

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2021
12

月刊
总第 50 期

主办：中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

本期导读

06 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院光电示范建筑揭牌落成 开启建筑产能新时代
中国建研院服务深圳建设40年暨湾区发展技术论坛受到媒体广泛关注
2021年度标准科技创新奖颁奖大会在山东济南隆重召开
2021年第十二届中日韩热泵蓄能会议举行
第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛全国评审会召开

28 | 热点聚焦 | Spotlight |

第三十二届全国通风技术学术年会专题论坛

45 | 案例赏析 | Cases |

区域能源站与数据中心制冷中心耦合系统设计案例浅析
土壤源热泵系统负荷失衡调研分析



建筑环境与能源微信公众号

Haier

海尔智家

海尔物联网高效机房解决方案 引领机房能效进入6.5⁺时代


E+物联云平台



智家
Haier

下载海尔智家APP
定制您的智慧生活



全生命周期
—更节能—



智能高效管理
—更省心—



远程云诊断
—更可靠—

为建筑赋能
为世界节能



“十四五”节能减排城镇 绿色节能改造工程受关注

为认真贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，大力推动节能减排，深入打好污染防治攻坚战，加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系，推进经济社会发展全面绿色转型，助力实现碳达峰、碳中和目标。日前国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知，《通知》中提出，到2025年，全国单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%，能源消费总量得到合理控制，化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物排放总量比2020年分别下降8%、8%、10%以上、10%以上。节能减排政策机制更加健全，重点行业能源利用效率和主要污染物排放控制水平基本达到国际先进水平，经济社会发展绿色转型取得显著成效。

《通知》中提出实施十大节能减排重点工程，其中城镇绿色节能改造工程中要求，全面推进城镇绿色规划、绿色建筑、绿色运行管理，推动低碳城市、韧性城市、海绵城市、“无废城市”建设。全面提高建筑节能标准，加快发展超低能耗建筑，积极推进既有建筑节能改造、建筑光伏一体化建设。因地制宜推动北方地区清洁取暖，加快工业余热、可再生能源等在城镇供热中的规模化应用。实施绿色高效制冷行动，以建筑中央空调、数据中心、商务产业园区、冷链物流等为重点，更新升级制冷技术、设备，优化负荷供需匹配，大幅提升制冷系统能效水平。实施公共供水管网漏损治理工程。到2025年，城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准，城镇清洁取暖比例和绿色高效制冷产品市场占有率大幅提升。

建筑领域的节能减排是实现碳达峰、碳中和的重要一环。中国建筑节能协会发布的《2021中国建筑能耗与碳排放研究报告》中显示，2019年全国建筑全过程碳排放总量为49.97亿吨CO₂，占全国碳排放的比重为50.6%，其中建筑运行阶段碳排放21.3亿吨CO₂，占全国碳排放的21.6%。从相关数据可以看出，建筑运行过程中碳排放占的比重还比较高。

中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟表示，建筑领域的碳减排是我国实现“双碳”目标的先决条件，建筑节能减碳是实现“双碳”目标的首要措施和最佳选择，“双碳”目标将推动城乡建设领域的低碳转型。总体上看，我国建筑运行能源消费总量还将增加，采取强有力的节能减排措施十分迫切，我国将以技术进步和产业升级为主要动力推动建筑领域的能源革命。





建筑环境与能源

(月刊)

主办单位

中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

支持单位

暖通空调产业技术创新联盟
中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会
中国建筑节能协会暖通空调专业委员会
中国建筑节能协会地源热泵专业委员会

编辑出版

《建筑环境与能源》编辑部
2021年第12期(总第50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 | 崔艳梅
校 对 才 隽
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



建筑环境与能源公众号



CAHVAC 公众号

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 |

中国建研院光电示范建筑揭牌落成 开启建筑产能新时代
中国建研院服务深圳建设 40 年暨湾区发展技术论坛受到媒体广泛关注
2021 年度标准科技创新奖颁奖大会在山东济南隆重召开
2021 年第十二届中日韩热泵蓄能会议举行
第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛全国评审会召开
海南省住建设举办 2021 年“双碳”背景下绿色建筑和建筑节能培训班
李百战 潘云钢 戎向阳 李国庆 刘猛 李百战等专家获 2020 年度国家科技进步奖二等奖

11 | 行业新闻 | Industry News |

发改委: 做好北方地区农村清洁取暖工作
供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开实施办法公开征求意见
我国新型城市基础设施建设扩大试点范围
中医医院建设标准批准发布
生态环境部: 调整能源结构仍然存在诸多的现实困难和挑战
工信部: 鼓励工厂、园区发展高效热泵
央行宣布创设推出碳减排支持工具, 或将释放万亿资金市场量
住建部: 将指导南方地区因地制宜供热, 借鉴北方地区经验
财政部: 提前下达大气污染防治资金支持清洁取暖 207 亿
国际能源署: 2060 年热泵总能耗约占行业总用电量的 60%
美的离心机 2021 年度首破千台
新增百亿产值! 海尔智家多联机互联工厂奠基
格力高能效助力 ABB 上海超级工厂
麦克维尔 M+ center 技术展示中心在深圳启用
海信中央空调荣获工信部“能效之星”
荏原联合供冷技术为伊品生物打造低碳制冷站
克莱门特荣获金音奖「中国最佳客户联络中心奖-客户服务」荣誉
特灵科技中国荣膺“2021 年度责任金奖”
艾默生 A3 实验室亮相

和买空调一样 轻松选购地暖

**LIPB24**燃气采暖热水炉**Mbox**智能输配站**显著特征:**

变水温 | 自适应 | 全屋地暖
非散装 | 免设计 | 无图施工
一键控 | 智能控 | 全国联保

M70	实铺面积小于70m ²
M90	实铺面积约70~90m ²
M120	实铺面积约90~120m ²
M145	实铺面积约120~145m ²

CONTENTS



中国建研院光电示范建筑揭牌落成开启建筑产能新时代



2021 年度标准科技创新奖颁奖典礼在山东济南隆重召开



2021 年第十二届中日韩热泵蓄能会议举行



第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛
全国评审会召开

26 | 国际新闻 | International News |

南澳大利亚电网安装大型“同步器”，增加对可再生能源的吸纳
美国越来越多的写字楼被改造为物流仓库
英国出台规定要求 2022 年后所有新建建筑必须加装充电桩
在巴黎协定中真正实现达峰并可持续减排的只有 24 个国家

28 | 热点聚焦 | Spotlight |



第二十二届全国通风技术学术年会专题论坛之
《通风与热舒适、热环境》
《通风与低碳、节能》

31 | 聚焦政策 | Policy |

湖北省“十四五”建设科技发展指导意见（节选）
湖南省绿色建筑发展条例
广西壮族自治区住房城乡建设厅绿色建筑标识管理办法
陕西省“十四五”制造业高质量发展规划（节选）

45 | 案例赏析 | Cases |

区域能源站与数据中心制冷中心耦合系统设计案例浅析
土壤源热泵系统负荷失衡调研分析

52 | 技术交流 | Technical communication |

R134a 直膨式太阳能热泵系统性能模拟研究
基于数据分析的热力站调控周期研究
基于陕西省蓝田县特殊地热条件供暖系统末端形式的适宜性研究
地板辐射与散热器系统的供暖特性对比

YZ磁悬浮变频离心式冷水机组

YORK® YZ磁悬浮变频 离心式冷水机组

YORK®YZ磁悬浮变频离心式冷水机组是一种挑战一切传统冷水机组设计的革命性进步。基于几十年工业领先的冷水机组技术，我们的工程师对每一个组件都进行了质疑，对每一个功能都进行了分析，并对每一种假设都进行了挑战。约克匠心的坚持造就了YZ-第一台为获得最佳性能而进行全面优化的冷水机组，它采用下一代低GWP（全球变暖潜能值）制冷剂，卓越的全天候机组性能，更低的维护成本，对可持续性做出了全新的定义。这是首台超过各种期许而设计的冷水机组产品。今天，遇见未来！



中国建研院光电示范建筑揭牌落成 开启建筑产能新时代

2021年12月15日，中国建研院光电建筑技术研讨会暨光电示范建筑揭牌仪式在北京举行。光电示范建筑是中国建研院基于建筑节能和可再生能源利用多年来取得的研究成果，打造的集科研、展示、体验等功能于一体的建筑环境与能源系统综合实验平台，是建筑由用能迈向产能的创新实践。

住房和城乡建设部原副部长、中国建筑业协会会长齐骥，住房和城乡建设部标准定额司建筑节能处处长林岚岚，北京市住建委建筑节能与建筑材料管理处处长薛军，中国建筑学会理事长修龙，中国建筑节能协会副会长倪江波，中国可再生能源学会副理事长李宝山，中国绿色建筑与节能专业委员会主任委员王有为，中国建筑集团原总工程师毛

志兵，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心首席研究员刘幼农等领导和专家，以及中国绿发集团、中海集团、日出东方、高力特、格力电器、龙焱科技、中创碳投、四季沐歌、中建三局等合作企业代表出席会议。中国建研院建研科技、中技集团、建筑设计院、环能科技相关负责人及中国建研院职能部门相关负责同志参加会议。会议由中国建研院总经理许杰峰主持。



中国建研院总经理许杰峰

中国建研院党委书记、董事长王俊致欢迎辞，对与会领导和嘉宾的到来表示感谢，他表示，坚持绿色低碳发展、推动能源结构转型是整个建筑业的责任，也是中国建研院的职责与使命。中国建研院是我国最早开展建筑节能、绿色、低碳技术研究的单位之一。从我国首座近零能耗建筑开始、到完成全尺寸未来建筑实验室，铸就了一批高水平科技成果，支撑我国建筑业绿色发展。光电示范建筑是中国建研院积极探索零碳建筑技术路径的又一创新成果，将推动建筑由用能迈向产能，开启建筑节能新篇章。



中国建研院党委书记、董事长王俊



住建部原副部长、中国建筑业协会会长齐骥致辞，对光电建筑正式落成表示祝贺，指出建筑绿色化、低碳化是国家宏观战略对建筑业提出的新要求，建筑业的高质量发展，需要通过绿色建

造方式来建造绿色建筑，建筑节能作为绿色建造的重要方面，未来要在降低能耗的基础上，进一步推动光伏技术应用使建筑转变为永久的发电体。中国建研院作为全国建筑领域科技研发的领头羊，完成了光电示范建筑，做出了率先示范；希望中国建研院通过技术研发促进近零能耗、零能耗、零碳建筑的规模化、产业化，推动建筑业高质量发展。



住建部原副部长
中国建筑业协会会长齐骥

光电示范建筑项目负责人、全国工程勘察设计大师、中国建研院环能科技董事长徐伟对光电示范建筑设计目标、技术路径、关键指标进行了讲解，中国建研院光电示范建筑是以光电建筑、净零能耗、净零碳排放、在线实施为目标打造的示范项目，也是建筑能源系统综合实验平台，可开展多类型建筑光伏一体化技术综合实验，探索光储直柔新技术，示范太阳能零碳建筑技术路径；示范建筑安装光伏系统 1500 平方米，装机容量 235 千瓦，预计单位建筑面积年发电量 67kWh/m²，满足建筑自身用能后净产能

量可达 20%，在同类建筑中达到领先水平，实现建筑由用能迈向产能，引领中国建筑零碳技术新发展。



全国工程勘察设计大师
中国建研院环能科技董事长徐伟

中国建筑学会理事长修龙表示光电示范建筑把 70 年代的旧建筑改造成净零能耗建筑，实现产能输出，是旧建筑改造、城市更新、响应时代要求的优秀案例，希望未来能够示范推广，促进相关技术规模化应用，由引领到带动，再到驱动行业发展。



中国建筑学会理事长修龙

倪江波副会长指出光电示范建筑是优化建筑用能结构、发展建筑光伏一体化技术应用的典型范例。充分利用建筑屋顶，推广光电建筑技术，对推动建筑行业能源革命，实现简约低碳的绿色

生活方式具有重要意义。



中国建筑节能协会副会长倪江波

李宝山副理事长表示，中国建研院对建筑可再生能源利用发展做出了积极贡献，光电示范建筑通过光伏与建筑深度融合为可再生能源发展提供了新思路，期望未来能够进一步实现多种可再生能源高效、有机、经济结合，推动可再生能源在建筑、园区中的应用。



中国可再生能源学会副理事长李宝山

中国光伏行业协会秘书长王世江发来贺信，代表光伏行业协会对光电示范建筑的建成表示祝贺，希望中国建研院在零碳建筑领域继续做出更多、更大贡献。

中国建研院将继续加大科技创新力度，不断探索建筑技术新方向，为推动我国建筑业高质量发展、实现双碳目标贡献力量。



中国建研院服务深圳建设40年暨湾区发展技术论坛受到媒体广泛关注

12月8日，中国建研院在深圳举办“服务深圳建设40年暨湾区发展技术论坛”，围绕“双碳战略下的城市建设”等主题展开深度探讨，共话粤港澳大湾区城市建设发展新蓝图。论坛旨在立足新发展阶段、贯彻新发展理念，助力构建新发展格局，进一步推动建筑行业转型升级。

中国工程院院士杜修力，深圳市住房和建设局副局长薛峰，深圳市建筑工务署副署长黄起，公司党委副书记、总经理许杰峰，公司副总经理王清勤、李军，全国工程勘察设计大师肖从真、丘建金、徐伟，公司副总工程师王翠坤，深圳市土木建筑学会常务副理事长刘福义、德国gmp国际建筑设计有限公司设计总监徐吉等专家学者，以及政府单位、行业学协会、合作伙伴代表等两百余名嘉宾出席会议。此次论坛采取线上直播和线下参会相结合的方式，由公司企业发展部主任孙建超和深圳分公司副总经理何春凯主持。

自12月8日以来，论坛受到人民视频、央视频、中国日报、广东卫视、深圳卫视、中国网、光明网、中国经济新闻网，等数十家主流媒体、电视台、互联网平台的报道，关注热度持续走高。人民视频、央视频、腾讯视频、新浪视频、凤凰视频等，对论坛进行专题视频报道。广东卫视、深圳卫视、深圳电视台等对中国建研院党委副书记、总经理许杰峰进行专题采访，并发布相关报道。中国网、深圳晚报、中国经济新闻网、中国日报、光明网等多家媒体，推出论坛相关报道。

2021年度标准科技创新奖颁奖大会在山东济南隆重召开

2021年度标准科技创新奖颁奖大会近日在山东济南隆重召开，全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院有限公司专业总工程师徐伟在标准科技创新奖颁奖大会视频讲话中提出，响应国家重大决策，助力建筑“双碳”目标早日实现。

徐伟领衔的《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）和《医学生物安全二级实验室建筑技术标准》（T/CECS 662-2020）获得标准科技创新奖项目奖一等奖。因受疫情影响，徐伟以视频连线方式作为获奖代表讲话。他说，2020年9月，习近平主席在“第七十五届联合国大会一般性论坛上”上提出了“我国2030年前碳达峰，2060年前碳中和”。在建筑领域，建筑节能是未来应对气候变化的重要途径。基于中国建研院多年来在建筑节能领域的技术积累和对未来发展趋势的研判，我国已经编制了全文强制《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《近零能耗建筑技术标准》GB/

T 51350-2019和《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，国家标准《零碳建筑技术标准》也已正式立项并启动。徐伟说：“我们全力响应国家重大决策，与全国建筑节能领域的专家们一起，助力中国建筑节能标准从实现‘三步走跨越’迈向‘持续提升新阶段’，助力建筑‘双碳’目标的早日实现。”

徐伟深有体会地说：“2021年10月，中共中央、国务院印发了《国家标准化发展纲要》，这是我们国家今后标准化工作的纲领性文件。在《国家标准化发展纲要》的七大任务中，‘加快城乡建设和社会建设标准化进程’直接和建筑领域相关。只有精准把握《国家标准化发展纲要》的内涵，才能从全局高度和发展眼光落实各项工作。”

徐伟在讲话中最后说：“标准化工作任重道远，我作为已经在建筑节能领域工作了30多年的从业者，有责任和各位专家以及年轻同仁们一道继续努力，为提高我国工程建设标准化高质量发展贡献力量！”



2021年第十二届中日韩热泵蓄能会议举行

近日，2021年第十二届中日韩热泵蓄能专家会议通过视频方式顺利召开。本次会议由日本热泵蓄能中心主办，来自日本热泵蓄能中心（HPTCJ）、日本名古屋大学、东京电机大学、名古屋市立大学、韩国制冷空调中心（KRAAC）、韩国国立忠北大学、中国建筑科学研究院（CABR）和暖通空调产业技术创新联盟（CAHVAC）等20余位专家、学者参加了会议。

首先，日本热泵蓄能中心首藤隆善研究员回顾了中日韩热泵蓄能会议的历史以及近年来所开展的活动，并整理分享了《IEA 蓄能现状数据分析》。随后中日韩三方分别就其在碳中和方面所做的工作和蓄能最佳案例进行了分享。其中，中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院高性能建筑研究中心主任、CAHVAC国

际合作部主任吴剑林研究员介绍了《中国建筑领域碳中和情景展望》，中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院热泵与蓄能研究中心孙宗宇主任和梁书奎工程师分享了《中国蓄能案例——冰蓄冷项目研究》。

会后，中日韩三方就2022

年中日韩热泵蓄能会议议题和举办时间方式等内容进行了讨论。

中日韩热泵蓄能会议创于2013年，由中国、日本和韩国三国轮流主办，至今已举办十二届。旨在交流中日韩三国在热泵蓄能设计、运维和市场等方面的发展现状和经验。



第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛全国评审会召开

12月1日，由暖通空调产业技术创新联盟和海尔中央空调主办“第六届海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛”全国评审会因疫情影响在线顺利召开。评审委员会由中国建筑科学研究院建筑环境与能源

研究院院长徐伟、中国建筑科学研究院副院长路宾、清华大学建筑学院建筑环境与设备工程研究所所长李先庭和中国勘察设计协会建筑环境与能源应用分会理事长罗继杰等22位暖通行

业专家组成。

徐伟院长在致辞中表示，“海尔磁悬浮杯绿色设计与节能运营大赛举办6年来，从点到面逐渐高质量发展，对推动行业设计技术的进步，推动整个建筑业的绿色发展都起到了至关重要的作用。”

据悉，第六届大赛专业组与学生组共收集稿件3000余份参赛作品，确定196份作品（专业组148份、学生组48份）入围本次终审，最终从入围的作品中评选出节能运营组奖项6项；绿色设计·多联机组奖项14项；绿色设计·水机组奖项70项；绿色设计·学生组奖项28项/指导教师9项等近130个奖项。



李百战 潘云钢 戎向阳 李国庆 刘猛 李百战等专家获 2020 年度国家科技进步奖二等奖

11月3日,2020年度国家科学技术奖励大会在人民大会堂举行。由CAHVAC理事、中国建筑学会暖通空调分会理事、重庆大学李百战教授,CAHVAC副理事长、中国制冷学会空调热泵专业委员会副主任委员、中国建筑设计研究院有限公司潘云钢总工,CAHVAC副理事长、中国建筑学会暖通空调分会副理事长、中国建筑西南设计研究院有限公司戎向阳暖通总工,CAHVAC理事、中国建筑学会暖通空调分会理事、北京城建设计发展集团股份有限公司李国庆副总经理,

CAHVAC理事、中国制冷学会空调热泵专业委员会委员、重庆大学刘猛教授、广东美的制冷设备有限公司、青岛海尔空调电子有限公司等完成的《建筑热环境理论及其绿色营造关键技术》和CAHVAC理事、中

国制冷学会空调热泵专业委员会委员、杭州源牌科技股份有限公司叶水泉董事长等完成的《含高比例新能源电力系统需求侧负荷调控关键技术及应用》分别荣获2020年度国家科技进步奖二等奖。



海南省住房和城乡建设厅举办 2021 年“双碳”背景下绿色建筑和建筑节能培训班

为践行海南省委省政府关于“碳达峰、碳中和”工作部署,大力提升全省城乡建筑领域节能能力,持续推进我省绿色建筑高质量发展,加快落实《海南省绿色建筑(装配式建筑)“十四五”规划(2021-2025)》既定的工作目标任务,2021年12月7日,海南省住房和城乡建设厅在海口举办了“双碳”背景下绿色建筑和建筑节能培训班。

此次培训紧紧围绕“碳达峰、碳中和”背景下建筑行业如何建造绿色建筑、实践建筑节能等内容进行,旨在加强绿色建筑和绿色建材认定评价、建筑节能实施路径、可再生能源建筑应用等方面技术水平和业务能力,助力实现海南省住建领域“双碳”目标。

海南省各市县住房和城乡建设主管部门,施工图审查机构、勘察设计公司等分管领导、业务

负责人约200余人参加培训。

中国建研院建筑环境与节能研究院院长、国家勘察设计大师徐伟讲解“双碳”战略统领下建造高品质绿色建筑。

中国建研院认证中心主任路金波讲解“绿色建材产品认证、促进建筑业高质量发展”评价标准。

海南省住房和城乡建设厅勘察设计与科技处林崇钦副处长



解读海南省绿色建筑创建行动方案、绿色建筑标识管理办法等相关政策。

海南省设计研究院高工张水弟讲解太阳能建筑应用技术思考。

中国建研院海南分院副院长张蕊讲解海南省绿色建筑(装配式建筑)发展“十四五”规划和绿色建筑评价标准技术要点。



行业新闻 IndustryNews

发改委：做好北方地区农村清洁取暖工作

日前，国家发改委召开全体成员会议，研究扎实推进今冬明春能源保供各项重点工作。会议强调，能源是关系经济社会发展全局的大事，保障能源安全是“六保”的重要内容。要按照党中央、国务院决策部署，切实发挥好煤电油气运保障工作部际协调机制作用，保障今冬明春能源安全稳定供应。

一是依法依规加快释放煤炭先进产能，保证稳定生产；二是加快非计划停运煤电机组并网运行，应发尽发；三是加快落实深化燃煤发电上网电价市场化改革政策，着力纾解煤电企业困难；四是科学有序实施“压非保民”，坚决守住民生用能底线；五是抓紧出台国务院常务会议已明确的相关政策，促进煤电油气运各环节平稳有序运行；六是坚决纠正一些地方不适当行政措施，坚决防止一家企业出事故、全域企业停产整顿等情况发生；七是切实做好北方地区农村清洁取暖工作，确保民生供暖补贴落实到位。会议要求，各成员单位要进一步强化责任担当、做好衔接配合，以钉钉子精神做实做细今冬明春能源保供各项具体安排，保障人民群众温暖过冬。

供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开实施办法公开征求意见

为规范城市供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开工作，保障公民、法人和其他组织依法获取与自身利益密切相关的信息，住建部研究起草了《供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开实施办法（征求意见稿）》，日前向社会公开征求意见。意见反馈截止时间为2021年11月17日。

办法明确，办法所称信息，是指城市供水、供气、供热等公共企事业单位在提供社会公共服务过程中制作、获取的，以一定形式记录、保存的信息。住建部负责全国城市供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开的监督管理工作。县级以上地方各级人民政府城市供

水、供气、供热等主管部门负责本行政区域内的供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开的监督管理工作。城市供水、供气、供热等公共企事业单位是信息公开的责任主体，承办本单位具体的信息公开工作。信息公开工作遵循真实、准确、及时、公正、公平、合法和便民的原则。信息公开依照国家有关规定需要批准的，未经批准不得发布。公共企事业单位公开的信息不得危及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定，不得侵犯依法受到保护的商业秘密、个人隐私。但是，经权利人同意公开或者不公开可能对公共利益造成重大影响的，可以予以公开。

我国新型城市基础设施建设扩大试点范围

2021年，我国新型城市基础设施建设试点扩容，增至21个市（区），为加快推进基于数字化、网络化、智能化的新型城市基础设施建设，探索积累可复制可推广的机制模式。

住建部相关司局负责人介绍，2020年，住建部在重庆、福州、济南等16个试点城市开展首批新型城市基础设施建设试点，2021年增加天津滨海新区、烟台、温州、长沙、常德等为试点城市（区）。同时，还组织开展了城市信息模型（CIM）基础平台建设、智能市政、智能建造等一系列专项试点。

新型城市基础设施建设的重点任务包括：一是全面推进城市信息模型（CIM）基础平台

建设，形成城市三维空间数字底板，打造智慧城市的基础平台。二是实施智能化市政基础设施建设和改造，对供水、供热、供气等市政基础设施进行升级改造和智能管理，提高运行效率和安全性能。三是协同发展智慧城市与智能网联汽车，打造智慧出行平台“车路网”。四是加快推进智慧社区建设，对社区设施进行数字化改造，实现社区智能化管理。五是推动智能建造与建筑工业化协同发展，打造建筑产业互联网，发展智能建造新产业。六是推进城市运行管理服务平台建设，提高城市科学化、精细化、智能化管理水平，推动城市管理“一网统管”。

中医医院建设标准批准发布

近日，住房和城乡建设部和国家发展改革委联合批准发布关于《中医医院建设标准》。根据《住房和城乡建设部关于下达2012年建设标准编制项目计划的通知》（建标〔2012〕192号），由国家中医药管理局组织编制的《中医医院建设标准》已经有关部门会审，现批准发布，编号为建标106-2021，自2021年12月1日起施行。原《中医医院建设标准》（建标106-2008）同时废止。

在中医医院工程项目的审批、核准、设计和建设过程中，要严格遵守国家相关规定，认真执行本建设标准，坚决控制工程造价。

本建设标准的管理由住房和城乡建设部、国家发展改革委负责，具体解释工作由国家中医药管理局负责。

工信部：鼓励工厂、园区发展高效热泵

日前，工业和信息化部在印发《“十四五”工业绿色发展规划》通知中提到：提升清洁能源消费比重。鼓励氢能、生物燃料、垃圾衍生燃料等替代能源在钢铁、水泥、化工等行业的应用。严格控制钢铁、煤化工、水泥等主要用煤行业煤炭消费，鼓励有条件地区新建、改扩建项目实行用煤减量替代。提升工业终端用能电气化水平，在具备条件的行业和地区加快推广应用电窑炉、电锅炉、电动力设备。鼓励工厂、园区开展工业绿色低碳微电网建设，发展屋顶光伏、分散式风电、多元储能、高效热泵等，推进多能高效互补利用。

生态环境部：调整能源结构仍然存在诸多的现实困难和挑战

近日，国务院新闻办发布《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书。白皮书显示，为应对化石能源燃烧所带来的环境污染和气候变化问题，中国严控煤炭消费，煤炭消费占比持续明显下降。2020年中国能源消费总量控制在50亿吨标准煤以内，煤炭占能源消费总量比重由2005年的72.4%下降至2020年的56.8%。

近年来，中国大力推进能源结构的调整和转型升级，能源生产结构由煤炭为主向多元化转变，能源消费结构日趋低碳化。与此同时，中国大力推进可再生能源的发展，发电装机实现快速增长，规模居全球

首位。截至2020年底，中国非化石能源发电装机总规模达到9.8亿千瓦，其中风电2.8亿千瓦，光伏发电2.5亿千瓦，也分别连续11年、连续6年居全球的首位。

“中国将继续控制煤炭消费增长，同时加大力度发展可再生能源，加快完善电力体制，构建适应高比例可再生能源的新型电力系统。同时，中国作为全球最大的清洁能源设备制造国家，将积极在全球推进清洁能源开发利用和国际合作，帮助发展中国家能源供给向高效、清洁、多元化的方向加速转型。”生态环境部应对气候变化司负责人孙桢说。

央行宣布创设推出碳减排支持工具，或将释放万亿资金市场量

11月8日，央行宣布创设推出碳减排支持工具这一结构性货币政策工具，以稳步有序、精准直达方式，支持清洁能源、节能环保、碳减排技术等重点领域的发展，并撬动更多社会资金促进碳减排。

具体而言，清洁能源领域主要包括风力发电、太阳能利用、生物质能源利用、抽水蓄能、氢能利用、地热能利用、海洋能利用、热泵、高效储能（包括电化学储能）、智能电网、大型风电光伏源网荷储一体化项目、户用分布式光伏整县推进、跨地区清洁电力输送系统、应急备用和调峰电源等。节能环保领域主要包括工业领域能效提升、新型电力系统改造等。碳减排技术领

域主要包括碳捕集、封存与利用等。后续支持范围可根据行业发展或政策需要进行调整。

央行有关负责人称，碳减排支持工具是“做加法”，用增量资金支持清洁能源等重点领域的投资和建设，从而增加能源总体供给能力，金融机构应按市场化、法治化原则提供融资支持，助力国家能源安全保供和绿色低碳转型。

东吴证券首席经济学家任泽平表示，11月8日央行推出碳减排支持工具，相当于定向降息再贷款支持绿色经济、新能源。截止2021年Q3，绿色贷款累计余额14.78万亿。央行碳减排支持工具可能释放1万亿级别的货币量。

住建部：将指导南方地区因地制宜供热，借鉴北方地区经验

住建部近日在答复全国人大代表建议时表示，该部将会同有关部门，加强对南方供热工作的研究，不断完善相关政策和技术标准，充分借鉴北方地区集中供热工作经验，指导南方地区因地制宜开展供热工作。

该部正在会同有关部门对南方供热工作研究，开展国家层面的供热法律法规有关课题研究，推进供热法规制度建设，在技术规范、标准制定等方面

为地方包括南方地区供热工作提供依据和指导。委托有关研究机构开展南方供热课题研究，认真分析南方供热的必要性、可行性和实施路径，统筹推进南方供热工作。

下一步，住建部将会同有关部门，加强对南方供热工作的研究，不断完善相关政策和技术标准，充分借鉴北方地区集中供热工作经验，指导南方地区因地制宜开展供热工作。

财政部：提前下达大气污染防治资金支持清洁取暖 207 亿

近日，财政部提前向共 31 个省、自治区、直辖市财政厅（局）下达 2022 年大气污染防治资金预算的通知，旨在通过支持北方地区冬季清洁取暖、工业污染深度治理、能力建设等重点工作，推动产业结构、能源结构不断优化调整，促进全国环境空气质量持续改善，预算资金达 207 亿。

通知还要求，为确保农村地区清洁取暖长效运营，有关

省已明确补贴政策的，要按规定及时将补贴拨付到位；拟出台补贴政策，或需进一步完善的，要充分考虑本地区实际运行、农村居民实际收入水平、财政承受能力和可持续发展等情况，精准施策，体现差异，并向农村困难群体倾斜。有关省清洁取暖运营补贴需求较大的，可使用因素法切块下达资金用于安排补贴支出，确保群众温暖过冬。

内蒙古：2022 年对空气源热泵供暖项目拟发放支持资金 9678 万

近日，内蒙古自治区生态环境厅发布了《内蒙古自治区 2022 年提前批中央大气污染防治资金拟支持项目清单》。包括采暖煤改电项目、煤改气项目、低温空气源热泵供暖项目等，在空气源热泵项目方面，支持资金总数为 9678 万。

根据项目清单显示，涉及到“煤改电”、“煤改气”的项目共有 10 个，分别为临河区城郊村采暖煤改电项目四期工程、临河

区城郊村采暖煤改电项目三期工程、临河区城郊村采暖煤改电项目二期工程、通辽市德瑞玉米工业有限公司“煤改气”项目、锡林郭勒盟镶黄旗煤改电项目、鄂托克旗苏米图苏木清洁取暖改造项目、阿拉善左旗巴彦浩特镇“煤改电”清洁取暖替代项目、乌审旗嘎鲁图镇低温空气源热泵供暖项目、乌审旗苏力德苏木低温空气源热泵供暖项目、乌审旗图克镇低温空气源热泵供暖项目。

北京：热泵助力北京冬奥会“绿色供热”

近日从北京市发改委获悉，京礼高速（北京段）道路设施已全部就绪，不仅将为冬奥会出行提供安全、快速的交通服务保障，这条通道上的冬奥配套服务区还全部采用地源热泵、太阳能进行建筑供暖、供冷及提供生活热水。

在京礼高速北京段上，起点管理所、妫水河隧道管理所、阪泉服务区、山区隧道管理所这 4 个冬奥配套服务区总面积 2.37 万平方米，均利用地源热泵加空气源热泵耦合供热技术供暖。据介绍，浅层地热能将为冬奥配套服务区提供主要能源，空气能则作为调峰补充，增强了冬奥配套服务区的安全供热保障能力。另外，冬奥配套服务区还利用太阳能提供全年生活热水，在保障舒适度的同时彰显了满满的绿色能量，为这条“冬奥高速路”增添了一抹节能环保的底色。

不只是在冬奥保障领域，全市的“绿色供热”已进入“加速期”。市发改委相关负责人表示，近年来，市发改委持续推动可再生能源供热应用，深度挖掘北京市可再生能源供热资源，出台了《关于进一步加快热泵系统应用推动清洁供暖的实施意见》，围绕浅层地热能、再生水余热、中深层地热能、太阳能供热、空气源热泵供热、绿电蓄热供热等重点可再生能源供热领域开展专项推动工作，协助推进各技术领域可再生能源供热项目建设。



河北：大力推广“光伏+电采暖”取暖方式

为进一步加快推进农村地区清洁取暖，河北大力推广“光伏+电采暖”的取暖方式。2021年，河北省13.3万户家庭实现“光伏+电取暖”，电代煤运行补贴每户每年1200元。传统的煤炭能源正逐步退出农村地区舞台，被清洁、绿色、低碳的电力能源取代。



山东：潍坊潍城区实现2.6万户农村地区清洁取暖全覆盖

山东潍坊潍城区及早部署、科学谋划、分类施策、全面发动，从质量上把关，从细节上着手，组织住建、财政、属地街道和有关企业负责同志到济南、淄博学习考察清洁取暖工作经验，并结合辖区实际，制定下发《潍城区2021年冬季清洁取暖工作实施方案》，投资2.02亿元，对159个行政村全部启动清洁取暖改造，铺设燃气中压管线80公里、入户管线903公里，新增气源保障2000万立方米，全面完成了全区2.6万户壁挂炉调试和2.8万户点火任务。改造过程中更是严把施工标准关，控制材料质量，从源头上把好关，确保了入冬前顺利完成改造任务。

河北：1296.5万户农村居民用上清洁能源

经生态环境部门测算，河北清洁取暖改造工程每年对京津冀大气环境改善贡献率达30%以上。从河北省住建厅获悉，经过6年持续推进，今年河北省气代煤、电代煤改造和农村散煤治理实现全覆盖，农村气代煤、电代煤累计改造量占全国50%以上，1296.5万户农村居民用上了清洁能源，开创了河北农村地区的能源革命。

从2016年起，河北省实施气代煤、电代煤工程，成立由常务副省长、分管副省长任双组长的“双代”工作领导小组，住建、发改、财政、生态环境等14个省直部门为成员单位。省住建厅组织专家在全国率先

制定气代煤、电代煤等多项工程技术标准，填补了国内空白。为确保“居民可承受”，省政府还出台政策，对群众清洁取暖给予补助。今年9月，省财政厅将现行省级清洁取暖运行补助由5年调整为9年，每户每个采暖季最高补助电量10000千瓦时、气量1200立方米。

经生态环境部门测算，河北省清洁取暖改造工程每年对京津冀大气环境改善贡献率达30%以上。其中，河北省2020年清洁取暖改造工程形成的减排量，使采暖季PM_{2.5}浓度同比降低3.7微克/立方米，为2013年有监测记录以来历史最好水平。

山东：聊城市空气源热泵建设补贴提高至6500元/户

农村清洁取暖改造事关群众冷暖，事关打赢蓝天保卫战，作为牵头组织实施单位，聊城市城管局认真落实上级部署和要求，精心组织，积极协调，攻坚克难，扎实工作，圆满完成了今年的改造任务。在推进过程中，各级财政对清洁取暖建设费用给予一次性补贴，补贴标准为户均5000元；运行费用补贴标准为户均1000元/年，连补3年。在改造对象上，将改造难度最大、最需要政府补贴的城中村、城郊村、小城镇以及农村地区纳入补贴范围。

按照“宜电则电、宜气则气、多能互补”的技术路线，对电网改造要求低、能冬夏两季运行、运行费用节省的空气源热泵作为电代煤的主要技术路线，并把空气源热泵建设补贴标准提高至6500元/户，全市推广使用空气源热泵12万台。截至目前，全市共完成农村清洁取暖改造99.85万户，其中，今年完成31.6926万户，超计划0.6026万户。我市农村清洁取暖改造总量及今年改造的户数均位居全省第一。



山西：“十四五”公共机构绿色低碳转型方案出炉

日前，山西省机关事务管理局、省发改委、省能源局联合印发《山西省“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》。明确提出，“十四五”期间，山西省实施“十大行动”，助力全省公共机构绿色低碳转型。《规划》还明确到2025年，全省公共机构能源消费总量控制在201万吨标准煤以内，用水总量控制在14065万立方米以内，二氧化碳排放总量控制在687万吨以内，在2020年的基础上单位建筑面积能耗下降5%，人均综合能耗下降6%，人均用水量下降6%，单位建筑面积碳排放下降7%。

“十大行动”包括：实施低碳引领行动，对标山西“双碳”目标，组织开展公共机构碳排放量统计。实施绿色化改造行动，推广应用多种清洁能源和节能环保设备，组织开展绿色食堂建设，持续开展既有建筑节能改造。实施可再生能源替代行动，加大太阳能、风能等可再生能源和热泵、高效储能技术推广力度，提高可再生能源消费比重。实施节水护水行动，完善节水管理制度，提高用水使用效率，加强重点用水部位节水管理，开展用水设备日常维护和巡查，推进节水型单位建设等。

太原十四五期间推进空气源热泵等技术应用

近日，太原市生态环境局发布关于《太原市“十四五”生态建设与环境保护规划》的公示，规划指出：削减煤炭消费总量，推进能源结构调整，加大可再生能源利用比例。因地制宜、多能配置，充分利用工业余热、余压以及生物质能、地热能、太阳能等可再生能源供热方式，积极探索风电、太

阳能消纳困难地区用电采暖、储热等技术。推进综改示范区地热清洁能源集中供热工程、污水与空气源热泵技术应用等。大力推广新能源，到2025年，新能源装机占全市电力总装机规模的20%左右；大力推广分布式能源，协同提高可再生能源的利用率。

山西：提前下达2022年冬季清洁取暖资金23亿余元

近日，山西省生态环境厅专题研究提前下达2022年冬季清洁取暖资金有关事宜，把确保群众温暖过冬作为头等大事、第一原则，统筹中央大气污染防治资金和省级清洁取暖专项资金共计235564万元，集中用于清洁取暖改造和后续运营补贴，向改造任务重、资金缺口大、空气质量改善压力大的重点市、县倾斜，确保群众清洁取暖“用得上、用得起、用得好”，切实把温暖送

到千家万户，使冬季清洁取暖实现环境效益、经济效益、社会效益多赢。

近年来，山西省大力推进清洁取暖工作，累计完成600余万户清洁取暖改造工程，有力地推进了环境空气质量的持续改善。改善环境质量和确保温暖过冬都是改善民生福祉的重要内容，将两者有机结合起来，同频共振、同向发力，才能有力回应民生关切，有效满足群众需求。

晋中市已完成清洁能源改造4.88万户

近日，从晋中市了解到，为确保群众温暖过冬，晋中各地厚植生态底色，因地制宜推进清洁供暖，让群众暖身暖心，也让供暖季的天更蓝、空气质量更好。截至目前，晋中市已完成清洁能源改造近5万户、566.973万平方米。

今年以来，介休市充分利用集中供热、工业余热、煤改气、煤改电等方式继续扩大清洁供暖覆盖范围，加快清洁供热向农村地区延伸，农村取暖面积达到520万平方米，城乡清洁取暖覆盖率达到75%。平遥县今年共实施20260户、289万平方米的清洁供暖改造任务，是晋中市改造任务最多的县。目前，已全部改造完成。昔阳县通过煤改电、煤改气、集中供热等多种途径推进清洁供暖改造，实现民生工程与大气污染防治工作相结合。

据统计，截至目前，晋中市已完成清洁能源改造近5万户。其中集中供热完成25974户，“煤改电”完成19876户，“煤改气”完成2372户，“煤改醇”498户，生物质及其他112户。另外，全市共计50.9146万户农户享受冬季清洁取暖补贴。



陕西：延安既要温暖也要蓝天全力推进冬季清洁取暖

为切实推进减污降碳、改善大气生态环境质量，保障全市人民温暖过冬，延安市结合实际印发了《延安市冬季清洁取暖项目工作方案》《关于推进延安市冬季清洁取暖工作实施意见》等文件，科学制定年度目标和措施，明确采暖技术路线，科学合理布局项目，建立清洁取暖奖惩考核机制，为各项工作推进提供了指导性意见。

截至目前，全市已建成示范项目19个，涉及19村，完成1381户，其中“煤改电”类290户，主要采用热风机、热水泵、石墨烯、太空能及储能；生物质采暖类238户，主要采用生物质锅炉、生物质热风机、生物质热水机等3个技术路径；煤改气采暖853户，安塞区招安镇、坪桥镇政府煤改气及配套管网建设，甘泉县城区天然气母站建设、应急调峰门站建设、LNG撬装液化工程及配套设施建设等项目进展顺利，正在加快实施，力争按期建成运行。

延安市还积极探索新思路、新技术，在黄陵县采取了“屋顶光伏+电采暖”技术路径，在宝塔区裴庄、庙咀沟新农村零碳清洁取暖示范项目计划采用“光伏+地源热泵+空气源热泵”组合技术，将为延安市清洁取暖工作提供可借鉴可推广的新技术、新模式。



河南：因地制宜热泵采暖取得实效

近期，财政部河南监管局对郑州、开封、鹤壁、新乡等清洁取暖试点城市开展调研。调研显示，试点城市因地制宜，创新模式，积极推进清洁取暖工程，累计投入资金461.4亿元，其中财政资金142.3亿元、社会资本319.1亿元，完成热源改造34072.15万平方米、183.47万户。清洁取暖取得明显进展，城乡居民用能条件和居住环境有效改善，空气质量显著提升。

郑州模式。郑州市按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的原则，把冬季清洁取暖试点城市建设作为全市重大民生实事，聚焦居民生活品质提升，积极推进试点城市建设各项工作。试点城市建设以来，项目采取“双替代”、既有建筑节能改造、配套管网改造、区域集中供热、可再生能源供暖、热源改造、超低能耗建筑示范项目等7条技术路线，形成了“三提升，两清，一引领”的清洁取暖建设“郑州模式”。全年节约14.8万吨标准煤，减少38.79万吨二氧化碳排放，PM_{2.5}平均浓度下降超过目标值236%，为保卫郑州蓝天白云做出了突出贡献。

开封模式。开封市不断完善配套政策，保障能源供给，强化资金支持。试点城市建设以来，开封市在全省率先实现全域禁煤，探索出了“全域禁煤+清洁取暖”的“开封模式”。开封市共拆改燃煤锅炉104台，减少排放二氧化碳483.56万吨，减少排放二氧化硫1.42万吨，减少排放氮氧化物1.24万吨，减少排放粉尘污染14.91万吨。2019-2020年秋冬季，开封市PM_{2.5}平均浓度同比下降21.6%，比目标值6%超出15.6个百分点；实际

重污染天数18天，同比减少15天，空气质量逐年改善，取得了显著的环境效益。

鹤壁模式。鹤壁市作为首批北方地区清洁取暖试点城市，按照“企业为主、政府推动、技术创新、居民可承受、运营可持续”的发展战略，形成了“一个中心发力，两侧同步改造、三个基本原则，四条鹤壁经验、五类保障机制”的清洁取暖“鹤壁模式”，被授予“北方农村清洁取暖典型模式示范基地”，打造了全国标杆。试点城市建设以来，鹤壁市大力发展超低排放热电联产集中供热，发展集中供热面积999万平方米；加快推进农村燃气普及工程，新接通行政村98个；全面开展城乡建筑能效提升改造，完成改造近50万平方米；扎实做好农村地区电网改造，改造农村电网60个。鹤壁市每年减排二氧化碳129.6万吨、二氧化硫0.2万吨、氮氧化物0.05万吨，为大气污染防治做出重要贡献。

新乡模式。新乡市把冬季清洁取暖工作列为全市重大民生实事，以“四个三”即围绕“三区城”、突出“三结合”、实施“三步走”、打造“三示范”为工作总纲领，探索形成了可复制推广的“多能互补、两端发力、城乡统筹”的清洁取暖“新乡模式”。试点城市建设以来，新乡市新增清洁取暖面积7188.1万平方米，涉及居民63.23万户。在建筑能效提升方面，新乡市新建建筑全面执行居住建筑75%和公共建筑65%节能标准，并实施了1442.64万平方米的既有建筑能效提升工程，全面完成生态环境部关于“2+26”城市年度PM_{2.5}空气质量目标，人民群众幸福感和满意度进一步增强。

陕西：宝鸡开发空气源热泵等清洁取暖方式保障冬季供暖

近日，陕西省宝鸡市人民政府印发《宝鸡市城市运行保障能力建设补短板行动方案》，文件从做好居民生活保障、加强城市污染治理、提升城市应急管理能力、提升公共服务兜底保障水平四个方面提出工作任务。其中在做好居民生活保障方面，提出保障冬季供暖。加快推进宝二发

电厂长输管线供热项目进度，缓解主城区供热问题。在宝鸡高新区东区建设多个燃气热源站，强化热源储备，满足高新区入网供热需求。开发中深层地源热泵、浅层水源热泵、空气源热泵等清洁取暖方式，对供热区域进行补充等。

宁夏宁东能源基地：重点推广应用热泵等成熟技术

近日，宁夏回族自治区人民政府发布《自治区人民政府办公厅关于印发宁东能源化工基地“十四五”发展规划的通知》，规划指出：宁东基地是国家能源“金三角”重要一极，是国家主体功能区规划确定的重点开发区域，也是宁夏高质量发展示范区、高新技术产业开发区和化工园区，规划总面积4450平方公里，其中核心区（包括宁东镇及煤化

工园区部分区域、临河综合项目区和新能源产业园区）规划面积约800平方公里。规划提到：加快发展高效节能产业，实施终端用能电能替代行动，大力推进以电代煤、以电代油，重点推广应用热泵、电锅炉、电驱动皮带传输、电动汽车等成熟电气化技术和设备，不断拓展电力使用领域。加强建筑、交通运输、公共机构等领域节能工作。



湖北：咸宁市推进绿色建筑发展

日前，湖北省咸宁市住建局、发改委、财政局、自然资源和规划局等八部门，联合印发《咸宁市绿色建筑创建行动实施细则》，要求全市各县市区结合实际，认真组织实施。

据了解，咸宁市绿色建筑近期的目标是：到2023年底，全市绿色建筑竣工面积占比达70%以上；所辖各县市区应当有1个以上的项目获得绿色建筑星级标识；全市新建建筑绿色建材应用比例达40%以上，其中

政府投资项目和大型公共建筑应用比例达60%以上。

《细则》要求，住建、发展改革、财政等部门进一步完善激励和约束机制，出台本市有关绿色建筑发展的专项资金。采取以奖代补的方式，专款专用于推广绿色建筑、绿色建材、可再生能源建筑应用、既有建筑节能绿色化改造等项目的补助。全市形成住建部门牵头，多部门参与，共同推动绿色建筑发展的工作格局。

湖北：鼓励采用空气能、热泵等解决新增采暖需求

湖北省住建厅于近日印发《湖北省“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》。《规划》明确提高新建建筑节能低碳水平。在建筑用能领域推广高效电气化应用技术与设备，宜电则电，充分发挥电力在建筑终端消费优势。鼓励采用热泵等电采暖方式解决新增采暖需求，引导生活热水、炊事用能向电气化发展，不断提升建筑电气化率。扩大可再生能源建筑应用规模。因地制宜采用太阳能、浅层地热能、空气热能、生物质能等可再生能源，提高利用效率，实现可再生能源建筑应用多元化发展。政府投资的新建公共建筑选择应用一种以上可再生能源，积极推广城市酒店、学校和医院等有稳定热水需求的公共建筑应用太阳能光热技术，鼓励农村地区积极采用被动式太阳能房等适宜技术应用。

结合全省省基础条件和用能需求，统筹太阳能在建筑领域应用，宜电则电，宜热则热。充分利用建筑屋顶、墙体等表皮空间及建筑附属设施、市政公用设施空间资源，大力发展太阳能光伏在城乡建设中分布式、一体化应用。在满足安全性能的基础上，推动城镇既有党政机关、学校、医院等公共建筑，以及工业厂房和居住建筑加装太阳能光伏系统。



四川：推进热泵等能源装备发展

近日，中共四川省委发布《中共四川省委关于以实现碳达峰碳中和目标为引领推动绿色低碳优势产业高质量发展的决定》（以下简称《决定》）。该文件是全国第一个由省委发布的双碳工作方案。

《决定》提到，持续做强能源装备产业。把清洁能源装备产业作为建设制造强省的重要支柱，依托“国字头”能源装备龙头企业，突出关键技术自主化、市场拓展全球化、运维服务一体化，建设国际一流的清洁能源装备制造基地。大力发展成（都）德（阳）高端能源装备产业集群，建设以成都为引领的光伏高端装备产业集聚区，加快打造德阳世界级清洁能源装备制造基地。

聚焦水能、风能、太阳能、核能、生物质能、地热能等开发利用，推进发电机组、输变电设备、储能设施、热泵等能源装备发展。推进天然气（页岩气）开采高端成套装备、输配送装备研制和工程化应用。推进氢能装备发展，建设自贡氢能装备制造先行区。实施重点领域节能降碳改造工程，支持成都、自贡、内江、南充、资阳等地节能环保装备产业发展。推动清洁能源装备制造与现代服务业融合发展，健全清洁能源装备研发、勘察设计、工程施工、咨询评估等服务体系。



国际能源署：2060年热泵总能耗约占行业总用电量的60%

近期，国际能源署（IEA）发布题为《中国能源体系碳中和路线图》的报告，基于中国“双碳”目标，通过构建承诺目标和加速转型，探讨了中国能源体系实现碳中和的路径。结果显示，中国有能力在确保能源安全的同时实现碳中和目标。报告指出，实现碳中和需要中国能源体系深度转型。提高能效、发展可再生能源和减少煤炭使用将成为推动中国在2030年前实现碳达峰的3个关键要素。在APS下，到2060年，中国对煤炭、石油和天然气的需求将分别下降约80%、60%和45%；低碳能源在一次能源需求中的占比将从当前的15%增至2060年的74%。

报告指出，到2060年，随着空间供暖的广泛电气化，建筑用煤将消失，天然气的使用量也将下降60%以上。在APS中，

热泵使用量的增加使得空间供热设备的平均效率到2030年达到110%，到2060年达到150%以上，2060年，超过一半的空间供暖需求由电热泵满足。报告认为，中国对热泵的需求将继续增长。2060年，热泵用于供暖和制冷的总能耗达到800太瓦时，约占全球建筑总能耗的13%，约占中国该行业总用电量的60%。热泵需求的增加，将使制造商能够利用规模经济，在2030年将其平均成本降低5%，在2060年降低近15%。

报告同时也提出，2020年，中国热泵生产能力的40%以上，政府使用各种政策工具来提高在中国制造和销售的热泵的效率。中国气候温和的中部地区（如长江流域），对空间供暖的需求较低，但增长迅速，热泵可以发挥越来越重要的作用。



浙江：金华市加大公共机构热泵技术推广力度

近日，浙江省金华市机关事务管理局、发展和改革委员会发布《金华市“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》的通知。《规划》重点任务中提出，积极开展电力需求响应集中示范工程，推动实施中央空调节能改

造，建设绿色高效制冷系统，加大太阳能、风能、地热能等可再生能源和热泵、高效储能技术推广力度，推动公共机构带头使用新能源汽车，持续推进党政机关等公共机构办公建筑需求响应绿色改造。

海南完善峰谷分时电价 冰蓄冷谷段电价下浮 60%

近日，海南省发改委发布《关于进一步完善峰谷分时电价机制有关问题的通知》，文件指出扩大峰谷分时电价的实施范围，由原来的用电容量 100 千伏安及以上工业用户、用电容量在 315 千伏安及以上的宾馆酒店用户、315 千伏安及以上的商场用户（自主选择），增加 315 千伏安及以上未执行峰谷电价的用户，水产养殖、水产初加工、水产冷链仓储类用户，5G 基站用户自主选择执行峰谷分时电价政策。

鼓励工商业用户通过配置

储能、开展综合能源利用等方式降低高峰时段用电负荷、增加低谷用电量，通过改变用电时段来降低用电成本。其中峰时段电价在平时段电价基础上上浮 70%，谷时段电价在平时段电价基础上下浮 60%。冰蓄冷谷时段下浮比例为 60%。

建立尖峰电价机制，尖峰电价执行时间为每年的 5 月、6 月、7 月，尖峰时段为每日 20:00-22:00，尖峰电价在峰段电价基础上上浮 20%。尖峰电价实施范围与峰谷分时电价政策一致，包括电动汽车充换电用户。



北京加强燃油锅炉电能替代补助资金管理 蓄能式电锅炉油改电可申请

日前，北京市生态环境局、北京市财政局发布关于加强燃油锅炉电能替代补助资金管理的通知，对原《北京市燃油锅炉电能替代资金支持的意见》（京环函[2017]588 号）进行了调整优化，延续红线内投资支持比例，各区主管部门会同区财政部门将按照工程界限范围对各单位投资进行评审，并根据评审结果按比例给予燃油锅炉电能替代补助。

对符合《意见》要求的“油改电”项目，市财政根据各区评审结果按比例给予补助。其中，一般单位的补助比例为 30%，市

属差额预算拨款单位的补助比例为 50%，市属全额预算拨款单位工程界限内改造费用由市级财政全额负担。

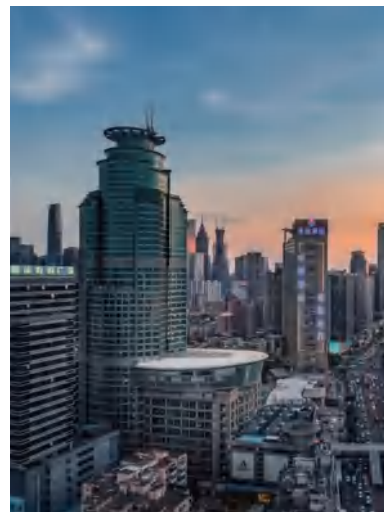
根据文件，市级财政补助的申请范围包括北京市域范围内 2015 年 7 月 1 日之前建成的在用燃油（不含重油等高污染燃料）锅炉业主单位（包括中央、部队、市属、区属等单位），通过空气源热泵、蓄能式电锅炉方式实施“油改电”工程的，可享受相关补助政策。有效期至 2024 年 12 月 31 日。

广东：支持建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目

日前，广东省人民政府发布《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见》，提出推动园区内不同行业企业以物质流、能量流为媒介进行链接共生，支持建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。

推进煤炭清洁高效利用，降低煤炭在能源消费中的比重，发挥煤电调峰和托底保障作用。积极引入省外绿色低碳能源。加快智慧能源系统建设。增加农村清洁能源供应，推动农村发展“农光互补”和生物质能综合利用。推进规模化碳捕集利用与封存技术研发、试验示范和产业化应用。

开展节约型机关、绿色家庭、绿色学校、绿色社区、绿色出行、绿色商场、绿色建筑等创建行动。大力发展绿色建筑，提高新建建筑节能标准，推动超低能耗建筑、近零能耗建筑发展。结合绿色社区创建行动，推动基础设施绿色化和既有居住建筑节能节水改造。



麦克维尔 M+ center 技术展示中心在深圳启用

日前，麦克维尔 M+ center 技术展示中心在深圳正式开业启用。M+ center 技术展示中心总共 2 层，面积 1000 多平米，融合了听觉、视觉、触觉等多重感官综合体验的沉浸式设计，展厅涵盖了企业品牌历史、制造品质管理体系、产品系列陈列、技术和方案展示区和互动体验区。

当前的市场环境已发生剧烈的变化，竞争已不只是产品的竞争，而是以用户体验为中心，提供解决方案能力竞争。核心竞争力需要开放创新，一是需要与政府、协会、经销商、客户、供应商等合作伙伴多方协作，通过与各方交流，融入更多的思想和意见；二是要灵活快速应对市场变化，拥抱未来。这是展厅以‘M+center’命名的一层含义。

此外，当下正是万物互联的时代，期望以展厅为载体，通过产品和技术方案呈现，与场景、人、环境进行互联和扩展，打造舒适、健康、节能、高品质的环境，以一颗绿色之心，满足客户对美好生活的追求，这是 M+ center 另外一层含义，+ 代表更多的无限可能……。



美的离心机 2021 年度首破千台

日前，美的旗下楼宇科技事业部 2021 年度第 1000 台离心机下线，正式交付于深圳比亚迪公司。在重庆美的工厂隆重举办的交付仪式上，来自行业专家学者、国内业主代表、新闻媒体共同见证了这一中国制造里程碑的诞生。

由于技术门槛极高，国内离心机市场一度被美系为代表的外资品牌垄断多年。在离心机研发当中，美的旗下的楼宇科技事业部组建了先行研究 - 产品研发 - 行业应用的三级研发架构，每年在离心机上的研发投入

超过营业收入的 10%。美的离心机在磁轴承、大功率变频器、BMS 等关键技术研发等方面取得了重大进展，并且核心部件均已实现自主研发、自主生产，为我国离心机市场提供更可靠、更节能和更高效的产品。

如今，美的率先实现了“技术与销量”的双突破。这是美的第一次，也是国产离心机品牌的第一次，预示着国产离心机取得长足发展、打破外资品牌垄断，从核心技术的自主化到市场规模扩大化的飞跃，对于整个国产品牌来说，开启了新的篇章。



格力高能效助力 ABB 上海超级工厂

众所周知，机器人制造属于精密产品加工，对于室内制造及装配产线的温度、湿度有着较高的要求。这就对于中央空调产品在长时间的运行过程中，能够保障稳定的冷源供应提出了考验。此外，在节能减排的时代背景之下，中央空调产品在长期运行的过程中，如何实现高效运行，保障建筑节能，同样是重要课题。

在多重考验之下，格力中央空调最终制定了以 CVE 高效

永磁同步变频离心机为主机的系统解决方案，截至目前，设备已经全部入场并完成调试工作，各项参数均达到设计预期，系统的稳定性得到了业主方的一致好评。值得一提的是，这是格力中央空调在上海市场接连中标的又一优质样板，而未来，格力中央空调将持续发力市场，为助推更进一步的城市建设贡献更多的力量。

据悉，这座总投资达 10 亿元、位于上海康桥的 ABB 集团机器人超级工厂将于 2022 年第一季度正式投入生产。随着该工厂的建成，未来将采用大量机器学习、数字化和协作解决方案，实现用机器人制造机器人的目标，计划将为全球市场生产超过 10 万台机器人。



盾安中央空调助力宿迁世贸广场

作为大型公共建筑中极为重要的内部系统，暖通空调系统的解决方案也需要日益精细化并具有针对性。近日，盾安中央空调成功服务宿迁世贸广场项目，以高效节能、可靠稳定的差异化解决方案和完善的服务体系获得了项目方的青睐。

宿迁世贸广场位于宿迁市宿城区青海湖路，建筑整体由4栋住宅楼、1栋商铺和地下车库组成，是集休闲、娱乐、购物为一体的综合商业广场。针对项目情况，工作人员先后多次进行考察，由于空间大、人流量高以及各商铺冷暖需求量大，商业楼建筑对中央空调系

统的负荷性要求很高。根据项目方实际需求，盾安中央空调最终提供了两台大冷量风冷螺杆热泵机组，充分满足了项目方的特定需求。

目前，盾安中央空调机组产品已成功入驻，并完成了设备调试运行。值得一提的是，即便在试运行调试阶段，宿迁当地气温较低的情况下，盾安中央空调产品仍能安全、可靠、高效的运行，在冬季寒冷气候下制热不间断，除霜彻底。未来，盾安中央空调也将继续凭借优质的产品服务和专业的技术服务，持续为各领域客户提供更多的中央空调系统环境解决方案。



美的楼宇科技助力国家体育场暖通系统绿色升级

近日，美的集团楼宇科技事业部与国家体育场（鸟巢）举行了线上云签约仪式，并发布了专为鸟巢打造的暖通空调系统智能化升级解决方案，美的楼宇科技成为国家体育场（鸟巢）暖通空调供应商。

鸟巢场馆建筑面积大、末端室内机数量多，这给降低空调管理成本以及对场馆内不同区域的设备实现有效管控带来了巨大的挑战。美的楼宇科技通过“本地集控+远程集控方案+移动集控”的解决方案，利用美的MDV云多联机的“云控制”技术突破空间限制，可精准掌握空调运行 & 故障情况，对室内机群组实现分级、分区、分权管理，整个设备控制解决方案，不仅方

便日常管理，更提升了系统运转效率。此外，云多联机采用先进的喷气增焓控制技术，输出马力提升10%，搭载的多流道电控液冷技术，使得机组最低制热温度可达-30℃，最高制冷温度可达55℃。入驻鸟巢后，无论北京正值严寒或酷暑，美的MDV云多联机稳定的制热 & 制冷能力，均能为场馆创造出舒适的体验环境。

美的楼宇科技为鸟巢专门打造的暖通空调系统智能化升级解决方案，将有效降低建筑能耗，提高场馆的运维与运营效率，助力推进智慧场馆建设，进而带动中国暖通行业标准向节能绿色化进行升级，为“双碳”战略目标的实现贡献力量。

艾默生 A3 实验室亮相

作为低 GWP 制冷剂技术的积极响应者、倡导者与引领者，艾默生正进一步增强在绿色制冷剂方面的研究、开发和测试能力。近日，艾默生在其位于中国苏州的研发与整体方案中心内新设立了 A3 实验室，即碳氢制冷剂实验室。

A3 实验室通过了安全和防火认证与批准，能够安全地对 R290 等所有高度易燃制冷剂进行测试，同时能够安全地对甲烷 CH₄ 等沼气气体进行增压测试。本次落成并投入使用的实验室一期项目占地约 200m²，配有多个可靠性试验台与性能试验台，最高可测试至 12HP 的压缩机产品。此外，实验室二期项目也在加紧建设中。二期项目将会在现有规模的基础上额外扩建 300m²，落成后不仅能够支持 300kW 及以上的气体压缩机组开发，并且最高将能够测试至 25HP 的压缩机产品。

制冷剂长期以来一直是温室气体的重要来源，自 2004 年起，艾默生就开始了对 R32 制冷剂产品的研究和开发，多年以来已经开发了一系列低全球变暖潜值（GWP）的环保型替代技术和制冷剂压缩机，帮助工商业制冷客户节能减排，加速实现可持续发展目标。



特灵科技中国荣膺 “2021 年度责任金奖”

近日，全球温控系统创新者特灵科技宣布，凭借在公益慈善事业、企业社会责任实践等可持续发展领域所做出的创新尝试及突出贡献，公司荣膺第四届社会责任大会“2021 年度责任金奖”，这已是公司连续第四年获得社会责任大会的表彰。

作为一家具有高度社会责任感的公司，特灵科技在加强经济流动性、提升食品和药品的健康安全、推进 STEM 和气候教育以及提供住房与舒适制冷解决方案四大领域，积极践行企业社会责任承诺。在中国，特灵科技也开展了许多公益项目，如关爱艾滋孤儿、自闭症儿童、农民工子女，爱心助学、养老关爱项目等。

多年来，特灵科技对可持续发展的践行已经获得了社会各界的广泛认可。在全球范围内，公司已连续 11 年入选道琼斯可持续发展全球指数及北美指数；在中国，特灵科技也已连续 7 年荣获中国公益节和中国财经峰会的表彰，充分彰显了特灵科技作为行业创新者与领军者不断践行企业社会责任的决心和承诺。



蝉联“金音”十四载，开利服务传递真情

日前，由 51Callcenter 主办，国家工信部、人社部等相关部门支持与指导的 2021（第十四届）“金音奖”中国最佳客户联络中心及卓越客服体验评选颁奖典礼与国际峰会在上海圆满举行。开利空调客户关怀中心凭借在客户关系管理领域取得的优异成绩，连续十四年蝉联“金音奖”，充分体现了行业及大众对开利优质服务的赞誉与认可。

开利客户关怀中心背后是强大的开利服务团队，客户的每一通电话，每一个需求都能被迅速记录，快速传递并妥善跟进。始终秉承“热情、准确、迅速、专业”的宗旨，在专注服务客户当下需求的同时，打造有温度的客户体验。2020 年，开利推出了旗下服务品牌“蓝色安智”，包括技术培训、安装指导、调试质保服务、主机/系统保养、主机/辅助设备维修、原厂零件更换、主机系统优化改造和智能远程监测，从“一切为客户满意”出发，为客户提供全生命周期的

的空调系统解决方案以及专业服务。

自 2006 年开利客户关怀中心成立以来，始终坚持全年全天候的快速响应机制，确保客户可以随时、随地、随心、随享地享受开利空调无忧服务。开利将继续以客户为中心，持续打磨“蓝色安智”服务品牌，着眼于用户体验，凭借数字化的全流程管理体系，打造更安心、更智能、更便捷的客户体验。



助力双碳 克莱门特亮相福建省暖通年会

日前，“2021 年福建省暖通空调制冷学术年会”在福州·永泰香米拉温泉酒店隆重召开，克莱门特在暖通行业领域有着丰富的、成功的实践应用经验，作为行业的领先者，应邀参加了此次会议，并设置展台供行业同仁更深入的了解克莱门特产品特点。

克莱门特东南区销售总监张晓燕在大会上作了题为“助力双碳，碳索未来”的专题报告，围绕着克莱门特在绿色低碳的持续技术创新、高效可靠的绿

色解决方案，着重介绍了四管制、六管制热泵技术、磁悬浮变频离心机组的革新产品，并针对新建 IDC 数据中心新政下，克莱门特的相变冷却系统制冷系统变革技术。

克莱门特作为全球知名中央空调和精密空调制造商，通过持续的技术创新和新产品研发，提供环保、高效、可靠的空调设备，全心全力为客户提供质优可靠、绿色节能的产品与方案，提供创新精细化服务体系。

格力中央空调再次中标赣深高铁站点项目

近日，赣深高铁 G9857 次第一趟满图试运行列车从赣州西站开出，标志着赣深高铁全线通车运营进入倒计时，赣州到深圳的距离被“中国速度”缩短。

格力中央空调凭借稳定的产品特性及细致完善的服务，继全线中标昌吉赣高速铁路 13 个站点后，再次服务于赣深高速铁路赣州西站及广州段 9 个站点。赣深高速铁路广东段 9 个站点及江西段赣州西站共选

用装备了超 700 台格力机房空调、3 台格力磁悬浮离心式冷水机组、16 台格力蒸发冷却一体式冷水机组、3 台格力变频离心机及 2 套格力多联机，为出行旅客及车站服务人员提供优质的出行体验。

中标赣深高速铁路-赣州西站，这是继中标昌吉赣高速铁路、南昌地铁 1、2、3 号线之后，格力中央空调在省内轨道交通建设领域的又一标志性项目。

美的楼宇科技与上海浦发银行战略合作启动

近日，美的集团楼宇科技事业部与上海浦东发展银行股份有限公司就 2021-2024 年度全行营业办公用房空调集中供应战略合作召开启动仪式。仪式于上海外滩浦发银行大楼隆重举行，分设杭州、天津、厦门、成都等 20 余个分会场，全国各地区各分行同时线上参与。

根据合作协议，美的楼宇科技作为上海浦东发展银行股份有限公司 2021-2024 年度全行营业办公用房空调集中供应商，为浦发银行全国 37 座城市分行提

供智能云多联机组、分体空调及风机盘管等最新一代智能空调产品。启动仪式后，双方就本次合作愿景、美的楼宇建筑整体生态解决方案、绿色银行、数字化金融领域及多方位合作展开深入讨论并达成共识，同时对于各地区分行服务商对接进行部署。



佳力图助力华中科技大学模块化机房建设

日前，由南京佳力图机房环境技术股份有限公司负责建设施工的华中科技大学模块化机房建设项目顺利通过初验，验收小组根据相关资料查阅及现场验收情况，一致同意该项目通过初验。该项目位于华中科技大学网络与计算中心南六楼一楼 B2 机房，2021 年 7 月正式开始施工，建设两个结构配置相同的封闭冷通道模块化机房。

根据项目要求，模块化机房

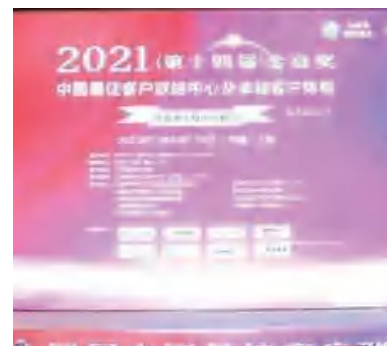
包含：在 B2 机房建设两个小型微模块，每个微模块含 10 台服务器机柜和 2 台行间精密空调，为双排结构，实行冷通道封闭。每个微模块设最终，在该项目完成后，微模块满足每机柜 4000 瓦用电负荷。每个微模块具备整体温湿度恒定，监控系统完备，能提供稳定、高效和安全的数据中心运行环境。前后 2 个平移门，自带天窗、机柜顶部强弱电桥架及微模块内独立监控系统。

克莱门特荣获金音奖「中国最佳客户联络中心奖-客户服务」荣誉

近期，由 51Callcenter 主办第十四届“金音奖”中国最佳客户联络中心及卓越客服体验评选颁奖典礼与国际峰会在上海圆满举行。经专家前期初评、复评、拨测、实地入户测评等环节的评选考核与深度调研，捷联克莱门特斩获 2021 年度金音奖——中国最佳客户联络中心奖。

据了解，金音奖是业界公认的行业“奥斯卡奖”，是以 4PS 国际标准作为评选标准，参照 550 个管理指标，从战略、流程、人员、平台技术、绩效等五个维度对参选企业进行评测。评审专家从客户满意度、员工满意度、公共媒体美誉度、运营质量、管理能力等方面进行拨测及评估，深入对比评选出各大奖项，入选企业多数是各行业翘楚企业，代表着先进管理水平、卓越客户体验。

此次再度获得金音奖-中国最佳客户联络中心奖，这意味着克莱门特完善的服务体系和专业的客户服务工作得到了行业的认可，彰显了其在服务体系、服务技术、服务水平等方面的雄厚实力，而且激励其以更加积极的行动继续为客户提供专业、完善的售后服务。



《中国人的家 2021·百件生活好物榜》发布：中广欧特斯斩获五项大奖

近日，优居联合巨量算数、暨南大学生活方式研究院重磅发布《中国人的家·2022 影响中国人居生活方式趋势报告》，揭秘新时代背景下中国人居特征及行业未来发展的新趋势。同期发布的《中国人的家 2021·百件生活好物榜》榜单上，中广欧特斯携旗下两大王牌产品：中广欧特斯地暖空调一体机、中广欧特斯空气能热水器同时上榜，狂揽五项大奖，引领 2021 家居行业升级方向新趋势。

多年来，中广欧特斯始终在引领生活趋势、不断升级，以客户需求为出发点，早在 2018 年提出“5C 舒适家”，组成以中央地暖、中央空调、中央热水、中央净水、中央新风为一体的舒适家居全产品矩阵。到 2021 年，中广欧特斯再度重磅推出中广欧特斯全宅智能舒适系统，从底层逻辑开始改变以往智能系统与家居产品作为两套系统存在而不匹配的痛点，用一套系统就能控制全屋家电，彻底转变智能家居服务人居生活的方式。

中广欧特斯从“贩卖产品”转型“贩卖生活方式”，为更多的消费者打造更适合未来的舒适生活，提升人居生活幸福感。凭借自主创新及深挖当前中国人居生活方式上存在的痛点问题，为中国人的家推出越来越丰富的解决方案，收获行业及社会认可的同时，消费者也对中广欧特斯提出了更高的要求 and 更高的期待。



海信中央空调荣获工信部“能效之星”

近日，海信中央空调旗下的 NEW M2 系列、G2 系列以及空气源热泵风机惠风系列三个产品体系获得了工业和信息化部推行的“能效之星”，以创新技术实力之优势，展现“新国品”在新浪潮下的全新姿态。

海信中央空调从技术研发、零件采购、产品生产、工艺管理、品质检测到安装服务，更是严格执行 6S 标准。正是在如此扎实的科研功底、持续创新的品牌力以及高品质匠心理念的积淀之下，海信中央空调才能成

功实现本土品牌突破与发展，洞悉用户需求创造性地推出一代又一代的行业爆品，将节能、舒适、智能等功能做到完美融合，奠定新国品的优势地位。

获得国家认可的 NEW M2 系列、G2 系列以及空气源热泵风机惠风系列三款商用中央空调系列产品，多年来凭借健康品质、优质服务，在公共事业、轨道交通、医疗教育、商用楼宇、高端住宅等领域提供智慧暖通解决方案，积极助力国家新基建，树立中国智造典范。

格瑞德中标德州市妇女儿童医院项目

近日，格瑞德集团再次与德州市妇女儿童医院达成合作签订新院区门诊手术室及产房净化项目。此次承揽项目的施工范围是净化装饰装修、净化空调、强弱电及工艺给排水及其配套服务设施的供货及安装。该项目不仅要求级别高，且时间紧任务重，给集团净化工程项目部带来了较大

的挑战，眼下已过立冬，一波波降雪和寒潮已早早到来，但工地上的“热度”却丝毫未减。为加速工程进度，早日完成德州市妇女儿童医院精装修门诊手术室及产房项目，项目管理人员及工人放弃假日休息，各司其职，坚守岗位奋战在施工一线，预计 12 月 31 日该项目将顺利完成。

科龙空调携手容声逆流而上共建共赢

日前，容声冰箱、科龙空调 2022 冷年开局市场启动大会在大湾区举行，大会现场除容声新品 WILL SPACE 上市外，科龙也携年轻化的除菌除湿空调 LZ 与龙焰空气能无水地暖中央空调亮相，两大品牌合力升级转型，实现品牌共建共赢。

在本次开局会议中，科龙空调营销公司负责人，以科龙家用空调与中央空调等核心产品为着力点，借容声冰箱新品发布会之势，现场同与会商家分享科龙家空、商空价格政策组合，通过好产品、好利润空间、好服务的

组合拳，为更多合作伙伴提供具备市场竞争力与长远发展的有力武器。

除品牌、政策支持等内容外，科龙中央空调多款核心产品同样亮相大会现场。除 360° 环绕出风嵌入式与 E+ 系列家用变频多联机外，科龙中央空调明星产品——龙焰空气能无水地暖，同样亮相展出。此次开局大会，助推科龙与容声在冷年之际开启新征程，未来，科龙品牌将继续深耕空调领域，坚守初心、坚持匠心，为消费者带来更多专业、实用的高品质产品。

美的离心机服务国际绿色光源博览交易中心

近日，美的楼宇科技成功中标中国（江门）国际绿色光源博览交易中心项目，将为其提供9台降膜离心式冷水机组、3台螺杆式冷水机组、22台风冷模块机组、6台空气能热泵，总冷量高达12800冷吨。

中国（江门）国际绿色光源博览交易中心项目建筑100万平方米，入驻商家约4000家，建成后将是全球最大的绿色照明交易博览中心，成为国内档次最高、产品最多、规模最大的

专业交易市场。作为大型交易中心，其人流量大，对室内舒适环境的需求、系统的节能等方面要求高，凭借优异的产品品质、专业的系统设计，以及多年来积累的市场口碑，美的楼宇科技赢得了甲方的青睐。

中国（江门）国际绿色光源博览交易中心项目的中标不仅体现了美的楼宇科技强大的暖通空调系统解决及服务实力，也在华南树立了新样板，加强了对于华南的影响力。

护航2022年杭州亚运会 格力离心机入驻杭州西站

作为2022年杭州亚运会的配套交通保障工程，杭州西站也受到了广泛的关注。在杭州西站的暖通空调设备招标中，格力中央空调成功中标，其5台定频离心机、2台冰蓄冷双工矿用离心机、2台风冷螺杆热泵机、1台变频离心机为杭州西站提供全方位的、专业的冷暖保障服务，为助力杭州承办2020亚运会、展示国际化形象提供重要保障。

据了解，杭州西站总建筑面积约51万平方米，站房建筑

面积约10万平方米，站场规模为11台20线。其实，就轨道交通领域而言，格力目前已经服务于北京、天津、广州、杭州等数十个核心城市的铁路、地铁线路，市场占有率名列前茅，是目前国内城市轨道交通领域最大的空调设备供应商之一。核心技术和可靠品质使格力中央空调频频受到大型项目方的青睐，为各个城市的轨道交通保驾护航，也为来往乘客的舒适出行给予便利。

荏原联合供冷技术为伊品生物打造低碳制冷站

日前，宁夏伊品生物科技股份有限公司赤藓糖醇项目订购的荏原高效离心式冷水机组和闭式冷却塔已经全部到货，后续将进行主机、输配系统的安装和电塔产品联调联试。荏原在众多竞标厂家中脱颖而出，再次与宁夏伊品生物成功牵手，为赤藓糖醇项目提供4台高效离心式制冷机和16台闭式冷却塔。

本次订购的离心式制冷机和闭式冷却塔，形成“电塔联合供冷”模式（离心式制冷机+闭式冷却塔联合供冷）。夏季通过高效节电的离心式制冷机制冷，过渡季节及冬季，制冷

机逐步关停，直到由闭式冷却塔全部替代离心机进行供冷，从而实现了制冷站高效、节能、节电、节水等减碳运行的目标。

荏原提供的4台制冷机总冷量达到20200kW，离心机和闭式塔联合供冷，为发酵车间和成品车间提供不同温度的冷水，即可保证制冷机在高效率工况下运行，又减少伊品生物对电力的依赖，降低了能源消耗。荏原为伊品生物搭建成了多能互补的绿色低碳制冷站，显著提升企业经济收益和环保效益，助推伊品生物成为全球生物氨基酸细分行业龙头企业。

远大空调售后服务再获“五星级”证书

近日，经过中国质量认证中心审核评价，远大空调有限公司获得“商品售后服务五星级”认证证书，也是远大连续4年高分通过五星级认证。该证书是中国质量认证中心以国家标准《商品售后服务评价体系》为依据作出的认证，认证需要通过15个指标对售后服务体系、商品服务和顾客服务三个方面的能力和水平进行审核评价，评分需达到95分以上。

在产品品质日益突出的今天，企业不仅需靠技术、质量、价格等实力获得竞争优势，售后服务体系也因能为客户带来的附加价值而被重视，产品与服务早已作为一个整体参与到市场竞争中来。远大空调自成立以来，一直践行“视客户为衣食父母”的服务理念，实行“保姆式”的售后服务，服务足迹遍及全球80多个国家和地区。五星级是售后服务认证中的最高评级，这意味着远大为客户提供整体售后解决方案获得了售后领域专家的认可和肯定，树立了行业服务标杆。



国际资讯 International News

南澳大利亚电网安装大型“同步器”，增加对可再生能源的吸纳

澳大利亚输电公司在南澳大利亚完成安装四台大型“备转机器”，旨在降低对天然气电厂的调峰需求，无需任何燃料即可提供“系统强度”，大规模吸纳风能和太阳能电网对大规模可再生能源。

这四台同步器中的两个在阿德莱德以北的罗伯茨敦，通往新南威尔士州的新输电线路将在那里启动；另外两个在奥古斯塔港附近的达文波特，那里的许多大型风能和太阳能发电厂已经取代了该州最后一批关闭的燃煤发电机比五年前。同步器的安装意味着当没有足够的风能或太阳能来满足能源需求时，可能仍需要燃气发电机，但维持电网安全所需的燃气发电量将显著减少。这也意味着对风能和太阳能出力的限制也将放宽，在某些条件下现在允许高达 2,500 兆瓦，之前的限制约为 1,700 兆瓦。

尽管有这些限制，风能和太阳能在过去 12 个月中满足了新南威尔士州电力需求的 62% 左右。随着限制的放松，更多新的可再生能源项目将上线。南澳大利亚州政府的目标是到 2030 年实现“净 100% 可再生能源”，但大多数专家表示，这很可能在此之前实现。输电公司 ElectraNet 的首席执行官史蒂夫·马斯特斯表示，同步器的运行意味着澳大利亚能源市场管理运营商 (AEMO) 的成本高昂的干预措施（仅在过去 12 个月就达到 3400 万美元）将显著减少，南澳大利亚的住宅客户每年的电费账单也会下降。

美国越来越多的写字楼被改造为物流仓库

随着越来越多的公司将远程办公常态化，迫使开发商将办公楼改造成仓库、公寓和其他用途。

在纽约、旧金山、芝加哥，大约 80% 的办公楼已经投用超过 30 年。这三个城市的办公楼入住率也是全国最低的，据追踪办公大楼使用率的卡斯特尔系统统计，截至今年 12 月初，只有不到 40% 的员工回到办公室。新业主 Dermody Properties 计划拆除办公楼，改造为 300 多万平方英尺的电子商务仓库和其他物流设施。Dermody Properties 的总裁 Douglas Kiersey Jr. 说：“我从没想过我会生活在一个工业用地比办公用地更值钱的世界里。” Dermody Properties 正在为这片 232 英亩的土地支付 2.32 亿美元。

工业房地产开发商 Bridge industrial 的首席执行官史蒂夫·普洛斯表示，在纽约和芝加哥等城市及其周边地区，“没有太多需要大面积、白象般的郊区办公楼。”这些“白象”中的一些将

改建从事电子商务服务，成为蓬勃发展的在线零售的实体中心。开发商还希望把郊区的办公室变成学校或实验室。在市中心，将办公楼改造成公寓和酒店也变得越来越普遍。甚至在疫情大流行之前，曼哈顿下城的开发商就将 20 世纪初的办公楼改造成了公寓楼，这些公寓楼受到华尔街交易员的欢迎，使得金融区发展成为一个住宅区。

尽管如此，还是有一些房地产管理人士坚持认为，作为写字楼，不断扩张的郊区地区可以继续蓬勃发展。一些公司在提供更灵活的工作选择的同时，还有员工仍在坚守自己的办公室。会计和咨询业巨头普华永道会计师事务所 (PricewaterhouseCoopers LLP) 今年为其大多数美国员工提供了在美国大陆远程工作的选择。该公司表示，4 万名面向客户的员工可以在他们选择的地点工作。大约 20% 的员工选择在家工作，其余员工仍然希望在客户现场或普华永道办公室工作。

英国出台规定要求 2022 年后所有新建建筑必须加装充电桩

据英国媒体报道，英国政府已经决定从 2022 年起新建的建筑（住宅和非住宅）将依法需要建设电动汽车充电端口。除了新建住宅外，停车位超过 10 个的既有建筑物翻新也需要加装充电端口。

充电端口用于为全电动汽车 (EV) 的电池充电，如特斯拉 3 型、斯柯达恩雅和菲亚特 500 EV；也可用于填充插电式混合动力电动汽车 (PHEV) 的电池，如宝马 330E 系列、梅赛德斯 E300E 和大众高尔夫 eHybrid。

根据这一规定，英国未来数年将增加 145000 个充电点。这项新举措将成为英国政府减排战略的另一部分，在电动汽车发展方面成为世界范围内的领跑者。英国政府已经宣布在 2030 年前结束传统汽油、柴油汽车和客货两用车的销售。



在巴黎协定中真正实现达峰并可持续减排的只有 24 个国家

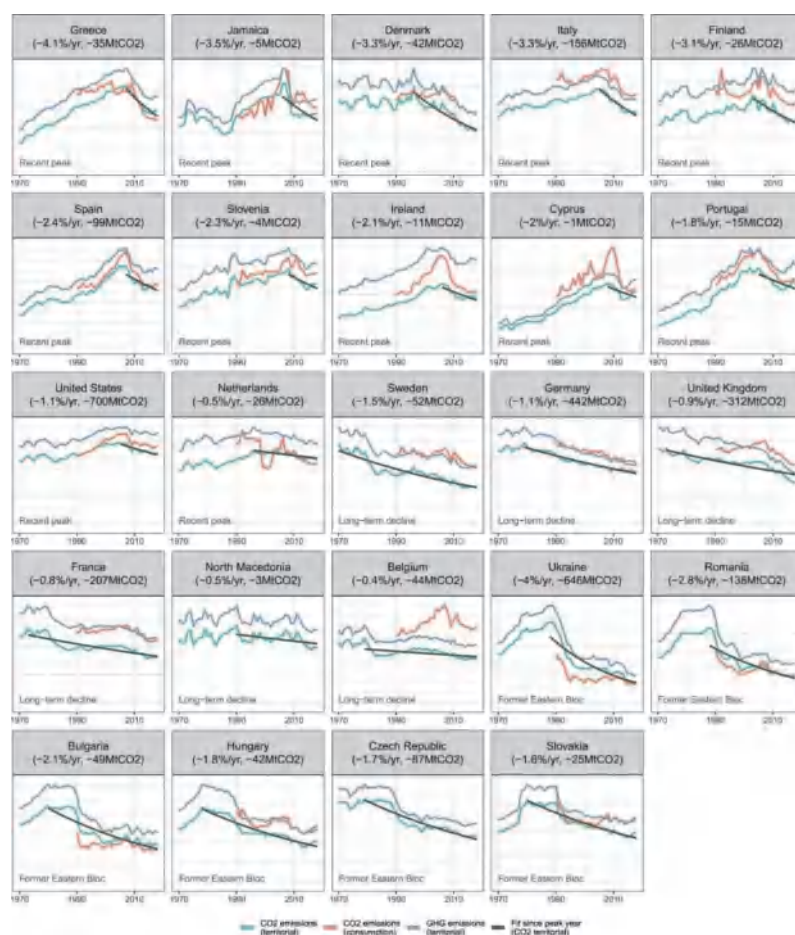
总部位于柏林的气候研究所 (MCC, Mercator research institute on Global Commons and climate Change) 发表在著名的《气候政策》杂志上的一项研究发现, 在巴黎协议的 197 个缔约方中, 迄今为止只有 24 个国家实现了“持续”地减少了温室气体排放。根据研究小组的定义, 如果一个国家在 2008 年之前达到二氧化碳和温室气体总量的峰值, 此后排放量持续减少就是可以纳入“持续减排”的名单。根据这一定义, 24 个减排的领跑国家碳达峰以来, 每年二氧化碳排放总量减少了 32 亿吨, 相当于 2018 年全球排放量的 9%。这 24 个国家是: 希腊、丹麦、意大利、芬兰、西班牙、斯洛文尼亚、爱尔兰、塞浦路斯、葡萄牙、荷兰、瑞典、德国、英国、法国、北马其顿、比利时、乌克兰、罗马尼亚、保加利亚、匈牙利、捷克、斯洛伐克、美国、牙买加。

研究表明, 24 个领先者分为三组: 6 个早在 20 世纪 70 年代就达到峰值的早期起步者, 6 个在 20 世纪 90 年代迅速减少排放量并从那时起一直在下降的前东方集团国家, 12 个晚起步者仅在 21 世纪初达到峰值。乌克兰 (自 1988 年以来下降了 77%)、丹麦 (自 1996 年以来下降 56%)、英国 (自 1973 年以来下降了

46%)、德国 (自 1979 年以来下降了 37%) 和美国 (自 2005 年以来下降了 12%) 是自达峰以来减排幅度较大的国家。在发展中国家中只有牙买加, 这主要是由于其全球重要的铝土矿采矿部门的燃料节约。

24 个领先者主要在发电和供热方面减少了排放, 工业领域

也有所下降, 但在交通、建筑和农业领域几乎没有实质进展。事实上, 由于能源部门不可能两次脱碳, 因此保持进一步的减排需要涵盖多个部门的新的更全面的气候政策。太阳能和电池技术的结合给进一步减排带来了希望, 未来几年可能会实现更快速、更持久的减排。



通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会

专题论坛（三） 《通风与热舒适、热环境》

2021年10月21日下午，第二十二届全国通风技术学术年会（2021）之《通风与热舒适、热环境》专题论坛在线上顺利召开，本论坛由安徽工业大学黄志甲教授和机械工业第六设计研究院有限公司宋高举教授级高工共同主持，共安排了1个主旨报告和9个专题报告发言，十个发言报告中主要从基础及前沿研究和需求导向研究两个方面进行了分享。

其中有关基础及前沿研究的报告有5个，分别为：北京工业大学赵雅楠《基于温度传感器信息的室内温度分布预测方法》的报告，报告中利用温度场线性叠加的假设，把十类热源分解为多个单一的子热源，利用CFD计算不同的热源环境贡献率CRI，研究提出了利用有限温度测点的实测值和CTI的计算值，可以预测室内的温度分布，该方法有效提高了非均匀室内环境的预测效率。

上海理工大学赵金驰的《基于本征正交分解的非均匀温度场营造方法研究》的报告，报告中提出了一种有前景的非均匀温度场设计方法。大多个坐标点定义目标温度，计算出满足温度要求的最佳送风参数。

当热环境发生突变时，POD程序可以有效地减小需求点实测温度与目标温度之间的偏差，从而满足非均匀温度场的要求。

北京工业大学张惟佳《可变动态通风策略对室内热环境影响研究》的报告，设计出一种可适应场景变换的动态多风口通风系统（MAV），其中的换向装置实现了风口的三种模式：横向、纵向、交叉。整个系统可以通过分区控制、切换送回风口、利用动态气流的调节方式改善室内热舒适。

上海理工大学陈倩茹《大空间建筑喷口射流拟周期态特性研究》的报告，以大空间建筑喷口射流为对象，因为雷诺时均法无法体现湍流场瞬时变化特征，该研究采用了CFD大涡模拟和高频流速采样实验的方法，获取室内的速度分布和瞬态流场，并对其进行周期分析、瞬时流场分析，得出喷口射流的拟周期特性。

长安大学王洋洋的《实测脉动自然风平均风速特性研究》报告，对西安某空旷厂区进行自然风速数据采集及监测，分析对比自然风速及其对应的不同时距平均风速的脉动特性及自相关性，找到能较好保留自

然通风基本特性的最佳（最大）时距平均风。

围绕需求导向研究展开的报告也有5个，首先是上海理工大学王丽慧教授分享的题为《夏季高温地铁车站空气运行温度优化与节能潜力研究》的主旨报告，报告分析了上海室外气温特征，结合ASHRAE的热舒适实验结果，提出相对热指标RWI来评价地铁环境的热舒适度及列车和车站空调设计参数。采用实测热环境+问卷调查乘客热舒适，测试类空气温度、相对湿度、空气、流速、辐射温度，发放800份调查问卷调研，通过理论计算温度与问卷推荐温度对比，最终得到站厅和站台的推荐结果，对其进行节能潜力分析，发现空调季每个车站可节省运行费用15万元，节省电量 $149 \times 10^3 \text{kWh}$ ，累计空调机可省运用费用6000万元。

哈尔滨工业大学赵建建博士生的《夏热冬暖地区地下大型交通枢纽下沉式广场微气候特性及其对通风的影响》报告，报告中选取了两个夏热冬冷地区具有代表的地铁站，讨论了不同类型出入口对室内热环境和通风的影响以及下沉广场微

气候的影响因素。研究讨论得出在地下交通枢纽下沉广场风速分布与地面存在很大的差别,且通过两个下沉广场的对比发现,下沉广场的形态系数对于广场内部风速分布具有很大的影响,形态系数越小,对风速的衰减作用越大。同时地下交通枢纽下沉广场垂直温湿度差异受下垫面组成的直接影响,下沉广场垂直温度呈现从 0m 到 12m 温度逐渐升高的趋势,喷泉水池的设置和下沉广场的自遮阳效果以及植被产生的阴影覆盖区域产生了局部的降温效果。地下交通枢纽出入口的形式对自然通风的影响也很大,下沉广场式出入口的风速要出独立式出入口风速高 5.95-9.15 倍。

长安大学谭晓瑜的《基于下垫面高程分布的山地城市风环境评估—以重庆为例》报告,本研究以标准气象站所在的北碚、渝北、沙坪坝及巴南四个城区为主要研究对象,水平计算范围确定为以气象站所在位

置为起点,向东向和南向各延伸 2km,即 4 个 $2\text{km} \times 2\text{km}$ 的计算区域。主城中心区建立以南山山脉和歌乐山山脉为边界的 $15\text{km} \times 15\text{km}$ 的下垫面表面模型。利用三维地形卫星测绘数据,借助高阶拟合平滑曲面建模方法,在保证下垫面复杂形态准确捕捉的前提下,实现山地城市近地面风环境的高效预测。

西安建筑科技大学全易麟的《不同气象条件下膜结构建筑室内热环境实验研究》的报告,通过搭建膜结构建筑室内环境测试实验台,测试不同气象条件下(夏季晴天、夏季阴天、冬季晴天),膜建筑围护结构及室内热环境(建筑各朝向内外壁面温度、室内温度、室内外地面温度、室外气象温度、太阳辐射强度)随室外气象参数的变化规律,为膜结构建筑改善室内热环境及自然通风设计提供参考。目前关于膜建筑室内热环境的研究较少。此研究通过搭建膜结构建筑室内热

环境测试实验台,测试不同气象条件下,膜建筑围护结构及室内热环境随室外气象参数的变化规律,为膜结构建筑改善室内热环境及自然通风设计提供参考。

最后是东华大学梁国铭《热辐射影响建筑周围微气候的模拟研究》的报告,报告中采用 RNG K- ϵ 模型和 DO 辐射模型,模拟分析辐射对单栋架空建筑的周边微气候的影响,得到了辐射对于单栋建筑的风速影响很小,但对单栋架空建筑的影响却很大。因此在研究架空建筑周边的微气候时要着重考虑辐射的影响因素。

上述 10 个报告内容通过三维、数据、CFD 动态模拟和建模等方法进行研究,实现复杂形态的各种场景捕捉和高效预测,通过搭建实验台,分析微气候等不同因素的影响来构建和提高室内环境、建筑周边通风、城市风环境。

专题论坛(四) 《通风与低碳、节能》

2021 年 10 月 22 日上午,第二十二届全国通风技术学术年会(2021)之《通风与低碳、节能》专题论坛在线上顺利召开,本论坛由四川大学龙恩深教授和北京市市政工程设计研究总院有限公司沈铮总工共同主持,共安排了 1 个主旨报告和 8 个专题报告发言。

首先,西安建筑科技大学高然教授分享了《通风空调输配系统节能提效技术研究》的主旨报告,研究从降低流量和

降低阻力两方面入手,其中降低流量,是从高效送风末端(包括靶向值概念的提出,研究不同个性化送风装置,护栏送风/送氧末端)等方面进行创新性研究,另外降低阻力方面,开发了低阻低耗输配系统构件以减小系统阻力。

机械工业第六设计研究院有限公司宋高举进行了《基于自然通风的屋顶分布式光伏电站的优化研究》的报告,报告对屋顶分布式光伏组件进行了

优化设计研究,包括组件排布、检修通道宽度、光伏组件安装高度、光伏组件安装倾角优化、光伏阵列优化、顶间距优化等,从背板温度、通风效果、发电效率三个角度进行评估优化效果,并通过两年的实际运行得到了验证。

接下来西安建筑科技大学王云朋进行了《工业膜建筑壁面温度的实测研究》的报告,报告中通过实验实测了膜建筑内壁面、外壁面温度随太阳辐

射、风速以及室外气温的变化规律。基于实验实测数据,通过线性回归分析,研究了壁面温度与不同变量的相关性,并给出了线性回归最优公式。

随后西安交通大学黄星雨分享了《出土遗址文物土壤—空气局部耦合环境置换通风调控热力分层特性研究》的报告,报告的研究背景是针对葬坑文物从抢救性修复到预防性保护的一个观念转变,针对兵马俑遗址博物馆1号展厅空调运行能耗高达 $179\text{W}/\text{m}^2$,提出了一种无内热源的置换通风系统,研究分析了不同送风参数及送回风口布置对文物保护环境稳定性及系统能耗的影响。通过实验加数值模拟等得出回风口的布置角度对文物区局部环境热力分层特性有重要影响、送风口位置在文物区底部小范围内的改变不影响置换通风系统对文物区局部环境的调控效果以及送风温度与文物区地面温度的关系是影响文物环境调控效果的重要因素等相关结论。

西安工程大学武苗苗进行了《兰州某地铁站蒸发冷却通风降温系统测试与应用研究》的报告,报告中基于技术原理的理论基础以及实际工程概况

制定了兰州某地铁站蒸发冷却降温系统的测试方案,然后对性能实测结果进行了分析和评价,最终得出了相关结论,总结其存在的问题并给出了解决措施建议。

江西理工大学刘洋《Non-Boussinesq 条件下流量系数的实验确定》的报告,通过建立置换流动理论模型,基于置换流动的瞬态排出过程和存在局部浮力源条件下稳定置换流动两种类型实验,给出了流量系数的拟合关系,对热分层界面出现的振荡过程进行了深入的分析,同时讨论了流量参数与分层界面间的关系。

西安建筑科技大学杨长青进行了《隧道洞口段减少冷风侵入用自空气幕系统研究》的报告,报告分别于呼和浩特市、兰州市地铁一号线进行了为期半年的实地测试,基于导热微分方程和能量守恒方程得出了纵向空气温度场的解析角,报告还对隧道温度分布规律和对冷风侵入控制方法等进行了相关研究。

西安交通大学的张胜进行了《新风低能耗供应:排风热泵—先进气流组织耦合系统》的报告,该研究报告是呼吸道

传染病气溶胶传播通风防控研究中的一部分。先进气流组织的优势是可提升污染物移除效率,降低新风负荷,排风热泵的优势是可回收排风能量,提升系统能效,排风热泵—先进气流组织耦合系统,是将两者优势相结合,从而实现高效供应新风。将该系统与传统室外空气热泵—混合通风系统进行对比,结果也显示了耦合系统的优势。

最后西安建筑科技大学的高明辰进行了《工业膜建筑曲面屋顶夏季室内得热量分析》的报告。报告以膜结构厂房的夏季室内得热量为研究出发点,采用理论分析及编程计算的方法,利用 MATLAB 程序计算夏季工业膜建筑的曲面屋顶得热量,分析了膜建筑室内传热影响因素。报告中计算了太阳辐射得热量(采用有限元划分对曲面屋顶进行划分),对流得热量以及长波辐射量,并进一步分析了各得热量的影响因素。

上述9个报告内容丰富,报告涵盖民用建筑、地铁隧道和工业建筑等方面,涉及面较广,同时在低碳、节能方面也提出了比较前沿的构想,大家在线上就研究心得和成果也进行了深入交流。

通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会(2021)

The 22nd China Ventilation Conference

主办单位 中国建筑科学研究院有限公司 暖通空调产业技术创新联盟	协办单位 西安制冷学会 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	支持单位 陕西省土木建筑学会暖通空调专业委员会 中国建筑节能协会暖通空调专业委员会 中国建筑节能协会地源热泵专业委员会	承办单位 长安大学 建科环能科技有限公司
--	--	---	-----------------------------------

支持企业

 格瑞德 GRAD	 UNDERSTANDING ACCELERATED	 Duke TECHNOLOGY	 BEST
---	---	--	--

山东格瑞德人工环境产业设计研究院有限公司
提赛环科仪器贸易(北京)有限公司
北京杜克泰克科技有限公司
江苏百时得计量设备有限公司

湖北省“十四五”建设科技发展指导意见（节选）

鄂建文〔2021〕48号

各市、州、直管市、神农架林区住建局：

为践行新发展理念，深入实施创新驱动发展战略，根据住房和城乡建设部和湖北省科技发展规划的总体要求，结合湖北省住房城乡建设实际，制订本指导意见。

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、四中、五中、六中全会精神，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，紧密围绕湖北省“建成支点、走在前列，再谱新篇”和建设创新型省份与科技强省的总体要求，坚持以人民为中心的发展思想，以深入实施创新驱动发展战略为主线，以构建住房城乡建设绿色低碳高质量发展模式为目标，进一步加强科技创新能力建设，进一步强化关键核心技术研发，进一步加快科技成果转化应用，进一步完善科技管理体系建设，通过科技赋能和科技引领，全面推动新理论、新技术与行业应用融合发展，支撑行业技术变革和发展模式转型，为住房城乡建设事业可持续发展提供强大动力。

二、基本原则（略）

坚持政府引导、市场主导。

坚持统筹部署、重点突破。

坚持需求导向、支撑发展。

坚持开放融合、协同创新。

三、发展目标

到2025年，湖北省建设科技创新能力明显提升、企业创新主体地位明显强化、科技创新人才明显聚集、科技研发与成果转化推广步伐明显加快、科技创新环境明显优化，建成政府引导、市场导向、企业主体、产学研用深度融合的住房和城乡建设技术创新体系，为住房城乡建设高质量发展提供重要引擎，实现创新驱动发展走在全国前列。

到2025年，基本形成以企业为主体的建设科技创新基地和协同创新体系，建设一批产业技术研究院、工程技术研究中心和企业技术中心等创新平台及创新团队，攻克20项以上重大关键技术，完成50项以上重大科技示范工程建设，形成住房城乡建设绿色化、智能化、体系化技术应用推广模式，大幅度提升科技创新贡献率。

四、主要任务

（一）加快提升科技创新能力

1. 加强科技创新平台建设

整合和优化科研院所、高等院校和骨干企业的

科技资源，统筹规划、系统布局建设领域科技创新平台建设，形成由重点实验室、产业技术研究院、工程技术研究中心和企业技术中心相互协同的创新平台格局，夯实服务全省的建设科技基础设施建设。

引导重点实验室和产业技术研究院围绕全省住房城乡建设发展的重大科技需求设计研究课题，开展产业基础技术、前沿技术的应用研究，推动与企业建立有效的产学研合作关系，更多地提供社会化服务。支持行业龙头骨干企业与高校和科研院所联合建设产业技术研究院，引领住建行业科技发展。

支持行业内经济基础较好、技术发展方向明确、有一定技术优势的骨干企业独立或者与高校、科研院所联合建设省级、国家级工程技术研究中心。

鼓励行业内研究开发能力提升较快的大中型企业增加技术创新平台建设投入，建立健全研究开发设施手段，引进和培育技术人才，逐步建立企业自己的研究开发机构（企业技术中心），引导企业通过高新技术企业认证。

2. 加快创新人才队伍建设

依托重点学科、科技创新基地、重大科技项目和重大工程建设，培养一批科技领军人才、青年科技人才，在重点领域培育建设结构优化、布局合理、素质优良的创新团队，鼓励对创新人才实行激励措施，激发科研人员创新活力。鼓励高等院校、科研机构和企业根据省住房城乡建设规划和应用市场需求，设置相关专业学科或专业部门，制定适应住房和城乡建设发展需要的人才培养计划。

3. 建立高水平的行业专家智库

发挥湖北省住房和城乡建设厅科学技术委员会及各专业委员会智库作用，为制定发展规划和政策提供决策支撑。完善住房和城乡建设科学技术计划项目专家库和评价机制，发挥专家在研判科技发展方向、谋划重点领域科技任务、绩效评价等方面的支撑作用。加强对地方、科研院所和企业科技管理人员培训，打造一支具有国际视野、把握科技方向的科技管理人才队伍，提升科技管理人员的专业能力和服务水平。

4. 打造行业科技创新联合体

组织行业龙头企业、科研院所和高校等共同组

建绿色建造、智能建造、品质建造三个科技创新联合体,建立完善以企业为主体、项目为载体、应用为导向、集成创新为主要方式的产学研用深度融合的工作机制,加强合作交流,增强创新能力。

坚定实施创新驱动发展战略,牢固树立绿色发展理念,以组建“三个建造”科技创新联合体为抓手,搭建科技创新协作平台,推动“三个建造”关键技术联合攻关与示范应用,增强建设科技创新策源能力,有力促进建筑业高质量发展。

形成可复制、可推广的“三个建造”关键技术清单,编制发布科技创新关键技术应用手册(指南),探索建立科技成果转化落地的有效机制,提高建筑绿色化、数字化、智能化水平,打造一批高品质示范工程,增强科技创新实力,推动行业创新发展、绿色发展、共享发展。

(二)着力研发关键核心技术(节选)

坚持以人民为中心的发展理念,围绕城乡建设、宜居湖北、建造强省需求,以实现城乡绿色低碳高质量为目标,组织开展重点领域关键核心技术研发与应用示范,为城乡建设发展提供高水平的技术产品和服务,促进形成新业态、新动能。

1.完善城市更新技术体系

开展城市更新的管理体系、技术体系、指标体系研究,形成指导城市更新工作的政策指引和技术导则。开展存量公共空间、公共设施、城市双修、老旧小区、既有建筑等城市更新和绿色改造的技术集成研究与应用示范,形成可持续发展的技术路线和技术体系。

研究城市应急和防灾减灾体系建设,综合治理城市公共卫生和环境,提升城市安全韧性,保障人民生命财产安全。研究城市公共设施生物安全与健康保障技术和应急功能改造设计施工技术,提升城市公共设施的韧性扩展能力;加强对医院等城市公共设施进入相关公共卫生防控体系的系统化研究和综合布局,研究基于平疫结合和应急需求的城市公共设施的规划和设计标准体系。

研究完整社区、绿色社区建设的相关标准,指导各地开展完整社区设施补短板行动。研究老旧小区功能提升和绿色低碳改造相结合的系统综合模式、技术标准、公共参与组织形式和长效运营机制;研究老旧小区主体结构抗震加固技术,围护结构保温性与耐久性提升技术,以及相应材料的开发;开发老旧小区地下管网集约化改造建设、微型非开挖施工技术、管道原位增强修复技术和功能提升技术,以及改造过程中对环境微扰动、微污染的施工工艺和设备。

研究既有建筑的耐久性技术,既有公共建筑绿色化、健康化与智慧化改造技术,既有工业建筑保护再利用及民用化改造技术,形成一批可复制的技术成果和示范工程。研究可用于城市生态修复和功能修补的新材料、新工艺及其应用技术。

2.强化绿色建筑技术创新

探索和建立夏热冬冷地区适宜的绿色建筑设计、施工、建造和运营技术体系,开展绿色建筑品质和性能提升、既有建筑绿色化与性能提升综合改造技术研究,研究建筑领域低碳利用技术和建筑用能系统能效提升、可再生能源建筑高效利用与储能技术、超低能耗、零能耗建筑与零碳建筑、农村建筑能效提升应用关键技术,建立绿色建筑从策划、设计、施工、材料、检测验收以及运营管理等全生命周期的完整技术集成体系。

绿色设计。研究夏热冬冷地区适宜的绿色低碳建筑策划、设计、施工、建造和运营维护全寿命周期的整体设计理论体系,研究绿色建筑集成设计理论和方法,研发绿色建筑设计全过程BIM应用技术。

建筑能效提升和可再生能源利用。研究夏热冬冷地区适宜的超低能耗建筑、近零能耗建筑的集成设计技术;研究建筑用能系统能效提升关键技术;研究和建立基于建筑能源利用特性的低碳能源高效综合利用技术体系;研究可再生能源建筑规模化利用与建筑储能技术;研究建筑直流供电、用能端与电网供给端智慧响应关键技术;研究基于“碳达峰碳中和”的建筑能耗总量控制及碳排放分析预测技术;研究基于多种用能需求的清洁低碳能源耦合供能系统设计方法与关键技术;研究既有建筑节能建筑绿色改造关键技术体系。

健康性能。研究满足建筑生物安全与健康保障性能的设计理论与方法,研究绿色建筑室内污染防控、空气品质及水质保障、健康舒适、照明、隔声、热湿环境等生物安全与健康干预技术,研究健身设施与建筑集成设计关键理论与技术。

绿色建材。研究面向改善提升建筑使用功能的绿色建材产品集成选材技术,推广高强钢筋、高性能混凝土、高性能砌体材料、结构保温一体化墙板等新型功能环保建材产品与配套应用技术,研发性能优良的预制构件和部品部件,建立不同类型建筑内部空间适宜的建材产品数据库。

绿色建造。研究绿色建造在全寿命周期的信息化集成技术,实现各阶段材料、设备、工艺、产品能耗等指标的技术融合,发挥综合效益最大化;研究改进绿色施工过程中采用的“五节一环保”技术措施,研究绿色施工过程中出现的如扬尘控制、噪

音污染、建筑垃圾再利用等问题解决的先进技术手段；研究完善绿色施工技术的综合集成体系，形成技术标准化文件，指导绿色施工；研究完善绿色建筑在材料、结构、建筑节能等方面的检测技术；研究完善针对不同类型、不同规模等级的绿色建造项目评价体系。

绿色建筑运营保障技术。研究绿色建筑性能在线监测与控制技术，研发绿色建筑综合性能监测与管理平台，提高绿色建筑运营管理水平和性能感知；研究建立绿色建筑全过程大数据信息系统，研究基于绿色建筑实际运行大数据的绿色建筑运行性能运维异常薄弱环节；研究以 5G、人工智能等为手段的绿色建筑运行异常早期识别预警与快速诊断技术。

3. 研发新型建筑工业化关键技术

开展系统化集成设计技术、数字化应用技术、构件和部件标准化平台、集成化建筑部品、精益化施工技术、一体化装配化装修技术研究，突破相关核心技术，提高我省新型建筑工业化发展技术水平。

完善装配式建筑结构技术体系，研究开发适合装配式建造施工的连接技术和节点构造、耗能减震技术、预应力技术、外墙保温、饰面与结构一体化技术；研究装配化吊装、构件安装、节点连接、装配校正、成品保护及防水等核心施工技术；研究开发装配式建筑工程质量高效检测技术；推广装配式建筑工业化内装方式，鼓励整体卫浴和整体厨房等部品模块化研发与应用；制订和完善装配式建筑设计、生产、施工、检测、验收、运维等标准规范体系；加强装配式建筑部品构件制造装备和生产流水线技术研发，完善预制工厂工艺规划设计和绿色生产技术。

开展 BIM、新一代通信技术以及物联网、人工智能、大数据、区块链等现代信息技术与工程建造技术深度融合应用研究，推动建筑产业向数字化、智能化升级。

开展建设工程数字化设计、智能建造和智慧运维关键技术及装备研究，形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智慧建造产业体系；研究建筑产业互联网平台构建技术、工业化制造和装配式施工技术及装备，积极探索适用于智能建造与建筑工业化协同发展的新型组织方式、发展路径、业务流程和管理模式，提升工程质量安全、效益和品质，促进建筑业转型升级和持续健康发展。

4. 发展品质建造集成技术体系

开展住宅工程精细化设计研究，统筹各个专业、系统、细节的设计，形成住宅品质管控的整体解决方案。

住宅工程精细化施工。系统研究质量标准化、精益建造、绿色建造，保温和节能方案落实、设计优化和工艺改进措施，杜绝住宅质量通病。

住宅运维管控。研究物业服务企业选择、工作内容和标准、业主意识和参与度等。建立住宅品质评价指标体系，从精细化设计、施工、运维、用户体验及满意度等方面研究设立评价体系和评价方法。

探索住宅品质认证制度，研究创新住宅产品和运维服务认证模式，推动住宅工程高端品牌建设和品质服务。编制湖北省《高品质住宅技术导则》，推动和规范住宅品质提升行动。

5. 提升城市基础设施建设技术水平

研究基于信息化、数字化、智能化的新型城市基础设施建设和改造技术与标准，指导各地实施智能化市政基础设施建设和改造。研究城市信息模型（CIM）平台建设的相关政策和标准。研究智慧城市与智能网联汽车基础设施建设标准，指导各地推进智能网联汽车基础设施建设。

研究满足工程结构耐久性要求和安全性要求的工程结构体系、高性能建筑材料；开展超高层建筑工程施工、高复杂度市政地下工程施工、地铁安全施工等关键技术研究，加强高大支模、深基坑支护、大型结构工程的安装施工、监测与控制技术研究；开展绿色综合交通系统、城市地下空间综合利用、立体化交通枢纽等交通基础设施关键技术研究；开展深埋隧道排水系统、地下综合管廊规划建设技术、标准体系研究；开展排水管网提质增效背景下老旧管网快速检测、修复、改造技术研究；开展城镇雨季溢流污染控制规划建设标准及技术体系研究；开展城镇污水处理厂效能提升技术研究；开展污水、污泥资源化技术研究。

6. 推动城市安全高效运行技术集成应用

开展基于韧性城市理论的城市综合防灾规划研究；根据不同城市规模、城市功能、自然地质条件、气候风险，研究基于大数据分析的城市运行安全综合风险识别技术；加快极端灾害及突发事件下城市运行安全预警与功能快速恢复等关键技术与装备研究；研发基于防灾减灾、节能减排的城市交通设施设计和建设技术，支撑城市轨道交通网络化效能提升和重大风险管控；研究不同地域海绵城市设施设计、建设及维护适用技术，建立完整的技术标准体系，制定不同城镇内涝防控系统应对策略。

推广应用市政公用设施现状承载能力评估技术、城市内涝快速抽排装备及技术、城市道路桥梁等城市基础设施灾后修复及加固技术、基于物联网机器人的城市管网探测监测技术等。

7. 推广县城品质提升和乡村宜居技术

加强以小城镇为带动的县域镇村集约布局与建设技术研究,重点研究乡村建设基础理论创新、县域镇村体系优化与小城镇人居提质、美丽宜居乡村社区建设优化、绿色乡村住宅建造与宜居性能提升、现代乡土建筑设计建造的标准、技术和材料,实现村镇规划、宜居农房、乡村环境、乡村治理等关键技术突破,建立美丽乡村环境和卫生设施建造技术体系和管理体系,开展乡村社区共同缔造的模式评价与试点示范。重点做好乡村与特色小镇规划建设技术、民居建筑性能改造与提升技术、农村环境综合整治技术体系的研究应用。

绿色乡村住宅设计建造与宜居性能提升。创新绿色乡村住宅建造与宜居性能提升的理论体系和技术体系;开展工业化新型高性能绿色乡村住宅建筑结构体系研究,建立乡村住宅装配式建造成套技术指南和服务体系;研究乡村住宅本体被动节能技术,编制技术标准和指导图集,建立采购与技术服务信息平台。

8. 推进智慧住建技术融合应用

聚焦融合智慧住建基础设施建设,研究数字化、网络化、智能化新型技术系统,加快建设智慧住建管理服务平台,构建智慧工地、智慧建筑、智慧城管等智能化行业管理系统和管理机制。

研究基于人工智能技术的衍生式设计模式、施工图自动识别技术,开发基于 BIM 和人工智能的设计方案合规性审查系统。研究开发基于 5G 和 BIM 等技术的数字化设计集成应用系统和标准体系、智慧工地集成应用系统和工程总承包项目多方协同工作系统,支撑全行业的 BIM 普及应用,实现建造全过程的数字化贯通。

新一代智慧工地系统开发。

建筑工程现场的智能建造装备与机器人开发。

建筑智慧运维管理平台开发与示范。基于 BIM、物联网、人工智能等技术,针对建筑运维开发具备 BIM 可视化、负荷预测、故障诊断、最优运行等功能的建筑智慧运维管理平台,形成建筑运维管理水平评价标准、示范项目等系列成果,达到提升建筑用能效率、降低运营成本、提高运营品质的效果。

完善城市建设项目管理平台,实现对全省城市建设项目的动态管理。

完善智慧水务信息平台建设,形成排水一张网。

(三) 大力推广建设科技成果(节选)

着力构建政府引导、市场导向、企业主体、产学研中介相结合的建设科技成果转化体系和新技

术推广应用机制,不断提升科技成果转化推广效率。

1. 构建科技成果推广信息服务平台

健全住房城乡建设技术公告和技术目录等成果推广制度,推动科技成果与产业、企业技术创新需求有效对接。挖掘提炼科研院所、高校、企业的创新成果,完善住房和城乡建设领域科技成果库;发布我省建设领域推广应用新技术公告和目录,引导新技术、新产品在各类示范工程中推广应用;选择技术成熟可靠、使用范围广、对技术进步有显著促进作用的领域,发布一批《重点实施技术》和典型应用案例。

2. 实施重大技术应用示范工程

组织开展重大新技术应用示范,创新“机制+技术+工程”的组织实施方式,重点实施绿色建造、智能建造、品质建造和建筑业十项新技术,以及建筑节能、绿色建筑、海绵城市、深层隧道排水、新型高效污水处理厂和污泥资源化利用等重大技术示范工程,探索机制创新与技术创新协同发力,形成集成化、系统化和可复制的解决方案和技术成果,实现重点新技术成果在全省规模化推广应用,推动城乡建设高质量发展。

3. 加强标准化支撑

4. 推动产学研融合

(四) 加紧完善管理体制机制

五、保障措施(略)

(一) 加强组织领导

(二) 加大科技创新投入

(三) 完善科技创新政策体系

(四) 优化科技发展环境

湖北省住房和城乡建设厅

2021年11月26日

(此件公开发布)



湖南省绿色建筑发展条例

(2021年7月30日湖南省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过)

第一章 总则

第一条 为了贯彻新发展理念,推行绿色建造方式,规范绿色建筑活动,助力碳达峰碳中和,实现建筑领域节能减排目标,满足人民美好生活需要,根据法律、行政法规的相关规定,结合湖南省实际,制定本条例。

第二条 在湖南省行政区域内从事绿色建筑规划、建设、运行、改造等活动以及对绿色建筑活动的监督管理和促进,适用本条例。

本条例所称绿色建筑,是指在建筑的全寿命期内,节约资源、保护环境、减少污染,为人们提供健康、安全、适用、高效的使用空间,实现人与自然和谐共生的高质量民用建筑。绿色建筑等级按照国家标准,由低到高划分为基本级、一星级、二星级、三星级。

第三条 国土空间规划确定的城镇开发边界范围内新建民用建筑,应当按照基本级以上标准建设。

建筑面积三千平方米以上的政府投资或者以政府投资为主的公共建筑以及其他建筑面积二万平方米以上的公共建筑,应当采用装配式建筑方式或者其他绿色建造方式,并按照一星级以上标准建设。鼓励其他公共建筑和居住建筑按照一星级以上标准建设。

单体建筑面积三千平方米以上的政府投资的新建公共建筑,单体建筑面积二万平方米以上的社会投资的新建公共建筑,应当应用一种以上可再生能源。

第四条 县级以上人民政府应当推进绿色建筑的发展,制定支持绿色建筑发展和限制资源消耗高、碳排放量大的建筑方式的政策,将绿色建筑发展纳入国民经济和社会发展规划,并作为政府目标责任考核评价的内容。

县级以上人民政府应当加大促进绿色建筑发展的资金投入,鼓励和引导社会资本投资、运营绿色建筑。

第五条 县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门负责本行政区域内绿色建筑发展的指导和监督管理工作。

县级以上人民政府发展和改革、自然资源、工业和信息化、科技、教育、财政、生态环境、市场监督管理、城市管理、机关事务等部门按照各自职责做好绿色建筑发展相关工作。

第六条 县级以上人民政府应当通过绿色建筑项

目示范、产品展示、技术交流、设计竞赛等形式,开展绿色建筑宣传,普及绿色建筑知识,引导公民增强绿色发展意识,推动形成绿色生活方式。

县级以上人民政府应当加强绿色建筑人才的引进和培养,并有计划地对绿色建筑从业人员进行培训。

鼓励行业协会和其他组织开展绿色建筑的宣传培训、技术推广等活动。

第七条 县级以上人民政府应当建立绿色建筑信用信息管理制度、健全绿色建筑行业诚信体系、将绿色建筑从业主体及其行为纳入社会信用体系。

第二章 规划和建设

第八条 县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门应当会同发展和改革、自然资源等主管部门组织编制本行政区域的绿色建筑发展规划,报本级人民政府批准后向上一级人民政府住房和城乡建设主管部门备案,并向社会公开。

绿色建筑发展规划应当明确绿色建筑发展目标、保障措施、总体布局、重点发展区域、可再生能源运用、绿色建造方式和既有民用建筑绿色改造等内容,并确定碳减排的目标和路径。

湖南省人民政府应当对设区的市、自治州人民政府和县级人民政府绿色建筑发展规划实施情况进行督察。设区的市、自治州人民政府应当对县级人民政府绿色建筑发展规划实施情况进行督察。

第九条 县级以上人民政府自然资源主管部门应当将绿色建筑发展规划中空间布局方面的内容纳入国土空间规划,并结合绿色建筑布局情况合理规划城市通风廊道;将绿色建筑等级和绿色建造方式等作为主要指标体系纳入详细规划。

第十条 县级以上人民政府发展和改革主管部门审批、核准政府投资的民用建筑项目,应当审查绿色建筑等级和绿色建造方式是否符合详细规划要求,并将绿色建筑要求纳入固定资产投资项目节能评估和审查范围。

在土地出让或者划拨时,县级以上人民政府自然资源主管部门应当将绿色建筑等级、绿色建造方式纳入国有土地使用权出让合同或者建设用地预审与选址意见书。

县级以上人民政府自然资源主管部门应当对民用建筑项目的规划方案进行审查,对新建民用建筑是否符合绿色建筑等级、绿色建造方式等规划条件

予以核实。

第十一条 建设单位应当按照详细规划确定的绿色建筑等级要求进行建设。

新建民用建筑项目的项目建议书、可行性研究报告或者项目申请报告应当包含绿色建筑等级、绿色建造方式等内容,并将绿色建筑的相关建设费用纳入工程投资估算。

建设单位在新建民用建筑项目委托设计、施工、监理时,应当在合同中载明绿色建筑等级、绿色建造方式、绿色建材应用比例等要求,并不得明示或者暗示其委托的单位违反绿色建筑要求进行项目设计、施工、监理。

新建民用建筑项目依法进行招标的,招标人应当在招标文件中载明该项目的绿色建筑等级、绿色建造方式、绿色建材应用比例等要求。

第十二条 设计单位应当按照规定的绿色建筑等级标准、绿色建造方式、绿色建材应用比例等要求进行设计,编制绿色建筑设计说明。

第十三条 负责施工图设计文件审查的机构应当按照绿色建筑标准要求进行审查,对不符合绿色建筑标准要求的施工图设计文件,不得出具施工图审查合格意见。

施工图设计文件确需变更的,应当按照施工图设计文件审查程序重新审查。

第十四条 施工单位应当根据施工图设计文件和绿色建筑标准,将绿色建筑技术措施、绿色建材和绿色施工等内容纳入施工方案,并组织实施;对进入施工现场的绿色建材进行检查验收。

建设单位应当在施工现场公示建筑项目的绿色建筑等级以及绿色建筑主要技术措施。

第十五条 监理单位应当根据施工图设计文件和绿色建筑标准,编制绿色建筑监理方案并实施监理。

监理单位应当对进入施工现场的绿色建材质量进行查验。

第十六条 工程质量检测机构应当按照建设工程质量管理要求和相关标准,对绿色建筑工程质量进行检测,如实出具检测报告。

第十七条 建设单位组织竣工验收时,应当对新建民用建筑项目是否符合施工图设计文件和绿色建筑标准进行查验;对不符合施工图设计文件和绿色建筑标准的,不得出具竣工验收合格报告。

第十八条 建设、设计、施工、监理单位应当遵守建筑工程质量、安全生产相关法律法规的规定,保证绿色建筑工程的质量和安全。

第十九条 城建档案管理机构在签收档案资料时,应当对竣工验收报告中绿色建筑相关资料的完

备性进行查验。

第二十条 湖南省人民政府住房和城乡建设主管部门应当会同有关部门依据国家标准和相关规定,结合湖南省自然环境条件和经济发展水平,制定绿色建筑相关地方标准和计价依据。

鼓励社会团体协调相关市场主体共同制定团体标准,引导企业制定更高要求的企业标准。

第二十一条 湖南省人民政府住房和城乡建设主管部门应当建立统一的绿色建筑信息平台。

县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门应当及时公布本地区绿色建筑信息,并将绿色建筑信息归集到省绿色建筑信息平台,供相关政务服务部门共享。

第二十二条 房地产开发企业应当在绿色建筑商品房买卖合同和住宅质量保证书、住宅使用说明书中如实载明所销售房屋的绿色建筑等级、技术指标、相关设施设备维修保护要求,明确保修责任和纠纷处理方式。

销售商品房时,房地产开发企业应当在销售现场明示绿色建筑等级以及相应技术措施,并配合购房人进行验房。

第二十三条 湖南省人民政府住房和城乡建设主管部门应当根据国家规定,结合湖南省实际,公布并及时更新湖南省绿色建筑技术、工艺、材料、设备的推广、限制、禁止使用目录。

第二十四条 新建、改建、扩建的绿色建筑项目应当按照国家和湖南省相关规定采用绿色建材。

县级以上人民政府市场监督管理、住房和城乡建设等部门应当按照各自职责,对绿色建材的质量进行监督检查。

第三章 运行和改造

第二十五条 建设单位和物业服务人承接查验与验收的内容应当包含绿色建筑物业的共用部位和共用设施设备。

建设单位在工程竣工验收后应当及时向物业服务人移交绿色建筑相关技术资料。

第二十六条 绿色建筑所有权人或者使用权人应当对绿色建筑的设施设备进行维护和保养,也可以委托物业服务人实施,确保绿色建筑达到相应的等级要求。委托物业服务人实施的,应当在服务合同中约定绿色建筑的运行要求。

第二十七条 绿色建筑的运行和管理应当符合下列要求:

(一) 运行管理制度完备;

(二) 屋顶、外墙、外门窗等建筑节能围护结构完好,遮阳等设施设备运行正常;

(三) 通风、空调、照明、供水、供电、供气等设备能耗分项计量以及数据采集传输系统运行正常;

(四) 节能、节水指标符合国家和湖南省规定;

(五) 室内的温湿度、噪声、采光、空气品质等环境指标达标;

(六) 废气、污水、固体废弃物以及其他有害物质的排放、处置符合国家和湖南省规定;

(七) 植被完好;

(八) 国家和湖南省规定的其他绿色运行要求。

物业服务人应当将绿色建筑设施的运行状况定期公示。

第二十八条 县级以上人民政府应当推广低碳建筑适宜技术,建立健全建筑能耗统计、能源审计、能耗监测、能效测评和信息公示制度,实施能耗限额管理。

湖南省人民政府住房和城乡建设主管部门应当开展建筑碳排放研究,制定建筑能耗和碳排放管理办法。

第二十九条 县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门应当加强对绿色建筑运行的监督管理,对绿色建筑的运行使用情况进行后评估,并定期公布运行情况。

第三十条 既有民用建筑的绿色改造按照国家和湖南省有关规定执行。

鼓励有条件的地区结合城市更新和存量住房改造提升,按照国家和湖南省有关规定,将既有建筑绿色改造纳入城镇老旧小区改造范畴。

对政府投资或者以政府投资为主的既有公共建筑以及大型公共建筑应当先行绿色改造。

鼓励采用合同能源管理模式对既有建筑进行绿色改造。

第四章 促进和鼓励

第三十一条 湖南省人民政府应当将绿色建筑技术的研发、应用以及推广纳入战略性新兴产业发展规划,推动绿色建筑产业发展,优先将绿色建筑重点项目纳入省重大建设项目开发储备库。

第三十二条 湖南省人民政府应当建立健全装配式建筑全产业链智能建造平台,实现新型建筑工业化和高端制造业深度融合,促进智能建造在绿色建筑工程建设各环节应用。

县级以上人民政府应当推广应用装配式建筑全产业链智能建造平台,提高新建民用建筑项目的标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、智能化管理水平,推动建筑产业现代化发展。

第三十三条 鼓励和支持企业、高等院校、研发机构研究开发绿色建筑新技术、新工艺、新材料和

新设备,鼓励结合湖湘建筑特色创新绿色建筑技术。

县级以上人民政府科技主管部门应当将绿色建筑关键技术列入科技研发的重点领域,支持绿色建筑公共技术服务平台和研发机构建设。

第三十四条 鼓励采用下列绿色建筑技术:

(一) 智能建造技术;

(二) 超低能耗等节能建筑技术;

(三) 装配式建筑以及绿色装饰装修技术;

(四) 立体绿化技术;

(五) 建筑信息模型应用技术;

(六) 可再生能源和清洁能源应用技术;

(七) 建筑遮阳和高性能门窗技术;

(八) 高强钢筋和高性能混凝土、再生骨料混凝土技术;

(九) 建筑垃圾再生利用技术;

(十) 雨水和再生水利用技术;

(十一) 其他绿色建筑新技术。

第三十五条 鼓励金融机构在绿色建筑项目的全寿命期内,提供绿色建筑质量保证保险、绿色信贷、绿色债券、绿色发展基金、碳金融等服务,为绿色建筑产业拓宽融资渠道,强化风险控制。

支持和引导银行等金融机构建立开发建设绿色建筑的企业的信贷管理制度,优化授信审批流程,降低绿色融资成本,对购买绿色住宅的消费者给予适当购房贷款利率优惠。

第三十六条 县级以上人民政府应当重点支持全装修成品房示范项目,培育绿色建材产业园区、生产基地,推动绿色生态城区、绿色社区建设。

第三十七条 对建设、购买、运行绿色建筑或者对既有民用建筑进行绿色改造的,实行下列扶持措施:

(一) 对二星级以上绿色建筑、超低能耗建筑以及采用立体绿化技术建造的绿色建筑,可以给予适当的资金奖励;因采取墙体保温隔热技术增加的建筑面积,不计入容积率核算和不动产登记建筑面积。

(二) 使用住房公积金贷款购买二星级以上绿色建筑商品房或者超低能耗建筑商品房,贷款额度上浮一定比例,具体上浮比例由省直公积金管理中心和设区的市、自治州住房公积金管理委员会确定;住房公积金贷款额度不超过当地住房公积金个人贷款额度上限。

(三) 绿色建筑利用浅层地热能供热制冷的,依据国家有关规定,享受水资源相关优惠政策。

(四) 应用太阳能、浅层地热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。

(五) 优先推荐二星级以上绿色建筑、超低能耗建筑、绿色建造试点示范项目、采用装配式商品房全装修方式建造的绿色建筑以及结合湖湘建筑特色有重大技术突破的绿色建筑申报国家奖项,并在省级工程建设质量奖项、勘察设计奖项推荐评选和工程招标投标中给予加分奖励。

设区的市、自治州人民政府根据本行政区域实际,制定具体扶持措施。

第五章 法律责任

第三十八条 县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门和其他有关部门及其工作人员,在绿色建筑活动监督管理工作中玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的,由其上级行政机关或者监察机关对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分。

湖南省人民政府、设区的市、自治州人民政府在对实施绿色建筑发展规划情况进行督察中,发现不依法履行法定职责的,应当督促其及时改正;对拒不改正的,应当约谈有关方面负责人;对没有完成年度考核目标的,应当予以通报批评。约谈或者通报批评的情况作为考核评价的依据。

第三十九条 违反本条例第十一条第三款规定,建设单位未在新建民用建筑项目委托设计、施工、监理合同中载明绿色建筑等级、绿色建造方式、绿色建材应用比例等要求或者明示、暗示其委托的单位违反绿色建筑要求进行项目设计、施工、监理的,由县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门责令改正,处二十万元以上五十万元以下的罚款。

违反本条例第十一条第四款规定,招标人未在招标文件中载明绿色建筑等级、绿色建造方式、绿色建材应用比例等要求的,由县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门责令限期改正;逾期未改正的,处三万元以上五万元以下的罚款。

第四十条 违反本条例第十三条第一款规定,施工图设计文件审查的机构未按照绿色建筑标准要求审查或者对不符合绿色建筑标准要求的施工图设计文件出具施工图审查合格意见的,由县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门责令改正,处一万元以上三万元以下的罚款;情节严重的,给予该审查机构一年以内不得从事施工图设计审查的处罚。

第四十一条 违反本条例第二十四条第一款规定,新建、改建、扩建的绿色建筑项目未按照国家 and 湖南省相关规定采用绿色建材的,由县级以上人民政府住房和城乡建设主管部门责令限期改正;拒

不改正的,处工程造价百分之零点五以上百分之一以下的罚款。

第四十二条 违反本条例第十一条第一款、第十二条、第十四条、第十五条、第十六条、第十七条关于绿色建筑建设、设计、施工、监理、工程质量检测、竣工验收规定的,按照《中华人民共和国城乡规划法》《中华人民共和国节约能源法》《民用建筑节能条例》《建设工程质量管理条例》等法律、行政法规的相关规定处罚。

第六章 附则

第四十三条 本条例中下列用语的含义:

(一) 民用建筑,是指居住建筑、国家机关办公建筑和商业、服务业、教育、卫生等其他公共建筑。

(二) 绿色建造,是指采用绿色化、工业化、信息化、集约化和产业化的新型建造方式,提供优质生态的建筑产品,满足人民美好生活需要的工程建设活动。

(三) 超低能耗建筑,是指适应气候特征和场地条件,采用高效的维护结构保温系统、高性能的外门窗系统、良好的建筑气密性系统、无热桥的建筑节点构造和高效热回收的通风系统,以及自然通风、自然采光、太阳辐射利用与遮蔽等绿色节能技术,大幅度降低建筑本体的能源需求,通过优化能源供应方案、提升能源利用效率,同时满足室内环境热舒适性和建筑能效性要求的绿色建筑。

(四) 装配式建筑,是指装配率符合国家和湖南省有关标准要求,由预制部品部件在工地装配而成的建筑。包括装配式混凝土建筑、装配式钢结构建筑、装配式木结构建筑等。

(五) 绿色施工,是指在保证质量、安全等基本要求的前提下,以人为本,通过科学管理和技术进步,最大限度地节约资源,减少对生态环境影响的工程施工活动。

(六) 绿色建材,是指在建筑的全寿命期内可减少资源的消耗和对生态环境的影响,具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环特征的建材产品。

第四十四条 湖南省人民政府住房和城乡建设主管部门应当编制湖南省的绿色农房建设导则与建设设计指南,推广绿色农房建设工艺技术。

鼓励农村个人住宅和工业建筑,按照绿色建筑要求进行建设。

第四十五条 本条例自2021年10月1日起施行。2009年11月27日湖南省第十一届人民代表大会常务委员会第十一次会议通过的《湖南省民用建筑节能条例》同时废止。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅

关于印发《绿色建筑标识管理办法》的通知

桂建发〔2021〕3号

各市、县住房和城乡建设局，各有关单位：

为规范广西壮族自治区绿色建筑标识管理，促进绿色建筑高质量发展，根据《广西壮族自治区民用建筑节能条例》和住房城乡建设部等七部门《关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》《住房城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理办法的通知》等法规和文件精神，我厅制定了《广西壮族自治区绿色建筑标识管理办法》，现印发给你们，请认真贯彻执行。

根据《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）相关规定，为做好绿色建筑建设全过程服务，推动绿色建筑与绿色金融等相关政策有效衔接，按照星级绿色建筑标准进行设计建设的项目，在建筑工程施工图设计文件审查通过后，建设单位或设计咨询单位可委托行业协会等机构组织专家开展预评价工作，再由预评价工作机构将通过绿色建筑星级预评价的项目信息报送自治区住房和城乡建设厅和相关设区市住房和城乡建设局备案。

广西壮族自治区住房和城乡建设厅

2021年11月25日

广西壮族自治区绿色建筑标识管理办法

第一章 总则

第一条 为规范绿色建筑标识管理，促进广西壮族自治区绿色建筑高质量发展，根据《中共中央、国务院关于进一步加强对城市规划建设管理工作的若干意见》和住房城乡建设部等七部门《关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》《住房城乡建设部关于印发绿色建筑标识管理办法的通知》等文件要求，结合广西壮族自治区实际，制定本办法。

第二条 本办法所称绿色建筑标识，是指表示绿色建筑星级并载有性能指标的信息标志，包括标牌和证书。绿色建筑标识由住房城乡建设部统一式样，证书由授予部门制作，标牌由申请单位根据不同应用场景按照制作指南自行制作。

第三条 绿色建筑标识授予范围为符合绿色建筑星级标准的工业与民用建筑。

第四条 绿色建筑等级由低至高分为基本级、一星级、二星级、三星级4个等级。

绿色建筑标识星级由低至高分为一星级、二星级和三星级3个级别。基本级绿色建筑不授予标识。

第五条 住房城乡建设部负责认定三星级绿色建筑并授予标识。自治区住房和城乡建设厅负责全区绿色建筑标识管理工作，组织认定二星级绿色建筑并授予标识，向住房城乡建设部推荐三星级绿色建筑项目。各设区市住房和城乡建设局负责组织认定一星级绿色建筑并授予标识，向自治区住房和城乡建设厅推荐二星级绿色建筑项目。

认定和授予标识所需经费应列入同级住房城乡

建设主管部门年度预算予以保障。

第六条 绿色建筑标识认定统一采用国家标准或与国家标准相对应的地方标准。新建民用建筑采用《绿色建筑评价标准》（GB/T50378），工业建筑采用《绿色工业建筑评价标准》（GB/T50878），既有建筑改造采用《既有建筑绿色改造评价标准》（GB/T51141）。

第七条 自治区住房和城乡建设厅负责建立自治区级绿色建筑专家库。鼓励有条件的设区市单独设立市级绿色建筑专家库，以满足工作需求。

专家应熟悉绿色建筑标准，掌握工程规划、设计、施工等相关技术要求，具有良好的职业道德以及副高级及以上技术职称或取得相关专业执业资格。

开展二星级绿色建筑专家审查时，应当从自治区级绿色建筑专家库中抽选不少于5名各专业专家组成专家审查组进行审查。开展一星级绿色建筑专家审查时，应当从自治区级或市级绿色建筑专家库中抽选不少于5名各专业专家组成专家审查组进行审查。

第二章 申报和审查程序

第八条 申报绿色建筑标识遵循自愿原则，绿色建筑标识认定应科学、公开、公平、公正。

第九条 一星级、二星级和三星级绿色建筑项目均应通过住房城乡建设部建立的绿色建筑标识管理信息系统开展绿色建筑标识认定工作。

因特殊情况，经自治区住房和城乡建设厅批准不通过住房城乡建设部绿色建筑标识管理信息系统认

定,通过组织专家开展现场审查方式认定的一星级项目,应及时将认定信息上报至系统。

第十条 绿色建筑标识认定需经申报、审查、公示、公告等环节。审查包括形式审查和专家审查。

一星级绿色建筑标识认定材料由设区市住房城乡建设局进行形式审查后组织专家审查认定。

二星级绿色建筑标识认定材料经设区市住房城乡建设局进行形式审查后报自治区住房城乡建设厅组织专家审查认定。

三星级绿色建筑标识认定材料经设区市住房城乡建设局进行形式审查后向自治区住房城乡建设厅推荐,经自治区住房城乡建设厅复审通过后报住房城乡建设部审查认定。

第十一条 绿色建筑标识申报应由项目建设单位、运营单位或业主单位提出,鼓励设计、施工和咨询等相关单位共同参与申报。申报绿色建筑标识的项目应具备以下条件:

(一)按照《绿色建筑评价标准》等相关国家标准进行设计、施工、运营、改造;

(二)符合国家和地方基本建设程序和政策规定;

(三)已通过建设工程竣工验收并完成备案。

第十二条 申报单位应按下列要求,提供申报材料,并对材料的真实性、准确性和完整性负责。申报材料应包括以下内容:

(一)绿色建筑标识申报书和自评估报告;

(二)项目立项审批等相关文件;

(三)参与申报单位的简介、资质证书、统一社会信用代码证等;

(四)与标识认定相关图纸(须包含施工图、竣工图等)、报告、计算书、图片、视频等技术文件及建设工程竣工验收备案材料;

(五)每年上报主要绿色性能指标运行数据的承诺函。

第十三条 各级住房城乡建设主管部门对申报绿色建筑标识项目进行形式审查,主要审查以下内容:

(一)申报单位和项目是否具备申报条件;

(二)申报材料是否齐全、完整、有效。

形式审查期间可要求申报单位补充一次材料。

第十四条 住房城乡建设主管部门在完成形式审查后,应组织专家审查,按照绿色建筑评价标准审查绿色建筑性能,核验是否满足技术要求,确定绿色建筑等级。

对于审查中无法确定的项目技术内容,专家组可进行现场核查。进行现场核查时,应包含项目申报单位署名书面见证意见。

第十五条 经审查通过的项目,组织审查工作的

住房城乡建设主管部门应在其门户网站上对项目进行公示。公示项目内容包括项目所在地、类型、名称、申报单位、绿色建筑星级和关键技术指标等。公示期不少于7个工作日。对公示项目的署名书面意见必须核实情况并处理异议。

第十六条 对于公示无异议的项目,由各级住房城乡建设主管部门印发公告,并授予绿色建筑标识证书。经各设区市住房城乡建设局认定的一星级项目,应报送自治区住房城乡建设厅备案。

第十七条 绿色建筑标识证书编号由地区编号、星级、建筑类型、年份和当年认定项目序号组成,中间用“—”连接。广西行政区划排序编号20。建筑类型代号分别为公共建筑P、住宅建筑R、工业建筑I、混合功能建筑M。例如,广西2021年认定的第1个2星级公共建筑项目,证书编号为NO.20-2-P-2021-1。

绿色建筑标识证书编号由绿色建筑标识管理信息系统自动生成。

第三章 监督管理

第十八条 各级住房城乡建设主管部门应加强本级绿色建筑标识认定工作权力运行制约监督机制建设,科学设计工作流程和监管方式,明确管理责任事项和监督措施,切实防控廉政风险。

第十九条 获得绿色建筑标识的项目运营单位或业主,应强化绿色建筑运行管理,加强运行指标与申报绿色建筑星级指标比对,每年将年度运行主要指标上报绿色建筑标识管理信息系统。

第二十条 住房城乡建设主管部门发现获得绿色建筑标识项目存在以下任一问题,应提出限期整改要求,整改期限不超过2年:

(一)项目低于已认定绿色建筑星级;

(二)项目主要性能低于绿色建筑标识证书的指标;

(三)利用绿色建筑标识进行虚假宣传

(四)连续两年以上不如实上报主要指标数据。

第二十一条 住房城乡建设主管部门发现获得绿色建筑标识项目存在以下任一问题,应撤销绿色建筑标识,并收回标牌和证书:

(一)整改期限内未完成整改;

(二)伪造技术资料和数据获得绿色建筑标识;

(三)发生重大安全事故。

第二十二条 参与绿色建筑标识认定的专家应坚持公平公正,回避与自己有连带关系的申报项目。对违反评审规定和评审标准的,视情节计入个人信用记录,并从专家库中除名。

第二十三条 项目建设单位或使用者对绿色建筑

标识认定结果有异议的，可依法申请行政复议或者提起行政诉讼。

第二十四条 绿色建筑标识持有单位存在第二十条、第二十一条情形之一时，知情单位或个人可向项目所在地的县级以上住房城乡建设主管部门或自治区住房城乡建设厅举报。

第四章 附则

第二十五条 基本级绿色建筑和不申请绿色建筑标识的星级绿色建筑应在建筑物的永久性标牌中注明绿色建筑设计等级和通过验收信息。

第二十六条 本办法由自治区住房城乡建设厅负责解释。

第二十七条 本办法自2021年12月1日起施行。

陕西省人民政府办公厅

关于印发“十四五”制造业高质量发展规划的通知

各设区市人民政府，省人民政府各工作部门、各直属机构：

《陕西省“十四五”制造业高质量发展规划》已经省政府同意，现印发给你们，请认真贯彻执行。

陕西省人民政府办公厅

2021年11月21日

陕西省“十四五”制造业高质量发展规划（节选）

“十四五”时期是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程的起步期，是谱写陕西高质量发展新篇章的关键期，具有鲜明的时代特征和里程碑意义。制造业是国民经济的主体，是支撑陕西经济高质量发展的主动力，赢得未来竞争新优势的主战场。为加快推进全省制造业高质量发展，根据国家有关规划和《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，特制定本规划。

一、发展基础与面临形势

（一）发展基础。

“十三五”期间，面对错综复杂外部环境和艰巨繁重的改革发展稳定任务，陕西全省上下坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党中央、国务院决策部署和习近平总书记来陕考察重要讲话重要指示精神，坚持以新发展理念引领制造业高质量发展，聚焦创新能力提升、结构优化升级、产业融合发展、优质企业培育和产业集聚发展等重点工作任务，固根基、扬优势、补短板、强弱项，推动制造业为全省经济实现量的合理增长和质的稳步提升提供强有力支撑。

一是注重规模效益提升，工业经济综合实力再上新台阶。二是注重新旧动能转换，产业结构持续优化。三是注重创新驱动发展，创新能力显著增强。四是注重产业转型升级，融合发展步伐持续推进。五是注重企业培育发展，市场主体活力进一步激发。

六是注重空间布局调整，产业集聚效应凸显。七是注重营商环境优化，民营经济得到较快发展。

二、总体思路与主要目标（略）

三、发展重点

立足国家制造业相关要求，综合全省产业基础和特色优势，着力构建“6+5+N”现代制造业新体系。即做大做强高端装备、电子信息、节能与新能源汽车、现代化工、新材料、生物医药6大支柱产业，做优做特冶金、建材、食品、轻工、纺织5大传统产业，做精做实人工智能、云计算与大数据、物联网、增材制造、光子、量子信息、空天信息等一批新兴产业。

（一）做大做强六大支柱产业。

立足高技术层次、高产品附加值、高配套能力、高市场竞争力发展目标，推动高端装备、电子信息、节能与新能源汽车、现代化工、新材料、生物医药6大支柱产业高质量发展，为打造国家重要先进制造业基地提供有力支撑。

1. 高端装备。

（1）发展思路与目标。

以航空航天装备、先进轨道交通装备、智能制造装备、节能环保装备，以及应急装备、电力装备、石油装备、工程机械等其他装备为重点，聚焦延链补链强链，着力培育一批优质产品，打造全国高端装备研发和制造中心。力争到2025年，高端装备产业总产值年均增长7%左右。

（2）发展重点。

节能环保装备。加快净化设备、回收利用成套设备、固体废弃物处理设备和资源综合利用设备的研发生产,积极发展高效节能电机、高效节能能量回收设备、高效节能碳排放技术及设备。突破减振降噪等技术,发展一批噪声控制器产品和设备。

2. 电子信息。

(1) 发展思路与目标。

做大做强与做强实力并重,以半导体及集成电路、智能终端、新型显示、太阳能光伏等领域为重点,强化技术创新和项目招引,着力提高产业技术水平,提升产业链供应链保障能力。力争到2025年,电子信息制造业总产值年均增长12%左右。

(2) 发展重点。

太阳能光伏。进一步做大太阳能光伏产业链规模,着力提高光电转换效率,促进多晶硅项目产能释放,提升高效单晶硅光伏电池、高效大功率光伏组件生产工艺及技术水平,进一步巩固在全球单晶硅领域的领先地位。加强产业核心技术攻关,重点在高效电池、薄膜太阳能电池和组件等领域进行布局。围绕龙头企业配套,进一步做大做强逆变器、光伏玻璃、光伏焊带等辅材和设备,打造上下游协作配套的产业链条。大力推进智能光伏建设,优化太阳能光伏发电整体解决方案,通过试点和项目示范,因地制宜推进屋顶分布式光伏发电及其他场景应用建设,基本形成分布式光伏“智能化、模块化、综合化”应用趋势,助力实现碳达峰、碳中和目标。

5. 新材料。

(1) 发展思路与目标。

以服务国家重大急需和省内工业转型升级需求为导向,聚焦金属材料、非金属材料 and 前沿新材料等优势领域,加快新品种研发、提高材料性能、推动创新成果产业化和生产推广应用,着力打造西部新材料产业发展高地。力争到2025年,新材料产业总产值年均增速达到7%左右。

(2) 发展重点。

先进金属材料领域。以钢铁深加工产业链提升为抓手,加快推动钢铁产业结构调整,结合省内和周边需求,积极研发新型建筑用钢材,生产优特钢。充分利用铝、镁深加工产业优势,延伸产业链条,持续发展钛、镁、铝等高端轻金属结构材料,保持在钨、钼、钒、锆等稀有金属材料深加工产品领域优势,大力发展金属功能材料,实现铜合金新材料产品突破。

无机非金属材料领域。聚焦陶瓷基复合材料产业链,以结构陶瓷、功能陶瓷和耐火陶瓷为方向发展壮大新型陶瓷材料产业,促进在电子信息、医疗、

重大装备等领域的应用。利用优质石墨资源,培育发展石墨新材料产业。以传统建材产业高质量发展为契机,发展新型保温材料、防腐材料、防水材料、特种玻璃、功能陶瓷、特种橡胶与工程塑料等新型绿色建材。

前沿新材料领域。发挥技术研发优势,持续推动3D打印材料成果产业化,促进下游工业化规模化应用。以超导材料研发生产和超导磁体的应用为重点,以电力输送、医疗器械等领域的应用为主要方向,研发新型超导材料,提升生产装备与生产工艺,建立完善的超导材料研发生产和器件加工产业体系。不断提升复合材料工程化应用水平,保持和提升金属基复合材料领域生产与技术优势,推动陶瓷基复合材料、树脂基复合材料等技术产业化应用。鼓励以绿色能源、新型电池材料、电子级硅材料、储能与储氢材料、核能材料等为代表的新能源领域前沿新材料和以特种磁性材料、电子浆料为代表的电子信息专用新材料的技术储备和产业化应用。鼓励生物、环保、固碳等领域新材料的突破发展。

(二) 做优做特五大传统产业。

顺应产业升级和消费升级趋势,坚持高端化、智能化、绿色化发展方向,依法依规淘汰落后产能和工艺,加快促进冶金、建材、食品、轻工、纺织5大传统产业提质升级,提高有效供给能力。

1. 冶金。(略)

2. 建材。

(1) 发展思路与目标。

积极提高建材产品深加工水平和绿色建材产品比重,鼓励开发新型建材产品,增强高端产品供给能力,提升节能减排和资源综合利用水平,严格执行水泥熟料、平板玻璃行业产能置换办法,努力推动建材产业高质量发展。力争到2025年,建材产业总产值年均增长3%左右。

(2) 发展重点。

水泥与混凝土制品。发展特种水泥和高端水泥制品,优化产品结构。严格落实水泥常态化错峰生产要求,有效压减过剩产能,减轻采暖期大气污染。鼓励混凝土企业加大对高性能混凝土绿色化生产的研发力度,支持利用固体废弃物加工高性能混凝土。积极开发与装配式建筑相适用的产品体系,拓展在住宅、公共建筑、工业建筑、市政景观、基础设施等领域的应用。

平板玻璃。发展建筑节能等技术含量高、附加值高的功能性玻璃产品,进一步推广应用低辐射镀膜(LowE)玻璃板材、真(中)空玻璃、安全玻璃、个性化幕墙、光伏光热一体化玻璃制品,实现从传

统的建筑玻璃逐步向高档次玻璃及功能性加工玻璃转变。支持平板玻璃企业升级改造生产线,重点发展功能性玻璃,鼓励原片生产深加工一体化,进一步提高平板玻璃深加工率,提高玻璃产品的整体设计、节能、智能等水平。

新型墙体材料。重点发展轻质、高强、多功能、复合化、配套化的新型墙体材料,高掺量、高孔洞率、高强度、高保温性能要求的墙体材料,以及页岩空心砖、烧结页岩砖、蒸压加气混凝土砌块、多孔砖等,大力发展建筑构件、建筑墙体保温等产品。

建筑用陶瓷材料。大力发展玻璃陶瓷、建筑功能陶瓷、装饰建筑陶瓷,推动产业聚集。

(3) 空间布局。

建材产业重点推动咸阳、铜川、渭南一体化发展,做大做强水泥、玻璃、建筑陶瓷规模,提升质量水平,推动榆林水泥、玻璃、建筑陶瓷等发展,做大安康新型墙体材料规模。

(三) 做精做实 N 个新兴产业。

1. 发展思路与目标。

以市场需求为导向,建立以政府为引导、企业为主体、平台为支撑的新兴产业发展机制,扩大新兴产业投资,推进产学研用协同创新,在人工智能、云计算与大数据、物联网、增材制造、光子、量子信息、空天信息等领域实现重点突破和整体提升,壮大的增长点,培育新的增长极。

2. 发展重点。

人工智能。依托秦创原创新驱动平台和西安交通大学、西安电子科技大学等高校人工智能创新资源,加大在前沿基础理论、专用芯片研发、深度学习框架等开源算法平台构建、智能感知处理、智能交互与理解、智能系统应用、人工智能处理器和智能传感器等领域研发投入力度,突破一批关键核心技术。加快推进人工智能在旅游、物流、医疗、教育、城市管理、交通等领域的实验与应用。

云计算与大数据。推动西安交通大学、西北工业大学国家级大数据工程实验室和其他校企共建研发机构,支持云计算和大数据领域关键技术研发和基础软硬件研发,提高云计算和大数据服务能力。加快数据资源开放共享,推动面向工业、医疗、交通、物流及公共事业等领域的大数据解决方案广泛应用,促进政府、企业、社会数据融合,构建和推广大数据典型应用场景。

物联网。按照“强基础、抓整合、促应用”的发展思路,着力打造物联网产业链,积极探索物联网在智慧城市、智能制造、现代农业等方面的应用创新。上游重点扶持和培育各类智能传感器设计、

制造和封装产业化,加强智能传感器核心芯片,特别是基于微机电系统(MEMS)工艺的芯片,以及芯片配套的算法和驱动程序等技术的自主研发,推动新型传感器科技成果转化。中游重点加强物联网通信模组、终端的产业化引导支持,大力引导和支持省内企业物联网无线通信模组、物联网智能终端研发成果的产业化。下游大力发展物联网软件与系统集成产业,着力发展传感网络软件、嵌入式软件、机器对机器(M2M)平台软件和行业应用软件,以及操作系统、数据库软件、中间件等基础性软件,拓展行业系统集成方案供给能力。

增材制造。强化西安交通大学、西北工业大学等高校技术优势,充分发挥国家增材制造创新中心作用,加快推进增材制造工程化应用,以需求为牵引,带动整个产业链快速发展,着力打造研发实力雄厚、掌握核心技术、特色鲜明、优势明显的增材制造产业链。上游重点开展金属、非金属、复合材料等增材制造专用材料特性研究,推进金属材料、智能材料、合成生物材料等增材制造专用材料产业化。中游着力改进金属和非金属材料增材制造工艺技术,加快推动航空发动机叶片快速成型、铸造沙型模具直接成型、激光立体成型、树脂快速成型等关键技术装备突破。下游大力拓展在航空航天、电子工业、工业设计、汽车工业等行业应用场景。

四、主要任务

(一) 增强协同创新能力。

推动秦创原创新驱动平台创新发展。深入实施《秦创原创新驱动平台建设三年行动计划(2021-2023年)》,聚焦建设立体联动“孵化器”、成果转化“加速器”和两链融合“促进器”三大目标,加快秦创原创新驱动平台建设。围绕产业链部署创新链,推动企业联合高等院校、科研院所组建创新联合体,开展产业链关键核心技术研发攻关与创新突破。围绕创新链布局产业链,构建科技成果转化平台,完善科研成果发现、收集、筛选、分析机制,形成以产业行业分类的科技成果库,通过陕西省技术转移服务平台等发布科技成果信息,促进供需精准对接。建设中小企业研发服务中心,加大创新券投入补贴,采取线上线下相结合方式,为中小企业提供精准技术指导、研发支持、检验检测、人才培养、运营管理等研发及创新服务,促进企业创新发展。

加强关键核心技术突破。实施关键核心技术和产品攻关工程,聚焦“6+5+N”重点领域薄弱领域、产业链缺失环节和关键环节,筛选一批“卡脖子”技术,建立产业共性技术清单。创新实施“揭榜挂帅”等攻关机制,鼓励企业、高校、科研院所围绕清单

开展联合攻关。加大首台（套）产品销售奖励力度，鼓励用户率先使用省内高端装备，树立30个省级工业“五基”产品“一条龙”示范应用典型。瞄准人工智能、量子信息、生命健康、空天、深海等前沿领域，实施一批前瞻性、战略性重大科技项目，超前部署前沿技术和颠覆性技术研发，强化源头技术供给。

健全以企业为主体的协同创新体系。围绕高端装备、半导体及集成电路、高性能特种材料、精细化工等重点领域部署创新链，加快创建一批国家级和省级制造业创新中心、企业技术中心，引导企业建设国家重点实验室等高能级创新基础设施，打造国家、省、市三级企业技术中心体系。以西安全面创新改革试验区为牵引，促进创新资源开放共享。推动产学研深度融合，支持校企合作共建新型研发平台，建立高校、科研院所科研潜力释放与企业需求紧密结合新机制。引导企业加大研发投入，对制造业企业年度研发投入增量部分按照一定比例予以奖励。

促进科技成果转移转化。聚焦“6+5+N”重点领域，完善产学研紧密结合、多主体协同推进的科技成果转移转化机制。加速培育创新孵化器，建设应用示范平台和创新成果产业化中心，培育一批系统解决方案供应商，推动科技成果商业化应用和产业化。建立以市场化机制为核心的成果转移扩散机制，通过孵化企业、种子项目融资等方式，推动科技成果首次产业化应用。支持在陕高校、科研院所围绕产业链需求，向企业提供技术服务、转让科技成果。探索采取股权、期权激励和奖励等多种方式，鼓励科技人员积极转化科技成果。组织编制省重点新产品开发计划，开展陕西省重点新产品认定，发布《陕西省重点新产品开发计划项目》。

推动产业创新平台建设。实施制造业创新网络建设工程，聚焦重点产业链，以关键共性技术和跨领域交叉技术的研发与转化应用为重点，完善领域布局。推动先进稀有金属材料国家技术创新中心、增材制造国家制造业创新中心、超导国家产业创新中心建设，创建具有全球影响力的产业共性技术研发、集成创新、成果转化与产业化平台。以企业为主体，以市场需求为导向，聚焦“6+5+N”重点领域，重点建设10个产业共性技术研发平台和100个龙头骨干企业承载的新型研发平台，加快建设500个专业化孵化器、加速器、众创空间、星创天地等创新创业平台，有效提升产学研用协同创新能力。

（五）推进绿色安全发展。

加快构建绿色制造体系。积极推行工业产品绿色设计，创建绿色设计示范企业。大力开发绿色产品，引导企业采取自我声明或自愿认证的方式，依据绿色设计产品标准评价发布绿色产品。建设绿色工厂和绿色园区，推动企业加快低效设备淘汰与高效替代，提升能源梯级利用、废物综合利用、水资源高效循环利用水平，着力发展循环经济。加快建立绿色供应链，鼓励行业龙头企业构建数据支撑、网络共享、智能协作的绿色供应链管理体系，将绿色低碳理念贯穿产品设计、采购、生产、销售、回收处理和再利用全过程。

持续推进节能降碳。加快节能技术创新和应用，支持富氧冶金、高效储能材料等先进工艺技术研发，大力推广节能技术装备和产品，持续推进典型流程型行业界面节能和能量系统优化。着力提升锅炉、变压器、电机、泵、风机、压缩机等重点用能设备系统能效。加强新一代信息技术、人工智能、大数据等新技术在节能领域的推广应用，开展重点用能设备、工艺流程的智能化升级。深入开展工业节能监察和节能诊断服务，实现高耗能行业重点用能企业、重点用能设备节能监察全覆盖。持续开展能效“领跑者”行动，推动重点用能单位持续赶超引领。按照碳达峰、碳中和目标，研究制定实施工业低碳行动计划，明确钢铁、水泥、化工、电解铝等重点行业低碳发展路径及重点任务。推动氢能、生物燃料、合成原料、垃圾衍生燃料等替代能源在钢铁、水泥、化工等领域实现规模化应用。推进工业高效利用可再生能源，持续提高光伏、风电、水电等可再生能源利用比例，适时开展二氧化碳捕集、利用和封存试验示范。

推进再生资源高效高值化利用。加快资源高值化综合利用和先进技术装备推广应用。推动再生资源综合利用体系建设，围绕废钢铁、废有色金属、废塑料、废旧轮胎、废纸、废旧动力电池、废旧纺织品、建筑垃圾等主要再生资源，培育行业龙头骨干企业，落实生产者责任延伸制度，促进资源要素向优势企业集聚。推进国家资源综合利用基地建设，鼓励建设再生资源产业园区，引导中小微企业入园，以企业聚集化、资源循环化、产业高端化为重点，积极开发高值化再生产品，着力延伸再生资源产业链。完善动力电池回收利用体系，强化溯源管理。支持陕西省智能再制造创新中心建设，加快再制造关键共性技术的研究开发，促进高端智能再制造产业加快发展。

区域能源站与数据中心制冷中心耦合系统设计案例浅析

南京广鑫能源服务有限公司 马则权 陈伟强

〔摘要〕区域能源站是一个或几个集中冷热站向商业区、居住区或生产工业区等供给冷热量。与传统的分散式供冷供热系统相比，区域能源站系统具有节能、环境效益好、系统热效率高、经济性好等优点，区域能源系统越来越受到暖通空调制冷行业的重视和应用。空调系统是数据中心能耗排名中第二大能耗系统，因此做好空调系统节能工作，能够有效降低数据中心的能耗，减少数据中心的运营成本，使其可持续绿色运营就变得十分重要。南京江北技术产业研创园绿色能源应用项目，从方案设计创新的将2种能源中心耦合在一起，产生非常大的节能和经济效益。

〔关键词〕区域能源；数据中心；系统耦合；综合利用

0 引言

我国是能源消费大国，但是能源利用率却相对偏低，目前我国的能源综合利用效率还处于相对较低水平，尚存在较大的提升空间。提高能源综合利用率、节能减排依然是我国现阶段的重要工作内容。本文就以“南京江北技术产业研创园绿色能源应用项目”为例，从设计方案上对区域能源与数据中心制冷站耦合系统的分析，分析区域能源多能互补与数据中心耦合形式的可行性、经济性。

1 项目简介

能源站项目总建筑面积 37408.9m²，地下二层，地上 10 层，框架-核心筒结构体系；地下 2 层布置能源站设备及数据中心冷冻机房，屋顶布置冷却塔、热源塔。本能源站在冬天（夏天）向周边 220 万建筑供热（供冷）。数据中心地上部分总建筑面积为 22000m²，总体规划建设 10 层，其中 3~10 层为主体机柜区，机楼装机容量约为 3700 个机架，其中 6kW 机柜 1200 个、4kW 机柜 2500 个。数据中心建设标准参考 50174-2017 A 级机房及 T3 标准进行规划设计。

2 负荷计算

2.1 区域能源负荷计算

基于单体建筑运用 DeST 进行负荷模拟，输入南京地区气象参数，结合园区主流建筑特征，进行建模，可得到不同建筑业态的负荷指标。研创园区域主要接入类型为办公，商业，住宅；以下就是对这 3 种类型的模拟计算结果。

再根据模拟结果分类统计整个供能区域总能耗，按相关设计规范以及参考以往区域能源系统的设计和运行经验，本区域能源系统设计考虑地块内

表 1 研创园 3 种类型建筑模拟计算结果

业态类型	夏季空调指标 W/m ²	冬季空调指标 W/m ²
办公楼	82	45
住宅	68	37
商业	128	84

各单体供能同时使用系数为 0.75，统计可得本项目冬季设计总热负荷为 82MW，夏季设计总冷负荷为 165MW。

2.2 数据中心负荷计算

本项目地上部分为数据中心，根据数据中心机房工艺设计单位提供的参数，数据中心总冷负荷需求约 21.35MW，统计如下：空调冷负荷：建筑冷负荷约为 1345kW，IT 设备冷负荷约为 16102kW，电力动力设备冷负荷约为 1964kW，考虑部分富裕系数，总冷负荷约为 21352kW。

3 区域能源可利用能源形式

3.1 能源站距长江水域较近，但在该区域内的长江流域沿岸为绿水湾生态保护区，且南京长江江豚自然保护区亦在该区域范围内，属于国家一级管控区，无法进行江水取退水施工工程，故本项目不采用江水源作为冷热源的方案；

3.2 能源站就近从珠江污水处理厂取水，日污水处理量可达 9 万 m³，远期规划最多日污水量为 30 万 m³，采用污水源热泵系统，冬季可以将污水中的低品位热能提取出来，经过热泵做功，达到可以供用户供热的温度；夏季可以将制冷系统产生的冷凝热量排放到污水中，可以分别满足用户的供冷、供热需求。

3.3 南京地区冬夏季均需要提供负荷，因此采

用3座8000m³的水罐蓄能，水蓄能系统可与原空调系统“无缝”连接；水蓄能系统控制简单，运行安全可靠；同时蓄冷罐在数据中心在出现紧急状况可及时投入使用，即可以考虑兼作容灾备份冷源使用。夏季3座罐子全部蓄冷，冬季2座蓄热1座蓄冷。

3.4 冬季热负荷不足部分本项目采用了高效热源塔系统，参与溶液的研发设计，在能源站三期投产前可以上市使用。同时设一台电极锅炉作为商业保障预留，不作为冷热源使用。

3.5 夏季运行机组除了热泵系统，设置了高压离心机组。

3.6 针对数据中心常年需求冷负荷，而在冬季如果像常规数据中心提供免费制冷的模式将热力散出，对能源站来说是高品位能源浪费，因此通过水源热泵和蓄水罐将热量回收互为利用、调节。

经过分析匹配，能源站具体配置参数如表2，表3：

4 数据中心能源形式

4.1 数据中心主机采用3+1备份，机组制冷功率为7.2MW，双回路供回水；

4.2 由于本项目冬季采用水源热泵加水罐耦合进行热回收，因此冬季只有2台主机配置了免费制冷板换，其他2台预留接口。

5 区域能源系统与数据中心系统耦合策略

5.1 区域能源站和数据中心耦合建设不仅是形式上的创新，也是技术上的创新；首先土地可以集约规划事宜，地下建设能源站，地上建设数据中心，节约了土地资源；

5.2 数据中心冬季使用民用水源热泵热回收模式提供的免费冷源，可以降低数据中心PUE以及能耗费用，热回收对民用系统是一个可靠的热源，设置的3台水源热泵冬季通过水罐提取热量；取水温度16℃，回水温度10℃；数据中心通过放冷板换进行

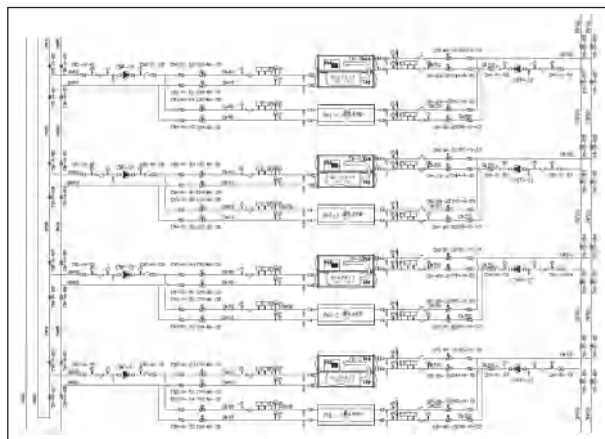


图1 数据中心空调主机系统图

供冷：取水温度10℃，回水温度16℃；2侧能量的不平衡通过8000m³的水罐进行耦合调节；这样就可以确保热回收的利用率最大化；

5.3 区域能源系统与数据中心系统耦合还可以为数据中心增加安全保障，大量的冷冻水可以提供更多的冗余时间，也可以在过渡季节进行蓄冷供冷降低运行成本。

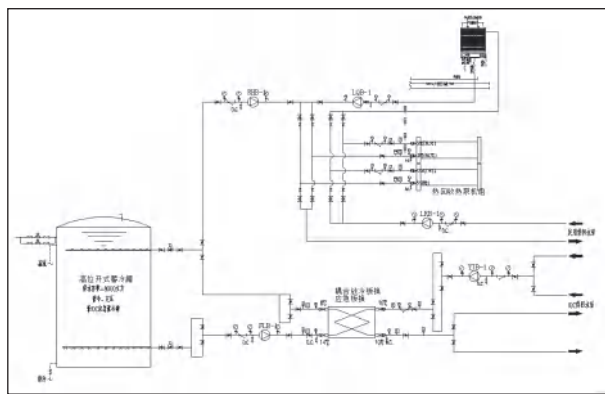


图2 区域能源与数据中心制冷中心系统耦合流程图

表2 民用夏季装机比例

	热回收热泵	污水源热泵机组	热源塔	单冷离心机	蓄能罐
单机容量: kW	6400	5350	9400	8800	—
数量: 台	3	3	3	6	3
总装机量: kW	19200	16050	28200	52800	46555.56
占比: %	12	10	17	32	29

表3 民用冬季装机比例

	热回收热泵	污水源热泵机组	热源塔	蓄能罐
单机容量: kW	6700	5130	7500	—
数量: 台	3	3	3	2
总装机量: kW	20100	15390	22500	31037.03704
占比: %	23	17	25	35

6 运行策略及经济效益分析

6.1 运行策略

夏季工况：数据中心采用自有设备和系统，独立运行制冷机组进行供冷，在蓄水罐设置一下线水位用来保障数据中心应急容灾即可；区域能源站根据负荷大小按优先设置等级开启污水源热泵、蓄水罐、高压离心机组、水源热泵（冷却塔模式）、热源塔热泵，根据接入负荷情况的变化可以调整蓄水罐供能功率来达到最佳的运行费用；

冬季工况：数据中心主要采用水罐免费供冷模式，同时开启一台免费制冷板换联供，联供的主要目的就是避免冷却水水温过低结冰；区域能源站根据负荷大小按优先设置等级开启水源热泵（热回收模式）、污水源热泵、蓄水罐、热源塔热泵，根据接入负荷情况的变化可以调整蓄水罐供能功率来达到最佳的运行费用；

过渡季节：数据中心主要通过冷却塔预冷+高压离心机组常规制冷方式，此时可以通过3座水罐在夜间蓄冷白天释放的模式进行运行，就可以大幅降低数据中心的运行费用

6.2 经济效益

冬季100天运行节省：按民用能源站制热为主，免费为能源站提供冷量。原先冷却塔免费制冷（室外湿球温度低于5℃）为30天，其他为离心机制冷。节省： $(60 \times 3 \times 24 \times 30 + 4500 \times 24 \times 70) \times 0.7607 = 5849479$ 元

过渡季节156天：夜间蓄能69000kwh，机组运行8小时 $4500 \times 8 = 36000\text{kWh}$ 节省： $156 \times (0.7607 - 0.3565) \times (69000 + 36000) = 6620796$ 元

耦合系统全年可节省约1247万元

7 分期建设计划

考虑到能源站接入用户呈现逐年增长的特点，为了节省初投资，同时为了避免建设风险，本项目能源站系统采用分期建设。分期建设方案依据用户侧负荷增长曲线（如图3），分三期建设。

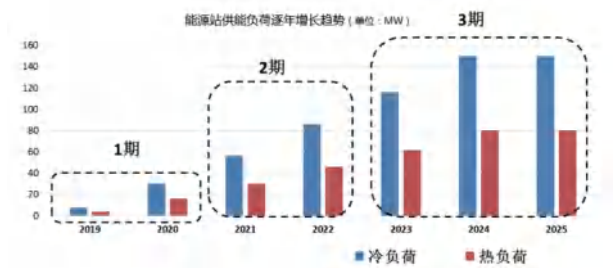


图3 能源站建设周期图

能源站系统机房内主干管一次性建设到位，预留支管阀门、预留设备安装位置及基础，主设备（包

括能源塔、冷却塔）分期进场，通过在地下二层核心筒旁设置搬运吊装口，直通两侧机房，以吊装口为起点，原则上从机房最远端开始布置主设备。设备搬运分期方案如下：

民用冷热源机房：

一期：3台污水源热泵+3台水源热泵+1台高压离心冷机；

二期：3台高压离心冷机；

三期：1台高压离心冷机+3台热源塔热泵。

数据中心冷冻机房：

一期：2台高压离心冷机+（含节能板换）+1台高压离心冷机（兼做民用备用机）；

二期：1台高压离心冷机。

8 耦合系统的特点

8.1 数据中心业务耗能较大，负荷稳定，且全年使用，是能源站最优质客户，保证能源站项目基础收益；

8.2 能源站服务于写字楼去的空调机组，往往夜间闲置，通过蓄能方案既降低数据中心能源成本，也大大提供机组利用率，合理利用能源站楼宇，提高能源站的经济性。

8.3 耦合系统的设计、施工、运行的能源站系统可以大大降低数据中心系统PUE值。冬季数据中心的余热又得到充分的利用，提高了区域能站热源的品质；

8.4 耦合系统也可以大大降低项目的运行费用，创造更好的经济效益；

8.5 耦合系统专业团队运维空调系统，降低了数据中心运维团队费用，且增加了运维的安全性稳定性。

9 总结

本项目根据自身特点和实际负荷需求，最大程度利用可再生能源、选用水蓄冷蓄热技术，对电能进行削峰填谷，有利于缓解用电高峰期的电力压力。同时在冬季利用热泵以及水罐耦合原本2个独立的系统，将数据中心的“废热”利用到民用采用系统中，提高系统的能源利用效率，也创造了更好的经济效益。

通过以上分析，耦合系统方案是在综合能源利用系统方案基础上的创新和提升，本文从以上几个方面对区域能源站和数据中心耦合系统进行了研究分析，通过各项节能措施和运行策略，使区域能源站和数据中心达到节能减排和低碳环保的效果，后期将达成可持续绿色运营的目的。

参考文献

[1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册 [M]. 2版. 北京：中国建筑工业出版社, 2008.

（下转51页）

土壤源热泵系统负荷失衡调研分析

同圆设计集团有限公司 王泽江

〔摘要〕处在现代化建设进程中的中国，能源与环境问题逐步受到了重视。基于节能环保、有效利用可再生能源的优势，土壤源热泵技术在中国得到了较大规模的应用。本文针对北方地区土壤源热泵系统在实际工程中普遍存在的负荷失衡问题，以山东省日照市某土壤源热泵实际工程为对象，通过对其长期实际运行数据和建模计算结果的整理分析，对土壤源热泵系统在设计及运行中的负荷失衡问题进行了深入研究。

〔关键词〕土壤源热泵；北方地区；负荷失衡；TRNSYS 模拟；太阳能补热

1 土壤源热泵实际系统运行数据及负荷失衡分析

根据研究现状，土壤源热泵系统在实际使用中普遍出现的负荷失衡问题，缺乏相应的长期实际运行数据统计分析。本研究通过积极调研并参与系统运行管理的方法，收集到了山东省日照市某实际土壤源热泵项目四年间的详实运行数据。

1.1 土壤源热泵系统实际运行数据

通过对该工程的实地调研，系统所服务的建筑物及承担的冷热负荷所示：

表 1 项目冷热负荷变更表

建筑物	面积 (m ²)	空调形式	热负荷 (kW)	冷负荷 (kW)
综合教学楼	19726	风机盘管	888	1578
实训中心楼	24131	暖气片	1086	0
服务业实训中心	2678	风机盘管	121	121
多层师生公寓楼	17183	暖气片	773	0
高层师生公寓楼	46032	地板采暖 + 风机盘管	1298	2071
合计	109750		4166	3770

1.1.1 数据来源

本文所收集到的数据由土壤源热泵工程运营方提供，由专门的运营维护人员每日记录热泵机组的冷凝器、蒸发器进口水温。土壤源热泵运行数据跨度包括 2013-2017 年四个供暖季及四个制冷季。由于该工程位于华北沿海区域，夏季土壤温度处于 12℃ 左右，供冷季运行时仅开启地埋管换热器侧的循环水泵实现“免费供冷”。

1.1.2 数据处理

截至目前，该土壤源热泵系统已经稳定运行了五年，该系统在夏季仅开启循环水泵，出水口温度恒定在 12℃ 左右，供回水温差 2℃，此处仅将 2013 至 2017 年热泵机组供暖季的运行数据在图 1 中表示。

由于本文主要研究的是土壤源热泵系统在长期使用过程中，土壤侧的温度变化以及相应的机组性能，在处理数据时，出于对整体性的考虑，并未将机组启动时的运行数据纳入统计范围。数据摘录依据早中晚三个时间段分别选取。

由图 1 所示的数据，在冬季工况下，冷凝器出口水温基本能保持在 40℃ 左右，并与冷凝器进口温度保持 5℃ 的温差；在供暖季开始时，蒸发器的进口水温能处于 10℃ 左右，并随着机组的运行，呈现规律性下降。

1.2 数据分析

1.2.1 土壤源热泵机组性能分析

基于图 1 所示的数据，此处探讨在热负荷占优的负荷失衡工况下，土壤源热泵机组的运行效果：

(1) 四个供暖季的运行数据表明，土壤源热泵冷凝器出口水温保持在 40℃ 左右，配以地暖 + 风机盘管形式的末端系统，可保证用户侧较好的供暖效果。

(2) 土壤源热泵系统整体运行平稳，在出现极端气候的情况下，机组运行并未出现较大的波动，受环境影响因素较小。

1.2.2 土壤源热泵土壤源侧地温变化分析

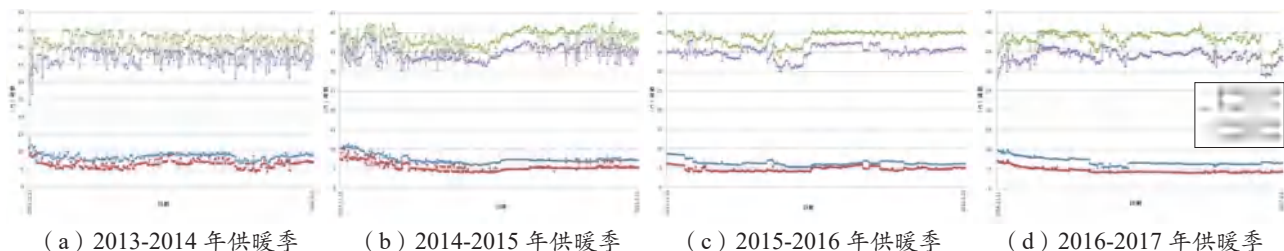


图 1 2013-2017 年供暖季热泵机组运行数据

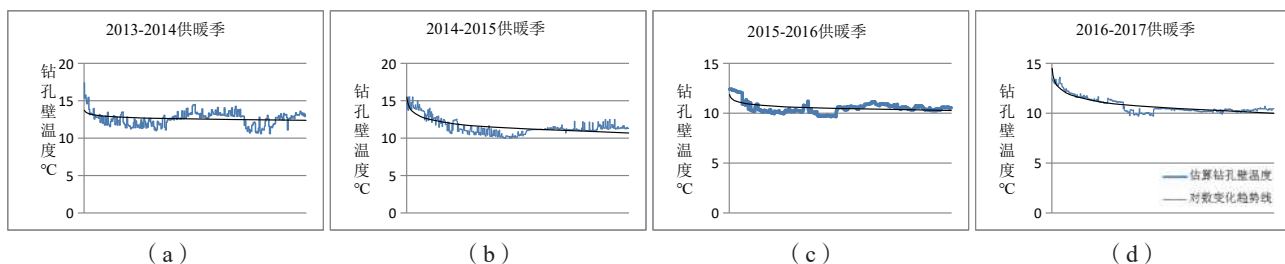


图2 2013-2017 供暖季钻孔壁温度变化趋势

为了便于分析,将上述收集数据进行处理,主要针对土壤平均温度进行处理。由于该工程并未在土壤源侧设置温度监控设备,土壤平均温度主要根据蒸发器的进出口水温进行相近换算:根据实际工程的特点,以蒸发器进出口水温的平均值加 5°C 为钻孔壁平均温度的近似值。

结合四个供暖季土壤源侧温度的变化趋势图可以明显的看出:

(1) 由于供暖季中从土壤中提取热量,钻孔壁温在供暖季中持续下降,在供冷季后得到回灌热量后能基本恢复至接近远端土壤初始温度的状态。

(2) 第一个供暖期中,钻孔壁温度的下降趋势较为平缓,土壤温度的变化处于可接受的范围内,在接下来的三个供暖季中,土壤温度整体下降趋势明显,反映出了供暖季从土壤吸热量与供冷季向土壤放热量的不平衡。

(3) 在2013-2016三个供暖季中,在供暖期中都出现了钻孔壁温度上升的迹象(分别出现在供暖期的中期、末期、中末期):这是由于当蓄热体区域土壤的热量被提取之后,会与其他区域的土壤形成一定的温度梯度,增强了土壤间的传热效果,在供暖负荷相对较小的情况下(建筑使用率降低、出现连续晴天或者大气温度略有上升),有利于该区域土壤温度的恢复。

纵观四年运行数据,土壤源热泵系统的做功效果逐年下降:一方面,根据工程所在地的气候特点,冬季热负荷远大于夏季冷负荷;另一方面,在实际运行过程中,运营方并没有按照土壤源热泵系统的设计工况进行使用,且对该系统的运行控制不合理。从而使得从地下土壤提取的热量大于向土壤释放的热量,地下土壤温度连年下降,土壤温度场逐年恶化,影响了热泵机组的工作效果。

2 TRNSYS 模型验证及负荷失衡模拟

在收集实际土壤源热泵系统工程运行数据,并对其进行分析的基础上,结合工程当前运行情况进行土壤源热泵系统模拟分析是非常有必要的:基于实际数据的支撑,系统的模拟分析将更加清楚合理;

相应的,通过模拟分析能够反馈实际工程,对其后期的运行维护以及系统升级提供相应的设计基础。

本节利用 TRNSYS 软件,对当前工况下的机组运行做出预测;针对实际运行数据与模拟未来运行效果,对机组运行效果做出评价分析,并提出问题所在。

2.1 土壤源热泵系统仿真模型

利用 TRNSYS 软件对土壤源热泵系统进行仿真模拟时,需要的模块主要有:地理管换热器模块、热泵机组模块、气象参数模块、循环水泵模块、输出设备模块、负荷侧模块等。

结合土壤源热泵的运行特性以及设计要求,初步建立土壤源热泵仿真模型如图3所示。

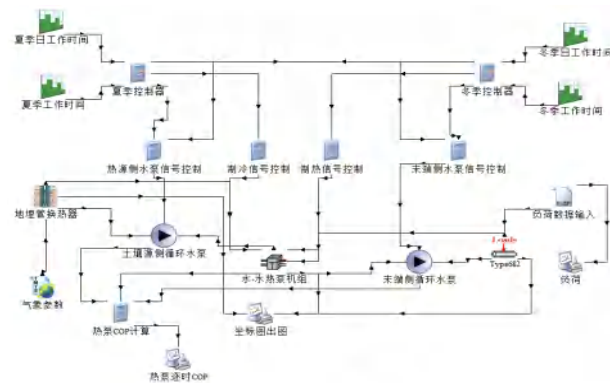


图3 土壤源热泵仿真模型

2.2 实测数据处理

为了使模拟能够更好的反映实际系统的运行特点,所以在负荷侧模块 Type682 中负荷数据,是通过所收集的热泵机组运行数据反推出的工程负荷,即:

建筑负荷 = 机组进出口水温 $\times$ 水的比热 $\times$ 水的质量流量 (2.1)

机组 COP = 建筑负荷 / 机组的实际电功率 (2.2)

需要特别指出的是,该工程位于华北沿海区域,根据岩土热响应试验,夏季土壤温度处于 15°C 左右,供冷季运行时可以仅开启地理管换热器侧的循环水泵,实现“免费供冷”。在夏季工况下,由于需要供冷的建筑为高层师生公寓楼(46032m^3)、综合教

学楼（19726m²），另外考虑到系统同时使用系数以及实际运行情况，运行方只开启了一台循环水泵，循环水流量为 245m³/h。依据循环水温差，即可计算得到夏季工况下地埋管换热器的实际换热量。根据夏季的实际运行数据，发现整个供冷季中地埋管侧的循环水温差基本不变，因此，本研究中将工程的夏季冷负荷近似为静态冷负荷。

由于该项目的热泵机组是两用一备，蒸发器、冷凝器的进出口水温选取两台机组的均值，本文只选定了一台热泵机组进行模拟，所以针对于末端侧的质量流量：在冬季工况下，该热泵机组的冷凝器流量为 206m³/h，计算出一台机组从土壤提取的热量之后，整个系统的提热量即可得出。项目运行中实际的负荷特性如图 4 所示：

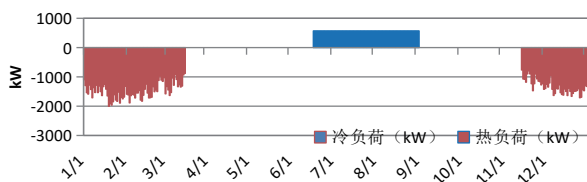


图 4 项目实际负荷特性曲线

热平衡分析：

经计算，供暖季热负荷均值为 1073.35kW，从地下提取的热量为 805kW；供冷季的冷负荷均值为 570kW，向地下释放的热量为 570kW（忽略循环水泵功率）。热不平衡率为 77%。

在夏季，由于该项目的特殊性（学校有较长时间的暑假），办公建筑以及住宅的使用率比较低，致使夏季的冷负荷与设计冷负荷差异较大；在冬季工况下，由于运营方扩大了系统的供暖面积，实际热负荷值相对设计值也有较大的差距。

2.3 土壤源热泵系统模拟

利用 TRNSYS 软件对该土壤源热泵系统进行动态仿真模拟时，假设：（1）长期运行中，不考虑系统内流体热物性的变化；（2）土壤源侧的初始温度长期保持不变；（3）流体在管道内流动过程中，各截面的温度分布均匀；（4）不考虑土壤与地埋管管壁之间的接触热阻。

2.3.1 土壤源热泵系统模型长期运行仿真模拟

为了更好的分析土壤源热泵系统的运行状况，并通过该模拟得到不同运行周期的地温变化，本节模拟该系统进行了五年和十年的动态仿真模拟。

由图 5、6 可以看出，基于目前运行方式的负荷特点，土壤源侧温度呈现周期性上升与下降，整体趋势为下降：经过五年的运行，土壤温度由 15℃ 降至 10.5℃，每年的变化幅度基本保持一致，平均每

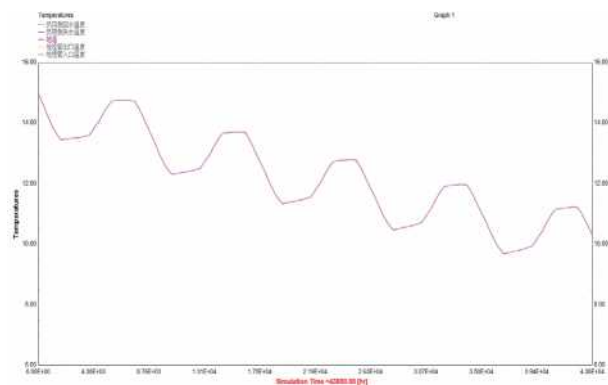


图 5 土壤源热泵系统模型运行五年地温变化曲线图

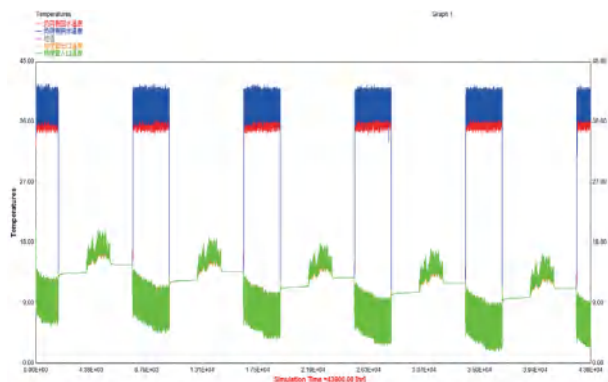


图 6 土壤源热泵系统模型运行五年机组进出口水温变化曲线

年下降 0.9℃；借助于土壤的自恢复能力，在这五年里地温的下降幅度处于可接受的范围内。机组的蒸发器、冷凝器进出口水温变化平稳，机组运行较为可靠。

由图 7 可以看出，在冬季热负荷远大于夏季冷负荷的情况下，土壤源热泵系统经过长时期的连续运行，地温出现周期性下降：当系统运行到第六年结束时，地温已由开始的 15℃ 降至 9.78℃，平均每年下降 0.87℃，地温变化超过 5℃；在接下来的模拟时间里，地温在四年时间里由 9.78℃ 降至 7.32℃，平均每年下降 0.62℃；至模拟周期结束，地温整体

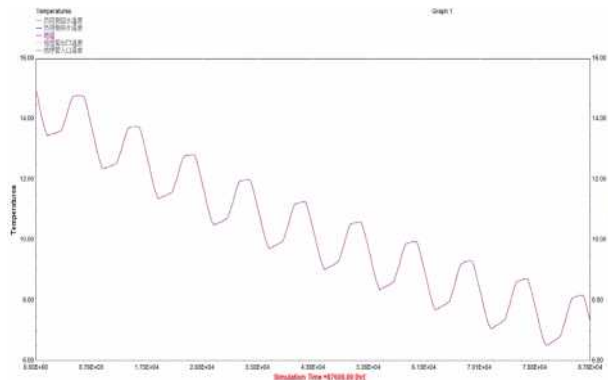


图 7 土壤源热泵系统模型运行十年地温变化曲线

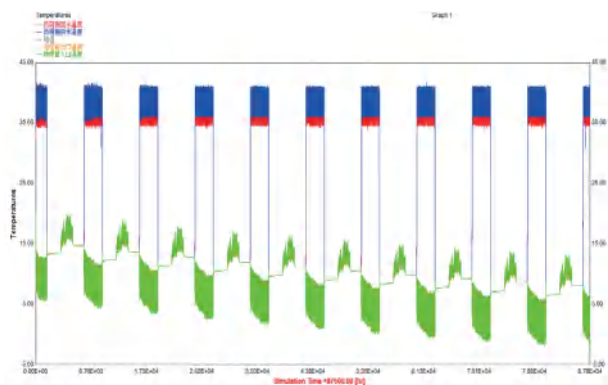


图8 土壤源热泵系统模型运行十年机组
进出口线水温变化图

下降 7.68°C , 变化幅度 51.2% 。

通过观察图8, 可以发现土壤源侧热泵进出口水温与地温的变化趋势基本相同。

2.3.2 模拟结果分析

(1) 结合图5中地温的变化特点, 在较短的运行周期内, 土壤温度的变化是相对均匀的, 究其原因: 地下土壤蓄热体具有足够大的容积, 越靠近地心的蓄热体, 土壤的平均温度就越高。在一个运行周期内, 当地埋管换热器区域的土壤热量被取走时, 会与其他区域的土壤形成一定的温度梯度, 有利于该区域土壤温度的恢复。

(2) 相较于五年周期的模拟数据, 在图7中, 地温于第八年出现了下降幅度趋缓的现象, 这是由于地下土壤蓄热体的温度过低, 严重影响了热泵机组的性能, 从土壤中提热能力下降, 机组的实际性能已无法满足设计需求。

(3) 根据对土壤源热泵系统运行十年的模拟结果, 在目前实际负荷失衡的情况下, 土壤源侧的温度下降剧烈, 长期运行后将严重影响热泵机组性能。可以预测出在接下来的运行中, 由于土壤温度过低 (将低于 7°C), 不能满足压缩机的工作要求, 机组有停机的可能性, 土壤源热泵系统失效, 无法继续工作。

(4) 在长期的运行中, 因“负荷失衡”造成的

地埋管提/放热量不平衡会逐年累积, 该不平衡对地温的影响也是逐年增加的, 土壤之间的热量传递不足以弥补冬季工况下从土壤中提取的热量, 热泵机组的运行性能随着土壤温度的降低而不断下降。该土壤源热泵系统在长期运行中, 不能依靠土壤温度场的自恢复能力来弥补负荷失衡造成的地温变化。

3 总结

对土壤源热泵系统仿真模型, 分别进行了为期五年以及十年的仿真模拟, 得到地温变化数据与机组运行数据: 在当前运行工况下, 土壤温度场下降趋势较大, 严重影响机组运行性能, 无法实现土壤源热泵系统全寿命周期运行。

针对土壤源热泵系统实际工程的运行, 必须结合当地土壤热物性和气候特点、系统运行可靠性要求以及用户热负荷特点等方面综合考虑, 因地制宜, 制订一套合理的运行策略。避免“负荷失衡”的影响, 保证机组的长期可靠运行。

参考文献

- [1] 赵小莲. 地表水源热泵应用中存在的问题及解决措施 [J]. 湖南农机, 2013, 01: 66-68
- [2] 陈北领. 土壤源热泵空调系统应用研究 [D]. 衡阳: 南华大学城市建设学院, 2007.
- [3] 李炳田, 游田, 等. 复合补热地源热泵系统在北方地区的应用效果分析 [J]. 建筑科学, 2012, 28 (2): 178-183
- [4] 尚妍, 李素芬, 等. 地源热泵间歇运行地温变化特性及恢复特性研究 [J]. 大连理工大学学报, 2012, 52 (3): 350-356.
- [5] Ozgener O, Hepbasli A. Experimental performance analysis of a solar assisted ground-source heat pump greenhouse heating system [J]. Energy and Buildings, 2005, 37(1): 101-110
- [6] Chiasson A D, Yavuzturk C. Assessment of the viability of hybrid geothermal heat pump systems with solar thermal collectors [J]. ASHRAE Transactions, 2003, 109(2): 487-500

(上接 47 页)

[2] 全国民用建筑工程设计技术措施 (暖通空调·动力) [Z]. 2009.

[3] 毛路, 王伟, 曹连华等. 中国人寿数据中心水冷空调系统的节能方案及实施 [J]. 建筑技术, 2016,

47 (2): 126-130.

[4] 马宏权, 贺孟春, 龙惟定. 区域供冷系统的两类能源效率研究 [J]. 暖通空调, 2011, 41 (4): 24-31.

[5] 龙惟定. 低碳城市的城市形态和能源愿景. 建筑科学, 2010, (2)

R134a 直膨式太阳能热泵系统性能模拟研究

山东科技大学机械电子工程学院 刘晓东 孔祥强 孙鹏龙

[摘要] 为了研究以 R134a 为工质的直膨式太阳能热泵热水器(DX-SAHPWH)在多工况下系统的性能特性,本文基于直膨式太阳能热泵热水器的热力循环,建立了太阳能集热/蒸发器和微通道冷凝器的分布参数数学模型、压缩机和电子膨胀阀的集总参数数学模型以及系统制冷剂充注量模型,编制了系统性能模拟程序。在保证太阳能集热/蒸发器出口过热度维持不变的前提下,模拟分析了太阳辐射强度、环境温度等环境参数和系统制冷剂充注量、压缩机转速等运行参数对系统性能和制冷剂分布特性的影响关系。结果表明,压缩机转速对于系统性能的影响最大,在 $2000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 升高到 $5000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的过程中, COP 由 6.95 降至 3.80, 下降幅度达 45.3%。

[关键词] 直膨式太阳能热泵; 制冷剂; 性能模拟; 环境参数; 运行参数

0 引言

1955 年, Sporn 提出直膨式太阳能热泵系统的概念, 该系统将太阳能集热器与热泵蒸发器集集为一体, 实现了制冷剂在太阳能集热器中直接吸热蒸发。此技术既可以利用空气中的低位热能, 又可以吸收太阳辐射的能量, 另外, 制冷剂工质在太阳能集热/蒸发器中相变吸热, 降低了集热器的表面温度, 使得集热效率始终保持较高水平^[1]。现如今, 制冷空调等系统中还在大量使用 R22 等 HCFCs 类制冷剂, 而 R134a (化学名称为四氟乙烷) 属于 HFCs 类制冷剂的范畴, 是一种主流的环保型制冷剂^[2]。

近年来, 国内外的一些专家学者对 DX-SAHP 技术进行了深入的研究^[3-10], 而对于 R134a 为工质的直膨式太阳能热泵系统性能特性的研究还较少。因此本文建立 R134a 直膨式太阳能热泵热水器的数学模型, 通过数值计算的方法模拟分析多工况各参数对系统热力性能的影响特性。

1 系统简介

R134a 太阳能直膨式太阳能热泵热水器系统结构示意图如图 1 所示。除太阳能集热/蒸发器(下文简称集热器)外, 系统的其余部件和空气源热泵完全相同, 主要包括: 太阳能集热器、压缩机、微

通道冷凝器(蓄热水箱)和电子膨胀阀。

制冷剂工质 R134a 在集热器中吸收太阳辐射热和外界环境中的热量而发生相变, 以过热气体状态经过压缩机做功后变成高温高压的 R134a 制冷剂蒸气, 进入蓄热水箱中的微通道冷凝器中将热量释放给水, 经过换热后的 R134a 变成低温高压的液态, 然后经过电子膨胀阀节流降压后成为低温低压的 R134a 液体重新返回集热器中, 完成一个循环。

2 系统数学模型建立

本文建立系统仿真模型对热泵系统进行模拟计算, 用集中参数法建立压缩机与电子膨胀阀的数学模型, 用分布参数法建立集热器与微通道冷凝器的均相流动数学模型, 之后建立制冷剂 R134a 充注量数学模型, 最后将各部件数学模型结合为一个整体, 构成整个系统的仿真模型。

2.1 太阳能集热/蒸发器数学模型

采用分布参数法对集热器的两相区和过热区分别建立均相流动数学模型。沿制冷剂 R134a 流动方向按等焓差将集热器管段划

分若干为微元段, 并以集热管长为迭代判据进行迭代求解。

制冷剂侧流动换热方程:

$$Q_r = m_r(h_{r2} - h_{r1}) = \alpha_r A_i (T_p - T_{rm}) \quad (1)$$

集热器有效得热量方程:

$$Q_s = A_s F [S - U_L (T_{rm} - T_a)] \quad (2)$$

集热管内外换热量平衡方程:

$$Q_s = Q_r \quad (3)$$

式中: Q_r 为集热器微元管段中制冷剂吸热量, W; m_r 为集热器微元管段中制冷剂质量流量, $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$; h_{r1} , h_{r2} 分别为微元管段中制冷剂进出口比焓值, $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$; α_r 为集热器微元管段制冷剂侧表面传热系数,

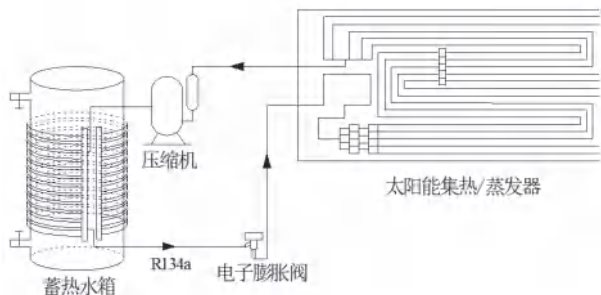


图 1 R134a 直膨式太阳能热泵系统原理图

$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$; A_i 为集热器微元管段内表面积, m^2 ; T_p 为微元管段内壁温度, K ; T_{m1} 为制冷剂进出口平均温度, $T_{m1} = (T_{r,in} + T_{r,out})/2$, K 。 Q_s 为集热器有效得热量, W ; T_s 为集热器有效集热面积 m^2 ; 为集热器集热效率因子; S 为集热器吸收与发射的辐射能之差, $W \cdot m^{-2}$; U_L 为集热器的总热损失系数, $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$; T_a 为环境温度, K 。

2.2 变频压缩机数学模型

模型采用 R134a 全封闭滚动转子式压缩机, 本文采用集中参数法对此类压缩机建立数学模型。压缩机模型包括质量流量计算方程和功率计算方程, 具体计算方法参见文献 [11]。

2.3 冷凝器数学模型

冷凝器内制冷剂一般存在三种状态: 过热、两相和过冷。采用分布参数均相流动理论对冷凝器进行分析, 沿冷凝器中制冷剂 R134a 的流动方向将冷凝管段长度等焓差划分微元。具体计算方法参见文献 [11]。

2.4 电子膨胀阀数学模型

制冷剂在电子膨胀阀进出口焓值相等, 这是系统模型收敛的重要判据之一。

$$h_{e,in} = h_{e,out} \quad (5)$$

式中: $h_{e,in}$ 、 $h_{e,out}$ 为电子膨胀阀进、出口焓值, J/kg 。

2.5 制冷剂充注量数学模型

制冷剂充注量是系统模型收敛的另一重要判据, 分别计算各部件中单相和两相区的制冷剂质量, 相加即为系统制冷剂充注量。计算两相区的空泡系数宜采用 Premoli 修正模型计算 [12]。制冷剂充注量具体计算方法参见文献 [11]。

2.6 系统热性能评价指标

集热器集热效率 (η):

$$\eta = \frac{Q_s}{AI} \quad (6)$$

系统性能系数 (COP):

$$COP = \frac{Q_w}{W_{com}} \quad (7)$$

式中: A 为集热器集热面积, m^2 ; I 为垂直照射到集热器表面的太阳辐射强度, W/m^2 。

2.7 系统数学模型的求解与验证

本文建立了直膨式太阳能热泵系统数学模型, 依据系统热力循环过程, 编制了以制冷剂充注量和电子膨胀阀进出口焓值为迭代判据的系统性能模拟程序。

由表 1 可知, 当系统制冷剂工质为 R134a 时, 平均性能系数 COP 的理论模拟值和实验实测值之间的平均误差为 1.9%, 压缩机功率的理论模拟值和实

验实测值之间的平均误差为 2.6%, 其余各量的平均误差均在 1% 以内, 理论模拟值和实验实测值吻合度较高, 因此验证了变频系统仿真模型的正确性和可靠性。

4 模拟结果与分析

4.1 太阳辐射的影响

4.1.1 太阳辐射对系统性能的影响

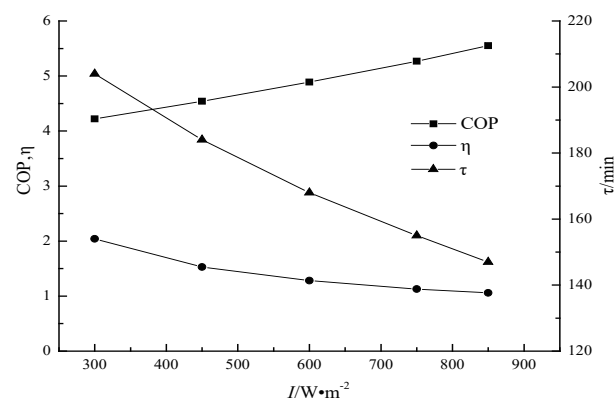


图2 太阳辐射强度对系统性能的影响

图2所示为太阳辐射强度 I 对系统性能的影响。由图可见, 随着 I 的增大, 系统性能系数 COP 不断增加, 集热器集热效率 η 和热水加热时间 τ 不断减小。 I 由 $300 W \cdot m^{-2}$ 增大到 $850 W \cdot m^{-2}$ 过程中, 系统 COP 由 4.22 增至 5.55, 集热效率由 2.04 降至 1.06, 加热时间由 204min 降至 147min。可以看出, I 对于直膨式太阳能热泵系统性能的影响至关重要。

4.1.2 太阳辐射对制冷剂分布特性的影响

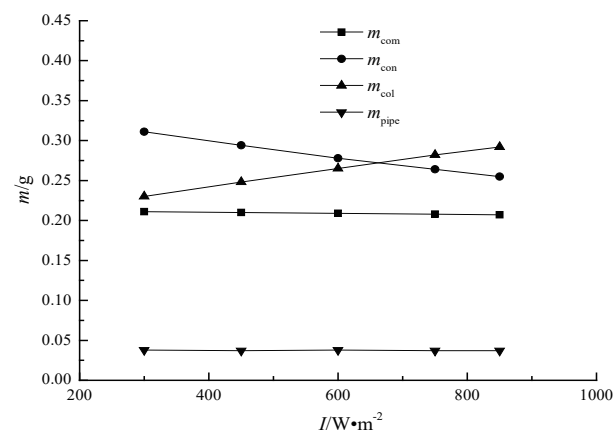


图3 太阳辐射强度对制冷剂分布的影响

图3所示为太阳辐射强度 I 对系统制冷剂分布特性的影响。由图可知, 随着太阳辐射强度 I 的增大, 集热器内制冷剂质量 m_{col} 不断增大, 冷凝器内制冷剂质量 m_{con} 不断减少, 而压缩机内制冷剂质量 m_{com} 和连接管路内制冷剂质量 m_{pipe} 基本没变化。 I 由 $300 W \cdot m^{-2}$ 增大到 $850 W \cdot m^{-2}$ 过程中, m_{con} 由 0.311kg

表1 变频系统模拟值与实验值的对比

工况	太阳辐射 ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	室外温度 / $^{\circ}\text{C}$	初始水温 / $^{\circ}\text{C}$	压缩机转速 /rpm	室外风速 /($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	终止水温 / $^{\circ}\text{C}$	耗时 τ/min		热水得热量 $Q/(\text{kWh})$		压缩机功率 $P/(\text{kWh})$		平均性能系数 COP	
							模拟	实验	模拟	实验	模拟	实验	模拟	实验
1	185	28.0	31.8	3000	0.93	60.1	289	269	1.36	1.48	0.36	0.36	3.81	4.10
2	605	32.2	31.2	4000	0.98	64.2	206	213	2.23	2.15	0.54	0.55	4.11	3.91
3	665	31.9	30.6	4200	1.89	64.4	190	198	2.47	2.37	0.58	0.61	4.26	3.88
4	380	31.8	34.1	4400	1.89	60.1	164	158	2.19	2.28	0.58	0.60	3.79	3.78
5	123	28.9	32.4	4800	1.03	60.1	223	194	1.72	1.98	0.55	0.61	3.14	3.27
6	630	33.3	31.3	4800	0.14	59.4	167	145	2.33	2.69	0.61	0.64	3.80	3.71
7	190	29.3	28.2	2000	2.41	60.0	372	387	1.19	1.14	0.23	0.22	5.20	5.18
8	559	32.7	32.8	2000	2.00	61.0	260	281	1.51	1.39	0.23	0.23	6.50	6.15
9	634	34.0	31.9	3600	1.87	60.1	172	189	2.29	1.95	0.47	0.47	4.85	4.41
10	659	33.7	32.8	2500	2.28	60.2	205	226	1.86	1.68	0.30	0.30	6.19	5.68
11	210	32.2	31.9	3300	0.88	60.0	254	229	1.54	1.71	0.40	0.41	3.84	4.23
12	272	29.8	32.2	5000	1.65	59.2	177	171	2.12	2.19	0.61	0.67	3.45	3.28
13	638	32.7	31.1	5000	0.84	53.3	122	121	2.52	2.54	0.61	0.65	4.10	3.93
14	250	30.3	33.0	2250	1.29	60.6	302	315	1.28	1.22	0.28	0.27	4.60	4.61
平均误差 /%							0.5		0.7		2.6		1.9	

降至 0.255kg, m_{col} 由 0.230kg 增至 0.292kg。

4.2 环境温度的影响

4.2.1 环境温度对系统性能的影响

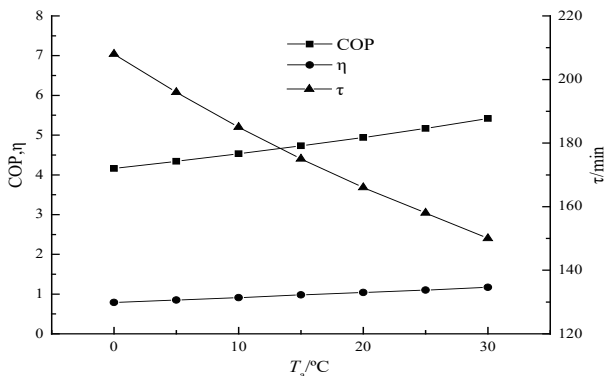


图4 环境温度对系统性能的影响

图4所示为环境温度 T_a 对于系统性能的影响。由图可知,随着 T_a 的升高,系统性能系数 COP 和集热效率 η 均增大,热水加热时间 τ 不断减小。 T_a 由 0°C 增大到 30°C 过程中, COP 由 4.16 增至 5.42, η 由 0.79 增至 1.17, τ 由 208min 降至 150min。由此可知, T_a 对于直膨式太阳能热泵系统性能的影响同样至关重要。

4.2.2 环境温度对制冷剂分布特性的影响

图5所示为环境温度 T_a 对于制冷剂分布特性的影响。由图可见,随着环境温度 T_a 的增大,集热器内制冷剂质量 m_{col} 不断增大,冷凝器内制冷剂质量

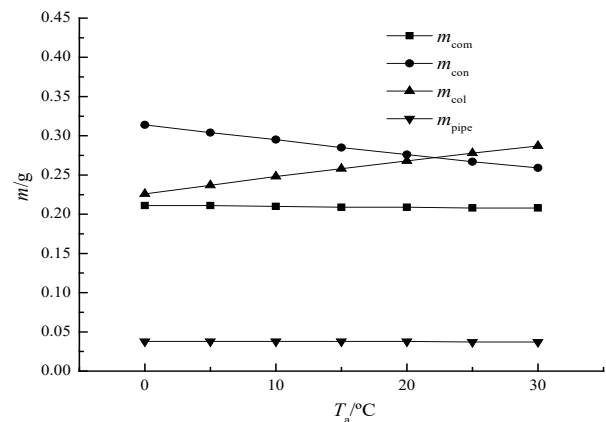


图5 环境温度对制冷剂分布的影响

m_{con} 不断减少,而压缩机内制冷剂质量 m_{com} 和连接管路内制冷剂质量 m_{pipe} 基本没变化,这与太阳辐射强度 I 对系统制冷剂分布特性的影响一致。 T_a 由 0°C 增大到 30°C 的过程中, m_{con} 由 0.314kg 降至 0.259kg, m_{col} 由 0.226kg 增至 0.287kg。

4.3 制冷剂充注量的影响

4.3.1 制冷剂充注量对系统性能的影响

图6所示为系统制冷剂充注量 M 对于系统性能的影响。由图可知,随着 M 的升高,系统性能系数 COP 先减小后保持基本不变,集热效率 η 先增大后保持基本不变,热水加热时间 τ 不断减小且减小幅度不断降低。 M 由 500g 增大到 900g 的过程中, COP 由 6.58 降至 5.19, η 由 0.74 增大到 1.15, τ 由

223min 降至 151min。

4.3.2 制冷剂充注量对制冷剂分布特性的影响

图 7 所示为系统制冷剂充注量 M 对于制冷剂分布特性的影响。由图可知,随着 M 的升高,集热器内制冷剂质量 m_{col} 与冷凝器内制冷剂质量 m_{con} 不断增大,而压缩机内制冷剂质量 m_{com} 和连接管路内制冷剂质量 m_{pipe} 基本没变化。 M 由 500g 增大到 900g 的过程中, m_{con} 由 0.081kg 增至 0.343kg, m_{col} 由 0.166kg 增至 0.303kg。

4.4 压缩机转速的影响

4.4.1 压缩机转速对系统性能的影响

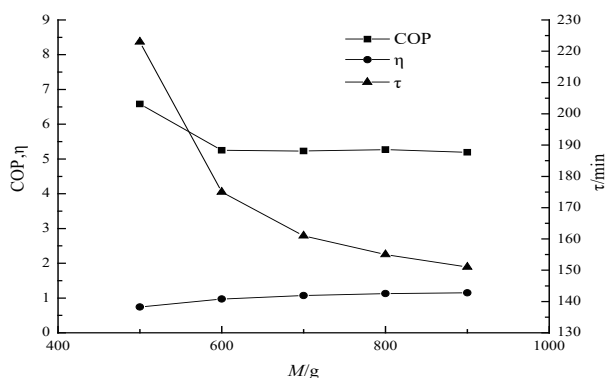


图 6 制冷剂充注量对系统性能的影响

图 8 所示为压缩机转速 n 对于系统性能的影响。

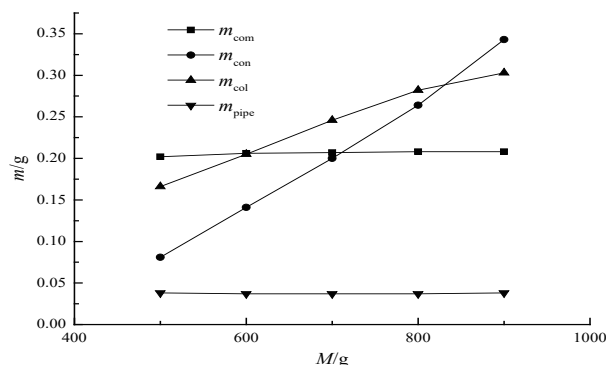


图 7 制冷剂充注量对制冷剂分布的影响

由图可知,随着 n 的增大,性能系数 COP 逐渐减小,集热效率 η 不断增大,热水加热时间 τ 不断减小。 n 由 $2000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 升高到 $5000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的过程中,COP 由 6.95 降至 3.80, η 由 0.97 增至 1.36, τ 由 187min 降至 119min。

4.4.2 压缩机转速对制冷剂分布特性的影响

图 9 所示为压缩机转速 n 对于制冷剂分布特性的影响。由图可知,随着 n 的增大,集热器内制冷剂质量 m_{col} 不断减小,冷凝器内制冷剂质量 m_{con} 不断增大,而压缩机内制冷剂质量 m_{com} 和连接管路内制冷剂质量 m_{pipe} 基本没变化。 n 由 $2000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 升高

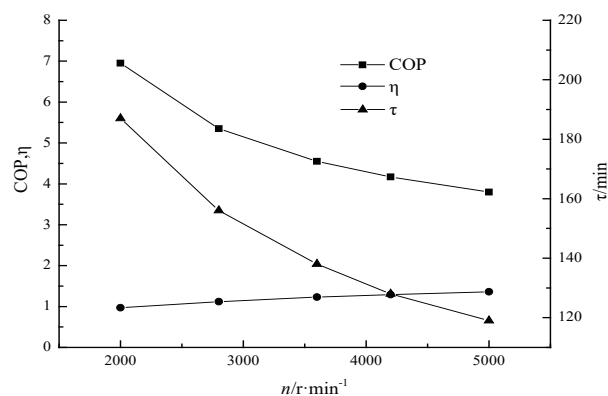


图 8 压缩机转速对系统性能的影响

到 $5000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的过程中, m_{con} 由 0.227kg 增至 0.326kg, m_{col} 由 0.320kg 降至 0.217kg。

5 结论

本文建立了直膨式太阳能热泵热水器系统的仿真模型,编制了以 R134a 为工质的直膨式太阳能热

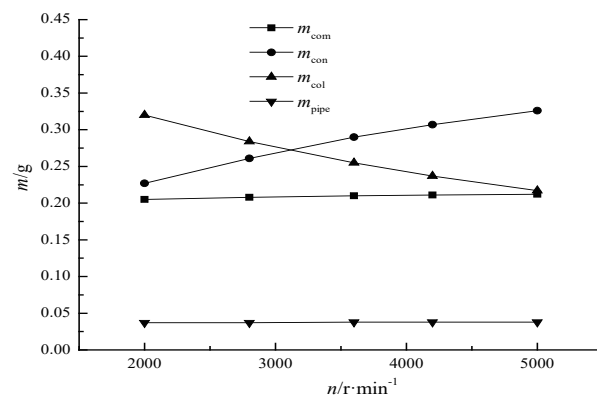


图 9 压缩机转速对制冷剂分布的影响

泵系统性能模拟程序。通过对模拟数据的分析研究,得到以下主要结论:

(1) 太阳辐射强度 I 与环境温度 T_a 这两个环境参数对于直膨式太阳能热泵系统性能提升的效果十分显著,因此系统应尽量在较高的 I 和 T_a 的条件下运行,以保证系统较高的 COP。

(2) 制冷剂充注量 M 和压缩机转速 n 的提高均使系统性能系数 COP 下降,但同时都减少了热水加热时间 τ ,其中压缩机转速 n 对于系统性能的影响最大, n 由 $2000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 升高到 $5000\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的过程中,COP 由 6.95 降至 3.80,下降幅度达 45.3%;制冷剂充注量 M 和压缩机转速 n 的增加均使集热效率 η 增大。

(3) 系统运行过程中制冷剂主要存在于集热器和冷凝器中,且随着运行状况的改变制冷剂会在两者之间迁移调节;压缩机和连接管路中制冷剂相对较少且两者内部制冷剂质量基本无迁移变化。

(下转 59 页)

基于数据分析的热力站调控周期研究

河北工业大学 夏国强 钟健 孙春华 杨澜 柳亚楠 河北工大科雅能源科技股份有限公司 齐成勇

[摘要] 由于建筑热惰性, 供暖建筑室内温度缓慢变化, 因此应当充分利用建筑的热惰性来缓解管网频繁调节的压力波动, 因此满足室温舒适要求的热力站调控周期的获得非常重要。本文在供暖建筑供需平衡理论基础上, 在供热系统工况稳定时利用数据分析方法, 对典型楼栋的无行为节能干扰用户的室内温度变化进行分析, 得到建筑热惰性影响下的室内温度变化速率, 在此基础上确定热力站的调控周期。结果表明: 在供水温度不变工况下, 室内温度受建筑热惰性影响下变化 1°C 的时间在 4.89~8.12h 之间。

[关键词] 建筑热惰性; 延迟时间; 调控周期; 数据分析

1 引言

随着节能技术的进步与设备自动化水平的提高, 供热行业正逐步转化为智能化自动化的按需供热模式。由于建筑热惰性, 室内温度以一定的速率缓慢变化, 因此应充分利用建筑的热惰性来缓解管网频繁调节的波动, 这构成了对热力站至关重要的调控周期。对热力站调控周期的研究大致可分为两种, 一种是利用实际运行数据研究管网与围护结构在室外温度变化或调节行为下的滞后时间, 另一种是利用数值法、黑箱法、函数法等建立区域供热系统的热动态特性仿真模型以研究供热系统的滞后时间。

在相关研究中, 袁闪闪^[1]采用理论分析与实际研究相结合的方法, 分析集中供热系统的动态热特性, 找到了集中供热管网热动态特性中滞后量与衰减度的表达式, 并得到了集中供热管网的滞后时间近似等于管网中流体流动时间的结论。马婉路^[2]从围护结构的传热特性入手, 研究热源参数改变, 室外温度变化等室内温度变化滞后性的响应时间。刘建伟^[3]采取 EnergyPlus 软件模拟, 实验实测以及理论分析的方法, 研究了不同朝向房间外墙内壁温度及室内温度在采暖期内的变化规律。Jose' L.^[4]等人通过研究墨西哥城某现代建筑在特定天气条件和特定调控策略下的热响应, 得出了在特定环境温度下室内温度波动规律随 Kt (综合热传导系数与热容量的商) 变化的趋势。

本文从供暖建筑室温波动理论入手, 结合对实际供热数据的分析, 研究在建筑热惰性影响下的室内温度变化速率, 数据来源为智慧热网节能监控平台 2017/2018 年度的用户供暖数据, 筛选出典型楼栋不存在行为节能的用户, 分析其不同供暖时段目标室温设定值和实际室内温度的变化。

2 供暖建筑室温波动理论分析

由建筑传热理论及供热工程相关理论可知, 供暖建筑在 $d\tau$ 时间内耗热量主要由建筑围护结构传热耗热量、建筑冷风渗透耗热量及建筑冷风侵入耗热量三部分构成, 且均和室内外温差 (t_n-t_w) 线性相关, 其计算式分别为:

$$\int_{\tau_0}^{\tau_1} Q_1(\tau) d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} KF[t_n(\tau) - t_z(\tau)] \alpha \beta d\tau \quad (1)$$

式中: K ——围护结构传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

F ——围护结构的散热面积, m^2 ;

t_n ——室内空气算温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_z ——室外空气综合温度, $^{\circ}\text{C}$;

α ——温差修正系数;

β ——朝向等综合修正系数。

$$\int_{\tau_0}^{\tau_1} Q_2(\tau) d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} 0.278 C_p V \rho_w [t_n(\tau) - t_z(\tau)] d\tau \quad (2)$$

式中: C_p ——干空气的定压比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

V ——建筑冷风渗透体积流量, m^3/h ;

ρ_w ——室外空气温度下的密度, kg/m^3 。

$$\int_{\tau_0}^{\tau_1} Q_3(\tau) d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} N \cdot kF[t_n(\tau) - t_z(\tau)] \alpha d\tau \quad (3)$$

式中: N ——外门冷风侵入附加率, %。

将式 (1)、(2) 及 (3) 合并, 则建筑的耗热量可以写成式 (4) 的形式, 即:

$$\int_{\tau_0}^{\tau_1} Q_n(\tau) d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} \{ -[kFa(\beta + N) + 0.278C_p V \rho_w] \cdot t_z(\tau) + [kFa(\beta + N) + 0.278C_p V \rho_w] \cdot t_n(\tau) \} d\tau \quad (4)$$

在 K 、 F 、 α 、 β 、 C_p 、 V 、 ρ_w 、 N 等参数基本稳定的情况下, 建筑耗热量计算式可以简化为:

$$\int_{\tau_0}^{\tau_1} Q_n(\tau) d\tau = \int_{\tau_0}^{\tau_1} [-a \cdot t_z(\tau) + at_n(\tau)] d\tau \quad (5)$$

式中: $a = kFa(\beta + N) + 0.278C_p V \rho_w$ 。

连续稳定的供热系统, 系统供热量 = 建筑耗热量, 则有公式 (6)。

∫_{τ_0}^{τ_1} mC[t_{2g}(τ)-t_{2h}(τ)]dτ = ∫ [-a · t_z(τ) + at_n(τ)]dτ (6)

式中：m——供热系统流量，kg/s；
C——水的定压比热，kJ/(kg·℃)；
t_{2g}——建筑供热系统供水温度，℃；
t_{2h}——建筑供热系统回水温度，℃。

当在 τ₁-τ₀ 时间间隔内，供热系统供热量维持不变时，并对公式（6）积分，进一步变换成式（7）。

t_n(τ_1)-t_n(τ_0) = t_z(τ_1)-t_z(τ_0) + mC(t_{2g}-t_{2h}) / a (7)

根据公式（7）分析，当在 τ₁-τ₀ 时间间隔内，供热系统供热量维持不变时，若室外综合温度从 τ₀ 至 τ₁ 为升温过程，则室内温度也是升温过程；反之，若室外综合温度从 τ₀ 至 τ₁ 为降温过程，则室内温度也为降温过程。若建筑房间热特性不同，即公式（7）中 a 不同，则在该时间段内室温随着室外温度的波动程度将不同。通过 τ₁-τ₀ 时间内室内温度的变化值，即供暖建筑在热惰性影响下的室内温度变化速率，作为进一步分析确定供热系统在室温允许波动范围内的调控周期。

3 建筑室内温度变化速率分析

为了得到建筑热惰性影响下的室温变化速率，应选取具有代表性的研究样本，并排除内热源的干扰，故选取供热量不变的工况，对典型楼栋无行为节能干扰用户的室内温度变化进行统计分析。选取的多层建筑 A 栋和高层建筑 B 栋建于 2007 年，普通居住建筑，有一定的代表性，因此作为典型建筑进行研究。同时选取典型位置，研究其最佳与最不利用户的室内温度变化速率。其中 A 栋楼总用户为 36 户，入住 28 户，入住率 78 %；B 栋楼总用户 120 户，入住 89 户，入住率 74 %。

表 1 A 楼代表位置的典型用户

位置	西侧	中间	东侧
顶层	A1-601	A2-602	—
中间层	A1-401	A3-401	A3-402
最底层	A1-101	A2-102	A3-102

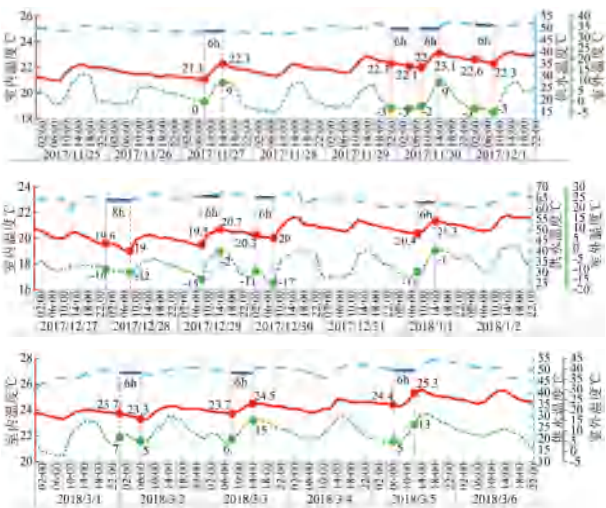


图 3.1 A3-401 用户室内温度与室外温度变化时间

3.1 典型多层建筑室内温度变化速率分析

选取典型多层建筑 A 楼栋中的 9 个代表位置，即建筑物西侧、中间和东侧的顶层、中间层和最底层的位置，如表 1 所示，A1-101 表示 A 楼栋 1 单元 1 层的 1 号用户，“—”表示该位置用户无可用数据或不满足温控阀全开的要求。选取初寒期、高寒期和末寒期的代表日，分析室内温度变化速率。

典型用户 A3-401：该用户处于中间位置，用户设定温度为 26~30℃，整个采暖季温控阀常开。用

表 2 A 栋楼室内温度变化速率汇总表

位置	西侧			中间			东侧		
顶层	A1-601			A2-602			—		
	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期			
	-0.075	-0.167	-0.058	-0.058	-0.075	-0.067			
	0.125	0.117	0.083	0.083	0.142	0.075			
中间层	A1-401			A3-401			A3-402		
	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期
	-0.092	-0.081	-0.083	-0.042	-0.063	-0.067	-0.042	-0.092	-0.050
	0.167	0.200	0.175	0.192	0.175	0.142	0.092	0.133	0.100
最底层	A1-101			A2-102			A3-102		
	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期
	-0.133	-0.188	-0.133	-0.092	-0.094	-0.050	-0.067	-0.088	-0.050
	0.150	0.233	0.183	0.133	0.142	0.125	0.175	0.117	0.133

户在代表日的室内温度变化趋势如图2所示,单位时间内室内温度的下降速率和上升速率如表2所示。

汇总以上各典型住户计算结果,见表2。典型多层建筑A栋楼室温速率变化分析:一般情况下,初寒期:两侧用户的下降速率和上升速率比中间用户高;高寒期:两侧用户的下降速率比中间用户高,中间层的三个位置上升速率较顶层和底层高,上升速率均在 $0.117^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以上;末寒期:各位置的室温下降速率相差不多,中间层与底层的上升速率较顶层高。存在个别用户室温变化超出上述规律之外,是因为邻室无人居住而造成的。

3.2 典型高层建筑室内温度变化速率分析

选取典型高层建筑B楼栋中的9个代表位置,如表3所示,B2-1002表示B楼栋2单元10层2号用户,“—”表示该位置用户无可数据或不满足温控阀全开的要求。选取初寒期代表日,总结室内温度变化速率规律。

表3 B楼代表位置的典型用户

位置	东侧	中间	西侧
顶层	—	B2-1002	B3-1004
中间层	B1-501	B2-601	B3-504
最底层	B1-101	—	—

典型用户B2-601:该用户处于中间的中间层位置,用户设定温度为 $26\sim 30^{\circ}\text{C}$,整个采暖季温控阀常开。用户在代表日的室内温度变化趋势如图2所示。汇总各典型位置用户计算结果,见表4。典型高层建筑B楼栋室温速率变化分析:一般情况下,初寒期:两侧用户的下降速率和上升速率比中间用户高;高寒期:西侧用户的下降速率比中间用户高,两侧用户的上升速率较中间底;末寒期:各位置的

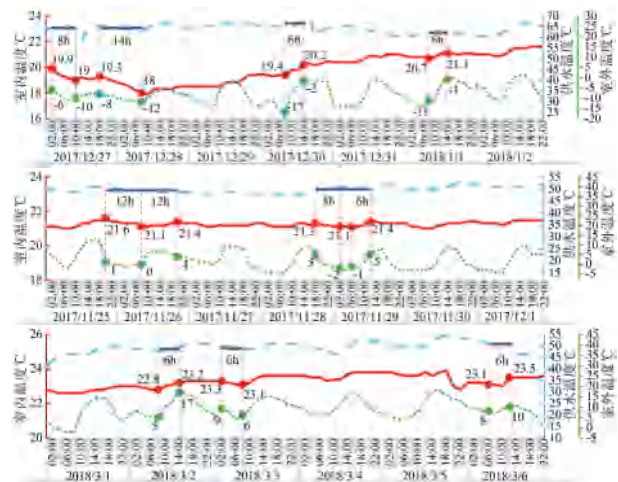


图2 B2-601用户

室温下降速率相差不多,顶层用户的下降速率略高,中间层与底层的上升速率比顶层底。存在个别用户室温变化超出上述规律之外,是因为邻室无人居住而造成的。

4 基于室内温度变化速率的热力站调控周期确定

通过第3节的分析结果,得到在建筑热惰性影响下,用户的室内温度在8~14点升高,在14点~次日8点缓缓下降。为了保证用户的舒适性,研究初寒期、高寒期和末寒期三个时期室内温度上升 1°C 和下降 1°C 最快达到的时间,即最不利用户的室内温度变化时间,以该时间为基准研究热力站的调控周期,保证最不利用户的室内温度值。

最不利用户的室内温度变化时间如表5所示。三个时期下降速率的最大值分别为 $0.133^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 、 $0.188^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 、 $0.133^{\circ}\text{C}/\text{h}$;上升速率的最大值分别为 $0.192^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 、 $0.233^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 、 $0.183^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。三个时期下降 1°C 的时间分别为7.52h、5.32h和7.52h;上升 1°C

表4 B楼栋室内温度变化速率汇总表

位置	东侧			中间			西侧		
顶层	—			B2-1002			B3-1004	高寒期	末寒期
				初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期
				-0.042	-0.052	-0.067	-0.042	-0.068	-0.067
				0.125	0.133	0.117	0.063	0.038	0.083
中间层	B1-501			B2-601			B3-504		
	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期	初寒期	高寒期	末寒期
	-0.092	-0.079	-0.03	-0.033	-0.103	-0.03	-0.075	-0.108	-0.042
	0.083	0.067	0.083	0.038	0.100	0.067	0.142	0.133	0.100
最底层	B1-101			—			—		
	初寒期	高寒期	末寒期						
	-0.050	-0.092	-0.050						
	0.033	0.050	0.050						

的时间分别为 5.21h、4.29h 和 5.46h。由此可知,在供水温度不变工况时,室内温度受建筑热惰性影响下变化 1℃ 的时间在 4.29~7.52h 之间。

表 5 最不利用户的室内温度变化时间

时期	下降速率 / (℃/h)	下降 1℃ 的时间 /h	时期	上升速率 / (℃/h)	上升 1℃ 的时间 /h
初寒期	-0.133	7.52	初寒期	0.192	5.21
高寒期	-0.188	5.32	高寒期	0.233	4.29
末寒期	-0.083	7.52	末寒期	0.175	5.46

在室内温度变化 1℃ 时间的基础上叠加供热管网的滞后时间,从而确定热力站调控周期。由于顾吉浩^[6]论文中的研究对象与本文相同,故直接采用其管网滞后时间的研究结果,该研究中,通过热力站处与最远端用户的供水温度峰值的时间差值得到管网的滞后时间。热力站与最远端用户的供水温度趋势如图 4.1 所示:由图示可知,11 月 5 日、11 月 7 日和 11 月 9 日峰值时间差值均为 36 min。其中,热力站到最远端用户的水平管道长度为 1 450 m,垂直管道长度为 27 m。叠加管网传输滞后时间后,得到热力站的调控周期应在 4.89~8.12 h 之间。

5 结论

(1) 通过对建筑传热理论及供热工程相关理论的分析,得出式(2.7),对其分析发现在一定时间内,当供热系统供热量维持不变时,室内温度波动随着室外温度波动而相应变化,同时波动幅度与建筑房间热特性 α 有关。

(2) 基于实际运行数据分析典型楼栋中典型位置用户室内温度变化速率,发现在初寒期:多层与高层建筑两侧用户的下降速率和上升速率比中间用户高;在高寒期:多层建筑两侧用户的下降速率比中间用户高,中间层的三个位置上升速率较顶层和底层高,高层建筑西侧用户的下降速率比中间用户高,两侧用户的上升速率较中间底;在末寒期:多层建筑与高层建筑各位置的室温下降速率相差不多,中间层与底层的上升速率较顶层高,高层建筑顶层用户的下降速率略高,中间层与底层的上升速率比顶层底。

(3) 以最不利用户为基准,叠加供热管网的滞后时间,从而确定热力站调控周期可在 4.89~8.12 h 之间。

参考文献

- [1] 袁闪闪. 集中供热系统的热动态特性研究: [硕士学位论文]. 天津. 天津大学, 2010.
- [2] 马婉路. 二次管网平衡调节策略及其动态热特性研究: [硕士学位论文]. 天津. 河北工业大学, 2017.
- [3] 刘建伟. 建筑物综合热惰性的研究: [硕士学位论文]. 天津. 天津大学, 2007.
- [4] L José, Fernández, Miguel A. Rapid on-site evaluation of thermal comfort through heat capacity in buildings[J]. Energy and Buildings, 2005, 37: 1205-1211.
- [5] 顾吉浩. 热负荷预测及源网荷联动的优化运行策略研究: [博士学位论文]. 天津. 河北工业大学, 2020.
- [6] 彭金梅, 罗会龙, 崔国民, 等. 热泵技术应用现状及发展动向[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(5): 54-59.
- [7] 杨昭, 吴曦, 尹海蛟, 等. 低温室效应 HCFCs 替代物性能分析[J]. 制冷学报, 2011, 32(1): 1-6.
- [8] 孔祥强, 林琳, 李瑛, 等. R410A 充注量对直膨式太阳能热泵热水器性能的影响[J]. 上海交通大学学报, 2013, 47(3): 370-375.
- [9] KONG Xiangqiang, LIN Lin, LI Ying, et al. Effect of refrigerant charge on the performance of a direct expansion solar assisted heat pump water heater using R410a [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2013, 47(3): 370-375.
- [10] 蔡芳芳, 刘乃玲, 张成, 等. 直流变频空气源热泵热水器的实验研究[J]. 制冷与空调, 2010, 24(1): 93-96.
- [11] CAI Fangfang, LIU Nailong, ZHANG Cheng, et al. Experimental study on current frequency conversion air source heat pump water heater [J]. Refrigeration & Air Condition, 2010, 24(1): 93-96.
- [12] EKREN O, SAHIN S, ISIER Y. Comparison of different controllers for variable speed compressor and electronic expansion valve [J]. International Journal of Refrigeration, 2010, 33 (6): 1161-1168.
- [13] 旷玉辉, 王如竹, 许煜雄. 直膨式太阳能热泵供热水系统的性能研究[J]. 工程热物理学报, 2004, 25(5): 737-740.
- [14] KUANG Yuhui, WANG Ruzhu, XU Yuxiong. Studies on the performance of a direct-expansion solar-assisted heat pump water heating system [J]. Journal of Engineering Thermophysics, 2004, 25(5): 737-740.
- [15] KONG X Q, ZHANG D, LI Y, et al. Thermal performance analysis of a direct-expansion solar-assisted heat pump water heater [J]. Energy, 2011, 36 (12): 6830-6838.
- [16] 孔祥强, 杨允国, 林琳, 等. R410A 直膨式太阳能热泵热水器制冷剂分布特性[J]. 农业工程学报, 2014, 30(12): 177-183.
- [17] 邱峰, 谷波, 曾伟平, 等. 基于 R410A 的板式换热器两相仿真计算模型[J]. 制冷学报, 2010, 31(1): 39-44.

(上接 55 页)

参考文献

- [1] 彭金梅, 罗会龙, 崔国民, 等. 热泵技术应用现状及发展动向[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2012, 37(5): 54-59.
- [2] 杨昭, 吴曦, 尹海蛟, 等. 低温室效应 HCFCs 替代物性能分析[J]. 制冷学报, 2011, 32(1): 1-6.
- [3] 孔祥强, 林琳, 李瑛, 等. R410A 充注量对直膨式太阳能热泵热水器性能的影响[J]. 上海交通大学学报, 2013, 47(3): 370-375.
- [4] KONG Xiangqiang, LIN Lin, LI Ying, et al. Effect of refrigerant charge on the performance of a direct expansion solar assisted heat pump water heater using R410a [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2013, 47(3): 370-375.
- [5] 蔡芳芳, 刘乃玲, 张成, 等. 直流变频空气源热泵热水器的实验研究[J]. 制冷与空调, 2010, 24(1): 93-96.
- [6] CAI Fangfang, LIU Nailong, ZHANG Cheng, et al. Experimental study on current frequency conversion air source heat pump water heater [J]. Refrigeration & Air

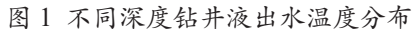
中国建筑西北设计研究院有限公司 宋晗 周敏 陕西中煤新能源有限公司 刘博洋

〔关键词〕 低温热水供暖; 低温地板辐射供暖; 强迫对流散热器; 毛细管地板辐射供暖

陕西省蓝田县处于秦岭与渭河断陷盆地的接触带,两者以秦岭山前深断裂分界,该断裂对该地区的地热条件起着重要的控制作用,为该地区拥有丰富的地热水资源创造了条件。该地区随地层深度的变化,地热水温度呈现明显的梯度变化,通过钻取较浅的地热井即可获取较高温度的地热水,且该地区开发了大量的温泉项目,温泉水排水温度均在 38°C 左右,对其余热的回收利用也可为该地区带来一定的节能及经济效益。鉴于该地区层次丰富的地热水资源,可灵活地采用不同的供暖末端形式,若仍仅采用常规的散热器供暖形式或地板辐射供暖形式,就容易造成高温热水“高温低用”,低温热水弃而不用的问题,本文即针对这一问题,对陕西省蓝田县特殊地热条件下供暖系统末端形式的适宜性进行研究。

为了对蓝田县地下水温度分布情况有一个充分的了解,在位于蓝田县某疗养院内打一口 500 米深的水井,在打井过程中不断对换热井循环液温度进行测试,测试程序为在井下每 10 米设置一个测试点,测试时将钻井液打入相对应的地下深度进行换热后抽出,接着对其抽水温度进行测量,将不同深度钻井液出水温度的测量结果做成图 1 所示柱状图。

基金项目: 国土资源部煤炭资源勘查与综合利用重点实验室
2019 年度开放基金研究课题 (No. KF2019-3) 资助



实测井深 500m 时的出水温度对不同深度下换热井循环液的温度进行线性差分修正, 计算出不同地下深度的实际出水温度, 计算结果如表 1 所示。同时对蓝田县 A、B、C、D、E 5 个温泉项目进行走访调查测试, 并对其温泉排水温度进行测试, 测得 5 个温泉项目平均排水温度为 37.3℃。

定位点	地下 100m	地下 200m	地下 300m	地下 400m	地下 500m	温泉排水
温度(℃)	39.5	50.3	58.1	63.2	68	37.3

60 | 建筑环境与能源 | 2021年第12期

度 300m 时井口出水温度可达到 58℃, 在小型区域供热项目中, 无需考虑长距离的输送能耗, 因此可直接采用低温热水小温差的供热方式, 不仅可以有效利用温泉排水的废热、且能减小打井深度, 节约能耗的同时减少项目初投资, 对应的其供暖末端适宜采用小温差的低温供暖末端。下文即对各种常用的供暖末端形式的特点进行对比分析, 并通过实测从供回水温度的适宜性及房间热舒适性两个角度对三种低温供暖末端的供暖效果进行对比分析。进而分析适宜蓝田县特殊地热条件的供暖末端形式。

3 常用供暖末端形式特点及供暖效果对比

目前我国应用最为广泛的供暖末端形式有散热器供暖、低温地板辐射供暖、全空气及风机盘管供暖等。这些供暖形式技术发展成熟、运行可靠, 是供暖末端形式选择的优先考虑对象。近年来随着供暖及节能技术的不断发展, 毛细管辐射供暖系统也得到了越来越多的应用, 同时新的供暖产品不断诞生, 强迫对流散热器作为新品之一得到了广泛的关注, 尤其是其在低温供暖领域的良好表现。本文首先对这几种供暖末端形式的特点进行对比分析, 详见表 2 所示。

表 2 常用供暖末端形式特点对比表

供暖末端系统形式	供回水温度范围	优点	缺点
散热器 ^{[1][2]}	宜: 75℃/50℃; 供水温度不宜大于 85℃; 供回水温差不宜小于 20℃	技术成熟、应用范围广、安装方便, 散热效果较好等。	占用一定的室内建筑面积等。
低温地板辐射供暖系统 ^{[2][3]}	供水温度宜: 35℃~45℃, 不应大于 60℃; 供回水温差宜: 5℃~10℃	热舒适性好、卫生条件好、不占用室内建筑面积、节能、可有效利用低温热水及废热等。	占用一定的室内建筑空间高度、维修较困难等。
毛细管辐射供暖系统 ^[2]	供水温度宜: 顶棚: 25~35℃; 墙面: 25~35℃; 地板: 30~40℃	无噪音、热舒适性好、节省建筑空间、安装灵活、可同时供冷、节能等。	设计难度较高、对水质要求高等。
全空气空调系统/风机盘管 ^{[1][2]}	供水温度宜: 50℃~60℃, 严寒地区用于预热宜大于 70℃; 供回水温差宜: 10℃~15℃	热惰性小、升温快、可同时供冷等。	产生噪声、有一定的吹风感、热量及风量匹配容易失当。
强迫对流散热器	供水温度: 20~40℃; 供回水温差宜 5℃	风量小, 吹风感小、可有效利用低温热水及废热等。	占用一定的室内建筑面积等。

根据对以上几种供暖末端形式特点的对比可知, 低温地板辐射供暖、毛细管辐射供暖及强迫对流散热器供暖作为三种低温热水供暖末端更适合蓝田地区的地热条件。下文通过实验测试对这三种供暖末端形式的供暖效果进行对比分析。

4 测试方案^{[4][5]}

本实验实验房为单独的一栋一层小房子, 建筑面积 12.6m², 门窗均开在南面外墙, 房子门窗均

做了密封处理, 实验时门窗关闭。房子外墙与屋面均做了外保温, 传热系数为 0.409W/(m²·K), 窗子为 6mm+12mm 厚空气间层+6mm 的中空玻璃, 传热系数为 2.5W/(m²·K), 地板做保温处理。实验房内分别安装低温地板辐射供暖系统及强迫对流散热器供暖系统, 低温地板辐射供暖系统盘管间距 200mm, 距墙 150mm。强迫对流散热器一组, 额定散热量为 1242W。

在房间中心布置温度传感器(型号: WWZY-1)一组, 温度传感器的高度分别为、距地面 0.1m、1m、1.5m、2.1m、2.3m, 用于测试不同供水温度的情况下的室内温度。测试时间为 2019 年 1 月 10 日~2019 年 1 月 26 日。通过控制两种供暖末端的供水温度, 测试其室温, 并分析室内垂直高度上的温度分布情况。下表为其实测工况表。

表 3 实测工况表

测试日期	天气	当日室外温度(℃)	测试工况
2019.1.10	多云	-3~-11	控制供水温度为 40℃, 末端开启多功能散热器
2019.1.11	晴	-2~-10	控制供水温度为 35℃, 末端开启多功能散热器
2019.1.13	晴	-1~-10	控制供水温度为 30℃, 末端开启多功能散热器
2019.1.14	阴	-5~-17	控制供水温度为 40℃, 开启地板辐射供暖系统
2019.1.25	晴	-5~-14	控制供水温度为 35℃, 开启地板辐射供暖系统
2019.1.26	多云	-1~-10	控制供水温度为 30℃, 开启地板辐射供暖系统

5 结果分析

5.1 三种供暖末端在不同供水温度下的供暖效果

因实验条件限制, 毛细管辐射供暖系统数据主要来自于文献^{[7][8]}中的毛细管地板辐射供暖系统的实测数据, 通过线性差分法对其进行修正后参与本文的分析对比。根据实测结果, 三种供暖末端在供水温度分别为 30℃、35℃及 40℃情况下, 室内从夜间 0 点至第二天中午 12 点的平均温度情况如下图所示。

从图中可以看出在定供水温度分别为 30℃、

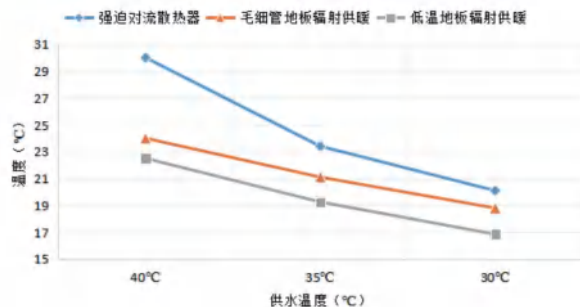


图 2 不同供水温度情况下室内温度的变化情况

35℃及40℃情况下,采用强迫对流散热器能实现更高的室内温度,在供水温度为30℃时,末端开启强迫对流散热器,室内12小时的平均温度可以达到20℃;毛细管地板辐射供暖末端在低温供暖的情况下也能达到理想的室温效果,在供水温度为30℃时,室内12小时的平均温度可以达到19℃。低温地板辐射供暖末端在供水温度为30℃时,室内12小时平均温度为17℃,在夜间温度较低的情况下不能保证室内温度可以满足人的热舒适需求。但是在供水温度为40℃时毛细管地板辐射末端及低温地板辐射末端均能达到理想的室内温度效果,而采用强迫散热器供暖末端的室内12小时平均温度可以达到近30℃,造成房间过热的同时也浪费能耗。由此可以得出结论,强迫对流散热器及毛细管地板辐射供暖在供暖温度为30℃时即可达到良好的供暖效果,对于低温热源的利用方面潜力巨大,低温地板辐射供暖末端也可较好的实现低温供热,但相对上述两种供暖末端效果略差。

5.2 房间中心垂直方向温度分布情况^{[9][10]}

由上述分析可知,在定供水温度为35℃时三种供暖末端均能取得良好的供暖效果,因此对定供水温度为35℃的工况下,室内垂直方向的温度进行测试,测试结果房间中心距地面为0.1m、1m、1.5m、2.1m、2.3m高度上的温度分布如下图所示。

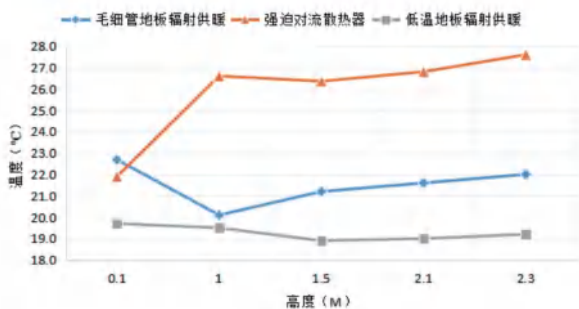


图3 不同供水温度情况下室内温度的变化情况

从图中可以看出采用低温地板辐射供暖室内垂直方向12小时平均温度介于19℃~20℃之间,垂直方向上温差最大不超过1℃,人员热舒适性良好。采用毛细管地板辐射供暖在垂直方向上温度首先降低,在距地面1m处逐渐升高,其中在距地面0.1m到1m的高度上温差较大,达到了2.6℃,人员热舒适感相对较差。采用强迫对流散热器,室内下方温度低,上方温度高,其中在距地面0.1m到1m的高度上温差达到近5℃,人员热舒适感差。综合上述分析,这三种供暖末端的热舒适性从好到差依次为低温地板辐射供暖末端、毛细管地板辐射末端、强迫对流散热器末端。

6 结论及展望

1) 根据对蓝田县地热水资源温度分布的分析可知,本地区采用低温热水供热具有更好的经济性及节能性,因此其供暖末端方式也应对应地采用低温热水供暖末端。

2) 低温地板辐射供暖末端、毛细管地板辐射供暖末端及强迫对流散热器供暖末端均为良好的低温供暖末端方式。通过实测研究可知,三种供暖末端方式在供水温度为30℃~40℃之间均能实现良好的供暖效果。

3) 从供水温度适宜性的角度分析可知,强迫对流散热器在更低的供水温度情况下能实现相对更高的室内温度,在低温热水供暖方面具有更大的潜力。从室内热舒适的角度分析可知在定供水温度情况下采用低温地板辐射供暖末端室内人体感觉最舒适、其次是毛细管地板供暖末端、采用强迫对流散热器供暖末端室内人体感觉最不舒适。

4) 从技术特点分析可知,低温地板辐射供暖末端目前应用最为广泛、技术最成熟、普遍接受度更高,但安装需占一部分建筑层高;毛细管辐射供暖末端运行无噪音、安装灵活,但设计难度大,对水质要求高;强迫对流散热器末端具有室内升温快、无热惰性等优点,但其热舒适性相对较差,在选择供暖末端方式时应综合考虑其各方面的特点。

5) 本文目前存在的研究方面的不足之处:采用强迫对流散热器供暖末端室内在距地面0.1m~1m的高度上温度梯度大,人员腿部以下部位会明显感觉不舒适,在设计时应注意避免此问题,本文尚未涉及对此问题解决方案的研究,在后续的工作中会展开对此问题的研究。

参考文献

- [1]GB 50736-2012. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S]. 2012.
- [2]陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2007.
- [3]JGJ 142-2012. 辐射供暖供冷技术规程[S]. 2012.
- [4]GB/T 50785-2012. 民用建筑室内热湿环境评价标准[S]. 2012.
- [5]周浩. 低温热水供暖末端装置适宜的供热系统研究[D]. 哈尔滨, 哈尔滨工业大学, 2012.
- [6]战乃岩, 沈翔欧, 赵艳萍. 不同供热形式末端性能研究[J]. 节能技术与应用, 2019, 38(02): 65-68.
- [7]陈金华, 杨雯芳, 沈雪莲等. 不同供水工况毛细管网地板辐射供暖实验研究[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2017, 44(11): 205-212.

(下转 65 页)

地板辐射与散热器系统的供暖特性对比

安徽工业大学建筑工程学院 龚家俊 赵雯雯 黄志甲 张样

[摘要] 为了研究夏热冬冷地区供暖末端差异性,建立了空气源热泵+地板辐射/散热器供暖实验平台,测试了室内设计温度分别为18℃、20℃时,地板辐射与散热器供暖房间内的空气温湿度、各围护结构内表面温度、黑球温度等参数。结果表明:在不同末端相同供暖室内计算温度环境对比下,地板辐射供暖相较于散热器的室内热环境参数波动平稳,“下热上冷”现象更加明显、相邻壁面间传热损失小、热舒适性好,但存在升温速率较慢、向下热损失大等短板;在相同末端不同供暖室内计算温度环境对比下,适当升温可明显提高室内热环境质量和升温速率、减少向下热损失和相邻传热损失、提高室内舒适度,且该措施在地板辐射供暖中要比在散热器供暖中效果更加明显;建议该地区地板辐射供暖室内设计温度为20℃。

[关键词] 夏热冬冷地区;地板辐射供暖;散热器采暖;室内设计温度;舒适性;实验研究

0 引言

近年来,随着经济的快速增长和人们生活质量的逐步提高,夏热冬冷地区建筑供暖需求日趋显现,但由于该地区并未实行集中供暖政策^[1],在面对“冷冬”的频繁出现,大多居民选择采用分体空调供暖^[2],但该方式存在供暖能力不足、室内舒适性差及能耗高等缺陷^[3]而被人们所诟病;近几年随着地板辐射和散热器散热末端在该区域的广泛应用^[4],研究对比地板辐射与散热器两末端供暖系统差异性,为选择最佳采暖方式提供参考,具有重要的现实意义。

相关研究已表明长江流域冬季不供暖室内热环境极其恶劣^[5-6],而末端作为改善室内环境的供暖系统中重要组件,其各项性能被学者们广泛研究。在室内热环境方面,学者^[7-8]通过实验对比研究得出地板辐射采暖相较于散热器供暖室内气温波动更加均匀、无噪音。同样的也有学者通过数值模拟^[9-10]得出地板辐射供暖使得脚部位置更加温暖,从而减少由“寒从脚入”带来的疾病问题;当然,采用不同的供暖末端其房间各相邻壁面间温度方面,手册^[11]中解释是地板辐射供暖由于围护结构内表面和室内其他物体表面的温度都要比散热器供暖高,人体散热少,同等条件下在地板辐射供暖房间内会觉得更加舒适。对于热舒适性,学者通过研究得出地板辐射供暖室内热舒适性最好^[12-13]。但是由于辐射供暖室内空气龄较长,室内空气流动性较小,地板辐射供暖并不能提供优良的舒适性^[14-15]。

综上可发现,关于地板辐射与散热器供暖差异性多从不同末端室内热环境差异性对比研究,对于

结合对比相同末端、不同供暖室内计算温度下供暖差异性研究较少。因此,本文用空气源热泵为主机提供低温热源,搭建地板辐射、散热器末端进行实验,综合两方面对比研究末端供暖差异性,为空气源热泵+地板辐射/散热器系统在夏热冬冷地区供暖推广应用提供参考。

1 研究方法

1.1 实验平台

实验平台见图1。该房间面积为36.9m²,长、宽、高尺寸分别为8.2m、4.5m、4.4m,门宽、高尺寸分别为1.5m、2.5m,两外窗宽、高尺寸都为1.65m、1.8m,外窗材料为铝合金单层窗,玻璃厚度为5mm;240mm外墙保温材料使用EPS板,内墙为200mm厚实心砖墙。地板辐射使用PE-RT管材,管内/外径大小为20/25mm,管间距为150mm,采用回折式敷设,湿式地暖地面结构层从上往下依次是10mm瓷砖地面层、30mm混凝土填充层(PE-RT地暖管)、20mmXPS保温板层、楼板地面层;西面墙壁安装铸铝散热器。

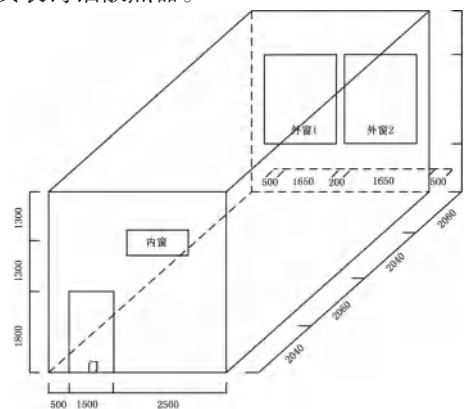


图1 实验房间

基金项目: 国家级大学生创新创业项目资助
(项目编号: 201910360042)。

该实验系统主要由空气源热泵机组（KFIRS-19II/LLG）、缓冲水箱、室内供暖末端（地暖盘管/暖气片）及相应输配管路等组成，利用空气源热泵主机取 50℃~60℃ 热水，经过缓冲水箱调温后通过循环水泵送入管道进行供热，供热后热水再流回缓冲水箱中进行循环换热。实验系统原理如图 2 所示。

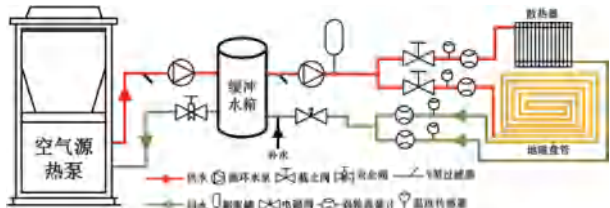


图 2 实验系统原理图

1.2 实验目的

为充分了解地板辐射和散热器两种末端供暖差异性，实验测试两种采暖模式下房间室内空气温湿度、各围护结构内壁面温度等参数，对比分析两种供暖模式下室内热环境、热舒适性、围护结构散热差异性。

1.3 实验方案

本次实验是在安徽工业大学辐射供暖实验平台上进行，测试时间为 2020 年 1 月 1 日~7 日（8:00-21:30），测试对象为空气源热泵+地板辐射/散热器两末端供暖。测试期室外多云或小雨，室外测试条件满足规范^[16]中冬季测试不宜在晴天中进行的要求。为减少外界因素对实验结果的影响，避免人员走动或频繁开启门。

空气源热泵主机设定供水温度区间为 50℃~52℃；由于循环水泵为定流量泵，所以系统按照最大流量运行；在供暖室内设计温度的选取上，规范^[17]中规定：夏热冬冷地区冬季供暖室内计算温度宜采用 16℃~22℃；然而规范^[18]中规定：冬季采暖室内设计温度应取 18℃；但是相关学者结合夏热冬冷地区气候特点并考虑满足住宅室内环境、人体热舒适、建筑节能等多方面因素得出：冬季供暖室内设计温度以 20℃ 左右为宜，不宜高于 21℃^[19]。基于上述分析，本次供暖实验室内空气设计温度选取 18℃ 和 20℃ 两种温度工况，具体实验工况见表 1。

表 1 实验工况

序号	供暖方式	设定室温
工况 1	地板辐射	18℃
工况 2	地板辐射	20℃
工况 3	散热器	18℃
工况 4	散热器	20℃

1.4 实验仪器

室内外温湿度由 TR-72wf 温湿度自记录仪测量，测量间隔为 10min/次；供回水温度用 5kΩ 嵌入式热电阻测量；地板表面温度、室内围护结构内表温度均用 K 型热电偶测量，在地板表面、围护结构内表面对角线上的三等分处分别布置 3 个测点^[16]，测量间隔为 10min/次；将热舒适仪放置在房间中央离地面 0.8m 处用来测试 PMV、PPD、空气温湿度^[16]；设备耗电量使用智能电表对其进行测量。测试仪器参数及测试范围见表 2。

表 2 实验测试仪器

测试内容	测试仪器	型号	测试范围
室内外空气温湿度	温湿度自记录仪	TR-72wf/ui	-10 ~ 60℃， 10 ~ 95%
壁面温度	热电偶	K 型	-200℃ ~ 1300℃
系统供回水温度	热敏电阻	5KΩ	0 ~ 70℃
黑球温度	热舒适仪	MI6201	-20℃ ~ 60℃

2 结果与分析

2.1 室外空气参数

实验期间室外空气参数变化见图 3。由图知，四种工况下室外气温总体均呈“平稳”波动，且数值均在 12℃ 以下。说明整个测试期间室外环境波动对实验影响较小。

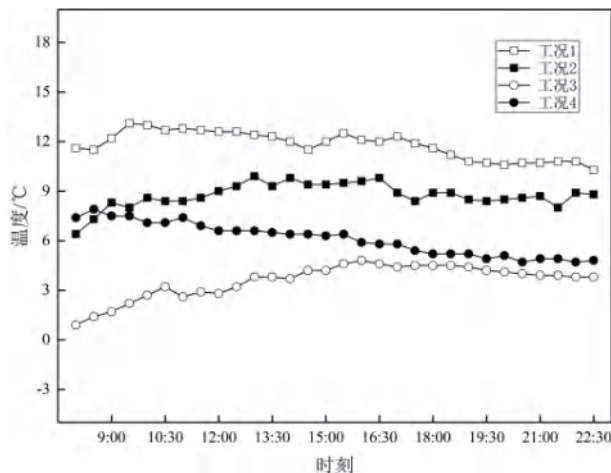


图 3 室外空气参数变化

2.2 室内空气参数

图 4 为实验期间室内空气参数随供暖时间的变化，由图知：

1) 工况 1、2、3、4 室内平均气温分别为 18.7℃、20.8℃、18.0℃、20.2℃，认定达到所设定的工况要求^[17]。

2) 不同末端下高温工况 2、4 对比，在系统稳

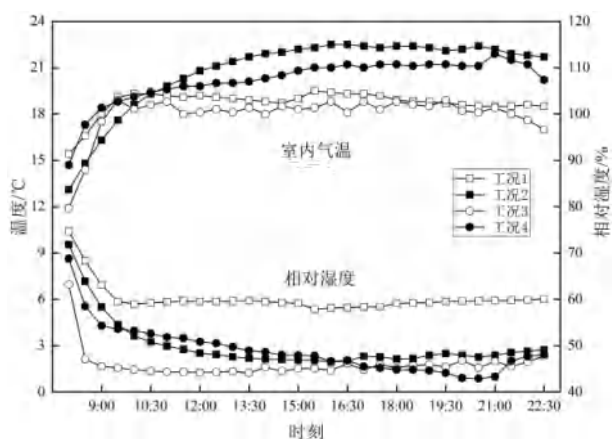


图4 室内空气温湿度变化

定运行后地板辐射供暖室温高于散热器,相对湿度波动范围相较于散热器较平稳;低温工况1、3对比,地板辐射供暖室内气温、相对湿度明显高于散热器,且满足冬季民用建筑长期逗留区域Ⅱ级热舒适^[17];工况1、2、3、4对比得,以供暖室内温度上升至16℃^[17]所需时间来比较不同末端温升热响应速率大小,其单位时间温升大小分别为:2.4℃/h、3.2℃/h、3.1℃/h、4.8℃/h。由此可见,低温下地板辐射供暖室内热环境优于散热器更加明显,但升温速率较慢,适当升温可改善室内环境质量,提高温升速率。

3) 相同末端下工况1、2对比,日平均值温度分别为18.7℃、20.8℃,相对湿度分别为60.2%、49.9%,可以发现均能满足民用建筑长期逗留区域冬季Ⅱ级热舒适^[17];工况3、4对比,日平均值温度分别为16.9℃、20.2℃,相对湿度分别为45.6%、49.1%,可发现只有工况4能满足民用建筑长期逗留区域冬季Ⅱ级热舒适^[17]。用升温去改善室内环境质量在散热器供暖中效果更加明显。

2.3 地板与天花板表面温度

图5为实验期间地板、上下天花板①表面温度

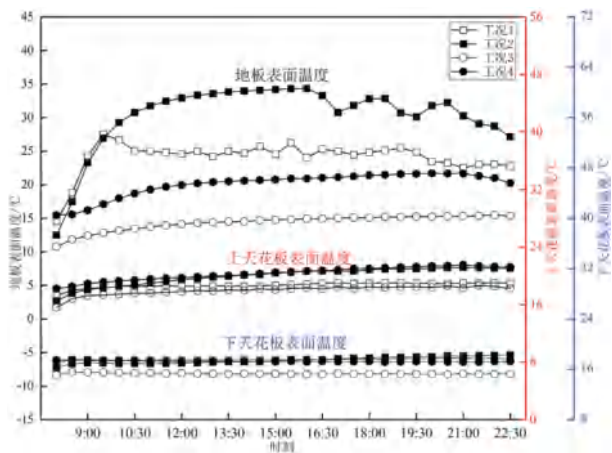


图5 地板、天花板表面温度变化

随时间的变化,由图知:

1) 不同末端下高温工况2、4对比,系统稳定运行后, $T_{\text{地板辐射,地面}} > T_{\text{散热器,地面}}$, $T_{\text{地板辐射,上天花板}} \approx T_{\text{散热器,上天花板}}$, $T_{\text{地板辐射,下天花板}} \approx T_{\text{散热器,下天花板}}$;低温工况1、3对比, $T_{\text{地板辐射,地面}} > T_{\text{散热器,地面}}$, $T_{\text{地板辐射,天花板}} > T_{\text{散热器,天花板}}$, $T_{\text{地板辐射,下天花板}} > T_{\text{散热器,下天花板}}$ 。由此可见,地板辐射供暖中“下热上冷”现象比较明显,且地板表面温度与下天花板表面温度差较大,由于温差与传热损失成正比^[20],因此地板辐射供暖更易符合人体对舒适度的要求,且向下散热损失较大。

2) 相同末端下工况1、2对比,系统稳定运行后地板表面温度平均值分别为21.9℃、30.3℃;工况3、4对比,系统稳定运行后地板表面温度平均值分别为14.4℃、20.1℃。由此可见,适当升温可满足人员短期停留时地面均温28~30℃要求^[21],减少地板辐射供暖向下传热损失。

2.4 围护结构内表面温度

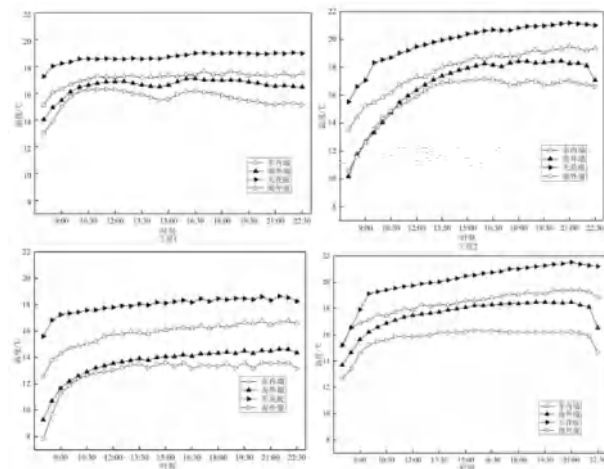


图6 围护结构内表面温度变化

图6为实验期间围护结构各内表面温度随时间的变化,由图知:

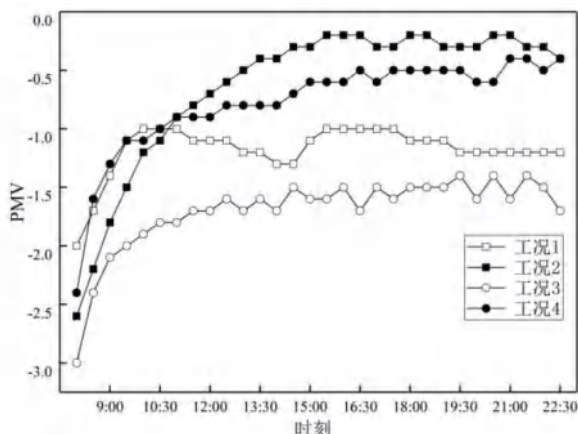
1) 工况1、2、3、4对比,地板辐射和散热器供暖均呈现 $T_{\text{天花板}} > T_{\text{东内墙}} > T_{\text{南外墙}} > T_{\text{南外墙}}$ 。不同末端下工况2、4对比,地板辐射供暖相较于散热器内外围护结构壁面间温差较小,相邻壁面间传热损失较小。由此可见,地板辐射供暖相邻壁面间传热损失较小。

2) 相同末端下工况1、2对比,升温后各围护结构内表面温度间温差变小;工况3、4对比,升温后各围护结构内表面温度上升,温差相差较大。地板辐射供暖相较于散热器围护结构各壁面间温差较小,相邻壁面间传热损失小,各内表面温度波动范围小,热空气呈现向天花板堆积现象。由此可见,适当升温可减少相邻壁面间传热损失,并在地板辐

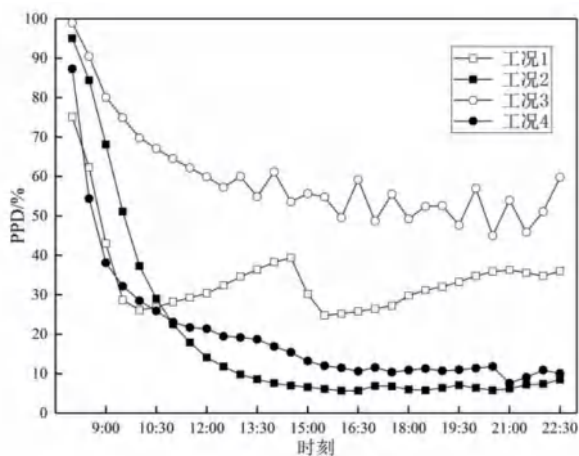
射供暖中更加明显。

3) 外墙内表面温度受室外温度影响较大。两种末端供暖下南外墙、南外窗表面温度均最低, 这是因为南外墙与室外接触, 易受室外环境影响。

2.5 热舒适性分析



(a) PMV



(b) PPD

图7 热舒适变化

图7为实验期间室内PMV、PPD随时间的变化, 其中人体在相同的新陈代谢率(取1.1met)、着装热阻(取1.3clo)^[21]下使用热舒适仪测量, 由图知:

1) 不同末端下高温工况2、4对比, 系统稳定运行后, $PMV_{\text{地板辐射}} > PMV_{\text{散热器}}$, $PPD_{\text{地板辐射}} > PPD_{\text{散热器}}$; 低温工况1、3对比, 系统稳定运行后, $PMV_{\text{地板辐射}} > PMV_{\text{散热器}}$, $PPD_{\text{地板辐射}} > PPD_{\text{散热器}}$ 。由此可见, 高温工况下地板辐射供暖室内热舒适明显优于散热器。

2) 相同末端下工况1、2对比, PMV变化范围分别为: -2~-1、-2.6~-0.2, PPD变化范围分别为: 26.1%~75.1%、5.7%~95.1%; 工况3、4对比, PMV变化范围分别为: -3~-1.4、-2.4~-0.4, PPD变化范围分别为: 45%~99%、7.6%~87.3%。高温地板辐射、

散热器供暖分别满足整体评价中I、II级指标^[16]。低温地板辐射、散热器供暖均只能达到III级指标^[16]。由此可见, 地板辐射供暖室内舒适度明显优于散热器, 适当升温可明显提高室内舒适度。

3 讨论与分析

地板辐射供暖室内热环境质量比散热器优, 且供暖室内长期逗留区域均能满足冬季II级热舒适^[17], 这是因为地板辐射供暖主要是热媒与房间围护结构辐射换热、辅以与室内空气对流换热, 而散热器供暖则是直接由热媒进入散热末端向供暖房间供热^[22]。

关于地板辐射和散热器供暖对比研究主要有以下两方面: 第一是从理论层面分析两者系统形式、节能与舒适性、安装与布置的差异性^[23]; 第二是运用实验/数值模拟从能耗、热舒适性等方面对比分析出: 在相同条件下地板辐射采暖较散热器更舒适^[24-25]。笔者运用实验方法对比分析不同末端间供暖特性差异、相同末端间不同室内设定温度下供暖特性差异, 发现适当升温可明显改善室内环境质量, 提高空气升温速率、室内舒适度、供热量, 使机组更易平稳运行, 提高主机运行效率, 且该措施在地板辐射供暖中要比在散热器供暖中效果更加明显, 建议该区域地板辐射采暖室内设计温度为20℃。

供暖热舒适分析是基于Fanger教授提出的人体热平衡方程PMV-PPD模型^[26], 由于该模型是在人工气候室环境下实验得出的, 而与实际情况会产生一定偏差。因此对于两末端供暖热舒适性分析可能需要适当修正。

4 结论

针对夏热冬冷地区地板辐射与散热器系统冬季供暖特性差异问题进行实验, 可得以下结论:

1) 地板辐射供暖室内空气温湿度比散热器波动平稳、“下热上冷”现象更加明显、相邻壁面间传热损失小、热舒适性好, 但存在升温速率较慢、向下散热损失大问题。

2) 适当升温可明显提高室内热环境质量和升温速率、减少向下热损失和相邻传热损失、增加室内舒适度, 且该措施在地板辐射供暖中要比在散热器供暖中效果更加明显。

3) 结合夏热冬冷地区气候特征、室内热环境以及满足人体热舒适需求多方面因素, 建议地板辐射供暖室内设计温度为20℃。

参考文献

- [1] 龙惟定. 夏热冬冷地区住宅供暖问题刍议[J]. 暖通空调, 2013, 43(06): 42-49.
- [2] 董旭娟, 闫增峰, 王智伟. 夏热冬冷地区城市住宅供暖方式调查与室内热环境测试研究[J]. 建筑科

学,2014,30(12):2-7.

[3] 张超,张连嘉,邹秋生,王懋琪.浅析夏热冬冷地区居住建筑供暖[J].暖通空调,2013,43(06):82-85.

[4] 张世航,孔婷婷,肖彪,何林,胡斌,王如竹.增焓热泵供暖系统搭配不同散热末端的试验研究[J].流体机械,2019,47(01):64-69.

[5] 付祥钊,孙婵娟.长江流域居住建筑节能思路及技术体系研究[J].暖通空调,2009,39(10):69-73.

[6] Hiroshi Y, et al. Indoor thermal environment and energy saving for urban residential buildings in China[J].Energy and Buildings,2006,38(11):1308-1319.

[7] 张伟,朱家玲,苗常海.低温地板采暖与散热器采暖效果的对比分析[J].太阳能学报,2005,26(3):304-306.

[8] 钱思远.夏热冬冷地区住宅采暖方式对比研究[D].南京师范大学,2015.

[9] 覃宗胜,陈晓宁,吴艳,陈江平.地板辐射采暖系统与散热器采暖系统性能的数值分析与实验研究[J].制冷技术,2017,37(03):67-71.

[10] 刘灵芝,杨华,金风云.地板采暖与传统采暖方式的CFD分析比较[J].河北工业大学学报,2008(03):64-68.

[11] 陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:491.

[12] J. A. M, et al. Flow patterns and thermal comfort in a room with panel, floor and wall heating [J]. Energy and Buildings. 2008(40): 524-536.

[13] A H, et al. A combined low temperature water heating system consisting of radiators and floor heating [J]. Energy and Buildings. 2009(41): 470-479.

[14] Eusébio Z.E. Conceição, M Manuela J.R. Lúcio. Evaluation of thermal comfort conditions in a classroom equipped with radiant cooling systems and subjected to uniform convective environment[J]. Applied Mathematical Modelling,2011,35(3):1292-1305.

[15] Jae Dong Chung, Hiki Hong, Hoseon Yoo. Analysis

on the impact of mean radiant temperature for the thermal comfort of underfloor air distribution systems[J]. Energy and Buildings,2010,42(12):2353-2359.

[16] 住房和城乡建设部.民用建筑室内热湿环境评价标准:GB/T 50785-2012[S].北京:中国建筑工业出版社,2012:10.

[17] 住房和城乡建设部.民用建筑供暖通风与空气调节设计规范:GB 50736-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2012:6.

[18] 住房和城乡建设部.夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准:JGJ 134-2010,[S].北京:中国建筑工业出版社,2010:8.

[19] 程飞,张旭,苏醒,李玉航.夏热冬冷地区被动式住宅室内空调设计温度探讨[J].建筑技术开发,2016,43(02):7-9.

[20] 住房和城乡建设部.辐射供暖供冷技术规程:JGJ 142-2012[S].北京:中国建筑工业出版社,2013:6.

[21] 高智杰.夏热冬冷地区不同采暖末端的供热特性及调控规律研究[D].西安建筑科技大学,2013.

[22] 陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:491.

[23] 韩伟.浅谈低温热水地板辐射采暖与散热器采暖[J].中国住宅设施,2014(03):90-91.

[24] 唐文,周君明,彭冬根.地板辐射供暖与散热器供暖的比较分析[J].建筑技术,2016,47(11):980-983.

[25] 邹通,王烨,孙鹏宝.地板供暖和散热器供暖综合性能对比分析[J].制冷与空调(四川),2015,29(06):744-748.

[26] ISO7730-2005 Moderate thermal environments determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort[S]. Geneva: International Standards Organization, 2005:33-35.

①注释:上天花板是指实验房间顶板,下天花板是指楼下房间顶板。

(上接62页)

[8] 孟凡琛.毛细管地面辐射供暖性能参数研究[D].重庆,重庆大学,2017.

[9] 刁成玉琢,李百战,刘红,程勇,李楠,陈金华,

杜晨秋.不同供暖末端室内热舒适实验研究[J].暖通空调,2018,48(07):98-104.

[10] 刘小浩.供暖末端形式对室内热环境影响的研究[D].济南,山东建筑大学,2018.



杂志免费索阅表

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

请您完整填写以下信息

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

您对本刊物有哪些建议或意见？

编辑部联系方式：

地址：北京市北三环东路 30 号
中国建筑科学研究院有限公司
建筑环境与能源研究院示范楼 208 室
邮编：100013
邮箱：beaebjb@163.com
电话：010-64693285

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



杂志微信 beaebjb



公众号 CAHVAC

LET THE BUILDING BREATHE FREELY / 让建筑自由呼吸



麦克维尔官方微信 麦克维尔官方网站

McQuay
International

四季新风 除湿倾心

阿尔卑斯山，世界最后的净土，终年白雪皑皑，年均AQI指数不大于35，常年空气质量排名全世界第一。

麦克维尔全新的除湿新风机HRB系列，恒温除湿祛潮，拒绝回南天，全方位呵护空气质量，

如同把阿尔卑斯山最纯净空气带到您家里，营造纯净之境，超乎想象！



全新升级

创新冷凝热回收，舒适节能；双侧独立风道，隔绝污染



健康清新

新风预处理/内循环双重送风，还原大自然般的清新感受



恒温除湿

新增除湿功能，温湿平衡的热交换器设计“除湿不降温”



净化过滤

采用H12高效HEPA滤网，对极细颗粒物过滤效率 > 99.9%

美的中央空调绿色高效机房 系统解决方案供应商



高效主机



优化系统



智能控制



智慧运维



扫美的服务 享美的生活

广东美的暖通设备有限公司 | 电话：0757-26338511 | 邮编：528311

地址：广东省佛山市顺德区北滘镇美的大道6号美的总部大楼B座26楼

突破科技·成就梦想

Technology Inspires The Possibilities

MIDEA.COM.CN | 4008899315