

Protel 电路设计教程

江思敏 姚鹏翼 胡荣 等 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书从实用角度出发,详细讲解了在 Protel 中进行电路原理图的设计、印制电路板设计、电路仿真和 PCB 信号分析等操作的技巧和实例。本书在讲解过程中,把 Protel 的各项功能与具体的应用实例紧密结合在一起,并且适当地插入了一些相关原理和背景知识的介绍,便于读者尽快掌握电路设计的主要方法和技巧。

本书主要面向广大电路设计工作者和大中专院校师生,不但适合初次使用 Protel 进行电路设计的技术人员,对于有一定经验的 Protel 电路设计人员也有一定的参考价值。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Protel 电路设计教程/江思敏,姚鹏翼,胡荣等编著. —北京:清华大学出版社,2002.9
ISBN 7-302-05743-5

. P... . 江... 姚... 胡... . 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件 Protel 99-教材
. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 060540 号

出 版 者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编:100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑:冯志强

印 刷 者: 印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:21.75 字数:539 千字

版 次:2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-05743-5/TP·3392

印 数:0001~5000

定 价:32.00 元

前 言

电路设计自动化 EDA(Electronic Design Automation)如今已成为不可逆转的时代潮流。随着计算机工业的蓬勃发展,EDA 的工作环境已从早期昂贵的工作站进入到一般个人电脑,EDA 的设计思想也因此普及到中小型企业及各级相关大专院校之中。Protel 设计系统就是一套建立在 IBM 兼容 PC 环境下的 EDA 电路集成设计系统。Protel 设计系统是世界上第一套将 EDA 环境引入 Windows 环境的 EDA 开发工具,是具有强大功能的电子设计 CAD 软件,一向以其高度的集成性和扩展性著称于世。Protel 公司 2001 年正式推出了具有 PDM 功能的强大的 EDA 综合设计环境 Protel 99 SE,它具有原理图设计、PCB 电路板设计、层次原理图设计、报表制作、电路仿真以及逻辑器件设计等功能,是电子工程师进行电子设计的最有用的软件之一。

本书从实用角度出发,全面介绍了 Protel 99 SE 的基本操作以及使用环境,详细讲解了电路原理图的设计、印制电路板的设计,并对电路仿真、信号分析和可编程逻辑器件的设计进行了重点讲解。在讲解过程中,以实例贯通全书,在每个知识点的讲解中,均结合相应的实例,而且在每讲完一个相关的章节后,还以一个典型的实例进行深化。全书以多个典型的工程设计实例讲述了如何在 Protel 99 SE 环境下绘制与设计电路原理图和 PCB,以及电路仿真和可编程逻辑器件的设计,体现了作者丰富的电路设计与布线经验。

全书共 13 章,第 1~5 章为 Protel 99 SE 的电路原理图设计部分;第 6 章讲述了层次原理图的设计方法;第 7 章讲述了报表的生成与打印出图知识;第 8~11 章是印制电路板设计知识与实例讲解;第 12 章讲述了电路仿真知识;第 13 章讲述了 PCB 信号完整性分析。每章均结合了典型工程设计实例进行讲解,使读者可以轻松掌握 Protel 99 SE 各功能模块的使用技巧。

本书主要面向广大电路设计工作者以及大中专院校师生,同时本书又具有较高的实用性,也可以作为有一定经验的 Protel 使用人员的参考手册。

本书由江思敏和姚鹏翼主编,胡荣、郑宁、虞黎明、王振华等同志也参与编写了部分章节。由于水平有限,时间仓促,书中缺点和不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 5 月

目 录

第 1 章 Protel 99 SE 基础	1
1.1 进入 Protel 99 SE 绘图环境	2
1.1.1 Protel 99 SE 设计环境	2
1.1.2 Protel 99 SE 的组成	4
1.2 Protel 99 SE 的功能模块	5
1.3 设置 Protel 99 SE 界面环境	8
1.3.1 屏幕分辨率	9
1.3.2 系统参数设置	10
1.4 Protel 99 SE 文件管理	12
1.4.1 文件管理	12
1.4.2 使用快捷菜单	17
1.4.3 文件编辑	17
1.4.4 设计管理器	18
1.4.5 显示辅助查看工具	18
1.5 设计组管理	19
1.6 进入设计环境	21
1.6.1 启动原理图设计编辑器	21
1.6.2 启动印制电路板编辑器	23
第 2 章 Protel 99 SE 原理图设计基础	25
2.1 电路原理图的设计步骤	26
2.1.1 电路板设计的一般步骤	26
2.1.2 电路原理图设计的一般步骤	26
2.2 Protel 99 SE 电路图设计工具	27
2.2.1 电路原理图设计工具栏	27
2.2.2 图纸的放大与缩小	28
2.3 设置图纸	30
2.3.1 图纸大小设置	30
2.3.2 图纸方向	32
2.3.3 设置图纸颜色	33
2.4 设置系统字体	33
2.5 网格和光标设置	34
2.5.1 设置网格	34
2.5.2 电气节点	35

2.5.3 设置光标	36
2.6 文档组织	36
第 3 章 电路原理图设计	38
3.1 装载元器件库	39
3.2 放置元器件	40
3.2.1 放置元器件	40
3.2.2 使用工具栏放置元器件	43
3.3 编辑元器件	43
3.3.1 编辑元器件属性	43
3.3.2 编辑元器件组件的属性	46
3.4 元器件位置的调整	46
3.4.1 对象的选取	47
3.4.2 元器件的移动	49
3.4.3 单个元器件的移动	50
3.4.4 多个元器件的移动	51
3.4.5 元器件的旋转	52
3.4.6 取消元器件的选择	53
3.4.7 复制粘贴元器件	53
3.4.8 阵列式粘贴元器件	54
3.4.9 元器件的删除	55
3.5 元器件的排列和对齐	56
3.5.1 元器件左对齐	56
3.5.2 元器件右对齐	57
3.5.3 元器件按水平中心线对齐	57
3.5.4 元器件水平平铺	58
3.5.5 元器件顶端对齐	58
3.5.6 元器件底端对齐	58
3.5.7 元器件按垂直中心线对齐	59
3.5.8 元器件垂直均布	59
3.5.9 同时进行综合排列或对齐	60
3.6 放置电源与接地元器件	61
3.7 放置接点和连接线路	63
3.7.1 放置接点	63
3.7.2 连接线路	63
3.8 更新元器件流水号	64
3.9 保存文件	66
3.10 绘制一张简单的电路原理图	67

第 4 章 电路原理图绘制提高.....	71
4.1 使用绘制电路工具.....	72
4.1.1 画导线.....	73
4.1.2 画总线.....	75
4.1.3 画总线出入端口.....	76
4.1.4 设置网络名称.....	78
4.1.5 放置电源端口.....	81
4.1.6 放置元器件.....	82
4.1.7 放置输入输出端口.....	87
4.1.8 放置电路方块图.....	89
4.2 绘制图形.....	91
4.2.1 绘图工具栏.....	91
4.2.2 绘制直线.....	92
4.2.3 绘制多边形.....	93
4.2.4 绘制圆弧与椭圆弧.....	94
4.2.5 放置注释文字.....	96
4.2.6 放置文本框.....	97
4.2.7 绘制矩形.....	99
4.2.8 绘制圆与椭圆.....	100
4.2.9 绘制饼图.....	101
4.2.10 插入图片.....	102
4.2.11 绘制 Bezier 曲线.....	103
4.2.12 绘制图形实例.....	104
4.3 设置原理图的环境参数.....	106
4.3.1 设置原理图环境.....	107
4.3.2 设置图形编辑环境.....	108
4.3.3 设置默认原始环境.....	109
第 5 章 制作元器件与建立元器件库.....	111
5.1 元器件库编辑器.....	112
5.1.1 加载元器件库编辑器.....	112
5.1.2 元器件库编辑器界面简介.....	112
5.2 元器件库的管理.....	113
5.2.1 元器件管理器.....	113
5.2.2 利用 Tools 菜单管理元器件.....	116
5.2.3 查找元器件.....	117
5.3 元器件绘图工具.....	118
5.3.1 一般绘图工具.....	118
5.3.2 绘制引脚.....	119

5.3.3	IEEE 符号	121
5.4	创建一个元器件	122
5.5	生成元器件报表	126
5.5.1	元器件报表	126
5.5.2	元器件库报表	127
5.5.3	元器件规则检查表	128
第 6 章	设计层次原理图	130
6.1	层次原理图的设计方法	131
6.2	建立层次原理图	133
6.3	不同层次电路之间的切换	141
6.4	由方块电路符号产生新原理图中的 I/O 端口符号	141
6.5	由原理图文件产生方块电路符号	142
6.6	生成层次表	143
第 7 章	检验电气规则和生成报表	146
7.1	产生 ERC 表	147
7.1.1	产生 ERC 表的各种选项	147
7.1.2	ERC 结果报告	149
7.2	网络表	150
7.2.1	产生网络表的各种选项	150
7.2.2	Protel 网络表格式	152
7.2.3	生成网络表	152
7.3	产生元器件列表	153
7.4	交叉参考表	154
7.5	网络比较表	155
7.6	原理图的输出	156
第 8 章	印制电路板基础	159
8.1	印制电路板的基本概念	160
8.1.1	印制电路板结构	160
8.1.2	元器件封装	160
8.1.3	铜膜导线	162
8.1.4	助焊膜和阻焊膜	162
8.1.5	层	162
8.1.6	焊盘和过孔	163
8.1.7	丝印层	163
8.2	印制电路板布线流程	164
8.3	PCB 设计的基本原则	164

8.3.1	布局.....	164
8.3.2	布线.....	165
8.3.3	焊盘大小.....	166
8.3.4	PCB 电路的抗干扰措施.....	166
8.3.5	去藕电容配置.....	166
8.3.6	各元器件之间的接线.....	167
8.4	PCB 设计编辑器.....	168
8.4.1	PCB 编辑器界面缩放.....	169
8.4.2	工具栏的使用.....	170
8.5	设置电路板工作层.....	171
8.5.1	层的管理.....	171
8.5.2	工作层的类型.....	172
8.5.3	工作层的设置.....	175
8.6	PCB 电路参数设置.....	176
第 9 章	制作印制电路板.....	184
9.1	PCB 绘图工具.....	185
9.1.1	绘制导线.....	185
9.1.2	放置焊盘.....	186
9.1.3	放置过孔.....	188
9.1.4	补泪滴设置.....	189
9.1.5	放置字符串.....	190
9.1.6	放置坐标.....	190
9.1.7	放置尺寸标注.....	191
9.1.8	设置初始原点.....	192
9.1.9	绘制圆弧或圆.....	193
9.1.10	放置填充.....	194
9.1.11	放置多边形平面.....	195
9.1.12	放置切分多边形.....	196
9.1.13	放置房间定义.....	197
9.2	单面板与多层板制作简介.....	198
9.3	准备原理图和网络表.....	199
9.4	规划电路板和电气定义.....	200
9.4.1	手动规划电路板.....	200
9.4.2	使用向导生成电路板.....	201
9.5	网络表与元器件的装入.....	206
9.5.1	装入元器件库.....	207
9.5.2	浏览元器件库.....	207
9.5.3	网络表与元器件的装入.....	208

9.6	元器件封装	211
9.7	元器件的自动布局	215
9.8	添加网络连接	217
9.9	手工编辑调整元器件的布局	219
9.9.1	选取元器件	219
9.9.2	旋转元器件	220
9.9.3	移动元器件	221
9.9.4	排列元器件	223
9.9.5	调整元器件标注	225
9.9.6	剪贴复制元器件	226
9.9.7	元器件的删除	229
9.10	自动布线	230
9.10.1	自动布线设计规则的设定	230
9.10.2	设计规则检查	235
9.10.3	自动布线	236
9.11	手工调整布线	240
9.11.1	调整布线	240
9.11.2	电源/接地线的加宽	242
9.11.3	文字标注的调整	243
9.11.4	增加电源及接地	247
9.12	PCB 的三维效果显示	248
第 10 章	制作元器件封装	250
10.1	启动元器件封装编辑器	251
10.2	元器件封装编辑器介绍	251
10.3	创建新的元器件封装	252
10.3.1	元器件封装参数设置	253
10.3.2	放置元器件	255
10.3.3	设置元器件封装的参考点	257
10.4	使用向导创建元器件封装	257
10.5	元器件封装管理	261
10.5.1	浏览元器件封装	261
10.5.2	添加元器件封装	261
10.5.3	删除元器件封装	262
10.5.4	放置元器件封装	262
10.5.5	编辑元器件封装引脚焊盘	262
10.5.6	设置信号层的颜色	262
10.6	创建项目元器件封装库	263

第 11 章 生成 PCB 报表和打印电路板.....	265
11.1 生成引脚报表.....	266
11.2 生成电路板信息报表.....	266
11.3 生成网络状态报表.....	269
11.4 生成设计层次报表.....	270
11.5 生成 NC 钻孔报表.....	270
11.6 生成元器件报表.....	273
11.7 生成电路特性报表.....	276
11.8 生成元器件位置报表.....	277
11.9 PCB 的打印输出.....	279
第 12 章 电路仿真.....	281
12.1 概述.....	282
12.2 SIM 99 仿真库中的元器件.....	282
12.2.1 电阻.....	282
12.2.2 电容.....	283
12.2.3 电感.....	283
12.2.4 二极管.....	284
12.2.5 三极管.....	284
12.2.6 JFET 结型场效应管.....	284
12.2.7 MOS 场效应管.....	285
12.2.8 MES 场效应管.....	286
12.2.9 电压 / 电流控制开关.....	286
12.2.10 熔丝.....	287
12.2.11 晶振.....	287
12.2.12 继电器.....	288
12.2.13 电感耦合器.....	288
12.2.14 传输线.....	288
12.2.15 TTL 和 CMOS 数字电路元器件.....	289
12.2.16 集成块.....	290
12.3 SIM 99 中的激励源描述.....	291
12.3.1 直流源.....	291
12.3.2 正弦仿真源.....	291
12.3.3 周期脉冲源.....	292
12.3.4 分段线性源.....	292
12.3.5 指数激励源.....	293
12.3.6 单频调频源.....	294
12.3.7 线性受控源.....	294
12.3.8 非线性受控源.....	295

12.3.9	频率 / 电压转换器.....	296
12.3.10	压控振荡器仿真源.....	296
12.4	初始状态的设置.....	297
12.4.1	节点电压设置 NS.....	297
12.4.2	初始条件设置 IC.....	297
12.5	仿真器的设置.....	298
12.5.1	瞬态特性分析.....	298
12.5.2	傅里叶分析.....	299
12.5.3	交流小信号分析.....	300
12.5.4	直流分析.....	300
12.5.5	蒙特卡罗分析.....	301
12.5.6	扫描参数分析.....	302
12.5.7	扫描温度分析.....	302
12.5.8	传递函数分析.....	303
12.5.9	噪声分析.....	304
12.6	设计仿真原理图.....	304
12.6.1	调用元器件库.....	305
12.6.2	选择仿真用原理图元器件.....	305
12.6.3	仿真原理图.....	306
12.7	模拟电路仿真实例.....	306
12.8	数字电路仿真实例.....	310
第 13 章	PCB 信号完整性分析.....	314
13.1	Protel 99 SE 信号完整性分析概述.....	315
13.2	设置信号完整性分析规则.....	315
13.3	PCB 的 DRC 检查.....	322
13.4	内部完整性仿真器.....	324
13.4.1	File 菜单.....	325
13.4.2	Edit 菜单.....	326
13.4.3	Simulation 菜单.....	327
13.4.4	Library.....	330
13.4.5	Options 菜单.....	331
13.5	波形分析器.....	332

第 1 章 Protel 99 SE 基础

Protel 99 SE 是基于 Windows 98/2000/NT 环境的新一代电路原理图辅助设计与绘制软件，其功能模块包括电路原理图设计、印制电路板设计、电路信号仿真、可编程逻辑器件设计等，是集成的一体化的电路设计与开发环境。本章主要讲述 Protel 99 SE 绘图环境、文件管理以及环境变量设置，为后面关于原理图设计、PCB 制作以及信号仿真的学习打好基础。

本章学习要点:

- 进入 Protel 99 SE 绘图环境
- Protel 99 SE 的功能模块
- 设置 Protel 99 SE 界面环境
- Protel 99 SE 文件管理
- 设计组管理
- 进入不同的编辑环境

本章学习难点:

- Protel 99 SE 设计组的理解
- Protel 99 SE 设计管理器的使用
- Protel 99 SE 不同编辑环境的理解

1.1 进入 Protel 99 SE 绘图环境

1.1.1 Protel 99 SE 设计环境

当用户启动 Protel 99 SE 后，系统将进入设计环境。此时可以单击 File 菜单上的 New 命令，系统将弹出如图 1-1 所示的 Protel 99 SE 建立新设计数据库的文件路径设置选项卡。

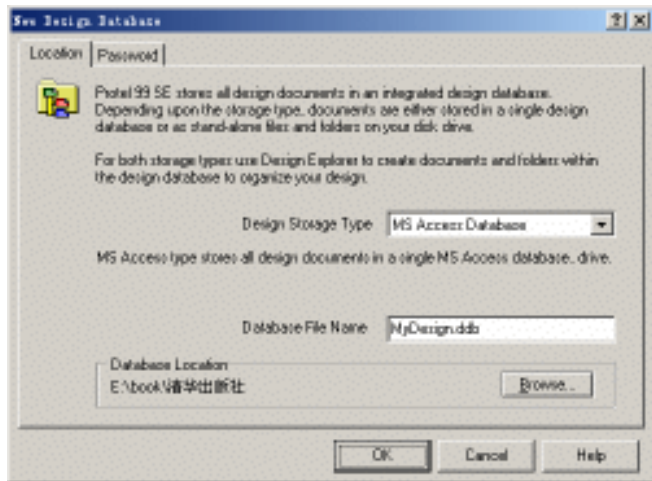


图 1-1 建立新设计数据库对话框

1. Design Storage Type(设计保存类型)

(1) MS Access Database 设计过程中的全部文件都存储在单一的数据库中，和 Protel 99 文件方式相同，即所有的原理图、PCB 文件、网络表、材料清单等等都保存在一个 .ddb 文件中，在资源管理器中只能看到惟一的 .ddb 文件。

(2) Windows File System 在对话框底部指定的硬盘位置建立一个设计数据库的文件夹，所有文件都被自动保存在文件夹中。可以直接在资源管理器中对数据库中的设计文件如原理图、PCB 等进行复制、粘贴等操作。这种设计数据库的存储类型，可以方便在硬盘对数据库内部的文件进行操作，但不支持 Design Team 特性。

当用户选择 MS ACCESS Database 类型后，对话框将增加一个 Password(密码)选项卡，如图 1-2 所示。如果选择 Windows File System 类型，则没有该选项卡。

当用户选择 MS ACCESS Database 类型时，如果想设定所设计电路图数据库文件为保密级，则可以单击图 1-1 所示的对话框中的 Password，进入文件密码设置选项卡，用户可以选择 Yes 单选按钮，并且可以在 Password 编辑框中输入所设置的密码，然后再在 Confirm Password(确认密码)编辑框中输入设置的密码，确认正确后，即设置成功。

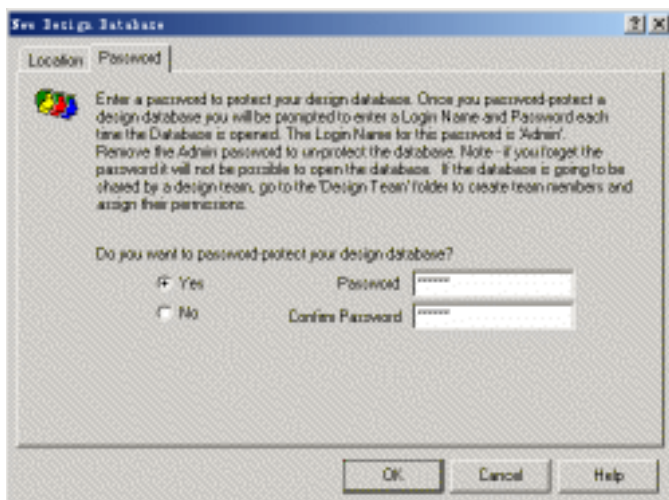


图 1-2 文件密码设置选项卡

注意：用户必须记住所设置的密码，否则将打不开所设计的文件数据库。

2 . Database File Name(数据库文件名)

用户可以在 Database File Name(数据库文件名)编辑框中输入所设计的电路图的数据库名，文件名的后缀为.ddb。

3 . 改变数据库文件保存目录

如果想改变数据库文件所在的目录，可以单击 Browse 按钮，系统将弹出如图 1-3 所示的文件另存对话框，此时用户可以设定数据库文件所在的路径。

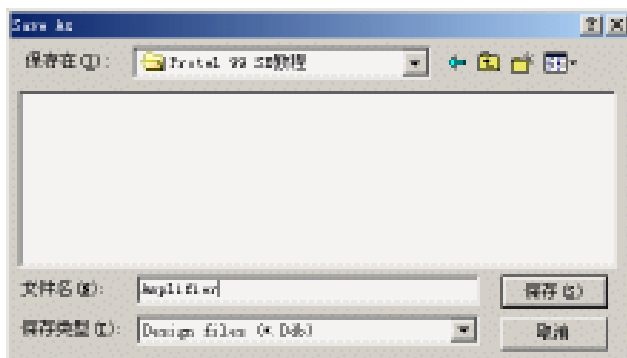


图 1-3 文件另存对话框

完成文件名的输入后，就可以单击 OK 按钮，进入设计环境，如图 1-4 所示，此时就可以进行电路设计或其他工作了。

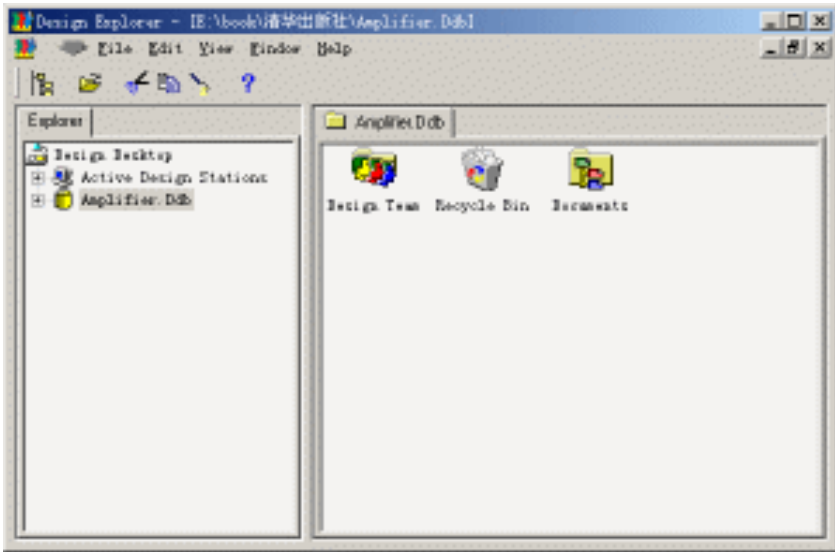


图 1-4 Protel 99 SE 设计环境

1.1.2 Protel 99 SE 的组成

在 Protel 99 SE 中，所有的设计文档都集成在一个单一的设计库中，管理这个设计库的工具就是 Design Explorer，即设计管理器，如图 1-4 所示。设计管理器主要包含以下几个部分。

1. Design Team(设计组)管理器

Protel 99 的设计是面向一个设计组的，设计组的成员和特性都在 Design Team(设计组)中进行管理，可以在 Design Explorer 中定义设计组的成员和权限，这样就使通过网络来进行设计变得更加方便。设计组中的成员数量没有限制，并且他们可以同时访问同一个设计库。每个成员都可以看到当前哪个文档被打开，并且可以锁住文档防止被修改。

2. Documents(文档)管理器

所有的文档都包含在 Design Documents(设计文档)主目录中，其中主要有电路设计文档、电路原理图 Schematics 文件和印制电路板 PCB 文件，以及很多子目录，包括 PCB Fabrication (PCB 制作)文件、Reports(报表)和 Simulation Analyses(仿真分析)等。Design Documents 中不仅仅包含 Protel 中的设计文件，还可以放入任何类型的应用文档，如 Microsoft Word、Microsoft Excel、AutoCAD 等，用户可以直接在设计管理器中打开和编辑这些文档。