

建筑环境与能源

Building Environment & Energy

2018
07

月刊
总第12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 |
《多能源耦合供热系统》标准编制组成立会议召开
首个《居住建筑新风系统技术规程》7月1日已实施
IEA《世界可再生能源供热现状及政策》IV
- 20 | 热点聚焦 | Focus character |
中建研院专业服务落户河北保定国家高新区
2018 建筑绿色新技术发展与能源应用高峰论坛
暨第二届热泵供暖技术发展高峰论坛在河北保定隆重举行
- 38 | 案例赏析 | Cases |
“幸福堡”被动式建筑
北汽汽车产业研发基地项目的空调设计



建筑环境与能源官方微信

SAMSUNG

三星煤改电用设备 低温空气源热泵系统



官方微信二维码



官方微博二维码



智能变频 高效节能



-25℃超低温制热



55℃

高温出水



高COP



防冻设计

三星中央空调
绿色星境 品质未来



互联网+，应该是移动通信网络+大数据收集、挖掘、分析而形成的新的业务体系和商业模式，这个体系将极大的消除传统行业（包括暖通空调）在传统模式下产生的低效、无序，由于商家和客户之间的信息不对称导致的资源浪费。

在暖通行业，居住建筑空调和公共建筑空调针对的用户完全不同。因此，对于如何破局互联网+，对应的方式也是不同的。

居住建筑空调主要的产品是硬件，其次是服务，所以我把他归结为制造业；公共建筑空调主要的产品是服务，即建筑暖通空调系统的设计、安装，其次是硬件，属于建筑业。

居住建筑空调产业要破局，重点在于供需平台的建立，将家装（空调部分）设计人员，空调安装人员和厂商的数据整合起来，在 O2O 平台上完成设备采购和施工服务以及后期的维保。首先要从具有高频特性的厂家、设计师和安装工人入手，将他们有效的整合起来为客户服务。而在用户端，由于用户不具备高频交易行为，所以应该把重点放在如何解决用户的痛点而非如何获取用户上。在家装空调市场上，用户痛点在于快速完成空调的采购安装以及提供可靠及时的维保服务。我认为只要把厂家和安装师傅的平台建立起来应该是比较容易实现的。

对于公共建筑空调，互联网+本身的重点应该在于空调系统运行的数据收集和分析而非供应链的优化。换句话说，这里利用互联网更多的是实现它的大数据功能而非信息通路的功能。根据已完成项目的运行数据进行分析、对比，（当然，作为分析基础的数据应该是有足够多数量的有代表性的建筑）指导当前建筑的前期设计、运行维护和优化改造，提升建筑的机电设备管理水平，最大限度的节约客户投资。



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7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 |

《多能源耦合供热系统》标准编制组成立会议召开
“室内微生物污染源识别监测和综合控制技术”项目上半年会召开
《村镇住宅防灾与节能》正式出版发行

08 | 行业新闻 | Industry News |

北京今年试点山区村庄清洁取暖
湖北立法保护太阳能等气候资源
河北制定地方标准规范煤改电市场
天津市滨海新区“煤改电”9876户
我国370多个城市启动海绵城市建设
张北县: 地税局助力太阳能等清洁能源
大连“煤改电”电供暖面积达66万平方米
山西运城: 下月起新建建筑必须配套太阳能
首个《居住建筑新风系统技术规程》7月1日已实施
成都高新区发布绿色建筑和可再生能源示范项目补助实施细则
克莱门特机组服务青岛一战博物馆
海尔无限焕新多联机刷新公共建筑节能新标准
大金荣膺第21届日本环境交流大奖优秀奖
江森自控连续四年蝉联“中国最具吸引力雇主Top100”
三星 SUPER DVM S A 系列荣获超高能效五星节能认证
入驻国内单体最大航站楼 格力系统解决方案助力“智慧空港”等

16 | 国际新闻 | International News |

印度计划将空调强制性设置为24℃
澳大利亚与新西兰为天然制冷剂创造机遇
世界能源排名表明各国达成巴黎目标所需的能源效率
美国中央空调和空气源热泵2018年4月份出货量发布
IEA《世界可再生能源供热现状及政策》IV

Haier

真诚到永远

全球磁悬浮 中央空调创领品牌



海尔磁悬浮中央空调 十年见百年 专业到永远

2006

研发生产早

2006年，海尔推出中国第一台磁悬浮中央空调

95

产品系列全

拥有磁悬浮4大系列95个型号的全产品阵容，实现IPLV13.18节能新高度

50%

运行成本低

实现中央空调0摩擦运转，免除后期维护费用，节能50%，一年省出空调钱

81%

应用案例广

赢得中国磁悬浮市场81%份额，案例覆盖各大行业，畅销全球

30

运行时间长

依托磁悬浮无油运转技术，无忧运转30年，安全稳定可靠



水冷磁悬浮



模块化磁悬浮



酒店空间

节能智慧的现代化酒店



轨道交通空间

节能有轨之族



工业空间

节能与稳定的完美匹配



医疗空间

守卫绿色医疗空间



商业地产空间

节能绿色城市中心



水源热泵磁悬浮



风冷磁悬浮



青岛海尔空调电子有限公司
服务热线: 4006999999
服务体验网址: <http://service.haier.com>

扫描二维码
关注海尔中央空调官方微信
智慧生活助力

你的生活智慧
我的智慧生活

CONTENTS



中国建研院专业服务落户河北保定国家高新区



“室内微生物污染源识别监测和综合控制技术”项目



《多能源耦合供热系统》标准编制组成立会议



北京汽车产业研发基地项目的空调设计



“幸福堡”被动式建筑

20 | 热点聚焦 | Focus character |



中国建研院专业服务落户河北保定国家高新区

2018 建筑绿色新技术发展与能源应用高峰论坛暨第二届热泵供暖技术发展高峰论坛在河北保定隆重举行

26 | 聚焦政策 | Policy |

关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知

关于发布行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》的公告

合肥市关于贯彻落实合肥市绿色建筑发展条例的实施意见

关于印发《湖北省城市建设绿色发展 2018 年度工作方案》的通知

关于印发甘肃省推进绿色生态产业发展规划的通知

38 | 案例赏析 | Cases |

“幸福堡”被动式建筑

北京汽车产业研发基地项目的空调设计

甘肃省体育馆暖通空调设计

49 | 技术交流 | Technical communication |

某空调列车餐车室内气流组织研究

直埋热水供热管道折角热 - 力耦合有限元分析

适应于中国特点的被动房技术探讨与工程实践

地源热泵系统运行中土壤温度变化特性分析

68 | 会议活动 | Events |

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

户式水(地)源热泵



高温热水机组



风冷模块机组



水(地)源热泵系列



户式水(地)源热泵

螺杆式(地)源热泵



模块式(地)源热泵



水冷冷水机组



新风换气系列



吊顶式新风换气机组



柜式新风换气机组

风机盘管系列



暗装风机



明装风机



卡式风机

空气处理器系列



吊顶式空气处理器



远程射流空气处理器



组合式空气处理器

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

《多能源耦合供热系统》标准编制组成立会议召开

2018年6月21日，中国工程建设标准化协会标准《多能源耦合供热系统》（以下称《标准》）编制组成立暨第一次工作会议在北京召开。

褚波主任针对本标准的编制工作指出，要重点关注标准的可操作性和前瞻性，确保标准能用好，为市场、工程服务，推动多能源耦合供热系统的发展。顾泰昌秘书长表示，编制单位前期工作基础好，准备充分，希望在编制过程中明确多能源耦合供热系统具体的适用范围和试验方法，确保在工程中具有较好的应用价值。高迪工程师和邹瑜院长强调该项标准的编制应注重指标的合理性，主编单位应关注并监督工作进度，确保标准编制工作保质、高效完成。标准主编单位中国建筑科学研究院有

限公司的何涛主任介绍了标准编制的背景和工作基础、编制大纲、重点技术问题、工作计划和分工。

与会代表就标准草稿进行了热烈的讨论和交流，一致认为，此项标准的编制与实施，将规范相关产品的生产与应用，统一技术要求和试验方法，对行业的健康有序发展提供重要保障。

本标准将作为相关工程施工图设计、审查和验收的重要依据，同时配合国家“标准走出去”战略，抓住我国负责国际标准化组织太阳能技术委员会第四工作委员会的契机，同时启动相应国际标准编制工作，为我国北方地区清洁取暖健康发展，为世界可再生能源技术的应用和普及做出自己的贡献。



“十三五”国家重点研发计划“室内微生物污染源头识别监测和综合控制技术”项目2018年上半年工作会议顺利召开

2018年6月25日,由中国建筑科学研究院有限公司作牵头的“十三五”国家重点研发计划“室内微生物污染源头识别监测和综合控制技术”项目2018年上半年工作会议在北京顺利召开。本次工作会议专家组由中国建设科技集团股份有限公司李宏教授级高工、清华大学张寅平教授、北京大学环

境学院要茂盛研究员、北京大学医学院潘小川教授、安徽工业大学钱付平教授、北京建筑大学陈红兵教授、上海市建筑科学研究院(集团)有限公司李景广教授级高工、北京市疾病预防控制中心张屹副主任医师组成。

项目工作会议由清华大学张寅平教授主持。项目负责人

曹国庆研究员首先汇报了项目情况,介绍了项目研究内容、技术路线、阶段成果、管理措施及经费使用情况、存在问题及下一步计划等内容。中国人民解放军军事医学科学院微生物流行病学研究所李劲松研究员、东南大学钱华教授、上海市建筑科学研究院(集团)有限公司陆津龙教授级高工、中国建筑科学研究院有限公司曹国庆研究员、西安建筑科技大学李安桂教授共5位课题负责人分别汇报了课题进展情况。专家组对各课题实施情况分别提出了宝贵的意见和建议,并强调了项目进度把控的重要性。

随后,项目组内部对进展过程中的重点、难点、存在的问题以及下一步工作中需要注意的事项进行了充分地讨论,为下一步研究工作做好了铺垫。



中国建筑科学研究院有限公司主编的《村镇住宅防灾与节能》正式出版发行

由中国建筑科学研究院有限公司(以下简称“公司”)牵头组织,联合清华大学、中国建筑西南勘察设计研究院有限公司、北京工业大学等知名单位共同编撰完成的《村镇住宅防灾与节能》一书,近日由北京科学技术出版社出版发行。

该书由住房和城乡建设部赵晖总经济师作序。全书共50余万字,围绕村镇住宅防灾减灾和节能技术展开,提出适合我国村镇建设的技术措施,属科普类读物,内容包括以下4部分:

(1)第一篇“防灾减灾”,总结了村镇住宅面临地质灾害、地震、强风、火灾、洪水等灾害作用时,常用的防灾减灾技术措施和实施办法。

(2)第二篇“住宅节能”,归纳了村镇住宅建筑常用节能措施,包括围护结构、采暖、灶具以及可再生能源等方面。

(3)第三篇“工程案例”,结合实际工程进行了相关技术展示,为村镇住宅防灾减灾和节能技术的推广应用提供示范和参考。

(4)附录介绍了与村镇住宅防灾减灾和节能相关的国家及地方法规政策、部门规章、标准规范编制概况等。



行业新闻 IndustryNews

张北县：地税局助力 太阳能等清洁能源

河北省张家口市张北县地税局牢固培育新型科技产业、助力县域经济发展理念，个性化服务，促进太阳能光热、风能、光伏等清洁能源产业落户成长，既符合国家对张北县“生态涵养区”的功能定位，又发挥产业扶贫、增加税收的作用。

截至目前，已有清洁能源骨干企业9家落户张北。面向已经落户运转的太阳能光热、风能、光伏等现代清洁能源企业，开展走访调研活动，认识清洁能源的环保和扶贫意义，详细了解县域清洁能源企业的税源底数，并关注相关企业的在建、立项和招商引资情况，建立清洁能源企业电子信息库，掌握企业经营、财务、科研等情况，稳步提升税源管理精准度，增强税收服务针对性。

针对“风云储”企业服务需求，开辟“风云储”企业办税绿色通道，实施预约服务、定制服务、上门服务和跟踪服务，创新开展一家企业、一套方案、一本台账“三个一”特需服务，解决企业的特殊化服务需求，实现企业个性化服务。

联合国税部门举办税收政策宣讲会、编制和发放税收政策宣传材料、建立减免税台账、梳理税收优惠政策，广泛告知优惠政策的适用范围、申报条件、备案流程以及所需资料。截止5月22日，清洁能源企业今年在张北地税申报纳税975万元。

我国 370 多个城市启动海绵城市建设

日前，发布《2018 中国海绵城市建设白皮书》，解析我国海绵城市建设的最新进展，并指出可以通过创新性、适应性、包容性的思路，更好地促进海绵城市发展。

白皮书选取了上海、福州、天津、广州、萍乡等5个海绵城市建设的试点城市案例，分享了国外海绵城市的建设经验，提出通过创新融资模式、系统化设计、分散式方案、持续的运营和维护

管理以及数字化来全面建设智慧型海绵城市。

目前，PPP 融资模式已经取得了一定成效，但基础设施建设需要长期的融资机制提供资金支持，所以融资模式可以有更多创新。

我国在2015年正式启动了海绵城市建设试点工作，目前试点城市数量已经达到370多个，在应对水资源挑战、缓解城市“看海”等方面成效显著。

首个《居住建筑新风系统技术规程》7月1日已实施

经北京市质量技术监督局批准，北京市质量技术监督局、北京市住房和城乡建设委员会共同发布的《居住建筑新风系统技术规程》将于2018年7月1日正式开始实施。这是全国首个新风行业技术规范，对其他省市的居住建筑新风系统设计、施工、验收和维护都有着重大的指导意义。

为了让房屋住户能够用上新风系统，并且用得合理舒适，规程当中对居住建筑提出了新的要求：

1、规程要求新建居住建筑应该预留新风系统的安装位置，这个要求的提出对新风系统的普及有着重大利好作用，也为新房装修安装新风免去了一大安全隐患。

2、规程中提出了对PM_{2.5}净化效率的要求及设计方法，同时还对室内的CO₂浓度、PM_{2.5}浓度、甲醛浓度的监测做出规范要求，也就是说，安装了新风系统必须有相应的监测设备，以便实时了解室内空气状况。

3、该项规程尤其突出了对不同新风系统的设计要求、穿

墙打孔的要求、新风系统的验收规定以及后期养护指南。

这份全国首个新风规范总共分为七个章节，将新风系统的要求细致到了新风系统类型选择及要求、新风量的要求、新风机性能的要求、新风口的选型和布置、风管的性能要求和设置规定，甚至对新风系统的安装细则做出了相应的规范：室内CO₂浓度要达标；室内PM_{2.5}浓度要达标。该规程中明确要求了在设计新风系统时，应考虑新风系统在夏季空调和冬季供暖季节不应造成室温大的波动和增加室温的不均匀度。这份最新的《居住建筑新风系统技术规程》还对风口选型和布置也提出了相应的指导，新风系统采用的设备、材料等也提出了需具备防火安全性的基本要求。



北京今年试点山区村庄清洁取暖

北京市农委表示,今年该市将持续推进农村地区冬季清洁取暖,年底前,除基本实现全市平原地区村庄无煤化外,还将同时开展山区村庄冬季清洁取暖试点。

今年,既是全市农村平原地区村庄开展“煤改清洁能源”的基本收尾年,也是南部7区从清洁取暖设备安装到运行服务管理的转变年,更是山区村庄清洁取暖的试点年。针对山区村庄极端气温低、供暖周期长、设备选型难、基础设施差等特点,今年将推进以延庆冬奥场馆为中心的周边山区村庄“煤改清洁能源”试点。按照相关要求,各区需根据当地电力、燃气的现状与资源条件,在确保能源供应安全可靠的基础上,以“煤改电”优先,科学引导农民选择适宜的改造方式。在确定各村庄“煤改清洁能源”的改造方式过程中,可引导村民通过村民代表大会或户代表大会讨论的方式,充分保障农民的自主权益。

特别是对山区开展试点的村

庄实施“煤改清洁能源”工作,一定要选择村民改造愿望强烈,村两委班子强有力,房屋保温条件好的村庄。要根据本地住户冬季的用能结构、取暖习惯和清洁能源取暖设备特性,按照“安全、环保、节能、高效、经济”的要求,认真研究制定每个改造村的清洁取暖方案,科学确定技术路线与清洁取暖设备,确保农村住户取暖系统更合理、更优化、更节能,切实降低运行费用,实现清洁取暖系统的,效果。为节约能耗和减少运行费用,本市禁止推广使用“直热式”电取暖设备,限制使用蓄能式电暖器。

农村清洁取暖改造中,要严格落实“一户一设计”要求,将每个农村住户冬季取暖作为一个系统来对待,准确计算房屋热负荷,匹配合理的取暖设备。各区要组织中标企业,根据农户需求和实际情况,对每户提出科学的取暖系统设计方案,确保让每个家庭取暖系统做到“省钱实用、安全舒适、环保节能”。

山西运城:下月起新建建筑必须配套太阳能

日前从运城市住房保障和城乡建设管理局获悉,自7月1日起,该市城镇新建(已设计太阳能建筑一体化)12层及以下的居住建筑、高层居住建筑的逆12层和有生活热水需求的医院、学校、洗浴场所等公共建筑强制推广太阳能热水系统,同时要求做到同步规划、同步设计、同步施工、同步验收,并提交太阳能建筑一体化技术方案,由市住房城乡建设主管部门审核备案。

为加强太阳能光热系统建筑应用管理,推进太阳能光热系统在建筑领域的规模化应用,促进

建筑节能工作,根据《山西省人民政府办公厅关于转发省发展改革委省住房城乡建设厅〈山西省开展绿色建筑行动实施意见〉的通知》,该市决定在全市全面推进太阳能光热系统建筑一体化应用工作。根据《关于进一步加强推进太阳能光热系统建筑一体化应用的通知》要求,凡在该市使用的太阳能技术和产品必须到运城市住房城乡建设主管部门办理登记。未进行登记的产品,不得在施工中使用。鼓励农村建设太阳能浴室,解决农村居民集中洗浴问题。

徐州新建太阳能光热面积达323万平方米

日前,徐州市召开了2018年度绿色建筑示范城市创建工作部署会。会上通报,2017年度我市绿色建筑和建筑节能工作在全省排名并列第四,二星级绿色建筑标识面积和建筑科学技术研究等方面取得了突破。根据部署,2018年度全市将完成新建节能建筑面积950万平方米,推广可再生能源在建筑中的应用面积353余万平方米,对既有建筑节能改造35万平方米。

建筑节能分类方面,全市今年将完成新建节能建筑面积950万平方米,任务量比去年增加160万平方米,增幅达到20.25%,其中居住建筑570万平方米,公共建筑380万平方米;推广可再生能源在建筑中的应用面积353万平方米,比去年增加53万平方米,增幅达17.67%。其中太阳能光热在建筑中的应用面积323万平方米,在居住建筑中应用285万平方米,在公共建筑中的应用38万平方米,各比去年有所增加。浅层地能在新建建筑的应用面积30万平方米,开展机关办公建筑、大型公共建筑和住宅等既有建筑节能改造35万平方米。

绿色建筑专项任务方面,全市完成二星及以上标识项目面积440万平方米,三星标识项目数量12项,运行标识项目数量30项。新增超低能耗(被动式)建筑12项,新增能效测评项目48项,节能运行监管748项,省级示范项目3项。目前该全年总体工作目标被分解到各县(市)区及经济技术开发区、新城区。

河北超低能耗绿色建筑竣工及在建面积居全国首位

从河北省住建厅获悉，河北省多措并举引领超低能耗绿色建筑由点到面、由小到大，逐步趋向规模化发展。截至目前，河北省累计建成超低能耗绿色建筑18个，建筑面积15.28万平方米；在建项目11个，建筑面积80.33万平方米；储备项目17个，建筑面积183.83万平方米。其中，河北省竣工和在建的超低能耗绿色建筑面积居全国首位。

此前，河北省出台《河北省建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》，明确到2020年建设100万平方米以上超低能耗绿色建筑的发展目标。同时提出，结合河北气候特征和自然条件、人文特色，研发适用技术，推动集中连片建设，条件成熟的率先实现区域规模化发展；开展零能耗建筑和正能建筑试点示范建设。自2014年至今，省级财政累计给予超低能耗绿色建筑建设补助资金超过4400万元，石家庄、保定等市也相继出台了相关资金支持政策。

在设计方面，在借鉴德国经验和瑞典被动式房屋标准、总结河北试点工作实践的基础上，该省颁布了《被动式低能耗居住建筑节能设计标准》等，为全省新建、改建和扩建的超低能耗绿色建筑节能设计提供标准依据。在施工和竣工验收方面，组织编制了《被动式低能耗建筑施工及验收规程》等，对促进超低能耗绿色建筑技术积累、提高施工效率、降低工程成本发挥着重要作用。

天津市滨海新区“煤改电”9876户

6月21日，国网天津滨海公司工作人员在大港区小王庄镇的陈寨庄和北和顺启动10千伏线杆架设工作，标志着滨海新区2018年“煤改电”改造工程正式拉开大幕。据悉，天津市滨海新区政府确定了今年“煤改电”任务目标：全部完成9876户，其中由滨海供电公司投资改造的共计9318户。目前，涉及的所有工程均已完成施工、监理单位招标工作，并准备进场施工，计

划于9月30日前完工具备供暖条件。届时，滨海地区居民用户将全部实现清洁取暖。

今年实施的“煤改电”改造工程分布在北塘街、中塘镇、小王庄镇、太平镇、古林街的马圈、赵连庄、刘塘庄、北抛庄、南和顺、大道口村、翟庄子村等34个村。此次滨海供电公司“煤改电”主要工程涉及电网建设项目3项、配电网项目46项和装表项目6项。

河北制定地方标准规范煤改电市场

近日，河北省地方标准《蓄热式电供暖机组（设备）热性能试验方法》通过标准审定委员会审定，规范了蓄热式电供暖产品热性能试验的各项指标。

业内人士介绍，随着北方各省“煤改电”配套政策的陆续出台，各类蓄热式电供暖产品不断涌现，蓄热性能虚标乱标现象明显，一些企业产品设计简单、偷工减料、粗制滥造，致使产品实际热性能远低于平均水平。更有甚者混淆概念，以次充好。为了让政府监

管有标可依，企业生产有标可用，用户购买有标可查，河北省质检研究院以检验检测和市场调研为基础，主持起草了河北省地方标准《蓄热式电供暖机组（设备）热性能试验方法》，对试验条件、设备、程序、数据等8个方面进行了规范。标准审定委员会专家一致认为，该标准实施后不仅能填补河北省行业空白，而且在产品的生产、销售和监管环节可以提供标准保障，促进河北省蓄热式电供暖产业的健康发展。

邢台主城区大外环内区域9月底实现清洁取暖全覆盖

“相比传统直热式电暖气，空气源热泵机的制热性能更好，可以在零下25℃的低温环境下稳定运行，而且还有较高的制热能效，1千瓦电能可以产生近3千瓦热能，使运行费用更低。”日前，邢台市城管局副调研员陈秋华说，今年对新增电代煤用户每户补贴配发2台空气源热泵风机，改造提升用户补贴配发1台空气源热泵风机。

“宜气则气，宜电则电，能气不电，政府引导，用户自选”，

这是今年邢台市实施主城区大外环区域内清洁取暖工作的改造原则。这项工作涉及桥东区、桥西区、开发区及邢台县、南和县的274个村居（社区），共11.1万户。去年，该区域已完成气代煤7.6万户，电代煤1.7万户。

今年，拟对该区域实施气代煤改造1万户，电代煤改造0.5万户，电代煤升级1.4万户，剩余的户将随旧城改造等方式一同解决。

承德市中心区今年将完成 8500 户清洁取暖

为进一步改善大气环境质量，今年承德市中心区加大散煤治理力度，将完成 8500 户清洁取暖替代，其中双桥区政府完成 5000 户，双滦区政府完成 2000 户，高新区管委会完成 1500 户。

按照要求，原则上对在集中供热覆盖范围内，达到接入集中供热条件的，采用集中供热替代，与本区域内供热企业做好对接；列入棚改范围内采用散煤取暖的，拆除原建筑；其他的实施清洁能源替代。对于平房接入集中供热的，政府承担节能改造和管网建设费用，用户室内取暖设施改造及运行费用由用户自行承担。其中房屋节能改造费，参照 2017 年度“电代煤”补贴政策，按照每

平方米 100 元的标准予以一次性政策补贴，最高不超过 7400 元/户；管网建设费，居民用户按照居住区域现行标准的 1.5 倍收取，由政府全部承担；商业及工商户由用户自行承担；运行费，居民户按居住区域收费标准的 1.5 倍收取。老旧楼房接入集中供热的，管网建设费和运行费用按照现行政策标准执行，楼房外墙保温工程费用由所在区政府承担。

对实施“电代煤”改造的，电力部门承担电网改造费用，政府承担设备购置及安装费用，给予用户一定的运行补贴。其中，设备及安装费 2.5 万元，由政府全部承担；运行补贴参照 2017 年度“电代煤”标准，给予每户每年最高补贴 2000 元。

南京煤改电 半年减排二氧化碳 64.5 万吨

记者从南京供电公司了解到，目前，在禁燃区内已有多家企业实施“煤改电”工程，已推广电窑炉、电锅炉以及空气源热泵 50 多台，半年累计减排二氧化碳 64.5 万吨，相当于种植了 3493 万棵树。该市从今年 6 月 1 日开始，将高污染燃料的禁燃区范围扩大至本市行政区域。

据南京供电公司六合营业部易晓东介绍，截至目前，南京在工业生产领域推广电窑炉，在交通运输领域推广岸电系统，在学校、医院、监狱等公共建筑领域推广电锅炉，在粮食烘干领域推广空气源热泵，累计完成 50 多台，完成替代电量 8.18 亿千瓦时，相当于在终端消费环节减少直燃煤 36.5 万吨，减排二氧化碳 64.5 万吨，减排二

氧化硫、氮氧化物及烟尘 1.5 万吨。按减排 1 吨二氧化碳相当于种植 54.16 棵树粗略计算，减排二氧化碳 64.5 万吨相当于种植了 3493 万棵树。

从 6 月 1 日开始，南京禁燃区内禁止燃用煤炭、煤焦油、焦炭等高污染燃料，市民在禁燃区内发现高污染燃料的使用和销售行为，可通过 12345 热线等方式举报。

而此前在南京禁燃区内使用高污染燃料的企业，在规定期限内需改用电、天然气等清洁能源。

根据计划，2020 年全市将形成交通运输、工业生产、冷热供应、农业加工等四大电能替代核心领域，能源综合利用水平达到国内领先，电能占终端能源消费比重超过 30%。

大连“煤改电”电供暖面积 66 万平方米

大连市“煤改电”供暖工作稳步推进，已完成 50 余个电供暖项目审核验收，电供暖面积达 66 万平方米。

大连市节能监察支队负责人介绍，近年来，该市狠抓节能降碳工程，培育打造一批绿色工厂和绿色园区，推动水泥、钢铁等行业不达标产能退出；实施绿色制造工程，建立绿色制造项目库，助推企业成为国家绿色工厂示范企业；推广应用先进适用、经济合理、节能减排潜力大的煤炭清洁高效利用技术，提升企业锅炉等装备清洁生产水平；加强重点用能企业节能监管，高效完成国家重大工业专项节能监察任务。

新乡市大力推进清洁取暖双替代工作

7 月 8 日从新乡市冬季清洁取暖工作推进会上了解到，2018 年新乡市清洁取暖“双替代”的省定目标任务是 12 万户，目前各县（市）、区正强力推进，确保完成目标任务。

2018 年清洁取暖“双替代”工作的重点区域是农村地区和集中供热之外的城市高污染燃料禁燃区。农村地区是清洁取暖的最大短板，也是散烧煤消费的主要地区。按照到 2020 年完成农村地区 70% 清洁取暖的目标，新乡市要求各县（市）、区高度重视，加大力度，加大投入，强力推进。要不等不靠，采取多种方式，压实责任，切实提升农村地区清洁取暖水平。按照市发改委要求，目前，各县（市）、区年度目标任务确村确户建档立卡工作已经展开，并在 7 月中旬完成。

湖北立法保护太阳能等气候资源

空中飘过的水汽、普照大地的阳光，这些其实都是宝贵的气候资源，破坏气候资源将被追究责任。

今年8月1日，《湖北省气候资源保护和利用条例》将正式施行，湖北省人大、省气象局昨日举行新闻发布会，对条例进行解读。

条例规定，在气候资源丰富区域或气候敏感区域内划定气候资源保护区域，保护区域内不得建设破坏气候资源的项目。利用太阳能、风能等气候资源，其范围和强度应当严守生态红线、符合环境保护要求。条例还将气候可行性论证制度作为气候资源保护的基本制度，规定对应当进行气候可行性论证的项目实行目录管理，未依法进行论证的项目，项目建设单位不得开工建设。

条例还规定，国家机关及其工作人员有“在气候资源保护区域内批准建设破坏气候资源的项目”等行为之一的，依法对直接负责的主管人员和其他直接责任人员给予处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

山东推动清洁取暖落到实处早见实效

近日，山东省清洁取暖建设推进会议召开。会议调度了17市清洁取暖工作进展情况，安排部署推进今年和今后一段时期重点工作。山东省清洁取暖建设推进办公室主任、省住房城乡建设厅厅长王玉志出席并讲话。

会议强调，推进清洁取暖工作是国家和省作出的重大决策部署，事关生态文明建设和群众民生福祉，全省住房城乡建设系统要进一步增强责任感和紧

迫感，早谋划、早行动、早落实，推动清洁取暖工作早见实效。

根据会议要求，各级主管部门将做好清洁取暖工作，突出把握好4个方面：一是把握政策要求，明确任务目标；二是把握关键环节，加快项目建设；三是把握用气需求，强化供气保障；四是把握标准要求，确保质量安全。同时，加强组织领导，层层压实责任，形成工作合力，加强督导考核，确保推进清洁取暖工作落到实处。

济宁进行清洁取暖 18 万余户居民受益

7月3日，济宁市燃气热力安全管理工作座谈会召开，山东省济宁市清洁取暖改造工程进展顺利，96,504户改造工程已开工，其中气代煤53,292户。

今年9月底前，将全部完成18.46万户冬季清洁取暖改造任务，10月底让市民用上清洁取暖。根据改造任务，在东至东外环、南至临荷路、西至梁济运河、北至北二环的范围内，将对27,041户居民家中实施集中供暖、气代煤和电代煤改造，全面实现“无煤化”。同时，东至泗河、南至临荷路、西至济徐高速、北至日兰高速的区域内，将

对89,563户居民家中实施集中供暖、气代煤和电代煤改造。对暂不能实施改造的村居，先采取清洁型煤替代。此外，其他县市年内将完成共计6.8万户冬季清洁取暖改造任务。

该市燃气热力安全管理工作座谈会上表示，截至6月底，全市清洁取暖改造共开工96,504户，其中气代煤53,292户、电代煤17,604户、集中供热25608户，开工率52.25%。9月底前，济宁将完成18.46万户冬季清洁取暖改造任务，确保10月底前完成取暖设备调试工作，让市民今冬清洁取暖。

山东威海农村供暖试点村每户最高补助 1000 元

日前，威海市住建局、农工办、发改委、经信委、财政局、环保局联合印发《威海市+2018年农村供暖工作实施方案》，切实解决农村居民冬季供暖问题。对农村供暖试点村每户最高补助1000元、每处农村公共服务设施最高补助10000元。

《方案》提出，2018年底，

威海市农村幼儿园、中小学、卫生室、养老院、便民服务中心等公共场所全部实现冬季清洁供暖。

据了解，威海市将合理选择合适的清洁供暖方式，对于能接入集中供热管网的，尽量接入管网。对于热力管网无法覆盖的区域，本着宜气则气、宜电则电、

宜煤则煤的原则，因地制宜，选择适合当地实际情况的清洁供暖方式。鼓励各区、市探索以地热能、太阳能、空气能、生物质能等为热源的供暖方式。市级财政将加大对农村供暖工作的支持力度，按照“一户一改一补”的原则，根据工作开展情况拨付补助资金。

成都高新区发布绿色建筑和可再生能源示范项目 补助实施细则

近日,《成都高新区绿色建筑和可再生能源示范项目补助实施细则》(以下简称《实施细则》)下发,将促进新川创新科技园绿色生态示范城区建筑节能和绿色建筑发展,园区内取得三星级绿色建筑标识的项目,按30元每平方米标准给予补助,单个项目补助总金额最高达400万元。

记者从成都高新区规划国土建设局获悉,制定此次《实施细则》,是成都高新区坚持创新、

协调、绿色、开放、共享五大发展理念的又一举措,将进一步贯彻落实节能减排工作方针,加快构建区内低碳绿色的生活方式。随着《成都高新区新川创新科技园绿色生态城区建设工作方案》的下发,今年,成都高新区将通过项目补助,促进新川创新科技园绿色生态示范城区绿色建筑和可再生能源发展,推进新川创新科技园绿色生态示范城区建设。

建设山清水秀美丽之地 重庆可发展浅层地热能

6月12日,在“山水名城可持续城市更新国际论坛”上,中国工程院院士武强建议,加大不同形式的新能源供给比例,可使城市能源更环保、清洁,助力重庆加快建设山清水秀美丽之地,使重庆山水更加迷人。

武强介绍2017年,国家发改委等印发的《地热能开发利用“十三五”规划》中,提出以重庆、上海、苏南地区城市群、武汉及周边城市群、贵阳市、银川市、

梧州市、佛山市三水区为重点,整体推进浅层地热能供暖(制冷)项目建设,这对重庆城市发展大有裨益。武强认为,浅层地热能具有低投资、低能耗、促环保的特点。它没有燃烧过程,不会对城市环境造成污染。依山傍水的重庆,在自然环境和城市建设方面极具特色,如果能利用好浅层地热能等新能源,将会进一步提升整体环境品质。

河南确保完成“双替代”供暖年度任务

6月14日,河南省“双替代”供暖工作电视电话会议在郑州召开,副省长刘伟出席会议并讲话。

刘伟指出,这次会议的主要任务是贯彻落实总书记在全国生态环境保护大会上的重要讲话精神,分析总结我省电代煤、气代煤供暖工作的经验教训,安排部署全年“双替代”供暖工作。

刘伟强调,今年全省要新增“双替代”供暖100万户,要突出重点区域,抓好7个大气污染

传输通道城市的环保治理;要积极动员企业参与,充分调动清洁能源供暖企业参与市场化模式运作;要合理选择替代方式,坚持以“电代煤”为主、以“气代煤”为辅的工作思路;要改进推进方式,具备条件的要全行政区域整体推进。“双替代”供暖工作是蓝天保卫战中的硬仗、苦仗,各地各部门的思想认识、配套措施、补贴政策、监督考核要到位,确保年度目标任务圆满完成。

华源前线顺利通过 《锅炉安装改造维修许 可证》换证审核

6月9日~10日,浙江省特种设备检验研究院(评审机构)源牌集团华源前线能源设备有限公司进行了《锅炉安装改造维修许可证》换证审核。专家组组长杜斌以及专家赵星波、陶建平莅临评审,杭州市质量技术监督局特种设备安全监察处的李文玮处长负责现场监察指导。公司总工程师王中红(兼质保工程师)以及质保体系相关人员参与了本次评审。

会议上公司总工程师王中红对公司近4年来锅炉安装改造维修质保体系运行情况进行了简要汇报,浙江省特检院对近4年监检情况进行了总结通报,评审专家根据汇报内容报出点评意见。

会后,评审专家前往安装实地进行检查,对所有涉及资料及人员资质、技术工艺等情况进行严格审查。评审专家一致表决源牌集团华源前线能源设备有限公司通过《锅炉安装改造维修许可证》换证评审。



同益空气能助力山东济医 附院邹城院区热水项目

近日，从山东市场获悉，同益空气能以优异的品质、贴心的服务、优良的设计方案、合理的价格作为最大优势，成功斩获济宁医学院附属医院邹城院区热水项目，将节能环保的理念带进医院系统中。

据了解，济医附院邹城院区总投资 14 亿元，总建筑面积 21.4 万平方米，按三级甲等现代化综合性医院规模设计，所有医疗设备和服 务设备全部选用国内或国际最高质量等级品牌。为了给病人提供安全健康的热水，医院对热水系统配置的要求特别高，“首先得是健康无污染，无安全隐患；其次要低碳环保，对环境无污染；最后还得产品质量有保证。”针对医院要求，同益空气能采用最先进的热泵热水机组，智能控制，高效节能，保障医院用水质量，达到热水制备的高能效、热水供应的低损耗；使医院生活热水系统实现最佳的节能效果，助力绿色、节能、低碳的医院建设。

此次中标也意味着同益在医院工程项目的应用能力已经得到了医院系统的充分认可，为进一步开拓同益空气能 在医院工程项目奠定了基础。据悉，此前同益空气能 在山东地区就已经承建众多空气能热泵样板工程，包括烟台、济南、青岛、潍坊、临沂、东营等多个城市展开，空气能热泵采暖项目更是遍地开花。其优秀的产品品质、专业的施工安装、完善的售后服务能力以及强悍稳定的采暖效果赢得了山东政府及民众的广泛认可，被评选为“山东清洁供暖行业经典工程案例”，也表现 出了同益空气能热泵在山东地区具有良好的口碑效应。

海尔无限焕新多联机刷新公共建筑节能新标准

近日，总 26 场“智慧引领·节能全球行”2018 海尔中央空调公共建筑无限焕新多联机交互峰会第 10 站落地北京，众多行业专家、用户朋友聚首峰会，重点针对公共建筑节能改造领域的发展现状与面临的问题进行深入探讨，共同为公共建筑节能降耗做出应有贡献。

海尔集团北京分公司总经理王晓强、中国建筑设计研究院总工程师潘云钢、海尔中央空调北京中心产品总监徐智能为峰会致开场辞，分别就建筑节能趋势及创新节能技术进行专题分享。

海尔中央空调以节能近 60% 的海尔磁悬浮中央空调为核心产品，全力推动大型建筑中



中央空调系统的节能改造，并率先推出中国第一台“无限焕新多联机”。面对大中型建筑空间在改造过程中常见的停业施工、破坏装修、改造费用高和周期长等难题，海尔中央空调颠覆性的推出专为改造而生的“5 不 4 省”焕新解决方案，即不停业更新、不破坏装修、不换管、不换线、不换内机，让用户真切体验“省钱、省电、省心、省空间”。

入驻国内单体最大航站楼 格力系统解决方案助力“智慧空港”

近日，格力分布式远程集中控制系统正式服务广州白云国际机场 T2 航站楼，同格力全直流智能变频中央空调 GMV5S 系列机组一起为 T2 航站楼保驾护航。

广州白云国际机场 T2 航站楼，建筑面积达 65.87 万平方米，总设计年旅客吞吐量可达到 8000 万人次，货邮吞吐量 250 万吨、飞机起降量 62 万架次，目前是国内在用单体最大航站楼。该项目是继成都天府国际机场之后格力智能控制系统为大型交通枢纽保驾护航的又一力作。格力分布式远程集中控制系统是针对空调类产品控制需求开发的新一代智能控制系统，对此类大跨度、大型项目通讯问题提供解决方案。为相关管理人员提供中央空调便捷式集中管理监控服务。用户可在控制中心监控整个 T2 航站楼各个

登机桥及主楼多联机的运行状态，对单台或区域进行日程预约管理，大幅度提升管理效率，为机场新航站楼提供更舒适的环境。

迄今为止，除广州白云国际机场外，格力远程集中控制系统已服务于国家天文台 500 米口径射电望远镜（FAST）、成都天府国际机场、成都地铁 4 号线、南京地铁、天津滨津城轨等一大批国家及地方重点项目。未来，格力将继续以核心科技为各类场所提供专业化系统解决方案，为更多领域的“品质工程”保驾护航。



三星 SUPER DVM S A 系列荣获超高能效五星节能认证

近日，三星中央空调 SUPER DVM S A 系列产品荣获中国质量认证中心颁发的超高能效 5 星节能认证。

一直以来，三星一直致力节能环保事业，推出了众多节能高效的产品。此次 SUPER DVM S A

系列产品荣获中国质量认证中心颁发的超高能效 5 星节能认证，更是行业权威对三星产品的肯定，在未来三星将继续创新节能科技，打造出更加节能、智能、安全的空调产品，推进节能环保事业的发展。

克莱门特机组服务青岛一战博物馆

2018 年 6 月 8~10 日，上海合作组织成员国元首理事会第十八次会议在“帆船之都”山东青岛召开，克莱门特机组服务于 2018 上合青岛峰会之一战博物馆项目。

青岛一战遗址博物馆位于京山路 26 号，依山而建，展馆外部造型似折纸和平鸽，设计主题是“鸽子寄语，放飞和平”，以展翅欲飞的生动形象呼应祈祷和平的主题。场馆总建筑面积约 9500 平方米，占地面积仅为 1500 余平方米。博物馆共分为 5 层，其中地上 3 层，地下 2 层设展厅、4D 影院、学术交流中心等展陈以“还我青岛”为主题，设置序厅、“胶

湾警号”“日德战争”“青岛回归”等展厅。通过分组、分区的方式，还原一战时期的各个主要事件。

此项目采用克莱门特风冷四管制机组两台。克莱门特四管制多功能冷热水机组集冷热源于一体，能够同时解决冷负荷和热负荷需求。极大简化了系统，减少机房面积，可以有效减少甚至取消锅炉。通过先进的智能控制，机组能够自动适应建筑物空调系统需求，动态平衡冷热量需求。综合能效比高达 8~10，节能效果显著。可广泛用于医院、大型商场、大型公共建筑、高档酒店、游泳馆、运动馆、工厂、数据中心等场所。

江森自控连续四年蝉联“中国最具吸引力雇主 Top100”

6 月 20 日，“2018 中国最具吸引力雇主”榜单发布。作为全球智慧建筑和储能解决方案的领导者，江森自控以其先进的人才管理模式、全方位的新人培训计划 and 完善的员工发展体系脱颖而出，再度荣膺工科领域“中国最具吸引力雇主 Top100”，位列第 84 名。这也是江森自控连续第四次蝉联该项殊荣，彰显了江森自控实现对高校人才培养的长期承诺以及打造领先雇主品牌的长远目标。

江森自控亚太区人力资源部副总裁顾凌玫女士表示：“江森自控始终将人才建设和员工发展作为企业重要的战略方向，公司完善的员工职业发展体系中也包含针对应届毕业生的全面培训计划，推动新员工与企业共同进步。高校一直以来是我们人才培养和储备的重要阵地，我们通过校园招聘、校企合作，发现行业新生力量，积极培养和塑造智慧建筑行业专业人才。”

大金荣膺第 21 届日本环境交流大奖优秀奖

日前，在由日本环境省以及地球·人类环境论坛（Global Environmental Forum）共同主办的“第 21 届环境交流大奖”（Excellent Environmental Communication Award）中，大金集团凭借其《2017 CSR 报告书》中对外发布的关于环境保护及在可持续发展社会中做出的杰出贡献，荣获“环境交流大奖优秀奖”。



“环境交流大奖”是以表彰优秀的 CSR 报告书、环境活动报告及电视环境广告，促进企业开展环保活动及环境事业上的交流沟通为目的而设置的表彰制度奖。自 1998 年举办以来，迄今已成功举办了 21 届。

大金集团荣膺“环境交流大奖优秀奖”，是对其在环境保护领域及在可持续发展的社会贡献中，长期致力于共同创造空气与环境的新价值，始终以打造健康舒适的人居环境为己任的充分肯定。大金集团结合联合国可持续发展目标、《巴黎协定》等全球可持续发展趋势及自身的优势与资源，开展多项战略规划，力求共同创造空气与环境的新价值。



国际资讯 International News

澳大利亚与新西兰 为天然制冷剂创造机遇

2018年澳大利亚国际空调制冷及建筑服务展(ARBS)期间,有业内人士表示,全球削减HFC正在推动澳大利亚和新西兰暖通空调与制冷行业从HFCs转向天然制冷剂。

澳大利亚已从2018年1月1日开始削减HFC。这个国家计划到2036年削减85%的HFC消费。澳大利亚将通过逐步削减主要HFC进口的最大允许量来实现这一目标。

新西兰目前正在考虑引入到2036年将HFC消费削减80%和把HFC进口削减至不超过26万吨二氧化碳当量的目标。当前,新西兰对于HFC的管理体制实行的是排放交易计划制度。

美国中央空调和空气源热泵 2018年4月份出货量发布

2018年6月8日,美国空调供热制冷协会AHRI发布美国2018年4月中央空调和空气源热泵共出货732,858台,同比增长5.6%,去年同期出货数据为694,089台。中央空调出货为489,558台,同比增长4.6%,去年同期出货数据为467,884台。空气源热泵出货为243,300台,同比增长7.6%,去年同期出货数

据为226,205台。

2018年前4个月中央空调和空气能热泵累计出货2,559,978台,同比增长6.4%,去年出货数据为2,406,068台。中央空调出货为1,591,978台,同比增长2.7%,去年同期出货数据为1,549,802台。空气能热泵累计出货为968,000台,同比增长13.1%,去年同期出货数据为856,266台。

印度计划将空调强制性设置为24℃

印度政府正打算将空调默认温度设定为24℃。印度能源部长谢里克辛格日前发起了一项新的行动,旨在提高空调领域的能源效率,努力节约能源和减少温室气体。他建议空调制造商将默认温度设置在24℃,并表示政府可能会考虑在未来强制执行。

他建议空调的温度每提高1℃,就可节省6%的电能。他说:“大量商业机构、酒店和办公室的温度保持在18~21℃左右。”

到2030年,印度空调总负荷预计为200GW。目前印度空调总装机容量估计为8000万TR,到2030年增长为约2.5亿TR。

据说谢里克辛格已经在这个问题上与制造商会面,还讨论了设备上的标签以指示最佳温度。在4~6个月的宣传活动之后,将进行一项调查来收集公众反馈,能源部将考虑强制执行此温度设定。默认温度的广泛采用将每年节省200亿度的电力。

世界能源排名表明各国达成巴黎目标所需的能源效率

根据美国能效经济委员会(ACEEE)公布的《2018国际能效计分卡》,没有一个国家接近完美的分数,100分的情况下,平均值保持在51分,跟2016年持平。其中,德国和意大利今年以75.5分并列第一,紧随其后的是法国73.5分、英国73分和日本67分。

“我们的结果表明,所有国家都将受益于采用额外的能源效率政策,”ACEEE的执行董事Steve Nadel说,“这些政策将减少对能源进口的依赖,创造就业机会,

减少污染,并节约人们和企业的支出。他们还将帮助各国保持全球竞争力,满足气候目标。”Nadel指出,“到2040年,全球能源需求预计将增长30%。”

从积极的方面看,今年墨西哥是最进步最快的国家,从2016年的19为上升为今年的12位,分数增加17分。墨西哥最近实施了一项总体能源效率计划——国家可持续能源利用计划——刺激了对能效项目和标准的大量投资。此外,墨西哥在今年的排名中仅次于美国和加拿大,这表

明北美自由贸易协定(NAFTA)可能在协调三个成员国之间的工作中发挥作用。

今年排名垫底是沙特阿拉伯和阿拉伯联合酋长国,分别为16.5分和18分。根据国际能源机构的说法,到2040年,能源效率将占到的温室气体减排总量的一半以限制全球气温上升到2℃。为了满足气候目标和获得能源效率的多重利益,各国应该通过经济和能源相关的计划来建立能效,并通过模仿领先国家的最佳政策和实践来相互学习。



IEA

《世界可再生能源供热现状及政策》IV

2018年1月，国际能源署IEA发布了《可再生能源供暖政策报告》，报告整理了2017年2月在法国召开的“可再生供暖和制冷研讨会”的主要内容，涵盖了9个国家的清洁能源政策、现状和政策，包括中国、美国、丹麦、芬兰、瑞典、法国、德国、荷兰、英国的项目分析，以及对未来清洁能源政策的指导意见。本刊将从本期起用连载方式分别从概要、清洁能源解决办法、发展瓶颈和政策对策、项目分析、政策建议介绍此报告。

4. 国家案例研究

中国和美国：全球两大供热消费国

中国和美国是消耗热量最多的两个国家。在2015年，两

国占全球热量消耗的37%。可再生能源供热在这两个国家仍然不发达，在中国的份额仅为3%，而在美国则只有10%。然而，中国的十二五和十三五计划都设立了雄心勃勃的可再生能源供热目标，美国几个州制定增加可再生能源供暖应用的计划。与欧盟国家相比，这两个国家的可再生能源供暖数据很差，这使得评估政策的影响很困难。

中国

在中国，工业占据三分之二的热量需求，取暖和热水需求正在增长。中国最大的城市处于夏热冬冷气候区。随着中国人口的城市化程度越来越高，对供暖和制冷的需求也迅速增加。住宅的热需求（包括用于取暖的电

能，但不包括传统的生物质）从2007年7.0 EJ增加到2015年的10.6 EJ，增加了55%（IEA，2017e）。工业生产（特别是能源密集型行业，如钢铁行业）的增长也导致同期工业用热需求增长了31%。

中国取暖需求越来越多地被区域供热系统满足。中国区域供热目前覆盖了约85亿m²建筑面积，自2005年以来，增长了近3倍（IEA，2017h）。这些系统的供热设备主要是燃煤锅炉和燃煤热电厂，这是造成当地空气污染的主要原因。

目前，可再生能源供暖满足区域供热需求的贡献仅1%左右、约占总热量需求的2%。然而，区域供热系统确实为供热脱碳和可再生热源供暖集成提供了

良好的基础。国际可再生能源机构（IRENA，2017a）最近的一份报告表明，2030 年区域供热的可再生能源份额达到 24% 具有可行性，主要采用地热、生物能和太阳能。电锅炉和热泵的使用也有助于风力发电的集成。一份新的国际能源署报告分析了中国区域供热多样化的选择，并提供了政策建议。

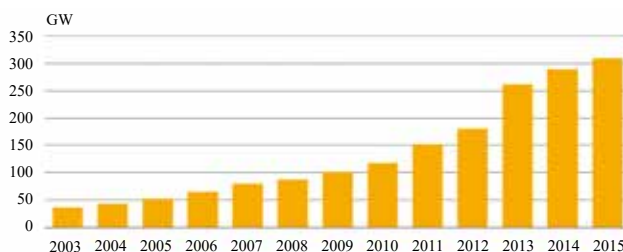
中国政府已经认识到有必要将供暖方式转换为清洁能源。十二五计划（2011~2015）包含了太阳能热水和地热应用的目标。4 亿 m^2 太阳能热水器集热器面积的太阳能应用目标已超额完成，实际安装了 4.4 亿 m^2 ，中国现在拥有世界上最大的太阳能热水装机容量（309 GWTH）。在城市中，区域供热系统不供应热水（因为它们主要是蒸汽形式），太阳能热水成为一种具有性价比的热水供应选择。

太阳能热水器有时会得到了一些补贴，但由于其系统成本低，大部分的增长都是在没有国家干预的情况下实现的。某些地方政府发布了支持太阳热的政策。例如，深圳要求所有新建住宅安装太阳能热水器。然而，太阳能热水器的增长在达到创纪录的 2013 年后，增长的情况已经放缓，部分原因是由于房屋市场的放缓。在 2014 和 2015 年间，太阳能供热市场比前一年下降了 17%。

对于地热能（包括热泵），十二五计划是完成 120 万户和 5.8 亿 m^2 的住宅。截止 2014 年，共有 3.9 亿 m^2 建筑通过热泵或地热集中供暖，地热集中供暖面积比 2009 年增长了 2.8 倍。但热泵供暖占比仍然很小，约占集中供暖的 1%。

十三五计划（2016 至 2020 年）包括太阳能、地热和生物质热的新的目标：

2003~2015 年中国太阳能供热累计装机容量



来源：IEA-SHC (2017)，世界太阳能供热

- 太阳能供热：
安装 4 亿 m^2 ，总共达到 8 亿 m^2 。
- 地热能：
总计 16 亿 m^2 连接成片。
- 生物量：
从 2016 年的 800Mt 增长到 2020 年的 30Mt。

主要消息：

尽管最近有所放缓，中国在太阳能供热应用方面已经取得了可观的增长。预计到 2020 年装机容量将翻一倍。

达到这些目标将减少与城市供暖有关的空气污染影响，这是中国政府的首要任务。为了帮助实现这一目标，中国宣布了一个清洁供热试点城市计划。试点城市每年将收到 0.5 至 10 亿元（7500 万美元至 1 亿 5000 万元），共三年来实施清洁供热解决方案。此外，在 2017 年 12 月，为北方供暖地区发布了一个清洁供热计划。五年计划的目标是到 2019 年煤炭消费量减少 7400 万吨，到 2021 年减少 1.5 亿吨，并由可再生能源替代。

对于地热能，政府在 2016 年发布了一项发展计划，以帮助实现十三五计划的目标。最近，中国石化集团宣布在全国十三五计划期间，覆盖全国 20 座无烟城市，用地热能替代煤炭，达到 1 亿 m^2 。

中国主要政策总结

- 五年计划目标和实现这些目标的良好成绩。
- 太阳能热水供暖快速发展，无需补贴。
- 空气污染是将城市供热转变为可再生能源的重要驱动力。

美国

2015 年，可再生能源占美国热量消耗的 10.5% 左右。但缺少供热和可再生供热应用的具体数据。可用的最好信息是对于居住建筑，天然气占据了住宅取暖的一半份额。电力供应占住户 36% 的取暖，以及 45% 家庭生活热水。共有 1200 万户家庭（约 10% 户）使用热泵。其中大部分是在美国潮湿地区，冬天比较暖和。生物质很少用作主要的加热燃料（仅占 2% 的家庭），但作为第二热源的使用更为常见，在大约 8% 的家庭中使用。生活热水通过太阳能加热，在美国主要为泳池加热。在 2015 年，美国占全球太阳能供热装机容量的 4%（17.4 GWTH），而在欧洲其占全球总热量的 11.3%。

与欧盟国家和中国不同，在联邦层面上，美国没有可再生能源的具体目标，也没有明确的政策。然而，一些州已经实施可再生能源供暖和制冷计划或策略。例如，佛蒙特 2016 年的综合能源

计划，到 2025 年可再生热量的份额从 20% 增加到 30% 的目标。

自 2006 年以来，联邦对于可再生供热技术推出了抵税措施，但大多数在 2016 年底到期。截至 2017 年，唯一剩下的税收抵免 30% 是太阳能供热，将实施至 2022 年。此项税收抵免对新建和既有建筑以及商业应用均有效。

在许多州也有其他激励措施。包括：

- 在许多州对各种可再生供热技术免征销售税。

- 对于木质炉灶和生物质锅炉，十一个州有税收优惠和退税。

- 纽约州为生物质供热系统、空气源和地源热泵以及生物柴油与传统的混合供热提供了一系列激励措施。

此外，一些州已经将可再生供热纳入可再生能源标准（RPS），历史上主要集中在发电方面：

- 在 RPS 方案的 29 个州中，有 12 个州包括了可再生热技术，主要为太阳能供热。

- 在 2014 年，新罕布什尔州第一个要求可再生能源标准（RPS）中供热占一定比例。超过 10 兆瓦的容量已包括在到可再生能源标准内。到 2025 年，2% 的能源将来自可再生能源，占可再生能源标准的 24.8%。

在美国，区域供暖起着很小的作用，尽管在许多地区早已建立了区域供热网络，例如在纽约。目前，区域供热主要由天然气供应，煤和石油也占一定比例。艾瑞纳最近的一项研究指出可再生

能源在区域供热和制冷中的份额增加到 36%，主要基于生物质的巨大潜力，以及一些太阳能热和地热能。

美国主要政策总结

- 联邦政府没有可再生能源的目标和明确的政策。

- 大多数州有相关政策和激励，但不是所有州都参与。

- 缺乏多个项目的数据使得评估较困难。

2018 年 1 月，国际能源署 IEA 发布了《可再生能源供暖政策报告》，本刊用 4 期篇幅从概要、清洁能源解决办法、发展瓶颈和政策对策、案例分析等方面介绍了此报告。



热点
聚焦

Spotlight

对接雄安新区建设
深化京津冀协同发展

中国建研院专业服务 落户河北保定国家高新区

7月3日，“中国建筑科学研究院河北分院”暨“中国建筑科学研究院有限公司建筑能源与环境检测中心河北检测部”揭牌仪式隆重举行。

国家空调设备质量监督检验中心主任路宾为仪式主持；保定市人民政府副秘书长管志民，保定国家高新区管委会主任李保森，副主任佟维力，副主任柏纪伟，以及保定国家高新区经发局、住建局、规划局、质监局、科技局、审批局等出席；中国建筑科学研究院有限公司专业总工，建筑环境与节能研究院院长徐伟，中国建筑科学研究院有限公司建筑能源与环境检测中心副主任曹阳也专程到场。

河北保定国家高新区是技术产业的聚集区，更是高端人才，高端平台的聚集区。在近年来的发展中，着力构建以新能源，智慧能源为主导的产业格局，推动中国电谷升级发展；在协同发展的背景下，积极引入京津创新要素资源，聚集了多个新

能源、新材料领域国家级检测平台，一批行业内的顶级专家成为推动产业升级的重要支撑力量。

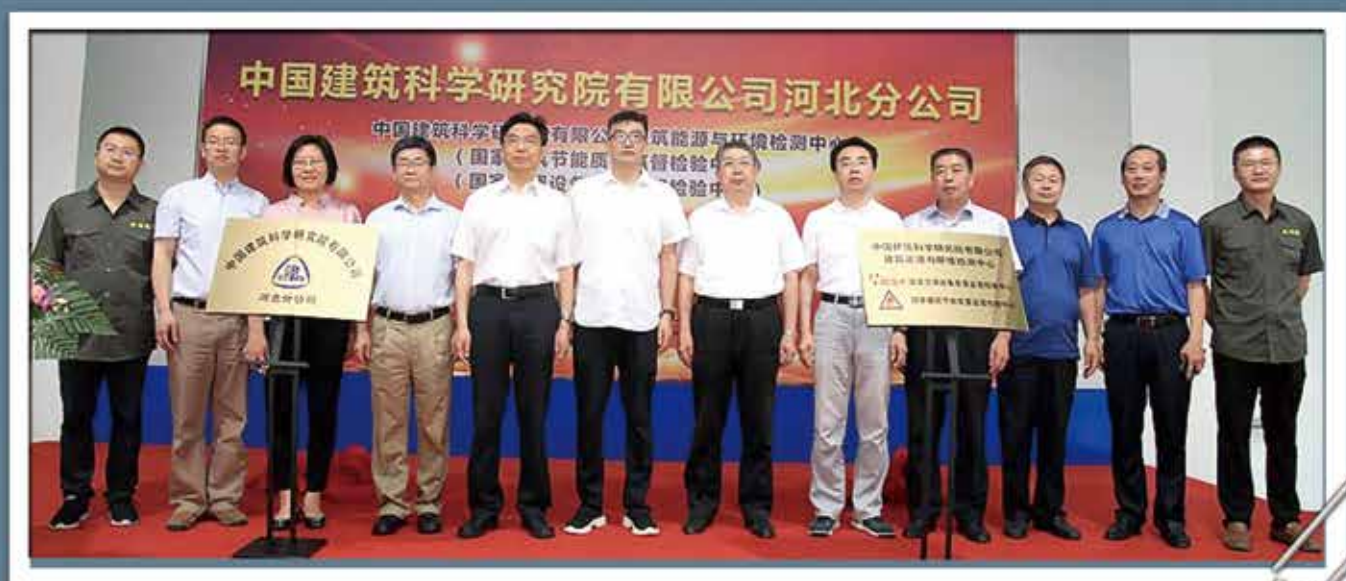
中国建筑科学研究院有限公司一直以应用研究和开发研究为主，致力于解决我国工程建设中的关键技术问题；负责编制与管理我国主要的工程建设技术标准 and 规范，开展行业所需的共性、基础性、公益性技术研究。旗下建筑环境与节能研究院在建筑节能、可再生能源建筑应用、清洁取暖、被动式超低能耗建筑等领域深耕多年，并在该领域与保定市开展了多项长期合作。

此次落户保定的中国建筑科学研究院有限公司建筑能源与环境检测中心河北检测部，是河北首个建筑类国家级检测中心，设有大型双焓差实验室、采暖散热器实验室、太阳能实验室等三个实验室，业务范围涵盖“空气源热泵机组”检测、“风机盘管”检测、“组合式空调机组”检测、“新风换气机”检测、“采暖散热器”检测、“太阳能”检测等。

“中国建筑科学研究院有限公司作为建筑业科技发展的引领者，在科研、技术、人才等方面积淀深厚、实力雄厚。分公司落户保定高新区，与我们发展绿色低碳产业理念相契合，必将推进建筑业向更高层级发展，完善高新区绿色低碳产业体系，注入新动能，形成新支撑”，保定国家高新区管委会副主任佟维力在挂牌仪式的致辞中特别指出。

中国建筑科学研究院有限公司专业总工，建筑环境与节能研究院院长徐伟则表示，“中国建筑科学研究院有限公司河北分院成功落户保定市，得到了保定市政府、保定高新区管委会的大力支持，这是地方合作、互利双赢的结晶。我们将持续地在清洁取暖、建筑节能、被动式超低能耗建筑等领域的研发、检测、咨询、设计方面为保定市做好服务。”

揭牌仪式完成后，与会领导和嘉宾参观河北检测部实验室。



智慧绿色发展 走进雄安新区

2018 建筑绿色新技术发展与能源应用高峰论坛
暨第二届热泵供暖技术发展高峰论坛在河北保定隆重举行



**徐伟 | 院长**

中国建筑科学研究院
建筑环境与节能研究院

致辞**律方成 | 副校长**

华北电力大学

致辞**李保森 | 主任**

保定国家高新技术产业
开发区管理委员会

致辞**邹德芳 | 总经理**

河北纳森空调有限公司

致辞**王东青 | 秘书长**

中国建筑节能协会暖通空调 / 地源热泵专业
委员会

主持开幕式

为更好推动行业技术进步与发展,7月3~4日,“智慧绿色发展 走进雄安新区”2018建筑绿色新技术发展与能源应用高峰论坛暨第二届热泵供暖技术发展高峰论坛在河北保定隆重举行。来自全国科研院所、高校、设计院、房地产公司、检测机构、设备生产企业以及新闻媒体代表260余人出席了本届论坛。

本次高峰论坛由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院主办,中国建筑节能协会暖通空调\地源热泵专业委员会、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、华北电力大学及河北纳森空调有限公司协办。国家建筑节能质量监督检验中心、国家空调设备质量监督检验中心、国家太阳能热水器质量监督检验中心(北京)、住建部供热质量监督检验中心、中卓国际建筑设计有限公司、海尔中央空调、三星中央空调以及上海翱途流体科技有限公司大力支持。

会议开幕式由中国建筑节能协会暖通空调\地源热泵专业委员会秘书长王东青主持。

中国建筑科学研究院建筑环

境与节能研究院徐伟院长、保定国家高新技术产业开发区管理委员会李保森主任、华北电力大学律方成副校长、河北纳森空调有限公司邹德芳总经理等领导和企业嘉宾致开幕辞。

上午的主题论坛由中国建筑设计研究院潘云钢总工程师主持。

中国科学院汪集旻院士作了《地热与分布式可再生能源系统》主题报告。汪院士指出我国地热资源丰富,“地热+”,是未来新能源和可再生能源的发展方向。

国家发改委能源研究所可持续发展中心康艳兵主任从宏观政策和高新区建设方面分享了《城市绿色发展路径与对策》。他强调,

绿色发展的核心问题是能源问题,本质是发展问题,城市新区最应该也最有条件引领绿色发展潮流,以最少的资源环境消耗满足人们日益提高的需求,以人民为中心,注重质量效益。

雄安万科绿色研究中心郑峥博士从万科在雄安新区建筑研发和实践的实际出发,详细阐述了雄安万科建筑研究中心的情况,这一中心以实例为雄安新区超低能耗建筑的建设树立样板。

天津市建筑设计院总工伍小亭从《如何提高地源热泵系统性能?》的角度分享了设计经验和体会,他指出,当前我国地源热泵系统应用还存在大量问题,提





高热泵空调性能转变理念与方法
是必须的，要实现精心与精细化
设计，紧密注意影响热泵空调系
统性能的若干问题。在实际工作
中要抓住八个关键问题，设计模
式由处方式转变为性能化、方法
有“对标”转变为“基本合标”+
优化等。

下午的主题论坛由河北暖通
空调工程技术中心张子平主任主
持。

中国建筑科学研究院环能院
院长徐伟对《清洁供暖方案的比
较与选择》进行了专业阐述，他
通过对各类方案的多个环节深入
剖析，建议各地在制定方案时需
对建筑密度、经济水平、气候条件、

资源条件、居民习惯等摸清底数，
然后因地制宜地确定目标、技术
路线，加强组织监管，科学有序
推进清洁取暖发展。

第一人居贾岩总经理分享了
《健康舒适人居环境实践》主题
报告。打造最佳宜居环境成为全
社会关注的焦点，当代置业从研
发、设计、采购、监理、运营等
各环节出发、助力绿色建筑发展，
解决用户、开发商痛点问题。

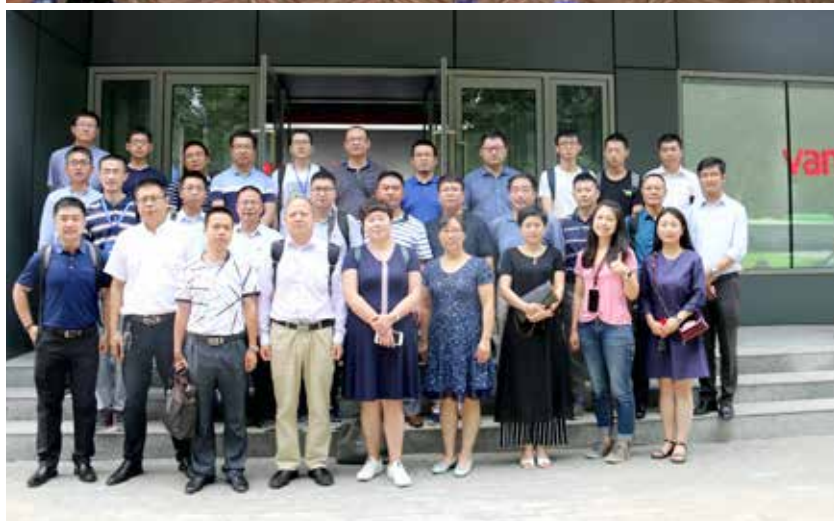
海尔中央空调柳燕青技术总
监作了《海尔中央空调供热解决
方案》主题报告，重点介绍了海
尔商用热泵产品系列以及海尔热
泵典型应用工程。

中国石化新星石油有限公司

新能源研究院副院长李瑞霞作了
《雄安新区地热资源情况和开
发利用现状》主题报告。基于雄
安新区资源条件，中石化新星公
司提出了以中深层地热能为主、
浅层地热能、再生水余热、垃圾
发电余热为辅，综合考虑燃气等
清洁能源为补充的“地热+”方
案，解决雄安新区的供热需求。

河北纳森空调有限公司技术
总监宋垒作了《助力煤改电 再上
新征程》主题报告，向与会嘉宾
分享了纳森空调空气源热泵、水
（地）源热泵等系列产品技术特
点和工程应用案例情况。

中国地质调查局地热资源调
查研究中心朱喜博士介绍了《中



国地热资源及其调查评价》。

三星中央空调余靖经理作了《三星低温空气源热泵系统应用案例》主题报告。重点分享了三星空气源系列产品节能高效的系统、强力低温制热、智慧除霜、除冰技术、一体化集成设备的性能特点以及工程应用案例等。

中国建筑科学研究院有限公司杨英霞博士介绍了测控中心在北方农村空气源热泵供暖项目进行时的相关监测工作，并表示清洁供暖是个系统工程，全面的运行监测、跟踪分析不可缺少，空气源热泵供暖项目应用中关键要摸清建筑热负荷和老百姓取暖需求，重点关注用户行为的节能、

节钱，同时对热泵系统性能提升时，可从系统配置、调节控制和运维管理等方面着手。

主题论坛后，徐伟理董事长主持了“清洁取暖让生活更美好”主题对话，邀请潘云钢总工、伍小亭总工、李瑞霞副院长、纳森邹德芳总经理、海尔柳燕青总监、翱途陈雷昕总经理等嘉宾参加，共话行业形势，探讨未来发展。

7月4日，与会嘉宾参观了雄安万科绿色研究发展中心。重点了解万科绿色建筑产品实验室、健康舒适家居样板间、超低能耗被动式建筑以及装配式建筑等。万科致力于绿色发展的理念，给大家留下了深刻的印象。

致谢

本次论坛从会议筹备、嘉宾邀请、代表组织、会议接待等得到了中国建筑科学研究院河北分院、中国建筑科学研究院有限公司建筑能源与环境检测中心河北检测部、华北电力大学、中卓国际建筑设计有限公司团队的鼎力支持，感谢河北纳森空调有限公司、海尔中央空调、三星中央空调、上海翱途科技有限公司的大力协助！推动行业技术交流，助力新区建设和京津冀协同发展，2018 建筑绿色新技术发展与能源应用高峰论坛暨第二届热泵供暖技术发展高峰论坛圆满成功！

国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知

国发〔2018〕22号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

现将《打赢蓝天保卫战三年行动计划》印发给你们，请认真贯彻执行。

国务院

2018年6月27日

打赢蓝天保卫战三年行动计划

打赢蓝天保卫战，是党的十九大作出的重大决策部署，事关满足人民日益增长的美好生活需要，事关全面建成小康社会，事关经济高质量发展和美丽中国建设。为加快改善环境空气质量，打赢蓝天保卫战，制定本行动计划。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中全会精神，认真落实党中央、国务院决策部署和全国生态环境保护大会要求，坚持新发展理念，坚持全民共治、源头防治、标本兼治，以京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原等区域（以下称重点区域）为重点，持续开展大气污染防治行动，综合运用经济、法律、技术和必要的行政手段，大力调整优化产业结构、能源结构、运输结构和用地结构，强化区域联防联控，狠抓秋冬季污染治理，统筹兼顾、系统谋划、精准施策，坚决打赢蓝天保卫战，实现环境效益、经济效益和社会效益多赢。

（二）目标指标。经过3年努力，大幅减少主要大气污染物排放总量，协同减少温室气体排放，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，明显改善环境空气质量，明显增强人民的蓝天幸福感。

到2020年，二氧化硫、氮氧化物排放总量分别比2015年下降15%以上；PM_{2.5}未达标地级及以上城市浓度比2015年下降18%以上，地级及以上城市空气质量优良天数比率达到80%，重度及以上污染天数比率比2015年下降25%以上；提前完成“十三五”目标任务的省份，要保持和巩固改善成果；尚未完成的，要确保全面实现“十三五”约束性目标；北京市环境空气质量改善目标应在“十三五”目标基础上进一步提高。

（三）重点区域范围。京津冀及周边地区，包含北京市、天津市、河北省石家庄、唐山、邯郸、邢台、保定、沧州、廊坊、衡水市以及雄安新区，山西省太原、

阳泉、长治、晋城市，山东省济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市，河南省郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳市等；长三角地区，包含上海市、江苏省、浙江省、安徽省；汾渭平原，包含山西省晋中、运城、临汾、吕梁市，河南省洛阳、三门峡市，陕西省西安、铜川、宝鸡、咸阳、渭南市以及杨凌示范区等。

二、调整优化产业结构，推进产业绿色发展

（四）优化产业布局。各地完成生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、环境准入清单编制工作，明确禁止和限制发展的行业、生产工艺和产业目录。修订完善高耗能、高污染和资源型行业准入条件，环境空气质量未达标城市应制订更严格的产业准入门槛。积极推行区域、规划环境影响评价，新、改、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等项目的环境影响评价，应满足区域、规划环评要求。（生态环境部牵头，发展改革委、工业和信息化部、自然资源部参与，地方各级人民政府负责落实。以下均需地方各级人民政府落实，不再列出）

加大区域产业布局调整力度。（略）

（五）严控“两高”行业产能。重点区域严禁新增钢铁、焦化、电解铝、铸造、水泥和平板玻璃等产能；严格执行钢铁、水泥、平板玻璃等行业产能置换实施办法；新、改、扩建涉及大宗物料运输的建设项目，原则上不得采用公路运输。（工业和信息化部、发展改革委牵头，生态环境部等参与）

加大落后产能淘汰和过剩产能压减力度。严格执行质量、环保、能耗、安全等法规标准。修订《产业结构调整指导目录》，提高重点区域过剩产能淘汰标准。重点区域加大独立焦化企业淘汰力度，京津冀及周边地区实施“以钢定焦”，力争2020年炼焦产能与钢铁产能比达到0.4左右。严防“地条钢”死灰复燃。2020年，河北省钢铁产能控制在2亿吨以内；列入去产能计划的钢铁企业，需一并退出配套的烧结、焦炉、高炉等设备。（发展改革委、工业和信息化部牵头，生态环境部、财政部、市场监管总局等参与）

(六) 强化“散乱污”企业综合整治。全面开展“散乱污”企业及集群综合整治行动。根据产业政策、产业布局规划,以及土地、环保、质量、安全、能耗等要求,制定“散乱污”企业及集群整治标准。实行拉网式排查,建立管理台账。按照“先停后治”的原则,实施分类处置。列入关停取缔类的,基本做到“两断三清”(切断工业用水、用电,清除原料、产品、生产设备);列入整合搬迁类的,要按照产业发展规模化、现代化的原则,搬迁至工业园区并实施升级改造;列入升级改造类的,树立行业标杆,实施清洁生产技术改造,全面提升污染治理水平。建立“散乱污”企业动态管理机制,坚决杜绝“散乱污”企业项目建设和已取缔的“散乱污”企业异地转移、死灰复燃。京津冀及周边地区2018年底前全面完成;长三角地区、汾渭平原2019年底前基本完成;全国2020年底前基本完成。(生态环境部、工业和信息化部牵头,发展改革委、市场监管总局、自然资源部等参与)

(七) 深化工业污染治理。(略)

(八) 大力培育绿色环保产业。壮大绿色产业规模,发展节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业,培育发展新动能。积极支持培育一批具有国际竞争力的大型节能环保龙头企业,支持企业技术创新能力建设,加快掌握重大关键核心技术,促进大气治理重点技术装备等产业化发展和推广应用。积极推行节能环保整体解决方案,加快发展合同能源管理、环境污染第三方治理和社会化监测等新业态,培育一批高水平、专业化节能环保服务公司。(发展改革委牵头,工业和信息化部、生态环境部、科技部等参与)

三、加快调整能源结构,构建清洁低碳高效能源体系

(九) 有效推进北方地区清洁取暖。坚持从实际出发,宜电则电、宜气则气、宜煤则煤、宜热则热,确保北方地区群众安全取暖过冬。集中资源推进京津冀及周边地区、汾渭平原等区域散煤治理,优先以乡镇或区县为单元整体推进。2020年采暖季前,在保障能源供应的前提下,京津冀及周边地区、汾渭平原的平原地区基本完成生活和冬季取暖散煤替代;对暂不具备清洁能源替代条件的山区,积极推广洁净煤,并加强煤质监管,严厉打击销售使用劣质煤行为。燃气壁挂炉能效不得低于2级水平。(能源局、发展改革委、财政部、生态环境部、住房城乡建设部牵头,市场监管总局等参与)

抓好天然气产供储销体系建设。力争2020年天然气占能源消费总量比重达到10%。新增天然气量优

先用于城镇居民和大气污染严重地区的生活和冬季取暖散煤替代,重点支持京津冀及周边地区和汾渭平原,实现“增气减煤”。“煤改气”坚持“以气定改”,确保施工安全、安全使用、安全管理。有序发展天然气调峰电站等可中断用户,原则上不再新建天然气热电联产和天然气化工项目。限时完成天然气管网互联互通,打通“南气北送”输气通道。加快储气设施建设步伐,2020年采暖季前,地方政府、城镇燃气企业和上游供气企业的储备能力达到量化指标要求。建立完善调峰用户清单,采暖季实行“压非保民”。(发展改革委、能源局牵头,生态环境部、财政部、住房城乡建设部等参与)

加快农村“煤改电”电网升级改造。制定实施工作方案。电网企业要统筹推进输变电工程建设,满足居民采暖用电需求。鼓励推进蓄热式等电供暖。地方政府对“煤改电”配套电网工程建设应给予支持,统筹协调“煤改电”、“煤改气”建设用地。(能源局、发展改革委牵头,生态环境部、自然资源部参与)

(十) 重点区域继续实施煤炭消费总量控制。到2020年,全国煤炭占能源消费总量比重下降到58%以下;北京、天津、河北、山东、河南五省(直辖市)煤炭消费总量比2015年下降10%,长三角地区下降5%,汾渭平原实现负增长;新建耗煤项目实行煤炭减量替代。按照煤炭集中使用、清洁利用的原则,重点削减非电力用煤,提高电力用煤比例,2020年全国电力用煤占煤炭消费总量比重达到55%以上。继续推进电能替代燃煤和燃油,替代规模达到1000亿度以上。(发展改革委牵头,能源局、生态环境部参与)

制定专项方案,大力淘汰关停环保、能耗、安全等不达标的30万千瓦以下燃煤机组。对于关停机组的装机容量、煤炭消费量和污染物排放量指标,允许进行交易或置换,可统筹安排建设等容量超低排放燃煤机组。重点区域严格控制燃煤机组新增装机规模,新增用电量主要依靠区域内非化石能源发电和外送电满足。限时完成重点输电通道建设,在保障电力系统安全稳定运行的前提下,到2020年,京津冀、长三角地区接受外送电量比例比2017年显著提高。(能源局、发展改革委牵头,生态环境部等参与)

(十一) 开展燃煤锅炉综合整治。加大燃煤小锅炉淘汰力度。县级及以上城市建成区基本淘汰每小时10蒸吨及以下燃煤锅炉及茶水炉、经营性炉灶、储粮烘干设备等燃煤设施,原则上不再新建每小时35蒸吨以下的燃煤锅炉,其他地区原则上不再新建每小时10蒸吨以下的燃煤锅炉。环境空气质量未达标城市应进一步加大淘汰力度。重点区域基本淘汰每小时35蒸吨以下燃煤锅炉,每小时65蒸吨及以上燃煤锅

炉全部完成节能和超低排放改造；燃气锅炉基本完成低氮改造；城市建成区生物质锅炉实施超低排放改造。

（生态环境部、市场监管总局牵头，发展改革委、住房城乡建设部、工业和信息化部、能源局等参与）（略）

（十二）提高能源利用效率。继续实施能源消耗总量和强度双控行动。健全节能标准体系，大力开发、推广节能高效技术和产品，实现重点用能行业、设备节能标准全覆盖。重点区域新建高耗能项目单位产品（产值）能耗要达到国际先进水平。因地制宜提高建筑节能标准，加大绿色建筑推广力度，引导有条件地区和城市新建建筑全面执行绿色建筑标准。进一步健全能源计量体系，持续推进供热计量改革，推进既有居住建筑节能改造，重点推动北方采暖地区有改造价值的城镇居住建筑节能改造。鼓励开展农村住房节能改造。（发展改革委、住房城乡建设部、市场监管总局牵头，能源局、工业和信息化部等参与）

（十三）加快发展清洁能源和新能源。到2020年，非化石能源占能源消费总量比重达到15%。有序发展水电，安全高效发展核电，优化风能、太阳能开发布局，因地制宜发展生物质能、地热能等。在具备资源条件的地方，鼓励发展县域生物质热电联产、生物质成型燃料锅炉及生物天然气。加大可再生能源消纳力度，基本解决弃水、弃风、弃光问题。

（能源局、发展改革委、财政部负责）

四、积极调整运输结构，发展绿色交通体系（略）

五、优化调整用地结构，推进面源污染治理（略）

六、实施重大专项行动，大幅降低污染物排放

（二十二）开展重点区域秋冬季攻坚行动。制定并实施京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案，以减少重污染天气为着力点，狠抓秋冬季大气污染防治，聚焦重点领域，将攻坚目标、任务措施分解落实到城市。各市要制定具体实施方案，督促企业制定落实措施。京津冀及周边地区要以北京为重中之重，雄安新区环境空气质量要力争达到北京市南部地区同等水平。统筹调配全国环境执法力量，实行异地交叉执法、驻地督办，确保各项措施落实到位。（生态环境部牵头，发展改革委、工业和信息化部、财政部、住房城乡建设部、交通运输部、能源局等参与）

（二十三）打好柴油货车污染治理攻坚战。（略）

（二十四）开展工业炉窑治理专项行动。（略）

（二十五）实施VOCs专项整治方案。（略）

七、强化区域联防联控，有效应对重污染天气

（二十六）建立完善区域大气污染防治协作机

制。将京津冀及周边地区大气污染防治协作小组调整为京津冀及周边地区大气污染防治领导小组；建立汾渭平原大气污染防治协作机制，纳入京津冀及周边地区大气污染防治领导小组统筹领导；继续发挥长三角区域大气污染防治协作小组作用。相关协作机制负责研究审议区域大气污染防治实施方案、年度计划、目标、重大措施，以及区域重点产业发展规划、重大项目建设等事关大气污染防治工作的重要事项，部署区域重污染天气联合应对工作。（生态环境部负责）

（二十七）加强重污染天气应急联动。强化区域环境空气质量预测预报中心能力建设，2019年底前实现7~10天预报能力，省级预报中心实现以城市为单位的7天预报能力。开展环境空气质量中长期趋势预测工作。完善预警分级标准体系，区分不同区域不同季节应急响应标准，同一区域内要统一应急预案标准。当预测到区域将出现大范围重污染天气时，统一发布预警信息，各相关城市按级别启动应急响应措施，实施区域应急联动。（生态环境部牵头，气象局等参与）

（二十八）夯实应急减排措施。制定完善重污染天气应急预案。提高应急预案中污染物减排比例，黄色、橙色、红色级别减排比例原则上分别不低于10%、20%、30%。细化应急减排措施，落实到企业各工艺环节，实施“一厂一策”清单化管理。在黄色及以上重污染天气预警期间，对钢铁、建材、焦化、有色、化工、矿山等涉及大宗物料运输的重点用车企业，实施应急运输响应。（生态环境部牵头，交通运输部、工业和信息化部参与）

重点区域实施秋冬季重点行业错峰生产。加大秋冬季工业企业生产调控力度，各地针对钢铁、建材、焦化、铸造、有色、化工等高排放行业，制定错峰生产方案，实施差别化管理。要将错峰生产方案细化到企业生产线、工序和设备，载入排污许可证。企业未按期完成治理改造任务的，一并纳入当地错峰生产方案，实施停产。属于《产业结构调整指导目录》限制类的，要提高错峰限产比例或实施停产。（工业和信息化部、生态环境部负责）

八、健全法律法规体系，完善环境经济政策（节选）

（二十九）完善法律法规标准体系。（略）

（三十）拓宽投融资渠道。（略）

（三十一）加大经济政策支持力度。建立中央大气污染防治专项资金安排与地方环境空气质量改善绩效联动机制，调动地方政府治理大气污染积极性。健全环保信用评价制度，实施跨部门联合奖惩。研究将

致密气纳入中央财政开采利用补贴范围，以鼓励企业增加冬季供应量为目标调整完善非常规天然气补贴政策。研究制定推进储气调峰设施建设的扶持政策。推行上网侧峰谷分时电价政策，延长采暖用电谷段时长至10个小时以上，支持具备条件的地区建立采暖用电的市场化竞价采购机制，采暖用电参加电力市场化交易谷段输配电价减半执行。农村地区利用地热能向居民供暖（制冷）的项目运行电价参照居民用电价格执行。健全供热价格机制，合理制定清洁取暖价格。完善跨省跨区输电价格形成机制，降低促进清洁能源消纳的跨省跨区专项输电工程增送电量的输配电价，优化电力资源配置。落实好燃煤电厂超低排放环保电价。全面清理取消对高耗能行业的优待类电价以及其他各种不合理价格优惠政策。建立高污染、高耗能、低产出企业执行差别化电价、水价政策的动态调整机制，对限制类、淘汰类企业大幅提高电价，支持各地进一步提高加价幅度。加大对钢铁等行业超低排放改造支持力度。研究制定“散乱污”企业综合治理激励政策。进一步完善货运价格市场化运行机制，科学规范两端费用。大力支持港口和机场岸基供电，降低岸电运营商用电成本。支持车船和作业机械使用清洁能源。研究完善对有机肥生产销售运输等环节的支持政策。利用生物质发电价格政策，支持秸秆等生物质资源消纳处置。（发展改革委、财政部牵头，能源局、生态环境部、交通运输部、农业农村部、铁路局、中国铁路总公司等参与）

加大税收政策支持力度。严格执行环境保护税法，落实购置环境保护专用设备企业所得税抵免优惠政策。研究对从事污染防治的第三方企业给予企业所得税优惠政策。对符合条件的新能源汽车免征车辆购置税，继续落实并完善对节能、新能源车船减免车船税的政策。（财政部、税务总局牵头，交通运输部、生态环境部、工业和信息化部、交通运输部等参与）

九、加强基础能力建设，严格环境执法督察

（三十二）完善环境监测监控网络。加强环境空气质量监测，优化调整扩展国控环境空气质量监测站点。加强区县环境空气质量自动监测网络建设，2020年底前，东部、中部区县和西部大气污染严重城市的区县实现监测站点全覆盖，并与中国环境监测总站实现数据直联。国家级新区、高新区、重点工业园区及港口设置环境空气质量监测站点。加强降尘量监测，2018年底前，重点区域各县市布设降尘量监测点位。重点区域各城市和其他臭氧污染严重的城市，开展环境空气VOCs监测。重点区域建设国家大气颗粒物组分监测网、大气光化学监测网以及大气环境天地空大

型立体综合观测网。研究发射大气环境监测专用卫星。（生态环境部牵头，国防科工局等参与）

强化重点污染源自动监控体系建设。（略）

加强移动源排放监管能力建设。（略）

强化监测数据质量控制。城市和区县各类开发区环境空气质量自动监测站点运维全部上收到省级环境监测部门。加强对环境监测和运维机构的监管，建立质控考核与实验室比对、第三方质控、信誉评级等机制，健全环境监测量值传递溯源体系，加强环境监测相关标准物质研制，建立“谁出数谁负责、谁签字谁负责”的责任追溯制度。开展环境监测数据质量监督检查专项行动，严厉惩处环境监测数据弄虚作假行为。对地方不当干预环境监测行为的，监测机构运行维护不到位及篡改、伪造、干扰监测数据的，排污单位弄虚作假的，依纪依法从严处罚，追究责任。（生态环境部负责）

（三十三）强化科技基础支撑。（略）

（三十四）加大环境执法力度。（略）

（三十五）深入开展环境保护督察。将大气污染防治作为中央环境保护督察及其“回头看”的重要内容，并针对重点区域统筹安排专项督察，夯实地方政府及有关部门责任。针对大气污染防治工作不力、重污染天气频发、环境质量改善达不到进度要求甚至恶化的城市，开展机动式、点穴式专项督察，强化督察问责。全面开展省级环境保护督察，实现对地市督察全覆盖。建立完善排查、交办、核查、约谈、专项督察“五步法”监管机制。（生态环境部负责）

十、明确落实各方责任，动员全社会广泛参与

（三十六）加强组织领导。（略）

（三十七）严格考核问责。（略）

（三十八）加强环境信息公开。（略）

（三十九）构建全民行动格局。环境治理，人人有责。倡导全社会“同呼吸共奋斗”，动员社会各方力量，群防群治，打赢蓝天保卫战。鼓励公众通过多种渠道举报环境违法行为。树立绿色消费理念，积极推进绿色采购，倡导绿色低碳生活方式。强化企业治污主体责任，中央企业要起到模范带头作用，引导绿色生产。（生态环境部牵头，各有关部门参与）

积极开展多种形式的宣传教育。普及大气污染防治科学知识，纳入国民教育体系和党政领导干部培训内容。各地建立宣传引导协调机制，发布权威信息，及时回应群众关心的热点、难点问题。新闻媒体要充分发挥监督引导作用，积极宣传大气环境管理法律法规、政策文件、工作动态和经验做法等。（生态环境部牵头，各有关部门参与）

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《民用建筑绿色性能计算标准》的公告

2018 年第 97 号

现批准《民用建筑绿色性能计算标准》为行业标准，编号为 JGJ/T449-2018，自 2018 年 12 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

住房和城乡建设部
2018 年 5 月 28 日

合肥市人民政府关于贯彻落实合肥市绿色建筑发展条例的实施意见

合政〔2018〕63 号

各县（市）、区人民政府，市有关单位：

为全面推进我市绿色建筑发展，持续提升建筑能效，促进城乡建设绿色发展，结合我市实际，提出如下意见。

一、指导思想（略）

二、目标任务

将绿色建筑发展工作纳入各级政府国民经济和社会发展规划，新建民用建筑全部按照绿色建筑标准设计建造，绿色建筑工作目标责任考核制度基本建立，绿色建筑产业逐步壮大，既有民用建筑节能改造模式基本形成，绿色建筑能效测评和标识评价机制逐步健全，民用建筑品质不断提升，与自然和谐共生的可持续绿色发展的建筑目标基本实现。力争用五年时间，基本建成具有合肥特色的绿色建筑发展机制。

三、重点工作

（一）完善绿色建筑发展推动机制。（节选）

1. 全面履行政府责任。（略）
2. 制定绿色建筑激励政策。（略）
3. 加快绿色生态城市建设。（略）
4. 鼓励引导社会参与。（略）

（二）明确绿色建筑规划阶段要求。

1. 编制绿色建筑发展规划。市城乡建设主管部门会同相关部门根据国民经济和社会发展规划和节能减排相关规划，结合城市建设和经济社会发展实际，编制市级绿色建筑发展规划。绿色建筑发展规划应当与生态环保、海绵城市建设、能源综合利用、水资源综合利用、固体废弃物综合利用、绿色交通和地下空间开发利用等专项规划相衔接。（责任单位：市城乡建委、市规划局，各县（市）区政府、开发区管委会等）

2. 落实绿色建筑规划设计要求。各级规划主管部门应将绿色建筑发展规划的相关要求纳入控制性详细规划，并在建设用地规划设计条件中明确绿色建筑等级和技术指标。（责任单位：市规划局，各县（市）区政府、开发区管委会等）

3. 落实绿色建筑土地供应要求。土地供应时，要依据建设用地规划设计条件或者建设用地规划许可证，将绿色建筑有关要求纳入国有建设用地供应方案或者国有建设用地划拨决定书。（责任单位：市国土局、市规划局，各县（市）区政府、开发区管委会等）

4. 强化绿色建筑前期管理。执行绿色建筑标准的建设项目，建设单位编制可行性研究报告或者项目申请报告时，应当明确绿色建筑等级、绿色建筑技术、节能减排效果等内容；初步设计文本中应当包含绿色建筑专篇。（责任单位：市发改委，各县（市）区政府、开发区管委会等）

5. 全面推进绿色建筑建设要求。城镇总体规划确定的城镇建设用地范围内新建民用建筑应当按照一星级以上绿色建筑标准进行建设。进一步推进高星级绿色建筑建设，大型公共建筑、公共机构办公建筑和政府投资的其他公共建筑按照二星级以上绿色建筑标准建设，鼓励按照三星级绿色建筑标准建设；总建筑面积达到 30 万平方米以上的新建居住小区按照二星级以上绿色建筑标准建设。（责任单位：市城乡建委、市规划局，各县（市）区政府、开发区管委会等）

6. 强化绿色建筑规划审查。在规划审查阶段，

城乡规划部门就建设工程设计方案是否符合绿色建筑等级和技术指标同步征求城乡建设部门意见。应当执行绿色建筑标准但不能满足绿色建筑强制性标准的项目,不得核发建设工程规划许可证。(责任单位:市规划局、市城乡建委,各县(市)区政府、开发区管委会等)

(三)明确绿色建筑建设阶段要求。(略)

(四)明确绿色建筑运营改造要求。(节选)

1. 强化绿色建筑运营管理。绿色建筑的运营应当符合下列要求:节能、节水、室内外环境维护等管理制度完备;节能、节水和建筑用能分项计量及建筑能耗实时监测设备等设施运行正常;供暖、通风、空调、照明等设备的自动监控系统运行正常,空调使用符合国家规定的温度控制标准;废气、污水等污染物达标排放;垃圾收集容器规范设置,分类收集垃圾。

建筑物所有权人或者使用权人与物业服务企业签订物业服务合同时,可以约定载明符合绿色建筑特点的物业管理内容,并做好建筑物的围护结构、用能设备、可再生能源设备等日常维护工作。(责任单位:市房产局、市城乡建委,各县(市)区政府、开发区管委会等)

2. 建立健全建筑能耗监督管理体系。(略)

3. 推进合同能源管理模式。(略)

4. 推进既有建筑节能和绿色化改造。建立以政府引导、市场主导的既有建筑节能改造市场运作机制,按照国家和省相关要求,开展既有建筑节能和绿色化改造试点示范。

市、县(市)区城乡建设主管部门会同发改、教育、规划、卫生、房产、商务、旅游、机关事务管理部门,根据经济社会发展水平和城市建设管理现状等实际情况,结合既有建筑改造和城市更新专项工作,有计划、分步骤地开展既有民用建筑节能与绿色化改造,制定既有民用建筑节能与绿色化改造计划。结合“两治三改”专项行动积极推进既有建筑节能改造,到2020年完成150万平方米既有公共建筑节能改造任务。

市、县(市)区机关事务管理部门负责既有国家机关办公建筑的节能与绿色化改造工作。(责任单位:市城乡建委、市机关事务管理局、各县(市)区政府、开发区管委会等)

5. 加大绿色建筑节能改造政府投入。国家机关办公建筑节能和绿色化改造费用纳入同级财政预算。教育、科技、文化、卫生、体育等公益事业使用的公共建筑节能和绿色化改造费用,由市、县级财政和建筑物所有权人共同承担。其他民用建筑的节能

和绿色化改造应当征得业主同意,其费用由所有权人承担,市、县级财政应当给予适当补贴。(责任单位:市财政局、市发改委、市城乡建委,各县(市)区政府、开发区管委会等)

(五)推进绿色建筑技术创新。(节选)

1. 推动绿色建筑科技研究推广。强化建设领域产学研平台建设,加强建筑节能与绿色建筑科技研发能力建设,开展建筑节能与绿色建筑共性和关键技术研究。因地制宜推广可再生能源建筑一体化、屋面绿化、自然采光通风、建筑遮阳、节能门窗、隔声门窗、隔声楼地板等成熟技术。开展BIM技术项目示范建设,推进BIM技术应用,带动建筑业信息化和工业化深度融合。(责任单位:市城乡建委、市科技局、市经信委,各县(市)区政府、开发区管委会等)

2. 加快绿色建筑标准体系研究。全面施行65%建筑节能设计标准。根据本市气候特点、资源条件和经济水平,按照因地制宜、技术先进、经济合理的原则,组织制定优于国家标准或者行业标准的地方绿色建筑相关标准,研究推广适宜本地的绿色建筑技术,开展合肥市《绿色建筑设计导则》标准后评估研究。(责任单位:市城乡建委)

3. 提升节能门窗标准。(略)

4. 强化可再生能源应用。鼓励开展太阳能热水、太阳能光伏、地源热泵、空气能等可再生能源建筑应用的研究、示范和推广。新建公共机构办公建筑和建筑面积达到1万平方米以上的其他公共建筑,统一设计并安装一种以上与建筑能耗水平相适应的可再生能源利用系统。宾馆、医院等有热水系统设计要求的公共建筑和新建居住建筑,应当统一设计并安装太阳能、空气能等可再生能源热水系统。鼓励既有民用建筑在绿色化改造时,设计、安装太阳能等可再生能源利用系统。(责任单位:市城乡建委、市规划局,各县(市)区政府、开发区管委会等)

5. 推动充电配套设施建设。(略)

6. 推动海绵城市建设。(略)

7. 加快推进装配式建筑。符合条件的新建建筑应按照装配式实施建设,制定《进一步加快推进建筑产业化发展的实施意见》。到2020年,装配式建筑占新建建筑的比例达到20%以上。

市、县(市)区城乡建设主管部门应当会同相关部门,加强对装配式建筑项目从土地供应到竣工验收备案全过程的监督管理,并积极推进设计、生产与施工一体化建设,促进全产业链协同发展。(责任单位:市城乡建委、市房产局、市规划局、市国土局、市发改委,各县(市)区政府、开发区管委会等)

8. 绿色建材与资源循环利用。绿色建筑应当使用预拌砂浆、预拌混凝土、高强钢筋、新型墙体材料,推广应用高性能混凝土,鼓励就地取材,开发利用本地建材资源。(责任单位:市城乡建委、市经信委等)

鼓励发展绿色建筑材料,提高绿色建筑材料在绿色建筑中的使用比例,鼓励使用再生建筑材料产品,推进建筑废弃物资源化循环利用。积极推进建筑废弃混凝土资源循环利用和再生建材产品的推广使用。建筑废弃混凝土应依据“谁产生,谁负责”的原则由建设单位承担统一分类、运送处置和资源化利用的责任,形成收、运、处、用一体化运作模式。(责任单位:市城管局、市城乡建委等)

9. 引导农村建筑使用适宜技术。引导和鼓励农村民用建筑采用乡土材料和传统工艺,推广应用建筑墙体保温、节能门窗、节水器具、节能型家电和太阳能光热、光伏等绿色建筑技术和材料。(责任单位:各县(市)区政府、开发区管委会,市城乡建委等)

10. 加强“四新”技术应用。民用建设工程中需要采用尚无相应标准的绿色建筑新技术、新工艺、新材料、新设备的,由市城乡建设主管部门组织有关专家或者委托有关专业机构进行技术论证,经论证符合绿色建筑和质量安全要求的,可以在该建设工程中使用。(责任单位:市城乡建委等)

(六) 强化绿色建筑引导激励。(节选)

1. 激励绿色建筑科技创新。将绿色建筑列入合肥市科技研发重点领域,支持企业、高等院校、科研机构、行业组织等研究开发绿色建筑新技术、新工艺、新材料和新设备,促进科技成果转化、推广和应用。绿色建筑新技术、新工艺、新材料、新设备的研发可按有关规定享受财税优惠政策。(责任单位:市科技局、市城乡建委、市财政局、市国税局、市地税局,各县(市)区政府、开发区管委会等)

2. 落实绿色建筑发展扶持措施。按照绿色建筑实施的项目,其建筑物外墙外侧保温隔热层的建筑面积不计入建筑容积率;地源热泵系统应用项目依法减征或者免征水资源费;应用太阳能、浅层地热能、生物质能、空气能等可再生能源的民用建筑,在核算建筑能耗时,其常规能源替代量抵扣相应的能耗量;满足装配式建筑要求的商品房项目,其外墙预制部分建筑面积不超过装配式建筑各单体地上规划建筑面积之和3%的,不计入成交地块的容积率计算。(责任单位:市城乡建委、市物价局、市规划局、市水务局,各县(市)区政府、开发区管委会等)

3. 推进住宅全装修建设。市城乡建设主管部门

会同相关部门制定全装修住宅建设相关制度,建立从土地供应、工程建设、房产销售到交付使用的全过程监管机制。全装修住宅工程实施分户验收制度,建立建设单位、第三方机构和管理部門共同参与的全装修住宅质量监管机制。鼓励全装修住宅设计与施工一体化、土建与内装一体化,推进适用材料及部品应用,推广内装工业化生产方式,提高全装修住宅整体质量。(责任单位:市城乡建委、市房产局、市规划局,各县(市)区政府、开发区管委会等)

装配式建筑、执行绿色建筑二星级及以上标准的新建商品住宅应当按照全装修成品住宅要求建设。到2020年,滨湖新区、安徽巢湖经开区新建居住建筑全装修比例应达到50%以上,其他区域新建居住建筑全装修比例应达到30%以上。(责任单位:各县(市)区政府、开发区管委会、滨湖新区建设管委会,市城乡建委、市房产局等)

全装修商品住宅明码标价备案价格分为毛坯价格和装修费用二部分,由企业委托第三方机构对其装修费用进行评估并承担法律责任。(责任单位:市物价局、市房产局、市国税局、市地税局等)

4. 鼓励应用分布式能源系统。鼓励工业园区、旅游集中服务区、绿色生态城区、大型办公集中区、大型商业设施等能源负荷中心建设区域分布式能源系统或者楼宇分布式能源系统。绿色建筑选用冷、热源时,应当优先采用已建成的区域分布式能源系统或者楼宇分布式能源系统。制定滨湖新区分布式能源发展规划,推动滨湖新区区域能源项目采用地源热泵、污水源热泵、蓄冷、天然气分布式能源等多能互补型能源利用方式,规模化利用可再生能源。(责任单位:各县(市)区政府、开发区管委会、滨湖新区建设管委会,市发改委、市城乡建委等)

5. 鼓励绿色建筑服务。(略)

四、保障措施(略)

本意见自印发之日起施行,有效期五年。

2018年6月6日



关于印发《湖北省城市建设绿色发展 2018 年度工作方案》的通知

鄂建文〔2018〕31 号

各市、州、直管市、神农架林区人民政府，省直相关部门：

经省人民政府同意，现将《湖北省城市建设绿色发展 2018 年度工作方案》（附后）印发给你们，请认真遵照执行。

附件：湖北省城市建设绿色发展 2018 年度工作方案

湖北省住房和城乡建设厅

2018 年 5 月 17 日

湖北省城市建设绿色发展 2018 年度工作方案

为贯彻落实《湖北省城市建设绿色发展三年行动方案》（鄂政发〔2017〕67 号），制定 2018 年度工作方案如下：

一、工作目标

建立全省城市建设绿色发展指标体系，强化考核督办，引导各地以人民为中心、以人民群众对美好生活的向往为导向，因地制宜、突出重点，集中力量破解一批事关城市建设绿色发展的突出问题，推动城市建设转型升级，走上集约、节约、生态发展的轨道。

二、重点任务

- （一）统筹推进城市水环境治理。（略）
- （二）着力加强废弃物处理处置。（略）
- （三）大力推进海绵城市和综合管廊建设。（略）
- （四）加快绿色交通体系建设。（略）
- （五）提升园林绿地建设水平。（略）
- （六）加强公共厕所规划建设。（略）
- （七）优化公共文体等设施配套。（略）

（八）强力推进智慧城市建设。充分利用现代信息技术，推动城市功能、空间的共享，提升城市智慧水平。一是打造智慧政务平台，涉民服务和审批通过网上办理的比例大幅提高，促进共享经济。二是打造智慧服务，推行市民一卡通服务，至少覆盖社保、公交、金融、医疗、旅游、水电气缴费等领域中的三项，并逐步整合到手机端使用。三是加强市民信用体系建设，依法归集市民遵守城市建设、管理法律法规和公共秩序的信用情况，按照《湖北省社会信用信息管理条例》规定进行披露与应用。四是打造智慧城建，市政基础设施监管平台实现全覆盖，智慧市政基础设施占基础设施投资比例达 1% 以上。（牵头单位：省发展改革委，责任单位：省

住建厅、省人社厅、省卫计委、省旅游委、省经信委、省交通厅、各市州县政府）

（九）加强城市特色风貌塑造。（略）

（十）大力发展绿色建筑和装配式建筑。推进建筑产业现代化，引导建筑向低碳绿色方向发展。一是全面推进绿色建筑行动。完成新建绿色建筑面积任务（具体见湖北省“十三五”绿色建筑面积目标任务分解附表），鼓励建设绿色生态示范区。二是积极推广装配式建筑，全省装配式建筑新开工面积达到 220 万平方米（详见省住建厅《关于分解下达我省 2018 年度装配式建筑目标任务的通知》〔厅字（2018）127 号〕），稳步推动装配式建筑生产基地建设。（牵头单位：省住建厅，责任单位：各市州县政府）

三、保障措施

（一）健全推进机制。各级人民政府要成立工作专班，建立上下联动的推进机制，围绕十项工作任务，分年度建立本地区项目库，制定完成项目任务的时间表和路线图。省住建厅和相关省直部门要按照工作方案任务分工，切实承担起责任，各负其责，密切配合，加强对具体工作推进实施情况的督促落实。同时，及时向省政府报告相关情况。省政府将适时组织专项督查。

（二）加强业务指导。各相关省直部门针对重点工作开展研究，为各市州县推进实施提供技术规范和工作指引，开展有针对性的教育培训。采取地方申报、省级审定的方式，在全省确定 10 个试点市、县，开展不同内容、层次的典型示范，采取现场会、媒体报导、信息简报等方式及时推广试点经验。

（三）强化督办考核。省住建厅牵头制定城市建设绿色发展考核督办办法（考核办法附后），建立分年度的考核指标体系，建立省对市州、市州对

县（市、区）的两级督办考核机制，重点加强对年度项目库完成情况的监督检查。每季度开展一次督办，年底考核排名，排名结果全省通报。力争到2020年，基本完成三年行动计划提出的十项工作任务。

（四）完善政策保障。省发改、财政、国土、环保、水利、教育等相关部门，制定出台相应的土地、财政、宣传等支持性政策，为城市建设绿色发展项目设立

绿色审批通道，加快推进项目实施。鼓励各地采取政府与社会资本合作（PPP）模式，引导社会资本进入城市建设的民生领域、绿色发展项目。

（五）发动公众参与。各级人民政府要充分利用广播、电视、报刊、互联网等宣传媒介，大力宣传城市绿色发展理念，引导和调动广大人民群众参与城市绿色发展的积极性和创造性。省直相关部门结合职责持续开展行业宣传。

甘肃省人民政府关于印发甘肃省推进绿色生态产业发展规划的通知

甘政发〔2018〕17号

各市、自治州人民政府，兰州新区管委会，省政府各部门，中央在甘各单位：

现将《甘肃省推进绿色生态产业发展规划》印发给你们，请结合实际，认真组织实施。

甘肃省人民政府

2018年2月14日

甘肃省推进绿色生态产业发展规划

第一章 发展基础和环境（节选）

一、发展基础（节选）

资源利用效率不断提高，生态环境质量总体改善。全面完成国家下达“十二五”节能减排降碳等约束性指标任务，资源节约和循环利用水平不断提高，生态环境质量得到有效改善。2016年，全省万元生产总值能耗1.004吨标煤/万元，较2010年下降29.18%，非化石能源占能源消费总量比重19.1%，较2010年提高3.56个百分点，单位生产总值用水量164立方米/万元，较2010年下降45.87%。二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮排放量分别比2010年下降12.4%、11.8%、11%、15.9%。全省14个市州可吸入颗粒物平均浓度比2015年下降14.7%，空气质量平均优良率达到83.6%，38个地表水国家考核断面水质优良比例达到92.1%，18个重点监管地级以上城市集中式饮用水水源地水质均达到Ⅲ类水质目标。

国家循环经济示范区基本建成，生态产业发展探索逐步深入。认真组织实施国务院批复的《甘肃省循环经济总体规划》，重点工作任务和主要指标顺利完成，“四位一体”循环体系初步形成，“五大载体”建设进展顺利，科技支撑能力显著增强，试点示范成效显著，形成《甘肃省循环经济百佳项目》等十余项成果，国家循环经济示范区基本建成，顺利通过国家评估。积极探索发展绿色生态产业，促进产业结构调整和发展方式转变，实施战略性新兴产业总体

攻坚战，开展“双创”和“互联网+”行动计划，建设兰白综合性高技术产业聚集区和金昌新材料产业、兰州生物产业、酒泉新能源产业以及天水装备制造产业基地。全省战略性新兴产业占生产总值比重提高到13.1%。一二三产比重从2010年的14.5:48.2:37.3调整为2016年的13.7:34.9:51.4，三产占比首次突破50%。

第二章 指导思想和主要目标（节选）

四、主要目标

到2020年，产业结构调整取得较大进展，生态文明体制改革取得重大突破，生态产业体系初步形成；到2025年，生态产业体系进一步完善，生态环境质量明显改善，清洁生产、高效生产、低碳生产占主导地位，为建设绿色低碳循环发展的经济体系奠定坚实基础。经过5~8年的发展，清洁生产产业初具规模，传统产业绿色发展水平和质量效益显著提高；节能环保、清洁能源、中医药、文化旅游、通道物流、数据信息、军民融合、先进制造等新兴产业发展壮大，成为全省经济的重要增长极；循环农业优势彰显、打响绿色生态品牌，建成绿色生态农产品生产加工基地，构建市场潜能大、布局合理、功能完备的生态产业体系，绿色发展能力显著增强，形成绿色生态产业发达、生态环境质量优良、社会经济和资源环境统筹协调的发展格局。

绿色生态产业发展规模进一步壮大。产业结构进一步优化，节能环保产业产值2020年达到1000亿

元, 2025 年达到 2000 亿元。清洁生产、高效生产、低碳生产的产业发展特征更加明显, 基本建成协调发展的生态产业体系, 绿色生态产业增加值占 GDP 的比重明显提高, 建成一批生态产业示范工程和示范园区, 生态经济对经济社会发展的贡献率显著提高。

资源能源利用更加高效绿色。全面完成国家下达的节约能源、主要污染物减排和控制温室气体排放等约束性指标, 能源、水资源、土地总量和强度“双控”成效明显。到 2020 年, 非化石能源占能源消费总量比重达到 20%, 一般固体废物综合利用率达到 73%, 资源能源节约和循环利用水平显著提高。

生态安全屏障建设取得重大进展。到 2020 年, 国家生态安全屏障综合试验区建设取得实质性进展, 重点区域治理成效显著, 整体生态环境明显改善, 地级及以上城市空气质量优良天数比例达到 82% 以上, 境内黄河、长江、内陆河三大流域考核断面水质优良比例总体达到 92.1% 以上。到 2025 年, 城市生活污水处理率和生活垃圾无害化处理率达到 99%, 城市建成区绿地率达到 33%, 生态环境质量明显改善, 筑牢国家生态安全屏障。

第三章 加快绿色生态产业发展

以培育支柱产业为目标, 以传统产业转型升级为导向, 积极融入和主动服务国家“一带一路”建设大局, 抢占文化、通道、技术、信息“制高点”, 重点发展文化旅游、通道物流、循环农业、中医中药、数据信息、军民融合等产业, 着力发展清洁生产、节能环保、清洁能源、先进制造等产业, 实施十大重点工程, 积极构建生态产业体系, 促进传统产业“脱胎换骨”, 新兴产业“挑起重担”, 走具有甘肃特色的高质量绿色发展道路, 实现绿色发展崛起。

一、加快培育节能环保产业

围绕高耗能、高污染工业领域和区域综合环境治理, 加快推进节能减排、污染防治和废弃物资源综合利用, 加大关键共性技术创新, 加强技术装备应用推广, 强化服务体系支撑, 提高节能环保产业优势领域核心竞争力, 加快形成技术含量高、市场潜能大、特色突出、功能完备的产业体系。

强化关键技术研发。建立企业牵头组织、高等院校和科研院所共同参与的产业技术创新机制, 在节约能源、大气治理、污水处理、资源循环利用等方面突破一批关键技术, 在余热余压利用、脱硫脱硝、环境监测监控、稀贵金属提取利用、电子废弃物处理、有机废水处理等领域开发一批节能环保资源循环利用装备和产品, 推动节能环保资源循环利用行业关键

技术产业化、规模化生产应用, 提高我省传统优势产业的节能环保水平, 推动形成新的节能环保产业发展新优势。

加强装备和技术推广。发挥兰州新区甘肃省节能环保产业园等节能环保产业基地的集聚作用, 通过实施“大企业、大集团”带动战略, 配套建设一批“专精特新”中小企业, 提高装备和技术的成套化生产能力。重点培育节能节水、污染减排、资源循环利用等行业骨干企业先行发展, 提高技术整合能力, 优化装备和技术的集成化水平。全面拓展装备和技术的应用面, 在电力、有色、冶金、石化、化工、建材等高载能、高排放产业领域, 加大先进装备和技术应用力度, 培育壮大节能环保产业。

推进资源综合利用。大力发展以废旧产品再利用为主的再制造产业, 建设西部地区再生资源综合利用示范基地和区域性集散交易中心。加快兰州经济开发区红古园区“城市矿产”示范基地建设, 在全省打造一批产品技术先进、产业特色鲜明、集聚效应明显、配套体系健全的资源循环利用基地。大力推广新型装配式建筑材料, 加强对可循环利用绿色材料的研究应用。积极构建和完善镍钴等有色冶金材料高值利用、尾矿尾渣综合利用、餐厨垃圾收运处理、沼气综合利用等产业链, 形成骨干企业突出、产业链条完整、横向关联配套、纵向延伸拓展的资源综合利用产业发展架构, 提高资源综合利用水平。

发展节能环保服务业。引导大型节能环保装备制造企业由“生产型制造”向“服务型制造”转变, 鼓励大型重点用能、排放单位依托自身技术优势和管理经验开展节能环保服务。大力发展合同能源、合同节水管理、能源监测和能效测试、环境工程设计与施工服务、污染治理设施运营服务、生态环境修复、绿色产品认证、再生资源回收利用等节能环保服务业, 加快推进专业化、社会化、市场化发展, 逐步提高节能环保服务业比重, 不断优化节能环保产业结构。

二、着力提升清洁生产产业

按照“资源化、循环化、再利用”原则, 推动企业循环式生产、园区循环式发展、产业循环式组合, 加大清洁生产技术研发和推广, 推行清洁生产方式, 加大石油化工、有色冶金、装备制造、煤炭电力等传统重化工业和传统制造业高新化、智能化、绿色化改造, 优化工业园区布局, 推动产业集聚循环发展, 大力发展清洁生产产业, 促进传统产业转型升级。

加大清洁生产技术工艺研发。发挥企业技术创新主体作用, 鼓励大型企业联合科研院所和高校, 加大清洁生产共性技术研发, 开展关键工艺技术攻关,

引进一批适用我省传统产业绿色化改造的先进成熟工艺技术,加快重大清洁生产技术成果转化和产业化应用示范。加大对中小企业清洁生产技术创新支持力度,积极引导和鼓励企业开发清洁生产技术和产品。创新清洁生产管理和服务,构建“互联网+清洁生产”信息化服务平台,建设清洁生产技术产业化服务中心,促进清洁生产技术的推广应用。

深入推进绿色化改造。对传统产业进行绿色化、生态化改造,降低资源消耗和污染物排放,不断完善工业循环产业链,促进产业互为上下游、原料互为支撑、良性循环耦合,引导工业污染防治从“末端治理”转向“全生命周期控制”。优先在钢铁、有色、化工、建材等行业,选择一批重点企业,优化厂区内能流、物流路径,采用先进适用的清洁生产工艺技术和高效末端治理装备,加快重化工业清洁生产改造步伐,创建绿色工厂,持续降低工业生产过程中的资源能源消耗和污染物产生量。在煤炭、石油、有色冶金、非金属等行业,建立绿色矿山建设标准,引导和鼓励企业按照绿色矿山建设标准,应用采矿新设备、新工艺,全面推进绿色矿山建设。实施余热余压回收、中水回用、废渣资源化等绿色化改造工程,促进生产过程中废弃物和能源资源的循环利用,实现节能降耗、减污增效。

大力推行清洁生产方式。牢固树立源头预防、过程控制的清洁生产理念,打造绿色生态生产体系,开展产品生态设计,逐步完善产品生态设计标准体系。制定传统产业智能化、绿色化技改及人工智能专项行动计划和政策支撑体系。优先选择绿色原料,鼓励和引导企业在生产过程中使用无毒无害或低毒低害原料,减少有毒有害原料的使用,从源头削减或避免产生污染物。继续实施高风险污染物削减行动计划,鼓励企业使用节能降耗的先进设备,实施设备运行绿色化管理,加大企业废物利用,延伸循环经济产业链,加强资源分类利用和循环使用、能源梯级利用,实现资源利用最大化和废物排放最小化。

推进园区化循环化发展。有序推进城市主城区钢铁有色、石油化工、水泥建材等重污染企业实施环保改造和出城入园。充分发挥国家级和省级开发区的平台载体作用,改造提升县区工业集中区,推动传统产业向园区聚集,实现要素配置集约化、资源利用最大化、污染物排放最小化。以循环化改造和清洁生产为突破口,进一步强化循环经济产业链延伸、资源分类利用和循环使用、能源梯级利用,建立健全循环型产业体系,推进园区绿色低碳循环发展。加快实施园区资源共享、污染集中防治、技术研发、统计监测等循环经济公共服务平台建设,推进园区节能、节水、

节地、节材及资源综合利用,增强可持续发展能力。

三、持续优化清洁能源产业(节选)

大力推进能源生产和消费革命,围绕建设国家新能源综合示范区,推进风光水火核“五位一体”绿色能源体系建设,持续优化能源结构,深化电力体制改革,促进清洁能源消纳利用,推动清洁能源产业提质增效发展。

加快发展核能产业。立足甘肃核能产业、清洁能源发展现状,紧扣能源强省战略,充分发挥钍、盐等关键原材料资源优势,加强与中科院上海分院应物所合作,以钍基熔盐堆核能系统项目为龙头,带动原材料、装备制造等上下游配套产业发展。加强熔盐储热、高温制氢等技术研发应用,促进核能技术与风光电产业、煤化工产业深度融合,形成新的经济增长极。

有序推进风光电发展。按照“优先存量、优化增量”的原则,坚持“集中式与分散式并举”,采取竞争性方式配置风、光电项目,实现资源更优配置,促进风光电技术进步和上网电价降低。稳步推进酒泉、通渭等风电基地建设,加快建设风电平价上网示范项目,积极争取国家支持白银平川、武威等地建设光伏领跑技术基地。促进制造业、农业与光伏发电互补发展,探索分布式光伏发电新模式。大力实施光伏扶贫工程,完善配套电网设施,增加贫困群众的稳定收入。完善光热发电示范项目规划布局,在资源富集、建设条件优越的敦煌、玉门等地,积极发展太阳能光热发电,促进光热发电技术在城市供暖、系统调峰等领域应用。

积极发展其他清洁能源。加快推进中深层地热能开发利用,在水和定西等资源优势较为明显的地区,创建一批地热供暖示范小区。因地制宜发展生物燃料乙醇、生物柴油和生物质直燃发电,完善生物质资源收集、运输、存储、转化体系,重点在定西、张掖、庆阳等地规划建设一批农林生物质发电和城镇生活垃圾焚烧发电项目。有序推进水电开发,加强水电资源开发环境影响评价,保护流域生态环境。

加大新能源消纳外送。实施规模化替代发电,最大限度挖掘酒钢集团、金川公司、玉门石油公司等企业自备电厂调峰潜力,开展自备电厂与新能源企业发电权置换交易。通过完善电价优惠政策,打造电价洼地,积极探索建设新能源就近消纳产业示范园区,推动新能源产业与先进高载能产业联动发展。加大充电基础设施建设和新能源汽车推广应用力度,促进新能源汽车产业发展,有效拓宽我省电力消纳渠道。用好国家关于北方地区清洁供暖价格政策,指导推动建

成一批新能源清洁供暖项目，在农村和城市供热管网未覆盖地区积极推广发热电缆、电热膜、碳晶板材料等分户式电采暖模式。抢抓市场机遇，扩大省内外中长期交易和现货交易电量，加大电力外送。通过综合施策，逐步形成公平、开放、灵活的新能源消费市场，促进新能源就近消纳。

推进多能互补发展。在新建城镇、产业园区、大型公用设施、商务区等新增用能区域，加强终端供能系统统筹规划和一体化建设，因地制宜实施传统能源与风能、太阳能、地热能、生物质能等能源的协同开发利用。优化布局电力、燃气、热力、供冷、供水管廊等基础设施，通过天然气热电冷三联供、分布式可再生能源和能源智能微网等方式实现多能互补和协同供应。利用大型综合能源基地风能、太阳能、水能、煤炭、天然气等资源组合优势，提高灵活调节性火电机组的调峰能力，建立配套电力调度、市场交易和价格机制，加强国内外成熟储能技术推广应用和跟踪研究，开展风光水火储多能互补系统一体化运行。

四、大力发展循环农业（略）

五、发展壮大中医中药产业（略）

六、做大做强文化旅游产业（略）

七、巩固拓展通道物流产业（略）

八、积极培育数据信息产业（节选）

提升大数据支撑能力。推进兰州新区、金昌、庆阳等大数据和云计算中心建设，加快建设丝绸之路经济带信息港，形成以甘肃为支点，面向中亚、南亚及部分中东欧国家，服务西北的信息通信枢纽和信息产业基地。依托大数据中心，实现数据的汇聚、交换、共享，在重点领域开展大数据示范应用，培育发展大数据相关产业。加强海量数据存储、数据清洗、数据分析挖掘等关键技术研发，发展大数据在工业、农业农村、创业创新、促进就业等领域的应用，推进智慧城市建设，拓展信息技术的应用领域。

九、协同推进军民融合产业（略）

十、优化升级先进制造产业（略）

第四章 筑牢生态安全屏障，提高生态文明水平（略）

第五章 创新政策供给，强化措施保障（节选）

六、构建绿色技术体系

以建设兰白国家自主创新示范区为契机，深化产学研用合作，促进科技创新与产业发展的深度融合，打造西部地区创新驱动发展新高地，抢占“技术制高点”。加快科研机构改制改革，组建科技投资集

团，积极推动科研机构去行政化，建立符合创新规律、职能定位清晰的组织方式、运行机制、管理体制。加强重大科学技术问题研究，开展清洁生产和绿色化改造、能源资源节约循环利用、污染治理、生态修复等领域关键技术攻关。强化企业技术创新主体地位，充分发挥市场对绿色产业发展方向和技术路线选择的决定性作用，加大大众创业、万众创新支持力度。完善技术创新体系，提高综合集成创新能力，加强工艺创新与试验。支持生态产业领域工程技术类研究中心、实验室和实验基地建设，组建产业技术创新战略联盟，加快成熟适用技术的示范和推广。加强生态产业基础研究、试验研发、工程应用和市场服务等科技人才队伍建设，突出科技人员主体作用。打造兰州国际知识产权港，搭建知识产权服务交易平台，促进知识产权与金融资源及产业的有效融合，提高知识产权价值和转化实施率。

七、加强试点示范引领

积极推进甘南州、定西市、兰州市、酒泉市国家生态文明先行示范区，张掖市、陇南市、甘南州、临夏州、永靖县、渭源县、天祝县、泾川县、环县、敦煌市国家生态文明示范工程试点，以及临夏州和康县、环县、民勤县国家生态保护与建设示范区建设，开展永昌、永靖、玛曲、徽县和庆城省级生态屏障典型试验区建设，充分发挥试点示范市县主体作用，以制度创新为核心任务，结合文明城市、海绵城市、智慧城市、低碳城市、气候适应性城市、园林城市、卫生城市等试点建设，发挥政策协同效应，积极探索实践，大胆创新突破，形成可复制、可推广的生态发展模式，推动全省产业发展方式和生态治理模式转变，不断改善人居环境，谱写美丽中国甘肃新篇章。

八、营造良好发展环境

将生态文明和绿色发展价值取向作为社会主义核心价值观的重要内容，加强教育培训，把发展绿色生态产业相关内容纳入各级党校和行政学院培训内容，教育引导各级领导干部牢固树立和贯彻落实新发展理念，真正把生态文明建设摆在更加重要的位置来抓。充分利用各种媒介，加强对生态产业体系有关法律法规和相关政策的宣传、教育和解读，加大节能宣传周、低碳活动日等主题宣传力度，积极培育生态文化，大力弘扬生态道德，广泛宣传绿色理念，引导全社会牢固树立生态文明和绿色发展理念，积极践行绿色生产、生活和消费方式，形成崇尚生态文明的良好氛围，营造全社会共同推进绿色生态产业快速发展的优良环境。

“幸福堡”被动式建筑

新疆建筑设计研究院 刘鸣

1 工程概况

新疆乌鲁木齐“幸福堡”工程由新疆大成房地产开发公司投资建设；由德国海德堡能源与环境研究所负责牵头，召集德国被动式建筑节能研究所、德国“文化桥”设计事务所及新疆建筑设计研究院联合设计完成的集商业、办公和餐饮于一体的被动式商业综合楼，其中暖通专业由新疆建筑设计研究院独立完成施工图设计。

该工程建设地点位于新疆乌鲁木齐市幸福路，总建筑面积为：7791.03m²，其中地下建筑面积：3163.50m²，地上建筑面积：4627.53m²，建筑基底面积：939.59m²，建筑层数为地上6层，地下2层；建筑总高度为23.40m；建筑体形系数为0.23；建筑耐火等级为二级；建筑工程等级为二级；地下室耐火等级为一级。设计抗震烈度为8度；屋面防水等级为Ⅱ级；结构体系为框架剪力墙结构。

各层建筑功能见下表：

楼层	-2F	-1F	1~3F	4~6F	屋顶
功能	地下车库及生活热水换热站	商业	餐饮及商业	办公	燃气锅炉房及水泵房

该工程被动区与非被动区做如下划分：-2F地下车库及生活热水换热站及-1F商业用房为非被动区，该区域建筑面积为3163.50m²；地上1F至6F为被动区，该区域建筑面积为4627.53m²。

该建筑于2014年9月建成，并于当年取得德国被动式建筑节能研究所颁布的认证，成为西北地区第一座被动式建筑，也是当时全国最大的一座由德国被动式建筑节能研究所颁布认证的被动式建筑。

2 设计特点及创新点

2.1 建筑热工

外墙采用300mm厚岩棉与XPS板保温，使其



最终主体部位的传热系数满足德国被动式建筑的相关要求。地下室顶板及外墙按照德国被动式建筑的要求进行保温处理，将被动区与非被动区进行隔离。窗井、雨篷等构件与主体结构脱离，保证此部位不会产生热桥。外窗传热系数及得热系数均满足德国被动式建筑要求并配以电动外遮阳措施有效的降低了建筑物的夏季空调能耗。

2.2 蒸发冷却技术+地板辐射供冷

充分利用新疆地区空气含湿量和湿球温度低的这种干热气候特点，利用蒸发冷却冷水机组制取16~21℃冷冻水用于地板辐射供冷及新风降温。在大幅度提高了整个空调系统能效的基础上使得整个空调系统实现干工况运行，避免了冷冻水温度过低造成的先除湿再加湿的能量浪费。实际运行时地板辐射供冷承担室内大部分显热冷负荷，室内的全部潜热冷负荷和小部分室内显热冷负荷均由新风热回收式机组承担，同时地板辐射系统还可承担冬季供暖作用。

2.3 高效新风热回收机组

所有新风处理设备均采用板翅式全热回收机组，热回收效率≥75%。尤其在冬季可节省大量的新风加热量。需要说明本设计采用的板翅式热回收器是一种由可渗透水蒸气分子的膜材料生产而成的板翅式热回收器。与金属材质不同，使用这种特殊材质制成的板翅式热回收器，其进排风通道之间的空气发生的是热湿交换，完全可以实现全热回收的功能，且热回收效率可满足设计要求。

同时由这种膜材料制成的板翅式热回收器当室外温度在-28℃，相对湿度处于40%~50%时，运行4个小时后，热回收核心部位才开始结冰，此刻排风口开始受阻。而乌鲁木齐白天一般温度均在-20℃以上，故使用该材料的热回收器可以保证热回收机组在-15℃~-20℃也可正常运行。

2.4 灵活的自控系统

(1) 所有循环水泵及新风热回收机组均采用变频控制。

(2) 冷凝锅炉采用多模块组合方式，实际运行过程可按照热量需求自动调节燃烧工况和模块启停

数量。部分负荷时在保证供暖系统供回水温度的前提下,锅炉仍可高效运行。

(3) 在典型房间内设置 CO_2 浓度探测器,用于控制新风供给量及机组启动。

(4) 室内新风供暖用时间继电器与房间温控器相结合的控制方式

2.5、燃气锅炉完善的控制及节能措施

(1) 燃气锅炉内部已配置一次侧主循环泵,采用直流变频节能循环泵及直流变频风机,可根据负载需要自动调节所需流量、风量,节约电能。

(2) 燃气锅炉通过热力耦合罐将热源一次侧与用户采暖系统隔开,一次侧设置比例调节阀,以调节采暖系统所需负荷;二次侧设置循环泵及温控装置,针对室内温度进行控制。

(3) 燃气锅炉具有防冻功能。当锅炉出水温度低于 6°C 时,该功能将被激活,燃烧器将调整至最小燃烧功率。当锅炉出水温度高于 8°C 时,该功能将被关闭,燃烧器恢复正常。

(4) 燃气锅炉输出功率具备自动调节功能。输出功率自动根据供暖需求进行调整,当负荷较低时可仅开启一个模块,并且最低功率可调制 13kW 。

3 设计参数及空调冷热负荷

3.1 本工程设计参照的依据

截止本工程设计完成时国内还未出台针对公共建筑的被动式建筑设计标准或规范,设计人员故采用德国《Passive House Planning Package 2007》手册作为本次设计的参考依据,建筑能耗的计算最终也会采用 PHPP 软件来进行。

3.2 建筑热工

被动式建筑冬季供暖主要靠自由热,即室内人体、照明、设备得热量和透过窗户的太阳照射得热量;夏季主要靠外遮阳、自然通风、地板辐射供冷等降温措施。所以,它对建筑围护结构的热工性能要求很高,具体围护结构的传热系数是否达标,必须经专门的 PHPP 软件核算,但一般必须满足以下要求:

(1) 建筑外保温的所有不透明部位必须很好保温。对于严寒寒冷气候的传热系数应小于 $0.15\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

(2) 窗户必须保温好,对于严寒寒冷气候的传热系数应小于 $0.80\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, g -value=50%。

(3) 为了室内空气质量和节约能源,被动式建筑的高效热回收热交换效率应大于 75%。

(4) 在室内外压差 50Pa 下,通过建筑缝隙每小时泄漏的空气量必须小于 0.6 倍建筑体积。

(5) 建筑的边缘,转角,连接和缝隙等部位的设计不应有热桥,无法避免的热桥,必须尽可能最小化,应小于 $0.01\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

本设计围护结构传热系数见下表:

围护结构名称	传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
外墙	0.15
外窗	0.8
屋面	0.1
底板接触室外空气的架空或外挑楼板	0.15
采暖、空调地下室外墙	0.15

3.3、冷热负荷的计算

(1) 冷负荷的计算

本工程空调冷负荷的构成与常规工程基本是一样的,主要包括外墙及屋面传热冷负荷、外窗温差传热冷负荷、外窗的太阳辐射冷负荷以及人体、照明、设备等内部发热量形成的冷负荷。但计算过程中存在两点差异是设计人员需要注意的:

① 由于新疆室外空气非常干燥,其空气含湿量远低于室内空气含湿量。故室内人体等产生的潜热冷负荷完全可以由新风来承担,在冷源的设计选型时可不考虑该部分冷负荷。

② 由于被动式建筑的空调冷负荷指标要求较低,内部发热量一定的情况下如何有效的降低围护结构形成的冷负荷成为重点。围护结构冷负荷中,外窗太阳辐射冷负荷是占有相当大的比例,因而采用合适的外遮阳措施及严格控制外窗的得热系数对降低室内冷负荷可以起到事半功倍的效果。

(2) 热负荷的计算

被动式建筑供暖热负荷计算与常规建筑有一定差别,除需考虑围护结构和通风热负荷外还要考虑建筑内人员及太阳辐射对建筑热负荷的影响。

除此之外设计人员在具体计算过程中还应注意以下几点:

① 围护结构基本耗热量的计算与常规设计相同,但由于围护结构的传热系数的大幅减小该部分的计算结果较常规工程会有明显下降。

② 被动式建筑对于气密性的要求是非常严格的(室内外 50Pa 压差下,透过门窗缝隙渗透的风量不大于 0.6 次换气次数),实际使用过程中,室内外压差一般远低于 50Pa ,在这种情况下,门窗缝隙的冷风渗透量不再计算。

③ 不再计算大门冷风侵入耗热量。虽然建筑物的大门一般会经常开启,但乌鲁木齐地处严寒地区,其主入口本身要设置门斗。通过合理设置门斗两道门的间距,可有效的避免其同时开启,故大门的冷风侵入耗热量实际也是可不计算的。

经 PHPP 软件计算本建筑单位面积年供冷能耗为 $14.09\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$, 单位面积年供冷能耗为 $4.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$, 一次能源(热水、供热、制冷、其它用电)年能耗为 $54\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$, 全年 25°C 超温频率 $\leq 10\%$ 。德国被动式建筑研究所实测建筑气密性 $n_{50}=0.2\text{h}^{-1}$, 以上指标均满足德国被动式建筑考核标准。

4 空调冷热源及设备选择

4.1 冷源的设计

因乌鲁木齐夏季度日数 $\text{CDD}_{26}=36(^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$, 空调系统运行周期较短, 能耗小; 冬季度日数大 $\text{HDD}_{18}=4329(^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$, 冬季的供热能耗数倍于夏季。另外乌鲁木齐夏季属于干热气候区, 夏季空调任务=保证空气品质+降温+加湿; 所以末端设备可实现干工况运行, 本工程项目基于干热气候区, 采用室内不宜结露的地面辐射水供暖、供冷系统, 以降低一次投资和运行成本。

综上所述, 冷源采用设在屋顶的间接蒸发冷水机组供冷水($16/21^\circ\text{C}$)。两个高效二级蒸发冷却功能段(间冷效率=80%, 直冷效率 70%)借助干、湿球温差产生的天然驱动力或冷源。经计算, 蒸发冷却冷水机组 $\text{COP}_n=24.4$, 空调系冷源系统综合制冷系数 $\text{SCOP}=24.4$, 可见正式由于蒸发冷却冷水机组这种特殊的工作原理使得主机的性能系数与综合制冷系数是相同的, 并且较传统高温冷水机组能效更高。

4.2 热源的设计

本建筑冬季能耗超低, 仅用 $2\text{m}^3/\text{m}^2$ 的天然气即可, 供热成本小于 $5\text{元}/\text{m}^2$ 如按集中供热收费, 乌鲁木齐目前供热计量收费按 $22\text{元}/\text{m}^2$ 计, 则一个采暖季应交热费约 17.1 万元, 可见被动式建筑如采用集中供热很不划算。故放弃城市集中供热决定采用冷凝式燃气热水锅炉作为供暖热源, 节省热费的同时, 供暖系统水温的调节更加灵活。

在屋顶锅炉间设置 2 台制热量分别 120kW (两模块) 及 180kW (三模块) 的冷凝式模块燃气热水锅炉。其中三模块锅炉设计供回水温度为 $80^\circ\text{C}/60^\circ\text{C}$, 主要负责全楼的新风加热系统、散热器供暖系统及生活热水辅助加热系统。两模块锅炉设

计供回水温度为 $40^\circ\text{C}/30^\circ\text{C}$, 主要负责全楼的地板辐射供暖系统。每台模块锅炉均内置本体循环水泵, 通过耦合罐连接二次侧变频循环泵; 整个锅炉会根据实际的建筑负荷及室外气温自动调节锅炉内模块工作数量以改变锅炉的输出功率。当供回水温度为 $50\sim 30^\circ\text{C}$ 时, 最高热效率可达 107%。采用冷凝式锅炉主要是考虑冬季供暖的初寒期及末寒期, 热媒供回水温度不太高时, 燃气锅炉的冷凝热可以一并加以利用。

5 空调系统的设计

5.1 空调冷热水系统的设计

本工程空调方式采用地板敷设供冷+新风系统, 地板辐射承担室内大部分显热冷负荷, 室内的全部潜热冷负荷和小部分室内显热冷负荷均由热回收式空调机组承担; 由于本工程冷源为设置于屋面的蒸发冷却冷水机组, 为便于冬季、夏季工况切换, 为此管路系统专门设置切换用电动调节阀。

空调系统补水: 通过下室变频补水泵向屋面蒸发冷却冷水机组补充软化水, 然后再由机组向系统补水, 同时该机组还起到为系统定压的作用。为保证系统水质, 水泵吸入端过滤器应定期清洗或更换过滤网。

冬季空调用热水由屋顶燃气锅炉提供, 分别供给每台热回收机组的加热段加热新风使用。

5.2 地板辐射供暖供冷系统的设计

本工程地板辐射系统冬夏两用, 为加大该系统夏季供冷量, 全楼盘管间距均采用 100mm 。地暖盘管夏季通入由屋面蒸发冷却冷水机组制取的 $16/21^\circ\text{C}$ 冷水进行制冷, 经计算, 设计工况下地板辐射供冷单位面积制冷量约 $26\text{W}/\text{m}^2$ 。由于地暖盘管间距均为 100mm , 如冬季供暖供回水温度仍按常规 $45/35^\circ\text{C}$ 进行设计, 则会出现实际供热量远大于热负荷及地面温度超规范要求等问题。故设计时根据建筑物热负荷及地面度规范要求对地暖系统冬季供回水温度做出修正, 最终采用 $40/30^\circ\text{C}$ 的低温热水。

5.3 新风系统的设计

新风处理设备采用板翅式全热回收机组, 板翅式热回收器的材质未采用金属材质而是使用了一种可渗透水蒸气分子的膜材料。使得进排风通道之间的空气可以进行热湿交换, 从而实现了全热回收的功能。地下二层车库通风用新风热回收机组热回收效率 $\geq 65\%$, 其余楼层新风热回收机组热回收效率 $\geq 75\%$ 。

本工程按照各区域人员新风量标准计算出送风量,表5列出了欧洲 EN13779 标准中不同室内空气质量下对人员新风量的要求,其中被动式建筑新风标准为 $30\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$,对应表中“中等空气质量”一栏的要求。由于本设计新风除满足室内空气质量要求外还起到室内供暖及供冷的作用,故最终新风量是按照人员新风标准与供暖供冷新风量比较后取大值计算。经计算实际新风量处于 $35\sim 45\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$,完全满足被动式建筑的要求,甚至部分房间可以达到“高质量空气”的标准。

	EN13779class	CO ₂ ppm	新风量标准
特殊空气质量	IDA1	< 400	> $54\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$
高质量空气	IDA2	400-600	$36\sim 54\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$
中等质量空气	IDA3	600-1000	$22\sim 36\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$
低质量空气	IDA4	> 1000	< $22\text{m}^3/\text{h}/\text{人}$

-1F~-6F 层空调风系统配置见下表:

编号	风量 m^3/h	台数	机组 位置	送风 区域	人数	夏季 承担 室内 显热 负荷 kW	夏季 承担 室内 潜热 负荷 kW	热回收 热量 kW	冬季加 热量 kW
XFJ1	12500	1	-2 层	-2 层				113	
XFJ2	3800	1	-1 层	-1 层	120	6.5	2.4	35	15
	3800	1	-1 层	1 层	120	6.5	2.4	35	15
XFJ3	4200	2	2-3 层	2-3 层	140	7	2.6	38	17
XFJ4	800	3	4-6 层	4-6 层	25	3.4	1.3	8	15

虽然热回收机组对降低冬季新风加热量作用明显,但在实际使用过程中还应注意防冻问题,本工程采用了以下几种防冻措施:

(1) 室外新风通过地道进行预热,使得机组的进风温度高于机组排风的露点温度。

(2) 热回收机组新风入口及排风出口上安装的保温电动密闭阀除与机组联动外,应对阀门的漏风率做出要求,建议漏风率 $\leq 2\%$,以防止夜间机组停机时室内相对潮湿的空气通过其向室外渗透而结冰,另外也保证了建筑物具有良好的气密性。

(3) 对热回收器的材质提出要求,比如采用某种结构比较特殊材质对排风中的水分子进行过滤,不让其在排风通道停留过长时间而结冰。

(4) 白天如果热回收机组进风温度 $< -12^\circ\text{C}$ 时(对应室外空气温度为 -18°C),建议机组应停止工作,避免热回收机组发生冻结。

6 暖通系统的控制

(1) 室内新风供暖用时间继电器与房间温控器相结合的控制方式。其中时间继电器可按照上班、

下班、节假日等不同模式实现间歇供热。

(2) 在机组回风段设置 CO₂ 浓度探测器,用于控制新风供给量和机组的启动。由于新风系统要用于房间供暖,故每个房间通风量的控制应将两者结合考虑,最终确定房间温控器的控制优先于室内 CO₂ 浓度控制。

(3) 冷凝锅炉按照热量需求自动调节燃烧工况,无须专人值班。NO_x 排放小于 $30\text{ppm}/\text{m}^3$,排烟温度小于 45°C ,水蒸气排放量也大幅下降。

7 心得体会

下表为该建筑完整的一个采暖季的实测数据:

时间段	用电量 /kW·h	用气量 /m ³
10 月 10 日~11 月 10 日	603	2100
11 月 10 日~12 月 10 日	858	3688
12 月 10 日~1 月 10 日	1200	4122
1 月 10 日~2 月 10 日	1260	6004
2 月 10 日~3 月 10 日	913	3195
3 月 10 日~4 月 10 日	660	1711
合计	5494	20820

从上表可以算出该建筑采暖季实际单位面积耗电量仅 $0.71\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$;故采暖季单位建筑面积耗气量为 $2.67\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{a}$,目前乌鲁木齐采暖用天然气价格为 $1.37\text{元}/\text{m}^3$,则该建筑采暖季单位面积采暖费为 $2.67\times 1.37=3.66\text{元}/\text{m}^2\cdot\text{a}$,与乌鲁木齐当前 $22\text{元}/\text{m}^2$ 的集中供热采暖热费相比大幅降低。整座建筑的暖通系统从近两年的运行情况来看存在以下两点问题:

(1) 初次设计严寒地区被动式公共建筑,设备选型尤其是热源的选择富余系数选取偏大。

(2) 个别热回收机组进排风通道上的电动密闭阀漏风率超设计要求,冬季外墙进排风口明显挂冰,造成此处通风不畅。

被动式建筑标准已收到国际广泛重视,实践证明它的节能技术是成熟的,技能效果得到验证,收益效果巨大。但也必须清楚德国被动式建筑是一个完成的体系,从标准、设计、施工、咨询人员及被动式建筑认证都有一套严格标准和从业资格。幸福堡工程在设计过程中采用的许多规范、标准及技术措施都是基于欧盟或德国现行规范,与我国的现行规范和标准并不对等。被动式建筑要实现其节能目标,设计不仅要关注建筑性能的每一个点,还要关注全过程的管理。只有所有环节的质量得以保证,才不会在工程使用时出现节能短板。

北京汽车产业研发基地项目的空调设计

北京市建筑设计研究院有限公司第八建筑设计院 张伟

1 工程概况

本项目是集北京汽车研究院的各类试验室、办公室、造型中心、公寓楼及部分配套服务设施等多种于一体的大型综合性建筑，属于综合科研类办公建筑。本建筑功能分为核心功能及附属部分两大类，其中核心功能包含三部分：工程中心及产品研究中心的研发办公部分、试制及试验中心、造型中心。附属部分包括为以上三部分配备的专家公寓、餐厅、会议中心、职工活动中心、地下车库等多项综合性服务设施。

本建筑总用地面积 157792.9m²（建设用地面积 96367.3m²），总建筑面积为 174310m²。其中总地上建筑面积为 146250m²，总地下建筑面积为 28060m²。地上 7 层（其中裙房部分 3 层），地下 1 层（局部地下 3 层）。建筑高度为 35.59m。



图 1 建筑鸟瞰图

2 工程设计特点

（1）本工程空调冷热源均采用复合系统。空调冷源为地源热泵 + 水蓄冷 + 调峰冷水机组的复合式系统；空调热源为地源热泵 + 水蓄热 + 调峰空调用燃气锅炉的复合式系统。复合式系统既能满足最大负荷的需求，也能使系统的造价大幅度地降低，而且后期的运行费用又接近地源热泵系统，可谓“一举多得”。

（2）空调系统采用水蓄能方式，即夏季蓄冷、冬季蓄热。

（3）通过分析全年逐时的温度模拟条件和采暖空调能耗计算结果，制定空调系统节能运行策略，节省能耗和运行费用。

（4）空调水系统采用了二次泵 8℃ 大温差系统，供回水温度为 6/14℃，节省输配系统的能耗。

3 设计参数及空调冷热负荷

3.1 主要室内设计参数

表 1 主要室内设计参数

房间名称	夏季		冬季		最小新风量	排风量或最小换气次数	噪音标准
	温度 /℃	相对湿度 /%	温度 /℃	相对湿度 /%	(m ³ /h·p)/(次/h)	m ³ /h(次/h)	dB(A)
客房	26	≤ 60	20	≥ 30	50		≤ 40
客房卫生间			25	≥ 30		90m ³ /h	
营业餐厅	26	≤ 60	20	≥ 30	30		
职工餐厅	27	≤ 60	20		30		
办公室	26	≤ 60	20	≥ 30	30		≤ 45
会议室	26	≤ 65	18	≥ 30	30		≤ 45
商业服务	26	≤ 65	20	≥ 30	20		
厅堂	27	≤ 65	20	≥ 30	30		
活动中心	26	≤ 60	20	≥ 30	30		
楼梯间、走道			16~18				
公共卫生间			16~18			10 次	
公共厨房	30~32		16			60 次	
淋浴室			25			8 次	
游泳池	29	≤ 75	27	≤ 75		按散湿量计	
更衣室			23			4 次	
地下车库			5			6/5 次	
制冷机房	≤ 32		5			按事故通风计	
清水机房	≤ 32		5			4 次	
变配电室	37~40		≥ 5			按发热量计	
中水机房	≤ 32		5			10 次	
燃气锅炉房			≥ 10			≥ 6/12 次	

3.2 空调冷热负荷

表 2 空调冷热负荷统计

统计项目	最大值
单位	kW
夏季空调冷负荷	14832
其中：I、V 段（南区）冷负荷	7968
其中：II、III、IV 段（北区）冷负荷	6864
夏季夜间空调（23:00~7:00）冷负荷	3580
冬季热负荷	11718
其中：I、V 段（南区）热负荷	7100
其中：II、III、IV 段（北区）热负荷	4615
冬季夜间空调（23:00~7:00）冷负荷	6900
冬季内区空调冷负荷	900

4 空调冷热源及设备选择

4.1 总体方案

本工程空调冷源为地源热泵 + 水蓄冷 + 调峰冷水机组的复合式系统；空调热源为地源热泵 + 水蓄

热+调峰空调用燃气锅炉的复合式系统；散热器采暖热源为真空燃气锅炉；生活热水及游泳池池水加热夏季、过渡季以地源热泵为主，冬季以燃气锅炉为主。

4.2 设计原则

空调系统采用水蓄能方式，即夏季蓄冷、冬季蓄热。地源热泵机组全部为双工况热泵。冬季夜间由调峰燃气锅炉向全楼空调系统供热，电力低谷段地源热泵机组向蓄热水池蓄热，白天由地源热泵机组、蓄热水池和燃气锅炉共同供热，燃气锅炉作为冬季供热的调峰设备。内区冬季需要供冷，夏季用于调峰的冷水机组改为热泵型，在冬季供应内区冷量的同时，回收内区热量，供外区空调热量；夏季夜间由调峰热泵型冷水机组配合冷却塔向全楼空调系统供冷，电力低谷段地源热泵机组向蓄冷水池蓄冷，白天由热泵机组、蓄冷水池和冷水机组加冷却塔共同供冷，冷水机组作为夏季供冷的调峰设备。内区夏季供冷和外区空调系统相连，共同供冷；过渡季由地源热泵夜间蓄冷，白天只利用蓄冷水池的冷量为内区供冷，充分节约运行费用，同时过渡季也可利用冷水机组加冷却塔系统为内区供冷。散热器采暖系统采用燃气锅炉供应高温水供给。

生活热水制备及游泳池池水加热夏季以地源热泵为主，利用热泵机组供冷产生的冷凝热“免费”加热生活热水及泳池池水，过渡季利用地源热泵机组从地源取热后制备；冬季制备有两种方式：当地源热泵在平段电和谷电时段有闲置机组时，采用闲置的热泵机组制备生活热水，当峰段电价时段采用燃气锅炉制备；泳池加热的热量在夏季和过渡季取自生活热水水箱，利用地源热泵机组冷凝热供给，冬季和为散热器供热的燃气锅炉相连，由燃气锅炉供给，通过泳池板换加热游泳池池水。

4.3 空调冷源选型

(1) 本工程设置4台地源热泵机组，夏季制冷工况单台制冷量为1927kW（总制冷量为7708kW，占夏季设计冷负荷比例为52%），蒸发器供回水温度6/14℃，冷凝器供回水温度35/29℃；夏季蓄冷工况单台制冷量为1813kW（总蓄冷量为7252kW），蒸发器供回水温度4/12℃，冷凝器供回水温度35/29℃。

(2) 设置2台调峰源热泵型冷水机组，作为夏季白天调峰冷源、夜间全楼空调冷源、过渡季冬季全楼空调冷源使用。其夏季工况单台制冷量为1849kW（总制冷量为3698kW，占夏季设计

冷负荷比例为25%），配合冷却塔承担夏季冷负荷，蒸发器供回水温度6/14℃，冷凝器供回水温度37/32℃；冬季内区制冷外区供热工况，单台制冷量为1452kW，制热量为1815kW，蒸发器供回水温度6/14℃，冷凝器供回水温度45/38℃。

(3) 采用部分负荷水蓄冷系统，设置2个蓄能水罐，其中一个容积4700m³（夏季蓄冷，冬季蓄热），另一个容积2300m³（夏季蓄冷，兼消防水池），按蓄冷温度为4℃，放冷时回水温度12℃进行设计，水池有效蓄冷量约58000kW·h，水池设计负荷时供冷量3426kW（占夏季设计冷负荷比例为23%）。

4.4 空调及辐射地板采暖热源选型

(1) 本工程设置4台地源热泵机组，冬季制热工况单台制热量为1958kW（总制热量为7832kW，占冬季设计热负荷比例为67%），蒸发器供回水温度4/8℃，冷凝器供回水（空调供回水）温度46/38℃；冬季蓄热工况单台制热量为1915kW（总制热量为7660kW），蒸发器供回水温度4/8℃，冷凝器供回水（水池蓄热供回水）温度55/47℃。

(2) 配备真空燃气锅炉2台作为冬季白天调峰热源、夜间全楼空调热源使用，单台制热量3500kW，夜间最大负荷开启2台，白天开启1台，部分负荷运行，（设计负荷时制热量为2100kW，占冬季设计热负荷比例为18%），供回水温度54/38℃。

(3) 采用部分负荷水蓄热系统，设置1个4700m³的蓄能水罐，按蓄热温度为55℃，放热时回水温度40℃设计，水池设计负荷时供热量1786kW（占冬季设计热负荷比例为15%）。

(4) 其它热源：设置2台单台制热量700kW真空燃气锅炉，相互备用，一台作为散热器采暖及冬季游泳池池水加热热源，锅炉供回水温度85/65℃，另一台作为冬季卫生热水加热热源，锅炉供回水温度85/65℃。卫生热水供水温度不低于50℃。

5 主要空调系统形式

5.1 空调冷热水水系统

(1) 空调水系统采用分区二管制、设置单冷风机盘管的内区范围，冬夏分设循环泵等及内外分区。

(2) 空调冷热水循环系统采用二级泵系统。冷源侧采用一次泵定流量，负荷侧采用二次泵变流量（共分南区、北区、内区3个环路），用户根据室温控制调节两通阀的流量，使输配系统达到供需平衡。夏季空调冷冻水水温为6/14℃。冬季空调热水供回水温度为46/38℃。

(3) 空调冷热水的竖向不分区, 采用双管异程系统。

(4) 空调冷热水系统及采暖热水系统采用气压罐定压, 补水泵及水质软化处理装置、软水补水箱等均设在地下一层地源热泵机房内, 补水泵受系统压力控制启停, 当水系统受热膨胀使压力高于停泵压力时, 膨胀管道上的电磁阀打开, 使膨胀水量回收收到软水补水箱。

5.2 采暖系统

(1) 试制中心采用燃气辐射采暖系统, 采暖负荷为 700kW。采用燃气辐射管及燃气辐射板进行辐射采暖。

(2) 发动机及排放试验室的部分房间采用散热器采暖系统, 采用 85/65℃ 采暖热水, 热水由锅炉房提供, 补水定压均由锅炉房负担。散热器采用 GGZ-600 钢制管柱型散热器。厨房操作间设置散热器采暖系统。由于位置比较分散, 室内采暖温度比较低, 采暖热负荷比较小, 因此采用 46/38℃ 空调热水。热水由锅炉房提供, 补水定压均由锅炉房负担。散热器采用 GGZ-600 钢制管柱型散热器。采暖热水管路采用双管异程式系统。采用手动调节阀调节各分支管路的平衡。在采暖主环路上设置热计量装置。在每组散热器上设置温控阀, 用户根据室温调节阀门的流量。

(3) 游泳池、更衣及外区的大堂设辐射地板采暖系统, 采暖负荷为 531.19kW。采用 46/38℃ 空调热水, 热水由锅炉房提供, 补水定压均由锅炉房负担。辐射地板采暖系统每个环路上采用手动调节阀调节各环路的平衡。

5.3 空调通风系统

(1) 办公、小会议室、餐厅采用风机盘管加新风系统。新风机组均为全热回收性。

(2) 活动中心、大会议室、展厅、造型中心的主要评审区、走廊大开间一次回风定风量全空气空

调系统。风量平衡设计: 大堂、中庭等, 冬夏新风量较少, 通过门窗等缝隙排出, 过渡季自然通风。空调系统根据空调区 / 回风温度控制冷水阀或热水阀的开度, 从而调节送风温度。

5.4 地源热泵系统

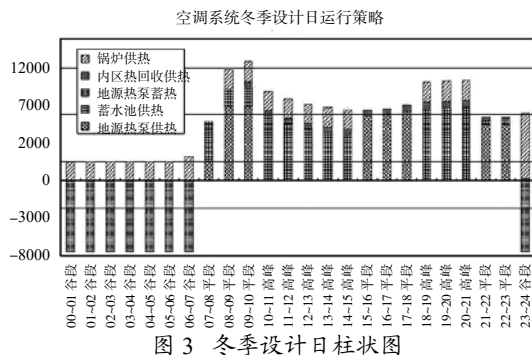
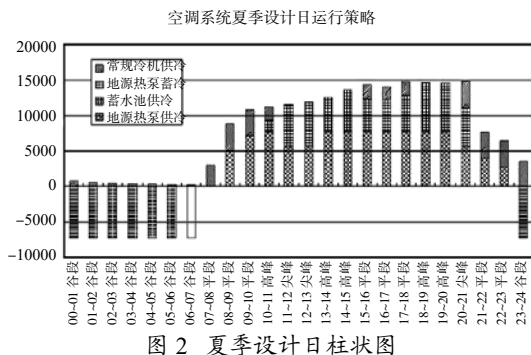
工程所在地钻孔深度设计为 150m, 地层结构以粘土、粉细砂和中砂为主, 非常适合实施地埋管式地源热泵系统。换热孔布置在建筑物周围绿地上, 孔数为 1020 个, 150m 深, 分东西两个区接入热泵机房。为了保持地源系统冬夏季取热与放热达到相对平衡, 在典型地源换热孔区域、不同深度内埋设温度传感器, 并连接至机房控制室内, 观察数年内地温变化情况, 并根据地温变化情况调整空调系统运行策略。

6 空调系统控制策略

冷热源系统配置主要包括: 地源热泵机组、蓄水池、板式换热器、水池侧蓄能放能泵、板换二次侧的放能泵; 与地源热泵机组对应的地源侧循环泵、负荷侧一次循环泵、二次循环泵 (南、北区各一路); 调峰冷水机组、与之对应的冷却塔、冷却水循环泵 (夏季、过渡季开启)、热回收循环泵 (冬季开启)、负荷侧一次循环泵、二次循环泵 (内区供冷); 调峰空调用燃气锅炉、与之对应的锅炉供热一次循环泵等设备。

夏季系统可实现地源热泵蓄冷调峰冷水机组供冷、地源热泵单独供冷、水池单独供冷、地源热泵水池联合供冷、地源热泵水池调峰冷水机组联合供冷等五种工况; 冬季系统可实现地源热泵蓄热调峰空调用燃气锅炉供热、地源热泵单独供热、水池单独供热、地源热泵水池联合供热、地源热泵水池调峰燃气锅炉联合供热等五种工况。各工况运行方式通过电动阀转换实现。

根据全年空调冷热负荷逐时计算结果, 制定空调系统运行策略, 详见图 2、3。



7 心得与体会

7.1 复合式冷热源系统有较好的经济性与节能性

综合考虑初投资、节能绿色等因素并结合项目的空调负荷特点，选择合理的复合式冷热源系统，既节省了初投资，又获得了很好的节能效果。本项目最终获得了国家绿色三星级认证。

地源热泵复合式能源系统和常规系统的能源消耗主要是电和天然气，下面就这两项进行比较：

表3 能源消耗比较表（一）

	地源热泵复合式系统	常规系统
年耗电量（万 kW·h）	879.1	672.2
年耗气量（万 Nm ³ ）	23.3	478.2

将耗电量和耗气量都折合成标煤耗量进行比较：

表4 能源消耗比较表（二）

系统形式	耗电量		耗气量	
	年耗电量 （kW·h）	折合标煤 （吨）	年耗气量 （Nm ³ ）	折合标煤 （吨）
地源热泵 复合式系统	8790781.2	2901.0	232966.3	309.8
常规系统	6721538.6	2218.1	4782426.2	6360.6

从上表中可以看出，将耗电量和耗气量都折合成标煤耗量后，地源热泵复合式能源系统与常规系统比较，年标煤耗量少 5367.9 吨，相当于每年可以减少约 140,65 吨 CO₂、46 吨 SO₂ 和 40 吨 NO_x 的排放。

7.2 水蓄冷、蓄热系统

本项目的建筑物使用功能决定了其冷、热负荷都具备白天大夜间小的特点，所以，非常适合实施蓄冷及蓄热系统。另外，空调系统虽然要采用常规的能源方式，但是可以采用蓄能的方式来降低系统中常规设备（燃气锅炉、常规冷水机组）的配置比例，使整个系统尽可能的节能环保，也可以大幅度地降低系统的运行费用。

空调系统中的蓄能方式主要有冰蓄能和水蓄能，水蓄能与冰蓄能相比具有以下优势：

（1）水蓄能系统既可以在夏季蓄冷、又可以在冬季蓄热，而冰蓄能系统只能是夏季蓄冷，冬季不能蓄热。

（2）蓄冰设备的造价要高于蓄水设备，而蓄冰设备在冬季供热工况时又闲置，所以对本项目从投资上来说采用蓄水系统比采用蓄冰系统具有更大的优势。

（3）水蓄冷系统机组的效率远远高于冰蓄冷系统，系统的运行费用更低。冰蓄冷系统中机组在蓄冷工况时蒸发器最低出水温度为 -6℃，水蓄冷系统中机组在蓄冷工况时蒸发器最低出水温度为 4℃，出水温度要高 10℃ 左右，机组的效率比冰蓄冷系统高 25% 以上。



（4）水蓄能系统可以将蓄存的能量尽量用在电力高峰段，系统的运行费用更高。因为冰蓄冷系统中的蓄冰设备受到融冰率的限制，如冰盘管的最大融冰率为 15 左右，也就是说蓄冰设备在每个小时最多能提供总蓄冷量的 15% 左右，蓄存的冷量只能慢慢地分摊在各个小时提供，不能集中地用在电价最高的时段；而水蓄能系统没有这个限制，可以将蓄存的冷（热）量尽量用在电价最高的时段，这样就可以最大限度地降低系统的运行费用。

当然，水蓄能系统与冰蓄能系统比较也有劣势，就是蓄水罐的体积要远远大于蓄冰罐，但是，对于本项目而言，有比较合适的区域布置足够的蓄水罐。

综上所述，无论是前期投资方面，还是后期运行费用方面，采用水蓄能系统都比冰蓄能系统具有更大的优势，因此，本方案中采用水蓄冷、蓄热的方式。

7.3 大温差空调水系统

常规空调系统供回水设计温差一般为 5℃，据统计，很多项目空调系统中各种循环泵的能耗占系统总能耗的 30% 以上，有的甚至达到了 40% 左右，造成了能源的极大浪费。

本方案设计的供回水温差为 8℃，这样一方面降低了系统循环泵的电力消耗，节省了系统的后期运行费用；另一方面也使得循环管路的管径减小，降低系统的初期投资。

缺点：空调水大温差系统下，冷水机组的 COP 值和末端设备的换热能力会有所下降。制冷机组选型时需要选用能够在较为宽广的蒸发温度与冷凝温度范围内可靠运行，并保持较高制冷效率的冷水机组。末端风盘等设备在选型时需要进行修正，根据空调厂家给出的大温差下设备供冷供热能力的修正系数，风盘比常规系统适当加大，会增加一部分初投资。

甘肃省体育馆暖通空调设计

甘肃省建筑设计研究院 祁跃利 毛明强 王克勤 周志刚

武汉理工大学 聂鹏

摘要: 介绍了甘肃省体育馆暖通空调设计, 并对设计中的难点及处理措施进行叙述, 在既满足比赛要求, 又能够满足平时需求的同时, 力求节约能源。

关键词: 热回收; 一次回风; 二次回风; 座椅送风; 喷口送风

1 工程概况

甘肃省体育馆位于兰州新区体育休闲文化园区西南侧, 西临北斗路, 南临纬十六路, 东北侧与文曲路隔人工湖(规划)相望。建筑由比赛馆、训练馆两个矩形体块通过联系两者的“大平台”构成, 在两馆联系处设景观内庭院过渡。体育馆主体地上1层, 局部比赛馆4层夹层, 训练馆3层夹层。体育建筑等级为甲级, 可以承接全国性综合比赛和单项国际赛事。建筑结构使用年限50年, 属于多层公共建筑。总用地面积204,150.81m², 总建筑面积51,796.06m²。

体育馆内部功能配置以比赛馆、训练馆为主、次核心功能区, 比赛馆位于建筑东侧, 主要由比赛场地及看台区组成。可布置篮球、排球、手球、(搭台)体操、室内5人制足球、羽毛球、乒乓球等各项正式比赛场地。看台区共设坐席9729座, 其中普通坐席: 固定5493座, 活动3306座; 贵宾坐席215座; 记者席赛时在主席台两侧观众席临时搭建台桌; 无障碍专用坐席22座, 包厢区座席930座。训练馆位于建筑西侧, 内设四块标准篮球训练场地, 可兼做排球、羽毛球、乒乓球、体操等项目的训练、热身场地,

赛时与比赛场通过专用通道直接连通, 平时通过南侧的全民健身出入口作为对公众开放的休闲活动场, 还可在承接大型会展活动时作为展厅使用。训练场南北两侧设3层夹层作为办公室、活动室、设备间、库房等附属用房。

根据建筑功能暖通空调专业主要设计有冷热源系统、供暖系统、空调系统、机械通风系统及防排烟系统设计。

2 室内空调设计参数

详见图1。

3 冷热源系统

在本工程一层东侧设制冷机房、锅炉房一座, 为体育馆提供空调冷、热源及供暖、生活热水热源。给排水专业生活热水热负荷为680kW, 供暖、空调负荷详见表2、3。

根据冷热负荷计算, 对锅炉房、制冷机房进行选型配置。

由于比赛时是全部空调系统开启, 而平时根据运行方式只局部开启空调系统。为兼顾比赛与平时兼顾, 达到节约能源, 考虑空调冷负荷的变化, 配

图1 室内空调设计参数

房间名称	夏季		冬季		最小新风量 (m ³ /h·P)	室内噪声 评价曲线 NR	备注
	温度 /℃	相对湿度 /%	温度 /℃	相对湿度 /%			
训练馆、比赛馆	26	≤ 65	18/5	≥ 30	20	50	集中空调 + 值班供暖
包厢	26	≤ 60	20/5	≥ 35	20	35	集中空调 + 值班供暖
办公室、休息室、会议室、医务室等	26	≤ 55	20/5	≥ 35	30	35	集中空调 + 值班供暖
检录处、新闻发布厅、同声翻译等	26	≤ 65	20/5	≥ 35	30	35	集中空调 + 值班供暖
休息厅	27	≤ 65	18/5	≥ 30	20	50	集中空调 + 值班供暖
体育用品商店	--	--	18	--	--	--	集中供暖
卫生间	--	--	16	--	--	--	集中供暖
更衣室、淋浴	25	--	25	--	--	--	集中供暖

表2 空调冷、热负荷

房间名称	空调面积 /m ²	冷负荷指标 / (W/m ²)	夏季冷负荷 /kW	热负荷指标 / (W/m ²)	冬季热负荷 /kW
比赛馆	19877	193	3833	116	2313
训练馆	7247	119	865	122	882
合计	--	--	4698	--	3195

表3 供暖热负荷

房间名称	供暖面积 /m ²	热负荷指标 / (W/m ²)	散热器供暖热负荷 /kW	地板辐射供暖热负荷 /kW
比赛馆	12500	75	280	661
训练馆	4,403	42	185	--
合计	--	--	465	661

用两大一小冷水机组,可根据不同冷负荷调整冷水机组的开启数量。制冷机房设置两台水冷离心式冷水机组和一台螺杆式冷水机组,离心式冷水机组单台制冷量为2040kW,螺杆式冷水机组冷水机组制冷量为1054kW。冷水参数为7/12℃,冷却水参数为30/35℃,冷却塔位于制冷机房东北侧室外绿化带内。

冬季除体育用品商店和卫生间等局部仅设计供暖系统,其余房间均设有空调系统。比赛馆和训练馆设计散热器供暖作为值班供暖,比赛馆二层环廊冬季设地板辐射供暖作为值班供暖。考虑空调、供暖及生活热水的使用时间及系统分区,对锅炉设置进行分系统及分回路设置。锅炉房设置两台2.1MW单回路天然气真空热水锅炉,为体育馆空调系统提供热源,热媒温度为60/45℃低温热水。设置两台1.4MW双回路天然气真空热水锅炉,一个回路为散热器供暖系统、地板辐射供暖系统提供热源,一个回路为生活热水系统提供热源。散热器供暖系统由锅炉直接供给,热媒温度为75/50℃低温热水。地板辐射供暖系统由锅炉供给75/50℃低温热水并经板式换热机组换热后供给,二次水热媒温度为50/40℃低温热水。生活热水系统由锅炉直接供给75/50℃低温热水后经给排水专业换热后供给。

4 空调系统

4.1 空调风系统设计

4.1.1 比赛馆空调分为固定座椅部分、活动座椅和场地部分两大空调系统。固定座椅部分采用固定座椅下部设旋流风口下送风,集中上侧回风。考虑座椅送风温差不能太大,一般为2~4℃^[1]。采用带热回收功能的二次回风全空气空调系统,降低送风温差。活动座椅及场地部分气流组织为可调节角度的球形喷口上送风,集中下回风,采用带热回收功能的一次回风全空气空调系统。空调机组均采用转

轮式热回收空调机组,有效回收排风中的能量。过渡季转轮停转,采用全新风运行方式,以有效利用室外空气中的能量。

4.1.2 训练馆采用带热回收功能的一次回风全空气空调系统。空调机组采用转轮式热回收空调机组,有效回收排风中的能量。过渡季转轮停转,采用全新风运行方式,以有效利用室外空气中的能量。室内气流组织形式为:可调节角度的球形喷口上侧送风,集中下回风。

4.1.3 二层休息厅(环廊)采用新风+风机盘管系统,新风机组采用单风机组合式空调机组,气流组织形式为:鼓形风口侧送风,格栅风口回风。

4.1.4 在13.5m标高休息厅采用吊顶式空调机组,其中两台送新风,其余为回风型,气流组织方式为旋流风口上送风、格栅风口上回风。

4.1.5 其他区域:一层餐厅设计风机盘管+新风系统,采用吊顶式热回收空调机组送新风并对排风进行热回收,气流组织为双层格栅风口上送风,单层格栅风口上排风。一层厨房设计全新风系统,采用吊顶式新风机组送风,双层格栅风口上送风。运动员用房、新闻媒体用房、赛事管理用房、贵宾用房、管理办公用房等均采用风机盘管+新风系统,新风由设于各区域的新风机组接出。三层包厢由于与场馆相通,仅设计风机盘管系统,新风由比赛馆直接供给。

4.2 空调水系统

空调水系统采用两管制一次泵变流量闭式机械循环系统,冷热两用。空调水系统干管与立管分支处回水管道上设静态水力平衡阀进行水力平衡;新风机组、组合式空气处理机组入口回水管道上设动态平衡电动调节阀配合自控调节水量;风机盘管入口回水管道上设电动两通阀配合自控调节水量。

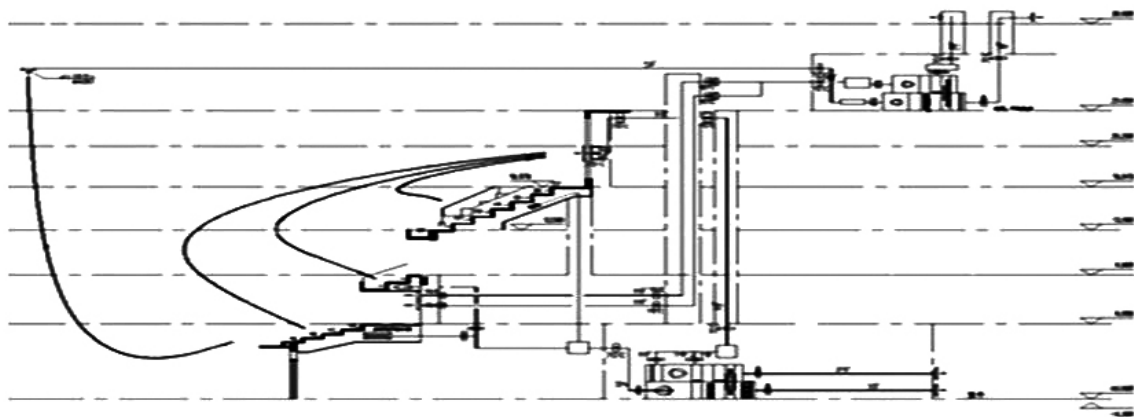


图1 座椅送风原理图

5 空调风系统设计难点及采取的措施

5.1 由于建筑布局的局限,比赛馆场地周边为通高环廊,空调机房及通风机房只能设于一层、6.0m标高层及23.05m标高层处,且由于环廊为通高的,管道不能设于环廊中间。基于这些因素,将下送风给固定座椅的送风系统空调机房设于一层,上送风给活动座椅及场地的送风系统空调机房设于23.05m标高层,给环廊的空调机房设于6.0m标高层,减少管道交叉。

5.2 活动座椅及场地采用上部送风,由于层高较高,加上送风位置的限制,为了保证送风气流送入人员活动区,尽可能降低送风口高度,同时合理布置各个送风口的风量。经过反复计算,最终确定的送风口高度及风量。夏季完全可以保证送风要求,但是冬季必须辅助供暖设施,故在场地周边设置了散热器辅助供暖设施。

每个 风口 参数	流量 V	2500m ³ /h	计算输入 及结果 (制热)	送风温差 Δt	8K
	间距 B	5m		距离 L_{max}	23.24m
	送风距离 A	29m			
	安装高度 H	29m			

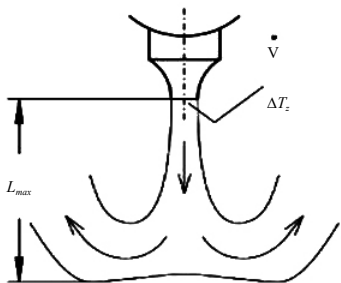


图2 球形喷口

在特殊比赛时(乒乓球、羽毛球),由于风速要求,可预先开启空调系统,使室内参数达到室温要求,比赛时可关闭或调整场地送风风量及风口方向,减少风速对场地气流的影响。

5.3 二层休息厅(环廊)由于层高较高,送风管道只能设于环廊内侧,但由于安装空间受限,送风管道只能在四周空调机房附近,周边设置风机盘管。为尽最大可能扩大送风角度,设计选用鼓型风口送风。选型结果:五个风口,间距3m。两边送风距离较近(约12m)选型尺寸:625×150mm;中间三个送风距离较远(最远约22m)选型尺寸:475×150mm。

6 供暖系统

6.1 一层周边体育用品商店及卫生间、楼梯间等,未设置空调系统,冬季设置散热器供暖系统,

系统采用下供下回式双管系统。

6.2 比赛馆、训练馆冬季设置散热器供暖系统辅助供暖,在非使用时间作为值班供暖。采用下供下回式双管系统。

6.3 二层休息厅为高大空间,冬季设置低温热水地板辐射供暖系统辅助供暖及在非使用时间作为值班供暖。共用立管采用下供下回式双管系统。

7 自动控制

7.1 冷水机组控制:冷水机组、冷水泵、冷却水泵设联锁装置,对系统冷量的瞬时值和累积值进行监测,根据系统冷负荷变化,自动或手动控制冷水机组运转台数(包括相应的冷却塔、冷水泵、冷却水泵)。开机顺序:冷却水系统上电动蝶阀,开启冷却塔和冷却水泵,待冷却水水流量开关确认后,开启冷水系统上电动风管蝶阀,开启冷水泵,待冷水水流量开关确认后,启动冷水机组。关机与上述顺序相反。

7.2 比赛馆、训练馆空调系统控制:空调系统启动时,先开启新风管上的电动对开多叶调节阀和一、二次回风调节阀至指定位置,再开启送风机。控制系统由温、湿度控制器、装设在回风口的温、湿度传感器及装设在回水管上的比例积分电动二通阀组成。系统运行时,温、湿度控制器把温、湿度传感器所检测的温、湿度与温、湿度控制器设定值相比较,并根据比较结果输出相应的电压信号,以控制电动二通阀的动作,使回风温、湿度保持在所需要的范围。空调供回水总管之间的连通管上设旁通电动阀及压差控制器,压差控制器对系统的总供水和回水压差进行系统检测,并根据检测结果对电动阀进行调节控制,进而使供水管与回水管实现旁通,以保持所需要的压差值,旁通流量加上负荷侧流量满足冷水机最小流量。

8 节能与环保

为减少资源消耗和环境污染,并创造良好的工作生活环境,具有良好的生态环境效益,达到绿色建筑示范项目,在满足功能需要并兼顾平时运行的条件下,力求经济合理、技术先进、安全可靠,在设计中采取了以下节能环保措施:

8.1 为满足不同负荷的需要,冷水机组选用多台及大小搭配,以满足部分负荷情况下机组高效运行。

8.2 空调系统分区设置,可满足不同比赛要求及不同使用季节及使用方式的多变化调节运行,方便控制并节约能源。

(下转 56 页)

某空调列车餐车室内气流组织研究

青岛理工大学 韩飞 高浩 胡松涛

摘要: 通过对某空调列车餐车的气流组织模拟计算, 在孔板地板和沿窗户送风的影响下, 分析列车室内温度速度分布的均匀性, 选择合理的送风要求, 进而对于改善列车室内的热环境具有很好的参考价值, 也对进一步提高列车室内环境具有重要的研究意义。

关键词: 列车; CFD 模拟; 气流组织; 计算分析; 均匀性

0 引言

随着中国现代经济社会的发展, 生活质量的提高, 铁路事业也在不断迈向更高的层次, 各种空调列车, 高速列车, 动车组逐渐增多, 这将提高人们的出行时间和效率, 对人们的生活质量也有很大提高, 而在生活改善的同时, 人们对列车室内环境的要求也随之增加, 对列车内通风空调技术也提出了更高的要求, 比如室内温度速度的舒适性, 气流组织的均匀性。

本文通过利用 CFD 模拟技术研究列车室内空气品质 (IAQ) 问题, 应用的软件主要为 Airpak 软件。Airpak 是基于 “object” 的建模方式, 具有自动化的非结构化、结构化网格生成能力, 提供了强大的数值报告, 可以模拟不同空调系统送风气流组织形式下室内的温度场、湿度场等, 以对房间的气流组织、热舒适性和室内空气品质 (IAQ) 进行全面综合评价。CFD 模拟的基础思想就是把原来在时间域及空间域上连续的物理量的场, 如速度场和压力场, 用一系列有限个离散点上的变量值的集合来代替, 通过一定的原则和方法建立起关于这些离散点上场变量之间关系的代数方程组, 然后求解代数方程组获得场变量的近似值, 主要是通过求解偏微分方程得出室内相应位置的风速、温度等参数, 从而分析客室内气流组织的均匀性、热舒适等, 对改善优化列车室内环境具有重要的研究意义。

1 物理模型的建立

本文模拟计算的对象是空调列车硬座客车餐车, 客室内空间尺寸为: 客室长度 13.415m、宽 3.358m、高 2.25m, 客室内有 13 排座椅, 每排 5 人 (分 3 人座椅和两人座椅, 中间是过道)。如图 1 所示。

车厢内送风方式主要采用顶棚孔板送风, 窗下和座椅下辅助送风。该实验列车风道较复杂, 整个模型比较庞大, 这对 CFD 模拟时采用的网格大小提出很高的要求。为了合理划分网格而又满足实际需要, 将该实验列车的送风风道分为主风道、冷风风道、窗部软管支风道部分分别进行模拟。通过对原车厢内系统模型进行必要的假设和简化, 建立的送风方式系统图 2 所示。

2 室内气流组织评价方法

在保证空间使用功能的条件下, 不同的气流分布方式将涉及整个空调系统的耗能量和初投资。就气流分布本身而言, 其均匀性和有效性的评价方法也有多种, 以不均匀系数法为例, 列车客室内人员密度很高, 其舒适性要求需要遍布客室内的每一个角落, 因此需要气流分布尽可能均匀。对于速度和温度, 在工作区内选择 n 个测点, 分别测得个点的速度 u 温度 t , 然后求其算术平均值 $\bar{u}$ 、 $\bar{t}$, 从而继续求得其均方根偏差 σ_u 、 σ_t , 不均匀系数则为其算术平均值与均方根差的比值 k_u 、 k_t , 不均匀系数值越小,

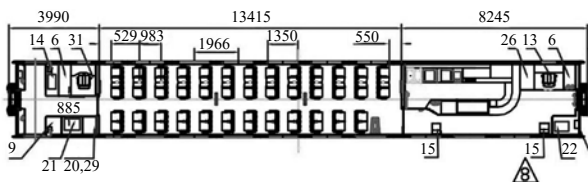


图 1 车体平面图

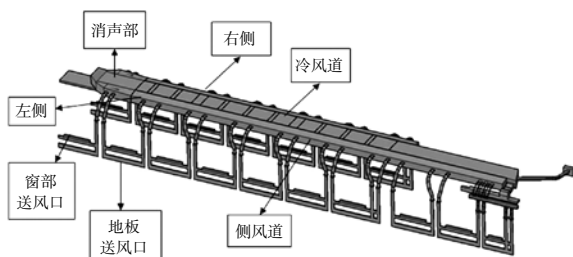


图 2 送风系统模型

说明气流分布的均匀性越好。

速度温度平均值为：

$$\bar{u} = \frac{\sum u_i}{n} \quad (1)$$

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i}{n} \quad (2)$$

均方根偏差为：

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{\sum (u_i - \bar{u})^2}{n}} \quad (3)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (t_i - \bar{t})^2}{n}} \quad (4)$$

不均匀系数为：

$$k_u = \frac{\sigma_u}{\bar{u}} \quad (5)$$

$$k_t = \frac{\sigma_t}{\bar{t}} \quad (6)$$

n 为工作区内选择的测点数目， $\bar{u}$ 为平均风速， $\bar{t}$ 为平均温度； u_i 为测点风速， t_i 为测点温度； σ_u 为速度均方根偏差， σ_t 为温度均方根偏差； k_u 为速度不均匀系数， k_t 为温度不均匀系数。

3 气流组织模拟

夏季整车总送风量为 5400m³/h，不计算太阳辐射，根据实测数据和模拟的经验设置边界条件如下：

温度：侧墙温度设置为 30℃，窗户温度为 33℃，地板温度为 26℃，顶板温度为 29℃，温度车座椅模拟人体温度 33℃，风温度为 15℃。

要分析整个客室内的热舒适性，取客室内具有代表性的三个横断面速度场温度场为研究的对象进行分析。如图 3 取 X 方向断面一、断面二、断面三分别代表第一排、第七排、第十三排位置，图 4 至 9 分别代表这三个断面的温度场和速度场分布图。

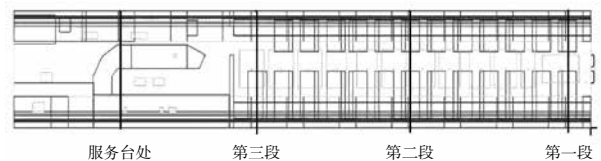


图 3 物理模型

从温度场分布图中可以看出，客室内温度分布相对均匀，温度大约在 21℃ 左右，靠近送风口处温度稍低。从速度分布场中可以看出，客室内速度分布稍不均匀，靠近送风口和回风口处风速稍高，在 0.3m/s 左右。

在如图所示的这 3 个测试断面内，每个断面内选取 20 个测点，分别包括人体坐下的时候的脚部、膝部和头部位置，具体的布置如图 10、图 11 所示。

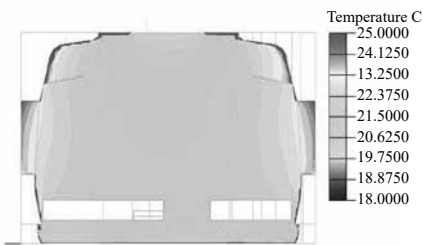


图 4 第一段（第一排座椅温度场）

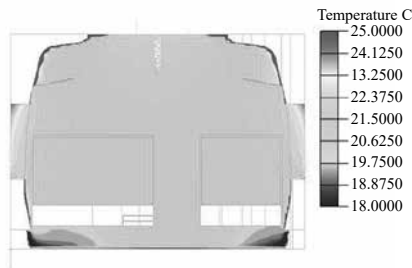


图 5 第二段（第七排座椅温度场）

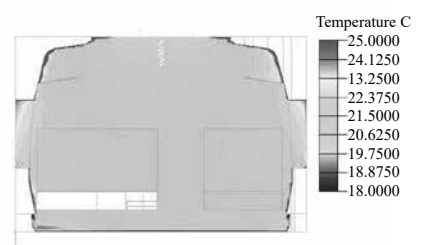


图 6 第三段（第十三排座椅温度场）

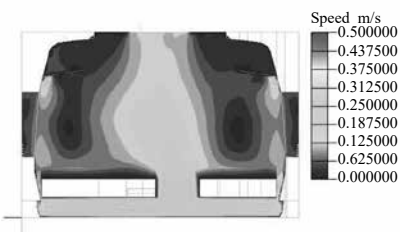


图 7 第一段（第一排座椅速度场）

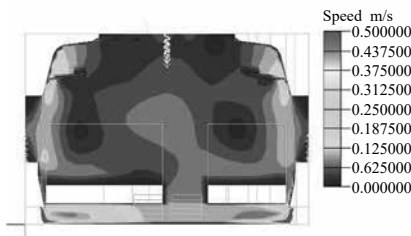


图 8 第二段（第七排座椅速度场）

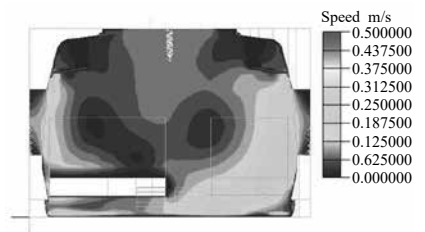


图 9 第三段（第十三排座椅速度场）

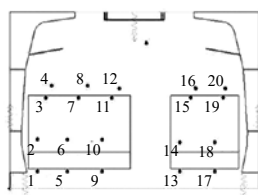


图 10 测点布置

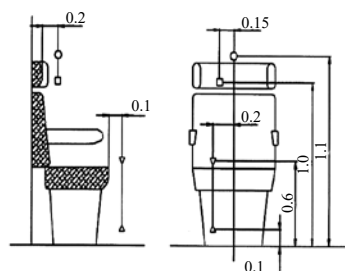


图 11 UIC553 标准中测点布置

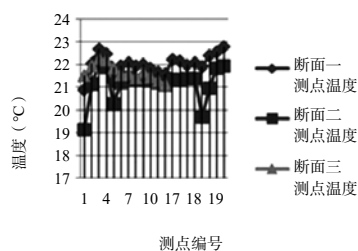
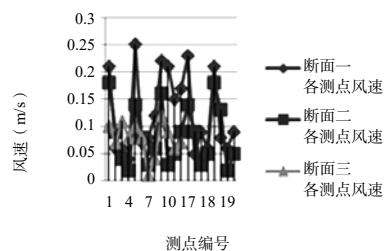


图 12 三个断面风速温度分布折线对比图

各断面测点读数如下：

表 1 三段测点读数

测点 编号	第一段测点读数		第二段测点读数		第三段测点读数	
	风速 /(m/s)	温度 /°C	风速 /(m/s)	温度 /°C	风速 /(m/s)	温度 /°C
1	0.21	20.88	0.18	19.12	0.10	21.50
2	0.06	22.04	0.09	21.12	0.07	21.93
3	0.06	22.66	0.04	22.07	0.11	22.25
4	0.04	22.45	0.02	21.87	0.08	22.18
5	0.25	21.22	0.14	20.27	0.10	21.84
6	0.07	21.92	0.08	21.19	0.08	21.55
7	0.08	22.09	0.03	21.45	0.01	21.58
8	0.12	21.92	0.06	21.31	0.04	21.42
9	0.22	21.99	0.16	21.29	0.12	21.67
10	0.21	21.82	0.03	21.27	0.09	21.45
11	0.15	21.67	0.05	21.19	0.06	21.27
12	0.17	21.57	0.09	21.08	0.07	21.12
13	0.23	22.23	0.14	21.33	—	—
14	0.05	22.13	0.09	21.32	—	—
15	0.09	21.98	0.03	21.36	—	—
16	0.06	22.09	0.05	21.39	—	—
17	0.21	21.89	0.18	19.69	—	—
18	0.08	22.38	0.13	20.97	—	—
19	0.06	22.55	0.02	21.83	—	—
20	0.09	22.77	0.05	21.94	—	—

注：第三段因为少一排座椅（2人座椅），所以测点读数少8个。

从表1中可以看出，测点的风速均在0.02m/s到0.25m/s之间，符合客车空调设计参数中对客室内微风速，对于软座车、软卧车和硬卧车，夏季不超

过0.25m/s，温差符合UIC553标准中的温差不超过2℃。以速度为例，由不均匀性系数计算可以得出模拟断面一的不均匀性系数为0.561、模拟断面二的不均匀性系数为0.635、模拟断面三的不均匀性系数为0.380，由此可知三个断面的不均匀性系数最大为0.635，气流分布的均匀性相对较好。

从三个断面风速分布对比图中可以看出，0.1m处测点1、5、9、13、17处速度稍大，有吹风感，在0.2m/s左右，这是由于这五个测点靠近地板送风口风速较大，其他测点处风速适中。从三个断面温度分布对比图中可以看出，0.1m处测点1、5、17处温度稍低，在20℃左右，这是由于测点靠近送风口（送风温度为15℃）所致。

4 结束语

从上面的模拟，我们可以看到CFD模拟可以模拟列车室内气流，并对列车室内的温度场、速度场、热舒适性和均匀性进行计算分析，对于改善列车室内的热环境具有很好的参考价值，使用灵活方便，可靠性高，模拟相对准确，对暖通空调领域的发展具有重要的研究意义。

参考文献

- [1] 赵荣义，范存养，薛殿华，钱以明，空气调节[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2009年三月第四版.
- [2] 赵荣义，简明空调设计手册[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1998.18-19.
- [3] 《客车空调设计参数》TB1951-1987.
- [4] 陈焕新. 空调列车室内空气品质与气流组织的研究[D]. 武汉：华中科技大学，2002.

直埋热水供热管道折角热 - 力耦合有限元分析

长安大学 江超 官燕玲
西安市热力总公司 石娟玲 曹宏麟

摘要: 针对直埋热水供热管道折角受力的复杂性, 采用土弹簧模型建立了直埋管道折角的有限元模型, 分析了内压和温升作用下管道的应力分布。结果表明, 直埋对焊折角的一次和二次峰值应力均较大, 工程应用中应避免使用; 温升作用下折角的二次应力比一次应力大得多; 埋深对一次应力和二次应力的影响不同, 其他影响因素的变化规律相同。

关键词: 集中供热; 直埋管道; 折角; 应力分析

0 引言

折角是直埋供热管道设计和施工中最难处理而又不可避免的薄弱环节。道路渠化、竖向变坡、障碍物影响都会导致管道出现折角。由于折角在结构上的不连续性, 会在不连续处形成应力集中, 从而产生很高的局部峰值应力。周围土壤的束缚进一步限制了折角的横向位移, 使得折角受力情况进一步恶化。

《城镇供热直埋热水管道技术规程》(CJJ/T 81-2013)^[1] 给出了可视为直管段的最大折角, 但是受工程实际情况限制, 出现的折角很难控制在规定的角度范围内。这样必须确定折角的应力条件, 进行疲劳分析, 以确定如何采取保护措施。规程没有针对折角给出验算方法, 这给直埋供热管道应用带来很大困难。

王飞等基于 ANSYS 分析了直埋供热多折角曲管的应力分布^[2]。杨健采用 ANSYS 软件分析了拖管施工管道折角, 指出采用一定曲率半径的弯管作为竖向拖管的折角处理方法, 可以满足疲劳强度的要求^[3]。赵欣刚等采用将大折角处理成许多小折角的方法来满足规程的要求^[4], 但是大折角处理成多个小折角能否将峰值应力降低到所允许的范围内, 也有待进一步研究。罗维采用弹性抗弯铰法分析 $0\sim 15^\circ$ 小角度转角管段的应力^[5], 弹性抗弯铰简化方法是否能够用于大管径管道折角的应力分析, 未见相关文献给出结论性分析。Fonseca 等针对承受平面弯矩的弯管采用有限曲管单元进行了模拟^[6], 模拟对象仅限于架空管道承受弯矩的情况。

本文针对市政道路下直埋热水管道折角受力问题, 采用通用有限元软件 ANSYS, 基于土弹簧模型建立了热 - 力耦合有限元模型, 对直埋热水管道折角的应力分布特性和影响因素进行分析研究。

基金项目: 陕西省住房和城乡建设厅科学技术计划项目 (2014-04)。

1 折角管段热 - 力耦合模型

1.1 折角管段的几何特点

图 1 (a) 为管道定线确定的管道走向。定线形成的这一折角, 常用的连接方法有两种: 一种是直接对焊 (图 b), 另一种是采用小角度弯头连接 (图 1c、图 1d)。小角度弯头连接因弯头曲率半径不同所连接出来的结果也不同。弯头曲率 R 一般以管径 D 的倍数表示。图 1 (b) 的直接对焊连接的曲率半径视为 $0D$ 。随着弯头曲率半径的增加, 处理折角用的小角度弯头的长度也在增加。

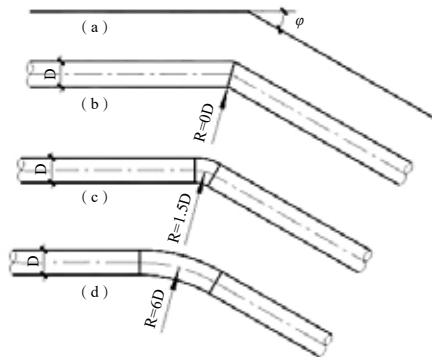


图 1 管道折角的连接方式

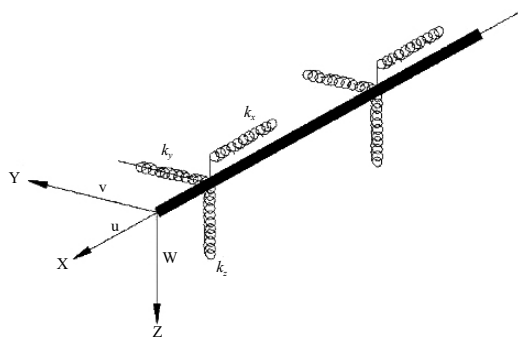


图 2 管 - 土作用三维土弹簧模型

1.2 热-力耦合模型参数

管土热-力耦合模型的参数包括土弹簧参数和管道参数。

1.2.1 土弹簧参数

如图2所示,直埋管道所受土弹簧作用可以分解为轴向弹簧、横向弹簧和竖向弹簧^[7]。基于土壤的Winkler离散模型^[8,9],所有弹簧均采用双线性模型进行分析。

轴向弹簧屈服力 f_u 取摩擦力,即土压力乘以摩擦系数^[1];屈服位移 u_u 取管外径的1%^[10]。横向弹簧屈服力 p_u 取最大侧反力,即极限水平土压力^[10]; v_u 取管中埋深的2%^[10]。竖向弹簧屈服力 q_u 按American Lifelines Alliance给出的方法计算^[11];屈服位移 w_u 取管外径的2%^[11]。

DN1000mm直埋热水管道(外层PE保护壳直径为1155mm),管顶覆土1.4m的情况下,土壤密度取1800kg/m³,土壤的内摩擦角取30°,土壤粘聚力取12.5kPa,管道与土壤之间的摩擦系数取0.4,则弹簧力-位移曲线见图3~5。

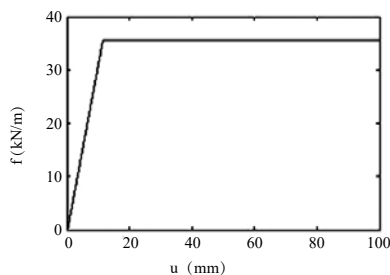


图3 轴向弹簧力-位移曲线

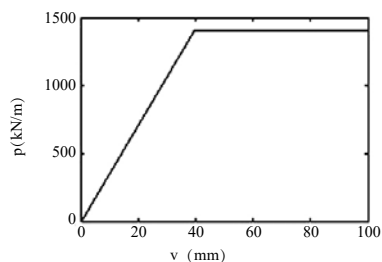


图4 横向弹簧力-位移曲线

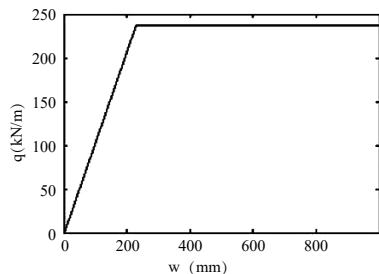


图5 竖向弹簧力-位移曲线

1.2.2 管道参数

钢管外径为DN1000mm、壁厚10mm。本文所选壁厚为理论壁厚,未考虑壁厚偏差的影响。工程应用中应采用所选管道的实际壁厚。管道的材料参数取供热管道常用管材的推荐值^[1]。

表1 管道材料参数^[1]

弹性模量 E/MPa	泊松比 ν	线膨胀系数 α /[m/(m·°C)]
19.8×10^4	0.3	12.4×10^{-6}

1.2.3 单元选择

Shell181单元适用于薄壁及中等厚度壳体结构大应变非线性分析^[12],本文采用Shell181单元对管道进行建模。Combin39单元为非线性单向单元,具有广义的力-变形曲线^[12],本文采用Combin39弹簧单元进行土壤模拟。折角管段管-土作用有限元模型见图6。

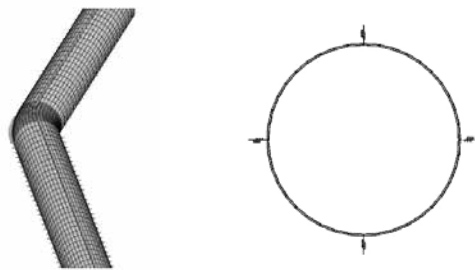
2 折角管段热-力耦合分析

采用折角管段热-力耦合模型分别对内压单独作用和内压、温度联合作用两种情况进行模拟。

2.1 内压作用

设定折角角度为30°,折角两臂臂长均为40m,两臂管端均为套筒补偿器(可自由伸长)。考虑到套筒补偿器有摩擦阻力,在两臂管端设置轴向力进行模拟,DN1000mm补偿器的总摩擦力为130kN^[13]。管道内压设定为1.0MPa,管段周围设置土弹簧。分别对对焊折角和R=1.5D折角进行模拟,结果见图7。

由图7的当量应力分布图可以看出,对焊折角在对焊顶点处产生了较大的应力集中,最大当量应力高达337MPa,采用弯头替代对焊折角后,折角处应力分布变得比较均匀,最大当量应力降低为136MPa。继续增加弯头曲率半径后,最大当量应力继续下降,当弯头曲率半径增加为R=6D时,最大当量应力降低为123MPa。由图7的位移分布图可以看出,采用弯头替代对焊折角后,折角的位移吸收能力增加。



(a) 总体网格划分 (b) 横断面土弹簧布置

图6 折角管段管-土作用模型

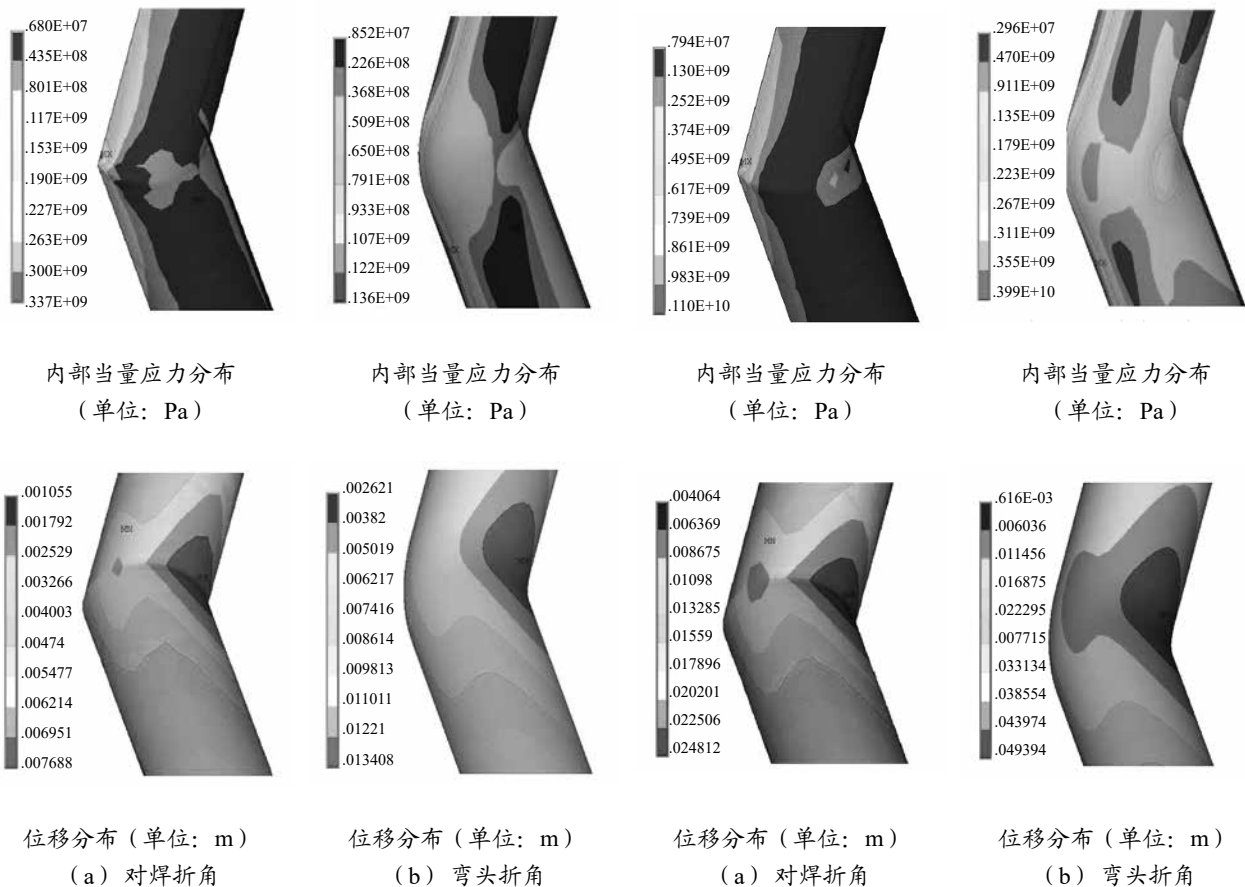


图 7 内压作用下折角的应力分析

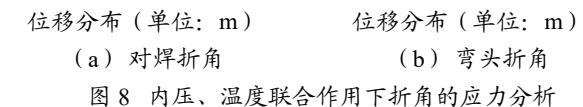


图 8 内压、温度联合作用下折角的应力分析

2.2 内压、温度联合作用

在 2.1 节计算模型的基础上增加 120℃ 温升荷载, 得到的结果见图 8。由图 8 的应力分布图可以看出, 对焊折角在温升作用下应力集中更为严重, 最大当量应力高达 1100MPa, 而采用弯头替代对焊折角后, 最大当量应力下降为 399MPa。

供热管道的应力分析采用应力分类法, 内压产生的应力为一次应力采用极限分析法, 最大当量应力应小于许用应力 $[\sigma]$ (供热管道常用的 Q235B 钢材的许用应力为 125MPa^[1]); 二次应力产生的峰值应力采用疲劳分析法, 最大当量应力应小于 $6[\sigma]$ (疲劳极限)。

由于对焊折角不能满足内压一次应力要求, 且在温升作用下应力集中严重, 峰值应力超出了疲劳极限, 因此, 工程中应谨慎使用对焊折角。

3 折角应力的影响因素

按照应力分类法, 分别对影响折角一次应力和二次应力的因素进行分析。

3.1 一次应力的影响因素

一次应力为内压或持续外载产生的应力, 直埋供热管道的一次应力来自于内压和土壤外载作用。因此, 影响一次应力的因素包括内压、管道壁厚、折角角度、弯头的曲率半径 (对焊折角的曲率半径为 0) 和管道埋深。

一次应力随内压增加而增加, 随壁厚增加而减小 (图 9); 一次应力随弯头角度的增加先增加后减小, 随曲率半径增加而减小 (图 10), 对焊弯头的一次应力较大, 弯头曲率半径对一次应力的影响较小; 一次应力随埋深增加而减小 (图 11)。

3.2 二次应力的影响因素

二次应力为温升受限产生的应力。因此, 影响二次应力的因素除内压、管道壁厚、折角角度、弯头的曲率半径和管道埋深外, 还包括温升。

二次应力随温升增加而增加, 随弯头角度的增加先增加后减小 (图 12); 二次应力随曲率半径增加而减小 (图 13), 对焊弯头的二次应力较大, 弯

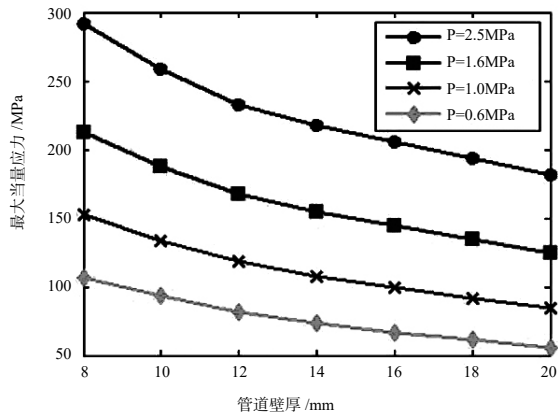


图9 一次应力随内压、管道壁厚的变化

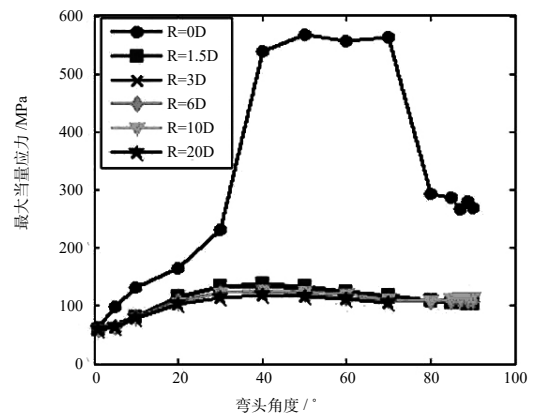


图10 一次应力随弯头角度、曲率半径的变化

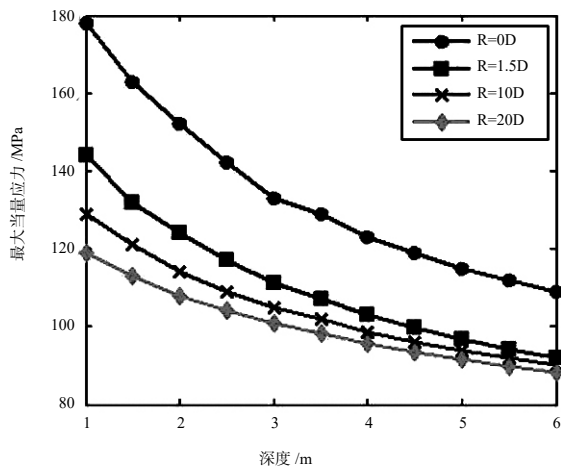


图11 一次应力随埋深、曲率半径的变化

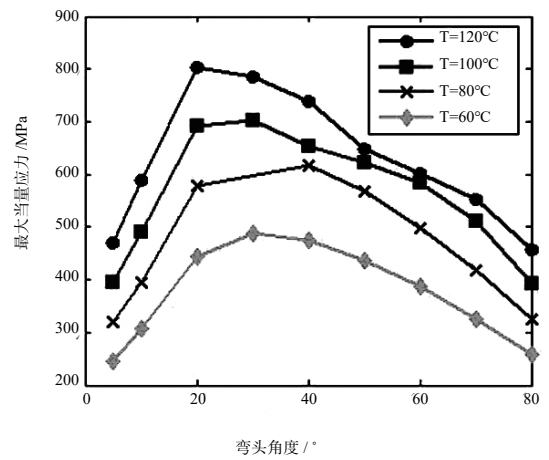


图12 二次应力随弯头角度、管道温升的变化

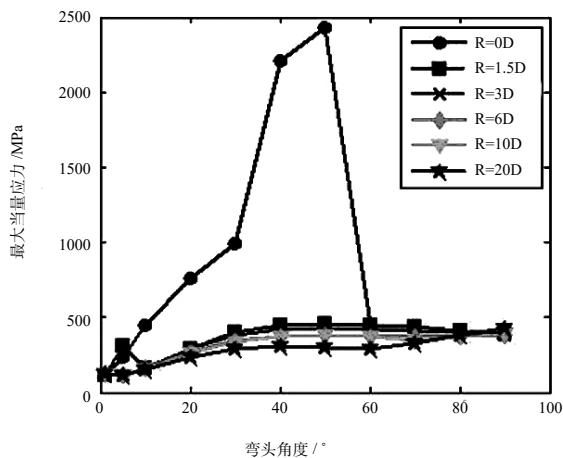


图13 二次应力随弯头角度、曲率半径的变化

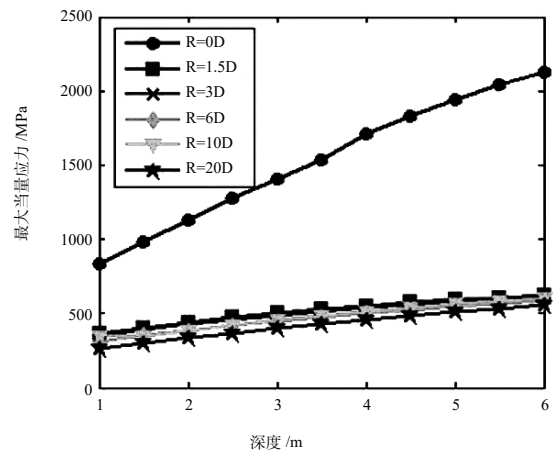


图14 二次应力随埋深、曲率半径的变化

头曲率半径对二次应力的影响较小;二次应力随埋深增加而增加(图14)。

4 结论

(1) 土壤对直埋热力管道的作用力可以用轴向土弹簧、横向土弹簧和竖向土弹簧进行模拟。

(2) 对焊折角的一次应力和二次应力均较大,在工程中应避免使用。

(3) 温升作用下,弯头折角的二次应力比一次应力大得多。

(4) 一次应力和二次应力随内压、管道壁厚、折角角度、弯头的曲率半径的变化规律相同,随管道埋深的变化规律相反。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 81-2013 城镇供热直埋热水管道技术规程[S] // 城市建设研究院 北京市煤气热力工程设计院有限公司主编. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [2] 王飞, 钱保娴, 王国伟. 直埋供热多折角曲管的数值分析[J]. 建筑热能通风空调, 2012, 31(5): 86-89.
- [3] 杨健. 供热管道拖管施工出土大折角的有限元分析[J]. 区域供热, 2014, (5): 117-119.
- [4] 赵欣刚, 张磊, 王冠英, 等. 供热管道空间折角计算与多管段连续折角设计[J]. 煤气与热力, 2014, 34(10): A05-A08.
- [5] 罗维. 直埋敷设热水管道 0~15° 小角度转角管段应力分析[J]. 区域供热, 2013, (3): 93-98.
- [6] E. Fonseca, F. Melo. Numerical solution of curved pipes submitted to in-plane loading conditions [J]. Thin-Walled Structures, 2010, 48: 103-109.



[7] BS EN 13941-2009, Design and installation of preinsulated bonded pipe systems for district heating[S]. London: Standards Policy and Strategy Committee, 2009.

[8] A. Selvadural. 土与基础相互作用的弹性分析[M] // 范文田, 何广汉, 张式深, 罗无量译. 北京: 中国铁道出版社, 1984.

[9] E. Winkler. Theory of elasticity and strength [M]. Prague: Dominicus, 1867. (in German).

[10] API-RP 2A-WSD. Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design [M]. USA: American Petroleum Institute Production Department, 21th edition, 2002: 61-63.

[11] American Lifelines Alliance. Guidelines for the design of buried steel pipe[M]. ASCE, 2001.

[12] 王新敏, 李义强, 许宏伟. ANSYS 结构分析单元与应用[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.

[13] 中国市政工程华北设计研究院. 05 系列建筑标准设计图集[M] // 05N5 热力工程. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 62.

(上接 48 页)

8.3 全空气空调系统采用变新风比设计, 新风管和排风管上装有电动密闭阀, 可以根据阀门开度调节新风量。过渡季节, 采用全新风运行, 在提高室内空气品质的同时降低系统能耗。

8.4 比赛馆、训练馆采用热回收组合式空调机组回收排风中的余热, 热回收效率大于 60%。送、回(排)风机均采用变频风机, 转速范围控制在 30~100%, 以适应负荷及风量的变化。

8.5 比赛馆观众区固定座椅采用座椅送风方式, 降低送风温度, 提高人员舒适度。

9 结论

9.1 体育馆空调系统根据比赛、赛后营运的方

式以及不同运动的比赛气流速度要求不同, 分区、分系统设置, 并在不常使用的大空间设置值班供暖设计。

9.2 比赛馆空调气流的合理组织是本项目设计的关键, 采用座椅送风及二次回风方式(无再热), 降低送风温度, 减小送风温差, 能得到较高空气质量和热舒适性, 减少空调能耗。

9.3 由于该项目尚未完工, 上述暖通空调系统设计的合理性尚待实际运行验证, 尤其是高大空间的气流组织问题。笔者将紧密跟踪该项目的施工、调试等, 以便及早发现问题加以改进完善, 并为以后设计总结经验。

参考文献

- [1] 李强民. 置换通风设计、原理及应用[J]. 暖通空调, 2000, 30(5): 41-46.

适应于中国特点的被动房技术探讨与工程实践

同方人工环境有限公司 王青平 范新 顾卫平 王洋 李旻阳 宁炜 殷地喜 濮东

摘要: 结合气候特点、生活习惯、经济水平等因素,对我国不同气候区的被动房从建筑物保温隔热性能、可再生能源利用与冷(热)源方案到室内空调系统方案等多项被动房技术与德国等欧洲国家进行了对比分析和适应性探讨,并提出了适应性解决思路和技术方案,在中国不同气候区各选一个被动房工程实践予以简要介绍。

关键词: 被动式超低能耗绿色建筑;可再生能源;高效热回收;供暖能耗需求;供冷能耗需求

0 引言

“被动房”这一概念起源于瑞典和德国,并最早在德国付诸工程实践^[1]。自2009年起,中国开始推广建设“被动式超低能耗建筑”,截止2015年7月全国共有28个项目总建筑面积约40万m²的被动房项目列入住建部科学技术项目计划^[2]。2015年5月河北省颁布了中国第一个被动房地方标准^[3],2015年10月住建部主持编制了《被动式超低能耗绿色建筑技术导则(试行)(居住建筑)》^[4],将该类建筑定义为“被动式超低能耗绿色建筑”(本文以下简称被动房)。但被动房技术毕竟来源于德国等欧洲国家,在我国研究与推广不足十年时间,在各项实践过程中,在国外专家顾问、设计师、甲方代表、设备制造商之间的交流讨论中,有许多观点发生了激烈碰撞,其主要原因是中国与德国等欧洲国家气候特点、资源条件、生活习性、经济水平等差异较大所致。德国等欧洲国家主要是解决供暖问题,其夏季气候较为凉爽,而我国幅员辽阔,但城镇地区和中东部地区人口密度大,建筑密度较大,同时我国存在气候特点迥异的多个不同气候区,即使寒冷地区其夏季气候也较湿热。因为存在这些“中国特点”,所以必须把被动房相关技术与“中国特点”相结合进行适应性分析,研究适应于中国被动房特点的系统技术、设备技术,在实际工程实践中加以检验,然后在中国推广应用。

1 中国被动房相关技术适应性研究

1.1 外围护结构保温性能适应性分析

在德国等欧洲国家,被动房建筑一般只考虑冬季供暖问题,夏季空调一般不作过多考虑,因而其主要考虑如何尽量多利用太阳辐射得热和防止室内向室外散热损失。但在中国即使在寒冷地区,夏季也较为潮湿闷热,一般夏季也需要空调制冷,因此在确定外围护结构保温性能时应同时计算分析冬季和夏季能耗需求。

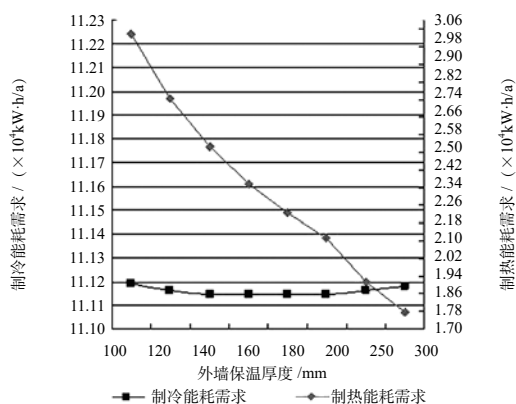


图1 不同外墙厚度下的能耗需求指标图

文献[5]模拟计算了夏热冬冷地区被动式住宅外围护结构保温层厚度与冬季和夏季能耗需求的关系,如图1所示。可以看出,当保温层厚度由薄至厚一定范围内变化时,被动房供暖能耗需求和供冷能耗需求同时减小,但前者减小速度更快,后者几乎不变,这是因为被动房保温性能在夏季只是抵挡来自外界的热扰而不能减小室内热扰。当保温层厚度达到一定程度之后,供冷能耗需求反而有所上升,这是因为保温性能提高反而不利于被动房在有利气候条件如夜晚或凉爽时间段室内热量向室外散失,不利于利用自然条件减小室内负荷。在中国大部分地区既要供暖又要供冷,应以被动房全年能耗需求为约束目标设计被动房保温体系,而不能盲目采用欧洲国家仅为考虑供暖需求的被动房保温体系。

1.2 楼板隔热的适应性研究

随着城镇化建设加速,中国住宅建筑越来越向空间发展,高层建筑越来越多,被动房建筑也不例外。许多住户共同居住在同一建筑物内,形成左右或上下的邻居关系。文献[6]实测数据表明,在分层楼板设有6cm厚保温层(楼板传热系数为0.461W/m²·K)而楼上楼下住户未入住的情况下,整个冬季散热量为18.12kW·h/m²,由此增加的运行电耗约为7.25kW·h/m²。因此中国被动房高层建筑必须加强分

表1 可再生能源利用分析

名称	优缺点分析	应用分析
太阳能	优点：光热、光电均可应用。 缺点：受天气与时间影响和限制，不连续、不稳定；需要合适场地，占用较大面积。	作为生活热水系统较为方便；可与空气源热泵等结合，联合运行。
空气源热泵	优点：空气无处不在，无时不有，应用方便。 缺点：受环境温度影响和限制。	东北（部分）、西北（部分）、华北及其以南地区均可应用；冬夏冷暖同时解决，系统简单。
水（地）源热泵	优点：能效高；连续，稳定。 缺点：受环保和场地限制；地下水（地）源热泵需要考虑地质情况及热平衡性。	中国中大型城市水（地）源热泵应用越来越受限制；具有可利用的江、河、湖水、污水、工业废热水、海水等条件时，可采用相适应的水源热泵。
生物质	优点：连续，稳定。 缺点：有一定量碳排放；一般只用于供暖。	具有较方便的生物质供应条件；其他可再生能源利用不太方便时。
干空气能	优点：能效高。 缺点：较强的地域特性。	适用于西北干热气候区。

层楼板、分户隔墙的保温隔热性能，以避免入住时间、运行时间不一致而带来的能量损失。而德国等欧洲国家建造的被动房居住建筑基本上多为独栋独户的，无需过多关注邻室传热问题。

1.3 可再生能源适用性利用

被动房鼓励优先利用可再生能源利用，以尽可能减少一次能源消耗。在文献[4]第63条提出可再生能源主要包括太阳能、地源热泵、空气源热泵及生物质燃料等。中国可再生能源利用简要分析如表1。

德国等欧洲国家被动房一般建筑面积较小而占用场地较大，建筑密度低，采用地源系统较为可行，而在中国由于城镇地区、中东部地区人口密度、建筑密度较大以及环保限制，采用地下水（地）源系统有较大难度。

1.4 集中式系统的适用性

在很多被动房项目方案讨论阶段欧洲专家顾问经常建议采用集中式系统。关于集中式系统与分散式系统的节能性比较，文献[7]从实测数据对比、认识实质甚至文化层面进行了较深入分析，指出对于公共建筑“集中方式可能是一条很难实现其能耗目标的艰难之路，而分散方式则是完全可行易于实现之路”。况且住宅建筑还存在入住率不足（或者可能持续多年），生活习性与作息时间差异更大等问题。对于公共建筑尚且这样，对于住宅建筑更应如此。图2为普通住宅建筑分散空调与集中空调能耗实测对比，后者平均能耗是前者的3倍以上。

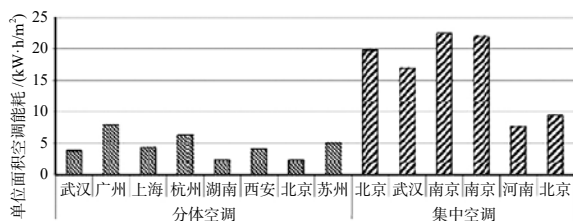


图2 住宅建筑分散式与集中式空调能耗实测对比图

1.5 直流式新风系统的适应性

图3所示带高效热回收直流式新风系统是德国被动房常常采用的新风系统，德国专家培训时常被提及。该新风系统方案对于中国被动房是否适应？

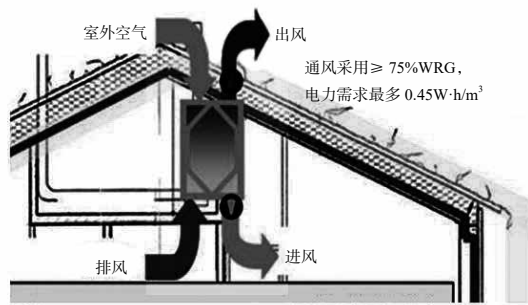


图3 直流式新风系统示意图

举例说明：被动式住宅面积100m²，按居住3人计算，按文献[4]第13条表2的规定，总新风量最小值为90m³/h。计算空气处理过程如图4。

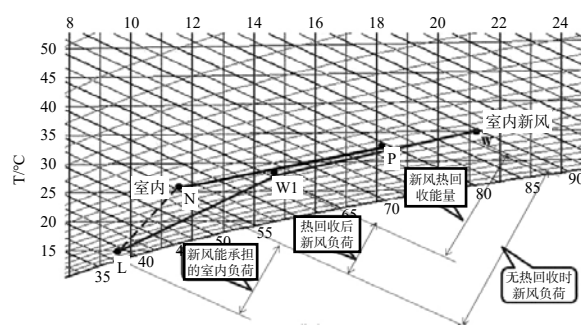


图4 直流式系统新风处理焓湿图

该新风量总制冷量约800W，其中：承担自身负荷约310W，可承担室内负荷为490W，即该新风量夏季可承担的建筑物冷负荷（含新风）能力为8W/m²。如果室内冷负荷（含新风）指标超过此值，则该新风量不足以承担夏季冷负荷。经模拟计算，中国即使寒冷地区的被动房住宅夏季冷负荷指标一般约15W/m²左右，因此该设计新风量是不能排除

室内冷负荷的。

如果采用图3所示的直流式新风系统,则必须加大新风量,但此时也增加了新风负荷,造成夏季冷负荷增加。按夏季冷负荷指标 $15\text{W}/\text{m}^2$ 计算,如果由新风承担全部冷负荷,系统新风量则应为 $220\text{m}^3/\text{h}$,夏季冷负荷指标则由此增加至 $19.5\text{W}/\text{m}^2$,冷负荷指标增加了30%。

可见,直流式新风系统在中国大部分地区是不适用的,不能为了承担冷负荷而盲目加大新风量。建议在保持合适的设计新风量条件下,由新风和其他媒介如循环回风等共同承担夏季冷负荷。

1.6 冬季严寒气温条件新风热回收防结霜结冰技术处理

由于被动房必须采用高效新风热回收系统,其中显热回收效率不低于75%,全热回收效率不低于70%^[4],而我国严寒地区和部分寒冷地区冬季出现严寒天气的时间较长,当室外新风温度较低时,在高效热回收器作用下,热回收系统排风侧气流存在结

霜结冰风险,如图5(a)图所示。室外新风温度越低、热回收器效率越高,结霜结冰风险越大。此时应先预热新风至合适温度,使得排风侧气流不至于结霜结冰。尽管此时将减少热回收量,但可保证新风热回收系统安全可靠运行,如图5(b)图所示。

1.7 阴冷潮湿气候条件的舒适性保证

在我国夏热冬冷地区、部分夏热冬暖地区甚至部分寒冷地区,在春夏之交过渡季节会出现空气温度不高但湿度较大的天气,此时人体感觉阴冷潮湿。图6表示了我们在实际项目所采用的冷凝热回收除湿技术,即将新风降温除湿,利用除湿过程中的部分冷凝热再加热冷却除湿后的新风,在满足舒适性要求的同时尽量减少能耗。其中图6(a)和(b)分别为新风有旁通和无旁通的新风处理过程示意。

1.8 厨房通风技术处理

中国住宅建筑烹饪方式与欧洲国家差异巨大是众所周知的。中国家庭厨房排油烟最大排风量约

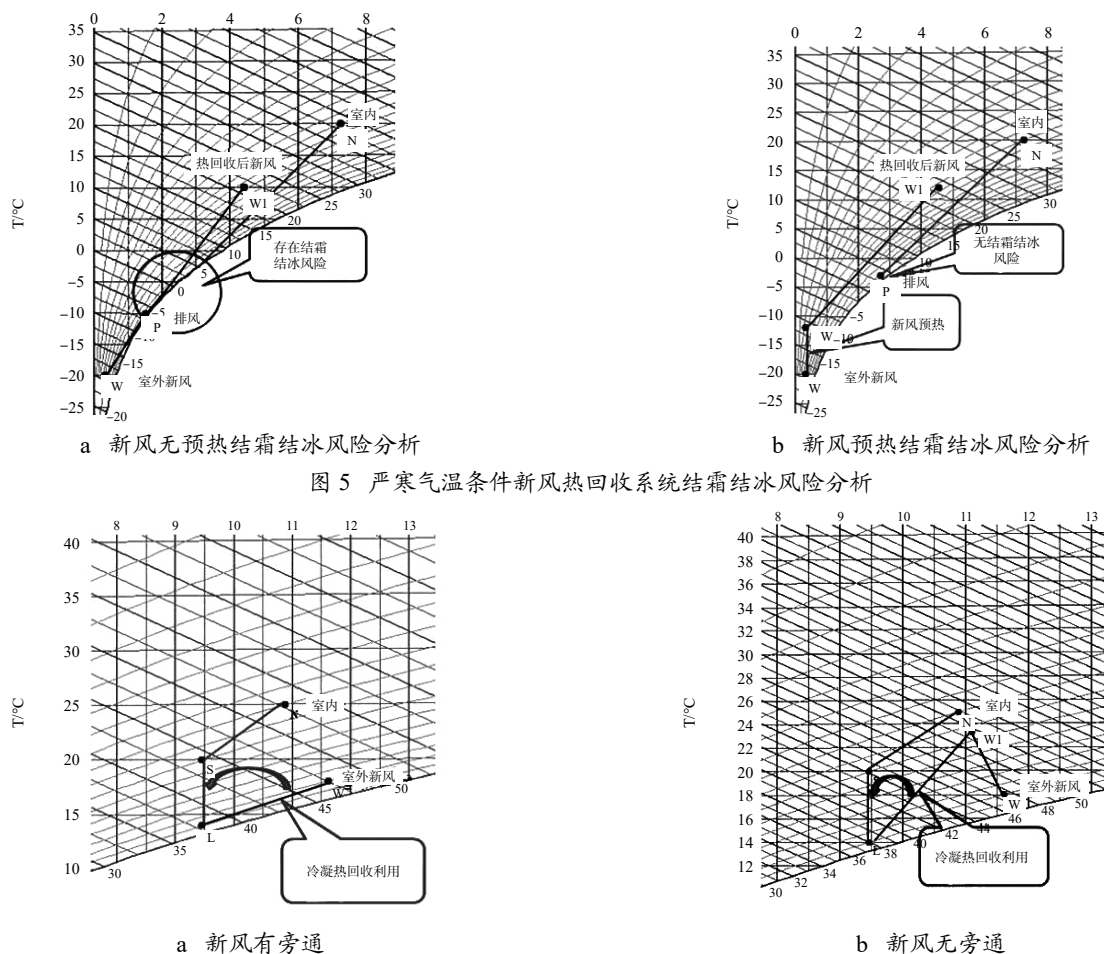


图5 严寒气温条件新风热回收系统结霜结冰风险分析

图6 阴冷潮湿天气冷凝热回收除湿干燥处理原理图

15m³/分,文献[6]指出,如无专门的补风进入,室内将产生较大负压,将严重影响室内正常的舒适环境。因此中国的被动式住宅应设计专用厨房补风系统,如图7所示。通过联锁控制在油烟机开启时自动补风,并直接进入橱柜排油烟系统,以不破坏室内空气系统气流组织,不增加空调系统能耗。

2 不同气候区的被动房工程实践

通过学习、研究德国等欧洲国家被动房技术,并对中国被动房特点及相关被动房技术进行适应性研究,我们与各项目的咨询机构、设计院和甲方等方面相关人士密切配合,完成了多个不同气候区的若干个被动房项目工程实践,现将我们所做的不同气候区各选一个项目作以简要介绍。

2.1 秦皇岛“在水一方”住宅项目^[8]

2.1.1 项目概述

本项目位于河北省秦皇岛市,属寒冷地区。该项目是中国首批中德国际科技合作项目,是住建部

科学技术项目,是中国目前为止已建成的最大被动式低能耗建筑示范项目。该项目一期工程为4栋18层高住宅楼,建筑面积2.8万m²,2012年3月2开工建设,2013年10月获得德国能源署和住建部联合颁发的“中德被动式低能耗建筑质量标识”证书,2014年8月业主开始正式入住。该项目成为中国首个获得被动房质量标识证书、并最早投入使用的被动式住宅项目。

2.1.2 系统原理、功能及设备简介

该项目每套住宅各自采用一套完全独立的被动房专用系统。采用空气源热泵系统提供全年冷(热)源,冬季供暖、夏季供冷、全年供新风和生活热水(可选)。为了更好地节能,采用根据室内CO₂浓度检测按需供应新风。大户型住宅利用空调冷凝热制取生活热水,小户型住宅因无安装空间未设热水功能。室内机内设高效热回收装置,高效回收排风能量用于预热(冬季)或预冷(夏季)新风,以降低新风负荷。该项目系统原理图如图9,平面设计如图10,室内机照片如图11。



图7 为厨房补风系统图



图8 “在水一方”被动房住宅楼



图9 系统原理图

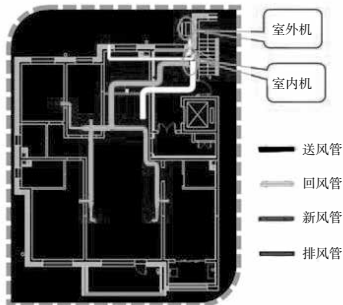


图10 设计平面图



图11 室内机

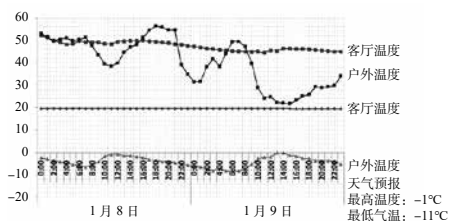


图 12 冬季客厅温度和湿度测试

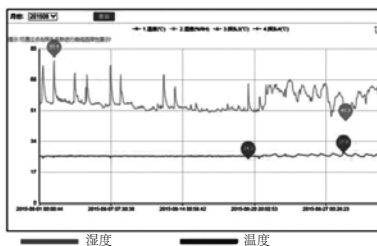


图 13 夏季客厅温度和湿度测试

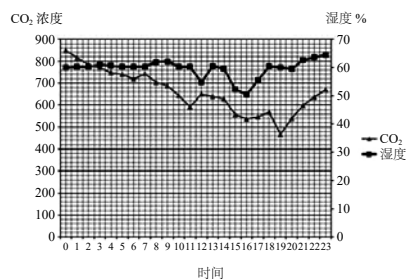
图 14 卧室 CO₂ 浓度测试

表 2 冬季运行费用测试表

测试时间	测试房间	室内设定温度 (°C)	邻室状况	期间耗电量 (kW·h)	期间耗电量指标 (kW·h/m ²)	运行电费 (元)	同期间市政采暖费 (元)	占市政采暖费比例 (%)
2013.2.7-2013.4.5 共 48 天	东室 133m ²	18	楼上有采暖	380.1	2.88	198	1064	18.6
	西室 134m ²	22	楼上有采暖	520	3.94	270	1081	25
2013.11.5-2014.3.5 共 121 天	东室 133m ²	20	楼上无采暖	2065	15.6	1074	3127	34.3
	西室 134m ²	22	楼上有采暖	1949	14.54	1013	3174	31.9
2014.11.5-2015.4.5 共 151 天	东室 133m ²	22	楼上阶段采暖	1954	14.7	1016	3240	31.4

注：秦皇岛市政集中采暖费标准折算为 24.5 元 /m² 建筑面积。

2.1.3 工程效果测试

2.1.3.1 室内温度、湿度和 CO₂ 浓度测试

2014 年 1 月 8~9 日对二楼东室客厅温湿度测试如图 12。测试期间室外温度在 -11°C~-1°C 范围内变化，客厅温度基本维持在 20°C，相对湿度基本维持在 45%~55% 之间。

2015 年 8 月 1 日~30 日对 C12 楼 1502 示客厅温湿度测试，实测户外最高温度 37°C，最低温度 17°C，室内设定温度 26°C，整个 8 月份实测温度在 24.3°C~27.8°C 之间波动，相对湿度主要波动区间 50%~65%，最小值 45%，最大值 80%，如图 13。

2013 年 2 月 21 日对二楼西室卧室全天 CO₂ 浓度测试，如图 14，室内 CO₂ 浓度全天均维持在 1000ppm 以下，完全达到设计要求。

2.1.3.2 冬季能耗与费用测试

自 2013 年冬季起，样本间一直连续进行着运行能耗与费用测试，如表 2。但样本间在测试期间并不完全处于正常运行状态，例如邻室为未住人，如本文第 1.2 条所分析的导致邻室传热较大，另外测试人员以及来自全国各地的观摩人员较频繁进出、室内设定温度及实际温度（20°C~22°C）常高于设计温度（20°C）等因素，目前运行能耗比理论计算值偏大。但即便如此，该项目的成功及示范

意义获得了社会公认。通过连续 4 年的测试，其运行费用仅为市政集中采暖费的约 1/3 左右，而且舒适感明显优于普通建筑^[9]。

2.2 乌鲁木齐“幸福堡”办公建筑

本项目位于新疆乌鲁木齐市，属严寒地区，为办公建筑，总建筑面积 7668m²，如图 15。2012 年 5 月开工建设，2014 年 9 月获得德国被动房研究所认证，成为我国西北地区首个获得权威认证的被动房项目。



图 15 幸福堡被动式办公楼 图 16 幸福堡项目新风机组

该项目冬季采用天然气锅炉作为集中热源。天然气属清洁能源，且在新疆地区经济性较好。夏季采用蒸发冷却技术制取高温冷水作为空调冷源，是西北干热气候区干空气能的典型应用，能源效率高。



图 17 株洲城市花园·售楼中心

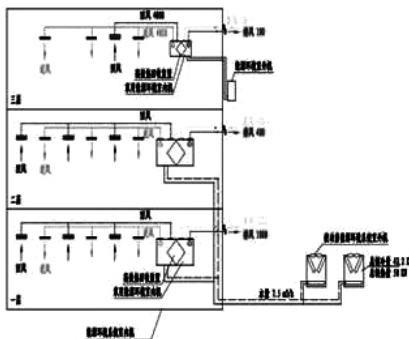


图 18 空调系统原理图



图 19 空调系统原理图

室内空调系统采用地板辐射+高效热回收新风系统。地板辐射冬季供暖,夏季供冷,控制室内温度。新风系统设置高效热回收装置、G4+F7 二级过滤器及加湿器等,新风机组如图 16。

2.3 湖南株洲“城市花园·售楼中心”

本项目位于湖南株洲市,属夏热冬冷地区,为办公区+住宅样本间的被动房混合示范项目,办公区二层,建筑面积约 730m²,样本间建筑面积约 160m²,建筑外观如图 17。

本项目办公区与住宅样本间分别设置各自独立的空调系统。办公区采用空气源热泵作为集中冷热源,每一层设置一套新风系统,新风机组带高效热回收装置、G4+F8 二级过滤器等。住宅样本间采用被动房住宅专用机组,具有冬季供暖、夏季供冷、过渡季节除湿、全年供新风等功能。本项目空调系统原理如图 18。

2.4 福建南安“美景家园”住宅

本项目位于福建南安市,属夏热冬暖地区,为被动式住宅,总建筑面积约 6253m²,建筑外观如图 19。每套住宅采用独立的被动房住宅专用机组,与夏热冬冷地区产品功能类似,具有冬季供暖、夏季供冷、过渡季节除湿、全年供新风等功能。

3 总结

(1) 被动房是建筑技术的革命,是建筑节能技术的发展方向。但由于中国气候特点及人们生活习性与欧洲国家存在较大差异,被动房技术研究与工程应用必须与“中国特点”相结合、相适应。

(2) 中国幅员辽阔,气候条件、自然条件差异

非常显著,各具特点,被动房建设应以建筑能耗需求和一次能源消耗为主要约束目标,优化建筑方案、采用因地制宜的可再生能源和冷(热)源方案,以及选择相适应的、高效机电系统和机电设备。

参考文献

- [1] 方捷、曲世琳、黎洋. “被动房”技术国内外发展综述 [C]. 2015 年全国被动式超低能耗建筑大会论文集: 15-21.
- [2] 张小玲. 我国被动式房屋的发展现状 [J]. 建设科技, 2015, 15: 16-23.
- [3] 住房和城乡建设部科技发展促进中心, 河北省建筑科学研究院, 河北五兴能源集团秦皇岛五兴房地产有限公司. 被动式低能耗居住建筑节能设计标准 [S]: DB13(J)/T 177-2015. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [4] 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). 建科[2015]179号. 2015.
- [5] 宁炜, 王青平, 李旻阳. 夏热冬冷地区被动房外围护结构保温层厚度选取研究 [C]. 2015 年全国被动式超低能耗建筑大会论文集: 122-126.
- [6] 王臻, 刘庆锡, 王青平, 等. 被动式超低能耗住宅运行能耗实测及其影响因素分析 [J]. 建设科技, 2015, 15: 42-45.
- [7] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2014 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014: 112-118.
- [8] 王青平, 李旻阳, 宁炜. 中德合作被动房示范项目“在水一方”能源环境系统 [J]. 建设科技, 2014, 19: 57-60.
- [9] 王臻, 刘庆锡. 被动房屋居住效果测试与改进研究 [J]. 建设科技, 2014, 19: 52-56.

地源热泵系统运行中土壤温度变化特性分析

河北工业大学 张占辉 王恩宇 耿磊 陈宇朴 齐承英

摘要: 本文以实际的某办公楼地源热泵系统为研究对象,通过采集土壤温度、地源侧取热量、负荷侧供热量、机组耗电量、水泵耗电量等实测的数据,初步分析了热泵设定温度,水泵频率等因素对于土壤温度以及系统能效比的影响。结果表明,在满足室内热负荷的前提下,当热泵设定温度每降低 1°C ,可以减小向地下取热 7.80% ,系统能效比提升 3.66% ;当水泵频率每降低 5Hz ,可以减小向地下取热 7.72% ,系统能效比提升 2.64% 。因此,通过调节实际运行中的热泵设定温度,水泵频率等,来促使土壤温度向着有利于机组高效运行的方向改变,有助于管理者在实际运行中调控地源热泵系统,保证系统的长期可靠运行。

关键词: 地源热泵; 土壤温度; 热泵设定温度; 水泵频率; 能效比

0 引言

土壤温度场的平衡是判定地源热泵系统长期稳定运行的重要依据之一,因此地源热泵在实际运行中,地下土壤温度场一直是国内外学者关注的焦点^[1-3]。但对于已建成的地源热泵系统来说,其地埋管形式、地下热湿迁移,土壤的导热系数等对土壤温度场的影响已不能改变;影响温度场的因素主要是运行管理,而且地源热泵在实际运行中存在随意性;而对于其他的影响因素,譬如土壤温度场的变化与建筑冷热负荷也有很大关系^[4-5],对于大型地下换热系统而言主要决定于地下释热量和吸热量的相对平衡^[6]。但是在地源热泵的实际运行中,地下土壤温度场的变化是很缓慢的,在短期内不易显现出来^[7]。目前,对于地下土壤温度场的研究主要集中在模拟研究阶段^[8-10],而对于地源热泵系统在运行中的土壤温度变化特性研究较少。笔者将研究通过调节地源热泵运行的设定温度、水泵频率,来实时的控制土壤温度的变化,以期获得比较高的系统能效。对于其他地源热泵系统有重要的借鉴意义。

1 项目概况

本项目为河北工业大学北辰校区节能楼(办公楼),建筑面积为 4953.4m^2 ,建筑高度 22m ,地上4层,朝向为南北向且偏东 21° 。该空调系统为太阳能-地源热泵系统,在设计时将第四层的热负荷由太阳能辅助地源热泵系统(SAGSHPS)来承担,1~3层热负荷由地源热泵机组(GSHPS)来承担;而夏季冷负荷全部由地源热泵机组来承担^[11]。地源热泵系统由一台螺杆式地源热泵机组、地源侧和负荷侧各两

台离心式水泵(一备一用)、地埋管热交换器管群以及一套定压罐定压装置和一套水处理装置组成^[12]。为更加全面地掌握地源热泵系统的运行性能,在地源热泵地源侧和负荷侧各装一块CRL-G型超声热量表。热量表数据通过无线远程传输到空调系统数据采集中心服务器上,数据采集时间间隔为 10min ,数据采集包括:累计热量、累计流量、供/回水温度和瞬时流量。地源泵侧水泵、末端侧水泵均为变频水泵,变频器采用施耐德ATV,水泵最大频率为 50Hz 。系统中机组耗电量和水泵耗电量由多功能电力仪表(数码管)测得,热量表数据通过连接到西门子(Siemens)数据采集模块自动保存到数据采集室的电脑上。

根据地质勘查结果,该地埋管热交换器周围的岩土以粉质粘土、粉土和部分细砂为主;根据热响应测试,其导热系数为 $1.46\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, 120m 范围内土壤的初始平均温度为 14.1°C ^[11]。为监测地源热泵系统土壤温度短期的变化,在地埋管热交换器管壁上紧贴热电阻传感器(图中各个黑色部分)热电阻传感器为Pt1000热电阻;由于土壤温度热量的传递是持续而缓慢的,为了更能充分反映土壤温度长期的变化,该系统布置了2个测温孔(图中M1#、M2#)。

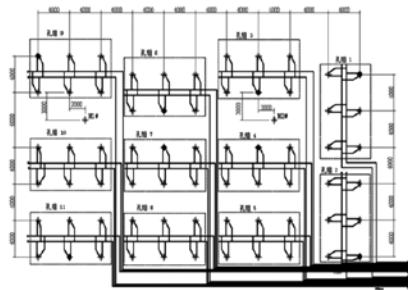


图1 地埋管热交换器布置图

基金项目: 河北省自然科学基金(编号:E2013202122),教育部留学回国人员科研启动基金(2013),天津市科技计划项目(编号:14TXGCCX00010)。

2 热泵设定温度的影响分析

为了研究热泵设定温度对土壤温度以及系统能效比的影响。应尽量选取室外环境相近、水泵频率、供热前土壤温度一定的情况下,具体参数设置如表1。比较不同的热泵设定温度对于纯地源热泵土壤温度场的变化特性。

表1 不同的热泵设定温度工况时参数设置

运行模式	GSHPs		
	热泵设定温度/℃	运行时间/h	泵频/Hz
GSHPs 供1-3层 SAGSHP 供第4层	40	7:30-21:30	30
	41		
	42		

注:地源侧水泵、末端侧水泵的泵频均为30Hz。

2.1 性能变化

图2可知,随着热泵设定温度的升高,向室内供热量、地下取热量均随之增多。这是由于在末端侧水泵频率不变的情况下,冷凝器出口水侧温度升高,导致末端换热设备的进水温度升高,末端换热设备进出口温差 Δt_m 增大,室内的换热量 Q 与温差 Δt_m 成正比,即:

$$Q=Cm\Delta t_m \quad (1)$$

式中: C 为水的比热容($J/(kg\cdot^{\circ}C)$); m 为末端循环流量(m^3/h)。

所以室内的换热量增加。由于热负荷需求增大,蒸发器侧向地下取热量增多。热泵设定温

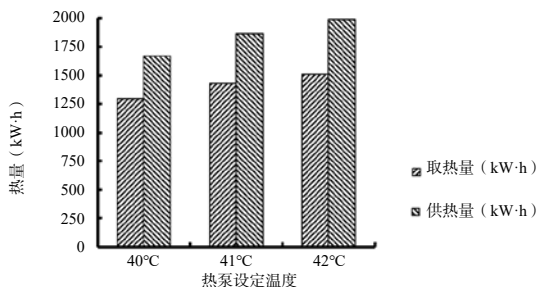


图2 不同热泵设定温度下机组的取热量、供热量

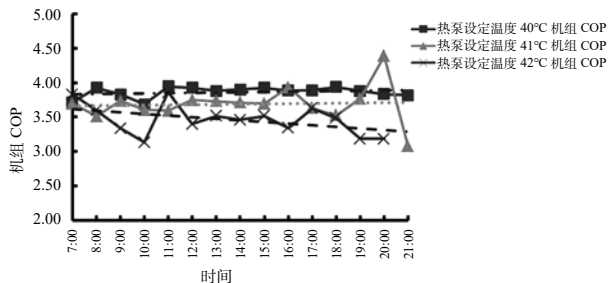


图4 不同热泵设定温度下逐时的机组COP变化曲线

度为40°C、41°C和42°C,对应的取热量分别为1300kW·h、1430kW·h和1510kW·h。热泵设定温度每降低1°C,可以减小向地下取7.80%的热量。

图3可知,随着热泵设定温度的升高,系统总的能耗增大。在地源泵、末端泵频率(30Hz)均不变的情况下,起决定性作用的是机组的耗电量,机组的耗电量随着热泵设定温度的升高而增大。这是由于热泵设定温度升高,冷媒的冷凝温度升高,由逆卡诺循环可知,压缩机的耗电量增大。压缩机的耗电量占比分别为91.95%、92.74%、93.12%,这足见机组耗电量所占的比重。系统总的能耗分别为471.47kW·h、547.68kW·h、603.47kW·h。热泵设定温度从42°C变为40°C的过程中,每降低1°C,可以降低13.17%的耗电量。

图4、图5可知,在相同的热泵设定温度下,由于持续向地下取热,换热区域土壤温度逐渐下降,导致机组(系统)COP降低;总的看来,随着热泵设定温度的升高,机组(系统)COP减小,对应设定温度为42°C、41°C和40°C,机组COP分别为3.85、3.68和3.55;系统组COP分别为3.54、3.41和3.30。这是因为耗电量的增加幅度要比供热量增加的幅度要大。试验工况下,热泵设定温度每降低1°C,机组能效比提升4.48%,系统能效比提升3.66%。

2.2 土壤温度场分析

换热孔管壁处的温度传感器所测的数据波动大,在实际运行中换热区域(地埋管换热器管壁周围)

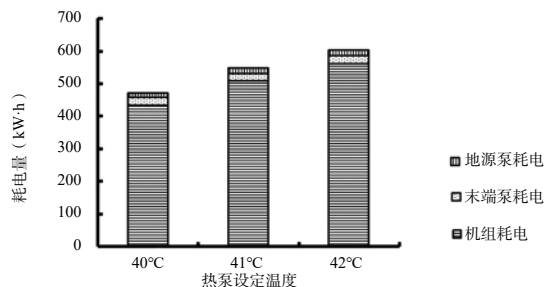


图3 不同热泵设定温度下各部分的耗电量对比

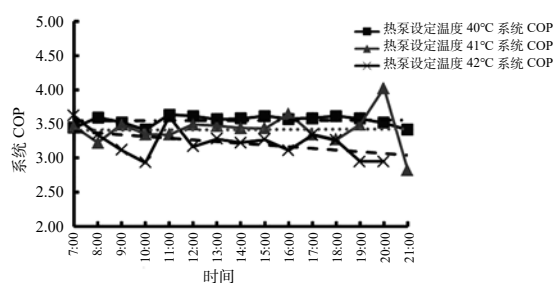


图5 不同热泵设定温度下逐时的系统COP变化曲线

的温度变化与 GSHPS 有直接的联系, 土壤温度随着流体的换热而迅速升高或降低, 主要反映短期的土壤温度变化。由于土壤热量的传递是持续而缓慢的, 测温孔的土壤温度没有大的波动, 与孔间距和热导率等因素有关, 主要反映了中长期土壤温度的变化情况。

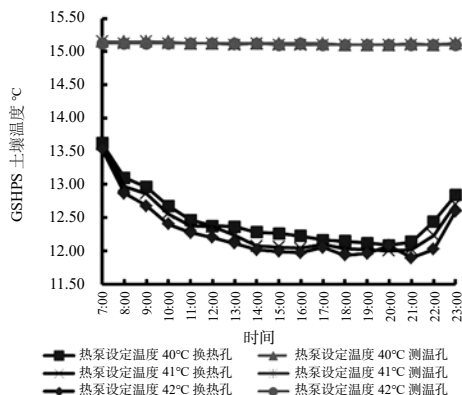


图 6 不同热泵设定温度下 GSHPS 逐时土壤温度变化曲线

从图 6 可以看出, GSHPS 换热区域温度随着设定温度的升高而变化幅度增大。总体说来, 这三天土壤温度变化趋势相同。供热前换热区域土壤温度相接近, 分别为 13.66°C、13.61°C、13.57°C。随着 HP1 机组热泵设定温度的升高 (40°C 升高到 42°C), 换热区域土壤温度下降的幅度明显增大。在热泵设定温度 40°C 时, 取热结束时土壤温度下降幅度 1.59°C。在热泵设定温度 41°C 或 42°C 时, GSHPS 在运行中换热区域土壤温度变化趋势相同。只是随着热泵设定温度的升高, 向地下取热量增多, 土壤温度下降趋势变快。所以在热泵设定温度 41°C 时, 换热区域土壤温度下降幅度 1.65°C, 比前一天幅度增加 0.06°C; 在热泵设定温度 42°C 时, 换热区域土壤温度下降幅度 1.68°C, 比前一天幅度增加 0.03°C。

当设定热泵温度 40°C 时, 空调房间温度能维持在 20°C 左右, 设定热泵温度超过 40°C 时, 房间温度可达到更高。因此在能满足室内热负荷的前提下, 在地源热泵实际运行管理中, 管理者合理的降低热泵设定温度, 可以减少向地下的取热量, 减缓土壤温度的下降幅度, 并能提高机组和系统的运行能效。

3 水泵频率的影响分析

研究水泵频率对土壤温度以及系统能效比的影响, 应尽量选取室外环境相近、机组启停比、热泵设定温度、供热前土壤温度一定的情况下, 具体参数设置如表 2。比较不同的水泵频率对于纯地源热泵土壤温度场的变化特性。

表 2 不同的水泵频率工况时参数设置

运行模式	GSHPS		
	热泵设定温度 /°C	运行时间 /h	泵频 /Hz
GSHPS 供 1~3 层 SAGSH 供第 4 层	40	7:30-21:30	30
			35
			40

注: 地源侧水泵、末端侧水泵的泵频同时变化, 变化范围从 30Hz 到 40Hz。

3.1 性能变化

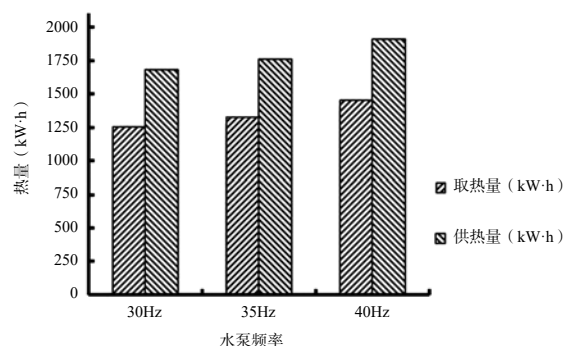


图 7 不同水泵频率下机组的取热量、供热量

图 7 可知, 随着水泵频率的升高, 向室内供热量、地下取热量均随之增多。在热泵设定温度 (40°C) 不变的情况下, 末端循环流量增大, 导致末端换热设备的传热系数 K 增大, 室内的换热量 Q 与传热系数 K 成正比, 即:

$$Q=KF\Delta t_m \quad (2)$$

式中: F 为末端换热设备面积 (m^2); Δt_m 为末端换热设备进出口温差 ($^{\circ}\text{C}$)。

所以, 室内换热量随着末端循环流量的增大而增加。由于热负荷需求增大, 蒸发器侧向地下取热量增多。水泵频率分别为 40Hz、35Hz 和 30Hz 时, 取热量分别为 1450kW·h、1320kW·h 和 1250kW·h。水泵频率每降低 5Hz, 可以减小向地下取热 7.72%。

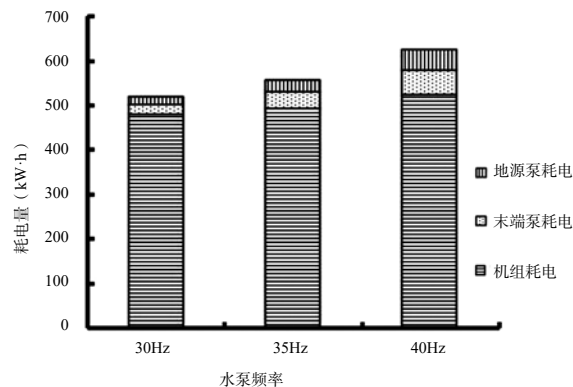


图 8 不同水泵频率下各部分的耗电量对比

图 8 可知,随着水泵频率的升高,系统总的能耗增大。由水泵的相似定律可知,水泵流量与耗电功率成三次方关系,所以随着水泵频率的升高,耗电功率急剧升高。水泵的耗电量占比分别为 8.56%、13.12%、19.42%,可见水泵的耗电量随着水泵的频率升高而所占的比重越来越大。系统总的能耗分别为 522.66kW·h、559.58kW·h、627.24kW·h。水泵频率每降低 5Hz,可以降低 9.58% 的耗电量。

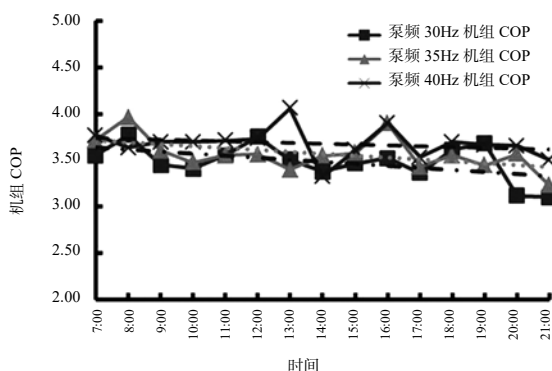


图 9 不同泵频下逐时的机组 COP 变化曲线

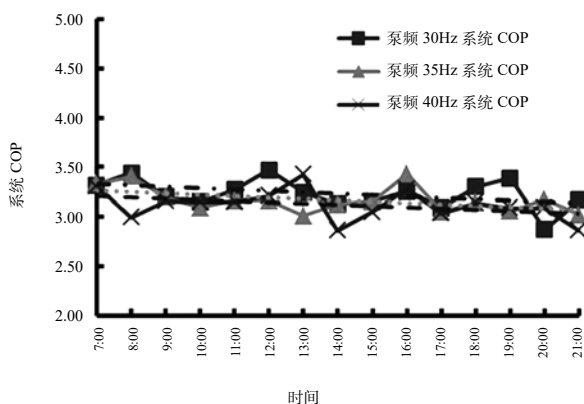


图 10 不同泵频下逐时的系统 COP 变化曲线

图 9、图 10 可以看出,在相同的水泵频率下,由于持续向地下取热,换热区域土壤温度逐渐下降,导致机组(系统)COP 降低;总的看来,随着水泵频率的升高,机组 COP 增大,而系统 COP 减小。这是由于在热泵设定温度不变的情况下,机组的耗电量相对变化不大,末端供热量随着水泵频率的升高而增大,所以导致机组 COP 增大;但是水泵的耗电量随着水泵频率的升高而急剧增大,导致系统 COP 减小。对应水泵频率为 40Hz、35Hz 和 30Hz 时,机组 COP 分别为 3.64、3.55 和 3.49,系统组 COP 分别为 3.04、3.13 和 3.21。水泵频率每降低 5Hz,机组能效比降低 2.12% 的耗电量,但是系统能效比提升 2.64%。

3.2 土壤温度场分析

总体说来,典型天土壤温度变化趋势相同。一般来说,供热季随着向地下取热,土壤温度会不断下降的,但是图 11 供热前换热区域土壤温度相同,均为 13.55℃。这是由于土壤温度的变化与前一天的取热量有很大的关系,当取热量比地温恢复能力小时,土壤温度不但不会下降反而还会向初温度回升,地温可以恢复到原来的水平上^[13]。

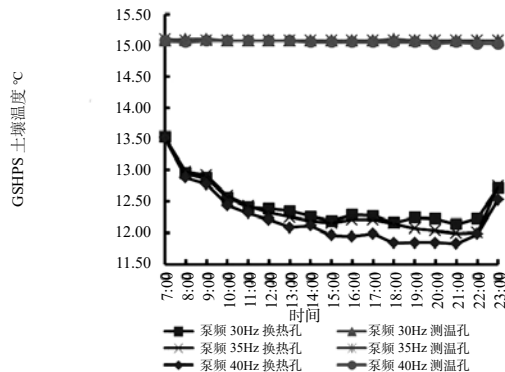


图 11 不同泵频下 GSHPS 逐时土壤温度变化曲线

换热区域土壤温度随着水泵频率的升高而变化幅度增大。GSHPS 水泵频率 30Hz 时,经过取热土壤温度下降幅度 1.53℃;当 GSHPS 水泵频率升高到 35Hz 时,地源侧流量增大,向下取热量增大,经过取热土壤温度下降幅度 1.58℃;比前一天幅度扩大 0.05℃;所以当 GSHPS 水泵频率升高到 40Hz 时,土壤温度下降更加严重,最终换热区域温度下降 1.67℃,比前一天幅度扩大 0.09℃。可见随着水泵频率的升高,土壤温度下降幅度增大,所以在满足供回水温差的情况下,在地源热泵实际运行管理中,管理者合理的降低水泵频率,可以减少向地下的取热量,减缓土壤温度的下降幅度,但并没有影响系统的高效运行。综上所述,水泵频率从 40Hz 变为 30Hz 的工况下,每降低 5Hz,可以减小向地下取热 7.72%,降低 9.58% 的耗电量,系统能效比提升 2.64%。

4 结论

(1) 在满足室内热负荷的前提下,合理降低热泵的设定温度,有助于土壤温度的下降幅度减缓;系统的能效比升高,向着有利于机组高效运行的方向改变。针对文中所研究的系统来说,当热泵设定温度从 42℃ 降低至 40℃ 范围内,每降低 1℃ 可以减小向地下取 7.80% 的热量,降低 13.17% 的耗电量,机组能效比提升 4.48%,系统能效比提升 3.66%。

(2) 随着水泵频率的升高,土壤温度下降幅度

增大,所以在满足供回水温差的情况下,应该尽量降低水泵频率,减缓土壤温度的下降幅度;同时机组的能效会降低,但是系统的能效比会升高,因此应在兼顾土壤温度和机组能效比下,选择合适的水泵频率。针对文中所研究的系统来说,水泵频率从40Hz变为30Hz的工况下,每降低5Hz,可以减小向地下取热7.72%,降低9.58%的耗电量,系统能效比提升2.64%。

参考文献

- [1] Kjellsson E, Hellström G, Perers B. Optimization of systems with the combination of ground-source heat pump and solar collectors in dwellings[J]. Energy, 2010, 35(6):2667-2673.
- [2] Li X, Chen Z, Zhao J. Simulation and experiment on the thermal performance of U-vertical ground coupled heat exchanger [J]. Applied Thermal Engineering, 2006, 26(S 14-15):1564-1571.
- [3] 杨卫波,张苏苏.冷热负荷非平衡地区土壤源热泵土壤热失衡研究现状及其关键问题.流体机械,2014,42(1):80-87.
- [4] 张磊,钱华,郑晓红,等.地源热泵系统长期运行模式对地温场影响[J].建筑热能通风空调,2012,31(8):1-4.
- [5] 于玮,樊玉杰,方肇洪.负荷特性对地埋管换热器性能的影响[J].暖通空调,2008,38(8):73-77.
- [6] 陆游,王恩宇,杨久顺,等.地源热泵系统土壤温度变化的影响因素分析[J].河北工业大学学报,2015,44(1):66-72.
- [7] 王华军,杨立新,顾吉浩,等.地源热泵系统运行中土壤温度场变化特性的实例分析[J].暖通空调,2011,41(7):119-122.
- [8] 胡先芳,陈焰华,李玉云,等.启停频率对竖直埋管地源热泵运行性能影响程度的研究[J].暖通空调,2014,44(S1):251-255.
- [9] 茅靳丰,李超峰,李永等.地埋管换热系统中土壤温度恢复特性分析[J].暖通空调,2015,45(11):86-90.
- [10] 张行洋,周亚泰,赵利君,等.地源热泵地埋管周围土壤温度特性研究[J].制冷与空调,2011,11(3):43-47.
- [11] Wang E, Fung A S, Qi C, et al. Performance prediction of a hybrid solar ground-source heat pump system[J]. Energy and Building, 2012, 47:600-611.
- [12] 王玉凤.一种太阳能-地源热泵联合供热空调系统的性能测试及长期运行预测[D].硕士学位论文,天津:河北工业大学,2012.
- [13] 王恩宇,齐承英,杨华,等.太阳能跨季节储热供热系统试验分析[J].太阳能学报,2010,31(3):357-361.



会议 & 活动

关于举办“2018 世界暖通空调学生科技竞赛中国区选拔赛” 暨第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛的通知

为鼓励和提升我国建筑环境与能源应用专业学生参与国际赛事的水平与能力，由中国建筑学会暖通空调分会主办、南京天加环境科技有限公司协办的“2018 世界暖通空调学生科技竞赛（HWSC）中国区选拔赛”暨第二届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛定于 2018 年 7 月至 9 月举行。

世界暖通空调学生科技竞赛 2016 年由 REHVA 发起，联合 ASHRAE、CCHVAC、SHASE、SAREK、ISHRAE 等国际组织举办的全球性暖通空调学生科技竞赛。

竞赛自 2018 年起，每年举办一届，本届为第二届。欢迎建筑环境与能源应用及相关专业本科生、硕士研究生积极报名参加。

联系人：才 隽 王东青

电 话：010-64517051/64517224

详见中国暖通空调网 www.chinahvac.com.cn。

关于举办暖通空调及舒适智能渠道商峰会的通知

暖通空调和地源热泵专委会自 2018 年 5 月成立“暖通空调工程商”和“舒适智能集成商”工作组以来，以专业技术服务中国建筑节能产业为主导，“凝聚商家力量、促进融合交流”为宗旨，坚持服务为本，积极作好政策宣传、提供服务、增进交流等各项工作，推动行业健康可持续发展。

为更好的服务“工程商”和“集成商”，两专委会经研究定在全国范围内挖掘优秀的“工程商”和“集成商”，并于 10 月 10 至 12 日在山东泰安举办“暖通空调及舒适智能渠道商峰会”。

届时将邀请行业技术专家、营销专家以及渠道商等就技术、产品、营销等专题进行分享。欢迎广大的“工程商”和“舒适智能家居集成商”积极报名参加。

联系人：周 逸 胡月波

电 话：0519-85607235/010-64693284

详见中国暖通空调网 www.chinahvac.com.cn。





欧埃泰科

IT'S OTWAY

能效优化
Energy Efficiency
Optimization



水力调节
Hydraulic Regulation



能量控制
Energy Control



翱途贸易（上海）有限公司
OaseTECH Trade (Shanghai) Co., Ltd.

上海翱途流体科技有限公司
Shanghai OaseTECH Fluid Technology Co., Ltd.

上海市闵行区浦江镇浦星公路1969号43幢1112室
Room 1112, Flat 43, No.1969 Puxing Road, Pujiang Town,
Minhang District, Shanghai, China.

Tel: +86 21 34785900
E-mail: info@oasetech.com

Fax: +86 21 34785900
www.oasetech.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

