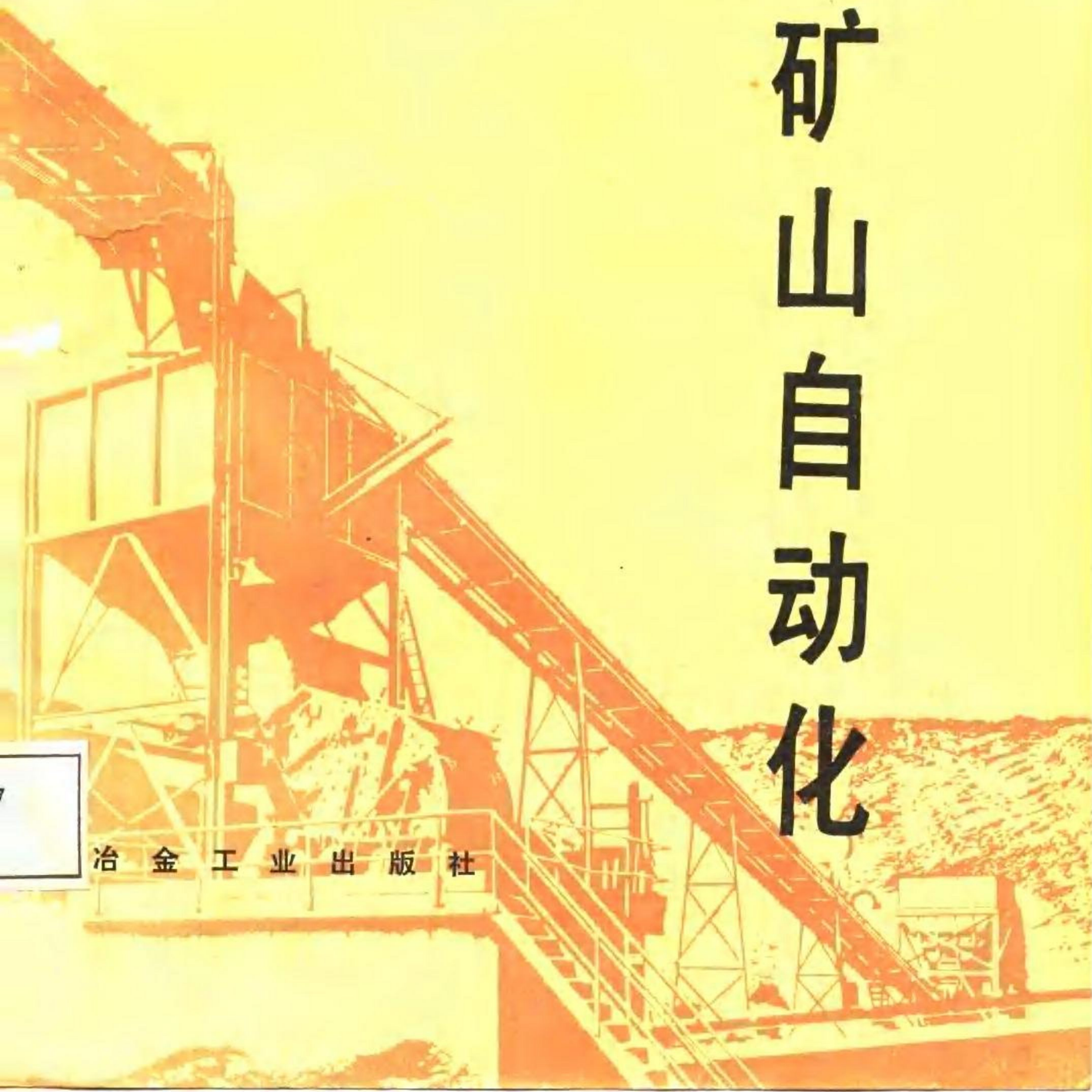


金属矿山自动化

冶金工业出版社



金属矿山自动化

张永惠 王自强
张初海 彭 炫 编

6x14/28

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了近年来我国金属矿山的运输系统自动化、通风自动化、充填作业自动化、牙轮钻机调速及自动化,以及专用检测仪表等方面的科研成果及其应用情况;阐述了有关自动化系统、装置以及检测仪表的主要技术数据、工作原理、结构和调试方法等。这些内容对煤炭和非金属矿山部门亦有较大参考价值。

本书可供从事金属矿山自动化及仪表专业工作的现场技术人员、工人使用,可供科研设计人员、大专院校师生以及煤炭和非金属矿山技术人员及工人参考;亦可作为矿山自动化培训教材。

金 属 矿 山 自 动 化

张永惠 王自强 编
张初海 彭 炫

冶金工业出版社出版
(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)
新华书店北京发行所发行
四川新华印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 15 $\frac{1}{4}$ 字数370千字

1987年11月第一版 1987年12月第一次印刷

印数00,001~2,660册

统一书号: 15062·4306 定价3.55元

前 言

矿山实现自动化,不仅可以提高生产效率、降低生产成本,而且能改善劳动条件,促进安全生产。近年来,随着科学技术的进步,我国矿山自动化有了较大进展。不少科研、设计单位,高等院校和矿山积极开展矿山自动化应用科学研究工作,并取得了许多可喜成果,促进了生产发展。

许多在其它工业部门成功应用的自动装置和检测仪表,往往不能适应矿山的工况和环境,为此,必须研制矿山自动装置和检测仪表,以不断满足开发矿业,促进四化建设的需要。矿山生产的特点是:生产过程不连续,机械化水平低,设备负荷多属于冲击载荷,环境条件恶劣,空气潮湿(甚至水淋),有害物质浸蚀严重,易出冒顶、塌方等危险;同时,作业地点分散,工作场地狭窄、黑暗。这些都给矿山自动化带来许多特殊困难,因此,要求矿山自动化装置和检测仪表能承受冲击负荷,具有防尘、防潮(防水)、防震(能承受机械撞击)和防腐蚀性能。

编写本书的目的,主要在于介绍国内近年来研制成功并在生产中得到应用的矿山自动化装置和检测仪表,并促进其推广应用,以获得更大的经济效益。

由于作者了解情况不够,掌握资料不全,加之本书篇幅有限,难以将国内有关矿山自动化的科研成果全部列入书中,请读者谅解。

本书第一、二章由王自强编写,第三章由张永惠编写;第四章由张初海编写;第五章由彭炫、张永惠、王自强合写。第三章由谭仲舒审校。全书由张永惠、王自强合稿。

本书的编写过程中,收集并参阅了有关科研、设计单位,院校和厂矿的资料。在此对这些单位及有关人员表示感谢,并诚挚地欢迎对书中不妥之处提出指正意见。

由于作者水平所限,书中不妥甚至错误在所难免,敬请广大读者批评、指教。

编 者

1984年2月

目 录

第一章 运输系统自动化	1
第一节 出矿自动化	1
一、溜井振动出矿工艺流程简介.....	1
二、振动出矿半自动化作业线	1
第二节 电机车运输系统自动化	5
一、传感器	5
二、信集闭系统.....	8
三、应用举例	28
第二章 通风系统自动化	33
第一节 通风系统参数的检测	33
一、传感器	33
二、遥测系统.....	37
第二节 通风系统的集中监控	45
一、风量的自动调节	46
二、分支风量的自动调节	47
三、小结	48
第三章 充填作业自动化	49
第一节 工艺流程简述	49
第二节 自动检测仪表	50
一、电磁流量计的工作原理与使用方法	50
二、核辐射密度计的工作原理与使用方法	53
三、冲量式流量计的工作原理与使用方法	58
第三节 充填作业的自动控制	61
一、单参数定值调节系统	62
二、充填作业自动化的实例	63
第四章 牙轮钻机的调速及自动化	66
第一节 牙轮钻机回转机构的调速	66
一、概述	67
二、调速装置的主要技术数据	68
三、调速装置的工作原理	68
四、调整说明.....	81
五、技术经济效益	82
第二节 牙轮钻机提升/行走机构的调速	83
一、可控硅直流调速	83
二、可控硅交流调压调速	85
第三节 牙轮钻机电源的相序及断相保护装置	95

一、主要技术数据	95
二、工作原理	96
第四节 钻头位置数字显示仪	103
一、主要技术数据	103
二、结构与工作原理	103
三、运行	111
第五节 牙轮钻机调平数字显示仪	112
一、主要技术数据	112
二、结构与工作原理	112
三、运行	122
第六节 牙轮钻机钻孔过程的自动控制	123
一、概述	123
二、钻孔程序控制装置	123
三、回转机构控制装置	126
四、加压机控制装置	127
五、水平振动监控装置	145
六、注水控制装置	147
七、给定逻辑主令电路	148
八、试验结果	150
第五章 矿山专用检测仪表	151
第一节 采场检测仪表	151
一、炮孔测角仪	151
二、声波炮孔测深仪	157
第二节 爆破仪表	164
一、电容式起爆器	164
二、微差起爆器	166
三、计时式十段爆速仪	169
四、导爆管质量检测仪	172
五、数字式测振仪	177
第三节 地应力检测仪表	185
一、便携式地音探测仪	185
二、无线电地音探测仪	188
三、岩体声发射监测仪	194
四、钢弦频率仪	202
五、岩石位移测定仪	213
六、边坡位移自动记录仪	219
第四节 通风系统检测仪表	224
一、测尘仪	224
二、WB-1型数字式两用气压计	229

第五节 重量检测仪表	232
一、主要技术数据	234
二、压磁式传感器	234
三、测量电路	237
参考文献	242

第一章 运输系统自动化

对于冶金矿山运输平巷大都采用电机车运输方式，而且为了运输安全与提高生产效率，在各个环节实现了局部自动化，并在生产中取得了成效。

第一节 出矿自动化

一、溜井振动出矿工艺流程简介

“出矿”是采矿工艺流程的重要组成部分。采用大量崩矿采矿法时，在每吨矿石成本中，出矿作业中劳动力费用和矿石本身的价值，各占40~50%。溜井出矿，又是矿石出矿作业系统中的重要一环。长期以来，溜井放矿一直采用重力放矿工艺，譬如采用风动闸门漏斗或简易漏斗进行放矿。在放矿过程中，溜井漏斗经常出现卡斗、悬拱现象，造成堵塞。在这种情况下，处理堵塞以及进行放矿操作很不安全。卡斗、悬拱还使放矿环节难以实现自动化。为了改革旧的放矿工艺，从1974年起进行了振动出矿试验，并取得了良好的效果。溜井振动出矿过程是连续而强制的，这种出矿形式的动力，来自出矿机的强力振动。埋设于溜井下部的振动出矿机（见图1-1），其电动机驱动单轴惯性振动器，使之产生大小不变且不定向的激振力，此激振力激发整个振动系统，克服参振质量的惯性力、弹性系统的恢复力和阻尼，使倾斜一定角度的振动台面稳态振动。

通过台面的振动，使振动器发出的振能以波的形式在矿石中传播。在离振动台面一定高度并承受较大振能的振动场内，矿石处于连续松动状态。此时，矿石之间的摩擦由静摩擦转变为滑动摩擦，导致矿石的内摩擦系数大大减小，从而使矿石出现流态化的倾向。这种倾向随台面振动强度的增大而加强，因此，台面的振动强度，决定着台面矿石的运动状态。

增大振动台面的倾角，意味着矿石沿台面下滑的力增大，毫无疑问，这将增大运动层的厚度及向矿堆深入的程度。但是，为了防止矿石自然滚落，一般应使台面的倾角小于 25° 。

振动台面是持续振动的，因此溜井强制出矿过程也是连续的，这样，矿石的流动性便大大改善，使放矿口的通过系数由重力放矿时的3降到1.2~2，从而使卡斗和悬拱现象的出现机率大大减少，这就减少了人身及设备事故和隐患，使工效比重力放矿时提高1~2倍。因为放矿机的启停准确可靠，不撒矿，这就减少了清道工作量。矿车装满系数增大，使井下运输效率相应提高，同时也为出矿作业实现远距离控制和自动化创造了良好条件。

二、振动出矿半自动化作业线

振动出矿的实现，为出矿系统半自动化作业线的组成提供了必要条件。1978年，湖

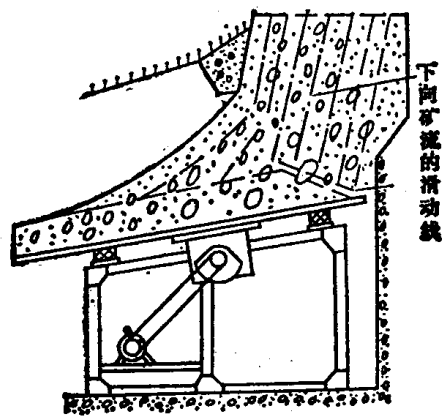


图 1-1 振动出矿作业示意图

北长石矿 2 号主平巷建成了一条采用振动出矿方式作业的半自动作业线^①，参见图1-2。此作业线工作时，电机车驶入主溜井放矿区域，其集电弓接通辅线，使控制柜内的启动继电器动作，电源接触器闭合，柜内的自动控制器和遥控器处于准备工作状态。当矿车到达溜井底时，装在巷道侧壁的三个光电管，根据其光电源被矿车遮断的不同情况，向司机发出减速和对位信号，司机在驾驶室内根据对位信号操纵载频遥控发射器。发射器通过集电弓，摩电线向控制柜内载频接收器发射一个特定的信号。载频接收器接到信号后，使继电器动作，控制振动出矿机的启停。如果放矿时矿石干燥、粉尘较大，则可将自动喷雾转换开关置于自动位置，以自动进行喷雾降尘。当矿车满载时，铁轨上的压力继电器动作，使振动出矿机自动停车，同时发出满载信号，并向控制柜内的电磁计数器发送一个低压电脉冲，对装载矿车进行自动计数。下面对振动出矿半自动作业线的工作进行具体说明。

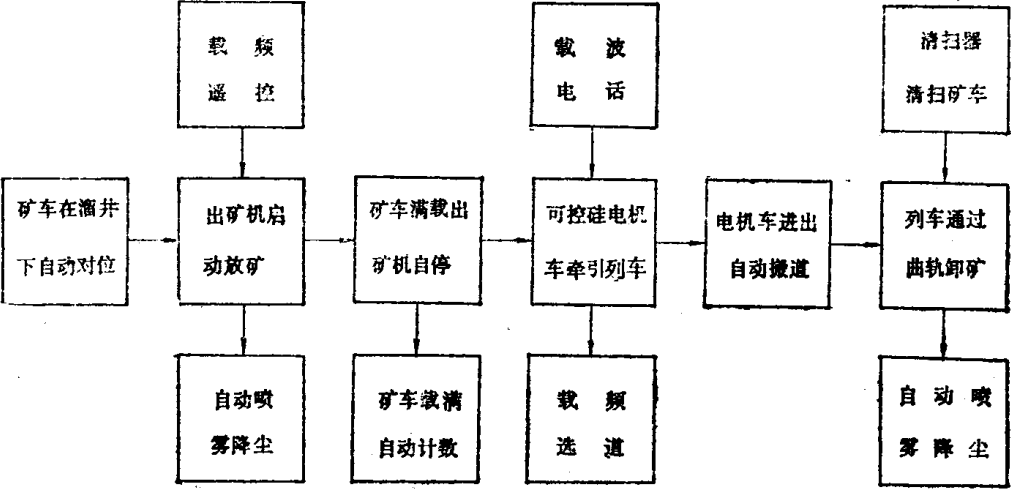


图 1-2 溜井振动出矿半自动作业线框图

（一）矿车的自动对位

当电机车牵引矿车通过放矿口时，安装在巷道侧壁上的三只光电管，先后被遮光，其接受的光量变化时刻不同，所以在不同时刻发出不同的光—电信号。作业线中电光源与光电管的布置情况如图1-3所示；光电对位电路如图1-4所示。

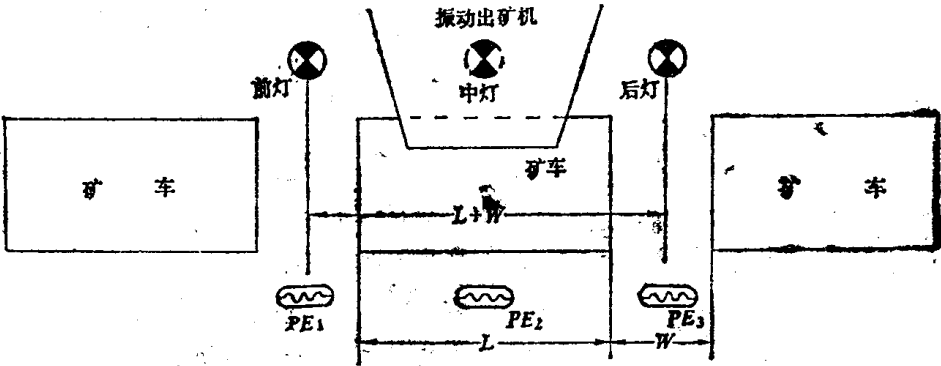


图 1-3 电光源与光电管的平面布置

① 此振动出矿半自动作业线系中南矿冶学院研制。

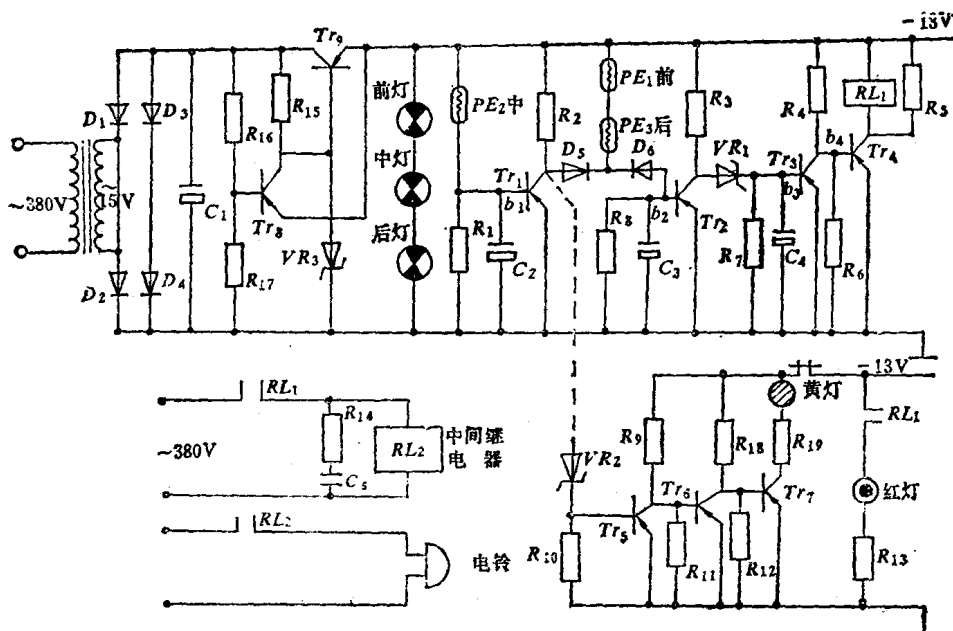


图 1-4 光电对位电路

电机车牵引矿车通过放矿口的过程中，光电管的具体工作情况如下：

(1) 三只光电管都受光照时，晶体管 Tr_1 导通后， b_2 点被钳位在 -0.3 伏以下，从而使 Tr_2 截止， Tr_3 导通， Tr_4 截止，继电器失电。此时，光电对位器不动作，不发出声光信号。

(2) 当矿车挡住前灯时，情况与第“(1)”相似。当矿车挡住中灯时， Tr_1 截止， Tr_5 导通， Tr_6 截止， Tr_7 导通，黄灯亮（只要中灯被挡，黄灯必亮），此时，发出矿车已接近放矿位置的预告，电机车司机应采取措施减速、刹车。

(3) 当光电管 PE_2 被挡，而 PE_1 、 PE_3 受光照时， Tr_2 导通， Tr_3 截止， Tr_4 导通， RL_1 继电器动作，于是红灯亮，电铃响，表示矿车已进入放矿位置。这时，司机可在驾驶室操纵载频发射器，控制振动出矿机进行放矿。

(4) 当矿车前进到光电管 PE_1 、 PE_2 、 PE_3 全部被挡时，情况与前述第“(2)”相同，即黄灯亮、电铃不响，表示矿车已越位，应退回去一点。

(5) 当一列矿车装载完毕，离开放矿位置，三只光电管全部受光照时，又恢复到第“(1)”时的状态，声光信号全没有了。

由于光电对位精确度要求很高，电光源与光电管之间的距离以不超过 1.5 米为宜。

(二) 载频遥控器的工作情况

本作业线选用ZF₁型载频发射器和SJ₁型载频接收器。载频是利用集电弓、摩电线和铁轨进行传输的。下面分别介绍ZF₁型载频发射器和SJ₁型载频接收器。

1. ZF₁型载频发射器

ZF₁型载频发射器装在电机车驾驶室内，其电路如图1-5所示。其中，振荡器由三极管 Tr_1 、变压器 T_1 、电阻 R_1 、电容器 C_1 等组成。由于 T_1 、 C_1 的谐振作用，使电路只产生一个频率的振荡输出， R_3 的作用是使振荡的输出稳定在一定幅度上并且频率比较稳定。载频发射器的输出级由三极管 Tr_2 、变压器 T_2 、电容器 C_4 组成。工作时，从 T_1 次级输出的信号经 Tr_2 进行丙类放大，再经 T_2 、 C_4 谐振电路耦合到 T_2 次级线圈，然后经 L_5 、 C_5 组成的串

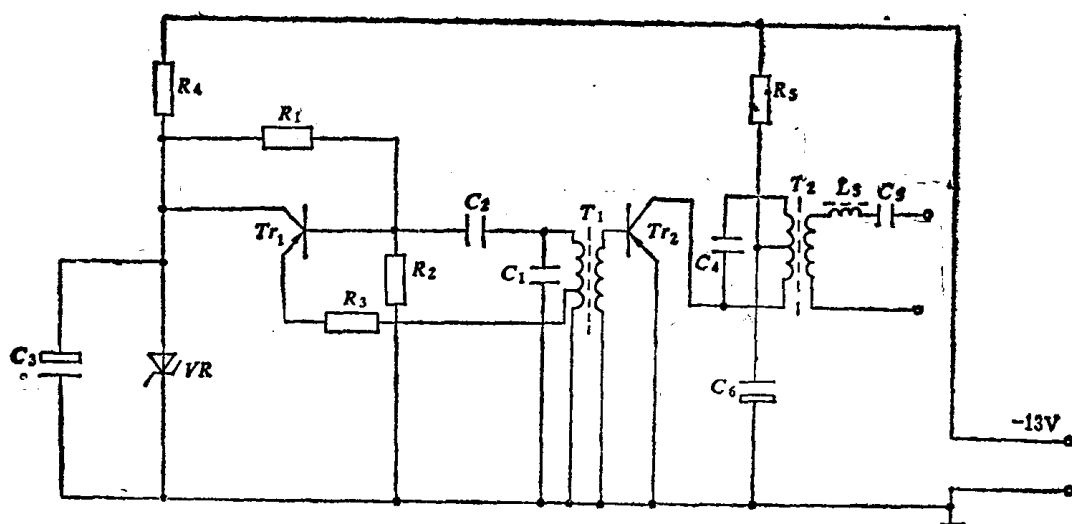


图 1-5 ZF₁型载频发射器电路图

联谐振电路输出。此串联谐振电路能将这个频率的讯号发射到运载线上，并减少负载变化对振荡器的影响。

2. 载频接收器

SJ₁型载频接收器装在控制柜内，其电路如图1-6所示。输入放大级接收发自电机车并经集电弓、摩电线传输的特定载频讯号。此信号经电容器 C_1 、变压器 T_1 的初级线圈组成的串联谐振电路耦合到 T_1 的次级。而后，遥控讯号由三极管 Tr_1 加以放大再经双调谐回路送入 Tr_2 进行二次放大，此时， Tr_2 由截止状态变为导通状态，导致继电器 RL 动作、其触点接通，使振动出矿机投入工作。

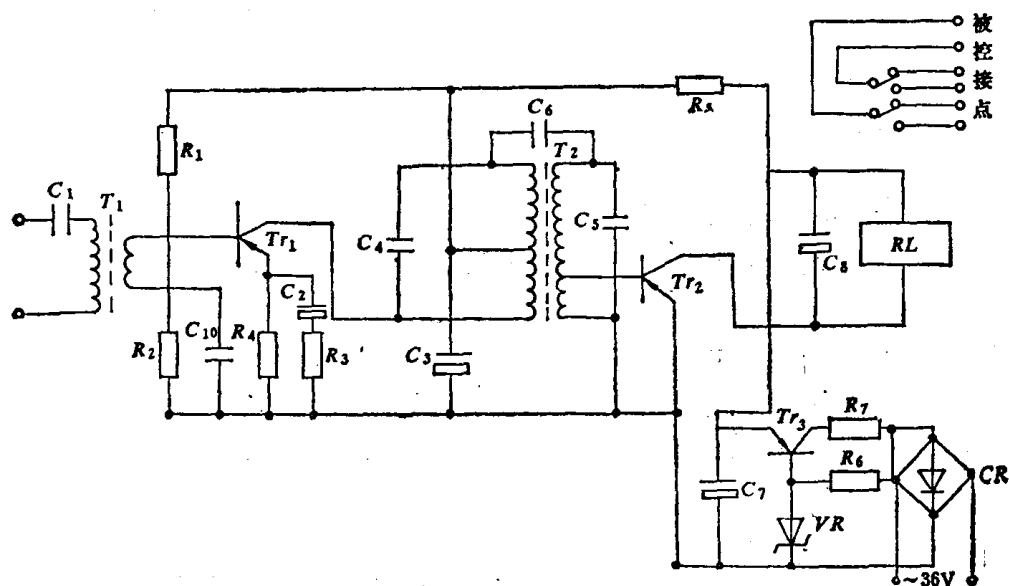


图 1-6 SJ₁型载频接收器电路

(三) 振动出矿机的自停和矿车自动计数

装矿点的铁轨上装有压力继电器。振动出矿机给矿均匀，所以矿车的重量逐渐增加。当矿车接近满载时，其重量使压力继电器内的压力弹簧和压力调节器压缩，带动行

程开关闭合，控制柜内的有关中间继电器动作，使振动出矿机上的相应接触器断开。此时，停止放矿，并同时发出矿车装满信号。当“满载”中间继电器动作时，其常开触点闭合，向电磁计数器输送一个电信号，使其电磁线圈工作，进行自动计数。满载中间继电器每动作一次，自动计数器计数一次。

(四) 自动喷雾降尘

自动喷雾装置由转换开关，电磁阀、高压管路、喷嘴等组成。工作时，电磁阀开启，高压水经管路、电磁阀从喷嘴喷出。因为要求在振动放矿机工作的同时进行自动喷雾，故自动喷雾装置和振动放矿机应受控于同一个接触器。在自动喷雾控制电路里串接一个小容量的盒式转换开关，以便对自动喷雾进行选控。当振动出矿机停车，喷雾电磁阀线圈断电时，由于线圈内剩磁的作用，可使喷雾延时2~3秒。

第二节 电机车运输系统自动化

一、传感器

电机车运输自动化的第一个问题，就是要想办法探测列车所占轨道区段。曾经使用过的方法可分为五种：(1)机械方法；(2)磁力方法；(3)电感应方法；(4)光电方法；(5)电气方法。但是，这些方法都不能完全适合于矿山，使用结果都不令人满意，还有待进一步改进与完善。下面，仅对目前矿山使用的几种变送器进行说明。

(一) 轨道电路式传感器

这种传感器的接线，如图1-7所示。在轨道区段没有列车时，降压变压器 T_1 的二次侧电压（通常为几伏）经过轨道传输到升压变压器 T_2 的一次侧（通常为1伏以下）。此电压经 T_2 升压后，再通过LC滤波器而输入到整流器CR，整流后经RC滤波得到24伏直流电压。此时，轨道监视元件G的11端为“1”态。在轨道区段有列车时，轮对将轨道电路分路，使负载电阻 R_7 上只有很小的电压。此时，轨道监视元件G的11端由“1”态

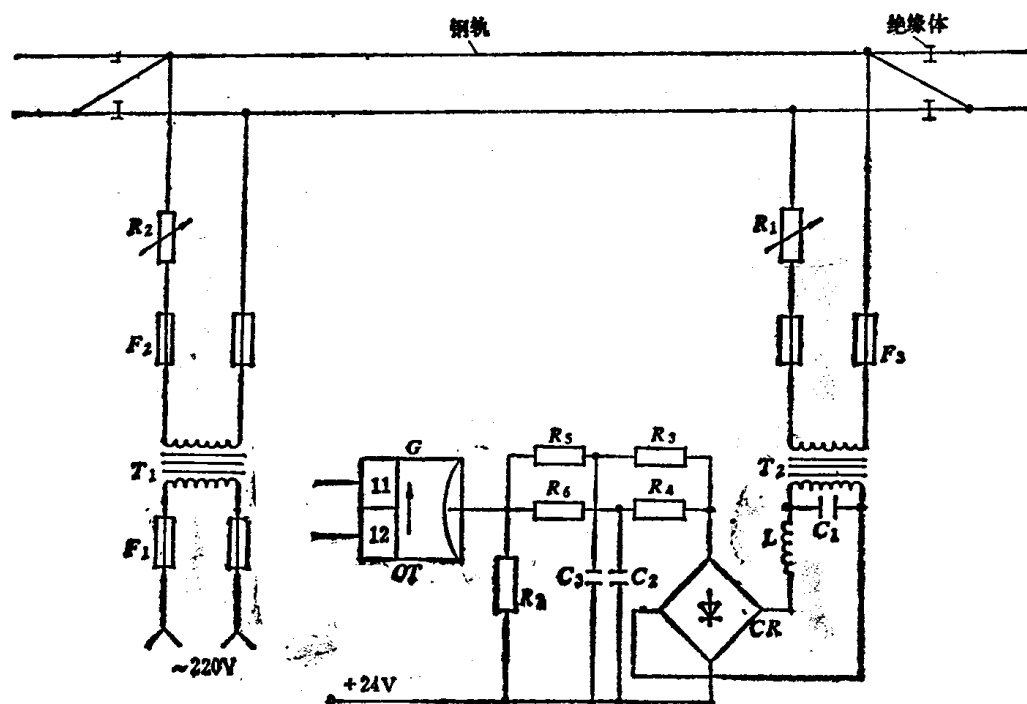


图 1-7 轨道电路的连线

变为“0”态，12端由“0”态变为“1”态。根据这两种状态，闭塞或开放该区间的“允许车辆通过信号”。

轨道监视元件G采用的是延时元件OT。之所以这样作，是因为电子器件的动作速度，比有触点的电磁继电器快得多，当轨道和列车轮对瞬间接触不良时，会使G的“11”端由“0”态瞬间变为“1”态。

轨道电路的送、受两端接入可调电阻 R_2 、 R_1 ，以在小范围内调节送、受端的电压。

轨道电路的优点是可以连续不断地探测列车所在的闭塞分区，并指示出手推车和矿车的位置，这是辅助导线型等点接触式传感器所不能做到的。但是，轨道绝缘区段的安装与维修比较麻烦，使用条件要求亦高，所以轨道电路只在个别井下条件较好的巷道中使用（露天矿和铁道部所管辖的铁路使用较好）。轨道电路在井下使用存在的问题是：

- (1) 钢轨会生锈，从而在轨面上形成一层绝缘膜，使列车轮轴失去分流作用；
- (2) 掉渣和沙砾等造成轨面不清洁，使轻载矿车失去分流作用；
- (3) 水汽会在钢轨表面形成薄膜，此膜足以减低分流感度；
- (4) 导线与钢轨的联接处不易保持接触良好；
- (5) 各轨道区段的长度和状况不一样，故呈现不同的轨道阻抗，即使是在同一轨道区段，某些情况下也可能出现较大的阻抗变化。

(二) 辅助导线式传感器

这种传感器是目前矿山用得最多的一种机车位置传感器。它制作简单（矿山用户可以自己制造），并且工作较为可靠，所以，在没有研制出更好的机车位置传感器以前，仍普遍在矿山井下运输巷道使用。图1-8所示为这种传感器的一种形式。辅助导线式传感器，即是在机车摩电线两侧，与摩电线平行架两根导线；这两根导线固定在绝缘体上，与摩电线之间相互绝缘。当机车经过传感器处时，机车上的集电弓将摩电线与辅助导线短接，此时，辅助导线与摩电线同电位，使联接到辅助导线上的直流继电器动作，发出机车到达此处的信号。

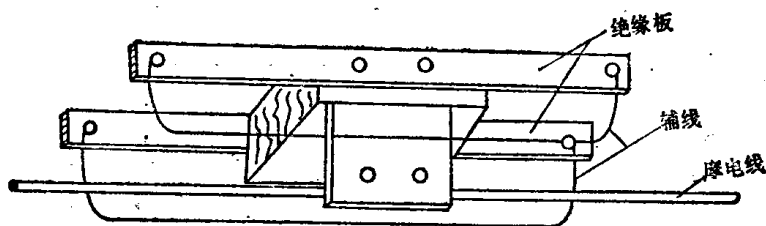


图 1-8 辅助导线式传感器示意图

辅助导线用作变送器，有下列优点：

- (1) 加工制作与安装均极为简便；
- (2) 辅线长度大于600毫米，便能可靠发出位置指示信号。

但是，不可否认，辅助导线也存在下列缺点：

- (1) 因为是接触式的，所以，存在着集电弓与摩电线和辅助导线不同时接触的可能性，这是导致工作不可靠的一个因素；
- (2) 在某些矿山，摩电线的安装质量差，从而导致辅线装在某些需降弓行驶的地段时，集电弓根本不能接触到辅线。因而，一定要选好辅线的安装地点；

(3) 矿车和人力推车两种轨段被占情况不能反映出来。

(三) 无线电发、收机式传感器

无线电发、收机的讯息传输框图，如图1-9所示。这种传感器是一种非接触式的变送器。工作时，司机接通开关，发射机即发出一个频率固定的信号。此信号经发射天线发射出去。此时，在装有接收天线的地方，接收机便于收到此频率信号后指示出机车的位置。

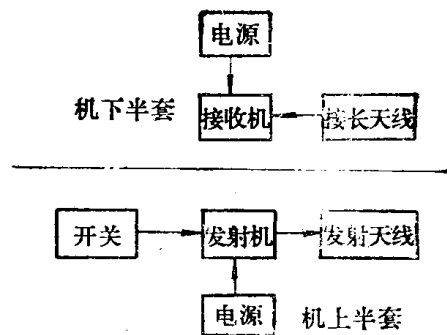


图 1-9 无线电发、收机框图

发射机的原理电路如图1-10所示。其中，三极管 Tr_1 组成的电感三点式振荡器用以发出一个频率固定的信号； Tr_2 、 Tr_3 组成电容耦合式阻容放大级； Tr_4 、 Tr_5 组成复合放大级。振荡信号经三级放大后，通过天线向外部发射。

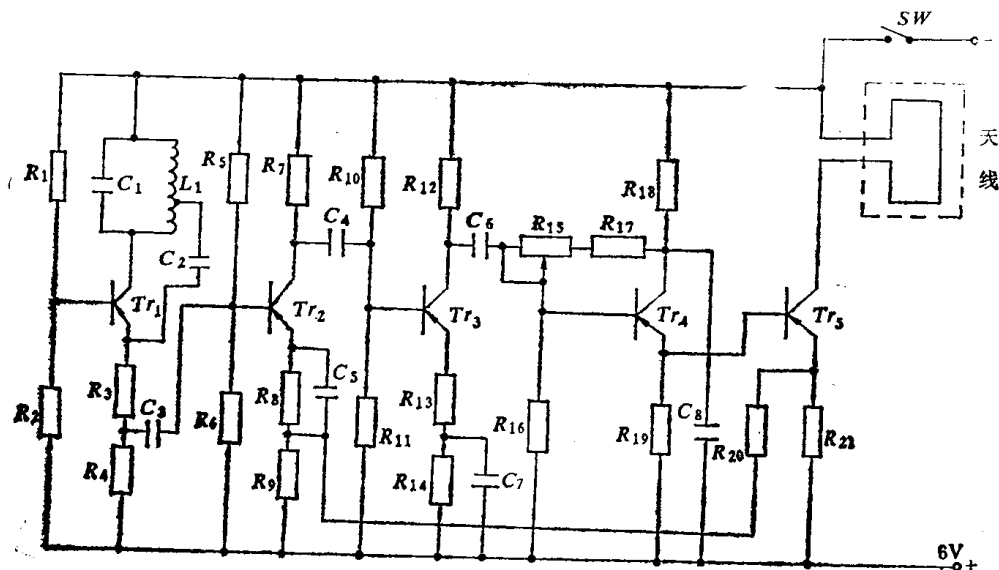


图 1-10 发射机原理电路

接收机的原理电路如图1-11所示。来自安装于巷道顶板或轨路中间的天线的信号，传送到接收机的前置放大级，而后，经四级阻容放大后再进行选频，选频后的信号经二级放大，然后去推动继电器 RL_1 ，使之发出位置指示信号。天线宽约300~500毫米，长度不长于20米。

安装和使用这种传感器时应注意以下几点：

- (1) 发射天线应装在轨道的中央位置；
- (2) 发射天线与大面积金属板类物体之间的距离，应大于150毫米；
- (3) 发射天线经过接收天线时，两者之间不应有面积大的金属物件；
- (4) 接收天线与发射天线之间的垂直距离应小于1.5米。

这种传感器的优点是发射机与接收机之间通过无线电进行联系，无接触部分。

缺点是：

(1) 发射机与其电源均装在机车上，故需要很好地解决防震问题；否则，将会因机车振动而容易损坏设备，从而加大维修量；

(2) 接收天线的安装要求较高。装在轨道侧，天线容易损坏；装在巷道顶板上，则

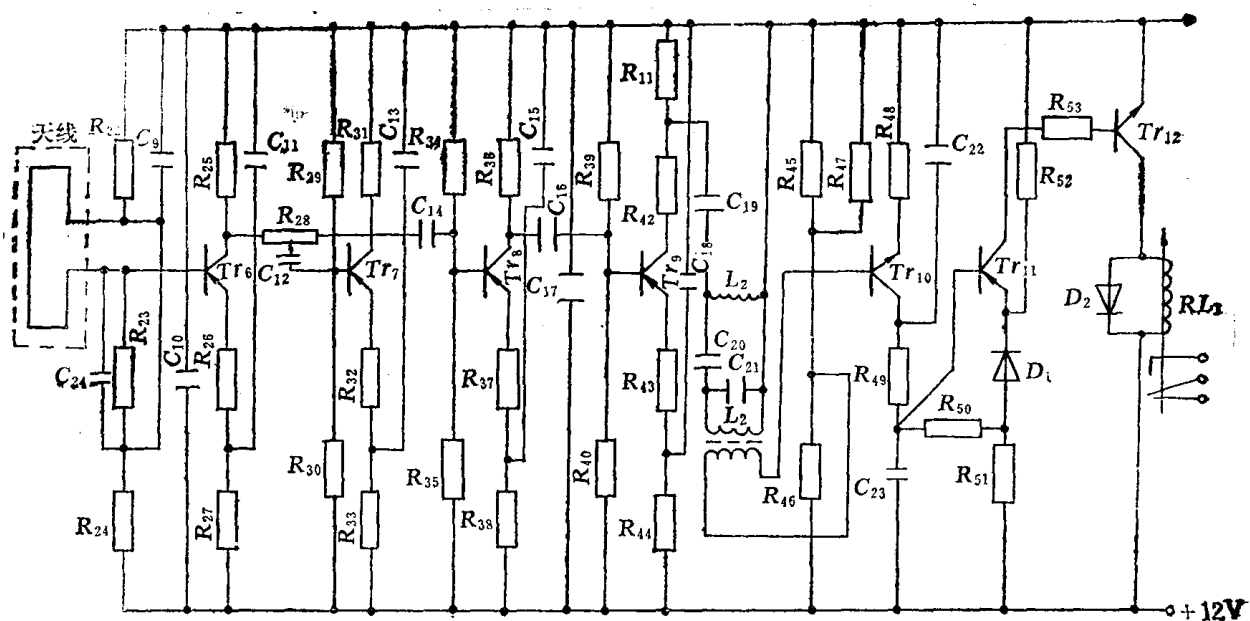


图 1-11 接收机原理电路

固定比较困难。

二、信集闭系统

金属矿山的井下主巷道和一部分小型露天矿，大多采用窄轨铁路，由架线电机车运输物料。采用能保证运输安全和效率的信号装置的较完善系统，应做到下列各项：

- (1) 敌对方向上只允许有一列车运行，以保证列车不会碰撞；
- (2) 同一方向运行的各列车之间，应有一定的间隔距离，以保证不发生追尾事故；
- (3) 对于运输效率要求较高的系统，机车运行位置应显示在模拟盘上，使调度员能掌握情况，以便及时调度；
- (4) 对于运输繁忙的系统，应采用电动转辙机带动道岔。

具有敌对信号之间互相闭锁、区间有列车运行即行闭塞区间和由调度员进行集中监控等特点的系统，通常称为信集闭系统。目前，信集闭系统采用的工作方式有四种：

- (1) 自动信号（非集中信号）式；(2) 多线制；(3) 载波制；(4) 少线制。

(一) 自动信号的控制

大量的中、小型车场以及车场外的各种交叉点、错车线，均可以采用自动信号来保证行车安全和提高运输效率。这里，介绍一种通用组合式信号控制箱。控制箱为一种定型产品。只要改变各控制箱之间的连线，这些控制箱组成的系统便可以适用于不同的运输线路。因此，控制箱具有较大的通用性，此外，控制箱还具有便于生产、使用、维修和更换的优点。

1. 单进路信号的控制

单进路信号控制箱为通用组合式信号控制箱①，其原理图如图1-12所示。图中，上部虚线框内为继电器SR线圈电路，称为一个联锁节。当 1、2 号两架信号机不能同时开

① 单进路信号控制箱系长沙有色冶金设计研究院设计。

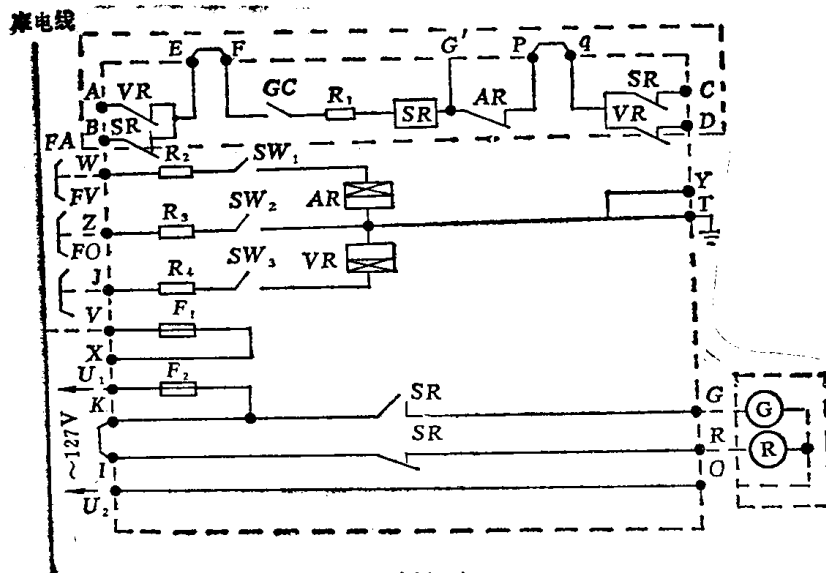


图 1-12 通用组合箱内外部连线图

放，亦即 1、2 号两个控制箱的信号继电器 SR 必须联锁时，将 2 号箱的 A 端子与 1 号箱的 B 端子相接，将 2 号箱的 C 端子与 1 号箱的 D 端子相接。然后，把 1 号箱的 A 端子和本箱的 X 端子（正电源）相连，2 号箱的 D 端子和本箱的 Y 端子（负电源）相连，这样就构成了一个“联锁链”。图 1-13 所示为一个 3 节联锁链。它可以控制三架信号机的互相联锁，使得任何时候只能开放其中的一架。机车集电弓碰到与 1 号箱相连的询问发送器 FA 时，1 号箱中继电器 AR 因上部线圈得电而复位，其常闭接点闭合，于是 1 号箱的 SR₁ 继电器得电后，端子 A₁—B₁ 间的 SR₁ 常闭接点断开，切断 2 号、3 号箱正电源、使 2 号、3 号信号机不能开放。当列车越过 1 号信号机，其集电弓碰到转换发送器 FV 时，1 号箱的 VR₁ 继电器上部线圈得电动作，于是 1 号箱内的 SR₁ 继电器的正电源被 VR₁ 常闭接点切断，从而使 SR₁ 继电器失电释放。此时，允许通行信号（绿灯）转换为禁止通行信号（红灯），以防止因后续列车越过信号机而造成追尾事故。列车继续前行碰到解锁发送器 FO 时，继电器 VR₁ 因下部线圈得电而复位使电路全部复原，以准备第二列列车通过此区间。2 号箱的动作情况与 1 号箱基本相同；所不同的只是，2 号箱用它的左臂端子 A₂—B₂ 切断 3 号箱的正电源，用它的右臂端子 C₂—D₂ 切断 1 号箱的负电源。3 号箱工作时，用它的右臂端子 C₃—D₃ 切断 1、2 号箱的负电源。

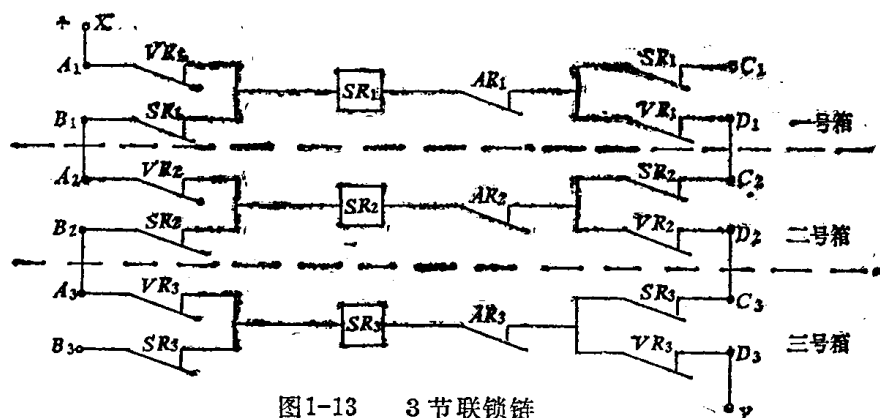


图 1-13 3 节联锁链

采用这种在正、负电源线上同时串联常闭接点以实现互相联锁的方法，可使每个控制箱的联锁节都具有相同的形式，并且箱间的接线关系清晰明了，从而便于进行不同连

接，形成多种组合。

控制箱中所用继电器的名称、标号、规格见表1-1。

表 1-1 控制箱中继电器规格表

名 称	标 号	型 号	线圈电压	接点 数量	
				常 开	常 闭
询问继电器	AR	JZ ₁₁ —44ZP/5	直流220伏	4	4
信号继电器	SR	JZ ₁₁ —44Z/5	直流220伏	4	4
转换继电器	VR	JZ ₁₁ —44ZP/5	直流220伏	4	4

表1-1中，AR、VR为双线圈机械定位继电器，其线圈中，“□”（白框）部分为吸合线圈，“▨”部分为复位线圈（图1-12）。吸合线圈得电后，此继电器动作，随后，吸合线圈失电，但继电器仍保持吸合状态。当复位线圈得电后，此继电器才释放。

控制箱直接由电机车摩电线供电，发送器采用辅助导线式的。由于摩电线的电压为250伏或550伏，所以继电器的线圈上均接有降压电阻。控制箱中主要端子的用途和标号，见表1-2。

表 1-2 控制箱主要端子表

端子用途		标 号	外部接线去向
输 入		W	询问发送器接线端
		Z	转换发送器接线端
		J	解锁发送器接线端
输 出		u ₁	交流127伏电源接线端
		u ₂	交流127伏电源接线端
		V	摩电线接线端
		T	铁轨接线端
联 锁 节	首（正）	X	
	左 臂	A	控制箱间互接端子
		B	控制箱间互接端子
	右 臂	C	控制箱间互接端子
		D	控制箱间互接端子
	辅助臂	M N	控制箱间互接端子 控制箱间互接端子
	尾（负）	Y	

2. 司控进路

对于上面所述的自动信号运行方式，机车在经过轨道交岔点时，色灯信号机发出的允许机车放行与否的灯光信号的转换，是通过机车集电弓碰触辅线发送器自动进行的。如果交岔点处有需要扳动的转辙机，则为了提高运输效率、节省人力，往往由司机根据进路的需要，在司机室内操纵电动转辙机。图1-14所示为司控电动转辙机的示意框图。

发射机TR和天线TA（见图1-10）装在机车上，TR用6伏干电池做电源。司机在电动转机前20米左右处，看到G、y岔位指示灯不符合自己的进路要求时，在车上按一下按