

经许可复制

著作权人姓名：王磊 汤理川 张宁宁 徐炯 孙思毅 陆佳时 孙燕

马达的转速，扭矩与漆包线的关系

上海市第二中学 王磊 汤理川 张宁宁 徐炯 孙思毅 陆佳时 孙燕

指导老师 陈健

本课题组研究的是：通过各种方法，包括运用 TI-83+研究马达的转速、扭矩与漆包线的关系。

我们在物理课上学过，磁场对通电导线的安培力与电流、长度、场强大小等有关，但我们在物理课上讨论的大都是理想状态下的，在实践中有所不同，而且马达与导线也大不相同，马达的转速、扭矩究竟与那些因素有关，正是我们所要研究的。而 TI-83+图形计算器给我们提供了很好的研究条件。

研究过程

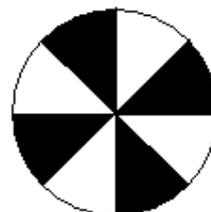
在研究过程中，我们碰到了很多困难，比如如何设计一个实验过程，如何使测量值更精确等等。但我们还是发挥团体的力量，解决了各个困难，完成了课程研究。

为了实验方便，我们使用四驱车模型上通用的 DC3V 电机。

首先，要解决如何测马达转速的问题。我们自己制作一组马达转子，分别为不同粗细与匝数，然后用各个转子装入马达定子内，再安装到四驱车上去，开动四驱车，测量行进一定距离所要的时间，来比较电机的转速。但是实验结果并不理想，因为我们不能精确测出时间，也不能保证每次开的路程一样，并且电池开一段时间后电压也会下降，造成实验不精确。所以我们放弃了这种方法。

然后我们想到用 TI 的 CBR 超声波测距仪来测量四驱车一定时间内通过的位移。但四驱车的反射面积太小，速度也太快，导致反射信号太弱，并且 CBR 也只能测量 0.5~6 米的距离，所以我们不采用 CBR 测量。

由于实在找不到 TI 公司有什么探头能测转速，所以我



图一

们只有自己动手制作测转速器了。

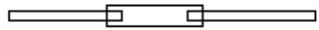
我们想到用日光灯频闪原理来测速。因为交流电频率为 50Hz，每个周期有两个最大值（但电流方向不同），所以日光灯频闪频率为 100Hz。我们在车轮上粘上如图一所示的圆形纸片，在车轮高速转动时，由于人眼视网膜的影响残留，人会看到幻象，当幻象稳定不动时，车轮转速为 1500 转/秒，当幻象顺车轮转动方向转动，车轮转速大于 1500 转/秒，反之，就小于 1500 转/秒。这样我们可以粗略估测转速。遗憾的是，这种方法也有一大缺点，就是测量不精确，虽然我们可以通过改变黑色区域的个数来测其他转速，但终究只能粗略测量，而不能精确测出转速。

就在这关键时刻，课题组组长王磊发挥了关键作用。他看到很多录音机上都有个小窗口显示磁带转的圈数（如图二），其实就是一个测转速装置，在录音机里有一根皮带连接测速器转轴与电机转轴，电机一转，所转的圈数就在这个测速器上显示出来。于是他回家把这个装置拆下来，用自行车气门芯里的橡胶



图二

管连接四驱车车轴与测速器转轴（如图三），这样就能精确测量电机的转速了。



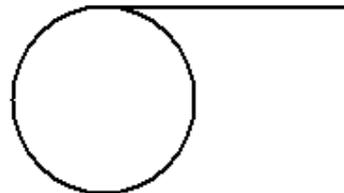
图三

由于四驱车是静止的，用稳压电源供电就解决了电池电压下降的问题。

第二步我们要解决如何测电机扭矩的问题。经过了解，我们得知学校有一个专门测拉力大小的 CBL 探头。虽然我们也可以用弹簧秤测拉力，但是用弹簧秤测看到的测量值是动态的，不利于记录，也不精确。而用 TI 的探头测量就很精确，并且它能把采集到的数据大小与时间对应绘制成

“力-时间图像”，更有利于我们找出最大扭矩。

于是我们在四驱车轮上棒上一根绳子并固定住（如图四），然后把力探头固定在绳子的另一端，这样就能测出电机通电后的扭矩大小了。



图四

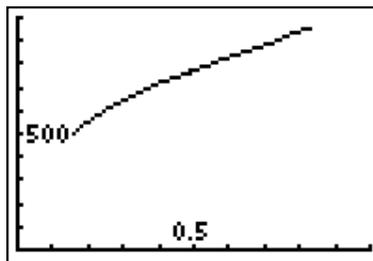
研究结果

一共有五种马达转子，它们漆包线的粗细、匝数以及电机的转速和扭矩。由于实验目的是比较各转子的性能，所以单位不必换算成公制，转速以十秒钟测速器上显示数字为标准，扭矩以马达带动的车轮外圈产生的最大拉力为标准。每次实验均做三遍取平均值。

漆包线直径 (mm)	匝数	转速	扭矩 (轮外圈拉力) (N)
0.7	9	1192	1.18
0.63	11	843	1.31
0.6	11	824	1.30
0.53	11	781	1.28
0.4	40	215	1.48

图五是电机定子匝数一定时，漆包线直径与转速的关系图，横坐标是漆包线直径，纵坐标是转速。

由表格和图中的可看出：漆包线直径越大，匝数越少（因为太粗绕不上），转速就越高。反之，直径越小，能绕的匝数就越多，所产生的扭矩就越大。匝数一定时，漆包线直径越大，转速越高。



图五

可见，转速高的马达扭矩就小，产生的扭力就小，而扭矩大的马达，转速却很低。所以在生活中究竟用什么样的马达，就要视不同情况而定了。