

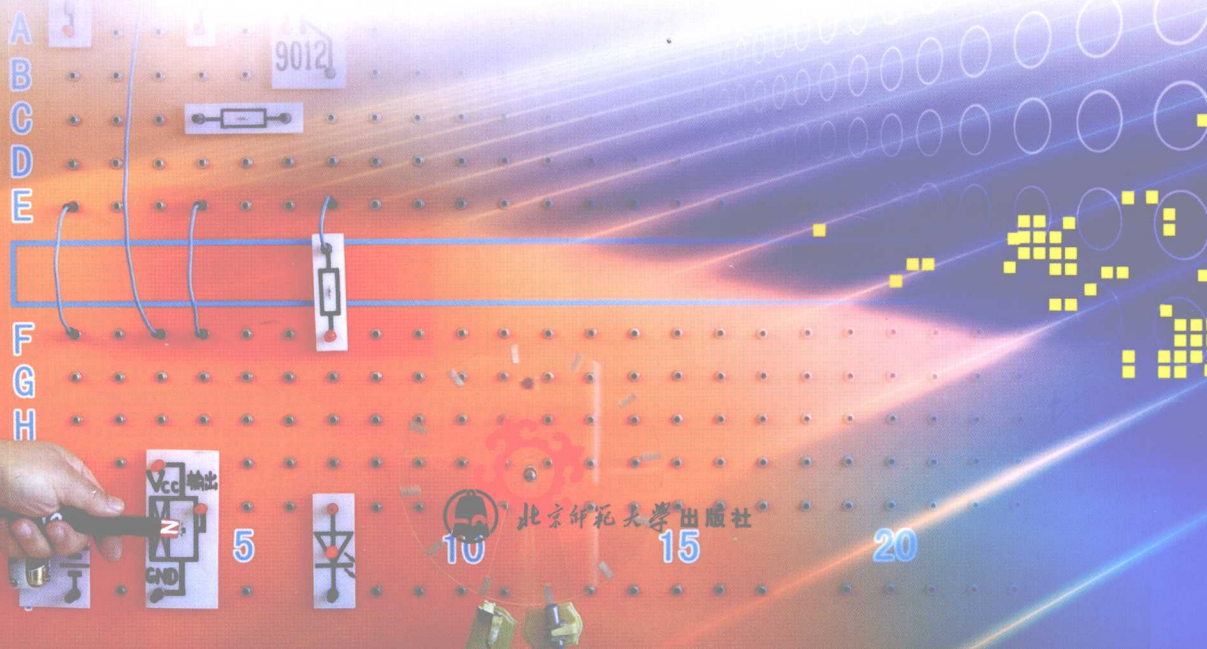
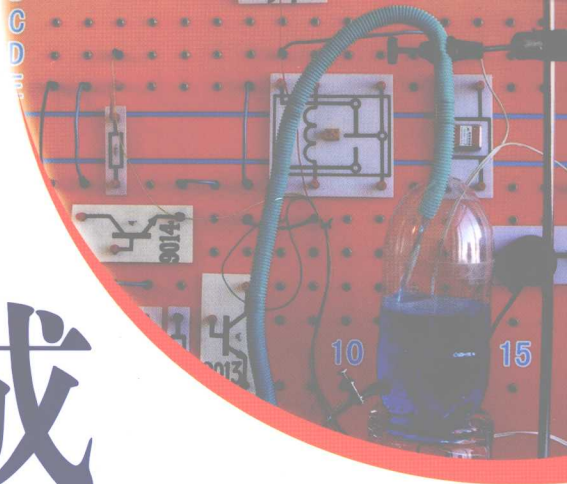
北京市中小学科技活动教材

新科学探索丛书 电子控制技术

# 数字集成 电路基本实验 上

SHUZI JICHENG DIAN LU JI BEN SHI YAN

★ 北京市教育委员会 组织编写  
★ 北京师范大学科学传播与教育研究中心



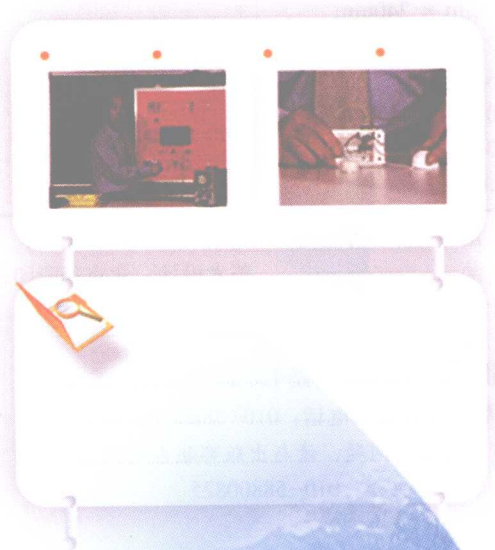
北京师范大学出版社

北京市中小学科技活动教材  
新科学探索丛书 / 电子控制技术

# 数字集成 电路基本实验(上)

SHUZIJICHENGDIANLUJIBENSHIYAN

北京市教育委员会  
北京师范大学科学传播与教育研究中心  
组织编写



北京师范大学出版社

---

图书在版编目(CIP) 数据

数字集成电路基本实验. 上 / 李亦菲主编. —北京师范大学出版社, 2007.9

(新科学探索丛书)

ISBN 978-7-303-08716-7

I. 数… II. 李… III. 数字集成电路—实验—青少年读物  
IV. TN431.2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113828 号

---

北京市教育委员会 组织编写  
北京师范大学科学传播与教育研究中心

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www.bnup.com.cn](http://www.bnup.com.cn)  
北京新街口外大街 19 号  
邮政编码: 100875

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司  
经 销: 全国新华书店  
开 本: 170mm × 240mm  
印 张: 7.25  
字 数: 116 千字  
版 次: 2007 年 9 月第 1 版  
印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷  
定 价: 24.00 元

---

责任编辑: 石 雷 龚知宇 李宝柱 选题策划: 赵玉山 石 雷  
责任校对: 李 茵 美术设计: 北京华彩印刷  
封面设计: 红十月设计室 责任印制: 马鸿麟

**版权所有 侵权必究**

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

本书如有印装质量问题, 请与出版部联系调换。

出版部电话: 010-58800825



## 编委会

丛书顾问：郑光美 余梦伦 尚增雨 李象益 高玉琛  
杨悦 陈树杰 汪耆年

### 丛书领导小组：

名誉组长：杜松彭

组长：甘北林 李亦菲

副组长：崔向红 孙荣燕 刘静成

成员：葛继振 郑贵尧 武迎选 刘藻 张薇华 李宏  
张爱军 冯长林 王宣德 齐照成 马威 刘德杰  
巴文丽 贾福歧 张敬东 杨秋菊 王桂金 郝纪东  
郑世永 高爱民 娄淑菊 刘海霞

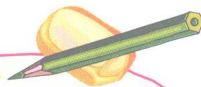
### 丛书编委会：

主编：李亦菲 崔向红

副主编：刘静成 葛继振

编委：吴弘涛 钱岩 李彬 郑秀芬 段效峰 吕文清  
刘秀英 张广忠 刘春霞 吴志伟 黄懋广 王宝丽  
张成义 荣培云 孙孟远 王森 郑智学 王建民  
齐锐 赵玉山 石雷

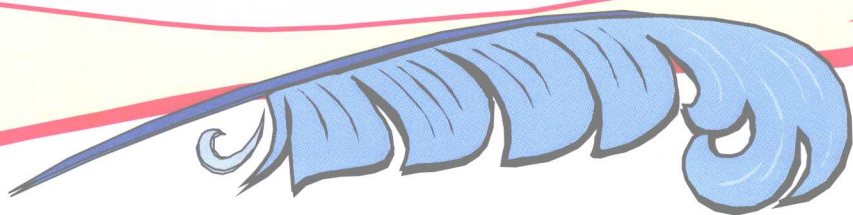
本册主编：孙心若

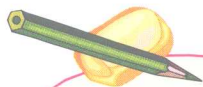


近年来,随着科技教育理念的更新,我国中小学生的科技活动发生了重要的变化。从内容上看,日益从单纯的知识和技能的传授转向对科学方法、科学精神和技术创新能力的关注;从形式上看,日益从传授和训练类活动转向体验和探索类的活动;从途径上看,日益从课内外、校内外相互割裂的状况转向课内外和校内外相结合。这些转变对全面提高我国青少年的科学素养,使他们尽快成长为适应知识社会需要的创新型人才具有重要的意义。然而,以上转变的实现还受到科普和科技教育资源缺乏以及高水平师资力量短缺的制约。在资源方面,我国中小学校的科技活动长期采用“师傅带徒弟”的经验主义模式,缺乏系统的学习内容,也没有规范的教学指导用书和配套的工具器材;在师资力量方面,我国还缺乏一支专业化的科技活动教师队伍,绝大部分科学学科的教师只是关注知识的传授和训练,忽视科学方法和技术创造能力的培养。

值得欣慰的是,在一些办学条件较好和办学理念先进的学校中,在以科技教育为重点的校外科技教育机构中,活跃着一批长期致力于组织和指导学生开展科技活动的科技辅导教师。他们是特定科技项目的“发烧友”,每个人都有令人叹服的独门绝活;他们是学生科技活动的“引路人”,每个人都有技艺超群的得意门生。为了更好地发挥这些科技辅导教师的作用,北京师范大学科学传播与教育研究中心和北京市教育委员会体育美育处在科技教育新理念的指导下,组织北京市校外教育单位和中小学长期从事科技活动辅导的优秀教师、相关领域的科学家、工程师和工艺师等,对当前中小学校开展的各种科技活动项目进行了细致的分析和梳理,编写了这套《新科学探索丛书》。

这是一套适用于中小学生开展科技活动的新型科普图书,包括神秘的宇宙、航天圆梦、地球探秘、奇妙的生物、电子控制技术、创新设计、生活万花筒、模型总动员等8个系列,每个系列将推出5~10个分册。每个分册约包含12~20个课题,可用于一个学期的中小学科技活动选修课教学。为满足科技活动课教学的需要,每个课题都以教学设计的形式编写,包括引言、阅读与思考、实践与思考、检测与评估、资料与信息五个组成部分。





# 前言

## 1. 引言

提供一幅反映本课题内容的图片，并从能激发学生兴趣的实物、现象或事件出发，引出本课题的学习内容和具体任务。

## 2. 阅读与思考

以图文并茂的方式，提供与本课题有关的事件及相关人物、重要现象、基本概念、基本原理等内容，在确保科学性的前提下力求做到语言生动、通俗易懂。为了引导学生在阅读过程中积极思考，通常结合阅读内容设置一些思考性问题。

## 3. 实践与思考

提供若干个活动方案，指导学生独立或在教师指导下开展各种实践活动，主要包括科学探究、社会调查、设计制作、多元表达（言语、绘画、音乐、模型等）、角色扮演等类型的活动。活动方案一般包括任务、材料与工具、过程与方法、实施建议等组成部分。为了引导学生在活动过程中积极思考，通常结合活动过程设置一些思考性的问题。

## 4. 检测与评估

一方面，利用名词解释、选择题、简答题、计算题等试题类型，对学生学习本课题知识性内容的结果进行检测。另一方面，对学生在“实践与思考”部分开展的活动提供评估标准和评估建议。

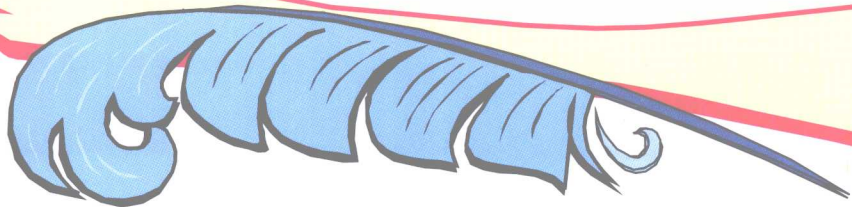
## 5. 资料与信息

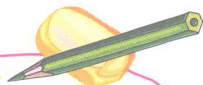
一方面，提供可供学生阅读的书籍、杂志、网站等资料的索引；另一方面，提供购买或获得在“实践与思考”部分开展的活动所需的材料和工具的信息。

虽然这套教材的编写既有基于理论指导的宏观策划与构思，又有源于实践积淀的微观设计与操作，但由于编写规模庞大、参与编写的人员众多，呈现在广大读者面前的各个分册出现不能令人满意的情况是难免的。在此真诚地希望使用本套丛书的教师和学生能对各个分册中出现的问题提出批评，也欢迎从事科技活动的优秀教师参与到本套丛书的编写和修改中来，让我们共同为提高我国中小学科技活动的水平，提高我国中小学生的科学素养做出贡献。◀

李亦菲

2007年6月30日





《新科学探索丛书》是由北京市教育委员会和北京师范大学科学传播与教育研究中心组织北京市一百多所科技教育示范学校和校外科技教育机构的优秀科技教师开发的一套中小学科技活动教材，与现有的各类科普图书相比，本套丛书具有以下三个方面的特点。

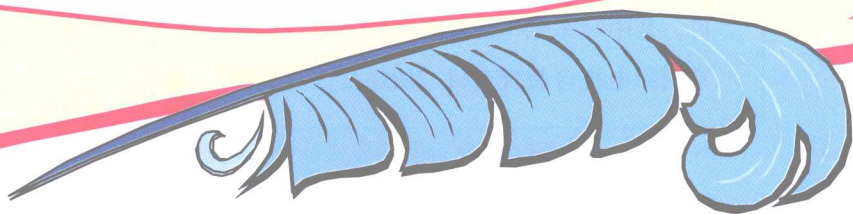
首先，在传统的科普图书中，知识学习和动手操作往往是脱节的，要么是大量知识性内容的堆积，要么是操作性活动的罗列。这种做法不利于学生获得对科学知识全面、深入的理解。在本套丛书的每个课题中，“阅读与思考”部分提供图文并茂的阅读材料，使学生了解有关的知识，“实践与思考”部分提供简明实用的科技活动方案，引导学生有序地开展科技活动。这种设计实现了知识学习与动手操作的有机结合。

其次，在我国的教育体系中，课内学习和课外学习一直是两个界线分明的领域。在课内，是以教师为中心的对学科知识的学习；在课外，是以学生为中心的对个性特长的培养。在新的教育理念影响下，课内学习和课外学习日益融合起来，极大地提高了学生的学习兴趣，扩展了学生的学习视野。本套丛书从以下三个方面实现了课内学习与课外拓展的有机结合：在知识性学习内容中，“阅读与思考”部分主要适合于课内讲解或阅读，“资料与信息”部分则主要适合于学生在课外阅读；在“实践与思考”部分所提供的活动方案中，既有适合于课内完成的，也有适合于课外完成的；在“检测与评估”提供的内容中，检测部分主要适合于在课内进行测试，评估部分主要适合于在课外进行评估。

第三，长期以来，我国科普图书和教材的内容是以文字为主体的，并且在呈现形式上缺乏生动的版面设计。近年来，在“视觉第一”思潮的影响下，我国图书又出现以图为主体的风格。这两种风格都不适合于科技活动课的教学材料。本套丛书采用了图文并茂的设计风格，对文字和图片的数量进行合理的调配，对图片进行精心的挑选，对版面进行精心的设计，有效地实现了科学学习和艺术欣赏的有机结合。

相信本套图书对丰富中小学生科普知识，提高中小学生的动手实践能力将大有帮助。愿本套图书成为广大中小学生的良师益友。◀

2007年9月





《电子控制技术入门》是参照中华人民共和国教育部制定的普通高中《信息技术课程标准》(实验稿)/通用技术/选修1:电子控制技术中的“(二)数字电路”内容标准编写的。《数字集成电路基本实验》分为上下两册,适用于高中通用技术选修课、中专职高专业课、课外校外活动课的教材,也适用于初中以上学生自学或通用技术岗位培训使用。

数字集成电路是微电子学的产物和精华,60年前人们无论如何也想象不到能把庞大的电子管计算机缩小成微机放到膝头上,由此引发当代信息技术革命。数字集成电路是信息技术的支柱,广泛地应用于国民经济中的各个领域。

上册内容介绍了面包板的使用方法,并通过循序渐进的电路实验,知道表征基本门电路的方法,并搭建自激多谐振荡器及有趣的模拟昆虫叫声等实验电路。下册介绍了触发器神奇的存储记忆功能,搭建抢答器、简易电子节拍器等实用电路。还介绍了数字电路的主流CMOS数字集成电路,搭建计数器、译码器和数码显示器实验电路,步入了数字集成电路的最高殿堂,为高层次的小制作、小发明提供电子技术手段。

上册是数字电路的初级内容,下册是提高内容。数字电路是学习的重点和关键的内容,为学习触发器、专用集成电路做好了准备。由于下册内容涉及数字集成电路在电子控制技术中的应用,涉及传感器的内容,所以需要把《传感器基本电路实验》穿插在这上下两册活动内容之间。在活动中要重视基本实验操作,培养学生独立探索、实验操作能力和增强对科学研究的兴趣。《数字集成电路基本实验》“精简版”是一种快节奏的数字电路普及活动方案。

本书作者孙心若,中学特级教师,曾任北京师范大学附属中学物理教师,宣武区青少年科技馆电子教师,北京市无线电运动协会副主席,北京市第八届、第九届政协委员。孙心若老师辅导学生获国际和全国发明奖100余项,造就了不少科技特长生。被评为北京市有突出贡献的专家、享受国务院政府特殊津贴、荣获全国少年儿童校外教育先进工作者等荣誉称号,还被聘为中国教育电视台品牌栏目《我想知道》特约嘉宾主持,主持1100余集科普节目,其中《车轮与圆》获得国际科教影视节目金奖,《肥皂泡与张力》获得东京国际电视台教育节目“放送文化基金奖”。◀

# 目录

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一单元 面包板实验入门 (一) | 1  |
| 第二单元 面包板实验入门 (二) | 15 |
| 第三单元 面包板实验入门 (三) | 27 |
| 第四单元 基本门电路 (一)   | 37 |
| 第五单元 基本门电路 (二)   | 53 |
| 第六单元 基本门电路 (三)   | 65 |
| 第七单元 基本门电路 (四)   | 79 |
| 第八单元 基本门电路 (五)   | 91 |

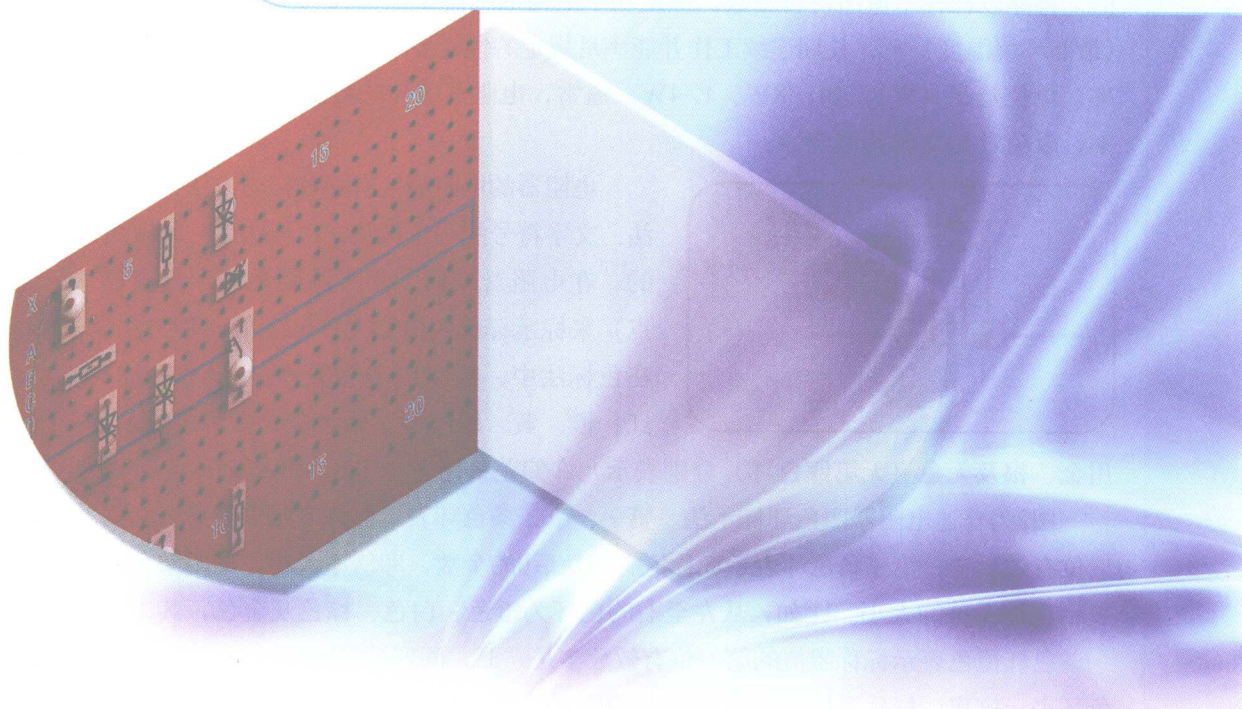


# 面包板实验入门 (-) 1

## MIANBAOBANSHIYANRUMEN

### 面包板

**面**包板是集成电路实验板的俗称，是一种具有多孔插座的插件板。利用面包板连接电路是一种基本、快捷、直观的电路实验方法，了解和掌握面包板实验技能是学好本课程的关键。让我们通过基本电路的连接，了解面包板的使用方法。





## 阅读与思考

在数字集成电路基本实验中，要用到一些电子元器件，实验前要仔细阅读这些补充知识，掌握其性能及使用方法，才能保证实验顺利地进行。

### 一、电阻器

常用的电阻器从结构形式上可分为固定电阻器、可变电阻器和电位器三种，小型固定电阻器的外形及电路符号见图1。

电阻器的主要特性参数有标称阻值、允许偏差、额定功率及电阻温度系数等。标称阻值是指电阻器上所标示的设计电阻值，它是规定的一系列电阻值。实际的电阻值与标称阻值间允许的

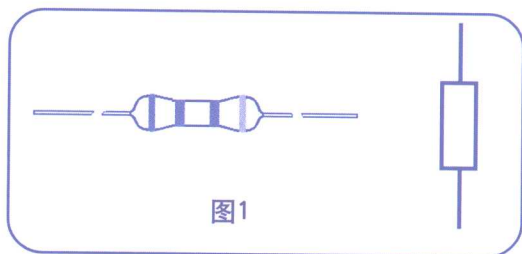


图1

最大偏差范围称之为允许偏差，它在数值上等于电阻器的实际电阻值减去标称阻值，再除以标称阻值得百分数。额定功率是指电阻器在正常大气压强及额定温度（最高环境温度）下，长期连续工作并能满足规定的性能要求时所允许耗散的最大功率，单位是瓦（W），如1/8W、1/4W。通常，电阻器实际的耗散功率小于额定功率，以免过热变质甚至烧毁。

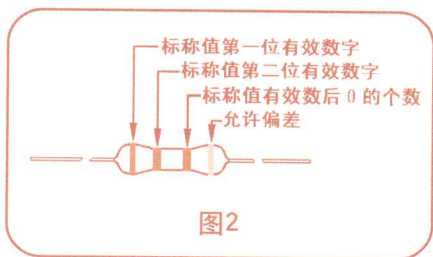


图2

电阻器的电阻数值有三种标志方法：直标法、文字符号法和色标法。色标法是一种常用的、在电阻器表面上用不同颜色带环（或色点）来标示标称阻值和允许偏差的一种方法。在色标法中，数字1~9和0分别用颜色带棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白和黑表示。

用金、银及无色（无第四色环）分别表示允许偏差 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 。

图2为普通电阻器四色环标示法。第一、第二条色环表示标称电阻值的第一、第二位有效数字，第三条色环表示标称值有效数后0的个数，即倍率大小，第四条色环表示允许误差的大小。比如，从左至右的色环为橙色、白色、棕色及金色，其中第一条色环橙色表示标称阻值的第一位有效数字是“3”，同理第2位是“9”，第三条棕色环表示倍率，标称阻值有效数字后面“0”的个数只有一个，即在“39”两位有效

数字后面加一个“0”，由此表示电阻器的标称阻值为 $390\Omega$ 。第四条色环金色，表示这是一支偏差为 $\pm 5\%$ 的电阻器。电阻器的标称阻值是 $390\Omega$ ，但是产品实际的电阻值在 $371\sim 410\Omega$ 之间时，均在允许偏差之内。常见的错误是把橙、白、黑色及金色四环的电阻器读为 $390\Omega$ ，实际为 $39\Omega$ ，第三色环黑色表示有效数字后面没有0，倍率为 $10^0=1$ ，即 $39\times 10^0=39(\Omega)$ 。若第三色环为金或银时，此时则不再表示允许偏差，乃表示倍率分别为0.1及0.01。如某一电阻器的色环为橙、白及金色，电阻值为 $39\times 0.1=3.9(\Omega)$ 。若为橙、白、银及银色，则是一支标称阻值为 $0.39\Omega$ 、允许偏差为 $\pm 10\%$ 的电阻器。

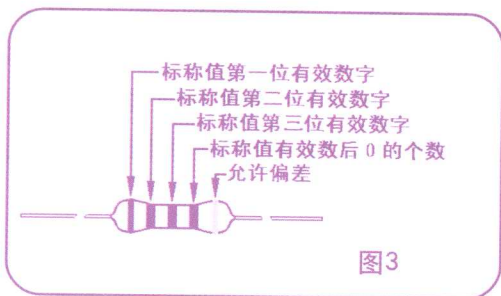


图3

精密电阻器用五条色环表示标称阻值和允许误差，其标示法见图3。头三条色环表示前三位有效数字，第四色环仍然为标称值有效数后0的个数。第五色环表示允许偏差，需要比普通电阻器四环标示法更精密，用棕、红、绿、蓝和紫色分别表示 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、

$\pm 0.25\%$ 和 $\pm 0.1\%$ 的允许偏差。比如，五条色环分别为棕、白、黑、黑和红色，则标称阻值为 $390.0\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 2\%$ ，实际阻值区间为 $382.2\Omega\sim 397.8\Omega$ 。

## 二、发光二极管

发光二极管是一种能够发光的半导体显示器件，它用磷化镓、磷砷化镓等材料经半导体工艺加工而成。它具有一个PN结，通以正向电流时，由于材料不同分别发出红、绿、黄、橙、蓝和白色光，因此发光二极管作为显示器件而得到广泛的应用，作为节能光源的潜力巨大。

发光二极管的构造、符号见图4。发光二极管的管芯很小，是发光的主体，管芯外面用环氧树脂等透明材料封装，制作成圆形、方形等不同形状和尺寸的外观。发光二极管常用字母VD表示，电路符号比二极管多出两条向外的箭头，以表示向外辐射的光线。

发光二极管具有体积小，能在低电压（ $1.9\sim 2.5\text{V}$ ）、小电流（ $\leq 20\text{mA}$ ）下工作，

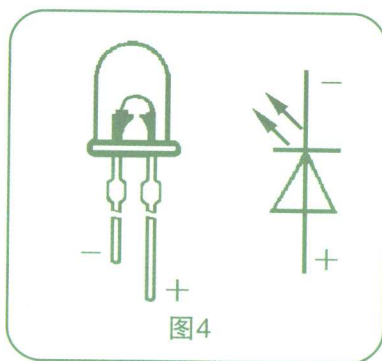


图4

具有耗电省，寿命长等优点，常用做电子设备的指示灯、大屏幕显示、快速光源等。

发光二极管由正向电流驱动发光，即电流从发光二极管的正极（长管脚）流入、负极（短管脚）流出，正负极接反时处于截止状态，不能发光。发光二极管的发光强度与通过的电流有关，电流越大，亮度也越高，但不能超过发光二极管的最大工作电流（20~40mA）。在普通发光二极管中，工作电流在10mA就已经足够亮了，电流再增加，人的视觉已不能再分辨出亮度的提高。对于超高亮度的发光二极管，如BT1142~1147，在相同工作电流下，其发光强度是普通发光二极管的100多倍，因此只需几毫安工作电流就能达到满意的发光强度。

切忌把发光二极管管脚并联在电源上（电压型发光二极管除外），特别是在电源电压较高、内阻较小时，不仅发光二极管发光颜色异常，还有烧毁的危险。避免用力劈开发光二极管两腿进行电路跨接，若连接点较远时，可用导线连接。焊接发光二极管时，要用镊子夹住管脚散热，焊接时不要用力劈开管脚，焊接时间也不宜过长（1~4秒）。



电阻器标称阻值系列分档间隔与允许误差有什么关系？标称阻值系列是怎样确定的？为什么电阻器允许偏差越小对温度稳定性要求越高？



## 实践与思考

### 一、面包板的构造

面包板由若干行、列金属簧片及塑料板座组成。实验时根据电路连接要求，在相应孔内插入电子元器件引脚以及导线等，使其与孔内弹性接触簧片接触，由此连接成所需的实验电路。

图5为面包板SYB-118型（尺寸174.5mm×46.5mm）示意图。该板为4行59列，每条金属簧片上有5个插孔，因此插入这5个孔内的导线就被金属簧片连接在一起，簧片之间在电气上彼此是绝缘的。插孔间及簧片之间的距离均和双列直插式（DIP）集成电路管脚标准间距2.54mm相同，因而适于插入各种数字集成电路进行

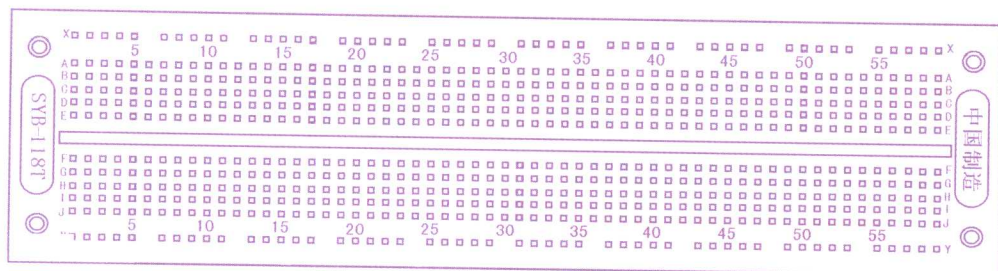


图5

电路实验，故称为数字集成电路实验板。注意面包板最上、下两行的金属长条簧片各分成三段，以便用于电压不同的供电电路或去耦回路等。

面包板有各种规格，最长的如SYB-130板，为4行65列，最短的SYB-46型面包板，外形尺寸长90mm、宽52mm、厚8.5mm。它由4行23列弹性接触簧片和ABS塑料槽板构成，行列排列示意图见图6。

有的面包板ABS塑料基板四周注塑有“沟”和“沿”，可以相互“咬合”在一起，根据需要拼接成一块大的数字集成电路实验板。

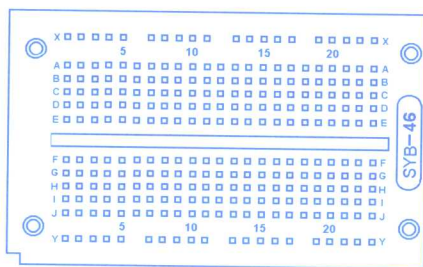


图6



### 面包板使用注意事项

- ① 插入面包板上孔内引脚或导线铜芯直径为 $0.4 \sim 0.6\text{mm}$ ，即比大头针的直径略微细一点，不应过粗或过细，否则将使簧片因超过弹性限度而撑坏，由于松动而造成接触不良。连接导线应选用直径 $0.4 \sim 0.5\text{mm}$ 的1芯聚氯乙烯绝缘电线，如AV-0.205mm<sup>2</sup>。
- ② 元器件引脚或导线头要捋直，并沿面包板的板面垂直方向插入方孔，应能感觉到有轻微、均匀的摩擦阻力，在面包板倒置时，元器件应能被簧片夹住而不脱落。
- ③ 面包板应该在通风、干燥处存放，特别要避免被电池漏出的电解液所腐蚀。要保持面包板清洁，焊接后的元器件不要插在面包板上，更不要焊接插在面包板上

的元器件，以免造成簧片污损及塑料板座受热变形。

④ 若有异物卡在插孔内，可揭开面包板背面绝缘胶带，露出有关簧片，再用大头针插入孔内轻轻捅，弹簧片由面包板的槽内脱出，清除异物后要及时复原。同样，此法可以修复被撑坏的弹簧片。

## 二、数字集成电路基本实验

实验是通向科学成功的桥梁，正是由于实验造就了19世纪最伟大的实验物理学家、实验大师M·法拉第。实验是法拉第最好的老师，引导了一个贫苦的铁匠儿子通过自学成才；他一丝不苟地做实验，认真细致地观察所发生的各种现象，善于捕捉那些偶然闪现的火花，不满足现有的结论，不迷信权威，以惊人的毅力去进行科学探索，为近代物理的发展奠定了基础。

数字集成电路基本实验的目的是培养独立探索能力、实验操作能力和增强科学研究的兴趣。通过实验培养科学家所需的素养——中国科学院前院长卢嘉锡所比喻的“科学家的元素组成是 $C_3H_3$ ”，即Clear head（清醒的头脑）、Clever hands（伶俐的双手）和Clean habit（洁净的习惯），取其各英文字头，即组成 $C_3H_3$ 。



观察SYB-46型面包板的构造，了解弹性接触簧片与板面插孔的关系，注意不要揭开面包板背面的绝缘胶带。想一想，板面标示的字母和数字有什么用途？你能确定面包板上4-J是哪一个插孔？面包板的第一行（俗称天）或第四行（俗称地）上的孔是否连通在一起？用多用电表检测面包板的质量（导通和绝缘性能）。



### 实验① 电路的串联与并联

#### 实验目的

1. 了解面包板的使用方法；
2. 熟悉电阻器、发光二极管的使用；
3. 掌握串联与并联电路的连接方法。

## 活动1 省电指示灯电路

在了解面包板的构造之后，我们要通过面包板连接电路实验来了解其使用的方法。万事开头难，建议同学们先从原点起步，循序渐进，由简到繁，由浅入深，步入数字集成电路科学殿堂。

图7为省电指示灯电路，它由电池组GB (6V)、按钮开关SB、限流电阻器R ( $390\Omega$ )、红色发光二极管和导线组成。电池组用4节5号电池串联而成，装在电池卡内，电源正、负极最好用长短不同的红、黑1芯（独股导线）聚氯乙烯绝缘电线引出。开关选用电铃按钮开关，接线也用1芯导线。

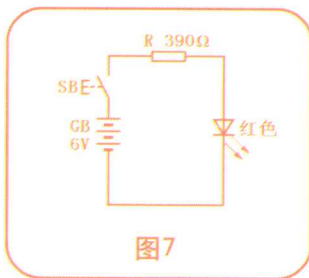


图7

电阻器选用小型碳膜或金属膜电阻器（电阻体直径2.5mm，长度6.4mm），上面的四条色环颜色从左至右分别为橙色、白色、棕色及金色，标称电阻值为 $390\Omega$ ，允许偏差 $\pm 5\%$ 。发光二极管采用直径3mm（或直径5毫米）的红色发光二极管。由于红色发光二极管两端工作电压约2V，而供电电压为6V，直接与电源相连，有可能烧毁发光二极管，必须在电路中串联限流电阻。限流电阻器R为 $390\Omega$ 时，发光二极管中电流约10mA，亮度已经很高了。如用高亮度发光二极管，限流电阻器可以适当加大（1k~3.9k $\Omega$ ），工作电流仅为1~3mA，是名副其实的省电指示灯电路。



### 建议

看起来图7省电指示灯电路很简单，但由于在面包板上搭接电路是新的尝试，需要掌握在面包板上连接电路的方法，了解电阻器和发光二极管的使用方法，从而迈出面包板电路实验的第一步。即便你将来从事电子专业工作，电路实验也离不开面包板，因为它终究是一种现代化的电路实验的插件板。面包板上有许多孔，相应省电指示灯电路搭接的方式也是多种多

样。只要你觉得搭接电路方便、简洁、直观、可靠就行。建议初学者使用SYB-46型面包板，按照示范连接方法进行实验。

在图8省电指示灯电路连接示意图中，电池组正极引线（红线）插在面包板上最上行（第1行）X长条簧片最左边的方孔内。按钮开关两端引线分别

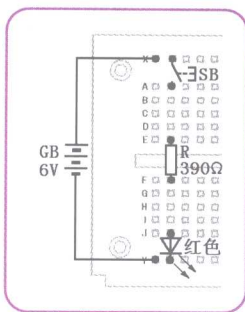


图8

插在面包板上最上行（第1行）X长条簧片最左边的方孔内。按钮开关两端引线分别插在面包板上最上行（第1行）X长条簧片最左边的方孔内。电阻器两端引脚分别插在第二行和第三行的第二列E、F方孔内。电阻器最好直立放置，只弯曲一支管脚，与另一支管脚平行后，再用桃形钳子剪成同样长短。红色发光二极管正极引线（长脚）插入第3行的第2列J方孔内，负极引线（短脚）插入第4行的左2方孔内。最后，检查电路无误后，再把电池组负极引线（黑线）插在面包板Y长条簧片最左边的方孔内。按下按钮开关，发光二极管应该点亮。如果红色发光二极管过亮并发出橙红色光，应立即松开按钮开关，检查限流电阻器是否短路或电阻值过小；如果发光二极管发光很弱或不亮，检查限流电阻器电阻值是否过大、电池电压是否过低，发光二极管的管脚是否接触不良，或者反向连接或损坏。如果电池发热，要及时切断电源，检查实验电路和电池卡内部导体是否发生短路。在电路连接中，常见的错误是把电阻器、发光二极管的两条管脚插在同一列的5个方孔内造成短路，或者发光二极管正负极管脚接反。在使用SYB-130板时忽视了X、Y长条簧片分成三段，造成无法供电。

## 活动2 串联指示灯电路

在初步掌握省电指示灯电路面包板连接后，不妨在电路中再串联一支发光二极管，连接图9、图10所示的串联电路。