

现代铁路新技术培训教材

铁路信号 培训教程

主 编 翟红兵

副主编 徐纯山 吴广荣 张胜平



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

现代铁路新技术培训教材

铁路信号培训教程

主 编 翟红兵

副主编 徐纯山 吴广荣 张胜平

主 审 曲久春 张彦果

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路信号培训教程 / 翟红兵主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2010.3
现代铁路新技术培训教材
ISBN 978-7-5643-0615-1

I. ①铁… II. ①翟… III. ①铁路信号—技术培训—
教材 IV. ①U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 036595 号

**现代铁路新技术培训教材
铁路信号培训教程**

主编 翟红兵

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 胡芬蓉

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

http: //press.swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 22

字数: 548 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0615-1

定价: 40.00 元

**图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562**

前 言

随着我国铁路现代化发展步伐的加快,铁路信号技术装备不断更新,自动化、信息化技术广泛应用。铁路信号工作人员的知识和技能需要全面充实和提高,加强对电务系统职工专业知识和专业技能的培训已成为保证铁路运输安全生产的重要任务。

对铁路电务系统职工培训的重点是学习铁路现场应用的新知识、新技术、新设备、新标准,加强对专业实践技能的实际训练,不断更新专业知识和技术,增强实际工作技能,提高生产管理水平。

为满足培训教学的迫切需要,在沈阳铁路局电务处、职工教育处、人事处的大力支持下,我们结合铁路生产实际,编写了这本教程,作为电务系统职工的培训教材。本教材初稿在沈阳铁路局电务系统培训教学中,经过了两年的试用,深受好评。

我们在总结培训教学经验的基础上,吸收了铁路信号的最新技术,对教材初稿进行了系统修订,使该教材知识新颖、通俗易懂、紧贴现场、实用性强,更有利于电务系统职工学习,同时也可作为高等职业院校在校学生和各类铁路信号专业技术人员学习参考用书。

参加本书编写的人员均为辽宁铁道职业技术学院教师,全书由翟红兵同志担任主编,徐纯山、吴广荣、张胜平同志担任副主编,沈阳铁路局电务处曲久春、人事处张彦果同志担任主审。编写分工如下:第一、三、九章由张胜平执笔,第二、六章由吴广荣执笔,第四、五章由翟红兵执笔,其中的插图由吴广荣和张华同志完成,第七、八章由徐纯山执笔,另外,张立群、朱凤文、张铁增、张丽同志参加了本书的部分编写工作。本书的编写得到了辽宁铁道职业技术学院领导的大力支持,在教材的编写过程中,沈阳铁路局电务处、人事处、职工教育处、长春电务段、沈阳电务段、锦州电务段许多领导和同志给予了大力帮助,在此一并致谢。

由于目前我国铁路信号新设备的类型较多,各种类型的设备也在不断更新换代,再加上我们的专业知识水平有限,疏漏和不足之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。

翟红兵
2010年1月

目 录

第一章 轨道电路	1
第一节 轨道电路的基本知识	1
第二节 480 轨道电路的测试与调整	7
第三节 480 轨道电路的故障分析	9
第四节 25 Hz 相敏轨道电路概述	12
第五节 25 Hz 相敏轨道电路工作原理	18
第六节 25 Hz 相敏轨道电路的测试调整	23
第七节 25 Hz 相敏轨道电路的故障分析	26
第二章 道岔转辙系统	31
第一节 道岔转辙系统概述	31
第二节 ZYJ7 型电液转辙机	34
第三节 ZYJ7GZ 型轨枕式电液转辙机	50
第四节 钩式外锁闭装置	53
第五节 道岔监督与监测	57
第六节 道岔控制电路	59
第三章 铁路信号微机监测系统	76
第一节 信号微机监测系统基本知识	76
第二节 信号微机监测系统的功能和要求	79
第三节 信号微机监测系统的监测采样	81
第四节 06 型微机监测系统车站监测设备	92
第五节 信号微机监测曲线分析	99
第四章 电气集中联锁	107
第一节 联锁概述	107
第二节 联锁图表	114
第三节 6502 电气集中概述	119
第四节 进路选排电路	123
第五节 信号控制电路	136
第六节 锁闭与解锁电路	153

第五章 计算机联锁	171
第一节 计算机联锁基础	171
第二节 JD-1A 型计算机联锁系统	185
第三节 EI32-JD 型计算机联锁系统	208
第六章 信号智能电源屏	215
第一节 信号智能电源屏概述	215
第二节 PDZG 型智能电源屏	221
第三节 PZ 系列信号智能电源屏	227
第七章 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统	242
第一节 自动闭塞简介	242
第二节 ZPW-2000A 无绝缘轨道电路概述	244
第三节 ZPW-2000A 型无绝缘移频自动闭塞系统电路原理	247
第四节 ZPW-2000A 自动闭塞设备故障处理	266
第五节 ZPW-2000A 的联系电路	272
第六节 四线制改变运行方向电路	278
第八章 站内电码化	296
第一节 站内电码化概述	296
第二节 25 Hz 相敏轨道电路预叠加 ZPW-2000A 电码化	298
第三节 ZPW-2000A 闭环站内电码化	311
第九章 铁路列车调度指挥系统	323
第一节 TDCS 概述	323
第二节 铁道部调度指挥中心 TDCS	324
第三节 铁路局调度指挥中心 TDCS	327
第四节 TDCS 基层网系统	331
第五节 车站系统维护	339
参考文献	345

第一章 轨道电路

第一节 轨道电路的基本知识

轨道电路是铁路信号的重要基础设备，在非电气化区段的车站主要应用交流 480 型轨道电路，在电气化区段的车站主要应用 25 Hz 相敏轨道电路。交流 480 型轨道电路已广泛应用多年，为节省篇幅，这里对轨道电路的基本原理及交流 480 型轨道电路不作详细讲解，要了解这些内容可参考有关教材。

一、站内轨道电路区段的划分

电气集中车站，凡有信号机防护的进路中道岔区段与股道，以及信号机的接近区段，均应装设轨道电路，用来反映进路和接近区段内是否空闲和车辆所在的位置。首先要保证轨道电路的可靠工作，并应以满足排列平行进路和不影响作业效率为原则，站内轨道电路的具体划分原则有以下几点：

(1) 信号机前后应划分成不同的区段，凡有信号机的地方均设有轨道绝缘，其前后为两个不同的轨道电路区段。

(2) 凡能平行运行的进路，其间应设轨道绝缘隔开，渡线及能构成平行进路的前后道岔，中间都应装设轨道绝缘。

(3) 每一道岔区段的轨道电路内所包括的道岔数不得超过三组，交分道岔不得超过两组。

(4) 在站内，有时为了适应列车通过道岔后及时使道岔解锁，为排列新的进路创造条件，要将轨道电路区段划短，以提高咽喉通过能力。

(5) 轨道电路的两组绝缘，应装设在同坐标处，也就是要求并置。当不能设在同一坐标处而需要错开时，就会出现“死区段”。若有列车轮对在“死区段”内时，轨道电路是不会被分路的。

二、钢轨绝缘的设置

(1) 在道岔区段，设于警冲标内方的钢轨绝缘，除双动道岔渡线上的绝缘外，其安装位置与警冲标的距离不得小于 3.5 m，否则被称为侵限绝缘。（在联锁表中进行条件检查）

(2) 一对绝缘的两组坐标应尽量对齐，若对不齐，则两绝缘中间的部分有车占用时不能发现，称之为死区段。死区段的长度不得大于 2.5 m，对旧结构道岔，道岔内的死区段不得大于 5 m。

(3) 为防止车辆跨压，轨道区段的长度，两相邻死区段的间隔及死区段与相邻区段的距

离不得小于 18 m。当死区段小于 2.1 m 时，其与相邻死区段间的间隔或与相邻轨道电路的间隔允许 15~18 m。

(4) 设于信号机处的绝缘节原则上应与信号机并齐，当不能设于同一坐标处时，应符合下列要求：

① 进站、接车进路信号机、调车信号机和自动闭塞区间并置的通过信号机处，绝缘可设在信号机前方或后方 1 m 的范围内。

② 出站或发车进路信号机、自动闭塞区间单置的通过信号机、设于到发线的调车信号机处，绝缘可设在信号机前方 1 m 或后方 6.5 m 的范围内。

(5) 集中联锁车站的牵出线、机待线、出库线、专用线或其他用途的尽头线入口处的调车信号机前方，应设轨道电路，其长度不得小于 25 m。

(6) 列车运行速度不超过 120 km/h 时非自动区段的集中联锁车站，进站预告信号机处的绝缘节设在信号机前方 100 m 处，保证在预告信号机的死角区内提前构成接近锁闭。

(7) 异型钢轨接头不能设置绝缘节。

(8) 在平交道口处的钢轨绝缘，应安装在公路路面两侧外不小于 2 m 处。桥梁（隧道）护轮轨上应安装钢轨绝缘。

(9) 在轨道电路内的轨距杆、道岔连接杆、道岔连接垫板、尖端杆、各种转辙设备的安装装置和其他具有导电性能的连接钢轨的配件均应装设轨道绝缘。

三、轨道电路的极性交叉

目前，我国所采用的轨道电路，大部分都是以轨道绝缘分割的。绝缘两侧，要求轨面电压具有不同的极性（直流）或相反的相位（交流），即轨道电路要“极性交叉”。

交流或直流供电的轨道电路，在轨道绝缘的两侧，都要按极性交叉的原则进行配置。目的是要遵循：“故障—安全”的原则。闭路式轨道电路在发生故障时，设备应自行转向安全的位置，即轨道继电器衔铁应当可靠地处于落下状态。

1. 极性交叉的作用

若不实现极性交叉，当发生绝缘破损（分割绝缘双破损）时，本区段有车占用，靠相邻区段送电可使本区段 GJ 不落。

实现极性交叉，发生绝缘破损（分割绝缘双破损）时，由两个轨道区段提供的电源向轨道继电器输送的电流相反，只要调整得当，两区段的继电器衔铁也都会落下，以实现“故障—安全”原则。

有些类型的轨道电路，像交流计数电码轨道电路和移频轨道电路等，由于电路设计中的特殊情况，而无法构成极性交叉。对这一类电路的轨道绝缘破损时，相邻的轨道电路也会串通而互相送电。为防止可能出现的恶性后果，采用另一种防护措施，方法是：在相邻轨道电路发送不同周期的电码信息，用不同的频率来加以区分。

2. 站内轨道电路极性交叉的配置

(1) 根据站场平面图划分轨道区段后，假定道岔绝缘位置。

(2) 划分网孔回路（闭合的回路）。

(3) 判定，如图 1.1.1 所示：

① 道岔绝缘设在锐角时，不改变钢轨电流极性，交叉渡线的中间绝缘也未改变相邻钢轨的极性，因此，不计算在内。

② 计算闭合网孔内绝缘节的数目（包括道岔绝缘上述两绝缘除外），如果绝缘数为偶数，即实现了极性交叉；如果绝缘数为奇数就未实现极性交叉，应移设道岔绝缘（由直股移到弯股或反之）。使道岔绝缘与分割绝缘之和为偶数。

③ 无法移动道岔绝缘时，可另设一对绝缘进行人工交叉。

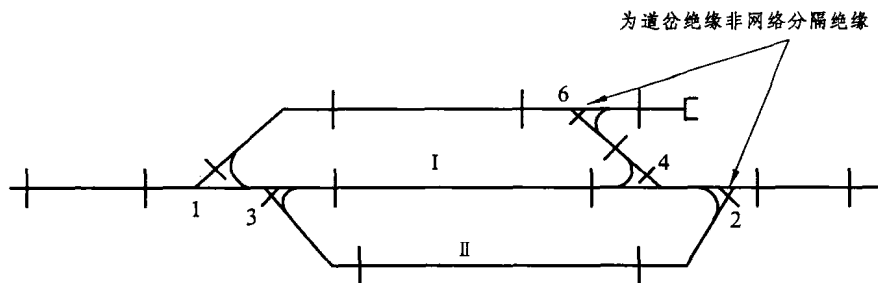


图 1.1.1 极性交叉配置方法

3. 极性交叉实际运用效果的分析

轨道电路极性交叉作用应该在绝缘两侧轨面电压基本相等的条件下体现，但在实际工作条件下，即使按“极性交叉”的原则配置，也未必能做到绝缘破损时轨道继电器都会可靠落下。

原因分析如下：由于各个轨道电路的送、受电端，不能按照理想的要求排列，再加上轨道电路的长短不一，使得在绝缘两侧的两个轨面电压值，难于完全相等，所以绝缘破损后，轨道继电器不一定会可靠落下。

4. 极性交叉的检查方法

检查轨道电路是否实现极性交叉的测试方法有如下几种（以交流轨道电路为例）：

(1) 两个受电端邻接时，可利用两根短路线，按图 1.1.2 所示进行检查。

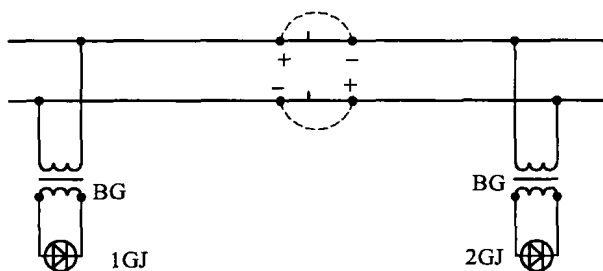


图 1.1.2 检查极性交叉方法（一）

将两根短路线跨接在两组绝缘上，此时轨道继电器衔铁落下，即实现极性交叉；反之，则极性没有做到交叉（两轨面电压差值不能太大）。

(2) 送电端和受电端邻接时，则可利用短路线和交流电压表进行检查（见图 1.1.3）。

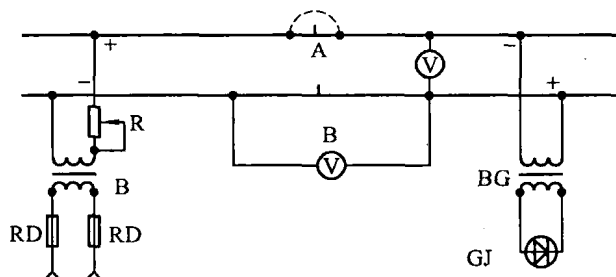


图 1.1.3 检查极性交叉方法（二）

首先用电压表测出受电端钢轨面电压 U_1 ，然后将短路线跨接在一组钢轨绝缘上，用电压表测得另一组钢轨绝缘两端的电压 U_2 ，如果电压值 U_1 小于 U_2 ，则实现极性交叉；反之，则极性没有交叉（此时同样应注意两轨面电压的差值，差值大亦有可能误判）。当两个送电端邻接时亦可利用此法进行。

(3) 在轨端绝缘处交叉测量得到两电压，若这两电压低于轨面电压，则说明极性交叉正常。

四、钢轨绝缘破损的检查方法

（一）轨端绝缘的检查

基本轨与接头夹板之间设有槽型绝缘，六根螺栓与接头夹板间设有绝缘管、垫，故基本轨、接头夹板与螺栓之间互不构成电气连接。

1. 轨端绝缘被挤死

要求工务部门解决钢轨爬行问题，之后更换新轨端绝缘片即可。在坡道较大线路区段要求工务部门增设必要的防爬器，另外电务部门亦应改用高强度轨道绝缘较宜。

2. 用电压表测试

方法一：在送电端的两根钢轨之间并接一块电压表，其连接方式如图 1.1.4 所示。

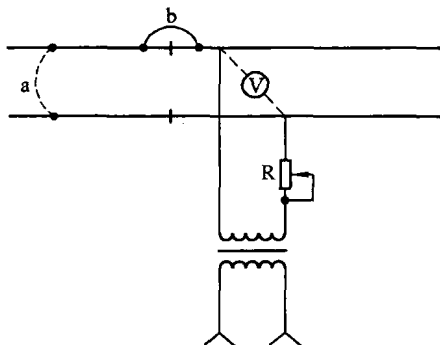


图 1.1.4 轨道绝缘仪表测试图（一）

当接入电压表即可读得一个数值,然后利用短路线 a 连接在相邻轨道电路两根钢轨上(见图 1.1.4 中虚线),如果电压表读数没有变化,则说明这一对绝缘良好;如果电压表读数有变化,则说明这一对绝缘中有不良现象存在。

当短路线 a 连接在两根钢轨上时,由于轨道电路绝缘不好,电路中绝缘电阻值减少,直接影响电压表的读数,但此时尚不能确定故障位置。为此,在保留短路线 a 的基础上,再利用短路线 b 跨接在其中一组绝缘上,将轨道绝缘加以短路,若电压表读数有较大变化,则说明相对应的一组绝缘不良;若电压表读数不变时,则可将此短路线 b 跨接在另一组绝缘上,然后由上述原理来判断相对应的一组绝缘性能情况。

方法二:如图 1.1.5 所示,首先将电压表跨接在受电端钢轨上,此时从电压表上可读得一个数值,然后利用短路线跨接在其中一组绝缘节 A 两端的钢轨上。此时,如果轨道继电器衔铁落下或电压表数值减小,甚至指针反方向动作时,则说明相对应的那组绝缘 B 有破损现象。同理可测得相对绝缘 A 的性能情况。

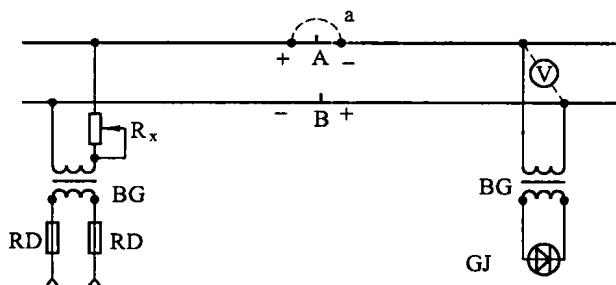


图 1.1.5 轨道绝缘仪表测试图 (二)

方法三:如图 1.1.6 所示,首先将电压表跨接在 2GJ 受电端的钢轨面上,此时,由电压表上可读得一个数值,然后利用短路线 a 跨接在相邻轨道电路异侧钢轨上(见图 1.1.6 中虚线)。

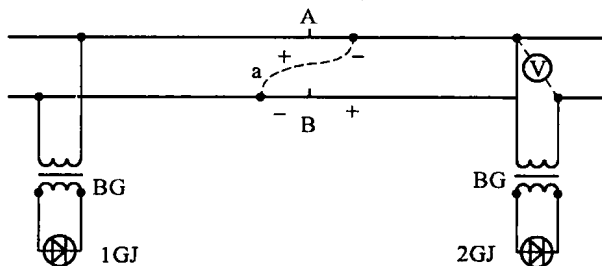


图 1.1.6 轨道绝缘仪表测试图 (三)

此时,可能发生以下三种情况:

- ① 若轨道继电器 1GJ 失磁落下,则说明绝缘 A 已破损。
- ② 若轨道继电器 2GJ 失磁落下或电压表读数减小,则说明绝缘 B 有破损现象。

③ 若轨道继电器 1GJ 和 2GJ 全部失磁落下，电压表读数减小，甚至为零或反向动作时，则说明绝缘 A 和 B 都有破损现象存在。

3. 感应测试法

感应测试法是利用电磁感应的原理进行的。由于交变磁场对线圈的影响，在线圈内产生一个感应电势，该电势通过电表或蜂鸣器反映出轨道绝缘是否良好。因此，它只能适用于交流或脉冲（电码）式轨道电路区段，其他类型的轨道电路不宜使用。

用耳机（高阻型）和带铁芯的感应线圈各一个，感应线圈沿带有交流电的钢轨移动时，在耳机内即可听到“嗡嗡”声。若在不通过交流电的钢轨上移动时，则在耳机内无声。因此，将该线圈在绝缘上移动时，如果耳机发现有“噗噗”的声音，则说明该处绝缘有破损现象。反之，若耳机内无声音，则说明绝缘性能良好。

4. 用万用表欧姆挡测试

用万用表 $\times 10$ 电阻挡，测量两块接头夹板与六根螺栓之间的电阻。若测得的电阻值较高，说明绝缘良好；若测得的电阻值近乎为零或较小，则说明绝缘已破损。注意：测量前必须在接头夹板和各螺栓上凿一个亮点（露出金属光泽），以便测试。

（二）电动转辙机基础角钢绝缘的测试和检查

电动转辙机基础角钢的绝缘破损，也可使轨道电路短路造成控制台出现红光带。电动转辙机基础角钢的角形铁与钢轨相通，基础角钢与轨底以及固定螺栓之间设有绝缘，故基础角钢与钢轨之间不连通，轨面的电压只能延伸到固定螺栓。所以在基础角钢与轨面之间，使用电压表测量时，不应量出电压，使用电阻表示方法测量，应有较高的电阻。这就表明绝缘未破损，一切正常。如测量时发现基础角钢与钢轨之间绝缘不良，在检查了所有固定螺栓绝缘均良好无问题，但道岔区段仍显红光带，就应该细心检查第一连接杆和尖端杆的绝缘是否良好。

（三）钢轨引接线与箱、盒间的绝缘检查

引接线末端的螺栓与箱、盒间的绝缘组件较为简单，安装到变压器箱或电缆盒上之后，一般用目测的方法也能检查其破损与否。

（四）轨距保持杆检查

轨距保持杆的四个铁爪与轨底连接坚固，而轨距保持杆及其紧固螺帽与铁爪之间设置绝缘管、垫，使其与钢轨之间完全绝缘。

用电压表测量轨距保持杆与轨面之间应无电压，用欧姆表测量时应有较高电阻。另一种轨距保持杆的绝缘设置在杆中间位置（既有铁路线路中较多），一般用目测、手扳动、锤轻击的方法均可检查其正常与否。用电压表或欧姆表的方法测量轨面与中间铁夹板之间有无电连接，亦可检查出有无破损现象。

五、道岔区段的轨道电路的相关要求

- (1) 轨道电路的道岔跳线应采用双跳线。
- (2) 与到发线衔接的道岔轨道电路的分支末端，应设接收端。
- (3) 所有列车进路上的道岔区段，其分支长度超过 65 m 时，在分支末端应设接收端。
- (4) 个别分支长度小于 65 m、分路不良、危及行车安全的分支线末端，应增设接收端。
- (5) 一送多受轨道电路，同一道岔区段最多不应超过 3 个接收端，单动道岔不超过 3 组，复式交分道岔不超过 2 组。

六、轨道电路的基本工作状态

轨道电路的三种工作状态分别为调整状态、分路状态和断路（轨）状态，这三种状态又各自有不同的工作条件和最有利工作条件。调整状态下的最不利工作条件：钢轨阻抗最大、道砟电阻最小、电源电压最小；分路状态下的最不利工作条件：钢轨阻抗最小、道砟电阻最大、电源电压最大；断路状态下的最不利工作条件：钢轨阻抗最小、电源电压最大、临界断轨点和临界道砟电阻最大等。但无论哪一种状态，主要因素为三个变量，即轨道电路的道砟电阻、钢轨阻抗和电源电压。无论轨道电路处于哪种工作状态，其在最不利条件下都应可靠工作。

第二节 480 轨道电路的测试与调整

一、480 交流连续式轨道电路测试项目及方法

1. 电源电压测试

用万用表交流电压挡（或电源屏上的交流电压表）测量电源屏轨道电路电源电压。

2. 送电端变压器 I、II 次电压测试

用万用表交流电压挡，并接在变压器 I、II 次线圈的端子上测试。万用表交流电压挡的量程应为实际使用电压的 1.5~2 倍，内阻一般应大于 200 Ω 。

3. 限流器压降

用万用表交流电压 2.5 V 挡位测量，将表并接在变阻器（R）的两端，即可进行测试，约为 1.5 V。限流器电阻为估算值，送端电阻股道及接近区段 $\geq 1 \Omega$ ，其他区段 $\geq 2 \Omega$ 。

4. 送、受电端轨面电压测试

用万用表交流电压挡测量，将表跨接在钢轨轨面上即可测得轨面电压。注意：必须接触良好，如有铁锈需要打磨好才能测量。

5. 受电端变压器 I、II 次电压测试

用万用表交流电压挡并接在变压器 I、II 次线圈的端子上, 即可进行测试。

6. 继电器交、直流电压测试

用轨道电路测试盘测试, 轨道电路调整状态时的测试标准, 股道区段: 10.5~18 V; 接近区段: 10.5~22 V; 道岔区段: 10.5~16V。继电器电压变化超过 2 V 时, 一送多受轨道区段各分支轨道继电器电压偏差超过 0.5 V 时, 分析引起变化的原因。

7. 分路效应的检查

以标准的分路灵敏度线 ($0.06\ \Omega$) 短路两根钢轨时, 观察轨道电路的动作情况, 并测试轨道继电器端子上的残压, 应不大于 2.7 V。对于非分支轨道电路区段, 将标准分路灵敏度线在受电端轨面上进行分路即可。

对于分支轨道电路区段, 可按图 1.2.1 所示, 首先将标准分路灵敏度线在未设轨道继电器的一侧尽头处的轨面上进行分路, 然后在设有轨道继电器一侧处进行分路即可。

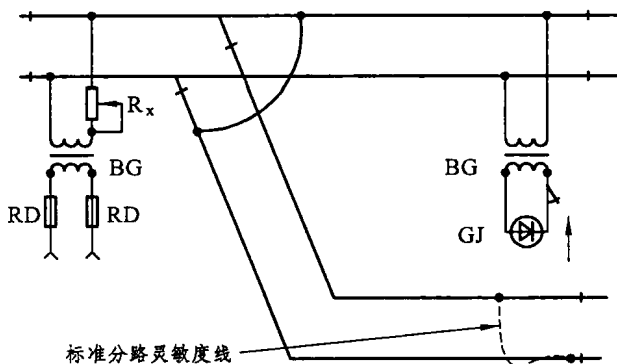


图 1.2.1 分路效应检查接线图

在进行测试前, 先将轨面处理干净, 然后用事先准备好的标准分路灵敏度线在轨面上进行分路。分路后, 轨道继电器落下, 轨道继电器线圈残压符合规定, 表示该区段分路灵敏度符合要求。

8. 入口电流测试

轨道电路入口电流是指在正线上使机车信号感应线圈所能感应的电流。若入口电流小, 会造成机车信号掉码。入口电流的测试方法: 先办理一条正线接车进路, 用 $0.06\ \Omega$ 标准分路线按列车运行方向依次封起, 用钳流表在送端钢丝绳上测出, 标准为不小于 1.4 A。若电流小, 可在室内的发码变压器上调整。

二、轨道电路的调整

1. 调整轨道电路时应保证的几点

- (1) 为了避免降低分路灵敏度, 限流电阻不得小于 $2\ \Omega$ 。
- (2) 在任何情况下, 轨道继电器端子上的电压均不应低于工作值。

(3) 调整轨道继电器端电压, 应该考虑电源电压降低到最小允许值时和道床漏泄电流最大时的不利因素。

(4) 当道砟电阻变化大时的调整方法: 在天气干燥和结冰时, 道砟电阻较大, 这时继电器端子上的电压, 应调整为高于工作值。因为即使由于下雨, 漏泄增加, 电压也不致降低到工作值以下; 在阴雨天气时, 道砟电阻降低, 继电器端子上的电压应调整为额定电压, 因为漏泄不会再增加, 继电器电压也不会再降低。

(5) 在轨道电路的任何地点, 交流连续式轨道电路, 用 $0.06\ \Omega$ 短路线 (直径 $1.6\ \text{mm}$ 铜线、长 $6.8\ \text{m}$) 短路, 继电器应可靠落下。

2. 调整方法

(1) 送电端电压: 道变压器 I 次电压应保持在交流 $210\sim 220\ \text{V}$ 。轨道电路在调整状态, 轨道区段的开路电阻在 $100\ \Omega$ 以上时, 轨道变压器 II 次电压: 道岔区段送交流电压 $2.5\ \text{V}$ 左右, 一送多受或站内股道区段应视具体情况适当调高电压。如开路电阻较高, 轨道变压器 II 次电压可调到下限, 以提高分路灵敏度。如轨道区段的开路电阻在 $10\ \Omega$ 以下, 只能提高送电电压, 以保持轨道继电器正常动作。

(2) 送电端限流电阻: 包括引接线电阻, 在道岔区段不小于 $2\ \Omega$; 在道床不良的到发线上不小于 $1\ \Omega$ 。轨道电路在调整状态时, 送电端限流电阻压降随着轨道变压器 II 次电压变化。限流电阻压降一般为 $1.5\ \text{V}$ 左右。

(3) 送受电端轨面电压: 限流器压降与送电端轨面电压之和应约小于轨道变压器 II 次电压, 如果大于轨道变压器 II 次电压, 说明本区段混入了相邻区段的轨面电压。受电端轨面电压受轨道区段长短、受电端多少、轨道传输中压降大小等条件的限制, 受端轨面电压一般保持在交流 $0.8\sim 0.9\ \text{V}$ 。

(4) 轨道继电器交流端电压、残压: 轨道电路调整状态下, 轨道继电器交流端电压应符合相应要求, 超出范围时, 调整送电端轨道变压器 II 次电压。轨道电路用 $0.06\ \Omega$ 标准分路线分路时, 轨道继电器交流端电压即残压不得大于 $2.7\ \text{V}$, 轨道继电器接点应可靠落下。

第三节 480 轨道电路的故障分析

一、轨道电路故障原因

轨道电路发生故障时显现两种现象: 有车占用时, 轨道继电器不能正常落下, 控制台无红光带占用显示; 无车占用时, 轨道继电器落下, 控制台显现红光带。

1. 有车占用, 轨道继电器不能正常落下

发生这一类型的故障相当危险, 很容易引发大事故。故障后, 应先停用设备后处理。其原因一般主要有以下几种:

(1) 设计原因: “死区段” 过长, 一般不会出现。

(2) 轨道电路组成元件问题：设有轨端绝缘但没有设受电端的渡线或侧线，因轨端接续线或岔后跳线断、脱，而造成“死区段”；轨道继电器有剩磁或接点卡阻、粘连等。

(3) 轨道电路调整不当：轨面电压调整过高或送端变阻器调整阻值过小，造成车辆压不死；一送多受的轨道区段因各受电端相距较远，轨面电压调整不平衡，有个别受电端轨面电压过高，造成车辆压不死。

(4) 车辆轮对分路不良：由于轨面生锈、车辆自重过轻及轮对电阻过大等所致。

(5) 其他电源混入：如移频电压干扰等。

2. 无车占用点亮红光带

此为现场常见故障，也是多发故障。当轨道电路出现红光带时，可以在分线盘测试。若分线盘轨道电路受电处测得的电压较平时偏高，则为室内断路故障；若电压低，则应在分线盘上甩开一个端子；若电压仍然较低，则为室外断路或短路故障；若电压升高，则应该重点检查室内是否短路。尤其应注意的是，一送二受或一送三受的轨道区段，若 DGJ 不吸起，则应先看 DGJ₁ 和 DGJ₂ 是否正常；若 DGJ₁ 和 DGJ₂ 正常，再查 DGJ 电压。

二、断路故障分析

1. 送电端断路故障分析

对照轨道电路实际设备，参看图 1.2.1，可按以下步骤分析送电端断路故障：

(1) 在 XB1 型轨道变压器箱 1、3 端子（以单送为例）上测量：若有交流 220 V 电压，说明室内已将 GJZ、GJF 送至本区段；若无交流 220 V 电压，说明室内未将电源送至本区段。

(2) 在 XB1 型轨道变压器箱 2、4 端子上测量：若有交流 220 V 电压，说明熔断器正常；若无交流 220 V 电压，说明至少有一个熔断器熔断，分别判断之。

(3) 在 BG1-50 型变压器 I 次侧测量：若有交流 220 V 电压，说明端子 2、4 至 I₁、I₄ 之间配线良好；若无交流 220 V 电压，说明端子 2、4 至 I₁、I₄ 之间配线断线，可分别判断。

(4) 在 BG1-50 型变压器 II 次侧测量：若有电压，说明变压器正常；若无电压，II 次侧两组线圈均使用，首先测量封线是否正常：封线两端有电压，说明封线断线；封线两端无电压，说明封线良好（仅限于同一区段，仅存在一处断路；若同一轨道区段同时存在两处断路，即使封线断，在封线的两端也测不到电压）。若封线正常，说明变压器故障。

(5) 变压器的故障与判断：设 BG1-50 型变压器 II 次侧封连 II₃、II₄，使用 II₂、II₅；封连 I 次侧 I₂、I₃，使用 I₁ 与 I₄。

① I 次侧的判断：若 I₁—I₂—I₃—I₄ 之间均为 110 V 电压，则 I 次侧正常；若 I₁—I₂ 之间有 220 V 电压，说明 I₁—I₃ 断线；若 I₃—I₄ 之间有 220 V 电压，说明 I₄—I₂ 断线；若 I₁—I₂—I₃—I₄ 均无电压，说明封线断。

② II 次侧的判断：甩开 II 次侧的封线和端子的引出线，分线圈测量，即可判断出是哪个线圈或引出线断线。

(6) 在送电端轨面及限流电阻上测量：

① 若限流电阻电压为 0 V，轨面电压为 0 V，则说明从轨面到变压器 II 次侧发生了断线

故障。

② 若限流电阻电压为 0 V (或接近 0 V)，轨面电压接近 II 次电压，则说明从送电端到受电端 (共用部分) 发生了断路故障。

2. 线路部分断路故障分析

(1) 若在送电端，电压已经送上轨面，但在受电端测不到电压，则说明线路部分发生了断路，则应该用万用表在线路上进行查找，电压从有到无之间为故障点。

注意：在线路上测量，应特别注意岔后跳线是否正常，同时，应该防止轨面生锈而造成表笔接触不良测不到电压，从而造成误判。

(2) 若相邻两轨道区段同时出现红光带，则应注意检查极性交叉。

3. 受电端断线故障分析

以一送二受轨道电路故障为例：

送电端限流电阻电压略有降低，而轨面电压略有升高，则 DGJ (直股部分) 侧发生断线， DGJ_1 (弯股部分) 侧正常。原因是 $\text{DGJ}\downarrow$ ， DGJ_1 正常，则轨道电路仍有一个负载。

送电端限流电阻电压有降低，而轨面电压有较大升高，则 DGJ_1 (弯股部分) 侧发生断线， DGJ (直股部分) 侧正常。原因是 $\text{DGJ}_1\downarrow$ ，则 $\text{DGJ}_1\downarrow\rightarrow\text{DGJ}\downarrow$ ，从而将轨道电路的两个负载均断开，从而减小了限流电阻上的压降。

断路故障应注意查“三线”，即轨端接续线、道岔路线和变压器箱连接线。若从送电端至受电端顺序查找，则电压突然下降之处即为故障点；若从受电端至送电端顺序查找，则电压突然升高之处即为故障点。

三、短路故障分析

轨道电路的短路故障，在现场较为多见。

1. 造成短路故障的主要原因

(1) 绝缘破损：道岔绝缘破损；道岔安装装置角钢绝缘双破损；轨距保持杆绝缘和道岔第二、第三连接杆绝缘破损；轨端绝缘双破损 (有些相邻区段轨端绝缘双破损只有一个区段亮红光带)。

(2) 连线接触轨底或混连：变压器箱连接线接触轨底或混连；岔后跳线接触轨底；其他钢管、钢丝过道接触轨底。

(3) 交分道岔垫板杆件擦角钢。

(4) 异物短路，诸如铁丝、车辆上的部件等。

2. 查找短路故障的方法

轨道电路短路故障常用钳流表分析判断。用钳流表查短路故障时，若在同一线路上，电流从某一点突然变小时，则此点为短路点的其中之一，再从另一线路上查找另一点即可。

轨道部分容易造成短路的点较多，应注意检查道岔安装装置、尖端杆、第一连接杆、轨距保持杆、岔后绝缘等处，正常时均不应有电流；若有电流，则说明发生了短路故障。