

100% 可再生能源城市建设模式分析

娄伟

(中国社会科学院城市发展与环境研究所, 北京 100028)

摘要: 在传统化石能源日益枯竭及气候变化问题日益凸显的大背景下, 建设可再生能源城市是未来城市发展的必然趋势之一, 100% 可再生能源也将成为越来越多城市的选择。本文在系统研究国际上大量案例的基础上, 分析了100% 可再生能源城市的特点及规律, 归纳出低碳型与零碳型、完全型与专项型等多种100% 可再生能源城市建设模式。对于我国城市来说, 不是所有城市都适合走100% 可再生能源城市之路, 但未来必然有越来越多的城市转向100% 可再生能源的发展道路。

关键词: 可再生能源城市; 新能源城市; 100% 可再生能源城市

中图分类号: F426.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-2355(2013)09-0030-05

doi:10.3969/j.issn.1003-2355.2013.09.006

Abstract: Under the background of fossil fuels increasing depletion and climate change issues become increasingly prominent, the construction of new and renewable energy city is an inevitable trend in the future of city development. And 100% renewable energy becomes an option in more and more cities. This paper analyzes the characteristics and rules of 100% renewable energy city, sums up some construction of modes such as low-and zero-carbon types, complete and special types etc. For Chinese cities, not all cities are suitable for being 100% renewable energy city, but it is bound to have more and more cities to use 100% renewable energy in future.

Key words: Renewable energy city; New Energy City; 100% Renewable energy city

1 研究背景

国际能源署(IEA)2009年发布的一份报告认为, 城镇排放的二氧化碳占全球二氧化碳排放总量的七成左右, 因此城镇应在减少温室气体排放以及应对气候变化问题上发挥关键作用。经分析证明, 由于人们已经意识到气候变化带来的严重后果, 因此各国政府的减排措施得到越来越多城镇居民的支持, 这预示着城镇可以在应对气候变化方面大有作为。

近年来, 鉴于传统化石能源对环境的污染问题

及资源日渐枯竭的趋势, 新能源与可再生能源城市日益成为国内外城市建设的热点。

可再生能源城市是指电力、交通、供热与制冷等方面能源消费以可再生能源为主的城市, 可再生能源城市重视可再生能源产业的发展, 但核心是“技术应用”, 而不是“产品制造”。新能源城市包括可再生能源城市, 新能源城市不仅使用可再生能源, 也使用核能、氢能等新能源。

基于对核能的日益排斥, 欧美国家一般强调建设“可再生能源城市”, 如, 澳大利亚政府计划建设

收稿日期: 2013-07-07

基金项目: 中国社会科学院创新工程项目。

作者简介: 娄伟(1969-), 男, 中国社会科学院城市发展与环境研究所副研究员, 博士, 研究方向为新能源与可再生能源城市及城市规划。

7座开拓性的“太阳能城市”，美国密苏里州的哥伦比亚市建设可再生能源电力城市等。

而我国由于能源消费需求巨大，单独依赖可再生能源难以满足需求，需要重视核能等新能源的应用，因此，我国一般倡导的是建设“新能源城市”。近年来，国内很多城市争相打造“太阳能城市”、“可再生能源建筑应用示范城市”、“风能城市”、“新能源城市”、“新能源汽车示范城市”及“低碳城市”等。国家能源局也将新能源城市建设纳入“十二五”可再生能源规划，计划建设100座新能源城市，1000个新能源示范园区，以推动新能源技术在城市中的规模化应用。

在世界各地大力建设新能源与可再生能源城市的过程中，“100%可再生能源城市”概念也被提出，并受到广泛关注。

“100%可再生能源”是指零化石燃料及零核能燃料，是可再生能源城市的最高级形态。从狭义上理解，电力、交通、供暖与制冷三大领域的能源消费完全使用可再生能源的城市才能被称为100%可再生能源城市。但从广义上理解，100%可再生能源城市既可以涵盖城市所有能源消费领域，也可以是一个领域或某种能源类型，如，100%可再生能源电力城市、100%可再生能源建筑城市及100%太阳能城市等。

在研究方面，欧美国家近年来发布了一系列的关于100%可再生能源城市的研究报告，如世界未来理事会2010年发布的研究报告——《100%的可再生能源—超越—城市》。同时，也有众多的关于100%可再生能源方面的研究报告，虽说这些报告不是针对城市，但也可供研究参考，如世界自然基金会2011年发布的研究报告——《2050年100%可再生能源》、欧洲新能源协会2010年公布的《重新思考2050》报告等。

国际上专门研究100%可再生能源城市的论文与专著数量不多，但有一些研究可再生能源城市、零碳城市、100%可再生能源等相关方面的论文与专著，内容涉及100%可再生能源的理论、方法与经验等。其中，影响较大的是马克·Z·雅各布森和马克·A·德卢基发表在2009年11月出版的《科学美国人》上的《到2030年的可持续能源之路》一文。同时，另有大量研究可再生能源电力、可再生能源交通、可再生能源供热与制冷等方面的文献可供研

究参考。

国际上研究100%可再生能源城市的网站主要有“<http://www.go100percent.org/cms/>”及“<http://www.100percentrenewables.eu/>”等，网站上介绍了大量典型城市案例。

国内对100%可再生能源城市的研究较少，主要是一些介绍国外100%可再生能源城市建设实践的新闻以及对国外文献的翻译，如余岳峰等人发表在2009年第4期《上海节能》上的《丹麦腓特烈松市能源城100%可再生能源城——未来城市可再生能源之路》，以及李月翻译的丹麦亨利克·隆德(Henrik Lund)博士的专著——《可再生能源系统：100%可再生能源解决方案的选择与模型》等。研究性成果相对缺乏，只有少数几篇相关研究文献，如赵继龙和李冬发表在2009年16期《商场现代化》上的《零碳城市理念及设计策略分析》等。

在我国积极开发利用可再生能源及大力推动新能源城市建设的大背景下，一些有条件的区域将开始100%可再生能源城市的建设。结合国外理论与实践，研究100%可再生能源城市的建设模式，探索适合我国城市当前实际情况及未来发展趋势的100%可再生能源城市建设路径，为我国城市应对化石能源危机积累经验具有很强的必要性。

2 100%可再生能源城市建设现状

十年前，区域、城市和企业设定的20%可再生能源利用目标，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，在欧洲大部分地区及美国，以及越来越多的发展中国家，100%可再生能源的发展目标正在成为人们努力的方向。

近年来，欧美一些发达国家的城市提出了100%可再生能源目标，并采取一系列积极的推进措施，部分国家已建成一些带有典型示范意义的100%可再生能源城市（见表1）。

同时，国外也有大量城镇提出了建设100%可再生能源城市的目标，如德国柏林、慕尼黑、班贝格市，美国旧金山、夏威夷，丹麦哥本哈根市、腓特烈松市、森讷堡市，瑞典的哥特兰岛等。

我国也有城市开始积极探索建设100%可再生能源城镇的可能性及路径。如，根据上海市规划，“十二五”期间，崇明将建成一批风能、太阳能和生

物质能发电项目，投资主要来自政府和国家电网，装机容量将占全岛能耗的40%。到2020年，可再生能源电力装机将达到3200MW以上，相当于30座上海东海大桥风电场的装机规模；崇明饱和负荷约为1000MW，具备了零碳输入的条件。

3 国外100%可再生能源城市的主要模式

从目前国际上的实践经验来看，100%可再生能源城市有多种不同的模式，可以采取不同的分类方法予以区分。

3.1 完全型与专项型

从城市实现100%可再生能源的程度来区分，可分为完全型与专项型。在建设100%可再生能源城市时，一般都采用专项型与完全型两种模式进行规划。

完全型主要是指城市各方面的能源消费都来自可再生能源。城市能源消费主要集中在电力、交通、供暖与制冷三大领域，这三大领域的能源消费都使用可再生能源才能被称为完全型。由于完全型实现较困难，这种模式适用于德国小镇达尔德斯海姆一类的小型城镇，及少数可再生能源开发基础较好的大中城市，特别适用于那些地处偏远的小城镇或孤岛，如丹麦萨姆索岛等。目前完全型模式的主要难点在于交通领域的100%可再生能源化。

专项型主要是指在电力、交通、供暖与制冷三大领域的一个或两个领域实现100%可再生能源。目前，国际上所谓的100%可再生能源城市，主要是指100%可再生能源电力城市。由于专项型实现

表1 国际上有代表性的100%可再生能源城市

分类标准	城市	人口(万)	面积(km ²)	现状或目标	能源来源及主要类型
综合型	瑞典马尔默市(Malmö)	30.3	158.4	已实现该城市确立的100%可再生能源目标	利用太阳能、风能、垃圾发电
	丹麦提斯特德市(Thisted)	1.3	1098	已实现该城市确立的100%可再生能源目标	风能、太阳能、沼气、地热发电厂、生物质焚烧和工业余热
	德国小镇达尔德斯海姆(Dardesheim)	0.1		已经实现100%可再生能源热力及电力目标	太阳能、风能
100%可再生能源电力城市	意大利小镇瓦雷泽—利古雷(Varese Ligure)	0.24	136	2001年，就成为欧洲第一个电力100%可再生能源的城镇	风能、太阳能、小水电
	美国俄亥俄州辛辛那提市(Cincinnati)	213.8	206.1	第一个向市政公用设施提供100%绿色电力的美国主要城市	以较低价格购买绿色能源电力
	加拿大卡尔加里(Calgary)	109.68	789.9	2012年1月，100%绿色电力	风力发电，购买了部分绿色电力
	德国阿尔蔡(Alzey)	1.76	35.21	2010年实现100%可再生能源发电	开发利用多种可再生能源
岛屿类100%可再生能源城市	西班牙耶罗岛(El Hierro)	1	280	全球首个100%可再生能源岛屿	风电站、抽水蓄能电站
	丹麦罗兰岛(Lolland)	12.7	1243	100%电力自足，70%的热力自给	除了风电场、氢动力社区，还有第二代生物乙醇(海藻)燃料实验室、水电等清洁能源项目
	丹麦萨姆索岛(Samsoe)	0.4	114	可再生能源实现100%电力，满足70%的热能需求	电力来自风力发电，燃料来自太阳能、秸秆和木屑
按可再生能源类型划分的100%可再生能源城市	美国密苏里州岩石港(Rock Port)	0.13	7.17	第一个100%风力发电的美国城市	风力发电
	美国佛罗里达州白考克牧场市(Babcock Ranch)	规划容纳18000个家庭	68.8	计划建成世界第一座太阳能发电城市——“明日之城”	太阳能发电
	奥地利居兴镇(Guessing)	2.7	49.31	2001年，“居兴镇生物质能厂”建立，实现了能源供给自足	太阳能、生物质能
	冰岛雷克雅未克(Reykjavik)	11.48	274.5	全部利用地热取暖	地热
一次性规划型100%可再生能源城市	阿联酋马斯达城(Masdar)	4(规划容量)	6	沙漠里的零碳城市，新城第一阶段将于2015年完成，整个项目预计2025年完工	太阳能和风能

相对容易,适用于各种类型的城市,特别是对大中型城市来说,这种模式更具可操作性。

3.2 低碳型与零碳(碳中和)型

从碳排放的角度区分,可分为低碳型和零碳(碳中和)型。

低碳型是指碳排放量较低的100%可再生能源城市。一般是指在城市电力、交通、建筑、供热或制冷等领域中,一项或多项实现100%可再生能源的城市。这类城市的实现相对容易,其中,100%可再生能源电力城市是主要建设模式。如旧金山提出的2020年实现100%绿色电力目标。

零碳(碳中和)型是指城市不仅通过100%使用风能、太阳能、沼气及海洋能等可再生能源,大力减少碳排放,并通过植树等措施予以“中和”余下的二氧化碳。该类城市一般同绿色城市、生态城市建设联系较密切,实现难度较大。如哥本哈根市提出的2025年成为世界上第一个零碳排放城市目标。

3.3 能源自给自足型与部分依赖外购型

从能源供给的能力进行分类,可分为能源自给自足型与部分依赖外购型。

能源自给自足型是指城市自身生产的可再生能源足以满足城市的能源需求。该种模式适用于地处偏远,可再生能源资源又较为丰富的小城镇或孤立的岛屿,且该类城镇一般没有钢铁厂等大的能耗企业。如已经实现100%可再生能源供给的丹麦萨姆索岛等。

部分依赖外购型是指城市本地的可再生能源供应不能满足城市的能耗需求,需要从外地购买部分甚至全部绿色电力及生物柴油等。这种模式的特点是城镇规模大,或者区域内可再生能源资源相对缺乏,在建设该类型的100%可再生能源城镇时,需要考虑周围区域可再生能源的供给情况,以及如何降低购买成本。

3.4 交通便利型与偏远孤立型

从城市地理位置特点来区分,可分为交通便利型与偏远孤立型。

交通便利型城市利用外地能源较为容易,成本也相对较低,在自身可再生能源供给不足的情况下,可考虑外购措施。

由于偏远孤立型特别是独立岛屿型城镇的能源供给相对独立,人口规模小,对可再生能源需求较少,实现100%可再生能源也相对容易。该类城市

的最大特点是强调能源的独立性,在充分利用本地风能、太阳能及潮汐能的基础上,实现能源自给。如全球首个100%可再生能源岛屿——西班牙耶罗岛、丹麦的萨姆索岛与洛兰岛等。

3.5 单一能源类型

从可再生能源类型的角度来区分,可分为太阳能城市、生物质能城市、风能城市和地热能城市等。该类城市的特点是,城市所在区域的某一种可再生能源资源极其丰富,其中,由于太阳能光伏发电适用的广泛性,100%太阳能城市最有可能实现。如世界第一座太阳能发电城市——白考克牧场市,就位于被称为“阳光之州”的佛罗里达州;美国第一个100%风力发电城市——岩石港市位于密苏里州,由美国能源部出版的自然资源分布图显示,该区域是密苏里州风力资源极其丰富的地区。

3.6 大中城市型、小城镇型与社区类型

按城市大小划分,可分为100%使用可再生能源的大中城市、100%使用可再生能源的小城镇,以及100%使用可再生能源的社区等。

建设100%可再生能源城市需要从社区做起,社区面积虽小,但在空间布局等规划方面,应是一个城市的缩小版。例如,英国“贝丁顿零化石能源发展”社区的设计理念就是围绕“零碳”二字,整个小区只使用可再生资源,就能满足居民生活所需。主要措施包括:成本低廉的示范建筑、零能耗的采暖系统、零排放的能源供应系统、循环利用的节水系统和绿色出行模式等。

3.7 能源替代型与全新规划型

从城市新旧的角度来区分,可分为传统城市能源替代型与一次性新规划城市。

传统能源替代型,是指用可再生能源替代城市原来使用的化石能源,改变城市能源结构,绝大多数城市在构建100%可再生能源城市时,都将采用这种模式。

全新规划型,是指在新建或重建的城市中,不受原有城市能源利用模式的制约,全新规划可再生能源的利用。如沙漠里的零碳城市——阿联酋“马斯达城”,该城是一次性规划的新城,于2008年初开始兴建,总投资约为220亿美元。建成后,这座城市将完全依赖太阳能和风能等可再生能源,城里没有汽车,绿树成荫,整座城市将实现零废物与零碳排放,预计将可以容纳4万居民及数百家商业

机构。马斯达尔城市规划方法的七个最重要特征包括：重视能源效率、地区和社区的整合、低层且高密度、充满活力的公共领域、行人友好型交通，高品质的生活和便捷的公共交通。

一次性新规划的城市具有规划优势，可以使用面向未来的新理念、新技术与新方法，有利于实现100%可再生能源，但成本高且受地理空间的局限。因此，绝大多数100%可再生能源城市规划都来自对传统城市规划及能源规划的创新。

4 经验借鉴

从世界各国建设100%可再生能源城市的情况看，100%更多的是一个励志目标及美好愿景。目前，几乎所有自称为100%可再生能源城市并不是真正意义上的使用100%可再生能源，部分能源的消耗并没有统计在内。例如，在澳大利亚一些学者提出100%可再生能源目标的城市中，占总量60~70%的使用在商业和服务业的能源通常不包括在计算中，但在市政府统计中，与交通能源一起被列入总的能源消费中。

建设100%可再生能源城市，需要政府的引导与规划，需要公众的大力支持，需要关注社会、经济、技术、环境及政治等要素的可行性，采用符合当地特点的100%可再生能源城市模式。结合国外100%可再生能源城市建设模式及经验，我国需要关注以下几个方面。

(1) 建设少数100%可再生能源城市试点。由于建设100%可再生能源城市要求较高，目前，国际上对100%使用可再生能源问题存有较大争议，有赞成，也有激烈反对的。我国也只有少数有条件的城市可以进行100%可再生能源城市试点建设，绝大多数城市短期内不可能，也没有必要建设100%可再生能源城市。

(2) 模式多样。由于每个城市有着自身的可再生能源资源禀赋特点及能源结构基础，每个城市的100%可再生能源规划应是各有特点的，不能照搬其他城市的模式。应围绕电力、交通、供暖与制冷三大领域，选择综合型或是专项型模式。

(3) 分类实施。小城镇应是100%可再生能源城市的建设主体。100%可再生能源城市对可再生能源的资源禀赋要求较高，大中城市难以满足，可再生能源资源丰富的小城镇相对容易实现。德国的小城镇是该发展模式的楷模，如德国柏林周边的小

镇费尔达姆(Feldheim)已经实现了100%可再生能源发电。

地理位置偏远的城镇或孤立的岛屿应是目前建设100%可再生能源城市的重点。由于这些区域使用传统化石能源的成本较高，使用可再生能源既能避开成本问题，也能充分开发当地的可再生能源资源。

大中城市建设100%可再生能源电力城市相对容易实现。大中城市由于能源需求大，可考虑专项型模式——100%可再生能源电力模式。由于绿色电力可以通过购买实现，这种模式有利于克服大中城市可再生能源资源不足的障碍。

重视100%可再生能源社区规划。对于一座城市来说，实现100%利用可再生能源，面临诸多制约因素，但在一个社区实现100%可再生能源则容易得多，也能为整个城市积累经验。

(4) 重视城市的可持续发展。要实现城市的可持续发展，无论选择哪种模式，都要关注以下几个方面。资源方面，要根据城市可再生能源资源禀赋的特征，选择符合地方特色的100%可再生能源城市建设模式；环境生态方面，要与绿色生态城市建设相结合，与低碳城市、绿色城市及生态城市相互补充、相互支持；经济方面，要落实经济可行性，通过成本控制与核算，降低100%可再生能源城市的成本，要重视具体项目的落实；社会方面，目前建设100%可再生能源城市的成本相对较高，需要公众承担更多的社会责任，并予以理解与支持。同时，也要通过创造新的就业机会等措施，以推动公众的接受；技术方面，要充分利用资讯科技，加强智慧城市建设；政治方面，城市政府需要积极制定相关政策，以规范和引导100%可再生能源城市的建设。

参考文献：

- [1] International Energy Agency(IEA). Cities, towns & Renewable energy[R]. 2009.
- [2] 100% Renewable Energy for Cities[DB/OL]. <http://www.futurepolicy.org/2801.html>.
- [3] 唱“绿岛小夜曲”，建“绿色生态岛”——崇明岛就地取用五大绿能，集成示范智能电网，2020年有望实现“零碳输入”[N]. 新民晚报, 2011-10-11.
- [4] The Global Centre of Future Energy. Masdar: The Reality of Future Energy[R]. April 2011:6-11.
- [5] World Future Council. 100% Renewable Energy-and Beyond-For Cities[R]. 2010:6.

100%可再生能源城市建设模式分析

作者: [娄伟](#),
作者单位: [中国社会科学院城市发展与环境研究所, 北京, 100028](#)
刊名: [中国能源](#) 
英文刊名: [Energy of China](#)
年, 卷(期): 2013, 35(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgny201309007.aspx