



武汉东湖国家自主创新示范区能源规划案例分析

南京丰盛新能源科技股份有限公司 罗磊[☆] 马宏权 郁松涛
武汉东湖自主创新示范区规划建设局 简建勇
南京丰盛新能源科技股份有限公司 张志鹏 黄敏轩

摘要 以该示范区能源规划为案例,介绍了实现区域可持续低碳发展的能源规划思路和方法。结合区域资源条件,从产业、建筑、交通三方面分别进行需求侧和供应侧分析,并对三方面主要或需要重点发展的能源利用技术进行了规划;详细介绍了该示范区九龙产业基地的 CCHP 能源规划方案。

关键词 区域能源规划 需求预测 CCHP

Energy planning of the East Lake national innovation and demonstration community in Wuhan

By Luo Lei[★], Ma Hongquan, Yu Songtao, Jian Jianyong, Zhang Zhipeng and Huang Minxuan

Abstract Taking the community as an example, presents the energy planning idea and method of realizing community sustainable low-carbon development. Combining with resource conditions, analyses energy demand and supply sides from industries, construction and transportation. Plans the energy utilization techniques of main or key development for the three aspects. Presents the CCHP energy plan scheme for Jiulong industry base in the community in detail.

Keywords community energy planning, demand forecasting, CCHP

★ Nanjing FullShare Energy Co., Ltd., Nanjing, China

①

我国处于快速的城市化进程当中,规模化开发的区域不断涌现,如何在这些区域中科学合理、安全可靠、经济高效地用能,是贯彻国家节能减排计划一项刻不容缓的工作,这就需要我们做好区域建设之前的区域能源规划,通过规划有序实现能源结构的优化、供能安全性的保证、能源效率的整体提高、用能经济性的改善。

1 能源规划的背景

东湖国家自主创新示范区(下文简称高新区)位于武汉市的东南部,西起武汉市二环线,东至武汉市与鄂州市交界线,建于 1988 年 10 月,自成立以来先后经历 4 次扩区,托管区面积由 80 km² 增至 518 km²。2009 年 12 月 8 日,高新区获批国家自主创新示范区,成为继北京中关村科技园之后的第二个国家自主创新示范区。现已形成以光电子信息产业为特色,生物医药、现代装

备制造、现代农业等产业竞相发展的格局。随着高新区的飞速发展,产业和区域扩张迅速,能源供需矛盾日趋突出,各大产业园以及新的城市中心都在筹建施工中。结合武汉市乃至湖北省的能源供需情况以及其季节性缺电等能源供需矛盾特点,在未来 5~10 年内,高新区能否按照规划目标有序快速发展,很大程度上取决于高新区的能源供应。因此对高新区进行能源专项规划,较准确地预测能源需求数量,科学合理地规划产业、建筑、交通能源供应模式、用能模式、需求端能源消费模式,进行整体规划和协调,对于确保园区能源供应、有效实现节能减排、支持高新区

①[☆] 罗磊,男,1982 年 2 月生,硕士研究生,工程师
210012 南京市雨花台区软件大道 188 号
(0) 13905151487
E-mail: luciluo@163.com
收稿日期:2011-08-11

持续快速发展具有重要的现实意义。

2 能源规划的原则和目标

本项目区域能源规划遵循“因地制宜、科学合理、系统优化、经济适用”的规划原则和开源节流、温度对口、梯级利用、多能互补的技术思路。在规划中还融入了综合资源规划的思路,来实现区域内包括行为节能在内的各类潜在能源统筹,按照节约优先、回用其次、高效转化、谨慎发电的顺序开展技术应用规划。

规划的首要目的是能源供给能确保高新区扩容后的发展,尤其是在有稳定供能要求的工业片区;其次是在长期能源规划中平衡经济快速增长所需要的能源供应增加和国家日益严格的节能减排要求之间的矛盾;然后是重点突破可再生能源及其建筑应用,并带动相应的产业板块发展;最后是创新机制探索模式,促进社会经济环境的协调发展。

3 需求侧与供应侧分析

3.1 需求侧分析

在高新区能源规划中,能源规划需求侧分析的任务是摸清需求的数量、品质及分布特点,从建筑、产业、交通三大方面对远景用能进行了情景分析,其中建筑用能指的是居住、公共服务设施、市政公用设施、行政办公等建筑的用能情况;产业用能指的是各大产业生产研发所需要的能源,包括其生产制造及配套的研发办公场所用能;交通用能指的是交通运输类的能源消耗。

1) 建筑用能

建筑用能主要根据高新区的详细控制性规划和近几年的发展现状以及中远期发展目标,高新区内各地块、组团分布的特点,通过预测高新区人口、建筑面积的增加情况,进而预测其建筑用能需求。

目前高新区的城镇建设区主要集中在东部的珞喻、关山、南湖组团以及流芳地区,花山镇、豹澥镇有较为集中的村镇建设用地;其他区域土地以农田和菜地为主,其中分布有少量村镇建设用地和水域。

根据总体规划发展的要求,到 2020 年,高新区 518 km² 的区域面积基本建设完成,人口将达到 206 万人,建设用地达到 236 km²。

在居住建筑方面,届时将形成多元化的居住社区和完善的住宅供给体系,满足不同层次的住房需

求,形成关山、大学园、黄龙山、流芳、西干渠、豹澥、九龙、王家店等居住片区。

在公共服务设施方面,形成以市级中心为核心,组团级、社区级公共设施为基础,各类服务设施协调配置的公共设施保障体系。形成“两主四副多点”的结构体系,其中鲁巷中心以商业购物为主;光谷中心则是武汉市的城市副中心,强调综合性功能。表 1 为 2020 年高新区建筑用能预测。

表 1 2020 年高新区建筑用能预测

	建筑面积/ 万 m ²	用电指标/ (W/m ²)	电负荷/ MW	全年用电量/ (亿 kW·h)	全年用气量/ 万 m ³
居住建筑	7 185	65	4 670	23.5	11 204
公共服务建筑	6 552	80	5 242	35.4	3 637
合计	13 737		9 912	58.9	14 841

建筑用能主要为居民日常生活用能、公共建筑能耗等,主要消耗的能源以电能和民用燃气为主。根据总体规划发展的要求,到 2020 年高新区居民以及公共服务建筑用电负荷预计将达到 9 912 MW,年用电量达到 58.9 亿 kW·h,同时消耗天然气 14 841 万 m³。

2) 产业用能

产业用能预测从两个方面着手:一方面通过历年高新区以及武汉市统计分析高新区工业产值发展及能耗特点,根据高新区产业发展目标和规模进行预测;另一方面根据产业特点,调研重点发展产业的单位产值能耗标准,结合国家以及地方给出的相关产业能源消费结构等资料、考虑国家节能减排的发展目标预测产业用能需求。综合两方面的预测进行权衡。图 1 显示了 2009—2020 年高新区产业发展及能源消耗的预测变化情况,到 2020 年,高新区企业总收入将达到 18 000 亿元,预计总产值约为 16 720 亿元,工业增加值 5 686 亿元,届时其综合能源消费量将达到 1 145.4 万 t 标准煤,

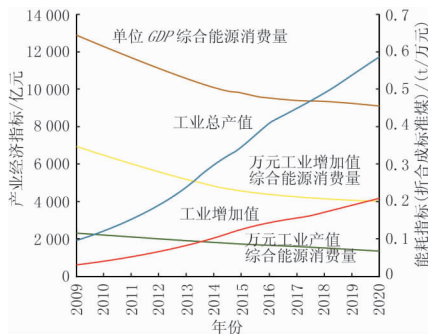


图 1 高新区产业发展及能耗预测

万元工业产值综合能源消费量从现在的0.116 8 t 标准煤下降到 0.070 4 t 标准煤。表 2 为 2020 年产业能源消费预测。

表 2 2020 年产业能源消费预测			
	消费量	折算标准煤/万 t	所占百分比/%
电力	449 亿 kW·h	552.4	48.23
煤炭、油品		462.6	40.38
天然气	13.8 亿 m ³	130.6	11.40
合计		1 145.4	100

3) 交通用能

由于高新区面积不大,在交通用能方面主要考虑区域内的道路交通用能以及连接武汉市其他城区的轨道交通能耗。通过对区域内汽车数量以及规划的轨道交通建设规模可预测出燃油及电力消耗。综上所述,到 2020 年,高新区交通运输方面的总能耗将达到 79.13 万 t 标准煤,汽车拥有量约为 30 万辆。

4) 小结

通过对高新区建筑、产业、交通三方面的发展以及能源消耗预测,2020 年高新区能源消耗总量将达到 1 288.7 万 t 标准煤。建筑、产业、交通能源消费比例分别为 20.49%,75.71%,3.8%。表 3 为 2020 年高新区总能源消费量预测。

表 3 2020 年高新区总能源消费量预测		
	数量	折算为标准煤/万 t
电力	511.4 亿 kW·h	629.1
煤炭、油品		514.8
天然气	15.3 亿 m ³	144.8
合计		1 288.7

3.2 供应侧分析

目前高新区已经建设完成关山变电站和珞珈山变电站 2 座 220 kV 的变电站,同时拥有鲁巷、光华、卓刀泉等 110 kV 变电站 5 座,但这些变电站供应范围还包括主城区,且已接近满载,无多余容量为新增负荷供电。虽然变电站中远期规划可达 2 000 MW,但供电容量仍然存在数量和时间上的制约,同时武汉市由于水电比例接近 50%,存在枯水期季节性缺电的困扰,变电站建设的同时还需要加强智能电网和分布式能源的建设,保证一定的能源自给率以确保重点用能单位的用电安全。

在天然气方面,武汉市天然气供应主要来自“忠-武”线、“淮-武”线及“川气东送”管线,随着西气东输二线项目的建设,武汉市的供气能力将得到极大的提高。目前高新区内已建成一座天然气高中压调压站和部分天然气管线,随着高新区的发

展,还将在江夏五界门组建 CNG 母站,该母站气源直接取自“忠武线”,计划日产量将达 30 万 m³,初期可提供 8 亿 m³ 的年供应量,远期年供应量可达 15 亿 m³。

武汉市的可再生能源资源特点为:地表水资源丰富,湖泊众多;浅层地热能可利用范围广,地质条件好;太阳能资源具有一定利用价值。总的来说高新区的可再生能源资源量潜力较大,太阳能光热、光电、地理管地源热泵适用。对高新区 518 km² 范围内的各类可再生能源资源节能潜力比例预测结果见图 2,可再生能源总节能理论潜力可达到 61.7 亿 kW·h。

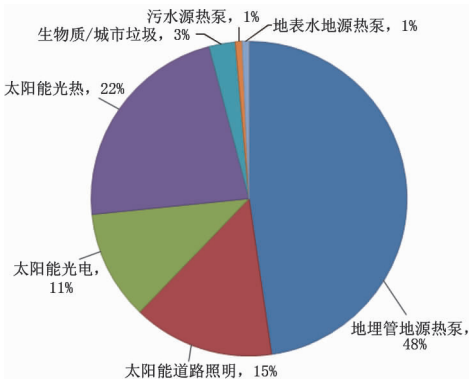


图 2 各类可再生能源利用节能潜力

4 九龙产业基地 CCHP 能源规划

根据高新区需求侧和供应侧的分析,能源规划需要解决的问题包括:优化能源结构,改善季节性缺电;提高能源自给率,减轻电网峰值压力;高效合理利用能源,降低碳排放;减少终端侧污染物排放,改善区域环境。针对以上分析,对能源转化技术进行了遴选:试点示范 IGCC(integrated gasification combined cycle)整体煤气化联合循环发电系统和生物质能源、重点突破适度发展分布式能源系统和新能源汽车、普及推广可再生能源建筑应用技术(地源热泵和太阳能热水)。根据区域的控制性规划明确了各具体地块的适用技术类别和应用比例,分析了规划的基础目标、中档目标和高档目标三级影响,分近中远三期规划实施,并给出了相应的政府配套政策和保证措施建议。规划还分析了广泛引入市场竞争机制,鼓励社会多元投资,技术创新结合模式创新,引入民间资本和社会资金建设能源基础设施的可行性;以及利用清洁能源发展机制促进高效清洁能源基础设施发展的可能性。

本次能源规划针对高新区内的已建成区域和待开发区域,针对各个产业、居住组团进行了详细、专门的能源需求预测分析,制定了专项规划方案,最后汇总形成整体能源规划。由于篇幅所限,本节着重介绍九龙产业基地 CCHP 能源规划。

4.1 区域基本情况

九龙产业基地位于豹澥镇九龙村,占地面积约 11 km²,是武汉国家生物产业基地(光谷生物城)的最主要的产业基地。该产业基地将主要建设生物产业生产制造及物流园区,专业化的生物产业基础配套设施;建立符合 GMP 标准的各种制剂中试车间,接受对外委托加工;建设生物制药、高端医疗仪器等生产基地及专业物流中心,并逐步建立居住、娱乐、医疗、教育等配套服务体系,最终建成产值过千亿元的武汉国家生物产业新城。

4.2 生物产业基地负荷预测

九龙生物产业基地的发展目标是:打造成集生物产业研发、孵化、生产、物流、行政、文化、居住为一体的生物产业新城。综合生物产业研发区、孵化区、中试区、商务区和生物技术研究院、动物实验中心、关键技术中试放大平台、专业孵化器等功能区,构建生物产业发展技术支撑和公共服务平台,营造适合生物企业研发和孵化的良好环境。首先,从功能角度讲已经不是传统意义上单一的以生产或研发为主的产业园,基地产业多样性,也就形成了能源需求的多样性。其次冬季生产厂房、行政、文化、居住、研发室等场所需要满足室内舒适性。第三,实验区、研究院等特殊场所需维持在一个特定的温度,以保证生产工艺和精密仪器正常运行。第四,医药企业洁净厂房对空气的温湿度以及换气次数的要求远高于一般空调,这使得空调负荷明显加大。

九龙产业基地内共划分包括人福医药园、高农生物园、生物医药园、医疗器械园等不同功能为主的园区以及生活配套区域,总建筑面积预计约 800 万 m²。根据产业基地发展规划,可分为近期需求和远期需求。近期需求的负荷主要根据目前正在施工建设企业的上访调研统计得出,远期负荷则根据用地规模和性质以及各产业园发展计划预测得出。同时考虑将生活配套也纳入集中供冷供热系统,其冷热源采用集中工业供热的热源。表 4 为九龙产业基地空调负荷估算结果。

表 4 九龙产业基地空调负荷估算结果

建筑类型	冷负荷/MW	热负荷/MW	生活热水负荷/MW
办公建筑	76	42	
研发/教育	72	33	
生物生产车间	576	259	7.7
公共设施	46	17	
配套住宅	37	18	
合计	807	369	7.7

通过对工业用热的调研,九龙产业基地的近期(2010—2013 年)蒸汽需求约为 105 t/h,远期(2014—2016 年后)工业蒸汽需求将达到 300 t/h,温度要求在 160~200 ℃左右,最高压力为 1.0 MPa;居住等生活配套纳入集中供暖系统后,生活配套区的蒸汽负荷约为 80 t/h,仅冬夏供暖供冷季节有所需求,过渡季节无蒸汽需求。

4.3 建筑空调供暖方案及蒸汽供应方式

九龙产业基地以生物医药制造业为主,最大的特点就是基地内有大量的工业蒸汽需求,预测远期蒸汽需求在 380 t/h 左右。若由园区内各生产企业自建锅炉解决,一方面自备锅炉规模小,效率低,浪费能源;另一方面投资成本增加,天然气管线需要铺设至各个企业。调研发现,项目周边有关山热电厂与鄂州电厂,但两个电厂均距离生物产业基地较远,蒸汽输送压力和温度损失较大,虽然现有的蒸汽传输技术和保温技术可以实现工业蒸汽的供应,但考虑到两个站的供气能力和管网投资等因素,根据本项目实际情况,提出以周边热电厂蒸汽供应与建设天然气三联供系统结合的能源供给方案。由关山热电厂或鄂州电厂满足一部分工业蒸汽,天然气三联供能源站为部分区域提供工业蒸汽、空调供暖以及生活热水。总体实现工业用热的集中供应,部分区域实现冷热电三联供,同时根据项目的开发进展、入园企业的需求以及周边电厂供热能力,在合适的区域增建区域能源站,利用工业蒸汽为热源,采用吸收式制冷技术提供区域供冷供热,满足民用建筑的空调供暖用能需求,扩大区域供冷供热范围至整个产业园。

天然气三联供系统采取“以热定电”原则,根据工业蒸汽负荷和部分冬季热负荷确定发电机组的装机容量,辅以部分电制冷机以及污水源热泵承担产业基地的空调冷热负荷。相对较小规模的九峰创新基地则采用区域能源站的能源供给方式,采用单冷冷水机组+燃气锅炉满足区域供冷供热以及少量实验蒸汽需求。居住建筑的空调负荷由地理

管地源热泵承担。

4.4 九龙产业基地三联供方案

1) 采用分布式能源系统,综合考虑产业基地冷热电需求情况,在天然气发电装置的选择上,依照“以热(冷)定电”原则,按满足B区工业蒸汽和部分供暖需求确定其装机容量,结合电驱动的热泵和吸收式制冷机满足园区蒸汽、供暖、空调需求以及提供部分园区建筑生产生活用电,获得最佳的能源利用效率。

2) 燃气发电机组燃烧后的530℃烟气进入余热蒸汽锅炉生产蒸汽,所产蒸汽分为两部分,一部分直接通过蒸汽管网供给园区生产企业,满足其日常生产需求;另一部分进入溴化锂机组制取空调用冷热水,满足部分空调需求。

3) 燃气轮机发电机组所发电力优先供能源中心内的电制冷机或热泵机组使用,多余部分可供园区企业生产和生活用电,采用“并网不上网”原则。

4) 能源站供冷采用电制冷机、溴化锂机组结合的形式,主要以电制冷解决(包括单冷机组和热泵机组),同时设置蒸汽凝水回收管网回收蒸汽凝结水并汇入污水管网,采用污水源热泵供冷供热。

5) 蒸汽管网敷设在城市公共管廊内。

图3为冷热电三联供能源中心系统流程。

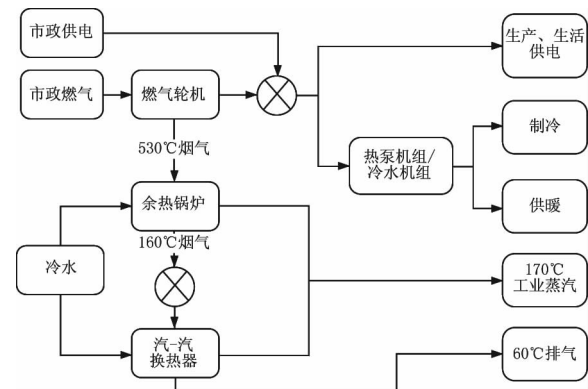


图3 冷热电三联供能源中心系统流程

4.5 产业基地能耗及节能效益

根据测算,整个九龙产业基地年蒸汽量需求在128万t左右,消耗天然气1.7亿m³,根据武汉中油昆仑燃气有限公司提供信息,江夏五界门的CNG母站,初期可为高新区提供8亿m³的年供应量,远期年供应量可达15亿m³,可满足国家生物产业基地的生产需求。

区域内建筑采用天然气热电冷三联供以及污

水源热泵等可再生能源技术的分布式能源系统,合理地进行能源梯级利用。根据测算,采用天然气三联供分布式能源系统与能源站区域供冷供热,整个国家生物产业基地全年空调供暖和工业蒸汽能源消耗天然气1.7亿m³,同时可生产电力5.09亿kW·h,所产电力不仅可满足各个能源中心空调系统电力消耗(预计全年需要用电2.23亿kW·h),富余电力可供基地内生产企业日常生产办公使用。该能源方案与使用相同效果的常规集中空调(VRF或空气源热泵)以及自备燃气锅炉相比,整个产业基地将增加天然气消耗约8467万m³,但可减少市政电力消耗7.41亿kW·h,相当于节约标准煤14.91万t,每年可减少二氧化碳排放37.12万t。

5 规划成果总结

5.1 高新区处于经济、产业高速发展阶段,为满足能源消耗快速增长的需要,建议对规划建设区域进行能源规划和设计,围绕建设低碳节能生态城的目标,实现能源的高效可持续利用,实现低碳排放,遵循“开源节流、温度对口、梯级利用、因地制宜、多能互补”的科学用能和系统规划原则。

5.2 通过能源专项规划,至2020年,高新区在指标层面实现:

- 1) 万元GDP能耗下降40%,万元GDP碳排放量下降50%;
- 2) 区域能源自给率达18%,能源消费弹性系数<0.9;
- 3) 再生能源利用率达15%,培育出千亿元支柱产业;
- 4) 天然气利用率达到12%,CCHP装机容量达500MW;
- 5) 建筑节能率普遍达65%,绿色建筑比例超过50%。

5.3 针对国家生物产业基地、现代服务中心、流放产业城等高新区即将大力发展的区域进行相关能源规划,因地制宜采用包括天然气三联供、可再生能源、常规能源等多种能源系统,规划建筑面积超过4800万m²,每年可节约35.83万t标准煤,减排二氧化碳88.59万t。

5.4 对目前开发区已经建成区域进行节能改造。针对居住建筑,加强太阳能热水器的推广和普及,太阳能热水替代率达到50%以上;针对工业建筑,

进行燃煤锅炉改造,地理位置合适的可纳入关山热电厂集中供热系统,或者改为燃气锅炉,减少污染物排放,提高一次能源利用效率,提高天然气利用比例。

5.5 到 2020 年,高新区天然气消费量预计将达到 15.3 亿 m^3 ,有可能超出武汉市的燃气规划预测,应尽早落实天然气上游供气来源,与武汉市相关方面及时沟通,提早争取配额。在满足天然气预测需求的前提下,尽可能发展天然气消费,特别是工业天然气消费比例,减少对电网的依赖。

5.6 增强开发区电力供应自主能力,发展新能源技术和工业、产业节能,减少能源消耗,缓解因季节性缺电而拉闸限电造成的经济发展损失。集中规划需要工业用热的产业,形成集中供热的基础,大力发展以洁净能源为燃料的分布式热电联产和热电冷联供系统,满足企业生产和发展需求,避免企业自备锅炉,将现有分散式供热燃煤小锅炉改造成集中供热。

6 结论与建议

6.1 能源规划应成为政府行为,以当地政府部门为主导,从当前我国政府机构的设置看,应以负责管理能源的政府部门主持,牵头组织,协调检查。实施过程中应该重视所规划区域的能源条件,根据

资源条件、资源容量、国家政策、资源成本、能源价格,对能源进行可利用性评价。

6.2 目前能源规划是一个新事物,涉及的部门、行业很多,在目前的管理体制下还只是一种先进的观念,很难全面推进。但这是我国今后节能工作的主要方向,是政府部门应管理的重大事项,宜先在合适的地区进行试点,取得经验后逐步推进。

6.3 能源规划涉及众多部门,要充分考虑各专业的需求,把握经济性和先进性的平衡、理论性与可操作性的平衡,不能一味强调最佳的经济性而使得环境、效率等方面不可接受或是过分追求技术的先进而使得经济上不可行。

参考文献:

- [1] 许文发. 加强区域能源规划促进节能减排[C]//2010 中国建筑区域能源规划暨热泵技术发展研讨会论文集,2010
- [2] 康慧. 关于我国中小城镇能源规划的思考[J]. 中国能源,2010,32(9):35-39
- [3] 刘贞,张希良,高虎,等. 区域可再生能源规划基本框架研究[J]. 中国能源,2010,32(2):38-41
- [4] 龙惟定. 建筑节能管理的重要环节——区域建筑能源规划[J]. 暖通空调,2008,38(3):31-38
- [5] 龙惟定,白玮,范蕊,等. 低碳城市的区域建筑能源规划[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011