

我们经过多次实验得出：相位差与输出端阻值正相关，且当阻值趋于无穷时相位差趋于一个有限值，转换效率则随阻值反相关（由上图也可得出类似结论）。

### 2. 理论解释

若  $\dot{E}_{1,2}$ 、 $\dot{U}_{1,2}$ 、 $\dot{I}_{1,2}$  分别为原副线圈的感生电动势、输入输出端电压、输入输出端电流的复有效值， $R_{1,2}$ 、 $N_{1,2}$  分别为原副线圈的总阻抗、匝数， $r$  为输出端电阻，又令  $\frac{N_2}{N_1} = n$ ， $\frac{\omega N_1^2}{R_m} = R_0$ ，其中  $\omega$ 、 $R_m$  分别为交流电频率、变压器铁心磁路的磁阻，则可以得出，

$$\begin{cases} \dot{E}_1 = -j\omega N_1 \dot{\Phi} = -\dot{E}_0 + \dot{I}_1 R_1 \\ \dot{E}_2 = -j\omega N_2 \dot{\Phi} = \dot{I}_2 r + \dot{I}_2 R_2 \end{cases}$$

又由磁路定理有： $\dot{\Phi} = \frac{N_1 \dot{I}_1 + N_2 \dot{I}_2}{R_m}$ ，代入上式

解得：

$$\begin{cases} \eta = \frac{1}{1 + \frac{2R_1 R_2}{n^2 R_0^2} + \frac{R_1}{n^2 R_0^2} r + \frac{1}{r} \left( n^2 R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2^2}{n^2 R_0^2} \right)} \\ \varphi_1 = \arctan \frac{1}{\frac{R_1}{R_0} + \frac{n^4 R_0 R_1}{(R_2 + r)^2} + n^2 \frac{R_0}{R_2 + r}} \end{cases}$$

在  $r$  增大的过程中，转换效率  $\eta$  在  $r$  较大时随  $r$  增大而减小（ $r$  较小时随  $r$  增大而增大），相位差  $\varphi_1$  随  $r$  增大而增大且最终趋于一个有限值，两者的变化规律与实验可以很好地吻合，同时也印证了实验数据的可信度。

### 3. 收获与启示

首先，本实验告诉我们：在实际应用中变压器内阻带来的影响是不可忽略的，它的存在使得转换

效率和功率因数与理想模型的结果有一定差距。这也启示我们，如果参数设计的合适，将变压器性能的提高并非不可能。

其次，自己设计一个实验，付诸实施并对数据进行处理分析，听起来并不困难，但其需要的努力与带来的益处远比我们想象的要大。在过程中需要针对一个特定的问题来设计实验，发现实验的缺陷并不断改进；对我们来说，重要的不只是实验过程与操作，更是思维过程的体现，因而也能让我们学到许多实验之外的东西。同时，我们也尝试了针对实验事实进行的、对现有模型的修正工作，并得到了一定结果。

最后，关于变压器，还有许多问题我们没有涉及，比如变压器工作参数随频率、输出端感抗（容抗）、原副线圈匝数比变化而变化的规律，等等。对这些问题，同样也可以采取我们的方法进行探究，从而对实际生活中的变压器甚至其他的元件有更好的了解。通过这样的方式，我们可以从高中物理的内容中发掘出更多有意思、有价值的内容，这同样是我们的实验所带来的启示。

（北京市十一学校 100039）

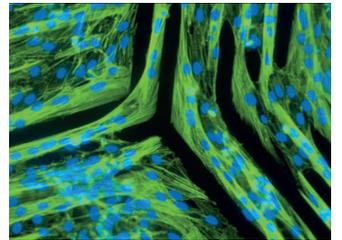


## 科苑快讯

### 硅胶水母

制造一个真正的生物似乎还是十分遥远的事情，然而哈

佛大学的帕克（Kevin Kit Parker）、加州理工学院的达比里（John Dabiri）和同仁们却进行了类似尝试，构造出一个硅胶水母（如图）。



在测绘水母的肌肉结构、了解其迅速收缩和缓慢放开的进食及移动动作之后，研究者制作了一个模具。模具上种植来自小鼠的心肌细胞，外面再覆盖硅胶聚合物。剥离部分硅胶，就分离出小鼠心肌“水母”。在水中，它会随着电脉冲，像一个真正的水母一样游泳。这项研究开创了合成肌肉泵和“生物”之路，该技术将会用于实验药品和执行机械作业。

（高凌云编译自 2012 年 9 月 27 日《欧洲核子中心快报》）