



双频点式机车信号

(修订本)

钟茂钧 编
刘永庆 校

中国铁道出版社

双频点式机车信号

(修 订 本)

钟茂钧 编

刘永庆 校

中国铁道出版社

1981年·北京

内 容 提 要

本书对双频点式机车信号及双频点式报警装置的动作原理、线路设备、机车设备及其安装和设备中采用的电磁继电器等作了详细的介绍，另外还把机车信号检修所对器材的维护和检查测试仪器作了全面的阐述。可供铁路机车信号工区维修人员及工程技术人员参考。

双频点式机车信号

(修订本)

钟茂钧 编

刘永庆 校

中国铁道出版社出版

责任编辑 陈广存

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：5.625 插页：4 字数：121 千

1975年8月 第1版

1981年5月 第2版 第2次印刷

印数：5,501—8,500 册 定价：0.65 元

目 录

序.....	1
第一章 双频点式机车信号原理.....	2
§ 1—1 概 况.....	2
§ 1—2 谐振电路和感应器谐振电路.....	7
§ 1—3 电感耦合电路传送地面信号原理.....	11
第二章 线路设备.....	16
§ 2—1 地面感应器.....	16
§ 2—2 双频和单频调谐匣.....	20
§ 2—3 线路设备的安装.....	21
§ 2—4 线路设备与车站设备的联系电路.....	24
第三章 机车设备.....	33
§ 3—1 机车感应器和调整装置.....	33
§ 3—2 电子继电器.....	37
§ 3—3 译码器.....	52
§ 3—4 电空阀.....	86
§ 3—5 共用箱.....	92
§ 3—6 其它机车设备.....	93
第四章 点式机车信号用电磁继电器.....	96
§ 4—1 JD型电码继电器.....	96
§ 4—2 JYS ₃ 型延时继电器.....	99
§ 4—3 JH型极化继电器.....	100
第五章 机车设备的安装和电源.....	103
§ 5—1 器材在机车上的配置.....	103

§ 5—2	安装电线和机车设备电路	105
§ 5—3	空气管道	106
§ 5—4	机车设备的电源	107
第六章	检查测试仪器	109
§ 6—1	点式机车信号试验台	109
§ 6—2	调谐测试仪	122
§ 6—3	灵敏度测试器	128
§ 6—4	限界规尺	131
§ 6—5	晶体管频率计和晶体管调谐测试仪	133
第七章	机车信号检修所对器材的检查和修理	136
§ 7—1	概 况	136
§ 7—2	检修电子继电器	139
§ 7—3	检修译码器	155
§ 7—4	检修感应器	159
§ 7—5	检修电磁继电器	163
§ 7—6	检查电空阀	168
第八章	双频点式报警装置	170
§ 8—1	报警装置原理	170
§ 8—2	报警器	172

序

本书第一版于1975年8月出版。现根据现场需要，修订再版，增加了第八章双频点式报警装置，同时补充了66-1型电空阀内容。

双频点式机车信号（包括自动停车装置）是铁路的一种自动控制设备，已在现场安装使用多年，对保证行车安全和提高运输效率有明显效果。它具有信号显示正确率高、设备简单、造价低、施工快等优点，可以在任何闭塞制度的区段上安装使用，特别适宜于了望条件困难或运输繁忙的非自动闭塞区段使用。

双频点式报警装置，系由双频点式机车信号的部分设备，加上报警元件构成。它除具有设备简单、造价低、施工快等优点外，由于它的线路设备完全不需要电源，因而在任何区段上均易于推广使用。

在总结生产和现场实践经验的基础上，我们编写了这本书，系统介绍双频点式机车信号及双频点式报警装置的设备、构造原理、技术性能、检查测试方法和维修工作经验，供有关人员学习和工作参考。以便进一步提高机车信号技术装备的效能，更好地为我国社会主义铁路运输事业服务。

本书编写过程中，青岛、成都和遵义机车信号工区的同志们，对初稿提出了许多宝贵意见，在此表示深切的感谢。由于编者水平有限，书中错误之处，欢迎读者批评指正。

第一章 双频点式机车信号原理

§ 1—1 概 况

在未安装机车信号的区段，铁路机车乘务人员依靠地面信号机的显示，操纵机车运行。随着列车运行速度的不断提高，以及线路通过列车对数，牵引重量的增长，特别在山区、弯道等地面信号显示不良和经常有雾、风雪的区段上，仅由机车乘务员了望地面信号，已不能保证行车安全和实现多拉快跑的要求。

双频点式机车信号能在地面信号机前方一定地点，把地面信号自动地复示到机车司机室内。当司机确认信号并按压警惕手柄后，机车信号设备又恢复正常状态。若司机在机车信号机显示（伴有汽笛鸣响）7～8秒后，仍不确认信号，且不按压警惕手柄，机车信号设备将使电空阀排风，强迫列车自动停车。

双频点式机车信号具有信号显示正确率高、设备简单、造价低、施工快、动作可靠、能有效地保证行车安全等优点。它可以在任何闭塞制式的线路上安装使用，主要适用于电气路签闭塞和半自动闭塞区段。采用双频点式机车信号，对保证行车安全，提高运输效率，改善机车乘务人员的劳动条件，均有显著效果。

双频点式机车信号的结构方框图如图1—1。全套设备分为机车设备和线路设备两大部分。

机车设备主要有：

1. 机车感应器。为一个有铁芯的电感线圈，是传递和

接收信号的感应元件。

2. 带电压表转换开关。是设备的电源开关，同时也是
一个配线接线盒，用以连接机车感应器和共用箱等的接线。
盒中有一个电压表，用于观察设备在使用时的电源电压值。

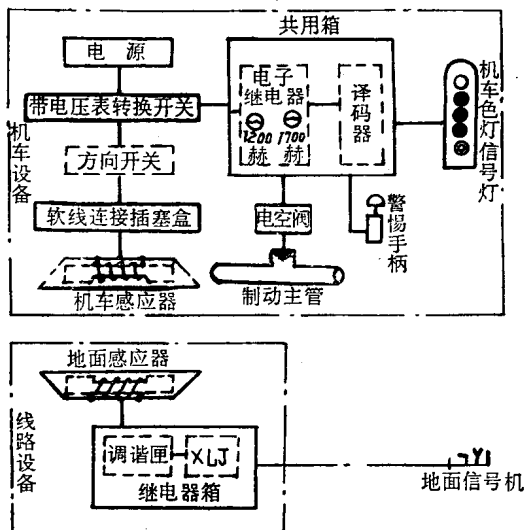


图 1-1 点式机车信号结构方框图

3. 共用箱。是一个铁箱，内装电子继电器和译码器。
电子继电器，是全套设备的核心。电子继电器中的电子管振荡器，是设备的信号电源，同时，电子管振荡器和其它电路元件配合，又完成电子继电器的作用。译码器由九个电码型继电器组成，它的作用是将电子继电器接收来的地面信号译出，控制机车信号机的信号显示和电空阀的动作。

4. 机车色灯信号机。有五种灯光显示，其中月白色灯光表示设备处在工作状态；其它四种灯光分别复示地面信号机的显示状况。

5. 警惕手柄和电空阀。警惕手柄是一个自复式二位手柄,每当机车信号机出现一次信号显示时,司机必须在7~8秒内按压一次警惕手柄,表示他已确认机车信号。

6. 机车设备由直流50伏电源供电。

此外,为了满足机车有时逆向运行的需要,机车上如左右两侧各装有一个机车感应器时,在感应器到“带电压表转换开关”之间,还要接入一个“方向开关”,用以转换不同方向的机车感应器。另外,在蒸汽机车上,因为机车感应器装在机车煤水箱底下,为了连接感应器和其它机车信号设备,还须装设一个“软线连接插塞盒”。

线路设备主要有:

1. 地面感应器。为一个有铁芯的线圈,是向机车传递信号的感应元件。

2. 调谐匣。内装电容器及阻流圈等元件。可用其不同容量的电容器与地面感应器线圈连接,组成不同频率的谐振回路。

3. 线路继电器XLJ。它的动作受地面进站信号机控制。利用XLJ的接点,根据进站信号机的显示状态,控制地面感应器和调谐匣构成不同频率的谐振回路。

调谐匣和线路继电器,装在同一个继电器箱内。

调谐匣分为两种:在匣内仅装有电容器的叫单频调谐匣;在匣内装有电容器和阻流圈的,叫双频调谐匣。单频调谐匣与地面感应器配合,构成单频地面感应器;双频调谐匣与地面感应器配合,构成双频地面感应器。

线路上地面感应器的安装地点示意于图1—2。第一信号作用点距进站信号机1,200米,第二信号作用点则相距400米。每个信号作用点设有一个单频地面感应器和一个双频地面感应器,两个感应器之间的距离为10米。

线路所通过信号机前方，也按上述规定同样装置两个信号作用点。

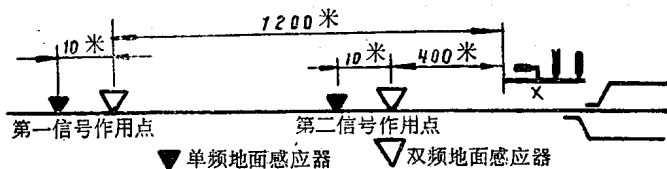


图 1—2 地面感应器安装地点示意图

由图 1—2 可知，机车通过线路上每一个信号作用点时，机车信号装置接受一次信号显示，但它接受地面感应器的反应却是两次，第一次是单频地面感应器的反应，第二次是双频地面感应器的反应。点式机车信号的机车设备只有在可靠的接收了两次反应后，才能正确的显示一次信号。

机车色灯信号机显示下列五种信号：

1. 一个月白灯光——表示机车信号设备在工作状态。
2. 一个绿色灯光——准许列车按规定速度运行，表示进站信号机在开放状态，列车由正线通过车站。

传递绿灯信号时，地面感应器构成的谐振频率为：单频地面感应器——1,700赫；双频地面感应器——1,200赫和1,700赫。

3. 一个黄色灯光——要求列车注意运行，表示进站信号机显示进正线停车的信号。

传递黄灯信号时，地面感应器构成的谐振频率为：单频地面感应器——1,700赫；双频地面感应器——1,200赫。

4. 两个黄色灯光（双黄灯）——要求列车注意运行，表示进站信号机显示到发线停车的信号。

传递双黄灯信号时，地面感应器构成的谐振频率为：单频地面感应器——1,200赫；双频地面感应器——1,200赫和

1,700赫。

5. 一个半黄半红色灯光(黄/红灯)——要求及时采取停车措施,表示进站信号机显示停车信号。

传递黄/红灯信号时,地面感应器构成的谐振频率为:
单频地面感应器——1,200赫;双频地面感应器——1,700赫。

上述五种机车信号灯光的显示意义及地面信号的相应状态列于表1—1。

表 1—1

谐振频率 (赫)		地 面 信 号		机 车	机车信号
单 频 地 面 感应器	双 频 地 面 感应器	臂 板	色 灯	信 号	显示的意义
1700	1200 1700	主臂板及通过 臂板落下	一个绿灯	一个绿灯	准许列车按规定速度 由正线通过车站
1700	1200	主臂板落下	一个黄灯	一个黄灯	准许列车进入站内 正线停车
1200	1200 1700	主臂板落下辅 助臂板升起	二个黄灯	二个黄灯	准许列车进入站内 到发线停车
1200	1700	信号关闭	一个红灯	一个半红 半黄灯	要求采取停车措 施,进站信号机 显示停车信号
				一个月白 灯	表示机车信号设备 在工作状态

列车通过线路上第一信号作用点后,如果前方进站信号机的显示状态没有变换,则列车到第二信号作用点时的机车信号显示和第一点时完全相同。

当列车通过第一信号作用点后,车站由于种种原因,可能将已开放的进站信号机关闭。这种情况对行车安全带来危险。线路设备的第二信号作用点,可以在列车经过第二信号作用点时,再一次使机车信号机显示进站信号机的信号,保

证在上述情况下，防止冒进关闭的信号机。此外，第二次信号显示，还包含着告诉司机：列车已接近车站。第二信号作用点，可以视车站实际情况，安装在距进站信号机400~800米范围内。

图1—3表示列车在线路上运行时，点式机车信号接收信号示意图。其中a图，表示进站信号机在关闭情况下，机车到达并经过第一信号作用点时，机车信号机显示黄/红灯光，电空阀发出气笛声，要求司机确认机车信号并按压警惕手柄。司机按压警惕手柄后，气笛声停止，而机车色灯信号机上黄/红灯光再保持7~8秒后熄灭，又亮月白灯。机车运行到第二信号作用点时，信号显示的情况与第一信号作用点相同（进站信号机仍在关闭状态）。b图表示进站信号机显示正线停车信号情况。c图表示进站信号机显示到发线停车信号情况。d图表示进站信号机显示正线通过信号情况。

由于点式机车信号的机车色灯信号机，完全复示着列车运行前方进站信号机的信号显示。因此，点式机车信号完全可以代替预告信号机。这样，在采用点式机车信号区段，预告信号机及其它预告标牌，均可不再装设。

当机车运行速度在15~120公里/小时；感应器作用高度在100~140毫米范围内，双频点式机车信号能可靠地传递信号显示。

点式机车信号机车设备正常工作时，消耗电能不超过100瓦，而在接收信号显示时，短时间可达150瓦。

§ 1—2 谐振电路和感应器谐振电路

双频点式机车信号从线路向机车传送信号的基本原理，系利用两个谐振电路之间的互感作用，实际就是由机车感应器回路和地面感应器回路完成这个功能。

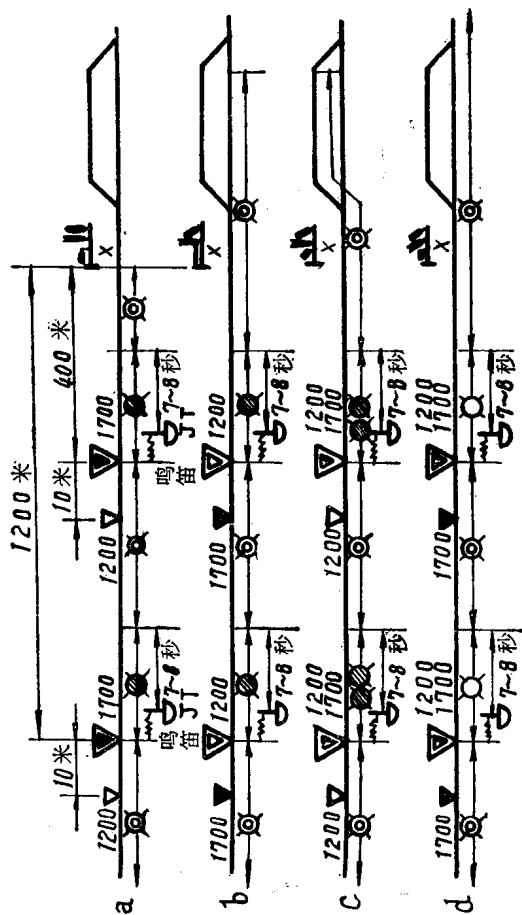


图 1—3 点式机车信号接收信号示意图

- ▽——谐振于1200赫的单频地面感应器
- ▽——谐振于1700赫的单频地面感应器
- ▽——谐振于1200赫和1700赫的双频地面感应器

电工学中把电感 L 和电容 C 组成的简单电路，称为自由振荡电路，这个电路的自然频率 f_0 决定于 L 与 C 的数值。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

式中

L —— 线圈电感，亨；

C —— 电容量，法。

实际的 LC 电路，均有电阻存在。它要消耗一部分能量，使振荡逐渐衰减，但其振荡频率保持不变。

若将一定频率的外电源接入自由振荡电路，则此振荡电路内的振荡过程称为强迫振荡，其振荡频率与外电源频率相同，振幅则不但决定于外电源电势，而且也决定于外电源频率与电路自然频率之间的关系。

外电源频率与振荡电路的自然频率相同时，强迫振荡的振幅最大，这个现象称为谐振。谐振时的感抗对电阻的比值，称为电路的品质因素 Q 。

$$Q = \frac{\omega L}{R} = \frac{2\pi f_0 L}{R}$$

品质因素 Q 是表达振荡电路在谐振时特性的重要参数， Q 值的大小，对谐振现象有很大的影响。 Q 值大，谐振电路内电流振幅也大。

1. 单频感应器谐振电路

单频地面感应器及其等效电路见图 1—4，由机车感应器耦合到地面

感应器电路中的能量，相当于图中电源 E 。从等效电路中可

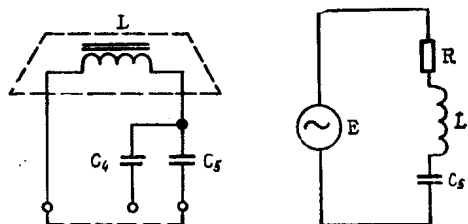


图 1—4 单频感应器谐振电路

见，单频地面感应器谐振电路相当于一个串联谐振电路，即当地面感应器电感 L 与电容 C_4 或 C_5 组成的振荡电路，其自然频率与机车感应器回路频率相等时，电路处于谐振状态。此时，电路中阻抗最小，等于感应器回路中电阻 R ；电流最大。

2. 双频感应器谐振电路

双频地面感应器的等效电路见图 1—5，它有两个互不影响的谐振回路。即在同一个感应器上，可以同时构成两个频率（双频）的谐振回路。

为此将阻流圈 L_T 接在两个回路的共用电路路上，用它消除两个谐振回路的相互影响。

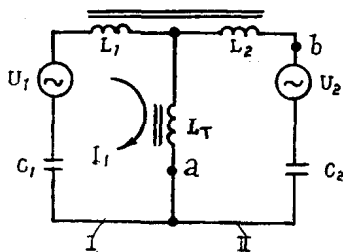


图 1—5 双频地面感应器的等效电路

为什么共用电路中有阻流圈，并且它的电感与感应器的一个线圈电感相等时，

能消除两个谐振回路的相互影响呢？我们通过图 1—5 和下列数学关系简要说明。

假设地面感应器构成双频回路，电路 I 的谐振频率为 1,200 赫，电路 II 的谐振频率为 1,700 赫，而且机车感应器正好位于地面感应器上方时，机车设备中两个频率的交变磁通耦合到地面感应器回路，产生两个感应电压 U_1 和 U_2 。电路 I 中由 U_1 产生电流 I_1 。后者在电路 II 中通过机车感应器线圈间的磁耦合，于 L_2 线圈两端产生感应电势 $E = I_1 \omega M$ ，而 I_1 在阻流圈上的压降 $U_T = I_1 \omega L_T$ ，其中 M 为两线圈之间的互感系数：

$$M = K \sqrt{L_1 L_2}$$

式中

K —— 感应器两线圈之间的耦合系数。

电路Ⅱ中 a 、 b 两点间由于电路Ⅰ干扰的电压 U_{ab} :

$$U_{ab} = U_T \pm E = I_1 \omega L_T \pm I_1 \omega M = I_1 \omega (L_T \pm M)$$

式中正负号决定于感应器两个线圈的连接方法，顺向连接时为负号。实际规定的感应器两线圈应为顺向连接，即 $U_{ab} = I_1 \omega (L_T - M)$ 。

要使电路Ⅰ不干扰电路Ⅱ的工作，应使 U_{ab} 等于零。只有 L_T 等于 M 时满足这一条件，地面感应器线圈采用分架绕制方法，两线圈间耦合系数 $K < 1$ 但 $K \approx 1$ ，而且两个线圈电感相等 ($L_1 = L_2$)，即 $M = K \sqrt{L_1 L_2} \approx L_1 = L_2$ 。把这个关系代入 U_{ab} 公式中，就很清楚看到：阻流圈电感 L_T 等于 L_1 或 L_2 时干扰电压为零。

相似的电路Ⅱ对电路Ⅰ的关系与此相同。从理论上讲干扰可以没有，但实际电路的元件总有差异，不能达到理想状态。为了减小干扰，最好把阻流圈电感量取负偏差，以适应 $K < 1$ 但 $K \approx 1$ 的关系。

§ 1—3 电感耦合电路传送地面信号原理

电工学中，把一个电路的能量能够转移给另一电路这两个电路称为耦合电路。而其中含有电源的电路叫原电路；从原电路获得电能的电路叫副电路。两个电路的耦合作用依靠电感线圈间互感形成时，就叫做电感耦合电路。

从一个电路转移到另一电路去的能量愈大，也就是说一个电路对另一个电路的影响愈大，那么这两个电路之间的耦合也愈强。通常用耦合系数 K 来表示耦合程度，它的大小可以从0到1，即从0到100%。如果电路间没有耦合则 $K = 0$ 。耦合系数 K 的物理意义是：贯穿两个线圈的磁通 ϕ_m ，

占原电路线圈 L 所产生的全部磁通 Φ_L 的百分之几。

图 1—6 是机车感应器和地面感应器构成电感耦合电路的简化图。机车感应器回路的电流 I_1 ，流经 L_J 并形成磁场，其磁力线切割线圈 L_d ，在 L_d 中产生感应电势，后者在地面感应器回路中产生感应电流 I_2 。由于 I_2 产生的磁通又切割机车感应器回路的 L_J ，使 L_J 中出现感应电势。而这个电势的方向正好与 I_1 方向相反，

发生反作用，阻碍 I_1 的变化。换句话说，相当于地面感应器回路给予机车感应器回路加一阻抗。这种阻抗称作反射阻抗。实际在机车感应器回路中并不是真正接

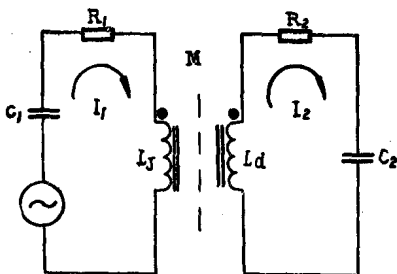


图 1—6 感应器耦合电路

入一只反射阻抗，它仅仅是一个假设的，或是个等效的阻抗。

当地面感应器回路与机车感应器回路的频率谐振时，地面感应器回路反射一个纯电阻到机车感应器回路中；耦合愈强，反射电阻值愈大。如果地面感应器失谐（其回路自然频率与机车感应器回路频率不同），则地面感应器回路反射给机车感应器回路的阻抗，不但有电阻，而且还有一定的电抗；这种电抗是电感性的、或是电容性的，则要看地面感应器的失谐是高于或是低于谐振频率而定。因此，如果地面感应器回路本身失谐，将破坏机车感应器回路的调谐。

综上所述：反射阻抗的作用是减小谐振频率时机车感应器回路中电流。这个效应的大小，决定于两个感应器间耦合系数的大小。若耦合系数小，则反射阻抗的效应也小。

地面感应器回路中电流，由回路中感应电势和阻抗决