



可再生能源城市 理论分析

The Theory of Renewable Energy City

娄 伟 / 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)



可再生能源城市 理论分析

The Theory of Renewable Energy City

娄 伟 / 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

可再生能源城市理论分析 / 娄伟著. -- 北京: 社会科学文献出版社, 2017. 6

国家社科基金后期资助项目

ISBN 978 - 7 - 5201 - 0763 - 1

I. ①可… II. ①娄… III. ①城市建设 - 再生能源 - 能源管理 - 研究 IV. ①F291 ②F206

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 096557 号

· 国家社科基金后期资助项目 ·
可再生能源城市理论分析

著 者 / 娄 伟

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 恽 薇 王楠楠

责任编辑 / 王楠楠 吴 鑫

出 版 / 社会科学文献出版社 · 经济与管理分社 (010) 59367226

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367018

印 装 / 三河市东方印刷有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 53.75 字 数: 930 千字

版 次 / 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5201 - 0763 - 1

定 价 / 238.00 元

本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

 版权所有 翻印必究

国家社科基金后期资助项目 出版说明

后期资助项目是国家社科基金设立的一类重要项目，旨在鼓励广大社科研究者潜心治学，支持基础研究多出优秀成果。它是经过严格评审，从接近完成的科研成果中遴选立项的。为扩大后期资助项目的影响，更好地推动学术发展，促进成果转化，全国哲学社会科学规划办公室按照“统一设计、统一标识、统一版式、形成系列”的总体要求，组织出版国家社科基金后期资助项目成果。

全国哲学社会科学规划办公室

能源,其中,可再生能源是新能源的重要组成部分。比如,1980年,联合国召开的“联合国新能源和可再生能源会议”对新能源的定义为:以新技术和新材料为基础,使传统的可再生能源得到现代化的开发和利用,用取之不尽、周而复始的可再生能源取代资源有限、对环境有污染的化石能源,重点开发太阳能、风能、生物质能、潮汐能、地热能、氢能和核能。显然,这里所说的新能源主要就是指可再生能源。

三是中国所提的“新能源城市”主要也是指“可再生能源城市”。理论上讲,新能源城市主要是指以使用可再生能源以及核能等非可再生能源为主的城镇。但在实践中,比如,在“新能源示范城市”评价指标中,考核指标大多是可再生能源。主要原因在于,国内外对核能的发展存在争议,加之对于一座城市来说,开发核能很难,且清洁煤等清洁化石能源是否属于新能源本身也有争议,因此,中国目前的“新能源城市”更多的还是指“可再生能源城市”。

同时,国际上在涉及新能源城市的概念方面,通常的提法是“可再生能源城市”,很少提及“新能源城市”。因此,本书把研究重点放在可再生能源城市理论上,也是同国际研究界接轨的需要。

研究可再生能源城市理论,核心是要回答以下三个方面的问题。

一是建设可再生能源城市的驱动力是什么。包括为什么要建设可再生能源城市(价值分析),可再生能源城市能否建成,在可再生能源尚不具备市场竞争力的背景下建设可再生能源城市是否合算等。

二是何为可再生能源城市。包括可再生能源城市的内涵、特点、类型、标准、发展阶段,以及如何实现可再生能源城市的可持续发展等。

三是如何建设可再生能源城市。包括建设各类可再生能源城市的原理、规律、动力机制以及方法路径等。

本书的创新之处主要体现在以下三个方面。

一是系统完整地构建了可再生能源城市的理论体系。本书从可再生能源开发利用理论、可再生能源城市理论、可再生能源城市建设理论三大方面构建了完整的可再生能源城市理论架构。

为使本书层次更加清楚,本书以四个基本概念为核心,把全书内容分成上、中、下三篇进行分析:上篇以“可再生能源”与“可再生能源开发利用”两个概念为核心,并对相关概念、原理等理论进行论证分析;中篇以“可再生能源城市”概念为核心,并对相关概念、原理等理论进行论证分析;下篇以“可再生能源城市建设”概念为核心,并对相关建设原理

等理论进行论证分析。

二是创新性地提出了一些新的理论及观点。在可再生能源开发利用理论方面，提出了资源公平理论、自能源理论、环境价值理论、可再生能源专业户理论、技术领先理论、成本优先理论等；在可再生能源城市基础理论方面，提出了可再生能源城市的概念、内涵、评价标准、系统构成以及发展阶段等理论；在可再生能源城市建设理论方面，提出了十大建设原理等理论。

三是系统完整地分析借鉴了国内外相关研究文献。在写作本书过程中，分析了数千篇国内外相关代表性文献，其中，光引用的文献就有 900 多篇，基本涵盖了新能源与可再生能源开发利用、新能源与可再生能源城市的相关领域。大量参阅引用国内外权威文献，有利于使本书的论证更加有力、分析更加深入。

总之，为保障研究的科学性与严谨性，本书严格遵循学术规范，并注重对方法论的应用。既重视采取理论分析方法，分析了大量中外理论文献，同时，又特别注重从实践经验中归纳理论，并积极探索利用理论应对可再生能源城市建设瓶颈问题的路径。

由于作者的水平有限，加之时间较紧，本书中肯定有一些不当之处，望各位读者不吝赐教！

娄 伟

2017 年 1 月 1 日

目录 Contents

上 篇 可再生能源开发利用理论

第一章 可再生能源开发利用理论分析	3
第一节 可再生能源开发利用理论研究	3
第二节 基于可再生能源优势的可再生能源开发利用理论	13
第三节 基于资源劣势及开发利用难题的可再生能源开发利用 理论	23
第二章 可再生能源技术、成本与政策理论分析	51
第一节 可再生能源技术、成本与政策关系分析	51
第二节 可再生能源技术领先理论分析	53
第三节 可再生能源成本优先理论分析	73
第四节 可再生能源政策推动理论分析	90
第三章 公众能源运动理论分析	110
第一节 公众能源运动理论	110
第二节 “可再生能源专业户”理论分析	120
第三节 可再生能源合作社理论分析	132
第四章 能源替代与能替减排理论分析	143
第一节 替代能源与能源替代理论分析	143

第二节	基于能源成本情景分析的新能源替代目标研究	149
第三节	能替减排与节能减排并重的驱动力分析	164

中 篇 可再生能源城市理论

第五章	可再生能源城市理论基础	173
第一节	可再生能源城市研究	173
第二节	可再生能源城市的概念与特点	184
第三节	可再生能源城市建设的驱动力与可行性分析	203
第四节	可再生能源城市理论体系	213
第六章	可再生能源城市类型与评价标准	220
第一节	可再生能源城市类型	220
第二节	可再生能源城市评价标准	226
第三节	中国新能源示范城市评价标准分析	236
第七章	可再生能源城市发展阶段理论分析	245
第一节	可再生能源城市发展阶段分析	245
第二节	中国新能源示范城市发展阶段分析	250
第三节	国外典型区域及国家可再生能源城市建设分析	266
第八章	可再生能源城市三大构成系统分析	274
第一节	可再生能源城市能源供给系统分析	274
第二节	可再生能源城市能源消费系统分析	303
第三节	可再生能源城市推进与保障机制分析	335
第九章	可再生能源城市可持续发展理论分析	348
第一节	可再生能源城市可持续发展理论	348
第二节	新资源型城市理论——可持续发展的资源型城市	365
第三节	可再生能源开发利用的可持续性评价模型	372

下 篇 可再生能源城市建设理论

第十章 可再生能源城市建设理论分析	389
第一节 可再生能源城市建设的基础理论分析	389
第二节 可再生能源城市建设的主要原理	402
第三节 可再生能源城市建设重点分析	411
第十一章 可再生能源城市主要建设原理的理论分析	417
第一节 聚焦能源原理的理论分析	417
第二节 适合性建设原理的理论分析	432
第三节 差异化建设原理的理论分析	437
第四节 系统性与协同化建设原理的理论分析	441
第五节 集成性与一体化建设理论分析	448
第六节 经济可行性建设原理的理论分析	454
第七节 可再生能源城市文化建设原理的理论分析	462
第八节 可再生能源城市风险控制原理的理论分析	472
第十二章 可再生能源城市规划理论分析	492
第一节 可再生能源城市规划理论与规划方法	492
第二节 城市规划理论在可再生能源城市规划中的应用	516
第三节 能源规划理论在可再生能源城市规划中的应用	526
第十三章 基于城市规模划分的可再生能源城市建设理论分析	549
第一节 可再生能源社区建设理论分析	549
第二节 可再生能源城镇建设理论分析	570
第三节 大中城市建设可再生能源城市路径分析	591
第十四章 基于资源划分的可再生能源城市建设理论分析	602
第一节 太阳能城市建设理论分析	602

第二节	生物质能城镇建设理论分析	623
第三节	可再生能源资源弱势城市理论分析	670
第十五章	基于应用划分的可再生能源城市建设理论分析	683
第一节	可再生能源建筑应用城市建设理论分析	683
第二节	可再生能源交通应用城市建设理论分析	707
第三节	可再生能源工业应用城市建设理论分析	736
第十六章	热点类型可再生能源城市建设理论分析	750
第一节	可再生能源电力城市建设理论分析	750
第二节	可再生能源供热（采暖）与制冷城市建设理论分析	781
第三节	可再生能源产业城市建设理论分析	817
第四节	100% 可再生能源城市建设理论分析	830
结论与展望		847

可再生能源开发利用理论

可再生能源的开发利用是可再生能源城市的基石，因此，可再生能源开发利用理论也是可再生能源城市理论的重要构成。

上篇以“可再生能源”与“可再生能源开发利用”两个概念为核心，对相关概念、原理等进行论证分析，并构建理论体系。

第一章 可再生能源开发利用理论分析

第一节 可再生能源开发利用理论研究

一 新能源与可再生能源分析

1. 新能源概念及内涵

新能源（New Energy）是指传统能源之外的各种能源形式，主要是指刚开始开发利用或正在积极研究、有待推广的能源。新能源是一个相对的概念，是相对常规能源^①而言的，因此，又被称为非常规能源，在不同的历史时期和科技水平条件下，新能源有着不同的内容。

关于新能源的界定，国内外业内存在诸多争论。一般来说，可以从广义与狭义两个方面来界定新能源概念。

从狭义上界定，新能源是相对目前普遍使用的化石能源而言的，只包括建构在现代开发利用技术基础上的可再生能源，以及核能等少量不可再生能源。

对于狭义新能源，可以通过多种不同的路径进行分类。

（1）按属性分类，新能源包括：一是可再生能源，如太阳能、地热、水能、风能、生物能、海洋能；二是非可再生能源，如核能。

联合国开发计划署（UNDP）则把新能源分为以下三大类：一是大中型水电；二是新可再生能源，包括小水电、太阳能、风能、现代生物质能、地热能、海洋能；三是传统生物质能（生质燃料）。

（2）按形成和来源分类，新能源包括：一是来自太阳辐射的能量，如太阳能、水能、风能、生物能等；二是来自地球内部的能量，如核能、地热能；三是天体引力能，如潮汐能。

（3）按转换传递过程分类，新能源包括：一是一次能源，直接来自自

^① 常规能源是指技术上比较成熟且已被大规模利用的能源，煤、石油、天然气以及大中型水电都被看作常规能源。

然界的能源，如水能、风能、核能、海洋能、生物能；二是二次能源，如沼气、水电、核电、太阳能发电、潮汐发电、波浪发电、氢能等。在众多新能源的二次能源中，氢能以其重量轻、无污染、热值高、应用面广等独特优点脱颖而出，将成为 21 世纪的理想能源。

虽然使用铀矿来发电的核能并不属于化石能源，但是由于铀矿储藏量也是有限的，所以现行核分裂式的核能不算可再生能源。将来如果核聚变式的核能技术能有所突破，核能作为可再生能源的可能性和重要性才会增加。但在目前阶段，核能属于非可再生能源范畴。

从广义上理解，新能源不仅包含狭义上的新能源，也包括利用新技术开发利用的传统化石能源，如清洁煤、可燃冰等。

例如，中国新能源产业发展规划把新能源界定为两个方面：一是风电、太阳能、生物质能等新的能源；二是对传统能源进行技术变革所形成的新的能源，比如对煤炭的清洁高效利用、车用新型燃料、智能电网等。

无论是广义界定还是狭义界定，都有其合理性，因为“新能源”概念本身就不是一个绝对概念，更像是一个“大筐”。“新能源”是一个不断发展的概念，当前所说的“新能源”是相对于污染问题严重且不可持续的传统化石能源而言的，因此，所谓的“新能源”应以清洁且可持续的可再生能源为主体。

2. 可再生能源的概念及内涵

可再生能源（Renewable Energy）是指来自大自然的能源，如太阳能、风能、潮汐能、地热能等，是取之不尽、用之不竭的能源，会自动再生，是相对于会穷尽的不可再生能源而言的一种能源。

根据国际能源署可再生能源工作小组的界定，可再生能源是指“从持续不断地补充的自然过程中得到的能量来源”。可再生能源泛指多种取之不竭的能源，不包含现时有限的能源，如化石燃料和核能。

在 19 世纪中叶煤炭发展之前，人们使用的所有能源都是可再生能源，其主要来源是畜力，以及水能（水磨）、风力（风磨）、太阳能和生物质能（柴火）。只是工业革命后，随着石油、煤炭等化石能源的大规模使用，可再生能源才退居次要地位。

近年来，在化石能源面临日益紧迫的资源枯竭、环境污染等问题的大背景下，可再生能源又重新引起人们的关注。当然，今天所说的可再生能源开发利用，不是传统利用模式的再现，而是利用新技术、新方法对可再生能源进行的开发利用，是“新可再生能源”。

从一次能源角度看，可再生能源包括小水电、太阳能、风能、现代生物质能、地热能、海洋能；从二次能源角度看，可再生能源包括氢能、可再生能源电力、可再生能源热力、可再生能源燃料等。

随着技术的进步和可持续发展观念的树立，过去一直被视作垃圾的工业与生活有机废弃物被重新认识，作为一种能源资源化利用的物质而受到深入的研究和开发利用，因此，废弃物的资源化利用也可看作可再生能源技术的一种形式。^①

传统可再生能源的开发利用模式主要是直接利用，而现代可再生能源开发利用模式主要是转化成电力、热力、燃料等二次能源后再进行利用，现代可再生能源的用途见表 1-1。

表 1-1 现代可再生能源的用途

能 源	供 热	电 力	燃料（固体燃料、液体燃料、气体燃料）
太 阳 能	√	√	
风 能		√	
地 热 能	√	√	
水 能		√	
生物质能	√	√	√

目前，开发利用可再生能源是国际能源领域的一个重点方向。全球可再生能源开发利用呈现出一些显著态势：可再生能源成为能源投资重点领域；全球主要经济体都高度重视可再生能源的发展；可再生能源仅在发电领域比重较高，在终端能源消费中所占比例还不大；全球可再生能源仍处于快速发展阶段；越来越多的经济体提出宏大的中远期可再生能源发展目标；可再生能源开发利用从由发达国家主导到发达国家、发展中国家“双轮驱动”等。^②

3. 关于可再生能源开发利用的争议

尽管在能源安全问题、环境问题日益突出的大背景下，采用现代技术手段开发利用可再生能源具有现实意义。但由于可再生能源自身存在一些不足，因此，关于是否大规模开发利用可再生能源，国内外一直存有争议。

① 在欧盟，垃圾依然不被看作生物质能。但在本书中，垃圾被看作城市中的一种重要生物质能。

② 国家可再生能源中心：《国际可再生能源发展报告（2014）》，中国环境科学出版社，2014。

最近，国内一些人对德国能源转型中遇到的问题发表了自己的看法，其中有一种观点将德国发展可再生能源与高电价、煤炭用量增加、能源对外依存度增加等没有相关性的事物联系在一起，试图用一种错误的因果关系来证明德国发展可再生能源的结果与初衷“背道而驰”。德国作为世界上可再生能源领域技术和政策的“标杆”国家，其得失成败对包括中国在内的所有有志于能源革命的国家都具有很强的示范性。有人不顾事实，甚至不惜以放大谣言的方式对其进行“阐释”，也许并非故意为之，但至少是出于立场的需要，本质上是对可再生能源发展道路的反对。^①

一般来说，对于开发利用可再生能源，各方都没有太大的异议，争论焦点主要集中在开发利用的规模上。

支持可再生能源开发利用的人士认为，可再生能源资源足以满足人类社会的需要，目前的主要问题是开发成本高、能源供给不稳定，但这些都是可以通过技术进步解决的。可再生能源不只可以大规模地开发利用，有些国家和地区甚至可以实现100%利用可再生能源。

“十年前，区域、城市和企业设定的20%可再生能源目标，就被认为是最前沿的。很少有人相信，几十年后能实现一个更高的目标，任何人都认为，100%可再生能源目标是激进的。然而到今天，在欧洲大部分地区、美国，及越来越多的发展中国家，100%可再生能源目标正在成为新的常态。”^②

反对大规模开发利用可再生能源的人士认为，尽管可再生能源资源理论储量很大，但由于分布面广，能量密度低，理论储量同实际可开发量存在很大的差异。同时，在可再生能源开发成本较高的大背景下，大规模开发利用可再生能源也不符合市场规律，难以得到民众的支持。

本书认为，在化石能源资源终将枯竭的前提下，未来大规模开发利用可再生能源的趋势不可逆转，但受可再生能源资源特点的影响，又不能完全依赖可再生能源。能耗总量不大的小城镇、农村比较适合大比例开发利用可再生能源。在能耗较大的大中城市，本地的可再生能源往往难以满足城市能源需求，这就要求从新能源的角度来保障能源消费需求——既要大规模开发利用可再生能源，又要重视利用核能等高效新能源，并重视应用以新技术开发

① 秦海岩：《可再生能源就要“赢”了》，《中国能源报》2014年8月25日。

② Diane Moss, “100% Renewable Energy: Becoming the New Normal?” Founding Director of Renewables 100 Policy Institute, February 22, 2013.

利用传统化石能源，如清洁煤、可燃冰等。

4. 关于可再生能源是“补充能源”还是“替代能源”的争议

按开发利用规模及在整个能源消费体系中所起作用的大小，可再生能源的作用可被分为两种：一是“补充”作用；二是“替代”作用。在化石能源占据能源消费绝对主流的背景下，可再生能源发挥的作用主要是充当“补充能源”。在化石能源消费总量受到控制，可再生能源所占比例日益提高的背景下，可再生能源所起的作用主要是“替代”化石能源。

目前，国内外对可再生能源是“补充能源”还是“替代能源”存在认知争议。在国内，尽管更多的政策提法是利用可再生能源“替代”化石能源，但在目前阶段，实际的政策导向很多是把可再生能源作为“补充能源”来引导的。

在国际上也有类似的认知困惑，如对德国保守的自由党政府来说，可再生能源是“补充能源”，而不是一种“替代能源”。但对于大多数的红—绿联盟来说，21 世纪的历程，是可再生能源“替代”其他化石能源的过程，这是气候战略的一部分。^①

随着可再生能源在能源消费中的比例不断提高，可再生能源也将逐步从“补充能源”转变成一种“替代能源”，发挥越来越大的作用。在可再生能源城市的建设过程中，可再生能源的主要作用是“替代”原有化石能源，属于毫无争议的“替代能源”。

二 可再生能源开发利用理论的研究路径

近年来，国内外关于可再生能源开发利用理论的研究非常多，可谓浩如烟海。这些研究大体上可以归为三类。

一是从理工科角度研究可再生能源技术。这类研究主要关注各种可再生能源技术本身，涵盖基础技术研究、应用技术研究等领域。这类研究的数量非常庞大，但不属于本书研究的重点。

二是从能源、经济、社会、环境、政治等角度研究可再生能源。由于可再生能源开发利用主要面临成本、技术、政策等瓶颈，大量相关研究都

^① Jacobsson S., Lauber V., “The Politics and Policy of Energy System Transformation – Explaining the German Diffusion of Renewable Energy Technology”, *Energy Policy*, Volume 3, 2006, p. 269; *Fuel and Energy Abstracts*, Volume 47, Issue 4, July 2006, p. 300.