数字电路开发板

彭佩烘 / 福建省三明市三明工贸学校

◉ 研究背景

“数字电路”是中职学校电工、电子、机电、信息、通信等专业的一门非常重要的专业课。在实际教学中，多数中职学校的教师们往往只是在黑板上进行电路分析和逻辑分析，实际效果非常抽象，学生难于理解和掌握有关知识点。目前，针对这门课程所用到的实验、实训设备，要么是实验箱，要么是实训桌。这些设备存在成本较高（数千元甚至上万元）、操作不够灵活等问题，一般条件不够好的学校都没有能力配备使用。在使用这些设备的学校中也普遍存在损坏严重、使用率不高等现象。更主要的是，这种实验箱、实训桌开发创新的功能不够强，基本上只能按部就班进行操作，对学生的创新思维培养极为不利，而且对学生的专业能力和动手能力培养的效果也不是很好，更谈不上让学生进行数字电路的开发。为解决这些问题，我经过不断查找资料，不断与学校老师、企业技术人员探讨，不断改进，最终设计出这种数字电路开发板。

◉ 开发板结构及工作原理实现过程

➲ 总体结构

完成后的开发板如图 1 所示。此开发板采用层叠结构，整个开发板分为主板和扩展板（可多块），扩展板可用 4 个螺丝固定在主板的上方。开发板的主板上设置了稳压电源、可调电源、信号发生、触发脉冲、BCD 译码、数码显示、二极管显示、按键、开关等电路，扩展板上设置了众多的电子元件扩展接线柱或集成电路测试座。各电子元件的连接是通过固定在开发板上的铜鸡眼进行插接的，具有结实耐用、直观明了的特点。图 1 显示的是开发板上安装了 1 块 NE555 和 1 块 CD4017 集成电路以及几个阻容元件，安装了 1 个十进制闪烁电路。图 1 中，1 块扩展板已经装在主板上，主板和扩展板也能分开放置。扩展板还可以进行多层构建。

➲ 电源电路

稳压电源、可调电源电路如图 2 所示。

三极管 V101、V102、可控硅 T、红色发光二极管 LED1 以及电阻 R101、R102、R103、R104、R105、R106、电容 C103 等组成过载保护、过载指示电路。三极管 V101、V102 组成复合三极管。平时可控硅 T 截止，复合三极管通过 R101、R102 得到电流而工作。当流过负载的电流达到 300mA 以上时，R105 上的压降达到 0.7V 左右，导致可控硅 T 被触发导通，对应复合三极管截止，切断电源输出，同时红色 LED1 发光指示。此时，只有先切断开关 S101，对负载进行检查后，再闭合 S101 才能使电源恢复输出。电路中，三端稳压器 7805 内部具有过流保护、热保护和调整管安全工作区保护功能，由于保护措施完善，所以即便使用过程中发生输出端瞬时对地短路，也不会烧毁。二极管 D101 可确保外接的直流电源只能是上正下负。二极管 D102

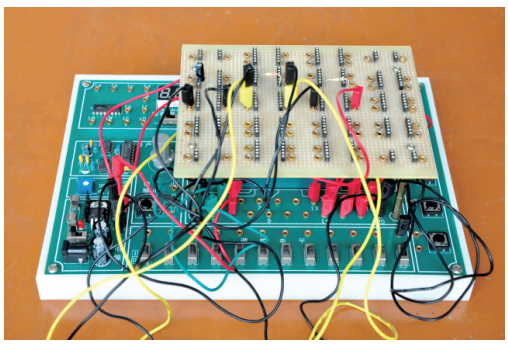

图 1　开发板成品

可防止三端稳压器的输出端电压比输入端电压高。经过多次用导线对 5V 电源进行短路测试，过载保护电路每次均能可靠工作，确保 5V 电源安然无恙。通过调节 RW101 电位器的阻值，可改变 0 ～ 5V 的输出电压。

➲ 信号发生电路

用 1 块 NE555 时基集成电路和 1 块 CD4069 六反相器中的 2 个反相器，以及电位器、电阻电容等元件，组成脉冲信号发生电路。改变电位器阻值，可改变脉冲信号的频率。由于此脉冲信号是加给数字集成电路作为控制信号的，所需的负载电流很小，因此在脉冲信号输出端处设置了限流电阻，可有效防止学生因接线错误而导致开发板的损坏。

➲ 触发脉冲电路

用 1 块 NE555 时基集成电路和上文所述 CD4069 六反相器中的另外 3 个反相器，以及常开按钮、电阻电容等元件，组成触发脉冲发生电路。每按一次按钮，就可同时输出 1 个正脉冲、1 个负脉冲。由于此脉冲信号是加给数字集成电路作为控制信号的，所需的负载电流很小，因此在脉冲信号输出端处按照与信号发生电路的相同处理方法，也设置了限流电阻，可有效防止学生因接线错误而导致开发板的损坏。

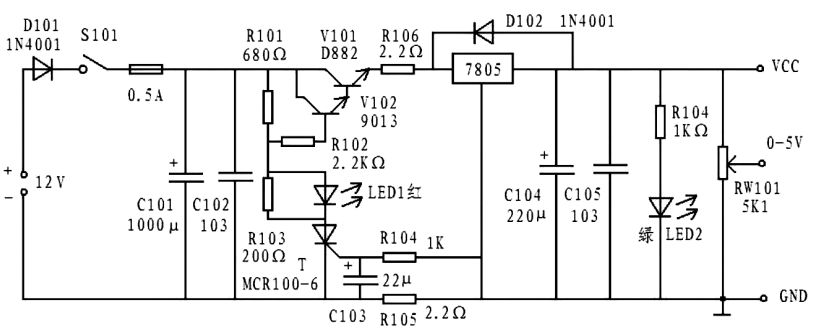

图 2　稳压与可调电源电路

➲ BCD 译码与数码显示电路

BCD 译码与数码显示电路如图 3 所示。

CD4511 是 1 块用于驱动共阴极 LED 数码管显示器的 BCD 码 7 段译码器，具有 BCD 转换、消隐和锁存控制、7 段译码及驱动功能。它能提供较大的拉入电流，可直接驱动 LED 显示器。开发板上设置了 2 组 BCD 译码、数码显示电路。每组电路都设计了 4 个 BCD 码输入插口及 7 个扩展输出插口。在输入插口和扩展输出插口处也都设置了限流电阻 R401—R404 和 R405—R411，可有效防止学生因接线错误而导致开发板的损坏。

➲ 二极管显示、按键与开关电路

LED1—LED10 发光二极管可作为数字集成电路输出高电平时的显示，LED11—LED20 发光二极管可作为数字集成电路输出低电平时的显示。每个发光二极管电路中都

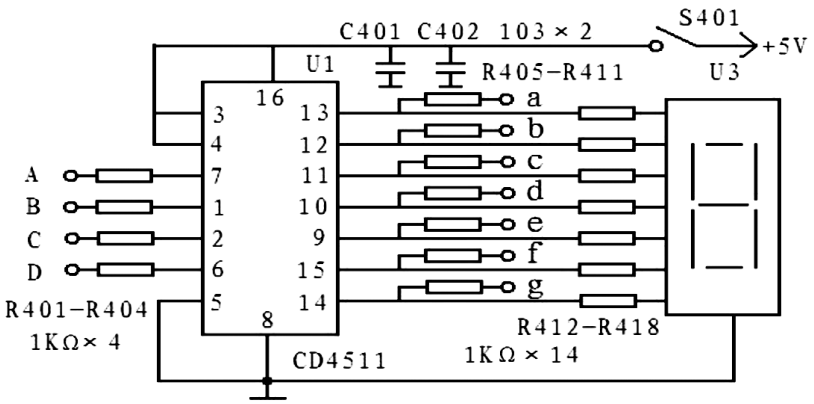

图 3　BCD 译码与数码显示电路

串接有 1 个 1 的限流电阻，因此，无论学生如何错误接线也不会导致开发板的损坏。

按键电路中按键未按下时，输出为高电平；按键按下后，输出为低电平。按键与开关电路中同样设置有保护用限流电阻。

◉ 使用

使用时，不用其他任何电子元件，仅仅利用主板就可以进行有关 555 振荡、555 触发延时、BCD 译码、数码显示等电路的探究。

利用主板，外加相应的集成电路，可以进行有关数字集成电路以及 555 时基电路的实验验证、电路探究。

如果再利用扩展板，外加相应的电阻电容、晶体管以及集成电路等电子器件，就可以有效、方便地进行众多有关数字电路方面的电路设计、开发创新，有效实现行动导向教学、项目教学等。

例如可利用此开发板进行各种逻辑门电路包括与门、或门、与非门、或非门等的设计与创新开发，各种组合逻辑电路包括编码器、译码器、数码显示器、译码驱动器、数据选择器和数据分配器等的设计与创新开发，各种集成触发器包括基本 RS 触发器、同步触发器、边沿触发器等的设计与创新开发，各种时序逻辑电路包括寄存器、计数器的设计与创新开发，脉冲波形的产生、整形及其应用设计与创新开发，555 时基电路及其应用设计与创新开发，等等。

◉ 项目特点及创新性

此开发板不仅能有效地进行数字电路的实验验证，更重要的是能有效地进行数字电路的创新开发。与传统的实验箱、实训桌平面化、符号化的形式不同，这种开发板是开放的，元器件以及它们的连接全部展现在学生眼前。这种开发板可用于常见的各种数字集成电路的教学实验和创新开发，输入／输出信号都能用发光二极管指示或数码管显示，具有功能较全、构造简单、价格低廉、体积小巧、不易损坏、开放直观、创新性强、易于推广等特点。教学中使用这种开发板，能真正实现理论与实践相结合，非常适合行动导向教学法、项目教学法和系统分析法的开展，对学生行动能力开发、关键能力培养非常有效，可以大大提高学生的实践能力、操作能力、创新能力和解决实际问题的能力。此开发板的优点和创新性体现在如下几个方面：

◈ 功能较全。几乎所有中职数字电路课程教学中讲到的电路都能进行实验、验证。

◈ 构造简单。只要具备当前一般中职学生的基础，都能很快熟练操作使用，顺利进行创新开发。

◈ 价格低廉。每套成本不到 100 元，一般的中职学校都能实现人手一套，确保行动导向教学法、项目教学法的顺利开展。

◈ 体积小巧。采用层叠结构，可以在较小的面积内进行更多的电路连接、电路设计。

◈ 不易损坏。多重的短路保护、限流保护，一改传统实训桌、实验箱的娇气，能有效防止开发板因线路接错而造成损坏。

◈ 开放直观。开发板上各部分的电路组成直观明了，而不必像传统实训桌、实验箱那样“暗箱操作”。

此开发板经过 1 年多在多个中职学校使用，感觉效果很好。对学生学习兴趣的培养、行动能力的开发，以及对实践能力、操作能力和创新能力的提高都非常有效。

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物理教学类一等奖。

专家评语

该项目的主要内容是有机地集成了数字电路的相关教学演示内容。该项目原理科学，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，具有示范推广价值。