

永磁小电机实验研究平台

何益民 / 江苏省苏州市吴中区郭巷中学

◎ 研究背景

本项目研制的实验研究平台根据教材中“直流电动机及发电机”部分的相关教学内容，试图用新的器材和形式，将电动机中的磁场变化与转向的关系，电动机的转速与磁场强弱、电流强度、线圈线径之间的关系，发电机发电量大小与转速关系等现象显示出来。同时，可利用本实验研究平台进一步探究电动机和发电机之间的可逆规律。

◎ 仪器特点及用途

仪器实物见图1。

➤ 特点

实验研究平台装有自己设计的速度传感器、磁性强弱调节装置、双组线圈、双副电刷等创新器件，从而将许多实验现象（其中有些现象用常规方法无法观察）定量地演示出来。该教具设计巧妙，制作精良，操作方便，效果显著。

➤ 用途

用本实验研究平台可做以下实验，供教学或科技活动使用。

- ◆ 演示电源极性和磁铁极性与电动机转向的关系。
- ◆ 演示磁场强弱与转速的关系。
- ◆ 演示电动机空载及负载时



图1 仪器实物图

转速与电流强度的关系。

- ◆ 观察转子线圈线直径不同时电动机的工作状态。
- ◆ 观察转子线圈中有部分短路时电动机的工作状态。
- ◆ 演示发电机工作原理。
- ◆ 演示发电机、电动机的可逆现象。

◎ 制作材料

截面约220mm×340mm×5mm的木板（或塑料板）1块，20mm×20mm×20mm磁铁2块（标有S、N极），铝质支架（固定磁铁用，高度30mm，宽度20mm）2个，塑料支架（支撑转子用，高度28mm）2个， $\phi 2\text{mm} \times 200\text{mm}$ 金属导轨2支，0.6A电流表1块，转速表1块（改制），单刀小拨动开

关2个，双刀小拨动开关1个，小型单孔插座2副， $\phi 5\text{mm}$ 微型轴承2个，小滑轮1个，小皮带盘2个，电动机三槽转子铁芯1个（ $\phi 18\text{mm}$ ，叠厚10mm，轴长48mm），玩具小电动机1个，少量粗细不同的漆包线，小灯泡1只。

◎ 制作方法

➤ 电动机速度显示部件的制作

在转速表电路中（见图2），电感L是速度传感器的主件，用131型玩具小电机改制而成。将原转子上的线圈拆下，用 $\phi 0.1\text{mm}$ 的漆包线绕120圈（每一槽），然

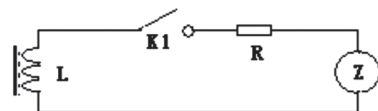


图2 转速表电路

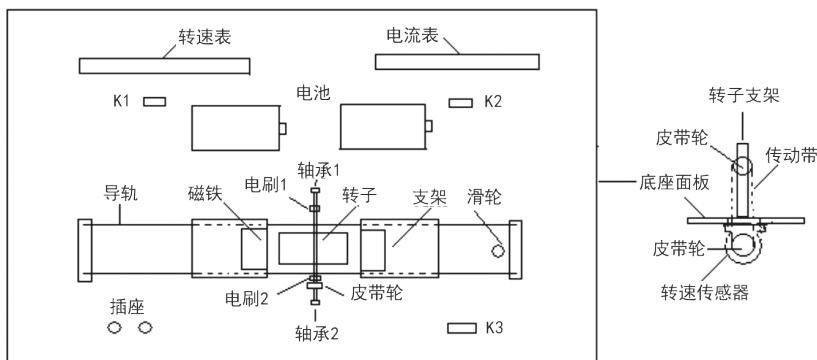


图3 实验研究平台研究示意图

后装上。原2个接线端可作为传感器的输入端。通过皮带传动，在传感器上产生与模型电动机转速同步的电信号。Z是转速表，用毫安级电流表检流，表面要重新设计，调整电阻R的大小，使表面的刻度示数接近电动机的实际转速，且不论顺转还是逆转，均能显示电动机转速的大小。

❶ 电机转子的制作

在转子铁芯上分别用 $\phi 0.15\text{mm}$ 、 $\phi 0.27\text{mm}$ 两种规格的漆包线绕两组线圈（每一槽均为80圈），粗线圈组由右端的换向器引入第一副电刷，细线圈组由左端的换向器引入第二副电刷。轴的左端还装有皮带盘，通过皮带向装在面板下的传感器传输旋转动力。

❷ 装配布局

装配示意图见图3。

◎ 使用方法

◆ 闭合K1启用转速表并将电流表置3A挡，接通1.5V电源并交换正负极，转速表指针从红色区域转为黄色区域，即电动机从顺转变化为逆转（或反之）。

◆ 若将磁铁从支架上取下，交换S极N极后再启动，则电动机的转向也会改变。

◆ 固定磁铁原来位置，将电

动机接入1.5V电源，此时转速表上读数约为2000转/分，改接3V时，转速明显增快，读数约为4000转/分，这表示增强电枢磁场，转速能增大。

◆ 电动机电源1.5V（3V也可）不变，移动磁铁支架，一对磁极可远离转子或接近转子，此时可看出电动机的转速变化很大。当磁铁慢慢远离转子时，磁场逐渐减弱，转速读数逐渐减小，当磁铁慢慢靠近转子时，转速读数慢慢上升，当磁铁靠转子最近时，转速表的读数反而有所下降。这说明，在一定的范围内，增强或减弱磁铁磁场的强度，能使电机的转速增大或减小，只有当磁铁的磁场强度与电枢产生的磁场强度相当时，电机才有最佳的工作状态。

◆ 将电流表置0.6A挡，仿上法，可观察到电机转速快慢与电流大小的关系。

◆ 将电机加载（用纸条慢慢向转子加力）可观察到电机转速及电流的变化状态。

◆ 拨动K3改变转子中的绕组，可观察到相同圈数、不同线径的转速及电流不同时，扭矩也不同。

◆ 当电机在工作时，用一导线短路空载线圈，电机的转速及电流有很大的变化。

◆ 当电机在工作时，用一小灯泡（或电量显示装置）接在空载线圈两端，小灯泡发光（演示发电机），转速越大，灯泡越亮，转速小，灯泡暗，说明发电机输出功率的大小与转速有关。

◆ 发电机停止转动，将外接电源（插件）取代小灯泡，电机转动（演示电动机），由此可见，发电机和电动机在一定的条件下是可逆的。

该项目获得第27届全国青少年科技创新大赛科技辅导员创新成果科教制作类一等奖。

专家评语

该项目全面展示了电动机和发电机的工作原理。项目原理科学，概念清晰，构思巧妙，设计合理。作品教育性强。项目选题新颖，具有实质性创新，对传统方法有突破。作品效果显著，制作规范，具有推广价值。■