

高等职业教育铁道通信信号专业校企合作系列教材  
高等职业教育“十二五”规划教材——轨道交通类

GUIDAO JIAOTONG  
XINHAO GAILUN

# 轨道交通 信号概论

主编 王 琳  
主审 李寿岭



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

高等职业教育铁道通信信号专业校企合作系列教材  
高等职业教育“十二五”规划教材——轨道交通类

铁道通信信号专业校企合作系列教材

# 轨道交通信号概论

主编 王琳

参编 赵静 王露 沈桐

主审 李寿岭

西南交通大学出版社

· 成都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

轨道交通信号概论 / 王琳主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.2

高等职业教育铁道通信信号专业校企合作系列教材  
高等职业教育“十二五”规划教材. 轨道交通类

ISBN 978-7-5643-2926-6

I. ①轨… II. ①王… III. ①轨道交通—铁路信号—  
高等职业教育—教材 IV. ①U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 031311 号

高等职业教育铁道通信信号专业校企合作系列教材  
高等职业教育“十二五”规划教材——轨道交通类

轨道交通信号概论

主编 王琳

责任编辑	李芳芳
助理编辑	宋彦博
特邀编辑	张少华
封面设计	墨创文化
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	<a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a>
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	8.25
字 数	193 千字
版 次	2014 年 2 月第 1 版
印 次	2014 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2926-6
定 价	18.50 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

随着全国铁路系统的不断提速以及列车控制信号系统的不断升级,铁路信号系统这一铁路运输的基础构成部分在保证列车安全和提高运行效率方面的作用也显得更加重要。本书对铁路信号专业涉及的基础知识进行了全面地介绍,力求使学生对铁路信号专业的基本系统结构及其组成设备有一个宏观的认识。初学者通过学习本书可以轻松入门,并在此基础上具有进一步研究其他专门描述各个信号系统技术的专业书籍的能力。与信号专业相关的通信、网络专业学生也可将本书作为了解信号设备的参考教材。因此,对本书的学习应该是全体信号工作者了解行业、进入行业,从而拥有专门信号控制技术的敲门砖,是相关专业了解行业的渠道。

本书在对铁路交通信号涉及的基础知识和系统构成的介绍中,打破了以往的讲解模式,每一个铁路信号系统都是先从系统上宏观介绍其功能,再针对每个功能实现所需要的设备完成局部知识的讲解。基于这种新理念,教材的每一章节都是先在系统层面上总体明确设备的作用和地位,再具体的介绍信号相关设备,这样更加附合了本书的编写宗旨:从铁路信号系统概论的角度简明扼要的介绍学习信号专业所必须了解的基础知识。

根据铁路系统的构成,本书在第一章介绍了轨道交通信号的组成、作用及分类以后;第二章开始分别从大铁和成轨两个方面探讨具体的铁路信号系统及相关设备配置,其中第二至五章主要讨论了大铁信号相关系统,分别是:车站信号联锁、区间闭塞、列车运行控制系统和行车调度指挥系统等的工作原理和设备;第六章单独补充了城市轨道交通信号系统的构成及设备组成,更加详细的归纳了城市轨道信号系统的特性,从而让初学者了解城轨和大铁信号系统的不同之处。

本书由天津铁道职业技术学院铁道电信系王琳副教授主编,由北京铁路局天津电务段工程师李寿岭主审,具体编写分工为:第一、六章由天津铁道职业技术学院讲师赵静编写;第二、三章由天津铁道职业技术学院讲师沈桐编写;第四、五章由天津铁道职业技术学院讲师王露编写。王琳负责全书的策划和统稿工作。

本书的完成参阅了大量书籍和文献资料,在此对所有这些书籍和文献资料的作者表达我们的敬意,尤其感谢《铁路信号概论》的作者林瑜筠、《车站信号自动控》的作者王永信和《列车运行控制系统》的作者张铁增。此外,本书在编写过程中,特别得到了中铁十三局天津地铁项目部刘国平工程师、天津铁道职业技术学院铁道通信信号教学团队杨润广、兰天明、张万莲以及北京铁路局天津电务段张朝霞、邱铁利工程师的大力帮助,再次表示感谢。

由于现代铁路信号控制技术发展较快,加之作者水平有限和时间仓促,书中难免有遗漏和不足之处,恳请同行专家和读者批评指正。

编 者

2013年11月

# 目 录

第一章 轨道交通信号概述 .....	1
第一节 轨道交通信号的基本认知 .....	1
第二节 轨道交通信号故障——安全原则 .....	2
第三节 轨道交通信号的发展史 .....	4
第二章 车站信号联锁设备 .....	7
第一节 车站联锁的概念 .....	7
第二节 车站联锁的类型 .....	9
第三节 车站联锁的设备 .....	16
第三章 区间闭塞 .....	37
第一节 区间闭塞的概念 .....	37
第二节 区间闭塞的类型 .....	42
第三节 区间闭塞的设备 .....	47
第四章 铁路列车运行控制系统 .....	56
第一节 列车运行控制系统概述 .....	56
第二节 CTCS-2 级列控系统 .....	66
第三节 CTCS-3 级列控系统 .....	73
第五章 铁路行车调度指挥系统 .....	80
第一节 行车调度集中指挥系统概述 .....	80
第二节 行车调度集中指挥系统发展 .....	82
第三节 列车调度集中系统 .....	84
第四节 分散自律调度集中系统 .....	97
第六章 城市轨道交通信号设备 .....	107
第一节 城市轨道交通信号设备概述 .....	107
第二节 ATC 系统概述 .....	108
第三节 CBTC 系统概述 .....	110
附录 常用术语中英文对照 .....	121
参考文献 .....	125

# 第一章 轨道交通信号概述

在轨道交通运输的实践中,即使在线路、桥梁、机车和车辆等设备条件良好的情况下,也会发生列车冲突和颠覆等重大事故。发生列车冲突的原因可能是两列或多列列车同时占用一个空间,也可能是由于道岔位置不正确而导致列车驶入错误线路而造成冲撞。另外,列车速度超过了线路限制速度也会引起颠覆事故。为保证安全,通常在划定的空间入口处设置信号机,以指挥列车能否驶入该空间。信号机的开放,必须检查线路的空闲、道岔位置的正确和敌对信号的关闭,以防止列车冲突和颠覆等重大事故的发生。因此,在现代轨道交通运输系统中,除了固定设备(线路、桥、隧)和移动设备(机车、车辆),还需要信号系统(简称信号),它们共同构成了轨道交通运输系统三个不可分割的技术基础。轨道交通信号系统是为了保证运输安全而诞生和发展起来的,系统的第一使命是保证行车安全。也可以这样说,没有轨道交通信号,也就没有轨道交通运输的安全。

## 第一节 轨道交通信号的基本认知

### 一、轨道交通信号的组成

信号是传递信息的符号。轨道交通信号是一个总名称,概而言之包括为发出命令所使用的各种信号机、信号表示器以及各种联锁、闭塞设备和运行控制系统等。它们的质量和可靠性直接影响信号系统功能的发挥,以及可靠性的提高。在轨道交通信号现代化的进程中,信号设备在不断更新和改造。

一旦信号设备故障,轨道运输将陷于瘫痪,整个国民经济将遭受严重损失。因此,人们将信号比喻为轨道运输的神经系统。

### 二、轨道交通信号的作用

轨道交通信号是轨道交通主要技术之一,是组织指挥列车运行、保证行车安全、提高运输效率、传递信息、改善行车人员劳动条件的关键设施。轨道交通信号的装备水平和技术水准是轨道交通现代化的重要标志。

轨道交通信号可以简称为信号,有广义和狭义两种含义。

广义的轨道交通信号是轨道交通运输系统中，保证行车安全，提高区间和车站通过能力及编解能力的手动控制、自动控制及远程控制技术的总称。它包括车站信号、区间信号、机车信号等。

狭义的轨道交通信号是在行车和调车工作中，对行车有关人员指示运行条件而规定的物理特征和符号。

### 三、轨道交通信号的分类

#### 1. 按控制对象分类

按控制的对象不同，轨道交通信号分为铁路信号和城市轨道交通信号。

铁路信号主要用于指挥和控制铁路车辆运行。由于铁路机车的司机驾驶位在机车的左边，为了让司机可以更好地瞭望到信号，铁路信号机一般设在列车运行方向的左边。

城市轨道交通信号主要用于指挥和控制城市轨道交通车辆运行。由于城市轨道交通采用的右侧行车制，所以城市轨道交通的信号机一般设在列车运行方向的右边。

#### 2. 按感官分类

按感官分类不同，轨道交通信号分为视觉信号和听觉信号。

视觉信号：以颜色、形状、位置、灯光和状态等表达的信号。如用信号机、信号旗、信号灯、信号牌、信号表示器、信号标志及火炬等显示的信号都是视觉信号。视觉信号又可分为昼间信号，夜间信号及昼夜通用信号。臂板信号机、道岔标表示器、脱轨表示器、水鹤表示器、车挡表示器等属昼、夜间以不同方式显示的轨道交通信号；公里标、曲线标、局界标、段界标等线路标志和警冲标、站界标、区间标、预告标等信号标志属昼夜通用信号；色灯信号机亦属于昼夜通用信号。

听觉信号：以不同器具发出音响的强度、频率和音响的长短时间等表达的信号。如用号角、口笛、响墩发出的音响以及机车、轨道车鸣笛等发出的信号，都是听觉信号。

#### 3. 按信号机分类

按信号机是否可以移动，轨道交通信号分为固定信号、移动信号和手信号。

在固定地点安装的信号设备发出的信号统称为固定信号，固定信号设备一般分为信号机和信号表示器两类，在轨道交通中，固定信号是主要信号；临时设置的信号牌、信号灯等叫移动信号；用手拿的信号灯、信号旗或用手势显示的信号叫手信号。

## 第二节 轨道交通信号故障——安全原则

### 一、故障——安全的主要术语

(1) 故障：在规定的的时间和条件下，信号设备规定的功能（部分或全部）受到限制或丧失。

- (2) 一次故障：信号设备的原发性故障。
- (3) 二次故障：信号设备的继发性故障。
- (4) 故障率：工作到某时刻尚未失效的信号设备，在该时刻后单位时间内发生失效的概率。
- (5) 安全性：在规定的时间内和规定的条件下，有关设备不发生危险状态的概率。
- (6) 故障——安全：故障以后导向安全。
- (7) 可靠性：在规定的时间内和规定的条件下，信号设备完成规定功能的能力。
- (8) 冗余：某一规定的功能用多于一种的方法（硬件或软件）完成。

## 二、故障——安全的主要技术原则

### （一）一般规定

- (1) 保证行车和车站作业安全的铁路信号设备应具有必要的安全性和可靠性。
- (2) 当信号设备发生故障时，应以特殊的方式做出反应并导向安全。但安全性是一种概率参数，信号设备不可能具备排除任何危险的绝对安全。
- (3) 对故障——安全要求，应是从技术上能够实现的。研究和设计各种信号设备均应满足故障——安全的原则。
- (4) 安全程度的高低受经济的制约。为了便于信号技术的发展和满足经济合理的安全要求，应对信号设备满足安全的程度进行定性和定量分析。

### （二）故障发现

- (1) 信号设备应具备必要的自诊断功能及必要的检（监）测设备。检（监）测设备工作或故障时，不得影响主设备的正常工作和功能。
- (2) 信号设备的故障可分为未发现的故障和发现的故障。未发现的故障不易引起有关人员的注意，并可导致危及行车安全的状态，应尽最大努力消除。故障可通过使用或检（监）测设备发现。
- (3) 假设故障一般应以很高的概率发现，发现故障不应引起危险状态或导致运行的危险状态。
- (4) 发现故障的时间应力求最短，在此时间内可以不考虑出现另一个独立故障。由于各种原因，故障出现后不能立即被发现，当不危及行车安全时，此种故障可最迟在下次使用该设备或对其进行人工检查时予以发现。
- (5) 对设备确保安全有威胁或有限制的保障（包括二次故障），应以很高的概率导致暂停或部分暂停运行状态，并利用暂停运行或部分暂停运行状态发现故障。
- (6) 对设备安全没有威胁或没有限制的故障不应导致暂停运行状态，并应通过故障表示发现故障。当故障发生的概率很小，或故障及随之产生的故障对安全没有影响，且设备还能工作，又无条件给出故障表示时，可以不设故障表示。无表示的故障不应导致危险状态。对操作人员的误操作应尽可能予以防止和给出故障表示。



### （三）防止危险故障的方法

铁路信号设备防止危险故障的方法可采用排除故障法和考虑故障法。

（1）排除故障法是通过选择元器件、采用合理的材料、高强度的连接线、专门结构、相应的物理方法、特定的生产-检查工艺、元件间安装上保持足够距离以及合理的配线、适当的工作环境等，使设备在使用中具备排除故障的条件。必要时还应辅以维护人员的周期检查。

（2）考虑故障法针对其发生故障的概率分为必须考虑的和不能排除的故障。考虑可能出现的故障的目的是找出防止发生危险故障后果的方法，保证设备保持在一定的安全状态。考虑故障法又分为防止故障后果和限制故障后果的方法。

### （四）采用防止危险故障方法的原则

（1）进行设备安全性设计时，在满足设备所需安全度的基础上，应优先选用排除故障的方法。

（2）当采用排除故障法不适用或不合理时，应采用考虑故障法，并应优先采用防止故障后果的方法。

## 第三节 轨道交通信号的发展史

### 一、铁路信号的发展史

铁路信号是人们在实践中逐步发展和完善起来的。早期的铁路开始行车时，由铁路职工骑马在前面引导列车运行。为了醒目，他们带着礼帽，身穿黑大衣和白色裤子，用手信号指挥列车前进或停止。当时铁路仅限于白天行车，列车很少，速度每小时 6~16 km，所以由人骑马来指挥，安全上没什么问题。后来，列车对数多了，速度也快了，骑马已跑不过火车，跟在火车后面打信号还有什么用？为了确保安全，人们开始研究固定的信号设备：用一块长方形的板子，横向线路是停车信号，顺向线路是进行信号。可是顺向线路的板子实际上很难被看见，所以又在顶端加块圆板。当必须在晚间开车时，就以红色灯光表示停车信号，白色灯光表示进行信号。随着列车速度的不断提高，要求从远方就能准确看到信号的显示。人们发现，在面积相等的情况下，圆形、方形和长方形相比，以长方形看得最远。因此，1841 年英国人戈里高利提出用长方形臂板作为信号显示，装设在伦敦桥车站。这是铁路上首次使用的臂板式信号机。这种臂板式信号机有两种显示：水平位置表示停车信号，向下倾斜 45°表示进行信号。夜间仍用红色灯光表示停车，用白色灯光表示进行。但是，后来人们发现白色灯光容易和铁路附近的家用灯光混淆，就改用了绿色灯光。

百余年来，中国的铁路事业经历了新旧两个根本性质不同的社会。无论从政治上还是从经济上，这都决定了在其发展历程中必然会遭遇到两种迥然不同的命运和前途。同样，作为火车“眼睛”的信号设备也有着坎坷的发展历程。

铁路作为一个舶来品，同中国人民的命运一样，在屈辱中挣扎。新中国的成立，给千疮百孔的中国铁路带来发展的舞台，也给善良的中国人民带来了幸福的生活。铁路信号设备的发展伴随着新中国铁路六十多年一路走来，它的发展见证了新中国铁路的发展，是新中国成长的缩影。

六十多年前，中国铁路的信号设备无技术性可谈，人工扳动道岔，人工开放臂板信号，无论刮风下雨，夜间都要爬到高高的杆子上挂煤油灯，有时一晚上要挂好几次。铁路工人的工作强度可想而知。那时的信号设备更无安全性可言。电的广泛应用，使铁路工人告别挂煤油灯的历史，铁路信号出现了色灯信号机。色灯信号机以不同的颜色显示，告诉司机以不同的速度运行。1960年，我国铁路信号工作者自行设计研制了6036小站电气集中联锁电路，并在实际应用中得到了不断的改造与完善，于1965年正式在新中国铁路上得到运用。因此，该联锁电路被更名为6502电气集中联锁。6502电气集中以其完善严谨可靠的电路，迅速在中国铁路上得到广泛应用。

改革开放以来，我国的铁路信号建设取得了巨大的发展。具有代表性的原铁道部调度指挥管理信息系统（DMIS），以现代信息技术为基础，综合运用通信、信号、计算机网络、多媒体技术，建立了三级四层（即原铁道部、铁路局、铁路分局三级加上基层信息采集层）的现代化运输调度指挥系统。至今为止，我国已有400多个车站安装计算机联锁设备，大型编组站都实现了自动化。目前正在修建的青藏铁路山，考虑到高原自然条件恶劣、人烟稀少的特殊情况，将采用安全可靠的自动化控制设备。

中国铁路信号设备从无到有，从爬杆挂煤油灯到以机车信号为主，从人工扳动道岔到计算机联锁的提速道岔，短短六十几年的时间，中国铁路信号设备实现了大的跨越式发展，铸就了中国速度。这一速度也是中国经济发展的速度，也是中国人民生活水平的发展速度。

## 二、城市轨道交通信号的发展史

世界经济的不断发展，城市人口的增加和城市规模的扩大，给公共交通造成了很大压力，这也必然促使城市公共交通的积极发展，不仅是数量上的激增，而且在质量上也提出了更高要求。当前，以城市轨道交通为主，高速公路、等级公路为辅的立体交通网络日趋完善，已经形成了一个综合的交通体系，为城市经济繁荣和人们出行带来了很大的便利。近年来，地铁和轻轨发展迅速，颇受一些发展中国家的重视，都在积极规划和建设，以缓解城市日趋严峻的交通拥堵问题。值得一提的是，高铁的发展给城市间的交通以及经济繁荣带来了巨大生命力。特别是磁悬浮轨道技术的应用，更是体现了当前轨道交通的前沿科技水平和发展趋势。

城市轨道交通要实现安全运行和提高通过能力这两大要求，离不开城市轨道交通信号的发展和运用。20世纪中叶以来，微电子技术、信息技术和计算机网络技术等科学技术的发展，给轨道交通信号技术带来了一场颠覆性革命，城市轨道交通信号系统（即ATC）应运而生，它为轨道交通安全运行和通过能力的提高发挥了巨大作用，不仅提高了运行效率，同时实现了列车运行的自动化。现代城市轨道交通信号系统具有如下特征：

## 1. 网络化

现代铁路信号系统不仅仅是各种信号设备的简单组合，而是功能完善、层次分明的控制系统。系统内部各功能单元之间独立工作，同时又互相联系、交换信息，构成复杂的网络化结构，使指挥者能够全面了解辖区内的各种情况，灵活配置系统资源，保证铁路系统的安全、高效运行。

## 2. 信息化

全面、准确获得线路上的信息是高速列车安全运行的保证。因而现代铁路信号系统采用了许多先进的通信技术，如光纤通信、无线通信、卫星通信与定位技术等。

## 3. 智能化

智能化包括系统的智能化与控制设备的智能化。系统智能化是指上层管理部门根据铁路系统的实际情况，借助先进的计算机技术来合理规划列车的运行，使整个铁路系统达到最优化；控制设备的智能化则是指采用智能化的执行机构，来准确、快速地获得指挥者所需的信息，并根据指令来指挥、控制列车的运行。

## 第二章 车站信号联锁设备

### 第一节 车站联锁的概念

#### 一、联 锁

##### (一) 定义

车站内有许多线路，它们用道岔联结着。列车和调车车列在站内运行所经过的线路，称为进路。按各道岔的不同开通方向可以构成不同的进路。列车和调车车列必须依据信号的开放而通过进路，即每条进路必须由相应的信号机来防护。信号、道岔、进路之间的这种相互制约的关系，称为联锁关系，简称联锁。

##### (二) 联锁的基本内容

联锁的基本内容包括：防止建立会导致机车车辆相冲突的进路；必须使列车或调车车列经过的所有道岔均锁闭在与进路开通方向相符合的位置；必须使信号机的显示与所建立的进路相符。

进路上各区段空闲时才能开放信号。如果进路上有车占用，却能开放信号，则会引引起列车、调车车列与原停留车冲突，这是绝对不容许的。

进路上有关道岔在规定位置才能开放信号，如果进路上有关道岔开通位置不对却能开放信号，则会引引起列车、调车车列进入异线或挤坏道岔。信号开放后，其防护的进路上的有关道岔必须被锁闭在规定位置，而不能转换。

敌对信号未关闭时，防护该进路的信号机不能开放。否则列车或调车车列可能造成正面冲突。信号开放后，与其敌对的信号也必须被锁闭在关闭状态，不能开放。

#### 二、联锁图表

联锁图表是车站联锁设备间联锁关系的说明，采用图和表的形式来表示。它由信号平面布置图和联锁表两部分组成。联锁图表说明车站信号设备之间的联锁关系，显示了进路、道岔、信号机以及轨道电路区段之间的基本联锁内容。电路设计是根据联锁图表的要求严密进行的，联锁试验和竣工验收时也以联锁图表作为检查工程质量的重要依据。因此，联锁图表必须认真编制，避免任何差错和遗漏。



- (5) 信号楼（或值班员室）等的符号。
- (6) 信号楼（或值班员室）中心公里标，联锁道岔和信号机距信号楼（或值班员室）中心的距离。
- (7) 进站信号机外方制动距离内有超过 6‰下坡道时的换算坡度数。

图 2.1.1 为信号平面布置图的一例。

## （二）联锁表

联锁表是根据车站信号平面布置图所展示的线路、道岔、信号机、轨道电路区段等情况，按规定的原则和格式编制的。联锁表以进路为主体，逐条地把排列进路需顺序按压的按钮、防护该进路的名称和显示、进路要求检查并锁闭的道岔编号和位置、进路应检查的空闲轨道电路区段名称，以及与所排进路敌对的信号填写清楚。

## 第二节 车站联锁的类型

### 一、6502 电气集中联锁

#### （一）电气集中的组成

6502 电气集中具有电路定型化程度高，逻辑性强，操纵方法简便灵活，不易出错，维修、施工比较方便，符合故障——安全原则，易与区间闭塞设备及其他信号设备结合等优点，又可作为调度集中和 TDCS 的基础设备。因此，在我国铁路得到了广泛应用。

电气集中分为室内设备和室外设备两大部分。6502 电气集中设备组成如图 2.2.1 所示。

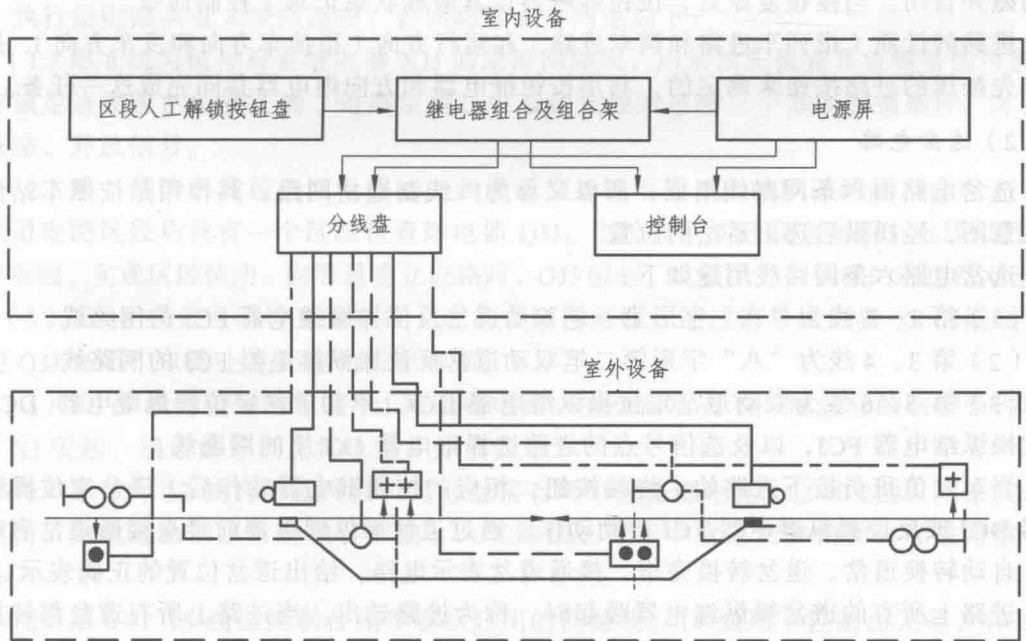


图 2.2.1 电气集中组成示意图

室内设有控制台、区段人工解锁按钮盘、继电器组合及组合架、电源屏、分线盘等设备。室外设有色灯信号机、转辙机、轨道电路、电缆线路及电缆连接箱盒等设备。

## (二) 6502 电气集中电路结构

6502 电气集中电路采用站场型网路式结构。所谓站场型网路式结构是指电路的图形结构形状模拟于站场线路和道岔位置的形状。这种电路结构形式具有以下优点：

(1) 电路图形与站场形状相似（交叉渡线和复式交分道岔两种情况除外），信号机、道岔和轨道电路区段可选用相应的组合类型图，按照站场形状拼贴起来。每张组合类型图相当于一个模块，即电路采用模块化设计，设计过程简单，提高了设计速度。

(2) 相同用途的继电器可以接在同一条网路线上，不需要反复检查同样的条件。这样既简化了电路，又减少了继电器接点，使得电路动作清晰、规律性强、安全程度高。

6502 电气集中电路主要由选择组电路和执行组电路两大部分组成，共有 15 条网路线。此外，还有道岔控制电路和信号机点灯电路等单元电路。

### 1. 选择组电路

选择组电路主要分为记录电路、选岔电路和开始继电器电路三部分。

#### 1) 记录电路

记录电路由按钮继电器电路和方向继电器电路组成，其作用是记录车站值班员按下按钮的动作，记录进路的性质和运行方向。

由于进路按钮采用二位自复式按钮，当按下按钮时按钮接点接通，松开后自动断开。为了使车站值班员下达的操纵命令不随进路按钮的复原而消失，需要把按下按钮的动作记录下来。其方法是对应每一个进路按钮设置一个按钮继电器，按下按钮使该按钮继电器励磁并自闭。当按钮复原后，按钮继电器以其吸起状态记录下控制命令。

进路的性质（指列车进路和调车进路）和运行方向（指接车方向和发车方向），是根据首先按压的进路按钮来确定的，利用按钮继电器和方向继电器共同完成这一任务。

#### 2) 选岔电路

选岔电路由六条网路线组成，所以又称为六线制选岔网路，其作用是按照车站值班员的意图，经操纵后选出道岔的位置。

选岔电路六条网路线用途如下：

(1) 第 1、2 线为“八”字形第一笔双动道岔反位操纵继电器 FCJ 的网路线。

(2) 第 3、4 线为“八”字形第二笔双动道岔反位操纵继电器 FCJ 的网路线。

(3) 第 5、6 线为双动道岔定位操纵继电器 DCJ、单动道岔定位操纵继电器 DCJ 和反位操纵继电器 FCJ，以及选信号点的进路选择继电器 JXJ 用的网路线。

当车站值班员按下进路始、终端按钮，相应的按钮继电器动作后，道岔定位操纵继电器 DCJ 或反位操纵继电器 FCJ 自动动作，通过道岔操纵继电器前接点接通道岔启动电路，自动转换道岔。道岔转换完毕，接通道岔表示电路，给出道岔位置的正确表示。

进路上所有的道岔操纵继电器吸起时，称为进路选出。当进路上所有道岔都转换到规定位置，并给出相应的表示后，称为进路排通。

为了缩短选路时间,进路选出后利用进路选择继电器 JXJ 的吸起及时使按钮继电器和方向继电器复原,为继续选取另外的进路准备好条件。但这时先选的进路还没有排通,信号还没有开放。当记录电路复原后,进路的始端和终端的条件要由辅助开始继电器 FKJ 和终端继电器 ZJ 来记录。FKJ 和 ZJ 不占用网路线。由于列车进路的终端是网路线两端,一般不设 ZJ。

### 3) 开始继电器电路

第 7 线是开始继电器 KJ 的励磁网路。凡是作进路始端的信号机,在其信号组合里的开始继电器都接在 7 线网路上,用以检查进路选排的一致性。检查进路选排的一致性涉及进路上的每组道岔,这些联锁条件都接在 7 线网路上。当进路上道岔操纵继电器(DCJ 或 FCJ)全部吸起,并且进路上道岔都转换到规定位置,给出相应的表示后(DBJ 或 FBJ 吸起),即进路选出与进路排通一致(DCJ 与 DBJ、FCJ 与 FBJ 动作一致),接在 7 线网路上的开始继电器 KJ 方能吸起。进路选排的一致性是很重要的联锁条件,锁闭进路、开放信号前要进行这一检查,它是保障行车安全的关键措施之一。

当信号开放后 FKJ 落下,用 KJ 的前接点继续记录进路的始端,一直到进路解锁后为止。进路要有明确的始、终端,从确定按下进路始、终端按钮开始,到进路使用完毕,进路始、终端的记录条件,随着电路的动作过程是变化的,但一直保持着记录。

## 2. 执行组电路

在选择组电路完成选路工作后,选择组电路所确定的进路始端和终端将转入执行组电路。执行组电路的主要作用是:检查进路中道岔位置是否正确、进路是否空闲、是否建立敌对进路,实现进路锁闭;检查开放信号联锁条件后,开放信号;完成进路的正常解锁、取消、人工解锁、调车中途返回解锁、引导进路解锁等任务。

执行组电路共有 8 条网路线,各网路线主要用途如下:

(1) 第 8 线为信号检查继电器 XJJ 的励磁网路线,用来预先检查开放信号的可能性,只有满足进路道岔位置正确、进路空闲、没有建立敌对进路三个基本联锁条件,才能锁闭进路,开放信号。

(2) 第 9 线为区段检查继电器 QJJ 和股道检查继电器 CJJ 的励磁网路。设有 Q 组合的轨道电路区段均设有一个区段检查继电器 QJJ。当检查了本区段空闲后,本区段的 QJJ 方能吸起,实现区段锁闭。向股道建立进路时, GJJ 吸起,以锁闭另一咽喉的迎面敌对进路。

(3) 第 10 线是区段检查继电器 QJJ 的自闭网路线。通过信号继电器 XJ 的励磁条件可使 QJJ 自闭,以防止进路迎面错误解锁。

(4) 第 11 线为信号继电器 XJ 的励磁电路。当全面检查了开放信号的联锁条件满足后, XJ 吸起,接通信号机点灯电路,开放信号。

(5) 第 12、13 线为解锁网路,对称地接有两个进路继电器 1LJ 和 2LJ,用来实现进路锁闭,完成进路的正常解锁、取消、人工解锁、调车中途返回解锁和引导进路解锁等任务。

(6) 第 14、15 线是控制台光带表示灯用的网路线。14 线用于控制白光带,15 线用于控制红光带。



除上述 8 条站场型网路外, 执行组电路中还有道岔控制电路、信号机点灯电路、取消继电器电路、接近预告继电器电路、照查继电器电路、锁闭继电器电路、各种表示灯电路以及报警电路等。这些电路都不接在网路线上。

6502 电气集中电路是由上述 15 条网路线和一些不接在网路线上的单元电路构成的。这些电路基本上是以继电器为负载的, 虽然室外电路、表示灯电路不是以继电器为负载, 但都是由继电器控制和监督的, 是可以根据继电器的吸起和落下两种状态来分析判断负载的好坏的。因此, 判断电路是否正常工作, 设备是否故障, 都可根据继电器状态进行分析。6502 电气集中电路中, 无论哪个电路环节发生故障, 最终都会造成该吸起的继电器不能吸起, 该落下的继电器不能落下。在学习电路原理和分析电路故障时, 应牢牢把握住各个继电器的动作时机, 即该继电器在什么条件下吸起, 在什么条件下落下。继电器的励磁时机应在继电器励磁电路中分析, 当励磁条件有几个时, 应看哪个是最后构成的。继电器释放时机一般应在继电器自闭电路中分析, 当使继电器释放的条件有几个时, 应看哪个是最先构成的。

6502 电气集中电路结构严密, 虽然电路复杂, 但电路动作层次分明、清晰, 规律性很强。电路动作应遵循以下步骤:

办理进路→进路选出→道岔转换→进路锁闭→开放信号→列车或调车车列进入→进路解锁。

对于上述动作步骤, 6502 电气集中电路都有相应的电路环节与其对应: 办理进路与记录电路对应; 进路选出与选岔网路对应; 道岔转换是从选岔网路得到命令, 道岔控制电路动作并经 KJ 检查选排一致; 进路锁闭与 XJJ、QJJ、LJ 等锁闭进路用电路相对应; 开放信号与 XJ 及信号机点灯电路相对应; 车列进入与轨道电路有关电路环节对应; 进路解锁与解锁网路相对应等。在电路动作步骤变换时, 应特别对承上启下的继电器动作时机予以关注, 这是掌握 6502 电气集中电路动作规律的关键所在。

## 二、计算机联锁

### (一) 计算机联锁的基本概念

#### 1. 计算机联锁的定义

计算机联锁是以计算机技术为核心, 采用通信技术、可靠性与容错技术以及“故障—安全”技术实现铁路车站联锁要求的实时控制系统。

#### 2. 计算机联锁的主要技术条件

计算机联锁的主要技术条件如下:

(1) 计算机联锁能满足各种车站(场)规模和运输作业的需要, 保证行车安全, 提高运输效率, 并具备大信息量和联网能力。

(2) 计算机联锁采用硬件冗余结构, 如双机热备、三取二或二乘二取二的结构。可靠度指标: 平均故障间隔时间(MTBF)大于或等于  $10^6$  h; 安全度指标: 平均危险侧输出间隔时间大于或等于  $10^{11}$  h。