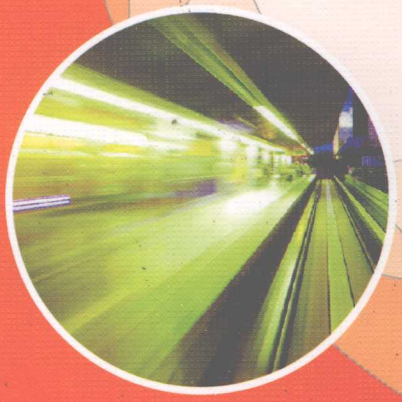
GAOSU TIELU
XINHAO XITONG

高速铁路新技术系列教材 交通运输

高速铁路信号系统

李映红 编



西南交通大学出版社
Http://press.swjtu.edu.cn

高速铁路新技术系列教材——交通运输

高速铁路信号系统

李映红　编

西南交通大学出版社
·成　都·

内 容 简 介

高速铁路是我国铁路发展的必然趋势，本书全面、系统和概要地阐述了高速铁路信号系统的基本知识、基本概念和设备原理，并结合我国铁路第六次大提速，参考了大量的参考文献编写而成。全书共 8 章，主要包括：自动闭塞、轨道电路、列车超速防护系统、CTCS-2 系统、$CTCS_2$-200H ATP 系统、$CTCS_2$-200C ATP 系统、列车运行监控记录装置、新一代分散自律调度集中等内容，反映了目前我国高速铁路信号的新技术和成果。

本书可作为铁路大、中专院校铁道信号专业及相关专业教材，也可作为相关专业研究生和铁路运输、机务、电务等相关专业技术人员学习高速铁路信号系统的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

高速铁路信号系统 / 李映红编. —成都：西南交通大学出版社，2009.6
（高速铁路新技术系列教材. 交通运输）
ISBN 978-7-5643-0286-3

Ⅰ. 高… Ⅱ. 李… Ⅲ. 高速铁路－铁路信号－教材
Ⅳ. U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 105589 号

高速铁路新技术系列教材——交通运输
高速铁路信号系统
李映红 编
*
责任编辑 高 平
特邀编辑 张 阅
封面设计 本格设计
西南交通大学出版社出版发行
(成都二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564)
http: //press.swjtu.edu.cn
成都蓉军广告印务有限责任公司印刷
*
成品尺寸：185 mm×260 mm 印张：9
字数：225 千字 印数：1—3 000 册
2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-5643-0286-3
定价：22.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前　言

高速铁路信号系统是保证我国铁路提速线路和客运专线列车运行安全、提高列车运行效率的重要技术设备。它以有效可靠的技术手段对列车运行速度、追踪间隔距离进行实时监控和超速防护，同时能够减轻司机劳动强度、改善工作条件，提高旅客舒适度。

我国铁路第六次大面积提速调图推出了一系列重大技术创新成果。铁道部通过深入研究和科学论证，立足于我国技术和装备，参照国际相关标准和经验，提出了符合我国技术政策和铁路运输需要的中国列车运行控制系统 CTCS 技术体系和总体规划。铁道部运输局进而确定了既有线 200 km/h 动车组列车控制系统车载设备、地面设备配置和运用技术的原则，确定了按统一技术标准实施 CTCS-2 级列车控制系统集成，列车控制车载设备的技术引进，列车控制中心设备的自主研发，CTC/TDCS、联锁和自动闭塞结合改造的技术路线；确定了在我国 ZPW-2000A 自动闭塞轨道电路基础上，地面加装点式应答器、车站列控中心等，动车组上装备列控车载设备，并与车站联锁、行车指挥等有机结合的列控系统实施方案。

本书结合我国铁路第六次大提速的相关技术和设备，全面、系统地介绍了我国高速铁路信号系统的主要内容和原理。全书共分 8 章，第 1 章介绍自动闭塞的概念和移频自动闭塞的构成及其原理；第 2 章系统介绍 ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路的构成及其原理；第 3 章全面系统地介绍列车超速防护系统的构成、功能和控车原理；第 4 章介绍 CTCS-2 技术条件、系统构成和技术规范；第 5 章全面系统地介绍 $CTCS_2$-200H ATP 系统硬件设备和控车原理；第 6 章全面系统地介绍 $CTCS_2$-200C ATP 系统构成、功能和控车原理；第 7 章介绍 LKJ-2000 列车监控记录装置构成、原理和功能；第 8 章介绍分散自律调度集中系统的整体结构、原理和系统功能。

本书在编写过程中参考了许多文献资料，由于参考的文献资料较多，只能就其中主要的列出。在此，谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心的感谢。

尽管作者试图将本书写得比较系统和完善，但限于编者的水平和时间，书中难免有疏漏、偏颇和不当之处，恳请专家和读者批评指正。

编　者

2009 年 5 月

目　录

第 1 章　自动闭塞 …… 1

1.1　闭塞的基本概念 …… 1

1.2　自动闭塞概述 …… 1

1.3　自动闭塞系统分类 …… 3

1.4　移频自动闭塞 …… 6

1.5　国产移频自动闭塞 …… 10

第 2 章　轨道电路 …… 12

2.1　UM71 型无绝缘轨道电路 …… 12

2.2　ZPW-2000A 型无绝缘轨道电路 …… 14

2.3　UM2000 型无绝缘轨道电路 …… 20

第 3 章　列车超速防护系统 …… 22

3.1　从列车自动停车到列车超速防护 …… 22

3.2　ATP 概 述 …… 23

3.3　TVM300 系统 …… 27

3.4　TVM430 系统 …… 31

3.5　日本新干线列车控制系统 …… 36

第 4 章　CTCS-2 系统 …… 41

4.1　概　述 …… 41

4.2　技术条件 …… 41

4.3　系统构成 …… 43

4.4　技术规范 …… 44

第 5 章　$CTCS_2$-200H ATP 系统 …… 54

5.1　ATP 系统硬件构成 …… 55

5.2　ATP 系统外围设备 …… 60

5.3　ATP 系统控车原理 …… 61

5.4　速度监控 …… 71

5.5　车载 ATP 显示装置 …… 85

第 6 章　$CTCS_2$-200C ATP 系统 …… 101

6.1　系统概述 …… 101

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

6.2 系统组成 …… 101
6.3 系统工作原理 …… 103
6.4 系统功能 …… 103
6.5 $CTCS_2$-200C 系统控制模式 …… 104

第 7 章 列车运行监控记录装置（LKJ-2000） …… 117

7.1 系统组成 …… 117
7.2 系统通信结构 …… 119
7.3 车载软件系统结构 …… 119
7.4 LKJ-2000 型监控装置的特点 …… 120
7.5 LKJ-2000 型监控装置的功能 …… 121

第 8 章 新一代分散自律调度集中 …… 125

8.1 新一代分散自律调度集中系统概述 …… 125
8.2 分散自律调度集中系统的整体结构 …… 126
8.3 分散自律调度集中系统功能 …… 130
8.4 分散自律调度集中系统的配套系统 …… 135

参考文献 …… 138

第1章　自动闭塞

1.1　闭塞的基本概念

铁路线路以车站（线路所）为分界点划分为若干区间。在单线上，区间的界限以两个车站的进站信号机柱的中心线为车站与区间的分界线；在双线或多线上，区间的界限分别以各线路的进站信号机柱或站界标的中心线为车站与区间的分界线。为了提高线路通过能力，在自动闭塞区段又将一个区间分为若干个闭塞分区，以同方向两架通过信号机柱为闭塞分区的分界线。

列车在区间（闭塞分区）内运行的特点是：列车的运行速度高，质量大，制动距离长，不能避让。为了确保列车在区间（闭塞分区）内的运行安全，列车由车站向区间发车时，必须确认区间（闭塞分区）内没有列车，并且必须遵循一定的规律组织行车，以免发生列车正面冲突或追尾等事故。这种按照一定规律组织列车在区间（闭塞分区）内运行的方法，称为行车闭塞法，简称闭塞。办理闭塞所用的设备称为闭塞设备。

组织区间（闭塞分区）行车的基本方法，一般有以下两种：

（1）时间间隔法。列车按照事先规定好的时间从车站发车，使前行列车和追踪列车之间必须保持一定时间的行车方法。

（2）空间间隔法。把铁路线路划分为若干个段落（区间或闭塞分区），在每个段落的同一时间内只准许一列列车运行，从而使前行列车和追踪列车之间必须保持一定距离的行车方法。空间间隔法能严格地将列车分隔在两个空间内，可以有效地防止列车正面冲突和追尾事故的发生，确保列车运行安全。

1.2　自动闭塞概述

自动闭塞就是根据列车运行状态及有关闭塞分区状态，自动变换通过信号机的显示，而司机凭信号显示行车的闭塞方法。由于不需要人工操纵，所以这种方法称为自动闭塞。自动闭塞是目前国内外大量应用的行车闭塞方法。它可以在确保安全运行的条件下，增加列车运行密度，提高列车在区间（闭塞分区）内的运行速度。

采用通过信号机将一个区间划分为若干个闭塞分区（三显示自动闭塞的长度一般不小于1 200 m），每个闭塞分区内都装有轨道电路（或列车检测设备），通过轨道电路将列车和通过信号机的显示联系起来，使信号机的显示按照列车运行或区间状态自动变换，此系统称为自动闭塞系统。图1.1是双线单向自动闭塞示意图。

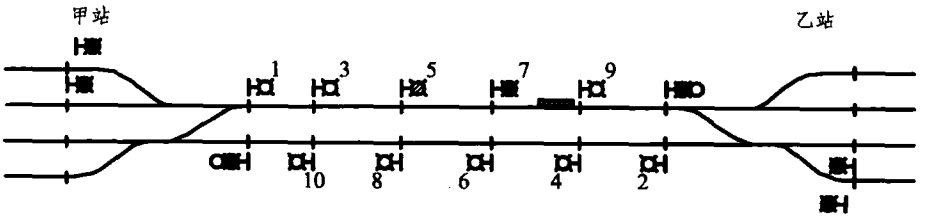


图 1.1 双线单向自动闭塞

在图 1.1 中，每个闭塞分区的始端都设置有一架通过信号机，防护其后方的闭塞分区。这些通过信号机平时显示绿灯，即“定位开放式”，只有当列车占用该信号机所防护的闭塞分区或线路发生断轨、坍方等故障时，才显示停车信号——红灯。

三显示自动闭塞的特点：

（1）通过信号机的显示状态是随列车所在位置而自动改变的。若显示绿灯，则说明机车前方至少有两个闭塞分区空闲。

（2）禁止信号（红灯显示）是利用轨道电路传送的；而其他命令可以利用轨道电路，也可利用其他通信道路传送。另外，对三显示自动闭塞必须传递 3 种以上的信息。

（3）如果应用轨道电路传送信息，那么在每一个信号点处不但设有接收本信号点信息的接收设备，同时还设有向前方信号点发送信息的发送设备。利用轨道电路传递自动闭塞信息的原理框图如图 1.2 所示。

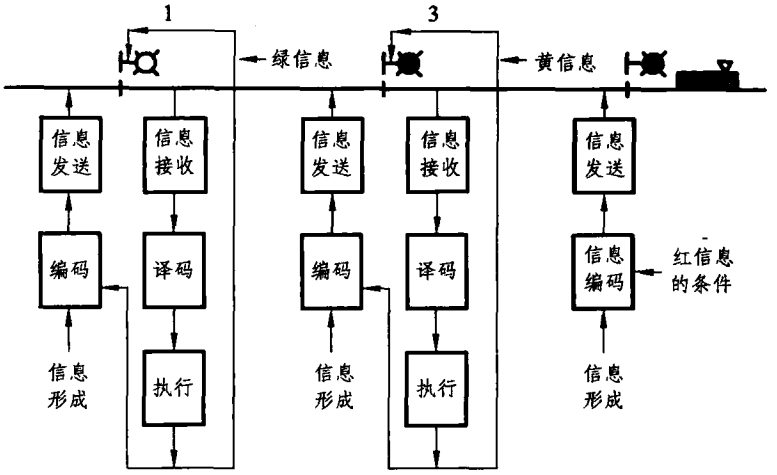


图 1.2 自动闭塞信息传递原理框图

由图 1.2 可以看出，区间通过信号机的显示状态就是调整列车运行的命令。三显示自动闭塞区间通过信号机的显示意义如下：

绿灯——准许列车按规定速度运行，表示运行前方至少有两个闭塞分区空闲。

黄灯——要求列车注意运行，表示运行前方有一个闭塞分区空闲。

红灯——列车应在该信号机前停车。

自动闭塞区段通过信号机在显示红色灯光时有两种意义：一是表示该通过信号机所防护的闭塞分区有列车占用；二是表示区间设备发生故障。为了在设备发生故障时不致于影响或中断列车的运行，必须允许列车越过红色显示的禁止命令。但是为了确保列车运行安全，防

止前方有列车占用，必须要对列车的运行速度加以限制。因此，若需越过通过信号机红色灯光时，应遵循下列规定：

当列车在红色灯光信号机前停车 2 min 后，信号显示仍不改变时，司机可鸣笛一长声，以不超过 20 km/h 的速度继续运行至下一架通过信号机。对位于长大上坡道的通过信号机，当列车停车后启动困难时，在该信号机上装设容许信号——蓝色灯光，准许列车不停车，而是以不超过 20 km/h 的速度越过显示红色灯光的通过信号机。

自动闭塞不需要办理闭塞手续，并可开行追踪列车，这样既保证了行车安全，又提高了运输效率。与半自动闭塞相比，自动闭塞有以下优点：

（1）由于两站间的区间允许续行列车追踪运行，因此大幅度地提高了行车密度，显著地提高了区间通过能力。

（2）由于不需要办理闭塞手续，简化了办理接发列车的程序，因此既提高了通过能力，又大大减轻了车站值班人员的劳动强度。

（3）由于通过信号机的显示能直接反映运行前方列车的所在位置以及线路的状态，因而确保了列车在区间运行的安全。

（4）自动闭塞还能为列车运行超速防护提供连续的速度信息，构成更高层次的列车运行控制系统，保证列车高速运行的安全。

自动闭塞具有明显的技术经济效益，所以广泛应用于各国铁路（尤其是双线铁路）；而且自动闭塞便于与列车自动控制、行车指挥自动化等系统相结合，因而已成为现代化铁路必不可少的基础设备。

1.3　自动闭塞系统分类

自动闭塞系统按照运营和技术上的特征，可以分为以下几类。

1. 按行车组织方法分

按行车组织方法，自动闭塞系统可分为单向自动闭塞和双向自动闭塞。

在单线区段上，一条线路需要双方向行车，为了调整双方向的列车运行而在线路两侧都装设通过色灯信号机，这样的自动闭塞称为单线双向自动闭塞，如图 1.3（a）所示。

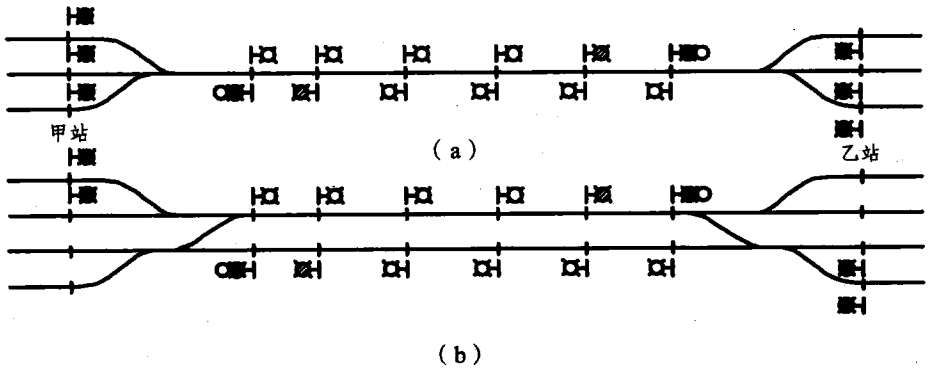


图 1.3　单向及双向自动闭塞

在双线区段上，一般都采用单方向运行，即一条线路只允许上行列车运行，而另一条线路只允许下行列车运行。为此，对于每条线路仅在一侧装设通过信号机，这样的自动闭塞称为双线单向自动闭塞，如图 1.3（b）所示。

为了充分发挥线路的运行能力，在双线区段的每一条线路都能双方向运行列车，这样的自动闭塞称为双线双向自动闭塞。在这种系统中地面通过信号机的设置与图 1.3（b）一样，反方向运行的列车是按机车信号的显示作为行车命令的。

不论是单线还是双线的双向自动闭塞，都必须对机车的尾部和头部两个方向进行防护。为了防止两方向的列车正面冲突，平时规定一个方向的通过色灯信号机亮灯，另一个方向的信号机灭灯（或双线区段另一个方向机车信号没有信息）。只有在需要改变运行方向，而且区间是空闲的条件下，由车站值班员办理一定的手续后才能允许反方向的列车运行。因此，双向自动闭塞要比单向自动闭塞复杂。

2. 按通过信号机的显示制式分

按通过信号机的显示制式，自动闭塞系统可分为三显示自动闭塞和四显示自动闭塞。

三显示自动闭塞是通过信号机具有 3 种显示，能预告列车前方两个闭塞分区状态的自动闭塞。图 1.4 所示是三显示自动闭塞系统，由图可知，通过信号机的显示决定于两个轨道电路状态。

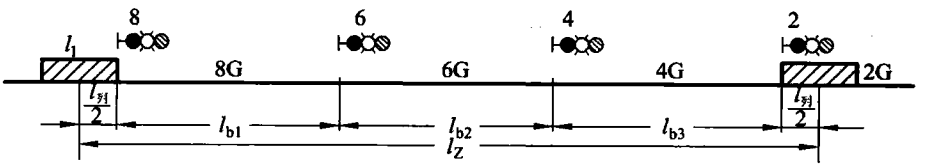


图 1.4 三显示自动闭塞系统

对三显示自动闭塞列车追踪间隔时间，有

$$I = 0.06\frac{l_{列}+l_{b1}+l_{b2}+l_{b3}}{\bar{V}} \tag{1.1}$$

式中：$l_{列}$——列车长度，m；

l_{b1}，l_{b2}，l_{b3}——闭塞分区长度，m；

$\bar{V}$——列车平均运行速度，km/h；

0.06——将 km/h 单位转换为 m/min 单位的系数。

在三显示自动闭塞中，列车按线路规定速度运行，越过黄灯显示的通过信号机时开始降速，到前架红灯显示通过信号机前方停车，因此要求每个闭塞分区的长度绝对不能小于列车的制动距离。随着列车速度和密度的不断提高，在某些繁忙的客、货混跑区段，各种列车运行的速度和制动距离相差很大，三显示自动闭塞已不能适应，从而产生了四显示自动闭塞。四显示自动闭塞是在三显示自动闭塞的基础上增加一种绿黄显示，能预告列车前方三个闭塞分区状态的自动闭塞，如图 1.5 所示。由图可知，通过信号机的显示决定于 3 个轨道电路状态。列车以规定的速度越过绿黄显示后必须减速，以使列车在抵达黄灯显示下运行时不大于规定的黄灯允许速度，并保证在显示红灯的通过信号机前停车；对于速度低、制动距离短的列车越过绿黄显示后可不减速。由于增加了绿黄显示，就化解了上述矛盾。四显示自动闭塞

的信号显示具有明确的速差含义，是真正意义的速差式自动闭塞，列车按规定的速度运行，能确保行车安全。四显示自动闭塞能缩短列车运行间隔，缩短闭塞分区长度，提高运输效率。

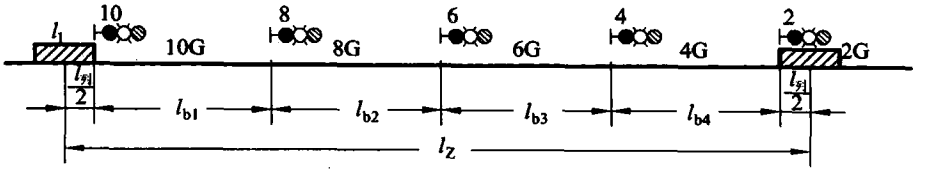


图 1.5　四显示自动闭塞系统

对四显示自动闭塞列车追踪间隔时间，有

$$I = 0.06\frac{l_{列}+l_{b1}+l_{b2}+l_{b3}+l_{b4}}{\bar{V}} \tag{1.2}$$

3. 按信息传递方式分

按信息传递方式，自动闭塞系统分为有线路自动闭塞和无线路自动闭塞。

有线路自动闭塞还可以分为架空线路式和电缆线路式两种。无线路自动闭塞是利用轨道电路或空间作为通信道路的，它不需要架设架空线路或电缆线路，比较经济，但其设备较复杂。

4. 按设备放置方式分

按自动闭塞设备放置方式，自动闭塞系统分为分散式自动闭塞和集中式自动闭塞。

分散式自动闭塞的设备都放置在区间每架通过信号机处。分散式自动闭塞虽然造价较低，但由于设备安装在铁路沿线，受环境温度影响大，所以设备工作稳定性较差，故障率较高，也不利于维护。集中式自动闭塞是将沿线的自动闭塞设备集中到车站，用电缆与通过信号机相联系。集中式自动闭塞极大地改善了设备的工作条件，提高了设备的稳定性和可靠性，且设备集中便于维修，但需大量电缆，造价较高。

5. 按传递信息的特征分

按传递信息的特征，自动闭塞系统可分为交流计数电码自动闭塞、极频自动闭塞和移频自动闭塞。

1）交流计数电码自动闭塞

交流计数电码自动闭塞以交流计数电码轨道电路为基础，以钢轨作为传输通道传递信息，不同信息的特征靠电码脉冲和间隔构成不同的电码组合来区分。交流信号的频率在非电气化区段是 50 Hz；在电气化区段是 25 Hz，以达到与 50 Hz 牵引电流相区别的目的。它使用不同的电码周期以解决相邻轨道电路的干扰。

交流计数电码自动闭塞采用电磁元件，电路简单，对工作环境要求不高，工作稳定，传输性能好，轨道电路长度可达 2 600 m，具有断轨检查性能。但此类自动闭塞系统在技术上已经落后，其信息构成简单，抗干扰性能不强，绝缘双破损时可能出现升级显示；当区间发送设备有一处故障时，会造成两相邻信号机同时点红灯的故障，影响效率；接点磨损严重，维修间隔周期短；信息量少，不能满足所需要的信息要求；应变时间长，最长达 20 s，不能适应铁路运输发展的需要，而且存在着冒进信号的危险。

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com

2）极性频率脉冲自动闭塞

极性频率脉冲自动闭塞（简称极频自动闭塞）以极性频率脉冲轨道电路为基础，以钢轨作为通道传递信息，不同信息的特征是靠两种不同极性和每个周期内不同数目的脉冲来区分的。其设备采用电子电路，组匣方式。采用工频电源相位交叉来防止相邻轨道电路的干扰，用锁相原理使发送系统设备故障后导向安全，接收端设有抗交流工频连续干扰的抑制电路。

极频自动闭塞设备简单，原理简明，容易掌握；轨道电路传输性能较好，长度可达2 600 m；断轨检查性能较好。但其信息简单，抗来自外界的交直流断续干扰性能差，对于邻线干扰和不规则的脉冲干扰没有防护措施，对于一般离散的脉冲干扰以及脉冲尾的干扰很难防护；不适用于电气化区段，因其对接触网火花、晶闸管调速机车的牵引和再生制动、斩波器机车牵引所引起的谐波干扰难以防护。

3）移频自动闭塞

移频自动闭塞以移频轨道电路为基础，以钢轨为通道来传递移频信息。它是一种选用频率参数作为信息的制式，利用调制方法把规定的调制信号（低频信息）搬移到载频段并形成振荡，由上下边频构成交替变化的移频波形，其交替变化的速率就是调制信号频率。其信息特征就是不同的调制信号频率。此系统采用不同载频交叉来防护相邻轨道电路绝缘节的破损、上下行邻线的串漏、站内相邻区段的干扰。

移频自动闭塞抗干扰性能强；设备实现了无接点化，组匣化，工作寿命长，维修方便；信息量相对较多，技术上较先进；适用于电气化和非电气化区段。

6. 按是否设置轨道绝缘分

按是否设置轨道绝缘，自动闭塞系统可分为有绝缘自动闭塞和无绝缘自动闭塞。

传统的自动闭塞在闭塞分区分界处均设有钢轨绝缘，以分割各闭塞分区。但钢轨绝缘的设置不利于线路向长钢轨、无缝化发展，且钢轨绝缘损坏率高，影响了设备的稳定工作，增加了维修工作量和费用。尤其是在电气化区段，为使牵引电流通过钢轨绝缘，必须安装扼流变压器，缺点更显著。于是出现了以无绝缘轨道电路为基础的无绝缘自动闭塞。无绝缘轨道电路分谐振式和感应式两种，它取消了区间线路的钢轨绝缘，满足了铁路无缝化、电气化发展的需要。

1.4 移频自动闭塞

1.4.1 移频信息与信号显示的关系

移频自动闭塞是一种频率调制式的自动闭塞，它以轨道电路为信号通道，采用移频信号的形式传送低频控制信息来实现对区间通过信号机显示的自动控制。

移频信号是一种调制信号，它以低频控制信号对载波信号的参数进行调整。移频信号的调制方式是使载频信号的频率 f_0 随低频控制信号的频率 F_c 产生一定形式的变化，因而也称它为频率调制或调频。图 1.6 所示为调频波形图。

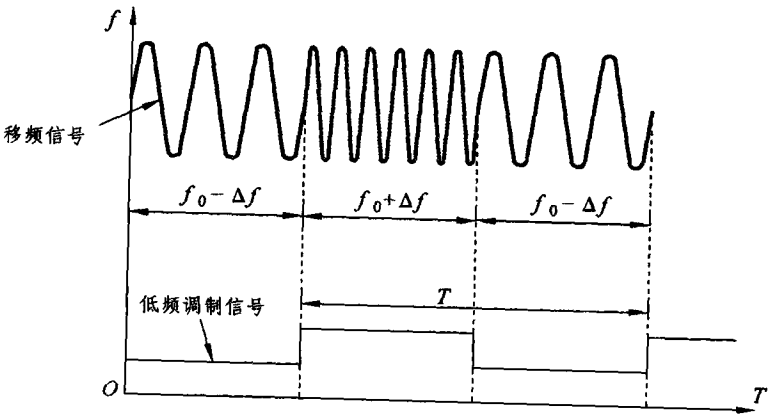


图 1.6　调频波形图

移频信号的变化规律是以载频信号 f_0 为中心，作高低频率偏移，如图 1.6 所示。在轨道电路中传送的移频信号，是受低频控制信号 F_c 控制的。作交替变化的高端载频 f_2 和低端载频 f_1 交替变化一次叫做一个周期 T，而它们在每秒钟内交替变化的次数与低频控制信号 F_c 的频率相同，如 F_c 为 11 Hz，则交替变化速率为 11 次/s。在轨道电路中传输的移频信号是低端载频 f_1 和高端载频 f_2，由于它们作近似突变性的变化时好像频率在移动，因此称为移频信号。

移频信号具有较强的抗干扰能力，可以防止外界信号的侵入，因而它既适用于内燃牵引区段，也适用于干扰大的交流电气牵引区段。在 4 信息移频自动闭塞中，采用 11 Hz、15 Hz、20 Hz、26 Hz 等 4 种低频信号。经过整形后的调制信号，其与信号显示的关系见表 1.1。

表 1.1　移频信息与信号显示的关系

编码的定值（发送端地面信号机的显示）	产生的电码名称	信号频率（F_c）	在轨道电路中传输的移频信号高低载频交替变化的次数	接收端被控制的通过信号机的显示	被控制的机车信号显示
○	11 赫信号	11 Hz	11	○	○
◍	15 赫信号	15 Hz	15	○	◍
◍ ◍	20 赫信号	20 Hz	20	○	◍
●	26 赫信号	26 Hz	26	◍	●
有车占用或无码				●	● 或 ◎

注：若载频，即中心频率为 550 Hz，频偏为±55 Hz，则上、下边频各为 605 Hz 和 495 Hz。若用 11 Hz 调制，则上、下边频每秒钟要变化 11 次。其他以此类推。

移频自动闭塞的中心载频f_0设计为4种，上行线采用650 Hz和850 Hz两种频率交错排列，下行线以550 Hz和750 Hz两种频率交错排列。这样，可以防止同一线路两相邻闭塞分区之间由于钢轨绝缘双破损造成的错误干扰，以及防止双线区段上、下行线路相互间的错误干扰。

综上所述，在移频的闭塞分区轨道电路中传输的移频信号，是以4种低频控制信号F_c，分别对4种中心载频f_0进行调制以后产生的信号波形，即$f_0 \pm \Delta f$，Δf称为频偏，其频率为55 Hz。可见，移频信号实际上是低端载频（也叫下边频）f_1和高端载频（也称上边频）f_2交替变换的正弦交流信号，即由$f_1 \rightarrow f_2$，再由$f_2 \rightarrow f_1$，每秒内变换F_c次，它们的频率见表1.2。

表1.2 移频信号的高、低载频的频率

中心载频f_0 /Hz	频偏Δf /Hz	低端载频 $f_1=f_0-\Delta f$	高端载频 $f_2=f_0-\Delta f$
550	55	495	605
750	55	695	805
650	55	595	705
850	55	795	905

在单线自动闭塞区段，因为不存在邻线相互间干扰问题，所以只采用650 Hz和850 Hz两种中心载频交错排列。在双线区段，由于上、下行线路间存在邻线干扰的问题，因此采取在上行线以650 Hz和850 Hz，下行线以550 Hz和750 Hz交错排列的方法，如图1.7所示。

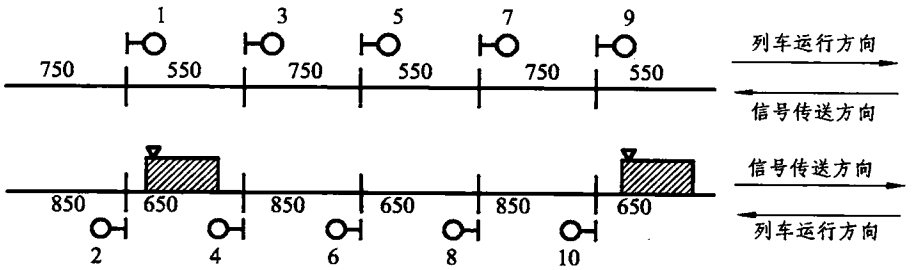


图1.7 双线区段载频频率配置图

现在以上行方向为例说明。当先行列车A在闭塞分区4内行驶时，防护该闭塞分区的通过信号机4显示红灯。这时，通过信号机4处的发送设备FS自动产生以26 Hz低频控制信号调制中心载频850 Hz的移频信号，并向后方闭塞分区6内发送；通过信号机6处的接收设备JS接收到此移频信号以后，通过信号机6显示黄灯。此时通过信号机6的发送设备FS自动产生以15 Hz低频控制信号调制中心载频650 Hz的移频信号，并向其后方闭塞分区8发送；在通过信号机8处的接收设备JS接收到此移频信号后，通过信号机8便显示绿灯。同理，通过信号机8的发送设备FS自动向其后方闭塞分区10发送以11 Hz调制中心载频850 Hz的移频信号，使通过信号机10显示绿灯。这时，追踪列车B的司机便可以在绿灯下，按线路允许的最大速度驾驶列车运行。

1.4.2　移频自动闭塞设备

以 4 信息三显示为例，移频自动闭塞系统由电源设备、发送设备、接收设备、执行单元、轨道电路、通过信号机，以及检测盒、报警盒组成，如图 1.8 所示。

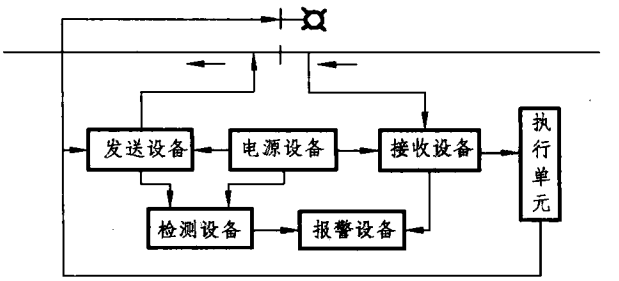


图 1.8　移频自动闭塞设备组成方框图

在分散安装方式的移频自动闭塞的区间信号点，电源设备、发送设备、接收设备、执行单元及检测盒、报警盒设在该处的移频箱中，进站信号机前方闭塞分区的发送设备和双线出站口处的接收设备以及它们供电的电源设备则设在车站继电器室内的移频组合架上。

1. 电源设备

电源设备即电源盒，它从自动闭塞电力线路上接引，供给发送设备和接收设备的电源。非电气化区段的电源盒有两种类型，分别是用于区间的电源盒和用于站内的电源盒。

2. 发送设备

发送设备即发送盒，是移频自动闭塞的信息源，它根据本信号点通过信号机的显示进行编码，向前方闭塞分区发送相应的经调制放大的移频信号。

在非电气化区段，因中心载频的不同，区间有 550 Hz、650 Hz、750 Hz、850 Hz 4 种类型的发送盒，站内有 750/650 Hz、550/850 Hz、650/850 Hz 3 种双发送盒。

3. 接收设备

接收设备将从钢轨上接收到的移频信号进行解调和译码，选出低频信息，动作执行元件，进而控制本信号点的通过信号机的显示及前方相邻闭塞分区发送盒的低频频率变换电路。

在非电气化区段，接收设备包括接收盒和衰耗隔离盒。在分散安装的移频自动闭塞区段，接收盒为有选频接收盒：在集中安装的区段，接收盒还有无选频接收盒。这两种类型的接收盒按中心载频不同，各有 550 Hz、650 Hz、750 Hz、850 Hz 4 种。另外还有专门用于第二接近点的 20 Hz 接收盒。

4. 通过信号机及轨道电路

通过信号机一般为三显示色灯信号机。轨道电路为传输移频信号的通道，闭塞分区长度不应大于移频轨道电路的极限长度，若大于其极限长度时，应将轨道电路进行分割，以实行移频信息的中继。

5. 执行单元

执行单元由黄灯继电器、绿灯继电器及灯丝继电器组成，用它们的接点电路来控制发送

设备编码及构成通过信号机的显示。

6. 检测盒及报警盒

检测盒用来检测移频电源设备及发送设备工作是否正常。

当电源设备、发送设备、接收设备工作不正常及通过信号机灯泡主灯丝断丝时，由报警盒自动向站内报警总机报警，以便得到及时的修复。报警盒只在分散方式的移频自动闭塞中才使用。

1.4.3 移频自动闭塞的特点

(1) 抗干扰能力较强，既能适用于蒸汽牵引、内燃牵引区段，又能适用于干扰较大的电力牵引区段。

(2) 信息量多，除了能满足目前的三显示自动闭塞和六显示的机车信号外，多信息移频自动闭塞还可满足四显示自动闭塞和列车速度控制系统信息量的需要。

(3) 信号显示的应变时间不大于 2 s，能满足我国未来高速行车的要求。

(4) 可分散安装在铁路沿线，也可集中安装在邻近车站继电器室内。

(5) 在内燃牵引区段，移频轨道电路长度可达 1.95～2.1 km；在电力牵引区段，其长度可达 1.85～2 km。当闭塞分区的长度超过移频轨道电路的极限长度时，可采用中继方式延长移频轨道电路的作用距离。移频轨道电路只作一次调整，便于维修。

(6) 以电子元件为主要构成部件，因而耗越少、体积小、质量轻，在电子元件发生故障时，能满足故障—安全的要求。

(7) 有较完善的过压防护措施，其在雷电冲击下能起到保护作用，保证设备不间断使用。

(8) 采用了双重系统和设备故障自动报警装置，发送盒热机备用、故障转换及报警，电源盒、接收盒双机并用，采用故障报警的冗余方式，可靠性高。

(9) 移频自动闭塞信息能直接用于机车信号，因此在装设机车信号时无需增加地面设备。

1.5 国产移频自动闭塞

我国铁路的发展方向是高速度、高密度和重载，因此，传统的铁路信号已不能适应发展的需要，迫切要求把以地面信号为主体信号的制式转变为以机车信号为主体信号的制式，把以反映列车空间间隔为主的信号显示制式转变为以指示列车运行速度为主的速差式信号显示制式，并要求发展限制列车运行速度的列车超速防护系统。在技术上要求将自动闭塞、机车信号和列车超速防护这 3 种功能不同的系统有机地结合起来，配套使用，发挥整体功能。在这种背景下，为满足铁路运输发展的需要，我国研制了 18 信息移频自动闭塞。18 信息移频自动闭塞是第三代移频自动闭塞，它采用微型计算机和超大规模集成电路，利用先进的微机技术和数字信号处理技术，具有 18 种低频信息，可以构成带超速防护的完备系统。18 信息移频自动闭塞是在原四信息移频自动闭塞的基础上研制的，其载频、低频范围，轨道电路传输特性都未变。只是用微电子器件取代分立器件和中小规模集成电路，以微处理技术（包括硬件和软件）、频域处理技术取代时域处理技术，具有一定的智能化，为维修提供了很方便的

测试显示条件。18 信息移频自动闭塞具有抗电气化干扰能力强、便于轨道电路传输及便于车载设备接收的特点。

载频：550 Hz、650 Hz、750 Hz、850 Hz。

下行线使用载频：550 Hz、750 Hz。

上行线使用载频：650 Hz、850 Hz。

低频信息最多 18 个：7 Hz、8 Hz、8.5 Hz、9 Hz、9.5 Hz、11 Hz、12.5 Hz、13.5 Hz、15 Hz、16.5 Hz、17.5 Hz、18.5 Hz、20 Hz、21.5 Hz、22.5 Hz、23.5 Hz、24.5 Hz、26 Hz。

在国产移频区段，各个低频信息对应的机车信号显示见表 1.3。

表 1.3　各个低频信息对应的机车信号显示

序　号	1	2	3	4	5	6	7
信息名称	L3 码	L2 码	L 码	LU 码	LU2 码	U 码	U2S 码
机车信号显示	L 绿	L 绿	L 绿	LU 绿黄	U 黄	U 黄	U2S 黄 2 闪
频率/Hz	9.5	8.5	11	13.5	12.5	15	17.5
序号	8	9	10	11	12	13	14
信息名称	U2 码	U3 码	UUS 码	UU 码	HB 码	HU 码	H 码
机车信号显示	U2 黄 2	U 黄	UUS 双黄闪	UU 双黄	HUS 红黄闪	HU 红黄	H 红
频率/Hz	16.5	18.5	21.5	20	24.5	26	23.5

另外，作为机车信号，还有以下情况：

(1) HU 码→无码，机车信号显示红（H）。

(2) 其他码（非 HU 码）→无码，机车信号显示白（B）。

(3) 低频信息 8 Hz，机车信号显示白（B），该信息用于自动闭塞区段反方向按站间闭塞行车时的轨道电路占用检查。

列车在既有线 CTCS-0 区间追踪运行时，通用机车信号显示示意图如图 1.9 所示。

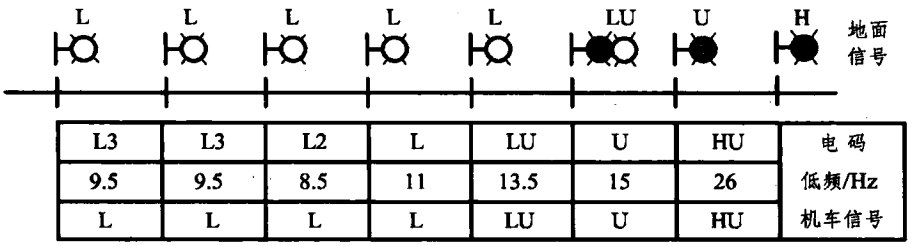


图 1.9　既有线 CTCS-0 区间追踪运行时机车信号显示示意图

试读结束：需要全本请在线购买： www.ertongbook.com