

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2022
1-2

月刊
总第 51 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

08 | 新闻直通车 | News Express |

“海南省建筑领域碳达峰途径及建筑光伏应用研究”启动会召开

科技部对中国建研院支持国家科技工作表示感谢

2021 楼宇科技 TRUE 大会在深圳顺利召开

CECS《高效空调制冷机房评价标准》顺利通过审查

环能科技服务北京冰上项目训练基地智慧能源管控系统建设

中国建筑节能协会暖通空调专委会、地源热泵专委会荣获 2021 年度优秀分支机构

建科环能收到中国建筑节能协会的感谢信

学习党的百年历史精神推动环能科技高质量

36 | 热点聚焦 | Spotlight |

建筑减碳是一场广泛而深刻的变革——《中国房地产金融》专访徐伟院长

第二十二届全国通风技术学术年会专题论坛

55 | 案例赏析 | Cases |

某市热电联产供热长输管网大高差、长距离输送技术应用

变频技术在直膨式太阳能热泵中的应用

区域分布式能源系统中水蓄能技术经济性分析



建筑环境与能源微信公众号

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！



“双碳”目标下 暖通空调行业迎来新发展

“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，暖通空调行业发展面临更大挑战，同时也迎来重要发展机遇。

近年来，国家陆续颁布支持超低能耗建筑建设的有关政策，推动建筑节能迈向超低能耗、近零能耗，已然成为建筑领域实现“双碳”目标的重头戏。不可否认的是，占据公共建筑能耗 50%~60% 的暖通空调系统，其节能降耗显然已成为关系国计民生的大事。徐伟院长在《能耗超低，建筑变绿》专题中表示，为实现建筑碳达峰、碳中和，关键措施就是推动新建建筑尽快实现超低能耗，比现在实行的节能标准要降低 50% 以上。

首先，产品的创新升级一定是暖通空调系统节能高效的基础。如果以前产品的节能还只是一个概念的话，那现在必将是要用实际行动去落地的主旋律。制造企业也较早认识到了形式的变化，并在产品和技术层面做了很多的尝试与努力，加速着行业产品结构的调整。其中，大型冷水机变频化趋势最为明显，磁悬浮的应用也从成熟向特色化发展，非电空调——溴化锂在工业领域也获得了进一步的利好空间，以及多联机、单元机新能效标准的发布等，都在预示着暖通空调行业高效性的时代已经到来。

其次，系统层面的不断推陈出新也在做着积极的贡献。“双碳”目标驱动下，整个暖通空调行业都在朝着绿色、低碳、环保的发展道路前行，从设备节能到系统节能全面升级，也在有效降低着应用场景的碳排放。考量整个建筑能效水平的，绝不仅仅是设备这一单品，整个系统的运行控制以及长期的运维监测等才是重中之重。从产品设备层面上升到系统层面，带来的就是安装工艺的提升，每一个环境材料的选配，以及后期智能化、可视化运维的搭建等，都将提升整体系统的能效。

再者，聚焦到应用端，暖通空调行业服务的领域也极为广泛，从轨道交通、医疗制药、文体教育到地产住宅，工业化工等领域，暖通空调都有着举足轻重的作用。在“双碳”目标的催化下，各应用场景的节能要求也被提到了更高的地位。在核心技术研发和系统解决方案的不断创新突破下，在多年的研究与实践中，适用于各个领域的低碳节能应用方案亮相于行业和市场。诸如针对轨道交通、工业建筑、教育医疗等应用场景，暖通空调行业也在推动着各行各业的节能改造，为实现“双碳”目标提供有力支撑。

同时，在“双碳”战略发展的当下，合同能源管理模式的应用发展也在不断深化。其实，超低能耗建筑在我国已经走过了近十年的发展之路，作为建筑环境服务产业链重要成员，未来随着政策的逐步落地，也必将是中国暖通空调行业关键的十年。伴随着疫情趋于平稳下的经济全面复苏，以及“双碳”大戏带来的暖通空调产业的极大利好，推动着中国暖通空调产业的升级转型，以及渠道商层面多维度的创新。面对市场的需求升级，“双碳”大戏的舞台上，更需要暖通行业下的从业者为实现产业绿色健康发展贡献更多的力量。

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 1-2 期 (总第 51 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

08 | 新闻直通车 | News Express |

“海南省建筑领域碳达峰途径及建筑光伏应用研究”启动会召开
科技部对中国建研院支持国家科技工作表示感谢
2021 楼宇科技 TRUE 大会在深圳顺利召开
CECS《高效空调制冷机房评价标准》顺利通过审查
环能科技服务北京冰上项目训练基地智慧能源管控系统建设
中国建筑节能协会暖通空调专委会、地源热泵专委会荣获 2021 年度优秀分支机构
建科环能收到中国建筑节能协会的感谢信
学习党的百年历史精神推动环能科技高质量

12 | 行业新闻 | Industry News |

国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》, 扩大中央财政北方冬季清洁取暖政策支持范围
国家发改委: 推动绿色建筑、低碳建筑规模化发展
住建部: 扩展黄河流域冬季清洁取暖建设和改造范围
2021 年全国清洁取暖采购约 48.93 亿元
冬奥会场馆预计减排二氧化碳 32 万吨
北京: 2021 年热泵供热总面积已达 1.01 亿 m^2
天津: 因地制宜推进清洁取暖推广空气源热泵等技术
吉林省提前下达 2022 年冬季清洁取暖项目资金预算
山东莱州 3 万多户百姓用上清洁取暖
河南新增可再生能源供暖能力 2400 万 m^2
山西太原市公共场所集中空调通风系统抽检六成合格
陕西渭南财政局 2.78 亿元支持冬季清洁取暖
河北省: 被动房产业链重点发展空气源、地源热泵等高效供暖设备
内蒙古包头: 推进煤改 / 空气源热泵、太阳能 + 电辅助等清洁取暖
济南新增可再生能源建筑面积 4000 万 m^2 , 鼓励推广热泵技术
海尔磁悬浮助力互盟科技 5G 数据中心节能
格力多联机助力超高建筑武汉金银湖大厦
美的水机数智化营销平台重磅发布
天加多联机助力打造柳州乐和大厦 5A 级商务综合体

和买空调一样 轻松选购地暖



L1PB24燃气采暖热水炉



显著特征:

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

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

CONTENTS



2021 楼宇科技 TRUE 大会在深圳顺利召开



CECS《高效空调制冷机房评价标准》顺利通过审查



环能科技服务北京冰上项目训练基地智慧能源
管控系统建设



中国建筑节能协会暖通空调专委会、地源热泵专委会
荣获 2021 年度优秀分支机构

33 | 国际新闻 | International News |

欧洲碳市场改革引发航运、建筑业反弹：谁来承担转型成本？
欧盟定义“可持续能源”标准：排放低于 100 克 CO₂/kWh
法国公司研发太阳能 + 热化学吸附储热供暖系统
美国发电用水强度持续下降，主因是气电替代煤电
美国能源部官宣 2021 年致力于清洁能源技术突破
使用细菌、二氧化碳和阳光“种植”建筑用砖

36 | 热点聚焦 | Spotlight |

建筑减碳是一场广泛而深刻的变革——《中国房地产金融》专访徐伟院长
第二十二届全国通风技术学术年会专题论坛之
《通风模拟、监测与评价技术》
《通风相关政策、标准及相关交叉学科研究》

42 | 聚焦政策 | Policy |

住房和城乡建设部《“十四五”建筑业发展规划》
国务院《“十四五”数字经济发展规划》
“十四五”智能制造发展规划
智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025 年）
生态环保部《关于严格控制第一批氢氟碳化物化工生产建设项目的通知》
河北省《绿色建筑标识管理办法》修改
太原市“十四五”城乡管理规划
重庆市绿色建筑“十四五”规划（2021-2025 年）

55 | 案例赏析 | Cases |

某市热电联产供热长输管网大高差、长距离输送技术应用
变频技术在直膨式太阳能热泵中的应用
区域分布式能源系统中水蓄能技术经济性分析

68 | 技术交流 | Technical communication |

油田采出水余热利用系统设计探讨
新型地面辐射供暖系统稳态散热特性研究
采用微通道换热的直膨式太阳能热泵实验系统设计
青岛某小区冷热电联供系统经济性分析
中央空调水系统控制方法研究



数字化人工环境系统 垂直一体解决方案

满足功能 | 提升性能 | 优化节能



申菱作为暖通空调系统的专业服务商，以解决用户痛点为核心，整合设计研发、生产制造、营销服务、集成实施、运营维护等专业能力，聚焦数据服务产业环境、工业工艺产研环境、专业特种应用环境、高端公建室内环境，为全球客户提供端对端、全生命周期的环境调控垂直一体解决方案。

广东申菱环境系统股份有限公司
Guangdong Shenling Environmental Systems Co., Ltd.

📍 地址：广东省佛山市顺德区陈村镇机械装备园兴隆十路8号
☎ 全国客服：4008-330-888 🌐 网址：www.shenling.com



新疆华奕新能源科技有限公司

Xinjiang Huayi New Energy Technology Co., Ltd

公司简介

新疆华奕新能源科技有限公司，是以绿色节能空调设备及数据中心建设为主营业务的国家级高新技术企业，是中冷协蒸发冷却空调工作委员会副主任单位。专业从事蒸发冷却空调设备的研发、设计、生产、销售、安装及售后服务，同时提供数据中心整体解决方案。

公司产品主要应用于数据中心、通信机房、大型场馆、商业楼宇、工业厂房等。自2008年第一个节能项目蒸发冷却新风系统试点应用于新疆运营商起，直至2017年，全球首例百分百自然冷源（无机机械制冷备份）应用于大型数据中心的制冷方案成功落地，实现了当前数据中心最低PUE值。该数据中心机房新型蒸发冷却空调系统通过了科学技术成果鉴定：“总体技术达到国际先进水平，部分领域达到国际领先水平”。该项目同时获得了当年中国通信企业协会“最佳节能项目奖”、“最佳节能产品奖”。公司又先后承接了“中国联通一带一路数据中心”蒸发冷却空调项目、“乌鲁木齐奥林匹克中心”蒸发冷却空调等项目。2019年，“间接蒸发冷却一体化集成冷站”落地中国移动云基地。

公司拥有一支高素质的现代化管理团队及研发团队。目前公司在职工90余人，拥有专业技术人员30余名。其中高级技术职称人员10名。公司掌握了蒸发冷却核心技术，拥有“数据中心机房新型蒸发冷却空调系统”等各类发明专利31项，自主开发的蒸发冷却空调系统在数据中心应用的BA控制系统。公司将继续秉承“绿色环保，科技创新”的生产和经营理念，打造绿色节能的制冷解决方案。

公司以环保科技为起点、以蒸发冷却技术为核心、以强大的技术队伍为支撑，致力于创新节能产品应用，提升产品质量、提供优质服务，创造低碳生活！



产品简介

产品图片



产品图片



蒸发冷却冷水机组

产品介绍：华奕新能源蒸发冷却冷水机组，是一款采用立管式间接蒸发冷却器为核心换热器的冷水机组。

1) DynamCool-I 间接蒸发冷却冷水机组

产品定义：间接蒸发冷却冷水机组是复合高效立管式间接蒸发冷却器和直接蒸发冷却器获取冷水的产品。

技术特点：

- 额定冷量范围：75-1744kw；
- 间接+直接整体换热效率高于110%以上；
- EER大于10，最高可达42；
- 室外湿球温度21.2℃时出水温度低于20℃；
- 可集成自然冷却换热器实现冬季干工况运行，部分湿球温度高的区域可补充机械制冷冷水机组补充冷量；

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

产品介绍：蒸发冷却集成冷站（Vapocool-I系列产品）搭配冷冻水末端（HyperCool-DI系列产品），可实现快速部署蒸发冷却冷水系统，减少建设周期，减少泵房、板换等机房面积占用。

1) Vapocool-I 间接蒸发冷却一体化集成冷站

产品定义：间接蒸发冷却一体化集成冷站是将间接蒸发冷却冷水机组、系统水泵、系统板换、软化水装置等集成在一台机组内，获取冷水并输配到冷冻水末端。

技术特点：

- 额定冷量范围：75-1744kw；
- 间接+直接整体换热效率高于110%以上；
- EER大于10，最高可达42；
- 室外湿球温度21.2℃时出水温度低于20℃；
- 可集成自然冷却换热器实现冬季干工况运行，部分湿球温度高的区域须补充机械制冷冷水机组补充冷量；

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

170 年的欧文托普

为数据中心行业提供稳定、安全的控制系统和阀门设备



关于我们

欧文托普创建于 1851 年，距今已有 170 多年历史，是高效供热、制冷和新鲜生活水领域值得信赖的合作伙伴。公司总部设在德国著名的鲁尔工业区，其分支机构、办事处遍布世界各地。

公司凭借创新的模块化系统和服务为 HVAC 专家及业界同仁提供了从设计到安装、从工程到贸易都可轻松灵活应用的领先的解决方案，并为全球提供 6 大系列超过 5000 种高品质暖通系列产品。

作为家族企业，欧文托普相信公司有能力胜任时代赋予的使命与责任，并希望能够一直陪伴所有的合作伙伴。



“海南省建筑领域碳达峰途径及建筑光伏应用研究”启动会召开

12月23日，由能源基金会支持、中国建研院环能科技和海南分院联合牵头的“海南省建筑领域碳达峰途径及建筑光伏应用研究”课题启动会于海南省海口市召开。会议由环能科技研究员陈曦和海南分院副院长张蕊主持。

海南省住建厅勘察设计科技处处长陈永富对与会领导和专家表示欢迎和感谢，介绍了海南省行业发展现状，分析了课

题的重要意义，并希望课题能理清边界、摸清底数、指出路径和落实项目。海南分院院长胡家僖表示，项目组要在国家政策要求和海南省特殊地理位置的条件下，探索适宜海南省建筑行业的碳达峰路径及建筑光伏应用。环能科技董事长徐伟建议课题的实施应全面考虑海南省在“双碳”背景下的行业发展趋势，以及海南省独有的低碳、零碳建筑

技术路线等问题。陈曦代表课题组从课题的研究背景、关键问题、研究内容和工作计划等方面对课题进行了详细汇报。与会专家分别提出建议，从政策规划、标准导则、实施路径和技术措施等方面为课题下一步的开展提出建议。本课题对支撑海南省城乡建设领域“双碳”实施路径制定及建筑光伏推广发展将产生积极推动作用。

科技部对中国建研院支持国家科技工作表示感谢

2022年1月7日，中国建研院收到国家科学技术部社会发展科技司发来的感谢信。

科技部社会发展科技司在信中，感谢中国建研院对国家“十三五”科技创新成就展的大力支持，并对中国建研院党委副书记、总经理许杰峰，专业总工、环能科技党委书记、董事长徐伟和环能科技副总经理于震等同志，在担任“社会发展”展区讲解员期间，始终保持高度的政治责任感和饱满的精神状态，遵守纪律、服从安排、认真负责、坚守岗位，出色地完成讲解任务表示衷心感谢。

2021年10月21日至27日，国家“十三五”科技创新成就展

在北京展览馆成功举办。其中，“社会发展”展区以“社会发展 科技创新 助力人民美好生活”为主题，集中展示了“十三五”以来在党中央坚强领导下，全国广大科技工作者在科技抗疫、科技冬奥、美丽中国、健康中国、平安中国和海洋强国等方面取得的重大科技成果。中国建研院环能科技、建筑设计院、中技集团、建研科技、北京建机院等单位为本次展览的成功举办提供系列支持，近零能耗建筑雄安城市计算中心、老旧小区改造、基于BIM的预制装配建筑体系应用技术、SZ160型声波钻机等成果，入选并亮相成就展“社会发展”展区，受到行业内外的广泛关注。



创新是引领发展的第一动力。中国建研院将始终坚持创新驱动发展战略，持续为城乡建设事业高质量发展提供创新引擎、打造创新高地！

2021 楼宇科技 TRUE 大会在深圳顺利召开



1月5日,“云楼智宇·TRUE 见未来”2021 楼宇科技 TRUE 大会在深圳隆重召开,大会设 TRUE 主题论坛还设置了低碳节能、高效运维、产业黑科技和创新商业模式四个分论坛。本次大会由美的集团楼宇科技事业部主办,中国建筑科学研究院有限公司等协办。



中国建研院环能院院长 徐伟

全国工程勘察设计大师、中国建研院环能院院长、CAHVAC 理事长徐伟做了《建筑行业碳达峰碳中和目标分解和实施路径》的主题发言,就建筑碳减排是实现“双碳”目标的关键环节和实施路径等作了详细的讲解。

下午,由中国建筑科学研究院和美的楼宇科技共同主办的“低碳节能”分论坛召开,徐伟院长代表主办单位致辞,他首先对与会专家和嘉宾的到来表示感谢,并表示数字化发展是建筑节能减碳的发展趋势,本次论坛的召开既是为行业发展搭建平台也是激励行业技术进步的催化剂,希望对推动数字化转型的进程起到积极的促进作用。

论坛邀请了同济大学谭洪卫教授做了《碳中和目标下建筑可持续发展的挑战与机遇》、中国建研院环能院吴剑林主任做了《建筑能效提升与低碳转型》、深圳市建筑设计研究总院吴延奎总工做了《夏热冬暖地区建筑中央空调系统碳中和措施及经济性分析》、施耐德电气(中国)有限公司靳艳萍总监做了《碳中和目标下的行业解决方案之变》、北京合康新能科技股份有限公司安俊伟产品经理做了《低碳化微电网解决方案》、博锐尚格科技股份有限公司执行总裁窦强做了《全面数字化——公共建筑“双碳目标”必经之路》、美的楼宇科技丁云霄部长做了《基于暖通系统的楼宇碳中和方案研究》、上海朗绿建筑科技有限公司运营管理中心副总经理蒋波做了《朗绿低碳建筑的实践与探索》等主题发言。同时中国建研院环能院曹勇主任在高效运维论坛做了《目标下建筑低碳智慧化技术应用》主题发言。

论坛后还进行了“低碳科技、数创未来”圆桌对话环节,谭洪卫教授、吴剑林主任、吴延奎总工、靳艳萍总监、安俊伟经理、丁云霄部长等专家围绕“低碳科技 数创未来”这一主题从新标准、新技术以及发展趋势、从建筑领域双碳目标实现到面临挑战、传



同济大学教授 谭洪卫



中国建研院环能院高性能建筑研究中心主任 吴剑林



深圳市建筑设计研究总院有限公司暖通总工 吴延奎



中国建研院环能院智慧能源与云数据研究中心主任 曹勇
统建筑向低碳建筑转型和能效提升实现路径等方面展开了多维度探讨和深入交流。

在楼宇科技数字化发展趋势的背景下,本次会议的召开为科技地产数字化进程赋予了无限发展空间,同时也为我国暖通空调产业发展提供了新的机遇和挑战。中国建研院建筑环境与能源研究院将始终以推进我国建设事业科技发展和实现“双碳”目标做出努力和贡献!

CECS《高效空调制冷机房评价标准》顺利通过审查

2022年1月10日,由建科环能科技有限公司主编的中国工程建设标准化协会标准《高效空调制冷机房评价标准》(送审稿)审查会在北京召开,会议采用线上线下结合的方式。中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会宋波秘书长、朱晓姣副秘书长,建科环能科技有限公司于震副总经理,标准主编建科环能科技有限公司路宾副总经理出席了会议。由建科环能科技有限公司、国家机关事务管理局、住房城乡建设部科技与产业化发展中心、清华大学等40家编制单位组成的编制组,共50余人参加了会议。会议成立了以中国建筑节能协会副会长李德英教授为组长,北京市建筑设计研究院有限公司总工程师徐宏庆教授级高工为副组长的审查专家组。

审查专家组认真听取了编制组关于标准编制工作过

程、具体方法和主要内容的情况汇报后,对标准进行了逐条讨论,提出了意见和建议。

《标准》综合研究了国内外现有相关标准及大量国内外案例,根据空调制冷机房所在地区的气候环境特点,从实际运行效果出发,构建了高效空调制冷机房的评价等级划分、评价指标体系及方法。审查专家组一致认为《标准》对我国空调制冷机房的能效提升具有指导意义;《标准》内容科学合理、可操作性强,与现行相关标准相协调,填补了高效空调制冷机房评价标准的空白,达到国际先进水平;一致同意《标准》通过审查。

《高效空调制冷机房评价标准》(送审稿)审查会



环能科技服务北京冰上项目训练基地智慧能源管控系统建设

环能科技服务北京冰上项目训练基地智慧能源管控系统建设,这里为冬奥健儿提供高标准、亚洲最大的冰上项目训练基地场所,为我国运动员备战北京2022年冬奥会和冬残奥会提供有力支撑。

训练基地的冷热源系统采用“地源热泵+水蓄能”清洁可再生技术,系统设置4台地源热泵机组满足基载、蓄能、空调冷热水、卫生热水制备4大需求,末端系统包括除湿空调、采暖、组空+风盘、风盘、组空和生

活热水6大不同功能系统。地源热泵高效利用可再生的地热能,水蓄能技术充分实现削峰填谷,结合自适应无人值守智能管控平台的精准调控和智慧运维,实现系统的低碳高效运行。



中国建筑节能协会暖通空调专委会、地源热泵专委会荣获2021年度优秀分支机构

2022年1月11日,中国建筑节能协会分支机构工作会在北京召开,因疫情防控要求会议采取了线上线下结合的方式进行,由中国建筑节能协会副会长李德英主持。会长武涌、副会长倪江波、秘书长吴景山、常务副秘书长邹燕青、副秘书长付宇、王海霞、谢骆乐等以及各分支机构负责人代表80多人参加了会议。会上,暖通空调专委会和地源热泵专委会获评“2021年度优秀分支机构”。

2021年,暖通空调专委会和地源热泵专委会先后参与组织了“绿色安全节能”第四届全国数据中心冷却节能高峰论坛、2021年第三届全国高效机房系统建设与运维论坛、“通风与健康”第二十二届全国通风技术学术年会(2021)等相关行业交流活动,并参与了《中国高效空调制冷机房发展研究报告》、《中央空调系统安装、调试与运维》职业技能等级标准》等的编制工作。

专委会荣誉的取得离不开会员单位、协会领导、中国建研院和环能院领导以及行业同仁们的大力支持与帮助,我们将继续以服务政府、行业、会员企业为己任,加强行业规范、技术交流、会员服务等相关工作,脚踏实地,为行业发展做出新的贡献。

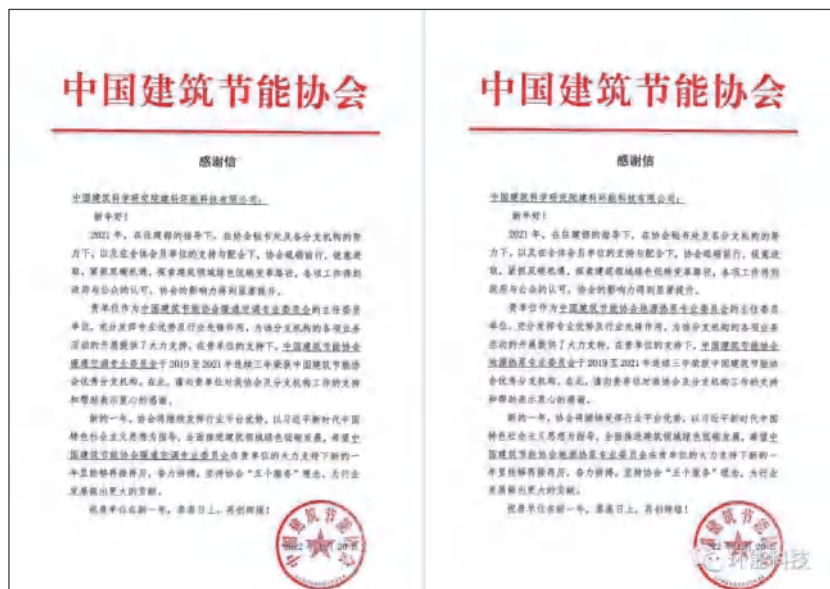


建科环能收到中国建筑节能协会的感谢信

1月20日，中国建研院环能科技收到中国建筑节能协会发来的感谢信，中国建筑节能协会感谢环能科技作为主任委员单位对协会工作的大力支持，为协会在双碳背景下探索建筑领域绿色低碳发展提供技术支撑。

信中特别提到中国建筑节能协会暖通空调专业委员会和中国建筑节能协会地源热泵专业委员会连续三年荣获中国建筑节能协会优秀分支机构。

下一步，环能科技将继续发挥专业优势，支持协会工作，推动建筑行业的绿色低碳发展，为实现“双碳”目标贡献技术力量。



学习党的百年历史精神推动环能科技高质量

近日，中国建研院环能科技党委书记、董事长徐伟讲授学习贯彻党的十九届六中全会精神专题党课，环能科技班子成员、徐伟书记所联络支部全体党员以及其他党员群众等共

计40余人参加会议。

徐伟以《学习党的百年历史精神推动环能科技高质量——学习贯彻党的十九届六中全会精神》为题，带领与会党员从“重大历史意义”、“重大

理论意义”以及“重大现实意义”三个方面深刻领会全会精神，深入解读全会《决议》。他强调，要结合全会要求，在响应“双碳”目标、优化治理结构与人才结构、落实“十四五”发展规划等方面推动环能科技高质量发展。

党课结束后，与会党员进行座谈交流，分享学习全会精神的心得体会。课上还结合实际，从青年员工基础能力提升与自身发展、市场竞争、业务数字化水平、科技成果转化等方面进行解答阐释。

通过此次党课交流，环能科技党员干部纷纷表示，要将思想和行动统一到全会精神上来，以此次党课为契机，立足岗位，履职尽责，把学习成效切实转化为指导实践和推动工作的能力，以昂扬姿态、拼搏斗志迎接党的二十大召开。



行业新闻 IndustryNews

生态环境部黄润秋： 2021年北方地区完成散 煤治理约420万户

日前，生态环境部部长黄润秋在2022年全国生态环境保护工作会议上的工作报告提到，2021年，全国1.45亿吨钢铁产能完成全流程超低排放改造。支持和指导各地因地制宜开展清洁取暖改造，2021年北方地区完成散煤治理约420万户。

黄润秋在总结2021年工作时提到，督促地方坚决纠正清洁取暖改造过程中“未立先破”、改造严重滞后或兜底保障措施不到位等问题，切实保障人民群众温暖过冬。推进北方地区清洁取暖是一项重大的民生工程。我们进一步明确按照宜电则电、宜气则气、宜煤则煤，先立后破、不立不破、有备无患的原则，指导地方科学规划清洁取暖技术路线。同时，精心组织开展“双替代”专项检查，对2021年新改造的村庄任务落实和保障情况，开展逐村入户排查，走访村庄1.6万个，入户核查5万多户，发现问题第一时间督促整改，争取把好事办实、实事办好，确保群众温暖过冬。



国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》， 扩大中央财政北方冬季清洁取暖政策支持范围

1月24日，国务院印发《“十四五”节能减排综合工作方案》，部署十大重点工程，包括重点行业绿色升级工程、园区节能环保提升工程、城镇绿色节能改造工程、交通物流节能减排工程、农业农村节能减排工程、公共机构能效提升工程、重点区域污染物减排工程、煤炭清洁高效利用工程、挥发性有机物综合整治工程、环境基础设施水平提升工程，明确了具体目标任务。

《方案》明确，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。

《方案》提出，加快风能、太阳能、生物质能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用，有序推进农村清洁取暖；率先淘汰老旧车，率先采购使用节能和新能源汽车，新建和既有停车场要配备电动汽车充电设施或预留充电设施安装条件；扩大中央财政北方地区冬季清洁取暖政策支持范围。建立农村生活污水处理设施运维费用地方各级财政投入分担机制。扩大政府绿色采购覆盖范围等。

国家发改委：推动绿色建筑、低碳建筑规模化发展

1月21日，国家发展改革委等部门印发《促进绿色消费实施方案》，其称，到2025年，绿色消费理念深入人心，奢侈浪费得到有效遏制，绿色低碳产品市场占有率大幅提升，重点领域消费绿色转型取得明显成效，绿色消费方式得到普遍推行，绿色低碳循环发展的消费体系初步形成。

《方案》提出，到2030年，绿色消费方式成为公众自觉选择，绿色低碳产品成为市场主流，重点领域消费绿色低碳发展模式基本形成，绿色消费制度政策体系和体制机制基本健全。《方案》显示，全面促进重点领域消费绿色转型。其中包括加快提升食品消费绿色化水平；鼓励推行绿色衣着消费；积极推广绿色居住消费，加快发展绿色建造。推动绿色建筑、低碳建筑规模化发展，

将节能环保要求纳入老旧小区改造。推进农房节能改造和绿色农房建设。因地制宜推进清洁取暖设施建设改造。

强化绿色消费科技和服务支撑，包括推广应用先进绿色低碳技术，加强低碳零碳负碳技术、智能技术、数字技术等研发推广和转化应用，提升餐饮、居住、交通、物流和商品生产等领域智慧化水平和运行效率；推动产供销全链条衔接畅通；加快发展绿色物流配送；拓宽闲置资源共享利用和二手交易渠道。有序发展出行、住宿、货运等领域共享经济，鼓励闲置物品共享交换。允许有条件的地区在社区周边空闲土地或划定的特定空间有序发展旧货市场，鼓励社区定期组织二手商品交易活动，促进辖区内居民家庭闲置物品交易和流通。

住建部：扩展黄河流域冬季清洁取暖建设和改造范围

1月24日，住建部下发《“十四五”推动长江经济带发展城乡建设行动方案》《“十四五”黄河流域生态保护和高质量发展城乡建设行动方案》的通知。

《“十四五”黄河流域生态保护和高质量发展城乡建设行动方案》指出，要扩展黄河流域冬季清洁取暖建设和改造范围。加大沿黄城镇清洁取暖指导和试点经验推广力度，加快淘汰燃煤小锅炉，优先鼓励太阳能、地热、工业余热等资源丰富的地区利用清洁能源取暖。在兰州-西宁城市群、宁夏沿黄城市群、呼包鄂榆城市群、山西中部城市群等区域因地制宜推广高压余热供暖。到2025年底，沿黄青海、宁夏、陕西、山西、内蒙古、甘肃等上游和中游北方地区城镇清洁取暖率达到80%以上，下游

地区达到85%以上。

《“十四五”推动长江经济带发展城乡建设行动方案》提到，要推动城市能源消费绿色低碳转型。改善城市能源结构，大力推进太阳能、风能、水能等可再生能源利用。在太阳能资源较丰富带及有稳定热水需求的建筑中，积极推广太阳能光热建筑应用。推动新建工业厂房、公共建筑加快应用太阳能，推动城镇既有公共建筑、工业厂房和居住建筑加装太阳能光伏系统。鼓励农房屋顶、院落空地加装太阳能光伏系统。推动建筑用能电气化和低碳化，引导建筑供暖、生活热水、炊事等向电气化发展，开展新建公共建筑全电气化示范。推动智能微电网、“光储直柔”技术应用示范，实现就地生产、就地消纳、余电上网等。

冬奥会场馆预计减排二氧化碳 32 万吨

1月13日，在国新办新闻发布会上获悉，2022年冬奥会期间，所有场馆将全部采用绿色电力，这是奥运历史上首次实现全部场馆百分之百清洁能源供应。

北京冬奥组委规划建设部部长刘玉民表示，张家口赛区和延庆赛区丰富的清洁能源储备有效保证了冬奥场馆绿电的供应。根据测算，从2019年6月第一笔绿电交易开始，到2022年冬残奥会结束，北京、延庆、张家口3个赛区的场馆绿电预计使用4亿千瓦时，可以减少燃烧12.8万吨的标准煤，减排二氧化碳32万吨。

“针对低碳排放，北京冬

奥会采取了低碳场馆、低碳能源、低碳交通等多项措施。目前所有场馆都达到了绿色建筑标准，4个冰上场馆使用了新型二氧化碳制冷剂，建成超过5万平方米的超低能耗示范工程。积极构建低碳交通体系，节能与清洁能源车辆在赛时车辆中占比超过了8成。通过这些措施，北京冬奥会将全面实现碳中和。”北京冬奥组委总体策划部部长李森介绍，冬奥会技术方面创造的亮点，不仅在赛会保护方面提供作用，对今后的城市和区域发展、百姓生活，都会有直接作用，具有长期的效用和推广价值。

2021 年全国清洁取暖采购约 48.93 亿元

近些年来，我国各大省市均在积极推进冬季清洁取暖工作，从燃料供应选择与控制排放方面入手，皆取得了很大成效。数据分析显示，2021年清洁取暖全年采购规模约48.93亿元，采购数量为204个，采购规模占比为44%，是全年采购项目中的第一大采购产品。

在国家政策支持下，各地清洁取暖“煤改电”项目遍地开花，清洁取暖工程取得显著成效。所谓清洁取暖，就是通过电、空气能热泵等清洁设备来代替燃煤进行取暖，不同的地区适合不同的采暖方式。近年来，空气能热泵采暖的安全性和节能性都受到了老百姓的认可，且在北方得到了广泛的应用，已经成为清洁取暖的重要方式之一。

据悉，空气能热泵作为北方清洁取暖工程的中坚力量，其设备凭借高效节能、环保安全等优势，广泛应用于北京、河南、河北、天津、山西等地，守护老百姓们温暖过冬，受到多地政府和百姓的一致肯定，为广大用户带去安全、节能、环保、舒适的清洁供暖新方式。



天津：因地制宜推进清洁取暖 推广空气源热泵等技术

1月17日，天津市人民政府办公厅印发了《天津市生态环境保护“十四五”规划的通知》，通知中明确将大力发展节能低碳建筑。制定实施绿色建筑相关标准技术规范，完善绿色建筑评价标识管理制度，新建建筑全部执行绿色建筑技术标准。加强绿色建筑技术标准规范研究，开展绿色建筑技术的集成示范。发展被动式超低能耗、近零能耗建筑，通过建筑布局、立体绿化、建筑材料使用等被动式节能措施，降低建筑能源需求。

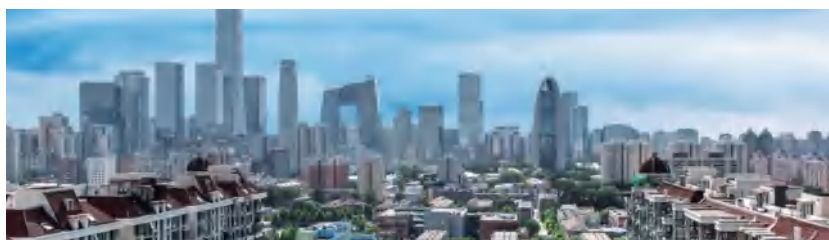
加快提高建筑用能效率。持续推动既有建筑、老旧供热管网节能改造，加快公共建筑节能提升改造。加快推广供热计量收费。大力推广能源计量、高效节能光源、供暖空调系统高效运行、新风热回收、节能灶具等节能技术，提高建筑用能效率。促进可再生能源规模化应用，推广太阳能光伏、地源热泵和空气源热泵等技术，探索可再生能源应用和推广模式。农村地区因地制宜推进热泵、燃气、生物质、地热等高效清洁供暖方式。



北京：2021年热泵供热总面积已达1.01亿平方米

近日，北京市人民政府新闻办公室组织召开2021年北京空气质量状况新闻发布会。会上介绍，结合北京本地可再生能源资源潜力，先后出台鼓励热泵、太阳能利用等绿色能源支持政策，积极探索可再生能源与城市重点区域开发、基础设施建设以及产业园区融合发展的新路径，本地可再生能源

利用规模持续扩大，光伏发电总装机规模由2012年的5万千瓦增长到2021年的75万千瓦左右。热泵供热总面积2012年的0.4亿平方米增长到2021年的1.01亿平方米。冬奥场馆实现100%绿色电力覆盖，城市副中心行政办公区可再生能源占比达到40%。



吉林省提前下达2022年冬季清洁取暖项目资金预算

近日，吉林省财政厅发布《关于提前下达2022年中央大气污染防治资金（北方地区冬季清洁取暖项目）预算的通知》，共计下达中央大气污染防治资金24000万元，专项用于北方地区冬季清洁取暖项目。其中，辽源市6596万元，东丰县9540万元，东辽县7864万元。根据预算表内容显示，该三市县清洁取暖总投资金额为25.9395亿元。

根据《辽源市生态环境保护“十四五”规划》（意见稿）内容显示，要继续推进“气化辽源”工程，加快天然气基础设施建设，不断提高城镇人口气化率；在落实气源的情况下，推进“煤改气”工作，加快天然气替代进度；因地制宜实施“煤改电”、“煤改气”、“煤改生”等替代燃煤清洁供暖工程；拓展城市居民用气、天然气燃料代替以及电力等领域应用规模。大力发展农林生物质成型燃料，坚持

集中开发与分散利用并举，调整优化开发布局，大力推动可再生能源利用。

另外，结合《吉林省能源局、吉林省财政厅关于组织申报2021年电能清洁取暖项目的通知》显示，吉林市电能补贴对象为采用直热式电能清洁取暖，包括采用电热膜、发热电缆、电散热器等终端供暖；蓄热式电能清洁取暖，包括采用水蓄热、固体蓄热、相变蓄热供暖等的民用、工业和农业建筑，要求项目建筑面积应在5000平方米及以上（不含超高折算面积），教育、卫生等公共事业建筑，其中，居民取暖项目只对蓄热式电能清洁取暖给予奖补，要求电采暖设备单位面积功率不低于100瓦/平方米，蓄热水箱体积不低于1立方米/百平方米（采用固体和相变蓄热装置，应具备同等蓄热能力）。

河北省：被动房产业链重点发展空气源、地源热泵等高效供暖设备

近日，河北省工信厅发布《关于组织申报2022年省工业企业重点技术改造项目（千项技改项目）的通知》，通知附件《河北省制造业技术改造投资导向目录》中提到，在被动房产业链环境调节设备与系统部分，重点

发展高效储能设备、地源热泵、空气源热泵、高效供暖系统、热回收设备、热交换设备、太阳能光伏、水泵/风机、空气净化设备、新风/除尘系统、节能照明系统、室内环境监测控制系统、健康管理系统等。

内蒙古包头：推进煤改/空气源热泵、太阳能+电辅助等清洁取暖

近日，包头市人民政府下发《包头市“十四五”生态环境保护规划》。根据规划内容显示，“十四五”期间，着力构建绿色低碳能源供给体系。通知还明确

指出，要推进建筑领域低碳化。加强可再生能源在建筑中的应用，因地制宜推进太阳能、地热能、空气能等能源在建筑中的应用，减少民用建筑常规能源使用。

河北 11.7 万套棚改房今年开工

日前从河北省住房和城乡建设厅获悉：河北省今年将继续扎实推进全省棚户区改造工作，全省计划开工建设棚户区改造安置房 11.7 万套，全省符合条件的棚改项目全部开工，建成 10.5 万套。

据悉，河北今年的棚改资

金来源以市场化社会投资为主，财政资金为辅，预计总投资 436 亿元。河北省住房和城乡建设厅要求，各地应科学评估财政承受能力，合理确定年度棚改目标任务，将目标任务落实到具体项目、地块。

乌海市海勃湾区清洁取暖项目城区/农区煤改项目 10197 户获批

日前，乌海市海勃湾区人民政府下发了两条煤改电工程项目可行性研究报告的批复，分别为《乌海市海勃湾区清洁取暖项目农区煤改电工程项目可行性研究报告的批复附招标投标表——海发改投〔2021〕144号》和《乌海市海勃湾区清洁取暖项目城区清洁能源替代工程项目可行性研究报告的批复附招标投标表——海发改投〔2021〕140号》。

根据批复内容显示，2021

年至2023年，海勃湾区人民政府拟将对城区及农村燃煤散烧住户进行清洁能源替代改造，涉及户数10197户，涉及改造面积104.948万平方米，项目总投资30591万元。其中农村燃煤散烧住户7219户，改造面积72.19万平方米，项目总投资21657万元；城区燃煤散烧住户2978户，改造面积32.758万平方米，项目总投资8934万元。资金来源为争取上级资金补助、地方财政投资及自筹等。



河北沧州 162 万余户农村居民实现清洁取暖

自2018年入围“北方地区冬季清洁取暖试点城市”以来，沧州市坚持以人为本，统筹各方力量，全面推进气代煤、电代煤清洁取暖改造工作。截至2021年供暖季，已有162万余户农村居民完成清洁取暖改造，基本实现全市农村地区全覆盖。

为确保气代煤、电代煤工程顺利推进，沧州市各级政府部门深入农村开展宣传，他们分编成多个小组，进村入户、走街串巷，摸排了解老百姓的真实想法，宣教“双代”政策和基本常识，让老百姓认识了“双代”。针对老百姓的顾虑，他们将安全使用气代煤常识编制成宣传册、印发明白纸、制作宣传栏、定制条幅与标语等进行广泛宣传。

据了解，沧州市根据2021-2022年供暖季农村气代煤计划用气量，安排燃气企业已足额与上游企业签订气源合同，确保全市气源供应不出现缺口。2021-2022年供暖季洁净应急煤已经储备5万吨，部分县（市）还在进一步加大储备量，基本保障应急供应。同时，对存在的安全隐患、温度不达标等问题进行实地排查，及时堵塞漏洞，强化应急保障，让全市百姓度过一个安全、温暖的冬天。

泰安市：推广空气源热泵在分布供暖、工业节能、建筑节能等领域的应用

近日，泰安市人民政府发布《关于印发泰安市“十四五”能源发展规划的通知》，通知指出：1、推进区域分布供暖，推广燃气壁挂炉、空气源热泵等户用热源。2、全面推进工业节能，加强电机系统节能、能源系统优化、智能管理系统、热泵应用技术等节能技术改造。3、大力推广建筑节能，扩大供热、燃气等能源基础设施覆盖范围，提升建设水平，加快工业余热在城镇供热的规模化应用，推广可再生能源供热、水源热泵、空气源热泵等清洁取暖方式。

通知还提出，推进区域分布供暖。在集中供暖未涉及的农村地区，城镇棚户区和城中村、城乡结合部，多措并举推进清洁取暖热源及配套设施建设，分散实施电代煤和气代煤，科学确定取暖方式、技术路线和推进次序，推广燃气壁挂炉、空气源热泵等户用热源。

还将大力推广建筑节能，实施城镇节能降碳工程，以老旧小区为重点，对建筑、交通、照明、供热等基础设施进行节能升级改造，推动建设低碳、韧性、海绵城市。全面开展绿色建筑创建行动，推广超低能耗和近零能耗建筑，新建建筑全面执行现行绿色建筑标准，逐步提高超低能耗建筑、近零能耗建筑比例。促进建筑与可再生能源利用深度融合，实现太阳能光热建筑一体化。扩大供热、燃气等能源基础设施覆盖范围，提升建设水平，加快工业余热在城镇供热的规模化应用，推广可再生能源供热、水源热泵、空气源热泵等清洁取暖方式。在有条件的办公建筑和居民小区试点开展多能互补智能微网工程。

济南新增可再生能源建筑面积 4000 万 m²，鼓励推广热泵技术

近日，济南市住房和城乡建设局联合住建部科技与产业化发展中心共同编制了《济南市“十四五”绿色建筑高质量发展规划》。《规划》中指出，新建民用建筑工程项目应当至少利用一种可再生能源，鼓励具备条件的既有建筑应用可再生能源。新建高度在 100 米以下的城镇居住建筑、农村社区以及集中供应热

水的公共建筑，应当按规定安装太阳能热水系统。推动既有建筑加装太阳能光伏系统，鼓励并规范热泵技术的推广应用。到规划期末，新增可再生能源建筑面积 4000 万平方米以上；新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到 50%；党政机关、学校、医院等既有公共建筑屋顶光伏覆盖率力争达到 15%。

山东莱州 3 万多户百姓用上清洁取暖

清洁取暖是实施大气污染防治、打赢蓝天保卫战的重要民生工程。2021 年以来，莱州市按照《烟台市 2021 年冬季清洁取暖工作实施方案》要求，积极推进清洁取暖工作。目前，全市 8 个试点镇街 3 万多户百姓已经用上了清洁取暖。

2021 年 4 月，烟台市申报入选北方地区清洁取暖项目，项目任务共分 3 年，根据全市农户数量，莱州市 2021 年度清

洁取暖改造任务为 38495 户，其中以电代煤方式改造 27395 户，以气代煤方式改造 11100 户，每户给与 4000 元的建设补贴，同时参与“电代煤”“气代煤”改造的群众可享受 3 年、每年最高 360 元的运行补贴。按照区块推进、试点先行的原则，今年莱州市在永安路街道、城港路街道、金仓街道、文峰街道、沙河镇、金城镇、虎头崖镇、郭家店镇 8 个镇街先行试点。

河南新增可再生能源供暖能力 2400 万平方米

近日，河南省委宣传部召开“奋进新征程 中原更出彩”主题系列新闻发布会，介绍河南实施“绿色低碳转型战略”的有关情况。

在能源清洁保供方面，开展 66 个整县屋顶光伏试点，实施一批地热、生物质等清洁供暖项目，新增可再生能源发电装机 400 万千瓦以上、可再生能源供暖能力 2400 万平方米；加大清洁电力外引力度，预计全年吸纳省外电量 700 亿千瓦时，同比增长近 17%；全年非化石能源消费占比增长约 1 个

百分点。

建筑领域节能降碳方面，积极推动绿色建筑立法，《河南省绿色建筑条例》已通过省人大常委会一审；严格执行绿色建筑标准，大力推广装配式建筑和超低能耗建筑，全省新增绿色建筑近 5000 万平方米，占新建建筑比例达到 65%。林业生态保护修复方面，全省天然林资源保护工程管护面积达到 2103 万亩，新一轮退耕还林还草工程面积达到 15.8 万亩，国家级公益林管护面积达到 1523.6 万亩。

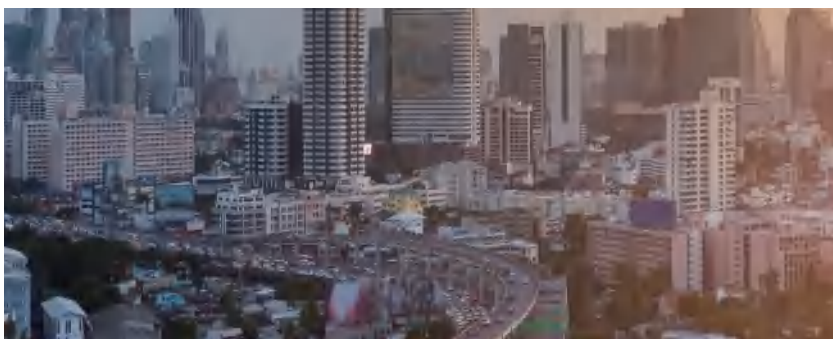
河南省积极推进清洁取暖取得较好成效

近期,财政部河南监管局调研地方保障群众温暖过冬情况时了解到,河南省在中央财政持续支持下,积极推进冬季清洁取暖工作,推动了产业结构、能源结构、运输结构的优化调整,空气质量大幅改善,人民群众幸福感和获得感显著提升。

中央财政以“2+26”城市为重点,支持地方加快推进清洁取暖改造工作,着力解决城市散煤污染问题。建设期内,中央财政持续发力,以城市为单位给予奖励,累计下达河南省试点城市清洁取暖补助资金 61.1 亿元。在支持政策上从“全面撒网”到“重点突破”,取得显著成效。代煤、气代煤即“双替代”是清洁取暖项目的重要组成部分,也是重点民生工程。河南省分类施策,多措并举,以城区和城郊积

极带动农村地区,从“热源侧”和“用户侧”两方面实施清洁取暖改造。

同时,调结构加快构建清洁能源发展体系。河南省践行“清洁供、节约用、投资优、可持续”的总体思路,“热源侧”与“用户侧”改造协同发展,通过积极试点智能生物质取暖研发及产业建设工程,大力发展城区超低排放热电联产集中供热,有序推进低温空气源热泵等示范工程,加快推进管道燃气农村普及工程,全面开展城乡建筑能效提升改造工程,扎实做好农村地区电网改造工程,实现取暖清洁化和建筑能耗降低双保障。河南省还充分发挥中央财政专项资金引导作用,立足实际探索适合自身投融资新模式,深入挖掘潜力,引导企业和社会加大资金投入。



河南济源 1.35 亿元持续发力清洁取暖

截至目前,河南省济源市累计投入财政资金 1.35 亿元,完成电代煤、气代煤“双替代”9.9 万户,有力推进了环境空气质量的持续改善。济源市多次召开安排部署会、工作推进会,压实责任、研究问题、细化措施;成立工作专班,明确工作目标、责任部门和完成时限,切实推动清洁取暖工作取得实效。

济源市还成立专项检查小

组,抽调专人现场入户查看,确保取暖设备全部安装到位并正常使用;系统梳理示范区“双替代”落实情况,及时发现问题,全面整改到位;深化“互联网+政务服务”模式,将“电代煤”“气代煤”用户信息录入清洁取暖大数据平台,确保住户充分享受各类电价政策,全面推动“双替代”政策落地落实。

河南汝州以练备战 确保热力管网安全

近日,为确保居民温暖过冬,河南省汝州市住建局组织开展热力管网安全事故应急演练活动,对井下作业、泄漏抢修、应急抢救等环节进行专业打分,对演练中存在的问题进行全程跟踪和记录,便于查漏补缺和进行完善,及时总结演练经验教训,为全市供暖工作奠定坚实的基础。

据介绍,汝州市住建局始终把群众满意作为第一目标,认真开展冬季供暖安全大检查活动,加强供暖管网运行动态监督,加快集中供暖工程建设进度,2021 年以来,新铺设供热管网 4360 米、新增供暖面积 56 万平方米。加大供暖设备巡回检查,切实做好相应设备事故预判及风险预控,发现异常协同检修处理。把防寒防冻工作与日常巡检、安全培训有效结合、细化操作,及时让巡检人员确认就地测点温度情况,保证设备温度可靠。

供暖工作关系千家万户的民生冷暖,汝州市住建局积极推进区域内热力管网建设,加强对供热行业的监管,督促指导供热企业提升服务水平,重点围绕“供不上”和“不达标”等问题诉求,对群众反映的突出问题限时解决。



“煤改电”助力山西大同市平城区真正实现零污染零排放

山西大同市平城区提前高标准、高质量完成了全区清洁取暖“煤改电”工作的三年 6000 户改造目标任务；同时，再鼓干劲，用足用活政策工具，延伸覆盖电采暖用户 3095 户，用心用情用力解决群众“急难愁盼”问题，久久为功，善作善为，提前实现了辖区居民安全、温暖和清洁取暖，切实让广大群众享受到了党的关怀和政策的红利。

2020 年底，该区对各种清洁取暖改造方式进行了全面的后评估：“煤改气”环保、耐用，但是改造和运行成本高、安全性差、气荒等棘手问题，特别是存在双火源隐患；分散式生物质取暖灵活便捷，但是存在安全性差、清洁性差、环保效果差、财政负担重、燃料来源困难、不宜长期重复推广、难以精准户等一系列问题；2021 年年初，平城区就积极探索冬季清洁取暖新路径，紧抓国家的清洁取暖专项规划窗口期，搭上政策红利车，对适宜的村庄进行由“分散式生物质”到“煤改电”的置换提升。经过对全区农村地区进行反复摸底，确定 2021-2023 年清洁取暖“煤改电”任务目标户为 6000 户，三年分别为 1000 户、2000 户、3000 户。

平城区通过实施清洁取暖“煤改电”项目，在 2021 年取暖季预计将减少原煤消耗 43938 吨，减少 SO₂ 污染物排放 351.504 吨，减少烟尘排放 878.76 吨，居民能源消费结构发生了大转变，电取代煤成为平城区居民能源消费主体方式。

山西太原市公共场所集中空调通风系统抽检六成合格

日前，据山西省太原市卫生健康综合行政执法队透露，为加强公共场所集中空调通风系统卫生监管，防止秋冬季呼吸道传染病发生和流行，近日对太原市属地内 30 家商场、超市及 20 家酒店集中空调通风系统开展了冬季抽检工作。本次 50 家受检单位中 30 家集中空调通风系统检测指标全部合格，20 家集中空调通风系统的部分指

标不合格，总体合格率 60%。

本次抽检依据《公共场所集中空调通风系统卫生规范》，对使用中的集中空调通风系统的送风卫生质量（可吸入颗粒物 PM₁₀、送风细菌总数、送风真菌总数、送风 β 溶血性链球菌）及风管内表面卫生质量（风管内表面积尘量、风管内细菌总数、风管内真菌总数）七项指标开展检测。

山西高平三年试点期完成清洁取暖改造 7546.8 万平米

日前，山西省清洁取暖工作检查组对高平市开展“回头看”工作，重点聚焦生态环境部监督帮扶发现问题整改情况、各类补贴是否到位情况、各类能源保供能力情况等 12 项内容进行了检查。检查组先后深入高平市米山镇、北诗镇，阳城县凤城镇、白桑乡，实地走访“煤改气”、“煤改电”、洁净煤用户的使用情况。

2017 年以来，高平市作为国家第二批清洁取暖试点城市，三年试点期完成改造 7546.8 万平米，市区建成区和县城建成区清洁取暖覆盖率 100%，农村地区覆盖率 78.52%，并在国家清洁取暖中期评价、总体评价都取得优秀等级。从对大气环境质量改善效果来看，实施清洁取暖改造对 PM_{2.5} 浓度改善的贡献在 40% 左右。



陕西渭南财政局 2.78 亿元支持冬季清洁取暖

近日，渭南市启动实施新一轮散煤治理清洁能源替代补助工作。市财政局联合市发改委、市生态环境局制定印发了《关于开展散煤治理清洁能源替代补助工作的通知》，明确了渭南市散煤治理清洁能源替代运行补助范围、标准和执行期限、运行补助发放形式和流程以及补助资金市县承担比例。

《关于开展散煤治理清洁能源替代补助工作的通知》下

发后，市财政局立即拨付下达各县（市、区）2.78 亿元，专项用于渭南市新一轮散煤治理清洁能源替代运行补助工作，按照“补量不补钱”的原则，支持各县（市、区）尽快将运行补助以实物形式发放到位。

下一步，市财政局将紧紧围绕省及市委、市政府部署要求，发挥财政职能，积极筹措资金，支持做好渭南市冬季清洁取暖工作。

湖北：《绿色建造设计施工技术手册》发布

12月15日，绿色建造科技创新联合体在武汉市中南科研设计中心建设项目举办《绿色建造设计施工技术手册》(1.0版)(简称《手册》)发布会。

《手册》分为《绿色建造设计技术手册》与《绿色建造施工技术手册》两部分，分别由中南建筑设计院与汉阳市政集团主编，绿色建造科技创新联合体成

员单位参与编制。《手册》立足现有技术基础，专业覆盖全面，具备普适性，可复制、可推广性。同时技术细到工序，各工序还通过二维码的形式搭配视频进行多维度展示，生动直观，具备很强的指导性和实操性。在技术落地方面，联合体选取了14个试点项目进行应用，保证每项关键技术都通过实践检验落地落实。

广西下达资金 7750 万元确保受灾群众温暖过冬

为落实党中央、国务院对救灾工作的决策部署，对标对表自治区党委、政府关于防灾减灾救灾工作的要求，近日广西壮族自治区财政厅下达2021年自然灾害救灾资金7750万元。

此次救灾资金主要对困难群

众2021-2022年度冬春期间进行救助，重点向今冬我区可能发生阶段性低温、极端低温高寒山区以及今年受灾严重需政府救助人口多的地区倾斜。资金主要用于购置受灾群众口粮、被服等，帮助需政府救助的受灾群众温暖过冬。



天津今年将新建续建 241 项市政基础设施项目

“今年将加快重点工程建设，科学安排市政基础设施项目建设，计划全年新建、续建项目241项，完成投资409亿元……”在日前召开的天津市住房和城乡建设工作会议上，该市住房和城乡建设委员会相关负责人介绍了2022年全市住房和城乡建设系统主要工作。

今年，天津市将完善住房市场体系。通过市场手段做好供应结构调控工作，合理布局改善型和小户型房屋比例。全年计划完成房地产开发投资2400亿元，累计在施面积保持在1.1亿平方米以

上。同时，构建住房保障体系，科学编制“十四五”保障性租赁住房发展规划，优化保障性住房和商品住房供应结构，促进住房租购市场均衡发展。

推动城市更新计划落实。全力推进历史存留的72条道路、管线配套工程建设。着力改善群众居住环境。实施老旧小区改造177个、778万平方米，支持有条件的小区加装电梯。开展绿色社区创建和居住社区建设补短板行动，各区60%以上的社区参与创建达标行动。此外，还将实施乡村建设行动，提升农村人居环境。

《安徽省绿色建筑发展条例》1月1日正式施行

为完整、准确、全面贯彻新发展理念，提升巩固安徽省绿色建筑发展成果，保障安徽省经济社会绿色化转型在法制的轨道上运行，今年1月1日起《安徽省绿色建筑发展条例》正式实施，《条例》等高对接长三角，并总结合肥等地实践经验，体现了“一个核心”建设要求，即新建城镇民用建筑全面建成绿色建筑。同时，明确到2025年，星级绿色建筑建设比例还将达到30%以上，新增既有建筑绿色化改造面积将超过1000万平方米，绿色建筑将迎来高质量规模化发展。

值得关注的是，去年11月，安徽省委办公厅、省政府办公厅印发了《关于推动城乡建设绿色发展的实施方案》，提出到2025年，全省城乡建设绿色发展体制机制和政策体系基本建立，建设方式绿色转型成效显著。到2035年，城乡建设全面实现绿色发展，在实现碳达峰基础上碳排放稳中有降，城乡建设品质全面提升，人居环境更加美好，城乡建设领域治理体系和治理能力基本实现现代化。

高品质建设绿色建筑是推动城乡建设绿色发展的一个有力抓手。此次出台的《实施方案》提出，“到2025年底，培育50个以上省级装配式建筑产业基地、3个至5个装配式建筑产业园区，产能达到5000万平方米；装配式建筑占到新建建筑面积的30%以上，其中宿州、阜阳、芜湖、马鞍山等城市力争达到40%，合肥、蚌埠、滁州、六安等城市力争达到50%。”

新疆出台办法推动装配式建筑发展

近日，新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅印发《自治区装配式建筑产业基地及示范项目管理办法》（以下简称《管理办法》）和《自治区装配式建筑评价办法》（以下简称《评价办法》）。

《管理办法》明确了装配式建筑产业基地和示范项目的申报和评定程序，产业基地分为园区类产业基地和企业类产业基地，评定为自治区级产业基地和示范项目的，优先推荐申报国家级装配式建筑产业基地和示范项目，享受自治区相关支持政策。

《评价办法》明确了装配式建筑评价主体和评价程序，装配式建筑评价分为设计阶段预评价和项目评价两个阶段，按照属地化原则，各地（州、市）住房和城乡建设主管部门负责本辖区装配式建筑评价的实施与管理。装配式建筑评价结果可作为装配式建筑工程业绩，纳入绿色金融支持范围，并作为享受装配式建筑优惠政策的依据。

自治区组建全区统一的装配式建筑评价专家库，开发了装配式建筑评价系统，装配式建筑产业基地、示范项目和评价工作，通过系统进行申报、专家抽取、公示评定结果，对装配式建筑发展进行统计分析。装配式建筑是建筑业实现双碳目标的重要技术路径，是建筑业供给侧结构性改革的重要举措，对实现资源节约、减少污染、提升质量安全水平、推进建筑业转型升级有着重要意义。

甘肃：兰州推广绿色建材提升建筑品质

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。

太原预计年底前完成 260 公里燃气管网更新

今年，山西省太原市将继续深入推进燃气安全专项整治重点工作。预计年底前，全面完成使用 30 年以上共 260 公里老旧燃气管网的更新改造。

据了解，老旧燃气管网的更新改造涉及市政道路管网 55 公里、老旧小区庭院管网 205 公里。为确保按时完成改造，

太原市明确将存在安全隐患的燃气管线，优先纳入老旧小区更新改造计划，编制方案优先考虑、资金安排优先保障、竣工验收优先审查、落实属地安全责任。同时，开辟绿色通道，由行政审批部门统一办理市政道路掘路手续，并按最低价收取修复费，从根本上消除燃气安全隐患。

今年吉林计划改造 1100 个城镇老旧小区

2022 年，吉林省在确保 2021 年开工改造的 1623 个城镇老旧小区全部完工的基础上，将计划开工改造 1100 个城镇老旧小区。这是从近日召开的吉林省城镇老旧小区改造 2021 年工作总结会暨 2022 年工作部署会上了解到的。

据了解，吉林省 2020 年度计划改造的 1945 个小区全部完工，2021 年度计划改造的 1623 个小区提前 3 个月全部开工，进度排名全国前列。高标准完成中央巡视反馈问题整改，高质量完成国务院年度大督查的

考核。全省城镇老旧小区改造工作在机制创新、工程建设、长效管理机制等方面取得新突破，群众的获得感、幸福感、安全感得到进一步提升。

2022 年，各市县将围绕年度工作目标，进一步做好强化组织领导、加快方案编制、加强施工组织、拓宽融资渠道、完善长效机制、抓好问题整改、典型示范引领等多方面工作，确保 10 月底前，2021 年开工改造的 1623 个小区全部完工、2022 年计划改造的 1100 个小区全部开工。

海尔磁悬浮助力互盟科技 5G 数据中心节能

近日，赋能新基建 助力碳达峰——深圳互盟科技 5G 数据中心磁悬浮冷水机组交付仪式在青岛举行，双方领导共同出席。海尔中央空调携手国际高标准数据中心，共同探讨绿色建筑节能解决方案，推进产业结构绿色发展。

互盟科技 5G 数据交换中心按照国家 A 级标准建设，其总面积为 30,000 平方米，机柜数量达 4,200 个。整体规模较大且数据中心需要常年制冷，对空气系统稳定性要求极高。此次合作采用的用户工况下冷量规模达 6000RT 的海尔磁悬浮解决方案，冷量规模大；且机组无机械摩擦、产品稳定，可以实现常年制冷不停机；另外，深圳市政府对数据中心节能要求很高，要求 PUE1.25 以下，海

尔磁悬浮高效机房，正好满足了项目需求，节能省电，将为数据中心带来长远的利益。

深圳互盟科技 5G 数据中心项目方参观了海尔中央空调中德互联工厂并进行产品验收，现场感受海尔中央空调智能制造的生产流程，了解了产品的精细化生产以及优势。全方位参观后，项目方对高标准、智能化、井然有序的高质量智造流程以及高效节能的产品表示肯定，赞扬了海尔中央空调对于行业发展的重要意义。



格力多联机助力超高建筑武汉金银湖大厦

金银湖大厦由一幢 47 层高的 5A 写字楼和五星级酒店（建筑高度 199 米），十幢 2 层至 4 层高的商业楼组合。作为目前武汉东湖区建设最高的写字楼，成为当地的地标性建筑，为武汉的发展增添了不少活力。格力中央空调凭硬核科技，以其卓越的品质，成功中标该项目，为其提供旗下 GMV6 人工智能多联机，助力该项目的高效节能。

格力 GMV6 人工智能多联机是应用 G-AI 人工智能技术的收款人工智能多联机，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。并且可实现模块化组合，根据项目情况选择分期施工，不仅

可减少项目的初投资，后期的运营费用以及维护成本也可得到充分的保障。

本次服务武汉金银湖大厦，再次肯定了格力中央空调在湖北乃至华中市场的口碑及影响力，格力综合性解决方案在有效降低建筑能耗的同时，也能很好地提升整体运营成本，具有很好得经济效益和社会意义。



荏原海水源离心热泵助力锦医大构建清洁供热平台

近期，锦州医科大学的离心式热泵到货并就位完成，锦医大总占地面积 85.13 万 m^2 ，总建筑面积 38.83 万 m^2 。由荏原 2 台高效离心式热泵机组和 1 台螺杆式热泵机组联合为校区提供清洁采暖服务，为全校师生提供温度适宜的学习空间环境。

该项目 3 台热泵总制热量为 8550kW，与众不同的是热泵机组的余热源为海水，荏原凭借多年的材料选择和换热计算经验，对设备管材和板材等优化配置，彻底解决了海水腐蚀性强的问题。采暖季运行时，离心式热泵机组回收海水余热，提供 45℃ 的采暖温水，而螺杆式热泵机组更是输送出 60℃ 生活温水，年回收总余热 92000GJ，节约标煤 3110t/年，减排 CO_2 8200t/年。

荏原冷热（中国）凭借节能的溴化锂吸收式产品、高效节电的电制冷产品、节水消雾的冷却塔产品以及系统集成、节能服务等能力，为国内工业节能和建筑节能领域贡献了巨大力量。不仅仅在工业余热回收领域拔得头筹，在建筑节能降耗领域也是出类拔萃，荏原服务的高等学府不胜枚举，凭借稳定的产品和优质的服务为高校学子们打造舒适的科研空间。



约克 VRF 成功服务安徽农业学院图文信息中心

当前，教育行业正得到前所未有的关注和重视，高等教育，关系着国家实力和发展方向，一直以来都是社会各界关注的焦点。约克 VRF 作为深耕中国市场多年的品牌也一直为高等教育、科学进步贡献属于自己的力量，近日，约克 VRF 教育领域再发力，成功中标安徽农业学院图文信息中心。

安徽农业图文信息中心，为框架结构，地上 5 层，总建筑面积约为 18892.08 平方米，外立面为玻璃幕墙。作为专业性场所，针对空气处理系统的稳定性、能效比等要求高的特性，约克 VRF 为其制定了全面的综合性解决方案，提供绿色建筑。

格力磁悬浮离心机服务长江口中华鲟自然保护区

近日，格力中央空调成功中标长江口中华鲟自然保护区基地二期工程项目，为其提供三台 500RT 磁悬浮变频离心式冷水机组，打造高效、舒适、节能的环境。

目前，规划占地约 263 亩的长江口中华鲟自然保护区基地二期正在紧锣密鼓地建设中，预计年底完工，基地将成为一个专业化水生生物“世界级生态岛”的地标，更好地推动长江水生生物保护工作的重点工程。

事实上，格力中央空调凭硬核科技，以其卓越的品质，广泛服务于各大领域。并且多年来格力始终坚持质量为先、科技创新为驱动，不断提升产品质量和技术，广获市场认可。未来，格力中央空调将持续创新卓越的品质，推出优质的产品与服务，不断展现“中国造”的实力与魅力。

美的 4 台离心机服务河南省第二儿童医院

新年伊始，美的楼宇科技即迎来开门红，其所中标的河南省第二儿童医院项目顺利到货。深耕市场多年的美的楼宇科技，在医疗细分领域打造了很多具有针对性的空气方案，立足于河南省第二儿童医院提出的需求，美的楼宇科技提供了 3 台 1300RT 高压离心机、1 台 600RT 变频直驱离心机，为其量身打造了一套解决方案。

据了解，河南省第二儿童医院建设是洛阳市重点民生实事和省、市重点项目，用地面积 126.75 亩，总建筑面积约 25.2 万平方米，总投资约为 17.4 亿元，床位设置 1500 张，日门、急诊按 5000 人次设计，拟设临床及医技科室 38 个。其中，一期核定床位 500 张。该项目建成后，将成为豫西地区科室最全、水平最高的儿童专科医院，成为豫西

地区儿童区域诊疗中心，为保障全市乃至豫西地区儿童的健康与家庭幸福作出应有的贡献。

众所周知，医院中央空调系统运行时间长、运行率高，所消耗的能源也高，院方对系统节能性、产品品质等要求都有严格而又谨慎的筛选标准，特别是在“双碳”背景下，医院作为高能耗的建筑场所，对能效的要求也越来越高。作为客户放心的品牌，美的楼宇科技不断发展的技术显然与这种趋势不谋而合，在一次又一次的典型案例中展示出更加绿色、节能、高效的综合解决方案。



盾安中央空调再树电子净化项目标杆

日前，盾安中央空调用过硬的技术、优异的品质和全方位到位的服务在电子净化厂房领域再树标杆样板，成功中标立臻精密智造（昆山）有限公司半导体先进封装项目，为其提供离心机 10 台、风冷螺杆 22 台、组空 54 台、DCC390 套、拓展柜机 375 台、风机盘管 1408 台，总金额超 3000 万，在电子净化领域喜迎 2022 开门红。

据了解，立臻精密智造（昆

山）有限公司厂房建筑面积约 120863.84 平方米，项目建成后年产智能手机 547 万台/年，产品可广泛应用于通讯、消费、网络浏览、应用程序下载等领域，项目总投资 1.3 亿元。实际上，此次盾安中央空调的成功中标，一方面是盾安中央空调在产品研究和技术研发实力上的体现，同时也是盾安中央空调在净化领域市场口碑绩优的体现。



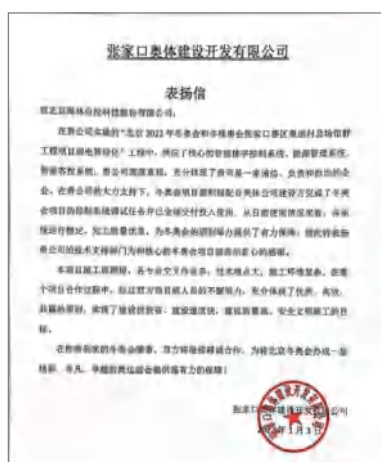
海林自控获得冬奥建设方“表扬信”

日前，北京海林自控科技股份有限公司收到来自张家口奥体建设开发有限公司的“表扬信”，在信中特别提到，在海林自控实施的“北京2022年冬奥会和冬残奥会张家口赛区奥运村及场馆群工程项目弱电智能化”工程中，海林自控积极配合，在紧密的施工周期里完成了优质且高效的交付，为冬奥会的顺利举办提供了有力保障。

据了解，在该项目中，海林自控提供了核心的智能楼宇控制系统、能源管理系统、智能客控系统等多方面的建筑控制及管理解决方案，在有限的施工周期里，及时进行了相关设备的安装并完成了调试。特别是在交付完成后的试运行阶段，这一系列的解决方案均保持了稳定的运行，得到了多方一直的好拼。

冬奥会开幕在即，对于海林

自控来说，作为民族品牌的代表，深度参与进众多冬奥会场馆的建设中，不仅是其自身硬实力的体现，更是民族品牌在奥运会这样一个国际舞台上发挥自身实力和品牌影响力的体现。而此番获得官方的表扬，无疑是对海林自控这份自信和实力最好的例证。



开利发布全新 XCT 8 系列多联机

1月7日，以主题“新起点 新腾飞”开利多联机全新 XCT8 系列发布会在佛山召开。据悉，此次发布的 XCT8 系列，是开利空调在自身多联机产品上的又一创新产品。2021年，随着开利全球多联机及轻商产品制造及研发基地落户广州佛山，开利针对多联机市场的全新一轮发展战略同样步入了新台阶。

全新的 XCT 8 系列，针对目前市场中对于多联机产品的功能需求实现了一应俱全，不仅在制冷热功能和湿度控制上依然能力出众，同时还可以实现对于空气中的甲醛、雾霾等有害物质的一招解决，并能够稳定送出新风，并用以多样化的控制模式，助力舒适家居气候系统环境的打造。



富士通将军中央空调(无锡)荣获“江苏省绿色工厂”称号

日前，经江苏省绿色工厂（第二批）名单公示通过，富士通将军中央空调（无锡）公司荣获“江苏省绿色工厂”称号。绿色工厂是工信部为贯彻落实国家《“十四五”工业绿色发展规划》，加快推动绿色制造体系建设，打造绿色制造先进典型，引领相关领域工业绿色转型，通过自主申报、第三方机构评价，经地方审核，省级组织专家论证、专题会审等多个环节从而确定的。

富士通将军中央空调（无锡）公司自成立以来就十分重视节能环保工作，为了践行“共创未来”和“可持续经营”企业理念，响应政府号召。公司于2019年制定了“绿色工厂”建设规划，组建了绿色工厂工作小组，公司先后进行淘汰落后电机设备、LED灯改造，重要耗电设备节能改造，选用节能环保型设备，2020年6月，公司还安装建设了分布式光伏发电站，并于2020年8月初正式连网投入使用。产品还入选工信部“第五批绿色制造绿色设计产品名单”，次荣获“江苏省绿色工厂”是对该公司绿色生产制造水平的肯定。



海信多联机中标咸阳陕六建办公楼项目

近日，海信中央空调中标陕西建工第六建设集团有限公司办公楼项目。作为拥有工程设计建筑行业 and 市政行业双甲级资质的建筑设计研究院、省级企业技术中心，陕西建工第六建设集团有限公司对于设备的选择和设计方案的评估自有一套专业的标准，而海信多联机能够从层层专业的选拔中脱颖而出，无疑也佐证了其实力所在。

海信中央空调此次选择多联机产品为其办公楼项目保驾护航，也是基于其多联机产品从自身出发，采用国际一流 6S 标准，从选材、加工到检测，严格遵守“一流”标准作业，保证所有产品精细均一的可靠品质，耐得住低温、雷击、暴雨等各种恶劣环境的考验；在安装服务方面，海信还从“匠、规、器、材、工、调”六大方面提出六“精”标准，实现安装服务从头到尾的全面覆盖，为陕西建工第六建设集团有限公司提供更为规范化的全流程、一体化服务。

不仅产品品质值得信赖，在项目完成完成后的调试过程中，海信中央空调同样呈现出了自身的实力，使中央空调系统实现最优化价值。正是通过每一次专业而细致的服务，海信中央空调才能在区域市场树立起优质市场口碑，项目接踵而至，体现出强劲的市场竞争力。



LG 中央空调服务成都城厢镇综合服务中心项目

成都城厢镇综合服务中心位于成都市青白江区，总建筑面积为 28527.73m²，项目毗邻城厢镇天府文化古镇，是城厢镇重要的公服设施配套项目，规划建设便民服务中心、市民活动中心、社会管理服务中心等功能，由于公共市政建筑能耗成为重点考核指标之一，LG 中央空调 MULTI V 5 PRO 多联机凭借高效节能、稳定可靠、舒适低噪、集中控制等优势，成功服务该项目，在公建领域



再树节能样板。

该项目对整体解决方案的能耗、环保、舒适都提出了较高的要求，LG 中央空调从客观条件出发，经综合分析后为其提供 41 套 LG 最新一代全直流变频 MULTI V 5 PRO 多联机+480 台风管式室内机，为用户打造“量身定制”的适配解决方案。机组采用全变频技术、智能负荷控制技术、自动冷媒控制技术、高压回油技术、温度湿度双感知以及智能可变冷媒回路技术，使得机组具有超高的能效。最高综合能效达到 10.0，超过国家的一级能效，室内机采用直流电机，其耗电量比市场同类产品的耗电量节省 20%~30%。

天加多联机助力打造柳州乐和大厦 5A 级商务综合体

乐和广场为一栋 42 层的高层建筑，10 万余 m² 超大规模，集星级酒店、5A 写字楼及大型精品百货商场于一体，为了提升空间舒适性，给顾客带来更贴心的服务，柳州 5A 级商务综合体乐和大厦携手天加多联机，为消费者提供舒适放松的购物和办公环境。

作为大型商务综合体，乐和大厦常年人流量密集，空气相对不流通，对空间的空气、温度要求高，需要高效率、高品质的暖通设备及配套方案。为确保购物和办公环境的舒适性，天加结合项目的建筑结构和具体需求，以 TIMSArk 全直流变频多联机 1800 匹，大容量 / 超薄静音式风管机 / 环绕出风室内机等 500 余套，为其提供了优质的解决方案，总制冷量高达 5050kW。

由于多联机系统简单，运行节能等特点，被广泛应用于商业

地产项目中承担调控区域冷暖的作用。秉持着“洁净看得见”的空调理念，天加 TIMS 洁净多联机始终致力于为舒适性区域提供洁净，健康的空调系统解决方案。天加 TIMS 洁净多联机依托十多年日式多联机研发经验、二十多年空气净化技术经验，在商业地产行业愈发关注舒适区洁净健康的背景下，为全过多地的地产项目都提供节能舒适的解决方案。



丹佛斯能量计助力北京国家会议中心

北京国家会议中心二期项目位于奥林匹克公园中心区内，占地面积 13.88 万平方米，总建筑面积为 48.7 万平方米。主体建筑地上总建筑面积 25.6 万平方米，除主场馆外，国家会议中心二期项目还将配建酒店、写字楼、商业文化休闲街区等配套设施。项目建成后将与现国家会议中心连为一体，形成总规模超过 120 万平方米的世界一流、功能完善、达到足够规模的会展综合体。

作为超大规模的综合体项目，国家会议中心二期能源消耗极大，丹佛斯引入智能楼宇控制的概念，对建筑整体的能源进行监测、管控。在确保系统舒适性的前提下，更加合理的利用能源，以达到节能的目的。此次丹佛斯采用超声波能量计，精准计量每个水环路能量，与平衡阀协同合作，达到对空调部分负荷的监控，进一步的节约能耗，系统高效的运转，助力北京国家会议中心系统节能。

海尔中央空调入选智能制造试点示范工厂

近日，工业和信息化部公示了 2021 年度智能制造试点示范工厂揭榜单位名单，海尔中央空调光荣入选，获得又一国家级荣誉。海尔中央空调互联工厂是世界上首个中央空调智能互联工厂，弥补了大型暖通设备行业大规模定制的空白，为全球用户提供全生态互联的智慧节能中央空调产品。

海尔中央空调以追求用户最佳体验作为驱动力，针对大型商用中央空调“快速设计和交付”、“用户需求快速响应”等行业特征，搭建从用户下单、智能生产到用户体验的大规模定制平台，实现产品全流程各环节全生命周

期实践应用。通过智能化、节能化、柔性化、数字化及连接生产全要素、贯穿制造全流程的智能互联体系，有效提升用户体验，实现生产效率与能源利用率大幅度提高；同时减低运营成本、缩短产品研发周期，取得了显著的经济与社会效益。

海尔中央空调在智能制造领域不断突破，通过智能化容器焊接 & 装配技术突破，智能柔性生产设备及在线智能检测设备升级等，实现生产过程数字化向智能化迈进，推动制造业发展变革。获评智能制造示范工厂，是对海尔中央空调互联工厂从智能化生产到行业领先地位的全面肯定。



西屋康达高效机房水冷直膨顺利通过第三方权威机构检测

日前，西屋康达以南宁地铁 4 号线那洪立交站为试点打造的地铁超高效水冷直膨空调系统顺利通过第三方权威机构检测。此机房能效比 COP 值 5.5~6.5，全年机房能效比 6.22，远高于行业 3.5 的平均水平。

常规地铁通风空调系统，招标分为冷水主机、末端、风水联动三个标段，多次投标工作量庞大，时间长，采用水冷直膨式地铁通风空调系统，一次招标，责任清晰，大大降低投标工作量，缩短时间。同时，相比传统系统取消了冷水主机、冷冻水系统，使整个空调制冷系统简单，同时避免冷冻水系统在二次热交换的传热损失，提高整个空调制冷系统能效，减少空调运行费用。

目前在我国常规自动控制水平下运行的空调系统制冷主机房年平均能效比为 3.5 左右，西屋康达高效水冷直膨系统（机房能效比 5.5~6.5），领先于行业平均水平，全年可获得 ≥57% 的节能效果。



甘肃双良与华能甘肃公司开启战略合作模式

近日，甘肃双良能源系统投资有限公司与华能甘肃能源开发有限公司签订战略合作框架协议。双方将在供热市场开发、智慧供热系统、智慧能源管理系统、工业余热回收和智慧农业联动、碳交易等领域展开深度合作，同时推进在光热、光伏技术研发、设备供应配套生产和获取新能源项目建设指标等领域的全方位深层联合开发。



华能甘肃公司是中国华能集团在甘肃省设立的全资区域子公司，目前华能甘肃公司管理口径发电装机容量1162.31万千瓦，约占甘肃省装机容量的五分之一。2021年发电量超420亿千瓦时，约占甘肃省总发电量的四分之一，年供热量4300万吉焦，供热面积超7300万平方米。十四五期间，华能甘肃公司将稳步推进陇东“风光火储输”一体化绿色智慧综合能源基地及配套工程建设，积极实施河西走廊新能源项目综合开发。

甘肃双良是双良集团旗下慧居科技的子公司，目前，慧居科技在山西、河南、内蒙、甘肃经营清洁能源集中供热项目，现已获得当地政府特许经营权约6亿平米，实现供热6000万平米。甘肃双良现已成为地方集源、网、站、户为一体的智慧集中供热服务企业。为推进地方清洁能源供热和余热利用，先后与西固热电公司、金川集团、酒钢集团就热电联产、冶炼余热回收利用开展相关的合作。

海尔物联多联机焕新系列助力华东师范大学

近日，海尔中央空调华东市场传来捷报，成功中标华东师范大学改造项目，使用旗下焕新多联机解决方案，为该项目全方位打造智慧绿色校园。

华东师范大学是新中国第一所师范类高校，在这所百年学府里，信息楼和物理楼两座楼的多联机空调使用时间已超过10年，近几年，两座楼的空调已进入维修高峰期，为保证校内师生寒冬以及酷暑的室内环境的舒适度，空调系统的改造焕新已经迫在眉睫。海尔中央空调物联多联机焕新系列改造方案不仅可以满足客户不破坏装修的需求，也可大大

缩短工期，获得项目方的最终得高度认可。

海尔更新多联机安装方案完全超出了校方的预期，不仅施工过程中不影响校方的正常办公，工期相比于其他方案节省了一半。海尔中央空调采用无限多联、远程控制、智慧云服务的方式进行控制，安装完成后不仅完全祛除了故障问题，而且节能效果大大提升，实现管理节能达31.7%左右。该项目作为海尔中央空调迄今为止无限焕新多联机最大的项目，在多联机焕新领域具有典型的示范作用。

约克VRF荣登网易2021年度家居冠军榜

1月15日，为激发优秀品牌的引领作用，助推行业蓬勃发展，由网易新闻家居举办的“严选好家 向好生活提案—网易2021中国家居冠军榜暨拓格奖颁奖盛典”在云端隆重举行，家居行业头部品牌齐聚盛典。

本次盛典，共颁发“行业卓越贡献奖”、“卓越影响力品牌”、“匠心质造品牌”、“先锋创新品牌”等十大重量级奖项，遴选行业优秀标杆，共同见证行业冠军能量。此次，约克VRF中央空调荣获2021年度中国家居冠军榜——匠心质造品牌。

约克VRF中央空调秉承匠心精神，恪守细节标准，追求高端品质，以专注的姿态，铸就品牌态度，与暖通领域佼佼者共同探索未来人居新方式。未来，约克VRF中央空调将继续深耕尖端科技领域，努力完善并升级产品体系，打造智慧

化空气解决方案，引领家居空气调节系统不断进化，为千万家庭开启舒适生活的新想象。



美的水机数智化营销平台重磅发布

为实现数字营销，更好地以科技赋能产业，构建智慧服务体系，日前，美的楼宇科技事业部水机产品公司研发中心和先行研究中心联合开发的“美的水机数智化营销平台”正式上线。平台囊括全系列美的水机产品，从0到1为用户提供最佳的智慧能源系统解决方案。

美的水机数智化营销平台以美智解建筑负荷仿真、主机、离心压缩机产品智选、系统数智化分析、动态数智仿真与控

制、极速生成专业报告，五大核心功能模块，助力数智化营销体系踏上新征程。

水机数智化营销平台是美的楼宇科技水机营销迈入数智化进程的关键一步，秉承“把复杂留给美的，让用户更简单”的设计理念，将致力于为客户提供更优质的服务。未来，水机数智化营销平台将成为美的楼宇科技开拓市场的一把利器，助力美的水机产品引领行业风骚。

中广电器入选浙江省“专精特新”企业名单

近日，浙江省经济和信息化厅公布了2021年度浙江省“专精特新”中小企业名单，中广电器实力入选！“专精特新”是指具备专业化、精细化、特色化、新颖化四大优势的中小企业，是新时期拉动经济增长、实现技术创新的重要力量，也是实现产业高质量发展的主要驱动力。

自2006年创立以来，中广电器坚持深耕空气源热泵领域，在研发与技术上积累了双重优势，打磨出了深厚的企业竞争力。秉承“为人类构建绿色生活新空间”的使命，企业坚持

走科技创新、绿色节能的发展路线，致力于实现热泵、暖通等产品的全生命周期绿色制造，并通过奋斗在行业里奠定了领军地位。

我国高度重视引导中小企业走“专精特新”发展道路。扶持专精特新企业，围绕这些产业进行基础升级，从而攻破制造业短板和被“卡脖子”难题，是我国坚持走科技强国路线、突破制造业困局的意志体现。在“双循环”的大格局下，中广电器入选这一名单对整个行业的发展也有着巨大的引领作用和重要意义。

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。

热立方再次刷新欧标能效新高度

作为国内热泵技术领先企业，18年来，热立方通过持续的技术创新成为清洁能源领域的先行者和开拓者，并拿到了欧盟热泵委员会Q-Label认证，其中中央空调地暖机的采暖能效达到并远超欧标A+++能效等级标准。近日，该产品的热水能效凭借行业领先的欧标COP值（3.570）和热水效率（146%），再次刷新能效新高度！

热立方中央空调地暖机是一款多功能的高端热泵产品，一台产品就可以解决家庭采暖、制冷和热水需求，在采暖能效上远超欧标最高的A+++能效等级标准。这次，研发团队经过艰苦的技术攻关，大大提高了热立方中央空调地暖机的热水能效COP值，有效提升了中央空调地暖机的市场竞争力。

据热立方公司总裁及首席技术官童凤喜介绍，产品出众的节能效果得益于热立方自主研发的Odin-smart智能控制系统、多联式异径管换热组件、独特流体力学通道设计等多项核心技术的应用。由于热水在居民日常生活中的使用量较大，热水和采暖是家庭能源开支的重要部分，这款产品的应用，将帮助家庭大大降低电费支出。



格力中央空调助力冬奥会场馆建设

格力中央空调服务覆盖医药、工业制造、数据中心、文体娱乐、城市建设、地产住宅、清洁能源等多个领域重大工程项目。

在本届北京冬奥会场馆建设中，格力中央空调以卓越品质和节能高效的产品一举中标包括国家游泳中心、国家速滑馆和北京冬奥村等多个项目的暖通配套设备。格力为国家游泳中心提供了3台低温风冷螺杆机组、集成冷冻水系统、设备群控等多种智能化控制技术、组合式空调机组，为国家速滑馆配备了永磁同步变频离心机、主体建筑智慧冷源系统、建筑信息模型 BIM 系统，为北京冬奥村提供了磁悬浮变频离心机、GMV6 人工智能多联机产品。

国家速滑馆采用荣获国家技术发明二等奖的永磁同步变频离心机，完美保证了这一国家重大标志工程的施工质量及进度。国家游泳中心在冬奥会期间将作为冰壶项目的比赛场馆，采用格力全年制冷螺杆机，保证在室外极端环境温度 -20℃ 下，能够稳定可靠制冷，同时能够做到冰面、比赛区、看台区三层精准控温。北京冬奥村为打造舒适、健康、环保的居住环境，在住宅区选用了格力雅居系列中央空调，室内波动误差范围更小，为运动员提供良好的睡眠环境。在商业区、餐饮区、教育区等，选用国际领先技术的格力磁悬浮永磁同步变频离心式冷水机组与 GMV6 人工智能多联机，配套 ZF 系列风机盘管、新风热回收机组满足温度需求，选用组合式空调新风机组过滤空气中 PM_{2.5}、有害物质，打造绿色健康环境。

奥利凯空调服务曹县“市民之家”项目

近日，奥利凯空调高效环保、运行平稳的产品品质再获青睐，凭借突出的实力成功入驻曹县智慧农谷项目“市民之家”。

山东曹县智慧农谷项目二区特色中国曹县馆 B 厅“市民之家”，是曹县智慧农谷项目建设工程中最先开工建设的一项公共建筑，该建筑面积为 16656.97 平方米，共有三层。“市民之家”的投入使用为曹县进一步优化营商环境、推进政务服务便民提供了重要条件。

作为政务服务的重要场所，

由于职能需要，在有制冷、制热需求的时节，空调机组要保持长时间的运行，除了保障室内舒适的办公环境外，节能同样是着重考虑的要点，奥利凯根据用户需求为其提供了空气处理机组、新风换气机组以及风机盘管机组的解决方案。长期以来，奥利凯持续专注于区域市场，注重塑造品牌口碑。不仅如此，除了优质的产品外，完善的售前、售后服务也是奥利凯能够在区域市场快速发展的重要原因。

天加模块机护航江苏富乐德半导体

近日，天加江苏市场传来捷报，旗下模块机产品获得了江苏富乐德半导体科技有限公司青睐。据了解，本次项目天加共提供 19 台一级能效低温模块和 7 台一级能效变频模块，目前已经进入施工调试阶段，即将正式进入服役阶段。

江苏富乐德半导体科技有限公司在东台市投资建设覆铜陶瓷基板和高纯石英半导体新材料两个项目。作为区域政府特别关注的项目，加之半导体

生产对系统节能个更高要求，选择合适的中央空调品牌及产品至关重要。最终天加所提供的模块机高效节能系统解决方案获得了甲方的认可。

近年来，天加持续加码技术研发，实现产品能效升级，为广大客户提供更具价值的系统解决方案。随着本次项目的落地，天加将在江苏市场再度树立起模块机优质样板项目，提升品牌在模块机市场的知名度与竞争力。

平欧成功中标海凭国际（湖南）医疗器械产业园

医疗器械行业是医疗卫生事业发展的重要组成部分，面对人民群众日益对高质量医疗服务的需求，对医疗器械产品的技术水平质量要求也越来越高。医疗器械产品的研发、测试、生产，对环境的要求异常严格。凭借产品优秀的性能，可靠的质量先后中标多个医疗器械项目，此次再次成功中标海凭国际（湖南）医疗器械产业园项目。提供了净化

空调机组。

海凭国际（湖南）医疗器械产业园，是国内首家助推型医疗器械园区，核心业务主要有三大板块：医疗器械产业园区的建设招商、医疗器械产业园区的运营管理，以及医疗器械实业的投资发展。园区一期建设面积 11 万平方米，引进医疗器械生产企业 36 家，二期工程规划建设面积 14 万平米。

新征途，激情中广步入万亿赛道

1月18日，“新征途 激情‘泵’发”2021中广电器年终全体员工大会圆满召开。本次大会以云直播形式进行，中广电器董事长朱建军在会上讲话，分享了2021年度中广电器取得的良好市场成绩，总结了企业运营情况的复盘反思，并解读了企业站在2022跨越式发展转折点上的一系列布局等大动作。

朱建军在讲话中明确了企业对新一年的战略定义。他强调，“2022年是中广电器跨越式发展的一年”，是决定中广电器能否在暖通、空调这个全新赛道中持续发展，能否实现企业破圈突围的重要转折点。“既然中广电器做出了如此重大的布局，便代表着我们在义无反顾突围的路上，没有丝毫

退路可言！开局，即是冲刺！

朱建军表示，过去中广电器始终在讲四个重塑，即品质、品牌、团队、渠道，今年将在原有的基础上增加服务重塑。朱建军还强调，中广电器即将进入的是一个万亿市场的大赛道，要面对全新的竞争对手，因此全体中广人一定要保持“二次创业”的激情和初心，一定要坚定精益求精的信念，一定要坚守持续创新的意思，一定要坚持不懈奋斗的精神，如此才能够新的赛道上去完成新的企业使命。



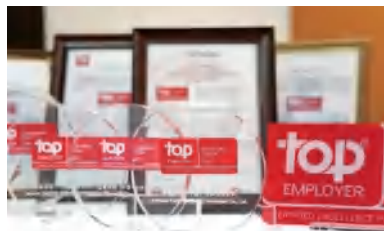
江森自控连续 11 年荣膺“中国杰出雇主”

近日，杰出雇主调研机构（Top Employers Institute）揭晓“中国杰出雇主 2022”榜单。全球智慧、健康、可持续建筑领军企业江森自控再次获得殊荣，连续第 11 年获评“中国杰出雇主”。

江森自控副总裁兼中国区总经理朱永焕表示：江森自控连续第 11 年蝉联‘中国杰出雇主’，这是对我们人才管理和企业发展方面长期努力和实践的高度认可。‘以人为本’

是根植于江森自控基因深处的价值观，公司始终将员工放在首位。我们将继续与员工一起，为打造一个安全、舒适和可持续发展的世界而努力，为实现个人、企业、社会的三方共赢而努力。

江森自控非常重视建立多元、平等和包容的企业文化，在公司各个层面切实践行并不断完善相关举措。人才是企业发展的支柱，江森自控始终践行“以人为本”的理念，持续投入，积极吸引并培养优秀人才，致力于为员工提供适合其自身的成长机会。企业文化建设、人才培养的成果也进一步驱动着江森自控成就使命，推动可持续发展，以智慧科技助力实现健康人类、健康场所、健康地球。



助力双碳，三菱重工海尔携手华元地产共赢绿色低碳新未来

为践行国家节能减排政策，响应国家清洁采暖的号召，近日，三菱重工海尔与华元房地产开发有限公司达成战略合作，双方强强联合，实现互利共赢。

华元地产作为河北地区最具影响力的房地产企业之一，一直践行绿色低碳发展理念，此次的华元一世界和一世界书香华府项目整合了包括餐饮、娱乐、住宅等在内的多种功能，如此复杂的商业综合体对取暖配套设备的绿色节能、健康舒适等要求更为严格。

三菱重工是世界上最早研发热泵的企业之一，持续为实现环保及高效不断努力，三菱重工海尔传承百年三菱重工的技术和产品，不断在节能、舒适领域开拓创新；作为暖通行业的领军品牌，始终站在助力“双碳”发展的格局下，持续拓宽绿色发展之路，引领行业高质量发展。此次，三菱重工海尔中央空调赋能华元地产旗下项目，聚焦“双碳”目标，携手打造清洁采暖样板工程，共同为推进建筑节能贡献力量。

青岛海信日立空调系统有限公司入选 2021 年国家级“绿色工厂”

为推动国家绿色制造，助力工业领域实现碳达峰、碳中和目标，国家工信部组织评选国家绿色制造名单。1月21日，国家工信部发布2021年度绿色制造名单，青岛海信日立空调系统有限公司成功入选国家绿色工厂。

青岛海信日立空调系统有限公司将继续坚持绿色发展理念，重点打造先进制造体系，不断推出新型节能与环保技术产品。

浙江中广电器股份有限公司正式更名为浙江中广电器集团股份有限公司

近日，浙江中广电器股份有限公司（以下简称“中广电器”）正式更名为浙江中广电器集团股份有限公司（以下简称“中广电器集团”），属于中广电器集团的新战略时代，来了！

中广电器深耕空气源热泵领域17载，从单一空气能热水器到“5C舒适家”转型大暖通领域，企业紧跟时代脉搏，预判未来发展趋势，多次迭代升级。如今，中广电器已站在空气源热泵领域的潮头，领航舒适家居行业。基于公司长远发展的需要，为进一步做大做强企业，经研究决定并经工商行政管理局审核，企业名称由原来的“浙江中广电器股份有限公司”变更登记为“浙江中广电器集团股份有限公司”。

中广电器集团的成立，标志着企业开启了全新的集团战略布局，代表着公司进入了全新的战略时代起点，全新成立的中广电器集团将立志成为一家创新驱动的消费产业集团，围绕健康、舒适、智能三大核心来布局产业链。目前，旗下设立9家全资子公司，包含中广暖通、中广饮水、卡洛尼新风、中浩电子、宜刻电子商务、我酷家电、欧特莱克、北京新能源、北京欧特斯，以及6个事业部，包含房配事业部、ODM事业部、电商事业部、智能家居事业部、家用空调事业部、生活电器事业部。浙江中广电器集团股份有限公司与大家携手走向中国人居绿色、健康、舒适、智能的新消费时代。

博浪40吨模块承压热水系统进驻浙江衢州科润公寓

临近年尾，博浪空气能模块承压热水系统成功中标浙江衢州科润智能控制股份有限公司公寓项目，在寒冷的冬季，充分保障该项目的热水需求。

商用热泵热水市场作为近两年热泵产业稳定增长的重要品类，如何满足用户的个性化需求是产业突破瓶颈的关键一环，承压式热泵系统则将开式热泵系统的“死水”变为“活水”，真正为用户提供了更加健康和舒适的热水，成为撬动商用热水市场的新活力。博浪10多年

来一直坚持模块承压水系统的研发，助推商用热水领域进入“承压时代”，也让自身贴上了特有的标签。

得益于在市场中的长期经验积累，成功中标该项目，也可以说是水到渠成，同时也为博浪在当地积攒了良好的市场口碑，更进一步扩大了其品牌影响力与知名度。未来，博浪空气能将持续深耕商用空气源热泵领域，为更多的用户带来舒适的热水体验。

台佳空调中标菏泽现代医药港建设项目

近日，台佳中标了山东菏泽现代医药港项目，根据前期项目需求，为其提供一体双冷高效冷水机组和水冷螺杆机组，通过相关的智慧解决方案来满足用户需求。

据了解，菏泽现代医药港是山东省重大项目，也是菏泽市生物医药产业的龙头项目。近年来，菏泽市坚持把生物医药产业作为首选产业重点发展，聚力打造菏泽现代医药港。去年8月启动建设以来，菏泽现代医药港累计签约项目38个、总投资130亿元，合同引进药品文号191个，其中创新

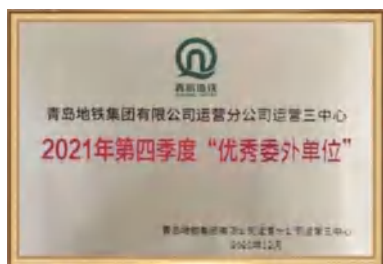
类药品15个，吸引了北京科信必成、北京康辰等一批国内知名企业落地，跑出了新技术、新产业、新业态、新模式“四新”经济高质量发展加速度。

作为在医药领域有着诸多合作企业的暖通空调企业，台佳用一个个示范项目奠定了其在医药细分领域的地位，尤其是在组合式一体机方面更是拥有很大的比重。此次中标菏泽现代医药港项目，随着后续企业的陆续入园，台佳将会为更多企业提供相关的产品和服务，为持续推动医药港建设添砖加瓦。



海尔中央空调助力青岛地铁高效运营

海尔中央空调助力青岛地铁3号线获用户频频点赞，第四季度凭硬核服务实力荣获青岛地铁颁发的2021年第四季度“优秀委外单位”表彰。青岛地铁3号线线路全长24.9千米，线路连接青岛的两个火车站。起于青岛站，途经市南区、市北区、李沧区三个市辖区，共设立22站，横贯市区，截至2021年5月，最高单日客运量达51.36万人次。



面对繁忙的3号线地铁，海尔中央空调服务团队在运维中统筹落实全线水系统泄水及空调末端吹水工作避免低温天气下设备冻坏；冷水机组全线安全阀拆卸工作，空调主板及电伴热主板的维修，小型水泵的维修，设备间卫生清理，双体系下安全生产，完成例行巡检及维修等工作，从风水电各项维保工作全面落实。

同时，在设备维修方面，海尔中央空调服务团队积极主动完成安顺车辆段暖气改造工作，为冬季防寒保暖做好充分准备工作，保证设备运行正常，保障设备高效运行，彰显技术实力。通过不断升级服务体系，以更全面、更专业的服务标准为用户服务，赢得用户高度称赞。

顿汉布什助力首都体育馆升级改造

作为2022年北京冬奥会短道速滑和花样滑冰比赛的场馆，已经53年的首都体育馆实现了重塑与焕新，选用顿汉布什全面改造后的空调和新风系统，不仅进一步完善了速滑比赛场地对于恒温恒湿以及排风方面的要求，更是保障在安全、健康、舒适的环境下，为运动员和观众打造最佳的竞技和观赛体验。

作为重要的国家级项目，冬奥会各赛事场馆对于项目配套有着极高的要求。不仅对供

应商提供的产品及服务提出严苛要求，也是对品牌实力的检验。顿汉布什提供的中央空调系统解决方案，从设计选型、参数校核到生产制造，从开机调试、系统联调到运维培训，每一个环节都力求做到极致。由于冬奥会的赛事场馆项目属于首都体育馆改造项目，拥有施工难度更大、施工周期紧张等特点，顿汉布什中国工厂全力护航，通过合理调整生产工序，最终赶在项目供货期之前完成生产和验收评审，完美完成这“常规看来不可能实现”的供货期。

在国家大型公共建筑绿色节能减排的道路上，顿汉布什始一直在积极参与其中。顿汉布什拥有行业最宽广的产品线以及一百多年的技术底蕴，针对不同需求的客户群体，都能够提供高度匹配的节能方案和产品。



特灵离心机、螺杆机助力冬奥赛场

为推动“三亿人参与冰雪运动”和延庆区冰雪旅游产业发展提供新动力，特灵空调为本届冬奥会山地新闻中心和奥运村提供了包括2台CVHG离心机和3台RTHD螺杆机，所选机组的能效为国家一级能效。其中2台800冷吨离心机和1台350冷吨螺杆机应用在奥运村制冷站。奥运村总建筑面积11809m²，包含国际区、运营区、运动员区等功能区并与赛区交通设施联系密切，为永久建筑，赛后将转换为山地滑雪旅游度假区。2台190冷吨螺杆机应用在山地新闻中心。山地新闻中心，赛时可提供新闻媒体的赛事新闻发布及办公场地，主要功能包括新闻媒体工作区、多功能活动区、休息区、后勤服务区等，赛后为山地水疗运动中心。

延庆冬奥村于2018年12月30日开工，2020年底全面完工。冬奥村在设计上秉承“山林场馆群，生态冬奥村”的理念，而特灵全部采用高效冷水机组，超过国家一级能效标准，离心机采用最新一代环保冷媒R514A，助力延庆赛区建设绿色生态场馆，实现可持续发展，实现绿色、节能、可持续发展理念。借助冬奥火炬传递热度、冬奥盛世举办的“东风”，相信延庆赛区在冬奥会闭幕后必将成为冬季的“网红打卡地”。



LG 中央空调助力七喜集团医疗服务

七喜集团是一家集 IT、地产、大健康三大业务板块于一体的现代化企业集团，七喜集团旗下在亳州、揭阳、临沂、常德、宿州地区的医院，对温度的要求精准严苛，又因病人的身体差异，对温度的要求也各不相同。由于医院制冷面积较大，中央空调制冷运行时间较长，因此项目方对暖通空调系统的综合能耗、空气舒适度、设备静音效果等提出了较高的要求。

针对七喜集团的实际情况，LG 中央空调成立了专项项目组，致力于寻找一个最尖端的能源解决方案，全力保障七喜集团的医疗服务。经过 LG 中央空调技术工程师对各类方案的对比，最终选定了双级压缩高效变频离心机组方案。从空调系统运行角度思考，根据 8760 小时负荷曲线，搭配混合方案（该项目为 LG “变频+” 解决方案），精确满足医院房间的制冷采暖的需求。

经过多次的产品交流和实际用户的考察，七喜集团最终采购了 11 台 800RT 变频离心机和 3 台 900RT 变频离心机，LG 中央空调负责机组的技术指导和售后服务。签订合同后不久，总冷量高达 1600RT 的变频离心机组就在七喜集团的亳州医院完成了安装，其余的 9900RT 产品将于 2022 年全部安装完成。

以稳定卓越的核心技术作为支撑，LG 中央空调拥有着全系列的中央空调产品，基于丰富的产品线和领先的能源解决方案，也正用实力和行动来重新定义市场。

海信中央空调温暖守护，助力北方社区供暖改造

在“双碳”目标的号召下，北方地区的“煤改电”采暖改造发展的如火如荼，作为暖通行业的佼佼者，海信凭借着自身过硬的产品实力，推出能效比高的风冷模块机，在山东招远社区采暖改造中，为其提供风冷模块机设备，提高社区居民采暖幸福值。

据悉招远社区日常需要满足 24 栋楼居民的供暖需求，改造前使用的旧设备，因其水质差、设备壳管换热器长年累月被腐蚀、磨损，几乎全部破裂的状态，亟需置入全新设备。针对社区住户流量大、使用时间长，外加山东冬天的低温环境特点，要求空调系统制暖/制冷量大，运行稳定制热强、能效高。不仅如此，社区改造对运行费用、电费等经济考量同样重要。

项目所选用的海信风冷模块机采用高效强热喷气增焓涡旋压缩机，利用准二级压缩补

气增焓技术，克服了传统空气源热泵机组低温环境下能力衰减大、能效低的问题，可提高 7%—20% 制热能效，大大跃升了机组整体运行能力；而且搭配的低溫热泵平台，能实现 -30℃ 超低温制热，最高出水温度达 60℃。经技术团队测算，改造后平均供热单价可控制在 18 元/m²，比旧设备节能 30%，海信风冷模块机组凭借稳定、节能的运行效果受到了社区的充分肯定。



约克 VRF 直膨式组合空气处理机组获复旦大学附属儿科医院青睐

医院是防疫治疗的主战场，在“新冠”威胁下，医院对于洁净、安全舒适的室内环境有极其严格的要求，对于空调系统的要求极为苛刻，经历了多次、多轮的对比，以及项目案例的现场考察，案例的实际效果对比等，复旦大学附属儿科医院最终选择了约克 VRF YES-AHU 直膨式组合空气处理机组为其提供服务。

众所周知，医院中央空调系统运行时间长、运行率高，所消耗的能源也高，院方对系统节能性、产品品质等要求都

有严格而又谨慎的筛选标准，特别是在“双碳”背景下，医院作为高能耗的建筑场所，对能效的要求也越来越高。近年来，约克 VRF 凭借着空气处理系统的稳定性、能效比等要求高的特性，不仅仅是教育领域，房产、教育、商业等建筑项目都可以见到约克 VRF 的身影。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，不断致力于创造更美好、便捷、舒适空间环境。

美国中央空调和空气源热泵 2021 年 12 月份出货量

2022年2月11日，美国空调供热制冷协会 AHRI 发布美国2021年12月份中央空调和空气源热泵共出货629,809台，同比增长11.6%，去年同期出货数据为564,143台。中央空调出货为352,196台，同比增长9.4%，去年同期出货数据为321,891台。空气源热泵出货为277,613台，同比增长14.6%，去年同期出货数据为242,252台。

2021 年全年，美国中央空调和空气能热泵累计出货 10,199,051 台，同比增长 9.3%，去年出货数据为 9,328,762 台。中央空调出货为 6,282,285 台，同比增长 6.3%，去年同期出货数据为 5,910,284 台。空气能热泵累计出货为 3,916,766 台，同比增长 14.6%，去年同期出货数据为 3,418,478 台。

人工智能如何迅速成为气候科学的关键工具

近日，CarbonBrief 网站发表署名 Christopher Irrgang 博士等德、美学者的文章，题目为“人工智能如何迅速成为气候科学的关键工具”。

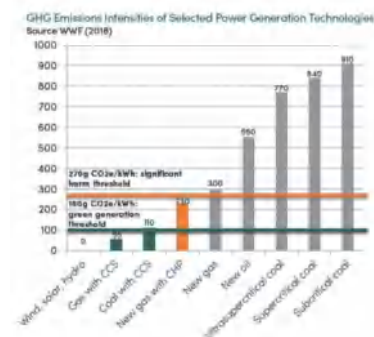
在发表在《自然·机器学习》杂志上的前瞻性论文中，评估了地球系统科学中气候模型和机器学习方法的当前局限性和最新进展。提出了一种方法，即机器学习和气候模型不作为单独的工具使用，而是作为能够自适应进化和自我验证的连接“混合体”，同时仍然能够被人类解释。

欧盟定义“可持续能源”标准：排放低于 100 克 CO₂/kWh

欧盟为“可持续的”能源生产设定了符合科学的技术分类门槛，并将于2022年1月生效。欧盟通过的“分类法”是一份将被正式视为可持续投资的活动清单，旨在吸引投资者参与支持向真正可持续世界转变的活动。

欧盟法律现在规定，排放低于 100 克 CO₂/kWh 的能源和热能生产基础设施才能被视为“环境可持续”，事实上只有太阳能、风能和水电等可再生能源才能满足这些标准。这一排放阈值符合巴黎协定，符合欧盟实现碳中和的目标。同时，欧盟法律现在将直接排放量超过 270 克 CO₂/kWh 的任何发电系统定义为对环境造成“重大损害”。任何化石燃料生产都不可能低于这一排放水平，即

使是最高效的热电联产天然气发电厂也是如此。尽管有这些积极的方面，欧盟的法案还远远不够完善，包括可能对环境产生负面影响的条款。它将林业和生物能源归类为可持续的，但当前的林业实践（如工业伐木）会导致水土流失，并且生物能源在适当考虑排放量的情况下可以比煤炭排放更多的二氧化碳。



印度考虑推出新政策停止新建煤电厂

印度《经济时报》援引知情人士的话说，印度正在考虑一项新政策，停止新增燃煤发电厂，同时制定计划履行政府上个月在COP26上做出的排放和净零排放承诺。据该报报道，由电力部负责更新印度国家电力政策的委员会建议，今后印度原则上不再建设新的煤炭发电能力。该委员会还建议，只有在“令人信服地证

明无法满足预计需求”的情况下，才能更换旧的煤电机组。

该建议如果获得批准，将标志着印度先前建设燃煤电厂立场的转变，煤炭目前约占印度发电量的一半。印度总理纳伦德拉·莫迪上月为印度设定了到2030年实现非化石燃料发电装机容量500吉瓦和到2070年实现净零排放的目标。



法国公司研发太阳能 + 热化学吸附储热供暖系统

据外媒近日报道，法国 FHE 集团研发了一套可以与太阳能发电系统耦合的热化学储热装置，可满足居民采暖和热水需求。这套储热装置名为 Inelio，由基于固 - 气化学反应的热化学吸附储热系统组成。储热系统输出功率为 2.5kW，存储容量为 2.5kWh，尺寸为 1450x760x286 (mm)，重量 95kg，能够在白天将电力通过热能形式存储起来，在夜间放热并驱动热泵，为居民供暖和提供热水。

据制造商介绍，这套系统在经过 2000 次循环后依旧可以保持 95% 的效率。FHE 集团创始人兼 CEO Jonathan Laloum 表示：

“我们的储热系统可以保证太阳能 100% 的消纳，它与所有供暖和热水网络兼容，而且只需要通过简单的液压装置连接。”

Laloum 强调，这个系统能够将白天多余的太阳能电力以热能的形式存储起来，在没有太阳的时候用于采暖或供热水，该产品可以轻松地与我们的 Inelio Dynamic 热泵结合，公司的热泵系列包括 8~16 千瓦的产品。

当前，该储热系统在法国的售价是 7500 欧元一套（约合人民币 53865 元），年产能 12000 台，能够为储热系统提供 20 年的产品保修。目前，公司在三个月内已经为 400 套住房安装了 Inelio 储热系统，2022 年上半年的订单已经爆满。



美国发电用水强度持续下降，主因是气电替代煤电

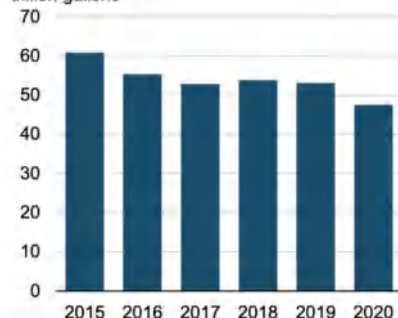
据美国能源信息署的数据，美国电力部门的冷却水取水量从 2019 年的 53.1 万亿加仑减少 10.5%，降至 2020 年的 47.5 万亿加仑，延续了近年来取水量的下降趋势。取水量下降的原因是越来越多地使用可再生和天然气发电代替燃煤发电，以及减少使用直流冷却技术。

随着发电结构转向用水强度较低的能源，美国发电的平均用水强度（每单位发电量的平均取水量）已从 2015 年的 14,928 加仑 / 兆瓦时 (gal/MWh) 下降到 2020 年的 11,857 加仑 / 兆瓦时。美国热电厂是美国最大的取水来源，2015 年占美国取水总量的 40% 以上。不断变化的美国发电结构（其中燃煤发电减少，天然气和可再生能源发电增

加）约占电力部门取水量下降趋势的 80%；其余 20% 的取水量减少来自直流冷却系统的减少使用。与闭环再循环和干式或混合冷却系统相比，直流式冷却系统需要更多的水提取。2015 年至 2020 年间，直流冷却系统从热电厂净发电的 27% 下降到 23%。到 2020 年，闭环系统占净发电量的 66%，气冷或混合冷却系统占 7%。

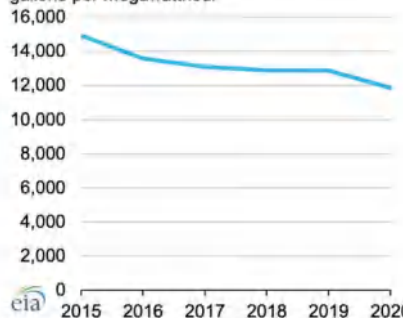
天然气发电比煤电更节能，并且取水强度低于煤炭。2020 年天然气联合循环发电的平均取水强度为 2,793 加仑 / 兆瓦时，而煤电为 21,406 加仑 / 兆瓦时。从 2015 年到 2020 年，平均取水强度非常低的可再生能源发电的份额也显著增加。

Total water withdrawals by U.S. thermoelectric power plants
trillion gallons

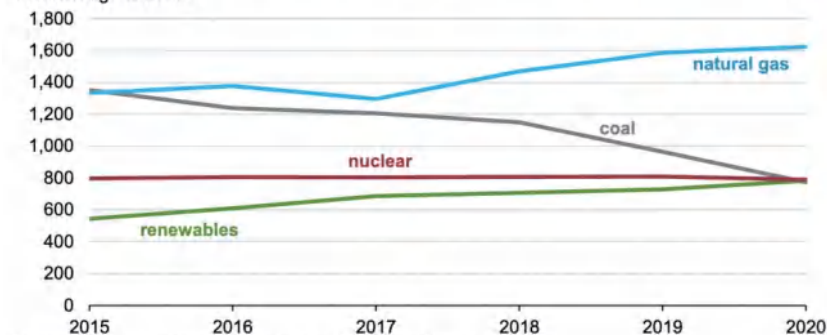


Source: U.S. Energy Information Administration, Power Plant Operations Report

Water intensity of U.S. thermoelectric power plants
gallons per megawatt-hour



U.S. electric power sector electricity generation by source (2015–2020)
million megawatthours



Source: U.S. Energy Information Administration, Power Plant Operations Report

美国能源部官宣 2021 年致力于清洁能源技术突破

2021 年是美国能源部有突出表现的一年，开创了改变技术领域游戏规则的重大科学研究，继续推进重要的核安全和清理任务，并在应对气候危机方面取得了巨大进展。作为美国的“解决方案部门”，能源部正以闪电般的速度实现拜登总统的雄心勃勃的目标：到 2030 年将美国的碳排放量减少一半，到 2035 年达到 100% 的清洁电力，到 2050 年实现净零排放。

——资助气候解决方案：自拜登政府就任以来，美国能源部已经在电力、建筑、交通和工业部门的清洁技术研发、示范和部署方面投资了 25 亿美元。

——加速清洁能源突破：美国能源部发起了“能源地球”计划，以在未来十年大幅降低关键清洁能源技术的成本，以加速向 100% 清洁能源和净零排放迈进，启动了清洁氢、长期储能和碳去除这三个优先项目的开发。

——实施两党一致的基础设施法：能源部从两党基础设施法（BIL）中获得 620 亿美元，

这是能源部成立以来最大规模的资金注入。

——为清洁能源部署提供资金：我们的贷款计划办公室（LPO）恢复营业，拥有 400 亿美元的贷款授权，为大规模清洁能源部署项目提供资金。

——建设清洁能源劳动力：能源部成立了一个新的能源就业办公室，以深化与工会领袖的接触，确保清洁能源行业创造高薪的美国工作岗位。

——创造一个包容性的清洁能源经济：能源部启动了一个新的“能源公平办公室”，以确保弱势群体首先从能源部的清洁能源投资中获益。

——赋予能源社区权力：能源部帮助成立了煤炭和发电厂社区跨机构工作组，该工作组确定了 25 个新投资和创造就业的优先社区，确定了这些社区可获得的近 380 亿美元现有联邦资源，并发布了两份报告。

——超级太阳能行动：我们发起了“太阳能之夏”活动，以鼓励不同背景美国人利用太阳能。

使用细菌、二氧化碳和阳光“种植”建筑用砖

水泥和砖块生产是非常能量密集型的过程，也需要大量原材料。粘土和石灰石等其他原材料，需要 1000℃ 以上的温度才能制成建筑用砖。这个过程直接或间接地消耗大量的能量，估计水泥和砖块的生产大约造成全球 7-8% 的二氧化碳排放。

因此，科学家们一直在寻求低能耗、低碳的建筑材料。美国科罗拉多大学博尔德分校的科研人员正在开拓新的领域，使用

细菌、二氧化碳和阳光来制作建筑材料。这种新型建筑材料的核心理念是聚球藻，一种在浮游生物中发现并利用光合作用产生能量的细菌。这种细菌与沙子和明胶结合，然后浸泡在富含营养的温暖盐水中，通过光合作用产生“活砖”。在一个实验中，用这种新材料制成的砖块被分成两块，然后在盐水中重新补充能量，在盐水中自我修复，在断开地方生长出完全匹配的新砖块。

欧洲碳市场改革引发航运、建筑业反弹：谁来承担转型成本？

标准普尔全球普氏分析网站发表署名 Frank Watson 的文章《欧盟在碳市场改革问题上与航运业发生冲突》。

改革欧盟排放交易体系的努力在 2022 年面临着一场艰难的战斗，其中包括在欧洲能源危机期间提出的向航运业扩张的计划。

近日，欧盟碳价格飙升至 90.75 欧元/吨（102.34 美元/吨）的历史高位，高碳价格提高了从发电到炼油和航空等一系列行业的成本。过高的碳价引发业界进行干预的呼吁，以遏制一些人眼中的过度金融投机，12 月 20 日，欧盟碳价价格回落至 79.38 欧元/吨。标准普尔全球普氏分析预计 2021 年全年平均约为 53 欧元/吨，整体上涨 136%；2022 年欧盟平均碳价格为 65 欧元/吨。

2022 年上半年，在法国担任欧盟理事会主席期间，欧盟委员会气候和能源一揽子计划的谈判将继续进行，下半年将转移到捷克共和国。欧共体官员表示，成员国之间对于欧盟排放交易制度规定的到 2030 年将二氧化碳排放量从 2005 年水平减少 61% 的总体目标没有实际分歧。但拟议改革的个别内容看来将遭遇强烈阻力，特别是将该体系扩大到包括航运二氧化碳排放；提议从 2026 年起逐步取消工业部门的免费补贴；并建立一个新的建筑和交通用平行碳市场。



建筑减碳是一场广泛而深刻的变革

——《中国房地产金融》专访徐伟院长

文 / 邵轩岚

随着城市化进程加速推进，建筑业能耗的占比将会越来越高。

一个重大的背景是，全球人口有望达到 100 亿，要容纳这些人口，现有的建筑存量要翻倍，面对如此大规模的建筑需求，建筑行业的减排至关重要，中国正在朝“3060”的“双碳”目标迈进。

据专家粗略估算，建筑运行环节，碳排放量占到整个建筑生命周期的 80%~90%。《中国房地产金融》日前专访了中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长、国家建筑节能质量监督检验中心主任徐伟。

在徐伟看来，实现碳达峰，要从认识到行动上跟上来，要防止“运动式”、不切实际的一些做法；节能减排的力度，一年比一年要更大；实现“双碳”战略肯定要付出艰苦的努力；既是机遇也是挑战，“这是一场广泛而深刻的变革”。

建筑领域的“碳”都在哪些地方？

《中国房地产金融》：国务院日前印发了《关于 2030 年前碳达峰行动方案的通知》。作为国内最权威的节能减碳研究专家，您认为建筑领域的“碳”都在哪些地方？

徐伟：首先要明确，“碳达峰”指的是能源消耗产生的二氧化碳排放不再增长达到峰值。在建筑领域里，碳排放主要分两大类型，一种叫“直接排放”，一种叫“间接排放”。

“直接排放”指的是什么？是由能源直接燃烧产生的二氧化碳排放。实施建筑用能电气化，比如用电热水器替代燃气热水器、以空气源热泵替代燃气锅炉等方式，是减少直接排放的主要途径。

“间接排放”是在建筑运行过程中使用电力、热力供应造成的。据了解，2019 年，建筑运行电量为 1.9 万亿千瓦时，除了 30% 左右的零碳电力，其余都是以燃煤、燃气为动力的碳排放电力。北方广泛使用集中供热系统，也是由热电联产或燃煤、燃气锅炉提供热源。

建筑原料建材的生产和运输属于建筑领域的“隐含碳排放”。在国家层面的分类中，它属于工业和交通部门。通俗地讲，这些材料如果不使用在建筑上，当然不会有排放，所以叫“隐含碳排放”。

通俗地讲，建筑的碳排放，主要讲的是建筑运行的排放以及建造施工的碳排放。

《中国房地产金融》：人们常常把目光聚集在建造施工

的碳排放上面，建筑运行环节常常被忽略。

徐伟：在建筑运行环节，碳排放量占到整个建筑生命周期的 80%~90%；建造施工只占到建筑全寿命周期的碳排放的 2% 左右，比例很小，但在年排放量上，建造施工也不能忽略。同时，城乡建设领域还有一些排放，比如市政基础设施有排放，垃圾处理与污水处理也有排放，不过，比例相对较小。

《中国房地产金融》：建筑领域如何实现碳达峰，有哪些具体的行动方案？

徐伟：国家即将出台的城乡建设领域碳达峰专项行动方案中，会明确需要做的重点工作、重要任务和重要举措，我仅从研究角度谈以下几点看法。

第一点，推进城乡建设绿色低碳转型。低碳转型主要的内核在于，是从城市建设理念、城市建设规模、城市建设风貌和城市建设规律角度，明确了如何才能建好一个城市，什么才是对城市最有利的。比如，合理控制城市建设规模，推广绿色低碳建材和绿色建造方式，大力发展装配式建筑，推广钢结构住宅，推动建材循环利用等。

第二点，加快提升建筑能效水平。这一点意在加快更新建筑节能、市政基础设施等标

准,提高节能降碳要求。比如,老旧供热管网等市政基础设施节能降碳改造等。到2025年,城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准,加快发展超低能耗、近零能耗和低碳建筑。

第三点,优化建筑用能结构。主要是促进城乡建筑用能结构的转型。过去是“直接排放”居多,要逐步转向“间接排放”,也就是从煤改成电,从气改成电,大力发展可再生能源。到2025年,城镇建筑可再生能源替代率达到8%,新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到50%。

第四点,推进农村建设和用能低碳转型。主要内核在于推进绿色建筑,加快节能改造,涉及节能和用能结构的改变,范围很宽。比如,推广节能环保灶具、电动车辆、节能环保农机和渔船。加快生物质能、太阳能等可再生能源在生产和生活中的应用。加强电网建设,提升用能电气化水平。

实现碳达峰有五大困难 需从认识到行动跟上来

《中国房地产金融》:在建筑领域实现碳达峰,您认为存在哪些具体的困难与问题?

徐伟:第一个困难是工作力度还不够,需要强有力的措施。我国碳达峰不会自然达峰,而是有目标约束下的达峰。达峰后中国为实现碳中和只有30年时间,国外是花50年时间,中国要用30年来完成,肯定要采取更加强有力的政策、投资与技术。

第二个困难,投入问题。生态环境部曾经测算,为实现2030年建筑领域碳达峰,未来10年需投入3.5万亿,每年大

概要3000多亿,可见投资是非常大的。

第三个困难,技术、人才与产业支撑问题,现在还略显不足。说得直白点,发展得太快了,但是我国现有的技术能力、人力资源和产业规模还跟不上,这是未来需要着力解决的。

第四个困难,国内发展还不均衡。这个问题是普遍存在的,条件好的一些地区和条件差的一些地区差距还是很大。

第五个困难,我认为整个城乡建设领域从业人员的认识还待提高。2030年以前实现碳达峰,需从认识到行动跟上来,同时要防止“运动式”、不切实际的一些做法。

《中国房地产金融》:最近还出现了“拉闸限电”的现象。

徐伟:拉闸限电,这是向低碳转型发展过程的一个阵痛,或者一个插曲,也是对全社会的一个警醒。

节能“减碳”的力度 一年比一年要更大

《中国房地产金融》:国内建筑的“脱碳”现状咋样?我们知道,过去很多建筑并没有考虑到节能减碳。

徐伟:过去的建筑,质量与标准偏低。现在发展超低能耗建筑、零碳建筑要求整个建筑业转向更高质量发展,传统的建造方式和施工管理模式可能会不适应,都应该优化和提升。

现在存量建筑中有些建筑节能水平还很低。大概2000年前的建筑有200亿平方米,2010年前也有200亿平方米,2010年后到现在建设的大概有250亿平方米。

简单的说,这是一块很大的存量,存在改造的空间,结

合城市更新与旧城改造,协同推进。

《中国房地产金融》:现在已经实施到什么程度了?

徐伟:国家碳达峰方案刚刚出台,接下来就是各个行业、各个省份的方案都要落地出台。随后几年,是一年比一年力度更大。

中央文件“指导意见”9月22日才出台,达峰方案是10月下旬才颁布。住建部已颁布全文强制标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》,明年4月1日实施,节能减排方面,大概是居住建筑节能要提升30%,公共建设要提升20%。同时要求所有建筑都要进行碳排放量的计算,这是落实国家碳达峰方案非常重要的一步。

碳中和实现的路径 要逐步达成共识

《中国房地产金融》:国家计划在2060年实现碳中和的目标,您觉得实现的路径有哪些?

徐伟:从碳中和技术路径来讲,有了技术发展趋势的认同,还没有完全达成共识。为了支撑碳中和,科技部正在编制“科技支撑碳中和行动指南”。

实现碳中和到底是什么路径?现在虽然研究非常多,但距离2060年还有40年,技术进步很快,很多技术还需要不断探索,不断试验,逐步达成共识。

《中国房地产金融》:目前在建筑领域内的“节能强规”会不会大幅提高建安成本?对房价会不会有影响?

徐伟:我认为这部分对房价影响很小。现在的建安成本,住宅大约为3000元/平方米,节能标准的提升增加100-200元,影响不大,执行“节能强规”,

仅增加 5% 左右。

有的建筑在节能减排方面做得超前一点，比如超低能耗建筑、低碳建筑，最多增加 500-800 块钱，对于像许多一线城市的房价，基本上可以说，影响很小。

国家对发展超低能耗建筑、零碳建筑也有鼓励措施。有直接给钱奖励的，给容积率增加奖励的，售价提升奖励的等等。主要省市如北京、天津、上海、江苏、山东、河南都有。

要让金融参与进来 预计投入会非常大

《中国房地产金融》：我们的“双碳战略”，预计需要多大的投入才能实现？

徐伟：人民银行刚刚出台了一个实现“双碳”战略的金融工具，要让金融参与进来。

在城乡建设领域，迈向碳达峰和碳中和，肯定是要投入的，而且投入还是很大。刚才讲了光“达峰阶段”，以前的生态环境部曾做过测算，10 年要投入 3 万亿左右，另外，有机构预测，实现碳中和要投入 20 万亿以上。不管哪种预测，肯定投入都是非常大。

《中国房地产金融》：这是国家财政投入？有哪些挑战与机遇？

徐伟：这不全是国家财政投入，包含了各种投入，包括社会投入、金融投入等。

碳达峰与碳中和既是挑战也是机遇。挑战是说难度大，面临着更高的约束条件；机遇是会带动整个产业升级和技术进步，带动 GDP 增长。

过去高碳、高污染、高排放的企业肯定逐渐被淘汰。节能型、高性能的产品材料、部

品与设备，可能就会大力发展，产业升级，技术进步，特别是技术创新，要找到更加有效实现“碳中和”的技术路径。

比如，可再生能源高比例应用，到 2030 年前要实现 12 亿千瓦风电和光电的装机容量，到 2060 年可再生能源占比要达到 80% 以上，这些都要求技术创新。

“双碳战略”是机遇也是挑战 是一场广泛而深刻的变革

《中国房地产金融》：听您这么一讲，建筑行业未来要发生革命性变化。

徐伟：当然了！“双碳战略”绝对不是简单的说它是一个部门、一个行业、一个地区的事，是全社会、全行业的事，涉及每一个人。

我们国家实现“双碳目标”为什么难？一个是经济要发展，民生要改进，城市化进程正在推进，这样一方面能源需求还在不断提升，另一方面要减碳，难度非常之大，绝对是挑战。建设领域，有新建，还有改造，这都是刚性需求。

发达国家碳排放已经在 2010 年前基本上达到峰值，生

活水平也达到高点，能源消耗也达到高点，城镇化完成了，工业化过程基本上到了平台期，我们还没有到那个阶段。中国要实现碳达峰与碳中和，确实也是非常大的挑战，这是一场广泛而深刻的变革，肯定要付出艰苦的努力，不会轻松实现。

《中国房地产金融》：在国内有哪些建筑在节能减碳方面做得比较好的，有没有具体的案例？

徐伟：做得比较好的案例很多。比如，北京城市副中心，基本上达到近零碳排放水平，是高比例可再生能源的一种应用；2022 北京冬奥会很多场馆也是如此，像国家速滑馆，也是按照高标准绿色建筑标准设计的，比传统的建筑大幅度降低了能耗，实现超低能耗。奥运会场馆这次应用了风电光电等零碳电力，实现绿色低碳奥运。全国各地从北到南有很多超低/近零能耗建筑，如内蒙古呼和浩特中海大观，近 15 万平方米住宅不像传统那样利用集中供热了，相对普通新建建筑一年下来能耗至少可降低 50% 以上。

本文转自《中国房地产金融》杂志 12 月刊



通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会

专题论坛（五）

《通风模拟、监测与评价技术》

第二十二届全国通风技术学术年会（2021）之《通风模拟、监测与评价技术》专题论坛由湖南大学杨昌智教授和上海理工大学王丽慧教授共同主持，共安排了1个主旨报告和5个专题报告发言。

首先，中国航空规划设计研究总院有限公司暖通专业副总师刘晓雨分享了题为“喷漆机库通风系统测试及分析”的主旨报告，报告中在北京、成都和陕西的三个喷漆机库中分别对飞机机身、机翼和尾翼表面附近处气流速度大小和机身中线处气流矢量的测试数据进行分析，定量说明了通风系统气流组织对喷漆工艺效果和有害物的控制及排除的重要性。通过对大型喷漆机库通风系统气流均匀性、气流方向、送风速度衰减和操作平台的阻挡分析，总结现有设计方法优缺点，为今后喷漆机库通风系统设计及规范修编提供建议。此研究工作在国内属首次开展。

本专题中涉及住宅排风的报告有两个，分别为同济大学

于延磊带来的“高层住宅集中排风系统复合动力技术研究”，该报告的创新点在于将屋顶风机与导流构件结合起来成为重合动力系统，通过数值模拟的方法研究复合动力下，集中烟道内的静压和流量的分布规律，以实现各楼层用户较好的烟道性能，有效解决了低层住房的排风量不足和烟道内串烟串味的问题。西安建筑科技大学景若寅同学的“一种基于变分法的摆线导流防窜烟烟道三通”报告提出了一种基于变分法的摆线型导流烟道三通，其导流片的高度起到调节阀的作用，实现了符合工程要求的排气工况。报告就三通阻力特性给出了添加导流片后，正向减阻及逆向增阻的定量效果，为通风空调系统中局部构件的减阻提供了一条新视角。

大空间建筑防排烟工作报告一篇，为长安大学齐庆磊关于“封闭式储煤棚火灾特性模拟及防排烟探讨”的报告，该报告针对典型封闭式储煤棚建筑，采用FDS软件分析着火点

位置、排烟窗开启状况、棚外风速、防烟分区、消防扑救对火灾特性的影响，评估不同影响因素工况人员逃生的安全性。探讨自然排烟可行性及防烟分区划分，为储煤棚类建筑防火及防排烟设计提供指导。

内容涉及特殊建筑需求下的气流组织设计的报告有两个，一个为长安大学田中杰的“基于响应曲面法的住宅新风系统气流组织优化设计”报告，该报告以优化住宅新风系统气流组织设计为目标，采用响应曲面法，以人员活动区平均 CO_2 浓度为评价指标，建立了其与ACH（换气次数）、送风角度、送风口半径及送风口位置定量关系的数学模型。另一篇为西安交通大学党悦溪进行的“遗址博物馆文物区局部贴浮射流通风调控系统”的报告，报告对局部贴附射流通风方式用于博物馆文物区的环境控制的环境参数特性进行了研究。结果显示，贴附射流比以往传统的气流组织方式有更大的优越性，无论气流速度还是湿度分布都更能满足文物

保护的要求。

通过本次专题交流会的召开,可以看出建筑的个性化需求在通风领域得到进一步的重视和满足,如博物馆、储煤棚、住宅

新风。工程的落地更加具体精细化,如住宅排风的复合动力和三通局部构建的优化。先进的技术手段也在不断为科学研究服务,如 FDS 等数值模拟软件,正交

试验各因素显著性分析的思路广泛运用;总之,科学研究的精细化,定量化和工程化不断提升,通风模拟、监测与评价等技术的内涵将不断深入。

专题论坛(六) 《通风相关政策、标准及相关交叉学科研究》

第二十二届全国通风技术学术年会(2021)之《通风相关政策、标准及相关交叉学科研究》专题论坛由上海建科集团股份有限公司李景广教授级高工和中国恩菲工程技术有限公司任兆成教授级高工共同主持,共安排了1个主旨报告和9个专题报告发言。

首先,重庆大学阳东教授进行了“狭长空间有害浮(重)力气体的蔓延卷吸机理及在通风控制中的行为不确定性”的主旨报告。结型/布局复杂的地下狭长空间是我国城市化进程中自然衍生的产物,甚至是不可逆转的趋势。报告中介绍我国现行设计规范中的理念与关键指标大多来源于西方国家,但西方国家却没有遇到我们国家当下遇到的复杂工程。部分关键设计指标的有效性、可靠性在面对复杂地下狭长空间时的适宜性存疑,工程愈加复杂,但在工程控制手段上要化繁为简,用简单、可靠的手段实现相对精细的控制,研究方法的繁,是为了换取工程措施的简。

随后华中科技大学王飞飞带来题为“风阀角度对风管中颗粒物的运动及沉降特性的影响”

的报告,报告中分析风阀对于不同粒径的颗粒物拦截效应有明显的差异,细颗粒物可以到下游,大颗粒物被阻拦。阀门逐渐关闭时,料径颗粒物沉积率增大1-2个数量级,而大颗粒沉积速率增幅不明显。阀门角度增大(逐步关闭),小粒径颗粒物穿透率始终接近于1,而大颗粒则可能完全拦截;因为,建议粗效过滤器放在阀门前,高效过滤器在后。同时RSM配合DPM能较准确模拟颗粒物沉积特征。安徽工业大学的寇遵丽分享了“基于随机森林的老年人室内环境质量评价指标权重的研究”的报告,报告通过调研徽州地区老年人的健康情况和老年人对室内环境因素的满意度情况,基于随机森林方法获得影响老年人健康的各个环境因素的重要性,并结合老年人对室内环境因素的主观满意度,获得徽州地区老年人居住环境中亟需改善风速、湿度、温度和CO₂浓度等环境因素。南京大学李苏哲进行了“建筑室内氡迁移规律和控氡研究”的报告。氡是人类接受天然辐射最主要的来源,被世界卫生组织(WHO)列为主要的环

致癌物质。人防工程、地下空间氡超标时有发生。室内氡浓度受到通风条件、室内建材各类、装饰层的厚度与种类等多种因素的影响,报告中分析各因素对氡析出的影响,有利于控氡和防氡,营造一个舒适健康的室内环境。同时有组织的通风依然是目前最经济高效的降氡手段,不同的通风组织形式降氡效果存在差异。对于氡浓度高、通风受限的室内空间,如地下人防建筑等,采取氡源屏蔽与通风净化相结合的手段能有效降氡。

接下来重庆海润节能研究院丁艳蕊进行了“‘医疗建筑通风设计标准’研编思考”的报告,报告中介绍“平疫结合”设计思想是该标准的特色,贯穿整个标准,目前该方面的标准规范很少,《通风设计标准》的编制,需要进行充分的调研和讨论交流,开展大量的如压力梯度分析、风量计算、气流组织设计等方面的平疫结合设计的研编工作。目前正在开展的研编专题有:新冠病毒爆发治疗缓解全过程情境研究、基于医疗建筑平疫结合的医疗工艺、建筑和通风设计的配合研

究, 动力分布式通风技术用于医疗建筑平疫结合通风的工程可行性研究, 医疗建筑平疫结合通风的气流组织研究, 医疗建筑平疫结合通风系统设计研究。同济大学夏云飞“固定床串联吸附用法处理工业废气中 VOCs 的实验及模拟研究”的报告, 是针对 VOCs “吸附+冷凝”治理方案中的吸附技术开展的研究, 主要是利用了吸附床从开始穿透到完全穿透这段时间内的吸附能力, 经研究得出较常规单级吸附, 入口浓度越低, 串联吸附的吸附剂利用率提升越高。此研究对于大风量高风速的系统更具有使用价值。山东建筑大学徐琳环教授进行了“纵向通风速度、燃料流量对隧道火灾辐射分数的影响分析”报告, 隧道火灾一般会产生人员伤亡、结构垮塌等严重后果, 报告中提出了一种“双圆台”形状描述多孔燃烧器可见火火焰形状。与实验结果相比, 基于该火焰形状描述的辐射模型具有 80% 以上的精度。清华大学赵家安

分享了“电子洁净室基于人员位置的送风调控方法”的报告, 本研究提出了基于人员位置的送风调控策略, 针对一个 FFU 布置率为 25% 电子洁净室进行了模拟研究, 考虑了站立及走动两种场景, 得到了采用基于人员位置控制的送风策略可以达到与传统设计方法相同的洁净水平, 循环风量可以显著降低; 以 25% 布置率的洁净室为例, 全年循环风量可降低 59.8% 等结论。北京联合大学程煊锐进行了“可变余风量的多隔间洁净室压力梯度动态控制方法”的报告, 报告提出了可变余风量法, 此方法可以抵消各种误差和扰动的影响, 是维持压力梯度稳定有效途径。比较可变余风量法和固定余风量法对压力梯度的维持效果, 实验证明在同等送风量变化的条件下, 可变余风量法房间的压力波动的幅度更小(大洁净室的压力波动幅度从固定余风量控制方式下的 63.2% 降低到可变余风量控制方式下的 28%), 表现

出更好的抗扰能力。可变余风量法为根据洁净室的尘负荷实时调节送风量, 通过降低洁净实验室循环风量而降低运行能耗奠定了基础。北京科技大学刘禹进行了“超高层建筑前室门状态对电梯井道烟囱效应的研究”的报告, 当室内外温差较大, 电梯井道穿越楼层较多时, 电梯容易产生严重的烟囱效应。报告通过对广州某超高层建筑电梯烟囱效应研究分析, 得出采取设置前室开关门以降低电梯风速等相应改善措施。

通过上述 10 个报告内容的分享和学习, 可以看到我们的研究越来越深入、多维度、多层次和多领域, 有一些工作非常值得思考, 也特别值得进一步完善完成, 新型工具在洁净室中使用非常值得探索。对多领域交叉仍然是未来拓展的工作之一, 如: 通风防火、氢和通风, 对于未来的理论研究和工程实践联系应该更为紧密, 需要进一步加强产、学、研的整体考虑。

本刊编辑

通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会(2021)

The 22nd China Ventilation Conference

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

支持企业

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

住房和城乡建设部关于印发“十四五”建筑业发展规划的通知

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，北京市规划和自然资源委，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局，国务院有关部门建设司（局）：

为指导和促进“十四五”时期建筑业高质量发展，根据《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》，我部组织编制了《“十四五”建筑业发展规划》。现印发给你们，请结合实际认真贯彻落实。

住房和城乡建设部
2022年1月19日

“十四五”建筑业发展规划（节选）

本规划根据《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》编制，主要阐明“十四五”时期建筑业发展的战略方向，明确发展目标和主要任务，是行业发展的指导性文件。

一、总体要求

（一）规划背景。

“十三五”期间，我国建筑业改革发展成效显著，全国建筑业增加值年均增长5.1%，占国内生产总值比重保持在6.9%以上，建筑企业签订合同额年均增长12.5%，勘察设计企业营业收入年均增长24.1%，工程监理、造价咨询、招标代理等工程咨询服务企业营业收入年均增长均超过15%。2020年，全国建筑业总产值达26.39万亿元，实现增加值7.2万亿元，占国内生产总值比重达到7.1%，房屋施工面积149.47亿平方米，建筑业从业人数5366万人。建筑业作为国民经济支柱产业的作用不断增强，为促进经济增长、缓解社会就业压力、推进新型城镇化建设、保障和改善人民生活、决胜全面建成小康社会作出了重要贡献。在取得成绩的同时，建筑业依然存在发展质量和效益不高的问题，集中表现为发展方式粗放、劳动生产率低、高耗能高排放、市场秩序不规范、建筑品质总体不高、工程质量安全事故时有发生等，与人民群众日益增长的美好生活需要相比仍有一定差距。

“十四五”时期是新发展阶段的开局起步期，是实施城市更新行动、推进新型城镇化建设的机遇期，也是加快建筑业转型发展的关键期。一方面，建筑市场作为我国超大规模市场的重要组成部分，是构建新发展格局的重要阵地，在与先进制造业、新一代信息技术深度融合发展方面有着巨大的潜力和发展空间。另一方面，我国城市发展由大规模增量建设转为存量提质改造和增量结构调整并重，人民群众对住房的要求从有没有转向追求好不好，将为建筑业提供难得的转型发展机遇。建筑业迫切需

要树立新发展思路，将扩大内需与转变发展方式有机结合起来，同步推进，从追求高速增长转向追求高质量发展，从“量”的扩张转向“质”的提升，走出一条内涵集约式发展新路。

（二）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，坚持稳中求进工作总基调，以推动建筑业高质量发展为主题，以深化供给侧结构性改革为主线，以推动智能建造与新型建筑工业化协同发展动力，加快建筑业转型升级，实现绿色低碳发展，切实提高发展质量和效益，不断满足人民群众对美好生活的需要，为开启全面建设社会主义现代化国家新征程奠定坚实基础。

（三）基本原则。

- 坚持统筹谋划，系统推进。
- 坚持市场主导，政府引导。
- 坚持创新驱动，绿色发展。
- 坚持质量第一，安全为本。

二、发展目标

（一）2035年远景目标。

以建设世界建造强国为目标，着力构建市场机制有效、质量安全可控、标准支撑有力、市场主体有活力的现代化建筑业发展体系。到2035年，建筑业发展质量和效益大幅提升，建筑工业化全面实现，建筑品质显著提升，企业创新能力大幅提高，高素质人才队伍全面建立，产业整体优势明显增强，“中国建造”核心竞争力世界领先，迈入智能建造世界强国行列，全面服务社会主义现代化强国建设。

（二）“十四五”时期发展目标。

对标2035年远景目标，初步形成建筑业高质量发展体系框架，建筑市场运行机制更加完善，营商环境和产业结构不断优化，建筑市场秩序明显改善，

工程质量安全保障体系基本健全,建筑工业化、数字化、智能化水平大幅提升,建造方式绿色转型成效显著,加速建筑业由大向强转变,为形成强大国内市场、构建新发展格局提供有力支撑。

- 国民经济支柱产业地位更加稳固。
- 产业链现代化水平明显提高。
- 绿色低碳生产方式初步形成。
- 建筑市场体系更加完善。
- 工程质量安全水平稳步提升。

三、主要任务

(一) 加快智能建造与新型建筑工业化协同发展。

1. 完善智能建造政策和产业体系。

实施智能建造试点示范创建行动,发展一批试点城市,建设一批示范项目,总结推广可复制政策机制。加强基础共性和关键核心技术研发,构建先进适用的智能建造标准体系。发布智能建造新技术新产品创新服务典型案例,编制智

能建造白皮书,推广数字设计、智能生产和智能施工。培育智能建造产业基地,加快人才队伍建设,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智能建造产业体系。

2. 夯实标准化和数字化基础。

完善模数协调、构件选型等标准,建立标准化部品部件库,推进建筑平面、立面、部品部件、接口标准化,推广少规格、多组合设计方法,实现标准化和多样化的统一。加快推进建筑信息模型(BIM)技术在工程全寿命期的集成应用,健全数据交互和安全标准,强化设计、生产、施工各环节数字化协同,推动工程建设全过程数字化成果交付和应用。

3. 推广数字化协同设计。

应用数字化手段丰富方案创作方法,提高建筑设计方案创作水平。鼓励大型设计企业建立数字化协同设计平台,推进建筑、结构、设备管线、装修等一体化集成设计,提高各专业协同设计能力。完善施工图设计文件编制深度要求,提升精细化设计水平,为后续精细化生产和施工提供基础。研发利用参数化、生成式设计软件,探索人工智能技术在设计中应用。研究应用岩土工程勘测信息挖掘、集成技术和方法,推进勘测过程数字化。

4. 大力发展装配式建筑。

构建装配式建筑标准化设计和生产体系,推动生产和施工智能化升级,扩大标准化构件和部品部件使用规模,提高装配式建筑综合效益。完善适用不同建筑类型装配式混凝土建筑结构体系,加大高性能混凝土、高强钢筋和消能减震、预应力技术集成应用。完善钢结构建筑标准体系,推动建立钢结

构住宅通用技术体系,健全钢结构建筑工程计价依据,以标准化为主线引导上下游产业链协同发展。积极推进装配化装修方式在商品住房项目中的应用,推广管线分离、一体化装修技术,推广集成化模块化建筑部品,促进装配化装修与装配式建筑深度融合。大力推广应用装配式建筑,积极推进高品质钢结构住宅建设,鼓励学校、医院等公共建筑优先采用钢结构。培育一批装配式建筑生产基地。

5. 打造建筑产业互联网平台。

加大建筑产业互联网平台基础共性技术攻关力度,编制关键技术标准、发展指南和白皮书。开展建筑产业互联网平台建设试点,探索适合不同应用场景的系统解决方案,培育一批行业级、企业级、项目级建筑产业互联网平台,建设政府监管平台。鼓励建筑企业、互联网企业和科研院所等开展合作,加强物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等新一代信息技术在建筑领域中的融合应用。

6. 加快建筑机器人研发和应用。

加强新型传感、智能控制和优化、多机协同、人机协作等建筑机器人核心技术研究,研究编制关键技术标准,形成一批建筑机器人标志性产品。积极推进建筑机器人在生产、施工、维保等环节的典型应用,重点推进与装配式建筑相配套的建筑机器人应用,辅助和替代“危、繁、脏、重”施工作业。推广智能塔吊、智能混凝土泵送设备等智能化工程设备,提高工程建设机械化、智能化水平。

7. 推广绿色建造方式。

持续深化绿色建造试点工作,提炼可复制推广经验。开展绿色建造示范工程创建行动,提升工程建设集约化水平,实现精细化设计和施工。培育绿色建造创新中心,加快推进关键核心技术攻关及产业化应用。研究建立绿色建造政策、技术、实施体系,出台绿色建造技术导则和计价依据,构建覆盖工程建设全过程的绿色建造标准体系。在政府投资工程和大型公共建筑中全面推行绿色建造。积极推进施工现场建筑垃圾减量化,推动建筑废弃物的高效处理与再利用,探索建立研发、设计、建材和部品部件生产、施工、资源回收再利用等一体化协同的绿色建造产业链。

- (二) 健全建筑市场运行机制。(略)
- (三) 完善工程建设组织模式。(略)
- (四) 培育建筑产业工人队伍。(略)
- (五) 完善工程质量安全保障体系。(略)
- (六) 稳步提升工程抗震防灾能力。(略)
- (七) 加快建筑业“走出去”步伐。(略)

四、保障措施(略)

国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知

国发〔2021〕29号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

现将《“十四五”数字经济发展规划》印发给你们，请认真贯彻执行。

国务院

2021年12月12日

“十四五”数字经济发展规划（节选）

数字经济是继农业经济、工业经济之后的主要经济形态，是以数据资源为关键要素，以现代信息网络为主要载体，以信息通信技术融合应用、全要素数字化转型为重要推动力，促进公平与效率更加统一的新经济形态。数字经济发展速度之快、辐射范围之广、影响程度之深前所未有，正推动生产方式、生活方式和治理方式深刻变革，成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量。“十四五”时期，我国数字经济转向深化应用、规范发展、普惠共享的新阶段。为应对新形势新挑战，把握数字化发展新机遇，拓展经济发展新空间，推动我国数字经济健康发展，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》，制定本规划。

一、发展现状和形势

（一）发展现状。

“十三五”时期，我国深入实施数字经济发展战略，不断完善数字基础设施，加快培育新业态新模式，推进数字产业化和产业数字化取得积极成效。2020年，我国数字经济核心产业增加值占国内生产总值（GDP）比重达到7.8%，数字经济为经济社会持续健康发展提供了强大动力。

信息基础设施全球领先。建成全球规模最大的光纤和第四代移动通信（4G）网络，第五代移动通信（5G）网络建设和应用加速推进。宽带用户普及率明显提高，光纤用户占比超过94%，移动宽带用户普及率达到108%，互联网协议第六版（IPv6）活跃用户数达到4.6亿。

产业数字化转型稳步推进。农业数字化全面推进。服务业数字化水平显著提高。工业数字化转型加速，工业企业生产设备数字化水平持续提升，更多企业迈上“云端”。

新业态新模式竞相发展。数字技术与各行业加速融合，电子商务蓬勃发展，移动支付广泛普及，在线学习、远程会议、网络购物、视频直播等生产

生活新方式加速推广，互联网平台日益壮大。

数字政府建设成效显著。一体化政务服务和监管效能大幅度提升，“一网通办”、“最多跑一次”、“一网统管”、“一网协同”等服务管理新模式广泛普及，数字营商环境持续优化，在线政务服务水平跃居全球领先行列。

数字经济国际合作不断深化。《二十国集团数字经济发展与合作倡议》等在全球赢得广泛共识，信息基础设施互联互通取得明显成效，“丝路电商”合作成果丰硕，我国数字经济领域平台企业加速出海，影响力和竞争力不断提升。

与此同时，我国数字经济发展也面临一些问题和挑战：关键领域创新能力不足，产业链供应链受制于人的局面尚未根本改变；不同行业、不同区域、不同群体间数字鸿沟未有效弥合，甚至有进一步扩大趋势；数据资源规模庞大，但价值潜力还没有充分释放；数字经济治理体系需进一步完善。

（二）面临形势。

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，数字化转型已经成为大势所趋，受内外部多重因素影响，我国数字经济发展面临的形势正在发生深刻变化。

发展数字经济是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。数字经济是数字时代国家综合实力的重要体现，是构建现代化经济体系的重要引擎。世界主要国家均高度重视发展数字经济，纷纷出台战略规划，采取各种举措打造竞争新优势，重塑数字时代的国际新格局。

数据要素是数字经济深化发展的核心引擎。数据对提高生产效率的乘数作用不断凸显，成为最具时代特征的生产要素。数据的爆发增长、海量集聚蕴藏了巨大的价值，为智能化发展带来了新的机遇。协同推进技术、模式、业态和制度创新，切实用好数据要素，将为经济社会数字化发展带来强劲动力。

数字化服务是满足人民美好生活需要的重要途径

径。数字化方式正有效打破时空阻隔,提高有限资源的普惠化水平,极大地方便群众生活,满足多样化个性化需要。数字经济发展正在让广大群众享受到看得见、摸得着的实惠。

规范健康可持续是数字经济高质量发展的迫切要求。我国数字经济规模快速扩张,但发展不平衡、不充分、不规范的问题较为突出,迫切需要转变传统发展方式,加快补齐短板弱项,提高我国数字经济治理水平,走出一条高质量发展道路。

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,全面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,推动高质量发展,统筹发展和安全、统筹国内和国际,以数据为关键要素,以数字技术与实体经济深度融合为主线,加强数字基础设施建设,完善数字经济治理体系,协同推进数字产业化和产业数字化,赋能传统产业转型升级,培育新产业新业态新模式,不断做强做优做大我国数字经济,为构建数字中国提供有力支撑。

(二) 基本原则。

坚持创新引领、融合发展。坚持把创新作为引领发展的第一动力,突出科技自立自强的战略支撑作用,促进数字技术向经济社会和产业发展各领域广泛深入渗透,推进数字技术、应用场景和商业模式融合创新,形成以技术发展促进全要素生产率提升、以领域应用带动技术进步的发展格局。

坚持应用牵引、数据赋能。坚持以数字化发展为导向,充分发挥我国海量数据、广阔市场空间和丰富应用场景优势,充分释放数据要素价值,激活数据要素潜能,以数据流促进生产、分配、流通、消费各个环节高效贯通,推动数据技术产品、应用范式、商业模式和体制机制协同创新。

坚持公平竞争、安全有序。突出竞争政策基础地位,坚持促进发展和监管规范并重,健全完善协同监管规则制度,强化反垄断和防止资本无序扩张,推动平台经济规范健康持续发展,建立健全适应数字经济发展的市场监管、宏观调控、政策法规体系,牢牢守住安全底线。

坚持系统推进、协同高效。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,构建经济社会各主体多元参与、协同联动的数字经济发展新机制。结合我国产业结构和资源禀赋,发挥比较优势,系统谋划、务实推进,更好发挥政府在数字经济发展中的作用。

(三) 发展目标。

到2025年,数字经济迈向全面扩展期,数字经济核心产业增加值占GDP比重达到10%,数字化创新引领发展能力大幅提升,智能化水平明显增强,数字技术与实体经济融合取得显著成效,数字经济治理体系更加完善,我国数字经济竞争力和影响力稳步提升。

——数据要素市场体系初步建立。数据资源体系基本建成,利用数据资源推动研发、生产、流通、服务、消费全价值链协同。数据要素市场化建设成效显著,数据确权、定价、交易有序开展,探索建立与数据要素价值和贡献相适应的收入分配机制,激发市场主体创新活力。

——产业数字化转型迈上新台阶。农业数字化转型快速推进,制造业数字化、网络化、智能化更加深入,生产性服务业融合发展加速普及,生活性服务业多元化拓展显著加快,产业数字化转型的支撑服务体系基本完备,在数字化转型过程中推进绿色发展。

——数字产业化水平显著提升。数字技术自主创新能力显著提升,数字化产品和服务供给质量大幅提高,产业核心竞争力明显增强,在部分领域形成全球领先优势。新产业新业态新模式持续涌现、广泛普及,对实体经济提质增效的带动作用显著增强。

——数字化公共服务更加普惠均等。数字基础设施广泛融入生产生活,对政务服务、公共服务、民生保障、社会治理的支撑作用进一步凸显。数字营商环境更加优化,电子政务服务水平进一步提升,网络化、数字化、智慧化的利企便民服务体系不断完善,数字鸿沟加速弥合。

——数字经济治理体系更加完善。协调统一的数字经济治理框架和规则体系基本建立,跨部门、跨地区的协同监管机制基本健全。政府数字化监管能力显著增强,行业 and 市场监管水平大幅提升。政府主导、多元参与、法治保障的数字经济治理格局基本形成,治理水平明显提升。与数字经济发展相适应的法律法规制度体系更加完善,数字经济安全体系进一步增强。

展望2035年,数字经济将迈向繁荣成熟期,力争形成统一公平、竞争有序、成熟完备的数字经济现代市场体系,数字经济发展基础、产业体系发展水平位居世界前列。

三、优化升级数字基础设施(节选)

(一) 加快建设信息网络基础设施。

(二) 推进云网协同和算网融合发展。加快构建算力、算法、数据、应用资源协同的全国一体化大数据中心体系。按照绿色、低碳、集约、高效的

原则，持续推进绿色数字中心建设，加快推进数据中心节能改造，持续提升数据中心可再生能源利用水平。

（三）有序推进基础设施智能升级。加快推进能源、交通运输、水利、物流、环保等领域基础设施数字化改造。推动新型城市基础设施建设，提升市政公用设施和建筑智能化水平。

四、充分发挥数据要素作用（节选）

（一）强化高质量数据要素供给。建立健全国家公共数据资源体系，统筹公共数据资源开发利用，推动基础公共数据安全有序开放，构建统一的国家公共数据开放平台和开发利用端口，提升公共数据开放水平，释放数据红利。

（二）加快数据要素市场化流通。

（三）创新数据要素开发利用机制。

五、大力推进产业数字化转型（节选）

（一）加快企业数字化转型升级。

（二）全面深化重点产业数字化转型。

（三）推动产业园区和产业集群数字化转型。

（四）培育转型支撑服务生态。建立市场化服务与公共服务双轮驱动，技术、资本、人才、数据等多要素支撑的数字化转型服务生态，解决企业“不会转”、“不能转”、“不敢转”的难题。面向重点行业和企业转型需求，培育推广一批数字化解决方案。聚焦转型咨询、标准制定、测试评估等方向，培育一批第三方专业化服务机构，提升数字化转型服务市场规模和活力。支持高校、龙头企业、行业协会等加强协同，建设综合测试验证环境，加强产业共性解决方案供给。建设数字化转型促进中心，衔接集聚各类资源条件，提供数字化转型公共服务，打造区域产业数字化创新综合体，带动传统产业数字化转型。

六、加快推动数字产业化（节选）

（一）增强关键技术创新能力。瞄准传感器、量子信息、网络通信、集成电路、关键软件、大数据、人工智能、区块链、新材料等战略性前瞻性领域，

发挥我国社会主义制度优势、新型举国体制优势、超大规模市场优势，提高数字技术基础研发能力。以数字技术与各领域融合应用为导向，推动行业企业、平台企业和数字技术服务企业跨界创新，优化创新成果快速转化机制，加快创新技术的工程化、产业化。鼓励发展新型研发机构、企业创新联合体等新型创新主体，打造多元化参与、网络化协同、市场化运作的创新生态体系。支持具有自主核心技术的开源社区、开源平台、开源项目发展，推动创新资源共建共享，促进创新模式开放化演进。

（二）提升核心产业竞争力。

（三）加快培育新业态新模式。

（四）营造繁荣有序的产业创新生态。发挥数字经济领军企业的引领带动作用，加强资源共享和数据开放，推动线上线下相结合的创新协同、产能共享、供应链互通。鼓励开源社区、开发者平台等新型协作平台发展，培育大中小企业和社会开发者开放协作的数字产业创新生态，带动创新型企业快速壮大。以园区、行业、区域为整体推进产业创新服务平台建设，强化技术研发、标准制修订、测试评估、应用培训、创业孵化等优势资源汇聚，提升产业创新服务支撑水平。

七、持续提升公共服务数字化水平（节选）

（一）提高“互联网+政务服务”效能。

（二）提升社会服务数字化普惠水平。

（三）推动数字城乡融合发展。统筹推动新型智慧城市和数字乡村建设，协同优化城乡公共服务。深化新型智慧城市建设，推动城市数据整合共享和业务协同，提升城市综合管理服务能力，完善城市信息模型平台和运行管理服务平台，因地制宜构建数字孪生城市。

（四）打造智慧共享的新型数字生活。

八、健全完善数字经济治理体系（略）

九、着力强化数字经济安全体系（略）

十、有效拓展数字经济国际合作（略）

十一、保障措施（略）

数字·经济

八部门关于印发《“十四五”智能制造发展规划》的通知

工信部联规〔2021〕207号

各省、自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团工业和信息化、发展改革、教育、科技、财政、人力资源社会保障、市场监管、国资主管部门，各中央企业，各有关单位：

现将《“十四五”智能制造发展规划》印发给你们，请结合实际，认真贯彻实施。

工业和信息化部 国家发展和改革委员会 教育部 科技部 财政部
人力资源和社会保障部 国家市场监督管理总局 国务院国有资产监督管理委员会
2021年12月21日

“十四五”智能制造发展规划（节选）

智能制造是制造强国建设的主攻方向，其发展程度直接关乎我国制造业质量水平。发展智能制造对于巩固实体经济根基、建成现代产业体系、实现新型工业化具有重要作用。为贯彻落实《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》，加快推动智能制造发展，编制本规划。

一、现状与形势

近十年来，通过产学研用协同创新、行业企业示范应用、央地联合统筹推进，我国智能制造发展取得长足进步。供给能力不断提升，智能制造装备市场满足率超过50%，主营业务收入超10亿元的系统解决方案供应商达40余家。支撑体系逐步完善，构建了国际先行的标准体系，发布国家标准285项，牵头制定国际标准28项；培育具有行业和区域影响力的工业互联网平台近80个。推广应用成效明显，试点示范项目生产效率平均提高45%、产品研制周期平均缩短35%、产品不良品率平均降低35%，涌现出离散型智能制造、流程型智能制造、网络协同制造、大规模个性化定制、远程运维服务等新模式新业态。但与高质量发展的要求相比，智能制造发展仍存在供给适配性不高、创新能力不强、应用深度广度不够、专业人才缺乏等问题。

随着全球新一轮科技革命和产业变革突飞猛进，新一代信息通信、生物、新材料、新能源等技术不断突破，并与先进制造技术加速融合，为制造业高端化、智能化、绿色化发展提供了历史机遇。同时，世界处于百年未有之大变局，国际环境日趋复杂，全球科技和产业竞争更趋激烈，大国战略博弈进一步聚焦制造业，美国“先进制造业领导力战略”、德国“国家工业战略2030”、日本“社会5.0”等以重振制造业为核心的发展战略，均以智能制造为

主要抓手，力图抢占全球制造业新一轮竞争制高点。

当前，我国已转向高质量发展阶段，正处于转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，但制造业供给与市场需求适配性不高、产业链供应链稳定面临挑战、资源环境要素约束趋紧等问题凸显。站在新一轮科技革命和产业变革与我国加快高质量发展的历史性交汇点，要坚定不移地以智能制造为主攻方向，推动产业技术变革和优化升级，推动制造业产业模式和企业形态根本性转变，以“鼎新”带动“革故”，提高质量、效率效益，减少资源能源消耗，畅通产业链供应链，助力碳达峰碳中和，促进我国制造业迈向全球价值链中高端。

二、总体思路

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，深化改革开放，统筹发展和安全，以新一代信息技术与先进制造技术深度融合为主线，深入实施智能制造工程，着力提升创新能力、供给能力、支撑能力和应用水平，加快构建智能制造发展生态，持续推进制造业数字化转型、网络化协同、智能化变革，为促进制造业高质量发展、加快制造强国建设、发展数字经济、构筑国际竞争新优势提供有力支撑。

（二）基本原则

坚持创新驱动、把坚持市场主导、充坚持安全可控、坚持系统推进。

（三）发展路径和目标

“十四五”及未来相当长一段时期，推进智能制造，要立足制造本质，紧扣智能特征，以工艺、装备为核心，以数据为基础，依托制造单元、车间、

工厂、供应链等载体,构建虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的智能制造系统,推动制造业实现数字化转型、网络化协同、智能化变革。到2025年,规模以上制造业企业大部分实现数字化网络化,

重点行业骨干企业初步应用智能化;到2035年,规模以上制造业企业全面普及数字化网络化,重点行业骨干企业基本实现智能化。

2025年的主要目标是:

- 转型升级成效显著。
- 供给能力明显增强。
- 基础支撑更加坚实。

三、重点任务

(一) 加快系统创新,增强融合发展新动能。

强化科技支撑引领作用,推动跨学科、跨领域融合创新,打好关键核心和系统集成技术攻坚战,构建完善创新网络,持续提升创新效能。

(二) 深化推广应用,开拓转型升级新路径。

聚焦企业、行业、区域转型升级需要,围绕车间、工厂、供应链构建智能制造系统,开展多场景、全链条、多层次应用示范,培育推广智能制造新模式。

拓展智能制造行业应用。针对装备制造、电子信息、原材料、消费品等领域细分行业特点和痛点,制定智能制造实施路线图,分步骤、分阶段推进。支持有条件有基础的企业加大技术改造投入,持续推动工艺革新、装备升级、管理优化和生产过程智能化。建设行业转型促进机构,加快数据、标准和解决方案深化应用。组织开展经验交流、供需对接活动,总结推广智能制造新技术、新装备和新模式。

促进区域智能制造发展。鼓励地方创新完善政策体系,探索各具特色的区域智能制造发展路径。推动跨地区开展智能制造关键技术创新、供需对接、人才培养等合作。鼓励地方、行业组织、龙头企业等联合推广先进技术、装备、标准和解决方案,加快智能制造进园区,提升产业集群智能化水平。支持产业特色鲜明、转型需求迫切、基础条件好的地区建设智能制造先行区,打造智能制造技术创新策源地、示范应用集聚区、关键装备和解决方案输出地。

(三) 加强自主供给,壮大产业体系新优势。

依托强大国内市场,加快发展装备、软件和系统解决方案,培育发展智能制造新兴产业,加速提升供给体系适配性,引领带动产业体系优化升级。

大力发展智能制造装备。针对感知、控制、决策、执行等环节的短板弱项,加强产学研联合创新,突破一批“卡脖子”基础零部件和装置。推动先进工艺、信息技术与制造装备深度融合,通过智能车间

/工厂建设,带动通用、专用智能制造装备加速研制和迭代升级。推动数字孪生、人工智能等新技术创新应用,研制一批国际先进的新型智能制造装备。

聚力研发工业软件产品。推动装备制造商、高校、科研院所、用户企业、软件企业强化协同,联合开发面向产品全生命周期和制造全过程的核心软件,研发嵌入式工业软件及集成开发环境,研制面向细分行业的集成化工业软件平台。推动工业知识软件化和架构开源化,加快推进工业软件云化部署。依托重大项目和骨干企业,开展安全可控工业软件应用示范。

(四) 夯实基础支撑,构筑智能制造新保障。

瞄准智能制造发展趋势,健全完善计量、标准、信息基础设施、安全保障等发展基础,着力构建完备可靠、先进适用、安全自主的支撑体系。

深入推进标准化工作。持续优化标准顶层设计,统筹推进国家智能制造标准体系和行业应用标准体系建设。加快基础共性和关键技术标准制修订,加强现有标准的优化与协同,在智能装备、智能工厂等方面推动形成国家标准、行业标准、团体标准、企业标准相互协调、互为补充的标准群。加快标准的贯彻执行,支持企业依托标准开展智能车间/工厂建设。积极参与国际标准化工作,推动技术成熟度高的国家标准与国际标准同步发展。

完善信息基础设施。加快工业互联网、物联网、5G、千兆光网等新型网络基础设施规模化部署,鼓励企业开展内外网升级改造,提升现场感知和数据传输能力。加强工业数据中心、智能计算中心等算力基础设施建设,支撑人工智能等新技术应用。支持大型集团企业、工业园区,围绕内部资源整合、产品全生命周期管理、产业链供应链协同、中小企业服务、工业数据处理分析,建立各具特色的工业互联网平台,实现全要素、全产业链数据的有效集成和管理。

强化人才培养。定期编制智能制造人才需求预测报告和紧缺人才需求目录,研究制定智能制造领域职业标准。依托高技能人才培训基地等机构,开展大规模职业培训。加强应届毕业生、在职人员、转岗人员数字化技能培训,推进产教融合型企业建设,促进智能制造企业与职业院校深度合作,探索中国特色学徒制。深化新工科建设,在智能制造领域建设一批现代产业学院和特色化示范性软件学院,优化学科专业和课程体系设置,加快高端人才培养。弘扬企业家精神和工匠精神,鼓励开展智能制造创新创业大赛、技能竞赛。

关于印发《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025年）》的通知

工信部联电子〔2021〕226号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团工业和信息化、住房和城乡建设、交通运输、农业农村、能源主管部门：

现将《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025年）》印发给你们，请结合实际认真贯彻落实。

工业和信息化部 住房和城乡建设部 交通运输部 农业农村部 国家能源局

2021年12月31日

智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025年）（节选）

光伏产业是基于半导体技术和新能源需求而融合发展、快速兴起的朝阳产业，也是实现制造强国和能源革命的重大关键领域。为推动光伏产业与新一代信息技术深度融合，加快实现智能制造、智能应用、智能运维、智能调度，全面提升我国光伏产业发展质量和效率，推动实现2030年碳达峰、2060年碳中和目标，制定本行动计划。

一、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，把握新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，以供给侧结构性改革为主线，以适应新型电力系统发展需求为导向，以构建智能光伏产业生态体系为目标，坚持市场主导、政府支持，坚持创新驱动、产融结合，坚持协同施策、分步推进，把握数字经济发展趋势和规律，促进5G通信、人工智能、先进计算、工业互联网等新一代信息技术与光伏产业融合创新，加快提升全产业链智能化水平，增强智能产品及系统方案供给能力，鼓励智能光伏行业应用，促进我国光伏产业持续迈向全球价值链中高端。

（二）发展目标

到2025年，光伏行业智能化水平显著提升，产业技术创新取得突破。新型高效太阳能电池量产化转换效率显著提升，形成完善的硅料、硅片、装备、材料、器件等配套能力。智能光伏产业生态体系建设基本完成，与新一代信息技术融合水平逐步深化。智能制造、绿色制造取得明显进展，智能光伏产品供应能力增强。

支撑新型电力系统能力显著增强，智能光伏特色应用领域大幅拓展。智能光伏发电系统建设卓有成效，适应电网性能不断增强。在绿色工业、绿色建筑、绿色交通、绿色农业、乡村振兴及其它新型

领域应用规模逐步扩大，形成稳定的商业运营模式，有效满足多场景大规模应用需求。

二、主要任务

（一）提升行业发展水平

加快产业技术创新。推进智能光伏产业链技术创新，加快大尺寸硅片、高效太阳能电池及组件等研制和突破。夯实配套产业基础，推动智能光伏关键原辅料、设备、零部件等技术升级。开展智能光伏与建筑节能、交通运输、绿色农业等领域相结合的交叉技术研究。

提升智能制造水平。推动光伏基础材料、太阳能电池及部件智能制造。促进智能化生产装备的研发与应用，提升整体工序智能化衔接。鼓励企业采用信息化管理系统和数字化辅助工具，提高光伏产品制造全周期信息化管理水平。通过资源动态调配、工艺过程精确控制、智能加工和装配、人机协同作业和精益生产管理，实现智能化生产作业和精细化生产管控，打造智能制造示范工厂。

实现全链条绿色发展。支持研发和应用节能节水技术、材料和装备，实施智能光伏清洁生产，降低污染物排放。开发低碳材料、工艺、装备，鼓励利用可再生能源生产，促进行业优先低碳转型。研究制定光伏行业碳排放控制目标和行动方案，制定光伏发电全生命周期碳足迹评价标准并开展认证。研究开发退役光伏组件资源化利用的技术路线和实施路径，推动废旧光伏组件回收利用技术研发及产业化应用，加快资源综合利用。

（二）支撑新型电力系统

发展智能光伏产品。面向智能光伏发电建设，结合多场景终端用电需求，运用5G通信、人工智能、先进计算、大数据、工业互联网等技术，开发一批智能化、特色化、类型化光伏产品。构建适用于农村自有建筑物屋顶、城镇及建筑节能、生态化交通网络等的智能光伏多样化产品体系。

建设智能光伏系统。支持智能光伏产品在光伏发电系统踏勘、设计、集成、运维、结算、交易中的应用，开发应用各类电网适应性技术，增强智能光伏系统自感知、自诊断、自维护、自调控能力，提升光伏发电电网友好性。

发展智能光储系统。突破智能光储关键技术，平抑光伏发电波动，跟踪发电计划出力、电量时移，提升对新型电力系统的支撑能力。推动光伏电站与抽水蓄能、电化学储能、飞轮储能等融合发展，建设一批电源侧光伏储能项目，保障光伏发电高效消纳利用。

拓展智能光伏技术耦合。发展智能光伏直流系统，开展光伏储能直流耦合系统技术研究，拓展光伏直流建筑、太阳能路灯、直流空调等直流负载应用。支持智能光伏制氢等试点示范项目建设，加快开展制氢系统与光伏耦合技术研究。

（三）助力各领域碳达峰碳中和

智能光伏建筑。在有条件的城镇和农村地区，统筹推进居民屋面智能光伏系统，鼓励新建政府投资公益性建筑推广太阳能屋顶系统。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。提高建筑智能光伏

应用水平。积极开展光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑建设示范。

（四）优化产业发展环境

完善技术标准体系。修订实施《太阳能光伏产业综合标准化技术体系》，加快智能光伏标准体系研究和顶层设计。开展光伏和交通、建筑、农业、能源、乡村等领域结合标准研究，推动研究适用于新型电力系统的光伏发电规范和基于光伏为主体电源的电力系统等标准。

完善知识产权布局。提升智能光伏企业知识产权保护意识，完善管理制度。开展国内外知识产权布局、知识产权运用试点企业培育工作。支持相关研究机构、行业组织对光伏领域内知识产权布局现状进行全面梳理，探索研究专利池建设，围绕智能光伏关键技术和工艺开展专利分析预警。

深化国际交流合作。加强“引进来”，与先进国际机构和企业开展智能光伏领域技术、人才、资本、标准等合作。深化“走出去”，落实“一带一路”倡议，鼓励具有高附加值的智能光伏产品出口，支持企业在海外建设智能光伏工厂、开发智能光伏电站项目，为光伏治沙、光伏扶贫等先进智能光伏模式推广应用贡献中国方案。

生态环保部《关于严格控制第一批氢氟碳化物化工生产建设项目的通知》

环办大气〔2021〕29号

各省、自治区、直辖市生态环境厅（局）、发展改革委、工业和信息化厅（局），新疆生产建设兵团生态环境局、发展改革委、工业和信息化局：

按照2021年9月15日对我国生效的《〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉基加利修正案》（以下简称《修正案》）和《中国受控消耗臭氧层物质清单》（生态环境部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部公告2021年第44号），我国将逐步削减氢氟碳化物（HFCs）的生产和使用。为切实履行《修正案》，根据《消耗臭氧层物质管理条例》有关规定，现就严格控制部分HFCs化工生产建设项目、加强相关建设项目环境管理通知如下：

一、自2022年1月1日起，各地不得新建、扩建附件所列用作制冷剂、发泡剂等受控用途的HFCs化工生产设施（不含副产设施），环境影响报告书（表）已通过审批的除外。

二、已建成的附件所列HFCs化工生产设施，需要进行改建或异址建设的，不得增加原有HFCs生产能力或新增附件所列HFCs产品种类。

三、对违反以上规定的企业，依法予以处罚。

生态环境部办公厅 发展改革委办公厅 工业和信息化部办公厅
2021年12月27日

控制的氢氟碳化物名单

序号	代码	化学式	化学名称
1	HFC-32 [*]	CH ₂ F ₂	二氟甲烷
2	HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1,1,1,2-四氟乙烷
3	HFC-125	CHF ₂ CF ₃	五氟乙烷
4	HFC-143a	CH ₃ CF ₃	1,1,1-三氟乙烷
5	HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1,1,1,3,3-五氟丙烷

关于修改《河北省绿色建筑标识管理办法》部分条款的通知

(2021年8月26日冀建法改〔2021〕2号印发实施。

根据2021年12月22日冀建法改〔2021〕8号修改)

第一章 总 则

第一条 为规范绿色建筑标识管理,促进河北省绿色建筑高质量发展,根据《河北省促进绿色建筑发展条例》、住房和城乡建设部《绿色建筑标识管理办法》(建标规〔2021〕1号)有关规定,结合本省实际,制定本办法。

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

第三条 绿色建筑标识授予范围为符合绿色建筑星级标准的工业与民用建筑。

第四条 绿色建筑标识星级由低至高分为一星级、二星级和三星级三个级别。

第五条 省住房和城乡建设厅负责二星级绿色建筑认定并授予标识,指导监督各市绿色建筑标识工作,向住房和城乡建设部推荐三星级绿色建筑项目。

各设区市(含定州、辛集市)、雄安新区住房和城乡建设主管部门,负责认定一星级绿色建筑并授予标识工作。

申报单位可以随时申报绿色建筑标识,住房和城乡建设主管部门根据申报情况分批集中组织专家开展审查。

第六条 认定绿色建筑星级标识,应当采用以下标准:

(一)新建民用建筑认定三星级标识采用《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378),认定二星级或一星级标识采用《绿色建筑评价标准》(DB13(J)/T 8427);

(二)工业建筑采用《绿色工业建筑评价标准》(GB/T 50878);

(三)既有建筑改造采用《既有建筑绿色改造评价标准》(GB/T 51141)。

第七条 省住房和城乡建设厅负责建立河北省绿色建筑专家库。各市住房和城乡建设主管部门可根据工作需要建立本级绿色建筑专家库。

专家应当熟悉国家和河北省绿色建筑标准,了解掌握工程规划、设计、施工等相关技术要求,具有良好的职业道德,具有副高级及以上技术职称或取得相关专业执业资格。

二星级绿色建筑标识评审专家应当从河北省绿

色建筑专家库中抽选专家组成专家组;一星级绿色建筑标识评审专家省级绿色建筑专家库专家不得低于60%。认定专家应由7-9名单数组成,并不得与申报单位有利害关系。

第二章 申报和审查程序

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

第九条 绿色建筑标识认定需经申报、推荐、审查、公示、公布等环节,审查包括形式审查和专家审查。

第十条 绿色建筑项目应当通过国家绿色建筑标识管理信息系统申报。

省住房和城乡建设厅和各市住房和城乡建设主管部门可依据管理权限登录国家绿色建筑标识管理信息系统开展绿色建筑标识审查、推荐、认定工作。未通过系统认定的项目应当及时将认定信息补录进系统。

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

(一)按照《绿色建筑评价标准》等相关国家或者河北省地方标准进行设计、施工、运营、改造;

(二)已通过建设工程竣工验收备案。

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

(一)绿色建筑标识申报书和自评报告;

(二)项目立项审批等相关文件;

(三)申报单位简介、资质证书、统一社会信用代码证等;

(四)与标识认定相关的图纸、报告、计算书、图片、视频等技术文件;

(五)每年上报主要绿色性能指标运行数据的承诺函。

申报项目为商品房的,前款第四项材料还包括按照《河北省促进绿色建筑发展条例》第十八条规定,载明绿色建筑等级,以及节能措施、节水设施设备的保修期限、保护要求等内容的商品房的质量保证书和使用说明书。

第十三条至第十七条(略)

第三章 标识管理(略)

第四章 附 则(略)

太原市人民政府办公室关于印发太原市“十四五”城乡管理规划的通知

并政办发〔2021〕41号

各县（市、区）人民政府，综改示范区、中北高新区、西山示范区管委会，市直各委、局、办，各有关单位：《太原市“十四五”城乡管理规划》已经市人民政府同意，现印发给你们，请认真组织实施。

太原市人民政府办公室

2021年12月31日

太原市“十四五”城乡管理规划（节选）

“十四五”时期是“两个一百年”奋斗目标的历史交汇期，是我国推进高质量发展、构建新发展格局的重要阶段，也是太原实现转型出雏型，打造具有国际影响力的国家区域中心城市、再现“锦绣太原城”盛景的关键时期。本规划深入贯彻党的十九大和十九届历次全会精神、中央经济工作会议精神、全面落实省第十二次党代会、省委十二届二次全会暨省委经济工作会议部署，按照全方位推动高质量发展的目标要求，系统总结“十三五”时期太原市城乡管理的工作基础，以提升太忻一体化经济区市市政基础设施服务保障能力为重点，聚焦城市更新行动和高质量转型发展，找准战略定位、明确奋斗目标、抓好重点环节、加强精细管理，全面提升行业运行保障水平，为实现城乡管理事业现代化奠定基础。

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，全面贯彻党的十九大和十九届历次全会、中央经济工作会议精神，坚持党的基本理论、基本路线、基本方略，坚持系统观念，统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局，坚持以习近平总书记视察山西重要讲话重要指示为根本遵循，坚持稳中求进工作总基调，以全方位推动高质量发展为主题，紧紧围绕全省城乡区域发展新布局 and 太忻一体化经济区建设战略部署，一体推进治山、治水、治气、治城，规划实施一批重大市政基础设施工程建设，提高城乡管理精细化水平，提升行业保障能力、运行维护效能和综合承载力，增强人民群众获得感、幸福感、安全感，全力保障打造具有国际影响力的国家区域中心城市，向着全面再现“锦绣太原城”盛景目标奋力迈进。

（二）基本原则

坚持党的领导、坚持以人为本、坚持安全发展、坚持绿色发展、坚持创新引领、坚持统筹协调、坚

持规范执法。

（三）发展目标

推动能源清洁低碳安全高效利用。贯彻落实碳达峰、碳中和行动方案，科学规划供热、燃气系统布局，建成供应多元、结构合理、安全可靠的综合能源系统，推动传统能源和新能源优化组合，推进热源项目建设和热源清洁低碳改造，鼓励再生水热泵、空气源热泵、地热能等可再生能源供热优先发展，热源安全裕度力争达到30%，努力构建多种能源互补、工业余热吃尽、可再生能源增加的全系统供热新格局，推动气源多源化建设，基本建成燃气一网多源格局，保障供气安全可靠运行，城市燃气普及率达到100%。

三、主要任务

以提高城乡管理现代化水平、提升城市品质为主线，坚持治山、治水、治气、治城一体推进，全面再现“锦绣太原城”盛景，大力推进重点任务的落实，为城市全方位高质量发展提供坚实支撑。

（二）实施清洁供能保障空气质量持续改善

7. 建设城乡清洁供热体系

加快集中供热热源项目建设。编制《太原市供热专项规划（2020—2035年）》，推进阳曲大型燃煤热源厂集中供热工程、太一电厂新址项目、城西燃气调峰热源厂、东部燃气调峰热源厂、中北高新区能源岛、大孟能源岛等项目建设，满足新增热负荷需求。积极引导各电厂采用以热电联产为目标系统性技术方案改造热电机组，支持再生水热泵、空气源热泵、地热能等可再生能源供热优先发展，持续巩固“禁煤区”成果，继续实施清洁供暖改造，建立长效管理工作机制。

推进清洁低碳供热改造。积极推进供热“存量”低碳转型、“增量”低碳供热，实施城南热源厂燃煤锅炉超低排放改造；结合“煤改气”、“煤改电”工作经验，加大生物质能、太阳能、风能等资源综合利用，因地制宜推进分散供热区域清洁供暖改造。

重庆市住房和城乡建设委员会

关于印发《重庆市绿色建筑“十四五”规划（2021—2025年）》的通知

渝建发〔2021〕15号

各区县（自治县）住房城乡建委，两江新区、重庆高新区、万盛经开区、重庆经开区、双桥经开区建设局，各有关单位：

为深入贯彻重庆市绿色建筑创建行动，落实碳达峰碳中和目标，进一步推动城乡建设绿色发展，市住房城乡建委组织编制了《重庆市绿色建筑“十四五”规划（2021—2025年）》（以下简称《规划》），现予以发布。

《规划》作为指导我市“十四五”期间绿色建筑工作的纲领性文件，结合我市绿色建筑发展现状，提出了工作的指导思想、基本原则、发展目标、重点任务和保障措施。请各地、各单位结合工作实际，认真贯彻执行，确保完成《规划》提出的目标任务。

重庆市住房和城乡建设委员会

2021年12月31日

重庆市绿色建筑“十四五”规划（2021—2025年）（节选）

一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，中央城市工作会议精神，深化落实习近平总书记对重庆提出的营造良好政治生态，坚持“两点”定位、“两地”“两高”目标，发挥“三个作用”和推动成渝地区双城经济圈建设等重要指示要求，坚持党的全面领导，立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，坚持以人民为中心，落实碳达峰、碳中和目标任务，推动城乡建设绿色发展，以提高建筑能源资源利用效率，改善建筑空间环境品质为核心目标，强化增量管控，改善存量品质，优化用能结构，转变建设方式，促进区域协调，突出市场机制导向，倡导共同缔造理念，推动形成人与自然和谐共生、宜居宜业、绿色循环低碳的住房城乡建设绿色发展新局面。

二、基本原则

坚持民生导向，以人为本。
坚持规划统筹，系统推进。
坚持问题导向，精准施策。
坚持因地制宜，兼容并蓄。
坚持改革引领，创新驱动。

三、发展目标

“十四五”期间，绿色建筑建设规模持续扩大，发展质量效益稳步提高，绿色建筑全产业链发展不断成熟，民用建筑健康性能不断完善，老百姓对绿色建筑的获得感不断增强，绿色建材得到广泛应用，绿色建造方式全面推广，建筑领域绿色发展水平明显提高，新建建筑能效水平稳步提高，超低能耗建筑实现示范应用，既有建筑绿色化改造有序推进，清洁及可再生能源应用比例提高，重庆市建筑用能

总量增速放缓，部分领域用能强度下降，建筑能源消费结构逐步清洁化、低碳化。

四、重点任务（节选）

1、提升绿色建筑建设品质

完善绿色建筑相关标准。根据国家《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021和《建筑环境通用规范》GB 55016-2021，修订《公共建筑节能（绿色建筑）设计标准》、《居住建筑节能65%（绿色建筑）设计标准》及配套技术细则、技术规定、审查要点和设计软件等。对照国家《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019，修订重庆市《绿色建筑检测标准》、《建筑节能（绿色建筑）工程施工质量验收标准》等标准，将绿色建筑基本要求纳入工程建设强制规范。

加强绿色建筑标识管理。修订《重庆市绿色建筑标识管理办法》，落实国家绿色建筑标识分级要求，由住房和城乡建设部、市住房城乡建委、区县住房城乡建委分别授予三星、二星、一星绿色建筑标识。建立重庆市绿色建筑标识管理信息系统，重新征集绿色建筑与节能专家库专家，强化对绿色建筑评价标识项目实施情况的事中事后监管。

推动星级绿色建筑、绿色生态住宅小区建设。落实主城区市政府投资或以政府投资为主的新建公共建筑、社会投资建筑面积2万平方米及以上的大型公共建筑应达到二星级及以上绿色建筑标准，并适时向全市扩展，区级行政区域内新申报的绿色生态住宅小区应至少达到二星级及以上绿色建筑标准要求，县级行政区域内绿色生态住宅小区应至少达到一星级及以上绿色建筑标准要求，推动超高层建筑及两江四岸、核心商圈等重点区域的地标性建筑、其他具备条件的建筑执行三星级绿色建筑标准。

增强绿色建筑的获得感。从提升建筑的安全耐久性、健康舒适性、生活便利性及环境宜居性等方面增强市民对绿色建筑的感知体验。结合重庆市气候特点、资源禀赋、建筑风貌和居民生活习惯等因素,推动建筑隔热、通风、除湿、采光、隔声等绿色健康技术研究和应用。编制《居住建筑自然通风设计技术标准》、《百年健康建筑技术标准》、《中小学校建筑品质提升设计导则》、《医院建筑品质提升设计导则》等标准规范,提高建筑室内空气、水质、隔声等健康性能指标。开展绿色生态住宅小区室外微气候设计优化研究。提高建筑的防水防潮等安全耐久性能。结合重庆山地城市的特点,统筹地下空间综合利用。倡导绿色装修,提高成品住宅装修交房比例。充分汲取健康建筑、生态建筑、低碳建筑、装配式建筑、智能建筑等新理念,开展高品质住宅形态研究。

2、提高新建建筑能效水平

分阶段、分类型提高城镇新建民用建筑节能强制性标准。实施高性能门窗推广工程,因地制宜地提出门窗节能性能提升目标,同时兼顾安全性、适用性、耐久性等综合性能提升,提高门窗工程质量,推广适宜遮阳、通风技术,推广兼顾安全性、可靠性、耐久性和保温隔热性的建筑保温系统,提高雨水、中水、再生水的利用,使用较高用水效率的设备及卫生器具。使用高效率的机电设备及照明光源,优化建筑智能化控制技术,鼓励立体绿化技术应用。引导农村建筑参照节能标准设计建造。

3、推动绿色建筑与建筑产业化融合发展

4、促进区域绿色低碳发展

5、推动建筑用能清洁化低碳化

因地制宜建立重庆市可再生能源利用主要实施技术路径,推进可再生能源的深度及复合应用,探索在具备资源利用条件的区域强制推广可再生能源建筑应用技术的措施。强化可再生能源建筑应用项目实施质量,促进可再生能源建筑规模化应用。在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等建筑推广应用热泵、电蓄冷空调等。结合重庆市气候、资源条件,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。鼓励农村建筑使用太阳能系统。开展污水源热泵应用示范工程及研究。充分发挥电力在建筑终端消费的清洁性、可获得性、便利性优势,按照宜电则电的原则,建立以电力消费为核心的建筑能源消费体系。围绕建筑能源清洁、低碳、高效利用目标,在建筑空调、生活热水等用能领域推广高效电气智能化应用技术与设备。

6、促进区域绿色低碳发展

以商场、医院、学校、酒店和机关办公建筑为重点,推动既有公共建筑由单一型的节能改造向综合型的绿色化改造转变,探索利用绿色金融及其它多元化融资支持政策推动公共建筑绿色化改造的市场化机制。推进公共建筑能源环境动态监管制度。推广使用高效的节能照明光源,合理使用电气智能化控制技术,提高建筑机电设备的运行管理水平。鼓励使用建筑绿化、边坡垂直绿化及可再生能源技术,建筑绿色化改造效果以减碳量核算。

7、加强绿色建筑运行管理

加强绿色建筑运行管理,提高绿色建筑设施、设备运行效率。推行绿色物业管理模式,结合产权、功能和运营特点,将绿色建筑日常运行要求纳入物业管理内容,强化绿色建筑运行管理人员专业能力提升。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。搭建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的实时监测与统计分析。

8、加大绿色建材应用力度

9、促进建筑能源供需协同发展

推动建筑用能与能源供应及输配响应、互动,提升能源链条整体效率。会同能源管理部门推动区域建筑能效提升,推广基于建筑用户能源需求及负荷预测的区域能源综合规划,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。开展城市新区、功能园区、建筑群等整体参与的电力需求响应试点,利用建筑用能监测数据合理引导建筑用户电力需求,积极参与调峰,培育智慧用能新模式。推进源-网-荷-储-用协同运行,增强系统调峰能力。加快电动汽车充电基础设施建设。

10、开展碳达峰碳中和研究及工程示范

研究制定重庆市面向2030年、2060年的建筑行业碳达峰碳中和行动方案,并与五年规划、年度计划等做好衔接。结合重庆市气候条件和资源禀赋情况,开展超低能耗、近零能耗、低碳(零碳)建筑的适宜技术路径和标准体系研究,通过被动式建筑设计,最大幅度降低建筑供暖、空调、照明能耗,通过主动技术措施最大幅度提高能源设备与系统效率,充分利用可再生能源,以最少的能源消耗提供舒适的室内环境。积极开展超低能耗建筑工程示范,探索近零能耗、低碳(零碳)建筑试点。完善建筑规划、设计、建设、运行、改造过程中碳排放控制标准、技术及产业支撑体系,推动建筑行业低碳发展的制度创新、技术创新和工程创新。研究建筑活动碳排放清单编制方法,探索实施建筑碳排放评价标识制度。

某市热电联产供热长输管网大高差、长距离输送技术应用

枚军¹, 刘冲², 王欣¹

(1. 太原智博热电工程设计有限公司, 山西 太原 030006;

2. 中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司, 山西 太原 030001)

[摘要] 以山西某市利用电厂纯凝机组改造热电联产、通过供热长输管网大高差、长距离输送技术向城区实施集中供热的项目为例, 介绍了该项目在电厂热电联产改造系统、长输管网分段优化管道壁厚、大口径供热管道直埋冷安装方式、长输管网穿越工程实施、供热大型板式换热器配置、大高差供热管网系统的运行保护等方面采取的相关技术措施, 为供热长输管网技术的应用提供了实践经验。

[关键词] 供热长输管网; 分段优化管道壁厚; 大口径管道直埋冷安装; 管网穿越技术; 大型板式换热器; 大高差管网运行保护

1 概述

集中供热已成为解决我国中型、大型、特大型城市供热的主要方式, 至2016年底, 北方城市供热需求已达141亿平方米^[1], 利用现有城市集中供热热源能力无法满足日益增长的供热负荷需求, 热源缺口较大。目前大多数电厂发电机组的凝汽余热尚未得到利用, 直接冷却后排放大气; 如能充分利用该部分余热, 实现电厂热电联产为城市提供热源, 是解决城市供热缺口的一个重要途径。由于环保原因, 大部分燃煤电厂均选址在远离市区的位置(远郊热电厂), 敷设供热长输管线为城市供热成为实施电厂热电联产集中供热的一个重要发展方向^[2]。如太原太古供热项目利用古交兴能电厂热电联产余热, 建设四条DN1400管线37.8km(隧道管线15.17km), 设置三座中继泵站、一座事故补水站、一座城区供热隔压站, 为太原城区实施供热面积7600万平米; 济南市章丘华电电厂余热利用项目^[3]建设两条DN1400管线45km, 设置一座中继泵站, 为济南东部城区实施供热面积1500万m²。

国务院于2018年7月3日发布《打赢蓝天保卫战三年行动计划》, 提出加大对纯凝机组和热电联产机组技术改造力度, 加快供热管网建设, 充分释放和提高供热能力, 淘汰管网覆盖范围内的燃煤锅炉和散煤。国家发改委、住建部〔2015〕2491号《余热暖民工程实施方案》也明确提出实施余热暖民, 可降低供热成本、提高能源利用率, 建设煤炭消耗和污染物排放, 是重要的民生工程。远郊热电厂热电联产余热的利用将为供热长输管线的发展提供了

广阔的空间。本文结合工程实例, 对集中供热长输管网大高差、长距离输送的技术应用及技术措施进行探讨。

2 供热长输管网系统

2.1 项目概况

该供热长输管网项目位于山西朔州某县级市, 于2016年7月实施, 当年12月投入运行; 热源采用当地坑口电厂2×200MW纯凝机组改造热电联产, 实施供热面积约1000万m², 设计管网管径DN1200, 输送距离21.2km, 进入城区设置隔压站一座, 隔压站后对接城区原有供热系统。电厂首站与隔压站高差约126m, 供热长输管网布置见图1。该项目经过三个采暖季运行, 供热管网系统运行正常。

2.2 管网系统

根据当地城区供热用户多年实际运行参数结合电厂经济性, 确定电厂出口供热循环水参数105/55℃; 计算长输管网保温热损失, 供水管温降2℃, 回水管温降约0.5℃, 至隔压站一次侧参数103/55℃; 隔压站二次侧(供城区用户热力站)参数95/50℃。电厂设计供热能力527MW, 供热循环流量约9060t/h, 输送主管网DN1200, 电厂首站回水压力0.30MPa; 根据管网沿线地形高程, 绘制供热长输管网水压图见图2。

结合水压图, 管网采用供水/回水两级加压系统, 分别在电厂首站和城区隔压站设置循环加压泵提供管网动力; 将供水/回水管压力均控制在2.5MPa以内, 保证系统安全运行; 管网系统最高运行压力2.42MPa, 出现在回水加压泵出口。



图1 供热长输管网布置图

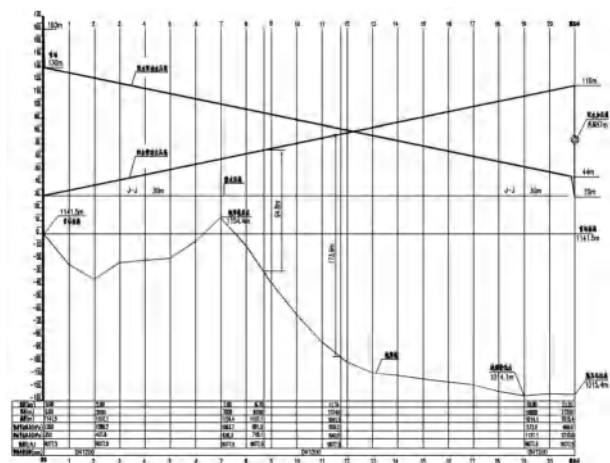


图2 供热长输管网水压图

2.3 供热长输管线面临的问题

供热长输管网主要面临的问题包括：

- ①输送距离长，路由复杂，沿途穿越工程多，地质条件多变；
- ②热源至用户高程相差较大，管网系统承压高，采用供水/回水两级加压，静态和动态水力工况复杂；
- ③热容量大，主管网口径大，循环水泵及换热设备容量大；等。

针对上述问题，项目设计采取了一系列技术措施，分析如下文。

3 技术措施分析

3.1 电厂热源改造

项目利用当地坑口电厂 $2 \times 200\text{MW}$ 纯凝机组改造热电联产，采用高背压+热压机+热网加热器梯级加热的技术方案，设置热网首站一座。1#机组实施中低压连通管打孔抽汽，抽汽参数 0.3MPa 、 247.1°C 、抽汽量 395t/h ；2#机组实施高背压运行，凝汽缸抬高背压至 35KPa ，改造上空冷岛的乏汽主管实施抽汽 395t/h ；系统设置热压机（真空喷射器原理，美国进口设备）一台，利用 0.3MPa 蒸汽引射 35KPa 乏汽得到 70KPa 混合蒸汽。

长输管网 55°C 回水梯级通过一级热网凝汽器（ 35KPa 乏汽）、二级热网凝汽器（ 70KPa 混合蒸汽）、三级热网加热器（ 0.3MPa 蒸汽）升温至 105°C 供

水，再送至城区隔压站供热。热源设计总供热能力 527MW ，利用热压机加热 183MW 。电厂热源改造系统原理见图3。

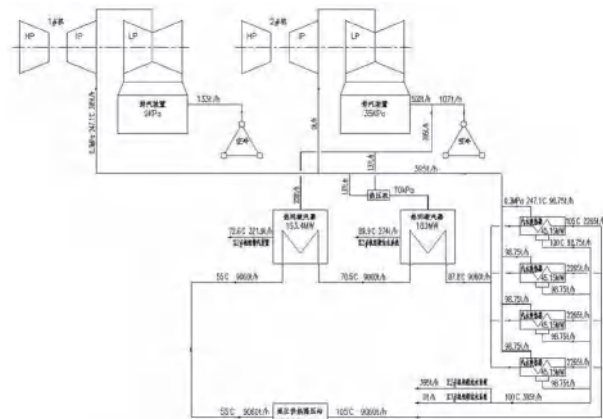


图3 电厂热源改造系统原理图

3.2 长输管网大口径直埋冷安装

1) 管道壁厚设计

为充分降低长输管网投资，本项目根据CJJ34-2010和CJJ/T81-2013对管网压力及直埋管道应力验算的要求，结合供热长输管网水压图（见图2），并通过START应力计算软件和动态水力分析软件核算，对DN1200长输管网供水/回水管道逐段确定管道设计压力和安全、可靠的管道壁厚，长输管网各段管道壁厚选用见表1。在管道壁厚分界点，采用双向套筒补偿器连接，消除管道应力集中。

表1 长输管网各段管道壁厚选用表

项目	管径	管段位置	最高运行压力	设计压力	管道壁厚
供水管	DN1200	管网 Z0+000~Z21+200	1.70MPa	2.0MPa	16mm
	DN1200	管网 Z0+000~Z8+700	0.95MPa	1.6MPa	14mm
回水管	DN1200	管网 Z8+700~Z11+750	1.74MPa	2.0MPa	16mm
	DN1200	管网 Z11+750~Z21+200	2.42MPa	2.5MPa	18mm

对于DN1200管道规格，壁厚18mm与16mm价差200元/m、18mm与14mm价差400m，通过分段设计壁厚，本长输管网供水回水管道仅管材项降低造价833万元。因此，对长输管网类远距离、大系统，通过分段优化管道设计压力和管道壁厚，在保证管网静态、动态水力工况安全和管道应力安全的情况下，避免按整个管网等压力、等壁厚设计的方式，降低工程整体投资，示范意义较为明显。

2) 大口径直埋冷安装

长输管网选用高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管，采用直埋敷设冷安装方

式；管道安装温度 15~20℃，设计运行温度 105℃，最高瞬时运行温度 ≤110℃，即管道最大循环温差 ≤95℃。

根据现行规程，从安定性理论^[4]出发，管道产生有限量的塑性变形不会产生破坏，只有循环塑性变形才会使管道产生破坏。当管道循环温差低于满足安定性条件的直埋敷设供热管道的最大允许循环温差时，管道允许进入锚固。长输管网管道屈服温差及最大允许循环温差计算见表 2。

工作管的屈服温差应按下列公式计算：

$$\Delta T_y = \frac{1}{\alpha \times E} [n \times \sigma_s - (1 - \nu) \sigma_t] \quad \sigma_t = \frac{P_d \times D_i}{2\delta}$$

工作管的最大允许循环温差应按下列公式计算：

$$0.7 \frac{P_d D_i}{2\delta} + \alpha E (t_1 - t_2) \leq 3[\sigma]$$

式中：

- ΔT_y ——工作管屈服温差 (°C)；
- α ——钢材的线膨胀系数 [m/(m·°C)]；
- E ——钢材的弹性模量 (MPa)；
- n ——屈服极限增强系数，取 1.3；
- σ_s ——钢材的屈服极限最小值 (MPa)；
- ν ——钢材的泊松系数，取 0.3；
- σ_t ——管道内压引起的环向应力 (MPa)；
- P_d ——管道计算压力 (MPa)；
- D_i ——工作管内径 (m)；
- δ ——工作管公称壁厚 (m)；
- t_1 ——循环最高温度 (°C)；
- t_2 ——循环最低温度 (°C)；
- $[\sigma]$ ——钢材许用应力 (MPa)。

结合表 2 可知，本长输管线 DN1200 供热管道最大循环温差小于最大允许循环温差，所以管道允许进入锚固。同时，经过锚固段整体稳定性和局部稳定性校核，管道不会发生失稳，是安全的。

长输管线采用直埋敷设冷安装方式，在管线局部应力集中处（如穿越段、小折角管段等）设置套筒补偿器消除应力。与大口径管道常规采用的预热安装方式相比，管道冷安装从工程施工周期、工程造价、施工难度等方面优势非常明显。

3) 管网关断阀门

关断阀门是长输管网的关键组件，在管网系统打压、充水 / 泄水、检修等方面发挥重要作用，通常在主管线上 1~2km 安装一组。本长输管网选用关断阀门为全通径、固定实心球、一体式、带涡轮传动、钢制焊接球阀，安装在阀门井室内；由于管网采用直埋敷设冷安装方式，球阀本体在运行工况下承受较高的轴向应力。

根据《城镇供热预制直埋保温阀门技术要

表 2 长输管网管道屈服温差及最大允许循环温差计算表

工作管公称壁厚	δ	mm	14	16	18
工作管内径	D_i	mm	1192	1188	1184
压力	P_d	MPa	1.6	2.0	2.5
钢材的线膨胀系数	α	[m/(m·°C)]	0.0000126	0.0000126	0.0000126
钢材的弹性模量	E	MPa	196000	196000	196000
钢材的屈服极限最小值	σ_s	MPa	235	235	235
钢材的泊松系数	ν		0.3	0.3	0.3
管道内压引起的环向应力	σ_t	MPa	68.11	74.25	82.22
工作管屈服温差	ΔT_y	°C	104.40	102.66	100.40
最大允许循环温差	ΔT_{max}	°C	132.54	130.80	128.54

求》（GB/T35842-2018）附录 A 对直埋管道安装的 DN1200 阀门承受轴向力及弯矩要求：轴向拉力 17831kN、轴向压力 9529 kN、弯矩 2895609N·m。因此，直埋管道高轴向力对选用焊接球阀的本体结构形式和焊接质量要求较高，在设计中需谨慎对待。

3.3 长输管网穿越工程

本长输管线路由复杂，沿途穿越工程多，地质条件多变，高程变化大；沿途穿越工程包括自然泄洪沟、铁路、国道 / 省道、人工湖、引黄输水管线、天然气长输管线等；采用施工措施包括大开挖、局部暗挖、顶管、拖管等方案。各段管线穿越工程根据当地地质条件、地下水位高度、周边环境情况等选用了不同的施工技术措施。各段管线穿越工程方案见表 3。

过人工湖段管线典型穿越技术方案见图 4。

3.4 隔压站设备配置

1) 板式换热器

隔压站换热量 506MW（管网沿线损耗 2℃），共选用 10 台可拆卸式板式换热器，单台换热量 56MW，一次侧参数 103/55℃、承压 2.5MPa，二次侧 95/50℃、承压 1.6MPa。隔压站系统流程见图 5。板式换热器主要设计参数见表 4。

隔压站选型的板式换热器具有如下特点：

①高传热单元数；换热器的传热单元数（NTU）达到 7.5，选用板片波纹结构浅而密的高 NTU 值硬板板型^[5]（NTU 值可达 5~8）；

②单台换热器设备容量大；传热系数高，换热面积大，单板有效换热面积 2.2m²，共安装板片 742 片，单台板换换热面积 1632m²；

③换热温度端差小，仅为 5℃，换热效率高；

表 3 各段管线穿越工程方案

管网里程	穿越项目	穿越长度	施工方案	技术措施
Z2+203	自然泄洪沟	68m	大开挖下穿	管道敷设在泄洪沟冲刷层下 1.5m，采用大开挖直埋敷设方式
Z3+596	小峪铁路	70m	顶管穿越	黏性黄土、土质好；大开挖基坑顶管；顶进两趟 Φ2600 混凝土套管，供 / 回水管架空布置在套管内
Z4+478	自然泄洪沟	40m	大开挖下穿	管道敷设在泄洪沟冲刷层下 1.5m，采用大开挖直埋敷设方式
Z11+333	引黄输水管线	12m	顶管穿越	黏性黄土、土质好；大开挖基坑顶管；顶进两趟 Φ2000 混凝土套管，供 / 回水管架空布置在套管内
Z11+924	长输天然气管线	3.6m	暗挖下穿	天然气管线两侧钢板桩支护，供 / 回水管分别暗挖下穿
Z12+552	省道大忻线	102m	拖管穿越	靠近人工湖，地下水位较高；采用定向钻扩管，拖管穿越
Z12+700	人工湖 (参见图 4)	340m	大开挖下穿	地下水位高、存在流沙、渗水量大；采用大放坡开挖，管沟底垫 500mm 片石做工作面，管沟一侧下挖 300mm 明沟排水，间隔 90m 设排水井一个，配置排水泵降水
Z14+058	国道 G208	110m	拖管穿越	地形高程低，地下水位较高；采用定向钻扩管，拖管穿越
Z15+254	北同蒲铁路	84m	顶管穿越	地下水位高、土质差；采用沉井顶管方式，井点降水；顶进两趟 Φ2600 混凝土套管，供 / 回水管架空布置在套管内

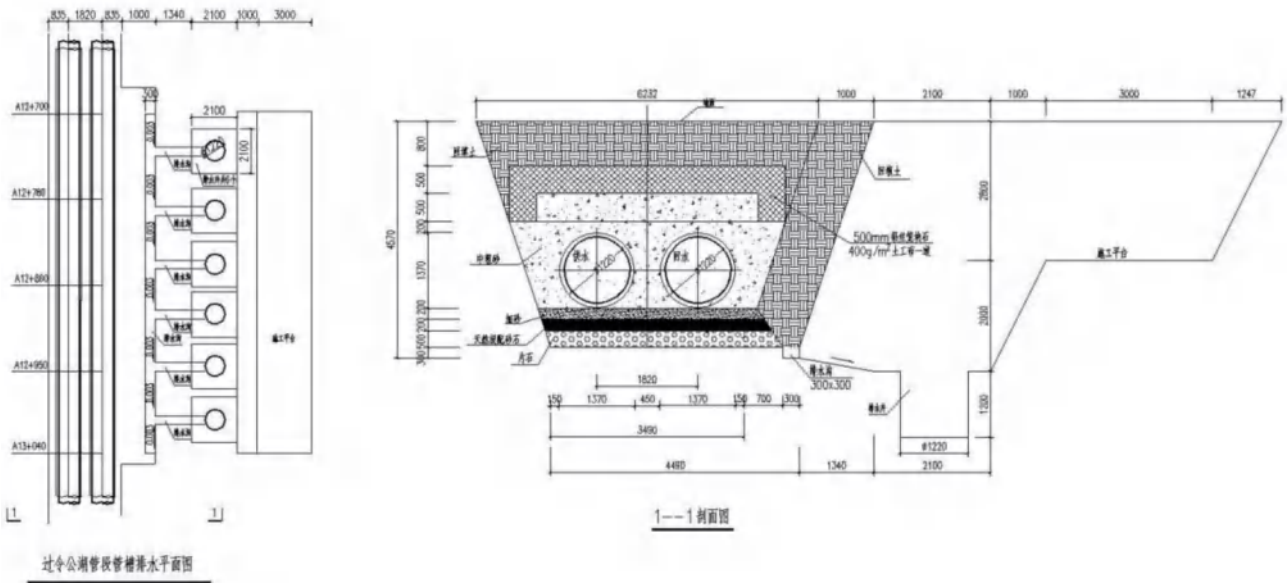


图 4 过人工湖段管线典型穿越技术方案图

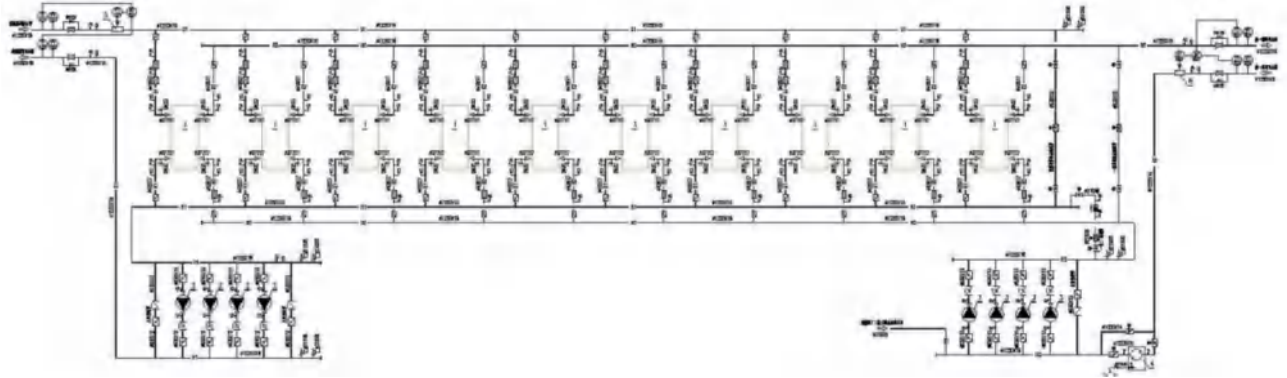


图 5 隔离站系统流程图

表4 板式换热器主要设计参数表

总换热热量	MW	506
一次侧进 / 出水温度	°C	103/55
一次侧流量	t/h	9060
二次侧进 / 出水温度	°C	95/50
二次侧流量	t/h	9670
换热系数	W/m ² ·K	5000
总换热面积	m ²	15812
传热单元数	NTU	7.5
选择换热器数量	台	10
单台设计换热热量	MW	56
单台换热面积	m ²	1632
单台设计流量	t/h	1000
单台板换压降	KPa	≤50

从三个采暖季实际运行数据来看,换热器温度端差基本能控制在5℃左右,达到了设计要求。

2) 回水升压泵

长输管网系统采用电厂首站主循环泵(配置四台循环泵)提供供水压力,回水由隔压站回水升压泵加压;配置回水升压泵四台(不设备用),单台性能参数为:流量2650t/h、扬程100m、功率1250kW、电压等级10kV。

为防止供水、回水循环流量不均衡产生水击或影响管网循环,要求隔压站回水升压泵与首站主循环泵采用“一对一”运行方式,对应联锁启停,延迟时间为5s。从系统的实际运行工况来看,首站主循环泵基本在48.5Hz运行,隔压站回水升压泵稳定在45Hz运行;回水升压泵设置了6个振动测点,当升压泵运行频率调低至38~33Hz时,电机噪声明显提高,泵体振动值显著增大,判断产生了共振现象;当升压泵运行频率进一步调低到33Hz以下时,监测到管网流量出现逐步减小,判断升压泵出力降低影响循环。因此,对于管网采用供水/回水两级(或多级)加压的系统,各级加压泵的工况匹配对管网及设备的安全、稳定运行影响较大。

3.5 系统运行保护措施

本长输管网系统中电厂首站与隔压站高差约126m,管网系统动态运行最高压力2.42MPa,若出现供水/回水循环加压泵(或主阀门)误操作、掉电或故障时,产生水击会对系统内的管道、阀门、水泵等造成严重影响^[6];为避免或消减系统水击影响,设计及运行管理上采取了一系列保护措施。

1) 供电系统按双电源设计

电厂首站及城区隔压站供电系统均设计为双电源,主电源、备用电源分别引自城区不同的变电站,采用双母线接线、两路进线;当任一电源发生故障时,可通过自动联锁和手动控制两种方式将另一路电源快速投运,确保设备运行供电不间断。

2) 设置液压缓闭式止回阀、旁通管

在首站主循环泵、隔压站回水升压泵均设置液压缓闭式止回阀和带止回阀的旁通管^[7],消减系统水击;工作原理为:

液压缓闭式止回阀安装在水泵出口,启泵后该阀先慢后快自动开启,有效控制启泵过程中的压力波动;正常运行时,该阀瓣具有最佳开启角度,在全开位置稳定;事故停泵时该阀先快后慢,自动快关至一定角度,余下则以慢速关完,快关防止大量水倒泄造成泵反转、损伤泵,慢关可降低流速、消减水锤升压。

加压水泵进出口母管设装有止回阀的旁通管,突然停泵后,会在泵进口母管形成升压波,可通过旁通管泄放到出口母管,达到泄压的目的。

3) 设置安全阀

在隔压站内换热器前供水母管、换热器后回水母管(即升压泵前母管)、升压泵后母管共三处易超压点设置安全阀,各点均采用双安全阀保护;单点配置的双安全阀按该处最高运行压力(P_0)的 $P_0+0.07$ 和 $P_0+0.10$ 分别整定,确保超压情况下可靠泄水、保护系统。

系统调试运行初期,隔压站内出现过两次回水升压泵突然掉电停泵的故障,换热器前供水母管上整定压力较低的安全阀(另一个安全阀未动作)两次均起跳大量泄水,持续5~6min后安全阀回位;整个过程系统内所有管道、阀门及设备均稳定。后期在回水升压泵正常运行时,再未出现过安全阀超压泄水现象。判断该两次突然掉电停泵造成了系统水击,安全阀超压泄水对系统提供了保护。

4) 运行管理

本长输管网系统由电厂统一管理,隔压站内水泵/电动阀门控制、管网的压力、温度、流量监测等均并入电厂首站内DCS系统,隔压站只监不控;首站与隔压站统一控制管理,特别是供水/回水两级加压泵的协调联动可大大降低系统产生水击的风险。

对于电厂首站和城区隔压站分开控制的系统,规范的操作规程、畅通的沟通机制、两个系统及相关设备的协调统一控制衔接是做好运行保护的关键因素。

(下接67页)

变频技术在直膨式太阳能热泵中的应用

山东科技大学机械电子工程学院 崔福林 孔祥强

〔摘要〕为了探索变频技术在直膨式太阳能热泵中的应用,研究了变频与定频太阳能热泵热水机组在功耗、节能方面的性能。将 200kg 的水从 35℃ 加热到 50℃,并记录相关数据。分析了变频机组在夏季工况时水温达到目标温度的 COP 值、耗电量。通过数值分析可以看出变频机组 COP 值平均比定频高 28.89%,耗电量少 25.46%,进一步揭示了变频机组的低能耗、低成本、COP 值高的优势。研究结果表明:变频机组能够有效的提高机组的 COP 值,降低耗电量,比定频机组更稳定、节能、高效。

〔关键词〕直膨式太阳能热泵;变频系统;COP;耗电量;定频系统

0 引言

现代热泵空调设计和利用中,采用变频系统已经成为一种趋势和必然,合理应用变频系统不仅能弥补热泵空调系统存在的缺陷与不足,对降低热泵空调系统能耗,节约运行成本也具有积极作用^[1-3]。另外用户使用情况会发生变化,负荷也会相应变化,同时实际负荷随着室外环境变化而出现波动^[4,5]。一般暖通空调设备只能按额定功率运行,即使负荷较低,设备仍按额定功率输出,容易导致资源能源的浪费^[6,7]。而变频技术应用能有效转变这种情况,使热泵空调系统输出功率随负荷变化而变化,具有比较显著的节能效果。本文通过对课题组定频和变频太阳能直膨式热泵热水器系统进行分析比较,并且从实验数据中发现,两台不同形式直膨式太阳能热泵热水机组在功耗和节能性方面有较大差距。相比定频机组,变频机组在降低功耗,提高节能型方面有较大优势。

1 直膨式太阳能热泵热水机组系统简介

1.1 系统简介^[8]

该实验装置由青岛市海尔集团提供,并由山东科技大学机电学院孔祥强教授课题组负责运行控制并进行研究。本实验系统主要由集热/蒸发器、压缩机、冷凝器、蓄热水箱、电子膨胀阀、数据采集及控制系统等组成,采用 R134a 作为热泵循环用制冷剂,如图 1 所示。

图中:1—集热/蒸发器,2—压缩机,3—冷凝器,4—蓄热水箱,5—电子膨胀阀,6—干燥过滤器,7—视液镜,8—总辐射表,9—风速传感器,P—压力传感器,T—温度传感器,W—多功能电力仪

R134a 作为集热介质直接在集热/蒸发器内吸收太阳辐射热能(和/或空气中的热量)而蒸发,经过压缩机成为高温高压的过热气体,然后经冷凝器加热蓄热水箱内部的水,再通过电子膨胀阀节流

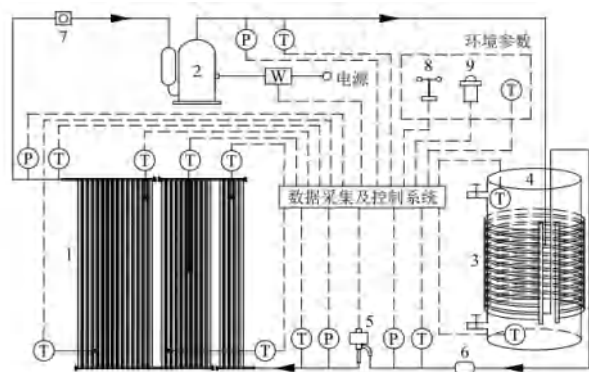


图 1 实验系统装置原理图

降压后,返回集热/蒸发器,完成一次循环。循环周而复始,直至水温达到设定温度。变频系统相比定频系统又增加了变频装置,如图 2,3 所示。

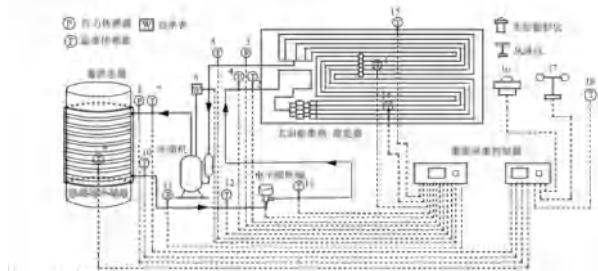


图 2 定频系统示意图

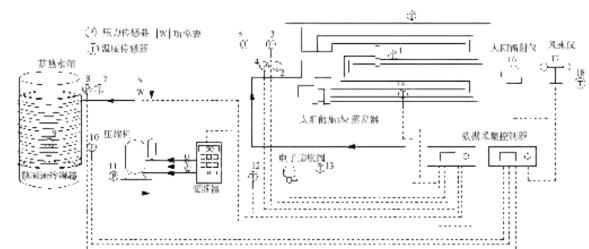


图 3 变频系统示意图

2 变频系统控制方法

变频控制的基本内容为:根据环境条件、用户

热水要求、热水器工作安全性要求对热泵热水器某些运行参数样进行控制,获得较高 COP,实现最优节能效果。在变频系统中,压缩机转速可控,实验表明,压缩机转速对整机性能影响显著,因此,压缩机转速的调节是变频系统控制的关键,另外,结合定频系统中对过热度的研究,最终确定了通过压缩机转速和过热度两个运行参数对变频系统进行控制。

2.1 控制基本步骤

2.1.1. 根据制热需求,计算太阳能热水器需要提供的平均制热功率 Q_h 。

2.1.2. 根据环境参数(环温、辐射)确定该制热功率 Q_h 所对应的压缩机转速,此转速作为压缩机转速调节的基准。

2.1.3. 太阳能热泵运行过程中,根据实时环境参数和水温对压缩机转速进行调节。

2.1.4. 电子膨胀阀对过热度进行调节。调节方式在定频调节方式基础上增加变频器动作后电子膨胀阀的跟随调节。

制热功率 Q_h 与转速 R 、环温 T_e 和太阳辐射强度 E 的函数关系采用拟合的方法,拟合函数形式为:

$$Q_h = (a_1 E + a_2)^{a_3} (a_4 R + a_5)^{a_6} (a_7 T_e + a_8)^{a_9} \quad (1)$$

依据大量实验数据与仿真数据,拟合得到下面的函数关系:

$$Q_h = (1.8E + 100)^{0.2} (0.7R - 450)^{0.5} (50T_e + 550)^{0.3} \quad (2)$$

拟合公式(2)的误差基本在 $\pm 150W$ 以内。

2.2 控制原理

2.2.1 开机前测试环境参数和运行初始参数

开机前 2 分钟,检测环境温度 T_e ,初始水温 T_0 ,太阳辐射强度 E 。其中,太阳辐射强度 E 采用间接计算法获得,即通过环境温度 T_e 和集热板背面中心温度 T_b ,利用公式“ $E=23(T_b-T_e)+60$ ”计算得到。

2.2.2 计算热泵热水器平均制热功率

根据初始水温 T_0 ,目标水温 T_n ,加热水量 M ,设定加热时间 $Time$,计算热水器平均制热功率 Q_h :

$$Q_h = \frac{1000 \times 4.18M(T_n - T_0)}{Time} \quad (3)$$

2.2.3 压缩机运行初始转速计算

$$R_0 = \frac{\left(\frac{Q_h}{(1.8E + 100)^{0.2} (50T_e + 550)^{0.3}} \right)^2 + 450}{0.7} \quad (4)$$

若初始转速计算值高于 5500rpm,则在允许的范围内将时间增加 30 min。

4.2.2.4 电子膨胀阀初始开度计算

电子膨胀阀初始开度与环境参数、压缩机转速密切相关,依据理论计算和实验数据,综合考虑各

因素,电子膨胀阀初始开度 K :

$$E > 300, K = 400(1 + 0.0046(T_e - 20))(1 + 0.000188(E - 480)) + 0.01(R_0 - 3600)$$

$$E \leq 300, K = 310(1 + 0.00168(T_e - 15))(1 + 0.0009(E - 150)) + 0.01(R_0 - 3600) \quad (5)$$

2.2.5 压缩机转速调节方法

1) 热泵热水器开机 5 分钟后开始检测,每隔 30 分钟检测一次水温 T_i ,其中 i 表示第 i 次检测水温。

2) 水温理论预期温升计算。经研究发现,水温基本随加热时间呈线性增加,中间小波动主要受环境参数变化的影响。如果不考虑环境参数变化,每 30 分钟预期水温温升 ΔT_{yq} 为:

$$\Delta T_{yq} = (30 \times 60) \frac{T_n - T_0}{Time} \quad (6)$$

压缩机转速调整。根据实际水温温升 ΔT_i 与预期水温温升 ΔT_{yq} 的关系,调整压缩机转速。

实际水温温升 $\Delta T_i = T_i - T_{i-1}$ 。

$$\Delta R = \frac{R_{i-1}}{T_i - T_{i-1}} (\Delta T_{yq} - (T_i - T_{i-1})) \quad (7)$$

3) 热泵热水器每隔 30 分钟重复上述步骤 5。

3 定变频机组运行实验结果及节能性分析

3.1 变频机组在不同转速,不同加热温度下的 COP

变频机组的变频设备采用汇川 MD200S1.5B 型变频器控制压缩机转速,转速范围在 2000rpm-4000rpm。在夏季工况下,变频系统在不同转速下,在不同加热水温条件下,系统的 COP 测试结果如下图 4 所示。

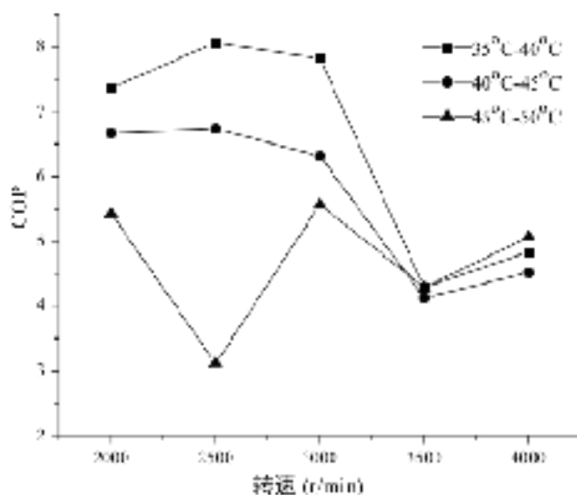


图4 不同转速下,在不同加热水温条件下,系统的 COP 测试结果图

由图4可知,在相同加热温度段条件下,当压缩机转速升高时,热泵机组的 COP 都会随之降低,

相应的耗电量也会升高。并且,在不同加热温度段下,压缩机转速变化对热泵机组 COP 影响也不相同。在低温度段时,压缩机转速变化对热泵机组的影响要明显高于高温温度段。

3.2 定频机组运行情况测试与分析

定频机组通过电子膨胀阀对集热/蒸发器出口过热度进行控制,实现热泵系统安全、稳定、和高效运行。定频机组额定转速 2862 rpm。在夏季工况下,当加热温度设定为 35℃-55℃时,机组的 COP、耗电量如下表 1 所示。

从表 1 中可以看出,在夏季工况下,定频机组的 COP 基本维持在 4 以上,有时还能达到 5 以上。此外,在夏季工况下,机组耗电量基本维持在 0.6kWh-0.9kWh 之间。

3.3 变频机组运行情况测试与分析

在变频系统中,因为压缩机转速可控,系统调节不只依靠调节电子膨胀阀对集热/蒸发器出口过热度进行控制。压缩机不在以额定满负荷转速运行,而是根据环境条件、用户热水要求、热水器工作安全性要求对热泵热水器某些运行参数样进行控制。在夏季工况下,当加热温度设定为 35℃—55℃时,机组的 COP、耗电量如下表 2 所示。

从表 2 中可以看出,在夏季工况下,变频机组的 COP 基本维持在 5 以上,有时还能达到 6 以上。此外,在夏季工况下,机组耗电量基本维持在 0.5kWh-0.7kWh 之间。

3.4 夏季工况下定变频机组运行实测和节能效果分析

本文对运行费用只考虑机组的耗电量,本文通过对整个夏季定变频机组实际运行工况进行了测量,定变频机组在夏季不同月份 COP、耗电量变化情况如图 5、图 6 所示。

由图 5、图 6 可见,在整个夏季工况下 7 月到 9 月三个月中,定频机组的 COP 平均 4.5 左右,日均耗电量 0.78 kW·h。与定频机组相比,变频直膨式太阳能机组 COP 平均为 5.8 左右,日均耗电量 0.58 kWh。在整个夏季工况下,相较于定频机组,变频机组的 COP 提高了 28.89%,耗电量减少

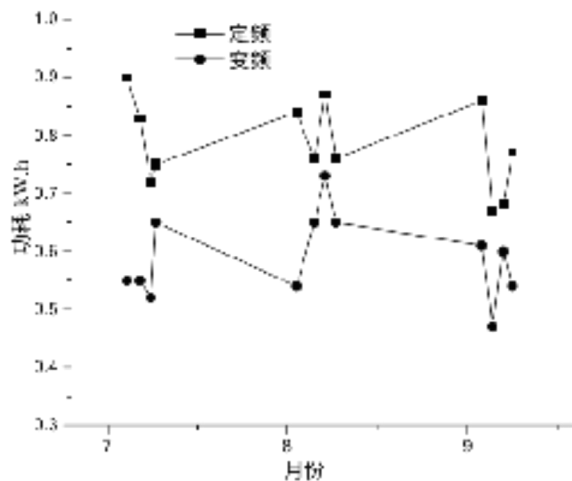


图 5 定变频机组在夏季不同月份 COP 图

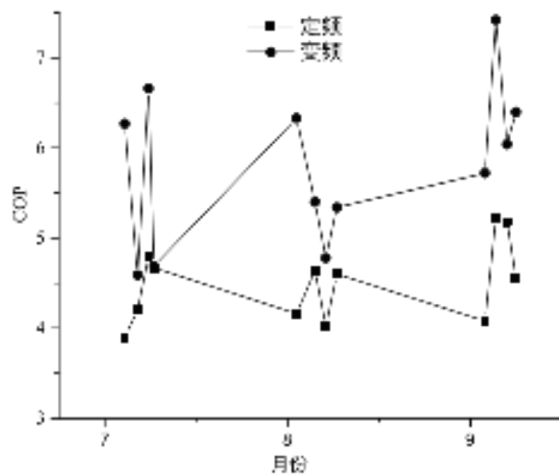


图 6 定变频机组在夏季不同月份耗电量图

了 25.64%，整个夏季变频机组总共节省耗电量 18 kWh。

4 结论

在直膨式太阳能热泵热水器系统中,根据环境条件、用户热水要求、热水器工作安全性要求对热泵热水器采用了变频调速技术,与定频机组相比,

(下接 67 页)

表 1 定频机组的 COP、耗电量表

时间	7.11	7.18	7.24	7.27	8.05	8.15	8.21	8.27	9.08	9.14	9.20	9.25
COP	3.9	4.2	4.8	4.67	4.16	4.64	4.02	4.6	4.08	5.22	5.18	4.56
耗电量 (kWh)	0.90	0.83	0.72	0.75	0.84	0.76	0.87	0.76	0.86	0.67	0.68	0.77

表 2 变频机组的 COP、耗电量表

时间	7.11	7.18	7.24	7.27	8.05	8.15	8.21	8.27	9.08	9.14	9.20	9.25
COP	6.27	4.59	6.66	4.69	6.33	5.4	4.78	5.34	5.72	7.42	6.04	6.4
耗电量 (kWh)	0.55	0.55	0.52	0.65	0.54	0.65	0.73	0.65	0.61	0.47	0.60	0.54

区域分布式能源系统中水蓄能技术经济性分析

华中科技大学 袁嘉琦 陈晓菲 肖紫薇 刚文杰

[摘要] 分布式能源作为一种高效清洁的能源供给系统, 可以充分利用当地资源, 满足用户的冷、热、电、生活热水等多种负荷需求。蓄能系统可协助分布式能源充分利用发电机产生的余热或利用峰谷电价移峰填谷从而提高系统一次能源利用率或降低系统运行费用。本文详细分析了在区域分布式能源中结合水蓄能系统的两种运行方式: (1) 在固定电价下仅用于余热回收利用; (2) 在峰谷电价下既用于余热回收利用同时也用于峰谷电价蓄能。结果表明当蓄能系统仅用于余热储存时, 可提高系统一次能源利用率约 3%, 但是整体余热利用率不高, 提升有限, 蓄能系统回收期超过 8 年。当系统同时用于峰谷电价蓄能时, 一次能源利用率为 80.8%, 蓄能系统的回收期可减少至 3.6 年。

[关键词] 分布式能源; 冷热电三联供; 蓄能系统; 运行策略

0 引言

分布式能源是一种靠近用能端的小型能源供给系统, 由于其高效环保的特点近年来受到广泛关注。地源热泵, 储能系统, 光伏, 等技术也越来越多地被融入到分布式能源中以提高系统的综合性能、实现其新的活力^[1]。同时多种能源的相互耦合也会使得系统的运行控制变得复杂, 这对系统的控制策略提出了新的要求。以电定热和以热定电是两种经典的运行策略^[2]。为了提高这两种控制方法的灵活性, 提出了混合跟随的运行策略^[3]。同时还有按照发电机最高效率运行的策略以及按照最大化系统综合能效等运行方式。

在我国大部分地区, 分布式能源系统实行并网不上网的运行模式, 所以系统通常以电定热运行, 结合储能系统可以储存余热以供需要的时候使用, 减小系统产能与用能之间的不匹配度, 提高系统运行效率。目前关于储能系统的研究有很多, 主要包括蓄能系统在不同使用场景^[4], 不同蓄能方式^[5], 以及不同的控制策略下的节能潜力^[6]。文献^[7]研究了仅利用峰谷电价蓄能的分布式能源系统在冬季夏季典型日的运行策略及系统性能。文献^[8]针对三联供系统中的蓄能系统提出了一种新的控制策略, 同时考虑电负荷、冷热负荷以及蓄能罐的状态决定发电机的工作状态以降低系统的年总费用、二氧化碳排放和一次能源消耗量。

目前关于分布式能源结合储能系统性能分析的研究有很多, 然而对于区域分布式能源, 由于多种不同类型的建筑会影响总体的负荷特征, 有关其仅利用蓄能系统进行余热利用的性能的研究还不充分。同时对于有峰谷电价的地区, 在余热利用的同时加入峰谷蓄能, 其系统的能效, 经济性能还有待研究。

基于以上问题, 本文基于一个服务于夏热冬冷地区校园建筑群的分布式能源系统, 首先分析了在区域分布式能源中蓄能装置仅用于余热回收利用时的系统性能, 其次研究了系统在峰谷电价下同时进行利用峰谷电价蓄能和余热利用时的性能, 与不加蓄能装置的分布式能源系统对比研究了系统的能效、能耗及经济性。

1 分布式能源系统介绍

本文以一个位于夏热冬冷地区的校园作为案例进行分析。所选校园面积约为 1km², 包含 93 幢不同功能的建筑。总建筑面积大约 730000m², 包括宿舍、办公楼、住宅、教室、食堂、超市、体育馆、酒店和展馆。其中办公楼为 386000m², 超过总建筑面积的一半。住宅、宿舍和教学楼分别占总面积的 16.7%、16.5% 和 7.5%。其余建筑占总建筑面积的不到 5%。根据收集的建筑信息, 在 SketchUp 中建立了所有建筑物的三维模型, 利用 TRNSYS18 得到该地区的年总冷热电负荷, 如图 1 所示。冷、热和电负荷峰值分别为 44617kW、21394kW 和 18000kW。

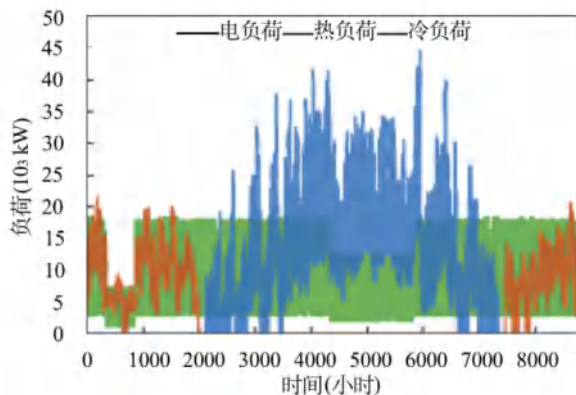


图1 区域总冷热电负荷

寒暑假期间由于人数减少所以负荷相应的也有所降低。

1.1 系统形式

本研究中的分布式能源系统如图2所示,利用电网、天然气、和太阳能三种能源通过能源转化为用户提供冷、热、电及生活热水负荷。内燃机通过燃烧天然气为用户提供电能,并产生可以用于余热回收利用的烟气和缸套水;光伏系统和光伏热系统为用户提供电量及生活热水。吸收式制冷机、余热锅炉和换热器通过回收利用内燃机的余热产生冷/热量;地源热泵通过消耗电量提供额外部分的冷热负荷;蓄能水箱用于储存多余的内燃机余热。根据计算得到的负荷以及区域的实际情况进行了设备选型,主要设备容量及价格如表1所示。内燃机根据用户的电负荷进行选取;根据内燃机的余热选取了吸收式制冷机,余热锅炉和换热器;热泵容量按照剩余需要承担的冷热负荷选取。光伏热和光伏系统的面积根据房屋屋顶面积选取。本研究应用了武汉地区的天然气价以及固定电价,上海的峰谷电价,能源价格如表2所示。

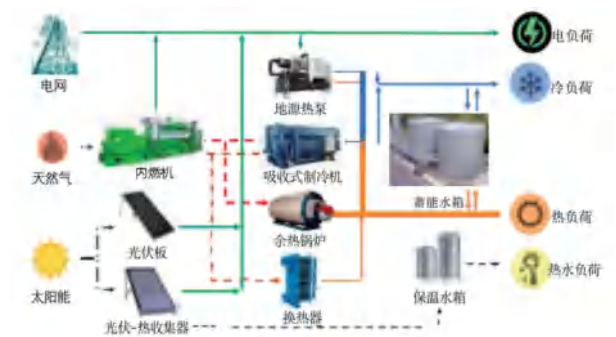


图2 分布式能源系统图

表1 主要设备容量及单价

设备	容量	单价
内燃机	9500 kW × 2	5000 元 /kW
吸收式制冷机	9300 kW × 2	1500 元 /kW
余热锅炉	4500 kW × 2	500 元 /kW
换热器	3600 kW × 2	200 元 /kW
光伏板	75000 m ²	1000 元 /m ²
光伏-热收集器	34000 m ²	2100 元 /m ²
蓄能水箱	4000 m ³ × 4	400 元 /m ³
热泵	6000 kW(cooling) 6500 kW(heating) × 4	1250 元 /kW

1.2 控制策略

该分布式能源系统按照并网不上网的原则,按以电定热的控制策略运行。内燃机按照优先满足电

表2 能源价格

天然气价格 固定电价	容量	单价
峰谷电价 (非夏季)	0:00~6:00; 22:00~24:00 6:00~8:00; 11:00~18:00; 21:00~22:00 8:00~11:00; 18:00~21:00	0.27 元 /kWh 0.58 元 /kWh 0.96 元 /kWh
峰谷电价 (夏季)	0:00~6:00; 22:00~24:00 6:00~8:00; 11:00~13:00; 15:00~18:00; 21:00~22:00 08:00~11:00; 13:00~15:00; 18:00~21:00	0.21 元 /kWh 0.61 元 /kWh 1.00 元 /kWh

负荷运行,产生的余热由吸收式制冷机、余热锅炉和换热器回收利用,当系统冷、热、电负荷过低时内燃机关机以保证运行效率,系统从电网购电满足电负荷。当三联供系统产生的冷热量高于用户负荷时,多余的能量存入蓄能装置,当冷热量不能满足时优先使用蓄能装置为用户供能,不够的部分再由热泵提供。当存在峰谷蓄能时,热泵除满足用户负荷外,同时空余的机组根据第二天需要的冷热量在夜间利用谷期电价向蓄能装置蓄能以提高系统经济性。

1.3 评价指标

一次能源利用率用于评价系统对一次能源(天然气)的综合利用效率,其计算方式如公式1所示。系统的总能耗由公式2将系统所消耗的能源统一换算成标准煤来表示。年运行费

用于评估系统的经济性能,由设备维护费,购气费 EC_{gas} 和购电费 EC_{ele} 组成。

$$PEE_{DES} = (Q_{power} + Q_{cooling} + Q_{heating}) / (Vol_{gas} \times LHV / 3.6) \quad (1)$$

$$Q_{ice} = Vol \times f_1 + Q_{ele} \times f_2 \quad (2)$$

$$AOC_{DES} = \lambda \cdot IC_{DES} + EC_{gas} + EC_{ele} \quad (3)$$

2 分布式能源系统建模

分布式能源系统中包含产能设备、能源转换设备、储能装置和辅助设备等,本节介绍了系统中主要组件的数学模型,包含内燃机、吸收式制冷机、地源热泵、水蓄能系统、太阳能、光伏热。

1) 内燃机

内燃机能够通过燃烧天然气为用户提供电力,同时产生可被回收利用的烟气和缸套水。内燃机的模型根据 Trnsys 中 Type907 建立。该模型通过拟合数据,考虑了不同温度下的内燃机的装机容量以及不同负荷率下的发电效率和余热。实际发电量 P_{out} 根据用电需求 P_{re} 、内燃机容量 P_{cap} 确定(公式1,2)。轴功 P_{sh} 由发电量和发电效率 η_{ele} 通过公式3计算得到,需要提供的燃料的能量 Q_{re} 由轴功和机械效率 η_{mec} 通过公式4计算得到。最后利用余热所占比例根据公式5、公式6算出缸套水和烟气的能量 Q_{fw} 和 Q_{exh} 。

$$P_{out} = plr_{ac} \times P_{cap} \quad (4)$$

$$plr_{ac}=f(T_{ab}, MIN(1, Pre/P_{cap})) \quad (5)$$

$$P_{sh}=P_{out}/\eta_{ele} \quad (6)$$

$$Q_{re}=P_{sh}/\eta_{mec} \quad (7)$$

$$Q_{jw}=f_{jw} \times (Q_{re}-P_{sh}) \quad (8)$$

$$Q_{exh}=f_{exh} \times (Q_{re}-P_{sh}) \quad (9)$$

2) 吸收式制冷机

烟气热水型吸收式制冷机可以通过利用烟气和缸套水的能量产生冷量。吸收式制冷机模型根据 Trnsys 中 Type615 建立并根据样本数据进行了修订。该模型考虑了不同部分负荷率, 冷却水温度以及冷冻水出口温度下机组效率的变化。首先根据输入机组的余热确定输入热量的部分负荷率 $plr_{wasteheat}$ (公式 7), 进而通过拟合公式计算出机组制冷量的负荷率 plr (公式 8)。机组实际运行的效率 COP 根据冷却水回水温度 $T_{cw,in}$ 和冷冻水供水温度 $T_{chw,out}$ 通过拟合数据修正 (公式 9-11)。最后通过公式 12 和公式 13 算出制冷量 Q_{chw} 和冷却水能量 Q_{cw} 。

$$plr_{wasteheat}=(Q_{exh}+Q_{jw})/(Q_{exh,rate}+Q_{jw,rate}) \quad (10)$$

$$plr=a_1 \times plr_{wasteheat}^3+a_2 \times plr_{wasteheat}^2+a_3 \times plr_{wasteheat}+a_4 \quad (11)$$

$$\gamma=b_1 \times T_{cw,in}^2+b_2 \times T_{cw,in}+b_3 \quad (12)$$

$$\lambda=c_1 \times T_{chw,out}^2+c_2 \times T_{chw,out}+c_3 \quad (13)$$

$$COP=COP_{rate} \times \gamma \times \lambda \quad (14)$$

$$Q_{chw}=(Q_{exh,rate}+Q_{jw,rate}) \times COP \times plr \quad (15)$$

$$Q_{cw}=Q_{chw}+Q_{exh}+Q_{jw} \quad (16)$$

3) 地源热泵

地源热泵用于补充不够的冷热负荷, 该模型考虑了冷却水温度 $T_{cw,in}$, 冷冻水温度 $T_{chw,out}$ 和部分负荷率 plr 对机组实际运行功率的影响, 详细信息参考文献 [9,10]。根据运行参数确定 $CAPFT$ 、 $EIRFT$ 、 $EIRFPLR$ 三个修正系数进而得到机组的功率 P_{hp} (公式 14)。

$$P_{hp}=P_{rate} \times CAPFT \times EIRFT \times EIRFPLR \quad (17)$$

$$CAPFT=CAP_{full}/CAP_{rate}=a+b \times (T_{chw,out}/T_{chw,out,noc})+c \times (T_{cw,in}/T_{cw,in,noc}) \quad (18)$$

$$EIRFT=(P_{full}/CAP_{full})/(P_{rate}/CAP_{rate})=a_1+b_1 \times (T_{chw,out}/T_{chw,out,noc})+c_1 \times (T_{cw,in}/T_{cw,in,noc})+d_1 \times (T_{chw,out}/T_{chw,out,noc})^2+e_1 \times (T_{cw,in}/T_{cw,in,noc})^2 \quad (19)$$

$$EIRFPLR=P/P_{full}=a_2 \times plr^2+b_2 \times plr+c_2 \quad (20)$$

4) 水蓄能系统

水蓄能系统用于储存多余的冷热量以供其他时间使用, 提高系统运行效率。本研究采用 Trnsys 中的 Type158 水蓄能罐。该模型将储罐分为若干等温节点, 考虑了节点间由于流体进出、罐体中的自然对流和热耗散带产生的传热问题。蓄能罐温度变化率由进出蓄能罐的能量 $Q_{in,tank}$ 和 $Q_{out,tank}$ 以及蓄能罐的热容量 CAP_{tank} 计算, 为求得解析解, 公式 18

化简为公式 19 线性模式进行求解。

$$dT_{tank}/dt=(Q_{in,tank}-Q_{out,tank})/CAP_{tank} \quad (21)$$

$$dT/dt=aT+b \quad (22)$$

5) 太阳能光伏热

太阳能光伏热系统作为一种集成光伏板与平板集热器的系统, 可以为用户提供电量和生活热水, 本研究使用了 Trnsys 中的 Type50 光伏-热收集器。其发电功率 P_{pvt} 根据公式 20 计算, 其发电效率根据额定发电效率 $E_{ff,Ref}$ 和实际温度 T 进行修正。其产生的热量 Q 根据吸收的

太阳辐射 $H_{tilted}(\tau\alpha)$ 与设备耗散的热量 $U(T-T_{ab})$ 共同决定 (公式 21)。

$$P_{pvt}=A \times H_{tilted} \times E_{ff,Ref} \times (1-\beta \times (T-T_{Ref})) \quad (23)$$

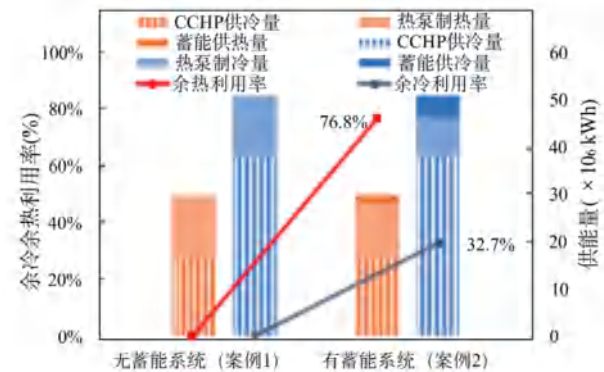
$$Q=AF(H_{tilted}(\tau\alpha)-U(T-T_{ab})) \quad (24)$$

3 系统性能分析

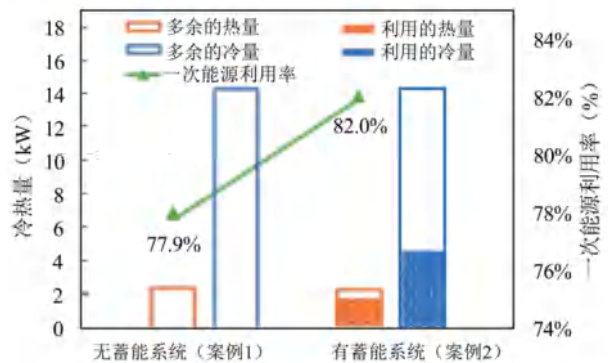
本章以选定的校园为对象, 以不带蓄能的分布式能源系统作为参考 (案例 1), 首先在固定电价下研究了分布式能源加蓄能系统仅做余热利用时 (案例 2) 系统的性能; 然后在峰谷电价下评估了蓄能系统即用于峰谷蓄能也用做余热利用时 (案例 3) 系统的能效和经济性。

3.1 蓄能系统仅用于余热利用时的性能分析

对于无峰谷电价的地区, 蓄能系统仅用于余热



(a) 系统供能情况



(b) 系统余热利用情况

图 3 余热蓄能条件下系统能源利用情况

利用,此时分布式能源系统供能情况如图3所示,无蓄能系统时(案例1),冷热负荷优先由三联供系统(CCHP)提供,不足的部分再由热泵提供,多余的热量和冷量没有得到利用。当加入蓄能系统做余热利用时(案例2),产生的余热和余冷量储存在蓄能系统中,当CCHP产生的冷热量不足时,不够的部分优先由蓄能系统提供,降低了热泵的制冷制热量。全年分别有180万kWh的热量和接近470万kWh的冷量由储能系统提供,占总产生的余热和余冷量的76.8%和32.7%。由于过渡季冷热负荷较低,产生大量的余冷余热没有得到充分利用导致整体利用率不高。系统全年一次能源利用率从77.9%提升至82%,提升有限。

系统全年能耗及经济性结果如表3所示,未包含蓄能系统时(案例1),产生的多余的冷量无法被储存利用,热泵需要更高的购电量,全年能源消耗为2387万千克标准煤。运行费用较高,为6721万元。带有蓄能系统时(案例2),蓄能系统的安装提高了系统的初投资,消耗的能源量减少至2344万千克标准煤,年运行费降为6648万元。由于年运行费用仅降低73万元,蓄能系统的回收期较长,为8.7年。

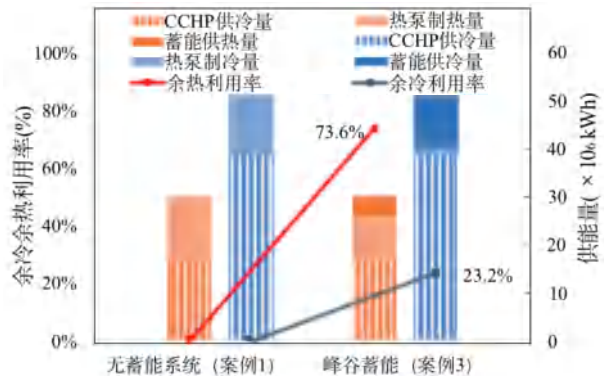
表3蓄能系统仅用于余热利用时系统全年能耗及经济性分析

	耗气量 万 Nm ³	购电量 万 kWh	折算标煤热量 万 kg	初投资 万元	年运行费用 万元	回收期 年
案例1	1586	1450	2387	34002	6721	
案例2	1586	1316	2344	34642	6648	8.7

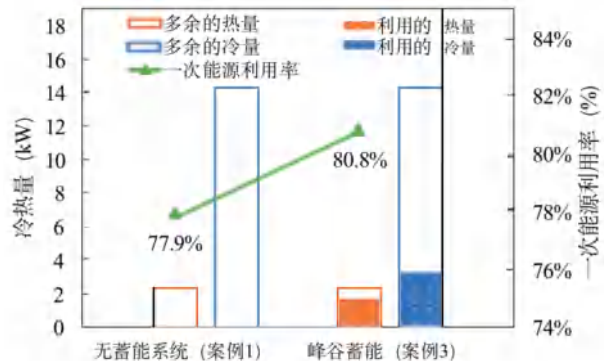
3.2 蓄能系统在峰谷电价下的性能分析

当地区有峰谷电价政策时,蓄能系统用作余热利用的同时,还可利用峰谷电价进行削峰填谷。系统此时的供能情况如图4所示,当加入蓄能系统同时做峰谷蓄能和余热利用时,夜间谷期电价时热泵向蓄能装置蓄能使得白天蓄能系统能量充足,因此全年由蓄能系统提供的热量和冷量分别超过385万kWh和1100万kWh,较案例2提升了一倍以上。由于加入了热泵峰谷蓄能,蓄能时余热与蓄能罐中的水的温差减小,蓄能量下降,余热余冷利用率分别为73.6%和23.2%,较案例2有所降低。此时,系统的一次能源利用率为80.8%,同样低于系统仅余热利用时的利用率。

系统全年能耗及经济性结果如表4所示,在蓄能系统同时用于余热蓄能及峰谷电价蓄能时(案例3),购电量相比不加蓄能(案例1)降低,同时由于热泵开启的时间转移到了夜间谷电价时期,年运行费从6615万元降低至6437万元,此时年运行费



(a) 系统供能情况



(b) 系统余热利用情况

图4 峰谷蓄能下系统能源利用情况

表4 峰谷蓄能时系统全年能耗及经济性分析

	耗气量 万 Nm ³	购电量 万 kWh	折算标煤热量 万 kg	初投资 万元	年运行费用 万元	回收期 年
案例1	1586	1450	2387	34002	6721	
案例3	1586	1299	2339	34642	6437	3.6

用降低178万元,蓄能系统的回收期为3.6年,经济性较案例2有了较大提升。

4 结论

本文研究了分布式能源中蓄能系统在固定电价下仅进行余热利用以及在峰谷电价下同时进行利用峰谷电价蓄能时系统的性能,与不加蓄能装置的分布式能源系统对比,研究了系统的能效,能耗及经济性,得到了以下结论:

对于该服务于校园的分布式能源系统,在固定电价下蓄能系统仅用于储存多余的冷热量时,一次能源利用率由77.9%提升至82.0%,年运行费用降低73万元,蓄能系统的回收期为8.7年,整体余热利用率不高,系统效率的提升不大,经济性一般。

对于有峰谷电价的地区,蓄能系统同时用于峰谷蓄能和储存多余的冷热量时,年运行费用降低178万元,经济性提升较大,蓄能系统的回收期缩短为3.6

年。但是其一次能源利用率较蓄能系统仅用于余热利用时提升较少,为80.9%。

对于区域分布式能源系统增加蓄能系统时,仅作余热利用可以得到相对较高的系统效率,但是系统经济性有待提升。加入峰谷蓄能时会损失部分系统效率,但是能够节约更多的运行费用,快速回收成本。

参考文献

- [1] Han J, Ouyang L, Xu Y, Zeng R, Kang S, Zhang G. Current status of distributed energy system in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2016; 55: 288-97.
- [2] 殷平. 冷热电三联供系统研究 (2): 冷热电三联供系统是否应该“以热定电”. *暖通空调* 2013(05): 82-7.
- [3] Ma W, Fang S, Liu G. Hybrid optimization method and seasonal operation strategy for distributed energy system integrating CCHP, photovoltaic and ground source heat pump. *Energy* 2017; 141: 1439-55.
- [4] Wang L, Lu J, Wang W, Ding J. Feasibility Analysis of CCHP System with Thermal Energy Storage Driven by Micro Turbine. *Energy Procedia* 2017; 105: 2396-402.
- [5] Jiang X Z, Zeng G, Li M, Shi L. Evaluation of combined cooling, heating and power (CCHP) systems with energy storage units at different locations. *Applied Thermal Engineering* 2016; 95: 204-10.

Applied Thermal Engineering 2016; 95: 204-10.

- [6] Song X, Liu L, Zhu T, Zhang T, Wu Z. Comparative analysis on operation strategies of CCHP system with cool thermal storage for a data center. *Applied Thermal Engineering* 2016; 108: 680-8.
- [7] Liu W, Chen G, Yan B, Zhou Z, Du H, Zuo J. Hourly operation strategy of a CCHP system with GSHP and thermal energy storage (TES) under variable loads: A case study. *Energy and Buildings* 2015; 93: 143-53.
- [8] Zheng C Y, Wu J Y, Zhai X Q, Wang R Z. A novel thermal storage strategy for CCHP system based on energy demands and state of storage tank. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* 2017; 85: 117-29.
- [9] Xia L, Ma Z, McLauchlan C, Wang S. Experimental investigation and control optimization of a ground source heat pump system. *Applied Thermal Engineering* 2017; 127: 70-80.
- [10] Zhang Y, Cui C, Yuan J, Zhang C, Gang W. Quantification of model uncertainty of water source heat pump and impacts on energy performance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 2019; 238: 012067.

(上接 59 页)

4 结语

该供热长输管网项目自2016年12月投运,迄今已正常运行三个采暖季,整个系统包括电厂首站、长输管网、城区隔压站均得到了长时间的运行检验;总体来看,系统安全稳定、供热效果良好。该项目在电厂热电联产改造系统、长输管网分段优化管道壁厚、大口径供热管道直埋冷安装方式、长输管网穿越工程实施技术措施、供热大型板式换热器配置、大高差供热管网系统的运行保护等方面做了一些尝试,为供热长输管网技术的应用提供了实践经验。

参考文献

- [1] 赵惠中. 热电厂余热利用技术综述及工程实例 [J].

煤气与热力, 2018, 38 (7): A01-A05.

- [2] 陈继平, 刘冲. 热水供热长距离输送技术 [J]. 电力勘测技术, 2018, (3): 23-26.
- [3] 崔玥. 长输热网中继泵站安全运行保障措施 [J]. 煤气与热力, 2018, 38 (4): A01-A03.
- [4] 王飞. 直埋供热管道工程设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014: 66-69.
- [5] 程宝华, 李先瑞. 板式换热器及换热装置技术应用手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 23-25.
- [6] 原峰. 长输供热管线水击案例分析 [J]. 区域供热, 2018, 38 (6): 93-98.
- [7] 杜燕子. 长输供热闭式管网停泵水锤计算分析(硕士学位论文) [D]. 西安: 长安大学, 2016: 59-64.

(上接 62 页)

变频机组 COP 值平均比定频高 28.89%, 耗电量少 25.46%, 进一步揭示了变频机组的低能耗、低成本、COP 值高的优势。

参考文献

- [1] 于焕坤, 姜辰飞. 节能环保技术在暖通空调系统的应用分析 [J]. 建筑知识, 2016
- [2] 田长青, 邵双全, 石文星等. 变频空气源热泵技术 [J]. 流体机械, 2005, 33 (9): 67-71
- [3] 庄兆意, 贲晔, 孙德兴. 变频技术在污水源热泵系统中的应用研究 [J]. 可再生能源, 2008, 26 (5) 63-67.

- [4] 卜其辉, 秦红, 梁振南等. 直膨式太阳能热泵系统特性分析及优化 [J]. 广东工业大学学报, 2010, 27 (2).
- [5] 王玉辉, 王如竹. 直膨式太阳能热泵热水器的实验研究 [J]. 工程热物理学报, 2005, 26(3): 279-381.
- [6] Jordan RC, Therakeld JL. Design and economics of solar energy heat pump systems [J]. *ASME Journal Section, Heating, Piping, and Air Cond.* 1954, 26: 122-130.
- [7] 季杰, 赵方亮, 黄文竹, 等. 直膨式太阳能热泵制热性能的对比研究 [J]. 太阳能学报, 2016, 37 (10): 2578-2584.
- [8] 孔祥强, 董山东, 姜开林, 等. 丙烷用于直膨式太阳能热泵实验系统设计 [J]. 实验科学与技术, 2017

油田采出水余热利用系统设计探讨

中石化石油工程设计有限公司 周航兵

〔摘要〕油田采出水是油田开发生产过程中伴生的地热水资源，其矿化度较高，水质稳定性差，一般具有较强的腐蚀性及结垢趋势，含有多种污染物且温度偏低，在余热利用系统设计中，需要对上述问题采取有效的控制措施。本文就油田采出水余热利用系统设计进行初步探讨，为今后类似工程设计提供参考。

〔关键词〕油田采出水；余热利用；热泵

0 引言

我国石油开采已进入特高含水期，石油开采过程中产生了大量采出水，水温一般在 30-60℃，经工艺处理达标后直接回注目的地层，采出水热量未予利用；而另一方面，油田集输系统加热普遍以原油或天然气为燃料，加热成本高且有环境污染。油田采出水余热资源开发利用是地热开发十三五规划的重要组成部分，因此开发利用好采出水余热资源，具有极为重要的经济和社会意义。

目前，胜利油田、辽河油田、大庆油田、河南油田、华北油田、中原油田、大港油田均相继开展油田采出水余热利用工作。胜利油田自 2000 年开始利用采出水余热供暖的试验，2013 年加大了油田采出水余热利用的力度，积极开展工作，高度重视采出水余热利用技术研究，先后实施了 18 个项目，并实现了连续稳定运行。2014 年，中石化新星公司在河南油田实施了下二门联合站采出水余热利用工程，取得了良好的效果。辽河油田、大庆油田、华北油田正积极进行油田采出水余热利用的推广工作。

对于大部分温度在 30℃~60℃之间的采油污水，其温度低于联合站工艺和采暖用热温度，根据热力学第二定律，无法通过直接换热的方式回收污水余热，然而当以驱动功作为补偿时，热量可以从低温介质转移到高温介质，实现这一过程的设备即为热泵。油田采出水温度较高，是理想的热泵低温热源，利用热泵回收其余热，可以获得较高的制热系数。目前在用油田采出水余热利用项目，仅景苑西区污水余热供暖项目采用直接换热的方式利用采出水余热，其余项目均采用热泵利用其余热。

油田采出水化学成分复杂，矿化度高，存在以下几方面特点：一是腐蚀性强，主要是由于采出水中氯离子、硫酸根、PH 值、硫化氢、二氧化碳和氨等的存在；二是宜出现结垢现象，主要原因是油田采出水矿化度高，含有大量的盐分；三是油田采出

水中一般含有少量成分的油，换热时宜形成油膜，降低传热效果。因此，在该类项目系统设计中，应根据油田采出水的特点，确定工艺系统、选型设备。

1 余热资源量确定

经技术分析确定的可利用的余热量为余热资源量。其计算公式为：

$$Q_y = \sum_{i=1}^n m_i (h_{li} - h_{zi}) \tau_i = \sum m_i C (T_{li} - T_{zi}) \tau_i$$

因此，余热资源量与油田采出水流量、采出水温度及其下限温度、运行时间等有关。在工程方案设计时，应对油田采出水处理站、油田采水管网的总体规划进行资料收集与分析，并对油田采出水的水温、流量、运行时间进行现状调研，以确定该项目生命周期内的水温、流量、运行时间。采出水可以降至的下限温度的确定应根据具体情况进行分析，对于热量利用后仍需注入地层驱油的采出水，该下限温度应由油田开发部门根据水温对地层的影响确定；对于进行无效回灌的油田采出水，该下限温度由余热利用项目的供热负荷及技术经济对比确定。

2 工艺系统确定及设备选型

2.1 工艺系统确定

根据油田采出水是否直接进入热泵，通常可以分为直接式热泵余热利用系统和间接式热泵余热利用系统。在技术经济合理的情况下，可以在余热利用系统的基础上，设置蓄热系统和辅助热源。

2.1.1 间接式热泵系统

油田采出水先与中间传热介质换热，中间传热介质再进入热泵机组的蒸发器进行换热的水源热泵系统。为避免污水对热泵的腐蚀、堵塞等问题，工程中通常采用间接式热泵系统，即设置污水换热器和热用户换热器（原油换热器和采暖换热器），利用软化水作为中间传热介质。作为低温热源的油田采出水以及被加热的原油、采暖循环水不直接进入热泵，而是先在换热器中与清水换热，清水再进入

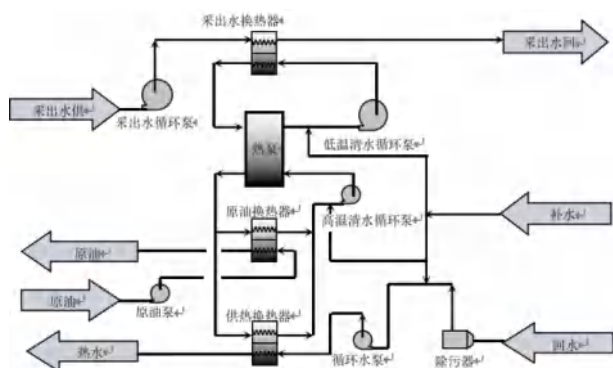


图1 间接式热泵系统流程

热泵换热^[2]。间接式热泵系统的流程图如图1所示。

2.1.2 直接式热泵系统

油田采出水直接进入热泵机组的蒸发器，换热后返回油田采出水处理系统的水源热泵系统。直接式热泵系统的流程图如图2所示。

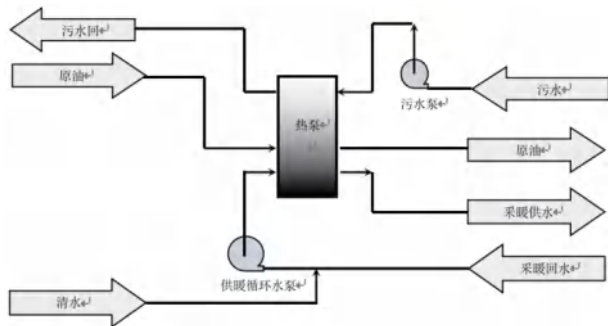


图2 直接换热热泵系统流程简图

2.1.3 工艺系统确定原则

油田采出水温度高于用热温度时，宜采用直接换热的方式利用采出水余热。

直接换热不需要热泵提温，投资及运行费用较低，经济效益较高，但供热能力及余热利用率低。

热泵机组蒸发器材质适应采出水水质特性，且技术经济合理时，宜采用直接式热泵系统。

污水直接进入热泵换热，将会简化系统流程，降低工程投资，并且获得更高的制热系数。但热泵蒸发器必须能够耐腐蚀、耐磨蚀，有一定的自洁功能，不易堵塞，并易于拆卸清洗。

蓄热系统的设置宜根据负荷的时间分布特点和当地的电价政策综合确定。

存在峰谷电价政策的地区，在技术经济合理时，可以采用蓄能式热泵系统，利用蓄能技术与热泵技术相结合，可降低动力成本，也可以实现电能优化配置，缓解高峰时段的用电紧张局面^[3]。

采出水供热量不能满足热负荷需求时，应设置辅助热源；全年热负荷波动幅度较大，且技术经济合理时，宜设置辅助热源。

合理设计辅助热源，可以减小热泵装机容量，降低热泵系统投资，提高系统总效率，并确保在冬季油田采出水温度较低、热负荷较大时，热源系统仍能正常运行。

2.2 主要设备选型

油田采出水余热利用设备主要有热泵、换热器、循环水泵、补给水泵、水处理装置及辅助热源等。供热循环水泵、中间介质循环水泵、补给水泵根据工艺计算出的流量、扬程进行选型，水处理装置由系统补水量确定，水泵及水处理装置选型于常规供热系统设备选型方法相同，本文不再赘述。下面主要对热泵、换热器及辅助热源等提出选型原则。

2.2.1 热泵选型

热泵作为一种可以将低品位热能提升至高品位并加以再利用的设备，它需要消耗少量的逆循环净功，从而获得较大的供热量。根据热泵驱动功的型式不同，通常可以把热泵分为两大类：压缩式热泵和吸收式热泵。而吸收式热泵又可以分为第一类吸收式热泵和第二类吸收式热泵。

压缩式热泵全称为电压缩蒸汽式热泵，以电为驱动力，以有机化合物为制冷剂，由于其运行可靠，制热系数高，常用于采油污水回收工程中。

吸收式热泵以热能为动力，利用溶液的吸热特性来实现将热量从低温热源向高位热源泵送的设备。第一类吸收式热泵也称增热热泵，是以消耗高温热能作为代价，通过向系统输入少量高温热能，进而从低位热源在回收一部分热能，产生大量中温位的热能供给用户。第二类吸收式热泵也称为升温型热泵，靠输入大量的中温位热能驱动系统运行，将其中一部分热能的温位提高，即吸收过程放出的热量，产生少量的高温有用热量。由于联合站中通常拥有充足的燃气资源，在油田采出水余热回收工程实践中，通常采用吸收式热泵在经济上更为有利。

在油田采出水温度低于用热温度的情况下，热泵选型一般可以遵循以下原则：

- 1) 可利用余热资源量小于0.75倍用热负荷时，可选用第一类吸收式热泵；用热温度低于60℃时，宜选用双效热泵；
- 2) 可利用余热资源量介于0.75~1倍用热负荷时，可选用压缩式热泵；
- 3) 可利用余热资源量大于2.5倍用热负荷时，且采出水温度高于60℃时，可选用第二类吸收式热泵；
- 4) 电力充足，无天然气源或气源不足时，选用压缩式热泵；
- 5) 电力不足，天然气气源充足时，选用吸收式热泵；

6) 在电力及天然气均充足时,应根据运行参数、驱动能源的价格等经技术经济比选后确定;

7) 直接式热泵系统所选用热泵机组的性能应考虑蒸发器流道污垢的影响,采用合理的污垢系数对制热量进行修正,并应根据采出水水质情况确定蒸发器材质。

2.2.2 换热器选型

油田采出水具有矿化度高、悬浮物及聚合物含量高的特点,其对换热材料的腐蚀性较强,且易于换热表面沉积和结垢,降低换热性能。笔者在对胜利油田、大庆油田、辽河油田、华北油田等的调研中发现,影响油田采出水余热利用项目稳定运行的关键在于油田采出水换热设备的稳定高效运行。

采出水换热器选型可以遵循以下原则:

1) 具有较高的换热强度。油田采出水的温度一般较低,与中间介质清水之间的传热温差较小,要求采用传热系数较高的换热器;

2) 换热器材质能够适应油田采出水的腐蚀特性;

3) 宜根据采出水矿化度、悬浮物及杂质含量、聚合物含量等特性,选择合理的换热器型式;宜选择不宜堵塞、便于清洗和检修的换热器。

2.2.3 辅助热源选型

采出水供热量不能满足热负荷需求时,要求余热利用系统设置辅助热源。在全年热负荷波动幅度较大,经论证技术经济合理时,也宜设置辅助热源。辅助热源容量应根据油田采出水温度及水量、全年供热负荷曲线、热泵机组效率、可选择的能源供给情况等因素确定。

3 现场常见问题分析及设计注意事项

在对各油田在运及已停运油田采出水余热利用工程的调研过程中,发现该类工程主要存在以下问题。

1) 污水及原油换热器发生腐蚀、结垢、堵塞

油田采出水矿化度高、悬浮物及聚合物含量高,原油粘度高、含采出水。因此,换热器选型时,应根据油田采出水和原油的特点,选择合适的换热器材料及型式。尤其应注意,油田采出水中氯离子浓度一般较高,换热器不宜采用奥氏体不锈钢材料。

在污水及原油换热器前安装过滤器。

换热器采出水侧宜采取在线清洗措施。

换热器换热面积计算时,应考虑油膜及污垢对传热系数的影响。

板式换热器应采用耐油材料密封垫片。

2) 余热利用站场占地面积大

根据《石油天然气工程设计防火规范》,原油换热器作为油气密闭设备,与明火设备、电力设备等之间必须保证一定的安全间距,造成余热利用站场占地面积大。建议把原油换热器布置于石油天然气站场内,宜于油气密闭工艺装置集中布置,并符合工艺流程要求。

3) 离心压缩式热泵喘振问题

在单机功率大于 3.5MW 时,一般采用离心压缩式热泵,其存在噪音小、COP 值高的优点,低负荷时出现喘振,适用于大功率、负荷稳定的场所。但在低负荷时宜出现喘振现象,选型时应注意避免。

4) 采出水温度及流量变化影响系统运行

在调研中发现,部分项目因为站内采出水温度及流量变化,导致系统运行效果差,甚至停运。因此,在方案编制阶段,必须对油田采出水处理站、油田采水管网的总体规划、余热资源量进行资料收集与分析。

4 结论

油田采出水腐蚀性强、矿化度高、杂质及悬浮物含量高,其水量、水温受油田开发影响较大。因此,在油田采出水余热利用系统设计中,需考虑采出水对其输送管道、管件、余热利用设备的腐蚀、结垢、堵塞等的影响;在具体设计过程中,在余热利用系统确定、换热设备及升温设备的选型方面,尤其是设计细节方面,必须考虑具体站场的油田采出水特性及原油特性的影响;由于油田采出水水量、水温受油田开发影响较大,必须对油田采出水处理站、输送管网的总体规划等进行仔细调研分析,同时根据油田地质开发部门的要求,确定可资利用的余热资源量,以保证该系统长期稳定、高效运行。

参考文献

- [1] 杨永红,李义曼,李晓燕,等.胜利油田采油污水综合特征及利用评价[J].工程地质学报,2015,23(5): 899-995.
- [2] 苗承武,吴明利,刘文多.采用热泵技术回收油田污水余热[J].石油规划设计,2007,18(2): 22-24.
- [3] 郭新峰,刘金侠,李瑞霞.蓄能式热泵系统在油田余热回收中的利用[J].暖通空调,2017,47(12): 76-79.
- [4] 李永利,张志文.油田采出污水低温热能的有效利用途径[J].石油规划设计,2011,22(6): 40-42

新型地面辐射供暖系统稳态散热特性研究

大连理工大学土木工程学院 吴小舟 吕品 王树刚 四川大学建筑与环境学院 王军

西南科技大学土木工程与建筑学院 刘东

〔摘要〕目前针对南方地区冬季的供暖要求,国内已开发出多种新型地面辐射供暖系统,但至今缺乏对新型地暖的供热效果进行系统研究,导致实际工程中供暖质量难以保障。本文针对新型地暖,通过数值模拟的方法,研究了地暖结构、供回水平均温度及管间距三种因素对地暖传热量的影响。结果表明:在室内空气计算温度为 18°C ,供回水平均温度分别取为 30°C 、 40°C 、 50°C 以及管间距分别取为 100mm 、 150mm 、 200mm 时,不带填充层的沟槽保温板地面辐射供暖系统的稳态散热量明显高于传统地暖及其它新型地暖,随着供回水平均温度的增加,其散热量增加的最大,热损失增加的最小,而随着管间距的增加,其散热量减少的程度与其它地暖结构相同,但热损失值减少的最小。因此,不带填充层的沟槽保温板地面辐射供暖系统具有良好的散热性能,是南方地区最具有潜力大力推广的一种新型地暖方式。

〔关键词〕新型地暖;地散特性;暖结构;管间距;供回水平均温度

我国幅员辽阔,其中南方地区涵盖面积大,居住人口多,且由于经济水平较高,人民对室内舒适性也有着更高的要求。2012年3月两会期间,驻川全国政协委员张晓梅在《将北方集中公共供暖延伸到南方》提案中指出,传统的秦岭-淮河供暖线已经过时,南方冬季的阴冷天气远比北方难熬,而且2008年以来南方地区屡遭“冷冬”,应将公共供暖延伸到南方。同时根据调查显示,我国大约66%的居民支持南方供暖,其中南方城市中重庆已经有约86%的居民在冬季使用空调供暖设备^[1]。我国南方夏季高温高湿、冬季阴冷潮湿,冷暖都是刚性需求,而传统的空调冷暖方式已经难于满足该地区人们对舒适家居环境的要求。地暖被公认为是世界上最理想采暖方式之一,具有节能、舒适的特点^[2-3]。如今,考虑南方潮湿的室内环境^[4],并针对南方建筑的保温特性和传统地暖模式在南方应用的局限性,新型地面辐射供暖逐渐成为了南方地区一种重要的供暖末端形式。

几十年来,针对新型地暖结构已经开展了大量研究与实践。2003年,韩国LG公司成功研发出了一种可使地表温度分布更加均匀的一种新型地暖系统^[5]。董浩川^[6]等通过实验测试的方式对一种新型地暖进行了研究,找出供暖效果最优的管道组合方式并对其节能性做出分析。刘武华^[7]通过ANSYS模拟与试验结合的方式验证了一种新型地暖的可行性。吴晋兰^[5]通过将模拟与实验结合,对一种新型地暖进行了研究,结果表明将导热性能良好的铝板敷设与加热管下可以有效增加地暖的散热量。王海

霞^[8]通过模拟的方式对一种新型地板辐射采暖系统的传热性能进行了研究,分析了采暖地表温度与水温、地板材料等的关系。赵玉新^[9]通过数值模拟和试验测试,对一种新型模块化地暖的采暖热性能进行了研究,结果表明该采暖方式在使用低品位能源的条件下,完全可以满足室内热环境的要求。费玉敏^[10]通过实验与模拟结合的方式对一种新型地暖进行了研究,得出了其热工性随水温、管间距等因素的变化规律,并分析了其经济性。

尽管目前针对新型地暖进行了大量的模拟与实验,但是大多都为针对单一结构的新型地暖的研究,针对不同地暖结构传热效果的相关研究相对匮乏,无法对不同地暖结构传热效果进行直观的对比,对新型地暖的在实际应用中的指导意义具有局限性。因此,在本文中,针对新型地暖,研究了地暖结构、供回水平均温度以及管间距三种因素对散热量的影响,研究结果为未来实际工程中新型地暖的设计与布置及相关标准的制定提供重要参考与指导。

1 地面辐射供暖系统稳态散热计算

1.1 地面辐射供暖系统结构

如图1~6中所示,本文中模拟计算共采用6种地暖结构,其中1为传统地暖结构,2为带填充层的沟槽保温板新型地暖结构,3为不带填充层的沟槽保温板新型地暖结构,4为带填充层的蘑菇板模块板新型地暖结构,5为带填充层的覆膜绝热模块板新型地暖结构,6为带填充层的模块保温板新型地暖结构。地暖结构中不同材料的传热性能参数如表1所示:

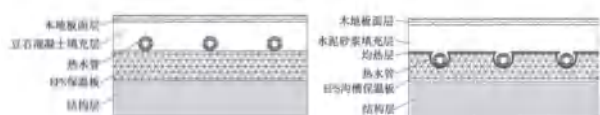


图 1 地暖结构 1

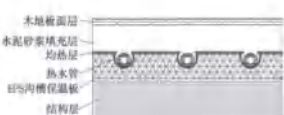


图 2 地暖结构 2



图 3 地暖结构 3



图 4 地暖结构 4

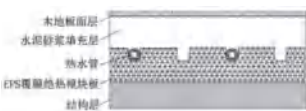


图 5 地暖结构 5



图 6 地暖结构 6

表 1 地暖材料传热性能参数

材料名称	导热系数 $\lambda/(W/(m \cdot ^\circ C))$	厚度 δ/mm
木地板	0.18	18
豆石混凝土	1.51	50
水泥砂浆	0.93	40
热水管	0.38	16×2 (外径×厚度)
均热层	273	0.4
EPS 保温板	0.041	30
EPS 沟槽保温板	0.041	25
聚乙烯蘑菇板	0.35	1.2
EPS 蘑菇板模块板	0.041	30
EPS 覆膜绝热模块板	0.041	20
石墨聚苯乙烯 (SEPS) 模块保温板	0.03	14

1.2 数值模拟计算方法

相对管间地板温差传热,忽略地板轴向的温差传热能得到足够的计算精度,因此可将地暖三维导热问题简化为二维导热问题计算^[11]。

1.2.1 控制方程

假设各层材料为各向同性,互相紧密接触,忽略接触热阻,则描述该计算单元的二维稳态导热微分方程式如式(1)所示^[12]:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

1.2.2 边界条件

木地板上表面边界条件:

$$q_1 = -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = (T_1 - T_{in})/R_1 \quad (2)$$

式中: T_{in} 室内空气计算温度, $^\circ C$; R_1 为木地板上表面对流与辐射综合换热热阻,取 $0.0909(m^2 \cdot ^\circ C)/W$ 。

楼板下表面边界条件:

$$q_2 = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = (T_2 - T_{in})/R_2 \quad (3)$$

式中: R_2 为楼板下表面对流与辐射综合换热热阻,取 $0.1429(m^2 \cdot ^\circ C)/W$ 。

1.2.3 数值计算软件

本文主要采用 HEAT2 软件对地暖的传热量进行数值模拟计算,该软件采用有限差分法求解二维稳态导热问题,具有计算精度较高、耗时较短等优点,目前已被辐射供暖供冷国际标准 ISO11855 采用^[13]。HEAT2 数值模型结构中将圆形水管简化为方形管,可在不影响计算精度的条件下进一步简化结构,如图 7 中所示。

水管表面热阻 R_p 可表示为^[14]:

$$R_p = \frac{2 \cdot D \cdot \ln(d/(d - 2\delta_p))}{\pi \cdot \lambda_p} \quad (4)$$

式中: d 为圆管外径, m ; D 为方形管边长, $D = \sqrt{\pi} \cdot d/2 \approx 0.885d$, m ; δ_p 为圆管管壁厚度, m ; λ_p 为管壁材料导热系数, $W/(m \cdot ^\circ C)$ 。

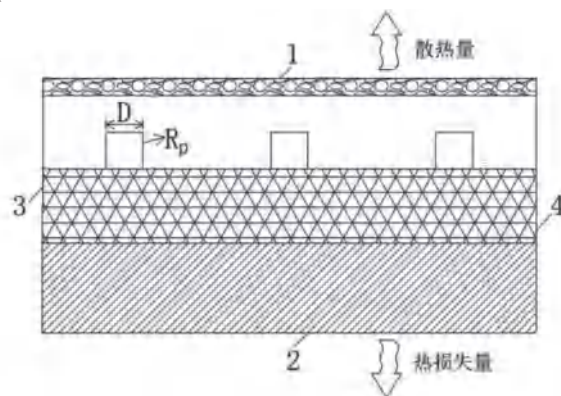


图 7 二维地暖结构简化结构

1.3 数值模拟计算工况

本文中主要分析地暖结构、供回水平均温度及管间距三种因素对地暖传热量的影响,根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2016)规定^[15],民用建筑的供水温度不应超过 $60^\circ C$,否则对采暖系统会有损伤,而一般供回水温差要求小于 $10^\circ C$ 。此外,该标准把民用建筑主要房间的室内温度定在 $16^\circ C$ 以上作为合格温度, $18^\circ C$ 为标准室温。《地面辐射供暖技术规程》规定^[16],管间距最大不能超过 $300mm$ 。因此在模拟中,主要采用的工况及部分参数如下表 2 所示:

2 模拟结果与分析

表2 模拟工况

工况	室内空气计算温度 $T_{in}/^{\circ}\text{C}$	供回水平均温度 $T_w/^{\circ}\text{C}$	管间距 L/mm
1	18	30	100
2	18	30	150
3	18	30	200
4	18	40	100
5	18	40	150
6	18	40	200
7	18	50	100
8	18	50	150
9	18	50	200

2.1 结构对地暖稳态散热特性的影响分析

图8反映了不同工况下6种不同结构的地暖的稳态散热量和热损失量。

通过对比图8中新型地暖结构2~6与传统地暖结构1数据可知,不同结构的新型地暖在增加散热量和减少热损失量上较传统地暖结构各有优势。其中,新型地暖结构3与其他地暖结构相比,散热量更大,而热损失量更小。此外,新型地暖结构4~6与其他地暖结构相比,虽然热损失量更小,但是散热量也明显小于其他地暖结构的值,稳态散热特性较差。新型地暖结构2与新型地暖结构3相比,两者热损失量相近,但前者较后者减少了30%以上向上的散热量。因此,新型地暖结构3的稳态散热特

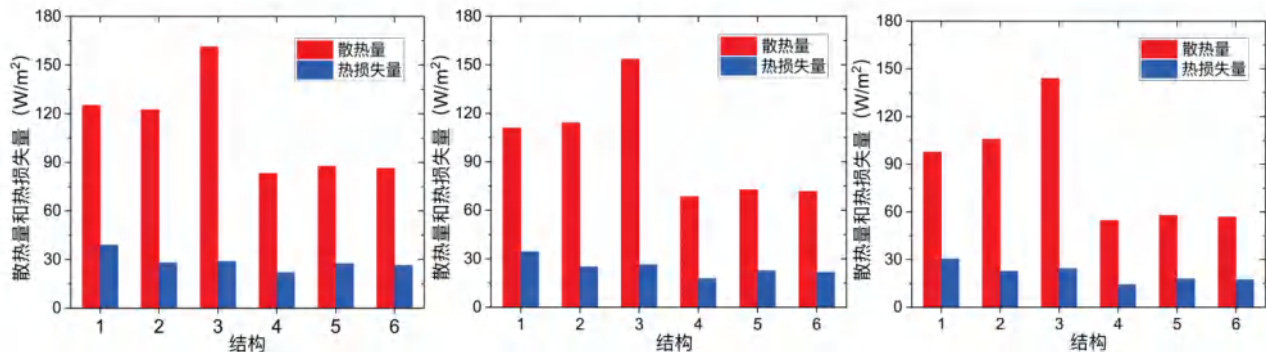
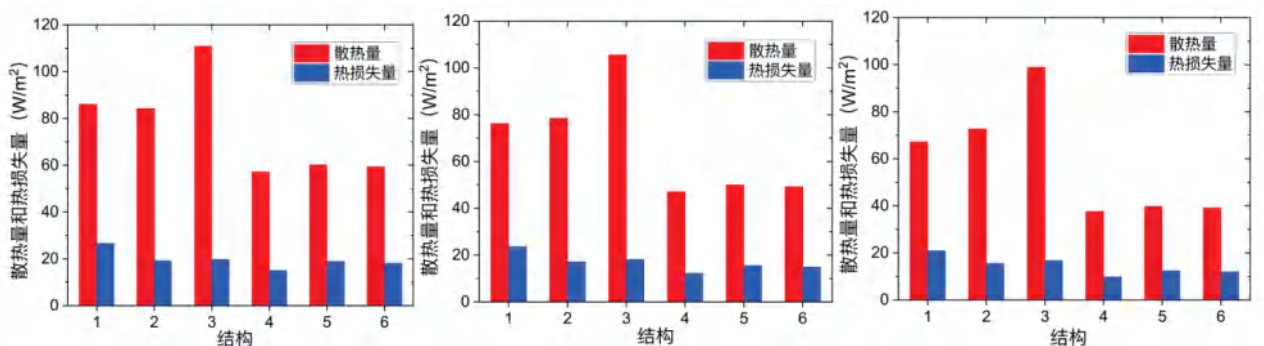
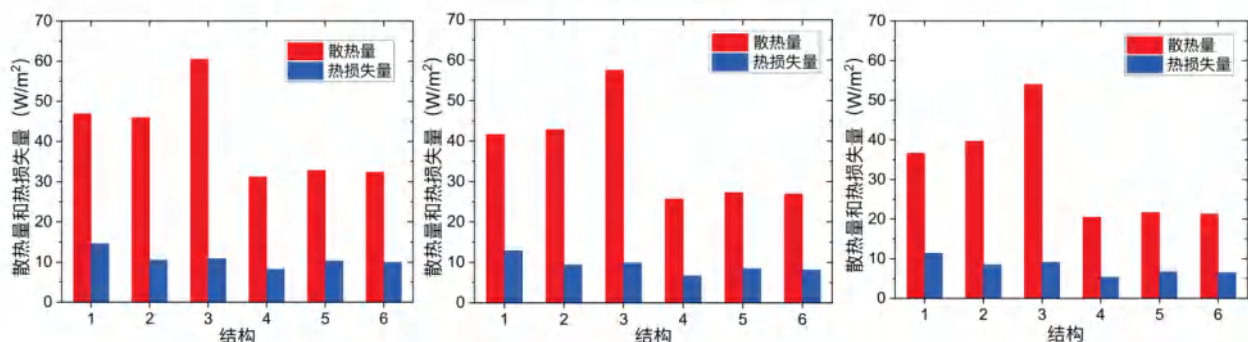


图8 结构对地暖稳态散热特性的影响

性明显好于传统地暖结构及其他新型地暖结构。

六种地暖结构的散热量占总传热量的比值如表3所示。其中,结构3的比值最大,为0.85,说明其热能利用率最大,结构2次之,为0.82,结构4~6与传统地暖结构1的散热量占总传热量的比值相对接近。因此,结合散热量与热损失量值可知,新型地暖结构3的散热性能最好。

表3 散热量占总传热量比

结构	1	2	3	4	5	6
比值	0.76	0.82	0.85	0.79	0.76	0.77

2.2 供回水平均温度对地暖稳态散热特性的影响分析

图9反映了六种结构地暖散热量和热损失量随供回水平均温度的变化。

由图9可知,所有结构的散热量与热损失量均随着供回水平均温度的增加而增加。此外,随着管间距的增加,地暖结构的散热量和热损失量随供回水平均温度增加而增加的斜率逐渐减小,这说明在较大管间距的条件下,想要提高与较小管间距条件下相同的散热量值,应该提供更高的供回水平均温度。

由图9(1)~(3)可知,新型地暖结构3的散热量随供回水平均温度变化的斜率最大,新型地暖结构2的散热量随供回水平均温度变化的斜率次之,与传统地暖结构1基本相等,而新型地暖结构4~6

的散热量随供回水平均温度变化的斜率最小。由图9(4)~(6)可知,传统地暖结构1的热损失量随水温增加而变化的斜率最大,而新型地暖结构3的热损失量随水温增加而变化的斜率明显小于传统地暖结构1,说明当供回水平均温度增加时,新型地暖结构3在减少热损失量上有更大的优越性。因此,新型地暖结构3随着供回水平均温度的增加,散热量增加的最大,而热损失增加的最小,故新型地暖结构3能够快速响应供回水平均温度的变化。

表4中数据反映了散热量及热损失量受供回水平均温度变化影响的敏感性。供回水平均温度以30℃为基准,当供回水平均温度增加约33.3%时,各个地暖结构的散热量及热损失量增加约83.3%,即每1%增加2.5%,当供回水平均温度增加约66.7%时,各个地暖结构的散热量及热损失量增加约166.7%,即每1%增加2.49%。供回水平均温度以40℃为基准,当供回水平均温度增加约25%时,各个地暖结构的散热量及热损失量增加约45.4%,即每1%增加1.81%。这说明以越低的供回水平均温度为基准增加温度时,对散热量及热损失量的影响越大,且在此增加供回水平均温度过程中,增加的温度值越大,散热量及热损失量受水温变化影响的敏感性越低。因此,在实际应用过程中,当初始供回水平均温度较高时,为了进一步增强地暖结构的

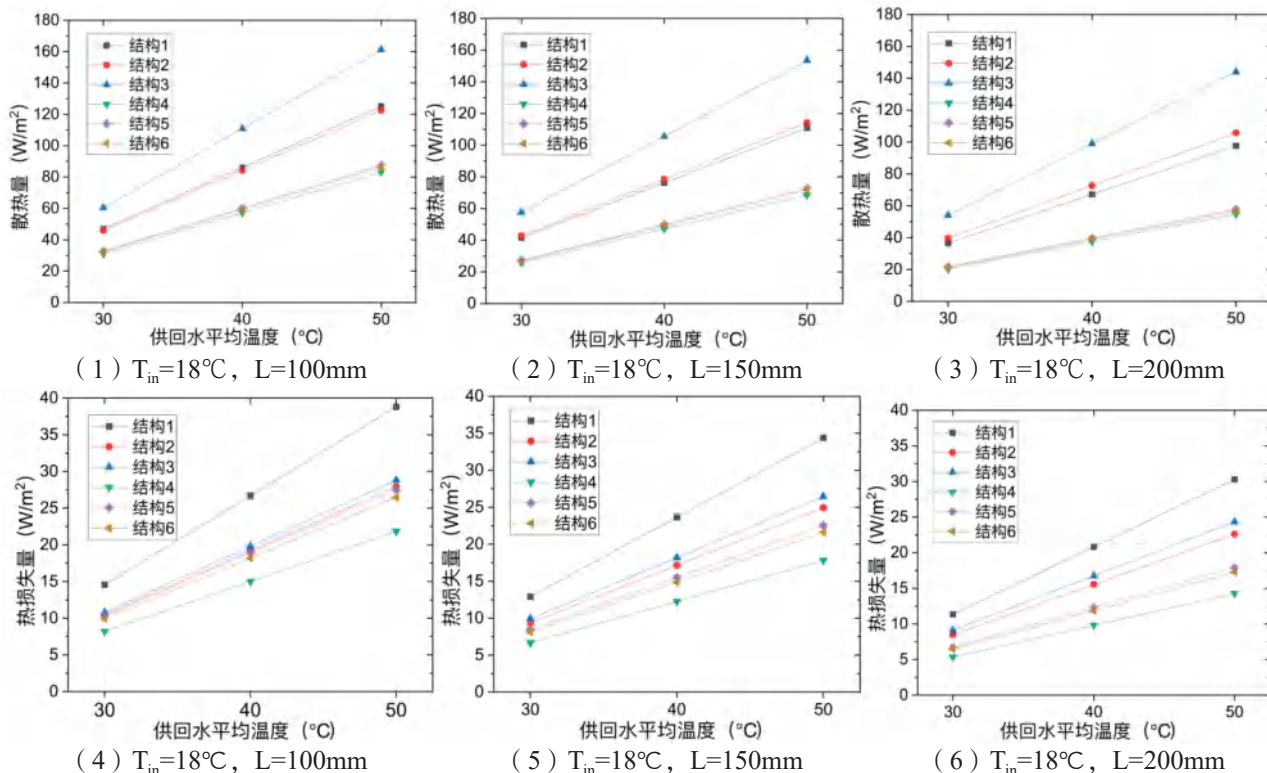


图9 供回水平均温度对地暖稳态散热特性的影响

供热效果, 实现与初始供回水平均温度较低时增加温度得到的散热量增加比相同, 则要提供更小的供回水平均温度增加值。

表4 供回水平均温度变化对散热量及热损失量影响的敏感性

供回水平均温度变化 ℃	供回水平均温度增长率 %	散热量及热损失量增长率 %	散热量及热损失量受供回水平均温度变化影响敏感度 %/1%
30~40	33.3	83.3	2.50
30~60	66.7	166.7	2.49
40~50	25.0	45.4	1.81

2.3 管间距对地暖稳态散热特性的影响分析

图10反映了管间距对六种结构的地暖散热量和热损失量的影响。

如图10所示, 六种结构的地暖散热量和热损失量均随管间距的增加而减小。图10(1)~(3)反映了不同结构的地暖散热量随管间距的变化曲线斜率基本相等, 说明不同结构下管间距对地暖散热量的影响基本一致。由图10(4)~(6)可知, 传统地暖结构1的热损失量随管间距增加而变化的斜率最大, 而新型地暖结构3的热损失量随管间距增加而变化的斜率最小, 说明当管间距增加时, 新型地暖结构3在减少热损失值上具有一定的劣势。因此, 随管间距的增加, 新型地暖结构3散热量减少的程

度与其它结构相同, 但热损失减少的程度最小, 故为了满足实际工程中地暖设计对管间距的多样化要求, 应该尽量提高新型地暖结构3的保温性能。此外, 管间距变化对地暖结构散热性影响的敏感性分析对其在应用过程中的优化目标提供方向也很重要。

表5 管间距变化对散热量及热损失量影响的敏感性

管间距变化 mm	管间距减小率 %	散热量增长率 %	热损失量增长率 %	散热量受管间距变化影响敏感度 %/1%	热损失量受管间距变化影响敏感度 %/1%
200~150	25.0	6.7	8.6	0.27	0.34
200~100	50.0	12.0	18.2	0.24	0.36
150~100	33.3	5.1	8.9	0.15	0.27

以新型地暖结构3为例, 表5中数据反映了其散热量及热损失量受管间距变化影响的敏感性。管间距以200mm为基准, 当管间距减小25%时, 散热量和热损失量分别增加约6.7%和8.6%, 即每1%分别增加约0.27%和0.34%, 当管间距减小50%时, 散热量和热损失量分别增加约12%和18.2%, 即每1%分别增加约0.24%和0.36%。管间距以150mm为基准, 当管间距减小33.3%时, 散热量和热损失量分别增加约5%和9%, 即每1%分别增加约0.15%和0.27%。这说明以越大的管间距为基准减小管间

(下接79页)

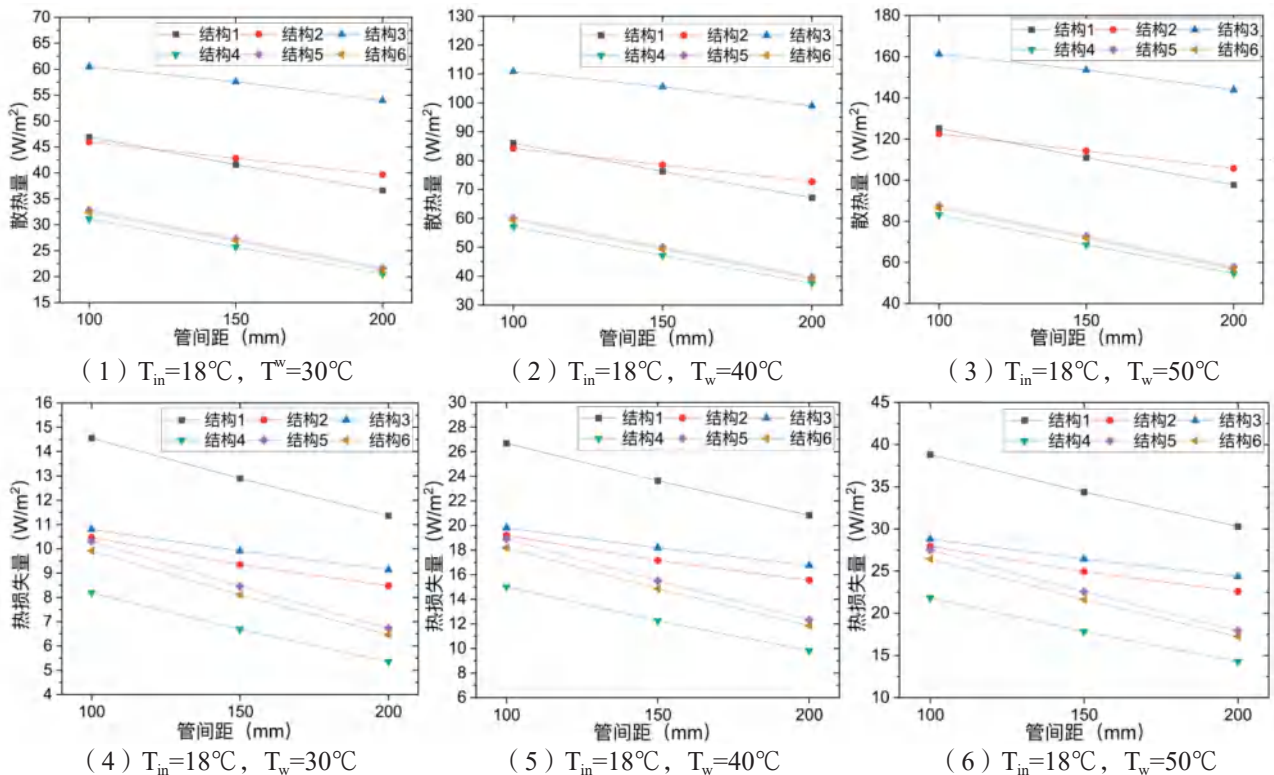


图10 管间距对地暖稳态散热特性的影响

采用微通道换热的直膨式太阳能热泵实验系统设计

山东科技大学机械电子工程学院 杨义孟 张茂远 孔祥强

[摘要] 根据实验教学的需求和科研项目的内容,设计并搭建了基于微通道换热的直膨式太阳能热泵(DX-SAHP)实验系统,并以环保制冷剂R290(丙烷)作为循环工质。实验平台系统主要由微通道集热/蒸发器、R290压缩机、微通道冷凝器、蓄热水箱、电子膨胀阀、数据采集与控制系统等组成。开发了基于组态王的数据监测与控制系统,实现了对实验系统参数的实时采集、动态显示、自动存储和危险报警等功能。应用表明,本实验系统设计合理、系统稳定、测量精度高,并可以开发出很多实验项目,有利于提高学生的创新能力和团队合作能力,满足专业教学与科研工作。

[关键词] 太阳能热泵;微通道集热蒸发器;实验平台;热力性能

0 引言

直膨式太阳能热泵通过集热器与蒸发器的集成(集热/蒸发器),工质在集热/蒸发器内直接吸热蒸发,工质在吸收太阳能的同时,也与环境空气进行换热。相比于传统的空气源热泵和太阳能热水器,DX-SAHP系统的蒸发温度和集热效率都有明显的提升^[1,2]。近年来,随着国内外能源消费总量的不断增加和对能源利用效率要求的不断提高,作为一种高效稳定的能源利用技术,直膨式太阳能热泵技术也成为研究热点。主要研究方向包括工质替代、高效微通道换热技术、系统运行控制技术、系统运行性能分析等几方面^[3-6]。

本文在对试验台设计时,准确把握当今研究热点,将无臭氧层破坏作用,低温室效应、热力性能优良的自然碳氢化合物制冷工质R290(丙烷)作为循环工质,并且根据压缩机容量匹配设计了微通道集热/蒸发器、微通道冷凝器的集(换)热面积、流道结构^[7,8]。利用微通道换热器结构紧凑、可增加制冷剂与太阳辐射和外界环境或蓄热水箱接触面积、高效换热的特点,即可节约实验室空间又可以有效减少工质充注量进而解决丙烷易燃易爆的危险^[9,10]。

本文依托实验室国家基金项目(微通道换热的丙烷直膨式太阳能热泵系统全工况性能研究,项目编号No. 51776115),结合本专业实验教学特点和教学大纲要求,设计并委托生产加工了以丙烷为循环工质的双微通道(微通道集热器和微通道冷凝器)直膨式太阳能热泵系统实验平台。本实验台可为能源与动力工程类和建筑与环境工程专业学生提供一个学习研究太阳能利用、高效微通道换热、环境友好型工质、直膨式太阳能热泵系统运行分析和高效控制等国内外研究热点的平台。学生通过此平台

可进行大量拓展性实验,对不同环境工况(不同温度、不同辐射、不同风速等),不同系统参数(不同过热度、不同制冷剂充注量等)下系统的运行性能分析。进而培养和提高学生的实践能力、科研能力和创新精神^[11,12]。

1 实验装置及原理

直膨式太阳能热泵实验平台主要有以下几部分组成:微通道集热/蒸发器、R290压缩机、微通道冷凝器、蓄热水箱、电子膨胀阀、数据采集控制及控制系统组成,并采用R290为循环工质,实验装置原理图如图1所示。

R290为循环工质直接在微通道集热/蒸实验装置原理图发器内吸收太阳辐射热量和空气中的热量(分为全辐射、全空气、辐射空气混合三种工况)而蒸发,然后继续吸热直至过热状态(过热度为5℃左右),之后由集热器出口进入压缩机,经过压缩机压缩做功成为高温高压的制冷剂蒸气,然后经过冷凝器放出热量加热水箱中的热水后变成液态制冷剂,之后再通过电子膨胀阀节流降压,再次返回到集热蒸发器内完成一次循环。循环周而复始,直至水箱内的水达到目标水温,压缩机停止供电。此外为保护压缩机安全运行,一旦压缩机排气温度超过

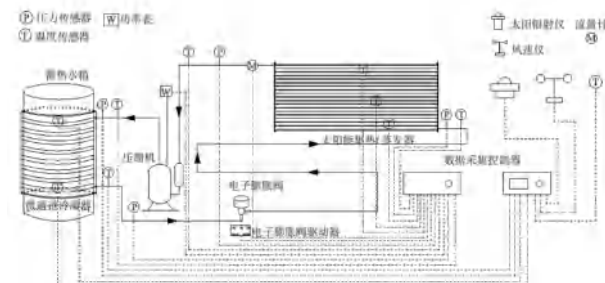


图1 实验装置原理图

105 度℃，系统也自动断电。

实验平台采用裸板式太阳能集热 / 蒸发器，微通道集热器由 33 根微通道扁管（截面如图 2 所示）组成。由于制冷剂在流动过程中，逐渐由气液两相态变成气态再到过热状态，制冷剂比体积不断变大，故将微通道集热器设计成三流程“5-11-17”的布局排列方式，并且为了减少重力对制冷剂流动的影响，将管道设计成水平布置。为了提高集热器整体的结构稳定性和坚固程度，将集热器进行了加固处理，增加了格栅和维护结构，增加了侧壁壁厚。为了减小集热器宽度，将流程加工成内置式。各微通道扁管通过集管连接，单根扁管中通道的当量直径为 1.18mm，单根扁管长度为 2550mm。微通道扁管和集管均采用工业纯铝，微通道集热器上表面电镀纳米黑钛太阳能选择性吸收涂层（太阳能光谱吸收率约为 95%，发射率约为 15%）。为增加集热器容量，集热器的有效集热面积为 2.09m²。集热器结构图，实物图如下图 3、4 所示。实验平台采用全封闭型滚动转子式压缩机，理论排气量 8.9cm³/rev，额定功率 471W，最大充注量 0.25kg。冷凝器由 21 根微通道铝扁管换热单元组成，每个换热单元的外形尺寸为 1450mm×20mm×20mm，设置 18 个当量直径为 1mm 的微通道。微通道冷凝器单面有效换热面积为 0.76 m²。蓄热装置为承压式不锈钢内胆蓄热水箱，净容量 200L，微通道冷凝器紧密盘绕在内胆外侧，内胆与外壁之间选用聚氨酯作为保温材料。电子膨胀阀全闭到全开步数为 500 个脉冲，并通过电子膨胀阀驱动器与控制器连接。

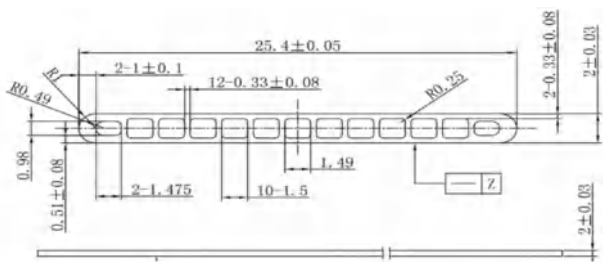


图 2 集热器微通道截面图

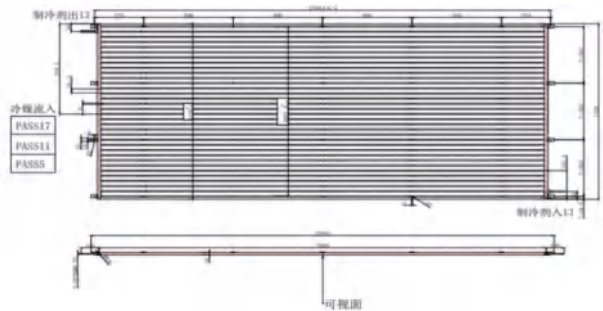


图 3 集热器结构图

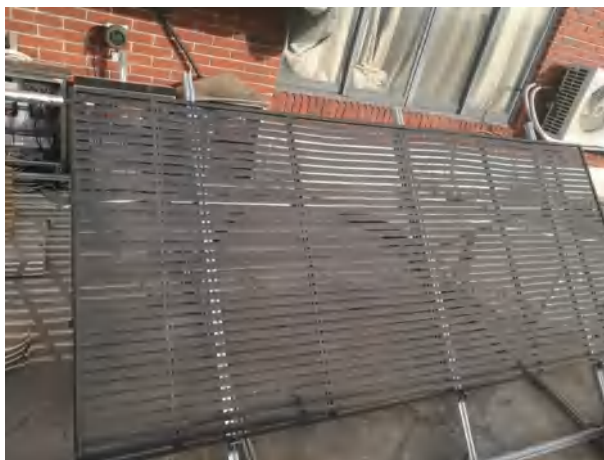


图 4 集热器实物图

2 数据采集及控制系统

为了全面研究系统变工况运行特性，实验平台需要实时测量环境参数、系统运行参数和其他相关数据，学生可根据对大量实验数据的整理分析，得到重要的实验结论。实验平台的环境参数包括：太阳辐射强度、环境温度、风速，系统运行参数包括集热器、冷凝器进出口压力、温度，蓄热水箱内部水温，制冷剂流量，压缩机功率等，主要测点布置如图 1 所示。实验平台采用 RTU-307J 和 RTU-308N 型工业控制器以实现实验平台的数据采集与控制。表 1 为各类型传感器的型号、精度和测量范围。

表 1 传感器类型与精度

传感器类型	型号	测量范围	传感器精度
温度传感器	PT100	-50 ~ 150 ℃	± 0.2%
压力变送器	CYYZ11-H	-0.1 ~ 3 MPa	± 0.1%
辐射仪	TBQ-2	0 ~ 2000 W/m ²	± 2%
风速仪	HS-FS01	0 ~ 30 m/s	± 0.1m/s
多功能电力仪	TED-2WBC	0-1250 W	± 0.5%
质量流量计	DMF-1-1B	0-100 kg/h	± 0.2%

各传感器变送器将采集到的数据转化为 4-20mA 电流模拟信号，并将信号传送至工业控制器中，以 S485 或 S232 通讯接口将信号传送至计算机。根据实验结果分析，确定 5-10℃ 的最佳过热度范围（综合考虑系统性能、压缩机运行稳定性和电子膨胀阀调控能力），设计了控制策略，计算机自主计算出电子膨胀阀开度，利用组态王控制程序将开度值转化为数值信号传输给工业控制器，工业控制器再将数值信号转化为 0-5 V 模拟信号输送到电子膨胀阀驱动器，电子膨胀阀驱动器来实现电子膨胀阀开度的控制与调节。

本实验平台采用组态王（Kingview）作为系统

控制软件。组态王是一种新型的工业自动控制系统,用户可以在其控制面板上添加实物或数据名称,并在相应位置设置测点,组态王能与多种通讯协议连接,基于以上几点优点,本实验平台的数据采集以及控制系统采用了组态王控制软件以实现自动报警、系统运行监测、实验平台自动调节、连接数据库保存实时数据等功能^[13,14]。

3 实验平台的主要功能

(1) 依托实验平台,可以在直膨式太阳能热泵应用领域,对基于丙烷工质的微通道集热/蒸发器和冷凝器内的传热特性及其结构进行优化设计。通过实验数据分析,揭示不同流量、不同热流密度情况下的微通道两相流动沸腾换热特性,获得微通道壁面温度、热流密度、起沸点、干度等参数的变化规律,优化微通道换热器结构参数及运行参数,进而推动微通道换热器在直膨式太阳能热泵领域的应用。

(2) 进行基于微通道换热的丙烷直膨式太阳能热泵系统全工况性能实验研究。监测实验系统运行特性,研究系统负荷可调节性能,研究环境参数和运行参数对系统热力性能的影响规律,获得系统的变工况运行特性,揭示由环境参数变化引起的系统动态特性。研究提高系统的可调节性和系统性能的方法。

(3) 可用于探究热力循环参数与环境参数相互耦合机制,进而设计开发基于丙烷工质的直膨式太阳能系统运行控制策略,探索直膨式太阳能热泵各部件能量匹配问题,以实现太阳能变热源条件下系统结构形式和热力产生的之间的最优匹配,实现系统稳定、高效运行。

(4) 实验平台可以进行功能拓展,通过增加相应设备,可实现变频技术、蓄热技术、新型环保工质、新型高效压缩机等新技术的应用研究。

4 实验结果与分析

下图5为青岛某地区冬季典型工况下室外环境

参数变化曲线。在试验台运行期间,太阳辐射强度最高可达 $753 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, 平均为 $472 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。环境温度最高可到 0.25°C , 最低为 -6.24°C , 平均为 -2.92°C 。室外风速最高达 $6.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 平均为 $1.16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从图中可以看出,在实验平台运行期间环境温度和辐射强度的变换趋势基本一致,都是先升高后降低,只是由于云层遮挡的原因,太阳辐射强度出现波动。

冬季工况下试验台测试结果下表2所示,在冬季工况下,实验平台的COP基本可达2.5以上,最高时为3.21,平均为2.71。微通道集热器的集热效率基本上维持在0.5以上,在极端工况如2018-12-25时,集热效率达到了2.9以上,这是因为直膨式太阳能热泵系统既可以吸收太阳辐射还可以从环境中吸收热量。此外,实验平台在高低温度段热水加热过程的对比试验(2018-12-31和2019-01-02)可以发现,实验平台在低温度段时的COP明显高于高温度段时。这是由于低温度段时,系统的冷凝温度和冷凝压力要低于高温度段,压比较小,故系统的COP比较高。

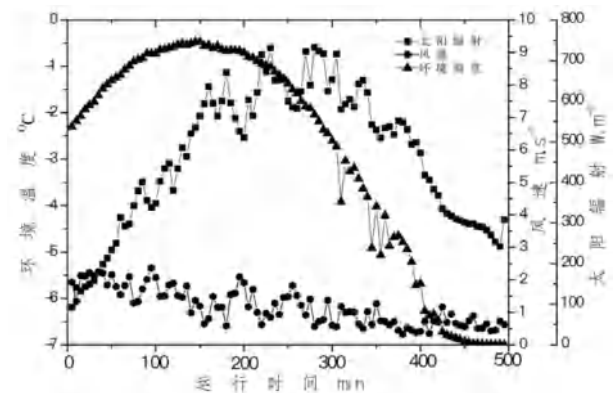


图5 冬季典型环境参数变换曲线

5 结语

设计并搭建了基于微通道换热的丙烷直膨式太阳能热泵实验平台,既可实现科研目的又能满足实验教学要求。依托此实验平台,可以开展一系列前

表2 实验平台性能参数表

日期	初始水温 / $^{\circ}\text{C}$	最终水温 / $^{\circ}\text{C}$	辐射强度 / $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	环境温度 / $^{\circ}\text{C}$	制热功率 / W	功率/ W	加热时间 / min	COP	集热效率 η
2018-12-24	10.22	44.24	397	5.34	1175.7	366.0	356	3.21	0.976
2018-12-25	19.20	50.01	94	8.27	909.5	332.5	472	2.74	2.937
2018-12-26	13.03	49.60	257	2.88	866.6	325.4	588	2.66	1.008
2018-12-27	12.35	40.12	271	-1.02	699.7	293.3	553	2.39	0.717
2018-12-28	11.04	37.72	474	-2.95	741.2	285.7	494	2.59	0.460
2018-12-29	10.36	39.57	497	-0.81	790.3	291.4	515	2.71	0.480
2018-12-31	29.29	50.14	607	1.86	654.3	353.0	444	1.85	0.238
2019-01-02	6.72	32.12	505	1.81	1134.3	258.0	312	4.40	0.830

沿性试验,完成传热学、工程热力学、热交换器、太阳能热利用,先进热泵技术、强化传热、能量系统热力学分析方法等相关课程的实验教学任务和课程设计、毕业设计等培养计划,激发学生的科研精神和探索精神,培养和提高学生的实践能力,培养热泵空调领域研究生。

参考文献

- [1] Sporn P, Ambrose ER. The heat pump and solar energy. Proceedings of the world symposium on applied solar energy, 1955, Phoenix, Arizona.
- [2] Kuang, Y.H, Wang, R.Z. Performance of a multi-functional direct-expansion solar assisted heat pump system. Sol. Energy, 2006, 80 (7), 795-803.
- [3] Xiangqiang Kong, Kailin Jiang, Shandong Dong, et al. Control strategy and experimental analysis of a direct-expansion solar-assisted heat pump water heater with R134a [J]. Energy, 2018, 145 (2018): 17-24.
- [4] Xiangqiang Kong, Penglong Sun, Kailin Jiang et al. A variable frequency control method and experiments of a direct-expansion solar-assisted heat pump system [J]. Solar Energy, 2018, 176 (2018): 572-580.

(上接 75 页)

距时,对散热量及热损失量的影响越大,且减小的管间距值越大,散热量受管间距变化影响的敏感性越低,而热损失量受其影响的敏感性越大。因此,在实际应用过程中,当初始管间距较小时,为了进一步增强供热效果减小热损失,实现与初始管间较大时减小管间距得到的散热量增加比相同,则应使管间距的减小值更小一些。

3 结论

本文以新型地暖结构为研究对象,通过数值模拟方法分析室内空气计算温度为 18℃ 时六种地暖结构在管间距取 100mm、150mm、200mm 和供回水平均温度取 30℃、40℃、50℃ 时的散热特性,发现不带填充层的沟槽保温板地面辐射供暖系统的散热性能明显好于其它地暖结构,并能够快速响应供回水平均温度的变化,但为了满足实际工程要求应该尽量提高其保温性能。

参考文献

- [1] 于莹.我国南方供暖可行性分析[J].节能,2019,(6):34-35.
- [2] 闫革成.地板辐射采暖与散热器采暖的对比分析[J].林业科技情报,2003,(2):51.
- [3] B. Lin, Z. Wang, H. Sun, et al., Evaluation and comparison of thermal comfort of convective and radiant heating terminals in office buildings, Build. Environ. 2016, (106): 91-102.
- [4] 何恒.地暖的优缺点及其在南方地区暖通市场的发展前景分析[J].产业与科技论坛,2012,11(16):28-29.

- [5] 汪年结,王颖,李峰,等.微通道换热器在家用空调上的应用研究[J].制冷技术,2014,34(2):47-50
- [6] 肖庭庭,李征涛,董浩,等.R290 替代 R22 的解决方案综述及展望[J].流体机械,2015,43(3):75-82.
- [7] 潘晨光,常香璐,戚骥.对新型绿色环保制冷剂 R290 在电冰箱上的应用探讨[J].家电科技,2018(09):70-71.
- [8] 冼志健.R290 家用空调器的可靠性设计[J].制冷与空调,2014,14(2):54-56.
- [9] 张网.R290 和 R32 制冷空调系统火灾危险性的理论及实验研究[D].天津大学,2016.
- [10] 钟志锋,唐唯尔,周晓芳,等.R290 分体式空调器室内泄漏安全性实验研究[J].低温工程,2017(2):61-65.
- [11] 孔祥强,高琛,董山东,等.微通道直膨式太阳能热泵实验平台设计与应用[J].实验技术与管理,2017,34(12):77-80.
- [12] 唐力,张文娟,实验创新教育与创新人才培养探索[J].实验技术与管理,2017.34(5):11-13.
- [13] 盖文东,张宁,张婧,等.基于 Matlab 与组态王的智能控制试验平台设计[J].实验科学与技术,2017,15(4):156-159.
- [14] 肖乾虎,翁邵捷,唐荣年,等.基于组态王的温湿度远程监测系统的设计[J].中国农机化学报,2013,34(6):257-260.

- [5] 吴晋兰.带有金属导热膜的新型干式地板辐射采暖热工性能研究[D].天津:天津大学,2014.
- [6] 董浩川,张志刚,刘学礼.新型通水式供暖地板的通道组合优化与节能分析[J].流体机械,2014,(7):74-77.
- [7] 刘武华.水泥基碳纤维地暖的电热性能仿真模拟分析及耐久性研究[D].湖南;湖南大学,2015.
- [8] 王海霞.板式地板辐射采暖传热性能的研究[D].天津:天津大学,2005.
- [9] 赵玉新.一种干式结构地板辐射供冷的实验研究[D].天津:天津大学,2005.
- [10] 费玉敏.新型复合辐射供暖板构造热工性能数值模拟与实验研究[D].北京:北京建筑大学,2012.
- [11] 吴小舟,赵加宁,王泮浩.基于形状因子的辐射地板传热量计算等效热阻结构[J].湖南大学学报(自然科学版),2016,43(5):137-143.
- [12] 章熙民,朱彤,安青松,任泽需,梅飞鸣.传热学[M].第六版.北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [13] ISO/DIS 11855-2, Building environment design-design, construction and operation of radiant heating and cooling systems-part2: determination of the design heating and cooling capacity[S]. Brussels: International Organization for Standardization, 2010.
- [14] Claesson J., C-EHagentoft. Återvinning av värmeför lusterfrån fjärrvärmekulvertar (Regain of heat losses from district heating culverts). LUTVDG (TVBH-7075). 1983.
- [15] GB50736-2016, 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [16] JGJ142—2012, 辐射供暖供冷技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.

青岛某小区冷热电联供系统经济性分析

山东科技大学机械电子工程学院 马善乐 孔祥强

[摘要] 目前化石能源短缺, 分布式能源设计在一定程度上可以缓解化石能源的短缺现状并可以提高化石能源的利用率。本文选取青岛市某住宅小区为研究对象, 计算了所选研究对象的冷热电负荷, 在此基础上进行了设备选型, 设计了冷热电联供系统, 对系统进行了热经济性分析, 得到系统的一次能源利用率为 81.06%, 较分供系统的一次能源利用率 57.57% 提高了 23.49%, 一次能源节约率为 69.25%, 较分供系统的 30.75% 提高了 38.50%; 通过对系统进行经济性分析, 得到系统的静态投资回收期为 5.19 年, 动态投资回收期为 7.49 年。

[关键词] 冷热电联供; 设备选型; 热经济性分析; 经济性分析

0 引言

能源与人类生存和发展息息相关, 我国地大物博资源丰富, 但是人均资源水平极低, 采用冷热电联供, 可以有效地解决人均化石能源水平极低问题, 并可以增加能源的利用效率^[1], 一般的冷热电联供系统图如图 1 所示。Lee^[2] 等针对冷热电联供系统的优化运行, 提出了“能量流”的概念, 采用模糊算法指导冷热电联供系统的能量管理。此外还有多人进行了相关研究。冷热电三联供系统是一种综合产、用能分布式系统, 它建立在能量梯级利用的基础上^[3]。Cardona^[4] 等指出余热制冷设备的最佳容量应为用户冷需求峰值的 70% - 80% 为最佳。

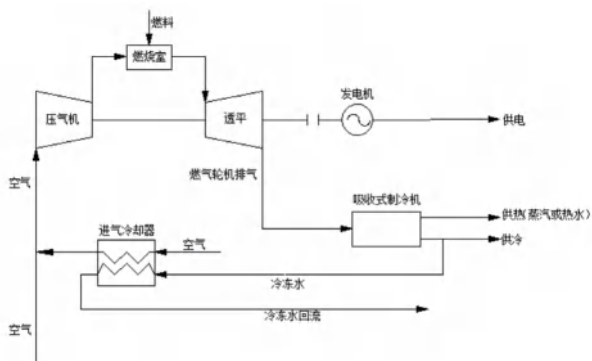


图 1 燃气轮机驱动冷热电联供系统图

1 小区冷热电负荷分析

1.1 电负荷计算

如图 2 所示, 将户型图做如下简化, 其数量如下: 由 5 栋 6 层楼房构成, 每栋 6 个单元, 每单元 2 户。其中, 面积为 90m² 的住户有 300 户, 面积为 130m² 的住户有 60 户。楼层高度为 3m, 扣除楼板厚度之后, 楼层净高度为 2.8m。对于中小城市的家庭住宅用电负荷按照建筑面积计算, 一般取单位面积用电指标^[5]

$\beta=60\sim80\text{W/m}^2$, 并且当面积较小的时候, 取较大的值; 当面积较大的时候, 取较小的值。对于 90m² 住宅, 计算电负荷: 取 $\beta=75\text{W/m}^2$:

$$P_c = \beta \cdot A = 75\text{W/m}^2 \times 90\text{m}^2 = 6750\text{W} \quad (\text{式 1.1})$$

$$I_c = \frac{P_c}{U\psi} = \frac{6750\text{W}}{200\text{V} \times 0.9} = 34.09\text{A} \quad (\text{式 1.2})$$

对于 130m² 住宅, 计算电负荷: 取 $\beta=65\text{W/m}^2$:

$$P_c = \beta \cdot A = 65\text{W/m}^2 \times 130\text{m}^2 = 8450\text{W} \quad (\text{式 1.3})$$

$$I_c = \frac{P_c}{U\psi} = \frac{8450\text{W}}{220\text{V} \times 0.9} = 42.68\text{A} \quad (\text{式 1.4})$$

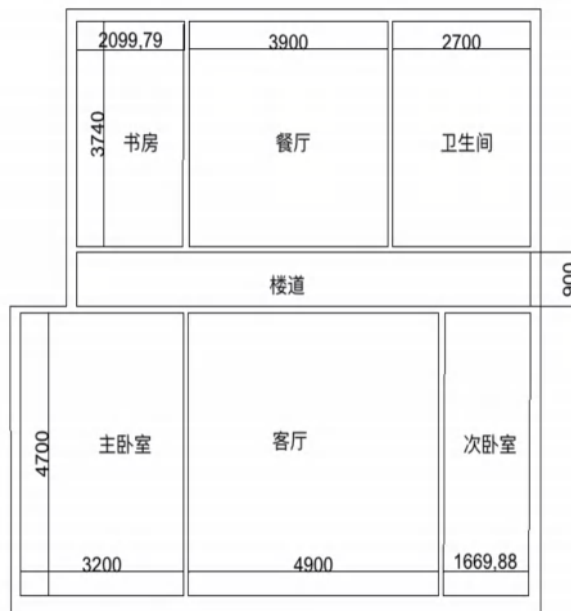


图 2 简化小区户型图, mm

在中小城市住宅小区居民电负荷计算过程中, 由于居民的作息习惯可能略有不同, 因此需要考虑同时系数概念:

$$K_{\Sigma} = \begin{cases} 0.55 & n < 50 \\ 0.50 & 50 < n < 99 \\ 0.45 & 100 < n < 199 \\ 0.4 & 200 < n < 399 \\ 0.35 & 400 < n \end{cases} \quad (\text{式 1.5})$$

取 $K_{\Sigma}=0.45$ ，则总的电负荷是 $P \approx 1.5 \text{ MW}$ 。

1.2 冷负荷计算

空调夏季冷负荷如式 (1.6) 所示，空调冬季热负荷如式 (1.7) 所示

$$Q_c = q_c A_K \times 10^{-3} \quad (\text{式 1.6})$$

$$Q_a = q_a A_K \times 10^{-3} \quad (\text{式 1.7})$$

代入数据计算可得：空调夏季冷负荷 $Q_c=3132 \text{ kW}$ ，空调冬季热负荷 $Q_a=2400 \text{ kW}$ 。

2 设备选型

经过计算，得到该住宅小区的电负荷是 $P=1.5 \text{ MW}$ ，通过对众多燃气轮机进行筛选，决定选用 Solar Turbines International Company (索拉公司) 生产的 Saturn 20 燃气轮机，该型号燃气轮机的参数如表 2.1 所示。

表 2.1 Saturn 20 参数

名称	功率	电压 / 频率	热耗率	排气温度	价格 / 万元
Saturn 20	1210kW	400V/50Hz	14795kJ/(kW·h)	505℃	539.5

所选研究对象的冷负荷为 $Q_c=3132 \text{ kW}$ ，因此所选的吸收式制冷机组的制冷量应该稍大于此数值，经过筛选，选择远大集团的 BE300 烟气直燃机。其主要参数如表 2.2 所示。

表 2.2 吸收式制冷机参数

制冷量 kW	制热量 kW	流量 m^3/h		压损 kPa		烟气耗量 kg/h	
		冷冻水	冷却水	冷冻水	冷却水	制冷	制热
3489	2301	429	733	50	60	22999	22999

3 系统的经济性分析

3.1 系统热经济性分析

判断一个联供系统是否节能，首先要考虑的就是该系统的一次能源利用率^[6]，在热力学第一定律的基础之上，通过对联供系统的输入和输出进行研究对比，来得到该系统的一次能源利用率，进而定量的衡量冷热电联供系统的一次能源利用情况。对于联供和分供系统来说， PER 的表达式为：

$$PER_{CCHP} = \frac{Q_h + Q_c + Q_e}{Q_{in}} \quad (\text{式 3.1})$$

$$PER_{SP} = \frac{Q_h + Q_c + P_e}{\frac{Q_h}{\eta_{Boiler}} + \frac{Q_c}{COP_{ec}} + \frac{P_e}{\eta_{el}}} \quad (\text{式 3.2})$$

式中： PER_{CCHP} 、 PER_{SP} —联供系统、分供系统

的一次能源利用率；

Q_h —冷热电联供系统供热量，kW；

Q_c —冷热电联供系统制冷量，kW；

P_e —冷热电联供系统的发电量，kW；

Q_{in} —冷热电联供系统的输入能量，kW；

η_{Boiler} 、 η_{el} —分供系统燃气锅炉发电效率、能源发电效率；

COP_{ec} —压缩式制冷机制冷系数。

系统一次能源节约率的计算公式如式 (3.3) 所示。

$$PES = 1 - \frac{PER_{SP}}{PER_{CCHP}} \quad (\text{式 3.3})$$

式中： PES —一次能源节约率；

PER_{SP} —冷热电分供系统一次能源利用率；

PER_{CCHP} —冷热电分供系统一次能源利用率。

由式 (3.1) 和式 (3.2) 来计算联供系统的一次能源利用率，在额定工况下，得出公式中的各个参数：联供系统输入能量 $Q_{in}=3198.3 \text{ kW}$ ，联供系统的发电量 $P_e=1170 \text{ kW}$ ，吸收式制冷机制冷量 $Q_c=3489 \text{ kW}$ ，制热量 $Q_h=2301 \text{ kW}$ ，一般的燃气锅炉效率 $\eta_{Boiler}=0.95$ ，较为常见的电压压缩式空调制冷系数 $COP_{ec}=3.5$ ，一般的发电效率 $\eta_{el}=0.377$ (推荐值)，可以得出此联供系统的夏季 (冬季) 一次能源利用率为 $PER_{CCHP}=1.4567$ ($PER_{CCHP}=1.2541$)，分供系统的夏季 (冬季) 一次能源利用率为 $PER_{SP}=0.8106$ ($PER_{SP}=0.5757$)。冷热电联供系统的一次能源利用率是大于分供系统的。

由联供系统和分供系统的一次能源利用率进一步可以计算出一次能源节约率^[7]， $PER_{SP}/PER_{CCHP}=0.6925$ ，故联供系统的一次能源节约率 $PES=0.3075$ 。由此可见，联供系统较分供系统来说具有很大的一次能源节约能力。

3.2 经济性分析

系统的经济性分析包括静态投资回收期 and 动态投资回收期^[8]，其计算公式分别如式 (3.4) 和式 (3.5) 所示。

$$N_s = \frac{F}{A} \quad (\text{式 3.4})$$

$$A \cdot \sum_{n=1}^{N_d} \frac{1}{(1+i)^n} = A \cdot \sum_{n=1}^{N_d} PWF(i, n) = F \quad (\text{式 3.5})$$

式中： N_s —静态投资回收期，年；

F —工程的初投资，万元；

A —每年的净收益，万元；

i —年现金折现率，取 8%；

$PWF(i, n)=(1+i)^{-n}$ —净现金流量残值 (Present Worth Factor)。

表 3.1 联供系统设备价格

项目	燃气轮机 Saturn 20	烟气型吸收式 制冷机 BE300	发电机	安装费用
价格 / 万元	539.5	363	0.5	100

表 3.2 动态投资回收期计算

年数	投资额	年收入	年经营成本	净现金流量	净现值	累计净现值
0	-1008.3	—	—	-1008.3	-1008.3	-1008.3
1	0	687.78	492.48	195.3	180.83	-827.47
2	0	687.78	492.48	195.3	167.438	-660.023
3	0	687.78	492.48	195.3	155.035	-504.997
4	0	687.78	492.48	195.3	143.58	-361.417
5	0	687.78	492.48	195.3	132.92	-288.497
6	0	687.78	492.48	195.3	123.072	-165.425
7	0	687.78	492.48	195.3	113.955	-51.47
8	0	687.78	492.48	195.3	105.515	54.0445

联供系统的设备价格列于表 3.1。平均电价取 0.7684 元 / kWh，天然气价格取 1.4 元 / m³ [9]。

可得静态投资回收期为 5.19 年，动态投资回收期的计算见表 3.2， $N_d = 8 - 1 + \frac{|-51.47|}{105.5145} = 7.19$ 年。文献 [10] 指出，冷热电联供系统投资回收期不超过 10 年。

4 小结

总的来说，联供系统可以显著提高系统的能源利用率，采用燃气轮机的余热驱动吸收式制冷机在夏季产生冷量，在冬季产生热量，契合了温度对口、梯级利用的原 [11]，具有较大的节能作用。

参考文献

- [1] 李胜，吴静怡，王如竹. 冷热电联供系统的研究热点概述 [J]. 制冷与空调，2000，8(6): 1-9.
- [2] Lee J B, Lyu S H, Kim J H. A daily operation scheduling on cogeneration system with thermal storage tank [J]. IEEE Trans, 1994, 10: 1295-1302.
- [3] 程洁. 基于冷热电三联供系统的综合能源系统设计与研究 [D]. 华北电力大学硕士论文. 2017.
- [4] V. Havelsky. Energetic efficiency of cogeneration systems for combined heat, cold and power production [J]. International Journal of Refrigeration, 1999, 22(6): 479-485.
- [5] 夏国明，回海滨，崔曾坤. 城市居民住宅及小区电负荷计算 [J]. 河北工程技术高等专科学校学报，2006，16(3): 6-8.
- [6] 彭树勇. 冷热电联供型微电网优化配置与运行研究 [D]. 西南交通大学硕士论文，2014.
- [7] 孔祥强. 冷热电联供 [M]. 北京：国防工业出版社，2011.6. 167-138.
- [8] 冯为民，付晓灵. 工程经济学 [M]. 第二版，北京：北京大学出版社，2006. 52-53.
- [9] 刘毅军. 中国天然气价格形成机制演变及趋势 [J]. 天然气工业，2015，35(04): 107-116.
- [10] 华贲，龚婕. 分布式冷热电联供能源系统经济性分析 [J]. 天然气工业，2007(07): 118-120+146.
- [11] 江丽霞，金红光，蔡瑞贤. 冷热电三联供系统特性分析与设计优化研究 [J]. 工程热物理学报，2002, 23: 21-24.

河北省 | 2021 年度建筑节能、绿色建筑和装配式建筑管理工作专项检查情况

（一）被动式超低能耗建筑实现新发展

新开工被动式超低能耗建筑面积 161.06 万平方米（其中，保定市、唐山市、沧州市、石家庄市新开工建筑面积均超过 20 万平方米），完成省政府要求的 160 万平方米的目标。目前，累计建设 605.71 万平方米，建设规模处于全国领先水平。

（二）绿色建筑创建行动取得新成效

各市均提前一年完成创建实施方案要求的绿色建筑占比 92% 的目标，其中，秦皇岛市、辛集市竣工绿色建筑占比达到 100%；全省城镇累计竣工绿色建筑面积 7211.61 万平方米，占新建建

筑面积的 98.76%，处于全国第一梯队。

（三）建筑节能水平得到新提升

全省新增可再生能源建筑应用面积 4092.11 万平方米，占新增建筑面积的 56.04%。持续对具有改造价值的既改项目存量进行改造，2021 年全省共实施既有建筑节能改造面积 62.42 万平方米。

（四）装配式建筑建设迈出新步伐

新培育 4 个省级装配式建筑产业基地，全省国家级、省级装配式建筑产业基地分别达到 24 个、21 个，进一步夯实产业发展基础。

中央空调水系统控制方法研究

石家庄铁道大学 朱申琳 田玲玲

[摘要] 当前集中空调在公共建筑中的使用存在能耗浪费的情况,为研究集中空调系统的能耗问题,对中央空调冷冻水系统进行建模及参数分析,采用冷冻水泵变频控制技术,重点考虑了变流量系统的温差及压差控制策略。在 TRNSYS 软件中,搭建变流量水系统的仿真平台,对集中空调变流量系统的动态负荷模型和设备运行工况进行数据收集及节能优化策略的模拟分析。分析了中央空调变流量系统在定温差和定压差两种控制策略下,系统中各个部件的耗能情况。

[关键词] 空调水系统; TRNSYS; 温差控制; 压差控制; 计算机模拟

0 引言

目前中央空调的使用面临高能耗问题,我国能源消耗中建筑总能耗占比近 30%,其中空调能耗占建筑总能耗的 30%~50%^[1],其中水系统能耗占 60%^[2]左右。据美国制冷协会研究统计,中央空调负荷率低于设计负荷 75% 的工况占全年运行时间的 90% 以上^[3]。据国内研究统计,我国空调设备 90% 时间运行在设计负荷的 70% 以下^[4]。

现代计算机仿真技术的飞速发展使得数值模拟在各领域中有了更广泛的应用,在建筑环境研究领域,通过使用仿真技术构建模拟平台代替实验测试,在保证仿真精度的前提下,减少了由于人员、经费、周期和其他客观条件所造成的困难,使得实验模拟的效果更精确,更符合实际情况。同时开拓了对于建筑环境研究的新领域,解决了一些之前难以进行试验研究的问题。

1 空调水系统建模

分析空调系统中各设备的水力特性和能耗计算,确定压力、流量和扬程等参数间的关系,为后续在 TRNSYS 软件中创建新模块与程序编写提供了理论基础。

1.1 冷水机组建模

1.1.1 冷水机组数学模型

通过建立冷水机组的数学模型就可以将以上参数通过数学描述的方式对冷水机组的制冷量与耗电量进行定量分析。GN 模型通过对热力学定律进行简化及参数近似化的计算,分析比较后得出近似的 COP 值。

$$Q_c + q_c - Q_e - q_e - W = 0 \quad (1)$$

式中: Q_c 为制冷量, kW; Q_e 为冷凝器的散热量, kW; q_e 为蒸发制冷的换热损失量, kW; q_c 为冷凝散热的换热损失量, kW; W 为压缩机功率, kW。

根据热力学第二定律则有^[5]:

$$\oint ds = \oint \left(\frac{\delta Q}{T} \right) = \int \frac{\delta Q_c}{T_c} + \int \frac{\delta Q_e}{T_e} = 0 \quad (2)$$

式中: T_c 为冷凝器的冷凝温度, K; T_e 为蒸发器的蒸发温度, K。

冷水机组 COP 的表达式为:

$$COP = \frac{Q_c}{P_{in}} \quad (3)$$

联立以上几个公式可以得到:

$$\frac{1}{COP} = -1 + \frac{T_c}{T_e} + \left(\frac{1}{Q_c} \right) \left(b_1 + b_2 T_{ci} + b_3 \frac{T_{ci}}{T_{eo}} \right) \quad (4)$$

其中, b_1, b_2, b_3 为冷水机组能效运行的模型系数。

1.1.2 冷水机组能耗模型

由于冷水机组构造存在复杂性,性能曲线模型可以通过简单的冷水机组原理及参量之间的相互关系对冷水机组进行数学建模,使用以下三条性能曲线,对冷水机组的能耗进行建模。

1) 制冷量随温度变化的性能曲线:

$$CapFT = a_0 + a_1(T_{eo}) + a_2(T_{eo})^2 + a_3(T_{ci}) + a_4(T_{ci})^2 + a_5(T_{eo})(T_{ci}) \quad (5)$$

式中: $CapFT$ 为制冷量因子,额定工况下等于 1; T_{ci} 为冷凝器进水温度; T_{eo} 为蒸发器出水温度; $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ 为拟合系数。

2) EIR 随温度变化的性能曲线:

$$EIRFT = b_0 + b_1(T_{eo}) + b_2(T_{eo})^2 + b_3(T_{ci}) + b_4(T_{ci})^2 + b_5(T_{eo})(T_{ci}) \quad (6)$$

式中: EIR 定义为 COP 的倒数,即功率消耗与制冷量的比值; EIRFT 为功率消耗与制冷量的比例因子; $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ 为拟合系数。

3) EIR 与部分负荷率关系曲线:

$$EIRFPLR = c_0 + c_1(T_{ci}) + c_2(T_{ci})^2 + c_3(PLR) + c_4(PLR)^2 + c_5(PLR)(T_{ci}) + c_6(PLR)^3 \quad (7)$$

式中: EIRFPLR 为功率消耗与制冷量的比例因子; $c_0, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6$ 为拟合系数;

通过推导可以得出冷水机组的功耗数学模型:

$$P_{chiller} = \frac{Q_{avail}}{COP_{ref}} \cdot EIRFT \cdot EIRFPLR \\ = P_{ref} \cdot CapFT \cdot EIRFT \cdot EIRFPLR \quad (8)$$

式中: $P_{chiller}$ 为冷水机组耗功率, kW; COP_{ref} 为冷水机组额定工况下的 COP; P_{ref} 为冷水机组额定工况下的输入功率。

1.2 变频水泵建模

石栓^[6]通过拟合了两种方法的水泵 H-Q 性能曲线,并比较了相对误差,由于二次回归方程使用方便,故采用二次回归方程来描述水泵 H-Q 性能曲线,满足后期的计算模拟要求。

$$H = a_0 + a_1 Q + a_2 Q^2 \quad (9)$$

通过变频器,改变水泵频率,从而改变水泵转速。水泵转速与电源频率之间的关系式为:

$$n = \frac{60f}{p}(1-s) \quad (10)$$

式中, n 为定子产生的磁场转速, r/min; s 为转速差; f 为供电电源频率。

转速比是指水泵当前转速与额定转速的比值,通常用 w 表示。根据水泵变频特性与相似定律,同一台水泵变速运行时,其相似工况点之间的性能参数满足以下关系式:

$$\frac{n}{n_0} = w \\ \frac{Q}{Q_0} = w^2 \\ \frac{H}{H_0} = w^3 \quad (11)$$

式中: Q 为额定转速下的流量, m^3/h ; H 为额定转速下的扬程, m; N 为额定转速下的功率, kW。所以变频后,水泵的性能曲线方程变为:

$$H = a_0 w^2 + a_1 w \cdot Q + a_2 Q^2 \quad (12)$$

联立公式 (11) 和 (12), 可推导得到变频水泵组的并联运行性能曲线方程为:

$$H_{\text{并联}} = a_0 w^2 + \frac{a_1}{k} w \cdot Q_{\text{并联}} + \frac{1}{k^2} a_2 Q_{\text{并联}}^2 \quad (13)$$

其中,变频水泵主要由变频器、电机和水泵组成。变频器用来调节电机的转速,从而改变水泵的运行能耗。图 1 是变频调速水泵功率示意图^[7]。

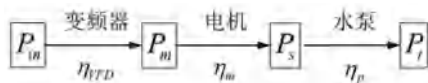


图 1 变频水泵功率示意图

图中, P_{in} 、 P_m 、 P_s 、 P_t 分别表示水泵总输入功率、电机输入功率、水泵轴功率、水泵有效输出功率。

η_m 、 η_{VFD} 、 η_p 分别表示变频器效率、电机效率及水泵运行效率。

1) 水泵的有效输出功率 P_t

根据水泵功率计算公式,水泵有效功率可按下式确定:

$$P_t = \frac{\rho g H V}{3600 \times 1000} \quad (14)$$

2) 水泵的轴功率 P_s

水泵的轴功率即水泵的输入功率,由于水泵直接使用电动机带动,所以其也是电机的输出功率,根据水泵的轴功率定义公式有:

$$P_s = \frac{P_t}{\eta_p} \quad (15)$$

3) 电机的输入功率 P_m

电机的输入功率也即为变频器的输出功率,电机的输入功率计算公式为:

$$P_m = \frac{P_s}{\eta_m} \quad (16)$$

4) 总输入功率 P_{in}

总输入功率即为变频器的输入功率,也就是变频水泵的总能耗,根据水泵功率示意图可知总功率计算公式为:

$$P_{in} = \frac{P_m}{\eta_{VFD}} \quad (17)$$

式中: P_{in} 为变频器的输入功率, kW; η_{VFD} 为变频器的功率。

综合上述各式,分析和整理后得到水泵总输入功率的计算式:

$$P_{in} = \frac{\rho g V H}{3.6 \times 10^6 \cdot \eta} \quad (18)$$

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_{VFD} \quad (19)$$

式中: H 为冷冻水泵扬程, m; P_{in} 为水泵功率, kW; V 为水泵体积流量, m^3/h 。

2 空调冷冻水系统仿真平台的建立

使用 TRNSYS 进行建模时,需先将 TRNSYS 系统中指定功能的部件组织好,TRNSYS 中模拟信息的传送如图 2 所示,各个程序由 TRNSYS 的主程序 Simulation Studio 串联,在控制选项卡中设置仿真模拟的时间区间以及时间步长等。设置完毕后,TRNSYS 就可以通过调用外部文件或在模块通过数据连接直接确定输入参数,根据模型的连接情况来进行各级变量的输入与输出,直至模拟结束。

以石家庄某商场办公建筑为基础进行建筑冷负荷模型仿真,商场的建筑面积为 $30227 m^2$,层高 4.5 m,



图2 TRNSYS 仿真模拟流程

总高度 27 m。建立以当地气象参数为依据的建筑负荷模拟平台,其中各参数可根据实际需求进行编辑,输出的结果可在显示器模块中生成图片和可编辑的 Excel 表格,以供后续调用计算。模型如图 3 所示。

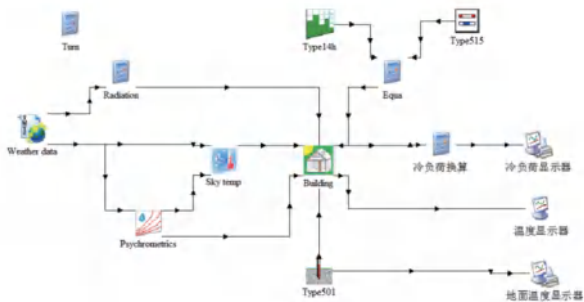


图3 建筑动态负荷仿真计算平台

2.1 建筑负荷模拟计算

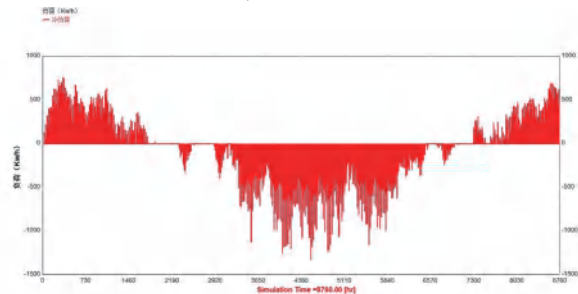


图4 建筑全年负荷模拟图

该建筑一年中最大热负荷为 750.1 kW（如图 4 所示），该建筑热指标为 25.54 W/m²；最大冷负荷为 1407.6kW，冷指标为 46.42 W/m²。选取典型日 7 月 24 日逐时冷负荷（4872h-4896h），作为研究的时间点，逐时负荷统计如表 1 所示，负荷变化如图 5 所示。

表1 逐时冷负荷统计表

时刻	冷负荷 (kW)	时刻	冷负荷 (kW)	时刻	冷负荷 (kW)
8:00	423.68	12:00	834.20	16:00	1013.92
9:00	718.72	13:00	915.68	17:00	800.76
10:00	718.96	14:00	987.68	18:00	717.00
11:00	763.32	15:00	1124.08	19:00	449.6

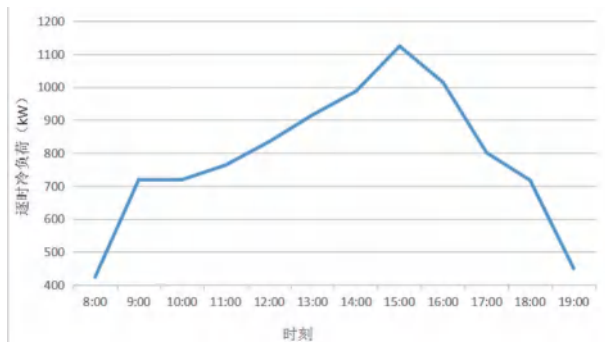


图5 典型日负荷逐时变化折线图

从图 5 可看出,对于商场建筑来说,冷负荷除了受室外空气温度影响外,主要受商场内部人员流动的影响。由于上班高峰期,在 8:00 到 9:30 负荷呈逐渐上升趋势,在中午时,人员热扰量减少,虽然室外温度较高,冷负荷增长趋势缓慢。15:00 左右冷负荷达到顶点,峰值负荷为 1124.08kW,基本符合实际情况,可以用作为优化计算的输入量。

2.2 TRNSYS 中空调冷冻水系统仿真模型的建立

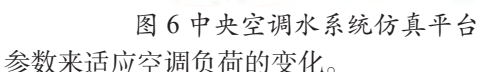
Type 9e 为用户自定义数据文件读取模块。将建筑模型模拟得出的建筑全年逐时冷热负荷作为 Type 9e 模块的外部文件进行导入。由于本文仅研究空调水系统,将末端风系统设备简化为负荷模块,将末端负荷由外部文件输入。

Type 682 为建筑末端能耗模块,用该模块模拟末端用能设备 AHU,将模拟的建筑逐时负荷值输入此模块。通常在模拟 HVAC 系统时,已经通过测量或通过使用其他模拟程序来确定建筑物上的供暖和制冷负荷,而目前模拟任务是模拟负荷对系统的影响。通过将负载施加在流经设备的液体上,该模块允许在此类预先计算的负载与 HVAC 系统之间进行交互。

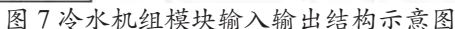
冷源系统的整体运行流程如下:在冷冻水侧,通过 Type 9e 导入外部数据文件,输入建筑全年逐时冷负荷并计算出冷冻水回水流量,通过流量分配可以确定冷冻水的运行参数和冷水机组的负荷分配。每台水泵的输入参数来自于冷水机组的水流量、冷冻水出水温度、水泵的流量分配和最低运行频率的控制。建立中央空调水系统仿真平台(如图 6 所示)。

3 空调水系统能耗运行调节及分析

空调水系统采取两种不同的控制策略,其控制参数分别是供水和回水管道之间的压差和冷冻水出口及冷冻水系统供回水总管的温度差,以此作为变频控制器的采样输入信号,按照预先设定的控制算法计算出偏差,并产生输出信号控制冷冻水泵电机的频率或转速,从而通过改变冷冻水泵的供水量等



在新模块的程序编写时,需要确定四个部分:特性参数的确定、变量的输入与输出,模型原理的计算。在每一个时间步长内,根据当前的输入参数和固定参数并结合模块中的相关程序计算,可得到当前模块的输出参数,并通过连接其他模块,并对连接线进行参数设置,从而完成对计算值的输出。(如图7所示)



由样本数据, 可以根据前文对水泵的数学建模进行拟合, 得到水泵的 $H-Q$ 方程及 $\eta-Q$ 方程如下所示:

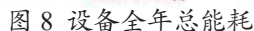
$$\eta = -3.0212 \times 10^{-5} \times O^2 + 0.0179 \times O - 1.7982 \quad (21)$$

$$\eta_{VFD}(X)=0.5067+1.283X-1.42X^2+0.5842X^3 \quad (23)$$

```
double h,pinglv,p;// 输出参数
```

```
double s,q1,q2,qmin,qmax,q3,q4,i1,i2,x1,x2,x3,x4,
in,i.s0;// 过程变量
```

冷水机组 COP 主要影响因素主要有：冷冻水出水温度、冷却水回水温度、机组部分负载率 PLR 等。当冷冻水流量与冷却水流量一定的条件下，空调水温差直接受建筑负荷的影响，即与机组负载率有关。空调水温差随着机组负载率的变化而变化，此时机组 COP 也随之发生改变。（如图 8 所示）



3.2 变流量系统控制模拟结果分析

由于该建筑楼冷冻水系统的设计和冷水机组的选型,则采用温差控制时,温差设定值取为 5°C 。变频泵模块在定温差控制冷冻水系统的运行流程(如图9所示),首先根据建筑负荷及设定的负荷侧供回水温差计算负荷侧所需流量,然后把此流量传入变频泵模块中,在模块中计算出此时变频泵的工况



图9 TRNSYS 定温差控制系统模拟平台

点及变频泵功率,然后再把计算得到的变频泵流量输入到用户侧,由此进入下一个循环。

对于不同水泵变频控制方式下,设备总能耗对比(如图10所示)可知,在三种调节方式中定温差控制系统具有更高的节能效率,定温差控制的总能耗相对于定压差控制调节的总能耗还要节省约18.7%。综合分析,本项目采用定温差控制更符合节能发展的需要,更易实现节能的目标。

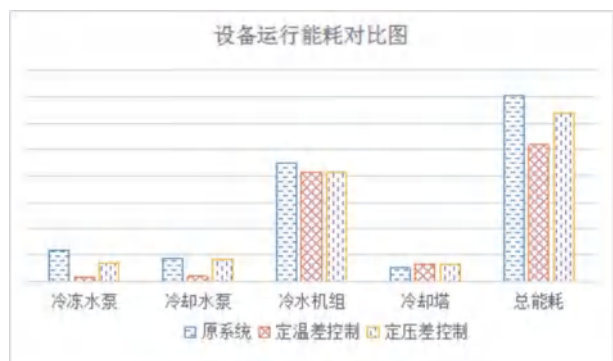


图10 设备运行能耗对比表

4 结论

本课题以河北省石家庄市某商场公共建筑楼为例,通过建立空调各个主要设备的数学模型与能耗模型,借用 TRNSYS 软件对其空调系统进行一体化

仿真模拟,并搭建了空调水系统虚拟仿真实验平台,以进行空调变流量水系统的定温差与定压差两种优化控制策略的能耗模拟与节能分析。具体研究工作和结论如下:在 TRNSYS 软件中进行系统负荷模拟后,同不使用控制策略的中央空调水系统进行能耗对比,定温差控制系统节能率达到26.37%;定压差控制系统节能率达到9.28%。

通过使用 TRNSYS 软件对研究对象进行负荷估算,可得出中央空调水系统全年的运行情况,可用于项目设备的选型和改造,还可以评估现行机组、水泵等设备的合理性,模拟结果通过软件内数学积分和结果导出还可以估算建筑全年中央空调系统运行费用,为系统节能改造提供了参数定量控制的研究方法。

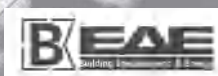
参考文献

- [1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2017[M]. 北京:中国工业出版社, 2017:1-4.
- [2] 高芮. 从工程实例浅谈空调系统的节能[J]. 低温与超导, 2014,42(06):48-53.
- [3] ASHRAE. ASHRAE handbook-heating, ventilation and air-conditioning systems and equipment [S]. Atlanta:ASHRAE, 2009:chapter 1, p1-2.
- [4] 叶剑飞, 杜小平, 叶向诚. 空调系统水泵变频运行特性分析[J]. 制冷, 2001, 20(4):68-1.
- [5] Yik FHW, Lam VKC. Chiller model for plant design studies. Build Serv Eng Res Technol 1998, 19(4): 233-41.
- [6] 石栓. 中央空调供暖系统基于系统建模的最优控制[D]. 武汉:华中科技大学, 2017.
- [7] 张谋雄. 冷水机组变流量的性能[J]. 暖通空调, 2000(06):56-58.

上海 | 公共机构重点推广可再生能源热水系统应用

近日,上海市机关事务管理局印发《上海市公共机构绿色低碳循环发展行动方案》的通知。其中提到:推广可再生能源热水系统的建设应用,将重点在有住宿或热水需求的学校、医院、养老及党政机关等公共机构,综合考虑各类建筑的平

均楼层、限制比率、建筑适用率、已建或规划的光伏规模,推广太阳能、空气源热泵等可再生能源热水系统的应用。到2023年在全市推广90家公共机构太阳能和空气源热泵热水项目,相关经费按照事权和支出责任相一致的原则予以保障。



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



德国品牌·专有技术

DESN是德国（DE）诺伊曼（NEUMANN）系统（SYSTEM）公司的前称，由FRIEDRICH NEUMANN和HERMANN MUELLER先生于1903年创办，总部位于德国不莱梅，紧靠不莱梅港。最早是从事船用通风与环境应用以及工业净化的公司，产品曾应用在德国U型潜艇等严苛的封闭环境下。经过整个世纪的发展，如今成为德国DESN工业集团，主营三大块业务：流体控制、室内环境净化、系统环境治理，属下品牌包括：DESN、VALVO、CSKARKE、REINBURG等。

德森工业集团旗下德森流体公司主要从事流体阀门的研发、生产与销售，公司传承德国精尖工业制造技术，专心研发及销售蝶阀、闸阀、止回阀、平衡阀、调节阀等阀门，现广泛应用于全球市政给排水，暖通空调，以及工业系统中。公司拥有在线修补蝶阀专利技术：可以实现阀门免拆修复，确保空调系统安全、节能、可靠运行。

蝶阀

还是用双偏心**在线修复**技术好



操作简单



在线不停水



节省时间



专利号

F16L55/16(2006.01)I



德森阀门全国服务热线

400-777-0177



www.desnvalve.com

德森流体控制（中国）有限公司
DESN Flow Control (China) Co., Ltd
得升阀门科技（上海）有限公司
DESN Valve Technology (Shanghai) Co., Ltd



美的中央空调绿色高效机房 系统解决方案供应商



高效主机



优化系统



智能控制



智慧运维



扫美的服务 享美的生活

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

地址：广东省佛山市顺德区北滘镇美的大道6号美的总部大楼B座26楼

突破科技·成就梦想

Technology Inspires The Possibilities

MIDEA.COM.CN | 4008899315