

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2021
11

月刊
总第 49 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

10 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院主编 3 项强制性工程建设规范发布

徐伟研究员在全国住建系统推动建筑绿色低碳发展专题培训班上授课

第二十二届全国通风技术学术年会 (2021) 顺利召开

第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛评审会召开

国务院新闻办发表《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书

29 | 热点聚焦 | Spotlight |

第二十二届全国通风技术学术年会专题论坛

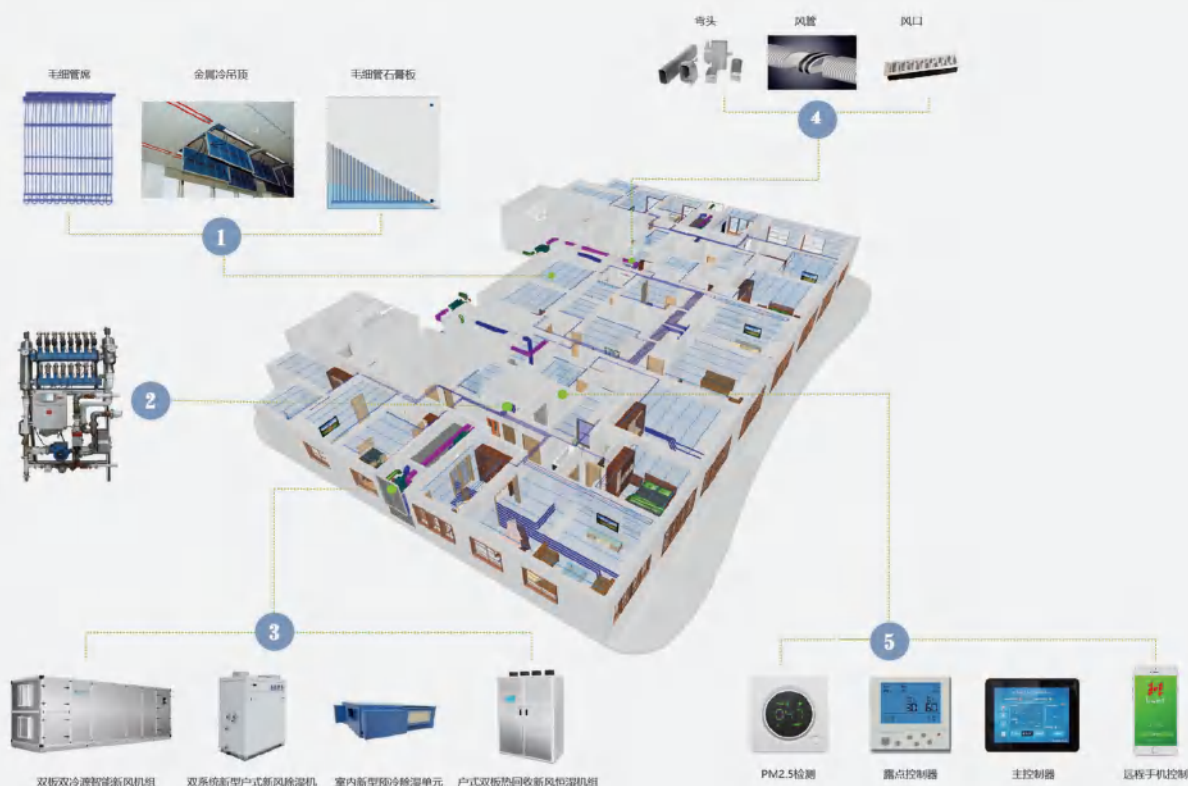
43 | 案例赏析 | Cases |

空压机余热、太阳能与空气能系统联合应用节能效益分析

浅析吸收式换热机组在扩建项目中的应用



建筑环境与能源微信公众号



际高集团运用毛细管辐射空调末端、新风调湿机组等环保设备，采用系统集成的设计方式，打造绿色健康的室内气候环境调节系统。通过室内空气的温度、湿度、新风量和洁净度的调节，使其达到到温度均匀恒定，始终保持在人体舒适的20~26℃，湿度保持在40%~70%人体最舒适的湿度范围，提供足够的洁净新风，有效过滤pm2.5污染。满足人们对舒适、健康居住环境的需求。

五大模块组成

1 毛细管空调末端模块

以表面辐射的方式使室内始终保持设定的恒定温度。

2 水力平衡模块

水力平衡模块，为毛细管席提供精确的供水温度 and 水量，满足室内冷热负荷。

3 新风净化除湿模块

基毛细管辐射空调系统中的新风恒湿机组，承担新风负荷及室内潜热冷负荷。

4 风力分配模块

通过风量平衡及气流组织，提高新风的利用率及室内的舒适度。

5 一体化智慧控制模块

确保各子模块处于最佳运行状态，而且操作界面非常简单，可通过手机、互联网进行远程控制。



际高集团公众号

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



麦克维尔官方微信 麦克维尔官方网站

McQuay
International

四季新风 除湿倾心

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

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

如同把阿尔卑斯山最纯净空气带到您家里，营造纯净之境，超乎想象！



全新升级

创新冷凝热回收，舒适节能；双侧独立风道，隔绝污染



健康清新

新风预处理/内循环双重送风，还原大自然般的清新感受



恒温除湿

新增除湿功能，温湿平衡的热交换器设计“除湿不降温”



净化过滤

采用H12高效HEPA滤网，对极细颗粒物过滤效率 > 99.9%

陕西环发新能源

技术有限责任公司

环发新能源
匠心筑冷暖

陕西环发新能源技术有限责任公司成立于2004年。是一家以高新技术为依托,以专业团队为核心,以树立行业服务标准为己任,专业从事中央空调工程、水源热泵中央空调工程的设计、安装、调试及运维服务、消防工程施工等建筑复合型新能源系统集成研发应用的国家级高新技术企业。公司现注册资金2000万元,具有机电安装工程施工总承包贰级资质和消防设施工程专业承包贰级资质。

公司目前拥有员工近200人,拥有一批素质优良的业务骨干,其中中高级职称的技术人员占员工总人数的60%。同时,还有一批稳定且经验丰富、技术过硬的施工队伍。

公司经过二十年的品质积淀,始终坚持工匠精神为一切行为原则的宗旨,凭借着强大的创新能力、不断革新的技术体制、领先的商业模式、独立鲜活的企业文化和乐于奉献的企业家精神,坚持为客户创造价值,坚持“诚信为本、长续发展”的原则,通过匠心打造一系列具有影响力的项目,工匠精神成就典范工程,全力打造暖通行业新标杆!



三门峡市委党校



西安丝路国际会议中心园林酒店



中原银行



三门峡市职业技术学院



中国地源热泵行业 系统集成技术和质量典范



江苏际能能源科技股份有限公司

地址：苏州工业园区华云路1号桑田岛科创园1号楼4015、4016室

网址：www.szjnk.com 邮箱：jn@szjnk.com

电话：400-0000-523 0512-62515980 62515981 62515982





聚天地之源 创人间冷暖



依科瑞德（北京）能源科技有限公司成立于2005年6月，注册资金人民币1.1685亿元，坐落于北京市中关村科技园昌平园的依科瑞德地源热泵工程技术中心，建筑面积2.7万平方米。是国家级高新技术企业和中关村高新技术企业、地源热泵系统集成与区域能源规划及分布式能源站建设创新企业。

过去十六年，公司承建了包括住宅、学校、医院、办公楼、商场、博物馆、剧院等650多万平米的供暖、制冷工程项目，围绕核心技术积累了自主知识产权200余项。未来致力于能源托管与合同能源管理；能源站建设与投资；区域能源规划、工程与投资。

公司以推动绿色经济、创造民族品牌为己任，着力打造科技创新型企业。以优秀的团队和领先的技术，为国家的建筑节能产业和经济可持续发展作出我们的贡献！

依科瑞德(北京)能源科技有限公司

ECO-GREENLAND (BEIJING) ENERGY TECHNOLOGY CO.,LTD

地址：北京市昌平区双营西路86号

电话：010-69728906

传真：010-69728906-719

网址：<http://www.ykrd.net>



公众号二维码

数字化转型 构建建筑科技新生态

当“新基建”成为发展趋势，5G、云计算、物联网等成为了可预见的未来。越来越多的智慧楼宇将拔地而起，既有建筑的智能化改造也将形成大势。清华大学国家金融研究院院长朱民认为，中国经济未来发展将迎来两个重要的长期变化：实现“碳中和”和“数字化”。

在建筑领域数字化已经上升到一个战略性的重要地位，也将重塑企业的竞争力。企业急需把握数字竞争力，优化经营管理模式，重塑业务模式，持续创新，迈入数字化的快车道。

作为现代产业体系重要组成部分的建筑业，如何尽快运用数字化技术促进企业转型和设计企业转型升级路径是摆在面前的重大课题。数字竞争力对于企业而言是一个新的概念。数字化转型的根本就是要提升企业的数字竞争力。在产业链长、发展粗放的建筑领域，数字化技术不难寻觅。数字化转型难的是运用、实践和落地。由于理念问题，领军企业已经开启了转型步伐。

培育数字科技新动能，建筑行业才能在时代大变局下实现突破。发展数字建造、智慧运维，进一步推动全产业链企业的数字化转型，构建建筑科技新生态，以创新应对大变局，将是包括建筑业在内的各领域寻求创新发展的重要突破点。

新基建提供了一个前所未有的机会，大数据、人工智能、工业互联网与建筑业发生碰撞、融合，对建筑业的转型产生很大影响。通过“平台+生态”的发展范式，将实现超范围协作和全价值链供应。未来数字科技和建筑业相融合的数字建筑，必然成为推动整个产业转型的核心引擎。通过数字建筑驱动，可以实现产业全要素、全过程和全参与方重构，通过数字化、在线化、智能化形成新的生产力，以新设计、新建造和新运维为代表，最终形成产业新生态。

毫无疑问，数字化将建筑业业务流程和表达建筑物本身的信息更好地收集起来，能有效节约资源，推动信息化与工业化深度融合，为建筑行业赋予全新的活力。

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
2021年第11期(总第49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 隼
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

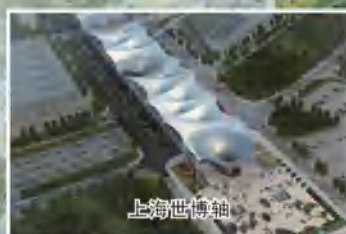
10 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院主编3项强制性工程建设规范发布
徐伟研究员在全国住建系统推动建筑绿色低碳发展专题培训班上授课
中国建研院环能科技与蚂蚁集团签署“碳达峰碳中和”战略合作协议
环能科技广东分公司正式挂牌成立
广州地铁集团有限公司项目顺利通过专题研究工作领导小组审查
环能科技与中国大唐低碳公司签署战略合作协议
中国建研院召开2020年度科技标准工作培训会
中国建研院主办的第二十二届全国通风技术学术年会(2021)顺利召开
第十九届MDV中央空调设计应用大赛评审会召开

15 | 行业新闻 | Industry News |

国务院新闻办发表《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书
生态环境部: 2021年将持续有效推进清洁取暖改造
中共中央、国务院: 有序扩大清洁取暖试点城市范围
住建部: 全国累计绿色建筑面积达到了66.45亿平方米
住建部: 建筑碳排放计算作为强制要求, 明年4月起实施
住建部: 地源热泵系统设计纳入“强制性”轨道
北京门头沟、密云和延庆6.6万户清洁取暖再获中央财政支持
河北将构建绿色低碳供热热源保障系统
美的六大服务全方位守护郑州轨道交通制冷系统
格力中央空调高效系统赋能绿色医药
格瑞德集团参加全国通风技术学术年会
海尔物联多联机获“国家科技进步奖”
麦克维尔重磅亮相医建展
江森自控助力广州太古汇获得公共设施改造项目的碳中和认证
日立中央空调与华为签署技术合作协议共创智慧家居新未来
2021大金空调技能比武大赛传承匠心品质
天加末端机组服务山东蔚蓝生物
顿汉布什服务淮海大数据产业园
台佳超高效双冷磁悬浮智慧能源站精彩亮相61届CIPM等

南京江北新区核心区江水源热泵项目



上海世博轴



鄂州市民中心



南京市委党校



南京金基尚书里



南京浦口科学保障房



深广集江云谷



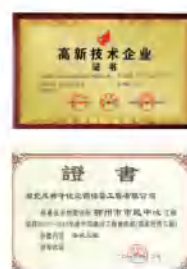
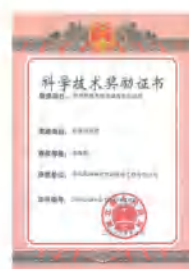
武汉卓尔万豪酒店

湖北风神净化空调设备工程有限公司成立于 1999 年，是中国建筑节能协会地源热泵专业委员会副主任单位和地源热泵产业联盟常务理事，国内地源热泵领域领军企业。

公司秉持“做一流的节能系统服务集成商，为社会打造绿色家园”的美好愿景，致力于绿色建筑可再生能源利用和建筑一体化技术研究开发应用，业务范围涵盖绿色建筑咨询设计、工程项目安装、后期运营维护，并通过与业内知名企业的深度合作，涉足绿色能源投资、生产加工，形成了完整的绿色建筑产业链。通过十多年的不断探索，结合可复制的商业模式，在湖北、江苏、上海、北京、天津、浙江、安徽、陕西、广东等地成功完成了 50 多个国家级节能示范园区和示范工程，面积达 5000 万平方米。

随着国家一带一路“战略的推进”，“2+26 城市大气污染防治计划”的深入实施，“煤改电”、“余热处理”、“中层地热资源利用”等各类环保技术需求越来越强烈，市场也越来越广阔。湖北风神紧跟政策导向，依托强大的人才与科研优势，与国内多家大学、科研机构、知名企业建立战略合作关系，不断引入和开发新的技术手段，将更科学、更环保、更节能的绿色创新技术应用到工程实践中。

在新的历史机遇面前，我们愿与各界携手合作，共享共赢，引领行业创新，做大做强行业，为人类的健康生活，为地球的绿色未来，贡献自己的一份力量！



BIM全程优化



预制装配式



智慧运维



高效机房



可再生能源应用



楼宇机电系统

湖北风神净化空调设备工程有限公司

地址：武汉市武昌区中山路 277 号中铁大厦塔楼九层

邮编：430060

南京市雨花台区软件大道 119 号丰盛商汇 1 栋

邮编：210012

电话：027-87655575 025-69691936

CONTENTS



徐伟研究员在全国住建系统推动建筑绿色低碳发展专题培训班上授课



环能科技与中国大唐低碳公司签署战略合作协议



环能科技广东分公司正式挂牌成立



中国建研院主办的第二十二届全国通风技术学术年会（2021）顺利召开

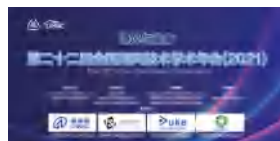


第十九届MDV中央空调设计应用大赛评审会召开

27 | 国际新闻 | International News |

美国中央空调和空气源热泵 2021 年 8 月份出货量
2021 年全球建筑建造业现状报告发布
德国 400 多台风力发电机被迫退役
欧洲首个零碳科技园区
美国还有 4% 家庭用燃油供暖
光伏板产量可否满足世界能源需求
全球光伏就业 400 万人

29 | 热点聚焦 | Spotlight |



第二十二届全国通风技术学术年会专题论坛之
《通风与空气质量》
《通风与疾病传播及健康效应》

32 | 聚焦政策 | Policy |

《关于推动城乡建设绿色发展的意见》的通知
关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知
关于印发《“十四五”全国清洁生产推行方案》的通知
关于深入打好污染防治攻坚战的意见

43 | 案例赏析 | Cases |

空压机余热、太阳能与空气能系统联合应用节能效益分析
浅析吸收式换热机组在扩建项目中的应用

49 | 技术交流 | Technical communication |

蓄热供暖系统多目标运行策略及优化算法适宜性比较
太阳能—空气能复合系统用于供暖性能分析
利用双层嵌管围护结构降低供热系统能耗
非均匀室内环境需求导向下叠动通风性能研究

“四个一流”全面保障格瑞德全产业链

企业简介



格瑞德1993年建立于山东德州，目前是一家围绕人工环境，横跨新能源、新材料、装备制造、节能环保、信息技术五大战略新型产业的企业集团。格瑞德进行全球化业务运作，产品和服务遍布全国的每一个省市和全球五大洲的100多个国家和地区，广泛应用于建筑工程、商业地产、工业制造、农业开发、电子信息、车辆工程、环保处理、医药净化、海洋工程、轨道交通等领域。格瑞德从业人员过万人，在山东、贵州、四川、新疆、内蒙等地建有生产基地，在上海、北京、济南、兰州以及美国洛杉矶建有研发中心。

格瑞德致力于让人工环境更美好，通过打造空调工程、通风人防、复合材料、环保工程领域的全过程解决方案来满足客户需求，格瑞德构建了包括品牌规划、系统设计、技术开发、产品制造、整体施工、维护服务、检测认证、人才交流、产业集群的全生命周期产业链和产业生态。

创新和变革，格瑞德通过500多项专利技术成果的实现和应用，通过商业模式的不断革新和与时俱进，成就了中国机械500强和中国新材料企业重点单位的行业地位殊荣。万里路途，不忘初心，时序更替，梦想前行，我们将继续本着“自强不息，厚德载物”的企业精神创建一流企业，实现百年基业。

全产业链成就行业新高度



格瑞德·风机盘管系列产品

《《《《《



中国建研院主编 3 项强制性工程建设规范发布

日前，住房和城乡建设部正式发布《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021 等 9 项强制性工程建设规范，自 2022 年 4 月 1 日起实施。其中，《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021，《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021，《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 等

三项为中国建研院主编。

强制性工程建设规范主要规定保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全以及满足经济社会管理基本需要的技术要求。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类

规范（简称通用规范）。在强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。

徐伟研究员在全国住建系统推动建筑绿色低碳发展专题培训班上授课

11 月 10 日下午，住房和城乡建设部举办住建系统领导干部“推动建筑绿色低碳发展”专题培训，贯彻落实建筑领域碳达峰相关工作，中国建研院专业总工、环能科技董事长徐伟受邀作《建筑领域碳达峰碳中和实施路径》专题授课。中央纪委国家监委驻住房和城乡建设部纪检监察组组长宋寒松、住房和城乡建设部副部长姜万荣、总工程师李如生以及相关司局主要负责人现场出席，部机关、直属单位和 34 个省、市、自治区及计划单列市的住建部门领导干部 1.2 万人参加培训。此次授课由标准定额司田国民司长作课程导学，《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、国务院《2030 年前碳达峰行动方案》和中办国办《关于推

动城乡建设绿色发展的意见》等文件陆续发布，各地正在积极深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，推动建筑绿色低碳发展。本次培训是全国住建系统贯彻落实碳达峰碳中和相关文件的系统性培训，对提高住建系统理解建筑领域碳达峰碳中和实施路径的关键问题和难点，科学制定和执行建筑绿色低碳发展实施方案，谋划好明年的重点工作，全面提高城乡建设绿色低碳发展水平具有重要意义。

徐伟研究员讲解了建筑领域碳减排是实现碳达峰碳中和的重要组成部分，讲解了实施建筑碳达峰 10 项关键技术路径，强调节能优先是我国建筑领域实现碳达峰和碳中和的关键性措施，是技术、经济最佳选择；建议立即采取更强力节能减排措施，加快

规模化推广超低/近零能耗建筑，以技术进步推动产业升级，支撑双碳战略。

徐伟研究员的授课得到了与会领导和相关人员的高度认可，中国建研院环能科技作为我国建筑节能低碳标准和技术的主要研发团队，在双碳战略实施过程中，支撑了住建部、发改委、生态环保部等部委相关政策的制定。住建部标准定额司向公司发来感谢信，对徐伟研究员所带领的团队在建筑碳达峰碳中和相关工作中所作出的贡献表示高度认可和衷心感谢。



中国建研院环能科技与蚂蚁集团签署“碳达峰碳中和”战略合作协议

10月19日,中国建筑科学研究院建科环能科技有限公司与蚂蚁集团签署战略合作协议,并召开“蚂蚁集团三江汇A2-1新建园区碳中和咨询”项目启动会。中国建筑科学研究院建科环能科技有限公司徐伟董事长、经营发展部郭强副主任、蚂蚁集团置业部资深总监汪涛、大项目部总监李芒出席会议并签署协议。

徐伟董事长致欢迎词,表示面向未来趋势,环能科技将在战略合作基础上,通过科技引领和标准支撑,探索超大型总部基地碳中和技术路线,积极助力蚂蚁集团实现低碳园区建设。蚂蚁

集团置业部大项目部总监李芒介绍,为响应国家“3060”双碳战略目标,蚂蚁集团承诺2030年实现净零排放,是国内率先提出碳中和目标的互联网公司。希望将蚂蚁集团三江汇A2-1园区项目打造成为国内超大型零碳建筑,为绿色建筑的设计、建设和运营探索新的实践。

此次合作,双方将共同探索超大型零碳建筑技术路径,环能科技将进一步发挥科技引领对项目的支持作用,助力实现蚂蚁集团在2030年实现净零碳排放的目标。

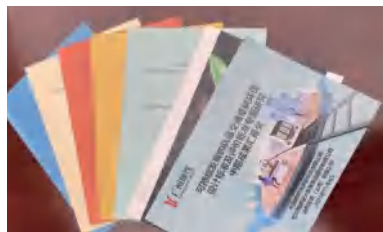
广州地铁集团有限公司项目顺利通过专题研究工作领导小组审查

近日,由中国建筑科学研究院有限公司负责的广州地铁集团“新一轮线网可持续发展的轨道交通低碳环保技术标准及评价标准专题研究项目”通过广州地铁集团专题研究工作领导小组审查,明确要求项目成果在新一轮线网建设中广泛而深入的落地推广,通过创立行业全新的绿色低碳线路标杆,在轨道交通“碳达峰碳中和”的全新赛季努力交出一份满意的答卷。

中国工程院院士陈湘生,国家节能中心副主任史作廷,中国城市规划设计研究院原副院长、中国城市科学研究会原秘书长李迅,全国工程勘察设计大师徐伟,全国工程勘察设计大师杨秀仁,全国工程勘察设计大师史海欧齐聚广州,对本课题的中期成果进行评审。

与会专家组对项目高度认可:“中期成果充分借鉴了国际ISO14040、ISO14067、美国

LEED体系,并融入国家绿色建筑体系GB50378,在认真对比国内外已发布/在编标准的基础上,行业内首次完整的提出了绿色轨道交通设计和与之嵌套的评价技术体系及标准,以绿色策划、规划设计为指引,涵盖轨道交通的全范围、全专业和全过程,实现了“站、场、线”的全评价,为解决现有国家绿色建筑体系不适用于轨道交通的行业问题奠定了基础;对土建工程及机电设备进行了碳足迹全生命周期评估工作,建立了碳评估的标准工作流程,并基于ISO50001能源管理体系标准对运营车站进行了能源审计,建立了能源审计的工作流程!”



环能科技广东分公司正式挂牌成立



10月15日,建科环能科技有限公司广东分公司在广东省广州市举行了揭牌仪式,环能科技徐伟董事长和路宾副总经理出席仪式并共同为广东分公司揭牌。

揭牌仪式上,徐伟董事长对广东分公司的成立表示热烈祝贺,对分公司的前期筹备工作给予了充分的肯定,并对分公司的发展提出了四点要求:一是坚定信心,紧抓大湾区发展机遇;二是充分发挥技术优势,服务好大湾区建设;三是围绕大湾区发展,做好分公司整体发展规划;四是团结合作,共同发展。加强与同行间的交流和合作,取长补短,发挥特长,寻求差异化发展优势,整合资源,共同做大做强市场,正确处理好竞争和合作的关系,实现共同发展。

会上,路宾副总经理对广东分公司筹备期间辛勤付出的全体人员表示赞赏,并表示对分公司的发展充满信心,号召广东分公司全体员工要以崭新的姿态立足新起点,迎接新挑战,开启新征程。暖通空调产业技术创新联盟秘书长王东青,智云中心主任曹勇、产品技术总监张亮,广东分公司执行经理余鹏等共同参加了揭牌仪式,此次揭牌仪式,更加坚定了分公司全体员工锐意进取的信心,为分公司在大湾区的发展进一步明确了方向、奠定了良好的基础。

环能科技与中国大唐低碳公司签署战略合作协议

10月27日，建科环能科技有限公司与中国大唐集团绿色低碳发展有限公司在环能院示范楼第一会议室签署战略合作协议。双方希望加强合作，发挥在各自领域优势，共同探讨全国性建筑领域碳交易市场的可能性，切实推进各自服务主体碳达峰、碳中和。

建科环能科技有限公司董事长徐伟、副总经理孙峙峰、公司经营发展部副主任郭强、新能源应用研究中心主任李忠，中国大唐集团绿色低碳发展有限公司董事长陈智、副总经理郑悦、副总经理吕东，大唐碳资产有限公司副总经理崔宇等出席此次签约仪式。

徐伟董事长表示，环能科技是国务院国有企业改革领导小组“科技改革示范企业”之一，长期致力于解决暖通空调、再生能源建筑应用、建筑节能、近零能耗建筑等领域关键技术应用研究。环能科技为积极响应习近平总书记

记在联合国大会上提出的双碳目标，近期与政府主管机构展开了关于零碳建筑的政策和技术研究，共同推动中国建筑领域尽早实现“碳中和”目标。希望通过与大唐建立战略合作伙伴关系，共促绿色发展，为积极应对气候变化做出贡献。

中国大唐集团绿色低碳发展有限公司董事长陈智表示，中国大唐集团绿色低碳发展有限公司

是在大唐碳资产有限公司的基础上组建的服务于集团内外的绿色低碳服务公司，近年来碳资产公司不断开拓国际国内市场，形成了以碳为核心的集绿色咨询、低碳规划、绿色金融等全方位服务企业绿色发展的业务体系，希望今后与环能科技建立战略合作关系，开展多领域、多层次的全方位深度合作，实现优势互补，共同发展。



中国建研院召开 2020 年度科技标准工作培训会

中国建研院为规范科研、标准业务管理，11月3日组织召开科技标准工作培训会。科技标准部副主任常卫华、姜波，科技标准部相关人员及各二级单位科技管理、标准管理人员、科研等60余人参加会议。会议由常卫华主持。

常卫华对各二级单位对科技、标准管理工作的支持表示感谢，强调各单位科技要员了解中国建研院科技、标准相关管理办法，并明白做好报送材料把关的重要性，希望通过本次培训进一步提高院科技、标准管理及服务工作水平。

科技标准部相关人员分别对二级单位负责人经营业绩科技考核

指标、中国建研院科技成果转化流程、《院科技进步奖评审办法》修订、国家重点研发计划项目（课题）综合绩效评价、院企业标准编制与管理、工程建设标准涉及专利的管理等方面进行重点解读。各单位围绕科技、标准管理中遇到的问题进行深入交流探讨。

本次培训会为院科技、标准管理人员提供了良好的沟通及交流平台，使各单位对院科技、标准相关管理办法及工作要求有了更为清晰的认识，有利于将具体工作落到实处，为规范院科技、标准管理流程，推动中国建研院高质量发展奠定良好基础。



中国建研院主办的第二十二届全国通风技术学术年会（2021）顺利召开



10月21至22日，由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主办，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协办，长安大学、建科环能科技有限公司承办的“第二十二届全国通风技术学术年会（2021）”因疫情原因改由线上举行，本届年会主题为“通风与健康”，来自科研院所、高校、企业等通风领域的专家学者、企业代表等累计2500余人次观看了本届年会。

学术年会开幕式由CAHVAC副理事长、通风专委会副主任委员、西安建筑科技大学建筑设备科学与工程学院院长李安桂教授主持。CAHVAC副理事长、通风专委会主任委员、清华大学建筑技术科学系主任李先庭教授在致辞中对所有支持单位表示感谢，并指出在目前疫情多变和全球气候变化的背景下召开会议，交流在疫情防控 and 低碳发展方面的经验，对今后应对疫情在通风领域未来发展做出更大贡献！

大会论坛由东华大学环境



李安桂教授主持开幕式



清华大学李先庭教授致辞



西安制冷学会黄从新秘书长致辞



长安大学建筑工程学院副院长
李晓光教授致辞

科学与工程学院沈恒根教授、西安建筑科技大学建筑设备科学与工程学院王怡教授共同主持。清华大学李先庭教授在论坛上作了《通风领域面对双碳目标的机遇与挑战》主题报告，报告从行业背景、通风与双碳目标、我国通风行业应重点发展的领域与技术、迎接挑战的对策等四个方面展开。最后，李先庭教授也呼吁大家一起共同努力迎接双碳目标的机遇和挑战，创造通风事业的美好明天！

随后，北京工业大学张伟荣教授、山东格瑞德人工环境产业设计研究院马利忠院长、西安建筑科技大学杨斌教授、北京城建设计发展集团股份有限公司李国庆副总经理、天津大学刘俊杰教授、东华大学沈恒根教授分别就《基于通风的局部差异化室内环境预测与营造》、《格瑞德助力人工环境更美好》、《计算机视觉视频图像处理在暖通空调控制信号采集领域的应用》、《轨道交通长大区间防排烟技术—区域耦合式防排烟技术》、《空间站环控生保系统通风子系统研制》、《工业建筑通风除尘技术发展展望》作了主旨发言。

本届年会设置了《通风与空气质量》、《通风与疾病传播及健康效应》、《通风与热舒适、热环境》、《通风与低碳、节能》、《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》六个专题论坛。长安大学李彦鹏教授、四川大学龙恩深教授、天津大学张腾飞教授、西安建筑科技大学高然教授、中国航空规划设计研究总院有限公司刘晓雨暖通专业副总师、重庆大学阳东教授、

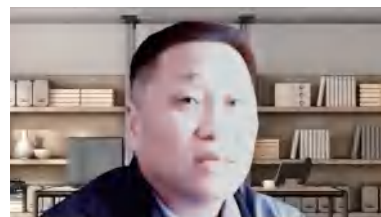


大会论坛报告专家和主持人合影

上海理工大学王丽慧教授、同济大学曹昌盛等 60 余位报告嘉宾汇报了各自领域的研究成果，发言嘉宾和与会代表线上进行了热烈的交流互动。

大会闭幕式由 CAHVAC 通

风专委会副主任委员、西安工程大学黄翔教授主持。各专题主持人分别就各会场交流进行了总结汇报，最后由 CAHVAC 副理事长、通风专委会主任委员、清华大学李先庭教授做了大会闭幕



西安工程大学黄翔教授主持闭幕式总结，并宣布 2023 年第二十三届全国通风技术学术年会将在湖北武汉举办，届时欢迎新老朋友参加。最后，黄翔教授以“线下转线上，人气不降、效果不减”十三个字高度概括了本次年会的特点，对大会的圆满成功表示热烈的祝贺。

通风技术学术年会以学术和工程实践为结合，为我院在“双碳”目标下进一步推动和发展建筑节能工作起到了积极的作用。

第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛评审会召开

10 月 14 日，由暖通空调产业技术创新联盟、美的楼宇科技主办的“第十九届 MDV 中央空调设计应用大赛”评审会在佛山顺利召开。本次评审会共邀请了北京建筑设计研究院有限公司顾问总工吴德绳、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院院长徐伟、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长

路宾、清华大学建筑学院建筑技术科学系所长李先庭等 26 位来自不同地区建筑设计研究院和知名高校的行业专家。

评审会由暖通空调产业创新联盟王东青秘书长主持，暖通空调产业技术创新联盟理事长、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院徐伟院长致辞，美的楼宇科技研发中心主任罗彬先生介

绍了本届大赛的总体情况。

本届 MDV 中央空调设计应用大赛于 2021 年 4 月启动，面向全国 1000 多家设计院、暖通空调专业院校及经销商征稿。经过 4 月到 7 月的深入推广，截止 7 月 15 日，大赛组委会共收到各组别稿件共 1000 余份，经筛选入围本次评审会的作品有：专业组 156 份、专业组·数据中心行业建筑 11 份、专业组·轨道交通建筑 18 份、专业组·医疗卫生建筑 35 份、学生组 80 份、经销商组 85 份。为顺应行业发展趋势，本届大赛新增了数据中心、轨道交通和医疗卫生三个专项建筑组别，同时为了扩大在国际上的影响，增设了国际赛事组，共收到 60 余份参赛作品，表现亮眼。



行业新闻 IndustryNews

生态环境部：2021 年将持续有效推进清洁取暖改造

生态环境部大气环境司副司长吴险峰 10 月 29 日生态环境部新闻发布会上介绍，经过努力，2800 多万户农村居民将告别烟熏火燎的取暖方式。截至 2020 年底，京津冀及周边地区、汾渭平原完成了 2500 万户左右的清洁取暖改造，今年还将完成约 348 万户。根据测算，清洁取暖对空气质量改善贡献比例在 3 成左右。

吴险峰表示，首先要坚持先立后破，不立不破。今年新改造还没有通气通电的、已经改造完成还没有经过一个完整取暖季运行检验的，坚决不允许拆除原来的供暖设施。对清洁取暖改造地区，使用洁净煤取暖兜底保障，确保温暖过冬。对一些山区和不具备改造条件的地区，可以通过烧清洁煤、秸秆以及其他生物质燃料来取暖。

其次，保证群众用得上、用得起、用得好。要确保清洁取暖已经改完的用户能源都得到保障。在价格方面，既要采取措施保证居民“煤改气”天然气价格基本稳定，不会随着市场价格起伏产生大的波动，也要保证补贴到位，地方制定差异化的补贴政策要重点向农村低收入群体等倾斜。

中共中央、国务院：有序扩大清洁取暖试点城市范围

日前，中共中央、国务院发布《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，进一步加强生态环境保护，深入打好污染防治攻坚战，推动能源清洁低碳转型。

《意见》提出，在保障能源安全的前提下，加快煤炭减量步伐，实施可再生能源替代行动。“十四五”时期，严控煤炭消费增长，非化石能源消费比重提高到 20% 左右，京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降 10%、5% 左右，汾渭平原煤炭消费量实现负增长。原

则上不再新增自备燃煤机组，支持自备燃煤机组实施清洁能源替代，鼓励自备电厂转为公用电厂。坚持“增气减煤”同步，新增天然气优先保障居民生活和清洁取暖需求。

《意见》还提出，严把高耗能高排放项目准入关口，严格落实污染物排放区域削减要求，对不符合规定的项目坚决停批停建。重点区域的平原地区散煤基本清零。有序扩大清洁取暖试点城市范围，稳步提升北方地区清洁取暖水平。

国务院新闻办发表《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书

近日，国务院新闻办发表《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书。

白皮书说，气候变化是全人类的共同挑战。中国高度重视应对气候变化。作为世界上最大的发展中国家，中国克服自身经济、社会等方面困难，实施一系列应对气候变化战略、措施和行动，参与全球气候治理，应对气候变化取得了积极成效。

白皮书介绍，中国实施积极应对气候变化国家战略。不断提高应对气候变化力度，强化自主贡献目标，加快构建碳达峰碳中和“1+N”政策体系。坚定走绿色低碳发展道路，实施减污降碳协同治理，积极探索低碳发展新模式。加大温室气体排放控制力度，有效控制重点工业行业温室气体排放，推动城乡建设和建筑领域绿色

低碳发展，构建绿色低碳交通体系，持续提升生态碳汇能力。充分发挥市场机制作用，持续推进全国碳市场建设，建立温室气体自愿减排交易机制。推进和实施适应气候变化重大战略，持续提升应对气候变化支撑水平。



住建部：建筑碳排放计算作为强制要求，明年4月起实施

近日，住房和城乡建设部发布国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的公告。批准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》为国家标准，编号为GB 55015-2021，自2022年4月1日起实施。本规范为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行。现行工程建设标准相关强制性条文同时废止。

规范要点，一是全文强制，必须严格执行。二是建筑节能与可再生能源通用规范覆盖面广，涉及新建建筑、既有建筑、可再生能源系统、施工调试验收与运行管理等内容。三是建筑碳排放计算作为强制要求。四是可再生能源利用要求细化。五是新建建筑节能设计水平进一步提升，《通用规范》提高了居住建筑、公共建筑的热工性能限值要求，与大部分地区现行节能标准不同，平均设计能耗水平在现行节能设计国家标准和行业标准的基础上分别降低30%和20%；严寒和寒冷地区居住建筑平均节能率应为75%；其他气候区居住建筑平均节能率应为65%；公共建筑平均节能率应为72%。六是新增温和地区工业建筑节能设计指标要求。七是暖通空调系统效率和照明要求全面提升等。

住建部：全国累计绿色建筑面积达到了66.45亿平方米

日前，国新办举行新闻发布会，住建部副部长张小宏介绍《关于推动城乡建设绿色发展的意见》有关情况。住建部标准定额司司长田国民介绍，中国绿色建筑工作起步于21世纪初，相对于发达国家晚30年左右，但发展的速度非常快。住建部陆续发布了《民用建筑绿色设计规范》《绿色建筑评价标准》等系列的工程建设标准20余项，对各类民用建筑绿色评价，以及绿色设计、绿色施工、绿色改造等工作，提供了技术支撑。

同时，印发了《绿色建筑评价管理办法》和《绿色建筑标识管理办法》等规范性文件，到目前，已基本形成了目标清晰、政策配套、标准较为完善的推进体系。经过各地共同努力，绿色建筑发展也取得了显著成效，截至2020年底，全国累计绿色建筑面积达到了66.45亿平方米。但是绿色建筑在发展过程中，仍存在技术要求落实还不够充分、地域发展还不够平衡、市场推动机制还不够完善等问题。

住建部：地源热泵系统设计纳入“强制性”轨道

近日，住建部发布国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的公告，对地源热泵等可再生能源建筑应用系统方案设计作出明确规定。《规范》自2022年4月1日起实施。《规范》指出，地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察，确定地源热泵系统实施的可行性与经济性。浅层地埋管换热系统设计应进行所负担建筑物全年动态负荷及吸、排热量计算，最小计算周期不应小于1年。建筑面积50000m²以上大规模地埋管地源热泵系统，应进行10年以上地源侧热平衡计算。

《规范》强调，地下水换热系统应根据水文地质勘察资料进行设计。必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不得对地下水资源造成浪费及污染。

《规范》还对浅层地埋管换热系统的安装作出明确规定。一是地埋管与环路集管连接应采用热熔或电熔连接，连接应严密且牢固；二是竖直地埋管换热器的U形弯管接头应选用定型产品；三是竖直地埋管换热器U形管的开口端部应密封保护；四是回填应密实；五是地埋管换热系统水压试验应合格。



北京门头沟、密云和延庆 6.6 万户清洁取暖再获中央财政支持

近日，门头沟、密云和延庆 3 个区冬季清洁取暖项目实施方案获批，自今年起，将连续 3 年获得中央财政清洁取暖项目定额奖补。项目建设内容涉及完善电力网架结构，新建变电站 7 个，增容改造变电站 3 个；对 5.4 万户农村居民实施“煤改电”配套电网改造；对 6.6 万户农村居民、717 户城市居民实施“煤改电”电采暖设备改造；实施城区既有建筑节能改造 107.3 万平方米；对 28 个小区实施供热管网改造，涉及供热面积约 119.8 万平方米；建设供热中心综合能源利用项目，

实现绿电零碳供热面积 24 万平方米等。

据悉，今年门头沟区计划完成 2 个村约 3000 户的“煤改电”改造工作，明年计划改造 46 个村约 1.55 万户，后年计划改造约 1 万户。工程采取先城区，再逐步向西部山区推进的方式进行，计划总投资约 18 亿元。同时还将实现节能减排、改善民生、促进农村环境建设的目标要求，下一步，北京市发改委将持续推进剩余地区清洁能源改造工作，进一步推进全市能源消费清洁化，确保市民清洁温暖过冬。



河北将构建绿色低碳供热热源保障系统

近日，河北省发布城市市政基础设施建设“十四五”规划（供水、供热、燃气）。从供热规划来看，河北省将以实现城市集中供热和清洁能源供热 100% 全覆盖为前提，积极发展以储热设施为核心的城市低品位热源利用系统，构建以热电联产、清洁燃煤等集中供热为主和天然气锅炉、壁挂炉以及电能、生物质能等分散供热为补充的绿色低碳供热热源保障系统。

统筹谋划区域内污水源、垃圾焚烧、工商业余热和大数据中心废热等各类低品位余热资源，对存量机组供热能力进行挖潜，加快可再生能源推广与应用，补齐城市热源建设短

板。因地制宜选择热电联产、天然气、工业余热、地热能、电能、生物质能、太阳能等清洁、低碳的供热方式，拓展氢能在分布式供热领域的推广应用，积极构建多能源互补的供热体系。

深入推动供热系统节能改造，提升系统能效水平，加大既有热源供热面积。合理选用平衡阀、变频器等节能设备，科学制定系统控制策略，改善热网水力失调状况，提高室温达标率的同时，降低过量供热损失，提升按需供热、精准供热水平。加强供热管网管理与维护，严格控制系统失水，减少管网补水，改善系统水质，提升换热效率等。

河北启用监管平台实时监测供热情况

为做好供热保障工作，河北省住房和城乡建设厅日前启用供热监管信息平台，实时监测全省供热情况，随时受理群众供热投诉。据介绍，供热监管信息平台主要涵盖掌握供需、监测运行、异常处置、投诉处理、每日报告等功能，通过实时动态采集供热企业的主要供热设施和用户室温运行数据，实时监测居民小区室温、监控热力站和热源运行情况，并结合可视化地图，运用大数据分析，主动发现和提示存在供热问题的居民小区或区域性供热隐患，在实现供热应急处置的同时，将隐患和问题消灭在萌芽状态。

目前，全省已累计安装 17 万个典型热用户室温采集点，覆盖 2 万个居民小区。供热监管信息平台已将 90% 的主要热源和为居民小区供热的热力站纳入监测范围，初步实现了供热情况的动态监测分析和应急处置，基本实现城市（县城）、供热企业、居民小区三个“全覆盖”，形成了“三级监管、四级联动”的供热监管服务体系。



我国新型城市基础设施建设扩大试点范围

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

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

上海发布绿色建筑管理办法

11月8日,上海市人民政府网站发布《上海市绿色建筑管理办法》。其中提到,绿色建筑项目按照国家和上海市有关规定,享受财政、税收、融资等优惠政策。绿色建筑按照国家标准,划分为基本级、一星级、二星级、三星级四个等级。新建民用建筑,应当按照绿色建筑基本级及以上标准建设。其中,新建国家机关办公建筑、大型公共建筑以及其他由政府投资且单体建筑面积达到一定规模的公共建筑,应当按照绿色建筑二星级及以上标准建设。嘉定新城、松江新城、青浦新城、奉贤新城、南汇新城建设应当纳入绿色生态城区创建范围。

河北承德下拨北方清洁取暖项目中央资金2.4亿元

据了解,河北省承德市根据《河北省财政厅关于下达2021年中央大气污染防治资金预算的通知》、全市总体清洁取暖部署和总体清洁取暖方案,依据各部门提供的2021年任务量,采取“先拨付、后清算”的方式,及时下拨北方清洁取暖项目中央预算资金2.4亿元,同时下达了市级配套资金592.89万元。

为确保各县(市、区)资金的及时足额到位,各县(市、

区)财政部门结合本地实施方案,迅速将补助(补贴)资金分解落实到具体项目,配合有关业务主管部门积极稳妥推进有关清洁取暖工作,加强对项目的监督检查和跟踪评价,形成“企业为主、政府推动、居民可承受的”运营模式。资金的及时下达,对确保清洁取暖项目持续推进,完成取暖季前2021年工程建设任务,让全市人民群众安全取暖过冬,将起到强有力的支撑。

山西完成清洁取暖改造逾86万户

“全省清洁取暖计划改造91.93万户,截至10月29日,完成改造逾86万户,完成率93.72%。”山西省能源局提供的数据显示。其中,集中供热完成改造33.23万户,“煤改电”完成改造39.26万户,“煤改气”完成改造5.84万户,生物质2.96万户,其他4.86万户。

2021年,山西大同、朔州、忻州三地被列入国家第四批清洁取暖试点城市。大同“煤改电”

已完成改造22.05万户。同时,总投资近40亿元的京隆长输供热管线已基本建设完毕,预计11月中旬可新增热源3200万平方米。朔州市中央财政补贴资金2.4亿元已全部拨付,其中,“煤改电”工程拨付17026.16万元,“煤改气”工程拨付4936.39万元,集中供暖等其他工程拨付2037.45万元。2021年至2022年供暖季预计用天然气1.6亿方,已落实合同量1.5亿方。

黑龙江提升供热温度保障舒适过冬

日前,黑龙江省十三届人大常委会第二十八次会议表决通过了《黑龙江省人民代表大会常务委员会关于修改〈黑龙江省城市供热条例〉的决定》,将居民室内最低温度由18℃提高到20℃,成为我国北方冬季集中供暖地区最高的省级温度标准。

黑龙江省委、省人大常委会、省政府始终高度重视城市供热工作,将修改《黑龙江省城市供热条例》确定为开展党

史学习教育“我为群众办实事”的重点工作,做到“民有所呼、我有所应”,用情用力解决群众所盼、所愁突出问题,保证群众冬季住上“暖屋子”,不断提升人民群众幸福指数和获得感。此次修订是1996年8月31日黑龙江省第八届人大常委会第二十三次会议通过《黑龙江省城市供热条例》以来的第4次修订,本次修订实现了黑龙江省室温由“达标供暖”向“舒适供暖”转变。

太原公示《绿色建筑标识管理办法》

11月12日，为规范太原市绿色建筑评价标识管理工作，推动绿色建筑高质量发展，太原市住房和城乡建设局公示了《绿色建筑标识管理办法（试行）》。本办法自2021年12月1日起施行。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绿色建筑标识制作指南自行制作。

办法还提出，绿色建筑标识授予范围为符合绿色建筑星级标准的民用建筑。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等级。并鼓励项目单位申报绿色建筑标识，对获得标识的绿色建筑项目各方主体，在评优评先中优先考虑。获得绿色建筑标识的项目运营单位或业主，应当强化绿色建筑运行管理，加强运行指标与申报绿色建筑星级指标比对，每年将年度运行主要指标上报绿色建筑标识管理信息系统。

山东青岛实施“煤改气”三年行动计划 推进热源整合

日前，来自青岛市住建局的数据显示，今年青岛市将“推进绿色供热900万平方米”列入市办实事，分别为新增集中供热面积500万平方米、工业余热和清洁能源供热能力400万平方米，截至10月底，完成新增城市供热配套面积582万平方米，工业余热和清洁能源供热能力704万平方米，均超额完成既定任务目标。

据介绍，青岛市今年提出加快推进“煤改气”清洁能源供热项目，计划利用三年时间，对2016年以前建成的以及35蒸吨以下的燃煤锅炉进行全面改造或替代。未来三年，青岛市将分批次完成40余处燃煤热源的改造任务，关停燃煤锅炉150余台，新建燃气锅炉上百台。与此同时，所有新、改、扩建锅炉，必须为非燃煤锅炉，综合采用“煤改气”、工业余热替代、生物质化改造等手段，科学有序推进集中供热热源整合和低碳化改造。

内蒙古推广空气源热泵供暖

11月11日，内蒙古自治区政府网公布了《内蒙古自治区人民政府办公厅关于印发自治区“十四五”应对气候变化规划的通知》，其中多处涉及制冷与空气能发展。鼓励氢氟烃生产企业开展新一代低增温潜势制冷剂的研发，推动企业优化生产工艺，尽可能减少生产、储存、运输过程

中含氟温室气体泄漏。在宾馆饭店、旅游景区、洗浴中心推广太阳能加电辅助热水系统、空气能等应用。推进农村牧区清洁取暖工作，推广空气源热泵供暖、被动式太阳能暖房等技术。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。

十部委七省市联合印发：《2021-2022年秋冬季大气污染防治攻坚方案》

近日，生态环境部印发了《2021-2022年秋冬季大气污染防治攻坚方案》。《方案》要求，积极稳妥实施散煤治理。全面完成发展改革委等十部委《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》任务目标。坚持“先立后破、不立不破”，2021年新改造尚不具备安全稳定通气条件的、尚未经过一年实际运行检验的，严禁拆除原有供暖设施。各地要加强“煤改气”“煤改电”设施、清洁煤使用等安全隐患排查，做好整改和风险防

范，确保群众安全取暖。河北、山西、山东、河南、陕西等地要加强种植业、养殖业、农副产品加工业等农业散煤清洁能源替代工作。根据各地上报情况，2021年采暖季前，各地共完成散煤替代348万户。其中，北京、河北、山西、山东、河南、陕西分别完成2万户、78万户、81万户、148万户、4万户、35万户。

《方案》提出鼓励各地积极采用生物质能、太阳能、地热能等可再生能源供暖方式，大力支持新型储能、储热、热泵、综合

智慧能源系统等技术应用，探索推广综合能源服务，提高能源利用效率。严防散煤复烧。依法将整体完成清洁取暖改造并稳定运行的地区划定为高污染燃料禁燃区，制定实施相关配套政策措施。加强监督检查，打击违法销售散煤行为，防止已完成清洁取暖改造的用户散煤复烧。对暂未实施清洁取暖的地区，要采用符合国家或地方标准要求的煤炭产品，严厉打击劣质煤销售，对散煤经销点进行监督检查等。

江苏省出台《“十四五”绿色建筑高质量发展规划》

日前,江苏省住建厅印发了《江苏省“十四五”绿色建筑高质量发展规划》(下称《规划》),提出城镇新建建筑100%执行绿色建筑标准的基础,推动既有建筑绿色节能改造面积达到3000万平方米。到2025年,新建超低能耗建筑总面积达到500万平方米,装配式建筑占同期新开工建筑面积比例达到50%。

《规划》还提出积极推动分布式太阳能光伏应用,大力发展光伏瓦、光伏幕墙等建材型光伏技术,探索光伏柔性直流用电建筑或园区示范。推广热泵分散供暖方式,提高建筑电气化应用水平。积极扶持太阳能、生物质能等可再生能源技术在农村建筑的普及应用。研究形成因地制宜、可推广的超低能耗建筑解决方案,积极开展近零能耗、零能耗建筑示范,到2025年,新建超低能耗建筑总面积达到500万平方米,全省新增太阳能光电一体化应用装机容量500兆瓦,新增太阳能光热建筑应用面积5000万平方米,新增地热能建筑应用面积300万平方米。



河南财政支持许昌市冬季清洁取暖项目建设2.4亿元

从河南省财政厅获悉,河南财政下达中央大气污染防治资金2.4亿元,专项用于许昌市2021年北方地区冬季清洁取暖项目。据了解,许昌市2021年成功争取国家北方地区冬季清洁取暖项目,项目实施期3

年。据统计,2017年以来,中央财政累计下达河南省资金132亿元,支持河南省11市开展北方地区冬季清洁取暖改造和运营,为保障群众温暖过冬、提升大气环境质量奠定了坚实基础。

陕西榆林定边县计划3年内完成清洁取暖改造2万余户

近日,陕西省榆林市定边县中心城区散煤治理和全县冬季清洁取暖工作同步开展,发布了《关于定边中心城区全面禁止散煤及其制品的通告》。通过开展清洁取暖改造来提升全县清洁取暖率,同时,通过清洁煤替代的方式帮助中心城区暂不具备清洁取暖改造的居

民进行过渡,对于符合改造条件的居民,整片、整村分步实施,并且,政府给予补贴。全县计划在3年内完成清洁取暖改造面积357.3万平方米,改造户数超2万户,到2023年底,全县中心城区清洁取暖率达到100%,农村清洁取暖率达到66.4%以上。

江苏省鼓励发展高效热泵等技术

近日,江苏省人民政府发布《省政府办公厅关于印发江苏省“十四五”制造业高质量发展规划的通知》,通知主要任务中指出,建设低碳清洁可持续的绿色安全制造新体系。落实碳达峰碳中和目标要求,大力实施绿色制造工程,推动重点行业节能、降碳、清洁生

产水平大幅提升,基本形成全省制造业绿色安全发展方式。其中,在加快重点行业降碳部分,通知提到,开展工业绿色低碳微电网建设,鼓励工厂、园区发展厂房光伏、分布式风电、多元储能、高效热泵、余热余压利用、智慧能源管控系统等,推进多能高效互补利用。

湖北5年将新建商品住房3.5亿平方米

湖北省住建厅印发《湖北省城镇住房发展“十四五”规划》提出,到2025年,全省新建商品住房累计供应面积约3.5亿平方米。根据规划,“十四五”期间,全省各城市必须建立住房交易管理服务平台,全面落实房屋交易网签备案制度,推进新房和二手房买卖、住房租赁网签全覆盖。规划提出,要对公租房申请审核通过的城镇低保、低收入家庭,6个月内

以提供实物房源或发放货币补贴的形式应保尽保。

在绿色低碳目标下,湖北省将推动绿色建筑、智能建造、智慧住宅建设,鼓励新建住宅按照健康绿色智能标准建造,引导既有住宅进行健康绿色智能改造。“十四五”末,全省城镇新建住宅须全部达到绿色建筑标准,新建住宅装配式建筑比例达25%,政府投建的保障性住房优先采用装配式建筑。

福建 2025 年装配式建筑占比达 35% 以上

日前，福建省住建厅等 9 部门联合发文，要求推动建造方式改革，发展新型建筑工业化，促进新型建筑工业化和智能建造、绿色建造协同发展，推进建筑工业化、数字化、智能化以及绿色低碳，实现全省建筑业高质量发展。

明确到 2025 年，全省实现装配式建筑占新建建筑的建筑面积比例达到 35% 以上。其中，福州、厦门、泉州、漳州地区发挥示范作用，扩大推广区域，向

所辖县区延伸，到 2025 年装配式建筑占新建建筑比例不低于 40%（福州城区不低于 50%）。

以装配式建筑发展为重点，协同发展智能建造技术，培育具有装配式建筑 and 智能建造解决方案能力的工程总承包企业不少于 20 家，智能化装配式建筑生产企业不少于 10 个，建筑工业化、数字化、智能化水平显著提高，产业基础、技术装备、科技创新能力以及建筑安全质量水平全面提升。

新疆和田近 3 万居民用上“煤改电”供暖设施

近年来，为落实南疆四地州“煤改电”工程（一期）居民供暖设施改造工程项目，和田市发展改革委、和田市住建局积极协调国网和田供电公司城区供电中心，努力改善农村居民供暖条件，加快推进“煤改电”项目实施工期，截至目前，和田市近 3 万户居民用上了“煤改电”供暖设施。

和田市“煤改电”2021 年居民入户建设项目负责人陶峰刚说：“今年 2021 年‘煤改电’项目我们是计划入户 3715 户，

现阶段已完成 3715 户，已全部完工。到现在我们是计划全部进入调试阶段，就是让老百姓尽早地用到这个‘煤改电’暖气片，尽早让他们家里面热起来，现在基本上已经调试完毕，正常使用了。”

据了解，和田市煤改电 2021 年居民入户建设项目工程共涉及 8 个乡镇，87 个村，27097 户，其中，2019 年改造 8594 户，2020 年改造 14788 户，2021 年改造 3715 户，总投资 9926.8 万元。

山东安排 12.8 亿补助资金支持 12 市清洁取暖改造

从山东省财政厅获悉，为落实好省委、省政府部署要求，山东省财政积极筹措资金，全力保障群众温暖过冬。支持实施冬季清洁取暖改造。省财政筹集资金 12.8 亿元，支持 12 个市落实冬季清洁取暖改造任务，确保完成今年农村地区新增 200 万户改造任务。

支持天然气储气能力建设。筹集资金对有关市给予 30% 的

费用补助，支持有关市通过租赁方式形成天然气储气能力 6150 万立方米。支持落实困难群众免费电量款政策。按规定结算 2020 年并预拨 2021 年（第一批）低保和特困人员免费电量款，安排资金支持城乡低保户、特困人员及全省 2656 户困难职工每月享受 15 度免费用电政策，指导各地切实加强资金管理，加快支出进度，确保专款专用。

供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开实施办法公开征求意见

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

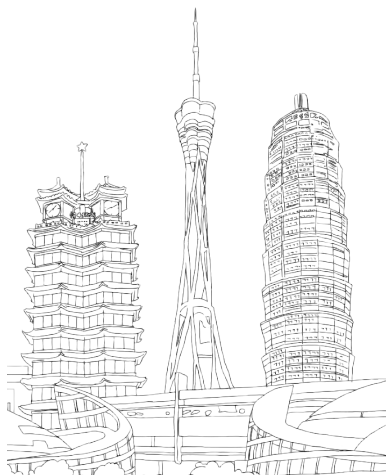
办法明确，办法所称信息，是指城市供水、供气、供热等公共企事业单位在提供社会公共服务过程中制作、获取的，以一定形式记录、保存的信息。住建部负责全国城市供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开的监督管理工作。县级以上地方各级人民政府城市供水、供气、供热等主管部门负责本行政区域内的供水、供气、供热等公共企事业单位信息公开的监督管理工作。城市供水、供气、供热等公共企事业单位是信息公开的责任主体，承办本单位具体的信息公开工作。信息公开工作遵循真实、准确、及时、公正、公平、合法和便民的原则。信息公开依照国家有关规定需要批准的，未经批准不得发布。公共企事业单位公开的信息不得危及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定，不得侵犯依法受到保护的商业秘密、个人隐私。但是，经权利人同意公开或者不公开可能对公共利益造成重大影响的，可以予以公开。



美的六大服务全方位守护 郑州轨道交通制冷系统

近日，美的楼宇科技就凭借完善的服务体系，从众多品牌中脱颖而出，成功中标郑州市轨道交通 2021 年制冷机组维护保养项目，为郑州轨道交通 1 号线、2 号线、城郊线一期、5 号线、14 号线一期车站台共计 194 台冷水机组提供全方位维保服务，确保机组安全高效运行，全力为郑州轨道交通系统保驾护航。

美的楼宇科技将为制冷系统提供冷水机组压缩机更换冷冻油、更换干燥过滤器滤芯、检查制冷循环系统及制冷循环系统检漏，补充制冷剂、蒸发器/冷凝器壳管药剂清洗、电气控制柜检查及维护、压缩机润滑系统检测六项维保服务。美的楼宇科技多年深耕轨道交通行业，打造出国际领先的超高效智能环控系统解决方案，包括智慧环控系统软件、动态仿真平台、M-BMS 多智能体节能控制柜、智慧运营中心、大数据运维诊断平台等核心产品，从设计、建造、运营、维护等建筑全生命周期提升轨道交通系统效率，助力全国各城市打造安全、可靠、高效的城市轨交系统。



| 格瑞德集团参加全国通风技术学术年会

受疫情影响，“第二十二届全国通风技术学术年会”由线下改为线上会议如期举办。本次年会以“通风与健康”为焦点，推动学术交流，引领科技发展，来自国内高等院校、科研院所的专家、教授以及行业相关的企业代表共同参与本次年会。

格瑞德集团人工环境产业设计研究院马利忠院长通过大会论坛以“格瑞德助力人工环境更美好”为主题的专题汇报。并就

集团在暖通系统方面的全流程业务能力、解决方案、以及成功案例展开详细讲解。与会嘉宾对集团暖通空调系统节能解决方案、以及人防通风系统平战结合解决方案表示高度认可，引起大家广泛关注，留下了深刻印象。格瑞德通过本次年会，让各位专家、教授、企业家认识、了解了集团，并与各参会单位建立良好合作关系奠定基础，提升了格瑞德集团在通风技术领域的品牌影响力。

| 格力中央空调高效系统赋能绿色医药

11月2日，第61届全国制药机械暨中国国际制药机械博览会在成都盛大开幕。本次药机展格力电器以“高效系统赋能绿色医药，匠心制造共建双碳未来”为主题，携旗下暖通设备集成成果亮相。

永磁同步变频离心式冷水机组聚集了格力中央空调研发的先进技术成果，触摸屏显示控制中心使用可靠的微处理器控制系统，为用户提供便捷、高效、可视化的操作界面，同时也具有实时监控、数据记录、安全保护等功能。医药阴凉库专用空调机组也是高人气展品之一，整体箱体

性能优异，三重自紧密封结构，使箱体漏风率 $\leq 0.6\%$ 。远优于国标不超过2%的要求；同时还可根据客户需求选择定制多种功能，如中效过滤器、湿膜加湿器、静电除尘器和自动控制系统。

除了展示的实物产品，格力推出的系统方案也吸引了不少关注。本次药机展格力中央空调针对制药企业不同功能区使用需求，推出了五大系统解决方案——恒温恒湿净化解决方案、生产工艺用冷系统解决方案、药品仓储物流解决方案、高效机房解决方案及光伏空调系统解决方案，获得了行业关注。



| 麦克维尔重磅亮相医建展

近日，麦克维尔携旗下磁悬浮技术、单螺杆技术、洁净空调技术、四管制节能技术、模块化技术等多项产品和技术闪耀登陆第二十二届全国医院建设大会暨中国国际医院建设、装备及管理展览会，以“健康科技，‘医’路领先”为主题，针对新建医院、医院机房改造和洁净手术室/ICU等医院三大重点区域，展示麦克维尔对应的系统解决方案。

麦克维尔经过多年来在医疗领域的发展和经验积累，凭借先进的理念和产品技术，吸引了全国各地医院建设管理者、设计院、行业专家等多方专业团队莅临麦克维尔展台参观交

流，值得一提的是，本次深圳会展中心展馆的空调空气处理，正是采用了麦克维尔空调产品。麦克维尔空气处理机充分满足展厅空间高大空旷，人流量大的建筑特点，为来来往往的参展者提供一个舒适洁净的参展环境。不仅如此，还组织多批客户在参展后到工厂进行参观考察。



| 海尔物联多联机获“国家科技进步奖”

11月3日，2021年度国家科学技术奖励大会在北京人民大会堂隆重举行。在产学研用机制下，“建筑热环境理论及其绿色营造关键技术”项目组获得国家科学技术进步奖二等奖。该项目组由重庆大学携手中国建筑设计研究院、北京城建设计发展集团、青岛海尔空调电子有限公司等企业机构共同组成。在建筑热环境理论和营造技术上，研究出适合

中国建筑的标准和方法，提高热舒适性的同时，达到节能降耗的目标。

此次，在“建筑热环境理论及其绿色营造关键技术”的项目研究中，海尔多联机的创新成果也得到充分展现。在不同区域的热舒适参数下，确立分区、分等级的系统设计方式，研制了智慧送风、无风感送风、温湿度多参数综合补偿、气流组织优化的

创新技术，解决了“要舒适就不节能”的矛盾问题。目前，这一项目已经从理论走向实践，应用于鸟巢、成都双流机场、重庆机场、拉萨火车站、北京和杭州地铁部分线路、重庆龙湖时代天街大型综合体等30余项重大工程。



| 江森自控助力广州太古汇获得公共设施改造项目的碳中和认证

近日，全球智慧、健康、可持续建筑领军企业江森自控宣布，通过提供低碳运营服务，助力广州太古汇在近期一项室内公共设施改造项目中获得了广州碳排放权交易中心颁发的碳中和认证。位于广州市中心的太古汇隶属于太古地产，是广州市主要的城市综合体之一，总楼面面积35.7万平方米。

江森自控通过OpenBlue数字化解决方案的应用，先后为其提供多种节能改造方案，持续优化能耗表现，提升智能化运营水平，包括：运用AI人工智能技术，对冷冻机房的节能运行进行仿真优化，配合江森自控旗下约克高效的YMC2磁悬浮冷水机组，带来能效的大幅提高；提供能效管理诊断云平台，对设备进行智能化的实时检测、诊断与管理；对照明系统进行智慧改造，实现感应控制；提供江森自控旗下泰科门禁系统以及其他各种节能和智慧控制方面的升级改造。通过这些解决方案的实施，江森自控极大地帮助广州太古汇提高了设施管理的水平和效率，实现更加低碳和智能的运营。

今年7月，广州太古汇已实现全面使用可再生能源，这个里程碑使整个广州太古汇项目的总碳排放量每年减少超过12000吨。8月，广州太古汇获得了广州碳排放权交易中心颁发的碳中和认证，完成27吨普惠碳中和减排量（PHNER: Puhui Carbon Neutral Emission Reduction）注销，抵消楼内一项施工项目中产生的温室气体排放。

2021 大金空调技能比武大赛传承匠心品质

日前，2021 年度第六届中国地区大金空调技术技能比武大赛在大金南京金陵模范事务所拉开帷幕。在大金空调各售后公司、经销商及协力店人员在内的 2265 名选手中，经过层层选拔，最终 60 余名选手凭借卓越的技术实力脱颖而出，进入总决赛。

本次大赛以“宁净致远·康强逢金”为主题，通过技能比武的形式，旨在为技术人员提供展示、交流、学习的平台和机会，在公司内部形成崇尚学习技术、磨炼各业务技能的良好氛围，从而为空调行业乃至社会培养更多技术型人才，也为当代家电领域提供更多优秀的年轻技术服务人员。

后疫情时代和碳中和大背景下，人们对于健康、环保、节能越来越重视。因而，此次技能大赛除常规的维修、工事技能比拼之外，还特别新增了与健康空气品质相关的新风调试作业、保养清洗工作以及 CHECKER 数据分析，更加贴合时代的变化和消费者的需求，以强化大金社内及协力店技术人员的空气品质及水系统的能力。



日立中央空调与华为签署技术合作协议 共创智慧家居新未来

日前，日立中央空调与华为签署技术合作协议，并共同探讨在行业新形式影响下，智能家居的未来发展。一直以来，日立中央空调实时洞察消费者需求，在消费升级浪潮中，抓住机遇，把握时机，依托先进 OTA 技术，开启空气定制时代，满足“千人千面”的空气需求；日立智慧空气管理系统能自主识别空气状态，联动空调设备，实时处理空气问题，创建舒适、健康家居环境。

此次，日立与华为以开放合作、共建生态为主旨，实现技术互通，共同合作。基于 HarmonyOS Connect(鸿蒙智联)技术，双方共同开发、测试、验收，实现智能系统与空调系统的互联互通，为消费者提供更加便捷舒适的智能控制和超级终端体验，开启智能家居新生活。未来，日立将与华为继续以科技创新为基石，不断加深合作，创造便捷、舒适美好家居环境，再创智慧家居行业新标杆。



麦克维尔以绿色转动麦当劳中国新总部“巨无霸魔方”

近日，麦当劳中国新总部大楼“巨无霸魔方 MCHQ”正式启用，项目位于上海西岸，总建筑面积近 18000 平方米，为独栋建筑，共有八层，外观酷似魔方。这座潮流科技的“巨无霸魔方”将成为麦当劳中国总部及上海市场办公室超过 600 位员工的“新家”，该项目还获得了绿色建筑 LEED 铂金级认证。

在建筑能耗中，暖通空调系统能耗占比约 50%。作为绿色建筑 LEED 认证的重要组成部分，暖通空调系统的节能环保至关重要。在新总部大楼“巨无霸魔方 MCHQ”建设中，麦当劳中国选择了多年的合作伙伴麦克维尔为

其打造高效节能的暖通空调系统。自 1998 年起，麦当劳中国就选择牵手麦克维尔，至今已有 23 年的合作历史。麦克维尔针对麦当劳中国新总部的需求进行现场考察、方案定制，为其提供适合的绿色节能的暖通空调解决方案。



天加末端机组服务山东蔚蓝生物

由于行业的特殊性，医药行业对环境的温度、湿度、洁净度、气流速度等指标都有着较为严格的要求，这也意味着应用在厂房内的设备需要具备更高的稳定性和可靠性。天加作为国产中央空调的代表品牌，其末端机组凭借在医疗、电子、生物制药等领域的出色成绩，一直以较高的市场份额稳居国内中央空调末端市场第一。

近日，天加末端机组再下一城，成功服务山东蔚蓝生物国家动保工程中心与动物用生物制品、保健品综合生产基地项目。根据项目需求，天加为

其提供组合式空气处理机130台，总风量210万CMH。本项目供货区域为制药生产车间、动物房、实验室等，天加根据场合需求，为其提供水组空、恒温恒湿直膨、数码直膨、阴凉库专用空调等多种产品方案，为生产基地保驾护航。据了解，蔚蓝生物国家动保工程中心与动物用生物制品、保健品综合生产基地项目于今年4月底完成封顶，天加末端设备已完成进场工作。作为青岛市重点建设项目，蔚蓝生物项目由上市公司青岛蔚蓝生物股份有限公司投资建设，总投资约8亿元。

顿汉布什服务淮海大数据产业园

位于徐州的淮海大数据产业园，项目总投资近20亿元，总占地面积600亩，可容纳两万余台机柜，主要面向徐州及淮海经济区提供数据存储、计算、分析等信息化服务。荣获CQC数据中心场地基础设施评价增强级GB50174 A级认证，顿汉布什助力淮海大数据产业园打造气候友好型绿色数据中心。

能获得这么高的评级，机房空调自然也在贡献着积极的力

量，特别是在满足日常数据中心精准控温的需求外，整个空调系统也同样需要在常年开启的状态下，保持稳定的运行状态，中央空调机组的稳定性就显得尤为重要。顿汉布什就项目所需，提供多台DCLCD离心式冷水机组。该产品采用节能环保制冷剂，满足各类节能标准认证的需求的同时，其高效稳定和安全可靠的品质和性能，也恰恰匹配着数据中心的需求。

美的楼宇科技研究院发布数字化平台阶段性成果

11月5日，美的楼宇科技研究院数字化平台阶段性成果发布会在美的全球创新中心举行。本次发布会从解决方案、产品体系、数字化云平台、用户体验四个层面，展示及总结楼宇科技研究院自今年4月成立以来的阶段性研发成果及未来规划，以始为终，畅想未来。

除了四大成果，来自氟机产品公司、先行研究中心、上海美控公司及人力资源部门分别就基于数字化平台应用进行了报告。发布会上，美的集团副总裁、楼宇科技事业部总裁管金伟表达了对楼宇科技研究院的期望，美的楼宇科技研究院院长孟涛也表达了对研究院未来发展的信心。

破晓初生，智美未来。新生的楼宇科技研究院肩负着美的楼宇科技事业部数字化转型的重任，承载着无数用户对未来智慧建筑的美好希冀。未来，楼宇科技研究院将继续关注行业的技术动向及用户的需求变化，以科技赋能楼宇，发现建筑更多的可能性，创造超乎想象的智慧建筑空间。

台佳超高效双冷磁悬浮智慧能源站精彩亮相 61 届 CIPM

日前，第61届CIPM药机展在成都中国西部国际博览城盛大启幕。本届展会台佳以智慧科技赋能30·60为主题，紧扣双碳，带来全周期节能的中央空调系统解决方案，吸引了众多专业观众驻足交流。该方案是为西安高新区5A甲级金融商务中心——卓越广场量身定制。

智慧能源站采用新型珍珠白室外型耐腐蚀板材，外观整洁大

气，与卓越广场高端写字楼定位相得益彰。能源站融合了大数据、人工智能技术，运用BIM、模块化、装配化的设计理念，并搭载了磁悬浮压缩机、双冷冷凝技术以及台佳智慧控制技术，实现了中央空调系统在建设、运行、维护全生命周期的节能高效，完美契合卓越广场绿色可持续发展的理念，绿色建筑与城市自然和谐共生。

台佳同时展出了超高效热回收型一体式双冷直膨机组，机组利用热管回风再热技术以及冷凝热回收技术，使得机组的节能及除湿能力得到进一步提升。此外机组还采用了台佳专利的双冷冷凝技术，独特的换热器设计理念，结合水、气联合冷凝和冷却技术，系统COP可达到5.48，能够为医药净化等领域用户带来巨大经济效益。

约克 VRF 服务北京大学实验设备 2 号楼项目

北京大学实验设备楼 2 号楼位于北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学院内，总建筑面积 29966 平方米。约克 VRF 在 2 号楼建设中提供了 YES-super+ 系列产品，解决其夏季制冷和过渡季供暖需求。YES-super+ 系列实现强劲高能效，IPLV(C) 值高达 10.0，远超国家一级能效。YES-super+ 多联式中央空调拥有宽广的运行范围，可以在温度低至 -5℃ 环境下制冷运行，在环境温度 -25℃ 的情况下也可以实现制热运行。机组运用了 Super-plus 压缩机智控技术、EVI 喷气增焐技术，进一步提升低温制冷能力与稳定性。

实验室对于温度精准控制和机组运行的噪声控制要求严苛。约克 VRF 的全方位精准控温技术保证了温度的精确控制，通过微电脑控制 2000 级高精度电子膨胀阀调节制冷剂流量，可实现室内温度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 精准设定。YES-super+ 多联式中央空调采用多重专业降噪设计，室内机通过系统的消音降噪技术，最低可实现 20dB 的高品质超低静音，分贝数远远低于安静的图书馆。



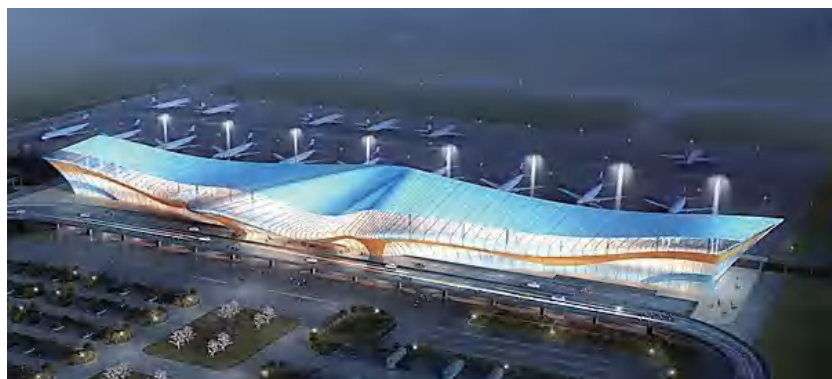
格力中央空调 助飞达州金垭机场

格力中央空调凭借稳定高效的产品、领先的技术能力和高品质的服务，成功中标达州金垭机场，助力“巴国神鸟”的腾飞，该项目共采用 3 台 550 RT 的磁悬浮变频离心式冷水机组、GMV6 人工智能多联机以及机房专用空调机组等。

达州金垭机场位于四川省达州市达川区百节镇。投资近 30 亿元，航站楼面积 3.16 万平方米，仅次于天府机场和双流机场，全省排名第三。格力 CCE 系列磁悬浮变频离心式冷水机组为格力自主研发，冷量范围

100RT-1300RT，应用永磁同步电机、双级补气、电机直驱叶轮、四象限变频、降膜式蒸发器等多项技术，使机组运行更加节能高效、稳定可靠。

随着空调技术的革新，近几年格力中央空调在重大工程建设、改造中越来越受到青睐。作为民族空调品牌的代表，格力拥有 1.5 万名研发人员，经过数十年潜心研究，共获得 33 项国际领先技术，累计申请数万项专利，在中央空调领域有着强劲的核心科技累积和丰富的工程服务经验。



江森自控发布《双碳目标与中国建筑的可持续使命白皮书》

11 月 6 日，江森自控在第四届中国进博会现场发布全新的《双碳目标与中国建筑的可持续使命白皮书》。白皮书聚焦建筑行业的可持续转型，针对性地提出了适用于多个应用场景的建筑全生命周期解决方案和行业生态共建模式。现场，江森自控还与行业专家及生态合作伙伴们通过专题研讨的形式，就中国可持续建筑发展的趋势、关键要素、目标制定、行业最佳实践等展开了深入探讨，并畅想了未来可持续建筑图景，分享关于智慧科技筑就

中国可持续发展的心得与洞见。

凭借 130 多年的经验和对创新的不懈追求，江森自控帮助全球各地的客户满足不断发展的对城市建筑能效的需求，同时确保建筑使用者的安全和舒适。此次白皮书的发布，是江森自控在建筑科技领域经验优势、深刻洞见与创新活力的浓缩展示。而本届进博会上，江森自控带来的七大数字化解决方案、十大行业解决方案以及十大技术解决方案，也生动地全方位诠释了以智慧科技筑就中国可持续发展的实践路径。

国际资讯 International News

欧洲首个零碳科技园区

据悉，德国于2019年发布了退煤路线图，计划于2038年全部退出煤电。其中，位于柏林的EUREF Campus零碳园区是德国能源转型的一个标志性园区，实现了从煤气厂向零碳园区的转型，提前实现了德国联邦政府于2050年减碳80%的目标。

德国EUREF Campus科技园位于柏林市区西南方位，占地5.5公顷，有25幢建筑，150家创新型企业，近3500人入驻。在这里，光伏风电地热等可再生能源得到了灵活有效的利用；电动汽车智能充电站的电来源于风电；储能电站、园区的储热储冷及热泵保障了用能的灵活性；所有的新建筑都是“绿色建筑”，获得LEED铂金级别认证。

这一零碳方案是兼顾社会效益与经济效益的超前规划，包括EcoStruxure架构的数字化方案——能源管理与智慧园区的整体数字化方案，涵盖楼控产品、变频器、无六氟化硫中压开关设备、EBO楼宇运营系统、PME电能管理系统；还落地了基于微网EMA的整体光伏、储能和充电方案；以及接入电池储能系统和智能充电站的零碳交通等，确保整个园区在运营阶段实现碳中和。



美国中央空调和空气源热泵2021年8月份出货量

2021年10月8日，美国空调供热制冷协会AHRI发布美国2021年8月份中央空调和空气源热泵共出货929,560台，同比下降2.2%，去年同期出货数据为950,122台。中央空调出货为588,595台，同比下降7.9%，去年同期出货数据为639,349台。空气源热泵出货为340,965台，同比增长9.7%，去年同期出货数据为310,773台。

2021年前8个月，美国中央空调和空气能热泵累计出货7,212,309台，同比增长12.1%，去年出货数据为6,436,407台。中央空调出货为4,480,831台，同比增长7.4%，去年同期出货数据为4,170,819台。空气能热泵累计出货为2,731,478台，同比增长20.6%，去年同期出货数据为2,265,588台。

2021年全球建筑建造业现状报告发布

近日，全球建筑建设联盟（GlobalABC）发布了《2021年全球建筑建造业现状报告》（下文简称为“报告”）。报告根据全球能源使用、排放、技术、政策和投资的关键指标，追踪建筑和建造业在实现《巴黎协定》目标方面的进展。

报告指出，和其他终端用能部门相比，2020年，建筑业占全球终端能源消费量的36%，占与能源相关二氧化碳排放量的37%。其中，住宅直接碳排放6%，住宅间接碳排放11%，非住宅直接碳排放3%，非住宅间接碳排放7%，建筑施工过程中的碳排放占10%。

虽然该行业的排放水平比2015年降低了10%，达到2007年以来的最低水平，但这主要是由于疫情大封锁、经济放缓、家庭和企业维持和获取能源方面面临困难以及建造活动有所减少。整个部门的脱碳努力在这一过程中只发挥了很小的作用。随着建筑行业在后疫情时代逐步复苏，如果不努力推动建筑业的脱碳进程并提高其能源效率，这一行业的碳排放量无疑将继续增加。在亚洲和非洲，到2050年，建筑存量预计将翻一番。截至2060年，全球材料使用量预计将增加一倍以上，其中1/3归因于建筑材料。

德国400多台风力发电机被迫退役

据德国公共广播公司rbb报道，德国东部勃兰登堡州的数百台风力涡轮机今年将退役，因为它们在运行期满20年后将失去补贴，无法再盈利运营。该州环境部表示，到今年年底，约3900台在运风电机组中的429台机组将停运。然而，风力发电在勃兰登堡州的重要性继续增长，建设速度在2021年上半年再次加快。该州目前拥有约7700兆瓦的风力发电能力，并计划到2030年

将这一数字提高到10,500兆瓦。

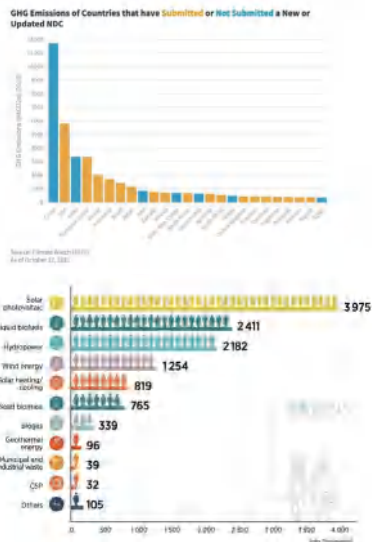
陆上风力发电是德国最重要的可再生能源，预计将在未来几十年内满足德国不断增长的清洁能源需求。与20年前安装的老式风力涡轮机相比，新的风电机组的容量要大得多，但由于监管的原因和利益集团的反对，在德国新的风机建设往往受到阻碍。这将是即将到来的选举后德国下一届政府面临的关键能源政策挑战。

全球光伏就业 400 万人

近日，据可再生能源署发布的最新报告，2020 年全世界约有 1200 万个可再生能源工作岗位，其中太阳能约占三分之一。

2020 年太阳能光伏发电新增容量为 127 吉瓦，高于 2019 年为 98 吉瓦。亚洲增加了 60% 以上（近 78 吉瓦），主要是在五个国家（中国、越南、印度、韩国和日本）；欧洲新增装机容量为 20.8 吉瓦，美国新增 15 吉瓦，澳大利亚新增 4.4 吉瓦，巴西新增 3.3 吉瓦。

IRENA 估计，2020 年全球太阳能光伏就业人数接近 400 万，高于 2019 年的 380 万，包括南亚和非洲部分地区约 34.2 万个离网光伏工作岗位。在光伏岗位最多的 10 主要国家中，七个在亚洲，两个在美洲，一个在欧洲，加在一起共有 340 万个工作岗位，占全球总数的 85%。在所有国家中，亚洲国家拥有全球 79.4% 的光伏工作岗位，反映出该地区在光伏制造业和应用领域的主导地位。中国以 230 万个工作岗位高居榜首（58%），其次是美国和日本。



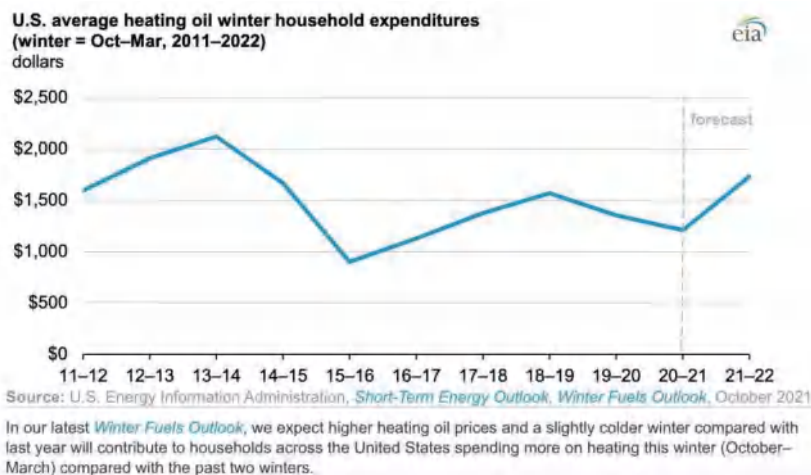
美国还有 4% 家庭用燃油供暖

近日，根据美国能源信息署（EIA）的最新冬季燃料展望报告中，预计与去年相比，美国居民取暖用油价格上涨和冬季略冷将导致美国家庭今年冬季（10 月至 3 月）供暖支出高于过去两个冬季。

目前大约 4% 的美国家庭使用取暖油作为空间供暖的主要燃料，这些家庭中的绝大多数集中在美国东北部。该地区约 18% 的家庭使用取暖油进行空间供暖，低于 10 年前的 27%。EIA 预测，使用取暖油作为主要空间

取暖燃料的家庭今年冬季平均将花费 1734 美元，比去年冬天多 43%。与往年冬季相比，由于原油价格较高，库存水平较低，美国的零售取暖油价格预计今年冬天平均每加仑 3.39 美元，比去年冬天上涨 33%。

此外，根据美国国家海洋和大气管理局的预测，今年的美国冬天气温将略低于去年，将导致每户家庭的供暖燃料消耗量增加，2021-2022 年冬季，预计每户的取暖用油平均消耗量将为 511 加仑，比去年冬季增长近 8%。



光伏板产量可否满足世界能源需求

近日，爱尔兰科克大学学院和哥伦比亚大学全球能源政策中心（CU-CGEP）的研究人员在《自然通讯》上发表文章，认为仅通过屋顶光伏就可以为世界供能，但光伏板产量不够。

该研究绘制了全球 1.3 亿平方公里的地表地图，从商业和住宅物业中识别出 20 万平方公里的屋顶面积。研究人员使用一种机器学习算法来评估可能影响特定地区光伏板发电能力的不同变量，以确定其太阳能

发电潜力。根据这项研究，全球屋顶每年可产生 27000 太瓦时的能源，这超过了 2018 年全世界的能源消耗总量。

当然，各个地区利用太阳能发电的潜力不尽相同，当地的最终电价也不尽相同。研究人员发现，亚洲、北美和欧洲的太阳能潜力最高。美国和日本的成本最高，最高可达每兆瓦时 280 美元，而中国和印度的成本最低，最低可达每兆瓦时 40 美元。

通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会

专题论坛（一） 《通风与空气质量》

2021年10月21日下午，第二十二届全国通风技术学术年会（2021）之《通风与空气质量》专题论坛在线上顺利召开，本论坛由哈尔滨工业大学刘京教授和同济大学高军教授共同主持，共安排了2个主旨报告和9个专题报告发言。

首先长安大学李彦鹏教授进行了题为“典型室内环境空气微生物的个体暴露风险与传播”的主旨报告，报告中分析了季节、工作环境、工作任务等对个体微生物暴露风险的影响，重视人体呼吸样本与固定样本不同的微生物暴露风险评估方法以及掌握气溶胶在室内的传播规律及通风控制方法等。同济大学的曹昌盛在“厨房油烟污染的一次与二次捕集机制”的主旨报告中，提出回流污染分配、虚拟净化等方法，剥离油烟污染逃逸扩散、回流滞后效应，从时间维度实现了一次、二次捕集准确分离量化。同时还提出基于排风浓度动态监测的捕集效率快速实验测试方法，通过完成侧吸烟机导烟板的空气动力学性能优化，大幅提升捕集性能。

随后，河北工业大学的任健林主任分享了“基于人员走

动对颗粒物扰动的定量分析”的报告，报告中介绍采用FFT/小波降噪+高斯拟合+特征提取的通风过滤系统鲁棒性定量分析方法，通过对通风过滤系统的鲁棒性研究对室内气流进行提升与优化。

西安建筑科技大学的尹海国进行了“小微型睡眠空间室内CO₂和空气龄分布特性实验研究”报告，发言中总结了小微睡眠空间的特性与关键问题，并提出了小微睡眠空间通风营造方法：贴附通风，通过研究表明组合双贴附送风模式具有最优排污性能，竖壁贴附达到最优空气龄。

华中科技大学张源同学分享了“气溶胶颗粒在建筑排污

管道系统中的传播机制：从流体力学的角度”的报告，报告中研究了排污系统地漏水封的有效性及其对排污管气溶胶扩散特性的影响以及排污系统地漏水封全部失效条件下，卫生间与通气帽处抽气压力对气溶胶传播的影响，基于案例计算结果，给出了建筑排污管道运维建议。

东华大学的刘建麟分享了“风与诱导气流影响半开放厂房扬尘扩散的分析”的报告，报告研究了风场与诱导气流共同作用下半开放厂房内的污染扩散规律和卸料过程中含尘气体的运动特征，指出半开放厂房污染主要集中于建筑周围流速较低的死角。



东华大学的李虹琰进行了“源位置影响住区污染物扩散的模拟分析”的报告，通过研究社区生活垃圾投放位置对住区环境的影响，发现3/4建筑高度以下的阵列建筑间存在回流区，污染源位置布置应避开该区域。提出垃圾房应设置在住区外围离建筑至少0.4m处，污染易于扩散。

四川大学的敬丽君分享了“典型因素影响下PRM去除室内臭氧污染的规律研究”的报告，通过实验研究了被动去除材料面积、反应率、换气次数等因素对室内臭氧去除率的作用规律，发现室外臭氧浓度对被动去除材料的臭氧去除率几乎没有影响。

大连理工大学的姚莉芳进行了“蹲便器冲水诱导的气流运动和气溶胶传播”的发言报

告，报告中介绍通过实验研究了蹲便式水厕在冲水条件下生成的液滴气溶胶运动规律，发现冲厕过程呼吸区越靠近污染源（如儿童或蹲着冲厕），其暴露风险越高。同时基于实验研究数据，针对公共卫生间疫情防控提出了建议和指导。

中国石油大学（华东）的徐春雯老师进行了“置换通风与混合通风作用下的人体呼气扩散数值研究”的报告，报告中在人体微环境的气流构成基础上，研究了人体呼气近距离传播风险的影响因素，对比研究了两种通风方式（置换、混合）对呼气污染物扩散的干预，指出了两种通风方式面向不同应用场景的优势、局限性及其在疫情中的使用优先级。

最后福建工程学院的林凌敏分享了“变阻塞比下地铁隧

道内火灾烟气运动研究”的报告。报告中称通过CFD模拟研究了不同阻塞比下地铁疏散通道内的火灾烟气扩散规律，发现高阻塞比隧道可强化对流换热，有利于烟气温度的快速下降。同时指出现有纵向通风无法保证火灾下游区域达到安全温度，需要其他技术手段介入。

本专题论坛进行的11个报告内容涉及疫情防控、微生物传播规律、典型污染扩散与抑制、特定空间通风设计等方面。多项研究体现了暖通学科与环境、生物、建筑、医学等学科深度融合与交叉，基础型研究与应用型研究并重。在论坛交流环节，东华大学沈恒根教授对会场报告质量予以高度评价，并希望青年教师、青年人多从工程实践和需求角度出发精准定位。

专题论坛（二） 《通风与疾病传播及健康效应》

2021年10月21日下午，第二十二届全国通风技术学术年会（2021）之《通风与疾病传播及健康效应》专题论坛在线上顺利召开，本论坛由武汉大学赵福云教授和长安大学官燕玲教授共同主持，共安排了2个主旨报告和8个专题报告发言，十个发言报告中主要涉及呼吸道病毒空气传播、洁净室通风控制节能和平疫结合建筑通风研究三个方面。

首先四川大学龙恩深教授分享了“通风空调系统对呼吸道病毒的传播风险研究-基于医学循证”的主旨报告，龙教授从全球新冠防疫、病毒颗粒粒

径、传播途径等角度出发，重点论述了通风空调系统传播病毒的概率，尤其从医实验和检验方面创新提了新的观点与结论：包括优先防范能活病原体、舒适温湿度水平、空调过滤与净化、空调系统运行等都有利于降低传播风险；而加大新风对降低风险存在不确定性。

天津大学张腾飞教授分享了“口罩通风与防疫”的主旨发言，张教授从防疫最基本的措施口罩出发，从口罩结构、气流组织、换气特性等探讨了不同口罩对病毒防护的性能，研究提出发展新型的移动式口罩，不仅有效抑制了口罩内部

的CO₂和热湿滞留区，也为人体提供了更充裕新鲜空气、降低了病毒侵入风险，有效提升了口罩的防疫能力。

随后，上海理工大学杨敏博士分享了“通过全空气空调系统传播新冠的量化研究”的报告，杨博士从通风空调系统传播病毒的角度切入，结合全空气空调系统传播病毒的量化研究模型与感染暴露模型。报告中重点探讨了新风对比各室内病毒浓度人员平均感染风险的影响，对于无感染者的房间，全空气系统足以稀释室内病毒浓度至安全水平。而存在感染者的房间，仅依赖全空气系统

的新风难以稀释到安全阈值，建立需要增加其他手段。

重庆大学薛宪凯博士进行了“降低呼吸道病毒近距离扩散风险的座椅送回风系统防控性能研究”报告发言，薛博士从典型的大空间公共建筑-高铁站通风系统来探究如何降低呼吸道病毒近距离扩散或传输风险。对于大空间建筑，增大新风量，不仅需要消耗大量能耗，并且其防疫边际效应导致防控能力不足，大空间气流组织对抑制近距离传染“鞭长莫及”。在面对人员密集、接触密切的高铁站环境传播病毒的潜在风险下，提出了新型个性化通风系统，聚集售票大厅、集散大厅、候车厅等不同区域下，因地制宜、因时制宜地设计高铁站送回风系统；研究发现呼吸道疾病的传播与人员距离紧密相关而设置个性化通风方案能够有效降低病毒的扩散以及吸入风险，合理设计系统送回风末端将有效增强防疫效果。

武汉大学许航博士分享了“洁净手术室多类送风模式及

其通风换气特征”的报告，许博士从洁净环境营造为出发点，选取典型手术洁净室与制药洁净室，从流场特性、颗粒物运动轨迹及自净时间三个方面进行研究，对传统手术室进行了各方面改良优化，给出了室内需求不同时参数选取建议表以及影响自净时间的因子顺序，为洁净室工程应用提供了理论依据。

接下来北京联合大学黄春娥教授和北京科技大学郝云峰博士分别进行了题为“不同类型扰动对压差的定量影响研究”和“洁净室开关门频率对压差影响的实验研究”的报考，黄老师与郝博士研究了在制药洁净室中不同扰动对压差的影响机理，结合实验测试，探究了不同的开关门频率对污染物入侵风险的影响，发现在制药洁净室中，人员进出洁净室频率应低于1min/次。

另外来自重庆海润公司黄雪、侯昌奎和重庆科技学院居发礼的专家学者介绍了医疗建筑平疫结合的通风系统和控制

策略；他们以平疫结合工程实体案例，以动力分布式通风系统方案，对医院病房构造不同分区，通过改变在“平时”“疫时”不同的气流组织类型、压差方案、通风每户形式来达到平疫结合与实施转换。在具体实施上进行了调适工作的介绍：对气密性检查、新风的调节、风量与压力的测试。

传播疾病一直是人类社会的顽疾，在我国就频繁发生了多起疫情，尤其在落后的封建社会时期。进入新时代，我们更注重人民生命与健康；尽管各类病毒的发生发展不尽相同，但对于我们通风领域的挑战越来越多。这次年会有专家学者提出了新的理论、新的技术和方法，来迎接这些挑战。对于现在与未来的通风、空调与净化都需要多学科、多技术的参与协作，不仅需要考虑削减能耗，还需要考虑保障需求、预防疫情等多类需求，这次年会有很多专家、学者提出了新的理论、新的技术和方法来迎接这些挑战。



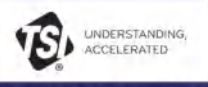
通风与健康

第二十二届全国通风技术学术年会(2021)

The 22nd China Ventilation Conference

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

支持企业

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

大力推广超低能耗、近零能耗建筑，发展零碳建筑

中共中央办公厅、国务院办公厅印发

《关于推动城乡建设绿色发展的意见》的通知（节选）

城乡建设是推动绿色发展、建设美丽中国的重要载体。党的十八大以来，我国人居环境持续改善，住房水平显著提高，同时仍存在整体性缺乏、系统性不足、宜居性不高、包容性不够等问题，大量建设、大量消耗、大量排放的建设方式尚未根本扭转。为推动城乡建设绿色发展，现提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，践行习近平生态文明思想，按照党中央、国务院决策部署，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，坚持生态优先、节约优先、保护优先，坚持系统观念，统筹发展和安全，同步推进物质文明建设与生态文明建设，落实碳达峰、碳中和目标任务，推进城市更新行动、乡村建设行动，加快转变城乡建设方式，促进经济社会发展全面绿色转型，为全面建设社会主义现代化国家奠定坚实基础。

（二）工作原则。坚持人与自然和谐共生，尊重自然、顺应自然、保护自然，推动构建人与自然生命共同体。坚持整体与局部相协调，统筹规划、建设、管理三大环节，统筹城镇和乡村建设。坚持效率与均衡并重，促进城乡资源能源节约集约利用，实现人口、经济发展与生态资源协调。坚持公平与包容相融合，完善城乡基础设施，推进基本公共服务均等化。坚持保护与发展相统一，传承中华优秀传统文化，推动创造性转化、创新性发展。坚持党建引领与群众共建共治共享相结合，完善群众参与机制，共同创造美好环境。

（三）总体目标

到2025年，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，碳减排扎实推进，城市整体性、系统性、生长性增强，“城市病”问题缓解，城乡生态环境质量整体改善，城乡发展质量和资源环境承载能力明显提升，综合治理能力显著提高，绿色生活方式普遍推广。

到2035年，城乡建设全面实现绿色发展，碳减排水平快速提升，城市和乡村品质全面提升，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，美丽中国建设目标基本实现。

二、推进城乡建设一体化发展

（一）促进区域和城市群绿色发展。建立健全区域和城市群绿色发展协调机制，充分发挥各城市比较优势，促进资源有效配置。在国土空间规划中统筹划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界等管控边界，统筹生产、生活、生态空间，实施最严格的耕地保护制度，建立水资源刚性约束制度，建设与资源环境承载能力相匹配、重大风险防控相结合的空间格局。统筹区域、城市群和都市圈内大中小城市住房建设，与人口构成、产业结构相适应。协同建设区域生态网络和绿道体系，衔接生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单，改善区域生态环境。推进区域重大基础设施和公共服务设施共建共享，建立功能完善、衔接紧密、保障有力的城市群综合立体交通等现代化设施网络体系。

（二）建设人与自然和谐共生的美丽城市。建立分层次、分区域协调管控机制，以自然资源承载能力和生态环境容量为基础，合理确定城市人口、用水、用地规模，合理确定开发建设密度和强度。提高中心城市综合承载能力，建设一批产城融合、职住平衡、生态宜居、交通便利的郊区新城，推动多中心、组团式发展。落实规划环评要求和防噪声距离。大力推进城市节水，提高水资源集约节约利用水平。实施海绵城市建设，完善城市防洪排涝体系，提高城市防灾减灾能力，增强城市韧性。实施城市生态修复工程，保护城市山体自然风貌，修复江河、湖泊、湿地，加强城市公园和绿地建设，推进立体绿化，构建连续完整的生态基础设施体系。实施城市功能完善工程，加强婴幼儿照护机构、幼儿园、中小学校、医疗卫生机构、养老服务机构、儿童福利机构、未成年人救助保护机构、社区足球场地等设施建设，增加公共活动空间，建设体育公园，完善文化和旅游消费场所设施，推动发展城市新业态、新功能。建立健全推进城市生态修复、功能完善工程标准规范和工作体系。推动绿色城市、森林城市、“无废城市”建设，深入开展绿色社区创建行动。

推进以县城为重要载体的城镇化建设,加强县城绿色低碳建设,大力提升县城公共设施和服务水平。

(三) 打造绿色生态宜居的美丽乡村。提高农房设计和建造水平,建设满足乡村生产生活实际需要的新型农房,完善水、电、气、厕配套附属设施,加强既有农房节能改造。(节选)

三、转变城乡建设发展方式

(一) 建设高品质绿色建筑。实施建筑领域碳达峰、碳中和行动。规范绿色建筑设计、施工、运行、管理,鼓励建设绿色农房。推进既有建筑绿色化改造,鼓励与城镇老旧小区改造、农村危房改造、抗震加固等同步实施。开展绿色建筑、节约型机关、绿色学校、绿色医院创建行动。加强财政、金融、规划、建设等政策支持,推动高质量绿色建筑规模化发展,大力推广超低能耗、近零能耗建筑,发展零碳建筑。实施绿色建筑统一标识制度。建立城市建筑用水、用电、用气、用热等数据共享机制,提升建筑能耗监测能力。推动区域建筑能效提升,推广合同能源管理、合同节水管理服务模式,降低建筑运行能耗、水耗,大力推动可再生能源应用,鼓励智能光伏与绿色建筑融合创新发展。

(二) 提高城乡基础设施体系化水平。统筹推进煤改电、煤改气及集中供热替代等,加快农村电网、天然气管网、热力管网等建设改造。(节选)

(三) 加强城乡历史文化保护传承。(略)

(四) 实现工程建设全过程绿色建造。开展绿色建造示范工程创建行动,推广绿色化、工业化、信息化、集约化、产业化建造方式,加强技术创新和集成,利用新技术实现精细化设计和施工。大力发展装配式建筑,重点推动钢结构装配式住宅建设,不断提升构件标准化水平,推动形成完整产业链,推动智能建造和建筑工业化协同发展。完善绿色建材产品认证制度,开展绿色建材应用示范工程建设,鼓励使用综合利用产品。加强建筑材料循环利用,促进建筑垃圾减量化,严格施工扬尘管控,采取综合降噪措施管控施工噪声。推动传统建筑业转型升级,完善工程建设组织模式,加快推行工程总承包,推广全过程工程咨询,推进民用建筑工程建筑师负责制。加快推进工程造价改革。改革建筑劳动用工制度,大力发展专业作业企业,培育职业化、专业化、技能化建筑产业工人队伍。

(五) 推动形成绿色生活方式。推广节能低碳节水用品,推动太阳能、再生水等应用,鼓励使用环保再生产品和绿色设计产品,减少一次性消费品和包装用材消耗。倡导绿色装修,鼓励选用绿色建材、家具、家电。持续推进垃圾分类和减量化、资源化,

推动生活垃圾源头减量,建立健全生活垃圾分类投放、分类收集、分类转运、分类处理系统。加强危险废物、医疗废物收集处理,建立完善应急处置机制。科学制定城市慢行系统规划,因地制宜建设自行车专用道和绿道,全面开展人行道净化行动,改造提升重点城市步行街。深入开展绿色出行创建行动,优化交通出行结构,鼓励公众选择公共交通、自行车和步行等出行方式。

四、创新工作方法

(一) 统筹城乡规划建设管理。坚持总体国家安全观,以城乡建设绿色发展为目标,加强顶层设计,编制相关规划,建立规划、建设、管理三大环节统筹机制,统筹城市布局的经济需要、生活需要、生态需要、安全需要,统筹地上地下空间综合利用,统筹各类基础设施建设,系统推进重大工程项目。创新城乡建设管控和引导机制,完善城市形态,提升建筑品质,塑造时代特色风貌。完善城乡规划、建设、管理制度,动态管控建设进程,确保一张蓝图实施不走样、不变形。

(二) 建立城市体检评估制度。建立健全“一年一体检、五年一评估”的城市体检评估制度,强化对相关规划实施情况和历史文化保护传承、基础设施效率、生态建设、污染防治等的评估。制定城市体检评估标准,将绿色发展纳入评估指标体系。(节选)

(三) 加大科技创新力度。完善以市场为导向的城乡建设绿色技术创新体系,培育壮大一批绿色低碳技术创新企业,充分发挥国家工程研究中心、国家技术创新中心、国家企业技术中心、国家重点实验室等创新平台对绿色低碳技术的支撑作用。加强国家科技计划研究,系统布局一批支撑城乡建设绿色发展的研发项目,组织开展重大科技攻关,加大科技成果集成创新力度。建立科技项目成果库和公开制度,鼓励科研院所、企业等主体融通创新、利益共享,促进科技成果转化。建设国际化工程建设标准体系,完善相关标准。

(四) 推动城市智慧化建设。建立完善智慧城市建设标准和政策法规,加快推进信息技术与城市建设技术、业务、数据融合。开展城市信息模型平台建设,推动建筑信息模型深化应用,推进工程建设项目智能化管理,促进城市建设及运营模式变革。搭建城市运行管理服务平台,加强对市政基础设施、城市环境、城市交通、城市防灾的智慧化管理,推动城市地下空间信息化、智能化管控,提升城市安全风险监测预警水平。完善工程建设项目审批管理系统,逐步实现智能化全程网上办理,推进与投资项目在线审批监管平台等互联互通。搭建智慧物业

管理服务平台，加强社区智慧化建设管理，为群众提供便捷服务。

（五）推动美好环境共建共治共享。（略）

五、加强组织实施

（一）加强党的全面领导。（略）

（二）完善工作机制。（略）

（三）健全支撑体系。（略）

（四）加强培训宣传。（略）

国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知（节选）

国发〔2021〕23 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《2030 年前碳达峰行动方案》印发给你们，请认真贯彻执行。

国务院

2021 年 10 月 24 日

2030 年前碳达峰行动方案（节选）

为深入贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的重大战略决策，扎实推进碳达峰行动，制定本方案。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，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，坚持系统观念，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，统筹稳增长和调结构，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局，坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的总方针，有力有序有效做好碳达峰工作，明确各地区、各领域、各行业目标任务，加快实现生产生活方式绿色变革，推动经济社会发展建立在资源高效利用和绿色低碳发展的基础之上，确保如期实现 2030 年前碳达峰目标。

（二）工作原则。

——**总体部署、分类施策。**坚持全国一盘棋，强化顶层设计和各方统筹。各地区、各领域、各行业因地制宜、分类施策，明确既符合自身实际又满足总体要求的目标任务。

——**系统推进、重点突破。**全面准确认识碳达峰行动对经济社会发展的深远影响，加强政策的系统性、协同性。抓住主要矛盾和矛盾的主要方面，推动重点领域、重点行业和有条件的地方率先达峰。

——**双轮驱动、两手发力。**更好发挥政府作用，构建新型举国体制，充分发挥市场机制作用，大力推进绿色低碳科技创新，深化能源和相关领域改革，

形成有效激励约束机制。

——**稳妥有序、安全降碳。**立足我国富煤贫油少气的能源资源禀赋，坚持先立后破，稳住存量，拓展增量，以保障国家能源安全和经济发展为底线，争取时间实现新能源的逐渐替代，推动能源低碳转型平稳过渡，切实保障国家能源安全、产业链供应链安全、粮食安全和群众正常生产生活，着力化解各类风险隐患，防止过度反应，稳妥有序、循序渐进推进碳达峰行动，确保安全降碳。

二、主要目标

“十四五”期间，产业结构和能源结构调整优化取得明显进展，重点行业能源利用效率大幅提升，煤炭消费增长得到严格控制，新型电力系统加快构建，绿色低碳技术研发和推广应用取得新进展，绿色生产生活方式得到普遍推行，有利于绿色低碳循环发展的政策体系进一步完善。到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20% 左右，单位国内生产总值能源消耗比 2020 年下降 13.5%，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%，为实现碳达峰奠定坚实基础。

“十五五”期间，产业结构调整取得重大进展，清洁低碳安全高效的能源体系初步建立，重点领域低碳发展模式基本形成，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重进一步提高，煤炭消费逐步减少，绿色低碳技术取得关键突破，绿色生活方式成为公众自觉选择，绿色低碳循环发展政策体系基本健全。到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25% 左右，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65% 以上，顺利实现 2030 年前碳达峰目标。

三、重点任务

将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面,重点实施能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动等“碳达峰十大行动”。

(一) 能源绿色低碳转型行动。

能源是经济社会发展的重要物质基础,也是碳排放的最主要来源。要坚持安全降碳,在保障能源安全的前提下,大力实施可再生能源替代,加快构建清洁低碳安全高效的能源体系。

1. 推进煤炭消费替代和转型升级。加快煤炭减量步伐,“十四五”时期严格合理控制煤炭消费增长,“十五五”时期逐步减少。严格控制新增煤电项目,新建机组煤耗标准达到国际先进水平,有序淘汰煤电落后产能,加快现役机组节能升级和灵活性改造,积极推进供热改造,推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型。严控跨区外送可再生能源电力配套煤电规模,新建通道可再生能源电量比例原则上不低于 50%。推动重点用煤行业减煤限煤。大力推动煤炭清洁利用,合理划定禁止散烧区域,多措并举、积极有序推进散煤替代,逐步减少直至禁止煤炭散烧。

2. 大力发展新能源。全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展,坚持集中式与分布式并举,加快建设风电和光伏发电基地。加快智能光伏产业创新升级和特色应用,创新“光伏+”模式,推进光伏发电多元布局。坚持陆海并重,推动风电协调快速发展,完善海上风电产业链,鼓励建设海上风电基地。积极发展太阳能光热发电,推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气。探索深化地热能以及波浪能、潮流能、温差能等海洋新能源开发利用。进一步完善可再生能源电力消纳保障机制。到 2030 年,风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。

3. 因地制宜开发水电。积极推进水电基地建设,推动金沙江上游、澜沧江上游、雅鲁藏布江中游、黄河上游等已纳入规划、符合生态保护要求的水电项目开工建设,推进雅鲁藏布江下游水电开发,推动小水电绿色发展。推动西南地区水电与风电、太阳能发电协同互补。统筹水电开发和生态保护,探索建立水能资源开发生态保护补偿机制。“十四五”、

“十五五”期间分别新增水电装机容量 4000 万千瓦左右,西南地区以水电为主的可再生能源体系基本建立。

4. 积极安全有序发展核电。合理确定核电站布局 and 开发时序,在确保安全的前提下有序发展核电,保持平稳建设节奏。积极推动高温气冷堆、快堆、模块化小型堆、海上浮动堆等先进堆型示范工程,开展核能综合利用示范。加大核电标准化、自主化力度,加快关键技术装备攻关,培育高端核电装备制造产业集群。实行最严格的安全标准和最严格的监管,持续提升核安全监管能力。

5. 合理调控油气消费。保持石油消费处于合理区间,逐步调整汽油消费规模,大力推进先进生物液体燃料、可持续航空燃料等替代传统燃油,提升终端燃油产品能效。加快推进页岩气、煤层气、致密油(气)等非常规油气资源规模化开发。有序引导天然气消费,优化利用结构,优先保障民生用气,大力推动天然气与多种能源融合发展,因地制宜建设天然气调峰电站,合理引导工业用气和化工原料用气。支持车船使用液化天然气作为燃料。

6. 加快建设新型电力系统。构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统,推动清洁电力资源大范围优化配置。大力提升电力系统综合调节能力,加快灵活调节电源建设,引导自备电厂、传统高载能工业负荷、工商业可中断负荷、电动汽车充电网络、虚拟电厂等参与系统调节,建设坚强智能电网,提升电网安全保障水平。积极发展“新能源+储能”、源网荷储一体化和多能互补,支持分布式新能源合理配置储能系统。制定新一轮抽水蓄能电站中长期发展规划,完善促进抽水蓄能发展的政策机制。加快新型储能示范推广应用。深化电力体制改革,加快构建全国统一电力市场体系。到 2025 年,新型储能装机容量达到 3000 万千瓦以上。到 2030 年,抽水蓄能电站装机容量达到 1.2 亿千瓦左右,省级电网基本具备 5% 以上的尖峰负荷响应能力。

(二) 节能降碳增效行动。

落实节约优先方针,完善能源消费强度和总量双控制度,严格控制能耗强度,合理控制能源消费总量,推动能源消费革命,建设能源节约型社会。

1. 全面提升节能管理能力。推行用能预算管理,强化固定资产投资项目节能审查,对项目用能和碳排放情况进行综合评价,从源头推进节能降碳。提高节能管理信息化水平,完善重点用能单位能耗在线监测系统,建立全国性、行业性节能技术推广服务平台,推动高耗能企业建立能源管理中心。完善能源计量体系,鼓励采用认证手段提升节能管理水

平。加强节能监察能力建设,健全省、市、县三级节能监察体系,建立跨部门联动机制,综合运用行政处罚、信用监管、绿色电价等手段,增强节能监察约束力。

2. 实施节能降碳重点工程。实施城市节能降碳工程,开展建筑、交通、照明、供热等基础设施节能升级改造,推进先进绿色建筑技术示范应用,推动城市综合能效提升。实施园区节能降碳工程,以高耗能高排放项目(以下称“两高”项目)集聚度高的园区为重点,推动能源系统优化和梯级利用,打造一批达到国际先进水平的节能低碳园区。实施重点行业节能降碳工程,推动电力、钢铁、有色金属、建材、石化化工等行业开展节能降碳改造,提升能源资源利用效率。实施重大节能降碳技术示范工程,支持已取得突破的绿色低碳关键技术开展产业化示范应用。

3. 推进重点用能设备节能增效。以电机、风机、泵、压缩机、变压器、换热器、工业锅炉等设备为重点,全面提升能效标准。建立以能效为导向的激励约束机制,推广先进高效产品设备,加快淘汰落后低效设备。加强重点用能设备节能审查和日常监管,强化生产、经营、销售、使用、报废全链条管理,严厉打击违法违规行为,确保能效标准和节能要求全面落实。

4. 加强新型基础设施节能降碳。优化新型基础设施空间布局,统筹谋划、科学配置数据中心等新型基础设施,避免低水平重复建设。优化新型基础设施用能结构,采用直流供电、分布式储能、“光伏+储能”等模式,探索多样化能源供应,提高非化石能源消费比重。对标国际先进水平,加快完善通信、运算、存储、传输等设备能效标准,提升准入门槛,淘汰落后设备和技术。加强新型基础设施用能管理,将年综合能耗超过1万吨标准煤的数据中心全部纳入重点用能单位能耗在线监测系统,开展能源计量审查。推动既有设施绿色升级改造,积极推广使用高效制冷、先进通风、余热利用、智能化用能控制等技术,提高设施能效水平。

(三) 工业领域碳达峰行动。

工业是产生碳排放的主要领域之一,对全国整体实现碳达峰具有重要影响。工业领域要加快绿色低碳转型和高质量发展,力争率先实现碳达峰。

1. 推动工业领域绿色低碳发展。优化产业结构,加快退出落后产能,大力发展战略性新兴产业,加快传统产业绿色低碳改造。促进工业能源消费低碳化,推动化石能源清洁高效利用,提高可再生能源应用比重,加强电力需求侧管理,提升工业电气化

水平。深入实施绿色制造工程,大力推行绿色设计,完善绿色制造体系,建设绿色工厂和绿色工业园区。推进工业领域数字化智能化绿色化融合发展,加强重点行业和领域技术改造。

2. 推动钢铁行业碳达峰。(略)

3. 推动有色金属行业碳达峰。(略)

4. 推动建材行业碳达峰。加强产能置换监管,加快低效产能退出,严禁新增水泥熟料、平板玻璃产能,引导建材行业向轻型化、集约化、制品化转型。推动水泥错峰生产常态化,合理缩短水泥熟料装置运转时间。因地制宜利用风能、太阳能等可再生能源,逐步提高电力、天然气应用比重。鼓励建材企业使用粉煤灰、工业废渣、尾矿渣等作为原料或水泥混合材。加快推进绿色建材产品认证和应用推广,加强新型胶凝材料、低碳混凝土、木竹建材等低碳建材产品研发应用。推广节能技术设备,开展能源管理体系建设,实现节能增效。

5. 推动石化化工行业碳达峰。(略)

6. 坚决遏制“两高”项目盲目发展。(略)

(四) 城乡建设碳达峰行动。

加快推进城乡建设绿色低碳发展,城市更新和乡村振兴都要落实绿色低碳要求。

1. 推进城乡建设绿色低碳转型。推动城市组团式发展,科学确定建设规模,控制新增建设用地过快增长。倡导绿色低碳规划设计理念,增强城乡气候韧性,建设海绵城市。推广绿色低碳建材和绿色建造方式,加快推进新型建筑工业化,大力发展装配式建筑,推广钢结构住宅,推动建材循环利用,强化绿色设计和绿色施工管理。加强县城绿色低碳建设。推动建立以绿色低碳为导向的城乡规划建设管理机制,制定建筑拆除管理办法,杜绝大拆大建。建设绿色城镇、绿色社区。

2. 加快提升建筑能效水平。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。加强适用于不同气候区、不同建筑类型的节能低碳技术研发和推广,推动超低能耗建筑、低碳建筑规模化发展。加快推进居住建筑和公共建筑节能改造,持续推动老旧供热管网等市政基础设施节能降碳改造。提升城镇建筑和基础设施运行管理智能化水平,加快推广供热计量收费和合同能源管理,逐步开展公共建筑能耗限额管理。到2025年,城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准。

3. 加快优化建筑用能结构。深化可再生能源建筑应用,推广光伏发电与建筑一体化应用。积极推动严寒、寒冷地区清洁取暖,推进热电联产集中供暖,加快工业余热供暖规模化应用,积极稳妥开展核能

供热示范,因地制宜推行热泵、生物质能、地热能、太阳能等清洁低碳供暖。引导夏热冬冷地区科学取暖,因地制宜采用清洁高效取暖方式。提高建筑终端电气化水平,建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑。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%。

4. 推进农村建设和用能低碳转型。推进绿色农房建设,加快农房节能改造。持续推进农村地区清洁取暖,因地制宜选择适宜取暖方式。发展节能低碳农业大棚。推广节能环保灶具、电动农用车辆、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农业生产和农村生活中的应用。加强农村电网建设,提升农村用能电气化水平。

(五) 交通运输绿色低碳行动。(略)

(六) 循环经济助力降碳行动。

抓住资源利用这个源头,大力发展循环经济,全面提高资源利用效率,充分发挥减少资源消耗和降碳的协同作用。

1. 推进产业园区循环化发展。以提升资源产出率和循环利用率为目标,优化园区空间布局,开展园区循环化改造。推动园区企业循环式生产、产业循环式组合,组织企业实施清洁生产改造,促进废物综合利用、能量梯级利用、水资源循环利用,推进工业余压余热、废气废液废渣资源化利用,积极推广集中供气供热。搭建基础设施和公共服务共享平台,加强园区物质流管理。到2030年,省级以上重点产业园区全部实施循环化改造。

2. 加强大宗固废综合利用。提高矿产资源综合开发利用水平和综合利用率,以煤矸石、粉煤灰、尾矿、共伴生矿、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废为重点,支持大掺量、规模化、高值化利用,鼓励应用于替代原生非金属矿、砂石等资源。在确保安全环保前提下,探索将磷石膏应用于土壤改良、井下充填、路基修筑等。推动建筑垃圾资源化利用,推广废弃路面材料原地再生利用。加快推进秸秆高值化利用,完善收储运体系,严格禁烧管控。加快大宗固废综合利用示范建设。到2025年,大宗固废年利用量达到40亿吨左右;到2030年,年利用量达到45亿吨左右。

3. 健全资源循环利用体系。完善废旧物资回收网络,推行“互联网+”回收模式,实现再生资源应收尽收。加强再生资源综合利用行业规范管理,促进产业集聚发展。高水平建设现代化“城市矿产”基地,推动再生资源规范化、规模化、清洁化利用。推进退役动力电池、光伏组件、风电机组叶片等新

兴产业废物循环利用。促进汽车零部件、工程机械、文办设备等再制造产业高质量发展。加强资源再生产品和再制造产品推广应用。到2025年,废钢铁、废铜、废铝、废铅、废锌、废纸、废塑料、废橡胶、废玻璃等9种主要再生资源循环利用量达到4.5亿吨,到2030年达到5.1亿吨。

4. 大力推进生活垃圾减量化资源化。(略)

(七) 绿色低碳科技创新行动。

发挥科技创新的支撑引领作用,完善科技创新体制机制,强化创新能力,加快绿色低碳科技革命。

1. 完善创新体制机制。制定科技支撑碳达峰碳中和行动方案,在国家重点研发计划中设立碳达峰碳中和关键技术与示范等重点专项,采取“揭榜挂帅”机制,开展低碳零碳负碳关键核心技术攻关。将绿色低碳技术创新成果纳入高等学校、科研单位、国有企业有关绩效考核。强化企业创新主体地位,支持企业承担国家绿色低碳重大科技项目,鼓励设施、数据等资源开放共享。推进国家绿色技术交易中心建设,加快创新成果转化。加强绿色低碳技术和产品知识产权保护。完善绿色低碳技术和产品检测、评估、认证体系。

2. 加强创新能力建设和人才培养。组建碳达峰碳中和相关国家实验室、国家重点实验室和国家技术创新中心,适度超前布局国家重大科技基础设施,引导企业、高等学校、科研单位共建一批国家绿色低碳产业创新中心。创新人才培养模式,鼓励高等学校加快新能源、储能、氢能、碳减排、碳汇、碳排放权交易等学科建设和人才培养,建设一批绿色低碳领域未来技术学院、现代产业学院和示范性能源学院。深化产教融合,鼓励校企联合开展产学研合作协同育人项目,组建碳达峰碳中和产教融合发展联盟,建设一批国家储能技术产教融合创新平台。

3. 强化应用基础研究。实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大前沿科技项目,推动低碳零碳负碳技术装备研发取得突破性进展。聚焦化石能源绿色智能开发和清洁低碳利用、可再生能源大规模利用、新型电力系统、节能、氢能、储能、动力电池、二氧化碳捕集利用与封存等重点,深化应用基础研究。积极研发先进核电技术,加强可控核聚变等前沿颠覆性技术研究。

4. 加快先进适用技术研发和推广应用。集中力量开展复杂大电网安全稳定运行和控制、大容量风电、高效光伏、大功率液化天然气发动机、大容量储能、低成本可再生能源制氢、低成本二氧化碳捕集利用与封存等技术创新,加快碳纤维、气凝胶、特种钢材等基础材料研发,补齐关键零部件、元器件、

软件等短板。推广先进成熟绿色低碳技术,开展示范应用。建设全流程、集成化、规模化二氧化碳捕集利用与封存示范项目。推进熔盐储能供热和发电示范应用。加快氢能技术研发和示范应用,探索在工业、交通运输、建筑等领域规模化应用。

(八) 碳汇能力巩固提升行动。

坚持系统观念,推进山水林田湖草沙一体化保护和修复,提高生态系统质量和稳定性,提升生态系统碳汇增量。

1. 巩固生态系统固碳作用。(略)

2. 提升生态系统碳汇能力。实施生态保护修复重大工程。深入推进大规模国土绿化行动,巩固退耕还林还草成果,扩大林草资源总量。强化森林资源保护,实施森林质量精准提升工程,提高森林质量和稳定性。加强草原生态保护修复,提高草原综合植被盖度。加强河湖、湿地保护修复。整体推进海洋生态系统保护和修复,提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力。加强退化土地修复治理,开展荒漠化、石漠化、水土流失综合治理,实施历史遗留矿山生态修复工程。到2030年,全国森林覆盖率达到25%左右,森林蓄积量达到190亿立方米。

3. 加强生态系统碳汇基础支撑。依托和拓展自然资源调查监测体系,利用好国家林草生态综合监测评价成果,建立生态系统碳汇监测核算体系,开展森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等碳汇本底调查、碳储量评估、潜力分析,实施生态保护修复碳汇成效监测评估。加强陆地和海洋生态系统碳汇基础理论、基础方法、前沿颠覆性技术研究。建立健全能够体现碳汇价值的生态保护补偿机制,研究制定碳汇项目参与全国碳排放权交易相关规则。

4. 推进农业农村减排固碳。(略)

(九) 绿色低碳全民行动。

增强全民节约意识、环保意识、生态意识,倡导简约适度、绿色低碳、文明健康的生活方式,把绿色理念转化为全体人民的自觉行动。

1. 加强生态文明宣传教育。将生态文明教育纳入国民教育体系,开展多种形式的资源环境国情教育,普及碳达峰、碳中和基础知识。加强对公众的生态文明科普教育,将绿色低碳理念有机融入文艺作品,制作文创产品和公益广告,持续开展世界地球日、世界环境日、全国节能宣传周、全国低碳日等主题宣传活动,增强社会公众绿色低碳意识,推动生态文明理念更加深入人心。

2. 推广绿色低碳生活方式。坚决遏制奢侈浪费和不合理消费,着力破除奢靡铺张的歪风陋习,坚决制止餐饮浪费行为。在全社会倡导节约用能,开

展绿色低碳社会行动示范创建,深入推进绿色生活创建行动,评选宣传一批优秀示范典型,营造绿色低碳生活新风尚。大力发展绿色消费,推广绿色低碳产品,完善绿色产品认证与标识制度。提升绿色产品在政府采购中的比例。

3. 引导企业履行社会责任。引导企业主动适应绿色低碳发展要求,强化环境责任意识,加强能源资源节约,提升绿色创新水平。重点领域国有企业特别是中央企业要制定实施企业碳达峰行动方案,发挥示范引领作用。重点用能单位要梳理核算自身碳排放情况,深入研究碳减排路径,“一企一策”制定专项工作方案,推进节能降碳。相关上市公司和发债企业要按照环境信息依法披露要求,定期公布企业碳排放信息。充分发挥行业协会等社会团体作用,督促企业自觉履行社会责任。

4. 强化领导干部培训。将学习贯彻习近平生态文明思想作为干部教育培训的重要内容,各级党校(行政学院)要把碳达峰、碳中和相关内容列入教学计划,分阶段、多层次对各级领导干部开展培训,普及科学知识,宣讲政策要点,强化法治意识,深化各级领导干部对碳达峰、碳中和工作重要性、紧迫性、科学性、系统性的认识。从事绿色低碳发展相关工作的领导干部要尽快提升专业素养和业务能力,切实增强推动绿色低碳发展的本领。

(十) 各地区梯次有序碳达峰行动。

各地区要准确把握自身发展定位,结合本地区经济社会发展实际和资源环境禀赋,坚持分类施策、因地制宜、上下联动,梯次有序推进碳达峰。

1. 科学合理确定有序达峰目标。碳排放已经基本稳定的地区要巩固减排成果,在率先实现碳达峰的基础上进一步降低碳排放。产业结构较轻、能源结构较优的地区要坚持绿色低碳发展,坚决不走依靠“两高”项目拉动经济增长的老路,力争率先实现碳达峰。产业结构偏重、能源结构偏煤的地区和资源型地区要把节能降碳摆在突出位置,大力优化调整产业结构和能源结构,逐步实现碳排放增长与经济增长脱钩,力争与全国同步实现碳达峰。

2. 因地制宜推进绿色低碳发展。各地区要结合区域重大战略、区域协调发展战略和主体功能区战略,从实际出发推进本地区绿色低碳发展。京津冀、长三角、粤港澳大湾区等区域要发挥高质量发展动力源和增长极作用,率先推动经济社会发展全面绿色转型。长江经济带、黄河流域和国家生态文明试验区要严格落实生态优先、绿色发展战略导向,在绿色低碳发展方面走在全国前列。中西部和东北地区要着力优化能源结构,按照产业政策和能耗双控

要求,有序推动高耗能行业向清洁能源优势地区集中,积极培育绿色发展动能。

3. 上下联动制定地方达峰方案。各省、自治区、直辖市人民政府要按照国家总体部署,结合本地区资源环境禀赋、产业布局、发展阶段等,坚持全国一盘棋,不抢跑,科学制定本地区碳达峰行动方案,提出符合实际、切实可行的碳达峰时间表、路线图、施工图,避免“一刀切”限电限产或运动式“减碳”。各地区碳达峰行动方案经碳达峰碳中和工作领导小组综合平衡、审核通过后,由地方自行印发实施。

4. 组织开展碳达峰试点建设。加大中央对地方推进碳达峰的支持力度,选择100个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设,在政策、资金、技术等方面对试点城市和园区给予支持,加快实现绿色低碳转型,为全国提供可操作、可复制、可推广的经验做法。

四、国际合作

(一) 深度参与全球气候治理。大力宣传习近平生态文明思想,分享中国生态文明、绿色发展理念与实践经验,为建设清洁美丽世界贡献中国智慧、中国方案、中国力量,共同构建人与自然生命共同体。主动参与全球绿色治理体系建设,坚持共同但有区别的责任原则、公平原则和各自能力原则,坚持多边主义,维护以联合国为核心的国际体系,推动各方全面履行《联合国气候变化框架公约》及其《巴黎协定》。积极参与国际航运、航空减排谈判。

(二) 开展绿色经贸、技术与金融合作。优化贸易结构,大力发展高质量、高技术、高附加值绿色产品贸易。加强绿色标准国际合作,推动落实合格评定合作和互认机制,做好绿色贸易规则与进出口政策的衔接。加强节能环保产品和服务进出口。加大绿色技术合作力度,推动开展可再生能源、储能、氢能、二氧化碳捕集利用与封存等领域科研合作和技术交流,积极参与国际热核聚变实验堆计划等国际大科学工程。深化绿色金融国际合作,积极参与碳定价机制和绿色金融标准体系国际宏观协调,与有关各方共同推动绿色低碳转型。

(三) 推进绿色“一带一路”建设。秉持共商共建共享原则,弘扬开放、绿色、廉洁理念,加强与共建“一带一路”国家的绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作,提高境外项目环境可持续性,打造绿色、包容的“一带一路”能源合作伙伴关系,扩大新能源技术和产品出口。发挥“一带一路”绿色发展国际联盟等合作平台作用,推动实施《“一带一路”绿色投资原则》,推进“一带一路”应对气候变化南南合作计划和“一带一路”科技创新行

动计划。

五、政策保障

(一) 建立统一规范的碳排放统计核算体系。加强碳排放统计核算能力建设,深化核算方法研究,加快建立统一规范的碳排放统计核算体系。支持行业、企业依据自身特点开展碳排放核算方法学研究,建立健全碳排放计量体系。推进碳排放实测技术发展,加快遥感测量、大数据、云计算等新兴技术在碳排放实测技术领域的应用,提高统计核算水平。积极参与国际碳排放核算方法研究,推动建立更为公平合理的碳排放核算方法体系。

(二) 健全法律法规标准。构建有利于绿色低碳发展的法律体系,推动能源法、节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法、清洁生产促进法等制定修订。加快节能标准更新,修订一批能耗限额、产品设备能效强制性国家标准和工程建设标准,提高节能降碳要求。健全可再生能源标准体系,加快相关领域标准制定修订。建立健全氢制、储、输、用标准。完善工业绿色低碳标准体系。建立重点企业碳排放核算、报告、核查等标准,探索建立重点产品全生命周期碳足迹标准。积极参与国际能效、低碳等标准制定修订,加强国际标准协调。

(三) 完善经济政策。各级人民政府要加大对碳达峰、碳中和工作的支持力度。建立健全有利于绿色低碳发展的税收政策体系,落实和完善节水、资源综合利用等税收优惠政策,更好发挥税收对市场主体绿色低碳发展的促进作用。完善绿色电价政策,健全居民阶梯电价制度和分时电价政策,探索建立分时电价动态调整机制。完善绿色金融评价机制,建立健全绿色金融标准体系。大力发展绿色贷款、绿色股权、绿色债券、绿色保险、绿色基金等金融工具,设立碳减排支持工具,引导金融机构为绿色低碳项目提供长期限、低成本资金,鼓励开发性政策性金融机构按照市场化法治化原则为碳达峰行动提供长期稳定融资支持。拓展绿色债券市场的深度和广度,支持符合条件的绿色企业上市融资、挂牌融资和再融资。研究设立国家低碳转型基金,支持传统产业和资源富集地区绿色转型。鼓励社会资本以市场化方式设立绿色低碳产业投资基金。

(四) 建立健全市场化机制。发挥全国碳排放权交易市场作用,进一步完善配套制度,逐步扩大交易行业范围。建设全国用能权交易市场,完善用能权有偿使用和交易制度,做好与能耗双控制度的衔接。统筹推进碳排放权、用能权、电力交易等市场建设,加强市场机制间的衔接与协调,将碳排放权、

用能权交易纳入公共资源交易平台。积极推行合同能源管理,推广节能咨询、诊断、设计、融资、改造、托管等“一站式”综合服务模式。

六、组织实施

- (一) 加强统筹协调。(略)
- (二) 强化责任落实。(略)
- (三) 严格监督考核。(略)

国家发展改革委等部门

关于印发《“十四五”全国清洁生产推行方案》的通知

发改环资〔2021〕1524号

各省、自治区、直辖市人民政府,国务院有关部门:

《“十四五”全国清洁生产推行方案》已经国务院同意,现印发给你们,请结合实际抓好贯彻落实。

国家发展改革委 生态环境部 工业和信息化部 科技部 财政部
住房和城乡建设部 交通运输部 农业农村部 商务部 市场监管总局
2021年10月29日

“十四五”全国清洁生产推行方案(节选)

推行清洁生产是贯彻落实节约资源和保护环境基本国策的重要举措,是实现减污降碳协同增效的重要手段,是加快形成绿色生产方式、促进经济社会发展全面绿色转型的有效途径。为贯彻落实清洁生产促进法、“十四五”规划和2035年远景目标纲要,加快推行清洁生产,制定本方案。

一、总体要求

(一) 指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神,深入贯彻习近平生态文明思想,按照党中央、国务院决策部署,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,以节约资源、降低能耗、减污降碳、提质增效为目标,以清洁生产审核为抓手,系统推进工业、农业、建筑业、服务业等领域清洁生产,积极实施清洁生产改造,探索清洁生产区域协同推进模式,培育壮大清洁生产产业,促进实现碳达峰、碳中和目标,助力美丽中国建设。

(二) 主要目标。到2025年,清洁生产推行制度体系基本建立,工业领域清洁生产全面推行,农业、服务业、建筑业、交通运输业等领域清洁生产进一步深化,清洁生产整体水平大幅提升,能源资源利用效率显著提高,重点行业主要污染物和二氧化碳碳排放强度明显降低,清洁生产产业不断壮大。

到2025年,工业能效、水效较2020年大幅提

升,新增高效节水灌溉面积6000万亩。化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物(VOCs)排放总量比2020年分别下降8%、8%、10%、10%以上。全国废旧农膜回收率达85%,秸秆综合利用率稳定在86%以上,畜禽粪污综合利用率达到80%以上。城镇新建建筑全面达到绿色建筑标准。

二、突出抓好工业清洁生产(略)

三、加快推行农业清洁生产(略)

四、积极推动其他领域清洁生产(节选)

(十) 推动建筑业清洁生产。持续提高新建建筑节能标准,加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展,推进城镇既有建筑和市政基础设施节能改造。推广可再生能源建筑,推动建筑用能电气化和低碳化。加强建筑垃圾源头管控,实施工程建设全过程绿色建造。推广使用再生骨料及再生建材,促进建筑垃圾资源化利用。将房屋建筑和市政工程施工工地扬尘污染防治纳入建筑业清洁生产管理范畴。

(十一) 推进服务业清洁生产。以清洁生产为重要抓手,着力提升城市服务业绿色化水平。餐饮、娱乐、住宿、仓储、批发、零售等服务性企业要坚持清洁生产理念,应当采用节能、节水和其他有利于环境保护的技术和设备,改善服务规程,减少一次性物品的使用。推进宾馆、酒店等场所一次性塑料用品禁限工作。从严控制洗浴、高尔夫球场、人工滑雪场等高耗水服务业用水,推动高耗水服务业

优先利用再生水、雨水等非常规水源，全面推广循环用水技术工艺。推进餐饮油烟治理、厨余垃圾资源化利用。

（十二）加强交通运输领域清洁生产。

五、加强清洁生产科技创新和产业培育（节选）

（十三）加强科技创新引领。加强清洁生产领域基础研究和应用技术创新性研究。围绕工业产品绿色设计、能源清洁高效低碳安全利用、污水资源化、农业节水灌溉控制、多污染物协同减排、固体废弃物资源化等方向，突破一批核心关键技术，研制一批重大技术装备。

（十四）推动清洁生产技术装备产业化。积极引导、支持企业开发具有自主知识产权的清洁生产技术和装备，着力提高供给能力。发挥清洁生产相关协会和联盟等平台作用，大力推进源头减量、过程控制、末端治理等清洁生产技术装备应用，加快

清洁生产关键共性技术装备的产业化发展。

（十五）大力发展清洁生产服务业。

六、深化清洁生产推行模式创新（节选）

（十六）创新清洁生产审核管理模式。鼓励各地探索推行企业清洁生产审核分级管理模式，对高耗能、高耗水、高排放的企业以及生产、使用、排放涉及优先控制化学品名录中所列化学物质的企业严格实施清洁生产审核，对其他企业可适当简化审核工作程序。鼓励企业开展自愿性清洁生产评价认证，对通过评价认证且满足清洁生产审核要求的，视同开展清洁生产审核。积极推动清洁生产审核与节能审查、节能监察、环境影响评价和排污许可等管理制度有效衔接。鼓励有条件的地区开展行业、园区和产业集群整体审核试点。研究将碳排放指标纳入清洁生产审核。

七、组织保障（略）

中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见（节选）

良好生态环境是实现中华民族永续发展的内在要求，是增进民生福祉的优先领域，是建设美丽中国的重要基础。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央全面加强对生态文明建设和生态环境保护的领导，开展了一系列根本性、开创性、长远性工作，推动污染防治的措施之实、力度之大、成效之显著前所未有，污染防治攻坚战阶段性目标任务圆满完成，生态环境明显改善，人民群众获得感显著增强，厚植了全面建成小康社会的绿色底色和质量成色。同时应该看到，我国生态环境保护结构性、根源性、趋势性压力总体上尚未根本缓解，重点区域、重点行业污染问题仍然突出，实现碳达峰、碳中和任务艰巨，生态环境保护任重道远。为进一步加强生态环境保护，深入打好污染防治攻坚战，现提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，坚持以人民为中心的发展思想，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，以实现减污降碳协同增效为总抓手，以改善生态环境质量为核心，以精准治污、科学治污、依法治污为工作方针，统筹污染治理、生态保护、应对气候变化，保持力度、延伸深度、拓宽广度，以更高标准打好蓝天、碧水、净土保卫战，

以高水平保护推动高质量发展、创造高品质生活，努力建设人与自然和谐共生的美丽中国。

（二）工作原则（略）

（三）主要目标

到2025年，生态环境持续改善，主要污染物排放总量持续下降，单位国内生产总值二氧化碳排放比2020年下降18%，地级及以上城市细颗粒物（PM_{2.5}）浓度下降10%，空气质量优良天数比率达到87.5%，地表水Ⅰ—Ⅲ类水体比例达到85%，近岸海域水质优良（一、二类）比例达到79%左右，重污染天气、城市黑臭水体基本消除，土壤污染风险得到有效管控，固体废物和新污染物治理能力明显增强，生态系统质量和稳定性持续提升，生态环境治理体系更加完善，生态文明建设实现新进步。

到2035年，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

二、加快推动绿色低碳发展（节选）

（四）深入推进碳达峰行动。处理好减污降碳和能源安全、产业链供应链安全、粮食安全、群众正常生活的关系，落实2030年应对气候变化国家自主贡献目标，以能源、工业、城乡建设、交通运输等领域和钢铁、有色金属、建材、石化化工等行业为重点，深入开展碳达峰行动。在国家统一规划的前提下，支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰。统筹建立二氧化碳排放总量控制制度。

建设完善全国碳排放权交易市场,有序扩大覆盖范围,丰富交易品种和交易方式,并纳入全国统一公共资源交易平台。加强甲烷等非二氧化碳温室气体排放管控。制定国家适应气候变化战略2035。大力推进低碳和适应气候变化试点工作。健全排放源统计调查、核算核查、监管制度,将温室气体管控纳入环评管理。

(五)聚焦国家重大战略打造绿色发展高地。强化京津冀协同发展生态环境联防联控,打造雄安新区绿色高质量发展“样板之城”。积极推动长江经济带成为我国生态优先绿色发展主战场,深化长三角地区生态环境共保联治。扎实推动黄河流域生态保护和高质量发展。加快建设美丽粤港澳大湾区。加强海南自由贸易港生态环境保护和建设。

(六)推动能源清洁低碳转型。在保障能源安全的前提下,加快煤炭减量步伐,实施可再生能源替代行动。“十四五”时期,严控煤炭消费增长,非化石能源消费比重提高到20%左右,京津冀及周边地区、长三角地区煤炭消费量分别下降10%、5%左右,汾渭平原煤炭消费量实现负增长。原则上不再新增自备燃煤机组,支持自备燃煤机组实施清洁能源替代,鼓励自备电厂转为公用电厂。坚持“增气减煤”同步,新增天然气优先保障居民生活和清洁取暖需求。提高电能占终端能源消费比重。重点区域的平原地区散煤基本清零。有序扩大清洁取暖试点城市范围,稳步提升北方地区清洁取暖水平。

(七)坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展。(略)

(八)推进清洁生产和能源资源节约高效利用。引导重点行业深入实施清洁生产改造,依法开展自愿性清洁生产评价认证。大力推行绿色制造,构建资源循环利用体系。推动煤炭等化石能源清洁高效利用。加强重点领域节能,提高能源使用效率。实施国家节水行动,强化农业节水增效、工业节水减排、城镇节水降损。推进污水资源化利用和海水淡化规模化利用。

(九)加强生态环境分区管控。(略)

(十)加快形成绿色低碳生活方式。(略)

三、深入打好蓝天保卫战(节选)

(十一)着力打好重污染天气消除攻坚战。聚焦秋冬季细颗粒物污染,加大重点区域、重点行业结构调整和污染治理力度。京津冀及周边地区、汾渭平原持续开展秋冬季大气污染综合治理专项行动。东北地区加强秸秆禁烧管控和采暖燃煤污染治理。

天山北坡城市群加强兵地协作,钢铁、有色金属、化工等行业参照重点区域执行重污染天气应急减排措施。科学调整大气污染防治重点区域范围,构建省市县三级重污染天气应急预案体系,实施重点行业企业绩效分级管理,依法严厉打击不落实应急减排措施行为。到2025年,全国重度及以上污染天数比率控制在1%以内。

(十二)着力打好臭氧污染防治攻坚战。(略)

(十三)持续打好柴油货车污染治理攻坚战。(略)

(十四)加强大气面源和噪声污染治理。(略)

四、深入打好碧水保卫战(略)

五、深入打好净土保卫战(略)

六、切实维护生态环境安全(略)

七、提高生态环境治理现代化水平

(三十二)全面强化生态环境法治保障。完善生态环境保护法律法规和适用规则,在法治轨道上推进生态环境治理,依法对生态环境违法犯罪行为严惩重罚。推进重点区域协同立法,探索深化区域执法协作。完善生态环境标准体系,鼓励有条件的地方制定出台更加严格的标准。健全生态环境损害赔偿制度。深化环境信息依法披露制度改革。加强生态环境保护法律宣传普及。强化生态环境行政执法与刑事司法衔接,联合开展专项行动。

(三十三)健全生态环境经济政策。扩大环境保护、节能节水等企业所得税优惠目录范围,完善绿色电价政策。大力发展绿色信贷、绿色债券、绿色基金,加快发展气候投融资,在环境高风险领域依法推行环境污染强制责任保险,强化对金融机构的绿色金融业绩评价。加快推进排污权、用能权、碳排放权市场化交易。全面实施环保信用评价,发挥环境保护综合名录的引导作用。完善市场化多元化生态保护补偿,推动长江、黄河等重要流域建立全流域生态保护补偿机制,建立健全森林、草原、湿地、沙化土地、海洋、水流、耕地等领域生态保护补偿制度。

(三十四)完善生态环境资金投入机制。(略)

(三十五)实施环境基础设施补短板行动。(略)

(三十六)提升生态环境监管执法效能。(略)

(三十七)建立完善现代化生态环境监测体系。(略)

(三十八)构建服务型科技创新体系。(略)

八、加强组织实施(略)

空压机余热、太阳能与空气能系统联合应用 节能效益分析

山东事为能源科技有限公司 邢金成 孙燕 刘兆磊 于兴荣 周浩

〔摘要〕节约能源是我国的一项基本国策，为推动全社会展开节能降耗，缓解能源瓶颈的制约，建设节能型社会，国家发改委制定了《节能中长期专项规划》，并在2004年向全社会发布。该“规划”明确指出：能源是战略资源，是全面建设小康社会的重要物质基础的能源约束问题，必须坚持节约优先。多种能源形式结合、多能互补的解决方案，被提到一个极其重要的地位。太阳能、空气能是当前应用最广泛的清洁能源，在矿区等有余热的场所充分利用回收的余热能带来很高的经济效益、环保效益和社会效益。

〔关键词〕空压机余热回收；太阳能；空气能；生活热水；节能；环保

清洁能源受到了整个社会的关注，太阳能、空气能作为常见的可再生能源，在我国具有悠久的历史 and 很好的应用基础。工业余热是一种低品位能源，其成本较低，余热利用在技术和经济上均具有较好的可行性。在洗煤厂等工矿企业，使用压缩空气的生产工艺稳定，空压机余热回收系统有稳定而连续的余热源。

本文通过实际案例，系统的阐述了空压机余热回收系统、太阳能与空气能热泵系统联合制备洗浴热水的工程案例和节能效益，以供同行交流学习。

1 原有的洗浴热水系统

本案例为西安某洗煤厂的洗浴热水改造项目，洗煤厂洗浴人数每天约1000人，共有4个浴池和1个淋浴场所，热水用量共计为420t/d。洗煤厂采用6台150kW管壳式电加热设备制取50℃热水，存储在保温水箱中，用水时段水泵加压输送热水。用水时段及热水用量见表1，改造前该企业制取洗浴热水运行费用见表2。

2 改造后的洗浴热水系统

本案例改造方案为：利用空压机余热、太阳能与空气能系统联合制取洗浴热水。

改造后的热水系统图见图1。

（一）空压机余热回收热水系统

在压缩机生产压缩空气的同时，也将供应给它的能量（电能）转变成了热能^[1]。据统计，转化成势能的电能约占输入电能的15%左右，而转化成热能的电能却高达输入电能的85%左右^[2]。本案例洗煤厂的空压机站有4台额定功率N=315kW，产气量62m³/min连续运行的螺杆式空压机，空压机每天加载16小时。洗煤厂根据工艺需求，准备新增2台空压机。本案例对4台空压机做如下改造：

表1 用水时段及热水用量

序号	每天洗浴时间段	热水用量
1	7:00-9:00	80t
2	13:00-14:00	80t
3	16:00-18:00	140t
4	23:00-1:30	120t
合计		420t

表2 改造前该企业制取洗浴热水运行费用

序号	类别	项目名称	单位	数量	年运行费用小计 (万元)
1	水泵耗电	配套电机	kW	30	16.1
		每天运行时间	h	21	
		年用电量	10 ⁴ kWh	23	
		电价	元	0.7	
2	软化水处理 (硅磷晶)	软化水用量	t/d	420	4.6
		处理费	元 /t	0.3	
		年处理量	10 ⁴ t	15.3	
3	电加热消耗 电量	电价	元 /kWh	0.7	483
		年用电量	10 ⁴ kWh	690	
合计：504 万元					

用不锈钢板式换热器与原有风冷冷却器并联。在热水系统使用率高的情况下，关闭风冷冷却器，开启板式换热器，板式换热器采用冷却水做换热介质。换热后，高温侧的润滑油重新回到空压机。低温侧的冷水温度升高，被输送到100m³循环加热水箱，当加热水箱的水温达到设定的50℃时，自动启动热水加压泵，将加热水箱的水输送到250m³的不锈钢双层保温水箱中。在热水系统使用率不高的情况下，为保证空压机正常运行，风冷冷却器运行，板式换热器停止运行。

润滑油经油气分离器时，以排气温度的平均值

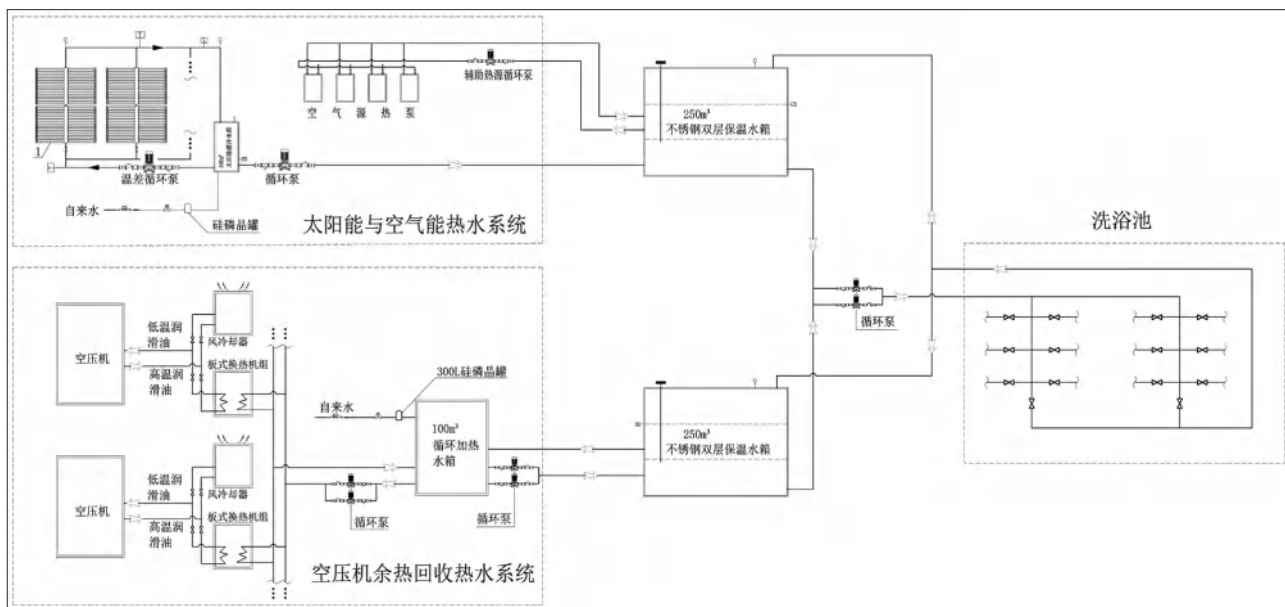


图1 改造后的热水系统

作为高温润滑油进入板式换热器的入口温度 t_{mc} 。洗煤厂每日对空压机电子显示屏记录的空气排气温度的统计见表3。

表3 空气排气温度

日期	6号	7号	8号	9号	10号	11号	12号	13号	14号	15号
油温 (°C/天)	87	89.2	91	91.4	90.8	88.7	89	92.3	90.2	91

取平均值, $t_{mc}=90^{\circ}\text{C}$ 。回油温度 t_{mc} 取 49°C , 润滑油回油温度需维持在 $40\sim 70^{\circ}\text{C}$ 之间, 温度过高影响空压机产气效果, 过低则回油不畅。

本项目冷水采用市政供水, 冷水水温 $t_c=15^{\circ}\text{C}$, 加热后热水水温 $t_z=50^{\circ}\text{C}$ (洗浴用水最舒适温度)。洗煤厂空压机工作时段为 15:30-7:00, 热水制取时间集中在晚上, 板式换热器制取的热水存储在 250m^3 的不锈钢保温水箱中。4 台空压机每天工作时间按照 16 小时考虑, 经计算, 余热回收装置制取的热水量为: $210\text{m}^3/\text{d}$ 。

计算过程如下:

本案例忽略当地大气压力和空气饱和水蒸气分压力对空压机实际产气量的影响, 单台空压机换热量, 根据空气绝热压缩公式:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1)$$

$$T_2 = \left[\frac{(10 + 273.15)}{(97910 + 750000)}\right]^{\frac{0.4}{1.4}} = 506.6\text{K} = 233^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

式中 T_1 、 T_2 为空气压缩前后温度, T_1 取机房内空气平均温度取 10°C ; P_1 、 P_2 为空气压缩前后压力, P_1 取 97910Pa , P_2 取 750000Pa ; k 为绝热系数, 取 1.4。

计算润滑油与空气的换热负荷:

$$Q = c_q q_a (T_2 - T_1) = 1.005 \times \left(\frac{62}{60}\right) \times (233 - 90) = 148.51\text{kW}$$

在不考虑其他热损失的情况下, 可以近似认为压缩机的热量全部被润滑油吸收。

润滑油进入板式换热器与冷水进行热交换, 可求出单台板式换热器冷水质量流量:

$$G = 0.9 \times \frac{0.86 \times Q}{\Delta t} = 0.9 \times \frac{0.86 \times 148.51}{(50 - 15)} = 3.285\text{m}^3/\text{h}$$

式中 0.9 为换热器热效率, 4 台空压机每天工作时间 16 小时制取热水 $3.285 \times 16 \times 4 = 210\text{m}^3$ 。

在空压机房的梁下吊装 4 台产热量为 $0.872\text{m}^3/\text{h}$ 的热回收空调热水一体机, 其对空压机站房内的高温空气进行降温并制取热水, 提高了站房环境的舒适性并增加了热水产量。该热回收空调热水一体机制取的热水进入空压机板式换热器系统的 100m^3 循环加热水箱。

(二) 太阳能与空气能热水系统

在洗煤厂的办公楼、洗浴楼及招待楼等共六栋楼的平屋顶安装太阳能平板集热器总面积约为 4000m^2 。本项目冷水采用市政供水, 水温按 15°C 计; 加热后热水水温按 50°C (洗浴用水最舒适温度) 计。太阳能热水系统平均热水产量为 $280\text{m}^3/\text{d}$ 。

考虑雨雪天气等工况下太阳能的制热量无法完全保障, 本项目配置了 9 台 50HP 空气源热泵 (低温型) 作为太阳能热水系统的辅助热源, 其在白天工作 8 小时可制取热水: $9 \times 0.86 \times 130 / (50 - 15) \times 8 = 230\text{m}^3$, 可保障整个热水系统的稳定可靠运行。

太阳能热水系统设计日产热水量为:

$$q_{rd} = A_{jz} \times \frac{J_t \times \eta_j (1 - \eta_i)}{C \times \rho_r \times (t_r - t_i) \times f} = 280262 \text{ L/d} = 280 \text{ m}^3/\text{d}$$

式中: f —太阳能保证率, 取 50%;

J_t —集热器平均日太阳辐照量, 取 $11878 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{d}$;

η_j —集热器年平均集热效率, 取 50%;

C —水的比热, 取 $4.187 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$;

ρ_r —热水密度, 取 0.9833 kg/L ,

η_i —热损失效率, 取 15%;

q_{rd} —集热器平均日产热水量, 取 $50 \text{ L/(m}^2 \cdot \text{d)}$;

q_{gz} —集热器对应的工质流量, 取 $0.015 \text{ L/(s} \cdot \text{m}^2)$;

A_{jz} —集热器面积, 4000 m^2 。

上述 (一) 和 (二) 的 2 个 250 m^3 的不锈钢双层保温水箱位于同一地坪高度近距离设置, 2 个保温水箱通过热水加压水泵的吸水母管连通, 其增强了整个热水系统供水的可靠性。整个系统制取的热水量满足洗煤厂洗浴用水的需求。

该案例的改造投资见表 4, 系统运行费用见表 5。

表 4 改造投资

序号	项目名称	投资 (万元)
1	空压机余热回收装置 (板式油-水换热机组)	8
2	9 台 50HP 空气源热泵	84
3	太阳能热水系统	400
4	热回收空调热水一体机	1
5	水处理设备、管道、保温等	7
6	保温水箱和变频供水系统	18
7	配电柜和集控系统	6
合计		524 万元

3 总结

综合上述, 得出如下结论:

结论 1: 该案例投资回收期约 2 年, 投资回报率

表 5 系统运行费用

序号	类别	项目名称	单位	数量	年运行费用小计 (万元)
1	水泵耗电	额定功率	kW	60	27.6
		每天运行时间	h	18	
		年用电量	10 ⁴ kWh	52.56	
		电价	元	0.7	
2	软化水处理	软化水用量	t/d	420	4.6
		处理费	元/t	0.3	
		年处理量	t	15.3 万吨	
3	空气源热泵 耗电量	额定功率	kW	38	35
		每天运行时间	h	8	
		年用电量（使用 率为 0.5）	10 ⁴ kWh	49.9	
合计: 67.2 万元					

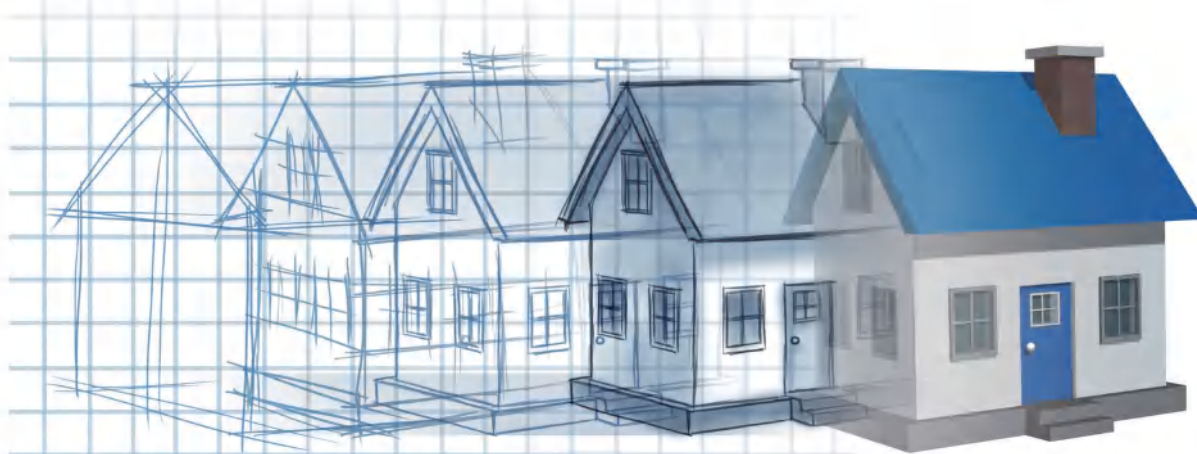
较高。

结论 2: 该案例改造后每年的运行费用为改造前的 13.3%, 节能效益显著。

结论 3: 空压机余热回收系统的单台板式换热器回收热量占空压机额定功率的 42% 左右, 约为理论可回收热量的 50%, 其热交换过程仍有大量热损失, 符合热力学第二定律。

参考文献

- [1] 李宗耀. 纺织空压技术 [M]. 北京: 中国纺织出版社. 2011.
- [2] 申绪兵, 杜子学, 刘应清. 太阳辐射对微型面包车车室内温度场及空调热负荷的影响 [J]. 制冷与空调 2002 (4): 29-31.
- [3] 邢金成. 厨房专用空调热水一体机的应用研究. 节能 2014 (4): 51-52.
- [4] 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》(GB50364-2018)。
- [5] 《换热器选用与安装》(14R105)。



浅析吸收式换热机组在扩建项目中的应用

同圆设计集团有限公司 梁丽敏

〔摘要〕本文介绍了吸收式换热机组的工作原理，并通过对山东某高校锅炉房改造工程案例的经济分析及实际运行效果总结，肯定了吸收式换热技术在解决城市供热管网供热能力不足问题上的积极作用。

〔关键词〕吸收式换热；温驱换热；烟驱换热

1 前言

随着我国城市化进程的不断发展和城市建设已从单纯的向城市周边地域扩建发展，转向对城市中心相对老、旧建筑的升级改造，表现为对老、旧建筑拆除后新建各种业态的大体量建筑综合体。随着老城区内新、扩建项目的不断增多，冬季对一次热源流量需求也随之变大，但城市中心的热力管网并没有随着城市建设同步发展，出现了供热管网供热能力不足的问题。解决换热站供热能力不足的常见方法，一是增加一次水侧的流量，二是提高一次水侧的水温，三是为新建、扩建项目单独配制空气源热泵热水机组。增加一次水的流量意味着对城市供热管网系统改造或者新建，供热管网作为城市基础设施，改造难度极大；另一方面，提高一次水的温度需考虑管网系统的耐温承压能力以及热电厂的电力失衡等问题；空气源热泵热水机组受制于室外环境温度，当冬季室外温度过低时影响机组出水温度及出水量，无法保证供热系统的稳定性；因此以上提出的解决换热站供热能力不足问题的措施都难以实现。城市热网属于市政建设项目，对热网进行改造或者新建热网，因涉及到热电厂、热力运营商、市政建设、居民用暖质量等方方面面的问题，牵涉面广，民生影响大而困难重重，为此，本文介绍了一种提高换热站换热能力的技术措施——吸收式换热，来解决热网输送能力不足、供热扩容等问题。

2 吸收式换热的基本原理

2.1 温驱换热（Temperature Difference Driving Heat Transfer）

传统的换热技术，如板式换热器，是一种温差驱动的换热形式，如图1所示，无论换热器的传热系数有多高，换热面积有多大，换热过程一次水的降温极限就是二次水的进口温度；而且越接近这个极限所花费的代价越高，换热面积和流动阻力将呈指数形式急剧增加。因此合理经济的换热温度一般要求一次水出口温度比二次水进口温度要高出10~20℃左右，通常一次水110℃~70℃，二次水45℃~60℃。温差驱动换热的温度极限是限制一次水

总放热量与载热能力的本质原因。

2.2 烟驱换热（Exergy Flow Driving Heat Transfer）

烟驱换热的原理如图2所示。烟驱换热在高温换热段攫取一次水的烟流，并在低温换热段将之用于驱动热量从低温传向高温（热泵原理），扩大一次水的降温极限，在一次水流量不变、管网系统不变的条件下，增大总放热量和管网的载热能力，在有限换热面积条件下，实现一次水出口温度比二次水进口温度更低。在合理经济的前提下，采用吸收式烟驱换热技术，一次水出口温度可比二次水进口温度要低出10℃左右，通常一次水110℃~35℃，二次水45℃~60℃。

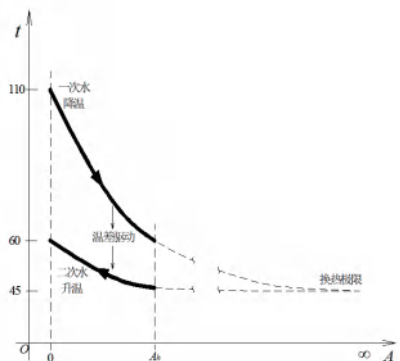


图1 温差驱动换热原理图

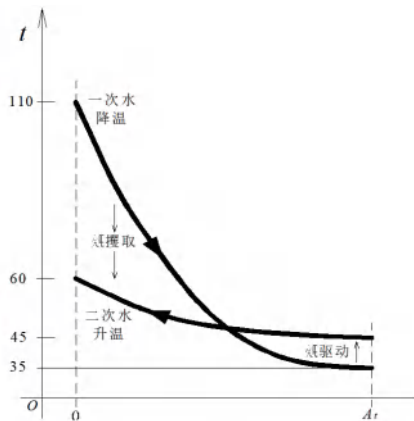


图2 烟驱换热原理图

2.3 吸收式换热机组的工作原理

吸收式换热机组，是将吸收式热泵原理应用于换热机组，实质上是一台溴化锂吸收式热泵机组并联一台温驱板式换热器的优化集成设备。溴化锂吸收式热泵机组属于第一类吸收式热泵，也称增热型热泵，既利用少量的高温热源（如蒸汽、高温热水、可燃性气体燃烧热等）为驱动热源，溴化锂溶液为吸收剂，水为制冷剂，回收利用低温热源的热能，制取所需要的工艺或采暖用高温热媒，实现热量由低温向高温传递的设备。

一次水在溴化锂吸收式热泵机组的发生器中充当驱动热源之后（图3），再进入温驱板式换热器（水水热交换器）内进一步降温，然后再进入溴化锂吸

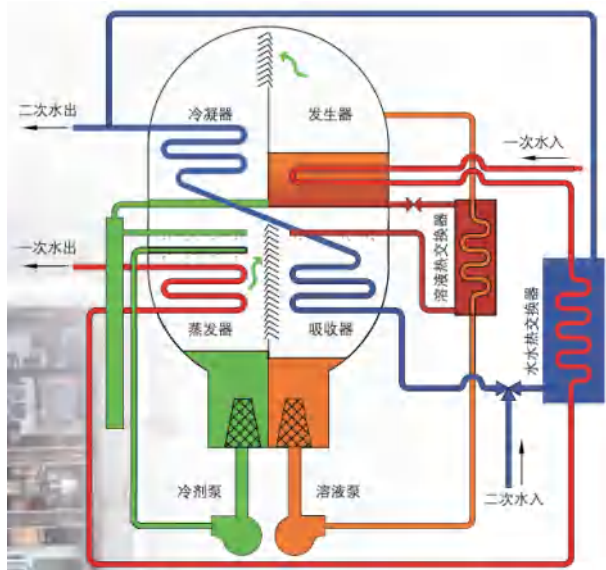


图3 吸收式换热机组介质流向示意图

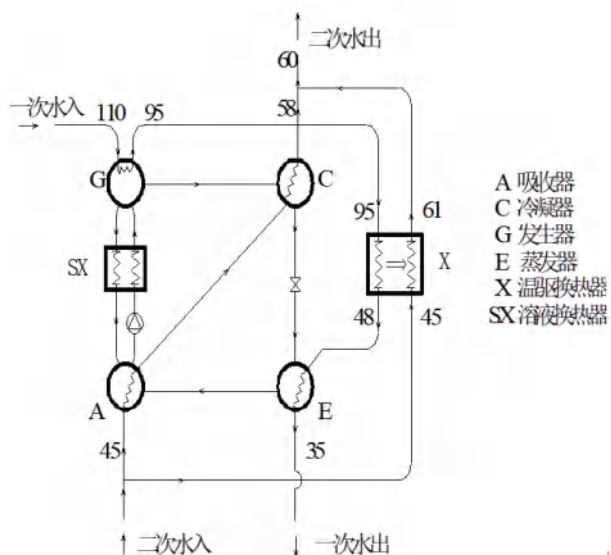


图4 吸收式换热机组一二次水侧温度变化图

收式热泵机组的蒸发器内充当低位热源。二次水分成两股，一股进入溴化锂吸收式热泵机组分别流经吸收器和冷凝器，充当冷却水而被加热；另一股进入温驱板式换热器（水水热交换器）而被加热；最后两股二次水混合，实现二次水的综合加热。由于一次水既充当驱动热源，又充当低位热源，而且还参与温驱板式换热器的换热过程，实现一次水出水温度低于二次水的进口温度，在相同管网和流量条件下，可以大幅增加换热站的供热能力。

2.4 吸收式换热机组的基本构成

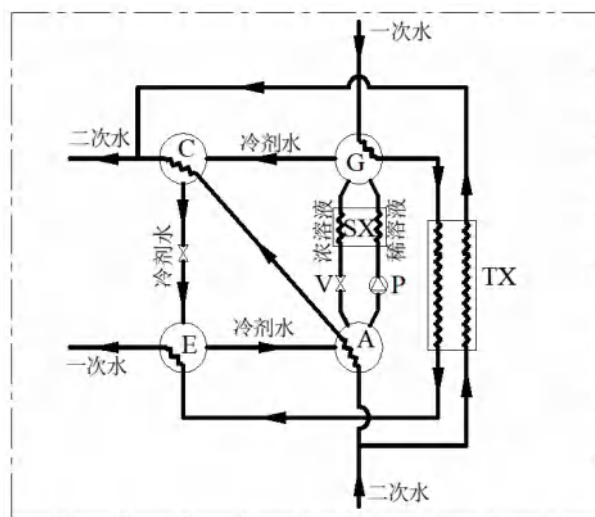


图5 吸收式换热机组原理图

发生器（G）：高温一次水首先进入发生器，加热由吸收器上来的稀溶液，稀溶液受热沸腾产生水蒸气，稀溶液被浓缩为浓溶液，浓溶液将进入吸收器；产生的水蒸气将进入冷凝器。

温驱换热器（X）：从发生器出来的一次水进入温驱换热器，与一股二次水进行换热。换热后的一次水接着进入蒸发器，二次水将与从冷凝器出来的另一股二次水混合后达到设计供水温度。

蒸发器（E）：从温驱换热器出来的一次水再次进入蒸发器，加热从冷凝器下来的制冷剂水，制冷剂水蒸发吸热，产生的水蒸气将进入吸收器；一次水降温达到设计回水温度。

吸收器（A）：从发生器下来的浓溶液具有极强的吸收水蒸气能力，浓溶液吸收来自蒸发器的水蒸气后，浓度变稀将进入发生器；吸收过程同时释放大热量，一股二次水进入吸收器带走吸收热，温度升高。

冷凝器（C）：从吸收器出来的二次水进入冷凝器，冷却发生器产生的水蒸气，二次水温度升高，并与从温驱换热器出来的另一股二次水混合后达到设计供水温度。水蒸气冷凝成水，经U型管截流后

进入蒸发器。

溶液换热器 (SX)：为了减少发生器的加热量及吸收器的冷却量，提高机组的整体性能，降低成本，设置溶液回热器。

动力设备 (P)：主要包括制冷剂水泵、溶液循环泵、溶液喷淋泵、真空泵等。辅助动力设备的耗电量不到机组总换热量的 1%。

监控单元 (TC)：主要包括液位、温度、压力、频率等参数的监测单元，启停控制单元，一二次水流量控制单元，能量调节控制单元，故障诊断与报警单元。

3 工程案例

3.1 改造工程介绍

山东某高校中心校区，地处城市中心，周边为已建成的居民住宅及成熟商业街，近年来随着高校不断扩招，校区内新建及扩建项目较多，当地供热公司连同高校基建部门借着此次换热站改造这个契机，来检测吸收式换热机组在不改变已有市政热网的前提下解决二次网扩容矛盾方面的可行性。

市政供热管网在校区东北角原锅炉房处为整个校区预留了一根 DN450 管径的接入口，通过锅炉房内的分集水器，在冬季为校区内已建的四处换热站提供一次热源，此次改造，选择了校园四座换热站中的一座（该换热站主要负担教学区及学生宿舍区内的多层散热器系统）作为试点，将三套板换成两台 10mw 和 4mw 的吸收换热机组。

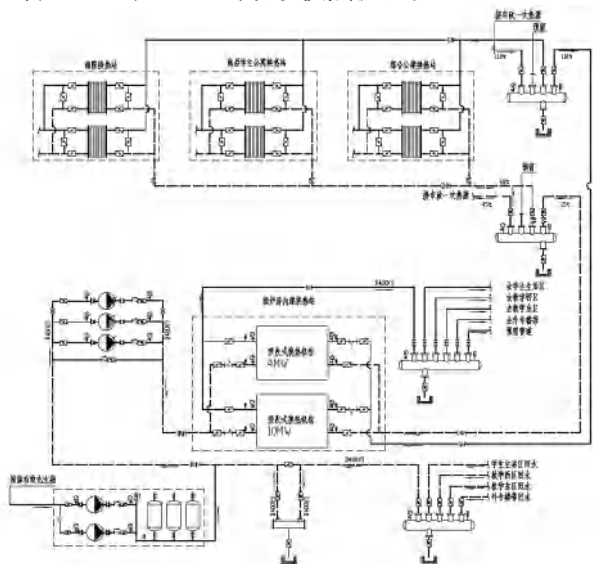


图 6 改造后换热站原理图

3.2 经济性分析

为了分析吸收式换热机组投入生产对比板式换热机组的经济性，对该扩建案例进行费用估算：

通过公式 (1) 采用动态费用年值法对管网建设

费用进行估算：

$$AW = \frac{i(1+i)^m}{(1+i)^m - 1} \times C_0 + C \quad (1)$$

式中， AW —费用年值，万元；

C_0 —初投资，设备及管网建设费用，万元；

i —利率，一般取为 8%；

m —使用寿命，年；

C —年经营成本，万元；

为便于分析，进行以下假设：

1) 供暖区域供热面积总负荷 14.5MW（该校区在现有锅炉房换热站内，选用了两台吸收式换热机组，换热量分别为 4.5MW 及 10MW）；

2) 一次水供回水管线估算长度与供热半径 R 相同，一次网供回水管道总长度为 $2R$ ；

最近的热源（南全福供热站）距换热站供热半径 5km。

3) 供暖期取 100 天/年，采暖期换热机组工作时间 16 小时/天；

4) 吸收式换热机组一次水侧温度为 $110^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ ，二次水侧温度为 $60/45^{\circ}\text{C}$ ；

5) 板式换热机组一次水侧温度为 $110^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ ，二次水侧温度为 $60/45^{\circ}\text{C}$ ；

6) 不考虑施工成本；

7) 年经营费用中，仅考虑循环水泵电费（电价 0.71）；

8) 机组制造费用仅考虑机组主体设备，屏蔽泵、循环泵、冷却塔等一系列附属设施造价包含在主体设备单位造价内。

校区原采用板式换热机组，现改建为吸收式换热机组，由于相同的水流量具有近双倍的传热温差，可负担更多的供暖面积，原有管网可以保留使用，不需要新建管网投资。若仍使用板式换热机组，则需重新购置一套板式换热机组并铺设新的供热管网，原有管网管道废弃不用。管网建设费用如下：

表 1 一次网管材费

机组形式	传热温差 ($^{\circ}\text{C}$)	流量 (m^3/h)	管径	管道报价 (元/m)	新建管长 (km)	管网投资 (万元)
吸收式	75	166.24	DN200	451.2	0	0
板式	40	311.69	DN250	553.15	10	553.15

由于校区扩建，换热站中需两套换热机组。若仍采用板式换热机组，可保留原有板式换热器，另购置两台板式换热器。对于吸收式换热机组，将原有板式换热器弃用，购置两台吸收式换热机组。

预期管网寿命 20 年，利用公式 (1) 计算上文各案例的费用年值，结果如表 4 所示：

(下转 60 页)

蓄热供暖系统多目标运行策略 及优化算法适宜性比较

天津大学 王翹楚 丁研 吕亚聪 鄢睿

[摘要] 群智能算法在优化不同类型的问题上有着各自不同的性能。为了对比算法在带有蓄热设备的能源系统运行优化问题上的优化效果,研究建立了系统的灰箱模型,并采用优化算法制定系统的最优运行策略。计算得到结果后,对不同算法的求解效果进行了比较,结果发现性能较为均衡的 NSGA-II 算法更易获得稳定准确的最优解。采用 NSGA-II 算法优化可以实现 29.42% 的耗电节约和 30.18% 的运行费用节约。研究的结果可以为节能领域依据模型遴选优化算法提供参考。

[关键词] 群智能算法; 能源系统; 运行策略; 多目标优化

0 引言

人工智能的出现推动了能源系统运行策略制定方法的发展,采用群智能多目标优化算法制定运行策略,可以通过对设备的出力进行规划,使系统供热可以满足建筑能源需求,提高能源系统的运行效率,同时提高运行的经济性。在之前的研究中经常采用多目标优化的算法有多目标粒子群算法^[1],多目标遗传算法^[2]等。本文研究的蓄热供暖系统,优化时的挑战在于变量的繁多,同时每个小时的运行状态之间存在连续性,这就造成了问题的约束条件也相应增加。近年来研究人员开发了很多新颖的多目标优化算法,在解决特定问题上具有各自的优势,对算法性能的进一步测试和比较就尤为重要。选择合适的算法可以更快更好的找到最优运行策略,提高优化结果的鲁棒性。本文针对带有蓄能的能源系统建立了灰箱模型,选取了 3 个经典多目标优化算法和 2 个近三年开发的新型群智能算法,分析在带有蓄能的能源系统优化问题上不同算法的性能差异。

1 案例简介

研究的办公建筑位于天津。总建筑面积 4973.4m²,建筑地上四层,高度为 22m,设计热负荷 259.9kW。采用灰箱法建立系统模型。在模型中耗能设备包括一大一小两台地源热泵、太阳能集热、循环水泵和蓄热水箱。研究的运行策略指各设备逐时供热量,能耗只考虑能源系统中的主要设备,不包括定压补水设备等辅助设备的能耗。

(1) 地源热泵模型

地源热泵作为供热系统中主要的耗电设备,加入需求性响应时会对移峰填谷产生积极的作用。采用部分负荷率方法建立地源热泵的模型。大热泵制

热量 339.2kW,输入功率 75.9kW,较小的热泵制热量 82.8kW,输入功率 19.7kW。

$$COP(k)=a_1+a_2PLR(k)+a_3PLR^2(k) \quad (1)$$

式中:

$COP(k)$ —表示第 k 台地源热泵机组的能效比;

$PLR(k)$ —表示第 k 台地源热泵机组的部分负荷率;

(2) 循环泵模型

大地源热泵使用循环泵型号为 (IPL65/175-7.5/2); 小的地源热泵使用循环泵型号为 (MHI 1603)。建模时流量数据通过 CRL-G 型超声热表采集,测量精度瞬时流量 0.01m³/h。

$$W_{pump,hour}=P_{rated} \cdot \gamma^3 \quad (2)$$

式中:

$W_{pump,hour}$ —水泵的实际功率, kW;

P_{rated} —水泵的额定功率, kW;

γ —水泵实际流量和额定流量之比。

(3) 蓄热水箱模型

蓄热水箱的建模方法是水箱在 t 时刻时内部储存的热量等于 $t-1$ 时刻时水箱的热量加上或减去存储或取出的热量^[3],水箱有效容积 20m³。

$$\text{蓄热: } R(h+1)=R(h) \cdot (1+\varphi)^{\Delta h} + \Delta h \cdot \Phi \cdot Q_{WES}(h)$$

$$Q_{WES}(h) \geq 0 \quad (3)$$

$$\text{取热: } R(h+1)=R(h) \cdot (1+\varphi)^{\Delta h} + \Delta h \cdot \Phi \cdot Q_{WES}(h)$$

$$Q_{WES}(h) \leq 0 \quad (4)$$

式中:

$R(h)$ —在第 h 时刻,水箱蓄热量, kJ;

$Q_{WES}(h)$ —在第 h 时刻,对外蓄热(取热)功率,

kW;

Δh —时间间隔, h;

Φ —能量传递系数;

φ —热损失系数。

(4) 太阳能模型

太阳能模型的关键在于太阳辐射得热的计算,通过获得太阳能集热平面的辐射强度计算有效集热量。太阳能总采光面积 176.364m^2 ,模型建立如下。

$$\Phi = IA_0\eta_d(1 - \eta_L) \quad (5)$$

$$\eta_d = A - B \frac{\theta_1 - \theta_a}{I} \quad (6)$$

式中:

A 、 B —集热器设备模型系数;

A_0 —集热器集热面积, m^2 ;

I —斜面上总辐射强度, W/m^2 ;

Φ —有效集热流量, W ;

η_d —集热效率;

η_L —管道及蓄热水箱热损失率;

θ_1 —集热器进口水温, $^{\circ}\text{C}$;

θ_a —环境温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

针对本文提到的优化问题进行建模。由于能源系统中各个设备耦合运行,系统结构十分复杂。对于存在蓄热设备的能源系统,在运行的过程中不但需要考虑在当前时刻的运行费用和能耗,更需要结合当地的电价政策综合考虑整个运行周期的运行费用和电耗。在优化时,目标1为全天的运行费用最低,目标2为全天的能耗最低。

目标1:全天的运行费用最低:

$$f_1 = \sum_{t=1}^{24} \text{CNY}_t \cdot W_{\text{设备}} \quad (7)$$

目标2:全天的能耗最低:

$$f_2 = \sum_{t=1}^{24} W_{\text{设备}} = \sum_{t=1}^{24} W_{\text{热泵}} + W_{\text{储热}} + W_{\text{循环泵}} + W_{\text{太阳能}} \quad (8)$$

2 群智能优化算法简介

非主导排序遗传算法(NSGA-II)是目前常用的多目标优化算法,该算法是基于多目标遗传算法改进得到的,与多目标遗传算法相比,NSGA-II采用了快速非支配排序的方法进行求解,极大地降低了寻优过程中的计算复杂度。

多目标粒子群优化算法(MOPSO)源于单目标粒子群优化算法(PSO)。MOPSO利用粒子速度和位置的迭代更新搜索寻优,在搜索过程中由最优粒子指导搜索方向,同时设置外部种群保存优化粒子,算法具有记忆功能。但MOPSO算法易出现求解多样性和易早熟的问题,算法的多样性和收敛性有待提高。

进化算法(GREA)引入网格优势和网格差异两个概念来确定网格环境中个体之间的相互关系,在保持解决方案之间广泛而均匀分布的同时,向最优方向增强选择压力。GREA算法的优势在于所得

到的解集能较好地覆盖帕累托前沿,适用于寻找近似性好、分布性好的解集。

强势优势关系进化算法(NSGA-II/SDR)2018年开发出的新型群体智能算法,其特点在于提出了一种改进的支配关系,以更好地平衡多目标优化的收敛性和多样性。

参考点自适应多目标进化算法(AR-MOEA)是2019年开发的新型群体智能算法,采用反向世代距离计算解的贡献,加速种群向帕累托前沿的靠近。与现有的方法相比,AR-MOEA算法具有更好的鲁棒性,在光滑连续的、或者是退化的、不连续的、倒置的或带有尖尾的帕累托前沿类型上具有良好的适应性。

3 运行策略优化及效果评价

在算法初始设置中,变量数为49个,变量的上限和下限符合实际设备的运行范围约束。目标数目设置为2个,种群数目设置为1000个,算法的迭代次数设置为100000次。算法在Matlab2016b中运行。由于实际的问题的帕累托前沿不能真实获得,因此在衡量算法在实际能源系统运行问题优化的性能上,主要考虑两个方面:一是计算的速度是否较快,二是能否得到较为稳定的解。图1展示了每种算法在实际问题中运行30次之后的结果。并将两个目标分别绘制为箱形图。从图中可以看到解的分布情况。

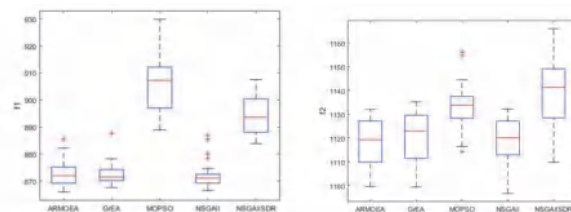


图1 实际问题优化目标1和目标2解的分布

从图1的结果中发现NSGA-II算法的结果稳定,且更易找到较优的解决方案。分析解的分布发现,经典NSGA-II算法和ARMOEA算法得到的结果更为稳定,在寻优方面具有较强的优势;MOPSO的突出优势依然在于计算速度;NSGAII/SDR改进了收敛性和多样性之间的平衡,但是在能源系统运行优化问题上,对比其他算法优势不是很明显。总体来看各个优化算法在其擅长的特定类型问题上具有一定优势,但是算法一方面能力的提升通常会以牺牲另外一方面的优势作为代价。NSGA-II在多次计算中得到了更为节约运行费用和能耗的帕累托最优解集,这是由于算法求解得到的解集的均匀程度和广泛性良好,在解决具有较多变量并且变量之间存在耦合关系的复杂优化问题时解可以较为完整的覆盖帕累托前沿。进一步以测试日热负荷曲线为基础,采用

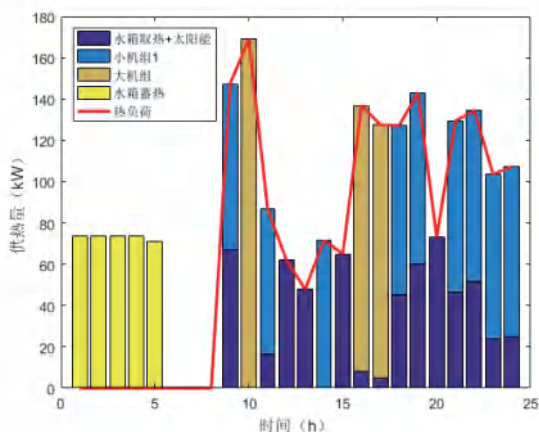


图2 优化运行策略

NSGA-II 算法进行优化, 图2给出了优化得到的运行策略。

从图2得到的结果发现, 按测试日的运行策略, 24小时系统耗电 522.28 kW·h, 花费 440.73 元; NSGA-II 算法优化后夜间采用水箱蓄热, 白天在负荷较高时采用较大的地源热泵进行供热, 负荷较低时采用夜间蓄热结合白天太阳能蓄热进行供热。该方案下系统耗电量为 368.62 kW·h, 花费 307.71 元, 实现了 29.42% 的耗电节约和 30.18% 的运行费用节约, NSGA-II 算法在带有蓄热的优化问题上展现了很好的优化效果。

4 结论

本文选取了5个具有代表性的群体智能优化算法, 用以解决带有蓄能的能源系统运行优化问题, 比较了新型群体智能算法的性能, 获得了最优的运行策略。研究获得了以下结论:

(1) 总体来看5个算法都可以计算得到多目标问题的帕累托最优解集。NSGA-II 在解的收敛速度和解的广泛性上表现良好; ARMOEA, GrEA 和 NSGA-II 算法获得的最优解的分布更稳定, 多次运算之后最终解的分布也比较集中; MOPSO 算法在计算速度上具有较大优势。

(2) 带有蓄能设备的能源系统优化问题具有规模较大, 变量较多, 且变量间相互耦合的特点。由于 NSGA-II 算法获得的最优解集质量高, 解在帕累托前沿的分布较为理想, 多次求解的结果也比较稳定, 在文中对比的5个算法中更适宜解决此类问题。

(3) 对比实际的运行策略采用 NSGA-II 算法求解实现了 29.42% 的耗电节约和 30.18% 的花费节约。算法求得的最优解可以合理运用蓄能, 使运行策略适应所在地区峰谷电价, 实现需求响应, 并确保供热量与建筑负荷相匹配。结论可以为带蓄能的能源系统节能运行控制算法的选用提供参考。

参考文献

- [1] Delgarm N, Sajadi B, Kowsary F, et al. Multi-objective optimization of the building energy performance: A simulation-based approach by means of particle swarm optimization. *Applied Energy*, 2016, 170(5): 293-303.
- [2] 张军, 王红敏, 刘廷章. 基于 NSGA-II 的 ICS 算法微网多目标优化调度. *电工电能新技术*, 2019, 38(12): 19-27.
- [3] 周博滔. 基于 NSGA-II 多目标遗传算法小型分布式能源系统设计优化: [D]. 北京: 华北电力大学, 2017.



太阳能—空气能复合系统用于供暖性能分析

同圆设计集团 郑汝奎

[摘要] 本文阐述了太阳能-空气能复合能源系统的结构设计及运行原理,对整个系统的能耗进行了计算分析,得出系统能耗与太阳能贡献率 f 成反比关系,太阳能贡献率 f 越大,系统能耗越小;并且对系统进行了经济性分析,得出该系统的运行费用比较低,节能性比较好。

[关键词] 太阳能;空气能;复合系统;供暖;性能分析

0 引言

随着我国人口与经济的不断增长,能源消耗量不断增加,根据《中国能源发展报告 2016》显示,我国能源消费总量 43 亿吨标准煤,能源生产总量 36.2 亿吨标准煤,其中原煤、原油、天然气的生产量分别占能源生产总量的 72.1%、8.5% 和 4.9%,一次电力及其他能源生产量只占到 14.5%^[1]。而建筑节能又是社会三大能耗之一,根据中国建筑节能协会能耗统计专业委员会发布的《中国建筑能耗研究报告(2016)》显示,2014 年全国建筑能耗约 8.14 亿吨标准煤,占全国能源消费总量的 19.12%^[2]。建筑能耗中的采暖、空调、热水、电气能耗占了相当大的比例。为了采用清洁能源用于供暖与空调并且要达到系统运行的稳定性,诸多学者研究了多热源复合系统。在太阳能供暖系统中,辅助热源方式尤为重要,热泵作为辅助热源时在大多数情况下都是节能的,当热泵的平均 COP=2.5 时,太阳能贡献率只要高于 7% 就是节能的^[3]。本文通过对一种新型的太阳能-空气能热泵复合空调系统进行模拟,分析其系统的热性能。

1 太阳能—空气能复合能源系统结构设计

1.1 系统结构简介

太阳能-空气能复合能源系统主要有六部分组成:1) 太阳能集热单元;2) 空气源热泵单元;3) 蓄热单元;4) 供暖空调末端;5) 生活热水单元;6) 控制系统。整个系统采用双水箱结构,供暖(冷)与供热水分开蓄热,太阳能优先保证生活热水供应,空气源热泵优先保证供暖(冷);由于太阳能供暖的不稳定性,因此采用太阳能与空气能复合热源得到优势互补。太阳能-空气能复合能源系统原理图如图 1 所示。

1.2 系统运行模式

该系统通过太阳能集热器和空气源热泵实现建筑室内冬季供暖、夏季供冷与提供全年生活热水,根据太阳能集热器出口处的温度传感器和各水箱上的温

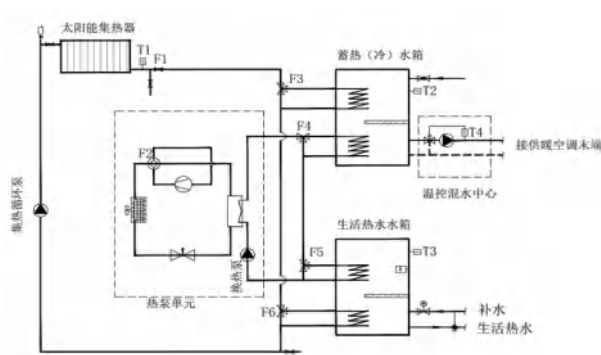


图 1 太阳能-空气能复合能源系统原理图

度传感器的控制信号来控制阀门的启闭和水泵的启停,并根据用户的需求有多种运行模式可供选择。

1.2.1 夏季运行模式

夏季室内需要供冷,太阳能集热系统与空气源热泵制冷系统分开运行,分别为生活热水水箱和蓄冷水箱提供生活热水和冷水。对于太阳能集热循环, F1 开启, F3 转向 F6, 太阳能产生的热水不经过蓄冷水箱而直接流向生活热水水箱, F6 转向生活热水水箱方向, 太阳能产生的热水流向生活热水水箱; 太阳能集热器、生活热水水箱和集热循环泵构成太阳能集热循环。对于空气源热泵, 四通换向阀 F2 切换到制冷方向, F4 转向蓄冷水箱, 使热泵产生的冷水流向蓄冷水箱, F5 转向换热泵, 冷水不经过蓄热水箱直接进入换热泵; 热泵单元、蓄冷水箱和换热泵构成热泵制冷循环。

1.2.2 冬季运行模式

冬季室内需要供暖,太阳能系统和热泵系统可以单独运行,也可以联合运行。按照生活热水优先原则,太阳能集热器优先为生活热水水箱提供热水,此时 F3、F6 的转向方向与夏季制热水相同;空气源热泵切换到制热模式为蓄热水箱提供供暖用热水, F4、F5 的转向方向同夏季制冷循环相同;当生活热水水箱的温度达到设定值,太阳能集热器转为向蓄

热水箱供热, F3 转向蓄热水箱, F6 转向集热循环泵; 当太阳能集热循环能满足供暖所需热量时, 空气源热泵停止运行, 如果太阳能不能满足供暖热需求, 则开启空气源热泵共同运行制热。

1.2.3 运行模式优化

在冬季光照辐照度较低时, 太阳能集热器无法提供足够的热量, 可以依靠空气源热泵来满足用热需求, 可单独或同时为蓄热水箱和生活热水水箱提供热量。极端天气下可启动电加热来满足用热需求。

蓄热(冷)水箱和生活热水水箱具有保温性能, 在夜间, 可以利用低价谷电运行空气源热泵进行蓄冷或蓄热, 用于第二天供冷供暖, 使系统更加节能。

1.3 太阳能集热器的设计搭配

在此太阳能集热循环中, 由集热循环泵提供循环动力, 且供暖末端采用低温热水地板辐射采暖, 供回水温 45/35℃, 更符合平板集热器的集热温度, 因此采用可承压的平板型集热器, 太阳能平板集热器与低温热水地板辐射采暖是最佳的搭配方式^[4]。

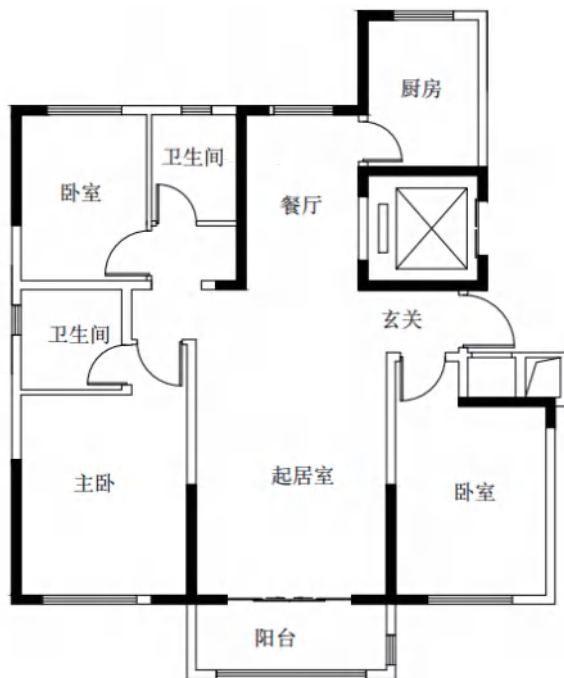


图2 建筑平面示意图

2 建筑能耗模拟

本文能耗模拟的建筑对象为济南某小区一高层节能建筑, 一梯两户, 取一层其中一户利用能耗模拟软件 DeST 中的 DeST-h 模块进行能耗模拟, 该户

建筑面积 101m², 层高 3m, 建筑平面图如图 2 所示。

济南属于寒冷地区, 2015 年冬季平均气温 2.8℃^[5], 参考《居住建筑节能设计标准》DB37/5026-2014^[6] 建筑围护结构设计参数如表 1 所示。

房间内扰的不同是房间功能不同的一个体现, 房间内扰包括人员作息、灯光作息等, 在 DeST 中人员、灯光的作息设置如图 3。

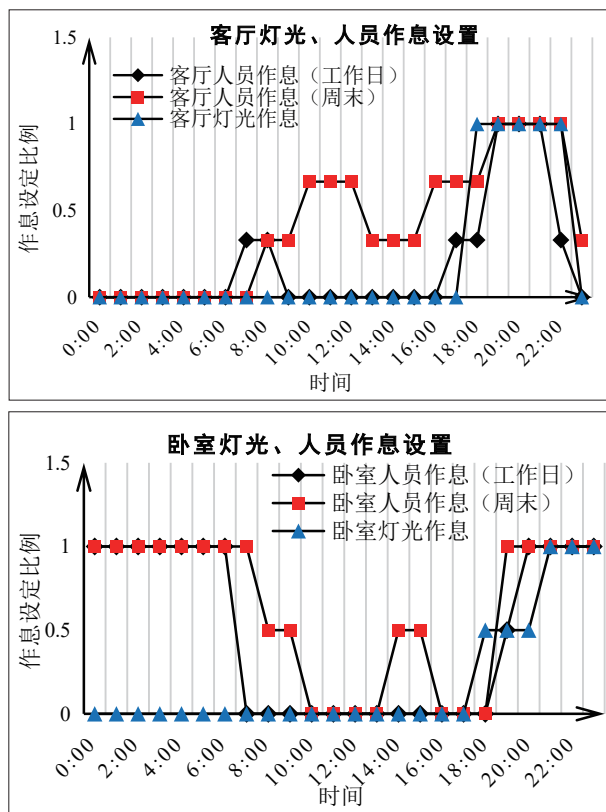


图3 客厅卧室人员、灯光作息设置

经过对全年空调负荷的模拟计算, 得到该户累计热负荷 6560kW·h, 由于该建筑保温性和气密性良好, 属于节能建筑, 建筑平均耗热量 20.7W/m², 全年逐时空调负荷和单位面积空调负荷如图 4 所示。

3 太阳能-空气能复合能源系统能耗分析

3.1 系统能耗分析计算

该系统以太阳能集热为主, 空气源热泵供热为辅, 要确定太阳能平板集热器的面积和空气源热泵机组的型号首先应确定出最佳的太阳能贡献率。太阳能贡献率是指在整个供暖期内太阳能提供的热量占系统总供热量的比例, 用 f ^[3] 表示:

$$f = \frac{Q_{\text{sol}}}{Q} \quad (1)$$

表1 建筑围护结构模拟设计参数

围护结构部位	外墙	外窗	楼板	地面	户门	隔墙	窗墙比
传热系数 K 值 [W/m ² k]	0.4	2.0	1.03	0.45	2	1.47	南: 0.34 北: 0.27

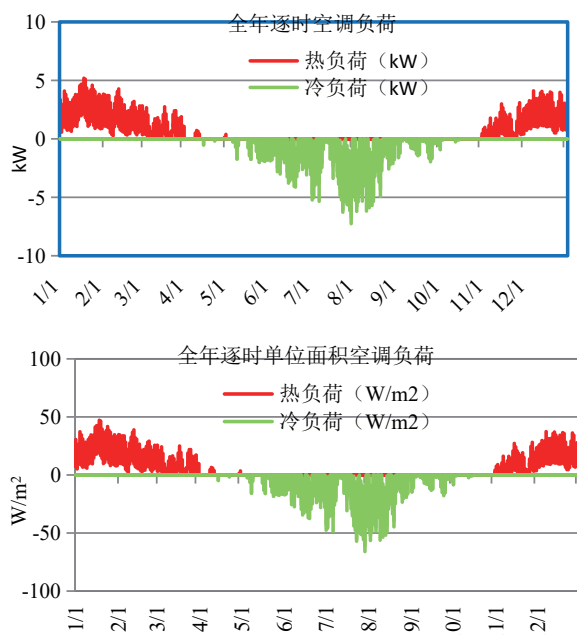


图4 全年逐时空调负荷和单位面积空调负荷

$$Q = Q_{\text{sol}} + Q_{\text{pum}} \quad (2)$$

式中： Q 为系统总供热量，kWh；

Q_{sol} 为太阳能提供的热量，kWh；

Q_{pum} 为空气源热泵提供的热量，kWh。

太阳能集热循环和热泵系统都以电来驱动，系统的能耗就是太阳能循环泵、空气源热泵的耗电量之和^[7]：

$$E = E_{\text{solar circulation pump}} + E_{\text{heat pump}} \quad (3)$$

在太阳能供暖系统中，循环泵的不可忽视，一般小于太阳能集热量的 2%，本次计算取 2%^[3]，即 $E_{\text{solar circulation pump}} = 0.02Q_{\text{sol}} = 0.02fQ$ 在空气源热泵系统中，主要能耗是压缩机的耗电量，以空气源热泵为辅助的太阳能供热系统的能耗为：

$$E = 0.02fQ + \frac{(1-f)Q}{\text{cop}} \quad (4)$$

根据艾淞卉^[8]等人对北京某办公建筑中采用中间补气的低环境温度空气源热泵机组冬季采暖实验研究可以看出该空气源热泵机组在室外温度 -8℃ 条

件下运行能效比可以保持在 2.8 以上。目前我国生产的空气源热泵平均 cop 在 2.5-3.0 之间，综合考虑本次计算 cop 值取 2.8。将 cop 值代入 (8) 式中得到空气源热泵辅助太阳能供热系统耗电量为：

$$E = (0.357 - 0.337f)Q \quad (5)$$

3.2 节能性分析

由公式 (5)，代入上述能耗模拟得到的系统热负荷 Q ，可得空气源热泵系统 cop=2.8 时太阳能空气源热泵复合系统的能耗曲线，如图 5 所示。

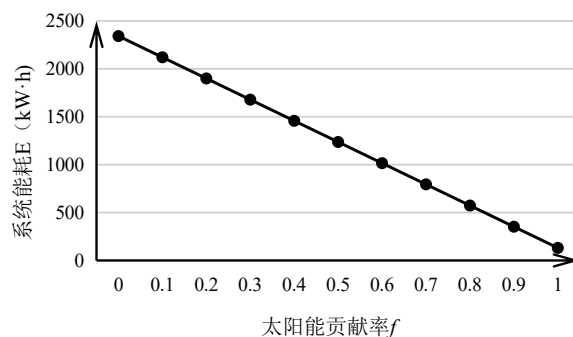


图5 热泵 cop 为 2.8 时太阳能空气源热泵复合系统能耗曲线

图 5 中显示了不同的建筑负荷下，当热泵的 cop=2.8 时，太阳能空气源热泵复合系统的能耗随着太阳能贡献率 f 的增大逐渐降低；当太阳能贡献率 $f=0$ 的时候，系统负荷全由空气源热泵机组承担，系统能耗比较高，相比于太阳能和空气源热泵共同承担热负荷时并不节能；当太阳能贡献率 $f=1$ 时，系统能耗很低，主要是水泵能耗，但是相应的系统规模很大。

3.3 经济性分析

不同的太阳能贡献率 f 对应着不同的集热器面积，集热器的投资费用也不相同，根据不同的 f 计算出集热器的投资费用；经济性分析时考虑采暖投资及运行费用，空气源热泵的投资也计算在内，价格按照市场价格计算。城市热网初投资按照 91 元 / m^2 ，供暖价格 26.7 元 / m^2 。

表2 投资运行费用及回收年限

太阳能贡献率 f	太阳能系统初投资	空气源热泵初投资	系统运行能耗 E (kW·h)	电价 (元 / kW·h)	运行费用 (元)	供暖季太阳能供热量 (kW·h)	回收年限 (年)
0	0	14000	2341.9	0.55	1288	0	3.5
0.2	7200	11600	1899.8	0.55	1045	1312	6
0.5	18400	8000	1236.6	0.55	680	3280	8.7
0.8	28800	5000	573.3	0.55	315	5248	10.4
1	36000	0	131.2	0.55	72	6560	10.7

按照济南现行的供暖价格和电价,计算出城市集中供热和太阳能-空气能复合系统供暖的投资运行费用及回收年限,如表2所示。

目前我国居住建筑节能标准不断提高,住宅的保温性能提高,整个采暖季所需热负荷显著降低,因此太阳能-空气能复合能源系统相比于集中供热运行费用更低;当 $f=0$ 时,空气源热泵承担全部供暖热负荷,单位面积运行费用还要比集中供暖低;加入太阳能供热后,承担部分热负荷,运行费用更低。单位面积采暖费用如表3所示。

表3 单位面积采暖费用

太阳能贡献率 f	太阳能-空气能复合系统运行费用 (元/㎡)	集中供热单位面积费用 (元/㎡)
0	12.88	26.7
0.2	10.44	
0.5	6.80	
0.8	3.15	

当供暖系统只采用空气源热泵进行供暖时,单位面积运行费用只有12.88元,远低于集中供暖的26.7元。在加入太阳能供暖后,虽然初投资有所增加,但是运行费用显著降低,环境效益明显,使整个太阳能-空气能复合采暖系统更加节能环保。随着太阳能贡献率 f 增大,集热器面积相应增大,在建筑上安装受到限制,则太阳能平板集热器和蓄热水箱初投资就比较大,并且回收年限也相对增加,并不经济,因此 f 不宜取过大,建议取0.2-0.5之间。

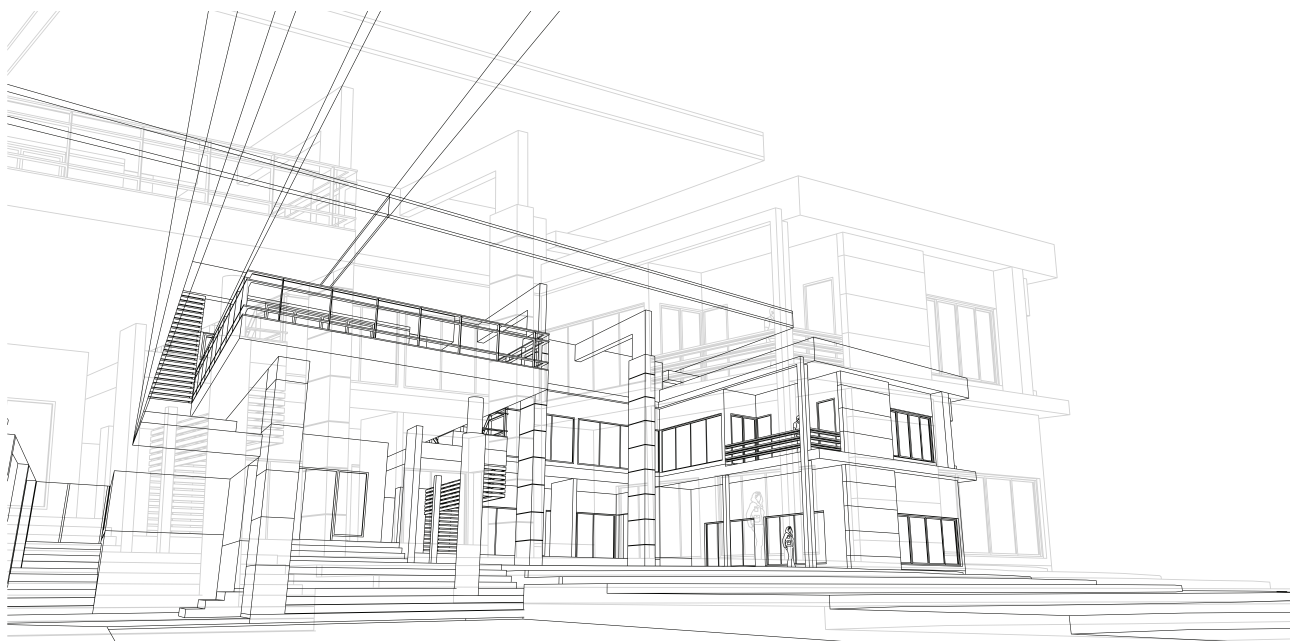
4 结论

4.1 通过对整个系统能耗的模拟和耗电量的计算,可以看出随着太阳能贡献率 f 的增大,系统的能耗逐渐减小,当 $f=1$ 时,系统能耗最小,也是最节能的,但考虑到初投资问题,初投资比较大,回收年限较长,并不经济。

4.2 通过经济性分析,太阳能-空气能复合能源系统相比于集中供热运行费用更低,要充分考虑集热器与建筑的一体化设计,选择合适的太阳能贡献率 f 和合理设计整个系统可以使太阳能-空气能复合能源系统更加节能。

参考文献

- [1] 催万民.《中国能源发展报告2016》.社会科学文献出版社,2016.12.01
- [2] 《中国建筑能耗研究报告(2016)》发布[J].暖通空调,2016,(12):148.
- [3] 于国清,周继瑞.辅助热源对主动式太阳能供暖系统节能性的影响[J].暖通空调,2015,(05):12-16.
- [4] 刘君.太阳能供暖系统的设计和实测[J].暖通空调,2008,(12):93-95.
- [5] 《中国统计年鉴2016》.中国统计出版社,2016.
- [6] DB37/5026-2014,《居住建筑节能设计标准》[S].山东省住房和城乡建设厅,2015-10-01实施.
- [7] 郑瑞澄.太阳能供热采暖工程应用技术手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2012,149-153.
- [8] 艾淞卉,吴成斌,石文星等.低环境温度空气源热泵机组在北京冬季运行的性能[J].暖通空调,2015,(03):52-58.



利用双层嵌管围护结构降低供热系统能耗

清华大学 姜思航 李先庭

〔摘要〕嵌管式墙体将换热管件嵌入墙体以调节温度，现有的研究表明它可利用地源水等低品位自然能源降低建筑热负荷。传统的嵌管式墙体采用单层嵌管，难以根据围护结构内温度品位差异来处理不同位置处的冷量，且建筑物内其余热负荷仍需用高品位的能源进行处理。基于此，本文提出了一种双层嵌管式围护结构供热系统，在墙体靠近室外侧通入自然能源，靠近室内侧通入机械制取的低品位能源，以实现室外侧嵌管的负荷拦截及室内侧嵌管的直接供热作用，并采用数值方法对不同水温下的墙体传热性能进行了比较。结果表明，当室外侧嵌管水温为 12℃、室内侧嵌管水温为 22℃时，即可满足一典型北方房间的冬季室外设计温度（-10℃）下的供热需要（室温维持 20℃），而不需要其它室内供热末端，且该系统的供热能耗较传统高品位供热系统的能耗降低达 38%。总体而言，所提出的双层嵌管围护结构供热系统为实现更低品位的热能供热和供热节能提供了一种新的解决方案。

〔关键词〕自然能源；嵌管式墙体；数值模拟；低温供热；建筑节能

1 引言

墙体等非透光围护结构在传统建筑中所占的面积比例较大，其散热是建筑冬季热负荷的重要组成部分。改善墙体的保温性能是降低透过非透光围护结构负荷的主要途径，但保温材料存在着占用空间大、防火要求高和维护更换难等问题，并且从全生命周期来看，过厚的保温节能潜力有限但成本却直线上升。更为重要的是，研究者们已经注意到过度的保温隔热将减弱自然空气的免费供冷潜力，导致空调能耗增加^[1-2]。

自然环境蕴含了多种多样的自然能源，其中有一部分自然能源的温度在冬季部分时间高于围护结构温度，因此利用自然能源降低透过围护结构热负荷的方式日益受到重视。例如，近些年来出现了通过在建筑外墙或楼板中埋设水管来减少透过墙体的传热量的做法，研究表明这类围护结构可以充分利用低温自然能源削弱室外气候对室内环境的影响，减少室内侧与室外侧之间的传热，进而提高供热系统能效^[2-4]。与此同时，由于其室内壁面温度适中，可改善室内的热舒适性^[4]。

传统的嵌管式外墙为单层嵌管形式，即在墙体中增设一嵌管层并在其中嵌入单排水管。现有的研究表明，该类嵌管式外墙内的温度存在较大差异，在相同水温下，嵌管的位置对透过墙体的负荷降低效果影响很大，而在相同嵌管位置下，嵌管的水温对透过墙体的负荷降低效果影响也很大^[5]。在冬季，越靠近室外表面，墙体温度越低，从而可用温度较低的水来加热墙体，其可供选取的用来加热墙体的

自然能源范围就越广泛；相反，越靠近室内表面，利用高温水直接对室内空气加热的效果就越好。显然，这种单层嵌管的墙体难以根据墙体温度品位差异来处理墙体不同位置处的冷量。与此同时，由于这种墙体最大的优势是采用低于室温的自然能源对热负荷进行拦截，而不能完全解决室内空气的温度问题，建筑物内其余热负荷仍需用传统的高品位热源进行处理。

基于以上背景，本文提出了一种双层嵌管式围护结构供热系统，即在墙体中不仅利用传统自然能源拦截外界对室内环境的影响，同时在墙体中靠近室内侧增设一层水管，并通入低温热源对室内进行供热，从而降低供热能耗。具体地，本文建立了双层嵌管式墙体的数值计算模型，分析了以这种墙体为基础的供热系统的使用效果，以为工程实践提供一定指导。

2 双层嵌管式围护结构供热系统及传热分析方法

2.1 双层嵌管式围护结构供热系统

目前的供热系统，普遍通过高品位的燃料或电能来制取高温热水（如 45℃）向室内供热，用能品位较高。基于前述的单层嵌管式围护结构的使用特性，图 1 展示了双层嵌管式围护结构供热系统，主要由低品位能源供应系统及双层嵌管式墙体构成。其中，墙体靠近室外侧嵌管中通入低品位的自然能源（如 10℃ 的浅层地埋管出水）以发挥负荷拦截作用；靠近室内侧嵌管中则通入低于常规供热温度的由机械制取的热源（如 22℃ 的热泵热水）或某些较高品位的自然能源（如中深层地埋管出水）以发挥直接供热作用。

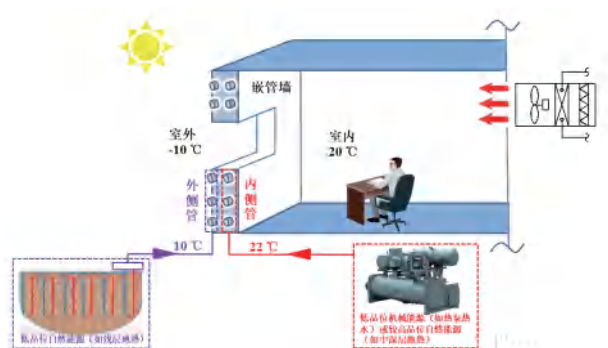


图1 双层嵌管式围护结构供热系统示意图

2.2 数值方法

本文中,双层嵌管式墙体参照传统建筑外墙沿厚度方向截面的典型结构做法^[6-7],如图2所示,考虑到需在墙体内布置水管,因此增加两层40mm厚的碎石混凝土层。为降低嵌管层之间的热短路损失,将保温层设置在两个嵌管层之间。整体上,由室内侧到室外侧其结构依次为:砂浆抹灰层、水管层、砖层、保温层、水管层、砖层、砂浆抹灰层,墙体材料热工参数参考文献^[6-7]。在对该墙体进行节能分析时,用无内嵌管道且具有相同结构的墙体传热特性作为参考。

结合双层嵌管式墙体的结构,假设相邻两根嵌管的中间剖面为绝热面,且忽略沿管长方向的传热,则该墙体的三维传热问题可简化为二维传热问题。对于供热工况,透过围护结构的负荷可采用稳态计算法。本文采用商业CFD软件Fluent进行稳态模拟,利用有限体积法对导热方程进行离散。室内空气与室内壁面的传热、室外空气与室外壁面的传热、水与墙体的传热均设为第三类边界条件。塑料水管直径为20mm,管内水流速为0.25m/s,管间距

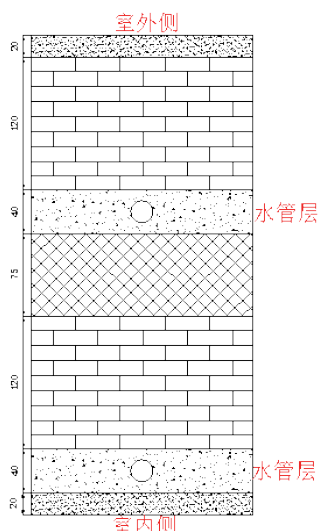


图2 墙体截面示意图

为20cm。除水管周围一小部分区域外的其它计算域采用四边形网格进行结构化网格划分。通过网格独立性检验,最终选取计算域内的网格数为3144。

2.3 供热系统能耗计算方法

对于双层嵌管式墙体供热系统而言,重点关注两方面:一是验证能否利用较低的室内侧嵌管水温实现室内供热,二是保证相同室温下其相对于传统供热系统是否节能。为此,本文选择靠近室内侧的嵌管热源为地源热泵机组出水,其水温范围为20-24°C,主要用于直接向室内供热,由于其水温较低,其系统制热能效比 COP_p 按4计(按较低值取,常规地源热泵供热系统制热能效比 COP_c 按3计)。靠近室外侧的嵌管热源则为浅层地埋管出水,其水温范围为10-14°C,主要用于拦截负荷,室外侧嵌管系统能耗来自于水泵输配。综上,常规供热系统和双层嵌管式供热系统的电耗可分别表示为式(1)与式(2):

$$E_c = \frac{Q_r + Q_c}{COP_c} \quad (1)$$

$$E_p = E_{pe} + \frac{Q_{pi}}{COP_p} + \frac{Q_r + Q_p}{COP_c} \quad (2)$$

式中, E_c 和 E_p 分别为常规供热系统能耗和双层嵌管式供热系统能耗,W; Q_c 和 Q_p 为透过传统墙体和双层嵌管式墙体室内壁面的负荷,W; Q_r 为非墙体引起的室内负荷,W,典型为透过窗户的负荷与冷风渗透负荷; E_{pe} 为室外侧嵌管的输配能耗,W,其计算方法参见文献[8]; Q_{pi} 为室内侧嵌管所承担的负荷,W。

由上可见,为得到双层嵌管式供热系统供热量及能耗水平,关键是确定透过墙体的热流、墙体室外侧自然能源承担的负荷及室内侧低品位能源承担的负荷,这些参数可由前述CFD计算方法得到。最后,双层嵌管式墙体供热系统的能效比(COP_{pw})可定义为室内负荷的减少量(即绝对收益)与嵌管系统所多承担的传热负荷的处理能耗 E_{pipe} (包括室外侧嵌管的输配能耗及室内侧嵌管的热泵供热系统能耗)之比:

$$COP_{pw} = \frac{Q_c - Q_p}{E_{pipe}} \quad (3)$$

3 双层嵌管式墙体传热性能分析

如前所述,确定双层嵌管式墙体供热系统供热量及能耗水平的关键是确定透过墙体的热流及水管热流,这些参数与嵌管水温密切相关。为此,本文首先设计了如表1所示的模拟工况组,以选择合适的供水水温。

图3a)给出了当室外侧嵌管水温固定时(12°C),

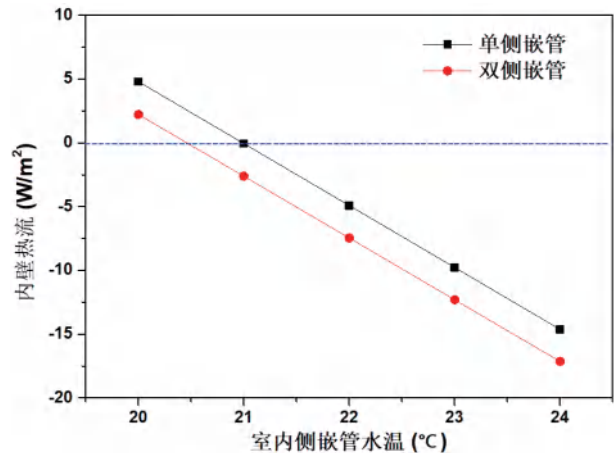
表1 嵌管式墙体模拟工况

工况	模拟墙体	室外侧嵌管水温 (°C)	室内侧嵌管水温 (°C)
1	外侧、双侧嵌管式墙体	10/11/12/13/14	22
2	内侧、双侧嵌管式墙体	12	20/21/22/23/24
3	传统墙	--	--

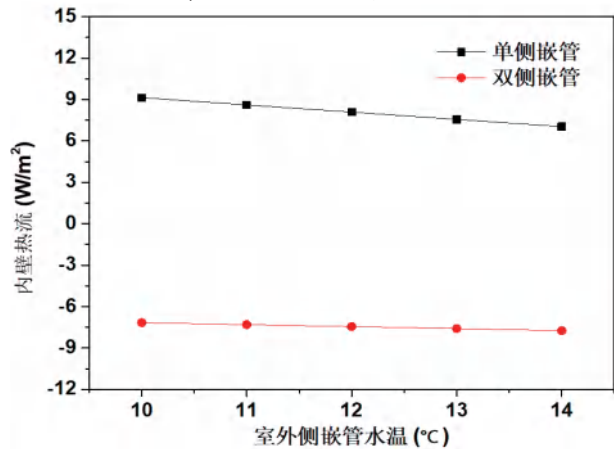
嵌管式墙体室内壁面热流随室内侧嵌管水温的变化。热流为正值表示室内向墙体传热，热流为负值表示墙体向室内传热，热流以墙面面积为基准。由图可知，当室内侧嵌管水温高于室内温度时，一般均能向室内散热，且双层嵌管式墙体散热量明显高于单层嵌管式墙体。在图中所示工况下，室内侧嵌管水温每升高1°C，双层嵌管式墙体向室内放热增加约4.8W/m²，其供热量范围为0~17.1W/m²，在室内侧嵌管水温较低时（如21~23°C）相对于单层嵌管式墙体供热量提升效果更为明显。

图3b)给出了当室内侧嵌管水温固定时(22°C)，嵌管式墙体室内壁面热流随室外侧嵌管水温的变化。由图可知，通过在墙体室内侧嵌管，嵌管式墙体室内壁面供热量得到大幅提升，但室外侧嵌管水温对室内壁面热流的影响明显弱于室内侧嵌管水温，图中双层嵌管式墙体供热量范围为7.2~7.7W/m²。鉴于此，室外侧嵌管水温的可选择范围较宽，如10~15°C之间。

进一步地，以室内侧嵌管水温22°C、室外侧嵌管水温12°C为例，图4给出了不同墙体温度分布云图。可见，传统墙体整体温度较低，墙体平均温度为4.4°C，室内壁面热流为17.6W/m²，与之相比，通过在室外侧嵌管，有效阻隔了室外冷量向室内的传递，室内壁面热流减小到8.1W/m²，负荷降低率达54%；若通过在室内侧嵌管，可直接向室内进行供热，此时室内壁面供热量为4.9W/m²，但由于缺乏室外



a) 不同室内侧嵌管水温



b) 不同室外侧嵌管水温

图3 不同嵌管水温下的墙体室内壁面热流

侧水管的热负荷拦截，室内侧水管仍然向室外侧释放了较多的热量。与两种单层嵌管式墙体相比，双层嵌管式墙体既能够发挥室内侧嵌管的直接供热优势，又能发挥室外侧嵌管的负荷拦截优势，可进一步提高墙体室内壁面供热量至7.5W/m²，供热量相比室内侧嵌管式墙体提高53%。

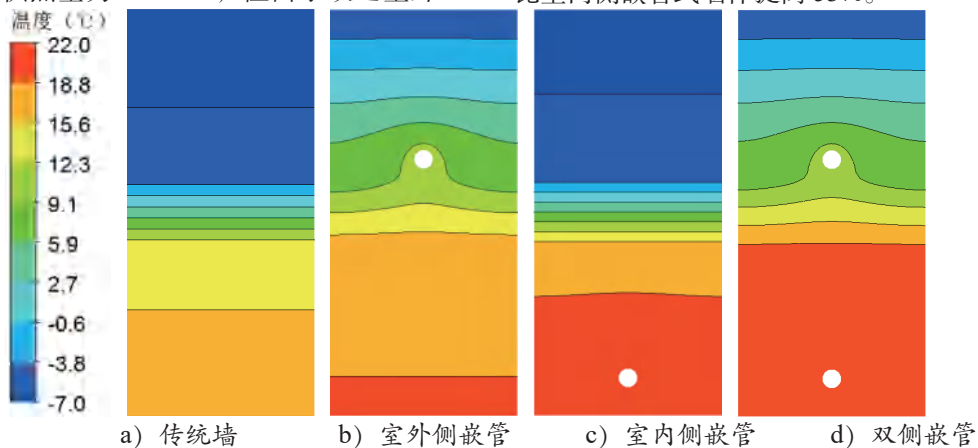


图4 墙体温度分布

从室内壁面温度的角度来看,以上四种墙体:传统墙体、室外侧嵌管式墙体、室内侧嵌管式墙体及双侧嵌管式墙体的室内壁面温度分别为 18.0、19.0、20.6 和 20.9℃,可见,双层嵌管式墙体的室内壁面温度较单层嵌管式墙体进一步提升,且明显高于传统墙,从而可显著改善冬季室内人员的热舒适性。

4 双层嵌管式墙体供热系统性能分析

为研究所提出的双层嵌管式墙体系统的供热效果,本文选取了一个具有两面垂直外墙(西、北向)的北方(如太原市)住宅房间进行分析,房间面积为 25m²,层高为 3m,外围护结构的面积共 30m²。有一面位于北面外墙的外窗,其面积为 1.8m²。室内设计温度为 20℃,室外设计温度为 -10℃,不考虑太阳辐射。新风的供应采用无组织形式,房间内墙及楼板假定无传热损失,因此房间的热负荷主要包括外围护结构负荷及通风耗热量。

对于外围护结构负荷,包括透过外窗及外墙的负荷,不同种类外墙的透过负荷可由前述 CFD 方法进行计算得到,外窗的传热负荷可按式(4)进行计算:

$$Q_w = KF\Delta t(1+\varphi) \quad (4)$$

式中, Q_w 为外窗的传热负荷, W; K 为窗户的传热系数,取 2.7 W/(m²·K); F 为窗户的传热面积, m²; Δt 为室内外设计温差, °C; φ 为朝向修正率。由此可计算得外窗的基本传热量为 160.4 W。

对于无组织新风渗透负荷,一般住宅户内很少有直通室外的外门,通常有外门的房间会有阳台,故这里忽略外门新风渗透负荷。对于外窗新风渗透负荷可由式(5)计算:

$$Q_a = 0.278\rho cL\Delta t \quad (5)$$

式中, Q_a 为由窗户缝隙渗入室内的冷空气耗热量, W; ρ 为空气密度, kg/m³; c 为空气比热, kJ/(kg·K); L 为渗透冷空气量, m³/h。此处窗中心距地面 0.8m,窗可开启缝隙长为 3.8m,可计算得窗户冷风渗透耗热量为 57.8W。

首先,从供热系统的热负荷角度来考虑,无组织新风热负荷与窗户热负荷之和为 218.2W,根据外墙面积折算,当室内侧嵌管水温为 22℃、室外侧嵌管水温为 12℃时,双层嵌管式墙体可向室内供热 211.5W,可见,在如此低的室内侧嵌管供水温度下即可基本满足室内供热需求,而不需要其它室内供热末端。对比之下,传统墙体及利用自然能源的嵌管式墙体本身还存在大量的透过墙体的热负荷。这表明,双层嵌管式墙体可实现低温热源供热。

仅关注系统供热量是不够的,系统能耗对于系

统整体性能的评价也至关重要。在上例中,双层嵌管式墙体系统的总负荷分配如图 5 所示。可见,双层嵌管式墙体供热系统的总负荷达到了传统供热系统的 3.4 倍,双层嵌管式墙体由外侧嵌管所承担的负荷更是达到了传统墙体透过负荷的近 4 倍。由 2.3 节中所述的能耗计算方法可得到双层嵌管式墙体室外侧嵌管部分的能耗约为 25.3W,室内侧嵌管部分的能耗约为 121.3W,总能耗约为 146.6W。相比之下,传统系统的总能耗为 238.2W,其节能率可达 38%。由此可见,尽管墙体嵌管后总负荷大量增加,但由于增加的负荷大部分(占 80%)由室外侧嵌管中的免费自然能源承担,少部分(占 20%)由低品位的机械能源承担,总体上仍可保证大幅节能。此外,由式(3)可计算得双层嵌管式墙体供热系统的 COP 约为 4.8,亦明显高于传统的地源热泵供热系统的能效比。

对于以上分析而言,已考虑了房间的多种不利工况,如无太阳辐射、无组织新风、不利朝向、不考虑室内人员设备散热、室内侧嵌管所需低温热水由机械作用提供等。由模拟分析结果可见,在这些情况下仅采用供热水温高于 22℃ 的双层嵌管式外墙即可满足室内的负荷处理需求,且能耗水平较低。实际应用时,如房间热负荷更大,还可以考虑在房间内墙中也进行嵌管,对室内空气进行加热,或提高室内侧嵌管的供水温度。总体上,采用双层嵌管式墙体增加了少量嵌管侧输配能耗和较多的嵌管负荷,但增加的嵌管负荷将由低品位的热源承担,这部分低品位热源条件合适时甚至可完全由免费的自然能源供应,如地源水、污水废热等。可见,双层嵌管式墙体可很好地解决我国北方地区的供热问题,具有广阔的应用前景。

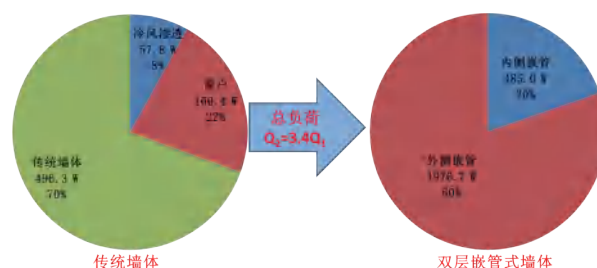


图 5 传统墙体与双层嵌管式墙体系统的负荷分配

5 结论

为降低冬季建筑供热能耗,本文提出了一种双层嵌管式围护结构供热系统,建立了双层嵌管式墙体的数值传热模型,对其进行了传热计算,并对比了传统供热系统与双层嵌管式围护结构供热系统的能耗情况,主要结论如下:

(1) 在相同的室外及室内温度下, 双层嵌管式墙体与常规墙体、单层嵌管式墙体相比, 可明显增加向室内的供热量并提高室内壁面温度, 实现了室内侧嵌管的低温供热功能与室外侧嵌管的负荷拦截功能, 降低了室内采暖负荷并改善了室内热舒适性。

(2) 当室外侧嵌管水温为 12°C 时, 不同的室内侧嵌管水温 ($20\text{--}24^{\circ}\text{C}$) 下所对应的双层嵌管式墙体供热量从 0 W/m^2 到 17.1 W/m^2 不等。供热水温每提高 1°C , 向室内供热量提高约 4.8 W/m^2 。

(3) 对于本文所分析的寒冷地区一具有双面外墙的典型房间, 室内侧嵌管水温高于 22°C 的双层嵌管式墙体即可满足供热需求并保障室内温度 (20°C), 且系统能耗较传统地源热泵供热系统可降低 38%。

参考文献

- [1] 张晓亮, 朱光俊, 江亿. 建筑环境设计模拟分析软件 DeST 第 13 讲住宅模拟优化实例 [J]. 暖通空调, 2005, 35(8):65-72.
- [2] Xu Xinhua, Wang Shengwei, Wang Jinbo, et al. Active pipe-embedded structures in buildings for utilizing low-grade energy sources: A review[J]. Energy

and Buildings, 2010, 42(10):1567-1581.

[3] Krzaczek M, Florczyk J, Tejchman J. Improved energy management technique in pipe-embedded wall heating/cooling system in residential buildings[J]. Applied Energy, 2019, 254(15).

[4] Shen Chong, Li Xianting. Energy saving potential of pipe-embedded building envelope utilizing low-temperature hot water in the heating season[J]. Energy and Buildings, 2017, 138:318-331.

[5] 沈翀. 利用自然能源降低建筑围护结构负荷的方法研究 [D]. 清华大学, 2018.

[6] 谢军龙, 朱求源, 徐新华. An active pipe-embedded building envelope for utilizing low-grade energy sources[J]. 中南大学学报 (英文版), 2012, 19(6):1663-1667.

[7] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册 (第二版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

[8] 《地源热泵系统工程技术规范 (2009 年版)》(GB50366-2005) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

(上接 48 页)

综合考虑管网投资、机组投资、运行费用三方面的费用, 可以看出板式换热器机组在设备建设费用方面要明显低于吸收式换热机组, 但在供热管网管道建设费用方面明显高于板式换热机组, 且运行能耗高。换热站所负担的供暖区域越大, 一次网距离越长, 吸收式换热机组的优势越明显。(本计算为估算, 实际工程案例中还需考虑人工费等其他因素。吸收式换热机组造价, 某吸收式换热厂家所提供的样本, 单位负荷供热能力所需要的造价为 0.27 元/W ; 板式换热器造价由换热面积决定, 造价为 400 元/m^2 。)

4 结束语

通过实际运行, 某高校中心校区负担多层建筑部分的换热站改造工程, 在 2015-2018 年度冬季运行平稳, 满足换热站所负担供热面积的热负荷需求。

因此当设计项目所处区域市政供热管网供热能力不足, 并且很难通过提升一次水温度、增加一次网流量、改造一次网结构等措施, 来解决一次网供热能力不足时, 可考虑采用此类型换热机组。输送同样的热量, 吸收式换热需要更少的流量, 可以节约输送泵电耗。同时, 流量小所需的管网管径小,

表 2 换热机组投资

机组形式	总负荷 (MW)	新建机组数	机组造价 (万元)	机组投资 (万元)
吸收式	10+4.5	2	122+270	392
板式	10 (单台 70%)	2	10.8	10.8

表 3 年运行费用估值

机组形式	管径	比摩阻 (Pa/m)	管长 (km)	阻力 (kPa)	水泵能耗 (kW)	年运行费用 (万元/年)
吸收式	DN200	85	10	935	63.64	7.20
板式	DN250	92	10	1012	85.13	9.67

表 4 各方案费用年值计算表

说明	管材费用	机组投资	年经营成本	费用年值
扩建吸收式	0	392	7.2	46.4
扩建板式	553.15	10.8	9.67	66.1

可以降低管网的建设投资, 这一点对于离热源距离远的新建小区进行长距离供热尤其有利; 对于小区扩建, 换热站改用吸收式换热机组, 可以在不改变一次水流量的情况下, 实现换热站扩容, 节省一次管网改建投资。

非均匀室内环境需求导向下叠动通风性能研究

河北工业大学能源与环境工程学院 李晗 孔祥飞

〔摘要〕本文对所提出的新型叠动通风与现有的层式通风进行了对比与研究。分别从温度分布、通风效率和室内热舒适性三个方面进行了探讨。研究结果表明,与常规层式通风方式相比,新型叠动通风可在降低输入负荷 25% 的前提下,实现了更高的通风效率与室内热舒适,与此同时,根据新引入的经济舒适比指标,新型叠动通风用来营造室内舒适性所需通风能耗仅为常规层式通风的 73.3%,即在相同室内热舒适前提下,新型叠动通风可节能 26.7%。

〔关键词〕叠动通风;层式通风;通风效率;气流分布性能指数;有效吹风感温度

1 引言

建筑供冷与采暖所消耗的能量占据了建筑能耗的 47%^[1],而建筑能耗又占据了总能耗的 20~40%^[2]。随着人民生活质量的上升,其对室内空气品质的关注度不断上升。相关研究表明,不舒适的室内环境可直接显著影响到室内人员的身体健康以及工作效率。基于此,大量的专家学者针对不同类型的通风形式应用于办公环境进行了研究与对比^[3-7]。由于我国幅员辽阔,气候分区复杂,从而导致我国的制冷与供暖能耗尤为显著^[8]。因此,寻求一种能有效提供舒适、健康的室内环境的空调系统,对建筑节能有着重要意义。

根据现有研究,层式通风是应用于中小空间中一种非常有效的机械通风方式^[9]。新鲜空气通过较短的距离和时间水平供应到呼吸区。相较于其他送风形式的呼吸区气流,层式通风送风气流具有更高的温度、速度和更短的空气龄。因此,人员可以得到更优的供热效果和更高质量的吸入空气^[10]。层式通风的原理就是通过人员在活动区直接送风使得在呼吸区水平上形成新鲜空气层,同时提高室内空气温度和流动速度。前人研究表明,在层式通风条件下,中型房间的室温较混合通风高约 2.5℃,节能率至少为 37.7%^[11]。因此,层式通风可以为人员提供一个舒适的环境,并显著降低 HVAC 能耗^[12]。并且能够通过建立合理的速度和温度组合,得到满意的平均热感觉指数 (PMV) 和预测不满意百分比 (PPD) 以及呼吸区的高质量空气^[13]。数值研究结果表明,与混合通风房间相比,层式通风环境下的人员受到空气病菌感染的风险更低^[14]。然而,大多数的研究者都是在供冷条件下对送风终端类型、布局形式和送风参数对层式通风性能的影响进行了探究^[15]。

但是层式通风还存在一个明显的缺陷,那就是

应用场所受限,且随着射程的增加,冷气流下沉与热气流上升现象明显,容易造成离送风口较近与较远区域,人体不舒适性显著增加。若为了增加层式通风对大空间的适用性,只能通过增加送风速度来延长射程,而较大的送风速度又会给人员带来显著的吹风感。并且根据现有研究,冷负荷与热负荷的分布是存在明显的空间差异性的,而现阶段的通风形式都是基于冷热负荷分布均匀这一特性进行设计与优化,需求与供应的矛盾性会带来空间人体舒适性的降低与能耗的浪费。针对上述不足,本研究通过优化机械通风能源品位,构建不同层级射流间温度梯度以转变浮力通量作用方向,从而对浮升力加以转换与利用,提出了新型通风模式——叠动通风,并将其通风性能与室内热舒适性与常规层式通风进行了对比与分析。

2 系统描述

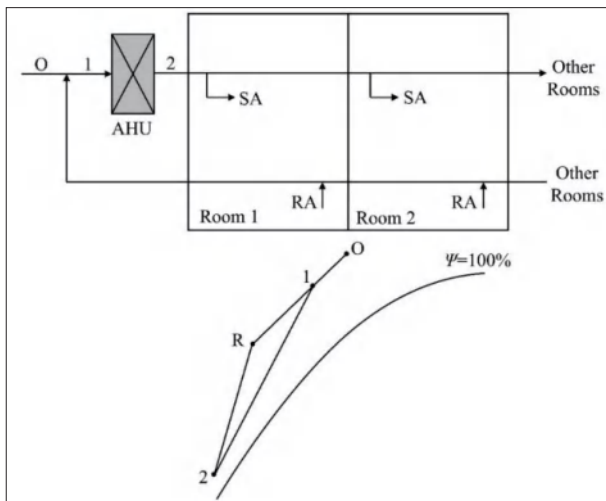
2.1 常规层式通风系统

图 1 (a) 给出的是常规层式通风系统, O 点代表的室外状态点,室外空气 (O) 与室内状态点 (RA) 混合后到达点 1,然后通过组合式空调系统,经过冷却除湿后到达点 2,然后通过层式送风口,将冷风送至人员区。

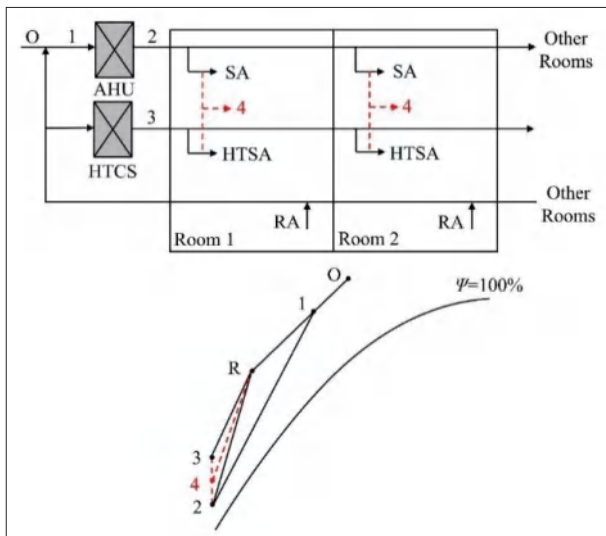
2.2 新型叠动通风系统

图 1 (b) 给出的是新型叠动通风系统, O 点代表的室外状态点,室外空气 (O) 与室内状态点 (RA) 混合后到达点 1,然后上层风通过常规冷源 (组合式空调机组),经过冷却除湿过达到点 2,然后通过上层风口送入室内;下层风通过高温冷源,经过冷却后达到点 3,通过下层风口送入室内,在上下层风口向室内送风的过程中,射流层边缘可能会发生掺混,从而达到点 4 向室内送风。

叠动通风的核心思想为通过采用多质热能实现



(a) 常规层式通风系统



(b) 叠动通风系统

图1 通风系统焓湿处理过程

梯级调温。如图2所示，经高温冷水（低品位能源）制取下层高温冷风送入人员非敏感区，经常规冷水（高品位能源）制取上层常规冷风送入人员敏感区。叠动通风双层射流进入叠加作用区域后，会产生由层级射流间的温度梯度所引发的浮力通量，同时层级射流间会存在动态扰流阻力，进而引发原有射流轨迹偏移。

2.3 射流特性对比

在传统机械通风模式中，由浮力通量所引发的冷风沉降及热风上浮等问题是导致人体不舒适及通风高能耗的关键所在，也是目前改善各类机械通风系统性能的主要引导方向。如图3所示，本研究所提出的叠动通风通过构建不同层级射流间温度梯度以实现浮力通量作用方向转变。该浮力通量可对上

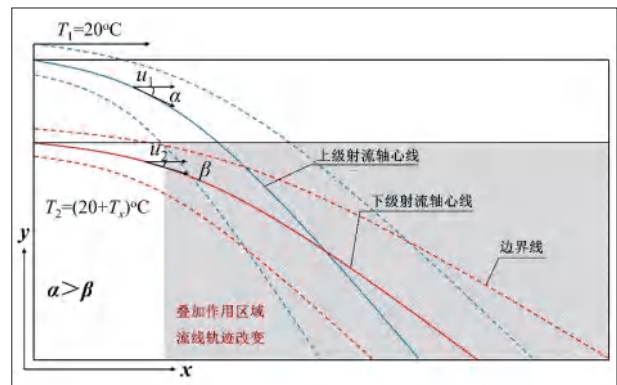


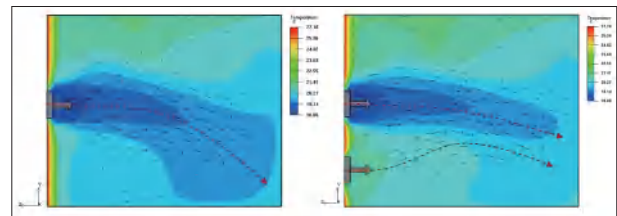
图2 新型叠动通风系统

层射流产生托举作用，同时对下层射流具有压制作用，从而显著降低传统层式通风模式下的冷风沉降与热风上浮的不利影响，实现了热浮升力“转劣为优”。相对于传统机械通风模式，叠动通风将具备以下优势：

1) 叠动通风通过利用不同品位射流间的浮力通量，将热浮升力“转劣为优”，可明显改善“冷风下沉”与“热风上浮”现象，目标区域温度分布更加均匀，显著提升通风效率与人体热舒适性。

2) 叠动通风可适配平疫联动模式，将室外新风引入至上层风——“呼吸层”，以提升有效新风量，降低新风处理能耗，增强室内空气品质；在疫情防控期间，上层风可切换至全新风模式以减小建筑内部人员交叉传染风险，远离人体呼吸区的下层风经室内盘管处理保持常态，可大幅度降低空调能耗。

3) 叠动通风不仅实现了能源总量的缩减，而且可同时实现多质热能耦合利用，节能潜力更大，可为进一步降低建筑空调能耗提供新思路。



(a)

(b)

图3 传统层式通风（a）与叠动通风（b）射流特性对比

3 研究方法

3.1 研究案例

本研究所选取的研究房间长宽高为 $6 \times 4 \times 3.5 \text{m}$ 。运用 CFD 专业模拟软件 Airpak 进行建模计算，其模型中所用边界条件均根据实验所测进行设置，其人员发热量以及照明功率均按照办公环境下标准工况

所得。其中模型中相关的边界条件以及参数设置如下表所示：

表 1 CFD 模型中的边界条件及内热扰参数

模块	边界条件	参数
送风口	定速流出口	20.0℃, 10ACH
回风口	自由压力出口	—
外墙	定温壁面	33.1℃
吊顶	定温壁面	27.6℃
楼板	定温壁面	24.1℃
内墙 (左/右)	定温壁面	27.1℃
内墙 (近走廊)	定温壁面	27.4℃
人员	定热流量	56W
照明	定热流量	30W

3.2 模型的验证

在本研究中,为了确保 CFD 模型的准确性,我们对其进行了多工况实验验证。实验舱位于天津,一个位于寒冷气候区的典型城市。实验舱尺寸为 6×4×3.5m,与 CFD 模型一致(如图 4 所示)。

实验所用到的干球温度传感器精度为 ±0.1℃,流量计传感器精度为 ±2%。在本实验中,温度与速度均为测量量。数据收集采用的是安捷伦数据采集仪,由于本实验变量均为直接测量值,所以本文采用 Kline 和 McClintock 提出的误差分析方法。假设变量 R 是独立变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的函数,即 $R=R(X_1, X_2, \dots, X_n)$,相对不确定度由下式给出:

$$\frac{\Delta R}{R} = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta X_i}{X_i} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

通过计算,本实验的温度和速度测量精度分别



图 4 实验布置图

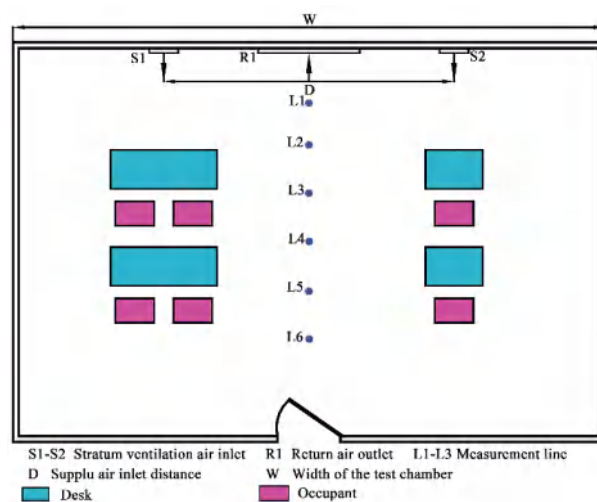


图 5 测点位置

为 0.25% 和 0.08%。

为验证 Airpak 建立的数值模型的准确性,将模拟的气流和温度分布与实验测量值进行了比较。六种典型位置的速度和温度如图 5 所示,测点高度为 1.1m。模拟结果与实验值的温度和速度对比分别如图 6 和图 7 所示。可以看出,模拟的速度和温度与实验值吻合较好。实验温度与模拟温度的最大、最小和平均差异分别为 0.3℃、0.1℃ 和 0.2℃;实验速度和模拟速度分别为 0.05m/s、0.02m/s 和 0.04m/s。从上述结果可以看出,本研究所采用的 CFD 模型精度较高,可以用于后续的研究当中。

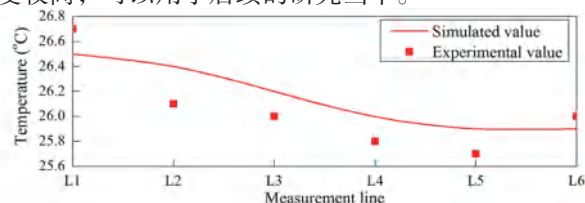


图 6 温度对比图 (模拟 vs 实验)

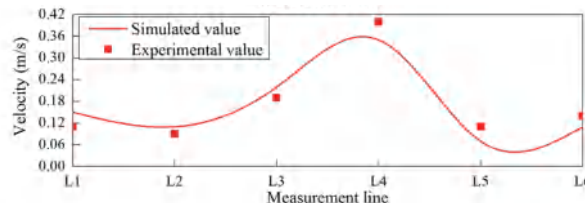


图 7 速度对比图 (模拟 vs 实验)

3.3 气流组织及热舒适特性的评价指标

为了比较两种通风方式下的气流组织特性及热舒适特性,引入了以下评价指标:

- (1) 温度分布;
- (2) 通风效率;

对于空间的任意一点,通风效率可由式 2 计算:

$$E_i = (T_s - T_e) / (T_s - T_x) \quad (2)$$

式中, E_i 为通风效率; T_s 为送风温度, $^{\circ}\text{C}$; T_e 为回风温度, $^{\circ}\text{C}$; T_x 为房间内某一点处的温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 有效通风温度 (EDT);

层式通风的有效通风温度计算方法不同, 可由分别由式 3 计算:

$$EDT_s = (T_x - T_r) \cdot (v_x - 1.1) \quad (3)$$

式中, EDT_s 为层式通风的有效通风温度, K, 层式通风的有效通风温度的舒适区间为 -1.2K 至 $+1.2\text{K}$; T_r 为室内平均温度, $^{\circ}\text{C}$; v_x 为房间内某一点的风速, m/s 。

(4) ADPI;

本研究可采用空气分布性能指数 (ADPI) 评价热舒适性。ADPI 的计算方法如下:

$$ADPI = \frac{N_s (-1.2\text{K} < EDT < 1.2\text{K}, 0 < v < 0.8 \text{ m/s})}{N} \times 100\% \quad (4)$$

式中, N 为人员区研究节点总数; N_s 是 EDT 和速度同时落在舒适范围内的节点数。若 ADPI 越接近 100%, 则热环境越舒适。

(5) 经济舒适比;

经济舒适比指标可用来评价室内人员为达到舒适状态所需消耗的能量, 该指标不仅可以考虑室内环境的热舒适性, 同时也考虑了不同通风形式下营造室内热舒适环境所消耗的能耗。经济舒适比的计算推导过程如下所示:

房间内能够达到舒适性的人员数可以计算如下:

$$N_c = ADPI \times N \quad (5)$$

式中, N_c 为该通风形式下能够达到舒适性的人员数; N 为室内人员总数, ADPI 为空气分布指数。

某种通风形式下的所需能耗可以定义为:

$$Q = \frac{Q_e}{E_i} \quad (6)$$

其中 Q 为该通风形式下的能耗; Q_e 为维持建筑室内热环境需要累积冷 (热) 负荷, E_i 为通风效率。

因此, 经济舒适比的物理定义为在某种通风形式下能够使室内人员达到舒适性的能源消耗量。经济舒适比计算如下:

$$\eta = \frac{Q}{N_c} = \frac{\frac{Q_e}{E_i}}{ADPI \times N} = \frac{Q_e}{N} \times \frac{1}{E_i \times ADPI} \quad (7)$$

在本研究中, 同一个研究房间内 $\frac{Q_e}{N}$ 为常数, 设为 a , 则相对经济舒适比系数可计算如下:

$$\beta = \frac{\eta}{a} = \frac{1}{E_i \times ADPI} \quad (8)$$

因此, 我们可以通过比较 β 值的大小来综合评价某种通风形式的性能优良, β 值越小, 代表该通风形式可以采用更低的能耗带来室内热舒适。

4 结果分析与讨论

4.1 温度对比

图 8 是层式通风与叠动通风沿高度方向上各层平均温度的变化图。其中层式通风模式下室内平均温度为 26.37°C , 叠动通风模式下的室内平均温度为 26.64°C , 二者在 1.2m 高度出现最大差值 0.35°C 。整体来看, 在叠动通风相对于层式送风减小 25% 送风负荷的前提下, 室内平均温度仅仅升高了 0.27°C 。该结论充分体现了叠动通风双层射流的交互影响以及针对负荷空间分布特征的靶向送风的优越性。

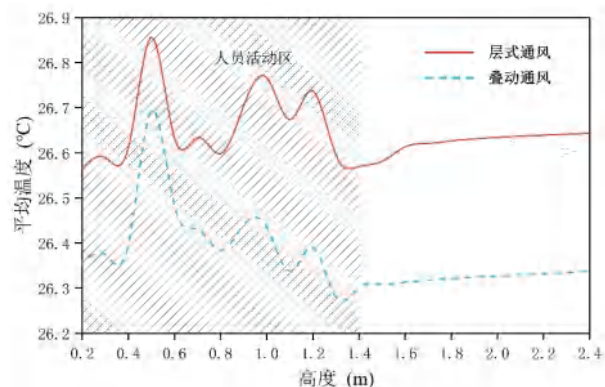


图 8 不同高度温度对比 (层式通风 vs 叠动通风)

4.2 EDT 与 ADPI

EDT 与 ADPI 可用来评价通风形式下的室内热舒适性与满意率。下图给出了叠动通风与层式通风在不同高度上的有效通风温度 (EDT) 与速度的平均值及落在舒适区内的满分值。从下图可以看出, 由于叠动通风的输入冷量为层式通风的 75%, 因此使得室内整体温度偏高 0.27°C , 从而导致叠动通风的 EDT 在不同高度上略高于层式通风, 但均在舒适区内, 不会引发人体不舒适。综合来看, 叠动通风的 ADPI 为 0.8524, 而层式通风的 ADPI 为 0.8417, 上述数据说明, 叠动通风在减少 25% 输入负荷的前提下, 还可以提升 1.3% 的室内舒适性。

4.3 经济舒适比

通过前文的分析可以看出, 新型叠动通风在通风效率以及室内热舒适上, 相对于层式通风均有一定的优越性, 为了同时考虑通风能耗与室内热舒适两个因素, 经济舒适比被引入到此研究中。根据式 7 与式 8 可知, 新型叠动通风的相对经济舒适比系数为 0.88, 而层式通风的相对经济舒适比系数为 1.2。上述数据说明, 新型叠动通风用来营造室内舒适性的所需通风能耗仅为常规层式通风的 73.3%,

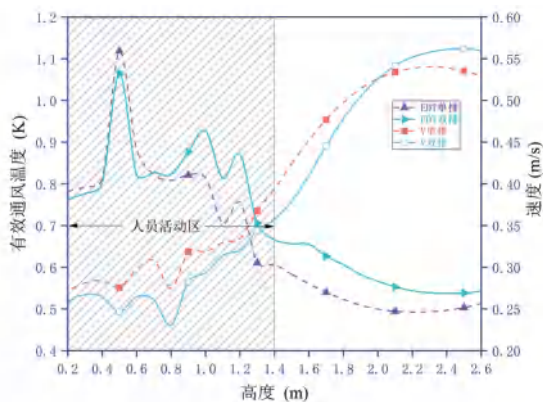


图9 有效通风温度与速度对比

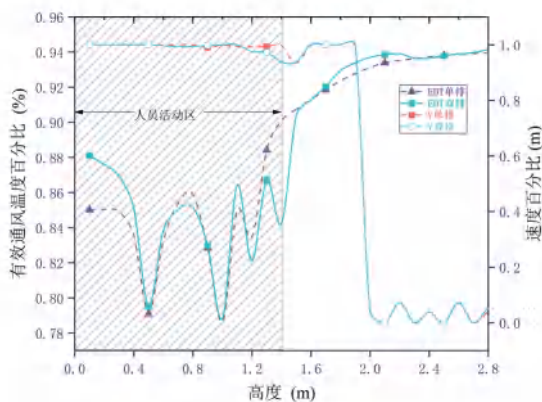


图10 有效通风温度与速度满足百分比对比

即在相同室内热舒适前提下, 新型叠动通风可节能26.7%。

5 结论

(1) 在叠动通风相对于层式送风减小25%送风负荷的前提下, 室内平均温度仅仅升高了0.27℃。

(2) 新型叠动通风的ADPI为0.8524, 而层式通风的ADPI为0.8417, 上述数据说明, 新型叠动通风在减少25%输入负荷的前提下, 还可以提升1.3%的室内舒适性。

(3) 新型叠动通风的相对经济舒适比系数为0.88, 而层式通风的相对经济舒适比系数为1.2。新型叠动通风用来营造室内舒适性的所需通风能耗仅为常规层式通风的73.3%, 即在相同室内热舒适前提下, 新型交叠动通风可节能26.7%。

参考文献

[1] TU, Annual Report on China Building Energy Efficiency, Tsinghua University

Building Energy Research Center, Beijing, 2014, p. 2014.

[2] P.L. Luis, O. Jose, P. Christine, A review on buildings energy consumption in-formation, Energy Build. 40 (2008) 394–398.

[3] Environmental Protection Agency, (2014) www.epa.gov, Accessed date: 11 November 2014.

[4] 苏德权, 李晓东, 王全福. 置换通风与混合通风室内舒适性对比研究 [J]. 节能技术, 2011, 29(2):149-152.

[5] L.T. Wong, K.W. Mui, Efficiency assessment of indoor environmental policy for air conditioned offices in Hong Kong, Appl. Energy 86 (10) (2009) 1933–1938.

[6] 叶晓江, 陈焕新, 周朝霞, 等. 热舒适温度与建筑节能 [J]. 建筑节能, 2008, 36(9):63-65.

[7] 顾建明, 连之伟, 陆明琦. 通风系统性能的评价 [J]. 暖通空调, 2002, 32(5):100-101.

[8] 于涛, 赵玉清, 乔春珍. 我国北方寒冷地区被动式太阳房的实测及模拟 [J]. 建设科技, 2014(24):67-69.

[9] 张桂兰, 李增玲. 城镇住宅新供暖系统的发展现状 [J]. 中国新技术新产品, 2009(16):44-44.

[10] 胡文举, 刘琴, 金占勇, 等. 不同供暖模式下居住建筑热环境与能耗分析 [J]. 暖通空调, 2017(9):120-124.

[11] S.L. Sinha, R.C. Arora, S. Roy, Numerical simulation of two-dimensional room air

flow with and without buoyancy, Energy Build. 32 (1) (2000) 121–129.

[12] H. Amai, A. Novoselac, Experimental study on air change effectiveness in mixing

ventilation, Build. Environ. 109 (2016) 101–111.

[13] Z. Lin, T. Yao, T.T. Chow, et al., Performance evaluation and design guidelines for stratum ventilation, Build. Environ. 46 (11) (2011) 2267–2279.

[14] Y. Cheng, Z. Lin, Experimental study of airflow characteristics of stratum ventilation in a multi-occupant room with comparison to mixing ventilation and displacement ventilation, Indoor Air 25 (6) (2015) 662–671.

[15] T. Yao, Z. Lin, An investigation into the performance of fabric diffusers used in stratum ventilation, Build. Environ. 81 (2014) 103–111.



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

CR 中国制冷展 2022
CHINA REFRIGERATION

CRH 2022

制冷·空调·暖通
HVAC&R

ufi
Approved
Event

THE CHINESE
REFRIGERATION
INDUSTRY
ASSOCIATION
中国制冷学会

第三十三届国际制冷、空调、供暖、通风 及食品冷冻加工展览会

THE 33RD INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION,
AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN
FOOD PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE

2022年4月11日至13日

APR 11-13, 2022

重庆国际博览中心

CHONGQING INTERNATIONAL EXPO CENTER

主办:  中国国际贸易促进委员会北京市分会



中国制冷学会



中国制冷空调工业协会

承办:  北京国际展览中心有限公司

协办:  重庆市制冷学会

电话: 010-64934668-611/610

传真: 010-64938558

网址: www.cr-expo.com

邮箱: xuelongyun@biec.com.cn

kanglu@biec.com.cn



官方网站



官方微信

咨询热线: 400-666-3703

2022 中国供热展

中国国际供热通风空调、
卫浴及舒适家居系统展览会

China International Trade Fair for Heating, Ventilation,
Air-Conditioning, Sanitation & Home Comfort System

目前展位
预订率

65%+

2022年5月9日-5月11日

北京·中国国际展览中心新馆(顺义)

- 把握“美好舒适家居需求”红利
- 掘金“碳达峰碳中和目标”市场

参展企业

900+

观众数量

69,243

展会规模

95,000m²

观众
满意度

93%

观众
决策层

49%

同期活动

100+

中展智奥(北京)国际展览有限公司

CIEC GL events (Beijing) International Exhibition Co., Ltd.

Tel: +86 10 8460 0666

Tel: +86 10 5759 2388 转 4

E-mail: info@ishc-cihe.com

Web: www.ishc-cihe.com

↓↓ 扫码即刻预定优质展位



做良心企业 建精品工程

带着老牌地质单位的严谨和年轻一辈地质人的热情，华清地热集团经历20余年的传承与创新。从最初的深层地热梯级利用，到更为广泛的浅层地热能开发；从单一的地热利用到更加经济的蓄能技术与多种能源耦合技术；从向土壤要能源到向江河湖泊再生水要温度；从奥运村到副中心……面对不同的自然资源、建筑要求，华清地热集团实现了“因地制宜、按需设计、专业定制”的特色化发展道路。



北京市朝阳区立水桥甲2号

010-84846542（客户服务部）



和买空调一样 轻松选购地暖

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

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

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