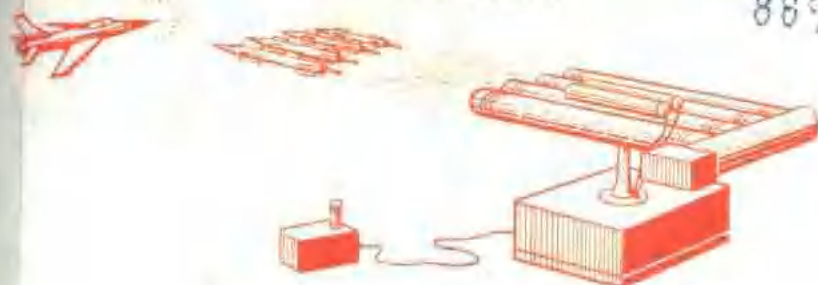


436715

33455
869



光电控制模型

上海人民出版社



现代科技活动丛书

上海市图书馆

技术书籍

GUANGDIAN KONGZHI MOXING

统一书号: R13171·111

定 价: 0.28

少年科技活动丛书

光 电 控 制 模 型

上海人民出版社

光电控制模型

敏光 编著

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.625 字数 93,000

1975年5月第1版 1975年5月第1次印刷

印数 1—100,000

统一书号: R13171·111 定价: 0.26 元

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

前 言

在毛主席的革命路线指引下，许多学校在教育革命实践中，坚持开门办学，使同学们走出校门，结合三大革命运动的实际，去接受工人阶级和贫下中农的再教育。在这个过程中，同学们不但在思想上得到了很大的收获，而且也看到祖国在工农业生产和科学技术方面所取得的一些新成就。比如，在学工中，同学们看到了一台台大型的冲床、剪床是那样地听从工人叔叔的话，产品记数台上又这样迅速、准确地显示产品数量；在学农中看到水库的照明灯和大江中的航标灯，一到傍晚不要人去控制而它自动会亮……。当同学们看到诸如此类现象时，都会感到新鲜和惊奇。是什么东西使这些冲床、剪床、水库照明灯、航标灯等那样地“听话”呢？

噢！原来是光电控制元件在控制着这些机器自动工作的。

工人叔叔能把光电控制原理用在社会主义建设上，那么我们能不能根据一些同样的原理来开展一些有趣的科技活动呢？这是完全可以做到的。本书介绍的内容，就是适合高小、初中学生在制作一些光电控制模型时所需要的制作方法和基本的工作原理。同学们通过这些光电控制模型的制作，培养对科学研究的兴趣，弄懂一些光电控制器的基本工作原理。有了这些知识，目前可以结合教改实际情况，举一反三地应用

到教具改革中去,直接地为教育革命服务;将来同学们长大了还可以用这些知识为社会主义建设多贡献一份力量。

由于自己的政治思想水平较低,三大革命实践经验又很少,所以书中难免有缺点和错误,希望大家予以批评、指正。

作 者

1974 年 7 月

内 容 提 要

本书介绍光电控制线路的基本原理和一些光电控制模型的制作方法。其中包括光电打靶枪、光电自动跟踪火箭炮模型、光电控制小艇、自动追光“甲壳虫”、自动跟踪图形的光电车等。书中对各个模型所需的投光器、光电接收器以及继电器、电动机等制作方法都介绍得比较具体，适合中、小学生开展课外科技活动用。通过这些制作活动，能掌握一些光电控制的基本知识，以便将来把光电控制的知识，具体应用到三大革命实践中去。

目 录

一、光电控制和光电控制器	1
二、准备工作	8
三、继电器及电动机的制作	21
四、光电控制线路的工作原理、制作和调整方法	39
五、通用光电控制器	55
六、光电打靶枪	71
七、光电自动跟踪火箭炮模型	86
八、自动追光“甲壳虫”	102
九、光电控制小艇	113
十、自动跟踪图形光电车	123
十一、光电控制模型的小型化	134

一、光电控制和光电控制器

这本书主要是给大家介绍几种光电控制模型的原理和制作方法。在我们动手制作模型之前，得首先知道什么是光电控制，它在工农业生产和国防建设中有些什么用途，并且也应了解我们要制作光电控制模型的概况，这样才能搞好模型的制作。

在工厂里有许多冲床、剪床等大型高效率的机床。工人老师傅操纵这些冲、剪机床就可以冲下几毫米厚的钢板，或剪下一张张很厚的铁皮。在操作中，为了防止发生事故，工人老师傅利用光电控制原理，制成冲、剪机床的保护装置（如图 1-1 所示）。当人手伸到危险的地方时，光电控制设备便起作

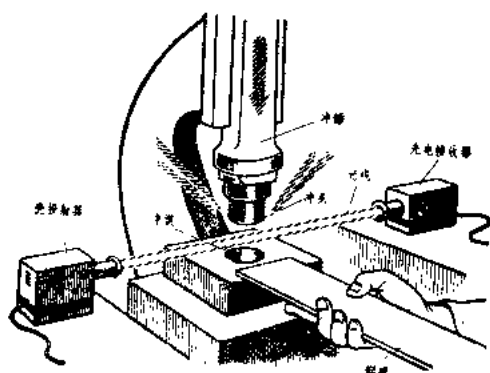


图 1-1

用,带动机床立即刹车。这样就可以避免事故的发生。

又如,还有许多工厂的产品是要计数的,如果由人来数,既麻烦又容易数错,效率又低。如果安装上光电控制计数器(如图 1-2 所示),那就既快又方便。光电控制计数器是利用一个个产品或部件,在运送过程中一次次地遮断光线,使计数器一次次记录,从而达到计数的目的。

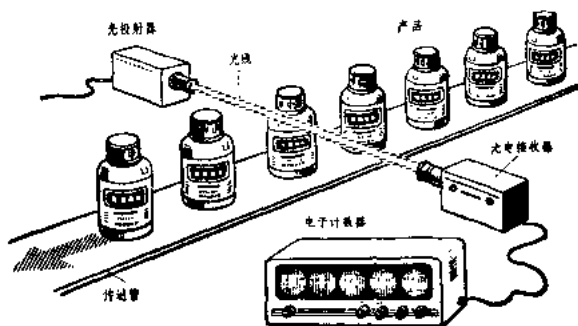


图 1-2

也有一些工厂在切割一些形状不规则的钢板时,利用光电控制原理制成光电自动切割机,来自动跟踪图样,准确地切割钢板,这比手工切割既快又准确。

走近带有高压电导线或设备附近时,是比较危险的。我们利用光电控制原理制成“警戒”装置,就可以在有人接近这些地方时发出警告信号或采取一定的安全措施,确保人的生命安全和国家财产不受损失。

又如,有些工厂的液体原料储罐,也可以用光电控制它们的液面高度,只要在储罐外壁上开两个透光的小孔(可以用厚玻璃封住以防漏出液体来),用光线监视液面高度来控制一个自动阀,使液面达到需要的高度后,即停止加料了(图 1-3)。

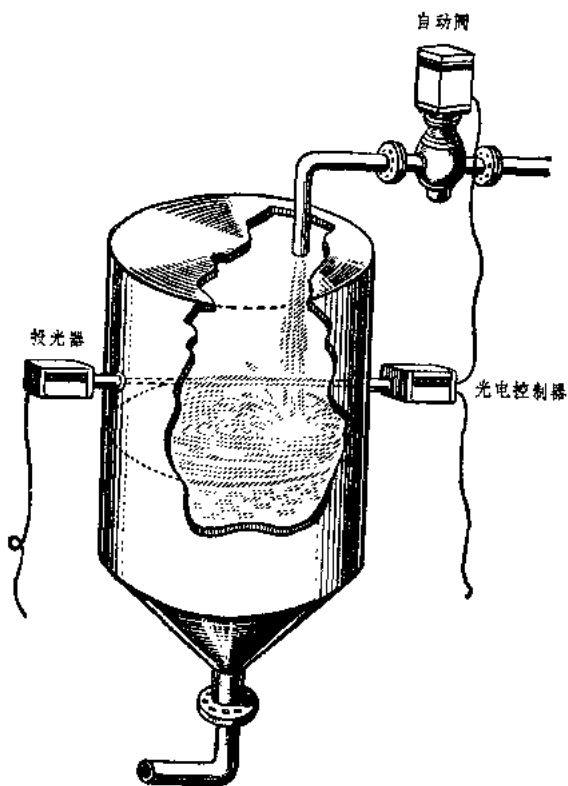


图 1-3

光电控制的用途是多种多样的，在工业上的应用也很普遍，譬如电子计算机、程序控制机床、自动绣花机等等，都要应用光电穿孔带输入装置(图 1-4)。它的作用是由不透光的纸带上打了小孔，让光线在一定的時候透過小孔，使光电元件受光线照射，经过放大后控制各种机器的。

此外，在不少场合应用了光电控制，能使工人老师傅的劳动强度大大地减轻。大家知道，晚间船在大江和海洋里航行，

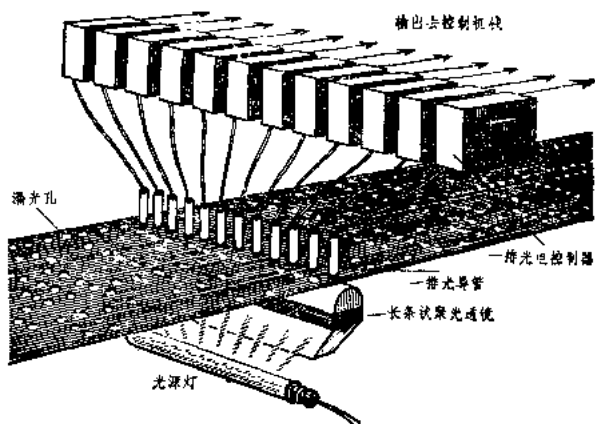


图 1-4

都要靠设置的航标灯来指示航道。以前的航标灯，一到傍晚都要人工去点亮它，如果遇到刮大风浪的天气，划了小艇去点亮航标灯是很危险的。现在用了光电控制的航标灯后，每到傍晚，太阳一落入水平线时，航标灯就在光电控制器的控

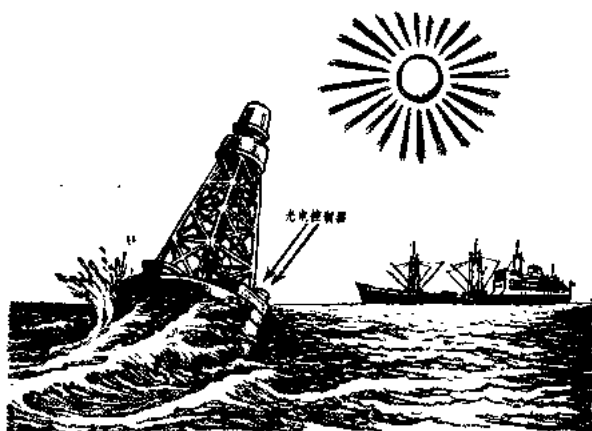


图 1-5

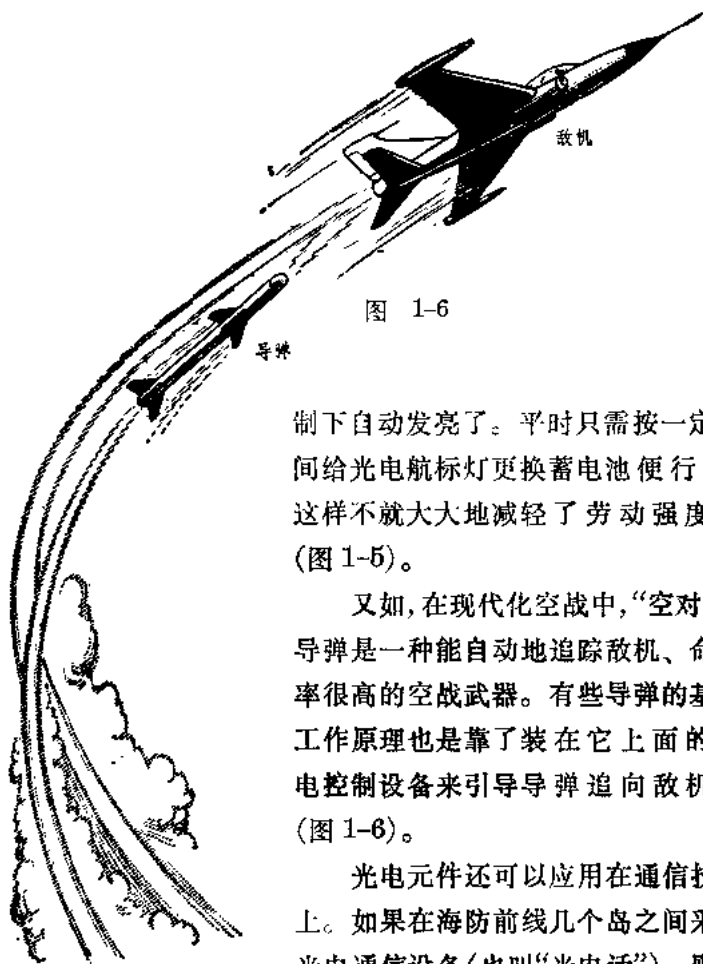


图 1-6

制下自动发亮了。平时只需按一定时间给光电航标灯更换蓄电池便行了，这样不就大大地减轻了劳动强度吗（图 1-5）。

又如，在现代化空战中，“空对空”导弹是一种能自动地追踪敌机、命中率很高的空战武器。有些导弹的基本工作原理也是靠了装在它上面的光电控制设备来引导导弹追向敌机的（图 1-6）。

光电元件还可以应用在通信技术上。如果在海防前线几个岛之间采用光电通信设备（也叫“光电话”），则由于它结构简单，架设方便，轻巧灵便，保密性好等优点，在军事上有着广泛应用的前途（图 1-7）。

还可以应用光电控制，制成操作十分方便、摄出的照片质量较高的“光电控制照相机”。它只要对准目标，一按快门即

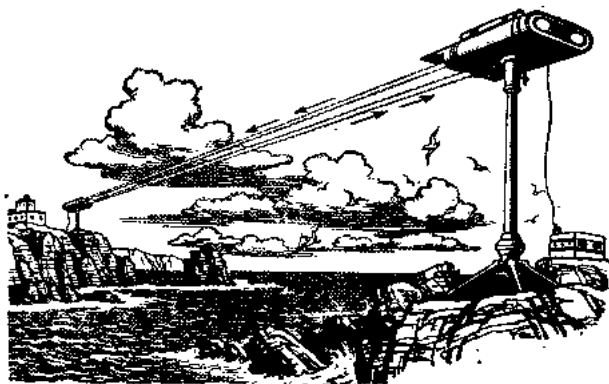


图 1-7



图 1-8

可摄成很好的照片(见图 1-8)。

以上提到的一些光电控制在生产和国防上的应用, 仅仅是很少的一部分。但大家可以看出, 所谓光电控制, 就是利用照在光电元件上的光线强弱的变化, 把光信号变成电信号, 经放大器放大输出后, 自动控制各种不同的机械设备。随着

我国工农业的发展,半导体电子元件大量生产,为我们利用半导体光电元件和半导体三极管来自己制作各种光电控制模型带来了条件。今天,我们自己动手制作一些光电控制模型;明天,我们走上保卫祖国、建设祖国的工作岗位时,就能进一步地把已学到的基本知识用来为人民服务。

二、准备工作

要制作本书所介绍的几种光电控制模型，首先要准备一些与制作光电控制模型有关的半导体管元件、零件、材料和需用工具。

在介绍这些半导体管元件、零件时，除着重介绍它们在光电控制模型中的作用外，还要介绍自己可以制作的一些零件和工具的方法。

制作模型所需要的主要半导体晶体管元件有以下几种：

半导体三极管——这是组成电子线路的主要元件。我们这里介绍的光电控制模型，当然也不例外。由于我国社会主义建设事业的飞跃发展，新材料、新技术、新工艺不断采用，各种半导体元件大量生产，价格便宜，因此，在我们制作模型时，可以选用各种性能良好的半导体三极管。例如，可以应用处理品的三极管 3DG6，其中凡是共发射极电流放大倍数“ β ”值大于 30 倍的即可应用。当然，如果要求模型具有较高的灵敏度、较好的稳定性以及快速动作的性能，则选用“ β ”值较高的半导体三极管更好。

半导体三极管由于采用的半导体材料不同，分为半导体锗三极管和半导体硅三极管。它们又可分为 P-N-P 型和 N-P-N 型两种。普通供应的锗三极管绝大多数是 P-N-P 型。硅三极管绝大多数是 N-P-N 型。它们一般都有三个极：发射

极(记作 E)、基极(记作 B)、集电极(记作 C)。半导体三极管在线路中的表示方法如图 2-1 所示。这本书里所介绍的光电控制模型线路中的半导体三极管,都是采用这种画法。

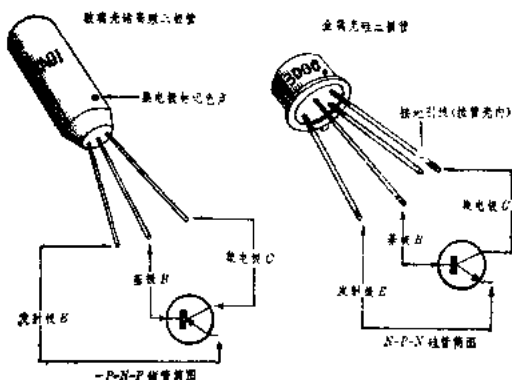
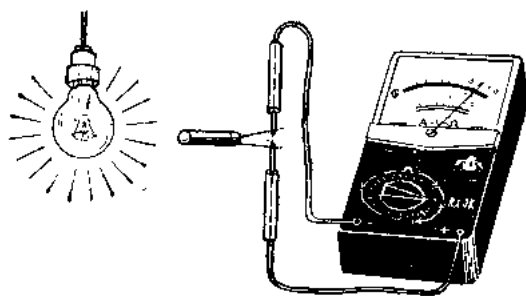


图 2-1

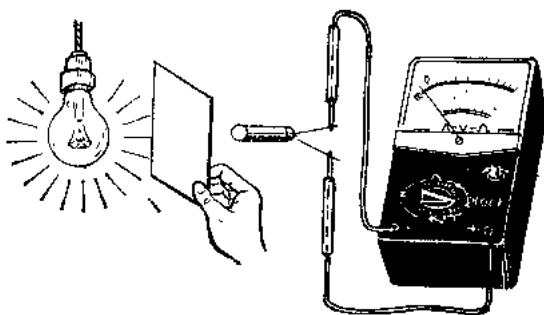
半导体光导管——简称光导管,是一种半导体电子元件,它的内部电阻(简称“内阻”)会起变化的。当光线照在它上面时,它的内阻会降低;当遮断了照在它上面的光线时,则它的内阻又重新变大。如图 2-2 所示。由于光导管有这样的特性,我们就可以用它来作为光电控制的感光元件。

光导管受光线照射后内阻降低,能引起放大线路中电流的变化,经过半导体三极管放大后,就能带动继电器动作,从而控制模型的动作。光导管是光电控制模型中的关键元件,了解它的性能、校验和选择方法是很重要的。

国产的半导体光导管元件型号很多,如 227 型、625 型等等,大多数是由半导体材料硫化镉或硒化镉的结晶制成的。外形如图 2-3 所示。除了这两种光导管外,其他各种型号的光导管也能应用在本书所介绍的模型线路中。有时也可能买



光照时，半导体光导管内阻小



遮断光照时，半导体光导管内阻大

图 2-2

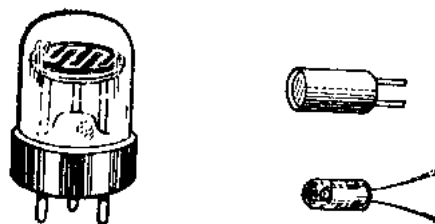


图 2-3

到处理品的廉价光导管，只要用万用电表测量一下其内阻变化的大小，也可以应用。测量方法是把万用电表放在电阻档($R \times 10k\Omega$)来测光导管的两根引线，如图 2-4 所示。让阳光或灯光照在光导管上，看看它的内阻是多大？然后把光导管移到暗处，或用黑纸做一个罩子罩在光导管上，再记下它的内阻数值。如果无光照时的电阻(通常称为“暗电阻”)是光照时的电阻(通常称为“亮电阻”)的十倍以上，那么这个光导管就可以应用到本书所介绍的模型上去了。如暗电阻与亮电阻之比愈大，则说明光导管性能愈好，光电控制模型的灵敏度也就愈高。

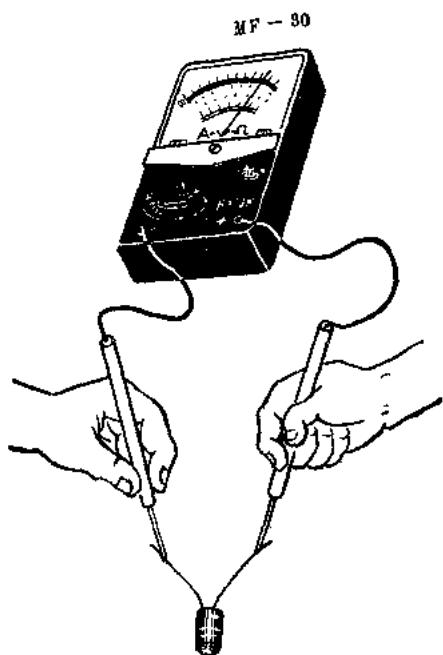


图 2-4

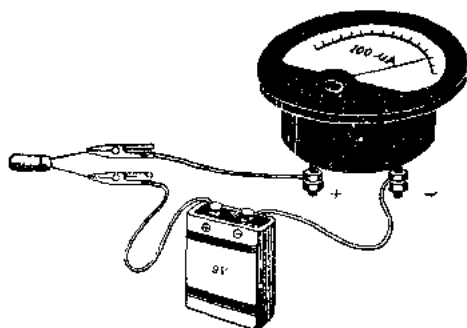


图 2-5

如果我们没有万用电表, 可以用一个 9 伏电池和一个 0.1 毫安的表头, 按图 2-5 的线路接好。然后测量光导管在有光照和没有光照时, 电流表上电流数值的变化。由于光导管的亮电阻比暗电阻小, 所以光照时电流比光暗时电流大, 如果电流表上电流变化在 10 倍以上, 则这个光导管就可以选用了。电流变化倍数愈大, 则光导管的灵敏度就愈高。

除了光导管以外, 也可选用其他元件作为代用的光敏元件。例如, 普通玻璃外壳的半导体锗高频三极管, 就可以作为代用的光敏元件。至于金属外壳的锗高频三极管, 由于光线被金属壳遮住而照射不到晶体上, 故不能用。而同一种型号的锗高频三极管, 有些厂的产品是玻璃壳的, 有些厂的产品则是金属外壳的。我们可以根据它们的外形来加以区别。常见的玻璃外壳锗高频三极管的型号有 3AG1、3AG71、3AG72 等等, 均可采用。其他光敏元件, 如光敏二极管、光敏三极管等等都是性能十分良好的新型光敏元件。尤其是硅扩散型光敏三极管(型号 3DU 等), 它的暗电阻与亮电阻之比可达几千倍, 但价格较贵, 也不易买到, 一般都用在工业仪器中。

继电器——它是本书所介绍的各种光电控制模型中都要用到的。它的简单结构和工作原理如图 2-6 所示。图中①是线圈，②是铁芯。当在线圈上通过足够大的电流时，在铁芯上产生了电磁吸力，克服弹簧⑤的拉力，吸动衔铁③，衔铁③会在支架④上往下移动。当线圈不通电时，便靠弹簧⑤的作用力使衔铁离开铁芯。在衔铁上有一个动触点⑥，它随着衔铁上下运动。当线圈通电吸动衔铁向下时，衔铁上的动触点⑥就同下面的固定触点⑦接通。动触点⑥和固定触点⑦在线圈不通电时，它们是不接通的，因此把触点⑦叫做“常开触点”。线圈不通电，在弹簧⑤的拉力下使衔铁向上，动触点⑥与上面的固定触点⑧接通。由于线圈不通电时，动触点⑥和固定触点⑧总是闭合着的，所以把触点⑧叫做“常闭触点”。由此可见，继电器的作用好象是一个用电操纵的开关。继电器线圈通电后能使⑥、⑦触点接通。继电器线圈断电则使⑥、⑧触点接通。它是一个可以不必直接用手来拨动的开关。图 2-7 所示，是通过继电器控制线圈的通电或断电，利用它的“常开”或“常闭”触点来控制小灯泡的亮、暗。如把图中的小灯泡换成小电动机，则就可以自动控制电机的转动了。

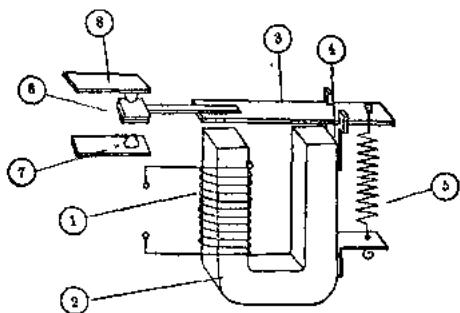


图 2-6

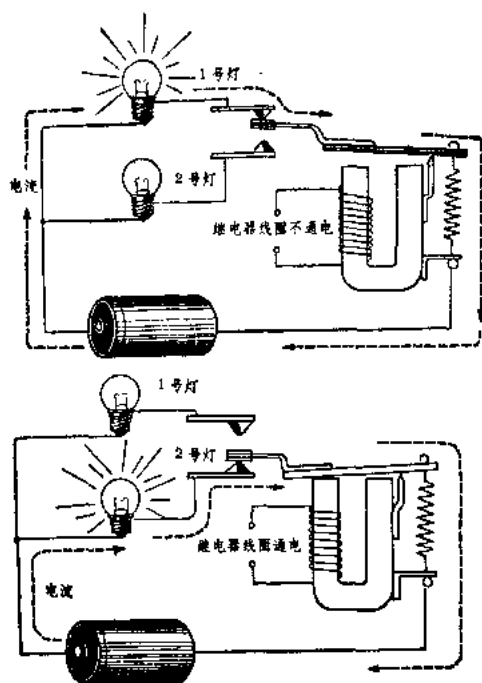


图 2-7

在选用继电器时，主要看它的吸合电流、释放电流、线圈内阻、触点功率等几个指标。现在先把这些指标的意思解释如下：

吸合电流：继电器线圈中所通过的电流，能使铁芯产生电磁吸力来克服弹簧的拉力，使衔铁吸下来，使触点接通所需电流的最小值，就称为“吸合电流”。在此，由于我们选用的是硅三极管 3DG6，受其集电极电流的限制，所以，我们选用 10~15 毫安吸合电流的继电器就可以了。

释放电流：对已吸合的继电器，逐渐减小其线圈中的电流，当电流小到一定值时，铁芯上的磁力就吸不住衔铁，在弹

簧拉力的作用下,使触点断开。使触点断开的电流就称为“释放电流”。

线圈内阻:即继电器线圈的电阻值,一般以欧姆表示。本书介绍的光电控制线路是用9伏的电压作为电源的,又因和继电器连接的硅三极管的集电极电流不大,所以继电器线圈的内阻最好选用500欧姆以上,不能选内阻小于400欧姆的。继电器线圈的漆包线细,线圈匝数多,那么,继电器线圈的内阻就大,其灵敏度就高。

触点功率:这是衡量继电器的触点所能通过的最大电流和能断开的最高电压的一个指标。本书模型需要控制的电压不高,电流不大,因此对继电器的触点功率无特殊要求。

模型电动机:作为带动模型运动的动力。在商店里买来的小模型电动机,就可以用在本书所介绍的光电模型中,如图2-8所示。也可以按书中介绍的方法,自己动手制作小电动机。“D-25”~“D-45”型

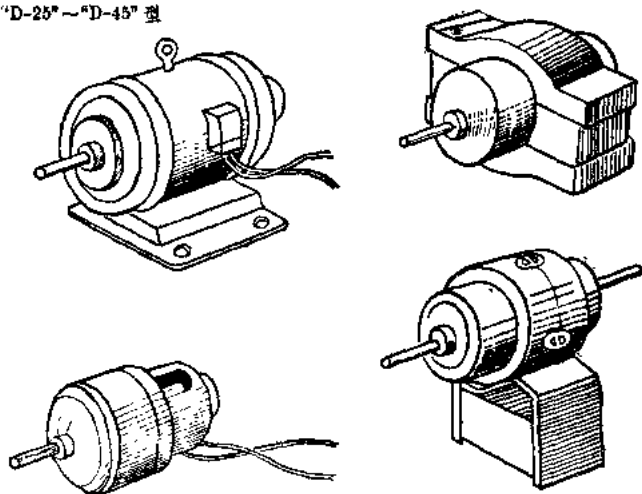


图 2-8

在制作继电器、小电动机以及整个模型之前,首先要收集几种必要的材料和工具:

薄铁皮——可选用装食品的而没有生锈的罐头铁皮。

漆包线——在电动模型中的电动机,需用直径0.1~0.13毫米漆包线绕制电动机的转子(最好是0.1毫米直径的)。而作为电动机向外引线用的漆包线,可选用直径0.3~0.5毫米的。继电器线圈用的漆包线,可选用直径0.07~0.1毫米的。线径较小,可以使绕的匝数增多,继电器的内阻增大,灵敏度提高。

薄铜片——模型电动机中的电刷、整流子以及继电器的触点和弹簧,都是用薄铜片做成的。需要量不大,可以从坏的铜具上拆下来,厚度最好是0.3~0.5毫米的。继电器衔铁与动触点相连的铜皮,最好具有一定的弹性。

大楷纸——在做模型外壳时要用的,可利用已写过字的大楷纸。

薄木片——模型的外壳或船身,可用薄木片粘成,这样制成的模型很轻巧。一般采用厚度为0.5~1毫米的桐木片。这种木片,在航空模型器材商店中能买到。也可以选用同样厚度的松木片制作模型。

快干胶水——在航空模型器材商店里能买到。也可以自己配制。方法如下:在“香蕉水”(乙酸异戊酯)中放入赛璐珞(硝化纤维)片,可利用已打破的乒乓球,只要溶解调和到象一般胶水那样的稠度就可以用了。如没有香蕉水,也可用丙酮来代替,但价格较贵些。在制作模型时,如用这种胶水涂在船身上,防水性比一般油漆好,而且更牢固。

胶木板或玻璃纤维环氧树脂板——这是用来制作晶体管

收音机线路板的。在我们制作控制模型时，作为控制线路装接晶体管、光导管及电阻等接线用，厚度1~2毫米的都可以用，尺寸不需要很大，选零料即可。

松香和焊油——是焊接线路中的元件和薄铁皮时用的。但要注意，焊接晶体管、光导管和电阻时，只能用松香而不能用焊油，因为焊油有一定的导电性，用焊油焊出来的线路调整非常困难，常常产生错误动作，甚至不能工作。而焊接薄铁皮或薄铜皮等时，因为铁皮或铜皮表面有油污，只用松香往往不能使焊锡牢固地焊在铁皮或铜皮上，而必需使用少量的焊油。但焊油含有酸性，沾有焊油的地方，会使铁皮生锈，铜皮生铜绿。因此，焊好后，要用酒精擦一下，把模型上的焊油全部擦干净，以防锈坏模型。

此外，在制作模型时，还需要用一些铁丝、小木板、缝被子用的针等等。

自制绕线机——由于每个继电器的线圈需要用很细的漆包线绕好几千匝，如果没有绕线机来绕线，自己用手工一匝一匝地绕，那太费时间，而且不容易绕好，为了提高制作继电器

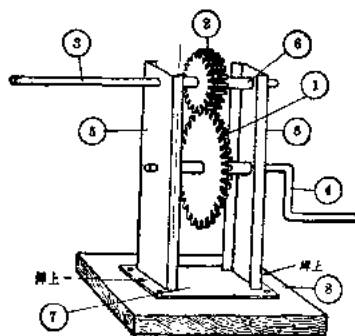


图 2-9

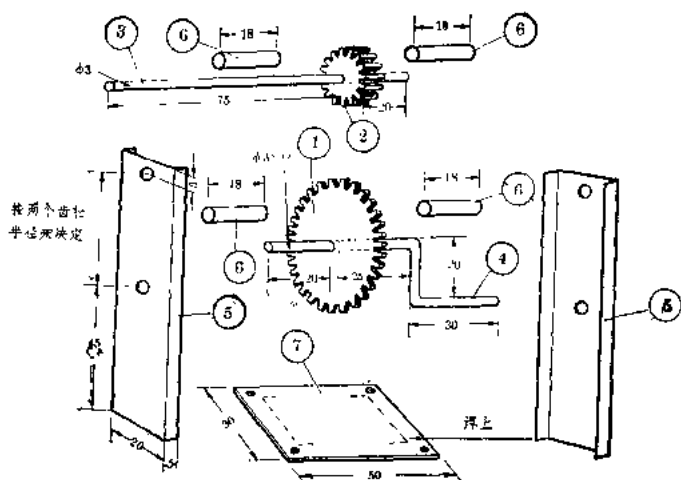


图 2-10

的效率,自己可以做一个简单的绕线机,从图 2-9 可以看出这个简单的绕线机的构造:①是大齿轮;②是小齿轮。可以用旧玩具或坏钟上拆下的齿轮;③是小齿轮轴。绕线时就是把线圈框架紧套在小齿轮轴上绕的;④是手摇柄;⑤是轴承支架;⑥是轴承套,用铁皮卷成套在轴上,使大齿轮轴和小齿轮轴绕线时不至于左右移动;⑦是支架底板;⑧是一块固定支架底板的木板。

绕线机的各个零件尺寸都画在图 2-10 上。大小齿轮是要先焊在大小齿轮轴上的，再套上四个小圆筒作轴套。轴承支架上下两孔之间的距离，要按大小齿轮的半径来定的。

电烙铁——75 瓦和 25 瓦的都可以用。75 瓦的电烙铁，用来焊接电动机等比较大的零件和薄铁皮时比较快。25 瓦的电烙铁用来焊接晶体管元件比较合适，不易损坏晶体管。

如有火烙铁也可用。

尖嘴钳——用来弯折小零件或焊接时夹住零件用。

细扁锉刀——用来锉光零件或铁皮毛边时用的。可选用齿较细的一种, 锉出来的零件光滑好看。如果有条件, 再准备一些小的什锦锉刀, 便于模型制作。

剪刀——用来剪薄铁皮的。

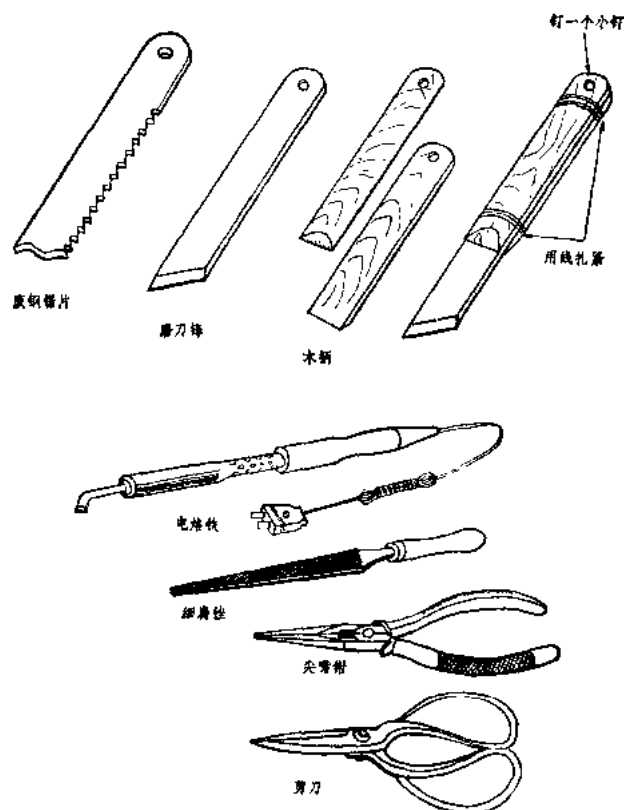


图 2-11

小刻刀——用来整修模型的外壳和刻制印刷电路板时用的。如果没有现成的小刻刀，可用普通削铅笔的刀片或装有木柄的刻刀来代替。也可用废损的钢锯条磨成小刻刀，然后装上木柄，十分适用(图 2-11)。

如果在学校科技活动小组中制作模型时，还可以准备些各种锉刀、钢丝钳、手摇钻等等工具，这样可使模型制作加快进行。

三、继电器及电动机的制作

继电器的制作

前面我们已经介绍过继电器的工作原理，这里我们要介绍自制高灵敏继电器的制作方法和调整方法。由于书中所介绍的几种光电控制模型，每一种都需用一只到两只继电器，因此，可以在制作模型之前，先统一制作好所需的继电器。

图 3-1 是继电器的结构图，在图中各个零件都标上了号码：①是继电器的线圈。它是用细的漆包线绕在一个由铁皮和胶纸板做成的线圈架上的，当线圈中通上一定的电流后，线圈在继电器的铁芯②上产生了吸力，吸引衔铁③，使它向下吸到铁芯上。衔铁③是架在衔铁支架④上的，在衔铁的前面焊有继电器的活动触点⑥，这个活动触点是一小片有弹性的黄

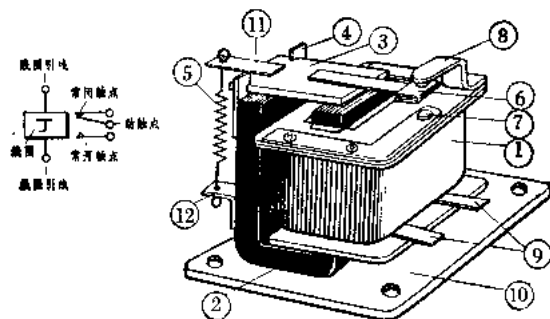


图 3-1

铜片。在衔铁的后部焊有一个支架⑪，在支架上有一个小洞，洞中穿了一条小小的钢丝弹簧⑤；而这条小弹簧的下端是穿在另一个支架⑫上，这个支架焊在继电器的铁芯上。⑨是线圈通电引线焊片。当线圈通电时，铁芯产生磁力吸下衔铁，当线圈断电之后，就靠弹簧⑤拉动支架⑪，使衔铁在支架④上支着而另一头跷起来，这样，衔铁便离开了铁芯。随着衔铁的上下运动（即线圈的断电、通电），动触点便同常闭触点⑧或常开触点⑦接通，达到使常闭触点通电或常开触点通电的目的。⑩是继电器的底座。是用一片铁皮做的，四角有四个洞，以便用螺钉把继电器固定到放大器的线路板上去。

图 3-1 左面画的是继电器的简图。（以后光电控制模型的制作线路图中，都只画继电器的简图）

下面介绍制作这种较灵敏的微型继电器的方法。

我们开始做继电器时，首先要做继电器电磁铁的铁芯。铁芯可用薄铁皮剪成 6 毫米宽的小条片，迭成 3 毫米厚的一迭，按图 3-2 的样子弯成一个 U 形，把两头长短不齐的铁片

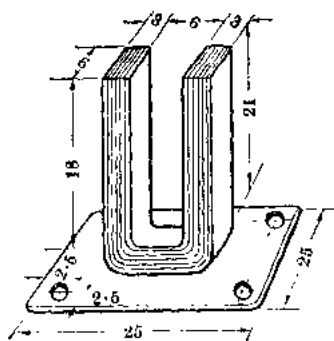


图 3-2

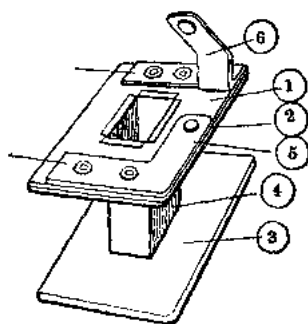


图 3-3

锉平，然后用尖嘴钳把铁芯夹紧，涂上焊油，用焊锡把这迭铁片焊成整块的铁芯。也可以用另一个方法来制作，找一小块 3 毫米厚的铁板，用钢锯锯下 6 毫米宽的一条来，再按图 3-2 的尺寸弯曲成一个整齐的铁芯，其效果是一样的。

铁芯做好后，再按图 3-2 中的底板尺寸，用 0.5~1 毫米厚的铁片剪一块长、宽都是 25 毫米的小铁片，四个角上各钻上一个直径 2 毫米的洞，作为以后把继电器装到放大器底板上穿螺钉用的孔；把继电器铁芯用锡焊在这块底座板的中间。

下一步制作绕线圈的框架。在图 3-3 中可看出，继电器线圈框架由六个零件和四个小铆钉做成。①是上夹板，用 1 毫米厚的薄胶木板做成。②是为了防止绕上的线圈同铆钉短路而加的上防护板。③是下夹板。④是用薄铁皮圈成的中间框架，上、下夹板和上面的防护板就是套在这中间框架上的。⑤

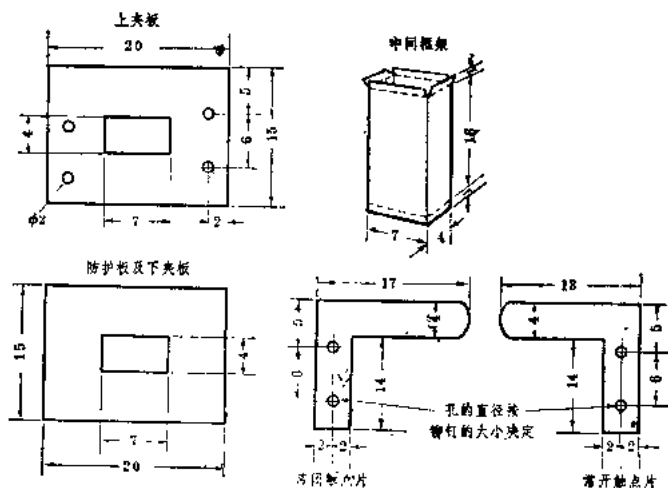


图 3-1

和⑥是用厚 0.5 毫米铜皮剪成的常闭、常开触点片,用铆钉铆在上夹板上。

线圈框架零件尺寸可在图 3-4 中看清楚。上、下夹板和上防护板的尺寸是完全一样的,都由 1 毫米厚的薄胶木板做成。做好图 3-4 所示的零件后,先把常闭、常开触点片用四个直径 2 毫米的空心铆钉铆紧在上夹板上,再把上、下夹板和防护板套在中间框架上,用快干胶水把防护板上夹板胶在一起,把中间框架上画有虚线的地方向四面翻出去。这样,上下夹板在绕线时就不会向两边滑出去了。接着,在薄铁皮做成的中间框架外包上二、三层沾了快干胶的纸条,来增强继电器的绝缘性。然后把做好的继电器线圈框架套到铁芯上去试一试,要使框架能不松不紧地套在铁芯上。如果符合这个要求,就用快干胶在上下夹板和中间框架之间涂一层,胶水干

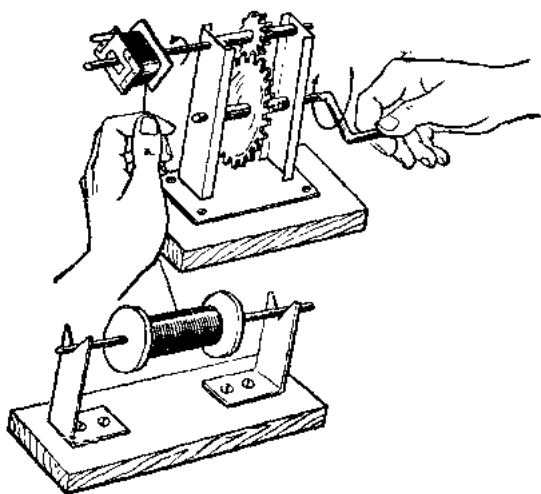


图 3-5

后,上、下夹板在绕线时就不会左右移动了。

下面就开始绕线。按照图 3-5 的样子布置好绕线的工作场地,就可以进行绕线了(最好是统一做好所需数量的继电器线圈框架,一次把几个线圈绕好,这样工作起来比较方便),用 0.07 毫米到 0.1 毫米直径的漆包线都行。绕线时,每圈都要注意绕得比较平整,只要绕到同线框的上下夹板差不多高就可以了,也就是差不多绕满线圈框架。

然后,在绕好的线圈外面包两层纸(把线圈的头尾引线抽在外面)。找两小片铜片,外面用纸包一下,按图 3-6 的样子做成线圈引线片,用细纱线把它扎紧在线框上,再把线圈的两根引线分别焊到这两片小铜片上。在线框外面再包上两层牛皮纸,这样,继电器的线圈就做好了。

按照图 3-7 的尺寸,用 0.5 毫米厚的铁皮剪成继电器的衔铁,再用 0.3 毫米厚的薄铜片按图上的尺寸剪好焊在衔铁

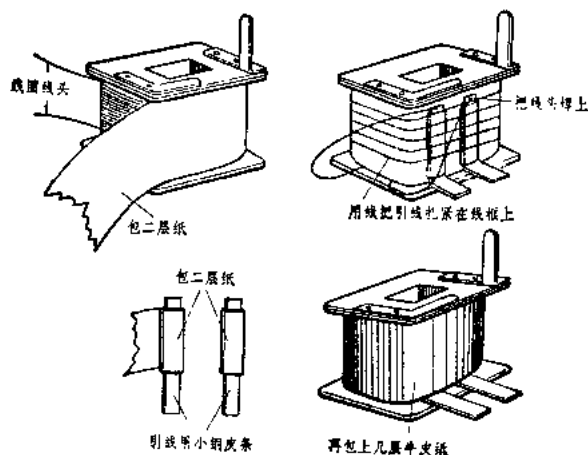


图 3-6

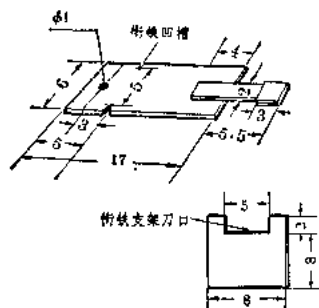


图 3-7

上，作为继电器动触点。用直径1到2毫米的黄铜丝(不用紫铜丝，因紫铜丝易生锈)或铜银合金丝(工业上作银焊条用)作成三个触点，用锡焊到常闭、常开触点和动触点的位置上。再用0.5到1毫米厚的铜皮剪一只衔铁支架。继电器的小弹簧可用最细的那种琴弦钢丝绕成，买一条最细的琴弦钢丝可以做好几个小弹簧，只要把细钢丝在直径3毫米的铁条上绕成弹簧就行了。

继电器的零件都做好之后，就可以着手装配继电器了。按图3-1的样子，先把已做好的线圈套在铁芯上，并且把线圈中间框同继电器铁芯之间用薄铁片插入塞紧，以免线圈框架在铁芯中上下滑动。把衔铁支架按图3-8的样子焊到铁芯上，焊时让衔铁支架刀口比铁芯高出0.2毫米，如图3-8。这一点高度很重要，如果把支架焊得同铁芯一样平，这个继电器工作起来很容易卡住而失灵。把做好的衔铁放在衔铁支架上，让动触点放在常闭和常开触点之间，用手指拨动一下衔铁，看它在支架上是否能很灵活地上下活动。如果不大灵活，可能是支架用来卡住衔铁的两个凹槽太紧了，可以用小锉刀把衔铁的两个凹槽口稍为锉大一些就行了。把已绕好的小弹簧一端挂在衔铁支架上的小孔中，把弹簧拉长1~2毫米后，再把另一端穿在弹簧下支架的小孔中，并把弹簧下支架焊在铁芯上(如图3-9)。这样，一个继电器就装配好了。

下面要来调整继电器。如果调整得不好，这个继电器工作会失效的。因此不单要精心的制作继电器，还要耐心地调

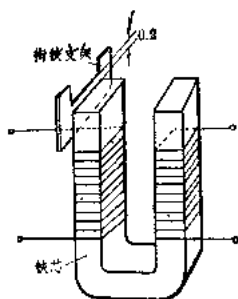


图 3-8

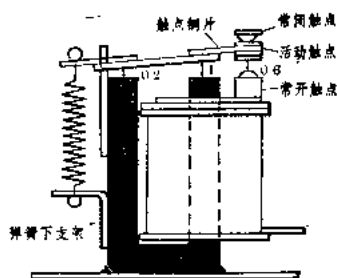


图 3-9

整继电器。首先调整继电器衔铁同铁芯的间隙(图 3-8 已把继电器正确的间隙尺寸标出了,可参照进行调整)。调整时可以向弯活动触点小铜皮或弯动常闭、常开触点铜皮,最后要大致调整到图 3-9 所标出的尺寸,使继电器达到下面的动作目的:

1) 用 9 伏电池给继电器线圈通电后,线圈应把衔铁向下吸。如果不能吸下,则说明可能是后面的弹簧拉得太紧,可把弹簧下支架向上面移一点;也可能是衔铁在衔铁支架上卡得太紧了,可修锉衔铁凹槽;也可能是线圈的线弄断了,那就要用万用电表测量线圈是否不通了?如果断了要重绕线圈。

2) 衔铁吸下,同时中间的动触点也向下动,要求是动触点先碰到下面的常开触点,然后再是衔铁碰着继电器的铁芯。如果不是这样的话,可把动触点小铜片向下弯一点。

3) 继电器线圈断电后,要求衔铁自动弹回到使动触点同上面的常闭触点接触。有时弹簧太松或衔铁支架同衔铁卡得太紧了,会使衔铁不能弹回,则应修改弹簧或锉衔铁凹槽。

4) 按图 2-7 的线路接线,用 9 伏电池给继电器的线圈通

电,应该能象图示的那样控制两个小灯泡分别发光,如果有哪个小灯泡不发光,说明控制触点导电性不好,可用细砂纸把触点打磨光亮,就能通电了。

做好的继电器很易碰坏,应放在小纸盒中保管好,等到装模型时再取出应用。

电动机制作

无论是光电跟踪火箭炮模型、追光的“甲壳虫”、会跟踪图形的光电车,或是光电遥控小艇等等,所有这些模型都是利用电动机来驱动的。而这些模型都采用相同的干电池作电源的直流电动机。为了使电动机体积尽量小,耗电量少,动力大,所以都采用永久磁铁作定子的小型永久磁钢电动机。图3-10所示的,就是我们将要制作的三极式直流电动机的外形。为了便于说明,对每个零件都标上了号码。

①是电动机的定子磁铁,它是由夹在两个定子铁片中的

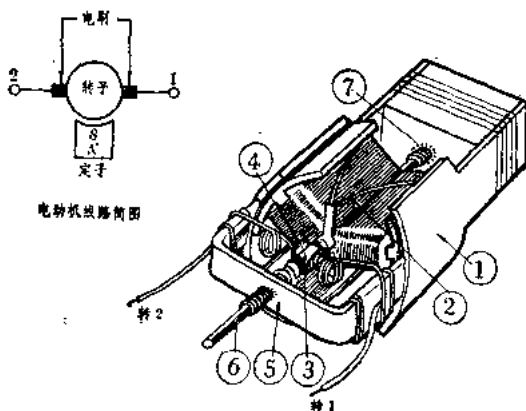


图 3-10

永久磁钢做成的。②是电动机的转子，它是电动机旋转部分的主要零件，在用铁皮做成的支架上绕有漆包线的线圈。③是转子轴上装的能使电动机转子转动时继续通电的整流子。整流子同时还担负着在电动机转子转动时改变转子线圈中电流方向的作用。④是两个铜片做成的小电刷，它能在电动机转子转动时把电流送到整流子上，所以电刷和整流子在转子转动时是摩擦接触的。⑤、⑦是转子轴承，支撑着电动机转子的旋转。⑥是转子的轴，电动机的旋转动力就是通过这个轴来拖动模型动作的。

图 3-10 左上方是电动机的简图，以后电动机的电气接线图都只用简图表示；因此大家要把简图的意思和标记搞清楚。

几乎每一个光电控制模型都需要两个同样的电动机，因此在制作电动机时，一次同时做几个小电动机比单独分开一个个地做要方便些。

首先要找几块尺寸不大的永久磁钢，如已损坏的电动式喇叭中的磁钢，就可以把它打碎成合用的小块磁钢。定子铁芯的尺寸见图 3-11A。按图 3-11B 的虚线尺寸剪下五片薄铁皮，然后把五片薄铁皮迭放在一起（约 1.5 毫米厚），用锉刀把甲、乙两个地方锉成图 3-11B 中所规定的尺寸。再用锡把它们焊成一个整体，这样，一个电动机的定子铁芯就制成了。在焊铁皮的时候，可用少许焊油先把每片铁皮涂上一层薄薄的锡，然后用电烙铁加热这些已涂了锡的薄铁皮，用钳子夹紧。要一片片的分几次焊接，这样就可以把它们焊成一个整体了。焊好后，用酒精把它们擦干净。制作中最主要的是，要使定子铁芯的内圆十分圆滑，这样当转子在里面转动时就不会同它碰撞了。定子铁芯做好后，可按图 3-11A 的样子把磁钢与铁

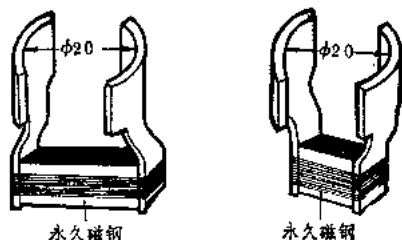


图 3-12

一些锡，并在两个半极要合并的地方用锡焊牢。最后用大的缝被子针截去两头，并把两端都锉平滑后，把它穿入转子铁芯中焊牢，就是一根很好的转轴了（如图 3-11D 所示）。

转子做好后，要进行校验。可按图 3-13 的样子做一个专门用来校验转子的检查架，把要校验的转子放在上面，慢慢地转动，看每一个极同指示针尖端之间的间隙是不是都相等，如果有一个间隙比其他都小些，这说明这个极比其他两个极来得长，这时可按图 3-14 所示的方法，把那个太长的极用锤子轻轻地敲几下。注意：极的下面一定要垫上图中那样的木条，不然会使三个极之间的角度不相等，影响电机的旋转。直到

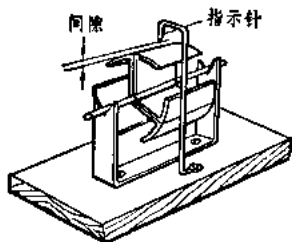


图 3-13

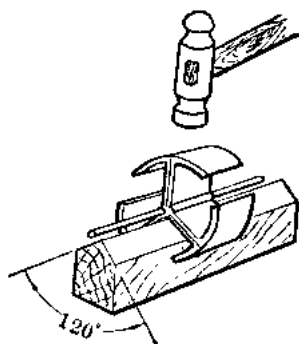


图 3-14

在检查架上转动时三个极间针尖的间隙相等时为止。如极的边缘太高或太低,可用钳子夹住弯好。

转子铁芯做好后,就可进行转子的绕线工作。为了保证绕上去的漆包线不会同转子的铁芯发生短路现象,在绕线以前,先用薄纸和快干胶水把转子铁芯内侧全部糊满,等胶水干后,用已准备好的 $0.1 \sim 0.13$ 毫米直径的漆包线进行绕线。绕线是从转子的中心(也就是靠近转轴的地方)开始的,整齐而紧密地一圈紧挨着一圈绕,每绕完一层就包上一层薄纸,作为两层漆包线之间的绝缘纸。每个转子极上至少要绕上 6 层漆包线,所以要绕得紧密,否则就绕不下,会影响电动机的功率。全部绕好后,留出一定长度的漆包线头,用细棉线把漆包线的线尾扎紧,以防松散。转子的绕线方向参看图 3-11E,切不可绕错,否则电动机就不会旋转。

转子线圈绕好后,为了检验转子线圈是否与转子铁芯短路,可按图 3-15 所示的样子进行电气检验。转子上共有三个线圈,在检验时,为了能分别检验出三个线圈的绝缘情况,所以三个线圈的接线先不要接好,一个一个线圈分别进行检

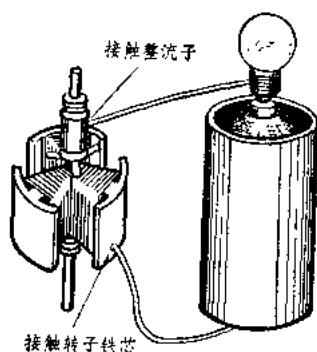


图 3-15

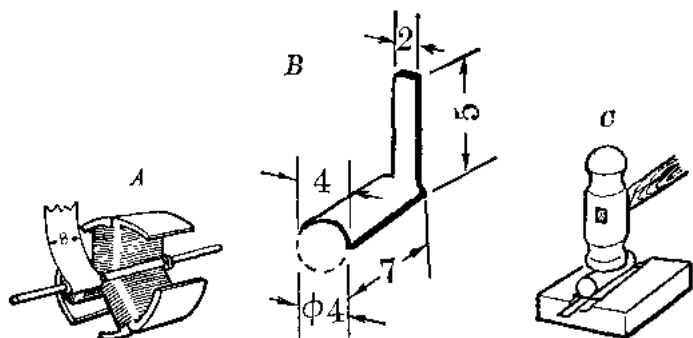


图 3-16

验。按图 3-15 校验时, 如果小灯泡不亮, 说明线圈与铁芯间的绝缘合乎要求。如果小灯泡亮了, 则表示线圈与铁芯绝缘不好, 发生了短路现象, 这时一定要把这只线圈拆掉重新再绕, 否则, 这个电机是不能工作的。所以开始要用薄纸和快干胶水(它也是绝缘的)把转子铁芯内侧仔细地糊满, 不要让漆包线直接与转子铁芯接触。另外, 漆包线质量要好, 不可有漆剥落的地方, 以免圈与圈之间短路, 这也会影响电机的功率, 并引起发热。

在转子轴上要安装整流子的地方, 用涂了胶水的薄纸片一层层绕在转轴上, 如图 3-16A 所示, 成为一个直径为 4 毫米的圆柱, 等胶水干透后, 在长度等于 8 毫米的地方, 用刀片将它的一头切平。

用厚度为 0.3~0.5 毫米的铜皮, 按图 3-16B 的形状和尺寸剪三片, 这就是模型电机的整流子片。为了把整流子铜皮弯曲成所要求的圆弧形, 要先做一个模子。模子可用一小块铁或铜、铝等金属做成。在它上面用圆锉刀锉出一条直径为 4.5 毫米的半圆槽, 再找一段直径为 4 毫米的圆铁钉作为上

模，把剪好了的整流子铜皮放在凹槽上，锤打上模，就可以做成合乎尺寸要求的圆弧形整流子片。见图 3-16C。然后把整流子片较狭的一段向上弯成 90 度，就可做成图 3-16B 那样的整流子片了。

在把三片同样的整流子片安装到转轴的纸圆柱上去时，要使每两片整流子片之间留有小小的间隙（约为 0.5 毫米）。而每个间隙的位置应分别对准一个转子的极，如图 3-11E 所示。再用丝线把三个整流子片扎紧在小纸圆柱上，丝线处涂上一些胶水。丝线只能扎在整流子片的两端，中间部分是要与电刷摩擦接触的，不能扎线和涂胶水。最后，把转子线圈的六个线头上的漆刮掉，按图 3-11E 的接法，把线头分别焊到三个整流子片向上弯成 90 度的地方。

转子做好后，要经过平衡检查。按照图 3-17 的样子，在木板上刻两个细槽，把两个刀片竖在上面，然后把电动机转子轻轻放到刀口上。如果三个极中有一个比较重的话，那一极就会自动转到下面去。这时就需要在比较轻的两个极的线圈外面糊上几层牛皮纸，使三个极一样重为止。如果装配好的电动机转子不平衡，转动起来就会振动得很厉害，影响电动机的正常工作，也极易损坏，所以必须做好转子的平衡检查。

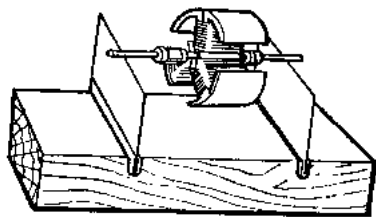


图 3-17

接下来作电动机的前后支承架。按图 3-18A 的尺寸,剪下一片 0.5 毫米厚的铜皮,弯成图示的形状;中间打一个小孔,孔的大小要正好能让转轴在它中间灵活转动,太大太小都不好。这就是前支承架。在它两个弯折的端部,绕上四五层沾过胶水的薄纸片,作为绝缘。另外,找两小片铜皮,剪成宽为 5 毫米的长条,把这两小片薄铜皮分别包在图 3-18B 所示的裹有薄纸的那个地方,用尖嘴钳把它们用力夹紧,以便将来在它们上面焊接电刷。这就叫做电刷支架。做好以后,再用前面所述检验转子绝缘的方法,检查一下两个电刷支架有没有同前支承架短路。

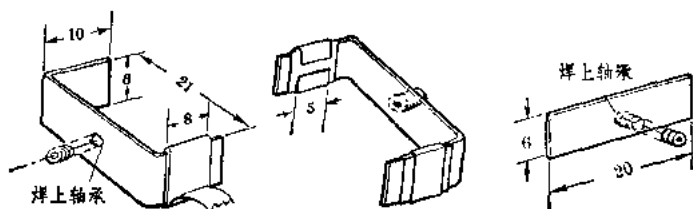


图 3-18

后支承架是一片宽 6 毫米,长 20 毫米的黄铜片,尺寸如图 3-18C 所示。它的中间不必打洞。

轴承的做法是:用直径为 0.5 毫米的已刮去了漆的漆包线,把它紧密绕在一根缝被针上,好象一根弹簧状的铜丝螺旋管,然后用剪刀剪成三圈一段的若干段(可供好几个小电动机用),将其中两段分别焊到前后支承架所应该焊轴承的地方(图 3-18 中指出的地方),就成了转子的前后轴承了。焊轴承时要当心,不要让焊锡塞住或缩小了轴承的孔,不然转轴就放不进去了。另外,焊好以后,还要用酒精把残留在轴承孔中的焊油擦干净,以免以后将轴锈住,或影响转轴转动的灵活性。

电动机在轴承中要能灵活地转动，不能卡紧，又不应过松。卡紧了电动机就容易发热；太松了电动机转动时转子会在轴承中跳动，影响与转轴相连的零件(如齿轮等)。

后支承架可按图 3-10 的样子，焊在定子铁芯的后部。焊时要使轴承正在定子的当中。如果装歪了，装入转子后，转动起来会和定子铁芯的圆弧相碰，电动机就不能正常工作了。

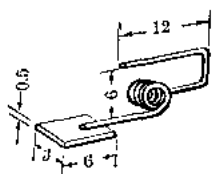


图 3-19

电刷的做法很简单，按图 3-19 所示的尺寸大小及形状，用直径为 0.5 毫米的弹性黄铜丝弯成电刷弹簧，然后用厚度为 0.5 毫米的铜片，剪成尺寸如图 3-19 所示的两小片电刷，把它与弹簧按图所示的样子焊在一起，这样两个电刷就可以供给一个电机用。

零件都做好就可以装配小电动机了。

首先，把已做好了电动机转子，在它的外面用牛皮纸包二、三层，使它能紧紧地塞在电动机的定子中间。先要使转子上没有整流子的那一端轴，插入后支承架的轴承中。然后再把放有整流子的那一端轴，穿入前支承架的轴承中去，再按照图 3-10 所示的样子把前支承架焊牢在定子铁芯上。焊好前支承架以后，可将转子外面包的牛皮纸统统抽去，然后用手转动转子，看它能否灵活地转动。如果发现转子转动时和定子铁芯相碰，那一定是前支承架或后支承架装得不对中心，要把它拆下来重新焊接。如果发现转子在轴承中转动时被卡的很紧，那大多是因为轴承焊歪了，要重新把轴承焊正。如果觉得轴转动时稍为紧一点，那只要在轴承里加几滴油润滑一下，等电动机全部装好后，通电转动几分钟，轴就可以灵活地旋转了。电动机转子能不能很灵活地转动，是电动机能不能发挥

最大功率的关键问题。因此在总装电动机时一定要仔细地校正轴承是否焊歪了？前后支承架是否正对中心。

转子准确地安装好之后，就可把两片电刷的弹簧铜丝，焊牢在前支承架的电刷支架上。两片电刷要正好相对着，不要一面距离大，一面距离小。另外要在两个电刷支架上焊出两条电线，作为电动机接线之用。

电动机做好之后，还必须再次进行检验，如果检验及调整得好，电动机就能平稳而高速地旋转。

电动机的调整工作如下：

首先用电池及小灯泡再次检查一下，转子是否与铁芯发生短路，这只要检查三片整流子片与机壳是否短路就知道了。另外，还需要检查一下电刷支架是否与机壳发生短路，这只要检查两根电刷引出线就可以了。为什么要这样一次次地检查是否有短路现象？那是因为每一道加工或安装时，都有可能损坏原来的绝缘，所以每做一步都要检查一下。一台有漏电现象的电动机，它的旋转力量是不会大的，也不会转得快，装到模型上去之后，还可能对控制线路发生不良的影响，模型也就不能很好地运行了。

然后，把电动机按图 3-20 所示的接线法接好线，通上电

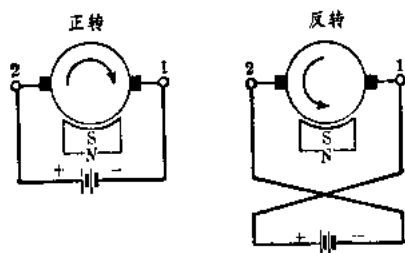


图 3-20

源(这个模型电动机是用3伏直流电工作的,可用两节一号电池供电),它就应该很快地旋转。调整工作就是把电动机的电刷压在整流子上,要压得不紧不松。太紧了,因为阻力大,电动机转得就不会快,而且,整流子和电刷容易磨损。太松了,整流子和电刷之间接触不好,产生火花,也会影响电动机转速及损坏电刷和整流子。这可以听电动机转动的声音来判别转速的高低,声音越尖锐,说明转速越高。

为了保证轴承和轴的润滑及不易磨损,应在两个轴承中各加入一两滴润滑油(例如缝纫机油)。

电动机可以正转也可以反转,正转及反转时的接线可参看图3-20。当电动机装到模型上后,如果发现它的旋转方向与我们所需要的方向正好相反,那只要按图3-20变换一下接线就可以了。

当模型电动机经过调整,已经以最快速度旋转后,就不要再碰它的电刷了,因为电刷位置及压力变动之后,转速又会降低。调整好了的电动机,如有条件可以按照图3-21的样子做一个电动机的外壳和底座,把电动机装在里面。

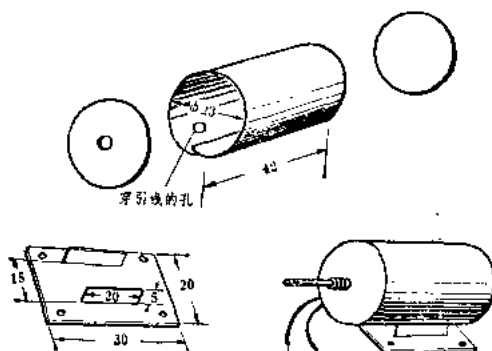


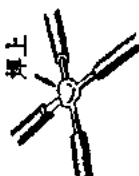


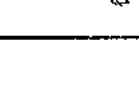
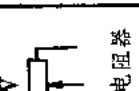


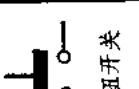
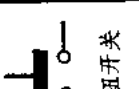
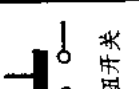
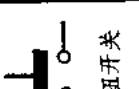
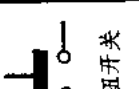
图 3-21

四、光电控制线路的工作原理、 制作和调整方法

本书介绍的光电控制模型的种类、样式虽然是各种各样的,但是它们所用到的光电控制线路却是差不多的。因此,在未介绍具体光电控制模型的工作原理、制作及调整方法之前,先介绍一下光电控制模型的基本原理,这样,为我们在了解光电控制线路的工作原理、制作和调整时,打下基础。另外,为了使大家能看懂这些光电控制线路图,我们把一些同本书有关零件的外形及其在线路图中的简图表示法,对照的画在一起,以便大家熟悉(图 4-1)。在工业上用的各种电子线路图画的都是简图,因此在学会了看简图后,对今后学习复杂的电子线路图也是有帮助的。

图 4-2A 所示的是零件的实际图形;图 4-2B 和图 4-2C 所示的是简图。从图 4-2B 中可以看出开关 K 打开时的情况:继电器不通电时,小电动机不转。图 4-2C 所示的,开关 K 闭合后,继电器线圈通过已闭合的开关 K 来接通 9 伏电源,使继电器铁芯产生吸力,衔铁便吸合。衔铁是同继电器的动触点连在一起的,因此,动触点就和常开触点接通,电流通过两触点流经小电动机的转子线圈,小电动机便旋转起来了。

再看看图 4-3A,由于开关 K 没有接通,因此,继电器线圈中没有电流流过(电流表没有电流指示);而图 4-3B,则由于开关 K 合上后,接通了电源,因而继电器线圈中有电流流过,电流表也就有电流指示。继电器衔铁便吸合,使继电器动

 <p>焊上</p>	 <p>焊点</p>	 <p>交叉</p>	 <p>接线柱焊点</p>	 <p>电阻</p>	 <p>单刀开关</p>	 <p>双刀开关</p>	 <p>微调电阻器</p>	 <p>灯泡</p>	 <p>电铃</p>	 <p>电磁铁</p>	 <p>直流电流表</p>
---	--	---	--	---	---	---	--	---	---	--	--

4-1

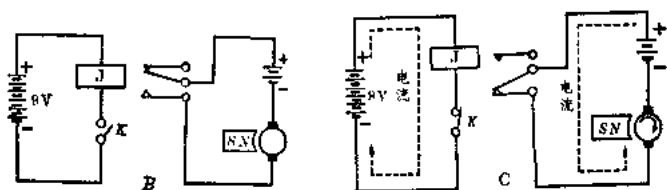
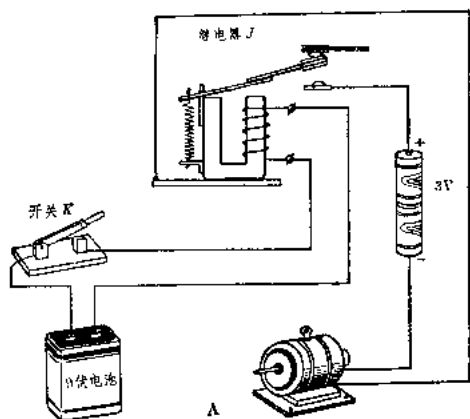


图 4-2

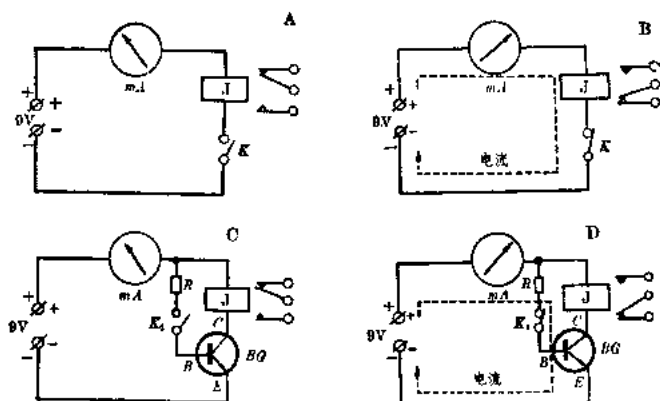


图 4-3

触点同常开触点接通。

如我们把开关 K 的地位换上一个半导体三极管(3DG6 或次品的处理管子都可以用), 在三极管的基极 B 上接上另一个开关 K_1 和一个电阻 R , 那么再看看开关 K_1 的打开和闭合后, 又有一些什么变化呢? 从图 4-3C 中可看出, 在打开开关 K_1 时, 三极管 BG 和继电器线图中就没有电流流过, 继电器铁芯因无磁性, 所以, 衔铁也不会吸合。当合上开关 K_1 后(图 4-3D), 则三极管 BG 的集电极 C 同发射极 E 之间有电流流过。当然, 流过集电极 C 和发射极 E 之间的电流也是会流过继电器线圈的, 这样, 衔铁的动触点便与常开触点接通。再看图 4-4, 如果我们在继电器的触点上接上两节 1 号电池和一个小电动机; 那就可以通过控制半导体三极管基极 B 上的开关 K_1 来控制小电动机的旋转了。因为半导体三极管是一个电流放大器, 它的特点就是: 如果基极 B 上没有电流流过(相当于开关 K_1 打开而不通), 则半导体三极管的集电极 C 和发射极 E 之间也不会有电流流过。图 4-4A 的线路, 就是表示集电极 C 和发射极 E 之间没有电流流过。如果半导体三极管的基极 B 上有小电流流过(即 K_1 闭合), 那

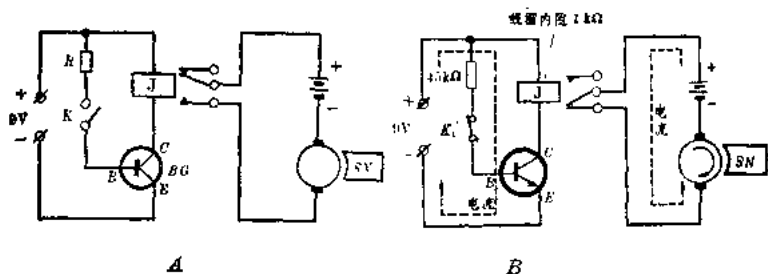


图 4-4

么经过半导体三极管的电流放大作用，集电极 C 和发射极 E 之间流过的是放大电流，此电流比流过基极 B 的小电流要大得多。如图 4-4B 所示的线路图，基极 B 中只流过不到 0.2 毫安的电流，而在集电极 C 和发射极 E 之间流过的电流却大约有 9 毫安。从图 4-4 中可以看出，三极管 BG 的集电极 C 和发射极 E 之间的电流，是受基极 B 上的电流所控制的。也就是只要控制基极 B 上的电流，就可使半导体三极管起到一个电开关的作用。不过，在这里，三极管能起到开关 K_1 的作用仅是线路中的一部分，完整的光电路如图 4-5 所示。图 4-5 与图 4-4 相比较，在图 4-5 中是用半导体光导管代替了图 4-4 中的小开关 K_1 。当没有光线照射到半导体光导管上时(如图 4-5A)，则由于光导管内阻很大，因此相当于不通电。这时半导体三极管 BG 的基极 B 上就没有电流流过，集

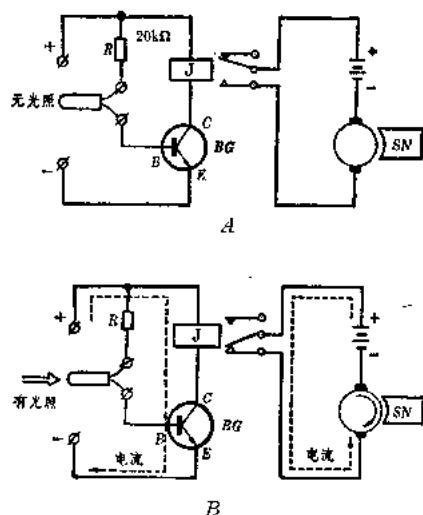


图 4-5

电极 C 和发射极 E 之间也就没有电流, 继电器线圈无电, 衔铁不吸合, 电动机也不转动。

当光线照到半导体光导管上时, 它的内阻会立刻变小, 因此半导体三极管 BG 的基极 B 上有小电流流过。由于半导体三极管的电流能放大, 使集电极 C 和发射极 E 之间有较强的电流流过, 经继电器的线圈使衔铁吸合, 动触点与常开触点接通, 于是小电动机旋转了 (图 4-5B)。这是通过用光线照射半导体光导管后, 使光导管起到一个开关的作用来控制继电器, 从而达到控制电动机的旋转。从以上讲的可看出, 我们可以用手电筒光, 远距离的照射光导管 (不用手去直接拨开关), 来控制小电动机转或不转, 这就是一种利用光电作用的自动控制线路。

但是, 图 4-5 所示的, 还不是一个灵敏度较高的光电自动控制线路, 要使其实用, 还得提高它的灵敏度。怎样才能提高自动控制线路的灵敏度呢? 这有两种办法: 一是选用灵敏度较高的半导体光导管, 也就是挑选只要一点点光线照射到光导管上后, 便能使其内阻起到很大变化的光导管; 二是增加光电控制线路中的三极管, 使其总放大量有所增加。

从图 4-6 中可以看出, 它比图 4-5 的线路图多加了一只半导体三极管和一个微调电位器 W , 这就使线路的总放大量有所增加。因此, 线路的灵敏度也提高了。以图 4-5 和图 4-6 作一比较, 同样用 40 瓦灯泡作光源, 在图 4-5 线路中, 要把灯泡移到离开光导管半米左右的地方, 才能使继电器动作, 小电动机旋转。而在图 4-6 的线路中, 灯泡离开光导管两米远的地方, 就可以控制小电动机的旋转。这说明图 4-6 中的光电线路灵敏度要比图 4-5 中的光电线路灵敏度来得高。但是在

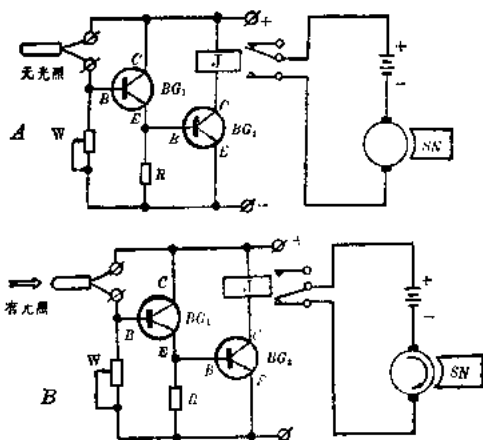


图 4-6

选用管子时，不一定能选到放大量和灵敏度完全一样的半导体三极管和光导管，所以，在线路中要有一个调整装置，以保证其放大量和灵敏度合乎要求。在线路中增加一个微调电位器 W ，就是起到调整光电控制线路灵敏度的。

以上介绍的是光电控制线路中一些最基本的原理，下面向大家介绍三种不同类型的光电控制线路工作原理以及制作和调整方法。

第一种如图 4-7 所示，它用一个半导体光导管作为接收光线的光电元件。这种线路的接线法和元件参数值在图 4-7 中都已标明。这个线路所用的半导体三极管 BG_1 和 BG_2 ，都是 3DG6 型的硅 N-P-N 型三极管。参数要求是 BG_1 的 β 要大于 40； BG_2 的 β 要大于 80。线路中用的小电动机（自制或买的永久磁钢小电动机都可以用），在两条接线上加接一只 2.5 伏的小灯泡，使在调试光电控制线路时，通过小灯泡的

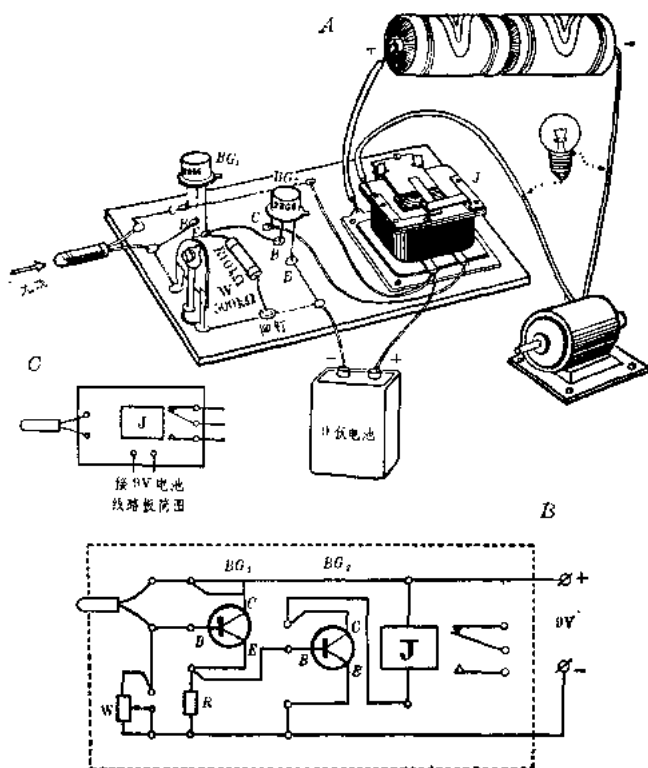
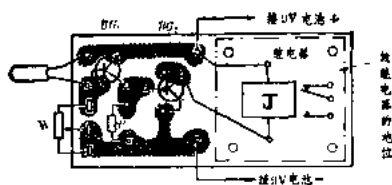


图 4-7

亮、暗来判断小电动机是否在旋转,这比直接观看小电动机是否在旋转要清楚、方便得多。具体的线路安排可以按图 4-7B 所示的来装接,电阻 R 可以选用 $1/8W$ 的碳膜电阻。也可按图 4-8A 的样子自己腐蚀一块长 50 毫米、宽 25 毫米的印刷电路底板,便于安装和调试。焊接这些半导体元件,千万要注意不能过热,可象图 4-8B 那样,用一把尖嘴钳夹住要焊的三极管的管脚来帮助散热。等各个元件焊接好之后,就可以进行光电控制线路的调试工作了。按图 4-9 的样子,把光电控制



4

B

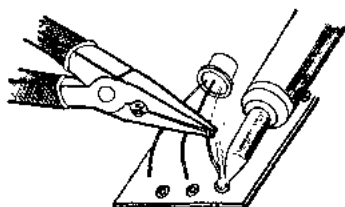


图 4-8

线路板、9 伏电池两节 1.5 伏的 1 号电池、指示用的小灯泡、小电动机等等都放在桌子上。在距离桌子两米左右的地方放一只 40 瓦的灯泡。注意，调试工作一定要在比较暗的房间里进行，否则，受太阳光照射后，调试就不准确了。在调试时，先用小起子（也叫螺丝刀）把小电位器的电阻调到最大，再开亮 40 瓦电灯，这时，光导管受到灯光的照射后，便会使光电控制线路的继电器动作，小电动机旋转。这时，作指示用的小灯泡也应该亮（要注意，这个作指示用的小灯泡光线不能照在光导管上，否则就是把电灯关掉后，小电动机仍然会旋转）。我们可以把电灯的开关多开、关几次，看看是不是光电控制线路很

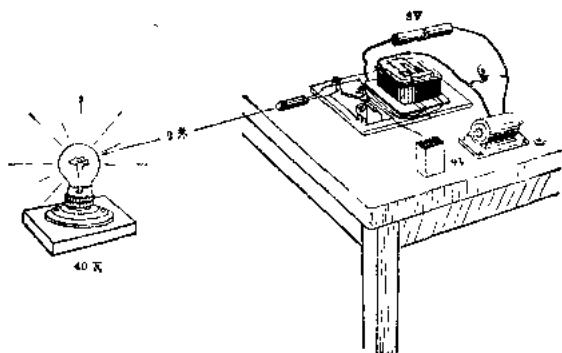


图 4-9

“听话”。如果“听话”了，那就慢慢地移动电灯泡，只要在两米远的地方，灯光能控制小电动机旋转就行了。如果电灯泡一定要离光导管很近时才能控制光电路，那可能是三极管 BG_1 和 BG_2 的放大倍数太小的缘故，或者是光导管太不灵敏了。发生这种情况时，我们可以逐个地调换光导管或三极管 BG_1 、 BG_2 来试试看。要是我们在一个模型中需要两个相同的光电控制线路，那就得把两个光电控制线路并排地放在一起同时进行调试，调整到两个线路的灵敏度一样。如果经过几次调整，只有一只控制距离超过两米，那只好把这只光电控制线路的灵敏度降低些（即把这个线路的小电位器 W 的电阻调得小一些），使两个光电路的灵敏度一样。

第二种光电控制线路见图 4-10。这是一种由三只半导体三极管等元件组成的光电控制线路。由于放大倍数比较高，因此灵敏度也比较高，可以在四米以外的距离，用 40 瓦灯泡进行光电控制。用在此线路中比较合适的光导管是 227 型光导管，这种光电控制线路也是用 9 伏电池供电的。

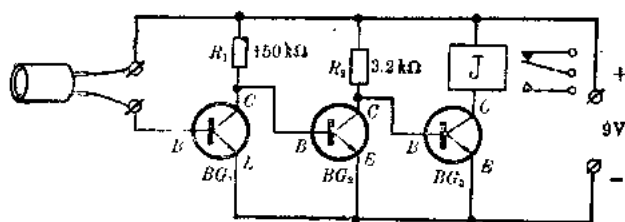


图 4-10

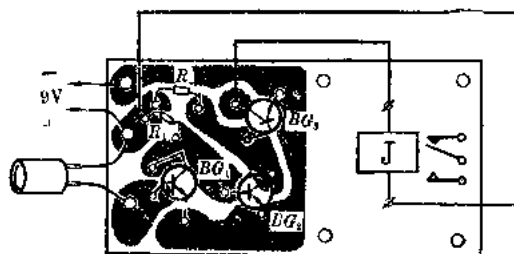


图 4-11

这种光电控制线路的印刷电路板见图 4-11 (电路板的尺寸长 50 毫米、宽 25 毫米)。

由于这种线路的灵敏度较高, 因此在调试时更要注意不能让日光照到光导管上, 以免受日光照射而产生错误动作。调试时, 可把 40 瓦的电灯泡放到距离光导管三米左右的地方, 开亮电灯看继电器是否动作。如果不动作, 则可以改变其电阻 R_1 的阻值, 可以在 $50 \sim 200 \text{ k}\Omega$ 之间调换, 看哪一种电阻焊上去后灵敏度比较高, 就用这种电阻 (注意, 在换 R_1 时, 要先把 9 伏电池断开, 不然容易损坏三极管)。有时可能经调换 R_1 也达不到三米以上的光电控制距离, 那可能是三个半导体三极管的电流放大倍数太小, 可挑选几个放大倍数较大的三极管 (例如 β 大于 60 的三极管)。

这两种线路所应用的三极管不必用正品三极管，或型号是 3DG6 型的三极管，只要是 N-P-N 型的硅三极管，不管是 3DX 型或 3DG 型的都可以用，只要其放大倍数大于 30(最好大于 60)就行了。

为了避免日光干扰而形成光电控制线路的错误动作，可在光导管上套上遮光罩(图 4-12)。制作遮光罩的方法很简单，用薄铁片按光导管的直径卷成一个长筒，把光导管塞在里面。这样，可改变光导管原来能四面受光照的状况，而变成只能接受正前方照射来的光线(图 4-12D)，从而减少产生错误的动作。但是，对于从正前方照射来的日光，还是会产生错误动作的，所以平时应避免把光导管正面对着有日光照射的方向。

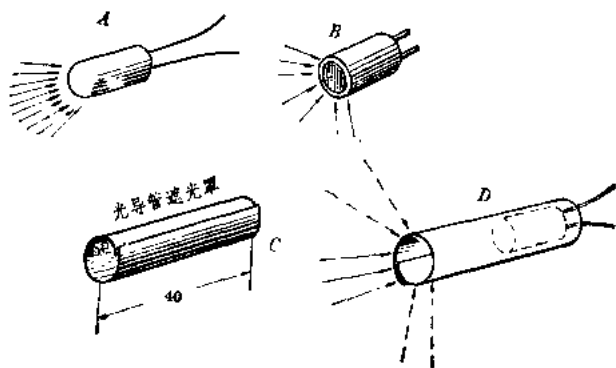


图 4-12

第三种光电控制线路，是用玻璃壳的锗高频三极管作为光电元件的。玻璃壳锗高频三极管的构造见图 4-13。从图中可看出，真正会感光的部分是在管子上部的那一小块锗晶体片，它只有半粒芝麻大小。因此，我们用这种三极管作光电元件时，一定得刮掉玻璃壳外面的黑漆，还要使光线对着那一

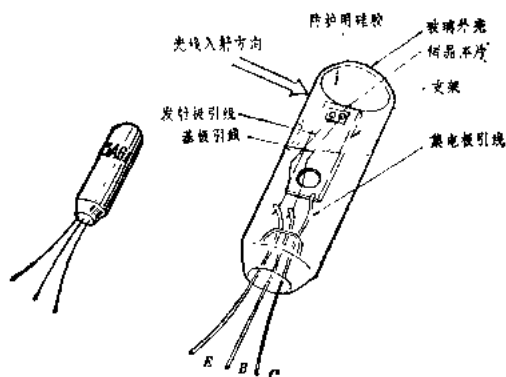


图 4-13

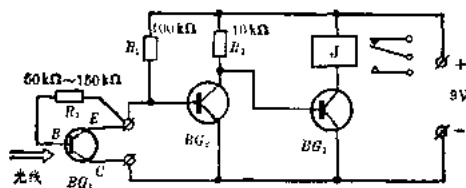


图 4-14

小粒锗晶体片上照射，才能起到光导管的作用。这是在调试时应特别注意的。

用锗高频三极管作为光电元件的光电控制线路如图 4-14。其中 BG_2 、 BG_3 (选用 3DG6 型) 两个硅三极管作放大用， BG_1 玻璃壳锗高频三极管作为光电元件 (可以用玻璃壳的 3AG1 或 3AG71 等三极管)。这种控制线路也有比较高的灵敏度。它的印刷电路如图 4-15。在制作和焊接时也要用尖嘴钳夹着三极管的管脚来散热，尤其是锗三极管，比硅三极管更怕热，因此要用尖嘴钳夹着它的管脚来帮助散热。

在调整这种线路时，主要是调整电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值

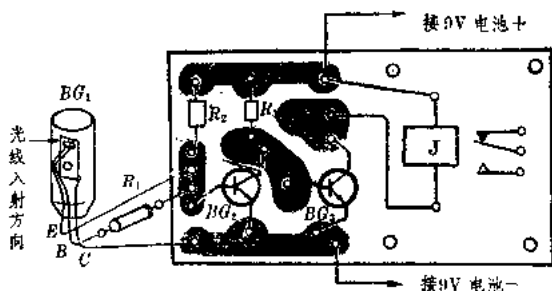


图 4-15

大,线路的灵敏度就高。但不能大于 $150\text{k}\Omega$,要是太大了,则不用光来照射,继电器也会自动吸上,这就达不到光电控制的目的了。电阻 R_1 太大了也会使线路不容易调整,比如在光线照射下衔铁吸合,但当光线被遮断时,衔铁不能恢复原状。所以电阻 R_1 一般用 $50\sim 100\text{k}\Omega$ 即可。电阻 R_2 的调整目的是使线路的灵敏度比较高,调整到灵敏度最高时就把这种数值的电阻焊上即可。这种线路的印刷电路板尺寸也是长 50 毫米、宽 25 毫米。调整好的这种光电控制线路,可以用 40 瓦的灯泡在两米范围内进行控制。

这个线路的另一个特点是它对红外线也特别敏感,只要用一根留着一点点火星的火柴梗凑近锗三极管,线路的继电器就会动作。

以上介绍的是三种实用的光电控制线路。下面介绍如何制作光电控制线路的印刷电路板。

先要买到用来制作印刷电路的单面或双面敷铜箔的胶纸层压板,再去买些三氯化铁,是腐蚀印刷电路板用的。但要注意,三氯化铁是有腐蚀性的,在腐蚀印刷电路板时,须戴防腐手套。另外,还要准备一些画印刷电路用的快干漆(即喷

漆, 沥青溶液也可以)。材料准备好了以后, 先按照印刷电路图的样子, 用复写纸把印刷电路复印到敷铜层压板上。在复印之前, 先用去污粉把敷铜箔的那一面擦洗干净, 再用细毛笔沾上快干漆或沥青溶液, 涂在要保留的部分, 图要画得光洁, 点要画得圆滑。等快干漆或沥青溶液干燥之后, 再用小刀把图的边角修括一下, 或者用香蕉水抹一下。这样, 就可以把整块板放入三氯化铁的溶液中去进行腐蚀, 如图 4-16 所示。

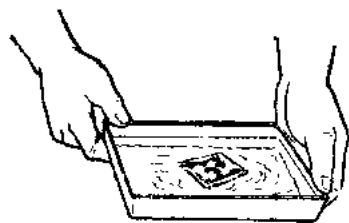


图 4-16

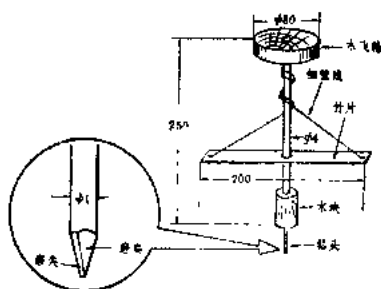


图 4-17

三氯化铁溶液可以这样配制: 用一份三氯化铁加两份水 (按重量计算)。如要使板被腐蚀得快些, 可以稍许多加些三氯化铁, 或者把溶液加热, 但不要超过 50°C , 因为溶液太热容易把快干漆或沥青溶化。等到把没有涂漆的部分铜箔都腐蚀掉之后, 就把印刷电路板取出来, 用水冲洗干净, 再用香蕉水洗去快干漆或沥青, 接着就可以进行钻孔工作。

钻孔用的钻子自己制作也很容易, 见图 4-17。钻头可以用有弹性的 1 毫米钢丝磨制而成。印刷电路板底板不能用锥子或钉子打孔, 因为用小钉子来打孔会使铜箔翘起来的。

如果不用三氯化铁腐蚀, 也可以用刀片在铜箔层压板上刻出印刷电路来, 见图 4-18。只要在不需要的部分周围刻上

刀痕,然后用镊子把这部分的铜箔揭去即可。为了使小刻刀刻印刷电路时方便些,我们把原来图 4-8 的印刷电路改成图 4-19 的样子,都用直线组成,而原理同图 4-8 是一样的。

以上已经把三种光电控制线路的工作原理、制作及调整方法都介绍好了,下面就可以用它来制作一些光电控制模型了。

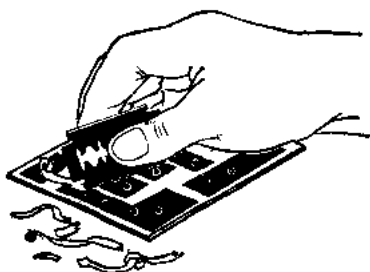


图 4-18

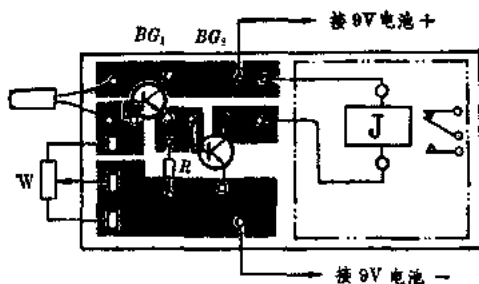


图 4-19

五、通用光电控制器

从这一部分开始，介绍几种光电控制模型的制作和调整的方法。

首先介绍一种通用的光电控制器，它可以用来作为光电自动警戒器、光电计数器、自动点燃路灯设备等等。

让我们先看看作为警戒用的光电控制器是怎样工作的。从图 5-1 中可以看出，在广播室开始播音的这段时间里，是不希望常有人进出广播室的。只要把一个投光器和光电控制器放在广播室门口，当有人不注意而走近广播室门口时，投光器的光线就会被来人所遮断，使对面的光电控制器收不到光线而发生动作，拉响小电铃和灯泡发亮，来提醒这个人：里面正在广播，请勿入内。

我们进一步看看，投光器和光电控制器的结构原理是怎样的呢？投光器(图 5-1B)是一个铁皮盒子，里面有一个 2.5V 的小灯泡，两节 1.5 伏 1 号电池；一个控制开关；灯泡的后面有一个反光镜，把灯泡的亮光集中起来反射到前面去，就象手电筒内反光镜的作用一样。在灯泡的前面，有一个小的玻璃透镜(放大镜)，有了反光镜和透镜，就可以把本来小灯泡的散射光聚成一束很强的光投射到光电控制器上，使得照射的距离比单用一个小灯泡要远得多。例如：单用一个手电筒小灯泡只能在不到一米的距离内使光电控制器起作用，加了反光

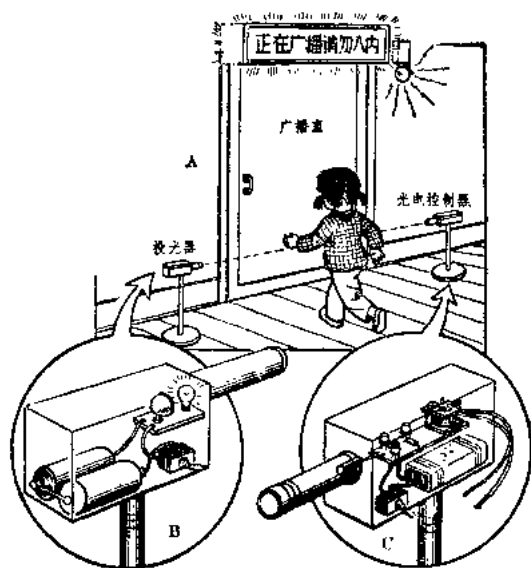


图 5-1

镜和透镜后,能在五米以内使光电控制器起作用。

光电控制器也装在和投光器一样的一个小铁盒内(见图 5-1C)。当光线照射在光导管上时,光电放大器线路起作用,把光信号变成电信号,使小继电器吸合。当光线被遮断之后,由于继电器不通电,使继电器的常闭触点闭合,因而使电铃发出响声,同时玻璃框中的灯泡发亮。

以上介绍的光电控制器所用的电源都是直流干电池。但光电控制器也可以用交流电来作电源(如图 5-2)。这样就得用一个输出为 6 伏的变压器来供电铃、投光器的灯泡和玻璃框中的小灯泡用电(灯泡都采用 6 伏的)。

下面介绍投光器和光电控制器外壳制作(见图 5-3),

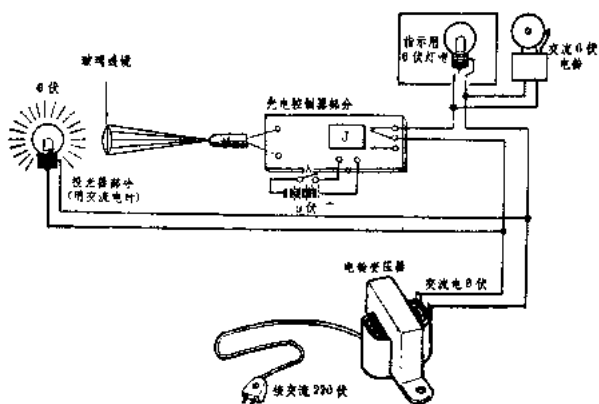


图 5-2

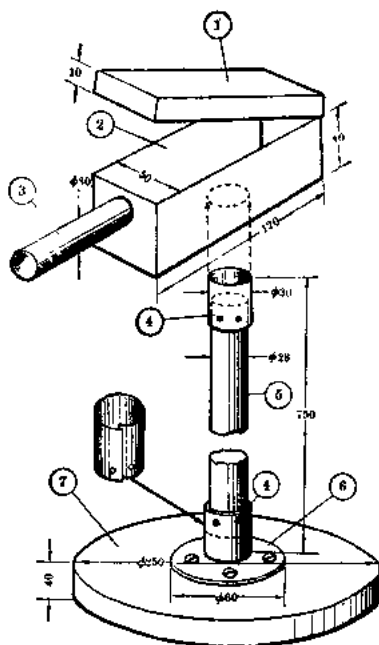


图 5-3

①、② 是用薄铁皮焊成的小盒子的盖和盒身。盒子里面放投光器或光电控制器,尺寸都是一样的,因此只要做两个尺寸相同的盒子即可。③是放透镜的筒(如果是光电控制器则把光导管放在里面)。④是一个铁皮圈,一头焊在盒子下面,另一头要用三个小钉子钉在木杆⑤的上端。在木杆下端也有同样一个小铁圈④,焊在圆铁片⑥上。圆铁片⑥用四只木螺钉钉在底座⑦上。底座⑦是一块大的圆木板。这样做成的外壳连同底座,可以很方便地把投光器和光电控制器装在里面,而且也能很方便地把它放在需要警戒的地方去。做好的投光器和光电控制器外壳要涂上油漆,以免生锈。

投光器部分的结构如图 5-4A,它的底板可用一块薄的胶纸板做成,上面安装一个小灯泡(如用干电池,可用手电筒的灯泡;如用 6 伏电铃变压器供电,则应该用 6~8 伏的“经济灯泡”),灯泡焊在一片小的弯角铁片上,再用小螺钉把弯角铁片固定到底板上。在灯泡后面固定一个反光镜。反光镜可以用现成的手电筒反光镜,也可以用薄铝片按图 5-4B 的方法在

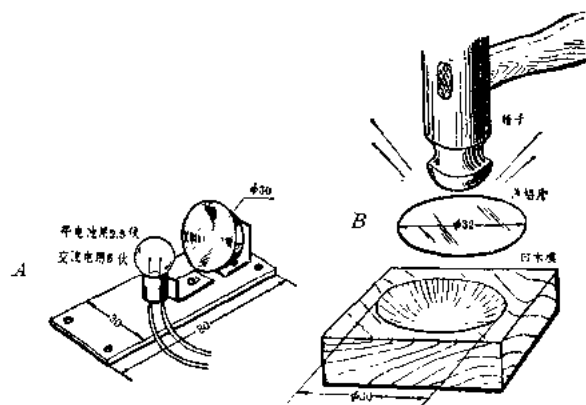


图 5-4

一个木凹模中锤打制成。从反光镜到小灯泡的距离可以这样测定：小灯泡亮了之后，把反光镜前后移动，找出使它反射到前面光线最强的位置，就把反光镜固定在这个位置上。

下面谈谈如何调整这一套通用光电控制器。按图 5-5 的样子，首先把投光器和光电控制器放在光电警戒的房门两边，距离约三~四米，再在投光器的镜筒③里面放入透镜，移动透镜在筒内的位置（先把透镜紧紧塞入一个纸筒内，再把纸筒放入投光器的镜筒③内），目的是使投光器投射出来的光线，在光电控制器的圆筒端聚成一个小光点。为了检查光点大小，可以在光电控制器的圆筒前面挂一小张纸片，变动投光器中透镜的位置，使光点聚在小纸片上成一个小小的光点，这光点直径越小越好，光点小说明光点上的光强，则光电控制的距离可以远些。光点调节好之后，把光电控制器的电源接通，光电控制器便可以正常工作了。我们移动投光器或光电控制器的位置，使光点调整到恰好能照到光电控制器的光导管上。这样，

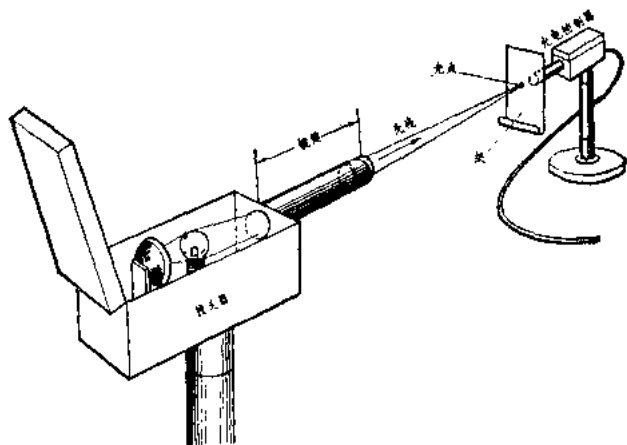


图 5-5

当人一走过去把光线遮断了之后,电铃立刻响起来,玻璃框内的灯泡也就立即亮了。

如果光电控制器动作不太灵敏,关键是光电控制线路调整得不好,可以按照前面介绍的三种光电控制线路调整方法进行调整,一定会工作正常的。

把通用光电控制器加上一些附件,就可以做成光电计数器(见图 5-6)。它利用光电控制器由于受到物品的遮光而动作的原理,去带动机械计数器,这样就能计算出遮断光线的次数,也就是产品的数量。这种光电计数器还可以放在展览馆的入口处,用来计算出入展览馆参观的人数等。

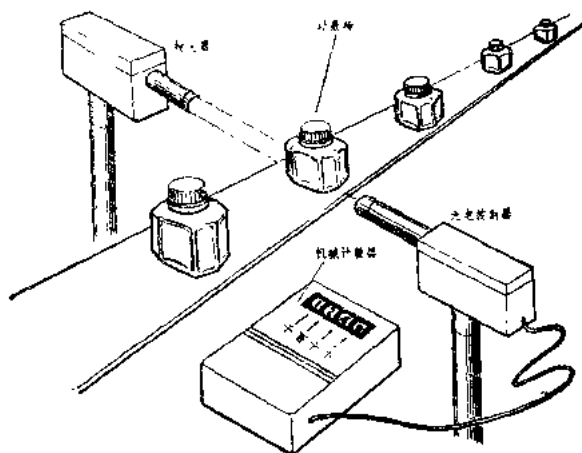


图 5-6

下面介绍机械计数器的结构和制作。

光电控制机械计数器的原理见图 5-7。它是利用光电控制器中的继电器去控制一个电磁铁,再由这个电磁铁去带动

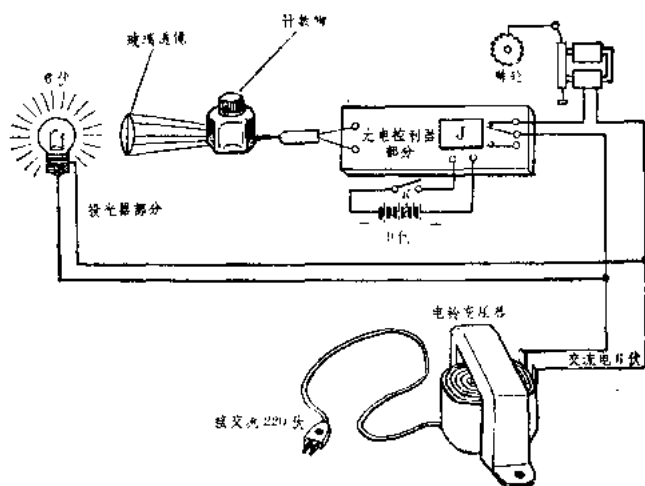


图 5-7

一个机械计数器，这样，就能进行光电机械计数了（这个线路中的电磁铁要由交流 6 伏供电，因此投光器的小灯泡也应由交流 6 伏变压器供电）。

机械计数器的样子见图 5-8，图中①是电磁铁的线圈，通上 6 伏交流电。②是铁芯，是由很多片薄铁皮迭制成的。这两者组成一个电磁铁，均受光电控制器中的继电器控制。③是由一片厚铁片制成的衔铁，它受到电磁铁的吸力后就和电磁铁吸合。④是焊在衔铁上的铁片，这铁片上有一个小耳，上面有一个洞。⑤是两片拉片，两端都有小洞，一端用小销钉销在铁片④的小洞中，另一端用小销钉销在滑块⑥的上面。滑块⑥只能在滑块支架⑦上作左右方向的滑动；它用铁片做成，左而端部有一个弯起的钩，钩住棘轮⑫。⑧是弹性铜皮（或弹簧钢片），它的一端焊在衔铁③上，另一端用螺丝固定在用铁片

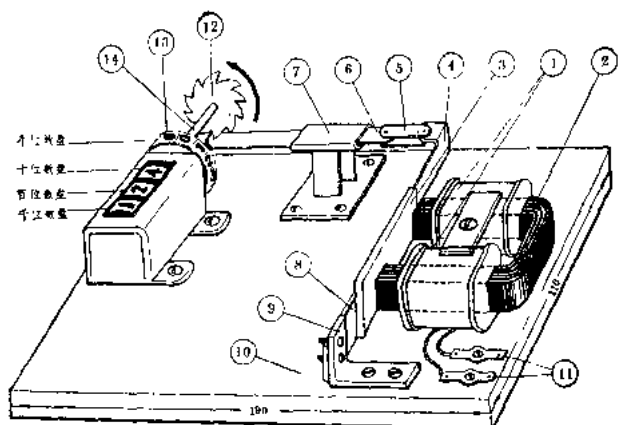


图 5-8

弯成直角形的衔铁支架⑨上。衔铁支架的一端用木螺钉钉牢在计数器的木底板⑩上。⑪是电磁铁引线的接线焊片。⑫是一个棘轮，它有十个齿，是焊在机械计数器的计数轴⑭上。⑬是一个数码盘，它上面写上从0到9的十个数码，代表计数的个位数。

下面，我们来看看光电计数器的动作，当照射到光电控制器光导管上的光线被物件（或进展览馆门口的观众）遮断一次时，光电控制器的继电器常闭触点就接通一次（因为当光线没有被人或物遮住的时候，继电器是吸合的，常闭触点是不接通的，只有当光线被遮住时，常闭触点才合上）。由于常闭触点是控制着电磁铁的，因此这时电磁铁便通一下电，把衔铁③向右吸一次；而衔铁③便通过拉片⑤带动滑块⑥在他的支架⑦里面向右滑动一下，由于滑块头上有一个弯钩，这个弯钩便钩动棘轮转了一个齿，因此，个位数的数码盘⑬也便转了一个数。当遮光的物品或人过去了，光又照射到光导管上去的

时候,于是继电器又吸上,使常闭触点断开,电磁铁便断了电,衔铁被弹簧片⑧弹回左边,滑块也随着向左运动,回到原来的地方,准备第二次计数。如果,又有一个物品或人第二次遮了光,则滑块又向右动,把棘轮再拉过一个齿,使数码盘上数码又记上了一个数。这样连续不断,当个位数数码盘(也就是机械计数器的计数转轴⑬)转了一周十个数后,机械计数器的第二位数码(就是十位数数码)便会进上一个数。这样就能不断地进行机械计数了。在机械计数器上看出来的数码就表示了我们要计数的物件或展览会参观的人数的数量。

机械计数器的制作见图 5-9,各个零件的尺寸在图中都标上了,可按照尺寸制作。支架⑨可以用厚度为 1 毫米的铁片或铜片做成。弹簧片⑧可用弹性铜片或弹簧钢片制作,厚度不要超过 0.3 毫米,因为太厚的弹性铜片或钢片太硬,会使电磁铁通电后吸不上衔铁的。带耳铁片④和拉片⑤可利用罐头上

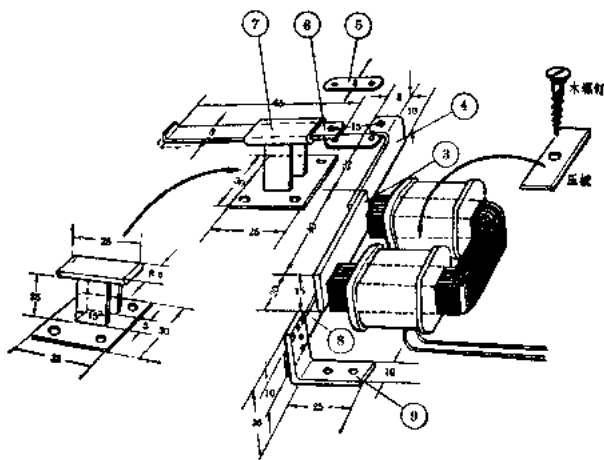


图 5-9

拆下的薄铁皮做成。滑块⑥也可用同样的薄铁皮,但制作时,应该使它能在滑块支架⑦里面很灵活地左右滑动,但也不能因太松而幌来幌去。滑块的弯钩端要能有点弹性,可以向下略移动一些(图中虚线所示),以便滑块弯钩端在钩住棘轮的一个齿拉动后,在退回左面时在弹性帮助下能跳过一齿。滑块支架⑦也用薄铁皮焊成。

电磁铁的制作见图5-10。先用薄铁皮剪成宽10毫米的长条,迭到8毫米厚,按图5-10A的尺寸弯成马蹄形,用焊锡把它们焊在一起。再按图中的尺寸,象制作继电器线圈框架的方法那样制作电磁铁的两个绕线框架。框架的四片挡板用厚1毫米左右的胶纸板制成,在两个挡板之间要包上牛皮纸,使绕上去的漆包线不会同框架短路。用直径0.1~0.13毫米的漆包线按照图5-10B的方向绕满两个框架,这样电磁铁便做成了。注意绕线的方向(或两个线圈的接线)不要弄错了,否则,电磁铁是会产生吸力的。把电磁铁用一块厚2毫米的胶纸板(见图5-9)和一个长的木螺钉压在底座木板上(见图5-9),再把电磁铁的两根电线焊在焊片上,这样电磁铁就装好了。这种电磁铁可用交流6~12伏来供电。

棘轮可按照图5-11A的尺寸,用厚约0.5毫米的铁片制

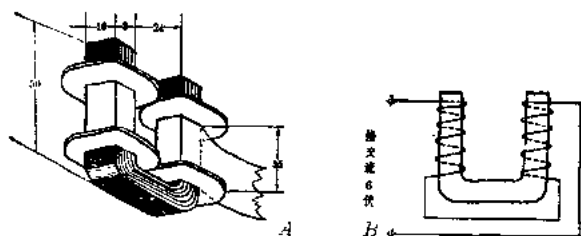


图 5-10

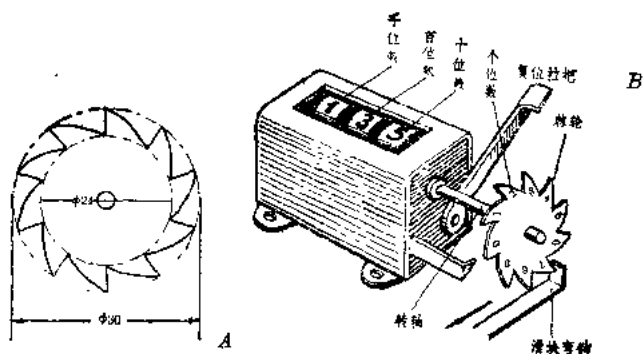


图 5-11

作。先用剪刀剪下大致的样子,再用小锉刀把它锉好,尤其是它的十个齿一定要锉得一样大小,不然会影响计数器效能的。机械计数器的数码器样子如图 5-11B,它是在市场上很容易买到的,它的计数转轴每转一转,第一位号码盘就会跳过一个号码;我们把棘轮焊在它的计数转轴上,那么棘轮上的数码就成个位数码了,计数器原来的个位就成为十位数码盘,原来十位的成为百位,原来的百位成为千位。为了让棘轮的个位数码容易看清楚,可以按图 5-12 的样子做一个数码盘,一起焊到机械计数器的计数转轴上去。在这个数码盘的外环上,可以用一条白纸均匀地写上 0 到 9 这十个数码,贴在外环圆周上。

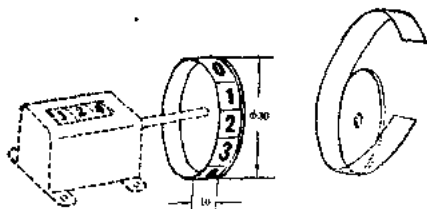


图 5-12

再按我们制成的机械计数器的尺寸，做一个外罩（图 5-13），可以用薄铁片焊成，也可以用木板或三合板做成。在应该开读数窗的地方，可以按照机械计数器的具体地位对应地开窗。

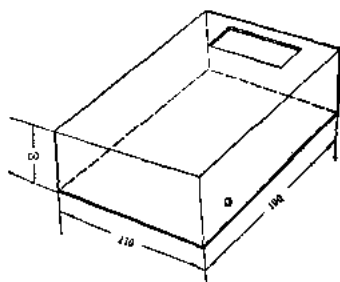


图 5-13

下面就可以进行光电机械式计数器的最后调整工作了：

让投光器和光电控制器通上 6 伏变压器输出的电。先调整光电控制器，用手遮断光线时，看电磁铁的衔铁能否被吸上，如衔铁没有被吸上，可能是弹簧片太硬太厚了，应改用较薄的弹簧片。也可以加高电磁铁的电压至 12 伏。如还不行，也可能是滑块同支架卡住了，只要把支架调松一些就行了。如果电磁铁在遮光后能吸上衔铁，就可以进一步看看电磁铁带动滑块右移时，滑块头上的弯钩能不能把棘轮齿拉过一个齿？如果能行，就算成了；如果不行，那应找找原因，是不是滑块的弯钩没有碰到棘轮齿？还是弯钩同棘轮齿卡得太紧了？可以进一步把滑块的弯钩向上或向下弯曲调整一下，直到每次电磁铁把衔铁一吸上，滑块的弯钩能很顺利地把棘轮拨过一个齿。最后，我们可以在一张纸上放上几个能遮光的物品（它们之间要有一定的间隔），放在投光器和光电控制器之间，把纸慢慢地拉过去，看看是否每当一个物品遮住了光线时，电磁铁便使机械计数器拨过一个数码。如果工作都正常，那这套光电机械计数器便可以用到展览馆门口或我们自己的校办小工厂里去，用来计算生产的产品数量了。

这种通用光电控制器,还可以作另一种用途,如在展览会中如果有些展览品放在一个小台子上,当观众一走近它,便会自动地发光,看了图 5-14 就会明白它的原理了。投光器射出的光线,经过三片平面镜子的反射,便沿着展览品台子转了一圈,照到了光电控制器上去,因此在展览品四周不论哪一边有观众走近来遮住了光线,都能使光电控制器发生动作。我们这里是一个用塑料制成的化工厂模型,上面有十五个彩色小电灯泡,它会在人走近模型时自动发光。

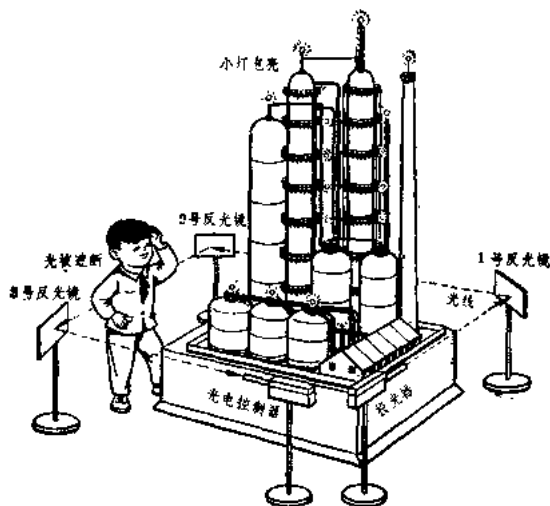


图 5-14

这种光电控制器的总线路图见图 5-15。它的投光器也用 6 伏电铃变压器供电。化工厂模型上的彩色灯泡可用 2.2 伏手电筒灯泡按图 5-15 那样,每三个一串的串联起来,共串成五串(这就可以用在 6 伏交流电上不会烧坏了),再把五串并联在一起。其他线路部分同前面的没有什么差别,因此不

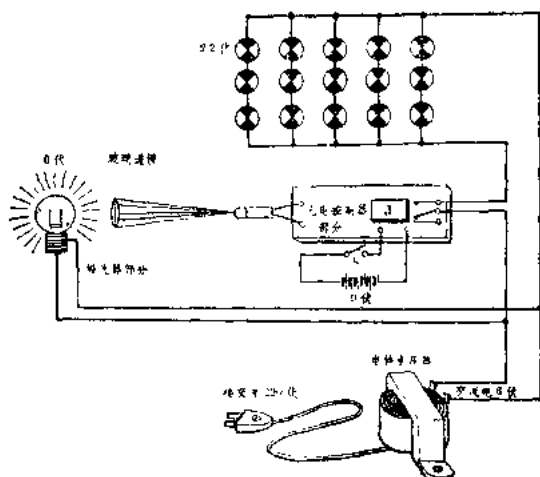


图 5-15

再详细介绍了。关键的部分是反光平面镜的制作和调整，下面着重介绍这两部分。

平面镜和支架的构造见图 5-16。①是一块长 100 毫米、高 50 毫米的普通玻璃镜子，它用胶水粘在木板②上，木板②钉在支柱③上，支柱的下端钉在由薄铁皮圈和圆铁片组成的支座④上，而支座④用四只木螺钉拧牢在底座圆木板⑤上，这些结构同投光器外壳支架是一样的，可以参照图 5-16，这样的反光镜支架一共制作三个。也可以不照图中的样子做。支柱可以用细竹子做，下面的圆底座也可以用泥做，尺寸也不一定那样大，因为泥比较重，只要装上镜子和支柱之后，不容易翻倒就行了。

当我们把三个反光镜制作好之后，最要紧的工作是调整反光镜的位置，只有调整好了，才能达到四边有人遮住光时，能使彩色灯亮起来。调整反光镜的位置是这样进行的：先放

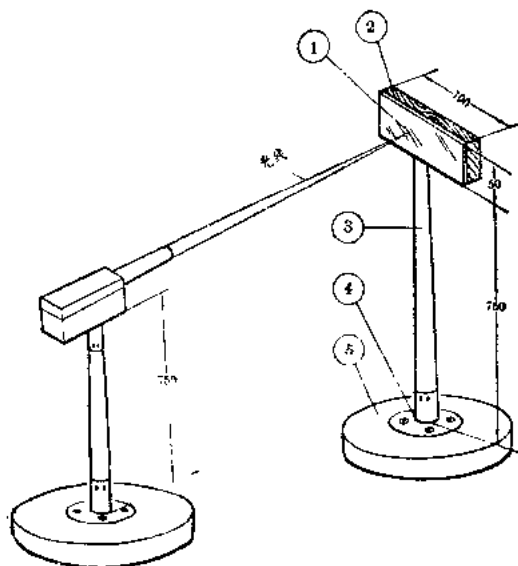


图 5-16

好投光器，把投光器的灯泡开亮，在一定的地方放上第一号反光镜(图 5-17)，移动投光器使得光线能照射到第一号反光镜中心；再放上第二号反光镜，转动第一号反光镜，使得它把投光器的光反射到第二号反光镜的中心；再放上第三号反光镜，转动第二号反光镜，使光线正好反射到第三号反光镜中心(这时千万不能再动第一号反光镜了)；再放上光电控制器，转动第三号反光镜使光正好照到光电控制器的光导管上(这时也千万不能再动 1、2 号反光镜了)。这样调整就结束了，我们无论在哪一边，只要挡住了光线，光电控制器便会发生动作，使彩色灯泡发光。为了保证不再碰动三个反光镜，可以用石块压住这三个反光镜的底座。

彩色小灯泡可用彩色玻璃纸包住普通的小灯泡做成。

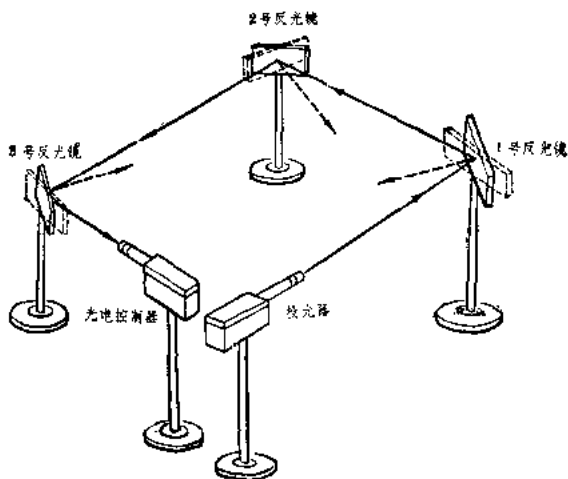


图 5-17

以上介绍的三种光控用途中的光电控制器，用第四章介绍的三种线路中任意一种线路都行。我们也可以在这基础上发展其他各种各样的新用途，而其工作都只是利用遮光，而使光电控制器动作的原理。以上这些线路如果要长期使用，可把9V 电池改用六个1.5V 的1号电池串联起来，或用给半导体收音机供电的交流电整流9V 电源供电，使得长期应用时费用较为节省。有关9 伏交流电整流电源的线路及制作方法，在一般晶体管收音机书中已有介绍，这里就不另介绍了。

六、光电打靶枪

要进行步枪或手枪的瞄准和打靶练习，就需要有许多条件，例如，步枪或手枪、子弹、射击场地、天气好坏等等。由于受这些条件的限制，因此，平时是不大有机会进行这些练习的。但是否可以用其他类似的方法进行这样的练习呢？这里所介绍的“光电打靶枪”就可以用来进行这样的练习。

光电打靶枪的特点是：可以在室内面积不大的地方，放上“光电靶”来进行射击训练和“打靶”。当我们拿光电枪瞄准了光电靶心后，一扣扳机，虽然没见子弹从枪膛里射出，但却看见光电靶会立刻倒下。这是怎么回事呢？难道不用于弹的枪也能把靶打倒，初看好象是不可思议的，但当大家懂得其原理之后，也就不会感到惊奇了，反而会感到很有意义。

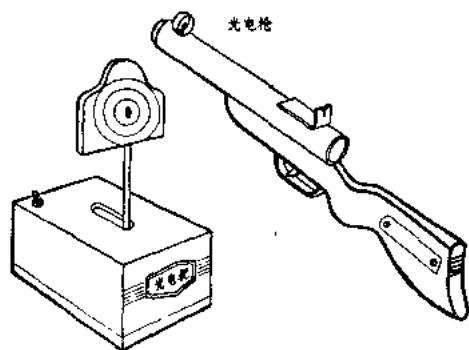


图 6-1

光电枪的外形如图 6-1 和图 6-2 所示。两图中都有相同的光电靶。光电靶倒下的原因是由于光电枪膛中射出来的光线把它“击”倒的。这两种光电枪为什么会从枪膛里射出光束来呢？原来这两种光电枪的枪膛里面，装有专门用来发射光束的小灯泡和聚光透镜，在扳机中有电开关，在枪把中放有小电池。扣动扳机后，小灯泡会发亮，光线经过反光镜和玻璃透镜聚成一束很细的光线射向光电靶。在光电靶心中，有一个光导管，光电靶下面还有光电控制线路和继电器。光电枪射出的光线如果正好照在光导管上，则光电控制器就起作用，带动一个电磁铁使靶牌自动倒下。这样就完成光电枪打靶的动作了。

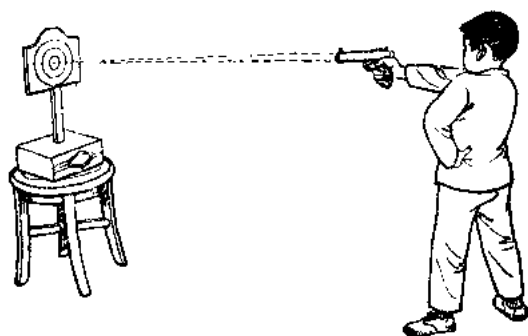


图 6-2

先从图 6-3 看看光电步枪的构造：图中①是瞄准用的准星。②是聚光透镜（放大镜），它是装在一个圆的小铁皮筒③中的。这个铁皮筒（内筒）又套在作为步枪枪身的外筒④中，这个外筒也是用薄铁皮卷好后焊成的。外筒里面装有小灯泡⑤，这个小灯泡连同一块弯角形的铁皮焊在外筒里。在小灯泡的后面有反光镜⑥，它的主要作用是把小灯泡的光线反

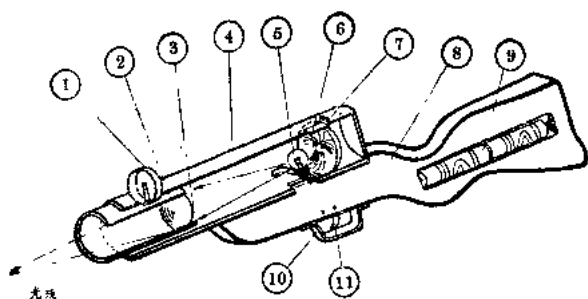


图 6-3

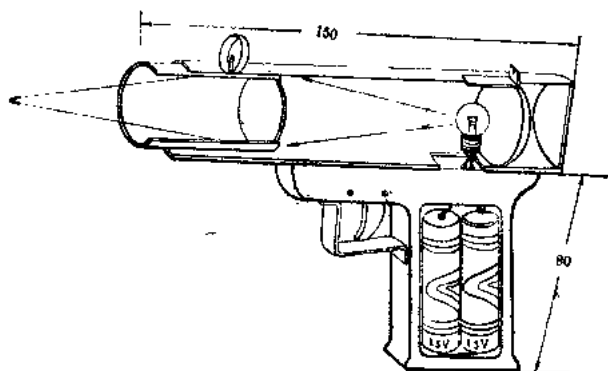


图 6-4

射到透镜上去，使从光电枪的枪膛里射出的光线尽可能强一些，这样可以作比较远的打靶练习。⑦是瞄准用的标尺（也有把它叫作“照门”的），它同前面的准星一起作瞄准目标用的。⑧是木枪把，在枪把里面装有电池⑨供给灯泡发光用。⑩是扳机护板。⑪是扳机。图 6-4 是光电手枪的结构图，它同光电步枪结构差不多，就不一一介绍了。

下面就来制作光电步枪。图 6-5 是按 50 毫米长的比例画

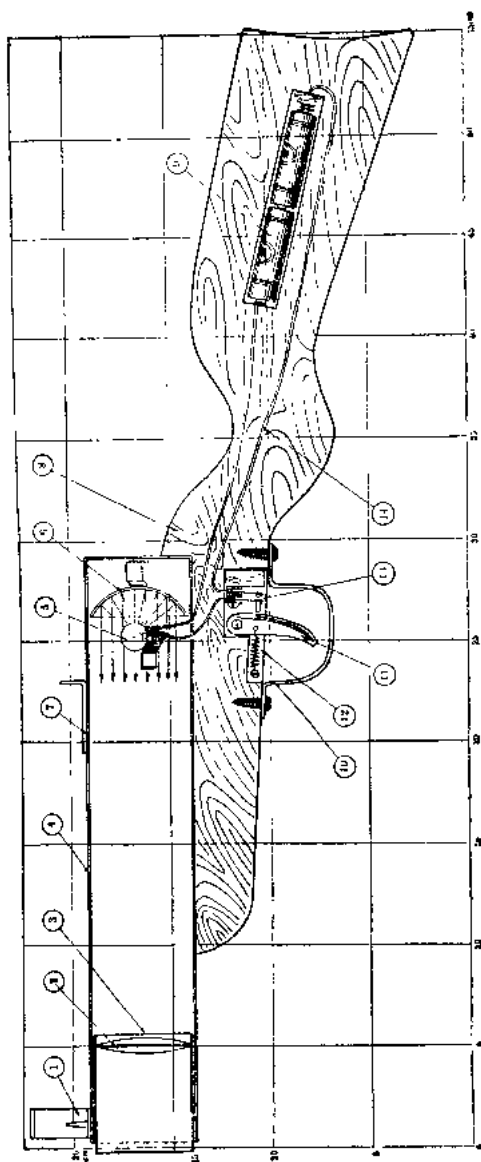


图 6-5

出的光电步枪结构图,在制作时可以按图上的方格尺寸放大。图中⑫是扳机的拉簧。⑬是扳机压扣开关,当扳机⑪被扳扣之后,压着开关⑬,使它原来不接通的两个触点接通,枪筒中的小灯泡发光,光线从枪筒中射出去。⑭是连接扳机开关、电池、电灯泡的导线。

可以先做枪把,按图 6-5 的样子画出一个枪身图来,把图贴在一块厚 10 到 20 毫米的木板上,用锯子锯好,再用刀修削光滑,然后用沙纸打磨光洁。在要装扳机的地方用刀或木工凿挖出方孔来,准备放入扳机和开关。在枪托的部位挖出长方形凹槽,准备放入两节五号干电池。这样枪把基本上完成了。

枪筒是经过测定焦距后(灯泡和透镜的聚光距离),再根据焦距的长度去制作的。在测定焦距时,先要找一块直径大约 30 毫米左右的玻璃透镜,再把反光镜和灯泡按图 6-6 放置好,把靶放到十米远的地方(也就是以后练习时光电靶要放置的距离),用手拿了透镜在小灯泡的前面移动,使光线通过透

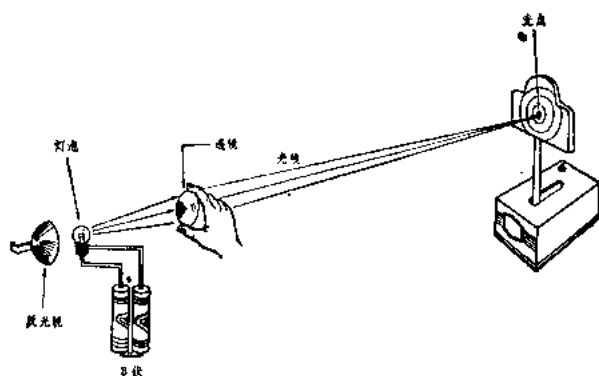


图 6-6

镜后能很好地聚集在十米远的靶上。同时，要使光点聚集到直径1~2毫米左右。这时不要动透镜了，把透镜到灯泡之间的距离记下来，这大致上就是枪筒的长度了。要注意：即使是用同一个透镜，如果灯泡到靶的距离不同，则透镜到灯泡的距离也不一样。打靶距离越大，则透镜与灯泡的距离就要缩小一些。

由于各块透镜的焦距不一样，因此要测好透镜的焦距后才能定出枪筒长度来。枪筒长度决定之后，可以用薄铁皮按图6-7的样子焊成。

在枪筒的前端，按图上的样子开两条槽，以便夹紧放透镜的内筒。把做好的外筒用木螺钉固定在枪把上。

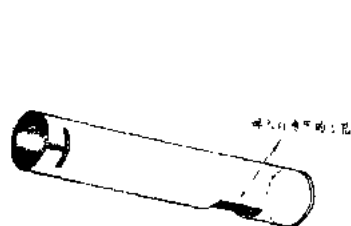


图 6-7

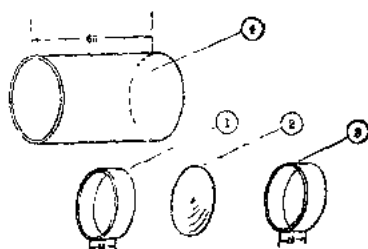


图 6-8

再按图6-8的尺寸，制作装透镜的内筒。先用薄铁皮做成一个比外筒的直径略小一点的内筒(如图6-8的④)，使这个内筒能够不松不紧的插进外筒前端，既能抽得动，又不致于滑出来。再找两小条较厚的硬纸或马粪纸卷成两个小圆筒(如图6-8的①和③)，它们的直径同内筒的内径差不多，但要能够紧紧的塞入内筒里。做好这两个圆的硬纸筒后，可把透镜安在两个硬纸筒之间塞进内筒里，目的是使透镜不会滑出来，

这样内筒就做好了。

接着可以按照图 6-9 的样子制作扳机开关。扳机开关的零件有下列几件：①是木螺钉，用来固定扳机开关和各个零件用的。在螺钉外面要套上一段 10 毫米长的塑料套管②（也可以在螺钉外面卷上四五层牛皮纸来代替），这段塑料套管的用处是使穿在螺钉上的两片弹性铜片④和⑥不致于因同螺钉接触而相互之间导电。③是用胶纸板做成的小方块绝缘垫块，厚度是 2 毫米，每块中心都钻有直径为 4 毫米的洞，以穿过套了塑料套管的木螺钉。④和⑥是两片弹性铜片，也就是这个扳机开关的二片弹性接触片，在④上焊一小片铜条⑤，使得这片铜片很容易和扳机接触（见图 6-5）。在弹性铜片接触的地方还焊有两小粒作为触点用的黄铜粒（可以用黄铜丝打扁了用，如用小银粒作为触点就更好了）。⑦是一块小木块。这些零件制作好了之后，就按图上的顺序一个个地穿在已套了塑料套管的木螺钉上，再把木螺钉拧紧到木块⑦上，小的扳机开关便做好了。

枪把上开了槽的地方装上扳机和扳机开关。按照图 6-10 的样子，用胶纸板（厚 2 毫米）制作一个扳机，把要安装

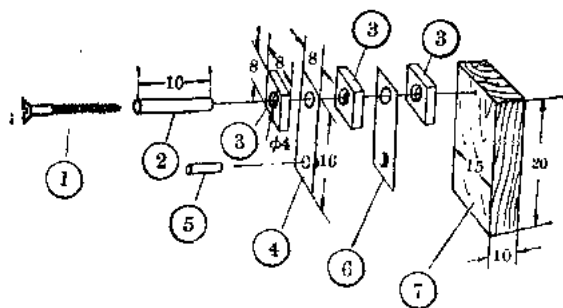


图 6-9

的地方钻一个孔,以便插入一只小螺钉作为扳机轴,在要固定扳机拉簧的地方也钻一个小孔,准备拉住扳机拉簧。用1毫米厚的铜片、铝片或铁片做一个扳机护板。接着就可以把扳机、拉簧、护板都按图6-10的样子装上去,装好之后的样子就象图6-5那样。

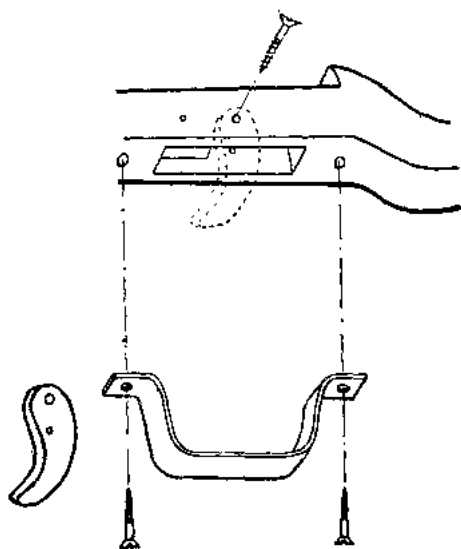


图 6-10

接着,按图6-5的总图样把2.5伏的小灯泡用一片小的弯角铜片焊到枪筒(外筒)里去,并使这个小灯泡的发光的灯丝正好在外筒的圆心位置上。这点很重要,要注意的是:并不是要灯泡在圆筒中心,而是要它的发光的灯丝在圆筒的圆心上。再在灯泡后面焊上铝片做的反光镜(在铝反光镜中心先用小铜铆钉铆上一小片弯角形的铁片,然后将这片铁片焊在枪筒的底壁上)。在焊上去之前,要找出使光线向前反射最强

的地点,然后就把铝反光镜焊在这个地方。

在枪柄的凹槽中放入两节5号电池,并把电池串联焊好,把一根引出线按图6-5所示的样子同小灯泡焊好。然后,再把扳机开关上的木块用胶水粘在扳机的后面,使得扳机一扣,这个扳机开关就能受到扳机的按压而接通。把另一根引出线和小灯泡上的引出线按图6-5的样子接到开关上。这样,只要我们一扣扳机,枪管里的灯泡便会发光了。调整光点大小时,只要把枪筒对着十米外的墙壁(最好在傍晚或晚上试验,光点可以看得比较清楚),墙上出现一个光点后,就把内筒的透镜在外筒中前后慢慢地抽动,使光点聚成一个直径2~3毫米的小点,这时内筒的位置就定下来。如果光点老聚不小,或是总是长条状的,这说明是小灯泡灯丝没有装在圆筒的中心上,或是透镜装得不垂直于内筒,只要稍为修改一下就行了。

按照图6-11的尺寸制作标尺和准星。

标尺是一片弯角形的铁片,用厚0.5毫米左右的铁片做成(用铜片更好一点),关键是要把标尺上的凹槽按图6-11的尺寸锉好,凹槽一定要边沿平滑。用一条宽10毫米的铁片卷成一个直径是25毫米的圆圈,把接头焊好,剪下一小段铜丝(长12毫米),把这小段铜丝的两端用小锉刀锉平,这是准星

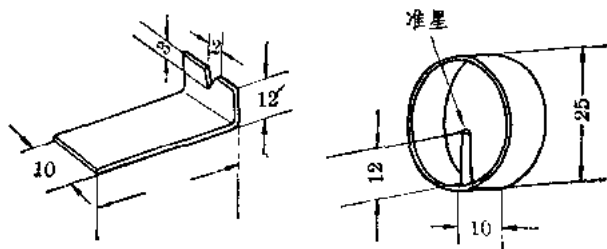


图 6-11

的关键，瞄准时要以它为依据的，因此两头一定要仔细锉平。把这一小段铜丝焊在圆环中心，准星便做成了。

把做好的标尺和准星按图 6-5 的尺寸先用锡点焊在枪筒上，不要焊得太牢，因为还需要进一步的精确校准。

校准准星和标尺的方法见图 6-12，先在十米左右的地方立一个靶，也可以立一张硬纸，纸中心画一个直径 3 毫米的小圆圈代表将来光电靶上的光导管。把已经做好的光电枪的扳机用一块小木片压住，使得它的小灯泡一直亮着。再把这光电枪的枪筒搁在好几本书上，并用重物压住枪身不使枪移动。同时增减搁枪的书的厚度，使枪口射出的光线正好照在靶的小圆圈上(图 6-12A)。然后，我们挨近枪身，用右眼瞄准，看看标尺的缺口上沿中央、准星尖中央和靶上的小圆圈中心是否正好在一条直线上(如图 6-12B 那样)。当然，未经过调整而一下子就会成功的机会是比较少的，总会发现标尺或准星存在不是高出就是低于靶上小圆圈，或者就是偏左偏右。这时，就需要耐心调整标尺或准星。调整到用眼睛瞄准起来能使其三点成一线(标尺的缺口上沿中央、准星尖中央和靶上的小圆圈中心)为止。在调整时不能触动枪身。

校正好的标尺和准星，就可以把它们焊牢在枪的外筒上。

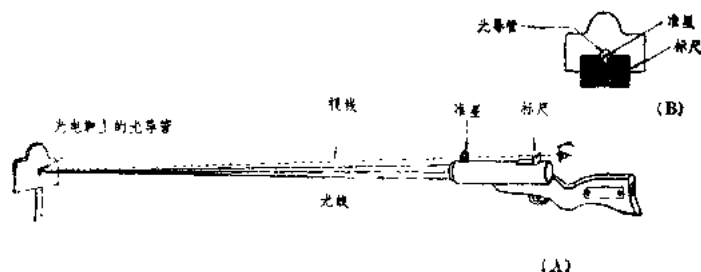


图 6-12

了。再把光电枪放电池的地方加上一片薄铁片的盖子。最后在枪的木把上涂土黄色油漆，枪筒涂上黑漆，准星、标尺涂上深灰色漆，既美观又防锈。这支光电枪就全部制成了。

光电手枪的构造见图 6-4，我们做过了光电步枪之后，一看图就明白了，同光电步枪不同的地方就是尺寸小一些。因此大家可以按照图 6-4 的样子，参考光电步枪的制作方法自己去做，这里就不再讲了。

枪做好之后，下面就要做光电靶了。在图 6-13 中可以看到光电靶的构造：①是光导管，用来接收由光电枪射来的光线。②是从光导管连接到光电控制器去的软导线。光导管装在光电靶板③的中间。在光电靶板后面装有铁片支架和配重④。光电靶板③是安装在支架⑤上的。⑥是控制光电靶倒下

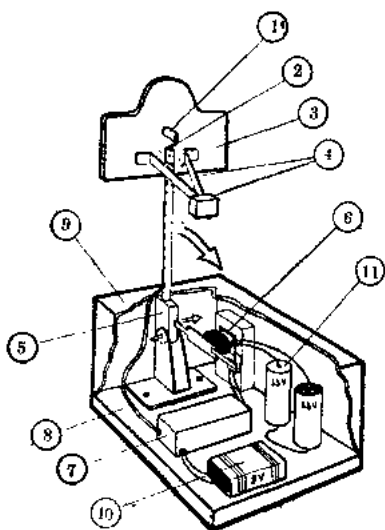


图 6-13

用的电磁铁。⑦是光电控制器部分,这里选用图 4-14 的那种线路,灵敏度比较高。⑧是光电靶的木底板。⑨是光电靶的木盒外壳。⑩是供光电控制器用的 9 伏电池。⑪是两节串联着的一号电池,供电磁铁用的。

整个光电靶的电路如图 6-14。

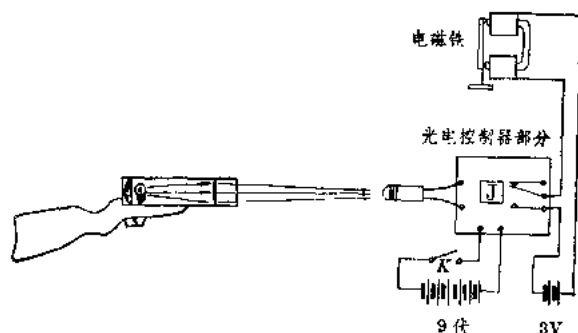


图 6-14

从图 6-15 中可以很清楚地看到光电靶的结构情况。①是电磁铁线圈。②是铁芯和底座。衔铁③是由弹性铜片④固定在弯角形的衔铁支架⑤上的。衔铁支架用两只木螺钉固定在木块⑦上。当光电枪内射出的光照到光电靶心的光导管上时,光电控制器的继电器便吸合,使电磁铁线圈能通过继电器的常开触点接通 3 伏电池,电磁铁产生吸力,把衔铁③吸向右去,衔铁被吸向右时,光电靶支架因没有凸块的支撑而倒下。我们要第二次再“打靶”时只要把靶扶起,使靶支架再次被电磁衔铁头上的凸块抵住就行了。因为,这时没有光线照射到光导管上,电磁铁不通电,由弹性铜片④使衔铁又向左边靠过去了,这就可以抵住重新扶起来的靶的支架。当我们了解了光电靶的工作原理后,就可以制作光电靶了。

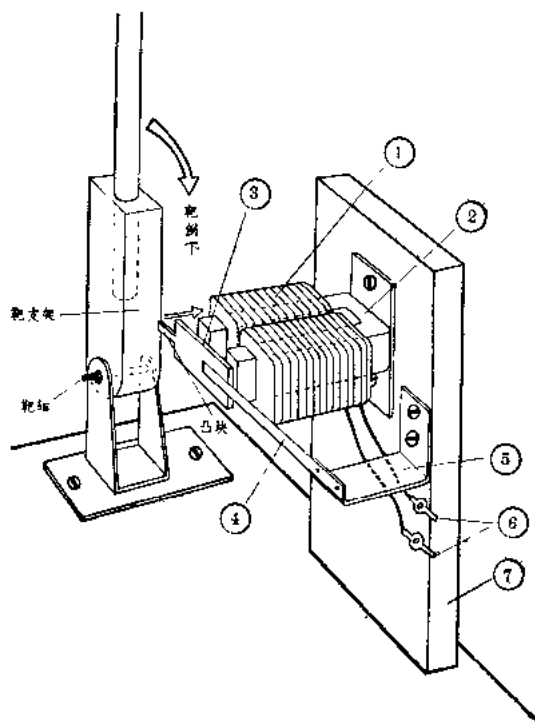


图 6-15

按图 6-16 的尺寸,用木板(最好用三合板)制作靶板和外壳等等部件,涂上油漆。把光导管塞入一个由薄铁片卷成的直径 6~8 毫米、长 40 毫米的小圆筒的底部。这主要是使光导管不受日光照射的影响。再把这个塞了光导管的小圆筒塞紧在靶板中心的小孔中。另外要注意,这个小圆筒一定要垂直于光电靶的靶板。再按图 6-13 ④的样子用铁皮做两条配重的支架,用锡或铅牙膏壳做成一小块配重,固定在配重物支架上,把支架用小钉固定在靶板后面。靶板支架可用木条或

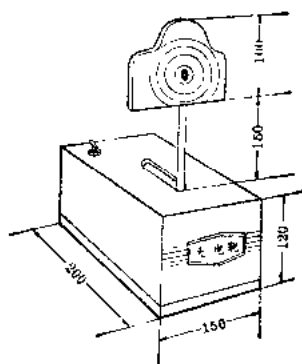


图 6-16

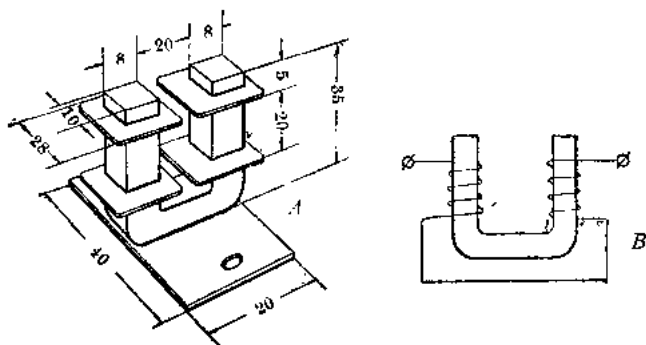


图 6-17

木块做成,下面用铁皮做一个U形的托架,钉在靶的木底座上(图 6-13)。再把光电控制器安放在靶底座上。剩下就是制作电磁铁和总的调整工作了。电磁铁的做法同通用光电控制器的电磁铁做法是一样的,用薄铁皮迭成铁芯,上面用直径0.2~0.3毫米左右的漆包线,按图 6-17B 的方向绕满线圈框架,两个线圈绕线的方向要注意,如果反了,电磁铁是会产生吸力的。再把电磁铁和衔铁、衔铁支架按图 6-15 的样子装

好,就可做光电靶的调试工作了。

先把光电枪的光线对准光电靶中心的光导管照一下,看看电磁铁的衔铁是不是能吸上。如果电磁铁的衔铁吸不上,那就要找找原因,到底是衔铁的弹簧片太硬了呢?还是衔铁离开磁铁的铁芯太远了?一般衔铁离开磁铁的铁芯只要有3毫米左右就行了,不能太远,太远了电磁铁吸力不够,就吸不上衔铁。也有可能是靶板后面的配重太重了,使得靶板的支架把衔铁头上的小凸块压得太紧,而使衔铁卡住吸不上。如果是这样,那就需要把配重减轻一点。当我们排除了上面的一些故障之后,当光电枪筒的光线一照到光电靶中心的光导管上,电磁铁就会啪的一声把衔铁吸上了。接着我们再检查一下电磁铁吸住了衔铁之后,靶板是不是能立刻向后倒下来?如果虽然电磁铁吸上了衔铁,但是靶板却并不向后倒下来,那肯定是衔铁吸上之后,它的小凸块还未能完全离开靶板支架。这时,我们只要把安装电磁铁的大木块(图6-15的⑦)向右略移过去一点,使得电磁铁一吸上衔铁后,衔铁端头的凸块便能完全离开靶板支架,这样靶板便会在配重的重力作用下,立即向后倒下去。

整个的调整过程结束以后,这把光电枪就可以作射击瞄准训练用;也可以供大家作射击游戏。

七、光电自动跟踪火箭炮模型

现代防空武器的种类是很多的，如导弹、自动高射炮、火箭炮、高射机关枪等等，其中大多数都是能够在雷达和别的仪器的控制下，自动地跟踪敌机，准确地进行射击。这些自动跟踪的防空武器击中敌机的命中率是比较高的，因此，是现代化的防空武器。下面，我们来制作一台会自动跟踪“敌机”的火箭炮模型，能比较精确地跟踪着“敌机”，等“指挥员”一按电钮时，四支银光闪闪的“火箭”便嗖的一声从炮筒内飞出，射向“敌机”，把敌机打中（见图 7-1）。

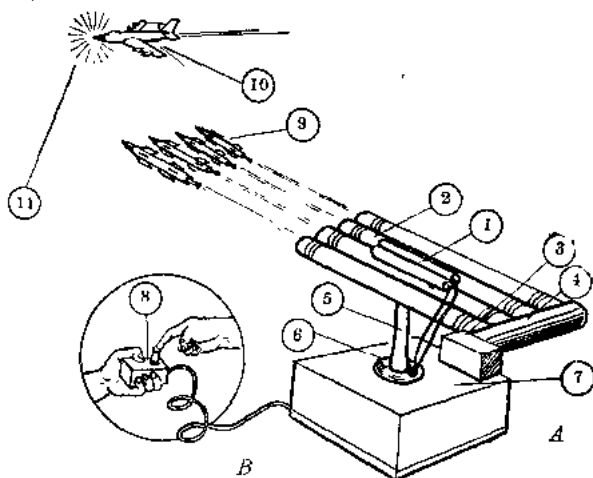


图 7-1

这台光电自动跟踪火箭炮模型是怎样进行自动跟踪的呢？在我们制作模型之前，应该先把它的结构原理弄清楚。看图 7-1，这个模型就是靠光电脑准头①来对“敌机”上的灯光⑩进行自动跟踪的。②是火箭炮的炮身（即炮筒），炮身里面的火箭是由发射控制机构③控制的。④是发射控制机构的罩壳。⑤是支撑着火箭炮旋转的支柱。⑥是旋转机构。⑦是旋转机构的外壳。⑧是控制火箭发射的控制按钮，只要按一下按钮⑧，火箭便会发射出去。⑨是四支银光闪闪的火箭模型，是用硬厚纸、铁皮、木片等等做成的。⑩是“敌机”模型，这是一架用木片制作的模型飞机，穿在一条水平的铁丝上，让它沿铁丝滑行，“敌机”头部有一个小电灯泡⑩，这是火箭光电脑准头①所要跟踪瞄准的部位。

再看图 7-2，这是光电自动跟踪的火箭炮总电路图。在

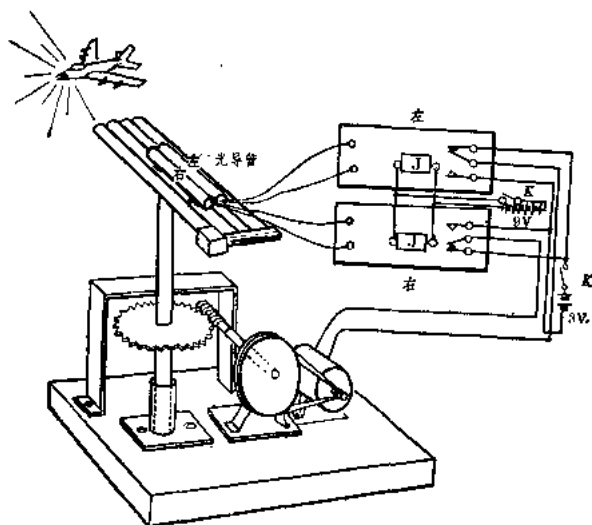


图 7-2

图中可以看到光电脑准头是由左右两个半导体光导管组成的，每个光导管外面都套上一个小的铁皮小圆筒。每一个光导管都由导线接到一个光电控制器上（这里可以用前面介绍过的任意一种光电控制线路）。这两个光电控制线路中的继电器触点，控制着一台小电动机，而这个电动机通过滑轮和齿轮——螺杆（也叫作蜗轮蜗杆）带动火箭筒和光电脑准头旋转，跟踪“敌机”上的小灯泡。

光电脑准头的构造见图 7-3A，它是两个小圆筒，里面有两个半导体光导管。从图 7-3B、C 中看出，要求光电脑准头

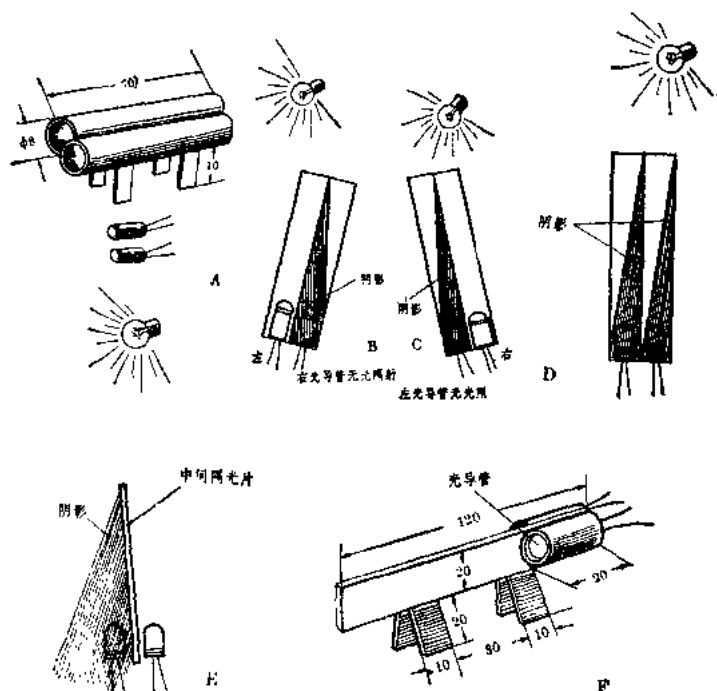


图 7-3

没有正对着光源时，两个光导管中总有一个是受不到光的照射。例如光电瞄准头偏向右边(图 7-3B)，则右光导管就没有受到光的照射；如果光电瞄准头偏向左边，那末，左光导管就受不到光线的照射。

如果选用光导管的直径很小，就不能用上面说的这种光电瞄准头，因为直径很小的光电瞄准头在没有对准光源的时候，会在两个小圆筒里同时都产生阴影，使得两个光导管同时都受不到光照，这样，光电瞄准火箭就不能自动跟踪目标了(见图 7-3D)。这个困难怎样解决呢？对于小直径的光导管，我们可以采用图 7-3E 那样的光电瞄准头，两个小直径的光导管中间放上一片遮光的隔片。当光电瞄准头没有对准光源时，隔片的阴影使一边的光导管照不着光，而另一边的光导管可以照到光，这样就解决了上面所提到的困难。同时，这样形式的光电瞄准头也可以用在直径较大的光导管上。它的结构和尺寸见图 7-3F。遮光隔片是用薄铁皮制成的，长 120 毫米，宽 20 毫米，在它下面焊上两个用薄铁片做成的三角形支架。在隔片后端的两边各焊上一个长 20 毫米的小圆筒(直径比光导管的外径略大一点)，里面装上两个光导管，再把这种光电瞄准头焊在火箭发射筒上就行了。

光电瞄准头接受光源的情况可分三种：

1. 光电瞄准头里的光导管稍偏离光源时，其中一只光导管仍被照着光，而另一只光导管因被隔片挡着而受不到光线的照射。
2. 当光电瞄准头正对着光源时，两只光导管同时都被光照着。
3. 在光电瞄准头完全偏离光源时，它的两个光导管同时都受不到光线的照射。

在这几种情况下，光电控制器和电动机的工作状态是怎样的呢？从图 7-4A 中可以看

出：当两个光导管都受不到光线照射时，与它们连接着的两个光电控制器都不起作用，电动机两端的连接线通过两个继电器触点同时接通 3 伏电源的正极，因此电动机不转动。当两个光导管同时受到光线照射时(图 7-4B 所示)，两个光电控制器的继电器同时吸合，电动机的两根连接线通过继电器已吸合的常开触点，同时接通 3 伏电池的负极，因此电动机也不会旋转。再看看图 7-4C，光电瞄准头稍为偏离光源时，如使左面光导管受到光线的照射，右面的光导管没有被光照到。这时，左光电控制器的继电器便吸合，而右光电控制器的继电器不会吸合，电动机的 1 号接线通过左光电控制器已吸合的常开触点接在 3 伏电源的负端上；电动机的 2 号接线通过右光电控制器的常闭触点接在 3 伏电源的正端上，电动机便向顺时针方向旋转。当光电瞄准头向相反方向稍为偏离光源时

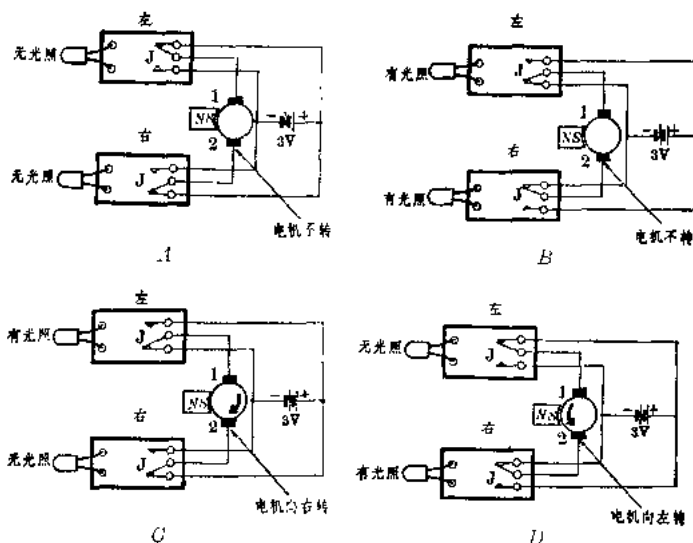


图 7-1

(图 7-4D), 右光导管受到光线的照射, 而左光导管就受不到光线的照射。这时, 电动机的 1 号接线接在 3 伏电源的正端上, 而 2 号接线就接在 3 伏电源的负端上, 因而电动机就向逆时针方向旋转起来。由此可见, 只要光电瞄准头稍为偏离光源, 那么就会使一个光导管受到光照, 而另一个光导管受不到光照, 电动机就会旋转。电动机旋转的方向与光源偏离光电瞄准头的方向有关。电动机带动火箭传动机构, 使光电瞄准头朝光源方向转过去, 这就达到了自动跟踪光源的目的。

下面, 就可以制作火箭跟踪传动机构了(见图 7-5)。图中①是安装火箭发射架的平板。②是支撑发射筒旋转的立柱。立柱②在支架③中旋转, 立柱的下端和下轴承④连接, 立柱的中间焊着大齿轮⑤。大齿轮的直径最好在 40~60 毫米之间, 齿数最好在 50~80 齿之间, 齿数过多的齿轮会使光电跟踪速度减慢而跟不上“敌机”; 齿数太少的齿轮, 会使光电跟

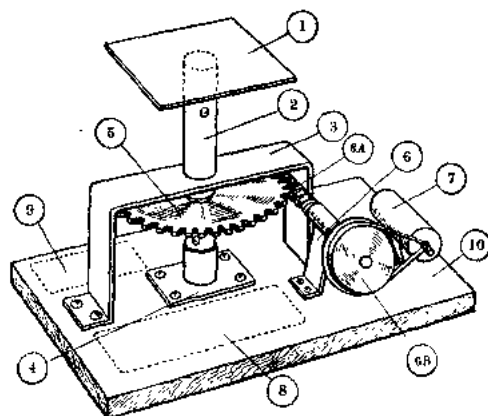


图 7-5

踪速度太快,也容易失去目标(就是说光电瞄准头转动的速度太快,甚至超过“敌机”移动的速度,从而失去了目标)。与齿轮⑤接触的螺杆⑥安装在一个铁皮做的支架上,螺杆轴的前面还装有一个大滑轮,用一条橡皮筋连到电动机⑦的小滑轮上去。从上面的机构可以看出,当电动机旋转时,通过橡皮筋带动大滑轮⑧旋转,使大滑轮上的螺杆⑩也跟着旋转,并带动大齿轮⑤旋转,从而使立柱带动火箭发射筒和光电瞄准头一起旋转。⑧是安放两个光电控制器的地位。⑨是安放9伏和3伏电池的地位。⑩是木底板。

从图 7-6 中可以看到跟踪传动机构各个零件的尺寸和它们的做法。图 7-6A 是立柱和大齿轮制作方法的示意图。立柱是用薄铁皮卷成长 100 毫米、直径 10 毫米的圆铁皮管,它上面焊有一块 40 毫米的方铁皮,作为安装火箭发射管支架用。距离立柱根部 30 毫米的地方,焊上大齿轮。

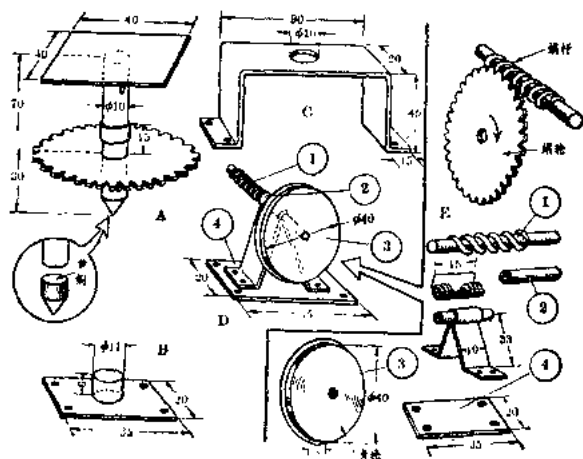


图 7-6

用小黄铜杆锯下长 6 毫米的一小段,把端部锉成锥形,焊在立柱根部(见图 7-6A)。立柱下轴承按图 7-6B 的样子用薄铁皮焊成,用螺钉固定在底板上。立柱旋转支架可按图 7-6C 的样子用厚 0.5 毫米的铁皮或铝皮弯成,用螺钉固定在底板上。螺杆滑轮和支架的尺寸见图 7-6D,滑轮③用厚 5 毫米的木片刻成,滑轮支架按图 7-6E 的尺寸用薄铁皮焊成,支撑滑轮轴(即螺杆)旋转的轴承是用铁皮卷成的小圆筒,两端塞入用细铜丝绕成的轴承(图 7-6E②)。滑轮轴(即螺杆轴)是用直径 1.5 毫米的粗铜丝做成的,在它的上面用直径 1 毫米的铜丝间隔地绕上 5~6 圈(图 7-6E①),做成象一个螺丝钉的样子,每两圈铜丝之间的距离应该正好等于大齿轮上每两个齿之间的距离。铜丝间的距离调整好之后,用焊锡把它焊在粗铜丝做成的轴上,然后用细锉刀把它修锉成一个光滑匀称的螺纹,使得这个螺杆能在大齿轮的齿之间吻合地转动而不会被卡住(绕上去的铜丝不能太粗也不能太细,太粗了很容易和大齿轮的齿卡住,太细了就容易在传动时从大齿轮的齿顶上滑过去,而达不到传动的目的)。如果我们能找到玩具上用的现成的铜螺杆和与它配对的齿轮,那就更好了,可直接拿来应用。螺杆和滑轮轴承支架的高度,可以在安装大齿轮时再决定。这一种螺杆-齿轮传动机构比用齿轮对齿轮的传动方法好,因为所用零件少,体积紧凑,制作方便,所以在以后的几个模型中也常常用到这种螺杆-齿轮作传动机构。

下面制作火箭筒(见图 7-7)。①是模型火箭,装在火箭筒②里面的。模型火箭压紧弹簧④。火箭的尾部有根长杆③,从炮筒底部⑤的小管子⑥中伸出来,长杆③的尾部有一圈凹槽⑦被发射机构⑨钩住。发射机构⑨的轴上有块衔铁⑧。

火箭发射的动作是这样的：当电磁铁把衔铁⑧向下吸的时候，发射机构⑨就从火箭尾部长杆③的凹槽⑦上自动脱开，这时，火箭便被弹簧④猛烈的弹射出去。

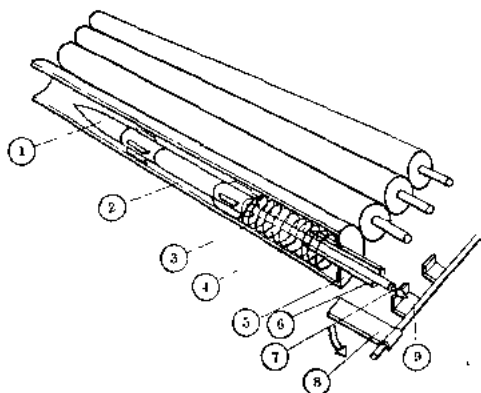


图 7-7

装填火箭的步骤是：把模型火箭从炮筒的前端塞入后用力向炮筒底部推去，让火箭压紧弹簧④，直到火箭尾部的长杆从炮筒底部的小筒⑥里伸出来，长杆的凹槽被发射机构⑨钩住为止，火箭就算装好了。

一台光电自动跟踪火箭炮有四个炮筒，平排地装在立柱的上端，因此它有四支火箭和四个发射钩。它们可以同时发射四支火箭，这样比较容易命中目标。

火箭炮筒和模型火箭的结构、尺寸见图 7-8。火箭炮筒⑥可用薄铁皮卷成长 170 毫米、直径 18 毫米的圆筒做成(图 7-8⑥)，它的底部焊着一片圆铁皮⑦，圆铁皮⑦中间的孔里焊着一根小圆筒⑧，小圆筒长 30 毫米、直径 6 毫米，焊的时候一定要注意让小圆筒与火箭炮筒相平行。火箭炮筒里塞进一个螺旋弹簧⑨，作为发射模型火箭的动力，这根弹簧钢丝的粗细

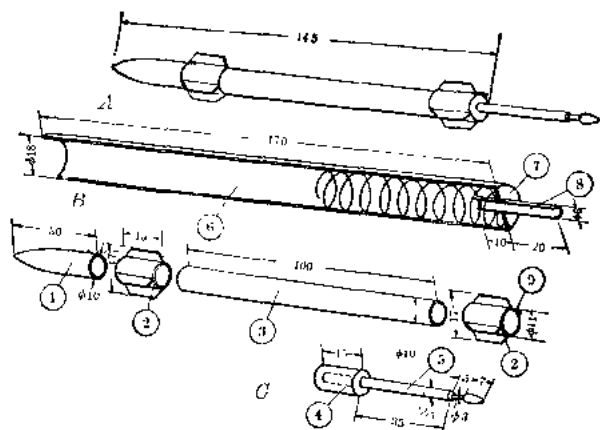


图 7-8

关系不大,只要能把火箭弹出5~6米远就行了。一共要做四个这种样子的火箭筒。

火箭模型的样子见图7-8A。在火箭的前端有四个小翅膀(弹翼),在尾端有四个尾翼。这八个翼片是为了使火箭飞行时更稳定而装设的。如果没有这几个翼片,火箭飞行起来就会摇摇晃晃,甚至在飞行中弹头就横了过来,这样火箭就打不中目标了。火箭的尺寸见图7-8C。①是弹头,它是圆锥形的,用木条削制成。它的底部最大直径是10毫米。火箭的翼片和翼片固定环②是用薄铁皮焊成的,四个翼片要互相垂直,前后两组翼片和固定环的结构和尺寸是相同的。火箭的弹身是用厚硬纸卷成的外径为10毫米、长100毫米的圆筒,火箭尾部④是用桐木或松木削成的一个直径为10毫米、长15毫米的小圆柱,它的中间钻有一个直径为5毫米的孔,里面塞入直径为5毫米、长57毫米的竹杆⑤一根,竹杆尾部刻一个宽5毫米、直径3毫米的槽,好让火箭发射钩钩住这个火箭弹。

火箭的装配步骤是这样的，把弹头①的底部和弹身③的头部涂上快干胶水，然后塞入翼片固定环②内，让弹身③顶住弹头①，再把弹身后部和弹尾木柱④也涂上快干胶水塞入尾部翼片固定环②内，让弹身后部顶住弹尾圆柱体④，再把长竹杆⑤涂上快干胶塞入弹尾木柱④的孔内胶牢。等快干胶干后，把弹头部分涂上红漆，弹体部分涂上银色的漆。这样的火箭共需做四支。做好的火箭要塞入各个火箭筒内，试试看有没有什么地方卡住，如果有哪一支火箭的翼片太长而卡住了火箭炮筒，那就要把这翼片剪短些，直到每支火箭都能顺利地塞入各个火箭炮筒中，而弹尾长杆能让发射钩钩住就行了。

发射机构是这个光电自动跟踪火箭模型的关键部分之一，它的结构见图 7-9。①是它的发射钩，四个发射钩焊在轴②上。轴②安装在支架③上，轴②的一端还焊上衔铁④。衔铁④的下而是电磁铁⑤，它焊在横梁⑥上。发射机构的电磁铁结构和光电机机械计数器上的电磁铁一样，可以参照图 5-10 的样子和尺寸去做，绕的线圈也和它一样，这里就不再重复介

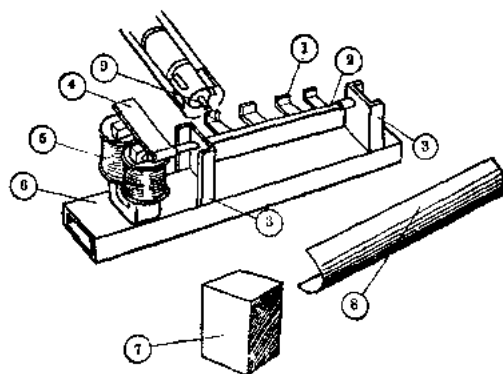


图 7-9

绍了。用铁皮罩⑦罩住电磁铁。用铁皮罩⑧罩住发射机构，它们的尺寸可按发射机构和电磁铁的外形尺寸自己来决定，这样可以使模型更加整齐美观。

发射机构的结构和尺寸见图 7-10。发射钩①用 0.5 毫米厚的铁皮或铜皮弯成直角后焊在轴②上。轴②用直径 3 毫米的自行车钢丝做成，在它的两端各焊上一个环⑨，使轴在支架③上不会左右窜动。轴上还焊有 1 毫米厚的铁板制成的衔铁④。由于衔铁要受到电磁铁较大的吸力，因此一定要把它们焊牢在轴上。框架⑥可用薄铁皮弯好后焊成方盒形的大梁样子，再把发射机构支架③焊在它上面。四个发射钩①之间的距离都是 18 毫米（因为四个火箭炮筒中心间的距离是 18 毫米）。四个发射钩的端面要焊得一样平，不能有高低，不然会形成有的发射钩能钩住火箭，而有的发射钩却钩不住火箭。待四个发射钩都能钩住火箭后，要调整衔铁离开电磁铁的距离大约 4 毫米左右，使电磁铁通电后能吸动衔铁，从而，使发

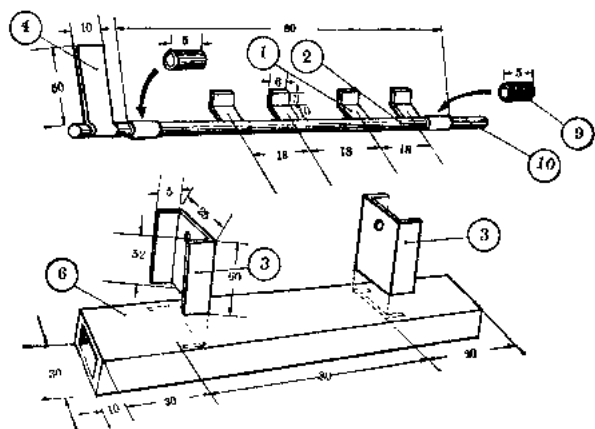


图 7-10

射钩能脱开火箭,让四支火箭同时在弹簧的作用下弹射出去。

按图 7-11 的样子制作发射控制按钮。①是用铜皮制成的下触点,它用小钉钉在底板⑤上。②是弹性铜皮制作的上触点片,也用小钉钉在底板⑤上。当两片触点互相接触,按钮开关就接通了。③是按钮的支架,用薄铁皮弯好之后钉在底板⑤上。④是用木棍削成的按钮,插在支架③中间。按钮④的底端接触弹性上触点,因此只要按下按钮④,就能使上触点②与下触点①相接触。⑤是一块厚 10 毫米左右的木板。⑥是铁皮焊成的按钮开关外壳,正好罩在底板处。按钮开关的上下触点各焊上一根长 2 米左右的细塑料导线,准备接到火箭发射架去控制发射电磁铁。

由于发射电磁铁要同时控制四支火箭的发射,因此需要它有比较大的电磁吸力,我们可用 6 伏或 9 伏电铃变压器给它供电。电磁铁、电铃变压器和发射按钮的接线图见图

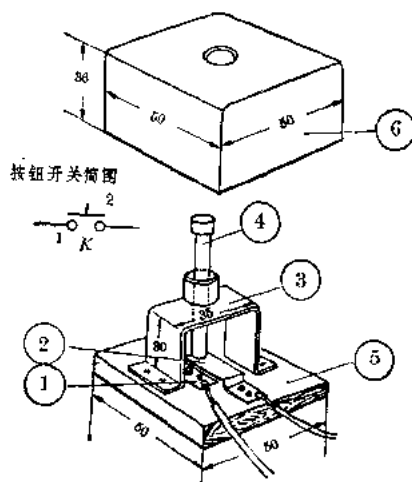


图 7-11

7-12。在要发射火箭的时候，只要按一下发射按钮，6 伏或 9 伏电铃变压器就给发射机构供电，电磁铁吸下发射机构的衔铁，使四支火箭同时发射出去。有时会由于发射火箭的弹簧压缩力量比较大，把发射钩卡住，发射电磁铁吸不下衔铁，在这种情况下，可以适当加高供给电磁铁线圈的电压，例如用电铃变压器的 12 伏输出端供电，这样电磁铁的吸力就可以增加很多。

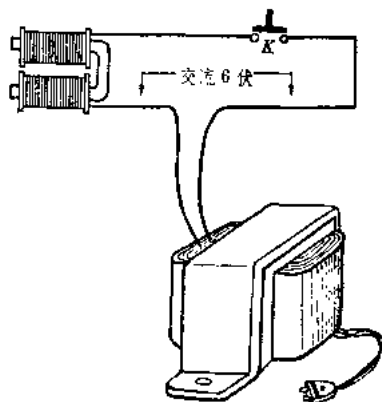


图 7-12

火箭发射台的外壳见图 7-1 的⑦，它是一个用木头或铁皮制成的方盒子，很容易制作，这里就不详细介绍了。

飞机模型可以用木片锯成飞机的样子，如能做个立体的飞机模型当然更好，机身长应有 30 厘米以上。机头上装一个 6 伏或 220 伏的指示灯泡，灯泡外用有机玻璃罩罩住，以免火箭击碎灯泡。飞机模型上用铁丝做两个小圆环，以便穿在平拉的铁丝上，做水平“飞行”用。

光电自动跟踪火箭模型制作好以后，还要进行精细的调整，下面把调整的步骤介绍一下。首先对它的机械部分进行

试验调整,试试火箭塞入火箭筒是否顺利,四支火箭是否能同时被发射钩钩住,发射时四支火箭能否同时发射,弹出的距离是否都能达到3~4米远等等。如有不正常的现象,可按前面讲到过的方法一一加以修正。

其次,试试电动机和齿轮——螺杆传动机构是否灵活,让电动机通电,看它是否能轻巧灵活地带动四个火箭筒旋转,如果在转动过程中发生卡住现象,那就要修锉螺杆或齿轮,或使轴承稍为松一些,以免轴被卡住。

接着进行电气部分的调整试验,用一个15瓦左右的灯泡放在离光电头2米左右的地方,让灯泡正对着光电头,接通给光电控制器供电的9伏电池和给电动机供电的3伏电池。慢慢地左右移动这个灯泡,看光电头是否能在电动机的带动下跟着灯泡左右移动,如果光电头不是向着灯泡移动的方向移动,而是作避开灯泡的移动,那就说明接到电动机上的3伏电池极性接反了,这时就需要把3伏电池的正负极性调一下。如果发现灯泡朝某一个方向移动时,光电头能够跟过去,而灯泡朝反方向移动时,光电头却不能跟回来,这说明其中一个光导管的灵敏度太低(受光照后光导管内阻变化不大),或者是与这个光导管所连接的光电控制器没有调节好,灵敏度比较低的缘故,那就需要重新测量两个光导管的灵敏度,换去灵敏度较低的那个光导管,或重新调整两个光电控制器,使它们具有同样的灵敏度。如果发现光电头能跟踪移动得比较慢的灯泡,而跟不上移动得比较快的灯泡,那说明传动机构中大齿轮的齿数太多,过度的降低了电动机的转速,这时可以用缩小大滑轮直径的方法来解决。有时也可能发生光电头时而跟得上移动的灯泡,时而跟不上的情况,那可能是光电头的小铁简直

径太小，这时就需要改用图 7-3E、F 那样的光电头了。接着再来调整光电跟踪机构的总灵敏度，也就是——面加大灯泡和光电头的距离，一面调整两个光电控制器的灵敏度，直到这个光电控制器能在 3~5 米的范围内能灵活地跟踪灯泡为止。这时，全部调整工作就基本上完成了。

最后谈一下如何操纵这个模型，先开亮飞机头上的小灯泡，并让火箭发射架上的光电头正对着飞机头上的小灯泡，接通光电控制器、电动机和电铃变压器的电源，然后用一根细绳子拉着飞机模型在铁丝上缓慢地滑行，这时只见光电头控制着火箭模型始终跟踪着飞机灵活地转动着，当一按下发射控制按钮时，只听见火箭炮筒“嗖”的一声同时发射出四支银光闪闪的火箭，“啪”的一下击中了敌机……。这样我们的光电自动跟踪火箭模型就做成功了。

上面所介绍的这个光电跟踪火箭模型只能跟踪作水平滑行的飞机，对作垂直方向滑行的飞机是不能跟踪的，当然也谈不上跟踪作倾斜滑行的飞机了。如果大家有兴趣的话，可以参照上面介绍的方法，再做一套能作垂直方向跟踪的机构（包括另外两个光导管、光电控制器、垂直方向传动机构和电动机），这样的光电自动跟踪火箭模型就更加灵活和逼真了，这种模型是不难做出来的。

八、自动追光“甲壳虫”

这里要介绍的一种模型是一个会自动追光的“甲壳虫”。当它前面出现亮光时,这个“甲壳虫”就会迅速地向亮光爬去,当光源左右移动的时候,它会灵巧地跟踪着光源,紧追不舍(见图 8-1)。这个“甲壳虫”为什么能灵巧地跟踪光源呢?主要是由于它的头部安放两个光导管,通过两个光电控制器控制着左右两台电动机,使“甲壳虫”能转弯和朝前行驶,向着光源爬去。

这个自动追光“甲壳虫”的内部结构如图 8-2 所示。图中画的是去掉了外壳的模型结构。①、②是左右两个光导管。③是中间隔光片。左右两个光导管分别接向左右两个光电控

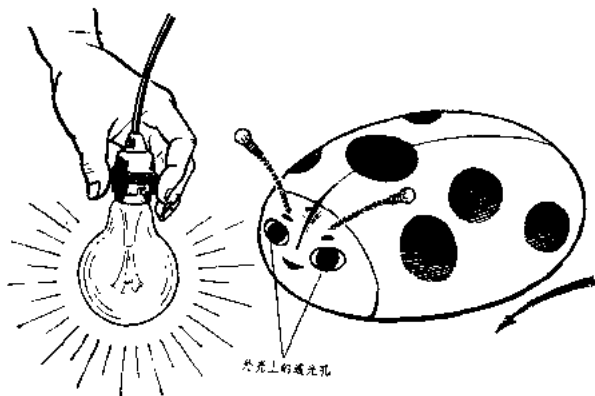


图 8-1

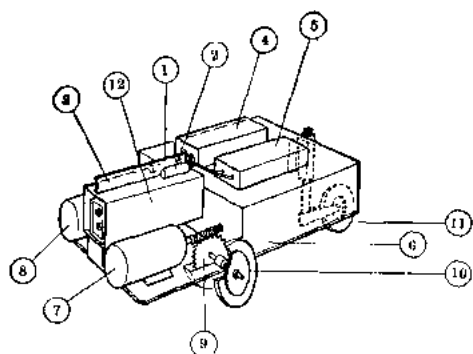


图 8-2

制器④和⑤。⑥是放两个1.5伏1号电池的电池盒。⑦、⑧是分别能带动左右两个轮子转动的电动机。⑨是齿轮-螺杆传动机构。⑩是左右两个驱动轮。⑪是尾轮，它能自由地在尾轮轴上旋转和摆动。⑫是供光电控制用的9伏电池盒。由电池盒⑫和⑥以及电动机下面的底板组成整个“甲壳虫”的车体。

图 8-3 是追光“甲壳虫”的结构尺寸图。我们可按方格图放大到1:1的尺寸制作，图 8-3 上各个部件的标号和图 8-2 是一样的。

追光“甲壳虫”的总电路图见图 8-4。它的左右两个光导管间有一块中间隔光片，就象光电自动跟踪火箭模型的隔光片一样，使得追光“甲壳虫”在没有对准光源时，由于中间隔光片的作用，使其中一个光导管落在隔光片的阴影里，也就是一个光导管被光照着，另一个光导管未被光照着，从而使一个光电控制器的继电器吸合，另一个没有吸合。由于每个继电器单独控制一台电动机，由两台电动机的旋转或不旋转来达到追光的目的。此外，每个电动机上还并联着一个2.4伏的小

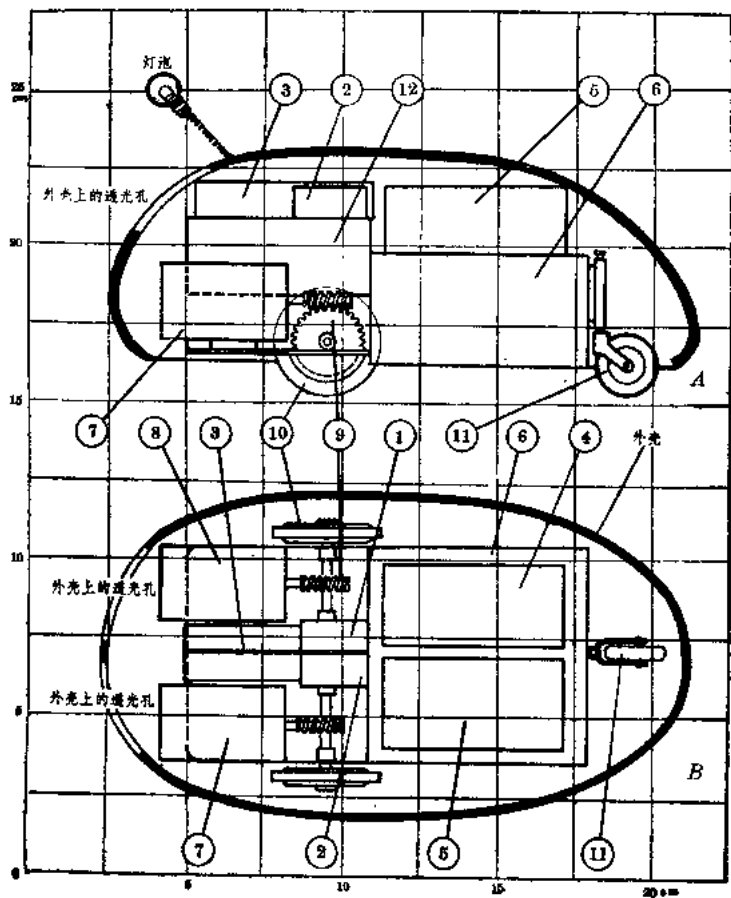


图 8-3

灯泡，作为“甲壳虫”的触须。每个电动机通过各自的齿轮——螺杆传动机构，单独地带动每一个轮子。当右光导管被光照着时，由于这个光导管是与左光电控制器相连接的，因此左光电控制器的继电器吸合，使左轮上的电动机旋转，而这时“甲壳虫”就向右转弯了。与此同时，点亮了右面触须上的灯泡。

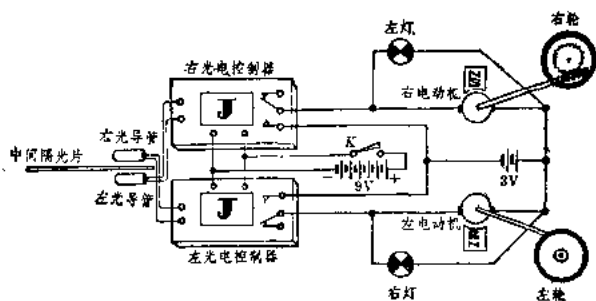


图 8-4

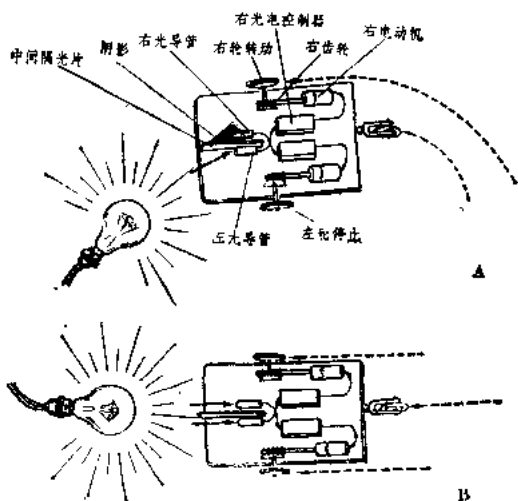


图 8-5

下面来看看“甲壳虫”是怎样追踪光源的呢？在图 8-5A 中我们可以看到，当光源偏向甲壳虫的左面时，由于中间隔光片的作用，使右光导管在隔光片的阴影里，因此左光电控制器的继电器不吸合，因而左电动机不旋转，左轮也就不动了。而这时左光导管却被光源照着，因此右光电控制器的继电器吸合，使右面的电动机旋转，右轮被带动。这样，光电“甲壳虫”就带动右轮旋转。在左轮不动的情况下向左转弯爬行了。直到两个光导管同时对着光源，两个光导管同时控制两台电动机一起旋转，“甲壳虫”在左右两个轮子同时有驱动力的情况下，就朝前向着光源爬去（见图 8-5B）。

“甲壳虫”模型的车体结构和尺寸见图 8-6。①是装两节 1.5 伏的 1 号电池盒，是构成车体的一部分，它的前面焊上 9 伏电池盒②。在 9 伏电池盒的下面是电动机和车轮的安装板③，它的两边有两个半圆形的小盒④，是安放齿轮的地方。在 3 伏电池盒①的后面是一个可以自由摆动的尾轮⑦，它安装在尾轮支架⑥上，尾轮支架⑥又焊在旋转轴⑤上。⑧是中

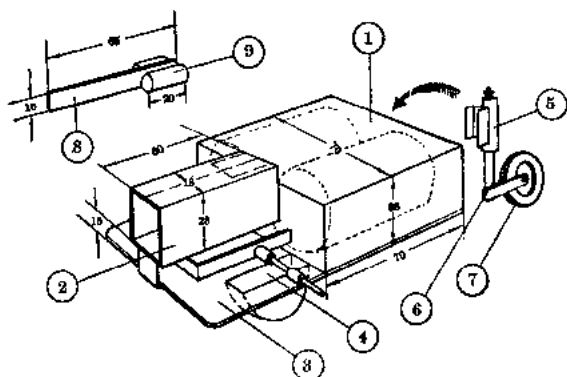


图 8-6

间隔光片。⑨是安装光导管用的两个小铁皮圆筒。这些零件的主要尺寸都注在图 8-6 上，可以按图上所注的尺寸和图 8-3 的实物尺寸去制作这些零件。

3 伏和 9 伏电池盒的结构见图 8-7。①是两块厚 1 毫米、长 70 毫米、宽 34 毫米的胶木板。每块胶木板上用铜铆钉铆着两块小铜皮⑤和⑥，作为与电池正负极相接触的接触片用。与电池负极相接触的接触片⑥的上面焊上一根镀锌的螺旋弹簧（就是那种半导体收音机电池盒里用的镀锌小弹簧）。②是两层迭起来的牛皮纸，把它用快干胶水粘在胶木板①没有铜皮的那一面上，作为使胶木板上的铆钉和后面铁皮③的绝缘层。把铁皮③的两个长边弯折过来，包在胶木板①的长边上。但要注意，不能让铁皮③包过来的边碰着铜皮⑤或⑥，以免电池漏电。①、②、③三个零件装在一起成为 3 伏电池盒的一个端板，用同样的方法再做另外一个端板⑨。用薄铁皮做 3 伏电池盒的框架④，把两边的端板分别焊在框架④的两端，这就做成了能放两节 1.5 伏电池的电池盒了。

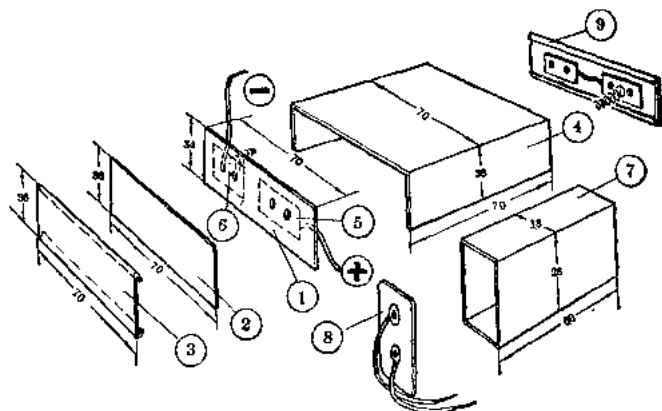


图 8-7

9 伏电池盒的制作比较简单,可按图 8-7 中⑦的样子,用薄铁皮弯成一个能塞进 9 伏电池的铁皮框架就行了。9 伏电池的接线架可用专给半导体收音机用的层迭电池接线架(图 8-7 中⑧)。

每个轮子上的齿轮-螺杆传动机构和光电自动瞄准火箭模型上用的差不多。最好选用直径为 20~25 毫米的齿轮,齿数约 30~40 齿为好。如果齿轮直径太大,就会使追光“甲壳虫”爬行速度慢些。另外,齿轮直径加大,车轮直径也只能相应地增大,模型尺寸也要加大,这是不必要的。和齿轮接触的螺杆焊在一个紧套在电动机轴上的小铁管上,做法和光电自动瞄准火箭模型中的做法一样,这里就不再重复了。

除了上面所说的 3 伏和 9 伏电池盒以外,车体剩下的部分就是安装电动机的底板和保护齿轮的半圆形小盒了。图 8-8 就是它们的结构图。安装电动机的底板①是用薄铁皮做成的,上面焊着四个支承齿轮用的轴承②。轴承是用铁皮或铜皮卷成的小圆筒,小圆筒的内径稍大于齿轮轴的直径,小圆筒在底板上的位置可按照方格图 8-3 上的尺寸来决定。保护齿轮的半圆形小盒③是由两块半圆形薄铁皮和一条长方形薄

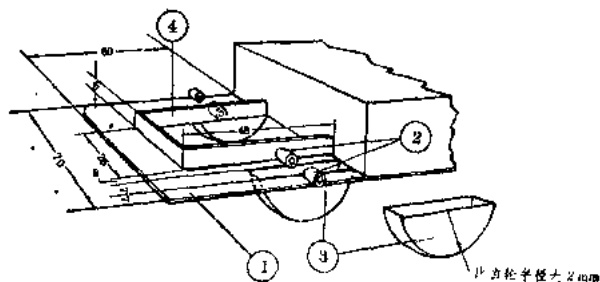


图 8-8

铁皮焊成的，半圆形铁皮的半径比所选用的齿轮的半径大1~2毫米。半圆形小盒焊接位置也按方格图8-3的尺寸来决定。在底板①上还加焊一条加劲边④。

接着可以把做好的3伏和9伏电池盒、电动机安装底板，尾轮等按图8-2和图8-3的样子焊成光电“甲壳虫”的车体。

图8-9表示两个车轮的做法。①是用厚3毫米的黑橡皮做成的轮胎。②是由薄铁皮或胶木板做成的夹板，每个轮子用两块夹板夹住，用直径为4毫米的铜铆钉③把它们铆接在一起，再在铆钉内串一根直径3毫米的钢丝作为轮子的转轴④，把铆钉和轮轴焊在一起，轮子就算做成了。每个模型要做两个这样的轮子。

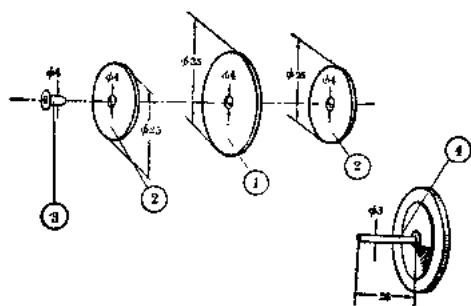


图 8-9

下面制作“甲壳虫”的外壳。按图8-3和图8-10的尺寸，先用泥作一个泥模，然后用纸糊在泥模上制作外壳。泥模可按图8-10的样子做好，等泥模初步干燥后，用刀把它刮成准确的样子，并把外表弄得比较光滑些，再让泥模进一步阴干。泥模不能放在太阳光下曝晒或放在火上烘干，因为这样会使泥模裂开。等泥模完全干透后，在泥模外面涂上一层薄薄的

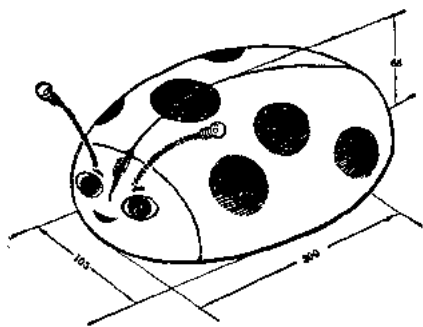


图 8 10

蜡烛油,以防在糊纸时泥模受潮变形。模子做好后,先用湿的大楷纸粘在模子外壳上,第一层大楷纸不要涂浆糊,免得纸干后外壳和泥模不易分离。接着再将剪成条状的大楷纸涂上胶水或浆糊,一层层地粘上去。粘纸的时候要注意均匀,一共要糊十几层大楷纸。最外面的两层用比较光滑的白纸糊上,糊的时候不要让纸起绉纹。把糊好纸的泥模放在阴凉通风处阴干,等泥模外糊上的纸全部干透后,用砂纸把纸壳打磨平滑,再用细砂纸进一步磨光,然后涂上两到三层快干胶水。等快干胶水干后,把泥模从纸壳里取下。由于最里面一层的纸没有涂胶水,因此泥模应该是很容易从纸壳中取出的。万一泥模比较难取下,那可以用小刀把泥模刻碎后分块取出来。

取出泥模后的纸壳,在其内壁也涂上两到三层快干胶水,这样“甲壳虫”的外壳就很坚固了。用小刀在壳的前端刻上两个椭圆形的洞,让光线通过这两个洞照到里面的光导管上去。再按图 8-10 的样子,安上两根好象触须样的弹簧,并在弹簧的顶端各焊上一个 2.4 伏的小灯泡。在外壳的表面按图示的样子用漆画上“甲壳虫”的花纹,这个“甲壳虫”的外壳就做

好了。

下面讲讲如何进行“甲壳虫”的总装工作。按图 8-3 的样子,先把 3 伏和 9 伏电池盒焊在一起,再在 9 伏电池盒下面焊上安装电动机的板,把两个轮子和齿轮穿到轴承里,然后焊到电动机安装板上。注意:要保证车轮能灵活地转动,不要让齿轮和用来保护它的半圆形小盒碰擦。把两个轴上带有螺杆的电动机分别地焊在左右两个齿轮的前面。调整电动机支架的高度,使电动机轴上的螺杆很好地和齿轮的齿配合,使它既能带动齿轮旋转,又不会被齿轮卡住。电动机安装完后,用 3 伏电池分别给两个电动机通电,使电动机能轻巧地带动齿轮和轮子转动,如果发生卡住现象一定要调整好,免得模型装好后还是不能很好地跟踪光源。接着把中间隔光片和两个装光导管的小圆筒①和②焊在 9 伏电池盒上,把两个光电控制器④和⑤安装在 3 伏电池盒上,在小圆筒内放入左右两个光导管,要把左光导管的引线接到右光电控制器上,右光导管的引线接到左光电控制器上,并把左右两个电动机与左右两个光电控制器的继电器连接好。这时,模型的总安装工作就完成了。

下面进行模型的调试。首先分别试验每台电动机能否灵活地带动轮子旋转,例如,单独给左电动机通电,看模型是否能原地向右旋转行驶,如果发生卡住现象应立即排除故障,并给螺杆-齿轮及轴承处涂上凡士林油作为润滑。用同样的方法再试一下右轮。然后断开 3 伏电源(也就是即使继电器吸合,电动机也不会旋转,模型不会运动),接上给光电控制器供电的 9 伏电源,把 15 瓦的灯泡移到距“甲壳虫”前方 2 米远的地方,并让两个光导管同时都被照着光,这时看看两个光电控制器的继电器是否都同时吸合,如果有某个继电器不吸合,

那就要调整这个光电控制器的灵敏度或调换光导管，等调整到两个继电器都能同时吸合为止。再接上 3 伏电源，这时“甲壳虫”就应该朝着光源爬去。然后把灯泡不时地向左或向右移动，“甲壳虫”也应跟着灯光向左或向右爬去。如果发现“甲壳虫”老是向一个方向转弯，那就说明有一个光电控制器的继电器一直处于吸合状态，就要检查一下是不是这个继电器的弹簧太松了，或者是这个光电控制器的灵敏度调得太高了，使继电器的触点不能松开，这就需要对这个光电控制器再进行一次调整。如果调整到光电“甲壳虫”能在 2 米远的地方灵活地跟踪光源，那就完全调整好了。

九、光电控制小艇

制作电动船模是广大少年很喜爱的一项科技活动。在这一章中，我们要介绍的是一种用光电机构控制航行的光电小艇。这种光电控制小艇在一定距离内，只要用一只手电筒就可以指挥小艇自由、灵活地航行了。

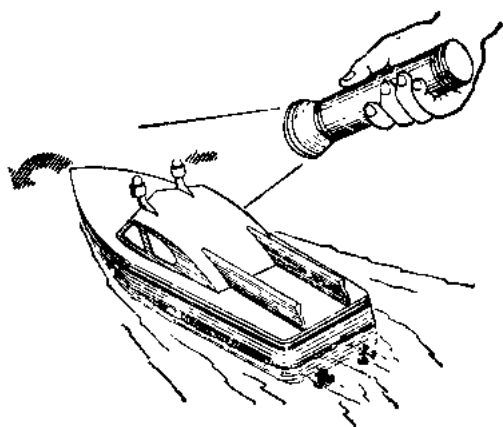


图 9-1

光电控制小艇的构造见图 9-2。①和②是两个光导管，它们连接在艇身内部的两个光电控制器⑦和⑧上。③是小艇的甲板结构。④是用桐木片做成的船体。⑤是供两台电动机用的两节 1.5 伏的 1 号电池。⑥是供光电控制器用的 9 伏层迭电池。⑨和⑩是给小艇作为动力用的两台电动机，每台电

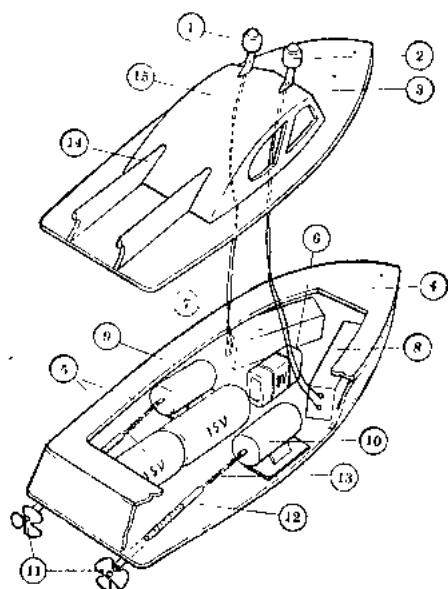


图 9-2

动机通过一根弹簧软轴，同一个三叶螺旋桨的轴相连。⑪是三叶螺旋桨。⑫是螺旋桨轴套。⑬是弹簧传动轴。⑭是小艇的尾翼。⑮是驾驶室。

光电控制小艇的总电路图见图 9-3。左、右光导管各接到一个光电控制器上，而每个光电控制器的继电器就各控制一台电动机，每台电动机通过弹簧软轴带动一个螺旋桨。它的线路同光电“甲壳虫”的差不多，只是光导管不是交叉的同左右两个光电控制器连接，因此这里对总电路图就不再重复介绍了。

这个光电控制小艇的控制原理见图 9-4。当手电筒的光只照着它左边的光导管时，左面的光电控制器的继电器吸合，

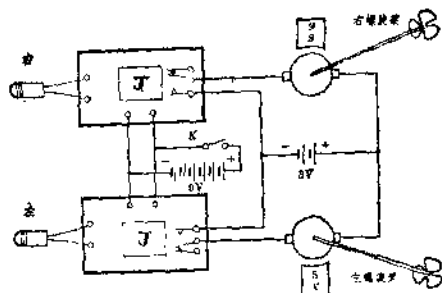


图 9-3

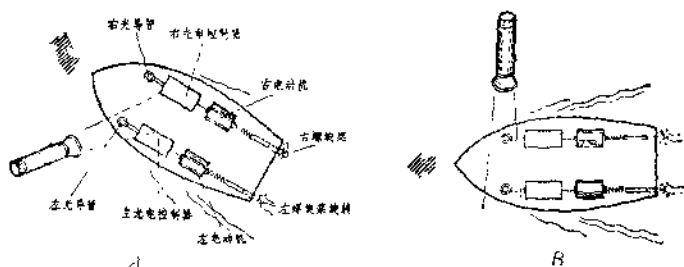


图 9-4

使左面的电动机接通电源,带动左面的螺旋桨在水中旋转,而右面的光导管由于照不着光线,因此右面电动机和右螺旋桨不转。这样,小艇就会向右转弯行驶(图 9-4A)。如果用手电筒同时照射着小艇的左、右两个光导管,那末左、右两个螺旋桨将同时旋转,小艇就会一直向前行驶了(图 9-4B)。

模型的结构详图和主要尺寸可见图 9-5,可以把这张图按方格尺寸放大到 1 比 1 的大小,再按图进行制作。其中电动机、螺旋桨轴、电池、光电控制器等等部件的安装位置,可按照图上所画的位置来安放,使得小艇的重心在艇体的中间稍偏艇尾一点,这样就使得模型停在水里时能保证螺旋桨深

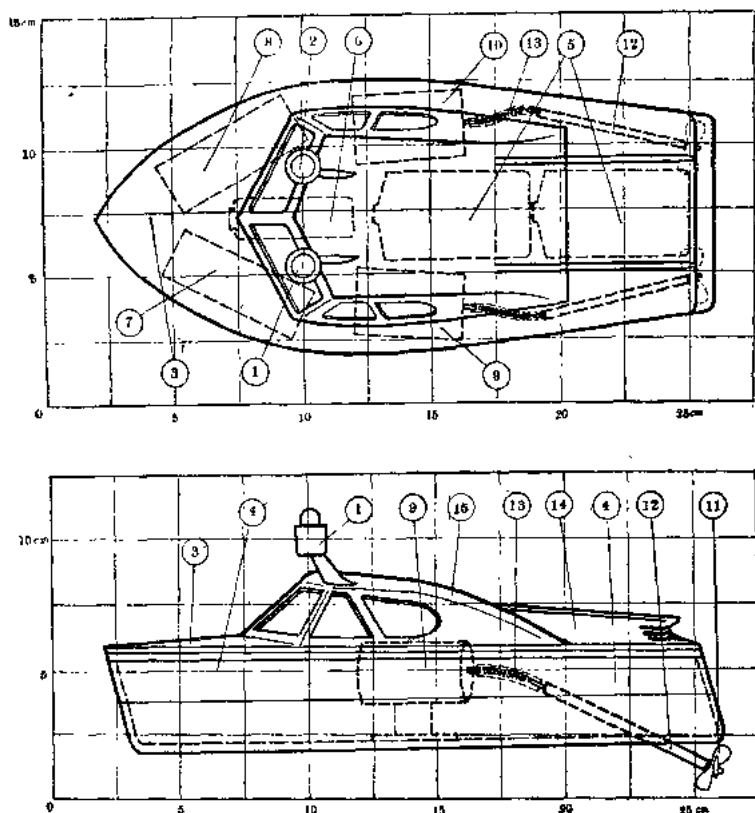


图 9-5

入到水中,旋转时发出比较大的推力;同时也使小艇在行驶时头部稍稍翘起,减少水的阻力。

艇身是用1.5~2毫米厚的桐木片或松木片制成,用快干胶水粘合。先按照图9-5画成1比1的艇身外形图,用桐木片按图9-6的样子切出艇身的两块侧板①、一块下甲板②、一块底板③和一块艇身后板④,切下后放在一边备用。再找一

块平整的木板⑤，在上面铺好按图 9-5 画成的艇身图，然后把艇底板③按图 9-6 的样子用大头针钉在木板⑤上，再把两块侧板①弯曲后用快干胶水粘在艇底板的两侧，涂上快干胶水后要用大头针把两片侧板夹紧在底板上，以免快干胶水未干之前，两块侧板因受弯曲产生的弹性而使其胶不住。接着将艇尾板④和下甲板②用快干胶水粘到艇身上，在快干胶水还未完全干透之前，不要把大头针拔去，不然艇的侧板就会蹦直。等快干胶水干透后，从木板⑤上拔掉所有的大头针，取下已粘合好的艇身，用砂纸把艇身各粘合处的棱角磨圆，并且初步把艇身打磨光滑，然后用比较稀薄的快干胶水在艇身上涂上二到三层。接着用比较稀薄的快干胶水调上很细的石膏粉或粉笔灰，涂到艇身上去，尤其在艇身木板有凹坑的地方要用这种填料把它抹平。等涂上的填料干透后，用细砂纸包在木块上将艇身上的填料打磨光滑，再涂上三层快干胶水，这样可起防水和光滑作用。

制作艇身的桐木片要挑选木纹细密和没有节疤的，要沿着木纹的方向切下做艇身的木片，用这样的木片制作艇身比

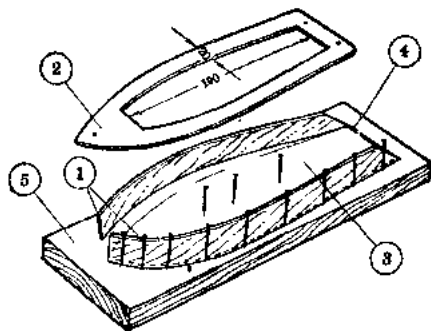


图 9-6

较牢固,不易裂开。

为了进一步增强艇身的防水性能和外型的美观,在艇身上还要进行涂漆。艇底和艇身侧板 $1/3$ 高度的地方涂上红色的磁漆,艇身上半部可涂上银色的磁漆,这样,艇身既美观,防水性能又好。

下面来制作艇身上甲板建筑(见图 9-7)。图中①是小艇的上甲板,用 1 毫米左右厚度的桐木片按图中所画的样子刻成。②是小艇的驾驶室,是用十几层纸糊在泥模上制成的。③是两个光导管支架,都是用桐木片做支柱、用硬厚纸做光电管支架,然后粘在一起做成的。④是快艇的两片尾翼,用 2 毫米厚的桐木片做成后粘在上甲板上。小艇驾驶室的做法可先按图 9-8 的样子做好泥模,等泥模干后用烙铁在模上烫上蜡烛油,再按前面讲过的追光“甲壳虫”外壳的做法用纸糊成小艇的驾驶室,等干后在上面开六个小窗孔,并把透明赛璐珞片用快干胶水粘在窗孔里面,作为窗玻璃。以便小艇在水中行驶时,水不会溅到驾驶室里而损坏艇底里的光电控制器和

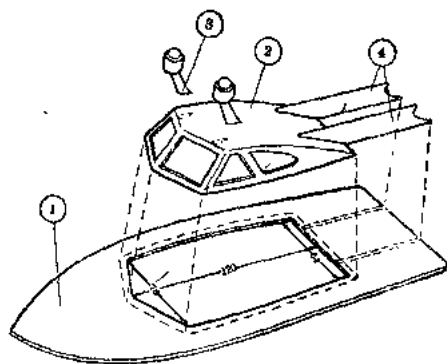


图 9-7

电动机。驾驶室做好后也应涂上三层快干胶水和刮上填料，用砂纸打磨光滑，再涂上三层快干胶水，起防水作用。做好的驾驶室按图 9-7 的样子用快干胶水把它粘在小艇的上甲板上，并把两个光导管支架和两个尾翼按图 9-8 所示的位置粘到驾驶室和上甲板上。然后，用大头针或图钉把上甲板固定在下甲板上，再把甲板、驾驶室和尾翼等地方都涂上几层银色的快干漆或磁漆。这样，艇身便全部做好了。

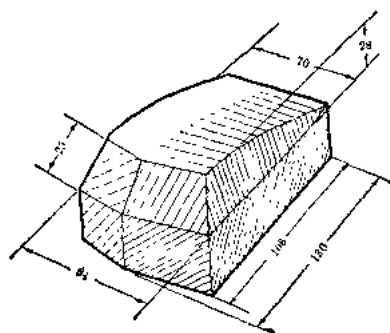


图 9-8

下面要制作螺旋桨和螺旋桨轴套了。按图 9-9 的样子，用厚度为 0.3 毫米左右的铜皮剪出两片三叶螺旋桨的叶片。再用直径 2 毫米的黄铜丝做螺旋桨的轴，用厚度为 0.3 毫米的铜皮按图 9-9C 的样子卷成一个螺旋桨的轴承套管。将直径 0.2 毫米的铜丝绕在螺旋桨轴上做成两小段弹簧状的铜丝圈，塞入轴承套管的两端用锡焊好，做成螺旋桨的轴承套。制作时要让轴在轴承套中能灵活转动，如果发生卡住现象，这就说明铜丝圈在轴承套管中焊得不正，要把它重新焊好，直到轴能在轴承中很灵活地转动为止。接着把三叶螺旋桨用砂纸打磨光亮，焊到螺旋桨的轴端上去，如图 9-9D 的样子。在螺旋

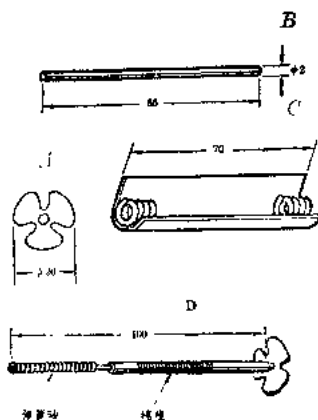


图 9-9

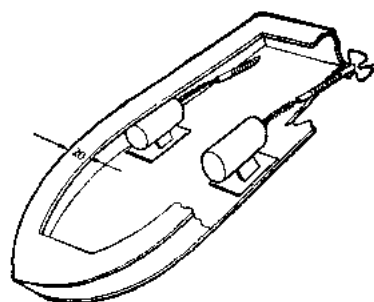


图 9-10

桨轴套的外面用沾上了快干胶水的棉纱线整齐地绕上一层，再在棉线外面抹上一、二层快干胶水，等它干后，准备把轴承套粘到小艇的艇底上去。轴承套在艇底上的安装位置可以按图 9-5 决定。在艇底板要安装螺旋桨轴套的地方打两个倾斜的洞，并涂上快干胶水，再把两个绕有棉线的轴承套管塞入艇底的两个洞中，就象图 9-10 的样子。在轴套和洞之间用比较稠的快干胶水填满，在快干胶水未干以前，要经常注意轴承套的倾斜角度和位置，并且要使左右两个轴承套管的倾斜角度一样。由于胶水未干透的时候，轴承套管在艇底上是会晃动的，可在艇底板上钉几个大头针来夹着轴承套管，使它的倾斜角度不变。要特别注意两个轴承套管的对称性，如果两个套管不对称，在电动机带动螺旋桨转动后，小艇就会自动转弯。

由于轴承套管是倾斜地安装在小艇底板上的，而电动机却是按图 9-10 的样子水平地安装在小艇的底部，因此螺旋桨

轴同电动机轴不在同一条直线上，为了使电动机的旋转动力能传到不在同一条直线上的螺旋桨轴上，那就要做二条软的传动轴把它们连接起来。可以用直径0.5毫米的铜丝很整齐紧密地把它绕在一根直径2毫米的铁丝上，抽出铁丝就成了一条弹簧软轴，剪下20毫米长的两段作为小艇两个螺旋桨弹簧软轴。按图9-10的样子，把螺旋桨轴涂上凡士林油，塞入预先填满了凡士林油的轴套中去，再把20毫米长的弹簧软轴一端焊到电动机轴上、另一端焊到螺旋桨轴上去。这样，电动机的旋转动力便通过这条弹簧软轴传到螺旋桨轴上去了。要注意，螺旋桨的轴套里一定要充满凡士林油或厚机油（黄油），防止小艇在水中航行时，水从螺旋桨轴和轴承之间的缝隙里渗入艇身内。平常也要经常的给轴承套筒内加些机油，这样使小艇轴套既润滑又不会漏水。

光电小艇里的9伏电池盒的构造同追光“甲壳虫”的一样，在此不详细介绍了。只是在电池盒的外面用快干胶水贴上两层牛皮纸后，粘到艇底该放9伏电池盒的位置上就行了。3伏电池盒（放两节1.5伏的1号电池）可以用薄铁皮做成手电筒状的圆筒，长度刚好能放入两个1号电池，两头做上铁皮盖子，为了防止电池漏电，要在两端铁皮盖内粘上两块圆形的马粪纸片。在3伏电池盒的外面也用快干胶水粘上两层牛皮纸，把3伏电池盒用快干胶粘到艇底上。

上面已把所有的零件、元件制作好了，接着就可以进行小艇的总安装工作。先将左右两个光导管安装在驾驶室顶上的两个光导管支座里面，要使光导管的受光面向上。每个光导管焊上两条长的软导线（细的多股铜丝塑料线较好），导线穿过驾驶室引向艇身接在光电控制器上。电池、电动机和弹簧

软轴等按上面介绍的安装好，就进行调整试航工作。把每个电动机接上3伏电池，看它们能不能很灵活地带动螺旋桨旋转，如果发生卡住现象，要按前面讲的办法调整轴承，使两个电动机能灵活地带动两个螺旋桨旋转。接着把两个三叶螺旋桨的每一个叶片按电动机的旋转方向扭转一个角度，使螺旋桨叶片在水中能向后打水。两个电动机同时通上电，把小艇放到水池里面，看两个电动机带动两个螺旋桨推动小艇前进的同时有没有发生转弯现象？如果前进时会自动转弯，那可能是两个电动机的转速不均匀，或者是两个螺旋桨叶片的扭转角度不一致，可以用改变任何一个螺旋桨的扭角的方法来调整，直到两个电动机同时通电，小艇能够照直行驶为止。按图9-5的位置放置两个光电控制器，光电控制器安装好后，接着就可以进行光电控制小艇的电气部分调整工作：把3伏和9伏电源都接通，用手电筒在2~3米远的范围内照射左边或右边的光导管，看小艇是否能在光照的控制下，向左或向右转弯行驶。如果有某个方向控制不灵，可以调整有关的光电控制器的灵敏度或更换那个光导管。再用手电筒同时照着两个光导管，这时小艇就应一直朝前行驶。

由于小艇上的光导管的受光面是向上的，以便接受从各个方向照来的手电筒光，因此，小艇模型不能在白天强烈阳光下行驶，因为太阳光的亮度比手电筒光的亮度强烈得多，它就会不受手电筒光的控制，而只有朝前一直行驶了。因此，最好在傍晚没有阳光直射情况下的室外小池内，或在没有强烈灯光照射下的室内水池和大木盆内进行。

十、自动跟踪图形光电车

一大张白纸上画着一条曲曲弯弯的黑色线条，一辆小客车模型自动地沿着这条曲线行驶着，好象里面真有个司机在驾驶它一样。遇到转弯的地方，它能沿着这条线灵巧地转过去，在遇到交叉线的地方，它也不会走错岔路而笔直地穿过去，这就是我们要制作的自动跟踪图形光电车(图 10-1)。

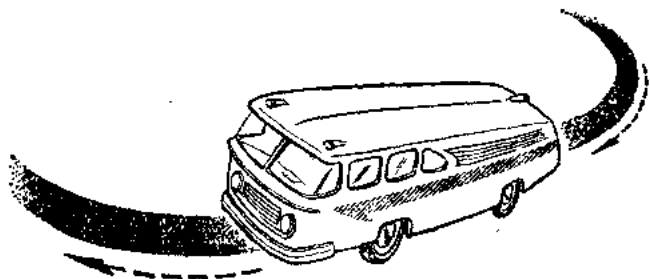


图 10-1

让我们取下小客车模型的外壳，看看它里面的结构吧。在图 10-2 中，①是用来跟踪曲线的光电头。②是用来反射光线的小灯泡(照路灯泡)。③是两台电动机，分别通过两套齿轮-螺杆传动机构④带动两个车轮⑤。尾轮⑥装在车子后面，它能自由地旋转和摆动。⑦是装 3 伏电池的电池盒。⑧是两节 1.5 伏的 1 号电池。⑨是供光电控制器用的 9 伏电池的电池盒。从图 10-2 可以看出，这台模型的车体和前面介绍

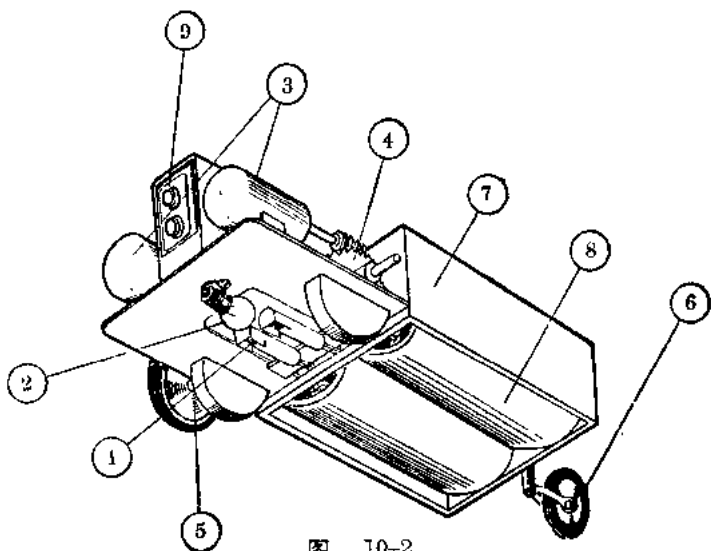


图 10-2

的自动追光“甲壳虫”的车体结构是一样的。只是光电头和光电控制的方法和前面不相同。模型外壳和里面主要零件的尺寸可按图 10-3 来决定。其中①是外壳。②是光电车体。③是前轮。④是后尾轮。⑤是两个假后轮。

自动跟踪图形的光电车总电路图见图 10-4。左、右两个光导管是交叉接在两个光电控制器上的，也就是左光导管接向右光电控制器，右光导管接向左光电控制器。这方面和追光“甲壳虫”的线路是相似的。但是要注意，追光“甲壳虫”是利用继电器的常开触点控制电动机的，也就是说，追光“甲壳虫”的光导管受着光照以后，继电器的衔铁吸合，它的常开触点闭合，电动机才会旋转；而这里正好相反，是利用继电器的常闭触点控制电动机的。也就是说，当光导管受不到光照的时候，继电器衔铁不会吸合，这时它的常闭触点倒

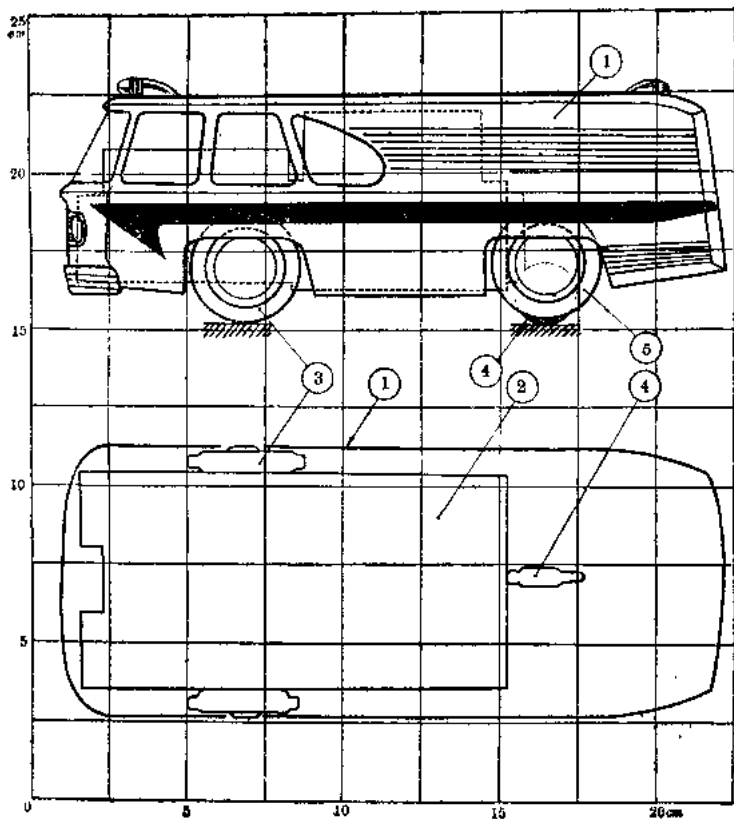


图 10-3

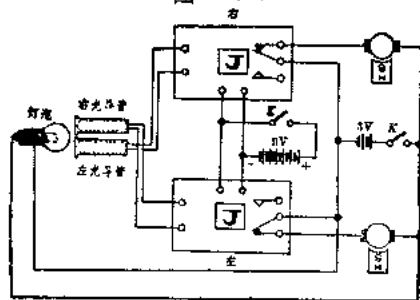


图 10-4

玻璃外壳的三极管塞入其中。用薄铁皮卷好的小圆筒头部要开一个窗口，让光线能照射到光导管的受光面上。这个小窗口的尺寸长 6 毫米、宽 5.5 毫米，剪开处的铁皮不要剪断，把它们向两边弯开些，成为遮光外罩的左右两个遮光板，用它们来挡住从光导管侧面来的光线。再剪一块长 7 毫米、宽 6 毫米的薄铁皮，焊在遮光罩的端部，以避免照路用小灯泡的光线直接照到光导管上。这块端板不能太长，太长了会把照路灯泡照到地面后反射到光导管上的光线挡住。但是太短了，就挡不住照路灯泡直接照射过来的灯光，那也不行。把两个做好的遮光罩平行地按图 10-5 的尺寸焊到一条横着的薄铁皮上，再把两个光导管塞入遮光罩中，光电头就做好了。这里要注意的是，一定要先把遮光罩焊到横铁皮上，再把横铁皮按图 10-2 和图 10-3 的样子焊到车体底下，然后才能把作为光导管用的锗三极管塞入遮光罩中，因为锗半导体三极管特别怕高温，如果先把锗三极管塞入遮光罩，然后进行焊接，锗三极管就会受到高温的影响，它的光电性能就要变坏，甚至使锗三极管报废。另外还有一点要注意的是，一定要把锗三极管的受光面朝下塞入遮光罩中，不然就不能接受到从地面反射过来的光线。

下面介绍一下光电头和照路小灯泡控制光电车转弯的原理(图 10-6)。照路小灯泡向“地面”(画有黑色线条的白纸)投射光线，如果这时两个光导管都正巧处在黑色的线条上面，由于黑色的线条是不反射光线的，所以两个光导管都接受不着光线，因此两个光电控制器的继电器衔铁也都不吸合，两台电动机就各自通过两个继电器的常闭触点通电旋转，带动光电小车沿着黑色的线条朝前行驶。如果光电头这时遇到了向右

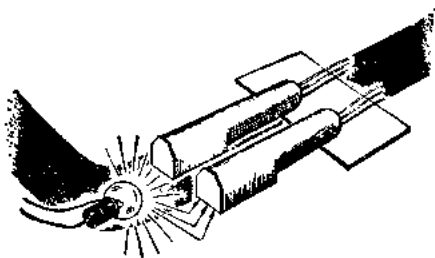


图 10-6

转弯的黑色线条,车子朝前稍一移动,左边的光导管就离开黑色的线条而进入白纸上方,这时照路灯泡的亮光就会通过白纸反射到左边的光导管上。左光导管受到光线照射就会使右光电控制器的继电器衔铁吸合,而使右电动机停转。但这时右光导管还处于黑色的线条上面,接受不到反射光线,因此左光电控制器的继电器的衔铁不会吸合,所以左电动机继续在旋转。由于右轮停转,左轮继续旋转,就使光电车顺着黑线条向右转弯行驶,直到转弯结束,两个光导管又同时进入黑色的线条上方,左右两个电动机重新一齐转动,车子便又朝前行驶了。

由于光电头是接受从“地面”上反射上来的光线来控制光电车行驶的,因此,光电头的调整和照路灯泡的安装位置的关系就显得非常重要了。如果光电头离开“地面”的距离太远,那么通过“地面”反射到它上面去的光线就比较弱,有可能使光电头的控制失灵。相反,如果光电头距离“地面”太近,那也不一定好,因为纸上的黑色线条并不能保证它一点也不反射光线,当光电头离黑线太近,从黑色的线上反射过来的微弱光线,也可能对光电头中的光导管起作用。因此,光电头对“地面”的距离,我们要在安装试验时反复调整。照路小灯泡离开光电头的距离,也是一个很重要的尺寸,需要在试验过程中反

复的调整。首先,小灯泡的安装位置不能过分低于光电头,如果它的安装位置低于光电头太多,那么就会有光线直接照在光导管的受光面上,这就破坏了光电小车的正常行驶。其次,照路小灯泡不能距离光电头太近,因为距离过近,小灯泡发出的热量会影响对温度比较敏感的锗三极管,从而使光电头不能正常工作。而且由于距离太近,从黑色的线上也会反射出比较强的光线,使光电头不能正常工作。当然,距离太远了也不行,因为从白纸上反射上去给光电头的光线太弱,也会影响光电头的正常工作。我们可以大致按图 10-7 所画出的尺寸来安装光电头和照路小灯泡。但必须根据光导管的性能好坏,和光电控制器的灵敏度好坏,作适当调整。

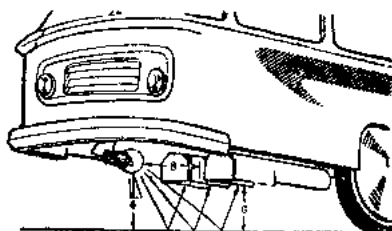


图 10-7

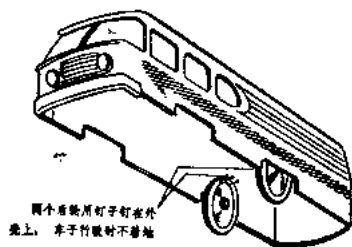


图 10-8

光电车的车体结构和追光“甲壳虫”的车体结构是完全一样的,可以按追光“甲壳虫”车体的制作方法和尺寸去制作。这里就不重复介绍了。

光电车的外壳形状见图 10-1 和图 10-8,它的具体尺寸可以从图 10-3 中量得。车壳可以用薄铁皮焊成,或用泥模外糊纸的方法做成,还可以用厚 1 毫米左右的薄桐木粘成。用薄铁皮焊接的车壳,外形平整美观,而且也比较牢固。制作时按图 10-3 的尺寸剪成两块车壳的侧板、一块前板、一块后板

和一块顶板。先把两块侧板垂直焊在顶板上，然后再焊上前板和后板。用透明塑料片或较薄的有机玻璃片剪成车窗玻璃的形状，四周包上薄铁皮，然后焊到车体两块侧板和一块前板的里面，作为车窗玻璃。这里不能采用透明赛璐珞片，因为它受到铬铁的高热会燃烧起来。车体焊完后，要把焊缝锉平滑，涂上底漆后，再把整个车体涂上银灰色、天蓝色或其他鲜艳的油漆，车体两侧的线条涂上鲜红色或紫红色的油漆。用桐木片做的车体，可以按照图 10-3 的尺寸用桐木刻出两块侧板、前板、后板和顶板，按光电船外壳的做法，把这五块板用快干胶水粘成一个完整的车壳，再在车窗的部分用快干胶贴上透明的赛璐珞片，作为车窗玻璃。用细砂纸把桐木做的车身打磨光滑，经涂上填料后，再用砂纸打磨光滑，涂上油漆就行了。如果用泥模外糊纸的方法做车身，那就可参照“甲壳虫”外壳的做法。

光电车的总装工作和追光“甲壳虫”一样，要特别注意的是车体下光电头的安装。光电头的横板及小灯泡焊在车体上时不要用过多的焊锡，因为它们的位置需要通过试验后调整的。等车体的所有安装工作都完成后，最后就把车体外壳固定到车体上去。等外壳固定好以后，再把两个和前轮一样的假后轮，固定到外壳应放后轮的地方。这两个后轮是不会旋转的，光电车是依靠两个前轮和一个尾轮在地面上行驶的，这两个后轮只是放在车体上，使光电车外表象一台小客车那样美观一些而已。因此安装后轮时不能让它和地面接触，不然它会妨碍光电车的行驶。

光电车跟踪黑色线条的宽度约 16 毫米左右，就是说黑色的线条宽度要比光电头的宽度稍宽一些就行了。画黑色的线

条用的墨汁一定要又浓又黑，这样才能使照路灯泡照在黑色的线条上时不会引起过强的反光。如果墨汁太淡，黑色的线条上的反光就比较强，使得光电头即使完全处于黑线上面，两个光导管也会接受到比较强的光线，这样光电车就不会很顺利地跟踪黑色的线条行驶了。纸上黑色的线条相交的地方，都要注意尽量垂直相交，这样才能使光电车顺利地通过交叉点，不会走到岔路上去。另外，在黑线条转弯的地方，转弯的半径不能太小，因为转弯半径太小，光电车不容易在行驶的过程中跟着转过来，尤其是对于行驶速度比较快的光电车，线条转弯半径更要大一些才好，最小不能小于15厘米。

光电车的总调整工作，主要就是调整光电头对“地上”黑色线条的距离，和照路灯泡离开光电头的距离。调整工作是这样进行的：先合上3伏和9伏电源开关，这时把光电车暂时拿在手中，不要放在纸上，另外也不要让光电头受到外来光线的照射。这时虽然照路灯泡是亮着的，但是它的光线反射不到光电头上去，因此光电车的两个继电器的衔铁都是不吸合的，通过它们的常闭触点，两台电动机应该同时旋转。如果这时有哪一台电动机不转，就说明控制它的那个继电器衔铁已吸合了，就要检查一下是那个光电控制器调节得太灵敏了呢，或是和这个电动机对应的光导管安装位置不正确，被照路灯泡射出的光线直接照着了。也可能是这个光导管在无光照时内阻太小（这可能是在焊接光电头时，作为光导管的锗三极管因受热性能变坏了，这样的管子就需要更换），这需要仔细地找出原因，排除故障。

接着把光电车模型放在一小张全用黑墨涂黑了的纸上，这时光电车应能一直朝前行驶，因为照路小灯泡在涂黑的纸

上能反射到光电头上去的光线是很微弱的，因此电动机应能继续旋转。如果有一台(或两台)电动机不旋转，那就说明照路小灯泡反射到一个(或两个)光导管上去的光线太强。在排除了黑纸不够浓黑的原因外，就应调整照路小灯泡的位置，使它离开光电头的距离再远一些。

接着把光电车放到画有图形的白纸上，让光电头正好在黑线条上，不要左右偏移，这时两台电动机应继续同时旋转。如果这时有一台电机不转动，可以稍稍地将光电车在黑线上左右移动一点，看有没有一个位置能使两台电动机同时旋转，如果总是有一台电动机不转，这就说明黑色的线条画得太狭窄，旁边白纸上反射过来的光线对光导管起了作用，那就需，要把黑色的线条加宽一些。

下一步把光电车放在白纸上，这时两个光导管由于同时接受到照路小灯泡从白纸上反射上来的光线，因此两个继电器都吸合，两台电动机都不旋转。如果有一台(或两台)电动机在旋转，那就说明一个(或两个)光电控制器灵敏度调得太低，或者是一个(或两个)光导管本身的灵敏度太低，那就应区别故障原因加以调整。

经过了上面的一系列调整试验后，这台光电车就能顺利地跟踪黑色的线条图形行驶了。把光电车放在黑色的线条上，它就会沿着黑色线条朝前行驶。遇到黑色线条向左转弯的地方，光电头中的右光导管就稍为跑出黑色的线条一点，这时就有光线从白纸上反射到右光导管上(这时左光导管还在黑色线条的上方，因此接受不到反射的光线)，由于右光导管是连接到左光电控制器上去的，因此左继电器衔铁就吸合，它的常闭触点断开，使左电动机停转。这样，光电车就在右电动

机带动下向左转弯。在连续的向左转弯的线条上，光电车就是这样一次次地在右光导管走出黑色的线条时自动断开左电动机的电源，利用右电动机带动轮子不断地使光电车向左转。这时可以听见左继电器的衔铁一次次轻微的吸合声。

我们可以把黑色的线条当作光电车行驶的“公路”，在公路上还可以架上桥梁，只要这个桥梁的宽度能让这辆车子通过就行了。但桥梁模型的坡度不能太大，以免光电车爬不上去。桥梁上当然也要画上和公路连贯的黑色线条。在这条公路经过的地方还可以做条“隧道”，让光电车在“隧道”中黑色的线条上穿过。我们还可以剪下 25 毫米宽的白长纸条，在它中间画上黑色的线条，然后用浆糊把这些白纸条连接起来，从一个房间穿过另一个房间再回到原处，让这辆光电车在画有黑色线条的白纸上作一次长途旅行。关于光电车行驶的线路图，以及桥梁、隧道等的安排，都可由大家自行设计，这里就不讲了。

十一、光电控制模型的小型化

上面所介绍的模型都是应用半导体元件的。它们的体积和重量比起真空电子管和真空光电管小得多，再加上半导体元件所采用的电源电压很低，耗电又省，供给光电控制器的9伏电池体积也不太大，整个模型的尺寸和重量比采用真空管时大大减小了。而这些模型的体积主要是由继电器、电动机和给电动机供电的电池的尺寸来决定的。由于电动机的尺寸比较大，它的工作电流也比较大，就需要采用体积很大的1号电池来供电，这就使模型的尺寸难以缩小了。但是为了使较多的读者能比较容易地仿制，所以前面介绍的这些模型所采用的继电器和电动机都是一般的尺寸，并没有力求缩小它们的体积。如果我们能制作出比较精细的、更加小型化的电动机(电动机的电流也相应减小)，就可以采用体积小得多的5号电池给它供电，再配上小型化的继电器，模型的尺寸就可以大大缩小。这种小型化的模型，由于本身重量减少很多，所以采用功率较小的微型电动机来带动模型是没有问题的。

下面先介绍小型化继电器的制作。从图 11-1 中可以看到，小型化灵敏继电器的结构和前面所介绍的继电器的结构是一样的，只是它的尺寸小得多了。前面所介绍的继电器尺寸是：长 25 毫米，宽 25 毫米，高 21 毫米。而这里介绍的小型化继电器外形尺寸是：长 18 毫米，宽 18 毫米，高 16 毫米，体

积只有以前的三分之一左右。由于它的大部分零件尺寸都比以前缩小很多,因此在制作时要求尺寸比较精密,零件做得要比较光滑,才能达到动作同样可靠的目的。由于线圈绕线框架的尺寸减小了,因此最好采用直径小于 0.07 毫米的漆包线,并且绕线时要求尽量地排齐,这样可使线圈绕的匝数较多,从而达到在缩小体积的情况下,仍然保证同样的灵敏度。小型化继电器的线圈框架、铁芯和底座等主要尺寸在图 11-1 中已经标出,而它们的制作方法和前面所介绍的一样,大家可以按照图样,照以前的方法仿制,这里就不重复介绍了。要特别注意,因为选用的漆包线较细,在绕制线圈时不要用力太大,以免将漆包线拉断。

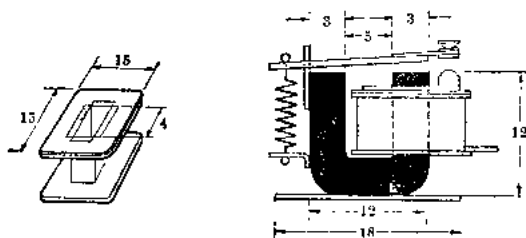


图 11-1

微型电动机的主要尺寸见图 11-2, 它的结构也和前面所介绍的模型电动机的结构是一样的, 只是它的尺寸大大缩小了。例如电动机的转子直径, 原来是 18 毫米, 现缩小为 12 毫米; 转子的长度由原来的 12 毫米缩小到 8 毫米; 定子的总长度由 32 毫米缩小到 18 毫米, 整个电动机的体积缩小到原来的三分之一大小。由于微型电动机的尺寸较小, 旋转力矩也比较小, 如果制作得比较粗糙, 电动机轴承和整流子、电刷上

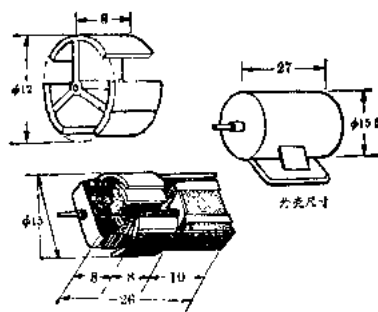


图 11-2

的摩擦力比较大,就会严重影响电动机的正常工作,甚至于发生卡住现象。因此在制作时,一定要把它的轴承和整流子、电刷等部件反复调整,使得电动机的转子能灵活地转动。另外,由于电动机转子尺寸较小,因此绕转子线圈用的漆包线直径也要相应减小,可选用直径为 0.1 毫米的漆包线,在每个转子极上绕上 5 层。线要绕得比较紧密整齐,并注意在绕线时不要碰破漆包线的漆皮。这些都是制作微型电动机要注意的方面。电动机的制作方法和前面所介绍过的一样,不再重复了。

有了微型继电器和微型电动机,就可以制作体积小巧的光电控制模型。这里简单地举二、三个例子来说明。

例如前面所介绍过的追光“甲壳虫”模型,它的外型尺寸是长 145 毫米、宽 75 毫米、高 60 毫米;采用了小型继电器、微型电动机和 5 号电池后的小型追光“甲壳虫”模型的尺寸,就缩小到长 105 毫米、宽 60 毫米和高 45 毫米,体积只有原来的二分之一大小(见图 11-3)。这里采用四节 5 号电池,两个两个并联后再串联起来给微型电动机供电的。两节电池并联的原因是为了使小型化的“甲壳虫”仍能连续工作比较长的时

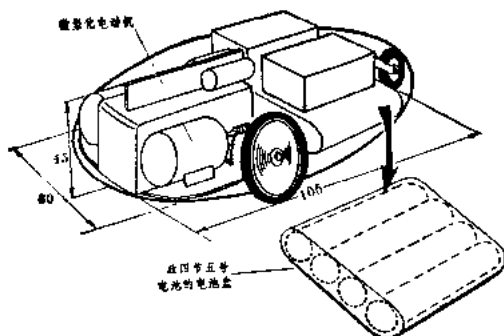


图 11-3

间。电池盒是一个扁平形状的铁皮盒子，四节5号电池平排地安装在里面。另外，由于电动机尺寸和模型尺寸都比较小，所以要相应地减小车轮和齿轮的尺寸。车轮直径可由原来的35毫米缩小到20~25毫米，齿轮的直径也相应地缩小到15~20毫米。当然，一些有关的零件尺寸也都要相应地缩小，这里就不再详细说明了；对做模型比较熟悉的读者来说这是很容易自己决定其尺寸的。

自动跟踪图形的光电车也可以仿照小型追光“甲壳虫”的做法来缩小它的体积，车体的安排同样参照图11-3，只是由于光电车需要一个照路用的小灯泡，因此耗电比追光“甲壳虫”要稍多一些，电池可以连续工作的时间较短些。

再举光电控制小艇为例子，模型小型化以后，可由原来长240毫米、宽110毫米、高42毫米的尺寸，缩小到象图11-4A那样的长140毫米、宽80毫米、高30毫米的小艇，这时它的体积只有原来的三分之一左右。小型化的光电控制小艇中供电动机用的3伏电池也是用四节5号电池，同样采用两节两节并联后再串联在一起的方式，安放在小艇中间偏后的位置

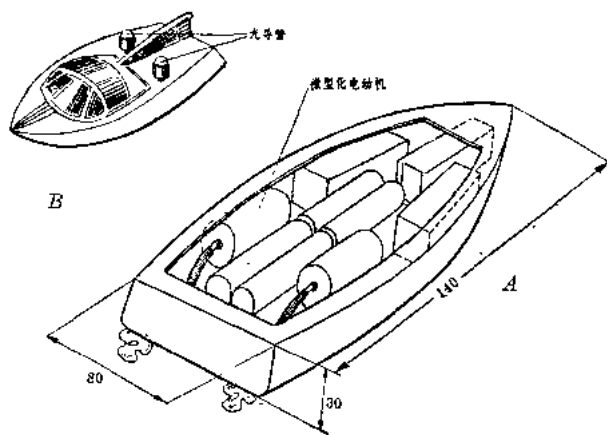


图 11-4

上。两只控制用的光导管，可以安装在艇身的后部，具体布置见图 11-4A。小艇的外壳可按图 11-4B 制作成快艇的样子。

通过上面介绍的几种光电自动控制模型的制作，大家掌握了光电控制的基本工作原理和模型制作的一般方法，读者可以进一步发挥创造性，制作出更多更有趣的光电控制模型来，为今后把光电控制的原理和制作方法应用到实际生产上去打下基础。