绪　论

自动闭塞技术经济效果显著，受到各国的普遍重视，并在技术上不断完善和提高。

我国以前运用的自动闭塞主要是交流计数电码自动闭塞、极性频率脉冲自动闭塞（简称极频）、移频自动闭塞三种。交流计数电码自动闭塞是 20 世纪 50 年代后期从前苏联引进的，极频、移频自动闭塞是我国 20 世纪 60 年代自行研制的。它们的共同缺点是可靠性不够高，信息量太少，抗干扰能力不够强，不能满足列车提速、增加行车密度、增大载重量和电气化的需要。随着铁路运输的发展，需要发展四显示自动闭塞、双线双向自动闭塞以及列车运行超速防护，而原有自动闭塞不能满足这些要求，急需研制新型自动闭塞。

新型自动闭塞必须适应提高列车运行速度和行车密度的需要，适应重载运输的需要，适应电气化铁路发展的需要，提高设备的可靠性和安全性，并逐步建立起我国的自动闭塞、机车信号和列车运行超速防护的完整体系。

但如果丢开现有的发展基础，从头开始研制新制式，无论从时间上和技术发展上都不现实，无疑会延误我们的发展进程。为此应选择一条适合我国国情的较为便捷的道路，即在现有自动闭塞的基础上，吸收国外先进技术，对现有制式做进一步改进和提高。

于是，在京广线郑武段电气化工程中引进了法国的 UM71 和 TVM300，引进后进行了二次开发，以适应我国铁路客货混运、股道没有保护区段等特点，通过消化吸收迅速实现国产化。

移频自动闭塞和国外标准相近，在做进一步改进方面很有前途，应充分引进先进的技术，扩大信息量，完成轨道电路的无绝缘化，采用新技术和新器件，使系统的技术性能、可靠性指标、监测功能、双机故障倒换及器件结构等方面有大幅度的提高，形成新一代的国产移频自动闭塞系统。8 信息移频自动闭塞和 18 信息移频自动闭塞就是在这种情况下应运而生的。

ZP-89 型移频自动闭塞是在原 4 信息移频自动闭塞的基础上研制而成的。在满足系统和器件故障—安全及抗干扰的基础上采用集成器件，以减小设备体积，提高可靠性。低频信息增加到 8 个，以满足四显示自动闭塞和速差式机车信号的信息要求。低频和移频振荡电路均采用石英晶体振荡器，以提高频率的稳定度和精度，从而提高了系统的稳定性。在电路结构上考虑电气化和非电气化通用，当电气化改造时，只需将轨道变压器改为扼流变压器，以及在接收端增设一个滤波器盘即可。

ZP·Y1-18 型（ZP·WD 型）和 ZP·Y2-18 型（ZP·DJ 型）均为 18 信息移频自动闭塞。由于采用微型计算机和数字信号处理等先进技术，成功地解决了信息量少、信干比低、应变时间长等技术难题，实现了多信息、高可靠、高抗干扰、应变速度快等目标。具有 18 种低频信息，不仅可满足四显示自动闭塞的需要，且可为列车运行超速防护系统提供必要的信息。安全设计为双软件、双 CPU、双 A/D 及安全与门等冗余结构，并具有故障检测报警等功能，符合故障—安全原则，抗干扰能力强，在各种条件下信干比在 1∶1 以上，应变速度快，信息的转换时间不大于 2 s。通用性强，可在电气化和非电气化区段通用。工艺先进，结构合理，外型美观，整机质量高，故障率低，便于施工和维修。

ZP·W1-18 型（WYZ-97 型）18 信息无绝缘移频自动闭塞是在 ZP·Y2-18 型基础上研制而

需要全本请访问 www.ertongbook.com

成的,采用频标、微型计算机和微电子技术,为电压发送、电流接收、一送一受、自然衰耗式无绝缘轨道电路，较好地解决了轨道电路越区传输和交叉干扰等问题，没有提前分路情况，列车接近分界点明确，有效地缩短了轨道电路二次分路和滞后恢复长度。采用数字信号处理技术，具有较强的抗电气化干扰和邻线干扰能力，轨道发送变压器具有轨间电流平衡作用，适用于电气化区段。采用自然衰耗隔离方式，适用于低道床电阻（道碴电阻）轨道电路。系统的接收和发送电子盒采用 4 种载频通用,实现了设备单一化,“$N+1$”热备工作方式。在技术上有突破,具有广阔的发展和应用前景,技术经济效益显著,具有技术先进、性能优越、投资少等特点,满足铁路提速、提效以及向长钢轨、电气化发展的急需。

京广线郑武段电气化工程于 1992 年全线完工并投入使用，这是我国首次引进法国的 U-T 系统建成的第一个四显示自动闭塞区段。随后，广深段、京广线京郑段、沈山线等先后建成 UM71 自动闭塞。到 2000 年底,共约1 700 km。

ZP-89 型 8信息移频自动闭塞,1989 年开始在石太线试用,1992 年又在广深段扩大试用,1993年通过铁道部技术鉴定,现已在京沪线(上海一符离集)、兰新线、南同蒲线、萧甬线等运用,到 2000 年底,共约 2 700 km。

ZP·Y1-18 型和 ZP·Y2-18 型 18 信息移频自动闭塞在京九线商阜段试点工程中顺利开通，这是一项关系到我国铁路列车安全和效率的综合性研究工程，于 1995 年通过铁道部技术鉴定。已在京九线、陇海线、京沪线、沪杭线、浙赣线等运用,到 2000 年底共约 3 800 km。

ZP·W1-18 型 18 信息无绝缘移频自动闭塞系统从 1997 年开始试验,1998 年在哈大电气化工程长春一四平间扩大试验,1999 年通过技术鉴定，后又在宝成线试用。

随着我国铁路运输改革的深化和发展的加速，我国自动闭塞将大力发展。铁道部的技术政策规定：

快速客运专线和高速铁路应与国际铁路先进水平接轨，以无绝缘轨道电路为基础，积极发展数字化、大信息量、高可靠、高安全,具有列车速度控制功能和以机车信号为主体信号的先进信号系统。

三大干线和其他提速区段，要积极研制和发展以机车信号为主体信号的信号系统。自动闭塞设备要提高安全性、可靠性，增加信息量，向数字化方向发展。开展站内正线轨道电路与区间采用同一制式的研究，加强地面轨道电路的传输系统与机车信号的技术改造，积极研制新一代的机车信号系统，努力提高机车信号系统的可靠性和安全性。

在双线区段，应大力发展自动闭塞。新建和增建第二线的双线区段，原则上应同步建成自动闭塞。在能力紧张的单线区段，根据运输需要，有计划地积极发展单线自动闭塞和站间自动闭塞。

第一章　移频自动闭塞基本知识

第一节　自动闭塞概述

一、自动闭塞的基本概念

目前，我国铁路采用的行车闭塞方法主要有半自动闭塞和自动闭塞两种。

半自动闭塞由人工办理闭塞手续,列车凭出站信号机的允许信号显示出发,出站信号机在列车出发后自动关闭，列车到达接车站经人工确认整列到达后办理到达复原，解除闭塞。半自动闭塞利用车站来隔离列车，即两站间的区间同时只允许一列列车运行。半自动闭塞具有设备简单、使用方便、维修容易、投资少、安装快等优点,得到了广泛采用。采用半自动闭塞,虽然在一定程度上保证了行车安全，但不能充分发挥铁路线路（尤其是双线）的能力。而且由于区间没有空闲检查设备，须由人工确认列车的整列到达，尤其是事故复原的安全操作得不到保证，所以行车安全程度不高，并影响运输效率。

自动闭塞是根据列车运行及有关闭塞分区状态，自动变换通过信号机显示而司机凭信号行车的闭塞方法，它是一种先进的行车闭塞方法。自动闭塞是在列车运行过程中自动完成闭塞作用的。双线单方向自动闭塞如图 1—1 所示,它将一个区间划分为若干小段,即闭塞分区，在每个闭塞分区的起点装设通过信号机(如图 1—1 中的 1、3、5、7 和 2、4、6、8 信号机均为通过信号机），用以防护该闭塞分区。每个闭塞分区内都装设轨道电路（或计轴器等列车检测设备），通过轨道电路将列车和通过信号机的显示联系起来，根据列车运行及有关闭塞分区的状态使通过信号机的显示自动变换。因为闭塞作用的完成不需要人工操纵，故称为自动闭塞。

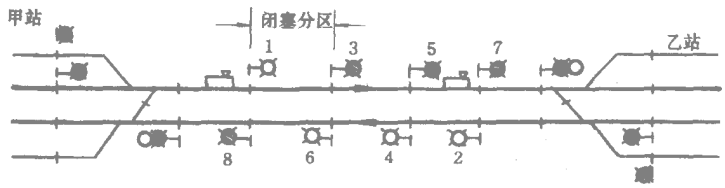


图 1—1　双线单方向自动闭塞示意图

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。和半自动闭塞相比，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，就大幅度地提高了行车密度，显著地提高区间通过能力。

(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。

二、自动闭塞的基本原理

自动闭塞通过轨道电路（或计轴器等列车检测设备）自动地检查闭塞分区的占用情况，根据轨道电路的占用和空闲状态，通过信号机自动地变换其显示，以指示列车运行。

图 1—2 所示为三显示自动闭塞原理图。通过信号机的不同显示是调整列车运行的命令。三显示自动闭塞通过信号机的显示意义是：

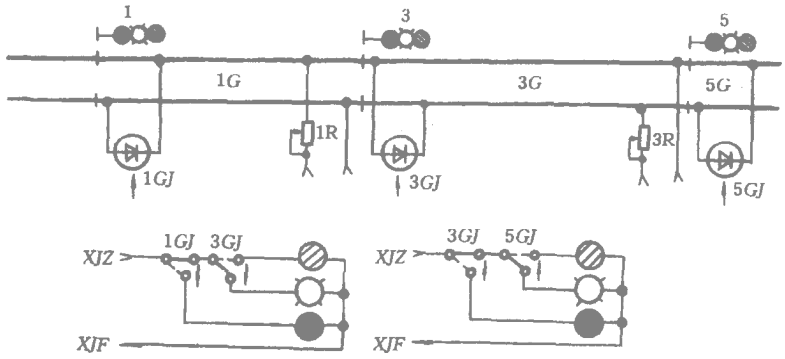


图 1—2 三显示自动闭塞基本原理

一个绿色灯光——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。

一个黄色灯光——要求列车注意运行，表示运行前方只有一个闭塞分区空闲。

一个红色灯光——列车应在该信号机前停车。

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、塌方等故障时，才显示红灯——停车信号。

每架通过信号机处为一个信号点，信号点的名称以通过信号机命名。例如，通过信号机“1”处就称为“1”信号点。

现以图 1—2 为例说明自动闭塞的工作原理：

当列车进入 3G 闭塞分区时，3G 闭塞分区的轨道电路被列车车轮分路，轨道继电器 3GJ 落下，通过信号机 3 显示红灯，则通过信号机 1 显示黄灯。当列车驶入 5G 闭塞分区并出清 3G 闭塞分区时，轨道继电器 3GJ 吸起，5GJ 落下，因而通过信号机 3 显示黄灯，通过信号机 1 显示绿灯。

通过对三显示自动闭塞基本原理的叙述，可得出以下几点结论：

(1)通过信号机的显示是随着列车运行的位置而自动改变的。当显示黄灯时，列车运行前方只有一个闭塞分区空闲；当显示绿灯时，列车运行前方至少有两个闭塞分区空闲。

(2)通过信号机的禁止信号(红灯显示)，是利用轨道电路传送的，而其他的显示信息可以利用轨道电路，也可利用电缆传送。对于三显示自动闭塞必须传递三种以上的信息。

(3)若利用轨道电路传送信息，在每一个信号点处不但有接收本信号点信息的接收设备，同时还须有向前方信号点发送信息的发送设备。

虽然自动闭塞有不少制式，但是它们有着共同的特点，即大多是以轨道电路为基础构成的，也就是说是采用轨道电路来传输信息的。

三、自动闭塞的技术要求

自动闭塞设备应符合现行的铁道行业标准《铁路自动闭塞技术条件》（TB/T 1567）、《铁路技术管理规程》（简称《技规》，下同）、《铁路信号设计规范》（TB 10007）的规定，主要有：

1. 自动闭塞制式分为三显示和四显示两种。一般采用三显示自动闭塞，在新建或改建铁路上，列车运行速度超过120 km/h的区段应采用四显示自动闭塞。

2. 电气化区段的双线或多线自动闭塞，运输需要时可按双方向运行设计，其他区段的自动闭塞亦宜按双方向运行设计。

当双线按双方向运行设计时，反方向可不设通过信号机，根据机车信号指示运行，亦可设计为自动闭塞或自动站间闭塞运行。

3. 客货列车混运的双线自动闭塞区段，列车追踪运行间隔应符合下列规定：

（1）双线三显示自动闭塞区段宜采用7 min或8 min，有条件的区间可采用6 min。

（2）采用四显示自动闭塞时，其列车追踪间隔宜采用6 min或7 min。

（3）单线三显示自动闭塞宜采用8 min。

（4）闭塞分区的划分根据实际情况可按规定的列车追踪间隔时间增加或减少，当根据需要增加时不得超过规定追踪时间的10%。反向运行的列车追踪间隔时间可大于正向运行的列车追踪间隔时间。

4. 三显示自动闭塞宜在规定的列车追踪间隔时间内划分三个闭塞分区排列通过信号机。在区间内遇有困难的上坡道或从车站发车时划分三个闭塞分区有困难时，可按两个闭塞分区划分（按两个闭塞分区设置通过信号机，不得增加规定的列车追踪间隔时间，包括司机确认信号变换显示的时间）。从车站发车还应考虑确认出站信号机显示、车站值班员指示发车信号、车长指示发车信号及列车启动所需的时间。

三显示自动闭塞分区的最小长度，应满足列车的制动距离（该制动距离包括机车信号、自动停车装置动作过程中列车所行走的距离，其动作时间不应大于14 s），其长度不应小于1 200 m，但采用不大于8 min运行间隔时间时，不得小于1 000 m。进站信号机前方第一个闭塞分区长度，一般不大于1 500 m。

四显示自动闭塞在确定的运行间隔时间内按四个闭塞分区排列通过信号机。四显示自动闭塞每个闭塞分区的长度，应满足速差制动所需的列车制动距离。列车运行速度超过120 km/h时，紧急制动距离由两个及其以上闭塞分区长度来保证。

双线双方向运行的自动闭塞反方向运行时，宜沿用正方向运行时划分的闭塞分区，当闭塞分区的长度不能满足列车制动距离时，可将相邻两闭塞分区合并。

5. 自动闭塞通过信号机的设置，除应满足列车牵引计算的有关规定外，还应符合下列原则：

（1）通过信号机应设在闭塞分区或所间区间的分界处，不应设在停车后可能脱钩的处所，并尽可能不设在启动困难的地点。

（2）在确定的运行时隔内按三个或四个闭塞分区排列通过信号机时，应使列车经常在绿灯下运行。

6. 自动闭塞的通过信号机采用经常点灯方式，并能连续反映所防护闭塞分区的空闲和占

需要全本请访问 www.ertongbook.com

用情况。

在单线自动闭塞区段，当一个方向的通过信号机开放后，另一方向的通过信号机须在灭灯状态，与其衔接的车站向区间发车的出站信号机开放后，对方站不能向该区间开放出站信号机。

7．当进站或通过信号机红灯灭灯时，其前一架通过信号机应自动显示红灯。

8．在自动闭塞区段，当闭塞分区被占用或有关轨道电路设备失效时，防护该闭塞分区的通过信号机应自动关闭。

在双向运行区段，有关设备失效时，经两站有关人员确认后，可通过规定手续改变运行方向。

9．自动闭塞应有与本轨道电路信息相适应的连续式机车信号。

四显示自动闭塞必须有超速防护设备。

10．在自动闭塞区段内，当货物列车在设于上坡道上的通过信号机前停车后启动困难时，在该信号机上应装容许信号。但在进站信号机前方第一架通过信号机上不得装设容许信号。

11．自动闭塞电路及设备应满足铁路信号故障一安全原则。

12．自动闭塞必须采用闭路式轨道电路。轨道电路应能实现一次调整。在空闲状态下，当道碴电阻为最小标准值、钢轨阻抗为最大标准值，且交流电源电压为最低标准值时，轨道电路设备应稳定可靠工作。当电源电压和道碴电阻为最大标准值时，用标准分路电阻（0.06 Ω）在轨道电路任意点进行分路，接收设备应确保不工作。

轨道电路的设计长度应不大于极限传输长度的 80％。

轨道电路钢轨绝缘破损时，通过信号机不应错误地出现升级显示。

轨道电路在工频交流、断续电流和其他迷流干扰的作用下，应有可靠的防护性能。

在电气化区段发生扼流变压器断线时，在两根轨条中无牵引电流及最不利道碴电阻的条件下，接收设备应确保不工作，若不能满足此要求，亦应满足扼流变压器断线条件下轨道电路的分路要求。

13．当自动闭塞设备故障或外电干扰时，不使敌对信号机开放。

14．自动闭塞信号显示应变时间不应大于4 s。

15．三显示自动闭塞信息量不应少于 4 个信息，四显示自动闭塞不应少于 5 个信息。

16．自动闭塞的故障监测和报警设备应满足以下要求：

(1)监测和报警设备发生故障时，应不影响自动闭塞正常工作。

(2)监测设备应能连续监督有关设备工作状态。无论主机或副机发生故障均应报警，在双机并联使用时,其中一机故障应不中断系统的正常工作,当采用主、副机倒换方式时,若主机发生故障,应能自动接入副机工作。

(3)监测设备应能准确地判断故障地点和故障性质。

17．自动闭塞设备宜集中装设。

18．自动闭塞应有防雷措施，并符合铁路信号有关防雷的规定。

四、自动闭塞的分类

自动闭塞一般是根据运营上和技术上的特征来进行分类的。

1．按行车组织方法可分为单向自动闭塞和双向自动闭塞

在单线区段,只有一条线路,既要运行上行列车,又要运行下行列车。为了调整双方向列

车的运行，在线路的两侧都要装设通过信号机，这种自动闭塞称为单线双向自动闭塞，如图 1—3所示。

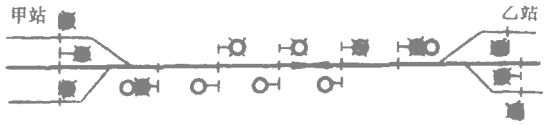


图 1—3　单线双向自动闭塞

在双线区段，一般采用列车的单方向运行方式，即一条铁路线路只允许上行列车运行，而另一条铁路线路只允许下行列车运行。为此，对于每一条铁路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—1所示。

为了充分发挥铁路线路的运输能力，在双线区段的每一条线路上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。如图 1—4所示。正方向设置通过信号机，反方向运行的列车是按机车信号的显示作为行车命令的，即此时以机车信号作为主体信号。

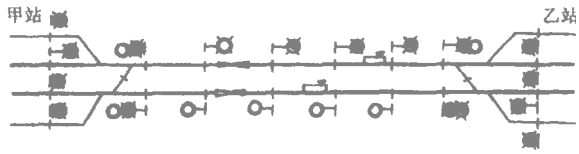


图 1—4　双线双向自动闭塞

双线单向自动闭塞，只防护列车的尾部，而单线或双线双向自动闭塞，必须对列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信号机亮灯，另一个方向的通过信号机灭灯（或双线区段另一个方向的机车信号没有信息），只有在需要改变运行方向，而且在区间空闲的条件下，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。

2. 按通过信号机的显示制式可分为三显示自动闭塞和四显示自动闭塞

三显示自动闭塞的通过信号机具有三种显示，能预告列车运行前方两个闭塞分区的状态。图 1—2所示为三显示自动闭塞。当通过信号机所防护的闭塞分区被列车占用时显示红灯；仅它所防护的闭塞分区空闲时显示黄灯；其运行前方有两上及以上的闭塞分区空闲时显示绿灯。

三显示自动闭塞，能使列车经常按规定速度在绿灯下运行，并能得到前方一架通过信号机显示的预告，基本上能满足运行要求，又能保证行车安全，因此得到较广泛的应用。

列车运行在三显示自动闭塞区段，越过显示黄灯的通过信号机时开始减速，至次架显示红灯的通过信号机前停车，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，在一些繁忙的客货混运区段，各种列车运行的速度和制动距离相差很大，如市郊列车等需经常停车，且制动距离短，要求实现最小运行间隔，闭塞分区长度越短越好；而高速客车、重载货车制动距离长，闭塞分区长度又不能太短。三显示自动闭塞不能解决这一矛盾，提高区间通过能力的最好方法是采用四显示自动闭塞。

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，如图 1—5 所示。它能预告列车运行前方三个闭塞分区的状态，规定列车以规定的速度越过绿黄显示后必须减速，以

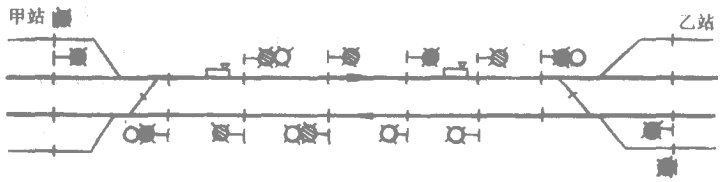


图 1—5　四显示自动闭塞

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。

3. 按设备放置方式可分为分散安装式自动闭塞和集中安装式自动闭塞

分散安装式自动闭塞的设备都放置在每个信号点处。分散安装方式虽然造价较低，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。集中安装式自动闭塞的设备集中放置在相近的车站继电器室内，用电缆与通过信号机相联系。集中安装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，十分便于维修,但需大量电缆,造价较高。

4. 按传递信息的特征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等

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。但是在技术上已落后，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，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。

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）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。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。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，因轨道电路载频单边互相侵入曾发生过险性事故，对电力机车的干扰也存在一定的问题 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,对防雷需特殊电路,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。

另外，20世纪80年代出现的25 Hz相敏自动闭塞，以25 Hz相敏轨道电路为基础，用电缆来传递信息，有较强的抗干扰性能，特别适用于电气化区段。但25 Hz相敏轨道电路不能发送机车信号信息，故必须在其上叠加移频轨道电路。

5. 按是否设置轨道绝缘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。

第二节　区间通过信号机的设置

自动闭塞是利用通过信号机的不同显示来指挥列车追踪运行的一种行车闭塞方式，两列续行列车之间的空间间隔是由通过信号机的位置决定的。通过信号机的设置位置是根据规定的运行时隔、列车速度曲线以及线路地形，采用规定的设计方法，将给定的列车运行时隔换算为空间间隔来确定的，而不是等间隔设置的。现以三显示自动闭塞为例，说明通过信号机的设置方法。

一、同向运行列车的间隔时间

1. 闭塞分区长度

闭塞分区的长度，即通过信号机之间的距离，每个闭塞分区的最小长度必须满足《列车牵引计算规程》规定的列车制动率全值的0.8的常用制动和自动停车装置紧急制动的制动距离。计算制动距离时，必须考虑区间客、货列车近远期可能达到的最高行车速度，以利于提高安全性。我国的《铁路信号自动闭塞技术条件》中规定“三显示自动闭塞分区的最小长度范围为1 000～1 200 m。《技规》规定“列车在任何线路坡道上紧急制动距离限制：运行速度不超过120 km/h的列车为800 m；运行速度120～140 km/h的旅客列车为1 100 m；运行速度140～160 km/h的旅客列车为1 400 m；运行速度160～200 km/h的旅客列车为2 000 m”。目前，我国既有的自动闭塞分区长度大都是按运行时间间隔而不是按制动距离空间间隔划分的，一般均比所要求的制动距离大，从而影响了行车密度。为提高列车密度将闭塞分区长度按制动距离来划分，可以缩短列车运行的空间间隔。但是，在某些繁忙的客、货混运区段，各种列车由于牵引类型、运行速度以及载重的不同，对制动距离要求相差很大。对于低速列车，制动距离短，则闭塞分区长度可以短。对于速度高的旅客列车或重载货物列车，制动距离长，则闭塞分区长度要长。随着列车速度和密度的不断提高，一方面要实现最小运行间隔，闭塞分区要短，以达到必要的行车密度。另外，闭塞分区长度又不能太短，以满足速度高的列车和重载列车制动距离要求，保证安全。

2. 三显示制式闭塞分区长度与列车运行间隔时间的关系

闭塞分区的最大长度（进站信号机前方除外）根据轨道电路的安全及可靠动作的要求，最好不要超过轨道电路的极限长度，以免增加分割点的设备。进站信号机前方第一个闭塞分区

的长度一般不小于1 200 m，不大于1 500 m。这个要求是根据进站咽喉区的通过能力要符合区间的通过能力，以及要尽量减少同向到达列车的间隔时间，也就是必须缩减越行时的停留时间。如果同向到达间隔时间大于列车在区间的同向运行间隔时间时，就不可避免地要使列车堵在进站信号机外方。这个要求并不能经常严格地遵守。因为考虑到闭塞分区的长度必须符合制动距离的要求，而制动距离在下坡道上可能大于1 500 m，同时还要考虑到两架通过信号机的对称布置、显示距离和其他条件。因此，在个别有充分根据的情况下，进站信号机前方的闭塞分区长度允许大于1 500 m。

在同一方向的两列列车，彼此以闭塞分区相间隔追踪运行，前一列车的尾部与后一列车的头部之间所保持的最小间隔时间，称追踪间隔时间。

计算追踪间隔时间，一般选择在线路坡道大、列车运行速度低的困难区段。除在困难区段计算追踪间隔时间外，还应分别计算接发列车的车站同方向发车及同方向到达的间隔时间。然后将这三种间隔时间相互比较，取其中最大的数值，作为划分闭塞分区排列通过信号机位置的依据。

3. 三显示制式的追踪运行

(1)列车间隔三个闭塞分区，在绿灯下运行，如图 1—6(a)所示。

从图(a)中可看出，按三个闭塞分区间隔运行时，最小间隔时间可按下式求得：

$$I_{追}=0.06(3L_{闭}+L_{列})/v_{平均}$$

式中 $I_{追}$——追踪间隔时间，min；

$L_{闭}$——闭塞分区长度，m，按规定 $L_{闭}\geqslant 1\,200$ m；

$L_{列}$——列车长度，m；

0.06——化 km/h 为 m/min 的系数；

$v_{平均}$——绿灯追踪下的列车平均速度，km/h。

计算时应注意 $L_{闭}$应按最长的区段计算，即按最困难区段考虑。

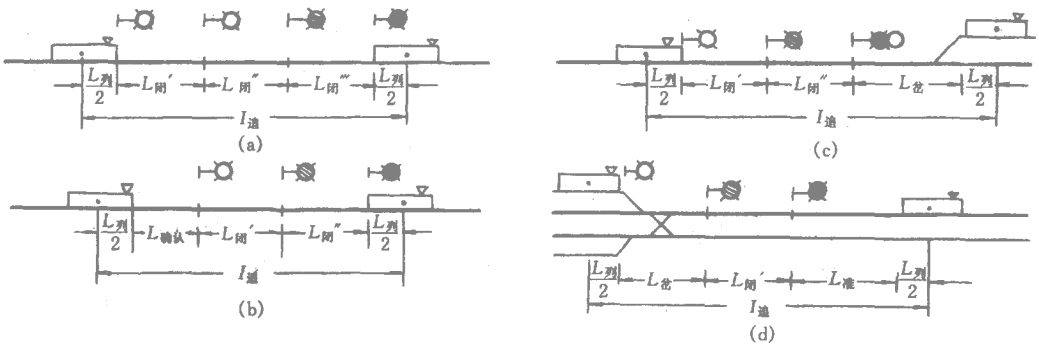


图 1—6 三显示制式列车追踪运行的基本情况

$L_{闭}'$、$L_{闭}''$、$L_{闭}'''$—闭塞分区长度；$L_{确认}$—司机确认信号显示所需时间列车运行的长度；

$L_{岔}$—进站信号至警冲标的距离。

(2)列车间隔两个闭塞分区，在黄灯下运行，其运行情况如图 1—6(b)所示，最小间隔时间可按下式求得，即

$$I=0.06(2L_{闭}+L_{列})/v_{平均}+t_{确}$$

式中 $t_{确}$——司机确认信号变换显示的时间，一般为0.25 min；

$v_{平均}$——黄灯运行下的列车平均速度，km/h。

这种方式使列车经常在黄灯下运行，不能提高车速，因此，只能在个别的困难区段（在区间遇有困难的上坡道或由车站发车，当按确定的运行间隔不能满足划分三个闭塞分区的要求时）才采用。采用7 min或8 min的最小间隔时间，有条件的区段采用6 min的最小间隔时间。究竟采用哪种最小间隔时间，要考虑线路运量的繁忙程度、线路状况、机车类型等。其方法，可以先按机车类型初步确定采用7 min或8 min或6 min间隔时间，然后根据该区段线路分析。例如用8 min先在困难区段（长大上坡道等处）布置信号机，如果在困难的区间能够满足机车类型确定的间隔时间，则说明初步确定的追踪间隔时间是合适的；如果困难区间的线路条件不能满足按机车类型初步确定的间隔时间，则可以考虑把间隔缩小为两个间隔，如果两个间隔仍不能满足要求时，则考虑增大间隔时间，采用满足最困难区间所限制的列车追踪间隔时间。

(3)接近车站的间隔时间

①如图 1—6(c)所示，其运行间隔时间可按下式计算，即

$$I=0.06(L_{列}+L_{岔}+2L_{闭})/v_{平均}+t_{准}$$

式中 $t_{准}$——车站为第二列列车准备进路的时间，min。电气集中 $t_{准}=0.25$ min。

②在进站区段上牵引条件困难而采用两个间隔时，最小运行间隔时间按下式计算，即

$$I=0.06(L_{列}+L_{岔}+L_{闭})/v_{平均}+t_{准}+t_{确}$$

(4)自动闭塞区段车站同方向发车的间隔时间，如图 1—6(d)所示，其运行间隔可按下式计算，即

$$I=0.06(L_{列}+2L_{闭})/v_{平均}+t_{准}$$

式中 $t_{准}$——车站值班员显示发车指示信号、车长指示发车信号、后行列车司机确认信号显示状态、开动列车的时间(按1 min计算)。

二、区间通过信号机的布置

1. 区间通过色灯信号机布置原则

(1)区间通过色灯信号机在以货运为主的线路上，应按货物列车运行速度曲线及时间点布置，但闭塞分区长度应满足较高速度旅客列车制动距离要求；在以客运为主的线路上，应按旅客列车运行速度曲线及时间点布置。

(2)在一般情况下，应在两追踪列车之间以三个闭塞分区间隔布置通过信号机。在上坡道上，列车运行速度低，应按三个闭塞分区布置，追踪间隔时间增大时，可按两个闭塞分区布置；技术作业站及单线区间的中间站，发车时应按两个闭塞分区布置。

(3)区间通过信号机，应在车站进站、出站信号机位置确定后布置。

(4)为了节省投资及维修方便，上、下行方向的通过信号机，在不影响行车效率和司机瞭望的情况下，尽可能并列布置。

(5)在利用动能闯坡和在列车停车后可能脱钩的处所，不宜设置通过信号机。在启动困难的坡道上，也应尽量避免设置通过信号机，如必须设置时，应装设容许信号。但进站信号机前方第一架通过信号机不得装设容许信号，并应涂三条黑斜线，以与其他通过信号机相区别。

(6)在大型桥梁上和隧道内，尽量避免装设通过信号机。凡需在这些建筑物出口处设置时，也应该距该建筑物保留一个列车长度的距离，如受通过能力和制动距离条件限制，不能按此要求装设信号机时，可与有关方面共同协商解决。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(7)通过信号机在正常情况下，应设置在便于司机瞭望的直线上，在最不利条件下，信号机显示距离应不小于200 m。

(8)乘降所前后的通过信号机设置地点，应会同铁路局有关单位共同研究确定，但不得影响通过能力。

(9)在无缝线路上设计自动闭塞时,对长钢轨接缝,即缓冲区,应详细调查了解,并应由铁路工务部门提供长轨的设计图纸，在不影响行车安全和效率的条件下，信号机尽可能设在长钢轨缓冲区的中心位置。如信号机布置的位置与缓冲区坐标相差很大时，应与工务部门协商锯轨或变更长轨的缓冲区位置。

在有计划装设自动闭塞的区段，设计无缝线路时，应预留自动闭塞通过信号机处的轨道电路绝缘轨缝，避免锯轨造成损失。

(10)信号机位置确定后,应进行编号,一般以信号机坐标公里数和百米数组成,下行编奇数，上行编偶数。例如在100 km + 300 m处设置并置通过信号机，下行方向的编号为1003,上行方向的1002。

2. 列车运行时分点的刻划

区间通过信号机的设置，是根据牵引计算作出的列车速度曲线和在其速度曲线上用时分板刻划出的列车在区间运行的时分点进行的。列车运行时分点的刻划是在列车速度曲线上进行的。列车速度曲线,是按照线路纵断面、牵引机车的类型等因素,依据《列车牵引计算规程》进行计算而绘制出来的,它是列车重心(中心)运行的轨迹。

设置通过信号机，必须知道速度曲线的时分点，才能按最小列车运行时隔来进行。

(1)运行速度三角形

列车运行时分点是利用运行速度三角形即等腰三角形之腰与列车速度曲线的交点作出的。运行速度三角形如图1—7(a)所示。等腰三角形的高CD表示速度,而其底边AB表示长度,取适当比例,使列车从A匀速运行至B时,其运行时间是1 min。若作一平行于AB的直线EF时,则线段EF就是列车以速度CG运行1 min的距离。列车作非匀速运行时,如图1—7(b)所示，上述关系仍然成立。

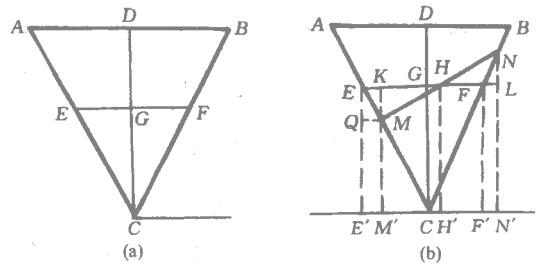


图 1—7 运行速度三角形

(2)刻划时分点的方法

当绘制的列车速度曲线是从车站起点时，则将等腰三角形放在速度曲线上，如图1—8所示。使三角形的顶点与速度等于零的O点重合,底边线与线路平行。如图1—8中的AOB三角形。三角形右边的腰与速度曲线的交点就是时分点1,这就是列车由车站向区间运行了1 min。将三角形平行右移，使左边的腰与速度曲线上的时分点1重合，这时三角形右边的腰与速度曲线的交点就是时分点2,由时分点1到2,相当于列车在区间内又运行了1 min。这样继续将三角形右移，就可以得到时分点3、4、5等，依此时分点就可以按照确定的列车运行时隔设置通过信号机。

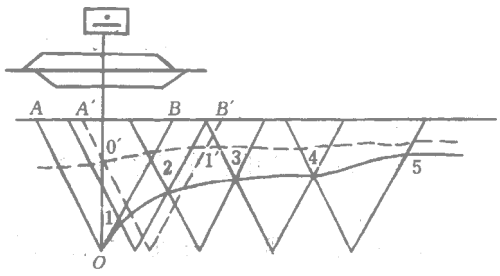


图 1—8 速度曲线上刻划时分点的方法

实线——停站列车速度曲线；

虚线——通过列车速度曲线。

利用运行速度三角形刻划时分点的特点是，假定列车速度在单位时间内按直线规律变化，而所取的平均速度值比实际速度或高或低，当列车运行同等距离时，用三角形测出的时间较实际行驶的时间或大或小，将有些误差。从全区段来看，这个误差在牵引计算中影响不大，因此可以采用这种一分板方法计算时间。一分板一般按三角形高度等于 $120\times2=240(\text{mm})$，底边等于 $20\times2=40(\text{mm})$，或高度等于 $120\times2.02=242.4(\text{mm})$，底边等于 $100\times2=200(\text{mm})$两种比例尺制成。如要求较高的精确性时，可采用半分板或 1/4 分板。半分板或 1/4 分板，高度不变，底边相应减为一分板的 1/2 和 1/4。

3. 举例说明

在已绘制好的刻有时间点的速度距离曲线上布置通过信号机，通过信号机必须在确定最小的运行间隔时间后才能布置，假设按 8 min 间隔布置。

(1)同方向发车的间隔时间($I_{发}$)

同方向发车间隔时间是自前一列车由车站发出或通过时起，至由该站再发出另一同方向列车时止的最小间隔。设甲站为货物列车的技术作业站，其下行出站方向的通过信号机应按两个闭塞分区布置，如图 1—9 所示。因为是8 min间隔时间，所以目前一列车的中心应对应于速度距离曲线上的8 min 处，从8 min 处向甲站方向要减去前一列车尾部越过第二闭塞分区的时间（半个列车长度的走行时间）、减去车站值班员给后一列车开放出站信号机及后一列车司机确认出站信号显示状态、车站值班员显示发车指示信号、车长指示发车信号、列车启动等时间，总共为 0.8 min；行车作业细则规定的车站值班员监督前一列车出发 0.7 min，准备后一列车发车进路0.1 min，确认后一列车发车进路准备妥当 0.1 min，共计 0.9 min，但因是同方向发车，为与前一列车运行平行作业，所以这几项作业可不另计时。

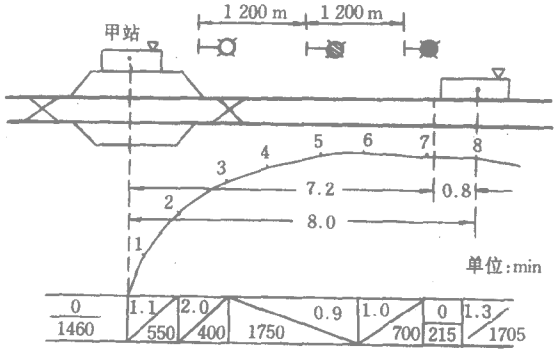


图 1—9　同方向发车最小间隔时间

(2)甲站同方向到达的间隔时间($I_{到}$)

同方向到达的间隔时间是自前一列车到达时起，至同方向的后一列车到达该站时止的最小间隔时间。如图 1—10 所示，其中 0.3 min 为车站值班员准备后一列车接车进路 0.1 min 及确认接车进路、开放进站信号 0.2 min 时间之和；0.25 min为司机确认信号显示时间；行车细则规定车站值班员监督后一列车到达的时间为 0.5～0.7 min，此项时间与列车通过进站距离时平行作业可不另计时，因此，从图中看出 $I_{到}$ 间隔时间共为4.7 min。

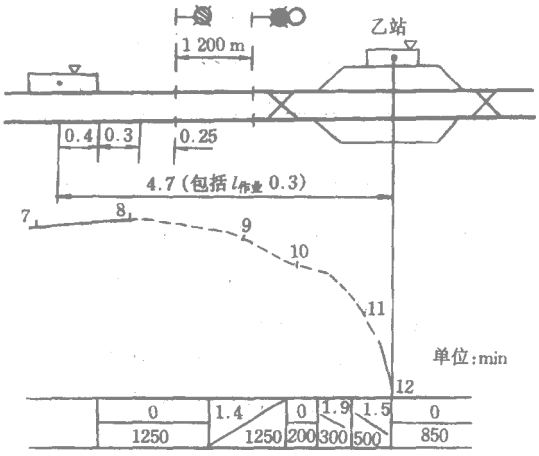


图 1—10　同方向到达最小间隔时间

(3)区间最小间隔时间

区间最小追踪间隔时间在困难的上坡道，如图 1—11 所示。$I_{难}$ 是前一列车通过两个闭塞分区时起，至后一列车运行到距前一列车两个闭塞分区信号机前，不小于司机确认信号显示

0.25 min 时止的最小间隔时间，从速度距离曲线上可查到 $I_{难}$ 为 6.9 min。

上述三种情况算出的间隔时间，比较 $I_{发}$、$I_{到}$、$I_{难}$，其中以 $I_{发}=8.0$ min 最大，因此自动闭塞最小追踪间隔时间即应确定为8.0 min。

(4)在绿灯下运行，三个闭塞分区信号机的设置

正常情况下，列车追踪间隔应划分为三个闭塞分区，这样可保证追踪列车经常在绿灯下运行。图 1—12 为三个闭塞分区最小间隔。图 1—13 为实例。

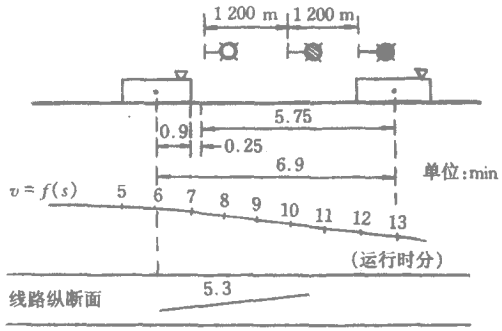


图 1—11 区间最小间隔时间

当求得通过信号机 3881 的位置后(6.7 min)，从 3881 信号机后退半个列车长度在速度曲线上得到6 min点，再按8 min间隔时间沿速度曲线向区间找到14 min点，由此点向后退半个列车长度得到相应的13.4 min点，即为装设通过信号机 3921 的地点。信号机 3881 到3921之间的走行时间等于6.7 min(即 13.4 − 6.7 =6.7 min)，将此时间三等分，每等分为2.2 min，再在 3881～3921 之间，每经过2.2 min 装设一架通过信号机，得到 3893、3909 两架信号机。其他以此类推。

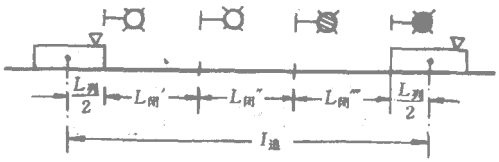


图 1—12 三个闭塞分区最小间隔时间

4. 区间通过信号机布置后的检查

(1)列车启动坡道的检查。设在上坡道的通过信号机，应进行启动验算，凡停车后启动困难的通过信号机，必须增设容许信号。

启动坡道按下列公式计算：

$$i_g \geqslant (F_g - Pw'_g - Gw''_g)/(P+G)$$

式中 F_g——机车牵引力，kN；

P——机车重量，t；

G——车列重量，又称牵引重量，t；

w'_g——机车单位启动阻力，N/kN；

w_g——货车单位启动阻力，N/kN。

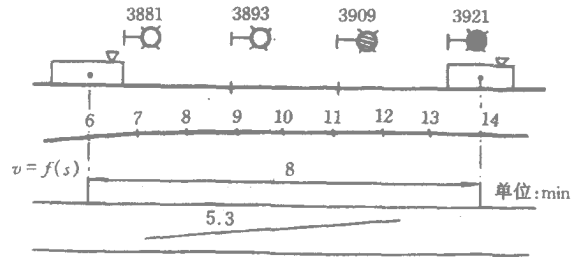


图 1—13 三个闭塞分区最小间隔时间的实例

(2)长大下坡道检查。自动闭塞区段列车在长大下坡道内通过信号机红灯前停车，等待2 min以后，准许以不超过20 km/h的速度越过红灯继续运行，遇到障碍准备随时停车。由于限速低，增速时间短，缓解充风时间如不能满足周期制动要求，将危及行车安全。则修建自动闭塞时，必须降低牵引定数或经牵引试验，根据实际情况和操纵经验，制订行车组织措施，并报上级批准。

(3)闭塞分区长度的检查。对较短的闭塞分区应进行制动距离检查，不能满足制动距离要求的闭塞分区，必须进行调整，以保证行车安全。

对超过轨道电路长度的闭塞分区，应根据具体情况，尽可能将信号机位置进行调整，或设置分割点，以满足轨道电路对长度的要求。

(4)现场勘测。从理论上确定通过信号机的位置后，应由铁路局组织运输、机务、工务、电

务等有关单位，会同设计单位成立现场勘测小组。对信号显示距离、制动距离、启动条件及施工、维修等有关问题进行现场勘测调查，信号机的位置经小组共同研究确定，并作出勘测纪要报上级批准。由设计单位提出牵引计算区间通过信号机位置总布置图，作为信号、供电和电力牵引接触网支柱设计及施工的依据。

第三节　移频自动闭塞概述

一、移频自动闭塞的基本概念

移频自动闭塞是以移频轨道电路为基础的自动闭塞。它选用频率参数作为控制信息，采用频率调制的方法，把低频信号（F_C）搬移到较高频率（载频 f_0）上，以形成振幅不变、频率随低频信号的幅度作周期性变化的调频信号。将此信号用钢轨作为传输通道来控制通过信号机的显示，达到自动指挥列车运行的目的。其移频信号波形如图 1—14 所示。

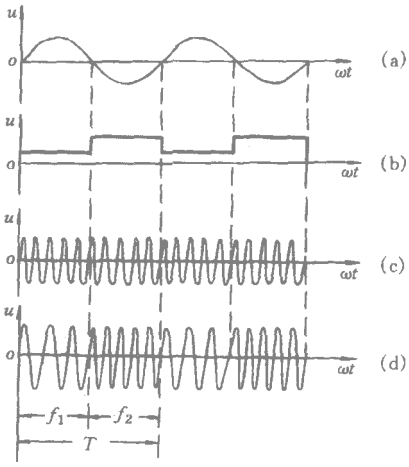


图 1—14　调制信号波形图
(a)低频信号；(b)整形后的低频信号；(c)载频信号；(d)调频信号。

从图中可以看出，调频信号的变化规律，是以载频信号 f_0 为中心，作上、下边频偏移。当低频调制信号输出低电位时，载频 f_0 向下偏移 Δf（称为频偏），为 $f_0-\Delta f$，叫做低端载频（或称下边频）；当低频调制信号输出高电位时，载频 f_0 向上偏移 Δf，为 $f_0+\Delta f$，叫做高端载频（或称上边频），可见，调频信号是受低频信号的调制而作低端载频 $f_0-\Delta f$ 和高端载频 $f_0+\Delta f$ 的交替变化，两者在单位时间内变化的次数与低频调制信号的频率相同。

在轨道电路中传输的信息是低端载频 $f_0-\Delta f$ 和高端载频 $f_0+\Delta f$，载频 f_0 实际上是不存在的。由于低端载频和高端载频的交替变换接近于突变性的，好似频率的移动，因此称为移频信号。应用这种移频轨道电路的自动闭塞称为移频自动闭塞。

表 1—1　低频信号的显示意义

F_C(Hz)	地面信号显示
11	
15	
20	第二接近
26	
无信号	

在移频自动闭塞中，低频信号用于控制通过信号机的显示，而载频 f_0（又称中心载频）则为运载低频信号之用，其目的是提高抗干扰能力。

以三显示为例。三显示自动闭塞的地面信号显示只要两种参数就可以构成三种信息。例如，选用 F_{C1} 为绿灯信息，F_{C2} 为黄灯信息，无信号则为红灯信息。但是自动闭塞均和机车信号配合使用，由于运营的需要，机车信号应比地面信号有更多的显示 此外，为了和正线停车有所区别，当列车进侧线停车时，需要另设一种显示。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。四种低频信号的显示意义如表 1—1 所示。

移频自动闭塞的载频中心频率 f_0 选为 550 Hz、650 Hz、750 Hz 和 850 Hz四种。在单线区

段采用650 Hz和850 Hz两种，这是为了防止钢轨绝缘双破损后两相邻轨道电路产生错误动作，所以，相邻的闭塞分区采用了不同的载频。在双线区段，由于上、下行线路之间存在邻线干扰，所以，上行和下行线路也应采用不同的频率，上行线采用650 Hz和850 Hz，下行线采用550 Hz和750 Hz。

在移频自动闭塞中，轨道电路中传输的信息，是利用四种低频控制信号 F_C，分别对四种中心载频 f_0 进行调制后的移频信号，即 $f_0 \pm \Delta f$，频偏 Δf 为 55 Hz，其频率如表 1—2所列。

表 1—2　轨道电路中传输的移频频率

中心载频 f_0 Hz	上边频 $f_2 = f_0 + \Delta f$ Hz	下边频 $f_1 = f_0 - \Delta f$ Hz	中心载频 f_0 Hz	上边频 $f_2 = f_0 + \Delta f$ Hz	下边频 $f_1 = f_0 - \Delta f$ Hz
550	605	495	750	805	695
650	705	595	850	905	795

由于这些频率正好在电力牵引区段工频牵引电流50 Hz的偶次谐波500 Hz、600 Hz、700 Hz、800 Hz、900 Hz附近，比奇次谐波分量小，对移频信息的干扰也较小，这就提高了移频自动闭塞的抗干扰性能。

在每个闭塞分区的钢轨中传输的移频信息，实际上是频率为中心载频的下边频 $f_1(f_0 - \Delta f)$ 和上边频 $f_2(f_0 + \Delta f)$的两个交替变换的正弦交流信息，即 $f_1 \rightleftarrows f_2$，单位时间内频率变换的次数由低频调制信号 F_C 决定。

二、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—15所示。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。

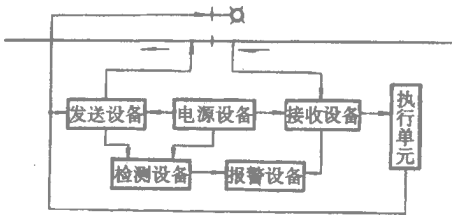


图 1—15　移频自动闭塞设备组成方框图

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，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，若大于其极限长度时，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，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。

三、移频自动闭塞的基本工作原理

移频自动闭塞是以钢轨作为通道，采用移频信号的形式传输低频信号，自动控制区间通过信号机的显示，指示列车运行。

在移频自动闭塞区段，移频信息的传输，是按照运行列车占用闭塞分区的状态，迎着列车的运行方向，自动地向各闭塞分区传递信息的。如图 1—16 所示，若下行线有两列列车 A、B

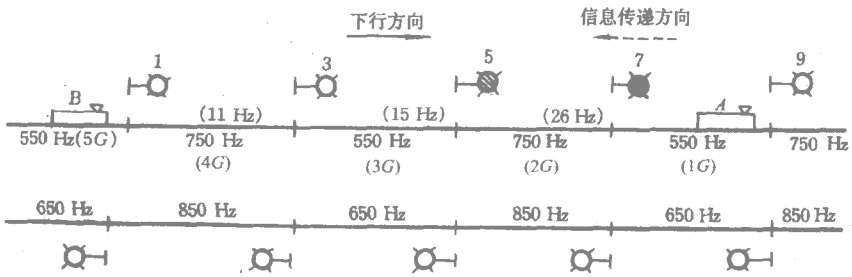


图 1—16 移频自动闭塞的工作原理

运行，A 列车运行在 $1G$分区，B 列车运行在 $5G$ 分区。由于 $1G$有车占用，防护该闭塞分区的通过信号机 7显示红灯，这时 7 信号点的发送设备自动向闭塞分区 $2G$ 发送以 26 Hz调制的、中心载频为750 Hz的移频信号。当 5 信号点的接收设备接收到该移频信号后，使通过信号机 5显示黄灯。此时，5 信号点的发送设备自动地向闭塞分区 $3G$ 发送以15 Hz调制的、中心载频为550 Hz的移频信号。当 3 信号点的接收设备接收到该移频信号后，使通过信号机 3 显示绿灯。同理，3 信号点的发送设备又自动地向闭塞分区 $4G$ 发送以 11 Hz 调制的、中心载频为750 Hz 的移频信号，当 1 信号点的接收设备接收到此移频信号后，使通过信号机 1 显示绿灯。由于续行列车 B 已进入 $5G$ 分区，可按规定速度继续运行。如果列车 A 由于某种原因停在 $1G$ 分区，当续行列车 B 进入 $3G$ 分区时，司机见到 5 信号机显示黄灯，则应注意减速运行。

需要全本请访问 www.ertongbook.com