

M. Norbert Fisch Thomas Wilken

[德] 诺伯特·费什 著
[德] 托马斯·威尔肯
祝泮瑜 译
周宴平 审

产能

EnergyPLUS

建筑和街区作为可再生能源来源

Building and districts as renewable energy sources

清华大学出版社

产能

建筑和街区作为可再生能源来源

[德] 诺伯特·费什

[德] 托马斯·威尔肯 著

祝泮瑜 译

清华大学出版社
北京

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

产能：建筑和街区作为可再生能源来源 / (德) 费什，
(德) 威尔肯著；祝泮瑜译. — 北京：清华大学出版社，2015
ISBN 978-7-302-41149-9

I. ①产… II. ①费… ②威… ③祝… III. ①再生能源—
应用—生态建筑—研究 IV. ①TU18

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第185391号

责任编辑：张占奎

责任校对：王淑云

责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦A座 邮 编：100084

社总机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者：北京雅昌艺术印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：218mm×277mm 印 张：21.75 字 数：612千字

版 次：2015年10月第1版 印 次：2015年10月第1次印刷

定 价：240.00元

产品编号：062931-01

目录

前言	4	第5章 产能之路的工程实践	186
致辞	6	5.1 SMA逆变器工厂	
符号	10	——CO ₂ 中和的能量供应, NIESTETAL(德国)	188
序言	12	5.2 Solon SE公司办公和生产建筑,	
研究背景	14	BERLIN-ADLERSHOF(德国)	198
政策目标	15	5.3 独栋住宅, STUTTGART-FEUERBACH(德国)	210
第1章 产能理念	20	第6章 实践中的产能——应用实例	216
1.1 术语及定义	22	6.1 产能住宅, LEONBERG-WARMBRONN (德国)	218
1.2 设计方法和系统方案	27	6.2 AS Solar公司办公楼和物流中心,	
第2章 产能建筑之路	30	HANOVER (德国)	240
2.1 目标	32	6.3 SMA太阳能学会, NIESTETAL (德国)	248
2.2 能效建筑	33	第7章 城市街区的产能	260
2.3 产能建筑之路	45	7.1 可持续发展与能效城市——项目案例	264
2.4 产能建筑	51	7.2 产能社区——第一批试点项目	271
2.5 我们的收获	64	第8章 全球范围内的挑战	
2.6 对建筑的整体思考	68	——在各个气候条件下达到产能标准	278
第3章 建筑作为能量供应方	74	8.1 主要的气候区——范围和要求	280
3.1 供能网络的挑战	77	8.2 其他气候区的产能要求	282
3.2 电动交通工具——电网中的能量储存	92	8.3 ENERTOPIA——沙漠中的产能建筑理念研究	291
3.3 智能网络中的智能建筑	102	8.4 中国未来的产能型居住建筑	296
第4章 设计、建造和运行中的产能	106	第9章 展望——未来的挑战	310
4.1 场地分析——能量供应和需求	108	9.1 全球性的挑战	312
4.2 建筑设计	113	9.2 符合产能理念的CO ₂ 中和型能量供应	314
4.3 能量生产	117	9.3 可持续发展城市——符合产能标准的智能城市	316
4.4 能量储存	151	9.4 主动式建筑——符合产能标准的建筑	317
4.5 能量分配	158	9.5 未来的发展方向——产能	324
4.6 围护结构、建筑技术以及系统运行的整合理念	166	图片目录	325
4.7 设计、运行、施工的质量保证	174	参考文献	340
4.8 运行中的能量管理和质量保证	177	缩略语目录	343
4.9 产能与经济性	184	单位符号	344

作者

Dr. M. Norbert Fisch
Thomas Wilken

翻译

祝泮瑜博士, 布伦瑞克工业大学建筑系,
建筑与太阳能学院(IGS)

合著者

布伦瑞克工业大学建筑系, 建筑与太阳
能学院(IGS)员工:

Lars Altendorf
Tanja Beier
Franziska Bockelmann
Philipp Eickmeyer
Susann Gräff
Nicolas Ahrens-Hein
Silke Khader
Dr. Stefan Plessner
Mathias Schlosser
Christina Stähr
Sandra Wöhrer
Dr. Panyu Zhu (祝泮瑜)

审稿人

周宴平博士
设能建筑咨询(上海)有限公司 总经理

保留所有权利, 包括翻译权。
未经出版商明确许可, 不允许对本书或部分
内容以复印或照相形式进行复制, 也不
允许在电子设备中存储和处理。

本书德语版收录在德国国家图书馆。

其他合著者

Hansrudi Preisig, 苏黎世(2.6.2节)
Karin Pfäffli, 苏黎世(2.6.2节)
Harald Schrom博士, 布伦瑞克工业大学
信息技术和通信网络学院(IDA)(3.1.2节
和3.3节)
祝泮瑜博士(8.4节), 其中8.4.1~8.4.3节基
于祝泮瑜的博士论文成果

IGS的员工和学生

Philipp Knöfler

发行人

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Copyright ©Fisch, Leonberg 2014
第一版
ISBN 978-3-00-045235-2

目录

前言	4	第5章 产能之路的工程实践	186
致辞	6	5.1 SMA逆变器工厂	
符号	10	——CO ₂ 中和的能量供应, NIESTETAL(德国)	188
序言	12	5.2 Solon SE公司办公和生产建筑,	
研究背景	14	BERLIN-ADLERSHOF(德国)	198
政策目标	15	5.3 独栋住宅, STUTTGART-FEUERBACH(德国)	210
第1章 产能理念	20	第6章 实践中的产能——应用实例	216
1.1 术语及定义	22	6.1 产能住宅, LEONBERG-WARMBRONN (德国)	218
1.2 设计方法和系统方案	27	6.2 AS Solar公司办公楼和物流中心,	
第2章 产能建筑之路	30	HANOVER (德国)	240
2.1 目标	32	6.3 SMA太阳能学会, NIESTETAL (德国)	248
2.2 能效建筑	33	第7章 城市街区的产能	260
2.3 产能建筑之路	45	7.1 可持续发展与能效城市——项目案例	264
2.4 产能建筑	51	7.2 产能社区——第一批试点项目	271
2.5 我们的收获	64	第8章 全球范围内的挑战	
2.6 对建筑的整体思考	68	——在各个气候条件下达到产能标准	278
第3章 建筑作为能量供应方	74	8.1 主要的气候区——范围和要求	280
3.1 供能网络的挑战	77	8.2 其他气候区的产能要求	282
3.2 电动交通工具——电网中的能量储存	92	8.3 ENERTOPIA——沙漠中的产能建筑理念研究	291
3.3 智能网络中的智能建筑	102	8.4 中国未来的产能型居住建筑	296
第4章 设计、建造和运行中的产能	106	第9章 展望——未来的挑战	310
4.1 场地分析——能量供应和需求	108	9.1 全球性的挑战	312
4.2 建筑设计	113	9.2 符合产能理念的CO ₂ 中和型能量供应	314
4.3 能量生产	117	9.3 可持续发展城市——符合产能标准的智能城市	316
4.4 能量储存	151	9.4 主动式建筑——符合产能标准的建筑	317
4.5 能量分配	158	9.5 未来的发展方向——产能	324
4.6 围护结构、建筑技术以及系统运行的整合理念	166	图片目录	325
4.7 设计、运行、施工的质量保证	174	参考文献	340
4.8 运行中的能量管理和质量保证	177	缩略语目录	343
4.9 产能与经济性	184	单位符号	344

前言

从未有一个话题能像加强可再生能源利用一样得到世界的广泛关注并引发激烈的讨论。针对这个话题，经济风险与生态潜力始终进行着博弈。由于对所需投资以及实际花费的评估在很大程度上受到信息来源渠道的影响，因而不同来源的信息数据存在着很大的差异性。

目前尽管能源转型政策在德国取得了全社会的共识，但是人们仍不能接受在自家门前架设电缆、安装风车以及沼气设备等。这种矛盾的心态在设计项目中十分常见。

顺应能源转型和文化转型的要求

2010年秋天，德国联邦政府在其能源理念中提出了可再生能源时代的目标和措施。计划到21世纪中叶稳步降低工业、交通、建筑领域的能耗需求，并且实现60%的能耗由可再生能源供给。实现如此雄心勃勃的目标需要德国全体民众的共同参与。为此还需要进行大量的说服教育工作。我们需要各方面协调一致的“能源转型和文化转型”。如何帮助人们清除疑虑，使其勇于承担更多责任，对待该问题能够更加果断，是目前面临的最大挑战。

对于创新理念的实践探索十分重要。它就像灯塔一样，能够为将来制定标准提供参考。例如，在一年内或整个生命周期内，建筑和街区利用可再生能源产出超过其所需能耗的能量，这个理念就反映出了“产能标准”的思想内容。本书对目前的可持续发展项目以及它们的发展情况进行了详细介绍。

满足跨专业的讨论的需要

在该领域目前仍有许多问题有待解决。《产能》一书在展示现有实践项目的同时鼓励人们在更大范围内加

以应用。书中对相关技术背景进行了综合阐述，展现出整合式设计的巨大潜力。大量概念性、创新性的图解有助于建筑师和工程师打破领域界限，进行跨专业讨论。

挖掘未来能量供应的潜力

业主、房产商以及租客们在分析自身能源成本或化石能源供应问题时，谁不曾思考过未来的供能形式？能耗需求完全由可再生能源满足的建筑常常被视为“永动机”一样不可实现，或是昂贵到无力购买。事实上，一个街区或一栋建筑所接受到的全年太阳辐射总量是有可能超过其需求总量的。问题在于如何通过能量存储来解决（一天或是全年范围）能量需求和供应之间的不同步。通过与公共电网、气网、热网以及大型存储设备、“由电制气”理念等相结合，有可能大规模地实践产能标准。考虑到德国现有的基础设施，能量自给自足的建筑和街区绝不是扩大可再生能源利用的发展方向。

光伏设备成本的大幅降低提高了太阳能发电的经济性。利用光伏发电驱动热泵产热的方式与传统的燃油或燃气锅炉产热相比，更具竞争力。光伏发电同时也对太阳能光热技术造成了压力。在德国，“屋顶上的战争”已开展了很长时间。太阳能光热产业面临着严峻挑战，必须进行创新才能在这场竞争中立足。太阳能技术（产热/产电）应当和谐发展、互相促进，使得各个技术的优势得到充分发挥。

超越“节能”，迈向“产能”

未来的发展方向不应当仅仅局限于节能（例如被动式建筑通过使用极厚保温层以及机械通风系统来达到苛刻的采暖能耗指标），而是应当使降低能耗与生态供能相结合，对整体经济性进行优化。产能建筑在这方面具有优势，它可以确保其用户免受化石燃料短缺以及能源价格波动的影响。

在阳光充足的地区, 产能建筑利用太阳能发电驱动制冷机进行空气调节, 这种形式无论在经济方面还是生态方面都极具吸引力。本书将介绍不同气候条件下对产能标准的转化应用, 而这正是我们在不久的将来所要面临的挑战。

第一批产能建筑已在德国建成, 其实用性已得到证实。首先是独栋住宅和集合住宅, 然后扩展到学校和非居住建筑。在城市街区改造方面, 已经有试点项目处于设计阶段, 到2020年它将成为可持续发展城市的新标准。“产能建筑 (BMVBS发起)” 和“能效城市 (BMW发起)” 之类的研究项目将推动产能标准的进一步发展, 缩短创新周期, 加速其在德国的市场化进程。

当然, 对建筑和城市的评价不是仅仅测量其能耗指标。产能理念的提出也是为了实现建筑主体、可持续发展、能效水平、用户舒适度等因素之间的和谐统一。在这方面大中院校责无旁贷, 应当在其教学过程中传授整合理念, 并且尽可能地提供建筑、工程跨专业硕士课程。

把握有限的时间

实现联邦政府确立的气候保护目标还有不足40年时间。建筑师和规划师肩负着实现那些激动人心的可持续发展项目的重任。为了实现美好目标, 决策者和业主们都需要有承担风险的勇气。

《产能 (EnergiePLUS) 》一书鼓励“决策者”们:

不是由于过于困难令我们无法实践,
只是由于不愿实践而显得过于困难。

Dr. M. Norbert Fisch
Thomas Wilken
2012年8月写于Braunschweig

鸣谢

对于以下公司在本书完成过程中给予的帮助表示感谢:

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH, Stuttgart;
Rehau AG + Co, Erlangen;
Hoval AG, Vaduz (Liechtenstein);
Schüco International KG, Bielefeld;
energydesign braunschweig Ingenieurgesellschaft für energieeffiziente Gebäude mbH, Braunschweig;
Maico Elektroapparate-Fabrik GmbH,
Villingen-Schwenningen;
EGS-plan International GmbH, Stuttgart/Shanghai

致辞



崔愷

自古以来，建筑一直是人类抵御自然、征服自然的工具，而今它又成为人类消耗自然、破坏自然的主要帮凶。在人们面临日益严重的能源和生态危机的今天，建筑界越来越多的学者和设计师在不约而同地探索节能建筑、绿色建筑的技术研发，最新的产品和技术层出不穷，实际工程的应用也日益普及推广，这显示出专业界的环境责任感和科技创新精神！

但坦率说，今日的节能绿色建筑实践大多数还处于用传统的形式叠加上节能技术装备这种状态，换句话说就是用抵御自然的建筑与保护自然的技术相组合，这往往会造成内在观念上的逻辑冲突，在建筑形象上也较难协调，造成节能建筑不太好看的尴尬现实。而一贯自恋唯美的建筑师们就往往不愿意采用那些会影响外观的节能技术装备。事实上，当今的世界建筑潮流似乎形成了两大体系：一个是持续沿着传统建筑美学的道路以新的信息技术不断创造新的视觉语言；一个是以不断推出的新技术、新产品而装备起来的技术性绿色建筑。前者仍然是绝大多数建筑师和建筑学生们所关注和追随的，而后者更多是专家学者和工程师们所推崇的方向。作为关注生态环境的建筑师，我的确希望这两个方向应该早日合为一体，找到真正以保护自然为目的的建筑学的发展方向。也就是说应该发展一套能融合环保节能技术的新的建筑美学体系，让建筑学的发展重新建立在尊重环境、保护自然的价值基础上，真正达到生态节能技术与建筑创新的高度统一。我认为当今生态建筑学的发展既要面向未来不断创新技术，也要回望过去向先人学习，从传统的地域建筑中汲取营养。

Fisch教授是德国著名太阳能建筑专家，多次来华参加我院住宅工程中心主办的台达杯国际大学生太阳能建筑竞赛评审，故而我相识。我们不多的几次交流中我发现他既是一位从事太阳能建筑技术研究和教育的著名学者，又是一个富于想象力和很高美学修养的工程师。每次见面他都充满激情地阐述他的理念和梦想，对一些太阳能建筑的构想很有美学的价值和地域特色，我也每每被他的情绪和智慧所感染，希望早日创造条件与教授进行合作、学习。前不久应教授邀请为他的著作《产能》中文版写几句话，颇感荣幸，也更庆幸使我能近水楼台，先睹为快，的确是个学习的好机会。当然我更希望我们的建筑师们能认真学习研读这些太阳能建筑的新技术、新理念，把我们的目光聚焦到探索既有本土文化特色，更有本土生态特色的，走向未来的中国建筑的创新之路。

崔愷

中国建筑设计研究院（集团）副院长、总建筑师
中国工程院院士



江亿

十二年前我去美国匹兹堡的卡内基美隆大学访问Volker Hartkopf教授，就听他讲起建筑要成为产能场所（Building is a power plant）。当时我觉得这尚属天方夜谭，至少不该作为当今建筑所追求的目标。十二年来，随着全世界对节能减碳事业关注程度的日益提高，零能耗建筑、产能建筑的提法也越来越多地见诸于各类媒体和学术界。这部《产能》使各种争论有了一个初步的了断。该书系统地阐明了零能耗、负能耗建筑理念、途径和实践。本书至少有如下贡献：

- 对近零能耗建筑、零能耗建筑和产能建筑等给出清晰的定义；
- 系统地、定量地说明了怎样才能真正实现零能耗建筑和产能建筑；
- 说明了产能建筑和智能电网的关系。产能建筑将是未来的“分布式供电”系统这一理想供电模式中的重要环节；
- 具体阐明了产能建筑对建筑、机电系统、蓄能和输配电系统的要求，以及优化运行调节的重要作用；
- 详细地介绍了一些成功案例，给出具体的设计参数和实际运行结果；
- 提出只有全社区乃至城市的整个能源系统整体协调，才能使产能建筑真正发挥作用；
- 分析了全球不同气候带实现产能建筑的可能性及技术途径。

这部著作提出的产能和可持续发展社区的概念为我们指出了一条解决能源匮乏、缓解气候变化的可能途径。一条充满希望、令人鼓舞、美好的路！一直在讨论什么是能源消费革命，产能建筑和可持续社区的发展方向是否就是能源消费革命在日常生活领域的实施设想？

当然当前我国城镇化的实际状况与全面实施上述设想的要求还很远，目前的城市规划、建筑形式、能源供应系统方式等都远远不符合这一设想的具体要求。然而，如果这是一条可以使人类摆脱能源与环境困扰的途径，我们就可以去尝试、去探讨。从小规模的研究与示范做起，抓住新型城镇化的机遇，利用一切可能的条件去实践、发展、推广。

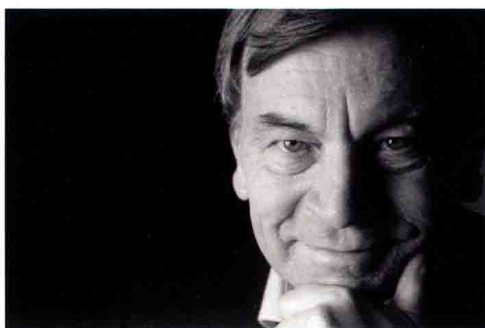
祝贺《产能》一书的出版，希望该著作的发行给我国建筑节能事业带来新的思考，新的变化。

江亿

清华大学建筑节能研究中心主任
中国工程院院士



李振宇



Manfred Hegger

中国古代文学家陶渊明有过一篇美轮美奂的《桃花源记》，描述了传说中的一片封闭的乐土。从文中的慨叹我们感受到，人类社会的1600年前，自给自足的方式已经开始渐行渐远。建筑的能源使用也是如此。工业革命以后，城市建筑和街区的能源消费改变了方式；电力、燃气、热力主要依靠管线。城市越现代化，能源的供给就越集中。

可是中国人还有句老话，“分久必合，合久必分”。集中的供能，现在受到了分散的挑战。环境和能源问题促使生态节能的建筑思想发展，也促使我们走向了分布式可再生能源。产能建筑就是这样一种富有前景的解决方案。建筑以及街区不仅产生自身需要的能源，而且还能向城市网络提供能源。我们欣喜地迎来《产能（EnergiePLUS）》中文版的出版，书中的理念、方法和诸多的实例，至少有两个历史价值。第一，能源的生产从集中转回了分散，当然这是依靠网络高水平的分散；第二，预示着传统上一直是耗能大户的建筑，不仅会自给自足，而且即将分担起城市的能源供应责任。

本书的主编Fisch教授，既是一个理论家，又是一个实践者；既是一个教授，又是一个工程师。我相信他的贡献也推动了德国建筑能源政策的发展。十年前，我们在上海相识，其后他多次到访同济大学建筑与城市规划学院，并在同济大学文远楼的生态节能改造中提供了许多有益的建议。我记得2007年，他在我们学院作讲座，我的一个学生问他，“光伏板要使用十年才能回收制造光伏板的能量，您怎么看这个现象？”当时Fisch教授回答，“我们只有致力发展十年回收能量的光伏板，才能迎来五年回收的甚至一年回收的光伏板”。今天，他当时讲的话好像已经实现一半了。

有趣的是，Plus Energie House也可以翻译成“正能量建筑”，这样的双关语，简直是一个可遇而不可求的完美的注释。

李振宇 教授
同济大学建筑与城市规划学院院长
国家一级注册建筑师

在环境保护方面，长久以来被社会接受的做法是，造成破坏的一方对所破坏的环境付费、缴纳补偿。但时至今日，建筑及其住户仍令人匪夷所思的不受这些约束。不过这种情况正在发生改变。节能规范EnEV要求建筑的一部分能耗（目前还只是一小部分）由自产的可再生能源提供。新版2020欧盟建筑指导方针（EU-Gebäuerichtlinie）的要求在此基础上更进一步。“能源自给”成为关键词。在不远的将来，建筑必须达到这个标准，而公众也将实践德国的新能源政策。

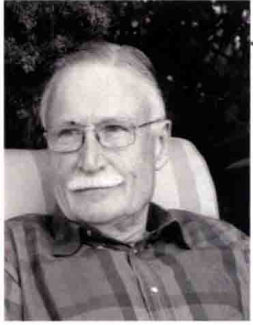
目前对此还没有具体的实施规范，现有建设项目也还不能完全达到这个标准。但是能源自给住宅的设计和建造所需要的方法、技术以及工具如今都已齐备。本书向您介绍相关理论并展示示范工程，这些工程均已达到了设计目标。

与绝大多数其他事物相比，建筑具有天生自给自足的属性，因此必然能够实现能源的自给。建筑保护人们远离不良的自然及气候条件。它不依赖于外部能源供给而提供有效的保护是首要也是最重要的前提。巧妙的造型设计，开放与封闭、通透与体量、隔热与储热之间的和谐比例都是建筑必不可少的组成部分。建筑建于室外，因而能够利用自然能源：利用承载它的土地，吹拂它的微风，普照它的阳光。对这些能源利用的经济意义日益显著。与此同时，人们对于传统化石能源的担忧与日俱增。未来加强对自然能源的利用是大势所趋。

对于建筑师来讲，这是一个全新的挑战。创造性的设计过程将带来新的动力。“场所精神”，这种对于场地、建筑以及项目特殊性的考虑，扩展为结合特殊环境、气候以及供应条件的综合处理。在过去人们致力于消除这些因素的影响，现在则应该对这些因素巧妙设计，使用户获得好处，提高舒适度，增强经济性。设计标准在现有基础上也将变得更加复杂。新思维方式的要求也指向了建筑师身边的工程师。它要求告别几十年来根深蒂固的行为模式、准则及安全保证。面对能源转型、气候保护和供应安全的挑战，这种变化是不可避免的。

本书中的案例同时也揭示了另一个发展趋势，即设计任务的变化呼唤新的解决方案，而这些解决方案丰富了建筑本身，也使建筑业从故步自封中解放出来。建筑师和工程师们不再是单纯地接受社会工作，他们将引领人们走向未来。

Manfred Hegger
HHS建筑事务所, Kassel



Dr. h.c. Volker Hartkopf

目前从技术角度和经济角度而言，建造一个净产能建筑是可行的。《产能》一书是关于净产能建筑设计、建造以及运行的理念与实践的重要著作。该书列举了数十个竣工建筑的运行实测结果，展现了德国的品质保证和高能效建筑。它在该领域的价值是不可限量的。

与单纯通过出色的保温气密性实现节能不同，该书着重展示各种被动/主动式技术相互整合的重要性。它致力于利用自然资源实现建筑产能供大于求，探索相应的设计方法和技术策略。通过太阳能加热、日光照明、自然通风、地热利用等被动式技术与主动式利用太阳能、风能以及生物质能等技术相结合，避免了因系统过于复杂而导致失误。它超越了单纯意义上的节能以及光伏技术。根据建筑负荷特点对能量使用方式进行综合设计，进一步完善了节能与产能之间的平衡，峰值负荷也得到控制。本书对杰出建筑以及街区项目的设计、施工、建造以及运行进行了大量实测分析。《产能》一书将为建筑设计、建筑工程、设备管理以及决定建造环境发展方向的立法人员提供重要参考。

书中明确指出，国家、地区以及本地所面临的能源和环境挑战需要跨领域合作来应对。它要求在项目之初就确保设计、工程、管理以及用户等各方因素紧密联系、密切合作。这种高品质的建筑和街区设计方法使我们有可能制备资源（能量、净水、空气），重塑我们的建造环境以及本地经济，而这绝对是史无前例的。

“产能”一书完美且直观地展示了各个领域相互结合的策略，包括政治、经济、设计、工程、社会以及环境等科学。这些方面原本都是各自独立的决策过程。书中所提出的方法可以帮助我们跨领域跨国家进行合作，以便创造一个可持续发展的未来。本书还被译成了英文版，对于带动其他国家具有不可估量的作用。它有助于我们理解面向未来的国家政策的价值并推动我们加入实践和工业创新中。在德国，材料组件的制造成本以及技术系统的成本已经大幅降低。其中包括：利用室外空气和土壤等自然资源工作的高性能HVAC技术；利用太阳能、日光以及室外空气等自然资源甚至利用时差进行工作的高性能动态立面技术；利用一体化光伏设备和太阳能光热立面系统进行热电联产或冷热电三联产的主动式太阳能技术。多年来的政策取得了令人瞩目的成就，资源消耗降低，可再生能源利用扩大，就业机会增加，本地经济和技术前景得以保障，不再是一味地向海外输出资源。

我们也长期致力于这方面的研究，建造了首个不断改



Vivian Loftness

进，可以在实际使用中对其进行测量、评价和报告的智能办公实验室，该实验室用于整合高能效建筑中各种系统。我们认为，本书的内容基于德国高能效项目的实测和审查结果，因而意义重大。Norbert Fisch教授是一位有远见的机械工程师和系统设计师。我们与他合作完成了一些成功的项目，包括位于Pittsburgh的Phipps Conservatory项目。在长期的合作过程中，我们受益匪浅。总体而言，我们认为建筑能够作为发电站产生能量，该能量不止可以满足住户生活以及社区品质所需，而且还有盈余。

《产能》是一本关于系统整合和建造可持续发展环境杰出实践的教科书，书中列举大量的实际项目进行阐述，对这些项目的运行情况进行测量、评价、报告以及验证。本书出版得十分及时，它有助于我们在研究创新解决途径以应对共同的环境挑战方面开展合作，并将其推向研究前沿。

Dr.Dr.h.c. Volker Hartkopf 教授

Carnegie Mellon 大学建筑性能与诊断中心负责人

联合国环境规划署可持续建筑和气候促进会 Think Tank of Best Practices主席

Vivian Loftness 教授

美国建筑师学会成员

Carnegie Mellon大学建筑系主任1994-2004

美国绿色建筑委员会管委会成员

LEED AP



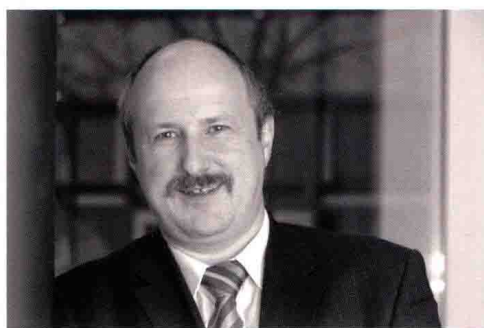
Dr. Knut Kübler

众所周知，德国的能源供应技术已经历了几年乃至几十年的发展。它是众多智慧和实践的结晶，体现了责任和勇气，最终实现了高水平的发展。到21世纪初，越来越明确的是，我们的能源系统必须从根本上进行改造，并且要适应新的挑战。联邦政府为此于2010年9月28日出台了能源计划，作为必要的指导方针。德国将迈入可再生能源时代，并成为世界上能效最高、环境最好的经济体之一。

联邦政府旨在到2050年实现德国一次能源消费量在2008年基础上减半，同时可再生能源在终端能源消费总额中的比例增至60%。德国走上一条史无前例的发展道路，这在世界范围都是独一无二的。要取得成功就必须推进能源供应各个层面的改造。建筑领域，这个造成约40%终端能源消费的部分，占据着重要地位。它将在一定程度上决定德国的这场能源革命成功与否。

持续的改革创新、先进的建筑技术、新兴的设计理念（例如“将建筑作为能源供应商”）对于德国的未来能源前景至关重要。政府应当对该领域的研究和发展项目有针对性地给予大力扶持。

Dr. Knut Kübler, 前秘书长（已退休）
德国联邦经济技术部



Hans-Dieter Hegner

欧盟指导方针要求其成员国的新建建筑总能效从2021年起（公共建筑从2019年起）达到零耗能或是产能标准。工程师、建筑师以及业主们随之有了明确的时间期限，必须确保其技术和理念能够及时适应相关要求。在这个过程中还应当兼顾经济性，通过创新与改进，实现经济性优化。

未来的建筑建造在能效方面不能仅仅达到节能规范（EnEV）的要求。虽然在现有经济条件下它是能耗的法定标准，十分重要，但是着眼于二三十年后，它将无法满足要求。正能效建筑是发展过程中的尖端产物。此类建筑全年产出的能量超过其运行消耗的能量，在新建项目和大量的翻新改建项目中它们有可能实现技术性、艺术性以及经济性的统一。Prof. Dr. Fisch 教授在Leonberg的完美住宅就是一个重要案例，它展示了德国在技术和建造方面的水平。

德国交通、建设和城市发展部（BMVBS）将对该领域的研究给予支持，同时加强与其他领域（如电动交通或城市发展）的结合。2010年德国交通、建设和城市发展部于举行了一场跨学科的有奖竞赛，旨在建造“与电动交通相结合的产能建筑”。2011年12月7日德国总理默克尔（Dr. Merkel）和德国交通、建设和城市发展部部长Dr. Ramsauer 一起为该建筑剪彩。BMVBS的目标并不是实现一座灯塔式示范工程，而是对不同解决方案所涉及的各种技术进行充分实验，达到进一步优化。如今，其“正能效建筑”计划已经包含约18个工程项目。Dr. Fisch 教授自宅等一些先锋建筑均涵盖其中。此外，由Dr. Fisch 教授负责建筑设备系统设计的法兰克福（美因河畔）集合住宅也包含在内。

建筑正在由能源消耗大户开始进行着转变，它将成为实现德国未来能源转型的理想突破口。我本人感谢Dr.-Ing. Norbert Fisch教授的辛勤工作，他为将来的发展道路定义了新的标准。他的成果表明，在我们的国家进行能源转型是切实可行的。建筑在保持其文化内涵的同时，将完成从能量消耗方到能量产出方的转变。在这方面，Fisch教授值得拥有最高的赞誉。

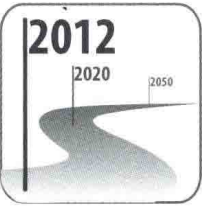
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner, 秘书长
德国联邦环境、自然保护、建筑及核安全部

符号

	照明用电		地板对流采暖器		空气		地埋管 采暖/制冷
	耗电端总计		采暖 (电力)		通风 热/冷		土壤
	辅助能源		室内采暖		冷却器/ 自由冷却		地下水
	蓄电池, 待充电		生活热水 (TWW)		冷却器 (湿式)		水 (非饮用)
	移动充电设备		饮用水		冷却塔		水力发电
	逆变器 (WR)		热泵 (WP)		蒸汽轮机		风力发电 (陆地/离岸)
	电表 数字模拟		制冷机 (KM)		平均传热系数 H'_{τ}		可再生能源
	消费计算		吸收式制冷机		交互接口		沼气
	热量		过水热 (电)		开窗通风		生物质固体燃料
	冷量		补充加热		阳光/ 太阳能		木材
	楼板采暖		水泵 (电动)		聚光器		灰色能源
	楼板制冷		雨水站		太阳能发电/ 光伏 (PV)		木料颗粒存储
	热回收 (WRG)		换热器		太阳能生热/ 光热		楼宇热电联产 (BHKW)

	锅炉 (一般)		氢气存储器		交易/分配		煤电厂
	生物质- 固体燃料颗粒锅炉		燃料电池		回收/ 使用		水处理
	木材气化		电解		废物处理		真空- 污水处理
	(采暖) 锅炉		斯特林发动机		人		厕所
 	存储器, 热/冷		内燃机		温度		电网
	缓冲存储器	 	电动交通工具		火灾报警系统		天然气/ 沼气网
	生活热水存储器 (TWW)		氢气燃料车		访问控制		热网
	饮用水存储器	 	PHEV (混合式)		安全系统		水网
	储水器	 	充电/ 充电站点		BMS (建筑管理系统)		用户网络 (GLT/IT)
	太阳能/季节式存储器	 	运输		办公设备		
	长期存储器		工厂/制造	 	数据交流		
	雨水存储器 (外部)		预制	 	家电		
	园林灌溉		原料开采		核电站		

序言



研究背景	14
政策目标	15

