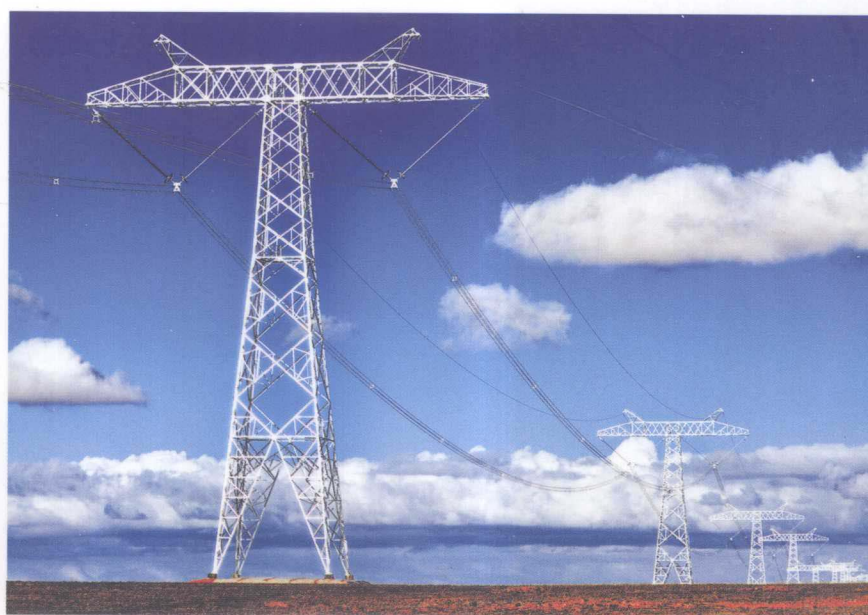
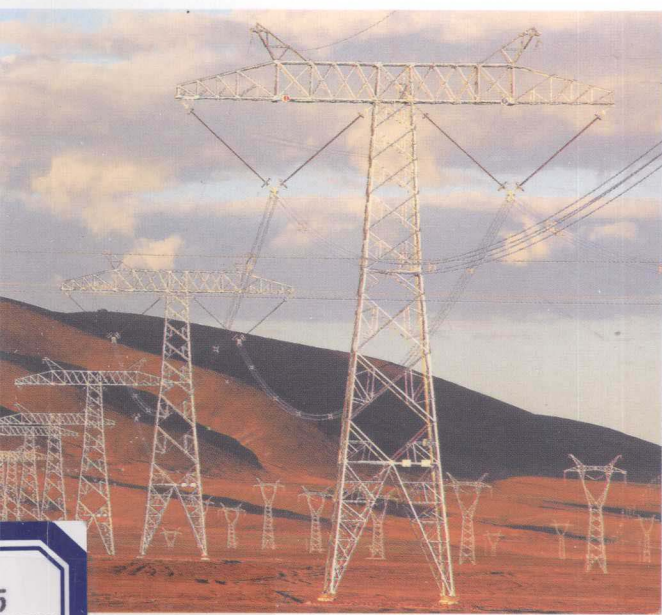


美国国家标准技术研究院 (NIST) 著

国家电网公司国际合作部 译
中国电力科学研究院

美国国家标准技术研究院
(NIST)
智能电网互操作标准框架
和技术路线图

2.0版



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国电力科学研究院专著出版基金资助

美国国家标准技术研究院
(NIST)

智能电网互操作标准框架 和技术路线图

2.0版

美国国家标准技术研究院 (NIST) 著

国家电网公司国际合作部 译
中国电力科学研究院



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

美国国家标准技术研究院 (NIST) 智能电网互操作标准框架和技术路线图 2.0 版 / 美国国家标准技术研究院 (NIST) 著; 国家电网公司国际合作部, 中国电力科学研究院译. —北京: 中国电力出版社, 2013.10

ISBN 978-7-5123-4417-4

I. ①美… II. ①美…②国…③中… III. ①智能控制-电力系统-国家标准-美国 IV. ①TM76-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 089330 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月北京第一次印刷

889 毫米×1194 毫米 16 开本 19 印张 328 千字

定价 150.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本书编译组

主 审 郭剑波 李海翔 王力科

翻 译 李德智 韩 彬 孙彦龙 张玉红 顾卓远

潘 毅 曾莉丽 彭 畅 梁慧施 马文媛

曹俊喜 白 云 李建岐 黄毕尧 迟永宁

孙 蔚 胡 娟 汪奂伶 杜丁香 李 琰

许 渊

校 核 范建斌 王晓刚 白晓民 张东霞 马文媛

宋燕敏 段 琨 张佩佩 张 晶 熊 敏

刘有为 赵 强

免 责 声 明

本书英文版由美国国家标准技术研究院（NIST）撰写，阐述其为完成 2007 年《能源独立和安全法案（EISA）》的委派任务而进行的标准研究及协调工作。

为了更确切地描述概念，报告中提及了某些商业实体、设备或材料，这并不表明 NIST 有意对其表示推荐或支持，也不意味着这些实体、设备或材料就是实现某一目标的最佳选择。

Chinese translation by State Grid Corporation of China with permission of NIST. This is not an official U.S. government translation.^①

① 为 NIST 声明。

目 录

1	目的和范围	7
1.1	概况和背景	7
1.2	如何使用本框架	10
1.3	主要概念	11
1.3.1	定义	11
1.3.2	应用和需求：八个优先领域	12
1.4	框架内容概述	13
2	智能电网愿景	15
2.1	概述	15
2.2	智能电网对实现国家能源政策目标的重要性	16
2.3	智能电网国际标准	19
2.4	建立统一的智能电网国际架构	19
2.5	主要特性——标准和一致性	20
3	概念架构体系	22
3.1	引言	22
3.2	智能电网的架构目标	22
3.3	概念模型	23
3.3.1	综述	23
3.3.2	概念模型的描述	25
3.4	智能电网信息网络模型	26
3.4.1	信息网络	26
3.4.2	智能电网信息系统和控制系统网络的安全	27
3.4.3	基于互联网协议（IP）的网络	28
3.4.4	智能电网与公用互联网——安全性方面	29
3.4.5	智能电网通信基础设施技术标准	29
3.5	用例	29
3.6	智能电网用户域接口	30
3.6.1	表计和能源服务接口（ESI）之间的区别	30
3.6.2	ESI 和家庭局域网	31
3.7	智能电网架构委员会正在开展的工作	32
3.7.1	SGAC 开展的标准评审工作	32
3.7.2	旧有设备和系统	32

3.7.3	信息共识	33
3.7.4	概念商业服务	34
4	识别出的智能电网标准	35
4.1	识别需要制订的互操作标准的指导原则	35
4.2	标准识别过程概述	38
4.3	修订后的 NIST 已识别标准清单	39
4.4	现阶段进一步审查的额外标准清单	49
4.5	未来智能电网标准鉴定过程	58
5	SGIP	60
5.1	SGIP 概述	60
5.2	SGIP 常务委员会和常设工作组	61
5.3	SGIP 标准目录 (CoS)	62
5.4	领域专家工作组 (DEWG)	62
5.5	其他工作组	64
5.6	优先行动计划 (PAP)	65
5.7	互操作性的知识库和 NIST 智能电网合作站点	68
5.8	SGIP 未来工作	69
5.8.1	SEP1.x 转换 (PAP18)	69
5.8.2	将可靠性和实施经验纳入 CoS 的寿命周期管理	70
6	网络安全策略	71
6.1	智能电网网络安全	71
6.2	NIST 在智能电网网络安全中的作用	71
6.3	当前的进展情况	72
6.3.1	发布 NISTIR 7628	72
6.3.2	标准审核	73
6.3.3	CSWG 的三年规划	74
6.4	CSWG 当前及下一步工作	74
6.4.1	风险管理框架	74
6.4.2	网络物理攻击研究	74
6.4.3	智能电网网络安全测试指南	75
6.4.4	NISTIR 7628 的更新内容	75
6.4.5	影响力扩展和教育	75
6.4.6	与联邦政府及工业界的合作	75
6.4.7	面对面会谈	76
6.4.8	与 SGIP 的联络	76
6.4.9	CSWG 未来的工作	76

7	智能电网互操作性测试和认证框架	77
7.1	NIST 发起的支持框架开发的努力	77
7.1.1	现有智能电网标准测试程序评估	77
7.1.2	高层框架开发的导则	79
7.2	SGTCC 框架制订活动	80
7.2.1	互操作性过程参考手册 (IPRM) 总结	81
7.2.2	互操作性成熟度评估模型	83
7.3	框架的进一步开发和实施	84
8	下一步工作	86
8.1	其他需要解决的问题	87
8.1.1	电磁扰动和电磁干扰	87
8.1.2	标准框架的可靠性、可实现性和安全性	88
8.2	结论	89
9	附录：缩略语	90
10	附录：特定域图	97

概 要

背景

21 世纪的新型电网是发展 21 世纪清洁能源经济的必然要求。然而就电网设计和形态而言，很多传统的电力基础设施与 19 世纪末托马斯·爱迪生和乔治·威斯丁豪斯所设想的电网几无差别。

美国国会和政府绘制了智能电网的发展蓝图，并为其发展奠定了政策基础。2007 年 EISA 确立了利用国家输电、配电网现代化的发展契机建设智能电网的政策¹。2009 年的《复苏和再投资法案 (ARRA)》加速了智能电网技术的发展，依据该法案，美国将投资 45 亿美元用于提高电力传输能力及能源可靠性，实施示范工程以及应用项目（根据 EISA 第十三条授权），促进电网现代化²。美国总统奥巴马在国情咨文中重申了发展清洁能源经济的主张³，并表明了政府实现“未来能源安全蓝图”⁴的决心。2011 年 6 月，白宫发布了由国家科学和技术委员 (NSTC) 编写的《面向 21 世纪电网的政策框架：保证未来能源安全》⁵（以下简称《白宫政策框架报告》）。

EISA 和《白宫政策框架报告》共同阐述了智能电网标准的关键作用，倡导开发和采用智能电网标准以确保当期投资的未来收益；推动创新，为消费者选择提供支持，形成规模经济以降低成本；推广最佳实践，并开拓智能电网设备及系统的全球市场。

国家标准与技术研究院 (NIST) 的作用和应对策略

EISA 确定 NIST 的“首要任务是协调制定一个包含通信协议和标准化信息模型在内的标准框架，以实现智能电网设备和系统的互操作⁶……”⁷

为了应对当前智能电网互操作标准和协议的迫切需求，NIST 制订了一个三阶段发展计划：

- 1) 加快梳理智能电网标准并达成广泛共识；
- 2) 建立智能电网互操作论坛 (SGIP)，持续开展智能电网标准化工作；
- 3) 创建一致性测试和认证机制。

2008 年至 2009 年，NIST 举办各种形式的会议，吸引专家和各利益相关方参与到三阶段工作中。到 2009 年底，在制定路线图和首批标准识别方面（NIST 计划第一阶段）取得了显著的进展，形成

1 2007 年能源独立和安全法案 [公法号：110-140]。

2 白宫，“美国复苏和再投资法案：美国清洁能源的未来走向。”2009 年 2 月 19 日。

http://www.whitehouse.gov/assets/documents/Recovery_Act_Energy_2-17.pdf

3 白宫，新闻秘书办公室，“总统在国情咨文中的批注”2011 年 1 月 24 日、25 日。

<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/01/25/remarks-president-state-union-address>

<http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/01/24/remarks-president-state-union-address>

4 白宫，“未来能源安全蓝图”2011 年 3 月 30 日。

http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/blueprint_secure_energy_future.pdf

5 国家科学和技术委员会。“21 世纪电网政策框架：未来能源安全”

<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/nstc-smart-grid-june2011.pdf>

6 互操作能力是指两个或两个以上的网络、系统、设备、应用程序或部件具备且易于实现交换信息功能且安全、有效，很少或根本不会给用户造成不便。

7 2007 年能源独立和安全法案 [公共法编号：110-140]。

了广泛共识。2010 年 1 月发布的《NIST 智能电网互操作标准框架和路线图—1.0 版》⁸具有重要的里程碑意义，代表了当时的发展水平。

NIST 框架 1.0 版提出了描述智能电网顶层架构的概念模型，在现有标准中识别出 75 项适用（或可能适用）于智能电网发展的标准；确立了 15 个目标和现状存在差距，需优先制、修订标准的技术领域，制订了相应的行动计划，同时指定相关标准制订组织（SDO）和标准规格制订组织（SSO）尽快解决现存差距，制定策略，并要有利于确保智能电网网络安全。

SGIP 旨在促进智能电网互操作标准发展，并力求达成广泛共识。NIST 成员出任 SGIP 的关键技术职位，包括网络安全工作组（CSWG）主席，测试和认证委员会（TCC）副主席，智能楼宇工作组（B2G）、智能工业园区工作组（I2G）、智能家居工作组（H2G）、输配电工作组（TnD）、电动汽车与电网连接工作组（V2G）、商业与政策工作组（BnP）、分布式可再生能源发电及储能工作组（DRGS）、领域专家工作组及 19 个优先行动计划组的主席或联合主席。在以上委员会和工作组中 NIST 积极发挥领导作用，强有力地推动了标准制定工作，对满足安全、稳定、可靠智能电网的标准需求提供了有力支持。

NIST 2.0 版内容

《NIST 智能电网互操作标准框架及路线图 2.0 版》，主要阐述了自 2009 年 11 月 SGIP 成立以来，NIST 三阶段计划中第二阶段和第三阶段取得的具体进展。

NIST2.0 版介绍了在智能电网架构、网络安全、测试和认证方面取得的重要研究成果，并对标准清单（表 4-1 和表 4-2）进行了相应的更新和扩展。SGIP 优先行动计划（PAP）推出了第一批智能电网标准，填补了 1.0 版中已识别出的标准空白，这组标准已被纳入了智能电网标准清单。清单中的标准通过了广泛的核查审批，以期可以经得起时间的考验。智能电网设备和软件生产商、公共事业机构、监管部门、学术研究以及其他智能电网利益相关方可以将这些标准作为重要的基础性资料。本报告更具体的内容总结可参见本章后附的补充栏 1 和 2（“2.0 版的内容”和“2.0 版最新内容”）。

本报告描述的概念模型、标准、差距分析和行动计划，为安全、互操作的智能电网提供了坚实的基础。然而，随着新需求和新技术的不断涌现，智能电网也将随之发展。SGIP 建立的流程提供了一个健全的可持续发展机制，吸引智能电网各利益相关方的广泛参与，通过研究需求来引导标准制订工作。目前合作范围已扩展到 20 多个 SSO。

本报告体现了 NIST 在智能电网标准化领域的不懈努力，其工作成果对公共事业机构、产品供应商、研究机构、管理机构、集成商、开发商以及其他智能电网的利益相关方甚有助益。相对而言，2.0 版对于以下利益相关方更有价值：

- 关心如何更好地理解 and 实施智能电网的公共事业机构和产品供应商（重点是第 3、4、6 章）
- 测试实验室和认证机构（重点见第 7 章）
- 研究机构（重点见第 5.5 节和第 8 章）
- 管理机构（重点见第 1、4、6 章）。

⁸ http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf

下一步计划

已经开始实施的 PAP 将继续开展工作,直至完成其既定目标,弥补识别出的所有差距。一旦发现新的差距或需求,SGIP 将继续启动新的 PAP,以解决新问题。在 ARRA 资助下,大批美国能源部智能电网拨款项目也将在短期内取得成果。拨款项目申请书要求申请人明确阐述其申请项目将如何支持 NIST 框架。NIST 和 SGIP 将从这些项目中学习智能电网新技术的经验,并以这些技术为基础上进一步识别标准的差距和缺陷。NIST 和 SGIP 将会和 SDO、SSO 以及其他利益相关方共同协作,弥补差距,改进标准,为智能电网发展奠定基础。

SGIP 标准目录制订工作将继续展开,直至完成整个目录,并确保对标准的体系及网络安全进行全面审查。不断更新网络安全指南,确保能应对不断出现的新问题。SGIP 将继续努力与私营机构建立合作关系,在 SGIP 测试和认证框架下开展测试和认证项目。此项工作还将确保与智能电网标准国际化工作的协调,巩固提高美国的领导地位。

NIST 将继续为监管机构提供支持,帮助其从监管角度处理标准化事宜。依据 EISA 相关规定,联邦能源管理委员会(FERC)负责建立规则、制订流程,对智能电网功能和互操作领域的必要标准和协议进行甄别,审核其是否达到立即采用的要求;根据 FERC 的判断,NIST 的协调机制已经引领行业达成充分共识⁹。在 2010 年 11 月¹⁰和 2011 年 1 月¹¹举办的两次智能电网互操作技术研讨会上,FERC 就 NIST 机制听取了公开意见,并在 2011 年 2 月通过补充通知征询意见。根据反馈意见,FERC 在 2011 年 7 月发布政令¹²指出,NIST 提交的第一批五类标准¹³尚未取得足够共识,按照当下规则,尚不具备 FERC 做出采用该批标准决定的条件。

在 2011 年 7 月发布的政令中,FERC 对 NIST 的互操作框架机制及 SGIP 为智能电网互操作标准的发展所做的努力表示支持。该委员会表示,NIST 的框架是全面的,是智能电网标准开发的最佳载体。FERC 同时也表示鼓励各利益相关方积极参与 NIST 协调机制,并重视其对智能电网标准的指导作用。NIST 对 FERC 政令表示支持,并特别指出“NIST 建议 FERC 通过推荐使用 NIST 框架而不是某个具体的强制性标准,向市场传递适当信息。并进一步指出,采用个别互操作标准对 FERC 而言既没有必要也不切实际。”¹⁴

虽然联邦立法直接催生了 NIST 框架和路线图,但州和地方各级智能电网利益相关方的广泛参与也是必不可少的,广泛的参与性可确保各利益相关方对所制订标准的广泛接受和自愿采用。目前,许多州政府及其公用事业委员会正在推行智能电网相关项目。最终,这些州政府和地方项目将汇聚到智能电网“系统集成”的全面运作中。因此,基于 NIST 框架和路线图开发的互操作和网络安全标准,应能支持州政府在国家电网现代化建设中发挥重要作用。NIST 框架对于监管机构审批公用事业投资也应提供重要参考。

NIST 工作的一个重要目标是建立能够自我调整、不断发展的标准化工作机制,以支持未来几

9 2007 年能源独立与安全法 [公共法编号: 110-140], (美国) 证券交易委员会. 1305 条。

10 <http://ferc.gov/EventCalendar/EventDetails.aspx?ID=5571&CalType=%20&CalendarID=116&Date=01/31/2011&View=Listview>

11 <http://ferc.gov/EventCalendar/Files/20110228084004-supplemental-notice.pdf>

12 <http://www.ferc.gov/EventCalendar/Files/20110719143912-RM11-2-000.pdf>

13 这些标准包括 IEC61850、61970、61968、60870-6 和 62351。为了找到这些标准的详细信息,请参见第 4.3 节中的表 4-1。

14 见参考文献 <http://www.ferc.gov/EventCalendar/Files/20110719143912-RM11-2-000.pdf>, p. 6

十年电网现代化过程中不断涌现的技术创新¹⁵。电网现代化建设应具备反向兼容能力，以确保最大程度的实用性。NIST 希望当 SGIP 正在开发的流程足够完善时，能够为智能电网标准框架发展提供有效机制，使其足以应对不断涌现的新需求和新技术。随着经验的积累，SGIP 机制也将不断发展和完善。

NIST 2.0 版主要内容：

第 1 章“目的和范围”。概述了 NIST 在智能电网领域的角色，定义了关键概念和文件中所讨论的重点，指出本文件的潜在用途，并介绍了本文件的基本内容。

第 2 章“智能电网愿景”。对智能电网的发展愿景进行了总体描述，并介绍了主要的驱动力、机遇、挑战和预期效益。

第 3 章“概念架构体系”。通过示意图（图表）及文字描述，讨论了智能电网的特性、用途、行为、接口、需求及标准。智能电网是一个不断发展的网络化系统集成技术，概念模型可有助于 SSO 更深入理解智能电网架构。

第 4 章“识别出的智能电网标准”。介绍并阐述了适用于智能电网的现有标准和正在或即将制修订的标准。阐述了这些标准的识别规则和方法，介绍了由利益相关方在 NIST 协调机制下识别出的标准，并讨论了这些标准与智能电网互操作要求的关系。

第 5 章“SGIP”。介绍了 SGIP 的任务和组织结构。SGIP 是一个会员制组织，旨在对智能电网标准进行识别、确定优先行动计划，以及解决智能电网标准的新需求。SGIP 作为公共和私营机构合作的平台，提供开放性机制，使各利益相关方能够与 NIST 互动，共同协调、促进、统一智能电网标准发展。

第 6 章“网络安全策略”。介绍了 NIST 7628 跨机构报告《智能电网网络安全指南（NISTIR 7628）》的内容，并概述了网络安全工作组（CSWG）的前瞻性战略。本章的网络安全扩展到如下领域：与现代通信和信息技术相结合的电力系统；为保持智能电网的可靠性采用的信息技术（IT）和通信系统；全部组件的物理安全；削弱网络—物理攻击的影响；用户隐私。

第 7 章“智能电网互操作性测试和认证框架”。对现有智能电网标准测试程序进行了详细评估，为开发测试和认证框架提供了原则性指导。本章针对如何进行智能电网设备的测试和认证提供了全面的路线图和运作框架。

第 8 章“下一步工作”。对目前某些组织机构感兴趣的一些问题进行了概要介绍，包括电磁扰动和干扰、可靠性和标准的“可实施性”。

NIST2.0 版的新内容：

NIST2.0 版报告以 1.0 版为基础，对报告中的实例和数据进行了更新，增加了两章及数节新内容。除了下面强调的题目，许多章节增加了前瞻性内容，勾勒出当前和今后的动向。

第 1 章

本章中的新主题包括：

更新了 NIST 主导智能电网标准化工作的历程，补充了 2010 年和 2011 年的活动，在大事记表中突出了关键事件。（图 1-1）

¹⁵ 作为流程的一部分，SGIP 将协助对智能电网相关标准进行优先排序和协调。进一步论述参见第 5 章。

增加了“如何使用本框架”一节。(第 1.2 节)
“定义”一节增加了新的关键概念。(第 1.3.1 节)

第 2 章

第 2.2 节(“对国家能源政策目标的重要作用”)已更新,囊括了 2011 年 1 月国情咨文和 2011 年 6 月白宫政策报告的信息,同时增加了“国际智能电网标准”和“统一架构的国际工作”(第 2.3 节和 2.4 节。)两个章节,以反映突破美国视野局限的智能电网愿景。

第 3 章

2.0 版在本章介绍了概念性的架构框架,对概念模型提出了重要的扩展,该模型在 1.0 版的第 3 章中已进行过论述。目前对于概念性架构和框架的描述仍在修改完善中,主要包括以下内容:

- 智能电网的架构目标(第 3.2 节)
- 概念模型,包含概念域模型和联合参考模型(第 3.3 节);
- 智能电网信息网络模型(第 3.4 节);
- 智能电网信息网络模型(第 3.4 节);
- 智能电网用户域接口(第 3.6 节);
- 概念商业服务(第 3.7.4 节)。

第 4 章

智能电网互操作专家组成立以来,标准识别流程经历了重大变革,本章列出的标准清单体现了这一发展历程。(第 4.2 节)

新的一节“未来的智能电网标准识别流程”,将在未来投入实际应用,本章对这一流程进行了详细介绍。(第 4.5 节)

作为第 4 章的核心,2.0 版保留并更新了 1.0 版该章的两个标准清单:

- 表 4-1(“已识别标准”)在第 4.3 节(“目前 NIST 已识别的标准”)进行了论述。2.0 版与 1.0 版相比,表 4-1 中的标准数量由 25 项增加到 37 项。
- 表 4-2(“有待进一步审核的额外标准、规范、概要、需求、指南及报告”)在第 4.4 节(“现阶段需进一步审查的额外标准清单”)进行了论述。2.0 版与 1.0 版相比,表 4-2 中的标准数量从 50 项增加至 61 项。

2.0 版除对相应标准列表进行补充外,对 1.0 版已包含的内容也进行了更新,并对两表所含信息进行扩展,同时加入了有关 SGIP 相关网页链接。

第 5 章

本章为新增章节,介绍了全新的议题及工作成果。该章节涵盖的主要内容如下:

- SGIP 概述(第 5.1 节);
- SGIP 关键工作组的角色与职责的描述:
 - 智能电网架构委员会;
 - 智能电网检测与认证委员会;
 - 网络安全工作组;
 - 领域专家工作组(第 5.4 节);
- 对 SGIP 的标准目录、互操作知识库以及 NIST 合作网站的介绍。

PAP 在 1.0 版第 5 章单独成章,在 2.0 版中则被纳入第 5.5 节,并就内容进行了更新。

第 6 章

1.0 版第 6 章对智能电网网络安全进行了讨论,2.0 版中在本章对其后的最新发展状况进行了

探讨。本章主要内容包括：

- 工作内容与组织结构从网络安全协调工作组（CSCTG）过渡到 SGIP 网络安全工作组（CSWG）；
- CSWG 下 8 个分组的说明（表 6-1）；
- NIST7628 跨机构报告：智能电网网络安全的指导方针（第 6.3.1 节）；
- 作为 SGIP 制订标准目录流程的一部分，对迄今为止的标准进行审查（第 6.3.2 节）；
- 网络安全工作组（CSWG）的“三年规划”（第 6.3.3 节）。

第 7 章

本章为新增章节，介绍了全新的议题及工作成果。该章节涵盖的主要内容如下：

- 评估现有智能电网标准的测试流程（第 7.1.1 节）；
- 高层框架的开发指南（第 7.1.2 节）；
- 互操作性过程参考手册（第 7.2.1 节）；
- 互操作性成熟度评估模型（第 7.2.2 节）。

第 8 章

相比 1.0 版第 7 章（“下一步计划”），2.0 版中的本章反映了 NIST 在智能电网互操作标准领域的创新性与前瞻性工作。在 1.0 版中简略介绍的“电磁干扰”在 2.0 版的第 8 章中进行了更详细的讨论（第 8.1.1 节）。“框架标准的可靠性、可行性和安全性”作为新议题在 2.0 版中进行了介绍和探讨。

1 目的和范围

1.1 概况和背景

根据 EISA 要求, NIST 被赋予“提出包括通信协议和标准化信息模型在内的标准框架, 实现智能电网设备和系统的互操作性……”的职责。[EISA 1305 小节]¹⁶。

制订智能电网¹⁷的标准和协议是当前非常迫切的任务。有些智能电网设备如智能电表, 已开始进入了大规模应用阶段。同步相量测量装置和其他传感器设备得到了迅速的发展, 该装置的广泛应用为运行人员进行电网实时评估、避免大停电事故发生, 提供了更有效的信息。预期到 2013 年将有约 1000 套该类设备对电网的运行状况进行监控, 相比 2009 年 1 月有显著的增长¹⁸。2009 年 10 月下旬, 奥巴马总统宣布了 100 个智能电网扶持投资计划, 总额达 34 亿美元。联邦政府的投资带动了来自私营企业、公用事业、城市和其他合作伙伴的另外 47 亿美元的投资承诺, 促进了智能电网技术的发展, 确保一批效率最大化和性能最优化的应用的实现。截至 2009 年底, 美国智能电网项目已超过 130 个, 分布于 44 个州和两个地区¹⁹。

对商业可再生能源发电项目的联邦贷款担保²⁰、不断增加的智能电网技术领域的风险资本投资以及其他激励措施和投资, 为加速在全国范围内智能电网的过渡进程提供了额外的推动力。然而, 与投资总额持续增加相反的局面却是, 支持智能电网发展的标准的编制和应用相对滞后。

最近的一项预测表明, 智能电网相关的设备、装置、信息和通信技术及其他硬件、软件和服务在美国市场的份额在 2009~2014 年将翻番, 达到近 430 亿美元。在同一时期内, 全球市场预计将超过 1710 亿美元, 几乎增长了 150%²¹。

NIST 互操作性标准工作计划

为了履行 EISA 赋予的责任, NIST 设计了“三步走”计划, 并迅速确定了第一批标准。同时, NIST 还制定了能够适应需求发展、机遇变化以及技术进步的标准编制和实施进程。

(阶段一) 组织利益相关方进行公开讨论, 确定目前可用的标准和规范, 分析现有标准与需求之间的差距, 确定需要编制新标准的技术领域。通过签订合同, 在外部专家的支持下, NIST 已经将来自三个公共专题研讨会、多个技术工作组和一个网络安全协调工作组 (CSWG) 的成果

16 能源部 (DOE) 是牵头智能电网研究和建设的联邦机构。根据 ARRA, 能源部负责为智能电网投资提供补助, 同时负责建设示范工程以及其他研发工作。FERC 负责制订智能电网标准的采纳准则, 当 NIST 所发起制订的标准得到该准则的认可时, 将其采纳为保证智能电网的有效性和互操作性而必须的标准。详情参考 EISA 的 1305 小节。

17 对一些利益相关方来说, 对未来电网所起的不同的名字各有其特殊的含义, 但是在本报告中将统一采用术语“智能电网”。EISA 的标题 VIII 使用该术语的大写形式, 同时 NIST 发现该术语的小写形式同样也出现在了该法案中。此外还有其他一些描述允许能量双向流动、具有交互通信控制能力的现代电网的术语, 本报告采用“智能电网”的说法并不意味着该说法要优于其他术语。

18 Vice President Biden, Memorandum for the President, “Progress Report: The Transformation to a Clean Energy Economy,” Dec. 15, 2009. See <http://www.whitehouse.gov/administration/vice-president-biden/reports/progress-report-transformation-clean-energy-economy>.

19 On World, “Smart Grid Projects in 90 Percent of U.S. States,” Nov. 4, 2009.

20 U.S. Department of Energy, “Energy Department Announces New Private Sector Partnership to Accelerate Renewable Energy Projects,” Oct. 7, 2009.

21 Zpryme, “Smart Grid: United States and Global Hardware and Software Companies Should Prepare to Capitalize on This Technology,” Dec. 14, 2009.

反映到 NIST 标准化工作中。

（阶段二）建立 SGIP，推动长期发展。建立一个具有广泛代表性、可靠、高效的论坛性组织，是推动互操作标准化工作持续发展的组织保障。为此，于 2009 年 11 月 19 日成立 SGIP，目前 SGIP 已拥有超过 675 家机构，1790 名工作人员。

（阶段三）开发实现合格测试和认证的框架。测试和认证在智能电网设备、系统和处理实施中标准是如何实现的，对于确保在实际运行条件下的互操作性和安全性是非常必要的。2010 年 NIST 与利益相关方协作初步完成了两项主要工作：① 对智能电网现有标准测试程序进行评估；② 为开发测试和认证框架提供指导意见。在 SGIP 内成立了一个永久的智能电网测试和认证委员会（SGTCC）。SGTCC 的职责是建立一个运行框架及一系列行动计划，以建立与测试和认证工作相关的文件文档，并开发相应的设备，支持智能电网的互操作。

若没有标准，对各种智能电网技术的投资存在风险，所投资的技术可能因为技术不成熟而被淘汰，更糟糕的是，所投资的技术在应用中将缺乏安全保障。标准的缺乏也可能会阻碍未来的技术创新及其广阔的应用前景，如对价格和需求响应信号进行响应的智能家电。

然而，标准的制定并不是一次性的工作。初稿制定完成后需要定期对其进行复审和修订。在此过程中，标准逐渐趋于成熟和完善。NIST 框架中所包含的标准分别处于不同的发展阶段。SGIP 所做的工作为标准的不断完善和发展提供了支持。

此外，标准能产生规模经济效应，有助于形成竞争的市场环境，使供应商在价格和质量方面展开市场竞争。市场竞争可有效促进智能电网技术的推广应用，实现客户的利益。最近的一份对消费者的研究总结报告表明，“对气候变化、能源安全和全球竞争的担忧使得越来越多的消费者倾向于学习能源的相关知识”²²。在智能电网所能带来的潜在效益中，消费者们视其中三项为“最佳效益”：

- 检测电网停电事故；
- 减少停电和电压骤降事故；
- 集成可再生能源²³。

另外一项全国调查表明，多数美国用户愿意接受预期可提高家庭效益的智能电网技术。四分之三的受调查者表示，“如果他们获得新的技术解决方案，可能会改变其能源使用方式以节省电费”。同样比例的受调查者表示“他们希望电力公司能够帮助他们减少能源消耗”²⁴。

另一项调查注意到消费者希望²⁵：

- 当他们离开房间时灯会自动关闭；
- 温控器自动调整，当没有人在家时可以进入节电模式；
- 得到耗电最多的设备的相关信息；
- 获得可以节约能源和减少支出的建议。

NIST 发布的标准框架 1.0 版²⁶是 NIST 计划的第一项成果。它描述了一个概要性的智能电网概

22 Smart Grid Consumer Collaborative, “2011 State of the Consumer Report,” January 31, 2011. See: <http://smartgridcc.org/sgcc-2011-state-of-the-consumer-report>.

23 Smart Grid Consumer Collaborative, “Consumer Voices: Baseline Focus Groups,” 2010.

24 TechNet, “New Poll Finds Wide Majority of Americans Support New Technologies for Smart Grid and Improved Home Energy Management,” Dec. 21, 2009.

25 Smart Grid News, “The Sneak Attack Utilities Are Not Prepared For,” Feb 3, 2011. See: http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Business_Strategy/The-sneak-attack-utilities-are-not-prepared-for-3476.html.

26 http://www.nist.gov/public_affairs/releases/upload/smartgrid_interoperability_final.pdf

念模型：识别出 75 个现行的适用于（或可能适用于）智能电网发展的标准；指出了 15 个存在差距、需要制修订标准的技术领域；指定的 SSO 拟定了行动计划和积极的工作时间表，将专注于解决这些差距。NIST 标准框架 1.0 版包含了通过公开征求意见获得的信息。广大的智能电网利益相关方和一般公众都可以参与到该过程中。信息来源主要是分别在 2009 年 4 月、5 月和 8 月召开的三次公开的研讨会，代表数百个组织的 1500 余人参加了会议。标准框架 1.0 版的制定时间表如图 1-1 所示，显示了 NIST 在智能电网方面的工作历程。通过国家智能电网互操作性协调办公室的努力，NIST 还征求了许多利益相关方的意见。截止到 2009 年 9 月 9 日，第一份报告的草案进行了为期 30 天的公众评议和征求意见。在终稿的准备过程中对所有收到的反馈意见都进行了考虑，该最终稿已于 2010 年 1 月正式出版。

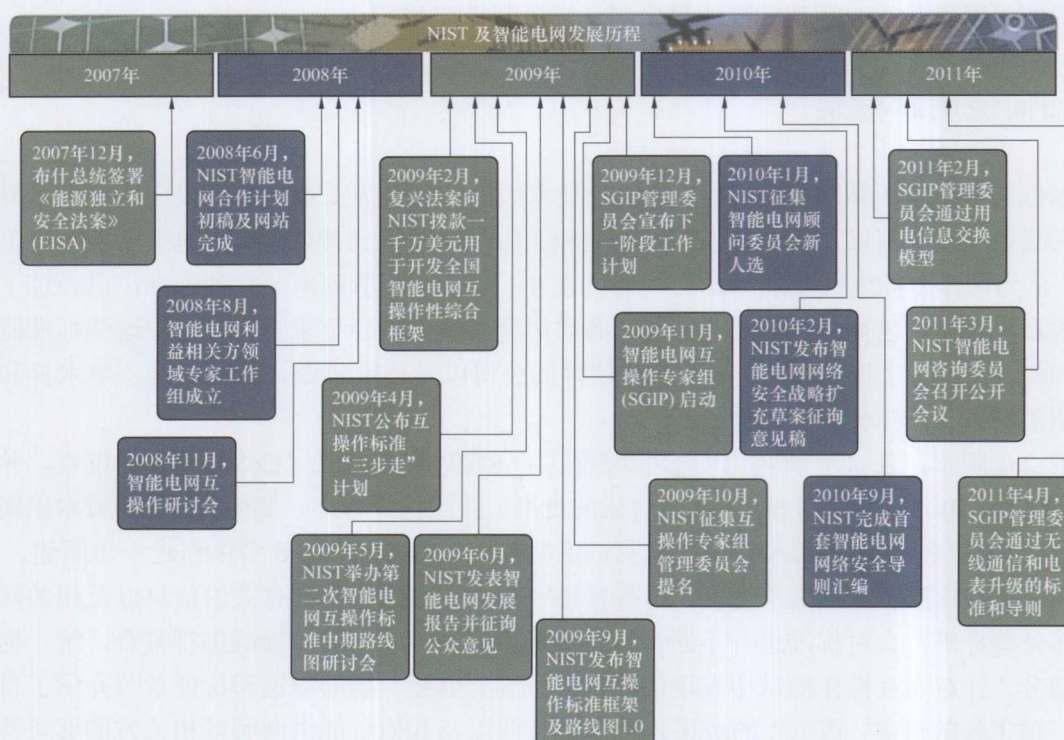


图 1-1 NIST 及智能电网发展历程

NIST 标准框架 2.0 版是在 1.0 版本的基础上，根据最新资料和利益相关方的反馈信息编制而成。2.0 版对由 SGIP 的智能电网架构委员会 (SGAC) 提出的智能电网模型概念和体系架构进行了描述 (第 3 章)；按确定的优先级更新了优先行动计划进度表；列出了通过实施优先行动计划编制的一系列标准，这些标准已经被添加到了已验证和有待进一步复审的标准清单中 (第 4 章)；介绍了最近成立的 SGIP (第 5 章)；扩展的网络安全章节 (第 6 章) 以及一个新的测试和认证部分 (第 7 章)。

该报告是目前正在进行的标准协调和统一化工作进程中第二阶段的成果。最终将产生数以百计的通信协议、标准接口和其他广为接受和可供采用的技术规范，以建立一个先进的、安全的具有双向通信和控制功能的电网。该报告对 SGIP 的工作可起到有效引导，并为电网的安全性、可靠性和稳定性提供支持。截至 2011 年 7 月，在 22 类智能电网利益相关方中，有超过 740 家成员组织和 1900 名成员代表参加 SGIP，其中有 29 个成员代表来自加拿大，超过 58 个成员代表来自包括中国在内的其他国家。SGIP 提供了一个开放的平台，各利益相关方可以提供相关信息，并可与 NIST 合作，促进智能电网标准的协调、加速和统一发展。