



高等职业教育精品示范教材

电子信息类核心课程系列

GAODENG ZHIYE JIAOYU
JINGPIN SHIFANJIAOCAI

电子技术项目教程

(Proteus版)

主 编 郭志勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育精品示范教材（电子信息类核心课程系列）

电子技术项目教程

（Proteus 版）

主 编 郭志勇



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是由参与过项目研发的学校骨干教师和高新企业的工程师共同编写而成。采用“项目驱动”的编写思路，从职业岗位技能出发，分为模拟电子技术篇和数字电子技术篇，共有11个项目26个工作模块。

在模拟电子技术篇中，以“手电筒照明电路”、“高亮度LED照明电路”、“直流稳压电源电路”、“LED延时照明电路”、“火灾报警器”五个项目为主线，主要介绍电路分析基础知识、二极管及其应用、直流稳压电源电路构成及其原理、晶体管及其应用、集成运算放大电路及其应用等知识；在数字电子技术篇中，以“楼梯灯控制电路”、“数码显示电路”、“优先抢答器”、“球赛计分器”、“触摸式声光防盗报警器”、“温度检测电路”六个项目为主线，主要介绍逻辑代数基础知识、集成门电路、译码器、触发器、计数器、555定时器、数模转换器、模数转换器等知识。

本书适合作为高职高专院校计算机应用技术、电子信息、机电等相关专业电子技术课程的教材，也可作为广大电子制作爱好者的自学用书。

本书提供电子教案，读者可以从中国水利水电出版社及万水书苑网站上下载，网址为：<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术项目教程：Proteus版 / 郭志勇主编. —
北京：中国水利水电出版社，2014.9
高等职业教育精品示范教材. 电子信息类核心课程系列
ISBN 978-7-5170-2405-7

I. ①电… II. ①郭… III. ①电子技术—高等职业教育—教材②单片微型计算机—系统仿真—应用软件—高等职业教育—教材 IV. ①TN②TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第199683号

策划编辑：祝智敏 责任编辑：李炎 封面设计：李佳

书 名	高等职业教育精品示范教材（电子信息类核心课程系列） 电子技术项目教程（Proteus版）
作 者	主 编 郭志勇
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网址： www.waterpub.com.cn E-mail： mchannel@263.net （万水） sales@waterpub.com.cn
经 售	电话：（010）68367658（发行部）、82562819（万水） 北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×240mm 16开本 16印张 354千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	35.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

I

前言

《电子技术项目教程（Proteus 版）》是根据教育部高等院校教育指导思想，由中国水利水电出版社组织出版，可作为高职高专院校计算机应用技术、电子信息、机电等相关专业电子技术课程的教材，也可作为广大电子制作爱好者的自学用书。

本书主要突出技能培养在课程中的主体地位，用工作任务来引领理论，使理论从属于技能实践。主要特色如下：

1. 采用“任务驱动”的编写思路，突出技能培养在课程中的主体地位。采用“任务驱动”，以解决实际任务的思路和操作作为编写主线，连贯多个知识点，用工作任务来引领理论，突出职业技能的技能训练，使教学从属于技能培养。

2. 以就业为导向，注重职业岗位的基本技能培养。贴近企业职业岗位实际需求，采用了企业真实的工作任务，注重职业岗位的基本技能、开发技能训练，强化学生技能培养。

3. 既适合教学，又符合企业实际工作需要。注重采用企业真实工作任务、贴近企业职业岗位实际需求。在拉近电子技术教学与职业岗位需求距离的同时，还兼顾知识的系统性和完整性，使本书既适合教学，又符合企业实际工作需要。

4. 项目导入，全新的仿真教学模式。打破了传统教材原有界限，和职业岗位基本技能融为一体。引入 Proteus 仿真软件，采用项目导入，使学生从电子产品复杂的硬件结构中解放出来，实现了在计算机上一气呵成完成电子应用电路设计、调试与仿真，使学生理解和掌握从设计到产品的完整过程。

5. 教学资源丰富，提供教学支持及服务。课程教学网站提供多种支持及服务：电子教案、课件、仿真电路、题库、技能大赛作品、学生作品、课程设计、校企合作资源及相关其他素材等。

本书是由参与过项目研发的学校骨干教师和高新企业工程师共同编写而成。采用“项目驱动”的编写思路，从职业岗位技能出发，分为模拟电子技术篇和数字电子技术篇，共有 11 个项目 26 个工作模块。

在模拟电子技术篇中,以“手电筒照明”、“高亮度 LED 照明电路”、“直流稳压电源电路”、“LED 延时照明电路”、“火灾报警器”五个项目为主线,主要介绍电路分析基础知识;二极管及其应用、直流稳压电源电路构成及其原理、晶体管及其应用、集成运算放大电路及其应用等知识;在数字电子技术篇中,以“楼梯灯控制电路”、“数码显示电路”、“优先抢答器”、“球赛计分器”、“触摸式声光防盗报警器”、“温度检测电路”六个项目为主线,主要介绍逻辑代数基础知识、集成门电路、译码器、触发器、计数器、555 定时器、数模转换器、模数转换器等知识。

郭志勇对本书的编写思路与大纲进行了总体规划,指导全书的编写,承担全书项目连贯性及统稿工作。项目 1、项目 5 和项目 7 由郭志勇编写,项目 3、项目 8 和项目 9 由张留忠编写,项目 2、项目 4 和项目 10 由李自成编写,项目 6 由朱钰铎编写,项目 11 由郭雨编写。

为方便教师教学,本书配有电子教学课件、习题参考答案和 Proteus 仿真电路。读者既可以通过出版社网站,也可以通过课程教学网站,获得教材上技能训练、技能拓展、问题与讨论所有仿真电路,以及学生的实训项目、课程设计项目作品和技能大赛作品。

由于时间紧迫和编者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,敬请广大读者和专家批评指正。

编 者
2014 年 6 月

II

目 录

前言

模拟电子技术篇

项目 1 手电筒照明电路设计与实现	1	项目 2 高亮度 LED 照明电路设计与实现	26
1.1 工作模块 1 手电筒照明电路设计	1	2.1 工作模块 2 简易 LED 照明电路设计与实现	26
1.1.1 认识手电筒	2	2.1.1 用 Proteus 设计简易 LED 照明电路	27
1.1.2 用 Proteus 设计手电筒照明电路	2	2.1.2 简易 LED 照明电路工作过程	28
1.2 电路基础知识	6	2.2 认识二极管	28
1.2.1 认识电路	6	2.2.1 二极管结构和工作原理	28
1.2.2 电路的基本物理量	8	【技能训练 2-1】用 Proteus 仿真验证二极管单向导电性	31
1.2.3 电路的基本定律	10	2.2.2 半导体二极管的伏安特性	31
1.2.4 电路的三种状态	11	【技能训练 2-2】普通二极管识别与检测	32
1.2.5 电阻的串联与并联	13	2.2.3 半导体二极管的种类、命名方法及技术参数	33
【技能训练 1-1】电阻元件识别	14	【技能训练 2-3】电热毯控温电路设计与仿真	35
【技能训练 1-2】电阻元件检测	18	2.3 工作模块 3 高亮度 LED 照明电路设计与实现	36
1.3 电源的认知及使用	19	2.3.1 用 Proteus 设计高亮度 LED 照明电路	36
1.3.1 电源分类	19	2.3.2 多 LED 灯具光源设计	38
1.3.2 电源的认知与检测	19	2.3.3 认识发光二极管	38
【技能训练 1-3】锂电池认知与应用	20		
1.4 【技能拓展】电路分析方法	21		
1.4.1 叠加定理	21		
1.4.2 戴维南定理	23		
关键知识点小结	24		
问题与讨论	24		

【技能训练 2-4】 发光二极管识别与检测…	39	4.1.1 用 Proteus 设计 LED 延时照明电路…	71
2.4 【技能拓展】 高亮度 LED 应用…	40	4.1.2 LED 延时照明电路工作过程…	72
2.4.1 高亮度 LED…	40	4.2 认识半导体三极管…	73
2.4.2 高亮度 LED 应用…	40	4.2.1 三极管结构及类型…	73
关键知识点小结…	42	4.2.2 三极管的电流分配与电流放大作用…	74
问题与讨论…	42	4.2.3 三极管的伏安特性…	76
项目 3 直流稳压电源电路设计与实现…	43	4.2.4 三极管的种类及技术参数…	77
3.1 工作模块 4 变压电路设计与实现…	43	【技能训练 4-1】 三极管识别检测…	78
3.1.1 变压电路设计…	44	4.3 工作模块 9 简易延迟门铃电路设计与实现…	78
【技能训练 3-1】 虚拟示波器的使用…	46	4.3.1 用 Proteus 设计简易门铃电路…	78
3.1.2 认识变压器…	46	4.3.2 简易门铃电路工作原理…	80
3.1.3 变压器的工作原理…	47	4.3.3 三极管放大电路…	81
【技能训练 3-2】 变压器检测…	49	【技能训练 4-2】 扬声器识别检测…	84
3.2 工作模块 5 整流电路设计与实现…	49	4.4 【知识拓展】 认识场效应管…	84
3.2.1 桥式整流电路设计…	49	【技能训练 4-3】 场效应管的判别与使用…	85
3.2.2 整流电路…	51	关键知识点小结…	86
【技能训练 3-3】 二极管整流元件选择…	55	问题与讨论…	87
3.3 工作模块 6 滤波电路设计与实现…	56	项目 5 火灾报警器设计与实现…	88
3.3.1 电容滤波电路…	57	5.1 工作模块 10 基于集成运放的火灾报警器设计与实现…	88
【技能拓展 3-1】 高压电子灭蚊蝇器设计与仿真…	59	5.1.1 火灾报警器 Proteus 仿真电路设计…	89
3.3.2 认识电容元件…	61	5.1.2 火灾报警器工作原理…	90
【技能拓展 3-2】 电感滤波电路设计与仿真…	63	5.2 认识集成运算放大器…	91
【技能训练 3-4】 电容、电感检测…	64	5.2.1 集成运算放大器简介…	91
3.4 工作模块 7 稳压电路设计与实现…	65	5.2.2 理想集成运算放大器…	93
3.4.1 稳压电路设计与实现…	65	5.2.3 火灾报警器的电压比较器…	94
3.4.2 认识硅稳压管…	66	【技能训练 5-1】 12V 的电池监视器…	98
【技能训练 3-5】 稳压二极管识别与检测…	66	【技能拓展 5-1】 电池电量指示器设计…	100
【技能训练 3-6】 使用三端集成稳压器 7812 设计+12V 直流稳压电源…	67	5.3 工作模块 11 机器人巡线信号处理电路设计与实现…	102
关键知识点小结…	68	5.3.1 机器人巡线信号处理 Proteus 仿真电路设计…	102
问题与讨论…	69	5.3.2 机器人巡线信号处理电路工作原理…	104
项目 4 LED 延时照明电路设计与实现…	70	5.3.3 负反馈在机器人信号放大电路中	
4.1 工作模块 8 LED 延时照明电路设计与实现…	70		

应用	104
【技能训练 5-2】 采用瞬时极性法判断 电路中的正反馈	105
【技能训练 5-3】 单限幅电压比较器在 机器人巡线信号处理 电路中应用	108
【技能拓展 5-2】 基于双向限幅电压比较器 的波形变换电路设计	109
5.4 模拟运算电路	110
5.4.1 反相比例运算电路	110
5.4.2 同相比例运算电路	111

5.4.3 加法运算电路	112
5.4.4 减法运算电路	113
【技能拓展 5-3】 集成运放的使用和保护 措施	114
【技能训练 5-4】 函数发生器电路设计与 实现	115
关键知识点小结	119
问题与讨论	120

数字电子技术篇

项目 6 楼梯灯控制电路设计与实现	121	项目 7 数码显示电路设计与实现	151
6.1 工作模块 12 基于异或门楼梯灯控制 电路	121	7.1 工作模块 14 0-9 数码显示电路	151
6.1.1 基于异或门楼梯灯控制电路设计 与实现	122	7.1.1 用 Proteus 设计 0-9 数码显示器	152
6.1.2 二进制的逻辑运算	123	7.1.2 认识数码显示译码器与数码管	153
6.1.3 认识逻辑门	125	【技能训练 7-1】 共阳极 7 段数码管显示 电路设计	155
【技能训练 6-1】 门电路功能测试	134	【知识拓展 7-1】 数制与码制	156
6.2 工作模块 13 基于与非门楼梯灯控制 电路	136	7.2 工作模块 15 0-9 按键数码显示电路	159
6.2.1 基于与非门楼梯灯控制电路设计 与实现	137	7.2.1 用 Proteus 设计 0-9 按键数码显示器	159
6.2.2 逻辑代数基本公式及基本定律	138	7.2.2 认识 74LS147 和 74LS247	160
6.2.3 逻辑函数表示方法及相互转换	138	【技能训练 7-2】 7 段数码管的识别与检测	162
6.2.4 逻辑函数化简	141	7.3 【知识拓展 7-2】 认识 74LS138 和 74LS42	165
6.2.5 组合逻辑电路分析与设计	144	关键知识点小结	167
【技能训练 6-2】 基于与非门报警控制 电路设计	146	问题与讨论	168
【技能训练 6-3】 基于与非门水泵供水 控制电路设计	148	项目 8 优先抢答器设计与实现	170
关键知识点小结	149	8.1 工作模块 16 基于 RS 触发器的优先 抢答器	170
问题与讨论	149	8.1.1 用 Proteus 设计优先抢答器	171
		8.1.2 认识 RS 触发器	172
		【技能训练 8-1】 基于 RS 触发器双稳态	

	去抖电路·····	173		问题与讨论·····	209
8.2	工作模块 17 基于 JK 触发器的优先 抢答器·····	174	项目 10	触摸式声光防盗报警器设计与实现·····	210
8.2.1	用 Proteus 设计优先抢答器·····	174	10.1	工作模块 22 触摸式声光防盗报警器·····	210
8.2.2	认识 JK 触发器 74LS112·····	177	10.1.1	用 Proteus 设计触摸式声光防盗 报警器·····	211
	【技能训练 8-2】基于 74LS112 的 0-9 计数显示器·····	178	10.1.2	认识单稳态触发器·····	212
8.3	工作模块 18 基于 D 触发器的抢答器·····	182	10.2	工作模块 23 压控式声光防盗报警器·····	213
8.3.1	用 Proteus 设计四路抢答器电路·····	182	10.2.1	用 Proteus 设计压控式声光防盗 报警器·····	214
8.3.2	认识 D 触发器 74LS175·····	184	10.2.2	认识多谐振荡器·····	216
	【技能训练 8-3】基于 D 触发器的四路 优先抢答器·····	184		【技能训练 10-1】八路彩灯循环控制电路 设计与实现·····	216
	关键知识点小结·····	187	10.3	【技能拓展】触摸式病床报警呼叫器 设计与实现·····	218
	问题与讨论·····	189		【技能训练 10-2】球赛 30 秒定时器设计 与实现·····	220
项目 9	球赛计分器设计与实现·····	190		关键知识点小结·····	223
9.1	工作模块 19 一位计分器设计与实现·····	190		问题与讨论·····	224
9.1.1	用 Proteus 设计一位 (0-9) 计分器·····	191	项目 11	温度检测电路设计与实现·····	225
9.1.2	认识 74LS160·····	192	11.1	工作模块 24 温度检测采集电路设计·····	225
	【技能训练 9-1】利用反馈清零法构成的 一位 (0-3) 计分器·····	194	11.1.1	认识 PT100·····	226
	【技能训练 9-2】利用反馈置数法构成的 一位 (0-5) 计分器·····	195	11.1.2	PT100 温度检测采集·····	227
9.2	工作模块 20 两位球赛计分器·····	196	11.2	工作模块 25 温度检测信号处理电路·····	229
9.2.1	用 Proteus 设计两位球赛计分器·····	196	11.2.1	温度检测信号处理电路·····	230
9.2.2	认识 24 进制计数器级联·····	198	11.2.2	温度检测信号处理电路功能分析·····	232
	【技能训练 9-3】0-60 秒计时器·····	200	11.3	工作模块 26 温度检测模数转换与显示·····	232
9.3	工作模块 21 交通灯倒计时控制与实现·····	202	11.3.1	模数转换显示电路·····	233
9.3.1	交通灯倒计时单元电路·····	202	11.3.2	认识 ADC0808·····	236
9.3.2	认识 74LS192·····	203	11.4	【技能拓展】DAC0832 数模转换器·····	238
9.4	【技能拓展】异步计数器 74LS90 应用·····	204	11.4.1	认识 DAC0832·····	238
9.4.1	认识 74LS90·····	204	11.4.2	锯齿波信号发生器设计与实现·····	241
9.4.2	74LS90 应用·····	206		关键知识点小结·····	243
	【技能训练 9-4】使用 74LS90 实现 0-5 计数显示·····	206		问题与讨论·····	244
	关键知识点小结·····	207		参考文献·····	246

1

手电筒照明电路设计与实现



终极目标

能完成手电筒仿真电路的设计，能应用电路的基本知识，完成手电筒电路分析、电源选择以及手电筒组装和维修。

促成目标

1. 掌握电路的基本物理量；
2. 掌握电路的基本定律；
3. 掌握电路的三种工作状态；
4. 会进行电源、电阻的识别与检测。

1.1 工作模块 1 手电筒照明电路设计



使用干电池、开关和灯泡等元件实现手电筒照明电路。干电池提供 3V 直流电压，闭合开关点亮灯泡。

1.1.1 认识手电筒

手电筒是用于照明的一种手持式电子照明工具(也称为移动照明工具)。虽然是相当简单的设计,但一直迟至 19 世纪末期才被发明,因为它必须借助电池与电灯泡的发明。

1. 手电筒发展

移动照明工具经历过无数的变革,从火把、油灯、蜡烛、煤油灯到白炽灯泡手电、氙气灯泡手电,到现在 21 世纪琳琅满目的 LED 手电等。手电筒发展历程主要经历了四代。

第一代手电:俗称“老式手电”,灯泡一般采用钨丝白炽灯泡,发光效率低,使用寿命较短,易被烧坏。电池采用大号碱性电池,但续航能力不高。手电的外壳为表面电镀的铁皮,轻质但工艺简单。

第二代手电:无论在性能还是外观方面都有了全新的突破。第二代手电的一个典型代表是采用氙气灯泡+碱性电池,灯泡寿命更长,电池续航时间更持久。以铝合金作为外壳材料,表面采用氧化处理工艺,工艺精细,外观精美,色彩丰富,质感颇佳。

第三代手电:最主要的特征是采用了 LED 灯泡,由于 LED 本身结构的原因,色温达到了前所未有的高度,接近甚至超过白光的色温,功耗更低,可靠性更好。发光模式亦首次出现在手电上,深受用户欢迎。

第四代手电:是全新一代手电——智能手电,将传统手电调光技术与 IT 技术相结合,内置开放式可编程智能控制芯片,用户可通过专用软件定制个性化的手电发光模式。

2. 手电筒组成

一个典型的手电筒由一个经由电池供电的灯泡和聚焦反射镜,以及供手持用的手把式外壳构成。典型的手电筒组成如图 1-1 所示。



图 1-1 典型的手电筒组成图

1.1.2 用 Proteus 设计手电筒照明电路

1. 手电筒照明电路设计

Proteus 是由英国 Labcenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件,是近年来备受欢迎的一款新型电子电路设计与仿真软件,功能强大,可以对数模电、单片机、微机原理、嵌入式系统进行仿真。本节通过用 Proteus ISIS 软件设计仿真最简单的手电筒电路来掌握该软件的一些基本操作,帮助初学者入门。

按照工作任务要求,设计一个由干电池(2节1.5V)、开关和灯泡等元件构成的手电筒照明电路。在本工作模块的电路中,把干电池、开关和灯泡串联起来后构成一个直流电路,如图1-2所示。

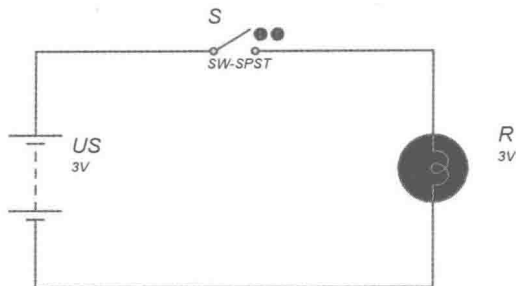


图 1-2 手电筒照明电路

本书使用 Proteus 7.5 SP3 Professional 中文版完成设计。通过双击桌面软件的快捷方式或在桌面上选择“开始”→“程序”→“Proteus 7 Professional”,单击蓝色图标“ISIS 7 Professional”打开应用程序,进入 ISIS Professional 的编辑界面,如图1-3所示。

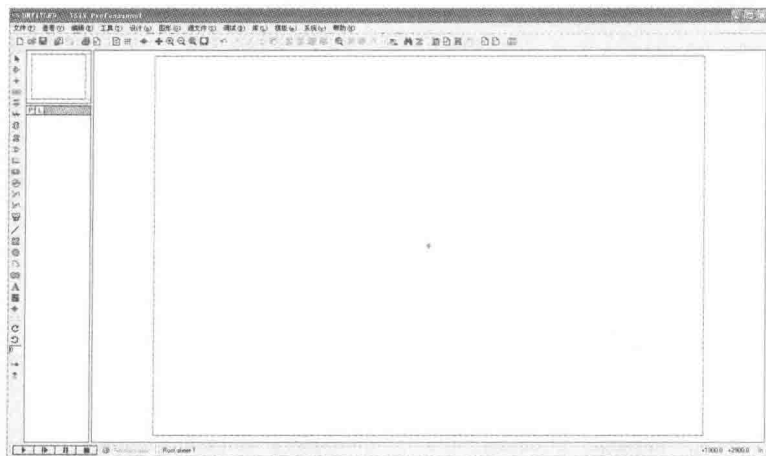



图 1-3 ISIS 集成环境

(1) 新建设计文件:单击“文件”→“新建设计”命令,在弹出的“新建设计”对话框中选择设计模板(一般选择A4图纸),单击“确定”按钮。然后单击“文件”→“保存设计”命令来给设计命名,输入文件名“手电筒照明电路”,并选择保存类型为“设计文件(*.DSN)”。另外,可以通过“模板”→“设置设计默认值”来去掉图上面的文本标志和设置背景,通过“系统”→“设置动画选项”设置电压电流流向。

(2) 调入元件:先单击左边工具栏图标,再单击对象选择器上方的按钮 P,在弹出的对话框左上角有一个 Keywords 输入框,依次输入 BATTERY(干电池)、LAMP(灯泡)、

SW-SPST (单刀单掷开关) 等元件名称, 右边出现符合输入名称的元件列表。双击需要的元器件, 就可以将它调入设计窗口的元件选择器, 如图 1-4 所示。

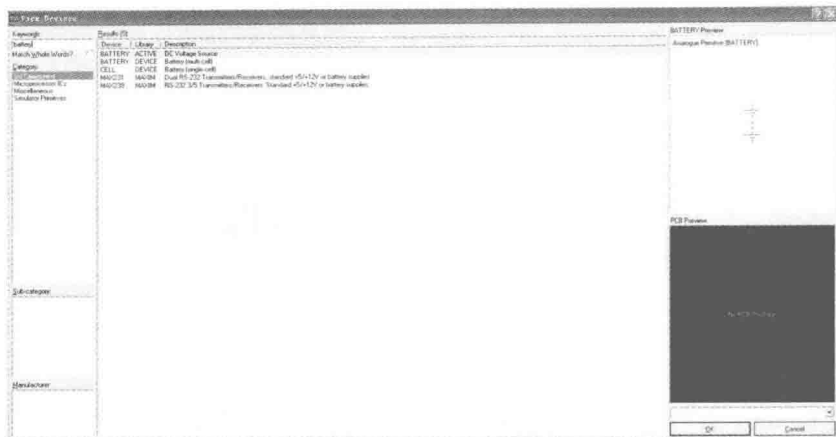


图 1-4 调入元器件

(3) 放置元器件: 在对象选择器中的元件列表中, 单击所用元件, 再在设计窗口单击, 出现所用元件的轮廓, 并随鼠标移动, 找到合适位置, 单击, 元件被放到当前位置。根据需要可以移动调整位置 (调整的过程中可能用到复制粘贴、旋转、放大或缩小画面、删除等操作)。

(4) 连线: 就是把元件的引脚按照需要用导线连接起来。方法是在开始连线的元件引脚处单击左键 (光标接近引脚端点附近会出现红色小方框, 就表示可以了), 移动光标到另一个元件引脚的端点, 单击即可。如果后面还需要画相同形状线的话, 在一个新的起点双击即可。

(5) 修改元件参数: 双击元器件会弹出属性对话框, 修改参数如图 1-5 所示。这里主要把灯泡的电压值修改为 3V。

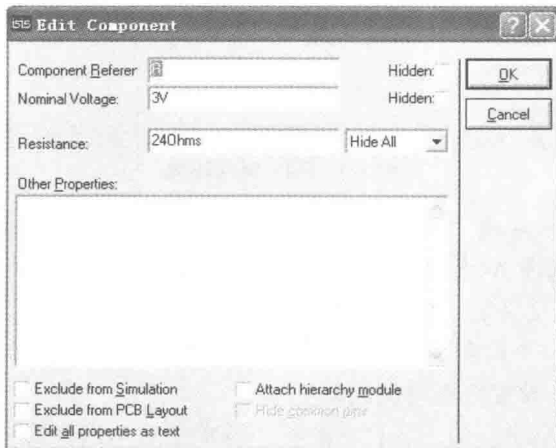


图 1-5 修改元器件参数

(6) 电气规则检查。单击“工具”菜单，选择“电气规则检查”命令，弹出检查结果窗口，完成电气检测。若检测出错，根据提示修改电路图并保存，直至检测成功。电气检测窗口如图 1-6 所示。



图 1-6 电气检测窗口

2. 手电筒电路仿真运行调试

(1) 运行 Proteus 软件，打开“手电筒照明电路”，在灯泡两端并联直流电压表，同时在电路中串联一个直流毫安表，构建手电筒仿真电路如图 1-7 所示。

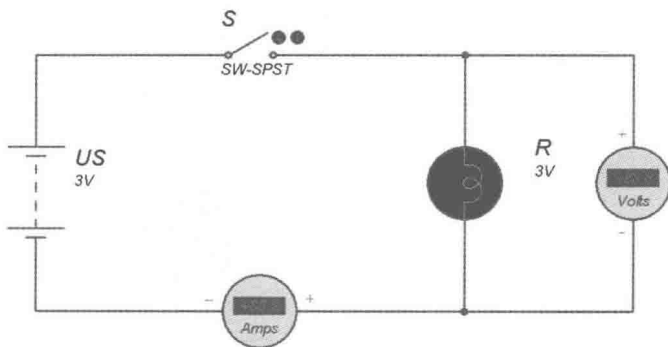



图 1-7 手电筒仿真电路

(2) 全速运行仿真。单击工具栏的“运行”按钮 ，首先闭合 S，仿真运行结果如图 1-8 所示。

3. 手电筒工作过程

在图 1-8 所示的电路中，当开关闭合时，电源正极会流出大量的电荷，电荷的定向移动就形成了电流，它们经过导线、开关流进灯泡，这些电荷在流经灯泡内的钨丝时，钨丝会因发热、温度急剧上升而发光，然后电流再从灯泡流出，回到电源的负极。

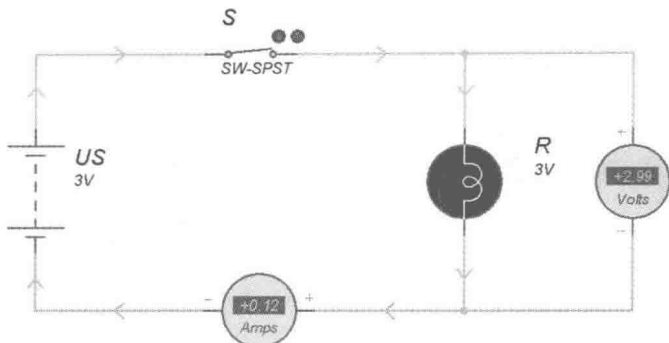


图 1-8 手电筒电路仿真结果

1.2 电路基础知识

1.2.1 认识电路

1. 电路组成

电路 (Electrical circuit) 是由电器设备和元器件按一定方式连接起来, 为电荷流通提供了路径的总体, 也叫电子线路或电气回路, 简称网络或回路。换句话说, 电路就是用导线把电源、用电器、开关连接起来组成电流的路径。简单照明电路如图 1-9 所示。

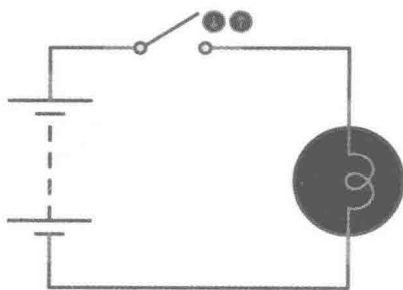


图 1-9 简单照明电路

2. 电路分类

(1) 按其功能分

按其功能不同电路可以分为: 电力电路 (或称强电电路) 和信号电路 (或称弱电电路)。

1) 电力电路主要用来实现电能的传输和转换, 大到全国性的输、配电网, 小到一个手电筒电路;

2) 信号电路主要用来实现信号的传递和处理, 如扩音机和电视机电路等。

(2) 按其供电电源分

按其供电电源不同电路可分为：直流电路（DC）和交流电路（AC）。

1) 直流电是指电压或电流的大小和方向是不随时间而变化的；

2) 日常生活中的交流电是指正弦交流电，它的电压或电流的大小和方向是随时间而变化的，因交流电是按 \sin 函数而变化的波形，与数学上学习过的正弦波曲线一致，因此称为正弦交流电。

3. 理想电路元件

理想电路元件是一种理想化的模型，简称电路元件，如图 1-10 所示。它是在一定条件下对实际器件加以理想化和近似，其电特性唯一、精确，可定量分析和计算。

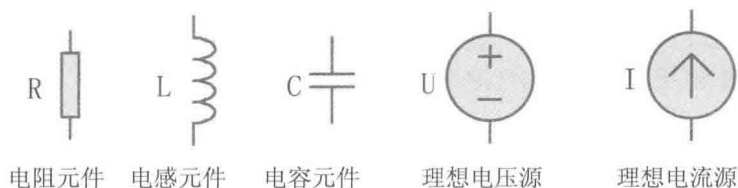


图 1-10 理想电路元件

通常采用的电路元件有电阻元件、电感元件、电容元件、理想电压源、理想电流源，它们都是具有两个引出端的元件，称为二端元件。电阻元件、电感元件和电容元件均不产生能量，称为无源二端元件，如图 1-11 (a) 所示。理想电压源和理想电流源这两种电源元件是在电路中提供能量的元件，称为有源二端元件，如图 1-11 (b) 所示。

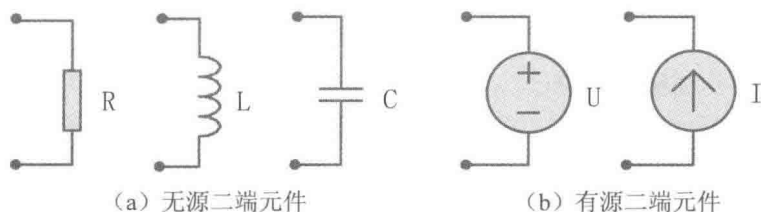


图 1-11 二端元件

电阻元件是消耗电能的元件，电容元件是储存电场能量的元件，电感元件是储存磁场能量的元件，电压源是能够产生和维持一定输出电压的元件，电流源是能够产生和维持一定输出电流的元件。

4. 电路模型

由于各种电路功能不同，其组成形式也千差万别，因此研究方法也不尽相同，为了方便电路的分析和计算，我们引入了电路模型的概念。

下面通过日常生活中最常见、最简单的手电筒电路来找出电路共同的规律，最简单手电筒的电路模型如图 1-12 所示。该电路分别使用导线、电池、开关和灯泡等理想电路元件组成。

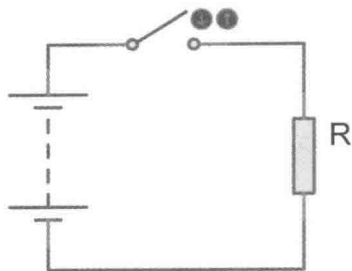


图 1-12 手电筒的电路模型

- 1) 电池的作用是供应电能, 称为电源;
- 2) 开关、导线的作用是控制和传递电能, 称为中间环节;
- 3) 灯泡是消耗电能的用电器, 它能够将电能转化为光能, 称为负载。由于灯泡中耗能的因素远大于产生磁场的因素, 因此灯泡可用电阻元件 R 表示。

1.2.2 电路的基本物理量

电路的作用是进行电能与其他形式的能量之间的相互转换。我们常用一些物理量来表示电路的状态及各部分之间能量转换的相互关系。下面就介绍电路的一些主要物理量。

1. 电流和电流的参考方向

(1) 电流

电流实际上包含两个含义: 第一个含义是电流表示一种物理现象, 即电荷有规则的定向移动形成电流。由于平时人们多称电流强度为电流, 所以电流又代表一个物理量, 这是电流的第二个含义。

(2) 电流大小

电流的大小用电流强度来表示, 电流强度是指在单位时间内通过导体截面积的电荷量, 电流用符号 i 或 I 表示, 单位是安培 (库/秒), 简称安, 用大写字母 A 表示。常用的单位还有毫安 (mA)、微安 (μA) 等。

(3) 电流的参考方向

习惯上是把正电荷运动的方向作为电流的方向, 这也是电流的实际方向或真实方向, 它是客观存在的, 不能任意选择。

在简单电路中, 电流的实际方向能通过电源或电压的极性很容易地确定下来。但是, 在复杂电路中, 如图 1-13 所示, 其中 A 到 B 这一段电路的电流实际方向就很难确定。

因此, 为了分析和计算电路的需要, 引入了电流参考方向的概念, 参考方向又称假定正方向, 简称正方向。

所谓正方向, 就是在一段电路里, 从两种可能的电流实际方向中, 任意选择一个作为参考方向 (即假定正方向)。当实际的电流方向与参考方向相同时, 电流是正值; 当实际的电流方向与参考方向相反时, 电流就是负值。电路中电流的正方向一经确定, 在整个分析与计算的