



全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材  
高等职业教育城市轨道交通信号控制专业系列规划教材

# 城市轨道交通 联锁系统维护

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG LIANSUO XITONG WEIHU

郭朝荣 穆中华 张运强 主 编 ■

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材  
高等职业教育城市轨道交通信号控制专业系列规划教材

# 城市轨道交通联锁系统维护

郭朝荣 穆中华 张运强 主 编

林瑜筠 主 审



中国铁道出版社

2017年·北京

## 内 容 简 介

本书为全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材、高等职业教育城市轨道交通信号控制专业系列规划教材之一。全书包括三个项目,分别是:城市轨道交通联锁系统认知、城市轨道交通计算机联锁设备认知与维护、计算机联锁电路识读及故障分析处理。

本书主要作为高等职业院校城市轨道交通信号控制专业、铁道信号自动控制专业教材,也可作为成人继续教育或现场工程技术人员和铁道信号设备维护、施工人员的培训教材或参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通联锁系统维护/郭朝荣,穆中华,张运强主编. —北京:中国铁道出版社,2017.5

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材 高等职业教育城市轨道交通信号控制专业系列规划教材

ISBN 978-7-113-17552-8

I. ①城… II. ①郭… ②穆… ③张… III. ①城市铁路-轨道交通-联锁设备-维修-高等职业教育-教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 011002 号

书 名: 城市轨道交通联锁系统维护

作 者: 郭朝荣 穆中华 张运强 主编

责任编辑: 吕继函

编辑部电话: 010-51873205

电子邮箱: 312705696@qq.com

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 苗 丹

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京海淀五色花印刷厂

版 次: 2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 16.25 插页: 1 字数: 420 千

书 号: ISBN 978-7-113-17552-8

定 价: 39.90 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010) 51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010) 51873659,路电(021) 73659,传真(010) 63549480

# 前言

## PREFACE

本书为全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材、高等职业教育城市轨道交通信号控制专业系列规划教材之一。城市轨道交通信号联锁设备是用来指挥正线及车辆段列车运行,提高运输效率、保障运行安全的关键设备,正确合适的维护设备对保障稳定运行非常重要。本书结合城市轨道交通现场设备维护应用,依据城市轨道交通信号控制专业教学标准编写。

全书共分为三个项目:项目1为城市轨道交通联锁系统认知;项目2为城市轨道交通计算机联锁设备的认知与维护;项目3为计算机联锁电路识读及故障分析处理。本书针对企业岗位能力需求,将教学项目分成若干典型工作任务。按照认知规律,每个典型工作任务的学习都从认识设备开始,然后学会操作使用,理解设备原理,掌握检修方法和标准,最后上升到故障分析处理。

本书由深圳市地铁集团有限公司郭朝荣、郑州铁路职业技术学院穆中华、北京通号国铁城市轨道交通技术有限公司张运强任主编,南京铁道职业技术学院林瑜筠任主审。郭朝荣编写了项目1;穆中华编写了项目2的典型工作任务1;张运强编写了项目2的典型工作任务2;郑州铁路职业技术学院梁宏伟编写了项目2的典型工作任务4;东莞市轨道交通有限公司丘庆球编写了项目2中典型工作任务3的“SICAS计算机联锁系统认知”部分和“LOW工作站操作使用”部分;深圳市地铁集团有限公司杨震编写了项目2中典型工作任务3的“SICAS联锁设备维护保养”部分;深圳市地铁集团有限公司杨丁明编写了项目3的典型工作任务1和典型工作任务2;深圳市地铁集团有限公司刘景惠编写了项目3的典型工作任务3。

本书在编写的过程中,参考了大量相关专家及学者的研究成果,以及城市轨道交通运营现场的维护实践操程,在此一并表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

编者  
2017年2月

# 目录

## CONTENTS

<b>项目 1 城市轨道交通联锁系统认知</b> .....	1
典型工作任务 1 信号平面布置图识读 .....	2
典型工作任务 2 联锁认知 .....	7
典型工作任务 3 联锁表识读 .....	15
典型工作任务 4 联锁设备认知 .....	21
项目小结 .....	25
复习思考题 .....	25
<b>项目 2 城市轨道交通计算机联锁设备认知与维护</b> .....	26
典型工作任务 1 TYJL-ADX 联锁设备认知与维护 .....	26
典型工作任务 2 EI32-JD 联锁设备认知与维护 .....	66
典型工作任务 3 SICAS 计算机联锁系统维护 .....	107
典型工作任务 4 iLOCK 型计算机联锁系统维护 .....	149
项目小结 .....	189
复习思考题 .....	189
<b>项目 3 计算机联锁电路识读及故障分析处理</b> .....	191
典型工作任务 1 道岔控制电路识读及故障分析处理 .....	192
典型工作任务 2 信号机点灯电路识读及故障分析处理 .....	218
典型工作任务 3 计轴设备维护及故障分析处理 .....	231
项目小结 .....	252
复习思考题 .....	253
<b>参考文献</b> .....	254

# 项目 1 城市轨道交通联锁系统认知



## 项目描述

本项目是城市轨道交通联锁设备维护的基础,通过本项目的学习,建立联锁的基本概念,能够正确识读联锁表,掌握进路建立和解锁应检查的联锁条件,为后续计算机联锁设备的维护打下坚实的基础。



## 教学目标

1. 根据信号平面布置图,熟悉信号机、道岔、转辙机、轨道电路、计轴区段等设备的布置及命名方法。
2. 建立联锁的基本概念。
3. 熟悉进路的种类,能够正确理解建立进路和解锁进路应检查的联锁条件。
4. 能够正确识读联锁表,熟悉联锁条件在联锁表中的表示方法。
5. 熟悉计算机联锁系统的层次结构和冗余结构。



## 相关案例

2009年12月22日,上海地铁1号线富锦路站至上海火车站小交路折返段,中山北路站往上海火车站下行的150号车以60.5 km的时速行驶进上海火车站时,司机发现前方信号灯为红灯,立即采取紧急制动措施,但由于当时制动距离已不足,载有乘客的150号车以16.5 km的时速与正在折返的117号空车发生侧面冲撞,造成150号车驾驶室车头受损和第1节车厢的第2位转向架的轮对脱轨。全线瘫痪超过7 h以上,众多市民交通出行受到影响。

这次事故的主要原因是相关区段编码电路配线出错,致使在采用临时非正常交路折返的情况下,信号系统在相关轨道区段向列车发送65 km/h速度码,提高了列车行驶速度,造成制动距离不足引起的侧面冲撞。

联锁表是信号电路设计的依据,也是设备开通时,检查试验车站联锁设备之间联锁关系的主要依据。任何条件下必须保证控制行车的信号设备联锁关系绝对正确,任何细小的错误和漏洞,都可能造成联锁失效,引发车毁人亡的重大事故。



## 典型工作任务 1 信号平面布置图识读

### 1.1.1 工作任务

1. 掌握信号设备平面布置图的作用。
2. 熟悉道岔位置规定原则。
3. 掌握车辆段和正线信号设备的分布方式及编号命名规律。

### 1.1.2 知识链接

#### 1. 车辆段信号平面布置图识读

车辆段信号平面布置图反映了站场线路(含试车线)的布置和接发车方向;确定了信号楼的位置和联锁区的范围;标明了信号机、道岔的名称编号和设置位置;划分了轨道电路区段,是设计车辆段联锁电路的基础,是进行车辆段信号工程设计与施工的重要依据。车辆段信号平面布置图根据站场线路(含试车线)绘制,如附图(见书末插页)所示。

#### 1) 信号机的布置

在车辆段上设置信号机的主要目的:一是按行车计划和调车计划指挥车辆段的行车和调车作业;二是在进路的入口处设置信号机。对进路进行防护,是阻拦和通行列车的凭证显示,提供行车和调车作业的安全保证。

城市轨道交通车辆段信号机设置的特点:信号机一般设置在行车方向右侧;在车辆段内除在车辆段与正线分界点设置列车信号机外,其余列车信号机的设置没有统一规定,各城市轨道交通运营企业视实际情况而定;车辆段只设少量必要列车信号机外,其余为调车信号机,尽头设置尽头阻拦信号机,常亮红灯。

书后附图所示是一个尽头式车辆段,在咽喉区设有出段线和入段线,设置了以下类型信号机。

#### (1) 列车信号机

##### ① 进段信号机

进段信号机是为列车接车进路而设置的,在车辆段每一出/入段线的接车口设置一架进段信号机,如附图中的 XJ1 和 XJ2,这两架信号机由车辆段信号楼控制,开放时需要检查出段信号机照查条件。

##### ② 出段信号机

在出/入段线发车口处设有出段信号机,如附图中的 SC1 和 SC2,这两架信号机开放由相邻的正线联锁站控制,开放时需要检查入段信号机照查条件。

#### (2) 调车信号机

调车作业包括车辆的摘挂、转线、出/入库、整编作业等。调车作业一般是利用牵出线与到发线或咽喉区与到发线之间的线路进行。为了防止调车车列和列车发生冲撞事故,进行调车作业时必须由调车信号机指挥和防护。调车信号机是从提高线路利用率和调车作业效率的角度出发,根据站场线路的结构和调车作业需要而布置的。

按照调车信号机位置分成尽头式调车信号机、单置调车信号机、并置调车信号机和差置调车信号机。其中单置、并置、差置调车信号机均设在咽喉区,统称咽喉区调车信号机。



### ①尽头式调车信号机

尽头式调车信号机是设在牵出线、专用线、吹扫线、平板车线等向咽喉区入口处的信号机,其特点是信号机内方为道岔区段,外方是无岔区段(接近区段),并且同一坐标位置只有一架信号机,如附图中 D16、D25 等。

### ②咽喉区调车信号机

咽喉区调车信号机,其相邻内方和外方均为道岔区段。

单置调车信号机:同一坐标处仅布置一架信号机,如附图中 D8、D5 等。

并置调车信号机:同一坐标处布置两架背向的调车信号机,如附图中 D6 和 D7。

差置调车信号机:在咽喉区中间不在同一坐标的两架背向调车信号机,信号机之间有一个无岔区段,而信号机内方则是道岔区段,如附图中 D4 和 D13。

按照用途,调车信号机又可分为折返调车信号机和阻拦调车信号机。

#### ①折返调车信号机

为满足转线作业,在有关道岔岔尖前布置起折返作用的调车信号机,如附图中 D11、D19 等。

#### ②阻拦调车信号机

阻拦调车信号机是防止调车车列越过该信号机,以便让该信号机后方的线路供其他列车或调车作业使用的,这是提高线路利用率的措施。如附图中,当 1AG 与 2AG 之间利用 D13 进行转线调车作业时,设置起阻拦作用的调车信号机 D4 后,可同时建立经由 2/3 道岔反位的进路。

当按照用途设置调车信号机时,并非一架信号机只能起一种作用,实际上,一架调车信号机对于某一调车作业来说起折返作用,而对另一调车作业而言可能又起到阻拦作用。如附图中的 D8 信号机,当办理 D5G 向 D2G 转线调车时,D8 信号机起折返作用;当办理 5AG 向 12AG 转线调车时,在牵出车列较短,以 D11 为折返信号的条件,则 D8 可起阻拦作用。

在信号平面布置图中标的信号机状态规定为关闭状态,也就是定位状态。

### 2) 轨道电路区段的划分

在车辆段内,凡是由信号机防护的进路,原则上均需设轨道电路。设置轨道电路的目的是检查进路是否空闲。在平面图中,轨道电路区段的划分表现为轨道电路绝缘节的布置。布置绝缘节首先应符合效率原则,这体现在两条可能同时办理的进路不应共用一个轨道电路,否则一条进路有车占用时,另一条就不能建立了。

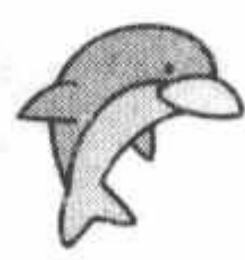
轨道电路划分的一般原则如下:

(1) 信号机的前/后应划分成不同区段。

(2) 凡是能平行运行的进路,其间应设钢轨绝缘把它们隔开,不应划为一个轨道电路区段。如附图中的道岔 4 和道岔 5 之间的绝缘,道岔 6 与道岔 7 间的绝缘,都按此原则装设的。

为了防止车辆在线路交会点附近即道岔根部的分歧处发生冲撞,在岔根线路中心距离为 4 m 处设有警冲标,以提醒司机及有关人员必须使车辆离开警冲标(也就是完全进入警冲标内方,即远离道岔一侧)方可停车。当绝缘节不得不设在警冲标外方(道岔一侧),或虽设在内方但离警冲标的距离小于 3.5 m 时,称这类绝缘为侵限绝缘,因为在这种情况下,车辆的轮对虽然已越过绝缘节,但车体仍可能未全部进入警冲标内方,即处于侵入限界状态,如图 1.1 所示。





此时的车辆不能被警冲标外方的道岔区段轨道电路检测到,那么经由该道岔区段排列进路(例如经由5号道岔反位排列进路)时,虽然道岔区段空闲,但仍存在发生侧面冲突的危险。因此,办理进路时还应检查相邻区段在空闲状态,这类“相邻区段”的特点是以侵限绝缘为一端且处于警冲标内方,常称它为侵限区段。为了引起注意,在平面图中将侵限绝缘以圆圈框出。

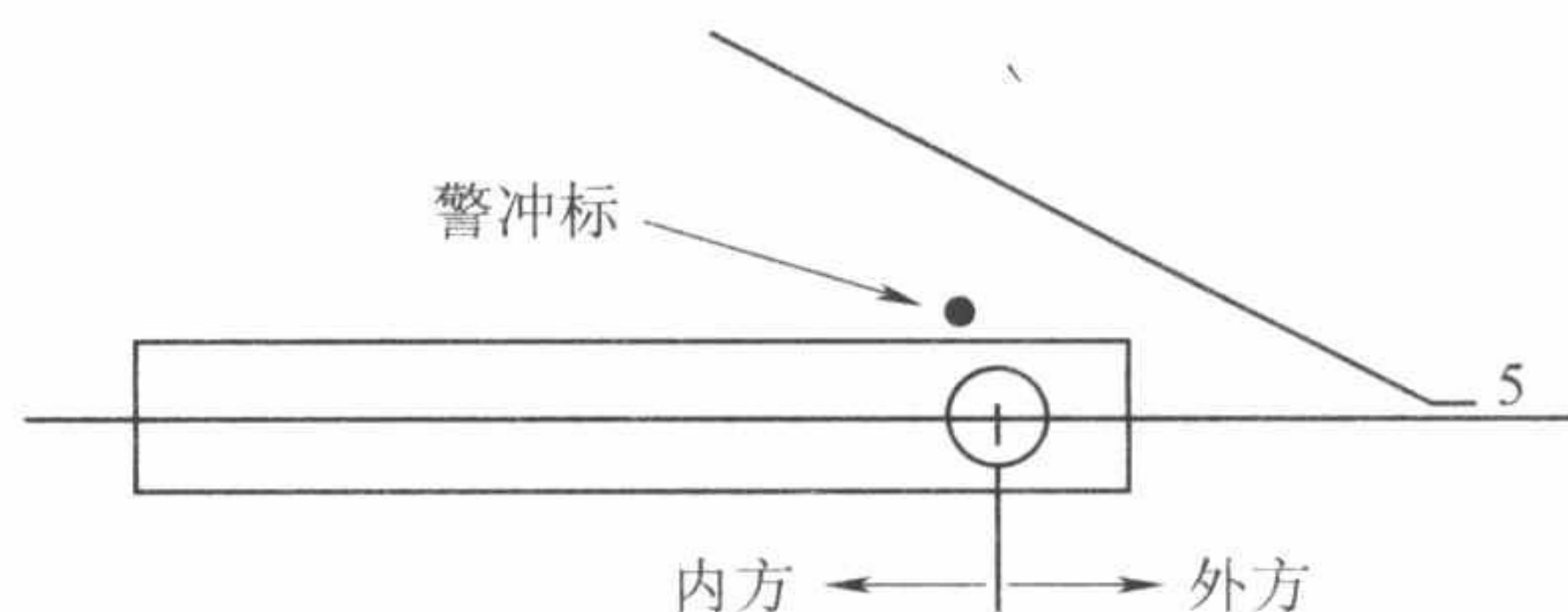


图 1.1 侵限绝缘

(3)在同一轨道电路区段内,单开道岔数目最多不得超过三组,复式交分道岔不得超过两组。

(4)在车辆段内,早晚列车出/入库作业繁忙,为了使列车通过道岔后,及时使道岔解锁,为立即办理新的进路准备好条件,要将轨道电路区段适当划短,以提高咽喉区的通过能力。

(5)在集中区与非集中区分界处所设信号机的外方应划分一段轨道电路,作为该信号机的接近区段。该处钢轨绝缘与集中联锁区内钢轨绝缘在图纸上画法不同,如附图中的 D14G 右端所画钢轨绝缘“ $\neg$ ”。这种画法的钢轨绝缘表明靠近信号机侧的接近区段设有轨道电路,而另一侧未设有轨道电路。

### 3)转辙机的使用

在地铁车辆段信号平面布置图中,凡是在信号机指挥下的列车和调车作业所经由的道岔,都与信号机有联锁关系,所以称这类道岔为联锁道岔。联锁道岔有两个位置状态:一个是定位状态;一个是反位状态。为了管理和使用的方便,规定在平面布置图中所画的道岔位置为定位状态,为了取得认识上的一致,必须按统一原则确定定位状态,这个原则就是安全与效率原则。

根据安全原则,凡是连接安全线的道岔,以开通安全线为定位;凡是根据安全原则规定其定位的道岔,在没有经由这类道岔的反位排列进路期间,这类道岔就应处于定位。若不在定位,值班人员须及时将它操纵到定位。这样一来,当车辆因失控而停不住时,闯入安全线或进入异线的可能性较大,提高了车辆段的安全性。

根据效率原则,道岔应开向线路使用率高的一侧为定位。例如段内多数道岔以开通出/入段线或使用率较高的如牵出线等的位置为定位,这样可以减少道岔操纵次数。

车辆段一般采用 T 号道岔,对应每组道岔均设转辙机。由于车辆段行车速度低,转辙机选用内锁闭方式,如 ZD6-D 型电动转辙机,单动道岔设一台转辙机,双动道岔两端各设一台转辙机。

### 4)监控对象的命名与编号

在车辆段联锁系统中,信号机和道岔既是受控对象也是监督对象,而轨道电路只是监督对象。为了简便起见,以后统称它们为监控对象。每一监控对象都必须有它自己的名称和编号。实际上,名称和编号是为了表达监控对象客观存在信息的。为了统一起见,信号平面布置图上每一监控对象的名称和编号需要符合规定。对监控对象的命名和编号是分咽喉区进行的。

#### (1)信号机的命名

##### ①列车信号机的命名

车辆段中属于列车性质的信号机数量较少,多在出/入段、出库位置设置,因此命名也与位置关联,如进段信号机命名为 XJ,出段信号机命名为 SC。该类信号机的命名无统一规定,一般是各城市轨道交通运营企业自行定义。



## ②调车信号机的命名

一般以字母D命名调车信号机。因车辆段多为尽端式,所以调车信号机编号方式一般从咽喉区开始,按坐标从小到大顺序编号,如D1、D2...Dn。

## (2)道岔的编号

道岔是用编号命名的。因车辆段多为尽端式,所以道岔编号方式一般从咽喉区开始,按坐标从小到大以大排队方式编号,如1号道岔...n号道岔。由于渡线两端的道岔是受一组控制电路控制的双动道岔,这两个道岔的编号应用相邻的数,如附图中的4号5号道岔,并以4/5表示为双动道岔。常在道岔编号的右上角标以#字,如4/5#,以避免与其他设备编号数字混淆。

## (3)轨道区段(轨道电路)命名

对于道岔轨道区段以DG命名,在DG前面冠以该区段内的道岔编号,例如2DG、5-6DG。

对于无岔轨道区段,以WG命名,并冠以该区段两端最近的道岔号,例如2/9WG。

## 2. 正线信号平面布置图识读

图1.2是在深圳1号线平面布置图中选取的一个集中站的平面布置。

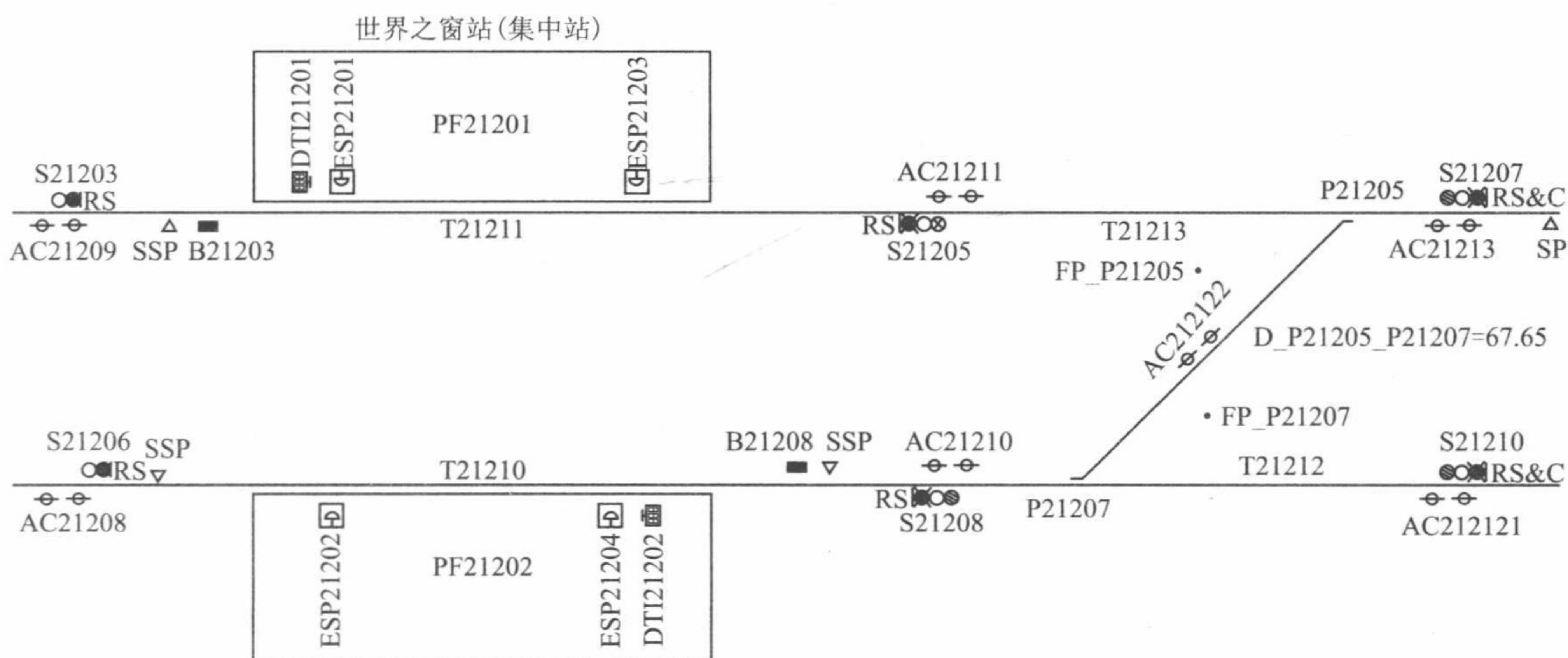


图 1.2 正线信号平面布置图(片断)

### 1)信号机命名

联锁区的信号机自左向右递增编号,上行线为偶数,下行线为奇数。“S”表示间隔信号机;“RS”表示进路信号机;“RS&C”表示进路信号机有引导(不同城市中轨道交通命名方式有所差异,本书以图1.2为例来讲述)。

如图1.2所示,信号机命名以S开头,由6位字符组成:S(1位)+线路号(1位)+车站序号(2位)+信号机序号(2位),如S21203表示2号线第12个站,下行线编号为3的信号机。

### 2)道岔命名

车站左边道岔为偶数,自左向右递增编号,即向站内方向递增;右边为奇数,自右向左递增编号,即向站内方向递增。

如图1.2所示,道岔命名以P开头,由6位字符组成:P(1位)+线路号(1位)+车站序号(2位)+道岔序号(2位),如P21205表示2号线第12个站,车站右侧的第5组道岔。



### 3) 计轴区段命名

联锁区计轴区段自左向右递增编号,上行线为偶数,下行线为奇数。

如图 1.2 所示,计轴区段命名以 T 开头,由 6 位字符组成:T(1 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+区段序号(2 位),如 T21211 表示 2 号线第 12 个站,下行线的第 11 个计轴区段。

站台屏蔽门命名以 PF 开头,由 7 位字符组成:PF(3 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+屏蔽门序号(2 位)。如图 1.2 中的 PF21201 表示 2 号线第 12 个站,下行线的第 1 个屏蔽门。

### 4) 其他设备命名

正线信号平面布置图上还有应答器、“紧急停车”按钮、发车表示器等,其设备命名原则见表 1.1。

表 1.1 正线信号平面布置图设备命名符号与说明

设备符号	含 义	说 明
△ SSP	停车点	(1)SSP 表示上下客运营停车点 (2)SP 表示折返区域停车点
■ B21203	应答器	以 B 开头,由 6 位字符组成:B(1 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+相应信号机序号(2 位)
AC22904 ⊖ ⊖	计轴点(磁头)	(1)以 AC 开头,由 7 位字符组成:AC(2 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+计轴点序号(2 位) (2)计轴点序号:在联锁区的计轴点自左向右递增编号,上行线为偶数,下行线为奇数
DTI22901	发车表示器	(1)以 DTI 开头,由 8 位字符组成:DTI(3 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+发车表示器序号(2 位) (2)发车表示器序号:以本站自左向右递增编号,上行线为偶数,下行线为奇数
ESP22901	紧急停车	(1)以 ESP 开头,由 8 位字符组成:ESP(3 位)+线路号(1 位)+车站序号(2 位)+紧急停车按钮序号(2 位) (2)紧急停车按钮序号:以本站自左向右递增编号,上行线为偶数,下行线为奇数
V_L1L2	不同线路之间联络线	“V_L1L2”表示 1 号线与 2 号线联络线
FP_P22901	警冲标	以 FP 开头+道岔编号
CBI_2E  CBI_2F	联锁区交界	(1)由 5 位字符组成:CBI_(3 位)+线路号(1 位)+联锁区载序号(1 位) (2)联锁区载序号:第 1 个联锁区编号为“A”,递增编号
2C_21  ZC_22	轨旁 ZC 区域交界	(1)由 4 位字符组成:ZC_(2 位)+线路号(1 位)+ZC 序号(1 位) (2)ZC 序号:第 1 台 ZC 计算机编号为“1”,递增编号
站台中心 YDK35+700.74	公里标	站台中心公里标为 35 km+700.74 m

### 1.1.3 相关规范、规程与标准

- 1.《铁路技术管理规程(普速铁路部分)》中第 68 条相关要求。
- 2.《地铁设计规范》(GB 50157)中第 17.6 条相关要求。



## 典型工作任务2 联锁认知

### 1.2.1 工作任务

1. 掌握联锁概念。
2. 了解车辆段和正线进路的区别。
3. 熟悉正线进路种类,进路的建立条件、防护方式、解锁方式。

### 1.2.2 知识链接

联锁是铁路信号保证行车安全的重要技术措施,指的是信号设备与相关因素的制约关系。广义的联锁泛指各种信号设备所存在的互相制约关系;狭义的联锁,即一般所说的联锁,专指信号设备之间的制约关系。为保证行车安全,联锁关系必须十分严密。

#### 1. 联锁基本概念

车站(或联锁区)内有许多线路,它们用道岔联结着。列车和调车车列在站(或联锁区)内运行所经过的径路,称为进路。道岔不同的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。如进路上的道岔位置不正确,或区段已有车占用,或敌对进路已建立,有关的信号机就不能开放;信号开放后,其所防护的进路不能变动,即此时该进路上的道岔不能再转换。信号机、道岔、区段与进路之间的这种相互制约的关系,称为联锁关系,简称联锁。

将道岔、区段和信号机用电气方式集中控制与监督,并实现相互之间联锁关系的技术方法和设备称为电气集中联锁。用继电器电路实现联锁关系的称为继电器集中联锁;用计算机技术、通信技术、可靠性与容错技术及“故障—安全”技术实现联锁关系的实时控制系统称为计算机联锁。

计算机联锁是目前广泛应用和推广的技术,由城市轨道交通的车辆段和正线广泛采用,通常采用三取二或二乘二取二容错冗余工业计算机进行联锁逻辑运算,通过采样层和驱动层对道岔、轨道区段和信号机进行采样监督和输出驱动控制。

#### 2. 进路

##### 1) 车辆段进路

通常,把列车或调车车列在站内运行时所经由的路径称作进路。如按作业性质,进路大体上可分列车进路和调车进路两类。列车进路又可分为接车进路和发车进路。凡是列车进入车辆段所经由的路径叫接车进路;列车由车辆段发往正线所经由的路径叫发车进路。

在城市轨道交通车辆段中,各种不同性质的进路,应有不同用途的信号机进行防护。如接车进路应有进段信号机防护;发车进路应有出段信号机防护;调车进路应有调车信号机进行防护等。根据进路的性质不同,这些信号机的显示和开放信号机应满足的联锁条件也不相同。

所谓进路的划分,即确定各种进路的始端和终端。进路的范围划分明确了,信号机所防护的范围也就明确了。进路的始端处,应设置信号机加以防护,而其终端处,也多以同方向的信号机为界阻拦。现以附图的站场为例说明如下:

##### (1) 列车进路

XJ1至D3接车进路:下行往洗车库接车进路的始端按钮是XJ1A,终端按钮是XCZA,进段信号机XJ1防护的进路范围是从XJ1至D3,包括洗车库和D14G。



XJ1 至 D13 接车进路:下行往小站台接车进路的始端按钮是 XJ1A,终端按钮是 D4A,进段信号机 XJ1 防护的进路范围是从 XJ1 至 D13。

XJ2 至 D2 接车进路:上行往小站台接车进路的始端按钮是 XJ2A,终端按钮是 D2A,进段信号机 XJ2 防护的进路范围是从 XJ2 至 D2。

### (2)调车进路

进段信号机做终端时,如 D4 至 XJ1 调车进路,调车进路的始端按钮是 D4A,终端按钮是 XJ1A,D4 信号机防护的进路范围是从 D4 至 XJ1。如 D6 至 XJ2 调车进路,调车进路的始端按钮是 D6A,终端按钮是 D2A,D6 信号机防护的进路范围是从 D6 至 XJ2。

并置信号机做终端时,用与阻挡信号机相反方向的调车信号机做终端按钮。如 D1 至 D7 调车进路,调车进路的始端按钮是 D1A,终端按钮是 D6A,D1 信号机防护的进路范围是从 D1 至 D7。

差置信号机做终端时,用与始端信号机相反方向的调车信号机做终端按钮。如 D7 至 D11 调车进路,调车进路的始端按钮是 D7A,终端按钮是 D8A,D7 信号机防护的进路范围是从 D7 至 D11。

单置信号机做终端时,用阻挡信号机做终端按钮。如 D10 至 D12 调车进路,调车进路的始端按钮是 D10A,终端按钮是 D12A,D10 信号机防护的进路范围是从 D10 至 D12。

牵出线、吹扫线、平板车线为终端时,用与始端信号机相反方向的调车信号机做终端按钮。如 D8 至 D5 调车进路,调车进路的始端按钮是 D8A,终端按钮是 D5A,D8 信号机防护的进路范围是从 D8 至牵出线车挡。

由于调车作业的需要,往往需要开放同方向的几架调车信号机,才能达到调车作业的目的,这样需要连续开放几架同方向调车信号机的调车进路,这种调车进路称为长调车进路,它是由两条或多条调车基本进路构成的。所谓长调车进路,是指由几条调车基本进路构成而言,并非指调车进路的实际长度,因此也可称为复合调车进路。如附图所示,由 D13 至停车列检库 1AG 调车作业时,需要同时开放 D13、D17、D27 三架调车信号机,在这条长调车进路中 D17 和 D27 信号机既是后一条调车进路的始端,又是前一条调车进路的终端。

### 2)正线进路

列车进路由防护信号机防护,列车在进路中的运行安全则由 ATP 负责,这为城市轨道交通高密度行车提供了前提和安全保障。在设计中,ATP 与计算机联锁功能的结合,使计算机联锁的功能得到了加强。根据城市轨道交通运营特点,正线进路又可分为如下几种。

#### (1)多列车进路

进路分为单列车进路和多列车进路,这主要是因为城市轨道交通运行间隔小、车流密度大、列车的运行安全由 ATP 系统保护,所以在一条进路中允许出现多列列车同时运行。在城市轨道交通信号系统中一些运行模式下信号机的开放不检查信号机所防护的全部区段,只检查一部分区段,这些被检查的区段叫做监控区段,保证列车通过这些区段后能自动将运行模式转为 SM 模式(ATP 监督人工驾驶模式)或 ATO 自动驾驶模式。列车之间的追踪保护就由 ATP 自动列车防护系统来防护了,由 ATP 保证前、后列车之间的距离,防止出现列车追尾现象。

#### ①监控区段

在装备准移动闭塞的城市轨道交通中,开放信号机前联锁设备不需检查全部区段,只要检查部分区段,这些被检查的区段叫做监控区段。



监控区段,即排列进路时信号机开放所必须空闲的区段。监控区段选择的原则主要有以下两个:

- a. 无岔进路。通常在始端信号机后方选择一定数量的轨道区段,这个数量的轨道区段长度,足够使列车驶入该进路时,其驾驶模式能从RM模式(限制人工驾驶模式)转换到SM模式(ATP监督人工驾驶模式)或ATO模式(ATP监督自动驾驶模式),通常选择两段轨道电路。
- b. 有岔进路。通常在始端信号机后方轨道区段开始一直到最后一个道岔区段再加一个轨道区段,并且如果该轨道区段没有一列车的长度,则需要增加其后的一个轨道区段作为监控区段。

## ②多列车进路

图1.3中的S1→S2为多列车进路,只要监控区段空闲,以S1为始端的进路便可以排出,S1信号开放。

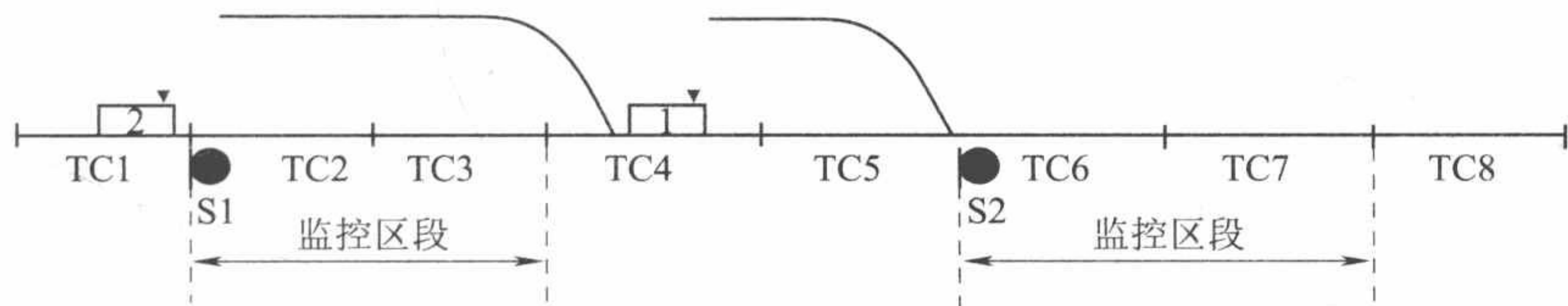


图 1.3 多列车进路

列车1通过TC2、TC3以后,这两个轨道电路正常解锁,这时,可以排列第二条进路S1→S2,S1开放绿灯信号。如果列车1继续前进,则通过区段TC4、TC5后,这两个区段不解锁,只有在列车2通过全部进路后才解锁。

多列车进路排出后,如果进路中有列车运行,则取消进路时,只能取消最后一次排列的进路至前行列车所在位置的进路,其余进路等前行列车通过以后才能解锁。取消多列车进路的前提是:进路的第1个轨道电路必须空闲。例如,第2条进路排列后,又要取消,这时只能取消从始端信号机S1到列车1之间的进路,其余的进路会随列车1通过后自动解锁。

## (2)追踪进路

追踪进路为联锁系统本身的一种自动排列进路功能。这种进路的防护信号机具有自动信号属性。当列车接近信号机,占用触发区段(触发区段是指列车占用该区段时引起进路排列的区段,触发区段可能是信号机前方第1个接近区段,也可能是第2个接近区段,触发区段根据线路布置和通过能力而定)时,列车运行所要通过的进路自动排出。追踪进路排出的前提除了满足进路排出的条件外,进路防护信号机还必须具备进路追踪功能(预设)。

当信号机被预定具有进路追踪功能时,则对其规定的进路命令便通过接近表示自动产生。调用命令被储存,一直到信号机开放为止。接近表示将由触发轨道区段占用而触发。

当信号机接通自动追踪进路时,也可以实行人工操作。若接收到接近表示之前已人工排列了一条进路,则自动调用的进路被拒绝,重复排列进路也不能被储存。

假如排列的进路被人工解锁,则该信号机的自动追踪进路也会被切断。

防护自动进路的信号机必须具有自动属性,具备进路追踪功能。当调度员或值班员将该架信号机设置为自动信号,在ATS显示界面中,该架信号机前方会出现黄色箭头,表示此信号机由普通信号变为自动信号。自动信号平时点亮禁止灯光(红灯),当列车占用该信号机的触



发区段,联锁系统会自动排列进路,将自动信号机点亮为允许灯光。当列车驶入信号机内方,信号机点亮禁止灯光(红灯)。如图 1.4 中,X5C 是一架自动信号机。

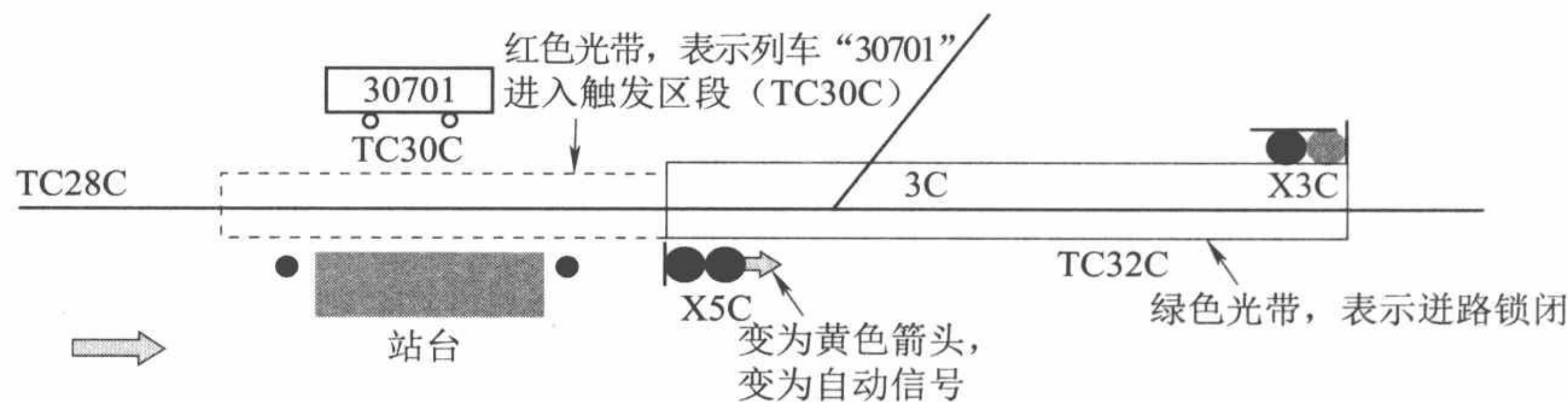


图 1.4 追踪进路(自动进路)

当列车“30701”进入 X5C 信号机的触发区段(TC30C)时,联锁系统根据列车的目的地号自动排列进路。X5C 信号机图标前带有黄色箭头,表示该信号机是自动信号。绿色光带表示进路在锁闭状态。图 1.4 中车次号为“30701”的列车,占用 X5C 信号机的触发区段,触发联锁系统,自动排列出始端是 X5C,终端为 X3C 的一条进路。

朝向站台区域的信号机能够作为引导信号,对于可作为引导信号的信号机在 ATS 显示界面中,在信号机图标的上方或下方会标有横线。当该架信号机所防护的进路中道岔或轨道电路出现故障,无法给出正确状态表示时,可由值班员人工检查并确定设备状态,进而开放引导信号,将列车接入车站。引导信号为红灯加白灯。要求司机在看到引导信号显示时必须慢速前进,时刻注意前方进路情况。图 1.4 中的 X3C 是一架具有引导功能的引导信号机。值得注意的是,为了保证行车安全,只有联锁集中站的值班员能够开放本站的引导信号。

### (3)折返进路

列车折返进路作为一般进路纳入进路表。通常,折返进路可以由联锁系统根据折返模式自动排列进路,也可以由人工排列进路。折返进路如图 1.5 所示,其包含两条基本进路。

列车进入终端站且乘客全部下车后,列车需要由现运行方向的正线进入另一个运行方向的正线,继续运行。在图 1.5 中,列车的转线经过两条进路,首先列车经过始端为 X7K、终端为 X1K 的进路,进入折返线,如图 1.5(a)中虚线所示路径,再由 X1K 到 X5K 的进路进入正线继续运行,如图 1.5(b)中虚线所示路径。

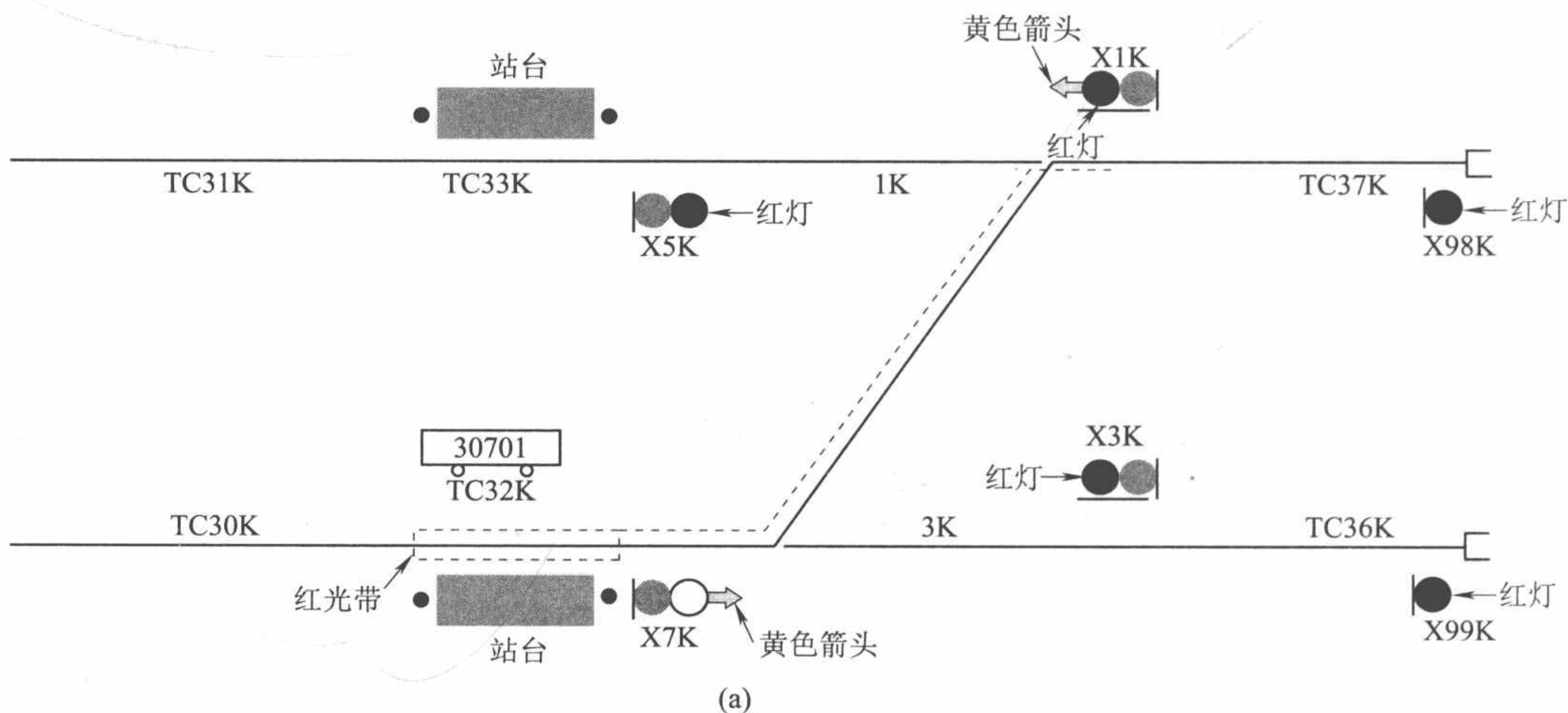


图 1.5 折返进路

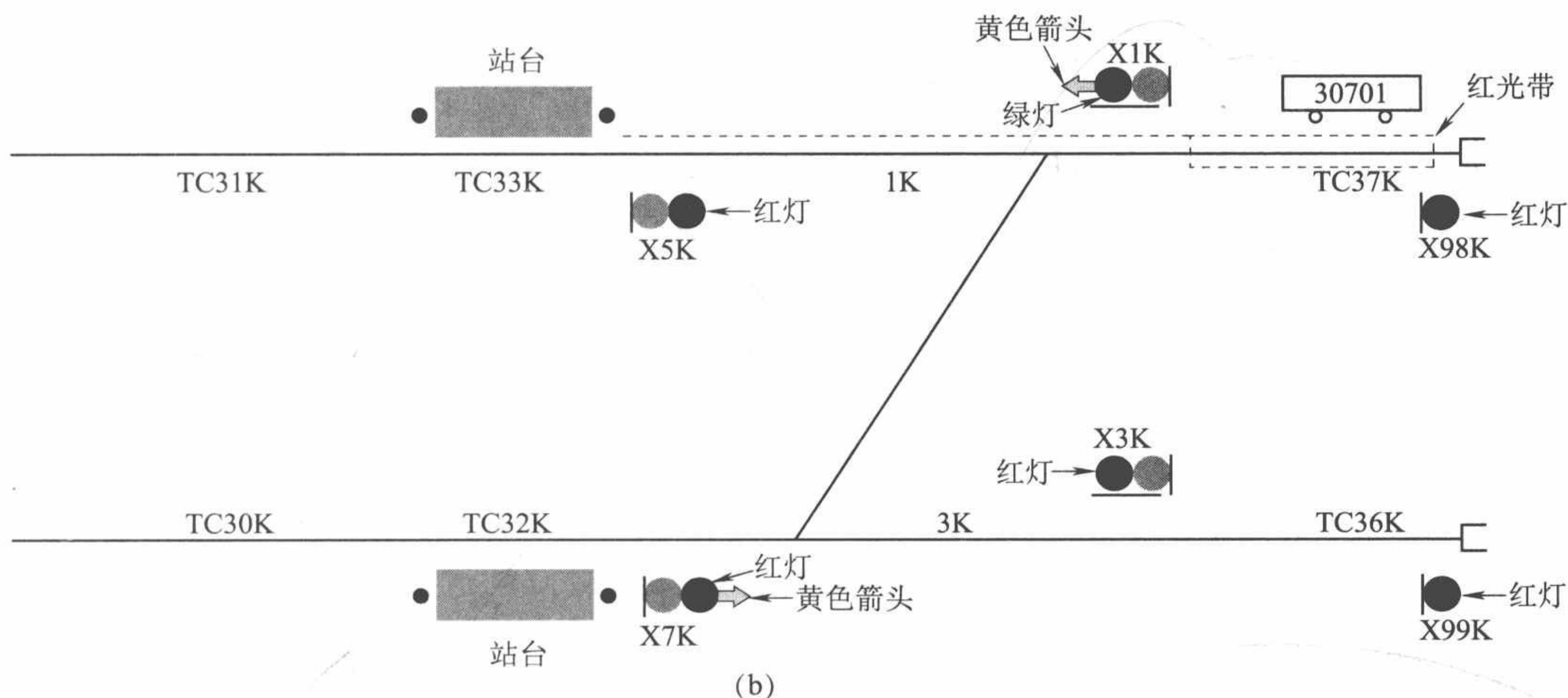


图 1.5 折返进路(续)

(4)连续通过进路

连续通过进路也是由联锁系统自动排列进路的。当信号机被设置为连续通过信号时,该信号机防护的进路将被自动排列出来。当信号机被设置为连续通过信号时,在ATS显示界面上,该架信号机图标的前方会出现绿色箭头,如图1.6中X7F的显示。连续通过信号机平时点亮允许灯光(绿灯),其所防护的进路处于锁闭状态。当列车进入信号机内方时,信号自动关闭,显示禁止灯光(红灯)。一旦列车离开该进路,则该进路自动锁闭并使连续通过信号机再次开放允许灯光,指引后续列车进入进路。连续通过进路如图1.6所示,X7F是一架连续通过信号机,其所防护的进路范围是绿色光带显示的区段。

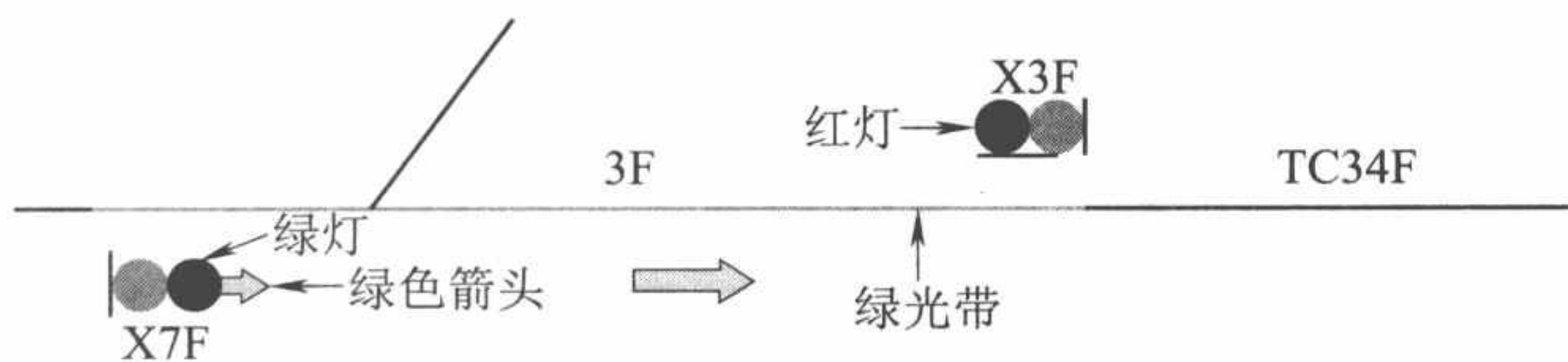


图 1.6 连续通过进路

(5)保护区段

为了保证列车的运行安全,避免列车由于某种原因不能在信号机前停住而导致事故的发生,充分考虑了列车的制动距离及线路等因素,在停车点后设置了保护区段,即终端信号机后方的1~2个区段为保护区段。保护区段如图1.7所示,由淡蓝色光带表示(图中虚线框中的区段)。当列车进站停稳并停准后,保护区段自动解锁。

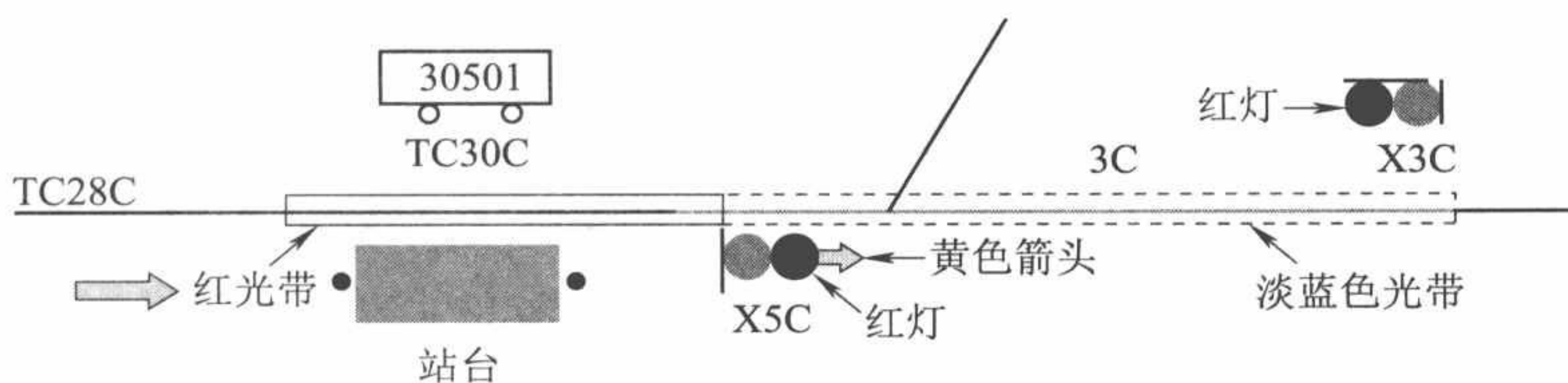


图 1.7 保护区段示意图

根据保护区段设置的时机,可以分为不延时保护区段和延时保护区段。当一条进路中可以运行一列以上的列车时,才具有延时保护区段的概念。排列进路时,并不同时排列保护区





段,只有当列车接近终端信号机、占用某个特定的区段时,才排列保护区段,这种不在排列进路时排列的保护区段就叫延时保护区段。该特定的区段被称为保护区段的接近区段。

通常,用终端信号机后方的第一个轨道区段作为该条进路的保护区段,但也有以下两种情况例外:

①如果 ATP 的保护区段定义于终端信号机的前方时,能提高终端信号机后方区段的灵活性且又不阻碍终端信号机前方区段的运营,则此终端信号机只有 ATP 保护区段而无联锁保护区段,即不设置保护区段。

②如果终端信号机之后的轨道电路长度短于计算的 ATP 保护区段,则有多个轨道电路作为保护区段。

进路可以带保护区段或不带保护区段排出。如进路短,排列进路时带保护区段;多列车进路无保护区段时,进路防护信号机可以正常开放。

根据设计,保护区段可以在主体信号控制层内受到监督,也可能不在主体信号控制层内受到监督。此外,也有可能进路排列时直接征用保护区段,或进路先排列,保护区段设置延时直至进路内的接近区段被占用。延时的保护区段设置是一种标准方式,为多列车进路内的每个列车提供保护区段条件。

当排列的运行进路无法成功地进行保护区段设置或延时保护区段设置没有成功时,保护区段可稍后设置,只要到达区段和指定保护区段的轨道区段空闲,并且设置保护区段的条件得以满足。

在设定的时间(预设值为 30 s)截止之后,保护区段便解锁。延时解锁从保护区段接近区域被占用时开始。在列车反向运行情况下,保护区段的延时解锁仍将继续。

#### (6)侧面防护进路

城市轨道交通的正线道岔控制全部采用单动,不设双动道岔,所有的渡线道岔均按单动处理,也不设带动道岔。这些都靠采取侧面防护来防止列车的侧面冲突。侧面防护是指为了避免其他列车从侧面进入进路,与列车发生侧面冲突。

侧面防护可以分成两种:主进路的侧面防护和保护区段的侧面防护。防护主进路的侧面防护叫主进路的侧面防护,防护保护区段的侧面防护叫保护区段的侧面防护。主进路是指进路上从始端信号机至终端信号机通过的路径。

列车进路需要侧面防护是为了保证其安全的运行径路,侧面防护由防护道岔确保或通过显示红色信号来确保。

道岔为一级侧面防护,信号机为二级侧面防护。排列进路时先找一级侧面防护,再找二级侧面防护。无一级侧面防护时,则将信号机作为侧面防护。侧面防护必须进行超限绝缘的检查。

侧面防护的任务是通过操作锁定和检测邻近分歧道岔,使通向已排进路的所有路径均不能建立。侧面防护也可通过具有停车显示和位于有侧面防护要求运行进路方向的信号机来获得。在进路联锁表中已为每一条运行进路设计了侧面防护区域。

如果采用了一个道岔的侧面防护,建立进路时检查道岔的实际位置和侧防所要求的位置不一致时,则发出一个转换道岔的命令使道岔转换到需要的位置。当该命令不能执行(如道岔因封锁而禁止操作)时,该操作命令将被存储,直至道岔达到要求的侧防位置为止。否则通过取消或解锁该进路来取消该操作命令。

排列进路时,除检查始端信号机外,终端信号机和侧面防护信号机的红灯灯丝也需检查,只有这两种信号机的红灯功能完好,进路防护信号机才能开放。