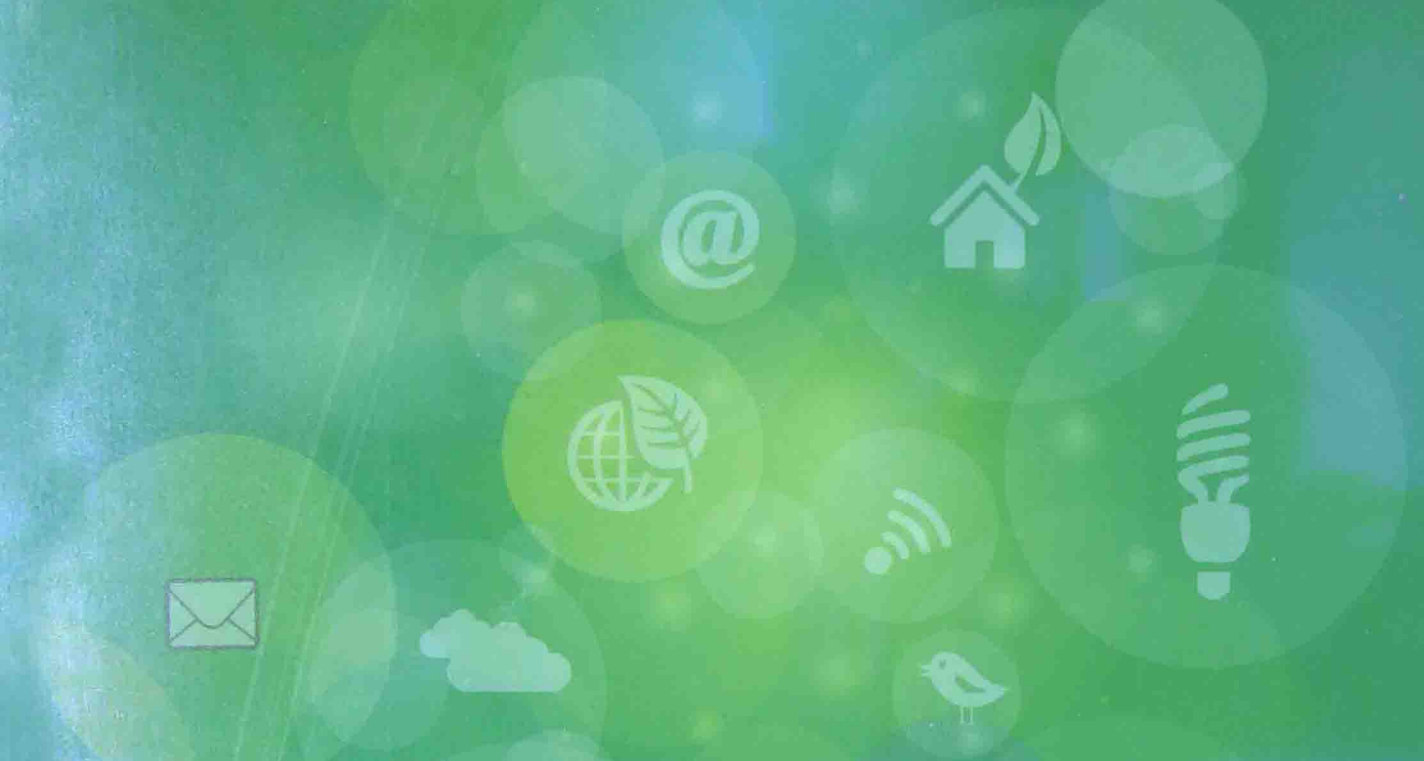




IEEE 1888智慧能源 标准及开发指南

IEEE 1888 SMART ENERGY STANDARDS
AND DEVELOPMENT GUIDE

© IEEE 1888工作组 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



IEEE 1888智慧能源 标准及开发指南

IEEE 1888 SMART ENERGY STANDARDS
AND DEVELOPMENT GUIDE

© IEEE 1888工作组 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

IEEE 1888 : 智慧能源标准及开发指南 / IEEE 1888
工作组编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-115-35048-0

I. ①I… II. ①I… III. ①能源—技术标准 IV.
①TK01-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第073755号

内 容 提 要

作为第一本 IEEE 1888 协议的著作, 本书系统而全面地介绍了该协议的内容及应用方法。

全书共分 9 章, 分别介绍了 IEEE 1888 协议的发展过程、应用领域、系统架构、通信方法、设计及开发方法、应用案例、管理控制, 以及协议安全性等内容。全书的最后包括两个附录, 详细介绍了协议参考代码的阅读和使用方法, 以及配套示例源代码, 以方便读者参考使用。

本书适合具有一定编程基础的读者阅读, 对 ICT 和智慧能源领域的从业人员, 以及计算机、通信领域的科研人员, 具有切实的学习和参考价值。

-
- ◆ 编 著 IEEE 1888 工作组
责任编辑 张 翼
责任印制 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 19.25
字数: 381 千字 2014 年 8 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2014 年 8 月河北第 1 次印刷
-

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

IEEE 1888 工作组

北京天地互连信息技术有限公司

中国电信股份有限公司

清华大学

北京交通大学

北京邮电大学

日本东京大学

英特尔公司

思科系统公司

青岛高校信息产业有限公司

瑞斯康达科技发展股份有限公司

本书编委会

主任：刘 东

编委（排名不分先后）：

江连山 宋 阳 张兵涛 项冬南 李艳华 李凤民 赵慧玲
谭国权 冯 明 李文杰 赵千川 张宏科 郜 帅 马 严
Hiroshi Esaki Hideya Ochiai 邹 宁 Shoichi Sakane 董文生
黄钰梅 杜长河 赵小鹏 辜晓川 仇 明

序言一

近两年以来，严重的雾霾天气经常发生，席卷大半个中国，从华北地区到中原及华东地区，甚至连海南三亚也未能幸免。剖析雾霾产生的根本原因，是由于以煤炭为主的中国能源结构，高污染、高耗能企业的废气排放，中国工业化和城镇化大规模建设等都使环境污染加剧。持续的雾霾天气已向我们敲响了警钟，中国经济的发展必须考虑产业的转型升级。随着新一轮能源变革的到来，以新能源与新一代信息技术为特征的第三次工业革命正在崛起，将互联网技术与能源高度融合，催生出了能源互联网的概念，这是对未来智慧能源发展新模式的积极探索与创新。

智慧能源正在我国乃至全球引发技术和产业革命，具有庞大的市场空间。据相关统计表明，我国能源利用总效率约为 32%，比发达国家低 10 个百分点以上。我国单位能耗产出的 GDP 是日本的七分之一、美国的四分之一，比世界的平均水平还要低 2 倍多，从这个角度讲，我国节能的潜力巨大。在国家“十二五”规划中，节能环保产业和新一代信息技术产业已被确立为我国七大战略性新兴产业的第一位和第二位。为加快发展节能环保产业及激发在信息服务领域的消费需求，国务院在 2013 年 8 月相继发布了《关于加快发展节能环保产业的意见》和《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》，要实现节能环保产业产值年均增速 15% 以上，基于互联网的新型信息消费规模达到 2.4 万亿元。由此看出，智慧能源已经上升成为国家战略，其相关的技术标准和产业化面临着巨大的机遇。

IEEE 1888（泛在绿色社区控制网络协议）国际标准正是在此背景下制定的，是全球首个以绿色节能为宗旨，基于信息通信技术与能源技术深度融合的创新型国际标准。IEEE 1888 采用互联网的开放模式，同时深度融合 IPv6、物联网、大数据、云计算等新一代信息

通信技术，构建了一个开放的能源互联网体系，目前，IEEE 1888 已经成为全球智慧能源领域最具影响力的国际标准的典型代表。此外，为了进一步丰富和扩展标准的内容，推动标准的实践性应用，IEEE 1888 工作组成员通力合作，成立了四个国际标准子项目，与 IEEE 1888 核心标准构成了一套相辅相成的系列标准。2012 年，在 IEEE 标准化协会的大力推荐下，IEEE 1888 被国际标准化组织 ISO/IEC 正式接收，这是我国主导的绿色 ICT 技术国际化的又一重大突破。同时，为了实现标准的本土化落地开花，工作组又积极参与到将 IEEE 1888 向中国国家标准、行业标准及联盟标准的转化过程中，从而形成了一整套从国际到国内，从行业到应用的技术标准化路线。IEEE 1888 先进技术理念得到了行业专家的高度认可，也获得了众多荣誉，2011 年获得了 IEEE 标准化杰出贡献奖，中国通信标准化协会科学技术奖，IEEE 1888 被评为 2012 年度中关村十大标准之首并入选《中关村标准故事》。

另一方面，制定标准的目的是为产业服务，提供统一的技术规范，IEEE 1888 在产业化应用方面也取得了重大突破。2013 年 11 月，基于 IEEE 1888 国际标准的智慧能源产业技术创新战略联盟成立，联盟将涵盖标准创制、智慧能源开放平台、产品及设备提供商、解决方案提供商、大数据运营与服务及节能服务提供商等各个环节，目前已汇聚产业链成员 100 多家，初步形成了完整的 IEEE 1888 产业链。

鉴于 IEEE 1888 的影响力日益扩大，得到了国际上的广泛关注和认可。在日本东京大学 5 个校区的智慧能源改造项目中，采用 IEEE 1888 标准管理来自日立、三菱、松下、东芝等 7 家厂商的不同设备，采集的相关电力数据合计约达到 1000 种。智慧能源改造项目部署一年后，实现节电 31%，达到了明显的节能效果。在中关村软件园与清华大学的楼宇节能改造中，通过 IEEE 1888，实现了远程可视化操作和智能控制，大幅提高了效率，降低了近 50% 的管理成本，同时节能量达到了 20%。IEEE 1888 在智慧能源市场正发挥着其独特的产业优势，将为我国实现节能减排的整体目标以及绿色可持续发展提供强有力的支撑。

本书的撰写工作得到了中关村管委会、全国节能减排技术标准联盟、智慧能源产业技术创新战略联盟的大力支持，上海宝信软件也提供了宝贵意见，感谢工作组成员的辛苦付出。希望本书能够有助于读者对 IEEE 1888 国际标准有良好的认识和理解，为我国节能减排事业的长远发展贡献力量！

刘东 谨撰

2014 年 3 月

序言二

应 IEEE 1888 工作组组长刘东先生之约，让我为此书写篇序言。我知道，凡作序题跋者，差不多均为大家名家，量自己一介布衣草民，焉敢胡来？可是刘东先生不依不饶，他拿出三重理由规劝我。其一，他说此书讲的是标准，这是你的本行，不该推辞；其二，他说此书与节能减排有关，是你现在正做着的事，没有推托理由；其三，他说此书涉及的是互联网应用创新，你一定感兴趣。他说的这三条句句在理，不容分辨，我虽然有些心动，可是觉得自己才疏学浅，仍未轻易点头。接着他又补充说了一条，算是激将法吧。他说，你是否承认互联网改变一切？我点头称是。于是，他笑眯眯地接着说，那就请你改变一下自己吧！知识分子就是知识分子，显然，我在不知不觉中中了他的招。话已出口，不好再申辩。于是，就有了下面这篇称不上序言的序言。

本书的题目叫作《IEEE 1888 智慧能源标准及开发指南》。从题目上看，这似乎是一本纯技术的书籍，读者群看起来也似乎只是涉及搞标准的专业人士。实际上，这是一项涉及能源管理、节能减排、低碳发展与互联网应用创新相融合的，既有理论研究也有技术突破的应用研究成果，是为智慧能源产业发展提供技术支撑的实用型技术指南。

说了这么多，不能不说说 IEEE 是谁？IEEE 是 Institute of Electrical and Electronics Engineers 的缩写，它是国际性的电子技术与信息科学领域的一个工程师协会组织的英文简称。IEEE 最初是在 1963 年由美国电气工程师学会和美国无线电工程师学会合并而成，其性质属于非营利的科技学会组织。经过半个多世纪的发展，目前 IEEE 在全球 175 个国家中拥有三十六万多名会员。该协会在计算机工程、生物医学、通信、电力、航天和消费性电子产品等领域通过开展科技和信息交流，组织教育和培训，制定和推广大电气、电子技术标准，奖励有科技成就的会员等活动，在全球范围内推动电子电工技术在理论方面的创

新发展和技术应用方面的不断进步。据统计, IEEE 在电气及电子工程、计算机及控制技术领域中发表的文献占据了全球将近百分之三十的份额, 是个很有影响力的国际型标准化技术组织。

《IEEE 1888 智慧能源标准及开发指南》说的是标准, 涉及的领域是互联网和能源, 解决的要害问题是节能减排和低碳发展。哪怕是在十年前, 在所有的人看来, 都会认为这些东西是风马牛不相及的事情。可是这世界就是这样怪, 看似相互无关的事情其实互有关联。想不到边际界限本来清晰的产业却在相互靠近。

读书的时候老师曾经教导说, 世界上所有的物质都是载能体。我是搞冶炼的, 曾经在冶金这一行工作了 24 年。在和铁与火打交道的经历中, 我对老师的这番教导深信不疑, 印象深刻, 至今不忘。仔细想来, 人类的出现和社会的进步都是从发现、驾驭和利用火开始的。无论是茹毛饮血时代的结束, 还是冶铁技术的出现; 也无论是火车的发明, 还是航天器遨游太空; 起决定作用的是什么呢? 都是火, 是能源, 是能源转换中焕发出来的巨大能量。如今人类已经进入了网络时代, 狭隘一点说, 推动连结全球的巨大网络空间运行的是什么呢? 也是能源, 与火紧密相连的能源。可能许许多多的网民并不知道, 在他们生活和工作的时时刻刻、每分每秒都离不开的网络背后, 支撑其有序运行的不是别的, 也还是能源。网络不但是载能体, 也是吃掉大量能源的老虎, 以至于世界上有许多发现这个秘密的城市长官曾经试图下令把网络中心逐出城市, 不允许它和居住在那里的居民争夺能源。但是凡事都有两重性, 由此也催生了虚拟存储技术的创新和计算机机房节能技术的发展。

正是一次又一次的能源危机在不断地唤醒和告知民众, 地球上的能源并不是无限的, 无论是从环境对于经济和社会发展的承载能力, 还是从不允许把原本属于子孙后代的东西在今天消耗殆尽的道德伦理, 像今天这样粗放的毫无顾忌地使用和浪费能源都是不能允许的。于是, 从上个世纪开始, 无论是从国际还是国内都先后产生了以提高能源使用效率为核心的各类节能行动。与此同时, 先知先觉的人们又发现, 化石能源的大量消耗, 会产生聚集在大气层中不易消散的温室气体, 直接威胁着人类现在的生存和发展, 如果不加扼制定会贻害无穷, 这就又出现了一个新的服务领域——节能减排。绿色经济、低碳发展、生态文明, 人们的认识不断深化, 保护环境、节约能源、合理利用资源的呼声一浪高过一浪, 新技术、新方法、新手段层出不穷。从表面上看, 节能减排也好, 绿色低碳也好, 似乎与网络没什么关系。奔波在世界各地的 IT 男女们, 想的多是硬件的研制、软件的开发, 也包括随着网络事业的发达, 自己身上的钱袋子越胀越鼓, 技术更新换代的时间越来越快, 可是在这样的時候, 谁能想到煤和电这一类隐藏在网络背后的东西呢? 有多少软件工程师或者网络工程师能够想到节能减排、应对气候变化和自己到底有什么联系呢? 毕竟, 这一代人没有经历过他们的父辈熬过来的到处买黄土、打煤坯、家家户户使用蜂窝煤炉的时代。

现代白领们在工作中即使电路一时出了故障，只要打声招呼，维修人员就会立刻赶来提供服务，迅速解决问题。其实，这看似井然有序的背后，却在不知不觉中掩藏了能源和互联网的关系，也包括能源和我们每一个人在日常工作生活中的联系，制造了能源供给和能源消费取之不尽，用之不竭的假象。

从上个世纪九十年代初期开始，中国政府引入了世界银行和全球环境基金推广节能减排开展节能服务的理念和方法。本世纪初，随着中国经济的高速增长，粗放型的能源使用造成的能源紧缺和气候变化带来的国际国内的双重压力越来越大。这种压力也推动了以合同能源管理和碳交易为特征的节能减排行动如火如荼蓬勃发展。可是节能量、减排量是否真实可靠，各级政府和企业承担的指标是否可测量、可报告、可核查，又成了发展中新的难题。于是，传统的节能减排技术向自动化、信息化不断靠拢，有条件的大企业和众多政府主管部门纷纷建立节能减排的监测管控平台，各种智能化的管理方法和技术手段应运而生，这些有益的实践，使自动化控制和信息化应用达到了一个新高度，节能减排技术跨入了智能化的新时代。

可是这种新变化没有持续多久人们又发现，依据自动控制技术开发的平台使用起来有很大的局限性：一是应用领域不同，技术千差万别，定制成本很高；二是在重复建设中产生了一座又一座信息孤岛。三是推广应用被人为地设置了许多观念上、管理上和技术上的门槛。如何打破这种局面？谁能打破这种局面？政府行政主管部门行吗？不灵。企业决策者行吗？也不灵。于是就应了那句话：“互联网可以改变一切”。

智慧能源产业的出现是互联网改变一切的最具代表性的有力实践。为什么这样说，有三条理由：一问：互联网的本质是什么？答曰：互联互通。二问：怎样才能做到互联互通？答曰：兼容开放。三问：何以做到持续发展？答曰：借鉴、重组、创新。如果说自动控制解决的是个案问题，智能管理解决的是局域问题，那么互联网的深度介入解决的才是整体问题、全局问题。展现在读者面前的《IEEE 1888 智慧能源标准及开发指南》，就是智慧能源产业创新发展中连接能源生产、能源使用、特别是能源节约以及与其紧密相连的减排温室气体、实现低碳发展与互联网之间的桥梁和纽带。这种桥梁和纽带的作用也正是标准和标准化的题中应有之意。随着 ICT 技术在节能减排领域的广泛应用，传统的节能减排技术、新能源技术与互联网的结合，一定会使能源使用效率提升到一个更新的水平，我们仿佛已经看到在地平线上出现的影子，不怀疑它正在向我们健步走来。

全国节能减排标准化技术联盟理事长 王忠敏

2014 年 4 月

以绿色节能为宗旨，将信息通信技术与节能减排融合，IEEE 1888 已成为节能环保和新一代信息技术领域具有标志性的全球标准。同时，标准化过程独辟蹊径，开创并引领了一条国际标准创制的新模式。以标准化为抓手，推进智慧能源产业联盟和公共服务平台建设，极大地促进了中关村创新技术及智慧能源产业的国际化进程。

——中关村管委会委员 刘航

技术创新是标准的原动力，IEEE 1888 作为 IEEE 绿色节能技术系列标准项目，以独特的视角以及先进的理念推动了绿色节能尤其是在智慧家居，智慧城市等方面在国际上的进展并加快了节能产业的进程。相信本书一定会给对国际标准化感兴趣的读者带来启发。

——IEEE 亚太区总监 华宁

前言

在 200 年的工业化进程中，以化石能源为代表的不可再生资源被人类肆意地攫取，在创造了工业文明的同时，也带来了日益严重的环境污染、生态恶化问题，最终对人类的生存与发展构成了严重的威胁。当前，全球能源资源竞争日趋激烈，能源资源供给长期偏紧的矛盾日益突出，特别是国际金融危机爆发以来，世界主要国家都在竞相寻求重启世界经济发展之道。纵观人类历史，新型的通信技术与能源体系交汇之际，正是经济革命发生之时。互联网技术与可再生能源相融合，将为第三次工业革命奠定一个坚实的基础。第三次工业革命带来的绿色科技将从根本上改变人们生活和工作的方方面面。当前世界各国纷纷加大能源科技研发投入，着力突破节能、低碳、储能、智能等关键技术，抢占新一轮全球能源变革和经济科技竞争的制高点。高效、清洁、低碳已经成为世界能源发展的主流方向。美国出台了《未来能源安全蓝图》，提出“能源独立”新主张。欧盟制定了 2020 年能源战略，启动战略性能源技术计划。日本启动了“智慧能源共同体”计划，涵盖了能源、社会基础设施、智能电网等各个领域，并支持了“智慧能源网”示范项目。世界能源生产供应及利益格局正在发生深刻的调整 and 变化。

我国能源资源短缺，“富煤、缺油、少气，发展大规模可再生能源条件好”，常规化石能源可持续供应能力不足。油气人均剩余可采储量仅为世界平均水平的 6%，石油年产量仅能维持在 2 亿吨左右，常规天然气新增产量仅能满足新增需求的 30% 左右。我国石油对外依存度已经从本世纪初的 26% 上升至 2011 年的 57%。我国能源结构以煤为主，酸雨影响面积达 120 万平方公里，主要污染物和温室气体排放总量居世界前列，生态环境难以继续承载粗放式发展，迫切需要绿色转型。由此看出，我国的能源结构转型也迫在眉睫。国务院

在《能源发展“十二五”规划》中明确提出,“推动能源生产和利用方式变革,调整优化能源结构,构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源产业体系,对于保障我国经济社会可持续发展具有重要战略意义”。我国面临着由能源大国向能源强国转变的难得历史机遇,同时也面临着诸多的问题和挑战。

在后石油时代,人类究竟将借助于何种载体和路径来发展新一代的能源体系?在云计算、大数据存储、下一代互联网等信息通信技术日益成熟的今天,能源的下一个路口必将与信息科技碰撞出超乎想象的火花。

为了应对全球性的能源问题,“智慧能源”的新概念应运而生。“智慧能源”其实是一个难以定义的技术概念。2008年,随着IBM提出“Smart Planet”的概念,各种“智慧”的解决方案层出不穷,例如智慧的机场、智慧的银行、智慧的城市、智慧的电力、智慧的电网等。自此,也将“智慧的能源”带到了世人的眼前。

事实上智慧能源目前还并没有一个广受认可的权威定义,但可以肯定的是,智慧能源所涵盖的是一个庞大而独立的系统。智慧能源涵盖了能源的开发、能源的利用、能源的生产、能源的消费、能源的回收等全过程,从而建立起符合可持续发展要求的全新能源体系。而其“智慧”的含义则凝练了该体系的精髓——一种建立在对能源辨析基础上的自主优化能力。

从技术上来讲,智慧能源体系涵盖了创能、储能、用能三方面。“创能”除了包括传统能源的改造利用外,更包括了新能源形式的发现和利用,需要统筹传统能源、新能源和可再生能源的综合利用,积极发展分布式能源,实现分布式能源与集中供能系统协调发展。这需要统筹各种能源的调峰需求,从而合理选择分布式能源的利用方式。“储能”包括了各种类型能源的存储和回调并网,为能源的合理使用提供了基础。“用能”则主要对能源消耗方进行监测和统计,以此为依据进行精细化的需求侧管理。

作为新兴事物,智慧能源已经成为全世界认可的能源的未来,它需要各国给予有力的政策引导,多加协调,才能蓬勃发展,发挥积极的作用。

在我国,节能环保产业、新一代信息技术产业和新能源都已被纳入国家七大战略性新兴产业。智慧能源作为推动节能环保和新一代信息技术融合的新兴产业,具有庞大的市场空间,抢占了技术和产业革命的先机。在业内人士看来,通过ICT实现中国能源的绿色转型,我国完全有可能培育出产业规模上万亿元的“智慧能源”新产业。

当前,我国人均能源消费已达世界平均水平,但人均国内生产总值仅为世界平均水平的一半,而单位国内生产总值能耗远高于发达国家,也高于巴西、墨西哥等发展中国家。我国提出到2015年,单位国内生产总值能耗比2010年下降16%,单位国内生产总值二氧

化碳排放比 2010 年下降 17%。我国提出加快发展可再生能源,包括风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等,计划到 2015 年,风能发电装机规模达到 1 亿千瓦,太阳能发电装机规模达到 2100 万千瓦,生物质能发电装机规模达到 1300 万千瓦。2013 年 8 月,国务院印发了《“宽带中国”战略及实施方案》,旨在加强战略引导和系统部署,推动我国宽带基础设施快速健康发展。此外,还制定了明确的技术路线和发展时间表,提出到 2020 年,国民充分享受宽带带来的经济增长、服务便利和发展机遇,全面普及移动互联网。国发[2013]32 号文件《关于促进信息消费扩大内需的若干意见》中指出,信息领域新产品、新服务、新业态激发了新的消费需求,引领信息消费规模快速增长。在该文件中明确提出,到 2015 年,信息消费规模超过 3.2 万亿元,年均增长 20%以上,带动相关行业新增产出超过 1.2 万亿元,其中基于互联网的新型信息消费规模达到 2.4 万亿元,年均增长 30%以上。国务院在《关于加快发展节能环保产业的意见》文件中明确指出,“资源环境制约是当前我国经济社会发展面临的突出矛盾。解决节能环保问题,是扩内需、稳增长、调结构,打造中国经济升级版的一项重要而紧迫的任务”。文件提出节能环保产业产值年均增速要在 15% 以上,到 2015 年,总产值达到 4.5 万亿元。在该文件中,还明确提出了要开展绿色建筑行动,要求到 2015 年,新增绿色建筑面积 10 亿平方米以上。绿色建筑中非常重要的一点就是推进新能源和可再生能源建筑规模化应用,扩大新能源产业的国内市场需求。为促进节能环保产业发展水平全面提升,需要有一套完善的节能减排统计、监测、考核体系,对能源的产生和使用进行全程跟踪评估,强化需求侧管理,从而促进产业快速发展。

正是基于将信息通信技术与能源技术深度融合的先进理念,我们很激动地看到了 IEEE 1888 (泛在绿色社区网络控制协议) 作为由中国企业主导,通过国际合作而发布的国际标准,已经成为全球智慧能源领域最具影响力的国际标准的典型代表。

IEEE 1888 国际标准采用全 IP 的思路,深度融合 IPv6、物联网、云计算等信息通信技术,构建了一个开放的能源互联网体系,得到了 IEEE 标准协会的充分肯定。IEEE 标准协会董事总经理 Judith Gorman 说:“绿色节能环保技术标准化开始成为 IEEE 的重要发展方向,IEEE 1888 工作组成立于 2008 年,我们应该为他们在过去两年里通过利用‘绿色 ICT’来减少能源消耗,建立了这个重要的标准表示祝贺。”2011 年 9 月,IEEE 1888 荣获“IEEE 标准化杰出贡献奖”,IEEE 标准协会主席 Steve Mills 先生亲临中国为工作组成员颁奖。

近年来,利用 ICT 技术进行智慧能源实践的技术层出不穷,但由于缺乏统一的标准,导致了各种解决方案形成了一个封闭的信息和数据“孤岛”,互不兼容。IEEE 1888 作为“智慧能源”领域重要的国际标准,定义了一套开放的标准化体系,实现各种私有协议的封闭系统之间的互联互通,将能源控制总线转化为互联网节点,将能源转化为互联网流量,利用信息通信技术远程管理空调、照明等各种能耗设备,太阳能、风能等各种创能设备,

以及液流电池等储能设备,构建能源互联网,实现智慧化的“创能、储能、节能”。IEEE 1888 所具有的开放性、可扩展性、兼容性、可管可控性等优点赋予了其广阔的应用空间,在智慧能源所涉及的多种领域均可有深入应用,商业价值和市场潜力巨大。

为了抓住产业契机,依托于 IEEE 1888 标准,智慧能源产业技术创新战略联盟于 2013 年 11 月份正式成立。联盟致力于基于互联网开放模式,融合传统垂直产业链,在产业链各环节提供标准化的产品和服务,从而推动下一代互联网与能源产业的融合发展。作为我国首个关注于智慧能源领域的联盟,智慧能源产业技术创新战略联盟的成立,标志着 IEEE 1888 标准的产业化应用真正迈出了步伐,基于 IEEE 1888 的智慧能源产业受到了广泛的关注。

作为全面介绍 IEEE 1888 智慧能源标准的著作,本书的编者们为撰写这本书倾注了很多心血。希望读者朋友们能够通过这本书对智慧能源及 IEEE 1888 标准有一个系统深刻的理解,并从中找寻到推动和发展“智慧能源”的契机和灵感。

谨与读者朋友共勉!

本书由 2012 年下一代互联网技术研发、产业化和规模商用专项项目(发改办高技[2012] 1763 号)资助。

编者

2014 年 4 月

目录

第 1 章 IEEE 1888 标准概述	1
1.1 IEEE 1888 标准简介	1
1.1.1 IEEE 1888 协议的概念	1
1.1.2 IEEE 1888 协议的优点	2
1.1.3 IEEE 1888 协议的安全对策	3
1.2 IEEE 1888 标准的发展历程	4
1.2.1 IEEE 1888 核心标准	4
1.2.2 IEEE 1888 系列子标准	6
1.3 IEEE 1888 标准与现有技术	7
1.3.1 IEEE 1888 与能源管理系统	7
1.3.2 IEEE 1888 与监测控制系统	10
1.4 IEEE 1888 标准的应用	14
1.4.1 IEEE 1888 的应用场景	15
1.4.2 电力管理系统的应用示例	16
1.4.3 设施设备管理系统的应用示例	16
1.5 IEEE 1888 协议的开发	17
第 2 章 智慧能源时代的 IEEE 1888 技术	21
2.1 如何面对世界能源形势的变化	21
2.1.1 严峻的国际性能源资源问题	21
2.1.2 智慧能源的兴起	22
2.1.3 能源、电力和通信的合作	22
2.1.4 开放的通信基础设施	23
2.2 IEEE 1888 标准的作用	23
2.2.1 统一的通信方式	23
2.2.2 共享的数据和服务	24
2.2.3 设备、软件、服务的开发自由化	25
2.2.4 自由化的系统设计	25
2.3 IEEE 1888 标准化的市场开拓	26

2.4	IEEE 1888 的产业化应用.....	27
2.4.1	成立智慧能源产业技术创新战略联盟	27
2.4.2	基于 IEEE 1888 的智慧能源产业链.....	28
第 3 章	IEEE 1888 标准的系统架构	31
3.1	IEEE 1888 的系统架构概述.....	31
3.1.1	网关 (GW)	32
3.1.2	存储器 (Storage)	32
3.1.3	应用单元 (APP)	33
3.1.4	注册器 (Registry)	34
3.2	基于管控点 “POINT” 的数据管理.....	34
3.2.1	管控点 “POINT” 的概念.....	34
3.2.2	“POINT” 与时序数据.....	36
3.2.3	POINT 的名称与数据的位置.....	37
3.2.4	POINT 的语意	38
3.2.5	“POINT 列表” 与语意管理.....	39
3.2.6	POINT 的标识规则	40
3.3	组件间的通信	41
3.3.1	WRITE 协议	42
3.3.2	FETCH 协议	43
3.3.3	TRAP 协议.....	44
3.4	组件和注册器之间的通信	44
3.4.1	REGISTRATION 协议	45
3.4.2	LOOKUP 协议.....	46
3.5	IEEE 1888 组件的设计思想.....	47
3.5.1	组件与注册器之间的模型关系	47
3.5.2	GW、Storage、APP 的本质	48
3.5.3	组件间的数据交换	49
3.5.4	注册器 —— 大规模 IEEE 1888 系统的大脑.....	50
第 4 章	IEEE 1888 标准的通信方法	51
4.1	IEEE 1888 消息的基本构造.....	51
4.1.1	远程过程调用 (RPC) 的原理.....	51
4.1.2	请求消息和响应消息的构成	52
4.2	组件之间的通信方法	53
4.3	组件之间通信所涉及的类对象	55
4.3.1	Transport 类.....	55