

新能源开发与利用丛书

可再生电力均衡化

多学科视野的储能、需求侧管理和网络扩展

Balancing Renewable Electricity: Energy Storage,
Demand Side Management, and Network Extension from
an Interdisciplinary Perspective

伯特·德罗斯特-弗兰克 (Bert Droste-Franke)

鲍里斯·P.帕尔 (Boris P. Paal)

克里斯蒂安·雷坦兹 (Christian Rehtanz)

[德]

德克·乌韦·萨奥尔 (Dirk Uwe Sauer)

著

詹斯-彼得·施耐德 (Jens-Peter Schneider)

米兰达·施鲁尔 (Miranda Schreurs)

托马斯·齐塞默 (Thomas Ziesemer)

陈锋军 高林 张俊梅

等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新能源开发与利用丛书

可再生电力均衡化—— 多学科视野的储能、 需求侧管理和网络扩展

伯特·德罗斯特-弗兰克 (Bert Droste - Franke)

鲍里斯·P. 帕尔 (Boris P. Paal)

克里斯蒂安·雷坦兹 (Christian Rehtanz)

[德]

德克·乌韦·萨奥尔 (Dirk Uwe Sauer) 著

詹斯-彼得·施耐德 (Jens - Peter Schneider)

米兰达·施鲁尔 (Miranda Schreurs)

托马斯·齐塞默 (Thomas Ziesemer)

陈锋军 高 林 张俊梅 等译



机械工业出版社

Translation from English language edition:
Balancing Renewable Electricity: Energy Storage, Demand Side Management,
and Network Extension from an Interdisciplinary Perspective
by Bert Droste – Franke, Boris P. Paal, Christian Rehtanz, Dirk Uwe Sauer,
Jens – Peter Schneider,

Miranda Schreurs and Thomas Zieseimer

Copyright © 2012 Springer Berlin Heidelberg

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

All Rights Reserved

This title is published in China by China Machine Press with license from Springer. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书由 Springer 出版社授权机械工业出版社在中华人民共和国境内地区（不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区）出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记图字：01-2013-1411 号。

图书在版编目（CIP）数据

可再生电力均衡化：多学科视野的储能、需求侧管理和网络扩展/（德）伯特·德罗斯特－弗兰克（Bert Droste – Franke）等著；陈锋军等译．—北京：机械工业出版社，2018.11

（新能源开发与利用丛书）

书名原文：Balancing Renewable Electricity: Energy Storage, Demand Side Management, and Network Extension from an Interdisciplinary Perspective

ISBN 978-7-111-60989-6

I. ①可… II. ①伯… ②陈… III. ①电能－再生能源－能源管理－研究 IV. ①TM60

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 219185 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：顾 谦 责任编辑：顾 谦

责任校对：郑 婕 封面设计：马精明

责任印制：张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13.5 印张 · 288 千字

0 001—2 500 册

标准书号：ISBN 978-7-111-60989-6

定价：79.00 元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线：010-88361066

读者购书热线：010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：www.cmpbook.com

机工官博：weibo.com/cmp1952

金书网：www.golden-book.com

教育服务网：www.cmpedu.com

本书以德国可再生能源的发展为线索，从欧盟的角度系统阐述可再生能源发展的目标、战略和技术现状以及电网扩展的需求和实现技术，并且在经济、政策和法律方面分析可再生能源的发展，总结可再生能源发展面临的挑战和应对措施。

书中融合能源工程、电力工程、技术评估、政治学、经济学和法学等相关学科的观点，适合可再生能源相关专业的高年级本科生和研究生作为参考书籍，还可供可再生能源发电技术开发、工程规划管理和建设的相关人员参考阅读，对可再生能源发展布局中涉及的政策影响、经济学和法学观点感兴趣的读者也可以在书中找到相关跨学科角度的说明。

译者序

能源是社会发展的物质基础，全球能源消费总量持续增长。传统的煤炭、石油和天然气等能源储量有限，并且随之而来愈加严重的环境污染已经成为人类社会亟待解决的问题。风能和太阳能等可再生能源清洁环保、总量丰富、可以再生并且开发潜力巨大。进入 21 世纪，风能和太阳能等清洁的可再生能源进入快速发展的进程。2004 年在德国波恩举办了世界上第一个由政府主办的国际可再生能源大会，154 个国家参会，同时成立首个可再生能源发展的国际组织。到现在可再生能源在全球范围获得广泛的认可：可再生能源装机、发电量、投资、政策支持等方面的发展速度都比预期快。其中德国仍是可再生能源累计装机容量最大的国家之一，在德国局部地区已经实现 100% 可再生能源利用，欧盟可再生能源也连续 6 年在新增电力装机中占主导地位。

我国风能和太阳能资源丰富。风能资源主要分布在东南沿海、西北、华北和东北地区；从太阳年辐射总量的分布看，太阳能主要集中在西藏、青海、新疆、内蒙古南部、山西、陕西北部、河北、山东、辽宁、吉林西部、云南中部和西南部、广东和福建东南部、海南东部和西部以及台湾西南部。从 2006 年实施《中华人民共和国可再生能源法》，到目前“十三五”规划中，发展可再生能源将成为促进能源生产消费革命的主要力量。为解决能源危机和环境问题需要在我国建立节能优先、结构优化、环境友好的能源系统，需要进一步发展可再生能源。在调整能源消费结构、实现可持续发展战略、大力发展可再生能源的同时也面临许多问题，需要进一步提高自主创新能力，增大技术研发投入，克服并网难的问题；进一步完善政策体系，使之与产业发展配套；进一步评估可再生能源资源并从经济发展、法律法规和政策配套等角度提供相应支持，对可再生能源发展的战略达成普遍共识等。为了更好地解决问题，可以借鉴国外的经验和方法。本书从欧盟的角度出发，以德国可再生能源的发展为例，系统阐明了可再生能源发展的目标、战略、技术现状和需求以及网络扩展的技术，并从经济、政策和法律方面分析可再生能源的发展，最后总结可再生能源发展的挑战和对策。目前德国不再发展核电，同时由于风力发电对环境的影响，德国国内正在逐步拆除风力发电设备。本书的翻译和出版以期对国内可再生能源发电的相关问题提供借鉴。

本书共 9 章，第 1 章导论简要介绍本书的研究背景、欧洲可再生能源发展现状和研究目标；第 2 章分析未来电力供应的远景；第 3 章综述目前电力系统的发展现状；第 4 章阐明平衡电能和电力供应的需求；第 5 章介绍平衡电能和电力供应所涉

IV 可再生电力均衡化——多学科视野的储能、需求侧管理和网络扩展

及的技术问题；第6章说明利用可再生能源所需的电网扩展技术和经济方面的影响；第7章对可再生能源发电进行经济和分析；第8章对可再生能源发电平衡的策略进行法律方面的分析；第9章总结平衡可再生能源发电所面临的挑战和相应的对策。

本书文前部分和第1章、第9章由陈锋军翻译，第2章由高林翻译，第3章、第4章由张超一翻译，第5章由文剑翻译，第6章、第7章由张俊梅翻译，第8章和附录由林剑辉翻译。全书由陈锋军统稿。参加翻译的人员还有：肖江、刘文定、王东林、王海兰、李宁、吕斯俊。由于译者水平有限，书中不当之处恳请读者提出宝贵的建议和意见。

译 者

原 书 序

在工业化社会中，电力供应对于经济发展来说是一个非常重要的因素。受到环境影响的限制特别是温室气体排放和资源储量相关问题，社会要求通过技术革新以一种比现有系统更环保的方式发电，同时保障供电充足的安全性和经济效益。

本书讨论了能源领域创新面临的挑战。当前研究都是利用具体的技术解决普遍存在的问题，为适应新情况需要制定低碳策略，为平衡天气原因导致的电力供应波动；将来可再生能源在电力生产中占很大份额，尤其是风能和太阳能成为主导能源时，电力系统供应与用户需求之间会出现差距。一些国家特别是欧盟在未来能源系统中从政策引导的角度已经构想出大份额的风能和太阳能供电的蓝图，从政策上减少温室气体排放意义重大。

由德国航空航天中心（DLR）资助，由 Europäische Akademie 公司执行的项目“储能和集成可再生能源发电的虚拟发电厂：潜力、创新壁垒和实现策略”，研究展示了跨学科工作的成果。其中必要的学科广度由 Europäische Akademie 公司通过的“跨学科项目工作组”的条例确保。

本人在此要感谢从事这项研究的项目组成员，特别感谢他们做出的不懈努力。

此外还要感谢德国航空航天中心对项目的资金支持。

本书的研究成果可以为在电力生产中利用可再生能源技术相关的政策研讨提供科学基础并指明存在的创新壁垒。此外，这项研究展示了丰富的低碳战略实施方法，在未来电力系统中选择低碳必须与这些技术互相渗透。希望本书在科学、政策以及相关领域获得关注。

Carl Friedrich Gethmann

原 书 前 言

对抗人为因素导致的气候变化是目前正在进行电力供应大规模重组的主要原因。在此背景下达到的普遍共识的措施是利用可再生能源代替化石能源以减少温室气体排放,电力系统中相应可再生能源的份额不断持续增加。在许多国家风能和太阳能成为前景大好主力开发的能源,但其可用性随着天气的变化而剧烈变化。为了避免由于短期波动和长期电力供应不足导致的需求方电力短缺,必须发展低碳技术平衡电力供需问题。

在这样的背景下出现了如下问题:在电网中平衡传统能源和可再生能源主导发电的电力面临的主要挑战是什么?有哪些已经存在的技术方案前景大好、低碳并长期可行或者哪些技术方案前瞻性地能在未来几年内开发?现在预测在哪些方面进行充分革新会存在什么障碍?采取什么措施可以消除或避免这些障碍?

为了回答这些问题,Europäische Akademie 公司成立跨学科项目工作组执行项目“储能和集成可再生能源发电的虚拟发电厂:潜力、创新壁垒和实现策略”。项目组包括技术工程、环境科学、经济学、政治学和法理相关专业领域的专家,先从各个独立的学科研讨开始,进一步讨论其研讨结果然后对工作进行全面综合形成持续性的研究组织。大部分跨学科的讨论在大概每2个月一次的项目组会议中进行,主要的成果最终提炼成为政策建议。

在举办的两次研讨会和一次会议中获得了本项目组之外专家们的更多意见。第一次研讨会集中讨论在此领域中的其他研究结果。项目组要感谢在第一次研讨会中做出巨大贡献的外部专家:Frieder Borggreffe (科隆大学)、Lueder von Bremen 博士(奥尔登堡大学)、Clemens Hoffmann 博士(西门子公司)、Cornelius Pieper 博士(波士顿咨询公司)和 Detlef F. Sprinz 博士(波茨坦气候影响研究学院)。此外,项目组还要感谢 Clemens Hoffmann 博士和西门子公司提供的数据。正是在第一次研讨会中产生灵感,在亚琛工业大学这个项目中建立利用风能和太阳能发电,存储电能和以并联的方式接入电网的泛欧洲优化模型的第1版。为了全面检查项目中期业绩并且为学科进一步的工作提出宝贵建议,项目组还要感谢参加第二次研讨会的人员:Erik Hauptmeier 博士(RWE 公司,埃森)、Wolfgang Woyke 博士(E.ON 公司,慕尼黑)、Michael Ritzau 博士[能源工业和技术规划办公公司(BET),亚琛]、Gerrit Volk 博士(联邦网络局,波恩)、Ulla Böde (联邦网络局,波恩)、Thomas Klaus (联邦环境局,德绍)、Uwe Leprich 教授(萨尔应用科学大学,萨尔布吕肯)和 Joh. -Christian Pielow 教授(波鸿鲁尔大学)。特别感谢非项目组成员做出的贡

献，特别是 2010 年 3 月在欧洲科学院举办的春季会议中进行大会发言的专家，他们建议进一步深入理解可再生能源的概念并对其研究进行整合，他们是 Kornelis Blok 教授（乌得勒支大学）、Andreas Brabeck（RWE 公司，埃森）、Vera Brenzel（E.ON，杜塞尔多夫）、Jörg - Werner Haug（citiworks 公司，慕尼黑）、Wolfram Krause 博士（EWE 公司，奥尔登堡）、Hans Müller - Steinhagen 教授 [德国航空航天中心（DLR），德国斯图加特大学] 和 Joachim Nitsch 博士（德国航空航天中心，斯图加特）。

另外还要感谢获得特许任教资格的 Dietmar Lindenberger 博士（科隆大学）在项目组会议讨论中的贡献。此外要感谢 Frieder Borggreffe 和 Matthias Leuthold 博士的深入探讨，特别感谢他们在能源系统建模方面的意见。还要感谢 Stephan Lingner 博士（Europäische Akademie 公司）领导第一次研讨会并给予的宝贵意见和贡献。最后感谢 Friederike Wütscher（Europäische Akademie 公司）对于出版的支持和 Wortschleife Augsburg 高效的文本校对。

Bert Droste - Franke

作者简介

Bert Droste - Franke, 工学博士, 物理学学士, 在哥廷根大学和海德堡大学主修物理学, 辅修经济学第二学位。1996 年在海德堡的马克思普朗克核物理研究所“上层对流层中基于航天器的微量气体测量”为题完成学士论文, 2004 年在斯图加特大学以“环境计量贡献中的环境破坏质量评估”为题完成工学博士论文。1996 ~ 2006 年在斯图加特大学能源产业与应用研究所 (IER) 担任助理研究员。参加并主持项目及研讨会, 其中包括欧盟、国家研究所、世界银行项目, 主要研究内容为研究世界经济活动对环境造成的冲击与破坏, 并开发广泛适用的集成软件工具“EcoSense”, 进行模型整合。2006 年起, 作为欧洲科学院的合作者与研究者参与多学科研究, 内容为能源技术在未来能源系统中的应用, 其中就包括电力供应问题。研究领域为基于能源系统的技术评估、环境物理学、环境经济学。

Boris P. Paal, 教授, 博士, 弗莱堡大学媒体与信息法研究所主任, 民法、经济法、媒体与信息法首席科学家。在康斯坦茨大学 1999 年获私法学士学位, 2001 年获法学博士学位。同年起在牛津大学莫德林学院进行欧洲法学和比较法学的博士后研究, 并于当年获得牛津大学法律硕士学位。在杜塞尔多夫高级地区法院担任法律书记员职位时, 主要服务于一些大公司, 例如 Hoelters&Elsing、Hengeler Mueller 等公司。2003 年他完成了第二法学国家考试。之后, 他作为资深研究助理工作于康斯坦茨大学 (2004 年) 和海德堡大学 (2004 ~ 2008 年), 并准备他的比较法和媒体法教师资格论文。2009 年他获得了海德堡大学的“民法、商法、经济法、国际私法和媒体法”特许任教资格。同年被邀请担任弗莱堡大学的民法、经济法、媒体法和信息法的全职法学教授。他的主要研究领域为民法、经济法、媒体法和国际私法。

Christian Rehtanz, 工学博士, 教授, 1994 年在德国多特蒙德科技大学获电气工程学士学位, 1997 年获博士学位, 2003 年于瑞士苏黎世联邦理工学院获大学教师资格证书, 从 2000 年开始工作于瑞士 ABB 联合研究所, 2003 年成为 ABB 全球电力系统商业领域的技术领导者并于 2005 年成为 ABB 中国联合研究所主任。从 2007 年开始担任多特蒙德科技大学电力系统与电力经济研究所主任。此外, 自 2007 年起, 他还担任 ef. Ruhr 公司的技术顾问, 这是一家由 3 所大学 (波鸿大学、多特蒙德大学、杜伊思堡 - 埃森大学) 联合成立的研究型公司。他同时还是位于中国长沙的湖南大学客座教授。Rehtanz 的主要研究领域为电力系统及电力经济, 包括电网强化及拥护减轻等技术, 比如稳定性评估、宽领域监测、保护和电网联合控制以及

分布式产能和储能的整合与控制技术等。他于2003年获得麻省理工学院(MIT)世界青年发明家百强奖。他发表了150篇学术论文,出版了3本专著,拥有17项发明专利。

Dirk Uwe Sauer, 博士, 教授, 1969年出生于曼海姆, 1989~1994于达姆施塔特大学学习物理学, 1992~1994年于弗莱堡布列斯高的弗劳恩霍夫太阳能系统研究所(ISE)以“独立光伏供电系统的组件与整体系统的建模与仿真”为学位论文获得其学士学位。之后以研究员和资深科学家的身份工作于弗劳恩霍夫太阳能系统研究所直到2003年, 其中在2000~2003年担任“储能系统”小组负责人。同期, 在2001~2003年, 他还担任跨学科工作组“离网和农村电力化”的负责人和“农村电力化”管理主任之职。2003年他于乌拉姆大学获得博士学位, 学位论文题目为“基于光伏系统强化电池老化的铅酸蓄电池优化使用研究”。2003年10月, Sauer获得教师资格并于2009年在亚琛工业大学“电化学能源转换和储能系统”课题组获得大学教授职位(属于电力系统和信息技术学院职员)。他的研究领域主要为电化学储能(电池)和独立能源供应系统。

Jens - Peter Schneider, 博士, 教授, 弗莱堡大学公法、欧洲信息与基础建设法主席, 弗莱堡大学媒体与信息法研究所联合主任。至2010年止, 就任德国奥森纳布吕克大学德国与欧洲行政法教授, 同时担任该校欧洲法律研究所联合主任。1993~2003年, 他为汉堡大学环境法研究中心和法律研究与创新中心研究员。此外, 他还分别获得了比勒菲尔德大学(1999年)、爱尔福特大学(1999年)和斯派尔大学(2009年)的教授职位。他于德国马尔堡大学和弗莱堡大学研究学习法律(和经济学), 并于弗莱堡大学获得法学博士学位。他曾于美国旧金山州和联邦政府部门任职初级律师, 类似于律师代理人, 并获得汉堡大学资格证。

Miranda Schreurs, 博士, 教授, 2007年起担任德国柏林自由大学环境政策研究中主任和比较政治学教授, 之前担任马里兰大学帕克分校比较政治学副教授。她于1996年于密歇根大学获得博士学位。2008年她担任环境咨询委员会委员, 这是德国联邦政府的咨询委员会。2011年, 她担任欧洲环境与可持续发展咨询委员会主席, 该委员会包括欧洲各地近25名委员。同年, 她接受德国总理默克尔的邀请进入安全能源供应道德委员会, 负责给德国政府提供福岛事件后能源问题的建议。她是2009~2010年富布赖特新世纪学者计划的杰出领导者, 并担任“大学在知识中心与创新驱动中的作用”项目的执行者。

Thomas Ziesemer 博士, 教授, 1996年12月起担任经济学副教授, 他分别于1974~1975年在基尔大学、1975~1978年在雷根斯堡大学学习经济学, 1982~1989年就职于雷根斯堡大学, 并在此于1985年完成了他的经济学博士论文。1989年12月后, 他在马斯特里赫特大学先后担任国际经济学副教授、微观经济学副教授(1994~1997年), 目前在该校担任商学院与经济学院的经济学副教授。1996年他获得了柏林自由大学的教授资格。他的研究领域包括发展学、国际和环境经济学、经济增长、技术变革等。

缩 略 语

2040 年 +	Possible situation in 2040, 2050 or later	在 2040 年、2050 年或者以后可能出现的情况
AA - CAES	Adiabatic - Compressed Air Energy Storage	绝热压缩空气储能
ACER	European Agency for the Cooperation of the Energy Regulators	欧洲能源监管机构合作组织
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (see also <i>TFEU</i>)	欧盟运作条约
ARegV	Anreizregulierungsverordnung (Incentive Regulation Ordinance)	激励性规例条例
BEWAG	Berliner Städtische Elektrizitätswerke Aktien - Gesellschaft	(德国柏林一家供电公司)
BDEW	Bundesverband der Energie - und Wasserwirtschaft (Federal Association of Energy and Water Industry)	联邦能源和水工业协会 (德国)
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz (Federal Data Privacy Law)	联邦数据保护法 (德国)
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch (Civil Law Code)	民法典
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety)	联邦环境、自然保护和核安全部 (德国)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Federal Ministry of Economics and Technology)	联邦经济技术部 (德国)
BNetzA	Bundesnetzagentur (Federal Network Agency)	联邦网络管理局 (德国)
BRIC	Group of the four (big emerging) nations Brazil, Russia, India and China	金砖四国, 包括巴西、俄罗斯、印度和中国四个国家

Br	Bromium	溴
BVerfGE	Bundesverfassungsgericht (Federal Constitutional Court)	联邦宪法法院 (德国)
CAES	Compressed Air Energy Storage	压缩空气储能
CC	Combined Cycle	联合循环
CCS	Carbon Capture and Storage	碳捕获和存储
CH ₄	Methane	甲烷
CHP	Combined Heat and Power	热电联产
CL	Controllable Loads	可控负载
CO ₂	Carbon Dioxide	二氧化碳
CSP	Concentrated Solar Power	聚光太阳能发电
ct/kWh	Cent per kilowatt hour	欧分/千瓦时
DECP	Decentralised Energy Conversion Plants	分散能源转换区域
DENA	Deutsche Energie – Agentur GmbH (German Energy Agency)	德国能源署
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V. (German Institute for Standardisation)	德国标准化协会
DLR	Deutsches Zentrum für Luft – und Raumfahrt e. V. (German Aerospace Center)	德国航空航天中心
DOD	Depth of Discharge	放电深度
DR	Demand Response	需求响应
DSM	Demand Side Management	需求侧管理
E – DeMa	Project on “Development and demonstration of locally networked energy systems to the E – Energy marketplace of the future”	“本地网络化能源系统到未来电子能源市场的开发和示范”计划
E2P	Energy to power ratio – installed capacity in kWh divided by the peak power in kW	能量功率转换比率——装机容量 (kWh) / 峰值功率 (kW)
EC	European Commission	欧洲共同体
EDLC	Electrochemical Double – Layer Capacitors	超级电容器
EEC	European Energy Council	欧洲能源理事会
EEFA	Energy Environment Forecast Analysis (EEFA GmbH & Co. KG)	能源环境预测分析

EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien Gesetz) (Renewable Energy Law)	《德国可再生能源法》
EMEP	European Monitoring Evaluation Programme	欧洲监测和评价方案
EnLAG	Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Power Lines Expansion Law)	《电网拓展法》
ENTSO - E	European Network of Transmission System Operators for Energy	欧洲电网输电系统
EnWG	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energie - wirtschaftsgesetz) (German Energy Act)	《能源法案》(德国)
EU	European Union	欧盟
EU - 15	European Union (member states before eastward enlargement)	欧盟(东扩前的15国)
EU - 27	European Union (all current members)	欧盟(当前所有成员国) [⊙]
EUCO	European Council	欧洲理事会
Eurostat	Statistical Office of the European Union	欧盟统计办公室
ETG	Energietechnische Gesellschaft im VDE (Society for Energy Technics)	能源技术学会
ETS	Emission Trading Scheme	排放交易体系
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (Energy Economic Institute at the University of Cologne)	科隆大学能源经济研究所
Fe	Iron	铁
FPC	Final Power Consumption	最终功耗
GasNZV	Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gas Network Access Ordinance)	燃气管网接入条例
GDP	Gross Domestic Product	国内生产总值
GIC	Gas - Insulated Conductors	气体绝缘导线
GIL	Gas - Insulated Lines	气体绝缘输电线路

⊙ 目前欧盟拥有28个成员国。——译者注

GKSS	Helmholtz – Zentrum Geesthacht Zentrum für Material – und Küstenforschung GmbH (Centre for Materials and Coastal Research)	材料与海岸研究中心
GPP	Gross Power Production	总发电量
GS	Gas and Steam Power Station	燃气和蒸汽发电站
GT	Gas Turbine Power Station	燃气轮机
GW	Gigawatt	吉瓦
GWh	Gigawatt hour	吉瓦时
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkung (Act Against Restraints of Competition)	《反垄断法》
GWP	Global warming potential (assessed for a specific time horizon)	全球变暖趋势 (特定时间范围内的评估)
GWS	Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung (Institute of Economic Structures Research)	经济结构研究所
HCB	House Connection Boxes	用户分线箱
HU	Housing Units	住宅
HV	High – Voltage	高压
HVDC	High – Voltage Direct Current	高压直流
IAEA	International Atomic Energy Agency	国际原子能机构
ICCG	International Centre for Climate Governance	全球气候治理国际研究中心
ICE	Internal Combustion Engine	内燃机
ICT	Information and Communication Technology	信息与通信技术
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IER	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (Institute for Energy Economics and the Rational Use of Energy), Universität Stuttgart	能源经济和能源合理利用研究所
IfnE	Ingenieurbüro für neue Energien	新能源工程办公室
IGCC	Integrated Gasification Combined Cycle	整体煤气化联合循环
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府间气候变化专门委员会
ISO	Independent System Operator	独立系统运营商

ITO	Independent Transmission Operator	独立输电运营商
kV	Kilovolt	千伏
kVA	Kilovolt – Ampere	千伏安
kW	Kilowatt	千瓦
kWh	Kilowatt hour	千瓦时
kWh/a	Kilowatt hour per year	千瓦时/年
KWKG	Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft – Wärme – Kopplung (Kraft – Wärme – Kopplungsgesetz)	Kraft – Wärme 电力法案
LCC	Life Cycle Costs	生命周期成本
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然气
LNS	Local Network Station	当地电网站
LV	Low – Voltage	低压
MV	Medium – Voltage	中压
MVA	Megavolt – Ampere	兆伏安
MW	Megawatt	兆瓦
MWh	Megawatt hour	兆瓦时
NaBr	Sodium Bromide	溴化钠
NaBr ₃	Sodium Tribromide	三溴化钠
NaNiCl ₂ Battery	Sodium – Nickel – Chloride Battery, also ZEBRA battery	钠氯化镍电池 (也可缩写为 ZEBRA 电池)
NaS Battery	Sodium – Sulphur Battery	钠硫电池
Na ₂ S ₂	Disodium Disulphide	二硫化钠
Na ₂ S ₄	Sodium Tetrasulfide	四硫化钠
NAV	Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzan – schluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung (Netzanschlussverordnung) (Ordinance for Regulating Grid Connection)	《电网连接调控条例》
NCC	Network Connection Capacity	电网连接能力
NEEDS	New Energy Externalities Development for Sustainability (integrated project)	新能源外部可持续发展 (综合项目)
NH ₃	Ammonia	氨

NiCd Battery	Nickel – Cadmium Battery	镍镉电池
NiMH Battery	Nickel – Metal – Hybride Battery	镍氢电池
NM VOC	Non – Methane Volatile Organic Compounds	非甲烷挥发性有机物
NO _x	Nitrogen Oxides (reactive oxides of nitrogen, nitrogen dioxide (NO ₂) and nitrogen monoxide (NO))	氮氧化物 [活性氮的氧化物、二氧化氮 (NO ₂) 和一氧化氮 (NO)]
ODP	Ozone Layer Depletion	臭氧层耗竭
OECD	Organisation for Economic Co – operation and Development	经济合作与发展组织
PDA	Personal Digital Assistant	个人数字助理
PHEV	Plug – in Hybrid Electric Vehicles	插电式混合动力电动汽车
PIA	Privacy Impact Assessment	隐私影响评估
PLC	Power Supply Infrastructure	供电设施
ppb	Parts per billion	十亿分之一 (1 × 10 ⁻⁹)
PSS	Pump Storage Station	抽水蓄能发电站
pu	Per unit system	标么值
PV	Photovoltaics	光伏
R&D	Research and Development	研究与开发
RD&D	Research, Development and Demonstration	研发和示范
RE	Renewable Energies	可再生能源
RES	Renewable Energy Sources	可再生能源
ROV	Raumordnungsverordnung (Regional Planning Procedure)	区域规划过程
r. p. m.	Revolutions Per Minute	转/分钟 (r/min)
SO ₂	Sulphur Dioxide	二氧化硫
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen (German Advisory Council for Environmental Issues)	德国环境问题咨询理事会
SVC	Static Var Compensator	静态无功补偿
TEN	Transeuropean Networks	欧洲输电网
TEN – E	Transeuropean Energy Networks	欧洲能源网络
TFEU	Treaty on the Function of the European Union	《欧盟运作条约》