

绿色能源技术应用适用性评价体系再探^{*}

——以广州海珠生态城绿色能源系统规划为例

Discussion of the Applicability Evaluation System of Green Energy Technology :
Case of the Planning of Green Energy System in Guangzhou Haizhu Eco-city

郑晓萍
Zheng Xiaoping

摘要 文章从绿色市政的内涵及意义出发,借鉴国内外先进城市发展经验,分析绿色能源利用技术的作用机理及使用特性,研究和制定有效的适用性评价体系,并依据该体系以广州海珠生态城绿色能源规划为例进行初步评价。通过绿色能源技术适用性评价体系的建立,为实现低碳城市提供市政方面的技术支撑。

关键词 低碳城市 ;绿色市政 ;绿色能源 ;适用性评价

ABSTRACT From the concept of green civics, the paper studied the international experiences, analysed the mechanism and characteristics of the green resource technologies, and tried to propose an effective applicability evaluation system. The system has been used to evaluate the applicability of Ecology Planning of Guangzhou Haizhu Eco City. By evaluation, the paper suggested the municipal technical supports to realize Low-carbon city.

KEY WORDS Low-carbon city; green civics; green energy; applicability evaluation

* 广东省科技计划项目:广州市海珠生态城低碳建设技术集成与示范,项目编号:2012A010800011。

中图分类号 TU984.18

文献标识码 A

DOI 10.3969/j.issn.1000-0232.2015.03.119

文章编号 1000-0232(2015)03-0119-05

作者简介 广州市城市规划勘测设计研究院,高级工程师,电子邮箱:super@gzpi.com.cn

1 引言

能源是人类发展历程中不可或缺的推动力。然而,随着化石能源的使用量日益增加,产生了一系列诸如温室效应、酸雨、粉尘等环境问题。面对巨大的能源需求和环境保护的巨大压力,绿色能源成为当今社会关注的焦点,其推广应用已成必然趋势。

2012年初,广州提出“12338”的战略布署,确立了“率先转型升级、建设幸福广州”的奋斗目标,进而提出了以低碳经济、智慧城市、幸福生活为理念建设“海珠生态城”的要求。低碳生态城市是以低能耗、低污染、

低排放为标志的节能、环保型城市。低能耗是低碳生态城市的重要标志,它的技术内涵是以绿色能源利用技术手段超越传统技术实现城市发展,对资源和能源进行可再生利用,实现资源的多层次利用。

目前,绿色能源利用技术多种多样,部分高效能源利用技术国内也不乏研究及应用,然而对绿色能源系统的适用性评价的研究却依旧比较匮乏,城区应如何因地制宜地选择绿色能源技术仍缺乏有效指引。

为了更好地指导绿色能源利用技术的合理应用,本文结合绿色能源系统的作用机理及使用特性,对建立绿

色能源系统的适用性评价技术体系进行探讨，并以广州海珠生态城绿色能源规划为例进行了初步评价。

2 国内外动向

从世界范围看，一些发达国家和地区的绿色能源技术也是停留在实践示范阶段，还未在国家、城市层面上形成系统性、普适性的应用。中国在可持续发展观的指导下，也在积极探索绿色能源技术的合理应用。当前各地都建设了相关示范区，以试点的形式对部分绿色能源技术进行实践应用。各试点的应用效果好坏参半，国内也不乏经验总结和借鉴，但至今仍未建立一个技术适用性的评价体系来引导各地绿色能源技术的建设和应用。

在英国，伦敦萨顿区政府结合城市规划的指引，将废地充分利用起来建立了贝丁顿生态社区，实现了零排放的能源供应系统；在瑞典，斯德哥尔摩哈马比社区（Hammarby Community）是欧洲众多低碳社区试验项目中的优秀典范，受到了全世界的关注；在丹麦Beder，居民自发组织建设了一个太阳风社区（Sun&Wind Community），在公共住宅和可再生能源利用方面提供了有形的示范。中国上海崇明东滩生态城，将有望成为世界上第一个碳中和区域；中新天津生态城是世界上第一座国家间合作开发建设的生态城市，是当今世界上最大的生态宜居的示范新城。

总结上述国内外先进城市发展经验，在进行低碳绿色能源利用技术规划时应做到：

（1）充分结合城市的自然禀赋，深入挖掘本地资源，因地制宜，采用合理的、合适的能源开发利用方式，实现资源能源的高效利用。

（2）借鉴上述社区理论及实践研究框架，研究并建立绿色能源在城区建设中的适用性评价技术体系，为因地制宜的选择绿色能源技术提供理论依据。

绿色能源利用技术选择是否合理对城市发展至关重要，然而既有研究难以指导绿色能源利用技术的评价和选择工作。因此，笔者从绿色能源利用技术适用性、自然环境制约条件等角度入手，构建绿色能源适用性评价体系，以期在选择绿色能源应用技术提供决策依据，并为绿色低碳城区的建设提供市政技术支撑。

3 绿色能源利用技术分类及广州市能源环境特征分析

3.1 绿色能源分类

本文主要选取目前国内开发利用技术较为成熟的几种绿色能源进行评价，分别为：天然气、太阳能、风能、潮汐能、地热能、生物质能。

3.2 各类绿色能源利用技术及广州市能源环境特征

本文通过对绿色能源利用技术的作用机理及使用特性的分析，总结广州市资源环境特征，进而确定适用于广州市的绿色能源利用技术（图1）。

3.2.1 天然气利用技术及广州市环境特征

天然气利用技术主要有天然气联合循环发电、天然气汽车以及城市用天然气等。

广州市天然气气源主要来自广东大鹏LNG输气管线和西气东输二线管输天然气。

3.2.2 太阳能利用技术及广州市环境特征

太阳能利用技术主要有光热利用、太阳能发电、光化利用、光生物利用等。

根据中国气象局相关资料显示，广州地区1961～2011年年辐射总量为4～5吉焦/平方米；2012年日照时数超过6小时的天数为126天。广州建成区内由于建筑密度大，日照间距小，太阳能的有效利用时间一般仅为2小时，太阳能资源的安全性保障不足。因此，广州市不适宜大面积推广太阳能的利用（如光伏发电项目），只适合小面积的推广太阳能热水系统和光伏电池的开发与应用。

3.2.3 风能利用技术及广州市环境特征

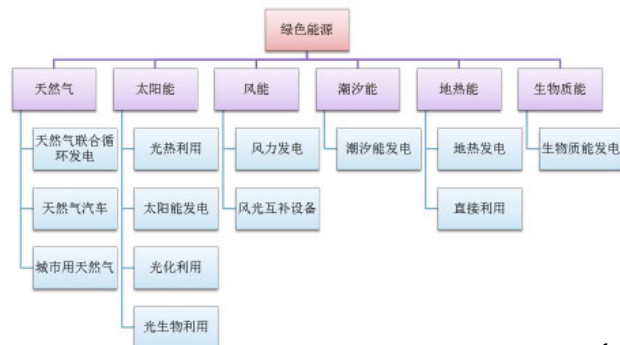
风能利用形式主要是将大气运动时所具有的动能转化为其他形式的能量。风能主要可以通过风车来提取。

由于广州市风能存在风频、风量不稳定的缺点；另外风能设备均存在占地面积大，产能较低的缺点。因此在广州市，尤其是中心区无法大面积推广，只适合在广州市南部地区小面积推广风电设备或风光互补设备。

3.2.4 潮汐能利用技术及广州市环境特征

潮汐能是一种不消耗燃料、没有污染、用之不竭的再生能源。潮汐能的利用方式主要是发电。

一般来说，利用潮汐能发电，其平均潮差在3m以上



1 图1 各类绿色能源利用技术集成

表 1 绿色能源适用性评价体系分类框架

分类	自然本底	能源总量	土地资源	选址制约
指标	绿色能源地理分布情况	绿色能源自然储量或可利用量计算	绿色能源利用设施的用地指标研究	大型绿色能源利用设施用地选址制约条件研究

表 2 自然本底指标

序号	指标	考虑因素	具体评价方法
1	天然气资源地理分布	天然气资源分布的地域性、价格、运输成本、技术开发等	结合天然气分布情况，从经济效益、社会效益、环境效益角度出发综合考虑其适用性
2	太阳能资源分布	日照时数、日照辐射量	根据地区年辐射总量判断太阳能资源丰富程度
3	风能资源状况	极大风速、平均风速、最大风速、最大风速风向、极大风速风向	根据地区年平均风速判断风能资源丰富程度
4	潮汐能资源状况	相关河流近 5 ~ 10 的平均潮差	根据多年平均潮差判断潮汐能资源丰富程度
5	地热的温度情况	地热的温度	根据地热流体的不同温度确定利用形式
6	生物质能来源情况	原料的分布、储量、气候特点、收集的难易程度、运输状况以及劳动力情况	主要从耕地面积、城市污水处理厂规模、原料运输距离等方面对生物质能的利用价值进行评价

表 3 能源总量指标

序号	指标	考虑因素	具体评价方法
1	天然气储量	天然气储量	根据天然气储量判断资源丰富程度
2	太阳能光热利用资源量	技术发展水平、节能效益	可按下式进行计算并评价： $E_{stb}=Q_0 \cdot (v/n) \cdot \lambda_{sth} \cdot \gamma_{sth} \cdot \eta_{sth} \cdot A$
3	风力发电量计算	风能密度和可利用的风能年累积小时数	可按下式进行计算并评价： $E_w=\eta_w \cdot P_v \cdot T_v$
4	水力发电量计算	在具体计算时须结合同类发电厂运行的详细资料进行校核	可按下式进行计算并评价： $W=9.8 \cdot Q \cdot H \cdot T/n$
5	城市地热能的总量	地质条件、热储特征、地热资源的质量和数量	需要经过普查、详查、勘探三个阶段，结合地质勘探数据进行评估
6	生物质能源利用计算	生物质能来源	对秸秆等各类生物质能实物量计算，从估算发电量方面进行评价

表 4 土地资源指标

序号	指标	考虑因素	具体评价方法
1	联合循环电厂用地指标	具体的工艺、装机容量	根据明确的具体工艺的单位容量用地面积指标进行评价
2	大型太阳能光热发电站用地指标	电站的生产、施工和生活的需要，站址及其附近地区的自然条件和建设规划，站区供排水设施、交通运输、出现走廊等要求	根据明确的具体工艺的单位用地面积指标进行评价
3	小型太阳能利用设施的土地资源评价指标	建筑的密集程度、是否有条件聚集足够的太阳能辐射量	选取建筑密度、建筑高度、绿地率三项指标进行评价
4	风力发电场的用地指标	风力资源情况、所选单台机组的功率	可根据公式计算用地面积进行评价： $S=(A+B) \cdot D/P$
5	小型风能利用设施的土地资源评价指标	建筑的密集程度、是否有条件形成风廊、叶轮机的架设高度	选取建筑密度、建筑高度、绿地率三项指标进行评价
6	生物质能电厂用地指标	原料、装机容量、厂布置等	根据明确的具体工艺的单位容量用地面积指标进行评价

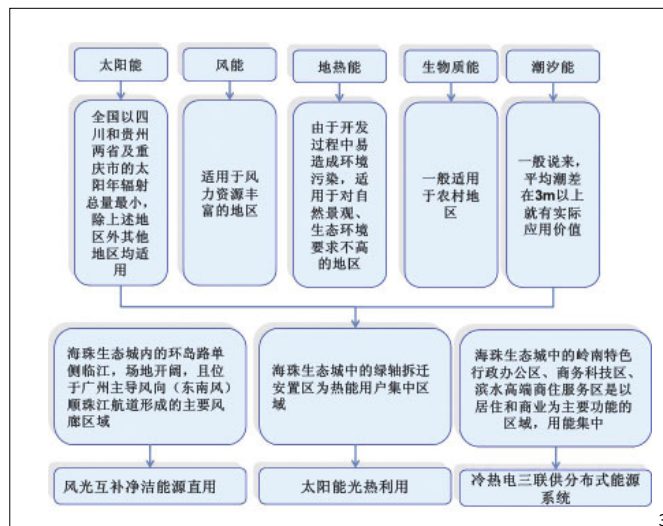
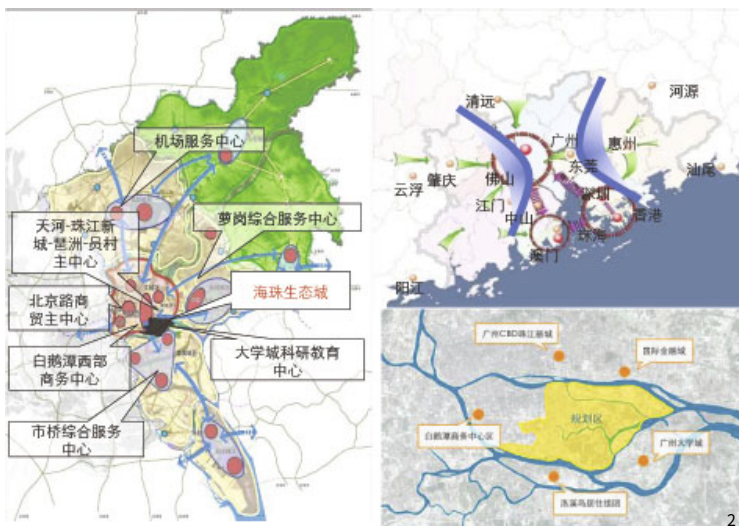
表 5 选址制约因素

序号	指标	考虑因素	具体评价方法
1	联合循环电厂选址制约因素	电力规划、天然气管网规划、燃料供应条件、城市（镇）规划、水源、与相邻工矿企业关系、地区自然条件、交通运输、环境保护和建设计划等	①从现状利用情况、城市规划、土地利用规划角度进行符合性评价。 ②从设施选址安全性角度进行可靠性评价。
2	大型太阳能光热发电站选址制约因素	太阳能直接辐射的资源量、所需的土地面积外、发电介质、电站维护、环境效应等	③从环境保护角度进行环境影响评价。
3	风能发电场规划选址制约因素	风力资源情况、所需的土地面积、风力风向、环境影响等	④从建设、经营、管理成本角度进行经济性评价。 ⑤从前期交通运输、出现走廊需求等角度进行可实施性评价。
4	潮汐电站选址制约因素	潮汐发电是利用海湾、河口等有利地形，建筑水堤，形成水库，以便于大量蓄积势能，并在坝中或坝旁建造水利发电厂房，通过水轮发电机组进行发电。受自然条件因素制约作用较大	⑥从公众影响、舆论导向、社会反响等角度社会效益评价。
5	地热能发电场选址制约因素	应选址于地热温度高，有冷水供给，交通方便，远离城市集中建设区的地方。受自然条件因素制约作用较大	
6	生物质能发电站选址制约因素	原料的来源和运输路线、尾水及废渣等产物的处置等	

就有实际应用价值。由于广州市多年平均潮差均在 3m 以下、潮差弱。因此，广州地区推广潮汐能发电的利用价值相对较低。

3.2.5 地热能利用技术及广州市环境特征

地热能的利用可分为地热发电和直接利用两大类。由于广州市地热能分布不均，只是零散地分布在从化和增城地区，且属于深层地热能资源，开发投资比较大。因此广州市在地热能资源的开发利用上，只能在从化地



区和增城地区、地热能浅埋的区域进行小范围的推广，建设生态旅游区。

3.2.6 生物质能利用技术及广州市环境特征

常见的生物质能发电主要包括秸秆发电、垃圾发电、沼气发电、玉米、蔗渣、木糠发电等。

广州市十区二市每天生活垃圾产量已达 13000t，每年垃圾产生量高达 500 万 t。广州市垃圾量非常大，目前主要的垃圾处理方式仍为填埋，填埋场压力非常大。随着垃圾焚烧厂的建成，和垃圾焚烧技术的不断进步，未来垃圾焚烧厂产生的电能将成为广州市电力资源的一个重要的组成部分。

4 绿色能源适用性评价体系及评价方法

4.1 评价指标体系框架的确定

根据绿色能源技术的作用机理和使用特性，结合广州市能源环境特征，本文最终确定绿色能源适用性评价体系分为自然本底、能源总量、土地资源、选址制约四大类（表 1）。

4.2 评价指标体系构建及评价方法

本文对绿色能源技术适用性评价体系的评价指标有如下定位：（1）评价指标具有广泛的代表性；（2）评价指标与国情相符，具有可操作性。结合以上定位及确定的评价指标体系框架，最终形成评价指标体系构建结果。由于文章篇幅限制，本文主要对评价指标的选取考虑因素、具体评价方法择重进行阐述（表 2～5）。

5 案例分析

5.1 广州海珠生态城基本情况

海珠生态城位于广州城市中心城区内。处于广州都会区中部地带，海珠区中东部。规划人口 62.4 万人，总

用地面积约 53.8km²。

海珠生态城地处广州市中心，位于北回归线以南，属于海洋性气候，具有温暖多雨、光热充足、温差较小、夏季长、霜期短等气候特征（图 2）。

2012 年，海珠区日照时数在 1370～1490 小时之间，年平均气温在 21.8℃～22.4℃之间，年极端最低气温为 4.6℃，出现在 12 月 31 日，年极端最高气温为 39.3℃，出现在 8 月 9 日。7～8 月高温天气突出，两个月内高温日数达 28 天。

冬夏季风的交替是海珠区季风气候突出的特征。2012 年冬季风偏强，4 月盛行偏南风，8 月盛行偏北风。2012 年受台风“韦森特”影响，海珠区出现风大雨强的天气，7 月 24～27 日普降大到暴雨。中山大学 7 月 24 日录得 74.1mm 暴雨雨量，瞬时极大风速达到 20.7m/s。

5.2 海珠生态城绿色能源利用技术应用

根据上述绿色能源技术适用性评价体系，结合广州市的自然禀赋、城市性质、城市空间布局，在广州海珠生态城内推荐建设风光互补清洁能源系统、太阳能光热系统、分布式能源站等绿色能源利用技术（图 3）。

根据绿色能源技术适用性评价体系的指导，海珠生态城内的环岛路适宜建设风光互补路灯；绿轴拆迁安置区为热能用户集中区域，可建设太阳能光热系统；新中轴南段地区位于海珠生态城中的旅游观光区和岭南特色行政办公区，是以旅游、居住和商业为主要功能的区域，用能集中，适合建设冷热电三联供分布式能源系统。

5.3 利用效益评估

5.3.1 风光互补照明系统利用效益评估

海珠生态城环岛路为 40m 宽的城市主干路，道路全长为 29.765km。

与传统照明设计方法比较，海珠生态城每年能节约

图 2 海珠生态城区位示意图

图 3 海珠生态城绿色能源利用技术选择流程图

1481t 标准煤, 减少 4614t 二氧化碳的排放。

5.3.2 太阳能集热系统利用效益评估

海珠生态城试点建设范围总建筑面积约为 321449.5m², 按 365 天计算, 计算得试点建设范围内生活热水年耗能为 3630000 万 kcal。

根据国家规定, 每千克标准煤的热值为 7000kcal。因此, 海珠生态城采用太阳能供热可节约 5191t 标准煤, 减少 11675t 二氧化碳的排放。

5.3.3 冷热电三联供分布式能源系统利用效益评估

根据其他同类项目的运行数据显示, 分布式能源站的能源利用效率达 70% ~ 90%, 而传统的发电应用项目, 能源平均利用率仅为 36%。

根据海珠生态城分布式能源站的建设规模, 每年可节约电能 4.6 亿 kwh, 相当于节约 158956t 标准煤, 减少二氧化碳排放 495250t。

6 结束语

由于各地区的自然本底和文化区域特征各异, 绿色能源应用建设过程中的建设条件、客观限制因素、应用方向各不相同, 如何因地制宜选择适合的绿色能源应用技术是一项涉及面广、综合性强的系统工程。绿色能源技术的利用正处于从理论研究到实践应用的探索过程, 需要有明确发展目标和规范的评价体系来引导各项技术的应用。因此, 建立一个具有可实施性的, 能够指导绿色能源技术应用和更新的适用性评价体系是非常必要且意义深远的。

本文通过绿色能源系统的适用性评价体系的构建、各项评价指标及评价方法的确定, 对海珠生态城应用的绿色能源技术进行了实例论证评价, 使能源系统变得可被理解、被量化, 让城市管理决策部门可以直观地了解到当前绿色能源利用情况, 思考未来该如何发展, 为实现低碳城市提供绿色能源系统建设的技术支撑。然而, 由于目前海珠生态城尚在前期规划阶段, 本文目前确定的评价体系还需随着海珠生态城的建设进一步调整优化。

希望通过本文的撰写, 能为中国绿色能源技术适用性评价体系的研究和探讨起到一定的借鉴, 并起到抛砖引玉的作用。

图、表来源

图 2: 广州市城市规划勘测设计研究院, 同济大学. 广州海珠生态城规划 [R]. 2012;

其余图表来源于广州市城市规划勘测设计研究院. 广州市海珠生态城低碳建设技术集成与示范 [R]. 2012。

参考文献

- [1] 仇保兴. 兼顾理想与现实——中国低碳生态城市指标体系构建与实践示范初探 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [2] 广东省城乡规划设计研究院. 低碳生态视觉下的市政工程规划新技术 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [3] 刘星, 叶炜, 高斌. 低碳理念下的生态型市政基础设施规划——以中新天津生态城为例 [A]//2010 城市发展与规划国际大会论文集 [C]. 秦皇岛市人民政府、中国城市科学研究会、河北省住房和城乡建设厅, 2010:4.
- [4] 郭东旭. 基于城市规划低碳理念的措施研究 [J]. 民营科技, 2012 (3): 306.
- [5] 蔡云楠, 刘琛义. 生态城市建设的环境绩效评估探索 [J]. 南方建筑, 2015 (1): 97-101.
- [6] 郭红雨, 蔡云楠, 金琪, 朱志军. 基于城市温室气体清单的低碳城乡规划探索 [J]. 南方建筑, 2015, 01:108-113.
- [7] 宋旭东, 向铁元, 熊虎, 徐智. 考虑碳排放权分配的低碳电源规划 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36 (19): 47-52.
- [8] 杨晓敏, 刘浩, 钱峰. 苏州工业园区低碳生态型城市规划与管理的初步探索 [J]. 城市生态规划研究, 2011 (6): 6-10.
- [9] 蔡云楠, 朱志军, 郭冠颂, 陈霭雯. 生态城市规划的理念与实践——以广州海珠生态城为例 [J]. 南方建筑, 2014 (6): 88-94.
- [10] 郭红雨, 金琪, 朱志军. 低碳导向的城市空间布局规划技术探索 [J]. 南方建筑, 2014 (6): 95-99.
- [11] 王辑. 节能减排新技术集萃 [J]. 技术与市场, 2010, 17(2): 65-66.
- [12] 刘宇辉. 加强区域热电联产工作, 提升节能减排工作实效 [J]. 资源节约与环保, 2010 (3): 36-37.
- [13] 王渊. 土壤源热泵与集中供冷、热方式对比分析 [J]. 区域供热, 2009 (6): 23-24.
- [14] 林锐. 低碳经济对我国电力企业的影响及应对 [J]. 电力与电工, 2010, 30 (1): 26-29.
- [15] 王俊, 蔡兴国. 考虑分布式发电不确定性的可用输电能力评估 [J]. 电力系统自动化, 2011, 35 (21): 21-25.
- [16] 马悦, 董舟. 分布式能源系统的研究及配置方案分析 [J]. 节能, 2011 (4): 15-19.
- [17] 刘潇毅, 黄小青, 刘亚飞. 公路照明设计中风光互补路灯的优势 [J]. 技术与市场, 2011, 18 (8): 273.
- [18] 宛芳, 薛敏, 罗会龙, 段彬彬, 雷丽娜. 云南省太阳能资源及太阳能利用进展 [J]. 煤气与热力, 2009, 29 (2): 19-22.
- [19] 广州市城市规划勘测设计研究院. 广州市低碳城市规划纲要 [R]. 2012.
- [20] 广州市城市规划勘测设计研究院. 广州海珠生态城控制性详细规划 [R]. 2014.