

信号联锁 故障分析与处理

第二版

李家庆 编著

中国铁道出版社

信号联锁 故障分析与处理

第二版

李家庆 编著

中国铁道出版社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

图书在版编目 (CIP) 数据

信号联锁故障分析与处理/李家庆编著. —2 版 (修订本). —北京: 中国铁道出版社, 1996. 12
ISBN 7-113-02516-1

I. 信… II. 李… III. ①铁路信号-联锁设备-故障诊断
②铁路信号-联锁设备-故障修复 IV. U284.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 21092 号

信号联锁故障分析与处理

第二版

李家庆 编著

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑 傅立彦 封面设计 李 兴

各地新华书店经售

北京市燕山联营印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 16.875 插页: 1 字数: 372 千

1991 年 10 月第 1 版

1997 年 4 月 第 2 版 第 2 次印刷

印数: 13001—16000 册 定价: 26.20 元

内 容 简 介

本书是第二版,在第一版的基础上作了较大的修改和补充,删去了非集中联锁设备的内容,增加了电气集中联锁设备的内容,使电气集中联锁设备的故障例证更加全面,内容更为丰富。

本书收集了中华人民共和国成立以来全路信号系统的重大、大事故(90多件)、典型的险性事故(140多件)和信号一般事故,有参考价值的故障例证780多件。对故障原因分析基本做到全面、系统、条理清晰,以便从中吸取有益的经验。对故障处理采用了逻辑推理法、优选法、比较法、环线法、校核法、试验分析法、观察检查法、调查研究法、排除法和仪表测试法等十种方法。供读者在实际工作中应用。

本书可作为铁路信号工、工程技术人员学习和参考,对教学、科研、设计和制造的信号工程技术人员也有参考价值。

前 言

随着铁路运输事业的发展,信号设备有了巨大变化,信号技术也有显著进步。全路装设有信号联锁设备的车站已占现有营业站的 99.4%,电气集中车站占联锁车站的 72.9%,而电气集中联锁道岔占联锁道岔的 88.7%,大型编组、区段站几乎全部实现了电气集中联锁。信号系统的教学、科研、设计、制造、施工和维护工作者们,为组织指挥列车运行、保证行车安全、提高运输效率、传递信息、改善行车人员的劳动条件进行了不懈的努力,信号设备的可靠性和安全性有了明显提高;对信号故障分析与处理也积累了较丰富的经验,并逐渐形成了一套较完整的分析与处理方法。通过实践、认识、再实践、再认识的过程,进行总结和提高,使之不断完善,确实很有必要。

在 40 多年从事信号设备的维护、设计和施工过程中,深深地体会到全路信号工作者对信号联锁故障分析与处理的宝贵经验应当得到认真地总结;而广大信号工作者也迫切需要有一部比较全面地、系统地论述信号联锁故障分析与处理的书籍作为借鉴与参考。出于这样想法,本书在介绍故障原因分析时,力求做到全面、系统、条理清晰,以便从中吸取有益的经验。在介绍故障处理方法时,尽量做到对故障现象叙述清楚,分析判断故障部位准确,查找方法切合实际,处理过程简捷迅速。

本书自 1991 年第一次出版以来,受到信号工作者的欢迎,所印书籍早已销售一空。在出第二版时作了较大的修改和补充,删去了非集中联锁设备的有关内容和 200 个故障事例,增加了电气集中联锁设备的内容如电气化干扰和 60kgAT

道岔双机牵引等和 280 个故障事例,使电气集中联锁设备的故障事例更加全面、内容更为丰富。

本书收集了 45 年来全路信号系统的重大、大事故、典型的险性事故和一般行车事故,将其中有参考价值的故障事例选入。

本书再版资料主要来自铁道部电务局、安全监察司,郑州、成都、上海铁路局电务处,贵阳、杭州分局电务分处,杭州和唐山电务段。本书再版时得到了上述单位和中国铁道出版社的大力支持和帮助。陈广存、杨一壬、潘红燕等同志对第二版出版作出很大帮助,在此一并表示感谢。

由于作者的水平有限,错误和不足之处在所难免,恳切希望读者给予批评和指正。

李家庆

1995 年 8 月于杭州

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 安全的重要性.....	(1)
第二节 信号设备在铁路运输中的作用.....	(1)
第三节 信号设备故障发生的必然性.....	(9)
第四节 重大、大事故与信号一般事故的关系.....	(13)
第五节 行车事故及信号故障分类	(17)
第六节 铁路信号的可靠性与安全性	(22)
第二章 信号故障发生位置和原因分析	(47)
第一节 信号重大、大事故发生位置和原因 分析	(47)
第二节 信号险性事故发生位置和原因分析	(56)
第三节 信号一般事故发生位置和原因分析	(58)
第四节 信号故障发生位置和原因分析	(61)
第五节 90 年代前五年(1990~1994)年 信号故障分析	(65)
第三章 违章作业例证	(68)
第一节 违反“三不动”、“三不离”、“三 不放过”和“三级施工安全措施”等 四项基本安全措施	(68)
第二节 违反信号维修规则中十二个严禁 的规定.....	(100)
第三节 未执行施工防护办法.....	(117)
第四节 未执行加封加锁规定.....	(119)

第四章 检修不良和设备失修例证	(123)
第一节 信号机.....	(123)
第二节 电动道岔.....	(125)
第三节 轨道电路.....	(132)
第四节 电源设备.....	(137)
第五节 联锁(包括控制)设备.....	(139)
第六节 继电器.....	(141)
第七节 信号电路及配线.....	(143)
第五章 工作妨碍例证	(147)
第一节 接配线错误.....	(147)
第二节 人为造成短路和断路.....	(151)
第三节 设备安装错误及错动设备.....	(156)
第四节 器材使用错误.....	(159)
第五节 漏装零配件及螺栓未紧固.....	(160)
第六节 工具、仪表使用不当	(161)
第七节 工具物品遗留在设备内影响正 常动作.....	(162)
第八节 故障处理不当.....	(163)
第九节 技术不熟练.....	(168)
第十节 其 它.....	(172)
第六章 设计不周及施工妨碍例证	(174)
第一节 设计不周.....	(174)
第二节 施工妨碍.....	(180)
第三节 施工遗留.....	(184)
第七章 材质不良例证	(193)
第一节 信号机.....	(193)
第二节 电动道岔.....	(194)

第三节	轨道电路·····	(197)
第四节	电源设备·····	(200)
第五节	联锁(包括控制)设备·····	(202)
第六节	继 电 器·····	(204)
第七节	信号电线路·····	(207)
第八章	外单位影响例证·····	(209)
第一节	车 务·····	(209)
第二节	机 务·····	(213)
第三节	工 务·····	(215)
第四节	电 力·····	(220)
第五节	通 信·····	(222)
第六节	车 辆·····	(224)
第七节	工 程·····	(226)
第八节	人为损坏、破坏及偷盗 ·····	(227)
第九节	其 它·····	(230)
第九章	自然灾害及其它例证·····	(231)
第一节	雷 害·····	(231)
第二节	地震、泥石流、滑坡·····	(233)
第三节	洪水、雨水、漏水、潮湿、雾·····	(234)
第四节	热、太阳光 ·····	(236)
第五节	冷、冻、雪·····	(238)
第六节	大 风·····	(239)
第七节	火·····	(240)
第八节	物理、化学性能影响 ·····	(246)
第九节	动、植物影响 ·····	(247)
第十章	处理信号故障有关事项·····	(250)
第一节	处理信号故障应具备的条件·····	(250)

第二节	处理信号故障的步骤和注意事项·····	(250)
第三节	信号故障的应急处理办法·····	(255)
第十一章	逻辑推理法 ·····	(260)
第一节	信号联锁电路故障处理·····	(260)
第二节	电动道岔电路故障处理·····	(278)
第三节	轨道电路故障处理·····	(279)
第四节	闭塞电路故障处理·····	(281)
第五节	电源设备故障处理·····	(282)
第六节	信号电线路及配线故障处理·····	(291)
第十二章	优选法 ·····	(293)
第一节	信号联锁电路故障处理·····	(294)
第二节	电动道岔电路故障处理·····	(299)
第十三章	比较法 ·····	(308)
第一节	信号点灯电路故障处理·····	(308)
第二节	电动道岔电路故障处理·····	(311)
第三节	轨道电路故障处理·····	(319)
第四节	运用比较法判断故障的注意事项·····	(326)
第十四章	断线法 ·····	(329)
第一节	电动道岔电路故障处理·····	(329)
第二节	轨道电路故障处理·····	(334)
第三节	电源接地故障处理·····	(335)
第十五章	校核法 ·····	(344)
第一节	信号机故障处理·····	(344)
第二节	信号联锁故障处理·····	(345)
第三节	电动道岔故障处理·····	(349)
第四节	轨道电路故障处理·····	(355)
第五节	电源故障处理·····	(359)

第六节	信号电线路及配线故障处理·····	(362)
第十六章	试验分析法·····	(364)
第一节	信号点灯电路故障处理·····	(364)
第二节	信号联锁及道岔电路故障处理·····	(371)
第三节	电动道岔故障处理·····	(375)
第四节	电化区段信号故障处理·····	(385)
第十七章	观察检查法·····	(390)
第一节	信号机故障处理·····	(390)
第二节	道岔故障处理·····	(391)
第三节	联锁电路故障处理·····	(395)
第四节	闭塞故障处理·····	(397)
第五节	电源故障处理·····	(409)
第六节	信号电线路故障处理·····	(414)
第七节	雷害故障的观察检查·····	(416)
第十八章	调查研究法·····	(421)
第一节	信号机故障处理·····	(421)
第二节	电动道岔故障处理·····	(426)
第三节	轨道电路故障处理·····	(443)
第四节	电气化牵引电流对轨道电路干扰 的研究·····	(451)
第五节	闭塞故障处理·····	(459)
第十九章	逐项排除法·····	(464)
第一节	信号机故障处理·····	(464)
第二节	信号点灯电路故障处理·····	(470)
第三节	电动道岔故障处理·····	(476)
第四节	轨道电路故障处理·····	(486)
第五节	电源接地故障处理·····	(488)

第二十章 仪表测试法	(492)
第一节 信号联锁闭塞电路故障处理.....	(492)
第二节 轨道电路故障处理.....	(494)
第三节 电源故障处理.....	(498)
第四节 信号电缆线路故障处理.....	(502)
第五节 半导体元件故障处理.....	(506)
第二十一章 信号重大、大事故的处理、抢修和预防	(511)
第一节 处理重大、大事故的注意事项	(511)
第二节 重大、大事故的抢修	(517)
第三节 重大、大事故的预防措施	(519)

第一章 概 述

第一节 安全的重要性

安全——人人皆知的概念，个个关心的问题。

铁路每发生一件行车重大、大事故，就可能损失几万元、几十万元、甚至几百万元；如果旅客列车发生重大、大事故，少则伤亡几人，多则几十人，给人民生命财产造成巨大损失，甚至涉及国际声誉。铁路重大、大事故打乱和干扰运输秩序所造成的损失也是巨大的，因此，没有安全也就没有效率。

随着我国铁路现代化的发展，列车运行速度、行车密度和列车牵引总重都在不断提高，发生行车事故的概率增加了，行车安全的重要性也就更突出了。

铁路运输安全是铁路管理水平、人员素质、设备质量、技术装备、治安秩序等的综合反映；也是运、机、工、电、辆等各个部门组成的大联动机协调动作的综合反映。必须采取各种措施，例如要加强思想政治工作，加强企业管理、基础工作和班组建设，完善分配制度，搞好生活管理，同时要加强职工培训，依靠人员素质的提高，依靠技术进步去达到确保安全运输的要求。

第二节 信号设备在铁路运输中的作用

中华人民共和国成立 40 多年来，国民经济蓬勃发展，铁

路运输事业有了显著变化。在繁忙干线修建双线和提高列车运行速度的同时,积极采用先进的电务技术装备,扩大铁路编组站的解编能力和提高区间及车站的通过能力。

实践证明,在加大行车密度的各种措施中,采用先进的电务技术装备的作用占较大比例,而相应的固定资产的投入只占全路固定资产总值比重的4%左右。因此,铁路电务技术装备的发展,对铁路运输能力的提高有显著的作用,具有投入少、产出大、见效快的特点。

以下分别介绍主要信号设备的概况(统计至1989年)

一、车站联锁设备以发展电气集中联锁为主

车站联锁设备经历了由普及非集中联锁向普及电气集中联锁发展的过程。已建成电气集中车站3千多个,占联锁车站的55%;而电气集中联锁道岔已装设7万多组,占联锁道岔77.4%;大型编组站、区段站几乎全部实现了电气集中联锁。

车站电气集中联锁不仅在电路上经历了多种制式并存发展的阶段,使用的基础设备也经历了各自发展的阶段。如信号继电器,是从50年代的仿苏产品发展到自己设计生产的安全型继电器,现已使用300多万台;电动转辙机也曾用过多种类型,进入80年代,已由ZD6型电动转辙机取代了50年代的仿苏CTIB型及其后我国自行设计生产的东方红型及东风型等电动转辙机。ZD6型电动转辙机已安装6万多台,占使用中电动转辙机总数的93.5%。

电气集中室内外设备的联系,主要采用地下电缆作为通道,全路已经敷设各种电缆70多万公里,已普遍采用铜芯钢带铠装电缆,可靠性有较大提高。

电气集中车站装备率的提高,不仅大大提高了车站咽喉的通过能力,而且节约了大量的扳道人员,同时,由于联锁关

系严密,设备具有故障倒向安全的特点,可以大幅度防止人为原因造成的各种行车事故。根据 1980~1985 年的统计,电气集中以每年大约 100 个车站和 2000 组道岔的速度发展,而全路的重大、大事故却以每年减少 55 件的速度下降。

由于电气集中联锁设备对提高运输效率和确保行车安全发挥重大作用,因此,铁道部已决定以更快的速度发展电气集中联锁设备。

二、区间闭塞设备,双线区段主要发展自动闭塞,单线区段发展半自动闭塞

50 年代初主要采用路签(牌)闭塞,1957 年已安装路签闭塞 2 万多公里,覆盖了当时铁路 77% 的区间,其余则为电话闭塞。60 年代初期,研制了继电半自动闭塞设备,其中 64D、64F 型两种安全程度高,电路结构较简单的单线、双线半自动闭塞设备在全路推广。单线区段已安装 4 万多公里,覆盖率为区间 80% 左右,几乎全部取代了路签闭塞。

双线自动闭塞已建成 8 千多公里,占双线营业里程的 70% 以上。自动闭塞的制式有三种,在东北地区使用的极频自动闭塞。这种制式是在电冲自动闭塞的基础上研制而成,仅适用于非电化区段,已安装 1 千多公里,占双线自动闭塞设备的 20%。交流计数电码自动闭塞是 50 年代由苏联引进生产的设备。在非电化区段使用 50Hz 工频频率,而在电化区段则使用 25Hz 分频频率,已安装 3 千多公里,占双线自动闭塞设备的 38%。目前这种制式正在进行微电子化改造的试点,以取代继电元器件。移频自动闭塞是我国在 60~70 年代初自行研制的频率制自动闭塞,具有信息量较多,抗干扰性较强的特点,全部采用电子元器件,已安装使用 3400 多公里,占自动闭塞设备的 42%。

自动闭塞的间隔时分已普遍从 10min 改为 8min,从而进一步提高区间通过能力 20%左右。

三、驼峰编组场设备,主要是发展半自动化与机械化设备

全路属于路网性大中型驼峰编组场 40 多个,实现了全自动与半自动化调车作业的有 20 多个,占 55.3%;其余均为机械化驼峰场,占 44.7%。小能力驼峰调车场全路有 100 多个,其中装备有自动集中设备的驼峰场占 62%。

实践证明,机械化驼峰场与非机械化驼峰场相比,可提高列车解编能力 50%左右;半自动化驼峰比机械化驼峰又可提高 10%~15%;全自动化驼峰则可再提高 10%~15%;因此,驼峰实现机械化、半自动化及全自动化,可使铁路点、线能力得到良好的配合,从而达到最佳的运输效果。

四、机车运行安全系统的三项设备(俗称“机车三大件”),即机车信号、自动停车及列车无线电调度通信设备得到了迅速发展

由于我国铁路运输具有强度大、密度高的特点,因此,提高机车行车安全系数就显得特别重要。进入 80 年代,根据几次旅客列车重大事故的教训,铁道部为保证列车运行安全进行了大量投资,并已经取得丰硕成果。全路已安装机车信号 1 万多台,4 万多公里,装备率达到 90%以上,基本上实现了机车信号的普及。由于“机车三大件”的安装和使用,机务部门的安全情况大为好转。随着“机车三大件”的逐年投入运用,机务的重大、大事故也逐年减少,机务部门的险性事故也大幅度下降。在 1979 年开始建设安装三大件时,由于投资所限,只考虑进站防护问题,列车冒进进站信号机的问题大体上解决,冒进出站信号机的矛盾又突出了,特别是 1988 年有几起重大、大事故都是由于冒进出站信号机发生的,因此,完善出站防护,

已刻不容缓。解决的办法是在连续式或接近连续式机车信号区段加装站内电码化,同时对 ZTL3 型自动停车要加以改造。这样就可以完成:当列车进入侧线,如出站信号关闭时,机车信号显示半红半黄灯,自动停车开始报警,司机必须每隔 4s 按压一次警惕手柄(或按钮),直至列车速度降至 20km/h 以下,若再次超过,则再次报警。若冒进出站信号机时,机车信号显示红灯,列车紧急制动,以确保安全。从 1988 年开始仅用了三年的时间,到 1990 年底,已建成全站电码化车站 2 千多个。由于车站侧线电码化的逐渐安装,机务的安全情况又有了进一步的好转,两冒事故大幅度下降。

五、调度集中设备的应用

我国铁路调度集中设备是从 1962 年开始于宝鸡—凤州电化区段安装使用。1969 年国内研制的电子调度集中设备在成昆线成都—燕岗进行试用,随后陆续在郑州—商丘段及齐齐哈尔分局的一些区段上装用。其中,郑—商段为单线自动闭塞区段,设备配套较完整,运用效果较显著。1984 年因该区段改为双线,设备便停用。80 年代以后,由于微机在信号系统中的应用,微机化调度监督设备也得到较好的推广。1989 年前,丰沙大和京秦电化区段、济南—泰安区段及郑州、北京、天津、太原、大同等枢纽,均已装设了微机化调度监督系统。大秦铁路西段重载列车的微机化调度集中业已进入现场调试阶段。

我国调度集中的研制工作起步时间与原日本国铁相当,在系统中应用新技术的进程也并不落后于其他国家。但由于我国铁路运输具有客货混跑的特点,而且单线区段的运输繁忙区段有些又处于山区,使采用遥信遥控方式的调度集中及调度监督受到困扰,造成在运用里程上与先进国家相比,差距较大,与国内铁路站内、区间信号设备的发展速度相比,也较