双语报读电子指针模数双显多用演示表

徐福成 / 华北油田第一中学

◉ 问题的提出

我校教师在物理教学中讲解楞次定律的时候，常使用实验室现有的大、小两种灵敏电流计进行演示。演示时常会发现，使用小型灵敏电流计演示电磁感应时，指针偏转幅度较大，但是在讲台上演示，后面的学生看不清楚指针；而使用仪表盘较大的灵敏电流计演示时，指针偏转幅度又比较小，学生看不出电磁感应的效果。对此教师只能解释说：由于大型灵敏电流计的指针很长、质量较大，转动起来需要一定的能量，故指针转动的幅度不大。

演示 2 个线圈之间电磁感应的时候，在原线圈通电和断开瞬间，闭合的副线圈产生感生电流的实验很难成功，所以老师在课堂上只是描述一下实验过程，而不进行实际的实验操作。

针对上述问题，我设计了一种演示电表——双语报读电子指针模数双显多用演示表。它具备以下实用功能。

◈ 使用电子指针代替机械指针，保持大表盘便于学生观看；

◈ 利用电子指针的电子电路，提高仪表的灵敏度，改善灵敏电流演示效果；

◈ 发光的电子指针比机械指针增加了观察距离；

◈ 语音报读演示数据，学生眼耳并用，提高学习效率；

◈ 一表多用，节省实验器材成本，弥补了教育经费的不足，提高了设备利用率。

◉ 制订方案

为了克服大表盘指针质量过大问题，初步设计了以下 2 种方案。

◈ 在原来仪表上增加一个放大电路，将仪表线圈产生的感生电流放大后，推动较大的机械式演示电表指针转动。

◈ 使用电子指针代替机械式仪表的指针，单片机根据 AD 转换所获得的数据，点亮“指针”轨迹不同位置上的发光二极管，用点亮的发光二极管指示机械式指针的针尖所在位置。由于电子线路驱动发光二极管发光无须克服指针的惯性，即可解决机械式指针存在的问题。

根据分析比较，确定使用第 2 方案，并且在第 2 方案的基础上，使演示电表既可测量电流，也可测量电压，实现了一表多用。

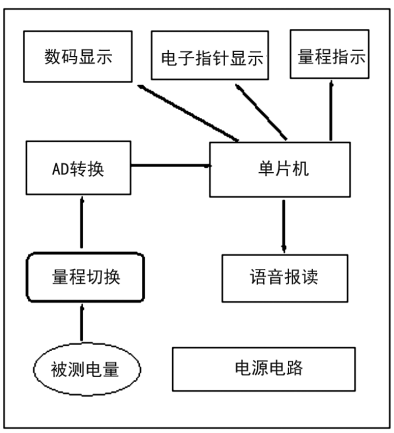


图 1　演示表原理框图

◉ 研究过程与说明

研究方案确定以后，按照方案进行电路设计。我使用单片机组成最小控制系统，利用单片机的 AD 转换功能，直接对模拟信号转换。电路中采用了飞利浦公司的 P89LPC925 单片机。原理框图如图 1 所示。

测量电流或电压时，由挡位切换开关通过 1 个继电器的吸合和释放自动实现工作电路的切换。挡位开关是 1 个双刀 6 掷开关，开关在



图 2　演示表前面板

切换挡位的同时，接通不同的发光二极管，通过点亮不同的发光二极管，表示当前不同的测量挡位。

单片机每隔 5ms 读取一次 AD 转换数据，当读取的数据发生变化时，将经过处理的数据送到数码管驱动电路驱动数码管显示，通过 LED 驱动电路点亮与被测电量相对应的 LED 发光，并打开语音电路的电源开关，向语音电路发送语音指令，语音电路即报读当前测量的数据和被测量的单位。

演示表的前面板如图 2 所示。

学生使用或参观此演示表时，都表现出浓厚的兴趣。见图 3、图 4。



图 3　学生使用演示表进行实验



图 4　学生参与实验

◉ 创新点

◈ 电子指针仪表与机械式仪表比较，克服了指针质量对偏转幅度的影响。演示电表设置的电子线路使用运算放大器放大被测电量，灵敏度可以大幅度提高。

◈ 一表多用：电子指针演示表不但可以测试灵敏电流，而且有多挡位、多量程，同时可以测试较大电流和较高电压。

◈ 数字化显示：在测量电流和电压的模式中，不但电子指针可以指示被测量，另有 2 组数码管显示被测数据，便于读取测量结果且精度高，测量结果保留 2 位小数。

◈ 双面显示：课堂演示过程中，即使教师位于仪表的后方，同样可以看到被测电流或电压的实际数据，为教师观看测量结果提供了方便。

◈ 语音报读：当被测数据更新后，语音电路驱动扬声器发出当前被测电量的数据和被测电量的单位，即便学生坐在教室最后一排座位，或此时正在低头做笔记，都能准确听到当前的测量结果。

◈ 中英双语报读，提高了仪表的使用范围。

◈ 由于仪表灵敏度的提高，演示嵌套的 2 个线圈之间的电磁感应实验已经成为可能，解决了副线圈产生感生电流实验无法演示的难题。

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技发明类一等奖。

专家评语

项目结合教学中的实际问题开展研究，具有较强的科学背景，创新点突出，实用性强。■