

高等职业教育“十三五”规划教材——轨道交通类
供高职高专铁路通信、信号类专业用

铁路区间自动控制设备维护

(第二版)

主 编 徐纯山

副主编 杨克俭 刘发玉

参 编 赵文武 张迎春 林田雨 袁 放

主 审 王瑞峰 李彦彬

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路区间自动控制设备维护 / 徐纯山主编. —2 版.
—成都: 西南交通大学出版社, 2015.11
高等职业教育“十三五”规划教材. 轨道交通类
ISBN 978-7-5643-4375-0

I. ①铁… II. ①徐… III. ①铁路信号-区间闭塞-
自动闭塞-自动控制设备-维修-高等职业教育-教材
IV. ①U284.43②U284.92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 259045 号

高等职业教育“十三五”规划教材——轨道交通类
铁路区间自动控制设备维护
(第二版)

主编 徐纯山

责任编辑	孟苏成
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	19.75
插 页	1
字 数	501 千
版 次	2015 年 11 月第 2 版
印 次	2015 年 11 月第 3 次
书 号	ISBN 978-7-5643-4375-0
定 价	43.50 元

课件咨询电话: 028-87600533

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

再版前言

铁路区间信号自动控制设备是保证铁路运输安全生产、提高运输效率的关键设备。随着铁路信号新设备的广泛使用,尤其是区间控制信号设备 ZPW-2000A 和列车控制技术的应用,中国铁路信号设备现代化水平已处于世界领先水平。学习信号专业知识,掌握区间信号设备的构成和功能,掌握设备的操作方法、维护信号设备等工作,对于从事铁路信号设备维护的电务人员来说相当重要,对于在职的高职铁路信号专业的学生也是至关重要的。

区间信号设备维护是对铁路区间闭塞设备的维修和护理,包括区间自动控制、远程控制技术。区间是指两个车站(或线路所)之间的铁路线路。区间信号设备简称“闭塞设备”。

“区间信号设备维护”是铁道信号、城市轨道交通控制专业学生必修的一门核心专业课程,也是获取信号工职业技术资格的主要支撑课程之一。教材的编者根据东北地区铁路信号设备使用的实际情况,走访了沈阳铁路局的 5 个电务段,集通地方铁路的两个电务段,吸收采纳了各段教育科的意见。教材遵循了基于工作过程进行课程开发,满足教学改革要求,使用“项目导向、任务驱动”的教学模式。主要介绍了 64D 型半自动闭塞设备、ZPW-2000A 系列移频自动闭塞设备以及轨道电路站内电码化设备、四线制改变运行方向电路设备等的维护。使学生以工作任务的形式掌握目前我国铁路上广泛使用的区间信号自动控制设备的组成、工作原理、使用、测试与安装维护、故障处理等知识,掌握各种区间信号设备正常工作状态与指标,从而能熟练分析与判断各种实际应用中的故障,达到设备维护职业技能要求,并具有一定的施工技能。在此基础上,教材中介绍了北京中科远洋科技有限公司生产的 ZK-1301 型 ZPW-2000A 实训设备的构成、故障分析方法,对参加全国职业技能大赛有一定的指导作用。

本教材由辽宁铁道职业技术学院徐纯山任主编、大阪电务段刘发玉和辽宁铁道职业技术学院杨克俭任副主编。参加编写的人员还有:大阪电务段林田雨、张迎春、魏秀超,沈阳电务段邱俊杰,北京电务段王朝晖,唐山电务段孙翠玲,北京中科远洋科技有限公司李京联,重庆铁路运输学校袁放,陕西铁路工程职业技术学院赵文武,辽宁交通高等专科学校刘继光,吉林铁道职业技术学院郝延春等。兰州交通大学王瑞峰、锡林浩特电务段李彦彬担任主审。编写具体分工如下:项目一由杨克俭老师编写,项目二由赵文武老师编写,项目三由袁放老师编写,项目四至项目六由徐纯山编写,项目四中的故障分析由唐山电务段孙翠玲提供,ZK-1301 型 ZPW-2000A 实训设备故障分析资料由李京联提供,项目五资料

由北京电务段王朝晖提供，项目七由集通公司大坂电务段张迎春、林田雨和魏秀超编写，教材中的部分电路图由辽宁铁道职业技术学院的金 、黄占宇老师绘制。大坂电务段段长刘发玉和锡林浩特电务段段长李彦彬对教学内容进行总体设计。北京中科远洋科技有限公司总经理陈兵先生对 ZPW-2000A 故障分析部分提出了宝贵的意见。此外沈阳铁路局电务处及沈阳铁路局的 5 个电务段，集通地方铁路公司的两个电务段的技术科和教育科，中铁九局电务公司、北京中科远洋科技有限公司等的技术人员为本教材的编写提供了大量的技术资料，提出了很多建设性的意见，在此表示衷心的感谢。

本教材力求贴近现场实际应用的最新知识、新技术、新设备和新的维护标准，重点突出、通俗易懂，结合现场的事故案例进行故障分析，注重了从业人员专业能力的培养。主要用作高职院校的教材，也可以用于现场的职工培训。现在，区间信号设备仍然在不断更新和完善，由于编者专业水平和收集资料有限，有些内容的深度把握不一定准确，教材中肯定有这样或那样的缺点和不足，希望广大读者和同行提出批评和建议，便于我们不断改进和提高。

徐纯山
2015 年 8 月

目 录

项目一 半自动闭塞设备维护	1
任务 1 半自动闭塞的基本知识	2
任务 2 64D型继电半自动闭塞设备构成	6
任务 3 半自动闭塞的办理方法	12
任务 4 64D半自动闭塞电路动作过程	15
任务 5 64D半自动闭塞电路分析	25
任务 6 64D半自动闭塞设备与联锁设备的结合	38
任务 7 64D半自动闭塞设备故障分析	42
项目二 计轴自动站间闭塞设备维护	50
任务 1 计轴自动站间自动闭塞基本知识	51
任务 2 JWJ-C2 型微机计轴主要单元设备的构成及原理	56
任务 3 车轮电子检测器 (ADE) 设备	63
任务 4 车轮传感器设备	67
任务 5 计轴设备维护机	72
项目三 自动闭塞的基本知识	80
任务 1 自动闭塞概述	81
任务 2 区间通过信号机的设置	89
项目四 ZPW-2000A自动闭塞设备维护	99
任务 1 移频的基本知识	100
任务 2 ZPW-2000A自动闭塞概述	104
任务 3 ZPW-2000A自动闭塞系统电路原理	107

任务 4	ZPW-2000A自动闭塞技术指标及测试	140
任务 5	ZPW-2000A自动闭塞设备的维护	145
任务 6	ZPW-2000A自动闭塞故障分析	182
任务 7	ZPW-2000A自动闭塞区间信号点电路	200
任务 8	ZK-1301 移频自动闭塞智能实训设备	211
项目五	客专ZPW-2000A/K轨道电路	218
任务 1	客运专线轨道电路的基本知识	219
任务 2	客运专线轨道电路的结构	221
任务 3	客专ZPW-2000A/K自动闭塞设备的构成	225
任务 4	CD96-3Z 移频在线测试记录仪表的使用	234
项目六	站内轨道电路电码化	244
任务 1	站内轨道电路电码化概述	245
任务 2	微电子交流计数站内电码化	247
任务 3	预叠加站内电码化	256
项目七	四线制改变运行方向电路	287
任务 1	改变运行方向电路概述	288
任务 2	四线制改变运行方向电路的办理方法	290
任务 3	四线制改变运行方向电路的工作原理	294
任务 4	改变运行方向电路和自动闭塞设备的结合	302
任务 5	四线制改变运行方向电路故障分析处理	305
参考文献	310

半自动闭塞设备维护



项目描述

半自动闭塞是在我国的单线铁路区间广泛使用的闭塞制式，要求在车站的接发车方向上各装设一台与对方站有相互锁闭关系的半自动闭塞机，并以出站信号机开放作为列车占用区间的凭证。它要求，只有区间空闲时，双方办理闭塞手续后（双线半自动闭塞为前次列车的到达复原信号）出站信号机才能开放。列车出发离开车站时，出站信号机自动关闭，并使双方闭塞机处于“区间闭塞”状态，直到列车到达接车站办理到达复原时止。

半自动闭塞法办理手续简便、效率高，区间不设轨道电路，列车到达接车站后是否整列到达，仍须通过人工检查才能确定。



学习目标

【知识目标】

- (1) 掌握半自动闭塞设备的构成。
- (2) 掌握半自动闭塞设备中电路的动作过程。
- (3) 掌握半自动闭塞设备的工作原理。
- (4) 掌握半自动闭塞设备和联锁设备的结合。

【能力目标】

- (1) 学会半自动闭塞设备的操作使用方法，具备使用设备的能力。
- (2) 学会日常维护工作和值表，具备维护设备的能力。
- (3) 学会使用仪表测量工作参数，具备分析故障点、排除故障的能力。

【素质目标】

- (1) 能够按照铁路现场的规章要求和标准化作业程序进行各种操作。
- (2) 树立“安全第一”的责任意识，养成遵章守纪的工作作风。
- (3) 培养严谨认真的精神，拓展开发与人沟通的能力。



相关案例

1990年7月27日，通沟站和干沟站值班员违反《铁路技术管理规程》204、241、242条及部颁《接发列车作业标准》1503—84的规定，简化作业程序，不检查确认区间空闲，盲目使用事故按钮强行开通区间，造成2523次货物列车与848次货物列车在沈阳铁路局通化分局梅集线通沟至干沟间88 km 488 m处发生正面冲突，造成2523次机车1、2、15、19位车辆脱轨，16、17、18位车辆颠覆；848次重联机车颠覆，机次1位车辆脱轨，机车报废4台，货车报废1辆，大破4辆，中破2辆，小破3辆；线路破坏100 m，损坏钢轨8根，轨枕156根；机车乘务员死亡9人，重伤3人，中断正线行车25 h 15 min的重大责任事故。

事故经过是，1990年7月27日，通沟站值班员王某7时30分接班后，于7时38分接到三源浦站2523次发车通知，王填写了行车日志，排了二道接车进路。7时39分，王又接到干沟站848次开车通知，填写了行车日志，但没有排848次接车进路。接着王要到粮库借油漏子，准备给职工分油，让该站站务员岳某替他顶岗，并交待“2523次开过来了，干沟站有站外调”，王说完，去粮库了。大约7时53分，岳某听到2523次司机用无线电话呼喊通沟站，询问通沟站能否通过。岳答复司机“慢一点，看信号”。接着两次询问干沟站“站外调”情况，干沟站值班员赵某答复“调车已结束”。岳马上询问赵：“闭塞表示灯亮的是什么灯？”赵说是红灯。岳又问赵“你取消？我取消？”赵说：“你取消吧。”然后，岳便使用半自动闭塞故障按钮取消了原848次占用区间的表示红灯。接着岳与赵办理了2523次闭塞手续，开放了2523次二道出站信号。

7时57分，2523次列车由通沟站通过。列车全部通过通沟站运转室后，岳某向列车调度员李某报告：“2523次通沟7：57分通过。”李某作了复诵。过了大约1 min，李某又用电话找岳报点。岳说：“报啥点呀，不都报了吗？”李某说“你848呢？”岳说：“不知道848。”接着岳向三源浦、干沟两站问848情况。干沟站赵某说：“848次39分开了。”岳才想起看行车日志，发觉848还在区间，连忙拿起无线电话呼唤2523赶紧停车，但没有回音，此时2523次和848次已发生正面冲突，时间为8时整。

无数的事故案例说明，区间闭塞设备是保证列车在区间运行安全的核心，必须掌握半自动闭塞设备的构成、使用方法和电路的工作原理，严格按照技术作业要求进行设备的使用和维护，保证半自动闭塞设备处于良好的运用状态。

任务1 半自动闭塞的基本知识

1.1.1 任务内容

掌握半自动闭塞的基本概念，半自动闭塞机的作用和设置，半自动闭塞的技术要求和发展方向。

1.1.2 相关知识

“闭塞”是铁路信号的专用名词，是指列车进入区间后，区间两端车站都不再向这一区间发车，以防止列车相撞和追尾。闭塞设备保证了“在同一个区间（闭塞分区）内，在同一时间内，只允许有一趟列车运行”。铁路行车指挥中广泛使用的区间闭塞类型有人工闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞和自动闭塞 4 类。19 世纪 40 年代以前，列车运行采用时间间隔法，既两个列车出发时有一定的时间间隔，这种方法的主要缺点是不能确保安全。当先行列车由于特殊情况运行不正常时（晚点或中途停车等），有可能发生追尾事故。1842 年英国人库克提出了空间间隔法，即两个列车始终保持一段空间上的距离的运行方法，它能较好地保证列车的行车安全而被广泛采用，逐步形成现行的铁路区间闭塞制度。1876 年电话（电报）发明使用后，应用到铁路行车系统中就有了电话（电报）闭塞。它是指区间两端车站值班员用电话或电报办理行车联络手续，由发车站填写路票，发给司机作为列车占用区间凭证的行车闭塞法。目前，我国铁路只在基本闭塞设备停用或发生故障时，将电话闭塞作为代用闭塞法使用。电话（电报）闭塞两站间没有设备上的锁闭关系，行车安全靠人工保证。1878 年英国人泰尔研制成功电气路牌机，1889 年发明了电气路签机。电气路签（牌）闭塞，只在单线区段早期使用，以路签或路牌作为列车占用区间的凭证，两端车站各装设同一型闭塞机，相互间有电气锁闭关系。当一个闭塞机中存放路签（牌）总数为偶数时，经车站双方共同操作，发车站值班员可取出一枚路签（牌），递交司机作为列车占用区间的凭证。列车在区间运行的过程中（即路签、路牌未放入闭塞机以前），两站闭塞机中不能再取出第二枚路签（牌）。电气路签（牌）闭塞的缺点为：办理手续繁琐，签（牌）还有可能丢失和损坏；区间通过能力低。我国铁路上的电气路签（牌）闭塞已经淘汰，这个阶段称为人工闭塞。

1. 半自动闭塞的基本概念

半自动闭塞是指人工来办理闭塞手续及开放出站信号机，而由出发列车自动关闭出站信号机并实现区间闭塞的一种闭塞方式。使用继电器控制电路完成两个车站间信息的传递、检查和验证，并和车站出站信号机产生联锁关系。分成 64D、64F 和 64D 3 种类型，由于我国的铁路线路多数还是单线铁路区段，大部分采用的是 64D 型继电半自动闭塞设备。

图 1.1.1 是单线区段继电半自动闭塞设备布置示意图。在区间相邻的两个车站各设一个半自动闭塞机，经过两个车站间的闭塞电话线（专用电缆）连接起来，通过两站半自动闭塞机的相互控制，保证在这个站间区间内只有一趟列车运行。

（1）半自动闭塞机的作用

① 甲站要向乙站发车时，必须是区间空闲，并且得到乙站同意后，才能开放出站信号机。

② 列车从甲站出发后，区间闭塞，两站都不能向该区间发车。

③ 列车到达乙站，车站值班员确认列车整列到达，办理到达复原后，区间才能解除闭塞。

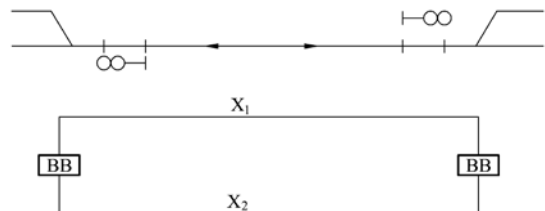


图 1.1.1

(2) 半自动闭塞与自动闭塞的区别

① 自动闭塞把站间区间划分为若干个闭塞分区，而半自动闭塞则是以站间（或所间）作为一个闭塞区间。

② 自动闭塞的区间均设有相应制式的轨道电路，而半自动闭塞的区间不设轨道电路，仅在车站两端设有专用的轨道电路。

③ 自动闭塞无需办理闭塞手续，通过信号机的变换显示是随着列车运行自动进行的，而半自动闭塞必须经两站值班员按一定程序办理闭塞手续，才能组织区间行车。

④ 自动闭塞区间解除闭塞状态是靠列车出清轨道电路后自动进行的，而半自动闭塞要靠车站值班员确认列车整列到达，办理到达复原后，区间才能解除闭塞状态。

(3) 64D 型继电半自动闭塞的主要特点

① 发车站和接车站间按照“请求—同意”方式共同办理闭塞，大多使用在单线区段，提高了设备的安全性和可靠性。

② 不论车站的联锁类型如何，必须在进站信号机内方设置专用轨道电路区段，来反映列车出发和到达。

③ 在办理闭塞手续的过程中，两个车站间传递多种信息，且互相检查验证，从而提高了闭塞设备的安全性。

④ 办理闭塞手续后且进站、出站信号机开放前，可以进行站内调车、变更进路和取消闭塞等作业，提高了车站作业效率。

⑤ 闭塞电路设计严密，办理手续简便，使用的继电器和元件类型少、功耗低，可以用于无交流电源区段，能与各种车站信号设备相结合。

64D 型继电半自动闭塞设备适应我国铁路发展的实际和基本国情，得到了广泛的使用，它在保证行车安全、提高运输效率、改善劳动条件等方面发挥了显著的作用，在近一阶段内还将得到发展，和计轴设备结合一定能取得突出的技术经济效果。

2. 半自动闭塞的技术要求

为了保证行车安全，提高运输效率，使其方便使用和经济合理，对单线继电半自动闭塞设备提出技术要求如下：

(1) 保证行车安全方面

① 单线继电半自动闭塞，只有在区间空闲时，由发车站发出请求发车信号，并收到接车站的同意接车信号之后，发车站的闭塞机才能开通，出站信号机才能开放。接车站发出同意接车信号后，闭塞机应处于闭塞状态。

② 当列车出发进入发车轨道电路区段时，双方站的闭塞机均处于闭塞状态。

③ 列车到达接车站，进入并出清轨道电路区段，接车进路解锁并办理到达复原后，才能使双方站的闭塞机复原。

④ 闭塞机处于闭塞状态后，在接车站未发送到达复原信号或事故复原信号之前，当发生各种故障或错误办理时，均不能使接车站闭塞机复原，更不能使发车站闭塞机开通。

⑤ 发车站闭塞机开通并开放出站信号后，如果轨道电路发生故障，应使双方站闭塞机处于闭塞状态，列车到达接车站，如果轨道电路发生故障，允许使用事故按钮办理事

故复原。

⑥ 继电半自动闭塞专用的轨道电路，其长度不少于 25 m。半自动闭塞专用的轨道电路最好能避免人为无意分路的影响。

⑦ 继电半自动闭塞的外线，任何一处发生断线、接地、混线、混电以及外电干扰故障时，或错误办理时，均应保证闭塞机不能错误开通。

⑧ 继电半自动闭塞与站间闭塞电话共用外线时，应保证电话振铃电流不干扰闭塞机的正常运用；使用闭塞机时也不应降低通话质量和影响振铃信号。

⑨ 继电半自动闭塞电源设备停电恢复时，闭塞机应处于闭塞状态。只有两站值班员确认区间空闲后，用事故按钮才能使闭塞机复原。

（2）提高行车效率方面

① 闭塞机开通后和列车未出发之前，允许发车站出站信号机关闭状态下取消已办好的闭塞或变更发车进路。

② 闭塞机开通后，在发车站未开放出站信号或接车站未开放进站信号之前，允许进行站内调车作业。

③ 闭塞机应动作迅速，办理简便，表示清楚。具有请求、开通、闭塞、列车出发通知和列车到达等信号和表示。

④ 闭塞机能区分一般通话的呼叫信号和请求发车信号。

⑤ 闭塞机具有便于检查闭塞设备、轨道电路和外线的性能，以便及时发现故障，迅速修复，保证正常运用。

⑥ 在保证“故障-安全”原则下，应尽量减少元件，简化电路，提高闭塞机的可靠性，保证设备安全运用。

3. 半自动闭塞的发展方向

随着铁路运输的发展，占我国铁路绝大部分的半自动闭塞的发展方向问题已经提到议程上来了。由于我国单线铁路运输的特点：站间距离短，列车成对运行，很少组织追踪运行，所以安装自动闭塞不能取得显著的技术经济效果。除了对一些繁忙单线区段，研究、安装自动闭塞外，对于运量不是很大，装设自动闭塞不合理的单线区段，安装长轨道电路或计轴器，以站间距离为一闭塞分区，区间不设通过信号机，构成大区间自动闭塞，实现列车到达后闭塞设备的自动复原。大区间自动闭塞能提高区间通过能力及站内调车作业的效率，进一步保证行车安全，改善车站值班员的劳动条件。在站间距离较短的情况下，它与一般自动闭塞相比，通过能力接近，且同样能保证安全，而且不需设通过信号机，不需专用电源，区间设备分设于两端车站，无需经常调整和维修，可节省运营维修费用。因此，大区间自动闭塞是我国半自动闭塞区段闭塞设备现代化的有效途径。

大区间自动闭塞有长轨道电路和计轴器两种方式。

计轴设备在一些地方铁路线上使用较多。在车站的两端设置计轴点，对驶入区间和驶离区间列车的轴数进行记录，并经过传输线将各自的轴数传输到对方进行校核。当两端所记录的轴数一致时，则确认列车完整到达、区间空闲。它具有控制长度长（可达 20 km）、

不受线路状况的影响、安装使用及维修均较方便及抗电化干扰能力强等优点。

计轴站间闭塞系统是由微机计轴设备与 64D 半自动闭塞设备相结合构成。该系统具有自动办理闭塞、自动检查区间空闲、自动解除闭塞的功能。由于采用了系统冗余及双机冗余的方式，故该系统安全可靠。

1.1.3 自测练习

1. 简述半自动闭塞的概念及分类。
2. 半自动闭塞机的作用是什么？
3. 64D 型继电半自动闭塞的主要特点是什么？

任务 2 64D 型继电半自动闭塞设备构成

1.2.1 任务内容

掌握半自动闭塞设备的构成，半自动闭塞电路的构成原理，半自动闭塞的技术要求和发展方向。

1.2.2 相关知识

1. 闭塞设备

64D 型继电半自动闭塞设备由半自动闭塞机、半自动闭塞专用的轨道电路、操纵和表示设备以及闭塞电源、闭塞外线等部分组成。此外，在构成控制电路中还包括了车站的进、出站信号机的控制条件，它们之间以电线相连，借以实现彼此间的电气联系。为了实现闭塞设备之间的相互联系与控制，在相邻两车站上属于同一区间的两台闭塞机之间，用两条外线连接。64D 型继电半自动闭塞设备之间的联系如图 1.2.1 所示。

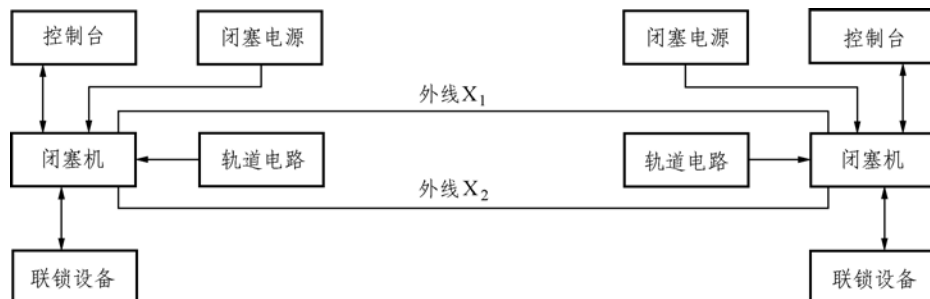


图 1.2.1 64D 半自动闭塞设备构成

(1) 轨道电路

64D 型继电半自动闭塞,在每个车站两端进站信号机的内方需装设一段不小于 25 m 的轨道电路。其作用一是监督列车的出发,使发车站闭塞机闭塞,二是监督列车的到达,然后由接车站值班员办理到达复原。由于轨道电路的动作直接影响行车安全,所以要求轨道电路不仅能稳定可靠地工作,而且必须满足“故障-安全”的要求(见图 1.2.2)。

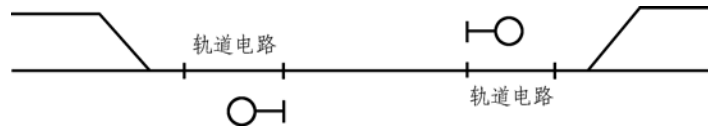


图 1.2.2 半自动闭塞轨道电路设置

继电半自动闭塞的发车轨道电路应采用闭路式。因为当轨道电路发生断线或瞬间断电等故障时,轨道继电器落下,使闭塞机处于闭塞状态。而继电半自动闭塞的接车轨道电路应采用开路式。因为,当发生断线或瞬间断电故障时,轨道继电器不动作,不会使闭塞机构成虚假到达。单线继电半自动闭塞区段由于接、发车轨道电路是共用的,故采用闭路式为好。

当采用一段开路式轨道电路时,只要一处断线,列车出发时就会产生闭塞机不闭塞的故障,可能造成重大行车事故,所以为保证行车安全,铁路现场不准只采用一段开路式轨道电路。

在无交流电源地区,车站一般为臂板电锁器联锁,半自动闭塞专用轨道电路通常采用直流轨道电路。在有交流电源地区,车站若为色灯电锁器联锁,通常采用交流轨道电路。

为了保证轨道电路的可靠工作,轨道电路的电源和轨道继电器最好设在现场,而在闭塞机中设轨道复示继电器,为了防止外线混线和混电,它们之间的联系电路最好采用双断电路。

在电气集中联锁的车站,使用进站信号机内方第一区段的轨道电路作为半自动闭塞专用轨道电路,将其轨道条件加在半自动闭塞机的轨道继电器电路中即可。

(2) 操纵和表示设备

单线继电半自动闭塞的操纵和表示设备有按钮、表示灯、电铃和计数器等。这些元件安装在信号控制台上,如无控制台,则装设在专用的操纵箱上,该操纵箱安放在行车室车站值班员的办公桌上。

① 按钮。

为了办理两站间的闭塞和复原要设:

a. 闭塞按钮 BSA: 二位自复式按钮,办理请求发车或同意接车时按下。

对色灯电锁器联锁的车站,BSA 为三位自复式按钮。办理请求发车或同意接车时按下,办理到达复原或办理取消复原时拉出。

b. 复原按钮 FUA: 二位自复式按钮,办理到达复原或办理取消复原时按下。

c. 事故按钮 SGA: 二位自复式按钮,平时加铅封。当闭塞机因故不能正常复原时,破封按下,使闭塞机复原。

色灯电锁器联锁的车站,FUA 和 SGA 合用一个三位自复式按钮,经常处于中间位置。

按下相当于办理复原 (FUA), 拉出相当于办理事故复原 (SGA)。

② 表示灯。

表示灯是半自动闭塞的灯光显示信号, 车站的每一个接发车方向各设继电半自动闭塞表示灯两组。表示办理过程和闭塞机的状态, 给值班员视觉提示。

a. 发车表示灯 FBD: 由黄、绿、红 3 个光点式表示灯组成。表示灯经常熄灭, 黄色表示灯点亮表示本站请求发车, 绿色表示灯点亮表示对方站同意发车, 红色表示灯点亮表示发车闭塞。

b. 接车表示灯 JBD: 由黄、绿、红 3 个光点式表示灯组成。表示灯经常熄灭, 黄色表示灯点亮表示对方站请求接车, 绿色表示灯点亮表示本站同意接车, 红色表示灯点亮表示接车闭塞。当接、发车表示灯同时点亮红灯时, 表示列车到达。

每组 3 个表示灯用箭头围在一起, 箭头表示列车运行的方向。表示灯的排列顺序为, 从箭头方向起为黄、绿、红。由于表示灯在闭塞设备中耗电最多, 占 64%, 为节省电能 (尤其在采用干电池的情况下) 可采用半导体发光二极管。它具有体积小、耗电省、寿命长等优点, 并能在低电压和小电流条件下工作 (见图 1.2.3)。

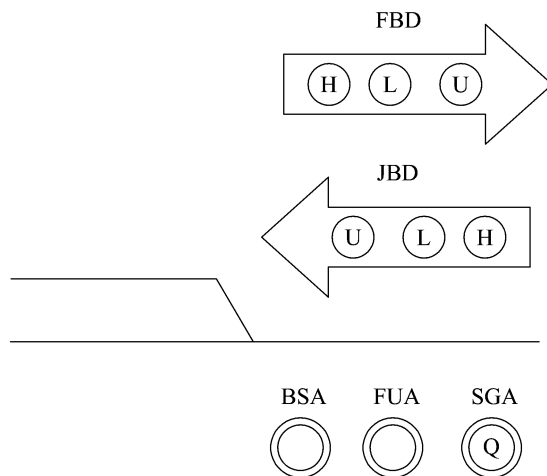


图 1.2.3 表示灯和按钮

③ 电铃 DL。

电铃是闭塞机的音响信号, 鸣响表示闭塞信号在传递过程中, 给值班员听觉提示, 在闭塞电路中采用直流 24 V 电铃, 装在控制台或操纵箱里。

当对方站办理请求发车、同意接车或列车从对方站出发时, 本站电铃鸣响; 当对方站办理取消复原或办理到达复原时, 本站电铃也鸣响。此外, 如果接车站轨道电路发生故障时, 当列车自发车站出发后, 接车站电铃一直鸣响 (但此时因电路中串联一个电阻, 音量较小), 以提醒接车站及时修复轨道电路, 准备接车。

为了区别运行方向, 车站两端的闭塞电铃可调成不同的音响 (可以调整电铃上的螺丝, 或在电路中适当地串联一个电阻)。

④ 计数器 JSQ。

计数器用来记录车站值班员办理事故复原时使用事故按钮的次数。每按下一次 SGA,

JSQ 自动转换一个数字。因为事故复原是在闭塞设备发生故障时的一种特殊复原方法，当使用事故按钮使闭塞机复原时，行车安全完全由车站值班员人为保证，因此必须严加控制。使用时要登记，用后要立时加封，而且由计数器自动记录使用的次数。

(3) 闭塞机

闭塞机是闭塞设备的核心，它由继电器和电阻、电容器等元器件组成。有组合式和组匣式两种。

① 继电器。

64D 型继电半自动闭塞机每台使用 13 个继电器，它们构成继电电路，完成闭塞作用。名称和作用如下：

- a. 正线路继电器 ZXJ，接收正极性的闭塞信号。
 - b. 负线路继电器 FXJ，接收负极性的闭塞信号。
 - c. 正电继电器 ZDJ，控制产生和发送正极性的闭塞信号。
 - d. 负电继电器 FDJ，控制产生和发送负极性的闭塞信号。
 - e. 闭塞继电器 BSJ，监督和表示闭塞机的状态。闭塞机在定位状态时它吸起，表示区间空闲；当列车占用区间时它落下，表示区间闭塞。
 - f. 选择继电器 XZJ，选择并区分自动回执信号和复原信号，监督发车站的出站信号机是否开放。
 - g. 准备开通继电器 ZKJ，记录对方站发来的自动回执信号。
 - h. 开通继电器 KTJ，记录接车站发来的同意接车信号，并控制出站信号机开放。
 - i. 复原继电器 FUJ，接收各种复原信号，使闭塞机复原。
 - j. 回执到达继电器 HDJ，和 TJJ 一起构成自动回执信号，记录列车到达接车站。
 - k. 同意接车继电器 TJJ，记录对方站发来的请求发车信号，并使闭塞机转入接车状态。和 HDJ 一起构成自动回执电路。
 - l. 通知出发继电器 TCJ，记录对方站发来的列车出发通知信号。
 - m. 轨道继电器 GDJ，是现场轨道继电器的复示继电器，监督列车出发和到达。
- 这 13 个继电器中，除了 ZXJ 和 FXJ 采用偏极继电器外，其余均为直流无极继电器。
- #### ② 电阻器和电容器。

电阻器和电容器的作用是使继电器缓放。将它们串联后并接在继电器的线圈上，即构成继电器的缓放电路。电阻器用来限制电容器的充放电电流，只要适当选择它们的数值，便可获得较长的缓放时间。这里，电阻器的规格为 $510\ \Omega/2\ \text{W}$ ，电容器为 CDM 型 $100\ \mu\text{F}$ 、 $200\ \mu\text{F}$ 和 $500\ \mu\text{F}$ 3 种，耐压 25 V 以上。电容器除了上述作用外，还串接在闭塞电话电路中，以防止闭塞信号的直流电流影响通话。一般采用 $2\ \mu\text{F}$ 的 CZM 型密封纸介质电容器。

(4) 闭塞电源

闭塞电源应连续不间断地供电，且应保证继电器的端电压不低于工作值的 120%，以保证闭塞机的可靠动作。64D 型继电半自动闭塞采用直流 24 V 电源，可用交流电源整流后供电，也可以用于电池等供电。

继电半自动闭塞的电源分为线路电源和局部电源，前者用于向邻站发送信号，后者供本站继电器电路使用。当站间距离较短，线路电源和局部电源相差不多时，两者可共用两

组电源；当站间距离较长，外线环线电阻超过 $250\ \Omega$ 时，允许适当提高线路电源电压。

一个车站两端的闭塞机电源应分别设置，为的是如果一端的电源发生故障，不致影响另一端；同时只要所控制的那个区间无车运行，就可更换电池。

半自动闭塞设备的供电因所在车站联锁方式的不同而有所区别。在电气集中车站，半自动闭塞的局部电源可以和电气集中继电器控制电源合用。凡是电源屏中设置半自动闭塞线路电源的，可直接引用。若电源屏中未设半自动闭塞线路电源，则必须在半自动闭塞组合中设一台 ZG-130/0.1 型整流器专供线路电源。ZG-130/0.1 型整流器的直流输出电压有 50 V、80 V、130 V 3 种，可根据需要选用。

在电锁器联锁车站，半自动闭塞电源应与车站联锁电源分开，以免联锁电源负载变化影响闭塞机的工作。在臂板电锁器联锁的车站，无交流电源，用干电池或太阳能电池供电；有交流电源，也可采用蓄电池浮充供电。在色灯电锁器联锁的车站，继电器室的电源架上为半自动闭塞设置了两台 ZG-24/2.4 型整流器，分别供上、下行半自动闭塞用，在室外继电器箱内还为半自动闭塞用的轨道电路设置了整流器（型号由轨道电路类型而定）。

（5）闭塞机外线

继电半自动闭塞的外线是与站间闭塞电话线共用的。但随着干线电缆（光缆）线路的发展，最好将闭塞机外线和闭塞电话线分开。

单线继电半自动闭塞应采用两根外线。虽然在一根外线和一根地线的情况下闭塞机也能工作，但为了防护外界电源对闭塞机的干扰，提高闭塞电话的通话质量，应采用两根外线。

当闭塞外线为架空明线时，一般采用 4.0 mm 镀锌铁线，其环线电阻每千米 $22\ \Omega$ 。当采用电缆线路时，由于电缆芯线线径只有 0.9 mm，其环线电阻每千米为 $57\ \Omega$ 。若在线路电源电压一定的条件下，则闭塞机的控制距离将要缩短。为提高闭塞机的控制距离，可在线路继电器串联二极管。

2. 构成原理

在继电半自动闭塞区段，出站信号机开放是列车占用区间的凭证，所以对出站信号机必须实行严密的控制。在单线区段，为确保“一个区间同时只允许有一趟列车运行”的原则，首先应排除区间两端的出站信号机同时开放的可能性，当区间内已有一趟列车运行时，两站的出站信号机应不能开放。

（1）设计原则

64D 型单线继电半自动闭塞电路按下列原则进行设计来保证行车安全：

① 为了防止外界电流的干扰，采用 3 个不同极性的直流脉冲组合构成允许发车信号。即发车站要发车时，先向接车站发送一个正极性脉冲的请求发车信号；随后由接车站自动发回一个负极性脉冲的回执信号；并且要求收到接车站发来一个正极性脉冲的同意接车信号之后，发车站的出站信号机才能开放。

② 列车自发车站出发后，进入发车站轨道电路区段时，使发车站的闭塞机闭塞，并自

动地向接车站发送一个正极性脉冲的列车出发通知信号。这个信号断开接车站的复原继电器电路，保证在列车未到达接车站之前，任何外界电流干扰或发车站错误办理，既不能构成发车站允许发车条件，也不能构成接车站闭塞机的复原条件，从而保证了列车在区间运行的安全。

③ 只有列车到达、进入并出清接车站轨道电路区段，车站值班员确认列车完整到达，并发送负极性脉冲的到达复原信号之后，才能使两站闭塞机复原，区间才能解除闭塞。

④ 闭塞机的开通和闭塞等控制电路，是以闭路式原理构成的，并采用安全型继电器，因此当发生瞬间停电或断线等故障时，均能满足“故障-安全”要求。

根据单线继电半自动闭塞电路构成原理的要求，并考虑到当发车站办理请求发车后取消闭塞时的取消复原，以及当闭塞设备发生故障时的事故复原，两站间应该传送以下 7 种闭塞信号。

(2) 闭塞信号构成及传递

- ① 请求发车信号：+
- ② 自动回执信号：-
- ③ 同意接车信号：+
- ④ 出发通知信号：+
- ⑤ 到达复原信号：-
- ⑥ 取消复原信号：-
- ⑦ 事故复原信号：-

在 64D 型单线继电半自动闭塞中，用正极性脉冲作为办理闭塞用的信号，用负极性脉冲作为闭塞机的复原信号。为了提高安全性，在请求发车和同意接车两个正极性信号之间，又增加了一个自动回执的负极性信号。因此，构成允许发车条件，必须具有“+、-、+”3 个直流脉冲的组合，而接发一列列车，应在线路上顺序传送“+、-、+、+、-”5 个直流脉冲的组合。所以，如果外来单一极性脉冲或多个不同顺序的脉冲干扰，既不能构成允许发车条件，也不能完成一次列车的接发车过程。单线继电半自动闭塞两站间传送的闭塞信号如图 1.2.4 所示。

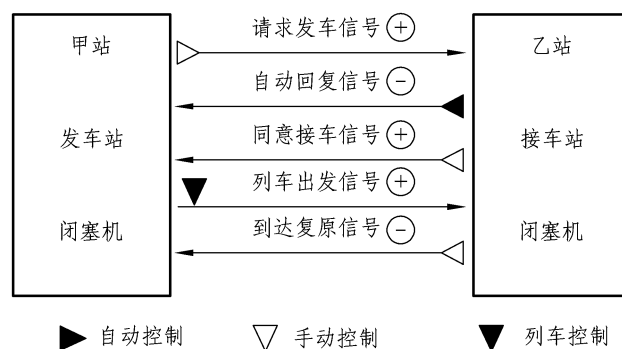


图 1.2.4 闭塞信号的传递

1.2.3 自测练习

1. 画出 64D 半自动闭塞设备构成框图并指出各部分的作用。
2. 64D 半自动闭塞设备控制台按钮如何设置？使用时机如何？表示灯如何设置？显示意义如何？
3. 64D 半自动闭塞设备中 13 个继电器的作用是什么？
4. 构成 64D 半自动闭塞电路动作的闭塞信号有哪些？正常办理过程中如何传递？

任务 3 半自动闭塞的办理方法

1.3.1 任务内容

掌握 64D 型半自动闭塞设备办理的基本方法,64D 半自动闭塞设备使用中的注意事项。

1.3.2 相关知识

1. 64D 单线半自动闭塞设备闭塞办理手续

单线继电半自动闭塞要求两个车站的值班员共同办理闭塞手续。根据列车运行情况和设备状态,办理手续分为正常办理、取消复原和事故复原 3 种。

(1) 正常办理

所谓正常办理是指两站间列车的正常运行及闭塞机处于正常状态时的办理方法,共有 5 个步骤。甲站向乙站发车的步骤如下:

① 甲站请求发车。

甲站要向乙站发车,甲站值班员应先检查控制台上的接、发车表示灯处于灭灯状态,并确认区间空闲后,通过闭塞电话与乙站联系,然后按下闭塞按钮,向乙站发送请求发车信号。此时,乙站电铃鸣响。当甲站值班员松开闭塞按钮后,乙站自动向甲站发送自动回执信号,使甲站发车表示灯亮黄灯,同时电铃鸣响。当发完自动回执信号后,乙站接车表示灯也亮黄灯,这说明甲站办理请求发车的手续已完成。

② 乙站同意甲站发车。

乙站如果同意甲站发车,乙站值班员在确认接车表示灯亮黄灯后,按下闭塞按钮,向甲站发送同意接车信号。此时,乙站接车表示灯黄灯熄灭,绿灯点亮,甲站发车表示灯黄灯也熄灭,改亮绿灯,同时电铃鸣响。

至此,两站间完成了一次列车占用区间的办理闭塞手续。闭塞机处于“区间开通”状态,表示乙站同意甲站发车,甲站至乙站方向区间开通,甲站出站信号机可以开放。

③ 列车从甲站出发。

甲站值班员看到发车表示灯亮绿灯，即可办理发车进路，开放出站信号机。当出发列车越过出站信号机，驶入出站信号机外方轨道电路区段时（电锁器联锁车站为进站信号机内方专用轨道电路区段），出站信号机自动关闭。当列车驶入进站信号机内方第一个轨道区段时，使甲站发车表示灯变为点红灯，并自动向乙站发送出发通知信号，使乙站接车表示灯也变为点红灯；同时电铃鸣响。

至此，双方站的闭塞机均处于“区间闭塞”状态，表明该区间内有列车在运行，此时双方站的出站信号机均不能再次开放。

④ 列车到达乙站。

乙站值班员在同意接车后，应准备好列车进路。当接车表示灯由绿变红及电铃鸣响后（说明列车已从邻站开出），应根据列车在区间运行时分的长短，及时建立接车进路，开放进站信号机，准备接车。当列车到达乙站，进入乙站进站信号机内方第一个轨道区段时，乙站发车表示灯和接车表示灯都亮红灯，表示列车到达。此时，乙站进站信号机自动关闭。

⑤ 到达复原。

列车全部进入乙站股道后，接车进路解锁。乙站值班员在确认列车完整到达后，按下复原按钮办理到达复原。此时，乙站接、发车表示灯的红灯均熄灭，同时向甲站发送到达复原信号，使甲站的电铃鸣响，发车表示灯红灯熄灭。

至此，向站闭塞机均恢复定位状态。两站间正常办理闭塞步骤、闭塞机状态示意图如图 1.3.1 所示。

办理闭塞步骤	甲站（发车站）				线路 脉冲	乙站（接车站）					
	GD	BSA	DL	FBD		JBD	FBD	DL	FUA	BSA	GD
甲站 请求发车		🟢	🟡	🟡	+	🟡		🟡			
乙站 同意接车			🟡	🟡	+	🟡				🟢	
列车出发	🟡			🟡	+	🟡		🟡			
列车到达				🟡		🟡	🟡				🟡
到达复原			🟡		-				🟢		

图 1.3.1 正常办理闭塞机状态图

（2）取消复原

取消复原是指办理闭塞手续后，出站信号机开放前（电气集中车站，也可在出站信号机开放之后），列车因故不能发车时，而采用的取消闭塞的方法，取消复原有以下 3 种情况：

① 发车站请求发车，收到接车站的回执信号后取消复原。

此时，发车站的发车表示灯、接车站的接车表示灯均亮黄灯，如果接车站不同意对方站发车，或发车站需取消发车时，经双方联系后可由发车站值班员按下复原按钮（三位式按钮为拉出闭塞按钮，下同）办理取消复原。

② 发车站收到对方站的同意接车信号后，但其出站信号机尚未开放以前取消复原。

这时发车站的发车表示灯和接车站的接车表示灯均亮绿灯，如需取消闭塞，也须经两站值班员联系后，由发车站值班员按下复原按钮，办理取消复原。

③ 在电气集中联锁的车站，发车站开放出站信号机后，列车尚未出发之前取消复原，此时若要取消复原，须经两站值班员电话联系后，确认列车未出发，发车站值班员首先办理发车进路的取消或人工解锁（视列车接近的情况）。在出站信号机关闭，发车进路解锁后，再按下复原按钮，办理取消复原。

以上 3 种情况的取消复原，执行者均为发车站值班员，如由接车站值班员办理取消复原，则是无法实现的。

（3）事故复原

使用事故按钮使闭塞机复原的方法，叫事故复原。事故复原是在闭塞机不能正常复原时所采用的一种特殊复原方法。由于事故复原不检查任何条件，行车安全保证依靠人确认，因此两站车站值班员必需共同确认区间没有被占用（列车没有出发、区间没有车、列车整列到达），双方出站信号机均在关闭状态，并应在《行车设备检查登记簿》中登记，然后由发生事故一方的车站值班员打开铅封，按下事故按钮（三位式按钮为拉出事故按钮，下同）使闭塞机复原。

在下列情况，允许使用事故按钮办理事故复原：

- ① 闭塞电源断电后重新恢复供电时。
- ② 电锁器联锁车站当发车表示灯亮绿灯、出站信号机开放后，需要取消复原时。
- ③ 列车到达接车站，因轨道电路故障不能办理到达复原时。
- ④ 装有钥匙路签的车站，由区间返回原发车站的路用列车时。

加铅封的事故按钮，破封后不能连续使用，装有电磁计数器的事故按钮，破封后可以继续使用。无论装不装计数器，每办理一次事故复原，车站值班员都应在《行车设备检查登记簿》中登记，并在交接班时登记计数器上的数字，以便明确责任。事故按钮使用后，电务人员应及时加装铅封或修复。

2. 64D 半自动闭塞办理时注意事项

① 车站值班员应亲自办理闭塞，要和助理值班员密切配合。车站值班员取消闭塞时，要先通知发车人员，确认列车未出发，才能办理取消闭塞。

② 按下或拉出按钮时要稳定，保证完全按下和拉出，在闭塞机传送信号或电铃鸣响过程中，不能操纵按钮。

③ 电锁器联锁车站，发车手柄反位后，即开放出站信号机后，不准任意取消闭塞和调车作业。

④ 在办理闭塞时，双方车站值班员应确认闭塞表示灯显示要一致，若显示不一致，要停止使用半自动闭塞设备，通知信号维修人员。

⑤ 列车出发后，由于轨道电路故障闭塞机没能闭塞时，发车站值班员绝对不准取消闭塞，更不允许重新发车，而应将事故情况通知接车站，等到列车整列到达接车站后，由接车站办理事故复原。

⑥ 因为事故按钮不加联锁条件,使用事故按钮办理事故复原时,列车行车安全由车站值班员保证,为了明确责任,事故按钮平时要严格加铅封。

⑦ 使用事故按钮办理复原时,双方车站值班员要充分联系,共同做到三确认:即确认列车未出发;确认区间空闲;确认列车整列到达,方可办理复原。

⑧ 严格按照要求的情况使用事故按钮,坚决禁止违章作业。

1.3.3 自测练习

1. 64D 半自动闭塞设备的办理方法有哪些?
2. 正常办理操作方法是什么?表示灯如何点亮?
3. 事故复原的办理方法是什么?使用 SGA 的注意事项是什么?
4. 64D 半自动闭塞办理时的注意事项是什么?

任务 4 64D 半自动闭塞电路动作过程

1.4.1 任务内容

掌握 64D 半自动闭塞在办理过程中电路的动作过程,各继电器的励磁电路和自闭电路,电路动作结束后闭塞机的状态。

1.4.2 相关知识

单线继电半自动闭塞机在定位状态时,除闭塞继电器 BSJ 吸起外,其他继电器均处于落下状态;两站的发车表示灯 FBD 和接车表示灯 JBD 都熄灭。64D 型单线继电半自动闭塞电路如图 1.4.1 所示。为了便于分析电路动作,我们把甲站作为发车站,乙站作为接车站,按照半自动闭塞办理手续说明其电路动作过程。

1. 正常办理

(1) 甲站请求向乙站发车

两站闭塞机在定位状态时,BSJ 处于自闭状态,其自闭电路为:

$$\text{KZ} \rightarrow \text{BSJ}_{11-12} \rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{TJJ}_{41-43} \\ \text{BSAJ}_{11-12} \end{array} \right] \rightarrow \text{KTJ}_{43-41} \rightarrow \text{BSJ}_{1-4} \rightarrow \text{KF}$$

甲站要向乙站发车,甲站值班员按 BSA,此时甲站的正电继电器 ZDJ 吸起。ZDJ 吸起后,一方面使本站的选择继电器 XZJ 吸起并自闭,给电容器 C₂ 充电,另一方面向乙站发送一个正极性脉冲的请求发车信号,使乙站的正线路继电器 ZXJ 吸起。

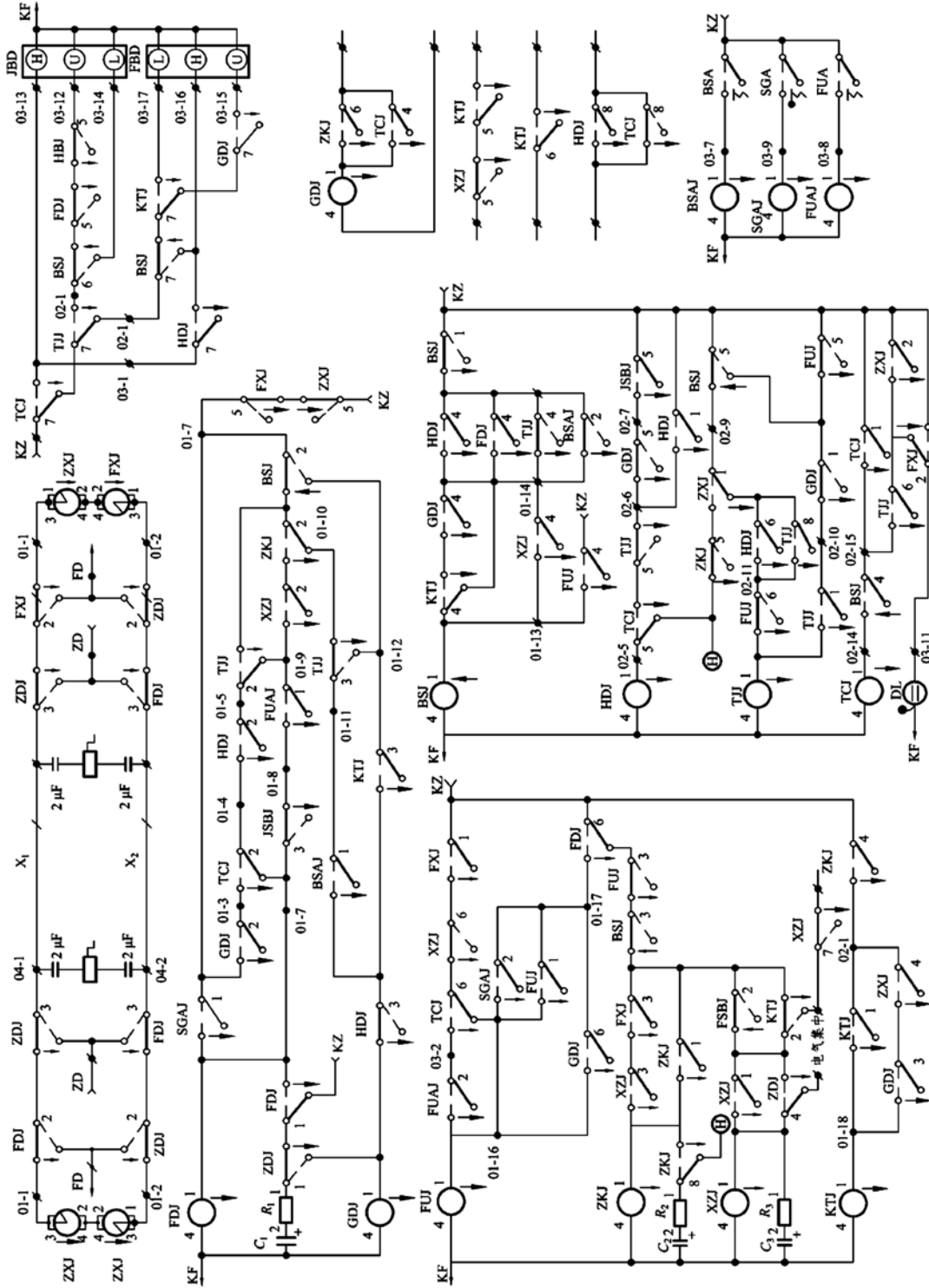


图 1.4.1 64D 半自动闭塞电路图

① 甲站 ZDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{51-53} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow BSJ_{21-22} \rightarrow ZKJ_{21-23} \rightarrow TJJ_{31-33} \rightarrow BSAJ_{11-12} \rightarrow HDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{1-4} \rightarrow KF$

② 甲站 XZJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow FDJ_{61-63} \rightarrow FUJ_{61-63} \rightarrow BSJ_{31-32} \rightarrow FSBJ_{21-22} \rightarrow ZDJ_{42-41} \rightarrow XZJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 XZJ_{11-12} 自闭。

③ 乙站 ZXJ 励磁电路。

甲站 $ZD \rightarrow ZDJ_{32-31} \rightarrow$ 外线 $X1 \rightarrow$ 乙站 $ZDJ_{31-33} \rightarrow FDJ_{21-23} \rightarrow ZXJ_{1、3-2、4} \rightarrow FXJ_{2、4-1、3} \rightarrow ZDJ_{23-21} \rightarrow FDJ_{33-31} \rightarrow X2 \rightarrow$ 甲站 $FDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{21-22} \rightarrow$ 甲站 FD

在乙站， ZXJ 吸起后，一方面接通电铃电路，使电铃鸣响，另一方面使回执到达继电器 HDJ 吸起，并给电容器 C_2 充电。

④ 乙站 DL 电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{21-22} \rightarrow FXJ_{23-21} \rightarrow DL \rightarrow KF$

⑤ 乙站 HDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow BSJ_{51-52} \rightarrow ZXJ_{11-12} \rightarrow ZKJ_{51-53} \rightarrow TCJ_{53-51} \rightarrow HDJ_{1-4} \rightarrow KF$

当甲站值班员松开 BSA 后， ZDJ 因电容器 C_1 的放电而缓放落下后，请求发车结束，使乙站的 ZXJ 落下，电铃停响，并切断了 HDJ 的励磁电路。在 ZXJ 落下和 HDJ 缓放（因 C_2 放电）的时间里，接通了同意接车继电器 TJJ 电路，使 TJJ 吸起并自闭。 TJJ 吸起后与 HDJ （在缓放）共同接通负电继电器 FDJ 的励磁电路， FDJ 吸起后向甲站发送一个负极性脉冲的自动回执信号。

⑥ 乙站 TJJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow BSJ_{51-52} \rightarrow ZXJ_{11-13} \rightarrow HDJ_{61-62} \rightarrow FUJ_{61-63} \rightarrow TJJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 TJJ_{11-12} 和 TJJ_{81-82} 自闭。

⑦ 乙站 FDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{51-53} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow BSJ_{21-22} \rightarrow TJJ_{22-21} \rightarrow HDJ_{21-22} \rightarrow TCJ_{21-23} \rightarrow FDJ_{1-4} \rightarrow KF$

在甲站，当收到自动回执信号时负线路继电器 FXJ 吸起。 FXJ 吸起后，一方面使电铃鸣响，另一方面经 XZJ 的前接点使准备开通继电器 ZKJ 吸起并自闭。 ZKJ 吸起后一方面给电容器 C_2 充电，另一方面接通了轨道继电器 GDJ 的励磁电路，使 FBD 亮黄灯，表示请求发车。

⑧ 甲站 FXJ 励磁电路。

乙 $ZD \rightarrow FDJ_{32-31} \rightarrow X2 \rightarrow$ 甲 $FDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{21-23} \rightarrow FXJ_{1、3-2、4} \rightarrow ZXJ_{2、4-1、3} \rightarrow FDJ_{23-21} \rightarrow ZDJ_{33-31} \rightarrow X1 \rightarrow$ 乙 $ZDJ_{31-33} \rightarrow FDJ_{21-22} \rightarrow FD$

⑨ 甲站 ZKJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow FDJ_{61-63} \rightarrow FUJ_{61-63} \rightarrow BSJ_{31-32} \rightarrow FXJ_{31-32} \rightarrow XZJ_{31-32} \rightarrow ZKJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 ZKJ_{11-12} 自闭。

⑩ 甲站 DL 电路。

$KZ \rightarrow FXJ_{22-21} \rightarrow DL \rightarrow KF$

⑪ 甲站 GDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow$ 现场 GDJ 条件 $\rightarrow ZKJ_{61-62} \rightarrow GDJ_{1-4} \rightarrow KF$

⑫ 甲站 FBD 黄灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-73} \rightarrow TJJ_{71-73} \rightarrow BSJ_{71-72} \rightarrow KTJ_{71-73} \rightarrow GDJ_{71-72} \rightarrow FBD \rightarrow U \text{灯丝} \rightarrow KF$

在乙站，当 HDJ 缓放落下后，一方面切断了 HDJ 的励磁电路，当 FDJ 因电容器 C_1 的放电而缓放落下后，结束自动回执信号，另一方面使 JBD 亮黄灯，表示对方站请求发车。

⑬ 乙站 JBD 黄灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-73} \rightarrow TJJ_{71-72} \rightarrow BSJ_{61-62} \rightarrow FDJ_{51-53} \rightarrow HDJ_{53-51} \rightarrow JBD \rightarrow U \text{灯丝} \rightarrow KF$

至此，甲站（发车站）的闭塞机中有 BSJ，XZJ，ZKJ 和 GDJ 在吸起，FBD 亮黄灯，表示本站请求发车，乙站（接车站）的闭塞机中有 BSJ 和 TJJ 吸起，JBD 亮黄灯，表示甲站请求发车。甲站请求向乙站发车的电路动作程序如图 1.4.2 所示。

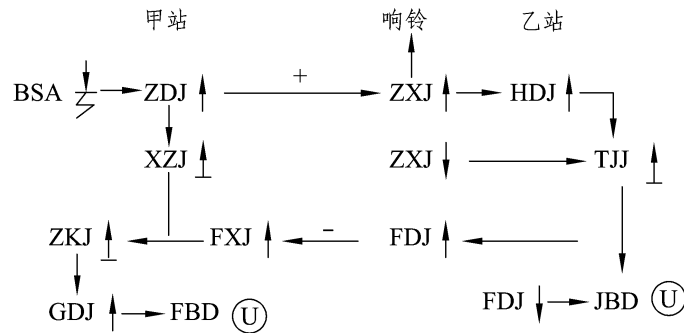


图 1.4.2 正常办理甲站请求发车电路动作过程

(2) 乙站同意甲站发车

乙站值班员看到接车表示灯亮黄灯，待电铃停止鸣响后，按下 BSA 表示同意接车。此时，由于乙站的 TJJ 已经吸起，所以使 BSJ 落下。BSJ 落下后，一方面使 JBD 亮绿灯，另一方面接通 ZDJ 电路，ZDJ 吸起后，向甲站发送一个正极性脉冲的同意接车信号。

① 乙站 ZDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{51-53} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow BSJ_{21-23} \rightarrow TJJ_{32-31} \rightarrow BSAJ_{11-12} \rightarrow HDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{1-4} \rightarrow KF$

② 乙站 JBD 绿灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-73} \rightarrow TJJ_{71-72} \rightarrow BSJ_{61-63} \rightarrow JBD \rightarrow L \text{灯丝} \rightarrow KF$

在甲站，当收到同意接车信号后，ZXJ 吸起，一方面接通电铃电路使之鸣响，另一方面接通 KTJ 电路，使 KTJ 吸起并自闭，且接通 FBD 的绿灯电路，使其亮绿灯，表示邻站同意发车。

当乙站值班员松开 BSA 后，ZDJ 经电容器 C_1 放电而缓放落下，停止发送同意接车信号，使甲站的 ZXJ 落下。

③ 甲站 ZXJ 励磁电路。

乙站 $ZD \rightarrow ZDJ_{32-31} \rightarrow X1 \rightarrow$ 甲站 $ZDJ_{31-32} \rightarrow FDJ_{21-23} \rightarrow ZXJ_{1、3-2、4} \rightarrow FXJ_{2、4-1、3} \rightarrow FDJ_{33-31} \rightarrow$ 乙站 $FDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{22-21} \rightarrow FD$

④ 甲站 DL 电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{21-22} \rightarrow FXJ_{23-21} \rightarrow DL \rightarrow KF$

⑤ 甲站 KTJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZKJ_{41-42} \rightarrow ZXJ_{41-42} \rightarrow GDJ_{31-32} \rightarrow KTJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 KTJ_{11-12} 自闭。

⑥ 甲站 FBD 绿灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-73} \rightarrow TJJ_{71-73} \rightarrow BSJ_{71-72} \rightarrow KTJ_{71-72} \rightarrow FBD \rightarrow L \text{灯丝} \rightarrow KF$

至此，甲站有 BSJ, XZJ, ZKJ, KTJ, GDJ 吸起，FBD 亮绿灯，乙站只有 TJJ 吸起，JBD 亮绿灯，表示从甲站至乙站方向的区间开通。

乙站同意甲站发车的电路动作过程如图 1.4.3 所示。

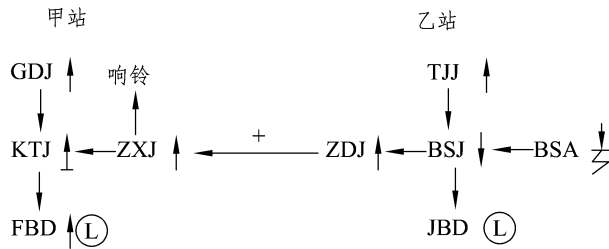


图 1.4.3 正常办理甲站同意接车电路动作过程

(3) 列车从甲站出发

甲站值班员看到 FBD 表示灯点亮绿灯，即可办理发车进路，开放出站信号机，此时 XZJ 落下。当列车出发驶入出站信号机内方的轨道电路区段，出站信号机自动关闭（由联锁条件控制）。当列车驶入进站信号机内方第一个轨道区段时，由于 GDJ 落下，使 BSJ, ZKJ, KTJ 相继落下。因为 ZKJ 的缓放（电容器 C_2 放电所致），其落下后才使 KTJ 落下，所以在 BSJ 已落下和 KTJ 尚未落下的时间里，使 ZDJ 吸起，向乙站发送一个正极性脉冲的出发通知信号。（对电锁器联锁的车站，当 KTJ 落下后，以其第 5 组前接点断开出站信号电路，自动关闭出站信号机）。

① 甲站 ZDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{53-51} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow BSJ_{1-23} \rightarrow KTJ_{31-32} \rightarrow HDJ_{31-33} \rightarrow ZDJ_{1-4} \rightarrow KF$

在乙站，收到出发通知信号后，使 ZXJ 吸起并接通 TCJ 励磁电路，使 TCJ 吸起并自闭。TCJ 吸起后又使 GDJ 吸起，准备接车。GDJ 吸起后断开了 TJJ 的自闭电路，使 TJJ 落下。

② 乙站 ZXJ 励磁电路，同请求发车时的 ZXJ 励磁电路。

③ 乙站 TCJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow ZXJ_{21-22} \rightarrow TJJ_{61-62} \rightarrow BSJ_{4-43} \rightarrow TCJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 TCJ₁₁₋₁₂ 自闭。

④ 甲站 FBD 红灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-73} \rightarrow TJJ_{71-7} \rightarrow BSJ_{71-73} \rightarrow FBD \rightarrow H \rightarrow KF$

⑤ 乙站 JBD 红灯电路。

$KZ \rightarrow TCJ_{71-72} \rightarrow JBD \rightarrow H \rightarrow KF$

甲站 XZJ 自闭电路由发车定位条件断开，BSJ 自闭电路由 GDJ 第 4 组前接点断开，ZKJ 自闭电路由 BSJ 第 3 组前接点断开，KTJ 自闭电路由 ZKJ 第 4 组前接点断开。乙站 TJJ 自闭电路被 GDJ 第 1 组后接点断开。

至此，甲站的全部继电器都落下，FBD 亮红灯，乙站只有 TCJ 和 GDJ 吸起 JBD 亮红灯，表示两站闭塞机转入“区间闭塞”状态，甲站到乙站方向的区间闭塞，表明区间有列

车占用。

列车从甲站出发的电路动作程序如图 1.4.4 所示。

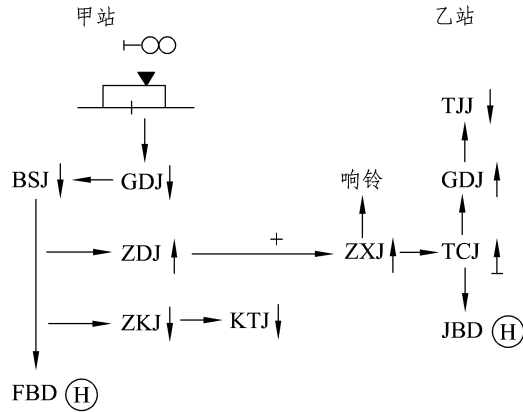


图 1.4.4 正常办理列车出发电路动作过程

(4) 列车到达乙站

乙站值班员看到 JBD 表示灯由绿灯变为红灯,电铃鸣响后,表明列车已经由甲站出发,接车站值班员建立接车进路,开放接车站的进站信号机。当列车到达乙站,进入乙站进站信号机内方第一个轨道区段时,由于 GDJ 落下,使 HDJ 吸起并自闭,发车表示灯 FBD 亮红灯。此时,乙站进站信号机自动关闭。列车出清该轨道区段后, GDJ 重新吸起。

① 乙站 HDJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow \text{接车反位} \rightarrow \text{GDJ}_{51-53} \rightarrow \text{TJJ}_{53-51} \rightarrow \text{TCJ}_{52-51} \rightarrow \text{HDJ}_{1-4} \rightarrow \text{KF}$

② 乙站 FBD 红灯电路。

$KZ \rightarrow \text{TCJ}_{71-72} \rightarrow \text{HDJ}_{71-72} \rightarrow \text{FBD} \rightarrow \text{H灯丝} \rightarrow \text{KF}$

至此,乙站有 TCJ, GDJ, HDJ 吸起, FBD, JBD 都亮红灯,表示列车到达。甲站闭塞机状态无变化,仍 FBD 亮红灯。列车到达乙站时的电路动作过程如图 1.4.5 所示。

(5) 到达复原

列车全部进入乙站股道后,接车进路解锁。乙站值班员在确认列车完整到达后(电锁器联锁车站,先关闭进站信号机),按下 FUA 办理到达复原。此时乙站的 FDJ 吸起,FDJ 吸起后,一方面接通本站的 FUJ 电路,另一方面向甲站发送一个负极性脉冲的到达复原信号。

① 乙站 FDJ 的励磁电路。

$KZ \rightarrow \text{ZXJ}_{51-53} \rightarrow \text{FXJ}_{53-51} \rightarrow \text{GDJ}_{22-21} \rightarrow \text{TCJ}_{22-21} \rightarrow \text{HDJ}_{22-21} \rightarrow \text{TJJ}_{21-23} \rightarrow \text{接车定位} \rightarrow \text{FUA}_{11-12} \rightarrow \text{FDJ}_{1-4} \rightarrow \text{KF}$

在乙站,由于 FUJ 吸起,使 BSJ 吸起并自闭。BSJ 吸起后,使 TCJ, GDJ 和 HDJ 相继落下, JBD 和 FBD 的红灯熄灭。

② 乙站 FUJ 励磁电路。

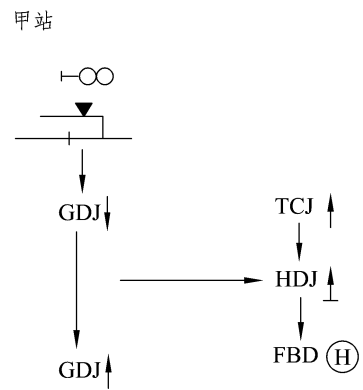


图 1.4.5 正常办理列车到达接车站电路动作过程

$KZ \rightarrow FDJ_{61-62} \rightarrow GDJ_{61-62} \rightarrow FUJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 FUJ_{11-12} 自闭。

③ 乙站 BSJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow FUJ_{41-42} \rightarrow BSJ_{1-4} \rightarrow KF$ 吸起后经 BSJ_{11-12} 自闭。

④ 甲站 FUJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow FXJ_{11-12} \rightarrow XZJ_{61-63} \rightarrow TCJ_{61-63} \rightarrow FUJ_{1-4} \rightarrow KF$

在甲站，当收到到达复原信号 FXJ 吸起后，它一方面接通电铃电路使之鸣响，另一方面使 FUJ 吸起， FUJ 吸起后又使 BSJ 吸起并自闭， FBD 红灯熄灭。

至此，甲乙两站闭塞机中只有 BSJ 吸起，两站的接、发车表示灯均熄灭，两站闭塞机恢复定位状态，表示区间空闲。

乙站办理到达复原时的电路动作过程如图 1.4.6 所示。

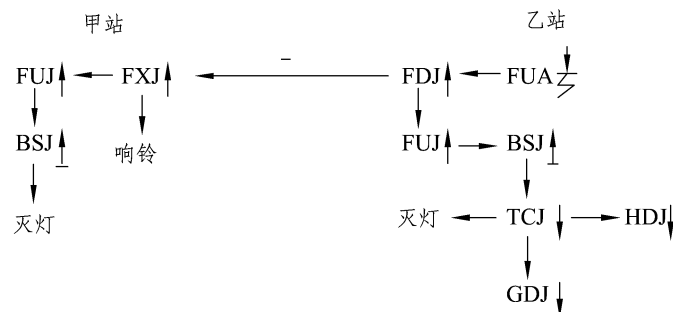


图 1.4.6 正常办理到达复原电路动作过程

乙站 TCJ 自闭电路由 BSJ 第 4 组后接点断开， HDJ 自闭电路由 TCJ 第 5 组前接点断开， GDJ 励磁电路由 TCJ 第 4 组前接点断开。

2. 取消复原

办理取消复原可分为 3 种情况，它们的电路动作原理如下：

(1) 甲站收到自动回执信号、 FBD 亮黄灯之后

当甲站请求发车之后、乙站同意接车之前， FBD 亮黄灯时，如果乙站不同意甲站发车，或甲站需要取消发车时，经双方联系后，可由甲站值班员按下复原按钮办理取消复原。

此时在甲站闭塞机中有 BSJ ， ZKJ ， XZJ 吸起并自闭， GDJ 也已吸起， FBD 亮黄灯。乙站有 BSJ 和 TJJ 吸起并自闭， JBD 亮黄灯。甲站值班员办理取消复原时的电路动作过程如图 1.4.7 所示；

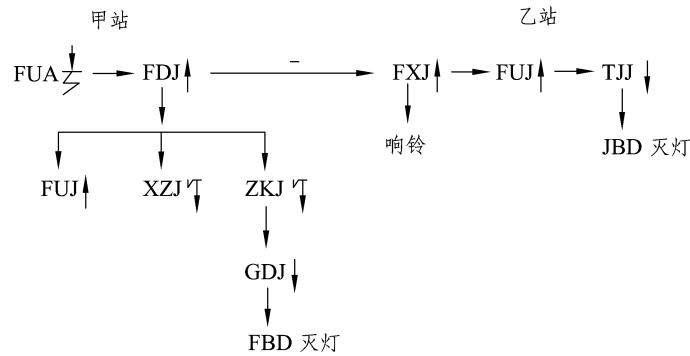


图 1.4.7 取消复原电路动作过程 1

在甲站，当甲站值班员按下 FUA 后，使 FDJ 吸起。其电路为：

$KZ \rightarrow ZXJ_{51-53} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow BSJ_{21-22} \rightarrow ZKJ_{21-22} \rightarrow XZJ_{21-22} \rightarrow \text{接车定位} \rightarrow FUA_{11-12} \rightarrow FDJ_{1-4} \rightarrow KF$

FDJ 吸起后，用它的第 6 组后接点断开 ZKJ，XZJ 的自闭电路，用 GDJ 的第 6 组前点断开 GDJ 电路，用 GDJ 的第 7 组前接点断开黄灯电路。同时，经 FDJ₂₁₋₂₂ 和 FDJ₃₁₋₃₂，通过外线向乙站发送一个负极性的取消复原信号。

在乙站，当收到负极性的取消复原信号时，FXJ 吸起。FXJ 吸起后使电铃鸣响，同时接通 FUJ 励磁电路。

$KZ \rightarrow FXJ_{11-12} \rightarrow XZJ_{61-63} \rightarrow TCJ_{61-63} \rightarrow FUJ_{1-4} \rightarrow KF$

FUJ 吸起后，用 FUJ 第 5、6 组后接点断开 TJJ 的自闭电路，TJJ 落下后，又用其第 7 组前接点断开 JBD 的黄灯电路。

至此，两站闭塞机中只有 BSJ 吸起，表示灯都熄灭，闭塞机恢复定位。

(2) 甲站收到同意接车信号，FBD 亮绿灯，尚未开放出站信号机之前

此时，需要取消闭塞，经两站值班员联系后，由甲站值班员按下 FUA，办理取消复原。

在这种情况下，甲站闭塞机中除 BSJ，XZJ，ZKJ 和 GDJ 吸起外，尚有 KTJ 吸起，FBD 亮绿灯。乙站闭塞机中只有 TJJ 吸起，JBD 亮绿灯。办理取消复原的电路动作程序如图 1.4.8 所示。

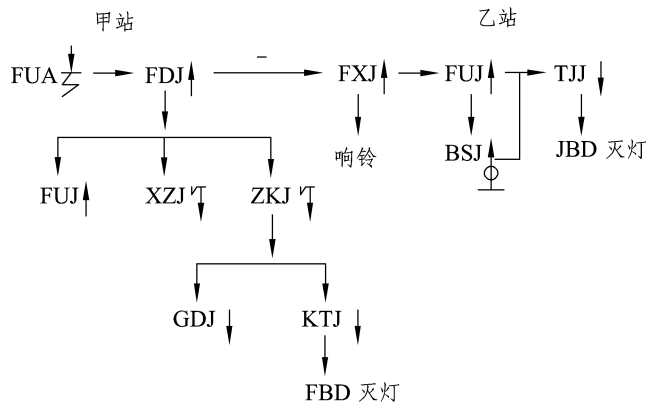


图 1.4.8 取消复原电路动作过程 2

当甲站值班员按下 FUA 时，使 FDJ 吸起（电路同前述）。FDJ 吸起后，用其第 6 组后接点断开 ZKJ 和 XZJ 的自闭电路；ZKJ 落下后用其第 4 组前接点断开 KTJ 的自闭电路，第 6 组前接点断开 GDJ 电路。KTJ 落下后，用其第 7 组前接点断开 FBD 绿灯电路，FBD 熄灭。

在乙站，当收到取消复原信号时，FXJ 吸起。FXJ 吸起后，使电铃鸣响，同时使 FUJ 吸起。FUJ 吸起后，使 BSJ 吸起并自闭。用 BSJ 的第 5 组后接点断开 TJJ 的自闭电路，用 BSJ 的第 6 组后接点断开 JBD 的绿灯电路，JBD 熄灭。

至此，两站闭塞机中只有 BSJ 吸起，表示灯都熄灭，闭塞机恢复定位。

(3) 在电气集中联锁车站，甲站开放出站信号机之后，列车尚未出发之前

在这种情况下要取消闭塞时，需经两站值班员电话联系后，确认列车未出发，甲站值班员先取消发车进路。在出站信号机关闭、发车进路解锁后，XZJ 重新吸起，再按 FUA，办理取消复原，其电路动作顺序同前。

3. 事故复原

由于事故复原不检查任何条件，行车安全完全靠两站值班员人为保证，所以在办理事故复原时，两站值班员必须充分确认列车未出发，区间无车占用，列车完整到达，双方出站信号机关闭，然后由发生故障的一方车站值班员打开铅封，按下事故按钮，办理事故复原。

根据继电半自动闭塞使用方法的规定，只准在下列 4 种情况下使用事故复原：

(1) 闭塞机停电后恢复时

闭塞机停电恢复后，BSJ 等所有继电器均落下，FBD 亮红灯，闭塞机处于发车闭塞状态。此时，停电车站（如甲站）的值班员打开铅封后，按下 SGA，使闭塞机复原。其电路动作过程如图 1.4.9 所示。

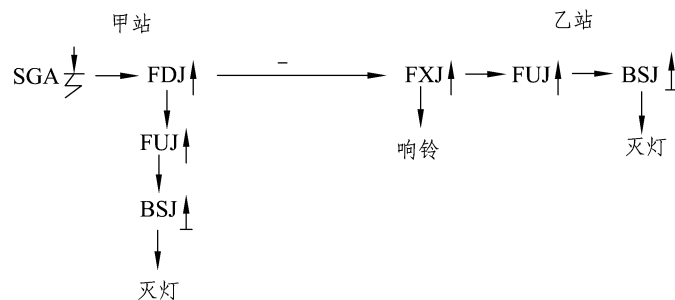


图 1.4.9 事故复原时停电恢复电路动作过程

当甲站按下 SGA 后，使 FDJ 吸起，电路为：

$KZ \rightarrow ZXJ_{51-53} \rightarrow FXJ_{53-51} \rightarrow SGAJ_{11-12} \rightarrow FDJ_{1-4} \rightarrow KF$

FDJ 吸起后，一方面使 FUJ 吸起，电路为

$KZ \rightarrow FDJ_{61-62} \rightarrow SGAJ_{21-22} \rightarrow FUJ_{1-4} \rightarrow KF$

继而使 BSJ 吸起并自闭，用 BSJ 的第 7 组后接点断开 FBD 红灯电路，使甲站闭塞机恢复定位；另一方面向乙站发送一个负极性的事故复原信号，使乙站的 FXJ 吸起，电铃鸣响；

FXJ 吸起后，使 FUJ 吸起，电路为：

$KZ \rightarrow FXJ_{11-12} \rightarrow XZJ_{61-63} \rightarrow TCJ_{61-63} \rightarrow FUJ_{1-4} \rightarrow KF$ ，继而使 BSJ 吸起并自闭，用 BSJ 第 7 组后接点断开 FBD 红灯电路，使乙站闭塞机恢复定位。

(2) 当列车到达接车站后，因轨道电路故障不能办理到达复原时

当列车到达，进入并出清接车站进站信号机内方第一个轨道电路区段后，因轨道电路故障，轨道继电器不能再次吸起，若此时接车站值班员按下 FUA，则因 GDJ 的落下，不能使 FDJ 吸起，故 FUJ，BSJ 也不能吸起，闭塞机不能复原，而应经双方车站值班员电话联系，确认列车整列到达，根据列车调度员命令，由接车站值班员登记破封，按下 SGA，办理事故复原，其电路动作程序如图 1.4.10 所示。

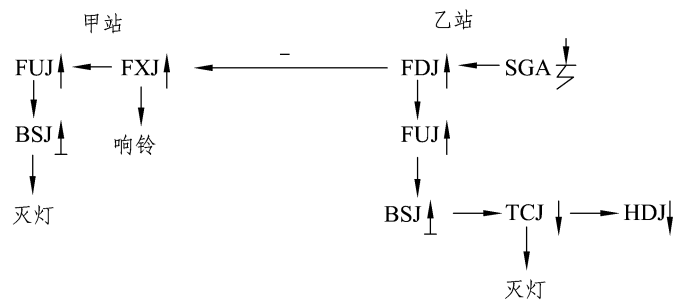


图 1.4.10 接车站轨道电路故障事故复原电路动作过程

(3) 电锁器联锁车站开放出站信号机后，因特殊原因必须取消闭塞时

当出站信号机开放后，因 XZJ 已落下，若按下 FUA，不能使 FDJ 吸起，故闭塞机不能复原。只有在关闭出站信号机后，双方车站值班员确认列车未出发，区间没有车，由发车站值班员登记破封，按下 SGA，办理事故复原。

(4) 装有钥匙路签的车站办理由区间返回原发车站的路用列车时

当路用列车由区间返回发车站后，发车站闭塞机中的继电器全部处于落下状态，FBD 亮红灯。接车站闭塞机中的 TCJ 和 GDJ 在吸起状态，JBD 亮红灯，两站闭塞机均处于闭塞状态。此时，发车站值班员向司机取回钥匙路签放入控制台，登记破封，用事故按钮办理事故复原，使 FDJ 吸起，FDJ 吸起后一方面使 FUJ 吸起，继而使 BSJ 吸起并自闭，从而断开 FBD 红灯电路，使闭塞机恢复定位。另一方面向接车站发送一个负极性的事故复原信号，使接车站的 FXJ 吸起接通电铃电路，接车站值班员在电铃鸣响过程中，应及时按下 FUA，使本站闭塞机中的 FUJ 吸起继而使 BSJ 吸起并自闭。TCJ 和 HDJ 相继落下，JBD 红灯熄灭，闭塞机恢复定位。

路用列车由区间返回原发车站时办理事故复原的电路动作过程如图 1.4.11 所示。

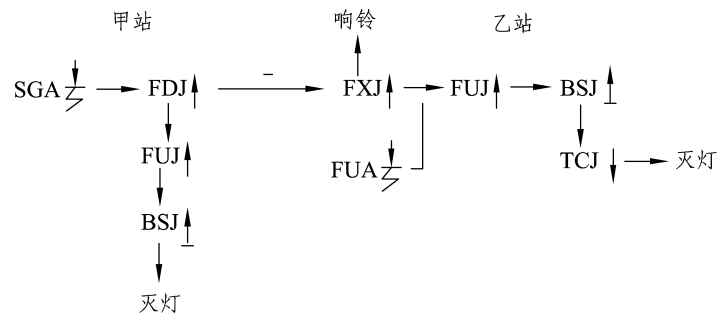


图 1.4.11 中途返回复原电路动作过程

未装钥匙路签的车站，需办理由区间返回原发车站的路用列车时，应停止使用半自动闭塞，改由电话闭塞。

1.4.3 自测练习

1. 画出正常办理发车站请求发车时半自动闭塞电路动作框图，分析主要继电器的励磁电路。
2. 画出正常办理接车站同意接车时半自动闭塞电路动作框图，分析主要继电器的励磁电路。
3. 画出正常办理列车出发时半自动闭塞电路动作框图，分析主要继电器的励磁电路。
4. 画出接车站正常办理到达复原时半自动闭塞电路动作框图，分析主要继电器的励磁电路。
5. 发车站请求发车后发车站停电恢复，如何办理复原，画出半自动闭塞电路动作框图。
6. 分析“7.27”事故原因，画出办理复原时半自动闭塞电路动作框图。
7. 闭塞机定位时两站值班员同时按下 BSA，又同时松开，两站闭塞机状态如何？如何办理复原？
8. 列车在半自动闭塞区间坡停，救援列车将它拉回发车站，两站闭塞机状态如何？如何办理复原？

任务 5 64D 半自动闭塞电路分析

1.5.1 任务内容

掌握 64D 半自动闭塞单元电路的工作原理，电路中特殊接点的作用，单元电路故障的现象，故障后的分析方法。

1.5.2 相关知识

在 64D 型继电半自动闭塞电路中,由于全部采用了安全检查型继电器,其接点组较多,为方便电路的分析,按电路功能不同设计成独立的单元式电路,特点是电路简单明了。它们由线路继电器电路、信号发送器电路、发车接收器电路、接车接收器电路、闭塞继电器电路、复原继电器电路、轨道继电器电路和表示灯电路等 8 个单元电路组成。

1. 线路继电器电路

(1) 电路作用和构成

电路如图 1.5.1 所示,其作用是接收闭塞信号,它由正线路继电器 ZXJ 和负线路继电器 FXJ 组成。区间两端车站的线路继电器是对称串联而成,ZXJ 接收正极性的闭塞信号,FXJ 接收负极性的闭塞信号。两个车站的线路继电器通过两根外线相连。线路继电器采用偏极继电器,是因为偏极继电器具有选择电流极性的特性。为降低继电器的工作电压,线路继电器两个线圈并联使用。

(2) 电路分析

为了向线路发送正负两种极性的闭塞信号,在线路继电器电路中接有两组 ZDJ 和两组 FDJ 的接点。ZDJ 吸起时控制向线路上发送正极性的闭塞信号,FDJ 吸起时控制向线路上发送负极性的闭塞信号。

闭塞机中 ZDJ 和 FDJ 是互相照查的,所以只能是一个吸起一个落下。线路继电器电路中的 ZDJ 和 FDJ 的两组接点也是互相照查的,若本站的 ZDJ,FDJ 继电器因故障同时吸起时,不会向线路上发送闭塞信号。

电路中用两组 ZDJ,FDJ 的接点通断电源,因此当一条外线混电时,不会引起线路继电器的错误动作。

线路继电器电路与闭塞电话共用一对外线,为防止闭塞直流信号进入电话机,影响通话质量,在闭塞电话电路中串联两个 $2\mu\text{F}$ 的隔直通交的电容。

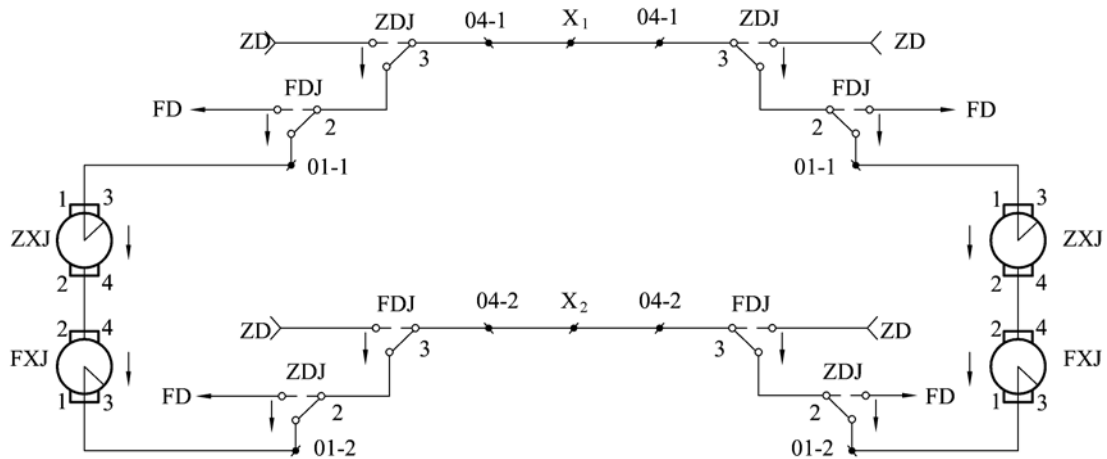


图 1.5.1 线路继电器电路

(3) 故障分析

现场外线维护实践中，线路继电器电路故障，大多数是由于通信电缆中断导致半自动闭塞外线断线。在半自动闭塞日常故障处理中涉及闭塞设备故障和通信传输线路故障，如何快速断定故障电路尤为关键。图 1.5.2 中 R_1 为线路继电器电阻，阻值 $500\ \Omega$ ，以通信线路长度为 $10\ \text{km}$ 、电缆线径为 $0.9\ \text{mm}$ 为例，一个完整的半自动闭塞等效直流电路，信号机械室设备等效直流电阻为 $500\ \Omega$ ，通信线路环阻 R_2 约为 $560\ \Omega$ 。半自动闭塞设备正常运用状态下，在分线盘上测量甲站 04-1 与 04-2 点（或乙站 04-1 与 04-2 间的环线电阻值是 $R_{\text{环}} = (560 + 500)/500 \approx 340\ \Omega$ 。当 $R_{\text{环}}$ 阻值是 $500\ \Omega$ 时，说明本站好，故障点在外线或对方站。当 $R_{\text{环}}$ 阻值是 $1\ 060\ \Omega$ 时，说明故障点在本站，外线或对方站好。两个车站当 $R_{\text{环}}$ 阻值是 $500\ \Omega$ 时，说明故障点在外线。初步判断半自动闭塞故障后，通知有关人员维修，信号维修人员可以使用电阻法或借电压法测量出故障点。

为了引起车站值班员的注意，在收到对方站发来的各种闭塞信号时电铃能鸣响，为此用 ZXJ_{21-22} 或 FXJ_{21-22} 接通电铃电路。

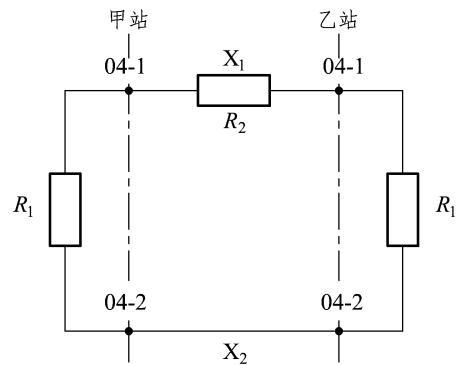


图 1.5.2 线路继电器等效电路

2. 信号发送器电路

信号发送器电路如图 1.5.3 所示，其作用是产生并发送闭塞信号。它由正电继电器 ZDJ 和负电继电器 FDJ 组成，ZDJ 吸起通过闭塞外线向对方站发送正极性的闭塞信号，FDJ 吸起通过闭塞外线向对方站发送负极性的闭塞信号。

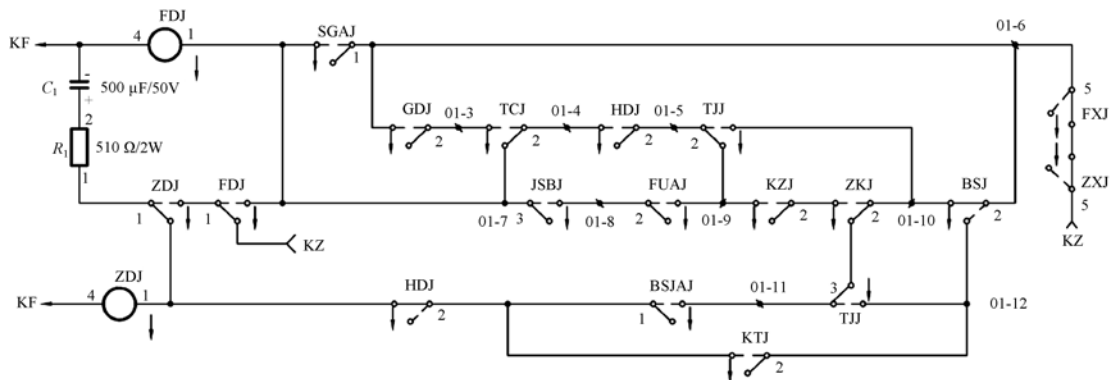


图 1.5.3 信号发送器电路

(1) ZDJ 继电器电路

ZDJ 吸起控制产生的正极性脉冲信号有：请求发车信号、同意接车信号和出发通知信号 3 种。

① 请求发车信号。

这是闭塞机在定位状态时才能发出的信号，此时 ZDJ 电路要检查的条件有：

- 区间空闲，闭塞机在定位状态（ BSJ_{21-22} ）；

- 对方站未请求发车 (HDJ₃₁₋₃₃);
- 本站闭塞机未转到接车状态 (TJJ₃₁₋₃₃);
- 本站闭塞机也未转到准备开通状态 (ZKJ₂₁₋₂₂)。

请求发车信号的控制条件是BSA, 当本站值班员按下闭塞按钮时, 经过BSA₁₁₋₁₂或BSAJ₁₁₋₁₂接通ZDJ励磁电路, ZDJ吸起后经过闭塞外线向接车站发送正极性的请求发车信号。

因为BSA是自复式按钮, 所以当车站值班员松开BSA后即断开了ZDJ的励磁电路。

为了保证电路的可靠动作, 要求发送的闭塞信号必须有足够的长度, 使对方站可靠接收, 故ZDJ和FDJ电路, 共用由电阻 R_1 (510 Ω /2 W) 和电容器 C_1 (500 μ F) 构成的缓放电路。电容器 C_1 平时经过ZDJ₁₁₋₁₃和FDJ₁₁₋₁₃处于充电状态。当ZDJ吸起时, 经过ZDJ₁₁₋₁₂使 C_1 、 R_1 并联在ZDJ的线圈上。而当FDJ吸起时, 经过ZDJ₁₁₋₁₃和FDJ₁₁₋₁₂使 C_1 、 R_1 并联在FDJ的线圈上。当ZDJ或FDJ断电时, C_1 向ZDJ或FDJ的线圈放电, 使其缓放, 其缓放时间应不小于1.6 s。

因 C_1 采用经常充电的方式, 所以ZDJ和FDJ只缓放不缓吸, 要求缓放时间稳定, 保证闭塞信号长度的一致, 不受本站值班员按压按钮时间长短的影响。

ZXJ₅₁₋₅₃和FXJ₅₁₋₅₃接在信号发送器的总电路中, 其作用是保证闭塞机在接收完了对方站发来的闭塞信号之后, 才能使ZDJ或FDJ吸起, 以防止车站值班员抢先办理闭塞。

② 同意接车信号。

这是接车站在收到发车站的请求发车信号、本站闭塞机转为接车状态后才能发送的信号, 此时ZDJ电路要检查以下条件:

- 闭塞机转为接车状态 (TJJ₃₁₋₃₂);
- 车站值班员同意接车, 按下BSA (BSAJ₁₁₋₁₂);
- 闭塞机转为闭塞状态 (BSJ₂₁₋₂₃)。

HDJ₃₁₋₃₃是综合电路时并入的, 它保证在发送回执信号时断开ZDJ的励磁电路, 以保证回执信号的脉冲长度。当HDJ落下时, 证实自动回执信号已发完。

③ 列车通知出发信号。

这是在列车自发车站出发, 越过出站信号机进入进站信号机内方第一个轨道区段时, 闭塞机自动发出的信号, 此时ZDJ电路要检查以下条件:

- 列车出发进入进站信号机内方第一个轨道电路区段 (GDJ₄₁₋₄₃);
- 闭塞机转入闭塞状态 (BSJ₂₁₋₂₃)。

应该指出的是, 在通知出发信号电路中并没有GDJ的后接点, 它是通过BSJ₂₁₋₂₃来证明的。因为在发车站的BSJ电路中, 由于此时KTJ是吸起的, 当列车出发进入轨道电路区段时, GDJ落下后, 控制BSJ落下。

列车通知出发信号的电路是自动接通和断开的, 电路的接通条件是BSJ₂₁₋₂₃而断开的条件是KTJ₃₁₋₃₂, 因为列车出发时, 电路动作顺序是GDJ \downarrow \rightarrow BSJ \downarrow \rightarrow ZKJ \downarrow \rightarrow KTJ \downarrow , 且ZKJ的线圈上并联电容 C_2 , 有一定的缓放时间, 当ZKJ落下后, KTJ才落下。所以此时的ZDJ电路由BSJ的落下来接通, 用KTJ的落下来断开, 以保证ZDJ有一定的吸起时间。

(2) FDJ继电器电路

FDJ 吸起向闭塞外线发送自动回执信号、到达复原信号、取消复原信号和事故复原信号等 4 种负极性的闭塞信号。

① 自动回执信号。

当接车站收到发车站的请求发车信号之后，自动向发车站发送验证信号（称为自动回执信号），此时 FDJ 电路要检查以下条件：

- 本站闭塞机在定位状态（BSJ₂₁₋₂₂）；
- 已经收到请求发车信号（HDJ₂₁₋₂₂）；
- 本站闭塞机已经转为接车状态（TJJ₂₁₋₂₂）。

TCJ 第二组接点用来区分电路，区分是自动回执电路还是到达复原信号。当 TCJ 落下，FDJ 吸起时，向闭塞外线发送的是自动回执信号；当 TCJ 吸起，FDJ 吸起时，向闭塞外线发送的是到达复原信号。这样，可使自动回执电路和到达复原电路合用一组 HDJ 的前接点区分。

TJJ₂₁₋₂₂ 和 HDJ₂₁₋₂₂ 在电路中还起着自动接通和断开自动回执电路的作用。用 TJJ₂₁₋₂₂ 接通 FDJ 电路，开始发送自动回执信号。HDJ 经过一段时间的缓放后落下，用 HDJ₂₁₋₂₂ 断开 FDJ 电路，终止发送自动回执信号。

自动回执信号的脉冲长度近似等于 FDJ 和 HDJ 缓放时间之和，起控制作用的是 HDJ 缓放时间的长短，FDJ 吸起后经 FDJ₁₁₋₁₂ 接通 C₁ 放电电路，使 FDJ 有足够的缓放时间。

② 到达复原信号。

这是在列车整列到达接车站后，由接车站值班员办理到达复原时发送的信号，此时 FDJ 电路要检查以下条件：

- 接车站收到出发通知信号（TCJ₂₁₋₂₂）；
- 列车到达接车站（HDJ₂₁₋₂₂）；
- 列车出清接车站专用轨道电路区段（GDJ₂₁₋₂₂）；

接车站值班员办理了到达复原手续，按下 FUA（FUAJ₂₁₋₂₂）。

TJJ₂₁₋₂₃ 接点，是为了证明列车已从对方站出发而加入的，TCJ₂₁₋₂₂ 和 TJJ₂₁₋₂₃ 是区分电路使用的，加入这两个条件后，自动回执和到达复原电路可共用一组 HDJ₂₁₋₂₃ 接点。

③ 取消复原信号。

这是在发车站请求发车之后和列车未出发前由发车站值班员办理取消闭塞时发送的信号，此时 FDJ 要检查的条件是：

- 本站办理请求发车并收到自动回执信号（BSJ₂₁₋₂₂ 和 ZKJ₂₁₋₂₂）；
- 出站信号机未开放（XZJ₂₁₋₂₂）；
- 发车站值班员办理取消复原按下 FUA（FUAJ₁₁₋₁₂）。

为了防止列车出发后，进入发车轨道电路之前，行驶在电路无法检查的“危险区段”上时错误地取消闭塞，造成列车在没有闭塞的情况下进入区间，FDJ 为取消复原而励磁的电路里要检查 XZJ 前接点。在电锁器联锁的车站，道岔区段不设轨道电路，出站信号机开放后，XZJ 落下，FDJ 电路被断开，不能随意办理取消复原，必须采用事故复原的办理方法。

“接车定位条件”不是该电路的必要条件，是综合电路时加入的。

④ 事故复原信号。

这是闭塞机发生故障不能正常复原时而发送的信号，需要特殊办理。因为故障情况可随时发生，所以在事故复原电路中，除检查ZXJ和FXJ后接点外，不检查任何条件，只要车站值班员按下事故按钮SGA（SGAJ₁₁₋₁₂），即可构成FDJ的励磁电路。

3. 发车接收器电路

发车接收器电路的作用是记录发车站闭塞机状态的，它由选择继电器 XZJ、准备开通继电器 ZKJ 和开通继电器 KTJ 组成。

(1) XZJ 继电器电路

XZJ 电路有两个作用：一是区分自动回执信号和复原（到达复原、取消复原、事故复原）信号，二是检查出站信号机是否开放。

XZJ 电路如图 1.5.4 所示，自动回执信号和复原信号都是从接车站发来的负极性脉冲，为了区分这两种代表不同意义的负极性信号，在 ZKJ 和 FUJ 电路中分别检查 XZJ₃₁₋₃₂ 和 XZJ₆₁₋₆₃。当 XZJ 吸起时，通过 XZJ₃₁₋₃₂ 证明接收的是自动回执信号；而当 XZJ 落下时，通过 XZJ₆₁₋₆₃ 证明接收的是复原信号。

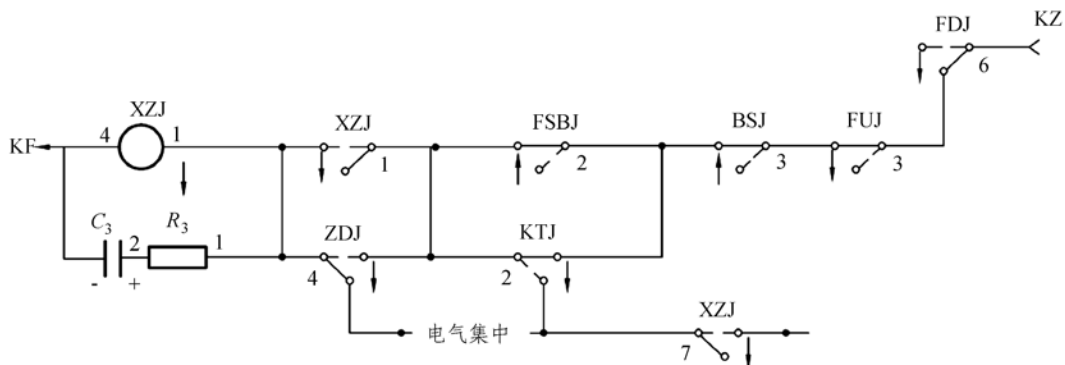


图 1.5.4 XZJ 电路

XZJ 是当发车站办理请求发车时经过 ZDJ₄₂₋₄₁ 吸起的，然后经 XZJ₁₁₋₁₂ 自闭，并一直保持到收到同意接车信号 KTJ 吸起和车站值班员开放出站信号机后，才失磁落下。发车站开放出站信号机前，XZJ 吸起，允许调车和取消闭塞。发车站出站信号机开放后，XZJ 落下，则不允许调车和取消闭塞。

当本站办理取消复原时，用 FDJ₆₁₋₆₃ 断开 XZJ 的自闭电路。当对方站办理事故复原时，用 FUJ₃₁₋₃₃ 断开 XZJ 自闭电路。

若区间两端的车站值班员同时办理请求发车，按下 BSA 时，两站的 XZJ 都能吸起并自闭，但是由于两个正极性的闭塞信号在外线相同，双方都收不到自动回执信号。在这种情况下，如某站再次办理请求发车，接车站发送自动回执信号时 FDJ 吸起，用其第 6 组后接点断开 XZJ 的自闭电路，使 XZJ 落下。若在因故障未收到对方站发来的自动回执信号的情况下办理事故复原时，也是用 FDJ₆₁₋₆₃ 断开 XZJ 自闭电路的。

电路中的 BSJ₃₁₋₃₂ 是与 ZKJ 共用的，它表明只有闭塞机在定位状态（BSJ 吸起）时，才能办理请求发车，XZJ 才能吸起。

XZJ要有一定的缓放时间，是因为在办理取消复原时，FDJ₆₁₋₆₃接点一断开，XZJ就要落下，这样XZJ₂₁₋₂₂将切断FDJ的励磁电路。为使FDJ可靠吸起，XZJ应缓放，为此在XZJ线圈上并联C₃、R₃缓放电路，C₃为100 μF，R₃为510 Ω。

(2) ZKJ 继电器电路

ZKJ 电路如图 1.5.5 所示，其作用是接收并记录自动回执信号，将闭塞机转至准备开通状态。

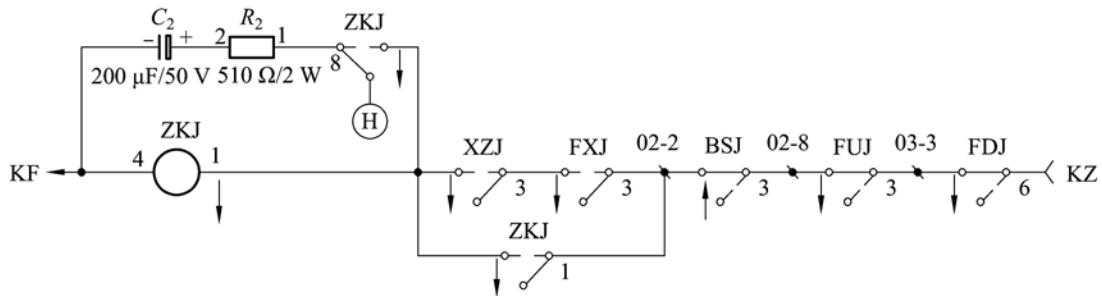


图 1.5.5 ZKJ 电路

ZKJ 的励磁条件是：

- 区间空闲，闭塞机在定位状态（BSJ₃₁₋₃₂）；
- 收到了对方站的自动回执信号（FXJ₃₁₋₃₂）。
- ZKJ吸起后经ZKJ₁₁₋₁₂自闭。

ZKJ的失磁条件是：列车出发时区间闭塞，由BSJ₃₁₋₃₃断开其自闭电路；或发车站办理取消复原时，用FDJ₆₁₋₆₃断开其自闭电路。

在办理取消复原时，用的是FDJ的后接点，而不用FUJ的后接点来断开ZKJ的自闭电路。这是因为在请求发车后办理取消复原时，FDJ吸起后即向对方站发送取消复原信号，而本站的要经过FDJ才能吸起。如果本站的FUJ电路因故障不能吸起，则若用FUJ后接点时将不会使ZKJ落下，这就会发生对方站闭塞机复原，本站闭塞机不复原且仍保留着发车条件的故障现象，不符合“故障-安全”原则。而用FDJ₆₁₋₆₃断开的自闭电路，就防止了上述故障，保证在办理取消复原时双方闭塞机工作的一致性。

ZKJ要求有一定的缓放时间（不小于0.32 s）以保证发车站办理取消复原时使FDJ可靠吸起，和XZJ的缓放要求是相同的。ZKJ的缓放还有另一个作用，即当列车出发时，因BSJ先落下，ZKJ的缓放，使KTJ也缓放，这样才能通过BSJ₂₁₋₂₃构成ZDJ的励磁电路，从而可靠发送列车出发通知信号，并保证有足够的长度。

(3) KTJ 继电器电路

KTJ 电路的作用是接收并记录接车站发来的同意接车信号，将闭塞机转到开通状态，其电路如图 1.5.6 所示。它的励磁条件是：

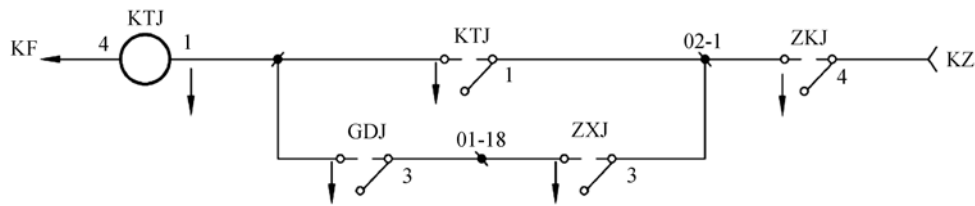


图 1.5.6 KTJ 继电器电路

- 闭塞机收到自动回执信号 (ZKJ₄₁₋₄₂);
- 闭塞机收到同意接车信号 (ZXJ₄₁₋₄₂),
- 半自动闭塞用轨道电路良好 (GDJ₃₁₋₃₂)。

KTJ吸起后, 经KTJ₁₁₋₁₂自闭。KTJ的失磁条件和ZKJ的一样, 所以当ZKJ₄₁₋₄₂断开时, KTJ也失磁落下。在发车接收器电路中XZJ、ZKJ和KTJ按办理闭塞的顺序依次动作, 保证了两站间在区间空闲、电路动作正常的情况下, 必须往返3次不同极性的闭塞信号时, 发车站闭塞机才能表示“区间开通”, 从而提高了发车接收器电路的抗干扰能力。

4. 接车接收器电路

接车接收器电路的作用是记录接车站闭塞机的状态。它由回执到达继电器 HDJ、同意接车继电器 TJJ 和通知出发继电器 TCJ 等组成。

(1) HDJ 继电器电路

HDJ 电路如图 1.5.7 所示, 它有两个作用, 一是接收对方站发来的请求发车信号, 与 TJJ 一起构成自动回执信号电路; 二是记录列车到达。因为这两个作用不是同时完成的, 所以可由一个继电器来兼用, 而设计成两组电路, 用 TCJ 第 5 组接点来区分这两组电路。在收到列车出发通知信号之前, 因 TCJ 落下, 此时 HDJ 吸起作为发送回执信号之用, 而在收到列车出发通知信号之后, 因 TCJ 吸起, 此时 HDJ 吸起作为记录列车到达之用。

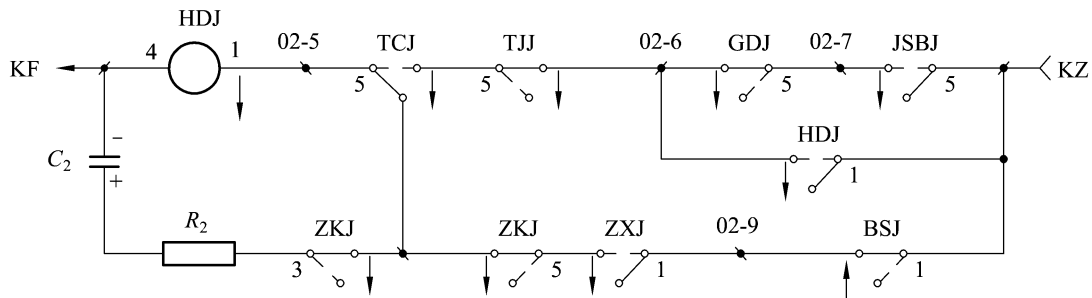


图 1.5.7 HDJ 继电器电路

① HDJ “自动回执” 电路的励磁条件是:

- 区间空闲 (BSJ₅₁₋₅₂);
- 收到对方站的请求发车信号 (ZXJ₁₁₋₁₂)。

电路中的ZKJ₅₁₋₅₂是为了区别请求发车信号和同意接车信号用的, 因为两者都使ZXJ吸起, 这样当发车站闭塞机转到准备开通状态之后, 再收到同意接车信号时, 由于ZKJ₅₁₋₅₂断开, 所以不会错误构成HDJ电路。

随着请求发车信号的终止，ZXJ落下，HDJ依靠 C_2 和 R 组成的电路缓放。在HDJ落下后，自动回执信号停止发送。

② HDJ“到达”电路的励磁条件是：

- 收到列车出发通知信号（TCJ₅₁₋₅₂）；
- 接车进路已建立，列车到达进入进站信号机内方第一个轨道电路区段（GDJ₅₁₋₅₃）；
- HDJ吸起后自闭，在办理到达复原时，TCJ落下后断开HDJ自闭电路，HDJ落下。

在HDJ的“到达电路”中加入了TJJ₅₁₋₅₂接点，其作用是：因为GDJ在TCJ吸起后才能吸起，如果在HDJ的“到达”电路中没有TJJ₅₁₋₅₃，那么，在列车出发前，接车站过早地开放进站信号机，则在TCJ吸起后GDJ尚未吸起之前，会使HDJ错误吸起，造成列车虚伪到达的故障。加入TJJ₅₁₋₅₃后，它们的动作顺序是TCJ→GDJ↑→TJJ↓。由于TCJ吸起后GDJ尚未吸起时，TJJ处于吸起状态，即防止了上述错误。

电路中接“接车反位条件”，是为了在进站信号机开放前，可以利用正线进行调车作业时HDJ不会吸起。

对HDJ要求有一定的缓放时间（不小于0.6s）。因为在接收请求发车信号时，HDJ经ZXJ₁₁₋₁₂而吸起，当请求发车信号终了ZXJ落下时，则断开HDJ的励磁电路，但是要用ZXJ₁₁₋₁₃和HDJ₆₁₋₆₂构成TJJ的励磁电路，而用TJJ₂₁₋₂₂和HDJ₂₁₋₂₂构成FDJ的励磁电路发送自动回执信号。因此，为了使TJJ可靠吸起，并可可靠地发送自动回执信号，要求HDJ缓放。它是通过在HDJ的线圈上并联 C_2 （200 μ F）、 R_2 （510 Ω ）而实现的， C_2 、 R_2 是与ZKJ共用的，用ZKJ的第8组接点来区分。

（2）TJJ继电器电路

TJJ电路如图1.5.8所示，其作用是接收并记录请求发车信号，和HDJ一起构成自动回执信号。TJJ吸起后将闭塞机转为接车状态，并为发送同意接车信号做好准备。

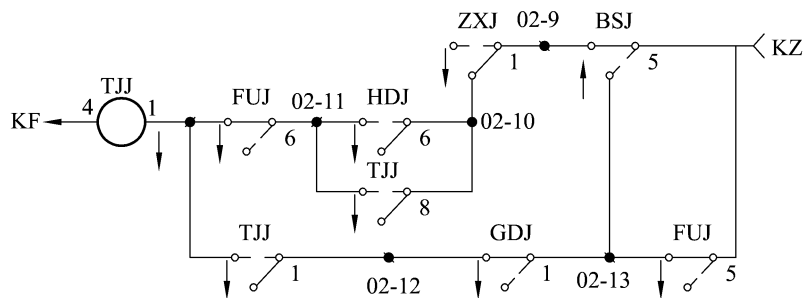


图 1.5.8 TJJ 继电器电路

TJJ 的励磁条件是：

- 闭塞机在定位状态（BSJ₅₁₋₅₂）；
- 收到请求发车信号（HDJ₆₁₋₆₂）；
- 请求发车信号终了（ZXJ₁₁₋₁₃）；
- TJJ吸起后自闭。

TJJ的失磁条件是：收到对方站的列车出发通知信号，用GDJ₁₁₋₁₃（TCJ→GDJ↑）断开其自闭电路；收到对方站的取消复原信号，用FUJ₅₁₋₅₃、FUJ₆₁₋₆₃断开其自闭电路。

在TJJ的励磁电路中，加入FUJ₆₁₋₆₃接点，是防止在办理到达复原时，因BSJ吸起后，HDJ落下前（BSJ先吸起，HDJ后落下），使TJJ错误吸起。

在TJJ的自闭电路中，加入FUJ₅₁₋₅₃接点的作用是：在发车站办理请求发车以后（FBD亮黄灯时），办理取消复原时，用以切断TJJ的自闭电路。加入BSJ₅₁₋₅₃接点的作用是：在接车站办理，同意接车后（JBD亮绿灯时），发车站办理取消复原时，使接车站的FBD不闪红灯。因此时接车站的FUJ先吸起，在BSJ尚未吸起的瞬间TJJ会落下，使FBD闪红灯。若加入BSJ₅₁₋₅₃接点后，在上述情况下，TJJ就不会落下，当BSJ吸起后，才断开TJJ的自闭电路，从而避免了FBD闪红灯的现象。

在TJJ的电路中，TJJ₈₁₋₈₂接点的作用是：防止TJJ的自闭电路断线后，由于车站值班员错误办理闭塞而使两站闭塞机错误复原。当发车站办理请求发车收到自动回执信号后，FBD亮黄灯，由于接车站的TJJ自闭电路断线而不能自闭，所以在发完自动回执信号后，TJJ落下，JBD无显示。如果接车站此时办理请求发车，XZJ吸起自闭，其请求发车信号送到发车站后变成了同意接车信号，使发车站的FBD亮明灯。发车站办理发车进路开放出站信号机，列车出发进入发车站进站信号机内方第一个轨道电路区段时，FBD亮红灯，并向接车站发送列车出发通知信号。由于接车站的BSJ仍处于吸起状态，所以使列车出发通知信号变成请求发车信号，并向发车站送出自动回执信号，而接车站的TJJ吸起后不能自闭而又落下。由于发车站的BSJ在列车未出发时已落下，此时在收到自动回执信号后，因FUJ的吸起又使其吸起，BSJ红灯熄灭，闭塞机复原。如果发车站值班员继续错误办理请求发车，接车站发送自动回执信号时，因FDJ的吸起切断了XZJ自闭电路使其落下，而TJJ吸起后因不能自闭又落下，此时接车站的闭塞机复原，发车站的FBD亮黄灯。发车站值班员再次错误办理取消闭塞，则造成列车在区间运行时两站闭塞机均恢复定位，这是绝不能允许的。为此，在TJJ励磁电路中的HDJ₆₁₋₆₂接点上并联TJJ₈₁₋₈₂，构成另一条自闭电路。这样，如果TJJ的自闭电路断线，则TJJ会经过BSJ₅₁₋₅₂、ZXJ₁₁₋₁₃、TJJ₈₁₋₈₂和FUJ₆₁₋₆₃而保持自闭。当接车站值班员办理同意接车时，由于BSJ落下而使TJJ也落下，使故障导向安全。

（3）TCJ 电路

TCJ 电路如图 1.5.9 所示，其作用是接收列车出发通知信号。其励磁条件是：

- 闭塞机在接车闭塞状态（BSJ₄₁₋₄₃、TJJ₆₁₋₆₂）；
- 收到出发通知信号（ZXJ₂₁₋₂₂）。

TCJ吸起后自闭。当闭塞机复原时，用BSJ₄₁₋₄₃断开其自闭电路。

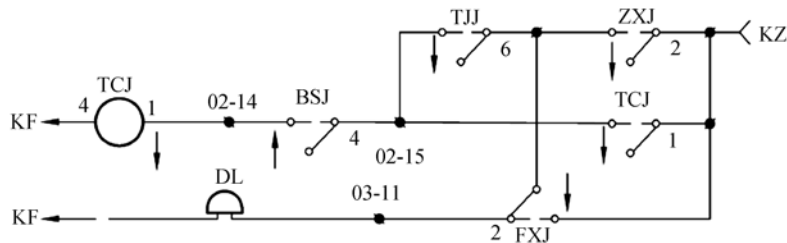


图 1.5.9 TCJ 继电器电路

在收到列车出发通知信号后，如果接车站轨道电路发生故障，TCJ吸起后GDJ未吸起，则TJJ不会落下。此时经过TCJ₁₁₋₁₂、TJJ₆₂₋₆₁、FXJ₂₃₋₂₁接通电铃电路，使电铃连续鸣响，发

出报警以便在列车到达接车站之前及时修复轨道电路故障。

5. BSJ 闭塞继电器电路

闭塞继电器 BSJ 电路的作用是反映区间的闭塞状态。BSJ 吸起时，表示区间空闲，闭塞机在定位状态；BSJ 落下时，表示区间闭塞，闭塞机在闭塞状态。

BSJ 电路如图 1.5.10 所示，BSJ 吸起并经过 BSJ₁₁₋₁₂、TJJ₄₁₋₄₃、KTJ₄₁₋₄₃ 自闭。

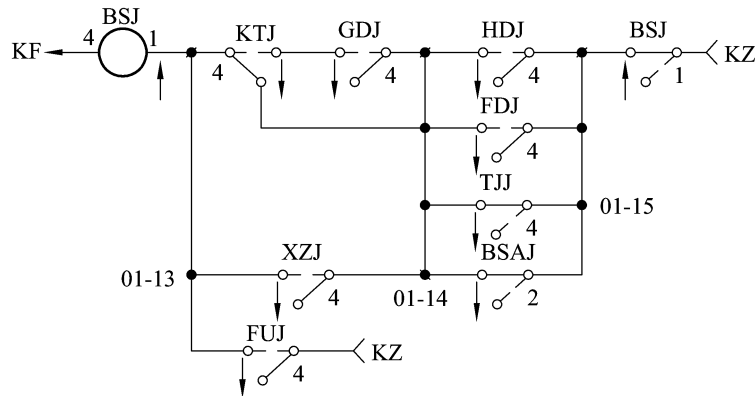


图 1.5.10 BSJ 继电器电路

作为发车站，当办理完成发车手续后，列车出发压入进站信号机内方第一个轨道电路区段时，BSJ 落下。BSJ 的失磁条件是：

- 作为发车站，出站信号机已经开放，XZJ₄₁₋₄₂ 断开一条自闭电路；
- 列车出发进入进站信号机内方第一个轨道电路区段，GDJ₄₁₋₄₂ 断开另一条自闭电路；
- 作为接车站，办理接车时，收到请求发车信号，由 TJJ₄₁₋₄₃ 断开一条自闭电路；
- 车站值班员同意接车按下 BSA，由 BSAJ₂₁₋₂₃ 断开另一条电路。

在办理接车时，为了防止接车站值班员抢先按下 BSA 办理同意接车手续，影响自动回执信号的发送，将 FDJ₄₁₋₄₂ 和 HDJ₄₁₋₄₂ 接点并联在 BSAJ₂₁₋₂₃ 接点上，从而保证了在发送自动回执信号的过程中，即使车站值班员过早地按下 BSA，也不会使 BSJ 错误落下，不影响自动回执信号的发送。

在 BSJ 的自闭电路中，KTJ₄₂ 与 GDJ₄₃ 相连，在两接点上再并联 XZJ₄₁₋₄₂。这样连接可使 BSJ 在平时未办理闭塞或已办理闭塞出站信号机开放后，其自闭电路均接通。当列车出发进入进站信号机内方第一个轨道电路区段时，才断开 BSJ 自闭电路。当列车运行在无联锁区段（对电锁器联锁而言）时，任何一个继电器断线落下，都能达到“故障-安全”要求。如 BSJ 断线，直接使闭塞机闭塞；GDJ 断线，相当于列车出发压入轨道电路区段，也使闭塞机闭塞；ZKJ 断线，使 KTJ 和 GDJ 都落下；KTJ 断线时，即使 BSJ 不落下，出站信号机已关闭，XZJ 早已落下，发车站不能办理取消复原，也不能再办理发车手续。保证了行车安全。

另外，这种接法避免了发车站请求发车后（FBD 亮黄灯）办理取消复原时，FBD 闪红灯现象。如果 KTJ₄₃ 与 GDJ₄₃ 相连，当发车站 ZKJ 吸起后办理取消复原，若 XZJ 缓放时间不足，会使 BSJ 瞬时落下，造成 FBD 闪红灯。

在 BSJ 电路中加入 XZJ₄₁₋₄₂ 接点的作用，是在收到同意接车信号但出站信号机未开放之

前，进行站内调车作业时机车车辆压入发车轨道电路区段时，GDJ落下，BSJ仍保持吸起，不影响闭塞机的工作。

当本站或对方站办理复原时，由于FUJ吸起，使BSJ吸起并自闭。

6. FUJ 复原继电器电路

复原继电器FUJ电路如图1.5.11所示，其作用是用来使闭塞机复原。它的励磁有4种情况：

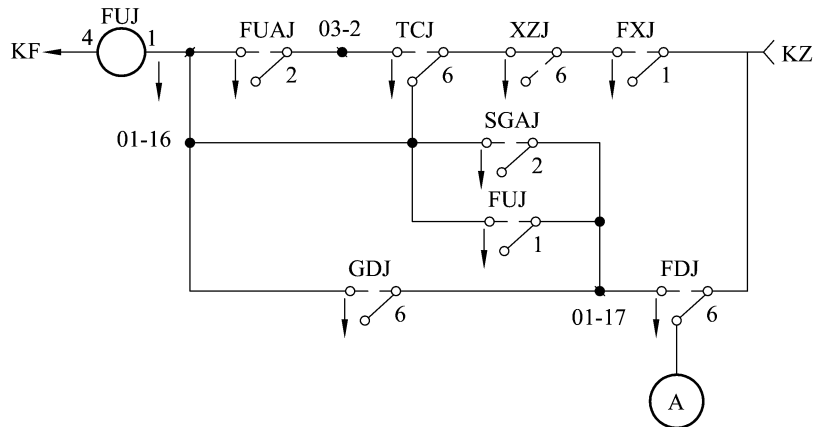


图 1.5.11 FUJ 继电器电路

(1) 对方站办理复原

对方站办理复原（取消复原时本站为接车站，到达复原时本站为发车站）时FUJ的励磁条件：收到对方站发来的负极性脉冲（FXJ₁₁₋₁₂）并证实此负极性脉冲是复原信号而不是自动回执信号（XZJ₆₁₋₆₃）。

电路中TCJ₆₁₋₆₃接点的作用是为了保证接车站收到列车出发通知信号（TCJ↑）后，区间有列车运行时，即使发车站送来复原信号或外线上有负极性脉冲干扰（FXJ↑），也不能使接车站FUJ吸起，以保证列车在区间运行的安全。

(2) 在本站办理到达复原

在本站办理到达复原（本站为接车站）或取消复原（本站为发车站）时，FUJ的励磁条件：车站值班员按下FUA，使FDJ吸起（FDJ₆₁₋₆₂）。

办理到达复原时，GDJ₆₁₋₆₂表示列车出清接车站进站信号机内方第一个轨道电路区段，而在办理取消复原时，GDJ₆₁₋₆₂表示列车在发车站尚未出发。

(3) 在本站办理事故复原时

FUJ的励磁条件：车站值班员按下SGA，FDJ吸起后，FUJ即励磁吸起。

FUJ吸起后经FUJ₁₁₋₁₂自闭，直到FDJ落下FUJ才落下。由于FDJ有足够的缓放时间，所以车站值班员在办理复原时，只要按下SGA即可，不必过长。

(4) 为中途折返列车复原用的励磁条件

当路用列车或机外调车，需要越出进站信号机占用区间时，车站值班员都应按照发车

手续办理闭塞，然后开放出站信号机。当路用列车或机外调车进入区间后，两站闭塞机都闭塞。待路用列车或调车车列返回到本站时，由本站值班员确认后，按下SGA使FUJ吸起，办理事故复原。此时对方站的TCJ已吸起，为使对方站的闭塞机复原，需要对方站车站值班员在听到铃声时按下FUA。然后通过TCJ₆₁₋₆₂和FUA₂₁₋₂₂使FUJ吸起，从而使闭塞机复原。

7. 轨道继电器电路

闭塞机中的轨道继电器 GDJ 是现场轨道继电器的复示继电器，电路如图 1.5.12 所示。其作用是用来监督列车出发和到达，并以此来控制闭塞电路的动作。

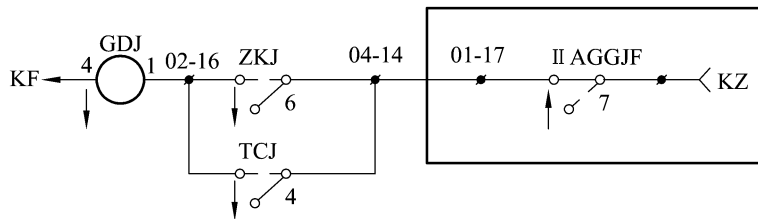


图 1.5.12 GDJ 继电器电路

对于发车站，在办理请求发车并收到自动回执信号之后，经 ZKJ₆₁₋₆₂ 接通电路。GDJ 吸起后，用 GDJ₄₁₋₄₂ 为接通 BSJ 的自闭电路准备条件，用 GDJ₇₁₋₇₂ 使 FBD 亮黄灯。当列车进入发车站进站信号机内方第一个轨道电路区段时 GDJ 落下，以监督列车出发。

对于接车站，在收到列车出发通知信号之后，经 TCJ₄₁₋₄₂ 接通电路。此时 GDJ 吸起后，用 GDJ₁₁₋₁₃ 断开 TJJ 的自闭电路；在 FDJ 和 FUJ 电路中，用 GDJ₂₁₋₂₂ 和 GDJ₆₁₋₆₂ 监督列车出清轨道电路区段，以便办理到达复原。当列车进入进站信号机内方第一个轨道电路区段时，GDJ 落下，在 GDJ 电路中，用 GDJ₅₁₋₅₃ 监督列车的到达。

8. 表示灯电路

表示灯电路的作用是用于表示闭塞机的各种状态。发车表示灯 FBD 和接车表示灯 JBD 电路如图 1.5.13 所示。

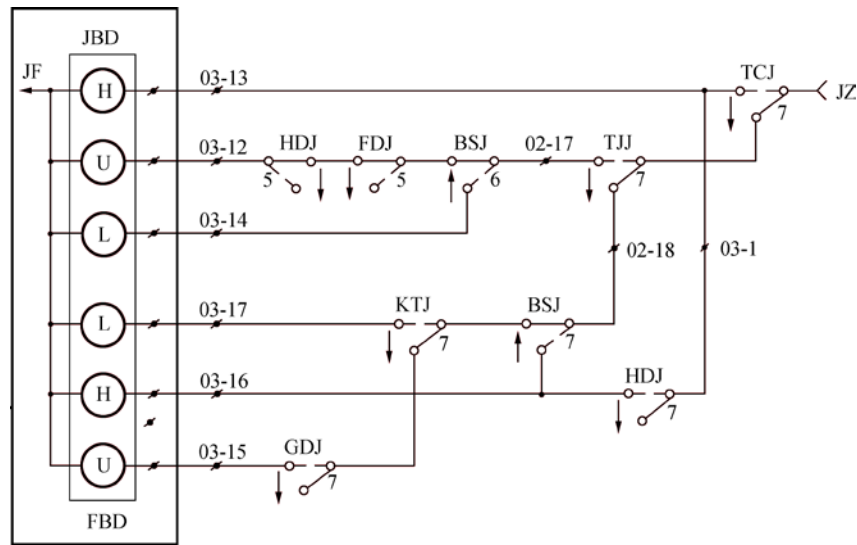


图 1.5.13 表示灯电路

(1) FBD 有以下 5 种状态

- ① 定位状态：BSJ↑，无表示；
- ② 请求发车：BSJ↑，GDJ↑亮黄灯；
- ③ 区间开通：BSJ↑，KTJ↑亮绿灯；
- ④ 发车闭塞：BSJ↓，亮红灯；
- ⑤ 列车到达：作为接车站时，TCJ，TJJ 亮红灯。

(2) JBD 有以下 4 种状态

- ① 定位状态：BSJ↑，无表示；
- ② 邻站请求发车：BSJ↑，TJJ↑亮黄灯；
- ③ 同意接车：BSJ↓，TJJ↑亮绿灯；
- ④ 接车闭塞：TCJ↑，亮红灯。

表示灯电路中每个接点的作用如下：

在办理接车时，必须保证FBD灭灯，为此在FBD的 3 个点灯电路中检查了TCJ和TJJ的后接点。当收到发车站的请求发车信号时，和向发车站发送同意接车信号时，用TJJ后接点切断FBD的点灯电路；当收到发车站的列车出发通知信号时，用TCJ后接点切断FBD的点灯电路。为了简化表示灯电路，在列车到达时JBD和FBD都亮红灯，此时经过TCJ₇₁₋₇₂和HDJ₇₁₋₇₂接通FBD的红灯电路。

在接车站，当收到列车出发通知信号时，TCJ 吸起后使 JBD 亮红灯，表示列车已从对方站出发。而在 JBD 亮黄灯或绿灯时，为了证实列车未出发，须检查 TCJ 的后接点和 TJJ 的前接点。

为了防止接车站值班员在办理接车时过早地按下BSA，在JBD的黄灯电路中加入HDJ₅₁₋₅₃，以保证在发完自动回执信号，JBD亮黄灯后，当车站值班员看到亮黄灯时再按下BSA，向对方站发送同意接车信号。

在发车站，为了在办理请求发车后，能随时监督轨道电路的状态，以免影响发车，所

以在 FBD 的黄灯电路中检查 GDJ 的前接点。

1.5.3 自测练习

1. 分析线路继电器电路动作。如何通过测量环线电阻判断故障？
2. ZDJ 和 FDJ 缓放的目的是什么？是如何实现的？
3. KTJ 电路中 GDJ 第 3 组接点的作用是什么？
4. TJJ 电路中增设 TJJ 第 8 组接点构成第 2 条自闭电路有何意义？
5. 半自动闭塞电路中 XZJ 的第 2 组、第 4 组、第 5 组接点各起何作用？
6. 半自动闭塞电路中采取了哪些防止值班员“抢先办理”的措施？
7. 接车站专用轨道电路故障，在办理过程中有何现象？

任务 6 64D 半自动闭塞设备与联锁设备的结合

1.6.1 任务内容

掌握 64D 半自动闭塞设备与联锁设备结合时设备构成，结合电路的工作原理和具体应用。

1.6.2 相关知识

继电半自动闭塞设备与车站联锁设备存在着一定的联锁关系，使得半自动闭塞电路能反映车站是否已排列好并锁闭好发车进路或接车进路，列车是否出发和到达。而车站联锁电路控制开放出站信号机，同时必须检查是否办理好区间闭塞手续，区间是否开通。它们都是通过结合电路实现的。

现以 6502 型电气集中为例，说明 64D 型继电半自动闭塞和电气集中联锁的结合电路。

1. 半自动闭塞组合

64D 型继电半自动闭塞的按钮和表示灯设在电气集中控制台上，如图 1.6.1 所示。

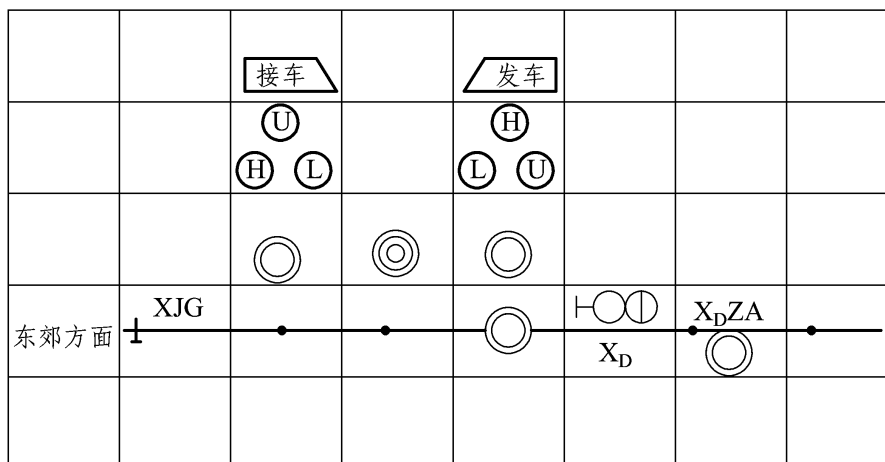


图 1.6.1 控制台上按钮盒表示灯

为了与电气集中相统一，按钮都采用二位自复式。因为电气集中所用的按钮接点是单组的，故需增设BSAJ、FUAJ和SGAJ 3个按钮继电器。为电路结合之用，以及提高电路定型率，还增设了接近电铃继电器DLJ、接车锁闭继电器JSBJ、发车锁闭继电器FSBJ和作为闭塞线路电源的硅整流器ZG，这些设备连同半自动闭塞原有的 13 个继电器，一般做成定型组合，称为半自动闭塞组合B₁、B₂，放在组合架上。B₁、B₂组合内的继电器及其类型如表 1.6.1 所示。

表 1.6.1

组合	继电器									
	B ₁	HDJ	BSJ	KTJ	ZDJ	FDJ	GDJ	FUAJ	SGAJ	HDJ
JWXC-1700		JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	ZG-42/0.5
B ₂	ZXJ	FXJ	FUJ	ZKJ	XZJ	TJJ	TCJ	JSBJ	FSBJ	DLJ
	JPXC-1700	JPXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700	JWXC-1700

2. 结合电路

64D型继电器半自动闭塞与6502电气集中的结合电路如图1.6.2所示，它由下列电路组成。

(1) 按钮继电器电路

用闭塞按钮继电器BSAJ、复原按钮继电器FUAJ和事故按钮继电器SGAJ分别反映BSA、FUA和SGA的状态。按下某按钮时，相应的按钮继电器吸起，松开后随即落下。

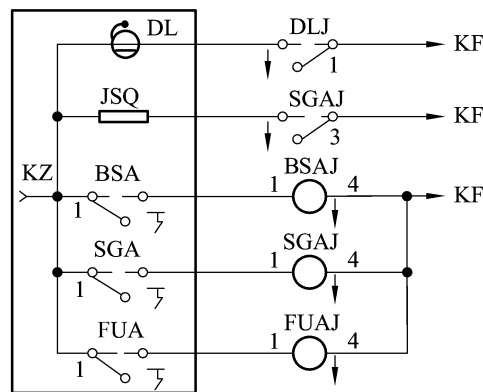


图 1.6.2 按钮继电器电路

(2) 接车锁闭继电器电路

接车锁闭继电器 JSBJ 平时落下，其作用就是反应接车进路的建立和使用过程。当进站信号机开放后 (LXJF 吸起)，列车驶入接近区段 (JGJF 落下) 时 JSBJ 吸起并自闭。JSBJ 的自闭电路中，检查了进站信号机内方第一个道岔区段的进路继电器的后接点 (如图 1.6.3 中的 1DG/2LJ)，当排列了经由该道岔区段的接车进路时 2LJ 落下。列车进站通过该道岔区段后，2LJ 吸起。当列车通过接车进路的第一个道岔区段，待进路解锁，1DG 的 2LJ 励磁后才断开其自闭电路，从而实现对列车的到达进行“两点检查”。这样，任何一段轨道电路故障或错误动作，都不会造成列车的虚假到达，如图 1.6.3 所示。

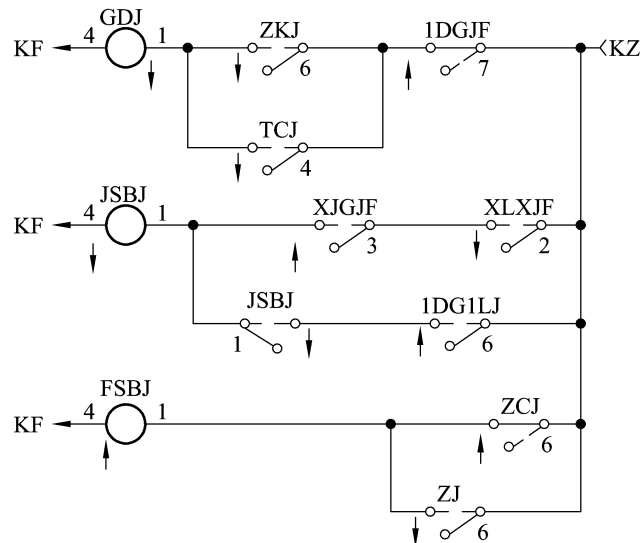


图 1.6.3 JSBJ 和 FSBJ 继电器电路

(3) 发车锁闭继电器电路

发车锁闭继电器 FSBJ 平时吸起，其作用是反映发车进路的建立和使用过程。电路中的 ZCJ 是发车口部位的照查继电器，排列向 AG 的列、调车进路时 ZCJ 落下，而在 1DG 道岔区段解锁后，ZCJ 吸起。ZJ 是终端继电器，向 AG 排列调车进路时吸起，使 FSBJ 不

落下，不致影响行车。1DG 道岔区段解锁后，ZJ 落下。当办理发车进路时，用 ZCJ 和 ZJ 都落下来说明以该发车口为终端建立并锁闭了发车进路，使 FSBJ 落下，从而断开发车定位条件，直到发车进路解锁，才能再次构成此条件，此联锁条件的作用是控制闭塞机能否取消闭塞，使闭塞机复原。

(4) 接近电铃 DLJ 继电器电路

如图 1.6.4 所示列车由对方站出发后，通知出发继电器 TCJ 吸起，用其第 3 组前接点接通电容器 C_3 的充电电路，开始向 C_3 充电。当列车驶入接车站的接近区段时，接近轨道继电器 JGJ 落下，由 C_3 向 DLJ 放电，接通电铃继电器 DLJ 电路，使之吸起。在 DLJ 吸起时间内，控制接近电铃鸣响。

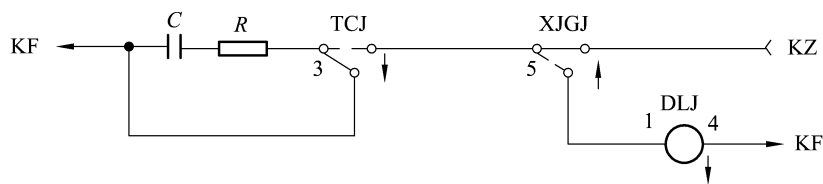


图 1.6.4 DLJ 继电器电路

3. 结合设计

在 64D 型继电半自动闭塞电路中要进行以下结合设计：

① 在 FDJ 电路中的“接车定位条件”处加入“确认列车进站”条件——JSBJ 的第 3 组后接点。当列车到达接车站并出清进站信号机内方的第一个轨道电路区段后，JSBJ 落下，为办理到达复原时 FDJ 的励磁准备好条件。对电气集中车站，列车进站后，进站信号机自动关闭，列车完全进入股道后，接车进路自动解锁，此时 JSBJ 落下（除进路逐段解锁外），自动构成接车定位条件。但这只能说明列车已经到达或进入股道，并不能证实到达列车是否完整，所以，还必须由车站值班员确认列车完整后，才能按下 FUA 办理闭塞复原手续，构成 FDJ 的励磁条件。

② 在 HDJ 电路中的“接车反位条件”处加入“接车锁闭”条件——JSBJ 的第 5 组前接点进站信号机开放后，列车进站进入轨道电路区段，闭塞电路才能构成列车到达状态。在电气集中车站要求对列车的到达进行“两点检查”。当进站信号机开放后列车进入进站信号机的接近区段时，才能构成列车到达的条件，从而实现第一点检查。这样允许接车站在区间闭塞后尚未开放进站信号机之前，进行站内调车。第二点检查是由 HDJ 电路中的轨道继电器 GDJ 第 5 组后接点来完成的，用以证明列车占用过接车进路的第一个轨道电路区段。这样，就检查了列车顺序地驶过了接近区段和信号机内方第一个轨道电路区段，若任何一段轨道电路故障或错误动作，都不会造成列车的虚假到达。

③ 在 XZJ 电路中“发车定位条件”处加入 FSBJ 第 3 组前接点，以便在未建立发车进路前，XZJ 吸起，允许调车和取消闭塞；而出站信号机开放后，XZJ 落下，就不允许调车和取消闭塞。对电气集中联锁的车站来说，因道岔区段全部装设轨道电路，列车是否出发，电路能检查出来。开放出站信号机后，因故不需要发车，可取消发车进路。当出站信号机

关闭后，只要发车进路解锁（FSBJ 吸起），就说明列车确实没有越过出站信号机。由于取消复原 FDJ 电路中检查了 XZJ 的吸起，所以用发车进路解锁条件来控制 XZJ 的吸起，实际上就满足了检查列车是否越过出站信号机的要求。

在 XZJ 电路中将 ZDJ₄₃ 和 KTJ₂₂ 连起来，在出站信号机关闭和进路解锁后，使 XZJ 再次吸起，以便办理取消复原或进行站内调车作业。

④ 在 GDJ 电路中接入进站信号机内方第一个轨道继电器的前接点，这里因接车和发车用同一个轨道继电器，所以必须选用进站信号机内方的第一个轨道区段。

4. 在 6502 电气集中电路中，要进行以下结合设计

① 在出站信号机的列车信号继电器 LXJ 电路中接入闭塞条件予以控制，即用闭塞机的开通继电器 KTJ 前接点，来控制出站信号机的开放。在 11 线网路（LXJ 电路）的发车口部位，接入 KTJ 的第 5 组前接点和 XZJ 的第 5 组后接点，用前者证明闭塞机开通允许发车，用后者证明确已排除取消闭塞的可能。

② 为了满足联锁电路双断控制的要求，用 KTJ 的第 5、6 两组前接点来控制出站信号机的开放。6502 电路只需单断控制，只用 KTJ 的第 5 组前接点，第 6 组前接点可作为备用接点。

1.6.3 自测练习

1. 64D 半自动闭塞设备与大站电气集中联锁设备结合时增加哪些设备？
2. JSBJ 电路的作用是什么？电路工作过程是怎样的？JSBJ 接点如何使用？
3. FSBJ 电路的作用是什么？电路工作过程是怎样的？FSBJ 接点如何使用？

任务 7 64D 半自动闭塞设备故障分析

1.7.1 任务内容

掌握 64D 半自动闭塞设备故障分析的方法和步骤，故障分析的程序，典型单元电路的故障现象。

1.7.2 相关知识

1. 故障分析的步骤

- ① 通过办理“听”电铃鸣响是否正常，来判断闭塞信号的传递是否正确。
- ② 通过办理“一看”表示灯点亮是否正常，“二看”继电器动作是否正常，来判断电路动作是否正确。

- ③ 通过“听和看”的结果来分析故障电路。
- ④ 使用借电方法查找故障点。

2. 故障分析程序图

① 发车站请求发车按下 BSA 后, 收到自动回执信号, 但是发车站的 FBD 黄灯不点亮。分析这个故障时首先应该知道, 发车站已经收到接车站的自动回执信号, 证明故障在发车站, 第一步要看 GDJ 是否吸起, 若 GDJ \uparrow , 说明 FBD 电路故障。若 GDJ \downarrow 则看 ZKJ 是否吸起, 若 ZKJ \uparrow , 说明 GDJ 电路故障。若 ZKJ \downarrow 则看 XZJ 是否吸起, 若 XZJ \uparrow , 说明 ZKJ 电路故障。若 XZJ \downarrow 则是 XZJ 电路故障。故障分析程序图如图 1.7.1 所示。

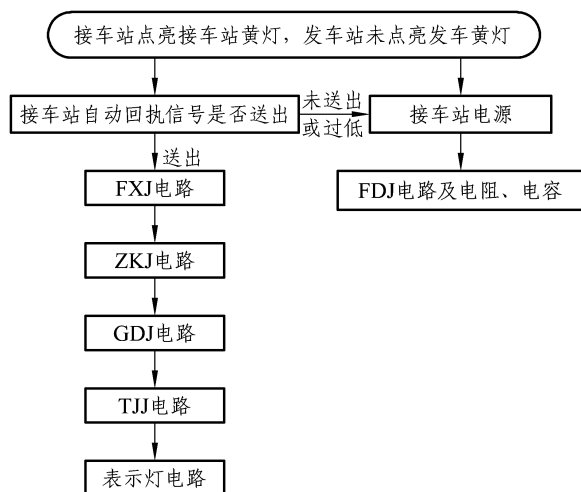


图 1.7.1 发车站请求发出后故障分析处理程序图

② 接车站同意接车按下 BSA 后两站绿灯不亮, 故障分析过程如图 1.7.2 所示, 首先观察两车站闭塞机中继器动作是否正常, 然后判断故障电路后再查找。



图 1.7.2 接车站同意接车后动作程序图

③ 出站信号机开放，列车出发故障分析如图 1.7.3 所示

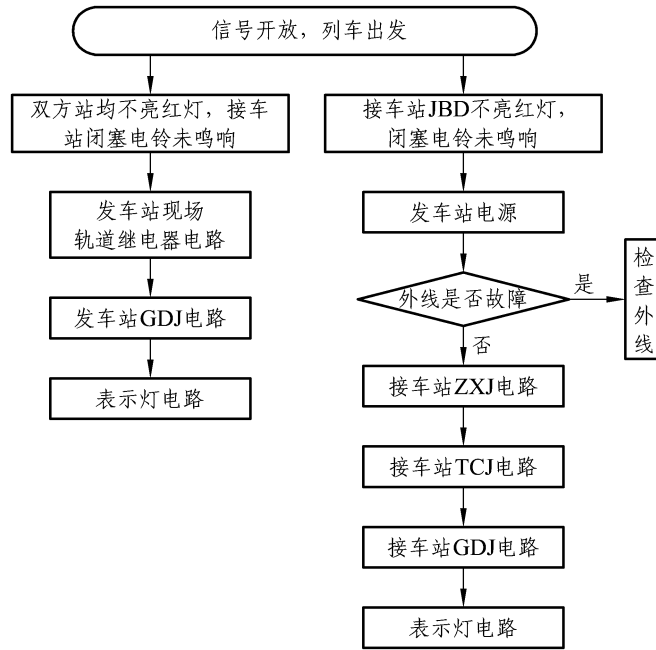


图 1.7.3 列车出发故障分析程序图

④ 列车到达接车站故障分析如图 1.7.4 所示。

⑤ 接车站办理到达复原故障分析如图 1.7.5 所示。

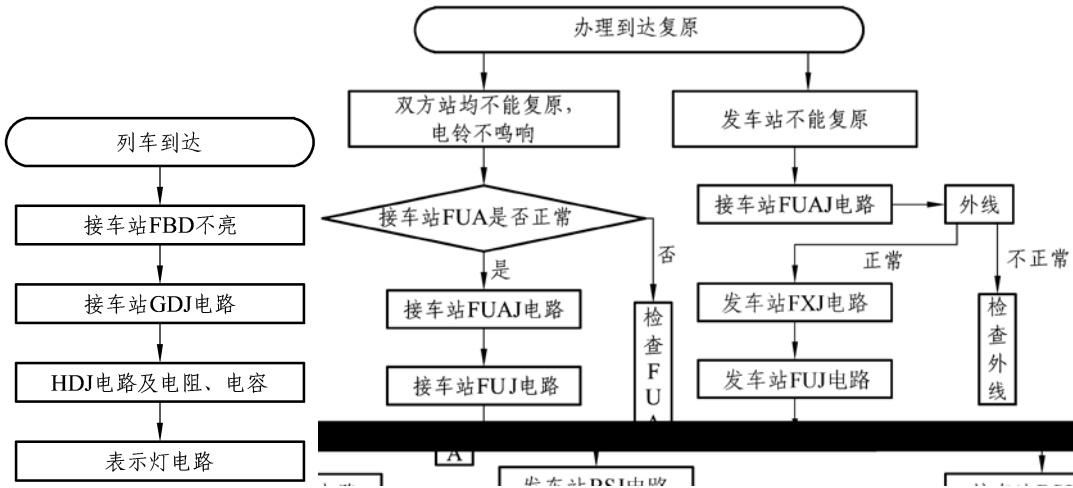


图 1.7.4 列车到达故障分析程序图

图 1.7.5 办理到达复原故障分析程序图

3. 典型单元电路的故障现象

表 1.7.1 所示为 64D 单线继电半自动闭塞的典型故障现象。

表 1.7.1 64D 单线继电半自动闭塞故障现象

序号	故障现象	检查步骤	故障分析
1	闭塞机在定位,发车站按下 BSA 后,不能办理请求发车	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按下 BSA, 观察接车站 ZXJ 是否吸起(电铃是否鸣响)。 2. 按下 BSA, 观察发车站 ZDJ 是否吸起。 3. 按下 BSA, 检查发车站和接车站外线端子 W_{a1} 和 W_{a0} 间是否有电压 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 接车站 ZXJ 吸起,证明发车站没有毛病; ZXJ 不吸,要检查发车站。 2. ZDJ 不吸,要检查 ZDJ 电路, ZDJ 吸起,要检查线路电路。 3. 如果外线 W_{a1} 和 W_{a0} 间没有电压,可能线路电源断线。同时检查电压够不够
2	发车站请求发车后,接车站 JBD 不亮黄灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查接车站 TJJ 继电器是否吸起并自闭。 2. 若 TJJ 没吸起,要检查发车站请求发车时接车站 ZXJ 和 HDJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若 TJJ 已经吸起并自闭,要检查表示灯电路。是否有电压,灯泡是否烧坏,灯座弹片与灯泡是否接触良好。 2. 若 ZXJ 和 HDJ 吸起, TJJ 不吸,可能是请求发车信号不够长(ZDJ 缓放时间短)或 HDJ 缓放时间不够长
3	发车站请求发车后,收不到回执信号,发车站 FBD 不亮黄灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查发车站 ZKJ 是否吸起。 2. 若 ZKJ 吸起,应检查 GDJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若 ZKJ 不吸,观察请求发车时,接车站 HDJ 和 FDJ 缓放时间够不够。 2. 若 HDJ 和 FDJ 缓放时间不够,使回执信号不够长。 3. GDJ 不吸,可能是现场轨道电路及室内外连接线的毛病
4	接车站按下 BSA 同意接车后,接车站 JBD 亮绿灯;发车站接收不到同意接车信号, FBD 不点亮绿灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查发车站 KTJ 是否吸起。 2. 若 KTJ 吸起并自闭 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若 KTJ 没吸,在接车站按下 BSA 时观察发车站 ZXJ 是否吸起。 2. 若发车站 ZXJ 不吸或吸起时间短,可能是接车站 ZDJ 缓放时间不够。 3. 检查发车站 FBD 电路,电压有无,灯泡好坏,接触情况
5	列车自发车站出发后,双方站表示灯都不变红灯。	检查发车站现场轨道电路动作是否可靠;处罚列车是不是轻型轨道车	<ol style="list-style-type: none"> 1. 对于开路式轨道电路,可能是由于电源电压不足,钢轨接续线断线等。 2. 对于闭路式轨道电路,可能是由于分路效应不好
6	列车自发车站出发后,发车站 FBD 变红灯,接车站 JBD 不变红灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查接车站 TCJ 继电器是否吸起并自闭。 2. 若 TCJ 没吸起,要检查发车站请求发车时接车站 ZXJ 和 HDJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若 TCJ 没吸,应人为的由发车站向接车站送正电,观察 ZXJ 和 TCJ 是否吸起。 2. 若 TCJ 此时吸起并自闭,可能是发车站通知出发信号不够长, ZKJ 和 ZDJ 缓放时间不够长

续表

序号	故障现象	检查步骤	故障分析
7	接车站向发车站预办发车时,收不到预办发车回执信号, FBD 不亮黄灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查预办时双方是否没有配合好, 如果没有配合好, 可以重办。 2. 检查预办发车时, 发车站能否收到回执信号, FXJ 和 ZKJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 接车站预办发车时, 发车站值班员应在电铃鸣响过程中按一下 BSA。 2. 收不到回执信号, 可能是原发车站的 HDJ 和 FDJ 缓放时间不够, 或线路电源电压不足
8	列车到达接车站, 接车站 FBD 不亮红灯	<ol style="list-style-type: none"> 1. 观察接车站 HDJ 是否吸起。 2. 若 HDJ 不吸应检查接车站现场轨道电路, 及室内外的连接是否良好。 3. 检查接车站 HDJ 励磁电路是否能接通 	<ol style="list-style-type: none"> 1. HDJ 吸起, 则是表示灯电路毛病。 2. 闭塞机内 GDJ 是否与现场轨道继电器动作一致。 3. 检查接车站手柄反位接点是否接触可靠
9	列车到达接车站后, JBD 和 FBD 都亮红灯, 但不能办理到达复原	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按下 FUA, 观察接车站 FDJ 是否吸起。 2. 若 FDJ 不吸, 应检查 FDJ 励磁电路 3. 检查 FUJ 和 BSJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如果 FDJ 吸起, 则进一步检查 FUJ 电路。 2. 检查列车是否出清轨道电路区段, GDJ 是否吸起, 检查 JSB 是否恢复定位
10	接车站办理到达复原时, 发车站闭塞机不能复原	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由接车站送负电, 观察发车站 FXJ 是否吸起。 2. 若 FXJ 吸起, 检查发车站 FUJ 和 BSJ 是否吸起 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若 FXJ 不吸或吸起时间短, 可能是接车站线路电源电压不足, FDJ 缓放时间不够, 外线断线或混线。 2. 如果发车站 FXJ 吸起时间短, FUJ 来不及吸起, 也是接车站 FDJ 缓放时间不够
11	接车站办理到达复原后, JBD 又亮黄灯并保留	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查 HDJ 缓放时间是否过长 2. 检查 FDJ 和 FUJ 缓放时间是否不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1. HDJ 缓放时间大于 (FDJ + FUJ) 的缓放时间时, 在 FUJ 落下和 HDJ 的缓放时间里, TJJ 又重新吸起。 2. 道理同上
12	请求发车后, 办理取消复原时, 发车站能取消, 接车站取消不了	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查接车站 FXJ 吸起时间是否过短, 或吸不起。 2. FXJ 吸起, 要进一步检查接车站的 FUJ 电路 	<ol style="list-style-type: none"> 1. FXJ 吸起时间过短, 是发车站 FDJ 的缓放时间不够。 2. FXJ 不吸, 可能是发车站线路电源电压不足, 外线断线
13	列车从发车站出发时, 接车站电铃一直鸣响	观察接车站 GDJ 是否吸起	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若接车站轨道电路故障, 列车自发车站出发后, 接车站 TCJ 吸起, GDJ 不吸, TJJ 不落, 使电铃一直鸣响。 2. 这是一个故障报警电路, 应及时修复接车站轨道电路, 准备接车

续表

序号	故障现象	检查步骤	故障分析
14	请求发车后,发车站取消闭塞时, FBD 闪红灯	取消闭塞时, 观察 BSJ 是否落一下	1.这是由于 XZJ 缓放时间不足, 在办理取消时, FDJ 吸起, FUJ 还没有吸起时, 由于 XZJ 落下, 断开 BSJ 电路。 2.修订电路将 KTJ-43 接到 GDJ-41 消除这一故障
15	请求发车时,接车站只有电铃鸣响, 其他无变化	观察接车站是 ZXJ 吸起或 FXJ 吸起	1.若 ZXJ 吸起, 则可能是局部电路 HDJ 和 TJJ 的毛病。 2.若 FXJ 吸起, 则可能是维修外线时将外线接反了
16	一方按下 SGA 办理事故复原时, 两站间连续的互相传送正信号	1. 检查两站间外线是否接反。 2. 检查线路电源极性是否接反。 3. 检查线路继电器极性是否接反	1. 有检查步骤中任一种故障, 都使两站间传送的闭塞信号相反。送出的事故复原信号, 到对方站变成请求发车信号, 对方站又送来回执信号, 此时本站 ZXJ 吸起, 然后又向对方站送回执信号……结果互相来回传送正信号
17	一方按下 SGA 办理事故复原时, 本站复原, 对方站 JBD 亮黄灯	1. 检查本站线路电源极性是否接反。 2. 检查对方站线路继电器极性是否接反	1. 有检查步骤中任一种故障, 在发送事故复原信号, 到对方站变成请求发车信号, ZXJ 吸起, 然后使 TJJ 吸起, JBD 亮黄灯
18	区间空闲, 双方站都没有办理, 闭塞机错误取得显示	1. 检查是否瞬间中断电源。 2. 检查外线是否混入电源, 或有外电和雷电干扰。 3. 检查闭塞电话串联电容器是否击穿	1. 如果瞬间中断电源, FBD 亮红灯。 2. 如果外线混一下正电源, 双方车站 JBD 都亮黄灯。 3. 电容器击穿后摇磁石电话机时, 有可能引起 ZXJ 或 FXJ 误动

1.7.3 自测练习

1. 半自动闭塞故障分析的步骤有哪些?
2. 如何使用借电方法测量出故障点?
3. 发车站请求发出后, 发车站继电器状态正确, 试判断故障电路并使用借电方法测量出故障点。
4. 发车站请求发车后, 收到了自动回执信号, 但是发车站 FBD 黄灯不亮, 试进行故障分析。
5. 线路继电器电路中, 两根外线接反, 办理事故复原中有何现象? 画出动作框图。
6. 信号发送器电路中 GDJ 的 21 处断线, 办理过程中有何现象?
7. ZKJ 电路中 XZJ 的 32 处断线, 办理过程中有何现象?
8. KTJ 电路中 ZKJ 的 41 处断线, 办理过程中有何现象?

9. FUJ 电路中 XZJ 的 63 处断线，办理过程中有何现象？
10. TJJ 电路中 GDJ 的 11 处断线，办理过程中有何现象？
11. JBD 电路中 HDJ 的 53 处断线，办理过程中有何现象？

项目小结

本项目主要介绍半自动闭塞的主要内容。

半自动闭塞是人工办理闭塞，是由出发列车自动关闭出站信号机而实现区间闭塞的一种闭塞方式。

继电半自动闭塞是以继电电路的逻辑关系完成两站间的闭塞功能。这种闭塞方式，需在相邻两站间设置一对半自动闭塞机，并通过两站间的闭塞电话线连接起来，经两站值班员按规定的程序办理闭塞，才能完成一次行车闭塞的过程。

64D 型继电半自动闭塞，在两站间要发送 7 种闭塞信号。其中，请求发车信号、同意接车信号及通知出发信号是按办理闭塞的程序进行的，因此可以用正极性的脉冲信号，以电路的不同工作状态加以区分。对同意接车信号，因是构成允许发车的信息，故须在其前面增加一个负极性的自动回执信号进行防护。对到达复原信号以及取消复原和事故复原信号，都是使闭塞机复原的，而复原信息不受办理闭塞程序的限制，因此，复原信息的脉冲性质要与正常办理闭塞程序的信息有所区别，所以采用了负极性脉冲。

64D 型继电半自动闭塞电路，是用 13 个安全型继电器来完成闭塞过程中信息的编制、发送、接收、记录和执行等任务，按功能的不同，由 8 个独立的单元电路组成。用闭塞继电器 BSJ 的励磁或失磁来表示区间处于开通或闭塞状态；用正电继电器 ZDJ 和负电继电器 FDJ 来发送正极性和负极性的闭塞信号；用正线路继电器 ZXJ 和负线路继电器 FXJ 来接收正极性和负极性的闭塞信号。

发车接收器电路是发车站用来记录发送请求发车、接收自动回执和同意接车 3 种闭塞信号的，分别用选择继电器 XZJ、准备开通继电器 ZKJ 及开通继电器 KTJ 的吸起并自闭来实现。

接车接收器电路是按车站用来接收、记录 3 种闭塞信号。用回执到达继电器 HDJ 接收发车站发送的请求发车信号，并构成自动回执信号电路；用同意接车继电器 TJJ 记录请求发车信号将闭塞机转为接车状态；用通知出发继电器 TCJ 记录列车出发通知信号。

复原继电器 FUJ 是为闭塞机复原用的，在办理到达复原、取消复原和事故复原时，使闭塞机恢复到定位状态。

闭塞机中的轨道继电器 GDJ 是现场轨道继电器的复示继电器，用来监督列车的出发和到达。对于发车站，在请求发车并收到回执信号之后，经 ZKJ 的前接点而构成 GDJ 的励磁条件，若失磁，则表示列车已出发。对接车站，在收到列车出发通知信号后，经 TCJ 的前接点构成 GDJ 励磁条件，若其失磁，则表示列车已到达接车站。

为了表示闭塞机的各种状态，在车站控制台上设有发车表示灯 FBD 和接车表示灯 JBD，

平时无表示。当办理闭塞时，依据办理闭塞的程序及列车的运行情况给予相应的显示。

单线继电半自动闭塞采用两根外线，当用架空明线时，闭塞电话与闭塞机共用外线；当用电缆作为闭塞外线时，应将闭塞机和闭塞电话分开。

对电气集中联锁的车站，使用进站信号机内方第一个轨道电路区段作为半自动闭塞用轨道电路。对电锁器联锁的车站应设专用轨道电路，为一段开路式和一段闭路式，以保证行车安全。

半自动闭塞设备的供电视所在车站联锁设备的类型而异。在电气集中车站，局部电源采用继电器控制电源；线路电源，如电源屏设有半自动闭塞电源则直接由其供电，如未设半自动闭塞电源，需在半自动组合中设整流器。

