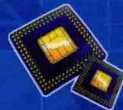


Mc
Graw
Hill
Education



电子电气工程师技术丛书

 lectronic Troubleshooting, 4E

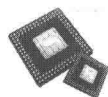
电子设备故障诊断与排除

(原书第4版)

[美] 丹尼尔 R. 托马尔 阿拉姆 S. 亚建尼 著 张雪英 段淑斐 刘帆 译
(Daniel R. Tomal) (Aram S. Agajanian)



机械工业出版社
China Machine Press

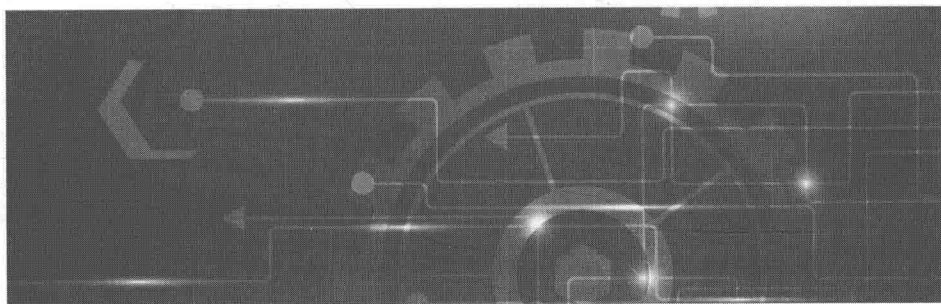


电子电气工程师技术丛书

Electronic Troubleshooting, 4E

电子设备故障诊断与排除

(原书第4版)



[美] 丹尼尔 R. 托马尔 阿拉姆 S. 亚建尼 著 张雪英 段淑斐 刘帆 译
(Daniel R. Tomal) (Aram S. Agajanian)



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目(CIP)数据

电子设备故障诊断与排除(原书第4版)/(美)丹尼尔 R. 托马尔(Daniel R. Tomal), (美)阿拉姆 S. 亚建尼(Aram S. Agajanian)著; 张雪英, 段淑斐, 刘帆译. —北京: 机械工业出版社, 2016.12

(电子电气工程师技术丛书)

书名原文: Electronic Troubleshooting, 4E

ISBN 978-7-111-55411-0

I. 电… II. ①丹… ②阿… ③张… ④段… ⑤刘… III. ①电子设备-故障诊断
②电子设备-故障修复 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第277088号

本书版权登记号: 图字: 01-2014-7260

Daniel R. Tomal, Aram S. Agajanian: Electronic Troubleshooting, 4E (978-0-07-181990-9).

Copyright © 2014, 2004, 1999, 1993 by McGraw-Hill Education.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港、澳门特别行政区和台湾地区)销售。

版权 © 2017 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

本书基于现代化的网络技术和电子技术, 融合了传统电学理论和器件应用。第4版涵盖了以微处理器为基础的新颖系统设备、测试仪器和技术, 重点阐述了计算机网络和网络驱动器、嵌入式微处理器系统的故障诊断与排除。主要内容包括: 必备的基础理论, 当今测试设备的发展, 工业控制中必不可少的电气理论、应用和服务知识, 民用和工业配线的故障诊断, 数字电路、时序数字电路故障诊断与排除, 计算机网络和网络驱动器、嵌入式微处理器系统的故障诊断与排除等。本书适合电子信息类专业的师生以及电子爱好者阅读。

电子设备故障诊断与排除(原书第4版)

出版发行: 机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 谢晓芳 王颖

责任校对: 殷虹

印刷: 中国电影出版社印刷厂

版次: 2017年1月第1版第1次印刷

开本: 186mm×240mm 1/16

印张: 21.25

书号: ISBN 978-7-111-55411-0

定价: 79.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东

华章科技
HZBOOKS | Science & Technology



|| Praise || 本书赞誉

本书第4版是一次彻底的改编与升级。通过补充计算机网络设备以及它们所涉及的很多其他领域的内容，使得本书锦上添花。作为前三版的合著者之一，我极力推荐这本书，并且要恭喜我的朋友 Tomal 和他新的合著者，他们做得非常棒。

——Neal S. Widmer

美国普渡大学电气与计算机工程技术系教授

如果有电气故障需要排除，就阅读本书来解决问题吧！

——Simon Monk 博士

《3D Arduino Projects for the Evil Genius》的作者

本书先讲解工作原理，再讨论电路和系统故障的检修，因此故障检修会迎刃而解。本书通俗易懂，并配有丰富的示例。

——Arthur B. Williams

《The Analog Filter and Circuit Design Handbook》的作者

无论是对于初学者还是富有经验的故障检修员，作者都阐述了足够多的信息……十分值得收藏！

——Carl D. Vizza

美国伊利诺伊理工学院职业发展办公室主任

作者为我们呈现了一本优秀的电气故障检修书籍，它提供了清晰、精确而且具体的示例，让任何人都能读懂。

——James Karagiannes 博士

美国德锐大学工程与信息科学学院副院长

Tomal 博士和 Agajanian 博士为阐述理论与电气设备故障检修提供了实用并且易于理解

的方式及途径。我强烈推荐本书。

——A. Galip Ulsoy

美国密歇根大学机械工程学院副院长

自 20 世纪 80 年代初, 早期数字电路和微处理器教科书出现以来, 本书是这些教材中最易于理解和最详尽的教材之一。对于现代技术, 作者采用最新的途径去讲解故障诊断与排除的基础。

——Hovhannes Mardirossian

贝尔实验室退休技术人员

AESA 纽约与新泽西分部技术和教育委员会主席

这是一本全面而合理的电气故障检修用书。作者结合清晰、准确并且具体的示例揭示电子设备的原理及其故障排除方法。本书对于电气和电子领域具有重要意义, 对此我十分自信。

——Davoud Arateh 博士

美国南方大学电气工程系教授

对于任何对此领域感兴趣的人来说, 本书都是一本必读书目。其具体的示例、简洁的风格和清晰的语言都让其非常实用。我高度欣赏作者的工作成果。

——Levon Lajikyan

美国埃里温国立大学教授

作者缩小了工业环境和电子理论教育环境之间的鸿沟; 因此本书对于学生、技术员和工程师都有着非常重要的参考价值。干得漂亮!

——Garbis Keresteciolu 工程师

加拿大安大略省列治文山市

Tomal 和 Agajanian 两位博士以清晰而精准的示例为大部分读者提供了电气设备故障检修的实用手段。我向所有电气技术人员推荐本书; 在他们的日常工作中应当将本书当作随时随地的参考书, 这样他们就可以重温学生时代学过的理论知识。

——Masis Michael Mirijanian

加州洛杉矶西门子子公司自动化方面资深技术专家

书中包括了重要的技术知识, 并且每章都有自测题和问答题。我高度推荐本书。

——Dudley Outcalt 博士

密尔沃基理工学院

本书十分全面地涵盖了电气故障检修的内容，对于任何对电气电子技术感兴趣的人都是一本好书。

——Daniel J. Fitzgibbons

Gibson 美国 Electric & Technology Solutions 公司总裁兼首席执行官

本书可以帮助读者逐步深入地了解故障检修的知识，并且将会是一本极好的电子理论用书。

——Brooks Jacobsen

美国湖区理工学院机器人 / 电子系统技术系

我向所有需要检修电气设备故障的人推荐本书，我真希望本书 30 年前就有了，因为它清晰的内容能帮助我节省了大量的时间。

——Andrew Kumiega 博士

伊利诺伊州芝加哥市

无论是商用还是家用的电气系统故障排除，本书都为学生和专业人员提供了全面而实用的指南。对于那些正在实习或者有兴趣在电子电气行业从业的人来说，本书绝对是非常重要的资源。

——Thomas M. Korman 博士

美国加州州立理工大学副教授

推荐序 Foreword

根据 2012 年美国劳工统计局的数据，在未来十年中，增长最快的就业机会将会出现在科技相关领域。对于技术方面的专业人士来说，拥有所需技能以便在这个不断发展且充满挑战的技术社会中拥有一席之地，显得尤为重要。

Tomal 博士与 Agajanian 博士的这本书为现在和将来的职业提供了重要的知识。本书简洁明了且注重实用性，是非常优秀的书籍，也是一本把多种技术和电气设备以非常全面的编排方式呈现给读者的专业书籍。对于在校学生、已经工作的技术人员和电子工程师、实习技术员、维修技术人员、业余爱好者以及电气故障检修工来说，本书都是非常重要的参考资料。

——Candace Goodwin

芝加哥都会区主席

美国德锐大学

The Translators' Words 译者序

本书由 Daniel Tomal 博士和 Aram Agajanian 博士所著，从 1993 年发行第 1 版，经过 20 多年的发展，至今已发行到第 4 版。本书被评为电气工程领域最权威的实用性书籍之一，获得了广泛好评。第 4 版是对前三版的一次彻底改编与升级，将经典电气科学理论设备（电动机、控制器和布线）与现代网络和电子技术（计算机、微处理器、嵌入式微处理器系统）相结合；同时加入了生物医学设备的前沿技术。

本书实用而且简洁，是一本把多种技术和电气设备以非常全面的编排方式呈现给读者的专业书籍。它适合任何对电气电子设备感兴趣的人。本书独特之处在于图文并茂，以多年的电气电子故障检修所得的宝贵经验引领读者快速学习和掌握检修技术，并解决实际问题。

全书采用由浅入深的编排方式，从基本的故障检修原理以及传统产品到更为复杂的先进技术。全书共分为 12 章，每章由基本内容、自测题和相关问答题构成。自测题和问答题可以增强读者对基本理论知识的巩固和掌握，同时敦促读者进行深层次的思考。

鉴于本书对电气故障检修从业人员具有重要的指导意义，也为加强国内外知识经验的交流，我们受机械工业出版社委托，对全书进行了翻译。具体工作由太原理工大学的张雪英教授、段淑斐博士、刘帆博士负责；其中本书赞誉、推荐序、前言、第 10 章、术语表由张雪英翻译，第 1、3、4、6、7、8 章由段淑斐翻译，第 2、5、9、11、12 章、附录由刘帆翻译，全书由张雪英统稿。在本书翻译过程中，得到了一些老师和在校博士生的帮助。由于译者水平有限，书中难免出现不足之处，敬请广大读者批评指正。

译者

前 言 Preface

第4版中新增了最新的电气设备简介和故障检修方法。它仍旧适合任何人阅读——专科、本科、硕士学历的电气和电子工程师、技术学员、维修技术员、业余爱好者、实习技术员，以及贸易、工业和职业技术类专业的学生——任何想了解电力和电气故障检修的人。本书适合作为电气科学和电子检修故障课程的教材，或者作为技术类、职业类或工科课程的参考资料。为了达到本书的最佳使用效果，建议读者拥有一定的电气电子相关理论知识。

本书同样可以作为一本便携的参考指南，它可以帮助任何技术员或工程师检修各种电气和电子产品与设备的故障。

本书的独特之处在于能够巩固各种电气电子设备的工作原理和故障检修信息，读者就不再需要同时准备好几本书。作者以务实的风格写作，并加入了大量的表、图以及故障检修流程图。作者在书中加入了很多经验法则和诀窍，这些都来自作者作为多年的电气电子故障检修人员和顾问所积累的宝贵经验。

本书将经典电气理论和设备（电动机、控制器和布线）与现代网络和电子技术（计算机、微处理器、嵌入式微处理器系统）相结合；同时增加了关于生物医学设备的前沿内容。书后的附录便于让读者快速检修故障，而不需要通读全书。

本书采取了由浅入深的编排方式，从基本的故障检修分析以及传统产品到更为复杂的先进技术。第1章涵盖了电气和电子故障检修的基本原则和方法，并且提供了基本理论和元器件测试，比如电容、二极管、晶闸管、集成电路、电阻、超级电容和电感。该章也包括了实用的故障排除方法，并且罗列了如今电气领域的各种常见故障。

第2章概述了用于电气电子产品和设备故障检修的新颖测试仪器。其中既包括已广泛应用的测试仪器，诸如VOM、FET万用表、DMM、示波器，也有专用测试仪器，比如兆欧表、数字逻辑探针、时域光反射仪，以及网络、波形和光谱分析仪。

第3章解释了电动机与发电机的基本理论以及维修方法——它们是工业机械的核心。电动机的类型包括罩极型、电容型、三相型、推斥型、通用型、同步型，以及在数字应用中越来越受欢迎的步进电动机。

第4章解释了工业控制器的基本原理、应用和维修，并介绍了几种控制器，比如手动起动机、磁过载继电器、气动计时继电器、双金属热过载继电器、鼓形开关、电子驱动器和可编程控制器。

第5章涵盖了民用和工业布线的故障检修，也解释了基本理论和布线基础。另外，讨论了这类电路（如配电箱、三路和四路开关控制、星形和三角形布线、多相工业布线、光纤、电视和天线分布系统）的故障排除。

第6章讲解了收音机和电视的故障检修。它首先描述调频、调幅、调频混频的工作原理和各个阶段，接着讲述高清、超高清和智能电视电路的工作原理和各个阶段。然后列举了一些典型故障，并且讲解了测试和维修这些产品的方法。

第7章概述了数字电路的故障检修。内容包括模拟和数字电路、基本的逻辑门、数字技术、安全检测、开路和短路的数字电路、故障排除实例，以及对诸如示波器、逻辑脉冲发生仪、逻辑探头等的故障检修。

第8章阐述现代组合与时序逻辑电路。首先介绍触发器、解码器和编码器，然后介绍移位寄存器、计数器，以及数/模转换器和模/数转换器。最后讲述同步逻辑电路的故障检修。

第9章介绍了微处理器、基于微处理器的系统和故障检修。具有电路仿真器（ICE）的存储器、输入/输出、基于微处理器系统的故障检修方法、微处理器芯片、内存升级、汇编和反编译内存转储是该章的主要内容。

第10章介绍了生物医学设备和故障检修的尖端技术。电气安全是重点。也介绍了和医学设备（如除颤器、ECG机、EEG机、血液透析机、MRI机、超声仪器和X射仪器）相关的生物医学工程中的技术概念；以及故障检修和预防性维护。

第11章概述了现代计算机网络。主题包括配置网络设备，例如路由器、使用思科IOS指令的开关、IP地址、子网划分、虚拟局域网、通过OSI层的网络故障检修、采用流程图的网络故障检修示例，以及路由器故障检修示例。

第12章概述了嵌入式微处理器系统的新兴领域。该章简洁地介绍了嵌入式系统，然后介绍了基于微控制器系统的故障检修、微处理器和微控制器的时序图、Z16FMC微控制器、示波器、逻辑分析仪、可编程器件。

作者相信，在这个重要的电气和电子故障检修领域，如果你想提高自身或学生的专业知识和技巧，本书具有重要的参考价值。

致 谢 Acknowledgements

有一天我收到了一封来自 Daniel Tomal 博士的邮件，他问我是否有兴趣成为一本名为《Electronic Troubleshooting》书的合著者，我欣然对他说，我有兴趣。当我看着麦格劳-希尔公司的合同时，我意识到这是事实而非梦境。我对 Tomal 博士的感谢之情依旧无以言表；他给我机会，让我能合著一本书，使我得偿所愿。我非常感谢他的帮助和建议，以及他带给我的这段奇妙的著书之旅。从我见到他的那一刻起，他就一直给予我建议和鼓励。能成为他的合作伙伴是我莫大的荣幸。

非常感谢 Patrick O'Connor 教授。他曾作为院长在 1994 年他雇用我到德锐大学芝加哥校区。这么多年来，他指导、建议、鼓励我获得博士学位。Patrick 教授很早就退休了，但在我写第 9 章和第 12 章遇到问题向他请教时，他还是毫不犹豫地给予帮助。这两章涉及的内容正是他所擅长的，而他所了解的知识远远不止书中这些内容。这两章的完成必须感谢他。因为他的知识、经验与帮助，我才得以把这重要的两章加入到本书里来。Patrick 还参与了编辑、审核其他章节，第 8 章的大部分插图都是他绘制的。

我还要感谢 Ahmed Khan 博士所做出的贡献——不仅在这本书中，还在我们多年来合著的专业论文中。他出版的大量书籍和发表的论文，以及他的品格、知识、经验、鼓励、建议和友情，都是我接手这个项目并得以完成相关章节的主要原因。

第 7 章、第 10 章、第 11 章的图和表引用自 Mike Breckenridge。他对于 Multisim、Eclipse 和 Visio 这些程序的了解，以及他对于细节的重视，都为这些专业图片的完成做出了贡献。在此要感谢他积极的鼓励、帮助和友情。

我还要感谢漂亮的模特 Stephanie 和 Isabella Girjikian，她们非常耐心而且专业地为我们的照片摆造型。她们的父亲 Hacik Girjikian 为我们拍摄了这些照片。

我同样要感谢我在德锐大学芝加哥校区的朋友和同事，他们在这些年给予了我很多建议与鼓励。

此外，我要向一位退休的土木工程师 Joseph Arslan 表达我深深的感激，他不仅是我的叔叔，还是我的良师与顾问。从我记事起，他就一直鼓励我去做一名工程师。如果没有他的建议、关怀和爱，我将无法完成任何目标。

最后也最重要的是，我必须感谢我的妻子，感谢她无限的爱、支持、鼓励、智慧与包容，以及她对我的那份矢志不渝的信念。

——Aram S. Agajanian 博士

作者希望感谢很多为本书的完成做出贡献的学者和组织。在此我们向为我们提供信息和插图的许多公司表达诚挚感激。比如 Zenith Video Tech 公司、Winegard 公司、KB Electronics 公司、Reliance Electric 公司、Lexsco 公司、B & B Motor and Control 公司、Tektronix 公司、AVO International, Simpson Electric 公司、John Fluke Mfg. 公司、Hewlett-Packard 公司、Bodine Electric 公司、Superior Electric, Allen-Bradley 公司、Square D 公司、Chapman Electrical Works, Etcon 公司、Clobe Products 公司、Leader Instruments 公司、Franklin Electric 公司、Marathon Electric 公司、General Electric 公司、IBM 公司、Texas Instruments 公司、Howard W. Sams & 公司、伊利诺伊理工学院电力和电力电子中心、NetGain Technologies 公司、Maxwell Technologies、Megger、北美洲的 Panasonic 公司、Rich-Mar 公司、Agilent Technologies、Intel 公司、Zilog 公司，以及思科公司。同样也要感谢 Jeremy Hajek 教授和伊利诺伊理工学院的嵌入式系统项目组。Dan Tomal 十分感激与 Mike、Tony 和 Eric Tomal 共事的多年时光。他们在维修方面简直无所不能。最后，我们要感谢 Gurtz Electric 公司的 Frank Gurtz、Gibson Electric & Technology Solutions 公司的 Dan Fitzgibbons 和芝加哥城市电气承包商协会的大力支持。

目 录 Contents

本书赞誉
推荐序
译者序
前言
致谢

第 1 章 故障检修原理 1

- 1.1 故障检修概论 1
- 1.2 电路故障 2
- 1.3 故障检修方法 4
- 1.4 安全用电 8
- 1.5 测试基本元器件 9
- 1.6 半导体 13
- 1.7 集成电路 21
- 1.8 电子管 24
- 1.9 超级电容 25
- 1.10 电感 27
- 自测题 27
- 问答题 30

第 2 章 电子测试仪器 31

- 2.1 注意事项 31

- 2.2 万用表、VOM、FET 万用表
和 DMM 31
- 2.3 示波器 32
- 2.4 专业测试仪 35
- 2.5 使用测试探针 41
- 自测题 42
- 问答题 43

第 3 章 电动机与发电机故障检修 44

- 3.1 基本原理 44
- 3.2 电动机类型 45
- 3.3 发电机类型 53
- 3.4 电动机修复 53
- 3.5 发电机修复 59
- 3.6 预防性维护 61
- 自测题 62
- 问答题 64

第 4 章 工业控制领域的故障检修 65

- 4.1 基本原理 65
- 4.2 控制器的类型 67
- 4.3 修理和测试程序 75

4.4 预防性维护	79	问答题	146
自测题	80		
问答题	82		
第5章 民用、商用以及无线通信系统		第7章 数字电路故障检修	148
故障检修	83	7.1 模拟电路和数字电路	148
5.1 基本原理	83	7.2 故障检修技术	156
5.2 电气布线电路检修	87	7.3 开路和短路	159
5.3 照明和控制系统检修	92	7.4 集成电路芯片的安装和替换	161
5.4 电视分布式系统检修	93	7.5 数字电路的故障检修仪器	162
5.5 光纤通信检修	96	自测题	163
5.6 预防性维护	99	问答题	165
自测题	99		
问答题	101	第8章 组合和时序逻辑电路	
第6章 收音机和电视机故障检修	103	故障检修	166
6.1 调幅工作原理	103	8.1 触发器	166
6.2 调频工作原理	104	8.2 编码器和解码器	169
6.3 调频混频工作原理	106	8.3 移位寄存器及其故障检修	171
6.4 电视机发送机和接收机		8.4 计数器	173
工作原理	112	8.5 数 / 模转换器与模 / 数转换器	175
6.5 收音机故障检修	115	8.6 同步逻辑系统故障检修	177
6.6 黑白 CRT 电视显示器故障检修	121	8.7 缓冲器	178
6.7 彩色阴极射线管电视机显示器		8.8 多路复用器与解复用器	181
故障检修	126	自测题	183
6.8 高清、超清和智能电视机	139	问答题	185
6.9 高清、超清和智能电视机			
故障检修	140	第9章 微处理器系统故障检修	187
6.10 预防性维护	142	9.1 微处理器和微处理器系统	187
自测题	143	9.2 微处理器系统的组成部分	188
		9.3 微处理器系统的软 / 硬件	
		故障检修	189
		9.4 硬件和软件的故障检修方案	190

9.5 识别硬件和软件问题	191	11.11 路由协议	249
9.6 微处理器基础	196	11.12 交换机和虚拟局域网	251
9.7 微处理器系统的故障检修工具	199	11.13 网络故障检修	252
9.8 预防性维护	203	11.14 通过 OSI 层的网络故障 检修	255
自测题	204	11.15 使用流程图的网络故障 检修示例	257
问答题	206	11.16 路由器故障检修示例	260
第 10 章 生物医学设备故障检修	208	11.17 预防性维护	262
10.1 电气安全及设备安全	208	自测题	263
10.2 除颤器	209	问答题	265
10.3 ECG 系统	211	第 12 章 嵌入式微处理器系统故障 检修	267
10.4 EEG 系统	216	12.1 嵌入式系统	267
10.5 血液透析机及故障检修	221	12.2 用于故障检修和系统文件的 数据手册信息	271
10.6 MRI 机及故障检修	223	12.3 微控制器系统和微处理器系统 故障检修比较	271
10.7 超声仪及故障检修	224	12.4 微处理器的时序图	272
10.8 X 射线仪及故障检修	227	12.5 微控制器的时序图	274
自测题	228	12.6 来自于实测仪器的波形	275
问答题	230	12.7 其他可编程器件	279
第 11 章 计算机网络和网络设备	231	12.8 树莓派	283
11.1 网络介绍	231	12.9 预防性维护	283
11.2 网络拓扑	231	自测题	284
11.3 通信媒介	233	问答题	286
11.4 网络架构和以太网技术	235	附录 A 电动机故障检修指南	289
11.5 网络设备	236	附录 B 电动机控制故障检修指南	291
11.6 OSI 模型	239		
11.7 TCP/IP 协议族	241		
11.8 IP 地址	242		
11.9 子网划分	244		
11.10 路由器和 IOS 命令	246		

附录 C 收音机和立体音响 故障检修指南.....294	附录 I 故障检修缩写.....302
附录 D DVD 播放器故障检修 指南.....295	附录 J 使用路由器命令进行 故障检修.....305
附录 E 天线电视故障检修指南297	附录 K 使用开关命令进行 故障检修.....308
附录 F 发电机故障检修指南298	附录 L 故障检修功能键310
附录 G 普通故障检修指南299	自测题答案312
附录 H 超级电容测试指南300	术语表314