

建筑环境与能源

Building Environment & Energy

2018
09

月刊
总第 14 期

主办：中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院

本期导读

06 | 新闻直通车 | News Express |

2018 年中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖评审会召开
第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛暨 2018 世界暖通空调
学生科技竞赛中国区选拔赛成功举行

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 修订研究项目通过验收

22 | 热点聚焦 | Focus character |

2018 年北方城市清洁取暖技术交流峰会在河南开封成功举行

2018 年北方清洁取暖技术高峰论坛暨最佳实践案例分享会顺利召开

40 | 案例赏析 | Cases |

北京英特宜家购物中心大兴项目二期工程（北京荟聚中心）

北京地铁 16 号线一期工程马泉营车辆段



建筑环境与能源官方微信



VRV 中央空调系统 中国多联机市场占有率

NO.1

NO.1 数据来源:

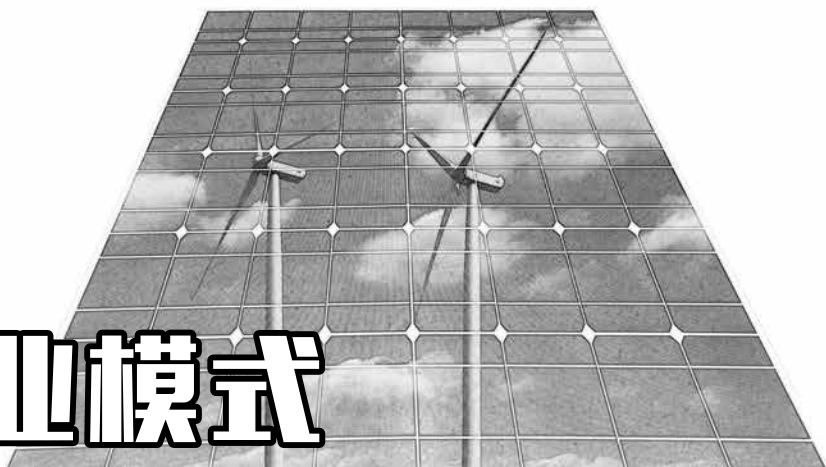
《机电信息》2016年度中国中央空调市场总结报告
《暖通空调资讯》2016年度中国中央空调市场发展报告
艾肯空调制冷网2016年中国中央空调市场报告

VRV 是DAIKIN INDUSTRIES,LTD. 的商标



大金(中国)投资有限公司

清洁取暖 要创新商业模式



日前，在中国建筑科学研究院、中国建筑学会暖通空调分会等单位主办的“2018年北方城市清洁取暖技术交流峰会”上，与会嘉宾分享了清洁能源商业模式方面的经验和成功案例，这块市场大家都比较关注，但从实际情况看，目前清洁取暖的动力主要依赖于政府的推动，市场化的力量还不足，创新性的商业模式较少，这也成为下一步要努力攻克的关键。

目前，清洁取暖方式有电代煤、气代煤以及新能源多能互补等形式，这些清洁取暖的方式虽然助推减排目标的实现，但唯一的不足就是经济性较弱，取暖成本较过去大幅上升，与农民的消费能力不匹配，导致农村清洁取暖难以市场化运转，必须借助财政补贴力量的推动。

从现阶段来看，政府财政补贴是必要的，如果没有补贴资金，老百姓负担较重，企业也无利可图，难以可持续。但是，政府财政补贴并非长久之计，不可能一直补下去，政府财力也难以持久支撑。从长远来看，必须探索引入社会资本，引进相关企业参与，发挥企业在清洁取暖中的主体地位，形成科学合理的商业模式，建立清洁取暖的市场机制，才是最终解决方案。

目前，清洁取暖经过政策推动和补贴引导，已经到了与传统供暖、新型热泵、燃气、电采暖、余热利用等供暖技术齐头并进、百家争鸣的重要转型期。未来，需要探索的是行业如何更好地融合发展，产业上下游、技术到应用等如何相融相交，大数据、互联网、相关公共产业如何提升供热产业发展速度和质量，也降低清洁取暖的成本。

清洁取暖商业模式的形成，还有赖体制机制的创新。例如，是否可以引入碳交易、排污权交易等新的机制，农村大规模实施清洁取暖之后，碳排放及污染物排放等都大幅减少，这些减排量是不是可以通过某种机制进行交易，把部分成本通过减排量交易的办法疏导出去。这不仅可以降低清洁取暖的成本，也可以促进清洁取暖市场的加快形成。



建筑环境与能源

(月刊)

主办单位

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院

支持单位

中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会
中国建筑节能协会暖通空调专业委员会
中国建筑节能协会热泵专业委员会

编辑出版

《建筑环境与能源》编辑部
2018年第9期
(每月10日出版)

顾问委员会

主任 郎四维
委员 江 亿 | 吴德绳 | 龙惟定
马最良 | 徐华东 | 罗 英

编辑委员会

主任委员 徐 伟
副主任委员 路 宾
委员 (按姓氏笔画排序)
于晓明 | 方国昌 | 龙恩深 | 田 琦 | 由世俊
伍小亭 | 刘 鸣 | 刘燕敏 | 寿炜炜 | 李先庭
李永安 | 肖 武 | 邹 瑜 | 张子平 | 张建忠
金丽娜 | 徐宏庆 | 黄世山 | 董重成 | 端木琳
潘云钢

编辑部

主 编 徐 伟
副 主 编 路 宾
执行主编 王东青
责任编辑 李 炜 | 李月华
校 对 才 隽 | 汤 溧
美 编 周 林

地址: 北京市北三环东路30号
邮编: 100013
电话: 010-6469 3285
传真: 010-6469 3286
邮箱: beaebjb@163.com



建筑环境与能源官方微信



全国暖通空调学会官方微信

版权声明: 凡在本刊发表的原创作品版权属于编辑部所有, 其他报刊、网站或个人如需转载, 须经本刊同意, 并注明出处。



目录

CONTENTS

06 | 新闻直通车 | News Express |

能院助力河南省鹤壁市清洁取暖试点城市建设工作取得实效
2018年中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖评审会顺利召开
第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛暨2018世界暖通空调学生科技竞赛中国区选拔赛成功举行
加强交流与合作, 海尔、格力、i传媒团队到访暖通空调学会
全文强制规范《建筑环境通用规范》和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》研编工作验收会议在京召开
国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 修订研究项目通过验收
《北方清洁取暖优秀实践案例集(2018版)》在京发布

11 | 行业新闻 | Industry News |

2018年HCFCs生产行业生产目标
2019年北方地区清洁取暖率将达50%
紧盯煤改气 生态环境部启动千里眼计划
山东济宁继续实施“气代煤”惠民工程
河北通过《电热水采暖炉通用技术条件》
北京PM_{2.5}浓度降至55微克 蓝天保卫战部分任务提前完成
克莱门特服务盐城大丰人民医院
大金空调再登全球创新企业百强榜
澳大利亚麦考瑞大学绿研专家到访源牌科技
参与多项标准制定, 格力在国际舞台发出“中国声音”
《财富》杂志“改变世界的公司”排行榜, 江森自控荣誉获选 等

18 | 国际新闻 | International News |

欧洲可再生能源发展趋势
来自童话王国的能源利用启示
第三届亚洲被动房大会在韩国首尔召开
上半年美国可再生能源发电量超越核电
加州议会有望通过100%可再生能源法案 等



天加，质为洁净环境

- ◆ 中国医学装备协会医用洁净装备工程分会副会长单位
- ◆ 中国制冷空调工业协会副理事长单位
- ◆ 中国制冷空调工业协会洁净室技术委员会主任单位

天加是集研发、制造、销售、服务于一体的中央空调及热能利用的专业化公司，始创于1991年，如今已发展成为中国中央空调四大品牌之一，拥有南京、天津、广州等多个生产基地，在全球拥有 70 多个销售和服务网点。

天加南京总部基地，一期投资高达6亿人民币建造国内等级最高的中央空调制造研发基地，是国家认定企业技术中心，并已获得国家认可委CNAS认证，是国家级研发公共服务平台。

天加产品线涵盖空气处理机组、多联机、螺杆机、离心机等，可满足不同客户的舒适性和工艺性空调需求。

天加生产的中央空调主机和商用机在市场上拥有强大的竞争力，空气处理机组更是连续6年全国市场占有率第一。

天加拥有中国第一个“ISO1级”超净环境集成系统，达到国际先进水平。凭借洁净领域的强大实力，天加在微电子、医院手术室、生物制药等专业领域的市场份额占比均超过40%。



CONTENTS



环能院助力河南省鹤壁市清洁取暖试点城市建设工作取得实效



2018 年中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖评审会



海尔、格力、i 传媒团队到访暖通空调学会



强制规范《建筑环境通用规范》和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》研编工作验收会议



北京英特宜家购物中心大兴项目二期工程

22 | 热点聚焦 | Focus character |



2018 年北方城市清洁取暖技术交流峰会在河南开封成功举行
清洁取暖“把脉”清洁取暖



2018 年北方清洁取暖技术高峰论坛暨最佳实践案例分享会顺利召开
30 个项目荣获 2018 年北方清洁取暖优秀 / 最佳实践案例

30 | 聚焦政策 | Policy |

辽宁省关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的实施意见
关于印发濮阳市 2018 年电代煤气代煤供暖工作方案的通知
河北省关于进一步推进绿色建筑工作的通知
佛山市关于新建装配式建筑项目容积率扶持措施的通知
陕西省地热能清洁取暖实施方案

40 | 案例赏析 | Cases |

北京英特宜家购物中心大兴项目二期工程（北京荟聚中心）
北京地铁 15 号线一期工程马泉营车辆段

48 | 技术交流 | Technical communication |

严寒地区被动房冬季室内热环境与热舒适研究
夏热冬暖地区导光管自然通风系统优化设计
地源热泵系统地埋管分区运行研究
区域能源中综合能源系统模拟计算平台的开发

纳森中央空调

中央采暖、中央制冷、生活热水



螺杆式超低环温空气源热泵



离心式水冷冷水机组

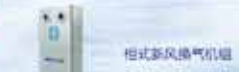
空气源热泵系列



水（地）源热泵系列



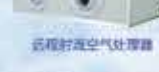
新风换气系列



风机盘管系列



空气处理器系列



河北纳森空调有限公司

官方网站：www.nasen.com

服务热线：400-031-8686

电话：0318-8988888



“纳森中央空调”微信公众号

环能院助力河南省鹤壁市清洁取暖试点城市建设工作取得实效

8月9日，为感谢中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院（以下简称环能院）在鹤壁市清洁取暖试点城市建设工作中做出的突出贡献，鹤壁市住房和城乡建设局领导专程赠送锦旗、感谢信和聘书。环能院副院长邹瑜、科技与经营管理部主任孙峙峰、清洁取暖技术团队成员袁闪闪、王东旭作为代表接受赠送。

2017年6月鹤壁市通过竞争性评审成为国家首批冬季清洁取暖试点城市。在鹤壁市清洁取暖试点城市建设工作中，环能院给予了重要技术支撑，徐伟、孙峙峰等专家多次到鹤壁现场技术指导，为清洁取暖技术路线建言献策。鹤壁市清洁取暖工作得到国家部委和行业社会的广泛认可。2018年5月，住建部专门在鹤壁市召开全国北方十五省（区、市）农村清洁取暖用户侧能效提升现场经验交流会，组织学习清

洁取暖鹤壁模式。2018年8月，国家清洁取暖绩效考评组核定鹤壁市2017年度清洁取暖试点城市绩效评价结果为优秀，处于12个试点城市领先地位。

为感谢环能院做出的贡献，鹤壁市住建局将一面“行业翘楚 深耕清洁取暖技术尖兵造福鹤壁

百姓”的锦旗赠送给环能院，一面“爱岗敬业技术高超”的锦旗赠送袁闪闪、王东旭，一封感谢信赠送给孙峙峰，并聘请袁闪闪为鹤壁市冬季清洁取暖试点城市技术方案首席专家。鹤壁市有关领导表示，衷心希望今后与公司开展更为广泛长久的合作。



2018年中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖评审会在辽宁抚顺成功召开

根据中国建筑学会工作安排，2018年8月8~10日，由中国建筑学会暖通空调分会主办的2018年中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖评审会在辽宁抚顺成功召开。本次评审会得到了北京京创鑫业科技有限公司的大力支持。

“中国建筑设计奖·暖通空调专业奖”由中国建筑学会主办，每两年举办一次，是国内暖通空调设计最高荣誉奖之一。旨在总结优秀暖通空调工程设计经验，推动行业技术进步，提高我国暖通空调工程设计水平。

评审会由中国建筑学会暖通空调分会秘书长王东青主持。徐伟理事长代表学会对各评审专家的支持表示感谢，北京京创鑫业科技有限公司总经理赵东方致欢迎辞。

中国建筑设计奖·暖通空调专业奖和科技进步奖项申报于2018年3月启动，7月15日截止，

暖通空调专业奖共收到47家单位申报157个项目；科技进步奖收到5家单位10个项目。

暖通空调分会秘书处邀请学会理事及知名专家共16人组成评审委员会，暖通空调分会理事长徐伟担任评审委员会主任，伍小亭、潘云钢任副主任，路宾、徐宏庆、于晓明、金丽娜、李著萱、秦学礼、肖武、张建忠、戎向阳、朱建章、马友才、马伟骏、周敏等任评委，学会秘书处王东青、李炜、才隽协助本次评审工作。

评审委员会共分为四个小组，分别对暖通空调专业奖和科技进步奖进行评审。评委们遵循公平、公正、公开的原则，优中选优、宁缺勿滥。从申报资料完善、设计合理性、创新性、经济性、实际运行效果等方面进行综合审定。在经过秘书处预审、评委评



审、小组讨论、组长汇报、全体不记名投票等一系列程序后，最终评选出暖通空调专业奖一、二、三等奖。科技进步奖一、二、三等奖。评审结果将上报给中国建筑学会并在学会官网进行公示。另外，暖通空调分会将推荐获得一、二等奖的项目参加终评。

会议期间，评审专家参观了北京京创鑫业科技有限公司海底两万里大空间空调系统应用项目。

评审工作结束后，学会组织专家到雷锋纪念馆参观学习，重温雷锋同志先进事迹。



第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛暨 2018 世界暖通空调学生科技竞赛中国区选拔赛成功举行

2018 年 9 月 7 日，由南京天加环境科技有限公司和中国建筑学会暖通空调分会联合主办的第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛暨 2018 世界暖通空调学生科技竞赛中国区选拔赛在河南省郑州市成功举办。

“全球暖通空调学生竞赛”（HWSC）是全球暖通空调学生科技创新领域水平最高的奥林匹克赛事。本次竞赛由欧洲暖通空调学会（REHVA）、美国暖通空调学会（ASHRAE）、中国建筑学会暖通空调分会（CCHVAC）、日本暖通空调学会（SHASE）、印度暖通学会（ISHRAE）和韩国暖通学会（SAREK）联合发起、中国建筑学会暖通空调分会（CCHVAC）承办，是面向全球建筑环境与暖通空调领域（包含暖通空调技术、建筑设备、室内环境控制、建筑能源）的大学生科技竞赛。该竞赛的参赛作品必须是本科或硕士论文成果，且需经各国（地区）暖通空调学会选拔推荐产生。

本次竞赛评委会由中国建筑学会暖通空调分会理事长、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长、清华大学建筑学院建筑环境与设备工程研究所李先庭教授、同济大学暖通空调及燃气研究所张旭教授、西安建筑科技大学李安桂教授、湖南大学彭晋卿教授、重庆大学陈金华教授、天津大学郑万冬副教授、哈尔滨工业大学沈朝副教授和南京天加环境科技有限公司市场服务中心总监梁路军等权威专家组成。

评委会从全国多所重点大学推荐参赛的作品中遴选出 25 项

组织了本次汇报答辩，各优秀选手们齐聚郑州，展开激烈角逐。

比赛采取全英文演讲与答辩的形式，评审委员会分别从论文的可行性与相关性、研究目标的明确性、研究方法的适当性、研究结果的准确性和可靠性、作品的创新性、书面材料和口头演讲的准确性、介绍和演讲的质量、回答专家问题的质量以及海报的学术内容和质量等方面对参赛学生进行了多维度的综合评比和打分。

经过一个多小时的专家组讨论与评选，来自清华大学的刘星如与来自上海理工大学的傅伊珺、李果荣获此次竞赛的一等奖，同时还有 4 组选手获得竞赛二等奖，10 组选手获竞赛三等奖。颁奖仪式将在 10 月 23~27 日在郑州国际会展中心举办的“2018 第二十一届全国暖通空调制冷学术

年会”期间举行。

在比赛闭幕总结上，徐伟理事长和评委专家们高度肯定了本次选手们的专业技能和综合表现。所有团队的同学们都提前做好充分的准备，从论文的创新性和逻辑的严谨性、PPT 展示、英语讲解、时间掌控以及答辩的各环节中，每个团队都有上乘的表现。踏实、认真、充满阳光与自信、英语流利这些特征，在参与本次大赛中的这些优秀的学生中得以充分的体现。

徐伟院长表示，通过本次竞赛的成功举办，下一届的世界暖通空调学生科技竞赛中国区将在国内组织多个赛区，将吸引更多的相关院校，给更多的 HVAC 专业的在校学生提供参赛，为高校和在校学生搭建国际化的舞台，展示才华的机会，为我们行业培养更多的一流的国际化人才。



加强交流与合作，海尔、格力、i 传媒团队到访暖通空调学会

近日，为加强企业与学会、协会间的交流与合作，海尔中央空调、格力电器、i 传媒团队先后到访暖通空调学会，得到了学会秘书处王东青秘书长、李炜、才隽、胡月波、鲁爱兰的热情接待。

交流期间双方共同表达了未来将就技术、市场、标准等多个领域进行深入合作、密切交流的诚挚愿望，同时也为下一步深入合作确立了方向和执行路线图。

会后，学会安排到访嘉宾参观中国建筑科学研究院近零能耗示范楼。



全文强制规范《建筑环境通用规范》和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》研编工作验收会议在京召开

中国建筑科学研究院有限公司为第一起草单位的全文强制规范《建筑环境通用规范》和《建筑节能与可再生能源利用技术规范》研编工作验收会议于 2018 年 8 月 28 日、29 日在北京国谊宾馆召开。住房和城乡建设部标准定额司田国民巡视员、吴路阳处长、陈国义调研员、周晓杰副处长等 5 人及住房和城乡建设部标准定额研究所李大伟处长，雷

丽英副处长等 6 人出席了此次会议，参加会议的还有相关规范研编组负责人及部分研编组专家。会议由住房和城乡建设部标准定额研究所李大伟处长主持。

田司长在会上作了重要讲话，对研编组各位专家在规范研编过程中所付出的努力表示感谢，并对研编工作进行了肯定。同时着重指出通用性规范必须把握共性要求的原则，避免与其他

规范交叉重复。

邹瑜教授级高工和徐伟研究员对研编工作过程、草案、专题研究工作及成果和重点难点问题等内容进行了汇报。与会领导和专家一致同意，研编成果符合研编工作要求通过验收，并对规范草案进行了审查，提出了宝贵的意见。研编组将根据会上意见，对规范草案进行修改和完善，尽快上报。

国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 修订研究项目通过验收

中国建筑科学研究院有限公司承担的住房和城乡建设部研究项目“国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014 修订研究”验收会议于 2018 年 7 月 31 日在北京召开。住房和城乡建设部标准定额司田国民巡视员，建筑节能与科技司倪江波副司长、胥小龙处长，中国建筑科学研究院有限公司王清勤副总经理及项目工作组成员出席了会议。中国城市科学研究会绿色建筑与节能专业委员会王有为主任为组长，中国房地产业协会童悦仲副会长、中国城市规划设计研究院李

迅副院长等 7 位专家作为验收专家出席会议。

王清勤副总经理代表牵头承担单位致辞，对与会领导和专家表示热烈欢迎和衷心感谢，并代表项目工作组汇报了研究情况。倪江波副司长在讲话中介绍了项目背景情况，强调了研究的重要性并对指标体系研究成果给予肯定。田国民巡视员在讲话中表示对标准修订工作的支持，并对标准修订方向和工作重点提出了具体要求。会议认为，项目研究成果达到了主管部门的要求，可为国家标准《绿色建筑评价标准》

GB/T 50378-2014（以下简称《标准》）的修订提供有力支撑，同意通过验收，并建议根据研究成果尽快启动《标准》修订工作，加速推动我国绿色建筑高质量发展。

本次修订研究工作以全面贯彻落实党的“十九大”精神为指导，基于新时代绿色建筑高质量发展要求，研究成果紧扣我国社会主要矛盾变化，坚持以人民为中心，体现了以人民为中心的基本理念，创新地提出了绿色建筑评价新体系，并更新、增补和提升了绿色建筑评价的技术内容。

《北方清洁取暖优秀实践案例集（2018版）》在京发布

2018年8月31日，由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院、国家空调设备质量监督检验中心和住建部供热质量监督检验中心等单位组织编撰的《北方清洁取暖优秀实践案例集（2018版）》发布会在北京召开。中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长、北京市农委村镇处李文超副处长、北京市环保局大气处曾景海副处长、节能环保中心唐艳芬部长/王继龙部长、中国质量认证中心邓旭处长/袁雅青高工、住建部科技与产业化发展中心刘幼农处长/侯隆澍博士、北京能源学会张信荣会长、中国安装协会顾心建副秘书长、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会王东青秘书长、北京市新能源与可再生能源协会史殿林会长/张定友副秘书长、中国节能协会热泵专委会赵恒谊常务副秘书长、哈尔滨工业大学马最良教授、清华大学石文星教授、大连理工大学端木琳教授、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院孙峙峰主任/王智超主任/徐昭炜副主任/杨强副研究员/袁闪闪博士等专家和格力、三星、麦克维尔、正理生能、恒有源、纽伯恩等企业代表相聚一堂，共同见证《案例集》发布。

发布会上，《案例集》主要编制人中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院环境测控技术研究中心徐昭炜副主任对《案例集》的编撰过程和具体内容进行了详细介绍。本着“企业主动申请、用数据说话”的原则，根据其产品特点、系统控制、系统能效及系统经济性等，经过技术参



数收集探讨，《案例集》最终从550余个跟踪监测和调研项目中遴选并收录了30个项目，涵盖户式空气源热泵供暖系统、中大型空气源热泵供暖系统、空气源热泵热风机、地源热泵供暖系统、电蓄热式供暖系统、多能联供供暖系统、燃气壁挂炉供暖系统7种技术措施，包括农村住宅、居住建筑、公建学校、厂房、营业厅等不同建筑类型，全面展示项目信息、项目特色（机组特色、系统特色等）、运行效果等内容。

通过《案例集》的编撰，编制组在清洁取暖工作推动过程中建议重点关注以下方面：

（1）制定精细化政策，保持政策的可持续性为前提。应在引导精准财政补贴、准确系统设计、严控产品质量、规范工程施工与合理系统运维等各方面做好统筹工作。

（2）提升围护结构性能，降低建筑热负荷是基础。应采取增加外围护结构保温、提高门窗气密性等有效措施，从根源处着手降低建筑热负荷及能耗。监测数据显示，围护结构性能好的建筑比围护结构性能差的建筑热负荷低30%以上。

（3）因地制宜选取供暖技术，严控产品质量是核心。应摸清百姓需求，根据不同取暖需求、不同地域特点选取清洁取暖技术

措施，并在实施过程中严格执行产品抽样检验，保证产品质量。

（4）严格落实“一户一设计”要求，做好选型匹配是关键。应进行准确的建筑热负荷计算，科学匹配取暖设备容量，设计合理的供暖系统形式。

（5）针对不同系统形式，确定最佳系统控制策略是难点。应结合具体系统形式，确定最佳的负荷调节、循环水泵运行和防冻控制（针对热水系统）及除霜控制（针对空气源热泵类产品）等策略，保障清洁取暖系统高效运行。

（6）宣传与培训合理的使用习惯，引导用户行为节能省钱是方向。鼓励用户在保证供暖需求的情况下充分利用谷电和间歇运行方式运行供暖系统。

（7）科学准确评价效果，用数据说话是保障。应建立第三方评价机制，实时掌握系统实际运行效果，坚持以实际数据反映实际情况，针对问题解决问题。

本《案例集》为首次编撰，得到了行业内相关学会、协会、科研院所、生产企业及集成商的大力支持。受项目收集时间和编撰篇幅所限，无法全面展示各项目和各技术措施的细节和特色，同时也受编者能力所限，不足之处在所难免，期望政府领导、社会专家和行业同仁给予批评和指正。下一步，我们将继续收集优秀实践项目，完善数据，适时进行正式出版。

让我们携手并进，共同推进清洁取暖工作快速健康发展。愿祖国的天空更蓝，愿我们的生活更美好！

行业新闻 IndustryNews

2019 年北方地区 清洁取暖率将达 50%

从近日在雄安新区召开的 2018 国际清洁取暖峰会上获悉，国家能源局将充分调动地方政府的积极性，推进清洁取暖率先在京津冀及周边地区取得明显成效，并在推进过程中特别注重发挥好雄安新区示范带动作用。

国家能源局总经济师郭智透露，未来雄安新区将优化能源消费结构，终端能源消费全部为清洁能源。国家能源局高度重视北方地区冬季清洁取暖，将督促各省市编制清洁取暖实施方案，稳妥有序推进清洁取暖工作。加大政策引领和市场引导，持续推进燃煤电厂超低排放改造，促进热电联产集中供热全面实现热源端清洁化。进一步明确电取暖的技术路线和配套电网建设改造规模，推动取暖用户与风电企业直接交易。下一步，国家能源局将充分考虑北方地区资源禀赋和供暖时长等特点，坚持宜气则气、宜电则电、宜光则光、宜油则油、宜煤则煤，循序渐进推动清洁取暖工作。

目前，我国北方地区清洁取暖比例仅为 34%。根据十部委去年底联合发布的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021 年）》，到 2019 年，北方地区清洁取暖率将达 50%，替代散烧煤 7400 万吨；到 2021 年，北方地区清洁取暖率将达 70%，替代散烧煤 1.5 亿吨，地热、生物质、太阳能等清洁化热源正迎来最好的时代。

2018 年 HCFCs 生产行业生产目标

2018 年 6 月，《蒙特利尔议定书》多边基金执委会第 81 次会议批准了我国 HCFCs 生产行业 2018 年度赠款资金 2300 万美元，并明确了我国 2018 年 HCFCs 生产控制目标：2018 年允许的最大 HCFCs 生产量为 22,742 ODP 吨，即削减 HCFCs

生产量 1,188 ODP 吨。

2017 年底，生态环境部下发 2018 年度初始生产配额 366,657 吨（折合 23,930 ODP 吨）。为实现 2018 年削减目标，生产行业需削减 16,649 吨 HCFCs 的生产，其中 7458 吨 HCFC-22、4,005 吨 HCFC-141b 和 5,186 吨 HCFC-142b。

紧盯煤改气 生态环境部启动千里眼计划

生态环境部近日宣布启动“千里眼计划”，逐步将京津冀及周边“2+26”城市、汾渭平原 11 城市、长三角 41 城市纳入范围，实现对大气污染防治三大重点区域的热点网格监管全覆盖，提高环境监管效能。

根据生态环境部的解释，“千里眼”远在太空中，利用卫星遥感技术筛选出不同区域内 PM_{2.5} 年均浓度较高的热点网格，作为重点监管单元进行监控。即便监管人员远在千里之外，也可以准确定位“污染”。目前，生态环境部已经在京津冀及周边区域划设 3600 个热点网格，今后还将覆盖汾渭平原及长三角等全部大气污染防治重点区域。

为确保“千里眼计划”取得实效，生态环境部于 2017 年在河北省沧州市启动了热点网格监管试点。试点以来，沧州市 PM_{2.5} 平均浓度显著下降，试点工作取得良好成效。在总结试点经验的基础上，生态环境部于今年 5 月 17 日印发通知，组织“2+26”城市自 6 月起全面开展热点网格监管。

如果将京津冀 2+26 个城市按照 3 千米×3 千米的范围进行划分，可以划出精确到位置的 36793 个网格区域，通过卫星遥感技术监测，结合气象数据、空气质量监测数据，判断出其

中 3600 个区域的 PM_{2.5} 浓度相较于其他区域更高。这就是环境监管领域“污染热点区域”，“污染物在不同气候条件下，它的高度是不一样的，网格面积一样，说白了就是网格内这个柱状体里面，整个的 PM_{2.5} 的量是多少，卫星遥感监测出来，（从高到低）大概排到了 3600 个网格点的时候，占了整个区域（排放）总量的 80%，这就是我们重点关注的区域。”作为重点监管单元，一旦网格内 PM_{2.5} 出现升高或变化时，监管人员可快速准确定位“污染”的经纬度位置，锁定污染源。热点网格监管这种技术化手段化解了以往依靠人海战术和经验检查搜寻污染源的尴尬，即便污染源隐藏在工厂车间，或者隐藏在家庭作坊，也可精准定位。

下一步，生态环境部将逐步扩大“千里眼计划”实施范围。今年 10 月前实施范围为“2+26”城市；10 月起增加汾渭平原 11 城市；2019 年 2 月起增加长三角地区 41 城市，从而实现对重点区域的热点网格监管全覆盖。



河北通过《电热水采暖炉通用技术条件》

近日,由河北省质检研究院牵头起草的省地方标准《电热水采暖炉通用技术要求》通过省质监局标准审定委员会的审定。内容涉及电热水采暖炉的术语、定义、分类、型号、参数、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等,适用于产品研发、生产、验收及质量管理。专家一致认为,标准系统规范了电热水采暖炉的各项技术指标,为产业发展和政府监管提供了质量依据,使煤改电主导产品质量有了风向标,填补了行业空白。

电热水采暖炉将电能转化为热能,通过输送热水的方式进行采暖,以清洁型、低能耗等优势成为我国煤改电主导产品之一。今年6月,生态环境部印发《2018~2019年蓝天保卫战重点区域强化督查方案》,重点督查北方地区清洁取暖的完成情况。河北省也印发《冬季清洁取暖工程实施方案》,明确着力推进实施电代煤,要求各地抓紧任务落地,提出确村确户和设备选型等工作方案。在政府关注和政策引导的影响下,煤改电主导产品电热水采暖炉产业发展呈现井喷式增长态势,与之相伴的是系列不容忽视的质量问题:由于没有统一的标准,制造工艺不规范,检测参数不科学,产品质量难保障,致使产品质量参差不齐,相关招标标准不一,百姓使用心里没底。

河北省质检研究院在开展电器产品检验业务中,搜集到各方对电热水采暖炉的意见建议,集中组织专家力量,以河北省目前的生产技术水平和国内相关产品的检验检测要求为基础,牵头开展《电热水采暖炉通用技术条件》地方标准的制定工作。

北京 PM_{2.5} 浓度降至 55 微克 蓝天保卫战部分任务提前完成

北京市环保局近日发布消息,今年1月~7月,北京全市 PM_{2.5} 平均浓度为 55 微克/立方米,同比下降 14.1%。累计达标 113 天,达标率 54.3%,同比上升 1.2 个百分点。重污染 8 天,同比减少 10 天。颗粒物(PM₁₀)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)浓度分别为 85、7 和 40 微克/立方米,同比分别下降 9.6%、30.0% 和 13.0%。通过对重点领域的精细化管理,全市蓝天保卫战部分任务提前完成。

在能源清洁化方面,全市 450 个村散煤清洁能源替代工程

全速推进,314 个村的“煤改电”外部管线工程已进场施工,其中 294 个村完工。

为进一步压实环保责任,今年以来,北京环保、公安、城管执法等多部门联合,市、区、乡镇(街道)三级联动,在全市 90 多个乡镇(街道)开展“点穴式”执法。1月~7月,全市环保系统共立案处罚固定源环境违法行为 2189 起,处罚金额 1.22 亿元。

北京市环保局相关负责人表示,北京将于近期出台北京市打赢蓝天保卫战三年行动计划,推动空气质量持续改善。

《京津冀及周边地区 2018~2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》发布

日前,《京津冀及周边地区 2018~2019 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》公开发布,石家庄市、唐山市、邯郸市、邢台市、保定市、沧州市、廊坊市、衡水市、雄安新区、辛集市、定州市在实施范围内。

方案指出,对钢铁、焦化、铸造行业实施部分错峰生产,建材行业实施全面错峰生产。重点城市采暖季钢铁产能限产 50%;其他城市限产比例不得低于 30%,由省级政府统筹制定实施方案;对“散乱污”企业集群实行整体整治。企业未达到治理标准要求的,电力公司不予供电,违规供电的予以公开问责。

有效推进清洁取暖。2018 年 10 月底前,河北省将替代 164 万户,重点加快北京市以南、石家庄市以北散煤替代工作,力

争 2019 年 10 月底前基本建成京津保廊石平原地区“无散煤区”。

开展锅炉综合整治。2018 年 12 月底前,河北省要基本淘汰每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉。2018 年 10 月底前,基本完成积极推进每小时 65 蒸吨及以上燃煤锅炉和城市建成区生物质锅炉超低排放改造,达到燃煤电厂超低排放水平。

加快推进燃气锅炉低氮改造,改造后氮氧化物排放浓度不高于 80 毫克/立方米,鼓励按照 30 毫克/立方米进行改造。2018 年 10 月底前,我省完成 353 台、8028 蒸吨。

采暖季期间(2018 年 11 月 15 日至 2019 年 3 月 15 日),要加大施工工地管控力度,根据环境空气质量改善需求,制定土石方作业、房屋拆迁施工等停产停工方案,并向社会公开,接受社会监督。

邢台大外环区清洁取暖拟9月底前完成

日前从邢台市城管局获悉，紧随南和县之后，该市桥西区于7月底完成气代煤、电代煤（“双代”）改造任务，实现清洁取暖全覆盖。截至目前，邢台市大外环区域内气代煤完成6300余户，电代煤完成2300余户，“双代”任务完成总进度的60%。

“市区大外环区域，即以新规划的环城公路G107、S342、G340、西环路市区绕城段为围合范围，此次清洁取暖改造涉及桥东区、桥西区、开发区及邢台县、南和县等31个乡镇，274个村（居委会），共11.1万户。”该市城管局副局长陈秋华说，在去年工作基础上，

今年计划实施气代煤改造1万户，电代煤改造0.5万户，电代煤升级1.4万户。具体实施遵循“宜气则气、宜电则电、能气不电、政府引导、用户自选”的原则。

今年6月初，邢台市明确了改造方式、补贴政策，由市城管局牵头协调，强力督导推进市区大外环区域内清洁取暖工作，预计今年9月底前全部完成。该市城管局还启动了全市农村“气代煤”安全运营百日攻坚行动，7月底，联合安监、消防、燃气、供电等部门组成检查组，深入一线查漏洞、消隐患、优服务，确保安全用气零隐患。

湖北荆州：着力提高太阳能热水普及率

今年荆州市将认真贯彻落实省、市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划等文件精神，努力做好“建筑节能、散装水泥、墙材革新、可再生能源”四大主业工作，将在全市新发展绿色建筑68万平方米，新增节能建筑254万平方米，着力提高建筑节能水平，增强全社会满意度和幸福感。

开展绿色生态城区等项目示范今年，该市将积极推进《湖北省绿色建筑设计标准》的贯彻执行，县以上城区新建民用建筑将全面执行绿色建筑标准。

扎实开展绿色生态城区示范、绿色建筑集中示范、高星级绿色建筑项目示范，加快推进纪南文旅区省级绿色生态示范城区建设。将继续推动县市新区申报省级绿色生态城区示范、荆州中心城区20万平方米以上和县市10万平方米以上开发项目申报省级绿色建筑集中示范，积极鼓励和引导新建学校、医院按“绿色学校”“绿

色医院”标准设计、建设。加快推进可再生能源示范城市建设，将督促已设计可再生能源系统的建筑工程项目按设计同步施工，引导新型墙材行业转型发展和产品升级换代，以乡镇“禁止使用实心黏土砖”达标验收为契机，稳步推进绿色建材下乡活动。

提高可再生能源覆盖率普及率今年，我市将严格执行新建居住建筑应用太阳能热水系统和政府投资的新建公共建筑应用一种以上可再生能源的有关规定。引导大型市场、工业园区厂房等新建或既有建筑改造时，统筹考虑光伏发电建筑一体化应用。将完成纪南文旅区核心区域地热能集中供应站布点规划和试点建设。

按照市政府有关文件，并结合我市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划，今年我市将积极发展分布式能源，加强高层建筑可再生能源应用技术研究，提高太阳能热水普及率和浅层地能建筑应用率，提升应用水平。

山东济宁继续实施“气代煤”惠民工程

为全面贯彻落实中央和省清洁取暖“气代煤”“电代煤”重大决策部署，今年济宁市继续实施“气代煤”惠民工程，2018年济宁市“气代煤”工程涉及任城区、高新区、太白湖区和经开区，第一批“气代煤”工程开工98个村庄，共36000余户。截至8月1日，第一批工程36000户已竣工验收，架空管541km；庭院管113km；市政管线63.5km；已经全面完成，已具备点火供气的条件。

改造后，每户村民家中壁挂炉上方都有一个报警装置，使用过程中一旦发生燃气泄漏，报警装置就会自动报警并自动切断电源，从而保障安全。为了保障今冬天燃气气源供应，济宁计划建设6台LNG立式储罐，可储存75万方天然气，能满足市区3天的用气量，确保气代煤用户的正常用气。济宁华润燃气有限公司气代煤及老旧小区管网改造办公室副经理赵起居：“第二批是57个村，大约是17000户，我们准备在近期开工，在9月底全面完工。”

推行“气代煤”用气政策，“气代煤”采暖用户不再执行阶梯气价，“气代煤”用户按照采暖期用气1元/立方米的标准补贴到用户，每户每年最高补贴1000元，用户室内采暖设施购置和安装费用由用户承担。



江苏：空净产品合格率为92.3%

8月15日，江苏省质监局官网通报2018年第2批省级产品质量监督抽查情况。通报称，2018年第二季度，江苏省质监局组织对日用及纺织品、电子电器、轻工产品、建筑和装饰装修材料、农业生产资料、机械及安防产品、电工及材料产品、食品相关产品等8大类52种产品质量进行了监督抽查。共抽查产品3691批次，合格3301批次，平均合格率为89.4%。其中，在生产企业抽样2276批次，合格2167批次，合格率为95.2%；在电商平台购样645批次，合格467批次，合格率为72.4%；在实体店购样770批次，合格667批次，合格率为86.6%。

关于电子电器方面，抽查吸油烟机、电风扇空调扇、净水器、空气净化器、吸尘器、足浴盆、耳机、无线路由器、移动电话、读写台灯、LED灯具、带USB接口插座、家用空调13种产品488批次，合格374批次，合格率为76.6%。

其中，抽查空气净化器产品26批次，合格24批次，合格率为92.3%。抽查不合格项目为标志和说明、待机功率、噪声、洁净空气量（甲醛）、骚扰电压5项指标，有1批次产品的洁净空气量（甲醛）、1批次产品的待机功率、1批次产品的噪声、1批次产品的电源端子骚扰电压、1批次产品的标志和说明不合格。

针对本次省级产品质量监督抽查发现的问题，各设区市质监局要按照《产品质量法》、《产品质量监督抽查管理办法》等法律法规的要求，认真做好后处理工作。

山东、河南开展消耗臭氧层物质专项行动

近日，生态环境部启动消耗臭氧层物质专项执法行动，相关省份正在抓紧组织实施。

山东省自2005年陆续实施了多个淘汰消耗臭氧层物质的履约项目，重点在长效机制建设、打击违法行为等方面开展工作，保护臭氧层工作取得了阶段性成果。2018年3月，山东省开展了泡沫行业ODS检查，7月组织全省17个市环保部门开展了为期一个月的打击ODS违法行为专项执法检查。目前，山东省环保厅组成检查组对各市检查情况及重点地区、重点

企业进行督察。

河南省于2018年7月在全省开展泡沫行业消耗臭氧层物质专项行动。为巩固专项行动成果，进一步扩大战果，按照生态环境部统一部署，河南省环境监察总队召开专题会议，部署开展以消耗臭氧层物质专项执法督查为重点内容的专项执法行动督查工作。专项督查分五个督查组，由副总队长任组长，相关监察处长任副组长，对全省重点市县进行督查，确保督查成效。目前，各督查组已经分赴各地开展督查工作。

青海完成推广清洁取暖煤改电项目1939个

今年以来青海海西供电公司格尔木市唐古拉山镇德吉小区启动实施电采暖改造项目。该项目通过对供电线路实施升级改造，以增大线径、公网变增容等方式，为67户居民、102户商户及16户牧民实施电采暖改造。这也是青海继成功实施玛多县清洁取暖项目，实现玛多县城清洁取暖全覆盖后，在三江源地区持续推进清洁取暖工作取得的又一新进展。

近年来，国网青海省电力公司积极践行绿色发展理念，大力

推动包括清洁取暖项目在内的多领域电能替代。按照“示范先行、规划引领、逐步推广”的工作思路，编制完成“三江源”地区清洁取暖规划。2017年11月，国内首个高寒高海拔清洁取暖项目在玛多建成投运，以此为示范在三江源地区16个县全面推广清洁取暖项目实施。国网青海电力积极推动农村“再电气化”，打造绿色低碳新生活，青海农牧区“电热炕”项目，让上万农牧户告别了烧牛粪、烧秸秆取暖的历史。

西安近66万户城乡居民将实现“煤改洁”

日前，从西安市召开的“控煤”工作推进会上获悉，该市将通过规模以上工业控煤、散煤治理、遏制散煤复燃三大攻坚战，确保全市规上工业34.02万吨减煤目标、城乡居民65.84万户“煤改洁”任务按时完成。

据了解，西安市“控煤”工作取得了一定成效，今年以来完成城乡居民“煤改洁”14.32万户，

规模以上工业用煤1-7月份减少2.49万吨，同比下降0.71%。但面临的形势依然严峻，任务十分艰巨，尤其是秋冬季马上就要到来，PM_{2.5}年均浓度有可能出现反弹；此外，汾渭平原被明确为与京津冀及周边地区、长三角地区并列的国家大气污染防治重点控制区域，该市环境治理有着更高标准和更高要求。

《自治区农村居住建筑煤改电工程技术指南》发布 助推新疆电气化建设

9月5日,记者从自治区住房和城乡建设厅了解到,为加快电气化新疆建设,扎实推进乡村振兴战略的实施,《自治区农村居住建筑煤改电工程技术指南》于日前发布实施,适用于全疆农村既有、新建住房电供暖系统户内设计、施工安装、调试验收。

《指南》根据南疆农村住房特点和农民经济承受能力,推荐了电油汀、碳纤维、碳晶板等便于安装、操作、维护的电供暖散热器类型,明确了材料选用、施工、验收的基本规定和程序。同时,还明确了凹型电磁炉、电饭煲、电烤箱等厨房电热炊具配电设计、施工、验收等技术要求。

此次发布的《指南》对规范

全疆尤其是南疆四地州电供暖系统设计、施工、安装、调试、验收提供了有效指导,也为改善全疆农村居民供暖条件、提高农村电气化程度起到推动作用。

与此同时,根据《指南》,自治区住建厅还计划在全疆范围内陆续设立电供暖技术服务中心,首先将在阿克苏、喀什、和田、塔城等地设立第一批10个服务中心。

在乌鲁木齐市、昌吉回族自治州、伊犁哈萨克自治州等地设立第二批16个点的技术服务中心。值得注意的是,技术服务中心需具备有100~200平方米的综合展厅,配有专业技术人员,设置24小时服务电话,为各地免费提供电供暖技术支持。

乌鲁木齐将拆改1.9万余台燃煤供热设施

8月9日,记者从市供热行办了解到,目前,乌鲁木齐“煤变气”项目有序推进,14736台燃煤锅炉已经拆除。包括河西村、东戈壁村、广东庄子村、振兴村、红雁池东、大浦沟、立井南等片区。为保障供热需安装清洁能源供热设施13792户,现已安装1713户,占12.4%。

今年乌鲁木齐“煤变气”项目于4月20日陆续开工,共对远郊1.9万余台(户)燃煤供热设施实施拆改。项目完成后,预计可减少冬季燃煤耗量11.7万吨,减排二氧化硫0.19万吨、烟尘0.47万吨,能够有效缓解自采暖燃煤供热设施低空排放造成的环境问题,改善乌鲁木齐大气环境质量。该市供热行办工程项目科负责人郑绍逢说,目前全市燃煤供热设施主要分布在城乡接合部、城边村和农村地区,拆改难度极大。按照“宜拆则拆、宜气则气、宜电则电”原则,在保障燃气、电力充足供应稳定和经济可行的基础上,确定改造方式,确保改造后采暖期的安全稳定运行。目前相关责任区县已建立完善的采暖设备售后服务体系,保障居民在采暖期正常稳定用热。

据了解,乌鲁木齐市主城区已实现以天然气为主的清洁能源供热全覆盖,成为全国首个气化城市。为切实改善乌鲁木齐生态环境质量,减少煤炭消费量,进一步优化城市供热能源结构,促进大气环境质量改善,自2017年起,乌鲁木齐大力实施“煤变气”工程建设,共对4.9万余台燃煤供热设施实施拆改,进一步促进大气环境质量的有效改善。

呼市17万余户居民年内将实现取暖清洁化

再出重拳打赢蓝天保卫战,召开的市政府(2018)第19次常务会议研究并原则通过《呼和浩特市居民取暖清洁化提升及改造实施方案》决定,通过提前部署,提前启动,年内将完成包括市四区及土左旗、和林县及托县部分城镇在内的棚户区、城中村、城边村17万余户居民取暖清洁化。

作为北方城市,呼和浩特季节性污染问题较为突出,其中棚户区、城中村、城边村燃煤散烧是重要因素之一。经统计,全市高污染燃料禁燃区共有燃煤散烧居民23万余户,2017年,已对14万余户居民实施了清洁燃煤和清洁炉具替换工作,收效明显。

本次居民取暖清洁化提升及改造方案分三部分实施。第一部分,对市区及土左旗临近市区范

围的台阁牧镇、兵州亥服务中心在内的11万余户居民更换洁净炉具(包括2017年已更换的7.2万余户,今年新增近4.5万户)。第二部分,对重点地区的土左旗察素齐镇、托县双河镇及和林县部分城镇的5万余户居民进行清洁化改造。第三部分,选取玉泉区和新城区部分城中村、城边村实施集中供热试点改造;选取玉泉区、回民区部分村庄进行煤改气试点;选取玉泉区部分村庄实施电供热试点。



太原积极推进 农村清洁取暖改造

今年太原市在农村清洁取暖改造方面,将优先利用太阳能、余热、余压、地热能、生物质等多种清洁能源。

太原市提出今年要完成“三县一市”平川地区清洁供暖改造10万户以上;10月底前,“三县一市”现有193台20吨及以下燃煤采暖锅炉全部实施清洁能源替代,现有55台农业生产采暖锅炉全部实施清洁能源替代。同时积极推进可再生能源供暖试点,明确了可再生能源清洁供暖试点的补贴政策。依照有关实施方案,清徐县完成1个光热清洁供暖改造试点,古交市完成1个热泵热风机清洁供暖改造试点,阳曲县完成1个光热清洁供暖改造试点和1个热泵热风机清洁供暖改造试点,娄烦县完成1个光热清洁供暖改造试点。

阳泉入选“冬季清洁取暖试点城市”

8月23日,从北京传来捷报,阳泉市入选“2018年国家北方地区冬季清洁取暖试点城市”名单。此次入选,标志着阳泉市将在未来3年获得15亿元中央财政奖补资金。

2018年至2021年,阳泉市冬季清洁取暖工程预计投入49亿元。获得中央财政支持后,阳泉市将通过实施热源清洁改造、热网系统提升、既有建筑能效提升三大工程,举全市之力扎实推进清洁取暖工程改造任务,实现“市区供热集中化、农村供热电气化、全域供热清洁化”,为打赢蓝天保卫战奠定基础,兑现还百姓蓝天白云、绿水青山的庄严承诺。

《财富》杂志“改变世界的公司”排行榜, 江森自控荣誉获选

因协助夏威夷大学毛伊岛学院校区(University of Hawai'i Maui College)实现百分之百利用可再生能源发电,近日,江森自控被《财富》杂志评为2018“改变世界的57家公司”之一。

越来越多的国际型大公司在追求盈利的同时,还在企业社会责任方面有所建树。《财富》杂志连续第四年推出了“改变世界的公司”排行榜。“改变世界”榜单主要评选的公司,是通过经营活动,实现将积极的社会影响纳入核心战略的公司。优先考虑年收入超过10亿美元的公司。评估基于以下四点:可衡量的社

会影响、经营业绩、创新程度、以及社会责任与企业的整合程度。2015年,夏威夷州成为美国第一个承诺到2045年实现百分之百利用可再生能源的州。夏威夷大学作为该计划的开路先锋,与江森自控开始了深远的合作。该校承诺预计在2035年一月,实现百分之百利用可再生能源。

江森自控作为同时深耕智慧建筑与智慧能源市场的领军企业,在DES(Distributed Energy Storage)分布式储能系统领域具有独到优势。它是未来智能建筑楼宇自控系统中,最重要的技术之一。

克莱门特服务盐城大丰人民医院

盐城市大丰人民医院是集医疗、教学、科研、预防保健、康复于一体的综合性医院,是南通大学和徐州医科大学的教学医院及江苏医药职业学院附属医院,是国家卫计委内镜与微创医学普通外科和耳鼻咽喉科培训基地及全国出生缺陷防控耳聋基因检测实验示范基地。

此次大丰人民医院综合楼手术部共20间手术室,其中I级手术室3间(含1间I级眼科),II级手术室2间,III级

手术室15间,建筑面积约3500平方米。净化空调系统冷/热源采用克莱门特多功能风冷热泵机组,同时为手术室提供12/7℃冷冻水及40/45℃的热水,制冷制热不互相牵制,冷热源可以同时独立设置冷热水温度。过渡季节采用自动平衡换热器,无需手动切换且COP>8。夏季空调冷负荷为2113kW,夏季空调热负荷为606kW,冬季空调热负荷1300kW,过渡季节冷负荷306kW。



参与多项标准制定，格力在国际舞台发出“中国声音”

近日，格力电器获美国 UL/STP 1741 变流器标准技术工作组批准，成为该工作组的标准制定成员，得以在国际舞台上为“中国造”发声。

UL (UNDEWRITER LABORATORIES) 是美国最著名的产品认证和标准制定机构，对产品的安全性和可靠性有着极高的要求，因此也具有极高的权威性，在国际市场上广受认可。事实上，格力已非首次参与国际标准制定。今年5月份，格力成功加入了 IEC/TC 82 太阳光伏能源系统标准化技术委员会，开启了主导制定光伏的国际标准之路。今年4月，IEC TC59 PT63086《家用和类似用途空气净化器性能测试方法》标准项目组第3次面对面会议

在意大利威尼斯召开，格力作为中国代表团中唯一的企业单位出席会议并根据自身产品开发、标准制定的经验，在会议上提出诸多有价值的建议，为“中国造”赢得了相关领域国际家电标准制定的话语权。

据了解，格力目前已累计主导和参与了近300份国际、国家标准的制、修订工作，通过先进的标准促进技术水平提升，引领行业健康发展。特别是近几年，格力对环保冷媒、光伏空调、空调能效等多份国际标准的主导和参与，“标准走出去，产品走出去”的发展道路上起到了良好的引领示范作用，向世界展示了中国标准、中国制造，树立了中国品牌的形象。

大金空调再登全球创新企业百强榜

近日，科睿唯安 (Clarivate Analytics) 发布了备受瞩目的“2017年度全球创新企业百强”(Top 100 Global Innovators) 报告。该报告聚焦于研发实力、专利总量、专利授权率及全球化影响力四个维度，以甄别出在全球范围内最具创新影响力的企业。第五次上榜的大金，再次以百强企业中唯一一家集空调、冷媒、压缩机研发、生产、销售、服务于一体的全球性企业，荣登榜单。

本年度报告显示：全球百强创新企业是真正集尖端技术领域的群体，其拥有更高质量的研发创新力和更多全球影响力。百强榜单中成功的创新企业不仅善于创造新思想，还善于将其转化为成功的产品和服务。

澳大利亚麦考瑞大学绿研专家到访源牌科技

8月20日，澳大利亚麦考瑞大学经管学院 John Mathews 教授、浙江大学管理学院创新管理与持续竞争力研究中心金珺副教授及博士生一行慕名到访源牌科技调研青山湖科技城园区绿色环保、低碳节能发展情况。源牌科技董事长叶水泉、常务副总经理张劲松、总工程师刘月琴等热情接待了来宾一行。青山湖科技城管委会科创人才服务中心常务副主任李晓云陪同。

张劲松、刘月琴陪同来宾先后参观了源牌低碳馆科技成果展示厅、青山湖能源站，了解了源牌为青山湖科技城进行的区域能源规划。园区科研院所众筹投建区域能源站，集中供应空调冷热源，因此整个科技城几乎见不到一台分体空调外挂机，有效保障了低碳经济示范区建设，充分

体现了“既要金山银山、又要绿水青山”的园区可持续发展理念。

双方在聊到能源利用方面，John Mathews 教授建议未来能尽量利用可再生能源来替代化石燃料，从而减少温室气体排放，缓解全球变暖。叶水泉倾听完建议后表示，目前由于技术创新及经济性的局限，全球可再生能源利用占比普遍不高，当然这是个发展趋势，源牌“零能耗实验示范楼”就做了类似的创新，大楼全面利用源牌低碳能源技术，将原本25万度的年耗电量下降到10万度，屋顶光伏电站发电除了满足建筑自身用电需求，多余电量可以并网，阴雨天再买回来，一年下来近乎“零能耗”。自2017年2月投用发电以来，目前零能耗楼已累计发电18万度，累计使用电量17万度，俨

然就是“负能耗”，这样的模式放在长江以南四层及以下民用建筑中，完全可以实现“零能耗”。

此次调研组联合开展的《中国绿色园区管理与园区企业发展研究》旨在了解中国科技园区的绿色发展现状，研究主要绿色发展战略。青山湖科技城高效的综合能源梯级利用与源牌智慧低碳能源技术给调研组提供了丰富的理论基础与实践指导，让大家看到了中国企业绿色崛起的方向。



国际资讯 International News

丹麦利用生物质能进行 清洁取暖

据了解,丹麦生物质能在可再生能源领域中占主导地位,特别是在2000年后,生物质能应用比例明显提高。与其他欧洲国家相比,生物质能在丹麦应用度更高,2016年,丹麦生物质能占能源消费量的28%,到2020年,这一比例将提升至38%。

丹麦能源署 John Tang 介绍,在欧洲,生物质能主要用于供暖、交通及电力三个方面,其中,供暖占总使用比例的75%,交通和电力平分剩余的25%。

生物质能运用于供暖领域具有多元化的特点,在欧洲主要用于三个领域。第一是用于分散式民用供暖,德国、意大利、法国、奥地利应用较多。第二是用于集中式区域供暖,代表国家有丹麦、瑞典、立陶宛、芬兰。第三是用于工业,典型国家有比利时、芬兰、爱尔兰、葡萄牙、瑞典、斯洛文尼亚。

据相关数据显示,在欧洲28国中,使用生物质能供暖消耗量排名前五的国家分别是德国(15%)、法国(12%)、瑞典(10%)、意大利(9%)、芬兰(5%),剩余国家占46%。

从目前发展情况来看,丹麦木质颗粒燃料的价格昂贵,使用比例将会进一步下降;秸秆使用比例未来趋于稳定,但数量有限,主要用于小型锅炉;木屑由于价格稳定且使用效率高,应用比例正在提高。John Tang 表示,在未来3~4年内,生物质能在丹麦,甚至全球还有更大的发展空间。

第三届亚洲被动房大会在韩国首尔召开

2018年8月31日,第三届亚洲被动房大会在韩国首尔国立大学召开,191位各国代表参加此次会议。本届大会的主题为“基于地域特征的被动房演化”。

受大会特邀,中国建筑科学研究院张时聪研究员以《Nearly Zero Energy Building in China: History, Status and Future》为题发表演讲,首先回顾了从1986年世界银行建筑节能首席专家、被动房概念联合提出者、瑞典隆德大学 Bo Adamson 教授将“被动房”理念应用于中国长江流域,在无锡沁园新村进行技术探索,到1993年马鞍山珍珠园小区示范项目,到2010年上海世博会汉堡之家,到2012年后中德技术合作等合作和示范项目的发展过程;分析了德国被动房和中国提出超低能耗、近零能耗、零能耗相关定义的关联和不同;介绍了近零能耗建筑的国内政策、科研项目、技术标准、试点示范、国际合作、

行业组织和未来发展等技术内容。

主论坛上,日本被动房研究所 Kazuya Matsuo 研究员介绍了保温和气密性措施提高对被动房夏季室内环境的影响研究。国际被动房协会 Francis Bosenick 介绍了国际被动房发展最新进展和国际合作开展情况。

亚洲被动房大会由中德联合集团和青岛被动屋工程技术有限公司发起,在中国、日本、韩国三国中轮流举办,经过前三届大会的技术交流,各国均对应该针对亚洲气候特点和建筑形式,研究亚洲特点的能耗控制目标与技术路线达成共识。会议期间,奥润顺达集团李恩深部长和中德联合集团于正杰副总经理分别介绍了2019年第23届世界被动房大会和第4届亚洲被动房大会的筹备情况。与会日韩专家纷纷赞赏中国对被动房技术的研究和推广,相信未来中日韩三国在此领域会有更多合作。

加州议会有望通过 100% 可再生能源法案

最早在2017年,由美国国家参议员凯文德莱昂首次推出可再生能源法案 S.B.100。据了解,该提案还将加州的清洁能源目标从2030年的50%提高到2030年的60%。目前该法案已经上交给加州州长杰瑞·布朗,该州委员会有30天时间来批复该项可再生能源法案。

美国环境组织——塞拉俱乐部指出,如果 S.B.100 成为法律,加州将加入夏威夷,成为美国唯一拥有100%可再生投资组合标准的州。

加利福尼亚塞拉俱乐部主任表示“加利福尼亚州的岩石和加州立法机构的领导者。参议院100

号法案表明,我们在这个州都致力于减少发电造成的气候和空气污染。”

自从 S.B.100 被引入以来,加州环境相关部门已经建立一个联盟以支持通过该法案。该组织称,环境,公共卫生,劳工,环境正义,信仰,商业和青年社区的250多个组织写信支持 S.B.100 法案。

塞拉俱乐部执行主任发表以下声明:“这不仅是在加利福尼亚,更是国家和世界的关键时刻。目前,加利福尼亚正在加紧过渡到100%的清洁能源经济。到2045年,世界上最大的经济体之一和数百万家庭和企业将通过100%的清洁可再生能源提供动力。”

美国发布通报修订制冷与空调行业参考 以编入某些行业共识标准最新版本

美国国家环境保护局(EPA)于2018年8月14日发布G/TBT/N/USA/1325/Add.3号通报,修订新家用冰箱、冰柜和组合式冰箱冰柜中使用的异丁烷(R-600a)、丙烷(R-290)和R-441A3种易燃制冷剂的使用条件。EPA拟通过提供参考文献、将制冷剂容量大小限制和使用要求标记在制冷设备上等方式,告知消费者和技术人员潜在的可燃性危险,确保可燃性风险最小化。最终法规将于2018年9月7日生效,修订后的使用条件适用于本规则生效后制造的家用电冰箱和冷冻柜。

新的使用条件

1、仅限新设备,且不能用作改装替代品:即异丁烷、丙烷和R-441A这3种制冷剂只能用于专门为制冷剂设计并明确标识的新设备,不可用作不同制冷剂设计的现有设备的转换或“改装”制冷剂。

2、使用对象符合美国保险商实验室(UL)标准:这些制冷剂仅可用于满足UL 60335-2-24“家用和类似用途电器安全-第2部分:制冷设备、冰淇淋设备和制冰机的特殊要求(2017)”

所规定的设备。

3、此外,在生产过程中必须遵守美国联邦政府法规29 CFR 1910“职业安全与健康标准,包括29 CFR 1910.106(易燃和可燃液体)、1910.110(液化石油气的储存和处理)、1910.157(便携式灭火器)和1910.1000(有毒有害物质)的要求,通过遵守良好生产规范,在制造和储存含有碳氢制冷剂的设备的过程中,应始终保持适当的通风。如果设备周围空气中的制冷剂水平超过可燃性下限的四分之一,则应立即撤离现场,且只有在充分通风情况下才能再次进入。技术人员和设备制造商在处理这些制冷剂时,应穿戴适当的个人防护设备,包括化学护目镜和防护手套。要注意避免接触皮肤,因为这些制冷剂与许多制冷剂一样会造成皮肤冻伤。应在附近放置B级干粉灭火器。工作人员在制造使用这3种制冷剂的冰箱和冷冻柜工作时应使用防火工具。使用的任何回收设备应设计用于易燃制冷剂。制冷剂装卸应在通风良好的区域,例如建筑物外部。

上半年美国可再生能源发电量超越核电

据外媒报道,美国能源信息管理委员会(EIA)发布的最新统计数据显示,在2018上半年,美国总发电量中,可再生能源的占比接近20%,小幅超越了核电。

具体来说,上半年,美国利用可再生能源的发电量占比是19.867%,核电是19.863%。

注意,统计中的可再生能源包括生物能、地热、水电、风能和太阳能。

其中,风能发电量同比增加了27.6%,太阳能增加了11.2%,单纯风能和太阳能的合计发电量接近全美发电量的1/10。

报道称,EIA透露,传统的煤炭发电在上半年的占比是26.93%,合计所有的化石燃料发电方式(火电)总计为60%,处于历史很低的水平。要知道,5年前,这一数据还是68.6%。

瑞典供热系统和蓄能相结合

瑞典供热供冷协会中国区主席Bernt Andersson主要介绍了瑞典将供热系统和储能相结合的经验。

在瑞典韦斯特拉市,供热系统均配有储能装置,该市已形成较为成熟的集中供暖管网规模,五大供热点向市中心输送能量,整合后的管网热负荷大于600兆瓦。

在储能技术方面,Bernt Andersson介绍了两种应用较为广泛的储能技术:一是常压热水罐,其特点是可以储存高达98摄氏度的热水,装机规模量大;二是承压热水罐,可以储存120~130℃的热水。可满足需求较大的工厂,但费用昂贵。

储能技术可与现有的区域供热系统和电锅炉结合应用,很多中国公司都在加装适用于电锅炉的储能罐。

此外,瑞典十分注重垃圾的无害化处理。Bernt Andersson认为,目前,主要的环境问题是低效的、过时的垃圾管理所导致的,它使得垃圾填埋持续增加,因此,在现代社会,城市垃圾的管理是一项非常紧急的环境挑战。如果可以优化垃圾管理政策和升级应用技术,它可以建立一个环境友好的循环利用和能量回收机制,进而减少垃圾填埋的处理方式。垃圾同样可以成为能源,并且成为清洁热源。

Bernt Andersson说,在城市中实现垃圾变能源的重点在于减小气味,实现环境友好性,瑞典采取的方法是在封闭的建筑物里安装先进的通风系统及排气系统,封闭的排气设备与锅炉相连,杜绝外排。

| 欧洲可再生能源发展趋势

爱尔兰、瑞士和英国的研究人员已经展示了长期天气模式如何影响整个欧洲的风能和太阳能可再生能源技术。利用30年的气象数据，科学家们研究并进一步模拟了可再生能源对电力行业到2030年的影响。这项工作表明，尽管风能和太阳能具有不可预测的性质，但欧洲电力系统可以轻松生成至少有35%的电力单独使用这些可再生能源，而不会对价格或系统稳定性产生重大影响。研究人员通过分析整个欧洲的电力系统运行（包括国家之间的电力传输和技术运营限制——使用跨越1985年至2014年30年期间的风能和太阳能数据来挑战以往研究的时间和空间限制。通过揭示这个长期存在于庞大，相互关

联的地区数据库，该团队能够模拟欧洲在未来12年具有不同可持续发展目标的五种不同可再生能源情景下的表现。事实证明，在了解CO₂排放，系统成本和系统运行的趋势时，数据库的广度和深度都有所不同——所有这些对于能源政策的有效发展至关重要。

通过使用多年来更好地了解其他变量在风能和太阳能渗透市场时的反应方式，柯林斯和他的团队发现，在未来的情景中，CO₂排放和总发电成本会大幅波动。随着依赖天气的资源在市场中获得更大的吸引力，这些可能会变得高达不确定性的5倍。然而，他们还发现欧洲可以很好地抵御这种变化，因为它的紧密结合——

他们的模型估计到2030年欧洲可以使用可再生能源超过2/3的电力，其中1/3来自风能和太阳能。

柯林斯及其团队认为，他们的模型和数据可用于描绘各种可能的未来情景，以帮助政策制定者更好地了解可再生能源的可靠性和影响，包括转向100%可再生电力系统的影响。通过使他们的模型和数据公开可用，研究人员还希望未来的工作将表现出对这些长期天气模式的更多认识，以便准确地描绘一个更加可再生能源的世界。

柯林斯说：“为了使未来的政策发展变得强大并捕捉脱碳能源系统的气象依赖性，它们应该基于利用常见长期数据集的开放式建模分析。”

| 来自童话王国的能源利用启示

在2018年中丹可再生能源清洁供热高峰论坛上，清洁供暖又一次被大家所提及。丹麦的童话陪伴着一代代人的长大，而丹麦的清洁能源发展比童话而言毫不逊色。虽然地处北欧，冬季寒冷且漫长，供暖所用能源占总能源需求比较大。但提起丹麦，却没有雾霾重重的压迫感，而是换之以清新的空气和色彩斑斓的花园城市。现如今，丹麦已经向“零碳社会”迈进，在清洁能源领域中独树一帜，丹麦是如何做到的？丹麦能源署总监 Morten Bak 给了我们一个答案：“区域供热和热电联产的广泛使用，是丹麦在过去几十年里提高能源效率并减少碳排放的主要原因之一。”

区域供热系统成为能源体系的基石

作为国民幸福指数全球最高

的国度之一，丹麦的另一“最”让人眼前一亮——全球能效最高的国家之一，并拥有世界领先的区域供暖技术。“这一技术构建的区域供热系统，成为丹麦绿色高效能源体系的基石。” Morten Bak 表示

丹麦以农业立国，居民散居在大大小小的城镇和乡村中，区域供暖如何实现并推动国家节能减排战略？让时光回溯到上世纪70年代。

1973年10月，世界第一次石油危机爆发。由于国内约90%的能源消耗都依靠石油进口，丹麦受到了强烈波及。在交通和供热上，居民感受到尤为明显的价格压力。

这次能源危机让丹麦人认识到，节约能源是减少对进口燃料的依赖、降低消费成本的关键。由此，丹麦开始重视能源独立、

提高能效，并于1976年成立能源署。由其牵头主管能源，制定了节能优先、以发展风能和生物质能等为主的新能源政策。

1979年，丹麦第一部《供热法案》出台，并在随后几十年不断修订完善。这项法案包含了丹麦供热计划形式和内容的管理条例，标志着丹麦公共供热新时代的开始。

按照《供热法案》规定，各地政府负责编制市政区域的供暖规划。供暖规划的总体原则要按照社会效益最大化来推广供热方式，采取最环保的采暖方式，大力推广热电联产，最大限度地降低能源供应对石油和其他化石燃料的依赖。

区域供热和热电联产的推进使丹麦的供热体系不断优化。同时，在燃料的选择上偏向排放量更小、更清洁的天然气。一系列

措施落地后，效果也逐步显现。截至1980年，丹麦经济总量增长了70%，能源消耗总量却常年基本保持不变。

据丹麦工业联合会能源分会主任Troels Ranis介绍，丹麦2020年的能源消耗目标将实现40%的可再生能源占比。到2050年，丹麦将100%独立于化石燃料，彻底摆脱对化石燃料的依赖。

经济措施、公众参与及技术创新都重要

除了在行政上推广天然气热电联产、继续扩大规模降低成本外，丹麦政府还相继出台了多项政策，通过税收、补贴等手段推动供热向高效、清洁转型。

“一方面，丹麦政府对供热企业进行补贴。采用热电联产和可再生能源的企业均可享受一定金额的补贴。例如，利用生物质燃料发电可以按每兆瓦时领取20欧元的补贴。”Troels Ranis说，另一方面，丹麦政府还通过税收和价格杠杆来提高企业和公众的参与度。对供热的煤炭、石油、天然气均收取相应的燃料税，而对电力生产则没有税收，这促使供热厂有动力向热电联产电厂转变，以减少燃料税的支付。

生产端做到了绿色可持续，消费端也不能偏废。为此，丹麦政府在建筑领域引入了“节能账户”的机制，即建筑所有者每年向节能账户支付一笔节能费。金额根据建筑能效标准乘以取暖面积计算，分为多个等级，如达到最优等级则不必支付。没有达到能效标准的建筑，经改造后可重新评级。这项机制可以激励建筑所有者在门窗、屋顶以及墙体保温性能的提高上不遗余力，从而最大限度地利用建筑能效。

此外，丹麦通过立法，要

求每个家庭配备计量仪，驱动形成“我使用、我付费”的模式。Troels Ranis对此表示，丹麦的这种模式有效避免了一些客户为他人的消耗买单而把真正节约的能源稀释掉。

节能账户、热计量和收费等消费端的节能措施，不仅培养了公民低碳生活的节约意识，还从源头上解决问题，形成从生产端到消费端整体节能的良性循环。

丹麦的绿色技术仍在不断创新和发展。丹麦著名的节能环保企业丹佛斯一直致力于推动清洁能源的发展。其中国区总裁Kjeld Stark指出，丹麦区域能源技术已经发展到了第四代，形成“节流”与“开源”并举、多能互补的现代化绿色区域能源体系。绿色技术出口占丹麦出口总量的百分比长期在两位数以上，在欧盟国家中多年来位列第一。

不同国家利用区域能源系统差别大

丹麦区域供热委员会业务发展经理Morten Jordt Duedahl认为，区域能源在应用中要考虑到其可持续性和灵活性，最大限度地利用多种清洁能源。不同国家利用区域能源系统差别较大。部分原因是气候、城市密度和可用能源资源等差异造成的。而不同的能源政策、监管框架和建筑传统也解释了不同国家区域间的供热差异。

事实上，丹麦区域供暖的相关技术和经验已在中国一些地方落地。Kjeld Stark介绍，辽宁省本溪市采用了丹麦的区域能源解决方案，在供热面积约300万平米的范围内进行供热改造。项目实施第一年，本钢热力公司扭亏为盈，同时减少煤炭燃烧量两万多吨。当地空气质量改善明显，

2017年本溪市在辽宁省空气质量排名位列第二。未来两年，本溪市预计采用余热供暖面积将超过500万平方米，降低煤炭使用量约20万吨。

香格里拉也是丹麦经验的受益者。香格里拉位于云南省西北部，海拔3300米以上，冬天日常温差大，供热需求高。“当地居民过去一直使用化石燃料和木材作为主要燃料，为单体锅炉供热，空气污染严重。目前，引入区域供热方案减轻了大气污染，促进了当地生态环境的保护。”Kjeld Stark说。

国家发改委能源研究所副所长王仲颖认为，清洁供热是我国现阶段及将来都将面临的重要任务，特别是对中小型城市而言。我国的可再生能源供热多为分布式应用，量大面广，地热仍为增长主力。城市与农村、不同的气候区域市场需求差异较大，单一的能源品种难以满足用户需求，多能互补的系统就显得尤为重要。同时，一些供暖技术已经具备一定的市场竞争力，但仍需要政策支持。

“在供热领域，降低供暖耗煤量，用清洁能源代替燃煤锅炉是目前面临的一大挑战，而热源紧缺又是北方城市供热系统所面临的主要难题。北方地区在清洁能源的利用上，由于地区间的热源与供需分布不平衡，北京、保定、秦皇岛等地热源局部紧缺，而唐山、邯郸、张家口等地热源又局部富裕，可考虑在降低输送成本、提高输送能力的前提下，发展长距离输热。利用电厂、工业余热作为区域基础热源，热、电、气协同运行，在其他国家经验的基础上，构建区域供热新模式。”清华大学建筑节能研究中心教授夏建军建议。



倡导清洁能源 共赢绿水青山

2018年北方城市清洁取暖技术交流峰会在河南开封成功举行

近年来，雾霾天气频发，为了减少燃煤污染、改善空气质量，推进北方城市清洁取暖工作的深入交流，2018年9月6日，由中国建筑科学研究院有限公司、开封市人民政府、中国建筑学会暖通空调分会、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会共同主办的“2018年北方城市清洁取暖技术交流峰会”在河南省开封市隆重举行。来自政府相关职能部门、行业协会、科研院所、设备供应商、区域能源运营商及新闻媒体代表，共同聚焦清洁取暖发展。

开幕式由中国建筑学会暖通空调分会秘书长王东青主持，开封市人民政府贺全营副市长、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长、海尔中央空调王利总经理到会并致辞。

技术交流环节由中国建筑科学研究院环能院科技与经营管理部主任孙峙峰主持。徐伟院长做了《清洁供暖与超低能耗建筑》主题发言；开封市发改委副主任许红兵分享了开封市作为第一批清洁取暖试点城市在具

体工作的开展与实施方面的经验与思考；国家清洁取暖示范城市鹤壁市技术方案首席专家袁闪闪博士重点介绍了《清洁取暖试点城市建设与实施》；中国建筑科学研究院环能院热泵与蓄能中心李骥总工做了《大型热泵区域能源站在清洁取暖中的应用》技术报告；海尔中央空调相关负责人现场分享了家用、商用、大型建筑的全空间清洁取暖解决方案。

会议期间当地政府部门、行业协会、科研机构等共同签署清洁能源发展倡议，加快推进“禁煤区”建设，打造清洁能源

共创共赢生态圈。

清洁取暖是党中央和老百姓都高度关注的重大民生工程、民心工程，涉及污染防治和能源结构转型升级，需因地制宜、分类施策，多方式有机结合、各环节协同推进。本次峰会本着专业、高效、务实的原则，以中国建筑科学研究院在清洁取暖领域的雄厚专业技术力量为依托，邀请首批清洁取暖试点先进城市分享其在实施过程中的经验教训，为其他新入选试点城市今后工作的顺利开展提供借鉴，对推进清洁供暖可持续发展具有积极而现实的意义。





在 2018 国际清洁取暖峰会暨工程应用展 (ICHE) 上, 中国工程院院士、国家能源专家咨询委员会委员、清华大学建筑节能研究中心主任江亿, 中国工程院院士、清华大学原副校长倪维斗, 中国工程院院士、清华大学环境学院院长贺克斌围绕清洁取暖推进过程中可能出现的偏差, 给出了预警, 并提出建设性意见。让我们聆听三位院士怎么说。

江亿: 提高末端用电比例, 避免电、热低效转换

清洁取暖事关民生福祉、绿色发展, 是能源生产和消费革命、农村生活方式革命的重要内容。在江亿看来, “革命” 必然伴随着技术、经济、机制体制等多方面困难, 由化石能源转向可再生能源及核能转型是重要的路径所在。

能源供给侧改革的主要目标在于实现低碳发展。谈及推行“革命”的原因, 江亿表示, 为落实《巴黎协定》将“平均气温升高幅度控制在 2 摄氏度内”的要求, 到 2050 年, 我国人均二氧化碳排放量需从 7.5 吨/人降至 2 吨/人。“在确保社会、经济发展的同时要控制排放, 其实是一个很大的挑战。唯一路径是在能源供给侧结构上展开调整, 也就是所谓‘革命’。”



那么, 革命如何展开? 江亿认为, 我国石油对外依存度已达 70%、天然气对外依存度超过 30%, 除非在资源量上有所突破, 否则二者很难成为主导能源。相比之下, 可再生能源及核能则更为适合。

与能源供给相匹配的, 还有消费侧调整。对此, 江亿认为可朝以下方向发展: 一是采用高效用电方式, 大幅增加电力在终端用能中的比例; 二是通过灵活电源和末端用能模式的革命, 解决用电低谷调节问题; 三是尽量减少末端燃料的直接燃烧应用, 尤其是为北方供暖找到新的清洁热源。在此基础上, 化石能源未来可仅用于工业生产、部分交通、供热调峰等领域。

可再生能源的主要表现形式是“电”, 从消费侧出发, 如何更好地应用电能?

江亿认为, 首先应评估好电的实际价值, 而非简单将电和热等同。一份电相当于四份热, 若不科学地用电生成热, 实际是极



大浪费。对此, 提倡在末端加大用电比例, 如通过热泵技术等方式实现电热转换、提高热电比。按照未来的能源发展, 电力应占到终端能源总量的 2/3 以上, 才能与源侧发展的可再生能源相一致。

其次应关注调峰瓶颈, 通过各种渠道解决峰谷差问题。江亿提出, 可发挥当地燃煤、燃气电厂的灵活调节能力, 从源侧进行调峰; 同时在消费侧发展新的用电模式, 通过需求侧响应让终端用电设备参与调峰。“比如大力发展电动车, 不仅是为解决尾气排放, 也是能源结构调整的一个重大举措。如果真正用好智能充电桩网络, 哪怕有一半电动车参与调峰, 都对解决电网峰谷差有着巨大作用。或者可使用热泵供暖, 借助建筑的热惯性参与调峰。”

此外, 不应忽视低品位热源的重要作用。江亿指出, 北方冬季只需保证屋内维持在 20 摄氏度左右, 即可满足供暖要求。此

前一度被忽视的热电联产乏汽余热、一些工业生产中排放的低品位余热等，实际上均大有可为。

尤其是低品位工业余热，我国工业生产耗能目前达 25 亿吨标煤以上，在此过程中排放的 100 摄氏度低品位余热超过 5 亿吨标煤。“这些低品位余热 60% 以上位于北方供暖区，每个冬季的排放量约达 1 亿吨标煤。”江亿举例称，其中绝大部分热量是以冷却塔散热的方式排出，导致每年冬季工业耗水量达 30 亿吨，相当于南水北调工程每年调水量的三分之一。如能将 50% 工业余热用于供暖，再加上 70% 热电联产提供的热量，可为北方地区 200 亿平米建筑提供 $35\text{W}/\text{m}^2$ 基础负荷热量。由此，既可兼顾可靠性、安全性、灵活性，也可避免过量供热，形成一个满足不同需求的良好供热局面。

倪维斗：清洁煤利用是实现清洁取暖的根本

煤炭曾是北方地区供暖的主力，但因其高排放、高污染的特性，一度却又饱受质疑。随着清洁取暖工程的大规模推广，煤炭未来将何去何从？倪维斗对此呼吁，无论过去、现在还是未来，煤炭均将是我国能源利用的主力军，不可忽视煤炭清洁高效利用在清洁供暖领域的应用。

近年来因环境影响，尤其是严重的雾霾污染，一些观点把罪魁祸首指向煤炭利用，“去煤化”的声音愈演愈烈。而在倪维斗看来，“去煤化”不能简单与“一刀切”划上等号，煤炭更不应被“妖魔化”。一方面，我国以煤为主的资源禀赋，决定了煤炭具有不可忽视的重要地位，30 多年发展经验也证实，煤炭对国民经济的贡献重大。“因此，在没有具体问题具体分析的情况下，

就因环境污染而将煤炭‘妖魔化’，甚至见煤就砍、见煤就杀，我认为对煤炭不公平。”

另一方面，考虑我国能源进口现状，即便现已有“煤改气”等替代燃煤供暖的方式，但这些替代仍难占据主导。“天然气的确是一种很好的能源，但我国‘缺气’的资源禀赋从客观上限制了它的大量使用。我国天然气对外依存度接近 40%，且这一比例仍在增加。如此宝贵的天然气资源，应用在更为合适的地方，拿来大量用于供暖，显得有些暴殄天物。”倪维斗指出，鉴于上述情况，把清洁取暖的希望寄托在天然气上并不现实，这意味着，煤炭仍将是供暖领域的主力，天然气等其他能源只能作为辅助。需因地制宜，根据实际的资源情况来解决实际问题，重视煤炭在清洁取暖领域的清洁高效利用。

当然，煤炭要挑大梁，过去粗放的使用方式不再适用，高污染的散烧煤也应严格制止。倪维斗进一步称，清洁煤应用是解决清洁取暖问题的根本，更是未来能源利用的重点所在。例如，先进的燃煤发电技术就是其高效利用路径之一。目前，我国燃煤发电总体水平已处世界领先行列，机组平均煤耗基本可达 318 克/千瓦时，上海外高桥第三发电有限公司甚至达到 277 克/千瓦时，下一步还将向着 251 克/千瓦时的方向努力。如能通过提高燃煤发电效率继续降低煤耗，每减少 1 克煤炭燃烧，将伴随二氧化碳等污染物排放的降低。

贺克斌：治理末端优化前端，热源清洁化是抓手

“提到空气质量大家都在讲蓝天保卫战，如果我们把 2013 年‘大气十条’开始实施算做蓝天保卫战起点的话，到今年正好





5年，所以我想先回顾一下这五年的情况。”贺克斌说。

五年来，国家从能源结构调整、产业结构调整、重要减排工程三方面出发，采取了五大举措。

第一，通过长期有效的措施促进煤炭消费比例持续下降。从2013年到2017年，煤炭消费总量下降3亿多吨，占一次能源消费比例由67.4%下降到60%。

第二，全面推进国家减排工程，推进煤炭清洁利用。

第三，推进燃煤电厂超低排放改造。2015年至今，全国50%以上的机组已经完成改造。改造后的燃煤电厂二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放限值分别比国家排放标准低83%、50%和67%，达到了天然气电厂排放水平。

第四，推进采暖系统热源采用清洁能源。推进北方地区清洁采暖的工作遵循“宜气则气、宜电则电”原则，尽可能地利用清洁能源。

第五，推行分区域、分季节的错峰生产，调整短期产业结构。实施错峰生产，即在企业全年生产量不变的情况下，加大夏季的生产量，充分利用气象条件对污染的扩散和消纳能力，进行产业短期调整，同时配合交通等多种举措。

中国工程院受生态环境部委托，进行了推行“大气十条”后五年的基本评估，得到的结果显示“全国大气污染物排放总量迅速下降”。

具体来讲，2013~2017年，全国二氧化硫、氮氧化物和一次细颗粒物排放量分别下降了1493万吨、561万吨和408万吨，是历史上下降最快的时期，降幅分别达到59%、20%、29%。相比2013年，2017年京津冀、长三角和珠三角PM_{2.5}浓度分别下

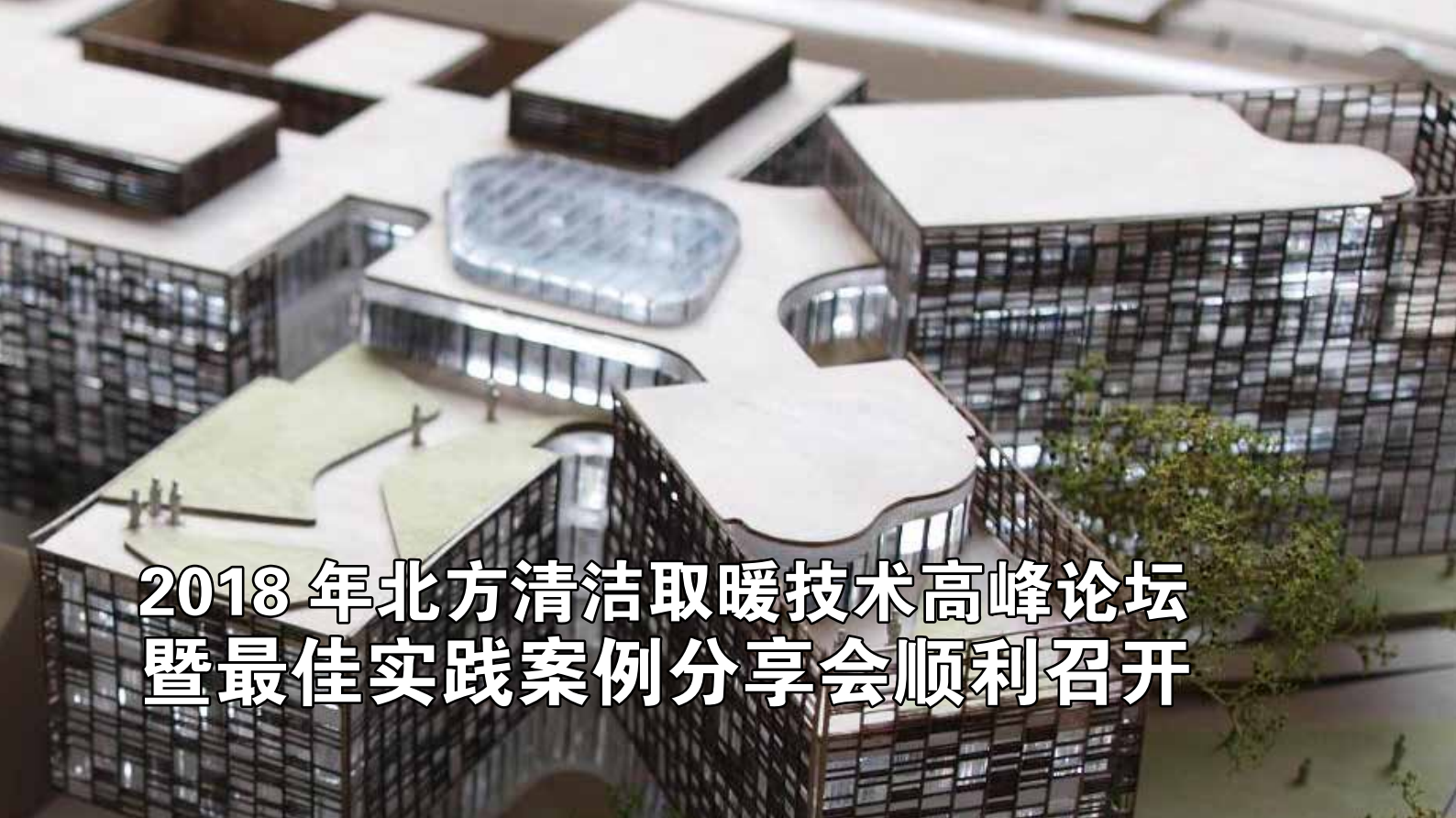
降了39.6%、34.3%和27.7%，北京市PM_{2.5}降至58微克/立方米，全面超额完成“大气十条”预期目标。

尽管我们取得了这么多成绩，但是如果以现行国家标准衡量，2017年，空气质量达标城市比例仅为27.2%，全国还有240多个城市没有达到合格标准，城市达标率仍然较低。并且，区域性污染问题突出，京津冀和周边地区，包括雄安在内的区域还是浓度最高的地区。“造成这个结果非常重要的原因是三个‘偏’——偏重化工业的产业结构，偏化石燃料的能源结构和偏公路运输的交通结构。”贺克斌认为。

京津冀及周边地区正是包括电力、水泥、玻璃、工业锅炉等大部分污染源的集中点。虽然二氧化硫下降了，但氮氧化物下降的比例远远不如前者；硫酸盐大幅下降，但硝酸盐却明显增加；比例倒挂，这也是臭氧上升的原因。另外，二氧化硫排放治理成果看似突出，2017年全国二氧化硫排放量已经下降到1000万吨左右，城市二氧化硫浓度超标问题基本解决，颗粒物中硫酸盐浓度大幅下降。但若和美国、欧洲相比，我国的形势仍较为严峻。

目前来看，如果坚持实施现有环保政策，难以使所有城市PM_{2.5}达标。基准情况下，2030年，重点城市无法全面达到35μg/m³的国家二级标准。而在强化末端控制情景的情况下，也只可使部分城市达标。因此，未来我们不可能再大规模依赖末端治理，目前情形已经把我们逼到必须要去动产业结构、能源结构这一步。只有将节能情景和深度能源结构调整相结合，才能使所有城市均可达标。

(朱妍/整理)



2018 年北方清洁取暖技术高峰论坛暨最佳实践案例分享会顺利召开

2018 年 8 月 31 日，2018 年北方清洁取暖技术高峰论坛暨最佳实践案例分享会在中国建筑科学研究院顺利召开。中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长、北京市农委村镇处李文超副处长、北京市环保局大气处曾景海副处长、北京节能环保中心唐艳芬部长 / 王继龙部长、中国质量认证中心邓旭处长 / 袁雅青高工、住建部科技与产业化发展中心刘幼农处长 / 侯隆澍博士、北京能源学会张信荣会长、中国安装协会顾心建副秘书长、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会王东青秘书长、北京市新能源与可再生能源协会史殿林会长 / 张定友副秘书长、中国节能协会热泵专委会赵恒谊常务副秘书长、哈尔滨工业大学马最良教授、清华大学石文星教授、大连理工大学端木琳教授、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院孙峙峰主任 / 王智超主任 / 徐昭炜副主任 / 杨强副研究员 / 袁闪闪博士等专家和相关部门、行业学会 / 协会、

科研院所、设计单位、生产企业、运维企业、房地产企业等代表参加了本次大会，会议由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院环境测控技术研究中心主任王智超主持。

凝聚力量 共助行业发展

大会伊始，中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长代表主办单位发表致辞，他指出，北方清洁取暖是国家大事、行业盛事、百姓幸事，行业需实现上下联动，大家团结一心。这项工作具体实施涉及到很多环节，在众多环节中，最终成果的检验标准是清洁取暖实际效果，以用户体验为主。我们希望以实际运行效果为导向，给行业做出客观的评价，通过对北方清洁取暖实践案例的征集、筛选、总结，为大家分享好的经验，为下一步清洁取暖工作提供借鉴，通过案例分享，鼓励和激励优秀企业发展，给行业带来有价值的内容。

中国安装协会顾心建副秘书长代表承办单位为大会致辞，

在致辞中，她指出，清洁取暖是一项大的系统工程，涉及到方方面面，需要统筹谋划、超前预判、多方施策、多管齐下。设备的安装、运行和维护是清洁取暖过程中的重要一环，是清洁取暖持续深入推进的关键，系统一旦出现问题，厂家服务是否能够跟上？后续保障是否能够跟得上？这是对清洁取暖整个行业能力的考验。

中国质量认证中心邓旭处长代表支持单位为大会致辞，她表示，清洁取暖既要考虑排放，又要考虑能耗。实现清洁取暖，需要理清能源结构、热源形式、热负荷大小等问题，同时有效提高供热系统的能效，这一切都依赖于清洁取暖技术的发展和 innovation。今天的高峰论坛既有优秀实践案例的分享，又有技术专家的点评分析，相信能够为清洁取暖行业带来一些新的发展思路。

思考当下 展望未来

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长做



《清洁取暖技术路线选择》的主题报告。徐院长对清洁取暖发展现状进行了梳理、对现有技术路线进行了分析，徐院长指出，国家通过清洁取暖改造项目，总结经验，政策也在逐步完善，从“宜气则气，宜电则电”发展到现要求“宜电则电，宜气则气，宜煤则煤，宜油则油，宜热则热”，关注的重点也从“创新，PPP，改造量”发展成“路线因地制宜，能源保障到位，可持续性好”。政策的逐步完善，保障了清洁取暖项目更好的落实。目前清洁取暖改造项目实施中存在数据收集整理等基础性工作薄弱、清洁取暖技术线路缺乏严格科学规划、全过程管理机制尚未完全理顺等问题，对此，徐院长提出实施管理建议，核心思想是明确建设思路，主要包括数摸清、路选好、钱花好、活干好，即摸清底数、选好路线、合理花钱、做好工程。

北京市农委村镇处李文超副处长在《北京市农村地区冬季清洁取暖工作思考与展望》的主题报告中对北京清洁取暖工作做了以下几点总结：认真落实一户一设计、一户一档案；加强设备的抽检工作，确保产品质量；严格规范中标企业的产品推广，科学选定设备产品；科学监测运行效果、加强对用户使用的培训。同时，李处长还提出了下一步北京的工作重点，要完善后期管护机制，确保长久持续运行；深化山区、极寒天气下的技术路线试点，探索山区装备与系统；优化提升设备及取暖系统的性能，确保高效运行；完善取暖系统的人工控制和智能控制，降低运行成本。

北京市环保局大气处曾景海副处长做了《同呼吸 共责任

齐努力——为北京蓝天加油》的主题报告，他对大气污染的基本知识、大家通常关注的两个问题（北京空气质量现状、大气污染治理基本靠风）、北京大气污染防治主要挑战、北京过去五年的措施和成效等内容进行了详细介绍，并指出北京下一步大气污染防治的重点，从治理对象看，未来几十年移动源都将是重点；从污染物看，PM_{2.5}是当前的主要矛盾，臭氧、超细离子将是未来的主要矛盾；区域性联防联控仍是关键。

清华大学石文星教授介绍《国家标准 GB/T 25127 的修订方向》，他指出该标准修订的主要内容包含产品类型（适用范围、术语、产品型式）、性能试验（工况条件、非稳态制热试验方法）、其他要求（低温性能、噪声指标），介绍了季节性能评价方法（制热与制冷季节起止时间、建筑热负荷线与冷负荷线、低环热泵每日运行时间、机组制热与制冷性能模型），并指出，新标准对产品型式的覆盖面更广，有地板辐射型、风机盘管型、散热器型，对低温制热性能要求有所提高，-20℃时，机组的实测低温制热量不低于名义制热量明示值的90%；-25℃环境条件下，无辅助电加热能正常启动运行制热。

弘扬先进 树立行业标杆

为了将北方地区（特别是北京）过去一段时间实施的清洁取暖基本情况、技术措施特色及其运行效果加以总结、梳理和提炼，中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院、国家空调设备质量监督检验中心和住建部供热质量监督检验中心等单位组织编撰《北方清洁

取暖优秀实践案例集(2018版)》(以下简称《案例集》),以期为政府决策提供参考,为行业发展提供助力,为科研设计者提供信息,为施工监理企业提供指导。

会上,《案例集》主要编制人中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院环境测控技术研究中心徐昭炜副主任对《案例集》的编撰过程和具体内容进行了详细介绍。本着“企业主动申请、用数据说话”的原则,根据其产品特点、系统控制、系统能效及系统经济性等,经过技术参数收集探讨,《案例集》最终从550余个跟踪监测和调研项目中遴选并收录了30个项目,涵盖户式空气源热泵供暖系统、大中型空气源热泵供暖系统、空气源热泵热风机、地源热泵供暖系统、电蓄热式供暖系统、多能联供供暖系统、燃气壁挂炉供暖系统7种技术措施,包括农村住宅、居住建

筑、公建学校、厂房、营业厅等不同建筑类型,全面展示项目信息、项目特色(机组特色、系统特色等)、运行效果等内容。

为弘扬先进,树立标杆,进一步保障2018年北京市农村地区清洁取暖工作的顺利高效实施,并为北方地区各地提供经验参考,《案例集》主编单位本着“企业主动申请、用数据说话”的原则,根据其产品特点、系统控制、系统能效及系统经济性等,遴选出了23个“2018年北方清洁取暖优秀实践案例”和7个“2018年北方清洁取暖最佳实践案例”。

下午,中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院环境测控技术研究中心徐昭炜副主任主持了最佳实践案例经验分享会,深圳麦克维尔空调有限公司、正理生能科技有限公司、广东西屋康达空调有限公司、珠海格力电器股份有限公司、格兰富水泵(上海)有限公司、

恒有源科技发展集团有限公司、天津纽伯恩新能源科技有限公司、艾默生环境优化技术(苏州)有限公司的相关负责人分享了实践案例和项目取得成功的经验,讲解了设备特点、技术性能优势和系统设计思路,详细分析了实际运行数据,充分展示了各自实践案例的特征。哈尔滨工业大学马最良教授、清华大学石文星教授、北京市新能源与可再生能源协会史殿林会长、北京建筑节能与环境工程协会金继宗秘书长、国家空调设备质量监督检验中心杨强副研究员、中国建筑科学研究院袁闪闪博士、住建部科技与产业化发展中心侯隆澍博士对分享的案例进行了中肯的点评,并给出了意见和建议。

希望本次会议对企业的技术改进有所帮助,也希望行业可以参考借鉴成功案例的经验,为清洁取暖行业发展做出更多贡献。



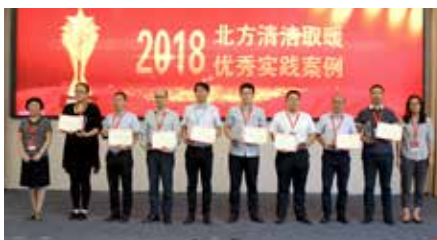
30个项目荣获

2018年北方清洁取暖优秀/最佳实践案例

为弘扬先进，树立标杆，进一步保障2018年北京市农村地区清洁取暖工作的顺利高效实施，并为北方地区各地提供经验参考，由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院、国家空调设备质量监督检验中心和住建部供热质量监督检验中心等单位组织，本着“企业主动申请、用数据说话”的原则，根据其产品特点、系统控制、系统能效及系统经济性等，从550余个跟踪监测和调研项目中遴选出了23个“2018年北方清洁取暖优秀实践案例”和7个“2018年北方清洁取暖最佳实践案例”，具体名单如下：

优秀实践案例

单位名称	项目名称
TCL空调器（中山）有限公司	北京市房山区韩村河镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
中山市爱美泰电器有限公司	北京市通州区潮县镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
青岛海尔空调电子有限公司	北京市丰台区贺照云村“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广东海格科技有限公司	北京市顺义区大孙各庄镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
青岛海信日立空调系统有限公司	北京市昌平区百善镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广东华天成新能源科技股份有限公司	北京市顺义区高丽营镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广东美的暖通设备有限公司	北京市通州区永乐店镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
佛山市美肯冷热能设备有限公司	北京市朝阳区王四营镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
无锡同方人工环境有限公司	北京市通州区潮县镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广州万居隆电器有限公司	北京市朝阳区黑庄户镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广东西屋康达空调有限公司	北京市密云区巨各庄镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
江苏辛普森新能源有限公司	北京市昌平区小汤山镇大东流村“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
山东阿尔普尔节能装备有限公司	北京市海淀区无煤化（空气源热泵集中供暖）项目
山东奇威特太阳能科技有限公司	北京市昌平区先锋家园小区集中供暖系统改造项目
南京天加环境科技有限公司	山东省寿光市西庄子等六个小区集中供暖系统改造项目
广东西屋康达空调有限公司	北京市顺义区育禽良种场热泵供暖项目
正理生能科技有限公司	河北省保定市博野县博野学校“煤改清洁能源”项目
北京华源恒科蓄热电暖设备有限公司	北京市通州区“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
北京圣福来科技有限公司	北京市通州区玉桥街道“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
北京市力正锅炉有限公司	北京市怀柔区宝山镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广州迪森家居环境技术有限公司	河南省安阳市文峰区“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
北京菲斯曼供热技术有限公司	北京市通州区马驹桥镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
广东美的电器股份有限公司	北京市房山区韩村河镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目



最佳实践案例

单位名称	项目名称
珠海格力电器股份有限公司	北京市房山区琉璃河镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
深圳麦克维尔空调有限公司	北京市丰台区王佐镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
三星（中国）投资有限公司	北京市通州区潞城镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
正理生能科技有限公司	北京市通州区潮县镇“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
珠海格力电器股份有限公司	北京市山区农村“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
恒有源科技发展有限公司	北京市延庆区和海淀区农村地区“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目
天津纽伯恩新能源科技有限公司	北京市怀柔区上台子村喇叭沟门“煤改清洁能源”户用供暖系统改造项目



中共辽宁省委 辽宁省人民政府关于全面加强 生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的实施意见

为深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九大精神，全面加强生态环境保护，坚决打好污染防治攻坚战，大力推进美丽辽宁建设，为决胜全面建成小康社会提供更加有力环境保障，促进全省经济社会持续健康发展，现提出如下实施意见。

一、深刻认识生态环境保护面临的形势（略）

二、深入贯彻习近平生态文明思想（略）

三、全面加强党对生态环境保护的领导（节选）

加强生态环境保护、坚决打好污染防治攻坚战是党和国家的重大决策部署，各级党委和政府要加强对生态文明建设和生态环境保护的总体设计和组织领导，统筹协调处理重大问题，指导、推动、督促各地区各部门落实中央及省委、省政府重大政策措施。

（一）健全领导体制。（略）

（二）落实党政主体责任。（略）

（三）强化考核问责。（略）

四、总体目标和基本原则

（一）总体目标。到 2020 年，全省生态环境质量总体改善，主要污染物排放总量大幅减少，环境风险得到有效管控，生态环境保护水平与全省全面建成小康社会目标相适应。

具体指标：全省环境空气质量达标率不低于 76.5%，细颗粒物（PM_{2.5}）浓度下降到 42 微克/立方米，力争下降到 40 微克/立方米；全省河流水质优良比例达到 51.16%，劣 V 类水体比例不高于 1.2%，地级及以上城市集中式饮用水水源地水质优良比例达到 96.3%，建成区黑臭水体控制在 10% 以内；地下水质量极差比例控制在 30.8%，入海河流消除劣 V 类水体，近岸海域水质优良（一、二类）比例达到 80%。二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮排放量分别比 2015 年下降 20%、20%、13.4% 和 8.8%。受污染耕地安全利用率达到 90% 左右，污染地块安全利用率达到 90% 以上。森林覆盖率达到 42% 以上。

到 2035 年，生态环境根本好转，美丽辽宁目标基本实现。到本世纪中叶，生态文明全面提升，实现国家生态环境治理体系和治理能力现代化。

（二）基本原则

坚持保护优先，推动绿色发展。全省经济社会发展要与资源环境相协调，落实生态保护红线、环境

质量底线、资源利用上线硬约束，大力推进供给侧结构性改革，推动形成绿色发展方式和生活方式。

强化问题导向，改善环境质量。以改善生态环境质量为核心，针对流域、区域、行业特点，聚焦问题、分类施策、精准发力，环境治理不断取得新成效，让人民群众有更多获得感和幸福感。

突出改革创新，提升保护水平。深化生态环境保护体制机制改革，统筹兼顾、系统谋划，强化协调、整合力量，区域协作、条块结合，严格环境标准，完善经济政策，增强科技支撑和能力保障，不断提升环境保护和污染防治的系统性、整体性、协同性。

注重建管结合，突出依法严管。完善生态环境保护地方性法规和政府规章体系，加大监管执法力度，健全生态环境保护行政执法与刑事司法衔接机制，依法严惩重罚生态环境违法行为。

推进全民共治，开展全民行动。加强生态文化建设，政府、企业、公众各尽其责、共同发力，政府积极发挥主导作用，企业主动承担环境治理主体责任，公众自觉践行绿色生活。

五、推动形成绿色发展方式和生活方式

把绿色发展、循环发展、低碳发展摆在更加重要位置，坚持把调整产业结构、发展绿色经济、推进绿色振兴作为辽宁振兴发展的主攻方向，加快构建绿色产业体系，全面节约资源，推动经济社会发展和生态环境保护协同共进。

（一）促进经济绿色低碳循环发展。认真落实《辽宁省主体功能区规划》，着力构建辽东山地丘陵生态屏障区、辽西丘陵低山生态屏障区、沿海防护林带、辽河流域生态走廊、凌河流域生态走廊“两屏一带两廊”生态安全格局，促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀。充分发挥规划环评对区域生产力布局的指导和规范作用，加快推进重点区域、重点流域、行业、工业园区规划环评，省级以上工业园区规划环评执行率达到 100%。开展全球气候变化背景下生态环境变化成因分析，对辽宁沿海经济带、沈阳经济区和辽西北地区等重点产业布局开展区域环评和规划环评，调整不符合生态环境功能定位的产业布局、规模和结构。

严格控制重点流域环境风险项目。（略）

加快产业转型升级。深入实施《“中国制造

2025”辽宁行动纲要》，把智能化、精细化、绿色化、服务化作为制造业转型升级的路径和方向，大力发展先进装备制造业。以生产性服务业为重点，加快发展现代服务业。扎实推进节能减排。继续开展国家重大工业节能专项监察，严格执行建筑节能标准，加大建筑节能测评标识制度推行力度，推动绿色建筑发展；全面推进绿色交通建设，努力提高清洁能源和新能源公交车、出租车占全省公交车、出租车的比例。深入推进污染减排，到2020年，全省化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物全面完成国家下达减排任务。

坚决化解过剩产能。（略）

（二）推进能源资源全面节约。（略）

（三）引导公众绿色生活。（略）

六、坚决打赢蓝天保卫战

制定实施打赢蓝天保卫战三年作战计划，以辽宁中部城市群为主战场，调整优化产业结构、能源结构、运输结构、用地结构，强化区域联防联控和重污染天气应对，进一步明显降低细颗粒物（PM_{2.5}）浓度，明显减少重污染天数，明显改善大气环境质量，明显增强人民群众的蓝天幸福感。

（一）加强工业企业大气污染综合治理。强化工业企业无组织排放管理，推进挥发性有机物排放综合整治，开展大气氨排放控制试点。全面整治“散乱污”企业，实行拉网式排查和清单制、台账式、网格化管理，依法分类实施整合搬迁、整改提升等措施，对用地、工商手续不全、限期治理不达标企业，一律依法关停。到2020年，挥发性有机物排放总量比2015年下降10%以上。沈阳经济区和细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度超过全省平均水平的城市（2017年）加大钢铁、铸造、炼焦、建材等产能压减力度。沈阳市作为国家划定的重点地区，继续执行国家特别排放限值要求，其他城市根据环境质量改善需求，逐步执行特别排放限值。加大排放高、污染重的煤电机组淘汰力度，全面推进具备改造条件的燃煤机组超低排放改造，推动钢铁等行业超低排放改造。

（二）大力推进清洁取暖和煤炭减量替代。实行煤炭消费总量控制和目标责任管理，到2020年，煤炭占全省能源消费总量比重下降到58.6%以下。推进“电化辽宁”，到2020年，电能占终端能源消费比例达到18%。到2020年，全省所有燃煤电厂完成超低排放改造。加快推进清洁能源利用和冬季清洁取暖，宜气则气、宜电则电，完善煤改电供暖政策，扩大煤改电供暖范围，提高城市集中供热比重。积极推进工业余热供暖，到2020年，新增城市清洁能源供暖1500万平方米，其中地源热泵等清洁能源供暖面

积1000万平方米，“煤改电”供暖面积500万平方米。2020年全省清洁取暖率达到49.3%，沈阳经济区、辽宁沿海经济带城市全部实现清洁取暖。推进区域高效一体化供热，大力推广背压机组和煤炭清洁燃烧技术，推动城市建成区和县（市、区）实现清洁高效热源供热，到2020年，建成区全面实现高效一体化供热。推进煤炭清洁利用，到2020年，煤炭入选率达到100%，入洗率达到80%。大力推进散煤替代。全面淘汰燃煤小锅炉，扩大高污染燃料禁燃区范围。对实施煤改气、煤改电的地区和居民，在气源、电源供给及价格上给予保障。

（三）打好柴油货车污染治理攻坚战。（略）

（四）强化国土绿化和扬尘管控。（略）

（五）有效应对重污染天气。在沈阳经济区等重点区域强化联防联控联治，实行统一规划、统一标准、统一监测、统一监管、统一评估、统一防治措施，有效降低污染程度。完善应急预案，明确政府、部门及企业的应急责任，科学确定重污染期间管控措施和污染源减排清单，统一预警分级标准、信息发布、应急响应联动，提前采取应急减排措施。推进全省空气质量监测预报预警体系建设，2018年年底，省级实现未来7至10天的分区域空气质量预报能力，实现省市两级重污染天气监测预报预警体系全覆盖。重点区域采暖季节，按规定对钢铁、焦化、水泥、铸造、电解铝等重点行业企业实施错峰生产，错峰生产期间停产企业必须实现零排放。重污染期间，对钢铁、焦化、水泥、有色、化工等涉及大宗原材料及产品运输的重点企业实施错峰运输；强化城市建设施工工地扬尘管控措施，加强道路机扫。依法严禁秸秆露天焚烧，全面推进综合利用。到2020年，全省14个市城市重污染天数比2015年减少25%，开展臭氧监测预报。

七、着力打好碧水保卫战（略）

八、扎实推进净土保卫战（略）

九、打好农业农村污染治理攻坚战（略）

十、加快生态保护与修复（略）

十一、有效防控环境风险（略）

十二、改革完善生态环境治理体系

深化生态环境保护管理体制，完善生态环境管理制度，全面调动党委、政府、企业、社会组织和公众的主动性积极性，加快构建生态环境治理体系，完善保障措施，增强系统性和完整性，大幅提升治理能力。

（一）完善生态环境监管体系。按照山水林田湖草系统治理要求，整合分散的生态环境保护职责，统一行使生态和城乡各类污染物排放监管与行政执法职

责,建立健全生态环境保护领导和管理体制、激励约束并举的制度体系、政府企业公众共治体系。全面完成省以下生态环境机构监测监察执法垂直管理制度改革。建立独立权威高效的生态环境监测体系,构建全省和区域环境质量预报预警和质控系统,协助做好国家地表水和土壤环境监测事权上收工作。制定并认真落实《辽宁省深化环境监测改革提高环境监测数据质量的实施方案》,确保监测数据真实准确。加快确定生态保护红线、环境质量安全底线、自然资源利用上线,制定环境准入负面清单,作为综合决策的前提条件。在地方立法、政策制定、规划编制、执法监管中不得变通突破、降低标准,不符合不衔接不适应的于2020年年底前完成调整。统筹自然资源可持续利用、生态保护、污染防治、核与辐射安全,统筹陆海空生态环境保护,统筹城乡生态环境保护,实施生态环境统一监管。建立健全乡镇(街道)、开发区、工业园区生态环境保护和农村环境治理体制。自2018年起,在全省试行生态环境损害赔偿制度,2020年形成比较完善的生态环境损害赔偿制度。推动生态文明示范创建、绿水青山就是金山银山实践创新基地建设活动。

严格生态环境质量管理。生态环境质量只能更好、不能变坏。生态环境质量达标地区要保持稳定,并持续改善;生态环境质量不达标地区的市、县(市、区)政府,2018年年底制定实施限期达标规划,向上一级政府备案并向社会公开。生态环境质量连续两年恶化的市、县(市、区),取消省级授予的卫生城市、生态县(市、区)、环境保护模范城市等相关荣誉称号。加快推行排污许可制度,对固定污染源实施全过程管理和多污染物协同控制,依法按行业、区域、时限核发排污许可证,全面落实企业治污责任,强化证后监管和处罚,2020年把排污许可制度建设成为固定源环境管理核心制度,实现“一证式”管理。完善环境信用评价、信息强制性披露、严惩重罚等制度。将企业环境信用评价信息纳入全省信用信息共享平台,依法通过“信用中国”网站向社会公布。监督上市公司、发债企业等市场主体全面、及时、准确地披露环境信息。建立跨部门联合惩戒机制。完善核安全工作协调机制,强化对核安全工作的统筹。

(二)健全生态环境保护经济政策体系。坚持资金投入与生态环境保护攻坚重点任务相匹配,加大财政投入力度。整合和统筹使用现有省以上污染防治相关专项资金,对生态环境保护与治理成绩突出地区给予奖补,资金分配与生态环境质量改善成效挂钩。支持绿色信贷,增强对环保项目的担保服务力度。落实企业所得税法关于从事污染防治企业的相关税收优惠政策,落实出台的“散乱污”企业综合治理激励政

策。推动环境污染责任保险发展,认真落实环境高风险领域环境污染强制责任保险制度。研究出台有利于资源节约环境保护的价格政策,在生态环保咨询、制造、工程等产业落实绿色税收优惠政策。采用直接投资、投资补助、运营补贴等方式,支持政府和社会资本合作项目,鼓励通过政府购买服务方式实施生态环境治理和保护。探索建立市场化、多元化生态补偿机制,进一步提高补偿标准。增加省级财政对重点生态功能区和生态保护红线区域等生态功能重要地区的转移支付,提高省级基建投资对重点生态功能区内基础设施建设的份额。各地区要合理提高补偿标准,对重点生态功能区和生态保护红线区域的补偿力度力争达到本地区人均财政收入水平。

(三)健全生态环境保护法治体系。依靠法治保护生态环境,增强全社会生态环境保护法治意识。加快建立绿色生产和消费的法规制度和政策导向。加快制定水污染防治条例、土壤污染防治条例、固体废物污染环境防治条例、农村环境保护条例等地方性法规,鼓励各市在生态环境保护领域先于省和国家进行立法。强化环境监管执法,运用大数据、云计算等先进技术,织密织牢捍卫绿水青山的天网。建立生态环境保护综合执法机关、公安机关、检察机关、审判机关信息共享、案情通报、案件移送、重大案件会商督办和案件双向咨询制度,完善生态环境保护领域民事、行政公益诉讼制度,加大对生态环境违法犯罪行为的制裁和惩处力度,该判刑的判刑,该赔偿的赔偿,该破产的破产,让违法者付出沉重代价。推进生态环境刑事、民事、行政三合一审理。整合生态环境保护综合执法队伍,统一实行生态环境保护执法。

(四)强化生态环境保护能力保障体系。加快构建绿色产业支撑体系,强化科研平台和基础能力建设,开展大气重污染成因与治理、水体污染控制与治理、土壤污染防治、有毒有害污染物防治、危险废物处理处置、生态修复及生物多样性保护、外来入侵生物防治、生态环境遥感监测、环境基准等领域科技攻关,促进成果转化与应用。推进区域性、流域性生态环境问题研究,开展环境承载力监测预警,实施沈阳经济区环境综合治理重大项目,推进国家核安全与核应急保障能力建设军民融合工程。开展重点区域、流域、行业环境与健康调查,建立风险监测网络及风险评估体系。建立全省统一的碳排放权交易市场。健全跨部门、跨区域环境应急协调联动机制,建立全省统一的环境应急预案电子备案系统。建设规范化、标准化和专业化的生态环境保护人才队伍,按省市县乡不同层级工作职责配备相应工作力量,保障履职需要,确保与生态环境保护任务相协调。通过社会购买服务方式,

增加人员和力量。加强国际交流与履约能力建设,推进生态环境保护领域国际技术交流与务实合作,推动国家核安全监管与核电建设项目走出去,积极推动落实2030年可持续发展议程和绿色“一带一路”建设。

(五)构建生态环境保护社会行动体系。健全生态环境新闻发布机制,构建生态环境保护新媒体传播矩阵。充分发挥各类媒体特色,注重加强新媒体宣传,及时报道生态环境保护成效做法、存在问题及整改情况。省级依托一报(党报)一台(电视台)一网(政府官方网站),曝光突出问题,报道整改进展情况。完善环境信息公开制度,加强重特大突发环境事件信息公开,对涉及群众切身利益的重大项目及时主动公开。强化排污者主体责任,企业应严格守法,规范自身环境行为,落实资金投入、物资保障、生态环境保

护措施和应急处置主体责任。开展第二次污染源普查,组织工业污染源全面排查,实施工业污染源全面达标排放计划,2018年年底,重点排污单位、高架源全部安装自动在线监控设备并与环境保护部门联网,依法公开排污信息。2020年年底,地级及以上城市符合条件的污水处理和垃圾处理设施、危险废物和废弃电器电子产品处理设施等向社会开放,接受公众参观。推动环保社会组织和志愿者队伍规范健康发展,拓展参与渠道,建立健全沟通协调机制,引导环保社会组织依法开展生态环境保护公益诉讼。设立省生态环境保护荣誉制度,按照国家和省有关规定表彰对保护和改善生态环境有显著成绩的单位和个人。完善公众监督、举报反馈机制,保护举报人的合法权益,鼓励设立有奖举报基金。

关于印发濮阳市2018年电代煤气代煤供暖工作方案的通知

濮政办〔2018〕46号

各县(区)人民政府,开发区、工业园区、示范区管委会,市人民政府有关部门:

《濮阳市2018年电代煤气代煤供暖工作方案》已经市政府同意,现印发给你们,请认真贯彻执行。

2018年7月18日

濮阳市2018年电代煤气代煤供暖工作方案

为提高冬季供暖清洁化水平,促进人民群众生活品质提升和大气环境质量持续改善,根据国家发展改革委等十部委《关于印发北方地区冬季清洁取暖规划(2017—2021年)的通知》(发改能源〔2017〕2100号)、《河南省发展和改革委员会关于印发河南省2018年电代煤气代煤供暖工作方案的通知》(豫发改能源〔2018〕425号)和《濮阳市人民政府办公室关于印发濮阳市2018年大气污染防治攻坚战工作方案的通知》(濮政办〔2018〕8号)要求,结合我市实际,制定本方案。

一、总体要求(略)

二、推进原则(略)

三、工作目标

2018年10月底前,全市完成“双替代”供暖8万户。其中,濮阳县2.5万户、清丰县1.4万户、南乐县1.1万户、范县1.3万户、台前县0.6万户、华龙区0.4万户、开发区0.3万户、工业园区0.2万户、示范区0.2万户(学校、医院、福利设施等公共建筑,可按照100平方米折合1标准户计入年度任务)。首先在高污染燃料禁燃区的非集中供热管网覆盖区

域推进,其余目标任务在具备条件的乡(镇、办)以村庄(社区)为单位整体推进,禁止在不同村庄“插花式”零散开展工作。

四、重点任务(节选)

(一)抓紧编制冬季清洁取暖工作方案。各县(区)要抓紧组织当地发改、城市管理、财政、环保等部门及供电、供气、供热等企业,按照我市“双替代”供暖工作的总体要求,编制本县(区)年度实施方案,进一步强化工作措施,将年度目标任务层层分解,细化时间节点,明确责任人。2018年7月30日前,各县(区)要完成年度实施方案编制工作,并报市发展改革委(联系人:贾伟,13781321366,下同)备案。

(二)尽快完成建档立卡工作。(略)

(三)大力发展电代煤供暖。在集中供热覆盖区域外电力供应有保障的地区,以具备保温条件的学校、医院、福利机构、办公楼、商业综合体等公共建筑为重点,加快推广地源、水源、空气源等热泵技术和“空气源热泵+蓄热式电锅炉”等模式,建设一批分布式电供暖项目。其他建筑因地制宜采

用碳晶、石墨烯发热器件、电热膜、碳纤维、热风型空气源热泵、电空调等能效比高的户用电采暖设备。各县（区）要统筹协调，积极组织供电公司、节能服务公司、热力公司及电能替代产业联盟成员单位等社会企业共同参与电能供暖工作。

（四）有序推进气代煤供暖。集中供热覆盖区域外天然气供应有保障的地区，在供用气双方签订供用气合同的前提下，综合利用管道天然气、液化天然气（LNG）、压缩天然气（CNG）等多种气源供暖，重点建设燃气锅炉房等分布式供热，有序推广燃气壁挂炉、采暖炉等分散供暖方式；在具有稳定冷热电需求的楼宇或建筑群，适度发展天然气分布式能源项目。要确保气源供应，严格按照“先规划、再合同、后改造”的程序稳妥推进，切实保障天然气供暖项目正常发挥供暖作用。

（五）加快配套电网建设。（略）

（六）做好天然气供应保障。加快推进储气设施和输气管道建设，督促中原储气库公司9月底建成文23储气库一期工程，鄂安沧输气管道项目部12月底建成鄂安沧输气管道濮阳支干线工程。各县（区）、市城市管理局要组织燃气企业加大与中石化天然气分公司、中原油田等上游供气企业协调衔接力度，积极争取更多气源；同时，健全冬季天然气稳定供应保障机制，保障民用采暖气供应需要。

（七）加强工程质量安全检查。（略）

五、保障措施（节选）

（一）优化外部建设环境。（略）

（二）加大财政补贴力度。（略）

（三）创新融资机制。（略）

（四）健全完善价格支持政策。（略）

六、组织实施（略）

河北省关于进一步推进绿色建筑工作的通知

冀建科〔2018〕19号

各市（含定州、辛集市）住房和城乡建设局（建设局）、规划局、房管局、城管局（城管委、公用局、供热办），雄安新区规划建设局：

近年来，我省绿色建筑发展较快，2017年1月22日，省住房城乡建设厅印发《关于全面执行居住建筑75%节能标准和在新建建筑中全面执行绿色建筑标准的通知》（冀建科〔2017〕3号），要求自2017年5月1日起，我省行政区域内申报施工图设计审查的新建（含改建、扩建）民用建筑，执行绿色建筑标准。各地积极贯彻落实文件精神，绿色建筑得到全面发展，2017年全省城镇绿色建筑占新建建筑比例达到37.2%。

目前，我省绿色建筑法规建设正在积极推进，绿色建筑将进入依法发展的新时代。各地要充分认识绿色建筑发展的重要意义，站在促进全省生态文明建设的高度，认真研究制定具体的工作措施，严格建筑规划、设计、建设、验收、运营、保修、报废等环节管理，加大政策法规、标准规范、技术推广、产业支撑等支持力度，进一步推进我省绿色建筑发展，确保2020年绿色建筑占城镇新建建筑比例超过50%。按照省政府领导的指示精神，要从以下几个方面认真抓好落实。

一、全面执行绿色建筑标准

继续落实好《关于全面执行居住建筑75%节能标准和在新建建筑中全面执行绿色建筑标准的通知》要求，城市、镇总体规划确定的城镇建设用地范围内的新建民用建筑，全部按照绿色建筑标准进行建设。开展绿色建筑评价标识工作，在施工、销售和使用环节载明绿色建筑等级和主要性能指标等。

城乡规划主管部门要将绿色建筑内容纳入城市、镇总体规划和详细规划，并在建设用地规划条件中明确绿色建筑等级要求。住房城乡建设主管部门要督导建设单位明确绿色建筑等级要求和选用的技术；设计单位按照绿色建筑等级要求进行设计，并编制绿色建筑说明或者专篇；施工图设计文件审查机构按照

绿色建筑等级要求进行审查；施工单位按照施工图设计文件组织施工；监理单位将绿色建筑等级要求纳入监理范围。

要以节约能源资源、改善人居环境、提升使用功能为目标，对既有建筑进行维护、更新、加固等，积极开展既有建筑绿色改造。要加强村庄建设整体规划管理，按照绿色发展要求，组织村庄规划编制与提升，编制农房绿色建筑技术指南和推广图集，科学引导农房建设执行绿色建筑标准。

二、推进超低能耗建筑建设

要把超低能耗建筑建设作为提升建筑能效的重要途径，作为绿色城市建设优选的建筑，在全面推进

绿色建筑发展的同时,最大限度地提高建筑节能标准。自2019年开始,全省城镇新建总建筑面积20万平方米(含)以上的项目,在规划条件中要明确建设一定比例的超低能耗建筑。提倡建设超低能耗建筑全覆盖的住宅小区,鼓励超低能耗建筑集中连片建设。目前尚未开工建设超低能耗建筑的市,要把此项工作摆上重要议事日程,今年年底前力争开工建设。各市要指导所辖县(市)积极开展超低能耗建筑建设。

三、积极推进装配式建筑发展

要把装配式建筑作为我省绿色建造的优选方式,在全面推进绿色建筑发展的同时,实现建造方式的重大变革。继续把钢结构建筑作为建造方式创新的主攻方向,大力发展装配式混凝土建筑,在具备条件的地方倡导发展现代木结构建筑,不断提高装配式建筑在新建建筑中的比例。

张家口、石家庄、唐山、保定、邯郸、沧州市和环京津县(市、区)率先发展,要划定一定范围全面推行装配式建造方式;其他市、县加快发展,要明确装配式建筑的比例和建造技术。政府投资或以政府投资为主的公共建筑,要采用装配式建造方式。政府投资或以政府投资为主的棚户区改造项目,要安排不低于5%的项目开展钢结构等装配式建筑示范。鼓励房地产开发企业建设装配式特别是钢结构住宅。结合美丽乡村建设、易地扶贫搬迁,在农村地区推广装配式低层建筑。要提升装配式建筑产业发展水平,加强装配式建筑产业基地建设,培育装配式建筑示范城市,逐步扩大示范范围。

四、大力推广新技术新材料(略)

五、大力推行合同能源管理

充分发挥合同能源管理新机制在绿色建筑发展中的作用。由节能服务企业与用能单位以契约形式约



定节能项目的节能目标,节能服务企业向用能单位提供相关服务,用能单位以节能效益支付节能服务企业的投入及其合理利润,通过专业化节能服务公司的资金、技术优势帮助用户提高能源利用率,减少能源浪费和污染物排放,实现合作共赢。

政府机构要在开展能耗统计和能源审计、

摸清建筑耗能底数的基础上,带头采用合同能源管理模式实施节能改造。选取优秀的节能服务公司,对空调系统运行、空调温度控制、采暖系统运行、新风机组运行、照明灯具的控制方式和运行、公共区域照明的自动控制、生活热水需求、电梯运行等进行优化改造。具备条件的建筑要全部实行合同能源管理。要与开展合同能源管理相结合,大力推行智能供热和定量供热。

六、研究制定各项保障措施

(一)加强组织领导。要建立协调机制,形成有利于推进绿色建筑发展的工作格局。及时总结好的做法和成功经验,完善政策措施,形成有效模式,加大推广力度。抓紧提出实施方案,明确目标任务、责任分工和时间要求,确保各项工作落到实处。住房城乡建设各部门要加强与有关部门的沟通协调,做好跟踪分析、业务指导、监督检查工作,研究拟定绿色建筑发展计划,指导和推进绿色建材产品、技术推广应用。

(二)严格目标责任。制定《推动绿色建筑工作目标责任考核管理办法》,明确考核对象、内容、指标、方式、等次及奖惩办法。对超额完成绿色建筑发展年度工作目标责任的,予以通报表彰;对考核等次为“未完成”的,予以通报批评,并不得申报国家和省级人居环境奖、园林城市(县城)。完善责任追究制度,对推动绿色建筑发展工作不力的追责问责。

(三)强化政策支持。要积极协调财政、科技等部门,安排资金重点用于支持与绿色建筑产业发展相关活动,如企业、高校、科研机构研发和推广与绿色建筑相关的新技术、新工艺、新材料、新设备;开展星级绿色建筑、超低能耗建筑、既有建筑绿色改造等示范项目建设;推广装配式建筑、商品房全装修等建设方式;开展绿色建筑宣传培训、运营评估和统计监测等。

(四)健全标准体系。适应绿色建筑发展新形势要求,省里将研究制定、修改完善绿色建筑、超低能耗建筑、装配式建筑标准规程,构建各环节、全覆盖的标准体系。修改完善《被动式低能耗居住建筑设计标准》及相关图集。编制《建筑用钢型材标准》《钢结构建筑围护结构技术规程》《交错层积木(CLT)结构应用规程》等。强化建材标准、设计标准、施工标准、验收标准、评价标准的衔接。请各地认真贯彻实施。

(五)严格监督管理。(略)

(六)加强宣传培训。(略)

河北省住房和城乡建设厅

2018年7月28日

佛山市住房和城乡建设管理局 佛山市国土资源和城乡规划局

关于新建装配式建筑项目容积率扶持措施的通知

佛建管〔2018〕149号

各区发展规划和统计局、国土城建和水务（利）局：

为贯彻落实《中共中央国务院关于开展质量提升行动的指导意见》、《中共广东省委广东省人民政府关于实施质量强省战略的决定》、《广东省人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见》、《广东省住房和城乡建设厅关于开展广东省工程质量提升行动的实施意见》等系列文件精神，大力发展装配式建筑，推动建造方式创新，确保我市建筑产业转型升级在新时代有新气象实现新作为，鼓励计划外的更多建设项目采用装配式建筑，现对我市部分新建装配式建筑项目实施容积率扶持措施，具体如下：

一、本通知所述容积率扶持措施的实施对象是在下述土地上自愿申请采用装配式建筑，且通过设计阶段技术评价为装配式建筑的建设项目：《广东省人民政府办公厅关于大力发展装配式建筑的实施意见》印发后至本通知施行前已出让和划拨的土地、但未办理商品房预（销）售许可的，和本通知第九条规定的有效期内以出让方式取得国有建设用地使用权、出让时未明确需采用装配式建筑的土地。

二、建设单位可向项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）书面申请采用装配式建筑（申请书参考格式详见附件），建设管理部门受理申请后，及时出具复函。

三、项目属地区规划管理部门或市国土规划局（项目属地管理为市时）依据已给出的规划设计条件按程序审批。在审批项目规划方案、核定建筑面积时，根据土地使用权属单位和建设单位自愿实施装配式建筑的书面申请和建设管理部门出具的复函等材料提出审批意见，在建设工程规划许可证中备注应计容但不计容面积，以及明确应计容但不计容面积的功能。在一宗土地交易内的项目中，应计容但不计容面积累计不得超过实施装配式建筑总面积的3%，同时累计不超过5000平方米。土地使用权属单位申请获得应计容但不计容面积时，应与项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）签订《监管协议》，明确装配式建筑项目的目标要求、考核方式、对应的违约责任（包括但不限于：自愿申请实施装配式建筑且获得应计容但不计容的鼓励性政策优惠的项目，若未按要求实施装配式建筑，则项目建设单位无偿将未按要求实施装配式建筑部分所对应的应计容但不计容面积交给监管协议的监管方，并划归国有资产和由监管方接收）等。由项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）做好后继的监管考核工作，并及时将监管考核结果抄送国土部门。

四、申请装配式建筑容积率扶持的建设单位应按程序办理施工图审查。项目建设单位应在委托施工图审查时提供完整的装配式建筑设计专篇（即按照《装配式建筑评价标准》，在项目设计阶段以装配式建筑专项设计图纸、实施方案、技术说明书等形式表达的文件），施工图审查机构对审查合格的出具施工图审查合格书；对不合格、不提交或未提交完整装配式建筑设计专篇的不得出具施工图审查合格书。施工图审查合格后，向项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）提交《佛山市装配式建筑项目设计阶段技术评价申请表》及相关材料，由受理部门组织专家会进行技术评价，并出具《佛山市装配式建筑项目设计阶段技术评价意见书》。在施工图审查阶段或装配式建筑项目设计阶段技术评价中，凡未达到装配式建筑标准的，建设单位应及时调整、变更设计，涉及规划建设方案调整的，应按程序向规划部门申请调整《建设工程规划许可证》。

五、自愿申请实施装配式建筑且获得应计容但不计容的鼓励性政策优惠的项目，在申领《房地产预售许可证》时，由项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）明确标注应计容但不计容面积对应部位（必须为功能完整的商住单元），并明确该部位的位置、面积不纳入预售范围，项目属地区规划管理部门或市国土规划局加具意见。不纳入预售范围的面积不得少于应计容但不计容面积。

六、在房屋建筑工程质量验收和规划验收后，项目建设单位应向建设管理部门提出关于装配式建筑实施阶段技术评价的申请。项目属地区国土城建和水务（利）局或市住建管理局（项目属地管理为市时）组织专家评审会进行技术评价，并根据专家评审会出具的意见出具装配式建筑实施阶段技术评价意见书。

七、实行装配式建筑项目获得的应计容但不计容鼓励面积不得减免土地出让金。项目工程竣工验收后，房产测绘报告书建筑面积超出地块出让合同约定建筑面积的，申请并获得应计容但不计容面积的企业仍需按相关规定补交土地出让金。补交的土地出让金按受理补交土地出让金业务之日的土地市场价格，不纳入土地返还的范围，也不纳入三旧项目溢价分成。

八、建设单位凭装配式建筑实施阶段技术评价意见书及相关文件，按程序办理各项手续。未按照规划设计条件、土地出让合同的相关约束条款实施的建

设项目，按规定进行相应处罚。自愿申请实施装配式建筑且获得应计容但不计容的鼓励性政策优惠的项目，若未按要求实施装配式建筑，则由国土规划部门会同建设管理部门依据相关法律法规和依据土地出让合同、监管协议等进行处理。

九、本通知自2018年10月1日起施行，至2020年12月31日有效。

佛山市住房和城乡建设管理局

佛山市国土资源和城乡规划局

2018年8月15日

陕西省地热能清洁取暖实施方案

按照《陕西省冬季清洁取暖实施方案（2017-2021年）》，省发改委会同省直相关部门和有关地市编制了《陕西省地热能清洁取暖实施方案》以下简称《方案》。考虑陕南陕北地热资源情况和采暖实际情况，本方案重点针对西安、宝鸡、咸阳、铜川、渭南、韩城、杨凌和西咸新区在内的关中地区。《方案》实施期为2017-2021年。地热能取暖主要包括浅层地热能取暖、中深层地热能取暖、无干扰地热能取暖和干热岩取暖。

一、基本情况

（一）资源情况

陕西省地热资源丰富，资源量巨大，分布范围广阔，但各地区资源分布、资源量差异较大。浅层地热能在全省广泛分布，其主要利用形式——地下水地源热泵和地埋管地源热泵在不同区域的适宜性存在一定的差异，地下水地源热泵形式在关中盆地和陕南山间盆地较适宜，地埋管地源热泵形式在全省大部分区域均适宜。全省10个地级市和杨凌示范区中心城区规划区范围内的浅层地热能总能量为 4.49×10^{18} 焦，折合标准煤2560.2万吨，冬季可供暖面积为8.84亿平方米。

中深层地热资源主要分布在关中盆地，分为孔隙裂隙型、构造裂隙型和溶隙裂隙型三种类型。关中盆地中深层地热资源属中低温地热资源，资源储量非常巨大，热储层内可利用的热量为 8.07×10^{21} 焦，相当于标准煤2760亿吨。

干热岩主要分布在关中盆地和陕南秦巴山区，关中盆地主要为沉积盆地型干热岩，秦巴山区亦存在干热岩赋存条件。

（二）开发利用现状

浅层地热能开发利用开始于2005年，截止

2017年底共有开发利用工程183处，其中关中122处，总供热/制冷建设面积约1100万平方米。浅层地热能利用形式主要为地下水地源热泵，其次为地埋管地源热泵及少量中水源、污水源地源热泵类型，其中地下水地源热泵系统工程148处，供暖/制冷面积1121万平方米；地埋管地源热泵系统工程33处，供暖/制冷面积190万平方米；中水源、污水源热泵系统工程各1处。

中深层地热资源开发利用起步较早，现有温泉（群）13处，地热井490眼，开采深度340~4500米，水温25~128℃，主要集中在西安、渭南、咸阳。中深层地热资源早期主要用于温泉沐浴、浴疗、休闲等，后逐渐应用于供暖、养殖种植等方面，年开采量10548万立方米，其中供暖主要集中在咸阳、西安、渭南城区，总供热面积为2200万平方米。目前我省无干扰地热能供热已实施约900万平方米。

（三）存在的问题

一是管理体制不健全，职责不明确。我省地热管理体制不健全，仅咸阳市和渭南市出台了中深层地热资源管理办法、宝鸡市出台了浅层地热能管理暂行办法，未制定地热勘查、地热井施工、资源保护、地质环境监测、节能监测等方面的地方行业技术标准，不利于地热资源开发、资源保护、运营管理等。由于地热资源具有矿产资源和能源等多重属性，各地在管理机构设置上存在较大分歧，分别设在国土、水务、城建、规划等部门，多头管理、职责不清。

二是勘查程度低，家底不清。全省地热资源勘查仍然有很多空白区，勘查精度、深度滞后开发利用需求，远不能满足市场需求，制约了开发利用规划和产业布局。浅层地热能仅开展了地级

市中心城区的 1:5 万调查评价,调查面积仅占全省面积的 10%,其余地区仍为勘查空白区;中深层地热资源勘查在陕南、陕北地区基本处于空白,关中盆地存在局部勘查程度仍然较低,现有的勘查深度、精度不能达到开采阶段的要求;干热岩调查评价处于空白阶段。由于勘查工作程度较低,对全省各地区的地热资源家底不清,影响了制定统一规划及协调发展。

三是产业布局不明确,资源利用率低。陕西省尚未制定全省地热资源开发利用规划,地热资源开发利用产业定位、布局不明确,未形成一定规模的产业链,区域发展不平衡,局部井位布置过于集中。地热资源利用形式单一,缺乏综合、深度开发,粗放经营,不能有效地将地热资源充分利用,造成资源浪费、热污染等。

四是宣传力度不够,社会整体认知度低。我省地热资源不论赋存条件、资源量还是开发利用等方面在全国都处于领先地位,但长期以来宣传力度不够,全民的知情率、参与率低,一直处在政府主导、部门推动的局面,国土、城建、规划、旅游、农业、水利等部门的联动协调不够,没有形成部门协作、全民参与、共同推进的局面。

二、开发利用的总体要求

坚持“政府引导、市场主导,因地制宜、示范推进”,以改善大气环境质量、调整建筑用能结构、促进节能减排为目标,按照“省级统筹协调、市县主体推进”的思路,积极发展浅层地热能、水热型地热能和岩土型三种地热能供暖方式,率先在政府投资的公共建筑中示范应用,引导社会投资的公共建筑和居住建筑广泛自主应用,实现地热能建筑规模化应用,加快培育地热能设备制造、节能服务等相关产业,为关中地区治污降霾做出应有的贡献。

三、开发利用总体原则

(一)坚持科学、清洁、高效、可持续的原则。加强地热能开发利用的科学谋划,建立资源勘查与评价、项目开发与评估、环境监测与管理体系,严格地热能利用环境监管,坚持“取热不取水”,坚持“抽取回灌同步落实”,保障地热能的清洁开发、永续利用。积极探索适合地热能开发利用的商业化投资经营模式,兼顾经济效益、社会效益、资源效益、环境效益。

(二)坚持政府引导、政企合作、市场推动、良性发展的原则。科学编制地热能开发利用规划,

明确开发利用布局,充分发挥资源配置的市场作用,鼓励各类投资主体参与地热能开发,营造公平市场环境,形成政府大力推进、市场有效驱动、企业主体作用充分发挥的地热能开发利用新格局。

(三)坚持着眼全局、因地制宜、有序发展的原则。将地热能开发利用置于能源结构调整、新型城镇化建设和大气污染防治的战略大局中去衡量、去谋划、去推进,与“新动能、新高地、新活力、新生活、新形象”相结合,高起点、高水平、高质量做好地热能开发利用。因地制宜开展浅层、中深层地热能的开发利用,有序开展地热能发电、地热能供暖与制冷等多种形式的综合利用,鼓励地热能与其它化石能源的联合开发利用,提高地热能开发利用效率和传统化石能源替代比例。

四、开发利用目标

根据我省地热资源分布情况和冬季采暖负荷需求,发展地热能供暖重点在关中地区推进。

到 2019 年底,关中地区推进地热能示范供暖面积新增 1000 万平方米以上,其中:新增浅层地热能供暖面积 260 万平方米以上;新增中深层(含无干扰地热供暖)地热供暖面积 740 万平方米以上。全省地热能供暖面积累计达到 4500 万平方米以上。

到 2021 年,关中地区推进地热能示范供暖面积再新增 2500 万平方米以上,其中:新增浅层地热能供暖面积 700 万平方米以上;新增中深层(含无干扰地热供暖)地热供暖面积 1800 万平方米以上。全省地热能供暖面积累计达到 7500 万平方米以上。

五、重点任务

(一)理顺管理机制。加强地热能开发利用重大工程的建设管理,严格项目前期、建设施工、竣工验收、运行监督等环节的管理。投资主管部门(能源行业主管部门)重点做好规划、相关管理办法的制定工作;国土资源部门负责开展地热能资源详查和评价和项目用地和地热水资源的管理;环保部门做好环境影响评价和全程环境监测体系建设;住建部门做好地热能建筑供暖设计、施工等技术管理工作;质监部门做好地热能行业和企业标准规范的制定工作。

(二)加大地热能在新建建筑中推广力度。民用建筑工程项目进行可行性研究时,应对能源利用条件进行综合评估,编制能源应用专项方案,提高地热能在新建建筑用能中的比例。重点推动政府投资的公共建筑率先应用地热能进行供暖制

冷。单体建筑面积2万平方米以上,有集中供暖制冷需求且具备条件的,应采用地热能供暖制冷。引导社会投资的1万平方米以上的酒店、商场等公共建筑优先采用地热能供暖(制冷)。鼓励有集中供暖(制冷)需求的居住建筑采用无干扰地热供热技术。各市区要制定地热能在新建建筑中的推广应用比例,对具备条件的新建建筑强制推广地热能供暖。

(三)推动重点地区地热能资源普查。在现有地热资源普查数据的基础上,推动我省关中地区浅层、水热型及干热岩地热能的普查,对其开采技术经济性做出评价,为合理开发利用提供依据。对已建设运营的地热能开发利用项目,要逐步建立地热能资源开发利用数据的共享机制,支持有能力的企业积极参与地热资源勘探并优先配置地热能资源。

(四)支持中深层地热能开发利用关键技术研发。开展地热资源评价技术、高效换热技术、中高温热泵技术、高温钻井工艺技术研究以及经济回灌技术攻关;按照“集中式与分散式相结合”的方式积极推进无干扰地热供热技术应用,实现井下间接换热;积极推进水热型地热能综合利用,加快推进地热尾水砂岩回灌技术的开发及应用,提高地热尾水的综合利用率及回灌率。稳妥有序推进浅层地热能供暖。依托西安交通大学、长安大学等高校及科研院所与企事业单位开展“政产学研”合作,加快地热人才培养、技术创新和示范工程建设步伐。

(五)建设地热能开发利用信息监测体系。国土和能源等主管部门要积极推动地热能开发利用过程中的水质、岩温、水位、水温、水量及地质环境灾害的信息监测系统建设。探索利用现代信息技术,对地热能勘查、开发利用进行系统监测和动态评价。地热能开发企业要主动配合相关部门,逐步在建成和新建项目中全面配备监测系统。

六、保障措施

(一)加强组织领导和规划建设指导。将地热能开发利用纳入对各市政府的节能目标责任评价考核和目标责任考核体系。各市级政府(管委会)要相应制定本地区地热能开发利用规划,统筹指导地热能开发利用。省发展改革委同省国土厅、住建厅等结合我省可再生能源规划及地热能规划,做好项目的建设指导工作。

(二)充分发挥价格财税政策的扶持作用。落

实陕价商发〔2014〕99号文,对利用地热能向居民供暖(制冷)的项目运行电价执行居民用电价格。充分发挥2亿元地热能发展基金的引导作用,促进地热能产业发展。鼓励省级各类专项资金支持地热能资源勘查与评估、地热能供暖(制冷)和综合利用示范项目。鼓励金融机构创新金融产品,对地热能设备制造、系统集成、节能服务企业提供信贷支持。鼓励各市(区)结合本地区实际出台补贴支持政策。

(三)加强宣传示范推进。通过展览展示、示范体验等方式,大力宣传地热能建筑应用,积极营造良好社会氛围,提高民众的认知度和接受度。支持陕西延长集团、陕西能源集团、陕西四季春公司深入开展无干扰地热供热技术的研发和建设示范项目,支持中石化咸阳绿源公司继续深入研究地热尾水砂岩回灌技术和建设水热型地热能综合利用示范项目,支持省燃气集团建设渭河盆地“一热两气”综合利用示范项目。

(四)建立市场保障机制。将地热能供暖纳入城镇基础设施建设,加快放开城镇供热市场准入,引导地热能开发企业进入城镇供热市场。地热资源比较富集的县(区)可编制以地热利用为主的新能源发展规划,统筹指导推进地热能开发利用工作。探索建立地热能开发的政企合作模式(PPP模式),鼓励地热能开发利用和多能互补、能源互联网和新能源微电网项目相结合,开创地热能开发利用新模式。

(五)构建产业服务体系。围绕地热能开发利用产业链、标准规范、人才培养和服务体系等,构建地热能产业体系。配合完善地热资源勘探、钻井、抽井、回灌的标准规范,以及建筑供热(制冷)、综合利用工程总体设计、建设及运营的标准规范。相关行业主管部门要加强地热能利用设备的检测和认证,鼓励专业化服务公司从事地热利用建设运营服务,加大地热能利用相关人才培养力度。



北京英特宜家购物中心大兴项目二期工程 (北京荟聚中心)

中国建筑科学研究院建筑设计院 王强 王森 于洋 周芳 刘经纬 辛亚娟

1 工程概况

本项目位于北京市大兴区西红门镇,地铁大兴4号线西红门站以西。本项目为超大型购物中心,总建筑面积约508486m²,其中地上建筑面积251186m²,地下建筑面积257300m²。地上建筑主体为3层,局部为4层,建筑高度23.95m,电影院局部为30m;地下建筑为3层。

本项目为目前北京市单体最大的购物中心,建筑物南北向约500m,东西向约250m,在超级庞大的体量中汇集了商业,餐饮,超市,电影院,美食广场,精品街等各具特色丰富的商业业态,在建筑设计上秉承欧洲购物中心的模式,室内商业街贯穿建筑内部,商业街顶部为玻璃采光顶屋面,为室内提供充足的阳光,创造四季如春的室内商业空间。地下三层,除设备用房外全部为汽车库,可提供6000多辆车位,被吉尼斯评为全世界最大的单体地下车库。

2 工程设计特点

本项目为区域型超大型购物中心,其建筑设计理念为英特宜家集团的“为家庭而设计,为商业而建立”的商业理念,开发模式上具有欧洲商业购物中心的特征,以下这些特征因素使得本项目暖通空调设计有别于常规商场设计,同时也增加了设计难度:

一是大,建筑规模大、占地面积大、地下停车库大;

二是多,行业多、店铺多、功能多(集购物、餐饮、休闲、娱乐于一体);

三是高,购物环境要求高,档次高,舒适性要求高;

四是公共空间室内设计要求高,对相关风管及风口布置限制性高;

五是人性化设计要求高,为店铺服务的空调风水及消防干线不允许进入店铺,只能设在后勤通道;

六是进行消防性能化设计,防烟排烟设计要求高;

七是绿色、节能、环保要求高,本着环境优先,以人为本的节能理念,并贯穿于整个设计、施工、



运营管理中,这也是这个项目暖通设计的最大特点:

(1) 设计优先、主动措施优化的原则,采用了远高于国内标准的建筑围护结构热工节能设计;

(2) 单体建筑超大冰蓄冷系统设计;

(3) 锅炉大型混水直供系统的运用;

(4) 全部空调冷热循环水泵及空调送排风机变频技术的运用;

(5) 排风热回收技术及采用超高效全热回收效率热回收设备;

(6) 严格的空调节水设计如采用闭式冷却塔和空调冷凝水集中回收;

(7) 冷热计量设置细到租户;

(8) 暖通设备小到排气扇的监测(控)设计;

(9) 地下车库采用智能型诱导风机配合CO监控系统;

(10) 远高国内标准的噪声限值水平及严格的空调噪声控制设计等。

3 设计参数及空调冷热负荷

3.1 室外设计计算参数

设计参数	夏季	冬季	设计参数	夏季	冬季
大气压/kPa	988.6	1020.4	相对湿度/%	78	45
空调计算干球温度/℃	33.2	-12	通风计算温度/℃	30	-5
空调计算湿球温度/℃	26.4	—	室外风速/(m/s)	1.9	2.8

3.2 室内空调设计计算参数

场所	温湿度 (°C/%)		人员密度 m ² /P	新风量 m ³ /h·P	照明 冷负荷 W/m ²	设备 冷负荷 W/m ²	噪声 dB(A)
	夏季	冬季					
商业街	26/60	20/-	5	30	5	5	≤ 45
商铺	26/60	20/-	5	30	30	5	≤ 45
餐饮	26/60	20/-	3	30	10	25.8	≤ 45
办公	26/50	20/-	10	30	12	20	≤ 40
儿童教室	26/60	20/-	2	30	12	20	-
卫生间	26/-	20/-	10	-	7	0	-
后勤区	26/60	20/-	10	30	7	5	-
其他空调区域	26/60	20/-	10	30	7	5	-
冷冻垃圾库	8/-	8/-	-	-	-	-	-

3.3 房间通风量设计计算参数

区域	换气次数	区域	换气次数	区域	换气次数
卫生间	15	停车库	5 进 6 排	锅炉房	6 (事故 12)
餐饮厨房	60	制冷机房	6	变配电室	按发热量计算
垃圾房	15	泵房	5	柴油发电机房	按工艺确定

3.4 建筑围护结构热工特性

建筑围护结构热工特性由建筑专业提供如下：

外围护结构	传热系数 (W/m ² ·K)	外围护结构	传热系数 (W/m ² ·K)
屋面	0.2	外窗 天窗 (综合)	2.0
外墙	0.3		
不采暖地下室上部楼板	0.342	玻璃遮阳系数 SC=0.4	

3.5 空调冷热负荷

本项目空调区域的建筑面积为 18.5 万 m² (不含租户自设独立空调的超市、影院和电气卖场)，夏季总冷负荷为 26.83MW，冷负荷指标为 145W/m²；冬季总热负荷为 19.27MW，热负荷指标为 104W/m²。

(指标说明：本项目餐饮店铺数量较多，餐饮总面积占地上出租店铺面积的约 31%，在设计中考虑到本项目国际化标准档次较高，为所有餐饮厨房预留了补风加热及冷却预处理冷热量，此部分冷负荷所占指标为 19W/m²，热负荷所占指标为 31W/m²，占冷热负荷的比重较大，不含此部分补风预处理负荷时，项目夏季空调冷热标为 126W/m²，冬季空调热负荷指标为 73W/m²。)

4 空调冷热源及设备选择

4.1 空调冷源系统设计

4.1.1 冰蓄冷系统

本项目为大型商业建筑，营业时间为早 9:00 到晚 23:00，集中空调系统的使用具有明显的时段性，夜间仅物业加班等需要少部分负荷，结合北京地区的分时电价政策，经过方案论证，采用了冰蓄冷作为本工程的空调冷源。采用冰蓄冷的空调冷源方式

减少本工程的空调配电容量，转移和消减空调系统的用电高峰，缓解夏季用电紧张，平衡城市电网峰谷供电。在节省工程空调系统运行费用的同时，实现社会效益。

根据设计日逐时冷负荷表，分析设计日空调冷负荷性质如下：

设计日峰值冷负荷 (13:00)：26830kW

夜间峰值冷负荷：1582kW

设计日总冷负荷：354336kW·h

设计日连续空调总冷负荷：15820kW·h

设计日总蓄冰冷负荷：338516kW·h

本项目采用部分负荷蓄冰系统，制冷主机和蓄冰设备为串联方式，双工况 (制冷 - 制冰) 主机位于蓄冰设备的上游，同时设置一台基载主机在夜间低负荷使用及作为系统备用和补充，基载主机并联运行，直接提供冷冻水。设置一台制冷量为 450RT 基载主机直接提供 6/12°C 的空调冷冻水。设置三台双工况冷水机组，每台主机空调工况下制冷量约为 1866RT，冷冻液温 5/10°C；每台主机蓄冰工况下的制冷量约为 1197RT，冷冻液温 -5.6/-2.38°C。冷冻液为 25% 乙二醇溶液。

夜间电价低谷时制冰系统将冰蓄满，白天电价高峰时融冰供冷，融冰量通过改变进入冰盘管水量控制，各工况转换通过电动阀门开关切换。

蓄冰装置采用内融冰蓄冰钢盘管，钢盘管安装在现场设置的钢制保温水槽内，总潜热蓄冰冷量为 30400RTH。蓄冰装置出口冷冻液温为 3.3°C。钢盘管采用上下双层布置有效节省蓄冰设备占用的设备机房面积。

4.1.2 冬季冷却塔直接制冷系统

对于采用风机盘管加新风系统的内区商铺需要常年供冷，在冬季温度低于 5°C 时，可停止冷水机组的运行，利用冷却水直接经过板式热交换器制备内区空调所需冷冻水，以节省冬季冷水机组运行电耗。该系统的供回水温度为 8/14°C。



4.2 空调系统热源设计

本工程没有市政热力的条件，采用了燃气锅炉提供热源，锅炉房内设置4台单台额定输出功率为5.6MW的钢制承压热水锅炉提供95/70℃一次水用于空调热水及提供生活热水换热用一次热媒水。

锅炉采用卧式全湿背三回程型，热效率达93.8%，并全部设置了烟气热回收装置，进一步提高锅炉综合热效率，降低运行费用，可为用户带来显著的经济效益。

5 空调系统形式

5.1 空调水系统

5.1.1 空调冷冻水系统

空调冷冻水来自位于地下三层的制冷机房，空调冷冻水供回水设计温度为6/12℃。空调冷冻水系统为变水量系统，基载机组对应的水泵为定流量泵，融冰系统循环泵采用变水量泵。冷冻水循环水泵及分集水器分设在地下一层南北两个子站中。水系统采用分区两管制水系统。各区水立管按接空调机组、外区盘管、内区盘管分别设置。冷热水管冬夏切换供水，内区常年供冷。

5.1.2 空调热水系统

空调热水来自燃气锅炉房。空调热水采用二次泵变速量的系统形式，一次泵为定流量水泵，一次泵与锅炉一一对应控制，为定水量系统；二次泵采用变水量泵，两个系统以水力均压器（大型混水器）来保证一二次水系统彼此独立运行，减少了采用换热器间接连接的热量损耗，节省换热器投资费用。锅炉供回水温度为95/70℃，空调供回水温度为60/50℃。空调热水循环泵分设在南北两个子站中，冷热水管冬夏切换供水。

5.1.3 冷却水系统

本工程冷水机组的冷却水侧采用定流量水泵，所有冷却水循环泵均设置在地下三层的制冷机房内。冷却塔采用闭式冷却塔，设置在屋面上。和开式冷

却塔相比，闭式冷却塔冷却水水质不受外界影响，可减少水处理能耗；冷却塔补水耗量相对小，减少水资源浪费。冷却塔风机采用双速风机，根据冷却塔的回水温度控制冷却塔风机的运转台数和风机的转速，在空调系统部分负荷时节省冷却塔风机的运行电耗。同时冷却水供回水管上设置旁通阀在过渡季节保持进入冷水机组的温度。冷却水夏季冷却水供回水设计温度为37~32℃。

5.1.4 水系统定压和水处理

制冷机房和锅炉房设置全自动软化水装置，空调各闭式循环水（液）系统均采用气压罐定压补水装置给各系统补水（液）定压。空调冷热水、冷却水系统设置微晶旁流水处理器除垢、阻垢、防腐、杀菌、过滤。空调冷热水系统上设置真空雾化喷射式排气装置，提高水系统循环性能，减少管道腐蚀。闭式塔喷淋水系统设置自动加药装置。

5.1.5 冷热计量

本工程在冷热源站内冷冻水及热水总管上都设计了总冷热表，在给每个租户空调水管都设置了冷热计量表。

5.2 空调风系统

5.2.1 空气处理

热回收型全空气可变风量双风机空气处理机组主要用于步行街区域，新风经过新风段、初效过滤、中效静电过滤杀菌除尘段、热回收段后在旁通段和回风混合经冷（热）水盘管段、风机段处理后由空调送风管路系统送入室内。回风由带初效过滤的回风段通过旁通段一部分和新风混合一部分通过热回收段后经排风机段排出。送排风机均为变频风机。

热回收型新风机组的组合方式和热回收型空气处理机组的组合方式相同。此机组和空调处理机组功能不同，为送新风系统，运行控制按新风机组的运行方式执行。

空气处理机组、新风机组均可根据房间CO₂的浓度控制及不同工况下的风机变频运行节省风机的运行电耗。

热回收型空气处理机组和热回收型新风机组采用全热转轮式回收装置。额定工况的全热回收效率要求不低于80%，可有效减少新风能量损耗。

5.2.2 商业步行街空调通风系统

步行街采用可变新风比的一次回风全空气系统，过渡季节可实现100%的新风比运行。采用热回收型空气处理机组，机组分区集中设在屋顶各机房内。步行街送风采用侧送风口，各主要入口首层及送风射程较远之处采用格栅内嵌球形喷口送风口送风，



其他步行街区域采用侧送百叶风口送风。为达到室内严格的噪声要求,除设置必要的消声器外,在空调送风口前均设置了带均流装置、可测风量、调节风量和带测压功能的成品风口静压箱。

5.2.3 商铺、餐厅、办公等空调通风系统

商铺、餐厅、办公采用热回收型新风机组与风机盘管机组结合的空调通风方式,以满足各房间个性化的舒适性调节要求。房间风机盘管机组采用分区两管制接管,外区盘管接冷(热)水管,内区盘管接冷冻水。为地上店铺、餐厅等服务的新风机组大部分设置在屋顶机房内,局部设置在四层。空调冷凝水均排至冷凝水立管并在地下一层集中回收。风机盘管机组带有制冷和供热转换功能、风机三速调节和房间温度的自动控制装置,风机盘管支管上设电动两通阀。

6 通风、防排烟及空调自控设计

6.1 通风系统

6.1.1 公共卫生间、清洁间排风系统和店铺预留排风系统

公共卫生间、清洁间排风通过屋顶设置的集中排风机排出。大于 100m^2 的餐饮店铺预留将来自设卫生间排风系统,按 60% 店铺同时使用设计各层汇集分区集中排至屋顶,屋顶设置变频排风机。

6.1.2 厨房通风系统

施工图设计阶段餐饮部分仅有餐饮面积,餐饮厨房通风按预留设计,各餐饮厨房设置各自独立的通风系统,预留厨房排油烟、厨房补风、厨房平时排风的管段至屋顶,均从屋顶排油烟、排风和补风的取风,屋顶预留油烟净化器和排风机的基础;室内预留为厨房补风机组补风加热和冷却所需空调水管段。燃气厨房设置事故排风系统,事故排风机与厨房平时排风机共用并采用防爆型风机,排风机设置为双速风机,低速平时排风,高速事故排风。厨房事故排风换气次数不小于 12次/h 。

6.1.3 燃气锅炉房通风系统

燃气锅炉房设置平时通风和事故排风系统,锅炉燃气表间设置事故排风系统。事故排风换气次数不小于 12次/h 。锅炉房的排风机和设置在锅炉房内的送风机均采用防爆型风机。锅炉的燃烧尾气采用双层不锈钢带保温的成品烟囱经建筑竖井从屋顶排出室外。锅炉烟囱排放符合国家和北京市锅炉大气污染物排放标准。

6.1.4 地下汽车库通风系统

地下停车库按照建筑防火分区设置通风系统,平时通风量按送 5 次排 6 次计算。并按照 6次/h 的

换气次数确定。通风系统和消防排烟系统合用,采用双速风机。

车库采用智能诱导通风系统,诱导通风系统可有效降低管线占用空间,采用智能诱导风机,设备自带 CO 感测探头,设备有自动、手动工作模式,每个防火分区设置一集中控制器,智能化控制诱导风机和主排风机的启停。

6.1.5 机电设备用房通风系统

地下暖通空调设备机房、柴油发电机房、配电设备机房、给排水设备机房、屋顶电梯机房等分别设置机械通风系统以满足设备机房的通风换气要求。

所有穿过设置有气体灭火系统的设备用房的通风管道均设置电动多页密闭风阀,在火灾报警并施放灭火气体前电控关闭穿过上述房间的通风管道。待灭火结束后,先电动开启排风管上的电动阀并启动排风系统排除灭火气体,然后开启所有电动阀恢复正常运行。气体灭火的房间外墙上设有气体灭火自动电控泄压阀。

6.1.6 地下三层六级人防物资库通风系统

战时人防物资库共分 6 个防护单元,按照防护单元设置独立的机械进排风系统。战时人防物资库设清洁、隔绝两种通风方式。

6.2 防排烟系统

6.2.1 正压送风系统

不具备自然排烟条件的防烟楼梯间设置机械加压送风系统。靠近外墙的防烟楼梯间采用自然排烟但其不具备自然排烟的前室设置机械加压送风系统。

按消防性能化设计,中心岛首层设置安全走道,各安全走道均设置加压送风。

6.2.2 机械排烟系统

地下停车库设置机械排烟系统和补风系统,与平时通风系统合用。排烟风量按照每小时 6 次换气确定,消防排烟时补风量不小于排烟风量的 50%。

步行街部分进行了消防性能化设计,步行街采用机械排烟方式,划分为 9 个逻辑防烟控制分区(不设挡烟垂壁),每个逻辑防烟分区不大于 3000m^2 ,每个逻辑防烟分区的有效排烟量不小于 $35.3\text{万 m}^3/\text{h}$,无需设置补风系统。在步行街屋顶同时设置可开启的自然排烟窗,在机械排烟失效时可自动开启排烟



窗实现自然排烟,自然排烟口的有效面积为步行街面积的1%。

商铺和餐厅部分进行了消防性能化设计,对于建筑面积大于 100m^2 地上房间应设置机械排烟,建筑面积小于 500m^2 排烟量的计算按GB 50016-2006执行;对于建筑面积大于 500m^2 且不大于 2000m^2 的商业,可将其作为一个防烟分区,机械排烟量不小于 $60000\text{m}^3/\text{h}$ 。建筑面积大于 2000m^2 的商业空间,单个防烟分区的面积控制在 2000m^2 以内。挡烟垂壁高度按性能化要求确定。带多个防烟分区的系统排烟量同样按最大一个防烟分区的排烟量计算。

非消防性能化设计区域如后勤通道、迪卡侬、超市、电气卖场排烟设计按GB 50016-2006执行。其中影院排烟量按其体积的13次/h换气量和 $90\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ 计算,取大值作为设计排烟量,且同时设置补风系统,补风量不应小于排烟量的50%。

6.2.3 暖通空调系统的防火措施

空调通风系统在水平方向按照防火分区设置,所有穿过防火分区隔墙、楼板、室内竖井的空调通风管道均设置防火阀,防火阀采用单独的支、吊架安装,吊顶内的防火阀应在其下方设置检修口。

吊顶内的排烟管道应进行保温,并与可燃物保持不小于 150mm 的距离,保温材料采用不燃的带防火贴面的离心玻璃棉毡。消防风机、平时风机和空调设备和风管之间的软连接、墙体伸缩缝连接均采用A级不燃软管以确保其防火性能。

当局部发生火灾时,停止一些与消防无关或于消防不利的空调通风系统的运行。竖向管井内的空调管道安装后应对竖井内楼板处进行防火封堵,空调管道穿过防火分区隔墙处的缝隙应采用不燃材料封堵。

6.4 空调自控设计

本工程暖通空调系统的自动控制是整个建筑物楼宇控制管理系统BAS的一部分,通过该系统实现



暖通空调系统的自动运行、调节,以减少运行管理的工作量和成本,节省暖通空调系统的运行能耗。采用DDC控制系统进行自动控制。DDC控制应根据自控原理图的要求提供相应的控制设备和器件,并组成完整的控制系统。DDC系统终端设备采用计算机控制、显示方式。该系统应为开放型的系统形式,以便纳入整个楼宇管理系统和连接消防控制系统。DDC控制软件应包括设备的最优化启停、PID控制、时间通道、多台多组设备的群控、动态图显示、能耗统计、故障报警、记录和打印等功能。

本工程空调自控包含空调冰蓄冷冷源和空调冷冻水系统的监测与控制,空调热源和空调热水的监测与控制,空调系统和空气处理装置的监测与控制,通风运行控制等。

7 心得与体会

在北京荟聚中心设计初始,我们国家及北京市还没有出台绿色建筑的相关标准、规范,但在整个设计中我们都贯彻了绿色低碳、节能环保的理念和措施,从另一个方面体现了设计的前瞻性。

现在大型购物中心设计项目与日俱增,然而此类项目体量庞大,人员密集、功能多样等特征,导致从消防设计、防火规范、从建造到运营的消防安全管理等方面均对建筑设计形成了重大挑战。因此面对一系列的消防问题急需总结、提炼和规范化,其中和暖通相关的防烟排烟等设计也是很重要的一个环节。为此本工程项目组通过多次消防性能化论证及专家会议并与消防局、北京市消防总队、我院防火所及英特宜家业主等多方团队沟通、合作和反复论证及研究,一同对本项目和类型项目的宝贵经验、设计措施及消防管理问题,进行系统分析归纳和提炼,完成了《大型购物中心建筑消防设计与安全管理》一书,对消防设计、施工、消防安全检查管理有很大的参考价值。

在本工程开业运行中冬季出现入口区域偏冷的情况,经过回访并通过实测分析发现风量平衡失调严重,某些餐饮租户为了节省运行费用,排油烟时未开启补风机而是通过负压作用直接从临近餐厅吸取空气来补风,严重的破坏了原设计风量的平衡,不仅造成空气环境在一些区域恶化如冬季入口区域,同时在空调季为加热或冷却这些侵入和渗入的室外空气需要消耗额外的能量,造成不必要的能源浪费。对于餐饮租户的通风,设计要求补风机要和排油烟风机连锁开启,并对风机运行进行监测和物业监管,但实际工程中没有做到位,后经过部分整改已初步达到了较好的效果。

北京地铁 15 号线一期工程马泉营车辆段

北京城建设计发展集团股份有限公司 张宇明 张良焊 郭爱东 等

1 工程概况

马泉营车辆段位于望京北扩规划范围以北，地处朝阳区崔各庄乡。马泉营车辆段功能定位为架修段。为背景地铁 14/15 号线共用车辆段，车辆段用地规划为交通用地。车辆段用地西距香江北路站约 900m，南距来广营东路站 1300m。14 号线终点来广营站位于用地西南方向约 900m 处。马泉营车辆段由联合检修库、运用库、内燃机车库等主要生产设施组成。其他辅助生产设施由综合办公楼、设备维修车间、垃圾站、危险品库锅炉房水处理站功与食堂等 10 多个单体建筑组成。车辆段总建筑面积为 174236.36(含 4520 地下) m^2 ，建筑物最高点(综合楼) 29.4m。其中道路占地面积为 86507 m^2 ，绿化占地面积 108600 m^2 ，绿地率 24.4%，容积率 0.4。

2 工程设计特点

2.1 设计特点

地铁车辆基地的设计特点主要以满足地铁工艺检修、运营为出发，力求系统成熟，简单，便于维护，同时节能。

供热系统以自建燃气锅炉房为独立热源，散热器为主要采暖方式，优点是系统成熟，便于维护，舒适性好；部分机电房间采用电采暖，优点是此类房间均设置有架空地板，电器电缆较多，同时又有温度要求，所以电采暖的布置灵活能更好的满足要求；运用库、联合检修库属于高大空间采暖，为了

克服热分层现象，采用了燃气辐射采暖，由于大库进出车频繁，燃气辐射采暖的即热特点很好的迎合了此类建筑供热的特点。

通风系统根据工艺要求，除了部分有特殊要求的场合（如内燃机车库、危险品库、蓄电池间等）采用了机械通风外，均以自然通风为主。这些特殊场合由于有柴油挥发物、甚至一些易燃易爆等危险品的存储，机械通风的方式更能快速排除有害物质的挥发，降低存储风险。排烟系统也尽可能采用自然的方式。

空调系统由于建筑物较多，且分散。大部分采用分体空调方式。但是综合楼、维修楼等人员较为集中，且各自工作时间和温湿度要求不同，选择了更为灵活的多联分体空调系统，此类系统便于设置、控制灵活，且无需设置独立的机房，满足轨道交通车辆基地的空调特点。且运营在实际应用中可以根据需要编辑各种工况，且选择了变频压缩机的系统也有利于节能。

整个马泉营车辆段核算下来的建筑热指标为 37.9W/ m^2 。符合当时的节能要求。空调的冷负荷指标在 110W/ m^2 左右，也较为经济。

2.2 节能创新点

在北京地铁高大空间车库首次采用了燃气辐射采暖，并在人员活动区域设置的温感启停探头，可根据人员活动区域的实际温度控制系统的启停，以

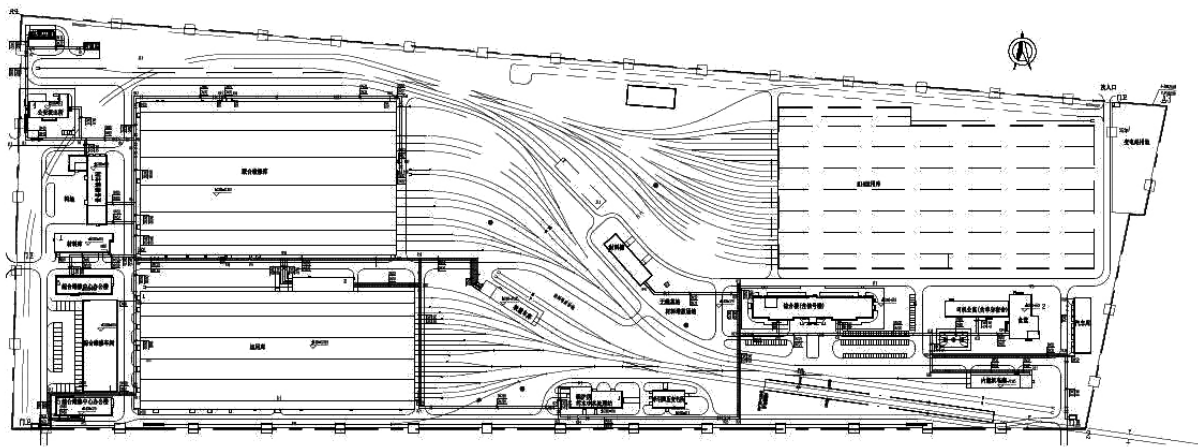


图 1 管线平面总图

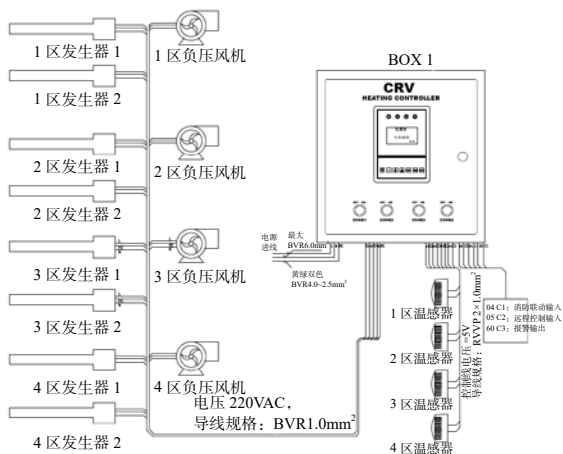


图2 燃气辐射采暖采暖控制箱电气接线示意图

达到进一步节能的目的。在大门口冷风侵入较多的位置设置了燃气辐射加强措施，以减少冷风侵入的影响。并率先在国内进行了工业建筑燃气辐射采暖的能耗实测研究，并取得了第一手的评价资料，并在暖通空调杂志上以论文的形式首次发表。

2.3 实测研究结论

单位面积年耗热量对比：

燃气辐射比热水采暖系统低 21.02%；

单位面积年耗气量对比：

燃气辐射比热水采暖系统低 29.07%；

单位面积供热能源费用对比：

燃气辐射比热水采暖系统低 31.28%。

（上述节能效果均来自于我院自身科研实测结论，测试得到了北京建工学院重点供热实验室的大力协助）

3 设计参数及冷热负荷指标

3.1 流速设计标准

- （1）钢制风管最大排烟风速： $\leq 20\text{m/s}$
- （2）钢制风管 主风管风速： $5\sim 8\text{m/s}$
- （3）支风管风速： $4\sim 6\text{m/s}$
- （4）进风百叶风速： $3\sim 4\text{m/s}$

3.2 设计选型附加系数：

- （1）风量 流量 $K=1.10$
- （2）风压 扬程 $K=1.10\sim 1.15$
- （3）冷量 热量 $K=1.10$

3.3 项目室外参数

- （1）采暖室外计算温度： -7.5°C ，冬季通风计

算温度 -7.6°C ；

- （2）冬季室外风速 2.7m/s ，最大冻土深度 69cm ；

- （3）夏季通风计算温度 29.9°C ，夏季室外风速 1.7m/s ；

- （4）夏季空调室外计算干球温度 33.9°C ，夏季空调室外计算湿球温度 26.9°C 。

3.4 项目室内参数：

表1 室内采暖设计参数

房间名称	室内计算温度 $^{\circ}\text{C}$
运用库	10~12
生产车间	16
办公及会议	18
值班室	18
更衣室	18
厕所盥洗	16
泵房	10
材料库房	10

表2 室内空调设计参数

房间名称	夏季		冬季		新风量 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$
	温度 $^{\circ}\text{C}$	相对湿度 $\%$	温度 $^{\circ}\text{C}$	相对湿度 $\%$	
办公	26~27	≤ 65	18~20	≥ 30	30
司机公寓	26~27	≤ 65	18~20	≥ 30	30
会议室	26~27	≤ 65	18~20	≥ 30	40
活动	24~26	≤ 60	18	≥ 30	30
值班室	26~27	≤ 65	18~20	≥ 30	30
工区	26~27	≤ 65	16~20	≥ 30	20

冷热负荷计算指标：

建筑热负荷指标为 $37.9\text{W}/\text{m}^2$ 。建筑冷负荷指标在 $110\text{W}/\text{m}^2$ 。

4 冷热源及设备选择

4.1 热源选择

马泉营车辆段热源选择自建燃气锅炉房，选择了3台 3.5MW 的燃气锅炉（二期预留 3.9MW ）。选择自建燃气锅炉房而没有利用市政热源的原因是当时市政热源不能同期实施，且车辆段的部分功能冬季不能停热，且有工艺用热的需求，考虑到用热的特殊性且方便自主运行，所以选择了自建燃气锅炉房，在锅炉台数的选择上既考虑了远期扩建的预留，也考虑了采暖季分段开启和故障备用的因素。

4.2 冷源选择

车辆段建筑较分散，每个建筑的供冷面积都不是很多，如果采用集中冷冻站的方式外网敷设较为浪费，且管网损耗也较大。从车辆段自身用冷特点出发，选择了布置灵活，节能并方便控制的多联分体空调系统的分散式冷源。

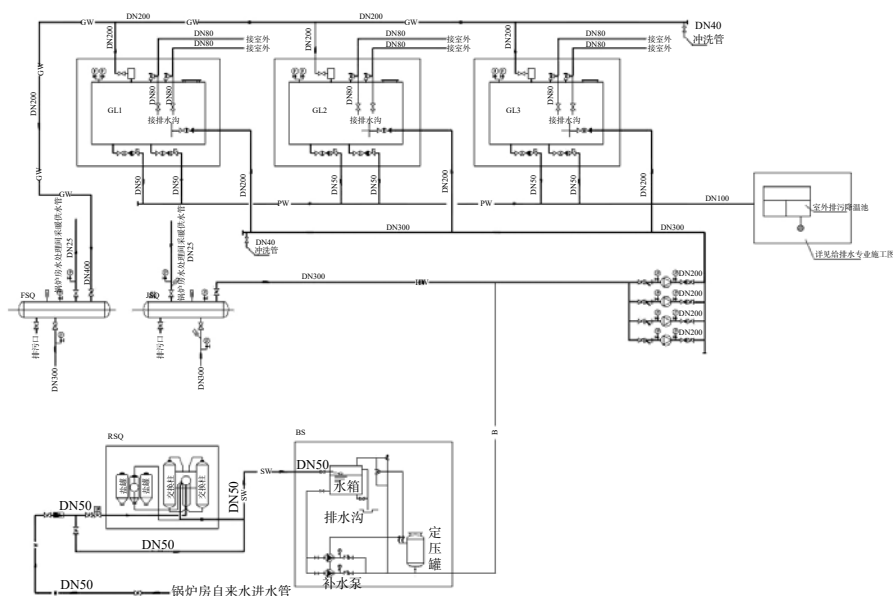


图3 锅炉房热力系统图

5 供热通风空调系统形式

5.1 供热系统形式

外网选用的支状管网的直埋有补偿形式，过轨处选择了全防水钢筋混凝土过轨地沟。

单体内部选择的传统散热器热水系统形式（异程或同程的单、双管系统），大空间选择了燃气辐射采暖系统。

5.2 通风系统

主要以自然通风为主，部分人员房间选择了带热回收的新风换气机。

5.3 空调系统

人员集中建筑选择多联分体空调系统；人员分散的单体建筑选择分体空调。

6 通风、防排烟及空调自控设计

通风防排烟系统的自动控制由BAS（环境与设备监控系统）及FAS（火灾自动报警系统）系统实现，多联分体空调系统自带集中控制器，用以系统内部自控，同时预留上传给BAS的系统的接口。

7 心得与体会

项目设计心得、体会。最好写出项目的实际运行情况（或参数），和项目实际运行状态下遇到的或可能遇到的问题及其解决项目建成至今已经有6年之久，从运营情况来看，轨道交通领域地面建筑

的暖通专业设计有以下几个特点：

（1）虽然不属于民用建筑，但是建设之初土建围护结构也均按照民建领域节能要求来执行的，所以建筑物能耗比普通工业建筑低。

（2）轨道交通领域高大空间停车库占比较大，此类建筑物的能耗决定了整个车辆基地能耗的高低，此类建筑从2010年后多采用了燃气辐射采暖和高大空间采暖机组一类的高大空间采暖系统，从而有效降低了散热器热水采暖的热分层现象，从而达到了工业建筑节能的目的。

针对高大空间采暖技术与传统散热器热水供暖系统的科学研究一直在稳步推进，前期的一些实测数据显示，高大空间节能采暖技术的应用，

（3）轨道交通领域的高大空间停车库由于大门较多，且开启频繁。然而从实际运营来看，大门的冷风侵入占热负荷的比重考虑不足，个别项目由于受出入段线方向的制约，大库大门冬季朝向主导风向，造成了冷风侵入的增加，所以此类停车库的一个设计重点是如何有效降低大门的冷风侵入。近些年一些大门空气幕的应用是个不错的选择。

（4）近些年随着土地节约利用，从而催生出的地铁车辆基地上盖开发越来越多，盖下空间的通风空调措施越发得到重视，问题也突显出来。如何在保证盖下通风空调环境的基础上，又实现节能运行，是未来需要重点解决的问题。欣喜的是近两年一些有轨道交通特点的通风空调系统得以实验应用，从而找到了解决的方向和方法。

严寒地区被动房冬季室内热环境与热舒适研究

哈尔滨工业大学 市政环境工程学院 吉玉辰 王昭俊

摘要: 本文对严寒地区某被动式超低能耗住宅的室内热环境进行了现场测试,并对居民的主观热反应进行了调查。结果表明:被动房的平均室内空气温度为 26.2℃,高于相关标准的上限值。平均相对湿度为 35.9%,接近相关标准的下限值。热中性温度为 24.2℃,与室内平均温度 26.2℃ 相差 2.0℃。68% 被调查居民对所处环境感到不舒适。建议适当降低被动房室内空气温度,既可以提高居民的热舒适感,也可以降低供暖能耗。

关键词: 被动房;热环境;热适应;现场调查;严寒地区

0 背景

自上世纪 70 年代以来,国际上多个发达国家先后提出了“零能耗建筑”以及相似的定义,并建造了大量的示范工程。近年来,随着我国建筑节能技术的进步,超低能耗建筑成为了我国建筑节能的一个方向^[1]。

被动房技术的研究和实践起源于德国,1991 年在德国的达姆施塔特建成了第一座“被动房”建筑。这种建筑主要有以下几方面特点:围护结构保温性能好,门窗保密性好;可最大限度地减少对传统化石能源的依赖,采用热回收等被动式技术来营造适宜的室内热湿环境。被动式超低能耗建筑供暖或制冷能耗要远低于普通建筑的能耗^[2]。

严寒地区某被动式超低能耗住宅(以下简称被动房)为中德合作的在严寒地区建设的第一项被动房示范工程。

严寒地区冬季漫长而寒冷,供暖期长。冬季供暖能耗在建筑能耗中占有很大一部分。因此,研究采用德国技术在严寒地区建成的被动房的室内热环境热舒适性和建筑能耗对于推动被动式建筑在我国的推广应用具有重要的理论意义和社会意义。但鲜见对该地区被动房室内热湿环境研究的报道,本文将介绍课题组近期对该被动房室内热湿环境的初步测试结果。

1 研究方法

课题组于 2015 年至 2016 年冬季对严寒地区某被动房的室内热湿环境进行了测试,并对居民的主观热反应进行了调查。共调查了该超低能耗住宅楼的 21 户居民。被动查人员入住该住宅楼的时间都超过 6 个月,平均年龄为 40.2 岁,男女比例约为 1:1。

1.1 客观测试

现场测试的环境参数包括室内空气温度、相对湿度、空气流速、黑球温度、围护结构内表面温度及室外空气温度、相对湿度和风速。

其中,室内温湿度采用连续监测和间歇测试 2 种方式。连续监测时,在客厅和卧室内各放置一块温湿度自记仪,连续记录房间的温湿度。间歇测试时,室内温湿度、黑球温度和空气流速的测点布置在房间中心靠近受试者处,分别在 0.1、0.6 和 1.1m 三个高度测试室内空气温湿度;黑球温度和空气流速仅在 0.6m 处测量;各围护结构的内表面温度取 5 点测试温度的平均值;在地面和顶棚的中心点测试其表面温度。另外,室外设有一温湿度自记仪,连续记录室外空气温湿度。

现场测试使用的仪器包括 WSZY-1A 型温湿度自记仪、HWZY-1 型黑球温度自记仪、Testo 425 热线风速仪、Testo 830-T1 型红外线温度计。

1.2 主观调查

主观调查采用纸质问卷形式,由受试者填写。主观调查内容包括:

(1) 受试者基本背景(性别、年龄、受教育程度等),着装情况以及活动状态。

(2) 受试者的主观热反应,如热感觉、热期望和热舒适等。其中,调查时刻居民的热感觉采用 ASHRAE 7 级标度(-3 冷,-2 凉,-1 稍凉,0 中性,1 稍暖,2 暖,3 热)表示。热舒适采用 5 级标度表示(0 舒适,1 稍不舒适,2 不舒适,3 很不舒适,4 不可忍受)。

2 客观调查结果与分析

室内热湿环境参数的测试统计结果见表 1。

根据我国 GB 50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》^[3],严寒地区冬季供暖室内设计温度为 18~24℃。根据《被动式超低能耗绿色建筑

基金项目:国家自然科学基金项目资助(项目编号 51278142)。

表1 室内热环境参数

	平均值	最大值	最小值	标准偏差
空气温度/℃	26.2	28.7	23.8	1.24
相对湿度/%	35.9	51	24.9	7.51
空气流速/m/s	0.05	0.15	0.03	0.03
外墙内表面温度/℃	24.5	26.6	22.3	1.14
外窗内表面温度/℃	23.3	27.1	19.3	2.23

筑技术导则》(试行)(居住建筑)^[4]要求,室内温度应不低于20℃。被动房内的平均温度满足《技术导则》的要求,但高于规范的上限。而相对湿度要求不低于30%,被动房内的平均相对湿度满足标准,但接近下限值,应采取有效措施提高室内湿度。风速满足热舒适标准($\leq 0.15\text{m/s}$)。外墙内表面平均温度比平均室温低1.7℃。外窗内表面平均温度为23.3℃,高于《技术导则》要求的17℃。

2015年12月25日是测试期间较冷的一天,室外气温为-14.3~-21.9℃,以某户该日的测试结果为例,其室内温度测试结果如图1所示。

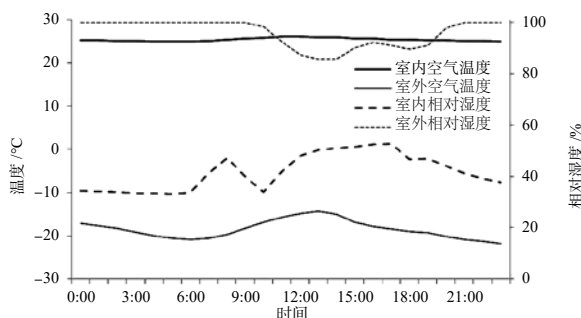


图1 室内外空气温度和湿度日变化图

由图1可知室内平均空气温度为25.0~26.1℃,平均值为25.4℃。室内平均相对湿度为33.2%~52.6%,平均值为41.8%。

可见室内空气温度满足《技术导则》的要求,但高于规范的上限。平均相对湿度满足相关标准的要求。

3 主观调查结果与分析

3.1 服装热阻

被调查居民的服装热阻为0.52~1.00clo,平均值为0.69clo。图2为服装热阻分布频率。

严寒地区普通住宅供暖中期被调查居民的服装热阻为0.83clo^[5],高于被动房内被调查居民的服装热阻。从图2中可以看出,超过50%的居民服装热阻分布在0.5~0.7clo。在过热环境中,为了达到热中性状态,居民较为方便的调节手段就是调整着衣量。这说明该建筑内室温过高,人们在居室内主要通过减少衣着量的方式来适应室内热环境。

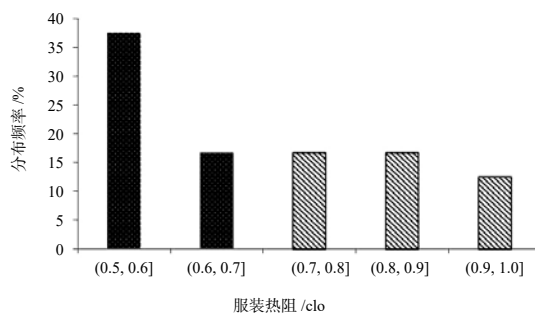


图2 服装热阻分布

3.2 热感觉

被调查居民的热感觉投票分布如图3所示。其中,投票为“稍凉”、“适中”和“稍暖”的比例为50.0%。而投票为“暖”和“热”的比例为50.0%,说明有一半的被调查居民感觉到室内过热,该建筑内室温过高。

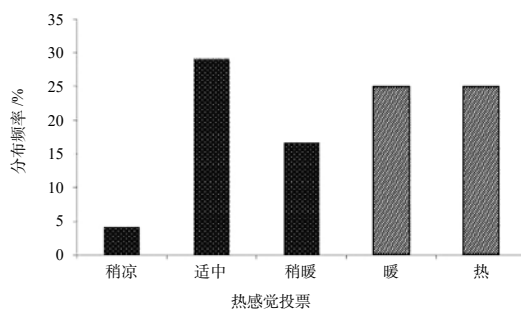


图3 热感觉分布

3.4 热舒适

被调查居民的热舒适投票分布如图4所示。

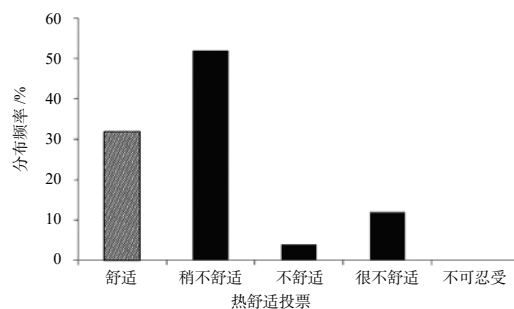


图4 热舒适分布

由图4可知,只有32%的被调查居民对所处环境感到舒适,而68%的被调查居民对所处环境感到不舒适。结合热感觉投票来看,当居民感到过热时,他们会感到不舒适,并希望降低室温。

4 热适应讨论与分析

4.1 热中性温度

将平均热感觉投票(MTS)与室内空气温度(t_a)

进行线性回归,得到两者之间的关系,如式(1)所示:

$$MTS = 0.5t_a - 12.083 \quad (1)$$

式中: MTS 为平均热感觉投票; t_a 为室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

被动房中受试者的热中性温度为 24.2°C , 与室内平均温度 26.2°C 相差 2.0°C 。与普通住宅供暖中期热中性温度相比,被动房内受试者热中性温度高 2.2°C ,而这也进一步证明供暖期间热中性温度随平均室温升高而升高^[5]。

4.2 人体热适应性分析

de Dear 的适应性理论认为,人体通过 3 种适应性方式可以达到热舒适状态,包括行为调节、心理和生理适应^[6]。对于集中供暖的建筑来说,居民行为调节手段十分有限。因此,当室温过高时,人们将在生理和心理上适应这种环境。由于生理适应在几天到几周的时间内就可以完成,且冬季室内温度相对稳定,受试者对环境的适应性主要为心理适应。心理适应体现在两方面,一方面为感知控制,即受试者是否感觉自己能够调节环境,当室内环境可控制时,即使不使用,人们的热舒适性也会得到改善^[7]。另一方面为心理期望,受室内外热暴露影响,当偏离热中性时,受试者会调整对环境的期望值,以适应环境。

在被动房内,居民的热中性温度高于普通住宅的热中性温度,居民的服装热阻低于普通住宅内的服装热阻,这都体现了受试者对环境的适应性。但是这种适应性也是有限的,当室温过高时,大部分受试者感到热不舒适,希望室温降低。因此,应适当降低被动房的室内温度,既可以提高居民的热舒适感,也可以降低供暖能耗。

5 结论

通过近期对严寒地区某被动房室内热湿环境的现场测试,发现:

(1) 被动房的室内空气温度过高,平均室温为

26.2°C , 高于相关标准的上限值。平均相对湿度为 35.9% , 接近相关标准的下限值,应采取有效措施提高室内湿度。

(2) 热中性温度为 24.2°C , 与室内平均温度 26.2°C 相差 2.0°C 。

(3) 68% 的被调查居民对所处环境感到不舒适。当居民感到过热时,他们会感到不舒适,并希望降低室温。

(4) 建议适当降低被动房内室内空气温度,既可以提高居民的热舒适感,也可以降低供暖能耗。

6 致谢

本文受国家自然科学基金项目资助(项目编号 51278142),在此表示感谢。对参加调查的居民表示衷心的感谢。

参考文献

- [1] 张时聪,徐伟,姜益强,等. “零能耗建筑”定义发展历程及内涵研究[J]. 建筑科学, 2013, 29(10): 114–120.
- [2] 彭梦月. 欧洲超低能耗建筑和被动房的标准、技术及实践[J]. 建筑科技, 2011, 5, 41–47.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50736–2012. 民用建筑供暖通风与空调设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 被动式超低能耗绿色建筑技术导则(试行)(居住建筑). 2015.
- [5] 王昭俊, 宁浩然, 任静, 等. 严寒地区人体热适应性研究(1): 住宅热环境与热适应现场研究[J]. 暖通空调. 2015, 45(11): 73–79.
- [6] de Dear R.J. and Brager C.S. 1998. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. ASHRAE Transactions, 104(1), 145–167.
- [7] 周翔, 朱颖心, 欧阳沁, 等. 环境控制能力对人体热感觉影响的实验研究[J]. 建筑科学. 2010, 26(10): 177–180.



夏热冬暖地区导光管自然通风系统优化设计

北京科技大学 谢先平 吴延鹏

摘要: 我国夏热冬暖地区, 导光管与自然通风等技术相结合, 可以实现建筑照明与自然通风, 有效降低地下建筑如地下室、仓库、车库或阴面建筑的照明与通风能耗。本文对导光管自然通风系统进行结构优化, 优化后的导光管自然通风系统由两个同轴管道组成, 内管为光通道, 外管为通风换气通道, 一半用于进风, 一半用于排风。而进风口和排风口设计成四分之一弧形风斗集风器, 在相同的室外风速情况下, 能够增加约 25% 的进风量。并用 COMSOL 模拟, 证得我国夏热冬暖地区室外平均风速在 1.5m/s 以上时, 新风进入量, 换气次数完全满足民用建筑设计标准。通过理论计算, 在我国沿海地区的室外环境参数下, 在设计好的系统外形及尺寸下, 在室外风速大于 1.5m/s 时, 该系统进风管的新风导入量就能满足建筑规定要求。而对于夏热冬暖地区, 太阳辐射强度超过 400/m² 时, 就能有效的将室内空气排出室外。

关键词: 天然采光; 导光管; 自然通风; 优化设计

0 前言

建筑高能耗一直是我国建筑行业的特点, 这势必影响到我国的经济的发展。除了高能耗的特点外, 建筑发展的另一特点是对于室内舒适度的要求越来越高。城市居民每天大约有 80%~90% 的时间是在各类建筑室内环境中度过的^[1]。随着居住水平的提高, 人们对建筑室内照明光环境的舒适性及节能、安全等方面提出更高的要求。而光导照明通风技术恰好提供了一种积极的尝试和选择。

欧洲对利用风压来进行自然通风的研究已走在世界前列^[2-4], 如雷丁大学的 Abbas Ali Elmualim 教授, 波尔图大学的 Szabolcs Varga 教授等。但他们只是作为通风换气的手段, 与导光管结合利用甚少。他们称这些自然通风设备为风塔或是集风器^[5]。多采用工字形的进风口, 这使得新风进入时的阻力较大, 风压下降较多, 新风进入量受到一定的影响^[6]。因此采用合适的进风口, 并与导光管相结合, 在增加新风量的同时又可以光导照明。

1 系统优化设计

1.1 导光管的设计

导光管自然通风换气的主要动力是风压和热压。风洞试验表明: 当风吹向建筑时, 因受到建筑的阻挡, 会在建筑的迎风面产生正压力。同时, 气流绕过建筑的各个侧面及背面, 会在相应位置产生负压力。自然通风的另一动力是利用导光管内部空气的热压差, 即通常讲的“烟囱效应”来实现建筑的自然通风。利用热空气上升的原理, 在建筑上部设排风口可将污浊的热空气从室内排出。

在我国夏热冬暖地区设计出一套能同时进风和排风的导光管自然通风系统, 必须同时控制好风压

和热压的作用效果。具有自然通风功能的导光管系统结构如图 1 所示。导光管同轴布置在通风管道的中央, 导光管由聚光罩, 导光管本体及散射板组成, 在导光管内壁贴有一层具有高反射率的反射膜, 室外光在聚光罩的聚光下利用完全内反射原理将天然光线引入到室内实现绿色照明。通风管均分为两半, 一半新风进入, 一半室内空气排出。导光管对室内的照明完全符合我国《民用建筑照明设计标准》, 及满足居民的一般作业要求^[7]。

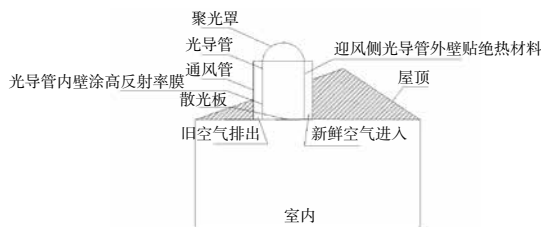


图 1 导光管用于同时进风与排风时的设计

为了保证导光管能同时进风与排风, 则必须同时利用好热压与风压的作用。因此在导光管的迎风侧 180° 环面上贴绝热材料, 而在导光管的背风侧保持不变。利用采光装置吸收太阳辐射热量, 加热环形管道中的空气。从而使导光管背风侧进风口两端产生空气温差, 由于烟囱效应, 使室内的浑浊空气排出。而导光管迎风侧, 当室外风速达到 1~3m/s 时, 在导管风口处形成风压, 新鲜空气压入导管进入室内, 进行通风换气。

而我国夏热冬暖地区受海洋气候影响, 属于北亚热带湿润气候, 常年夏热冬暖, 风大潮湿, 海洋性气候明显。春、夏、秋季以东南风为主, 雨水台风较多。据国家气象局统计, 大于、等于 3m/s 的风速全年累积出现 7905h。换言之, 平均每天大于、等于 3m/s 的风速有 21.3h。

1.2 导光管顶端处集风器（风斗）的设计

优化系统集太阳能光导、通风换气于一体。为了能更好的导入新鲜空气和排出室内浑浊空气，在进风管道内必须保证一定的风压范围。因此将导光管环管处的进风口设计成集风器（风斗）形式。集风器在中东伊朗等国家已使用近几个世纪。图2为平顶四通道的集风器，图3生活中各异的集风器。



图2 平顶四风道集风器 图3 生活中各异的集风器

中东国家所使用的集风器基本为双数风道，这些集风器可以有效地引入新风，却存在旧风排出量较小的问题。而本系统设计单风道集风器，即在迎风面设计成风斗，而背风面采用太阳能烟囱效应。这样既克服了导光管通风系统的导入新风量过小问题，又解决了集风器的旧风排出量过小问题。根据外国学者的研究，90°的圆弧角有最小的风压损失^[8]。因此太阳能光导自然通风与集风器的结合设计如图4、5、6所示。

2 导光管自然通风系统的 CFD 模拟

2.1 物理模型的建立和边界条件的确定

2.1.1 物理模型的建立

要对导光管系统的进风过程和排风过程进行数值模拟，因此要对这两部分的物理模型作具体介绍。本导光管系统的设计平面图如图4，三维图如图6。系统中，导光管直径为0.2m，外圈环形管道直径为0.4m，管长为2m。上部的进风口及排风口采用90°圆弧集风器。外圈环形管道一律采用不锈钢材质。这一装置置于建筑物的屋顶上，周围没有任何建筑物的阻挡，视为处于空旷的环境之中。

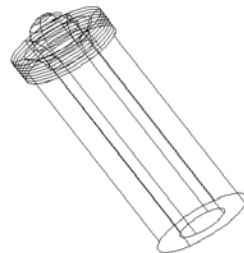
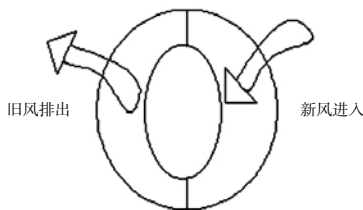
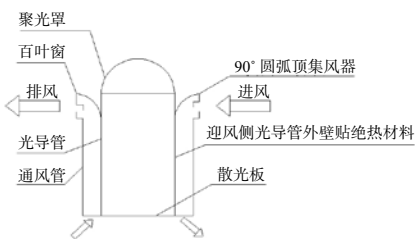


图4 太阳能光导与集风器的结合设计图 图5 太阳能光导与集风器的结合截面俯视图 图6 太阳能光导与集风器的结合设计三维图

2.1.2 边界条件的确定

利用 COMSOL 软件进行模拟的过程中，主要涉及到以下边界条件：进风管的速度，入口及出流边界条件；排风管的速度，入口及出流边界条件；环形管内部边界条件和管壁边界。

进风管道边界条件：进风管道的进风为空间中的自然风，在沿海地区，模拟时采用平均风速，风速依不同地区而定。而新风进入房间的出口可以视为自由出流边界条件。进风管道内，将管道内壁视为光滑壁面。

排风管道边界条件：排风管道内壁面为光滑壁面。贴近内管道的壁面是光滑的吸热材料，可以认为各点的热辐射强度相等。而沿海地区的平均太阳辐射强度值约为 $300\text{W/m}^2 \sim 700\text{W/m}^2$ 。可以设置几个不同的太阳辐射强度进行排风管道的模拟。排风管道的进风口和出风口都认为是自由出流边界条件。

其它边界条件：假定该导光管自然通风系统安装在房间的屋顶上，放在了一个空旷的室外大空间中进行的研究。外部环境视为标准大气压，水平的风速。具体的风速及温度可以采用沿海地区的平均值，用多个不同的数值进行模拟。将得出的模拟结果进行对比，探讨不同的外部环境下该系统的运行状况。

2.2 进风管道的 CFD 模拟

进风管道的动力主要是依靠高速流动大气产生的动压，对进风管道单独进行模拟。在模拟过程中，因为导光管在进风管一侧的180°环面贴有绝热材料，可以近似认为进风管的进风过程不受导光管内太阳辐射的影响。假设室外为平行风，垂直吹向进风口，COMSOL 建模如图7所示。由于对称性，可以采用四分之一环形管进行模拟。采用粗化网格划分。进行模拟的物理图形及网格划分图如图8。

下面以 x 轴正向风速分别为 1.0m/s、1.5m/s、2.0m/s、2.5m/s，y 轴与 z 轴的速度为 0 进行模拟，模拟图分别为图9、10、11、12。



图7 半圆环进风管道



图9 风速为0.5m/s时进风管内速度分布图

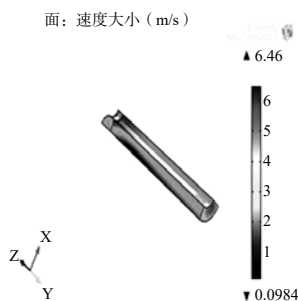


图11 风速为2.0m/s时进风管内速度分布图

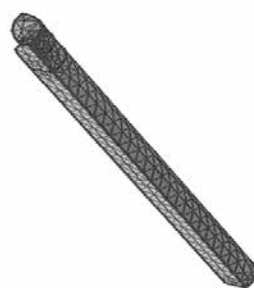


图8 进风管模拟网格划分图

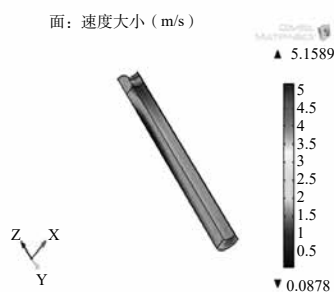


图10 风速为1.0m/s时进风管内速度分布图



图12 风速为2.5m/s时进风管内速度分布图

同时将模拟得出的各图的出口平均速度列于表1，得到进风管出口平均速度与室外风速的关系曲线图，如图13。

表1 不同室外风速下进风管出口处的平均速度

室外风速 (m/s)	1.0	1.5	2.0	2.5
出口平均速 (m/s)	1.4	2.3	2.7	3.4

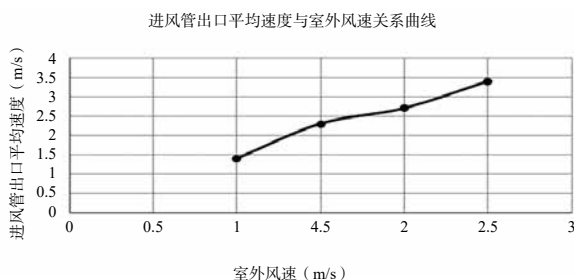


图13 进风管出口平均速度与室外风速关系曲线图

从以上各图可知，管内风速呈抛物线对称分布，进风管的内壁风速比外壁风速高，且最大速度都超过了室外风速。综合以上各图我们可以得出以下结论：

(1) 从图13可知，进风管出口的平均速度与室外风速近似一次函数关系，随着室外风速的增大，出口平均速度也不断增大。但室外风速不是越大越好，因为室外风速过大时，进入室内的风速也会非常大，不利于室内的正常生产活动。

(2) 将此时的进风管出口平均速度与其它工字型的进风管相比，可以发现本系统的进风量可以提高约25%。如北工大马重芳教授所进行的导光管自然通风CFD模拟^[9]，在室外风速为1.0m/s时，出口平均风速为1.1m/s，而本系统为1.4m/s，在相同进风面积情况下，本系统能提高约25%的进风量。

(3) 室外风速为1.5m/s时，出口平均风速为

2.3m/s, 与此得出进风管新风输入量: 进风管出口面积乘以出口平均风速 ($3.14 \times (0.22 - 0.12) \div 2 \times 2.3$), 即为 $0.108 \text{ m}^3/\text{s}$ 。假设一根导光管用于 240 m^3 的房间, 换气次数 $0.108 \times 3600 \div 240 = 1.6$, 根据表 1, 在保证一定富余量的情况下, 该换气次数也已经完全满足大部分类型的建筑了。而室外风速 1.5m/s 以上, 我国夏热冬暖地区完全满足, 验证了该系统新风量输入量的普遍适用性。

2.3 排风管道的 CFD 模拟

同进风管的物理模型相似, 采用四分之一环风管进行模拟。一样采用粗化网格划分, 进行模拟的物理图形及网格划分图如图 8。不同太阳辐射强度下排风管速度模拟分布图。排风管速度的模拟, 假设室内为 25°C , 室外为 30°C , 室内风速近似为零。太阳辐射强度分别 $400 \text{ W}/\text{m}^2$ 、 $500 \text{ W}/\text{m}^2$ 、 $600 \text{ W}/\text{m}^2$ 时, 排风管速度模拟图分别为图 14、15、16。

模拟出各太阳辐射强度下的排风管出口平均速度, 基本为 1.51 m/s 。这说明太阳辐射强度对导光管系统排风管的影响在一定范围之内, 且幅度不是很大。也表明如果要促进排风量

则需在风压方面改进。而这样的排风量, 表明该系统完全满足通风换气要求。

3 导光管通风量的理论计算公式

3.1 风压作用的自然通风

环境中的风是由大气压差造成的, 气流在经过固体障碍物时会产生能量的转换。此时由于空气速度减慢, 流体动压转变为静压, 于是固体迎风面上产生正压 (约为风速动压力 $0.5 \sim 0.9$ 倍), 而背风面上产生负压 (约为风速动压力的 $0.3 \sim 0.6$ 倍)^[10]。迎风面的正压差促使空气从迎风面的窗缝等空隙流入室内, 而室内空气则从背风面负压处孔口排出, 就

形成了全面换气的风压自然通风, 屋面压力的变化由其形状而定, 正压或负压都有可能。在导光管通风系统中, 迎风面的导光管入口处产生正压, 将导光管通入室内的出口处看作是保持室内压力不变。此时可以将新鲜空气不断压入室内。

此时导光管由风力产生附加压力值按下式计算^[11]:

$$\Delta P_{\text{wind}} = K \rho_w V_w^2 / 2 \quad (1)$$

式中: ΔP_{wind} 为风压值 (Pa); K 为风压系数; ρ_w 为室外空气密度 (kg/m^3); V_w 为室外风速 (m/s)。

式中, 空气动力系数 K 可正可负, K 为正值表示该处的压力比大气压力高了 ΔP_{wind} , 反之, 负值表示该处的压力比大气压力减少了 ΔP_{wind} 。在正方形或矩形建筑物的迎风侧 K 在 $0.5 \sim 0.9$ 范围内变化; 背风侧 K 在 $0.3 \sim 0.6$ 范围内变化; 在平行风向的侧面或与风向稍有角度的侧面 K 为 $0.1 \sim 0.9$; 倾角在 30° 以下的屋面前缘 K 约为 $0.8 \sim 1.0$, 其余部分 K 约为 $0.2 \sim 0.8$; 大倾角的屋面迎风侧 K 值约为 $0.2 \sim 0.3$, 背风侧约为 $0.5 \sim 0.7$ ^[12]。

风压驱动的自然通风是靠建筑物迎风面、背风面形成的压力差形成的, 要计算风压驱动的通风量, 首先要知道开口面积以及形成的压差。根据伯努利方程得:

$$Q_{\text{wind}} = C_D A \sqrt{\frac{2 \Delta P_{\text{wind}}}{\rho_w}} \quad (2)$$

式中: C_D 为开口流量系数; A 为开口面积 (m^2); ρ_w 为室外空气密度 (kg/m^3)。

3.2 烟囱效应热压作用的自然通风

太阳能烟囱的工作原理, 即太阳辐射透过透明玻璃板进入烟囱通道后, 被另一侧的被蓄热材料吸收, 加热通道内的空气, 驱动通道内空气向上流动,

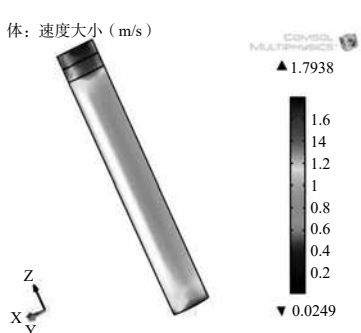


图 14 太阳辐射强度为 $400 \text{ W}/\text{m}^2$ 时排风管速度分布图

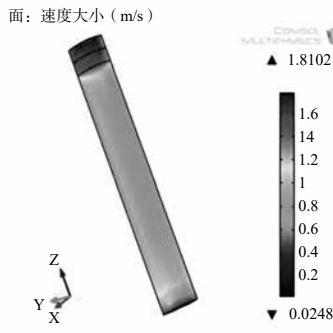


图 15 太阳辐射强度为 $500 \text{ W}/\text{m}^2$ 时排风管速度分布图

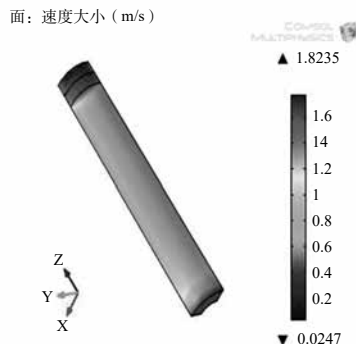


图 16 太阳辐射强度为 $600 \text{ W}/\text{m}^2$ 时排风管速度分布图

从而使室内浑浊的空气不断排出室外。

在烟囱效应的热压作用过程中, 可以通过能量平衡列出关系式^[13]:

$$qhw = Q\rho C_p (T_{av} - T_o) \quad (3)$$

而通道内推动压力可由下式表示^[13]:

$$\Delta P_s = \int_0^{h_{sc}} \frac{(T_{av} - T_o)\rho g \cos\theta}{T_o} dh \quad (4)$$

$$= \int_0^{h_{sc}} \frac{qhWg \cos\theta}{QC_p T_o} dh = \frac{qWgh_{sc}^2 \cos\theta}{2QC_p T_o} \quad (5)$$

$$= \frac{\rho Bh_{sc} \cos\theta}{2Q} \quad (6)$$

式中, B 为浮力通量 (m^4/s^3), 具体由下式表达^[13]:

$$B = \frac{gqWh_{sc}}{\rho C_p T_o} \quad (7)$$

沿着空气流动方向的压力损失可以用下式表示^[13]:

$$\Delta P_L = C_{in} \frac{\rho(Q/A_{in})^2}{2} + C_{out} \frac{\rho(Q/A_{out})^2}{2} + f \frac{h}{D_h} \frac{\rho(Q/A)^2}{2} \quad (8)$$

由于通道内推动压力等于压损, 根据以上公式可以得出在均匀热流情况下太阳能烟囱流量为^[13]:

$$Q = A \left(\frac{B \cos\theta}{2\Psi} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

式中:

$$\Psi = \frac{A}{h_{sc}} \left[f \frac{h_{sc}}{2D_h} + \frac{1}{2} \left[C_{in} \left(\frac{A}{A_{in}} \right)^2 + C_{out} \left(\frac{A}{A_{in}} \right)^2 \right] \right]$$

式中: P 为压力 (pa); θ 为导光管倾斜角度 ($^\circ$); ρ 为空气密度 (kg/m^3); q 为热流密度 (W/m^2); w 为太阳能吸热板宽度 (m); Q 为空气流量 (m^3/s); A 为空气通道面积 (m^2); B 为浮力通量 (m^4/s^3); D_h 为导光管排风管道的水力直径 (m); h, h_{sc} 为导光管环形管道高度 (m); g 为重力加速度 (m/s^2); T_{av} 为室内空气平均温度 (K); T_o 为室外空气平均温度 (K); C 为压力损失系数; out 为导光管出口; in 为导光管入口; f 为摩擦系数; C_p 空气比热 ($\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}$)。

对于上式中的压力损失系数, 不少学者对某些特定情况下的烟囱做了研究。比如 Sanberg^[14] 对一通道截面为长方形的烟囱管道测试得出 $C_{in}=1.5$ 、 $C_{out}=1.0$ 和 $f=0.056$ 的结果, 他同时用一宽高比为 1:28 的长方形烟囱模型证实了以上公式 (9) 的可靠性。

4 导光管通风量的理论计算

以上阐述了导光管自然通风量的计算方法, 结合案例具体分析该系统在现实中的适用性。以福州

为例, 如表 2, 因为该城市属于典型的夏热冬暖类型。主要从进风量和排风量两方面计算。

表 2 福州室外环境参数

各朝向日总量辐射强度 (W/m^2)			
S	W (E)	N	H
1507	3604	1824	7565
室外平均风速 (m/s)			
冬季最多风向平均	冬季	夏季	
3.7	2.7	2.9	

4.1 进入室内的新风量

室外空气参数: 从表 2.2 可知, 福州四季的平均风速为 $2.7 \sim 3.7 \text{m}/\text{s}$, 取 $V_w=2.5 \text{m}/\text{s}$, 空气密度为 $\rho_w=1.29 \text{kg}/\text{m}^3$ 。因为假设风正对着进风口, 所以取 $K=0.7$, $C_D=0.5$ 。房间参数长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $10 \text{m} \times 10 \text{m} \times 5 \text{m}$, 则体积为 500m^3 。室外风速垂直导光管的进风口。

内圆环半径 r 为 0.1m , 外圆环半径 R 为 0.2m , 上端部进风环形管高度 h 为 0.2m 。由于是半圆环面进风, 所以进风面积 A 为:

$$A = 2\pi Rh = 2 \times 3.14 \times 0.2 \times 0.2 = 0.25 \text{m}^2$$

根据式 (1) 得,

$$\Delta P_{wind} = K\rho_w V_w^2/2 = 0.7 \times 1.29 \times 2.8^2/2 = 3.5 \text{pa}$$

根据式 (2) 得,

$$Q_{wind} = C_D A \sqrt{\frac{2\Delta P_{wind}}{\rho_w}} = 0.5 \times 0.25 \times \sqrt{\frac{2 \times 3.5}{1.29}} = 0.3 \text{m}^3/\text{s}$$

则换气效率为:

$$n = \frac{Q}{v} = \frac{0.3 \times 3600}{500} = 2.1 \text{ (次/h)}$$

由以上计算可知, 在福州地区该系统的新风输入量完全适应人们生产生活。而以上的假设中选用了较大的风速及较大的房间体积。这样的房间体积完全适用于以下仓库及生产车间。东南地区风速变化较大, 可能小于 $2.8 \text{m}/\text{s}$, 但此时房间的体积相应的减小, 则完全适用于一般的居民房屋。

4.2 排出室外的浑浊空气量

同样以福州地区为例, 还是上述大小的导光管。从表 2 可知, 水平方向的太阳辐射日总量约为 $7000 \text{W}/\text{m}^2$, 由于方向角等问题, 每小时辐射强度设为 $500 \text{W}/\text{m}^2$ 。导光管的内圆环面积为 0.03m^2 , 有只有一半环管用来排风, 则每小时辐射量为 7.5W 。

有上述公式:

$$B = \frac{gqWh_{sc}}{\rho C_p T_o}$$

$$\psi = \frac{A}{h_{sc}} \left[f \frac{h_{sc}}{2D_h} + \frac{1}{2} \left[c_{in} \left(\frac{A}{A_{in}} \right)^2 + c_{out} \left(\frac{A}{A_{in}} \right)^2 \right] \right]$$

$$\text{及 } Q = A \left(\frac{B \cos \theta}{2\psi} \right)^{\frac{1}{3}}.$$

又由查表及计算可得出: $\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$, C_p 为 $1.0 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, T_o 为 303 K , $A = A_{in} = 0.047 \text{ m}^2$, $h_{sc} = 2 \text{ m}$, $D_h = 0.05 \text{ m}$, $c_{in} = 1.5$ 、 $c_{out} = 1.0$ 和 $f = 0.056$, $\theta = 0^\circ$ 。

则可得出:

$$B = \frac{gqWh_{sc}}{\rho C_p T_o} = \frac{9.8 \times 7.5}{1.29 \times 1 \times 303} = 0.19 \text{ m}^4/\text{s}^{-3},$$

$$\psi = \frac{0.047}{2} \left[0.056 \times \frac{2}{2 \times 0.05} + \frac{1}{2} \left[1.5 \times \left(\frac{0.047}{0.047} \right)^2 + 1 \times \left(\frac{0.047}{0.047} \right)^2 \right] \right] = 0.056$$

则排风量为:

$$Q = 0.047 \times \left(\frac{0.19}{2 \times 0.056} \right)^{\frac{1}{3}} = 0.06 \text{ m}^3/\text{s}$$

上述从太阳辐射强度的及各参数的选取都适用于东南沿海各地区。从排风量 $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 可知, 这一排风效果完全适用于仓库及家庭生活空间等人员活动不是很激烈的场所。

从新风输入量和室内空气排出量两方面计算证实了该系统在夏热冬暖地区的适用性。

5 结论

夏热冬暖地区太阳能光导-通风复合系统优化设计, 通过对导光管、进风口的优化设计, 进风量增加了约 25%, 使得该系统的适用性得到提高。

在导光管自然通风的设计中, 显示了难点与主要创新点。以前也有提出导光管与自然通风结合, 但由于热压与风压的相互作用问题没有得到很好解决, 使得通风换气的效果不是很好。而本文在进风管的内管壁面贴绝热材料, 排风管的内管壁面贴吸热材料, 使得进风过程只受风压作用, 而排风过程的主要受力则为热压, 及很小一部分促进排风的风压作用。这使得该系统的通风换气量大大增加。另一创新之处则在于导光管上部采用 90° 圆弧风斗集风器, 这是中东炎热地区采用的自然通风方式。通过计算, 证明在室外风速为 1.5 m/s 时, 新风导入量就能满足公寓、别墅、办公室等场所的新风要求。而 400 W/m^2 以上的太阳辐射强度 (我国基本满足该辐射强度) 就满足排风要求。

本系统在原有的导光管自然通风基础上进行优化设计, 具有较好的通风效果, 符合绿色节能要求。对于我国沿海地带, 在地下室、仓库、车库等空间有良好的适用性。

参考文献

- [1] 张万奎. 住宅照明设计及应用. 中国照明电器. 2006, 31(7):32.
- [2] M.N. Bahadori, Viability of wind towers in achieving summer comfort in the hot arid regions of the Middle-East, Renewable Energy 5(5-8)(1994)879-892.
- [3] G.S. Battle, M. Zanchetta, P.Heath, Wind towers and wind driven ventilation, in: A. Sayigh (Ed.), World Renewable Energy Congress VI(WREC2000), Elsevier Science Ltd., Brighton, 2000, pp.432-437.
- [4] A.A. Elmualim, Modelling of a windcatcher for natural ventilation, in: A.A.M. Sayigh (Ed.), World Renewable Energy Congress VIII (WREC2004), National Renewable Energy Laboratory, Denver, Colorado, USA, August 29-September 3, 2004.
- [5] Benjamin M. Jones, Ray Kirby, Quantifying the performance of a top-down natural ventilation Windcatcher, Building and Environment 44(2009)1925-1934.
- [6] Abbas Ali Elmualim, Effect of damper and heat source on wind catcher natural ventilation performance, Energy and Buildings 38 (2006) 939-948.
- [7] 汪会勇, 鹿院卫, 马重芳, 太阳导光管顶部采光性能的实验研究 [J]. 热物理学报, 2008, 29(6):1039-1041.
- [8] H.Montazeri, R.Azizian. Experimental study on natural ventilation performance of one-sided wind catcher[D]. Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran. 2008.
- [9] 吕施展, 鹿院卫, 马重芳, 导光管系统自然通风效果的 CFD 研究 [J]. 工程热物理学报, 2007, 28 (8):5-7.
- [10] H.Montazeri, R.Azizian. Experimental study on natural ventilation performance of one-sided wind catcher[D]. Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, Yazd University, Yazd, Iran. 2008.
- [11] Jansen A E, et al. Methods to improve flux during alcohol/ water azeotrope separation by vapor permeation [J]. Membrane Sci, 1992, 68:229-239.
- [12] Cussler E L, et al. Air drying with hollow fiber. AICHE Sep Div Topical Conference, Miami, FL, November, 1992:866.
- [13] Z.D.Chen, Bando Padhayay P, et al. An experimental investigation of a solar chimney model with uniform wall heat flux [J]. Building and Environment, 2003, 38(7):893-906.
- [14] Sandberg M. Cooling of building integrated photo voltaics by ventilation air [R]. First International One-day Forum on Natural and Hybrid Ventilation, The University of Sydney, Darlington, New South Wales, Australia, 1999.

地源热泵系统地埋管分区运行研究

山东建筑大学热能工程学院 朱大龙 刁乃仁

摘要: 本文使用有限长线热源模型, 利用 C++ 语言编写程序, 模拟地源热泵系统地下管群在运行 240 个月中的地下温度场分布。为了解决夏季冬季热冷负荷不平衡时管地埋管土壤热冷负荷累积的问题, 提出了冬夏季初期只运行中心区域的分区运行方法以减缓热冷负荷累积效应。以冷负荷大于热负荷的为例分析, 从研究中可以看出运行中心区域埋管时, 土壤平均温度与未分区运行相比下降明显, 降低了地下热冷量负荷累积。对指定点处温度变化曲线及距中心点距离不同处的测温点的温度分布云图的分析, 证明了集群埋管分区运行方法是可行的; 并对不同导热系数的土壤温度均值进行分析比较, 发现土壤导热系数较小时, 使用分区运行方式对减轻地下负荷累积十分有效。

关键词: 地源热泵; 负荷累积; 不平衡率; 分区运行

0 引言

由于地源热泵系统热冷负荷不平衡, 地埋管系统的中心区域热冷量, 经多年也很难扩散至管群之外的岩层, 所以地埋管中心区域的负荷累积问题严重^[1]。以夏季冷负荷大于冬季热负荷的地区为例, 假设该系统夏冬两季的地埋管全部投入运行, 显然地下管群的冬季提热量小于其夏季蓄热量, 经过长期运行, 地下管群的负荷累积逐步严重。因此采用分区方式运行, 即夏季整个地下管群运行, 冬季中心区域的地埋管运行。因为冬季直接运行的地埋管数量相对减少, 冷热负荷的不平衡性会显著降低, 地下管群运行产生的热冷负荷累积也开始下降, 所以对管群蓄热量大的夏季工况时系统 COP 增加, 进而增大了地源热泵系统运行的年综合能效^[2]。夏季向外围管群所蓄热量可陆续向周围岩层扩散, 所以即使只是夏季向管群蓄热, 依然可不受负荷累积所带来的问题困扰^[3]。最后未分区较分区运行方式下地埋管管道总阻力增加, 从而增加了运输能耗, 所以分区方式运行可以提高整个系统的综合 COP^[4]。

1 基本原理

1.1 集群传热模型

为便于分析, 作出如下假设^[5-7]: (1) 在整个过程中, 土壤为各向同性材料, 土壤的热物参数也保持定值; (2) 地面温度为定值, 土壤 t_0 (初始温度) 亦保持不变, 无穷远处为 t_0 且保持不变; (3) 热湿迁移情况不做考虑, 土壤和岩层与地埋管之间是纯导热传热; (4) 忽略回填材料和地埋管、钻井口和回填材料的接触热阻; (5) 不考虑渗流对模型造成的影响。

在半无限大介质中开始温度保持不变, 取值为 t_0 。其边界 (即 $z=0$) 表面, 一直保持恒定温度 t_0 。

某一时间点, 垂直于表面边界, 强度为 q_1 (W/m) 的有限长线热源开始吸热 (或放热), 由对称原理可以知道, 该温度场分布在柱坐标系中是二维的。选取介质表面温度 t_0 (即初始时刻介质的温度) 为过余温度的零点, 即设 $\Delta T = t - t_0$ 。利用虚拟热源法的原理, 在线热源对称于边界面处设一虚拟线热汇, 其强度为 $-q_1$, 长度同为地埋管长度 H , 如此即满足等温边界条件^[13]。

由于模型的线性性质, t 时刻点 $M(r, z)$ 处的过余温度就是线热源与线热汇微上各微元段在此处产生的过余温度的叠加, 则钻孔周围土壤温度变化^[8]如式 (1):

$$\Delta T_{FLS} = \frac{q_L}{4\pi\lambda_s} \int_0^H \left[\frac{\text{erfc}(\sqrt{r^2+(z-h)^2} / 2\sqrt{at})}{\sqrt{r^2+(z-h)^2}} - \frac{\text{erfc}(\sqrt{r^2+(z+h)^2} / 2\sqrt{at})}{\sqrt{r^2+(z+h)^2}} \right] dh \quad (1)$$

1.2 无渗流工况下集群埋管传热模型^[9]

由管群热效应叠加原理可知, 地下管群内任一点的温度是每根地埋管温度场作用的叠加, 结合地下管群所承担的冷热量动态变化特性, 考虑阶跃负荷因素, 使用变热源理论。可得有限长线热源模型地下管群任一点的温度变化公式^[10]如式 (2):

$$\Delta T(x, y, z)_{FLS} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{q_{i,j} - q_{i,j-1}}{4\pi\lambda_s} \int_0^H \left[\frac{\text{erfc}(\frac{\sqrt{r_i^2+(z-h)^2}}{2\sqrt{a(t_m-t_{j-1})}})}{\sqrt{r_i^2+(z-h)^2}} - \frac{\text{erfc}(\frac{\sqrt{r_i^2+(z+h)^2}}{2\sqrt{a(t_m-t_{j-1})}})}{\sqrt{r_i^2+(z+h)^2}} \right] dh \quad (2)$$

2 分区与不分区两种运行模式对比

以 8×8 正形地下管群和 12×7 矩形地埋管群为例（见图 1），以取热量小于蓄热量为前提，利用公式（2）分别对以上两组管群进行分区方式运行与不分区方式模拟运行，并对 240 个月后的地埋管区域温度场进行分析，比较研究分区运行工况与不分区运行工况下，地下热冷量的聚积情况。

2.1 参数设置

地下管群夏季工况平均每延米换热量 47W/m ，冬季工况平均每延米换热量 35W/m 。蓄热负荷较提热负荷多出大约 50%，两工况下分别运行 90 天，埋管信息及地下岩土层热物参数见表 1。

表 1 钻孔及土壤热物性主要参数

参数	钻孔间距 /m	钻孔埋深 /m	体积比热 / $\text{J} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{K})^{-1}$	土壤导热系数 / $\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$	土壤初始温度 / $^{\circ}\text{C}$
数值	5	100	4.9×10^6	1.95	14.5

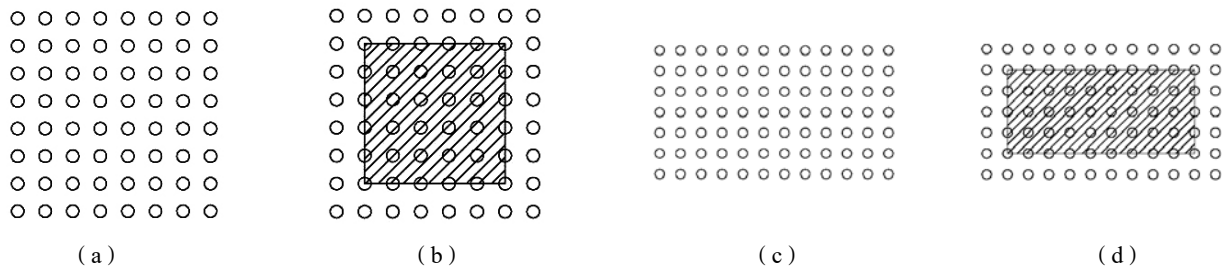


图 1 集群地埋管不同运行方式

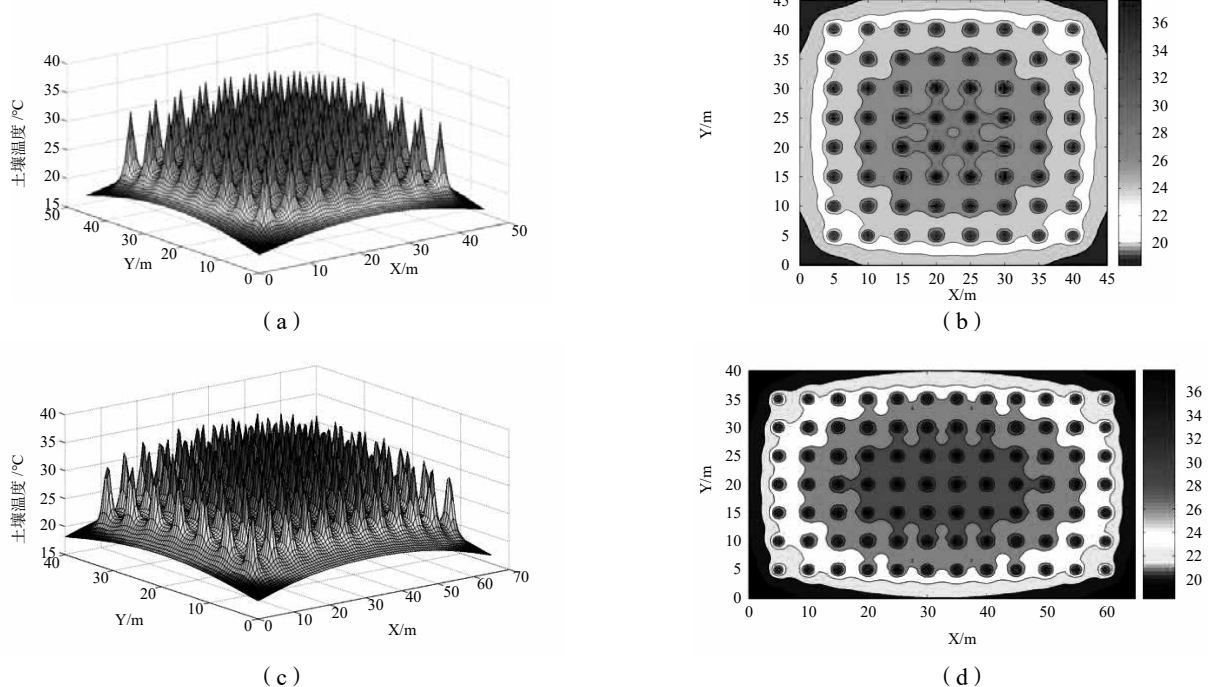


图 2 A 模式 240 个月后地下温度场分布云图

本文对分区运行与不分区运行模式下 50m 深处土壤温度场分布云图进行模拟与绘制，时空计算间隔取 1000mm，因使用有限长线热源模型的缘故，埋管中点的温度没法求出。根据以往施工经验，U 型管换热器的钻孔半径一般取 140mm，所以本文以距离埋管中点 70mm 处的温度变化的均值替换该地埋管钻孔的温度变化。

2.2 模拟结果对比

A 运行方式为地下管群不分区运行，即两种工况条件下运行的地下管群全部使用，B 运行方式为夏季蓄热工况下整个管群投入运行，而冬季提热工况条件下运行管群见图 1b、1d 阴影部分。

图 2 和图 3 分别是冬夏两季工况下，运行 240 个月后的夏季运行后地下温度分布云图。其中图 2a、2c 和 3a、3c 为三维云图，图 2b、2d 和 3b、3d 为平面云图。从图 2、图 3 的运行结果不难看出分

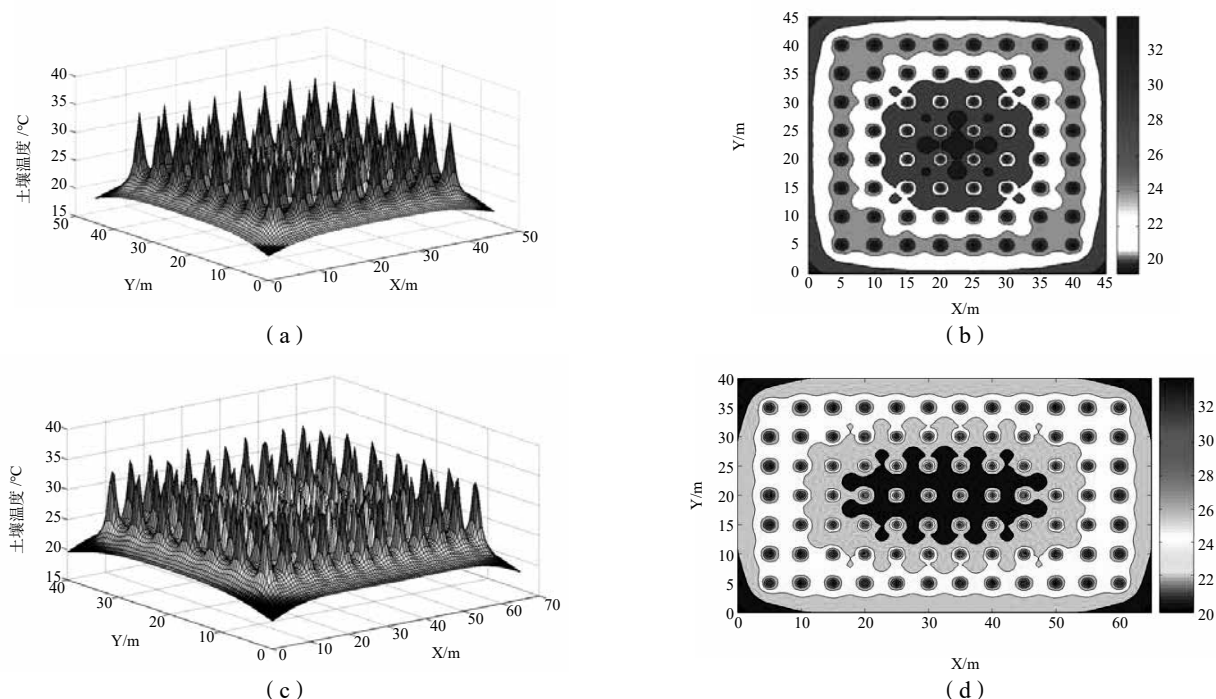


图3 B模式240个月地下温度场分布云图

区方式运行使地下管群中心区的负荷聚积效应明显下降。系统使用240个月,在夏季工况运行后,A和B模式条件下地下管群附近的土壤平均温度在埋管方形埋管布置时依次为26.5°C、23.3°C,矩形埋管布置时依次为27.2°C、23.9°C。分区运行后,土壤及岩层均温与未分区运行相比降低,土壤及岩层温度分布的均匀性有着明显提高。地源热泵系统地源测供回水温度,在制冷工况下一般为30/35°C。当土壤温度 $>35^{\circ}\text{C}$ 时,超过了标况的运行温度范围^[95],地下管群无法正常换热。

方形管群模型下,A模式在运行140个月时出现个别埋管处土壤温度已经高于 35°C ,所以无法与土壤进行正常换热,而处于中心区的部分管群也是最先失效的。最终,在运行240个月仅剩9根地埋管能够在制冷工况下正常运作,其他地下管群周围的土壤温度皆大于 35°C 。与之对比的B模式在运行了220个月才刚刚出现有个别地埋管周围温度大于 35°C 的问题。与A运行模式相比,B模式地下埋管无法正常换热的时间延后了70个月,运行240个月,仅在第240个月的制冷工况中22根地下埋管周围温度稍大于 35°C ,而这些埋管周围土壤温升幅度仅为 $0.1\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。

矩形管群模型下,A模式在运行120个月时出现个别埋管处土壤温度已经高于 35°C ,所以无法与

土壤进行正常换热,尤其是处于中心区的管群最先无法工作。运行240个月仅剩13根埋管能够在制冷工况下正常运作,其他地下管群周围的土壤温度皆大于 35°C ,温度最大值达到 40.9°C ,高于最大运行温度 5.9°C 。与之相比的B模型在运行了190个月才刚刚出现有个别埋管周围温度高于 35°C 的问题,与A运行模式相比,B模式地下埋管无法正常换热的时间延后了70个月,运行240个月,依然有40根地下埋管组成的管群能够继续工作,其埋管周围土壤最高温度为 35.9°C ,仅仅高于最大运行温度 0.9°C ,与A模式相比运行240个月间,周围土壤温度峰值降低了 5°C 。

表2 导热系数 $2.0\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 不同运行模式下的埋管区域土壤温度值

埋管布置形式	正方形		长方形	
运行模式	A	B	A	B
最高温度/ $^{\circ}\text{C}$	39.5	35.1	40.4	36.2
平均温度/ $^{\circ}\text{C}$	27.1	23.4	27.5	23.6
最低温度/ $^{\circ}\text{C}$	22.9	19.3	22.9	20.5

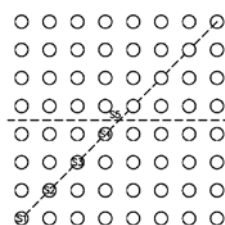
从表2可以看出,不分区运行的A模型在管群为方形设置时,管群周围的最高土壤温度达到了 39.5°C ,平均温度为 27.1°C 。分区运行后,平均土壤温度下降了 3.7°C ,最高土壤温度下降了 4.4°C 。在矩形布置时,管群周围的最高土壤温度达到了 40.4°C ,平均温度为 27.5°C ;分区运行之后,平均

温度下降了 3.9°C ，最高温度下降了 4.2°C 。

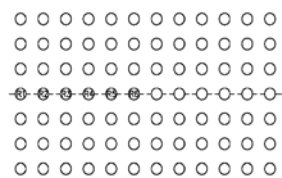
以地表下50m处的土壤温度当作该地埋管的温度均值，经过运算得到A、B两种模型运作240个月地下管群在0~100m的浅岩层具有的焓值(H 焓值= V 体积 $\times\rho$ 密度 $\times C$ 比热 $\times T$ 各网格节点的温度和)。地下管群在方形布置时A、B两种模型分别与无埋管时该区域的焓值相比较值分别增加了 $7.66\times 10^{12}\text{J}$ 和 $5.57\times 10^{12}\text{J}$ ，可见B运行方式比A运行方式减少了27%的土壤蓄热。矩形布置时，A、B两种运行方式下的焓值分别增加了 $1.05\times 10^{13}\text{J}$ 和 $8.16\times 10^{12}\text{J}$ ，可见B运行方式与A运行方式相比减少了20.9%的土壤蓄热。不难发现，对控制地源热泵系统方法的进行改变，即使原系统进行分区运行，便可把地下管群的负荷累积现象降低很多。

2.3 代表位置温度随时间的变化趋势

如图4所表示的S1、S2、S3、S4、S5这五个代表点表示地下管群方形设置时的对角线上的五个地埋管和中心方位。R1、R2、R3、R4、R5、R6这六个代表点表示地下管群为矩形设置时埋管位置。

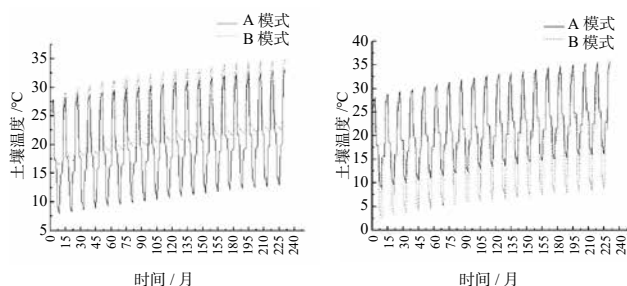


(a) 埋管正方形布置



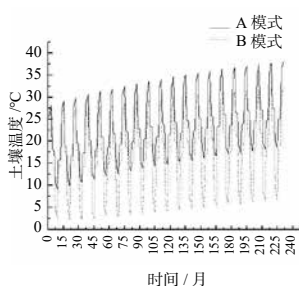
(b) 埋管长方形布置

图4 对角线及中线位置示意图

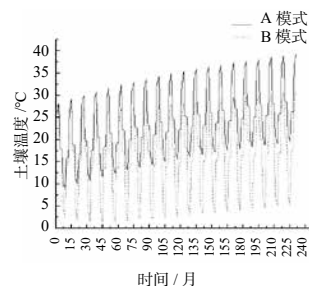


(a) S1点土壤温度随时间的变化

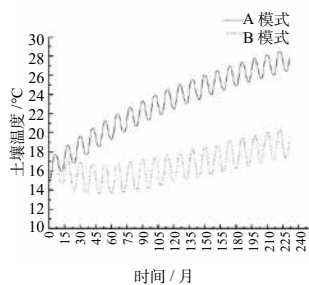
(b) S2点土壤温度随时间的变化



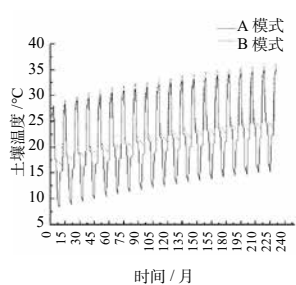
(c) S3点土壤温度随时间的变化



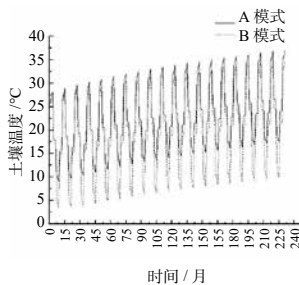
(d) S4点土壤温度随时间的变化



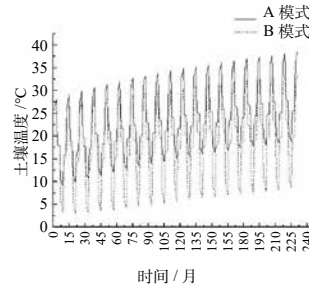
(e) S5点(即中心点)土壤温度随时间的变化



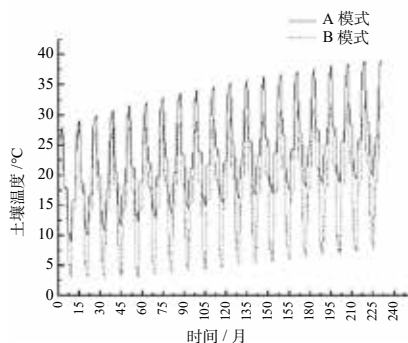
(f) R1点土壤温度随时间的变化



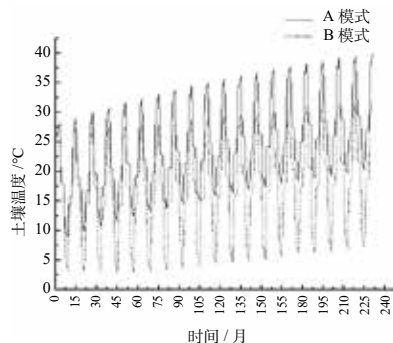
(g) R2点土壤温度随时间的变化



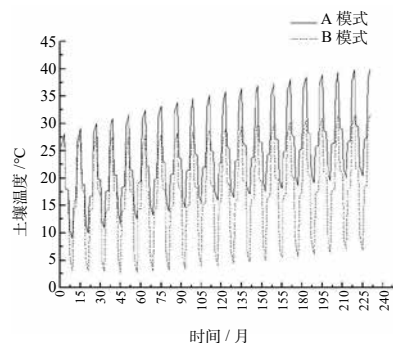
(h) R3点土壤温度随时间的变化



(i) R4点土壤温度随时间的变化



(j) R5点土壤温度随时间的变化



(k) R6点土壤温度随时间的变化

图5 代表位置随时间的变化规律

图5表示S1-S5、R1-R6这11个点处的地下温度场随时间的变化曲线。关于地下管群的方形和矩形布置形式来说,图5(a)、(f)显示,A运行模式下S1、R1点处温度比B运行模式下S1、R1点温度低,因为该处地下管群制热工况下并不运行,只承担制冷工况的冷负荷,所以夏季蓄热量只能通过扩散向周围岩层传递。A模式下S2-S5点和R2-R6点处温度均较B模式时高,因为B模式下,每一根地埋管所承担的热负荷与A方式相比要大的多。我们还可以从图5发现在实施分区运行后,靠近中心区域的地下管群其温度的下降幅度也就越大。

表3 B模式下各代表位置较A模式时的温降

运行时间	60个月	120个月	180个月	240个月
S1点/°C	-1.7	-2.0	-1.9	-1.8
S2点/°C	0.1	0.5	0.8	1.1
S3点/°C	3.2	4.6	5.3	5.8
S4点/°C	4.6	6.8	7.8	8.3
S5点/°C	4.7	7.1	8.1	8.7
R1点/°C	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9
R2点/°C	1.2	1.7	2.0	2.2
R3点/°C	3.0	4.1	4.7	5.1
R4点/°C	3.7	5.4	6.3	6.8
R5点/°C	4.0	6.2	7.2	7.9
R6点/°C	4.1	6.4	7.6	8.3

从表3我们可以看出,随着系统运行月数的增长,B方式运行的各点温降与A方式运行下的温降相比越来越大,表明了分区运行的效果随着时间的推移愈发明显,使地下管群运行更为持久。R1点的地埋管由于B运行方式下的制热工况时未运行,所以其地下温度与A方式下的运行温度有所上升,呈现出温差先增大后减小的趋势。

3 土壤导热系数对分区运行效果的影响

导热系数 k 是定义某种物质对热/冷量进行输运能力的重要指标。于是,我们选取了不同的地下岩层导热系数 k (其余参数如表1),分别在A、B两种运行方式下,运行240个月后地下管群对角线和中线(如图4所示)土壤温度场分布见图6~8。由上述图表不难发现,制热工况下采取只运行中心区地下埋管的B方式的地下管群周围土壤温度场分布明显小于不分区模式下A运行方式的周围土壤温度。特别是外围管群(方形埋管设置时,其 x 、 y 方向坐标距中点距离为-17500~17500mm;矩形埋管设置时, x 方向坐标距中点距离为-27500~27500mm, y 方向坐标距中点距离为-12500~12500mm)的土壤温度降低的幅度与未分区运行方式相比较效果非常明显。

从图6~8可以看出,土壤导热系数越 k 越小,

制热工况下分区运行对土壤负荷累积现象的缓解效果越突出。不同岩层导热系数、不同方式下运行240个月后地下管群平均岩土温度见表4。方形埋管布置和矩形埋管布置条件下,当岩土导热系数 k 为2.5 W·m/K时,B方式运行的平均岩土温度与不分区方式相比较分别下降了1.5°C、3.1°C,而岩土导热系数 k 为1.5 W·m/K时分别下降了4.3°C、3.8°C。可以发现,如果地源热泵系统冷热负荷不平衡率较大,且岩土导热系数 k 较小,这时使用分区运行方式对缓解负荷累积现象十分明显。由结果可知,热/冷负荷不平衡率较大的地源热泵系统工程,如果地下岩土导热系数 k 经热物性实验测得结果较小,则更使用分区运行方式。

表4 运行20年后埋管区域地下土壤平均温度

平均温度 运行 工况 导热系数 W(m·K) ⁻¹	正方形埋管布置		长方形埋管布置	
	A模式	B模式	A模式	B模式
1.5	28.4	24.1	28.9	25.1
2.0	26.9	23.6	27.6	24.4
2.5	24.7	23.2	26.7	23.6

4 结论

本文以地源热泵系统制冷工况负荷大于制热工况负荷为例,计算并模拟了地下管群未分区运行方式和分区运行方式下岩土最高、最低、平均温度变化。模拟和运算结果显示使用分区方式运行整个地源热泵系统来缓解地下管群负荷累积现象的方法是可行的。

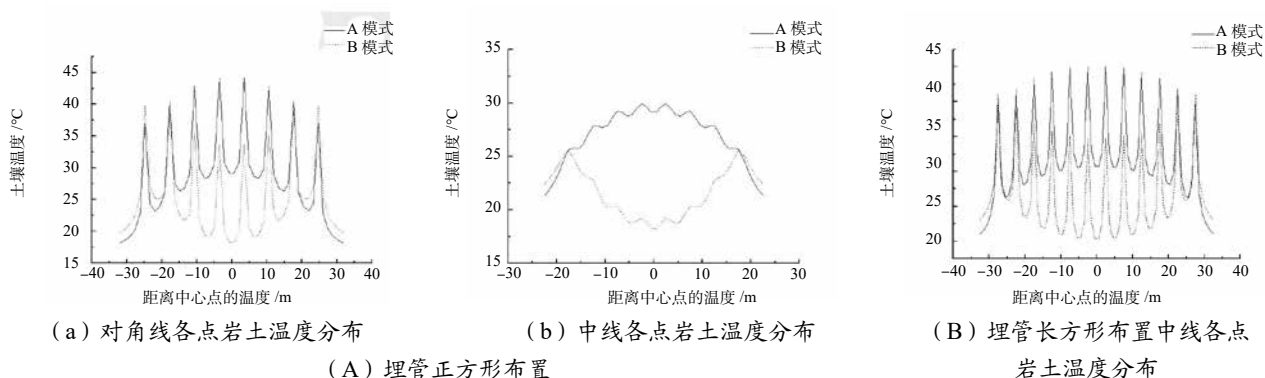
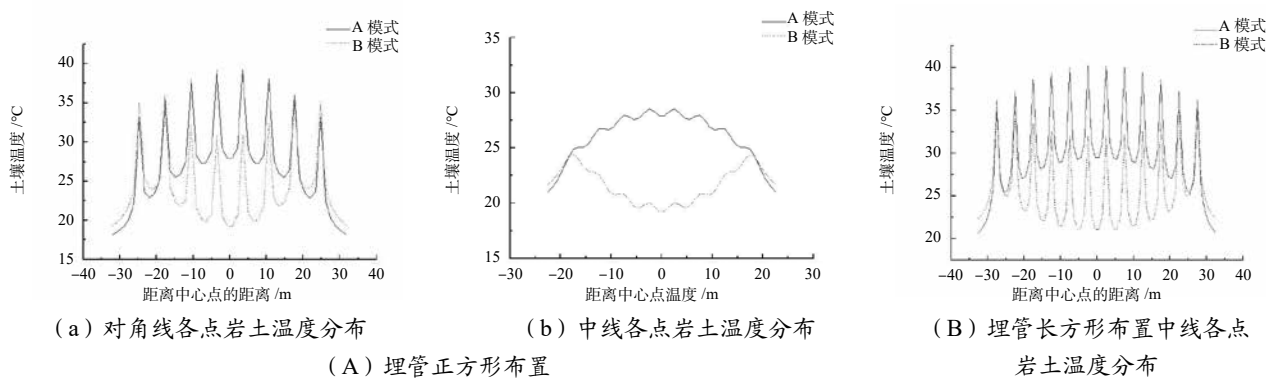
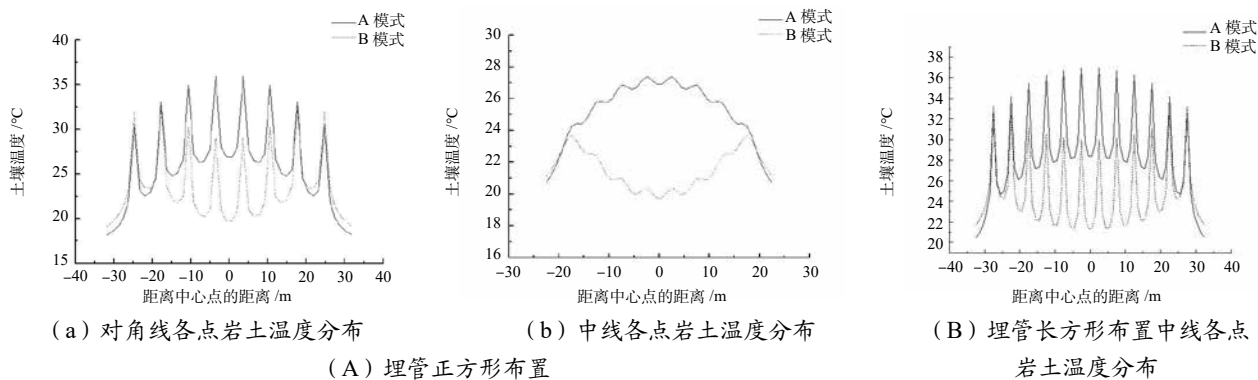
(1) 对设置并模拟8×8及7×12两种方式的地下管群分析结果显示,当制冷工况时管群承担的蓄热量大于制热工况时管群承担的提热量时,只运行中心区管群的B模式的岩土最高温度和平均温度分别与未分区方式运行的A模式相比有着显著的下降,不仅缓解了地下负荷累积现象,同时也减少了输运能耗。

(2) 在分区运行方式下,靠近中心区域的管群其温度下降趋势增大,且随着运行月数的变化,分区方式运行的各点温度降低趋势越明显,这表明了分区运行效果十分明显。

(3) 当岩土导热系数 k 较小时使用分区运行方式对缓解岩土负荷累积现象更加明显。

参考文献

- [1] 徐伟. 中国地源热泵发展研究报告 2008[R]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2] 刘宪英, 王勇, 胡鸣明, 魏唐棣. 地源热泵地下垂直埋管换热器的试验研究[J]. 重庆建筑大学学报. 1999, 10(5):21-26.
- [3] Yu M.Z., Diao N.R., Su D.C., Fang Z.H.. A pilot

图6 土壤导热系数 $1.5 \text{ W} \cdot \text{m/K}$ 时对角线及中线各点岩土温度分布图7 土壤导热系数 $2.0 \text{ W} \cdot \text{m/K}$ 时对角线及中线各点岩土温度分布图8 土壤导热系数 $2.5 \text{ W} \cdot \text{m/K}$ 时对角线及中线各点岩土温度分布

project of the closed-loop ground-source heat pump system in China[A]. Proceeding of 7th IEA Conference on Heat Pumping Technologies[C], Beijing, 2002.

[4] 杨卫波, 施明恒, 董华. 太阳能-土壤源热泵系统 (SESHPS) 交替运行性能的数值模拟 [J]. 热科学与技术, 2005, 4(3):228-232.

[5] Kurevija T, Vulin D, Krapec V. Effect of borehole array geometry and thermal interferences on geothermal heat pump system[J]. Energy Conversion & Management 2012, 60:134-142.

[6] 王成勇, 陈炳文, 陈文明等. 太阳能-土壤源热

泵耦合系统及其地埋管系统 [J]. 太阳能学报, 2011, 32(1):77-82.

[7] 刘逸. 复合式热泵供热系统的耦合特性研究 [D]. 哈尔滨 哈尔滨工业大学, 2011.

[8] 高青, 李明, 闰燕. 地下群井换热强化与运行模式影响规律 [J]. 太阳能学报, 2006, 27(1):83-89.

[9] 於仲义. 土壤源热泵垂直地埋管换热器传热特性研究 [D]. 华中科技大学, 2008.

[10] Zeng H. Y., Diao N. R., Fang Z.H. A finite line-source model for boreholes in geothermal heat exchangers[J]. Heat Transfer Asian Research, 2002, 31(7):558-567.

区域能源中综合能源系统模拟计算平台的开发

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院 乔 鏢 李骥 孙宗宇 冯晓梅 李震

摘 要: 随着我国区域能源技术的发展,越来越多的区域能源项目采用多种类型的能源系统,但由于多能源类型的区域能源系统形式复杂,设计和计算难度较大。本文选取由常用的冷热电三联供系统、地源热泵系统、燃气锅炉和电制冷系统组成的综合型区域能源系统为对象,研究综合型区域能源系统的模拟计算方法,并开发了综合能源系统模拟计算平台,为综合型区域能源系统的设计和研究提供了方法和工具,提高了全年逐时计算的准确性,缩短了计算周期。

关键词: 区域能源; 综合型能源系统; 逐时模拟计算; 计算平台

0 引言

我国区域能源技术的发展历经了很长的过程,随着近年来能源品质需求的提高和能源科技的发展,各类可再生能源技术、冷热电三联供技术、余热利用技术得到越来越多的区域级应用,区域能源系统的形式越来越多样化。现阶段许多新建的区域能源项目不再是单一的区域供热或区域供冷,而是整合了各类可再生能源技术、燃气三联供技术和余热利用技术的综合型、多能源系统的区域级能源技术应用规划。

实际区域能源项目在设计时,一般根据估算得到的区域负荷信息直接对设备进行选型,但是许多项目往往因为选型不合理或运行管理不规范,在实际运行中的效果并不理想,因此前期对区域能源项目运行工况的预测和分析工作越来越受到重视。目前关于区域能源系统能耗计算的研究主要采用公式化数学模型法,该方法使用拟合得到的经验公式计算各系统设备的设计功率,再结合估算的系统部分负荷工况运行的时间和部分负荷工况下的运行效率,求出区域能源系统的全年能耗计算结果。这种经验公式法使用较方便,但是计算准确性低,且无法对系统某一时间段的运行工况进行详细分析,具有较大的局限性。^[1]

且综合型区域能源项目同时供冷供热,包含的能源系统种类较多,系统形式复杂,在工程设计和科学研究过程中,区域能源中各系统的运行能耗计算和工况分析困难,对设计人员的专业水平要求较高。同时,由于缺少科学高效的计算方法和计算工具,导致设计和科研工作的计算难度大,准确性低。^[2]因此,对区域能源中综合能源系统的运行能耗计算

工具进行研究是十分必要的。

1 综合型区域能源系统模拟计算平台的功能需求分析

本课题对综合型区域能源系统的运行能耗计算平台进行研究,是为了对区域能源系统中各用能设备的逐时运行工况和逐时能耗进行计算和分析,达到准确预测和分析整个区域能源项目运行情况的目的。模拟计算平台的主要任务是对系统各设备的逐时运行工况进行高精度地仿真,同时计算工具的使用效率直接影响着设计人员的工作效率,因此,开发一套适用范围广、计算准确和使用方便的模拟计算工具能够为综合型区域能源系统的设计和研究提供强有力的支撑。

为达到上述目标,开发的平台应具备如下功能:

(1) 使用方便快捷。

本模拟计算平台应避免繁琐的操作和计算过程,设计人员通过向模拟计算平台输入系统各设备的常用设计参数,区域负荷和气象参数,即可完成模拟计算平台初始值的设定,进行该能源系统的全年逐时模拟计算,操作过程简便,对设计人员专业水平要求低。

(2) 适用范围广

本课题研究的模拟计算平台应能适用于大部分综合型区域能源系统,而不是仅能针对某一种系统形式进行计算。因此本课题选取由水地源热泵系统、冷热电燃气三联供系统、传统锅炉和冷水机组系统、输配系统组成的综合型区域能源系统作为研究对象,这几种系统均是目前区域能源项目中最常见的系统形式,能够适用于大部分区域能源项目的模拟计算。

(3) 计算结果准确多样

本课题开发的平台应能够完成对各系统设备逐时运行工况和运行能耗的计算和输出,包括地源热泵的逐时 COP、各系统设备的逐时水温、流量等参数,

基金项目: 中国建筑科学研究院青年基金课题“复合式区域能源系统的经济容量配比研究和优化模拟计算平台开发”(20160109331030059)。

工况参数全面,使设计人员能够通过这些参数迅速分析系统的运行情况。

本课题使用 TRNSYS17 软件对综合型区域能源系统的模拟计算平台进行开发。能耗模拟软件是能源系统逐时能耗计算分析的常用工具,TRNSYS17 软件是目前能源领域中功能最强大、计算最灵活的瞬时系统仿真软件,可以实现各类型系统的高精度模拟。

课题基于 TRNSYS 软件分别对系统各设备的数学模型和模拟计算方法进行研究,明确综合能源系统中各类型设备的模拟方法后,在软件中将各系统设备模块进行连接,明确能源系统的运行策略,形成综合型区域能源系统的计算模型。

2 综合能源系统的模拟方法

TRNSYS 综合能源系统模拟计算平台包含冷热电三联供系统、地源热泵系统和传统辅助冷热源系统,系统包含的主要设备如表 1 所示。区域能源系统的类型较多,涉及的设备种类较复杂,在模型搭建和模拟计算过程中需要对各系统用能设备的工作原理和数学算法进行深入研究。

表 1 综合能源系统主要设备列表

冷热电三联供系统	内燃机
	中温、缸套水泵
	溴化锂冷却泵
	溴化锂冷却塔
	溴化锂机组负荷侧循环泵
地源热泵系统	地源热泵
	热泵地源侧水泵
	热泵负荷侧水泵
辅助冷热源	电制冷
	燃气锅炉
	电制冷冷冻泵
	电制冷冷却泵
	电制冷冷却塔
管网输配系统	二级变频水泵

(1) 变频泵输配系统

输配系统的能耗包括输送水泵能耗、管网热损失和水泵热损失,变流量系统输配能耗动态模拟的计算原理和步骤如下:

(A) 根据输配系统类型、设计工况点、系统采用的控制方式、各控制参数设定值,画出该系统的动态阻力特性曲线,或给出流量与扬程的对应关系式;

(B) 根据末端换热器的流量/负荷关系、末端电动阀门的调节性能、系统的动态平衡能力,以及供水温度的调整情况,总结出该系统的总流量比 G/G_0 与总负荷率 PLR 之间的关系式或曲线;

(C) 根据水泵变频曲线和数据,给出不同工作点 (G, H) 下对应的综合效率;

(D) 根据系统动态逐时负荷,逐时计算系统的负荷率 PLR,根据 B 逐时计算系统流量比;根据 A 逐时计算水泵的运行工况点 (G, H);

(E) 根据 C 的水泵变频特性数据,逐时计算各工况点对应的综合效率;也可由 (G, H), 求出相似曲线特征值 K, 然后根据工频特性曲线,采用等效率法逐时相似工况的综合效率;

(F) 根据 (G, H) 和综合效率,逐时计算水泵功耗,同时也可逐时计算水系统的得热量和水泵散到环境中的热量。

TRNSYS 软件的组件 TYPE742 可以用于变流量系统的水泵计算,TYPE742 可根据输入变量(流量、扬程、效率),计算输出功率,温升,散热,水得热等。本模拟计算平台中变频水泵效率采用等效率曲线法计算,采用通用“计算器”(EQUATION)模块计算当前步长的相似工况点 K 值,并输出到定速泵模块 TYPE747 查得相似工况点效率,再同当前步长的流量和扬程一道输入给 TYPE742 (经改进),计算水泵当前功耗。

(2) 内燃机

本模拟计算平台中采用内燃机作为冷热电三联供系统的原动机。内燃机在运行时其状态主要受负荷率的影响,负荷率变化时,其发电效率、缸套水散热比例、烟气散热比例均发生变化。内燃机模块在计算时,输入相应的额定发电量和运行控制策略,模块会自动读取相应的外部性能文件,性能文件对内燃机的部分负荷效率、机械效率、发电效率、缸套水散热比例、烟气散热比例、环境散热比例等性能均进行了规定,可以使模块实现不同工况下的动态计算。

(3) 热泵

热泵机组是大部分的地源热泵系统中最主要的耗能设备。热泵机组模型应能模拟实际机组的变工况性能。课题组基于 TRNSYS 组件开发了 TYPE900 这一可以模拟变工况和部分负荷下水-水热泵机组工作的组件模型。其基本原理是用四个数据文件分别描述机组的性能。其中两个用于描述制冷、制热工况下,不同源侧、负荷侧温度下的制冷(制热)量和 COP 的折减率。另外两个用于描述制冷、制热工况下,不同部分负荷率 PLR 下的部分负荷系数 $FFLP$ 。在参数项中,需要给出机组额定工况下的制冷量、制热量、COP 等参数。在输入变量中,需要输入控制变量(表示机组当前的运行状态)、设定温度、以及入口温度和流量等数据。

(4) 锅炉

TRNSYS 软件中 TYPE6 可以模拟锅炉或任何辅

助加热器。锅炉的额定制热量、制热效率（或燃烧效率）和热损失系数作为参数值给定。模块逐时（或按步长）接收输入变量，包括：流体出口控制温度、控制信号、流体入口温度、流体入口流量、环境温度。模块输出变量包括：流体出口温度、流体出口流量、需热量、热损失、流体得热量等。

模块可以按设定出口温度和入口流体温度，计算逐时需热量。当需热量大于设定的额定制热量时，按额定加热量加热，输出计算的出口温度。

$$T_o = \frac{Q_{max} \cdot \eta_{hr} + m \cdot C_{pf} \cdot T_i + UA \cdot T_{env} - \frac{UA \cdot T_i}{2}}{m \cdot C_{pf} + \frac{UA}{2}}$$

其中： T_o 为流体输出温度（℃）； Q_{max} 为额定制热量（kJ/hr）； η_{hr} 为锅炉效率； m 为流体流量（kg/hr）； C_{pf} 为流体热容（kJ/kg·K）； UA 为热损失系数（kJ/hr）； T_{env} 为环境温度（℃）； T_i 为液体输入温度（℃）。

（5）冷水机组

TRNSYS 中模块 TYPE666 可以模拟水冷冷水机组，在冷水机组实际模拟运行过程中，冷水机组的性能参数是由设备自身特性决定的，而冷水机组相关运行参数还与其他设备及系统负荷特性相关。例如，冷却水进水温度则和负荷率、冷却水泵流量、冷却塔性能以及室外气象参数相关。以下数学方程为冷水机组能耗计算数学模型：

$$COP_{nom} = COP_{rated} \cdot COP_{ratio}$$

$$Capacity = Capacity_{rated} \cdot Capacity_{ratio}$$

$$Q_{load} = m_{chw} \cdot C_{pchw} (T_{chw, in} - T_{chw, set})$$

$$PLR = \frac{Q_{load}}{Capacity}$$

$$P = \frac{Capacity}{COP_{nom}} FFLP$$

$$COP = \frac{Q_{load}}{P}$$

$$Q_{rejected} = Q_{load} + P$$

$$T_{cw, out} = T_{chw, in} - \frac{Q_{rejected}}{m_{cw} C_{pcw}}$$

式中： COP_{nom} 表示名义 COP， COP_{rated} 表示额定 COP， COP_{ratio} 表示名义 COP 相对于额定 COP 比率， $Capacity$ 表示名义制冷量， $Capacity_{rated}$ 表示额定制冷量， $Capacity_{ratio}$ 表示名义制冷量相对于额定制冷量的比率， Q_{load} 表示的是建筑负荷， m_{chw} 表示

的是主机冷冻水流量， C_{pchw} 表示的是冷冻水比热容， $T_{chw, in}$ 表示的是主机冷冻水进口温度， $T_{chw, set}$ 表示的是主机冷冻水出口温度设定值， PLR 表示部分负荷率， P 表示的是冷机实际耗功率， $FFLP$ 表示的压缩机电机卸载率，根据 PLR 插值得到， COP 表示的是冷机的实际 COP， $Q_{rejected}$ 表示的冷机向外排放的热量， $T_{chw, out}$ 表示的是主机冷却水出口温度， $T_{chw, in}$ 表示的是主机冷却水进口温度， m_{cw} 表示的是冷却水流量， C_{pcw} 表示的是冷却水的比热容。

（6）冷却塔

在冷却塔中，热水流与空气流直接接触，由于温度差导致的显热传递，热水流被冷却，同时由于蒸发现象，热水流也会发生质量损失。本课题模型采用的冷却塔为逆流冷却塔。下图给出了逆流压力通风冷却塔的原理图。

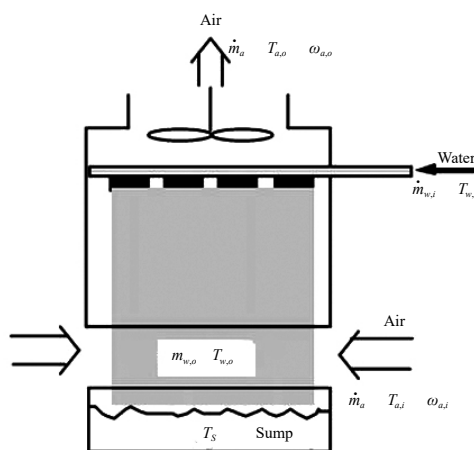


图1 冷却塔模块原理图

冷却塔模型为 1989 年 Braun 提出的基于部件的冷却塔模型，其数学表达式如下所示：

$$Q_{cell} = \varepsilon_a \dot{m}_a (h_{a,w,i} - h_{a,i})$$

式中， ε_a 为冷却塔的热交换效率； $\dot{m}_a$ 为冷却塔内的空气质量流量（kg/s）； $h_{a,i}$ 为冷却塔内进口空气的焓值；（kJ/kg）； $h_{a,w,i}$ 为冷却塔内进口水表面饱和空气焓值（kJ/kg）； Q_{cell} 为冷却塔单元散热量。

（7）综合型区域能源系统的运行方式

根据实际项目经验，综合型区域能源系统优先采用经济性最好的冷热电三联供系统满足区域的基础负荷，三联供系统不能满足需求时开启地源热泵系统，最后用锅炉和冷水机组进行调峰。模拟计算平台中提供了两种三联供系统的运行策略：发电能源站自用和发电并网，分别对应不同的实际项目情况，联供系统的开关机策略应该是：

(A) 在电力尖峰和峰值时段保持发电机组满负荷发电, 在电力谷时段不开机, 尽量在低谷电时段采用地源热泵热泵等用电设备; 进行采暖空调;

(B) 在电力平段时, 当建筑负荷率较低时, 原动机不开启; 当建筑采暖空调负荷达到一定值, 即联供系统能收获一定的余废热时开启联供系统。

3 TRNSYS 综合能源系统能耗模拟计算平台展示与计算

3.1 模拟计算平台展示

TRNSYS 综合能源系统模拟计算平台如图 2 所示, 可对包含冷热电三联供系统、地源热泵系统、辅助燃气锅炉和辅助电制冷的综合能源系统的全年逐时能耗和工况进行计算, 同时可以完成相同区域使用传统能源系统时的能耗模拟计算。计算平台由七个部分组成, 分别是区域整体信息输入系统、主控制系统、输配变频二级泵系统、地源热泵系统、冷热电燃气三联供系统、辅助冷热源系统、用于对比的传统能源系统、计算结果输出系统, 下面对平台部分进行简单介绍。

区域整体信息输入系统是设计人员将区域基本冷热电负荷信息、气象参数、供冷供热时间、工作

日机组运行信息输入平台的端口。

综合能源系统模拟计算平台的主控制系统在对末端负荷信息进行处理后, 负责向计算平台中各子系统发射运行控制信号, 从而保证地源热泵系统、三联供系统和辅助冷热源系统能够合理有序的运行。

管网输配系统区域为输配变频二级泵系统, 对二级变频泵的输配能耗进行计算。该系统包括输配变频二级泵、室外管网参数模块。

地源热泵系统对系统的各耗能设备的全年能耗进行模拟计算, 能够逐时模拟水温、负荷变化带来的影响。包括地源热泵主机、蓄热罐、热泵地源侧循环水泵、热泵负荷侧循环水泵、地埋管模块。

冷热电燃气三联供系统对系统中各耗能设备的全年逐时能耗进行模拟计算, 综合考虑内燃机的开启控制策略。包括内燃机设备、缸套水泵、溴化锂冷却水泵、单双效复合计算、溴化锂冷却塔、溴化锂负荷侧循环泵模块。

辅助冷热源系统对辅助燃气锅炉、辅助电制冷系统的全年逐时能耗进行模拟计算。包括辅助电制冷、辅助锅炉、电制冷冷冻水循环泵、电制冷冷却水循环泵、电制冷冷却塔。

上部区域为用于对比的传统能源系统, 针对相

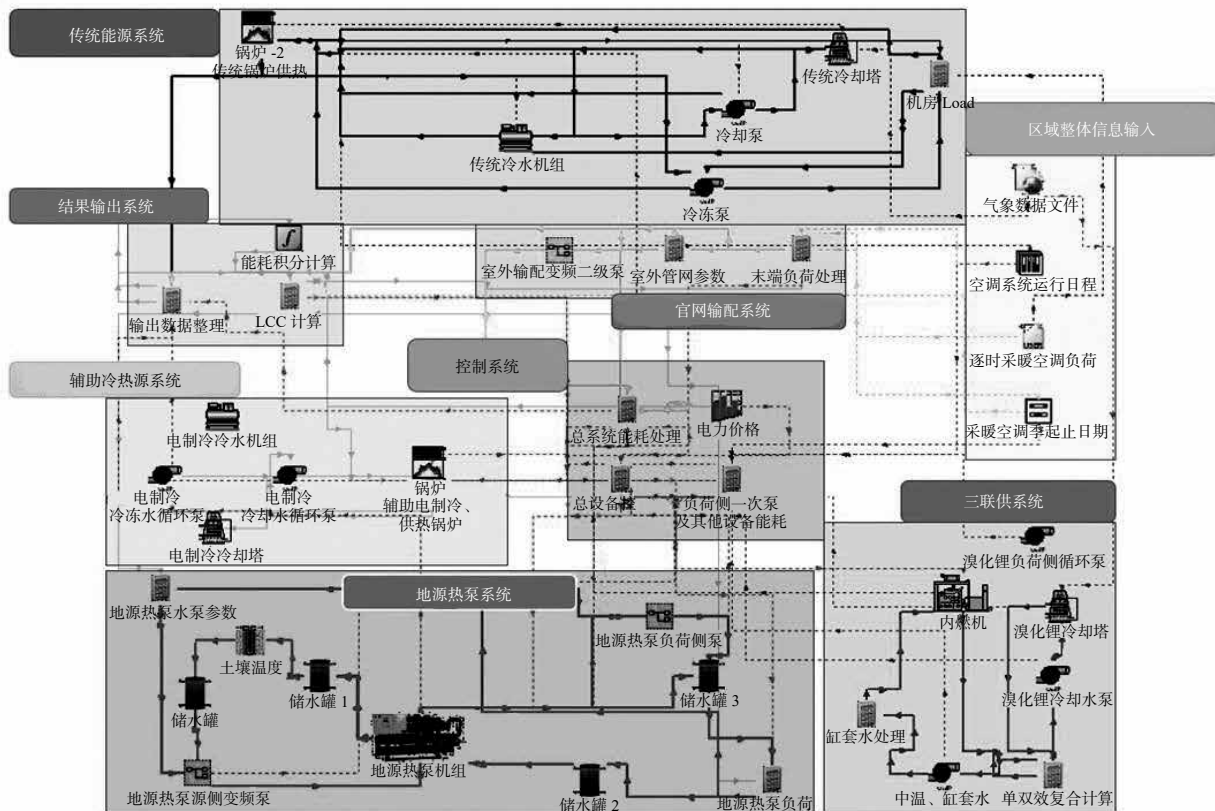


图 2 TRNSYS 综合能源系统能耗模拟计算平台

同区域的负荷需求,以传统的燃气锅炉加冷水机组来进行供能,可计算出采用传统能源系统时各设备的全年逐时能耗,方便与区域能源系统进行对比。

灰色区域为整个综合能源系统计算平台的输出系统,将各系统设备的输出能耗进行整理,输出各设备的全年逐时能耗、工况参数和整个系统的全年逐时能耗,同时计算系统的全生命周期成本 LCC。

3.2 计算结果演示

选取某一由居住建筑和商业建筑组成的地块,供能建筑面积为 206500m²,其中居住建筑面积为 173180m²,商业建筑面积为 33320m²,居住建筑不采用集中供冷。根据区域负荷需求完成综合能源系统的设备选型,将设计参数、气象参数、能源价格等信息输出模拟计算平台,得到综合型区域能源系统模拟计算平台的计算结果,如表 2 和图 3 至 5 所示,能输出各系统设备全年逐时的能耗及运行参数。

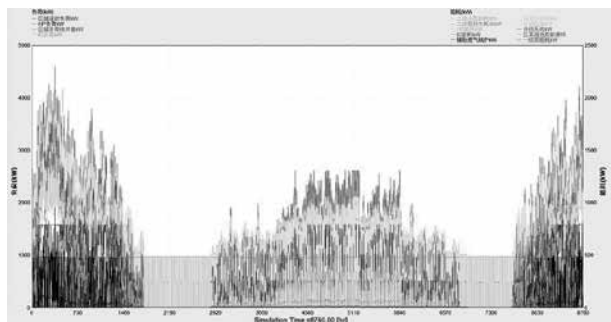


图 3 综合能源系统能耗模拟计算结果展示

表 2 TRNSYS 能耗模拟计算平台计算结果

区域能源系统	类型	数值 (kW·h)	比例
三联供系统	CHP 等效耗电量 (kW·h)	924628.078	29.61%
	套缸水泵耗电量 (kW·h)	2080.25773	0.07%
	溴化锂泵耗电量 (kW·h)	22781.7489	0.73%
	冷却塔耗电量 (kW·h)	4934.70865	0.16%
地源热泵系统	地源热泵 (kW·h)	1304484.87	41.77%
	源侧水泵耗电量 (kW·h)	155314.743	4.97%
辅助冷热源系统	燃气锅炉耗热量折合电 (kW·h)	377512.208	12.09%
	电制冷耗电量 (kW·h)	21743.2918	0.70%
	电制冷耗电量 (kW·h)	21743.2918	0.70%
输配系统	负荷侧一级水泵总能耗	86117.4319	2.76%
	二级水泵能耗 (kW·h)	77509.1464	2.48%
	输送损失能耗耗电 (kW·h)	146049.03	4.68%
区域能源系统总能耗		3123155.51	

4 结论

本文对包含冷热电三联供系统、地源热泵系统、锅炉和冷水机组的综合能源系统模拟计算方法进行了研究,基于 TRNSYS 软件开发了区域能源中综合能源系统模拟计算平台,取得了以下成果:

(1) 对同时供冷供热的综合区域能源系统的模

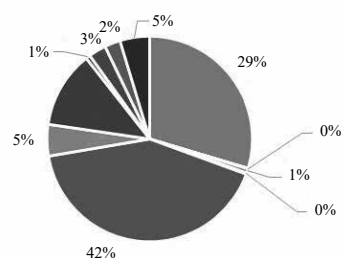


图 4 综合能源系统分项能耗

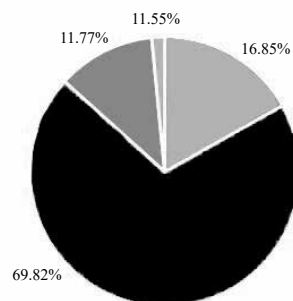


图 5 综合能源系统各子系统承担负荷比例

拟计算方法进行研究,明确了各设备的模拟方法。

(2) 模拟计算平台的开发能够大幅简化综合型区域能源系统的设计计算过程,减少工作量,提高计算效率。

(3) 本文开发的模拟计算平台为今后的区域能源设计和研究工作提供了工具,有利于推动综合型区域能源系统的应用和发展。

参考文献

- [1] 徐伟,孙宗宇,冯晓梅.区域能源技术的发展现状与展望[J].建筑科学,2013,29(10):85-89
- [2] 乔鏢,邹瑜,孙德宇.《公共建筑节能设计标准》用整体性能化评价方法简化计算工具开发[J].建筑科学,2015,31(10):62-65.

杂志免费索阅表

本刊由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院主办，中国建筑学会暖通空调分会、中国制冷学会空调热泵专业委员会、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会、中国建筑节能协会地源热泵专业委员会支持。栏目范围：建筑环境、建筑能源、空调、热泵、通风、净化、供暖、计算机模拟。填此表格免费获取《建筑环境与能源》杂志一期。

请您完整填以下信息

姓 名		先生 / 女士	
部 门		职 务	
单位名称		邮 箱	
通讯地址			
联系电话		传 真	
手 机		电子邮箱	

您对本刊物有哪些建议或意见？

编辑部联系方式：

地址：北京市北三环东路 30 号
 中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院
 节能示范楼 208 室
 邮编：100013
 邮箱：beaebjb@163.com
 电话：010-64693285

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



杂志微信 beaebjb



学会微信 cc-hvac



为客户创造价值

2年把买冷却塔的投资省回来



高效率
CTI 认证



低能耗
节能产品认证



低漂水
节水产品认证



免费冷源
可采用自然冷却



高可靠
安全、稳定



防结冰
防冻解决方案



低噪音
环境友好



湖南元亨科技股份有限公司

HUNAN YUANHENG TECHNOLOGY CO., LTD

地址：元亨节能科技园

电话：0731-8541 7298 / 7861

www.yhkj.com

HVAC&R
2018

清洁低碳 美好生活
Low Carbon Energy Better Life

HVAC&R

23-27 | **2018**
October
河南·郑州国际会展中心

第二十一届全国暖通空调制冷学术年会

21st National Conference on Heating, Ventilation, Air-conditioning & Refrigeration, China

主办单位 | 中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会

协办单位 | 河南省土木建筑学会暖通空调专业委员会
河南省制冷学会空调热泵专业委员会

咨询电话: 010-64517224 | 64693285 | 64513284

传 真: 010-64693286

E-mail: chvac2008@sina.com

网 址: www.chinahvac.com.cn

