

DIS 实验新探

DIS 逻辑电路实验器

冯容士 李 鼎 (上海市中小学数字仪实验系统研发中心 上海 200072)

现代信息技术已经成为我们生活和工作中不可或缺的重要部分。现代信息技术把我们带进了“数字时代”。人们把一条条信息转换成一串串由“0”和“1”组成的二进制数据,通过电路的“断”、“通”来传递信息和储存信息。完成这种功能的电路就是数字电路。数字电路又称逻辑电路。

上海物理教材将“逻辑电路”这一具有时代气息的内容单独列出,突现其重要地位。上海“二期课改”启动时,负责课改的徐淀芳主任提出:“按照课改要求编写教材设计新实验,按照新实验要求研发新仪器,用新仪器来做教材中的新实验!”

教材的策划者意识到:要在技术为课改服务的前提下自主研发新课程所需的实验设备,以保证设备对教育、教材的适切性和稳定的知识产权。在这一背景下,“逻辑电路”这一实验器材的研发也就成为“中心”的研发课题。

“中心”会同教材组有关专家和一线教师,对研发目标定下了“调子”:①DIS 逻辑电路实验器要采用模块组合,让学生充分发挥想象力,通过不同组合构造各种形式的逻辑电路。既能达到对基本的逻辑电路知识的认知,又为拓展学习留有余地。②DIS 逻辑电路实验器能为抽象的逻辑电路提供直观形象的感性材料,特别是学生对于逻辑电路输入、输出缺乏直观的感受,希望能在这方面有所突破。③DIS 逻辑电路实验器是一种新仪器,没有参照物可循。要求其外形、结构、色彩具有时代特色,让学生对器材感到新奇、惊艳,激发“玩”的向往。

总之,大家都不希望做成“面包板”,进行元器件插装的形式,以免过多纠缠于技术细节。逻辑电路实验器是物理仪器,而不是“劳技课”或“通用技术”所需器材,要以物理学科知识的落实作为出发点。

有了方向,有了目标,但行程并不轻松。

一、DIS 逻辑电路实验器 I 型的研发

逻辑电路实验器采用模块化设计,其基本模块门电路的外形设计呈六边形的蜂窝状,颇具有时代气息,其表面涂上不同色彩、标上符号,以便区分。

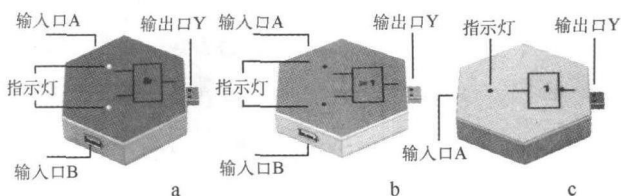


图 1

(一) 门电路模块

与门模块(图 1a)上有 2 只绿色指示灯,分别表示输入口的逻辑状态。模块提供 2 个输入口和 1 个输出口。

与门模块的输入口可插入各种开关模块或传感器模块,输出口可插入各种执行器模块。

当输入信号为高电平(高电压)时,模块面上对应的指示灯点亮;输入信号为低电平(低电压)时,模块面上对应的指示灯熄灭。

或门模块(图 1b)的结构与与门类似。

非门模块(图 1c)有 1 个输入口和 1 个输出口。

(二) 其他配套模块

开关模块(图 2a)所标明的“断开”和“闭合”,指的是电路中开关 S_1 或 S_2 的状态。开关拨向“断开”一端时,逻辑状态为“0”;拨向“闭合”一端时,逻辑状态为“1”。

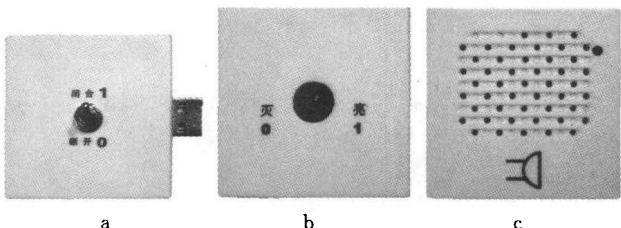


图 2

小灯模块(图 2b):小灯熄灭时逻辑状态为“0”;
点亮时逻辑状态为“1”。

蜂鸣器模块(图 2c)发声时逻辑状态为 1;停止
发声时逻辑状态为 0。

“上开关”模块(图 3a)和“下开关”模块(图 3b)。
两种模块因开关位于分压电路的不同位置而得名。

对于上开关:当开关断开时,模块实际输出的逻辑
状态为“0”;开关闭合时,模块实际输出的逻辑状
态为“1”。

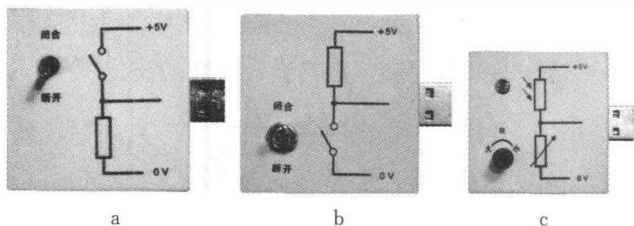


图 3

对于下开关:当开关断开时,模块实际输出的逻辑
状态为“1”;开关闭合时,模块实际输出的逻辑状
态为“0”。

光照传感器模块(图 3c)

模块内部的光敏电阻受到光线照射时,电阻值
变小,反之变大。顺时针旋转模块中的变阻器,其电
阻值变小;反之变大。

温度传感器模块(图 4)

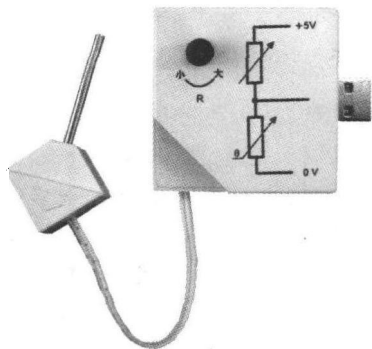


图 4

温度升高时,模块内部热敏电阻的电阻值变小,
反之变大。顺时针旋转模块中的变阻器,其电阻值
变小;反之变大。

(三) 逻辑电路基本实验

与门实验

图 5 所示为组合后的与门电路,我们通过实验
来研究与门的输入和输出之间的逻辑关系。

使用方法:

将两只开关模块分别插入与门模块的输入端,
将与门模块插入小灯模块,如图 5b 所示。

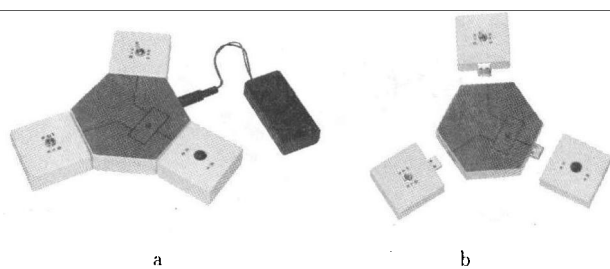


图 5

接通电源,当开关的逻辑状态为“1”时,与门模
块对应的绿色指示灯点亮;逻辑状态为“0”时,对
应的指示灯熄灭。

两只开关有 4 种逻辑组合,只有当与门两个输入
端的逻辑状态均为“1”时,其输出端的逻辑状态才
为“1”,致使小灯点亮。除此以外,输出都为“0”,小灯熄
灭。从而说明与门的输入、输出之间的逻辑关系。

或门实验

图 6 是利用或门模块、开关模块以及小灯模块,
通过组合后形成的或门电路。

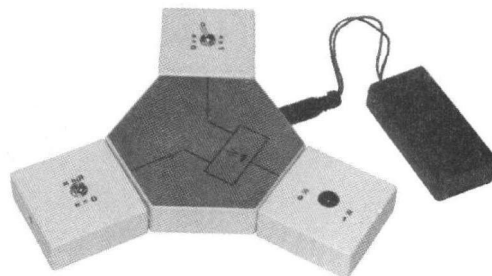


图 6

当或门输入口的逻辑状态为“0”时,对应的绿色
指示灯熄灭;当输入口的逻辑状态为“1”时,对应的
绿色指示灯点亮。

当两个输入口的逻辑状态均为“0”时,输出
的逻辑状态为“0”;否则输出口的逻辑状态均为“1”。

非门实验

图 7 是利用非门模块、开关模块以及小灯模块,
通过组合后形成的非门电路。

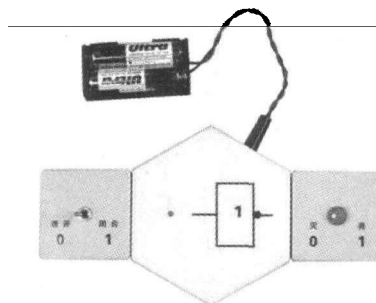


图 7

当输入口逻辑状态为“0”时,对应的指示灯熄灭,输出口逻辑状态为“1”,小灯点亮。当输入口逻辑状态为“1”时,对应的指示灯点亮,输出口逻辑状态为“0”,小灯熄灭。

二、DIS 逻辑电路实验器 II 型的研发

逻辑电路实验器 I 型的问世虽有助于逻辑电路的学习,但与教学的需求仍有差距。市教研员汤清修老师指出:能否增加传感器和执行器的种类,便于学生拓展应用;上海市立中学张溶菁老师提出:如果在计算机上直接看到输入、输出的逻辑关系,那就更好了。“知屋漏者在宇下”,教研员和一线老师指出的 I 型不足就是 II 型研制时要弥补的短板。为此,我们在原有基础上增加多个模块外,主要增加了信号采集器,这样使逻辑电路抽象的输入输出电平变得直观形象,更把反映门电路输入输出之间的真值表变得鲜活起来。图 8 所示即为信号采集器外形图,其有 6 个通道可以任意接入。

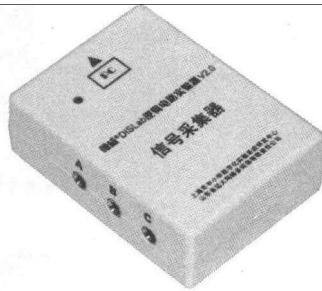


图 8

下面以与门为例说明 DIS 逻辑电路信号采集器的应用。

将两只开关模块分别插入与门模块的输入端,将与门模块插入小灯模块。

将开关和小灯分别通过信号线接入信号采集器的 A、B、C 输入口(图 9),信号采集器分别采集与门的 2 个输入电压 U_1 和 U_2 以及输出电压 U_3 ,将信号采集器接入计算机。

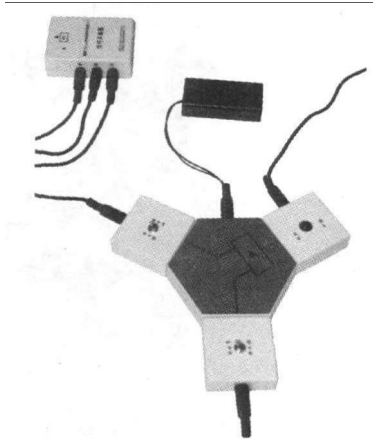


图 9

接通逻辑电路实验器的电源,信号采集器自动识别已插入的 3 个模块,并分别显示 3 个通道的文本框和扫描图线。

如图 10 所示,拨动开关 A,观察屏幕上第一通道 A:当开关断开时,图线显示的逻辑状态为 0;当开关闭合时,显示的逻辑状态为 1;

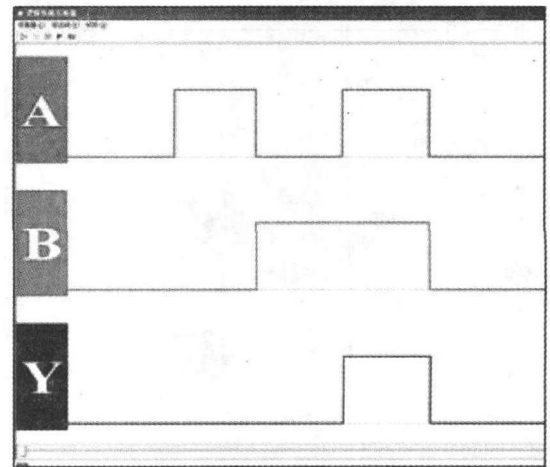


图 10

拨动开关 B,观察屏幕上第二通道 B 的对应变化;在拨动开关的同时,观察屏幕上第三通道 Y:当小灯熄灭时,图线显示的逻辑状态为 0;反之逻辑状态为 1。

此采集器还具有改变通道、设置、改变图线扫描速度、停止信号扫描、标志线等辅助功能,以利对图线进行分析和研究。

图 11、12 分别为用信号采集器显示或门、非门逻辑波形图:

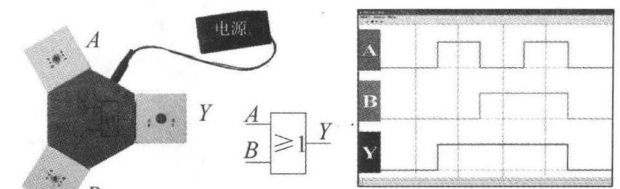


图 11

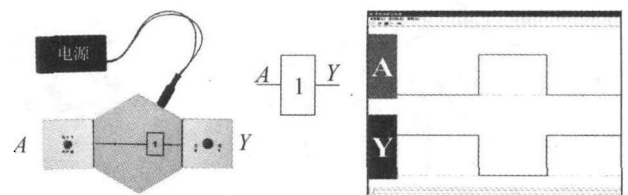


图 12

组合逻辑电路

单独的门电路从实用的功能上当有欠缺,人们

常把几个门组合起来,这种新的逻辑运算称为复合逻辑运算。图 13、14 是用信号采集器显示了组合形式及逻辑波形图。

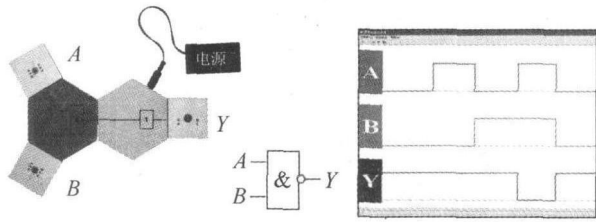


图 13

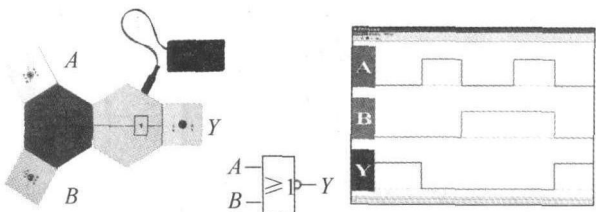


图 14

下述逻辑电路应用实例,对学生联系实际,拓展知识会起到一定作用,其逻辑波形都可以用信号采集器在计算机上显示。

1. 楼道灯(图 15a),图 15b 为实验方案:

白天灯不亮,夜晚有声响时灯亮。

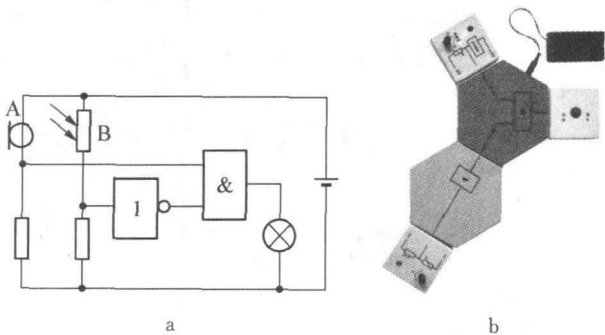


图 15

2. 光控、温控灯(图 16a),图 16b 为实验方案:

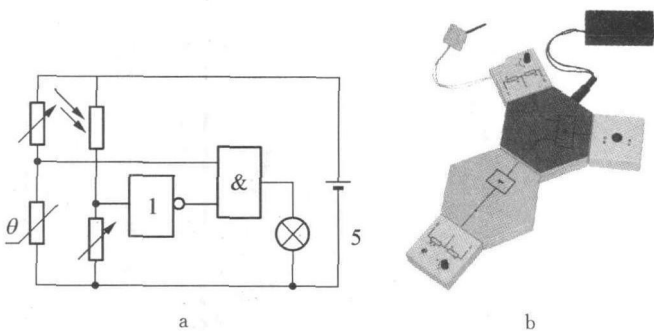


图 16

3. 用 2 只开关控制 1 盏灯(图 17a),图 17b 为实验方案:

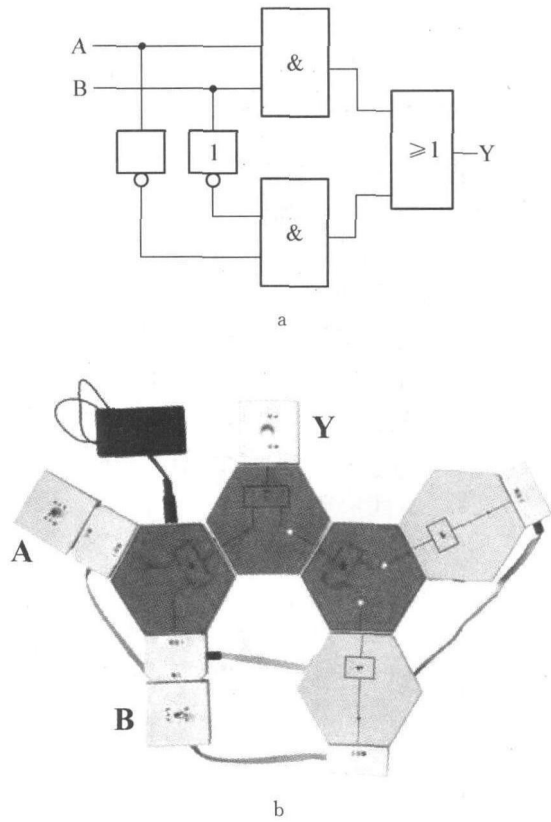


图 17

4. 磁控、声控报警器(图 18a),图 18b 为实验方案:

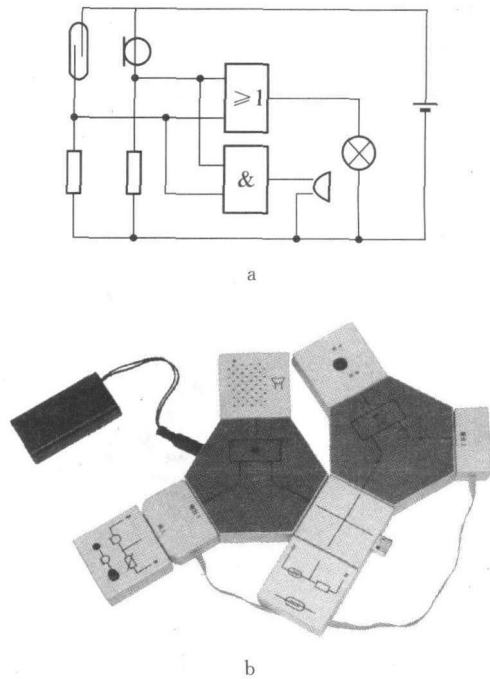
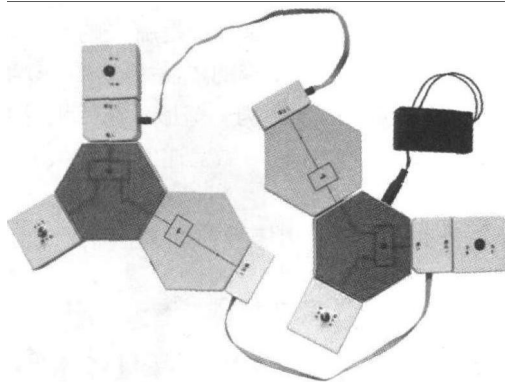
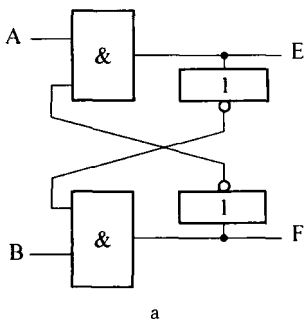


图 18

5. 二人抢答器(图 19a), 图 19b 为实验方案:



b
图 19

三、研发后记

达到了目标, 虽感欣慰、轻松, 但感触良多。

“让学生在学物理科学的同时, 接触到一些科学转化而成的技术, 从而在一定程度上实现科学、技

术和社会有机结合。”这是一种理念和愿望, DIS 逻辑电路实验器为这种理念的实现, 提供了一种可操作的平台。

DIS 逻辑电路实验器的研发, 不同于传统器材的改进和完善。它是现代技术的发展, 课程理念落实的产物。对研发者而言, 要促使自己在实践中, 创造性的解读课程的目标和课程的需求, 为新课程的完善贡献自己的智慧。

上海中学唐盛昌校长认为: “现在所有的孩子都做一样的功课, 学一样的知识, 对一些优秀的学生来说这是不够的, 个性化的知识才是未来创新的基础。”

逻辑电路实验器不仅落实了逻辑电路基础内容的教学需求, 在同主题下, 还将学有余力的学生置于动态、开放、生动多元的学习氛围下, 在自主学习和探索中, 获得一种新的学习体验, 使差别性教学得到落实。

下表所示是 2009 年和 2011 年上海高考试卷中, 涉及逻辑电路内容的试题。其潜台词是: 时代对知识的需求正在发生变化。有人说这是“指挥棒”, 但这棒的指向, 正是知识获取的导向。以学生发展为本, “说白了就是要让学生在校园里学会将来服务于社会的本领”。而逻辑电路知识正是信息社会的核心内容, DIS 逻辑电路实验器必将会成为学习此内容的良器。

年份	题号	考查内容	截图															
2009	6	复合门电路的基本原理	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">输入</th> <th>输出</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	输入		输出	0	C	1	1	1	1	1	C	1	1	1	1
输入		输出																
0	C	1																
1	1	1																
1	C	1																
1	1	1																
2011	11	复合门电路的设计应用																