


中天传播


世纪英才

中职项目教学系列规划教材

(电工电子类专业)

电子线路CAD基本功

王国玉 主 编

冯 睿 赵永杰 副主编

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才中职项目教学系列规划教材（电工电子类专业）

电子线路 CAD 基本功

王国玉 主编

冯 睿 赵永杰 副主编

人民邮电出版社
北 京



图书在版编目(CIP)数据

电子线路CAD基本功 / 王国玉主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.9
(世纪英才中职项目教学系列规划教材. 电工电子类专业)
ISBN 978-7-115-20813-2

I. 电… II. 王… III. 电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件—专业学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第068916号

内 容 提 要

本书是一本中等职业院校电子线路CAD方面的教材。本书在内容组织、结构编排及表达方式等方面都作出了重大改革,以基本功为基调,以国家电子线路CAD教学大纲和职业技能鉴定要求为导向,通过“项目教学”来学习理论,再通过学习理论来指导实训,充分体现理论和实践的结合。教材共有11个项目,分别是Protel DXP认知一——绘制单管放大电路原理图、Protel DXP认知二——绘制无线电传声器原理图、Protel DXP认知三——绘制单片机显示电路原理图、绘制单片机系统层次原理图、网络表及相关文件的生成、单管放大电路PCB的设计、三端稳压电源PCB的设计、单片机显示电路PCB的设计、单片机系统PCB的设计、U盘PCB的设计、单管放大电路的仿真。涵盖了Protel DXP的基本技能和基本知识,突出了“基本功”。

本书特点是针对性、实用性强,图文并茂,语言通俗易懂。主要适用于中等职业学校电子技术应用、电子电器和机电技术应用、自动化、计算机硬件等专业作为教材使用,同时也可以作为从事电子电路印制电路板设计的技术人员短训班的教材。

世纪英才中职项目教学系列规划教材(电工电子类专业)

电子线路CAD基本功

-
- ◆ 主 编 王国玉
 - 副 主 编 冯 睿 赵永杰
 - 责任编辑 丁金炎
 - 执行编辑 洪 婕
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25
字数: 318千字 2009年9月第1版
印数: 1—3 000册 2009年9月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20813-2/TN

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

世纪英才中职项目教学系列规划教材

编 委 会

顾 问：姜大源 刘邦祥

主任委员：王国玉 杨承毅

委 员：(以姓氏笔画为序)

马 峰	马朋飞	马书群	马翊钧	车世明	王根宝
王经万	王 君	王奎英	王利懿	王庆海	王韶锋
王 曦	王学瑞	王永红	王质云	白小海	冯 睿
付克达	台 畅	仝桂梅	叶 原	江新顺	刘海峰
刘建民	刘起义	刘晓武	吕 燕	任华魁	孙吉云
闫爱民	朱灯华	朱滢元	何应俊	李国举	李开慧
李 明	李世英	李文华	李 峡	李尤举	李友节
李占平	李中显	李宗忍	苏全卫	吴金龙	吴廷鑫
肖勤安	余铁梅	张国俭	张皓明	张 华	张 立
张少利	张树周	张小平	张修达	张彦锋	张玉枝
张自蕴	陈清顺	陈子聪	陈志刚	金 杰	林 春
罗 敬	武 燕	杨广宇	杨 鑫	杨永年	杨幸福
易法刚	周四六	周自斌	周志文	侯爱民	侯建胜
胡国喜	胡 祎	姜宏伟	柳其春	赵 杰	赵庆丰
赵永杰	高康欣	高茂岭	贾海朝	涂 波	徐 辉
徐 艳	徐宗敏	黄瑞冰	黄伟琦	程立群	董代进
辜小兵	景伟华	彭学勤	温宇庆	路子凌	煞莎莎
雍照章	蔡永超	翟秀慧	薛应华		

策 划：丁金炎 彭保林

2008年12月13日,“教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见”【教职成〔2008〕8号】指出:中等职业教育要进一步改革教学内容、教学方法,增强学生就业能力;要积极推进多种模式的课程改革,努力形成就业导向的课程体系;要高度重视实践和实训教学环节,突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色。教育部对当前中等职业教育提出了明确的要求,鉴于沿袭已久的“应试式”教学方法不适应当前的教学现状,为响应教育部的号召,一股求新、求变、求实的教学改革浪潮正在各中职学校内蓬勃展开。

所谓的“项目教学”就是师生通过共同实施一个完整的“项目”而进行的教学活动,是目前国家教育主管部门推崇的一种先进的教学模式。“世纪英才中职项目教学系列规划教材”丛书编委会认真学习了国家教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见,组织了一些在教学一线具有丰富实践经验的骨干教师,以国内外一些先进的教学理念为指导,开发了本系列教材,其主要特点如下。

(1) 新编教材摒弃了传统的以知识传授为主线的知识架构,它以项目为载体,以任务来推动,依托具体的工作项目和任务将有关专业课程的内涵逐次展开。

(2) 在“项目教学”的教学环节的设计中,教材力求真正地去体现教师为主导,学生为主体的教学理念,注意到要培养学生的学习兴趣,并以“成就感”来激发学生的学习潜能。

(3) 本系列教材内容明确定位于“基本功”的学习目标,既符合国家对中等职业教育培养目标的定位,也符合当前中职学生学习与就业的实际状况。

(4) 教材表述形式新颖、生动。本系列教材在封面设计、版式设计、内容表现等方面,针对中职学生的特点,都做了精心设计,力求激发学生的学习兴趣,多采用图表结合的版面形式,力求学习直观明了:多采用实物图形来讲解,力求形象具体。

综上所述,本系列教材是在深入理解国家有关中等职业教育教学改革精神的基础上,借鉴国外职业教育经验,结合我国中等职业教育现状,尊重教学规律,务实创新探索,开发的一套具有鲜明改革意识、创新意识、求实意识的系列教材。其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列教材有什么意见和建议,或者您也愿意参与到本系列教材中其他专业课教材的编写,可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系,也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

丛书编委会

前言

Foreword

在我国，项目教学法在中等职业学校近年来刚刚起步，并且全国还没有“基本功”这类教材。本套教材以“基本功”为基调，可以说是全国首创。

本书在内容组织、结构编排及表达方式等方面都作出了重大改革，以“基本功”为基调，通过做项目学习理论，通过学习理论指导实训，充分体现了理论和实践的结合；强调“先干再学，边干边学”，使学生能够快速入门，把学习 Protel DXP 软件的过程变得轻松愉快，越学越想学。本书以具体项目为单元，以操作为主线，以技能为核心，将电子设计自动化的基础理论融合到具体电子线路中进行编写，同时兼顾项目前、后的相关要求和国家标准等内容。

本书详述了目前全国中等职业学校电子大赛中最常使用的各种电子线路、基本画法，并有专为掌握基础理论与技能而设计的技能训练。全书以国家电子线路 CAD 教学大纲和职业技能鉴定要求为导向，确定知识点，共有 11 个项目，涵盖了 Protel DXP 的基本技能和基本知识，突出了“基本功”。本书中安排了 20 个学时的选修内容，使教学具有一定的弹性。

本书由河南省学术技术带头人（中职）河南信息工程学校王国玉高级工程师任主编，河南新乡第一职业中专冯睿和南阳广播电视大学赵永杰任副主编。参编老师分工如下：王国玉编写项目一；冯睿编写项目二；郑州市电子信息工程学校金杰编写项目三；河南信息工程学校李文杰编写项目四；南阳农业学校谢靖编写项目五；新郑市中等专业学校路子凌编写项目六；赵永杰编写项目七和附录；河南机电学校徐鹏飞编写项目八；郑州市电子信息工程学校吴廷鑫编写项目九；河南信息工程学校胡祎编写项目十；平顶山市经济管理学校景伟华编写项目十一。全书由王国玉统稿。

本书由南阳理工学院电子与电气工程系主任高有堂教授担任主审，他对全书进行了认真、仔细审阅，提出了许多具体、宝贵的意见，对确保教材质量起到了重要作用；同时，本书在创作中还得到了杨承毅等编委会老师的指导和帮助，在此一并向他们表示诚挚的谢意。

另附教学建议学时表如下所示，在实施中任课教师可根据具体情况适当调整和取舍，其中标有“*”符号的内容作为选修内容。

学时分配参考表

序 号	内 容	学 时
项目一	Protel DXP 认知一——绘制单管放大电路原理图	6
项目二	Protel DXP 认知二——绘制无线电传声器原理图	6
项目三	Protel DXP 认知三——绘制单片机显示电路原理图	8
项目四	绘制单片机系统层次原理图	6
项目五	网络表及相关文件的生成	4
项目六	单管放大电路 PCB 的设计	8
项目七	三端稳压电源 PCB 的设计	8
项目八	单片机显示电路 PCB 的设计	8
项目九	*单片机系统 PCB 的设计	10
项目十	*U 盘 PCB 的设计	10
项目十一	单管放大电路的仿真	4
总学时数		78

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2009 年 3 月

目 录

Contents

项目一 Protel DXP 认知一——绘制单管放大电路原理图	1
一、项目基本技能	1
任务一 Protel DXP 的启动和主窗口的认知	1
任务二 加载和卸载元件库	3
任务三 放置原理图元件	4
任务四 原理图元件的连线	8
二、项目基本知识	9
知识点一 电子线路 CAD 概述	9
知识点二 原理图的一般设计流程和基本原则	10
项目二 Protel DXP 认知二——绘制无线电传声器原理图	13
一、项目基本技能	13
任务一 绘制无线电传声器原理图	13
二、项目基本知识	20
知识点一 原理图文件中图纸设置	20
知识点二 元件的查找	22
知识点三 原理图元件的调整	23
知识点四 放置电源和接地符号	26
知识点五 原理图模板的制作和调用	28
项目三 Protel DXP 认知三——绘制单片机显示电路原理图	36
一、项目基本技能	36
任务一 绘制单片机数码显示电路原理图	36
二、项目基本知识	41
知识点一 创建原理图元件	41
知识点二 画几何图形	44
知识点三 复制、编辑原理图元件	49
知识点四 元件引脚的修改	51
知识点五 制作含有子件的原理图元件	52

知识点六 元件库格式的转换	53
知识点七 绘制总线、添加网络标号	56
项目四 绘制单片机系统层次原理图	61
一、项目基本技能	61
任务一 绘制单片机系统层次原理图	61
二、项目基本知识	70
知识点一 层次原理图的基本概念	70
知识点二 从上向下层次原理图的绘制	71
知识点三 从下向上层次原理图的绘制	73
项目五 网络表及相关文件的生成	79
一、项目基本技能	79
任务一 网络表及相关文件的生成	79
二、项目基本知识	83
知识点一 原理图的电气规则检查	83
知识点二 网络表	85
知识点三 生成相关报表	86
知识点四 打印原理图文件	89
项目六 单管放大电路 PCB 的设计	92
一、项目基本技能	92
任务一 单管放大电路 PCB 的设计	92
二、项目基本知识	101
知识点一 认识印制电路板	101
知识点二 印制电路板的设计流程	103
知识点三 Protel DXP 中印制电路板的层面	103
知识点四 添加 PCB 元件库	105
知识点五 元件布局	106
知识点六 自动布线	108
项目七 三端稳压电源 PCB 的设计	111
一、项目基本技能	111
任务一 三端稳压电源 PCB 的设计	111
二、项目基本知识	116
知识点一 常用元件封装	116
知识点二 更改元件封装	119
知识点三 手工布局	120
知识点四 手工布线	122
知识点五 3D 效果图	124
知识点六 PCB 的进一步检查	124

项目八 单片机显示电路 PCB 的设计	128
一、项目基本技能	128
任务一 单片机显示电路 PCB 的设计	128
二、项目基本知识	130
知识点一 载入网络表时常见错误的修改	130
知识点二 手工修改导线	134
知识点三 电源端点的添加	136
知识点四 标注和说明性文字的添加	137
知识点五 安装孔和标注尺寸的添加	139
知识点六 补泪滴处理	140
知识点七 包地	141
*项目九 单片机系统 PCB 的设计	146
一、项目基本技能	146
任务一 单片机系统 PCB 的设计	146
二、项目基本知识	151
知识点一 创建 PCB 元件封装库元件	151
知识点二 利用向导创建 PCB 元件引脚封装	152
知识点三 手工创建 PCB 元件引脚封装	157
知识点四 手工修改导线	162
知识点五 补泪滴、包地和覆铜	164
知识点六 DRC 检查和错误排除	166
*项目十 U 盘 PCB 的设计	169
一、项目基本技能	169
任务一 U 盘 PCB 的设计	169
二、项目基本知识	190
知识点一 表面贴装技术与元器件	190
知识点二 多层板元件布局	192
知识点三 内电层分割	193
项目十一 单管放大电路的仿真	196
一、项目基本技能	196
任务一 单管放大电路的仿真	196
二、项目基本知识	199
知识点一 电子线路仿真的基本概念	199
知识点二 设置仿真元件	200
知识点三 设置仿真激励源参数	201
知识点四 电路仿真类型和参数设置	203

附录 1	GB 9315—88 规定的电路板外形尺寸	207
附录 2	设计命令及快捷键汇总表	208
附录 3	印制电路板设计工（中级）考核大纲	210
附录 4	印制电路板设计工（中级）技能鉴定评分表	212
附录 5	印制电路板设计工（中级）样题	214

项目一 Protel DXP 认知——绘制 单管放大电路原理图

项目情境创设

电子信息技术的飞速发展依托于微电子技术的发展,手工设计电子产品的 PCB (印制电路板) 已不能适应电子技术发展的需要。手机的发展最具代表性,手机中的 PCB 设计越来越复杂、精密,其设计和工艺水平直接影响到手机的发展。所以我们必须借助计算机来完成 PCB 的设计工作,这就为 CAD (计算机辅助设计) 软件的发展提供了空间。

项目学习目标

学 习 目 标		学 习 方 式	学 时
技能目标	① 了解 Protel DXP 的启动、主窗口的组成及作用; ② 掌握 Protel DXP 的元件库及安装、删除方法; ③ 掌握原理图元件的放置、属性的设置及导线的连接; ④ 熟悉多管放大电路原理图的绘制; ⑤ 熟悉门铃电路原理图的绘制	学生上机操作, 教师指导、答疑 重点: 原理图元件的放置、属性的设置及导线的连接	4 课时
知识目标	① 了解电子线路 CAD 的基本概念、基本功能; ② 熟悉设计的基本流程	教师讲授	2 课时

项目基本功

一、项目基本技能

任务一 Protel DXP 的启动和主窗口的认知

在动手自己绘制一个简单的 PCB 文件之前,需要对基本操作和基本知识有所认识,这就是本项目要解决的问题。

1. Protel DXP 的启动

Protel DXP 安装完成后, 可以从操作系统桌面上, 单击【开始】→【DXP 2004 SP2】, 或者单击【开始】→【程序】→【Altium SP2】→【DXP 2004 SP2】快捷图标, 进入 Protel DXP, 如图 1-1 所示。

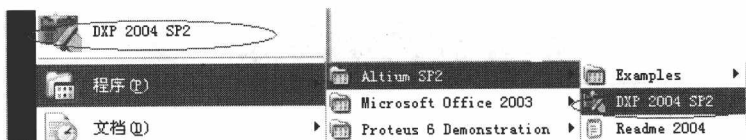


图 1-1 Protel DXP 的启动

2. Protel DXP 主窗口的认知

启动 Protel DXP 后, 即可进入 Protel DXP 的主窗口管理面板。Protel DXP 主窗口主要由菜单栏、工具栏、工作区、工作区面板、状态栏和命令行、标签栏等组成, 如图 1-2 所示。

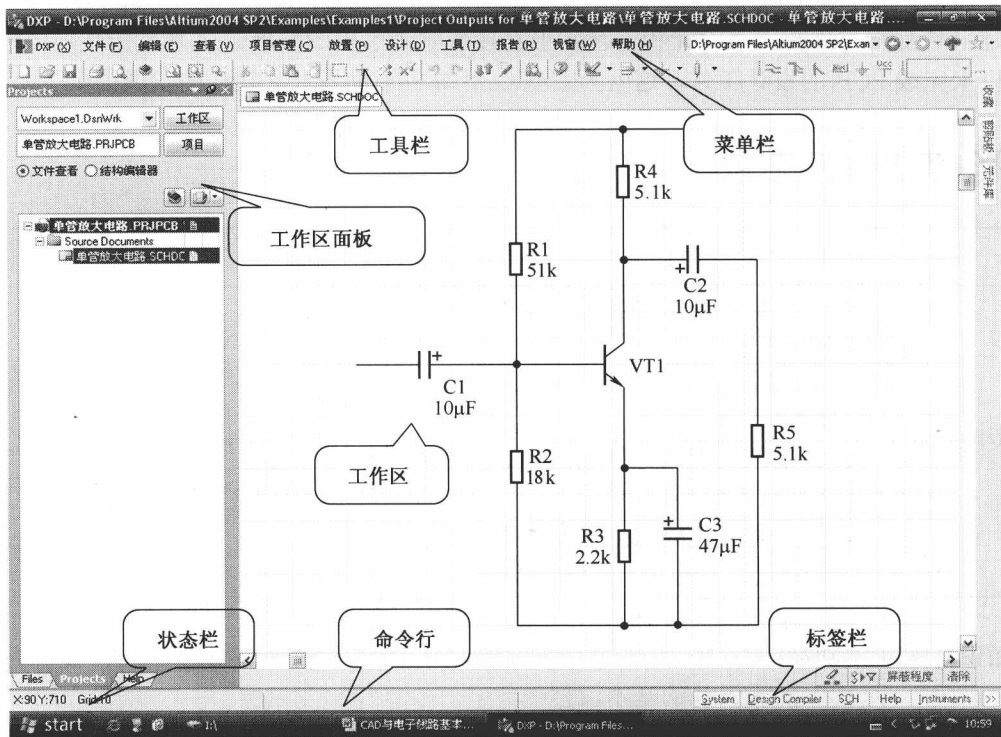


图 1-2 Protel DXP 的主窗口管理面板

3. 菜单栏和工具栏

Protel DXP 的菜单栏如图 1-3 所示, 菜单右边括号里面的英文字母为相应的快捷键。

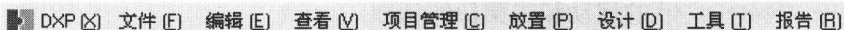


图 1-3 Protel DXP 的菜单栏

工具栏包括设计时常用的工具，可以执行【查看】→【工具栏】下的各种菜单命令打开和关闭各工具栏。

4. 工作区

工作区是设计工程文档的编辑窗体，各种类型文档在打开时都会有自己的设计窗口，同时菜单栏和工具栏也会根据文档的类型作相应的调整。

5. 标签栏、状态栏和命令行

标签栏一般位于工作区的右下方，它的各个按钮用来启动相应的工作区面板。状态栏用于显示当前的设计状态。命令行用于显示当前正在使用的命令。

任务二 加载和卸载元件库

1. 元件库

在绘制原理图之前，首先要分析原理图中所用到的元件属于哪个元件库，然后将其添加到 Protel DXP 的当前元件库列表中。

Protel DXP 的元件库有 3 类：原理图元件库 SchLib、PCB 引脚封装库 PCBLib、集成元件库 IntLib。其中集成元件库指该库既包含原理图元件库，又包含 PCB 引脚封装库，并且库中原图元件相应的引脚封装包含在 PCB 引脚封装库中。

系统默认情况下，已经载入了 2 个常用的元件库，即常用元器件杂项集成库——Miscellaneous Devices.IntLib 和常用接插件杂项集成库——Miscellaneous Connectors.IntLib。一般电阻、电容、二极管、三极管等位于 Miscellaneous Devices.IntLib 中，常用的接插件位于 Miscellaneous Connectors.IntLib 中，对这两个库中的元件应非常熟悉，如果要使用其他元件，就要载入相应的元件库。

2. 认识库管理器

单击菜单栏【设计】→【浏览元件库】或单击右边标签栏【元件库】，可以打开库管理器，如图 1-4 所示。在库选择框中可以选当前载入的元件库，在过滤器中输入要选择的元件名特征字符串（字符不详的位置用“*”或“？”代替），可使元件浏览框中只显示当前库中带该特征字符串的元件名。元件浏览框和封装浏览框显示当前选中元件的符号和封装图形。

3. 安装元件库

(1) 打开库文件面板

在工作区右侧（或标签栏）单击【元件库】按钮，即可打开库文件面板，如图 1-4 所示。可以在当前元件库下拉列表框中选择其他元件库作为当前元件库。

(2) 打开可用元件库对话框

单击库文件面板中的【元件库】按钮，

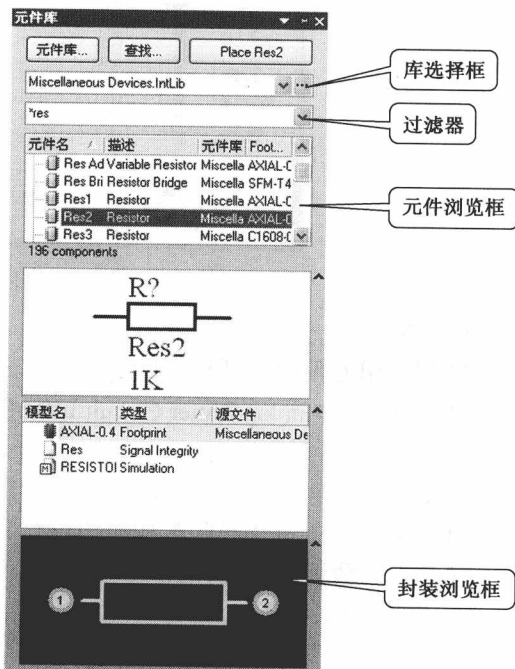


图 1-4 库管理器

弹出如图 1-5 所示的可用元件库对话框。

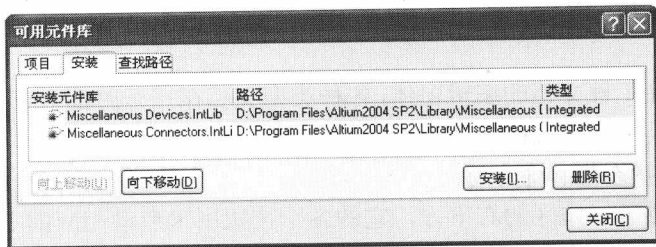


图 1-5 添加、移除元件库对话框

(3) 安装元件库

在可用元件库对话框中单击下方的【安装】按钮，弹出打开对话框，如图 1-6 所示。Protel DXP 的常用元件库默认保存在安装盘的“Program Files\Altium\Library”下，选中要安装的元件库，此处设置要安装的元件库为“Program Files\Altium\Library\Texas Instruments”目录下的“TI Analog Timer Circuit.IntLib”，单击【打开】按钮，此时可以看到该库已经添加到元件库列表栏中了。

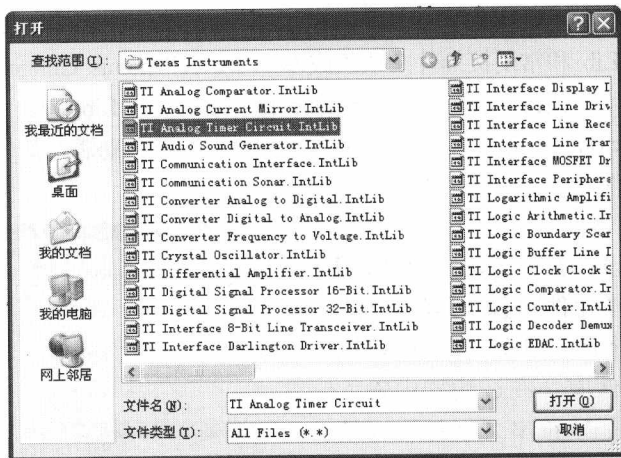


图 1-6 选择元件库对话框

(4) 完成

关闭可用元件库对话框，回到库文件面板中，在元件库下拉列表框中已经有了刚添加的元件库“TI Analog Timer Circuit.IntLib”，可以使用该库中的元件。

4. 删除元件库

如果想将已经添加的元件库删除，可以在图 1-5 可用元件库对话框中，选中要删除的元件库名后，单击【删除】按钮即可。

任务三 放置原理图元件

1. 设置图纸

(1) 设置图纸

① 设置图纸属性。执行菜单命令【设计】→【文档选项】，结果如图 1-7 所示。



图 1-7 设置图纸属性对话框

② 设置图纸尺寸。图纸尺寸决定了图纸的大小，用户可以根据原理图的复杂程度和元件多少确定图纸大小。选择图纸属性对话框中的【标准风格】下拉列表框，选定一种图纸即可。

Protel DXP 提供的标准图纸有以下几种。

公制：A0、A1、A2、A3、A4。

英制：A、B、C、D、E。

其他：OrcadA、OrcadB、OrcadC、OrcadD、OrcadE、Letter、Legal、Tabloid。

③ 设定图纸方向。Protel DXP 的图纸方向有两种。选择图纸属性对话框中的【方向】下拉列表框即可设定，默认为水平横向。

【Landscape】：水平横向。

【Portrait】：垂直纵向。

④ 设置标题栏。标题栏指图纸右下方的表格，用来填写文件名称，图纸序号、作者等信息。可以根据实际情况选择是否需要和需要何种标题栏。

a. 设置是否显示标题栏。单击图纸属性对话框中的【图纸明细表】复选框，复选框中为“√”表示选中该项，则图纸右下方显示标题栏。

b. 设置标题栏类型。设置显示标题栏后，还可在其右边的下拉列表框中进一步选择标题栏类型。

Protel DXP 的标题栏类型有两种：【Standard】标准模式和【ANSI】美国国家标准协会模式，系统默认为标准模式。图 1-8 所示是标准模式标题栏的格式。

Title		
Size	Number	Revision
B		
Date:	2008-11-6	Sheet of
File:	D:\Program Files\门铃电路.SCHDOC	Drawn By:

图 1-8 标准模式标题栏的格式

(2) 设置图纸网格

图纸网格指为了绘图方便，图纸按照设定的单位划分为许多小方格。使用网格可以使绘制的图纸美观整齐，可以根据实际情况选择网格大小。图纸网格分为以下 3 种。

【可视】：将图纸放大后可以看到的小方格，默认值为 10 个单位。

【捕捉】：画图时，图件移动的基本步长，默认值为 10 个单位。即元件移动或画线时，以 10 个单位为基本步长移动光标。

【电气网格】：设置电气网格可以在元件放置和连线时自动搜索电气节点。如果选中该项，则在连线时会以【网格范围】栏中的设定值为半径，以光标中心为圆心，向四周搜索电气节点，并自动跳动电气节点处，以方便连线，如图 1-9 所示。

(3) 将原理图放大并移动到适当位置

新建一个原理图文件，为了便于在图纸上放置元件，必须将图纸按适当比例放大并移动到适当位置。

图纸显示比例可以使用工具栏中的，也可以使用快捷键 Page Up 和 Page Down，每按一次，图纸的显示比例放大或缩小一次，可以连续使用。

图纸的移动可以通过图纸边缘的滑动块来实现，在元件放置或连线过程中，图纸会随光标的移动而自动调整位置。

2. 放置元件

(1) 选择所需的元件库

要绘制如图 1-10 所示的单管放大电路，用到的元件如表 1-1 所示，它们都位于常用元件杂项集成库——Miscellaneous Devices.IntLib 中，因此在库文件面板中选择此库。

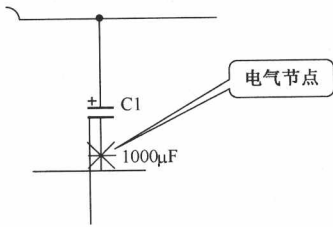


图 1-9 电气网格

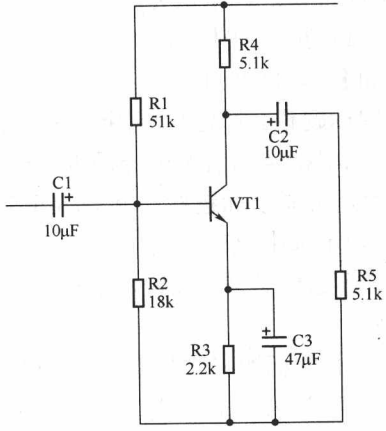


图 1-10 单管放大电路

表 1-1 单管放大电路元件表

元件类型各编号	原理图元件名称	元件库
电阻 R1~R5	Res2	Miscellaneous Devices.IntLib
电解电容 C1~C3	Cap Pol1	
三极管 VT1	NPN	