

低碳形势下的区域能源规划方法及实践

中国建筑设计研究院 徐宝萍[☆] 徐稳龙

摘要 区域能源规划是实现低碳目标的重要措施。通过总结多个新区的低碳能源规划实践,梳理了区域能源规划总体思路及工作框架,提炼出在规划过程中需关注的 6 个要点:低碳评估及指标控制、基础设施综合统筹、与城市规划及其他低碳生态专项规划联动、投融资与运营模式研究、规划落实管理机制、与项目进度结合构建成长型能源系统。结合北京市某新区低碳能源规划,按规划工作流程逐步进行了案例分析。认为能源规划工作应尽早实现标准化,并从技术、市场、管理等多角度出发,全面统筹,使低碳目标得到落实。

关键词 区域能源规划 低碳 标准化 基础设施 指标

Approach and practice of regional energy planning under low carbon situation

By Xu Baoping[★] and Xu Wenlong

Abstract Regional energy planning is an important measure for realizing the low carbon target. Through summarizing the low carbon energy planning practice of several new districts, organizes the general thought and framework of regional energy planning and distills six points of concern in the planning process, including low carbon estimation and index control, overall planning of infrastructure, linkage between city planning and other special low carbon eco-planning, investment and financing and operation mode, planning management mechanism, and construction of growing energy system combined with project schedule. Carries out an example analysis of low carbon energy planning for a new district of Beijing. Proposes that energy planning should be standardized as early as possible and planned comprehensively from the aspects of technology, market and management to realize the low carbon target.

Keywords regional energy planning, low carbon, standardization, infrastructure, index

★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China

①

0 引言

哥本哈根世界气候大会前夕,国务院会议提出到 2020 年单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%,并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。与此同时,中国仍是发展中国家,正处于工业化、城市化加速发展阶段,能源需求还在继续增长,控制温室气体排放和减缓气候变化面临的压力越来越大^[1]。

能源基础设施伴随城市建设而生,具有一次性与普遍性,对于新区而言,一个好的能源规划显得尤为重要。国内外知名低碳生态城在能源系统实践方面的借鉴意义^[2-3],不在于某项技术的简单应用,而在于技术体系之间的平衡、集成、共享、量化管理及本地化特色等。因此,通过低碳能源规划,

明确区域碳减排的量化目标,进行该区域能源消耗的有效控制、能源结构的合理调整、能源系统的高效应用以及能源体系的优化管理,是实现新区低碳建设目标的重要措施。

目前新区层面的能源规划尚未纳入法定规划体系,对其内容及深度亦无明确的标准和规范。笔者通过总结多个新区的低碳能源规划实践,梳理新区低碳能源规划总体思路、工作框架及在规划过程中需关注的要点,并以北京某新区能源规划为例进行简要分析。

①☆ 徐宝萍,女,1979 年 12 月生,工学博士,高级工程师
102206 北京市昌平区回龙观镇北农路 2 号华北电力大学主楼 F-608
(0) 13522745503
E-mail: xubp@cadg.cn
收稿日期:2012-05-15

1 总体思路

1.1 CLEAR 低碳实现途径

总结国内外新区低碳建设案例及未来科技城低碳规划等工程实践,集思广益,笔者所在单位规划团队提出了区域低碳规划的 CLEAR 体系。

所谓 CLEAR,是对改变高碳排放的发展模式,落实绿色的低能耗、低污染、低排放的可持续发展战略的五项实现路径的概括:降低能源需求、提高能源效率带来的减排量(efficient);可再生资源替代利用带来的减排量(renewable);因循环利用获得的减排量(loop);因绿化等措施增加碳汇获得的减排量(capture and storage);以及发展低碳产业等获得的对区域外的减排贡献(additional)。

将 CLEAR 体系应用于区域能源规划中,明确低碳能源系统的实现路径为:区域建筑整体节能、高效能源系统及设备应用(efficient),可再生资源

合理应用(renewable),余热回收利用及固体废弃物资源化应用(loop),产业结构低碳调整、绿色清洁生产(additional)等,最终通过能源规划的综合统筹,构建一个常规能源与可再生能源优化组合、分散式与集中式点面结合、近期与远期合理过渡的低碳能源系统。

1.2 区域能源规划的基本框架

经多个区域能源规划实践总结,得到基本工作框架,主要分三步完成:1) 目标策划,基于政策、规范标准、案例调研,结合基地踏勘以及上位规划,对资源条件、基础设施、用能需求等进行初步分析,明确规划目标及重点;2) 规划方案,通过产出与需求的全面平衡分析,构建能源系统总体规划方案及分区规划方案,进行经济、社会、环境效益多元评估及方案优化;3) 指标体系及实施方案,提出区域能源系统总体控制指标并拆解至不同分区,明确投融资运营模式及分期实施计划等内容。见图 1。

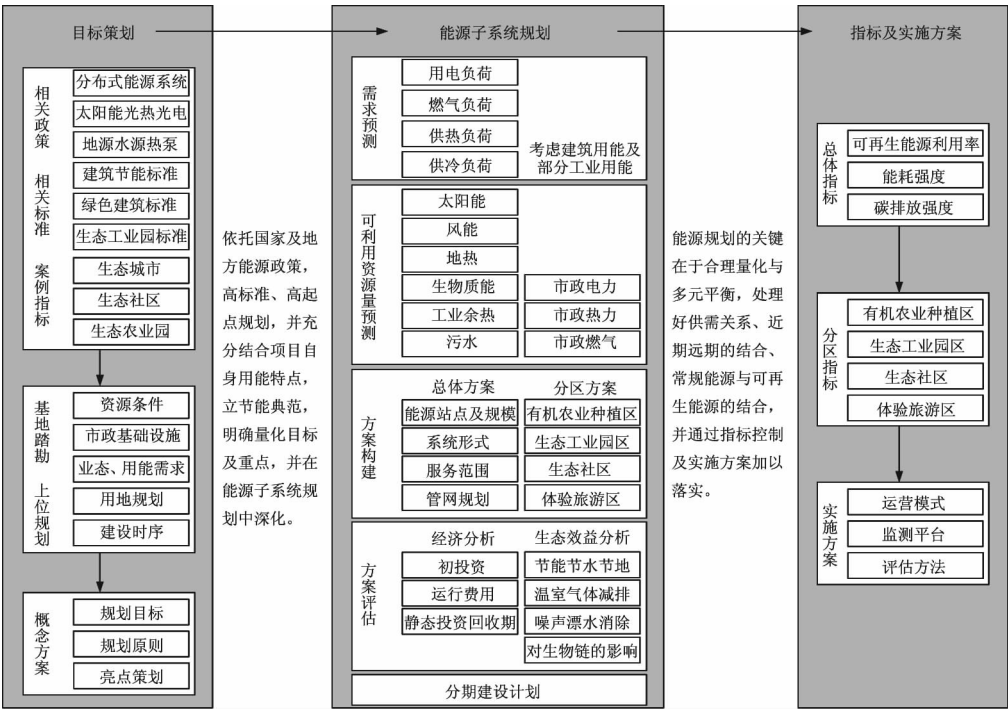


图 1 区域能源规划基本框架

2 规划要点

2.1 低碳评估

以碳减排量、碳排放强度为规划约束目标,是区域能源规划中体现低碳的第一要点。基于规划、建筑容量、功能布局、建筑节能标准、能耗统计数据等信息,确定基准情景下的能耗总量、用能结构及

碳排放量;在构建能源规划方案时,因地制宜地选择低碳技术,分析各低碳技术可实现的用能变化及碳减排量;最终可得低碳情景下的能耗总量、用能结构及碳排放量。在此过程中,关键是基准情景的合理设定、能耗基础数据的可靠获取、各能源碳排放因子的选择及低碳能源技术的科学应用,具体计

算详见文献[4]。低碳评估所获得的量化目标纳入新区低碳建设控制指标。

2.2 综合统筹

常规专项规划一般是将供热、燃气、电力分开考虑的,而实际上各能源基础设施之间存在很多关联性。例如,对于供热而言,燃气供暖的耗能特性会影响燃气输配系统,热电联产供热的规模对电网有一定的影响,天然气分布式发电会影响到燃气、供热和电力输配系统[5]。

将系统工程方法论应用于区域综合能源规划

中,实现供热、燃气、电力等各能源基础设施之间的协调,优化资源配置。在进行负荷需求及能耗预测时,不应再按传统规划方式简单取笼统指标估算,而应依据不同的能源规划方案来确定区域内的热、电、气等需求量。

借助综合能源规划框图,直观体现区域能源系统的构成及相互关系,如图 2 所示,涵盖源层、输配层、需求层及能源转换层。实线连接表示集中系统,虚线连接表示分散系统。在综合能源规划完成后,可明确各线路的能源流进量与流出量。

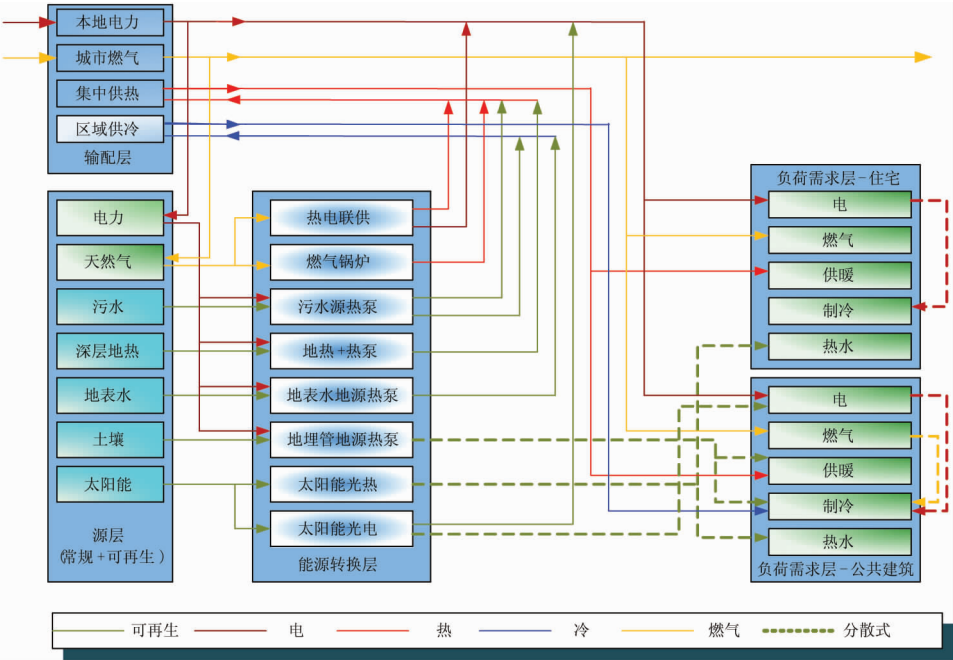


图 2 某区域综合能源系统框图

2.3 规划联动

纵向上,与常规规划联动。建立能源规划与总规、控规、修规及各专项规划的联动机制,解决现有能源规划与传统规划脱轨、无法指导相关规划设计和管理工作的问题。如图 3 所示,在传统规划的全过程,融入以低碳目标为核心的策略及执行方法:在总规阶段,明确以低碳理念为主导的规划定位及

概念方案;在控规阶段,提出以低碳目标为核心的指标体系以及设施选址、占地面积等,使低碳规划方案可执行、可评估;在修规阶段,给出以指标体系为目标的技术方案及设计导则。

横向上,与低碳规划中各专项规划相契合(见图 4)。受当前节能减排政策推动及区域自身可持续发展要求,众多新区在开展能源规划的同时,往往进行系统的低碳生态规划工作。因此,还需梳理能源系统与其他低碳子系统的关联性,实现各子系统相互契合、统一协调。

2.4 投资运营模式

第 2.1~2.3 节主要从技术角度进行考虑。此外还应从市场角度分析落实能源规划所需资金来源及筹集渠道,在项目计划期内实现充足资金保

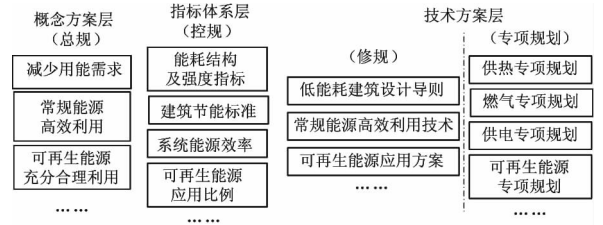


图 3 低碳能源规划与常规规划联动

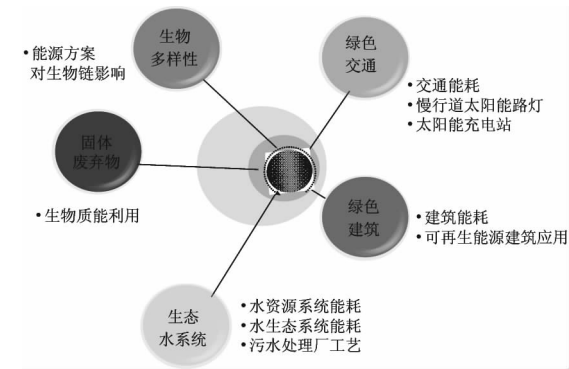
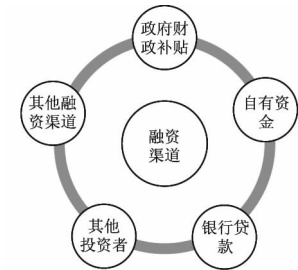


图4 低碳能源规划与其他低碳子系统的关联

障,并通过建设运营管理模式的设计,最终实现市场化、盈利性的运营。同时还应注重与国家及当地能源相关政策相结合^[6],分析其对能源技术应用经济性的影响。图5梳理了能源相关工程项目的融资渠道、投融资与建设运行模式。

2.5 建设管理机制

从管理角度建立能源系统建设运行的全过程监管机制,包括指标控制方法、指标评估方法、信息化管理系统等。



模式	投资	融资	建设	运营
模式1	开发公司			
模式2	开发公司		委托专业公司	
模式3	项目公司（开发公司与外部战略投资者共同组建）			
模式4	外部投资者（合同期结束后移交）			

图5 常见融资渠道、投融资及建设运营模式

例如,在江苏某新区能源规划中,在能源规划方案研究的基础上,面向政府部门制定了一套能源系统指标体系,不仅明确指标控制值,同时指定指标落实第一责任单位、执行部门以及具体的任务类型及内容(见表1),从管理层面为低碳能源系统的建设提供机制保障。

表1 某新区能源规划指标体系及任务拆解

指 标		指标值/%	达标年限	第一责任单位	任务类型									
					任务 A	任务 B								
节能建筑比例		100	2015	市住房城乡建设局	A9	B18,B19								
高效、节能设备利用普及率		100	2015	市发改委										
清洁能源利用率		100	2020	市发改委	A9	B18								
集中生活热水太阳能保证率		≥40	2015	市发改委	A9	B18								
市政绿色照明比例		≥50	2020	市发改委										
地源热泵普及率		≥20	2020	市发改委										
任务类型与内容			执行部门	2011 年		2012 年								
任务	类型	任务内容		11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
A9	规划	编制《能源系统专项规划》	中国建筑设计咨询公司	√	√	√								
A10	规划	编制《燃气专项规划》	昆仑燃气公司	√	√									
A11	规划	编制《供水专项规划》	市自来水公司	√	√	√								
A12	规划	编制《电网与电力设施专项规划》	市电业局	√	√	√								
B18	政策	贯彻执行国家节能政策法规,制定相关建设标准、规程和实施措施	市住房城乡建设局	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B19	政策	制定建设工程质量监管新措施与建设项目竣工验收及备案新标准	市住房城乡建设局	√	√	√								

2.6 结合建设进度

能源系统建设与项目开发进度协调一致,关注能源资源在空间、时间上的需求及供应条件变化,统筹规划、分步实施,实现近期与远期的合理过渡,即打造一个“成长型”能源系统。在能源供应安全可靠的基础上,避免重复建设,并合理统筹投融资、建设计划。

以北京房山区某新区能源规划为例,规划区域内的现有基础设施条件较差,只有电力设施相对完

善,供热、天然气基础设施建设将依赖于房山区“十二五”相关规划内容的顺利实施;因此,对于起步区首先考虑园区内部资源解决用能问题,远期区域整体依托大市政设施实现能源供应。如何实现近期向远期的合理过渡是能源规划过程中需解决的关键问题。

3 案例简介

北京某新区规划占地面积约 1 000 hm²,主要是中央企业研发和创新服务设施建设。根据规划

建设指标,规划建筑总面积约 628.8 万 m²,其中研发建筑 403 万 m²,配套公共建筑约 115 万 m²,居住建筑约 111 万 m²。

3.1 需求分析

根据规划建筑类型,负荷预测内容包括:供暖负荷、生活热水负荷、制冷负荷、用电负荷、燃气负荷等。

结合规划建设指标,采用设计软件建立各类典型建筑模型,获得相应建筑冷、热负荷指标,并参照《电气节能专篇》《给排水设计规范》《燃气设计规范》等资料分别获得相应建筑电负荷指标、生活热水用水定额及用气指标等,进行各类建筑负荷需求估算,最终可得:规划区域热负荷约 303 MW,冷负荷约 483 MW,电负荷约 418 MW,燃气负荷约 6 060 万 m³/a。在负荷预测中,不仅关注负荷需求总量,同时关注负荷空间分布规律,图 6 给出了冷热负荷的分布密度。

3.2 资源条件

资源条件分析包括:可再生资源、余热资源及常规能源分析等。其中,可再生资源分析为重点。依据规划区域地质勘查报告、水文资料、资源评估材料、市政设施现状及规划条件、区域周边可再生能源应用项目调研等,结合可再生能源技术应用适宜条件及需求分析,确定在规划区域适用的可再生能源形式,并预测可利用量。充分体现“因地制宜”的原则。

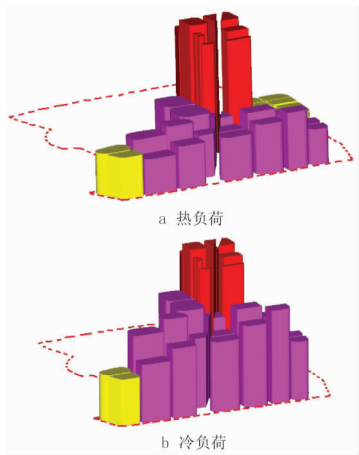


图 6 冷热负荷分布密度

以地热资源为例,规划区域位于小汤山地热田南侧。据钻孔勘探和地质、物探推测,该区热储层为蓟县系的白云岩地层,地层厚度大,埋藏深,岩溶发育,富水性好,是良好的热储层。根据市国土局地热处提供的资料,规划区域内已开采地热井的勘测数据为:地热井深度 2 700 m,出水温度达 63 ℃,出水量达 600~800 m³/d。取打井间距为 1 000 m,在规划区域可打 4 口取水井和回灌井,结合热泵技术(供热 COP 为 4.5)为住宅区供暖,回灌温度 30 ℃(《北京市地热资源管理办法》第 17 条要求地热资源供暖后的排放温度不得低于 30 ℃)。由上述数据可预估地热资源利用的最大供热容量约为 5.4 MW,供暖季总提取热量约 40 613 GJ,见表 2。

表 2 地热资源可利用量预测

用能方式	比热容/(kJ/(kg·K))	流量/(m ³ /h)	供水温度/℃	出水温度/℃	总装机容量/kW	地热总用能/MJ
直接利用	4.18	30	63	55	1 115	8 426 880
热泵利用	4.18	30	55	30	4 257	32 186 000
合计					5 372	40 612 880

经与上述过程类似的一系列分析,确定规划区域拟采用的可再生能源形式为:浅层地热供冷(暖)、深层地热供暖、污水源热泵供冷(暖)、地表水地源热泵供冷、光电、光热等,可实现最大替代标准煤量约 2.1 万 t。区域总能耗估算值约 12.9 万 t 标准煤,可再生能源利用率约为 16%。预测结果见表 3,计算方法详见文献[7]。

3.3 方案构建

以需求分析、资源条件、建设进度为基础,以技术适宜、经济合理、切实可行作为权衡要素,明确规划新区的综合能源方案为:1) 提高建筑节能标准,降低负荷需求。结合适宜建筑节能技术明确建筑节能目标,在现行建筑节能标准水平上再节能 10%。

表 3 可再生能源可利用预测结果

	供应总量/ GJ	折减用电量/ GJ	标准煤替 代量/t
地埋管地源热泵制冷	651 796	395 028	5 013
污水源热泵制冷	15 865	9 615	122
地表水地源热泵制冷	81 500	49 394	627
地埋管地源热泵供暖	500 867	379 445	5 423
污水源热泵供暖	45 719	34 635	495
地热供暖	40 613	24 383	725
太阳能生活热水	36 680		1 638
太阳能光伏	67 828		6 621
合计			20 664

2) 采用能源高效利用方式。以燃气热电联产机组承担基础热负荷,燃气锅炉承担调峰热负荷,热化系数控制在 0.5~0.6 之间。3) 可再生能源合理应用。包括地埋管地源热泵、污水源热泵、地热热

泵、太阳能光热应用等,明确可再生能源应用方式, 并确定其合理应用规模。详见图 7。



图 7 区域能源规划方案示意图

3.4 选址论证

在能源规划方案确定后,与城市规划相结合的一项重点工作:确定能源站选址及站房面积,以便于在规划阶段预留出市政设施用地。以热电联供选

址为例,综合权衡建设进度、能效、环境、市政条件、景观影响等因素,与业主、政府及市政主管等相关部门多次会议论证,最终选择该场地南侧地块为热电联供厂房站点。能源站选址 SWOT 分析见图 8。

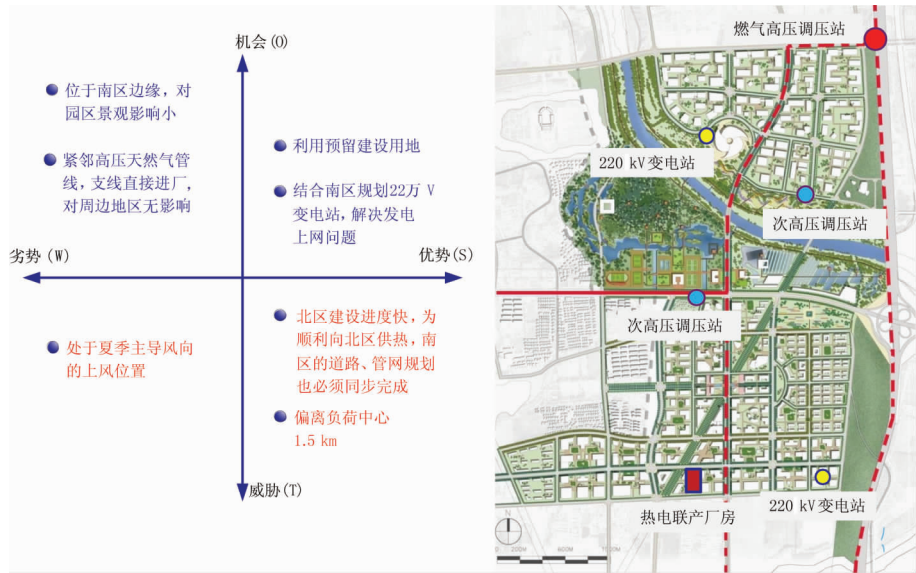


图 8 能源站选址 SWOT 分析

3.5 指标体系

区域能源规划与城市规划联动的另一项重要工作,是将能源相关控制指标纳入控规,且依据分区方案及分地块信息,将总体指标拆解至各地块,得到分地块指标。

指标构建的依据是该区域的低碳能源规划方案,并以国内其他生态城的指标体系、北京统计年鉴统计数据、世界各地能耗及碳排放统计数据等作为比较参考。该区域能源相关的主要控制指标见表 4。

表 4 规划新区能源系统总体控制指标

指标项	指标值或指标描述	指标说明
碳排放强度(以 CO ₂ 计)	410 t/百万美元 GDP	2005 年,中国为 630 t/百万美元 GDP
碳减排量(以 CO ₂ 计)	13 万 t/a	基准情景碳排放量为 57 万 t/a
用能总量控制(以标准煤计)	0.10 t/万元 GDP	2011 年,北京万元 GDP 能耗为 0.47 t 标准煤
建筑节能标准	现行建筑节能标准基础上再节能 10%	通过提高围护结构性能、采用节能设计参数等措施实现
清洁能源利用率	100%	采用天然气、电、可再生能源等清洁能源
高效设备普及率	100%	供暖、通风、空调、照明设备能效等级均满足节能标准要求
计量管理平台覆盖率	100%	水、电、气、热分楼计量,公共建筑分项计量

3.6 管理机制

探索落实规划方案的管理机制,是在该项目中进的一个重要尝试。以市住房城乡建设委牵头,建立联合工作小组,成员单位包括市发改委、规划委、国土局、水务局、财政局及区政府等,并拟定工作意见,建立全过程管理机制与多方协作机制。同时,与入驻企业签订约定书,明确能源使用方式、能效水平、排放水平、建筑节能设计标准等入园门槛。

4 结论与建议

应尽早出台区域能源规划标准,明确规范编制内容及深度,使区域能源规划实用、有效。能源规划工作应从技术、市场、管理等多角度出发,全面统筹。本文梳理了低碳形势下区域能源规划的总体思路,提炼出规划工作中需关注的 6 个要点,并结合某能源规划案例进行了分析。

1) 低碳评估。建立标准统一算法,核算新区碳排放强度、能耗强度、可再生能源利用量等指标,进行能源方案的评估与优化,同时纳入新区低碳建设控制指标中。

2) 综合统筹。实现水、电、气、热综合协调,常规能源与可再生能源合理匹配,分布式与集中式系统优化组合。在强调低碳、生态、可再生的同时,注重对常规能源供应条件及高效应用方式的分析。

3) 规划联动。纵向,与总规、控规、修规进行联动,主要链接点在于供需、设施、指标等;横向,与低碳生态其他相关规划,如绿色建筑、生态环境、交通、

水资源、固体废弃物资源化利用等规划相互契合。

4) 投资运营模式。确保能源规划方案的经济可行性,明确能源技术应用所需资金及投融资渠道,结合国家及当地相关财政补贴政策,为能源方案的落实提供资金保障。

5) 建设管理机制。构建能源相关各部门的全过程合作与协调机制,为能源规划方案的落实提供机制保障。

6) 与建设进度结合。统一规划,分步实施,实现近期与远期合理过渡的成长型能源系统。

参考文献:

[1] 庄贵阳,张磊. 绿色突围:双重困境下的中国低碳路[J]. 董事会,2010(2):48-53

[2] 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[C]//2010 城市发展与规划国际大会论文集,2010:210-213

[3] 于萍. 瑞典的哈马碧滨水新城[J]. 城市住宅,2011(11):86-90

[4] 徐宝萍,刘鹏,李宁,等. 新区规划碳排放评估方法研究与实践[C]//第八届国际绿色建筑与建筑节能大会论文集,2012:18-27

[5] 付林,郑忠海,江亿,等. 基于动态和空间分布的城市能源规划方法[J]. 城市发展研究,2008(S1):146-149

[6] 孙金颖. 可再生能源建筑应用的经济优惠政策[J]. 建设科技,2009(21):53-54

[7] 徐宝萍,徐稳龙. 新区规划可再生能源利用评价方法研究与探讨[C]//全国暖通空调制冷 2012 年学术年会资料集,2012

