

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2022
3

月刊
总第 52 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 |

中国建研院承担设计的“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”正式落成开馆

中国建研院环能科技收到北京冬奥组委媒体运行部感谢信

中国建研院召开政策与技术战略研究组工作会议

第四届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛答辩会在南京举行

李安桂教师团队、李百战教师团队入选“第二批全国高校黄大年式教师团队”

28 | 热点聚焦 | Spotlight |

建筑行业的两会之声

41 | 案例赏析 | Cases |

BOT 模式下某高校学生宿舍太阳能热水系统的能效分析

几种电厂循环冷却水余热供暖方式的经济性分析



建筑环境与能源微信公众号

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%

“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。

本刊编辑部



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
2022年第3期(总第52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 |

中国建研院承担设计的“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”正式落成开馆
中国建研院环能科技收到北京冬奥组委媒体运行部感谢信
中国建研院召开政策与技术战略研究组工作会议
第四届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛答辩会在南京举行
李安桂教师团队、李百战教师团队入选“第二批全国高校黄大年式教师团队”

08 | 行业新闻 | Industry News |

财政部等4部门组织申报2022年北方冬季清洁取暖项目
住建部: 开展绿色建筑创建行动
财政部: 2022年大气污染防治资金达300亿元
北京“十四五”时期基本实现清洁采暖农村全覆盖
天津: 因地制宜推进新能源替代
山西朔州: 2022年清洁取暖改造9.54万户
沈阳“十四五”城市民用供热规划发布
今年内蒙古支持清洁取暖和大气污染防治资金超8亿元
至2025年黑龙江省城镇新建建筑将全面建成绿色建筑
山东新规发布: 实现清洁取暖改造100万户+的目标
广东强化绿色建筑建设全过程管控
广西稳步推进可再生能源替代工作
青海首次开展清洁取暖谷段市场化交易
重庆“十四五”期间新增空气源热泵等建筑应用面积500万平米
宁夏吴忠市2022年新增清洁取暖面积740万平米
辽宁大连2022年建设超低/近零能耗建筑20万平米
厦门国贸天成社区运用海洋碳汇实现碳中和
四川成都积极推进超低能耗建筑建设和既有建筑节能改造
格力中标三峡集团宜昌东岳庙数据中心项目
麦克维尔离心机进驻胶州万豪酒店
美的磁悬浮离心机服务江西信丰人民医院
海尔中央空调赋能崇礼太子城高铁站
天加中标南京上影国际影城连锁项目

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！



CONTENTS



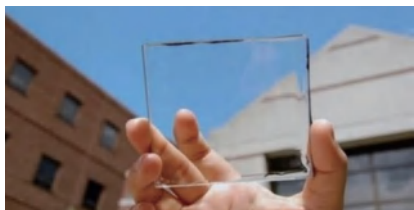
中国建研院承担设计的“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”正式落成开馆



第四届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛答辩会在南京举行



中国建研院召开政策与技术战略研究组工作会议



分布式玻璃窗光伏技术研究与应

25 | 国际新闻 | International News |

国际能源署建议欧盟投资 150 亿欧元加快部署热泵
可再生能源发展是否威胁到陆地生物多样性?
德国研究从废弃光伏组件中回收硅生产 PERC 电池
2021 年低碳能源投资前十的国家
全球企业采购可再生能源合同的容量创新纪录
美国屋顶光伏线上营销

28 | 热点聚焦 | Spotlight |

建筑行业两会之声

31 | 聚焦政策 | Policy |

国家发展改革委等部门《推进共建“一带一路”绿色发展》
住房和城乡建设部《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》
国管局《2022 年公共机构能源资源节约和生态环境保护工作安排》
上海住建委《新城绿色低碳试点区建设导则（试行）》
佛山市绿色建筑创建行动实施方案（2022-2025）

41 | 案例赏析 | Cases |

BOT 模式下某高校学生宿舍太阳能热水系统的能效分析
几种电厂循环冷却水余热供暖方式的经济性分析

47 | 技术交流 | Technical communication |

西藏传统民居改造中的墙体热惰性指标影响研究
一种可携带式相变蓄热局部供暖装置及热性能实验
低温热水地板辐射供暖模拟研究
高能束加速器 CT 检测厂房暖通设计
青岛某居民楼天然气分布式供能系统的设计与分析

公司简介



产品简介

蒸发冷却冷水机组



应用场景：适用于所有区域的大中小型数据中心、大型场馆、商业楼宇、工业厂房等；

快速部署的蒸发冷却集成冷站



应用场景：适用于所有区域的大中小型数据中心、大型场馆、商业楼宇、工业厂房等

中国建研院承担设计的“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”正式落成开馆

由中国建研院与德国 gmp 国际建筑设计有限公司承担总包设计的“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”历经八年的前期研究、全过程设计、施工建造，于近日落成开馆，并举办首展“中华瑰宝——中国非物质文化遗产和工艺美术展”。

中国建研院党委书记、董事长王俊，总经理、党委副书记许杰峰，全国工程勘察设计大师、建筑设计院院长肖从真，总建筑师马立东等出席开馆暨首展开幕仪式。

“中国工艺美术馆、中国非物质文化遗产馆”是党中央、国务院在“十三五”期间建设的国家重点文化设施，是展示中国优秀传统文化、弘扬中华民族审美观与社会主义核心价值观、树立文化自信与民族自信的国家级文化殿堂。该项目

圆满竣工投入使用，标志着我国又新增一处代表国家和首都文化形象、彰显新时代文化繁荣发展气象的重要文化地标，填补了我国工艺美术和非物质文化遗产国家级博物馆的空白。

该项目社会关注度高，兼有工美静态和非遗活态的多种展示，因此建筑功能复杂、设计技术难度大，中国建研院与德国 gmp 公司充分发挥在中国国家博物馆改扩建工程等文化建筑项目中积累的丰富经验，实现了合理、安全、健康、绿色、智慧的设计目标。

该项目总建筑面积 91126 平方米，其中，地上建筑面积 64000 平方米，地下建筑面积 27126 平方米，主体建筑南北长 201 米，东西宽 75 米，建筑高度 50 米，地上 6 层，地下 2 层。整体建筑设计构思借鉴了中国

传统殿堂建筑的三段式造型，由下至上分石材基座、开敞平台和凌空的“藏宝阁”。此外，为了适应建筑独特的凌空造型，以及大跨度、大空间的功能需要，该项目结构设计解决了与相邻建筑地下室贴建、36 米大跨度、7.5 米长悬挑、超长结构不设缝以及结构错层等多项技术难题，保证了结构安全，并实现了结构和建筑一体化设计。该项目荣获中国建筑金属结构协会颁发的第十四届第二批“中国钢结构金奖”。



中国建研院环能科技收到北京冬奥组委媒体运行部感谢信

3 月 15 日，北京冬奥组委媒体运行部向中国建研院环能科技发来感谢信，对环能科技圆满完成北京冬奥会场馆照明相关工作表示感谢。

信中表示，北京冬奥会场馆照明工作专业性强，关系到整个冬奥赛事的精彩呈现，中国建研院环能科技积极发挥技

术优势，对标国际标准，配合对所有北京冬奥会竞赛场馆比赛场地转播照明的检测，完成了开闭幕式及竞赛场馆的非竞赛区域的照明概念设计工作，还全程参与了奥林匹克转播服务公司（OBS）的照明技术沟通和现场合规性检查工作。

信中强调，中国建研院环

能科技相关负责同志及团队成员，在艰苦的工作条件下，发扬不怕吃苦、勇于创新的工作作风，克服了我国缺乏冬季运动项目经验的困难，填补了雪上项目的场馆照明建设经验的空白，为冬奥场馆照明建设提供技术保障，得到了国际奥委会、OBS 以及国际专家的高度认可。

第四届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛答辩会在南京举行

2022年2月25日,由暖通空调产业技术创新联盟(CAHVAC)与南京天加环境科技有限公司(TICA)联合主办的第四届“天加杯”全国暖通空调学生科技竞赛答辩会在江苏南京顺利举行。本次答辩会全程采用英文,以线上线下结合的方式进行。

答辩会由CAHVAC国际合作部主任、建科环能科技有限公司高性能建筑设计研究中心主任吴剑林主持。CAHVAC理事长、全国工程勘察设计大师、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟代表竞赛组委会致辞,他介绍了竞赛创办的初衷,一是为提升我国暖通空调专业学生参与国际赛事的水平和能力,二是选拔参加世界暖通空调学生竞赛(HWSC)中国代表。同时他表示希望更多的高校和学生参与到竞赛中来。

南京天加环境科技有限公司市场服务中心总监梁路军代表主办方致辞,他表示天加作为有社会责任感的企业,愿意为培养我们行业国际化的后备人才,搭建连接产、学、研、用交流互动的

平台,推动行业的可持续发展,这是应尽的社会责任与义务。

本届答辩会由14位行业知名专家教授组成,徐伟院长担任主任,同济大学暖通空调研究所所长张旭教授、西安建筑科技大学建筑设备科学与工程学院院长李安桂教授、南京天加环境科技有限公司市场服务中心总监梁路军、清华大学建筑环境检测中心主任张寅平教授、重庆大学土木工程学院王勇教授担任副主任。答辩会分上午小组初赛和下午决赛两个环节进行。

通过评委对参赛论文质量、PPT演讲、答辩、海报制作等方面进行评比打分,最终从31所高校40个作品中评选出11所高校的12个作品分别荣获一、二、三等奖。



李安桂教师团队、李百战教师团队入选“第二批全国高校黄大年式教师团队”

日前,教育部正式公布“第二批全国高校黄大年式教师团队”认定结果,共有200所高校的教师团队入选。

其中,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、西安建筑科技大学建筑设备科学与工

程学院李安桂教授负责的“地下空间环境保障教师团队”和CAHVAC理事、中国建筑学会暖通空调分会理事、重庆大学土木工程学院李百战教授负责的“可持续建筑环境营造教师团队”入选“第二批全国高校黄大年式教师团队”。

中国建研院召开政策与技术战略研究组工作会议

近日,中国建研院召开政策与技术战略研究组(以下简称“研究组”)工作会议。中国建研院副总经理尹波出席会议,科技标准部副主任张靖岩主持会议。

中国建研院企业发展部副主任陈涛解析了国家近期宏观政策,科技标准部副主任姜波针对国家标准化最新政策进行分析,科技标准部副主任谢尚群传达了国家“十四五”重点专项指南的发布情况,张靖岩重点介绍《建筑科学研究2023》的编制筹备情况。会上,研究组各位召集人总结了2021年主要工作,汇报了2022年度工作设想,就国家政策导向、行业发展趋势等方面开展交流研讨。尹波为研究组先进集体和先进个人代表颁发了荣誉证书,充分肯定研究组过去一年的工作成绩,并提出三点要求:一是充分发挥政策研究战略引领作用,从政策研究的角度谋划各领域的发展方向;二是全面打造公司政策研究平台,重点做好宏观经济形势分析、政策参考、政策建议报送、《建筑科学研究》编写、地方政策性研究课题申请、举办专题论坛讲座等方面工作;三是大力培养公司政策研究人才,继续扩大政策与技术战略研究专家库人才,建立柔性人才机制。

中国建研院相关职能部门负责人、二级单位负责人,以及各领域专家等近50人参加会议。



行业新闻 IndustryNews

财政部 2022 年大气污染防治资金达 300 亿元

3月14日，财政部网站发布《关于2021年中央和地方预算执行情况与2022年中央和地方预算草案的报告》。《报告》指出，2022年中央财政大气污染防治资金安排300亿元、增加25亿元，进一步增加北方地区冬季清洁取暖补助支持城市。

2022年要稳步有序推进碳达峰碳中和。坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进，把握好节奏和力度，循序渐进做好碳达峰碳中和相关工作。研究出台财政支持碳达峰碳中和工作的意见。支持绿色低碳产业发展和技术研发，推动工业、交通运输等领域和钢铁、建材等行业节能减排。健全政府绿色采购标准，推进绿色低碳产品采购。研究设立国家低碳转型基金。促进优化能源结构，完善清洁能源支持政策，大力发展可再生能源。支持非常规天然气开采利用，鼓励企业增储上产。推动解决可再生能源发电补贴资金缺口等问题。



财政部等 4 部门组织申报 2022 年北方冬季清洁取暖项目

“十四五”期间，中央财政将进一步扩大北方地区冬季清洁取暖支持范围。日前，财政部、住建部、生态环境部、国家能源局联合印发了《组织申报2022年北方地区冬季清洁取暖项目的通知》。《通知》明确支持范围以冬季实行清洁取暖且有改造需求的北方地区地级以上城市（包括新疆生产建设兵团）均可申请纳入支持范围，每省（市、区）限报3个城市。计划单列市可单独报送。已纳入中央财政前四批冬

季清洁取暖城市范围的，不得重复申请。

同时，中央财政对纳入支持范围的城市给予清洁取暖改造定额奖补，连续支持3年，每年奖补标准为省会城市7亿元、一般地级市3亿元。计划单列市参照省会城市标准。并提出资金主要支持有关城市开展电力、燃气、地热能、生物质能、太阳能、工业余热、热电联产等多种方式清洁取暖改造，加快推进既有建筑节能改造等工作。



住建部：开展绿色建筑创建行动

住建部副部长张小宏近日出席新闻发布会介绍，实现碳达峰碳中和是党中央作出的重大战略决策。城乡建设是推进碳达峰碳中和的一个重要领域。我们围绕绿色低碳发展，大力推进生活垃圾分类，开展绿色建筑创建行动，提高建筑节能强制性标准，推进绿色建造、政府采购绿色建材、北方地区清洁取暖等试点工作，这些工作都取得了比较显著的成效。

下一步住建部从三个重点方面工作：第一，推动城市绿色低碳建设。主要有三个方面：一是优化城市结构和布局，推动组团式发展，加强生态廊道建设，严格控制新建超高层建筑，加强既有建筑拆除管理。二是建设绿色低碳社区，加强完整社区建设，

构建15分钟生活圈。三是大力发展绿色建筑，加快推进既有建筑节能改造，因地制宜推进建筑可再生能源应用，优化城市建设用能结构，推进绿色低碳建造。第二，打造绿色低碳乡村。通过构建自然紧凑的乡村格局，推进绿色低碳农房建设，加强生活垃圾污水治理，推广应用可再生能源等工作，全面促进乡村节能降碳。第三，强化保障措施。重点是要研究建立两个体系：一是建立城乡建设统计监测体系，编制城乡建设领域碳排放统计计量标准；二是构建考核评价指标体系。通过对碳排放量动态监测和对节能降碳工作的客观评价，形成有效激励和约束机制，共同推动实现城乡建设领域碳达峰碳中和目标。

北京“十四五”时期基本实现清洁采暖农村全覆盖

日前，北京市人民政府正式印发《北京市“十四五”时期重大基础设施发展规划》（京政发〔2022〕9号），进一步完善基础设施空间结构和功能布局。

在能源消费和发展方式上，《规划》提出力争“十四五”时期，能源消费总量控制在8050万吨标准煤左右，二氧化碳排放总量率先达峰后稳中有降。中心城区绿色出行比例达到76.5%，可再生能源消费占比超过14.4%。以供热系统低碳转型为导向，不断完善城镇地区源网设施布局，持续提高农村地区清洁化供热水

平，构建安全清洁、多能互补、绿色低碳城乡供热体系。提升农村地区清洁供热水平。

《规划》要求，大力推进“减煤、稳气、少油、强电、增绿”，促进能源绿色低碳转型实现新突破。加大生态涵养区电力等清洁能源设施建设力度，持续推动农村地区剩余村庄散煤清洁能源替代，基本实现剩余农村散煤采暖用户清洁采暖。落实可再生能源优先的理念，加强能源新技术应用，大力推进能源供给消费绿色低碳变革，增量能源消费逐步实现可再生能源替代等。

天津因地制宜推进新能源替代

近日，天津市发展改革委发布关于向社会公开征求《天津市“十四五”节能减排工作实施方案（征求意见稿）》意见的公告。其中提到：公共机构能效提升工程。以提高建筑外围护结构的热工性能和气密性能、提升用能效率为路径，积极实施公共机构既有建筑节能改造。鼓励实施供暖系统电气化改造，因地制宜采用空气源、地源热泵等清洁用能设备替代燃油、燃气锅炉，推进制

冷系统逐步以电力空调机组替代直燃机空调机组。

还提到充分利用自然采光，选择智能高效灯具，力争高效照明光源使用率达到100%。鼓励采用能源费用托管等合同能源管理方式，调动社会资本参与用能系统节能改造和运行维护，实施合同能源管理项目不少于30个。到2025年，力争80%以上党政机关建成节约型机关，创建60家节约型公共机构示范单位，遴选6家公共机构能效领跑者。

内蒙古到2025年新增电供暖超2000万平米

近日，内蒙古发布《内蒙古自治区人民政府办公厅关于印发自治区“十四五”能源发展规划的通知》，《规划》第八章指出：实施再电气化工程，倡导消费转型新模式，在包头稀土高新区、铝业园区，鄂尔多斯达拉特、鄂托克经济开发区开展工业电能替代示范，推进工业电锅炉、电窑炉、热泵应用，推广新增热负荷电能替代。

稳步推进清洁电取暖。坚持“宜电则电、宜煤则煤、宜热则热”原则，在热力管网无法达到的老旧城区、城乡结合部或生态环保要求较高区域，推广应用电锅炉、热泵、分散式电采暖。开展绿色社区建设行动，在机关、学校、医院、博物馆等大型公共建筑，推广应用电锅炉、热泵、太阳能集中供热。在呼包鄂推进清洁供暖示范城市建设，在内蒙古东部地区加快探索高比例清洁能源电供暖示范。在农村牧区推广电采暖替代，打造一批清洁取暖示范项目。到2025年，新增电供暖面积超过2000万平方米。

山西朔州：2022年清洁取暖改造9.54万户

近日，朔州市人民政府发布《2022年朔州市人民政府工作报告》。根据报告内容显示，2021年，朔州市列入北方地区冬季清洁取暖项目支持范围，3年争取中央专项资金9亿元，完成12.8万户改造任务。2022年，朔州市将完成剩余9.54万户清洁取暖改造任务，做到确保“三年任务两年完”。

这也意味着2022年是朔州市清洁取暖改造收尾的一年。

根据《朔州市冬季清洁取暖项目实施方案》内容显示，朔州市清洁取暖项目三年总目标是：2023年采暖季前，城区、县城和农村清洁取暖率基本达到100%，农村地区所有清洁取暖户100%采取基础的建筑保温

节能措施。全市非节能且具有改造价值的建筑中，城区100%完成节能改造、县城80%以上完成节能改造、积极推动既有农房节能改造，能效提升率不低于30%。朔州市全域建成热源侧“清洁供”、用户侧“节约用”、取暖费“能承受”、长效运行“可持续”的清洁取暖体系。

天津以“双碳”工作为统领推动绿色建筑领域发展

近期，天津建委以“双碳”工作为统领，深入行业协会、相关企业调查研究，坚持问题导向，坚持稳中求进，积极推动绿色建筑领域发展。

其中，一是持续完善绿色建筑认定和标识授予工作制度，做好三星级绿色建筑组织推荐、二星级绿色建筑认定和标识授予工作，一星级绿色建筑认定和标识授予工作；二是大力发展装配式建筑，扩大标准化构件和部品部件使用规模，完善适用不同建筑类型装配式混凝土结构体系，积极推进高品质钢结构住宅建设和装配化装修方式在商品房项目中的应用；三是大力推进工程建设施工工法论证和新技术示范工程推广应用，指导工程技术科研，推进科技成果转化；四是积极加强公共建筑用能信息服务平台建设，充实公共建筑用能数据，进一步扩大公共建筑能耗实时监测数据规模。

北京市开展建筑业科技创新策略研究

近日，北京市开展建筑业科技创新策略研究，促进建筑业结构调整和产业升级，加快建造方式革命，推动行业智能化、绿色化、数字化重构。

北京市建委决定面向社会公开征集课题合作研究单位，征集范围为住房和城乡建设领域的科研院所、高等学校、大型企业、行业协会及其他经审查符合条件的组织或机构。

其中，建筑业科技创新策

略研究”主要研究内容包括：全面梳理北京市建筑业相关主体科技创新基础，对比国内外成功案例，分析研判技术进步趋势，全面总结，编制北京市建筑业科技发展白皮书；提出推动建筑业科技进步的政策建议；结合“十四五”时期智能建造龙头企业和数字化赋能标杆企业建设，探索建立北京市建筑业科技创新评价指标体系。

四川成都积极推进超低能耗建筑建设和既有建筑节能改造

近日，成都市经济和信息化局发布关于公开征求《成都市能源结构调整十条政策措施》、《成都市能源结构调整行动方案（2021-2025年）》意见建议的通知。

实施清洁能源替代攻坚行动，对电能替代改造用户增容工程按红线内费用的10%给予补助；停车位数量配建充电桩按照新建建筑的15%-25%分类配建，既有机关及企事业单位

按不低于20%配建；积极推进超低能耗建筑建设和既有建筑节能改造，支持热泵技术、蓄冷技术、绿色节能技术示范推广，对公共建筑节能改造按节能效率给予最高100万元的补助；推进智慧能源管理，对智慧能源云平台建设、分布式能源示范应用、清洁能源区域试点示范等项目按投入成本和节能效率给予最高2000万元进行补助。

河北张家口“双代”改造让12.55万户农民清洁温暖过冬

近日获悉，河北张家口市“电代煤”、“气代煤”改造让12.55万户农民清洁温暖过冬，截至去年供暖前改造工作已全部完成。为进一步改善农村地区居民供暖条件，提升空气质量，去年以来，张家口市按照“突出重点、因地制宜、政府主导、市场运作”的思路，对崇礼区、桥东区、桥西区、经开区、宣化区、万全区、怀来县、涿鹿县、怀安县的农村地区45个乡镇、358个村庄进

行“电代煤”、“气代煤”改造。

“现在家里的几个屋子都一样暖和，而且家里干净明亮，不像过去只有生炉子的屋里暖和。”这个采暖季，怀安县柴沟堡镇沙家屯村村民张永法家实现了“气代煤”供暖，对清洁供暖竖起了大拇指。

在“双代”改造过程中，进一步压实各县区及相关企业的责任，严把施工安全关、质量关。及时掌握气源、热源、电力供应状况，科学合理预测

年度居民取暖需求，全面做好气源、热源及电力保障等工作。不断完善清洁取暖用电、用气、集中供热采暖价格政策，保障居民冬季取暖能源需求。积极探索绿色电力市场化交易，通过创新实施政府、电网、发电企业、用户侧4方协作机制，建立新型的多对多交易网络体制，从根本上降低可再生能源电力使用成本，推动清洁电力的大规模消纳。

北京污染防治攻坚战 2022 年行动计划

日前，北京市生态环境局印发《北京市深入打好污染防治攻坚战 2022 年行动计划》。《行动计划》明确了碳排放强度、空气质量、生态环境质量指数等主要目标任务。提出推进既有燃气供热系统“零碳”改造示范。年底前完成 2000 万平方米既有建筑智能化供热改造，大力推动可再生能源供热面积持续增长。加强财政资金对低碳领域政策制定、技术推广、试点项目的支持。推动气候投融资试点，营造有利的政策环

境，引导社会资金支持绿色低碳转型。

截止 11 月 15 日前，在保证群众安全取暖过冬的前提下，门头沟区、房山区、怀柔区、密云区、延庆区等有序推进剩余村庄煤改清洁能源和配套电力基础设施建设，共完成 8000 户以上散煤清洁能源的替代。

未实施煤改清洁能源替代地区实现洁净煤替代散煤全覆盖，同时加强洁净煤的煤质检查工作。已完成煤改清洁能源替代的地区巩固“无煤化”成果。

太原阳曲县：2022 年农村地区清洁取暖实施“清零”工程

近日，阳曲县人民政府发布《关于阳曲县 2022 年农村地区煤改电煤改气工作方案》。方案显示，2022 年，阳曲县农村地区清洁取暖实施“清零”工程，将完成农村地区清洁取暖改造 3008 户（其中：“煤改电”1944 户，“煤改气”1064 户）。

方案指出，实施偏远地区农村“煤改电”、“煤改气”。9 月底前，完成 8 个乡镇 1944 户的“煤改电”工程。“煤改电”取暖改造采用蓄热式电暖气、空气源热泵、高效电暖气、“太阳

能+多能互补（试点）”等多种方式进行。

农村“煤改电”取暖改造。采用空气源热泵、低温空气源热泵、浅层地热能热泵和双源热泵供暖的居民，设备购置费用由市县两级财政补贴 94%，补贴最高不超过每户 2.74 万元。“煤改气”工程严格按照“以气定改”，9 月底前，完成 7 个乡镇 1064 户，采用管道燃气方式入户，使用采暖壁挂炉方式进行，补贴标准按照《太原市 2021 年农村地区煤改电煤改气工作方案》执行。

今年内蒙古支持清洁取暖和大气污染防治资金超 8 亿元

近期，内蒙古人民政府发布《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区 2022 年坚持稳中求进推动产业高质量发展政策清单的通知》。根据该通知，2022 年内蒙古安排 8 亿元以上资金，支持清洁取暖工程建设和大气污染防治。

根据《内蒙古自治区财政厅关于提前下达 2022 年度中央大气污染防治专项资金预算的通

知》，2022 年内蒙古共下达中央大气污染防治专项资金 56594 万元，专项用于支持开展减污降碳等方面相关工作。其中，大气污染防治资金预算：通辽市 971 万元；呼和浩特市 3413 万元；锡林郭勒盟 323 万元；鄂尔多斯市 16843 万元；巴彦淖尔市 7344 万元；乌海市 3449 万元；阿拉善盟 251 万元。包头市清洁取暖资金预算 24000 万元。

沈阳“十四五”城市民用供热规划发布

日前，《沈阳市“十四五”城市民用供热规划》发布，提出到 2025 年，清洁取暖率将提升至 100%，清洁能源供热比例将增加至 20%。在满足供热安全的基础上，《规划》提出清洁取暖率和清洁能源比例 2 项指标目标，其中，清洁取暖率从目前的 38%，到 2025 年提高到 100%，并且 2025 年以后新增的供热需求全部由清洁供热方式覆盖；清洁能源比例从目前的 4.2% 到 2025 年增加到 20%，并力争到 2030 年进一步增加到 32%。沈阳将通过减少燃煤锅炉数量和减少供热燃煤用量“两减”手段，实现清洁取暖率和清洁能源供热比例“两增”目标。

规划明确，该规划项目建设投资约 356.70 亿元，其中清洁能源供热工程投资 53.43 亿元（天然气 8.54 亿元、污水源热泵供热工程 5.68 亿元、地（水）源热泵供热工程 18.53 亿元、空气源热泵供热工程 1.02 亿元、电蓄热供热工程 11.61 亿元、生物质集中供热工程 8.06 亿元），设备购置费 40.70 亿元（天然气 5.97 亿元、污水源热泵供热工程 4.73 亿元、地（水）源热泵供热工程 15.49 亿元、空气源热泵供热工程 0.85 亿元、电蓄热供热工程 8.49 亿元、生物质集中供热工程 5.18 亿元）。

规划提出，未来沈阳城市供热系统将在保障供热安全的前提下，持续以清洁低碳发展为导向，逐步构建以清洁能源、超低排放标准的大型燃煤热源、远距离长输供热 3 大类供热方式协同应用的供热格局。

广东强化绿色建筑建设 全过程管控

为贯彻落实《广东省绿色建筑条例》，广东省住建厅先后编制颁布了《广东省绿色建筑设计规范》、《广东省建筑节能与绿色工程施工质量验收规范》、《广东省绿色建筑检测标准》等标准。这一系列标准从安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等五个方面积极回应了新时代绿色建筑内涵的拓展，率先实现绿色建筑在设计、施工、检测和验收等建设全过程管控。

绿色建筑落地见效的关键在于建设全过程落实绿色建筑等级要求。广东住建厅发布的系列标准与国家最新版绿色建筑评价标准相衔接，把绿色建筑标准实施与工程建设程序结合起来，为广东绿色建筑发展转型提供重要支撑。

广西稳步推进可再生能源替代工作

近日，广西壮族自治区机关事务管理局印发《2022年全区公共机构能源资源节约和生态环境保护工作安排的通知》。文件要求，稳步推进可再生能源替代。分步推进终端用电电气化，推动公共机构终端用能以电力替代化石能源直接燃烧和利用，提升能源利用效率，提高办公、生活用能清洁化水平。鼓励因地制宜采用空气源、水源、地源热泵及电锅炉等清洁用能设备替代燃油、燃气锅炉。大力推广光伏发电项目，推动公共机构既有建筑加装太阳能光伏发电系统35个以上等。

至2025年黑龙江省城镇新建建筑将全面建成绿色建筑

日前从黑龙江省住建厅了解到，近年来，黑龙江省积极推广绿色建筑，星级绿色建筑不断增加，新建绿色建筑占新建建筑比例从2016年的9%提高到2021年的70%以上，新建绿色建筑面积大幅提升，截至2021年末，全省共推广绿色建筑8297万平方米。到2025年末，黑龙江省城镇新建建筑将全面建成绿色建筑。

今年，黑龙江省将全面贯彻落实《黑龙江省绿色建筑创建行动实施方案》，加强工作督导，建立建筑工程从规划、设计、施工、验收、标识全过程项目管理

体系。出台《黑龙江省绿色建筑评价标准》《黑龙江省绿色建筑施工图审查要点》《黑龙江省绿色建筑验收标准》和《黑龙江省建筑工程绿色施工规程》等一系列标准，引导绿色建筑高质量发展，出台《黑龙江省绿色建筑标识管理办法》，提高标识认定效率，促进星级绿色建筑不断增加。

“十四五”期间，黑龙江省将加快推动绿色建筑规模化发展。各地政府投资的公共建筑、保障性住房和各类棚户区改造项目应100%执行绿色建筑标准，逐步要求商业房地产开发项目建设高品质绿色建筑。

山东实现清洁取暖改造100万户+的目标

近日，山东省政府组织召开系列新闻发布会，会议主要针对《民生改善创新2022年行动计划》作出详细解读。在乡村建设领域，《计划》具体作出以下工作部署：2022年预计全省将完成农村清洁取暖改造100万户+的目标。

具体到各级县、区、市为：烟台市16.32万户；潍坊诸城14935户；高密13736户，安丘

7000户，寿光超过1.6万户。其中，菏泽市冬季清洁取暖项目资金累计下达2165万元，牡丹区共拨款960.23万元，定陶区664.81万元，开发区316.84万元，高新区223.12万元；聊城东阿县累计拨款1.3亿元，用于2.2万农户冬季清洁取暖改造工作。截至目前，潍坊、烟台、聊城三地清洁取暖工作均将全面启动。

山东烟台2022年将实现清洁取暖16.32万户

日前，烟台市人民政府发布《2022年烟台市政府工作报告》。在2022年重点工作安排中，报告指出，要改造农村公路2000公里，实现清洁取暖16.3万户。

根据《烟台市2021年冬季清洁取暖工作实施方案》，2021年，烟台市全市清洁取暖改造22.36万户，其中城区（县城）的城中村、城边村、棚户区等2.36万户，农村地区20万户；城区

（县城）建筑节能改造42万平方米，农村建筑节能改造1.6万户；超低能耗建筑建设4万平方米。供热、燃气管网改造升级及扩建164公里，电力保障建设10.8兆伏安，天然气保障建设5亿立方米，关停低效热电机1.56万千瓦，新增热电联产供暖能力2600万平方米，新增清洁能源供暖180万平方米，新增污水源、空气源热泵供暖152万平方米。

青海首次开展清洁取暖谷段市场化交易

3月15日,青海电力交易平台首次实施了2022年青海省清洁取暖项目谷段市场化交易,青海电网代理3家清洁取暖用户与40家新能源企业共成交谷段电量716.9万千瓦时。此举旨在落实蓄热式电锅炉为主的清洁取暖项目在青海全省范围内实施,提升青海省内新能源发电利用率,助力青海清洁能源产业高地建设。

交易过程中,青海电力交易公司在2021年开展清洁取暖电锅炉用户参与电力交易课题

研究基础上,引导市场主体产业发展,促进新能源消纳,助力新型电力系统示范区建设。在9时至17时谷段,引导蓄热式电锅炉用户结合蓄热式锅炉储能特点用电蓄热,其他时段不用电或少用电,降低生产运行成本,拓展通过市场化方式消纳新能源电量新途径,有效提升了新能源发电利用率。这也是青海电力交易平台探索清洁能源惠民新模式的一次全新突破,提升了青海广大地区普遍服务水平,实现了多方共赢。

重庆“十四五”期间新增空气源热泵等建筑应用面积500万平方米

为进一步推动城乡建设绿色发展,重庆市住房城乡建委编制《重庆市绿色建筑“十四五”规划(2021-2025年)》。根据《规划》,2025年,重庆市城镇绿色建筑占新建建筑比重将从2020年的57.24%提升到100%;全市新建建筑中绿色建材应用比例将超过70%。未来四年,重庆市将以提升绿色建筑建设品质、提高新建建筑能效水平、推动绿色建筑与建筑产业化融合发展、促进区

域绿色低碳发展等为抓手,积极推动全市绿色建筑高质量发展。

重庆市还将以区域集中供热为重点,在悦来生态城、仙桃国际数据谷、广阳岛、九龙半岛等重点区域发展分布式能源。

“十四五”期间,重庆市地热能、空气热能建筑应用面积将新增500万平方米,同时因地制宜地开展建筑太阳能系统应用示范,推进城镇新建公共机构建筑、新建厂房屋顶应用太阳能光伏。

宁夏吴忠市2022年新增清洁取暖面积740万平方米

日前,吴忠市人民政府发布《吴忠市第六届人民代表大会第一次会议上的报告》,根据报告内容显示,明确指出,2022年,吴忠市将推广整县(市、区)屋顶分布式光伏开发试点,实施北方地区冬季清洁取暖项目,新增清洁取暖面积740万平方米。

根据《吴忠市全面推进冬季清洁取暖实施方案》内容显示,吴忠市通过三年努力,实现城区、县城清洁供暖率达到100%、农村完成13.9万户,达到80.3%以上,城区和县城具备改造价值的既有建筑100%完成节能改造;农村居住建筑重点做好关键部位的保温改造,降低取暖能耗。

热源清洁化目标方面,通过实施热电联产、煤改电等热源清洁化改造措施,新增清洁能源供暖面积2834.4万平方米,其中城区新增744.7万平方米,县城新增699.4万平方米,农村地区新增1390万平方米。清洁取暖中央专项资金方面,农村热源改造48650万元,城区第二热源29470万元。

兰州推广绿色建材提升建筑品质

发展绿色建筑是建筑工程领域落实“双碳”目标的重要着力点。甘肃省兰州市针对企业办理绿色建材认证标识中想办而不知道怎么办、从哪里着手办、具体找谁办等问题,通过点对点的方式,引导企业增强绿色意识,为企业提供有效帮助,助力绿色建材的推广应用。

据了解,兰州市组织人员先后深入20余家新型墙材企业,

就推广绿色建材认证标识工作进行调研,听取企业申请办理绿色建材认证标识的意愿、疑惑和困难,同时成立专门的小组,指导帮助企业开展前期资料准备等具体工作,通过电话询问、现场调研等方式与企业及时进行沟通,提高工作效率。

相关负责人表示,兰州市将积极帮助企业申办绿色建材认证标识,把办理认证的各个

项目要素具体化,列出资料清单、工作清单,帮助有意愿的企业申请绿色建材认证标识。对于已经取得绿色建材评价标识的企业,兰州市将按照“一类产品、一个标准、一张清单、一次认证、一个标识”的目标,指导其转办绿色建材认证标识。截至目前,兰州市已有6家企业进入绿色建材认证标识的申报程序。

山西运城推进智慧电厂建设

近日，运城市人民政府发布关于印发《运城市“十四五”新技术规划》等规划的通知。其中提到，在碳基新材料技术方面，开发煤基石墨烯在相变复合材料、环保吸附和多孔集流体等领域的应用技术开发及其增强铝合金、石墨烯改性铜电缆、石墨烯改性镁合金制备与应用技术。

在煤炭高效燃烧发电领域，突破智慧发电技术，重点开展火电机组关键参数软测量与智能检测及优化技术、大型电站智慧锅炉与数字孪生关键技术、基于相变储热的多能互补性光热智慧供热技术、火电机组全过程节能智能监控技术、智能化超低排放循环流化床锅炉技术等，推进智慧电厂建设。

辽宁大连 2022 年建设超低 / 近零能耗建筑 20 万平方米

近日，大连市住房和城乡建设局、大连市发展和改革委员会、大连市自然资源局联合发布《大连市 2022 年超低能耗近零能耗建筑工作要点》文件。

《大连市 2022 年超低能耗近零能耗建筑工作要点》主要目标为：一是，规划建设超低能耗、近零能耗建筑面积 20 万平方米；二是，制定落实推动超低、近零能耗建筑发展扶持政策；三是，印发近零能耗建筑设计与施工质量验收标准；四是，完成大连市传染病医院近零能耗建筑项目高质量建设。

江苏盐城在公共建筑领域推广蓄能式电锅炉

近日，盐城市发改委联合财政局、工信局等 11 个政府部门和国网盐城供电公司，出台《关于全面提升电能替代工作的指导意见》提到，在工业生产“煤、油改电”领域，《意见》提到，在造纸、化工、汽车、医疗、食品、纺织、畜牧屠宰等生产环节中需要热水（蒸汽、导热油）的各类企业，推广使用谷电蓄热式与直热式工业电锅炉、电蒸汽锅炉等，替代燃煤、燃油锅炉。企事业单位、服务业、学校、医院等公共建筑领域新上蓄能式电锅炉每 700 千瓦一次性补贴 8 万元。

当前，盐城供电公司加快推动电能替代进程。2021 年，

该公司累计完成替代电量 14.79 亿千瓦时，相当于减少二氧化碳排放 137 万吨。同时，该公司积极争取政策支持，优化供电保障，对新增电能替代项目，开辟配套“绿色通道”，累计投资达 1043 万元。

盐城市发改委煤电油气处处长陆春光介绍，该政策有效执行期限为 4 年（从发文之日起至 2025 年底），根据市财政局开展的补贴事前评估测算，执行期内最高补贴 3.1 亿元，数额为全省同类领域最高。在政策激励下，盐城以“政府指导、行业实践”为思路，力争到“十四五”末，将终端用能设备电气化率由目前的 34% 提升至 40%。

厦门国贸天成社区运用海洋碳汇实现碳中和

近日，在厦门市碳和排污权交易中心专业指导下，国贸天成小区成为厦门首个零碳社区，这也是全国首个运用海洋碳汇实现社区碳中和的“零碳小区”。

研究发现，中国建筑的碳排放占整个社会碳排放总量的 38%，处理建筑和环境碳排放的程序十分重要，而“零碳社区”则是解决此问题的关键所在。

据了解，厦门市作为国家低碳生态城市建设试点，近十年来将发展绿色建筑作为城市建设的重点，“十四五”是实现“碳达峰、碳中和”的关键

时期，厦门绿色建筑之路更是加足马力。2021 年，厦门市建设局、市发改委等 5 部门联合印发了《厦门市绿色建筑创建行动实施计划》，积极倡导先进低碳技术、方法和手段的运用，大力推进绿色建筑项目发展落地，目标是到 2022 年，城镇新建民用建筑中绿色建筑面积占比达到 75% 以上，星级绿色建筑持续增加，既有建筑能效水平不断提高，住宅健康性能不断完善，绿色建材应用进一步扩大，形成崇尚绿色生活的社会氛围。



格力中标三峡集团宜昌东岳庙数据中心项目

近日，格力电器中标三峡集团宜昌东岳庙数据中心项目，格力电器凭借强大的技术实力、过硬的产品质量、品牌口碑和服务效应，在中标角逐中，赢得采购单位的认可，成功中标该项目，获得8台10KV高压直驱永磁同步变频离心式冷水机组订单。东岳庙数据中心位于三峡坝区右岸，计划建设机柜约2.8万个，直接投资55亿元。其中一期建设机柜4400个，投资8.3亿元，该数据中心是三峡集团为响应国家大数据战略和数字化转型升级的目标要求，利用清洁能源优势和场地、区位优势，实现集团级大数据中

心前瞻性布局的重大项目。

10KV高压直驱永磁同步变频离心式冷水机组具有高效节能的性能特点，在12℃-20℃高温工况下，“小压比”设计可使压缩机效率更高，进一步提高能效。实现满负荷、部分符合“双高效”性能，COP达10.12，IPLV(HT)达到17.32。全负荷电机效率均达到96%以上，效率最高可达98.2%，机组采用电机直驱双级叶轮，机械损失平均减少70%，压缩机尺寸、重量减少60%；噪声降低8分贝以上。还采用双级压缩补气技术，相比单级制冷循环系统循环效率提高了5-6%的优势。



大金助力冬奥两大冰雪运动中心及主媒体中心环境提升

大金为2022年北京冬奥会冰雪赛事的主媒体中心、国家高山滑雪中心和国家雪车雪橇中心部分区域提供高性能、高节能性的中央空调多联机系统，全力保障赛场温度及空气质量。

在赛事主媒体中心展览区及地上地下部分区域，大金通过高性能VRV X7系列中央空调系统全力保障这些区域的24小时运转，机组兼具制热快速启动功能、多维智能化霜技术，制热能力全面提升，不仅系统具备超高效率，同时节能性也整体提升，保障舒适制热空调使用体验。在国家高山滑雪中心和雪车雪橇中心两大运动中心，包括大量的室外、半

室外空间，不仅要根据建筑布局分散的情况调整中央空调系统布置的灵活性，还需要考虑暖通空调室外机融霜水的防冻措施。大金借助多年VRV中央空调系统研发经验，以大金VRV寒冷地H系列为国家高山滑雪中心、国家雪车雪橇中心部分区域提供更高效率节能的舒适制热选择。

为保障赛事的顺利举行，大金还提前预备包括主板、风扇电机在内的500多个部品备件支持，并委派售后工程师团队现场驻场达2个月，在赛事现场进行设备全面调试、日常安全检修等保障工作，应对现场的紧急情况要求“十分钟服务到场”。

顿汉布什助力广药集团珠海生产基地

日前，广药集团落子珠海，将建设集团最大原料生产基地，该项目总建筑面积约为6.7万平方米，项目一期为头孢生产车间，计划2022年下半年进入试产阶段。空调系统是制药企业的关键组成部分，特别是室内在温度、湿度、洁净度等方面的精准控制，以及药品等进行低温工艺冷冻的严格要求，都成为了药品生产环节的关键所在，顿汉布什再次携手广药集团，助力大湾区生物医药产业高质量发展。

针对项目需求，顿汉布什迅速由工业冷热发展部组建专业团队进行方案制定。研讨了项目方对于工艺空调的要求后，顿汉布什最终为其配备了由离心式冷水机组和水冷半封闭螺杆低温机组组成的系统解决方案，通过离心机大温差技术，来满足项目制药工艺低温工艺冷冻的需求。目前，相关设备已经全面进场，并完成安装，整装待发待服役。值得一提的是，除了保障基础的工艺需求外，顿汉布什还充分考虑到了项目方的实际应用，针对整栋生产基地的建筑能耗问题进行节能优化，更增强了能源的高效利用。



美的磁悬浮离心机服务 江西信丰人民医院

在节能减排成为社会共识的大环境下，磁悬浮离心机作为高效、节能的暖通空调产品备受青睐。日前，美的楼宇科技在江西市场再传喜讯，美的磁悬浮离心机将服务江西信丰人民医院。根据项目需求，美的楼宇科技江西分公司专业人员经过现场测量和计算，为其配备了2台400RT美的磁悬浮离心机，以及风机盘管、空调箱等末端设备，确保医院的冷暖需求。

此次中标信丰人民医院暖通项目所使用的磁悬浮离心机组，在江西多个项目的应用过程中，凭借高效的运行效果，良好的节能效应频获好评，成为政府公建项目和工商业项目力推的产品。信丰人民医院项目的投入使用，对于美的楼宇科技江西区域医院项目的开拓，有着很好的示范意义，对其他领域以及其他产品的应用也有着积极的推动作用。

天加中标南京上影国际影城连锁项目

日前，天加华中大区南京区成功中标上影国际影城连锁项目，将为其提供大容量风管式室内机与全直流变频多联机设计，完美解决大空间的冷热需求。上影国际影城以娱乐、餐饮、购物三位一体，为顾客提供全方面的休闲场所。不同于其他场所，影院空间大、面积大，功能区域较多，不同区域空间的温湿度控制需求也不一样。其次，对于电影院来说，声学要求相对较高，若空调外机噪声较大，将会影响观众正常观影，因此，影院方在选取机组设备时，往往会选择低噪声风机，并对风机和空调机组做减震处理。

麦克维尔离心机进驻胶州万豪酒店

落地青岛胶州大沽河度假区的胶州万豪酒店，自立项以来就备受关注。作为当地首个万豪酒店，其建成后将作为当地标杆之一，全力助推旅游业的发展。据悉，该项目总建筑面积约5万平方米，总造价逾7.5亿元。因此在招标过程中，项目方对于相关机电设备的要求颇高，最终在层层筛选中，麦克维尔从中脱颖而出。

据了解，麦克维尔为该项目配套了离心机产品方案，助力酒店室内的空气环境的可靠性保驾护航。目前，该项目设备已经全面进场，未来将伴随着设备整体的安装完成后迎来调试，并最终开始服役。实际上，在节能高效

的市场需求背景下，麦克维尔积极将自身优质的产品服务推向市场，更是在响应“碳中和”“碳达峰”的目标下，全力为绿色建筑的落地出谋划策。未来，在全面转型节能建筑的发展道路上，麦克维尔无疑已经扎实了自身的基础，更将在行业节节递进的发展中，贡献自身更多的力量。



海尔中央空调赋能崇礼太子城高铁站

在北京冬奥冰雪赛事中，张家口市崇礼区太子城站扮演了重要的角色，它是世界上首座接入运动员村的高铁站，是融合了冰雪文化的重要对外交通门户，为这个重要的客运枢纽提供空气解决方案的正是海尔中央空调，在比赛期间海尔中央空调专门组织了服务保障团队前往站内，每天巡检，确保赛事期间设备的高效稳定运行。

太子城高铁站海拔1582.82米，全年最低温度可达零下三十多度，为保障室内环境的温暖舒适，项目方对客运枢纽内的环境舒适度要求严格，在供暖设备的选择上，要求机组稳定运行、绿

色环保，既能给旅客最舒适的出行体验，也能实现节能环保。

针对项目的地理位置、供暖需求，海尔中央空调提出了以四台超低温双级风冷螺杆空气源热泵机组为主的综合空气解决方案。项目使用的风冷螺杆机组，采用了行业创新的双擎增焐制热系统，搭载超低温螺杆压缩机，拥有同时中间补气增焐等多项专业技术，即使超低温环境下亦可稳定强劲运行，实现高效节能。从高品质的设备保障到专业的服务保障，海尔中央空调心系用户，关注用户体验。默默守护，为冰雪之约助力。



中广欧特斯成为杭州亚运会官方空气能供应商

日前，“温暖亚运 爱达万家”杭州2022年第19届亚运会官方空气能供应商发布会，在浙江广电集团演播厅圆满举行。空气能行业领军者中广电器集团与杭州亚组委正式宣布：集团旗下品牌“中广欧特斯”成为杭州2022年第19届亚运会官方空气能供应商。

中广电器集团常务副总张树前表示，中广电器集团是沐浴改革开放阳光成长起来的浙企，在绿色家电制造领域深耕17年，也是“中国航天事业战略合作伙伴”。作为浙企，企业理所当然要为杭州亚运会的举办出一分力、发一分光。杭州亚运会“绿

色、智能、节俭、文明”的办赛理念和主题口号“心心相融，@未来”，与企业一直践行的“诚信、科技、绿色、激情、和谐”价值观及旗下品牌中广欧特斯“让爱有温度”的品牌内涵一脉相融。

发布会上，中广欧特斯分享了后续的系列活动，品牌将围绕“温暖亚运 爱达万家”开展系列主题活动，用“亚运温度”回馈社会，积极参与体育公益活动；用“亚运品质”链接大众，以更优的产品与服务，助力国民实现美好人居愿望；用“亚运力度”引领行业，团结上下游产业，一起不断创新、追求卓越。



盾安热管背板精密空调助力“东数西算”工程“冷静”运行

日前，国家发展改革委、中央网信办等联合印发通知，同意在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝等地启动建设全国一体化算力网络国家枢纽节点。这意味着，全国一体化大数据中心体系完成总体布局设计，“东数西算”工程正式启动。数据中心的需求将呈爆炸性增长，维护机房设备安全稳定运行和降低空调系统能耗，成为了空调制冷方案中新一轮的挑战。

盾安机柜级热管精密空调又称热管背板空调，是安装在通信机柜后门的末端单元。其紧靠热源，实现近端制冷，为高密度数据中心提供散热解决方案。热管背板系统适用于风冷空调系统与冷冻水空调系

统，室外侧可与离心机组、螺杆机组、制冷热管复合机组、蒸发冷热复合机组连接。无论是高热密度机房、局部过热机房、高节能需求机房还是各类数据中心，均可实现高效节能、绿色智能、安全稳定的综合使用体验。

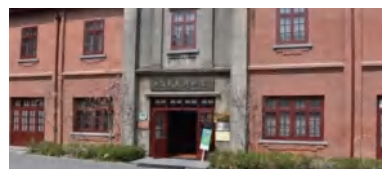
盾安中央空调作为数据通讯行业热管背板节能空调系统的主要供应商，已为中国移动哈尔滨新型数据中心、中国移动（四川成都）数据中心工程、无锡国际数据中心等全国多个数据中心提供了绿色高效节能的中央空调解决方案，获得了广泛的推广应用，并积淀了先进稳定的系统节能技术、应用服务经验及品牌知名度。

LG 中央空调服务上海民政博物馆

上海民政博物馆是中国第一家民政博物馆，馆内展示了民国时期，建国初期，改革开放和近现代时期等不同时代补贴的结婚证、居住证、暂住证等。对于见证近百年历史的博物馆而言，环境空气对文物有很大的影响，而湿度的要求则因文物而异。为了给文物提供一个最佳的储存环境，LG中央空调为上海民政博物馆打造博物馆专属解决方案，提供了LG MULTI V系列产品。

LG中央空调在升级前就对该博物馆进行过全面的评估，馆内无专门制冷机房，较难满足大型中央空调设备的安装，同时，博物馆室外的可用空间也有限，并且场馆建筑面积较大，如果做到夏季供冷、冬季供暖，对设备和系统的稳定性有着更高的要求。此外作为公共项目，对高效节能也有更为特殊的要求，所以高效节能的产品尤为关键。

项目决定采用LG MULTI V系列为博物馆提供空调升级，机组其高效的变频系统，先进的热交换和过冷却技术，可根据环境温度自动选择制热、制冷和除湿方式，并在低转速、低能耗状态下以较小温差波动，实现快速响应和节能舒适的效果，主机采用25套室外机，200套室内机，通过天花机向外送风，对馆内进行夏季制冷、冬季制热，机组还具有占地面积小，静音效果佳的优势，充分满足了上海民政博物馆所需。



天加思茂特磁悬浮机组 入驻钟恒新材料

日前，天加常州市场传来捷报，旗下思茂特磁悬浮机组顺利到货，即将入驻常州钟恒新材料股份有限公司，为其提供舒适、节能服务。

钟恒新材料公司是生产BOPET特种薄膜的专业企业，拥有从德国全套引进的2条双向拉伸聚酯薄膜三层共挤ABC结构和ABA结构生产线，2014年并投资对双线设备和环境进行了全面的升级和改造，为客户提供优质和特殊需求的特种BOPET产品。据了解，由于新材料生产对室内环境的要求较高，且钟恒新材料项目负责人希望为在职员工提供舒适的生产、办公环境，考虑到需要中央空调系统长时间稳定运行，项目负责人不仅对设备品质格外关注，同时也极力追求系统的节能性。

作为当下行业金字塔顶端的节能技术，磁悬浮技术的高效节能正与甲方的需求相匹配，最终天加磁悬浮机组获得了甲方的青睐，并且思茂特也是行业中历史最为悠久的磁悬浮品牌，海内外样板案例众多，也消除了甲方对于品质的顾虑。通过该项目的顺利推进，天加也将在常州市场再度树立起磁悬浮项目样板，为后续磁悬浮市场增强品牌竞争力。



美的磁悬浮离心机服务淄博开放型产业园

随着空调技术的不断革新，美的中央空调在重大工程建设中越来越受到青睐。尤其是在践行“碳达峰、碳中和”战略，建筑节能越来越为社会所关注的背景下，美的磁悬浮离心机在服务大型建筑中所具备的高效、稳定等特性愈发凸显。在面对众多方案的情况下，淄博开放型产业园选择与美的楼宇科技携手，共同打造绿色园区样板工程。

以淄博开放型产业园为代表的新型产业园区，在建造时，除了要考虑其功能分区及布局，对于其作业环境冷暖条件的打造也格外重视。尤其在国家大

力提倡绿色建筑的大环境下，冷暖设备除了大冷量、稳定性强的基础要求外，高效性、节能性成为了用户考察的要点。而美的磁悬浮离心机在经历长期的研发、落地、改进后，在各个领域都取得了不错的成绩。

对于总碳排放量占比较大的建筑而言，全面提升绿色设备应用比例，调整建筑能源消费结构，是最有效的措施。为此，美的中央空调不断进行产品方案创新发展，尤其在以离心机为代表的大冷量水机产品的研发、性能提升方面，积极为用户提供更优质的解决方案。



台佳双冷高效直膨机组服务山东赫达纤维素醚项目

3月伊始，台佳在工业项目市场再传喜讯，经过严格的评审和多方审核，台佳成功中标山东赫达股份有限公司纤维素醚项目，为该项目提供多台双冷高效直膨机组。

据了解，山东赫达股份有限公司是国内第一、全球第四的纤维素醚供应商。赫达掌握了具有自主知识产权的规模化生产纤维素醚的核心技术，具备自主研发、生产全系列建材级、医药级和食品级非离子型纤维素醚产品的能力。为了更好地做好产品，赫达股份对生产环境精益求精，对温湿度和

洁净度的关注度很高，此次选择台佳双冷高效直膨机的解决方案，也是基于台佳在相关领域丰富的项目实践和成功经验。

台佳一直致力于中央空调系统的自主创新研发，为客户提供最好的产品和服务。此次项目所使用的双冷高效直膨机组采用台佳专利的双冷凝技术，独特的换热器设计理念，结合水、气联合冷凝和冷却技术，降低了整机功耗。这与目前社会对低碳、高效的整体目标相一致，也符合赫达股份对节能减排的诉求，也是为实现双碳目标做出的切实行动。

荏原携手港科大 打造净零排放示范学府

日前，荏原为香港科技大学（广州）能源站量身定制的5台大型高效制冷机陆续到货。港科大（广州）规划建筑面积为100万平方米，共分二期建设，其中一期建筑面积为55万平方米，主要包括实验教学楼、图书馆、师生公寓等。港科大（广州）响应国家“双碳”政策，提高综合能源利用率，创建绿色低碳校园，充分运用能源高效梯级利用技术，打造包含集中供冷供暖、光伏发电等一体的综合能源服务系统，助推学校打造国际一流的“净零排放”示范校区。

荏原冷水-蓄冷双工况离心机组和蒸汽型溴化锂吸收式冷水

机组为能源站搭建了“电制冷+吸收式制冷+水蓄冷+凝水热回收”联合供冷供暖平台，制冷季根据用冷负荷调整运行模式，优先采用双工况离心机谷电水蓄冷的冷源和回收低压蒸汽余热的吸收式机组冷源为全校供冷，变频离心冷水机组作为冗余冷源，作为冷源安全性高的实验楼备用冷量；采暖季优先使用蒸汽凝水余热供暖，缺口热量采用电厂低压蒸汽余热供暖；全年卫生热水由吸收式制冷机的蒸汽凝水和电厂低压蒸汽余热换热提供。该模式可大幅提高能源利用率，有效降低能源消费总量，实现能源站的绿色高效运行。

开利高效创新解决方案为浙江云计算数据中心“降温”

浙江云计算数据中心项目由杭钢集团与阿里巴巴合作共建，采用阿里巴巴最新设计、建设、运营标准体系，总投资人民币158亿元，将为电商、金融、物流、云计算大数据及各类互联网增值服务提供坚实的基础设施平台，开利中国共提供了30台19XRV低压变频离心机和配套机房群控系统，助力其成为数字浙江建设的重要工程和新节能标杆项目之一。

数据中心的作用在现代社会

中不容小觑，它的意外断电会导致电脑、服务器和其他设备的严重受损。开利冷水机组拥有快速重启功能，保证室温快速恢复正常。在该项目中，开利19XRV低压变频离心机和智能机房群控系统能够精准满足客户对稳定性、可靠性和节能性的三大要求。与此同时，管理人员可以通过智能群控系统远程监控和预管理机组运行情况，保证其在不同工况下稳定运行，预计每年可节省相当可观的运行费用。

打卡“云之城” 台佳中央空调进驻杭州西站

近日，台佳中央空调中标杭州西站项目，为项目提供44台一体式新风自适应机组以及近百台空气处理机组。

杭州西站是2022年杭州亚运会重要交通配套工程，全面实现浙江1小时交通圈的重大工程，杭州城西科创大走廊的桥头堡和新核心。车站总建筑面积约51万平方米，拥有11台20线，

并将接入合杭高速铁路、杭温高速铁路以及杭州机场快线、杭州地铁3号线等。

台佳一体式机组、空气处理机组等产品在轨道交通领域有着丰富的应用实绩，以AI和大数据技术赋能，为大客流、大空间场景提供洁净舒适空气，助力推进建设以人为本的现代化综合交通中心。

约克 VRF 服务陕西大力神航空科技综合办公楼

近日，约克 VRF 服务的宝鸡大力神航空新材料办公楼 super+ 系列主机到达现场。据悉，该项目位于陕西省宝鸡市高新大道，该项目地上9层，地下1层，总建筑面积18330平方米。约克 VRF 基于该项目大冷量、精准控温、运行稳定的需求，经过一系列的考察沟通后最终选择了 YES-super+ 系列全直流变频多联机机组为该办公楼量身打造科学冷暖方案。

YES-super+ 系列全直流变频多联机机组作为约克 VRF 的明星产品，凭借其过硬的产品质量与服务在市场一直有着亮眼的表现。除了宽广的运行范围、应用 EVI 喷气增焐技术以保证稳定性。值得一提的是 YES-super+ 系列在依据室内机回风温度、遥控器温度传感器调节温度的基础上，增加了出风温度传感器，通过微电脑控制2000级高精度电子膨胀阀调节制冷剂流量，可实现室内温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 精准设定，这些亮点功能充分满足了办公楼需求。多年来，约克 VRF 通过高品质的产品和优质可靠的服务，针对用户的特殊需求并结合建筑结构 and 区域功能特点，为国内多个商业场景提供了完善的中央空调系统解决方案。



海信中央空调推出磁悬浮变频离心机

在大力推动新基建以及“双碳目标”战略背景下，作为建筑耗能占比近 70% 规模的水机产品，面临新的机遇和挑战。而这些政策方针的落地执行也将推动行业向高效、高稳定性、高品质甚至智能化方向转型和升级，海信中央空调就在此背景下推出了磁悬浮变频离心机 HSCFV-AH 系列产品。

作为全新的标准高效系列产品，海信中央空调自主研发的离心机，海信磁悬浮变频离心式冷水机组 HSCFV-AH 系列可谓完美适应产业发展趋势，机组具有无油、变频、智能化等亮点，所以无论是能效方面、安全稳定方面，亦或是智能控制方面 HSCFV-AH 系列机组都可以充分满足用户的高端需求。离心机广泛应用于医疗、轨道交通、商业楼宇等大型建筑及社会场景中，是践行绿色建筑和“双碳目标”中的关键一环。

HSCFV-AH 系列离心机机组从设计理念生产落地再到安装都围绕着“低碳节能”展开。机组所具备的超高能效比以及创新智能多头机的结构，充分保证机组在运行时的高效性与稳定性。比起常规产品，超高能效的 HSCFV-AH 系列离心机机组更加聚焦于用户长期使用费用，满足用户满负荷能效更高要求的同时，也兼顾环境的可持续发展，助力双碳战略目标的实现。



格力 GMV6 多联机成功中标武汉市融创智谷产业园

近日，格力中央空调湖北市场再传捷报，凭借优秀的产品品质，领先的技术能力和高品质的服务，旗下 GMV6 多联机再添新作，成功中标武汉市融创智谷产业园。

作为华中地区首个人工智能主题产业园——融创智谷，是武汉市“创谷计划”首批示范项目，也是武汉市中心城区最大的人工智能产业园。项目占地面积约 300 亩，总投资约 30 亿元，建筑面积约 35 万平方米，

该产业园将推动武汉乃至整个湖北的经济高质量发展。而此次选用的格力 GMV6 多联机凭借人工智能控制技术成功赢得项目方的肯定。

格力中央空调旗下 GMV6 多联机是应用 G-AI 人工智能控制技术的首款人工智能多联机，基于格力大数据平台，可精准分析实际工程使用特性，针对不同区域气候、天气情况及用户使用习惯，实现机组的自适应运行优势。

盾安中央空调中标国家存储器基地项目（一期）

近日，盾安中央空调再中千万级大单，助力国家存储器基地项目（一期），为其提供安能 i-Excellence 系列组合式空气处理机组、柜式空气处理机组。国家存储器基地位于武汉光谷，作为我国发展集成电路产业的重要组成部分，对于填补国内主流存储器领域空白、保障国家信息安全具有重要的战略意义。

盾安安能 i-Excellence 系列组合式空调机组是在各大科研

院校的大力支持下、吸收了国内外各大著名空调设备制造公司的产品优点，具有结构新颖、性能可靠、市场竞争能力强等优点，同时坚持以“核级品质，精品制造”的标准，严格把控其生产和制造流程，全方位保证了产品的质量和可靠性。此次中标，不仅进一步彰显盾安中央空调强大的品牌实力与影响力，也为其在武汉乃至湖北市场树立了一国家级样板工程。

天加多联机服务钟祥人民医院传染病区

近日，天加湖北市场传来捷报，成功服务湖北省钟祥市人民医院传染病区，为其提供 60 台全直流变频多联机空调室外机、348 台全直流变频多联机空调室内机、45 套全新风处理机以及 14 套集控系统。

钟祥市人民医院始建于 1908 年，已走过了整整 110 多年光辉岁月，已成为湖北省县级医院规模最大，集医疗、教学、科研、急救、康复和保健为一体的现代化综合性三级医院。新院区建有门诊楼、住院楼、

医技楼、精神病楼、传染病楼、放疗楼、行政楼、食堂及相关配套建筑，花园式的环境、智能化的设施、精准的医疗、标准化的管理、人性化的病区、舒适的病房、人性化的服务为人民健康保驾护航。

作为在全球拥有最全医院领域“能源与净化解决方案”的专业品牌，天加在全国各地医疗领域树立了一个又一个的优质样板工程。此次项目的中标，无疑是天加在医疗领域强大的品牌实力的进一步凸显。

中广欧特斯为惠州市宝德科技园保驾护航

近日，中广欧特斯凭借优秀的产品品质，领先的技术能力和高品质的服务，再次成为项目方的首选，成功中标惠州市宝德科技园日资企业，为其提供130台风冷模块中央空调，打造舒适节能的室内空气环境。

作为可再生清洁能源倡导者，中广电器已迈入暖通行业，势必为整个行业带来更多的变革。在市场的深耕广拓中，中广欧特斯不仅能凭借产品的卓越品质和节能性赢得信任，同样也能以立

足于项目现状，提供出因地制宜解决方案的能力而广受赞誉。

此次中广欧特斯风冷模块服务该项目，不仅为中广欧特斯在广东市场再树新的标杆，也将为其开拓华南市场提供动力。在今后，相信中广欧特斯将继续加大资源投入，逐步提高企业管理水平和服务质量，依靠技术创新推动热泵产业结构优化，实现行业跨越发展，提升企业的市场竞争力，创造更大的企业效益和社会效益。

格力粮仓空调中标国家粮食储备库绿色储粮项目

近日，格力粮仓机组成功中标河南郑州中原国家粮食储备库绿色储粮制冷设备采购项目，为其提供52台一体机粮仓空调，为国家绿色储粮贡献科技力量，保驾护航。

河南郑州中原国家粮食储备库始建于1953年，该库共有三个库区，总仓容近30万吨，现存有托市粮、省市地方储备粮等各种性质的粮食，为保障粮食安全做出了突出贡献。由于适宜的温度和湿度是粮食保持新鲜的关键，这对企业技术实力、产品机

组性能等综合实力等提出众多挑战，最终，格力冷冻冷藏凭借卓越的产品质量和周到的服务斩获该项目。

据悉，格力电器自2009年起正式进军冷冻冷藏领域，多年来深耕行业关键核心技术，坚持自主研发，致力于打造制冷强劲、高效节能、稳定可靠的全冷链系列产品，并在食品、粮仓、种植业、工业、医药等领域树立一系列样板工程，为用户提供优质的综合性解决方案，为冷冻冷藏行业保驾护航。

海尔多联机服务郑州经开区科创园

海尔中央空调作为全空间、全场景、全周期的智慧健康空气专家凭借高效节能、智慧高品质的空气解决方案成为行业翘楚，赋能多项商业建筑，从专业方案到真诚服务全流程打造舒适高端的建筑环境。近日，海尔物联多联机以高效节能、智慧稳定等高品质优势，中标郑州经济技术开发区科技创新园空调项目。

据悉，该项目总建筑面积为23万平方米；培育电子信息、

云计算、大数据、节能环保和第三方检测等企业。在第一标段的空调设备招标中，海尔物联多联机凭借系统高效稳定运行，售后服务贴心专业的机组专业性能以及市场良好口碑最终斩获该项目，总金额达5260万元。海尔中央空调将通过全方位的服务以及高品质产品方案，为郑州经开区科技创新园创造最舒适节能、智慧高端的空间体验。

特灵科技亚太研发中心在获能源管理权威认证

近日，全球温控系统创新者特灵科技宣布，经过中国质量认证中心的严格审核，位于江苏太仓市的特灵科技亚太研发中心顺利通过ISO50001:2018(GB/T23331:2020)能源管理体系认证，成为国内率先获此认证的研发测试实验室。

据悉，ISO50001认证作为能源绩效改进基准，被全球企业，尤其是高耗能生产型企业视为命脉认证。几年前，研发中心和特灵太仓工厂相继发起了太阳能光伏项目，使工厂的年用电量下降了25%，不仅为实验室持续提供清洁的电力能源，而且还进一步降低了整个太仓厂区整体的碳排放量。研发中心还以“营造环保低碳、节能高效的绿色测试实验室”为能源管理方针，建立了能源管理体系，精准监控实验室日常运行中的能源消耗，控制能源使用强度和成本，为合理化实验室能源结构、降低碳排放提供了有效的判定依据和改善方向。

作为国内率先获得此项认证的的研发测试实验室，特灵科技亚太研发中心承担着支持公司全球产品的设计与研发、测试与验证，以及全球工厂的产品改进和质量提升、区域客户增值服务在内的重要使命。目前该中心已拥有近400名研发人员，在中国已经获得了近400项专利授权，且平均每年新增50-60项专利注册。



海尔磁悬浮服务重庆医科大学附属儿童医院

共建筑绿色节能已成为我国践行绿色发展理念、落实节能减排目标的重点内容，作为建筑内高耗能的中央空调系统的节能性尤为重要。重庆医科大学附属儿童医院改造项目中，海尔磁悬浮机组助力该院绿色建筑，提供高效节能的冷暖服务。为绿色节能事业贡献力量。

重庆医科大学附属儿童医院是一所集“医、教、研”为一体的国家三级甲等综合性儿童医院。国家卫生健康委员会以该院为主体单位，设置了国家儿童区域医疗中心，系我国五大儿童区域医疗中心之一。众所周知，医院作为特殊场所，对于环境舒适度的要求格外严格，此次海尔能够夺得此标，也充分证明其磁悬浮机组卓越的产品品质得到项目方的充分认可。

随着“双碳”政策的持续推进，对于绿色建筑提了更高的要求，“节能减排”亦是国内目前发展的主旋律，海尔磁悬浮机组高效节能的优势获得了诸多项目方的青睐，为众多公建节能改造项目提供了定制化智慧空气综合解决方案，树立了诸多精品样板。此次中标不仅是海尔对于重庆市场进一步巩固，另一方面也是海尔助力国家医疗绿色建设的深入体现。



格力中央空调系统服务曲阜师范大学扩建工程

近日，格力中央空调山东市场再传捷报，凭借优秀的产品品质，领先的技术能力和高品质的服务，成功中标曲阜师范大学，为项目提供 GMV6 人工智能多联机（10700 匹）、多联式室内机、直膨组控、群控系统，中标金额共 8409 万。

曲阜师范大学曲阜校区扩建工程总投资约 22 亿元，总建筑面积 34 万平方米，空调设计面积 26 万平方米，中标项目的设备中，格力中央空调 GMV6 人工智能多联机是应用 G-AI 人工

智能技术的首款人工智能多联机，基于格力大数据平台，精准分析实际工程使用特性，针对不同区域气候、天气情况及用户使用习惯等，实现机组的自适应运行。

格力中央空调的直膨组控室内机采用的是自主专利高强度箱体结构设计，外机采用高效低温增焓系统，全直流变频技术，高效节能，控制精准；群控系统节能效果至少在 30% 以上，可在满足不同温度带用户的个性化舒适需求的同时，进一步降低能耗。

天加直膨机、新风机服务深圳政府应急工程

众所周知，天加在健康领域有着突出的品牌技术优势，已经成功服务了 7000 余家二甲、三甲医院，近日，天加深圳市场再树医疗样板，为南方医科大学附属和顺院区改造项目提供云变频冷凝热回收直膨机组、风冷直膨全新风机组等健康类中央空调设备。

南方医科大学第七附属医院是集医疗、公卫、科研、教学和健康管理为一体的大型三级公立医院。医院设有广东省博士后创新实践基地，国家住院医师规范

化培训基地等重要中心基地。疫情期间，新建多个政府“十三五”规划/疫情期政府应急工程项目，包括住院病房楼、发热门诊和洗消中心以及配套污水处理站和液氧站等。

出于防疫工作的开展以及对医护人员、患者健康的保护，最终院方选择了天加所提供的系统解决方案。天加将凭借丰富的服务经验以及行业领先的健康技术，为院方提供作为可靠与健康的室内环境。

平欧空调成功牵手天津金元宝购物中心

近日，南京平欧空调成功中标天津金元宝市场项目，为项目提供几十台低温风冷模块机组，是平欧努力拓展北方低温市场又一标志性项目。天津金元宝商厦集团有限公司下辖金元宝商厦、金元宝滨海国际购物中心、金元宝于家堡购物中心、金元宝东方广场等多个商业实体，为天津塘沽区乃至滨海新区的经济繁荣发展做出了积极贡献。

此次为项目提供的平欧低温

风冷模块机组，采用虚拟蒸发独特技术，蒸发温度提高，结霜少。回热高压除霜技术，除霜快，3 分钟完成除霜。螺旋折流蒸发器，杜绝死水区，阻力小，换热效率高。翅片盘管底部设计，冬天不结冰。方钢结构，机组强度高，寿命长。采用微电脑控制器，智能控制，操作简单。模块化设计，20RT、30RT、40RT 可以灵活组合，集中控制是平欧公司核心研发产品之一。

天加磁悬浮入驻国家先进计算产业创新中心南京基地

大数据中心的运行过程中，对环境温度的要求极高，在高效成为社会共识的情况下，磁悬浮中央空调在大数据中心得到更多应用。3月下旬，天加磁悬浮冷水机组入驻国家先进计算产业创新中心南京基地，成为天加在大数据中心建设项目方面的新标杆。天加磁悬浮冷水机组一直受到国内外各大数据中心青睐，在5%负荷下、超低冷却水温下仍能稳定运行，为大数据中心常年降温需求提供可靠保障。

据了解，国家先进计算产业创新中心南京基地项目位于江北新区产业技术研创园，占地面积148亩，总投资30亿元，

定位为大数据产业的聚集区、大数据技术产业化项目孵化区、大数据企业走向产业化道路的集中区，助推南京新区“芯片之城”建设。该项目的建成对于南京在大数据方面位次有着举足轻重的作用，基地相关配套设施的选择以高标准、高效能为主，天加磁悬浮冷水机组的成功入驻将持续推动基地持续稳健发展。



麦克维尔助力清华大学深圳国际校区建设

清华大学深圳国际校区项目一期建筑面积约15万平方米，具有占地面积小，容积率高，建筑密度大、使用功能复杂（涵盖实验室、学生寝室、图书馆、教室、食堂等多个功能建筑）等特点，因此校方对中央空调系统的节能性及送风舒适性提出了较高的要求。

麦克维尔为项目定制了主用备用结合、大冷量离心机组

配小冷量螺杆机组的方案。在离心机组与螺杆机组搭配稳定运行，可随校园空调使用高低峰进行负荷灵活调节，大大提升系统综合能效；离心机组的双级压缩技术，实现更大压比和更高能效，满足设计工况需求；搭载变频技术的螺杆式冷水机组，能精准控制机组在不同负荷下合理配比，高效输出。

约克 VRF 中标湛江综合保税区近千匹项目

近日，约克 VRF 珠海分公司传来捷报，成功中标湛江综合保税区项目，中标总匹数约1000匹。湛江综合保税区基础设施建设项目（二期）占地面积30327.3平方米，划分为口岸作业区、保税加工区、保税物流区、综合服务区四大功能区，便于根据不同的业态集聚发展、分类监管。

近年来，约克 VRF 凭借空

气处理系统的稳定性能效比等要求高的特性，树立了一个又一个的样板工程，并收获了越来越多项目方的信任与肯定。此次中标，再度彰显了约克 VRF 强大的品牌实力以及突出的产品性能，面对未来，约克 VRF 也将响应政策，顺应城市发展趋势，继续精进技术，研发新产品，为更多领域创造更美好、便捷、舒适空间环境。

中广电器集团 2022 年全国优秀经销商云峰会召开

3月26日，“大国品牌 中广来了”中广电器集团2022年全国优秀经销商云峰会正式召开。会议通过中广欧特斯服务视频号、新浪家居、腾讯家居、微赞平台、中广欧特斯华北运营中心抖音号等多个平台进行直播，共有60余万人次收看了云峰会。

集团董事长朱建军首先在会上作《中广来了》主题报告，他表示，2021年大暖通赛道销售额连年持续上涨且增幅良好，充分说明蓝海可期。在双碳政策的持续推进、国潮流行等趋势的影响以及当前中国百姓消费升级的新环境下，品牌厂商即将迎来新的创富机遇。随后集团常务副总张树前重磅宣布集团《全新品牌策略发布》，中广新时代将从视觉感官开启，企业全新打造了自己专属的符号系统，企业与品牌VI全新升级，并首发了中广欧特斯超级符号“O”。他还表示，围绕“品牌”集团还将推出“大国品牌”“冠军的新家”“航天事业战略新十年”等重磅IP，助推产品市场快速发展。

会上，中广暖通携旗下6大产品模块，覆盖大多联、小多联、轻商系列、模块系列、末端全新亮相，并隆重推出行业首创的热泵空调-中广欧特斯全新超级大多联·智酷A系列产品。同时，峰会还进行了2022年度中广超级新品发布、绿色工厂启动、首发女神高圆圆为品牌代言人的全新品牌TVC、营销战略发布等相关活动。



天加服务远大医药 (武汉)建设项目

天加作为致力于成为全球领先的绿色能源的系统供应商和服务商,在医疗建设这一细分领域,已经有数千家 GMP 认证药厂选用天加净化产品。近日,天加湖北市场传来捷报,成功再度牵手远大医药医疗器械产品平台(武汉)建设项目,为其提供风冷满液螺杆式热泵机组(超高效系列)组合式空气处理机组。

远大医药作为国家企业技术中心,中国制药工业百强榜企业,是国内罕见同时聚焦创新药及高端医疗器械的上市企业,经过多年的发展和积累,在未来国内医药重大发展的心脑血管疾病、癌症和呼吸系统疾病这三个领域实现了全覆盖,在产品品种数量、核心重磅品种储备、研发协同能力、商业化实力等均具备强大的先发优势。

此次天加提供的净化空调全套解决方案。末端采用天加王牌产品净化组合式空调机组,主机采用的一级能效风冷机组,搭载专为 R134a 冷媒设计的高效螺杆压缩机和高效满液式换热器,充分满足项目环保、高效、节能的高要求。近年来,天加不断扩充产品结构以及服务领域,加之净化领域的传统优势,成为医疗工程项目市场最为活跃的品牌之一。



日立水源多联机助力青岛海天中心斩获高层建筑大奖

青岛海天中心近日荣获“2022 年 CTBUH 全球奖—最佳高层建筑杰出奖”(300-399 米);同时获得“美国 LEED 金级“和”中国绿色建筑三星认证”,在绿色建筑运维上属于领先示范项目。青岛海天中心是集酒店、办公、会议、商务、公寓、观光、文娱等七大业态于一体的超高层城市综合体,建筑面积 49 万平方米,由 3 座塔楼组成,为青岛第一高楼。

海天中心能够获此殊荣,离不开其出色的设计理念和超前的建设规划。日立中央空调也在其创造宜人、舒适、洁净的室内环境中发挥了巨大作用。海天中心规模达 7 万平方米的 T3 塔楼,就是采用了日立水源变频多联式中央空调系统。由于海天中心作为一个超高层建

筑,在功能分区复杂多元的同时,满负荷运行的概率很低,因此系统部分负荷运转的综合能效系数是衡量中央空调系统节能性的重要因素。

超高层建筑空调系统在水利平衡、调试、管道及设备压力等级,机房占地及建筑协调、设备维护等方面都有更高要求。日立中央空调的创新方案针对超高层建筑空调系统建设痛点,更好地契合了超高层建筑项目的需求。同时,日立水源变频多联式中央空调系统采用压缩机直流无级变频调节模式,显著提高了部分负荷时的综合能效系数值,使空调系统在部分负荷下运行更加节能省电,有效降低运行费用的同时更加低碳环保。

日立中央空调雨夜驰援沈阳方舱医院建设

3 月 29 日,经过 9 天的昼夜施工,沈阳市方舱医院应急改造一期工程顺利完工,正式具备交付使用条件。这其中,日立中央空调也在雨夜火速驰援到建设中,与施工方中建八局精诚合作,共同助力方舱医院和健康驿站工程以最快速度建成。

为提升应急处置能力,提前准备必要的临时救治场所,沈阳市落实国务院第九版诊疗方案中关于建设方舱医院及健康驿站的相关要求,在沈阳国际展览中心改造建设方舱医院应急工程和健康驿站工程。方舱医院应急工程总建筑面积约 5.1 万平方米,分两期改造建设。

同时,为有效控制传染源,

保证清洁区、半污染区和污染区之间的压力梯度,最大程度保持室内空气环境安全质量良好,方舱医院和健康驿站工程新风系统的选择是重中之重。由于沈阳方舱医院和健康驿站工程建设周期短、任务重、责任大,在选择空调供应商上要求会更加严格,日立中央空调凭借成熟的产品技术以及完备的系统解决方案火速驰援,在施工中严格执行相关的安装操作规程,高效率高质量完成项目任务。值得一提的是,为了保障医患舒适的室内环境,日立中央空调还为隔离区辅房配备了 SET-FREE 侧出风变频中央空调,以简洁便利灵活高效的空调系统为防疫保驾护航。

国际资讯 International News

分布式玻璃窗光伏技术研究与应用

近日，在美国科罗拉多州博尔德市建成的办公楼中，屋顶上安装了太阳能电池板。但这座建筑还拥有世界上最早安装的太阳能窗户技术之一的透明光伏板，看起来像普通窗户，但也能无形地产生能量。Ubiquitous Energy 公司开发的这项技术基于麻省理工学院的研究，使传统上不能用于发电的玻璃表面成为太阳能资产，太阳能窗也可以用来代替家中的普通窗户。

典型的太阳能电池板会吸收全光谱，使它们看起来是黑色的。但是新的太阳能窗技术的工作原理是仅捕获部分太阳光谱，所以太阳能窗户吸收的能量减少了大约三分之一。但由于它们可以用于普通太阳能电池板无法使用的区域，可以帮助增加可再生能源的供应。窗户有两块密封在一起的玻璃，电线可以直接连接到窗户旁的灯或电子百叶窗，也可以连接到建筑物中的储能电池或由电网吸纳。

这家初创公司花了数年时间开发材料，包括可以选择性地捕获红外线和紫外线的半导体，并确保产品与非太阳能窗户的性能和质量相匹配。目前，该公司在其位于加利福尼亚州雷德伍德城的试点生产工厂正在生产小窗板，已安装在少数试点地点，包括科罗拉多州的办公楼。但它也在为更大规模的制造做准备，并开发制造可以在当前窗户制造线上运行的窗户的工艺。

国际能源署建议欧盟投资 150 亿欧元加快部署热泵

日前，国际能源署（IEA）在其官方网站表示，鉴于近期地缘政治冲突，欧盟可能在未来需要面对一系列的能源危机。对此，IEA 给出了 10 项建议，旨在增强欧盟天然气网络的弹性，并最大限度地减少弱势消费者可能遇到的困难。

其中提到，加快热泵替代燃气锅炉的进程。IEA 推荐欧盟加快部署热泵，将当前欧盟热泵的安装率提高一倍，“虽然这需要额外投资 150 亿欧元，但节省下来的电量很可观”。IEA 补充称，“可以有针对性地进行投资，比如将热泵与房屋装修相结合，最

大限度地提高能源效率、降低总体成本。”

还提到，加快改进建筑和工业的能效。在部署热泵的同时，欧盟政府可以激励安装家用智能供暖控制装置（智能恒温器），此举不仅能提高家庭舒适度还能减少能源费用，激励可以通过对家庭的补贴或公用事业计划。同时，加大电力系统灵活性的创新。IEA 认为，未来几年欧盟面临的一个关键政策挑战是扩大电力系统的替代灵活性。因此，各国政府需要加紧努力，开发和部署可行、可持续、能产生利润的方法来管理欧盟电力系统的灵活性需求。

可再生能源发展是否威胁到陆地生物多样性？

近日，在 CarbonBrief 网站发表题目为“可再生能源是否威胁到保护陆地生物多样性的努力？”的文章中提到，世界正面临气候和生态危机，快速的可再生能源扩张是全球能源系统脱碳的关键举措，但可能会占用地球生态系统特别是野生动物的宝贵土地。

发表在《美国国家科学院院刊》上的新研究中认为，尽管可再生能源和生态保护之间确实存在冲突，但如果可再生能源得到适当的政策和监管控制，两者之间的矛盾不必像之前所说的那么严重。可再生能源对生物多样性的影响贯穿其整个生命周期：从太阳能电池板的建造到水电站的运行，再到风力涡轮机的最终退役，其中许多影响是众所周知的。早在 2015 年，就有研究强调了令人担忧的重叠：世界上有风能和太阳能资源潜力地区同时也是物种丰富地区。其他研究则记录了风电场周围濒危鸟类的死亡、太阳能和风能设施侵入保护区，还有开采可再生能源原材料造成

的生态影响。当然，也有一些积极影响的证据：海上风电场创造了事实上的保护区，为海底受到威胁的生物提供喘息的空间。显然，人们对可再生能源的影响已经了解得足够多，因此有办法尽可能地限制它们与生态保护区重叠。然而，土地有限的国家实现自然和能源的完全分离是不现实的。为了评估实际可能发生的情况，我们将可再生能源预测与全球生物多样性保护价值的指标结合起来。

结果表明，考虑到国家土地的限制，世界大多数地区可再生能源和生物多样性之间的重叠要么低于预期，要么与预期一致。两个例外是中欧和中东，那里的太阳能扩张和生物多样性区域之间的重叠高于预期，还有北欧的风能扩张和生物多样性之间的重叠高于预期。总的来说，我们的研究表明，有了适当的政策和监管控制，各国在保护生物多样性丰富的地区的同时，可以继续推动能源系统的转型。

德国研究从废弃光伏组件中回收硅生产 PERC 电池

德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所 (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems) 的研究人员开发了一种工艺, 使用废弃的太阳能光伏组件中 100% 回收的硅来生产 PERC 太阳能电池。

根据 Fraunhofer ISE 的数据, 德国每年约有一万吨废弃太阳能光伏组件中的硅进入回收市场——到本世纪末, 这个数字将上升到每年几十万吨。这些废弃的太阳能光伏组件中的铝、玻璃和铜已经以某种方式进行了再加工, 但硅的情况并非如此。从废弃太阳能光伏组件中回收硅材料的工艺由 Fraunhofer CSP 的一个工作组与 Reiling 公司共同开发, 并得到德国联邦经济事务和气候部的资助。

这一工艺能够回收所有厂家生产的各类晶体硅太阳能光伏组件。回收过程将太阳能电池碎片从机械回收过程的副产品中分离, 并将硅电池碎片从玻璃和塑料中释放出来, 然后通过湿化学蚀刻一步一步地去除背面触点、银触点、抗反射层等。硅被清洗并在标准工艺中加工成单晶硅或准单晶硅锭, 然后加工成硅片。由此产生的 PERC 太阳能电池的转换效率为 19.7%。这低于今天的优质 PERC 太阳能电池的效率, 后者的效率约为 22.2%, 但肯定高于旧的废弃组件中的太阳能电池。



2021 年低碳能源投资前十的国家

近日, 根据联合国气候变化框架公约委托开展的研究, 到 2050 年, 在全球范围内实现净零排放需要 125 万亿美元的气候投资。虽然这一投资水平尚未达到, 但正在上升。2021 年, 世界投入了 7550 亿美元支持低碳能源技术应用, 比前一年增长了 27%。

VirtualCapitalist 网站发表信息图, 突出了 2021 年度低碳能源投资的前 10 个国家, 这些数据来自彭博新能源财经。这前 10 个国家总共在能源转型方面投资了 5610 亿美元, 几乎占世界总投资的四分之三。

2021 年各国能源转型投资 5610 亿美元, 占比总量 74.3%, 其中中国投资 2660 亿美元占比 35.2%, 美国投资 1140 亿美元占比 15.1%, 德国投资 470 亿美元占比 6.2%, 英国投资 310 亿美元占比 4.1%, 法国投资 270 亿美元占比 3.6%, 日本投资 260 亿美元占比 3.4%, 印度投资 140 亿美元占比 1.9%, 韩国投资 130 亿美元占比 1.7%, 巴西投资 120 亿美元

占比 1.6%, 西班牙投资 110 亿美元占比 1.5%。虽然前 10 个国家提供了投资领域的概况, 但看看哪些行业的资本流入量最大也很有趣。以下是 2021 年按行业划分的能源转型投资明细: 2021 年不同技术 / 部门总投资额 7548 亿美元, 其中可再生能源投资 3659 亿美元占比 6.8%, 电气化运输投资 2732 亿美元占比 76.7%, 电加热投资 527 亿美元占比 10.7%, 核能投资 315 亿美元占比 6.1%, 可持续材料投资 193 亿美元占比 141.3%, 储能投资 790 亿美元占比 -6.0%, 碳捕获和封存投资 23 亿美元占比 -23.3%, 氢气投资 20 亿美元占比 33.3%。

可再生能源占 2021 年总投资的近 50%。然而, 随着几个国家在向电动汽车的转变中领先, 电气化运输推动了大部分增长。随着人们越来越相信核能可以提供可靠、无碳的电力, 核能也获得了约 320 亿美元的投资, 而包括回收和生物塑料在内的可持续性材料中的投资增加了一倍以上。

全球企业采购可再生能源合同的容量创新纪录

彭博新能源财经报道, 2021 年有 67 家公司加入了 RE100 (100% 可再生能源倡议), 总计有 355 家公司承诺使用 100% 可再生能源。2021 年全球企业采购可再生能源合同的容量创下了 31GW 的新纪录。其中大部分产能是在美洲采购的, 其中 17GW 来自美国的企业, 3.3GW 来自北美和南美的其他国家的公司。

由于针对俄罗斯的天然政策导致电价大幅上涨, 欧洲企业签署了 12GW 的可再生能源产能, 而亚洲企业实际上从 2020 年的采购量大幅下降至

2021 年的 2GW。在全球企业采购的可再生能源容量中, 大部分容量是太阳能光伏。亚马逊和微软的采购量占全球的 38%, 其中 8.2GW 是太阳能光伏。

上述创纪录的太阳能光伏的采购是在光伏成本上升的情况下发生的。LevelTen Energy 的一项调查表明, 由于需求增加、宏观经济波动、供应链问题以及其他因素的影响, 光伏成本从 2020 年初开始上涨。据 LevelTen Energy 的最新报告, 2021 年第四季度购电协议 (PPA) 价格指数显示光伏价格上涨了 5.7%, 达到 34.25 美元 / 兆瓦时。

可再生能源正在欧洲取代天然气

近日，智库 Ember 发布最新欧盟电力趋势报告，指出天然气危机为欧盟的电力转型带来了范式转变。从历史上看，欧洲不断增长的可再生能源取代了排放最密集的煤电。然而，由于 2021 年下半年以来天然气价格飙升，可再生能源取代的是天然气而不是煤电，欧盟淘汰煤电的计划的减缓。天然气危机将至少持续两年，如果各国不能加快可再生能源的部署并立法继续关闭煤电厂，欧洲的气候目标可能面临风险。

欧洲的可再生电力继续扩张，过去两年平均每年增长 44 太瓦时。自 2019 年以来，超过一半（52%）的新增可再生能源发电替代了天然气发电，三分

之一替代了核能，只有六分之一替代了煤电。然而，在此之前，从 2011 年到 2019 年，超过 80% 的新增可再生能源取代了煤电。在过去两年中，只有西班牙（-42%）和希腊（-43%）等关闭煤炭发电站的国家的煤炭发电量下降，但这主要被波兰（+7%）的增长所抵消。一些欧洲国家核电站的停运和关闭也降低了煤炭发电量下降的程度。

在 2019 至 2021 年间，欧盟电力部门的排放量下降了不到 1.5 摄氏度目标所需的一半。目前，从化石燃料到清洁能源的转变速度不够快。煤炭是排放最高的燃料，自 2019 年以来仅下降了 3%，而此前的两年降幅为 29%。西班牙在过去

两年中实现了最大的减排，而波兰则是迄今为止对总体进展的最大拖累。2021 年，化石燃料仍占欧盟电力生产的 37%，可再生能源则占 37%，核能占 26%。

好消息是，欧盟的风能和太阳能的产能在整个能源危机中都得到了充分释放，除 2021 年 9 月外，在下半年每个月都创新的记录。风力发电和太阳能发电在 2021 年达到了另一个新的纪录（547 万亿千瓦时），第一次超过燃气发电（524 万亿千瓦时）。特别是，欧洲北部和南部的太阳能都在蓬勃发展，2021 年的发电量比 2019 增长了 27%，其中荷兰和西班牙翻了一番。

美国屋顶光伏线上营销

据 Woodmac 网站报道，在美国，三大住宅太阳能安装商的竞争非常激烈，为了在竞争激烈的环境中保持并扩大市场份额，安装商不得不以大量营销支出以赢得交易，导致客户获取成本居高不下。就 2021 年上半年而言，客户获取成本占住宅系统总价格的 23%，为 0.75 美元/瓦（一个 7 千瓦系统平均每个客户 5250 美元）。从 2018 年到 2020 年，客户获取成本增加了 9.2%，但而同期系统总价格下降了 3.6%。在整个住宅太阳能市场中，客户获取成本并不一致，并因安装规模和运营区域的不同而存在显著差异。这些差异主要是由安装商首选的销售策略和每种策略的相对成本造成的。与零售商（如家得宝）的合作伙伴关系和门到门销售仍然是最昂贵的销售渠道，最常被全国性、大型地区性和中

型地区性安装商使用。这些类别的客户获取成本平均远高于 0.50 美元/瓦。另一方面，本地安装商更经常依赖低成本的推荐、社交媒体和社区活动，从而降低客户获取成本到 0.25 美元至 0.45 美元/瓦之间。

随着美国住宅太阳能行业的成熟，越来越多的第三方销售组织支持太阳能安装商。这些组织包括提供销售各种质量的潜在客户的潜在客户开发公司，也有允许安装人员 100% 外包太阳能销售的整个销售团队。传统的太阳能销售渠道已经演变成一个由不同销售渠道和潜在合作伙伴组成的复杂网络，安装商可以进入“试错”阶段，以确定适合其预算和商业模式的最佳解决方案。新冠疫情迫使许多安装商采取新的营销策略，特别是扩大数字产品的机

会。新冠疫情驱动的数字化投资导致了 2020 年至 2021 年的客户收购成本的暂时性上升。然而，数字销售和软件解决方案的广泛采用预计将带来运营效率和客户获取成本的降低。除了在线销售，软件工具还为安装人员提供了提高运营效率和改善客户体验的机会。

减轻获得客户的成本负担，就是在正确的时间吸引正确的客户。在向数字化转型的过程中，需要更先进的软件解决方案来吸引新的受众，更好地了解消费者行为。能够确定客户为什么说“不”，同时最大限度地减少销售代表所需时间投入的软件，有可能从根本上降低客户获取成本。随着美国住宅太阳能市场进入另一个增长阶段，数字化销售和营销将对整个行业的整体成功起到关键作用。

建筑行业的两会之声

2022年两会期间，李克强总理在政府工作报告中提出，持续改善生态环境，推动绿色低碳发展。加强污染治理和生态保护修复，处理好发展和减排关系，促进人与自然和谐共生。有序推进碳达峰碳中和工作。落实碳达峰行动方案。推动能源革命，确保能源供应，立足资源禀赋，坚持先立后破、通盘谋划，推进能源低碳转型。推动能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变。这一转变有助于推动将“双碳”工作相关指标纳入各地区经济社会发展综合评价体系，为实现“双碳”目标奠定坚实基础。

建筑行业在双碳目标下受到高度关注，下面汇总了部分两会双碳行业代表、委员的一些议案、提案以飨读者。



设计、规划、标准篇

适度提高设计行业收费标准

北京市建筑设计研究院有限公司总建筑师、首钢集团总建筑师吴晨建议：高质量设计是引领城市高质量发展的关键路径，以高质量设计推动城市结构调整优化和品质提升，转变城市开发建设方式；树立高质量设计需要树立文化自信的设计观；建立国内设计市场应优化比选机制，在重大竞标名单中确保一定比例的中方团队，可以给予本土设计师成长机会，形成设计的自主知识产权，为城市留下更多的中国作品。合理提高的收费标准，给予设计师更好的从业条件；推进工程师资格国际互认。

科学统筹规划都市圈发展

全国政协委员、观澜湖集团主席兼行政总裁朱鼎健建议：强化顶层设计，建议由国家层面出台关于全国都市圈的整体发展规划；在规划编制中，对都市圈设立明确的门槛标准和定位区分，

形成有序发展节奏；在规划编制中，对生态环境进行全局性思考，做好高质量发展的绿色支撑。规划的编制要辅以建立动态管理机制，实现不同都市圈精准施策，建议辅以不同都市圈的“精准施策”，包括在财税政策、土地政策、重点项目布局等方面，促使生产要素向都市圈聚集，提升宏观经济调控水平。

全国人大代表、中南集团董事局主席陈锦石建议：优化绿色建筑相关标准，大力推进装配式建筑技术革新，鼓励地产和建筑企业走EPC、装配化道路的建议；绿色低碳建筑既要减少建设过程中的碳排放，加大对装配技术的扶持，鼓励地产和建筑企业走EPC、装配化道路；加大绿色建筑发展激励力度；加快建筑技术创新培育；优化建筑结构降低使用能耗；优化外墙保温相关管控标准；加大鼓励精装修房，提升建设标准，杜绝用户重复装修，减少各类材料和能源浪费。

亟须建立健全建筑领域碳排放核算体系

全国人大代表、广西壮族自治区建筑科学研究设计院副院长朱惠英建议：我国建筑领域在碳排放数据量化方面存在明显短板，健全建筑能耗统计、数据监测与计量体系；构建城乡建设各领域各层级碳排放核算标准体系。搭建城乡建设领域碳排放数据共享机制。

亟须建立健全建筑领域碳排放核算体系

全国人大代表，中国建筑业协会工程项目管理与建造师分会会长陈华元建议：建立健全建筑碳排放监测与核算制度；加快构建建筑产品碳排放因子数据库；加大低碳高性能土木工程材料研发力度；完善区域分布式清洁能源运营管理制度；建议在未来存量项目提质改造和增量项目用能优化工作中，要更大力度推动太阳能、生物质能、地热能等清洁能源开发利用，要加快制定节能改造及用能优化技术标准及评价体系。



建筑、产品、产业篇

规模化发展超低能耗建筑、低碳建筑

全国政协委员李青建议：应从顶层设计主动对标碳达峰、碳中和目标要求，开展绿色低碳城乡建设目标及路径研究，构建绿色低碳的标准体系、政策体系和产品体系；研发和推广适用于不同气候、不同建筑类型的节能低碳技术，规模化发展超低能耗建筑、低碳建筑；加快居住建筑、公共建筑、老旧供热管网等市政基础设施节能降碳改造；提升城镇建筑和基础设施运行管理智能化水平，加快推广供热计量收费和合同能源管理，逐步开展公共建筑能耗限额管理；推广城乡绿色低碳居住，即有住宅节能环保改造，农房节能改造和绿色农房建设，因地制宜推进北方地区住宅清洁取暖设施建设和改造；应构建城乡废旧物质循环利用体系，建筑用能突出绿色低碳结构。

进一步提高住宅品质

政协委员、中国建筑西南设计研究院有限公司总工程师、全国勘察设计大师冯远建议：从源头促进住宅品质提升，建设长寿化、低能耗、人性化、易更新、可持续的高品质绿色低碳百年住宅；倡导健康、以

人为本、可持续发展的住宅开发建设理念；加强住宅使用和维护的监管，研究制定系统的住宅建设使用管理办法，涵盖住宅策划、设计、建造和运维等全生命周期。

在老旧房屋改造和美丽乡村建设中大力推广超低能耗建筑

全国人大代表、河北奥润顺达集团总裁倪海琼建议：开展美丽乡村超低能耗建筑示范点示范；培育适用于美丽乡村超低能耗建筑相关产业；加大绿色金融支持力度，出台绿色金融支持政策，由农村商业银行等金融机构牵头设立低能耗建筑建设专项贷款，鼓励农村建设超低能耗房屋。

大力推行预制装配式建筑

中南集团董事长陈锦石建议：大力推行预制装配式建筑，不断提升装配式建筑的标准化水平与技术水平；对高层建筑强制使用钢结构能有效提升工业化程度，同时增强结构安全性；继续加大对新材料、新工艺的研究；完善国内现有图集和施工操作手册；在建筑工业化推进过程中使用节水洁具和节水技术；选择符合区域地理、气候特征的住宅建筑体系研制推广新型砌块轻质板材等高效

保温材料；在政策上开辟绿色通道，建立激励政策扶持建筑工业化项目。

加快研发应用智能建造产品技术推动建筑业数字化转型

碧桂园董事局主席杨国强建议：大力支持建筑机器人及智能施工设备研发应用，提升工程施工智能化水平；加快推进以 BIM 数字化技术为基础的产业互联网平台建设，在建筑全生命周期的一体化集成应用，实现信息化监管，融合应用大数据、云计算技术，实现行业数字化赋能；研究建立和完善智能建造标准体系及评价体系，加快实现智能建造技术和产品的市场化应用，推动行业转型升级。

全面推广节能门窗

全国人大代表、海螺集团党委书记、董事长王诚建议：推进节能门窗发展助力碳达峰碳中和。要对标欧美国家，逐步提高门窗节能标准关键指标，构建完善的建筑门窗标准化体系，严格施工审图制度，推动节能门窗设计标准化；他呼吁政府加大绿色建材、节能门窗等产业扶持推广力度，将塑料门窗直接纳入绿色建材产品库，在项目上给予一定的财政支持。



清洁能源、可再生能源篇

鼓励政府和社会资本在中西部 共建零碳产业园

全国政协委员，红杉中国创始及执行合伙人，香港 X 科技创业平台和创科香港基金会主席沈南鹏建议，加大跨区可再生能源配置建设，落实东中西部地方政府合理承担相应清洁电力发展责任；以单位 GDP 碳排放考核带动换道领跑，让清洁能源产业在西部就近壮大；做实碳贡献的量化和补偿，扩大西部地区风光电发展的土地供给，让西部减碳贮碳固碳地区得到更多实惠。

推动可再生能源高质量发展

全国人大代表、晶科能源

CEO 陈康平建议：对在招标合同中增加不合理限制，将民营企业排除在外等行为，采取一定的惩戒措施来保障企业投资的积极性。具体到光伏领域，陈康平关注到光伏复合项目用地标准不够明确等问题。陈康平建议，以坚守生态红线、不改变原用地性质为前提，引导各地进一步明确适合开发光伏复合项目的土地类型，明确在一般耕地、灌木林地、坑塘水面、水库水面、园地等建设光伏复合型项目的适用规范。

加速光伏建筑一体化发展

全国人大代表、中国工程院院士中国建材集团总工程师、凯盛科技集团董事长彭寿

建议：

修订《建筑法》、《节约能源法》、《循环经济促进法》等法律法规，规定从规划设计阶段抓光伏一体化应用，要求在新建筑规划中采用光伏材料产品；修订《采购法实施条例》以及地方政府采购条例，在政府采购工程中强制性要求采购发电玻璃、新型光伏电池、光伏部品部件等光伏材料产品，从需求端推动 BIPV 发展，引导产业转型升级、向绿而行；加快修订与完善 BIPV 标准，加速制定出台发电玻璃等新型光伏材料与建筑材料集成的光电建筑构件标准。

本刊编辑部



国家发展改革委等部门关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见(节选)

发改开放〔2022〕408号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团推进“一带一路”建设工作领导小组，推进“一带一路”建设工作领导小组成员单位，银保监会、证监会、铁路局、民航局：

推进共建“一带一路”绿色发展，是践行绿色发展理念、推进生态文明建设的内在要求，是积极应对气候变化、维护全球生态安全的重大举措，是推进共建“一带一路”高质量发展、构建人与自然生命共同体的重要载体。共建“一带一路”倡议提出以来，特别是习近平总书记提出建设绿色丝绸之路5年来，共建“一带一路”绿色发展取得积极进展，理念引领不断增强，交流机制不断完善，务实合作不断深化，我国成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者。同时，共建“一带一路”绿色发展面临的风险挑战依然突出，生态环保国际合作水平有待提升，应对气候变化约束条件更为严格。为进一步推进共建“一带一路”绿色发展，让绿色切实成为共建“一带一路”的底色，经推进“一带一路”建设工作领导小组同意，现提出如下意见。

一、总体要求

(一) 指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想和习近平总书记关于共建“一带一路”的一系列重要讲话精神，坚持稳中求进工作总基调，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持稳字当头、稳中求进，按照第三次“一带一路”建设座谈会会议要求，践行共商共建共享原则，以高标准、可持续、惠民生为目标，坚持绿水青山就是金山银山，坚持人与自然和谐共生，建设更紧密的绿色发展伙伴关系，推动构建人与自然生命共同体。

(二) 基本原则。绿色引领，互利共赢。以绿色发展理念为引领，注重经济社会发展与生态环境保护相协调，不断充实完善绿色丝绸之路思想内涵和理念体系。坚持多边主义，坚持共同但有区别的责任原则和各自能力原则，充分尊重共建“一带一路”国家实际，互学互鉴，携手合作，促进经济社会发展与生态环境保护相协调，共享绿色发展成果。

政府引导，企业主体。积极发挥政府引导作用，完善绿色发展政策支撑，搭建绿色交流合作平台，建立环境风险防控体系。更好发挥企业主体作用，压实企业生态环境保护主体责任，健全市场机制，调动企业参与共建“一带一路”绿色发展的积极性，鼓励全社会共同参与。

统筹推进，示范带动。坚持系统观念，加强部门、地方、企业联动，完善共建“一带一路”绿色发展顶层设计和标准体系，统筹推进绿色基建、绿色能源、绿色交通、绿色金融等领域合作。完善绿色发展合作平台，扎实开展绿色领域重点项目，形成示范带动效应。

依法依规，防范风险。严格遵守东道国生态环

保法律法规和规则标准，高度重视当地民众绿色发展和生态环保诉求。坚持危地不往、乱地不去，严防严控企业海外无序竞争。强化境外项目环境风险防控，加强企业能力建设，切实保障生态安全。

(三) 主要目标。到2025年，共建“一带一路”生态环保与气候变化国际交流合作不断深化，绿色丝绸之路理念得到各方认可，绿色基建、绿色能源、绿色交通、绿色金融等领域务实合作扎实推进，绿色示范项目引领作用更加明显，境外项目环境风险防范能力显著提升，共建“一带一路”绿色发展取得明显成效。

到2030年，共建“一带一路”绿色发展理念更加深入人心，绿色发展伙伴关系更加紧密，“走出去”企业绿色发展能力显著增强，境外项目环境风险防控体系更加完善，共建“一带一路”绿色发展格局基本形成。

二、统筹推进绿色发展重点领域合作

(四) 加强绿色基础设施互联互通。引导企业推广基础设施绿色环保标准和最佳实践，在设计阶段合理选址选线，降低对各类保护区和生态敏感脆弱区的影响，做好环境影响评价工作，在建设期和运行期实施切实可行的生态环境保护措施，不断提升基础设施运营、管理和维护过程中的绿色低碳发展水平。引导企业在建设境外基础设施过程中采用节能节水标准，减少材料、能源和水资源浪费，提高资源利用率，降低废弃物排放，加强废弃物处理。

(五) 加强绿色能源合作。深化绿色清洁能源合作，推动能源国际合作绿色低碳转型发展。鼓励太阳能发电、风电等企业“走出去”，推动建成一批绿色能源最佳实践项目。深化能源技术装备领域合作，重点围绕高效低成本可再生能源发电、先进核电、智能电网、氢能、储能、二氧化碳捕集利用与封存等开展联合研究及交流培训。

(六) 加强绿色交通合作。(略)

(七) 加强绿色产业合作。鼓励企业开展新能源产业、新能源汽车制造等领域投资合作,推动“走出去”企业绿色低碳发展。鼓励企业赴境外设立聚焦绿色低碳领域的股权投资基金,通过多种方式灵活开展绿色产业投资合作。

(八) 加强绿色贸易合作。持续优化贸易结构,大力发展高质量、高技术、高附加值的绿色产品贸易。加强节能环保产品和服务进出口。

(九) 加强绿色金融合作。在联合国、二十国集团等多边合作框架下,推广与绿色投融资相关的自愿准则和最佳经验,促进绿色金融领域的能力建设。用好国际金融机构贷款,撬动民间绿色投资。鼓励金融机构落实《“一带一路”绿色投资原则》。

(十) 加强绿色科技合作。加强绿色技术科技攻关和推广应用,强化基础研究和前沿技术布局,加快先进适用技术研发和推广,鼓励企业优先采用低碳、节能、节水、环保的材料与技术工艺。发挥“一带一路”科技创新行动计划等机制作用,支持在绿色技术领域开展人文交流、联合研究、平台建设等合作,实施面向可持续发展的技术转移专项行动,建设“一带一路”绿色技术储备库,推动绿色科技合作网络与基地建设。

(十一) 加强绿色标准合作。积极参与国际绿色标准制定,加强与共建“一带一路”国家绿色标准对接。鼓励行业协会等机构制定发布与国际接轨的行业绿色标准、规范及指南。

(十二) 加强应对气候变化合作。推动各方全面履行《联合国气候变化框架公约》及其《巴黎协定》,积极寻求与共建“一带一路”国家应对气候

变化“最大公约数”,加强与有关国家对话交流合作,推动建立公平合理、合作共赢的全球气候治理体系。继续实施“一带一路”应对气候变化南南合作计划,推进低碳示范区建设和减缓、适应气候变化项目实施,提供绿色低碳和节能环保等应对气候变化相关物资援助,帮助共建“一带一路”国家提升应对气候变化能力。

三、统筹推进境外项目绿色发展(略)

(十三) 规范企业境外环境行为。压实企业境外环境行为主体责任,指导企业严格遵守东道国生态环保相关法律法规和标准规范,鼓励企业参照国际通行标准或中国更高标准开展环境保护工作。加强企业依法合规经营能力建设,鼓励企业定期发布环境报告。指导有关行业协会、商会建立企业境外投资环境行为准则,通过行业自律引导企业规范环境行为。

(十四) 促进煤电等项目绿色低碳发展。全面停止新建境外煤电项目,审慎推进在建境外煤电项目。推动建成境外煤电项目绿色低碳发展,鼓励相关企业加强煤炭清洁高效利用,采用高效脱硫、脱硝、除尘以及二氧化碳捕集利用与封存等先进技术,升级节能环保设施。研究推动钢铁等行业国际合作绿色低碳发展。

四、统筹完善绿色发展支撑保障体系(略)

五、统筹加强组织实施(略)

国家发展改革委
外交部
生态环境部
商务部
2022年3月16日

住房和城乡建设部关于印发“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划的通知

国发〔2021〕29号

各省、自治区住房和城乡建设厅,直辖市住房和城乡建设(管)委,新疆生产建设兵团住房和城乡建设局:现将《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》印发给你们,请认真贯彻落实。

住房和城乡建设部
2022年3月1日

“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划(节选)

为进一步提高“十四五”时期建筑节能水平,推动绿色建筑高质量发展,依据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于推动城乡建设绿色

发展的意见》等文件,制定本规划。

一、发展环境

(一) 发展基础。

“十三五”期间,我国建筑节能与绿色建筑发展取得重大进展。绿色建筑实现跨越式发展,法规标准不断完善,标识认定管理逐步规范,建设规模

增长迅速。城镇新建建筑节能标准进一步提高,超低能耗建筑建设规模持续增长,近零能耗建筑实现零的突破。公共建筑能效提升持续推进,重点城市建设取得新进展,合同能源管理等市场化机制建设取得初步成效。既有居住建筑节能改造稳步实施,农房节能改造研究不断深入。可再生能源应用规模持续扩大,太阳能光伏装机容量不断提升,可再生能源替代率逐步提高。装配式建筑快速发展,政策不断完善,示范城市和产业基地带动作用明显。绿色建材评价认证和推广应用稳步推进,政府采购支持绿色建筑和绿色建材应用试点持续深化。

“十三五”期间,严寒寒冷地区城镇新建居住建筑节能达到75%,累计建设完成超低、近零能耗建筑面积近0.1亿平方米,完成既有居住建筑节能改造面积5.14亿平方米、公共建筑节能改造面积1.85亿平方米,城镇建筑可再生能源替代率达到6%。截至2020年底,全国城镇新建绿色建筑占当年新建建筑面积比例达到77%,累计建成绿色建筑面积超过66亿平方米,累计建成节能建筑面积超过238亿平方米,节能建筑占城镇民用建筑面积比例超过63%,全国新开工装配式建筑占城镇当年新建建筑面积比例为20.5%。国务院确定的各项工作任务 and “十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划目标圆满完成。

(二) 发展形势。

“十四五”时期是开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年,是落实2030年前碳达峰、2060年前碳中和目标的关键时期,建筑节能与绿色建筑发展面临更大挑战,同时也迎来重要发展机遇。

碳达峰碳中和目标愿景提出新要求。习近平总书记提出我国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和国务院《2030年前碳达峰行动方案》,明确了减少城乡建设领域降低碳排放的任务要求。建筑碳排放是城乡建设领域碳排放的重点,通过提高建筑节能标准,实施既有建筑节能改造,优化建筑用能结构,推动建筑碳排放尽早达峰,将为实现我国碳达峰碳中和做出积极贡献。

城乡建设绿色发展带来新机遇。《中共中央办公厅 国务院办公厅关于推动城乡建设绿色发展的意见》明确了城乡建设绿色发展蓝图。通过加快绿色建筑建设,转变建造方式,积极推广绿色建材,推动建筑运行管理高效低碳,实现建筑全寿命期的绿色低碳发展,将极大促进城乡建设绿色发展。

人民对美好生活的向往注入新动力。随着经济社会发展水平的提高,人民群众对美好居住环境的需求也越来越高。通过推进建筑节能与绿色建筑发展,以更少的能源资源消耗,为人民群众提供更加优良的公共服务、更加优美的工作生活空间、更加完善的建筑使用功能,将在减少碳排放的同时,不断增强人民群众的获得感、幸福感和安全感。

二、总体要求

(一) 指导思想。

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入贯彻党的十九大和十九届历次全会精神,立足新发展阶段,完整、准确、全面贯彻新发展理念,构建新发展格局,坚持以人民为中心,坚持高质量发展,围绕落实我国2030年前碳达峰与2060年前碳中和目标,立足城乡建设绿色发展,提高建筑绿色低碳发展质量,降低建筑能源资源消耗,转变城乡建设发展方式,为2030年实现城乡建设领域碳达峰奠定坚实基础。

(二) 基本原则。

——绿色发展,和谐共生。坚持人与自然和谐共生的理念,建设高品质绿色建筑,提高建筑安全、健康、宜居、便利、节约性能,增进民生福祉。

——聚焦达峰,降低排放。聚焦2030年前城乡建设领域碳达峰目标,提高建筑能效水平,优化建筑用能结构,合理控制建筑领域能源消费总量和碳排放总量。

——因地制宜,统筹兼顾。根据区域发展战略和各地发展目标,确定建筑节能与绿色建筑发展总体要求和任务,以城市和乡村为单元,兼顾新建建筑和既有建筑,形成具有地区特色的发展格局。

——双轮驱动,两手发力。完善政府引导、市场参与机制,加大规划、标准、金融等政策引导,激励市场主体参与,规范市场主体行为,让市场成为推动建筑绿色低碳发展的重要力量,进一步提升建筑节能与绿色建筑发展质量和效益。

——科技引领,创新驱动。聚焦绿色低碳发展需求,构建市场为导向、企业为主体、产学研深度融合的技术创新体系,加强技术攻关,补齐技术短板,注重国际技术合作,促进我国建筑节能与绿色建筑创新发展。

(三) 发展目标。

1. 总体目标。到2025年,城镇新建建筑全面建成绿色建筑,建筑能源利用效率稳步提升,建筑用能结构逐步优化,建筑能耗和碳排放增长趋势得到有效控制,基本形成绿色、低碳、循环的建设发展方式,为城乡建设领域2030年前碳达峰奠定坚实基础。

专栏1 “十四五”时期建筑节能和绿色建筑发展
总体指标

主要指标	2025 年
建筑运行一次二次能源消费总量（亿吨标准煤）	11.5
城镇新建居住建筑能效水平提升	30%
城镇新建公共建筑能效水平提升	20%

（注：表中指标均为预期性指标）

2. 具体目标。到 2025 年，完成既有建筑节能改造面积 3.5 亿平方米以上，建设超低能耗、近零能耗建筑 0.5 亿平方米以上，装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到 30%，全国新增建筑太阳能光伏装机容量 0.5 亿千瓦以上，地热能建筑应用面积 1 亿平方米以上，城镇建筑可再生能源替代率达到 8%，建筑能耗中电力消费比例超过 55%。

专栏2 “十四五”时期建筑节能和绿色建筑发展
具体指标

主要指标	2025 年
既有建筑节能改造面积（亿平方米）	3.5
建设超低能耗、近零能耗建筑面积（亿平方米）	0.5
城镇新建建筑中装配式建筑比例	30%
新增建筑太阳能光伏装机容量（亿千瓦）	0.5
新增地热能建筑应用面积（亿平方米）	1.0
城镇建筑可再生能源替代率	8%
建筑能耗中电力消费比例	55%

（注：表中指标均为预期性指标）

三、重点任务

（一）提升绿色建筑发展质量。

1. 加强高品质绿色建筑建设。推进绿色建筑标准实施，加强规划、设计、施工和运行管理。倡导建筑绿色低碳设计理念，充分利用自然通风、天然采光等，降低住宅用能强度，提高住宅健康性能。推动有条件地区政府投资公益性建筑、大型公共建筑等新建建筑全部建成星级绿色建筑。引导地方制定支持政策，推动绿色建筑规模化发展，鼓励建设高星级绿色建筑。降低工程质量通病发生率，提高绿色建筑工程质量。开展绿色农房建设试点。

2. 完善绿色建筑运行管理制度。加强绿色建筑运行管理，提高绿色建筑设施、设备运行效率，将绿色建筑日常运行要求纳入物业管理内容。建立绿色建筑用户评价和反馈机制，定期开展绿色建筑运营评估和用户满意度调查，不断优化提升绿色建筑运营水平。鼓励建设绿色建筑智能化运行管理平台，充分利用现代信息技术，实现建筑能耗和资源消耗、

专栏3 高品质绿色建筑发展重点工程

绿色建筑创建行动。以城镇民用建筑作为创建对象，引导新建建筑、改扩建建筑、既有建筑按照绿色建筑标准设计、施工、运行及改造。到 2025 年，城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准，建成一批高质量绿色建筑项目，人民群众体验感、获得感明显增强。

星级绿色建筑推广计划。采取“强制+自愿”推广模式，适当提高政府投资公益性建筑、大型公共建筑以及重点功能区内新建建筑中星级绿色建筑建设比例。引导地方制定绿色金融、容积率奖励、优先评奖等政策，支持星级绿色建筑发展。

室内空气品质等指标的实时监测与统计分析。

（二）提高新建建筑节能水平。

以《建筑节能与可再生能源利用通用规范》确定的节能指标要求为基线，启动实施我国新建民用建筑能效“小步快跑”提升计划，分阶段、分类型、分气候区提高城镇新建民用建筑节能强制性标准，重点提高建筑门窗等关键部品节能性能要求，推广地区适应性强、防火等级高、保温隔热性能好的建筑保温隔热系统。推动政府投资公益性建筑和大型公共建筑提高节能标准，严格管控高耗能公共建筑建设。引导京津冀、长三角等重点区域制定更高水平节能标准，开展超低能耗建筑规模化建设，推动零碳建筑、零碳社区建设试点。在其他地区开展超低能耗建筑、近零能耗建筑、零碳建筑建设示范。推动农房和农村公共建筑执行有关标准，推广适宜节能技术，建成一批超低能耗农房试点示范项目，提升农村建筑能源利用效率，改善室内热舒适环境。

超低能耗建筑推广工程。在京津冀及周边地区、长三角等有条件地区全面推广超低能耗建筑，鼓励政府投资公益性建筑、大型公共建筑、重点功能区内新建建筑执行超低能耗建筑、近零能耗建筑标准。到 2025 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 0.5 亿平方米以上。

高性能门窗推广工程。根据我国门窗技术现状、技术发展方向，提出不同气候地区门窗节能性能提升目标，推动高性能门窗应用。因地制宜增设遮阳设施，提升遮阳设施安全性、适用性、耐久性。

专栏4 新建建筑节能标准提升重点工程

超低能耗建筑推广工程。在京津冀及周边地区、长三角等有条件地区全面推广超低能耗建筑，鼓励政府投资公益性建筑、大型公共建筑、重点功能区内新建建筑执行超低能耗建筑、近零能耗建筑标准。到 2025 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 0.5 亿平方米以上。

高性能门窗推广工程。根据我国门窗技术现状、技术发展方向，提出不同气候地区门窗节能性能提升目标，推动高性能门窗应用。因地制宜增设遮阳设施，提升遮阳设施安全性、适用性、耐久性。

（三）加强既有建筑节能绿色改造。

1. 提高既有居住建筑节能水平。除违法建筑和经鉴定为危房且无修缮保留价值的建筑外，不大规模

模、成片集中拆除现状建筑。在严寒及寒冷地区，结合北方地区冬季清洁取暖工作，持续推进建筑用户侧能效提升改造、供热管网保温及智能调控改造。在夏热冬冷地区，适应居民采暖、空调、通风等需求，积极开展既有居住建筑节能改造，提高建筑用能效率和室内舒适度。在城镇老旧小区改造中，鼓励加强建筑节能改造，形成与小区公共环境整治、适老设施改造、基础设施和建筑使用功能提升改造统筹推进的节能、低碳、宜居综合改造模式。引导居民在更换门窗、空调、壁挂炉等部品及设备时，采购高效产品。

2. 推动既有公共建筑节能绿色化改造。强化公共建筑运行监管体系建设，统筹分析应用能耗统计、能源审计、能耗监测等数据信息，开展能耗信息公示及披露试点，普遍提升公共建筑节能运行水平。引导各地分类制定公共建筑用能（用电）限额指标，开展建筑能耗比对和能效评价，逐步实施公共建筑用能管理。持续推进公共建筑能效提升重点城市建设，加强用能系统和围护结构改造。推广应用建筑设施设备优化控制策略，提高采暖空调系统和电气系统效率，加快LED照明灯具普及，采用电梯智能群控等技术提升电梯能效。建立公共建筑运行调适制度，推动公共建筑定期开展用能设备运行调适，提高能效水平。

专栏5 既有建筑节能改造重点工程

既有居住建筑节能改造。落实北方地区清洁采暖要求，适应夏热冬冷地区新增采暖需求，持续推动建筑能效提升改造，积极推动农房节能改造，推广适用、经济改造技术；结合老旧小区改造，开展建筑节能低碳改造，与小区公共环境整治、多层加装电梯、小区市政基础设施改造等统筹推进。力争到2025年，全国完成既有居住建筑节能改造面积超过1亿平方米。

公共建筑能效提升重点城市建设。做好第一批公共建筑能效提升重点城市建设绩效评价及经验总结，启动实施第二批公共建筑能效提升重点城市建设，建立节能低碳技术体系，探索多元化融资支持政策及融资模式，推广合同能源管理、用电需求侧管理等市场机制。“十四五”期间，累计完成既有公共建筑节能改造2.5亿平方米以上。

（四）推动可再生能源应用。

1. 推动太阳能建筑应用。根据太阳能资源条件、建筑利用条件和用能需求，统筹太阳能光伏和太阳能光热系统建筑应用，宜电则电，宜热则热。推进新建建筑太阳能光伏一体化设计、施工、安装，鼓励政府投资公益性建筑加强太阳能光伏应用。加装建筑光伏的，应保证建筑或设施结构安全、防火安全，并应事先评估建筑屋顶、墙体、附属设施及市政公用设施上安装太阳能光伏系统的潜力。建筑太阳能光伏系统应具备即时断电并进入无危险状态的能力，且应与建筑本体牢固连接，保证不漏水不渗水。不符合安全要求的光伏系统应立即停用，弃用的建

筑太阳能光伏系统必须及时拆除。开展以智能光伏系统为核心，以储能、建筑电力需求响应等新技术为载体的区域级光伏分布式应用示范。在城市酒店、学校和医院等有稳定热水需求的公共建筑中积极推广太阳能光热技术。在农村地区积极推广被动式太阳能房等适宜技术。

2. 加强地热能等可再生能源利用。推广应用地热能、空气热能、生物质能等解决建筑采暖、生活热水、炊事等用能需求。鼓励各地根据地热能资源及建筑需求，因地制宜推广使用地源热泵技术。对地表水资源丰富的长江流域等地区，积极发展地表水源热泵，在确保100%回灌的前提下稳妥推广地下水源热泵。在满足土壤冷热平衡及不影响地下空间开发利用的情况下，推广浅层土壤源热泵技术。在进行资源评估、环境影响评价基础上，采用梯级利用方式开展中深层地热能开发利用。在寒冷地区、夏热冬冷地区积极推广空气热能热泵技术应用，在严寒地区开展超低温空气源热泵技术及产品应用。合理发展生物质能供暖。

3. 加强可再生能源项目建设管理。鼓励各地开展可再生能源资源条件勘察和建筑利用条件调查，编制可再生能源建筑应用实施方案，确定本地区可再生能源应用目标、项目布局、适宜推广技术和实施计划。建立对可再生能源建筑应用项目的常态化监督检查机制和后评估制度，根据评估结果不断调整优化可再生能源建筑应用项目运行策略，实现可再生能源高效应用。对较大规模可再生能源应用项目持续进行环境影响监测，保障可再生能源的可持续开发和利用。

专栏6 可再生能源应用重点工程

建筑光伏行动。积极推广太阳能光伏在城乡建筑及市政公用设施中分布式、一体化应用，鼓励太阳能光伏系统与建筑同步设计、施工；鼓励光伏制造企业、投资运营企业、发电企业、建筑产权人加强合作，探索屋顶租赁、分布式发电市场化交易等光伏应用商业模式。“十四五”期间，累计新增建筑太阳能光伏装机容量0.5亿千瓦，逐步完善太阳能光伏建筑应用政策体系、标准体系、技术体系。

（五）实施建筑电气化工程。

充分发挥电力在建筑终端消费清洁性、可获得性、便利性等优势，建立以电力消费为核心的建筑

专栏7 建筑电气化重点工程

建筑用电力替代行动。以减少建筑温室气体直接排放为目标，扩大建筑终端用能清洁电力替代，积极推动以电代气、以电代油，推进炊事、生活热水与采暖等建筑用能电气化，推广高效节能建筑用电设备、产品。到2025年，建筑用能中电力消费比例超过55%。

新型建筑电力系统建设。新型建筑电力系统以“光储直柔”为主要特征，“光”是在建筑场地内建设分布式、一体化太阳能光伏系统，“储”是在供配电系统中配置储能装置，“直”是低压直流配电系统，“柔”是建筑用电具有可调节、可中断特性。新型建筑电力系统可以实现用电需求灵活可调，适应光伏发电大比例接入，使建筑供配电系统简单化、高效化。“十四五”期间积极开展新型建筑电力系统建设试点，逐步完善相关政策、技术、标准，以及产业生态。

能源消费体系。夏热冬冷地区积极采用热泵等电采暖方式解决新增采暖需求。开展新建公共建筑全电气化设计试点示范。在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等建筑中推广应用热泵、电蓄冷空调、蓄热电锅炉。引导生活热水、炊事用能向电气化发展，促进高效电气化技术与设备研发应用。鼓励建设以“光储直柔”为特征的新型建筑电力系统，发展柔性用电建筑。

（六）推广新型绿色建造方式。（略）

（七）促进绿色建材推广应用。（略）

（八）推进区域建筑能源协同。

推动建筑用能与能源供应、输配响应互动，提升建筑用能链条整体效率。开展城市低品位余热综合利用试点示范，统筹调配热电联产余热、工业余热、核电余热、城市中垃圾焚烧与再生水余热及数据中心余热等资源，满足城市及周边地区建筑新增供热需求。在城市新区、功能区开发建设中，充分考虑

专栏9 区域建筑能源协同重点工程

区域建筑虚拟电厂建设试点。以城市新区、功能园区、校园园区等各类园区及公共建筑群为对象，对其建筑用能数据进行精准统计、监测、分析，利用建筑用电设备智能群控等技术，在满足用户用电需求的前提下，打包可调、可控用电负荷，形成区域建筑虚拟电厂，整体参与电力需求响应及电力市场化交易，提高建筑用电效率，降低用电成本。

区域周边能源供应条件、可再生能源资源情况、建筑能源需求，开展区域建筑能源系统规划、设计和建设，以需定供，提高能源综合利用效率和能源基础设施投资效益。开展建筑群整体参与的电力需求响应试点，积极参与调峰填谷，培育智慧用能新模式，实现建筑用能与电力供给的智慧响应。推进源-网-荷-储-用协同运行，增强系统调峰能力。加快电动汽车充换电基础设施建设。

（九）推动绿色城市建设。

开展绿色低碳城市建设，树立建筑绿色低碳发展标杆。在对城市建筑能源资源消耗、碳排放现状充分摸底评估基础上，结合建筑节能与绿色建筑工作情况，制定绿色低碳城市建设实施方案和绿色建筑专项规划，明确绿色低碳城市发展目标和主要任务，确定新建民用建筑的绿色建筑等级及布局要求。推动开展绿色低碳城区建设，实现高星级绿色建筑规模化发展，推动超低能耗建筑、零碳建筑、既有建筑节能及绿色化改造、可再生能源建筑应用、装配式建筑、区域建筑能效提升等项目落地实施，全面提升建筑节能与绿色建筑发展水平。

四、保障措施（略）

五、组织实施（略）

国管局关于2022年公共机构能源资源节约和生态环境保护工作安排的 通知（节选）

国管节能〔2022〕16号

各省、自治区、直辖市和新疆生产建设兵团机关事务管理部门，广东省能源局、西藏自治区发展改革委，中央国家机关各部门办公厅（室）：

2022年是深入实施“十四五”公共机构节约能源资源工作规划的关键之年。各地区、各部门要认真贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，全面落实党的十九大和十九届历次全会以及中央经济工作会议精神，坚持稳字当头、稳中求进，完整、准确、全面贯彻新发展理念，按照全国公共机构能源资源节约和生态环境保护工作会议和《“十四五”公共机构节约能源资源工作规划》部署安排，以绿色低碳发展为目标，以节能降碳为重点，扎实有序推进公共机构能源资源节约和生态环境保护各项工作，充分发挥公共机构示范引领作用，努力开创公共机构节约能源资源绿色低碳发展新局面。

一、强化责任担当，坚决贯彻落实中央决策部署

深入学习贯彻习近平生态文明思想，全面贯彻党中央、国务院关于生态文明建设的决策部署和碳达峰、碳中和的战略决策，坚决落实习近平总书记重要讲话和指示批示精神，巩固深化党史学习教育成果，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，认真做好公共机构能源资源节约和生态环境保护各项工作，高质量完成中央交办的各项任务。各地区、各部门要以习近平生态文明思想为指导，

深入贯彻落实全国公共机构能源资源节约和生态环境保护工作会议精神，提高政治站位、强化使命担当、完善体制机制、加强队伍建设、提升管理效能，全力推进绿色低碳转型行动，确保完成“十四五”规划既定目标任务。

二、加快构建与绿色低碳发展相适应的制度标准体系

落实节约能源法、反食品浪费法、固体废物污染环境防治法等法律，启动《公共机构节能条例》修订，完成《公共机构能源资源消费统计调查制度》

修订,制定《公共机构节约能源资源考核办法》、《中央国家机关能源资源消耗指标管理办法》、《中央国家机关节能改造项目管理办》,会同有关部门组织开展绿色医院、绿色场馆等国家标准立项、起草工作,加快构建公共机构绿色低碳管理制度标准体系。各地区、各部门要聚焦节能降碳和资源节约主题,结合地区和系统实际,着眼重点业务和薄弱领域,加强区域合作和协调发展,进一步建立健全公共机构绿色低碳管理制度标准体系。

三、全面落实节能降碳有关工作

(一)推进可再生能源替代。因地制宜推广利用太阳能、地热能、生物质能等能源和热泵技术,实现新增热泵供热(制冷)面积达200万平方米。持续推广新能源汽车,适度提高新能源汽车配备比例和充电基础设施数量要求。

(二)实施绿色化改造。推动各地区、各部门和教科文卫体系统既有建筑实施光伏、制冷、数据中心、供暖、照明等用能系统和设施设备节能改造。组织实施中央国家机关空调系统节能改造项目、智能高效照明(二期)项目,加快推动中央国家机关食堂灶具节能和油烟净化、数据中心节能改造等在建项目建设。

(三)开展试点示范。推进2022年节约型机关创建工作,实现全国70%左右县级以上党政机关建成节约型机关目标,推动中央国家机关各部门所属垂直管理、派出机构中70%左右的处级以上单位2022年6月底前建成节约型机关;组织2021年创建工作实地和书面评价,发布第二批节约型机关建成单位名单。开展绿色低碳示范,遴选150家公共机构绿色低碳示范单位。加大示范案例推广力度,发布2021-2022年度公共机构能源资源节约示范案例,“云”上开展主题征集、案例推广等活动。

各地区、各部门要根据《深入开展公共机构绿色低碳引领行动促进碳达峰实施方案》,积极开展可再生能源替代行动,推广应用新能源、新技术、

新产品;抓好重点用能领域、部位、单位,加大既有建筑绿色化改造实施力度;加快工作进度、提高工作质量,再创建一批有特色、有示范、有引领、有成效的节约型机关,进一步增强示范效能。

四、大力推动资源节约和循环利用(略)

五、着力提升管理效能(节选)

(一)强化监督考核。加强数据互联互通,全面实现各地区公共机构能源资源消费统计信息系统与国管局系统数据对接。优化数据采集方式,推进与供电、供水部门数据对接,建立中央国家机关用电用水数据“直通”机制。组织开展2021年各地区公共机构、中央国家机关以及部属高校、委属(管)医院能源资源消费数据统计和会审工作。进一步完善中央国家机关所属公共机构名录库,完成2021年中央国家机关部门本级及所属公共机构节约能源资源工作考核。

(二)推行市场化机制。发挥政策导向作用,强化市场化机制运用,推广试点典型案例,充分调动公共机构引入社会资本开展节能改造的积极性、主动性,推动更多能源费用托管等合同能源管理项目和合同节水管理项目落地。会同科技部编制公共机构绿色低碳先进适用技术目录,推进产品技术网上展厅建设。

(三)持续宣传教育。各地区、各部门要加大组织保障力度,进一步健全监督考核机制,有效推行定额管理,运用信息化手段高效完成能源资源消费数据统计、会审、报送、考核等工作;利用合同能源管理和合同节水管理等市场化模式,引入人才、资金、技术等社会资源更大力度推动公共机构既有建筑绿色化改造;积极组织宣传教育活动,加强管理干部碳排放相关知识的学习,增强抓好绿色低碳发展的本领,进一步壮大高素质专业化人才队伍,为实现“十四五”规划目标提供有力支撑。

国管局

2022年1月25日

关于印发《新城绿色低碳试点区建设导则(试行)》的通知

沪建综规〔2022〕119号

各有关单位:

现将《新城绿色低碳试点区建设导则(试行)》印发给你们,请认真按照执行。

上海市住房和城乡建设管理委员会

2022年2月23日

《新城绿色低碳试点区建设导则(试行)》(节选)

(一)基本概念

绿色低碳试点区(以下简称“试点区”)是指

在新城内具有一定规模、功能复合的城市建设区。试点区通过科学统筹规划、低碳有序建设、创新精

细管理等诸多措施,实现城市规划建设管理全生命周期的碳排放监测及约束管理。

(二) 指导思想

以习近平生态文明思想为指导,着力推动碳达峰、碳中和的国家战略,全面落实《共建超大城市精细化建设和治理中国典范合作框架协议》,积极探索绿色低碳规划建设管理的新路径,为上海乃至全国绿色低碳发展做好引领示范,有力促进生态文明建设。

(三) 总体目标

明确试点区的区域边界和低碳发展目标,建立科学合理的碳排放统计、监测和核算机制,有效降低试点区的碳排放量,创建期满后试点区的碳排放强度应达到全市同类区域的先进水平。规范和指导试点区的规划管理建设工作,提高试点区规划建设科学性、合理性和可操作性,积累可复制、可推广的成熟经验。

(四) 基本原则 (略)

1. 紧扣低碳导向。
2. 注重人民体验。
3. 定量引导控制。
4. 指标动态合理。

(五) 指标体系 (节选)

基于碳排放来源,提取形成由高效可靠的能源利用、绿色低碳的高品质建筑、公交和慢行导向的低碳出行、低碳化的布局形态、高碳汇的公共空间环境、绿色韧性的市政基础设施以及高效互联的智慧管理系统7大维度构成的减碳关键指标体系。

1. 高效可靠的能源利用。大力推进可再生能源的规模化应用,因地制宜地推广太阳能热水系统、

建筑光伏一体化系统和浅层地热能利用,提高项目的可再生能源渗透率。采用高效分布式能源系统,提高区域能源系统的利用效率。根据项目当地能源状况、建筑用途和功能、建设进度、使用要求等因素,有条件采用区域供冷供热系统,鼓励设置分布式能源中心。探索绿色低碳清洁能源微网系统,试点实施余热废热利用技术,探索绿氢能源系统应用,促进分布式能源的最大化利用和多元化供能。探索能源智慧管控系统,实现能源的分项计量和温室气体的排放监测。

2. 绿色低碳的高品质建筑。利用绿色建筑技术,建造高品质、低碳示范的建筑群。构建绿色低碳建筑空间,提升建筑星级目标要求,推广超低能耗建筑示范。合理利用获得认证的绿色建材,推行建筑材料资源化利用,推广一体化设计理念,加大装配式建筑建设力度,实现工程建设低消耗、低排放、高质量和高效益。

3. 公交和慢行导向的低碳出行。

4. 低碳化布局形态。

5. 高碳汇的公共空间环境。

6. 绿色韧性的市政基础设施。

7. 高效互联的智慧管理系统。强化信息化技术应用,深化BIM技术应用,奠定建造全过程数字化基础。依托区域能源智慧管理系统,通过对试点区能源、建筑、交通及环境等能耗情况数据化监测,有效掌握区域内能源消耗情况和碳排放情况,提升运行阶段监管水平,实现对试点区节能减排指标的动态分析与智慧管理,从而达到控制区域碳排放指标、提高区域智能化管理水平的目标。

关于印发《佛山市绿色建筑创建行动实施方案(2022-2025)》的通知

佛建〔2022〕16号

各区人民政府,市直相关部门,佛山中德工业服务区(三龙湾)管理委员会、佛山高新技术产业开发区管理委员会,各有关单位:

为贯彻落实习近平生态文明思想和党的十九大精神,认真执行《广东省绿色建筑条例》,按照《住房和城乡建设部 国家发展改革委 教育部 工业和信息化部 人民银行 国管局 银保监会关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》(建标〔2020〕65号)和《关于印发〈广东省绿色建筑创建行动实施方案(2021-2023)〉的通知》(粤建科〔2021〕166号)要求,结合《广东省建筑业“十四五”发展规划》,决定在全市开展绿色建筑创建行动,助力实现碳达峰目标和碳中和愿景。现将《佛山市绿色建筑创建行动实施方案(2022-2025)》印发给你们,请结合实际,认真贯彻落实。

佛山市住房和城乡建设局
佛山市发展和改革局
佛山市教育局
佛山市科学技术局等
2022年3月4日

佛山市绿色建筑创建行动实施方案（2022-2025）（节选）

为深入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，认真践行习近平生态文明思想，全面实施《广东省绿色建筑条例》（以下简称《条例》），推动绿色建筑加快发展，助力碳达峰碳中和目标实现，按照《住房和城乡建设部 国家发展改革委 教育部 工业和信息化部 人民银行 国管局 银保监会关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》（建标〔2020〕65号）、《关于印发〈广东省绿色建筑创建行动实施方案（2021-2023）〉的通知》（粤建科〔2021〕166号）、《广东省建筑业“十四五”发展规划》要求，结合佛山市实际，制定本实施方案。

一、创建目标

完善与《条例》相配套的政策文件体系和绿色建筑全寿命期监管体制机制；全面落实城镇新建民用建筑按照绿色建筑标准进行建设要求，2022至2025年佛山市城镇新建民用建筑中绿色建筑占比分别达到80%、90%、95%、100%；星级绿色建筑面积持续增加，到2023年，全市按一星级及以上标准建设的绿色建筑占新建民用建筑比例达到35%；到2025年，该比例达到45%。全市建筑健康性能显著增强，装配式建造方式占比稳步提高，建筑能效水平不断提升，既有建筑绿色化改造、可再生能源建筑应用和绿色建材应用的规模进一步扩大。

二、重点任务（节选）

（一）健全绿色建筑全寿命期政策标准体系

1. 建立配套文件体系。深入贯彻落实《条例》要求，本市行政区域内城镇新建民用建筑全面按照绿色建筑标准进行建设，工业建筑应积极应用绿色节能技术措施。建立绿色建筑规划和建设、运行和改造、技术发展和激励措施等全寿命期工作推进机制，压实建设、规划、设计、施工图审查、施工、监理、检测、验收等各方主体及相关部门监管责任，将绿色建筑发展纳入法治轨道。

2. 完善技术标准体系。跟进省绿色建筑相关政策编制进展，及时更新相关政策，严格执行省绿色建筑相关标准、政策文件；贯彻落实《佛山市绿色建筑设计和审查指引》，编制绿色建筑工程施工质量验收指引，加强绿色建筑施工督导检查，实现绿色建筑勘察设计、建设施工、验收管理全过程标准管控。积极跟进省既有建筑绿色化改造、绿色建筑后评估等技术标准以及农房建设绿色技术导则和《公共建筑能耗限额》的制修订，及时更新、执行相关政策，进一步加强佛山市绿色建筑计价依据体系建设，学习执行省绿色建筑工程计价办法，推广应用省绿色建筑全寿命期技术

标准库。

3. 推动专项规划落地实施。2022年，根据省绿色建筑发展专项规划编制技术导则，完成佛山市绿色建筑发展专项规划编制，明确绿色建筑发展目标、重点发展区域、新型建造技术路线和既有民用建筑绿色化改造等内容。

（二）实施绿色建筑全流程管理。

4. 强化立项用地阶段管控。自然资源主管部门在土地出让或者划拨时，要将建设用地规划条件中明确的绿色建筑等级要求纳入国有建设用地使用权出让合同或者国有土地划拨决定书。出具规划意见时，应在工程规划许可证或附件中注明绿色建筑等级要求。建设单位应强化首要责任，在组织编制可行性研究报告或项目申请报告时应明确绿色建筑等级、技术以及节能减排等内容，将绿色建筑的相关费用纳入工程投资概预算，按照建设用地规划条件中明确的绿色建筑等级，进行委托设计、施工和监理，并在合同中载明绿色建筑等级要求。

5. 压实建设全过程责任。各部门要督导建设单位在开展咨询、设计、施工、监理、材料设备购置以及相关招标活动时，应向相关单位明示建设工程的绿色建筑等级要求并组织实施。推进绿色建筑施工图审查、验收结果和专项评估结果实时纳入信息化管理并向社会公开。

6. 探索绿色住宅使用者监督机制。

7. 加强绿色建筑运行管理。强化绿色建筑所有权人或者使用人对绿色建筑的设施设备进行维护保养的主体责任，推动物业管理单位加强绿色建筑运行能耗、环境数据收集统计，保障绿色建筑运行满足管理制度完备、围护结构完好、设施设备和相关系统运行正常、节电节水和环境指标达标、排放和处置符合规定等要求。推广用能系统的智能管理，加强绿色建筑运行数据收集统计，建立健全建筑能耗统计、能源审计、能耗监测和能效测评制度，为科学、高效监管绿色建筑运行提供依据。新建民用建筑项目，尤其是大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑应建立能耗监控系统，并接入省、市能耗监测平台。对大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑执行公共建筑能耗限额，对能耗水平进行评估和调适。佛山市结合实际情况，研究制定严于省要求的公共建筑能耗限额。

（三）提高绿色建筑质量品质。

8. 发展星级绿色建筑。佛山市行政区域内新建民用建筑（含工业用地性质上的配套宿舍、配套办公楼

以及无生产工艺的研发用房等)全面按照绿色建筑标准要求进行建设,其中保障性住房项目、总建筑面积10万平方米(含)及以上的新建住宅小区建设项目按照不低于一星级绿色建筑标准进行建设;建筑面积大于2万平方米的大型公共建筑、国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑按照不低于二星级标准进行建设;超高层建筑按不低于三星级标准进行建设。

9. 规范绿色建筑标识管理。落实国家、省绿色建筑标识管理办法,明确组织管理、认定程序、监督管理等内容,配合省住房和城乡建设厅做好绿色建筑二星级、三星级标识推荐工作,做好一星级标识认定和授予工作。一星级及以上绿色建筑项目宜进行预评价。以广东省绿色建筑信息平台为依托,按照省要求落实绿色建筑标识认定工作管理。对绿色建筑实行动态管理,对不符合绿色建筑等级要求的,予以限期整改或直接撤销。

10. 发展节能低碳建筑。按照国家及省双碳工作要求,落实佛山市碳达峰行动中建筑碳排放控制任务,会同发展改革部门开展区域能源评估与数据共享,研究建筑领域碳排放总量和强度双控的目标引导和分解落实机制,探索制定建筑碳达峰配套政策,编制低碳建筑发展规划。加快发展超低能耗、近零能耗建筑,进一步提升绿色建筑室内空气、水质、隔声等方面的健康性能,探索建成岭南特色超低能耗、近零能耗建筑节能示范项目。根据岭南气候特点,逐步提高新建建筑节能强制性标准水平,进一步提高建筑围护结构等部位的节能性能要求,根据佛山实际,制定和执行更高要求的绿色建筑技术标准,提升建筑能效水平。

11. 加快既有建筑绿色化改造。建立健全既有建筑绿色化改造体制机制,结合城镇老旧小区改造、绿色学校、绿色社区创建、海绵城市建设等工作,合理编制改造计划,推广适宜亚热带气候的绿色建筑技术,提高既有建筑人居品质。推进合同能源管理,强化建筑物所有权人、使用人、管理人责任。探索适应本地区的绿色化改造方式和技术,开展绿色化改造试点,推动既有居住建筑节能和绿色化改造,推进墙面、屋顶、照明等改造中积极采用绿色节能技术,鼓励老旧

小区按照绿色建筑评价标准进行改造,根据实际每年开展1个以上既有建筑绿色化改造项目试点。认真总结佛山市绿色化改造试点经验,吸取我省先进经验,在全市推广适宜岭南特色的绿色化改造技术。

(四)推进绿色建筑技术发展。

12. 推广装配式建造方式。

13. 应用绿色建材和可再生能源。加强可再生能源建筑应用。新建建筑应安装太阳能系统,中低层住宅、酒店、学校建筑应用太阳能光热系统,大型公共建筑、工业厂房建筑应用太阳能光伏发电技术。鼓励有条件、屋顶面积适宜的大型公共建筑、工业厂房建筑应用太阳能光伏发电技术,进一步加大太阳能光热系统在中低层住宅、酒店、学校建筑中的应用。开展各类可再生能源建筑应用技术与后评估,结合本地实际,制定可再生能源规模化应用研究与技术指南。探索在高性能绿色建筑、超低能耗建筑等各类示范项目中,将可再生能源建筑应用比例作为约束性指标,进一步促进可再生能源在建筑中的应用。

14. 推动绿色建筑科技创新。推动5G、物联网、人工智能等新技术在绿色建筑中的应用。构建市场导向的建筑节能与绿色建筑技术创新体系,开展重点领域关键环节的科研攻关和项目研发。推动互联网、大数据、人工智能等新技术、先进制造与建筑节能和绿色建筑的深度融合。依托省住房城乡建设科技协同创新平台等相关创新平台,加强绿色建筑科技研发,促进先进成熟技术成果推广。发挥大型国有企业研发和应用能力,推进企业与科研机构强强联合,建立企业与高等院校的技术创新联合体,研发新技术、新工艺、新材料和新设备。组织相关单位积极申报住房和城乡建设部绿色建筑创新奖,以及部、省各类科学技术计划和科学技术奖项,推动绿色建筑新技术应用。传承和创新应用具有岭南特色的被动式建筑节能技术,推动农村绿色建筑技术的推广应用。

15. 积极落实激励措施。

三、保障措施(略)

(一)加强组织领导。

(二)加强通报评价。

(三)加强宣传引导。



BOT 模式下某高校学生宿舍太阳能热水系统的能效分析

山东建筑大学 于涛 王冬菊

〔摘要〕目前国内节能减排依然形势严峻、任务艰巨，利用太阳能等可再生能源是强化建筑节能的有效方案。本文以 BOT 模式下的某驻济高校宿舍的太阳能热水系统工程为分析对象，通过计算年节能量、年节省费用和投资回收期分析了系统的经济效益，通过计算二氧化碳、二氧化硫及粉尘的年减排量分析了环境效益，为高校节能减排提供参考。

〔关键词〕BOT 模式；高校；太阳能热水系统；能效分析

为合理使用能源,节约能耗,提高学生生活质量,切实解决学生热水洗浴问题,学校决定采用 BOT 模式,引入社会资源来投资建设学生公寓淋浴项目。BOT 模式 (build-operate-transfer), 即建设 - 经营 - 转让模式, 提高了项目的运作效率, 可最大化节约能源。本文以 BOT 模式下的某驻济高校学生宿舍太阳能热水工程项目为例, 分析该系统的经济效益和环境效益。

1 工程概况

某高校位于山东省济南市, 共有 8 栋六层宿舍楼 (1-8 号), 总建筑面积为 63804m², 总住宿人数达 12000 人。该工程采用太阳能与空气源热泵耦合的复合能源系统为学生提供生活热水。

1.1 设计参数

济南地处中纬度地带, 是我国太阳能资源较丰富地区, 年辐射量在 5400 ~ 6700MJ/m², 相当于 180 ~ 230kg 标准煤燃烧所发出的热量。济南市的太阳能辐射资料见表 1^[1]。

设计参数如下: 人均日用水量为 20L/人/日; 供热量为 240 吨/日; 热水温度为 55℃; 用水情况为每天 24 小时用水; 集热管为清华阳光全玻璃真空集热管集热器, 集热器为联集管集热器, 集热器安装在楼顶屋面, 安装角度为 15℃, 集热面积为 2483.2 m², 集热器设置如表 2 所示;

每个系统配备 4 台 10P 超低温空气源热泵作为辅助热源; 采用集热水箱和供热水箱双水箱方式, 双水箱均为 15 吨水箱, 满水重 16.5 吨, 尺寸为 4000mm×2500mm×1500mm。太阳能集热器和水箱之间为温差循环, 系统为非承压系统。

表 2 各宿舍楼太阳能集热器设置

楼号	太阳能集热器设置
1~6 号楼	50 支 Φ58×1800mm 太阳能集热管一组, 每栋楼设置 40 组, 共 240 组
7 号楼	50 支 Φ58×1800mm 太阳能集热管一组, 共设置 30 组
8 号楼	50 支 Φ58×1800mm 太阳能集热管一组, 共设置 42 组

1.2 太阳能热水系统工作流程

如图 1 所示, 复合系统由太阳能集热器、集热循环水泵、集热水箱、供热水箱、双水箱间循环水泵、供热循环水泵、空气源热泵、智能控制柜电磁阀、温度传感器、循环管路等组成, 以太阳能热水系统为主, 空气源热泵系统为辅, 工作原理如图 1 所示。

系统可通过无水补水和温控进水方式补水。集热器与集热水箱之间采用温差循环, 当集热器温度 T1 与集热水箱中的水温 T2 温差 ≥8℃时, 集热循环泵 P1 启动, 将集热器中热水打进集热水箱中; 当两者温差 ≤2℃时, 循环泵 P1 停止。集热水箱和供热水箱也采用温差循环, 当两者水位均 ≥1、温差 T2-

表 1 济南市太阳能辐射资料

济南	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均室外气温 (℃)	-1.4	1.1	7.6	15.2	21.8	26.3	27.4	26.2	21.7	15.8	7.9	1.1
水平面月平均太阳总辐照量 (MJ/m ² ·日)	8.376	10.93	14.423	16.679	20.77	21.055	16.776	15.663	14.884	12.093	9.089	7.657
倾斜表面月平均太阳总辐照量 (MJ/m ² ·日)	13.63	15.225	16.634	16.523	18.716	18.212	14.812	14.979	16.498	16.003	14.162	13.854
月日照小时数	175	177.3	217.7	248.8	280.3	263.1	216.9	224.3	224.4	216.4	181.2	171.9

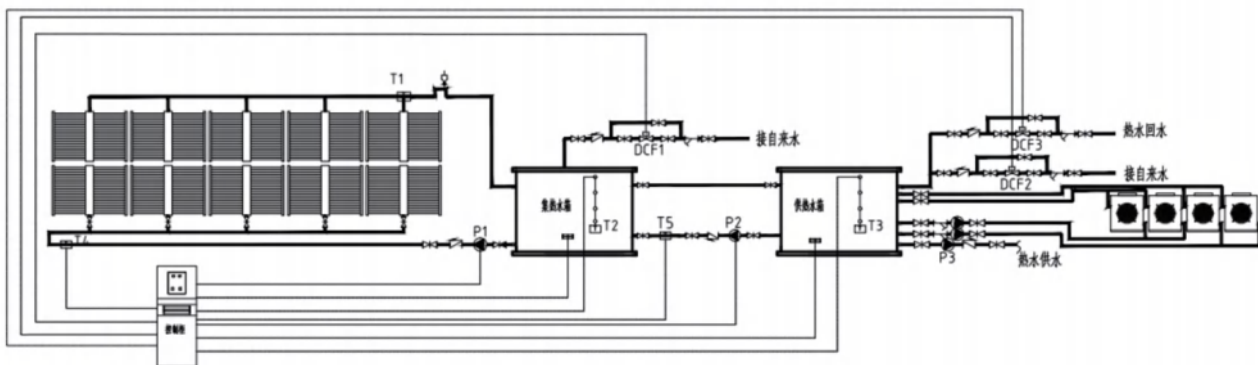


图1 太阳能热水系统工作原理图

$T_3 \geq 10^\circ\text{C}$ ，且 $T_3 < 45^\circ\text{C}$ 时，水箱间循环泵 P2 启动；当 $T_2 - T_3 \leq 3^\circ\text{C}$ 或供水水箱 $T_3 \geq 45^\circ\text{C}$ ，P2 停止。当供水水箱内水温低于设定温度 5°C 时，辅助能源空气源热泵开启。当管路温度低于 40°C 时，循环泵 P3 启动，将供水管路冷水循环进供水水箱内，实现用水时间段内即开即热。此外，系统还考虑了冬季防冻和夏季防过热措施。

2 能效分析

计算年节能量、年节省费用和投资回收期，分析系统的经济效益；计算二氧化碳、二氧化硫及粉尘的年减排量，分析系统的环境效益。

2.1 经济效益分析

2.1.1 太阳能热水系统的年节能量

$$\Delta Q_{\text{save}} = A_c J_T (1 - \eta_c) \eta_{cd} \quad (1)$$

式中，

ΔQ_{save} ——太阳能热水系统年节能量（MJ）；

A_c ——太阳能热水系统的集热面积（ m^2 ）；

J_T ——太阳能集热器采光面上的年总太阳辐照量（ MJ/m^2 ）；

η_c ——管路和水箱的热损失率；

η_{cd} ——太阳能集热器年平均集热效率；

该工程集热面积为 2483.2 m^2 ，集热器倾斜表面上的年总太阳辐照量为 $5755.62 \text{ MJ}/\text{m}^2$ ，取太阳能管路和水箱的热损失率为 15%，取集热器年平均集热效率为 45%，则可得到太阳能热水系统的年节能量 ΔQ_{save} 为 5466826.01 MJ ，相当于每年节省标准煤 186.53 t （每吨标准煤的热值按 29308 MJ 计）。

2.1.2 太阳能热水系统的年节省费用

$$W_j = C_c \Delta Q_{\text{save}} \quad (2)$$

式中，

W_j ——太阳能热水系统年节能费用（元）；

C_c ——常规能源热价（元/MJ）；

ΔQ_{save} ——太阳能热水系统的节能量（MJ）；

按常规能源为电能考虑，电价为 $0.5469 \text{ 元}/\text{kWh}$ ，即 $0.152 \text{ 元}/\text{MJ}$ ，则太阳能热水系统的年节省

表3 动态回收期计算表

年份	0	1	2	3	4	5	6
净现金流量（万元）	-900	225	225	225	225	225	225
累计净现金流量（万元）	-900	-675	-450	-225	0	225	450
折现值（万元）	-900	204.55	185.95	169.04	153.68	139.71	127
累计折现值（万元）	-900	-695.45	-509.5	-340.46	-186.78	-47.07	79.9
动态回收期（年）	$n = 5 + \frac{ -47.07 }{127} = 5.37$						

费用为 83.096 万元 。

2.1.3 BOT 项目投资回收期

投资回收期是指以项目的净现值抵偿全部投资所需要的时间，是反映项目财务投资回收能力的重要指标。在众多的经济分析指标中，属于时间性指标的投资回收期最具优势，其它指标均不具备时间属性^[2]。

根据项目实际运行数据，本项目初投资为 900 万元 ，设备维护费 $15 \text{ 万元}/\text{年}$ ，其他费用 $40 \text{ 万元}/\text{年}$ ，项目年收入 280 万元 ，则年净收益为 225 万元 。

1) 静态投资回收期

按净收益为等额值计算静态投资回收期为 $n = 900/225 = 4 \text{ (年)}$

2) 动态投资回收期

取折现率为 10%，计算动态回收期如表 3 所示。

2.2 环境效益分析

2.2.1 二氧化碳年减排量

$$Q_{\text{CO}_2} = \frac{TQ_{\text{save}}}{W \# E_{\text{ff}}} F_{\text{CO}_2} \# \frac{44}{12} \quad (3)$$

式中，

Q_{CO_2} ——太阳能热水系统二氧化碳排放量（吨/年）；

Q_{save} ——太阳能热水系统的节能量（MJ）；

W ——标准煤的热值（ kJ/kg ）；

E_{ff} ——标准煤的热效率；

F_{CO_2} ——碳排放因子；

（下转 46 页）

几种电厂循环冷却水余热供暖方式的经济性分析

西安华江环保科技股份有限公司 薛永明 张秋丹 张旺

〔摘要〕主要从余热回收量和投资回收期的角度出发,分析了吸收式热泵机组、压缩式热泵机组和低真空循环水三种余热供暖方式的经济性。计算结果表明:在回收热量相同的情况下,吸收式热泵机组余热供暖和低真空余热供暖的投资回收期较短,具有较好的经济效益和社会效益,适宜推广使用。

〔关键词〕吸收式热泵;压缩式热泵;低真空;余热供暖;经济效益

0 引言

目前,我国北方以热电厂为集中供暖的主要热源。在热电厂运行时,约有 20% ~ 40% 的热量通过汽轮机乏汽余热排到大气,造成能量浪费和环境污染^[1]。随着城镇化的发展,我国北方地区集中供暖的缺口越来越大;与此同时,为了节约能源和保护环境,实现“节能减排”战略目标,国家对新建热电厂的审批越来越严格,很多中小型热电厂为满足日益扩大的供暖需求,在不增加发电机容量的情况下,不断探索新的节能减排技术。

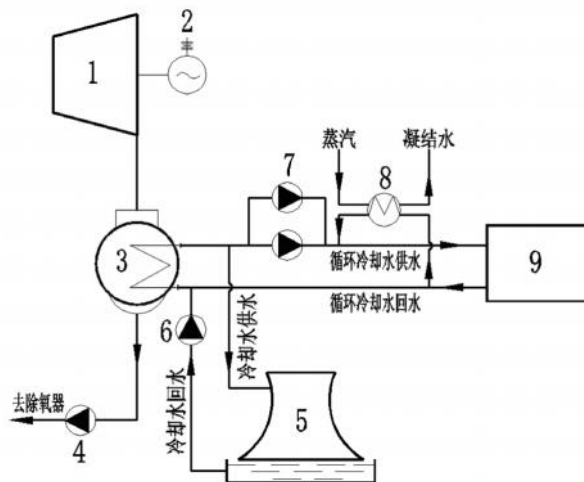
抽凝式发电厂或纯凝式发电厂为了降低冷源损失,提高能源综合利用率,通常采用三种余热供暖方式:(1)低真空循环水余热供暖方式^{[2]、[3]}。该技术的缺点是:汽轮机高背压工况下影响了汽轮机的发电效率,发电量受供热量的直接影响;此外,提高汽轮机的排汽压力后,需要对凝汽器进行加固改造;排汽工况的变化可能会影响机组的安全性,增加维护量,缩短寿命。(2)电动压缩式热泵机组的余热供暖方式^[2]。该方式适用于电厂蒸汽短缺、电力负荷充足的情形,能够达到一定的节能效果,但是耗电量较大,初投资和运行费用均较高。(3)吸收式热泵机组的余热供暖方式。该技术一方面回收利用电厂循环冷却水的余热,减少了能源浪费和热污染,另一方面在达到相同供热负荷的情况下,可以减少汽轮机抽汽,从而增加汽轮机组的发电量^[4]。最后,以 30MW 抽凝式汽轮机组为例,探讨利用三种余热供暖方式的经济效益估算,分析每个系统的经济可行性。

1 几种电厂循环冷却水余热技术基本原理

1.1 低真空循环水余热供暖方式

低真空循环水余热供暖是提高汽轮机的排汽压力(从 4 ~ 6kPa 提高到 49kPa),降低凝汽器内的真空度,可以将循环水温度提高至 70 ~ 75℃,为保证机组的安全稳定运行,需对凝汽器进行加固处理,使其承压能力达到 0.4MPa,同时需将凝汽器循

环冷却水的入口及出口接至供暖系统^{[5]、[6]}。尖峰汽-水换热器在严寒期对系统进行调峰。低真空循环水余热供暖流程图如图 1 所示。



1、汽轮机；2、发电机；3、凝汽器；4、凝结水泵；5、冷却塔；6、冷却水循环水泵；7、热网水循环泵；8、尖峰汽-水换热器；9、热用户；

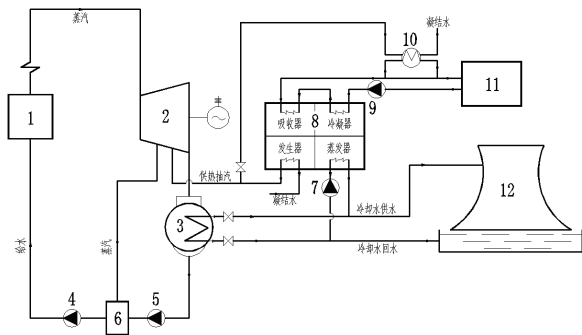
图 1 低真空循环水余热供暖方式流程图

1.2 吸收式热泵机组余热供暖方式

溴化锂吸收式热泵机组是利用溴化锂溶液的吸收特性,以一定数量的高温热能(蒸汽、燃气等)为驱动能量,提取低温能量向外提供中温能量的一种装置。吸收式热泵机组主要包括蒸发器、吸收器、冷凝器、发生器、热交换器、溶液泵等。它是以 0.4 ~ 0.8MPa 饱和蒸汽为驱动热源,提取 30℃ 左右的循环冷却水的热量,输送出 75 ~ 80℃ 的热水,再经汽-水换热器加热至 110℃ 送到热用户。吸收式热泵机组余热供暖流程图如图 2 所示。

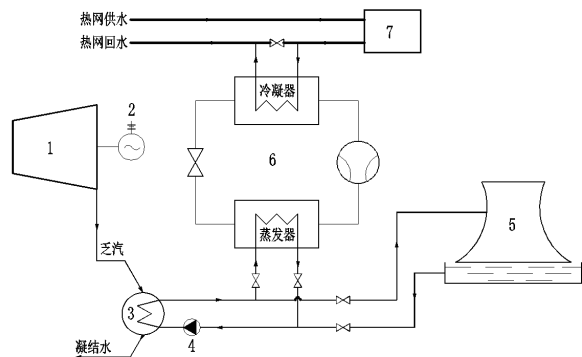
1.3 电动压缩式热泵机组余热供暖方式

电动压缩式热泵机组布置在电厂内,与凝汽器内乏汽换热后的循环冷却水进入热泵机组蒸发器,作为热源水,降温后返回凝汽器,热网回水经热泵



1 蒸汽锅炉；2 抽凝式汽轮机；3 凝汽器；4 锅炉给水泵；5 凝结水泵；6 回热装置；7 冷却水循环水泵；8 吸收式热泵机组；9 热网水循环泵；10 尖峰汽-水换热器；11 热用户；12 冷却塔

图2 吸收式热泵机组余热供暖方式流程图



1 汽轮机；2 发电机；3 凝汽器；4 冷却水循环水泵；5 冷却塔；6 电动压缩式热泵机组；7 热用户

图3 电动压缩式热泵机组余热供暖方式流程图

机组凝汽器加热后升温至 70 ~ 80℃，再去换热首站升温后输送到热用户。电动压缩式热泵机组余热供暖流程图如图 3 所示。

2 以新增余热供热量为基础的收益估算模型

为了更直观、准确的分析三种电厂循环冷却水余热供暖方式的经济性，需做如下假定条件：（1）假定现有热电厂已建成，且供暖抽汽量和电力负荷均满足余热改造的需求量；（2）改造前、后汽轮机组的各点工质参数无变化；（3）改造前、后市政供热管网的设计供、回水温度不变，均按 110/60℃ 设计；（4）忽略各个环节的换热损失，换热效率为 100%；（5）忽略因增加热泵机组所产生的水泵能耗。

未进行供暖改造时的汽轮机组供热量：

$$Q=G \times c_p \times (t_g - t_h) = D_g \times (h_g - h_n) \quad (1)$$

式中：

G ——供暖系统的循环水量，kg/h；

c_p ——水的定压比热，kJ/(kgK)，为 4.186 kJ/(kgK)；

t_g ——热网水供水温度，℃，取 $t_g=110^\circ\text{C}$ ；

t_h ——热网水回水温度，℃，取 $t_h=60^\circ\text{C}$ ；

D_g ——汽轮机组的供热抽汽量，t/h；

h_g ——汽轮机组的供热抽汽焓，kJ/kg；

h_n ——汽轮机组的供热抽汽凝结水焓，kJ/kg。

2.1 采用低真空循环水余热供暖方式

汽轮机组在低真空下运行时，在理想情况下乏汽排汽凝结热可全部回收，改造后供暖期回收的热量计算公式^[6]：

$$\Phi_h = (h_{q,z} - h_{n,c}) \times q_{mq} \quad (2)$$

减少的发电量折合的供热量：

$$\Phi_z = (h_{q,z} - h_{q,c}) \times q_{mq} \quad (3)$$

式中：

Φ_h ——供暖期回收的热量，kJ/h；

$h_{q,z}$ ——低真空排汽比焓，kJ/kg；

$h_{n,c}$ ——低真空凝结水比焓，kJ/kg；

q_{mq} ——凝汽排汽量，kg/h；

Φ_z ——汽轮机组减少的发电量所折合的供热量，kJ/h；

$h_{q,c}$ ——纯凝汽排汽比焓，kJ/kg。

2.2 采用吸收式热泵机组的余热供暖方式

利用饱和蒸汽作为吸收式热泵机组的驱动热源，提取循环冷却水的余热，加热热网回水至一定温度，再经汽-水换热器加热至热网所需的供水温度。吸收式热泵机组的供热量^[7]：

$$Q_x = (G + \Delta G_0) \times c_p \times (t_x - t_h) = COP_x \times D_x \times (h_g - h_n) \quad (4)$$

式中：

Q_x ——吸收式热泵供热量，kJ/h；

ΔG_0 ——采用吸收式热泵供暖后增加的热网水流量，t/h；

t_x ——吸收式热泵热网水侧的出口温度，℃，取 $t_x=80^\circ\text{C}$ ；

h_n ——汽轮机组供热抽汽的冷凝水焓，kJ/kg；

q_{mq} ——凝汽排汽量，kg/h；

D_x ——吸收式热泵机组所需的供暖抽汽量，kg/h；

COP_x ——吸收式热泵机组的性能系数，取 $COP_x=1.7$ ；

剩余的供暖抽汽作为汽-水换热器的热源，继续加热吸收式热泵机组出来的热网水至所需的供水温度。剩余的供暖抽汽产生的供热量^[7]：

$$Q_2 = (G + \Delta G_0) \times c_p \times (t_g - t_x) = (D_g - D_x) \times (h_g - h_n) \quad (5)$$

式中：

D_x ——汽轮机组的供暖抽汽量，kg/h；

吸收式热泵机组余热供暖方式增加的供热量是吸收式热泵机组提取的余热量，即：

$$\Delta Q_0 = (COP_x - 1) \times D_x \times (h_g - h_n) = C \times \Delta G_0 \times (t_g - t_h) \quad (6)$$

式中符号同上。

2.3 采用电动压缩式热泵机组的余热供暖方式

利用电能驱动压缩式热泵机组,提取循环冷却水的余热,加热热网回水,再返回汽-水换热首站加热后,为热用户供暖。电动压缩式热泵机组的供热量^[7]:

$$Q_y = (G + \Delta G_l) \times c_p \times (t_y - t_h) = COP_y \times W_y \quad (7)$$

式中:

Q_y ——压缩式热泵的供热量, kJ/h;

ΔG_l ——采用压缩式热泵供暖后增加的热网水流量, t/h;

t_y ——压缩式热泵热网水侧的出口温度, °C, 取 $t_y = 70^\circ\text{C}$;

W_y ——压缩式热泵机组的耗电量, kW;

COP_y ——压缩式热泵机组的性能系数, 取 $COP_y = 5$;

汽轮机的供暖抽汽量用来继续加热自压缩式热泵机组冷凝器出来的热网水, 热平衡式如下^[7]:

$$Q_2 = (G + \Delta G_l) \times c_p \times (t_g - t_y) = D_g \times (h_g - h_n) \quad (8)$$

式中符号同上。

2.4 收益估算计算公式

电厂与城市热力公司存在隶属关系时, 电厂按供热面积收取费用, 核算供热收益时按照供热面积核算收益, 项目净收益计算公式为^[8]:

$$K = \frac{10^5 \times \gamma \times Q_0}{3600 \times q_f} - C_0 - C_i \quad (9)$$

式中:

K ——一个采暖期收益, 万元;

γ ——单位供暖面积的采暖价格, 元 / m²;

q_f ——采暖面积热指标, W/m²;

Q_0 ——余热回收所增加的供热量, GJ/h;

C_0 ——余热改造的初投资 (主要是热泵机组价格), 万元;

C_i ——运行费用, 万元。

3 实例分析

以 1 台 30MW 高温高压抽凝式汽轮机 +1 台 130t/h 锅炉和 1 台 75t/h 锅炉的某热电厂为例, 采用以上三种余热供暖方式, 分别进行经济效益估算分析。余热改造前, 在正常供热工况下, 供热抽汽压力 0.981MPa, 抽汽温度 272.9°C, 抽汽焓 $h_g = 2996 \text{ kJ/kg}$, 蒸汽流量 $D_g = 40 \text{ t/h}$; 机组排汽压力 0.0049MPa, 排汽流量为 62t/h, 排汽焓 $h_{g,c} = 2624.59 \text{ kJ/kg}$, 需要的循环冷却水量为 3200t/h; 供热蒸汽进汽-水换热首站换热, 加热市政热网水, 市政热网的供回水温度为 110/60°C。

三种余热供暖方式的各项计算结果详见表 1。有关数据如下: 采暖天数 120 天, 单位面积的采暖

价格 $\gamma = 26.7 \text{ 元/m}^2$, 采暖节能热指标取 $q_f = 40 \text{ W/m}^2$, 电费取 0.72 元 / kWh, 水费取 3.5 元 / m³, 吸收式热泵机组 $COP_x = 1.7$, 电动压缩式热泵机组 $COP_y = 5.0$, 水的定压比热 $c_p = 4.186 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$, 热泵机组的冷却循环水进、出口温度为 32/22°C。

初投资主要是热泵机组设备、循环水泵、换热器等设备和管道的投资, 吸收式热泵机组投资按 20 万元 / MW 余热回收量估算, 压缩式热泵机组按 350 元 / kW 供热量估算。运行费用主要包括因供热改造增加的电费、水费、燃料费、人工费和其他费用等。三种余热供暖方式的初投资、运行费用详见表 1。

表 1 三种余热供暖方式的经济性分析表

技术参数名称	吸收式热泵机组供暖	压缩式热泵机组供暖	低真空供暖
吸收式热泵机组热网水出口温度 t_k (°C)	80	-	-
压缩式热泵机组热网水出口温度 t_y (°C)	-	70	-
市政热网水回水温度 t_h (°C)	60	60	-
吸收式热泵机组供热量 Q_x (kW)	65000	-	-
压缩式热泵机组供热量 Q_y (kW)	-	33429.86	-
吸收式热泵机组热网水流量 G_x (t/h)	2795	-	-
压缩式热泵机组热网水流量 G_y (t/h)	-	2874.96	-
两种热泵机组热源水进口温度 t_1 (°C)	32	32	-
两种热泵机组热源水出口温度 t_2 (°C)	22	22	-
两种热泵机组热源水流量 G_{s1} (t/h)	2301.76	2300	-
汽轮机的供热抽汽蒸汽压力 P_0 (MPa)	0.981	-	-
汽轮机的供热抽汽蒸汽温度 t_0 (°C)	272.9	-	-
吸收式热泵机组进口蒸汽焓值 h_g (kJ/kg)	2996	-	-
吸收式热泵机组蒸汽热量 Q_{s1} (kW)	38235.29	-	-
吸收式热泵机组进口蒸汽流量 D_s (t/h)	51.725	-	-
吸收式热泵机组凝结水温度 t_n (°C)	80	-	-
压缩式热泵机组功率 W (kW)	-	6685.97	-
热泵机组 COP	1.7	5	-
凝汽排汽量 Q_{mg} (t/h)	-	-	67.89
低真空排汽焓 $H_{g,c}$ (kJ/kg)	-	-	2624.59
低真空凝结水焓 H_{nc} (kJ/kg)	-	-	128.34
纯凝排汽焓 H_{gc} (kJ/kg)	-	-	2299
减少的发电量折合的供热量 Q_2 (kW)	-	-	6140.08
回收余热量 ΔQ_1 (kW)	26764.71	26743.88	42367.60
采暖期收益 (万元)	1786.55	1785.15	2418.19
初投资 C_0 (万元)	800	1500	1200
运行费用 C_i (万元)	77.08	1444.36	79.28
投资回收期 P_i (年)	0.47	4.40	0.51

由表 1 数据看出, 在回收余热量相同的情况下, 吸收式热泵机组余热供暖方式的运行费用 ($C_i = 77.08$ 万元) 和投资回收期 ($P_i = 0.47$ 年), 明显低于于压

缩式热泵机组余热供暖方式的运行费用 ($C_f=1444.36$ 万元) 和投资回收期 ($P_f=4.40$ 年)。吸收式热泵供暖方式受厂区蒸汽用量限制, 压缩式热泵供暖受厂区电力负荷限制, 而低真空循环水供暖不受其它因素制约, 可尽最大可能的回收余热量, 仅仅在供暖期为提高机组背压而降低少量的发电量为代价, 其运行费用 ($C_f=79.28$ 万元) 和投资回收期 ($P_f=0.51$ 年) 与吸收式热泵机组相比相差不大。因而低真空循环水供暖和吸收式热泵余热供暖方式均能广泛在工程实践中应用。

4 结论

以 1 台 30MW 高温高压抽凝式汽轮机组配套 130t/h 锅炉的热电厂为例, 讨论三种余热供暖方式的经济性, 得出以下结论:

(1) 在回收余热量相同的情况下, 吸收式热泵机组余热供暖方式的运行费用和投资回收期均低于电动压缩式热泵机组, 在电厂蒸汽量相对充足的情况下, 采用吸收式热泵余热供暖方式产生的经济效益和社会效益更大。

(2) 低真空余热供暖方式与两种热泵余热供暖方式相比, 不受蒸汽或电力负荷的制约, 在供暖期仅仅降低少量的发电量, 便能最大量的回收余热量。在初投资、运行费用和投资回收期均低于电动压缩式热泵余热供暖方式, 与吸收式热泵余热供暖方式相差不大。

(3) 综上所述, 电厂余热改造适宜采用低真空

循环水供暖方式和吸收式热泵余热供暖方式, 具有较低的运行费用和较短的投资回收期。

参考文献

- [1] 刘明军, 葛茂清, 卢尚有, 等. 吸收式热泵在热电厂乏汽余热回收领域的应用 [J]. 流体机械, 2013, 41 (2): 83-86.
- [2] 贺平, 孙刚, 王飞, 等. 供热工程 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.8: 164-167.
- [3] 王力彪, 李染生, 王斌, 等. 基于吸收式热泵的循环水余热利用技术在大型抽凝机组热电联产中的应用 [J]. 汽轮机技术, 2011, 53 (6): 470-472.
- [4] 王长河, 陈光, 王宝玉. 基于吸收式热泵的大型火电厂冷凝废热回收技术研究 [J]. 制冷空调与电力机械, 2011, 32 (4): 90-92.
- [5] 宋举星, 韩吉田, 张传聚, 等. 凝汽式汽轮机低真空循环水在供暖中的应用与探讨 [J]. 山东电力技术, 2005, 143 (3): 35-38.
- [6] 薛永明, 陈明秋, 丁强, 等. 凝汽式汽轮机低真空循环水供暖系统探讨 [J]. 煤气与热力, 2015, 35 (1): 35-38.
- [7] 张赞, 朱斌帅. 电厂集中供热领域中吸收式热泵与压缩式热泵的经济性比较 [J]. 节能技术, 2016, 34 (5): 440-443.
- [8] 郭江龙, 常澍平, 郝孟杰, 等. 采用吸收式热泵回收循环水余热收益估算 [J]. 热力发电, 2012, 41 (11): 6-8.

(上接 42 页)

标准煤的热值为 29308kJ/kg, 标准煤的热效率取 0.9, 碳排放因子为 0.404kg/kg 标准煤, 代入式 (3) 计算得到该项目的二氧化碳减排量为 307 吨/年。

2.2.2 二氧化硫及烟尘年减排量

按每公斤标准煤减排 0.02 kg 二氧化硫、减排粉尘 0.01 kg, 则本项目二氧化硫减排量为 3.73t/年, 粉尘减排量为 1.87t/年。

3 结语

学校人员密集、耗能高, 打造绿色生态校园是节能减排的首要目标。本文以某高校学生宿舍太阳能热水系统为例进行了经济效益和环境效益分析, 得出以下结论:

1) 该太阳能热水系统的年节能量为 5466826.01MJ, 相当于每年节省 186.53 吨标煤, 与电能相比年节省费用为 83.096 万元, 经济效益显著。

2) 该项目的二氧化碳减排量为 307.01 吨/年, 二氧化硫减排量 3.73t/年, 粉尘减排量 1.87t/年, 环境效益明显。

3) 该项目静态投资回收期为 4 年, 动态回收期为 5.37 年, 校企双方可实现共赢, 利于节能减排, 利于推进节约型、绿色型校园的建设。

参考文献

- [1] 15S128. 太阳能集中热水系统选用与安装 [S].
- [2] 李明孝, 叶婉. 投资回收期指标在 BOT 项目中的应用研究 [J]. 建筑经济, 1002-851X (2015) 11-0045-03.

西藏传统民居改造中的墙体热惰性指标影响研究

同济大学机械与能源工程学院 李峥嵘 斯阳 谢一建 陆世康；同济大学建筑与城市规划学院 赵群

〔摘要〕随着藏区经济条件和居住条件的发展，拉萨地区的住宅逐渐由传统民居转变或改造为具有良好围护结构及气密性的现代建筑。这些现代建筑相较于普遍具有较好蓄热性能的传统民居，更依靠较好的墙体隔热保温性能来改善室内热环境。对于无集中供暖的建筑，新型建筑的这类围护结构在冬季无法充分利用太阳能和特朗伯墙技术来维持各朝向房间的室内温度。因此分析不同朝向房间墙体的蓄热性能需求对藏区气候条件下的新式建筑的作用就十分重要。

本文将比较分析藏区传统民居和新建住宅的墙体蓄热性能差异及其对不同朝向房间室内热环境的影响。在实地调研的基础上，通过 EnergyPlus 对不同墙体热容下建筑室内空气温度与墙体壁面温度进行模拟。结果表明：对于无供暖农村建筑，民居建筑南北向房间墙体蓄热性能不同时，相邻房间之间的影响有限；南向房间蓄热性能的增强能提高室内气温而无法更好保证室内气温稳定；北向房间蓄热性能的增强可同时提高房间的室温和房间对室外温度波动的衰减能力；在有限的经济或资源条件下可优先考虑满足北向房间墙体蓄热性能需求。

〔关键词〕热容；民居改造；拉萨；传统住宅

0 引言

传统民居是居民在社会和建筑不断发展过程中为适应当地气候、资源、经济等条件而逐渐形成的地域性建筑^{[1][9]}。西藏地区因海拔高、地形复杂及太阳辐射强等因素形成了当地独特的气候条件^[2-4]。为了适应这种特殊的气候条件和能源条件，以及当地无集中供暖，传统民居通过具有良好保温和蓄热性能的重质墙体来创造稳定舒适的室内热环境^[5-8]；而新式民居则选择具有更好绝热性能的轻质保温材料与混凝土材料结合的形式建造墙体^[14]。

目前的研究主要集中于传统民居和现代建筑围护结构的保温隔热性能差异及其对室内热环境的影响^[10-13]，而对于墙体蓄热性能的研究较少且不全面^{[8][15-17]}。对于具有强太阳辐射条件的西藏地区，墙体对辐射得热量的蓄集能力与室内热环境联系紧密。因此有必要研究在无集中供暖、藏区独特气候条件下具有什么蓄热性能的墙体能针对不同朝向的房间更好地利用太阳能资源以创造更舒适的室内热环境。

1 拉萨周边民居建筑实地调研结果

堆龙德庆区是西藏自治区拉萨市辖区，位于西藏自治区中南部，拉萨市西部，与拉萨市城关区、林周县相邻。随着藏区农村经济的不断发展，堆龙德庆区发展迅速并于 2018 年 10 月被批准脱离贫困县（区），当地住宅建筑的改造和搬迁进展也在快速推进。作者于 2018 年 7 月选取了那曲荣玛乡搬迁点和贾热村进行民居调研与实地测试，如下图 1 所示。

拉萨周边地区的民居建筑在改造与更新过程中对传统民居的平面形式与功能布局进行了延续和继承，但同时也受到了现代生活方式与理念的影响。因此新式住宅在围护结构选材与构造上有了较大的改变。



图 1.1 新建住宅



图 1.2 传统民居（土坯砖）



图 1.3 传统民居（石材）

根据实地调研的统计结果，拉萨地区传统民居建筑围护结构选材主要为土墙（500-800mm）、石墙（350-550mm）、水泥砖墙（250-350mm），屋顶为黏土屋顶；新式民居围护结构为混凝土与高效保温材料结合的复合墙体（250-350mm），屋顶为混凝土屋顶。新式民居建筑多为南向大窗墙比、北向小窗墙比设计^[7]。本文研究的相关墙体及材料参数见下表。

表 1-1 拉萨农村墙体主要材料相关参数^[18]

材料名称	导热系数 W/(m·K)	蓄热系数 W/(m ² ·K)	比热容 kJ/(kg·K)	密度 kg/m ³
花岗石	2.45	19.26	0.82	2640
粗砂泥浆	0.47	6.36	1.01	1200
碎石混凝土	1.90	16.58	0.84	2372
粘土	0.70	9.24	1.05	1600
EPS 材料	0.028	0.46	2.1	50

表 1-2 不同材料墙体主要构造形式^[8]

墙体类型	构造形式（由外至内）
混凝土	外墙 40mm EPS 保温板 + 300mm 混凝土
	内墙 300mm 混凝土
土坯砖	外墙 25mm 泥浆 + 500mm 粘土 + 25mm 泥浆
	内墙 25mm 泥浆 + 500mm 粘土 + 25mm 泥浆
石材	外墙 550mm 花岗石
	内墙 550mm 花岗石

2 拉萨周边民居建筑实测结果分析

根据实地对拉萨周边地区民居建筑墙体材料及构造形式的调研结果，对当地实测数据进行分析，比较不同材料和构造下墙体对当地民居不同朝向房间室内热环境的影响。墙体的热工性能参数见下表 2-1。

从上表可以看出新式民居的混凝土复合墙体相较于传统民居的土坯砖、石材墙体在保温隔热性能上有了明显的提高，另一方面注重墙体外保温选用高效保温材料使得新式民居的墙体蓄热性能明显弱于传统民居墙体；传统民居的土坯砖墙体和石材墙

表 2-1 不同材料墙体热工性能^[19]

墙体构造	传热系数 W/(m·K)	热惰性指标
混凝土外墙	0.57	3.28
混凝土内墙	3.06	2.62
土坯砖外墙	1.01	7.28
土坯砖内墙	1.01	7.28
石材外墙	2.54	4.32
石材内墙	2.54	4.32

体均为重质厚墙，因而墙体具有较好的蓄热能力。对于建筑外墙，3 类材料墙体的热惰性指标由大到小依次为：土坯砖墙体 > 石材墙体 > 混凝土墙体；3 类材料墙体的保温能力由大到小依次为：混凝土墙体 > 土坯砖墙体 > 石材墙体。

在此基础上，对实地测试数据进行分析。在测试中，对于混凝土墙体的新式民居、石材墙体和土坯砖墙体的传统民居各选取当地一栋具有代表性的民居进行 2-3 天的测试，如下图 2-1 至图 2-3 所示的是 3 类民居 7 月 29 日 13:00 至 7 月 30 日 13:00 相邻南北向房间室内外空气温度情况。



图 2-1 混凝土墙体房间室内外空气温度

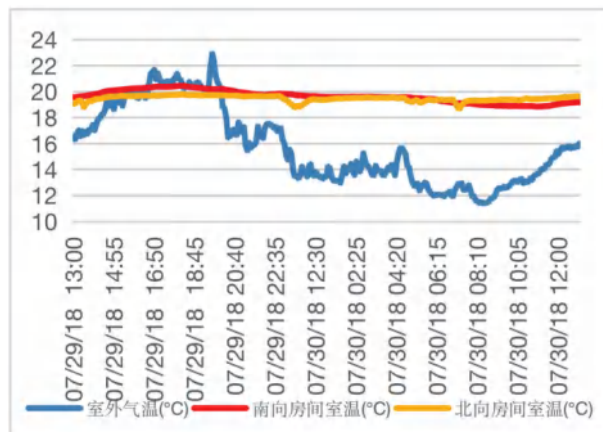


图 2-2 石材墙体房间室内外空气温度



图 2-3 土坯砖墙体房间室内外空气温度

在相同的室外气象条件下,测试期间内对于混凝土墙体的新式民居,其南向房间日平均温度为 20.44°C ,日温度波动为 $\pm 2.33^{\circ}\text{C}$,北向房间日平均温度为 19.23°C ,日温度波动为 $\pm 0.63^{\circ}\text{C}$;对于石材墙体民居,南向房间日平均温度为 19.63°C ,日温度波动为 $\pm 0.80^{\circ}\text{C}$,北向房间日平均温度为 19.48°C ,日温度波动为 $\pm 0.54^{\circ}\text{C}$;对于土坯砖墙体民居,南向房间日平均温度为 18.88°C ,日温度波动为 $\pm 0.48^{\circ}\text{C}$,北向房间日平均温度为 18.61°C ,日温度波动为 $\pm 1.10^{\circ}\text{C}$ 。

由上图可以看出:对于新式民居,因采用高效保温材料与混凝土结合的墙体构造,具有3类墙体中最好的保温性能,其南向房间室内日平均空气温度最高,但也因较差的蓄热性能使得室内气温波动幅度最大;混凝土墙体北向房间室内气温较为稳定。对于传统民居,采用石材和土坯砖墙体的2类民居情况较为相似,均能保持十分稳定的室内空气温度。

另一方面,从实地测试数据可以看出,注重墙体保温性能的新式混凝土复合墙体能确保室内较高的日平均温度但无法维持室内气温保持稳定,传统民居的重质石材墙体和土坯砖能极大程度地减小室外温度波动对室内的影响,但保温性能的不足也会导致室内温度较低;且对保温和蓄热性能侧重不同的两类墙体对于不同朝向的房间也各有优劣,因此需要研究在保证墙体保温性能的前提下,对于南、北向房间如何确定合适的墙体蓄热性能参数。

3 墙体热惰性指标对室内空气温度的影响分析

3.1 建筑热工模型概况

为了研究民居建筑墙体的蓄热性能对不同朝向房间室内温度的影响,本文采用数值模拟的方法进行研究。建立如下图所示的模型通过EnergyPlus软件进行模拟研究。

根据实地调研结果设置模型参数,层高为2.7米;

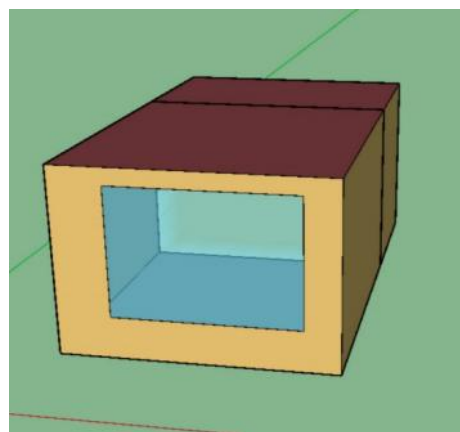


图 3-1 建筑模型

模型中窗户按照当地现状选用单层普通玻璃窗,根据调研结果设置南北向窗户大小及位置,屋面与楼板的构造方式为200mm混凝土;建筑室内不设置人员、照明设备和供暖设备(如火炉),为自然运行情况。选取拉萨市典型年气象数据作为模拟研究的气象参数,选取冬至日作为模拟时间段。模型的墙体热工性能参数参考《西藏自治区民用建筑节能设计标准》和实地调研情况进行设置,外墙传热系数均设置为 $0.50\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,内墙均为300mm混凝土,具体设置情况如下表所示。

表 3-1 模型外墙热工性能参数

类型	构造形式	热惰性指标
1	48.3mmEPS+200mm 混凝土	2.54
2	46.9mmEPS+300mm 混凝土	3.39
3	45.4mmEPS+400mm 混凝土	4.24
4	43.9mmEPS+500mm 混凝土	5.08

对南、北向房间均选择4类外墙进行模拟,共16种工况。为便于说明,后文及图表中将例如南向房间采用1型外墙、北向房间采用2型外墙这一工况简化为工况1-2处理,用例如2-1南表示工况2-1下的南向房间。

3.2 墙体蓄热对不同朝向房间的影响

(1) 不同外墙对室内壁面温度的影响

对于墙体热惰性对不同朝向房间内壁面温度的影响模拟结果,选取具有代表性的结果如图3-2至3-5。

图3-2与图3-5表示在保持南向(或北向)房间外墙类型不变的条件下,邻室墙体不同热惰性指标对房间外墙内壁面温度的影响,以西墙为例。由图可以明显的看出,在无室内人员、照明或设备等的干扰下,邻室墙体热惰性指标的改变对本房间内壁面温度的影响是很小的,在通常情况下可以忽略不计。

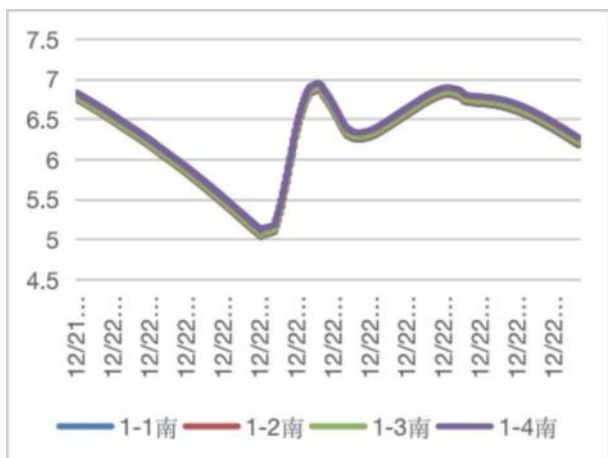


图 3-2 南向房间 1 型外墙 南向房间西墙内壁面温度

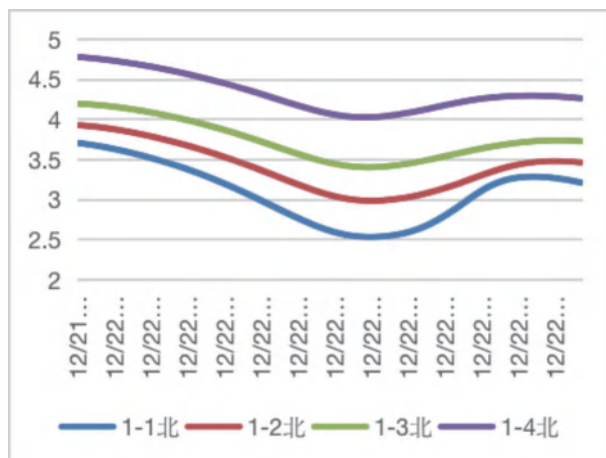


图 3-3 南向房间 1 型外墙 北向房间西墙内壁面温度

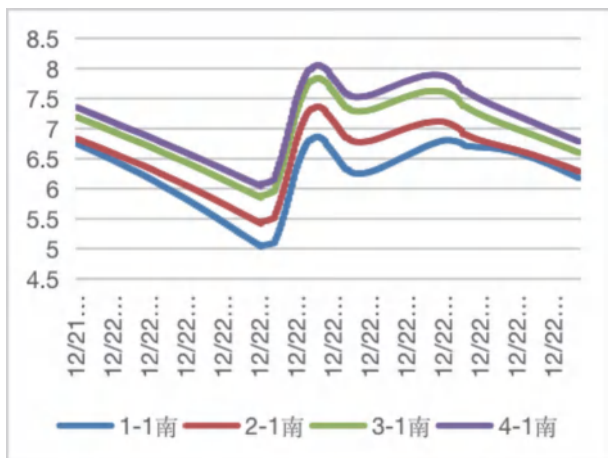


图 3-4 北向房间 1 型外墙 南向房间西墙内壁面温度

图 3-3 与图 3-4 表示在不改变邻室墙体的条件下, 本房间墙体热惰性指标的改变对墙体内壁面温度的影响。对于大窗墙比的南向房间, 在墙体传热系数不变的条件下增大墙体蓄热性能明显的提升外墙的内壁面温度, 但墙体衰减室外温度波动的能力并没有发生明显变化; 对于小窗墙比的北向房间, 增大墙体蓄热性能在提高墙体内壁面温度的同时也增强了墙体对室外温度波动的衰减能力。

(2) 不同外墙对室内空气温度的影响

根据模拟结果, 在保持本房间外墙类型不变的条件下, 邻室墙体不同热惰性指标对本房间室内空气逐时温度的影响类似于对内壁面温度的影响, 影响很小。下面通过比较不同工况房间室内空气温度的日平均值和日较差对不同外墙热惰性指标的影响进行分析。

如下图所示为 16 种工况下不同房间的室内空气温度日平均温度和日较差模拟结果。

图 3-6 和图 3-7 为根据不同分组条件表示的不同外墙热惰性指标下不同朝向房间室内空气温度的

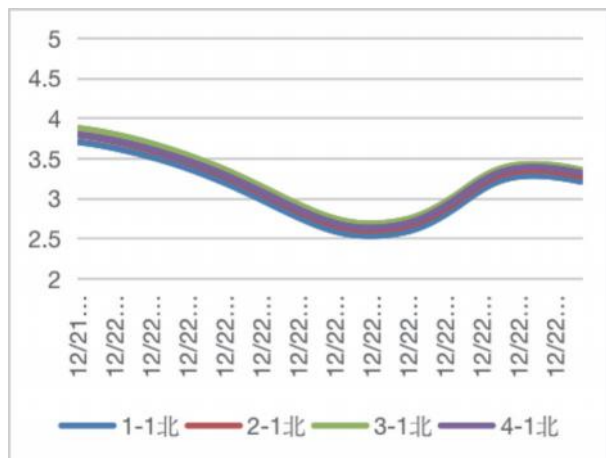


图 3-5 北向房间 1 型墙体 北向防线西墙内壁面温度

日平均值和日较差值。由图 3-6 可得, 对于南向房间, 北向邻室房间外墙蓄热性能的提高影响较小; 对于北向房间, 提高本房间蓄热性能可以明显提高房间室内平均气温, 墙体热惰性指标由 2.54 提高到 5.08 使北向房间的日平均气温提高了 0.77℃, 同时对室外温度波动的衰减能力也得到了明显的增强。

根据图 3-7, 对于北向房间, 南向邻室房间外墙蓄热性能的提升能在一定程度提高北向房间的室内日平均气温, 而对北向房间室内气温波动幅度的影响较小; 对于南向房间, 房间墙体蓄热性能的提升能显著的提高房间对太阳能的利用进而提高室内气温, 但蓄热性能的提高对南向房间抵抗室外温度波动能力的影响极小。因此在有限的经济或资源条件下可优先考虑满足北向房间墙体的蓄热性能需求以确保北向房间的室内热环境舒适度。

4 结论

1) 对于南向房间, 北向邻室墙体蓄热性能的提高对南向房间外墙内壁面温度、室内气温日平均值和日较差的影响都很小; 对于北向房间, 南向邻室

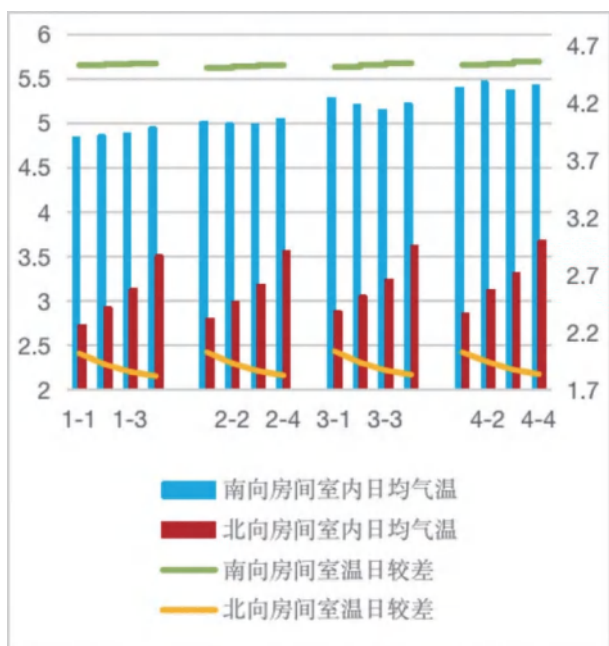


图 3-6 不同外墙房间室内日平均气温与日较差

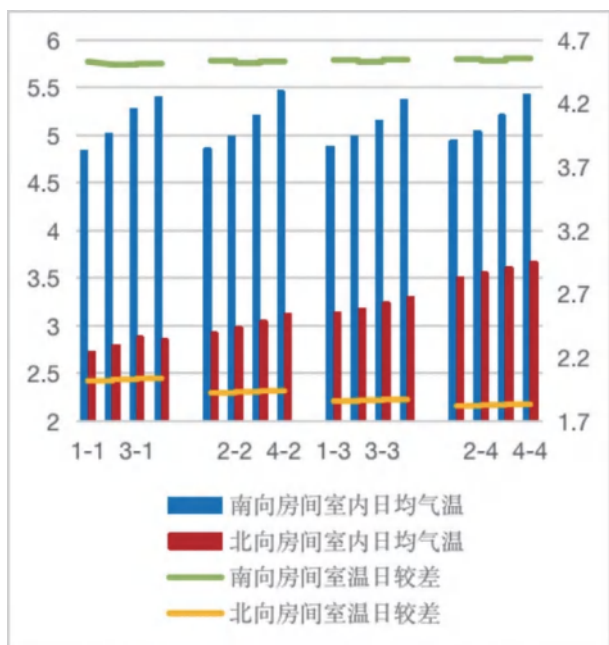


图 3-7 不同外墙房间室内日平均气温与日较差

外墙蓄热性能的提高对于北向房间外墙内壁面温度、室内气温日较差的影响均极小,但能在一定程度上提高北向房间室内气温日平均值。但总体来说,墙体蓄热性能不同的南北向房间互相的影响有限。

2) 提高南向房间外墙蓄热性能可明显提高南向房间的室内日平均气温,但无法有效提高南向房间抵抗室外气温波动的能力。对于北向房间,提高北向房间外墙蓄热性能可显著提高室内空气温度同时墙体对室外空气温度波动的衰减能力也得到了明显

增强。

3) 对于西藏拉萨周边传统民居改造或新式民居设计,考虑到当地多采用南向大窗墙比、北向小窗墙比的设计,在有限的经济或资源条件下可优先考虑提高北向房间外墙的蓄热性能,如选用具有更高比热容、密度的混凝土材料等。这可以更好地实现北向房间室内热环境的维持。

参考文献

- [1] 李峥嵘,曾诗琴,赵群,邢浩威. 贵州地扞侗寨传统民居围护结构改造对室内热湿环境影响[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2016,48(06):908-911.
- [2] 张樱子. 藏族传统居住建筑气候适宜性研究[D]. 西安建筑科技大学,2008.
- [3] 刘祥,李军环,杜高潮,王艺霏. 川西嘉绒藏族传统民居建筑生态性研究[J]. 建筑节能,2015,43(09):74-77+92.
- [4] 高欢. 传统民居的气候适应性研究[D]. 西安建筑科技大学,2013.
- [5] 师奶宁. 不同区域传统民居围护结构热工性能研究[D]. 西安建筑科技大学,2006.
- [6] 孙贺江,冷木吉. 甘南农区藏式传统民居热环境[J]. 土木建筑与环境工程,2014,36(05):29-36.
- [7] 何泉,高汉卿,刘大龙,朱新荣. 拉萨地区传统民居节能优化研究[J]. 建筑与文化,2019(03):241-243.
- [8] 王秋明. 拉萨农村民居围护结构保温和蓄热优化研究[D]. 西安建筑科技大学,2017.
- [9] 杨柳,朱新荣,刘艳峰,刘加平. 西藏自治区《居住建筑节能设计标准》编制说明[J]. 暖通空调,2010,40(09):51-54.
- [10] 李恩,杨柳,刘加平. 拉萨市附加阳光间式住宅建筑被动式优化设计研究[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版),2016,48(02):258-264.
- [11] 王登甲,刘艳峰,王怡,刘加平. 拉萨市住宅建筑冬季室内热环境测试评价[J]. 建筑科学,2011,27(12):20-24.
- [12] 聂倩,张群,桑国臣,朱轶韵,罗戴维. 拉萨乡村碉房民居冬季室内热环境测试研究[J]. 建筑科学,2017,33(10):21-25+44.
- [13] 许月. 西藏林芝传统民居气候适应性研究[D]. 华中科技大学,2013.
- [14] 黄凌江,邓传力,兰兵. 拉萨乡村传统民居与新式民居冬季室内热环境对比分析[J]. 建筑科学,2012,28(12):61-66.
- [15] 惠荷. 热惰性指标对建筑围护结构动态传热的影响[D]. 长安大学,2012.
- [16] 朱丽,熊伟丞,王一平,黄群武. 热质墙体在我国的热适应性研究[J]. 建筑科学,2010,26(02):88-93.
- [17] 王艺霏. 四川西北部藏族传统民居室内热环境研究[D]. 西安建筑科技大学,2015.
- [18] 马庆芳,方荣生,项立成, et al. 实用热物理性质手册[M]. 中国农业机械出版社,1986.
- [19] 杨世铭,陶文铨. 传热学[M]. 第三版. 北京:高等教育出版社,1998.

一种可携带式相变蓄热局部供暖装置及热性能实验

北京工业大学 绿色建筑环境与节能技术北京市重点实验室 倪禹 陈超 蔺洁 张思琦 张宇

〔摘要〕第24届冬季奥运会将于2022年2月在我国举行，主会场设在河北省崇礼地区。比赛期间，当地室外日平均气温大约为 $-17\sim-2^{\circ}\text{C}$ ，严寒环境条件下给户外观赛者提供必要的局部供暖措施，对提高户外观赛者的观赛体验非常重要。结合课题组关于严寒环境条件人体不舒适感以及冷不舒适感的生理阈值等研究结果，研发了一种可携带式相变蓄热局部供暖装置，利用北京地区某商业冷库的 $-14\sim-16^{\circ}\text{C}$ 人工冷环境条件，开展了关于该供暖装置热性能实验研究。结果表明，利用该装置为足部局部供暖条件下，较没有采用该装置的情况，足部平均皮肤温度可提高 6°C ，人体冷忍耐时间可延长80min，可显著改善严寒环境条件户外人员热舒适性。

〔关键词〕冬奥会；户外观赛者相变蓄热局部供暖装置；热性能；实验

0 引言

2022年北京冬奥主赛场在河北崇礼，大多数精彩刺激的雪上运动将在此举办。崇礼地区近10年比赛期间的室外环境的温度主要集中在 $-14\sim-16^{\circ}\text{C}$ ；崇礼露天场地平均风速为 1.9m/s 。据悉，崇礼赛区的雪上赛事多以户外观赛为主，户外开放观赛区域分别设立站席和坐席。因此，为保证观众在严寒环境下观赛的热舒适性，考虑加入适当的局部供暖措施。

首先，课题组前期通过模拟实际的观赛情景，探究人体在寒冷环境下的改善需求，确定了该环境下对整体影响最大的部位为脚部，将为其进行局部供暖。一些热舒适研究显示^[1-3]，局部加热可以显著提高受试者对热环境的满意度。已有的局部供暖措施如邓启红^[4]等研究的加热座椅采用电加热对使用场地有一定限制；梁国治^[5]等人制作的相变矿用降温服缺少普遍适用性。在现有供暖装置中，尚无适用于严寒环境下的局部供暖装置的设计方案。而且传统供暖形式耗能量大，不符合绿色节能的奥运理念。

近年来，相变储能材料为国内外能源利用热点，是提高能源利用率的有效手段。如利用相变材料三水合醋酸钠做一种暖袋^[6]，利用金属片控制相变放热，但在相变过程中容易发生过热及相分离。因此需要找到一种更为合适的相变材料来进行局部供暖。

本文基于冬奥会户外观赛区的环境背景下，提出一种基于相变材料的局部供暖装置，以提高户外观赛者的观赛体验；并通过模拟冬奥会实际的观赛情景进行严寒环境局部供暖实验，验证该装置的有效性。

1. 相变蓄热局部供暖装置

1.1 局部供暖装置设计原理

为了可以将该装置与冬奥会观众场地结合，为站席和坐席设置供暖装置效果图如图1。该装置工作过程如下：使用时，将蓄热完毕的可携带相变蓄热供暖装置放置于户外坐席（或站席）下方的安装槽内（图1），可携带相变蓄热供暖装置通过与人体直接接触，以导热方式向人体臀部或脚部释放热量，可持续 $1.5\sim 2\text{h}$ 近似等温的局部供暖；放热结束后，将放热完毕的相变蓄热供暖装置回收，放入蓄热的热浴中再次进行蓄热。

所述安装槽四周及下方采用厚度导热系数 $\lambda=0.03\sim 0.05\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 、厚度约为 10mm 保温材料板；安装槽内径尺寸可按2个可携带相变蓄热供暖装置上下叠放（坐席）或并排放置（站席）的尺寸设计。

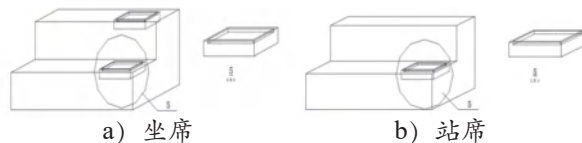


图1 坐席（站席）可携带相变蓄热供暖装置安装示意图

1.2 相变材料选择及封装形式

局部供暖装置有诸多影响因素，如加热设备的加热方式、是否与人体接触、人体的活动状态、背景温度及局部部位的衣物热阻等。基于文献调查研究，人体裸足条件下能接受的最高温度为 45°C ，在冬奥会严寒环境下，人体鞋子会对脚部起到至关重要的作用。在低温的环境中，人体穿着鞋子等脚部服装，在确保人体安全的范围内提高接触面温度，来增大加热板与脚部的传热本文所需相变温度范围 $45\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。通过查阅文献和课题组前期研究基础， 100°C 以下的相变材料最佳选择为无机水合盐，且需要在传热过程中具有良好的导热性能和储热能力。

在课题组大量研究基础上选用一种复合相变材料 CSAT55, 各方面性能均符合本研究要求, 该相变材料主要成分为 $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 及少量增稠剂和成核剂。具有良好的导热性, 蓄热能力。再经过添加合适的增稠剂和成核剂, 很好的控制了无机水合盐的过冷度及相分离问题。这种复合相变材料的相变温度为 55°C (以下简称为 CSAT55), 其物性参数如表 1 所示。

表 1 物性参数

相变温度	55°C
潜热量	220kJ/kg
导热系数	$0.6\text{--}0.7\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$

复合相变材料对热能的储存和释放是通过固-液相变来完成的, 液相过程的发生必须要有容器盛装。选用的容器材料要求不和相变材料相互渗透、无化学反应和好的耐腐蚀性, 并且密封性好有一定强度。由于相变材料 CSAT55 无腐蚀性, 与高密度聚乙烯 (HDPE) 不发生化学反应, 可用 HDPE 容器对该复合相变材料进行密封。对市面上各种高密度聚乙烯容器进行比对筛选, 选择了比较常见的冰晶盒作为封装容器, 封装好的试件如图 2 所示, 实验试件的 CSAT55 型相变材料封装在高密度聚乙烯板中, 体积为长 310mm , 宽 250mm , 厚度 20mm 的长方体。



图 2 封装容器外形

1.3 相变材料用量确定

为了更加贴近冬奥会现场实际条件, 课题组利用前期实测结果对供暖部位的散热量进行了计算。供暖装置所提供的热量一部分为补充人体的散热量, 另一部分由于非直接接触热量散失在周围环境中。本文局部供暖目标为使得供暖后, 人体耐受时间可延长至 90min 及以上。根据课题组前期计算结果, $-14\sim-16^\circ\text{C}$ 冷暴露条件下, 人体整体热舒适为不舒适时, 脚趾皮肤温度约为 23°C 。此时, 受试者脚部散热功率约为 33W 。详细计算由下列公式 (1-1) (1-2) (1-3)

计算得出:

$$P_{\text{PCM}} = \bar{H}_b + H_{u,\text{max}} \quad (1-1)$$

$$P_{\text{PCM}} \times t = m \times h_{\text{PCM}} \quad (1-2)$$

$$H_{u,\text{max}} = h F_u \Delta T \quad (1-3)$$

式中: P_{PCM} ——供暖装置供热功率, W ;

$\bar{H}_b$ ——供暖部位散热平均散热功率, W 。

$H_{u,\text{max}}$ ——供暖装置裸露部分最大散热量, W 。 h 为综合换热系数本文取 $9.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; F_u 供暖装置非供暖表面积, m^2 ; ΔT 为相变材料与空气温度差值, $^\circ\text{C}$;

h_{PCM} ——为该相变材料的相变焓, kJ/kg 。

根据上式 (1-1) 和 (1-3) 计算供暖装置供热功率为 101W , 在本次实验中, 目标试件为 90min 考虑 30min 富余量, 则相变材料供暖总时长为 120min , 则共需要相变材料质量为 3.4kg 。为方便携带将总质量 3.4kg 的相变材料分装在两个容器中。

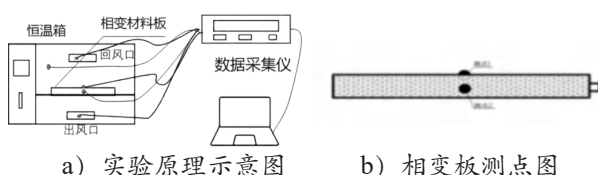
单个相变板所装相变材料重量为 1.7kg , 每个相变容器净重为 0.2kg , 单个相变加热板总重为 1.9kg 。以每个相变加热板为一个试件单元, 对试件进行热特性分析。

1.4 局部供暖装置蓄放热性能实验

为了探究相变板的蓄放热特性, 搭建了相变板蓄放热实验台。该实验台由高精度恒温箱, 温度传感器及数据采集模块组成, 如图 3a。实验采用高精度恒温箱 SPL-80 温度精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 变温范围 $0\sim 65^\circ\text{C}$ 内部采用 9 点温度监测保证箱体内部温度均匀。恒温箱采用模糊 PID 控温, 温度响应速度快, 精度高。箱体内进风口各布置两个温度测点, 箱体中部布置两个温度测点, 以便监测箱体内部温度情况。设置恒温箱温度达到设定值, 达到后稳定 15min , 此时进出口温度相等。在相变板内部中心布置一个温度测点, 在材料内部垂直方向设置一个测点即可; 在相变板上表面中心位置布置一个测点, 该测点位置垂直与中心测点。测点位置图如图 3b 所示

本实验重点考察相变板在蓄热工况和放热工况热相应速度及蓄放热量。蓄热工况, 将室温下的相变材料板放在温度 65°C 的恒温箱中直至蓄热过程结束, 及相变材料板内部及表面温度到达 65°C ; 放热工况时, 将蓄热完成的相变材料板放在 10°C 的恒温环境中直至放热结束, 及相变材料板内部温度达到 10°C 。

为了全面考察相变材料板传热性能, 温度测点



a) 实验原理示意图 b) 相变板测点图

图 3 供暖装置示意图

布置在该相变材料板的表面和内部。温度采用 T 型铜-康铜型热电偶, 测量精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。数据采集采用 Agilent34970A 数据采集系统, 数据采集频率为每 30s 一次。

计算过程中, 不考虑恒温箱壁体与外界换热, 全部热量通过内部风道送到制冷机或加热器处理。蓄热时热媒体掠过相变板外表面, 将热量以对流形式给输送给相变板, 相变板内部以导热形式进行热量的传递; 放热时, 冷媒体掠过相变板外表面, 相变板热量通过对流形式加热冷媒体带走热量, 相变板内部通过导热及自然对流的形式将热量传递到外表面, 从而释放热量。本文实验所用冷、热媒体均为空气, 所以在利用空气加热、冷却相变板时, 空气的所热量变化全部为相变板储存或释放热量。因此以恒温箱进出口空气温差所含热量, 等价为相变材料蓄/放热量计算公式 (1-4, 1-5):

$$Q_f = Q_m - Q_0 \quad (1-4)$$

$$Q_p = Q_f = t_f c_f b \frac{2T_f}{2t} l \quad (1-5)$$

此处, 下标 P 表示相变板体, 下标 f 表示热媒体; ρ 表示密度 (kg/m^3), c 表示比热 ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$), λ 表示导热系数 ($\text{kW}/\text{m}\cdot\text{K}$)。其中, 下标 0 表示初始时刻, 下标 m 表示初始时刻。

1.2.3 实验结果分析

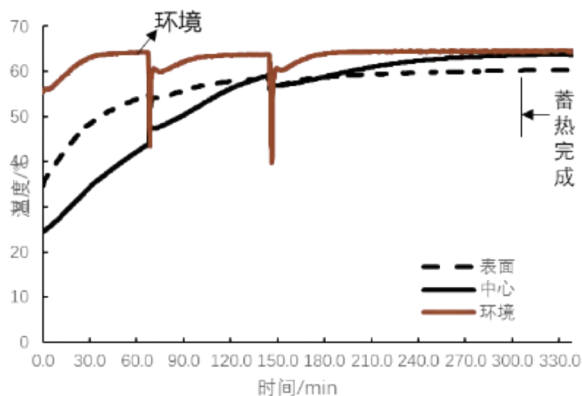


图4 蓄热过程中各测点的温度随时间变化

图4为蓄热工况下各测点温度随时间变化特性曲线。相变材料蓄热过程, 环境先与表面进行换热, 沿着厚度方向内传热, 表面温度先到达相变温度, 升温变缓。中心测点温度相对表面略有延迟, 随后两个测点趋于平稳接近空气温度。环境温度出现两处突降点, 分析原因发生时刻相变材料处于相变温度范围, 物态改变吸收热量变大, 导致测点温度突然下降。根据蓄热过程结束判断条件, 相变材料蓄热工况结束时间为 300min, 蓄热量为 290kJ/kg。

图5为放热工况下相变材料各测点温度随时间

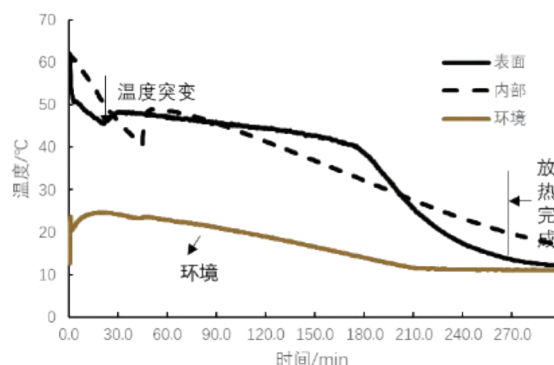


图5 放热过程中各测点的温度随时间变化

的变化特性, 相变材料放热温度分布与蓄热工况有类似的变化规律。放热工况初始阶段, 相变材料处于显热放热阶段, 材料的热阻起主导作用。先进过小幅度过冷后, 进入相变区间, 30min-180min 内相变材料表面温度变化平缓, 展现了相变材料的相变放热特性, 此时相变材料将逐步释放在蓄热过程中储存的潜热, 之后温度下降速率变快进入显热放热阶段。为验证材料蓄放热量比重, 计算放热到与蓄热前相同温度热量, 放热量为 268kJ/kg, 平台区放热量 200kJ/kg。

2. 相变蓄热局部供暖装置热性能实验

2.1 实验方法

气象数据显示主会场崇礼地区近十年冬奥会同期的气温变化范围: $-17\sim-2^{\circ}\text{C}$ 。实验模拟冬奥会观众观赛环境, 设置 8 个站席位置。本次实验在北京某大型商业冷库内完成, 该实验冷库环境温度稳定在 $-14\sim-16^{\circ}\text{C}$, 风速在 $0.05\sim 0.1\text{m}/\text{s}$, 尺寸为 7.5m (长) $\times 4\text{m}$ (宽) $\times 4.5\text{m}$ (高), 现场布置如图 6 所示。房间内采用冷却排管制冷, 保持室内处于无风状态, 保证食品水分。

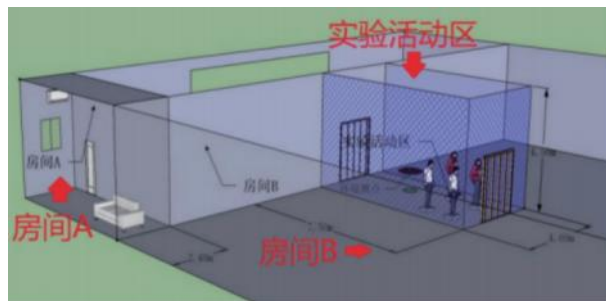


图6 实验冷库示意图

为了完成验证供暖装置可行性, 采用现有材料自制供暖装置。为方便携带, 将该装置放入尺寸相当的泡沫箱中图7。在相变板四周均匀的放置保温板, 冰晶板中相变材料按照上述质量封装。将相变材料分装在两个相变板并及进行密封。下部放置 10cm 挤塑保温板。



图7 实验装置实物图

该实验为低温极端环境人体实验,挑选8名受试者参加实验,年龄在21~25岁之间,健康状况良好且均是在校大学生且在北方地区生活过2年以上,所有受试者在实验前均被告知实验方案。为保证实验数据准确性,实验开始前12h所有受试者不得饮酒,喝咖啡或者剧烈运动。表2为受试者相关生理参数。实验过程中,受试者全部着统一服装,总热阻为2.1clo。足部穿厚袜和靴子。在整个实验过程中,受试者可在自己位置上发生轻微活动或交谈,但不允许交流与实验有关内容。

表2 受试者参数

年龄	性别	身高 cm	体重 kg	BMI
23±1	男	177±5	65±5	20-24
23±1	女	165±5	63±2	20-24

实验共包括2种工况,对照组为在-15℃的低温环境下,未采用任何供暖措施;实验组为相同环境条件下,使用上述相变材料装置对脚部进行局部供暖。

采用iButtonDS1923温度传感器测量受试者的脚部(脚背和脚趾)皮肤温度,在整个实验过程对皮肤温度每隔1min自动采样一次。为了防止受试者在实验期间由于出汗以及走动等因素导致测点脱落,使用防水医用胶带将iButton贴附到皮肤表面,实验前各测试仪器均进行标定。



图8 皮肤测点示意图

实验分为稳定期和暴露期两个阶段。稳定期:受试者首先统一着装,在15℃的房间A停留20min,达到热中性状态;暴露期:在-15℃的环境温度下,受试者保持站姿状态,采用相变蓄热供暖装置对足部供暖,同时实验组和对照组连续监测脚部皮肤温度,直至受试者不可忍受,结束实验。

2.2 实验结果及讨论

2.2.1 供暖装置热表面温度

相变蓄热供暖装置提前放入受试者站立位置,受试者即可从该供暖装置获取热量。该相变蓄热供暖装置受相变材料的温度限制,不高于55℃,既满足人体局部供暖需求,又可避免烫伤。实验过程中使用T型铜-康铜型热电偶测量与足部接触的相变蓄热供暖板的表面温度;使用HFM-4U热流计(测量精度 $\pm 3\%$)测量足部与相变蓄热板接触面的热流密度。图9给出了该实验条件下,相变蓄热供暖装置的表面温度与供热量。由图4可知,相变蓄热板的表面温度为 $(55 \pm 1^\circ\text{C})$,实验期间相变蓄热板为受试者提供总的供热量为296kJ,平均供暖功率为35W。

2.2.2 脚部皮肤温度及冷耐受时间

受试者在结束稳定期时的热感觉接近中性状态,且对照组与实验组初始皮肤温度保持一致。对所有受试者数据进行分析,数据满足正态分布,不同受试者的皮肤温度相差 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内,取受试者的平均值进行分析。

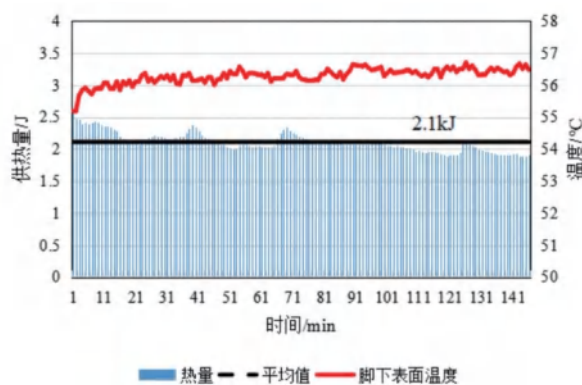


图9 供暖装置热表面温度变化

图10为受试者对照组及实验组中各部位皮肤温度随时间的变化曲线。从图5可知对照组(无供暖)受试者实验时间为60min;实验组受试者的实验时间为140min。对照组中,受试者的脚部温度持续下降;实验组中,脚部皮肤温度下降相较于对照组均变缓。在实验组与对照组经历相同时间后,脚背和脚尖提升 6°C 。足部供暖实验结束时,脚部皮肤温度均高于未供暖结束温度 $1\sim 2^\circ\text{C}$ 。

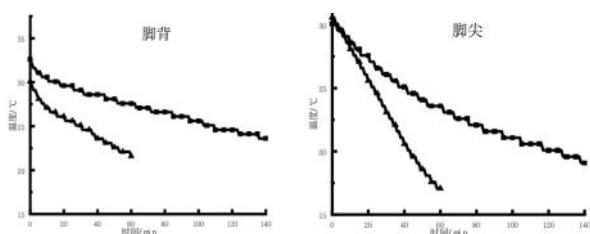


图10 实验组、对照组脚部皮肤温度

3 结论

本文通过相变材料的相变温度、相变焓、导热系数等性能参数进行筛选出适用于本研究的相变材料 CSATA55, 通过热量计算得到所需相变材料质量为 3.4kg, 并采用高密度聚乙烯材质冰晶盒进行分装。对分装好的相变材料试件进行了热特性研究, 采用实验的方法得到单位相变板的蓄放热时间、并计算试件的蓄放热量, 得到相变板际蓄放热特性, 相变板实际放热量为 268kJ/kg, 考虑实际情况下, 一般使用平台区热量为 200kJ/kg。结合冬奥会现场情况, 构想供暖装置效果图, 完成了基于相变材料的可携带局部供暖装置设计。

利用冷库模拟冬奥会崇礼赛区气候环境, 展开了 -15℃背景环境下局部供暖实验, 站姿状态下对脚部进行供暖。目的是为了验证供暖装置的可行性, 研究表明: 在 -15℃的环境中, 采用配比好的局部供暖装置进行局部供暖后, 与脚部接触部分相变材料温度稳定在 55℃, 且放热稳定。当对脚部进行局部供暖后, 耐受时间由原来的 60min 延长至 140min, 延长了在 -15℃环境温度下的耐受时间。对脚部局部供暖后, 相同时间下可明显提高了脚部皮肤温度。验证了基于相变材料的可携带局部供暖装置在冬奥会严寒环境下可有效提高观众户外的观赛体验。

参考文献

- [1] T. Lund Madsen. Thermal Effects of Ventilated Car Seats. International Journal of Industrial Ergonomics. 1994, 13(3): 253-258.
- [2] Zhanghui. Thermal Sensation and Comfort Models for Non-Uniform and Transient Environments. Building and Environment. 2010.
- [3] Wim Zeilera. 2015. Wim Zeiler Thermal Response of Different Body Parts_ the Fingertip as Control Sensor for Personalized Heating. Energy Procedia. 2015.
- [4] Q. Deng, R. Wang, Y. Li, Y. Miao and J. Zhao. Human Thermal Sensation and Comfort in a Non-Uniform Environment with Personalized Heating. Science of The Total Environment. 2017, 578: 242-248.
- [5] 梁国治, 周孟颖, 张奋奋. 矿用降温服的研制及热舒适性研究. 中国个体防护装备. 2014, (03): 15-18.
- [6] 沈学强袁群. 温控储热相变材料及其应用前景. 化学世界. 1994, (04): 173-175.
- [7] 张仁元. 相变材料与相变储能技术. 2009.
- [8] D. E. G. L. Yong J. Study On Transition Characteristics of Peg_Cda Solid-Solid Phase Change Materials. Polymer. 2002.
- [9] 钟开红. 相变储能材料在建筑节能中的应用综述. 广州建筑. 2006, (02): 37-40.
- [10] B. D. Tyagi V V. Thermal Performance of Sodium Acetate Trihydrate Thickened with Different Materials as Phase Change Energy Storage Material. Renewable & Sustainable Energy Reviews. 2007.
- [11] 曾翠华. 水合盐储能材料性能研究. 广东工业大学硕士论文. 2005: 84.



低温热水地板辐射供暖模拟研究

武汉科技大学城市建设学院 杨志斌 张春枝 王可 彭金岩 周思童

[摘要] 本文根据地板辐射供暖系统的结构特点,建立低温热水地板辐射供暖模型,应用 CFD 数值计算软件模拟分析了 PE-X 管材在常见的几种不同水温、不同管间距以及不同地面材料下的传热问题,采用有限体积法求解了温度场的数值解,分析不同影响因素与热流密度的关系,为低温地板辐射采暖系统的设计提供一定参考依据。

[关键词] 地板辐射采暖; 低温热水; 湿式铺法; 数值模拟

0 引言

随着社会的进步与发展,人民生活水平不断提高,居民对居住环境也提出了更高的要求,同时由于暖通空调所用能耗在建筑能耗中的占比越来越高,节能减排是必须考虑的问题。低温热水地板辐射采暖技术凭借其散热均匀、热舒适性好及节能减排等优点^[1]逐渐成为供热的一种节能选择措施。

目前多数家庭采用湿式铺法的低温热水地板辐射采暖系统,其相较于干式地暖的优点为造价便宜,蓄热能力强,热稳定性更好。本文针对低温热水地板辐射采暖系统湿式铺法情况下不同水温、不同管间距以及不同地面材质下地板内部的温度分布情况进行了研究。

1 模型建立

1.1 几何模型

目前常规湿式铺法的低温热水地板辐射的地板板体构造如图 1-1 所示。

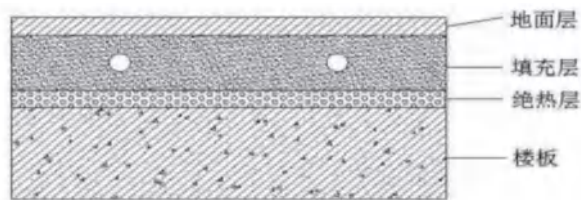


图 1-1 地板板体构造

如图所示模型从上到下分为 20mm 地面层、60mm 填充层、20mm 绝热层、100mm 楼板层(部分),在实际工程中,地面层所用材料多数为木质地板、大理石和瓷砖,填充层材料为豆石混凝土,绝热层即保温层材料采用聚苯乙烯泡沫塑料板。加热盘管内径为 $\phi 17\text{mm}$,壁厚为 1.5mm,由于盘管壁厚过小,对于实际传热的影响可以忽略不计,故在建模时以薄壁代之。

各层材料及相关参数经查阅文献汇于表 1-1^[2]。

表 1-1 参数表

地面层	大理石	$\lambda=2.91\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
	木质地板	$\lambda=0.14\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
	瓷砖	$\lambda=1.1\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
填充层(豆石混凝土)		$\lambda=1.28\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
绝热层(聚苯乙烯)		$\lambda=0.04\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
楼板(现浇钢筋混凝土)		$\lambda=1.74\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
加热盘管(PE-X)		$\lambda=0.38\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$
供回水平均温度		30℃, 35℃, 40℃, 45℃
管间距		100mm, 150mm, 200mm, 250mm

如表 1-1 所示,本次案例分别模拟了三种地面材料、四种水温、四种管间距这些情况下地板温度分布情况。

1.2 数学模型

不可压缩流体的连续方程主要基于质量守恒定律,它可以表示为:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (1-1)$$

Navier-Stokes 方程中的动量方程则主要基于动量守恒定律,它可以表示为:

$$\begin{aligned} \frac{\partial (\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i u_j)}{\partial x_j} \\ = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \mu \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) + S_D \end{aligned} \quad (1-2)$$

以上即为加热盘管内水流的基本控制方程,再结合模拟雷诺应力项的湍流模型($k-\varepsilon$ 模型^[3]),即可方便求解。

$k-\varepsilon$ 紊流模型的紊动能 k 方程和 ε 方程如下:

k 方程:

$$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{2k}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + \frac{u_i}{v_k} \varepsilon + G - \rho k f \quad (1-3)$$

ε 方程:

$$\frac{2^{\wedge} t f h}{2 t} + \frac{2}{2 x_i} \wedge t u_{i f} h \quad (1-4)$$

$$= \frac{2}{2 x_i} ; \frac{2 f}{2 x_i} b n + \frac{u_i}{v_f} \varepsilon + C_{1 f} \frac{f}{k} G - C_{2 f} t \frac{f^2}{k}$$

上述式中: μ_i 为紊流粘性系数; C_D 为源项; k 为紊动动能, m^2/s^2 ; ε 为紊动耗散率, m^2/s^2 ; σ_k 、 σ_ε 分别为 k 、 ε 的紊流普朗特数, 无因次; C_1 、 C_2 为经验常数, 无因次。

2 数值模拟

2.1 网格划分

本文几何模型的建立和网格划分均在 icem 软件中进行。为减少计算量, 仅选取房间地面中一小块作为研究对象并建立模型, 如图 2-1 所示, 长 400mm, 宽 400mm, 高 200mm, 两根加热管道对称分布。模型建立完成后, 由 icem 自带的网格划分工具将其划分为四面体型网格, 管道处网格划分的间隔为 2mm, 地面层、填充层、保温层及楼板层处网格划分间隔为 4mm, 模型网格数为 50 万左右。最终三维网格模型如图 2-2 所示。

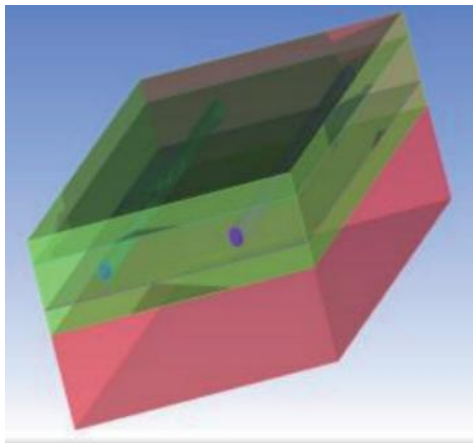


图 2-1 地板板体模型

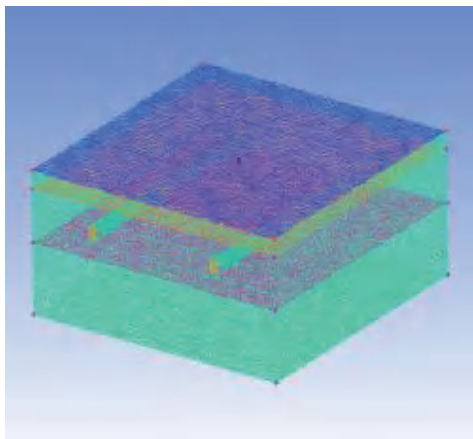


图 2-2 地板板体网格模型

2.2 模型求解

运行 FLUENT 软件, 选择三维单精度求解器。将在 icem 划分好的网格模型导入 FLUENT 求解器中, 检查网格质量, 在确保计算域内没有负体积网格出现后, 进行各项参数的设置。

①选择压力基求解器, 稳态模拟, 忽略重力对流动的影响;

②在模型中打开能量方程和 $k-\varepsilon$ 紊流模型, 模型常数 $C_{1\varepsilon}$ 、 $C_{2\varepsilon}$ 、 σ_k 、 σ_ε 的取值为: $C_{1\varepsilon}=1.44$, $C_{2\varepsilon}=1.92$, $\sigma_k=0.75$, $\sigma_\varepsilon=1.3$ 。

③边界条件: 热水入口设定为体积流量入口 volumetric-flow-inlet, 热水体积流量为 16L/min; 热水出口设定为压力出口 pressure-outlet, 出口表压设为 0Pa。地面设置与空气对流换热并对外进行热辐射, 对流换热系数为 $8w/(m^2 \cdot k)$, 不同地面材质的辐射率不同, 木质地板为 0.63, 瓷砖为 0.94, 大理石为 0.85。其他壁面均设为绝热壁面。

④压力与速度的耦合计算采用 Simple 求解方法^[4], 其中梯度插值选择 Least Squares Cell Based, 压力项选择 PRESTO!, 动量、能量以及湍动能、湍流扩散率的求解均采用 Second Order Upwind 格式。亚松弛因子均取默认值, 定义收敛条件, 能量方程残差值设为小于 10^{-6} , 其余变量保持默认。

3 模拟结果与分析

3.1 地板板体温度分布

根据表 1-1 中的材料进行参数设置, 首先模拟在供回水平均温度为 45°C 、管间距为 200mm 和地面材料为木质地板时地板内部温度场情况, 室内空气温度设为 7°C 。图 3-1 为地板板体内部的温度分布图, 根据该温度云图可以得知低温热水地板辐射采暖地板板体内温度分布情况。

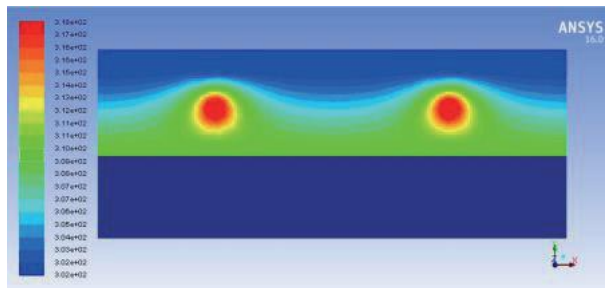


图 3-1 地板板体温度云图

根据彩色云图并结合 FLUENT 软件可以准确得到各点的具体温度, 可以得出:

①楼板层温度大多低于 26°C , 填充层及保温层处的温度在 $34\sim 38^\circ\text{C}$ 之间, 地面温度为 30°C 左右。

②从竖直方向上来看, 填充层中的温度变化较为缓慢, 地面层温度变化较为剧烈, 而绝热层下的

楼板内的温度基本保持不变。原因是填充层与楼板间存在绝热层,使热流无法向下传递,而地面由于与空气对流换热以及向外进行热辐射,从而温度变化明显。

③从水平方向上来看,从单管中心到两管中间的位置,温度逐渐降低,但温度梯度不大,变化较为缓和。

④填充层到地面层温度梯度相差很大,这说明不同面层材料对地板板体的温度分布及热流影响很大,面层材料的导热热阻不同,地板板体的散热效果也不同。

3.2 地板板体温度场与影响因素间的关系

①将上述模拟作为参考,不改动其他参数设置,只改供回水平均温度。图 3-2 为 30℃、35℃、40℃、45℃ 供回水平均温度下地板板体温度分布情况,表中横坐标为地板板体沿两管中点位置在 竖直方向上各处与楼板底部间的距离。

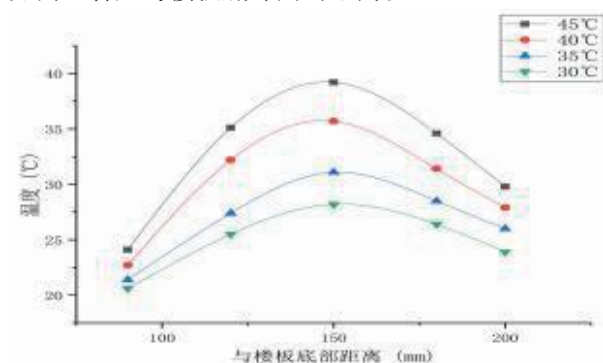


图 3-2 地板板体温度场随水温的变化

从图 3-2 中可以得到,距离楼板底部 90mm 处随着供水温度的变化,温度变化不大,而地表面处的温度变化较大。这表明由于板体中绝热保温层的存在,使得热流大多向上传递,向下损失的热量很少,所以在低温热水的设计及施工时,绝热保温层的质量若不过关,会增大系统能耗,降低供暖效果。

②和上述操作相同,仅更改盘管的管间距,其他参数不变。图 3-3 为 100mm、150mm、200mm、250mm 管间距下地板板体温度分布情况。

③同上,其他参数设置不变,只更改地面层的材料属性。图 3-4 所示为地面层分别为木质地板、瓷砖以及大理石这三种情况下地板板体温度分布情况(图为系统运行 15 分钟时的温度分布图,未达到稳态)。从图 3-3 可以看出在相同水温下,加热盘管的管间距越小,地板表面的温度越高;而从图 3-4 中可以看出,在系统开启后短时间内,地面层为瓷砖的表面温度上升最快,木质地板温度上升最慢,这表明导热系数大的地面材料能够在采暖系统运行

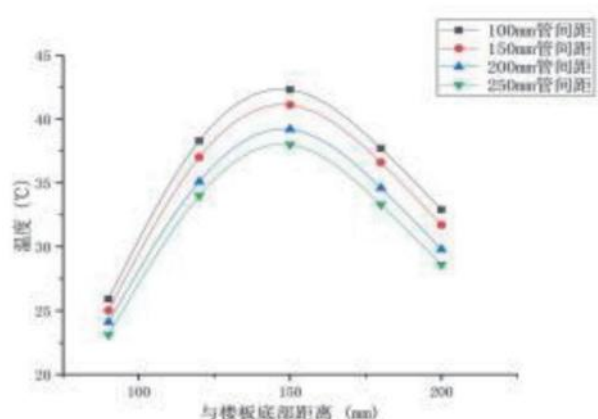


图 3-3 地板板体温度场与管间距的关系

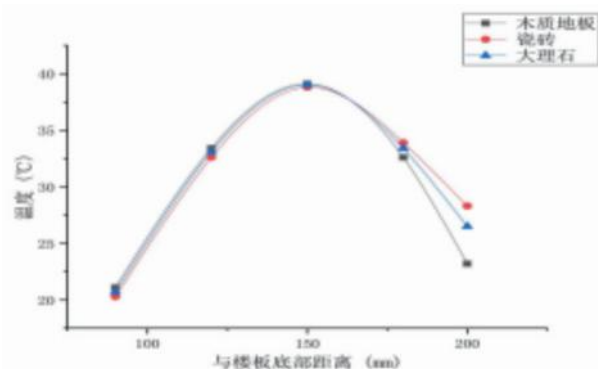


图 3-4 不同地面材料下板体温度分布

后快速升温,达到快速供暖,但是在系统停止运行时,地板热量也会快速流失;木质地板升温虽然较慢,但其保温性能强于前者,能更持久维持房间的热量。

3.3 地板板体热流场与影响因素的关系

为进一步分析各影响因素对地板散热效果产生的影响,就不同管间距、不同水温以及不同地面材质下地板板体内的热流密度进行对比。图 3-5 为地面层由木质地板组成时不同水温下热流密度与盘管管间距的关系;图 3-6 为供水水温 45℃ 时不同地面

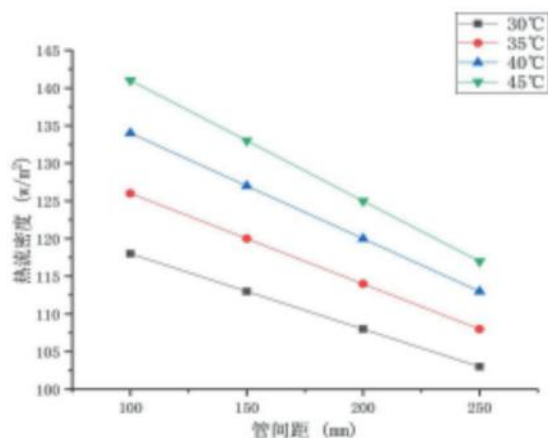


图 3-5 不同水温下热流密度与管间距的关系

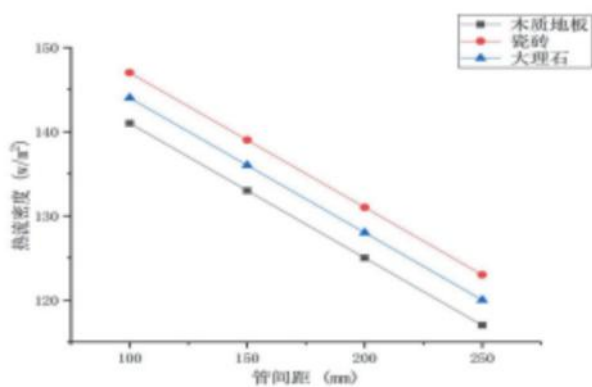


图 3-6 不同地面材质下热流密度与管间距的关系
材质下热流密度与盘管管间距的关系。

热流密度的大小代表的地板散热效果的好坏,如图 3-6 所示,在供回水平均温度为 45°C ,地面材质为木质地板,管间距为 100mm 时热流密度为 $141.2\text{W}/\text{m}^2$,管间距为 200mm 时热流密度为 $125.1\text{W}/\text{m}^2$,热流密度相对变化率为 16.1% ,可见热水管道的管间距对于地板散热效果影响很大,其次供回水平均水温对地板散热效果影响也很大,水温相差 15°C ,热流密度相差在 $20\sim 30\text{W}/\text{m}^2$ 之间,地面材质相对于前面两项对于地板散热效果影响最小,同一管间距下地面材质为瓷砖时比地面材质为木质地板时只多不到 $10\text{W}/\text{m}^2$ 。

4 结论

低温热水地板辐射采暖系统具有良好的未来前

景,但是该系统无法像传统空调那样随装随拆,在建造完成后很难改变,所以良好的系统设计至关重要,在低温热水地板辐射采暖系统设计时,应该注意以下两点:

①要确保保温绝热层的质量,否则热量流失,减弱系统散热效果和增加能耗;

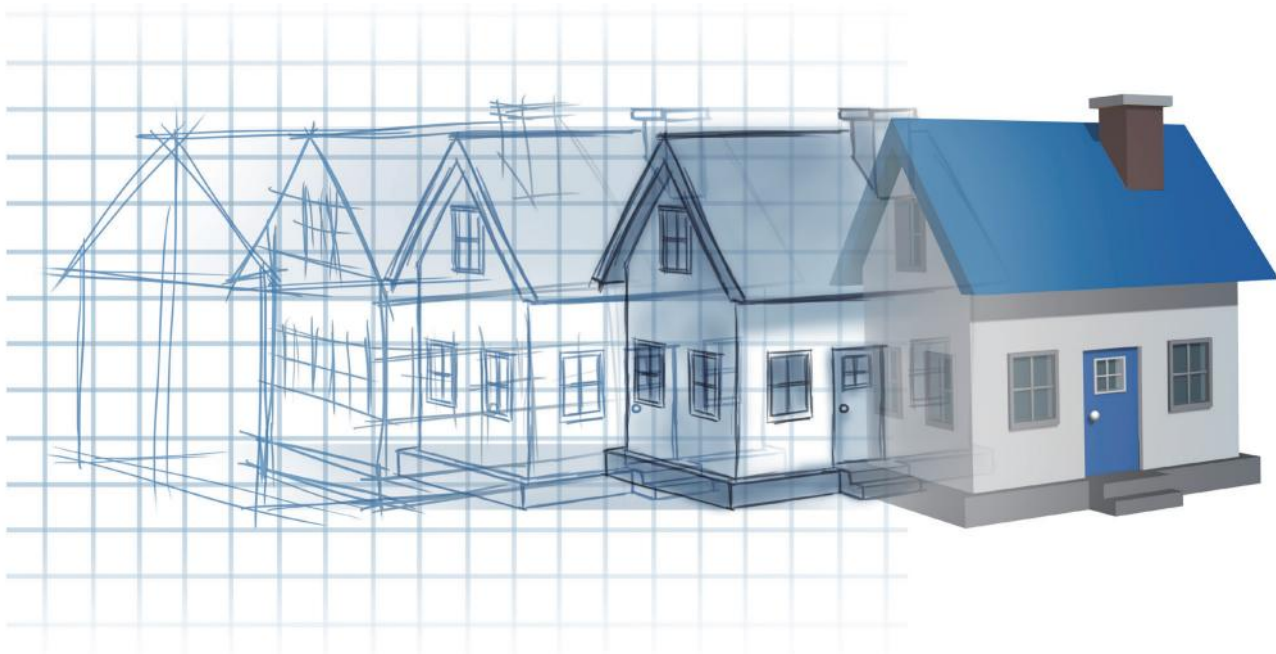
②不同地面材质下地板的散热效果相差较大,地面材质为木质地板时,地板升温速度慢但保

温效果好,能更持久维持房间的热量;地面材质为瓷砖时,地板升温速度快,但保温效果不如木质地板;地面材质为大理石时供热效果介于前两者之间。

③管间距过小,地面温度太高,会导致房间温度过高和能耗浪费;管间距过大,地面温度过小,在严寒天气难以满足供暖需求;管间距在 $100\sim 200\text{mm}$ 左右时效果最好,能够满足大部分气候环境要求。

文献参考

- [1] 龙惟定. 上海的建筑节能与空调冷热源 [J]. 暖通空调, 1996, 26 (4) : 23-28
- [2] 杨善勤. 民用建筑节能设计手册. 中国建筑工程出版社, 1997.
- [3] 周晓泉. 复杂边界条件下的三维紊流数值模拟研究 [D]. 四川成都: 四川大学, 2003.
- [4] Pooja Jain, William S. Stahlman. CFD Wave Loading and Response Analysis for Large Interconnected Float Systems[M]:2019.



高能束加速器 CT 检测厂房暖通设计

中国航空规划设计研究总院有限公司 魏巧兰 刘宁然 魏伟

〔摘要〕本文针对工业高能束加速器 CT 检测厂房的供暖、通风、空调系统的设计要点以及辐射防护措施进行了详细探讨研究。

〔关键词〕CT 检测厂房；通风；空调；辐射防护

随着我国经济的不断发展，高能束加速器应用范围变得越来越广泛。高能束加速器应用于医学检测、放射治疗、药品消毒灭菌等医学领域，以及高分子材料、半导体材料改性、产品探伤检测等工业领域，其中以 10MeV 以下的低能加速器运用更为普遍^[1-2]。目前针对医用直线加速器的暖通空调系统的研究比较充分。然而，工业直线加速器与医用直线加速器的照射对象、剂量率等不尽相同，目前针对工业电子直线加速器的辐射防护研究较少，暖通空调系统的设计资料更为缺乏。本文针对工业高能束加速器 CT 检测厂房的供暖、通风、空调系统及其设计施工要点进行了详细探讨研究，为以后此种类型厂房的设计提供参考。

1 CT 检测厂房建筑布局

CT 检测厂房设置 x 射线装置和被检测物体进行 X 射线透照检查并且有一定屏蔽射线作用的直线加速器室。一般由直线加速器室、操作间、暗室、评片室和一些附属用房组成（如图 1）。直线加速器室一般设计为长方形，操作室、逃逸迷道、暗室和评片室位于直线加速器室一侧。

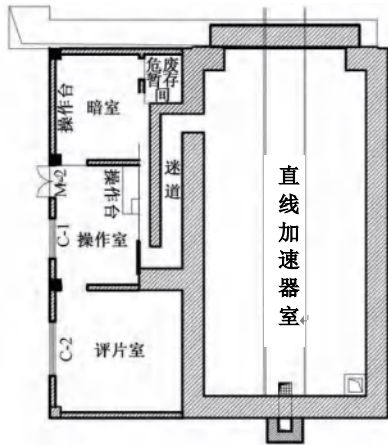


图 1 高能束加速器 CT 检测厂房平面布局

2 通风系统设计

直线加速器运行治疗过程中，空气在强电离辐

射的照射下，会产生少量有害的臭氧和氮氧化物。当用大于 10MW 的 X 线时还会产生微量感生放射性物质。感生放射性来源于直线加速器治疗室内的空气受到高能粒子照射时产生的感生放射性核素，如 ^3H 、 ^7Be 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{41}Ar 等^[3]。直线加速器室应根据 GBZ2.1-2007 规定的工作场所的臭氧和氮氧化物等有害气体接触限值，结合加速器装置最大能量、最大剂量输出工况进行通风设计

根据《无损检测用电子直线加速器工程通用规范》GB/T30371-2013 附录 B.3，有害气体职业接触限值如下：

a) 臭氧，最高容许浓度：0.3mg/m³；

b) 二氧化氮，时间加权平均容许浓度 5mg/m³；短时间接触容许浓度 10mg/m³。

在同样的条件下，臭氧的辐射产额为氮氧化物的 3 倍，而臭氧的允许浓度比氮氧化物约低 17 倍，且感生放射性物质的寿命很短^[3]。正是由于臭氧的毒性大，产额高，且能使橡胶等材料加速老化，所以设计通风系统时只考虑臭氧的影响。需要注意的是，感生放射性核素的半衰期长短不一，短者只有 7.3s，长者达 121.53d^[5]。所以在直线加速器停止工作后，长半衰性感生放射性核素仍然存在，不应立即打开防护门，而应继续通风一段时间，最少保证房间一次换气，以便臭氧、氮氧化物以及感生放射性核素的排出，避免造成对人员的伤害。

由于排放的臭氧及氮氧化物量相对较少，对环境不会产生较大的影响，故直接由屋面排入大气。由于臭氧及氮氧化物比重大于空气比重，因此室内排风口设置在房间下部距地 300mm 高处，以利于有害物的排出。其他区域排风满足人员新风以及房间的换气需求即可。

1) 直线加速器室臭氧防护通风换气量估算：

直线加速器室内的 O₃ 产额可由公式 (1) 估算^[6]：

$$Q_0 = 0.39 D_0 SRG \quad (1)$$

式中：D₀ ——照射距靶 1m 每 mA 束流 X 射线

向前方向产生的剂量率;

S——照射野面积, cm^2 (最大照射野面积);

R——靶与屏蔽室壁的距离 (m);

G——每吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数, 一般为 6~10, 为留有安全系数, 取 10。

在通风情况下, 空气中 O_3 的平衡浓度可由公式

(2) 估算:

$$Q = \frac{Q_0 \# T}{V} \quad (2)$$

式中: Q ——直线加速器室内 O_3 平衡浓度, 即 O_3 浓度限值 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$;

Q_0 —— O_3 的辐射化学产额 (mg/h);

T ——有效清洗时间 (h);

V ——辐照大厅容积 (m^3);

$$\text{则有效清洗时间 } T = \frac{V \# Q}{Q_0}$$

1 次换气所需的时间 T_v , 可由公式 (3) 计算:

$$T_v = \frac{T \# T_d}{T_d - T} \quad (3)$$

式中: T_v ——1 次换气所需时间 (h);

T_d —— O_3 有效分解时间, 取 0.83 h 。

以上为通风换气次数的理论计算方法。在实际工程中, 常按照每小时 7~8 次的经验值进行估算。对于房间面积较小, 设备功率较大的情况, 易造成通风量不足的问题。通风量也不宜取得过大, 尤其在高温、潮湿的地区, 通风换气次数增多会使得 CT 检测间内的湿度增加而导致 CT 扫描装置的锈蚀等问题。

对于有防爆要求的直线加速器室, 则需设置事故排风系统, 换气次数应 ≥ 12 次/h。

2) 补风方式:

由于辐射防护的需要, 直线加速器室通常为无窗建筑, 房间门具有较好的密闭性。因此无法实现自然进风。为保证排风系统正常运行, 避免负压过大, 还需设置机械进风系统。同时为了防止污染物外泄, 维持房间内微负压, 新风量宜取排风量 70%~90%。

在北方地区, 补风机组冬季应设进风加热盘管, 以保证房间内的温度要求; 在湿度较大的南方地区, 补风系统应选用带除湿功能的新风机组; 沿海地区, 新风机组还应考虑设置吸附除盐功能段, 以免日久累附属 CT 检测设备零部件; 在干燥、多风沙的地区, 进风系统需要设置初中效过滤器, 保证进入 CT 检测间空气的洁净度。因为用于 CT 扫描装置直线运动的控制部件选用高精度的直线导轨和高精度精密丝杠/丝母实现, 空气中的灰尘容易附着在高精度导轨、精密丝杠/丝母的表面, 使配合工作面

磨损丧失应有的运动控制精度, 严重时会造成扫描装置的技术指标下降, 甚至不得不更换。

3) 进排风系统的设置:

由于排放的臭氧及氮氧化物量相对较少, 对环境不会产生较大的影响, 故直接由屋面排入大气。由于臭氧及氮氧化物比重大于空气比重, 因此室内排风口设置在房间下部距地 200mm 高处, 以利于有害物的排出。排风口应设置在辐射电离区附近。对于大型 CT 检测设备其基础通常设置在开放地坑内, 坑中往往容易积聚较多的臭气气体, 因此地坑内应设置排风口。排风出口高于周围 50m 内建筑 3m 以上, 有害物浓度达到国家排放标准。

新风口宜设置在房间上部, 上送下排的气流组织形式, 有利于有效排除房间内的污染物, 避免死角。

4) 厂房其他区域通风要求:

冷却设备室应设计与室外自然热交换的通道。若不满足自然通风要求, 则需设机械排风系统排除冷却设备散热量, 换气次数根据设备散热量计算得出。

检测厂房其他区域排风满足人员新风以及房间的换气需求即可。

3 空调系统设计

1) 直线加速器室的空调要求

直线加速器室空调设计应满足: 温湿度保证被测产品的质量以及机械和电气设备的正常运行; 防止房间内墙壁在霉雨和夏季结露。根据《无损检测用电子直线加速器工程通用规范》GB/T30371-2013, 一般直线加速器室环境温度要求, $5\sim 35^\circ\text{C}$, 湿度 $\leq 85\%$ 。

2) 直线加速器室的负荷计算

直线加速器室围护结构为重型混凝土, 蓄热能力大, 传热延续时间长, 衰减度大, 所以围护结构的负荷按稳定传热计算。

考虑到防护安全问题, 探伤室往往不设窗户, 所以不予考虑窗户的得热量。对于设备的负荷没有具体的计算公式, 可以按空气调节设计手册中的电子设备发热量的公式计算 (如果工艺设备厂家可以提出实际设备散热量, 则以实际负荷为准)。

直线加速器室内的照明保证在 100~200lx, 其照明负荷按电器专业实际的功率确定。

试验时是在无人的情况下进行的, 所以不用考虑人体散热形成的负荷。

直线加速器室一般为间歇使用, 室温、湿度会有一定的波动, 这种波动大部分是由通风换气引起的, 从而使围护结构额外的蓄热和放热, 所以对于空调机组的选用需考虑一定的富裕。

3) 直线加速器室空调系统形式

青岛某居民楼天然气分布式供能系统的设计与分析

山东科技大学 李金钰 孔祥强

[摘要] 本文针对青岛某居民楼提供了一套结合可再生能源的分布式联供系统。对建筑物的结构和材料进行分析,利用软件计算其冷、热、电负荷;提出三种不同的系统流程方案,对发电、制冷和制热设备进行选型;对三种系统流程方案进行热力性、经济性、环境性评价。结果表明,综合考虑热力性、经济性、环境性等指标,基于小型燃气轮机与一体化烟气机的冷热电联供系统最为适合小区的分布式供能需求,其一次能源利用率为 0.582,投资回收期为 7.5 年,环境性和综合评价也具有明显优势。

[关键词] 冷热电联供;天然气;太阳能;性能分析

0 引言

建筑能耗作为我国能源消耗的三大“耗能大户”之一,也呈逐年增长的趋势,在过去的 20 年,我国建筑能耗的年均增长率保持在 10% 以上。随着人们经济收入的增长和生活质量的提高,保障室内空气舒适度所需的能耗(空调、通风、采暖)迅速上升,其中以采暖和制冷最为耗能,约占建筑总能耗的 65%。由于保温性能较差的建筑围护结构及低效率的供暖系统,我国单位面积采暖能耗往往比北欧等发达国家高出 1~3 倍。而在夏季,空调设备的负荷甚至可达到当日尖峰负荷的 40% 左右。随着建筑采暖及供冷需求的不断增长,在保证用户供暖及供冷的前提下,寻求一种低能耗的供能方式来替代传统供能方式势在必行。

分布式能源系统(Distributed Energy System,简称 DES)是一种临近用户的先进能源系统,是一种直接满足用户多种需求的能源梯级利用系统,旨在结合电力、热力和制冷等技术,使每一级能源发挥最大效用。其中分布式冷热电联产系统是其形式,具有节能、环保、经济、可靠和灵活智能等特点。在分布式冷热电联产系统中,燃料燃烧释放出来的高温热能(900~1200℃)首先通过先进的微、小型动力设备发电,中温动力排烟余热(300~500℃)和低温排烟余热(100~300℃)可以利用吸收式制冷(热泵)等方式进一步转换和利用,难以转换的低温余热再用于供热和生活热水,实现能的梯级利用。

利用可再生能源的分布式能源系统先由发达国家尝试运行,美国、日本、丹麦、澳大利亚、英国等都尝试建立和运行了结合了包括风能、太阳能、生物质等可再生能源在内的分布式能源项目^[1-12]。而在我国,分布情况主要集中在经济发达区域,其投资能力强,区域对冷、热、电价格承受能力强;

区域产业集中,冷热负荷相对集中且稳定;各区域政府发展节能减排压荷相对集中且稳定;各区域政府发展节能减排压力大,发展低碳、循环、高效能源经济积极性高,对新兴节能、环保项目财政补贴能力强,因此降低项目投资,项目盈利能力强[13-17]。

本文针对青岛某小区提供了一套结合可再生能源的分布式联供系统。对建筑物的结构和材料进行分析,利用软件计算其冷、热、电负荷;提出三种不同的系统流程方案,对发电、制冷和制热设备进行选型;对三种系统流程方案进行热力性、经济性、环境性评价,并根据灰色关联度进行综合性评价,完善一次能源与二次能源的融合互补。

1 冷、热、电负荷计算

1.1 冷、热负荷

为增加准确性,该冷负荷的计算采用鸿业暖通空调负荷计算软件。该计算软件采用谐波反应法计算冷热负荷,能够满足任意地点、任意朝向,不同围护结构类型和不同房间类型的采暖与空调逐项逐时负荷计算要求。

计算结果如图 1,横轴为一天 24 小时,纵轴为负荷值(W):

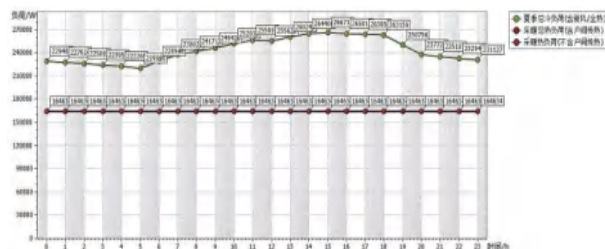


图 1 冷、热负荷计算结果折线图

从图中可以看出,在一天的时段里,冷负荷在 5 时至 15 时呈上升趋势,峰值为 15 时的 266710.39W,到 20 时后逐渐平稳;而热负荷在

一天中一直保持 164634.04 W 的水平。由于输入仅为一个单元的数据结果,故整栋楼的夏季总冷负荷为 $266710.39 \times 3 = 800 \text{ kW}$; 冬季总热负荷为 $164634.04 \times 3 = 494 \text{ kW}$ 。

1.2 电负荷

电负荷的计算依据为我国新建小区居民用电负荷设计标准,如表 1 所示。

表 1 我国新建小区居民用电负荷设计标准

面积 /m ²	<50	51~60	61~100	101~120	121~160	>160
电负荷 /kW	4	5	6	7	8	10

每户 106m² 左右,故按每户 7kW 计算,全楼三个单元共有 72 户,则电负荷大约为 $72 \times 7 = 504 \text{ kW}$,因为需要除去夏季的空调用电和冬季的电采暖设备的用电,故为平衡用电负荷,楼道照明、电梯等用电不额外计入总电负荷中。

1.3 生活热水负荷

热水供应平均小时热负荷可按式 (1) 计算:

$$Q_{l,ip} = \frac{cm \cdot v [t_r - t_g]}{T} = 0.001163 \frac{mv [t_r - t_g]}{T} \quad (1)$$

式中 $Q_{l,ip}$ 为热水供应平均小时热负荷, kW; m 为用热水单位数 (住宅为人数); v 为每个用水单位的每天的用水量, L/d; t_r 为生活热水温度, °C; t_g 为冷水计算温度, °C; T 为每天供水小时数, h/d; 住宅一般取 24h。按公式计算热水负荷为 129.7kW。

2 联供系统方案设计

与传统的、单一功能的简单热力循环和热电联产系统相比,天然气分布式能源是一种更加复杂的能量转换利用系统。其总体性能不仅与各子系统的形式和性能参数有关,更为重要的是还取决于系统构成的流程方式以及各子系统间的热力参数匹配情况。因此,系统集成技术涉及到分布式冷热电联供系统的各个层面,是决定天然气分布式能源成败的技术关键^[19]。随着能源及环境问题日趋严峻,可再生能源技术有望在联供系统的设计中得到越来越多的应用。在我国《能源发展战略行动计划 (2014 ~ 2020)》提出“着力优化能源结构,坚持发展非化石能源与化石能源高效清洁利用并举,大力增加风电、太阳能、地热等可再生能源和核电消费比重。到 2020、2030 年,非化石能源将占一次能源消费比重分别达到 15%、20%^[20]”。

针对目标建筑物十二层居民楼的特点,系统采用天然气作为联供系统的一次能源,以天然气驱动原动机发电,并利用余热设备对其高温余热加以利用,同时以太阳能光伏及小型风力发电作为补充。

由于联供系统全年的工况复杂,因此为了实现冷热电负荷合理匹配,在系统流程和设备选型方面,提出两种方案。

方案一:采用我国远大公司开发的 IX 型蒸汽单效吸收式制冷机组,制冷机组需要输入的能量 E_c 计算如式 (2):

$$E_c = \frac{U}{COP_{ARS}} = \frac{800}{0.78} = 1025.64 \text{ kW} \quad (2)$$

输入的能量为 1025.64kW,再加上夏季热水负荷 129.7kW,余热锅炉共需提供 1155.34kW 的热量,由 0.1MPa 的蒸汽作为介质。余热锅炉的给水为 105°C 左右的循环水。

夏季燃气轮机以额定负荷运行,来自燃气轮机的高温烟气进入余热锅炉温度 550°C 左右,离开锅炉烟气为 150~180°C。高温烟气的余热回收量为 1196kW,余热锅炉的余热回收效率平均为 75% 左右,因此余热锅炉通过与烟气换热得到的热量为 $1196 \times 75\% = 897 \text{ kW}$,夏季余热锅炉需补燃 $1155.34 - 897 = 258.34 \text{ kW}$ 的热量。

冬季冷负荷为 0,热负荷为 623.7kW,采暖循环水由余热锅炉产生的蒸汽通过板式换热器加热。以换热器换热效率为 0.98 来计算,需要提供热量为 $623.7/0.98 = 636.43 \text{ kW}$ 的蒸汽。该负荷远小于燃气轮机 1196kW 的余热回收量,故不需要补燃即可满足冬季热负荷。

综上所述,一年中电负荷由 475kW 的燃气轮机和 35kW 可再生能源提供,夏季余热锅炉需要补燃 258.34kW 的热量,以满足共 929.7kW 冷负荷及热水负荷;冬季热负荷与热水负荷虽然有 623.7kW,但无需补燃也可满足;春秋两季无需补燃。

方案二:夏季制冷和冬季制热时,烟气机的烟气耗量均为 5732kg/h,而燃气轮机的排烟有 8280kg/h,剩余烟气量为 $8280 - 5732 = 2548 \text{ kg/h}$,剩余烟气通过烟气-水板式换热器给水加热,提供热水负荷。剩余烟气提供的热量 = 剩余烟气量 / 总烟气量 × 燃气轮机余热回收量,算出结果为 368kW。

系统的板式换热器采用非对称型板式换热器,因为在实际工程中,冷、热流体的热特性 (如热容量或流率、比热容、温差等) 和压力降要求往往并不相同,例如本次换热器两侧的烟气和水,即为“非对称换热流体”,质量流率比或温差比可达 2 以上。如果采用对称型板式换热器,其冷、热两侧的传热性能无法同时满足要求,或允许的压力降不能充分利用,从而将使换热面积无谓增大,造成不必要的浪费。因此这里采用非对称型板式换热器,可根据

流道特性,适应不同的流体要求,换热面积减少15%~30%,实现整体最佳化。

按板式换热器0.98的换热效率,其换热量远大于129.7kW的热水负荷,故可以满足符合要求。

3 联供系统性能评价

3.1 热力性能评价

冷热电联供系统的热力性能评价指标主要有两类基于系统能量平衡概念的热力学第一定律分析法(或称为热平衡法、能分析法、焓分析法等),以及基于热力学势概念的热力学第二定律分析方法(或称为焓方法)。本次评价选用第一定律分析法中常用的一次能源利用率(PrimaryEnergyRate, PER)。

冷热电联产时,一次能源利用率PER_{CCHP}的定义式如下:

$$PER_{CCHP} = \frac{Q_{\text{heat-load}} + Q_{\text{cooling-load}} + P_{\text{el}}}{Q_{\text{in}}} \quad (3)$$

式中, $Q_{\text{heat-load}}$ 为联供系统供热量; $Q_{\text{cooling-load}}$ 为联供系统制冷量; P_{el} 为联供系统发电量; Q_{in} 为联供系统输入能量。

方案一中,全年电负荷由475kW的燃气轮机和35kW可再生能源提供,夏季余热锅炉需要补燃258.34kW的热量,以满足共929.7kW冷负荷及热水负荷;冬季热负荷与热水负荷虽然有623.7kW,但无需补燃也可满足;春秋两季无需补燃。夏季制冷期为3672h,冬季供热期为2640h,过渡期为2448h。将每个阶段的一次能耗率按加权平均数计算,得到全年的一次能源利用率为0.525。

同理,计算出方案二全年的一次能源利用率为0.582。

而在常规分供系统中,一次能源利用率PER_{CCHP}定义式如下:

$$PER_{CHPS} = \frac{Q_{\text{heat-load}} + Q_{\text{cooling-load}} + P_{\text{el}}}{\frac{Q_{\text{heat-load}}}{\eta_{\text{boiler}}} + \frac{Q_{\text{cooling-load}}}{\Lambda COP_{\text{chiller}} h_{\text{el}}} + \frac{P_{\text{el}}}{h_{\text{el}}}} \quad (4)$$

式中, η_{boiler} 为分供能源系统锅炉热效率; η_{el} 为分供能源系统发电效率; COP_{chiller} 为分供能源系统制冷机组性能系数。据此式可以算出常规分供系统的一次能源利用率为0.472。

3.2 经济性能评价

在技术经济学中,冷热电联供系统常采用的经济性能评价指标是投资回收期。投资回收期是指工程项目净收益的累计值偿还投资总额所需的时间,一般以年为单位,它分为静态投资回收期和动态投资回收期,本次评价选用静态投资回收期。

系统的初投资总额为 F ,每年净收益相等,均为 A ,则根据投资回收期的定义,静态投资回收期

N_s 为:

$$N_s = \frac{F}{A} \quad (5)$$

用户获得的冷、热、电负荷为系统收益,取小型热泵空调机组的制冷和供热性能系数分别为2.8和3.2,最终算出方案一、方案二的静态投资回收期分别为8.8年和7.5年,分供系统则为1.4年。

从投资回收期的公式可以看出,一次能源以天然气为主体,因此天然气的价格非常关键,天然气价格越低,系统经济性越好,当天然气价格高于2.5元/ m^3 时,联供系统会出现入不敷出的情况。

3.3 环境性能评价

能源系统的环境性能评价指标与当前的社会的低碳经济发展要求密切相关。所谓低碳经济,是指在可持续发展理念指导下,通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段,尽可能的减少煤炭、石油等高碳能源消耗,减少温室气体排放,达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。

二氧化碳排放量(Carbon dioxide emissions, CDE)是目前应用较为广泛且重要的环境性能评价指标。分布式冷热电联供系统的二氧化碳排放量指标CDE_{CCHP}可以表示为:

$$CDE_{CCHP} = E_{\text{grid}} n_e + F_m n_f \quad (6)$$

$$CDE_{SP} = E_{\text{grid}}^{SP} n_e + F_b^{SP} n_f \quad (7)$$

式中 F_m 与 E_{grid} 分别为分布式冷热电联供系统所消耗的总的天然气量和从电网购买的电量; μ_f 与 μ_e 分别为每千瓦时能量的天然气和从电网所购买的电量所对应的二氧化碳排放量的转换系数^[25]。其中,每节约一度(kWh)电,就相应减少0.997kg二氧化碳的排放。

计算出方案一、方案二的二氧化碳排放量分别为3793941.55kg和3392083.03kg,而分供系统为7330582.08kg。从所求得的二氧化碳排放量来看,联供系统明显优于分供系统,这深刻体现了联供系统在节能减排方面的优势。为了适应当今低碳经济的发展,出色的环境性将被越来越重视,分布式供能和可再生能源的意义将愈加深远。

4 结论

本文对结合可再生能源的冷热电联供系统的负荷计算、系统结构、设备选型与评价准则进行了研究,针对某居民楼设计出两种不同的联供方案对设备进行分析,并对两种方案与常规分供进行热力性、经济性、环境性评价与对比分析,得到以下结论:

(1)在相同的负荷条件与的运行条件下,利用

可再生能源的分布式供能系统与分供系统相比,一次能源的节约率与减排效果均有很大程度的提升。通过综合考虑热力性、经济性、环境性等指标,可知基于小型燃气轮机与一体化烟气机的冷热电联供系统最为适合小区的分布式供能需求,其一次能源利用率为0.582,优于分供系统的0.472;投资回收期为7.5年,优于方案一的8.8年。

(2) 天然气价格对分布式联供系统的投资回收期等经济性指标非常关键。随着高性能燃气轮机和内燃机的国产化,天然气的开发和利用进一步提升,天然气价格会有所变化。若天然气低于2.5元/m³这个单价,系统经济性会有大幅度提高;

(3) 分布式供能系统的季节性负荷会有很大变化,故在负荷和评价计算时要分为制冷期(夏季)、采暖期(冬季)和过渡期(春秋季节),按三个时期的不同特点,设计运行模式,以达到最佳节能效果。

参考文献

- [1] 李可伟. 基于多能互补的公共机构建筑物冷热电联供系统优化评估研究[J]. 绿色科技, 2016, 50(6):131 ~ 135
- [2] 吴奇伟. 天然气分布式能源技术及其应用[J]. 上海煤气. 2012, 23(4), 24 ~ 30
- [3] J.Zhou. Research on Biomass Distributed Energy System in UK and Its Enlightenment[J]. energy-saving technology. 2015, 33(7):332 ~ 339
- [4] Maryam Fani, Amirhassan Sadreddin. Solar assisted CCHP system, energetic, economic and environmental analysis, case study: Educational office buildings[J]. Energy and Buildings, 2017, 136(22): 100~109
- [5] A.C. Oliveira, C. Afonso, J. Matos, S. Riffat, M.Nguyen, P. Doherty. A combined heat and power system for buildings driven by solar energy and gas[J]. Applied Thermal Engineering, 2002, 83(22): 587 ~ 593
- [6] Lawrence Kar Chung Tsea, Steven Wilkins a, Niall McGlashana, Bernhard Urbanb, Ricardo Martinez-Botas. Solid oxide fuel cell/gas turbine trigeneration

system for marine applications[J]. Journal of Power Sources, 2011, 196(2): 3149~3162

- [7] Liwei Ju, Zhongfu Tan, Huanhuan Li. Multi-objective operation optimization and evaluation model for CCHP and renewable energy based hybrid energy system driven by distributed energy resources in China[J]. Energy, 2016, 111(12): 322~340
- [8] Fahad.A .AlSulaiman, Feriduun Hamdulahpur Ibrahim Dincer. Performance assessment of a novel system using parabolic trough solar collectors for combined cooling, heating, and power production[J]. Renewable Energy, 2012, 48(5): 161~172
- [9] Miao Li, Hailin Mu, Nan Li. Optimal design and operation strategy for integrated evaluation of CCHP (combined cooling heating and power) system [J]. Energy, 2016, 99(7): 202~220
- [10] M.Fang Fang. A new operation strategy for CCHP systems with hybrid chillers[J]. Applied Energy, 2012, 95(11): 164~173
- [11] Sayyaadi.H. Abdollahi G. Application of the multiobjective optimization and risk analysis for the sizing of residential scale CCHP[J]. Energy and Buildings, 2013, 60(9): 330~344
- [12] Lang Wang, Jianfeng Lu, Weilong Wang. Energy, environmental and economic evaluation of the CCHP systems for a remote island in south of China[J]. Applied Energy, 2006, 183(1): 874~883
- [13] 廖金. 中国华电集团分布式能源系统发展研究[J]. 华北电力大学硕士学位论文. 2013
- [14] 李先瑞. 天然气分布式能源和可再生能源的融合[R]. 中国城市燃气协会分布式能源专业委员会. 2016
- [15] 李金平. 多能互补的热泵系统全天供热性能实验研究[J]. 甘肃科学学报. 2013, 25(3): 86 ~ 89
- [16] 齐学义. 西部多能源互补利用的分布式能源系统方案探讨[J]. 节能技术. 2008, 8(1): 8 ~ 16
- [17] 郭畅. 基于天然气和地源热泵综合利用的分布式能源耦合系统研究[D]. 山东建筑大学硕士学位论文. 2014

(上接63页)

参考文献

- [1] 洪天祺, 周晓剑, 戴瑜. 10MeV工业辐照电子加速器辐射防护计算方法研究[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23(5): 414~415.
- [2] 李新林, 张聚敬, 某医院医用电子直线加速器辐射防护设计评价[J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(3): 294~295.
- [3] 方杰. 辐射防护导论[M]. 北京: 原子能出版社, 1988

- [4] GBZ2. 1-2007 工作场所有害因素职业接触限值·化学有害因素[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 3-12.
- [5] GBZ2. 1-2007 工作场所有害因素职业接触限值·化学有害因素[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 3-12.
- [6] 潘赞帅, 曹业玲, 张建忠. 医院放疗机房空调通风设计[J]. 建筑热能通风空调, 2016(3): 52-55
- [7] 杨芝歌, 张保增, 王玮. 某工业电子直线加速器的辐射危害及防护. 铀矿地质, 2019.9: 542- 544

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

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

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



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