

ZDJ9 双机牵引提速道岔电动转辙机 控制电路故障诊断方法

唐绍杰¹ 唐恺泽² 郭磊³ 崔晨³

(1. 济南轨道交通集团建设投资有限公司, 250014, 济南; 2. 兰州交通大学机电工程学院, 730070, 兰州;
3. 中铁电气化局集团第三工程有限公司, 450016, 郑州)

摘 要 [目的] ZDJ9 双机牵引提速道岔电动转辙机控制电路中 1DQJ 是瞬时吸起式继电器, 在室外转辙机电路不构成回路的情况下, 即在故障情况下, 1DQJ 继电器仅仅保持约 1 s 的短暂吸起状态。技术人员在处理故障点时一般采用万用表测量, 数字型万用表在 1 s 内只能短时间闪烁一次, 并且最大显示数据约为 170 V; 指针式万用表在 1 s 内指针只能小幅度摆动一下, 也仅仅摆动到 120 V 左右。因此无法对故障点进行详细查找。另一方面, 该控制电路采用 380 V 三相交流电源, 在查找故障过程中会出现 380 V 电源打火现象, 因技术人员有畏惧心理, 导致故障查找慢, 费时费力费人工, 安全性大打折扣。针对当前存在的常见问题进行了创新性研究, 提出了具有针对性的故障诊断装置及故障诊断方法。[方法] 用 3 个 200 W 灯泡组合成一个灯泡诊断装置, 共用一个接地极, 另外的极性连接 A、B、C 三相电源。利用 1DQJ 继电器的瞬间吸起连通灯泡, 如果亮灯表示电路无故障, 如果灭灯表示有故障。详细阐述了利用 A、B、C 三相电源查找故障的方法。[结果及结论] 所提出的故障点诊断装置和故障诊断方法能够准确快速诊断出该控制电路故障点, 而且大大提高了故障诊断中的安全性。

关键词 轨道交通; 道岔转辙机; 双机牵引; 控制电路; 故障诊断

中图分类号 U213.6⁺1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2025.01.053

Fault Diagnosis Method for Control Circuit of ZDJ9 Double-machine Traction Speed-up Turnout Electric Switch Machine

TANG Shaojie¹, TANG Kaize², GUO Lei³,
CUI Chen³

(1. Jinan Rail Transit Group Construction Investment Co., Ltd., 250014, Jinan, China; 2. School of Mechanical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, 730070, Lanzhou, China; 3. Third Engineering Co., Ltd., China Railway Electrification Bureau Group, 450016, Zhengzhou, China)

Abstract [Objective] In the ZDJ9 double-machine traction speed-up turnout electric switch control circuit, 1DQJ is an in-

stantaneous suction relay. When the outdoor switch circuit does not form a loop, that is, in the event of a fault, the 1DQJ relay only maintains a short-term suction state for about 1s. When dealing with the fault point, technicians usually use a multimeter to measure. A digital multimeter can only flash once for a short period of time within 1 second, and the maximum displayed data is about 170 V; the pointer of a pointer multimeter can only swing slightly in 1 second, and it only swings to about 120 V, making it impossible to conduct a detailed search for the fault point. On the other hand, the control circuit adopts a 380 V three-phase AC power supply, which may ignite during the troubleshooting process. Due to the fear of technicians, the troubleshooting is slow, time-consuming, labor-intensive, and safety is greatly compromised. Innovative research is conducted on the common problems currently existing, and targeted fault diagnosis devices and methods are proposed. [Method] Three 200W light bulbs are combined to form a bulb diagnostic device, sharing one grounding electrode, and the other polarity is connected to the A, B, and C three-phase power supply. The bulbs are connected by the instantaneous suction of the 1DQJ relay. If the light is on, it means that there is no fault in the circuit. If the light is off, it means that there is a fault. The method of finding faults using the A, B, and C three-phase power supply is explained in detail. [Result & Conclusion] The proposed fault point diagnosis device and method can accurately and quickly diagnose the fault point of the control circuit and greatly improve the safety in fault diagnosis.

Key words rail transit; turnout switch machine; double-machine traction; control circuit; fault diagnosis

城市轨道交通线路引进高速铁路弹性尖轨 9 号道岔的同时, 推广应用了 ZDJ9 双机牵引提速道岔电动转辙机(以下简称“ZDJ9 转辙机”)的控制电路。在启动电路中, 1DQJ 是瞬时吸起式继电器, 故障情况下 1DQJ 仅仅保持约 1 s 的吸起状态, 因而电路无法构成回路。技术人员无法对故障点进行详

细的查找;另一方面,三相交流电为 380 V 高压电源,在查找故障过程中会出现电源打火现象,因技术人员有畏惧心理,导致故障处理慢。如何在施工、维护过程中诊断故障、快速定位故障点,已成为道岔电路维护使用的关键问题^[1]。本文提出了一种 ZDJ9 转辙机控制电路的故障快速诊断装置及方法,所使用的灯泡诊断装置能够基于施工和维修现场普通材料的合理利用,通过 1DQJ 继电器是否保持吸起状态来判断控制电路故障点,可避免采用万用表测量 380 V 高压电,可达到快速、安全处理故障的效果。

1 故障点诊断装置

故障快速诊断装置由平板、灯座、200 W 灯泡(3 个)、电源线、保护盒组成。将 3 个 200 W 灯泡固定在平板上,同时标识出每个灯泡的极性代表的相位(A、B、C 相),同一极性分散连接至分线盘端

子位置;灯泡的另一极性串接 3 个灯泡后直接连接到电源接地端。处理故障时,先从分线盘端子位置顺序连接电路中的 A、B、C 相,当操动控制电路时,1DQJ 继电器瞬时吸起,灯若不亮该处即为故障点,灯若瞬间闪亮即为正常电路。然后根据电路图,把不亮灯的相位线顺序挪至下一点位,以同样方法再次查找故障点。因为光的照射总是比机械反应速度快很多^[2]。这种故障诊断方法仅仅是在诊断出故障点后用万用表导通线路,达到确认的目的,既提高了工作效率,又节省了人工,安全性大大提高。

2 故障诊断分析方法

ZDJ9 转辙机控制电路由动作电路和表示电路组成^[3],在防雷分线柜处的 X1、X2、X5 为定位动作电路中线电压 380 V 电源 A、B、C 相序,X1、X4、X3 为反位动作电路中线电压 380 V 电源 A、B、C 相序^[4],如图 1 所示。

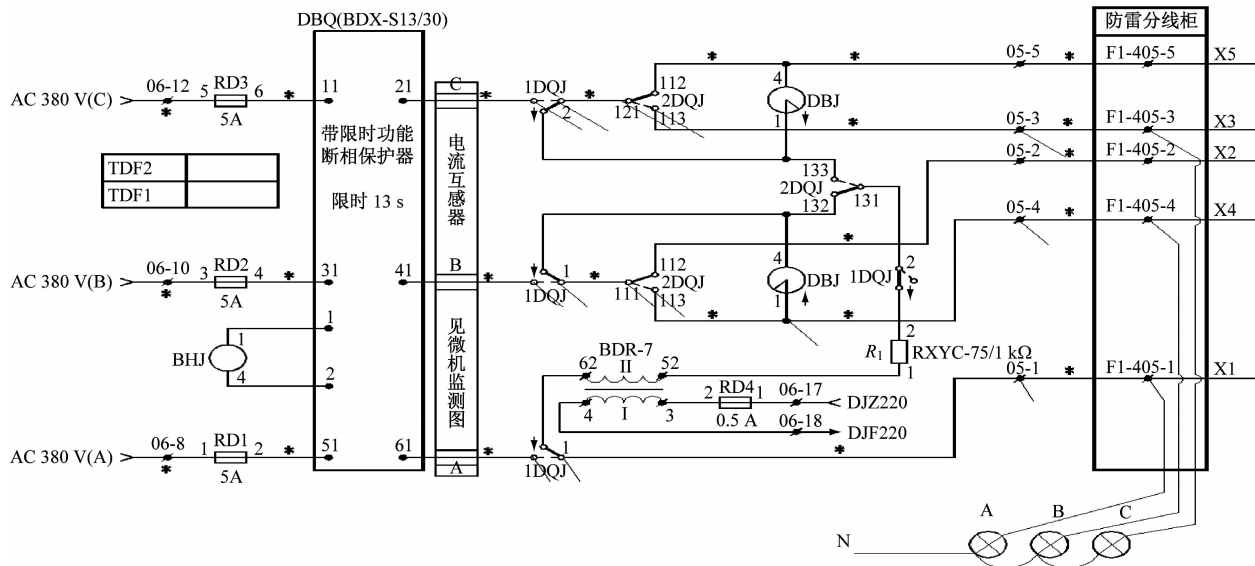


图 1 ZDJ9 转辙机控制电路图(截图)

Fig. 1 Control circuit diagram of ZDJ9 switch machine (screenshot)

故障点诊断装置的地线接至信号电源屏内零线端子固定不动,其余的 A、B、C 相接入分线柜相应端子。A→F1-405-1;定位时 B→F1-405-2,反位时 B→F1-405-4;定位时 C→F1-405-5,反位时 C→F1-405-3。防雷分线柜连接好后,闭合断路器,操纵道岔定位、反位,观察 3 个灯泡的灭灯情况,哪一处灭灯即依托控制电路图对该处进行核查。具体诊断流程如图 2 所示。ZDJ9 双机牵引道岔的第一牵引点和第二牵引点控制电路相同,本文以单个牵引点

故障为例进行分析。

2.1 A 相电源故障查找方法

A 相电源是动作电路的公共电源,不论是定位还是反位动作,都有此相电源的参与。因电路中没有接入 2DQJ 和 1DQJ(F) 继电器的触点,相对故障率较低,但是也不是绝对没有。如果在分线柜处 A 相灯不亮,断开组合架的断路器 RD1—RD3,分线柜处 B、C 相端子不动,挪移防雷分线柜中 F1-405-1 端子至组合侧面 05-1 端子,再闭合断路器 RD1—RD3

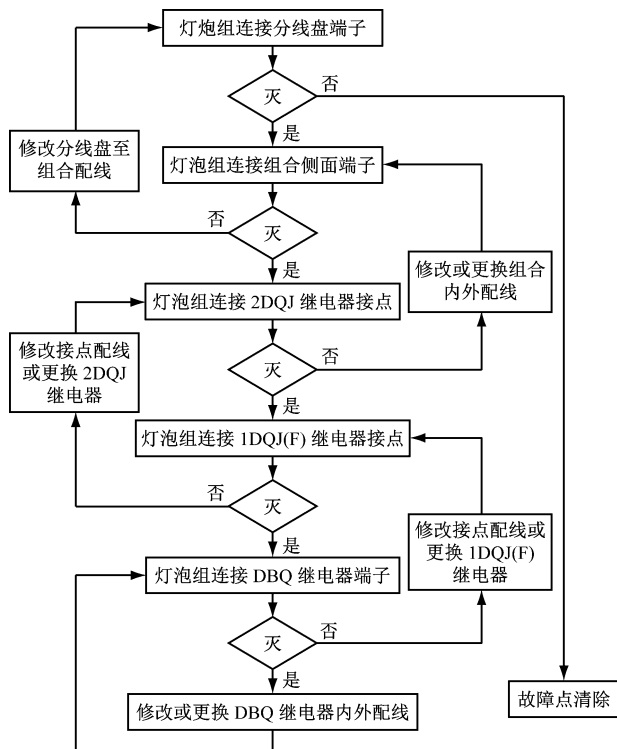


图 2 道岔故障诊断流程图

Fig. 2 Turnout fault diagnosis flow chart

进行定、反位操动测试^[5], A 相故障诊断分解电路

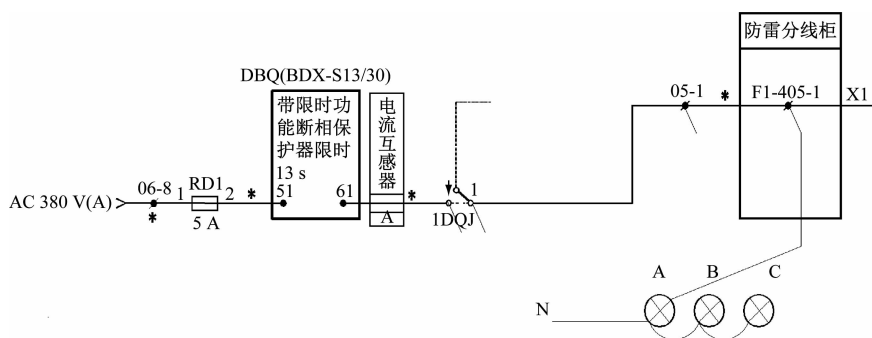


图 3 A 相故障诊断分解电路图(截图)

Fig. 3 Phase A fault diagnosis decomposition circuit diagram (screenshot)

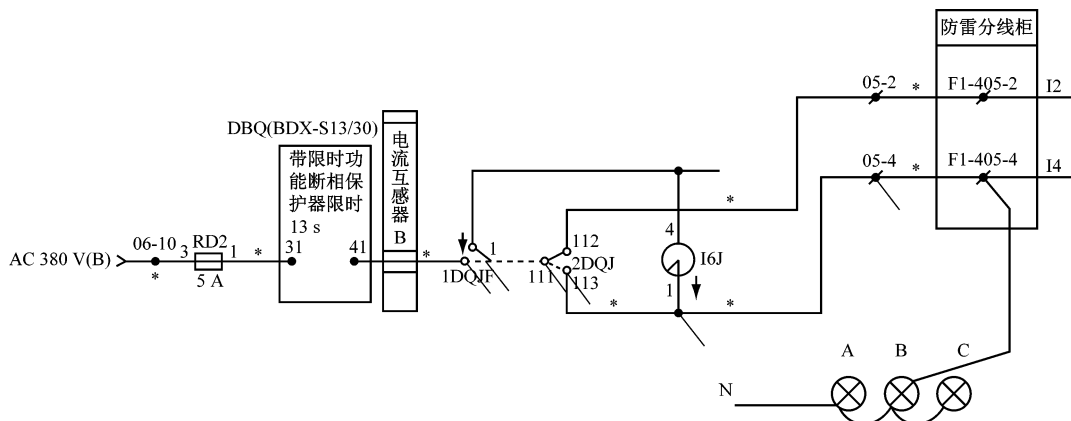


图 4 B 相故障诊断分解电路图(截图)

Fig. 4 Phase B fault diagnosis decomposition circuit diagram (screenshot)

如图 3 所示。如果 A 相灯闪亮,说明 05-1 端子至左侧的电路是正确的,05-1 端子至右侧分线柜的配线错误。检查配线并改正后再进行分线柜的测试。如果 A 相还未亮灯,则断开断路器 RD1—RD3,挪移组合侧面 05-1 端子至组合后方内部 1DQJ 继电器的 12 节点。再闭合断路器 RD1—RD3 进行定、反位操动测试。如果 A 相灯闪亮,说明 1DQJ 继电器的 12 节点至左侧的电路是正确的;否则说明 1DQJ 继电器的 12 节点至右侧的电路是正确的。继续挪移 1DQJ 继电器的 12 节点至 DBQ 继电器的 61 接点,重新进行定、反位操动测试,直至灯亮为止。用万用表进行导通测试,改正即能恢复。如果继电器类型选择错误,更换即可恢复。

2.2 B 相电源故障查找方法

B 相电源在定位操动和反位操动时具有唯一性。在向定位操动时,防雷分线柜内只能 F1-405-2 有电,灯泡 B 相固定于 2 端子;反之,在向反位操动时,防雷分线柜内只能 F1-405-4 有电,灯泡 B 相固定于 4 端子。B 相故障诊断分解电路图如图 4 所示。

B、C 相电路中接入了 2DQJ 和 1DQJ (F) 继电器的接点,相对故障率高,查找难度比 A 相复杂很多。2DQJ 为极性保持继电器,采用的是加强型电气接点,如果操动道岔一个位置后必须再向另一个方向操动才能保证 2DQJ 继电器转极,所以在试验过程中需要来回扳动道岔^[5]。本文各图中的特殊继电器接点区分标识如图 5 所示。

5 1DQJ JWJXC-480				4 2DQJ JYJXC-160/260				3 BHJ JYJXC-1700				2 1DQJ JWJXC-H125/80			
72		82		72		82		72		82		72		82	
71 31	4-3	81	4-2	71 132	5-13	81	1 01-2	71		81		71 32	3-31	81	02-3
73 31	1 41	KZ	83 41	73 131	2-21	83	1 41 2-4	73		83		73 31	06-3 3-51	KF	83 41 3 01-3
52 33		62	43	52 133	5-23	62	1 43 01-1	52	10-4 01-9	62	10-2	52 33		62	43 02-2
51		61		51		61		51	2-31 10-41	KF	61 01-10	51		61	
53 12	*6-41	63	22 *6-21	53 112	*05-2	63	1 22 8-4 *05-5	53		63		53 12	*6-61	63	22
32		42		32		42		32	2-2	42		32		42	
31 11	*4-111	41	21 *4-121	31 11	*5-11	41	1 21 *5-21	31	2-32 5-4	41	02-11	31 11	*5-1	41	21 4-131
33		43		33		43		33		43	9-2 01-11	33		43	
12 13	4-132 7-4	22	23 4-133 8-1	12 113	7-1 *05-4	22	1 23 *05-3	12		22		12 13	1-62	22	23 R1-2
11		21		11		21		11		21		11		21	
13 3	2	23	4 3-31	13 3	5-32	23	4 1 43	13		23		13 3	41	23	4 4-141
3 1	06-1 31	KZ	4 3 3	3 1	142	4 2 5-42		3	2	4	6-2	3 1	9-12	4 2 3-32	
1		2		1		2		1	6-1	2	3	1		2	

图 5 组合内部 1DQJ、1DQJF、2DQJ 继电器配线表(截图)
Fig. 5 Wiring table of combination internal 1DQJ, 1DQJF, 2DQJ relay (screenshot)

如果在分线柜 F1-405-4 端子处 B 相灯不亮,断开组合架的断路器 RD1—RD3,分线柜处 A、C 相端子不动,挪移防雷分线柜中 F1-405-4 端子至组合侧面 05-4 端子,再闭合断路器 RD1—RD3 进行定、反位操动测试。如果这时 B 相灯闪亮,说明 05-4 至左侧的电路是正确的,05-4 至右侧分线柜的配线错误,检查配线并改正后再进行分线柜的测试。如果这时 B 相还未亮灯,则断开断路器 RD1—RD3,挪移组合侧面 05-4 端子至组合后方内部 2DQJ 继电器的 113 接点。再闭合断路器 RD1—RD3 进行定、反位操动测试。如果 B 相灯闪亮,说明此节点至左侧的电路是正确的,此电气节点至右侧电路有故障。此处线路较复杂,需断电后进行导通试验。首先确认焊接软线是否和继电器接点位置对应,严格按照图 5 的对应表进行检查,再对 2DQJ113→DBJ1→05-4(侧面内部配线)进行导通测试,注意此处的线路导通测试需要把 2DQJ 和 DBJ 继电器拆下,因为线路会通过线圈和故障点把不该通的线路通了,导致查不到故障点,查出故障点后按照图纸位置重新焊接。如果 B 相灯不亮,说明此节点至左侧的电路是错误的,需越过 2DQJ 继电器在 111 接点位置重新挂 B 相灯泡测试。如果亮灯,说明 2DQJ 继电器

111 接点左侧电路正确,右侧电路错误,拆下 2DQJ 继电器,万用表测试 111 接点和 113 接点是否相通,如果不通,更换 2DQJ 继电器。如果不亮灯,说明左侧电路故障,B 相故障诊断灯泡继续左移至 1DQJ (F)继电器 11 接点。如果此时亮灯,说明左侧电路正确,检查 1DQJ (F)继电器 11 接点至 2DQJ 继电器 111 接点配线,改正配线后故障排除。如果此时不亮灯,说明左侧电路故障,B 相继续左移至 1DQJ (F)继电器 12 接点。同理,如果亮灯说明第一组接点有问题,更换 1DQJ (F)继电器,如果不亮灯则继续左侧挪移至 DBQ 继电器的 41 接点。同理,如果不亮灯说明 DBQ 继电器的三相电源输出有问题^[6],更换 DBQ 继电器设备,如果亮灯则说明右侧有问题,排查组合 DBQ 继电器的 41 接点至 1DQJ (F)继电器的 12 接点(见内部配线),改正完后故障即排除。至此,B 相所有故障嫌疑点已经排查完,可以从防雷分线柜重新进行测试。

以上情况是检查反位动作电路故障诊断流程,如果是检查定位动作电路故障时,B 相线路应挂于防雷分线柜的 F1-405-2 端子。如果此处 B 相灯不亮,断开组合架的断路器 RD1—RD3,分线柜处 A、C 相端子不动,挪移防雷分线柜中 F1-405-4 端子至组合侧面 05-2 端子。如果灯亮,说明故障点在右侧,断开断路器后检查侧面端子 05-2 至防雷分线柜 F1-405-4 端子间配线,改正即可。如果不亮灯,继续挪移组合侧面 05-2 端子至 2DQJ 继电器 112 接点,如果亮灯则表示接点左侧电路正确,故障在右侧,改正 2DQJ 继电器 112→05-2 配线即可。如果此时不亮灯,则继续左移至 2DQJ 继电器 111 接点,同上所述,或者更换继电器,或者更换配线,不再赘述。

2.3 C 相电源故障查找方法

C 相电源和 B 相电源相同,在定位操动和反位操动时具有唯一性,在向定位操动时,防雷分线柜内只能 F1-405-5 有电,灯泡 C 相固定于 5 端子;反之,在向反位操动时,防雷分线柜内只能 F1-405-3 有电,灯泡 C 相固定于 3 端子。C 相故障诊断分解电路图如图 6 所示。

如果在分线柜 F1-405-5 处 C 相灯不亮,断开组合架的断路器 RD1—RD3,分线柜处 A、B 相端子不动,挪移防雷分线柜中 F1-405-5 端子至组合侧面 05-5 端子,再闭合断路器 RD1—RD3 进行定、反位操动测试。如果此时 C 相灯闪亮,说明 05-5 至左侧的电路是正确的,05-5 至右侧分线柜的配线错误。

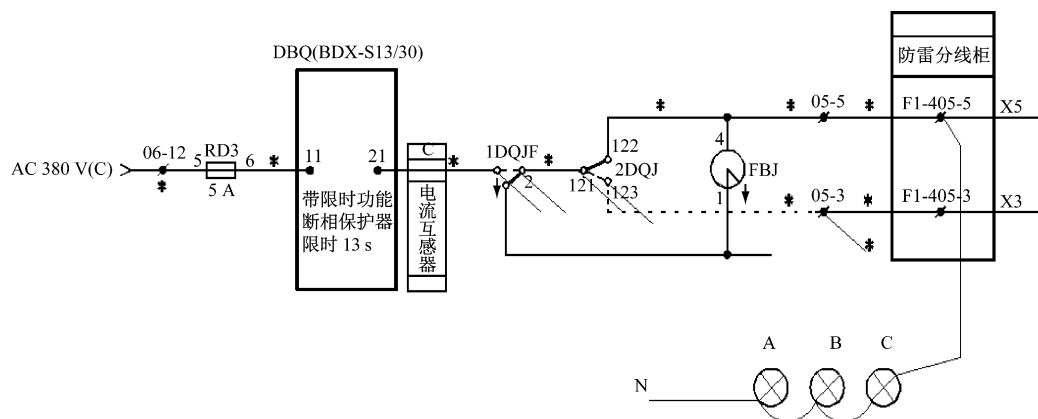


图6 C相故障诊断分解电路图(截图)

Fig. 6 Phase C fault diagnosis decomposition circuit diagram (screenshot)

检查配线并改正后再进行分线柜的测试。如果此时B相还未亮灯,则断开断路器RD1—RD3,挪移组合侧面05-5端子至组合后方内部FBJ继电器的4线圈或者2DQJ继电器的122接点。再闭合断路器RD1—RD3进行定、反位操动测试。如果C相灯闪亮,说明此节点至左侧的电路是正确的,此电气节点至右侧电路有故障。此处与B相故障类似,需断电后进行导通试验。首先确认焊接软线是否和继电器接点位置对应,严格按照图5的对应表进行检查,再对2DQJ继电器122→FBJ4→05-5(侧面内部配线)进行导通测试。同样需要注意,进行此处线路导通测试时需要把2DQJ和FBJ继电器拆下,查出故障点后按照图纸位置重新焊接。如果C相灯不亮,说明此节点至左侧的电路是错误的,需越过2DQJ继电器在121接点位置重新挂C相灯泡测试。如果亮灯,说明2DQJ继电器121接点左侧电路正确,右侧电路错误,拆下2DQJ继电器,采用万用表测试121接点和123接点是否相通,如果不通,更换2DQJ继电器。如果不亮灯,说明左侧电路故障,C相故障诊断灯泡继续左移至1DQJ(F)继电器21接点,进行定、反位操动测试。如果此时亮灯,说明左侧电路正确,调整1DQJ(F)继电器21接点至2DQJ继电器121接点的内部配线即可。如果此时不亮灯,说明左侧电路故障,C相继续左移动至1DQJ(F)继电器22接点。同理,如果亮灯则说明1DQJ(F)继电器21接点和22接点接触不良,更换同类型继电器即可。如果不亮灯,继续查找,向左侧挪移至DBQ的21接点。同理,不亮灯说明DBQ继电器的三相电源输出有问题^[6],更换DBQ设备。如果亮灯则说明没有问题,因前面已经排查完了,

可以从防雷分线柜重新测试。

与B相诊断类似,如果是反位动作电路故障时,C相线路应挂于防雷分线柜的F1-405-3端子。如果此处C相灯不亮,断开组合架的断路器RD1—RD3,分线柜处A、B相端子不动,挪移防雷分线柜中F1-405-3端子至组合侧面05-3端子。诊断方法与上文相同,此处不再赘述。总之,或者更换继电器,或者更换内部配线,直至故障点完全消除。

至此,ZDJ9转辙机控制电路中所有阶段的故障点均有相应的故障诊断及排除措施^[7]。

2.4 故障诊断排除注意事项

1) 检查图物对应,机柜排架号、组合层号、某种继电器位置等,必须先确认其位置是否对应。排查到继电器接点问题时,需对继电器型号进行再次确认。

2) AC 380 V电源为高电压,每次挪动诊断灯泡位置前应关闭断路器RD1—RD3,每次操动前应闭合断路器。

3) 道岔组合后方继电器端子密集,要防止因认错端子位置而引发更多的故障点。特别是几个特殊的继电器端子位置,容易混淆,详见图5。

4) 当排查完一个故障点后可不按部就班重新测试所有节点。直接在分线柜挂灯泡试验,能够节省单个故障点的诊断时间。当在同一相位电路中出现嵌套的第二、第三个故障点时,可从分线柜处重新发起故障诊断流程。

5) 灯泡必须用200 W功率的,小于200 W功率的灯泡因功率小会导致电流偏小,虽然灯泡一直在点亮状态,但是1DQJ继电器因电流偏小无法励磁吸起,从而导致无法准确判断故障点;大于200 W

功率的灯泡会造成机房内强光污染,另一方面市场采购较困难。

3 结语

本文详细列举了 ZDJ9 转辙机控制电路多种故障点位、多种故障类型的诊断及解决方法,相关的故障诊断装置简单易行,所属材料为普通材料,方便采购。该成果填补了国内 ZDJ9 转辙机控制电路快速故障诊断研究空白^[7]。经济南轨道交通 2 号线和 3 号线两条线路工程实践证明,这种方法能够准确、快速诊断故障点,提高施工调试效率,减少故障对运营的影响。经济莱高铁工程应用,此方法同样适用于高铁五机牵引高速铁路提速道岔。

参考文献

- [1] 柳笑卫. 城市轨道交通转辙设备维护管理工作的实践与思考[J]. 科技创新导报, 2020, 17(33): 9.
LIU Xiaowei. Practice and thinking on maintenance and management of urban rail transit switch equipment[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2020, 17(33): 9.
- [2] 唐绍杰, 唐恺泽. 一种多机牵引电动转辙机电路快速查找故障点的方法: 202210290134. 6[P]. 2022-06-24.
TANG Shaojie, TANG Kaize. A method for quickly locating fault points in the circuit of a multi-machine traction electric switch machine: 202210290134. 6[P]. 2022-06-24.
- [3] 梁博伟. 探究利用分线盘判断 ZYJ7 道岔控制电路故障的方法及原理[J]. 中国新通信, 2020, 22(2): 157.

- LIANG Bowei. Method and principle of judging the fault of ZYJ7 turnout control circuit by using the distribution board[J]. China New Telecommunications, 2020, 22(2): 157.
- [4] 吴冕, 关宏. 道岔运维质量管理体系架构及功能分析[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(5): 98.
WU Mian, GUAN Hong. Structure and function analysis of turnout operation and maintenance quality management system[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(5): 98.
- [5] 唐绍杰. 一起 ZYJ-7 型转辙机道岔在工程施工中的故障分析[J]. 铁道通信信号, 2010, 46(1): 37.
TANG Shaojie. Fault analysis of ZYJ-7 switch machine turnout in engineering construction[J]. Railway Signalling & Communication, 2010, 46(1): 37.
- [6] 陈醒. 对铁路道岔结构及维修养护措施的分析[J]. 中国设备工程, 2022(2): 32.
CHEN Xing. Analysis of railway turnout structure and maintenance measures[J]. China Plant Engineering, 2022(2): 32.
- [7] 崔明松. 交流转辙机八线制道岔控制电路故障诊断分析方法[J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(9): 191.
CUI Mingsong. AC switch machine eight-wire turnout control circuit fault diagnosis and analysis method[J]. Urban Mass Transit, 2023, 26(9): 191.

· 收稿日期:2024-05-15 修回日期:2024-09-22 出版日期:2025-01-10
Received:2024-05-15 Revised:2024-09-22 Published:2025-01-10
· 通信作者:唐绍杰,正高级工程师,1398816244@qq.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 286 页)

- ZHANG Xiangmin, ZHANG Yong. Analysis of lateral stability on high-speed railway rails and research on design stress-free rail temperature[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2021, 18(10): 2517.
- [8] 陈佳明. 动力稳定作业下铁路桥梁道床动力学特性研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2021.
CHEN Jiaming. Research on dynamic characteristics of railway bridge ballast bed under dynamic stability operation[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2021.
- [9] 翟婉明. 车辆-轨道耦合动力学[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2007.
ZHAI Wanming. Vehicle-track coupling dynamics[M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2007.
- [10] 李佳奇, 王立华, 严波. 基于键合图的动力稳定装置夹钳油缸的参数优化研究[J]. 机电工程, 2020, 37(12): 1479.

- LI Jiaqi, WANG Lihua, YAN Bo. Parameter optimization of clamping cylinder for dynamic stabilization unit based on bond graph[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2020, 37(12): 1479.
- [11] VALIKHANI M, YOUNESIAN D. Application of an optimal wavelet transformation for rail-fastening system identification in different preloads[J]. Measurement, 2016, 82: 161.
- 收稿日期:2022-09-26 修回日期:2022-10-21 出版日期:2025-01-10
Received:2022-09-26 Revised:2022-10-21 Published:2025-01-10
· 第一作者:陈太茂,硕士研究生,2629055327@qq.com
通信作者:王立华,教授,kmwanglihua@163.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license