

高速铁路新技术系列教材——交通运输

高速铁路 信号系统

(第2版)

GAOSU TIELU XINHAO XITONG

李映红 编



西南交通大学出版社

高速铁路新技术系列教材——交通运输

高速铁路 信号系统

(第2版)

GAOSU TIELU XINHAO XITONG

李映红 编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

高速铁路信号系统 / 李映红编. —2 版. —成都:
西南交通大学出版社, 2017.3
高速铁路新技术系列教材. 交通运输
ISBN 978-7-5643-5191-5

I. ①高… II. ①李… III. ①高速铁路 - 铁路信号 -
信号系统 - 教材 IV. ①U284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 005889 号

高速铁路新技术系列教材——交通运输

高速铁路信号系统

(第 2 版)

李映红 编

责任编辑 周 杨

助理编辑 宋浩田

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印 张 15.75

字 数 316 千

版 次 2017 年 3 月第 2 版

印 次 2017 年 3 月第 2 次

书 号 ISBN 978-7-5643-5191-5

定 价 35.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

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我国高速铁路保证高速列车运行安全和提高高速列车运行效率的重要技术设备，以有效可靠的技术手段对高速列车运行速度和列车追踪间隔距离进行实时监控和超速防护，同时能够减轻高速列车司机劳动强度，改善工作条件，提高旅客舒适度。

中国铁路总公司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。随着我国高速铁路建设的快速发展，高速铁路信号系统逐步完善和升级，我国已经构建了完备的高速铁路信号技术体系。

本书在第 1 版的基础上，结合我国高速铁路信号系统的发展，进行大幅修改和增加内容，全书共分 9 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 章讲述 ZPW-2000A 轨道电路构成及其原理；第 3 章说明列控系统和 ATP 系统相关内容；第 4 章说明 CTCS-2 系统组成、技术条件和规范；第 5 章阐述 CTCS₂-200H ATP 系统组成、控车原理等内容；第 6 章讲述 CTCS₂-200C ATP 系统组成、控车模式等内容；第 7 章阐述 CTCS-3 列控系统组成及其控车原理；第 8 章讲述 LKJ-2000 监控记录装置构成、原理和功能；第 9 章讲述新一代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，参考了很多文献资料，由于参考的文献资料较多，只能就其中主要的列于书后。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和歉意。

结合我国高速铁路快速发展，编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

2016 年 9 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	7
1.5	国产移频自动闭塞	12
第 2 章	轨道电路	14
2.1	UM71 型无绝缘轨道电路	14
2.2	ZPW—2000A 无绝缘轨道电路	16
2.3	UM2000 无绝缘轨道电路	23
第 3 章	列车运行控制系统	25
3.1	概 述	25
3.2	ATP 概述	31
3.3	机车信号低频信息定义、分配及使用	38
第 4 章	CTCS-2 级列控系统	48
4.1	概 述	48
4.2	技术条件	48
4.3	系统构成	51
4.4	技术规范	52
第 5 章	CTCS ₂ -200H ATP 系统	63
5.1	车载 ATP 硬件构成	65
5.2	车载设备功能	72
5.3	车载设备特点	74
5.4	列控地面设备	75
5.5	相关信号设备配套改造	76
5.7	速度监控	89
5.8	车载 ATP 显示装置	104

第 6 章	CTCS ₂ -200C ATP 系统	122
6.1	概 述	122
6.2	系统组成	122
6.3	系统工作原理	124
6.4	系统功能	125
6.5	系统控制模式	126
第 7 章	CTCS-3 级列控系统	141
7.1	CTCS-3 级列控系统运营需求	143
7.2	CTCS-3 级系统结构	150
7.3	CTCS-3 级列控车载设备	151
7.4	CTCS-3 级列控地面设备	170
7.5	DMI 显示器	192
第 8 章	列车运行监控记录装置 (LKJ2000 型)	209
8.1	系统组成	209
8.2	系统通信结构	212
8.3	车载软件系统功能	213
8.4	LKJ2000 型监控装置的特点	215
8.5	LKJ2000 型监控装置的功能	216
8.6	机车安全信息综合监测装置	219
第 9 章	新一代分散自律调度集中	224
9.1	系统概述	224
9.2	分散自律调度集中系统结构	226
9.3	分散自律调度集中系统功能	239
参考文献		245

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作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作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，质量重，制动距离长，不能避让。为了确保列车在区间内的运行安全，列车由车站向区间发车时，必须确认区间（分区）内没有列车，并且必须遵循一定的规律组织行车，以免列车正面冲突或追尾等事故的发生。这种按照一定规律组织列车在区间内运行的方法，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由车站发车，使前行列车和追踪列车之间必须保持一定时间间隔的行车方法。

（2）空间间隔法：将铁路线路划分为若干个段落（区间或闭塞分区），在每个线段内同时只准许一列列车运行，这样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称作空间间隔法。这种行车方法能严格地将列车分隔在两个空间，可以有效地防止列车追尾和正面冲突等事故的发生，确保列车运行安全。

1.2 自动闭塞概述

目前自动闭塞是国内外大量得到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，提高列车在区间内的运行速度。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，让司机凭信号显示行车的闭塞方法。这种方法，由于不需要人工操纵，所以称为自动闭塞。

利用通过信号机将一个区间划分为若干个闭塞分区（三显示自动闭塞其长度一般不小于 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的系统称为自动闭塞系统。图 1.1 是双线单方向自动闭塞示意图。

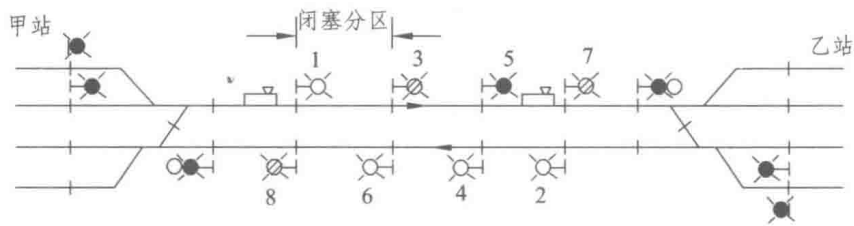


图 1.1 双线单方向自动闭塞

在图 1.1 中，每个闭塞分区的始端都设置一架通过信号机，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，才显示红灯——停车信号。

三显示自动闭塞的特点：

- （1）通过信号机的显示是随列车所在位置而自动改变的。当显示绿灯时，机车前方至少有两个闭塞分区空闲。
- （2）禁止信号（红显示）利用轨道电路传送，而其他命令可以利用轨道电路，也可利用其他通信道传送。另外对三显示自动闭塞必须传递三种以上的信息。
- （3）如果利用轨道电路传送信息，那么在每一个信号点处不但有接收本信号点信息的信息接收设备，同时还有向前方信号点发送信息的发送设备。图 1.2 是利用轨道电路传递自动闭塞信息的原理框图。

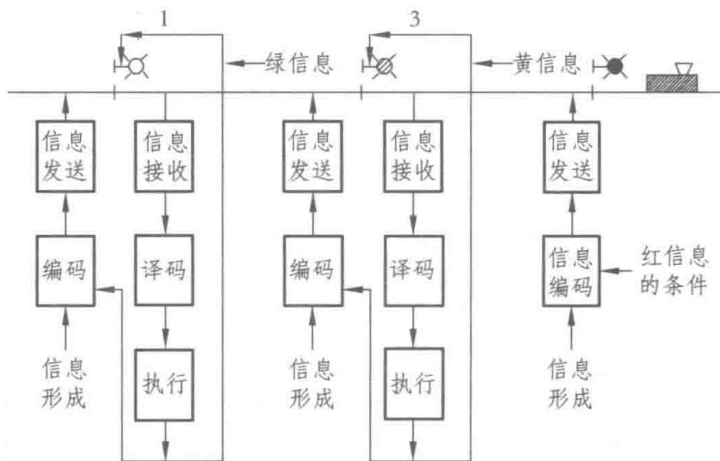


图 1.2 自动闭塞信息传递原理框图

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。

由于自动闭塞区段通过信号机在显示红色灯光时有两种意义：一种是表示该通过信号机所防护的闭塞分区有列车占用；另一种是区间设备发生故障。为了在设备发生故障时不至于影响或中断列车的运行，又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，预防前方有列车占用的紧急情况出现，必须要对列车的运行速度加以限制。因此，对列车越过通过信号机红色灯光时，作如下规定：

当列车在红色灯光信号机前停车两分钟后，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。位于长大上坡道的通过信号机，若列车在此坡道停车后启动困难，则可在该信号机上装设容许信号——蓝色灯光，准许列车不停车，而以不超过 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，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，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的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。

由于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）。更由于自动闭塞便于和列车自动控制、行车指挥自动化等系统相结合，它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. 按照行车组织方法分类

按照行车组织方法，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，一条线路需要拥有双方向行车的能力，为了调整双方向的列车运

行会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。

在双线区段上，一般都采用单方向运行的方式，即一条线路只允许上行方向列车运行，而另一条线路只允许下行方向列车运行。为此，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。

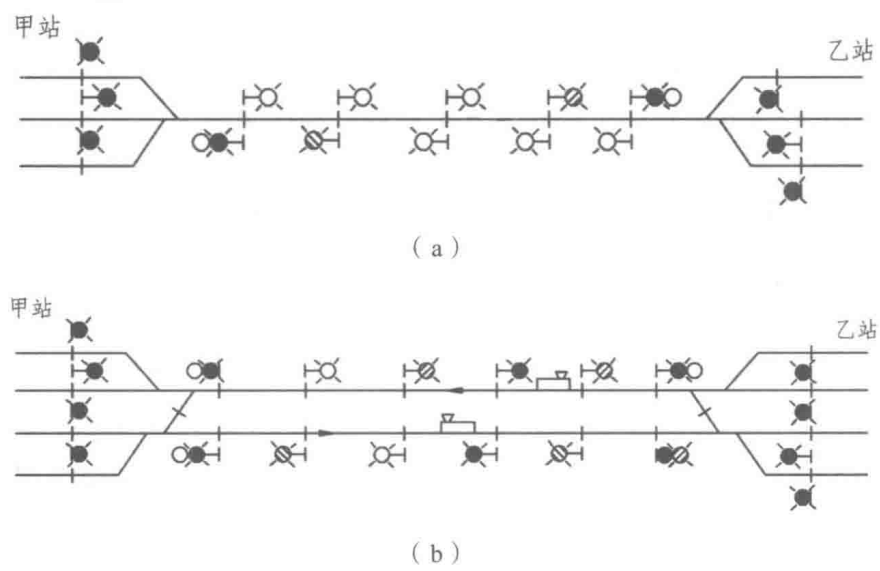


图 1.3 单向及双向自动闭塞

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拥有双方向运行列车的能力，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。

不管单线或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出现正面冲突的情况，平时规定一个方向的通过信号机亮灯，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. 按照通过信号机的显示制式分类

按照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。

三显示自动闭塞是指通过信号机拥有三种显示，能预告列车前方两个闭塞分区状态的自动闭塞。图 1.4 是三显示自动闭塞系统示意图。由图可知，通过信号机的显示决定于两个轨道电路状态。

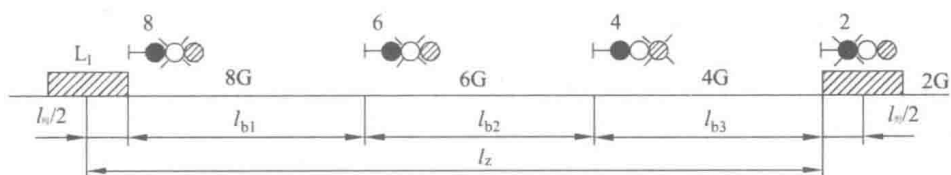


图 1.4 三显示自动闭塞系统

对三显示自动闭塞列车追踪间隔时分，有

$$I = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l_{b1} + l_{b2} + l_{b3}}{\bar{v}} \quad (\text{min}) \quad (1.1)$$

式中： $l_{\text{列}}$ ——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 ——化 km/h 为 m/min 的系数。

在三显示自动闭塞中，列车按线路规定速度运行，越过显示黄灯的通过信号机时开始降速，在前架显示红灯的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，三显示不能适应，因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。图 1.5 是四显示自动闭塞系统。由图可知，通过信号机的显示决定于三个轨道电路状态。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，保证在显示红灯的通过信号机前停车；而对于低速、制动距离短的列车越过绿黄显示时可不减速。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，是真正意义上的速差式自动闭塞，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。

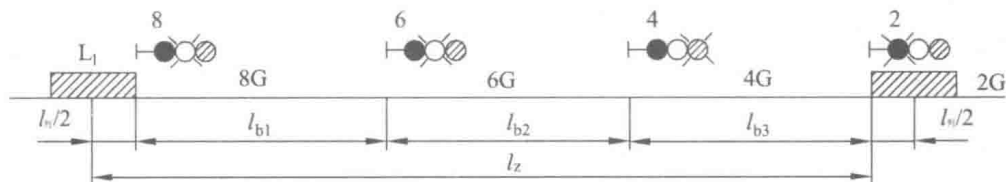


图 1.5 四显示自动闭塞系统

对四显示自动闭塞列车追踪间隔时分，有

$$I = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l_{b1} + l_{b2} + l_{b3} + l_{b4}}{\bar{v}} \quad (1.2)$$

3. 按照信息传递方式分类

按照信息传递方式分类，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和电缆线路两种。无线路自动闭塞是利用轨道电路或空间作为通信道的，由于它不需要架设架空线路或电缆线路，比较经济，但是设备较复杂。

4. 按照自动闭塞设备放置方式分类

按照自动闭塞设备放置方式分类，可分为分散式和集中式自动闭塞。

分散式自动闭塞的设备都放置在区间的每架通过信号机处，分散式虽然造价较低，但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，设备集中便于维修，但需大量电缆，造价较高。

5. 按照传递信息的特征分类

按照传递信息的特征，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。

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；而在电气化区段是 25 Hz，以与 50 Hz 牵引电流相区别。用不同的电码周期的方法来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，对工作环境要求不严，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。但是其在技术上已经落后，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，会同时造成两相邻信号机点红灯的故障，影响效率；接点磨损严重，维修周期短；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。经过微电子改造后，交流计数电码自动闭塞性能有所改善。

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。但因其信息简单，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则很难防护；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，故不适用于电气化区段。

移频自动闭塞以移频轨道电路为基础，用钢轨传递移频信息。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）转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。故信息特征就是不同的调制信号频率。利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。对工频及其谐波的防护，采用躲开的方法，站内将载频选在工频的偶次谐波上，区间选在奇次谐波上。移频自动闭塞抗干扰性能强；设备采用无接点化，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。但在站内相邻线路干扰和绝缘节破损的情况下，曾因轨道电路载频单边互相侵入发生过危险性事故，也存在对电力机车的干扰等问题；检查断轨性能差；因频率较高，轨道电路长度受到限制，传输长度为 1 950 m；设备较复杂，造价较高，防雷需特殊电路，调整困难，对元件参数要求过严，尤其是在电气化区段使用时受吸流线、回流线的电流等影响，使轨道电路性能变坏而造成许多不良后果，乃至危及行车安全。

6. 按照是否设置轨道绝缘分类

按照是否设置轨道绝缘分类，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，钢轨绝缘损坏率高，影响了设备的稳定工作，且增加了维修工作量和费用。尤其是电气化区段，牵引电流为了通过钢轨绝缘，必须安装扼流变压器，缺点更显著。于是出现了无绝缘自动闭塞。无绝缘自动闭塞以无绝缘轨道电路为基础。无绝缘轨道电路分谐振式和感应式两种，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，它以轨道电路为通道，利用移频信号的形式传送低频控制信息来自动控制区间通过信号机的显示。

移频信号是一种调制信号，它是通过低频控制信号对载波信号的参数进行改变。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 为调频波形图。

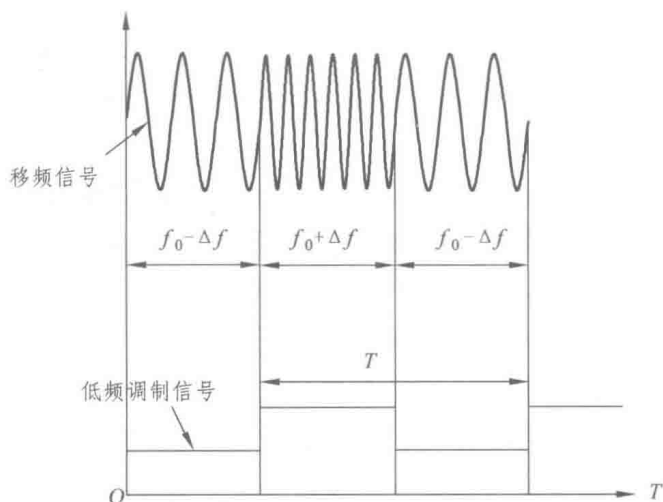


图 1.6 调频波形图

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 ，二者交替变化一次称作一个周期 T ，而它们在每秒钟内交替变化的次数是与低频控制信号 f_c 的频率相同的，例如 f_c 为 11 Hz，即每秒要交替变化 11 次。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 ，它们作近似突变性的变化，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。因此，在 4 信息移频自动闭塞中，采用 11 Hz、15 Hz、20 Hz、26 Hz 四种低频信号。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

编码给定值（发送端通过信号机的显示）	产生的电码名称	信号频率 f_c (Hz)	在轨道中传输的移频信号高低载频交替变化的次数 / (次/秒)	接收端被控制的通过信号机显示	被控制的机车信号显示
	11 Hz 信号	11	11		
	15 Hz 信号	15	15		
 (进站)	20 Hz 信号	20	20	第二接近	
	26 Hz 信号	26	26		
机车占用或无码	—		—		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。采用 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 设计为四种，上行线采用 650 Hz 和 850 Hz 两种频率交错排列的方式，下行线采用 550 Hz 和 750 Hz 两种频率交错排列的方式。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的出现。

综上所述，在移频的闭塞分区轨道电路中传输的移频信号，是四种低频控制信号 f_c ，分别对四种中心载频 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 两个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，它们的频率如表 1.2 所列。

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/Hz $f_1 = f_0 - \Delta f$	高端载频/Hz $F_2 = f_0 + \Delta f$
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，因为不存在邻线间相互干扰的问题，所以只采用 650 Hz 和 850 Hz 两种中心载频交错排列的方式。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 交错排列的方式，如图 1.7 所示。

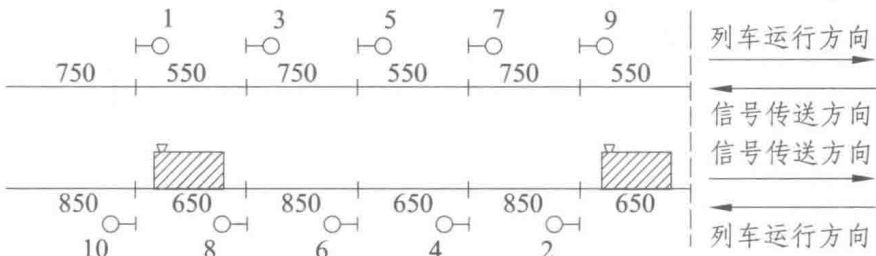


图 1.7 双线区段载频频率配置图

现在以上行方向为例进行说明。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 15 Hz 的低频控制信号，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，让通过信号机 8 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 移频自动闭塞设备的组成

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。

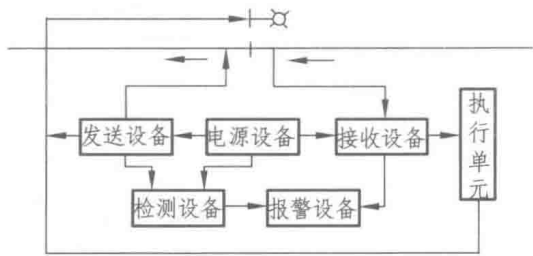


图 1.8 移频自动闭塞设备组成方框图

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于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 四种类型的发送盒，站内有 750/650 Hz、550/850 Hz、650/850 Hz 三种类型的双发送盒。

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，有 550 Hz、650 Hz、750 Hz、850 Hz 四种。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

通过信号机采用三显示色灯信号机。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，当大于其极限长度时，应将轨道电路进行分割，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，利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使用。

1.4.3 移频自动闭塞的特点

移频自动闭塞具有以下特点：

(1) 抗干扰能力较强，既适用于内燃牵引区段，又适用于干扰较大的电力牵引区段。

(2) 信息量大，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，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，因而耗电省、体积小、重量轻，在电子元件发生故障的时候，能满足故障-安全的要求。