

■ 国外电力名著译丛

Standardization in Smart Grids
Introduction to IT-Related Methodologies,
Architectures and Standards

智能电网标准化： 信息技术相关的方法、架构与标准

[德] Mathias Uslar · Michael Specht
Christian Dänekas · Jörn Trefke
Sebastian Rohjans · José M. González
Christine Rosinger · Robert Bleiker

赵江河 吕广宪 等译

Power Systems

Mathias Uslar · Michael Specht
Christian Dänekas · Jörn Trefke
Sebastian Rohjans · José M. González
Christine Rosinger · Robert Bleiker

Standardization in Smart Grids

Introduction to IT-Related Methodologies,
Architectures and Standards

 Springer



Springer



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

院专著出版基金资助

■ 国外电力名著译丛

Standardization in Smart Grids

Introduction to IT-Related Methodologies, Architectures and Standards

智能电网标准化： 信息技术相关的方法、架构与标准

[德] Mathias Uslar · Michael Specht
Christian Dänekas · Jörn Trefke
Sebastian Rohjans · José M. González
Christine Rosinger · Robert Bleiker

赵江河 吕广宪 刘海涛
马 康 陆一鸣 刘 军 译
张迪思 王立岩 刘 鹏



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要对 JWG 报告和 SG—SG 小组研究中明确的智能电网建设的关键要素和核心标准进行了介绍,并重点介绍了智能电网安全性需求的不同标准: IEC 61850 和 CIM,以及智能电网架构模型 SGAM 的使用指南。此外,还介绍了适用于电力企业的智能电网架构模型,适用于未来市场通信、电动汽车和工业自动化领域的标准。

本书适合于有意进入和了解智能电网领域的读者作为入门级教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

智能电网标准化:信息技术相关的方法、架构与标准/(德)乌斯拉尔(Uslar, M.)等著;赵江河等译. —北京:中国电力出版社,2017.11

书名原文: Standardization in smart grids: introduction to IT-Related methodologies, architectures and standards

ISBN 978-7-5123-5431-9

I. ①智… II. ①乌…②赵… III. ①智能控制—电网—标准化 IV. ①TM76-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 320295 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2013-7641

Standardization in Smart Grids

ISBN 978-3-642-34915-7

Translation from English language edition:

Standardization in Smart Grids: Introduction to IT-Related Methodologies, Architectures and Standards
by Mathias Uslar, Michael Specht, Christian Dänekas, Jörn Trefke, Sebastian Rohjans, José M. González,
Christine Rosinger and Robert Bleiker

Copyright © 2013 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved.

本书中文简体字版译自原书英文版。仅限中国大陆地区发行销售。版权所有。

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王 晶 010-63412341 夏华香 huaxiang-xia@sgcc.com.cn

责任校对:王开云

装帧设计:郝晓燕 张 娟

责任印制:邹树群

印 刷:三河市百盛印装有限公司

版 次:2017 年 11 月第一版

印 次:2017 年 11 月北京第一次印刷

开 本:710 毫米×1000 毫米 16 开本

印 张:15

字 数:295 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:75.00 元



版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

“任何一种高速发展的技术看起来都像是一种魔法”

Arthur C. Clarke

译者序

“智能电网”就是电网的智能化。其最本质的特点是电力和信息的双向流动性,通过信息实时交换,达到电力一次设备层次上近乎瞬时的供需平衡。它以集成的、高速双向通信网络为基础(信息流),实现高度自动化和广泛分布的能量交换网络(电力流)。

“智能电网”经过几年的发展,在国内外已颇具规模,其相关的研究也取得了很大的进步。欧美国家在政府资金支持下开展的研究和示范项目大部分已完成,正在建立各方普遍认可的标准体系,以激励电力公司和其他私有资金投入以及用户的积极参与,为智能电网技术的大范围推广实施扫清障碍。我国将“智能电网”设定为国家战略,制定了详细的发展计划和路线图,标准体系也在逐步建立,在起步阶段,电网公司也有计划地部署了一大批研究和工程示范项目,一些成熟的技术目前已进入全面推广阶段。无论是国内还是国外,对于智能电网的发展和建设,标准先行已经成为共识,因为标准化的缺乏会抑制各个运行单元(发电、输电、配电和电力消费者)之间的数据(信息)交换,阻碍系统的完全优化,使系统效率降低,甚至有可能出现重复建设等问题。智能电网欧洲技术论坛为应对当前电网向智能电网的演化,在早期的研究中提出在技术层面处理来自不同领域、不同学科的知识整合,以及系统集成技术与互操作等问题,进而制定和使用智能电网标准的解决方案。欧洲三大标准组织 ETSI, CEN 和 CENELEC 建立了智能电网协调小组(Smart Grids Co-ordination Group, SG-CG),其主要任务是制定智能电网标准化方案,以保证欧洲智能电网标准化领域的相关技术委员会能够在接下来几年保持一致。国内电网公司也

为此做了大量工作，专门成立了智能电网标准化组织，负责研究、制定相关的智能电网标准，其中大部分已经作为企业标准发布。

本书作者 Mathias Uslar 博士在德国 FFIS-信息技术学院从事“互操作性和标准化”工作，其重点是在公用事业侧开展软件工程应用和互操作研究，着重于智能电网标准的应用和扩展。SG-CG 参考架构工作组（Reference Architecture Working Group, RAWG）的召集人，Emmanuel Darmois 对本书进行了高度的评价，认为这是一本对于“有意进入和了解智能电网这一有趣而复杂领域”的读者有意义的教科书。

本书前言、第一章、第二章和附录由赵江河翻译，第十三、十四章由刘海涛翻译，第三章和第八章由吕广宪翻译，第五章和第六章由刘军翻译，第七章和第九章由王立岩翻译，第十章和第十一章由陆一鸣翻译，第四章和第十二章由刘鹏翻译，全书由赵江河、吕广宪统稿。在翻译过程中，得到了中国电力科学研究院配电研究所的大力支持，感谢苏剑、王猛、李蕊、于辉、吴鸣、季宇、李洋、吕志鹏、梁惠施、马文媛等诸位同仁的大力支持。

本书承蒙配电网领域资深专家、教授级高工侯义明老师审阅，侯老师详细通读了本书全部译稿，并提出了宝贵的意见，在此表示由衷的感谢。

本书得到了中国电力科学研究院专著出版基金资助，在此表示由衷的感谢。

本书的译者参与了国家电网公司智能电网标准体系的研究、规划、撰写工作，也较早读到本书的原版，并从本书获益匪浅，希望本书的出版能使智能电网标准有兴趣的读者快速获得第一手和高度密集的智能电网信息通信技术标准知识，但限于译者水平，错误和缺陷在所难免，希望读者批评指正。

译 者

2017-9-19

序一

积极应对欧洲未来电力能源供应是欧盟委员会（所定义的）“20—20—20”计划的重要目标。为了达成这个目标，必须将目前的电力基础设施演进成为一个智能化、分布式、资源利用高效（减排高效）、稳定可靠、技术与经济均可实现的（系统集成体系）。这对电力公司、供应商、监管机构方及消费者来说，都是一个极大的挑战。在此背景下，智能电网（发展）已经成为行业关注的焦点。欧盟委员会将现有电网向智能电网的演化视作一个复杂和多元化的转换过程，在早期就已经建立了组织架构来应对这个问题。面向未来电网的欧洲技术论坛（European Technology Platform for Electricity Networks of the Future, SmartGrids ETP）是其中一个重要的论坛性组织，致力于推进智能电网领域的政策、技术、研究和发展路径的研究和成果化，以及联系和协调欧洲其他相关计划。在复杂的智能电网中，价值链从发电环节一直延伸到用电环节。除政策法规和市场层面之外，还需要在技术层面处理来自不同领域、不同学科的知识整合，以及系统集成技术与互操作等问题。上述问题通常通过标准的制定和使用来得到解决并固定下来，标准类型包括过程、数据模型、功能与通信链路等。标准化是智能电网发展的关键问题之一，所涉及的标准数量大且关系复杂。因此，欧洲三大标准组织 ETSI、CEN 和 CENELEC 首先建立了一个联合工作组（Joint Working Group, JWG），首次在欧洲范围内将相关领域的专家召集在一起进行协调。该联合工作组在 2011 年 5 月发布了一个报告，在充分考虑当时全球范围内相关工作与进展的基础上，对欧洲在智能电网领域的标准化前景

进行了概述。基于 JWG 的工作成果，欧盟委员会向欧洲标准化组织（European Standardisation Organisations, ESOs）发布了 M/490 标准化授权和政令，以支持欧洲智能电网的部署和发展。欧洲标准化组织响应 M/490 的核心举措是成立了 CEN、CENELEC 和 ETSI 智能电网协调小组（Smart Grids Coordination Group, SG-CG）。SG-CG 的主要任务是制定智能电网标准化方案，以保证欧洲智能电网标准化领域的相关技术委员会能够在接下来的几年内保持一致。此方案以两个方面为中心：第一，为智能电网用例、参考架构、通信技术、数据模型和信息安全模型开发提出统一的方法论；第二，筛选出现有标准中适用于智能电网的标准，并提出需要由各技术委员会制定的新标准。本书对 JWG 报告和 SG-CG 小组研究中明确的智能电网建设的关键要素和核心标准进行了介绍。此外，还介绍了适用于电力企业的智能电网架构模型（Smart Grid Architecture Model, SGAM），以及适用于未来市场通信、电动汽车和工业自动化的标准。作为 SG-CG 参考架构工作组（Reference Architecture Working Group, RAWG）的召集人，我期待着这样一本有意义的书能够对源于 M/490 建议的各项智能电网标准进行介绍。我相信，对于有意进入和了解智能电网这一有趣而复杂领域的读者，本书会成为一个最好的入门书籍。

Sophia-Antipolis Emmanuel Darmais

M/490 参考架构工作组召集人

阿尔卡特-朗讯

2012 年 9 月

序二

在 2004 年 12 月举行的“第一届可再生能源和分布式能源并网”国际会议中,行业的利益相关方和研究团体建议建立一个面向未来电网的欧洲技术论坛。2006 年 4 月,该论坛的咨询委员会发布了名为“未来欧洲电网的前景与战略”的智能电网报告(Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future)。无论是输电网,还是配电网,其前景由市场自由化、以环保为目标的发电技术变化及未来电能使用等多种因素共同驱动。此外,发布于 2007 年的战略研究议程描述了欧洲中短期的主要研究领域,包括技术和非技术两方面。之后,这些文件启发了若干欧盟及国家机构的研究与发展项目。除极其重要的市场和政策法规方面,委员会资助的若干示范项目还特别关注和明确了技术互操作和标准化等方面的问题。2011 年 3 月,这个问题通过 M/490 提出并授权委托给相关欧洲标准化组织(ESOs)。

M/490 的目标是在一个共同的框架内发展和更新一系列标准,将计算与通信技术集成到电力系统架构、业务过程和服务中,这不仅可以实现互操作,也能够促成或辅助由智能电网工作组定义的不同等级智能电网服务与功能在欧洲的实施,并确保相当的灵活性以适应未来的发展需求。建筑、工业、电器和家庭自动化虽不在 M/490 的范围之内,但它们与智能电网的接口与相关服务需要在该政令框架下解决。

本书作者提到了上文所述的 Smart Grid Coordination Group 报告中的目标。根据该政令,可持续化过程小组(Sustainable Processes Group)依据 IEC PAS

62559 方法论对欧洲智能电网的用例进行了收集和协调。基于 JWG 的工作，首批标准工作组创建了智能电网核心标准列表。本书介绍了其中最重要的两个标准——CIM 和 IEC 61850。另外，SGIS 在智能电网安全性方面的研究在本书相关章节中也有所体现。本书有三个章节中对参考架构工作组（Reference Architecture Working Group）的核心——智能电网架构模型（SGAM）的起源和应用进行了介绍。本书还讨论了其他与 M/468 有关的内容，如电动汽车、认证、标准测试、商用通信，以及 OPC UA 等自动化标准。

本书从多种角度介绍了当前智能电网相关的通信标准及如何应对未来智能电网的方法。希望读者可以从中受益，明确和清晰了解如何从技术角度实现欧洲可持续和高效智能电网的目标。愿本书第一版一切顺利。

Thomas Theisen

RWE Deutschland AG Essen

新技术主管

2012 年 9 月

前言

标准化是智能电网这一新兴领域中的一个重要主题。随着现有保护技术、自动化技术与信息通信解决方案的融合,这些技术在融入智能电网基础设施中时,互操作问题日益突显。标准已被证明是应对这个问题的最有力解决方案之一。从2008年以来,标准化这个主题在各种政治和技术议程中成为关注的热点。

在 OFFIS 信息技术学院,我们从2004年已开展该主题相关的研究工作。2009年,作为能源研发部门的一部分,互操作和标准化小组成立,工作重点是在公用事业侧开展软件工程应用和互操作研究,着重于智能电网标准的应用和扩展。本书描述了我们的研究趋势和标准应用方面的工作,个别章节简要介绍了新出现的智能电网标准及可应用于智能电网发展的衍生方法。

本书的主旨,包括 IEC 62559 智能电网方法学在用例管理中的应用、欧盟 M/490 政令中智能电网架构模型 (Smart Grid Architecture Model, SGAM) 的使用,以及最重要的 IEC 标准——CIM 和 IEC 61850。此外,还介绍了未来的发展趋势和新标准。编辑和作者既希望本书能够成为一本有用的入门级读物,帮助读者获得第一手和高度密集的智能电网信息通信技术标准知识,也希望本书成为一个参考教材,为读者提供各类适用于智能电网的标准。

作者

Oldenburg

2012年9月

致 谢

衷心地感谢为本教材做出贡献的所有合作伙伴,感谢各位对 OFFIS 培训的反馈。如果没有你们的帮助,我们没有机会编制这本从通信角度呈现智能电网基本要素的教材。此外,在 M/490 框架下, CEN/CENELEC/ETSI 开展的工作对智能电网标准化工作具有重要意义。本教材希望能够反映其工作的初步想法和最终报告的研究成果,并希望借此机会对参与 M/490 任务的众多、大多数情况下未透露姓名的作者和专家表示感谢。

贡献者名单

Robert Bleiker

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: bleiker@offis.de

Christian Danekas

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: daenekas@offis.de

Jose M. Gonzalez

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: gonzalez@offis.de

Sebastian Rohjans

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: rohjans@offis.de

Christine Rosinger

OFFIS-信息技术协会

(Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: Christine.rosinger@offis.de

Michael Specht

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: specht@offis.de

Jorn Trefke

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: trefke@offis.de

Mathias UsLAR

OFFIS-信息技术协会 (Escherweg 2, 26121 Oldenburg, Germany)

电子邮箱: uslar@offis.de

缩 略 语

3GPP	第三代移动通信合作伙伴项目
AC	交流电
ACSI	抽象通信系统接口
AD	构架描述
ADI	分析仪装置集成
ADM	架构开发方法
ADR	自动化需求响应
AE	报警和事件
AES	高级加密标准
AMI	高级或自动化量测设施
AMR	自动读表系统
ANSI	美国国家标准协会
APDU	应用协议数据单元
API	应用程序接口
ARIS	集成信息系统构架
ASHRAE	美国供暖、制冷和空调工程师协会
AUTOSAR	汽车开放系统架构
BACnet	Building Automation and Control Networks 楼宇自动化与控制网络
BDEW	Bundesverband der Energie-und Wasserwirtschaft e. V 德国能源和水工业协会
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, 德国信息技术、电信和新媒体协会
BK	Beschlusskammer, 合议庭
BMWi	Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, 德国联邦 经济和技术部
BNetzA	Bundesnetzagentur, 德国联邦电力、燃气、电信、邮政和铁 路网络局
BOV	业务运作展望
BPMN	业务流程模型和标记
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 德国联

	邦信息技术安全局
CAN	控制器区域网络
CC	通用标准或创造性共用（许可）
CCAPI	控制中心应用程序接口
CCTS	核心元件技术规范
CDA	公用数据属性
CDC	公用数据类别
CDPSM	公共配电系统模型
CEDEC	Confédération Européenne des Entreprises Locales d' Energie, 欧洲本地能源公司联盟
CEN	欧洲标准化委员会
CENELEC	欧洲电工标准化委员会
CHP	热电联产
CI	通信接口
CIM	公用信息模型
CIMbaT	CIM 基转换（映射 CIM 到 OPC-UA 用软件工具）
CIMug	CIM 用户组
CIP	重要基础设施防护
CIS	公用接口规范
CLC	CENELEC
CLS	可控本地系统
CME	CIM 市场扩展
COM	元件对象建模
COSEM	电能计量配套规范
CPSM	公用电力系统建模
CRM	客户关系管理
CSMS	网络安全管理系统
CuS	客户转换
CUST	客户
CWM	Chronos 网络建模器
DA	数据访问
DCIM	分配用 CIM
DCOM	分配式 COM
DER	分配式能源
DG	分配式发电

DI	设备集成
DigSig	数字签名指南
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V, 德国标准化协会
DKE	DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, 德国电气、电子及信息技术委员会
DLMS	设备语言信息规范
DMS	分配管理系统
DNP	分配网络协议
DOM	文件对象建模
DoS	服务拒绝
DR	需求响应
DSM	需求端管理
DSO	配电系统操作员
DTR	技术报告草案
DVGW	Deutscher Verein des Gas-und Wasserfaches, 德国燃气与供水协会
EA	企业架构师
EAI	企业应用集成
EAM	企业架构管理
EASEE-gas	欧洲能源交换系统化协会（燃气）
ebIX	能源商业信息交换
ebXML	电子商务（利用 XML）
EC	欧洲委员会
EC AN	ENTSO-E 容量分配和指定
ECC	ENTSO-E 核心元件
ECE	欧洲经济委员会
eCM	电子确认和匹配
EDGE	GSM 发展用增强型数据速率
EDI	电子数据交换
EDIFACT	联合国行政、商业和运输用电子资料交换
EDIXML	XML 内的 EDI
EDL	交换资料语言
EDM	能源资料管理
EDSO	欧洲配电系统运营商

EEGI	欧洲电网倡议
EFET	欧洲能源贸易商联盟
EG	专家组
EHS	欧洲家电系统（协议）
EIB	欧洲安装总线
EIC	ENTSO-E 能源标识编码方案
EMB	企业消息总线
EMD	测量数据交换
EMIX	能源市场信息交换
EMM	ENTSO-E 建模方法
EMS	能源管理系统
EN	欧洲标准
energy RMC	能源参考建模目录
ENTSO-E	欧洲输电系统运营商网络
EnWG	能源产业法
EPC	事件驱动流程链
ePM	电子位置匹配
EPRI	美国电力科学研究院
ERCOT	德州电力可靠性委员会
ERM	实体关系建模
ERRP	ENTSO-E 储备资源流程
ESB	企业服务总线
ESCoRTS	欧洲控制和实时系统安全性用网络
eSM	电子结算匹配
ESO	欧洲标准化组织
ESP	ENTSO-E 结算流程
ESS	ENTSO-E 调度系统
ETC	eblX 技术委员会
ETP	欧洲技术平台
ETSI	欧洲电信标准协会
ETSO	欧洲输电系统运营商
EU	欧盟
EURELECTRIC	电力行业联盟
EV	电动车辆
EVU	Energieversorgungsunternehmen, 公用事业