



IP-Enabled Energy Management
A Proven Strategy for Administering Energy as a Service

思科数据中心系列

基于IP技术的能源管理

[美] Rob Aldrich John Parelo 著
曾少宁 译 谭立勃 陈实 审校



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



思科数据中心系列

基于IP技术的能源管理

[美] Rob Aldrich John Parello 著
曾少宁 译 谭立勃 陈实 审校

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

基于IP技术的能源管理 / (美) 奥德里奇
(Aldrich, R.), (美) 帕莱罗 (Parello, J.) 著 ; 曾少
宁译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012.3
ISBN 978-7-115-26412-1

I. ①基… II. ①奥… ②帕… ③曾… III. ①计算机
应用—能源管理 IV. ①F206-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第000364号

版 权 声 明

Rob Aldrich & John Parello

IP-Enabled Energy Management: A Proven Strategy for Administering Energy as a Service

Copyright © 2010 by Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana.

All right reserved. This translation published under license.

Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons 公司授权人民邮电出版社出版, 专有出版权属于人民邮电出版社。

基于 IP 技术的能源管理

-
- ◆ 著 [美] Rob Aldrich John Parello
 - 译 曾少宁
 - 审 校 谭立勃 陈 实
 - 责任编辑 赵 轩
 - ◆ 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 电子邮件 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: 800×1000 1/16
 - 印张: 16
 - 字数: 345 千字 2012 年 3 月第 1 版
 - 印数: 1—3 000 册 2012 年 3 月北京第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2011-5497 号

ISBN 978-7-115-26412-1

定价: 79.00 元

读者服务热线: (010)67132705 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

序

PM2.5 还是 PM10? 当本书中译本付梓之际, 北京初冬的连续阴霾再次引起了人们的关注和争论, 中国的环保部门也开始探讨新的空气质量监测标准的实施计划。面对全球气候变化、资源安全和绿色观念流行这些热点, 做为一个 IT 行业的从业者, 我们能利用所掌握的技术做些什么?

思科公司从 2005 年起就组织了一个将近八十人左右的团队, 以开放的态度, 联合业界同道, 致力于解决全球能源管理的相关问题, 向绿色实践者提供更有可操作性的具体解决方案, 而不仅仅是概念、理论的喧嚣。

本书凝结了思科两位专家三十年以上的能源管理知识和技术实践经验, 对过去十年企业能源管理策略和方法进行了全面系统总结, 希望能够成为中国政府、企业的一个有效参考。

徐维英

思科系统(中国)高级服务部 总经理

2011 年 11 月

谨将本书献给我的家人，感谢他们的坚定支持，特别是 Kelly、Logan 和 Piper 对我的激励。还将本书献给所有将自己视为最具天赋的生态管理人员的人们。

——Rob Aldrich

感谢家人矢志不移的支持和教育，感谢 Tirth Ghose 的专业合作，创建这样富有开创性的技术。朋友，请继续创作曲目，而我将为您谱词。

——John Parello

关于作者

本书两位作者目前供职于 Cisco，专注于能源管理技术。本书凝结了两位作者 30 年以上的能源管理知识。虽然他们的背景不同，但是，在面对与环境相关的全球挑战方面，他们都本着专业的态度，亲身关注于开发更好的解决方案。自 2007 年末开始，Rob 和 John 便一直一起工作。



Rob Aldrich 是 Cisco 的首席解决方案架构师和能效专家。他的工作对象包括 Cisco 客户、Cisco IT 和实验室、Cisco 中心开发办公室产品开发商以及工作区资源部门。在 2005 年加入 Cisco 之前，他主要从事企业类数据中心能源和制冷设计。他同时供职于设施和 IT 操作，包括产品管理、系统工程、技术市场和现场工作。

除了在设备按 IT 操作、设计、部署和管理方面的实践经验，他拥有环境科学学位。这样丰富的背景为他提供了独特的知识基础，其中涵盖了能源、污染、碳监管框架、数据中心设计和运营过程。在 Cisco，他的知识在诸如数据中心保证和效率保证项目等可编程框架方面得以应用。

Rob 直接参与 Cisco EnergyWise 的开发，并且在最近还创建和主持了 Cisco 的设施与能源管理服务实践。他目前的职责是领导团队帮助 IT 和设备用户建立应用有效 IP 能源管理企业范围的基础。



John Parelo 目前是 Cisco 的以太网交换和技术小组的技术领导者。他是 Cisco 的绿色计划基石（Cisco EnergyWise）的主要架构师和创造人。他完全支持 Cisco EnergyWise 的设计和开发，该产品是一个基于云的架构。他一直从事有效 IP 能量管理原则的培训和展示，工作范围包括 Cisco 内部、整个产业和标准机构。

John 于 1999 年加入 Cisco，担任网络管理技术小组的工程师。他的工作职责是开发关注于园区和电话管理应用的故障修复和事件的网络管理应用程序。他在这个领域有三项专利，同时还关注基于 Linux 的网络管理应用设备。John 后来转到 Cisco 的无线网络技术部门，负责无线 LAN 解决方案引擎，也是无线自我修复特性的首席开发者。

在加入 Cisco 之前，John 是 Avesta Technologies 的工程主管，这是一家专注于缺陷和性能校正的新创网络管理公司。在 Avesta 之前，他任职于 Morgan Stanley，专注于高容量现金交易处理和预测。John 的职业生涯始于纽约，任职于公共事业公司 Brooklyn Union Gas Company，他主要负责大型面向对象系统和数据库的工作。

前言

我们相信，在本书中，两位作者多年来终于找到一个可操作的技术计划。现在虽然有一些关于解决业务元素的绿色技术理论，但是我们还没有发现可以作为部署参考的资料。本书的编写初衷是为了真正改变我们现在以电子技术使用自然资源的方式。我们认为，纸上谈兵的时候已经过去，现在是有所作为的时候了。IT 行业是清理自己后院的时候了，在这个过程中，要创建出能够协助其他行业改善全球气候变化问题的工具。

如果问自己一个问题：我该如何做？您需要多长时间才能回答这个问题？如果在全球气候变化、资源安全和绿色观念流行这个大背景下考虑这个问题的绝对规模和复杂性，可能会让人无所适从。我们有幸获得资金支持，能够从 2005 年以来对这个问题进行分析。我们的小核心团队与大虚拟团队花费了 4 年时间来回答这个问题，最终我们做到了，而且我们很肯定，这个答案也适用于其他人。按照我们在本书中提出的技术范围，我们并不是在销售某种产品或服务，我们只是希望分享一种适合所有人使用的策略和方法。我们鼓励读者吸取有用的经验，抛弃那些无用的方法，然后向技术专业社区分享您的经验。

当我们审视现在定义宽松的绿色技术行业，我们会发现许多解决方案，但是其中很少有适用于企业环境的策略和方法。我们认为，这个行业需要向绿色实践者提供更具指导性的解决方案，而不是强调理论。我们确信这一点，所以我们决定编写本书，验证现有技术应用到组织对能源消耗和温室气体排放会造成重大的影响。当然，做领航者是有一定风险的，但是到目前为止，我们的能源管理服务开发在第一个一年半的时间里是风平浪静的。

为了说明我们概括的方法，需要使用一些类比方法。将现代 IT 行业看作是交通运输行业。现代运输时代是如何开始的？当然，它始于火车的出现。现在，将这些早期的火车看作是第一代大型机。虽然还未完全消失，但是大型机已经在让位给各种服务器（汽车）了。随着服务器效率的提升，新型的刀片机和统一通信系统开始出现，它们就像是混合动力汽车。虽然这种类比有些牵强，但这里的重点在于公司的解决方案是针对客户需求而产生的。如果我们都要求以更更低的价格实现更高的性能，但是忘记将能效视为一个主要特性，那么 IT 行业不会出现我们所期待的变化。正如亨利·福特所言：“如果问客户他们需要什么，他们肯定说要一匹跑得更快的骏马。”本书旨在介绍一些重要的工具和经验，它们起码可以帮助您成为视野更开阔的客户，甚至帮助您复制我们的成功，实现更出色的能源管理。

致谢

本书为读者提出了一种关于我们刚开始认识的全球资源管理问题的解决方案。在过去四年的时间中，技术专家们在广泛讨论如何应用现有工具来解决全球环境问题。本书融合了作者的经验，囊括了十来年对这一领域的特定关注，以及接近 80 人的虚拟团队的努力。

本书的顺利编写，离不开与我们一直互动的 Cisco 虚拟团队的无私奉献、支持和专业精神。Cisco 所创建的新技术集合了众人的智慧、时间和协作。涉众甚多，在此无法一一列出。特别对整个 Cisco 成员对本书所做的贡献表示感谢。

我们大行业团队的成功组建得益于多个主流技术公司的支持。这些公司旗下的员工都毫无保留地将他们的技术知识应用于解决全球自然资源管理的相关问题。

鉴于目前能源管理解决方案范畴和有限的标准，与我们合作的公司并不都拥有特定的解决方案。然而，所有这些公司对提高能源管理都持开放的态度，而且每家公司都对此倾尽绵帛之力。这种可贵的态度，以及各种设施和 IT 原则中所贯穿的创新想法，创造了大量人类共有的成果。本书还提供了一个人力和公司的列表。这些人员和公司从 2006 年开始便帮助我们制定本书提到的策略。

公司	个人	贡献
American Power Conversion (APC)	Neil Rasmussen、John Tuccillo、Victor Avelar 与整个 APC 科技中心	提供了许多关于数据中心设施行业中重要设施模块化、IP 管理功能和推进技术封装的贡献
BB&T	Paul Marcoux	提供许多能效元素的年代知识，从各个产品到网络架构等
Brunel 大学	Simon Furber	让我们明白是为自己建立这个解决方案，而不是为了客户。感谢您的早期指引和参与
Cisco	Doug Alger	优先帮助共享关于能效数据中心设计的知识
	Andy Broer	提供解决环境影响的优秀容量管理服务
	Michael Brown	提供多年的专业支持和友情帮助，告诉我们一些写作技巧
	Cisco 绿色工作小组	提供无数的随机安排的全球协作会议，富有激情地产生正面影响
	Cisco 能源管理服务团队	热衷于提供解决实际问题的实际解决方案

公司	个人	贡献
	Cisco EnergyWise 工程团队(Neetha Anandakumar、Richard Andrades、Amber Imam、Brock Miller、Jason Ristich、Ravi Rayi、Lucern Ma、Brad Schoening、Joe Salowey、Scott Fluhner，以及 Cisco 所有团队中与代码库相关或无关的工程师、实习生和经理)	快速优质地编码、测试和解决问题。这是一个伟大的团队，乐意帮助你完成工作。感谢在早期就对我们提供帮助
	Cisco EnergyWise IETF 团队(Benoit Claise、Mouli Chandramouli、和 NSSTG 团队)	将我们和我们的 MIB 推荐给 IETF，并提供持续的专家支持
	Cisco EnergyWise 产品、销售和项目管理团队 (Sriram Balasubramaniam、Bernadette Devrim、Albert Mitchell、Ramesh Bijor、Siva Valliappan、Carmen Villalobos、Tom Zingale 和其他的产品销售团队成员)	提供范围、开发支持、销售和产品支持服务
	Cisco EnergyWise 测试团队 (Roger Abad、Isayas Abaye、Joe Guo、Dante Thompson 和所有测试人员和管理人员)	全程测试我们的代码和特性。“EnergyWise 正在工作中……”
	Edna Conway	在解决许多材料外包、供应链管理和产品规范性方面提供强有力的领导
	Piper Gianola	推动我们活动影响的文化注意力
	Tirth Ghose	开发了 Cisco EnergyWise。感谢您对 Cisco EnergyWise 作出的贡献。你的远见、合作和高超技术水平使这种新技术变成实现
	Neil Harris	展现创造性想法和对合理解决方案的渴求
	Laura Ipsen	领导 Cisco EcoBoard 和 Smart Grid 团队
	Rik Irons-Mclean	带领我们在英国取得成功，并帮助它取得全球第一次成功演示
	Dave Katz	实现第一个支持多站点的自动化能源管理服务，证明实现大节能的可能性
	Dave Kunkel	当我们遇到挫折和困难时，提供资源、设备和“保护伞”

公司	个人	贡献
Cisco TechWise TV	Robb Boyd 和 Jimmy Ray Purser	提供了优异的视频插曲和教程。感谢您和您的团队投入的世界级专业、技术和愿景
Climate Savers Computing Initiative	所有相关人员	推进能效的技术和协作封装
Cyclone Interactive	Earl Dimaculangan	提供世界级信息、架构指导和合理的开发服务
Data Center Pulse	所有相关人员	提供共享学习和真实协同，改进数据中心能效
Dimension Data	Merle Singer 和 Steve Nola	在系统整合和远程监控功能方面提供设计思想指导
eBay	Dean Nelson	提供思想指导和数据中心与不动产运营的行业真实变化信息
EDS	Jeff Wacker	证明在将来计划中加入可持续性以支持大型全球企业的需求。
EMC	Dick Sullivan	提供信息生命周期管理策略的宝贵意见，以及与通关效率操作相关的思想指导
Emerson Network Power	Stephen Blakemore 和 Jack Pouchet	提供多种教育、计划和设计功能，支持能源效率设施设计和运营
Yahoo!	Christina Page	实现新方法、共享经验和提供 IT 行业思想指导

当今的企业级能源管理类类似于一个由不同技术、操作、通信协议和特殊异机种系统的组合。我们在结构中应用的经验在本书的各个方面都有所涉及，在此不再一一列举。然而，我们与多个在线团体进行沟通，同时期待与您以及本书的其他读者做进一步的沟通。附录列举了一些在线论坛、资源和工具。

我们对本书才华横溢且诚实勤恳的技术编辑表示衷心的感谢。Tirth Ghose、Matthew Laherty 和 Dean Nelson 都对本书的技术编辑提出独到匠心的见解。每一位编辑都展示了自己的技术才能，我们为能够与这样优秀的人员一起工作感到无比的庆幸。

本书涵盖了多项技术、组织结构和企业策略。我们由衷地感谢 Cisco 在共享内部经验方面持有的灵活开放的态度。鉴于 Cisco 慷慨的共享精神以及与我们一起工作的优秀人才，本书呈现了真实的情况。我们还要感谢 Cisco 所有的领导者和工作人员！

最后，我们特别要感谢的是 Sybex 团队，他们的耐心、领导才能和专业精神让人很受鼓舞。Agatha Kim，我们的策划编辑，展示了让人印象深刻的才能——不仅仅了解我们的技术架构，而且还指引我们如何以最好的方式、更广泛的方式进行阐述。我们的拓展编辑 Gary Schwartz 有着圣贤般的指导能力，而我们的管理编辑 Pete Gaughan 则非常得力和准时。谢谢所有 Sybex 成员，在过去几年里所整理出的让人难以置信的技术材料——总之，更加智能的世界就是更加幸福的世界。

目录

第 1 章 基础	1
1.1 入门方法	2
1.1.1 关注的原因	4
1.1.2 合作与征服	5
1.2 需要了解的能源知识	7
1.2.1 能源来自何方	9
1.2.2 电能的使用方式	12
1.3 能源分析	13
1.3.1 计算能源成本	14
1.3.2 能源强度	16
1.3.3 成本分配	17
1.4 数字时代的能源使用方式	18
1.4.1 当今能源的使用方式	20
1.4.2 新兴技术	23
1.5 当今能源管理的状态	26
1.5.1 当今采用能源管理技术的环境	27
1.5.2 能源来源	28
1.5.3 可再生能源	30
1.6 未来的能源管理	34
1.6.1 智能负载	34
1.6.2 智能电网	38
1.6.3 能源管理的发展方向	42
第 2 章 基准	45
2.1 了解考虑范围	45
2.1.1 了解传统的计算框架	46
2.1.2 使用有效的方法	47
2.2 访问基准数据	53
2.2.1 获得批准	54

2.2.2	获取数据的环境	60
2.2.3	仪器选择	65
2.3	结构化数据	68
2.3.1	计划范围	69
2.3.2	基准框架	74
2.4	思考	77
第 3 章	评估价值	79
3.1	组织数据	79
3.1.1	数据库调查	80
3.1.2	保证数据质量	81
3.1.3	确定数据优先级	83
3.2	转换数据模型	87
3.2.1	公式化方法	87
3.2.2	定性方法	88
3.3	展示数据	90
3.3.1	环境	91
3.3.2	比较模型	94
3.3.3	分享愿景和目标	97
3.4	思考	100
第 4 章	管理项目	102
4.1	开始	102
4.2	建立团队	109
4.2.1	虚拟团队	112
4.2.2	资源总结与执行	113
4.2.3	项目里程碑	117
4.3	完成组织	117
4.3.1	联系	118
4.3.2	成果结构	118
4.4	思考	118
第 5 章	构建试点部署	120
5.1	认识能源管理	120
5.1.1	FCAPS	121

5.1.2	FCAPS+E	121
5.2	选择团队	122
5.3	定义任务和方法	124
5.4	创建根系统	125
5.4.1	确定硬件需求	126
5.4.2	创建数据库	126
5.4.3	LAMP	128
5.4.4	选择数据	129
5.4.5	收集数据	136
5.5	认识能源域	139
5.5.1	自然域结构	140
5.5.2	智能负载	141
5.5.3	作为智能负载的能源域	143
5.6	选择试点能源域	145
5.7	交流结果	146
5.8	思考	148
第 6 章	从试点转到生产	149
6.1	制订生产计划	149
6.2	检查试点	151
6.2.1	划分	151
6.3	列举和分类	153
6.3.1	审计数据	154
6.3.2	角色、评级与标记	156
6.3.3	监控的数据和基线	159
6.4	实施策略	160
6.4.1	被动方式和人工方式	161
6.4.2	主动方式	161
6.5	思考	162
第 7 章	报告	163
7.1	信息检查	163
7.2	政府法令	164
7.2.1	美国	164
7.2.2	欧盟	165

7.2.3	中国	165
7.2.4	新兴国家与南非	166
7.2.5	政府强制报告的效力	166
7.3	GHG 和 CO ₂ 当量的转换	167
7.4	能源域分析	169
7.5	即时、运行和历史数据	171
7.6	思考	174
第 8 章	管理能源域	176
8.1	组织能源域	176
8.1.1	执行物理能源域管理	179
8.1.2	能源消费者分类	181
8.1.3	设备分类	183
8.2	指定策略	184
8.2.1	静态策略	185
8.2.2	动态策略	185
8.2.3	强制策略与建议策略	185
8.3	实施策略	187
8.4	思考	188
第 9 章	实现可持续项目	190
9.1	资金准备	190
9.2	确定项目位置	194
9.2.1	IT 运营	194
9.2.2	设施与房地产运营	196
9.3	选择项目结构	197
9.3.1	集中式项目	197
9.3.2	分布式项目	198
9.3.3	付费服务	199
9.4	项目可扩展性	200
9.4.1	愿景与执行	204
9.4.2	方法	204
9.4.3	行政支持	206
9.5	思考	206

第 10 章 准备后期工作	208
10.1 规划过程	208
10.1.1 新兴技术	209
10.1.2 水资源管理	210
10.1.3 云计算与能源管理	214
10.1.4 数据中心能源管理	218
10.2 即将来临	221
10.2.1 显示能源使用量	221
10.2.2 利用外部项目	223
10.3 资源管理	224
10.3.1 分层	225
10.3.2 定义工作负载	225
10.3.3 将能源引入数据包	226
10.4 思考	226
术语表	228

第1章 基础

当我们考虑能源管理问题时，必须有一个出发点。对于本书，这个出发点就是从风险、成本和资源管理方面考虑能源。然后，从我们的世界以任何商业形式对能源的依赖性看待能源管理。在接受这种思想的情况下，通过策略方式应用新兴的能源管理技术，就可以在设备和 IT 管理之间架起一座桥梁。

当您接触到企业中目前的能源管理状态时，会发现以前没有认识到的更多改进空间和更大风险。本章重点介绍在创建能源管理计划时需要了解的基础元素。制定能源管理计划有诸多好处，包括在未来提高企业能源方面的控制水平。

对于生活在工业化国家的大多数人来说，在大多数情况中使用的能源当然是电能。电能具有充足、可靠和便宜的特点。实际上，单从国内生产总值（GDP）与能源使用的直接关系来看，减少能源使用量是违反经济发展原则的。在经济全球化的今天，增加能源的使用量与发展、繁荣和增长有着密不可分的关系。因此，纯粹由市场驱动的绿色计划不会帮助大型企业建立长期的、更加可持续的经营模式。将减少能源使用量作为出发点并且金融规划并不合理的计划注定要失败。如果您的企业已经拥有了一个绿色重点目标，需要了解的是可持续发展计划的可持续性是多少？在不考虑行政和功能业务调整以及需要改变人力资源的情况下，要回答这个问题可不太容易。

在减少中长期风险时，通过改进资源管理来降低成本可以使企业迈上可持续发展的盈利道路。本书的重点是实际行动：通过改进资源管理降低成本。这个问题的复杂程度仅此而已。当您将本书用作在改进资源管理中应用信息技术的指南时，您的解决方案确实可以做到如此简单。因此，本章介绍资源管理的基础方法并重点介绍在大型企业中管理能源使用的方法。

在本章中，我们将介绍以下内容：

- ☐ 为改进资源管理而应用技术时开发关键思想的方法；
- ☐ 获取对全球能源经济实现深入理解的方法；
- ☐ 如何访问目前关注于能源管理的技术范围。

1.1 入门方法

在未来几十年，使用信息技术工具管理能源会像工业自动化一样平常。显然，气候变化、市场变更、资源局限性和许多社会因素会激励我们进入对自然资源进行自动化管理的新时代。这种时代的出现方式和使用的技术会超出您的想象。然而，我们要弥补的领域是由 100 年来仅受到极少控制的工业化造成的，而且这些领域数量非常多。

迄今为止，我们还很依赖那些收集和分析全球资源消耗数据的陈旧方法。即使基于仪器和网络技术的住宅、商业和工业能源使用方面最精确的评估方法都基本上存在了 50 年了。例如，当今管理电网数据采集与监视控制系统（SCADA）网络，自从 20 世纪 60 年代以来就没进行过较大的更改。这是因为我们必须了解为制造广泛使用的仪器而使用的能源。汽车中有提示何时加油的油量表，但是该信息还没有网络化并进行分析。每月的水电杂费可以大致地告诉我们使用了多少煤气和电。然而，我们还没有抓住网络能耗产品及相关行为的重点。当然，网络能耗只有在使用网络组件时才会产生。到最近为止，网络能耗成本已经有了无法抑制的增长势头。

除了大多数基本仪器的挑战之外，其他因素不会推动我们对能耗进行测量。数据中心是 IT 行业中最耗能的环境，在经历了 30 年的无衰退增长后，数据中心仅在最近才出现了电量短缺的情况。除了可靠的电量之外，可靠的质量也成为了标准（至少在大多数发达国家中是这样）。然而，最近几年这两个供电指标已经受到了挑战。当前，美国、西欧大部分地区、日本、南非、印度和中国都在它们的能源市场中经历了短期的高度波动。对于在这些国家中的 IT 运营商来说，电量限制和增长的设备价格成为合并项目的主要驱动力。

尽管在获取和维护可靠的日常供电方面存在诸多困难，但美国、欧洲、日本和中国的公司仍旧在良好的供电环境中运营。当前不存在进行大规模改进的运行压力。印度的供电困难要更大，但是印度的许多数据中心和客户服务中心在全球化竞争中仍旧极少受到供电方面的拖累。可靠性是所有努力发展和寻求降低成本的大型企业所追求的目标，因此能源管理就会成为必需的战略关注区域。我们追求的目标是廉价电能带来的成果。

要以未来的眼光看待问题，应观察当今的 IT 行业。IT 运营遍及全球，其运营的根本在于电能。现在需求明确了，但是技术和成本诱因还不清晰。大型企业通常尝试预测能源需求、基于业务场地决策考虑用电成本并与供电方进行协商，但是它们不会做更多的事情。有些进步的私营公司已经研究了值得称赞的能效