

正确使用计算机联锁

林瑜筠 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

正确使用计算机联锁

林瑜筠 主编

单冬 主审

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书首先概述计算机联锁的基本情况和基本操作,其次分别介绍我国铁路使用的DS系列、JD系列、TYJL系列、VPI/iLOCK系列计算机联锁的系统结构、系统操作、车务操作、电务维修机使用。

本书是铁路车站值班人员和信号维修人员正确使用计算机联锁的学习用书,也可供城市轨道交通的车站值班人员和信号维修人员使用,并可作为各级学校运输专业和信号专业师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

正确使用计算机联锁/林瑜筠主编. —北京:中国铁道出版社,2015.9
ISBN 978-7-113-20795-3

I. ①正… II. ①林… III. ①计算机应用—铁路信号—联锁
IV. ①U284.36

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第181378号

书 名:正确使用计算机联锁
作 者:林瑜筠 主编

策 划:崔忠文
责任编辑:徐 清 编辑部电话:010-51873147 电子信箱:dianwu@vip.sina.com
封面设计:王镜夷
责任校对:马 丽
责任印制:陆 宁

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:三河市华业印务有限公司印
版 次:2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷
开 本:880mm×1230mm 1/32 印张:8.25 字数:242千
书 号:ISBN 978-7-113-20795-3
定 价:30.00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

随着我国铁路的发展,计算机联锁自 20 世纪 90 年代在我国研制成功后迅速普及。目前,不仅新建铁路(无论是高速铁路还是普速铁路),而且既有铁路的技术改造,车站均采用计算机联锁。为了适应铁路技术的发展,用好、管好计算机联锁,我们为广大车务人员和电务维修人员编写了本书,期望能为计算机联锁的正确使用,起到积极作用。

全书共分六章。第一章计算机联锁概述,简要介绍计算机联锁的基本结构、特点和发展,使读者对计算机联锁有一个总体认识。第二章计算机联锁的基本操作,介绍与操作有关的联锁基本概念、计算机联锁控制表示的特点、计算机联锁的界面显示、计算机联锁的基本操作。这些内容是各系列计算机联锁系统所共有的,对该内容的学习有助于掌握计算机联锁的使用。第三章至第六章分别介绍我国铁路使用的 DS 系列、JD 系列、TYJL 系列、VPI/iLOCK 系列计算机联锁的系统结构、系统操作、车务操作、电务维修机使用。读者可针对相应的计算机联锁系统进行学习,并且结合实际联锁设备的操作,以尽快掌握和提升对计算机联锁的操作使用和维修技能。

DS 系列包括 DS6-K5B 型和 DS6-60 型计算机联锁,JD 系列包括双机热备的 JD-I A 型计算机联锁和二乘二取二的 EI32-JD 型计算机联锁,TYJL 系列包括双机热备的 TYJL-II 型计算机联锁和二乘二取二的 TYJL-ADX 型计算机联锁,VPI/iLOCK 系列包括双机热备的 VPI 型计算机联锁和二乘二取二

的 iLOCK 型计算机联锁,它们是我国铁路计算机联锁的主流制式,也在我国城市轨道交通中被广泛采用。有些型号的计算机联锁,如 TYJL-TR9 等,将逐渐退出使用,本书不再介绍。四种系列的计算机联锁按其型号的第一个字母顺序排列。

有些系列计算机联锁的早期产品和目前推广的产品,在使用方法上可能有细小差异,本书不一一列举,请参阅使用说明书。

本书由南京铁道职业技术学院林瑜筠主编,交大微联公司单冬主审。沈阳铁路局通化车务段岳力勋审阅第一章、第二章,中国通信信号集团公司研究设计院邱锡宏、沈阳铁路局通化车务段岳力勋审阅第三章,交大微联公司于国峰、沈阳铁路局车务维修所于洋审阅第四章,铁道科学研究院韩安平、沈阳铁路局通过车务段吴艳波审阅第五章,卡斯柯信号有限公司李卫娟、沈阳铁路局通过车务段吴艳波审阅第六章,沈阳铁路局冯春祥审阅全书。南京铁道职业技术学院涂晓燕、束元、曹峰、赵德生,华东交通大学罗微副主编。南京铁道职业技术学院王文波、邓丽敏、孔筱筱、王若昆、李文超参加编写。林瑜筠筹划并对全书统稿。罗微编写第一章、第二章。涂晓燕编写第三章。束元、王文波编写第四章。曹峰、邓丽敏、王若昆编写第五章。赵德生、孔筱筱、李文超编写第六章。

在本书编写过程中,得到许多单位和同行的大力支持和帮助,于此一并表示感谢。

由于时间仓促,加上资料搜集不全,编者水平所限,教材中疏漏、错误、不妥之处在所难免,望读者提出批评和指正,以不断提高书稿质量,使本书成为铁路和城市轨道交通车站值班人员和信号维修人员喜爱的读物。

编 者

2015 年 7 月

目 录

第一章 计算机联锁概述	1
第一节 计算机联锁系统的基本结构	1
第二节 计算机联锁的特点	3
第三节 计算机联锁的发展	5
第二章 计算机联锁的基本操作	11
第一节 与操作有关的联锁基本概念	11
第二节 计算机联锁操作表示的特点	45
第三节 计算机联锁的界面显示	46
第四节 计算机联锁的基本操作	50
第五节 计算机联锁的使用注意事项	63
第三章 DS6 系列计算机联锁的使用	65
第一节 DS6 系列计算机联锁的系统结构	65
第二节 DS6 系列计算机联锁的系统操作	68
第三节 DS6 系列计算机联锁的车务操作	71
第四节 DS6 系列计算机联锁电务维修机使用	89
第四章 JD 系列计算机联锁的使用	105
第一节 JD 系列计算机联锁的系统结构	105
第二节 JD 系列计算机联锁的系统操作	108
第三节 JD 系列计算机联锁的车务操作	109
第四节 JD 系列计算机联锁电务维修机使用	136

第五章	TYJL 系列计算机联锁的使用	158
第一节	TYJL 系列计算机联锁的系统结构	158
第二节	TYJL 系列计算机联锁的系统操作	161
第三节	TYJL 系列计算机联锁的车务操作	164
第四节	TYJL 系列计算机联锁电务维修机使用	190
第六章	VPI/iLOCK 系列计算机联锁的使用	197
第一节	VPI/iLOCK 系列计算机联锁的系统结构	197
第二节	VPI/iLOCK 系列计算机联锁的系统操作	203
第三节	VPI/iLOCK 系列计算机联锁的车务操作	206
第四节	VPI/iLOCK 系列计算机联锁电务维修机使用	240
参考文献		258

第一章 计算机联锁概述

第一节 计算机联锁系统的基本结构

计算机联锁系统是以信号机、转辙机和轨道电路作为室外三大基础设备,以计算机实现联锁功能,集中控制信号机和转辙机的系统。

根据系统各主要部分的功能和设置地点的不同,系统一般分为人机会话层、联锁层、监控层(或称执行层)和室外设备,其层次结构如图 1-1 所示。

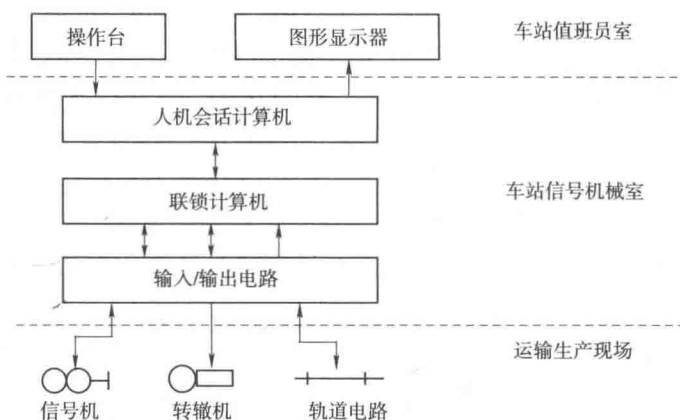


图 1-1 车站联锁系统层次结构

一、人机会话层

人机会话层的设备包括操作表示计算机、显示器和鼠标。显示器和鼠标设于车站值班员室。人机会话层的功能是车站值班员通过其进行操作,向联锁层输入操作信息,接收联锁层输出的反映设备工作状态和行车作业情况的表示信息。操作表示计算机接收来自鼠标等的操作输入,判

明操作输入能否构成有效的操作命令,并将操作命令转换成约定的格式,输送给联锁计算机。另外,接收来自联锁计算机的表示信息,将它们转换成显示器能够接受的格式。

采用了操作表示计算机,可以加快人机会话的响应速度,对操作命令进行预处理,提供丰富的表示信息,减轻联锁计算机的工作量,使联锁计算机能承担更多其他功能;并可使联锁计算机的硬件结构标准化,联锁计算机只需通信接口与操作表示计算机联系,而不需要许多并行的操作输入和表示输出接口。

操作表示计算机所处理的信息不涉及行车安全,所以不要求该计算机具有故障—安全功能,但它必须十分可靠才能保证联锁系统正常工作。一般采用动态冗余的计算机结构。为了简单起见,可用人工方式控制它的切换。

既然操作表示计算机的功能是传送和生成操作命令和表示信息的,所以也将它作为联锁计算机与调度集中(CTC)/列车调度指挥系统(TDCS)的联系机构。

二、联 锁 层

联锁层主要是联锁计算机,是车站联锁系统的核心,联锁层设备设在车站信号楼的机械室内。它的功能是实现高可靠性与高安全性的联锁功能。

联锁计算机接收来自人机对话计算机的操作命令,接收来自监控层的反映信号机、转辙机和轨道电路状态的信息,然后根据联锁条件,对输入的操作信息和状态信息,以及联锁机构的当前内部信息进行处理,进行联锁逻辑运算,发出控制道岔转换和开放信号的控制命令,并交付监控层的控制电路予以执行。联锁计算机所处理的信息都是二值逻辑信息(即都是开关量),因此,联锁计算机又是逻辑处理(或运算)机构。联锁计算机必须具有故障—安全性能。

三、监 控 层

监控层指联锁层与各个监控对象之间的控制电路这一层,其主要功

能是:接收来自联锁层的控制命令,改变信号显示;接受来自联锁层的道岔控制命令,动作转辙机,驱动道岔转换;向联锁层传输信号机状态信息、道岔状态信息,以及轨道电路状态信息。这些分别通过信号控制电路和道岔控制电路来实现,信号控制电路和道岔控制电路必须是故障—安全的。

第二节 计算机联锁的特点

计算机联锁通常采用工业控制计算机,由一套专用的软件来实现车站信号、进路、道岔间的联锁关系,进行联锁关系的逻辑运算和判断。这就使得计算机联锁与继电联锁有着明显的区别,也使得计算机联锁具有显著的优点。

一、计算机联锁与继电联锁的主要区别

计算机联锁与传统的继电联锁的主要区别在于:

(1)利用计算机对车站值班员的操作命令和现场监控设备的表示信息进行逻辑运算后,完成对信号机、道岔及进路的联锁和控制。

(2)用屏幕显示代替表示盘,大大缩小了体积,简化结构,方便使用,提供了比较友好的人机交互环境,可提供比继电联锁更丰富的信息和表现形式(例如光带、图形、音响和语音等)。

(3)采用积木式的模块化软件和硬件结构,便于站场变更,并容易实现故障控制、分析等功能。

二、计算机联锁的优点

与继电联锁相比,计算机联锁具有以下显著优点:

1. 进一步提高了安全性、可靠性

继电联锁只能在元器件的可靠性上下功夫,系统的可靠性就受到限制。例如,轨道电路不良,只能对轨道继电器提出种种要求,而系统仅能做到三点检查。计算机联锁就灵活得多,它能连续检查列车头部和尾部的位置,可以防止由于轨道电路分路不良造成的错误动作和漏解锁。计算机联锁采用冗余技术,增加了系统的可靠性。

2. 增加和完善了功能

因为计算机具有工作速度快、信息量大的特点,所以计算机联锁很容易实现自动控制功能,还能安全地实现自动选路、平面溜放等继电联锁无法完成的功能。计算机联锁不仅可以扩大控制范围,适用于任何规模的车站(尤其是大型枢纽及远离咽喉区的信号设备的控制等)。屏幕显示也较表示盘灵活方便。

在行车信息管理方面,计算机联锁系统可以向旅客服务系统(如广播、车次到发显示牌等)、列车运行监视系统以及行车指挥系统提供信息。由于这类系统日趋计算机化,系统之间就容易结合,便于和调度集中、TDCS等结合。

计算机联锁系统还能很方便地进行自身的管理,包括对操作人员的操作、设备工作情况的记录和打印,对电子器件、信号设备的检测、诊断,并具有保存、查询、打印记录信息和站场再现等功能。自监功能能及时发现故障,确定故障位置。自动监测既用硬件也用软件来实现。建成广域网后便于实现远程诊断功能。

3. 方便设计

计算机联锁使设计工作为之一新。由于其采用模块结构,容易实现标准化,进一步提高了工厂化施工的程度。它将车站联锁的逻辑编成程序,不论站场如何变化,或遇到任何类型的站场,都不需重新改变硬件系统,只要补充和改变程序,即可满足联锁的要求,便于站场改造。它采用标准接口,不需增加设备就可以和其他自动化系统结合。采用辅助设计系统(CAD),线路图和进路表等车站固有的联锁条件以人一机对话的形式输入后,即可自动做成联锁图表和数据外存。

4. 省工省料

继电联锁全部采用继电器,组合间配线复杂,特别是信号楼和现场设备间所用电缆很多。由于计算机联锁可采用通用计算机,用它取代数量庞大的继电器。计算机联锁室内设备的体积远小于继电联锁,可大大节约占地面积,也降低了工程造价。计算机联锁减少了系统的设计、施工和维护的工作量,这些都降低了造价。

此外,计算机联锁易于实现标准化,可缩短设计周期和施工周期,降

低设计、施工、维护费用。由于施工、改建和故障修复时间的缩短,减少了对运输的干扰,其经济效益显著。

最重要的是,计算机联锁系统为铁路信号向智能化和网络化方向发展创造了条件。

第三节 计算机联锁的发展

一、计算机联锁的发展概况

20 世纪 60 年代中期,有些国家从设计可靠的计算机硬件入手,应用故障—安全元器件构成计算机,但因价格昂贵,没有得到推广。70 年代后期,随着电子计算机尤其是微机的迅速发展和推广使用,以及可靠性技术的进步,各国相继研究计算机联锁,从软件入手,采用通用计算机,通过软件冗余来实现故障—安全。

我国第一个计算机联锁于 1984 年铁矿地下运输线上正式开通,后陆续在冶金、矿山等铁路试用。1989 年在编组站峰尾开通,首先应用于国家铁路。1993 年开始在铁路干线采用计算机联锁。但是 1997 年以后,许多单位纷纷开发计算机联锁,在未进行任何技术审查和许可的情况下盲目上道,一度形成无序发展的局面。1998 年铁道部决定整顿,加强计算机联锁的上道管理,实现“三证”制(即制造特许证、制式检测合格证、产品合格证),确保计算机联锁积极、稳妥、健康地发展。

铁道科学研究院通号所研制的 TYJL-II 型、TYJL-TR9 型计算机联锁系统于 1997 年 12 月通过铁道部的技术鉴定;通号总公司研究设计院研制的 DS6-11 型和 DS6-20 型计算机联锁系统于 1999 年 1 月通过铁道部技术鉴定;北京交通大学研制的 JD-I A 型计算机联锁系统于 2000 年 1 月通过铁道部技术鉴定;卡斯柯公司的 VPI 型计算机联锁系统于 2000 年 8 月通过铁道部技术鉴定。

在此过程中,还相继引进美国、英国、德国、日本、意大利的计算机联锁共 20 多个站。由于各方面的原因,多数设备不适应我国铁路运输和联锁的特点,运用不理想。

在计算机联锁的发展过程中,先是自行研制,或者引进,只有 VPI 型

计算机联锁系统是引进后进行二次开发。后来则采用引进和开发相结合的方法,例如 TYJL-ADX 型、EI32-JD 型、DS-K5B 型计算机联锁系统都是国外的硬件、国内的软件,既提高了系统的可靠性,又适应我国铁路运输和联锁的具体情况。

进入 21 世纪后,我国的计算机联锁发展非常迅速,现已有 4 246 站/405 场采用计算机联锁。

在铁路发展的进程中,要加快计算机联锁的发展:

①基建、更新改造和大修工程中积极发展计算机联锁。

②继续完善计算机联锁的功能。要充分利用计算机的综合优势,实现 6502 电气集中基础上安全可靠功能的新突破。进一步研究和制定适应高速铁路的联锁技术条件,开发相应的计算机联锁。

③全面提高计算机联锁的软件、硬件质量。要高标准配置系统硬件,优化软件设计,完善自诊断和检测功能,实现高安全、高可靠、无维修的目标。

④要进一步完善出厂检测和现场测试手段,为规范管理创造有利的条件。同时,要加强对已上道运用设备的抽检,确保运用质量。

计算机联锁的发展要进一步提高设备软、硬件标准和安全、可靠性水平,逐步统一为 2×2 取 2 的体系,统一操作方法,统一操作界面,统一外特性端子使用。

二、计算机联锁技术的发展

1. 冗余技术的发展

最早出现的计算机联锁曾采用单机机构,其可靠性和安全性远远不能满足车站联锁的严格要求。后改为双机热备结构,并由一个 CPU 执行两套功能相同而编码各异以及诊断程序,来提高计算机联锁的可靠性和安全性。以前,我国大部分计算机联锁是双机热备系统。但是,双机热备系统存在着双机切换的问题,切换失败将产生危险后果。

与此同时,开发了采用屏蔽冗余技术 3 取 2 系统,3 个 CPU 运算结果两两进行比较,产生危险输出的可能性极小。但是,存在着不能停机检修的问题。

后来,又推出 2×2 取 2 系统,由两个 CPU 构成一个子系统执行联锁任务(主机),另两个 CPU 处于热备状态(备机),这就大大提高计算机联锁的可靠性和安全性,而且方便维修。当前,主要干线的技术改造和高速铁路都优先考虑采用 2×2 取 2 系统。

2. 动态输出技术的发展

目前广泛使用的计算机联锁系统,对信号机和道岔的控制主要仍由继电器来完成。为了提高计算机联锁输出的可靠性和安全性,双机热备结构的计算机联锁多采用动态继电器,后来又采用动态驱动单元或动态驱动柜,驱动电路与继电器分离开来,使继电器带动更多组接点。由于存在较多缺点,现已不采用动态输出。

有些双机热备结构的计算机联锁,以及 3 取 2 和 2×2 取 2 的计算机联锁则在系统内部完成了动态输出,不再采用动态继电器,也不需要动态驱动单元或动态驱动柜,直接驱动偏极继电器,甚至无极继电器。

也可用电子单元代替继电器,构成全电子计算机联锁系统。因为,电子单元具有体积小、功能强大等特点,便于组网、远程管理和远程诊断。国产车站全电子计算机联锁系统研制始于 1996 年,1999 年纳入铁道部《铁路科技发展计划项目》,“计算机联锁智能型全电子信号道岔控制一体化的研究”于 2000 年 1 月通过铁道部技术审查。但是,由于多方面的原因,未能推广。

3. 人机会话硬件的发展

人机会话硬件包括操作设备和显示设备。

计算机联锁系统的人机会话硬件从早期的操作显示合一的控制台方式发展为操作显示分开的方式。

(1) 操作方式的发展

操作方式采用过控制台、数字化仪、键盘、鼠标等。

控制台由绘制了站场图的金属板和按钮组成的。控制台通过配线和人机会话计算机的开关量输入板相连接,人机会话计算机通过程序扫描方式读取开关量输入板的状态,就可以知道哪一个按钮被按下,并将该按钮被接下的信息通知联锁机,实现按钮发送任务。它的特点是,对于车站值班员来说,这种操作方式最容易接受,但必须增加硬件设备才能实现。

当站场规模很大时,就需要很多开关量输入板和相应的配线,当站场需要改建时还必须重新绘制新站场的金属板,开关量输入板和配线也必须作相应的改动。起初就不推荐控制台方式。

数字化仪是由各种标准尺寸(如 A2, A3 等)的面板和控制定位工具组成的。它和 PC 机通过标准串口连接,可以省去控制台的金属板和配线以及开关量输入板等硬件设备,只要编制通用的程序,不需要另外增加硬件设备,即可实现人机会话计算机的按钮发送任务。在不同的站场设计中,只需通过各种绘图软件绘制相应的站场图并输入相应的数据即可完成控制台的设计。在站场改建时,只需改动站场图和相应数据。数字化仪方式一度较多采用,在使用过程中有诸多不便,而停止采用。

键盘方式由于键盘通用性强,价格便宜,只要编制相应的软件,也可以实现计算机联锁系统的操作输入的。但是对于车站值班员来说,这种方式操作不很直观,故极少采用。

鼠标方式实际上是数字化仪方式的简便实现方法。鼠标也是通过标准串口和 PC 机相连接的。它们的区别在于定位方式不同,数字化仪通过面板上的站场图实现定位,而鼠标通过显示器屏幕上的站场显示来定位。在使用中鼠标方式最为方便,因此现均采用鼠标方式。

(2) 显示方式的发展

在计算机联锁系统中,要求将计算机采集或计算机所获得的信息显示出来。常用过的显示方式有:指示灯方式、LED 方式、CRT 方式、LCD 方式。

指示灯方式是早期的控制台方式采用的,随着操作显示的分开,早就不采用。

LED 方式因为显示效果不良,极少采用。

CRT 方式一度在计算机联锁系统中应用最多。但因为 CRT 图形器尺寸过大,显示效果欠佳,而逐渐退出使用。

LCD 方式是各种显示方式中最优越的,因此现均采用 LCD 方式。

在计算机联锁系统中,当站场很大时,必须采用多屏显示卡。一块多屏显示卡占用一个 PC 机的扩展插槽,它可以连接多个大屏幕显示器。例如,可以用一块双屏显示卡连接两个大屏幕显示器,分别显示站场的上

行咽喉和下行咽喉。

4. 区域计算机联锁技术的发展

区域计算机联锁是集中式的联锁控制方式,即由一个站控制周围的若干个小站及区间的道岔控制点。

区域计算机联锁系统,提高了行车组织的工作效率和设备的远程维护能力,为中小车站信号系统的数字化、网络化、综合化奠定了基础,有利于提高铁路的管理水平。

我国曾进行区域计算机联锁系统的研发,并已有所使用。

三、高速铁路的计算机联锁

在高速铁路,对车站联锁系统提出更高的要求。车站联锁设备必须考虑与列车速度控制和行车调度指挥系统的结合,应采用高可靠、高安全的计算机联锁。高速铁路的车站、线路所、动车段(所)必须采用计算机联锁。为保证计算机联锁系统的安全可靠性,车站、线路所采用 2×2 取 2 计算机联锁,动车段(所)可采用双机热备计算机联锁。

在高速铁路,计算机联锁系统除了具备与调度集中的接口能力外,还必须具备与无线闭塞中心(在采用 CTCS-3 级列控系统时)、列控中心、信号集中监测等系统的接口能力。为适应高速、高密度行车的需要,计算机联锁必须接收并执行 CTC 的进路命令,实现进路控制自动化,尽量摆脱人员的参与。

车站(含区间无配线站)应设进站、出站信号机。根据需要,作业量较大的车站可设进路信号机、调车信号机和复示信号机。作业较为单一的中间站、越行站列车进路上不设调车信号机。在运行非动车组列车的 $200 \sim 250$ km/h 高速铁路,区间设通过信号机,车站的进、出站信号机常态点灯。在仅运行动车组列车的 $200 \sim 250$ km/h 高速铁路和 $300 \sim 350$ km/h 高速铁路,区间不设通过信号机,车站的进、出站信号机常态灭灯,需要时应经人工操作后转为点灯状态。

车站应采用与区间相同的轨道电路,以连续不断地向列车发送信息。

站内正线原则上采用与区间同制式的有绝缘轨道电路(又称一体化轨道电路),以连续不断地向列车发送信息。中间站、越行站站内咽喉区

比较简单,为减少站内轨道电路制式、简化工程设计,站内其他轨道区段也采用了与正线同制式的有绝缘轨道电路。大站的正线及到发线采用与区间同制式的有绝缘轨道电路。只有大站的站内其他轨道电路区段才采用 25 Hz 相敏轨道电路。

站内正线和到发线采用 18 号道岔,联络线采用 42 号、62 号道岔。18 号及以上道岔均采用外锁闭方式,由交流转辙机牵引,必须多点牵引多点检查。其他道岔采用 ZD6 系列电动转辙机。

密贴检查器,用于检查尖轨和心轨的密贴状态,也可以用于道岔挤岔时切断表示。在可动心轨辙叉中,安装辙叉下拉装置防止了可动心轨和弹性支撑翼轨之间的相对移动,使得高速列车通过心轨尖端时不会产生惯性力。

在我国 0°C 等温线(秦岭—淮河)以北地区,且 20 年年平均降雪日在 10 天及以上的车站,接、发动车组列车进路上的道岔应设置道岔融雪系统。当发生降雪或温度变化时,系统可自动或人工启动电加热融雪电路。