

二、玩具电动机

1. 电动机的原理

电动机是一种把电能转变成机械能的工具。要懂得电动机的原理，首先要了解磁铁。

磁铁有两个极（N极和S极），并具有同性磁极互相排斥、异性磁极互相吸引的性质。若把一块磁铁悬挂起来，拿另外一块磁铁靠近它时，悬挂的磁铁将会旋转（见图四十三）。一直转至两个磁铁的极性异极相对，如图四十四。如果要它继续转，须将固定磁铁的N极S极换一个位置（见图四十五）。

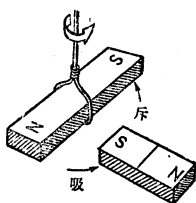


图 四十三

若用导线绕成线圈，接上电源（直流）后，当线圈里有电流流过，线圈二端也会产生磁性，也有吸铁的性质，这线圈就成为一个电磁铁。电磁铁和磁铁一样，也具有一对磁极（一端是N极另一端是S极）。它的极性与线圈中通过电流的方向有关。如何判断呢？请你用右手握线圈，使大姆指与四指垂直，并将右手弯曲的四指指向与线圈中电流的方向一致，则姆指所指的方向就是电磁线圈的N极（见图四十六）。如果在线圈里面再放入铁芯（硅钢片或软铁等）就成一个电磁铁，而且磁性

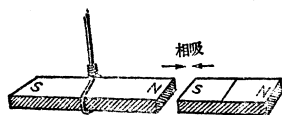


图 四十四

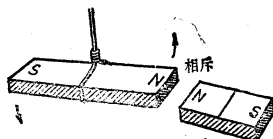


图 四十五

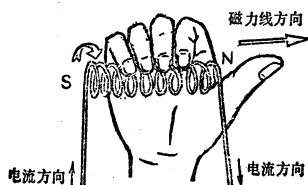


图 四十六

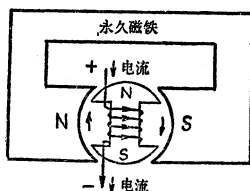


图 四十七

会更强。

应用磁性异极相吸同极相斥，以及电磁铁的原理，就可以做成简单的小电动机。电动机的基本构造分为二部分（见图四十七）。外面的叫定子，是一个永久磁铁。中间能转动的部分叫转子，是一个电磁铁。当电流按图四十七所示的方向流过时，转子产生的磁性上面为N极下面为S极。根据同性相斥，异性相吸的作用，转子就会按顺时针方向转动 90° 成为图四十八状。因为这时两磁铁异极相对相互吸引，故不再转动了。要使它继续转动，就必须改变转子磁极的极性（即变换通入转子线圈的电流方向）。这就要用换向器（也叫整流片）使电流方向改变。另外，转子线圈的二个引线不能和电源直接相接，否则它将随着转子的转动把电线缠绕到轴上，它就不能转了。这样就需要用电刷将电流由不转动部分传导给转动部分。所以一个电动机，除了有转子、定子（永久磁铁）外还有换向器、电刷（如图四十九）。它的工作情况是：当电源电压由电刷经过

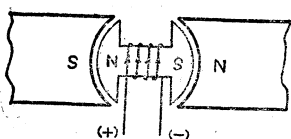


图 四十八

换向器加至转子线圈时，转子线圈中有电流流动，电流从换向器的 a 片流进， b 片流出，此时转子就有磁性，设上端为 N ，下端为 S (见图五十 a) 它与定子磁极间产生相互排斥和

吸引的力，因而就转动起来。当旋转 90° 后，电刷与换向器不接触了，线圈中的电流也就消失了，因而转子的磁性也消失了 (如

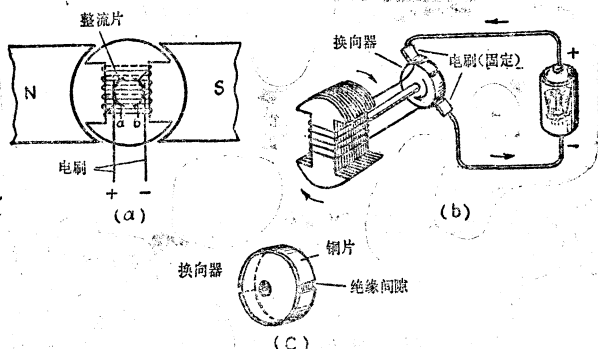


图 四十九

图五十 b)。但是由于惯性的作用，转子还可以继续转一点，这就使得换向器又与电刷相接触，转子线圈重新获得电流，但电流已改为从换向器的 b 片流进， a 片流出，这时线圈中的电流方向和原来的相反。因此，转子磁极的极性也改变了，而定子磁极的极性、位置都没变，这样转子就能按原转动方向继续转动 (见图五十 c)。这种电机叫二极电动机。但是，由于这种电机静止时转子的位置往往如图五十 b ，所以在起动时往往不易转起来，需要帮它转一下，使用很不方便。因此，常用的多是三极 (或多极) 电动机。三极电动机的转子有三个极，并

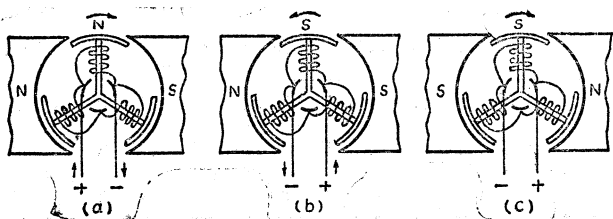


图 五十

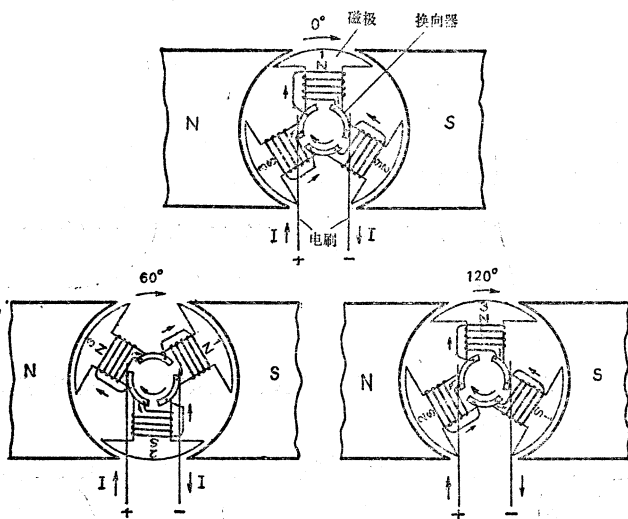


图 五十一

有换向器（由三个换向片组成），无论转子处在什么位置，只要电源不断，它都能转动（见图五十一），故没有起动难的问题。

由表二可以看出转子处在不同位置时，各极的磁性情况。

表二

转子在不同位置时各极的磁性

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
1	N	N	N	0	S	S	S	S	S	0	N	N	N
2	S	S	S	S	S	0	N	N	N	N	N	0	S
3	S	0	N	N	N	N	N	0	S	S	S	S	S

2. 小型三极模型电动机制作

(1) 材料

马口铁或罐头盒铁皮若干，直径为0.41毫米、长约4米的漆包线；5厘米长自行车条一段（做轴用）；长约1~2cm的小钉子8颗；长8厘米，宽5厘米，厚1.5厘米的木板一块。

(2) 制作方法

先制备各零件：

a 定于铁芯：用长8厘米，宽0.9厘米的马口铁皮照图五十二那样弯成Ω形。

b 定于支架：用马口铁皮剪成长4.6厘米，宽0.9厘米的长条，弯成Ω形。

c 转子支架：用马口铁剪成长10.7厘米，宽0.9厘米的一条（图五十六），并弯成U形

d 转子铁芯：用马口铁剪出三条长3.2厘米，宽0.9厘米的长条，并弯成图五十三(b)那样。

e 换向器片：三条长1.5厘米，宽0.6厘米的薄铁片。

各零件做好后，将定子铁芯和定子支架照图五十二(b)重

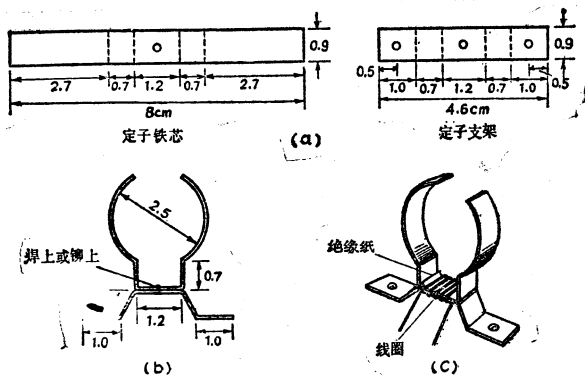


图 五十二

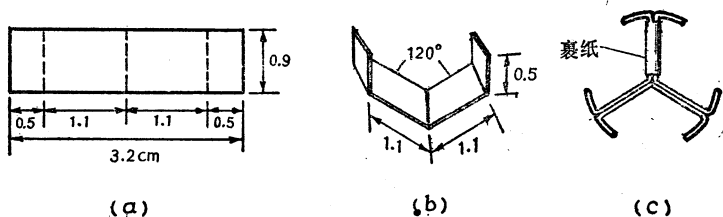


图 五十三

叠在一起。重叠部分最好焊上或用小空心铜铆钉铆牢，然后裹上三层纸，在纸上用 $\phi 0.41\text{ mm}$ 的漆包线平绕50圈(线圈的两头各留5厘米)，这就是电动机的定子装好后的定子见图五十二(c)。

第二步可做转子：将转子铁芯的铁片弯成图五十三b的形状，并把三片对在一起，每二片用胶纸裹三层，即组成三极的转子铁芯。再用 $\phi 0.41\text{ mm}$ 的漆包线在每个极上绕40圈这时要注意三个极上的绕线方向要完全一致，并使其头尾相接。(见图五十四)。

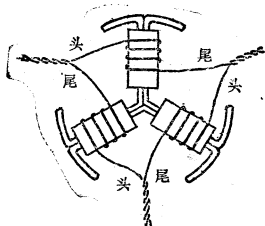


图 五十四

在 5 厘米长的轴（自行车条做成）的中间用宽 1 厘米的纸条用浆糊（最好用万能胶）粘住头往轴上缠，直缠到直径达到 0.6 厘米。再取三块铁皮剪成三个换向器片（图五十五 a）。然后用一块较软的木板在其上面挖出一个半圆凹形的槽使此槽正好与直径为 0.6cm 的铁棒相吻合（见图五十五 b）。将换向器片放在这木模的凹形槽上，再放上铁棒，用锤子打击铁棒，就可使换向器片形成很规整的半圆形（见图五十五 c）。再将三片换向器片包裹在轴的纸卷上（用万能胶粘好），再剪二段自行车气门芯（相当于小皮筋），将三个换向器片紧固在纸卷上。要注意，三个换向器片之间要有很小的间隙，不

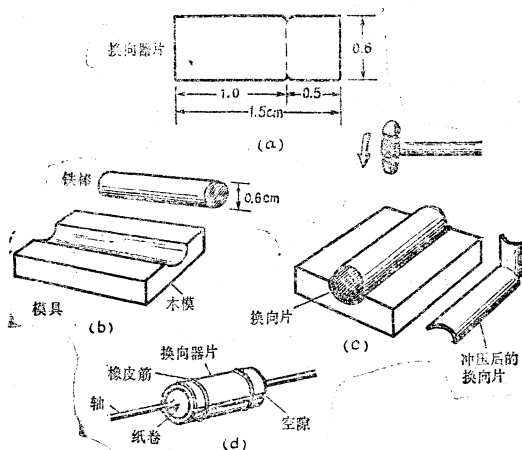


图 五十五

然后将三片换向器片包裹在轴的纸卷上（用万能胶粘好），再剪二段自行车气门芯（相当于小皮筋），将三个换向器片紧固在纸卷上。要注意，三个换向器片之间要有很小的间隙，不

能相碰（见图五十五 *a*）。

把带换向器片的轴紧插入转子中心，并使换向器片的三个间隙正对准转子磁极铁片的中间。把转子线圈的三个首尾绞接处分别焊在三个换向器片上（示意图见图五十六 *b*）。

将转子支架铁片弯成图五十六 *a* 的形状，并将支架固定到木板上，再把转子装于支架上，使转动灵活（见图五十六 *c*）。在有换向器一端的轴上套一小套管（可用塑料电线的外皮），以防止转子前后串动。

装上定子磁极。调整定子支架的高度，使转子在定子中转动灵活后，再用小钉（或螺钉）把定子支架固定在木板上（见

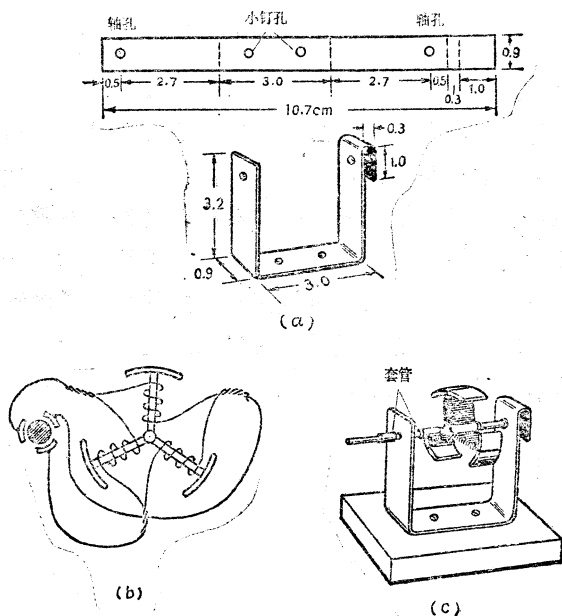


图 五十六

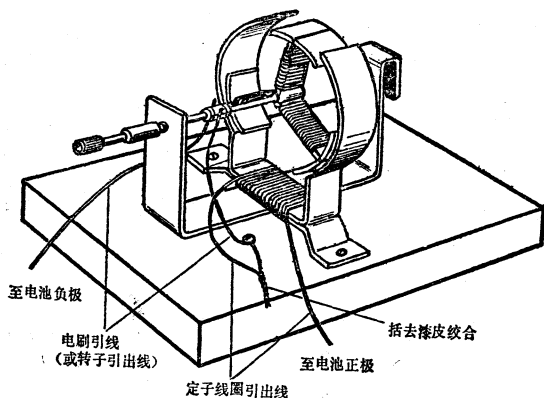
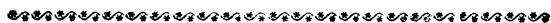


图 五十七

图五十七)。

在换向器下面底板上钉二个小钉，在钉上缠上 5 厘米长的裸漆包线向上伸，与换向器片紧压，做为电刷。漆包线头上的漆皮要刮去一段，使电刷与换向器接触良好。再取二节 1 号电池串联，使正极接定子线圈的一头，定子线圈的另一头与一电刷引线相接，另一电刷引出线接到电池的负极，电动机就转动起来了。由于这种电动机是采用串激式电路，所以也可以用 2 ~ 3 伏的交流电源供电。

三、怎样控制直流电动机的转向和转速



1. 几种直流电动机的电路

在讲怎样控制直流电动机的转速与转向之前，先要弄清楚几种直流电动机的电路。

直流电动机的定子磁极有二种，永久磁铁式和电磁铁式。市售的微型玩具电动机的定子大都采用永磁铁做磁场，它的优点是制作简单，省电（因为定子不用耗电）；它的缺点是磁场的强弱不能进行调整，而且不能用在交流电路中。电磁铁式定子磁极是用电磁铁通电而产生磁场的，如我们上面介绍的那一种。用这种方式建立磁场的方法叫做“励磁”式。它可以具有较强的磁场，不但体积可以减小，而且磁性的强弱可以调节（通过改变通电电压的大小来实现）。这种电机还可以用于交流电路。它的缺点是耗电较多。

用电磁铁做定子磁极的电动机，它的接线方式也有两种：一种叫串激式，另一种叫并激式，见图五十八。串激式是把定子线圈与转子线圈组成串联电路，它的特点是应用的电压比并激式的高，但电流较小。并激式是把定子线圈与转子线圈组成并联电路。它的特点是所需电压比串激式的低，但电流较大。此外使用时可以使它的定子线圈电压不变，因而可保持稳定的

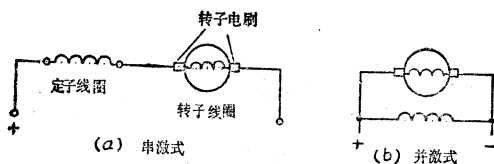


图 五十八

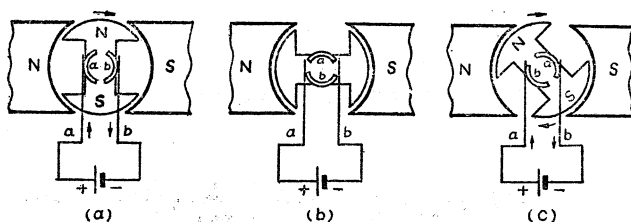


图 五十九

定子磁场。可用只改变转子电路的电压的方法来改变转子磁极磁性的强弱，从而改变转速。

用永久磁铁做定子磁极的电动机，只有转子需通电，所以线路比较简单，将二个电刷的引出线接上适当的电源电压就行了。

2. 直流电动机转向控制方法

直流电动机的转向和转子、定子磁极极性的相对变化有关（如图五十九）。例如图五十九(a)的情况为顺时针旋转；如果定子极性不变，而将转子的电源电压正负倒一下，则转子极性与(a)图刚好相反，如图b，这时就变成逆时针旋转。这时如果将定子的极性也同时倒过来，则仍为顺时针转。因此直流电动机转向的控制，只要改变转子通电电流方向就可以了，而

不能使转子、定子二者都同时改变极性，若二者都改变极性，如图五十九 *c*，它的转向又和图五十九 *a* 一样了，等于没有改变转向。

我们在具体控制转向时，常常采用一只双刀双掷开关，只改变转子电流的方向。它的线路见图六十。图六十 (*a*) 为用永久磁铁做定子磁场的电机转向控制电路（市售玩具电机多用此电路）； (*b*) 为串激式直流电机转向控制电路。 (*c*) 为并激式

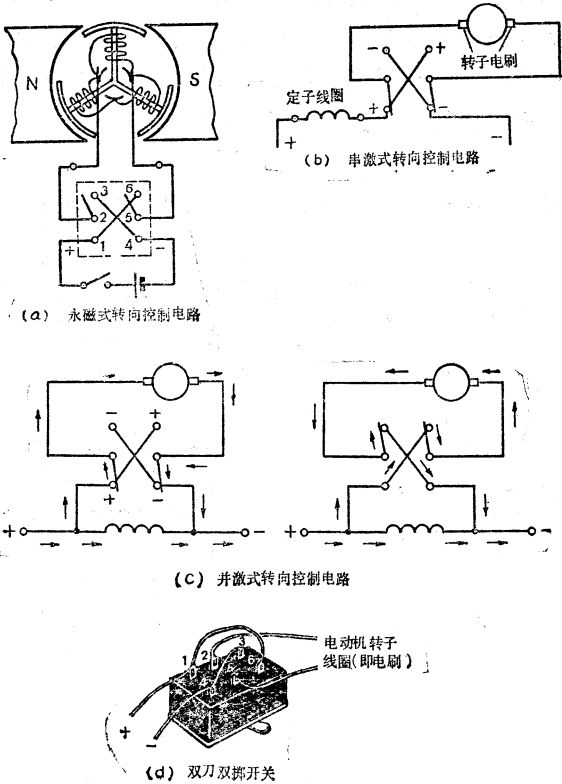


图 六十

直流电动机转向控制电路。

3. 直流电动机转速控制方法

直流电动机的转速与定子磁场、转子磁场的强弱有关，既和通过的电流大小有关，还和电动机所带的负载有关。

串激式电动机往往通过改变电源电压来实现转速的控制。具体办法多在电路中串一可变电阻器，通过改变电阻值从而改变电机转子、定子线圈中的电流，来改变其转速（见图六十一）。当电动机的电流比较大时，所用变阻器要有足够大的额定功率，一般多用瓷盘变阻器。

并激式电动机往往在转子电路中串入变阻器来实现调速（见图六十二）。

市售的微型玩具电动机都是用永久磁铁做定子，因此它的调速更为简单，只要在电路中串一变阻器改变转子电流或改变电源电压就可以改变转速。

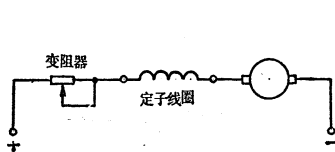


图 六十一

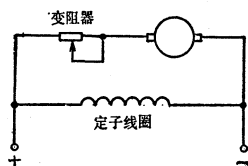


图 六十二