀	过充鞣鞣杆	1	眉山车辆厂
10	MSP200- 00- 39	O 形圈 D50× 34	1	中继阀	遮断阀套	1	眉山车辆厂
11	MSP200- 00- 39	O 形圈 D14× 2.25	9	空气制动阀	转换柱塞	4	眉山车辆厂
					作用柱塞	4	眉山车辆厂
					放风柱塞盖 (老金属阀用)	1	眉山车辆厂
12	MSP200- 00- 39	O 形圈 D18× 2.25	1	中继阀	供给阀	1	眉山车辆厂
13	MSP200- 00- 39	O 形圈 D22× 2.25	12	空气制动阀	转换柱塞套	5	眉山车辆厂
					作用柱塞套	4	眉山车辆厂
					放风柱塞套 (新橡胶阀用二个)	3	眉山车辆厂
14	MSP200- 00- 39	O 形圈 D24× 2.25	4	中继阀	排风阀	1	眉山车辆厂
					过充盖	1	眉山车辆厂
					过充鞣鞣杆	1	眉山车辆厂
					遮断阀排风阀	1	眉山车辆厂
15	MSP200- 00- 39	O 形圈 D34× 3.4	1	中继阀	供给阀套	1	眉山车辆厂
16	MSP200- 00- 39	O 形圈 D36× 3.4	1	中继阀	遮断阀套	1	眉山车辆厂

续上表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
17	MSP200- 00- 39	O 形圈 D40× 3.4	1	中继阀	排风阀套	1	眉山车辆厂
18	TPJ80- 00- 58	胶垫 12	5	中继阀	中继阀各过孔	4	眉山车辆厂
				空气制动阀	放风阀(新胶阀)	1	眉山车辆厂
19	GB1235- 76	O 形圈 D28× 3.5	1	空气制动阀	新放风阀盖(新胶阀)	1	株洲电力机车厂
		O 形圈 D36× 3.5	1	压力开关 (3)	硬芯	1	株洲电力机车厂
20	GB1235- 76	O 形圈 D10× 1.9	2	压力开关 (4.8)	硬芯	1	株洲电力机车厂
	GB1235- 76			电动放风阀	阀体过孔	1	株洲电力机车厂
21	JY11- 00- 11	密封垫	2	压力开关 (3)	过孔	1	株洲电力机车厂
				压力开关 (4.8)	过孔	1	株洲电力机车厂
22	GB1235- 76	O 形圈 D18× 2.4	1	二位三通 电空阀	阀盖(二位三 通电空阀通用)	1	株电厂机械厂
23	GB1235- 76	O 形圈 D8× 1.9	1	二位三通 电空阀	上阀口密 封套(内)	1	株电厂机械厂
24	GB1235- 76	O 形圈 D16× 2.4	1	二位三通 电空阀	上阀口密 封套(外)	1	株电厂机械厂
25	GB1235- 76	O 形圈 D60× 3.1	1	电动放风阀	放风阀上盖	1	株电厂机械厂
26	GB1235- 76	O 形圈 D18× 2.4	2	二通电空阀	电空阀安装阀座	2	株电厂机械厂
27	GB1235- 76	O 形圈 D63× 3.1	1	分水滤气器	体	1	气动元件厂
28	GB1235- 76	O 形圈 D13× 1.9	1	分水滤气器	排水阀	1	气动元件厂
29	GB1235- 76	O 形圈 D12× 1.9	1	调压阀	进气阀	1	气动元件厂
30	GB1235- 76	O 形圈 D38× 3.1	1	调压阀	阀下盖	1	气动元件厂
31	MSP104- 20- 05	紧急鞣鞣膜板 D100	1	紧急阀	紧急鞣鞣	1	眉山车辆厂
32	MSP104- 10- 15	均衡鞣鞣膜板 D116	1	分配阀	均衡鞣鞣	1	眉山车辆厂
33	MSP104- 10- 15	主阀鞣鞣膜板 D126	1	分配阀	主阀鞣鞣	1	眉山车辆厂
34	TPJ81- 00- 06	中继阀膜板	1	中继阀	中继阀鞣鞣	1	眉山车辆厂
35	JY11- 00- 04	膜板	2	压力开关 (4.8)	硬芯	1	株洲电力机车厂
				压力开关 (3)	硬芯	1	株洲电力机车厂
36	ZTL1- 101- 06	橡皮膜	1	电动放风阀	放风阀鞣鞣	1	株电厂机械厂

续上表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
37	QTY- 15- 13	膜板	1	调压阀		1	气动元件厂
38	MSP104- 13- 00	夹心阀 38	1	紧急阀		1	眉山车辆厂
39	MSP104- 15- 00A	均衡阀 32	1	分配阀		1	眉山车辆厂
40	TPJ81- 04- 00	排风阀胶垫	2	中继阀	遮断阀	1	眉山车辆厂
					双阀口中继阀	1	眉山车辆厂
41	TPJ81- 03- 00	供给阀胶垫	1	中继阀	双阀口中继阀	1	眉山车辆厂
42	FK1B- 04- 00	阀门	3	二位三通 电空阀		1	株电厂机械厂
				二通电空阀		2	株电厂机械厂
43	FK- 01- 00	上阀门	1	二位三通 电空阀		1	株电厂机械厂
44	ZTL1- 101- 20	阀	1	电动放风阀		1	株电厂机械厂
45	QTY- 15- 17	进气阀	1	调压阀		1	气动元件厂
46	MSP104- 30- 03	紧急阀垫	1	紧急阀	紧急阀安装座	1	眉山车辆厂
47	MSP104- 30- 02	主阀垫	1	分配阀	分配阀安装座	1	眉山车辆厂
48	MSP200- 00- 19	座垫	1	空气制动阀	空气制动阀安装底座	1	眉山车辆厂
49	TPJ91- 00- 04	中继阀座垫	1	中继阀		1	眉山车辆厂
50	TPJ81- 00- 02	遮断阀座垫	1	中继阀		1	眉山车辆厂
51	TPJ81- 01- 06	盖胶垫	1	中继阀		1	眉山车辆厂
52	TXJ1 - 58 - 04 - 012	胶垫	3	电空制动屏	压力开关 208(4.8) 过渡安装座	1	株洲电力机车厂
					压力开关 209 (4.8)安装面	1	株洲电力机车厂
					压力开关 208 (3)安装面	1	株洲电力机车厂
53	FK- 00- 012	胶垫	1	二位三通 电空阀	电空阀安装座	1	株电厂机械厂

附表 8 DK-1 型机车电空制动机系统弹簧件汇总表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
1	MSP104- 10- 03	放风阀簧 1.8× 15.5× 48	1	紧急阀			眉山车辆厂
2	MSP104- 10- 03	稳定簧 2.5× 48.5× 50	1	紧急阀			眉山车辆厂
3	MSP104- 10- 03	均衡阀簧 1.5× 14× 40	1	分配阀			眉山车辆厂
4	MSP104- 10- 03	增压阀簧 2× 20× 53	1	分配阀			眉山车辆厂
5	MSP104- 10- 03	递动簧 1.5× 20× 34.5	1	分配阀			眉山车辆厂
6	MSP104- 10- 03	节制阀簧 0.8× 5× 14	1	分配阀			眉山车辆厂

续上表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
7	MSP104- 10- 18	滑阀弹簧	1	分配阀			眉山车辆厂
8	MSP200- 00- 38	手把簧 0.8× 8× 20	1	转换阀			眉山车辆厂
9	MSP200- 00- 38	阀弹簧 0.8× 6× 24.3	1	空气制动阀			眉山车辆厂
10	MSP200- 00- 38	柱塞簧 1.2× 8× 45	1	空气制动阀			眉山车辆厂
11	MSP200- 00- 38	手把防松簧 1.2× 7× 43	1	空气制动阀			眉山车辆厂
12	MSP200- 00- 38	后弹簧 1.0× 7.3× 30	1	空气制动阀			眉山车辆厂
13	TPJ81- 00- 03	遮断鞣鞣簧 2× 24× 63	1	中继阀			眉山车辆厂
14	TPJ81- 00- 03	遮断阀簧 1.4× 16× 38	1	中继阀			眉山车辆厂
15	TPJ81- 00- 03	排风阀簧 1.5× 16× 38	1	中继阀			眉山车辆厂
16	TPJ81- 00- 03	供给阀弹簧 1.0× 8× 29	1	中继阀			眉山车辆厂
17	ZTL1- 101- 03	弹簧 2.0× 26× 58	1	电动放风阀			株电厂机械厂
18	FK- 00- 08	恢复弹簧 0.8× 10.6× 25	1	二位三通 电空阀			株电厂机械厂
19	FK1B- 00- 08	恢复弹簧 0.6× 10.6× 25	1	二通电空阀			株电厂机械厂
20	QTY- 15- 07	一级弹簧	1	调压阀			气动元件厂
21	QTY- 15- 09	二级弹簧	1	调压阀			气动元件厂

附表 9 DK-1 型电空制动机系统电气元件汇总表

序号	图号或型号	名称及规格	数量	配属数量			备注
				所属配件	使用处所	数量	
1	LXW2-11	微动开关	4	紧急阀		1	北京第一机床电器厂
				空气制动阀		1	北京第一机床电器厂
				压力开关 (4.8)		1	北京第一机床电器厂
				压力开关(3)		1	北京第一机床电器厂
2	JWL1-11	微动开关	1	空气制动阀		1	无锡机床电器厂
3	JZ15-62Z/4	中间继电器	1	电空制动屏			天津第二继电器厂
4	JZ15-44Z/4	中间继电器	2	电空制动屏			天津第二继电器厂
5	2DP5H	二极管	5	阻流板			
6	MY31-240/1	压敏电阻	4	阻流板			武汉压敏电阻厂
7	JS3- 00- 00	时间继电器	1	电空制动屏			株洲电力机车厂

附表 10 韶山<sub>4</sub>改进型电力机车空气管路明细表

序号	代号	名称	型号及规格	数量
1	1AC	电空制动控制器	KS22-5/110	1
2	3	空气制动阀	MSP200-00-00	1
3	3SA(1)	空气制动阀空电转换微动开关	LXW2-11	1
4	3SA(2)	空气制动阀单独缓解微动开关	JWL1-11	1
5	6	控制辅助风缸双针压力表	YZS-102	1
6	9	总风均衡风缸双针压力表		1
7	11	列车管制动缸双针压力表		1
8	13	正台喇叭控制阀		1
9	15	副台喇叭控制阀		1
10	17YV	喇叭电空阀	TFK, 110V	1
11	21SP	双针电测压力表	YS-1	1
12	23	正台前窗刮雨器	双杆	1
13	25	副台前窗刮雨器	双杆	1
14	27	向前高音喇叭		1
15	29	向后高音喇叭		1
16	31	低音喇叭		1
17	33SA	喇叭脚踏开关		1
18	35SA	撒砂脚踏开关		1
19	37、38	门联锁阀		2
20	39EL	空电联合缓解指示灯		1
21	41SP	制动缸电测压力表		1
22	43	主压缩机	4VF-3/9	1
23	45	主压缩机高压安全阀		1
24	47	主压缩机止回阀	Dg32	1
25	49	机车空气干燥器	DJKG-A	1
26	49YV	干燥器再生电空阀	TFK 18, 110V	1
27	49AT	干燥器温控加热装置	GWG-	1
28	50	总风缸重联逆流止回阀	Dg32	1
29	51	控制管路调压阀	QTY-15	1
30	52	受电弓调压阀	QTY-15	1
31	53	单独制动调压阀	QTY-15	1
32	55	均衡风缸调压阀	QTY-15	1
33	56、57	过充—均衡双室风缸	9L、4L	1
34	59(1)、(2)	初制动、风缸		1
35	59、60	、端列车管折角塞门	Dg32(左)	2
36	61、62	、端制动软管连接器	TB60-89	2
37	63、64	、端总风联管折角塞门	Dg32(右)	2
38	65、66	、端总风软管连接器		2
39	67~74	撒砂器		8
40	75~78	撒砂连接软管		4
41	79、80	制动缸连接软管		2
42	81、83	端左、右制动平均管塞门	Dg15	2
43	82、84	端左、右制动平均管塞门	Dg15	2
44	85~88	平均软管连接器		4
45	91	第一总风缸	612L	1
46	92	第二总风缸	290L	1
47	93	重联转换阀	TPJ72-00-00	1
48	94	电动放风阀		1
49	94YV	紧急电空阀	TFK 1B, 110V	1

续上表

序号	代号	名称	型号及规格	数量
50	95	紧急放风阀	MSP118-00-00	1
51	95SA	紧急阀制动开关	LXW2-11	1
52	96	辅助压缩机	CA-10B	1
53	97	控制风缸膜板塞门	CB1-94	1
54	102	控制风缸	55L	1
55	99	工作风缸	11L	1
56	100	管路柜总风滤尘器	Dg25	1
57	101	109型分配阀	MSP119-00-00	1
58	104	中继阀	TPJ91-00-00	1
59	105	辅助风缸	13.5L	1
60	106	辅助风缸止回阀	Dg15	1
61	107	辅助压缩机止回阀	Dg15	1
62	108	控制管路止回阀	Dg15	1
63	109	均衡风缸止回阀	Dg15	1
64	103	无火滤尘止回阀		1
65	111	第一总风缸进气塞门	Dg32	1
66	112	第二总风缸隔离塞门	Dg32	1
67	113	第二总风缸出风塞门	Dg32	1
68	114	中继阀总风塞门	Dg25	1
69	115	中继阀列车管塞门	Dg25	1
70	116	紧急阀列车管塞门	Dg25	1
71	117	电动放风阀列车管塞门	Dg25	1
72	119	转向架制动缸塞门	Dg20	1
73	121	列一管手动放风阀	Dg20B	1
74	123	分配阀总风供给塞门	Dg20	1
75	125	刮雨器总风塞门	Dg10	1
76	127	空气制动阀总风塞门	Dg10	1
77	131、132	、端撒砂总风塞门	Dg10	2
78	133	喇叭电空阀总风塞门	Dg10	1
79	135	正台喇叭阀总风塞门	Dg10	1
80	137	副台喇叭阀总风塞门	Dg10	1
81	139	主压缩机压力控制器塞门	Dg10	1
82	140	控制管路总风供给塞门	Dg10	1
83	141、142	、号高压柜供风塞门	Dg10	2
84	143	受电弓供风塞门	Dg10	1
85	145	主断路器供风塞门	Dg10	1
86	146	机车吹扫供风塞门	Dg10	1
87	147	升弓风压继电器塞门	Dg10	1
88	149	司机室总风塞门	Dg10	1
89	153	电空转换阀	MSP213-00-00	1
90	154	客货转换阀	MSP213-00-00	1
91	155	无火塞门	Dg10	1
92	156	分配阀缓解塞门	Dg10	1
93	157	电空制动屏总风塞门	Dg10	1
94	158	电动放风阀总风塞门	Dg10	1
95	159	重联阀平均管塞门	Dg10	1
96	160	重联阀总风联管塞门	Dg10	1
97	163~166	总风缸排水阀	Dg1/2英寸	4
98	168	主断路器排水塞门	Dg10B	1

续上表

序号	代号	名称	型号及规格	数量
99	169	辅助风缸排水塞门	Dg1/4英寸	1
100	181~184	单元制动器(1转向架)	7英寸	4
101	191~194	单元制动器(2转向架)	7英寸	4
102	201BP	辅助风缸压力传感器	CZY1	1
103	202BP	制动缸压力传感器	CZY1	1
104	205	司机室分水滤尘器	QSL-15	1
105	207	主断路器分水滤气器	QSL-15	1
106	208	压力开关(300kPa)	JY13-00	1
107	208SA	压力开关微动开关	LXW-11	1
108	209	压力开关(490kPa)	JY11-00	1
109	209SA	压力开关微动开关	LXW-11	1
110	247YV	主压缩机启动电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	1
111	241YV、251YV	端撒砂电空阀	TFK, 110V	2
112	240YV 250YV	端撒砂电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	2
113	252YV	过充电空阀	TFK, 110V	1
114	253YV	中立电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	1
115	254YV	排1电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	1
116	255YV	检查电空阀	TFK, 110V	1
117	256YV	排2电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	1
118	257YV	制动电空阀	TFK <sub>1B</sub> , 110V	1
119	259YV	缓解电空阀	TFK, 110V	1
120	259YV	重联电空阀	TFK, 110V	1
121	260V~264V 270V	二极管	LDP5F	6
122	265RV ~269RV	压敏电阻	MY31-240/1	5
123	451KA	安全保护中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
124	452KA	电空联锁制动中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
125	453KA	电空联锁消除中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
126	454KT	电空联锁电子时间继电器	JS3-00-00(25s)	1
127	455KA	空电联合制动中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
128	456KA	空电联合减压中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
129	457KA	空电联合单缓中间继电器	JZ15-44Z, 110V	1
130	458KA	空电联合恢复中间继电器	JZ15-62Z, 110V	1
131	463QS	补风选择钮子开关	KN3-3	1
132	464QS	安全保护选择钮子开关	KN3-3	1
133	465QS	电空联锁选择钮子开关	KN3-3	1
134	466QS	空电联合选择转换开关	LW5-15D6081/4	1
135	481SB	检查充气按钮	LA19-11	1
136	483SB	检查消除按钮	LA19-11	1
137	485SB	空电恢复按钮	LA19-11	1
138	1AP	、端受电弓		
139	1YV	、端升弓电空阀		
140	4QF	空气断路器		
141	91KM	励磁接触器		
142	203KM	压缩机接触器		
143	287YV	门联锁保护电空阀		
144	515KF	升弓压力继电器(150kPa)		
145	516KF	压力继电器(150kPa)	TJY3B-1.5	

续上表

序号	代号	名称	型号及规格	数量
146	517KF	主压缩机压力控制器	YWK-50C型, 75~900kPa	
147	530KT	风速时间继电器		
148	540KA	自动撒砂中间继电器		
149	570QS	司机台电联锁开关		
150	615QA	电空制动单级自动开关		
151	675SB	电空制动电源转换开关		
152	107 QPF QP BW	两位置(前、后)辅助联锁		
153	108 QPF QP BW	两位置(前、后)辅助联锁		

- 说明: 1. 整个电路中, 电器部件均处于无电状态, 各开关处于正常使用位置;
2. 电空制动控制器 1AC 处于运转位;
3. 所有中间继电器及电空阀线圈都并有过电压吸收装置;
4. 线号 800~899 为电空制动专用线号, 其余为机车控制电路线号;
5. 为看图方便明细表中第 137 项后所列部件为主电路、辅助电路、控制电路中所属部件。

## 主要参考文献

- 1 . . . . . , 1981
- 2 [日]中岛弘行著. 王琦祥译. 气动机构及回路设计. 北京: 机械工业出版社, 1977 年
- 3 [苏] . . . . 卡洛瓦茨基著. 刘之彬等译. 自动制动机基本理论. 北京: 人民铁道出版社, 1959
- 4 智廉清, 吴培元, 林台平, 孙福祥合编. 近代铁道制动技术. 中国铁道出版社, 1983
- 5 张振鹏, 金竹, 饶忠编著. 列车制动计算. 北京: 中国铁道出版社, 1984
- 6 西南交通大学机械系主编. 制动. 北京: 中国铁道出版社, 1981 年
- 7 夏寅荪, 吴培元, 黄德山编著. 103 型及 104 型空气制动机. 北京: 中国铁道出版社, 1984
- 8 楼修力主编. 韶山<sub>1</sub>型电力机车. 北京: 中国铁道出版社, 1985
- 9 四方车辆研究所, 天津机车车辆机械工厂编. JZ-7 型空气制动机(修订本). 北京: 中国铁道出版社, 1984
- 10 陆缙华, 潘传熙, 肖九元. DK-1 型机车电空制动机. 株洲: 电力机车技术, 1982: 6
- 11 陆缙华. 电空制动浅谈. 机车电传动, 1976: 5
- 12 陆缙华. DK-1 型电空制动机的重联装置. 机车电传动, 1988: 5
- 13 陆缙华, 潘传熙编著. DK-1 型电空制动机及空气管路系统. 北京: 中国铁道出版社, 1992
- 14 刘豫湘. 韶山型电力机车控制系统管路故障处理. 电力机车技术, 1994: 2
- 15 刘豫湘, 刘芳. 韶山<sub>4</sub>改进型电力机车总风缸的设计与强度计算. 电力机车技术, 1994: 1