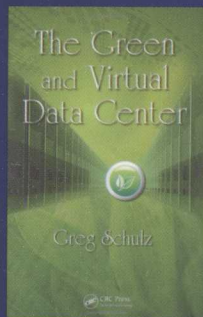




# 绿色虚拟数据中心

## The Green and Virtual Data Center

【美】Greg Schulz 著  
韩毅刚 李亚娜 王欢 译





国际先进工业技术译丛

# 绿色虚拟数据中心

**The Green and Virtual  
Data Center**

【美】Greg Schulz 著  
韩毅刚 李亚娜 王欢 译

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目(CIP)数据

绿色虚拟数据中心 / (美) 舒尔茨 (Schulz, G.) 著;  
韩毅刚, 李亚娜, 王欢译. — 北京: 人民邮电出版社,  
2010. 1

(国际先进工业技术译丛)  
ISBN 978-7-115-21827-8

I. ①绿… II. ①舒… ②韩… ③李… ④王… III.  
①数据库系统—研究 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第211957号

## 内 容 提 要

在当前的全球化时代,传统数据中心面临许多严峻的挑战,尤其是耗电量越来越高,能源成本日渐高涨。利用新兴技术能够实现绿色和高效的虚拟数据中心,支持和维持业务增长,获得合理的投资回报。本书以此为背景,结合具体实例,分析了IT数据中心的经济和环境问题,介绍了高效绿色数据中心的组成结构,探讨了构建下一代虚拟数据中心时必须解决的实际问题,包括如何减少耗电量,如何实现智能和自适应电源管理,如何实现服务器、存储器和网络虚拟化,以及如何构建分层服务器、存储器和网络。

本书适合IT技术人员、系统架构师、IT架构师、数据中心经理阅读,也可供IT行业的市场营销人员和公关人员参考。

国际先进工业技术译丛

## 绿色虚拟数据中心

- 
- ◆ 著 [美] Greg Schulz  
译 韩毅刚 李亚娜 王欢  
责任编辑 姚予疆 韦毅
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京艺辉印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 15.25  
字数: 359千字 2010年1月第1版  
印数: 1-3000册 2010年1月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2009-5541号  
ISBN 978-7-115-21827-8
- 

定价: 48.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

## 版 权 声 明

The Green and Virtual Data Center 1<sup>st</sup> Edition/by Greg Schulz/ISBN 978-1-4200-8666-9

Copyright © 2009 by Taylor & Francis Group,LLC

Authorized translation from English Language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC. All Right Reserved.本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版社出版,并经其授权翻译出版。版权所有,侵权必究。

Posts and Telecommunications Press is authorized to publish and distribute exclusively the **Chinese (Simplified Characters)** language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval, without the prior written permission of the publisher.本书中文简体字翻译版授权由人民邮电出版社独家出版并限在中国大陆地区销售,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor&Francis Sticker on the cover are unauthorized and illegal.本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2009-5541 号

---

# 丛 书 前 言

改革开放 30 年来，我国工业得到了飞速发展，在短短 30 年的时间内完成了发达国家上百年的工业化发展历程，建立了相对完整的工业体系。我国已成为全球制造业基地，中国模式备受世人瞩目。在信息技术快速发展以及对节能减排和环境保护日益重视的今天，为了促进我国工业由大变强的发展，我们必须走新型工业化道路，解决工业化过程中面临的一些突出问题，比如如何进一步增强自主创新能力，如何完善对工业行业的管理，如何在一些核心技术和关键技术上有更大的突破，如何促进高新技术与传统产业的结合，等等。

为配合我国工业领域设备改造，推动我国工业领域与国际间、行业内的交流与发展，加速工业生产及制造技术的进步和设备更新换代的步伐，我们精选了国外有关现代工业技术的部分图书，翻译出版了“国际先进工业技术译丛”。本丛书内容主要涉及新型能源开发与利用、绿色设计与制造、资源节约和环境保护、能效管理等方面。这些图书的原著均由英美等国的知名出版集团出版，汇集了多个国家著名专家学者在工业技术领域的重要研究成果，集中反映了当前工业领域的先进理念、方法和技术，对于解决我国当前工业发展过程中的一些关键问题和突出问题具有较大的参考价值。

现代工业技术呈现开放性、智能化、信息化与网络化的特点，融合了自动化技术、信息技术、现代控制技术、网络技术、先进制造技术、环境保护技术及现代管理理论和方法等诸多学科的先进技术，需要各学科的专家及工程技术人员通力合作，从而实现多学科专业知识与系统的集成，形成现代工业发展的手段和模式。因此，“国际先进工业技术译丛”在选编时，以促进信息化和工业化融合、技术创新和节能减排为原则，紧密结合我国国情，力求突出实用性和先进性，希望有助于解决我国工业技术应用中的一些实际问题，促进我国工业技术及管理模式的变革，提高我国工业企业的技术创新能力。

“国际先进工业技术译丛”的翻译和审定工作主要由国内相关领域的知名专家学者和专业人士承担，力求准确真实地反映原著内容并便于国内读者理解和接受。本丛书致力于“传播国际先进工业生产管理理念，推广工业领域重大技术创新成果”，以便使我国工业领域内的相关人员能够对现代工业方面的知识和技术有更深入和全面的了解，并在我国现代化工业的建设中加以应用。今后我们将继续加强对国际上工业技术领域优秀图书的翻译和出版工作，欢迎专家学者以及广大读者提出宝贵意见和建议。

---

# 译者序

绿色田野令人向往，但在经济高速发展的今天，只有行业内部转型为绿色，才能继续保持外部大自然的绿色。

随着人们对信息技术的依赖，数据中心提供的服务越来越多，带来供电紧张、冷却能力不够、设备占地空间拥挤等问题，数据中心的运营者面临新建、扩建、翻新或改造数据中心的压力。本书作者利用多年丰富的经验，阐述了解决这些问题的各种方法。

利用虚拟化技术建造绿色的数据中心，既经济又环保。虚拟化技术无处不在，小到人们早已熟知的虚拟内存和虚拟光驱，大到网格和云计算。目前，假如你想自己建立一个小型的游戏网站，你完全不必自己购置服务器，只要租用虚拟主机就可以了，而提供这种网络服务的也许是一家虚拟电信运营商，使用的是虚拟网络。

技术是循环演进的，IT 技术尤其如此，集中（大型主机）、分散（个人计算机）、集中（客户机/服务器）、分散（P2P）、集中（服务器整合）、分散（网格）、集中（云计算）……这个演进过程将会继续进行下去。本书不但讲述了刀片服务器、服务器整合内容，更重点描述了存储器、I/O 接口和网络的分层技术和虚拟化技术，最后利用基础设施资源管理方法，提供了一个综合所有技术的下一代绿色虚拟的数据中心的解决方案。

本书由侯立新翻译第 1~3 章，王雅卓翻译第 4 章，张一帆翻译第 5 章，李琪、王雅卓翻译第 6 章，李亚娜翻译第 7 章，王欢翻译第 8 章，韩毅刚翻译第 9、10 章和附录，王大理、韩毅刚翻译第 11 章，甘俊位参与了第 11 章的翻译，参加翻译工作的还有唐海波、孟繁亮、陈冬霞、魏震、蔡航俊、宁建军，全书由韩毅刚统校。

由于译者水平有限，加之时间仓促，译文中难免有错漏之处，敬请读者不吝指正。

韩毅刚

2009 年 11 月

---

## 作者简介

本书作者 Greg Schulz 在 IT 行业驰骋了三十载，创建了 StorageIO Group 公司。StorageIO Group 是一家一流的产业技术分析和咨询公司，致力于数据基础设施课题，为新老技术供应商、增值业务经销商、终端用户、媒体和全球风险投资组织提供服务。

由于从事 IT 数据中心工作多年，Greg 对不同区域产业具有敏锐的洞察力。他担任过许多职务，包括程序员、系统分析师、服务器和存储器系统管理员、性能和容量计划分析员、服务器和存储器计划制定者和内部灾难恢复顾问。他在很多公司工作过，包括摄影服务、发电和输电公司、金融服务组织和运输公司。Greg 也为各种存储和网络公司工作，向他们提供硬件、软件和服务解决方案，担当过系统工程、销售以及市场营销和高级技术专家等角色。

在 2006 年创建 StorageIO Group 之前，Greg 是一家分析公司的高级分析师，该公司涉及 SAN、NAS 和相关的管理工具、方法和技术等领域。他参与过许多行业组织的工作，比如计算机测量组织（CMG）、磁盘冗余阵列咨询委员会（RAB）、全球网络存储工业协会（SNIA）和绿色存储促进组织（GSI）。

Greg 发表过大量文章，既有正规出版物，也有发表在网络上的文章。除了报告、专栏、文章、实用技巧、播客、视频和网络广播以外，Greg 还撰写了《*Resilient Storage Networks—Designing Flexible Scalable Data Infrastructures*（弹性存储网络——灵活可扩展数据基础设施的设计）》（Elsevier 公司出版，2004 年），还与别人合作撰写书籍或向其他项目撰稿，包括《*The Resilient Enterprise*（弹性企业）》（Veritas 公司出版，2002 年）。他经常在世界各地的会议和客户活动上发表讲话，阐述数据基础设施和相关管理方面的内容。Greg 拥有计算机科学学士学位和软件工程硕士学位。

---

# 致 谢

写书不只是用笔在纸上写字，或在计算机上打字。要将某种想法呈现给读者需要很多幕后的活动，再加上很多人的努力。我想对所有直接和间接参与本书写作的人们表示感谢，他们是美国环保局（EPA）的 Andrew Fanara 和 Arthur (AJ) Howard，还有 Dale Barth、Tom Becchetti、Eric Beastrom、Greg Brunton、Randy Cole、Jim Dyer、Jim Ellingson、Patrice Geyen、Scott Hale、David Hill、Rich Lillis、Keith Norbie、Bruce Ravid、Brad Severson、Marc Staimer、Louise Stich、George Terwey 以及 Nelson 一家和 Schoeller 一家。

感谢所有的供应商和网络专家、服务提供者、媒体成员、博客撰写人、作家、同行的分析师、顾问和团体，以及在写书过程中我有幸结识并促膝交谈的全世界所有 IT 专家。

感谢 John Wyzalek、Jessica Vakili 和 CRC/Taylor Francis/Auerbach 的其他所有人，感谢 Derryfield 出版服务公司的 Theron Shreve 及其全体工作人员，包括 Lynne Lackenbach 和 Tim Donar。特别要感谢 Damaris Larson，她一直为我加油，鼓励并支持我写书。

特别要感谢我的妻子 Karen，感谢她的耐心和支持，尤其是在我写书期间她一直在参与“Big Babe”和“Little Leo”活动。同时还要感谢她的家人，2008 年夏季在挪威的峡湾、乡间和几个城市旅游期间我写了本书的几章，其间我的岳父 Veryl Anderson 博士被授予挪威圣奥拉弗等级制度的荣誉勋章。



---

# 前 言

我们说“绿色”是大势所趋，这只是一种保守说法。在一般行业，特别是在信息技术（IT）行业中，绿色所传达的寓意就是减排或省钱。一方面，绿色在人们的眼中通常被视为无用之物，或者无关紧要、事不关己。另一方面，绿色花招和“漂绿”行为令人大倒胃口，有人认为应该把它们列入危险事项清单。尽管如此，IT 数据中心核心问题的处理却一直在进行之中，因为这些问题影响着如何利用资源以节能、环保和经济可行的方式交付信息服务，达到提高效率和生产力的目的。实现真正的绿色与看起来是绿色有着许多不同的地方，如果仔细观察，就会发现其他一些话题和问题，包括一些专门术语，如 RoHS、WEEE、LEED、J-MOSS、避免使用能源和能源效率等。

关于绿色和 IT 有如下一些常见的问题。

- (1) 绿色是消费者公共关系还是企业公共关系，是科学课题还只是政治话题？
- (2) 为什么只有少数组织及其业务部门和 IT 部门走向绿色？
- (3) 绿色只是针对能耗大的大型组织来说的吗？
- (4) 实现绿色仅仅只是采取减排措施吗？或者它只是一个新的营销工具吗？
- (5) 绿色仅仅是节省成本吗？
- (6) 对 IT 组织或供应商来说，实现绿色是一个不愿面对的事实吗？
- (7) 绿色仅仅事关减少能源排放和碳足迹吗？
- (8) 回收利用和清除有害物质怎样与绿色主题相符？
- (9) 虚拟化只适用于服务器、存储器或网络整合吗？
- (10) 现有的 IT 环境能适当转换成绿色和虚拟的吗？
- (11) 走向绿色的经济利益是什么？无所作为会有哪些风险？

全世界的 IT 数据中心在努力维持增长且不影响服务质量的同时，都面对着各种各样的电力、冷却、占地空间以及相关的环境健康与安全问题。本书不涉及绿色的科学方面，也不涉及绿色是非问题的政治方面，而是着重于企业和 IT 组织面临的各种问题和机遇，使他们以经济和环保的方式来维持增长。

用高度虚拟化的方式配置和部署 IT 基础设施，并与其他方法和技术相结合，可实现 IT 服务交付的简单化和成本效益，以环保和经济的方式满足应用软件服务等级。如果这引起了你的共鸣或者你想了解更多，那么本书将针对依赖下层物理基础设施的下一代虚拟数据中心，解决服务器、存储器、网络和设施问题，提供现实世界的观点和洞察力。

## 绿色虚拟数据中心

在美国，我向 IT 行业的工作人员询问有关 IT 组织绿色启动计划事宜，得到的回答表明，5%~10%的 IT 组织具有绿色启动计划，不管是真正需要的还是被逼无奈的。不过我发现，75%~85%的回答是缺乏足够或可靠的电力供应，或者没有足够的冷却容量和占地空间。

在美国以外的地方，常常听人说起 IT 组织的绿色启动计划，尤其是在欧洲和部分亚洲国家与人交谈的时候，在那里，政府条令要么已经就绪，要么正发挥实际作用。在美国和整个北美洲，政府条令支离破碎，而且令人迷惑，这些国家和地区一般都以州或地区为基础制定条令。

需要牢记在心的是，“绿色鸿沟”一直在加大，绿色鸿沟是指行业所传达的信息或信息的缺乏与世界各地不同地方甚至美国不同地方的 IT 组织核心问题之间的差距，这些核心问题需要更多的关注。例如，美国环保局（EPA，Environmental Protection Agency）关心环境，但也关心 IT 数据中心应该具有可靠的电力。因此，能源之星计划既针对节能和提高效率，又有助于需求方管理，也就是说，在一定的电力需求范围内，确保 IT 数据中心或信息工厂的电力需求不会超出供电（发电和输电）能力。

随着新兴技术的涌现，目前已经有一些技术可以作为辅助方法，用于实现绿色和高效的虚拟数据中心，以便支持和维持业务增长。本书包括下列一些课题、技术和方法：能源和成本的减少；基于云的存储和计算；管理服务；智能电源管理和自适应电源管理；刀片中心和刀片服务器；服务器、存储器和网络虚拟化；数据足迹的减少，包括存档、压缩和数据重复删除；分层服务器、存储器、网络和数据中心；能源和环保基础设施资源管理；避免使用能源和能源效率。

在不同的国家里，当行业调整其要点以适应 IT 数据中心的需要时，不仅仅是降低成本或避免使用电力，而是要解决真正的电力、冷却和占地空间问题，这样，供应商和 IT 组织双方都将获得更大成功。超越绿色，通过使 IT 中心使用现有的能源（或更少的能源）做更多的工作，增长、性能和服务等级将得到提高，而且可以改善效率 and 生产力，同时解决经济和环保两方面的问题。

## 本书读者对象

本书跨越了不同的 IT 数据技术领域，把它们分别作为单一来源，讨论了它们之间的相互依赖性，为了实现虚拟的、下一代高效经济和环保的数据中心，就必须支持这种相互依赖性。本书的目标读者包括 IT 采购、设施、服务器、存储器、网络、数据库和应用程序方面的分析师、管理员和设计师。本书的读者还包括制造商和解决方案合作伙伴、销售、市场营销、支持和工程组织以及与 IT 技术和服务有关的公共关系、投资团体和媒体专业人士。

## 本书内容安排

全书共分 4 个部分。第 1 部分介绍了 IT 数据中心的经济和环境问题以及实现绿色转型的方方面面，也介绍了一个高效的绿色数据中心的组成结构。第 2 部分的内容是下一代虚拟数据中心的定义，包括基础设施资源管理和测量方法，以便有效地管理资源，提高生产力。第 3 部分介绍了用于实现绿色虚拟数据中心的各种技术，包括设施、服务器、存储器

和网络，还有相关的基础设施资源管理。最后，第 4 部分把前面的内容结合起来，实际运用所学到的知识解决具体问题。本书还在附录中提供了各种注意事项、其他信息来源以及术语表。

Greg Schulz (格雷格·舒尔茨)  
StorageIO Group 咨询公司的创始人

---

# 目 录

## 第 1 部分 绿色 IT 和绿色鸿沟——现实还是虚拟？

第 1 章 IT 数据中心经济和生态的可持续性 .....	3
1.1 绿色的多面性——环境与经济方面 .....	3
1.2 绿色鸿沟在扩大：误导信息、采取行动的机会 .....	4
1.3 IT 数据中心的“绿色”误解和事实 .....	6
1.4 PCFE 趋势、问题、驱动力和相关因素 .....	7
1.5 填补 IT 数据中心的绿色鸿沟 .....	10
1.5.1 能源消费和排放：绿色焦点 .....	12
1.5.2 EHS 和回收：其他绿色焦点 .....	14
1.5.3 建立一个绿色 PCFE 策略 .....	14
1.6 本章小结 .....	16
第 2 章 节能和生态环保的数据中心 .....	18
2.1 电力和冷却挑战 .....	18
2.2 电力——供应和需求的配送 .....	20
2.3 确定用电量 .....	22
2.4 从避免使用能源到提高能源效率 .....	23
2.5 能源效率激励措施、退款和可替代能源 .....	25
2.6 PCFE 与环境健康和标准 .....	26
2.7 本章小结 .....	27

## 第 2 部分 下一代虚拟数据中心

第 3 章 下一代虚拟数据中心的定义 .....	31
3.1 为什么要虚拟化数据中心 .....	31
3.2 整合以外的虚拟化——实现透明性 .....	34

3.3	虚拟数据中心的组成部分	35
3.3.1	基础设施资源管理软件工具	37
3.3.2	深入了解测量和管理	37
3.3.3	为技术提供设施和场所	38
3.3.4	分层服务器和软件	38
3.3.5	分层存储和存储管理	38
3.3.6	分层网络和 I/O 虚拟化	39
3.3.7	虚拟办公室、台式计算机和 workstation	39
3.4	本章小结	39
<b>第 4 章</b>	<b>IT 基础设施资源管理</b>	<b>41</b>
4.1	常见的 IRM 活动	42
4.2	(逻辑上和物理上的) 数据安全	43
4.3	虚拟环境下的数据保护和可用性	44
4.3.1	重建和升级数据保护的时间掌握	45
4.3.2	技术和方法——虚拟服务器数据保护可选方案	45
4.3.3	虚拟机的移动和迁移	47
4.3.4	高可用性	47
4.3.5	快照	47
4.3.6	基于代理和无代理的数据保护	48
4.3.7	基于委托代理的备份	49
4.3.8	本地和远程的数据复制	50
4.3.9	存档和数据存储	51
4.3.10	全面数据保护	51
4.4	数据保护管理和事件的关联性	52
4.5	服务器、存储器和网络资源管理	54
4.5.1	搜索和电子化数据发现	54
4.5.2	抢救孤立的资源	55
4.5.3	容量、可用性和性能的计划编制	55
4.5.4	能源效率和 PCFE 管理软件	56
4.6	本章小结	57
<b>第 5 章</b>	<b>IT 资源的测量、度量指标和管理</b>	<b>58</b>
5.1	与数据中心相关的指标	60
5.2	不同的用户, 不同的指标	62
5.3	性能与活动资源利用率的测量	66
5.4	容量和闲置资源利用率的测量	70
5.5	可用性、可靠性和可维护性的测量	71
5.6	各种指标和测量的运用	71

5.7 度量指标、基准测试和仿真工具的来源	72
5.8 本章小结	73

### 第3部分 建造绿色和虚拟的数据中心的技术

<b>第6章 高效的数据中心设施及技术环境</b>	77
6.1 数据中心的挑战与关键问题	77
6.2 数据中心的组成	80
6.3 数据中心电源与能源的管理	82
6.3.1 备用电力	84
6.3.2 可替换能源与直流电源	85
6.4 冷却、HVAC 和消防	85
6.4.1 冷却和 HVAC	86
6.4.2 物理安全性	89
6.4.3 火灾烟雾的探测与消防	89
6.4.4 机柜与设备机架	92
6.4.5 环境卫生与安全管理	92
6.5 数据中心选址	93
6.6 目前的与未来的虚拟数据中心	93
6.7 云计算、外包和管理服务	95
6.8 数据中心提示和行动	97
6.9 本章小结	98
<b>第7章 (物理、虚拟) 服务器和软件</b>	99
7.1 服务器的问题和挑战	99
7.2 物理服务器的原理	104
7.2.1 中央处理器	106
7.2.2 内存和外存	108
7.2.3 外围设备的 I/O 连接	109
7.2.4 机柜、机架和电源	109
7.2.5 测量和比较服务器性能	110
7.3 服务器的种类、类别和层次	111
7.3.1 刀片服务器和刀片中心	111
7.3.2 虚拟服务器	113
7.4 机群和网格	121
7.5 本章小结	122
<b>第8章 磁盘、磁带、光盘和内存等存储器</b>	123
8.1 数据存储技术面临的趋势、挑战和问题	123

8.2	解决与存储相关的 PCFE 问题	125
8.3	数据生命周期和存取模式	126
8.4	利用分层存储技术平衡应用服务和 PCFE 需求	127
8.4.1	分层存储系统体系结构	128
8.4.2	分层存储媒介或设备	131
8.4.3	智能电源管理和 MAID 2.0	135
8.4.4	利用分层存储平衡 PACE 以解决 PCFE 问题	136
8.5	数据和存储安全	138
8.6	减少数据足迹的技术及最佳实例	138
8.6.1	合约和一般数据的存档	139
8.6.2	(实时和离线)数据的压缩	139
8.6.3	重复数据删除技术	140
8.6.4	压缩和重复数据删除等减少数据足迹的综合方法	141
8.7	未充分利用的存储容量的处理	142
8.7.1	自动精简配置和空间节约克隆技术	142
8.7.2	RAID 对 PCFE 和 PACE 的影响	143
8.8	存储器虚拟化——聚合、仿真和迁移	145
8.8.1	卷管理器和全局命名空间	145
8.8.2	虚拟化和存储服务	145
8.9	存储系统能源效率和有效性的比较	148
8.10	基准测试	149
8.11	本章小结	150
<b>第 9 章</b>	<b>服务器和存储器组网技术</b>	<b>151</b>
9.1	I/O 和网络的需求和挑战	151
9.2	基本原理和组成	153
9.3	服务器和存储器的本地和远程分层访问	155
9.3.1	外设互连总线	155
9.3.2	局域网、存储器和外设 I/O	157
9.3.3	以太网	158
9.3.4	光纤通道: 1GFC、2GFC、4GFC、8GFC 和 16GFC	159
9.3.5	基于以太网的光纤通道	159
9.3.6	InfiniBand	160
9.3.7	串行连接 SCSI	160
9.3.8	串行 ATA	162
9.3.9	TCP/IP	162
9.4	虚拟数据中心的抽象距离	163
9.4.1	城域网和广域网	164
9.4.2	广域文件服务和广域应用服务	166

- 9.5 虚拟 I/O 和 I/O 虚拟化 ..... 166
  - 9.5.1 N\_Port\_ID 虚拟化 ..... 167
  - 9.5.2 刀片数据中心和服务器虚拟化的外部特性 ..... 169
  - 9.5.3 汇聚网络 ..... 170
  - 9.5.4 PCI-SIG IOV ..... 171
  - 9.5.5 汇聚增强型以太网和 FCoE ..... 172
  - 9.5.6 InfiniBand IOV ..... 174
- 9.6 虚拟化和管理工具课题 ..... 174
  - 9.6.1 虚拟环境的网络选项 ..... 175
  - 9.6.2 超额开通：不只针对网络 ..... 176
  - 9.6.3 安全 ..... 176
  - 9.6.4 布线和缆线管理 ..... 177
- 9.7 本章小结 ..... 178

## 第 4 部分 学以致用

- 第 10 章 绿色和虚拟数据中心的组建 ..... 181
  - 10.1 绿色和虚拟数据中心的实现 ..... 181
  - 10.2 解决 PCFE 和绿色问题的机会 ..... 183
    - 10.2.1 获取和利用激励措施和退款 ..... 183
    - 10.2.2 最佳实例和 IRM ..... 184
    - 10.2.3 度量体系和测量方法的实现 ..... 188
    - 10.2.4 掩盖或转移问题 ..... 188
    - 10.2.5 整合 ..... 189
    - 10.2.6 减少数据足迹 ..... 190
    - 10.2.7 分层服务器、存储器和 I/O 网络接入 ..... 192
    - 10.2.8 避免使用能源——战术 ..... 194
    - 10.2.9 能源效率——战略 ..... 194
    - 10.2.10 设施的评估和增强 ..... 195
    - 10.2.11 环境健康与安全；电子垃圾；回收、降耗和再利用 ..... 195
  - 10.3 本章小结 ..... 195
- 第 11 章 综述与总结 ..... 197
  - 11.1 处于哪个阶段 ..... 197
  - 11.2 何去何从——新兴技术和趋势 ..... 198
  - 11.3 怎样达到目的——最佳实例和技巧 ..... 199
  - 11.4 本章小结与本书总结 ..... 200
- 附录 A 参考资料来源简介 ..... 203



<b>附录 B 注意事项一览表</b> .....	205
B.1 设施、电力、冷却、占地空间、环境健康与安全.....	205
B.2 服务器的各种能源使用方法.....	205
B.3 存储器的各种能源使用方法.....	205
B.4 数据足迹对降耗的影响.....	206
B.5 安全和数据保护.....	207
B.6 如何使虚拟化适合现有环境.....	207
B.7 台式计算机、ROBO、SMB 和 SOHO 用户.....	207
B.8 向厂家或解决方案提供商所提的问题.....	208
B.9 通用一览表和注意事项.....	208
<b>附录 C 术语</b> .....	210