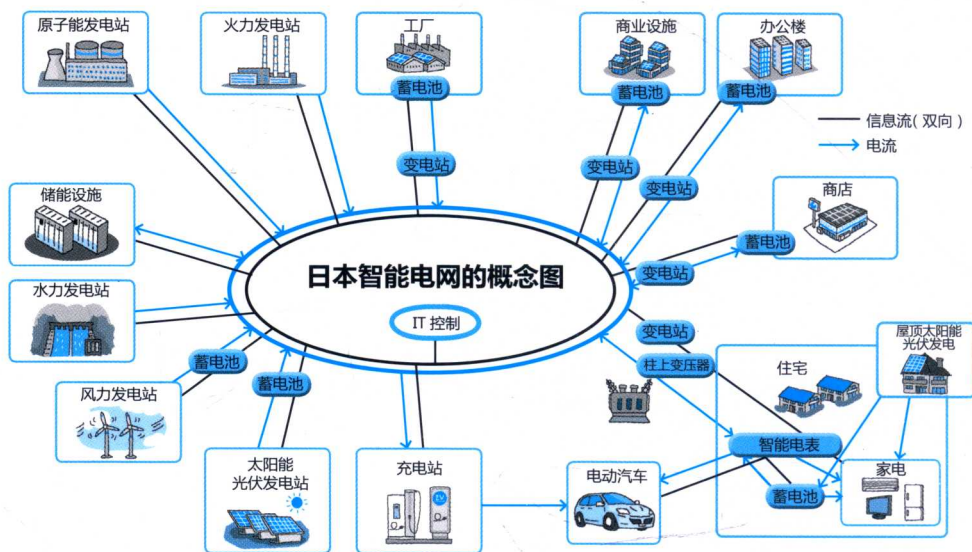


日本智能电网图解

诸住哲 [监修]

国网能源研究院 胡波 译

富士通株式会社 周意诚 校



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

日本智能电网图解

诸住哲 [监修]

国网能源研究院 胡波 译

富士通株式会社 周意诚 校



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书由日本新能源产业技术综合开发机构的智能社区部主任研究员诸住哲博士主编，他长期从事电力供需平衡及可靠性分析、需求侧管理(DSM)、电力市场、新能源系统接入、储能技术等方面的研究和开发工作。

本书采取问答形式介绍了智能电网基础知识、日本的智能电网、智能电网的关键技术以及智能电网市场的商机四个部分的内容。本书内容浅显易懂、图文并茂，可作为相关技术人员和管理人员，以及普通读者了解智能电网概念及技术的知识读本。

图书在版编目(CIP)数据

日本智能电网图解/(日) 诸住哲主编; 胡波译. —北京: 中国电力出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-5123-6971-9

I. ①日… II. ①诸… ②胡… III. ①智能控制-电网-日本-图解 IV. ①TM76-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 308667 号

© KADOKAWA CORPORATION ASCII MEDIA WORKS 2012

Edited by ASCII MEDIA WORKS

First published in 2012 by KADOKAWA CORPORATION, Tokyo.

Chinese translation rights arranged with KADOKAWA CORPORATION, Tokyo.

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>)

三河市万龙印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年9月第一版 2015年9月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 32开本 5.5印张 159千字
印数 0001—2000册 定价 35.00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

前言

2011年3月11日^①，对日本人来说，也可以认为是一个转机，它促使所有日本国民对“电力”这一基础设施进行反思。或许也可以这么说，它促使政府、企业、个人从各自的立场出发，开始认真地思考“能源”这一概念。

“难道真的可以这样下去吗？”，“3·11”以后，更多的人开始对电力基础设施抱有疑虑，甚至对当前这种由电力公司垄断的电力事业制度本身也开始产生许多质疑。正如人们所感受到的那样，对于电力市场自由化以及固定价格采购制度的争论和关注也与日俱多。

可以说，被视为世界上最可靠的日本“电力神话”已经彻底破灭。实施计划性停电已暴露日本电力系统在应对突发灾难时渐显疲态。大家已经清楚地看到：当电力系统发生比较严重的故障时，电力公司无法有效实施诸如筛选可供电区域、进行临时供电等措施。也就是说，被誉为“智能”的日本电力系统并没有人们之前想象中的那么智能。

经历过停电、汽油不足等能源短缺后，打造区域能源自给系统的时机已经成熟了。同时，人们对新能源的期待也已是空前的强烈。

在“3·11”之前，电力基础设施的智能化和新能源的接入就注定迟早会成为日本必须认真研究和解决的课题。但是，“3·11”之后，其必要性与此前已无法相提并论，它成为目前最迫切、最急需解决的课题。如果原子能发电完全停止，那么事态必将变得很严峻，绝非是通过企业和家庭的节电便能解决的问题。

实际上，“智能电网”“智能社区”这样的词语每天都可以在媒体上看到，都是呼吁人们努力创造“利用自然能源实现电力自给自足，绿色安全且抗灾能力强”的社区。

然而，虽然时机已然成熟，但这并不表示可以马上解决日本的能源

① 2011年3月11日，日本东北部海域发生里氏9.0级地震并引发海啸，造成重大人员伤亡和财产损失。

问题。而且，人们对于传统的发电、输电、变电、配电和用电系统以及智能电网等的理解尚不充分。

在许多人的观念中都有一个误区，认为创造了智能电网便能马上打造出智慧城市。

大企业和风险投资商们也预感到智能电网的前景广阔，所以他们涉入的领域也日渐增多。但是，对于市场到何时会发展成什么样的规模、到底哪个领域有好的前景、能否作为事业来经营等问题，可供我们判断的资料还很少，而且大环境也尚未完备，因此我们还需多关注外界的看法。

当然，问题还有很多。电力事业制度是进行“电力市场自由化”“固定价格采购制度”等讨论的基本出发点，但熟悉该项制度的专业人士较少，且现有的关于智能电网的技术和理念较为零散而又浮于表面，无法形成核心的观点，这种现象令人忧心。

新能源并不仅是一种辅助电源。为了让新能源发出的电像原子能发出的电一样优质，我们需要一种比目前蓄电池的价格低许多的大容量蓄电池技术。一般来说，我们很难将钠硫（NAS）电池的价格下降一半以上，或者将钠离子电池的价格下降到目前价格的十分之一，但这个事实很难被人们所理解。为了构建一个任何人都能随心所欲使用新能源的“社区”，首要任务是努力降低蓄电池的价格。如果只是构建智能电网，是无法完全打造智能社区的。

另外，像太阳能电池，虽然日本原先拥有高端技术，但由于国外企业的实力日益增强，导致日本的太阳能电池丧失了竞争力，这种现实也是客观存在的。

同样，在某些领域日本虽然拥有领先于世界的技术，但日本独有的标准反而坏了事，日本技术的全球化进程也令人忧心。“3·11”给予了我们许多能源方面的新启示，为了抓住这个商业机遇，除了对一些关键技术和专业术语的理解，首先需要了解的应是电力的基础知识。同时，当人们思考如何处理家庭与能源的关系时，也必须先了解电力的基础。

我衷心希望此书能对大家在这些方面的理解有所助益。

诸住哲

2012年3月

目 录

前言

第 1 章 智能电网的基础知识	1
01 智能电网的概念是什么?	2
02 为什么智能电网被比作互联网?	4
03 为什么智能电网在美国备受瞩目?	6
04 美国智能电网的概念是什么?	8
05 美国对智能电网期待怎样的效果?	10
06 欧洲与美国的智能电网有何区别?	12
07 日本智能电网的全貌是怎样的?	14
08 日本的电网是否比美国和欧洲更先进?	16
09 中国的电力现状如何?	18
10 新兴国家也需要智能电网吗?	20
专栏 1 发输电分离包括哪些方式, 又有哪些优点和缺点?	22
第 2 章 日本智能电网	23
11 电力是怎么从发电厂送到家里的?	24
12 发电的种类、特征有何差异?	26
13 与现有发电方式相比, 自然能源的发电成本更高吗?	28
14 各国自然能源的利用情况如何?	30
15 如果扩大利用可再生能源将会怎样?	32
16 发电量是如何确定的?	34
17 电能质量是如何保持的?	36
18 太阳能光伏发电的逆向潮流会引发什么问题?	38

19 削减温室气体排放和智能电网有什么关系？	40
专栏 2 2012 年 7 月启动的“可再生能源固定价格采购制度” 是一种怎样的制度？	42
第 3 章 了解智能电网的关键技术	43
20 智能电网包含哪些关键技术？	44
21 应在什么地区大力发展风电？	46
22 太阳能发电有什么优点和缺点？	48
23 为什么直流引发关注？	50
24 电力是如何储存的？	52
25 为什么目前二次电池这么引人注目？	54
26 燃料电池与二次电池有何区别？	56
27 热电联供系统在智能电网中起什么作用？	58
28 “ENE · FARM” 和 “ECOWILL” 有什么区别？	60
29 智能住宅的“智能”体现在哪些方面？	62
30 为什么需要智能电表？	64
31 智能楼宇与传统楼宇有何区别？	66
32 微电网与智能电网有何区别？	68
33 日本是否需要电力需求响应？	70
34 为什么智能电网需要进行标准化？	72
专栏 3 如果核电全面停运，在夏季与冬季的电力高峰期是否会 出现电力供应缺口？	74
第 4 章 智能电网市场的商机	75
35 今后，日本应该更重视何种商机？	76
36 智能电网能为哪些行业带来新的商机？	78
37 在智能电网相关领域的日本企业中，谁是主力军？	80
38 太阳能电池技术高性能化和低成本化的研发进展如何？	82
39 太阳能电池有哪几种？未来最有前景的是哪一种？	84
40 下一代的太阳能发电系统采用什么样的技术？	86

41 兆瓦级太阳能发电站的普及进展如何?	88
42 日本在风力发电行业中是否具有国际竞争力?	90
43 日本该如何普及风力发电?	92
44 占地少且输电损耗低的超导电缆是否能得到广泛应用?	94
45 好的电力系统应具备怎样的输电、配电技术?	96
46 关于输变电的新技术开发是否有新进展?	98
47 “智能社区联盟”是个什么样的组织?	100
48 电力公司的通信方式会有何变化?	102
49 智能电表的示范工程,可以期待哪些效果?	104
50 哪些企业在生产和制造智能电表?	106
51 日本的蓄电池制造技术在智能电网中该如何生存发展?	108
52 热电联供系统将由哪些企业来生产?	110
53 为何风险投资企业会进军电动汽车行业?	112
54 电动汽车在智能电网中扮演了什么角色?	114
55 电动汽车充电需要多少时间?	116
56 对于电动汽车电池,日本企业是否有机会掌握主导权?	118
57 电动汽车快速充电方式“CHAdeMO”能成为国际标准吗?	120
58 传统燃油汽车和电动汽车的零件、材料有何区别?	122
59 为什么充电基础设施的完善是普及电动汽车的关键?	124
60 与智能住宅相关的企业有哪些,存在什么商机?	126
61 燃料电池、太阳能电池和蓄电池在智能住宅中将起到什么作用?	128
62 为何日本发明的通信协议备受关注?	130
63 智能住宅运用了什么新技术?	132
64 在大型建筑中逐渐普及的楼宇能量管理系统(BEMS)应用范围 能否扩展到中小型建筑?	134
65 智能社区、智慧城市下的未来会是怎样的景象?	136
66 智慧城市正在开展什么项目?	138
67 横滨智慧城市项目是个什么样的项目?	140
68 丰田市低碳城市是什么样的项目?	142
69 学研都市项目是什么样的项目?	144

70 北九州智能社区是什么样的项目?	146
71 产官学三方合作的柏之叶智慧城市是什么样的项目?	148
72 为什么要开展日美合作研究项目?	150
73 日美合作研究项目有哪些研究内容?	152
74 美国夏威夷州的智能电网试点工程是一个什么样的项目?	154
75 西班牙的智能社区试点工程是一个什么样的项目?	156
76 法国的智能社区试点工程是一个什么样的项目?	158
77 中国江西省的智能社区试点工程是一个什么样的项目?	160
78 在无线供电技术的普及下, 电源线是否将退出舞台?	162
79 今后有希望实现的储能技术包括哪些内容?	164

第 1 章

智能电网的基础知识

1



供需侧能源和信息双向互动的基础设施。

有人说“美国的智能电网主要是通过智能电表来实现节能”，也有人说“由于日本的输电网足够‘智慧’，因此它已经是智能电网了”。另一方面，还有人说“智能电网是信息（IT）等相关产业的机遇”“智能电网能改变人们的生活”等。但目前的现状是，人们很难理解“智能电网”这个词到底意味着什么。

这是因为，从不同立场来看，智能电网可以是“政策”，也可以是“技术”或者“事业”，同时还可以是“产品”。但是，最近逐渐趋向于统一的概念是，“智能电网涉及供需双方，具有双向互动性，是电力和信息的新基础设施”。

如果人们的头脑中有了这个概念，那么不管在何种情况下使用“智能电网”这个词，应该都能抓住大致的轮廓。如果将“自然能源的推广利用”“输配电的高效化”“节能环保汽车的开发”“智能电表的普及”等在这一概念中进行定位，那么它们就是“构成智能电网的要素”。“3·11”以后，包括居民、地区在内，以“智能化的输配电网”为前提的“智能社区”这个词语经常被使用。智能电网并非全是“新技术”，它也包括许多在“智能电网”一词面世前就已经研究和使用的技术。在这里，关键的是所谓“新”是指综合这些要素，使其作为“基础设施”这一点。



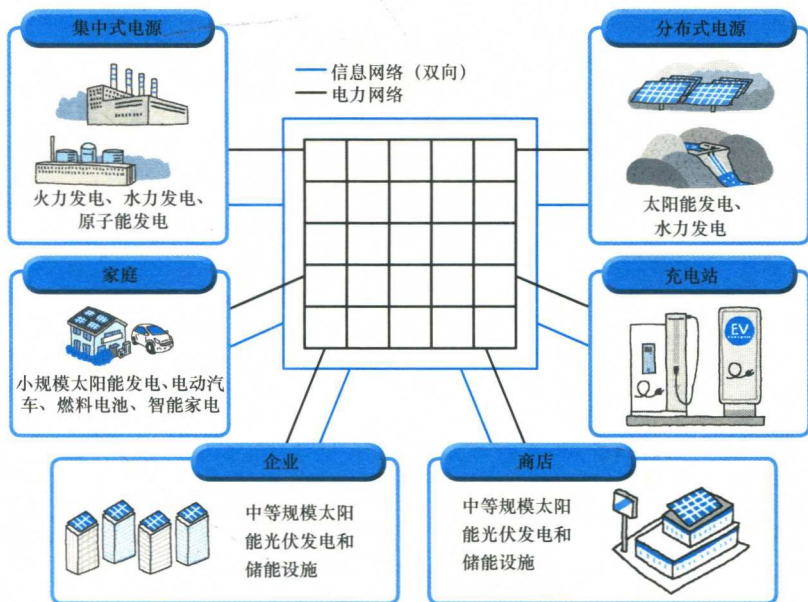
关键点

- ❖ 涉及供需双方，具有双向互动性，是电力和信息的新基础设施。
- ❖ 有效利用现有技术。

经济产业省定义的“智能电网”概念

是一种在传统集中式电源和输电系统一体化运行基础上，利用信息通信技术，充分接纳太阳能光伏发电等分布式电源，有效利用用户用电信息，实现高效、优质、高可靠供电的新型电网。

(出处) 来源于经济产业省资源能源厅“低碳供电系统相关研究会”报告。



理解智能电网的4大关键词

● 电力系统

由10家电力公司所构成的发电—输配电网络。与各自相邻的电力系统相连接。主要利用水力、火力、原子能来发电的集中式电源。

● 分布式电源

是相对于集中式电源而言的，是利用风力、太阳能、燃料电池、废热等进行发电的中小规模电源。需要智能电网技术实现其与传统电网的相连。

● 储能设备

用来储存家庭、企业等用户分布式电源所发电力的相关设备、电池和系统的总称，是稳定、高效利用自然能源和其产生的剩余电力所必需的设备。

● 控制系统

是指为实现集中式电源、分布式电源和用户之间电力一体化控制而采用的信息技术，是实现稳定、高效供电的重要环节。

(出处) 根据大和综研“智能电网的概念”编制。



将智能电网当作“电力的互联网”来思考会更容易理解。

有人将智能电网称作“电力的互联网”，实际上，与网络相比，智能电网的结构更为清晰。右图是“互联网出现之前和之后的信息网”与“智能电网出现之前和之后的电力网”对比图。

过去，信息和电力的发送方是电视台或发电站，则输送量一般较大且为“集中型”，输送方法是“单向”的，而且是“封闭”的。

但是，在“互联网”“智能电网”出现后，信息和电力的“发信方”和“发电方”既有大规模的信息和电力，又有“分散”的小规模的信息和电力，并形成“双向”“开放”的网络。在保护个人信息和预防病毒攻击等方面的要求也是一样的。唯一不同的是对生活方式的影响。互联网为个人电脑的普及提供了支持，通过网页浏览、电子邮件等的体验，给互联网用户的生活方式带来了巨大变化。

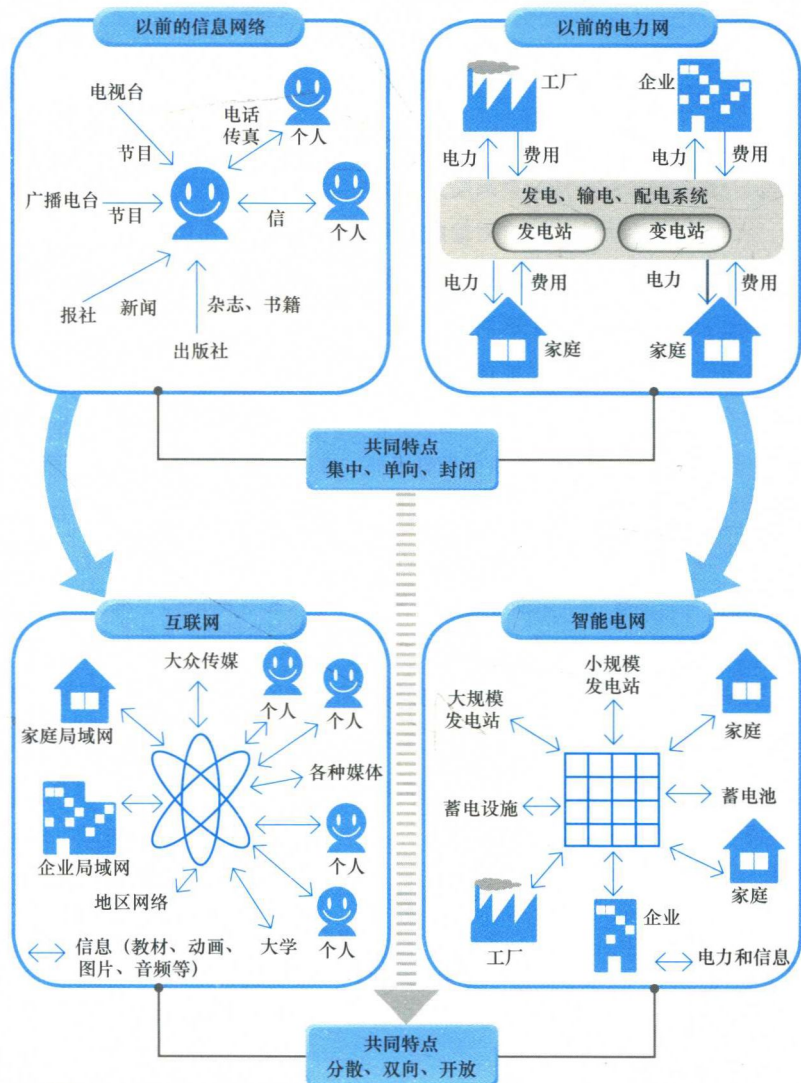
智能电网虽不会使电力用户的生活方式出现剧变，但也会带来一些新的变化。如：屋顶上带有太阳能电池板的住宅越来越多，街上出现了电动汽车用的充换电站，人们开发出了充一次电就能让电动汽车行驶很长距离的电池。智能电网最大目的可以说是在维持费用不变的情况下，享受可以随时用电的生活。



关键点

- ❖ “分散”“双向”“开放”等关键词。
- ❖ 个人信息保护等问题。

互联网和智能电网





智能电网是支撑“绿色新政”的基础设施。

在美国，“智能电网”是从20世纪90年代的“电力市场自由化”开始被关注。与日本的情形不同，美国电力市场自由化推进的结果是数千家从事电力行业的公司一哄而上，使得对输配电网的集中管理非常困难，屡次引发大规模停电，造成了巨大的经济损失。对美国来说，“电力的稳定供给”成了一个非常重大的课题。再加上原油价格高涨和全球变暖等问题，美国必须打造一个既可以利用清洁可再生能源，又可以稳定且高效供电的系统。为此，美国在这方面进行了研究。

“智能电网”一词之所以备受世界瞩目，最主要的原因是奥巴马总统在大选时将“智能电网”战略作为最优先的课题提出，且在就任后马上推行了被称为“绿色新政”的政策。

“减少CO₂排放”作为世界性的课题，最令人担忧的是由于减排的实施，影响企业的经营，制约经济发展。

美国政府提出，兼顾实现低碳社会和经济发展的方法是“绿色新政”。这一政策以节能、可再生能源以及电动汽车为核心，以激活相关产业、创造就业和社会环境的低碳化为目标。为实现这三个目标而建设的基础设施就是我们所说的智能电网。



关键点

- ❖ 不引发停电。
- ❖ 自然能源增加后的可持续发展。
- ❖ 推动经济发展。

美国智能电网的发展历程

1996年

加利福尼亚州开始实施电力市场自由化（开放电力市场）。



2000年夏~2001年

加利福尼亚州因电力市场危机导致停电事故频发。

美国开始推进智能电网的研究。



2003年7月

能源部发布“Grid2030”计划。



2003年8月14日

北美大停电事故。



2007年12月

布什政府决定提供1亿美元的预算用于开展智能电网相关业务。



2008年

在科罗拉多州博尔达等地开始进行试点实验。

博尔达以艾克赛尔能源为中心开始启动项目。

佛罗里达州、芝加哥也同时开始试点实验。



2008年9月

受雷曼兄弟破产影响，全球股价同时下跌。



2009年1月

巴拉克·奥巴马就任美国总统。



2009年2月

奥巴马政权通过美国恢复和再投资法案（The American Recovery and Reinvestment Act of 2009），决定给发展智能电网提供110亿美元的预算支持。

“智能电网”被全世界所关注。

中小规模的电力公司林立、输配电基础设施老化、停电事故频发

从稳定电力市场的必要性来看，智能电网被认为是必需的

电力公司之间信息系统互联互通的必要性开始显现

进入试点实验阶段

经济衰退、失业率上升

总统选举中，奥巴马候选人将“智能电网”作为其施政纲领的重要组成部分



在实现电力稳定供给的基础上，重视家庭的电力消费控制。

图 A 是美国电力科学研究院（EPRI）设计的智能电网概念图。这种概念图有许多版本，但这个版本可称为原作。

图中可见“系统控制”、“数据管理”等词语，这意味着要同时配备电力网和通信网，控制电力供需和配电系统，改善美国不稳定的供电状况。

安装在用户侧的“Advanced Metering”也被称为“智能电表”。通过智能电表，电力公司可以实时掌握用户的用电情况，并向用户发布实时的电费信息，必要时用户可以选择停止用电。

图 B 是由美国联邦能源规则委员会（FERC）所提出的以普通家庭为对象的智能电网概念图。除了各种家用电器，还描绘了电动汽车通过通信网络连接，并通过智能电表与配电网双向互动的场景。

通过两张图可以看出，在实现输配电高效化的同时，还必须改变被称为“能源大胃王体质”的美国式生活方式，推进节能。

日、美、欧所追求的智能电网构想，因各国面临的国情而异，其差异在概念图中也有体现。



关键点

- ❖ 美国着力于电网的信息化，将重点放在智能电表上。
- ❖ 力求推动从大量消耗能源到节能的意识转变。