

三大物理效应演示平台的设计

姚 政 / 江苏省泰州市泰州机电高等职业技术学校

◎ 选题背景和意义

众所周知,光电效应、霍尔效应及多普勒效应是学生中学阶段主要学习的三大物理效应,但传统的利用课本讲解的方式却很难让学生理解这三大物理效应的内涵。很多教师试图利用课堂演示让学生们理解三大效应的含义,但是,仅仅依靠现有的演示方式来诠释三大效应的内涵是不够的:现有的教学演示过程不能具体形象地将物理效应以直观形象的方式演示出来,即便能演示物理效应的部分原理,但还是不能将物理效应与生产实践相结合,只是停留在从原理到原理的层面上,而且,现有的演示过程大多还是停留在单一片段。那么怎么才能直观、生动、形象、具体地将三大物理效应演示出来,让学生们可以深刻理解三大物理效应的内涵呢?我们为此设计了针对此三大物理效应的演示平台。

◎ 三大物理效应的探究

◆ 光电效应,是指当光照射到某些物质上,使该物质的导电特性发生变化的一种物理现象,可分为外光电效应、内光电效应和光生伏特效应3类。

◆ 霍尔效应。当电流垂直于

外磁场方向通过导体时,在垂直于磁场和电流方向的导体的两个端面之间出现电势差的现象称为霍尔效应(见图1),该电势差称为霍尔电势差(霍尔电压)。霍尔效应是一种磁电效应,是德国物理学家霍尔1879年研究载流导体在磁场中受力的性质时发现的。利用霍尔效应制成的霍尔元件,具有对磁场敏感、结构简单、体积小、频率响应宽、输出电压变化大和使用寿命长等优点,因此,在测量、自动化、计算机和信息技术等领域得到广泛的应用。

◆ 多普勒效应(图2)。是指波源辐射的波长因为波源和观测者的相对运动而产生变化,在波源接近观测者时,波被压缩,波长变得较短,频率变得较高;而波源远离观测者时,波长变得较长,频率变得较低,波源的速度越高,这种变化越大,这种现象称为多普勒效应。

◎ 本作品的基本思路与设计

通过对三大物理效应的理论的收集与分析,确定了本作品就是要将模拟量演示(着重于演示物理效应的原理)和数字量演示(着重于演示物理效应在生产实践中的应用)以直观、生动、形象、具体的方式演示出来,从而使学生深刻理解三

大物理效应的内涵。

◎ 模拟量与数字量(开关量)的转换原理

数模转换器是将数字信号转换为模拟信号的系统,一般可以用低通滤波实现。数字信号先进行解码,即把数字码转换成与之对应的电平,形成阶梯状信号,然后通过低通滤波,将其转变为模拟信号。

模数转换器是将模拟信号转换成数字信号的系统,是一个滤波、采样保持和编码的过程。模拟信号经带限滤波与采样保持电路,变为阶梯形状信号,然后通过编码器,使得阶梯状信号中的各个电平变为二进制码。

◎ 演示平台的结构说明

图3为演示平台的实物图。它包括传送带、传感器支架、光敏电阻、光纤传感器、红外反射传感器、多普勒效应演示器、霍尔传感器、撞击式电磁铁和演示台基座等30个主要部件。

◎ 三大物理效应的演示过程

◎ 光电效应的演示

光电效应的模拟量演示通过改变光敏电阻光照的变化,引起光敏电阻的电阻本身阻值的变化,从而使电压发生变化,借助多个发光二极管逐个增亮的动态变化演示光电

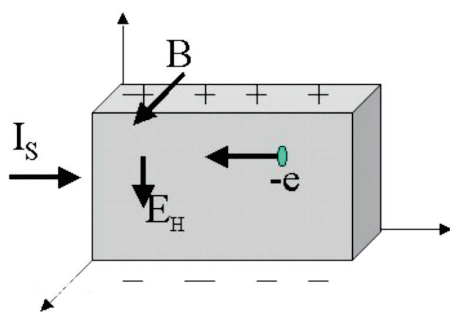


图1 霍尔效应原理

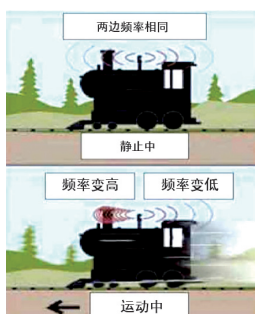


图2 多普勒效应原理



图3 演示平台实物

效应的内涵。

光电效应的数字量演示包括计数功能演示和颜色区分演示。在本演示平台，光电效应可应用在物料传送带，通过红外反射传感器开关量输出实现物料计数的功能。基于不同颜色的物料反射率的不同原理，用光纤传感器区分物料的不同颜色，然后用撞击式电磁铁分离出选定的物料。

由以上2个演示可以看出光电效应在生产实践中具有非常广泛的应用。通过演示学生不但能掌握光电效应的基本原理，而且能使学生对光电效应的应用有更加深刻的理解。

● 霍尔效应的演示

霍尔电压跟磁场强度成正比。演示时将自制的霍尔模块（电流一定）缓慢靠近磁场极性固定的条形磁铁，此时磁场强度逐步增加，则输出的霍尔电压同步增加，多个发光二极管逐个变亮；反之，若将条形磁铁的磁场极性改变，再将自制的霍尔模块缓慢地靠近磁场，则输出的霍尔电压同步减小，发光二极管逐个熄灭。这个演示能使学生对霍尔效应中霍尔电压与磁场强度及磁场方向之间的内在联系深刻理解。

基于单极霍尔效应的霍尔开关具有磁性工作阈值。如果霍尔单元

承受的磁通密度大于工作阈值，那么输出晶体管将开启，霍尔开关输出高电平；当磁通密度降至低于工作阈值时，晶体管会关闭，霍尔开关输出低电平。当物料传送带上的磁性物体经过霍尔开关时，霍尔开关输出高电平，驱动撞击式电磁铁将磁性物料从传送带上推出。

● 多普勒效应的演示

通过安装在演示平台左侧的自制多普勒效应模块（模块中装有锂电池、可调频率及占空比的信号发生器、伸缩杆、蜂鸣器）与电机连接在一起，通过调节演示平台上的多普勒效应调速旋钮，使学生在现场能真实地感受多普勒效应。

本演示平台安装有基于多普勒效应的感应开关，可以搭配各类普通灯具，使之成为微波感应灯具。当移动物体经过多普勒开关时，多普勒开关输出高电平，驱动警示灯闪烁，物体停止移动后，延迟一段时间后，警示灯自动关闭。通过演示，学生不但能掌握多普勒效应的基本原理，而且能使学生对多普勒效应的应用有更加深刻的理解。

◎ 创新亮点

本项目有四大创新亮点：一是集成度高，在同一平台上可同时或分别演示三大物理效应；二是形象

地演示了相关物理效应的基本原理，揭示了物理效应中量与量之间的变化规律；三是通过数字量直观的演示，更加着重于展示物理效应在生产实践中的实际应用；四是动态化演示过程，形象直观操作方便。

该项目获得第29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

本发明项目把中学阶段学到的三大物理效应直观形象地进行了展示，同时还设计了这些效应在工业生产中的应用，如自动计数、分拣等。让学生了解到，课本上看似简单枯燥的知识，在实际中有如此广泛而奇妙的应用。希望装置更紧凑，减低成本，早日在中学中推广。■