

PCB制图 与制版实训

- 浙江省职业技能教学研究所 组织编写
- 丁明军 主编



浙江科学技术出版社

职业技能培训丛书

PCB制图 与制版实训

浙江省职业技能教学研究所 组织编写

丁明军 主编

 浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

PCB 制图与制版实训/丁明军主编;浙江省职业技能教学研究所组织编写. —杭州:浙江科学技术出版社,2015.3

(职业技能培训丛书)

ISBN 978-7-5341-6542-9

I. ①P… II. ①丁…②浙… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—技术培训—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 051064 号

丛 书 名 职业技能培训丛书
书 名 PCB 制图与制版实训
组织编写 浙江省职业技能教学研究所
主 编 丁明军

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006
办公室电话: 0571-85176593
销售部电话: 0571-85176040
网 址: www.zkpress.com
E-mail: zkpress@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 浙江新华印刷技术有限公司
经 销 全国各地新华书店

开 本	787×1092 1/16	印 张	13.25
字 数	290 000		
版 次	2015 年 3 月第 1 版	2015 年 3 月第 1 次印刷	
书 号	ISBN 978-7-5341-6542-9	定 价	36.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社销售部负责调换)

责任编辑	罗 瑾	责任校对	赵 艳
封面设计	孙 菁	责任印务	崔文红

前言

职业技能培训是提高劳动者技能水平和就业创业能力的主要途径。大力加强职业技能培训工作,建立健全面向全体劳动者的职业技能培训制度,是实施扩大就业的发展战略,解决就业总量矛盾和结构性矛盾,促进就业和稳定就业的根本措施;是贯彻落实人才强国战略,加快技能人才队伍建设,建设人力资源强国的重要任务;是加快经济发展方式转变,促进产业结构调整,提高企业自主创新能力和核心竞争力的必然要求;也是推进城乡统筹发展,加快工业化和城镇化进程的有效手段。为认真贯彻落实全国、全省人才工作会议精神和《国务院关于加强职业培训促进就业的意见》、《浙江省中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》,切实加快培养适应我省经济转型升级、产业结构优化要求的高技能人才,带动技能劳动者队伍素质整体提升,浙江省人力资源和社会保障厅规划开展了职业技能培训系列教材建设,由浙江省职业技能教学研究所负责组织编写工作。该系列教材第五批共15册,主要包括龙泉青瓷、东阳木雕花卉卷、东阳木雕综合卷、泰顺石雕、家政服务与管理、汽车保险与理赔实务、物流设备应用与管理、PCB制图与制版实训、电子创新设计与制作实训(上、下册)等地方产业、新兴产业以及特色产业方面的技能培训教材。本系列教材针对职业技能培训的目的要求,突出技能特点,便于各地开展农村劳动力转移技能培训、农村预备劳动力培训等就业和创业培训,以及企业职工、企业生产管理人员技能素质提升培训。本系列教材也可以作为技工院校、职业院校培养技能人才的教学用书。

电子信息产业技术含量高、渗透性强、覆盖面广、产业关联度高、带动作用强,

应用于各行各业,是很多区域经济的支柱性产业,贯穿于整个经济命脉,已经成为世界第一大产业,电子信息产业的发展以及电子信息技术对制造业和服务业的渗透更是被视为国际竞争力的标志,产业的巨大规模需要大量的生产、管理、销售、服务第一线实用型技术人才,而培养实用型人才正是职业学校的任务和使命。

电子信息产业的技术性都很强,需要从业人员具备足够的应用能力和动手能力,实训教学是培养应用能力和动手能力的重要教学环节,要保证实训教学效果,必须精选实训内容、科学设计实训项目、采取合理的实训手段,使实训教学更贴近实际工作岗位,即实训教材对于提高实训教学质量至关重要。

本书遵循电子产品“设计制作→生产管理→检验测试→销售”这一主线,明晰典型工作任务,依据从业人员的职业成长规律和认知规律,将典型工作任务所要求的技能点从低到高归纳为基本技能、核心能力和创新能力三个不同的层次。

本书采用项目化教学形式,每一项目选用典型的电子产品为载体,通过两到三个层次展现出来,由最基本的技能训练开始,到较复杂的典型电子电路或电子产品的综合训练,循序渐进,培养学生完成典型工作任务完整工作过程所需要的职业核心能力和职业综合素质。本书充分反映了近几年职业教育的教学改革成果,对引领电子信息类专业的建设及人才培养质量的提升,具有积极作用。

本书内容包括:绘制原理图、元件符号的修改与创建、绘制 PCB 图、编辑元件封装、电路板的制作、综合训练以及计算机辅助设计(Protel 平台)绘图员考试大纲。

本书采用多数企业选用的 Protel 99 SE 软件作为应用软件,可作为职业学校实训指导书,又可作为技术人员的参考书,还可作为考证培训教材。

本书由浙江机电职业技术学院丁明军担任主编,由陈基伟、周志青、吴弋旻、庞家成担任副主编。其中预备知识由丁明军编写,项目一、项目二由杭州科技职业技术学院庞家成编写,项目三由浙江机电职业技术学院陈基伟编写,项目四、项目六由湖州职业技术学院周志青编写,项目五由杭州职业技术学院吴弋旻编写,计算机辅助设计绘图员考核相关内容由杭州新三联电子有限公司绳亚伦高级工程师编写。陈梓城教授担任本书主审,对本书的编写思路及内容提出了许多宝贵

的意见,对本书的文字校对、部分插图的核对做了大量工作,在此表示感谢。另外,本书还参考了由深圳华为技术有限公司发布的企业标准《印刷电路板(PCB)设计规范》。

由于编写时间和协调等原因,书中难免存在不妥之处。敬请广大读者多提宝贵意见,使我们不断改进和完善。

浙江省职业技能教学研究所

2013 年 8 月

目 录

预备知识	1
一、Protel 99 SE 软件安装步骤	2
二、创建一个工程文件	3
项目一 绘制原理图	7
任务一 语音放大器电路绘制	8
一、语音放大器基础	8
二、绘制语音放大器原理图	10
任务二 单片机控制的 LED 灯层次电路绘制	27
一、单片机控制的 LED 灯	27
二、层次电路设计概念	28
三、层次电路图绘制	30
绘图员考试原理图部分考试要点	45
项目二 元件符号的修改与创建	49
任务一 元件符号的修改	50
一、元件符号修改的意义	50
二、继电器及其元件符号的画法	50
三、元件符号修改的方法	51
任务二 元件符号的创建	59
一、创建元件符号的意义	59
二、微处理器 MSP430F149 芯片	60

三、MSP430F149 原理图符号的创建	61
绘图员考试原理图元件库部分考试要点	65
项目三 绘制 PCB 图	68
任务一 印制电路板基础知识	69
一、组成	69
二、主要分类	70
任务二 语音放大器 PCB 绘制	71
一、原理图生成网络表	71
二、输入原理图中的元件封装	72
三、重新生成原理图网络表	79
四、编辑环境的设置	79
任务三 PCB 的可制造性设计	100
一、可制造性设计基础知识	100
二、单片机控制的 LED 灯 PCB 设计	104
绘图员考试原理图 PCB 部分考试要点	112
项目四 编辑元件封装	115
任务一 认识元件封装	116
一、元件封装概念	116
二、封装图的结构	117
三、元件封装的名称	118
四、元件封装库	118
任务二 元件封装库及其管理	119
一、元件封装库的加载	119
二、元件封装库的卸载	119
三、浏览元件	120
任务三 PCB 元件库编辑器的应用	121
一、启动 PCB 元件库编辑器	121
二、PCB 元件库编辑器主窗口	122
三、创建 PCB 元件封装	123

任务四 手工绘制 PCB 元件封装	125
任务五 利用向导绘制 PCB 元件封装	129
任务六 绘制新型的 PCB 元件封装	132
任务七 元件封装与元件符号的引脚对应	137
任务八 制作专用元件库	139
绘图员考试原理图 PCB 元件库部分考试要点	140
项目五 电路板的制作	143
任务一 印制电路板基础知识	144
一、印制电路板的组成	144
二、印制电路板的种类	145
三、印制电路板的板材、形状、尺寸和厚度	146
四、电路板图文件的打印	147
任务二 热转印电路板的制作	150
任务三 曝光法制作电路板	158
任务四 雕刻机制作电路板	162
一、雕刻法制作电路板的优点	162
二、电路板雕刻机操作流程	163
三、雕刻机操作步骤	163
任务五 工业化批量制作电路板	165
一、电路板生产制造设备	165
二、印制电路板的质量检验设备	169
三、印制电路板的工业制作	170
项目六 综合训练	177
任务一 电子节能灯 PCB 的设计	178
一、产品介绍	178
二、节能灯知识	178
三、节能灯外形与电路原理图	179
四、电路工作原理介绍	180
五、准备工作	181

六、PCB 设计时考虑的因素	183
七、加载网络表和元件封装	184
八、手工布局	184
九、手工布线	185
任务二 数字电压表头 PCB 的设计	187
一、产品介绍	187
二、数字电压表头外形尺寸与电路原理图	188
三、电路工作原理介绍	189
四、准备工作	192
五、PCB 设计时考虑的因素	194
六、加载网络表和元件封装	194
七、手工布局	195
八、自动布线	196
附 录 计算机辅助设计(Protel 平台)绘图员考试大纲	198
参考文献	200

预备知识

项目引入

电路图是用约定符号绘制的一种表示电路结构的图形,通过分析电路图就可以确定实际电路的工作情况。在没有计算机辅助设计的年代,工程技术人员可以用图纸进行电路设计,确认完善后再进行实际的电路元件安装,通过调试、改进,直至成功。在计算机辅助设计出现后,随着各种功能强大的电路设计软件的出现,工程技术人员可以应用先进的计算机软件来进行电路的辅助设计,甚至进行虚拟的电路实验,大大提高了工作效率。本教程所描述的 Protel 99 SE 软件就具备上述的相关功能。

项目目标

技能目标	相关知识
1. 学会软件的安装与启动,工作环境的设置 2. 学会创建工程文件,向工程文件添加新文件 3. 学会保存文件	1. 计算机基本操作 2. 计算机文件的操作 3. 数据库结构和文件管理方式

项目实施条件

序 号	名 称	型号与规格	数 量
1	计算机硬件配置	CPU Pentium II 300MHz 以上;内存 128MB;硬盘 6GB 以上;显示器 1024×768	1
2	操作系统	Windows NT 4.0 及以上;Windows 2000/XP 及以上	1
3	软件	Protel 99 SE	1
4	多媒体教学环境		

一、Protel 99 SE 软件安装步骤

Protel 99 SE 软件安装步骤如下：

(1) 运行软件包中的 Setup. exe 文件,安装 Protel 99 SE。弹出对话框,如图 0-1 所示,单击“Next”。

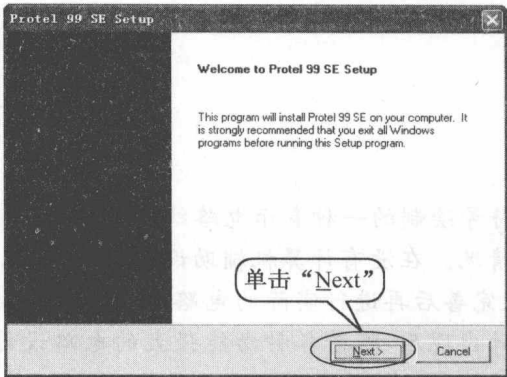


图 0-1 安装 Protel 99 SE

(2) 安装的过程中需要输入软件序列号,如图 0-2 所示。选择安装路径,如图 0-3 所示。

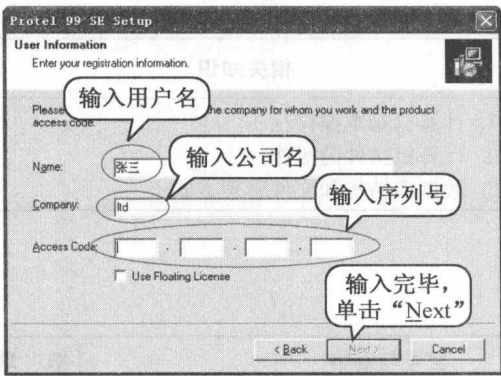


图 0-2 输入注册码

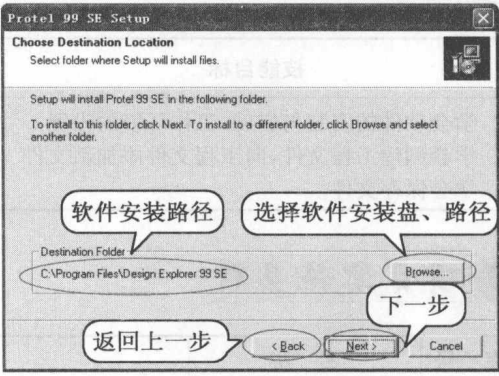


图 0-3 选择软件安装路径

接下来各步骤按默认设置即可,直到安装结束。

(3) 最后安装 Protel 99 SE Service Pack 6 (运行\Protel99SP6\protel99seservicepack6.exe),如图 0-4 所示。安装路径选用默认设置,如图 0-5 所示。



图 0-4 启动 Pack 6 软件安装



图 0-5 按默认设置完成安装

二、创建一个工程文件

1. 启动 Protel 99 SE 软件

启动 Protel 99 SE 通常有以下方法：

(1) 直接单击桌面运行快捷方式图标, 如图 0-6 所示。



图 0-6 通过运行快捷方式启动 Protel 99 SE

(2) 单击计算机的“开始”→“所有程序”→“Protel 99 SE”, 找到可执行程序图标, 运行即可, 如图 0-7 所示。

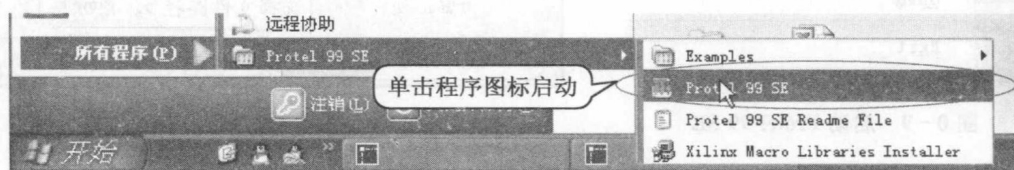


图 0-7 通过安装程序启动 Protel 99 SE

(3) 找到程序安装位置, 运行应用程序, 启动 Protel 99 SE, 如图 0-8 所示。

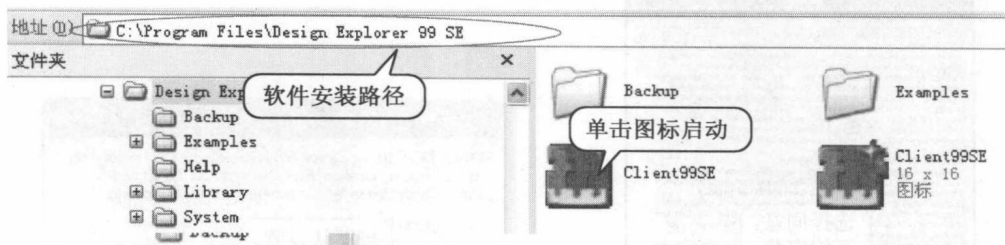


图 0-8 通过安装路径启动 Protel 99 SE

2. 创建新设计数据库文件

(1) 创建新设计数据库文件。启动 Protel 99 SE 软件后,选择菜单中的“File”→“New”,如图 0-9 所示。出现如图 0-10 所示的对话框,单击“Browse...”,选择用户文件存放位置,一般情况下,用户文件应当与计算机系统文件分开存放,以免在系统损坏时,用户数据连同系统文件一起丢失。系统文件丢失后可以重新安装,而如果用户数据没有及时备份,一旦丢失,将无法恢复,造成极大损失。在“Database File Name”栏输入数据库文件名称。Protel 99 SE 软件使用数据库管理所有的用户文件,数据库文件名称应当选择与设计项目相关的名称,有利于文件的归档,避免使用数字及一些符号构成的文件名称。本项目数据库文件名称使用 amp. ddb,存放在 D: 盘的 test 目录下。输入完成后,单击“OK”进入下一步,准备添加新的设计文件。

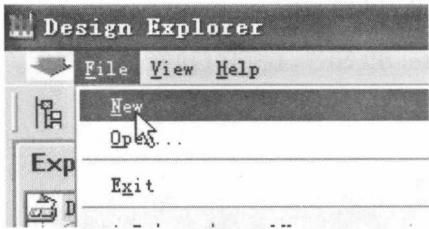


图 0-9 启动 Protel 99 SE

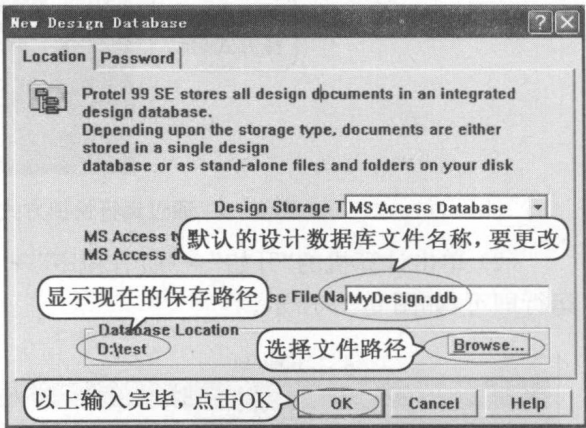


图 0-10 输入文件名称及存放位置

(2) 向设计数据库添加原理图文件。要在设计项目中添加原理图文件,先双击如图 0-11 中的 Documents 图标,再单击菜单栏的“File”→“New...”,如图 0-12 所示。请注意,不是“File”→“New Design...”(新建设计文件)。



图 0-11 添加原理图文件——步骤 1

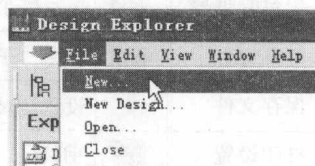


图 0-12 添加原理图文件——步骤 2

弹出“New Document”对话框,如图 0-13 所示。选择“Schematic Document”,双击鼠标左键,弹出如图 0-14 所示图标。

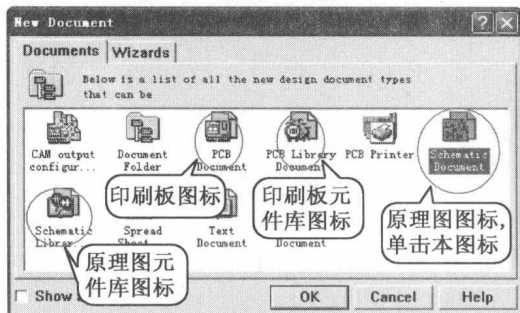


图 0-13 添加原理图文件——步骤 3

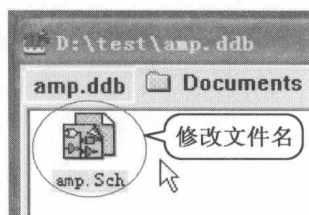


图 0-14 添加原理图文件——步骤 4

根据实际情况,更改 Sheet1. Sch 为实际原理图的名称,本项目改为 amp. Sch。文件名输入完成后,双击 amp. Sch 图标,进入原理图绘制环境,如图 0-15 所示,接下来就可以进行原理图的绘制。主工具栏各按钮功能见下表。

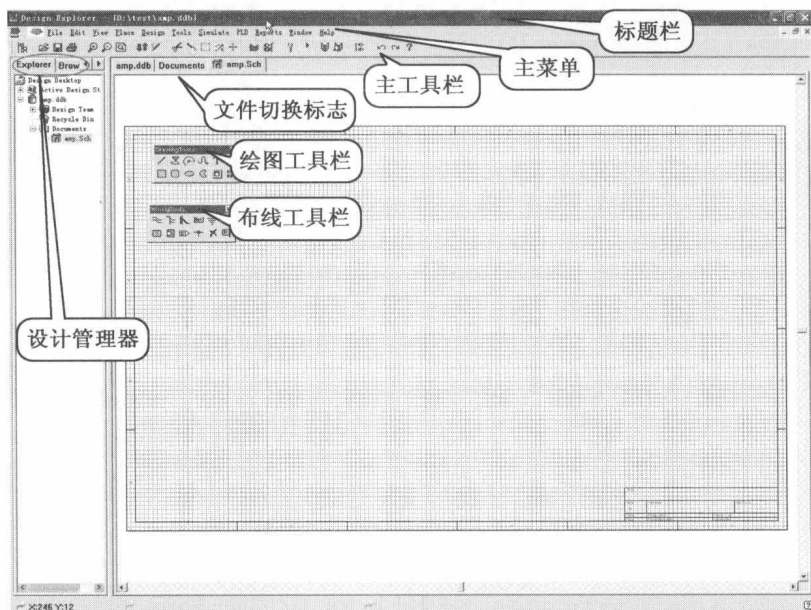


图 0-15 原理图绘制环境

主工具栏按钮功能表

	项目管理器		显示整个工作面		解除选取状态		修改元件库设置
	打开文件		主图、子图切换		移动被选图件		浏览元件库
	保存文件		设置测试点		绘图工具		修改同一元件的某功能单元
	打印设置		剪切		绘制电路工具		撤消操作
	放大显示		粘贴		仿真设置		重复操作
	缩小显示		选取框选区的图件		电路仿真操作		打开帮助文件

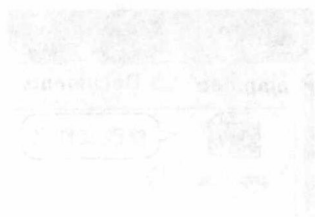


图 11-0-0 项目管理器按钮功能表



图 11-0-1 主工具栏按钮功能表

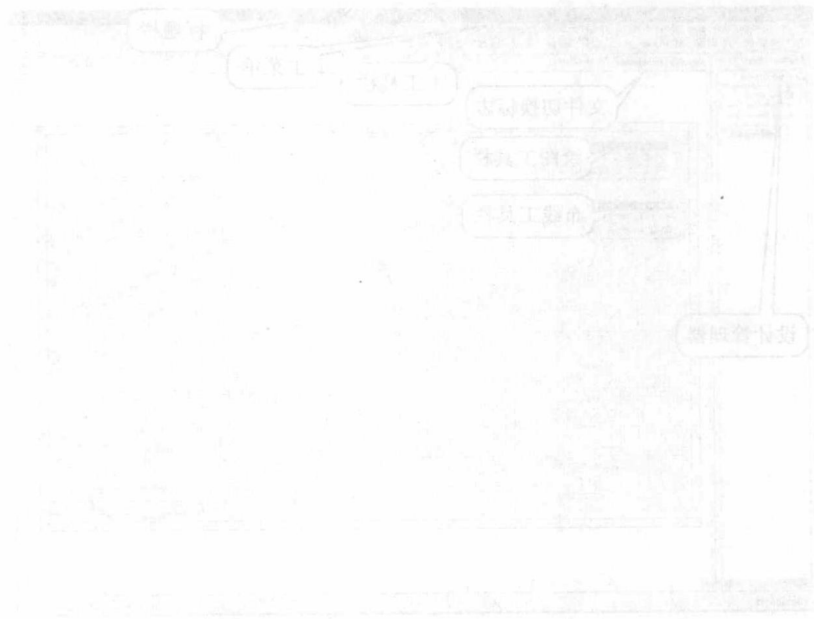


图 11-0-2 主工具栏按钮功能表

项目一 绘制原理图

项目引入

电路原理图绘制是用软件设计印制电路板的基础,也是电子线路 CAD 最基本的功能。因为从电路原理图中生成的网络表文件是印制板设计过程中自动布局、自动布线等的重要依据,同时原理图也是做相关仿真测试的前提,因此作为 CAD 的基础,学习者应熟练掌握原理图的绘制方法及相关技术。

项目目标

技能目标	相关知识
1. 掌握原理图元件库的加载与卸载	1. 绘制电路原理图的操作步骤
2. 掌握原理图绘制的各个步骤	2. 使用绘图工具
3. 能根据原理图产生相关的报表	3. 总线和网络标号的概念
4. 初步掌握原理图编辑的技巧	4. 层次电路图的绘制方法

项目实施条件

序 号	名 称	型号与规格	数 量
1	计算机硬件配置	CPU Pentium II 300MHz 以上;内存 128MB;硬盘 6GB 以上;显示器 1024×768	1
2	操作系统	Windows NT 4.0 及以上;Windows 2000/XP 及以上	1
3	软件	Protel 99 SE	1
4	打印机	Protel 99 SE	
5	多媒体教学环境		