

车站电码化技术

张小群 安海君 李建清 郭小刚 编著
陆之正 审

中 国 铁 道 出 版 社

1998年·北京

代 序

这是一项从事技术创新工作的工程师们的劳动结果，这是一本记录轨道电路传输技术进步的历史写实。作为技术主管的部电务局俞刚处长应邀为此书作序，他对轨道电路车站股道电码化技术及其装备在确保全路行车安全方面所负有的重大责任和所做出的重要贡献给予了充分的肯定。

为此，我要向十多年来所有参与此项技术开发和现场试验的工程师们表示衷心地祝贺！向全路参与推广此项技术的工程设计、制造、施工、运用维护的工人和工程技术人员表示衷心地感谢！这里特别要向本书的作者们致敬！是他们把科研开发者的心血和成果，集合成了系统的文字，在现代信号专业的学术领域，为我们增添了一份生动的教材。

现代信号专业是由传感、传输和控制技术构成的。轨道电路作为信号专业的基础设备，具有传感和传输的双重功能，是信号专业最重要、最薄弱的基础技术之一。随着现代通信、计算机和传感技术的迅猛发展，传统信号专业正面临数字化、网络化、智能化的改造。目前，正在全路推进的各级 DMIS 工程，作为龙头，作为切入点，正在重新构造着现代信号学，即网络信号学的诞生。

但是，作为信号控制基础的轨道传感技术和轨道传输技术，始终是我们关注和研究的重点，在创立现代信号学的进程中，轨道传输技术的发展，我们尤为关切。

首先，这是因为现代信号学要求回答：轨道电路作为在恶劣环境下全天候工作的分布参数四端网络，要达到什么标准才能作为安全通道使用。为了实现安全传输，在标准道床阻抗的前提下，要解决如何实现感抗和容抗的最佳配置，如何测定维护工作不可缺少的阻抗调整表及自动安全选配系统（注：这是在标准设计阻抗及其允许波动幅值范围内）。

其次，轨道传输线作为移动体与地面控制中心进行信息双向传输的“耦合器”，对耦合效率、输出功率、频率传输衰耗，特别是最佳安全频段的选择，都需要做出科学的研究和回答。

第三，传统的模拟轨道电路的数字化改造和数字轨道电路的研究、试点和运用，是当前信号技术发展的关键课题之一，这不仅是因为信号技术的发展对大信息量传输的需要，更是数字化安全控制技术发展的内在要求。

所以，不管我们是否意识到，轨道电路车站电码化技术的研制开发和成功推广（即：对轨道传输信息量增加的要求），所揭示的轨道电路理论和实践的技术创新，都已经和正在对现代信号学的创立提供着有力的支持。

我们殷切希望，本书的作者们，再接再厉，不断攀登进取，在轨道传输技术的科研中，取得新的成果，同时也希望更多的信号（息）控制专家能投身到网络信号学的基础理论研究和实践中去，为有轨运输控制技术的数字化、网络化、智能化做出新的贡献。

彭 颢

1998年8月21日

序

改革开放以来,我国的经济建设得到飞速发展,铁路运量迅速增长,在新形势下,铁路信号技术必须不断更新,以保证铁路运输达到安全、正点、高效的新要求。

传统的车站电码化技术仅局限于正线区段,并存在轨道电路瞬间分路后不能自动恢复和侧线股道机车接收不到机车信号信息的问题,无法通过机车信号和自动停车设备防止列车冒进出站信号机,不能满足安全、正点、高效运输的需要。

为此,铁道部提出并狠抓机车“三大件”(即机车信号、自动停车和无线列调设备),以解决“两冒”事故,即冒进进站信号机和冒进出站信号机事故。经铁道部电务局和科技司研究后,据此确立了该课题,经过课题组的努力,已于1991年12月通过部级技术鉴定,为该项技术在全路的迅速推广奠定了技术基础。

铁道部将“车站股道电码化”技术作为一项重要的安全措施在全路推广。铁道部电务局1989年下发铁电务函[1989]97号文、安监司1990年下发铁安监[1990]137号文,要求在1992年底,全部完成单线区段站内侧线股道电码化;在1995年底,全部完成双线区段站内侧线股道电码化。从1988年下半年起到1995年底,“车站股道电码化”在全路近4000个车站得到了广泛应用,取得了明显的效益。“七五”计划期间与“六五”计划期间相比,全路“两冒”事故下降69.6%。1991年与1990年相比,全路“两冒”事故下降41.3%。1992年上半年与1991年同期相比,全路“两冒”事故下降46.4%。据北京局1989年到1992年及济南局1991年到1992年的车站“冒进”事故统计,事故全部发生在未实施“车站股道电码化”的车站。而自1995年起至今,据有关部门统计,全路机务部门已经消灭了站内冒进信号越过警冲标事故。

由此可见,“车站股道电码化”技术是先进的,是保证铁路运输安全、高效的基础,是符合国情的,所带来的经济效益和社会效益是显著的,也是可观的。“科学技术是第一生产力”的英明论断,在此得到充分的体现。

在原有的基础上,“车站股道电码化”课题组的同志们没有停滞不前,他们又研制了“车站接发车进路电码化”和“逐段预叠加电码化”技术。

相信本书的出版,为科学知识的普及,对我国铁路运输事业和信号事业的进一步发展将起到促进作用。

俞 刚

1998年7月18日

前 言

我国铁道信号“电码化”技术，是一项保证行车安全的信号技术。近20年来随着铁路运输发展，该项技术得到了不断的完善和发展，由单纯车站正线电码化发展为股道电码化，继而实现车站进路电码化，为机车信号提供连续信息、连续稳定工作，防止列车冒进、出站信号事故的发生，保证行车安全，起到了重要作用。

现出版的《车站电码化技术》一书，总结了我国铁道信号“电码化”的运用经验，阐述了各发展阶段的技术方案，充分反映该项技术发展和铁道运输对安全需求间的协调关系和所发挥的作用，体现了科技必须面向运输生产的重要性。该书值得从事铁路信号工程师和技术干部一读。

铁道信号“电码化”技术，源自前苏联。1988年以前，我国信号“电码化”技术主要实施车站正线列车进路，用于保证机车信号设备在正线进路内连续稳定工作。随着铁道运输事业的飞速发展，提高运能和确保运输安全之间的矛盾日益突出，当时因在车站侧线股道上，包括有双进口、双出口车站的正线股道尚未实施“电码化”，因司机误认或未确认地面出站信号机显示而造成的列车冒进信号事故无法防止，仍较严重地威胁行车安全。为此，铁道部科技司和电务局于1988年分别以部科技发展项目88—信—19号合同和铁电务[1988]285文向通信信号总公司研究设计院下达了“车站股道电码化”技术攻关科研任务。

1988年3月任务下达以后，“车站股道电码化”课题组全力以赴，在很短的时间内制定了技术方案，完成了理论计算和室内试验工作。并于当年上半年完成了试点站的设计、开通和试验。该项目于1989年和1991年分别通过了铁道部技术审查和技术鉴定，并获得了铁道部科技进步奖三等奖。课题组编制的“车站股道电码化”通用图册获得了全国第一次优秀工程建设标准设计银奖。由于该项科研工作的迅速进展，为在全路迅速推广该项技术创造了先决条件。目前，该项技术作为一项重要的安全措施，已在全路得到实施，对保证安全运输起到了非常重要的作用，取得了巨大的社会效益和经济效益。

近年来，我国铁路列车的运行速度开始提高，客车运行速度最高已经达到了160km/h，实施列车超速防护技术势在必行。为了适应新的需要，在铁道部主管部门的领导下，“车站股道电码化”课题组的同志们又研制成功了“车站接发车进路电码化”和“逐段预叠加电码化”技术。

“车站接发车进路电码化”技术主要解决了列车进路道岔区段弯股部分没有机车信号信息的问题，使列车机车信号设备在非正线列车进路内能够连续稳定工作，是“车站股道电码化”的延伸技术。该科研项目于1997年12月通过了铁道部技术鉴定。

“逐段预叠加电码化”用预叠加方式代替了“车站股道电码化”部分电路电码化信息脉动切换发送方式，为列车超速防护系统正常工作提供了保证条件。1995年5月，该项技术已开始在京九线使用，当年12月通过铁道部技术鉴定，并获得了国家“八五”科技攻关重大成果奖。

我相信，在“科学技术是第一生产力”的方针指引下，为满足铁道运输事业不断发展的需要，铁路科技工作者将不断研制出更多、更好的新技术。愿此书的出版能为推动全路的科技发展做出应有的贡献。

魏春洪

1998年8月18日

编著者的话

《车站电码化技术》一书问世了。这本书是集体劳动的成果，它凝聚了多少人的智慧与心血。

在此我们首先向铁道部科技司、电务局和机务局的领导表示衷心的感谢。在各位领导的关怀下，电码化技术研究得到了发展与实施。部电务局彭朋局长、俞刚处长和科技司魏春洪处长分别为本书写了序及前言，安监司陆之正主任对本书内容进行了严格审阅。本书的出版，是与各位领导的关心分不开的。

车站电码化技术在研制过程中，很多同志参加了这项工作，我们必须向他们表示感谢。虽然因种种原因他们未能直接参加本书的编写，但正是他们的辛勤劳动奠定了本书的技术基础。

同时，我们还必须向曾经支持过电码化工作的同志们表示感谢，特别是现场的同志们，尤其是北京局、郑州局、济南局的同志们，没有他们的支持，电码化技术的研究是不可能取得这样的成果，并得到实施与完善的。

本书的第一、四、六章由张小群编写，第二、三章由安海君编写，第五章由郭小刚编写，第七、八章由李建清编写。由于作者水平有限，书中会存在缺点与错误，恳请广大读者批评指正。

1998.5

目 录

第一章 综 述	(1)
第一节 研制电码化技术的必要性	(1)
第二节 “车站股道电码化”技术方案及特点	(2)
第三节 “车站股道电码化”的更新和发展	(7)
第二章 交流连续式轨道电路移频电码化	(9)
第一节 概 述	(9)
第二节 技术原则	(10)
第三节 电路原理	(19)
第四节 电码化专用器材	(31)
第五节 电码化的工程设计	(33)
第三章 交流连续式轨道电路交流计数电码化	(36)
第一节 概 述	(36)
第二节 技术原则	(38)
第三节 电路原理	(40)
第四节 电码化专用器材	(46)
第五节 电码化的工程设计	(47)
第四章 25 Hz 相敏轨道电路移频电码化	(49)
第一节 概 述	(49)
第二节 技术原则	(51)
第三节 电路原理	(54)
第四节 电码化专用器材及工程设计	(57)
第五章 25 Hz 相敏轨道电路 25 Hz 计数电码化	(60)
第一节 概 述	(60)
第二节 技术原则	(61)
第三节 电路原理	(65)
第四节 电码化专用器材	(71)
第五节 电码化的工程设计	(72)

第六章 电化站内移频轨道电路移频电码化	(74)
第一节 概 述.....	(74)
第二节 技术原则.....	(74)
第三节 电路原理.....	(76)
第七章 车站接发车进路电码化	(80)
第一节 概 述.....	(80)
第二节 技术方案简介.....	(81)
第三节 存在的问题.....	(85)
第八章 逐段预叠加电码化简介	(86)
第一节 逐段预叠加电码化的概念.....	(86)
第二节 “京九”线逐段预叠加电码化主要解决的问题.....	(87)
第三节 逐段预叠加电码化应用中应注意的几个问题.....	(88)
附 录 技术条件	(89)
附图一 (1~6)	(91)
附图二 (4、8~22)	(94)
附图三 (3、7~14)	(122)
附图四 (6~14)	(135)
附图五 (2、3、7、9~16)	(149)
附图六 (5~13)	(166)

第一章 综 述

站内轨道电路是车站电气集中的基础设备，它的主要功能就是反映轨道区段是否被列车占用。平时站内轨道电路不发送机车信号信息，这样可以保证当列车冒进车站信号时，机车信号设备接收不到信息，这是一条必须遵守的安全原则。但是当列车正常进入车站后，为了保证机车信号设备能够正常工作，在适当的时机，相应站内轨道电路必须转发或叠加发送机车信号信息。这就是我们所说的“电码化”。1992年，铁道部颁布标准在《铁路车站股道电码化技术条件》中对“电码化”术语进行了严格定义。“电码化”即“由轨道电路转发或叠加机车信号信息技术的总称”。

第一节 研制电码化技术的必要性

我国铁道信号电码化技术源自于前苏联。从20世纪50年代起，我国铁路部分车站就已经开始实施“50Hz交流计数电码化”技术。70年代初，开始实施“移频电码化”技术。80年代初，开始实施“25Hz交流计数电码化”技术。但是，到1988年以前，这些“电码化”技术仅仅实施于车站内的正线列车进路，而车站站线（下称侧线）列车进路未实施该技术。而且，在有双进、双出口的车站，其正线列车进路也未实施“电码化”技术。因此，这一时期的“电码化”技术处于“正线电码化”阶段，它仅仅能在车站大部分正线列车进路上，为机车信号设备正常工作提供必要条件。

随着我国经济建设的飞速发展，铁路运量陡增，行车密度和速度不断提高，安全与效率的矛盾日益尖锐。在1987年底和1988年初，铁路连续发生了数次重大事故，例如在上海局管内，由于车站侧线没有实施电码化技术，发生了列车闯出出站信号机导致与旅客列车的重大冲突事故。在兰州局管内，同样由于车站侧线未实施电码化，导致旅客列车闯出显示红灯的出站信号机进入区间，险些发生与其他列车正面冲突的重大事故。再例如，在石家庄北站，因正线未实施电码化，股道瞭望条件不好，司机将邻线开放的出站信号误认为是本股道出站信号，列车闯出后与正在高速通过的旅客列车发生侧面冲突。这些情况说明，原有的车站“正线电码化”技术已经不能适应运输需要，必须对其进行改造、更新，在尽可能短的时间内研究出简单、易行、适应性强的技术方案。“车站股道电码化”技术就是在这样的情况下应运而生的。

针对上述情况，铁道部狠抓机车“三大件”（机车信号、自动停车和无线列调）等措施的落实。在部电务局的指示下，作为原“正线电码化”技术的引进和研制单位，通号公司研究设计院于1988年初，经过调查研究，正式向铁道部电务局提出研制开发“全站电码化”技术的建议，即将电码化的实施范围由原来的正线扩展到侧线股道。为此铁道部科技司、电务局于1988年分别以部科技发展项目88—信—19号合同和铁电务[1988]285号文下达全站电码化的攻关和科研任务。

正式立项之后，在部领导的大力支持下，全体课题组同志紧急行动，于1988年上半年制

订出技术方案,并完成了理论分析和室内试验,“车站股道电码化”试点站(白马山站)于1988年7月初正式开通启用。1989年3月中旬,该项技术通过了部级技术审查。1991年12月底,该项技术通过了部级鉴定。

铁道部极其重视“车站股道电码化”技术。为了在全路迅速推广此项技术,电务局下发铁电务[1988]571号文和铁电务函[1989]97号文,铁道部安监司下发了铁安监[1990]137号文,制定了实施“车站股道电码化”技术的具体措施和计划。要求“站内侧线电码化,单线区段到1992年底前全部完成。双线区段,1995年底前全部完成。全路路网性编组站的场间联络线、外包线电码化到1995年底前基本完成。”从1988年下半年起,到1990年底,仅仅用了不到3年时间,就在2011个车站上实施了“车站股道电码化”技术,到1995年底,全路推广“车站股道电码化”工作基本完成。这一安全措施的迅速实施,使运输安全情况大大好转,全路“两冒”事故率连年大幅度下降。1989年的机务重大、大事故,比1988年下降了19.8%,险性事故下降了28.4%。1991年和1990年相比,“两冒”事故下降了41.3%,1992年上半年和1991年同期相比,“两冒”事故下降了46.4%。据北京局统计,从1989年到1992年,该局管内的“冒进”事故完全发生在未实施或因故停用“车站股道电码化”技术的车站上。济南局统计,1991年到1992年,该局管内的“两冒”事故均发生在未实施“车站股道电码化”技术的车站上。而在1993年,全路机务部门已经消灭了站内冒进出站信号的事故。这说明“车站股道电码化”技术的实施,对行车事故的减少起到了关键作用。

第二节 “车站股道电码化”技术方案及特点

一、方案比选

司机因误认或未确认地面信号而造成冒进出站信号的事故,在正线和侧线都有发生。因此为解决列车冒进出站信号,应将目前采用的正线电码化进一步完善并扩大到站内到发线,实行全站电码化。

全站电码化有两种方案,第一种是全站进路电码化,即列车进路中的所有的轨道区段均实行电码化,下称进路电码化;第二种是全站股道电码化,即除正线外,一般只对到发线实行电码化,下称股道电码化。两种方案各有利弊。

针对目前主要解决防止列车冒进出站信号机的问题,结合我国现状:进站信号显示和到发线出站信号机的显示之间无任何联系;机车信号显示信息量不足,仅3~4个;尚未广泛使用大号码道岔,双线插入区段的车站仅在哈密—柳园间试点等等。从安全、效率、司机操作、经济和技术难易程度五个方面对两种电码化方案进行比较。

(一) 安全方面

1. 列车进站

设进站信号机显示两个黄灯,出站信号机在关闭状态。

进站信号显示两个黄灯时,表示经道岔侧向接车,初始速度为侧向过岔规定速度,但不预告进路的终端速度。列车进站后按不大于道岔侧向允许速度行驶。进路电码化方案能在道岔区段就通知司机出站信号机在关闭状态,应在出站信号机前方停车。股道电码化需等列车进入股道后才能通知司机出站信号机在关闭状态。下面分析股道电码化方案能否保证列车停在出站信号机前。

列车制动总距离 S_z 由三部分组成, 用公式表示为

$$S_z = S_k + S_y + S_t$$

S_k : 列车制动空走距离, 即司机采取制动措施到列车真正制动这一段时间内列车走行的距离, 其计算公式为

$$S_k = v_0(2.8 + 0.14 \times 1.3 \times n)(1 - 0.1i) / 3.6 \text{ m}$$

v_0 为制动初速; n 为牵引车辆数; i 为坡道值 (2‰下坡道为-2)。

S_y : 列车有效制动距离, 通过查制动曲线得到。

S_t : 机车信号设备反映时间加司机确认信号时间, 在这段时间内列车以制动初速走行的距离。

机车信号设备反映时间, 按最不利条件考虑, 即按交流计数机车信号设备考虑, 当电码变化时, 在 7 s 之内, 改变机车信号的显示。因此, 机车信号设备反映时间取值 7 s。

当机车信号由白灯变为红黄灯, 要求司机立即确认机车信号显示, 并采取措施。若司机未采取任何措施, 则 7 s 之后, 自动停车设备立即动作。因此, 按最不利条件考虑, 司机确认信号时间取值 7 s。

所以, 所谓 S_t , 就是在 14 s 内列车走行的距离。

设列车总重为 4 000 t, 每节车重按 70 t 考虑, 则列车车节数约为 57 节, 即 $n=57$ 。设站内坡道值为-2‰, 即 $i=-2$ 。设接车进路内道岔区段的道岔号码为 12 号, 其侧向允许速度为 45 km/h, 即 $v_0=45$ 。计算如下:

$$S_k = 198 \text{ m}, S_t = 175 \text{ m}, S_y = 220 \text{ m}$$

$$S_z = 593 \text{ m}, \text{远小于 } 850 \text{ m}。$$

工程设计中, 要求车站一般股道有效长不小于 850 m。早期车站, 其股道有效长曾经规定为 650 m。考虑到将来重载列车运营需要, 股道有效长应延长至 1 050 m。目前, 山区铁路个别车站有效长为 500 m~600 m 的股道, 算是特殊情况。但此时的列车重量又不可能有 4 000 t, 则它的 S_z 要小于 593 m, 且这种到发线一般作为编发线或货物线使用。

上述计算表明: 等列车进入股道后才收到机车信号的停车信息, 即列车进入股道后, 才开始电码化的方案, 仍能保证足够的制动距离, 确保列车停在出站信号机的前方。

2. 到发线发车 (见图 1-1)

当列车在侧线出站信号显示绿灯情况下发车进入道岔区段时, 进入 1LQ 区段前, 2LQ 区段防护信号机 1111 因故由开放改为关闭, 进路电码化方案能及时收到红黄码从而控制其速度准备停在 1111 信号机前方, 而股道电码化方案则需进入 1LQ 区段才能收到红黄码。

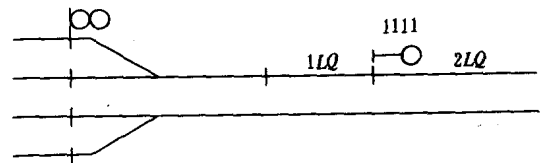


图 1-1

无论是侧线通过或停站发车, 进入 1LQ 区段前其速度受道岔所限制均不超过 45 km/h, 前面计算 S_z 的初速仍可套用, S_z 为 593 m。一般工程设计 1LQ 区段大于 500 m。股道电码化方案和进路电码化方案的安全性基本相同, 当 1LQ 区段长度小于 S_z 时, 股道电码化方案有可能因制动距离不够而冒进 2LQ 区段的防护信号机。但因列车在区间不准后退, 2LQ 区段防护信号机 1111 由开放突然变为关闭的原因有两大类, 一是信号设备故障, 另一是突然断轨或其他自然灾害。前者造成的冒进信号并无危险, 且发生的概率很低。后者造成的冒进虽可能危

及行车安全,但这是任何信号制式均无法彻底解决的。例如列车已进入1LQ区段后,2LQ防护信号机1111突然关闭,或列车行驶在收到绿码的区段上,在列车前方不远突然发生自然灾害,此时靠自动停车来确保安全已无济于事。

综上所述,可认为:在防止冒进出站信号和离去通过信号机(当出站信号开放时)方面,两种方案等同均有安全保证;1LQ区段长度短于 S_z 时,在列车进入道岔区段但尚未进入1LQ区段的约1 min范围内1LQ通过信号由开放变关闭的情况下,股道电码化方案有可能冒进该通过信号机,但无安全问题。故在安全保证方面。两种方案相同。

(二) 效率和司机操作方面

进路电码化方案和股道电码化方案的区别仅在道岔区段,前者在道岔区段就能收到电码,而后者除正线进路外,在道岔区段收不到电码。

1. 进站咽喉区的分析

(1) 出站信号关闭时

侧线接车时,采用进路电码化方案,列车一进入车站,在道岔区段机车信号显示红黄灯。因此,司机必须不断按压警惕手柄,并准备在本进路出站信号机前方停车。若采用股道电码化方案,在道岔区段,机车信号因无码而显示白灯,司机同样必须按压警惕手柄,准备在本进路的出站信号机前方停车。两种方案在效率和司机操作方面相同。

(2) 出站信号开放时

进路电码化方案因能收到信号开放的电码信息,司机可按道岔侧向允许的不高于45 km/h的速度进入股道且不需按压警惕手柄;股道电码化方案因收不到电码化信息,若司机不知道前方出站信号已经开放,故只能按准备在出站信号前方停车的速度通过道岔区段,且司机需周期性按压警惕手柄4~7次(共22 s)。此时的股道电码化方案在效率上和操作上稍不如进路电码化方案。

2. 出站咽喉的分析

(1) 出站信号由关闭改为开放

股道有效长为1 050 m或500 m时,分别可容纳4 800 t或2 100 t的列车。4 800 t和2 100 t的列车由零速启动增加到45 km/h,分别需走行707 m和542 m,而一般大站道岔区段长度为500 m左右,而小站道岔区段长度在200 m~300 m左右。也就是说,在侧线发车进路内,虽然采用进路电码化方案时,在道岔区段内机车信号能收到电码化信息,指示司机2LQ区段的防护信号显示绿灯,但由于受列车启动性能和过岔限速的限制,车进入1LQ区段之前,速度提不起来,仍小于45 km/h。故两种方案的效率相同。司机操作方面,进路电码化方案因能收到电码化信息,故不报警,也不需按压手柄。股道电码化方案因该进路道岔区段不实施电码化,机车信号点白灯,报警装置在开始点白灯后22 s内,如车速超过20 km/h,才周期报警并需按压警惕手柄,查4800 t列车经21 s(走行382 m)后车速方达19 km/h,故实际上虽然点白灯,但报警和按压手柄的机会并不多。两种方案在操作方面也基本相同。

(2) 办理侧线通过

因受道岔允许的通过速度 $v \leq 45$ km/h所限,两种方案在咽喉区的速度均不能超出此限,故在效率上基本相同,但股道电码化方案在咽喉区点白灯,可能在22 s内需按压几次手柄。

两种方案在安全、效率、司机操作等方面的全面比较小结如下。

安全方面:相同。

效率方面:基本相同。

司机操作方面：仅在侧线通过进路的进站咽喉区和绿灯发车时的出站咽喉区，股道电码化方案不如进路电码化方案，前者需按压警惕手柄而后者不需按压。其他情况两种方案在进、出站咽喉区均需按压手柄。

（三）经济方面

进路电码化方案在咽喉区的道岔和无岔区段也要发码，需增设更多的电缆和发码接口设备，比股道电码化方案的费用更多，站场越大越复杂时，两种方案之费用的差距越明显。尤其是对既有车站进行全站电码化改造时，进路方案在室内因新增设备太多而引起原有房屋不够的麻烦。

（四）技术难易方面

两种方案均不是在已有正线电码化基础上增加一些接点电路和发码设备就能实现的简单问题，都涉及到轨道电路、机车信号、车站电路等基础技术以及制定合理的技术条件。但是进路方案尚存在它独有的技术难题需解决，即在道岔绝缘两侧钢轨上如何保证机车信号的正常接收和工作，原正线电码化为避免此难题将道岔绝缘装在侧线上，另外，据查国外有专为此设发码环线的方案（在道岔上设环线给工务维修造成很大困难，在国内可能行不通）。而股道方案则无此技术难题，其电路方案比进路电码化方案简单得多，故比进路电码化方案容易实现。

（五）今后发展方面

必须指出，今后随着列车运行速度的提高，列车超速防护系统的应用势在必行。在车站内，列车超速防护系统要求列车进路的所有轨道区段，都能向车载设备发送列控信息。显而易见，股道电码化是不能满足这一要求的，必须实施进路电码化。因此，从技术的长远发展来看，进路电码化将取代股道电码化。

结论：

综上五方面的分析、比较，针对国内现状及现场急需的特点，股道电码化为最佳方案。而且从前苏联通信设计院总工程师发表的《新的车站股道电码化电路》（《自控遥控及通信》，1988（11））的文章中可以看出，前苏联从1981年开展全路电码化工作，其方案与我国相同，也是采用股道电码化，而不是进路电码化方案。

二、主要技术特点和主要技术内容

（一）股道实施电码化时，电路不检查进站信号条件，适应性强，电路简单规范

在满足技术条件的前提下，股道实施电码化时，电路不检查进站信号条件，即当列车冒进进站信号驶入股道时，也同样能接收到反映出站信号显示的电码化信息。这样是否使安全程度有所降低呢？我们知道，列车冒进进站信号可能产生危险的因素有以下几种：

- （1）道岔区段有车或道岔在四开位置；
- （2）股道已有车占用。

由于上述两种情况而造成的危险事故，与股道电码化是否检查进站信号条件无关。因为，当事故发生在道岔区段时，该区段并未实施电码化，事故和电码化无关。若事故发生在股道上，需检查进站信号条件的电码化方案此时不发码，而不检查进站信号条件的电码化方案虽发码但已被停留车辆短路，即在有车占用的股道上，由于该车的分路作用，后闯进来的列车是收不到电码化信息的。因此，不检查进站信号条件的电码化方案并没有因此而降低了安全程度。在安全上，和检查进站信号条件的电码化方案是相同的。

由于不检查进站信号条件,则股道发码设备的启动就只剩下一个“时机”,即列车占用股道就开始发码,因不需也无法判断列车运行方向,所以必须是股道两端同时发码(前苏联和我国计数电码化就采取此方式)。对于有进站后由反方向发车这种作业的车站(如郑州站接发京广线下行方面转西陇海线的列车时)如发车也要求发码(指在股道上其机车信号能复示反方向发车出站信号的显示),而该方案天然具有此功能。对于要求检查进站信号条件的方案,则在理论和实践上均不可能在无不良副作用前提下实现发码。

显而易见,发码控制条件只需接入轨道条件的电码化方案,对于各种联锁电路制式的车站,电路基本相同且最为简单,也不会增加与进站联锁条件有关继电器的复示继电器,大大有利于电码化的改造或新建工程。

综上所述,不检查进站信号条件,既不降低安全程度,适应性又强,电路又简单,且能统一、规范化,施工和维修方便,这是该技术的一个显著特点。

(二) 确保轨道电路自动恢复

既有的电码化技术在进路开始电码化后,不能确保轨道电路自动恢复。因此,这种电路方案根本不能在调度集中区段使用。例如,原工频整流式轨道电路正线移频电码化电路和原站内电化移频轨道电路正线移频电码化,发码方式采用固定切换方式,即某一轨道区段电码化时,起转换开关作用的发码继电器固定在励磁状态,该轨道区段的钢轨网络被该继电器的前接点固定与电码化的发送设备相连接。电码化后,轨道电路的恢复以其后一段轨道电路的占用为必要条件,即只有当列车进入后一相邻的轨道区段后,本区段的发码继电器励磁电路被后一轨道区段的轨道条件所切断而落下,本轨道电路才能恢复。因此,进路内方第一段轨道电路若被瞬间人工短路,由于没有下一轨道区段被占用的逻辑动作,即使短路被取消,轨道电路也不能自动恢复,必须由值班员按压操纵台上的人工恢复按钮,切断发码继电器的电源使其落下,才能恢复该轨道电路。这个缺陷使轨道电路由自动化设备变成了半自动化设备,也降低了电气集中的技术性能。显而易见,这也势必导致“调度集中”系统无法正常使用。而且在电锁器车站,为了防止向有车线接车,按规定仅在股道增设轨道电路,则按照既有的电码化技术方案,是无法在电锁器车站实现股道电码化的。因为既有电码化方案,在使某一轨道区段开始电码化、结束电码化及恢复轨道电路,都是以相邻轨道区段的占用为必要条件的。而电锁器车站的道岔区不设置轨道电路,即电锁器车站的股道区段是没有相邻轨道区段的。针对这个问题,“车站股道电码化”技术将其由固定切换发码方式改为脉动切换发码方式,在脉冲冲时间内接通电码化网络,保证机车信号能稳定工作。在脉冲间隔时间内,轨道电路网络被接通,为轨道电路的恢复提供了必要条件,稳妥地解决了该轨道电路自动恢复的问题。

另外,原 50 Hz 交流计数正线电码化和 25 Hz 交流计数正线电码化也存在着轨道电路不能稳定自动恢复的问题。这主要是由于电路器材的选用和电码的时间参数不配套。“车站股道电码化”技术在选用电路器材方面,使器材特性和电码时间参数相配套,并在电路上采取相应措施,解决了上述问题。

(三) 其 他

站内轨道电路和电码化技术是一个整体,必须统筹考虑。但是过去某些制式的站内轨道电路和电码化技术相脱节,不能满足电码化的要求。因此,“车站股道电码化”技术必须重新对此种轨道电路进行改造,以适应电码化的要求。

既有电码化技术还存在着一些其他问题,例如工频整流式轨道电路移频电码化的轨道变压器存在过载问题,25 Hz 相敏轨道电路计数电码化存在轨道继电器瞬间误动导致电码化工

作不稳定的问题。“车站股道电码化”技术对于这些既有问题，给予一揽子解决。

1991 年通过铁道部技术鉴定的“车站股道电码化”包括七种制式，见表 1-1。

表 1-1

类 别	车站股道电码化制式
非电化区段	50 Hz 连续式轨道电路移频电码化
	50 Hz 连续式轨道电路交流计数电码化
	50 Hz 连续式轨道电路微电子交流计数电码化
电化区段	25 Hz 相敏轨道电路移频电码化
	25 Hz 相敏轨道电路交流计数电码化
	25 Hz 相敏轨道电路微电子交流计数电码化
	站内移频轨道电路移频电码化

表中 50 Hz 连续式轨道电路移频电码化（见本书第二章）、25 Hz 相敏轨道电路移频电码化（见本书第四章）、站内移频轨道电路移频电码化（见本书第六章）、50 Hz 连续式轨道电路交流计数电码化（见本书第三章）、25 Hz 相敏轨道电路交流计数电码化（见本书第五章），这五种是由通信信号总公司研究设计院研制的。铁道科学研究所和北京铁路局共同研制了 50 Hz 连续式轨道电路微电子交流计数电码化、25 Hz 相敏轨道电路微电子交流计数电码化。

微电子交流计数电码化的特点是，用微电子和可控硅技术组成大功率的计数电码电源，以取代传统计数电码的电动发码器和传输继电器设备。该电源已具有电码特性，故可用一般的电源变压器按需要调整其输出电压，通过固定动作的继电器接点，将电缆由原接向轨道电路送（受）电端支路转接向该电码电源（即采用切换方式），从而向钢轨发出与地面信号显示相符的机车信号信息。由于微电子电码化的发送系统均采用无接点元件，故整个电码化系统无脉动器材，设备动作无噪声，同时大大延长了器材的维修周期，维修成本大大降低，设备体积大大缩小。微电子交流计数电码化能够在轨道电路瞬间分路后自动恢复到轨道电路调整状态。其措施是，利用机车信号与轨道电路信息频率相同的特点，当受端发码继电器的一组接点组将电缆由原接向轨道继电器固定切换接向发码电源的同时，该继电器的另一组接点组将轨道电路送电端电缆转接到轨道继电器线圈两端。当分路取消后，电码化发码电源通过钢轨和送电端电缆，向轨道继电器供电，使其吸起，中止电码化状态，恢复轨道电路调整状态。

第三节 “车站股道电码化”的更新和发展

如前所述，由于股道电码化技术不能满足列车超速防护系统的要求，考虑到今后发展列车超速防护系统的需要，铁道部于 1992 年立项，由通信信号总公司研究设计院研制“车站接发车进路电码化”作为技术储备。该项技术已于 1994 年在天津电务段管内曹庄站开通使用。该项技术已于 1997 年底通过铁道部技术鉴定。

进路电码化的覆盖范围与股道电码化不同，它对列车进路内的道岔区段弯股部分也实施电码化，也就是它覆盖了列车进路内的所有轨道区段。为列车超速防护系统的正常工作提供了条件。

进路电码化的技术关键在于：由于道岔绝缘的存在，使得从岔尖到道岔绝缘间的 12 m～16 m 范围成为无电码化电流的无码区，造成车载设备接收信息中断。解决的办法是：改变原

道岔跳线的设置位置，将道岔跳线原接直向基本轨那一端，改接至道岔绝缘处的“道岔曲尖轨的引轨”上，使原无码区内，总有一根钢轨流有足够的机车信号信息电流，利用“单轨条机车信号接收”原理，保证有一个机车接收线圈接收到足够的机车信号信息，以保证机车信号设备正常工作。

1993年，京九铁路工程总体方案要求采用列车超速防护系统，因此对车站正线电码化保证机车信号的连续性接收提出了更严格的要求，即电码化信息不能有任何中断。“车站股道电码化”的“50 Hz 连续式轨道电路移频电码化”技术采用脉动切换发码和列车压入发码方式，已经不能满足这一要求。为此，铁道部立项，由通信信号总公司研究设计院负责研制“逐段预叠加电码化”技术。该项技术主要应用于对 50 Hz 连续式轨道电路实施移频电码化。它用叠加发码方式取代原来的脉动切换发码方式，用逐段预发码方式取代原来的列车压入发码方式，以保证电码化信息在发送时间上没有任何间断。将钢轨引接线采取迂回安装方式，以解决轨道电路绝缘鱼尾板没有电码化信息电流，即机车信号信息接收中断问题。该项技术已于 1995 年通过铁道部技术鉴定，并获得国家“八五”科技攻关重大成果奖。本书第七章对该项技术进行了叙述。

第二章 交流连续式轨道电路移频电码化

第一节 概 述

对轨道电路实施电码化一般分为两类：一类是叠加方式的电码化；另一类是非叠加方式的电码化。在研制电码化时，研制者可根据轨道电路制式及现场的具体运用情况，确定实施何种类型的电码化。

在非电气化牵引区段的站内，大多采用交流连续式轨道电路（俗称 480 轨道电路，有时也称工频整流式轨道电路）。由于交流连续式轨道电路的接收设备是内部带有全波整流的 JZXC—480 安全型继电器，它不仅可由直流励磁，而且任何频率的交流也能使它励磁。故交流连续式轨道电路实施电码化时，发送电码化信息的方式在考虑到满足铁路信号故障-安全的前提下，一般采用非叠加方式（如采用切换方式）的电码化。这样不仅能尽量减少对轨道电路正常工作的影响，可靠地保证行车安全，同时还能使电路简单，便于设计施工。

所谓“切换”即钢轨方面通过发码的接点条件，平时固定接向轨道电路设备，当轨道电路电码化过程中转接向发码设备。“切换”又分为“固定切换”和“脉动切换”两种发码方式。原站内正线移频电码化电路采用“固定切换”的发码方式；目前车站股道电码化的交流连续式轨道电路移频电码化采用“脉动切换”的发码方式。

一、原交流连续式轨道电路移频电码化（即过去称谓的“站内正线移频化”）

首先，我们分析一下“站内正线移频化”这个定义，这个定义其实很不确切。比如当站内采用电化移频轨道电路时，其本身即为移频，怎么又要移频化呢？因此，定义为“电码化”更确切一些。

其次，原交流连续式轨道电路移频电码化仅在车站的正线上被实施；由其他线路转入正线的始发列车不实施电码化，侧线进路的股道上也不实施电码化，此时机车收不到地面发送的机车信号信息。为了解决列车冒进出站信号的问题，根据中华人民共和国铁道行业标准《铁路车站股道电码化技术条件》的规定，实施电码化的范围应为：“经道岔直向的接车进路，为该进路中的所有区段；经道岔侧向的接车进路，为该进路中的股道区段；自动闭塞区段经道岔直向的发车进路，为该进路中的所有区段；色灯电锁器车站，站内咽喉区段一般不实施电码化”。由此不难看出，在列车进路中的所有到发线的股道均应实施电码化。原正线移频电码化没有达到这一技术要求。

原正线移频电码化在发码的全过程中，采用了发码设备始终接向轨道电路设备的“固定切换”方式。它的电路原理是：随着列车的驶入，各轨道区段的发码继电器 *FMJ* 随之吸起，利用各发码继电器 *FMJ* 进行切换，断开轨道继电器 *GJ* 电路，把移频电码化信息送上轨道。发码继电器 *FMJ* 的设计原则是随着列车的驶入而顺序动作，并且后面一个发码继电器 *FMJ* 吸起就将前面一个切断，这样就能保证在机车压入一个轨道区段时不仅能及时地收到移频信息，