

# 东风<sub>4</sub>型内燃机车电力传动 200 题

(第二版)

吴维胜 吴维儒 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

本书以电力传动理论为基础,以电路分析为重点,以介绍常见故障的判断和处理方法为目的,努力保证内容的准确性和实用性。本书以 B 型机车为主,兼顾 A、C、D 型机车。通过本书,力求使机车乘务员快速、准确地判断故障,及时、有效地进行故障处理。

书后附有“C 型、D 型机车电路特点分析”和“运用中故障处理 20 招”。

本书可供东风<sub>4</sub> 型内燃机车乘务员、检修工人和工程技术人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

东风<sub>4</sub> 型内燃机车电力传动 200 题/吴维胜,吴维儒编著.  
2 版.- 北京:中国铁道出版社,1998.4  
ISBN 7-113-02890-X

.东... . 吴... 吴... .内燃机车,东风<sub>4</sub> 型-电  
力传动-传动系-问答 .U 262.33-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 10138 号

中国铁道出版社出版发行

(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

中国铁道出版社印刷厂印 各地新华书店经售

1998 年 月第 2 版 第 2 次印刷

开本:787x 1092 1/32 印张:6.125 字数: 千字

印数:1- 00000 定价:9.80 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。

## 再 版 前 言

针对我国东风<sub>4</sub>型内燃机车数量与日俱增和其电力传动系统不断改进的状况,为了适应运用的需要,我们在该书第一版内容的基础上,进行了修改和补充。

本书第一版于1992年出版后,我们又在教学工作、运用、检修工作中,结合电力传动系统的改进,对书中内容做了进一步研究和推敲。在修改过程中,对有关内容反复论证,对有关实际问题反复试验,并充实了一些实用知识,还对书中大部分插图做了重制。本书修改后,仍以B型机车的“DLJ6-05-00-000XLA”电路图为基础,兼顾A、C、D型机车的有关知识。书后还附有“C型、D型机车电路特点分析”和“运用中处理故障20招”。通过修改和充实,力求使该书内容更准确、更实用。

本书自第一版面世以来,得到很多同志的关心和支持,并提出了宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,书中错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者  
一九九七年八月

# 目 录

1. 内燃机车电力传动装置及其作用 .....	1
2. 东风 <sub>4</sub> 型内燃机车电力传动基本原理 .....	1
3. 牵引电动机工作原理 .....	2
4. 牵引电动机反电动势的产生及其影响 .....	3
5. 牵引电动机的电枢反应及其影响 .....	3
6. 牵引电动机励磁绕组的接线特点 .....	4
7. 牵引电动机的速度调节 .....	4
8. 牵引电动机的磁场削弱原理 .....	5
9. 什么叫磁场削弱系数? .....	6
10. 什么叫正向过渡和反向过渡? .....	6
11. 组合接触器的作用 .....	7
12. 过渡装置对组合接触器的控制作用 .....	7
13. 过渡开关 XKK 的控制原理及操作方法 .....	8
14. 全磁场时,同一转向架的三台牵引电动机电流过大的 原因及处理方法 .....	9
15. 全磁场时个别牵引电动机的电流表无显示的原因及处 理方法 .....	9
16. 不能进行磁场削弱的原因及处理方法 .....	10
17. 不能进行二级磁场削弱的原因及处理方法 .....	10
18. 二级磁场削弱时,个别牵引电动机的电流表显示过小的 原因及处理方法 .....	11
19. 牵引电动机电流分配的不均匀值是如何规定的? .....	11
20. 牵引电动机的环火及其危害 .....	12
21. 牵引电动机环火后如何处理? .....	12

22. 如何预防牵引电动机环火? .....	12
23. 为什么不能使用逆电制动? .....	12
24. 如何防止逆电? .....	13
25. 机车附挂运行时,为什么严禁电气动作试验? .....	13
26. 机车长途无动力回送时,为什么要拔掉牵引电动机电刷? ...	14
27. 空转保护电路原理 .....	14
28. 如何用故障开关判断和切除故障的牵引电动机? .....	15
29. 牵引整流柜和牵引电动机的冷却 .....	15
30. 硅整流装置 1ZL 的接线原理 .....	16
31. 硅整流装置 1ZL 整流前后电流、电压功率的变化 .....	16
32. 同步牵引发电机工作原理 .....	16
33. 同步牵引发电机的冷却 .....	17
34. 同步牵引发电机的电枢反应 .....	18
35. 感应子牵引励磁机工作原理 .....	18
36. 硅整流装置 1ZL 输出电流的测量原理 .....	19
37. 电流互感器的作用及接线原理 .....	19
38. 过流保护电路原理 .....	20
39. 过流继电器动作后如何处理? .....	20
40. 主电路的接地保护电路原理 .....	20
41. 主电路发生接地故障时如何处理? .....	22
42. 恒功率调节系统工作原理 .....	22
43. 柴油机恒功率与恒转速的关系 .....	23
44. 恒功率调节系统的调节原则 .....	23
45. 同步牵引发电机经硅整流装置的自然外特性 .....	24
46. 同步牵引发电机经硅整流装置的恒功率特性 .....	24
47. 机车启动时的恒功率调节过程 .....	25
48. 同步牵引发电机负载电流增加时的恒功率调节过程 .....	26
49. 同步牵引发电机负载电流减小时的恒功率调节过程 .....	26
50. 柴油机辅助载荷变化时的恒功率调节过程 .....	27
51. 过渡时的恒功率调节过程 .....	28

52. 柴油机调速时的功率调节过程 .....	28
53. 电阻 $R_{gt}$ 、 $R_{kf1}$ 、 $R_{kf2}$ 的作用 .....	29
54. 接地试灯电路的原理与作用 .....	31
55. 为什么柴油机启动后不应将接地试灯的插头插入插座? .....	32
56. 接地试灯电路故障时如何查找? .....	32
57. 接地试灯显示接地时如何处理? .....	33
58. 控制电路接地的危害 .....	34
59. 用接地试灯检查控制电路断路的原理 .....	35
60. 用接地试灯查找励磁电路断路的方法 .....	36
61. 用接地试灯检查励磁电路、主电路接地的原理 .....	37
62. 怎样用万能表查断路? .....	38
63. 蓄电池的作用 .....	38
64. 蓄电池的充放电过程 .....	39
65. 充电电阻 $R_c$ 的作用 .....	41
66. 逆流装置 $N_L$ 的作用 .....	41
67. 逆流装置 $N_L$ 故障时如何处理? .....	41
68. 使用蓄电池的注意事项 .....	42
69. 蓄电池充电电流偏大的原因及处理方法 .....	43
70. 怎样切除蓄电池的部分单节? .....	43
71. 运行中蓄电池放电的原因 .....	44
72. 蓄电池充、放电的电流值 .....	44
73. 分流器、倍率器的作用 .....	45
74. 信号灯电路的电源 .....	45
75. 闭合蓄电池开关 $XK$ , 无载信号灯 $7XD$ 不亮的原因及 处理方法 .....	46
76. 闭合蓄电池开关 $XK$ , 辅助发电电压表无显示的原因及 处理方法 .....	46
77. 闭合蓄电池开关 $XK$ , 辅助发电电压表显示值低于 $96V$ 的原因及处理方法 .....	47
78. 断开蓄电池开关 $XK$ 后, 无载信号灯 $7XD$ 微亮的	

原因及处理方法 .....	47
79. 电空阀工作原理 .....	48
80. 电空接触器工作原理 .....	49
81. 电磁接触器工作原理 .....	50
82. 接触器灭弧装置的灭弧原理 .....	51
83. 双线圈接触器的工作过程 .....	52
84. 中间继电器工作原理 .....	52
85. 启动接触器 QC 在电路中的控制作用 .....	53
86. 转轴联锁 ZLS 的原理与作用 .....	54
87. 启动接触器 QC 主触头粘连时的现象及危害 .....	54
88. 甩车前启动机油泵电机 QBD 的控制 .....	55
89. 甩车时启动发电机的控制 .....	56
90. 甩车前闭合 3K, QBD 不工作的原因及处理方法 .....	57
91. 甩车时, 按下启动按钮 1QA, 启动发电机不工作的原因 及处理方法 .....	58
92. 停止甩车时, 松开启动按钮 1QA, 柴油机仍转动的原因 及处理方法 .....	59
93. 燃油泵电机 1RBD、2RBD 的控制 .....	59
94. 燃油泵接触器 RBC 在电路中的控制作用 .....	60
95. 差示压力计 CS 的原理与作用 .....	61
96. 中间继电器 4ZJ 的作用 .....	62
97. 油压继电器 1YJ、2YJ 的作用 .....	62
98. 启机时, 启动机油泵电机 QBD 的控制 .....	63
99. 启机时, 启动发电机的控制电路 .....	64
100. 闭合燃油泵开关 4K, 燃油泵电机 1RBD、2RBD 不工作 的原因及处理方法 .....	65
101. 启机时, 按下启动按钮 1QA, 启动机油泵电机 QBD 不 工作的原因及处理方法 .....	66
102. 启机时, 按下启动按钮 1QA, 经延时后启动发电机不工 作的原因及处理方法 .....	67

103. 启机时,按下启动按钮 1QA,经延时后 15DZ 跳开的原因及处理方法 .....	68
104. 燃油压力正常时启动柴油机,曲轴转动而不发火的原因及处理方法 .....	68
105. 启机时,机油压力正常,松开按钮 1QA,柴油机停机的原因及处理方法 .....	68
106. 蓄电池严重亏电时如何启动柴油机? .....	69
107. 过压保护电路原理 .....	69
108. 强迫辅助发电励磁接触器 FLC 动作的危害 .....	70
109. 辅助发电励磁接触器 FLC 在电路中的控制作用 .....	71
110. 固定发电接触器 GFC 在电路中的控制作用 .....	71
111. 启动发电机发电时的控制原理 .....	72
112. 启机后闭合 5K、10K,充、放电电流表显示放电,空压机不能工作的原因及处理方法 .....	74
113. 启机后闭合 5K、10K,充、放电电流表显示放电,空压机能工作的原因及处理方法 .....	74
114. 辅助发电电压表显示 $110 \pm 2V$ 时,自动转为固定发电的原因及处理方法 .....	75
115. 辅助发电电压表显示 125V 以上,不自动转为固定发电的原因及处理方法 .....	76
116. 空压机电机 1YD、2YD 的控制原理 .....	76
117. 空压机接触器 YC 在电路中的控制作用 .....	78
118. 空压机接触器 YRC 在电路中的控制作用 .....	79
119. 空压机电机的降压启动 .....	79
120. 闭合空压机开关 10K,空压机不工作的原因及处理方法 .....	80
121. 空压机启动结束时柴油机停机的原因及处理方法 .....	81
122. 空压机启动后信号灯 6XD 不灭的原因及处理方法 .....	82
123. 4RD、5RD 的熔片熔断的原因及更换方法 .....	83
124. 电空接触器 1~6C 的控制作用 .....	83
125. 励磁机励磁接触器 LLC 的控制作用 .....	84



126. 同步牵引发电机励磁接触器 LC 的控制作用 .....	85
127. 司机控制器工作原理 .....	85
128. 主手柄在不同位置时的控制作用 .....	86
129. 换向手柄在不同位置时的控制作用 .....	87
130. 转换开关工作原理 .....	88
131. 工况转换开关的控制作用 .....	89
132. 方向转换开关的控制作用 .....	91
133. 走车电路的通、断电顺序 .....	91
134. 主手柄提至“1”位,无电压、无电流时如何判断? .....	93
135. 主手柄提至“1”位,“无载”信号灯 7XD 不灭,无电压、无电 流时如何判断? .....	94
136. 主手柄提至“1”位,LC 不动作的原因及处理方法 .....	95
137. 主手柄提至“1”位,1~6C 个别不动作、LC 不动作的 原因及处理方法 .....	95
138. 主手柄提至“1”位,1~6C、LC 不动作的原因及处理方法 .....	96
139. 主手柄提至“1”位,换向正常,LLC、1~6C、LC 均不动 作的原因及处理方法 .....	97
140. 机车不能换向的原因及处理方法 .....	98
141. 测速发电机 CF 的励磁电路断路造成无电压、无电流 如何处理? .....	99
142. 励磁机励磁电路故障造成无电压、无电流的原因及处 理方法 .....	100
143. 同步牵引发电机的励磁电路断路造成无电压、无电流 的原因及处理方法 .....	101
144. 切除测速发电机 CF 后,维持运行的方法 .....	102
145. 故障开关 GK 的作用 .....	103
146. 自动停车装置对走车电路的控制 .....	104
147. 故障励磁电路 .....	104
148. 电阻 $R_{1f}$ 在电路中的作用 .....	109
149. 中间继电器 1ZJ 的作用 .....	109

150.平隐起动电路 .....	110
151.防止高位起车电路 .....	110
152.主手柄从“1”位提至“1”位以上时,柴油机卸载的原因及处理方法 .....	111
153.油量开关 UK 的作用 .....	112
154.油量开关 UK 故障的后果及处理方法 .....	112
155.UK 动作时,柴油机卸载的原因及处理方法 .....	113
156.中间继电器 3ZJ 的作用.....	113
157.油压继电器 3YJ、4YJ 的作用 .....	114
158.水温继电器 WJ 的原理和作用 .....	114
159.中间继电器 2ZJ 的作用.....	115
160.柴油机调速电路 .....	115
161.柴油机只能降速不能升速的原因及处理方法 .....	117
162.柴油机不能升速不能降速的原因及处理方法 .....	118
163.操纵端 1K、2K 故障时如何操纵? .....	119
164.自动开关的作用及跳开后的处理方法 .....	120
165.机车牵引运行时功率过低的原因及处理方法 .....	120
166.机车功率忽高忽低的原因及处理方法 .....	121
167.柴油机有飞车迹象时如何处理? .....	122
168.柴油机有飞车迹象时,为什么不能减载或卸载? .....	122
169.柴油机突然停机的原因及处理方法 .....	123
170.时间继电器的作用 .....	124
171.分立元件时间继电器的工作原理 .....	125
172.时基电路时间继电器的工作原理 .....	126
173.T 674 型电压调整器的工作原理 .....	126
174.8Q <sub>6</sub> 型电压调整器的工作原理 .....	128
175.T 663 型过渡装置的工作原理 .....	129
176.13Q <sub>3</sub> 型过渡装置的工作原理 .....	131
177.T 682 型步进电机驱动器的工作原理 .....	131
178.14Q <sub>2</sub> 型步进电机驱动器的工作原理 .....	135

179. 步进电动机的工作原理 .....	138
180. 电阻制动原理 .....	140
181. 制动接触器 ZC 的控制作用 .....	140
182. 电阻制动的控制原理 .....	141
183. 电阻制动装置的组成及其作用 .....	142
184. 电阻制动工况, 励磁机的励磁电路 .....	143
185. 电阻制动时, 制动力与机车速度的关系 .....	143
186. 电阻制动的“0”位保护 .....	144
187. 电阻制动的过流保护 .....	144
188. 电阻制动的失风保护 .....	145
189. 电阻制动的电空联锁 .....	145
190. 电阻制动的恒流控制 .....	146
191. 电阻制动的使用方法 .....	147
192. 电阻制动装置的故障及处理方法 .....	148
193. 自负载试验的原理 .....	148
194. 自负载试验的操作方法 .....	149
195. 汞氙灯电路的工作原理 .....	150
196. 预热锅炉电路的控制原理 .....	151
197. 电气动作试验程序 .....	152
198. 电气动作试验说明 .....	156
199. 水阻试验原理 .....	156
200. 水阻试验时的功率调整 .....	157
附一: C 型、D 型机车电路特点分析 .....	158
1. C 型机车的重联控制 .....	158
2. 恒功率调节原理 .....	158
3. 励磁电路控制原理 .....	159
4. 动车控制原理 .....	160
5. 柴油机的降速保护 .....	161
6. C 型机车的他车负载控制 .....	161

7.C 型机车的故障启机控制 .....	162
8.C 型机车的他车调速控制 .....	163
9.C 型机车的故障励磁 .....	165
10.C 型机车的空转保护 .....	166
11.C 型机车的他车水温保护 .....	166
12.C 型机车的他车停机控制 .....	167
13.C 型机车的他车空压机控制 .....	168
14.C 型机车的撒沙控制 .....	168
15.C 型机车的机油压力保护 .....	169
16.C 型机车的监控装置 .....	170
17.D 型机车的故障励磁 .....	172
18.D 型机车的磁场削弱 .....	173
19.D 型机车的过压保护 .....	174
20.D 型机车的空压机控制 .....	175
附二:运用中处理故障 20 招.....	176
1.主电路接地的处理方法 .....	176
2.柴油机转速不升不降的处理方法 .....	176
3.防止柴油机飞车的处理方法 .....	176
4.柴油机突然停机的处理方法 .....	176
5.辅助发电不发电时的处理方法 .....	177
6.不能过渡的处理方法 .....	177
7.空压机不打风的处理方法 .....	177
8.水温高的处理方法 .....	178
9.不换向的处理方法 .....	178
10.提手柄无流无压、卸载灯不灭的处理方法 .....	178
11.提主手柄无流无压卸载灯灭的处理方法 .....	178
12.C 型机车励磁电路故障处理方法 .....	179
13.主手柄提 1 位以上卸载的处理方法 .....	179
14.主电路过流的处理方法 .....	179

15. 跳机控自动开关 16DZ 的处理方法 ..... 179

16. 不能起机的处理方法 ..... 180

17. 机车不缓解的处理方法 ..... 180

18. 紧急制动后手把移回运转位,自阀排风不止 ..... 180

19. 制动缸压力剩 50kPa 不能消除的处理方法 ..... 181

20. 中继阀排风不止的处理方法 ..... 181

# 东风<sub>4</sub>型内燃机车电力传动 200 题

## 1. 内燃机车电力传动装置及其作用

从柴油机曲轴到机车动轮之间,由电气设备组成的中间环节,叫做电力传动装置。它的任务是使柴油机的工作特性适合机车牵引特性的要求。

电力传动装置具有以下作用

(1)在较大的机车速度和机车牵引力范围内,柴油机均能在额定工况下工作,充分发挥柴油机的功率;机车具有较大的起动牵引力,充分利用机车的粘着重量,并具有良好的起动平稳性能。

(2)柴油机在部分工况下工作时,可通过适当的调节系统,使柴油机在接近经济特性的区域内工作。

(3)柴油机在无负载情况下启动。

(4)机车可换向运行。

## 2. 东风<sub>4</sub>型内燃机车电力传动基本原理

东风<sub>4</sub>型内燃机车采用交-直流电力传动装置。同步牵引发电机 F 发出的三相交流电经整流柜 1ZL 整流后,向六台并联的直流牵引电动机 1~6D 供电,并通过传动齿轮驱动车轮转动,如图 1 所示。

图 1 交-直流电力传动装置示意图

同步牵引发电机 F 的励磁,是励磁机 L 发出的三相交流电经整流柜 2ZL 整流后,向同步牵引发电机 F 的励磁绕组供电而实现的。励磁机 L 的励磁电流是直流测速发电机 CF 提供的。测速发电机 CF 的励磁电流是启动发电机 QF 输出的直流电经功调电阻  $R_{gt}$  调节后提供的,它保证在一定条件下,使柴油机恒功率运行。

同步牵引发电机 F、励磁机 L、测速发电机 CF 和启动发电机 QF 的转子均由柴油机驱动。

### 3. 牵引电动机工作原理

机车上安装的 ZQ DR -410 型牵引电动机为强迫通风的四极、串励直流电动机,其工作原理可用图 2 所示的两极串励

图 2 牵引电动机工作原理图

电动机的原理说明。电流从电源正极通过正电刷 A 流入电枢绕组 abcd,再由负电刷 B 经过励磁绕组回到电源负极,使定子励磁绕组产生磁场。在该磁场的作用下,根据左手定则,电枢绕组的 ab 边受到向左的作用力,cd 边受到向右的作用力,

使转子按逆时针方向转动。当转子由图示位置转过 90 时,靠惯性维持转动后,电枢绕组又与正、负电刷接通,但电枢中的电流方向改变了。靠近 N 极的有效边的电流总是一个方向,靠近 S 极的有效边的电流总是另一个方向,从而使转子继续按逆时针方向转动。

如果人为地改变励磁绕组的电流方向,电枢绕组的受力方向也随之改变,转子将沿顺时针方向转动。

牵引电动机具有可逆性。牵引电动机在牵引工况,作为电动机运行,驱动机车轮对;在电阻制动工况,机车轮对驱动牵引电动机转子,在励磁绕组的磁场作用下,变为发电机运行。

#### 4. 牵引电动机反电动势的产生及其影响

牵引电动机负载运行时,在励磁绕组的磁场作用下,电枢绕组中产生感应电动势,其方向与电枢电流的方向相反,所以称为反电动势。

当电源电压不变时,电动机的转速是决定反电动势的重要因素,而反电动势的大小主要决定了电枢电流的大小。电动机转速增加时,电枢绕组切割主磁通的速度增加,反电动势增加,电源电压与反电动势的差值降低,电枢电流减小。在电动机刚接通电源瞬间,电动机的转速为零,反电动势为零,而电枢电流很大。

#### 5. 牵引电动机的电枢反应及其影响

牵引电动机负载运行时,由于电枢绕组中有电流流过,将使电枢绕组产生电枢磁场。电枢磁场的存在,会对励磁绕组产生的主磁场发生作用,这种电枢磁场对主磁场的作用叫电枢反应。

电枢反应会使主磁场发生畸变,总磁通减小。电枢电流越大,磁场畸变越严重,去磁作用越大,会影响牵引电动机的运行性能,但电枢反应的主要危害是使电刷与换向器之间产生



火花,对牵引电动机工作不利。

## 6. 牵引电动机励磁绕组的接线特点

机车上牵引电动机的布置如图 3 所示。机车前转向架的三台牵引电动机 1~3D 与后转向架的三台牵引电动机 4~6D 的安装方向相反,只有保证 1~3D 电机与 4~6D 电机的旋转方向相反(面对牵引电动机输出端看),才能驱动机车的六个轮对按同一方向转动。

图 3 牵引电动机安装示意图

因此,机车在牵引运行时,流经 1~3D 电机励磁绕组的电流方向与流经 4~6D 电机励磁绕组的电流方向总是相反的。

## 7. 牵引电动机的速度调节

改变牵引电动机的端电压和励磁磁通,均可调节牵引电动机的速度。一般来说,机车在较平直的线路上运行,并使柴油机转速上升时,同步牵引发电机的转速和励磁电流也相应增加,其输出电压也会升高,这就会使牵引电动机的转速增加。随着机车速度的提高,牵引电动机的反电动势会相应上升,而电枢电流减小,根据恒功率特性,同步牵引发电机的输出电压会进一步提高。但提高到一定程度这个电压将受到恒功率范围的限制和同步牵引发电机、硅整流装置 1ZL 的最高电压限制,牵引

电动机转速将不能进一步提高。因此,采用减小牵引电动机励磁磁通的方法,即磁场削弱的方法,就不会进入限压区而保持恒功率输出,这样可进一步提高牵引电动机的转速。

#### 8. 牵引电动机的磁场削弱原理

减小牵引电动机的励磁磁通,使其转速可以继续增加的调节方法称为牵引电动机的磁场削弱。

磁场削弱原理如图 4 所示。即在每个牵引电动机励磁绕组两端并联两个磁场削弱电阻  $R_{x1}$ 、 $R_{x2}$ 。在全磁场时,组合接触器的主触头  $XC_1$ 、 $XC_2$  均未闭合,电枢电流全部流过励磁绕组(如图 4(a))。

图 4 牵引电动机磁场削弱原理

机车速度达到一级正向过渡值时,通过过渡装置 GDZ 的控制,使组合接触器的主触头  $XC_1$  闭合, $R_{x1}$  对励磁绕组起分流作用(如图 4(b))。当机车速度达到二级正向过渡值时,组合接触器的主触头  $XC_2$  也闭合, $R_{x1}$ 、 $R_{x2}$  共同对励磁绕组起分流作用,进一步减小了励磁绕组的电流,使励磁磁通减弱(如图 4(c))。

正向过渡后,牵引电动机的电枢电流增加,经过恒功率调

节系统的调节,使牵引发电机的输出电压下降,保持牵引电动机的功率不变。

9. 什么叫磁场削弱系数?

牵引电动机的励磁电流与电枢电流之比,称为磁场削弱系数,用  $\beta$  表示。

在全磁场时,  $\beta = 100\%$ , 电枢电流全部流经励磁绕组。一级磁场削弱时,  $\beta = 60\%$ , 表示有百分之六十的电枢电流流过励磁绕组,其余的百分之四十流过了磁场削弱电阻  $R_{x1}$ 。二级磁场削弱时,  $\beta = 43\%$ , 表示有百分之四十三的电枢电流流经励磁绕组,其余的百分之五十七分别流经磁场削弱电阻  $R_{x1}$ 、 $R_{x2}$ 。

$\beta$  值愈小,对机车的牵引性能愈有利,但会使牵引电动机的电枢反应加剧,造成电机换向恶化。

10. 什么叫正向过渡和反向过渡?

牵引电动机由全磁场向一级磁场削弱和由一级磁场削弱向二级磁场削弱的转换过程,称为一级正向过渡和二级正向过渡。由二级磁场削弱向一级磁场削弱和由一级磁场削弱向全磁场的转换过程,称为二级反向过渡和一级反向过渡。东风<sub>4</sub>型内燃机车过渡值见表 1。

过 渡 表

表 1

工况		动作 / km · h <sup>-1</sup>		释放 / km · h <sup>-1</sup>	
		货运	客运	货运	客运
一级	A 型	38 ~ 43	46 ~ 52	30 ~ 35	36 ~ 42
	B 型	38 ~ 43	51 ~ 57	30 ~ 35	40 ~ 46
	C 型	43 ~ 48	57 ~ 63	31 ~ 36	42 ~ 48
二级	A 型	49 ~ 57	59 ~ 68	39 ~ 45	47 ~ 54
	B 型	49 ~ 55	65 ~ 73	39 ~ 45	52 ~ 60
	C 型	62 ~ 68	82 ~ 90	41 ~ 47	55 ~ 63

## 11. 组合接触器的作用

组合接触器的作用是接通或断开磁场削弱电阻,控制牵引电动机的磁场削弱。每个组合接触器有两组触头,其中每组触头有三对主触头。二组触头中,一组主触头控制一台转向架的三台牵引电动机的一级过渡;另一组主触头控制该三台牵引电动机的二级过渡。每组主触头由同侧的电空阀及其风动装置控制。控制同一台牵引电动机一、二级磁场削弱的静触头为共用触头。组合接触器没有灭弧装置。

按机车的前进方向,电磁柜内右侧的组合接触器为1XC,控制牵引电动机1~3D的磁场削弱,其前面的三对主触头控制一级过渡,后面的三对主触头控制二级过渡。电器柜左侧的组合接触器为2XC,控制牵引电动机4~6D的磁场削弱,其后面的三对主触头控制一级过渡,前面的三对主触头控制二级过渡。

1XC的两个辅助触头(H 75)分别控制磁场削弱信号灯11XD和12XD。2XC的一对辅助触头B75控制一、二级磁场削弱的顺序。

## 12. 过渡装置对组合接触器的控制作用

过渡装置GDZ以机车轮对的转速为控制信号。在牵引工况且主手柄在“降”“保”“升”位时,可控制组合接触器,实现正向过渡和反向过渡。

当机车速度达到一级正向过渡点时(图5),通过过渡装置GDZ的控制,使1XC<sub>2</sub>、2XC<sub>1</sub>线圈的负端814号线与817号线相通,并经过渡开关XKK的触头与电源负端相通,使1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub>线圈得电,实现了一级正向过渡。

当机车速度达到二级正向过渡点时,通过过渡装置GDZ的控制,使1XC<sub>2</sub>、2XC<sub>2</sub>线圈的负端816号线也与817号线相

通。此时,1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub>、1XC<sub>2</sub>、2XC<sub>2</sub> 线圈均得电,实现了二级正向过渡。

图 5 组合接触器的控制电路

当机车速度降低时,其反向过渡的控制过程与正向过渡时相反。

### 13. 过渡开关 XKK 的控制原理及操作方法

过渡开关 XKK 有四个位置,即“自动”、“0”、“ ”、“ ”位,其控制原理如图 5 所示。

XKK 在“自动”位时,3 号触头闭合,817 号线经 X3.9 和 3 号触头与蓄电池的负端相通,在过渡装置控制下使 814 号线、816 号线与 817 号线相通,进行自动过渡。

XKK 在“0”位时,各触头均断开,不能进行自动过渡和手动过渡。

XKK 在“ ”位时,1 号触头闭合,使 1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub> 的负端经 X3.7 和 1 号触头与蓄电池的负端相通,此时可进行一级磁场削弱。

XKK 在“ ”位时,1 号、2 号触头闭合,使 1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub> 的负端经 X3.7 和 1 号触头与蓄电池的负端相通;1XC<sub>2</sub>、

2XC<sub>2</sub> 的负端经 X3.8 和 2 号触头与蓄电池的负端相通,此时可进行二级磁场削弱。

当自动过渡失灵时,可利用 XKK 进行手动过渡,但要根据表 1 中规定的速度值进行,以得到较好的牵引性能。

若机车停车后,XKK 仍未回“0”位,再次起车时,将会造成直流输出电流表和各牵引电动机电流表显示值过大。

14. 全磁场时,同一转向架的三台牵引电动机电流过大的原因及处理方法

(1) 组合接触器的一组(三对)主触头粘连

一级反向过渡后,组合接触器的主触头粘连时,由于磁场削弱电阻的分流作用,使牵引电动机的电枢电流过大。此时可将主手柄回“0”位,检查两个组合接触器的主触头状态。粘连时将其撬开。

(2) 组合接触器的电空阀故障

由于电空阀故障不能将风缸中的压缩空气排出,使组合接触器不能释放,此时可利用工况转换开关的“制动”电空阀进行互换,但不能再使用电阻制动。

一级反向过渡后,若 1XC 前面(以机车前进方向)的三对主触头粘连或电空阀故障使其不能释放时,“一级过渡”信号灯 11XD 不灭。

15. 全磁场时个别牵引电动机的电流表无显示的原因及处理方法

(1) 该牵引电动机的电路断路

若在磁场削弱时电流表仍无显示,非操纵端的相应电流表也无显示,为该牵引电动机电路中的接触器或转换开关的主触头不良或接线断路,不能向该电机供电。不易修复时可用故障开关将该电机切除,维持运行。

## (2)该牵引电动机的主极绕组断路

若在磁场削弱时该电流表的显示很大,相应的磁场削弱电阻过热,为该牵引电动机的主极绕组断路,可用故障开关将该电机切除,维持运行。

在运行中,某电流表突然无显示的同时,“空转”信号灯3XD亮后又灭。

## 16.不能进行磁场削弱的原因及处理方法

### (1)过渡装置 GDZ 故障或自动开关 6DZ 跳开

将过渡开关置于“1”位,若能进行一级磁场削弱,为 GDZ 故障或 6DZ 跳开,此时可用过渡开关手动控制正向过渡和反向过渡。

### (2)转换开关 1HK<sub>9</sub> 的辅助触头或中间继电器 1ZJ 的常开触头不良

若将过渡开关置于“1”位,仍不能进行磁场削弱时,为组合接触器线圈电路中 1HK<sub>9</sub> 的辅助触头(C73)或 1ZJ 的常开触头(E67)接触不良。将主手柄置于“保”位,用负灯的插头触 1ZJ 的 377 号接线,负灯不亮为 1ZJ 的常闭触头接触不良,可将其短接或利用空闲的常开辅助触头;负灯亮,为 1HK<sub>9</sub> 的辅助触头接触不良,可利用 1HK<sub>9</sub> 的空闲触头。

## 17.不能进行二级磁场削弱的原因及处理方法

### (1)过渡装置 GDZ 故障

将柴油机转速降至 700r/min 以下,过渡开关 XKK 置于“ ”位,若能进行二级磁场削弱,为过渡装置 GDZ 故障,此时可用手动过渡维持运行。

### (2)组合接触器 2XC<sub>1</sub> 的常开触头接触不良

若将 XKK 置于“自动”或“ ”位,均不能进行二级磁场削弱时,为 2XC<sub>1</sub> 的常开触头(C75)接触不良,可将主手柄回“0”位,再将该触头修复,或利用空闲的常开触头。

## 18. 二级磁场削弱时, 个别牵引电动机的电流表显示过小的原因及处理方法

(1) 组合接触器的电空阀线圈断路、风动机构故障或一组主触头接触不良

若同一转向架的三台牵引电动机的电流表显示过小时, 可观察相应的组合接触器是否正常动作。已动作时, 为主触头烧损造成接触不良; 未动作时, 可将主手柄置“0”位, 手动相应的电空阀。若组合接触器动作为该电空阀的线圈断路, 可与工况转换开关的制动电空阀互换, 但不要使用电阻制动。手动电空阀时, 若组合接触器仍不动作, 为风动机构故障, 不易修好时, 用过渡开关手动控制只进行一级过渡。

(2) 组合接触器的个别触头接触不良

若某个牵引电动机的电流表显示过小时, 为所对应的组合接触器的主触头接触不良, 如该触头未处于虚接状态, 可不作处理, 维持运行。

## 19. 牵引电动机电流分配的不均匀值是如何规定的?

牵引电动机电流分配不均匀值用字母  $K$  表示(表 2), 其数值用公式  $K = \frac{I_{\text{最大}} - I_{\text{最小}}}{I_{\text{最大}}} \times 100\%$  计算。某一时刻  $K$  值的计算, 需利用该时各牵引电动机中最大电流  $I_{\text{最大}}$  和最小电流  $I_{\text{最小}}$ , 此时, 直流输出电流表的显示不应大于 4800A。

表 2

K 值(不大于) 状 态	修 别	中 修	小 修
全磁场工况		10%	12%
一级磁场削弱		11%	18%
二级磁场削弱		20%	22%



## 20. 牵动电动机的环火及其危害

牵引电动机的正、负电刷被换向器表面电弧短路时的现象叫环火。环火发生时,电动机会发出很大的响声,所以环火也叫“放炮”。环火电弧还可能飞到刷架压圈等处,造成接地,这种现象叫“飞弧”。由于正、负电刷被电弧短路,会使主电路电流过大,造成过流继电器 LJ 动作,过流信号灯 5XD 亮。由于“飞弧”会使接地继电器 DJ 动作,接地信号灯 4XD 亮。LJ、DJ 动作均可使柴油机卸载,无载信号灯 7XD 亮,即“三灯同亮”。

环火对牵引电动机的危害很大,轻者烧损换向器和刷架;严重时可将电机绕组烧断。

## 21. 牵引电动机环火后如何处理?

(1)主手柄回“0”位,人为解锁过流继电器 LJ 后,再提主手柄,如不再发生环火,可继续运行,有条件时进行处理。

(2)如再提手柄又发生环火,应观察转换开关的主触头状态。如有烧损,可将相应的牵引电动机切除,维持运行。

(3)如工况转换开关无烧损时,应用故障开关判断并切除故障的牵引电动机,维持运行。

## 22. 如何预防牵引电动机环火?

(1)经常保持换向器表面清洁,电刷状态良好。

(2)正常情况下,不要打磨换向器表面,防止破坏棕褐色的薄膜。

(3)防止电动机的负载剧烈变化,二级正向过渡后应特别注意。

## 23. 为什么不能使用逆电制动?

牵引电动机的电磁转矩方向与实际旋转方向相反时的现象叫做逆电。机车运行中,改变牵引电动机的励磁电流方向,

以产生反向牵引力,使机车迅速制动的操作,叫做逆电制动。

逆电制动时,虽然改变了牵引电动机的电磁转矩方向,但由于机车的惯性,不能改变牵引电动机的旋转方向,此时,牵引电动机已进入发电状态,发出的电流方向与外加电流方向相同,而同步牵引发电机仍在发电,两种电机的负载只是中间的整流和连接部分,处于短路状态,电流很大。逆电制动时,轻者烧损换向器和转换开关主触头,并可擦伤车轮,严重时,可将六台牵引电动机和牵引发电机同时烧毁。因此,万万不能使用逆电制动。

#### 24. 如何防止逆电?

(1) 严禁使用逆电制动。

(2) 操纵端司机控制器故障用非操纵端司机控制器操纵时,其换向手柄的位置应与操纵端相反。

(3) 准备换向运行时,机车停稳后,再反向加负载。

(4) 机车在较大坡道上停车,准备向上坡道方向运行时,要先加负载,随即缓解机车。

(5) 机车在运行中,严禁进行电器动作试验。

(6) 机车后退压钩后,要先将机车制动,再将主手柄回“0”位。

#### 25. 机车附挂运行时,为什么严禁电气动作试验?

机车附挂运行时,车轮带动牵引电动机的转子转动,由于剩磁的作用,将在电枢绕组中产生感应电动势。如果此时机车处于后退方向,而方向转换开关处于前进位,电空接触器1~6C动作后,通过整流装置1ZL使牵引电动机1~6D均形成各自感应电流的回路,这个感应电流流经励磁绕组时产生的磁通与原剩磁磁通方向一致,使牵引电动机感应电动势增强,造成励磁电流又增加。由于牵引电动机已呈发电机状态,而负

载只是主电路,使各牵引电动机的电枢绕组和励磁绕组中的电流不断增加,造成电枢绕组和励磁绕组过热,严重时,可将牵引电动机烧毁。

26. 机车长途无动力回送时,为什么要拔掉牵引电动机电刷?

机车长途无动力回送时,如果电刷与换向器表面继续接触,会将换向器表面的棕褐色的薄膜磨掉,使机车再运用时,容易造成换向恶化。

机车在长时间运行后,会在换向器表面产生一层棕褐色的薄膜,该薄膜由里层的金属氧化膜和外层的碳膜组成。金属氧化膜具有较高的电阻,使电刷与换向器的接触电阻加大,从而改善了电机的换向;碳膜在吸收了空气中的水分之后,将产生良好的润滑作用,减小了电刷与换向器之间的摩擦。正常运行的电动机,薄膜的不断破坏和重新建立,维持着一种平衡状态。

另外,将电刷拔掉后还可以防止由于电气误动作而烧损牵引电动机,并可防止电刷磨耗。

### 27. 空转保护电路原理

在牵引电动机 1D 和 6D;2D 和 3D;4D 和 5D 之间,分别接有空转继电器 1KJ、2KJ、3KJ 线圈。当某轮对发生空转时,相应的空转继电器动作,使“空转”信号灯 3XD 亮,提醒司机采取措施,制止空转。

空转保护原理如图 6 所示。如果 6D 驱动的轮对发生空转时,使 6D 轻载运行,转速很高,反电动势很大,造成 b 点电位降低。此时,1D 正常运行,使 a、b 两点产生电位差。当流过 1KJ 线圈的电路达到 0.5A 时,空转继电器 1KJ 动作。

将某牵引电动机切除时,相应的空转保护电路断开。使用

电阻制动时,空转保护电路同时断开。空转严重或电路故障时,可使自动开关跳开或使熔断器的熔片断开,防止空转继电器的线圈烧损。

图 6 空转保护电路

### 28. 如何用故障开关判断和切除故障的牵引电动机?

当牵引电动机发生环火、接地等故障时,用故障开关可判断和切除故障的牵引电动机。

将三个故障开关置于“运转”位,另三个故障开关置于“故障”位后,逐渐增加柴油机的负载,如未发生故障现象,为已被切除的牵引电动机中有故障电机。将在“故障”位的故障开关逐个置于“运转”位,每次转换后均逐渐增加柴油机的负载,直至发现故障现象,切除故障电机。

变换故障开关位置前要将主手柄回“0”位。在切除部分电机情况下,柴油机逐渐增加负载时,要注意直流输出电流表的显示不宜过大。

### 29. 牵引整流柜和牵引电动机的冷却

牵引电动机和牵引整流柜中的硅整流元件工作时,产生大量的热,如不及时冷却,会使温度逐渐升高,直至将其烧坏。

牵引电动机和牵引整流柜均采用了强迫通风的冷却散热方法。在前通风机的作用下,冷却空气经牵引整流柜的两侧进入牵引整流柜,对整流元件冷却后,经过通风道和牵引电动机 1 ~ 3D 顶部的方型通风孔进入牵引电动机,对其冷却后,从牵引电动机的驱动端排出。牵引电动机 4 ~ 6D 由后通风机对其进行通风冷却。

### 30. 硅整流装置 1ZL 的接线原理

硅整流装置 1ZL 为三相桥式整流电路,其接线原理如图 7 所示。牵引整流柜的两个侧面各安装三个整流桥臂,每个桥臂由六个整流元件并联而成,该整流装置共有 36 个整流元件。采用阻容保护,防止换向过压损坏整流元件。在每个整流元件的正、负极还接有铜导线,目的是在整流元件短路时,自动熔断铜导线,切除短路的整流元件,维持运行。

图 7 1ZL 接线原理

### 31. 硅整流装置 1ZL 整流前后电流、电压功率的变化

经过计算,在理想情况下,直流侧的电流为交流侧电流的 1.22 倍。直流侧的电压为交流侧线电压的 1.35 倍。直流侧的功率为交流侧功率的 0.955 倍。由于受各方面因素的影响,实际情况有所差异。

### 32. 同步牵引发电机工作原理

机车上安装的 TQFR -3000 型牵引发电机为旋转磁极式自通风的同步牵引发电机。其工作原理可用图 8 所示的两极同步发电机的原理说明。牵引发电机在定子铁心上嵌有三相对称绕组 AX、BY、CZ,称为定子绕组(电枢绕组)。在转子铁心上绕有励磁绕组。当励磁电流经过电刷和滑环流过励磁绕组时,产生了极性不变但却旋转的 N 极和 S 极,在气隙中形成主磁场。当柴油机拖动电机转子转动时,定子绕组与主磁场产生相对运动。根据电磁感应原理,在定子绕组中产生感应电动势。由于定子绕组不断交替地处于不同极性的磁极下,感应电动势的方向也是交变的。转子的磁极对数愈多,旋转速度愈快,感应电动势的频率也就愈高。

图 8 同步发电机原理

### 33. 同步牵引发电机的冷却

由于电流热效应等原因,运行中的牵引发电机的定子和转子都会不同程度的发热,如果热量积聚过多,就会使转子和定子的绝缘因过热而失效,最后导致短路。为保证同步牵引发电机能够正常运行,在设计时,必须考虑通风散热问题。

同步牵引发电机采用的是自通风方式。在转子两端面上各装有 18 片风扇叶片,转子转动时,叶片随着转子一起转动,并将冷却空气从输出端盖进风口处吸入。吸入的冷却空气在电机内分别沿着轴向和径向风道流动,对定子和转子进行冷却。冷却电机后的热空气从电机的下排风口排出,并经通风道

直接排出车体。

### 34. 同步牵引发电机的电枢反应

同步牵引发电机的三相负载接通后,定子绕组中有三相交流电流,并产生旋转磁场,此旋转磁场叫做电枢磁场。该磁场对励磁绕组产生的主磁场会发生一定作用,这种电枢磁场对主磁场的作用叫做电枢反应。所谓“同步”,是指电枢磁场与主磁场的旋转方向相同,且转速相等。

同步牵引发电机具有较强的电枢反应,使其外特性比较接近所要求的外特性,并保证发电机短路电流不至很大,对电气设备有一定的保护作用。

### 35. 感应子牵引励磁机工作原理

感应子牵引励磁机(简称励磁机)是一种交流发电机,电机的励磁绕组和电枢组都装在定子上,转子上没有绕组,其工作原理如图9所示。当给励磁绕组输入直流电流时,根据右手定则形成了主磁通。由于转子齿的部分磁通密度大,槽的部分磁通密度小,当转子均匀旋转时,在三相电枢绕组中感应出交变电动势。

由于转子上没有绕组,因此不需要电刷和滑环。该电机的结构简单,制造成本低,工作可靠。

图9 感应子发电机原理图

1—定子铁心;2—励磁绕组;3—电枢;  
4—转子;5—主磁通。

### 36. 硅整流装置 1ZL 输出电流的测量原理

机车的前、后操纵台上各装有一个直流输出电流表,用以显示硅整流装置 1ZL 输出的直流电流值。该电流的测量是通过电流互感器 1LH、2LH、整流装置 3ZL 及电流表来实现的,其测量电路如图 10 所示。3ZL 整流前后电流变化的情况与 1ZL 相同,只是通过电流互感器,使 3ZL 的输出电流为 1ZL 输出电流的  $1/1000$ 。当 1ZL 输出电流为 1000A 时,电流表所流过的电流为 1A,若将此时表针指示位置标为 1000A,电流表的显示值就是 1ZL 输出的直流电流值,而电流表中所流过的直流电流值只是其显示值的  $1/1000$ 。

图 10 过流保护电路原理

### 37. 电流互感器的作用及接线原理

为了保证在电流表、过流继电器不接入主电路的情况下对主电路进行测量和保护,采用了两个变比为 5000/5 的电流



互感器 1LH、2LH (见图 10)。

将 1LH、2LH 的副边绕组的同名端相连(图 10 中  $K_2$  端相接),节省了一个电流互感器。如不是同名端相连,电流表将不能准确显示主电路的电流。

电流互感器的副边绕组不可开路,否则,在副边绕组上将感应出很高的电动势,威胁人身和电气设备的安全。

### 38. 过流保护电路原理

为了防止因主电路短路或牵引电动机环火而造成主电路电流过大损坏设备,在主电路的测量电路中接入了过流保护继电器 LJ 的线圈(图 10)。当主电路的电流达到 6500A 时,流过 LJ 线圈的电流为 6.5A,此时 LJ 动作,走车电路中的 LJ 常闭触头(D65)断开,柴油机卸载;信号灯电路中 LJ 的常开触头(F75)闭合,过流信号灯 5XD 亮。

LJ 设有闭锁机构,动作后需人工解锁。

### 39. 过流继电器动作后如何处理?

过流继电器 LJ 动作后,将主手柄回“0”位,人工解锁 LJ 后,再将主手柄提至“1”位及 1 位以上,如某牵引电动机的电流表显示过大,为该牵引电动机有短路故障。用故障开关将其切除后维持运行。

如将主手柄提至“1”位后,各牵引电动机的电流表显示相差较小,而直流输出电流表显示很大,直流输出电压表显示很小时,为硅整流装置 1ZL 中的某整流元件损坏,造成短路(有时铜导线未熔断)。此时应将主手柄回“0”位,检查整流元件的连接铜导线,变色时卸下,维持运行。

### 40. 主电路的接地保护电路原理

主电路的接地保护电路(图 11)由接地继电器 DJ、整流装置 4ZL、接地开关 DK 等组成。当主电路某点接地,DJ 线

圈电流达到 0.5A 时, DJ 动作, 走车电路中的 DJ 常闭触头 (D66) 断开, 柴油机卸载; 信号灯电路中的 DJ 常开触头 (E75) 闭合, 接地信号灯 4XD 亮。

机车运行时, DK 在“运转”位, 其 1 号触头闭合, 如主电路中发生高电位点 A 接地时, 电流由如下电路经 DJ 线圈。

故障接地点(A) 人为接地点(C) 4ZL(4) DJ 线圈  
4ZL(1) DK(1) 1/10 F 定子绕组中点 N 1ZL 故障接地点(A)。此时, A、N 两点的电位差较大, 保证 DJ 动作。

图 11 接地保护电路原理

如主电路的低电位点 B 接地, 虽然 B、N 两点的电位差较小, 但仍可使 DJ 动作。此时, 如将 DK 置于“负端”位, 使其 2 号主触头闭合, 改由主电路负端作为电位比较点(D)。由于

故障接地点 B 与 D 点的电位基本相同, DJ 不能动作。

主电路中, 同步牵引发电机定子绕组靠近中心点 (N) 部分以外的一切电气设备及测量保护电路有接地时, DJ 均可动作。

由于 DJ 为直流继电器, 所以设置了 4ZL, 保证主电路交流侧发生接地时, 经 4ZL 整流使 DJ 动作。

#### 41. 主电路发生接地故障时如何处理?

(1) 将主手柄置于“0”位, 人工解锁接地继电器 DJ 后再提主手柄。若 DJ 不动作, 为主电路瞬间接地。可以继续运行, 有条件时再进行分析处理。

(2) 解锁 DJ, 提主手柄后, 若 DJ 又动作, 应将主手柄置于“0”位。解锁 DJ, 将接地开关 DK 置于“负端”位, 再提主手柄。若 DJ 不动作, 为主电路的低电位点接地, 可保持 DK 在“负端”位, 维持运行, 有条件时再及时处理。

(3) 若已将 DK 置于“负端”位, 提主手柄后 DJ 仍动作, 为主电路的高电位点接地。应利用故障开关 1~6GK 判断和切除有接地故障的牵引电动机。保持 DK 在“负端”位维持运行, 有条件时再及时处理 (若将控制故障牵引电动机的 HK<sub>0</sub> 主触头垫好, 可将 DK 置于“运转”位)。

(4) 若 DK 在“负端”位, 故障开关全部置于“故障”位, 再提主手柄 DJ 仍动作, 为同步牵引发电机的定子绕组、硅整流装置 1ZL 或有关连接部分接地, 可将 DK 置于“中立”位, 减载维持运行至前方站, 运行中要注意直流输出电流表的变化。

#### 42. 恒功率调节系统工作原理

机车上采用的是柴油机-发电机组自动功率调节系统。当柴油机所发出的功率等于负载的总功率时, 机组处于平衡状态, 柴油机在一定的转速下稳定工作。一旦有外扰动发生, 如

机车速度变化或辅助载荷的功率变化时,机组的功率平衡便遭到破坏,这一现象首先反映在机组的转速变化上。转速的变化使联合调节器动作,它一方面改变供油量,阻止转速的变化;另一方面对牵引发电机励磁电路产生作用,改变其励磁电流的大小。经过反复调节,使负载的总功率恢复原值。此时,柴油机的功率和负载的总功率又回到外扰动发生前的平衡状态。

#### 43. 柴油机恒功率与恒转速的关系

柴油机-发电机组的自动功率调节系统是以保持柴油机本身功率恒定出发点的。柴油机的功率主要取决于柴油机的转速和每循环的供油量,转速一定,每循环的供油量一定,柴油机的功率也就确定了。通过联合调节器的作用可以保证柴油机的转速和每循环的供油量有合适的固定关系,这样,柴油机的功率就与转速发生直接关系,柴油机的恒功率问题就变成了恒转速问题了。

#### 44. 恒功率调节系统的调节原则

同步牵引发电机经硅整流装置 1ZL 的输出功率按下式计算:

$$P_F = I_F \cdot U_F$$

1ZL 的输出电流  $I_F$  与机车速度成反比,如果没有恒功率调节系统,机车速度的变化就意味着同步牵引发电机经 1ZL 的输出功率的变化,柴油机-发电机组将失去原来的平衡状态,机组的转速和功率都将发生变化。

同步牵引发电机经 1ZL 的输出电压  $U_F$  与它的转速及励磁电流成正比。同步牵引发电机的转速取决于柴油机的转速,不能任意变化。因此,要保持柴油机的恒功率只有通过同步牵引发电机的励磁电流进行调节,使 1ZL 的输出电压变化。

励磁电流的调节是通过联合调节器改变功调电阻  $R_{gt}$  的阻值实现的。

#### 45. 同步牵引发电机经硅整流装置的自然外特性

图 12 是当柴油机转速不变, 同步牵引发电机的不同励磁电流所对应的经硅整流装置 1ZL 的自然外特性曲线。其中  $I_{FL4} < I_{FL3} < I_{FL2} < I_{FL1}$ 。

例如, 牵引发电机的励磁电流为  $I_{FL1}$  时, 对应的自然外特性曲线为 AE。在自然外特性曲线上的各点所对应的电流  $I_F$

图 12 同步牵引发电机经 1ZL 的自然外特性

与电压  $U_F$  的乘积不能恒定, 不能满足恒功率的要求, 必须进行调节。

#### 46. 同步牵引发电机经硅整流装置的恒功率特性

同步牵引发电机经硅整流装置 1ZL 的自然外特性与理想外特性相比, 它们的限压、限流部分较为接近, 而恒功率部分相差很大。所以, 利用了自然外特性的限压和限流部分, 在恒功率区对牵引发电机的励磁电流进行调节, 从而得到较理想的外特性, 即图 13 中的 ABCDE。

在一条理想的外特性曲线恒功率区段的任一点上, 相对应的电流  $I_F$  与电压  $U_F$  的乘积为一常量, 即柴油机在一定工况下工作 (供油量一定), 尽管机车的牵引工况可能改变 ( $U_F$  随着  $I_F$  的上升而沿着 DCB 下降, 或  $U_F$  随着  $I_F$  的下降而沿着 DCB 上升), 但同步牵引发电机经硅整流装置输出的功率

不会发生变化。

图 13 同步牵引发电机经 1ZL 的恒功率特性

牵引发电机在恒功率区段工作时的功率大于在限压、限流区段工作时的功率,而恒功率区段的励磁电流小于限压、限流区段的励磁电流。

#### 47. 机车启动时的恒功率调节过程

机车在启动时,牵引电动机转速为零,其输出电流很大,工作点在外特性的低电压大电流区段,即图 13 中的 DE 段。随着机车速度逐渐上升,牵引电动机反电动势会逐渐增加,电流会逐渐减小,电压会逐渐上升。只要保证此时的励磁电流不变,就可以使牵引发电机在外特性的 DE 段工作,使之具有所需要的限流特性。

牵引发电机在 DE 段工作时,其功率会小于对应转速的柴油机的功率,使柴油机处于欠载状态,这样柴油机的转速必然要上升,并通过联合调节器一方面减少供油量,使机组的转速回降;另一方面使功调电阻  $R_{gt}$  的触头转至增载极限位置,

使牵引发发电机的励磁电流保护不变,保证牵引发发电机沿着DE段工作。

#### 48. 同步牵引发发电机负载电流增加时的恒功率调节过程

当柴油机转速不变,辅助载荷功率不变,而机车速度逐渐下降时,根据直流串励电动机的速率特性,随着牵引电动机转速的下降,牵引电动机的电流将上升,这样就会引起牵引发发电机负载电流的增加。根据同步牵引发发电机经硅整流装置的恒功率特性从图13看出,如原来的工作点为 $A_1$ ,由于同步牵引发发电机的转速不变、励磁电流不变,工作点将移至 $A_2$ ,此时虽然输出电压也有所下降,但 $A_2$ 点对应的功率仍大于 $A_1$ 点,柴油机将过载(过载会使柴油机转速下降)。转速下降使联合调节器动作,它一方面增加供油量,阻止转速回降;另一方面使功调电阻 $R_{gt}$ 的触头向减载方向转动,其阻值增加,使同步牵引发发电机的励磁电流减小,输出电压降低,经过反复调节后的工作点回到了恒功率曲线上的 $A_3$ 点。

调节过程完成后,柴油机的供油量和转速仍与调节前相同,即柴油机功率恒定。同步牵引发发电机的负载电流增加了,而电压却降低了,其电功率未变。

#### 49. 同步牵引发发电机负载电流减小时的恒功率调节过程

当柴油机转速不变,辅助载荷功率不变,机车在起车或运行中速度逐渐上升时,根据直流串励电动机的速率特性,随着牵引电动机的转速逐渐上升,牵引电动机的电流将会减小,这样将引起牵引发发电机负载电流的减小。例如在起车过程中(图13),原来的工作点为 $A_5$ ,由于同步牵引发发电机的转速不变,励磁电流不变,随着速度上升,工作点将移至 $A_6$ ,此时虽然输出电流有所减小,但输出电压却升高了较多,其功率大于 $A_5$ 点,柴油机处于过载状态。过载将使机组转速下降,联合调节

器动作,使功调电阻  $R_{gt}$  的触头向减载方向转动,其阻值增加,使同步牵引发电机的励磁电流减小,输出电压降低,经过反复调节后的工作点回到恒功率曲线上的  $A_4$  点。

调节过程完成后,柴油机的供油量和转速与调节前相同,即柴油机功率恒定。同步牵引发电机的负载电流减小了,电压却升高了,电功率未变。

当由于种种原因使柴油机供油拉杆卡死在全功率供油刻线时,如果机车转入下坡道运行,随着速度的提高,牵引发电机的输出功率将会减小,柴油机将会欠载,转速将会提高。由于供油拉杆已经卡死,不能通过联合调节器来减少供油量和减小  $R_{gt}$  的使用阻值,因此,柴油机将会超速并可能产生严重后果。

#### 50. 柴油机辅助载荷变化时的恒功率调节过程

当柴油机转速不变,牵引发电机的负载电流不变,而柴油机的辅助载荷变化时,恒功率调节系统可以通过调节牵引发电机的负载来保证柴油机的功率不致受到辅助载荷变化的影响,使其恒功率工作。

柴油机的辅助载荷包括冷却风扇和空压机等。机车在工作时,这些辅助载荷一般是间断工作的。当辅助载荷刚停止工作时,虽然牵引发电机的输出功率没有变化,但柴油机的总负荷减小了,处于欠载状态,这将引起柴油机转速的上升。此时联合调节器动作,一方面减少供油量,阻止转速继续上升;另一方面使功调电阻  $R_{gt}$  的触头向增载方向转动,增加同步牵引发电机的励磁电流,并使输出电压上升。经过反复调节,原来的工作点为  $A_1$  (见图 13),此时的工作点将转到  $A_7$ 。

调节过程完成后,柴油机转速恢复原来的转速,柴油机辅助载荷减小的功率转移到同步牵引发电机的输出功率上了。



当辅助载荷刚开始工作,同步牵引发发电机的输出功率还没有得到调节时,柴油机处于过载状态,过载使其转速下降。此时联合调节器动作,一方面增加供油量,阻止转速回降;另一方面使功调电阻  $R_{gt}$  的触头向减载方向转动,减小同步牵引发发电机的励磁电流,降低输出电压,这样一来,同步牵引发发电机的功率就减小了。经过反复调节,原来的工作点为  $A_7$  (见图 13), 调节后的工作点转至  $A_1$ 。

调节过程完成后,柴油机的功率仍与辅助载荷工作前的功率相同,而同步牵引发发电机的输出功率减少部分,由辅助载荷消耗掉了。

### 51. 过渡时的恒功率调节过程

当牵引电动机由全磁场向一级磁场削弱或由一级磁场削弱向二级磁场削弱过渡时,牵引发发电机的负载电流增加,工作点由原来的  $A_1$  移至  $A_2$ ,使同步牵引发发电机的输出功率增加,柴油机将过载,机组的转速会下降。此时联合调节器动作,一方面增大供油量,阻止转速继续回降;另一方面使  $R_{gt}$  的触头向减载方向转动,减小了同步牵引发发电机的励磁电流。经过反复调节,工作点由  $A_2$  移至  $A_3$ ,柴油机的转速和牵引发发电机的功率恢复到原来的状态(图 13)。

反向过渡时,如原工作点为  $A_3$ ,由于牵引发发电机负载电流的减小,使其工作点移至  $A_8$ ,使柴油机欠载,机组转速上升,此时联合调节器动作。它一方面减小供油量,阻止转速继续上升;另一方面使  $R_{gt}$  向增载方向转动,增加牵引发发电机的励磁电流和输出电压,使工作点由原来的  $A_8$  移至  $A_1$ ,柴油机的转速和牵引发发电机的功率又恢复到原来的状态。

### 52. 柴油机调速时的功率调节过程

当柴油机调速时,测速发电机 CF、励磁机 L 和牵引发发电

机 F 的转速也按其速比做相应的变化,从而引起同步牵引发发电机励磁电流的变化,为同步牵引发发电机的功率能够适应柴油机功率的变化提供了基本条件。当柴油机转速上升时,联合调节器一方面增加柴油机的供油量,另一方面减小  $R_{gt}$  的使用阻值,增加牵引发发电机的励磁电流,使牵引发发电机的外特性曲线向右上方移动,如图 14 所示。

图 14 同步牵引发发电机特性(实测)

当柴油机转速下降时,F、L、CF 的转速均下降,联合调节器在减少柴油机供油量的同时增加了  $R_{gt}$  的使用阻值,减小牵引发发电机的励磁电流,使牵引发发电机的外特性向左下方移动。

### 53. 电阻 $R_{gt}$ 、 $R_{lcf1}$ 、 $R_{lcf2}$ 的作用

功调电阻  $R_{gt}$  安装在联合调节器上,测速发电机励磁调节电阻  $R_{lcf1}$ 、 $R_{lcf2}$  安装在电器柜的右外侧。它们共同作用控制测速发电机的励磁电流,进而控制牵引发发电机的励磁电流。

### (1) $R_{lcf1}$ 的作用

当  $R_{gt}$  上的滑动触头转至增载极限位时,  $R_{gt}$  的使用阻值为零,由于  $R_{lcf2}$  与  $R_{gt}$  并联,所以  $R_{lcf2}$  已不起作用,此时同步牵引发发电机经硅整流装置的输出特性已开始离开恒功率范围,而进入了限压区,  $R_{lcf1}$  的整定值决定了同步牵引发发电机的最高电压限制。

当  $R_{lcf1}$  整定值过大时,机车的牵引力受到限制,使恒功率范围变窄;当  $R_{lcf1}$  的整定值过小时,使同步牵引发发电机的输出电压过高,以至超过最高电压限制,同时还会造成机车起动时电流过大和柴油机在低转速时严重过载。

### (2) $R_{lcf2}$ 的作用

$R_{lcf2}$  整定后,当  $R_{gt}$  在减载极限位时,  $R_{lcf2}$  的整定值决定了 CF 的最小励磁电流值。另外,由于  $R_{lcf2}$  与  $R_{gt}$  的并联关系,还使  $R_{gt}$  的阻值变化对测速发电机 CF 励磁电流变化的影响更加柔和。

$R_{lcf2}$  的整定值过大或过小,均会使柴油机在低转速时,同步牵引发发电机不能完全沿恒功率曲线工作。

### (3) $R_{gt}$ 的作用

$R_{lcf1}$ 、 $R_{lcf2}$  整定后,  $R_{gt}$  在减载极限位时 CF 有最小的励磁电流;  $R_{gt}$  在增减极限位时, CF 有最大的励磁电流。在  $R_{gt}$  的变化范围内,同步牵引发发电机沿恒功率曲线工作。当提高柴油机转速时,  $R_{gt}$  的触头向增载方向转动,使同步牵引发发电机的输出电压上升,输出功率增加。当降低柴油机转速时,  $R_{gt}$  的触头向减载方向转动,同步牵引发发电机的输出电压降低,输出功率

减少。

当机车速度变化时,随着同步牵引发电机输出功率的变化,联合调节器将动作,使  $R_{gt}$  的触头转动,通过调节 CF 的励磁电流而调节同步牵引发电机的励磁电流,使同步牵引发电机的输出电压发生变化,柴油机-发电机组平衡,同步牵引发电机沿着恒功率曲线工作。

由于最低恒功率转速定在柴油机 700r/m in,因而柴油机在低于 700r/m in 负载运行时,在一定的机车速度范围内,功调电阻  $R_{gt}$  均处于减载极限位。

#### 54. 接地试灯电路的原理与作用

机车上装有两个 110V 8W 的接地试灯,即 1DD、2DD (图 15)。1DD 的一端与蓄电池的正端相接,称为正灯。2DD 的一端与蓄电池的负端相接,称为负灯。每个试灯的另一端分别通过插头、插座与车体相接,通过车体将两个试灯串联在一起。正常情况下,闭合蓄电池开关 XK 后,两个试灯均显示半亮;拔下任一试灯的插头后,两个试灯均不亮。

图 15 接地试灯电路原理

在闭合 XK 后,如果控制电路、辅助电路,测速发电机 CF 的励磁电路、照明电路(照明开关 ZMK 在照明位)、预热锅炉电路(使用内电源工作时)等由蓄电池或启动发电机 QF 供电的电路有接地故障时,两个接地试灯显示发生变化,可根据两个接地试灯的不同显示情况来进行判断,以便及时处理。

用接地试灯不仅可以检查和判断上述电路的具体接地或断路处所,还可以检查和判断励磁电路和主电路的接地和断路处所。试灯的使用方法比较灵活。

一般情况下,在电气试验前用试灯检查电路是否有接地故障,而柴油机启动后,不应将试灯的插头插入插座,以免对电路产生不良影响。

55. 为什么柴油机启动后不应将接地试灯的插头插入插座?

柴油机启动后,如将正灯的插头插入插座,当有关电路正端接地且接地电路的控制开关处于断开状态时(图 16),正灯的接地点 a 与故障接地点 b 相接,通过正灯向接地电路中的线圈供电,有可能发生电气误动作。例如:中间继电器 2ZJ 线圈的正端接地时,会使 2ZJ 误动作,造成柴油机不能加载。运行中 2ZJ 线圈正端接地,会造成柴油机卸载。当励磁机励磁接触器 LLC 或同型号的接触器线圈正端接地时,电流经正灯流入接触器线圈会使接触器不能释放。

图 16 1DD 与线圈同时接地示意图

若将负灯插头插入插座,当中间继电器 4ZJ 线圈的负端接地时,经过故障接地点和负灯接地点使 4ZJ 线圈与负灯串联,在运行中会使 4ZJ 动作,造成柴油机停机。

56. 接地试灯电路故障时如何查找?

在闭合蓄电池开关 XK 后,将试灯的插头插入插座,如

果试灯无显示,可拔下两个试灯的插头并互相接触。如试灯显示正常,为任一试灯插头与插座接触不良;如试灯仍无显示,可分别用正灯的插头触与蓄电池负端相通的某点,用负灯的插头触与蓄电池正端相通的某点,如正灯或负灯仍不亮,可能是该试灯的灯泡损坏,也可能是灯泡与灯头接触不良或接线断路,这样就可以做相应处理。

### 57. 接地试灯显示接地时如何处理?

当照明电路负端(ZMK 在照明位)、预热锅炉电路负端(使用内电源工作时)、控制电路负端以及辅助电路负端接地时,由于正灯通过正灯接地点 a 和故障接地点 b 直接与蓄电池的负端相接,而负灯的两端均与蓄电池的负端相接,所以试灯显示正灯亮,负灯灭(图 17)。

图 17 线圈电路接地示意图

当辅助电路正端接地时,在停机或发生接地的电路处于无电状态下,由于各电机的绕组阻值很小,近似于将负灯短接,因此试灯显示正灯亮,负灯灭。当启机后或接通发生接地电路电源后,使正灯两端电位相同,电源通过正端故障接地点和负灯的接地点向负灯供电,此时正灯灭,负灯亮。

当控制电路正端接地,并处于断电状态时,故障接地点 C 将两个试灯和负载一起连成一个混联电路(图 17),此时显示正灯较亮,负灯较暗。当有接地故障的电路通电后,正灯两端

的电位相同,而负灯两端的电压为 96V,因此显示正灯灭,负灯亮。当照明电路正端(ZMK 照明位)或预热锅炉电路正端(使用内电源工作时)接地时,同样是正灯端电位相同,而负灯端电压为 96V,故也显示正灯灭,负灯亮。

当试灯显示接地时,应首先断开照明开关 ZMK 和预热锅炉电源开关 1YK,如这时接地现象消失,为照明电路或预热锅炉电路有接地故障。由于 ZMK 和 1YK 都能同时控制电路的正端和负端,所以不论照明电路或预热锅炉电路发生正端或负端接地,断开 ZMK 和 1YK 后,试灯的接地显示即可消失。

当试灯显示正端接地,而断开 ZMK 和 1YK 后,接地现象仍不消失时,可进行电气动作试验。如果闭合某开关,试灯显示改变(正灯灭,负灯亮),为该开关控制的电路有正端接地。用试灯判断正端接地故障时,方法比较灵活,可根据接地电路通电和断电时试灯的变化,判断接地电路和接地处所。

当试灯显示正灯亮,负灯灭时,有以下两种情况,一种是启机后试灯显示正端接地(正灯灭,负灯亮)时,为辅助电路正端接地;另一种情况是当启机后试灯仍显示负端接地时,可分别断开有关电路的负端接线。当断至某接线时,如果显示变化,为该负端接线有接地故障。

### 58. 控制电路接地的危害

只有控制电路一点接地时,对电路没有直接影响。当发生两个以上电路的正端同时接地时,将会发生误动作。如图 18 所示,当 RBC 的正端 a 点和 3ZJ 的正端 b 点接地时,闭合燃油泵开关 4K 后,燃油泵接触器 RBC 会正常动作,而中间继电器 3ZJ 却会在油量开关 UK 没动作时而发生误动作,造成柴油机启动后加不上载。

图 18 两个线圈正端同时接地示意图

当控制电路发生一个正端和一个负端同时接地时,将会出现图 19 所示的情况。此时 c、d 两个接地点经车体相连,闭合 4K 后,会造成短路,使自动开关 15DZ 跳开。因此,当发生一点接地时,要及时处理,以免在运行中发生另一点再接地而造成事故。

图 19 两个线圈正、负端接地示意图

### 59. 用接地试灯检查控制电路断路的原理

控制电路断路时,用正灯和负灯均可查找其断路处所,但要根据接地试灯电路的特点,选择合适的检查方法。

用正灯查找断路的原理如图 20 所示。查找时,应使故障电路处于断电状态。当用正灯的插头触被查电路某点时,正灯亮,为该点的后部无断路,正灯的插头通过被查电路与蓄电池负端相通;正灯不亮,应逐段线路向后部查找。用正灯查找线圈断路和负端断路比较方便。当有其它回路影响时,应将该回路断开。



图 20 用正灯查正端断路示意图

用负灯查找断路的原理如图 21 所示。此时应使故障电路处于通电状态。当用负灯的插头触被查电路正端某点时,灯亮为该点前部无断路,由被查电路向负灯供电。如负灯不亮,表明该点前部有断路,应逐段向前部查找。用负灯查找线圈前部的断路比较方便。

图 21 用负灯查正端接地示意图

### 60. 用接地试灯查找励磁电路断路的方法

对于测速发电机 CF 的励磁电路断路故障的查找,一般用接地试灯的正灯。由于 CF 的励磁电路与试灯同一电源。而 CF 励磁绕组的阻值又很小,因此,当用正灯查找 CF 的励磁电路断路时,应断开机控开关 2K。在用正灯插头触 CF 励磁电路某点时,灯亮为该点的前部良好;灯不亮,为该点的前部有断路,应逐段向前部查找。

检查功调电阻  $R_{gt}$  断路时,要将  $R_{kf2}$  接线断开(可将 X 7.12 接线柱的 654 号线卸下)。

用试灯查找励磁机 L 的励磁电路断路时,由于该电路不由蓄电池供电,所以需要两个接地试灯查找。查找时,应将主手柄回“0”位(使 L 的励磁电路开路),用两个试灯的插头同时分别触 X7.7 和 X7.6,如两个试灯均不亮,为 CF 的电枢绕组断路或电刷与换向器表面接触不良,或接线断路。对于电阻  $R_{Li}$  断路的查找可用两个试灯的插头分别触  $R_{Li}$  的两端,灯不亮表明  $R_{Li}$  断开了接地试灯的回路,为该电阻断路;如灯亮,为  $R_{Li}$  良好,此时,通过  $R_{Li}$  将两个试灯串联起来,如图 22 所示。

图 22 用试灯查  $R_{Li}$  断路原理

### 61. 用接地试灯检查励磁电路、主电路接地的原理

用试灯检查励磁电路接地时,将任一试灯的插头插入插座,将另一试灯的插头取下(图 23)。如果 a 点接地,当用取下后的插头触 X7.7 时,测速发电机 CF 的电枢绕组和接地点 a 将两个试灯串联起来,使正、负灯均亮。如电路中无接地点,一个试灯的插头与车体相连;另一个试灯的插头与励磁电路相连,两个试灯断路,正、负灯均不亮。

用试灯检查主电路接地的原理与检查励磁电路时相同。

停机后,将任一试灯的插头插入插座,用另一试灯的插头触主电路的任一部分(如  $H K_g$  的主触头),两试灯均亮时,为

主电路有接地故障。将主手柄置于“0”位,将HK<sub>g</sub>置于“中立”位,可根据用试灯插头触HK<sub>g</sub>动、静触头时的不同显示,进行具体判断。

图 23 用试灯查励磁电路接地原理

## 62. 怎样用万能表查断路?

(1)把两个表笔插入表的插座,根据被测电路的正常阻值,将测量挡位调至电阻挡的适当位,把两个表笔互相接触,用调“0”旋钮,将表针调至“0”位。

(2)被测电路应处于无电状态,且不能有其它回路。

(3)将两表笔跨接在被测电路的两端,两手不要接触被测电路及表笔的导电部分,防止人体电阻影响测量。当表针移动并稳定后,如表针所指的电阻值为被测电路的正常电阻值时,为该电路良好;当被测电路中无电阻、线圈等负载时,指针应指“0”。如果将两表笔跨接在被测电路的两端时,表针仍停在右端,为被测电路断路。

## 63. 蓄电池的作用

蓄电池是一种化学电源,它能够储存电能,以便需要时使用。在很多情况下,机车上的电机、电器的工作和试验都是在柴油机尚未启动,启动发电机不工作时进行的,既使在机车运行,启动发电机工作的情况下,也可能由于种种原因使启动发电机

转入固定发电工况。在固定发电工况下,启动发电机的输出电压经常低于蓄电池电压,因此,有些电路仍需要蓄电池供电。

蓄电池有以下几点作用:

(1)停机时向照明电路、信号灯电路和电气仪表等供电。

(2)停机进行电气动作试验时,向有关电路供电。

(3)预热柴油机时,向预热锅炉供电。

(4)甩车时,向启动机油泵电机和启动发电机供电。

(5)启动柴油机时,向燃油泵电机、启动机油泵电机和启动发电机供电。

(6)在电压调整器故障、启动发电机励磁电流失控时,启动发电机将进入固定发电工况,此时,如果启动发电机输出电压低于 96V,则由蓄电池向有关电路供电。

#### 64. 蓄电池的充放电过程

东风<sub>4</sub>型机车上使用的是酸性蓄电池,由于酸性蓄电池的极板是用铅做成的,故称为铅蓄电池。蓄电池组是由 48 个串联的单节蓄电池组成的,每个单节蓄电池由电槽、正极板、负极板、正极柱和负极柱等组成,并在电槽内装有浓硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成的稀硫酸电解液。

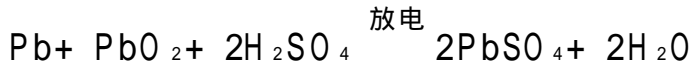
蓄电池的充电过程是将直流电源的正、负端分别接至蓄电池的正、负极,通电后则有电流通过蓄电池的内部,产生化学反应,使电能变成化学能并蓄积起来。充电的化学反应方程式为:



由上式可见,充电时,消耗水并有  $\text{H}_2\text{SO}_4$  生成,随着蓄电池充电程度的提高,蓄电池内的硫酸密度增大,到充电终期升到最大值并保持不变。

蓄电池充电分为初充电和一般性充电。初充电是对新蓄电池而言的,经过较长时间才能完成。一般性充电是对使用过的蓄电池而言的,一般性充电过程时间较短。

蓄电池放电过程是将负载接到蓄电池的两极上,此时蓄电池内部发生化学反应,将化学能转变为电能,放电的化学反应方程式为:



由上式可见,当蓄电池放电时,要消耗硫酸并生成水,蓄电池放电程度越高。电解液的密度越低。当放电程度过高时,将造成蓄电池严重亏电,这样将会影响蓄电池的容量。

蓄电池的充、放电过程是可逆的,可以反复地进行。

启动发电机在发电工况电压高于蓄电池电压时,可向蓄电池充电。充电电路如图 24 所示。

图 24 蓄电池充电电路

## 65. 充电电阻 $R_c$ 的作用

柴油机启动时,蓄电池的电能消耗较大,如果在柴油机启动后使用辅助发电,将启动发电机的电压直接加到蓄电池上,会产生较大的电流冲击,对蓄电池和启动发电机都不利。因此,在蓄电池的充电电路中串联了充电电阻  $R_c$ ,使开始充电时在  $R_c$  上引起较高电压降,以减小开始充电的电流。

当蓄电池开始充电以后,充电电流会逐渐减小,在  $R_c$  上的电压降就会降低,对充电电路的影响很小。

另外,利用  $R_c$  上的电压降,在其两端并联了过压保护电路,保证辅助发电电压过高时自动转入固定发电工况。

## 66. 逆流装置 NL 的作用

在蓄电池充电电路中设有逆流装置 NL。当启动发电机 QF 的端电压高于蓄电池电压时,NL 中的两个并联的二极管均处于正向导通状态,QF 经 2RD、NL、 $R_c$ 、1RD、3FL 向蓄电池充电。如 QF 停止发电或其端电压低于蓄电池电压时,NL 中的二极管处于反向截止状态,这种状态可防止蓄电池经 NL 放电。

在 QF 停止发电的瞬间,加在二极管上的反向电压很高,为了防止反向击穿 NL 中的二极管,在逆流装置中采用了阻容保护。

## 67. 逆流装置 NL 故障时如何处理?

当柴油机停机或断开辅助发电开关 5K 使启动发电机 QF 停止发电时,如 NL 中的两个二极管中任一个反向击穿,蓄电池将通过击穿的二极管和 QF 的电枢绕组放电,由于放电电路中负载很小,使放电电流很大,首先会使熔断器 1RD 的熔片断。

在判断二极管击穿前,应断开蓄电池开关 XK,更换 1RD

的熔断片,并取下 2RD,然后再闭合 XK。用负灯插头触 NL 的 470 号接线,灯亮为两个并联的二极管中任一个或两个同时反向击穿。这时要判断是一个击穿还是两个都击穿,以做出不同处理。判断方法是先断开 NL 的 469 号接线,再用负灯触两个二极管的正极(与 470 号线相接),同时用正灯先后触两个二极管的负极,触哪个二极管负极两个试灯均亮为该二极管击穿。如果判断出是一个二极管击穿,可用另一个良好的二极管维持使用。如果两个二极管均已击穿,可将 2RD 取下,断开放电电路后再启机。并在闭合 5K 后将 2RD 装好,接通充电电路。停机前,须将 2RD 取下,以防止 1RD 再次熔断。卸下 2RD 后,也可短时间维持运行,此时蓄电池已不能充电。

#### 68. 使用蓄电池的注意事项

(1) 蓄电池表面应保持清洁、干燥,气孔应畅通,电气连接必须可靠,各接触面和螺纹部分应涂有薄层工业凡士林。

(2) 蓄电池组总电势不低于 96V,代表性电池(均匀分布,不少于总数 1/4 的预先指定的电池)的电势不低于 2V,代表性电池的电解液密度不应低于 1.20,代表性电池电解液面应高出保护板 5 ~ 25mm。当电解液因水份蒸发而减少时,应添加蒸馏水。

(3) 蓄电池放电后,应在最短时间内充电。开始充电时,充电电流为 40 ~ 60A,经过 20min 左右,充电电流应下降到 20 ~ 30A,这时才可停机。

(4) 停机后,应尽量减少使用电气设备,并及时断开蓄电池开关 XK。

(5) 长期停止使用的机车,每月最少要进行一次一般性充电,在投入运用前,必须仔细检查蓄电池状态。

(6) 在检查蓄电池时,严禁将导电物放在连接板或连线

上,以免引起放电。

(7)在启动柴油机不成功时,应查明原因,否则不应再次启动,以免造成蓄电池亏电。

### 69. 蓄电池充电电流偏大的原因及处理方法

装在机车上的蓄电池充电时,充电电流不宜过大,否则将会使化学反应剧烈而造成蓄电池容量下降。当蓄电池充电电流偏大时(70A 以上),应继续向蓄电池充电。如随着充电时间的延长,充电电流逐渐下降,并恢复正常值时,为蓄电池亏电,经过较长时间的充电,可基本达到容量标准。如经较长时间充电,充电电流仍不下降,一般为蓄电池严重短路,此时应检查各单节的开路电压,对电压低的进行处理。如经较长时间充电,充电电流已下降至 20 ~ 30A 后停止充电,但停机后再次启机时,仍比较困难,一般为个别单节电池短路或反接,应检查各单节的开路电压,对电压低的单节进行处理,如有反接的单节电池应将其正接。如果充电电流并不大,但停机后再启机仍较困难,一般为个别单节电池严重亏电,可测各节电池开路电压,找出电压低的单节电池进行补充充电或甩掉。

### 70. 怎样切除蓄电池的部分单节?

当蓄电池的部分单节内部发生断路、短路、放炮等故障需将其切除时,应断开蓄电池开关 XK 并停止使用头灯后进行操作。

图 25(a)为正常连接的一组蓄电池,若图中 1 或 2 单节故障时,可用图 25(b)和(c)中的连接方法将故障单节切除。若 3 或 4 单节故障时,可用 M 10 的螺母和蓄电池接线柱的 M 10 螺栓将连接板按图 25(b)和(c)中的连接方法将故障单节切除。没有 M 10 的螺母时,可将 2、3 单节或 1、4 单节互换位置后按图 25(c)和(b)的连接方法将故障单节切除。



图 25 切除部分蓄电池单节的接线图

### 71. 运行中蓄电池放电的原因

(1) 启动发电机或其控制电路故障, 启动发电机停止发电。

(2) 固定发电时, 启动发电机输出电压低于蓄电池电压。

(3) 电压调整器故障, 启动发电机停止发电。

(4) 启动接触器 QC 主触头粘连。

(5) 逆流装置 NL、充电电阻  $R_c$  断路或熔断器 2RD 的熔片熔断, 启动发电机不能向蓄电池充电。

### 72. 蓄电池充、放电的电流值

柴油机启动瞬间, 蓄电池输出的电能需克服柴油机启动的巨大惯性力矩, 此时蓄电池的放电电流最大值可达 2000A 左右, 电压则由 96V 下降到 40V 左右。柴油机开始转动后, 柴油机所需的转动力矩也逐渐减小, 蓄电池的放电电流由最大值逐渐开始下降, 经过 6s 左右, 柴油机正常运转, 蓄电池的电流、电压值也逐渐趋于平稳, 完成启动过程。

柴油机运转时,应使用辅助发电,蓄电池开始充电时的充电电流约为  $40 \sim 60\text{A}$ 。随着蓄电池充分程度的提高,充电电流会逐渐下降,经过  $20\text{min}$  左右,充电电流下降到  $20 \sim 30\text{A}$ 。

在机车前后操纵台上都装有蓄电池充放电电流表和蓄电池(或启动发电机)的电压表。当柴油机启动时,电流表指针在“0”刻线以下,电压表指针在  $96\text{V}$  以下。柴油机启动后,使用辅助发电时,电流表指针在“0”刻线以上,电压表指针指向  $110\text{V}$ 。

### 73. 分流器、倍率器的作用

为了显示机车的工作情况,在司机操纵台上安装着一些电工仪表,如电压表和电流表。由于电压表和电流表本身不能适应高电压、大电流的情况,因此,将电压表与阻值较大的电阻(倍率器  $R_V$ )串联后与需测量的电路并联,就可使倍率器起到分压作用,使电压表的端电压较低,以较小的电流来驱动表针转动。

电流表的使用是将其与阻值较小的电阻(分流器  $F_V$ )并联后串入需测量的电路,使大部分电流流经分流器,小部分电流流经电流表来驱动表针转动。

虽然电压表的端电压较低,电流表的实际电流较小,但表盘的刻度是按一定比例扩大的,使表显示的数值与测量电路的实际数值一致。

### 74. 信号灯电路的电源

在安装了直流变换器  $Q_B$  的机车上,启机前,闭合蓄电池开关  $XK$ ,由  $Q_B$  经过  $X7.1$ 、自动开关  $5DZ$  向信号灯电路提供  $24\text{V}$  电源。当  $Q_B$  故障后,由蓄电池的十一个单节经过  $X7.1$ 、 $5DZ$  向信号灯电路提供  $22\text{V}$  电源。

柴油机启机后,启动发电机发电,由  $Q_B$  向信号灯电路供电, $Q_B$  故障后,由启动发电机经  $R_{nb}$  降压后,向信号灯电路供电。在一些机车上未使用  $R_{nb}$ ,若  $Q_B$  故障,则利用蓄电池的十

一个单节向信号灯电路供电。

没有安装 QB 的机车,在柴油机启机前,由蓄电池的部分单节(22V)向信号灯电路供电,柴油机启机后,由启动发电机经  $R_{n6}$  降压后,以 24V 电压向信号灯电路供电。

75. 闭合蓄电池开关 XK,无载信号灯 7XD 不亮的原因及处理方法

(1)7XD 灯泡损坏

当只有一端操纵台的 7XD 不亮时,为不亮的 7XD 灯泡损坏。应更换灯泡。

(2)LC 的常闭触头(F74)接触不良

当两端操纵台的 7XD 都不亮时,如果闭合总控开关 1K、机控开关 2K 和 4K、5K、8K 后,信号灯 10XD 亮,为控制 7XD 的励磁接触器 LC 的常闭触头接触不良,不易修好时,可利用 LC 的空闲常开触头,但此时 7XD 的显示与正常时相反,不要将该触头短接,以防止柴油机加载后 7XD 不灭。

(3)自动开关 5DZ 在“分”位

当闭合 1K、2K、4K、5K、8K 后,如 10XD 不亮时,可检查自动开关 5DZ(H 75)如 5DZ 在“分”位,应查找过载或短路故障并处理,然后将其置于“合”位。

76. 闭合蓄电池开关 XK,辅助发电电压表无显示的原因及处理方法

(1)辅助发电电压表故障

若只有一端电压表无显示,为无显示的电压表故障,可将两端的辅助发电电压表互换使用或观察另一端电压表维持运行。

(2)1RD 的熔片断

若两端的电压表均无显示,可将 QBC 顶至动作位,启动

机油泵电机 QBDI 工作时,为熔断器 1RD 的熔片断。应更换熔片。

### (3) 蓄电池故障

将 QBC 顶至动作位, QBD 不工作为蓄电池的连接板或接线松脱造成蓄电池断路,应将其接好,操作前应先断开蓄电池开关 XK。

77. 闭合蓄电池开关 XK, 辅助发电电压表显示值低于 96V 的原因及处理方法

#### (1) 充电电阻 R<sub>c</sub> 断路

当电压表显示值低于正常值 6 ~ 10V 时,一般为充电电阻 R<sub>c</sub> 断路(接地试灯插入插座,此时过压保护电路仍通电)。可将 R<sub>c</sub> 的断路处所可靠地接在一起。

#### (2) 蓄电池故障

当确认充电电阻 R<sub>c</sub> 良好后,应检查蓄电池是否良好。可用万能表或用卸下的电压表测量每组电池的电压,如电压低于 8V 时再分别测量该组内各单节的电压,将故障电池甩掉。若故障单节过多,应进行更换。

#### (3) 蓄电池亏电或电解液密度低

如是蓄电池亏电,可经过充电来恢复蓄电池电压;如是充电后电压仍很难恢复,则可用稀硫酸来调整电解液的密度。

78. 断开蓄电池开关 XK 后,无载信号灯 7XD 微亮的原因及处理方法

无载信号灯 7XD 的正端是直接和蓄电池部分单节的 22V 电源正端相接的,而其负端是经过蓄电池开关 XK 同蓄电池负端相接的,正常情况下,断开 XK 使 7XD 负端断路,7XD 不应显示。

当蓄电池负端接地(漏电),而接地试灯的负灯 2DD 的插

头又插在插座上时,使电流形成回路,由于回路中串入了2DD,所以7XD微亮。当拔下2DD插头后,7XD便会熄灭。

当蓄电池负端接地时,首先应将蓄电池表面擦净,防止通过溢出的电解液使蓄电池负端与车体相通。若处理后7XD仍亮,应进一步检查蓄电池接地的原因并进行处理。

### 79. 电空阀工作原理

电空阀由上部的电磁机构和下部的阀门两部分组成(图26)。

当线圈中无电流或电流小于其动作值时,衔铁未被吸合,下阀在弹簧力的作用下与阀座贴合,使低压风缸的压缩空气不能经a孔和b孔进入风动装置的风缸。同时,下阀通过顶针将上阀推离阀座,使风动装置中的空气经b孔和c孔排入大气。

当线圈中的电流达到动作值时,衔铁被电磁力吸下,并通过阀杆和顶针克服弹簧

力的作用,将下阀推离阀座,使低压风缸的压缩空气经a孔和b孔进入风动装置的风缸,驱动电空接触器或转换开关等动作。同时,上阀在阀杆的作用下与阀座贴合,截断了风动装置风缸与大气的道路。

机车上的组合接触器、电空接触器、转换开关及控制电阻制动接触器的电空阀2DF、3DF为相同的电空阀,可以互换。

图 26 电空阀

- 1—衔铁;2—阀杆;3—线圈;
- 4—上阀;5—顶针;6—阀座;
- 7—下阀;8—弹簧;9—阀体。

## 80. 电空接触器工作原理

电空接触器如图 27 所示。当电空接触器的电空阀得电动

图 27 电空接触器

1—电空阀;2—风缸;3—动触头;4—静触头;  
5—灭弧罩;6—触头弹簧;7—辅助触头;8—底座;9—辅助触头滑板。

作后,制动系统低压风缸的压缩空气进入电空接触器风缸,并推动活塞移动,通过机械传动使其主触头闭合,常开触头闭合,常闭触头断开。

当电空接触器的电空阀失电后,关断了低压风缸与接触器风缸的通路,并将接触器风缸的压缩空气排入大气,在开断弹簧的作用下,将主触头和常开触头断开,常闭触头闭合,并使活塞回到原来的位置。

机车上装有七台电空接触器,其中 1~6C 的主触头分别控制六台牵引电动机;制动接触器 ZC 的主触头控制电阻制动工况下,牵引电动机的励磁电路。在装有两级电阻制动的机车上,还设有六台接触器 1~6RZC,其中 1~3RZC 由电空阀 2DF 控制,4~6RZC 由电控阀 3DF 控制。

电空接触器上均装有灭弧装置。为了防止在电空阀线圈断电瞬间,在线圈产生的较大自感电动势对机车上电子元件的影响,在每个线圈两端均并联了压敏电阻,以形成放电回路。

### 81. 电磁接触器工作原理

电磁接触器的工作原理可用图 28 说明。当线圈得电后,产生电磁力吸引衔铁动作,同时通过传动装置使主触头闭合,常闭触头断开,常开触头闭合。如果线圈失电,在弹簧的作用下,使衔铁和各触头回到原来的位置。灭弧装置的作用是保护主触头。

机车上安装的电磁接触器有三种型号。其中 QC、LC 为 CZ<sub>0</sub>-400/10 型,有一对主触头,三对常开触头,三对常闭触头;YC、YRC 为 CZ<sub>0</sub>-250/20 型,有两对主触头,三对常开触头,三对常闭触头;QBC、RBC、FLC、GFC、LLC、GLC 为 CZ<sub>0</sub>-40/20 型,有两对主触头、两对常开触头,两对常闭触头。QC、

LC、YC、YRC 均是由启动线圈和保持线圈组成的双线圈结构。

图 28 CZ0-40/20 电磁接触器

1—支持件；2—调整垫板；3—停档；4—铁心；5—衔铁；6—调整螺钉；  
7—弹簧；8、9、11—螺钉；10—导磁体；12—底盘；13—磁轭；14—螺栓；  
15—绝缘衬垫；16—线圈；17—灭弧罩；18—透明罩；19—触头支持件；  
20—垫圈；21—辅助触头；22—主触头；23—灭弧线圈。

## 82. 接触器灭弧装置的灭弧原理

电空接触器或电磁接触器的主触头断开瞬间，接触器主触头所控制的电路中将产生较高的自感电动势，并在静触头与动触头之间产生电弧，这种电弧会将主触头烧损。因此，在接触器上装有灭弧装置。

灭弧装置主要由灭弧线圈和灭弧室组成，灭弧线圈与接触器的主触头串联，把主触头断开时产生的电弧看成是载流导体，在灭弧线圈产生的磁场作用下，使电弧沿着主触头向外移动并拉长，最后熄灭，保护了主触头。



### 83. 双线圈接触器的工作过程

接触器 QC、LC、YC 和 YRC 的线圈均由启动线圈 A 和保持线圈 B 串联而成,在保持线圈两端并联本接触器的一个常闭触头,该触头的接线没有线号,如图 29 所示。当线圈得电时,电流由 1 点经启动线圈 A 和常闭触头至 3 点,此时启动线圈 A 会产生较大的吸引力使接触器动作。接触器动作后,该常闭触头断开,电流由 1 点经启动线圈 A 和保持线圈 B 至 3 点,启动线圈与保持线圈串联后,阻值增加了,减小了流经线圈的电流,防止了启动线圈的烧损,同时又能可靠地维持接触器的闭合状态。

如果保持线圈断路,接触器得电动作后,常闭触头将断开,切断了启动线圈的电路。接触器释放后,常闭触头又闭合,接触器又动作,启动线圈的反复得电和失电,使接触器产生打呱搭板的现象。

图 29 双线圈接触器接线原理

由于 QC 线圈不需要长时间通电。所以大多数机车未使用其保持线圈和常闭触头,线圈得电时,电流由 1 点经启动线圈流至 2 点。

### 84. 中间继电器工作原理

中间继电器由电磁机构和触头系统组成(图 30)。

当线圈中电流达到动作值时,衔铁在电磁力的作用力,克服弹簧的阻力而吸合,使常闭触头断开,常开触头闭合。

当线圈电流降至释放值时,衔铁在弹簧拉力的作用下而释放,使常闭触头闭合,常开触头断开。

图 30 中间继电器结构

1—铁芯;2—线圈;3—磁矩;4—底座;5—衔铁;6—极靴;7—外罩;  
8—静触头;9—动触头;10—触头弹簧;11—弹簧

### 85. 启动接触器 QC 在电路中的控制作用

启动接触器 QC 有一对主触头、三对常开辅助触头和三对常闭辅助触头。

主触头(F 47)用来控制启动发电机 QF 的串励绕组和电枢绕组,启机时,使 QF 按电动机工作。

一对常开辅助触头(K 65)用来控制启动加速器 1DF 的电空阀线圈。在启机时,该电空阀动作,使联合调节器中的油压迅速建立,把喷油泵齿条拉到启动供油位置。当启动完成后,电空阀释放。在大部分机车上已取消了 1DF。

一对常开辅助触头(K 65)用来控制电磁联锁 DLS 的线圈,保证启机时有较大的电流流经 DLS 线圈,使其可靠动作,将联合调节器的停车阀压下,关闭排油口,使动力活塞下方保持压力油,以拉动供油拉杆。该触头接触不良时,可造成柴油

机不能启机。如将该触头短接,不仅可使 DLS 线圈长时间通电而烧损,而且还使油压继电器 1YJ 和 2YJ 失去保护作用。

一对常闭辅助触头(H 68)用来控制启动机油泵接触器 QBC 的线圈,保证按下启动按钮 1QA 启机时,在延时时间内打机油。当启动接触器 QC 线圈得电后,自动断开 QBC 停止打机油。该触头接触不良时,就不能用 1QA 来控制 QBD 打机油。如将该触头短接,启机时,QC 动作后不能使 QBC 释放,启动机油泵电机 QBD 不能停止工作。

在部分 B 型机车和 C 型机车上,还接有控制 GFC 线圈的 QC 常闭触头,用于防止启机前误合 5K 和 8K,在 GFC 已动作情况下启机,使启动发电机的它励绕组产生较高的感应电动势,并形成放电回路,烧损有关电气。

#### 86. 转轴联锁 ZLS 的原理与作用

转轴联锁 ZLS 是受柴油机盘车机构控制的行程开关。在非盘车状态,盘车机构的蜗杆与柴油机上的蜗轮分开,盘车机构的压块将行程开关压下并使其触头闭合。此时按下启动按钮 1QA,柴油机可以甩车或启机。

在盘车状态,盘车机构的蜗杆与柴油机上的蜗轮啮合,同时盘车机构的压块位置变化,松开行程开关,使其触头断开,切断了柴油机的甩车和启机回路,并对盘车机构起到了保护作用。

#### 87. 启动接触器 QC 主触头粘连时的现象及危害

甩车时,如 QC 的主触头粘连,即使松开启动按钮 1QA,启动发电机仍处于得电状态,柴油机不能停止转动,很容易造成蓄电池亏电。

启机时,如 QC 的主触头粘连,则松开 1QA 后,蓄电池仍将以较大电流放电,同样可以造成蓄电池亏电。

QC 的主触头粘连时,其控制电磁联锁 DLS 的 QC 常开

辅助触头不能断开,DLS 线圈长时间在 110V 电压下造成烧损,使柴油机停机。

发现 QC 的主触头粘连,不要先断开蓄电池开关 XK,以防止火花烧损 XK 和烧伤操作人员,要用绝缘物将触头撬开并做相应处理。

### 88. 甩车前启动机油泵电机 QBD 的控制

柴油机在甩车前应使用启动机油泵向各摩擦表面布油,以保证其良好的润滑状态。启动机油泵由启动机油泵电机 QBD 驱动,QBD 的控制原理如图 31 所示。

图 31 甩车前启动机油泵 QBD 控制原理

打机油时,闭合总控制开关 1K 和启动机油泵开关 3K,启动机油泵接触器 QBC 线圈得电后,QBC 主触头闭合,接通 QBD 的工作电路。停止打机油时,断开 3K,则使 QBC 线圈断电,使 QBC 释放,QBD 停止工作。由于启动机油泵电机 QBD

是由蓄电池供电的,因此打机油的时间不宜过长(一般不超过 3m in),以免造成蓄电池亏电。

在 C 型机车和 D 型机车上,安装了两个启动机油泵电机 1QBD、2QBD,由 QBC 的两对主触头分别控制。一方面防止因启动机油泵故障影响起机,同时增加了甩车和启机时的机油供油量,有利于柴油机的保养。

### 89. 甩车时启动发电机的控制

柴油机甩车时,是由启动发电机 QF 通过启动变速箱和万向轴来驱动柴油机-发电机组转动的,而 QF 由蓄电池供电。甩车时,对启动发电机 QF 的控制如图 32 所示。

图 32 甩车时启动发电机 QF 的控制原理

甩车时,需将主手柄置于“0”位,总控开关 1K 以外的琴键开关均置于断位,打开柴油机各缸的示功阀,然后按下启动按钮 1QA,使启动接触器 QC 动作,接通启动发电机 QF 的工作电路,QF 作为串励电动机驱动柴油机转动。当曲轴转动 3

~ 5 圈后,松开 1QA,关闭各缸示功阀,甩车完毕。

90.甩车前闭合 3K,QBD 不工作的原因及处理方法

(1)总控开关 1K 接触不良或自动开关 15DZ 在“分”位

闭合启动泵开关 3K 后,如启动机油泵接触器 QBC 不动作,可再闭合燃油泵开关 4K。如燃油泵接触器 RBC 也不动作,一般为总控开关 1K 接触不良或自动开关 15DZ 在“分”位。1K 接触不良而又不易修好时,可将其短接或利用空闲的 6K。也可利用另一端的 1K 来控制,走车时的操作方法见第 163 题。如果 15DZ 在“分”位时,应查找和处理故障后将其置于“合”位。

(2)启动泵开关 3K 接触不良或燃油泵接触器 RBC 的常闭触头 H 64 接触不良

闭合燃油泵开关 4K 后,如燃油泵电机 RBD 正常工作,可再按下启动按钮 1QA,如 QBC 动作,为 3K 或 RBC 的常闭触头接触不良。3K 接触不良时,可利用另一端的 3K 控制打机油。RBC 的常闭触头接触不良而又不易修好时,可将其短接,甩车后再将短接线卸下,即可防止 3K 未断开又闭合 4K 时启动机油泵电机 QBD 工作,又可防止启机后误合 3K,造成 QBD 工作,对机油泵及其电动机极为不利,并可能使辅助发电工况自动转为固定发电工况。

(3)启动机油泵电机接触器 QBC 线圈断路

如闭合 4K 后按下 1QA,QBC 不动作,为 QBC 的线圈断路,可人工顶起 QBC 控制打机油,但要注意在柴油机转动前将 QBC 释放。

(4)QBC 的主触头接触不良,熔断器 3RD 熔片断或 QBD 故障

当闭合 3K,QBC 正常工作,而 QBD 不工作时,可断开 3K,用接地试灯正灯的插头触 X4.14 或 X4.15,灯亮为 QBC

的主触头接触不良或 3RD 熔片断;灯不亮为 QBD 故障。QBC 主触头接触不良时,可利用 QBC 空闲的主触头,3RD 熔片断时进行更换。QBD 故障时,检查其接线、电刷、换向器,不良时,进行处理。如不易修复,可使用预热锅炉的辅助机油泵,打机油的时间不应少于 3m in。

91. 甩车时,按下启动按钮 1QA,启动发电机不工作的原因及处理方法

(1)司机控制器的 9 号触头或 1QA 接触不良

甩车时,若按下一端的启动按钮 1QA,启动接触器 QC 不动作,可再按下另一端的 1QA,此时如 QC 正常动作为司机控制器 9 号触头或 1QA 接触不良,可用另一端来控制甩车和启机,有条件时对故障进行处理。

(2)转轴联锁 ZLS 接触不良

当分别按下两端的 1QA, QC 均不动作时,可闭合一端的燃油泵开关 4K 后按下 1QA,如启动机油泵接触器 QBC 不动作为 ZLS 接触不良,不易修好时可将其短接(但要确认盘车机构必须在非盘车位)。

(3)辅助发电励磁接触器 FLC 常闭触头(G67)接触不良、启动接触器 QC 线圈断路、燃油泵接触器 RBC 的常闭触头 H 68 接触不良

当闭合 4K 后按下 1QA,如 QBC 动作,可松开 1QA,断开 4K,用接地试灯正灯的插头触 QC 线圈的 423 号接线,灯亮为 FLC 的常闭触头(G67)接触不良。灯不亮再触 QC 线圈的 428 号接线,如此时灯亮为 QC 线圈断路,灯不亮为 RBC 常闭触头接触不良。FLC 常闭触头不良时进行修复或利用 FLC 的空闲常闭触头;QC 线圈断路时,可人工顶起 QC 的衔铁控制甩车和启机;RBC 常闭触头接触不良又不易修复时,

可将其短接,但甩车后要将短接线卸下,防止按下 1QA 后时间继电器 1SJ 不起作用,在没打机油的情况下,QC 立刻动作而启动柴油机。

#### (4)QC 的主触头接触不良、启动发电机 QF 故障

当按下 1QA, QC 动作而 QF 不工作时,可松开 1QA,用接地试灯正灯的插头触 QC 主触头的 876 号接线,灯亮时为 QC 主触头接触不良,灯不亮为 QF 故障。QC 主触头接触不良而又不易修复时,可人工顶起 QC 衔铁控制甩车。如 QC 主触头烧损严重时,可将励磁机励磁接触器 LC 的主触头卸下代用,启机后恢复 LC 的主触头。QF 故障时,要检查 QF 的接线、电刷、换向器,不良时进行处理。

#### 92. 停止甩车时,松开启动按钮 1QA,柴油机仍转动的原因及处理方法

甩车时,因不打燃油,所以松开 1QA 柴油机应很快停止转动。如果松开 1QA 柴油机仍继续转动,则是启动接触器 QC 的主触头粘连,启动电动机 QF 不能停止工作,柴油机仍转动。为了防止蓄电池亏电,应用绝缘物将粘连的主触头撬开并进行打磨处理。烧损严重时,可将励磁接触器 LC 的主触头卸下代用,启机后恢复 LC 主触头。这里应注意,严禁在 QC 主触头撬开前断开蓄电池开关 XK,以免电弧烧损 XK 和烧伤操作人员。

#### 93. 燃油泵电机 1RBD、2RBD 的控制

机车上装有两个燃油泵,分别由 1RBD 和 2RBD 驱动,如需停止某个燃油泵工作时,可用自动开关 3DZ 或 4DZ 控制。1RBD、2RBD 的控制原理如图 33 所示。柴油机启动时,由蓄电池向 1RBD 或 2RBD 供电,柴油机启动后由启动发电机 QF 向 1RBD 或 2RBD 供电。电路中采用了两个并联的燃油泵接触器 RBC 主触头,控制 1RBD 和 2RBD,使 RBC 的控



制作用更加可靠。在空压机降压启动机车上, RBC 的主触头还控制空压机电机 1YD 和 2YD 的他励绕组回路。

打燃油时, 闭合燃油泵开关 4K, RBC 线圈得电, RBC 动作, 主触头闭合, 1RBD、2RBD 均可工作, 驱动燃油泵向柴油机

图 33 RBD 的控制原理

供油。需停机时, 断开 4K, 停止向柴油机供油。

#### 94. 燃油泵接触器 RBC 在电路中的控制作用

RBC 有两对主触头、两对常开辅助触头和两对常闭辅助触头。

两对主触头 (C50, C52) 并联后控制燃油泵电机 1RBD 和 2RBD, 以及空压机电机 1YD 和 2YD 的他励绕组。

一对常开辅助触头 (H 67) 接于启动按钮 1QA 至启动机油泵接触器 QBC 线圈间, 以保证闭合启动机油泵开关 3K 打机油时, 启动接触器 QC 不同时动作。如果该触头接触不良, 按下 1QA 启机时, QBC 不能动作, 经过 45 ~ 60s 延时后, 柴油机在没有润滑的情况下启动, 对柴油机极为不利。如果将其短接, 甩车前闭合 3K 打机油时, QC 打呱搭板。

一对常开辅助触头 (H 63) 接于步进电机和驱动器电源正端, 使用燃油泵开关 4K 间接控制步进电机和驱动器的电源。该触头接触不良时, 使柴油机的转速失控, 不能按要求上升和下降。

一对常闭辅助触头 (H 68) 控制 QC 线圈的负端, 以保证

甩车时按下 1QA 后,电流经 RBC 常闭辅助触头流至负端,使 QC 可以立即工作。而当启机时,先闭合 4K,RBC 常闭辅助触头断开,按下 1QA 经时间继电器 1SJ 45 ~ 60s 的延时后, QC 才能动作。如该触头接触不良,甩车时按下 1QA 经延时后 QC 才能动作。如将该触头短接,启机时按下 1QA, QC 即可动作。

一对常闭辅助触头接于 3K 至 QBC 线圈间(H 64)以保证甩车前闭合 3K 打机油。闭合 4K 后 3K 失去作用,实现了 4K 对 3K 的控制。该触头接触不良时,甩车前闭合 3K 不能打机油。将该触头短接,闭合 4K 后误合 3K 经延时后 QC 动作,并使燃油泵和机油泵电机同时转动。

### 95. 差示压力计 CS 的原理与作用

在柴油机正常运转情况下,曲轴箱内的气体通过油气分离器与大气相通,柴油机在额定转速负载运行时,CS 的液面差为 20mm 左右。为了防止非正常情况下,如柴油机活塞、活塞环、缸套磨损过量或损坏,大量燃气窜入曲轴箱,油气分离器不能及时将其排出,曲轴箱内气体压力增加而引起爆炸,在机车上安装了差示压力计。

差示压力计是一根装有盐水的 U 型有机玻璃管(图 34),其一端与大气相通,在该端液面的上部装有两根触针(即 CS 的常开触点),另一端与曲轴箱相通。当曲轴箱内的气体压力升高,使 CS 液面差达到 60mm 时,气体将盐水推向通大气的一端,将两根触针导通,中间继电器 4ZJ 线圈便

图 34 差示压力计示意图

1—U 型管;2—盐水;3—触针。

可得电,使电磁联锁 DLS 线圈失电,柴油机停机。随着曲轴箱

内气体压力的下降,CS 将会断路。如果柴油机故障严重时,曲轴箱内气体压力将会急骤升高,此时,不仅 CS 触针导通使柴油机停机,而且还可自动打开柴油机的防爆阀,将高压气体迅速排出。

#### 96. 中间继电器 4ZJ 的作用

柴油机运转时,如果曲轴箱内燃气压力过高,会造成曲轴箱爆炸,因此,在机车上设置了曲轴箱防爆电路(图 35)。

当曲轴箱压力升高,使 CS 液面差达到 60mm 时,差示压力计 CS 的两个触针被盐水导通,使 4ZJ 动作。

4ZJ 动作后,控制燃油泵接触器 RBC 和电磁联锁 DLS 线圈的常闭触头 K64 断开,RBC 线圈失电,燃油泵停止向柴油机供油,DLS 线圈失电,通过联合调节器迅速将供油拉杆拉回到停止供油位,使柴油机停机;控制差示压力信号灯 1XD 的常开触头闭合,1XD 亮;控制 4ZJ 线圈负端的常开触头闭合,为 4ZJ 线圈自锁,防止在柴油机转速下降过程中 CS 的液面下降,使 4ZJ 释放,1XD 灭,不利于判断故障原因。同时也防止了燃油泵电机 RBD 重新工作,并使 DLS 动作,再向柴油机供油,使柴油机不能停机。

图 35 曲轴箱防爆保护电路

4ZJ 动作后,可断开燃油泵开关 4K,使 4ZJ 释放。

#### 97. 油压继电器 1YJ、2YJ 的作用

为了保证柴油机运行时,运动部件的良好润滑,机车上设

置了 1YJ、2YJ 油压保护电路(图 36)。

图 36 电磁联锁电路

当柴油机启动时,松开启动按钮 1QA 以前,如果增压器机油入口压力达到 100kPa,则油压继电器 1YJ、2YJ 的触头闭合,如此时松开 1QA,使启动接触器 QC 释放,电流经电阻  $R_{dls}$  与 1YJ、2YJ 的串联电路流入电磁联锁 DLS 线圈,使其保持动作状态,电阻  $R_{dls}$  是为防止 DLS 线圈过热或烧损而设的。

柴油机运转时,如果任一个增压器机油入口处的压力低于 80kPa,使 1YJ 或 2YJ 释放,都会使 DLS 释放,造成柴油机停机。

#### 98. 启机时,启动机油泵电机 QBD 的控制

启机时按下启动按钮 1QA,启动机油泵接触器 QBC 动作,控制启动机油泵电机 QBD 的 QBC 主触头(G46)闭合,使 QBD 工作并驱动启动机油泵工作,保证有关摩擦面有良好的润滑(图 37)。按下 1QA 的同时,时间继电器 1SJ 开始延时,45~60s 后 QC 动作,其常闭触头(H 68)断开,使 QBC 线圈失电,QBD 停止工作。

在有些机车上,将 QBC 的两对主触头并联使用,保证控制作用更可靠。

图 37 自动泵机油电路

### 99. 启机时,启动发电机的控制电路

如图 38 所示。启机时,按下 1QA,在向 QBC 线圈供电的同时,向时间继电器 1SJ (G69)供电。由于流经 QC 线圈 (G68)电流很小,QC 不能动作。1SJ 得电 45 ~ 60s 后,1SJ 内可控硅导通,使 QC 线圈电流达到其动作值。QC 动作后,其主触头 (F 47)闭合,使启动发电机 QF (G47)按电动机工作,驱动柴油机。柴油机爆发后,随着机油压力的上升,当前、后增压器机油入口压力高于 100kPa 时,方可松开 1QA,柴油机启动完毕。

启机前应将主手柄置“0”位,使司机控制器的 9 号触头闭合,此时才能启机,起到零位保护作用。如果没有零位保护,在误合 2K,主手柄又不在“0”位的情况下启机,由于柴油机处于负载状态,将不能启动。柴油机在低转速转动的同时,使启

动发电机 QF 过载。

图 38 启机时 QF 控制电路

100. 闭合燃油泵开关 4K, 燃油泵电机 1RBD、2RBD 不工作的原因及处理方法

(1) 总控制开关 1K 接触不良或自动开关 15DZ 在“分”位

闭合 4K 后, 燃油泵接触器 RBC 不动作时, 可断开 4K, 闭合启动泵开关 3K, 如 QBC 也不动作为 1K 接触不良或 15DZ 在“分”位。如是 1K 接触不良可用另一端控制启机, 走车时的操纵方法见第 163 题; 如是 15DZ 在“分”位, 可查找并处理故障后将其置于“合”位。

(2) 燃油泵开关 4K 接触不良、中间继电器 4ZJ 的常闭触头(K 64)接触不良或燃油泵接触器 RBC 线圈断路

当闭合 4K 后 RBC 不动作,而闭合 3K 后 QBD 正常工作时,可闭合 4K,用接地试灯负灯的插头触 X5.13,灯不亮为 4K 接触不良,不易修复时,不能将其短接,以免造成特殊情况下不能及时断燃油停机,但可利用空闲的 6K 或 7K;如灯亮,可再用负灯插头触 RBC 线圈的 435 号接线。灯不亮,为 4ZJ 的常闭触头接触不良,不易修复时不能将其短接,以防止差示压力计 CS 失去保护作用,可利用 4ZJ 的空闲常闭触头;如灯亮,为 RBC 线圈断路,可人工顶起 RBC 衔铁控制打燃油。

### (3)RBC 的两个主触头均接触不良

将自动开关 3DZ、4DZ 均置于“合”位,闭合 4K 后 RBC 动作,而 1RBD 和 2RBD 均不工作时,一般为 RBC 两个并联的主触头接触不良,有条件可修复,也可将主触头短接。如要停机,可断开 4K,再将 3DZ、4DZ 置于“分”位。

101. 启机时,按下启动按钮 1QA,启动机油泵电机 QBD 不工作的原因及处理方法

#### (1)司机控制器的 9 号触头接触不良或 1QA 接触不良

启机时,若按下一端的 1QA,启动机油泵接触器 QBC 不动作,可再按下另一端的 1QA,此时如 QBC 动作,为司机控制器的 9 号触头接触不良或 1QA 接触不良,可用另一端来控制甩车和启机,有条件时对故障进行处理。

#### (2)QBC 线圈断路

断开燃油泵开关 4K 后闭合启动泵开关 3K,若 QBC 不动作为 QBC 线圈断路,可人工顶 QBC 的衔铁控制打机油,柴油机转动前需将 QBC 释放。

(3)燃油泵接触器 RBC 的常开触头(H 67)、启动接触器 QC 的常闭触头 H 68 或 ZLS 的触头(H 64)接触不良

闭合 3K 后若 QBC 动作,可闭合 4K,用正灯的插头触 RBC 触头的 431 号接线,正灯不亮,为 QC 的常闭触头接触不良,可进行修复或利用 QC 的空闲常闭触头。正灯亮时,再用正灯的插头触 RBC 触头的 430 号接线,正灯不亮为 RBC 的常开触头接触不良,可进行修复或短接,但启机后,应将短接线卸下,正灯亮为 ZLS 的触头接触不良,判断盘车机构在非盘车位后可将其短接。

(4)QBC 的主触头接触不良、自动开关 3DZ 在“分”位或 QBD 故障

判断和处理方法见 90 题。

102. 启机时,按下启动按钮 1QA,经延时后启动发电机不工作的原因及处理方法

(1)时间继电器 1SJ 故障

按下 1QA 经 1SJ 45 ~ 60s 延时后,如启动接触器 QC 不动作可松开 1QA,断开 4K 用接地试灯正灯的插头触 FLC 常闭触头 422 号接线,灯亮为 1SJ 故障,可将 1SJ 的 427 和 2034 号线短接,用启动泵开关 3K 控制打机油后,闭合燃油泵开关 4K,按下 1QA 直接启机。

(2)辅助发电励磁接触器 FLC 的常闭触头接触不良

用正灯插头触 FLC 常闭触头 422 号接线,若正灯不亮,再用正灯插头触 FLC 常闭触头 (G67)的 423 号接线,正灯亮时,为 FLC 的常闭触头接触不良,不易修复时可利用 FLC 的空闲常闭触头。

(3)QC 的启动线圈断路

若用正灯插头触 FLC 常闭触头的 423 号接线,正灯不亮为 QC 的启动线圈断路,可人工顶 QC 的衔铁控制启机。若使用了 QC 的保持线圈,还应考虑控制保持线圈常闭触头的状



态,不良时可利用 QC 空闲的常闭触头。

(4)QC 的主触头接触不良或启动发电机故障  
判断及处理方法与第 91 题相同。

103. 启机时,按下启动按钮 1QA,经延时后 15DZ 跳开的原因及处理方法

当时间继电器 1SJ 的续流二极管击穿后,1SJ 的 1、2 端子相通,这时如按下启动按钮 1QA 并经过 45~60s 的延时后,1SJ 的 2、3 端子正常导通,1SJ 将启动接触器 QC 线圈短接,使电流过大造成自动开关 15DZ 跳开。此时可将 1SJ 的 426 号线卸下,将 427、2034 号线短接来甩掉 1SJ,然后用启动泵开关 3K 打机油,再闭合燃油泵开关 4K,按下 1QA 直接使 QC 线圈得电来启动柴油机。也可人工顶起启动接触器 QC 衔铁控制启机。

续流二极管击穿后,如甩车时,按下 1QA,15DZ 将立即跳开。可将 1SJ 的 426 号线卸下后进行甩车。

104. 燃油压力正常时启动柴油机,曲轴转动而不发火的原因及处理方法

造成这种故障的实质原因是喷油泵齿条没有拉出。这时可松开启动按钮 1QA,用接地试灯正灯插头触 X5.16,灯不亮为电磁联锁 DLS 线圈断路,灯亮为启动接触器 QC 的常开辅助触头(K65)接触不良。DLS 线圈断路时,可将其顶死,但要注意机油压力,因为油压继电器 1YJ 和 2YJ 均失去了保护作用。QC 的常开辅助触头接触不良可修复,如不易修复,可利用 QC 的空闲常开辅助触头。不能将其短接,以防止 1YJ、2YJ 失去保护作用 and 烧损 DLS 线圈。

105. 启机时,机油压力正常,松开按钮 1QA,柴油机停机的原因及处理方法

### (1)经济电阻 $R_{dls}$ 断路

断开燃油泵开关 4K,用正灯的插头触 X5.15,正灯不亮为  $R_{dls}$  断路,可进行修复或利用备用电阻。不能将其短接,以防止启机后电磁联锁 DLS 线圈烧损。

### (2)油压继电器 1YJ 或 2YJ 中的触头接触不良

同时分别短接 1YJ 和 2YJ 的触头(L64、L65),启机后可先将 1YJ 触头的短接线卸下,若停机为 1YJ 的触头接触不良;若不停机,为 2YJ 的触头接触不良,判断 1YJ 或 2YJ 故障,不要在短时间内频繁停机和启机,以防止蓄电池亏电。

$R_{dls}$ 、1YJ 或 2YJ 故障后,也可以将 DLS 顶死后启机和维持运行(但要注意机油压力,因为 1YJ、2YJ 均失去了保护作用)。

### 106. 蓄电池严重亏电时如何启动柴油机?

当蓄电池亏电严重又无条件充电时,可采用甩缸的方法来启动柴油机。甩缸时如将柴油机某侧的 8 个缸甩掉,对发火顺序有利,但会造成较大振动,因此,根据柴油机的发火顺序,可甩掉 1、10、5、11、2 缸后进行启机,启机后应尽快将甩掉的缸恢复。

1	3	7	5	8	6	2	4
16	14	10	12	9	11	15	13

启机后,由于蓄电池严重亏电,应使用固定发电,以略高于蓄电池端电压的电压向蓄电池充电,以利于提高蓄电池的容量。

### 107. 过压保护电路原理

过压保护电路原理如图 39 所示。进行辅助发电时,启动发电机在柴油机最低稳定转速至额定转速范围内,以及由空载到负载,其端电压保持为  $(110 \pm 2)V$ 。这个电压调整的任务

是由电压调整器通过自动调节启动发电机的励磁电流来完成的。但是在电压调整器的可控硅失控时,将导致启动发电机端电压升高,此时充电电阻  $R_c$  的端电压也相应升高。当启动发电机端电压升至限制值 125V 时,流经继电器 FLJ 的电流就会达到动作值,FLJ 的常开触头 L49 闭合,使固定发电接触器 GFC 得电动作,并自动转为固定发电工况,此时启动发电机的端电压迅速降低,流经 FLC 的电流又减小并释放 FLJ,靠 GFC 的常开触头(L49)维持固定发电工况。在固定发电工况下,启动发电机的端电压将随柴油机的转速变化,柴油机达到额定转速时才可达到 105V,这就起到了过压保护作用。

如果电阻  $R_{gY}$  的阻值调整过大,只有当启动发电机的端电压超过 125V 时 FLJ 才能动作。 $R_{gY}$  的阻值调整过小时,启动发电机端电压低于 125V,FLJ 即可动作。

继电器 FLJ 的触头接

图 39 过压保护电路

触不良时,固定发电接触器 GFC 就不能受 FLJ 的控制而动作,过压保护电路将失去作用,这时启动发电机的端电压会继续上升并烧损电器设备。如果启动发电机的端电压高于 125V 而不能自动转为固定发电,要及时闭合固定发电开关 8K,使启动发电机转为固定发电。

### 108. 强迫辅助发电励磁接触器 FLC 动作的危害

在启动发电机励磁回路正常时,启动发电机的励磁电流是由电压调整器调整后,流经 FLC 的主触头而进入 QF 他励绕组的,这种工况是辅助发电工况。

当 FLC 线圈电路故障时,如果将 FLC 的衔铁顶死,维持

其辅助发电工况,若此时误闭合固定发电开关 8K 或电压调整器失控而通过过压保护电路作用,使固定发电接触器 GFC 动作,将使启动发电机励磁回路中的电阻  $R_{dt}$ 和  $R_{gf}$  并联后向 QF 他励绕组供电。由于  $R_{dt}$ 和  $R_{gf}$  并联后的阻值较小,会使启动发电机的励磁电流增大,启动发电机在励磁电流很大,又失去了电压调整器控制的情况下,将输出很高电压,虽然有 1DZ 的保护,但也会烧损有关电气设备。所以,当 FLC 线圈电路故障时,不能强迫 FLC 动作。如故障不能及时处理时,应使用固定发电来维持运行。

#### 109. 辅助发电励磁接触器 FLC 在电路中的控制作用

FLC 有两对主触头,两对常开触头和两对常闭触头。两对主触头串联后控制启动发电机的他励绕组,在辅助发电时,两对主触头闭合,使启动发电机的端电压保持在  $110 \pm 2V$ 。由于启动发电机的串励绕组和他励绕组均绕在公用磁极上,启动发电机做为电动机运行时,在他励绕组中产生很高的感应电动势,为避免该电动势经 620 号线损坏电压调整器的可控硅等电子元件,设置了一对主触头(F47)。为了在固定发电时将电压调整器切除,设置了另一对主触头(D47)。

一对常开触头(G67)控制启动接触器 QC 的线圈电路,防止在闭合 5K 情况下启机,使 QF 它励绕组感应出很高电压。该触头接触不良时,柴油机不能正常甩车和启机。

#### 110. 固定发电接触器 GFC 在电路中的控制作用

GFC 有两对主触头,两对常开辅助触头和两对常闭辅助触头。

两对主触头(D46、K47)分别控制启动发电机他励绕组的正、负端。控制负端主触头的作用是在固定发电工况时,保证负端始终与蓄电池负端相通,短接电压调整器使其不起电

压调整作用。

一对常开辅助触头(L48)用来控制 GFC 线圈的负端,保证自动转为固定发电时,对 GFC 线圈自锁。此时如果该触头接触不良,可使 FLJ 和 GFC 打呱搭板。如将该触头短接后闭合辅助发电开关 5K,GFC 则会动作,启动发电机进入固定发电工况。

一对常闭辅助触头(L63)用来控制辅助发电励磁接触器 FLC 线圈,保证 GFC 得电动作后切断 FLC 线圈电路。该触头接触不良时,FLC 线圈不能得电,进入不了辅助发电工况。

一对常开辅助触头(H 75)控制固定发电信号灯 10XD,保证在固定发电工况,固定发电信号灯 10XD 亮。

#### 111. 启动发电机发电时的控制原理

启动发电机 QF 有两种作用:一种是串励的启动电动机;另一种是他励的发电机,而做为发电机时又分为固定发电和辅助发电两种工况,这里介绍一下 QF 做为发电机时的控制。

要使 QF 进入辅助发电工况,需闭合辅助发电开关 5K(图 40),辅助发电接触器 FLC 动作,其两个串联的主触头闭合,向 QF 的他励绕组供电,其端电压保持在  $110 \pm 2V$  的范围内。

当电压调整器失控时,通过过压保护电路的作用,使固定发电接触器 GFC 动作,QF 自动转为固定发电工况。当电压调整器或辅助发电接触器 FLC 故障时,QF 停止发电,此时应闭合固定发电开关 8K,使固定发电接触器 GFC 动作,QF 便进入了固定发电工况。固定发电时,QF 励磁电路中的阻值增加,励磁电流减小,此时励磁绕组的负端不受电压调整器的控制,而直接与蓄电池的负端相通,QF 的端电压随着柴油机的转速而相应变化。如果要调整 QF 的端电压,可通过调整

$R_{gf}$  的阻值来实现。

图 40 QF 发电时的控制原理

在闭合 8K 进入固定发电工况后, 如要停止发电, 只断 8K, 并不能使 GFC 线圈失电, 因为 GFC 的常开触头 (L48) 已闭合, 还需断开 5K, 使 GFC 线圈正端断路, 才能停止发电。通过过压保护电路而自动转为固定发电时, 如需停止发电, 只需断开 5K 即可。

在固定发电工况时, QF 的输出电压不能长时间过低, 以免电流过大烧损空压机电机和其它有关电机, 还要注意防止蓄电池亏电。

112. 启机后闭合 5K、10K, 充、放电电流表显示放电, 空压机不能工作的原因及处理方法

(1) 辅助发电开关 5K 接触不良

启机后, 闭合 5K, 如辅助发电接触器 FLC 不动作, 可闭合另一端 5K, 如充放电电流表显示充电, 空压机工作, 则为一端 5K 接触不良, 可用另一端 5K 控制 QF 发电。

(2) 辅助发电励磁接触器 FLC 线圈断路或固定发电接触器 GFC 常闭触头(L63)接触不良

如先后闭合两端 5K, FLC 均不动作, 是 FLC 线圈断路或 GFC 常闭触头接触不良, 此时, 应断开 5K, 用接地试灯的正灯插头触 FLC 线圈的 411 号接线, 灯不亮为 FLC 线圈断路; 灯亮为 GFC 常闭触头接触不良, 不易修复时, 不可将触头短接或人工顶起 FLC 的衔铁。但可闭合固定发电开关 8K, 进行固定发电。

(3) FLC 主触头接触不良、启动发电机故障或电压调整器故障

如果闭合 5K 后 FLC 动作, 但故障现象未消失, 可再闭合 8K, 如固定发电正常, 为 FLC 的主触头接触不良或电压调整器故障, 此时应闭合 8K, 人工进入固定发电工况, 并使柴油机转速适当高一些。如不能进入固定发电工况, 为启动发电机故障, 应检查其接线、电刷及换向器, 发现故障后进行处理。

113. 启机后闭合 5K、10K, 充、放电电流表显示放电, 空压机能工作的原因及处理方法

启机后闭合辅助发电开关 5K, 蓄电池放电, 而空压机工

作,可认为启动发电机工作正常,其原因有以下几种情况。

### (1)熔断器 2RD 熔片断或逆流装置 NL 开路

当 2RD 熔片断或 NL 开路时,不会影响空压机电路。QF 发电,空压机即可转动,但此时蓄电池充电电路为开路,蓄电池处于放电状态,这时应断开 5K,检查 2RD 和 NL。如 2RD 熔片断应更换,如 NL 开路,应将其接好。

### (2)启动接触器 QC 主触头粘连

启机后松开启动按钮 1QA, QC 应断电释放。如 QC 主触头粘连,蓄电池将通过它放电,此时应用绝缘物将 QC 的主触头撬开。

### (3)充电电阻 $R_c$ 开路

$R_c$  开路后,主要由蓄电池向步进电机供电和启动发电机励磁,蓄电池显示放电,此时应将  $R_c$  接好。

114. 辅助发电电压表显示  $(110 \pm 2) V$  时,自动转为固定发电的原因及处理方法

辅助发电电压表稳定显示  $110 \pm 2V$ ,表明电压调整器工作正常,启动发电机处于辅助发电工况,如果此时自动转为固定发电工况,是以下几种情况:

### (1)蓄电池亏电

当闭合辅助发电开关 5K 后,如果辅助发电电压表显示值正常,却又自动转为固定发电,并且柴油机在额定转速充电电流较大时为蓄电池亏电。这是因为蓄电池亏电后,其端电压下降,充电电流自然会较大,此时充电电阻  $R_c$  的电压降会上升,继电器 FLJ 的电流会增大而动作,并接通固定发电接触器 GFC 使其动作,这样一来,启动发电机就自动转为固定发电工况了。这时可继续使用固定发电并提高柴油机的转速,向蓄电池充电。充电一定时间后,再使用辅助发电。



## (2)电阻 $R_{gY}$ 的使用值调整过小

由于  $R_{gY}$  的使用值调整过小,使过压保护电路的电流增加,FLJ 过早动作,并使 GFC 动作后转为固定发电工况,此时可将  $R_{gY}$  的使用值适当调大或继续使用固定发电。

### 115. 辅助发电电压表显示 125V 以上,不自动转为固定发电的原因及处理方法

当电压调整器失控,辅助发电电压表显示值大于 125V 时,过压保护电路应起作用,继电器 FLJ 得电后使固定发电接触器 GFC 动作,自动转为固定发电工况。如果此时不能自动转为固定发电工况,是以下几种情况:

#### (1)电阻 $R_{gY}$ 使用值调整过大或断路

这时 FLJ 的电流会较小,因此不能动作,GFC 也就不会动作了,不可能自动转为固定发电工况。此时应将  $R_{gY}$  的使用值调小,如果是断路应接好。也可以按下固定发电开关 8K,手动进入固定发电工况。

#### (2)FLJ 线圈断路或触头接触不良

如果 FLJ 线圈断路或触头(L48)接触不良,GFC 不能动作。此时可闭合 8K 手动进入固定发电工况。

$R_{gY}$  断路或 FLJ 线圈断路后,可将  $R_{gY}$  的 630 号接线卸下,闭合蓄电池开关 XK,用负灯的插头触 FLJ 线圈的 631 号接线,负灯不亮为 FLJ 的线圈断路,负灯亮为  $R_{gY}$  断路。

#### (3)GFC 线圈断路

若闭合 8K 仍不能进入固定发电工况时,可断开 8K 后用负灯的插头触 GFC 线圈的 614 号接线,负灯不亮为 GFC 线圈断路,可人工顶 GFC 的衔铁进行固定发电。

### 116. 空压机电机 1YD、2YD 的控制原理

机车上装有两台空压机,分别由空压机电机 1YD 和 2YD

驱动(图 41)。启动发电机发电后,闭合空压机开关 10K,如果总风缸压力低于 750kPa,压力开关 YK 的触头则闭合,空压机接触器 YC 的线圈得电动作,电流分别经过降压启动电阻  $1R_Y$  和  $2R_Y$ ,使 1YD 和 2YD 在低电压下启动,在经过时间继电器 2SJ 的 3s 延时后,2SJ 的 2、3 端接通,使空压机接触器 YRC 动作,其主触头闭合后,分别将  $1R_Y$ 、 $2R_Y$  短接,1YD 和 2YD 开始正常工作。

图 41 空压机电机的控制原理

当断开 10K 或总风缸压力超过 900kPa,压力开关 YK 的

触头断开时,1YD 和 2YD 停止工作。当 YK 故障时,可断开 10K,按空压机手动按钮 2QA 控制空压机工作。

由于空压机降压启动的控制比较复杂,并且容易因  $1R_Y$ 、 $2R_Y$  过热而发生火灾,在部分 B 型机车和 C 型机车上,采用了串励电动机,并不进行降压启动的控制,取消了 YRC、2SJ、 $R_{xf}$  和  $1R_Y$ 、 $2R_Y$ 。其原理如图 42 所示。

图 42 空压机直接启动电路

由于没有 YRC 的常闭辅助触头控制“空压机启动”信号灯 6XD,所以,空压机工作时 6XD 不灭。

117. 空压机接触器 YC 在电路中的控制作用

YC 有两对主触头、三对常开辅助触头、三对常闭辅助触头。

两对主触头 (D51、D53) 分别控制空压机电机 1YD 和 2YD。

一对常开辅助触头 (F 75) 控制空压机启动信号灯 6XD, 使空压机电机 1YD、2YD 在降压启动时 6XD 亮。

一对常闭辅助触头 (无线号) 控制 YC 的保持线圈。该触头接触不良时, YC 不能动作。将其短接后, 会使 YC 的启动线圈过热或烧损。

#### 118. 空压机接触器 YRC 在电路中的控制作用

YRC 有两对主触头、三对常开辅助触头和三对常闭辅助触头。

两对主触头 (E51、E52) 分别控制空压机电机 1YD 和 2YD。

一对常闭辅助触头 (F 75) 控制空压机启动信号 6XD, 使 1YD 和 2YD 降压启动完毕后 6XD 灯灭。

一对常闭辅助触头 (无线号) 控制 YRC 的保持线圈。该触头接触不良时 YRC 不能动作。将其短接后会使得 YRC 的启动线圈过热或烧损。

#### 119. 空压机电机的降压启动

在空压机的启动电路中, 有两个降压启动电阻 1R<sub>Y</sub> 和 2R<sub>Y</sub>, 还有接触器 YRC 的两个主触头, 它们分别控制空压机电机 1YD 和 2YD。当空压机启动时实行降压启动, 在 YC 吸合 3s 后, YRC 吸合, 将 1R<sub>Y</sub> 和 2R<sub>Y</sub> 短接, 机组正常运转 (图 41)。这是因为当 1YD 和 2YD 的电枢绕组刚通电时, 电机转速较低, 电枢电流较大, 这样会使换向器表面产生火花, 造成换向困难。同时空压机组在短时间内由静止到正常运转, 其启

动转矩和加速度会很大,这对电机、空压机以及联轴节等都将产生不良影响。以上两个问题都是由于电枢电流较大而引起的,因此才设置了空压机降压启动电路。在电路中串联了  $1R_Y$  和  $2R_Y$  后,电机不能以正常转速工作,因此,通过时间继电器 2SJ 延时 3s 后,及时利用 YRC 的主触头分别将  $1R_Y$  和  $2R_Y$  短接,保证电机进入正常工作状态。

柴油机启动后,应先闭合辅助发电开关 5K,使启动发电机处于辅助发电工况,然后闭合空压机开关 10K,使空压机电机经降压启动后进入正常工作状态。若先闭合 10K,而压力开关 YK 又处于闭合状态时,将使接触器 YC 动作。经时间继电器 2SJ 的 3s 延时后使接触器 YRC 也动作,短接了降压启动电阻,直接接通了空压机电机 1YD、2YD 的供电电路,如果此时闭合 5K,将使 1YD、2YD 直接启动。

120. 闭合空压机开关 10K,空压机不工作的原因及处理方法

### (1) 启动发电机不发电

当空压机不工作而充放电电流表显示放电,空压机启动信号灯 6XD 显示正常(闭合 10K 后灯亮,3s 后灯灭)时,为启动发电机不发电,处理方法见第 112 题。

### (2) 10K 接触不良或压力开关 YK 故障

当闭合 10K 后,如总风缸压力低于 750kPa 时,空压机接触器 YC 不动作,空压机启动信号灯 6XD 不亮时,按下另一端的 10K,若空压机工作正常,为一端的 10K 接触不良,可用另一端 10K 控制空压机工作;如闭合另一端 10K, YC 仍不动作时,可按下空压机手动按钮 2QA,如空压机工作,为一端压力开关 YK 故障,可用 2QA 控制打风。

### (3) YC 的启动线圈断路或控制 YC 保持线圈的常闭触头

## 接触不良

当按下空压机手动按钮 2QA, YC 仍不动作, 可松开 2QA (闭合 10K), 手动 YC, 松手后若 YC 释放为 YC 的启动线圈断路。此时可将 YC 保持线圈的正端与启动线圈的正端用导线短接, 再将控制保持线圈的常闭触头的接线 (无线号) 任一端卸下。闭合 10K 后, 手动 YC 控制打风。松手后, YC 可保持吸合状态。

手动 YC, 若松手后 YC 不释放, 为控制 YC 保持线圈的常闭触头 (无线号) 接触不良, 可进行修复或利用 YC 的空闲常闭触头。不可将其短接。防止启动线圈过热或烧损。

YC 的启动线圈断路或控制保持线圈的常闭触头接触不良时, 将 YC 和 YRC 的衔铁顶上后, 断开 10K; 通过 5K 控制启动发电机来控制空压机工作, 断开 5K, 启动发电机停止发电, 空压机停止工作。该控制方法对蓄电池不利, 并使空压机电机直接启动。

### (4) YC 的主触头接触不良或 4RD、5RD 熔片断

闭合 10K (风压低于 750kPa), 若 YC 动作, 可断开 5K 取下 4RD 和 5RD, 用正灯的插头分别触 YC 主触头的 480 和 481 号接线, 正灯不亮为主触头由于机械犯卡等原因而接触不良; 正灯亮为熔断器 4RD、5RD 的熔片断。YC 的主触头接触不良时, 应断开 5K 后进行处理。4RD、5RD 的熔片断时, 应进行更换。

### 121. 空压机启动结束时柴油机停机的原因及处理方法

在正常情况下, 空压机启动对柴油机影响不大, 如在空压机启动结束时柴油机停机, 其原因是时间继电器 2SJ 的续流二极管击穿, 此时, 2SJ 的 1、2 端子相通, 在 YC 动作 3s 后, 2SJ 的 2、3 端子也相通, 这时 2SJ 的 1、2、3 端子将空压机接

触器 YRC 线圈短路,使控制电路过流,自动开关 15DZ 跳开,燃油泵停止工作;电磁联锁 DLS 释放,柴油机停机。

2SJ 故障时,可在启机后将 1SJ 的延时调至 3s 来代替 2SJ;也可将 2SJ 的 452 号线卸下。必要时将 452 号接线卸下后,再将 453 号线与 2027 号线短接,使 2SJ 失去延时控制作用,YC、YRC 同时动作,空压机组直接启动。

## 122. 空压机启动后信号灯 6XD 不灭的原因及处理方法

在正常情况下,空压机降压启动时空压机启动信号灯 6XD 亮,而经 3s 延时后空压机正常运转时,6XD 灯灭。如果空压机启动后 6XD 灯不灭有以下几种情况:

(1) 空压机接触器 YRC 的启动线圈断路、控制保持线圈的常闭触头接触不良或时间继电器 2SJ 故障

当 YRC 不动作时,可闭合空压机开关 10K 后,人为地手动 YRC,然后再松开。如果 YRC 未释放,为控制其保持线圈的常闭触头(无线号)接触不良。因为该常闭触头接触不良时,YRC 通电后为启动线圈和保持线圈串联,由于启动电流较小,故 YRC 不能动作。手动 YRC 后,常闭触头断开,启动线圈和保持线圈才将 YRC 保持在闭合状态。

如果手动 YRC 后再松开,YRC 释放,为 YRC 的启动线圈断路或 2SJ 故障。此时,可将 2SJ 的 453 和 2027 号线短接,如 YRC 动作为 2SJ 故障;如 YRC 仍不动作,为启动线圈断路。

当控制保持线圈的常闭触头接触不良时,可修复或利用 YRC 的空闲常闭触头,不可将其短接,以免使 YRC 的启动线圈过热或烧损。当启动线圈断路时,可人为地将 YRC 的衔铁顶至吸合位置,使其不能释放。当 2SJ 故障时,可在柴油机启动后,用 1SJ 代用,其延时时间应调至 3s。也可将 YRC 的衔

铁顶至吸合位置,使其不能释放。但此时空压机电机已不能降压启动,只有直接启动。

## (2)YRC 机械犯卡

虽然 YRC 的线圈电路良好,但由于 YRC 的机械故障也可能造成主触头和辅助触头不可靠工作,这时应查找犯卡原因并进行处理。

需要特别注意的是,6XD 灯不灭时,空压机仍在降压启动状态,降压启动电阻  $1R_Y$  和  $2R_Y$  有很大电流通过,使其严重发热或烧毁,容易引起电器柜着火。

## 123.4RD、5RD 的熔片熔断的原因及更换方法

在正常情况下,当空压机电动机 1YD、2YD 工作时,在其电枢中将产生反电动势,该电动势将限制电枢电流。但当 1YD 或 2YD 励磁绕组或其接线断路时,使 1YD 或 2YD 电枢中的反电动势为零,又由于 1YD、2YD 电枢绕组阻值较小,使 1YD 或 2YD 电枢电流很大,造成熔断器 4RD 或 5RD 熔片熔断,从而保护了空压机电动机和启动发电机。

当 1YD 和 2YD 的他励绕组电路中的 459 号接线断路时,4RD、5RD 的熔片将会同时熔断。

更换 4RD 或 5RD 熔片时,应在启动发电机停止发电或断开 10K 后进行,防止取下或安装熔断器时产生火花,烧损熔断器或烧伤操作人员。

## 124. 电空接触器 1~6C 的控制作用

电空接触器 1~6C 上各有一对主触头、两对常开触头和两对常闭触头。

1~6C 的主触头分别控制牵引电动机 1~6D 的通断电。

1~6C 各有一对常开触头(E62~E65)串联后,控制 LC 线圈电路,来保证 1~6C 先于 LC 动作的通电顺序。



1C、6C 各有一对常开触头，串联后 (F 23、E 23) 控制空转继电器 1KJ 的线圈电路。

2C、3C 常开触头串联后 (E 21)，控制空转继电器 2KJ 的线圈电路。

4C、5C 常开触头串联后 (E 24) 控制 3KJ 的线圈电路。

以上三组串联的常开触头，是为了保证切除某牵引电动机后，将相应的空转保护电路断开。防止空转保护电路中的自动开关跳开或熔断器的熔片断。

1 ~ 6C 常闭触头串联后 (C63 ~ C67)，控制方向转换开关的两个前进电空阀线圈。

1 ~ 6C 常闭触头串联后 (C63- C67)，控制方向转换开关的两个后退电空阀线圈。

以上两组 1 ~ 6C 常闭触头 (C63 ~ C67) 用于保证提主手柄时方向转换开关先于接触器 1 ~ 6C 动作，保护方向转换开关主触头。

### 125. 励磁机励磁接触器 LLC 的控制作用

LLC 共有两对主触头、两对常开触头和两对常闭触头。一对主触头 (D 34) 用来控制励磁机的励磁电路；另一对主触头空闲。有些机车上将两对主触头并联使用，保证其控制作用更加可靠。

一对常开触头 (B 67) 经过故障开关控制电空接触器 1 ~ 6C 的线圈，保证走车电路的通电顺序和断电顺序。该触头接触不良时，1 ~ 6C 均不能动作，柴油机不能加载。如果将其短接维持运行，当主手柄回“0”位后，1 ~ 6C 均不能释放。

一对常开触头 (D 66) 在控制电路中与中间继电器 1ZJ 的常闭触头 (D 66) 并联，防止高位起车。该触头接触不良时，主手柄提至“1”位以上时，柴油机卸载。如果将该触头短接，主手

柄在“1”位以上柴油机空载运转时,闭合机控开关 2K 即可走车。

### 126. 同步牵引发电机励磁接触器 LC 的控制作用

LC 有一对主触头、三对常开触头和三对常闭触头。

主触头(E 37)用来控制同步牵引发电机的励磁电路。

一对常开触头 B 67 用来控制电空接触器 1 ~ 6C 的线圈,保证 1 ~ 6C 最后释放。

一对常闭触头(F 75)用来控制无载信号灯 7XD,该触头接触不良时,闭合蓄电池开关 XK 后 7XD 灯不亮,如果将其短接,当主手柄提至“0”位以上时,7XD 灯不灭,但走车正常。

一对常闭触头(K 75)用来控制制动失风信号灯 14XD,保证在电阻制动工况,风速继电器 FSJ 动作,经时间继电器 3SJ 的 10s 延时,中间继电器 2ZJ 动作,使柴油机卸载,14XD 灯亮。该触头接触不良时,FSJ 动作后 14XD 灯不亮。如果将该触头短接,在电阻制动工况,主手柄提至“1”位及以上时,14XD 灯均亮(没设电阻制动的机车未设该触头)。

一对常闭触头(无线号)控制 LC 的保持线圈,LC 得电前,该触头闭合。LC 得电时,只有启动线圈工作,产生较大的电磁力。LC 得电后,该触头断开,将保持线圈与启动线圈串联,使流经线圈的电流减少,即保持接触器动作,又防止线圈烧损。如果该触头接触不良,LC 线圈得电时会因电磁力不足而不能动作。如将该触头短接,LC 动作后只有启动线圈工作,会将其烧损。

### 127. 司机控制器工作原理

机车两端的操纵台上各装有一个司机控制器。司机控制器上设有主手柄和换向手柄。换向手柄可置于“前进”、“后退”、“0”、“前制”、“后制”五个位置,分别闭合或断开司机控制

器的 1、2、3、4 号触头,控制机车的方向和工况。

主手柄可置于“ 0 ”、“ 1 ”、“ 降 ”、“ 保 ”、“ 升 ”五个位置,分别闭合和断开司机控制器的 5、6、7、8、9 号触头,控制柴油机的负载、转速及有关电路。主手柄在“ 降 ”或“ 升 ”位时,手一离开手柄,手柄将自动恢复到“ 保 ”位。

主手柄与换向手柄之间装有机械联锁。换向手柄只有在非“ 0 ”位时,主手柄才能变换位置;主手柄只有在“ 0 ”位时,换向手柄才能变换位置。这个机械联锁既可防止走车后带电变换机车的运行方向,烧损转换开关的主触头,并造成牵引电动机逆电,也保证了只有在确定了运行方向后,才能使柴油机加载。

换向手柄在“ 0 ”位时,可将其取下。

## 128. 主手柄在不同位置时的控制作用

### (1) 主手柄在“ 0 ”位

司机控制器的 9 号触头闭合,只有在此位时才能启动柴油机。

司机控制器 7、8 号触头断开,闭合燃油泵开关 4K 后,无级调速驱动器 WJT 控制步进电机逆时针转动,使柴油机转速降低到最低稳定转速后,由于最低转速止挡的限制,步进电机停止转动,但此时步进电机仍然处于通电状态。如果在 WJT 中已增设了断电保护电路,主手柄回“ 0 ”位后,经延时可使步进电机断电。

### (2) 主手柄在“ 1 ”位

司机控制器 7、8 号触头断开,其控制作用与“ 0 ”位相同。

司机控制器 5 号触头闭合,使励磁机励磁接触器 LLC、电空接触器 1 ~ 6C 和励磁接触器 LC 动作,保证柴油机加载。

### (3) 主手柄在“ 降 ”位

司机控制器 7、8 触头断开,其控制作用与“ 0 ”相同。

司机控制器 5 号触头闭合,其作用与“ 1 ”位相同。

司机控制器 6 号触头闭合,使中间继电器 1ZJ 动作,水温继电器 WJ 正端得电,如果此时水温达动作值,中间继电器 2ZJ 动作,使柴油机卸载。

(4)主手柄在“保”位

司机控制器 5 号触头闭合,其作用与“ 1 ”位相同。

司机控制器 6 号触头闭合,作用与“降”位相同。

司机控制器 8 号触头闭合,步进电机驱动器控制步进电机在锁紧状态,柴油机转速不发生变化。

(5)主手柄在“升”位

司机控制器 5 号触头闭合,作用与“ 1 ”位相同。

司机控制器 6 号触头闭合,作用与“降”位相同。

司机控制器 7、8 号触头闭合,闭合 4K 后,步进电机驱动器控制步进电机顺时针旋转。柴油机转速升至最高转速时,由于最高转速止挡的限制,步进电机停止转动,但此时步进电机仍处于通电状态。

129. 换向手柄在不同位置时的控制作用

机车准备前进时,将换向手柄置于“前进”位,此时司机控制器的 3 号触头闭合,工况转换开关的牵引电空阀线圈  $1HK_{g1}$ 、(B69)和  $2HK_{g1}$ (B69)得电,使工况转换开关至牵引位;同时司机控制器的 2 号触头也闭合,为向方向转换开关的前进电空阀线圈  $1HK_{f1}$ (C69)、 $2HK_{f1}$ (C69)和励磁机励磁接触器 LLC 励磁接触器 LC 线圈电路供电做好准备。

机车准备后退时,将换向手柄置于“后退”位,此时司机控制器的 3 号触头闭合,控制作用与在前进位时相同;同时司机控制器的 1 号触头也闭合,为向方向转换开关的后退电空阀

线圈  $1HK_{f2}$  (C69)、 $2HK_{f2}$  (C69) 和 LLC、LC 线圈电路供电做好准备。

机车在前进方向运行时,如要使用电阻制动,需将主手柄置于“0”位,换向手柄置于“前制”位。此时司机控制器的4号触头闭合,工况转换开关的制动电空阀线圈  $1HK_{g2}$  (D69)、 $2HK_{g2}$  (D69) 得电,使工况转换开关置于制动位。

同时司机控制器的2号触头闭合,为向方向转换开关的前进电空阀  $1HK_{f1}$ 、 $2HK_{f1}$  和 LC、LLC、制动接触器 ZC 等线圈电路供电做好了准备。

机车在后退方向运行时,如果使用电阻制动,需将主手柄置于“0”位,换向手柄置于“后制”位。此时司机控制器的1号触头闭合,方向转换开关保持在后退位。同时司机控制器的4号触头闭合,其控制作用与在“前制”位相同。

换向手柄置于“0”位时,司机控制器的1、2、3、4号触头均断开。

### 130. 转换开关工作原理

机车上装有四个结构完全相同的转换开关,其中两个是前进-后退转换开关  $1HK_f$  和  $2HK_f$  (简称方向转换开关),另两个是牵引-制动转换开关  $1HK_g$  和  $2HK_g$  (简称工况转换开关)。每个转换开关上有十二对主触头和十二对辅助触头,由两个电空阀控制。当转换开关一侧电空阀得电后,低压风缸的压缩空气进入得电电空阀同侧的转换开关风缸,推动活塞移动,使转轴和固定在转轴上的手柄转动,将得电电空阀同侧的六对主触头断开,而另一侧的六对主触头闭合(图 43)。如果此时电空阀失电,转换开关的工作位置不变。在主轴转动的同时,通过主轴上端的凸轮控制辅助触头。

根据机车电路原理,转换开关处于无电状态下动作和释

放,其主触头不需设灭弧装置。

当电空阀或风动装置发生故障时,可以人为地扳动转换开关手柄,实现转换开关工作位置的变换。但这种操作必须在主手柄处于“0”位时进行,防止转换开关主触头带电动作,严重烧损主触头。

### 131. 工况转换开关的控制作用

工况转换开关( $1HK_g$ 、 $2HK_g$ )在牵引位时,通过主触头的控制,使牵引电动机成为串励电动机工作;在制动位时,通过主触头的控制,使牵引电动机成为他励发电机工作,并同时接通制动电阻。其中 $1HK_g$ 的主触头控制前三台牵引电动机(1~3D); $2HK_g$ 的主触头控制后三台牵引电动机(4~6D)。

图 43 转换开关动作原理

1—动触头;2—静触头;3—电空阀;4—转轴;5—手柄;6—风缸。

$1HK_g$ 的两对辅助触头(F21)和 $2HK_g$ 的一对辅助触头(F24)分别接入牵引电动机的三个空转保护电路中,保证电

阻制动时切断空转保护电路,防止空转保护电路中的自动开关跳开或熔片熔断。

2H K<sub>g</sub> 的两对辅助触头并联后(E35)接入励磁机的励磁电路正端;一对辅助触头(H 34)接入励磁机励磁电路的负端。这三对辅助触头在牵引工况时闭合,使测速发电机 CF 向励磁机 L 供电,在电阻制动工况时断开,由电阻制动控制箱控制励磁机励磁。在电阻制动控制箱的故障开关 GK 置于故障位后,测速发电机 CF 经电阻 R<sub>z1</sub>向励磁机励磁。

1H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(D73)控制组合接触器电空阀线圈 1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub>、1XC<sub>2</sub>、2XC<sub>2</sub> 的正端,保证电阻制动工况时不进行磁场削弱。

1H K<sub>g</sub> 和 2H K<sub>g</sub> 各有一对辅助触头(D20、D27),分别控制 6D 和 1D 的制动电流表。

1H K<sub>g</sub> 和 2H K<sub>g</sub> 各有一对辅助触头(F67、F68),经串联后,接入制动接触器 ZC 的线圈电路中,保证电阻制动工况能够接通 ZC 的线圈电路。

1H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(K75)控制制动失风信号灯 14XD,保证电阻制动工况时,风速继电器 FSJ 动作后,14XD 灯亮。

2H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(B34)和 1H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(B36)控制恒流制动电路,保证控制箱的故障开关 GK 置于故障位后,进行一级电阻制动时恒流制动电路工作。

1H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(B31)控制电阻制动控制箱的正电源。

1H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(E63)和 2H K<sub>g</sub> 的一对辅助触头(E65)分别控制 2GK 和 5GK 置于故障位时的走车电路,保证切除牵引电动机 2D 和 5D 后,不能使用电阻制动。

### 132. 方向转换开关的控制作用

方向转换开关  $1HK_f$ 、 $2HK_f$  在“前进”位时,通过其主触头的控制,使牵引电动机的串励绕组按机车前进方向接通。方向转换开关在“后退”位时,通过其主触头的控制,使牵引电动机的串励绕组按机车后退方向接通。

$2HK_f$  的一对辅助触头 ( $C65$ ) 用来控制前进电空阀线圈 ( $1HK_{f1}$ 、 $2HK_{f1}$ ) 电路,使线圈得电后能实现自锁。

$1HK_f$  的一对辅助触头 ( $C65$ ) 用来控制后退电空阀线圈 ( $1HK_{f2}$ 、 $2HK_{f2}$ ) 电路,使线圈得电后能实现自锁。

$1HK_f$  和  $2HK_f$  的各一对辅助触头串联后 ( $D63$ 、 $D64$ ) 控制走车电路,保证方向转换开关均在前进位时,才能接通走车电路。

$1HK_f$  和  $2HK_f$  一对辅助触头串联后 ( $D63$ 、 $D64$ ) 控制走车电路,保证方向转换开关均在后退位时,才能接通走车电路。

### 133. 走车电路的通、断电顺序

走车电路的通、断电顺序如图 44 和图 45 所示。

当将换向手柄置于“前进”位时,司机控制器 3 号触头闭合,工况转换开关牵引电空阀线圈  $1HK_{g1}$  和  $2HK_{g1}$  得电;再将手柄提至“1”位,司机控制器的 5 号触头闭合,方向转换开关前进电空阀线圈  $1HK_{f1}$  和  $2HK_{f1}$  得电,并通过走车电路中辅助触头  $1HK_f$  和  $2HK_f$  的串联电路 ( $D63$ 、 $D64$ ) 使励磁机励磁接触器  $LLC$  线圈得电动作,其控制电空接触器  $1\sim 6C$  线圈电路的常开触头 ( $B67$ ) 闭合,使  $1\sim 6C$  的线圈得电; $1\sim 6C$  动作后,其控制励磁接触器  $LC$  线圈的  $1\sim 6C$  的串联常开触头均闭合,使  $LC$  线圈得电。机车前进时,走车电路的通电顺序为:



图 44 换向控制电路

图 45 走车控制电路

$1HK_{g1}$ 、 $2HK_{g1}$   $1HK_{f1}$ 、 $2HK_{f1}$  LLC 1~6C LC。

将换向手柄置于“后退”时，工况转换开关的牵引电空阀  $1HK_{g1}$  和  $2HK_{g1}$  得电；再将主手柄提至“1”位时，方向转换开关的后退电空阀  $1HK_{f2}$  和  $2HK_{f2}$  得电，并通过走车电路中辅助触头  $1HK_f$  和  $2HK_f$  的串联电路向走车电路供电，LLC、1~6C、LC 的通电顺序与前进时相同。机车后退时，走车电路的通电顺序为：

$1HK_{g1}$ 、 $2HK_{g1}$   $1HK_{f2}$ 、 $2HK_{f2}$  LLC 1~6C LC

在牵引工况，主手柄回“0”位后，由于司机控制器的5号触头断开，LLC 和 LC 线圈同时失电释放，然后，1~6C 也因其线圈电路中并联的 LLC、LC 常开触头断开而失电释放。

机车在牵引工况，柴油机加载时最后接通 LC；卸载时最后断开 1~6C，完全是为了保证 1~6C 在不带电的情况下动作和释放。

机车在运行中使用电阻制动时，需根据运行方向将换向手柄置于“前制”或“后制”位，并将主手柄提至“1”位。此时 LLC，1~6C、LC 的通电顺序与牵引工况相同，只是 LC 线圈得电的同时，制动接触器 ZC 的线圈也得电。

机车在电阻制动工况，主手柄回到“0”位时，LC、LLC、1~6C 的断电顺序与牵引工况相同，ZC 与 LC、LLC 同时释放。

机车在电阻制动工况，由于主手柄置“1”位时，中间继电器 1ZJ 线圈已经失电，牵引电动机已无励磁电流，所以，主手柄回“0”位后，ZC 释放，不会使其带电转换。

134. 主手柄提至“1”位，无电压、无电流时如何判断？

主手柄提至“1”位时，柴油机加不上载，主电流表和主电压表无显示时，为走车电路或励磁电路故障。

当主手柄提至“1”位,7XD 不灭,无电压、无电流时,为走车电路发生故障。由于 LC 不能动作,控制无载信号灯,7XD 的常闭触头(F 75)不能断开,使 7XD 不灭。由于 LC 不动作,使同步牵引发电机励磁电路中的 LC 主触头(E 37)不能闭合,同步牵引发电机因无励磁电流而无输出电压和电流。当励磁机励磁接触器 LLC、电空接触器 1~6C、励磁接触器 LC 均不动作时,不仅 LC 主触头不能闭合,而且励磁机励磁电路中的 LLC 主触头(D 34)也不能闭合,造成同步牵引发电机无电压、无电流。

当主手柄提至“1”位时,7XD 灯灭,无电压、无电流时说明走车电路正常,是由励磁电路故障引起的。其中包括同步牵引发电机、励磁发电机和测速发电机的励磁电路。

若将故障开关 1GK~6GK 均置于“故障”位,主手柄提至“1”位,1~6C 不动作,LLC、LC 动作,7XD 灯灭。如果同步牵引发电机励磁电路正常导通而主电路未接通,同步牵引发电机空载运行,主电压表显示同步牵引发电机的空载电动势,而主电流表无显示。

135. 主手柄提至“1”位,“无载”信号灯 7XD 不灭,无电压、无电流时如何判断?

主手柄提至“1”位,无载信号灯 7XD 不灭,无电压、无电流时,为走车电路故障。例如,机车后退运行停车后,将换向手柄置于“前进”位,当主手柄提至“1”位,7XD 灯不灭时,应观察方向转换开关是否在“前进”位,如果任一个或两个方向转换开关不在“前进”位,为机车不能换向。此时,方向转换开关在走车电路中串联的 1H K<sub>f</sub>、2H K<sub>f</sub> 常闭触头(D63、D64)有一个断开或两个都断开,均会使走车电路断路。

如果方向转换开关动作正常,应观察励磁机励磁接触器

LLC、电空接触器 1~6C、励磁接触器 LC 的状态。根据通电顺序和控制原理找出故障原因,并进行处理。

### 136. 主手柄提至“ 1 ”位,LC 不动作的原因及处理方法

(1) 励磁接触器 LC 线圈电路中的电空接触器 1~6C 常开触头接触不良

将手柄置于“ 1 ”位,故障开关 1GK 置于故障位,如此时 LC 动作,则为与 1GK 并联的 1C 常开触头(E62)接触不良。如 LC 仍不动作,需将 1GK 置于运转位,再将 2GK 置于故障位,如此时 LC 动作,则为与 2GK 并联的 2C 常开触头(E62)接触不良。如 LC 仍不动作,需用相同方法对 3~6C 的常开触头依次进行检查。

当 1~6C 中的不良触头查出后,若不易修好,可将其短接,或将相应的故障开关置于“ 故障 ”位维持运行。

(2) LC 的启动线圈断路或控制保持线圈的常闭触头接触不良

1~6C 常开触头良好时,可将主手柄提至“ 1 ”位,顶 LC 动作而松手后,如 LC 释放,为 LC 的启动线圈断路;如 LC 不释放,为控制保持线圈的常闭触头(无线号)接触不良。如是启动线圈断路,可顶起 LC 衔接,使其动作,但当手柄回“ 0 ”位后,需及时将 LC 释放,防止 1~6C 不释放。

### 137. 主手柄提至“ 1 ”位,1~6C 个别不动作、LC 不动作的原因及处理方法

下面以 1C 不动作为例进行分析。由于电空接触器 1C 不动作,会使励磁接触器 LC 线圈电路中的 1C 常开触头不闭合,造成 LC 不能动作。

(1) 故障开关 1GK 接触不良或 1C 线圈断路

将手柄提至“ 1 ”位,用接地试灯的负灯插头触 1C 线圈的

284 号接线,负灯不亮为 1GK 接触不良;如负灯亮为 1C 线圈断路。

## (2)1C 的风动机构故障

手动 1C 的电空阀,如 1C 仍不动作,为 1C 的风动机构故障。

当 1C 不动作时,可将故障开关 1GK 置“故障”位,在切断 1C 线圈电路的同时接通 LC 线圈电路。

## 138.主手柄提至“1”位,1~6C、LC 不动作的原因及处理方法

由于电空接触器 1~6C 不动作,将使励磁接触器 LC 线圈电路中的 1~6C 常开触头不能闭合,LC 线圈不能得电动作。

### (1)1~6C 线圈电路中的 LLC 常开触头接触不良

将主手柄提至“1”位,用接地试灯负灯插头触励磁机励磁接触器 LLC 常开触头(B67)的 282 号线,负灯亮再触 283 号线,这时负灯不亮为该触头接触不良。当不易修好时可将其短接,但主手柄回“0”位后,需将短接线卸下,防止 1~6C 不释放。当 LLC 常开触头(B67)接触不良时,若人工顶起 LC 衔铁使其动作,1~6C 也可随之而动作,其后果是因 1~6C 带电转换容易烧损主触头。

### (2)自负载开关 2ZFK、5ZFK 接触不良

在装有两级电阻制动装置的机车上,为了防止自负载试验时机车走车,在 1~6C 线圈电路中接入自负载开关 2ZFK 和 5ZFK 的常闭触头,如图 45 所示。如果 2ZFK 和 5ZFK 任一接触不良,均可造成 1~6C 不能动作。

如 2ZFK 和 5ZFK 有接触不良,可闭合 2K,用接地试灯负灯插头触 5ZFK 的 1409 号线,这时负灯不亮为 5ZFK 常

闭触头接触不良。当 2ZFK 或 5ZFK 的常闭触头接触不良又不易修好时,可将其短路,但自负载试验时要将短接线卸下,以防止走车。

139. 主手柄提至“1”位,换向正常, LLC、1~6C、LC 均不动作的原因及处理方法

根据走车电路的通电顺序,当换向正常时,电空接触器 1~6C、励磁接触器 LC 均不动作的原因是励磁机励磁接触器 LLC 不动作。

#### (1) LLC 线圈电路断路

可将主手柄置“1”位,用接地试灯负灯的插头触走车电路的中部(如 X7.1),灯不亮时为该点以前的部分断路,应向前逐步查找,如灯亮,为该点后部断路。如查至中间继电器 1ZJ 常闭触头(E66)的 276 号线时灯亮,而查至 278 号线时灯不亮,为 1ZJ 的常闭触头(E66)接触不良,不易修好时,可将其短接,短接后应防止高位起车。

用类似方法还可以检查 LLC 线圈电路中的过流继电器 LJ、接地继电器 DJ,以及中间继电器 2ZJ 和 3ZJ 的常闭触头是否接触不良。当 LJ 或 DJ 的触头接触不良并短接后,运行中应注意信号灯 4XD 和 5XD 的显示。当其亮时,应及时将手柄回“0”位。如果 2ZJ 或 3ZJ 的触头接触不良,可利用各自的空闲常闭触头。

当换向手柄置于“前进位”或“后退位”时,如果走车电路中串联的 1HK<sub>f</sub>、2HK<sub>f</sub> 触头接触不良,不应将 267 与 269 号线短接,或将 270 与 272 号线短接,防止方向转换开关故障,造成严重后果。LLC 线圈电路断路时,只将 LLC 顶至动作位,LC 也不能动作,如将 LC 也顶至动作位,可使 1~6C 带电动作和释放,烧损其主触头,并不能进行磁场削弱。

## (2) LLC 线圈断路

将主手柄置“1”位,用接地试灯负灯插头触 LLC 线圈的 328 号接线,如灯亮时为 LLC 线圈断路。此时,可将 LLC 顶至动作位,或与 GFC 线圈互换使用。

### 140. 机车不能换向的原因及处理方法

机车在正常换向时,需将换向手柄置于相应方向,再将主手柄提至“1”位,便可按预定方向运行。但有时按以上操作却不能换向走车,其原因是方向转换开关未按换向手柄指定的方向而动作,使走车电路中的转换开关  $1HK_f$ 、 $2HK_f$  的常开和常闭触头没有处于相应的状态,而造成励磁机励磁接触器 LLC、电空接触器 1~6C、励磁接触器 LC 都不能得电动作。

#### (1) 两个方向转换开关均不能换至“后退”位

这种故障是由方向转换开关的后退电空阀电路中串联的 1~6C 常闭触头 (C63- C67) 有接触不良或司机控制器的 1 号触头接触不良造成的。此时,可将主手柄置于“1”位,用接地试灯负灯插头触后退电空阀线圈电路中串联的 1~6C 常闭触头的各接线。例如,当触至 2C 常闭触头 254 号线时负灯亮,而触至 255 号线时负灯不亮,为 2C 的常闭触头 (C64) 接触不良。用类似方法也可检查司机控制器 1 号触头的接触状态。当 1~6C 常闭触头接触不良时,可将其短接。当 1 号触头接触不良时,也可将其短接,但再换向时应将其断开。

#### (2) 一个方向转换开关不能转换至“后退”位

此时,可手动不能转换的后退电空阀,如手动可以转换,为该后退电空阀线圈故障。当手动仍不能转换时,为该后退电空阀一侧的风动机构故障。发生以上两种故障,均可在柴油机卸载后人工扳动手柄将其转换至“后退”位。

#### (3) 两个方向转换开关均不能转换至“前进”位

这种故障是由方向转换开关的前进电空阀线圈电路中串联的 1~6C 常闭触头(C63—C67)有接触不良或司机控制器 2 号触头接触不良造成的。可用类似两个方向转换开关均不能转换至后退位的检查方法和处理方法进行检查与处理。

(4)一个方向转换开关不能转换至前进位

此时,可用类似一个方向转换开关不能转换至“后退”位的检查和处理来检查前进电空阀和该侧的风动机构。

(5)两个方向转换开关均不能转换至“前进”位和“后退”位

此时,是司机控制器 5 号触头接触不良、机控开关 2K 接触不良或自动开关 16DZ 在“分”位。可先闭合故障励磁开关 9K,如故障励磁信号灯 9XD 亮,为司机控制器的 5 号触头接触不良,可将其短接。但主手柄回“0”位时,要断开 2K 卸载。如闭合 9K 后,9XD 不亮,为 2K 接触不良或 16DZ 在“分”位。2K 接触不良时,可用空闲的 6K 或 7K 代用;16DZ 在“分”位时应在找到 16DZ 跳起的原因并处理后将其置于“合”位。故障励磁电路已进行改进的机车,不应用上述方法判断,可用试灯进行判断。

141. 测速发电机 CF 的励磁电路断路造成无电压、无电流如何处理?

闭合故障励磁开关 9K,若能走车为 CF 励磁电路中两个并联的故障励磁接触器 GLC 常闭触头(B32)接触不良或电阻  $R_{LCf1}$  断路,不易修好时,可用故障励磁维持运行。

若闭合 9K 后 9XD 亮而不能走车,可断开 9K 和机控开关 2K,用接地试灯正灯的插头触 X7.12 接线柱,正灯不亮为 CF 的励磁绕组或其接线断路,不易修好时,将 CF 切除,处理方法见 144 题。



故障励磁电路已进行改进的机车,CF 及其励磁电路故障后,均可使用故障励磁,维持运行。

142. 励磁机励磁电路故障造成无电压、无电流的原因及处理方法

### (1) LLC 的主触头接触不良

将主手柄置于“1”位,将 2DZ 置于“分”位,用接地试灯正、负灯的插头同时分别触 LLC 主触头的 626 号线和 628 号线,如两灯不亮为励磁机励磁接触器 LLC 主触头接触不良。若不易修复,可利用 LLC 的空闲主触头。

### (2) 测速发电机 CF 皮带松脱或电刷与换向器接触不良

检查测速发电机 CF 的皮带状态,脱落时应停机将其装好,皮带松弛时,应调整 CF 的位置。

检查电刷与换向器接触状态时,应将主手柄回“0”位,断开励磁电路。用正灯和负灯的插头同时分别触 X7.7 和 X7.6 接线柱,若两灯不亮为 CF 故障,应检查 CF 的接线盒。如接线良好,再打开 CF 的检查口,检查电刷与换向器的接触状态,电刷磨损时应更换,换向器表面不良时应打磨。如 CF 有零件破损,可用辅助机油泵电动机上的相应零件来代替。当 CF 故障不易修好时,处理方法见第 144 题。

### (3) 2HK<sub>g</sub> 的辅助触头接触不良

将主手柄置于“0”位,换向手柄置于“前进”或“后退”位,用正灯和负灯的插头同时分别触 X7.6 和 X7.14 接线柱,两个试灯均不亮为转换开关 2HK<sub>g</sub> 的辅助触头(H34)接触不良,不易修好时,可用 2HK<sub>g</sub> 的空闲辅助触头来代替。该触头接触不良,一般是在使用电阻制动后再使机车牵引运行时发生。没有电阻制动的机车没有该触头。

用正灯和负灯的插头分别触 637 号线和 638 号线,两个

试灯不亮为  $2H K_g$  的两个并联辅助触头(F 35)均接触不良,不易修好时,可用  $2H K_g$  的空闲辅助触头代替。没装电阻制动的机车,当该两触头接触不良时,只能造成机车功率很低,不能造成无电流无电压。

#### (4)自动开关 2DZ 在“分”位

当自动开关 2DZ 在“分”位时,应将其置于“合”位。如果再次跳开,为励磁机的励磁电路发生两点接地或因其它原因造成短路,应在查明原因并处理后,再将 2DZ 置于“合”位。

#### (5) $R_{11}$ 断路

电阻  $R_{11}$  是由三个  $10 \Omega$  的电阻串联而成,其中一个不可调整,另两个可以调整, $R_{11}$  的整定值约为  $20 \Omega$ 。

检查  $R_{11}$  断路时,应将主手柄置于“0”位,用正灯和负灯的插头同时分别触 629 号线和 635 号线(没装电阻制动的机车为 628 号线和 629 号线),两个试灯不亮为  $R_{11}$  断路。再用两个试灯插头分别触各电阻的两端(无线号)。当测到某电阻两试灯不亮时,为该电阻断路。此时可将该电阻甩掉,并将另外两个电阻调至全值代用。

### 143. 同步牵引发电机的励磁电路断路造成无电压、无电流的原因及处理方法

#### (1)LC 的主触头接触不良

将电阻  $R_r$  的 699 或 697 号接线卸下,将自动开关 2DZ 置于“分”位,主手柄提至“1”位时,用正、负试灯的插头同时分别触励磁接触器 LC 主触头的 695 号和 577 号接线,正、负灯均不亮时为 LC 的主触头接触不良(包括脱落)。可将主手柄回“0”位,对 LC 的主触头进行修复,或将启动接触器 QC 的主触头卸下后装在 LC 上代用。

#### (2)同步牵引发电机的电刷与滑环接触不良或接线断路

将主手柄回“0”位,同时用正灯的插头触 LC 主触头的 577 号接线,用负灯的插头触 LC 主触头的 695 号接线,正、负灯均不亮时,应检查同步牵引发发电机的电刷与滑环的接触状态和接线状态,不良时应进行处理。

#### 144. 切除测速发电机 CF 后,维持运行的方法

测速发电机 CF 的励磁绕组或电枢绕组断路后在运行中无法处理,同步牵引发发电机会因为无励磁电流而造成无输出功率。

将主手柄回“0”位,断开机控开关 2K,用正、负灯的插头同时分别触 X7.7 和 X7.6 接线柱,正灯不亮为 CF 的电枢部分故障。用正灯插头触 X7.12 接线柱,正灯不亮为 CF 的励磁部分故障,在运行中无法处理时,可将 CF 切除后使用固定发电直接给励磁机励磁。

将 2DZ 置“分”位,用导线将熔断器 2RD 的 470 号接线与 2DZ 的 626 号线连接,将电阻  $R_{11}$  中的二个可调电阻的阻值调至最大值,使  $R_{11}$  的使用阻值为 30 $\Omega$ 。启机后,闭合辅助发电开关 5K 和固定发电开关 8K,使用固定发电,保证在柴油机转速上升的同时,励磁机的励磁电流增加。防止柴油机在低转速负载运行时造成柴油机欠载,在高转速负载运行时造成柴油机欠载,在高转速负载运行时造成机车功率低。保证励磁机励磁电路的端电压在 50 ~ 105V 范围内变化,励磁机的励磁电流在 1.5 ~ 3A 范围内变化,柴油机在 1000r/min 时,同步牵引发发电机经硅整流装置的输出功率可达 1500kW。若运行条件较差,该功率不能维持正常运行时,可根据实际情况将电阻  $R_{11}$  中的可调电阻的阻值适当调小,以增加励磁机的励磁电流,增加机车功率。

切除 CF 维持运行时应注意下列事项:

(1) 必须将 2DZ 置“分”位,防止造成短路。

(2) 走车前,必须使用固定发电,防止起车时冲击过大。

在部分 B 型机车和 C 型机车上,故障励磁电路已按上述原理改进,CF 故障后,仍可使用故障励磁。

#### 145. 故障开关 GK 的作用

机车在运行中,牵引电动机可能发生故障,为了维持运行,应及时将其切除。为此,机车上设置了故障开关 1~6GK。

1~6GK 各有一对触头,分别控制相应的电空接触器 1~6C 线圈。1~6GK 还各有另一对触头,与 1~6C 相应的常开触头并联后,再串接在走车电路中,保证因切除故障牵引电动机而影响向励磁接触器 LC 等线圈供电。

每个故障开关有“运转”位、“中立”位和“故障”位。例如,1GK 置于“故障”位时,控制 1C 线圈的触头断开,1C 线圈不能得电,将 1D 切除。而走车电路中尽管 1C 的常开触头(E62)断开。但仍可通过闭合的 1GK 触头(E62)向 LC 等线圈供电。如果将 1GK 置于运转位,1C 线圈可正常得电,走车电路中是通过 1C 常开触头向 LC 等线圈供电的。如果将 1GK 置中立位,1GK 的两对触头均断开,1C 线圈和 LC 等线圈均不能得电。

如果将 1GK~6GK 全部置于故障位,在牵引工况时,1~6C 线圈均不能得电,而 LC 线圈可以得电;在电阻制动工况时,1~6C 线圈均不能得电,LC 和制动接触器 ZC 线圈也不能得电。

柴油机在负载运行时,严禁将故障开关从运转位转换至故障位。例如,将 1GK 从运转位转换至故障位,转换中经过中立位时直接切断 1C 线圈电路,造成 1C 带电释放,烧损 1C 的主触头,并使柴油机卸载。如果此时主手柄在“1”位,将 1GK

从中立位转换至故障位,能使柴油机加载,但牵引电动机 1D 被切除了。

柴油机负运载运行时,例如将 1GK 从故障位转换至中立位,可使柴油机卸载,如转换至运转位时,若主手柄在“1”位,能使柴油机加载,若主手柄在“1”位以上时,由于防止高位起车电路的作用,不能使柴油机加载。

#### 146. 自动停车装置对走车电路的控制

在自动停车装置中设有自动停车继电器 TJ, TJ 的一对常闭触头接于走车电路中(X7.3、X7.2 间)。在正常情况下, TJ 线圈无电,其常闭触头闭合。当自动停车装置报警 7s 后, TJ 动作,使电空放风阀动作,列车紧急制动。同时,控制走车电路的 TJ 常闭触头断开,使柴油机卸载。

TJ 动作后,按下自动停车装置的解锁按钮,

TJ 即可释放。但此时列车在制动状态,需 45 ~ 60s 的延时,列车才能缓解,继续运行。

图 46 TJ 对走车电路的控制

在已安装“列车运行监控记录装置”的机车上,当列车速度达到“限制速度”时,“列车运行监控记录装置”控制 TJ 动作, TJ 对走车电路的控制与上述相同。当列车停稳后, TJ 解锁,列车才能缓解。

#### 147. 故障励磁电路

为了防止励磁电路发生故障影响行车,设有故障励磁电路。东风<sub>4</sub>型内燃机车的故障励磁电路先后进行了多次改进,下面首先对“XLA”电路图中的故障励磁电路进行分析。

如图 47 所示。闭合故障励磁开关 9K 后,接触器 GLC 线圈得电(A75)。GLC 动作后,其主触头(B33)闭合,通过电阻  $R_{gL1}$  向测速发电机 CF 的励磁绕组维持供电。此时,由于启动

发电机 QF 的输出电压不变,  $R_{gL1}$  的阻值不变, 使 CF 的励磁电流恒定, 牵引发电机的输出电压只受柴油机转速控制, 失去了恒功率特性。  $R_{gL1}$  的阻值过小, 将使柴油机低转速时过载;  $R_{gL1}$  的阻值过大, 将使柴油机额定转速时功率过低。

图 47 故障励磁电路(一)

两对并联的 GLC 常闭触头(B32), 用于故障励磁时使 CF 的正常励磁电路断开, 防止对故障励磁的干扰。

GLC 的一对常开触头(G74), 用于故障励磁时使“故障励磁”信号灯 9XD 亮。

由于以上故障励磁电路只适用于 CF 的励磁电路故障时

使用,为了扩大其使用范围,对其进行了改进,电路如图 48 所示。改进后的故障励磁电路有两个特点,一是由 QF 直接为励磁发电机励磁;二是使用故障励磁时自动转为固定发电。电路中  $R_{gL}$  为 10 ,  $R_{Lt}$  为 20 。

图 48 故障励磁电路(二)

闭合 9K 后,将主手柄提至“ 1 ”位,LLC 线圈得电的同时,使 GLC 线圈得电。GLC 动作后,其两对主触头(595、596 间;592、2167 间)闭合,由 QF 直接向励磁发电机 L 的励磁绕组

供电。保证在 CF 或其励磁电路故障后,仍可使用故障励磁维持运行。

CF 向 L 供电电路中的 GLC 常闭触头(598、649 间),用于使用故障励磁时,切断 CF 向 L 的供电电路。

控制中间继电器 5ZJ 线圈的 GLC 常开触头(425、2086 间),用于使用故障励磁时,使 5ZJ 动作。

控制 GFC 线圈的 GLC 常开触头(387、388 间),用于使用故障时,使 GFC 可以动作。

5ZJ 动作后,控制 GFC 线圈的 5ZJ 常开触头(594、513 间)闭合,使 GFC 动作,在使用故障励磁同时,自动转为固定发电。由于此时 QF 输出电压随着柴油机转速相应变化,使机车有较好的牵引性能。

控制 GFC 线圈正端的 5ZJ 常闭触头(599、331 间),用于当主手柄回“0”位时,使 GFC、GLC、LLC、1~6C、LC 释放,防止经 5K 继续向以上电路供电。

控制“故障励磁”信号灯 9XD 的 5ZJ 常开触头(365、371 间),用于故障励磁时,使 9XD 亮。

不使用故障励磁而只需使用固定发电时,闭合 5K 和 8K 即可使 GFC 线圈得电,不影响 GLC 和 LLC 线圈。此时,GFC 线圈不受主手柄控制。

使用“——8”电路图以前的机车,若功调电阻  $R_{gt}$  故障后,可将  $R_{gt}$  的接线断开,将  $R_{lf2}$  的整定值调小,向 CF 的励磁绕组提供不变的励磁电流,以维持运行。

使用“——8”电路图的机车以及以后的 A 型机车,其故障励磁电路如图 49 所示。

在图 49 中,由启动发电机 QF 直接向励磁机 L 供电,但没有同时使用固定发电,只是通过减小故障励磁电路中的电



阻,使励磁机的励磁电流随柴油机转速阶段性变化。

闭合 9K 后,使 GLC 线圈得电。GLC 动作后,其两对主触头闭合,分别接通了 QF 向 L 供电电路的正端和负端,此时  $R_{gL1}$ 、 $R_{gL2}$ 、 $R_{gL3}$  的整定值全部接入电路。

主手柄在 1 ~ 8 位时,中间继电器 3ZJ 和 5ZJ 均未动作,励磁发电机 L 的励磁电流处于最小状态。主手柄在 9 位以上时,司机控制器的 11 号触头闭合,使 3ZJ 线圈得电。

3ZJ 动作后,控制  $R_{gL2}$  和  $R_{gL3}$  的 3ZJ 常开触头闭合,全部短接了  $R_{gL3}$ ,部分短接了  $R_{gL2}$ ,减小了故障励磁电路中的阻值,增加了励磁电流;控制 5ZJ 线圈的 3ZJ 常开触头闭合后,为 5ZJ 线圈得电做好了准备。

图 49 故障励磁电路(三)

主手柄在 13 位以上时,司机控制器的 10 号触头闭合,使 5ZJ 线圈得电。5ZJ 动作后,其常开触头闭合,进一步短接了  $R_{gL2}$ ,增加了励磁电流。通过柴油机转速的提高和励磁电流的增加,使机车有较好的牵引性能。

故障励磁工况牵引发电机的牵引特性(整流后直流输出)应符合表 3 规定。

表 3

主手柄位数		16	12	8
无级调速机车柴油机转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$		$1000 \pm 10$	$850 \pm 10$	$700 \pm 10$
电流/A		4000	3000	2000
功率	B 型	1700—1900		
	A 型	1600—1800	960—1080	440—500

### 148. 电阻 $R_{\text{tr}}$ 在电路中的作用

当励磁接触器 LC 释放时,主触头的动触头与静触头产生间隙的瞬间,在同步牵引发电机的励磁电路中会产生较高的自感电动势,并在主触头上产生强烈电弧,此时,只靠 LC 的灭弧装置不能完全防止烧损主触头。因此,在 LC 的主触头两端并联了消弧电阻  $R_{\text{tr}}$  (50  $\Omega$ ),使 LC 的主触头断开瞬间,经  $R_{\text{tr}}$  形成放电回路,防止了强烈电弧的产生。

当 LC 的主触头处于闭合状态时, $R_{\text{tr}}$  不起作用。若 LC 的主触头接触不良,经  $R_{\text{tr}}$  将会使同步牵引发电机的励磁电流很小,机车基本处于无电流无电压状态。

### 149. 中间继电器 1ZJ 的作用

当主手柄在“降”、“保”、“升”位时,司机控制器的 6 号触头闭合,使 1ZJ 动作。

1ZJ 动作后,控制磁场削弱接触器 1XC、2XC 线圈的常开触头(E66)闭合,保证牵引工况手柄在“降”、“保”、“升”位时能够进行磁场削弱;励磁机励磁电路中的 1ZJ 常开触头(C34)闭合,将平稳起动电阻  $R_{\text{wq}}$  短接,机车平稳起动结束;走车电路中的 1ZJ 常闭触头(E66)向走车电路供电,防止高位起车;控制电阻制动控制箱 ZCT1 ~ 12 的 1ZJ 常闭触头

(E32)断开,保证主手柄在“降”、“保”、“升”位时能够进行两级电阻制动。

### 150. 平稳起动电路

在励磁机的励磁电路中,用平稳起动电阻  $R_{wq}$  和中间继电器 1ZJ 常开触头并联组成了平稳起动电路。

当手柄提至“1”位时,1ZJ 的常开触头(C34)未闭合,测速发电机 CF 经过电阻  $R_{wq}$  给励磁机励磁,相对减小了励磁机的励磁电流和同步牵引发电机的输出功率,使机车起动平稳。

当主手柄提至“降”、“保”、“升”位时,1ZJ 动作,1ZJ 常开触头闭合,短接了  $R_{wq}$ ,使励磁电流增加,保证了机车功率。

由于平稳起动电路的作用,使主手柄在“1”位时的机车功率小于主手柄在“降”、“保”位柴油机在 430r/min 时的机车功率。

### 151. 防止高位起车电路

为了防止主手柄置于“降”、“保”、“升”位时,闭合机控开关 2K 走车,使牵引发电机和牵引电动机的电流突然增加,并造成起车冲动过大,在走车电路中,将励磁机励磁接触器 LLC 常开触头(E66)与中间继电器 1ZJ 常闭触头(E66)并联,组成防止高位起车电路。

司机准备起车时,如主手柄在“降”、“保”、“升”位,司机控制器的 6 号触头闭合,中间继电器 1ZJ 线圈得电。并联的 LLC 常开触头(E66)和 1ZJ 的常闭触头(E66)均断开,此时闭合 2K,走车电路中的 LLC、励磁接触器 LC 线圈均不能得电,防止高位起车。

当主手柄在“0”位或“1”位时,司机控制器的 6 号触头断开,1ZJ 线圈失电,1ZJ 的常闭触头(E66)闭合,此时闭合 2K,经 1ZJ 常闭触头向有关电路供电。首先使 LLC 线圈得

电,其常开触头(E66)闭合,电流经并联的 LLC 常开触头和 1ZJ 常闭触头向 LLC、LC 线圈及有关电路供电。当主手柄提至“降”、“保”、“升”位后,1ZJ 线圈得电,其常闭触头(E66)断开,由已闭合的 LLC 常开触头(E66)向有关电路供电。

由于防止高位起车电路的作用,当起车时闭合 2K,主手柄迅速提至“1”位以上时,柴油机不能加载,防止越位起车。

152. 主手柄从“1”位提至“1”位以上时,柴油机卸载的原因及处理方法

### (1)防止高位起车电路中的 LLC 常开触头接触不良

在正常情况下,将主手柄置于“1”位,防止高位起车电路中的励磁机励磁接触器 LLC 常开触头(E66)和中间继电器 1ZJ 的常闭触头(E66)均处于闭合状态,电流是经过它们的并联电路流向走车电路的。如果将主手柄提至“1”位以上时,1ZJ 动作,其常闭触头断开,电流只能经过 LLC 的常开触头向走车电路供电。如果此时 LLC 的常开触头接触不良,将会造成走车电路断路,使柴油机卸载。当柴油机卸载时,可将 LLC 的常开触头或 1ZJ 的常闭触头短接,但要注意起车时先闭合机控开关 2K,再提主手柄,防止高位起车。

### (2)水温继电器 WJ 故障

当柴油机冷却水温低于 88℃,水温继电器 WJ 误动作,或者当柴油机冷却水温度达到 88℃使 WJ 动作,柴油机卸载后,当水温下降至 WJ 释放值时,由于 WJ 故障仍不能释放的时候,如果将主手柄从“1”位提至“1”位以上时,司机控制器的 6 号触头闭合,经过时间继电器 3SJ 的 10s 延时后(未装两级电阻制动的机车未设 3SJ),使中间继电器 2ZJ 动作。2ZJ 的常闭触头(D62)断开,断开了走车电路,使柴油机卸载,同时,2ZJ 的常开触头(D75)闭合,水温高信号灯 2XD 亮。

WJ 故障后,可将 WJ 的 819 或 820 号接线卸下包好,防止与其它部分接触,并将主手柄回“1”位使 2ZJ 释放,再提主手柄继续运行,运行中应注意柴油机水温变化。

### 153. 油量开关 UK 的作用

油量开关 UK 是由柴油机供油拉杆控制的,它的触头(H 65)与中间继电器 3ZJ 线圈串联,控制 3ZJ 线圈的通、断电。

当柴油机负载运行时,如果 UK 处于断开状态,3ZJ 线圈未得电,油压继电器 3YJ、4YJ 均不起油压保护作用。柴油机转速达到 UK 动作值时,UK 动作,并使 3ZJ 动作,走车电路中的 3ZJ 常闭触头断开,3YJ、4YJ 开始起到油压保护作用。

当柴油机负载运行,转速在 730 ~ 750r/min (喷油泵齿条约 8 刻线)范围,UK 动作。在不同的机车上,UK 动作时所对应的柴油机转速不完全相同。

由于 UK 比较容易发生故障,在部分机车上已取消了 UK,并取消了 3YJ、4YJ 的保护。

### 154. 油量开关 UK 故障的后果及处理方法

机车在运行中,当柴油机转速达到 UK 动作值时,UK 动作,并使 3ZJ 动作,油压继电器 3YJ、4YJ 开始起到保护作用。UK 动作后,有时需要降低柴油机转速,当柴油机转速低于 UK 动作值时,如果 UK 故障,其触头不能断开,3ZJ 不能释放,只通过 3YJ、4YJ 向 LLC、LC 线圈电路供电。随着柴油机转速下降,当 3YJ、4YJ 释放后,造成柴油机卸载。

在柴油机启机时,需要较大的供油量,并使 UK 动作,3ZJ 也动作,走车电路中的 3ZJ 常闭触头(D65)断开。在柴油机转速稳定后,喷油泵供油齿条回至约 3 刻线,此时,若 UK 故障,其触头不能断开,3ZJ 就不能释放,由于 3YJ、4YJ 因机

油压力低而未动作,走车电路呈断路状态。如果这时将主手柄提至“1”位,使柴油机不能加载。

当 UK 出现触头不能断开故障时,可将 3ZJ 线圈正端的 421 号接线断开,使 UK 失去控制作用(在运行中要注意机油压力)。当增压器机油入口处压力低于 160kPa 时,应使柴油机在 730r/min 以下工作。

### 155. UK 动作时,柴油机卸载的原因及处理方法

#### (1) 机油压力不足

当油量开关 UK 动作后,使中间继电器 3ZJ 动作,走车电路中 3ZJ 的常闭触头(D65)断开,电流经 3YJ、4YJ 的触头向励磁机励磁接触器 LLC 和励磁接触器 LC 线圈供电。如此时增压器机油入口处压力低于 160kPa,3YJ、4YJ 处于释放状态,走车电路断路,使柴油机卸载。此时应使柴油机在转速低于 730r/min 运行。

#### (2) 油压继电器 3YJ、4YJ 故障

UK 动作后,若增压器机油入口处油压高于 180kPa,而柴油机卸载,是 3YJ 或 4YJ 故障,其触头未闭合,造成走车电路断路。可先将 3YJ 短路,若 UK 动作后柴油机又卸载为 4YJ 故障;柴油机不卸载为 3YJ 故障。在确认了故障的油压继电器后,可将其短接,维持运行,但要注意机油压力。

### 156. 中间继电器 3ZJ 的作用

当柴油机负载运行,喷油泵供油齿条达 8 刻线时,油量开关 UK 动作,使 3ZJ 动作。

3ZJ 动作后,走车电路中的 3ZJ 常闭触头(E65)断开,油压继电器 3YJ、4YJ 开始进行油压保护。当喷油泵齿条在 8 刻线以下时,如果 3YJ 或 4YJ 未动作,通过 3ZJ 的常闭触头也可向走车电路供电。

在一些 C 型机车上,取消了 UK,但保留了 3ZJ。3ZJ 线圈与 RBC 线圈并联,闭合 4K 后,RBC 线圈与 3ZJ 线圈同时得电。3ZJ 的常开触头控制 1~6C 线圈,保证了先闭合 4K,再提主手柄使 1~6C 动作的控制关系。

#### 157. 油压继电器 3YJ、4YJ 的作用

为了保证柴油机负载运行时,运动部件的良好润滑,机车上设置了 3YJ、4YJ 油压保护电路。

当柴油机负载运行,油压开关 UK 动作后,使 3ZJ 也随之而动作,3ZJ 的常闭触头(E65)断开,此时通过串联的 3YJ 和 4YJ 向走车电路供电。如果任一个增压器机油入口压力低于 160kPa,都会使相应的 3YJ 或 4YJ 释放,断开走车电路,使柴油机卸载。

当柴油机负载运行,UK 未动作时,3ZJ 的常闭触头(E65)不会断开,并与串联的 3YJ、4YJ 并联后向走车电路供电。如果这时任一增压器机油入口压力低于 160kPa,3YJ 或 4YJ 释放,但可通过 3ZJ 常闭触头向走车电路供电,此时 3YJ、4YJ 不起油压保护作用。

#### 158. 水温继电器 WJ 的原理和作用

为了防止柴油机冷却水温度过高,不能对柴油机进行有效的冷却,影响柴油机工作,机车上设置了柴油机水温保护电路。

柴油机在工作时,插在高温冷却水管路温包中的感温液体,随着水温的提高而膨胀,当水温达到 88℃ 时,通过机械传动,使 WJ 的触头闭合。中间继电器 2ZJ 线圈得电,将走车电路中的 2ZJ 常闭触头(D62)断开,断开了励磁机励磁接触器 LLC 和励磁接触器 LC 线圈的电路,使柴油机卸载。

柴油机卸载后,应将主手柄置于“0”或“1”位,待水温降低

后,在弹簧的作用下,将 WJ 的触头断开,使 2ZJ 失电,柴油机方可再次加载。

### 159. 中间继电器 2ZJ 的作用

中间继电器 2ZJ 的作用如下:当主手柄在“降”、“保”、“升”位时,若水温继电器 WJ 或电阻制动风速继电器 FSJ 动作后,经过 3SJ 的 10s 延时均可使 2ZJ 动作。

2ZJ 动作后,走车电路中的 2ZJ 常闭触头(D62)断开,使柴油机卸载;控制信号灯 2XD 的 2ZJ 常开触头(D75)闭合,水温高信号灯 2XD 亮;控制信号灯 14XD 的 2ZJ 常开触头(K75)闭合,若在电阻制动工况,电阻制动失风信号灯 14XD 亮;2ZJ 线圈电路中的 2ZJ 常开触头(G67)闭合,将 2ZJ 线圈自锁,这时如果水温下降,WJ 释放,柴油机也不能加载,必须将主手柄回至“0”位或“1”位后,才可使柴油机加载。

### 160. 柴油机调速电路

柴油机调速时,主手柄控制无级调速驱动器 WJT,WJT 控制步进电机 BD 的正转或反转,通过联合调节器控制柴油机的供油量,实现柴油机的无级调速。主手柄对 WJT 的控制是通过司机控制器 SK 的 7 号触头和 8 号触头控制 WJT 的负端实现的。

如图 50 所示。主手柄在“保”位时,司机控制器 SK 的 7 号触头断开、8 号触头闭合,通过无级调速驱动器 WJT 使步进电机 BD 停止转动,柴油机转速不能变化。

主手柄置“升”位时,司机控制器 SK 的 7 号触头和 8 号触头均闭合,步进电机 BD 顺时针转动,在联合调节器作用下,增加柴油机的供油量,使柴油机转速上升。从最低稳定转速到额定转速(430 ~ 1000r/m in)的升速时间为 18 ~ 20s。

主手柄从“保”位至“降”位、“1”位、或“0”位时,司机控制



器 SK 的 7 号触头和 8 号触头均断开,使步进电机 BD 逆时针转动,减小柴油机的供油量,使柴油机的转速下降。从额定转速到最低稳定转速的降速时间为 17 ~ 19s。

图 50 无级调速电路

在有级调速机车上,按司机控制器主手柄的 16 个档位,将柴油机的转速范围相应地分配成 16 个均匀的速度级。

司机控制器的主手柄对柴油机转速的控制,是通过对联合调节器中的四个配速电磁阀 A、B、C、D 的通、断电控制来实现的。这四个电磁阀不同的通、断电状态组合,决定了配速活塞上方压力油的多少,进而可通过调整调速弹簧的压力来确定柴油机相应的转速。司机控制器的主手柄对四个电磁阀的控制,如图 51 所示。主手柄的各个位置所对应的柴油机转

图 51 电磁阀的控制原理

速及相应地电磁阀状态如表 4 所示。表 4 中 0 表示电磁阀断

电,1表示电磁阀通电。

联合调节器配速表

表 4

配速	柴油机转速	各电磁阀通、断电状态			
档位	$r \cdot \text{min}^{-1}$	A	B	C	D
0—1	$500 \pm 10$	0	0	0	1
2	$540 \pm 10$	0	0	0	0
3	$580 \pm 10$	0	0	1	1
4	$620 \pm 10$	0	0	1	0
5	$660 \pm 10$	0	1	0	1
6	$700 \pm 10$	0	1	0	0
7	$740 \pm 10$	0	1	1	1
8	$780 \pm 10$	0	1	1	0
9	$820 \pm 10$	1	0	0	1
10	$860 \pm 10$	1	0	0	0
11	$900 \pm 10$	1	0	1	1
12	$940 \pm 10$	1	0	1	0
13	$980 \pm 10$	1	1	0	1
14	$1020 \pm 10$	1	1	0	0
15	$1060 \pm 10$	1	1	1	1
16	$1100 \pm 10$	1	1	1	0

### 161. 柴油机只能降速不能升速的原因及处理方法

#### (1) 驱动器 WJT 故障

断开使用的 WJT 的开关,将插头拔下后插入 WJT 的另一套装置的插座,并闭合该装置的开关,如果柴油机转速能够正常变化,为 WJT 原使用装置的升速脉冲发生器故障,不能发生升速脉冲,步进电机也就不能顺时针转动了。

#### (2) 司机控制器的 7 号触头接触不良或司机控制器插头

#### 7.17 接触不良

断开 WJT 开关,将 WJT 的插头拔下,用正灯的插头触

X7.15 接线柱,若正灯不亮,为司机控制器的7号触头接触不良或司机控制器的插头7.17接触不良。无条件处理时,可手动步进电机旋钮,使柴油机升速。

## 162. 柴油机不能升速不能降速的原因及处理方法

### (1) 自动开关 1DZ 在“分”位

若柴油机不能升速也不能降速的同时,蓄电池充放电,电流表显示放电,为 1DZ 在“分”位。将其置于“合”位后,若再次跳开,应查找故障原因,处理好后将 1DZ 置于“合”位。

### (2) 控制驱动器的 RBC 常开触头接触不良

用接地试灯的负灯插头触 RBC 的常开触头的 1507 号接线(无电阻制动的机车为 9907 号接线),负灯不亮为该触头接触不良,可进行修复或将其短接。

### (3) 步进电机故障

用接地试负灯插头分别触 X2.11、X2.12、X2.13 接线柱,负灯不亮为步进电机绕组或接线短路,应打开步进电机接线盒检查,发现接线不良时进行处理;如是绕组断路,则只能手动调速旋钮来控制柴油机转速。

### (4) 驱动器 WJT 故障

断开 WJT 的开关,将插头拔下,插至另一套装置的插座上,并闭合装置的开关。若柴油机调速正常,便可使用该套装置进行控制。

### (5) 司机控制器的 7、8 号触头不良

在司机控制器 7 号触头接触不良、8 号触头粘连的情况下,才能发生柴油机不能升、降速的故障。

当柴油机不能升速、降速时,在应急情况下,可卸下步进电机非输出端旋钮的防尘盖,断开驱动器电源开关或拔下插头,将主手柄置于“保”位,根据需要手动旋钮,使步进电机

转动,控制柴油机调速。顺时针转动旋钮(面对旋钮)使柴油机升速,逆时针转动旋钮使柴油机降速。

163. 操纵端 1K、2K 故障时如何操纵?

(1) 操纵端 1K 接触不良

闭合非操纵端的总控开关 1K 和机控开关 2K,再闭合操纵端的 2K,用操纵端启机和操纵机车。例如 I 端为操纵端,其控制原理如图 52 所示。

(2) 操纵端 2K 接触不良

闭合操纵端的 1K 和燃油泵开关 4K,启机后再闭合非操纵端的 1K 和 2K,用操纵端操纵机车。例如 I 端为操纵端,其控制原理如图 52 所示。

图 52 I 端的 1K 或 2K 故障时的控制原理

(3) 操纵端的 1K 和 2K 均接触不良

闭合非操纵端的 1K、2K 和 4K,再闭合操纵端的 4K,两端均可启机,用操纵端操纵机车。例如 I 端为操纵端,其控制原理如图 53 所示。

遇有“飞车”等紧急情况需要停机时,不能断开操纵端 4K。因为此时的操纵端 4K 只起到向司机控制器 6、9 号触头和 3K、4K、5K、10K、2QA 的输入端供电的作用,不能控制燃油泵接触器 RBC。RBC 由非操纵端的 4K 控制。此时,应将自

动开关 3DZ、4DZ 置于“分”位,使燃油泵电动机失电。

图 53 I 端的 1K、2K 均故障时的控制原理

#### 164. 自动开关的作用及跳开后的处理方法

机车上装有两种自动开关,每个自动开关有“分”位和“合”位两个位置。DZ5-25 型自动开关用于控制电路、照明电路的过载和短路保护;DZ5-20 型自动开关用于电动机或其它用电设备的过载和短路保护,还作为不频繁工作的小功率电动机的控制开关。自动开关的脱扣整定值可进行调整。

当电路中发生过载或短路故障使自动开关跳开(脱扣)时,应先将有关开关断开后将自动开关置于“合”位,然后再逐个闭合该自动开关控制的电路中的各开关。当闭合至某开关时,自动开关再次跳开,为该开关控制的电路中有过载或短路故障,应在故障处理后再将自动开关置于“合”位。

#### 165. 机车牵引运行时功率过低的原因及处理方法

##### (1) 平稳起动电路故障

当平稳起动电路中的中间继电器 1ZJ 常开触头接触不良时,主手柄提至“1”位,机车功率正常。当主手柄提至“1”位以上

时,由于 1ZJ 常开触头不能将  $R_{wq}$  短接,而减小了励磁机和同步牵引发电机的励磁电流,降低了机车功率,使柴油机转速在 1000r/min 时,同步牵引发电机经 1ZL 的输出功率为 1200kW 左右。该触头接触不良时,可将其短接。短接后在起车时要防止起车冲击过大。

## (2) 硅整流装置 2ZL 故障

当硅整流装置 2ZL 中任一个二极管反向击穿后,均会造成励磁机相间短路,使同步牵引发电机的励磁电流减小,机车功率下降,功调电阻会停至增载极限位。由于励磁机的相间短路,会使励磁机的电枢电流很大,如不及时处理,会将励磁机电枢绕组烧损。

2ZL 的二极管反向击穿后,使其表面温度升高,可将其卸下,并用 1ZL 的整流二极管代替。如牵引条件较好,也可将故障的二极管切除,低功率维持运行。

## (3) 功调电阻 $R_{gt}$ 停在减载极限位

当联合调节器故障,使  $R_{gt}$  上的动触头停在减载极限位时,CF 的励磁电流不能增加,机车功率不能随柴油机的转速上升而正常提高,同步牵引发电机按自然外特性工作。此时,可使用故障励磁维持运用。

## (4) 测速发电机 CF 的皮带过松

CF 的皮带过松时,使 CF 的转速下降,输出电流减小,影响同步牵引电机的输出功率,此时,应调整 CF 的位置拉紧皮带或更换皮带。

## 166. 机车功率忽高忽低的原因及处理方法

在功调电阻  $R_{gt}$  上的 73 个电阻中的任一电阻开焊后,柴油机升速,  $R_{gt}$  触头向增载位转动时,若触头转至  $R_{gt}$  开焊点前,则  $R_{gt}$  断路,只经过  $R_{lcf2}$  向测速发电机 CF 励磁,使励磁电流减小,柴油机欠载运行。这时联合调节器作用,使  $R_{gt}$  的触头

向增载方向转动,当转过  $R_{gt}$  开焊点后  $R_{gt}$  导通,使励磁电流增加,柴油机过载运行,这时联合调节器作用,使  $R_{gt}$  触头的这种反复转动将使机车功率忽高忽低,并伴随游车。

功率电阻  $R_{gt}$  断路后,应使用故障励磁维持运行。

#### 167. 柴油机有飞车迹象时如何处理?

当柴油机负载运行,将主手柄置于“降”位或“保”位,柴油机转速上升,或主手柄位置不变,随着机车速度的提高,柴油机转速不断上升,恒功率调节有消失现象时,一般是发生了不能减油的故障,如处理不当,将造成飞车。

此时,应将主手柄置于“保”位,不能减载或卸载;不能使用非常制动,以免过流继电器 LJ 动作使柴油机卸载。应迅速断开燃油泵开关 4K,停止供燃油,打开燃油精滤器放风阀,必要时应打击紧急停车按钮,促进供油拉杆回动。如仍不停机,应迅速检查供油拉杆,排除犯卡处所。必要时,关闭燃油泵逆止阀,或进行逐个甩缸,使柴油机停机。

当柴油机停机后,应认真检查故障原因并进行处理后,方能重新启机。

#### 168. 柴油机有飞车迹象时,为什么不能减载或卸载?

在柴油机负载运行时,由于供油拉杆犯卡或联合调节器故障等原因,使柴油机转速失控而上升,如果此时减载或卸载将可能造成飞车。

因为,在柴油机负载工作时,发生供油拉杆犯卡等不能减油的故障,柴油机可以在供油量相应的转速相对稳定的情况下工作,如果此时减载,会使功调电阻  $R_{gt}$  的触头向减载方向转动,减小同步牵引发电机的励磁电流,也就是减小柴油机的负荷,柴油机在这种供油量不变,负荷减小的工况下,转速将会上升;如果此时卸载,柴油机将在较大供油量而无负荷运行,其转速会迅速

上升。当其转速超过额定转速时,便造成飞车。

## 169. 柴油机突然停机的原因及处理方法

### (1) 自动开关 15DZ 跳开

由于过载或短路使自动开关 15DZ 跳开时,燃油泵接触器 RBC 将失电,燃油泵停止供油。同时,电磁联锁 DLS 也失电,使供油拉杆回到停止供油位置。

此时,应查明 15DZ 跳开的原因,处理后再次启机。

### (2) 差示压力计导通

由于曲轴箱压力升高,使差示压力计 CS 导通后,差示信号灯 1XD 亮,中间继电器 4ZJ 将得电动作,4ZJ 常闭触头 (K64) 断开,使 RBC 失电,燃油泵停止供油;DLS 也将失电,使供油拉杆回到停止供油位置。

此时,应检查柴油机活塞、缸套的可见部位状态,并检查油气分离器和曲轴箱至差示压力计的管路,还要检查差示压力计的液面状态,如有问题应做相应处理。然后,断开燃油泵开关 4K,使 4ZJ 释放后重新启机。严禁在未查明原因前盲目切除差示压力计或短接 4ZJ 的常闭触头。

### (3) 油压继电器 1YJ、2YJ 释放

当任一增压器机油入口处压力低于 80kPa 时,1YJ 或 2YJ 将释放,DLS 也将断电,使供油拉杆回到停止供油位置。

此时,可重新启机,观察司机室和机械间的机油压力表。根据粗滤器前后和增压器机油入口处压力情况,可转动滤清器芯轴或做其它处理。严禁将 1YJ、2YJ 短接后启动,以免造成柴油机抱缸等严重后果。

### (4) 经济电阻 $R_{dls}$ 烧损

停机后断开 4K,用正灯插头触 X5.15 接线柱,正灯不亮为  $R_{dls}$  烧损。 $R_{dls}$  烧损后,将使电磁联锁 DLS 失电,使供油拉



杆回到停止供油位置。

此时,可利用备用电阻,并相应地调整其使用阻值。

#### (5)DLS 线圈断路

电磁联锁 DLS 线圈烧损,使供油拉杆回到停止供油位置。停机后,用正灯插头触 X5.16 接线柱,正灯不亮为 DLS 线圈断路。

此时,可将 DLS 顶死,重新启动柴油机,但 1YJ、2YJ 均失去了保护作用,运行中要注意机油压力表的显示。

#### (6)燃油泵电机故障

燃油泵电机故障时,将停止供油。此时,应检查电机接线和电刷等,并做相应处理。也可用另一燃油泵向柴油机供燃油。

### 170. 时间继电器的作用

#### (1)1SJ 的作用

启动柴油机时,按下启动按钮 1QA,启动机油泵 QBD 工作,经过 1SJ 的 45~60s 延时,使启动接触器 QC 线圈的负端与蓄电池的负端相通。QC 动作后,启动发电机 QF 作为电动机工作,驱动柴油机转动。通过 1SJ 的延时,保证柴油机转动前利用启动机油泵打机油,对有关运动部件润滑,防止非正常磨损。

#### (2)2SJ 的作用

当空压机电动机接触器 YC 动作后,空压机电动机开始降压启动,经过 2SJ 的 3s 延时,使空压机接触器 YRC 的线圈负端与蓄电池的负端相通。YRC 动作后,空压机电动机降压启动结束,开始正常工作。

#### (3)3SJ 的作用

在电阻制动工况,如果风速继电器 FSJ 动作,经过 3SJ 的 10s 延时,2ZJ 线圈的负端与蓄电池负端相通,使 2ZJ 动作。3SJ 的 10s 延时是为了防止二个轴流风机电机在启动和停机时,其工作状态不完全一致,造成 FSJ 动作,使 2ZJ 立

刻动作。由于水温继电器 WJ 也接在 2ZJ 线圈电路中,当 WJ 动作后也要通过 3SJ 的 10s 延时,使 2ZJ 动作。

### 171. 分立元件时间继电器的工作原理

如图 54 所示,接通时间继电器电源时。经过电阻  $R_6$  和控制电路中的线圈(QC、YRC、2ZJ)使可控硅 3CT 得到正向阳极电压。再经过电阻  $R_1$  和稳压管 DW 的作用,在稳压管电路两端得到 18 ~ 20V 的稳定直流电压,加于单结晶体管 BT 的延时电路上。通过电阻  $R_4$  和电位器 W 向电容  $C_1$  充电,经过一定时间(延时时间), $C_1$  电压达到 BT 的峰值电压,使 BT 导通, $C_1$  上的电压通过 BT 的基极向电阻  $R_3$  放电,在 3CT 的触发极上产生一个正向脉冲,使 3CT 导通。经过 3CT 使线圈的负端与蓄电池的负端相通,接触器或继电器动作。向  $C_1$  充电过程中,由于 3CT 没有导通,线圈两端的电压小于接触器或继电器的动作电压。

图 54 分立元时间继电器原理图

调整电位器 W 可以改变延时时间,顺时针方向旋转延时时间增加,逆时针方向旋转延时时间缩短。

二极管  $D_2$  是续流二极管,在线圈断电瞬间经过  $D_2$  形成放电回路,保护可控硅 3CT。如果  $D_2$  反向击穿,当 3CT 导通

时,经  $D_2$  和 3CT 使电路短路,自动开关 15DZ 跳开。

### 172. 时基电路时间继电器的工作原理

接通时间继电器电源时,经过线圈使可控硅 3CT 得到正向阳极电压(图 55)。再经电阻  $R_1$  和稳压管 DW 的作用,在稳

图 55 时基电路时间继电器原理图

压电路两端得到 15V 稳定直流电压,向电容  $C_3$  充电,随着  $C_3$  的充电,使运算放大器 YS 的 6 管脚电位逐渐下降,当下降至小于或等于 5V 时,YS 的 3 管脚向 3CT 的触发极输出一个触发脉冲,3CT 导通后,使线圈的负端与蓄电池的负端相通,接触器或继电器动作。向  $C_3$  充电过程中,由于 3CT 没有导通。线圈两端的电压小于接触器或继电器的动作电压。

续流二极管  $D_1$  的作用与分立原件时间继电器中  $D_2$  的作用相同,电位器 W 的作用和调整方法与分立原件时间继电器中的 W 相同。

### 173. T674 型电压调整器的工作原理

电压调整器以启动发电机的端电压为反馈信号,用稳压管的反向击穿电压控制主可控硅的导通与关断,实现电压调整。

当启动发电机的端电压低于 110V 时(图 56),电阻  $R_6$  的正端电位较低,不能使稳压管  $D_{11}$  反向击穿,三极管  $BG_1$  无基

图 56 T 674 型电压调整器原理图

极电流而处于截止状态。这时正电源经启动发电机的他励绕阻和电阻  $R_4$  将稳压管  $D_9$  反向击穿,再经二极管  $D_2$  和  $D_3$  向可控硅  $KG_1$  的控制极提供触发电流,使  $KG_1$  导通。启动发电机他励绕组经  $KG_1$  与蓄电池的负端相通,使启动发电机的端电压升高。此时启动发电机经正端— $R_8$ — $C_4$ — $KG_1$ —负端向  $C_4$  充电。

随着启动发电机端电压的上升,当达到稳压管  $D_{10}$  的稳压值 (78V) 时,  $D_{10}$  反向击穿,副可控硅  $KG_2$  因有触发电流导通,于是  $C_4$  通过  $KG_2$  放电。主可控硅  $KG_1$  由于  $C_4$  反向电压作用,电流小于维持电流而被关断。 $KG_1$  关断后,  $C_4$  通过启动发电机的他励绕组继续放电后向  $C_4$  反向充电。当  $C_4$  具有一定电压时,由于启动发电机的端电压降低,不能使  $D_{11}$  反向击穿,使  $BG_1$  截止,  $KG_1$  得到触发电流而重新导通,同时  $C_4$  通过  $KG_1$  放电。 $KG_2$  在  $C_4$  放电时的反向电压作用下关断,  $C_4$  通过  $KG_1$ 、启动发电机的励磁绕组和电阻  $R_8$  继续放电后又向  $C_4$  反向充电。当  $C_4$  电压上升至  $D_{10}$  的稳压值时,  $KG_2$  又重新导通并关断  $KG_1$ 。如此周而复始,使启动发电机的输出电压恒定。

#### 174.8Q<sub>6</sub> 型电压调整器的工作原理

如图 57 所示。在启动发电机的输出电压高于 110V 时,正电源经电阻  $R_3$ 、电位器  $W_1$  和电阻  $R_4$  分压,使运算放大器 JC 的 2 管脚电压大于或等于 3 脚电压,运算放大器输出低电位,不足以使稳压管  $DW_3$  反向击穿,  $BG_1$  和  $BG_2$  均处于截止状态,使启动发电机的输出电压下降。

当启动发电机的输出电压低于 110V 时,经过  $R_3$ 、 $W_1$ 、 $R_4$  分压后,运算放大器的 2 管脚电压低于 3 管脚电压,运算放大器输出高电位 (15V),使  $DW_3$  反向击穿,  $BG_1$  和  $BG_2$  均得到基极电流而导通,启动发电机的他励绕组通过  $BG_1$  与蓄电池的负端相通,使输出发电机的输出电压上升。

图 57 8Q<sub>6</sub> 型电压调整器原理图

### 175.T663 型过渡装置的工作原理

T 663 型过渡装置中的一部分电路控制一级过渡继电器 1GJ ;另一部分电路控制二级过渡继电器 2GJ (图 58)。当机车速度没有达到一级正向过渡点时,交流测速发电机 1CF 输出的电压较低,三极管 T<sub>5</sub> 的基极电位高于发射极电位,T<sub>5</sub> 导通,三极管 T<sub>3</sub> 因无基极电流而截止后使稳压管 D<sub>3</sub> 反向击穿。三极管 T<sub>1</sub> 导通,一级过渡继电器 1GJ 线圈的两端电压低于 1GJ 的动作值,1GJ 处于释放状态,此时磁场削弱接触器线圈不能得电,牵引电动机在全磁场工况运行。

当机车速度达到一级正向过渡点时,1CF 的输出电压提高,T<sub>5</sub> 的发射极电位高于基极电位,使 T<sub>5</sub> 截止,T<sub>3</sub> 得到基极电流而导通后,T<sub>1</sub> 因无基极电流而截止,1GJ 线圈经 R<sub>1</sub> 降压后得到 24V 电压,使 1GJ 动作,磁场削弱接触器的线圈 1XC<sub>1</sub>、2XC<sub>1</sub> 得电,牵引电动机进入一级磁场削弱状态。

由于电阻 R<sub>3</sub> 的阻值(1k )小于电阻 R<sub>11</sub>的阻值(10k ),在一级正向过渡后,T<sub>3</sub> 导通,电位器 R<sub>17</sub>上的电压降比较大,保证了一级正向过渡时速度大于一级反向过渡时的速度,防

图 58 T 663 型过渡装置原理图

止机车速度在过渡点波动时,1GJ 不断动作和释放。改变电位器  $R_{15}$  的阻值可以改变正向过渡时的机车速度,改变电位器  $R_{17}$  的阻值可以改变反向过渡时的机车速度。

二级过渡继电器 2GJ 的控制原理与 1GJ 相同,只是电位器  $R_{16}$  的整定值与  $R_{15}$  不同, $R_{18}$  的整定值与  $R_{17}$  不同。

### 176. 13Q<sub>3</sub> 型过渡装置的工作原理

13Q<sub>3</sub> 型过渡装置主要由射极输出器、施密特触发器、功率输出器组成(图 59)。

测速发电机 1CF 将机车的速度信号转换电压信号加至射极输出器的  $BG_1$  的基极上。当机车速度达到一级正向过渡点时, $BG_1$  导通并将稳压管  $DW_1$  反向击穿,使  $BG_2$  导通, $BG_3$  截止,施密特触发器输出高电位。 $BG_4$  导通后使其发射极输出高电位,使  $BG_5$  导通,磁场削弱接触器的线圈  $1XC_1$ 、 $2XC_1$  经 814 号线、 $D_8$ 、 $RD_1$ 、 $BG_5$  与蓄电池的负端相通,指示灯  $ND_1$  亮,实现了一级正向过渡。

当机车速度降至一级反向过渡点时,1CF 的输出电压降低,使  $BG_1$  截止,通过施密特触发器和射极输出器的作用,使  $BG_5$  截止,磁场削弱接触器的线圈  $1XC_1$ 、 $2XC_1$  失电,实现了一级反向过渡。

调整电位器  $W_1$  可整定一级正向过渡点,调整电位器  $W_2$  可整定一级反向过渡。

二级过渡的控制原理与一级过渡相同,只是  $W_3$  的整定值与  $W_1$  不同, $W_4$  的整定值与  $W_2$  不同。

### 177. T682 型步进电机驱动器的工作原理

T682 型步进电动机驱动器由低压直流电源,脉冲发生器、环形分配器、防干扰和保护等部分组成,电路原理如图 60 所示。



图 59 13Q<sub>3</sub> 过渡装置原理图

图 60 T682 型驱动器原理图

启动发电机或蓄电池经燃油泵接触器 RBC 的常闭触头、开关 K、熔断器 RD、二极管  $D_9$  和电阻  $R_{15}$ ，由稳压管  $D_4$ 、 $D_5$  使两端电压为 20V，向脉冲发生器及环行分配器供电。

由单结晶体管  $BG_3$  和电容  $C_3$  组成的降速脉冲发生器可发出使步进电机反时针旋转的降速脉冲。由单结晶体管  $BG_5$  和电容  $C_4$  组成的升速脉冲发生器可发出使步进电机顺时针旋转的升速脉冲。为了防止控制电路的感应电动势对脉冲发生器的干扰，采用由光电耦合管  $BG_6$  和  $BG_7$  组成的二个开关电路。

当主手柄在“0”、“1”、“降”位时，司机控制器的 7 号、8 号触头断开， $BG_6$  和  $BG_7$  的 6 管脚均悬空， $BG_6$  中的光敏三极管截止， $D_4$ 、 $D_5$  两端的 20V 直流电压经  $R_8$ 、 $R_9$ 、 $W_1$  给  $C_3$  充电。当  $C_3$  的电压达到  $BG_3$  的峰值电压时， $BG_3$  导通， $C_3$  通过  $BG_3$  放电。 $C_3$  放电后， $BG_3$  截止。当  $C_3$  的电压再次达到  $BG_3$  的峰值时， $BG_3$  再次导通， $C_3$  通过  $BG_3$  再次放电，使降速脉冲不断地输送到环形分配器，使步进反时针旋转。此时  $BG_7$  中的光敏二极管截止，使  $BG_4$  导通， $BG_5$  截止，无脉冲发生。

当主手柄置于“保”位时，司机控制器的 8 号触头闭合， $BG_6$  的 6 管脚与电路的负端相通， $BG_6$  中的光敏三极管导通，使  $BG_3$  截止，无降速脉冲发出。此时  $BG_7$  中的光敏三极管仍截止， $BG_4$  导通， $BG_5$  截止，无升速脉冲发出。

当主手柄置于“升”位时，司机控制器的 7 号、8 号触头均闭合， $BG_6$  和  $BG_3$  的状态同“保”位。此时  $BG_7$  的光敏三极管导通，使  $BG_4$  截止、 $D_4$ 、 $D_5$  两端的 20V 直流电压经  $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $W_2$  给  $C_4$  充电。当  $C_4$  电压达到  $BG_5$  的峰值时， $BG_5$  导通， $C_4$  通过  $BG_5$  放电。 $C_4$  放电后， $BG_5$  截止，继续向  $C_4$  充电。当  $C_4$  电压再次达到  $BG_5$  的峰值时， $BG_5$  再次导通， $C_4$  再次通过  $BG_5$  放电，使升速脉冲不断地输送到环形分配器，步进电机顺

时针旋转。

环行分配器采用了双三拍控制方法,每一时刻总是二相线圈通电,另一相线圈断电,即环行分配器的三个三极管  $1BG_1$ 、 $2BG_1$ 、 $3BG_1$  总是两个导通,一个截止。这样共有三种稳定状态。并且能够相互转换。当稳态 时,  $1BG_1$  截止,  $1BG_1$  的集电极输出正电位,使  $2BG_1$  和  $3BG_1$  的基极为正电位,  $2BG_1$  和  $3BG_1$  导通。此时,  $1BG_2$  截止、 $2BG_2$  和  $3BG_2$  导通,步进电机三相线圈中的  $L_B$ 、 $L_C$  分别通过  $2BG_2$  和  $3BG_2$  与蓄电池的负端相通。如果升速脉冲发生器在工作,由于  $1BG_1$  的集电极输出正电位,  $BG_5$  截止后,在向  $C_4$  充电的同时只能向  $2C_1$  充电(2 电位脉冲门开),当  $C_4$  电压达到  $BG_5$  的峰值电压,  $BG_5$  导通,在  $C_4$  放电的同时,  $2C_1$  也通过  $BG_5$  和  $2BG_2$  放电,使一个负脉冲加至  $2BG_2$  的基极,使  $2BG_2$  截止,  $1BG_1$  导通,  $3BG_1$  继续导通,成为稳态 。

升、降速时三稳态电路的转换及电位脉冲门的关系如表 5 和表 6 所示。

升速时三稳态的转换及与电位脉冲门关系表 表 5

稳态	$1BG_1$	$2BG_1$	$3BG_1$	电位脉冲门		
				1	2	3
	截止	导通	导通	关	开	关
	导通	截止	导通	关	关	开
	导通	导通	截止	开	关	关

### 178. 14Q<sub>2</sub> 型步进电机驱动器的工作原理

14Q<sub>2</sub> 型步进电机驱动器由升、降速脉冲发生器、脉冲控制器、空转消除器、环行分配器、功率驱动器等部分组成。其电路原理如图 61 所示。

图 61 14Q<sub>2</sub> 型驱动器原理图

降速时三稳态的转换及电位脉冲门关系表 表 6

稳态	1BG <sub>1</sub>	2BG <sub>1</sub>	3BG <sub>1</sub>	电位脉冲门		
				1	2	3
	截止	导通	导通	关	关	开
	导通	导通	截止	关	开	关
	导通	截止	导通	开	关	关

启动发电机或蓄电池经开关 K、熔断器 RD、二极管 D<sub>2</sub>、电阻 R<sub>1</sub>、稳压管 DW 得到 12V 稳定电压,向脉冲发生器、环形分配器等供电。

升降脉冲发生器输出“1”电平时,通过 W<sub>1</sub>、R<sub>2</sub> 向 C<sub>4</sub> 充电,C<sub>4</sub> 的电压达到“非”门 Y<sub>4</sub> 的开门电平时,升速脉冲发生器输出“0”电平,C<sub>4</sub> 通过 Y<sub>4</sub> 迅速放电,使升速脉冲发生器再次输出“1”电平。“1”电平表示高电位,“0”电平表示低电位。

当主手柄在“0”、“1”、“降”位时,司机控制器的 7 号、8 号触头均未闭合,倒向器 Y<sub>1</sub> 的 1 管脚为“1”电平,根据“非”门的原理:输入端为“1”电平,输出端则为“0”电平;输入端为“0”电平,输出端则为“1”电平。此时,Y<sub>1</sub> 输出“0”电平,并使 Y<sub>2</sub> 输出“1”电平,环形分配器处于反转状态。同时控制门 YF<sub>1</sub> 的 4 管脚为“0”电平,根据“与非”门的原理:输入端有“0”电平时,输出端为“1”电平。两个输入端全为“1”电平时,输出端为“0”电平。此时 YF<sub>1</sub> 的输出端为“1”电平,使 YF<sub>3</sub> 的输入端 9 管脚也为“1”电平。由于 YF<sub>2</sub> 的输入端 1 管脚为“1”电平,使降速脉冲经 YF<sub>2</sub> 和 YF<sub>3</sub> 到环形分配器的 7 管脚,分配器按 A CA C CB B AB 程序工作。步进电机逆时针旋转。

当主手柄置“保”位时,司机控制器的 8 号触头闭合,YF<sub>2</sub> 的 1 管脚为“0”电平,3 管脚为“1”电平,YF<sub>3</sub> 的 10 管脚为“1”

电平,  $Y_1$  输出端为“0”电平, 使  $YF_1$  的输出端 6 管脚为“1”电平, 此时  $YF_3$  的 9、10 管脚均为“1”电平, 无脉冲输出, 步进电机停止转动。

主手柄置“升”位时, 司机控制器的 7、8 号触头均闭合,  $Y_1$  输出“1”电平,  $Y_2$  输出“0”电平, 环形分配器处于正转状态。同时  $YF_3$  的管脚为“1”电平。由于  $YF_1$  的 4 管脚为“1”电平, 使升速脉冲通过  $YF_1$  和  $YF_3$  到环形分配器的 7 管脚, 环形分配器按 A AB B BC C CA 程序工作, 步进电动机顺时针转动。

步进电机的三相线圈分别由三极管  $BG_1$ 、 $BG_2$ 、 $BG_3$  控制。例如, 功率驱动器  $YF_5$  输出端为“1”电平时,  $BG_1$  导通, 当  $YF_5$  的输出端为“0”电平时,  $BG_1$  截止。功率驱动器的  $YF_5$ 、 $YF_6$ 、 $YF_7$  的输入端电平由环形分配器控制。

### 179. 步进电动机的工作原理

机车上安装的反应式步进电机的原理如图 62 所示。

步进电机的定子上有均匀分部的六个磁极, 磁极上绕有绕组。两个相对的磁极组成一相, 三相绕组的联接方式为星形连接。这里假定转子有均匀分部的四个齿即 1、2、3、4。

设 A 相首先通电, 转子齿 1、3 和定子 AA 对齐 (见图 63a), 然后在 A 相继续通电的

图 62 步进电机结构示意图

情况下, 接通 B 相, 定子的 BB 极对转子齿 2、4 有磁拉力, 使转子顺时针方向转动, 但是 AA 极仍在拉 1、3 齿。因此, 转子转动到两磁极拉力平衡时为止 (图 63b), 转子从图 a 的位置

顺时针转过  $15^\circ$ 。接着 A 相断电, B 相继续通电, 使转子齿 2、4 与定子磁极 BB 对齐(图 63c), 转子从图 b 的位置又转过了  $15^\circ$ (图 63d)。若按 A - AB - B - BC - C - CA - A - ..... 的顺序通电, 则转子便顺时针方向一步一步地转动, 每步转角为  $15^\circ$ 。如果按 A - AC - C - CB - B - BA - A - ..... 的顺序通电, 步进电机将逆时针转动。以上通电方式为“六拍”方式。

图 63 六拍通电方式时转子的位置图

(a) — A 相通电; (b) — A、B 相通电; (c) — B 相通电; (d) — B、C 相通电  
1、2、3、4 — 转齿; A、A ; B、B ; C、C — 磁极。

若按 AB - BC - CA - AB - ..... 的顺序每次都是两相通电, 转子将从图 63b 中的位置转到图 63d 中的位置, 每步转角为  $30^\circ$ 。这种通电方式为“双三拍”方式。步进电机的控制是由



驱动器实现的。

实际上步进电机的转子上不是四个齿,而是四十个齿,为了保证步进电机的精度,在定子的每个磁极上还有五个和转子齿一样的齿。使步进电机在“六拍”通电方式时,每步转角为 $1.5^\circ$  ;“双三拍”通电方式时,每步转角为 $3^\circ$ 。

### 180. 电阻制动原理

电阻制动是利用直流电机的可逆原理实现的。在制动工况,牵引电动机被改接成他励直流发电机,六台牵引电动机的励磁绕组被串联在一起,由同步牵引发电机励磁。电机的转子由机车的轮对驱动,将列车运行中的动能转化成电能,分别通过制动电阻 $1 \sim 6R_z$ 转化成热能,再由轴流风机将热量散到大气中。因此,牵引电动机电枢轴上产生的反力矩作用于机车动轮上,从而产生了制动力。由于机车的轮对驱动电机的转子使列车失去了一些动能,调整了速度,实现了电阻制动。图 64 为电阻制动原理图。

图 64 电阻制动原理

### 181. 制动接触器 ZC 的控制作用

ZC 有一对主触头、二对常开触头和二对常闭触头。

ZC 的主触头(G18)跨接于牵引电动机 1D 的励磁绕组两

端,在电阻制动工况,该触头闭合,使串联后的电动机 1~6D 的励磁绕组与硅整流装置 1ZL 的负端相接。在牵引工况,若 ZC 误动作或 ZC 的主触头粘连,将使 1D 的励磁绕组短接,1D 的电枢电流经 ZC 的主触头回 1ZL 负端。由于 1D 无励磁电流,使电枢绕组中不能产生反电动势,造成电枢电流很大,产生大量的热,将 1D 烧损。

一对常开触头(B67)接于 1~6C 线圈电路,保证走车电路的断电顺序。

一对常开触头(K75)控制电阻制动信号灯 13XD。

一对常闭触头(C32)控制电阻  $R_{\text{cf}1}$  的使用阻值。在牵引工况,该触头闭合,使  $R_{\text{cf}1}$  的使用值减小,控制  $R_{\text{gt}}$  在增载极限位时,CF 有最大励磁电流。在电阻制动工况,该触头断开,增加了  $R_{\text{cf}1}$  的使用值。由于  $R_{\text{gt}}$  已处于增载极限位, $R_{\text{cf}1}$  的较大使用值限制了测速发电机 CF 的励磁电流,保证了电阻制动的需要。

## 182. 电阻制动的控制原理

换向手柄置于“前制”位或“后制”位时,工况开关转换至制动位。当主手柄提至“1”位,LLC、1~6C、ZC、LC 及 BF、KLF 均得电,此时已将牵引电动机改接成发电机,由于励磁机无励磁电流,使改接后的发电机不能发电,不能进行电阻制动。

当主手柄提至“降”、“保”、“升”位时,中间继电器 1ZJ 动作,其控制电阻制动控制箱( $ZCT_{1-12}$ )的常闭触头(E32)断开,使励磁机能够得到励磁电流,开始进行电阻制动。

在一级电阻制动时,电空阀 2DF、3DF 均未得电,制动电阻全部接入电路(1),机车在较高速度时能产生较大制动力。在二级电阻制动时,电空阀 2DF 和 3DF 动作,使 1~

6RZC 动作,同时使 1 ~ 6R<sub>z</sub> 的使用阻值减少至 0.5 ,机车在较低速度时也能产生较大的制动力。

电阻制动控制箱的运行——故障转换开关 GK 置于故障位时,由于励磁机的励磁绕组已由测速发电机 CF 供电,主手柄提至“ 1 ”位就能进行电阻制动,但只能进行一级制动。

当机车速度达到一、二级电阻制动的转换速度时,通过电阻制动控制箱对 2DF 和 3DF 的控制实现转换。一级电阻制动向二级电阻制动的转换速度比二级电阻制动向一级电阻制动的转换速度低约 5km / h,防止列车速度在转换点波动时,使 2DF、3DF 和 1 ~ 6RZC 频繁动作和释放。一、二级电阻制动转换速度见表 7。

电阻制动转换速度表

表 7

	传动比	一级至一级	二级至一级
货运机车	4.5	21 ~ 25/km · h <sup>-1</sup>	26 ~ 30/km · h <sup>-1</sup>
客运机车	3.381	28 ~ 33/km · h <sup>-1</sup>	34 ~ 40/km · h <sup>-1</sup>

### 183. 电阻制动装置的组成及其作用

(1) 制动接触器 ZC、工况开关 1HK<sub>g</sub>、2HK<sub>g</sub> 和接触器 1 ~ 6C 的主触头将牵引电动机改接成他励发电机。

(2) 轴流风机对制动电阻 1 ~ 6R<sub>z</sub> 进行通风冷却。

(3) 电空阀 2DF 和 3DF 控制电阻制动接触器 1 ~ 6RZC, 以实现一级电阻制动与二级电阻制动的转换。

(4) 电流传感器 3LH 向电阻制动控制箱提供励磁电流信号;4 ~ 9LH 向电阻制动控制箱提供各电机的制动电流信号。电阻制动控制箱起到综合控制作用。

(5) 电度表记录了制动电阻累计消耗的能量。主电流表显示牵引发电机的励磁电流,各牵引电动机的电流表显示各牵

引电动机的制动电流。

(6)电空联锁电空阀 KLF、风速继电器 FSJ、制动过流继电器 ZLJ 起到保护作用。

#### 184. 电阻制动工况, 励磁机的励磁电路

在电阻制动工况, 若电阻制动控制箱的运行- 故障转换开关 GK 置于“运行”位, 由启动发电机经电阻制动箱的控制向励磁机的励磁绕组供电。

110V (+ ) ZCT (1- 8) <sup>645</sup> 7/5 <sup>646</sup> 励磁绕组 <sup>648</sup> 7/14  
<sup>660</sup> ZCT (1- 13) 110V (- )。

当 GK 置故障位时, 励磁机的励磁绕组由测速发电机 CF 供电。电路为: CF (+ ) 2DZ LLC(开) R<sub>wq</sub> R<sub>lt</sub> R<sub>zl</sub> 3ZL (6、7 间) ZCT1- 4 ZCT1- 8 励磁绕组 ZCT1- 13 ZCT1- 3 CF (- )。

#### 185. 电阻制动时, 制动力与机车速度的关系

当货运机车速度大于 50km/h 时, 随着机车速度的下降, 制动力逐渐上升。速度降至 50km/h 时, 制动力上升的幅度开始减小。当速度降至约 38km/h 时, 达到一级电阻制动的最大制动力。速度继续下降时, 制动力逐渐减小, 速度下降至一级制动向二级制动的转换值后, 随着速度的下降, 制动力开始上升, 速度降至 19km/h 时, 达到二级电阻制动的最大制动力。如果速度继续下降, 制动力将以较大幅度下降。

图 65 是柴油机在一定转速时机车速度与制动力的关系曲线, 柴油机在不同转速时, 将有一族曲线。当机车在某一速度时, 提高柴油机转速(在低于 848r/min 范围内)制动力将增强, 降低柴油机转速, 制动力将减小。

使用电阻制动时, 货运机车速度不超过 75km/h; 客车机

车不超过 90km / h。

图 65 机车速度与制动力关系

### 186. 电阻制动的“0”位保护

在电阻制动控制箱的 ZCT 1 ~ 12 与正电源之间接入了中间继电器 1ZJ 的常闭触头 (E32), 保证在正常情况下 (电阻制动控制箱的运行 - 故障转换开关 GK 在运行位), 主手柄在“降”位、“保”位或“升”位时, 才能进行电阻制动。

假如主手柄在“1”位时, 也能进行电阻制动。当主手柄回“0”位后, 制动接触器 ZC 带电释放, 将烧损 ZC 的主触头。当电阻制动控制箱的运行 - 故障转换开关 GK 置于“故障”位时, “0”位保护失去作用, 主手柄在“1”位时即开始电阻制动。由于此时牵引电机的励磁电流较小, 虽然主手柄回“0”位时, ZC 带电释放, 但不会烧损其主触头。

### 187. 电阻制动的过流保护

为了防止制动电流过大, 烧损制动电阻和牵引电动机, 利用制动电阻  $5R_z$  的部分阻值并联了制动过流继电器 ZLJ。当 5D 的制动电流达到 650 ~ 690A 时, ZLJ 达到动作值 0.1A。ZLJ 动作后, 电阻制动控制箱的 ZCT1- 1 与正电源间的

ZLJ 常闭触头(E31)断开,使电阻制动控制箱失电,停止电阻制动。同时,控制制动过流信号灯 8XD 的 ZLJ 常开触头(G75)闭合,8XD 亮。ZLJ 动作后,LLC、1~6C、LC 均不释放,7XD 不亮。

有些后加装电阻制动装置的机车(1653 号以前的机车),用 ZLJ 的常闭触头控制走车电路,ZLJ 动作后,LC、LLC、1~6C 均释放,7XD 亮。

### 188. 电阻制动的失风保护

在电阻制动工况,为了防止轴流风机的电机故障,影响制动电阻的通风散热,烧损制动电阻,在两台轴流风机的电机之间接入了风速保护继电器 FSJ(图 66)。当两台电机电枢电流的差值大于 30A 时,FSJ 动作,接于 2ZJ 线圈电路中的 FSJ 常开触头(F63)闭合,经过时间继电器 3SJ 的 10s 延时,使 2ZJ 动作,柴油机卸载,停止电阻制动。同时水温高信号灯 2XD 亮,电阻制动失风信号灯 14XD 亮。

当牵引电动机 2D 或 5D 发生故障,用故障开关 1GK 或 5GK 将其切除后,由于在控制电路中采用了联锁控制,不能使用电阻制动。

### 189. 电阻制动的电空联锁

当使用自阀进行空气制动时,如果将换向手柄置于“前制位”或“后制位”,主手柄提“1”位或“1”位以上,控制电路的电空联锁电空阀 KLF 动作,将空气制动系统的作用阀中作用鞴鞴下方的压缩空气经变向阀和电空阀 KLF 排入大气,使机车缓解,此时车辆的制动状态不变。在电阻制动工况,由于 KLF 已动作,使用自阀进行空气制动时,机车不能空气制动,车辆的空气制动作用正常。

在电阻制动工况,用单阀能对机车进行空气制动,但机车

制动缸压力不应高于 150kPa,防止机车车轮滑行。

图 66 电阻制动电路

### 190. 电阻制动的恒流控制

当电阻制动装置故障,将电阻制动控制箱的开关 GK 置于“故障”位,进行一级电阻制动时,为了保证不超过最大制动电流恒流值(600A),采用了制动电流恒流控制,电路原理如图 66 所示。

当制动电流小于恒流值时,制动电流在  $R_{zt}$ 上产生的电压

低于测速发电机 CF 在  $R_{z1}$ 、 $R_{lt}$  上的电压,恒流制动电路不起作用,3ZL ( $Z_6$ 、 $Z_8$  间)截止,防止 CF 经  $R_{zt}$  增加励磁机的励磁电流。

当制动电流超过恒流值时,制动电流在  $R_{zt}$  上产生的电压高于 CF 在  $R_{lt}$ 、 $R_{zt}$  上的电压,3ZL ( $Z_6$ 、 $Z_8$  间)导通,使  $R_{lt}$ 、 $R_{zt}$  两端电压升高,由于电阻制动工况,功调电阻  $R_{gt}$  的使用值为零,CF 的端电压由柴油机的转速决定。当柴油机转速一定时,CF 的端电压一定。使励磁机的励磁电流减小,从而减小了制动电流。

为了防止制动电流在  $R_{zt}$  上产生的电压高于 CF 的端电压,造成励磁机反向励磁,所以设置了二极管 3ZL ( $Z_6$ 、 $Z_7$  间)。

### 191. 电阻制动的使用方法

(1) 机车在运行中需使用电阻制动时,将主手柄置于“0”位,换向手柄置于“前制”位或“后制”位(与运行方向一致),再将主手柄提至“降”、“保”、“升”位,即可进行电阻制动。当柴油机转速达到 848r/min、机车速度为 40~60km/h 时,制动电流应为 650A。如果柴油机转速继续上升,制动电流不再增加。当需要减小制动力时,可通过主手柄降低柴油机的转速。

(2) 停止使用电阻制动时,在主手柄回“0”位的过程中,要在“1”位停留一下,使 1ZJ 释放。励磁电流和制动电流降至零后再将主手柄回“0”位,防止制动接触器 ZC 带电释放,烧损其主触头。

(3) 当电阻制动控制箱的故障开关 GK 置于“故障”位时,主手柄提至“1”位即可进行电阻制动。由于控制箱的高速限流电路已不起作用,为了保证牵引电动机的换向不致恶化,应通过柴油机转速的控制,保证机车速度低于 50km/h 时,最大制



动电流不超过 650A ;机车速度为 60km /h 时,制动电流不超过 580A ;机车速度为 70km /h 时,制动电流不超过 520A ,机车速度为 80km /h 时,制动电流不超过 450A 。

### 192. 电阻制动装置的故障及处理方法

(1) 励磁电流过大(超过 900A )时,为励磁电流传感器故障。将控制箱的故障开关 GK 置于“故障”位,使用一级电阻制动。

(2) 制动电流不恒流。随着机车速度的提高,制动电流增至 700A 以上,或者在机车高速时使用电阻制动,制动电流猛升至 700A 以上,为无制动电流反馈信号,可将故障开关 GK 置于“故障”位,使用一级电阻制动。

(3) 一、二级电阻制动转换点不准或不能进行转换时,为速度传感器故障。可将控制箱的二级切除开关扳至“二级切除”位,只使用一级电阻制动。此时只是不能进行二级电阻制动。当使用一级电阻制动时,控制箱能起到控制作用。

(4) 柴油机转速较高,机车速度在 37 ~ 40km /h 时,个别制动电流表(牵引工况的电动机电流表)显示无规则波动,为轮对滑行,应及时撒砂或降低柴油机转速。

### 193. 自负载试验的原理

柴油机启机后,机车在停车状态,不需用水阻试验的方法,而利用制动电阻作为负载,可以检查柴油机在不同转速时,同步牵引发电机经硅整流装置 1ZL 的输出功率。

闭合自负载开关 1 ~ 6ZFK ,将主手柄提至“1”位,接通了主电路中制动电阻 1 ~ 6R<sub>z</sub> 的电路。同时接通了控制电路中 LC、ZC、KLF、BF 的线圈电路,断开了电空接触器 1 ~ 6C 的线圈电路。

将换向手柄置于“前进”位,主手柄提至“1”位或“1”位以

上时,自负载试验的主电路为(以  $1R_z$  为例):  $1ZL(+)$  <sup>10</sup>  
 $1R_z$  <sup>46.72.126</sup>  $1ZFK$  <sup>128.28</sup>  $D_1D_2$  <sup>22</sup>  $1HK_f$   $1HK_g$  <sup>21</sup>  
 $1ZL(-)$ 。

将换向手柄置于“后退”位,主手柄提至“1”位或“1”位以上时,自负载试验的主电路为(以  $1R_z$  为例):  $1ZL(+)$  <sup>10</sup>  
 $1R_z$  <sup>46.72.126</sup>  $1ZFK$  <sup>128</sup>  $1HK_f$   $1HK_g$  <sup>20</sup>  $1ZL(-)$ 。此时  
 电流不经  $1D$  的励磁绕组  $D_1D_2$ 。

自负载试验时,利用了制动电阻和轴流风机,而与电阻制动的其它部分无关。

#### 194. 自负载试验的操作方法

(1) 机车进行空气制动,防止进行自负载试验时,由于控制电空接触器  $1 \sim 6C$  线圈电路的自负载开关  $2ZFK$  和  $5ZFK$  故障时,造成机车走车。

(2) 柴油机启机后,闭合自负载开关  $1 \sim 6ZFK$ ,再将换向手柄置于“前进”位或“后退”位,用主手柄将柴油机转速调至表 8 中的各个转速,并观察柴油机在各个转速时主电流表和主电压表的显示,计算后与表 8 中相应数值进行比较。

自负载试验转速-功率表

表 8

转速/ $r \cdot m \text{ in}^{-1}$	430	700	850	1000
功率/kW	100~150	不大于 700	1220~1300	2125

(3) 进行自负载实验时,可到机车顶部检查百叶窗、制动电阻和轴流风机的状态,不良时,应停止自负载试验,如未修复,在运行中不要使用电阻制动。

自负载试验结束后,将主手柄和换向手柄分别置于“0”

位,断开自负载开关 1~6ZF K。

### 195. 汞氙灯电路的工作原理

汞氙灯电路如图 67 所示。

闭合开关 4ZDK,按下 3QA,振子变压器 ZB 的线圈  $W_1$  得电,铁芯被磁化,将振子 Z 的动触头吸下,使电路断开,线圈  $W_1$  失电,电磁力消失。在弹簧的作用下,振子 Z 的动触头恢复原位,线圈  $W_1$  重新得电。线圈  $W_1$  始终处于通电、断电的交替状态,使铁芯不断地交替磁化。由于线圈  $W_1$  与  $W_2$  的变比为 110 4000,根据电磁感应定律,在线圈  $W_2$  中感应出约 4kV 的交变电压。该电压加在火花放电器 S、电容  $C_3$  和脉冲变压器 XB 的线圈  $W_3$  所组成的谐振电路中,产生高频脉冲电压,耦合到谐振变压器 XB 的线圈  $W_4$  中。 $W_3$  与  $W_4$  的变比为 1 10。在线圈  $W_4$  上得到 40kV 高频脉冲电压,加到超高压球形汞氙灯的两极上,使两极间发射电子,冲击氙气电离,产生弧光放电。灯泡发光后,启动结束,灯泡在 110V 电压下正常工作。

图 67 汞氙灯控制电路

启动汞氙灯时,由于振子变压器 ZB 的线圈只允许短时

间通电,启动时间过长,会把线圈烧坏,所以每次按下 3QA 的时间不应超过 2 ~ 3s。

灯泡在灯具上安装时,正极(粗端)在下方。

#### 196. 预热锅炉电路的控制原理

预热锅炉电路如图 68 所示。

图 68 预热锅炉电路

当预热锅炉需使用外电源工作时,将开关 1YK 置于交流位,外电源的 220V 交流电经自耦变压器变压和硅整流装置 YZD 的整流,输出 110V 直流电,供预热锅炉电路使用。

当预热锅炉使用内电源工作时,将 1YK 置于直流位,由蓄电池向预热锅炉电路供电。

闭合开关 2YK,辅助机油泵电动机 YHD 和水泵电动机 YSD 工作,分别驱动辅助机油泵和水泵工作,使柴油机机油系统的机油和冷却水系统的冷却水开始经预热锅炉而循环。

闭合开关 3YK,通风机电动机 YFD 工作,驱动通风机将残存在炉膛内的燃气和油烟排出,并使新鲜空气进入炉膛,供燃油燃烧。为了便于点火,通风一次后需断开 3YK。

闭合开关 4YK,燃油泵电动机 YRD 工作,驱动燃油泵向炉膛喷燃油。同时绿色信号灯 YLXD 亮。

按下点火器按钮 YHA,点火器 YDH 发出火花,使燃油燃烧,开始对柴油机的机油和冷却水加热。每次点火时,按下 YHA 的时间不得超过 10s。如果连续点火 2~3 次,炉膛内的燃油仍未燃烧,应对故障处理后继续点火。点火后再闭合 3YK,使通风机工作。

当冷却水温度超过 80℃ 时,水温继电器 YWJ 动作,接通了中间继电器 YZJ 的电路。YZJ 动作后,其常开触头闭合,使 YZJ 的线圈自锁,同时红色信号灯 YHXD 亮。YZJ 的常闭触头断开,使燃油泵电动机 YRD 停止工作,停止供油。同时绿色信号灯 YLXD 灭。

预热锅炉停止供油后,先后断开 4YK、3YK、2YK 和 1YK。断开 1YK 后,红色信号灯 YHXD 灭。

预热锅炉工作后,当水温未达到 80℃ 而需停止预热时,应先断开 4YK,再先后断开 3YK、2YK、1YK,保证预热锅炉停止供油后,利用通风机将油烟吹净,使再次点火顺利。

#### 197. 电气动作试验程序

准备工作:

(1) 低压风缸压力高于或等于 400kPa 时, 将故障开关 1 ~ 6GK 置于运转位; 低于 400kPa 时, 将 1 ~ 6GK 置于故障位。

(2) 闭合蓄电池开关 XK, 蓄电池电压不低于 96V, 无载信号灯 7XD 亮。

(3) 将 3DZ 置于“分”位。其它各自动开关均置于“合”位。

(4) 将正、负试灯的插头插入插座, 两个试灯亮度一致时, 先将负灯插头拔下, 正灯不亮时, 再将正灯插头拔下。

(5) 闭合照明开关 ZMK 和电动仪表开关 12K, 油、水温度表有显示。

(6) 主手柄置于“0”位, 换向手柄置于“0”位, 手动将四个转换开关(1- 2HK<sub>g</sub>; 1- 2HK<sub>f</sub>)转至“中立”位。

电气试验:

(1) 闭合总控开关 1K 和启动泵开关 3K, 启动机油泵接触器 QBC 动作, 启动机油泵 QBD 运行。

(2) 闭合燃油泵开关 4K, 燃油泵接触器 RBC 动作, 燃油泵电机 2RBD 运行, 同时 QBC 释放, QBD 停止运行, 蓄电池放电电流为 10 ~ 14A, 燃油泵压力表显示不应低于 150kPa。手动中间继电器 4ZJ, 松手后 4ZJ 自锁; RBC 释放, 2RBD 停止运行, 差示压力计信号灯 1XD 亮。同时 QBC 动作, QBD 运行, 断开 3K, QBC 释放, QBD 停止运行。断开 4K, 4ZJ 释放, 1XD 灯灭。

(3) 将 3DZ 置于“合”位。4DZ 置于“分”位, 闭合 4K, 1RBD 运行。断开 4K, 将 3DZ 置于“分”位后再闭合 4K, 手动启动接触器 QC 的辅助触头导杆, 电磁联锁 DLS 动作。

(4) 闭合辅助发电开关 5K, 辅助发电励磁接触器 FLC 动作, 蓄电池放电电流增加 6 ~ 8A。闭合固定发电开关 8K, 固定

发电接触器 GFC 动作, FLC 释放, 固定发电信号灯 10XD 亮, 蓄电池放电电流减少 3 ~ 5A。断开 8K, GFC 自锁; 断开 5K, GFC 释放, 10XD 灯灭。闭合 5K, FLC 动作, 手动继电器 FLJ, GFC 动作, FLC 释放, 10XD 灯亮; 松手后 GFC 自锁。断开 5K, GFC 释放, 10XD 灯灭。

(5) 闭合空压机自动开关 10K (总风缸压力高于 750kPa 时), YC 动作, 空压机启动信号灯 6XD 亮, 3s 后 YRC 动作, 6XD 灯灭。断开 10K, YC、YRC 均释放。按空压机手动按钮 2QA, 动作和显示与闭合 10K 时相同, 松开 2QA。

(6) 闭合机控开关 2K, 换向手柄置于“前进”位, 工况转换开关  $1HK_g$ 、 $2HK_g$  自动转换至“牵引”位。

(7) 主手柄置于“1”位, 方向转换开关  $1HK_f$ 、 $2HK_f$  自动转换至“前进”位, LLC、1 ~ 6C、LC 均动作, 7XD 灯灭。

(8) 主手柄置于“保”位, 中间继电器 1ZJ 动作。将过渡开关 XKK 置于“ ”位, 组合接触器的 1 ~  $2XC_1$  得电, 一级削弱信号灯 11XD 亮; 将 XKK 置于“ ”位, 1 ~  $2XC_2$  得电, 二级削弱信号灯 12XD 亮; XKK 回“ ”位, 1 ~  $2XC_2$  失电, 12XD 灯灭; XKK 回“0”位, 1 ~  $2XC_1$  失电, 11XD 灯灭。手动中间继电器 2ZJ, 10s 后松手, 2ZJ 自锁, 水温高信号灯 2XD 亮; LLC、LC、1 ~ 6C 释放, 7XD 灯亮。主手柄置于“1”位, 1ZJ、2ZJ 释放, LLC、1 ~ 6C、LC 动作, 7XD、2XD 均灭。手动中间继电器 3ZJ, LLC、LC、1 ~ 6C 释放, 7XD 灯亮, 松手后 3ZJ 释放, LLC、1 ~ 6C、LC 动作, 7XD 灯灭。

(10) 主手柄置于“升”位, 联合调节器上部发出声响, 15 ~ 18s 后声响变大, 主手柄置于“保”位, 声响停止。主手柄置于“1”位, 联合调节器上部发出声响, 18 ~ 20s 后声响变大。

(11) 闭合故障励磁开关 9K, 故障励磁接触器 GLC 动作,

故障励磁信号灯 9XD 亮;断开 9K,GLC 释放,9XD 灯灭。手动接地继电器 DJ,LLC、LC、1~6C 释放,7XD、接地信号灯 4XD 均亮;恢复 DJ,LLC、1~6C、LC 动作,4XD、7XD 灯灭。

手动过流继电器 LJ,LLC、LC、1~6C 释放,7XD、过流信号灯 5XD 亮;恢复 LJ,LLC、1~6C、LC 动作,5XD、7XD 灯灭。

分别手动空转继电器 1~3KJ,空转信号灯 3XD 亮。

(12)主手柄回“0”位,换向手柄置于“后退”位,再将主手柄置于“1”位,方向转换开关自动转换至“后退”位,LLC、1~6C、LC 动作,7XD 灯灭。主手柄置于“0”位,LLC、LC、1~6C 释放,7XD 灯亮。断开 4K 和 2K。

电阻制动试验:

(1)闭合电阻制动控制箱开关 ZK,并将故障开关 GK 置于运行位,换向手柄置于“前制”位,闭合 2K,工况转换开关自动转换至“制动”位,控制箱上的红色信号灯亮,逆变插件的绿色信号灯亮;转换插件的红色信号灯亮,表示在二级制动位;调节插件的红色信号灯亮,表示主手柄在“0”位。同时 2DF、3DF、1~6RZC 动作,二级制动信号灯 15XD 亮。按下试验按钮 NK,2DF、3DF、1~6RZC 释放,15XD 灯灭,松开 NK 后,2DF、3DF、1~6RZC 动作,15XD 灯亮。

(2)主手柄提至“1”位,LLC、1~6C、LC、ZC 动作,7XD 灯灭,电阻制动信号灯 13XD 亮,主手柄置于“0”位,LLC、LC、ZC、1~6C 释放,13XD 灯灭,7XD 灯亮。

(3)用自阀进行空气制动,主手柄提至“1”位,LLC、1~6C、LC、ZC 动作,7XD 灯灭,同时制动缸压力降至零。将主手柄置于“保”位,手动制动过流继电器 ZLJ,电阻制动控制箱的各信号灯均灭,制动过流信号灯 8XD 亮,15XD 灯灭。恢复



ZLJ 后,电阻制动控制箱的信号灯恢复显示,8XD 灯灭,15XD 灯亮。手动风速保护继电器 FSJ,10s 后,2ZJ 动作,LLC、LC、ZC、1~6C 释放,7XD 灯亮,制动失风信号灯 14XD 亮,水温高信号灯 2XD 亮,13XD 灯灭。松开 FSJ 后,2ZJ 自锁。将主手柄置于“1”位,2ZJ 释放,LLC、1~6C、LC、ZC 动作,7XD 灯灭,14XD 灯灭,2XD 灯灭,13XD 灯亮。主手柄置于“0”位,LLC、LC、ZC、1~6C 释放,7XD 灯亮。换向手柄置于“0”位,断开 2K,15XD 灯灭。

(4)断开 1K、XK、ZMK,恢复 3DZ、4DZ。

#### 198. 电气动作试验说明

(1)低电风缸压力低于 400kPa 时,将故障开关 1~6GK 均置于“故障”位,是为了保证在 1~6C 不能动作情况下,使 LC 动作。此时应手动转换开关,并且不进行过渡试验。

(2)用试灯检查接地时,先将负灯的插头拔下,若正灯亮为有关电路有轻微接地。

(3)闭合 4K 后,联合调节器上部的声响为最低供油止挡与止钉的碰撞声。主手柄置于“升”位时,联合调节器上部的声响为两个伞齿轮及有关机械传动的声响。18~20s 后为最高供油止挡与止钉的碰撞声。

(4)电气动作试验是在“ ”室,并且故障开关 1~6GK 在运转时进行的。

#### 199. 水阻试验原理

进行水阻试验时,柴油机-发电机组不是以牵引电动机作为负载,而是以水阻槽内两极板间的水电阻作为负载进行机车运行的模拟试验。通过改变两个活动极板浸入水中的面积大小来改变水电阻的阻值,以调解柴油机-发电机组的负载,保证机车有关部件可靠工作,使机车达到所要求的功率和

工作特性。

## 200. 水阻试验时的功率调整

水阻试验时的功率调整是在不同条件下,通过对牵引发电机励磁电流的调整,使牵引发电机获得符合设计要求的输出外特性。

### (1)最大励磁电流的调整

最大励磁电流是柴油机转速为  $1000\text{r/m in}$  时,通过调整  $R_{\text{lf}1}$  实现的。 $R_{\text{Lt}}$  预调后,调整  $R_{\text{kf}1}$  使  $R_{\text{gt}}$  的滑臂向“增载”方向转动,当  $R_{\text{gt}}$  正好转至“增载”极限位时,停止调整  $R_{\text{lf}1}$ ,并将卡子紧固。此时,牵引发电机的输出功率达到  $2125\text{kW}$ 。

### (2)最小励磁电流的调整

最小励磁电流的调整是柴油机转速在  $700\text{r/m in}$  时,通过调整  $R_{\text{lf}2}$  实现的。调整  $R_{\text{lf}2}$ ,使  $R_{\text{gt}}$  的滑臂向“减载”方向转动,当滑臂正好转至减载极限位时,停止调整  $R_{\text{kf}2}$ ,紧固其卡子。此时,牵引发电机的输出功率为  $650 \sim 700\text{kW}$ 。

### (3)机车起动性能调整

起动性能是柴油机转速在  $430\text{r/m in}$  时,通过调整  $R_{\text{w}q}$  实现的。使牵引发电机的输出功率达到  $100 \sim 150\text{kW}$ 。

### (4)故障励磁调整

故障励磁时的功率调整是柴油机转速在  $1000\text{r/m in}$  时,通过调整  $R_{\text{gl}}$  实现的。使牵引发电机的最大输出功率达到  $1700 \sim 1900\text{kW}$ 。

## 附一：C 型、D 型机车电路特点分析

在前面内容中,已对后期生产的 B 型机车、C 型机车和 D 型机车电路中改进的共同特点作了介绍。为了保证知识的独立性,下面对 C 型机车和 D 型机车电路中改进较大的问题进行分析。

### 1. C 型机车的重联控制

为便于双机牵引重载列车,在 C 型机车上设有重联控制系统。通过本车,可同时控制两台机车的柴油机负载、柴油机转速、柴油机停机和空压机、撒沙、水温保护等。

重联牵引时,将重联线的两端插头分别插入两台机车的插座,使两台机车的有关电路相通,通过本车对他车进行控制。从电路原理来说,本车和他车的控制是相互的,但一般情况下,他车对本车的控制是不必要的。

### 2. 恒功率调节原理

C 型机车和 D 型机车上设有励磁调节器,同时仍保留着功调电阻  $R_{gt}$ 。

励磁调节器是由计算机控制的电子设备。在牵引工况,通过控制测速发电机 CF 的励磁电流,使牵引发电机输出的电流、电压在规定的范围内。它与功调电阻  $R_{gt}$  共同作用,使机车恒功率运行,并使机车有较好的起动和加速性能。还可根据机车速度的变化,进行磁场削弱的一、二级转换控制。

在电阻制动工况,可根据柴油机转速将牵引发电机的励磁电流和制动电流限制在规定的范围内。当机车速度超过规定值时,可对制动电流进行限制。

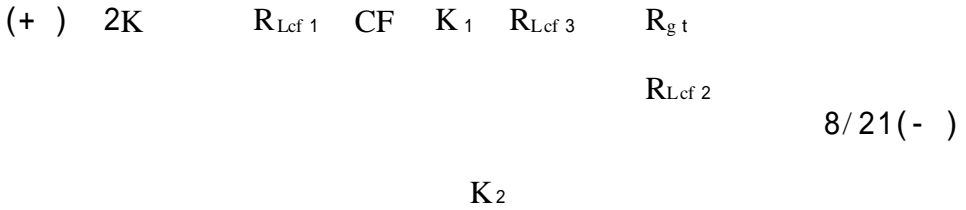
### 3. 励磁电路控制原理

如图 1 所示。在 C 型机车和 D 型机车上,正常情况下,LTQ(励磁调节器)的油马达开关  $K_1$  和励磁调节开关  $K_2$  均在“正常”位,处于闭合状态。闭合 2K 后,LTQ 得到工作电源,将换向手柄置“前”或“后”位,将主手柄提至“1”位及以上,LTQ 对 CF 的励磁电路进入控制状态。

图 1 励磁电路原理图

当柴油机转速在  $700\text{r}/\text{min}$  以下工作时,功调电阻  $R_{gt}$  处于减载极限位,其阻值处于最大状态,经 LTQ 对 CF 励磁电流的自动调节,实现恒功率控制。当柴油机转速在  $700\text{r}/\text{min}$  以上工作时,油马达开始转动, $R_{gt}$  开始进入调节状态,与 LTQ 共同作用,实现恒功率控制。

LTQ 和  $R_{gt}$  工作时的电路走向为：



LTQ 和  $R_{gt}$  均可单独对 CF 的励磁电流进行控制。当  $R_{gt}$  故障时,可将  $K_1$  置“故障”位,只是柴油机转速在 700r/min 以上时,机车功率略小一些。当 LTQ 故障时(“故障”灯亮),可将  $K_2$  置“故障”位,由  $R_{gt}$  进行恒功率控制,此时如柴油机转速在 700r/min 以下,无恒功率性能。LTQ 故障后,机车不能使用电阻制动。

长期不使用电阻制动的机车,应将 LTQ 上的 14 芯插头拔下,使 LTQ 的控制作用更可靠。

#### 4. 动车控制原理

在 C 型机车和 D 型机车上,在柴油机未启动状态,需要移动机车时,可利用外电源(直流电)通过机车上的动车插座 8ZC 向 6D 供电。

如图 2 所示。动车时不要提主手柄。手动转换开关

图 2 动车控制示意图

2H K<sub>f</sub>,通过改变 6D 的励磁电流方向控制 6D 的转向和机车的移动方向。

正常情况下动车时,机车总风缸无压力,提主手柄 H K<sub>f</sub>、1~6C 也不会动作,1~5D 不能得电。假如总风缸压力较高时提主手柄,如果外电源接反,将通过 1ZL 使外电源短路。

### 5. 柴油机的降速保护

如图 3 所示。在 C 型机车上,司机控制器 SK 的 7 号、8 号触头至驱动器 WJT 之间,分别接有中间继电器 6ZJ 的常闭触头。6ZJ 线圈受并联的停车继电器 TJ、中间继电器 4ZJ、节拍继电器 JJ 的常开触头和 LC 常闭触头控

图 3 柴油机降速保护原理图

制。当监控装置使 TJ 动作、差示压力计使 4ZJ 动作、机车空转使 JJ 动作或 LC 释放使柴油机卸载时,均可使 6ZJ 动作,其常闭触头断开,相当于 SK 的 7 号、8 号均处于断开状态,不论主手柄在何位置,均可使柴油机降速或使步进电机反转。

在 D 型机车上,SK 的 7 号、8 号触头至 WJT 之间分别接有监控装置的停车继电器 TJ 常闭触头,TJ 动作后,在列车紧急制动的同时,使柴油机降速。

### 6. C 型机车的他车负载控制

两台机车重联牵引时,通过本车主手柄可以同时控制本车和他车的加载和卸载。此时,他车的主手柄和换向手柄均在“0”位。

如图 4 所示。如果本车的 室和他车的 室相连接,本车的操纵端( 室)换向手柄在“前进”位,主手柄提至“1”位,经

本车 室司机控制器 SK 的 2 号触头向本车的  $1HK_{f2}$ 、 $2HK_{f2}$ 、LLC、LC 线圈供电,并经重联线向他车的  $1HK_{f1}$ 、 $2HK_{f1}$ 、LLC、LC 线圈供电;经本车 室的 2K 向本车的 1~6C 线圈供电,并经重联线向他车的 1~6C 线圈供电。此时,列车处于前进状态。

图 4 他车负载控制原理图

后退压钩时,经本车 室 SK 的 1 号触头和重联线,向他车  $1HK_{f2}$ 、 $2HK_{f2}$ 、LLC、LC 线圈供电,使列车处于后退状态。

本车与他车的连接方向不同时,其电路原理与上述相同。

### 7.C 型机车的故障启机控制

重联牵引时,为了保证本车因故障停机需重新启机而使他车仍处于牵引状态,设有故障启机开关 9ZDK。

要保持他车的牵引状态,本车的主手柄就不能回“0”位,由于司机控制器 SK 的 9 号触头不能闭合,通过 1QA 就不能启

机。此时,要将 9ZDK 置“故启”位,1 号触头断开,2 号触头闭合。2 号触头闭合后,通过 4K 可使 1QA 得电。1 号触头断开后,使 1~6C 和 LC 释放,由于柴油机已停机,主发电机无输出功率,所以 1~6C 的主触头不是带电转换,不会产生电弧。启机后,将 9ZDK 置“正常”位,使 1~6C 和 LC 动作。由于 LC 后于 1~6C 动作,1~6C 的主触头仍未带电转换。

他车因故障停机需重新启机时,虽然主手柄已在“0”位,通过正常电路可以启机,但此时 1~6C、LC、LLC 均在动作位,主电路和励磁电路均在接通状态,造成启机困难。必须在启动前将 9ZDK 置“故启”位,使 1~6C、LC、LLC 释放,启机后,再将 9ZDK 置“正常”位,使柴油机加载。

#### 8.C 型机车的他车调速控制

重联牵引时,可以通过本车主手柄同时控制本车和他车的柴油机转速,也可以将本车主手柄置“保”位,通过本车的他车调速手柄单独控制他车柴油机转速。

如图 5 所示。正常情况下,他车主手柄在“0”位,他车的他车调速手柄在“保”位,闭合他车的 7K,将本车的他车调速手柄置“保”位,闭合本车的 7K。如果此时将本车主手柄置“升”位,SK 的 7 号、8 号触头均闭合,他车的步进电机负端(1506 号线)经他车的他车调速开关、他车的 7K 和本车的 7K、本车的他车调速开关 TK、本车的 8 号触头与电源负端相通( $I_2$ );他车的步进电机另一负端(1505 号线)经本车的 7 号触头与电源负端相通( $I_1$ )。此时,本车和他车的步进电机均正转,柴油机均升速。

如果本车主手柄置“降”位,SK 的 7 号、8 号触头均断开,本车和他车的步进电机均反转,柴油机均降速。本车主手柄置“保”位,SK 的 7 号触头断开,8 号触头闭合,本车和他车的步进电机均停止转动,柴油机转速不变。



图 5 他车调速电路原理图

当需要单独调整他车柴油机转速时,将本车主手柄置“保”位,将本车的 TK 置“升”位,此时 TK 的两对触头均闭合,使他车步进电机负端(1506 号线)经他车的 TK 触头和 7K、本车的 TK 触头和 7K、本车 SK 的 8 号触头与电源负端相通( $I_2$ );步进电机的另一负端经本车 TK 与电源负端相通( $I_3$ )。由于他车步进电机的两个负端均与电源负端相通,使他车的步进电机正转,柴油机升速。TK 置“降”位时,TK 的两对触头均断开( $I_2=0$ 、 $I_3=0$ ),他车的步进电机反转,柴油机降速。TK 置“保”位时,步进电机负端(1506 号线)经 TK 触头与电源负端相通,而步进电机另

一负端(1505 号线)不与电源负端相通( $I_3=0$ 、 $I_1=0$ ),使步进电机停转。

### 9.C 型机车的故障励磁

如图 6 所示。使用故障励磁时,将 9K 闭合,主手柄提至“1”

图 6 故障励磁电路

位,LLC 和 5ZJ 同时动作。5ZJ 的三对常开触头闭合后,使 GFC 和 GLC 同时动作。由于 GLC 的常闭触头均断开,不需经 5K 向 GFC 线圈供电;GFC 的常闭触头断开,使 FLC 释放。

GLC 动作后,断开了 CF 的原励磁电路,否则,通过 CF 将造成启动发电机 QF 的短路,接通了 QF 向 L 的供电电路,QF 在固定发电工况为 L 励磁。在电路中有平稳起动控制。主手柄在“1”位时,经  $R_{gl}$  和  $R_{wq}$  (部分),主手柄提至“1”位以上时,经  $R_{gl}$  (部分),而不经  $R_{wq}$ 。由于主手柄在“1”位时,电路中阻值大,而励磁电流小,因此在机车已起动的情况下提主手柄,电路中阻值变小,励磁电流增加,即保证了平稳起动,又满足了机车功率。

使用故障励磁时,牵引发电机的输出电压一方面受其转子转速(即柴油机转速)的控制,另一方面受其励磁电流控制(即受 QF 输出电压控制),并与上述两种控制条件成正比,保持了较好的性能。

### 10.C 型机车的空转保护

A 型机车和 B 型机车发生空转时,只能使信号灯 3XD 亮,提醒司机。如果司机采取措施不及时,仍可发生较严重空转,影响机车牵引力和机车、线路质量。

当 C 型机车发生空转时,在 3XD 亮的同时,使继电器 JJ 动作,控制继电器 6ZJ 线圈的 JJ 常开触头闭合,使 6ZJ 动作。6ZJ 动作后,控制步进电机的 6ZJ 两对常闭触头断开,相当于将主手柄置“降”位,使柴油机转速下降。通过降低牵引发电机功率,减小牵引电动机转矩,使空转停止。

由于及时、自动控制空转,防止了严重空转的发生。

重联牵引时,本车和他车的空转保护不能互相控制。

### 11.C 型机车的他车水温保护

重联牵引时,由于他车主手柄在“0”位,其SK的6号触头未闭合,他车已不能向1ZJ、2ZJ线圈供电。为了正常发挥他车的水温保护、平稳起动等作用,设有他车水温保护电路。

如图7所示。当本车主手柄在“1”位以上时,其SK的6号触头闭合,经重联线可使他车1ZJ线圈得电,如果他车水温继电器WJ动作,可使他车2ZJ线圈得电。通过2ZJ的控制,使他车卸载。此时,本车的水温保护作用正常。

图7 他车水温保护示意图

### 12.C型机车的他车停机控制

当两台机车重联牵引时,为了方便互相停机控制,设有他车停机按钮4QA。

如图8所示。通过重联线,他车的4ZJ线圈与本车的4QA相接,此时本车的4QA与他车的差示CS是并联关系。需要他车停机时,按下本车的4QA即可使他车的4ZJ动作,使他车停机。

图8 他车停机控制示意图

他车也可以对本车进行停机控制,其电路原理与上述相同。

### 13.C 型机车的他车空压机控制

重联牵引时,不闭合他车 10K,只闭合本车 10K,就可对本车和他车的空压机进行控制。

如图 9 所示。闭合本车 10K 后,经重联线由本车可向他车的 YC 线圈供电,并通过他车的 YK 对他车 YC 进行控制。当本车的 10K 故障时,通过本车 2QA 仍直接控制他车的 YC。此时,本车的空压机控制正常。

图 9 他车空压机控制示意图

### 14.C 型机车的撒沙控制

为了防止机车空转,增加轮周牵引力,机车上设有撒沙装置。C 型机车的撒沙控制电路如图 10 所示。压下脚踏开关 3JK 或 4JK 时,均可使前撒沙电空阀 QSF 动作,在压力空气作用下,使沙子经撒沙管撒至机车动轮前部。使用紧急制动时,使压力继电器 5YJ 动作,并使 QSF 动作,通过撒沙增加摩擦力,使列车迅速停车。

当 室操纵需要撒沙时,后撒沙电空阀 H SF 动作,使沙子撒至机车动轮前部。

图 10 撒沙控制电路原理图

重联牵引时,本车撒沙的同时,他车也进行撒沙,其撒沙方向始终在动轮的前方。

#### 15.C 型机车的机油压力保护

部分 C 型机车的机油压力保护电路如图 11 所示。其中,

图 11 油压保护电路

油压继电器 1 ~ 4YJ 的动作值均为 100kPa,释放值均为 80kPa。1YJ、2YJ 分别利用常开触头串联后控制电磁联锁 DLS 电路;3YJ、4YJ 分别利用常闭触头并联后控制 4SJ 的

线圈电路;时间继电器 4SJ 的延时为 25s,即 4SJ 线圈得电后经过 25s 延时,4SJ 的常闭触头断开。

在启机时,闭合 4K 后,经过 4SJ 的 25s 延时,4SJ 的常闭触头断开。QC 动作后通过 QC 的常开触头向 DLS 线圈供电。随着柴油机转速上升,当增压器机油入口处的压力达到 100kPa 时,3YJ、4YJ 动作,其触头断开,4SJ 线圈失电,其常闭触头闭合,同时 1YJ、2YJ 动作,其触头闭合,通过 QC 的常开触头、1ZJ 的常闭触头和 1YJ、2YJ 的常开触头共同向 DLS 供电。松开 1QA 后,QC 的常开触头断开,由 1ZJ 的常闭触头和 1YJ、2YJ 的常开触头共同向 DLS 供电。

在启机时,若增压器机油入口处压力未达到 100kPa,由于 3YJ、4YJ 未动作,4SJ 线圈电路导通,4SJ 的常闭触头断开,这时松开 1QA,柴油机便停机。

柴油机运转时,当主手柄在 0 位或 1 位,若增压器机油入口处压力低于 80kPa,1YJ、2YJ 将释放,但由于 1ZJ 的常闭触头闭合,1YJ、2YJ 不能使 DLS 释放。在 1YJ、2YJ 释放的同时,3YJ、4YJ 释放,经过 4SJ 的 25s 延时,4SJ 的常闭触头断开,使 DLS 释放,柴油机停机。

当主手柄在 1 位以上时,若增压器机油入口处压力低于 80kPa,1YJ、2YJ 释放,使 DLS 线圈断电,DLS 释放,柴油机停机。同时,3YJ、4YJ 释放,经过 4SJ 的 25s 延时,4SJ 的常闭触头断开。

## 16.C 型机车的监控装置

部分 C 型机车出厂时装有 93 型监控装置,其它 A、B、C、D 型机车也由使用单位安装了监控装置,其性能基本相同。

监控装置由主机、显示器、压力传感器、速度传感器等组成。主机是监控装置的控制中心;显示器的显示窗口可显示有

关数据,显示器的键盘可供乘务员和检测人员操作;压力传感器可取得列车管压力信号;速度传感器可取得机车速度信号。

监控装置有以下几种功能:

(1)速度监控功能:当机车信号显示停车条件时,监控装置根据距前方信号机距离、线路坡道、列车速度、总重等情况显示限制速度,如不及时减速,当列车速度与限制速度一致时,停车继电器 TJ 动作,通过电空放风阀使列车紧急制动,在前方信号机前停车。如果机车信号为停车条件而需要越过前方信号机时(如引导进站等),乘务员应及时解锁,使其暂时失去速度监控功能。

当列车通过侧线、道岔等限速处所时,监控装置也进行速度监控,如列车速度达到限制速度时,使列车紧急制动。

部分机车的监控装置有常用制动功能。当机车信号为停车条件或通过侧线、道岔等限速处所时,如速度较高,监控装置控制列车管减压,实施常用制动,使列车在前方信号机或道岔前停车或降至规定速度。如只需要减速不需要停车,可在适当速度时使列车缓解,按规定速度运行。

(2)记录功能:监控装置可记录运行中任意时刻的有关数据。包括运行时间、地面公里标、前方信号机编号、距前方信号机距离、运行速度、机车信号显示、柴油机转速、列车管压力和列车限制速度等。

以上数据由检测人员转录后,经计算机处理,可打印出全程运行记录,作为分析事故和乘务员操纵水平的依据。

(3)语音提示功能:当列车行至限速处所前或接进限制速度等情况时,监控装置进行相应的语音提示,提醒乘务员按规定行车。

(4)显示功能:显示器可显示运行速度、限制速度、前方信



号机种类、距前方信号机距离和时间。按下相应按键还可以选择显示日期、司机代号、区段号、车站号、车次、总重、计长、辆数、公里标和前方信号机编号。其中时间已由检测人员输入，公里标和信号机编号已编入程序，其它各项均需乘务员在开车前通过键盘输入。

输入区段号、车站号和车次后，监控装置才能对列车运行区段、始点和方向按已编程序进行监控；输入总重后，才能控制列车制动距离，选准排风时机；输入计长后，才能确认列车尾部越过某限速处所的时机。

(5)降级使用功能：当线路条件或监控装置有关部分不能正常使用时，可将其按自动停车装置使用。在停车条件下报警时，应及时按压警惕键，如 7s 内不按压将使列车紧急制动。

#### 17.D 型机车的故障励磁

如图 12 所示。闭合 9K 使用故障励磁时，主手柄提至“1”位，在 LLC 动作的同时，GLC 动作。GLC 的常开触头闭合，使 GFC 动作；GFC 的常闭触头断开，使 FLC 释放。此时，励磁机

图 12 故障励磁控制原理

L 的励磁电路与 C 型车基本相同。

故障励磁电路已多次改进,但改进的原则仍然是在固定发电工况,由 QF 直接向励磁机供电。

#### 18.D 型机车的磁场削弱

在 D 型机车上只采用一级磁场削弱(图 13)。当机车速度升至 82 ~ 88km / h 时,经电子励磁调节器的控制,使组合接触器的线圈 1XC、2XC 得电,1XC、2XC 的主触头闭合,进入磁场削弱工况。1XC 的主触头控制 1 ~ 3D;2XC 的主触头控制 4 ~ 6D。

图 13 磁场削弱控制原理

当机车速度降至 72 ~ 78km / h 时,电子励磁调节器控制 1XC、2XC,使之释放,1XC、2XC 的主触头断开,进入全磁场工况。当电子励磁调节器故障不能进行磁场削弱控制时,可利

用手动开关 XKK 进行控制。

### 19.D 型机车的过压保护

为了防止因电压调整器 DYT 故障,对启动发电机 QF 的励磁电流失去正常控制,而导制 QF 输出电压过高烧损有关电气装置,设有过压保护电路(图 14)。

图 14 过压保护电路原理

当 QF 的输出电压超过 125V 时,使过压继电器 GYJ 动作,其常开触头闭合,使 GFC 动作。控制 FLC 线圈的 GFC 常闭触头断开,使 FLC 释放;控制 GFC 线圈的 GFC 常开触头闭合,为 GFC 线圈自锁,防止转入固定发电后,使 GYJ 释放的同时,使 GFC 也释放。

FLC 的主触头断开后,GFC 的主触头闭合,经电阻  $R_{gf}$  直接向 QF 的励磁绕组供电。因为  $R_{gf}$  阻值较大,限制了 QF

的励磁电流,使 QF 的输出电压随柴油机转速相应变化。当柴油机转速为 430r/m in 时,QF 电压为 40 ~ 50V ;柴油机转速为 1000r/m in 时,QF 电压不大于 105V 。

### 20.D 型机车的空压机控制

在 D 型机车上,对空压机组进行了直接启动控制(图 15)。空压机电机 1YD、2YD 采用串励电动机,设有两个空压机接触器 YC<sub>1</sub>、YC<sub>2</sub>,分别控制 1YD、2YD。如 YC<sub>1</sub> 或 YC<sub>2</sub> 故障时,仍可保持 1YD 或 2YD 工作。

YC<sub>1</sub> 的辅助触头控制信号灯“ 5XD ”;YC<sub>2</sub> 的辅助触头控制“ 14XD ”,空压机工作时,“ 5XD ”和“ 14XD ”均亮。

图 15 空压机电机控制原理

YC<sub>1</sub>、YC<sub>2</sub> 的辅助触头串联后控制风源净化装置的排污电空阀,保证总风缸压力升至 900kPa 时正常排污。

## 附二：运用中处理故障 20 招

### 1. 主电路接地的处理方法

(1) 解锁 DJ，提手柄不再接地，继续运行。

(2) 仍接地，解锁 DJ，将 DK 置负端位，继续运行。

(3) 又接地，解锁 DJ，DK 仍在负端位，利用 1~6GK 甩电机后继续运行。

(4) 将 1~6D 分别甩掉后，仍接地，可将 DK 置中立位，维持到前方站。

甩电机前或解锁 DJ 前，须将主手柄回零位。

### 2. 柴油机转速不升不降的处理方法

(1) 断开 WJT 电源开关，变换 WJT 插头位置。

(2) 断开 WJT 开关或拔下其插头，主手柄置保位，手动步进电机旋钮或手动伞齿轮。

(3) 必要时卸下 DLS 接线，扳动传动臂，手动调速。

主手柄回零位前，应手动降速。

### 3. 防止柴油机飞车的方法

(1) 立即断开 4K，严禁断 1K 和 2K。并迅速打开燃油精滤器排气阀。

(2) 将主手柄置保位，排除供油拉杆卡滞。

(3) 必要时打紧急停车按钮或逐个甩缸。

### 4. 柴油机突然停机的处理方法

(1) 检查 DLS，故障时可垫上启机并注意机油压力。

(2) 燃油无压力，检查 1RBD、2RRD、3DZ、4DZ、RBC，故

障时换泵,RBC 不吸可垫上。

(3)差示压力计动作时,检查柴油机无异状,可启机。差示压力计误动作,可断开 4K,拆下 846 号线合 4K 启机。

(4)极限调速器动作时,恢复紧急停车扳手,如反复误动作,卸下停车拉杆,并注意防止飞车。

(5)联合调节器油位过低时及时补油,必要时扳动传动臂重新启机。

#### 5. 辅助发电不发电时的处理方法

(1)按 2QA 打风正常,为蓄电池充电电路断路,维持运行。

(2)不能打风,同时柴油机不调速时为 1DZ 跳开,将其闭合。

(3)不能打风能调速时,使用固定发电。

(4)如 FLC、GFC 均不能动作,可闭合另端 5K 使 FLC 动作。

(5)检查 QF (QD)电刷接线状态。

#### 6. 不能过渡的处理方法

(1)手动过渡。

(2)将 1ZJ 触头的 329 号线与 1HK<sub>2</sub> 触头的 382 号线短接。

#### 7. 空压机不打风的处理方法

(1)蓄电池充电正常时,应按下 2QA,如打风正常为 YK 或 10K 故障,可手动打风。

(2)如 YRC、YC 不正常动作时,可顶上,通过 5K 控制 QF 发电,控制 1YD、2YD。

(3)如 QF 故障不发电,可取下 4RD 或 5RD,拔下 QF 的电刷,将 QC 顶上,由蓄电池向 1YD 或 2YD 供电。

## 8. 水温高的处理方法

(1) 检查百叶窗开闭状态。

(2) 当水温正常而 2ZJ 误动作时,可短接 2ZJ 常闭触头的 302 号与 304 号线。

(3) 风扇转速低时,可手动调整温度控制阀(顺时针风扇转速增加)。

(4) 风扇转速正常,水位标准,可使用预热炉水泵,打开高低温水路预热器,采用大循环散热。

## 9. 不换向的处理方法

(1)  $1HK_f$  或  $2HK_f$  不正常动作时,将主手柄回零位后,手动换向。

(2)  $1HK_f$  或  $2HK_f$  手动换向后,提主手柄 LLC 不动作,闭合另端 1K、2K 仍不走车,可短接 SK 的 5 号触头。

## 10. 提手柄无流无压、卸载灯不灭(换向正常)的处理方法

(1) 换向正常而 LLC、1~6C、LC 不吸时,将 LLC 和 LC 顶上(闭合 2K 走车),但不能过渡。

(2) 可短接 LJ 触头的 272 号线与 LLC 线圈的 328 号线,但当过流、接地、水温高时要迅速回手柄。

(3) 1~6C 不吸、LC 不吸时,可将 LLC 触头的 282 号线与 283 号线短接。

(4) 如 1~6C 个别不吸,可将故障开关分别打在故障位。

(5) 只有 LC 不吸时将其顶上。

## 11. 提主手柄无流无压卸载灯灭的处理方法

(1) 使用故障励磁。

(2) LC 主触头不良时,应打磨。触头损坏时可短接 695 号与 577 号线,注意容量。

(3) 更换主发电机炭刷

## 12. C 型机车励磁电路故障处理方法

(1)原励磁电路故障,可将油马达开关置故障位。

(2)电子调节器红色故障指示灯亮,可将励磁调节器励磁开关置故障位。

(3)若励磁调节器和原励磁同时故障,可将二个开关置故障位后,闭合 9K 使用故障励磁。

## 13. 主手柄提 1 位以上卸载的处理方法

(1)短接 LLC 触头的 275 号和 277 号线。起车前要先闭合 2K 再提手柄,防止高位起车

(2)水温达到 88 卸载后,再提 1 位以上卸载,为 WJ 故障。可短接 2ZJ 常闭触头的 302 号与 304 号线,并注意水温变化。

## 14. 主电路过流的处理方法

(1)将主手柄回零位解锁 LJ,继续运行。

(2)提主手柄仍过流,甩电机继续运行。

(3)检查 1ZL,卸开异常元件的连接软线。

## 15. 跳机控自动开关 16DZ 的处理方法

(1)主手柄在“ 0 ”位跳 16DZ

换向手柄在“前进”或“后退”位时,为  $1HK_{g1}$  或  $2HK_{g1}$  短路。可卸下接线或与  $1HK_{g2}$ 、 $2HK_{g2}$  互换。

(2)主手柄在“ 1 ”位跳 16DZ

将 DJ 手动至动作位,仍跳 16DZ,为  $1HK_f$  或  $2HK_f$  线圈短路,可卸下接线后手动换向。不跳 16DZ 时,可将 1~6GK 置故障位,这时不跳 16DZ 为 1~6C 线圈短路,可利用 1~6GK 将故障线圈切除;仍跳 16DZ,可将 1~6GK 任一置中立位,不跳 16DZ,为 LC 线圈短跳,仍跳 16DZ,为 LLC 线圈短路。



### (3)提主手柄离开“1”位跳16DZ

将XKK置“0”位,不跳16DZ,为过渡系统短路,可断开6DZ后手动过渡,必要时将XKK置“0”位维持运行;仍跳16DZ,为1ZJ线圈短路,可卸下其接线,并分别短接其触头的329、377号线和633、634号线。

## 16.不能起机的处理方法

### (1)燃油系统故障

如RBC未动作,可将其顶至动作位;如RBC正常而RBD不转可利用3DZ、4DZ换泵。必要时检查油位、管路漏泄及管路中是否有空气。

### (2)曲轴转速低

检查蓄电池单节,将故障单节甩掉。如蓄电池已亏电,进行部分甩缸后起机。

### (3)联合调节器故障

DLS不吸时将其顶上,注意机油压力,油位低时及时补油,必要时手动传动臂维持起机和运行。

### (4)机油、冷却水温度过低

利用预热炉打温后起机。

## 17.机车不缓解的处理方法

(1)关闭作用阀总风缸管塞门,松开作用阀的制动缸管,如需制动时可将总风缸管塞门打开即可。

(2)带电阻制动的机车可松开电空联锁电空阀的作用风缸管接头。

(3)停车后可将自阀手柄交替置于过充位和紧急制动位,消除卡滞。

## 18.紧急制动后手把移回运转位,自阀排风不止

(1)将自阀手柄交替置于过充位和紧急制动位。

(2)关闭自阀制动管塞门(在司机右侧处),手把在前五位正常,紧急制动时需使用紧急制动阀。

19.制动缸压力剩 50kPa 不能消除的处理方法

松动作用风缸管或轻敲作用阀使制动缸压力降至零。

20.中继阀排风不止的处理方法

(1)换端时,应按规定正确取出手柄。

(2)关闭排风侧的中继阀总风缸管塞门和列制管塞门,换端操纵。

(3)停车时,反复将自阀手柄置于过充位和紧急制动位。

(4)有条件时将两个中继阀互换使用。