

主板维修

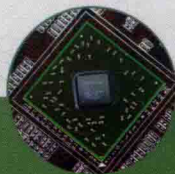
全彩超值版

张军 / 编著

从入门到精通 (第4版)



- 常用维修工具的使用
- 主板元器件的检测
- 主板主要电路的检测
- 常见故障维修案例



『主板维修经典之作 全新增值上市』

■ 专家教学 系统深入

由北京中关村硬件维修专家精心编写，讲解深入、系统，彻底解决您学不会的苦恼

■ 技术主流 讲解科学

讲解当前最新的主板维修技术，涉及主板元器件的检测、主板各种单元电路的工作原理、单元电路故障测试点、单元电路故障检测流程、故障维修方法、动手实践 6 大主题

■ 全程图解 直观易学

200 多幅全彩高清厂家电路图 + 实物对照图、12 幅故障诊断流程图，效果直观、分析透彻，让您快速判断故障原因所在

■ 结合实践 增加经验

基于真实维修流程教学，23 个动手实践案例，提供详细故障判断规则和维修流程，大幅提高维修技能水平



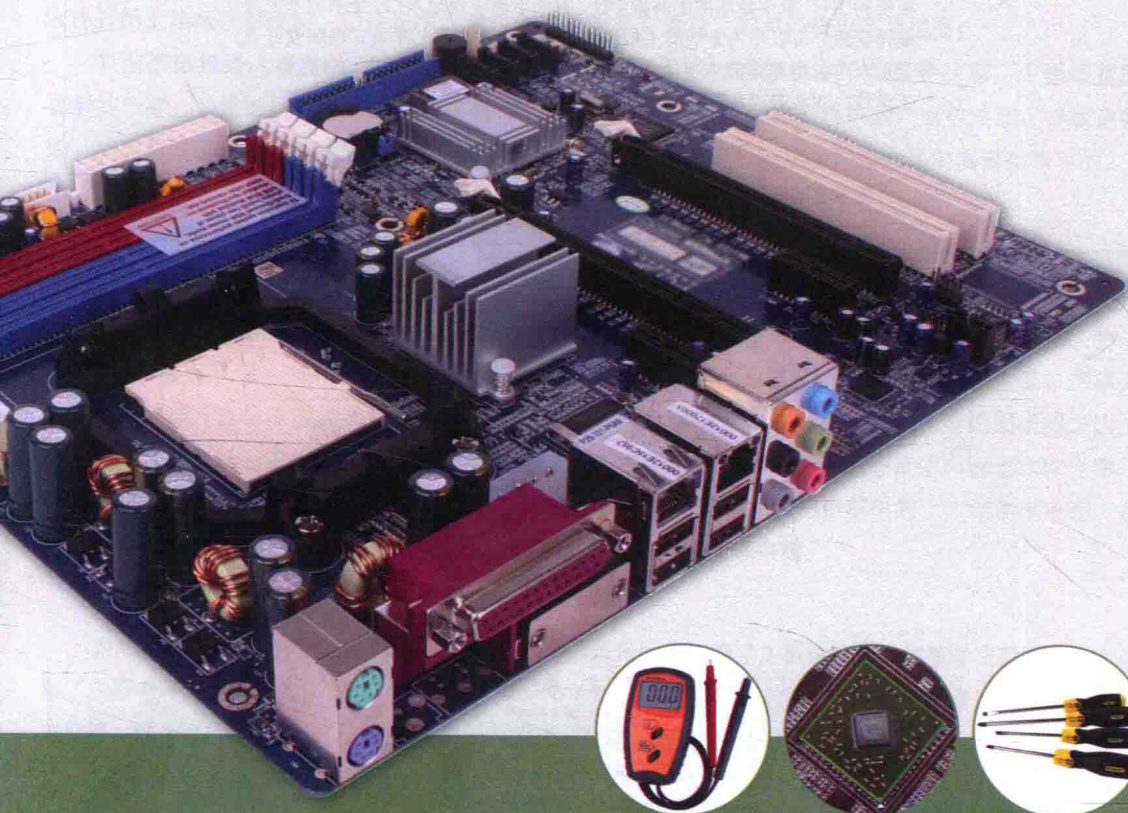
科学出版社

主板维修

全彩超值版

张军 / 编著

从入门到精通 (第4版)



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由资深主板维修培训师精心编写。全书共 13 章,系统地讲解了主板元器件的检测方法,主板总线插槽、插座电路及测试点,主板六大电路(开机电路、供电电路、时钟电路、复位电路、CMOS/BIOS 电路、接口电路)的结构原理(结合厂商电路图)和维修技术、维修实践,各品牌主板通病及维修经验等。此外,还提供了 DVD 教学光盘(特邀中关村主板维修专家实战演示),帮助读者掌握维修技能,快速成长为专业的主板维修工程师。

本书强调动手能力和实用技能的培养,在讲解上使用了独具特色的主板实物图+厂家电路图的图解教学法,有助于新手快速入门。全书技术先进,编排新颖,可以作为专业的主板维修人员、主板维修初学者、电脑爱好者、企事业单位电脑维修人员的学习用书,还可以作为主板维修培训机构、技工学校、职业高中和职业院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

主板维修从入门到精通 / 张军编著. —4 版. —北京: 科学出版社, 2017.2

ISBN 978-7-03-051701-2

I. ①主… II. ①张… III. ①计算机主板—维修 IV. ①TP332.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 023608 号

责任编辑: 杨慧芳 魏 胜 / 责任校对: 王 瑞 高明虎

责任印制: 华 程 / 封面设计: 刘 刚

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京天颖印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 4 月第 四 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 4 月第一次印刷 印张: 28 1/4

字数: 687 000

定价: 69.00 元 (含 1DVD 价格)

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

- 如果你是一个梦想成为精通电脑主板维修技术的初学者，但又苦于求师无门，阅读本书，将会助你一臂成功之力。
- 如果你是一个职业主板维修人员，本书的大量专业技术、维修技巧和窍门，对厂家维修电路图的深入剖析，同样可以让你受益匪浅。

对于初学者，想学好主板维修技术，需要先找一些实用的资料看看，然后找一个师傅带带。由于师傅通常不可能专门教你，最主要的还是自己学好基本技能（掌握各单元电路的工作原理、详细电路组成、主要芯片的引脚资料、跑线等），那就得有一套很系统的学习教程才行（要对各主板电路讲解非常系统，要有详细的厂家电路图和常用资料，要有各主要测试点的参数总结及维修方法总结等）。有的读者通过网上论坛获得资料，但论坛中的资料大都是重复又重复，实用价值也不是很高。

目前很多维修人员普遍存在对主板工作原理认识不系统、维修技术不规范等问题，主板维修的成功率并不高。如果系统地学习一本维修资料，同时在维修时参考维修资料中的厂家电路图、参数进行维修，对提高维修人员的维修成功率将有非常大的帮助。本书就是针对这些维修人员的需要而编写的。

本书特点

技术主流，内容丰富

技术新——讲解了当前主流的主板（包括PCI-E、DDR3、SATA等接口，LGA 775/1156、Socket 940/AM3等CPU插槽，六相供电技术等）；内容全——涉及主板元器件的识别和检测、主板各种单元电路的工作原理、主板故障测试点、主板故障检测流程、故障维修方法、动手实践、电路图识图方法、各品牌主板通病总结、主板维修经验、主板维修实战等主题。另外，各个主题涉及的内容也非常全面，如CPU供电电路讲解了单相供电电路、两相供电电路、三相供电电路、四相供电电路、六相供电电路、多组供电电路等。可以说，本书是迄今为止技术新、内容全的主板维修书籍。

DVD光盘，专家实战指导

为配合本书，我们特邀请北京中关村专业的主板维修公司拍摄了主板维修多媒体教学视频课程，重点讲解了主板各种元器件的检测方法、维修工具的使用方法、主板各单元电路的检测、主板常见故障的检测维修过程等。结合高效的视频光盘，读者能轻松获得主板维修实践经验，同时快速掌握主板检测维修技术。

图解教学，轻松学习

本书使用了独具特色的主板实物图+厂家电路图的图解教学法，有助于新手快速入门。此外，还总结了大量主板故障的维修流程图，结合流程图可以一目了然地看清所学知识的脉络及重点，快速判断出故障的原因和所在位置，节省时间，提高工作效率。

结合实践，掌握技能

结合大量的动手实践和维修实战（在光盘中），讲解了主板常见电路的跑线方法，同时深入分析了主板检测方法和维修技术。所有实践内容分析透彻，步骤清晰，使你在实践中轻松掌握主板维修技术，快速成长为专业的主板维修工程师。

本书内容

本书共分13章，概要介绍如下。

第1章 主要讲解了主板的分类、结构、电路组成等。

第2章 主要讲解了万用表、诊断卡、假负载等主板维修常用工具的使用方法，以及主板电阻、电容、二极管、三极管、场效应管等常用元器件好坏的检测方法。

第3章 主要讲解了如何看懂主板电路图，包括认识电路板、认识电路图、电路图看图规则、基本看图方法与步骤等。

第4章 主要讲解了主板开机电路的结构原理、各种电路图、故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战、维修实战（在光盘中）等内容。

第5章 主要讲解了CPU供电电路、内存供电电路、AGP插槽供电电路、南桥/北桥供电电路等电路的结构原理、开关电源方式和调压方式的电路图、故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战和维修实战（在光盘中）等内容。

第6章 主要讲解了主板时钟电路的结构原理、各种电路图、故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战、维修实战（在光盘中）等内容。

第7章 主要讲解了主板复位电路的结构原理、各种电路图、故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战、维修实战（在光盘中）等内容。

第8章 主要讲解了主板CMOS电路和BIOS电路的结构原理、各种电路图、故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战等内容。

第9章 主要讲解了键盘/鼠标接口、USB接口、串口、并口、电源接口等接口电路的结构原理、各种电路图、接口电路故障检测点、故障检测流程、故障维修方法、跑线实战等内容。

第10章 主要讲解了主板PCI、AGP、PCI-E插槽，SDRAM、DDR、DDR2、DDR3内存插槽，LGA 775、Socket 939等各种CPU插座的针脚定义、测试点和相应电路等。

第11章 主要讲解了主板常见故障维修方法、故障分类、产生原因和维修流程等。

第12章 主要讲解了各品牌主板通病及维修经验。内容包括华硕主板、微星主板、技嘉主板、Intel主板、精英主板、华擎主板等品牌主板常见故障总结，以及主板主要故障维修经验。

第13章 主要讲解了主板元器件检测维修实战和主板常见故障维修实战训练等内容。

本书技术先进，编排新颖，可以作为电脑爱好者、企事业单位电脑维修人员、专业主板维修人员的学习用书，还可以作为主板培训机构、技工学校、职业高中和职业院校的教学参考书。

除署名作者外，参加本书编写的人员还有王红明、叶红、王红丽、韩佶洋、杨辉、延长华、田宏强、田淑敏、李淑艳、多国华、曹保剑、多梦琦、韩海英、张敏、亢丽、尹腾蛟、肖志国、张新东、赵东东、于建军、侯玉佩、张惠芬等。

由于作者水平有限，书中难免出现疏漏和不足之处，恳请社会业界同仁及读者朋友提出宝贵意见和真诚批评。

作者

2017年1月

目 录

第1章 主板维修预备知识

1

1.1 学修主板三部曲

2

1.1.1 学修主板第一步

2

1.1.2 学修主板第二步

3

1.1.3 学修主板第三步

4

1.2 主板的分类

4

1.2.1 按CPU插槽分类

4

1.2.2 按主板结构分类

5

1.3 主板的架构及主要元器件

6

1.3.1 主板的架构

6

1.3.2 CPU插槽

8

1.3.3 内存插槽

8

1.3.4 总线扩展槽

9

1.3.5 BIOS芯片

11

1.3.6 芯片组

11

1.3.7 IDE接口

12

1.3.8 Serial ATA接口

13

1.3.9 USB接口

13

1.3.10 IEEE 1394接口

14

1.3.11 电源与外设接口

14

1.3.12 时钟芯片

15

1.3.13 I/O芯片

16

1.3.14 电源管理芯片

17

1.3.15 串口芯片

18

1.3.16 音效芯片

18

1.3.17 网卡芯片

19

1.4 主板上常见的英文标识

20

1.5 主板电路组成

22

1.5.1 主板开机电路

22

1.5.2 主板供电电路

22

1.5.3	主板时钟电路	23
1.5.4	主板复位电路	23
1.5.5	主板BIOS和CMOS电路	24
1.5.6	主板接口电路	24

1.6 本章小结 24

第2章 主板维修常用工具及常用元器件的识别与检测 25

2.1 主板维修常用工具 26

2.1.1	万用表	26
2.1.2	示波器	30
2.1.3	晶体管图示仪	34
2.1.4	电烙铁	35
2.1.5	热风焊台	37
2.1.6	编程器	39
2.1.7	主板故障诊断卡	40
2.1.8	CPU假负载	42
2.1.9	打阻值卡	44
2.1.10	其他工具	44

2.2 主板主要元器件 46

2.2.1	电阻器	46
2.2.2	电容器	51
2.2.3	电感器	54
2.2.4	二极管	57
2.2.5	三极管	60
2.2.6	场效应管	63
2.2.7	晶振	64
2.2.8	集成稳压器	65
2.2.9	集成运算放大器	69
2.2.10	数字集成电路	73

2.3 元器件检测 80

2.3.1	电阻器好坏检测方法	80
2.3.2	电容器好坏检测方法	82
2.3.3	电感器好坏检测方法	85
2.3.4	二极管好坏检测方法	86
2.3.5	三极管好坏检测方法	87

2.3.6	场效应管好坏检测方法	90
2.3.7	集成电路好坏检测方法	92
2.3.8	集成稳压器好坏检测方法	95
2.3.9	集成运算放大器好坏检测方法	95
2.3.10	数字集成电路好坏检测方法	96

2.4 元器件代换方法 96

2.4.1	电阻器的代换方法	96
2.4.2	电容器的代换方法	98
2.4.3	电感器的代换方法	98
2.4.4	二极管的代换方法	99
2.4.5	三极管的代换方法	100
2.4.6	场效应管的代换方法	100
2.4.7	集成电路的代换方法	100

2.5 本章小结 100

第3章 看懂主板电路图 101

3.1 认识电路板 102

3.1.1	电路板简介	102
3.1.2	电路板的制作	102

3.2 认识电路图 103

3.2.1 电路图的基本知识	103
3.2.2 电路图的种类	104
3.2.3 电路图的构成要素	107

3.3 电路图看图规则

3.3.1	电路图中信号处理方向规则	109
3.3.2	电路图中图形符号的位置与状态	109
3.3.3	电源线、地线及各种连接线的绘制规则	112

3.4 基本看图方法与步骤 115

3.4.1	看电路图的基本方法	115
3.4.2	看电路图的步骤	115
3.4.3	单元电路图的识图方法	116
3.4.4	整机电路图的识图方法	117

3.5 本章小结 118

第4章 主板开机电路分析及故障检修

119

4.1 主板开机电路分析

120

4.1.1 主板开机电路工作机制

120

4.1.2 主板开机电路组成

120

4.1.3 主板开机电路工作原理

125

4.2 开机电路故障检修流程

133

4.3 开机电路故障检测点

134

4.3.1 开机电路易坏元器件

134

4.3.2 开机电路故障检测点

135

4.4 开机电路常见故障的判定及解决方法

137

4.4.1 主板开机电路常见故障现象及原因

137

4.4.2 主板开机电路常见故障解决方法

137

4.5 动手实践

139

4.5.1 主板开机电路实习流程及方法

139

4.5.2 南桥供电回路跑线实战

140

4.5.3 开机键供电回路跑线实战

143

4.5.4 开机控制信号线路跑线实战

145

4.6 本章小结

148

第5章 主板供电电路分析及故障检修

149

5.1 主板的供电机制

150

5.2 CPU供电电路分析及故障检修

153

5.2.1 CPU供电电路组成

153

5.2.2 CPU供电电路的工作原理

157

5.2.3 单相CPU供电电路详解

157

5.2.4 两相CPU供电电路详解

161

5.2.5 三相CPU供电电路详解

165

5.2.6 四相CPU供电电路详解

169

5.2.7 六相CPU供电电路详解

173

5.2.8 多组供电电路详解	175
5.2.9 CPU供电电路故障检修流程	178
5.2.10 CPU供电电路故障检测点	180

5.3 内存供电电路分析及故障检修

180

5.3.1 内存供电电路供电机制	181
5.3.2 SDRAM内存供电电路详解	182
5.3.3 DDR内存供电电路详解	185
5.3.4 DDR2内存供电电路详解	193
5.3.5 内存供电电路故障检修流程	196
5.3.6 内存供电电路故障检测点	196

5.4 南北桥芯片组供电电路分析及故障检修

198

5.4.1 调压电路组成的芯片组供电电路	198
5.4.2 开关电源组成的芯片组供电电路	201
5.4.3 南北桥芯片组供电电路故障检修流程及故障测试点	202

5.5 AGP供电电路分析及故障检修

203

5.5.1 调压电路组成的AGP供电电路	203
5.5.2 开关电源组成的AGP供电电路	204
5.5.3 AGP供电电路故障检修流程及故障测试点	206

5.6 PCI-E供电电路分析及故障检修

206

5.7 主板供电电路常见故障的判定及解决方法

208

5.7.1 主板供电电路常见故障现象及原因	208
5.7.2 主板供电电路常见故障解决方法	208

5.8 动手实践

211

5.8.1 CPU供电电路动手实践	211
5.8.2 内存供电电路动手实践	218

5.9 本章小结

222

第6章 主板时钟电路分析及故障检修

223

6.1 主板时钟电路分析

224

6.1.1 主板时钟电路组成	224
6.1.2 主板时钟电路工作原理	227

→	6.2 主板时钟电路故障检修流程	232
→	6.3 主板时钟电路故障检测点	232
	6.3.1 主板时钟电路易坏元器件	232
	6.3.2 主板时钟电路故障检测点	233
→	6.4 主板时钟电路常见故障的判定及解决方法	234
	6.4.1 主板时钟电路常见故障现象及原因	234
	6.4.2 主板时钟电路常见故障解决方法	234
→	6.5 动手实践	235
	6.5.1 主板时钟电路实习流程及方法	235
	6.5.2 主板时钟电路供电电路跑线实战	235
	6.5.3 主板时钟电路的晶振及谐振电容电路跑线实战	236
	6.5.4 主板时钟电路的时钟信号输出电路跑线实战	238
→	6.6 本章小结	238
→	第7章 主板复位电路分析及故障检修	239
→	7.1 主板复位电路工作机制	240
→	7.2 主板复位电路分析	240
	7.2.1 主板复位电路分类	240
	7.2.2 主板复位电路组成	240
	7.2.3 主板复位电路工作原理	242
→	7.3 主板复位电路故障检修流程	245
→	7.4 主板复位电路故障检测点	245
	7.4.1 主板复位电路易坏元器件	245
	7.4.2 主板复位电路故障检测点	246
→	7.5 主板复位电路常见故障的判定及解决方法	247
	7.5.1 主板复位电路常见故障现象及原因	247
	7.5.2 主板复位电路常见故障解决方法	247

→	7.6 动手实践	248
	7.6.1 主板复位电路实习流程及方法	248
	7.6.2 复位电路中复位开关连接的复位线路跑线实战	249
	7.6.3 PG信号线路跑线实战	251
	7.6.4 南桥输出到各个设备的复位信号的线路跑线实战	254
→	7.7 本章小结	258
→	第8章 主板CMOS电路和BIOS电路分析及故障检修	259
→	8.1 主板CMOS电路分析	260
	8.1.1 主板CMOS电路组成	260
	8.1.2 主板CMOS电路工作原理	263
→	8.2 主板CMOS电路故障检修流程	266
→	8.3 主板CMOS电路故障检测点	267
	8.3.1 易坏元器件	267
	8.3.2 主板CMOS电路故障检测点	268
→	8.4 主板CMOS电路常见故障的判定及解决方法	270
	8.4.1 CMOS电路常见故障现象及原因	270
	8.4.2 CMOS电路常见故障解决方法	271
→	8.5 主板BIOS电路	272
	8.5.1 BIOS的功能和作用	272
	8.5.2 BIOS芯片封装及引脚功能	273
	8.5.3 主板BIOS电路	275
→	8.6 主板BIOS电路常见故障维修	277
	8.6.1 主板BIOS电路检修流程图	277
	8.6.2 主板BIOS电路故障检测点	277
	8.6.3 主板BIOS电路故障维修	278
→	8.7 动手实践	279
	8.7.1 主板CMOS电路实习流程及方法	279
	8.7.2 电池供电回路跑线实战	279
	8.7.3 主板ATX电源供电回路跑线实战	282

8.8 本章小结

286

第9章 主板接口电路分析及故障检修

287

9.1 键盘、鼠标接口电路分析及故障检修

288

9.1.1 键盘、鼠标接口电路分析

288

9.1.2 键盘、鼠标接口电路故障检修流程

290

9.1.3 键盘、鼠标接口电路故障检测点

291

9.1.4 键盘、鼠标接口故障维修

292

9.2 串口接口电路分析及故障检修

294

9.2.1 串口接口电路分析

294

9.2.2 串口接口电路故障检修流程

296

9.2.3 串口接口电路故障检测点

298

9.2.4 串口接口电路故障维修

298

9.3 并口接口电路分析及故障检修

299

9.3.1 并口接口电路分析

299

9.3.2 并口接口电路故障检修流程

302

9.3.3 并口接口电路故障检测点

303

9.3.4 并口接口电路故障维修

304

9.4 USB接口电路分析及故障检修

305

9.4.1 USB接口电路分析

305

9.4.2 USB接口电路故障检修流程

309

9.4.3 USB接口电路故障检测点

310

9.4.4 USB接口电路故障维修

310

9.5 电源接口电路

311

9.5.1 20针电源接口电路

312

9.5.2 4针电源接口电路

314

9.5.3 24针电源接口电路

315

9.5.4 8针电源接口电路

317

9.6 硬盘接口电路

318

9.6.1 IDE接口电路

318

9.6.2 SATA接口电路

319

9.7	动手实践	321
9.7.1	主板接口电路实习流程及方法	321
9.7.2	主板键盘、鼠标接口电路跑线实战	323
9.7.3	主板串口电路跑线实战	327
9.7.4	主板并口电路跑线实战	329
9.7.5	主板USB接口电路跑线实战	329
9.8	本章小结	334
第10章	主板总线插槽电路及测试点	335
10.1	总线概述	336
10.1.1	主板总线的分类	336
10.1.2	主板总线的性能指标	337
10.2	PCI总线插槽电路及测试点	338
10.2.1	PCI总线结构	338
10.2.2	PCI总线插槽测试点	339
10.2.3	PCI总线插槽电路	340
10.3	AGP总线插槽电路及测试点	341
10.3.1	AGP总线结构	341
10.3.2	AGP总线插槽测试点	343
10.3.3	AGP总线插槽电路	344
10.4	PCI-E X16总线插槽电路及测试点	345
10.4.1	PCI-E X16总线插槽结构	345
10.4.2	PCI-E X16总线插槽测试点	347
10.4.3	PCI-E X16总线插槽电路	347
10.5	PCI-E X1总线插槽电路及测试点	349
10.5.1	PCI-E X1总线插槽结构	349
10.5.2	PCI-E X1总线插槽测试点	349
10.5.3	PCI-E X1总线插槽电路	350
10.6	SDRAM内存插槽电路及测试点	351
10.6.1	SDRAM内存插槽结构	351
10.6.2	SDRAM内存插槽测试点	353
10.6.3	SDRAM内存插槽电路	353

10.7 DDR内存插槽电路及测试点

354

10.7.1	DDR内存插槽结构	354
10.7.2	DDR内存插槽测试点	357
10.7.3	DDR内存插槽电路	357

10.8 DDR2内存插槽电路及测试点

358

10.8.1	DDR2内存插槽结构	358
10.8.2	DDR2内存插槽测试点	361
10.8.3	DDR2内存插槽电路	361

10.9 DDR3内存插槽电路及测试点

363

10.9.1	DDR3内存插槽结构	363
10.9.2	DDR3内存插槽测试点	366
10.9.3	DDR3内存插槽电路	366

10.10 CPU插槽及测试点

368

10.10.1	Socket 370插槽测试点	368
10.10.2	Socket 462插槽测试点	369
10.10.3	Socket 478插槽测试点	369
10.10.4	LGA 775插槽测试点	370
10.10.5	Socket 754插槽测试点	372
10.10.6	Socket 939插槽测试点	372
10.10.7	Socket 940插槽测试点	375

10.11 本章小结

378

第11章 主板常见故障维修

379

11.1 主板故障维修思路

380

11.1.1	主板故障处理顺序	380
11.1.2	故障维修注意事项	380

11.2 主板故障常用维修方法

381

11.2.1	观察法	381
11.2.2	比较法	382
11.2.3	测电流法	382
11.2.4	测电压法	382
11.2.5	测电阻法	382

11.2.6	测对地阻值法	382
11.2.7	替换法	383
11.2.8	参数测量法	383
11.2.9	清洗补焊法	383
11.2.10	示波器观察法	383
11.2.11	升降温法	383
11.2.12	干扰法	384
11.2.13	软件诊断法	384

11.3 主板故障分类及产生原因 384

11.3.1	主板故障分类	384
11.3.2	主板故障产生原因	385
11.3.3	主板出现故障后的处理步骤	386

11.4 主板故障维修流程 386

11.4.1	主板开机引导过程	386
11.4.2	主板故障检修流程图	388
11.4.3	主板的详细维修步骤	390

11.5 本章小结 390

第12章 各品牌主板通病及维修经验 391

12.1 各品牌主板通病 392

12.1.1	华硕主板常见故障	392
12.1.2	微星主板常见故障	392
12.1.3	技嘉主板常见故障	393
12.1.4	Intel主板常见故障	393
12.1.5	华擎主板常见故障	394
12.1.6	硕泰克主板常见故障	394
12.1.7	精英主板常见故障	394

12.2 主板主要故障维修经验 394

12.2.1	主板开机故障维修经验	394
12.2.2	主板加电风扇转一下就停故障维修经验	396
12.2.3	主板无法开机，诊断卡显示00故障维修经验	396
12.2.4	主板无法开机，诊断卡显示FF故障维修经验	396
12.2.5	用主板诊断卡检测时，不过内存故障维修经验	397
12.2.6	用主板诊断卡检测时，不过显卡故障维修经验	397

12.3 本章小结 398

第13章 主板维修实战

399

13.1 主板元器件检测维修实战

400

13.1.1 动手实践1：在路检测主板中的贴片电阻	400
13.1.2 动手实践2：开路检测主板中的电阻	402
13.1.3 动手实践3：检测主板中的贴片排电阻	404
13.1.4 动手实践4：检测主板中的小容量贴片电容	404
13.1.5 动手实践5：检测主板中的电解电容	406
13.1.6 动手实践6：开路检测主板中的贴片电感	407
13.1.7 动手实践7：检测主板中的磁环/磁棒电感	408
13.1.8 动手实践8：检测主板中的封闭式电感	410
13.1.9 动手实践9：检测主板中的开关二极管	410
13.1.10 动手实践10：检测主板中的PNP型三极管	412
13.1.11 动手实践11：检测主板中的NPN型三极管	415
13.1.12 动手实践12：检测主板中的场效应管	415
13.1.13 动手实践13：检测主板中的集成稳压器	417
13.1.14 动手实践14：检测主板中的集成运算放大器	417
13.1.15 动手实践15：检测主板中的门电路	418

13.2 主板常见故障维修实战训练

419

13.2.1 动手实践1：主板开机无法启动，诊断卡无显示故障维修	419
13.2.2 动手实践2：主板开机不能启动，诊断卡显示00故障维修	422
13.2.3 动手实践3：主板无法开机故障维修	424
13.2.4 动手实践4：主板无法开机，CPU风扇转动一下又停转故障维修	427
13.2.5 动手实践5：主板无法开机，CPU风扇不转故障维修	428
13.2.6 动手实践6：主板开机无法启动，诊断卡复位灯常亮故障维修	430
13.2.7 动手实践7：主板启动正常，键盘无法使用故障维修	431
13.2.8 动手实践8：主板开机无法启动，诊断卡显示E1故障维修	433

13.3 本章小结

434