



## 实验六 线圈不能连续转动

### 实验准备

#### 实验目的

探究电动机换向器的作用。

#### 实验原理

通电线圈在磁场中受力。

#### 实验器材

电源、开关、导线、线圈、条形磁体。

#### 必备知识

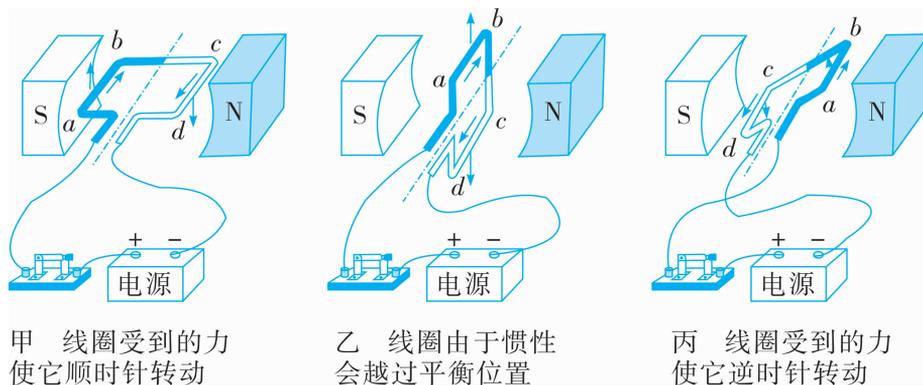
电动机由两部分组成：能够转动的线圈和固定不动的磁体。在电动机里，能够转动的部分叫作转子，固定不动的部分叫作定子。电动机工作时，转子在定子中飞快地转动。

## 实验过程

### 实验步骤

如图所示,使线圈位于磁体两磁极间的磁场中。

1. 使线圈静止在图乙位置上,闭合开关,发现线圈并没有运动。这是由于线圈上下两个边受力大小一样、方向却相反。这个位置是线圈的平衡位置。
2. 使线圈静止在图甲位置上,闭合开关,线圈受力沿顺时针方向转动,并由于惯性而越过平衡位置,但不能继续转下去,最后要返回平衡位置。想一想为什么会返回呢?
3. 使线圈静止在图丙位置上,这是线圈冲过平衡位置以后所到达的地方。闭合开关,线圈逆时针转动,说明线圈在这个位置所受的力阻碍它沿顺时针方向转动。



### 数据处理

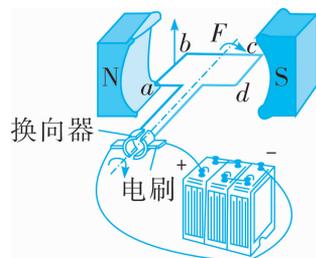
1. 线圈不能连续转动,是因为线圈越过了平衡位置以后,受到的力要阻碍它的转动。
2. 电动机工作过程中,换向器起了关键作用,它能使线圈刚刚转过平衡位置时,就自动改变线圈中的电流方向,从而实现通电线圈在磁场中的连续转动。

### 思考讨论

换向器是如何改变线圈中的电流方向的?

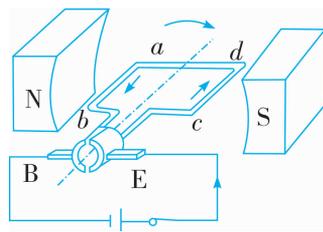
1. 在直流电动机结构中,换向器的作用是 ( )
- 改变磁感线的方向
  - 改变线圈的转动方向
  - 改变线圈中的电流方向
  - 使线圈中的电流方向和转动方向同时改变

2. 如图所示为直流电动机的工作原理图,线圈  $abcd$  处于向右的磁场中,此时线圈平面与磁感线平行, $ab$  边受到的作用力向上。两个铜半环跟线圈两端相连,可随线圈一起转动,两半环中间断开,彼此绝缘;两个电刷分别跟两个半环接触,使电源和线圈组成闭合电路,下列说法正确的是 ( )



- 线圈在图示位置时, $cd$  边受到磁场的作用力向上
- 线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $90^\circ$  时,电流沿  $abcd$  流过线圈
- 线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $180^\circ$  时, $dc$  边受到磁场的作用力向下
- 线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $180^\circ$  时, $ab$  边受到磁场的作用力向下

3. 如图所示是直流电动机的模型,闭合开关后线圈顺时针转动,下列说法正确的是 ( )



- 电动机在工作过程中,消耗的电能全部转化为机械能
- 线圈由图示位置转动  $180^\circ$  时, $ab$  边受力方向不改变
- 换用磁性更强的磁铁,可加快线圈转动速度
- 对调磁极同时改变电流方向,可加快线圈转动速度

4. 小明在制作电动机模型时把一段粗漆包线绕成  $3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$  矩形线圈,漆包线在线圈的两端各伸出约  $3\text{ cm}$ ,用硬金属丝做两个支架,两个支架分别与电池的两极相连接。把线圈放在支架上,线圈下放一块强磁铁,如图 1 所示。给线圈通电并用手轻推一下,线圈就会持续转动。

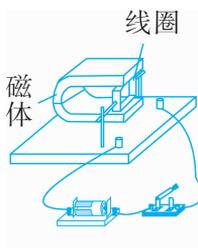


图 1

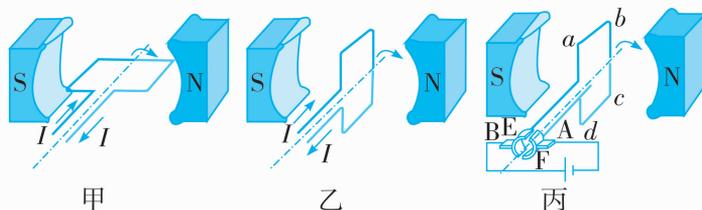


图 2

(1)在漆包线两端用小刀刮去引线的漆皮,为使线圈能够持续转动,刮线的要求是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 两端全刮掉

B. 一端全部刮掉,另一端只刮半周

(2)在线圈转动过程中经过如图 2 中甲、乙所示两个位置,图\_\_\_\_\_的线圈恰好处于平衡位置,此时线圈由于\_\_\_\_\_不会静止。另一个图中线圈左右两边所受的两个力不平衡的原因是这两个力\_\_\_\_\_。如图丙所示的线圈可以持续转动,是因为它加装了换向器,能在线圈刚转过平衡位置时,自动改变\_\_\_\_\_中的电流方向。

5. 小明用自己安装好的直流电动机模型(如图甲)来研究电动机的工作过程。

(1)电动机的工作原理是磁场对\_\_\_\_\_有力的作用。图乙是直流电动机工作原理图,其中 C、D 叫作\_\_\_\_\_,线圈左右两边框的受力方向相反,其原因是\_\_\_\_\_方向相反。

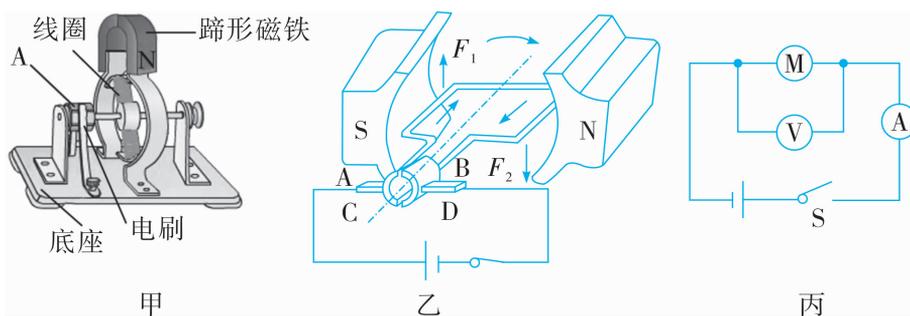
(2)小明将直流电动机模型接入电路,各部分连接完好,闭合开关后电动机却不能转动。他用手轻轻地碰了一下线圈后,直流电动机模型开始正常转动。刚开始不转的原因可能是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 蹄形磁铁磁性太弱

B. 电源电压太低

C. 线圈刚好处于平衡位置

D. 线圈中的电流太小

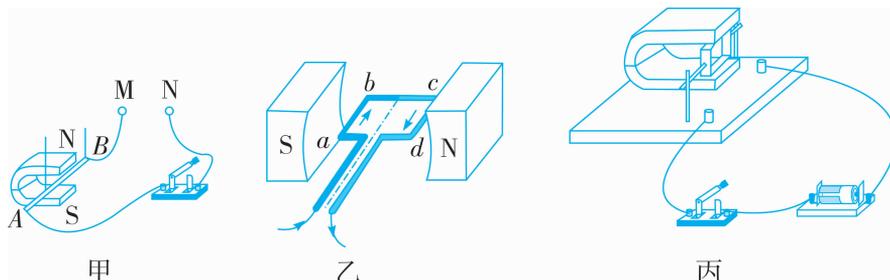


(3)小明按图丙电路将电动机模型连入电路,闭合开关,电动机正常转动,小明记下了电流表和电压表的示数。实验过程中,由于弧形铁片螺丝松动,电动机线圈被弧形铁片卡住了,小明惊奇地发现,电动机线圈被卡住后,电流表和电压表的示数都发生了变化,小明赶紧记下了两表的示数(如下表所示)并断开了开关。

电动机状态	电压 $U/V$	电流 $I/A$
正常转动	2.2	0.18
被卡住不转	2.0	0.33

为什么电动机线圈被卡住后电流会变大呢？小明经过反复思考，终于明白了其中的道理，原来线圈不转时只有线圈电阻阻碍电流，线圈电阻比较小，因此电流较大。当通电线圈在磁场中转动时，线圈同时也会在磁场中做\_\_\_\_\_运动，产生感应电流，根据实验数据可以判断，感应电流的方向应该与原来线圈中的电流方向\_\_\_\_\_。在实际生活中，如果电动机转轴被卡住而不转动时，电能将全部转化为\_\_\_\_\_能，很容易烧坏电动机线圈。

6. 利用图甲所示的装置“探究磁场对通电直导线的作用”。



(1)应在 M、N 之间接入\_\_\_\_\_（填“小量程电流表”“电源”或“灯泡”），装置中的导体棒应选用轻质的\_\_\_\_\_（填“铁棒”或“铝棒”）。

(2)如图乙中，磁体间磁场的磁感线方向都是从磁体 N 极水平指向 S 极，且线圈所处的空间磁场强弱是恒定不变的。通电后若 *cd* 段导线受磁场力的方向为竖直向下，则 *ab* 段导线所受磁场力的方向是竖直向上，这两个力\_\_\_\_\_（填“是”或“不是”）一对平衡力。

(3)小明自制了一个电动机，将线圈漆包线两端的漆全部刮去后，用导电支架托住，放入磁场中。闭合开关，发现线圈不能持续转动，只能在平衡位置附近摆动。为了使线圈能持续转动，正确的刮漆方法应该是下列哪两种\_\_\_\_\_（填字母）。

- A. 两侧全刮
- B. 一侧全刮，另一侧刮半周
- C. 两侧均刮上半周
- D. 一侧刮上半周，一侧刮下半周

**评估 反思**

实验过程			得分
1	实验准备	(1)清点实验器材，准备实验。	

2	实验 操作	(2) _____	
		(3) _____	
		(4) _____	
		(5)填写实验报告单。▲	
3	实验 整理	(6)整理器材,将器材放回原处。▲	
合计			
备注:			

说明:凡有“▲”的步骤,完成后须举手示意,待指导教师评定后再进行后续操作。  
实验完毕,确认分数并签名。

指导教师:\_\_\_\_\_ 学生确认成绩签名:\_\_\_\_\_

## 扬声器的分类

### 1. 磁式扬声器(舌簧扬声器)

磁式扬声器亦称“舌簧扬声器”。在磁式扬声器结构中,永磁体两极之间有一可动铁芯的电磁铁,当电磁铁的线圈中没有电流时,可动铁芯受永磁体两磁极相等吸引力的吸引,在中央保持静止;当线圈中有电流流过时,可动铁芯被磁化,而成为一条形磁体。随着电流方向的变化,条形磁体的极性也相应变化,使可动铁芯绕支点做旋转运动,可动铁芯的振动由悬臂传到振膜(纸盆)推动空气振动。

### 2. 离子扬声器

在一般的状态下,空气的分子是中性的、不带电。但经过高压放电后就成为带电的粒子,这种现象称为游离化。把游离化的空气利用音频电压振动,则产生声波,这就是离子扬声器的原理。

### 3. 超声波扬声器

所谓超声波扬声器,是采用超声波还音技术的扬声器。这种超声波还音技术的原理:它不使用任何传统形式的扬声器单元,而是利用超声波发生器产生两束经过特殊处理的超声波束,当这两个波束同时作用在人耳的鼓膜上时就可以因相互作用而产生听觉。

我们知道,只有一个波束作用到鼓膜上时,听不到任何声音的。由于超声波速有很强的、可控制的指向性,两个波束的交叉点可以形成一个范围很小的还音区域,当人耳处于这个区域内时,就可以听到声音,而人耳一旦离开该区域便听不到了。利用这一特点,现在的一些顶级豪华车开始装备多套这种超声波还音系统,在每一个座位上形成一个聆听区,这样可以让每位乘客各自选择喜欢的欣赏内容,而相互又不会产生任何干扰,同时也不会影响乘客间的交谈。

### 4. 静电扬声器(电容扬声器)

静电扬声器是利用加到电容器极板上的静电力而工作的扬声器,就其结构看,因正负极相向而成电容器状,所以又称为电容扬声器。静电扬声器有两块厚而硬的材料作为固定极板,极板上由此可以透过声音,中间一片极板用薄而轻的材料作振膜(如铝膜)。

### 5. 气流调制扬声器(气流扬声器)

气流调制扬声器是利用压缩空气作能源,利用音频电流调制气流发声的扬声器。它由气室、调制阀门、号筒和磁路组成。压缩空气气流由气室经过阀门,受外加音频信号调制,使气流的波动按照外加音频信号而变化,同时被调制的气流经号筒耦合,以提高系统的效率。一般主要用作高强度噪声环境实验的声源或远距离广播等。

### 6. 压电扬声器

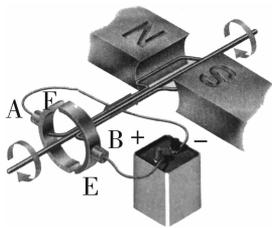
利用压电材料的逆压电效应而工作的扬声器称为压电扬声器。电介质(如石英、酒石酸钾钠等晶体)在压力作用下发生极化,使两端表面间出现电势差,我们称其为“压电效应”。它的逆效应,即置于电场中的电介质会发生弹性形变,称为“逆压电效应”或“电致伸缩”。压电扬声器同电动式扬声器相比不需要磁路,和静电扬声器相比不需要偏压,结构简单、价格便宜,缺点是失真大而且工作不稳定。

## 实验六 线圈不能连续转动

### 【思考讨论】

**提示:** 换向器的构造

如图。两个铜半环 E 和 F 跟线圈两端相连,可随线圈一起转动,两半环中间断



开,彼此绝缘。A 和 B 是电刷,它们分别跟两个半环接触,使电源和线圈组成闭合电路。这样,无论线圈的哪个边,只要它处于靠近磁体 S 极的一侧,其中的电流都是从读者这边朝纸内的方向流去,这时它的受力方向总是相同的,线圈就可以不停地转动下去了。

### 【素养达标】

- 1. C 解析:** 根据物理知识可知,在直流电动机中,换向器的作用就是在线圈转动时,可以自动改变线圈中的电流方向,从而使线圈能够持续转动,故 A、B、D 不符合题意,C 符合题意。
- 2. D 解析:** 线圈在图示位置时,cd 边和 ab 边中电流方向相反,磁场方向相同,则受力方向相反,cd 边受到磁场的作用力向下,故 A 错误;线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $90^\circ$  时,电刷对准两个半环中间断开的部分,此刻没有电流流经线圈,故 B 错误;线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $180^\circ$  时,dc 边电流方向改变,受到磁场的作用力向上,故 C 错误;线圈由图示位置沿箭头方向顺时针转过  $180^\circ$  时,ab 边电流方向改变,受到磁场的作用力向下,故 D 正确。
- 3. C 解析:** 电动机工作过程中,消耗的电能大

部分转化为机械能,少部分转化为内能,是电流做功的过程,故 A 错误;线圈由图示位置转动  $180^\circ$  时,ab 边的电流方向改变,故受力方向改变,故 B 错误;通电线圈受力与电流大小和磁场强度有关,用磁性更强的磁铁,作用力更大,可加快线圈转动速度,对调磁极同时改变电流方向,受力大小不变,方向不变,转速不变,故 C 正确,D 错误。

- 4. (1) B (2) 乙 惯性 不在同一直线上**  
线圈

**解析:** (1) 在实验中影响线圈的转向的因素有电流的方向和磁场的方向,则为了使线圈能持续转动,采取将线圈一头的绝缘漆刮去,另一头刮去一半的办法,这样在一个半周内受到磁场的力的作用,另一个半周利用惯性转动。故选 B。(2) 当通电线圈所在平面与磁感线垂直时,线圈处于平衡状态,此时线圈受力平衡,所以图乙的线圈恰好处于平衡位置,但由于惯性,会继续转动,不会静止。另一个图中线圈左右两边所受的两个力大小相等、方向相反,但不满足二力平衡条件中的在同一直线上。图丙所示的线圈可以持续转动,是因为它加装了换向器,它在线圈刚转过平衡位置时,自动改变线圈中的电流方向。

- 5. (1) 通电导体 换向器 电流 (2) C**  
(3) 切割磁感线 相反 内

**解析:** (1) 电动机的工作原理是磁场对通电导体有力的作用。图乙是直流电动机工作原理图,其中 C、D 叫作换向器,线圈左右两边框的受力方向相反,其原因是电流方向相反。(2) 如果蹄形磁铁磁性太弱,用手轻轻

碰了以后也不会持续转动,故 A 不符合题意;如果电源电压太低,用手轻轻碰了以后也不会持续转动,故 B 不符合题意;线圈刚好处于平衡位置,用手轻轻碰了以后会持续转动,故 C 符合题意;如果线圈中的电流太小,用手轻轻碰了以后也不会持续转动,故 D 不符合题意。(3)当通电线圈在磁场中转动时,线圈同时也会在磁场中做切割磁感线运动,产生感应电流,根据实验数据可以判断,感应电流的方向应该与原来线圈中的电流方向相反。在实际生活中,如果电动机转轴被卡住而不转动时,电能将全部转化为内能,很容易烧坏电动机线圈。

6. (1)电源 铝棒 (2)不是 (3)BC

解析:(1)探究磁场对通电直导线的作用,要

给导体 AB 通电,所以应在 M、N 之间接入电源。因为磁铁能够吸引铁棒,磁场会对通电直导线的作用产生影响,所以不能用铁棒进行实验,而应选择轻质的铝棒。(2)由图乙可知,cd 段导线受磁场力的方向为竖直向下,ab 段导线所受磁场力的方向为竖直向上,这两个力不在同一条直线上,所以不是一对平衡力。(3)为了使线圈能持续转动,需要在线圈转过平衡位置时改变线圈中的电流方向,可以将一端的漆全部刮掉,另一端刮半周。或者两侧都只刮上半周,这样线圈转到平衡位置时,线圈中没有电流,由于惯性会继续转动,相当于电动机中的换向器,故 B、C 符合题意,A、D 不符合题意。