

TIE LU XIN HAO GAI LUN
铁路信号概论

陈广存 主编

何文卿 主审

中国铁道出版社



铁路信号概论

陈广存 主编

何文卿 主审



中国铁道出版社

1995年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书比较全面、概括地叙述了铁路信号设备的分类、组成、工作原理、功能及各种新设备。读者能了解各种铁路信号设备的基本知识和设备特点。主要内容包括:铁路信号发展概况;各种信号机、表示器和标志;信号专用器材;轨道电路和计轴设备;区间、车站、道口信号设备;驼峰调车控制系统、列车运行控制系统和列车调度控制系统等。

本书可为初学者打好学习专业知识的基础;也可帮助信号工作者扩展专业知识面;对从事运输工作的管理干部来说,可以从中找到提高运输工作效率、改善运输工作质量、保证行车安全的各种技术手段。

铁路信号概论

陈广存主编 何文卿主审

*

中国铁道出版社出版发行
(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 魏京燕 封面设计 陈东山

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:13.5 字数:356千

1995 年 5 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1—2000 册

ISBN7-113-01917-X/TP·201 定价:20 元

前 言

铁路信号已由一般的信号、联锁、闭塞发展到列车超速防护、调度集中控制、进路程序控制和驼峰调车综合自动化等各个方面,并由单纯保证行车安全功能,向提高运输效率和改善运输工作质量方面推进。铁路信号已成为铁路现代化必不可少的技术领域之一。但到目前为止,中国还没有一部能全面地综合叙述铁路信号设备的书籍。

无论是从设备使用者能进一步地深入了解本专业各类设备的功能和效益出发,还是从扩展本专业人员的专业知识面出发,或是为初学者打好专业基础知识,都有必要写一部这样的书:它既兼顾电务、运输两方面人员都能阅读,又要为初学者考虑,符合由浅入深、循序渐进的原则。这次尽力这样做了,但是有的地方可能还是“专”了些,从面上看,仍有欠周到的地方。不妥之处,请读者批评指正。

要想发展铁路运输的自动化,必须发挥运输、电务两个部门的积极性,这样就需要互相了解。这是本书编写的第一个目的。

本专业的专业面已经很窄了,但在实际工作中,又细分为车站、区间、道口等专门化小组。专业面越窄,越不利于互相学习和借鉴,本书想弥补这个缺陷,这是编写此书的第二个目的。

本专业面窄,参考书极少,对初学者很不利。为给本专业增加一部参考书,是编写此书的第三个目的。

由以上不难看出,本书可供铁路工作者,特别是电务、运输工作者参考,并可供有关专业的教师和学员们学习参考。

本书是特约几位专家编著的:第一章为何文卿;第二章为陈广存;第三章为董克田、何文卿;第四章为陈广存;第五章为王菊贞、何文卿、陈广存;第六章为高继祥、何文卿;第七章为陈广存;第八

章为马秀芳、王玉瑾；第九章为闵耀兴、陈广存、王菊贞；第十章为龚倩。全书由陈广存主编，何文卿主审。

在编写过程中得到铁道部电务局彭朋、王金玉的大力帮助并提出宝贵意见，对此深表谢意。

编 者

1994年5月8日

目 录

第一章 中国铁路信号发展概况	1
第二章 各种用途的信号机、表示器和标志	8
第一节 概 述.....	8
第二节 信号显示制度、显示方式与方法.....	11
第三节 信号显示距离	16
第四节 各种用途的信号机	17
第五节 各种表示器和标志	30
第六节 信号显示等常用图形符号	37
第三章 铁路信号专用器材	44
第一节 概 述	44
第二节 信 号 机	45
第三节 道岔转换设备	50
第四节 继 电 器	59
第五节 信号电源屏	67
第六节 控制台和表示盘	73
第四章 轨道电路和计轴设备	78
第一节 概 述	78
第二节 轨道电路的基本参数	80
第三节 轨道电路的基本工作状态和所研究的 几个主要问题	83
第四节 轨道电路的分类	86
第五节 轨道电路区段划分和极性交叉	93
第六节 轨道电路的基本计算方法	95
第七节 计轴设备	99

第五章 区间闭塞设备	102
第一节 概 述.....	102
第二节 半自动闭塞设备.....	105
第三节 自动闭塞设备概述.....	112
第四节 交流计数电码自动闭塞.....	115
第五节 微电子交流计数电码自动闭塞.....	120
第六节 极频脉冲自动闭塞.....	129
第七节 移频自动闭塞.....	135
第八节 法国多信息自动闭塞.....	141
第六章 车站联锁设备	151
第一节 概 述.....	151
第二节 电锁器联锁.....	161
第三节 电气集中联锁设备概要.....	169
第四节 选择组电路.....	175
第五节 执行组电路.....	186
第六节 微机继电式电气集中联锁设备概要.....	217
第七节 微机联锁设备概要.....	222
第七章 道口信号设备	228
第一节 概 述.....	228
第二节 道口信号设备中的几个基本问题.....	230
第三节 点控式道口信号.....	237
第四节 连续控制式道口信号.....	250
第五节 微机道口信号设备概要.....	258
第八章 调车控制系统	261
第一节 概 述.....	261
第二节 调车驼峰的分类.....	262
第三节 驼峰调车进路控制.....	268
第四节 驼峰调车专用设备.....	278
第九章 列车运行控制系统	301
第一节 概 述.....	301

第二节	双频感应式机车信号和报警装置·····	303
第三节	变频感应式机车报警系统·····	313
第四节	计数电码式机车信号系统·····	318
第五节	极频脉冲式机车信号系统·····	325
第六节	移频式机车信号系统·····	331
第七节	专用的接近连续式机车信号系统·····	339
第八节	TVM300 型带速度监督的机车信号系统 ·····	343
第九节	列车自动停车装置·····	352
第十节	列车速度监督及其发展·····	358
第十章	行车调度控制系统·····	363
第一节	概 述·····	363
第二节	电子调度集中·····	370
第三节	集成电路调度集中·····	376
第四节	新型调度集中·····	382
第五节	调相调度集中·····	392
第六节	调度监督·····	400
附录一	透镜式色灯信号机的机构、灯光配列和 用途一览表·····	407
附录二	AX 型继电器电气特性和时间特性表 ·····	410
附录三	电源屏专用继电器电气特性和时间特性表·····	414
附录四	TD1 型控制台单元类型图·····	415
附录五	TD3 型控制台单元类型图·····	417

第一章 中国铁路信号发展概况

铁路信号又称铁道信号,是铁路上用的信号、联锁、闭塞等设备的总称。铁路信号的主要功能是保障行车安全和提高运输能力。随着铁路信号技术的发展和先进设备的广泛应用,铁路信号已成为提高铁路区间和车站通过能力、增加铁路运输经济效益、改善铁路职工劳动条件的一种现代化管理手段和发展前沿的科学技术。

铁路信号设备是铁路运输基础设备之一。它犹如人的耳目和中枢神经,担负着路网上各种行车设备状况的信息传输和调度指令控制的作用。在信息社会的今天,信号已成为铁路信息技术的三大支柱(即通信、信号、计算技术)之一。进入 20 世纪 80 年代以来,铁道部已把信号技术列入牵头发展的领域,使其得到较快的发展,已经取得了较明显的安全效益与经济效益。

铁路信号设备的特点是投资少、见效快、效益高。铁路信号已渗透到铁路运输的各个部门,它全程全网、随时随地地积极为铁路运输服务。例如,运用铁路信号可办理列车的接发、编组和调车,使列车按一定的空间间隔安全运行;协助调度员编制临时列车运行计划,指挥列车按计划、有秩序地运行;监督与控制列车运行速度,必要时可自动地使列车减速或停车;传输在线的机车、车辆和乘务人员的信息,协助调度人员编制机车、车辆运用计划和乘务人员勤务计划。与此同时,还能为旅客、货主提供服务信息。总之,如能很好地运用铁路信号设备,则不仅能保证安全运输生产,而且能最大限度地发挥各种行车设备(包括线路及机车车辆等)的能力。从技术上讲,铁路信号又具有技术密集度高、发展迅速、设备更新换代快等特点。近年来,铁路信号成功地应用了微电子、自动控制和计算机等先进技术,极大地促进了铁路信号的发展。因此,铁路信号

的发展水平,当今已成为铁路现代化的重要标志之一。

下面,概括地叙述一下中国铁路信号发展的过程。

一、新中国成立前(1881~1949)的发展概况

自 1840 年鸦片战争以后,中国沦为半封建半殖民地的国家,各帝国主义国家竞相在中国划分势力范围。自 1881 年我国自主修建的唐(山)—胥(各庄)铁路开始,就形成各列强争夺在我国的筑路权的局面。至 1949 年新中国成立时的 21810km 的铁路营业里程中,曾由帝国主义直接经营的占 8.7%,曾受外国资本控制的就占 25.5%。

这一时期的铁路信号也被打上了殖民地的烙印,以致信号设备制式杂乱,信号显示不统一,各路采用与自己有关的国家的信号器材,成为各国铁路信号器材的大博览会。

下面,举一些例子来看一看。

1903 年全线通车的中东铁路(今滨洲、滨绥、哈大线),信号制式为俄式,使用上向二位式臂板信号机,设于线路的右侧。区间闭塞采用电气路签机(一部分为英式,大部分为俄式),大部分车站无联锁,一小部分车站设有俄式的机械集中联锁和电气集中联锁。

1905 年,日本战胜俄国,接管了中东路的一部分。1907 年,南满铁路(今长大、沈丹线)开始运营,信号制式改为日式,使用下向二位式臂板信号机,改设于线路的左侧,区间闭塞采用电气路牌机、双信闭塞机,后来又建设有双线自动闭塞。车站联锁改用联锁箱联锁、电锁器联锁,大站设有机械集中、电机集中和锁床式电气集中联锁,个别车站开始采用单独操纵继电式电气集中联锁,驼峰调车场开始使用车辆减速器,即开始了驼峰机械化。

1881 年开始修建,1912 年全线通车的京奉铁路(今京沈线),信号制式为英式,1910 年以前就装有下列二位式臂板信号机,设于线路左侧。开始时,臂板在水平位置为进行信号,下降 60°为停车信号(后来改为水平位置为停车信号,下降 45°角为进行信号);区间闭塞开始时使用英式电气路签机和电气路牌机,后来改为双

线式或单线式联锁闭塞机(即半自动闭塞);在车站,开始时使用的是非集中机械联锁,后来成段地修建了机械集中联锁,个别车站建成电机集中联锁(丰台)和电锁式电气集中联锁(山海关)。

1904 年全线建成通车的胶济铁路(青岛—济南),信号制式初为德式,后又改为日式。最初使用上向二位式臂板信号机,设于线路右侧。区间以电报、电话联系。车站用重锤式扳道器,最外方道岔装有钩型转换锁闭器。后来,区间改用电气路牌机,车站建成联锁箱联锁,个别车站还建成电锁器联锁,在济南站建有两处电机集中联锁,一处进路式继电集中联锁(使用电空转辙机)。这是我国铁路在解放前唯一的一处进路式继电集中联锁。

其他铁路,装备水平更低,有些铁路根本没有铁路信号设备。

综合上述情况可见,解放前的中国铁路信号,从制式上讲,可以说是一个典型的殖民地型的杂乱制式;从技术水平上看,在区间闭塞方面,大部分为电报电话或单路签,很小一部分为半自动闭塞和自动闭塞;在车站联锁方面,大部分为无联锁或钥匙联锁,个别车站装有电气集中联锁和进路式继电集中联锁;从装备水平上看,可以说是很不平衡,根据 1949 年的不完全统计,在全国铁路营业里程 21810km 中,人工闭塞(包括双信、电话、电气路签和电气路牌)的装备率仅达到 27%,半自动闭塞为 0.05%,而自动闭塞为 0.7%;当时,有联锁的车站数为 1434 站,其中,装有非集中联锁的占 96.4%,装有机械集中和电机集中联锁的占 0.03%,装有电气集中联锁的占 0.4%,装有其它联锁设备的为 3.17%。这说明,新中国建立前,在 21810km 的营业线上,尚有 72.25% 的线路,没有正式的闭塞设备;如按每 10km 设一个车站计算(因无可靠统计数字),应有 2181 个车站,而有联锁设备车站,仅为 1413 个,没有联锁设备车站为 768 个左右,约占总站数的 34%。总之,当时的状况是制式杂乱,装备水平低,比较先进设备的装备水平更低,即使是根据当时的运量来说,也是不能满足安全要求的。

二、新中国成立后(1949~1990)的发展概况

新中国成立后,很快建立起自己的铁路信号专用器材制造厂,在大学成立了铁路信号专业,建立起铁路信号专科学校,开始培养起自己的高等及中等专门技术人才。在此基础上,逐渐改变了中国铁路信号设备的面貌。

1. 在统一信号制式和普及信号基础设备方面 于1952年开始,统一了全国各路的信号显示制式,由进路式(按列车进路设置信号机)向速差式(按列车限制速度设置信号显示)过渡,并逐渐地统一了铁路信号专用器材的型号及规格。

在上述基础上,在区间很快地普及了电气路签机,在单线区段,逐步地建成了半自动闭塞,在双线区段建成了自动闭塞。至1990年,全国铁路的营业里程(不包括台湾、香港、地方和厂矿以及地下铁道等,以下均同)已发展为53318km,其中人工闭塞(主要是电气路签)占1.0%,半自动闭塞占78.4%,自动闭塞占19.4%,装备率已达到99.2%;在车站总数已发展为5620个站中,非集中联锁占37.1%,集中联锁(主要是进路式继电集中)占62.9%,装备率为100%。

2. 在提高信号设备技术水平方面 至1990年底止,区间的机电式半自动闭塞,已更新为继电式半自动闭塞,原自动闭塞使用的是大型座式继电器,轨道电路只能传输三个信息,而今已大部分使自动闭塞电子化了,轨道电路已能传输6~8个信息,还可能更多。原自动闭塞没有机车信号配套设备,而现在已普遍有了此项配套设备。

在车站联锁方面,也有较大的进步,一般小站,已由联锁箱联锁更新为新型的电锁器联锁,而进路式继电集中联锁设备,在联锁功能方面和故障检测和诊断功能方面,在器材规范化和小型化方面,都进行了更新换代,已达到世界先进水平。

3. 在发展新技术方面 除区间自动闭塞设备已基本上实现了电子化以外,已开发出能与自动闭塞设备相配套的各种制式

的连续式和接近连续式的机车信号与自动停车设备。至 1990 年底,已发展机车信号地面设备达 50650km,装机车累计 11488 台,装备率分别达到 94.9%和 84.5%。列车超速防护设备的开发已经起步,并已获得初步的成果,正在现场试运行中。

车站联锁在大站和主要干线上的中间站,已基本上实现了继电集中化,它的装备率已达到车站总数(5620 站)的 62.9%。除丰富了联锁功能外,已开发出电气集中的故障检测与诊断设备,该设备正在进一步完善和普及中。微机继电式电气集中联锁已在现场逐步推广,并已开发出几种不同型号的全电子式(控制现场设备的元件除外)的微机联锁,正在现场试运行中。

电子调度集中设备,已在现场投入使用,电子调度监督设备已逐渐扩大使用面。铁道部的部中心调度监督微机实时专用网络系统已在逐步形成。

驼峰调车半自动化和自动化控制系统,已逐渐形成了标准化和系列化,路网性大驼峰综合自动化系统,从 1989 年 12 月起已正式投入使用。

综上所述,新中国成立至今(到 1990 年末),中国铁路信号的面貌已发生了根本变化,不论从装备水平上看或从技术水平上看,都已接近工业发达国家的水平,但要想赶上或超过仍需继续作出努力!

三、今后的发展趋势

传统的铁路信号一般包括:各种用途的信号机和信号表示器(简称为“信号”)、车站联锁设备(简称为“联锁”)、区间闭塞设备(简称为“闭塞”)。当代的铁路信号除继续发展上述设备外,还将大量发展:道口信号设备、驼峰调车控制系统、列车运行控制系统和列车调度控制系统等。

各种用途的信号机和信号表示器是信号基础设备(一般指“联锁”和“闭塞”)的基础,通过它们发出各种运行条件的行车指令,是今后仍应不断改进与更新的内容。

车站联锁设备,又称“列车进路控制系统”。顾名思义是用它选择列车在车站内的运行经路(称进路),保证进路上的道岔位置正确、无敌对的进路等,以保障列车在车站内运行安全。如果能使进路建立得更及时、更准确、更快,就能不断地提高车站的通过能力和加快、加大站内的调车作业能力。

区间闭塞设备,又称“列车间隔控制系统”。顾名思义是用它将列车按一定的空间间隔运行,以保障在同一线路上运行的列车,不会产生迎面相撞或追尾相撞的重大行车事故。在保障安全的基础上,若能将列车运行的空间间隔不断地加以缩短,则能大大地提高区间线路的通过能力。

道口信号设备,指在公路与铁路平面交叉处设置的报警信号机、道口自动栏木、设备故障检测及道口上障碍物自动检测等。不断地充实与完善这些设备,就能更好地保障公路及铁路双方的运输安全。

驼峰调车控制系统,主要指驼峰调车场的机械化、半自动化和自动化设备。近几年已发展成为从列车到达、预确报自动接收开始,包括到达列车车辆信息采集、处理、解体钩计划的编制,解体作业过程的控制(机车推峰、开通进路、速度调整),直至编成新的列车,发出出发列车的预确报等作业过程在内,均在计算机的管理、控制与监督之下完成的综合自动化系统。很显然,不断充实与完善这些设备,就能不断地加大、加快编组作业能力。

列车运行控制系统,主要指机车信号和自动停车,进一步发展成为列车速度监督与控制(又称列车超速防护)及自动驾驶等。很明显,发展这些设备就能使列车在安全运行的基础上,不断地加快速度和加大密度。

列车调度控制系统,主要指列车调度监督系统和列车调度集中控制系统。前者调度员可集中监视列车在调度区段内的运行情况(包括各闭塞分区的空闲与占用情况和车站的列车进路的建立情况等);而后者除了具有集中监视功能外,还具有对列车进路的控制功能。近年来,调度集中的功能又有所发展,不但利用它的信

息传输通道,可传输调度指令信息、列车运行状态和道岔与信号机状态信息外,还可传输与行车有关的其他信息(如桥梁、隧道、塌方、线路封闭等)和与旅客和货主有关的各种服务信息等。在此基础上,可协助调度人员,编制列车临时运行计划、机车和车辆的运用计划以及乘务人员的勤务计划等。从这里可以看出,列车调度集中控制系统,必将成为铁路现代化的核心技术装备。

第二章 各种用途的信号机、 表示器和标志

第一节 概 述

各种用途的信号机表示器和标志所发出的信号,可从各种角度进行分类。

1. 按接收信号的感官分类 按接收信号的感官可分为:视觉信号和听觉信号两大类。视觉信号是以物体或灯光的颜色、形状、位置、闪光、数目或数码显示等特征表示的信号。如用信号机、机车信号、信号旗、信号牌、各种表示器、各种标志及火炬等显示的信号,都是视觉信号;听觉信号是以不同器具发出的音响的强度、频率和音响的长短等特征表示的信号。如用号角、口笛、响墩发出的音响以及机车、轨道车的鸣笛等发出的信号,都是听觉信号。

2. 按发出信号的机具能否移动分类 按发出信号的机具能否移动可分为:固定信号、机车信号、移动信号和手信号。

固定信号是铁路信号设备的重要组成部分,在我国铁路上,依据运营要求,固定信号采用下列基本的信号:

- (1)要求停车的信号;
- (2)要求注意或减速运行的信号;
- (3)准许按规定速度运行的信号。

上述要求停车的信号,一般叫做“禁止信号”或“停车信号”;要求注意或减速运行的信号和准许按规定速度运行的信号,则称做“进行信号”或“允许信号”。

视觉信号的基本颜色及其基本意义是:

- (1)红色——停车;

(2)黄色——注意或减低速度；

(3)绿色——按规定速度运行。

3. 按发出固定信号的机具分类 按发出固定信号的机具可分为：色灯信号机、臂板信号机、表示器和标志等。

4. 按信号的使用时间分类 按信号的使用时间可分为：昼间信号、夜间信号和昼夜通用信号。

昼间信号以臂板信号机的臂板的不同颜色、形状、尺寸、数目及位置等显示；夜间信号以臂板信号机上的灯光颜色和数目等显示；昼夜通用信号则以色灯信号机、机车信号显示器的灯光颜色、数目、闪光、位置、数码等显示。

表 2—1 是利用灯光的颜色特征和臂板的颜色、形状和数目特征给出的信号显示的例子。

利用颜色、位置和数目特征给出的信号显示的例子 表 2—1

意义 显示 特征	停车	注意或减速	按规定速度运行	信号机
颜色特征				色灯信号机
颜色位置 和数目特征	 	 	 	臂板信号机

注：  或  — 红色；  或  — 黄色；  或  — 绿色。

在信号的显示中，除了采用红、黄、绿三种基本颜色以外，还采用月白色和蓝色等颜色。蓝色表示为“容许信号”或“禁止调车信号”；而月白色则表示为引导信号”或“准许调车信号”。

5. 按信号机的用途分类 按信号机的用途可分为：进站、出