

Altium Designer应用工程师认证官方指南

张义和

Altium授权原台湾勤益科技大学

执笔编写

华文龙

Altium中国公司院校合作部经理

审校并作序

全面吸收和融合Altium Designer教学和产业工作经验

系统归纳和总结Altium应用电子设计认证标准

Altium应用电子设计认证

之PCB绘图师

张义和 编著

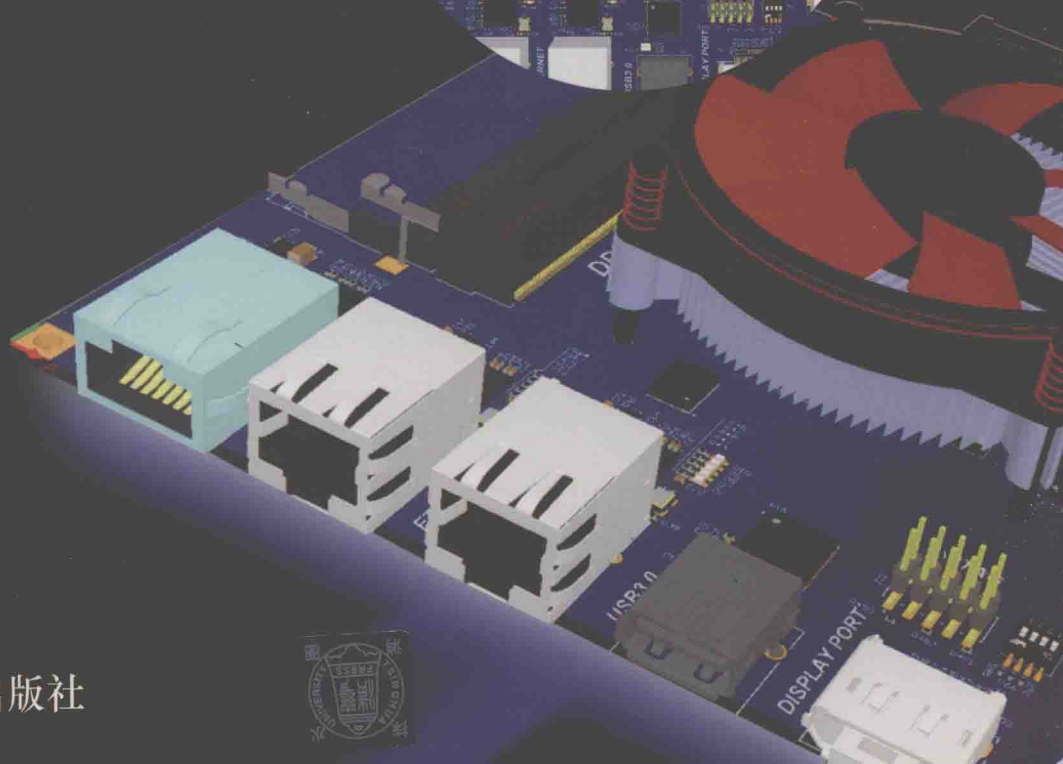
Zhang Yihe

华文龙 主审

Hua Wenlong

A Handbook

Authorized Certificate of Applied
Electronic Design



清华大学出版社



A Handbook
Authorized Certificate of Applied
Electronic Design

Altium应用电子设计认证

之 PCB绘图师



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是由 Altium 中国公司——聚物腾云物联网（上海）有限公司院校合作部授权张义和教授编写的认证考试用书。全书共分为 6 个部分，全面、系统地分析了 Altium Designer 应用工程师认证的主客观题型的解答及评分规范。帮助读者通过从分立式插装器件印制电路板到分立式表面贴装器件印制电路板的电路实训操作训练，逐步学习并掌握“Altium Designer 应用电子设计认证之应用工程师等级”的考试规范及技巧。

通过对本书内容的学习，读者不但能熟练地掌握规范的 Altium Designer15.0 版软件的 PCB 电子线路绘图的应用技能，还能完整地学习行业中 PCB 设计的基本流程。本书可以作为高等院校电子信息工程专业 Altium Designer 应用技能评估和相关社会培训机构开展 Altium Designer 应用电子设计认证项目培训的教学参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Altium 应用电子设计认证之 PCB 绘图师/张义和编著.—北京：清华大学出版社，2018
ISBN 978-7-302-49685-4

I. ①A… II. ①张… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 035255 号

责任编辑：盛东亮

封面设计：李召霞

责任校对：李建庄

责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载：<http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者：北京密云胶印厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm

印 张：21.75

字 数：344 千字

版 次：2018 年 4 月第 1 版

印 次：2018 年 4 月第 1 次印刷

印 数：1~2000

定 价：79.00 元

产品编号：076829-01

前言

PREFACE

Altium Limited (ASX:ALU) 是全球智能系统设计自动化、电子产品设计解决方案 (Altium Designer) 平台和嵌入式软件开发 (TASKING) 工具的提供商, 始终致力于打破技术创新的障碍, 让工程师可以最大限度地利用最新的设备和技术来设计新一代电子产品。为 Altium 全球客户提供增值技术服务一直以来都是 Altium 价值的重要组成部分, 解决 Altium 用户在选择和评估电子设计及应用技术人力资源中不断遇到的专业技术性挑战, 开发 Altium 应用电子设计认证 (Certificate of Applied Electronics Design, CAED) 的必要性逐渐凸显。2008 年初, Altium 在亚太区技术支持经理 David.Read (李大伟) 先生的主持下, 开发了 Altium 内部应用技术认证标准, 随后开始对 Altium 全球各个区域内合作代理商中 Altium 工具应用技术推广及服务类岗位从业工程师开展 Altium 应用电子设计认证项目的测试并不断完善。自 2014 年起, Altium 公司授权 Altium 中国区 (含中国香港、中国澳门、中国台湾三个地区) 在 Altium 内部应用技术认证标准的框架下率先开发 Altium 应用电子设计认证标准。经过近 8 年的不断摸索, Altium 于 2015 年正式发布了 Altium 应用电子设计认证白皮书并于 2017 年 11 月底开始在线提供 Altium 应用电子设计认证考试。

Altium 应用电子设计认证按照 PCB 职业技能的应用需求规划了三个等级, 分别是应用工程师、应用设计师和应用架构师, 每个等级是进行下一等级认证的先决条件。应用工程师认证考试采用在线开卷考试的模式, 每位考生需要在 Altium 认证考试中心内并在 120 分钟限定时间下, 独立完成 30 道单项选择题和 1 道电路绘图题。考生需要同时达到 21 道单项选择题和 60% 电路绘图题作答正确的条件, 将获得由 Altium 颁发的 Altium 应用电子设计认证资格证书。

Altium 应用工程师等级认证培训教材按照认证考试标准分为主观题和客观题两个部分, 涵盖了认证题库的全部试题, 从第 1 章到第 5 章分别为 5 道电路绘图题, 每一章都是针对题目要求, 包含元件库创建、电路原理图设计、PCB 版图设计和设计数据输出, 完全依据行业中对于 PCB 职

业应用技能的设计流程和需求；第 6 章为单项选择题，包含电路原理图设计题库（242 题）、PCB 版图设计题库（168 题）和电子设计基础知识（200 题）。Altium 应用工程师等级认证题库在保证试题连贯性的基础下，也将跟随 Altium Designer 软件版本升级调整并更新题库中部分试题（更新部分再版时将同步更新）。需要说明：①本书所提及的“附录”文件存放于本书配套在线资料库中（见 www.tup.com.cn 本书页面）；②本书基于中文版 Altium Designer 软件，该软件中的参数、命令等未全部采用中文（有部分英文名称）；③涉及元件属性、元件值时，电容、电阻的单位名称与 Altium Designer 软件一致，uF 指 μF ，K 指 $\text{k}\Omega$ 。

我们非常感谢曾任教于台湾勤益科技大学的张义和教授和华格科技（苏州）有限公司在 Altium 应用电子设计认证项目开发和市场推广上辛勤的付出。

有关 Altium 认证考试中心考试流程事宜，请将院校、专业及联系人的信息发邮件到 certificate.cn@altium.com，我们随后将会安排华格科技（苏州）有限公司的 Altium 认证专员具体联系。

华文龙（Altium 大中国区院校合作部）

2018 年 1 月于上海

目录

CONTENTS

第一章

绘图操作第一题

1

1-1	认识题目	3
1-2	元件库编辑	10
1-2-1	元件库项目管理	10
1-2-2	元件符号模型编辑	11
1-2-3	元件封装编辑	15
1-2-4	产生元件集成库	20
1-3	原理图设计	20
1-3-1	项目管理	20
1-3-2	原理图编辑	21
1-4	电路板设计	31
1-4-1	板子形状	31
1-4-2	加载原理图数据	33
1-4-3	元件布局	35
1-4-4	建立网络分类	37
1-4-5	制定设计规则	39
1-4-6	PCB 布线	43
1-4-7	放置指定数据	47
1-4-8	设计规则检查	50
1-5	设计输出	50
1-5-1	输出材料清单	50
1-5-2	输出 Gerber 文件	51
1-5-3	输出钻孔文件	53
1-6	训练建议	54

第二章

绘图操作第二题

55

2-1	认识题目	57
2-2	元件库编辑	64
2-2-1	元件库项目管理	64
2-2-2	元件符号模型编辑	65
2-2-3	元件封装编辑	69
2-2-4	产生元件集成库	74
2-3	原理图设计	74
2-3-1	项目管理	74
2-3-2	原理图编辑	75
2-4	电路板设计	84
2-4-1	板子形状	84
2-4-2	加载原理图数据	88
2-4-3	元件布局	89
2-4-4	建立网络分类	91
2-4-5	制定设计规则	93
2-4-6	PCB 布线	97
2-4-7	放置指定数据	100
2-4-8	设计规则检查	103
2-5	设计输出	103
2-5-1	输出材料清单	103
2-5-2	输出 Gerber 文件	104
2-5-3	输出钻孔文件	106
2-6	训练建议	107

第三章

绘图操作第三题

109

3-1	认识题目	111
3-2	元件库编辑	117
3-2-1	元件库项目管理	118
3-2-2	元件符号模型编辑	119

3-2-3	元件封装编辑	123
3-2-4	产生元件集成库	126
3-3	原理图设计	126
3-3-1	项目管理	126
3-3-2	原理图编辑	127
3-4	电路板设计	134
3-4-1	板子形状	134
3-4-2	加载原理图数据	138
3-4-3	元件布局	138
3-4-4	建立网络分类	140
3-4-5	制定设计规则	141
3-4-6	PCB 布线	145
3-4-7	放置指定数据	147
3-4-8	设计规则检查	150
3-5	设计输出	150
3-5-1	输出材料清单	150
3-5-2	输出 Gerber 文件	151
3-5-3	输出钻孔文件	153
3-6	训练建议	153

第四章

绘图操作第四题

155

4-1	认识题目	157
4-2	元件库编辑	163
4-2-1	元件库项目管理	164
4-2-2	元件符号模型编辑	164
4-2-3	元件封装编辑	168
4-2-4	产生元件集成库	171
4-3	原理图设计	171
4-3-1	项目管理	171
4-3-2	原理图编辑	172
4-4	电路板设计	177

4-4-1	板子形状	177
4-4-2	加载原理图数据	179
4-4-3	元件布局	180
4-4-4	建立网络分类	181
4-4-5	制定设计规则	182
4-4-6	PCB 布线	184
4-4-7	放置指定数据	187
4-4-8	设计规则检查	189
4-5	设计输出	189
4-5-1	输出材料清单	190
4-5-2	输出 Gerber 文件	190
4-5-3	输出钻孔文件	191
4-6	训练建议	192

第五章

绘图操作第五题

193

5-1	认识题目	195
5-2	元件库编辑	201
5-2-1	元件库项目管理	202
5-2-2	元件符号模型编辑	202
5-2-3	元件封装编辑	205
5-2-4	产生元件集成库	207
5-3	原路图设计	207
5-3-1	项目管理	207
5-3-2	原理图编辑	208
5-4	电路板设计	215
5-4-1	板子形状	215
5-4-2	加载原理图数据	218
5-4-3	元件布局	218
5-4-4	建立网络分类	220
5-4-5	制定设计规则	220
5-4-6	PCB 布线	222

5-4-7	放置指定数据	225
5-4-8	设计规则检查	227
5-5	设计输出	228
5-5-1	输出材料清单	228
5-5-2	输出 Gerber 文件	228
5-5-3	输出钻孔文件	229
5-6	训练建议	230

第六章

客观题解析

231

6-1	客观题库一	232
6-2	客观题库二	271
6-3	客观题库三	296

第一章

绘图操作第一题

七段数码管显示电路

- 认识题目
- 元件库编辑
- 原理图设计
- 电路板设计
- 设计输出
- 训练建议



图1 参考电路图

1-1

认识题目

● 试题名称：S51_7SEG4（七段数码管显示电路）

本试题目的是验证考生具有基本元件库编辑、项目管理、原理图设计与电路板设计能力，并能输出辅助制造的相关文件。

● 计算机环境需求

1. 操作系统：Windows 7（或后续版本）。
2. 使用版本：Altium Designer 15。
3. 语言设定：简体中文。

● 供考生使用的文件

1. AED_PCB1.PcbLib：元件封装库文件。
2. AED_PCB1.SchLib：元器件符号库文件。
3. BOM.xlsx：BOM 材料清单文件。
4. LM7805.PDF：LM7805 数据手册。
5. S51_7SEG4.DXF：电路板板框文件。
6. SCH_template.SchDot：原理图模板文件。
7. 绘图操作考题 S51_7SEG4.PDF：本考题的文件，含附录一（电路图）^①。

● 注意事项

- ☺ 提供的文件统一保存在 S51_7SEG4 文件夹中，若有缺少文件，须于开始考试 20 分钟内提出，并补发。超过 20 分钟后提出补发，将扣 5 分。
- ☺ 考生所完成的文件，请存放于此文件夹，并将文件夹压缩为以准考证号为文件名的压缩文件。若没有产生此压缩文件，将不予评分（0 分）。

● 考试内容

本认证分为四个部分，分别是元件库编辑、原理图设计、电路板设计与设计输出，各部分的设计方法与顺序，全由考生自行决定。以下是各部分的参考设计流程概要与要求。

① 附录文件存放于本书配套在线资料库中。

 元件库编辑

1. 元件库建立流程

- 1.1 新建元件库项目文件，并将题目提供的元件符号库文件与封装元件库文件，加载到此项目，并保存。
- 1.2 打开元件封装库文件，并新增一个封装。
 - 1.2.1 定义此封装的属性与元件名称。
 - 1.2.2 放置封装焊盘，并参考原点，绘制外形图案。
 - 1.2.3 保存文件。
- 1.3 打开元器件符号库文件，并新增一个元件符号。
 - 1.3.1 放置元件引脚，并绘制外形图案。
 - 1.3.2 加载封装。
 - 1.3.3 保存文件。
 - 1.3.4 生成元件集成库。

2. 元件库创建的各项要求

- 2.1 新建元件库项目(文件名为 AED_PCB1.LibPkg)，并将题目所给出的 AED_PCB1.SchLib、AED_PCB1.PcbLib 加载到此元件库项目。
- 2.2 新增 TO-220 封装，其焊盘属性规格，如表 1 所示。

表 1 TO-220 焊盘属性表^①

焊盘序号	焊盘板层	钻孔孔径	钻孔形状	焊盘尺寸	焊盘形状	间距
1	Multi-Layer	1.1mm	圆孔	1.7mm*1.7mm	Rectangular	2.54mm
2	Multi-Layer	1.1mm	圆孔	1.7mm*1.7mm	Round	2.54mm
3	Multi-Layer	1.1mm	圆孔	1.7mm*1.7mm	Round	2.54mm

- 2.3 TO-220 封装的外形线条属性规格，如表 2 所示。

表 2 TO-220 线条属性表

线段线宽	线段层	外框范围-宽	外框范围-上高	外框范围-下高	方向指示线
0.2mm	Top Overlay	11mm	3mm	2mm	上方

^① 本书采用中文版 Altium Designer 软件，该软件中的参数、命令等未全部采用中文表示，故表中数据既有中文，又有英文，皆与软件一致。后文不再说明。

2.4 定义封装原点 Pin 2。

2.5 TO-220 尺寸要求如图 2 所示（文字尺寸自行设定）。

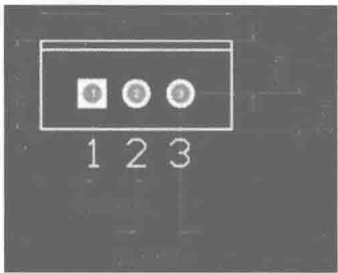


图 2 TO-220 尺寸图

2.6 AED_PCB1.SchLib 文件中新增 LM7805CT 元件，其元件引脚属性如表 3 所示。

表 3 LM7805CT 元件引脚属性表

引脚编号	引脚名称	引脚长度	引脚名称间距	引脚名称方向
1	IN	20	x	x
2	GND	20	1	90 Degrees
3	OUT	20	x	x

2.7 LM7805CT 元件符号参考范例如图 3 所示。

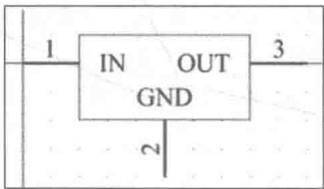


图 3 LM7805CT 元件符号 (Symbol)

2.8 LM7805CT 加载封装 TO-220。

2.9 建立元件集成库文件，如图 4 所示。

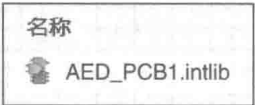


图 4 元件集成库文件

原理图设计

1. 原理图绘制流程

1.1 新建 PCB 工程文件和原理图文件并保存。

- 1.2 套用原理图模板文件。
 - 1.3 放置元件。
 - 1.4 连接线路。
 - 1.5 放置网络标号、电源符号、接地符号及 NoERC 符号。
 - 1.6 原理图编译检查。
 - 1.7 保存电路图。
2. 原理图绘制-绘图操作各项目要求
- 使用所提供的元件属性表（请参照表 4）以及原理图（附录一）完成原理图绘制，此线路需符合附录一的原理图（包含模板、元件、线路连接、网络标号、电源/接地、NoERC 符号等）。而 ERC 检查需无任何错误项目，如线路连接有误、对象属性定义有误、对象少放/浮接、模板套用有误等，都会扣分。
- 2.1 新建电路板工程（文件名 S51_7SEG4.PrjPcb）及原理图文件（文件名 Main.SchDoc）。
- 2.2 套用原理图模板文件（SCH_template.SchDot），并需依规定填入参数值内容，如“王〇明”。

Applied Electronics Design - PCB Layout绘图考试			
单位 〇〇科技大学〇〇〇〇系			
准考证号	xxxxxxxx123	姓名	王〇明
考试日期	YYYY/MM/DD	工程名称	S51_7SEG4.PrjPcb

2.3 元件属性表如表 4 所示。

表 4 元件属性表

元件标号 Designator	元件值 Comment	放置元件名称 Design Item ID	封装 Footprint	元件库 Library Name
C1	220uF	Cap2	CAPR5-4X5	AED_PCB1.IntLib
C2, C3	0.1uF	Cap	RAD-0.3	AED_PCB1.IntLib
C4, C5	30pF	Cap	RAD-0.3	AED_PCB1.IntLib
D1, D2	1N4001	Diode 1N4001	DO-41	AED_PCB1.IntLib
DS1	LED0	LED0	LED-0	AED_PCB1.IntLib
DS2	7SEGX_4CA	7SEGX_4CA	7SEGX4	AED_PCB1.IntLib
JP1	PWR2.5	PWR2.5	KLD-0202	AED_PCB1.IntLib
JP2	+5V	Header 2	HDR1X2	AED_PCB1.IntLib
JP3	Keypad	Header 8	HDR1X8	AED_PCB1.IntLib

续表

元件标号 Designator	元件值 Comment	放置元件名称 Design Item ID	封装 Footprint	元件库 Library Name
PB1	RST	SW-PB	TACK6	AED_PCB1.IntLib
Q1, Q2, Q3, Q4	2N3906	2N3906	TO-92A	AED_PCB1.IntLib
R1	330	Res1	AXIAL-0.3	AED_PCB1.IntLib
R2	100K	Res1	AXIAL-0.3	AED_PCB1.IntLib
R10,R11,R12,R13, R14,R15,R16,R17	82	Res1	AXIAL-0.3	AED_PCB1.IntLib
R20,R21,R22,R23	2K	Res1	AXIAL-0.3	AED_PCB1.IntLib
R30,R31,R32,R33	10K	Res1	AXIAL-0.3	AED_PCB1.IntLib
U1	LM7805CT	LM7805CT	TO-220	AED_PCB1.IntLib
U2	AT89S51	AT89S51	DIP-40	AED_PCB1.IntLib
X1	12MHz	XTAL	XTAL4-8	AED_PCB1.IntLib

注：表中元件值 uF 实际为 μF ，K 实际为 $\text{k}\Omega$ ；但 Altium Designer 软件如此，不再改动^①。

电路板设计

1. 电路板设计流程

- 1.1 添加 PCB 文件到工程。
- 1.2 导入 PCB 板框文件。
- 1.3 定义板型，并设置相对原点。
- 1.4 设定网络分类。
- 1.5 设定设计规则。
- 1.6 更新原理图数据到 PCB。
- 1.7 元件布局。
- 1.8 PCB 布线。
- 1.9 放置字符串与指定数据。
- 1.10 设计规则检查。
- 1.11 保存 PCB 文件。

2. 电路板设计-绘图操作各项目要求

- 2.1 新建 PCB 文件，文件名为 MyPCB.PcbDoc，使用单位为 mm。
- 2.2 导入 PCB 板框文件 (S51_7SEG4.DXF)。

① 全书均采用 Altium Designer 软件中的约定，后文不再说明。