

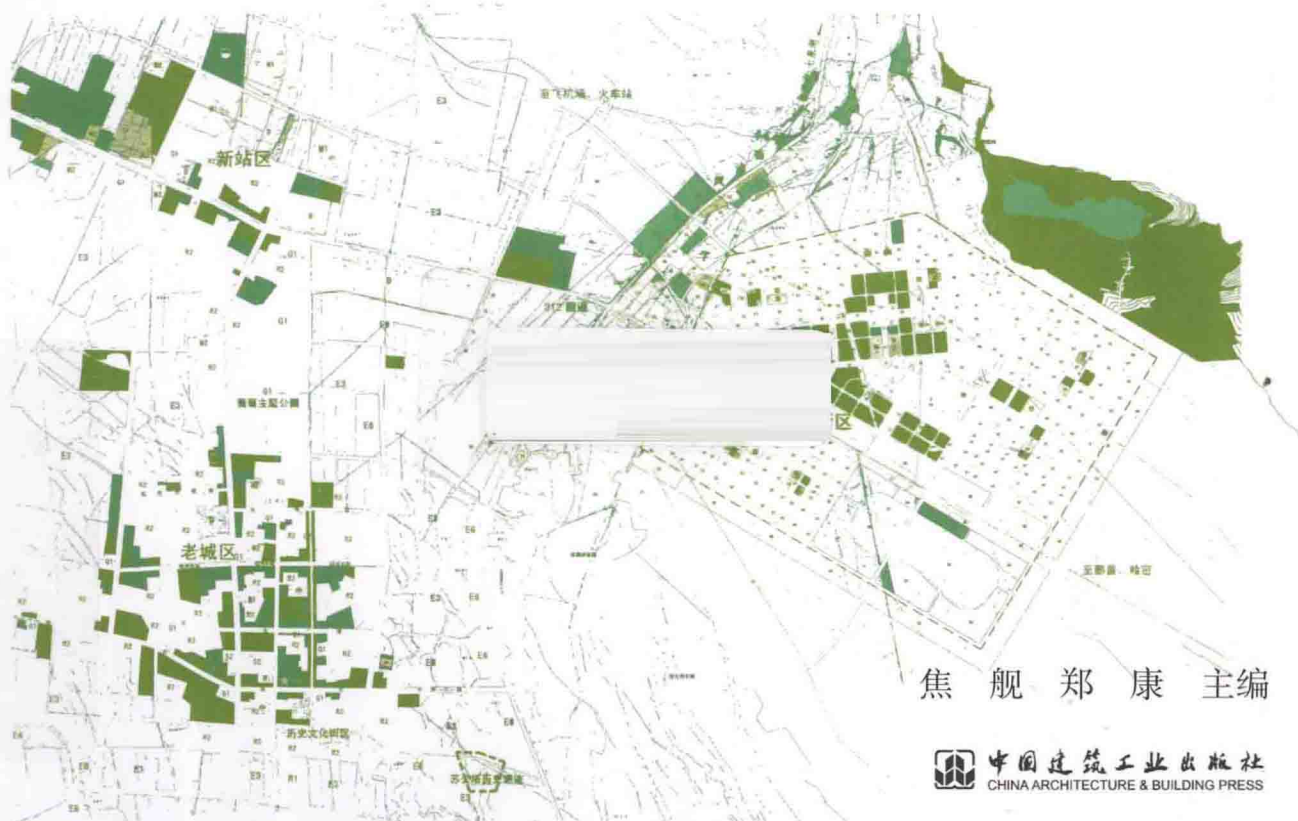
太阳能生态城市建设系列丛书

CONSTRUCTION ON SOLAR ECO-CITY SERIES

汪光焘 主编

太阳能生态城设计

SOLAR ECO-CITY DESIGN



焦 舰 郑 康 主编



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

太阳能生态城设计 / 焦舰, 郑康主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013.4

(太阳能生态城市建设系列丛书)

ISBN 978-7-112-15101-1

I. ①太… II. ①焦…②郑… III. ①太阳能建筑—建筑设计

IV. ①TU29

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第023838号

本书由北京市建筑设计研究院有限公司完成, 涵盖了从规划到建筑设计及实施过程。

全书共5章内容, 包括: 总则、规划及建筑设计原则、规划及建筑设计工作方法
与程序、基于太阳能资源利用的规划设计、基于太阳能资源利用的建筑设计, 适合广大建筑设计人员阅读使用。

责任编辑: 张伯熙 毕凤鸣

责任校对: 肖 剑 关 健

太阳能生态城市建设系列丛书

汪光焘 主编

太阳能生态城设计

焦 舰 郑 康 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京盛通印刷股份有限公司印刷

*

开本: 889×1194毫米 1/20 印张: 8% 字数: 166千字

2013年6月第一版 2013年6月第一次印刷

定价: 82.00元

ISBN 978-7-112-15101-1

(23193)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

目录 Contents

序言

前言

第一章	总 则	2
	一、以太阳能资源利用为重点的可持续发展城市	3
	二、导则编制的主要思路	5
第二章	规划及建筑设计原则	6
	一、因地制宜的原则	7
	二、技术整合的原则	10
	三、资源合理利用的原则	11
第三章	规划及建筑设计工作方法程序	14
	一、以资源分析为基础	15
	（一）地理气候特点	15
	（二）历史文化特色	16
	二、以研究为带动	17
	三、指标控制	19

	四、整合的团队	20
第四章	基于太阳能资源利用的规划设计	22
	一、设计原则	23
	（一）以研究为基础，从概念规划入手	23
	（二）以建立可持续发展的生态城市为总体性目标	24
	（三）发挥可再生能源主动地位，以太阳能资源利用为主导	27
	（四）建立适宜的指标体系	29
	（五）多专业领域团队的协作设计	32
	二、概念规划阶段	33
	（一）概念规划	33
	（二）专题研究	50
	三、法定规划阶段的相关内容	52
	（一）常规的规划内容	52
	（二）基于太阳能资源利用的规划设计思路	53
第五章	基于太阳能资源利用的建筑设计	78
	一、设计原则	79

(一) 以规划为基础	79
(二) 被动优先主动优化	80
(三) 太阳能建筑一体化	80
二、前期技术分析及建筑方案	81
(一) 前期的技术分析	81
(二) 建筑设计	93
(三) 功能、技术和形式的整合设计	105
三、深化设计	107
(一) 太阳能与建筑一体化建筑构造设计	107
(二) 太阳能光热的技术设计	113
(三) 太阳能光电研究与设计	125
附录	139

附录一 参考资料	140
附录二 吐鲁番市新区充分结合太阳能的方案设计图示	141
一、概念规划阶段	141
二、方案设计阶段	145
三、实施方案	147

太阳能生态城市建设系列丛书
CONSTRUCTION ON SOLAR ECO-CITY SERIES

汪光焘 主编

太阳能生态城设计

SOLAR ECO-CITY DESIGN

焦 舰 郑 康 主编

第一章

总 则

一、以太阳能资源利用为重点的可持续发展城市

城市的可持续发展是现在人类社会共同面临的宏大的问题，它涵盖了气候与地理、社会制度、产业格局、历史、经济、人的生活模式、资源的使用、交通、建筑等各个层面，是个非常具有战略性和综合性的问题。所以当我们研究一个城市的改造、更新，或者规划一个新的城区时，这些层面的问题都不可遗漏，需要全面地调查、深入地研究，得出纲领性的思路，并以这个思路为指导，把对这些问题的态度、策略纳入到一个系统的规划中去。在调研中，对于城市或者城区的具体特点、问题，尤其要加以关注，并在后续工作中将其作为重点。比如独特的气候特点、资源优劣势、环境、历史、经济发展的程度等等。

如今，世界上各个国家都在进行生态城的实践探索。人类社会发展了几千年，每一个城市就像一个有机体生长、更新甚至消亡。历史表明，城市和生态环境的关系一旦失衡，人类就会最终遭殃。实际上在人类的历史上，多次出现一个人类的聚落因为环境的枯竭而崩溃。随着人类对抗和利用自然的能力的提高，虽然抵抗风险的能力也大大提升了，但危机的破坏力也呈几何级数增长。

生态城概念的兴起是要应对近百年来，人类的发展对环境和人的过度侵害与干扰，以达到环境和人的和平共处，从而实现可持续发展的最终目标。所以生态城不是一个可以机械复制的模式，甚至可以说因地制宜是衡量一个生态城是否成功的最重要的标准之一。

由于受到能源危机的冲击，人们开始反思过去几十年对于大尺度建筑的

追求，对于利用设备创造的室内人工环境的依赖，反思国际化的建筑很少考虑气候风土、地域特点，而产生了大量的无个性、无文化的建筑，从而形成一种“千城同貌”的现实。所谓“绿色建筑”的最高境界是完美响应环境，包括地理、气候等的建筑。许多人发现，古代遗留下来的一些生长在各种气候下的传统民居，往往有着极高超的自然环境设计智慧，值得现代建筑引以为圭臬。

对技术的态度也开始以“因地制宜”为重。技术是“中性”的，没有绝对的好坏。所以既不能过度宣扬高技术，也不能排斥对先进技术的合理使用。

在开始一个生态城的建设之前，对城市的基础条件的调研是第一步，分析其优势和劣势方面。但也要清醒地认识到，优势、劣势都是相对的，要深入地分析转化的条件，以做到扬长避短、因势利导。

2008年秋，由国际欧亚科学院院士、中国科学中心主席团常务副主席、城市科学部主任汪光焘先生主持的联合研究团队——可持续城市发展研究中心——逐步开始了吐鲁番市可持续新区的研究、规划和设计工作。探索建设一个适应中国西部特点的可持

吐鲁番新区案例

中心在吐鲁番的工作是以吐鲁番市新区起步区的建设为试点，结合当地气候文化特点、充分利用当地太阳能等可再生能源的优势，研究太阳能光电、光热等可再生能源技术在城市建筑中的综合应用，研究太阳能发电的应用、并网、回输的系统技术，创新能源管理体制，以此为基础发展绿色建筑及绿色交通体系，推进城市绿色产业发展，并建立数字生态城市的管理体系，建设充分利用可再生能源的新型城市。探索一种充分利用可再生能源的低能耗、低排放的新型城市可持续发展模式。

吐鲁番市新区位于老城的东面，规划占地面积 7.8hm^2 。该地区最大的特点之一是气候干燥、太阳能资源比较丰富，新区地处戈壁滩。在经过深入地考察研究之后，研究团队确定了建立以太阳能资源利用为重点的可持续发展城市的目标，同时满足现今生态城市的共识性的目标要求。

吐鲁番市新区起步区一期示范区总建筑面积为 754000m^2 ，光伏板装机容量可达到 13.4MW ，光伏年发电量可达到 $15808000\text{kW}\cdot\text{h}$ ，研究计算数据发现光伏发电量

约可达到该区当今水平住宅用电量的1.4倍，太阳能产电、产热除满足住户的使用需求外，还可满足区内绿色公交用电的要求。

此项目经过参与各方的努力，现已被列为新疆“自治区和谐生态城区和城乡一体化建设示范区”，得到了国家能源局“支持新疆吐鲁番市新区创建国家新能源示范城市”的批复。项目于2010年开工，一期起步区已经完成。该示范区已成为综合可再生能源利用、绿色建筑、智能微网、气象监测与预报等各个领域的探索的典型，并对中国西部地区具有示范价值。

整个吐鲁番市可持续新区的研究及起步区建筑的工作历时近四年，在这四年中研究工作一直没有间断，得到了“能源基金会”的支持。这些研究充分地与设计实践结合在一起，互为调整的依据。到2012年，所有研究工作已经基本完成，一期起步区的建设工作也已完成，并开始收集数据及整理资料，以对研究进行验证。基于我们在吐鲁番市新区工作的经验，“能源基金会”委托我们编制一份可以指导类似项目的实施导则。按照此思路我们编制了本书，**希望本书能成为一本“基于太阳能资源利用的规划和建筑设计”的导则。**

二、导则编制的主要思路

本导则以吐鲁番市新区的经验成果为例，对整个基于太阳能资源利用的规划与建筑设计进行总结、提炼，为此类的工作提供方法的借鉴。导则中作为例证的参数、技术措施、图等都是针对吐鲁番市新区这个项目的。导则会论述选择参数的依据，采取某种措施及设计的思路。但这些参数、措施和图并不希望被直接引用，每一个具体的项目都有它适宜的一套技术措施，导则提供技术路线供参考，并且希望通过更多的项目得到改进。

吐鲁番市新区案例

鉴于以上思路，本导则的结构分为规划和建筑两个部分，每个部分均不试图涵盖生态城市或者绿色建筑的所有方面，而是围绕充分利用太阳能的可持续新区这一特点进行论述。导则以带有较宏观视野的建筑设计为中心，来论述规划的问题。这是一本主要面向建筑师和建筑工程师的导则。每个章节的基本结构又分为两个部分，第一部分是论述提炼总结出来的基本思路和工作方法，第二部分是将从吐鲁番市新区这个项目作为例证进行介绍。

第二章

规划及建筑设计原则

一、因地制宜的原则

在Douglas Farr的《Sustainable Urbanism——Urban Design With Nature》一书中提到“all sustainability is local”所有的可持续都是本地的。这也就是我们此节所说的因地制宜。

我们工作的最终目标是城市和人的生活的可持续发展，那么我们需要弄明白，具体的这个城市怎么啦？它现在存在什么样的问题？它拥有什么样的独特资源？人们现在的生活方式是怎样的？而他们又向往些什么？这个城市对未来发展的规划是怎么样的？我们要尽可能全面地收集资料，将这些资料归类整理，从中找出这个城市本质性的东西。

在这些本质性的东西的基础上，才能建立战略性的判断，包括对这个城市可持续发展的目标和计划。

现在国内外经常提到“生态城市”的概念，并有一些实践。生态城市的概念是在20世纪70年代由联合国教科文组织提出。它将城市看作一个以人为主体的复杂的生态系统，是一个层级的结构。而我们现在建设的生态城的概念，来自于俄罗斯生态学家O.Yanitsky，是基于生态理念的一种理想化的城市模型，在保持人与环境和谐的前提下，创造优美、洁净、充满活力的可持续城市。所以早期的生态城以调节人居住环境的生态系统为重点，使城市的生态达到有机循环的理想。至今生态城的概念提出20年了，我们不应该忘记这个初衷。绿色建筑是生态城市系统中的重要的子系统，并且和其他系统紧密相连。但生态城市不是一个可以到处复制的固定模式，绿色建筑也不仅仅是满足一套标准。中国与美国、欧洲是不同的，从地理、气候、资源状况

到社会组织模式及人文方面都有很大的区别。而在中国，各个城市之间也有很大的差异。对于有的城市，生态修复是最迫切的问题，比如那些因为过度开采而千疮百孔的地方，严重的土地污染、水体污染已经威胁到了人的健康的地方。而一些污染严重的城市，只有进行产业升级或调整才可能遏制住污染源。

近年来，随着我国经济和社会的高速发展，各地都在进行着大量的建筑工程建设，但是，许多地方的建筑并没有考虑本地的文化及环境特征，建筑趋同化严重，盲目求新求异，导致建筑既丧失地域传统风格，又造成严重的能源和资源浪费，在健康性上也大打折扣。

虽然中国现在做的很多生态城是新城区，但这并不意味着就是一张白纸，虽然一般来说将一个新城区做成生态城相对将一个已存在的城市改造成生态城市更容易一些，但仍然有必要投入大量的精力去做分析，以作为新城规划理念的思路。

对于一个“可持续的新区”，有一些是基本的，如污染的控制、资源的节约等，除此之外，还需要一些面对未来的战略性的部署，有一些“时间轴”上的规划，在做这个考虑时，不但要扎根于本地情况，整个社会未来的发展、周边的环境也是不可忽视的重要因素。

吐鲁番地区具有鲜明的地域文化特色，该地区的气候、地质环境特点突出；另一方面，吐鲁番在我国西部，特别是新疆地区，其民族文化特征和干旱荒漠环境特点，又有着很强的典型性、代表性。因此，在吐鲁番新区项目中，围绕生态理念进行建筑的规划与设计，能够在理念、方法和技术层面进行有益尝试，从而总结和积累经验。

因此，如何实现根据本地特点，采用科学营造的方法，因地制宜地建设一个生态绿色的新区，是此项目的一项重要内容。

吐鲁番新区抓住“分布式”能源作为自己的特点，杰里米·里夫金在其著名的《第三次工业革命》一书中描绘了这样的蓝图：

未来，每一处建筑都会转变成能就地收集可再生能源的迷你能量采集器；

未来，将每一大洲的建筑转化为微型发电厂，以便就地收集可再生能源；
将氢和其他可储存能源储存在建筑里，利用社会全部的基础设施来储藏
间歇性可再生能源；

未来，利用互联网技术将全球的电力网转化为能源共享网络，工作原理
就像互联网一样；

未来，汽车、公交车、卡车、火车等构成的全球运输模式，将变成插电
式和燃料电池型以可再生能源为动力的运输工具构成的交通运输网；

未来25年内，数百万的建筑—家庭住房、办公场所、大型商场、工业技
术园区将会既可作为发电厂，也可以作为住所；

未来，家庭居民可以在自己的房顶上安装太阳能电池板，这些电池板能生
产出足够的电力，满足房子所需的电能。如果有剩余，则可以出售给发电厂。

这个蓝图已经在欧洲逐步得到实现，并得到越来越多的人认同，这将是
解决能源问题、环境问题和气候问题的重要措施。吐鲁番新区就是呼应这样
的蓝图，探索适合我国国情的切实的解决方案。

吐鲁番新区案例

吐鲁番新区有以下优势来实践这一探索：

1) 地理优势：吐鲁番新区位于中国的西北边疆，是我国西部开发的重要省份，
在对其周边国家的对外交流上，也占据着重要地位。而吐鲁番又毗邻新疆维吾尔自治
区首府乌鲁木齐，离其只有2小时车途，被定位为乌鲁木齐的副中心，是古丝绸之路
的重要节点。它的探索经验对于中国西部，广大经济欠发达地区的可持续城市建设，
具有现实的借鉴作用。

2) 气候与资源优势：新疆土地广袤，蕴含着丰富的自然资源，可与我国中部及
东部地区构成优势互补。吐鲁番盆地属于独特的暖温带干旱荒漠气候。主要特点是：
干燥、高温、多风。盆地内，年日照时数长、蒸发量大、降水量少但局地性强，吐鲁
番盆地素有“火洲”之称。这种气候条件对于充分利用太阳能资源比较有利。

3) 项目优势：现在已经建设的一期的起步区示范区，大部分是造价低廉的保障性
住房，从一开始我们的宗旨是不做盲目昂贵的生态新城，充分分析政策，立足市场运行
机制，寻找适应当地特点的适宜模式。吐鲁番市的经济水平接近但略低于全国平均水
平。在这样的地区能够成功利用可再生能源，将为西部广大类似地区提供借鉴。而且从

近些年来看，吐鲁番经济一直在以比较快的速度增加，也需要有面向未来的视野，考虑城市的可持续发展的问题。

旅游产业是吐鲁番的主要产业，虽然每年的游客总量很大，但由于大部分景点分散在城区外部，游客很少在吐鲁番住宿，所以旅游未能充分发挥对经济的带动作用。而如果能够将吐鲁番市成功建设成充分利用太阳能的城市，则当地的旅游资源除自然及人文景观外，还能开发出商务考察的项目。那么将这些旅游资源的整合，可以极大地增加旅游对经济的带动能力。

4) 政策优势：政府非常重视新疆维吾尔自治区的综合发展，并对其给予了力度较大的政策倾斜。在2008年，国务院发布了《关于进一步促进新疆经济社会发展若干问题的意见》，对新疆现在及未来的经济和社会发展，起到了巨大的推动作用。而吐鲁番新区这个项目得到各级领导的高度重视，给予了资金和政策保障。吐鲁番新区于2009年3月被新疆维吾尔自治区人民政府列为“自治区和谐生态城区和城乡一体化示范区”。2009年7月得到新疆维吾尔自治区人民政府批准的《吐鲁番市新区总体规划》。2010年4月，获得“国家能源局关于新疆吐鲁番市新区创建国家新能源示范城市的复函”。2012年1月获得国家发展改革委、国家能源局、国家电监会《关于新疆吐鲁番新能源城市微电网示范项目的批复》，成为国内第一个智能光电微电网试点项目。

二、技术整合的原则

一个因地制宜的可持续新城，它的目标不是单一的，以指标体系的方式分析目标，包括用地规划、交通规划、资源利用、生态环境等几大方面。即便一个单一的指标，支配其实现的途径也是综合的、多方位的。在我们现实的工作中，往往是各种技术的堆砌，盲目追求高新技术，而忽视了技术只是手段，它的最终目标是一个可持续的指标——比如节约某种资源、环境的恢复与保护等。每个目标都有其一套支持的技术体系，这个体系由一系列单一的技术和策略组成；也可能出现这样的情况：某一项技术对某个目标能够起到正面的作用，而对另一个目标的作用是负面的，这就需要更深入地分析、选择。这也是整合过程中不可忽略的内容。

太阳能的充分利用是吐鲁番新区的一个重要目标，这个目标绝不是在屋顶上安装太阳能板就能达到的，要做到以务实科学的态度充分利用太阳能，需要以规划为带动，在规划设计、建筑设计及技术系统的设计中，综合各种要素，在不同的层级做出判断，选择适宜的方案。

三、资源合理利用的原则

确定一个生态城资源利用的总体思路，是建立在对本地资源情况分析的基础上的，而且要做到合理利用，要考虑到以下问题：

1) **本地资源的相互影响**。有些资源的使用，需要其他资源的支撑。比如页岩气的开采就需要大量的水。

2) **本地具体的气候、地理条件的限制**。有些资源的使用有特定的限定性因素。比如地源热泵，土壤能够达到全年热量的平衡是关键，这就对气候及土壤条件有选择性要求。

3) **对生态环境的影响**。很多措施和技术会对生态环境带来影响，有些是环保的，有些是对环境有利有弊的。比如，为了净化水体引入的外来物种，就可能破坏当地物种的平衡，甚至自身成为灾害。再比如，风力发电是清洁的可再生能源，但风力发电机会对鸟类产生不利影响。

4) **当地的经济、交通等条件**。尤其在考虑大规模地采用一些高成本的策略和技术时，需深入进行经济可行性分析。

5) **当地的管理水平和技术水准**。生态城的建设是一项非常综合的工作，需要政府的前期推动和过程中的协调，也需要不同领域的技术力量的支持。

6) **策略和技术的成熟度**。现在各项可再生能源的技术发展水平不一。有一些相对成熟，已经被社会和市场充分接受，如各种被动的绿色设计策略，太阳能热水等，而也有一些试验性很强，自身还需要逐步成熟完善。不要用僵化的标准去做选择，而要本着开放、务实的态度进行分析。

根据比较分析，确定吐鲁番新区中住宅太阳能利用的整体概念及原则为：

- 1) 采用光热与光电相结合的原则；
- 2) 太阳能光热产热实行满足用户自身需求的原则，不进行统一管理；
- 3) 太阳能光电产电将进行统一管理，实行用户计量、回归使用原则。

同时，为了达到“环境友好、造福百姓”的目的，实现充分利用太阳能资源，让老百姓得到实惠，对太阳能所发电量的使用策略上还确定了以下内容：

- 1) 社区利用太阳能资源产生的电能最大程度在社区内部使用；
- 2) 社区住宅优惠用电；
- 3) 住宅使用的余电用于社区绿色交通。

具体的分析过程，本书后面给予详细论述。