

主办：中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

本期导读

08 | 新闻直通车 | News Express |

2020 年度标准科技创新奖推荐项目公示

《高效空调制冷机房评价标准》编制组成立暨第一次工作会议召开

HVACR2020 论文评审工作顺利完成

建筑科学领域高质量科技期刊 (2020 年) 结果公示

美国利用煤炭制作建筑材料、提取贵金属做 iPhone

24 | 热点聚焦 | Spotlight |

第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛在山东烟台召开

40 | 案例赏析 | Cases |

上海某宾馆综合节能改造分析

沿青岛地区可再生能源利用价值工程分析



建筑环境与能源微信公众号

AS YORK ALWAYS DO

强筋傲骨 稳定发挥

约克VRF中央空调，创新系统控制技术，运行更可靠



如何让空调运行更可靠？

约克以140年的革新历程作答，超强变频涡旋压缩机
精确至0.01Hz的无级变频技术，48小时-30~70°C极限运转测试

.....

约克VRF中央空调依托先进的系统控制技术
令整机驱动与核心部件运行更协调、更稳定，确保更可靠、更稳定的空调体验

—— 约克空调 值得信赖 ——



实施城市更新行动的重要意义

城市是我国经济、政治、文化、社会等方面活动的中心，在党和国家工作全局中具有举足轻重的地位。城市建设既是贯彻落实新发展理念的重要载体，又是构建新发展格局的重要支点。实施城市更新行动，推动城市结构调整优化和品质提升，转变城市开发建设方式，对全面提升城市发展质量、不断满足人民群众日益增长的美好生活需要、促进经济社会持续健康发展，具有重要而深远的意义。

（一）实施城市更新行动，是适应城市发展新形势、推动城市高质量发展的必然要求。改革开放以来，我国城镇化进程波澜壮阔，创造了世界城市发展史上的伟大奇迹。2019 年我国常住人口城镇化率 60.6%，已经步入城镇化较快发展的中后期，城市发展进入城市更新的重要时期，由大规模增量建设转为存量提质改造和增量结构调整并重，从“有没有”转向“好不好”。从国际经验和城市发展规律看，这一时期城市发展面临许多新的问题和挑战，各类风险矛盾突出。我们不仅要解决城镇化过程中的问题，还要更加注重解决城市发展本身的问题，制定实施相应政策措施和行动计划，走出一条内涵集约式高质量发展的新路。

（二）实施城市更新行动，是坚定实施扩大内需战略、构建新发展格局的重要路径。城市是扩内需补短板、增投资促消费、建设强大国内市场的重要战场。城市建设是现代化建设的重要引擎，是构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的重要支点。我国城镇生产总值、固定资产投资占全国比重均接近 90%，消费品零售总额占全国比重超 85%。实施城市更新行动，谋划推进一系列城市建设领域民生工程和发展工程，有利于充分释放我国发展的巨大潜力，形成新的经济增长点，培育发展新动能，畅通国内大循环，促进我国经济长期持续健康发展。

（三）实施城市更新行动，是推动城市开发建设方式转型、促进经济发展方式转变的有效途径。城市建设是贯彻落实新发展理念、推动高质量发展的重要载体。随着我国经济发展由高速增长阶段进入高质量发展阶段，过去“大量建设、大量消耗、大量排放”和过度房地产化的城市开发建设方式已经难以为继。实施城市更新行动，推动城市开发建设方式从粗放型外延式发展转向集约型内涵式发展，将建设重点由房地产主导的增量建设，逐步转向以提升城市品质为主的存量提质改造，促进资本、土地等要素根据市场规律和国家发展需求进行优化再配置，从源头上促进经济发展方式转变。

（四）实施城市更新行动，是推动解决城市发展中的突出问题和短板、提升人民群众获得感幸福感安全感的重大举措。在经济高速发展和城镇化快速推进过程中，我国城市发展注重追求速度和规模，城市规划建设管理“碎片化”问题突出，城市的整体性、系统性、宜居性、包容性和生长性不足，人居环境质量不高，一些大城市“城市病”问题突出。在这次新冠肺炎疫情中，城市建设领域的一些问题和短板更加凸显。通过实施城市更新行动，及时回应群众关切，着力解决“城市病”等突出问题，补齐基础设施和公共服务设施短板，推动城市结构调整优化，提升城市品质，提高城市管理服务水平，让人民群众在城市生活得更方便、更舒心、更美好。



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
2020年第9期(总第36期)
(每月10日出版)

顾问委员会

主 任 郎四维
委 员 江 亿 | 吴德绳 | 龙惟定
马最良 | 徐华东 | 罗 英

编辑委员会

主任委员 徐 伟
副主任委员 路 宾
委 员 (按姓氏笔画排序)
于晓明 | 方国昌 | 龙恩深 | 田 琦 | 由世俊
伍小亭 | 刘 鸣 | 刘燕敏 | 寿炜炜 | 李先庭
李永安 | 肖 武 | 邹 瑜 | 张子平 | 张建忠
金丽娜 | 徐宏庆 | 黄世山 | 董重成 | 端木琳
潘云钢

编辑部

主 编 徐 伟
副 主 编 路 宾
执行主编 王东青
责任编辑 李 炜 | 崔艳梅
校 对 才 隽
美 编 周 林

地址:北京市北三环东路30号
邮编:100013
电话:010-6469 3285
传真:010-6469 3286
邮箱:beaebjb@163.com



建筑环境与能源微信公众号



CAHVAC 微信公众号

版权声明:凡在本刊发表的原创作品版权属于编辑部所有,其他报刊、网站或个人如需转载,须经本刊同意,并注明出处。



目录 CONTENTS

08 | 新闻直通车 | News Express |

2020 年度标准科技创新奖推荐项目公示

《高效空调制冷机房评价标准》编制组成立暨第一次工作会召开
HVACR2020 论文评审工作顺利完成

建筑科学领域高质量科技期刊(2020 年)结果公示

中超低能耗建筑技术体系研究与示范获北京市科学技术进步奖二等奖

“可再生能源清洁供暖关键技术及规模化应用”荣获科学技术一等奖

中国电信到访中国建筑科学研究院有限公司座谈交流

中国建筑科学研究院有限公司与华为开展交流合作

13 | 行业新闻 | Industry News |

中央财政将继续支持清洁取暖补贴

国家发改委结合清洁取暖开展源网荷储一体化示范

住建部重点推行团体标准

山西给清洁取暖试点城市戴上“紧箍”

河北省《居住建筑节能设计标准(节能75%)》发布

河北省《城市智慧供热技术标准》发布

河北省《农村低能耗居住建筑节能设计标准》发布

上海绿色建筑总面积达2.13 亿平方米

陕西铜川可再生能源取暖获补贴

安徽绿色建筑如何“聚木成林”

青海三江源建设蓄热供暖数字管理平台等

21 | 国际资讯 | International News |

印度上调家电、宝石等商品关税

大量的老旧空调进入非洲推高温室气体排放

拜登版的“能源革命”

德国能源转型成败如何

美国利用煤炭制作建筑材料、提取贵金属做 iPhone

美国 CDC 网站发布指南更科学摘要“新关于病毒传播方式”

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

点亮绿色城市节能梦想

麦克维尔全系列风冷螺杆机组

医疗建筑

四管制冷热一体机系列MHS-SQ3

数据中心

自然冷却系列Free Cooling

公共建筑

超高效领航者系列MHS-PR3

工业厂房

变频系列MCS-MV3

商业建筑

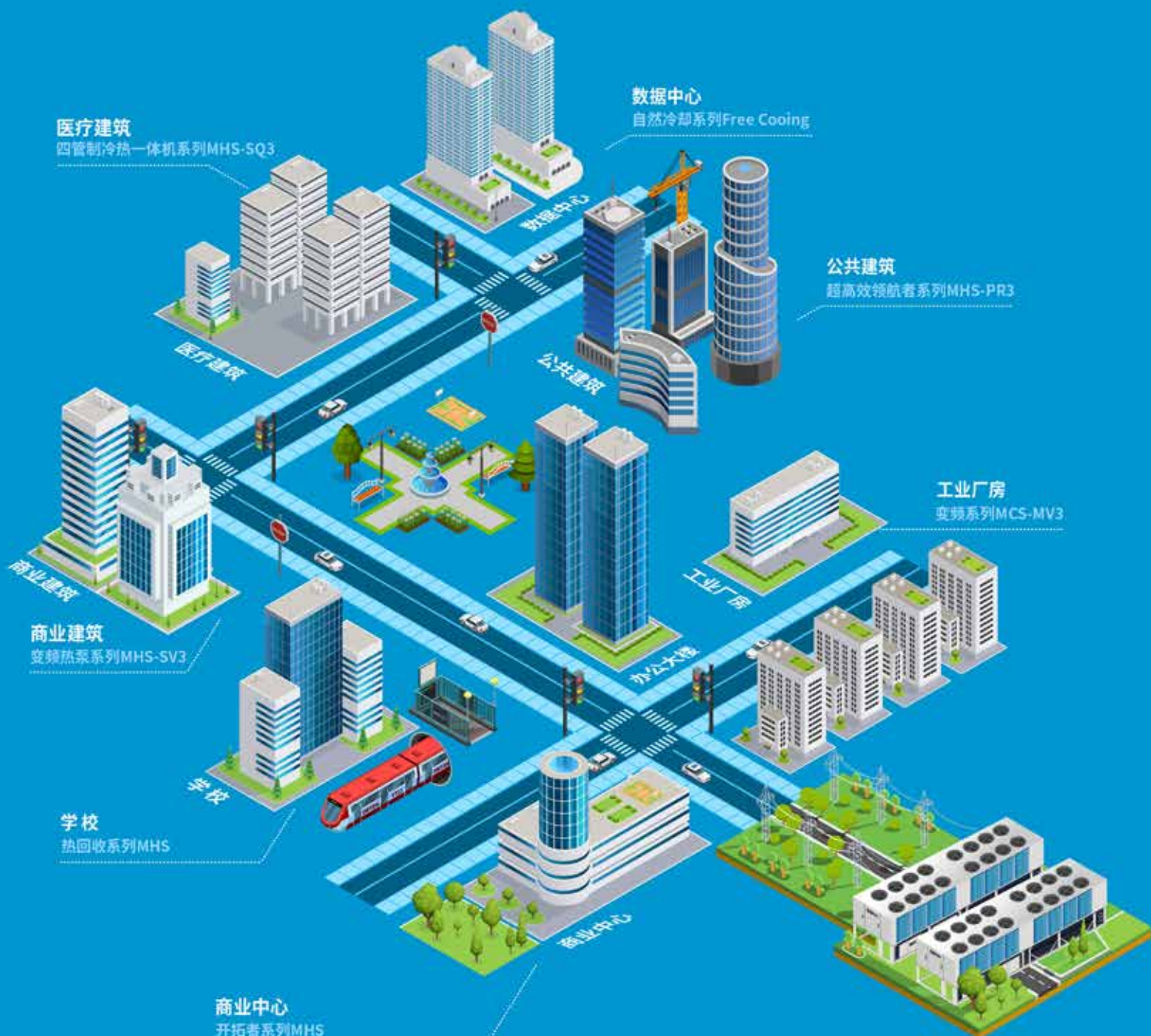
变频热泵系列MHS-SV3

学校

热回收系列MHS

商业中心

开拓者系列MHS



CONTENTS



《高效空调制冷机房评价标准》编制组成立
暨第一次工作会议召开



中国建研院与华为开展交流合作



中国建研院—葛洲坝上海紫郡公馆科技
系统智慧运行管控建设项目



中国建研院——济宁市文化中心能源站
无人值守控制系统

24 | 热点聚焦 | Spotlight |

第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛在山东烟台召开



33 | 聚焦政策 | Policy |

住建部等部门关于加快新型建筑工业化发展的若干意见（节选）

关于印发《湖北省绿色建筑创建行动实施方案》的通知

关于印发黑龙江省散煤污染治理“三重一改”攻坚行动实施方案的通知

40 | 案例赏析 | Cases |

上海某宾馆综合节能改造分析

沿青岛地区可再生能源利用价值工程分析

50 | 技术交流 | Technical communication |

一种新型稳定的小型校准风洞

江南地区传统民居夏季自然通风人体热舒适气候适应性分析

冰箱冻结过程中食品热值传递的理论分析和冻结过程模拟

基于 1D/3D 协同仿真的地下换热器孔群与抽灌水并群负荷调配特性分析

NET.Pro(2020)热湿型新风机

热湿交换芯技术 / 国家十三五项目

国标 GB/T 21087-2007



有CCC认证的新风净化机！



风量范围
150-350m³/h



热湿交换芯
可水洗



德国风机



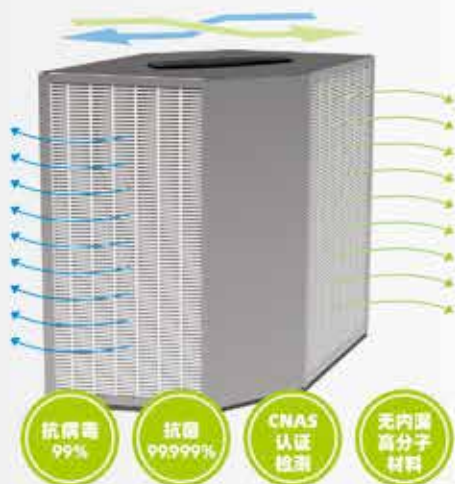
H13高效过滤



智能控制



静音



美国 DAIS 膜芯全热交换芯

病毒颗粒直径: 70-200nm 细菌颗粒直径: 300-2000nm
告别纸芯 | 抗菌 | 无孔膜 | 零漏风 | 防止交叉感染



美国陶氏



免更换



可水洗



抗霉



抗冻



20年质保



冷·暖·水·管

国家课题:

- 十二五课题: 实现建筑节能目标的可再生能源应用关键技术
- 十三五课题: “建筑节能技术体系及关键技术开发”

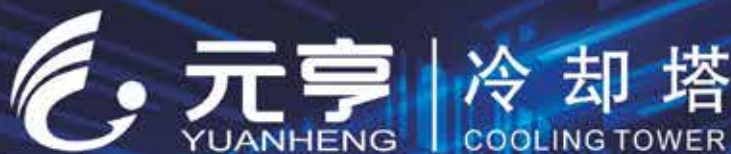
国家及行业标准起草单位:

- 《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》
- 《建筑节能技术导则》(2019年9月实施)

- GB 31459-2015 《家用和类似用途设备用温度控制系统的安全要求》
- GB 50189-2015 《公共建筑节能设计标准》
- GB/T 14295 《空气过滤器》
- GB/T 13554 《高效空气过滤器》
- GB/T 6165 《高效空气过滤器性能试验方法 效率和阻力》
- GB/T 21087 《新风空气-空气能量回收装置》
- GB/T 16803 《供暖、通风、空调、净化设备 术语》
- GB/T 19232 《风机盘管机组》

- 《通风系统用空气净化装置》
- 《住宅新风系统技术规范》
- 《低风速风性立新风全热设备》
- 《蒸发冷却独立新风全热设备》
- 《新风净化机》
- 《中小学新风净化系统技术规范》
- 《中小学教室空气质量限制与评价标准》
- 《新风空气净化设备通用技术规范》
- 《新风空气净化设备分类与符号》





为客户创造价值

中国空调用冷却塔市场销量排名第一 *

八大优势



CTI认证

全球最权威的第三方认证，热力性能绝对保证；



安全可靠

高可靠性设计，杜绝停机故障；



节能认证

耗电比低，节省大量运行费用；



防结冰

提供防止冬季运行结冰解决方案；



节水认证

飘水率低至0.000092%，节省大量水资源；



低噪声

提供系列低噪声产品及10种降噪解决方案；



免费制冷

提供冬季、过渡季免费制冷解决方案；



整机到货

减少现场安装，缩短建设周期，安全质量更有保障；

典型用户：

中国移动株洲数据中心

中国移动东莞数据中心

中国移动淮南数据中心

中国移动兰州数据中心

中国移动济南数据中心

中国移动青岛数据中心

中国联通中原数据基地

中国联通西安数据中心

中国联通德清云数据中心

中国联通保山数据中心

中国电信厦门海峡枢纽中心

中国电信宝之云 数据中心

中原大数据中心

国家超级计算广州中心

国家超级计算长沙中心

湖南元亨科技股份有限公司

电话：0731-85417298 www.yhkj.com

* 《2018年中国中央空调行业研究报告》



ANZE 安泽电供暖

ELECTRIC HEATING



国家级绿色工厂
National Green Factory



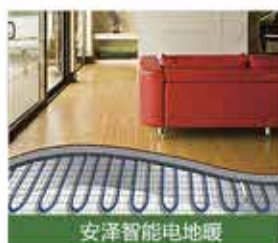
国家专精特新“小巨人”企业
National Little Giant Enterprise



苏浙皖沪质量标杆企业
Quality Benchmark Enterprise



国家高新技术企业
National High-Tech Enterprise



安泽智能电地暖



安泽金属膜系列电暖器



安泽金属膜系列电暖器



安泽智能电地暖



安泽智能家用 & 商用 / 直热式 & 蓄热式系列电锅炉

- 智能变频壁挂式多功能电锅炉
- 立式智能多功能电锅炉
- 卧式大功率智能多功能电锅炉
- 380V/10kV电蓄能供热装置



www.anze.cn 400-887-3788 800-868-8680

新闻直通车

NewsExpress

2020 年度标准科技创新奖推荐项目公示

近日，根据中国工程建设标准化协会《关于组织开展 2020 年度标准科技创新奖申报工作的通知》（建标协字〔2020〕15 号）的要求，推荐《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018、《蓄能空调工程技术标准》JGJ158-2018、《住宅

建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/50355-2018、《Solar energy-Collector and materials-Part5:Insulation material durability and performance》ISO22975-5:2019、《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS564-2018 和《空调冷源系统能效检测标准》

T/CECS549-2018 标准项目奖六项。

推荐个人奖分别是标准领军人才奖获得者中国建研院环能院曹阳、个人标准青年人才奖获得者中国建研院环能院冯昕、个人标准青年人才奖获得者中国建研院环能院王敏。

住房和城乡建设部 建筑环境与节能标准化技术委员会

2020 年度中国工程建设标准化协会标准科技创新奖 推荐项目公示

根据中国工程建设标准化协会《关于组织开展 2020 年度标准科技创新奖申报工作的通知》（建标协字〔2020〕15 号）的要求，经研究，现将推荐项目予以公示。

一、标准项目奖

1. 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018
2. 《蓄能空调工程技术标准》JGJ158-2018
3. 《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T50355-2018

二、个人奖

1. 标准领军人才奖：曹阳（中国建筑科学研究院有限公司）
2. 标准青年人才奖：冯昕（中国建筑科学研究院有限公司）

公示时间为 2020 年 9 月 7 日至 2020 年 9 月 9 日（3 个工作日）。公示期间对公示对象如有意见，可通过来电、邮件等方式向住房和城乡建设部建筑环境与节能专业委员会反映情况和问题。反映情况和问题应实事求是，客观公正，提供真实姓名、联系方式或工作单位，以便调查核实。

联系电话：010-64693254

联系邮箱：liuheng@chinaibee.com

住房和城乡建设部 建筑环境与节能专业委员会



中国工程建设标准化协会 建筑环境与节能专业委员会

2020 年度中国工程建设标准化协会标准科技创新奖 推荐项目公示

根据中国工程建设标准化协会《关于组织开展 2020 年度标准科技创新奖申报工作的通知》（建标协字〔2020〕15 号）的要求，经研究，现将推荐项目予以公示。

一、标准项目奖

1. 《Solar energy-Collector components and materials-Part 5: Insulation material durability and performance》ISO 22975-5:2019
2. 《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018
3. 《空调冷源系统能效检测标准》T/CECS 549-2018

二、个人奖

1. 标准青年人才奖：王敏（中国建筑科学研究院有限公司）

公示时间为 2020 年 9 月 7 日至 2020 年 9 月 9 日（3 个工作日）。公示期间对公示对象如有意见，可通过来电、邮件等方式向中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会反映情况和问题。反映情况和问题应实事求是，客观公正，提供真实姓名、联系方式或工作单位，以便调查核实。

联系电话：010-64517957

联系邮箱：jiejnrbwh@163.com



《高效空调制冷机房评价标准》编制组成立暨第一次工作会议召开

2020年9月3日，中国工程建设标准化协会标准《高效空调制冷机房评价标准》编制组成立暨第一次工作会议在山东烟台召开，该标准由中国建筑科学研究院有限公司环能科技负责编制。

国家机关事务管理局公共机构管理司副处长李道正、中国工程建设标准化协会副秘书长张弛以及来自科研、高校、企业70余人出席了会议。环能科技路宾副总经理代表主编单位致欢迎词；张弛代表中国工程建设标准化协会对标准化工作改革以及本标准的定位进行了介绍，李道正希望本标准早日出台，为主管部门提供依据和抓手，有效推进公



共机构建筑节能工作。

环能科技研究员曹勇就标准立项背景、标准大纲、重点内容、

任务分工以及进度安排作了详细介绍，与会代表对标准制定重点和难点进行了深入讨论。

HVACR2020 论文评审工作顺利完成

2020年9月7日，第二十二届全国暖通空调制冷学术年会（2020）论文审稿总结汇报会顺利召开。来自全国26个省市、自治区的地方学会负责人，两委会理事35位专家参加了会议。

会议由徐伟理事长主持，首先评审组长代表小组进行总结介绍，并就推选出优秀论文和青年优秀论文做了重点说明，997篇论文评审最终确定收录文集91篇，论文集396篇，资料集475篇，退还作者35篇。随后江亿老师等学会领导和专家们就目前行业关注的暖通与疫情防控、通风、医疗建筑等热点对年



会专题拟定进行了讨论和提议，确定28场第二十二届全国暖通空调制冷学术年会专题交流会。

最后，徐伟理事长对各位专

家的辛勤付出和大力支持表示感谢，并表示在全国疫情防控常态化的形势下，年会筹备要做好防护、协调、组织、落实等各项工作。

“可再生能源清洁供暖关键技术规模化应用”项目荣获中国可再生能源学会科学技术一等奖

2020年9月22日，2020年度中国可再生能源学会科学技术奖颁奖典礼在云南昆明召开。由中国建研院首席科学家、环能院院长、环能科技董事长徐伟研究员领衔，中国建筑科学研究院有限公司、西安建筑科技大学、日出东方控股股份有限公司共同完成的“可再生能源清洁供暖关键技术规模化应用”项目获得科技进步一等奖。

可再生能源建筑供热规模化应用是实现清洁供暖、改善大气环境质量的关键途径。项目团队针对可再生能源能量密度低、与建筑负荷时空不匹配等难题，采用“源荷协同、集热强化、前估后评”的技术路线，在国家科技计划、国际合作项目支持下，开

展“理论方法-关键设备-工程应用”全链条攻关，建立了可再生能源清洁供暖规模化应用的设计理论方法和技术体系，在规划设计方法、设备与系统研发、测试评价方法等方面取得多项自主创新突破，示范工程实测运行能耗较常规系统降低50%以上。相关研究成果获华夏建设科学技术一等奖1项、二等奖2项，成功应用于北京大兴国际机场、北京世园会、上海世博会等国家标志性工程，并支撑国家可再生能源建筑应用示范，为可再生能源建筑应用起到了引领和示范作用，推动我国太阳能、地源热泵清洁供暖的规模及节能减排量达到世界第一。

中国建研院环能科技在建筑



环境与能源领域将继续寻求突破与创新，推动建筑物向更高品质、更加舒适与更低能耗迈进。

本年度中国可再生能源学会科学技术奖获奖项目共32项，其中一等奖7项，由中国建研院、清华大学、中国科学技术大学、上海电力大学、天合光能、首航高科、中材科技风电叶片有限公司等单位分别获得。

中国电信到访中国建筑科学研究院有限公司座谈交流

2020年9月16日，中国电信集团有限公司（下称“中国电信”）总经理、党组副书记李正茂率队到公司开展合作交流。李正茂一行参观了中国建筑科学研究院有限公司展厅，并与中国建筑科学研究院有限公司党委书记、董事长王俊就企业和行业数字化转型以及双方战略合作方向等方面进行了深入交流。中国电信集团政企客户事业部总经理刘颖、中国通信服务有限公司党委书记、总经理黄晓庆，中国建筑科学研究院有限公司党委副书记王阳、副总经理李军、尹波，以及双方相关业务部门负责人出席了参观会谈。

李正茂表示，在国家大力推进以5G、人工智能、工业互联

网为代表的“新基建”形势下，智慧城市建设迎来了新机遇，中国建研院和中国电信作为建筑行业 and 通信行业的龙头企业，希望能在智慧城市、数据中心、新基建以及数字化转型等方面深挖合作潜力，实现互利共赢。

王俊代表中国建筑科学研究院有限公司对中国电信的来访表示欢迎。王俊指出，中国电信与中国建研院有着良好的合作基础，期待未来能在智慧城市、智慧建筑的技术研发、标准研制以及业务开展方面加强协同与合作，发挥各自优势，共同为推进企业以及建筑行业数字化转型升级，推动建筑业高质量发展做出



贡献。

会谈中，双方介绍了各自企业概况、业务领域以及在新基建和智慧建筑等相关领域开展的业务情况。双方一致表示，两家企业战略发展思路契合，业务领域互补，期待今后能够以多种形式紧密合作、协同创新、强强联合，共同打造推动数字化转型的央企团队。

发挥各自技术优势，推动建筑行业数字化转型 —中国建筑科学研究院有限公司与华为开展交流合作

2020年9月3日，中国建筑科学研究院有限公司党委书记、董事长王俊率队访问华为技术有限公司（简称“华为”），先后考察了华为深圳坂田基地与东莞松山湖基地，参观了华为IOC智慧园区展厅、企业数字化转型展厅、智慧园区联接实验室、方舟实验室，并与华为智慧园区业务部总裁苏宝华及其团队就建筑行业数字化转型、双方战略合作方向以及智慧园区建设等方面进行了深入交流。中国建筑科学研究院有限公司副总经理范圣权、纪委书记胡振金，华为大企业业务

部总裁王辉、智慧园区业务部CTO王结红，以及双方相关业务部门负责人出席了参观会谈。

王俊表示非常高兴到华为访问交流，并指出当前建筑业已经进入新的发展阶段，正向着高质量和智慧化的方向迈进。华为与公司的合作，是新一代信息技术与传统建筑行业的深度融合，符合当前建筑行业的发展趋势，将有力地促进建筑工业化、数字化、智能化升级，推动建筑业实现高质量发展。华为与中国建筑科学研究院有限公司对建筑行业的智慧化发展方向愿景一致、技术互

补，具有广泛的合作基础与空间，希望双方以市场为导向，在加强智慧园区顶层设计、建立标准体系、引领建筑行业数字化转型升级方面开展全面合作，共绘未来建筑蓝图，共建未来智慧园区。

双方一致表示，通过本次深入交流，进一步加深了认识，拓展了合作领域。接下来，双方将开展全面深入的战略合作，充分发挥双方在行业内的资源、技术优势，共同推动智慧园区和智慧城市建设，助力实现建筑行业数字化转型，为创造更加美好更加智慧的未来生活贡献力量。



行业新闻 IndustryNews

中央财政将继续支持 清洁取暖补贴

近日，生态环境部发布的《京津冀及周边地区、汾渭平原2020-2021年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案（征求意见稿）》指出，中央大气污染防治专项资金继续支持清洁取暖试点地区农村“煤改气”、“煤改电”运营补贴。

方案指出，各地应确保清洁取暖资金投入，研究制定清洁取暖差异化补贴政策，重点向农村低收入人群倾斜，对特困群体采取兜底补贴政策，及时足额发放补贴，确保清洁取暖设施用得上、用得起、用得好。方案强调，各省（市）要落实好《关于北方地区清洁供暖价格政策的意见》，完善峰谷分时价格制度，完善采暖用电销售侧峰谷电价，进一步扩大采暖期谷段用电电价下浮比例。落实好差别电价政策，对限制类企业实行更高价格，支持各地根据实际需要扩大差别电价、阶梯电价执行行业范围，提高加价标准。

2017年5月，国家启动了中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作。三年来，北方清洁取暖试点城市扩大到43个，中央财政累计投入资金约351.2亿元。今年，2017年第一批12个清洁取暖试点城市的三年补贴期已到，2018年第二批23个试点城市将迎来最后一个补贴季。清洁取暖进入后补贴时代，该方案基本明确了中央财政后续补贴的基本思路，即维持运营补贴，但投资补贴将彻底终止。

国家发改委结合清洁取暖和清洁能源消纳开展 源网荷储一体化示范

8月27日，国家发改委发布关于公开征求对《国家发展改革委 国家能源局关于开展“风光水火储一体化”、“源网荷储一体化”的指导意见（征求意见稿）》意见的公告。

《意见稿》指出，结合清洁取暖和清洁能源消纳工作开展市（县）级源网荷储一体化示范，研究通过热电联产机组、新能源、灵活运行电热负荷一体化运营方案，实现能源的安全高效清洁利用，达到多能互补效果。《意见稿》要求源网荷储一体化发展，充分发挥负荷侧的调节能力。依托“云大物移智链”等技术，进一步加强电源侧、电网侧、负荷侧、储能的多向互动，通过一体化管理模式聚合分布式电源、充电站和储能等负荷侧资源组成虚拟电厂，参与市场交易，为系统提供调节支撑能力。

开展“园区级源网荷储一体化”建设。以现代信息通讯技术、大数据、人工智能、储能等新技术为依托，充分调动负荷侧的调节响应能力。在城市商业区、商业综合体，依托光伏发电、并网型微电网和电动汽车充电基础设施建设等，开展分布式发电与电动汽车灵活充放电相结合的园区级源网荷储一体化建设；在工业负荷规模大、新能源资源条件好的地区，支持分布式电源开发建设和就近接入消纳，结合增量配电网等工作，开展源网荷储一体化绿色供电工业园区建设。研究源、网、荷、储的综合优化配置方案，促进与多能互补示范园区、智慧综合能源服务的融合发展，在经济可行的条件下，提高自我平衡能力，减少对大电网调峰和容量备用需求。

住建部：原则上不再制定标准，重点推行团体标准

近日，住建部刊发《住房城乡建设部办公厅关于培育和发展工程建设团体标准的意见》，意见指出，原则上，住建部门不再组织制定推荐性标准。意见强调，将加大工程建设标准供给侧结构性改革，激发社会团体制定标准活力，解决标准缺失滞后问题，支撑保障工程建设持续健康发展。

到2020年，培育一批具有影响力的团体标准制定主体，制定一批与强制性标准实施相配套的团体标准。到2025年，团体标准制定主体获得社会广

泛认可，放开团体标准制定主体，对团体标准制定主体资格，不得设置行政许可。发布的团体标准，不需行政备案。还将推进政府推荐性标准向团体标准转化。

住房城乡建设主管部门原则上不再组织制定推荐性标准。政府标准批准部门要按照《关于深化工程建设标准化工作改革的意见》（建标[2016]166号），加强标准复审，全面清理现行标准，向社会公布可转化成团体标准的项目清单，对确需政府完善的标准，应进行局部修订或整合修订。

山西给清洁取暖试点城市戴上“紧箍”

日前,从山西省住建厅获悉,山西省印发《关于进一步推进清洁取暖试点城市既有建筑节能改造工作的通知》称,山西省将进一步推进清洁取暖试点城市既有建筑节能改造。山西8个试点城市中,年度评价不合格的将暂停拨付奖励资金,连续两年不合格的,将取消试点资格。

推进清洁取暖不仅是环境工程,也是民心工程、民生工程。试点城市是清洁取暖工作任务的责任主体,2017年以来,山西省8个试点城市改造工作推进缓慢,在四部委根据《北方地区冬季清洁取暖试点城市绩效评价办法》对山西省开展的评估中,连续两年未完成改造任务。2020年是清洁取暖工作的交账年,四部委年度评价不合格的将暂停拨付奖励资金,

连续两年不合格的,将取消试点资格,扣回奖励资金。

省住建厅要求,各试点市要建立完善改造项目库、改造技术导则,明确试点节能改造任务完成时限、分年度计划和推进措施;探索采取政府与社会资本合作(PPP)、特许经营等市场化模式建设运营清洁取暖项目,建立市场化改造的长效机制和市场化综合改造模式,促进既有建筑节能改造向“政府引导,市场推动”转变;各市要加强清洁取暖改造项目质量安全管理,严格工程投入资金全过程审计监督,严格建设管理程序。省住建厅将改造工作纳入对各县市的年度目标责任考核,对试点市工作进展情况进行督查,对长期无法有效开展工作的市要约谈问责。

河北省《居住建筑节能设计标准(节能75%)》发布

近日,河北省住房和城乡建设厅发布2020年第108号文关于《居住建筑节能设计标准(节能75%)》(DB13(J)185-2020),自2021年1月1日起实施。其

中,第4.2.1、4.2.5、5.2.1条为强制性条文,必须严格执行。原《居住建筑节能设计标准(节能75%)》(DB13(J)185-2015)同时废止。

河北省《城市智慧供热技术标准》发布

近日,河北省住房和城乡建设厅发布2020年第110号文关于《城市智慧供热技术标准》

(DB13(J)/T8375-2020),自2021年1月1日起实施。

河北省《农村低能耗居住建筑节能设计标准》发布

近日,河北省住房和城乡建设厅发布2020年第111号文关于《农村低能耗居住建筑节能设计标准》(DB13(J)/T8374-2020),自2021年1月1日起实施。

能设计标准》(DB13(J)/T8374-2020),自2021年1月1日起实施。

上海绿色建筑总面积达2.13亿平方米

日前,从上海市住建委获悉,截至今年7月,上海绿色建筑的总面积已达到2.13亿平方米。目前已有773个项目获得绿色建筑评价标识,建筑面积共6680万平方米,二星级以上占比超过80%。建筑节能方面,上海节能建筑面积累计6.3亿平方米,设计与竣工验收阶段执行建筑节能标准比例均为100%。

据了解,从2014年开始,上海所有新建民用建筑全面执行绿色建筑标准,国家机关办公建筑和大型公共建筑按照绿色建筑二星级及以上标准建设,并将相关要求纳入建设管理流程,健全了绿色建筑的设计、审图、验收系列标准规范,在土地供应、审图等阶段对绿色建筑要求进行严格把关。



陕西铜川可再生能源取暖获补贴

近日，陕西铜川印发《铜川市散煤治理工作实施方案（2020 - 2021 年）》，计划 2020 年全市完成散煤治理任务 2.25 万户，推动“可持续、有质量”的清洁取暖发展。

在奖补政策方面：（一）对居民实施“煤改气”替代，给予最高 2500 元燃气取暖设备补助。实施“煤改气”居民给予 0.5 元/方采暖季天然气运行补助，最高补助 500 元。（二）对居民实施“煤改电”替代，给予最高 2500 元电取暖设备补助。实施“煤改电”居民给予 0.2 元/千瓦时采暖季电费运行补助，

最高补助 500 元。（三）对居民实施“洁净型煤+高效环保炉具、生物质+专用炉具”替代，洁净型煤炉具、生物质炉具设备由政府集中采购、统一配发使用。洁净煤、生物质成型燃料按照每户最高 1500 元（洁净煤 2 吨以内、生物质 3 吨以内）的补助标准，补助给集中生产、配送企业，使用成本控制在居民可承受范围内。（四）对居民实施“地热能”、“空气能”、“太阳能”等可再生能源替代，给予最高 4000 元取暖设备补助，不给予运行补助。补助资金由中央和省级财政资金承担。

安徽绿色建筑如何“聚木成林”

近日，为推动绿色建筑高质量发展，安徽省住房和城乡建设厅、安徽省发展和改革委员会、安徽省经济和信息化厅等多部门联合印发的《绿色建筑创建行动实施方案》明确，到 2022 年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 70%。

此次出台的《绿色建筑创建行动实施方案》确定了新目标：到 2022 年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 70%，星级绿色建筑持续增加，既有建筑能效水平不断提高，住宅健康性能不断完善，装配化建造方式占比稳步提升，绿色建材应用进一步扩大，绿色住宅使用者监督全面推广，人民群众积极参与绿色建筑创建活动，形成崇尚绿色生活的社会氛围。同时，要加强绿色建筑科技研发，建立省科技成果库，促进科技成果转化；积极探索 5G、物联网、人工智能、建筑机器人等新技术在工程建

设领域的应用，推动绿色建筑与新技术融合发展；结合疫情防控和各地实际，开展健康建筑研究和试点，提高建筑室内空气、水质、隔声等健康性能指标；健全科技创新管理机制，指导行业企业加大研发投入。积极引导行业主体申报建设科技计划项目、绿色建筑创新奖、科学技术进步奖等。

下一步，安徽省将充分发挥财政资金引导和杠杆作用，鼓励采用政府和社会资本合作（PPP）等方式，引导银行业金融机构加大对绿色建筑项目的信贷支持。在组织黄山杯、鲁班奖、勘察设计奖等评选或推荐时，对绿色建筑示范项目应同等条件下优先入选或优先推荐。鼓励各地根据国家和省关于绿色建筑的相关奖励办法，制定促进绿色建筑发展的配套奖励政策，促进绿色建筑高质量发展。未来，集低耗、高效、经济、环保于一身的“绿色建筑”将越来越多。

青海三江源建设蓄热供暖数字管理平台

今年 5 月 9 日 0 时至 8 月 16 日 24 时，青海电网连续 100 天对三江源地区 16 个县和 1 个乡镇全部使用清洁能源供电，所有用电均来自水、太阳能及风力发电产生的清洁能源，实现用电零排放。

据了解，在此期间，国网青海电力为三江源地区用户推出 1500 余万元的用电优惠政策。针对三江源地区的居民、企业，采取居民每天减免一度电，工商业在享受国家阶段性降低企业用电成本的基础上，叠加享受每度降低 2 分钱等让利措施。

国网青海电力正在积极推动数字“新基建”在能源消费侧的落地实践，这将进一步促进蓄热式智慧供暖在青海地区的发展。8 月 3 日，在青海省能源大数据中心，工作人员完成电蓄热锅炉供热站远程监控平台地图展示功能模块开发，平台上线后将有效降低用户运营和维护成本，促进“煤改电”可持续发展和项目推广。

国网青海电力营销部主任李炳胜介绍，“三江源清洁取暖智慧用能监控管理平台对三江源 21 个县的取暖设备进行集中式智能控制，对客户用能做到全面感知、安全监控。结合地区能源资源、气候条件、生态环境等因素，国网青海电力细分客户取暖类型，并根据各类型客户的房屋结构和热负荷特性，打造蓄热式电锅炉、蓄热式空气源热泵、太阳能光伏+储能技术+蓄热式电暖气等多种灵活多样的组合式供暖方式，因地制宜实施供暖。

荏原溴化锂服务海尔 天然气分布式能源站

近日，荏原成功服务海尔精密塑胶天然气分布式能源站项目保驾护航。该项目采用1台800kW燃气内燃发电机组、1台制冷量872kW烟气热水溴化锂机组。

海尔精密塑胶天然气分布式能源站项目是由重庆悦燃能源有限公司投资建设，项目建成后将为海尔工业园区提供制冷、供电服务，预计年供电量600万kW，年供冷量700万kW，减少碳排放7740t/年，经济、环境效益明显。

该项目2020年7月调试，投运后将是重庆悦燃公司第一座分布式能源站，重庆燃气集团第一个工业园区节能分布式能源项目，江北区府“放管服”后第一个分布式能源项目，也是重庆市分布式能源项目签订施工合同后建设时间最快、年运行时间最长（7920小时/年）的天然气分布式能源项目。是在荏原在重庆地区树立的又一个分布式能源项目样板工程，充分利用发电机的余热烟气及高温缸套水，不仅为能源站常年运转提供稳定的冷源服务，也真正实现能源最大化利用，达到节能减排的目的。



台佳助力南昌红星美凯龙环球家居博览中心

日前，南昌红星美凯龙环球家居博览中心即将完工，选用了台佳中央空调系统为该项目提供冷暖湿度的控制。相关资料显示，南昌红星美凯龙环球家居博览中心项目总投资约10亿元，由5层家居MALL以及12F商务酒店组成，是将餐饮娱乐休闲与家居家装装修相结合的一站式家居购物广场，集高品质家居、家装设计、装修服务为一体，并配有餐饮、娱乐、休闲等配套设施的商业项目。

台佳与红星美凯龙集团已有多年的深入合作，对服务此类超大综合体有着丰富的经验，



台佳结合项目的具体情况进行系统设计，为项目推荐的多台RSW水冷螺杆机方案，在确保活动空间内舒适气流和温度的同时兼具了可靠性和节能性。该项目的投入使用将成为台佳在红星美凯龙诸多的示范项目，也为持续深耕江西市场树立了样板工程，为后续在南昌及其周边市场的拓展打下基础。

约克服务无锡山水城商务中心

近日，约克携手无锡山水城商务中心，为入驻企业、员工营造一个高效舒适的办公环境。山水城商务中心位于无锡太湖新城科教产业园核心区，整个项目占地面积约83亩，总建筑面积为23万平方米。园区总体为4栋19楼办公楼，配置有展示中心、会议中心、培训中心、运动健身中心以及休闲服务设施等。

根据不同区域温度精准把控，面向使用人群对办公环境舒适度的高要求和楼体温度智能化的集中控制等多方面需求，最终约克针对性设计出完美应对所需的空气系统解决方案，采用约克



YES-Super+ 喷气增焐变频多联式空调机组，凭借超强动力，稳定运行，可靠品质，得到了客户一致认可。约克VRF能够成功拿下此次山水城商务中心项目，除了强大的产品功能和完善的售后服务，更与约克品牌一直秉承的精研重工精神息息相关，优越的产品体系与规范化生产安装要求共同铸就了约克产品的高端品质。

海尔物联多联机入驻江城“地标级”建筑

近日，海尔物联多联机入驻江城“地标级”建筑。“地标级”建筑是君临天下国际，位于长江二桥桥头堡，总建筑面积11.57万 m^2 ，是一家集写字楼、商业中心、住宅为一体的大型商业综合体，是“江城”武汉的“地标级”建筑。

由于项目规模较大需要考虑智慧管理，集中控制，分户计费等因素，项目方在中央空调的选择上也必须做到虑无不周，海尔MX8无线多联机凭借性能高、节能高、智慧管理等优势成功入驻君临天下国际办公楼项目！



颠覆性能·高效节能：拥有“四大火炉”之称的武汉夏季及其酷热，海尔中央空调为其配备的MX8无线多联机能够实现-26 -54 宽范围运行，即使是武汉夏季的高温下依然可以正常制冷，它采用0.5HZ变频技术，实现最强节能效果再度提升15%。另外，它还具有运行部件少、效率高、振动小、使用寿命长等特点，其搭载的多重回油控制技术，可确保机

组可靠运行。

颠覆体验·智慧管理：海



尔MX8无线多联机在空调中加装物联网模块，可实现远程控制、分组控制、定时控制。将云服务和收费系统进行衔接，可以实现大楼的分户计量，轻松实现整个大楼中央空调系统的统一管理，节省了人力、减轻了运营压力。

除此之外，还可以实现人来即开，人走即停的智慧人感控制，可为企业节省成本50%以上，减少不必要的能耗损失。在项目进行期间，项目方还受邀参观了海尔智能互联工厂、海尔文化馆、海尔中央空调国内研发大楼等地，更加充分的了解了海尔中央空调的智造水平和创新能力。



三菱重工空调成功中标 中信银行长春分行

近日，三菱重工成功中标中信银行。为了确保中央空调的温控技术、稳定性能和服务管理完全符合要求，中信银行针对各家空调设备供应厂商制定出各项严格标准。尽管设置重重考验，但他们依然得到了满意的答案，最终选择了三菱重工空调。

中信银行长春分行新办公大楼位于长春市朝阳区开运街以东，总建筑面积11403.96平方米，地上共10层，一层主要为营业区，二至九层为办公区，十层为多功能厅及多媒体学习区，不同办公区域需要承担种类各异的金融办公业务，每天接待络绎不绝的人流，直接接触来自各方的企业、机构和个人客户，为他们提供包括投资、交易、消费金融、财富管理等全方位金融业务。

基于可信赖的战略合作关系，厂商在接到中标通知书后，即刻投入后期图纸深化、设备订货等工作。并在多部门的协调帮助下快速推进，安排工人进场施工。全楼夏季制冷采用变频多联式空调机组，冬季采用市政采暖，过渡季采用变频多联式空调机组。大楼新风则采用全热交换式新风换气机，有效节省空调的运行费用，降低冬季市政采暖负荷，实现节能减排。



三星中央空调与浙商银行签署战略合作协议

日前，三星中央空调与浙商银行建立合作伙伴关系，协助浙商银行推动优质商业银行的持续迭代。历经多轮投标、评选，三星中央空调依靠自身扎实的技术方案、不断创新的发展思路以及过硬的产品、周到的服务，从众多供应商中脱颖而出，与浙商银行签订为期两年的战略合作协议。

由浙商投资兴办的浙商银行，以浙商精神为基石，坚持“服务实体经济、创新转型、合规经营、防化风险、提质增效”五项经营原则，向浙商精神致敬，努力发展成中国改革创新、转型升级、全球布局的先锋与中坚力量。合作行提供可靠的中央空调系统支持和服务期内三星中央空调将为浙商银支撑，充分发挥产品优势，从多维度共同提高合作效益与水平，推动加快双方发展，实现互利共赢。

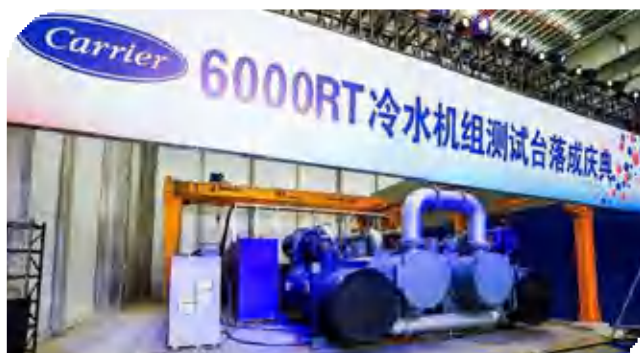
本次合作这不仅是对三星中央空调产品的认可，也证明了三星品牌的实力。未来，三星中央空调将不断进取、坚定创新，推动快速发展的新格局，用先进技术带来创造性的、符合甚至超越市场预期的创新产品。



开利中国 6000 冷吨冷水机组测试台正式落成

9月22日，开利中国 6000 冷吨冷水机组测试台在上海宝山工业园内正式落成并投入使用。该测试台是目前中国规模最大的

同类测试台之一，能为客户测试最高达 6000 冷吨的冷水机组。上海市宝山区政府、上海宝山工业园、上海市电力局、上海市北供电局的领导及嘉宾应邀出席落成庆典，共同见证开利中国又一具有里程碑意义的重大项目。开利中国隶属开利全球公司 (NYSE: CARR)，是全球创新型暖通空调、冷冻、



消防、安全和楼宇自动化技术的杰出供应商。

该冷水机组测试台可提供 50HZ 和 60HZ 的高压电源测试，测试范围为 2000-6000 冷吨，充分满足不同行业和地区的客户需求。此外，该测试台目前已通过 AHRI 及 GMPI 两项行业认证，能为商用及工业暖通空调解决方案和广泛的产品应用提供强有力的支持。

海林节能助力西安国际医学中心

近年，海林节能为国内诸多综合性医院建设和医疗市场发展提供先进的暖通自控产品，促进舒适健康和节能的高标准医院环境建设。

西安国际医学中心项目是集医疗、教学和科研为一体的符合国际 JCI 认证标准的国内最大的三甲标准单体医院，规划占地 307.61 亩，建筑面积 52.56 万平方米。

海林节能作为暖通自控设



备供应商，携手西安国际医学投资股份有限公司，为西安国际医学中心提供了联网温控器、电动阀、水力平衡阀、空气质量传感器等产品，助力医院营造舒适健康和节能的高品质室内环境。

曼瑞德的“候鸟学校”

曼瑞德在瓯江口绿色建筑产业园内正在打造一所有“温度”的智能绿色零能耗示范项目“候鸟学校”。

曼瑞德有不少年轻双职工家庭，一年中的大多数时间孩子与父母分隔两地。每到暑假，小朋友们都盼望能跟家长聚在一起。为了实现一家团圆的愿望，从2017年开始，每年的7、8月暑假，瓯江口园区都会开设候鸟班，聘请专业的幼教和辅导老师带班开课，让园区里的父母在工作之余和孩子们有更多时间相处。

候鸟学校不仅仅是一所“学校”，也是一个舒适系统技术平台，基于未来的科技住宅，也是“温度”的智能绿色零能耗示范项目，集冷、暖、风、水、



智为一体的舒适系统集成，完整的展示、应用和体验。同时“候鸟学校”具备检测能耗，模拟环境论证系统参数的功能。整栋大楼外墙采用了一厘米厚的真空石棉保温系统，配合全木双中空门窗系统，整体的保温和隔音

候鸟学校的外观与一般建筑不同，它由中国建筑研究院主导设计，采用建筑自遮阳技术，根据当地一年四季太阳的



运行纬度，计算得出建筑的朝向和建筑倾斜度，确保在不要热量的夏季太阳光无法照射到室内；而在需要热量的春、秋、冬季阳光能照射到室内，这种建筑自遮阳的设计理念，很好的利用了自然界的太阳能，大大的降低了建筑运营的能耗，既节能又舒适。候鸟学校汇集了曼瑞德当前的核心技术和产品，为后续技术开发、数据收集、场景模拟搭建了实验平台。

格力中央空调再次中标 1.45 亿大单

9月15日，深圳地铁四期工程智能环控系统设备及服务采购项目发布定标公示：格力中央空调以1.45亿元成功中标深圳地铁12号线工程智能环控系统设备及服务采购项目。此次格力中央空调为深圳地铁12号线提供25个站点高效机房、双一级变频冷水机组64台、水冷直膨机组9台、组空76台、柜式风机盘管420台和风机盘管940台，将为整个项目提供最节能、最核心、最有力的保障。

据悉，深圳地铁12号线（南宝线）是深圳地铁建设中的线路之一，线路全长40.54km，全线共设车站33站。深圳地铁12号线支撑整个西部发展轴，覆盖西部地区南北向交通需求，此次中标的深圳地铁12号线，连接

蛇口自贸港、南山中心区、宝安中心区，是提升前海蛇口自贸区、空港新城发展品质，进一步支撑深圳西部发展的交通骨干线。未来投入使用后，将会迎来巨大的客流量。格力将以稳定可靠，超国家一级能效的双一级变频冷水机组为车站人员提供舒适宜人的空气环境，以智慧节能的高效机房方案降低系统能耗。是进一步支撑深圳西部发展，提升前海蛇口自贸区、空港新城发展品质的交通骨干线。全线工程将于2022年开通运营。

众所周知，地铁站由于客流



量波动大，极易造成空调供应过量等高能耗问题，因此，针对地铁制冷时间长、降低能耗等需求，格力中央空调为深圳地铁12号线提供了专业的中央空调系统解决方案，为深圳地铁全面步入机房COP5.0以上提供助力，成功获得项目方的认可。

美的中央空调助力深圳地铁实现“深莞惠1小时生活圈”

近日获悉，美的中央空调助力深圳地铁实现“深莞惠1小时生活圈”，最近成功中标深圳地铁16号线和6号线支线，合同金额过亿元。

回顾深圳从2004年深圳第一条地铁的开通到现在的8条线路并行，日客运量可达514万人次。



深圳地铁9号线是第一条采用磁悬浮的地铁线路：开通于2016年，共设有22个车站，全线多达10个换乘站，站点要求冷负荷最大高达8964kW，而且空调机组要求能效均要达到一级能效以上，是深圳地铁首次批量采用磁悬浮离心机的线路。

深圳地铁10号线是新晋网红打卡点：华为站已经成为最近热门的网红打卡点。美的中央空



调为10号线提供高效螺杆式冷水机组，打造行业先进的空气解决方案。



深圳地铁11号线，美的中央空调参与了深圳地铁11号线的暖通系统建设，成功把绿色智慧理念融入到建筑工程全生命周期中。

深圳地铁20号线辐射粤港澳大湾区：起于宝安国际机场T4航站楼，与深圳地铁11号线、穗深城际铁路线换乘，并向北至全球最大的国际会展中心——深

圳国际会展中心，覆盖了深圳重要的对外交通节点。美的助力其成为辐射粤港澳大湾区的重要轨交线路。

深圳地铁16号线和6号线支线：今年规划的深圳地铁16号线和6号线支线将会加快推动



“深莞惠1小时生活圈”成为现实。美的提供双一级能效冷水机组63台、组合式空调57台、柜式风机盘管189台、风机盘管2080台，助力深莞惠都市圈轨道一体化发展。



大金 ZEFFLE 涂装荣获国际桥梁大会 (IBC) 多项大奖

近日，2020年国际桥梁大会（IBC）奖评审工作完成，在7项桥梁大奖中中国桥梁工程斩获6项大奖，其中有3座桥梁采用具有超耐候性的大金“ZEFFLE”四氟型氟碳树脂涂料进行涂装。IBC在世界桥梁界具有广泛影响力，所评奖项被誉为桥梁界的“诺

贝尔奖”。

港珠澳大桥——超级工程奖（“超级工程奖”为2020年特设）：港珠澳大桥 - 被业界誉为桥梁界的“珠穆朗玛峰”，被英媒《卫报》称为“现代世界七大奇迹”之一。

北京新首钢大桥——尤金·菲戈奖（全球桥梁设计建

造的最高奖），同时获得2020年度《工程新闻记录》（简称：ENR）桥梁/隧道类全球优秀项目奖。

武汉杨泗港长江大桥——乔治·理查德森奖（桥梁工程建设杰出成就奖）。



国际资讯

International News

印度上调家电、宝石等商品关税

近日获悉，为了缩减日渐扩大的经常账赤字，同时为本币卢比“减压”，印度政府正式限制非必需品进口。26日周三午夜，印度全新进口关税措施生效，包括宝石、航空燃油、塑料、家电和鞋履等19种商品进口关税提高。

其中，航空燃油关税税率从零提升到5%，对航空公司造成一定打击；钻石及其他用于珠宝制造的宝石税率由5%上调至7.5%；进口空调、冰箱和小型洗衣机进口税率从10%翻倍至20%，价格必将更为昂贵。

路透社分析认为，此举或将影响中国和韩国等国家对印度的出口，受影响的企业则包括韩国电子业巨擘三星电子、LG电子、耐克公司、行李箱制造商新秀丽以及音频设备制造商Bose Corp。英国《金融时报》则指出，此举使印度在寻求提振国内经济的同时，成为了最新一个采取保护主义措施的国家。

近来，新兴市场整体低迷，资本流出严重，造成卢比贬值速度加剧。本周，印度卢比兑美元一度跌至72.93，创历史新低。本月，卢比贬值幅度超过2.5%，年内跌幅则接近15%，接下来，进口空调、冰箱和小型洗衣机等商品价格还会持续上涨，为需求者增加财务压力。为今年亚洲表现最差的货币。

大量的老旧空调进入非洲推高温室气体排放

近日，根据耶鲁大学环境网站报道，随着非洲收入的增加和气候变化导致的炎热天数的增加，非洲大陆对空调的需求正呈爆炸式增长。在非洲人口最多的国家尼日利亚，每年销售超过50万台空调器，而且这一数字每年以4%到5%的速度继续增长。摩洛哥、塞内加尔和科特迪瓦的空调器进口量自2010年以来都翻了一番。据国际能源署预测，到2040年，非洲各国对空调和其他制冷设备的电力需求可能增长10倍，从11太瓦时增至112太瓦时。价格低廉但高能耗的空调器给本已不堪重负的非洲电网带来压力，给消费者带来高昂的能源账单，导致更频繁的停电，损害当地经济，也推高了非洲大陆日益增长的温室气体排放。

能源效率非营利组织CLASP和治理与可持续发展研究所(IGSD)最近的研究显示，2018年在非洲10个最大国家销售的新空调器中，35%是低效空调器，未达到发达国家使用的共同能效标准。在65万台低效空调器中，有四分之一是

从非洲以外（主要是中国）进口的；其余四分之三大部分是进口部件，然后在非洲（主要是在尼日利亚和埃及）组装。

研究报告还显示，在非洲销售的79万台空调机组中含有被称为R-22的过时的消耗臭氧层温室气体制冷剂，这些制冷剂正根据《蒙特利尔议定书》在全球范围内逐步淘汰。另有82万台装有R-410A制冷剂，这是一种极强的温室气体，其全球变暖潜力是二氧化碳的2000倍。根据蒙特利尔议定书的基加利修正案，从2019年开始在发达国家和本十年后在发展中国家逐步取消。

目前，一些非洲国家正试图控制老旧空调器的进口。例如加纳已经禁止进口二手冷却设备，包括二手空调器。卢旺达批准了一项类似的进口禁令，加上非洲国家最严格的新制冷设备能源性能标准，将于明年生效。尼日利亚、肯尼亚和南非对新空调和冰箱都有颁布了性能标准。但是，由于非洲国家执行力度差，法规能否得到严格实施存在很大不确定性。

YaleEnvironment360



A Flood of Polluting Air Conditioners Hampers Africa's Climate Efforts

拜登版的“能源革命”

近日，美国民主党总统候选人拜登团队发布“清洁能源革命和环境计划”，包含以下9项内容：

1 政府上任第一天采取行政行动，不仅要扭转特朗普所造成的所有伤害，而且要走得更远更快。将采取行动要求新的和现有的石油和天然气业务严格限制甲烷污染；制定严格的新燃油经济性标准；通过永久性保护北极国家野生动物保护区，禁止在公共土地和水域上新的石油和天然气租赁。

2 在总统上任的第一年通过立法，在2050年之前实现全美国经济范围内的净零排放，并立法要求污染者承担他们排放的碳污染的全部成本。

3 动员全世界采取紧急和额外的行动。政府就任第一天将重新加入巴黎气候协议，上

任的头100天召开一次气候世界峰会，与世界上主要温室气体排放国的领导人直接接触，做出更雄心勃勃的国家承诺。

4 对清洁能源和创新进行历史性投资，在10年内投资4000亿美元用于清洁能源和创新。以今天的美元计算，这笔投资是阿波罗登月计划的两倍。建立一个新的研究机构，专注于加速气候技术。

5 加快清洁技术在美国经济中的应用，到2035年将美国建筑库存的碳足迹减少50%；在2030年底部署超过50万个新的公共充电站。而且，将确保美国农业部门在世界上第一个实现净零排放。

6 气候变化（以及对气候变化的不作为）对健康、经济和整体生活质量的影响，对有色人种社区、部落土地和低收入

入社区的影响要严重得多。推动联邦机构参与社区工作，以解决影响有色人种社区、低收入社区和土著社区的环境不公现象。

7 追究污染者的责任。政府上任第一天将要求上市公司披露与气候有关的金融风险，以及其运营和供应链中的温室气体排放量。在政府的第一年致力于立法，要求污染者承担其气候污染的全部成本。

8 创造1000万个高薪、中产阶级、工会工作岗位，美国工人应该建造美国的基础设施并制造所有的材料，使各行业的工人受益。

9 履行对那些冒着生命危险生产矿物燃料的社区和工人的义务，与受能源市场变化影响的社区和工人站在一起，确保矿工的福利不被剥夺。

德国能源转型成败如何？

近日有报称，美国的报道总的强调是说德国能源转型是失败的，原因有两个：第一，认为能源转型没有降低排放，因为德国逐步淘汰了核能，这是零碳电力的主要来源。第二，转型的成本太高了，因为德国花费巨额补贴来激励可再生能源。此外还有其他的技术性方面的问题，例如德国在没有征求邻国意见的情况下推行其战略，从而扰乱了该地区的电力市场；可再生能源不能充分利用，因为无法修建输电线路；可再生能源降低电力系统的可靠性。总之，批评家们认为德

国能源转型成本太高而收效甚微。他们说对吗？

事实核查，2002年德国制定了在2020年将温室气体排放量比1990年降低40%的目标。长期以来舆论认为这个目标难以达到，批评者认为这是德国转型失败的证据。简单的说，德国没有达到目标是因为决定关闭核电站，却不愿意关闭燃煤电厂，因而抵消了可再生能源带来的收益。但现实情况更为复杂。2019年德国的排放量比1990年减少了36%，已经使该国接近达标。而新冠病毒导致的

能源需求下降，德国有可能在2020年达到目标。很少有其他国家能有类似的成绩，以任何标准衡量，德国的减排记录都是世界上最好的。

德国和美国的煤炭发电量下降都比较快，但这两国减煤的途径不同：美国靠的是使用更多天然气，而不是靠可再生能源；而德国则主要依赖可再生能源，同时逐步淘汰核能。2019年德国发电的碳强度仅略高于美国。总之，德国能源转型远非失败，而是一个局部成功的故事。

美国利用煤炭制作建筑材料、提取贵金属做 iPhone

近日 Grist.org 网站报道，在发电领域煤炭正在衰落，但一位特朗普政府官员对如何让煤炭留在我们的生活中有一些创造性的想法。

美国能源部负责化石能源的助理部长史蒂文·温伯格 (Steven Winberg) 在上个月举行的美国立法交流委员会 (ALEC) 年会上表示，煤炭可以用来制造建筑用瓷砖、地砖，而且从煤灰中提取的贵金属可用于制造 iPhone 和其他电子产品。在 ALEC 会议两周后，温伯格在参议院能源和自然资源委员会上发表了类似的评论，他还在会上现身说法，拿出了煤基碳泡沫、桥面材料和屋顶瓦的样品，供议员们查看。“你能想象用煤炭建造防火的房子吗？在不久的将来，这将成为现实。”

温伯格表示，“许多人认为煤炭时代已经结束，我不这么认为。与其用煤的热值，不如用煤的价值，这些用途广泛的产品就是煤炭的未来”。他说：“我个人的观点是，现在就开始采用零排放或接近零排放的技术，取消化石能源还为时过早。正在进行的技术进步（例如碳捕获和封存）



DIG THIS

Trump official says coal isn't dead, it's just waiting to become ceramics, roof tiles, and iPhones

By Naveena Sadasivam on Aug 12, 2020



将使化石能源技术成为清洁的技术，而且可能在未来有些情况下比可再生能源更清洁。”

温伯格还谈到了他希望氢在支持煤炭和天然气方面所起的作用。氢是潜在的清洁能源来源，

可以用来为汽车提供燃料、为家庭供暖，以及工厂的加工过程。但目前，绝大多数氢气是通过排放二氧化碳的过程从天然气中产生的，温伯格寄希望于利用碳捕获和封存创造真正清洁的氢气来源。

美国 CDC 网站发布指南更科学摘要“新关于病毒传播方式”

近日据美国 ABC News、CNN 等多家网站报道，“新型冠状病毒可以通过空气传播”这一结论在美国的经历可谓“一波三折”，18 日美国 CDC 官网提出病毒可以通过空气传播，液滴和空气中的颗粒可以悬浮在空气中，可以传播超过 6 英尺 (1.83m) 的距离。而 21 日他们又撤回了这条结论，称这只是一项草案，

还没有充分的证据，该建议正在讨论中。

几个月以来，医生们都非常清楚“病毒可以通过气溶胶传播”，他们一直在呼吁公众戴好口罩。这一点本来是常识，但为什么 CDC 又把它撤回了，这里面可能有科学以外的原因。但官员坚持表示，这只是一个误操作，有人把未经专家彻底审查的内容

公布到了网上，因此将其撤回。

美国著名传染病学家安东尼·福奇博士最近几周谈到空气传播风险时表示，这种病毒不仅通过说话、打喷嚏或咳嗽等飞沫传播，还可以通过空气中残留的微小的液滴传播，其气溶胶化的程度仍在研究中，需要关注室内空气的再循环问题。

热点 聚焦

Spotlight

2020年9月3日至5日，由中国建筑科学研究院和暖通空调产业技术创新联盟（CAHVAC）主办，青岛海尔空调电子有限公司、广东美的暖通设备有限公司协办，山东省土木建筑学会暖通空调专业委员会、山东省制冷学会空调热泵分会等单位支持的“2020年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛”在山东省烟台市顺利召开。本次论坛包括主题论坛、论坛对话和项目参观三部分内容，来自国家机关事务管理局、住房和城乡建设部领导以及来自科研、设计院所、高校、设备厂商等320余名代表参加了会议。



第二届绿色高效机房 系统建设与运维论坛

论坛开幕式由 CAHVAC 王东青秘书长主持。CAHVAC 副理事长、中国建筑学会暖通空调分会理事长、国家空调设备质量监督检验中心主任、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长路宾，国管局公共机构管理司李道正副处长、CAHVAC 副理事长、山东省土木建筑学会暖通空调专委会主任委员、山东省建筑设计研究院有限公司于晓明总工到会并

致辞。出席开幕式的还有部分地方学会、支持企业嘉宾等代表几十人。

结合国家印发的《绿色高效制冷行动方案》，多角度、新产品，多技术综合应用提升机房能效，住建部科技与产业化发展中心、中国设备管理协会、中讯邮电、北京市建筑设计研究院、中机十院、广州地铁设计研究院、清华大学、浙江大学、华南理工大学等国内

知名专家学者围绕论坛主题进行发言，分别从公共建筑节能平台发展，高效机房的技术应用、节能设计等方面进行了深入探讨。

海尔、美的、南京天加、克莱门特捷联、荏原等设备厂商从企业产品技术层面也进行了专题分享，提出了打造高效机房系统多形式解决方案，对各自厂家创新产品通过论坛会议进行更深入技术交流。



圆桌论坛



此外，大会现场展现了优秀产品的研发和创新、机房运行和维护的精准解决方案。两天的会议议程内容丰富，会场气氛融洽，嘉宾们互相启迪、

技术交流，将方案与工程实践有机结合，将设备性能与运维适配融合，共话发展，为推动绿色高效机房发展注入新的活力。

发 展 篇

随着我国经济社会的不断发展，人民群众对美好生活的需要日益增长，其中对环境舒适度的需求也越来越强烈，伴之而来的，是供暖制冷能耗的不断攀升，是大气污染物和温室气体排放的不断增加，以及气候异常、极端天气频频发生。党的十九大勾画了建设美丽中国的宏伟蓝图，提出了推进绿色发展，壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业，推进能源生产和消费革

命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系的重要任务。我国是全球最大的制冷产品生产、消费和出口国，家用空调产量全球占比超过 80%；制冷用电量占全社会用电量 15% 以上，年均增速 20%，大中城市空调用电负荷约占夏季高峰负荷的 60%，主要制冷产品节能空间达 30% ~ 50%。推进制冷行业的绿色高效发展，是促进节能减排，应对气候变化，加快生态文明建设的重要措施，有助

于推动行业高质量发展，形成强大国内市场，培育绿色发展新动能，有利于展现我国积极深度参与全球环境治理，落实国际减排承诺，树立负责任的大国形象。

近几年，国家的十三五公共建筑节能平台建设有了非常大的飞跃，在线数据已经实现静态、半静态和动态获取，从能耗数据原有单一的水、电、气消耗数据逐渐转变为智能的时时在线监测和更细化的分项



中国建研院—葛洲坝上海紫郡公馆
科技系统智慧运行管控建设项目

中国建研院—济宁市文化中心能源站无人值守控制系统搭建项目





▲ 海尔—烟台东方电子冷站优化提升项目

计量。2007-2013 年期间，中央财政累计投入资金 7.6 亿元，支持 33 个省市（广东、福建、大连、西藏除外）开展公共建筑能耗监测平台建设。截止目前为止，北京、天津、重庆、江苏、上海、山东、安徽、深圳、黑龙江 9 个省级监测平台通过我部验收，浙江、青岛、广西、河南、宁波、江西、湖南、甘肃、青海 9 个省市提交了验收申请。

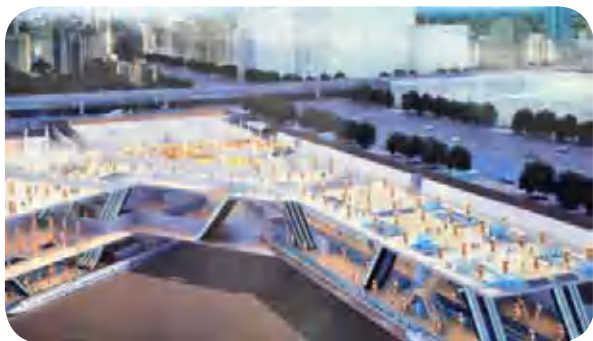
从上海市、重庆市、深圳市、河南省、湖南省、安徽省、秦皇岛市的省级平台调研情况来看，按照住房城乡建设部发布的技术导则指导开发建设，建筑能耗数据模型基本一致，数据分析与应用功能模块总体接近，略有差别。从六批的 29 个省级能耗监测平台工作成效来看，通过平台的有效管理，还是能够全面掌握各类公共建筑的能耗数据，摸清耗能特点，从中找出能耗高的主要原因，识别了节能改造技术路径，理清重点用能建筑及节能改造对象。通过开展能耗统计和能源审计，有效刺激对公共建筑节能迫切需求。通过



▲ 海尔—腾讯青浦云计算中心 103 扩容机房项目

监测数据，为节能服务公司提供信息，成为发展建筑节能服务市场的基础，扶植了一批节能服务公司，培育节能服务市场。

目前国内的制冷机房实测能效比 EER（单点或全年）大多在 3.5 以下，大、中城市建筑的空调负荷占夏季高峰负荷 60% 以上，导致高能耗产生的主要问题是系统运行过程中的部分负荷运行时间占比很大。另，不同主机类型最佳运行效率点差异较大，导致冷却系统冷却水温运行逻辑混乱；水泵扬程选择过大导致运行能耗增加，大流量小温差运行增加流量调节和系统控制策略；运行现场往往也是人工经验控制，存在维护不及时，长期带病运行的情况。从上述情况分析可以看出，系统能效的提升不仅是更换更加高效的机组、水泵等设备的问题，还存在设计方案不细化、太过通用化，招采、施工打折扣，自控调试不精准，培训不到位，自控系统不会用，管理考核水平不一等等。应该是统筹全过程各个环节改进设计、设备、建设、运维全链条的系统性问题。



▲ 美的—广州地铁天河公园站建设项目



▲ 美的—广州地铁苏元站冷源机房建设项目

政策篇

对于高校机房评价等级在国际上，如美国空调、供热及制冷工业协会（AHRI）就提出机房 COP3.5/4.2/5.0 的等级要求，建议制冷机房 EER 低于 3.5 则需要改进，优秀制冷机房 EER 应高于 5.0 的要求；新加坡提出面积大于 5000 m² 的新建建筑必须是绿色建筑，大型新建制冷机房 EER 必须高于 5.0。

2019 年 6 月，国家发展改革委、工业和信息化部包括国管局等七部门联合印发了《绿色高效制冷行动方案》。提出国家发展改革委等七部委日前联合印发的《绿色高效制冷行动方案》提出，在 2017 年基础上，到“2022 年，家用空调、多联机能效水平提升 30% 以上，绿色高效制冷产品占有率提高 20% 以上，年节电 1000

亿 kWh；2030 年，大型公建制冷能效提升 30% 制冷总体能效水平提升 25% 以上，绿色高效制冷产品占有率提高 40% 以上年节电 4000 亿 kWh”的目标。

《行动方案》明确了强化标准引领、提升绿色高效制冷产品供给、促进绿色高效制冷消费、推进节能改造、深化国际合作等五方面主要任务。

要实现从分散责任主体到系统集成商单一责任主体、从工程项目到系统产品、从项目现场施工到工厂预制生产、从独立控制到关联控制的智慧、高效运行的建设目标，就要提升绿色高效制冷产品供给，鼓励企业大幅度提高变频、温湿度精准控制等绿色高端产品的供给比例。鼓励生产企业为工商业用户提供按需定制，精准

适配的绿色高效制冷系统，推动从“制造”向“产品/工程+服务”转变。

系统控制分智能调控的实施阶段、运行数据提炼的发展阶段、自控优化的升级阶段的三步走战略，以边缘计算为基础的技术创新突破，在云平台上实现大数据分析，实现环境和设备监测、数据和三维立体可视、能耗和负荷数据分析、系统智慧管控功能。推进项目节能改造，加强制冷领域节能改造，重点支持中央空调节能改造、数据中心制冷系统能效提升、园区制冷改造和冷链物流绿色改造等重点示范工程，更新升级制冷技术、设备、优化负荷供需匹配，实现系统经济运行，大幅提升既有系统能效和绿色化水平。



▲ 克莱门特捷联—北京五棵松冰上运动中心冷源机房站建设项目

技术篇

BIM 信息化的全过程

未来发展是 BIM 信息化和物理的交互使用，形成建筑物理实体和建筑虚拟实体的空间逻辑体系。建立逆向信息，结合正向信息比对分析，建立信息数据库，在 BIM 技术基础上搭建三维可视化、可应用平台，增加管理元素同步，通过 BIM 信息化的全过程，对全产业链信息互通来实现不同产业的协同高效。

一体化能源站

一体化能源站需要通过节能及智能控制、硬件设备集成、一体化设计和一体化装配来实现。其中：节能及智能控制采用基于数据驱动的全动态控制算法和自适应无人值守控制系统，实现冷热源系统的可靠、稳定、高效的全自动无人值守运行；硬件设备集成采用集成冷热源模块化设计技术和预制式生产模式，减少占地面积和现场安装时间，使冷热源系统的建设变得更加快捷；建立独立和系统模块参数化方程式，对整体模块划分、配置独立零部件模块、标准化预制生产，实现模块之间自动关联，采用一体化装配式模式和



▲ 克莱门特捷联—新加坡电信数据中心冷源机房建设项目

自适应无人值守控制系统，最终形成了机电一体化系统控制柜产品。

地铁站的智能高效空调系统

地铁站空调系统最值关注智能运维和亚健康提醒，依托控制系统及智能云平台、根据历史数据设置预警阈值，通过非正常运行预警、冷却塔清洗提醒、皮带轮维护提醒、冷凝器清洗提醒、空气质量检测预警等对系统的亚健康状态予以提醒，通过设备、阀门、通讯、系统运行动态调整，实现地铁站空调系统智能高效。

制冷机房设计

在设计阶段，更多注重了主机高效能、输配效率、SCOP，忽略对机房整体能效 COP 设计，机房能效 COP 设计决定系统后期运行效果。条件允许情况下 BIM 建模，对负荷进行模拟分析、通过全负荷区间对主机、辅机等设备进行选型，确保水力分配，减小压损，使设计更合理化，建议在自控设计可以提供理论全负荷区间设备最优性能耦合运行控制策略。

装配式制冷机房设计

装配式的制冷机房的设计需要收集管道及构件数据资料，建立系统规格自动布线，实现智能装配和数据互通。机房采用整体撬装和部分连接构件组合而成，所有模块在车间组装，试压后包装发货至施工现场。通过项目实践完成了三个技术突破：一是设备及管件精加工与现场装配精度匹配；二是缩短人工现场定位连接工作；三是提高施工进度，保障施工工艺质量标准。

设备篇

物联高效磁悬浮 — 海尔

海尔通过物联网络将磁悬浮无油、双级压缩、直流变频、仿真高效传热、二级过冷技术、换热器自清洁、多压机负荷均衡、低压比冷却、三级变频防护等技术综合为一体。采用磁悬浮多机头AI自适应多输入条件调节，多台同冷量磁悬浮制冷机房高效区更宽，重叠区效率不下降，同冷量配置水力更均衡，且1台4机头磁悬浮相当于1台小型能源站。产品从单品机组集成冷冻/却输配系统模块、磁悬浮冷源主模块、自然冷却模块升级为装配式高校机房，将磁悬浮冷源、物联群控和输配出口集成一体。

变频直驱离心机 — 美的

美的创研变频直驱离心机，采用工业级磁悬浮轴承、永磁同步、航天气动设计、全疆模式蒸发器、自发电控制技术、直驱技术、冷媒冷却变频技术、高效叶轮及叶轮无关联技术、经济器补气技术、管道回流器技术等。具有补气增焓双级压缩、独特三级分离经济器的高效率，还具备体积小、电机功率密度高等优点。高效智能空调系统通过管理、控制、设备三个层面定制解决方案，实现精确测量及能效诊断，在线分析暖通空调运行机理的全局动态优化过程，通过实现无人值守对全局优化实现分时分区供冷、在线预测负荷控制、风水联动协调、冷源负荷寻优、最大化提高COP值，能耗降至最低。

全生命磁悬浮离心机 — 天加

天加从方案初期给出机房和主机配置建议、二次开发主动寻优自控、BIM工程预制及输配系统优化、三方平台共同监测等全生命周期的磁悬浮离心机技术用管体系。通过更高的部分负荷运行效率、更低的维护费用、更稳定的夜间高效供冷、

更贴合的综合体复杂的冷量应变、合理的初投资使磁悬浮离心机获得更适用的应用方案。

全磁悬浮变流量 — 克莱门特

克莱门特冷水机组配置从单台磁悬浮水冷机组演变升级为两级压缩、无油膜热阻、永磁同步电机、变频调节的全磁悬浮离心机组系统变流量联控机组，通过冷冻水/冷却水侧一次泵采用“一次泵变流量”(克莱门特VPF控制)系统，实现主控制器与水泵变频器连接、机房群控和监测系统联控。

一体化高效机房系统 — 荏原

荏原高/超高变频离心机及一体化高效机房，更关注全年能耗和实时能耗情况，关注空调机房机房从设计、施工、到运营，从单一产品到机房系统的全过程、全方位的能效管理。高效机房一体化集成，主机多选、集中控制、标准话管道及附件、热泵互备。

热回收/冰蓄冷离心机 — 顿汉布什

顿汉布什结合制冷和制热的项目实际需求，在传统离心机的基础上运用提热回收设计，用以回收冷凝器排出热量，回收测可以得到35~45热水；突破传统制取低温-6℃冷冻水，运用于冰蓄冷空调系统，提高能量综合利用率。

模块化集成板式换热器 — 翱途

翱途针对不同制冷机房对“冷”系统的不同需求，从传统换热器设备突破集成了板式换热器、循环泵、排气除污装置、定压补水装置、温度计、压力表、各种传感器、管路和阀门等及工控于一体的成套区域供热控制设备实现模块化集成于一体，灵活运用到高效机房。

总 结 篇

标准引领、设计合理、自主研发、加强管理、培养人才是推动绿色高效机房可持续发展的必要途径。建立标准化的公共建筑能耗大数据、数据库及系统，研究制定能耗监测多层次数据安全及质量保障技术平台。基于数据分析，建立建筑能效评价方法，建立多层次用能诊断分析模型及数据库。合理设计供冷负荷、设备余量，避免过度设计。利用智能控制技术，使末端、输配、机组、冷却系统等有机联动，实现系统整体效能的提升，使高效设备发挥出实际作用。借助红外、雷达等感应技术，实现智能供冷。利用大数据、云平台建立云服务，实现集体群控、远程运维。研发具有自主知识产权

的低环境影响高转换效率的设备和技术，逐步摆脱对国外技术产品的依赖，引领应对全球气候变化的前沿。精度制造推动新型工业化发展、推动新基建战略部署落实落地，推动物业管理专业化服务产业发展。培养高素质运行维护人员，加强维护管理工作。加大对监测平台宣传力度，提高公众节能意识。

空调行业的需求在变、市场在变，我们必须应变和迭代创新。从设计角度广开思路，从二维加三维的融合迈向全三维信息和物理的融合，把复杂系统的计算通过电脑来简化实现控制，选择对的、适合的设备产品匹配空调系统，在数据信息驱动下冷冻水系统节能运

行调控和设计要协同内外，精准匹配、严谨施工、持续调适。伴随协调发展就一定需要强化工业软件的应用，因为工业软件对于推动制造业的转型升级具有很重要的战略意义；未来的服务一定是经过专业培训的对象，因为很好的专业软件应用需要专业的技术人员操作。真正的高效是实现数据技术加运行技术的持续推进，以评促建，绿色高效制冷是节能产业发展的趋势，是建设美丽中国的需要，相信在大家的共同努力下，我国的绿色高效制冷事业一定能够取得新的突破。

（上述内容及数据均来自于此次峰会论坛）

本刊编辑 崔艳梅



住房和城乡建设部等部门关于加快新型建筑工业化发展的若干意见（节选）

各省、自治区、直辖市住房和城乡建设厅（委、管委）、教育厅（委）、科技厅（委、局）、工业和信息化主管部门、自然资源主管部门、生态环境厅（局），人民银行上海总部、各分行、营业管理部、省会（首府）城市中心支行、副省级城市中心支行，市场监管局（厅、委），各银保监局，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局、教育局、科技局、工业和信息化局、自然资源主管部门、生态环境局、市场监管局：

新型建筑工业化是通过新一代信息技术驱动，以工程全寿命期系统化集成设计、精益化生产施工为主要手段，整合工程全产业链、价值链和创新链，实现工程建设高效益、高质量、低消耗、低排放的建筑工业化。《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）印发实施以来，以装配式建筑为代表的新型建筑工业化快速推进，建造水平和建筑品质明显提高。为全面贯彻新发展理念，推动城乡建设绿色发展和高质量发展，以新型建筑工业化带动建筑业全面转型升级，打造具有国际竞争力的“中国建造”品牌，提出以下意见。

一、加强系统化集成设计

（一）推动全产业链协同。推行新型建筑工业化项目建筑师负责制，鼓励设计单位提供全过程咨询服务。优化项目前期技术策划方案，统筹规划设计、构件和部品部件生产运输、施工安装和运营维护管理。引导建设单位和工程总承包单位以建筑最终产品和综合效益为目标，推进产业链上下游资源共享、系统集成和联动发展。

（二）促进多专业协同。通过数字化设计手段推进建筑、结构、设备管线、装修等多专业一体化集成设计，提高建筑整体性，避免二次拆分设计，确保设计深度符合生产和施工要求，发挥新型建筑工业化系统集成综合优势。

（三）推进标准化设计。完善设计选型标准，实施建筑平面、立面、构件和部品部件、接口标准化设计，推广少规格、多组合设计方法，以学校、医院、办公楼、酒店、住宅等为重点，强化设计引领，推广装配式建筑体系。

（四）强化设计方案技术论证。落实新型建筑工业化项目标准化设计、工业化建造与建筑风貌有机统一的建筑设计要求，塑造城市特色风貌。在建筑设计方案审查阶段，加强对新型建筑工业化项目设计要求落实情况的论证，避免建筑风貌千篇一律。

二、优化构件和部品部件生产

（五）推动构件和部件标准化。编制主要构件尺寸指南，推进型钢和混凝土构件以及预制混凝土墙板、叠合楼板、楼梯等通用部件的工厂化生产，满足标准化设计选型要求，扩大标准化构件和部品部件使用规模，逐步降低构件和部件生产成本。

（六）完善集成化建筑部品。编制集成化、模块化建筑部品相关标准图集，提高整体卫浴、集成厨房、整体门窗等建筑部品的产业配套能力，逐步形成标准化、系列化的建筑部品供应体系。

（七）促进产能供需平衡。综合考虑构件、部品部件运输和服务半径，引导产能合理布局，加强市场信息监测，定期发布构件和部品部件产能供需情况，提高产能利用率。

（八）推进构件和部品部件认证工作。编制新型建筑工业化构件和部品部件相关技术要求，推行质量认证制度，健全配套保险制度，提高产品配套能力和质量水平。

（九）推广应用绿色建材。发展安全健康、环境友好、性能优良的新型建材，推进绿色建材认证和推广应用，推动装配式建筑等新型建筑工业化项目率先采用绿色建材，逐步提高城镇新建建筑中绿色建材应用比例。

三、推广精益化施工

（十）大力发展钢结构建筑。鼓励医院、学校等公共建筑优先采用钢结构，积极推进钢结构住宅和农房建设。完善钢结构建筑防火、防腐等性能与技术措施，加大热轧H型钢、耐候钢和耐火钢应用，推动钢结构建筑关键技术和相关产业全面发展。

（十一）推广装配式混凝土建筑。完善适用于不同建筑类型的装配式混凝土建筑结构体系，加大高性能混凝土、高强钢筋和消能减震、预应力技术的集成应用。在保障性住房和商品住宅中积极应用装配式混凝土结构，鼓励有条件的地区全面推广应用预制内隔墙、预制楼梯板和预制楼板。

(十二) 推进建筑全装修。装配式建筑、星级绿色建筑工程项目应推广全装修,积极发展成品住宅,倡导菜单式全装修,满足消费者个性化需求。推进装配化装修方式在商品住房项目中的应用,推广管线分离、一体化装修技术,推广集成化模块化建筑部品,提高装修品质,降低运行维护成本。

(十三) 优化施工工艺工法。推行装配化绿色施工方式,引导施工企业研发与精益化施工相适应的部品部件吊装、运输与堆放、部品部件连接等施工工艺工法,推广应用钢筋定位钢板等配套装备和机具,在材料搬运、钢筋加工、高空焊接等环节提升现场施工工业化水平。

(十四) 创新施工组织方式。完善与新型建筑工业化相适应的精益化施工组织方式,推广设计、采购、生产、施工一体化模式,实行装配式建筑装饰装修与主体结构、机电设备协同施工,发挥结构与装修穿插施工优势,提高施工现场精细化管理水平。

(十五) 提高施工质量和效益。加强构件和部品部件进场、施工安装、节点连接灌浆、密封防水等关键部位和工序质量安全管控,强化对施工管理人员和一线作业人员的质量安全技术交底,通过全过程组织管理和技术优化集成,全面提升施工质量和效益。

四、加快信息技术融合发展

(十六) 大力推广建筑信息模型(BIM)技术。加快推进BIM技术在新型建筑工业化全寿命期的一体化集成应用。充分利用社会资源,共同建立、维护基于BIM技术的标准化部品部件库,实现设计、采购、生产、建造、交付、运行维护等阶段的信息互联互通和交互共享。试点推进BIM报建审批和施工图BIM审图模式,推进与城市信息模型(CIM)平台的融通联动,提高信息化监管能力,提高建筑行业全产业链资源配置效率。

(十七) 加快应用大数据技术。推动大数据技术在工程项目管理、招标投标环节和信用体系建设中的应用,依托全国建筑市场监管公共服务平台,汇聚整合和分析相关企业、项目、从业人员和信用信息等相关大数据,支撑市场监测和数据分析,提高建筑行业公共服务能力和监管效率。

(十八) 推广应用物联网技术。推动传感器网络、低功耗广域网、5G、边缘计算、射频识别(RFID)及二维码识别等物联网技术在智慧工地的集成应用,发展可穿戴设备,提高建筑工人健康及安全监测能力,推动物联网技术在监控管理、节能减排和智能建筑中的应用。

(十九) 推进发展智能建造技术。加快新型建筑工业化与高端制造业深度融合,搭建建筑产业互联网平台。推动智能光伏应用示范,促进与建筑相结合的光伏发电系统应用。开展生产装备、施工设备的智能化升级行动,鼓励应用建筑机器人、工业机器人、智能移动终端等智能设备。推广智能家居、智能办公、楼宇自动化系统,提升建筑的便捷性和舒适度。

五、创新组织管理模式

(二十) 大力推行工程总承包。新型建筑工业化项目积极推行工程总承包模式,促进设计、生产、施工深度融合。引导骨干企业提高项目管理、技术创新和资源配置能力,培育具有综合管理能力的工程总承包企业,落实工程总承包单位的主体责任,保障工程总承包单位的合法权益。

(二十一) 发展全过程工程咨询。大力发展以市场需求为导向、满足委托方多样化需求的全过程工程咨询服务,培育具备勘察、设计、监理、招标代理、造价等业务能力的全过程工程咨询企业。

(二十二) 完善预制构件监管。加强预制构件质量管理,积极采用驻厂监造制度,实行全过程质量责任追溯,鼓励采用构件生产企业备案管理、构件质量飞行检查等手段,建立长效机制。

(二十三) 探索工程保险制度。建立完善工程质量保险和担保制度,通过保险的风险事故预防和费率调节机制帮助企业加强风险管控,保障建筑工程质量。

(二十四) 建立使用者监督机制。编制绿色住宅购房人验房指南,鼓励将住宅绿色性能和全装修质量相关指标纳入商品房买卖合同、住宅质量保证书和住宅使用说明书,明确质量保修责任和纠纷处理方式,保障购房人权益。

六、强化科技支撑

(二十五) 培育科技创新基地。组建一批新型建筑工业化技术创新中心、重点实验室等创新基地,鼓励骨干企业、高等院校、科研院所等联合建立新型建筑工业化产业技术创新联盟。

(二十六) 加大科技研发力度。大力支持BIM底层平台软件的研发,加大钢结构住宅在围护体系、材料性能、连接工艺等方面的联合攻关,加快装配式混凝土结构灌浆质量检测 and 高效连接技术研发,加强建筑机器人等智能建造技术产品研发。

(二十七) 推动科技成果转化。建立新型建筑工业化重大科技成果库,加大科技成果公开,促进

科技成果转化应用,推动建筑领域新技术、新材料、新产品、新工艺创新发展。

七、加快专业人才培养(略)

八、开展新型建筑工业化项目评价

(三十一)制定评价标准。建立新型建筑工业化项目评价技术指标体系,重点突出信息化技术应用情况,引领建筑工程项目不断提高劳动生产率和建筑品质。

(三十二)建立评价结果应用机制。鼓励新型建筑工业化项目单位在项目竣工后,按照评价标准开展自评价或委托第三方评价,积极探索区域性新型建筑工业化系统评价,评价结果可作为奖励政策

重要参考。

九、加大政策扶持力度(略)

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国教育部
中华人民共和国科学技术部
中华人民共和国工业和信息化部
中华人民共和国自然资源部
中华人民共和国生态环境部
中国人民银行
国家市场监督管理总局
中国银行保险监督管理委员会
2020年8月28日

关于印发《湖北省绿色建筑创建行动实施方案》的通知

鄂建文〔2020〕12号

各市、州、直管市、神农架林区住建局、发改委、教育局、经信局、机关事务管理局,中国人民银行各中心支行,各银保监分局、直管组:

为深入贯彻习近平生态文明思想,落实省委省政府绿色发展决策部署,根据住房和城乡建设部等七部门《关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》(建标〔2020〕65号)文件精神,决定在全省开展绿色建筑创建行动。现将《湖北省绿色建筑创建行动实施方案》印发给你们,请结合实际,认真组织实施。

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省发展和改革委员会
湖北省教育厅
湖北省经济和信息化厅
中国人民银行武汉分行
湖北省机关事务管理局
中国银行保险监督管理委员会湖北监管局
2020年9月4日

附件:湖北省绿色建筑创建行动实施方案

湖北省绿色建筑创建行动实施方案(节选)

为推动湖北省城镇绿色建筑高质量发展,根据住建部要求,结合湖北省实际,制定本实施方案。

一、指导思想

以习近平生态文明思想为指导,深入贯彻党的十九大精神和省委省政府决策部署,全面落实《国家发展改革委关于印发绿色生活创建行动总体方案的通知》(发改环资〔2019〕1696号)、住房

和住房和城乡建设部等七部门《关于印发绿色建筑创建行动方案的通知》(建标〔2020〕65号)文件精神,以城镇建筑作为创建对象,通过绿色技术创新驱动,推进绿色建筑提质扩面、建筑能效稳步提升,最大限度地实现人与自然和谐共生,形成崇尚绿色生活的社会氛围。

二、主要目标

(一) 全面发展绿色建筑。全省城镇新建民用建筑全面执行《绿色建筑评价标准》(GB/T50378)和《绿色建筑设计与工程验收标准》(DB42/T1319)。到2022年,当年全省绿色建筑竣工面积占比达70%以上,其中武汉、襄阳、宜昌占比达80%以上,其他市(州、直管市、神农架林区)占比达60%以上。设区城市有1~2个项目获得星级绿色建筑标识。

(二) 稳步提升建筑能效水平。全省建筑能效水平不断提高,到2022年,全省城镇新建居住建筑全面执行《低能耗居住建筑节能设计标准》,建筑能效水平提升10%左右。超低能耗建筑建设试点工作获得可行性经验。

(三) 推进绿色建材规模化应用。到2022年,绿色建材得到普遍应用,全省新建建筑绿色建材应用比例达30%以上,其中政府投资项目和大型公共建筑应用比例达50%以上。

三、重点任务

(一) 推动绿色建筑标准实施。

突出湖北特色,修订发布湖北省《绿色建筑设计工程验收标准》,加强绿色建筑设计、施工和验收管理,实现城镇新建民用建筑全覆盖,提高建筑建设底线控制水平。

积极推进政府投资项目和大型公共建筑强制执行星级绿色建筑标准。自2021年起,武汉、襄阳、宜昌中心城区国家机关办公建筑、大型公共建筑以及政府投资的公益性建筑,执行二星级及以上绿色建筑标准;其他市(州、直管市、神农架林区)执行一星级及以上绿色建筑标准;全省保障性住房执行一星级及以上绿色建筑标准。

引导房地产项目执行星级绿色建筑标准,组织开展绿色建筑集中示范。各市(州、直管市、神农架林区)中心城区对10万平方米及以上的房地产项目在土地出让、规划许可中明确绿色建筑星级要求。引导学校、医院新建建筑按照绿色建筑标准要求进行设计、建造。

(二) 推动新建建筑能效提升。全省城镇新建公共建筑执行国家《公共建筑节能设计标准》,新建、改(扩)建国家机关办公建筑和大型公共建筑同步设计、安装能耗分项计量装置,对建筑能源利用效率进行测评。制(修)订发布湖北省《被动式超低能耗(居住)绿色建筑节能设计标准》和《低能耗居住建筑节能设计标准》,积极开展超低能耗建筑试点,提升城镇居住建筑能效。

(三) 推动既有建筑绿色改造。结合城镇老旧

小区改造等工作,以更换节能门窗、修缮屋面保温、增设外遮阳、改造室外场地、雨水中水利用、更换节能灯具和节水器具等适宜技术,推动既有居住建筑绿色改造。将集中组织绿色改造与居民分户自行改造相结合,探索适宜的改造模式和技术路线。加强公共机构办公建筑和大型公共建筑能耗统计、能源审计、能效公示工作,对既有高能耗公共建筑实施绿色节能改造,提升能效水平。鼓励有条件的城市积极申报国家公共建筑能效提升重点城市试点示范,支持武汉市列入国家公共建筑能效提升重点城市名录。

(四) 推动可再生能源建筑应用。进一步推动可再生能源建筑规模化应用,政府投资新建公共建筑和既有大型公共建筑节能改造时应选择应用一种以上可再生能源,其他新建建筑合理选用太阳能和空气能热水系统。鼓励选择应用光伏屋顶发电、太阳能路灯工程等,支持太阳能、地热能等可再生能源一体化、多元化、规模化应用发展。

(五) 完善绿色建筑标识制度。执行住建部绿色建筑标识认定制度,修订完善湖北省绿色建筑认定管理办法,规范一、二星级绿色建筑标识管理,一、二星级绿色建筑标识分别由各地住建部门和省住建厅负责认定,三星级绿色建筑标识由省住建厅推荐,住建部负责认定。按照《省政府办公厅关于印发湖北省绿色建筑行动实施方案的通知》(鄂政办发〔2013〕59号)文件精神,2020年12月31日(含)前,凡在土地出让、规划许可中明确绿色建筑指标要求的工程项目,可继续按《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2014)进行星级标识评价。2021年1月1日后,全省新建建筑应全面执行《绿色建筑设计工程验收标准》,按《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2019)进行认定。建立标识撤销机制,对弄虚作假行为给予限期整改或直接撤销标识处理。利用住建部绿色建筑标识管理平台,逐步推行绿色建筑标识网上受理、审查、公示制度。规范绿色建筑咨询服务机构管理,提高标识认定工作效率和水平。

(六) 提高住宅健康性能。推广星级绿色居住建筑,提高建筑室内温度、湿度、隔声、水质、空气污染物浓度、自然通风换气、自然采光等健康性能指标。贯彻执行《省人民政府关于促进全省建筑业改革发展二十条意见》(鄂政发〔2018〕14号)文件精神,在全省各城市新建商品住宅中,全面推行一体化装修技术。鼓励采用菜单式装配化装修,提高住宅全装修比例。(节选)

(七) 推动绿色建材应用。结合气候特点和资源条件,大力发展节能环保、安全耐久的绿色建材。

推广应用集保温、防火、降噪、装饰等功能于一体的墙体自保温建筑节能结构体系。大力发展预拌混凝土、预拌砂浆,鼓励利用建筑垃圾、脱硫石膏、磷石膏、粉煤灰、尾矿等固体废物为原料研发、生产新型建材。在全省大力推广应用磷石膏建材产品,宜昌、襄阳、荆门等富产磷石膏地区应发挥资源优势,加强技术攻关,打造湖北省“磷”特色品牌。进一步规范绿色建材评价认证和预拌混凝土绿色生产评价标识工作,引导建材行业转型升级。根据湖北省发布的绿色建材产品及推广应用目录,各地住建部门引导规范市场消费,逐步提高建筑工程绿色建材使用率。全省国家机关办公建筑、大型公共建筑以及政府投资的公益性公共建筑率先使用绿色建材,打造一批绿色建材应用示范工程。加强建材生产和使用环节的质量监管,杜绝性能不达标的建材进入市场。

(八) 推动绿色智慧建造。将绿色发展理念贯穿工程建设全过程,在项目策划、建筑设计、材料选用、施工建造、运营维护各阶段进行全过程绿色统筹。推动全省装配式建筑高质量、高水平发展,鼓励建造 A 级以上装配式建筑。鼓励学校、医院、办公楼等新建公共建筑、城镇住宅、旅游设施、城市配套附属设施和农房采用装配式钢结构建造。扩大混凝土结构装配式建筑应用范围。提高装配式建筑标准化水平。开展装配式建筑示范基地认定,发挥示范效应。推进 BIM 技术在建设、勘察、设计、施工、运营维护等阶段的应用,探索应用 5G 技术提升绿色建筑信息化管理水平。

(九) 加强绿色建筑技术研究推广。鼓励大专院校、科研院所、行业协会和企业以市场需求为导向,开展绿色建筑共性和关键技术研发。加强新技术、新材料工程应用标准编制与发布,指导设计与施工。结合省建设科技计划项目申报,引导科研机构和企业围绕绿色建筑设计、能源利用、绿色建造等绿色建筑关键技术集成与应用。持续组织申报住建部“绿色建筑创新奖”评奖工作,将绿色建筑新技术纳入省级科技成果库,促进科技成果转化。

四、保障措施

(一) 加强组织协调。各地要充分认识发展绿色建筑的重大意义,把绿色建筑创建行动贯穿绿色生态文明建设的始终,建立健全相应的领导机制和工作机制,形成上下联动、部门协同推动绿色建筑发展的工作格局,精心组织,狠抓落实。各地住建部门应对照国家、省绿色建筑创建行动(实施)方案,在本级党委和政府直接领导下,制定绿色建筑创建行动实施计划,指导所辖县(市)开展绿色建筑创

建行动,稳步推进绿色建筑发展。(节选)

(二) 强化目标责任。制定湖北省“十四五”绿色建筑和建设科技创新发展实施意见,把绿色建筑发展目标分解到各市(州、直管市、神农架林区),并纳入省政府对各市(州)政府能源消耗总量和强度“双控”目标责任考核体系,实施年度目标考核。(节选)

(三) 落实政策激励。持续贯彻执行《省政府办公厅关于印发湖北省绿色建筑行动实施方案的通知》(鄂政办发〔2013〕59号)文件精神,落实各项支持绿色建筑发展的政策措施。省住建厅会同省财政厅修订《建筑节能以奖代补资金管理办法》,加大绿色建筑指标权重。金融机构建立和完善支持绿色建筑发展的激励约束机制,创新金融产品及服务模式,推动绿色金融支持绿色建筑发展。各地要按照《湖北省关于促进全省房地产市场平稳健康发展的若干意见》(鄂建〔2014〕16号)、《省人民政府关于加快推进建筑产业现代化发展的意见》(鄂政发〔2016〕7号)要求,落实绿色建筑及装配式建筑容积率奖励、可适当调整预售许可工程形象进度要求政策。各级住建部门在各类工程建设项目评优及相关示范工程评选中,应将获得星级绿色建筑标识作为入选的必备条件。对实施绿色建筑成效显著的企业,在项目招投标中给予加分奖励。各地应加大对发展绿色建筑的资金支持,建立本级绿色建筑发展专项资金,重点支持绿色建筑、既有建筑绿色节能改造、被动式超低能耗建筑等项目的实施。

(四) 规范标识管理。各市(州、直管市、神农架林区)要尽快做好一星级绿色建筑标识认定承接工作,明确标识认定工作机构,按照湖北省绿色建筑标识认定管理办法,及时组织开展标识认定工作。省住建厅扩充完善省绿色建筑标识认定专家库,支持各地开展认定工作。各市(州、直管市、神农架林区)住建部门要加强与财政部门沟通,争取财政对绿色建筑标识认定的专项资金支持。(节选)

(五) 强化过程监管。各地发改、自然资源与规划、机关事务、住建等主管部门要根据《省政府办公厅关于印发湖北省绿色建筑行动实施方案的通知》(鄂政办发〔2013〕59号)文件精神加强绿色建筑工程项目立项、土地出让、规划管理、勘察设计、施工建造、竣工验收、使用维护等环节的监管。各地住建部门要贯彻执行《关于加强和完善绿色建筑和节能管理工作的通知》(鄂建函〔2020〕62号)等文件和技术标准的要求,建立绿色建筑项目清单,对取得施工许可的建筑工程,认真履行监管责任。(节选)

(六) 加强培训宣传。(略)

黑龙江省人民政府办公厅关于印发黑龙江省散煤污染治理“三重一改”攻坚行动实施方案(2020~2022年)的通知

黑政办规〔2020〕13号

各市(地)、县(市)人民政府(行署),黑龙江省人民政府各有关直属单位:

《黑龙江省散煤污染治理“三重一改”攻坚行动实施方案(2020~2022年)》已经省政府同意,现印发给你们,请结合实际认真贯彻执行。

黑龙江省人民政府办公厅
2020年8月7日

黑龙江省散煤污染治理“三重一改”攻坚行动实施方案 (2020~2022年)(节选)

为促进散煤削减替代和清洁利用,强化散煤流通领域监管,加快治理冬季散煤污染问题,切实改善全省环境空气质量,结合黑龙江省实际,特制定本方案。

一、总体要求

以习近平生态文明思想为指导,深入贯彻落实国家和省委、省政府散煤污染治理的工作部署,按照“减煤、替煤、洁煤”的整体思路,坚持“属地管理、分级负责,统筹规划、因地制宜,部门联动、齐抓共管”的原则,突出精准治污、科学治污、依法治污,组织实施工程性措施,全面推进“三重一改”,即突出重点地区、重点时段、重点问题,推进散煤替代改造,严格落实“一市一策”“一业一策”“一企一策”,建立政府主导、企业落实、社会参与的长效治理机制,持续改善全省环境空气质量。

二、主要目标

利用三年时间,开展全省供暖期散煤污染治理“三重一改”攻坚行动,突出抓好哈尔滨市、绥化市、肇州县、肇源县、亚布力滑雪旅游度假区、雪乡旅游景区等重点地区散煤污染治理,通过重点时段削峰、重点行业减排、重点区域联动,从根本上解决季节性、区域性散煤污染问题,为全年空气质量改善奠定基础。

(一)空气质量目标。到2022~2023年供暖期,哈尔滨市、绥化市PM_{2.5}平均浓度不超过50微克/立方米,重污染天数比2019~2020年供暖期减少40%,避免空气质量指数日均值“爆表”。三个供暖期分别完成空气质量改善目标的30%、50%

和20%,哈尔滨市不超过68微克/立方米、55微克/立方米和50微克/立方米,绥化市不超过60微克/立方米、53微克/立方米和50微克/立方米。

(二)散煤减量目标。到2022年,重点地区散煤用量大幅下降。哈尔滨市削减替代散煤195万吨,主城区实现47万吨散煤“清零”,其中,削减散煤13.7万吨,实施清洁能源及洁净燃料替代33.3万吨;绥化市、肇州县和肇源县分别削减替代散煤86万吨、4万吨和5万吨。

三、主要任务

(一)大力削减散煤用量。

1. 突出抓好棚户区散煤污染治理。坚持“分类治理、分期实施”的原则,通过整体搬迁、清洁改造,优先治理大气环境优先保护区、受体敏感区、高排放区、布局敏感区、弱扩散区散煤污染,全省削减棚户区散煤23.34万吨。(节选)

2. 加强城中村散煤污染治理。按照“一片一策”“一户一策”要求,加大搬迁和替代改造力度,通过资金补偿和实施峰谷分时电价等政策措施,统筹燃气、电力供应条件,稳步推行天然气或电替代散煤,积极推广使用洁净型煤、兰炭、生物质成型燃料等洁净燃料。(节选)

3. 加快城乡结合部散煤污染治理。扩大城市散煤污染治理范围,由城市建成区向远郊扩展。按照“由近及远”的原则,合理规划热源、管网,高效经济推进“煤改电”,稳妥推进“煤改气”,推广使用洁净燃料,确保群众生活、取暖可承受、用得起、效果好。

4. 推进商户散煤污染治理。全面排查商户散煤

使用情况，推动实施清洁化改造，使用清洁能源或洁净燃料替代。小型餐饮商户可统一更换燃气灶、燃气罐或电磁炉。2020 年底前，县级及以上城市建成区基本淘汰茶水炉、经营性炉灶等燃煤设施。重点地区应尽快制定治理计划并组织实施。（节选）

5. 农村地区实施以秸秆替代为主的清洁改造。实施“秸秆代煤”“压块代煤”，农村散户可采用“秸秆压块燃料+户用生物质炉具”的单户供暖技术模式；上楼农户、机关事业单位可采用“秸秆压块燃料+生物质成型燃料锅炉”和“秸秆直燃锅炉”两种集中供热技术模式。建设秸秆压块站，保证秸秆压块燃料供给，增加秸秆用于农村清洁取暖的用量。（节选）

（二）加快拆并淘汰燃煤锅炉。

1. 全面淘汰 10 蒸吨以下燃煤锅炉。研究制定淘汰改造方案和时间表，建立淘汰改造清单，在保障用热、用气、用电安全的情况下，有序推进淘汰改造工作。2020 年底前，全省基本淘汰县级城市建成区每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉，削减散煤 32.86 万吨。（节选）

2. 加快淘汰 10 ~ 35 蒸吨燃煤锅炉。按照政府主导、居民可承受的方针，加快热源和供热管网建设，鼓励使用清洁能源和生物质成型燃料。2022 年底前，全省淘汰县级及以上城市建成区每小时 10 ~ 35 蒸吨燃煤锅炉 28 台。（节选）

3. 推进 35 ~ 65 蒸吨燃煤锅炉升级改造。鼓励采用先进、高效的除尘、脱硫、脱硝技术和装置，推进全省 257 台燃煤锅炉污染防治设施升级改造，推动企业绿色发展。（节选）

（三）全面提高超低排放水平。

1. 推进重点热源及燃煤大户超低排放改造。积极推进建成区每小时 65 蒸吨及以上供热燃煤锅炉，以及年燃煤量在 5 万吨以上的燃煤大户超低排放改造。（节选）

2. 加快电力企业实现超超低排放。加快燃煤电厂超低排放改造，提高煤电高效清洁利用水平。全省改造 73 台煤电机组。（节选）

3. 优化“近零排放”能源布局。加快新能源发展利用，坚持集中式与分布式并举，保持风电、光伏发电合理规模，推进风电、光伏发电平价上网，风电、光伏发电指标优先向重点地区倾斜。全省初步规划风电、光伏发电项目 370 万千瓦，其中，重点地区 165 万千瓦。（节选）

（四）着力优化供热结构。

1. 优先发展集中供热。加快供热管网建设，扩大集中供热面积。在不具备热电联产集中供热条件的地区，可按照等容量替代原则建设大容量燃煤锅

炉。用好国家批复黑龙江省的民生背压机组建设指标，重点加快建设哈尔滨华能异地搬迁、华尔热电等项目。全省新增集中供热面积 5000 万平方米以上，其中，哈尔滨市、绥化市、肇州县和肇源县分别新增 1800 平方米、170 平方米、80 平方米和 200 万平方米。

2. 加快推广智慧供暖。坚持市场化原则，逐步扩大试点范围，在自动化设备设施建设以及人工智能系统、物联网系统、云服务开发应用等方面深化合作，实现提质增效、安全供热。哈尔滨市要按照先易后难、分阶段实施的方式，总结哈投集团智慧供暖项目经验，在先期试点运行的基础上，进一步提升技术成熟度，为全省提供可借鉴、可推广的先进经验。

3. 稳步实施清洁供暖。坚持“以气定改”，鼓励具有稳定冷热电需求的园区和企业开展分布式天然气供暖。推进哈尔滨新区供暖示范、松北环西热源厂天然气供暖、华能新阳供热厂燃煤改燃气锅炉等项目建设。推进哈尔滨市惠中德科技小镇电供暖项目建设，在有条件地区探索电供暖模式。鼓励燃煤企业使用优质煤炭，加强煤炭全过程质量监管，严厉打击煤炭生产、加工、储运、销售、进口、使用等环节违法行为。

4. 推进生物质热电联产。新建农林生物质发电项目实行热电联产。发挥生物质热电联产在民用供暖领域作用，在工业蒸汽用量大的园区推广示范生物质热电联产项目。全省新增生物质热电联产装机容量 233 万千瓦。（节选）

5. 深入实施居住建筑节能改造。推动新建建筑执行《黑龙江省居住建筑节能设计标准》（DB 23/1270 ~ 2019），节能标准达到 75% 以上，开展超低能耗建筑建设试点。全省完成既有居住建筑节能改造 4000 万平方米。（节选）

6. 大力推进老旧管网改造。要将管网互联互通、多热源环网供热纳入老旧管网改造建设范围，减少供热管网漏失，降低供热管网能耗和运行事故风险，提升供热系统运行效率和安全可靠性。全省改造老旧管网 6000 公里，其中，哈尔滨市、绥化市分别改造 599.8 公里、50.7 公里。

四、保障措施

- （一）强化组织推动。（略）
- （二）落实属地责任。（略）
- （三）整合政策资金。（略）
- （四）夯实基础保障。（略）

上海某宾馆综合节能改造分析

上海建科建筑节能技术股份有限公司 李宁 杜佳军 鲍剑云

摘要：该宾馆进行了综合节能改造，采用模块式磁悬浮机组替代原有的螺杆式冷水机组，增加冷却塔免费供冷系统，热水锅炉替换原有的蒸汽锅炉，对地源热泵维修、保养及加装变频装置，对照明系统进行改造，外窗等围护结构的改造，实施全过程能源管理技术等。依据测试结果及实际运行能耗数据，综合改造后年节能量为 705.5tce，年综合节能率为 20.2%。

关键词：节能改造；磁悬浮技术；冷却塔免费供冷；管理节能

0 前言

上海某五星级宾馆建成于 2000 年，占地面积约 15500 平方米，总建筑面积约 59643 平方米，由主楼、职工生活楼和外租别墅组成。宾馆主楼包括地上为 16 层，地下 3 层，客房 190 间，6 至 16 层为宾馆客房，1 至 5 层为办公、餐饮、会议、健身和室内游泳池，

B1 层为车库，B2 层有员工洗浴、办公室和仓库，B3 层为机房。主楼空调制冷系统用 3 台螺杆式冷水机组作为冷源，前期测试平均 cop 在 3.0 ~ 3.5 之间，存在节能改造的必要，另外过渡季节宾馆空调冷负荷较低，可通过冷却塔直接供冷，减少冷水机组的运行时间达到节能；供暖系统和生活热水系统的热源为 2 台燃气蒸汽锅炉，蒸汽换热效率较低，可改

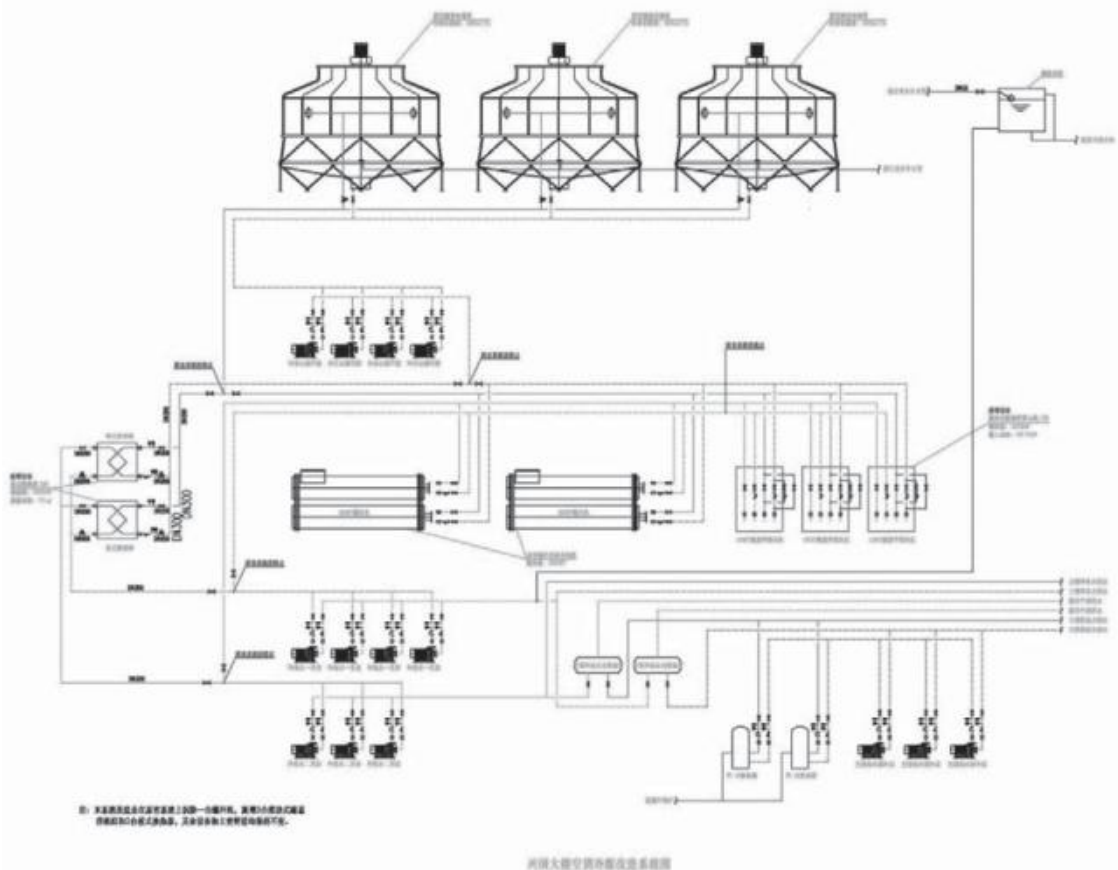


图 1 改造冷源系统图

本文受国家科技支撑计划课题《绿色建筑运行管理策略和优化调控技术》支持，课题编号 2017YFC0704207。

表 2 冷源改造节能量计算表

序号	项目	数量	单位	备注
1	供冷量	3288600	kWh	设备运行时间为 5-10 月
2	磁悬浮离心机耗电量	469800	kWh	磁悬浮机组 IPLV 取 7.0
3	同样冷量原机组耗电量	1027688	kWh	螺杆机组平均 COP 取 3.2
4	节电量	557888	kWh	
5	节能量	167	tce	电折算标准煤系数取 0.3kgce/kWh
6	节费	51.3	万元	电费单价按 0.92 元 /kWh 计算

为热水锅炉,提高供热效率;主楼使用的灯具具有射灯、筒灯、球泡灯和部分节能灯等,可将传统光源更换为 LED 节能灯具,降低照明能耗。

职工生活楼共分为三层。一层员工浴室,二层员工食堂,三层员工宿舍,楼内二层食堂的冬夏两季空调及生活热水均由别墅区的地源热泵提供,而地源热泵系统工作年限较长,制冷能力有明显衰减,再加上别墅区到玉兰楼的距离较远,空调冷热水长距离输送热损失大,效率再次降低,有必要将玉兰楼的空调系统及生活热水系统独立出来,达到较好的节能效果。

1 改造方案

1.1 空调系统

1.1.1 主楼空调冷源

宾馆主楼原有的空调制冷设备为 3 台特灵螺杆式冷水机组,单台设备供冷量为 300 冷吨,现拆掉一台螺杆式冷水机组,腾出空间安装三台模块式磁悬浮离心机,剩下两台螺杆机保留作为备用。改造前后的冷水机组设备参数如表 1 所示,系统图如图 1 所示,节能量计算表如表 2 所示。

表 1 改造前后冷水机组设备参数

参数	改造前	改造后
设备名称	螺杆式冷水机组	模块式磁悬浮冷水机组
单台制冷量	300RT	150RT
功率	210kW	102.3
数量	3	3

磁悬浮无油变频离心冷水机组采用集磁悬浮轴承技术、数控网络技术于一体的制冷压缩机,使机组的全年运行效率较传统机组提高 40% 以上,机组采用模块化设计,占地面积小,同时采用强大的控制系统,高速的并行逻辑运算控制能力确保整个系统高效安全的运行^[1]。

1.1.2 冷却塔免费供冷系统

冷却塔免费供冷是为原有暖通水系统增设相应的水管阀门、板式换热器和相应的控制设备,在过渡季节,通过冷却塔利用室外空气冷源,向存在供冷需求的区域提供空气调节冷水的一项节能技术。

单台冷却塔的输入功率为 7.5kW,在 Free

Cooling 工况下,只开两台冷却塔低速运行便能够满足要求,即 15kW。在室外湿球温度 16℃ 以下时可开启免费供冷模式,根据上海室外气象参数,在上海过渡季节总的时间中,低于湿球温度 16℃ 时,累计湿球温度时间为 1081 小时。改造后的系统图如图 2 所示,节能计算表如表 3 所示。

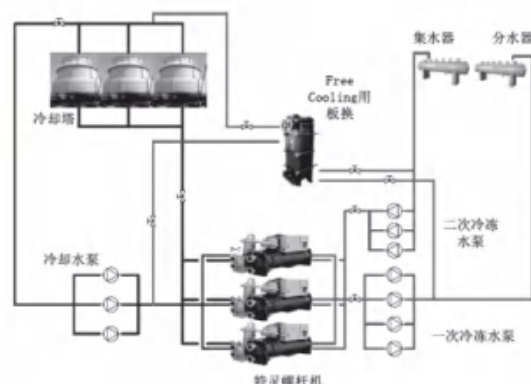


图 2 冷却塔免费供冷系统图

表 3 冷却塔免费供冷计算表

过渡季节累计小时 (h)	冷机输入功率 (kW)	耗电量 (kWh)
1081	210	68103
冷却塔 Free Cooling		
Free Cooling 下冷却塔风机输入功率 (kW)		15
过渡季节累积小时 (h)		1081
Free Cooling 耗电量 (kWh)		16215
节能量 (kWh)		51888
节能量 (tce)		15.6

1.1.3 主楼蒸汽锅炉改造

宾馆使用的燃气锅炉使用多年,已达到使用寿命,且燃气蒸汽锅炉效率很低,配置容量较大,也无冷凝水热回收,导致系统整体效率很低,可更换效率较高的燃气热水锅炉,降低能耗的同时保证主楼空调和热水供应。改造后拆除原有的 2 台 6.3t/h 蒸汽锅炉,安装 3 台 1000kW 的燃气热水锅炉。表 4 为锅炉改造节能量计算表。

1.1.4 职工生活楼空调系统

职工生活楼中央空调供应区域仅为二楼员工食堂,面积为 300m²,在职工楼旁边的绿化带上安装 3 台 20 匹的风冷热泵机组作为空调冷热源,原有的空调水管加装截止阀门。正常情况下就使用风冷热泵系统,如遇特殊情况可临时切换至地源热泵系统。表 5 为风冷热泵参数表。表 7 和表 8 分别为夏季、

表 4 锅炉改造节能量计算表

序号	项目	数量	单位	备注
1	蒸汽锅炉天然气耗量	73175	m ³	运行时间 11-4 月
2	供热量	452755	kWh	蒸汽锅炉效率 73%，换热器效率 90%，冷凝水热损失 11%，天然气热值 9100kcal/m ³
3	热水锅炉天然气耗量	45519	m ³	燃气热水锅炉效率 94%
4	节气量	27656	m ³	
5	节能量	35.95	tce	天然气折标煤系数 1.29971kgce/m ³

表 5 风冷热泵设备参数

主机设备	主机型号	数量	制冷模式		制热模式	
			制冷量	功率	制热量	功率
风冷热泵机组	SJK-20G/ LR	3	50kW	15.6kW	56kW	17.8kW

表 6 夏季空调节能量

序号	项目	数量	单位	备注
1	总供冷量	60480	kWh	供冷期为 4 月下旬至 10 月下旬
2	地源热泵耗电量	31882	kWh	COP 取 2.71，管道输送损失 30%
3	风冷热泵耗电量	18900	kWh	COP 取 3.2
4	节电量	12982	kWh	
5	折标煤	3.9	tce	电折算标准煤系数取 0.3kgce/kWh

表 7 冬季空调节能量

序号	项目	数量	单位	备注
1	总供热量	47040	kWh	供热期为 11 月下旬至 3 月上旬
2	地源热泵耗电量	26880	kWh	COP 取 2.5，管道输送损失 30%
3	风冷热泵耗电量	15680	kWh	COP 取 3
4	节电量	11200	kWh	
5	折标煤	3.4	tce	电折算标准煤系数取 0.3kgce/kWh

表 8 CO₂ 热泵热水机组参数

型号	标准工况制热量 (kW)	额定功率 (kW)	COP	热水流量 (m ³ /h)	数量 (台)
CkYRS-120II	140	27.25	4.55	2.68	2

表 9 节能量计算表

序号	项目	数量	单位	备注
1	生产 1 吨生活热水蒸汽锅炉天然气耗量	8.2	m ³	锅炉效率 80%，换热器效率 90%，管道热损失 10%，天然气热值 8500kcal/m ³ ，热水温升 45
2	生产 1 吨生活热水 CO ₂ 热泵热水机组耗电量	11.5	kWh	CO ₂ 热泵 COP4.55，电力热值 860kcal/kWh，热水温升 45
3	生产 1 吨生活热水节能量	7.13	kgce	电力折标系数 0.3kgce/kWh，天然气折标系数 1.29971kgce/m ³
4	酒店每年生活热水用总量	20075	吨	酒店日用水量约 60t
5	每年生活热水系统改造每年节约能耗	143.14	tce	

冬季空调节能量计算表。

1.2 热水系统

1.2.1 主楼热水系统

宾馆原来使用的蒸汽锅炉，用能模式为天然气锅炉 + 容积式热交换器，2000 年宾馆主楼开始使用时投入使用，虽然锅炉仍在使用年限内，但由于蒸汽锅炉供热时汽水换热效率不高，蒸汽损失大，因此使用。

根据宾馆提供的主楼每月天然气用量计算，宾馆生活热水的日用水量在 60t 左右。宾馆主楼生活热水分高区、低区和院子，高区为 6F~16F，低区为 B3~5F。宾馆高区客房有 190 间，根据《建筑给水排水设计规范》^[2] 估算高区日用水量为 30t。为了提高能源利用效率，考虑到宾馆的生活热水用量，配

置 2 台 CkYRS-120II 型 CO₂ 热泵热水机组，并增加保温水箱。表 8 为热泵热水机组参数表，表 9 为节能量计算表。

1.2.2 职工生活楼热水系统

职工楼生活热水系统供应区域为一层员工浴室，员工每天洗浴人数为 170 人，消耗热水 13t 左右。安装 1 台型号为 CkYRS-30 的 CO₂ 空气源热泵热水机组和 1 台 8m³ 的蓄热水箱，单日可生产 55 热水 14t，可以满足员工每日的洗浴热水需求。CO₂ 热泵热水机组参数如表 10 所示，节能量计算表如表 11 所示。

1.3 照明系统

宾馆目前使用的灯具为射灯、筒灯、球泡灯和部分节能灯，宾馆 2015 年 1 月 -2016 年 7 月开始分区分批进行 LED 照明灯具改造，采用工程模式，

表 10 CO₂ 热泵热水机组参数

型号	标准工况制热量 (kW)	低温工况制热量 (kW)	COP	热水流量 (m ³ /h)	数量 (台)
CKYRS-30	31.5	23	4.55	0.6	1

表 11 节能量计算表

序号	项目	数据	单位	备注
1	全年生活热水消耗量	4745	吨	电力热值 860kcal/kWh, 热水温升 45 (全年平均)
2	生产 1 吨生活热水地源热泵系统耗电量	33.2	kWh	地源热泵制热水 COP 取 2.25, 管道输送热损失 30%
3	生产 1 吨生活热水 CO ₂ 热泵热水机组耗电量	11.5	kWh	CO ₂ 热泵 COP4.55
4	生产 1 吨生活热水节能量	6.5	kgce	电力折标系数 0.3kgce/kWh
5	全年生活热水节能量	30.9	tce	

表 12 地源热泵效率提升后节能量计算表

序号	项目	数量	单位	备注
1	地源热泵供冷消耗总冷量	45	万 kWh	供冷季节 5-10 月, 每天运行 10 小时。
2	地源热泵机组能耗	16.6	万 kWh	地源热泵设备效率取 2.71
3	性能优化后地源热泵机组能耗	15.0	万 kWh	性能优化后地源热泵设备效率取 3
4	地源热泵供热消耗总热量	24	万 kWh	供暖季节 12-3 月, 每天运行 10 小时。
5	地源热泵机组能耗	9.60	万 kWh	地源热泵设备效率取 2.5
6	性能优化后地源热泵机组能耗	8.0	万 kWh	性能优化后地源热泵设备效率取 3
7	节电量	3.2	万 kWh	
8	节能量	9.6	tce	等效电折算标准煤系数取 0.3kgce/(kW.h)

表 13 磁悬浮机组测试数据

序号	冷冻水进水温度 (°C)	冷冻水出水温度 (°C)	流量 (m ³ /h)	冷却水进水温度 (°C)	冷却水出水温度 (°C)	输入功率 (kW)	制冷量 (kW)	cop
1	9.2	6	64	29.5	32	50.82	238.14	4.69
2	10.4	7.3	64	23	25.8	35.64	230.70	6.47
3	10.8	7.2	63	19.5	22.2	44.22	263.72	5.96
4	10.8	6.9	63	19.5	22.5	36.96	285.70	7.73
5	10.8	7.3	63	19.7	22.5	42.90	256.40	5.98
6	10.8	7.6	57	20	22.6	27.06	212.09	7.84
7	11.9	7.5	57	22	24.9	44.88	291.63	6.50
8	11.7	7.9	57	22.2	25.1	35.64	251.86	7.07
9	10.5	7	69.8	24.9	28.2	49.50	284.07	5.74
10	10.6	7.2	64.2	25	27.9	39.60	253.81	6.41

目前共更换原有照明灯具 5516 盏, LED 灯总功率为 202388W, 每年可节电 63.66 万 kWh, 节能量为 190.98tce。

另外宾馆还有一部分灯具待改造, 总计 2107 盏, 预计可节省电量 286167kWh, 节能量 85.9tce。

1.4 其他措施

1.4.1 地源热泵系统效率提升

宾馆地源热泵系统由 9 台地源热泵机组组成, 用于宾馆园区内的各个别墅的空调供冷供暖以及职工楼楼的生活热水。其中 1# 和 2# 两台机组常开, 专供生活热水, 剩余 3#-8# 七台机组用于空调夏季供冷及冬季供暖。前期检测地源热泵供冷系统的系统能效比为 2.71, 机组之间存在流量不平衡以及不必要的旁通等情况, 空调供冷冷冻水泵以及地源侧水泵的实际运行效率仅为 46.3% 和 53.6%, 因此对地源热泵系统进行效率提升的改造, 改造工作主要包括对机组进行深度保养, 加装水泵变频装置, 并启用热回收模式。表 12 为性能优化后的地源热泵节

能量计算表。

1.4.2 外窗改造

宾馆目前为塑钢中空玻璃, 有雨使用多年, 窗户密封性较差, 且由于宾馆营业需要, 对 11F-15F 外窗进行彻底更换, 更换门窗玻璃采用 6low-e+12A+6 中空钢化玻璃, 型材采用 60 系列断热氟碳喷涂窗型材, 密封性更佳且玻璃传热系数更小, 可有效降低外窗散热冷热负荷, 进而降低空调及采暖负荷, 实现节能。采用 PKPM 软件模拟外窗改造, 并计算其节能量, 模拟结果得出年节约标煤 6.43tce。

1.4.3 管理节能

宾馆在经历了一次全面的节能改造后, 建筑用能体系发生了较大改变, 可能会导致整个系统无法与宾馆运营达到最佳的匹配状态, 所以对宾馆进行管理节能, 确保建筑的舒适性以及降低其用能系统的能耗。可针对主楼中央空调系统的空调主机、水泵、空调箱、末端风平衡、水平衡及冷热站自控系统进行调适, 以实现进一步降低空调系统能耗、提升设备使用寿命、改善供冷供暖效果、提升建筑空调舒

表 14 冷却塔免费供冷系统性能测试数据

序号	冷却塔				冷水机组						备注
	机组型号	风机频率 Hz	功率 kW	机组型号	负荷率	冷冻水供水温度	冷冻水回水温度	冷却水流量 m ³ /h	冷却水供水温度	冷却水回水温度	
1	1#	45	2.37	1#	43%	5.7	8.6	222.66	31.4	28	开 3 台冷却塔
2	2#	45	2.04	2#	44%	5.9	8.6		31.1	28	
3	3#	45	1.86	3#	42%	5.1	8		30.3	27.4	
4	1#	40	1.97	1#	43%	5.7	8.6	224.34	31.4	28	
5	2#	40	1.66	2#	44%	6	8.6		31.7	28.2	
6	3#	40	1.52	3#	42%	5.1	8		30.6	27.6	
7	1#	35	1.52	1#	44%	5.7	8.6	224.7	31.7	28.2	
8	2#	35	1.33	2#	34%	6.4	8.6		30	28.4	
9	3#	35	1.23	3#	42%	5.1	8		30.6	27.9	
10	1#	30	1.21	1#	43%	5.7	8.6	224.84	31.9	28.5	
11	2#	30	1.09	2#	44%	5.6	8.6		32.2	28.7	
12	3#	30	1.01	3#	42%	5.1	8		30.9	28.2	
13	1#	25	0.59	1#	44%	5.7	8.6	224.79	32.5	28.9	开 2 台冷却塔
14	2#	25	0.88	2#	45%	5.6	8.6		32.6	29.1	
15	3#	25	0.75	3#	42%	5.1	8		31.5	28.4	
16	1#	25	0.59	1#	43%	5.7	8.6	225.51	33.7	30	
17	2#	25	0.88	2#	44%	5.6	8.6		33.8	30.2	
18	3#	25	0.75	3#	42%	5.1	8		32.6	29.6	

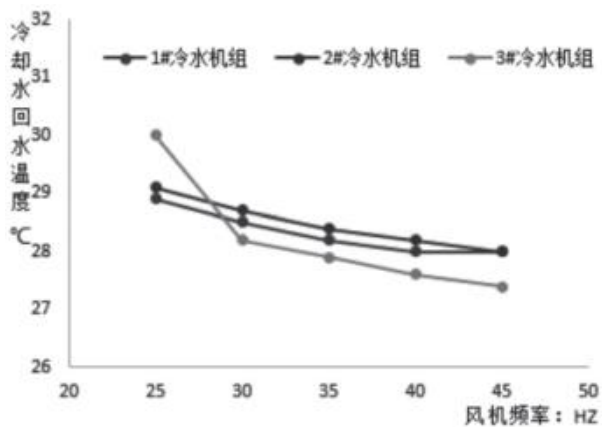


图 3 冷却水回水温度随风机频率变化图

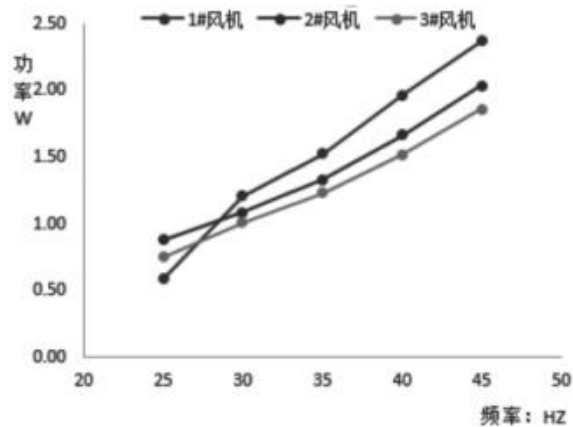


图 4 冷却塔风机功率随频率变化图

适度的目标。通过此项管理节能，保守估计可节能 22.32tce。

2 节能效果分析

2.1 磁悬浮机组性能测试

2017 年 5 月 4 日和 5 月 12 日，对更新后的磁悬浮机组进行了测试，测试数据见表 13。

数据显示，不同工况条件下，磁悬浮机组运行 cop 平均值为 6.42，相比原有的螺杆机组，性能大大提升。

2.2 冷却塔免费供冷性能测试

2017 年 10 月 9 日，对冷却塔免费供冷系统进行了测试，测试数据见表 14。

图 3 和图 4 分别为风机频率不同时，冷却水回水温度和冷却塔风机功率变化图。从图 3 中可以看

出，当风机频率从 45Hz 下降到 25Hz 时，冷却水回水温度升高，但升高幅度不大，大约 0.2℃，而且风机频率变化对 3# 冷水机组的影响比 1# 冷水机组和 2# 冷水机组的影响要大。这说明当负荷较小时，可适当降低风机频率，达到节能的效果。从图 4 中可以看出，风机频率越高，3 台冷却塔风机功率越大，说明风机频率对系统能耗有较大影响。综上所述，冷却塔免费供冷系统用于过渡季节空调制冷时，可有效节省制冷系统能耗。

2.3 职工楼热泵热水机组性能测试

针对职工楼热泵热水机组的产水情况进行了测试，测试数据如表 15 所示。

从上表可以看出，在接近环境温度 25℃、进水温度 25℃ 的工况下，CO₂ 热泵热水机组的平均 cop 值为 3.86，略低于铭牌值；在接近环境温度 30℃、

表 15 热泵热水机组测试数据

序号	环境温度	进水温度	出水温度	平均产水量 m³/h	平均耗电功率 kW	制热量 kW	cop
1	23	24	55	0.71	6.66	25.41	3.82
2	27	23	55	0.67	6.82	24.82	3.64
3	22	24	54	0.41	3.67	14.41	3.93
4	24	24	54	0.58	5.54	20.06	3.62
5	24	23	55	0.69	6.64	25.64	3.86
6	33	30	53	0.64	4.02	17.12	4.26
7	31	30	53	0.65	4.17	17.38	4.17
8	31	30	53	0.72	4.6	19.26	4.19
9	34	30	52	0.74	4.7	18.93	4.03
10	36	31	48	0.76	4.03	15.02	3.73

表 16 2017 年 1 月 -10 月用能统计表

月份	2014 年电 (kWh)	2017 年电 (kWh)	2014 年天然气 (m³)	2017 年天然气 (m³)
1 月	551179	607300	71911	111717
2 月	620084	542340	82119	75044
3 月	607806	564100	70839	60310
4 月	555231	606000	52676	44313
5 月	607467	623720	44317	40615
6 月	770005	673340	47814	36362
7 月	1004409	831280	49403	30622
8 月	950182	943080	56023	29294
9 月	931219	783000	50888	11500
10 月	703688	612881	49105	17220
合计	7301271	6787041	575096	456997
折标煤 tce	2190.4	2036.1	747.5	594.0

进水温度 30 的工况下, CO₂ 热泵热水机组的平均 cop 值为 4.08, 略高于铭牌值。与原地源热泵机组相比, CO₂ 热泵热水机组可以满足使用要求, 且效率较高。

2.4 实际能耗分析

最后一项改造完成时间为 2017 年 10 月份, 节能量计算分为两部分, 一部分为 2017 年 1 月 -10 月账单部分已提现节能效果的改造项目节能量, 另一部分为账单未体现节能效果的节能改造项目节能量。

2.4.1 基准年能耗分析

本次改造的基准年为 2014 年, 表 16 为部分账单节能量统计表。

2.4.2 节能量汇总

由于各个改造项目完成时间不一致, 导致部分节能量未在账单上体现, 而且 11 月、12 月的节能量也未计入账单中, 部分照明灯具的改造和管理节能还在实施中, 此部分节能量也应列入计算。表 17 为节能量计算表。

表 17 节能量汇总表

序号	项目	节能量 tce	节能率 %
1	1 月 -10 月实际账单部分	307.8	8.8%
2	未体现在账单的改造完成项目节能量	289.6	8.3%
3	预计改造灯具节能量	85.9	2.5%
4	管理节能	22.3	0.6%
5	合计	705.5	20.2%

改造前基准年为 2014 年, 年总能耗为 3492.8tce, 经计算, 本改造项目实施后, 年节能量 705.5tce, 年综合节能率为 20.2%。

3 结论

根据改造后能耗账单及节能量数据分析, 改造后 2017 年比 2014 年节能 705.5tce, 年综合节能率为 20.2%, 综合节能改造效果明显。

该宾馆的综合节能改造涉及空调系统、热水系统、照明系统等能耗设备, 制冷机改造采用先进的磁悬浮冷水机组, 制冷效率明显高于原有的螺杆机组; 使用冷却塔免费供冷系统后, 过渡季节的制冷能耗显著下降; 热水系统改用二氧化碳热泵热水机组, 能源利用率提高; 职工楼采用独立的空调系统和热水系统, 能耗降低; 地源热泵进行维修、保养及变频泵改造后, 效率提升明显。综上所述, 该宾馆的综合节能改造对其他宾馆、医院、学校等建筑的改造具有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 孙洁. 磁悬浮冷水机组在既有建筑改造中的应用——上海浦东假日酒店案例分析. 暖通空调, 2014(e12):23-26.
- [2] 上海市建设委员会. 建筑给水排水设计规范. 中国计划出版社, 1989.

沿青岛地区可再生能源利用价值工程分析

青岛理工大学 赵馥琳 李绪泉 胡松涛 孙昊

摘要：随着形势的发展，单纯使用经济评价已不能得出更加接近实际情况的结论，而价值工程把工程的功能和造价两个方面综合起来进行分析，在满足必要功能的前提下，大大提高了产品的性价比，已得到越来越多的设计人员和用户的认可。本着节能环保的理念，本文以青岛某海滨社区项目为例，为其设计了三套可再生能源空调系统方案，计算了各个方案的初投资和运行费用，并采用价值工程原理方法进行分析，得出最优方案，为行业内同类工程的设计提供了参考。

关键词：可再生能源 热泵技术 价值工程

0 引言

能源是人类进行生产活动的物质基础，是经济发展、社会进步的生命之血。伴随着金融危机引发的全球经济衰退，以及各国救市的努力和经济结构调整的需求，能源结构及其引致的相关问题再度成为世界各国关注的焦点。如何合理、高效地用能，节约宝贵的能源，不仅意味着可以减轻能源消耗所造成的环境污染，还可以达到可持续发展的要求^[1]。在能源消耗结构中，建筑能耗占有相当大的比重，我国建筑能耗约占社会总能耗的 1/3，主要构成为采暖和空调能耗。随着城市化进程的加快，绿色建筑由于在暖通中利用新能源和可再生能源而备受重视^[2]，其中，可再生能源利用较为普及的是热泵技术，目前应用较为广泛的热泵有空气源热泵、海水源热泵、土壤源热泵等，不同区域应经过比较分析，确定最佳可再生能源利用方案。本文以青岛市某滨海社区工程为例，对不同热源系统的空调方案采用价值工程分析法，确定最佳的工程方案，指导工程设计和实施。

1 项目概况

青岛市某滨海社区项目是个多功能建筑物区域，占地约 42.4 万 m²，总建筑面积 82.9 万 m²，其中商业建筑 11.4 万 m²、公共建筑 18.5 万 m²、混合建筑 35.5 万 m²、居住建筑 17.5 万 m²，建筑离海岸线约 600 米，具备采用海水源热泵的条件。经计算冷负荷为 64.9MW，热负荷为 42.5MW。为了满足用户对空调系统灵活调节的自身需要，项目空调冷热源方案拟采用海水源热泵、空气源热泵和土壤源热泵系统 3 种方案对比分析，确定最适宜的方案。

2 初投资和运行费用估算

初投资估算主要包括管网造价、热泵机组和循环泵等设备造价、土建费用、安装费用和基本预备费用等；运行费用计算过程中，负荷系数取 0.8，青岛夏季供冷天数取 100 天，冬季供暖天数取 141 天，电价取 0.67 元 /kWh。三种方案的初投资和运行费用对比见表 1。

表 1 初投资和运行费用计算结果

空调系统类型	海水源 热泵系统	空气源 热泵系统	土壤源 热泵系统
初投资（万元）	21092.5	12980.0	22715.0
运行费用（万元）	2247.2	4028.0	2459.2

从表 1 中可以看出，土壤源热泵系统初投资最高，空气源热泵系统初投资最低；海水源热泵系统和土壤源热泵系统运行费用相当，土壤源热泵系统稍高，空气源热泵系统运行费用最高。这是因为海水源热泵和土壤源热泵需要一定特殊的工艺加工的换热器，设备费用较高，换热站的土建费用也相对较高，而空气源热泵系统的设备相对简单，占地面积也小；运行费用方面，空气源热泵的机组 cop 只有 2~3 左右，而海水源和土壤源热泵的机组 cop 可达到 4 以上，所以制取同样的冷量热量空气源热泵消耗的电量更多，费用更高。

3 不同方案的价值工程数学模型分析

价值工程也称为价值分析，是指以产品或作业的功能分析为核心，以提高产品或作业的价值为目的，力求以最低寿命周期成本实现产品或作业使用所要求的必要功能的一项有组织的创造性活动。价值工程涉及价值、功能和寿命周期成本三个基本要素^[3,4]。

价值工程作为一种新的技术经济分析方法和管理技术，在建筑工程设计和施工中已得到了广泛的应用。本文从分散式海水源热泵系统（方案 ）、空气源热泵系统（方案 ）和土壤源热泵系统（方

案)三种方案出发,通过对其功能指标进行重要性分析和成本分析,建立价值工程评价模型进行计算,以得到寿命周期成本最低的最优方案。

3.1 价值

价值工程中所说的价值,是指研究对象具有的必要功能与取得该功能的总成本的比值,即效用(或功能)与费用之比。它是对研究对象的功能和成本进行的一种综合评价。其基本计算公式如下^[5]:

$$V_i = \frac{F_i}{C_i} \quad (1)$$

式中: V_i ——第 i 种方案的价值系数; F_i ——第 i 种方案的功能系数; C_i ——第 i 种方案的寿命周期成本系数。

3.2 功能分析

功能分析是价值工程的核心。它是对研究对象系统地分析其功能,科学地评价其重要性,通过功能和成本匹配关系定量计算对象价值大小,取定改进对象的过程。

对于三种方案进行功能分析,主要考虑自动控制功能、自动调节功能、安全保护功能、故障出现频率、环保性、节能性、使用寿命和政策倾向性。自动控制功能是指系统自身控制的难易程度,比如温度调节或水量调节的复杂程度、时间长短等;自动调节功能是指根据末端工况变化的自动调节能力;安全保护是指为了维护系统有效安全运行采取的保障措施;政策倾向性是指国家及地方对相应项目方案的扶持力度。

确定功能重要性系数常用的功能打分法有强制打分法(0-1 评分法或 0-4 评分法)、多比例评分法、逻辑评分法、层次分析法、环比评分法等。本文采用层次分析法确定各功能指标的重要性系数。层次分析法是建立功能因素判断矩阵,通过专家打分对各功能因素两两比较来确定各功能评价指标的重要性系数。当所建立的判断矩阵具有满意的一致性时,对应的特征向量就是所要求的功能重要性系数。

检验判断矩阵的一致性,是通过计算判断矩阵的最大特征值和特征向量,通过 T.L.Saaty 定义的一致性指标进行检验,计算公式如下:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (2)$$

式中: $C.I.$ ——判断矩阵的一致性指标;
 $\lambda_{\max}$ ——判断矩阵的最大特征值; n ——判断矩阵的阶数。

通过下式计算矩阵的随机一次性比值,公式为:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (3)$$

式中: $C.R.$ ——判断矩阵的随机一次性比值;
 $R.I.$ ——随机一次性指标,通过查矩阵一次性指标确定。

当 $C.R. \leq 0.1$ 时,认为判断矩阵具有满意的一致性,如果不满足要求,需继续调整,直到满意为止。

在每个方案的功能重要性系数确定后,需要确定各方案的功能系数。各方案的功能采用对比评分法确定,对于各功能采用十分评分法,将方案对基本功能的满足程度分别打分,最佳功能得 10 分。最后按下式计算各方案的累计功能得分,假定有 m 个方案,对应 n 个功能因素。

$$f_i = \sum_{j=1}^n A_j X_{ij} (i = 1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

式中: f_i ——第 i 种方案的累计功能得分;
 A_j ——第 j 项功能的重要性系数平均值; X_{ij} ——第 i 种方案的第 j 项功能得分。

在得到方案的累计功能得分后,根据下式求出个方案的功能系数:

$$F_i = \frac{f_i}{\sum f_i} (i = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

式中: $\sum f_i$ —— m 种方案的累计功能得分之和。

3.3 寿命周期成本分析

在确定各方案的功能系数后,要对各方案进行寿命周期成本分析,寿命周期成本是指产品或作业在寿命期内所花费的全部费用,即对各方案分别进行系统造价、运行成本、维护成本和残值的计算。之前已对三种不同方案的初投资和运行费用进行计算,维护成本包括人工费和设备维修费用,残值是指系统报废时可利用的成本价值,一般按照系统造价的百分比计算。最后计算各方案的寿命周期成本系数。寿命周期成本按下式计算^[6,7]:

$$LCC = C_0 + \sum_{t=0}^T O \times PV_{sum} + \sum_{t=0}^T M \times PV_{sum} - S \times PV \quad (6)$$

现值的计算公式为:

$$PV = \frac{1}{(1+r)^T} \quad (7)$$

现值和的计算公式为:

$$PV_{sum} = \frac{(1+r)^T - 1}{r \times (1+r)^T} \quad (8)$$

资本回收系数的计算公式为:

$$F_R = \frac{r \times (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} \quad (9)$$

表 2 功能重要性比较结果

功能因素	自动调节	自动控制	安全保护	使用寿命	故障率	节能性	环保性	政策倾向性
自动调节	1	1	1/3	1/2	1/3	1/5	1/4	1/3
自动控制	1	1	1/3	1/3	1/4	1/6	1/5	1/4
安全保护	3	3	1	2	1	1/4	1/3	1/2
使用寿命	2	3	1/2	1	1	1/5	1/4	1/2
故障率	3	4	1	1	1	1/4	1/3	1/2
节能性	5	6	4	5	4	1	1	4
环保性	4	5	3	4	3	1	1	3
政策倾向性	3	4	2	2	2	1/4	1/3	1

表 3 各功能因素重要性系数

功能因素	自动调节	自动控制	安全保护	使用寿命	故障率	节能性	环保性	政策倾向性
重要性系数	0.0912	0.0770	0.2084	0.1561	0.1988	0.6899	0.5674	0.2839

表 4 各方案累计功能得分和功能系数

方案	自动调节	自动控制	安全保护	使用寿命	故障率	节能性	环保性	政策倾向性	累计功能得分	功能系数
	8	8	10	9	8	9	10	10	21.147	0.3914
	7	7	6	5	7	6	6	7	14.131	0.2616
	8	8	10	10	7	8	9	9	19.563	0.2835

全年均值费用计算公式：

$$EUAC = LCC \times F_R \quad (10)$$

寿命周期成本系数计算公式：

$$C_i = \frac{EUAC_i}{\sum_{i=1}^m EUAC_i} (i = 1, 2, \dots, m) \quad (11)$$

式中：LCC——寿命周期成本； C_0 ——系统初投资成本；O——系统运行费用；M——系统维护成本，包括维修费用和人工费用；S——残值；T——生命周期；r——折现率；t——时间变量； PV_{sum} ——现值和；PV——现值； F_R ——资本回收系数；EUAC——全年均值费用； C_i ——第 i 种方案的寿命周期成本系数。

4 不同方案的价值工程计算结果分析

4.1 各方案功能分析

利用层次分析法建立功能指标判断矩阵，需要对功能两两比较确定重要性系数，标度值为 1、3、5、7、9，分别表示重要程度为同等重要、稍微重要、明显重要、强烈重要、绝对重要；2、4、6 即表示上述标度的中间值，例如，在表中，1 表示横向功能和纵向功能同等重要，3 表示纵向功能比横向功能稍微重要，1/5 表示横向功能比纵向功能明显重要^[8]。各功能重要性比较结果见表 2。

由上表构造 10 阶矩阵，利用 MATLAB 计算其特征值和特征向量，经计算其随机一次性指标 $C.R. \leq 0.1$ ，因此所建的判断矩阵具有较好的一致性。将满足要求的特征向量进行归一化处理，得到各功能因素的重要性系数见表 3。

针对三种方案，对上述八项功能分别进行打分，

分别计算得到累计功能得分和各方案的功能系数，计算结果见表 4。

4.2 各方案寿命周期成本分析

上文中已计算过初投资费用和运行费用，在此计算残值和全年维护成本。各方案人工费用以初投资的 6% 计算，残值率按 4% 计算，设备折旧年限为 15 年，设备维修费用按折旧费的 10% 计算。以直线折旧法计算折旧费：

$$D = \frac{P-S}{N_D} \quad (12)$$

式中：D——折旧费，元；S——折旧期末资产残值，元；P——资产原值，元； N_D ——资产的折旧期，取 15 年。

计算结果见表 5。

表 5 各方案全年维护成本和残值 单位：万元

项目	方案	方案	方案
残值	843.7	519.2	908.6
人工费	1265.6	778.8	1362.9
折旧费	1349.9	830.7	1453.8
维修费	135.0	83.1	145.4
全年维护成本	1400.5	861.9	1508.3

根据上文介绍的价值工程数学模型，计算三种方案的寿命周期成本、全年均值费用、寿命周期成本系数结果见表 6。

表 6 各方案寿命周期成本系数

项目	方案	方案	方案
寿命周期成本	290601.2	374408.6	315848.9
全年均值费用	38206.4	49224.9	41525.9
寿命周期成本系数	0.2963	0.3817	0.3220

4.3 各方案价值分析

利用上文中各项计算结果,根据式(1)计算三种方案的价值系数,与功能系数和寿命周期成本系数相比,见图1。

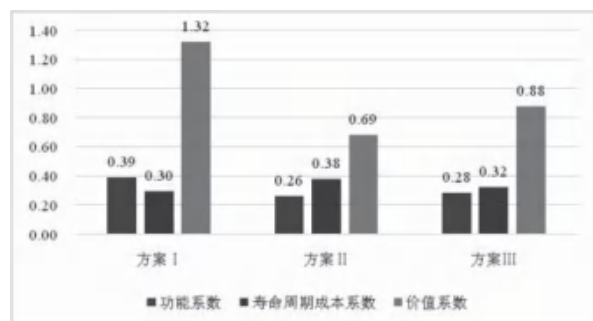


图1 三种方案价值系数结果比较

从上文中计算得到的各功能重要性系数表可以看出,首先需要重点考虑的功能项是节能性,其次是环保性,海水源热泵系统的节能性和环保性比其它两个方案较好,累计功能得分最高,因此功能系数在三个方案中最大。然而,由于海水源热泵系统初投资较高,在实现更优功能时需要耗费更高的成本,因此其寿命周期成本系数较低。但海水源热泵系统在功能实现上的优势对价值系数的影响比在初投资上的劣势对价值系数的影响更大,最终获得明显高于其它两种方案的价值系数。

5 结论

综上所述,海水源热泵系统虽然需要较高的初投资,但其在功能性上的优势使其仍然可以作为一个

价值较高的方案在工程中采用,因此本项目建议选择方案一。上述计算结果也验证了价值工程分析方法的全面性、客观性特点,具有较强的说服力,可广泛应用于暖通空调系统分析及方案选择中。但在各方案的选择中,用户的需求是千变万化的,各项目所在地可以取得利用的资源也是不同的,具有非常明显的动态特性。所以对于不同的项目,其功能重要性及功能满意度是有差别的,对于每一个项目,必须重新计算。

参考文献

- [1] 王婷婷. 中高温水源热泵新工质理论与实验研究[D]. 青岛理工大学, 2010.
- [2] 郑祖义著, 热泵技术在空调中的应用, 1998, 机械工业出版社: 北京.
- [3] De La Garza J.M. Applications of design intent in value Engineering. Applications of Artificial Intelligence in Engineering, Design, Methods and Techniques, 1993, 1(1): 219-231.
- [4] 吴添祖 主编, 虞晓芬 龚建立 杨思远 副主编. 技术经济学概论 (第二版). 2004, 4
- [5] 陈树文. 价值工程在暖通空调方案优选中的应用. 建筑热能通风空调. 2006, 25(2): 62-64
- [6] 寿青云, 陈汝东. 寿命周期成本分析在区域供冷供热评价的应用. 煤气与热力, 2006, 26(4): 51-64
- [7] 董士波. 全生命周期工程造价管理研究: (博士学位论文). 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2003
- [8] 张朝辉. 区域供冷供热方案的LCC评价及关键参数分析. 大连理工大学硕士学位论文. 2007, 12



一种新型稳定的小型校准风洞

1. 东华大学 环境科学与工程学院

2. 瑞典斯威玛有限公司 上海代表处 蒋伟¹ 邹钺¹ 刘赞²

摘要：针对目前校准风洞占地面积大，使用能耗高，校正费用昂贵等现状，研发了一款能够快速精确调节风速的新型稳定的小型校准风洞。该风洞长 1.25m，入口直径 110mm，采用自行设计电子稳流装置，并且对蜂窝器与阻尼网进行优化。经过流场测试和与以往老风洞的对比，气流的稳定性，速度的均匀性和紊流度三个方面均有明显的提高，表明该小型校准风洞的研发是成功的。

关键词：低速风洞；流场品质；结构设计；电子稳流。

0 引言

风洞，是指在一个按一定要求设计的管道系统内，使用动力装置驱动一股可以控制的气流，根据运动的相对性和相似性原理进行各种动力试验的装置[1]。最初，风洞主要应用于航空和航天技术，随着工业技术的发展，其应用的场景涉及国民经济的各个领域，如车辆、建筑、桥梁、风能、环境保护、电力、机械、农林、气象以及体育科学等。在计量院中，小型的风洞经常用于风速仪表的校准。风速仪表是测量气体流动速度的一种仪器，在使用一段时间后，会因为机械磨损，粉尘堵塞等影响其精确性。为了校准该风速仪表，需要一个能精确提供稳定，均匀流场的风洞。

1 风洞的设计评价指标

当一个风洞被搭建好，需要在实验段的切面上逐点测定气流的流动品质。所谓的流动品质是指气流参数在时间和空间上的均匀程度。通常使用气流的稳定性，速度的均匀性和紊流度来对校准风洞进行评价。

1.1 气流的稳定性

气流的稳定性或脉动可以用动压脉动量 η 表示，

其定义为在规定的时间内，瞬时动压的最大值与最小值的差值与两者之和的比值^[2]，换算成相应的速度^[3]，即：

$$\eta_i = \frac{V_{\max}^2 - V_{\min}^2}{V_{\max}^2 + V_{\min}^2}$$

其中： η_i 表示当前测点*i*的稳定性系数， $V_{\max}$ 为瞬时速度的最大值， $V_{\min}$ 为瞬时速度的最小值。

1.2 速度的均匀性

速度的均匀性是指气流速度在空间的分布情况，常用相对标准差法来衡量，风洞实验段测试区断面内各点的气流速度与气流平均速度相对偏差的均方根值^[4]，即：

$$\sigma_v = S / \bar{V} \times 100\%$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i^n (V_i - \bar{V})^2}$$

式中： σ_v 表示测试断面的均匀性系数， S 为标准偏差， $\bar{V}$ 为界面的平均风速， V_i 为第*i*点的速度， n 为测量点数

1.3 气流的紊流度

测试中任何一点的气流速度总存在高频的微小脉动，使得风速产生波动，利用高精度的热线风速

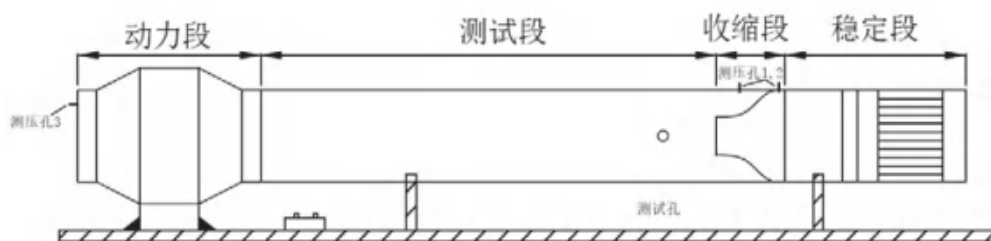


图 1 新型校准风洞结构图

仪直接测量气流速度的瞬时值及其变化,便能测得任意一点紊流度^[5]。

假设流动为一维流动,根据紊流度的定义,则化简计算公式如下:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\frac{1}{3}(\overline{V_x'^2} + \overline{V_y'^2} + \overline{V_z'^2})}}{\overline{V}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{xi}'^2}}{\overline{V}}$$

式中: $\overline{V_x'}$ 表示 X 方向的脉动均方值, $\overline{V_y'}$ 表示 Y 方向的脉动均方值, $\overline{V_z'}$ 表示 Z 方向的脉动均方值, V_{xi}' 为第 i 个测点随 x 方向速度脉动值, n 为测量点数

2 新型风洞结构设计

本次设计的小型校准风洞一共由动力段、测试段、收缩段和稳定段四部分组成。动力段中由管道风机提供动力来源,为了使提供的风源更加的稳定,自行设计了一种电子稳定装置,利用它来调节电流的稳定供应。测试段由圆形亚克力管组成,测试段面上有测试孔。收缩段是整个风洞至关重要的一部分,其作用是平稳,均匀的加速气流,尽可能少的引起气流的波动,本次收缩曲线采用维托辛斯基曲线^[6]。稳定段又称安定段,内装有蜂窝器和阻尼网,其目的使气流均匀,降低紊流度^[7],为了使稳定效果更好,蜂窝器和阻尼网都进行了特殊的设计。风洞的外形尺寸为 $1.25 \times 0.21 \times 0.21$ (长 × 宽 × 高),设备的重量为 15 公斤。如图 1 所示。

3 新型小型的风洞实验过程

3.1 实验条件

实验地点选在东华大学环境科学与工程学院实验室,测试时环境温度为 26℃,风速的测量采用瑞典 Swema 03+c 万向微风速仪,精度为 3%,最小误差 $\pm 0.03\text{m/s}$,最大测量频率 100Hz。

为了比较该新型校准风洞的测试性能,实验将与另一个高精度的小型风洞进行比较,该风洞是经过无锡市计量检定测试中心鉴定合格

3.2 测试方法与内容

将测试断面沿径向平均分成六等份,五个测点 $2/3R, 1/3R, 0, -1/3R, -2/3R$, 如图 2 所示调节风速,利用电脑采集相应数据,研究实验段测试断面不同风速

下的流速分布情况。并且分析不同风速下实验段的稳定性,均匀性和紊流度。

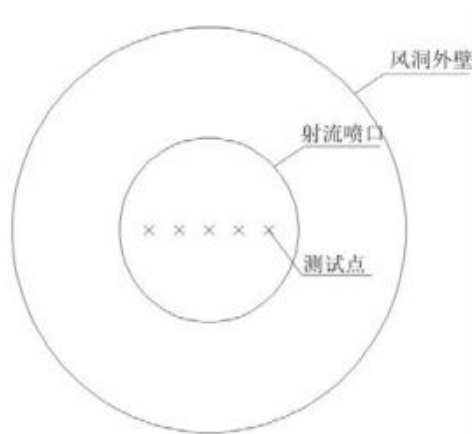


图 2 测试断面图

4 测试与结果对比

4.1 稳定性的比较

设定两个风洞的风速为 1m/s , 测试探头分别位于各风洞的射流喷嘴的中心, 采集 300 个的数据, 结果如下:

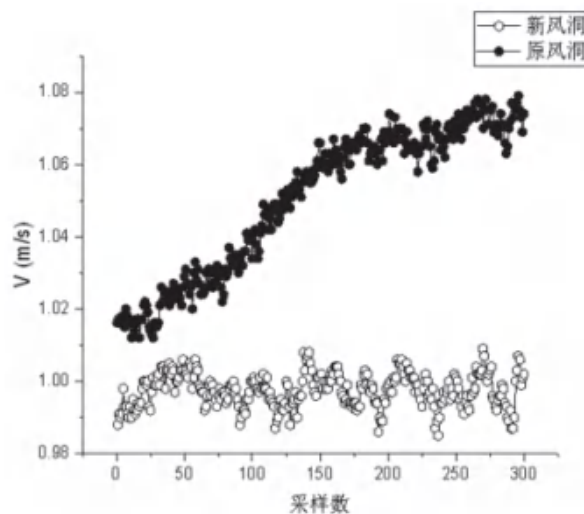


图 3 风速为 1m/s 时, 两种风洞稳定性对比图

表 1 两种风洞稳定性系数的比较

	$V_{\max}$	$V_{\min}$	η
原风洞	1.079	1.012	0.064
新风洞	1.009	0.985	0.024

两种风洞的对比图可以看出,随着时间的推移,实验室中的原风洞有明显的增长趋势,其稳定系数为 0.064,而由于新风洞中使用了自行设计的电子

紊流装置,使得风速在 1m/s 附近波动,稳定性系数大幅度下降,仅为 0.024,故其风洞稳定性要远远优于目前市场上的低速风洞。

4.2 均匀性的验证

出口气流的均匀性直接影响到风速探头的校准,为此测定并计算得 0.1, 0.2, 0.35, 0.5 和 1m/s 风速下截面下的均匀性系数,测试段出口速度分布如图 4 所示:

表 2 不同风速下界面均匀性系数

V (m/s)	σ_{v1}	σ_{v2}
0.1	0.020	0.004
0.2	0.019	0.007
0.35	0.009	0.001
0.5	0.005	0.002
1	0.012	0.007

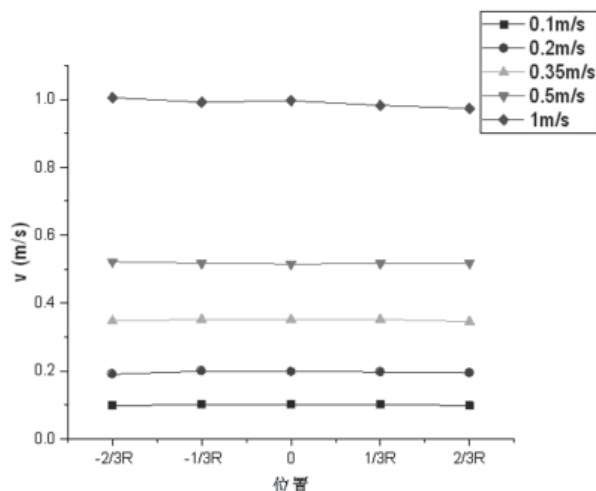


图 4 测试段出口风速分布

在表 2 中, σ_{v1} 表示测试断面 $2/3R$ 范围内的均匀性系数,其值小于 2%,而 σ_{v2} 表示测试断面 $1/3R$ 范围内的均匀性系数,其值小于 0.7%,风速分布均匀,没有局部突变,减少了由于风速探头伸入位置不同而导致的误差。

4.3 紊流度的比较

从图 5 可以看出,随着风速的增加,两种风洞的紊流度均在增加,风速越大,气流紊流程度越大。新风洞在不同风速下的紊流度均低于同一风速下的原风洞。紊流度低,气流的波动性小,更加有利于风速仪的准确校准

5 总结

本文自行设计了一种新型的校准风洞,介绍了

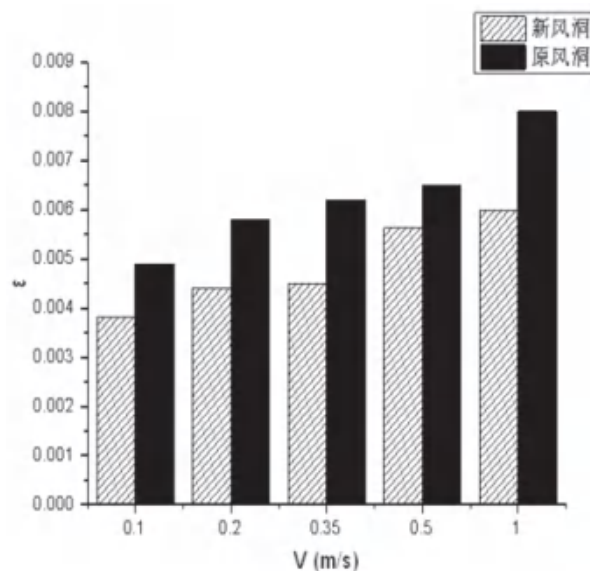


图 5 两种风洞紊流度的比较

其相应的组成部分及其功能。采用新型的电子紊流装置对电机进行控制,并且对蜂窝器和阻尼网进行了优化,使得在风速的精度和控制上有了极大的提高。通过与以往的校准风洞的对比,可以看出该新型风洞在气流的稳定性,速度的均匀性和紊流度三个方面均有明显的进步。由于其体积小,方便携带,从而为随时随地进行风速仪表校准提供了可能。

参考文献

- [1] 伍荣林,王振羽.风洞设计原理[M].北京航空学院出版社,1985.
- [2] 余世策,胡志华,冀晓华,et al.小型直流标定风洞的研制[J].实验室研究与探索,2014,(03): 55-58.
- [3] 刘振东,王飞,李光录.圆锥形扰流器对室内风蚀风洞气流均匀性与稳定性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,(11): 133-140.
- [4] 李坦,靳世平,黄素逸,et al.流场速度分布均匀性评价指标比较与应用研究[J].热力发电,2013,(11): 60-63+92.
- [5] 吴晓武,张庆国,王金枝,et al.风洞的实验标定[J].山东电力技术,2001,(01): 8-10.
- [6] 孔丽丽.小型低速风洞的设计与试验[D].内蒙古农业大学,2016.
- [7] 李强,丁珏,翁培奋.上海大学低湍流度低速风洞及气动设计[J].上海大学学报(自然科学版),2007,(02): 203-207.

江南地区传统民居夏季自然通风人体热舒适气候适应性分析

东南大学能源与环境学院 许成城 李舒宏

摘要：为研究适于江南地区夏季仅有自然通风状况下的传统民居室内热环境和人体热舒适状况，以徽州地区瑚村某徽派传统民居为例，对其传统民居室内环境参数进行 CFD 模拟，并通过对传统民居内热环境情况进行实测和问卷调查，建立了江南地区传统民居人体热舒适模型。模拟和实测结果显示：江南地区传统民居居民已完全适应当地气候条件，室内热中性温度为 28.4℃，热期望温度为 27.7℃，室内平均温度为 30.3℃。

关键词：江南地区；传统民居；夏季；人体热舒适

0 引言

当前，随着全球能耗的不断增长，节能降耗已经成为当前世界能源供应可持续性研究的重要课题。在能源紧缺情况下，据不完全统计，人类从自然界所获得的 50% 以上的物质原料用来建造各类建筑及其附属设施，这些建筑在建造与使用过程中又消耗了全球能源的 50% 左右^[1]。现阶段，我国建筑业每年新建房屋面积约 20 亿平方米，接近全球年建筑总量一半，超过所有发达国家年新建房屋面积总和^[2]。但我国现有建筑中，95% 不能完全达到节能标准，新建建筑中 20% 达到节能标准^[1]。因此，无论从社会可持续发展和节约能源的角度来看，建筑节能已刻不容缓。

传统建筑作为我国传统文化的重要组成部分，历史悠久、类型繁多、丰富多彩，其背后所蕴含的建筑节能技术及其气候适宜性效果历经历史、文化和自然环境的雕琢，对现代建筑节能技术具有良好的示范效果和吸收与借鉴意义。

自然通风是江南地区传统民居夏季降温的最常见手段，目前已有研究指出：徽州传统民居夏季隔热效果较好，基本满足了当地居民的夏季热舒适性要求^[3]。本文即以江南地区传统民居的代表之一——某徽州民居作为实测研究对象，对其夏季自然通风状况下的气候适应性进行研究，定量分析其室内热环境状况，并建立江南地区传统民居人体热舒适模型。

1 实测调研对象及研究方法

1.1 研究对象

徽州地区地处安徽省南部，为浙赣皖三省交

界处，冬夏季节长，春秋季节短，年平均气温 15.8℃，最热月平均气温 27.1℃，最冷月平均气温 3℃，属夏热冬冷地区^[4]。其传统民居地域文化特色鲜明、享誉中外。本文以安徽徽州地区瑚村某徽派民居作为研究对象。

该民居具有鲜明徽州文化特色，为三合院式传统民居^[5]，一进两层，天井位于中央用于室内通风与采光。外墙高大而厚实，外墙采用少开窗或开小窗达到防火防盗目的，门窗基本处于通透状态以利于自然通风。图 1 为徽派民居实景图，图 2 为该民居一层、二层平面图。表 1 为该民居围护结构特性。



图 1 徽派民居实景图

表 1 该民居围护结构特性

围护结构	材料	传热系数 (W/(m ² ·K))
外墙	砖石空心夹土墙	1.77
内墙	木板+抹灰	0.53
屋顶	青砖盖瓦	0.58
地面	三合土地面	3.62

1.2 研究方法

本文采用 CFD 软件对该民居的室内环境进行模拟。目前国内常用的 CFD 软件主要有：Fluent、Airpak、PHOENICS 等，本文采用 Airpak 软件对左厢房室内环境进行模拟。建模时进行了简化，并未完全按照民居原样，省去了雕梁画栋的诸多细节，并不影响实际模拟结果。

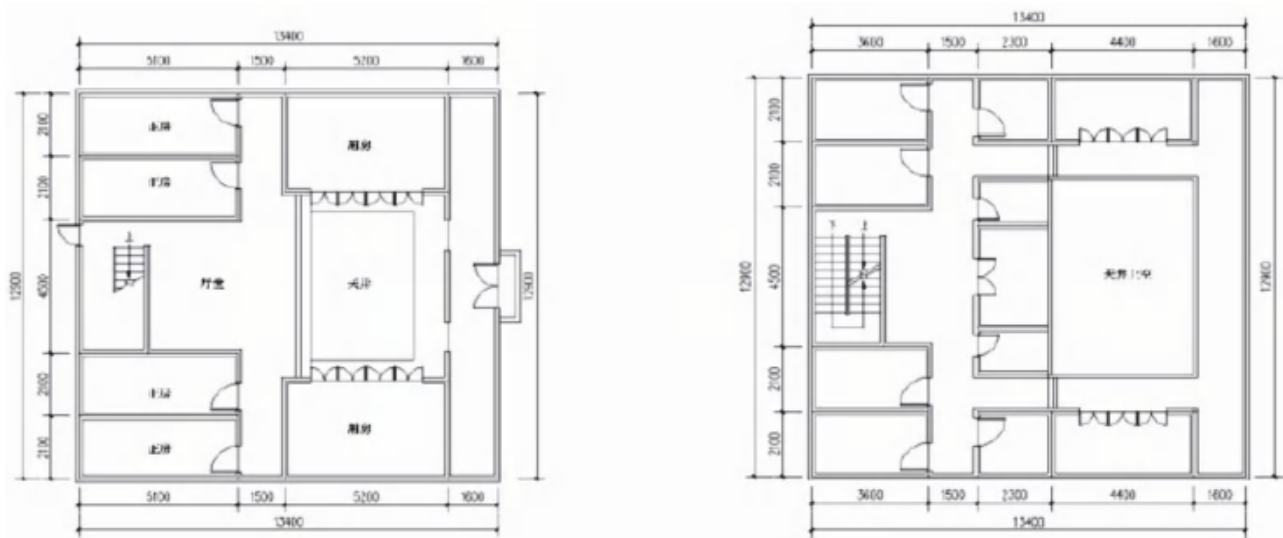


图2 民居一层(左)、二层(右)平面简图

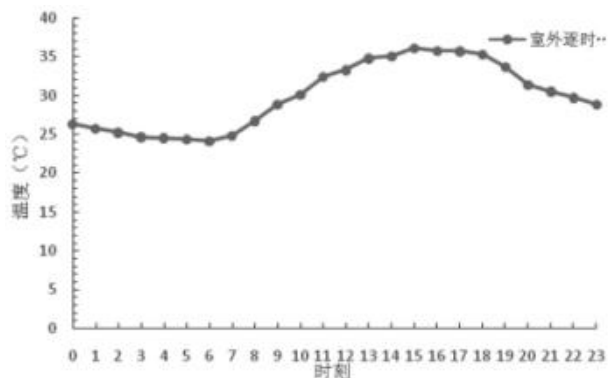


图3 徽州地区夏季典型日室外逐时温度分布

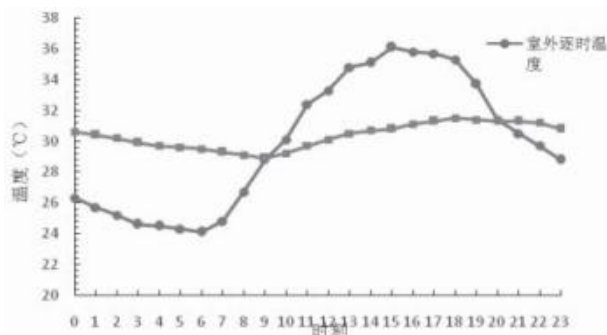


图4 该民居室内外逐时温度分布

本文采用实际调研的方式针对该民居室内外环境参数对室内居民人体热舒适程度进行分析,总结徽派民居的气候适应性规律。测试对象为当地传统民居的居民,均为本地人,长期居住于瑚村,已完全适应当地的气候环境条件。总共测试的样本数为26户,样本数为55人,涵盖了不同性别、不同年龄,具有代表性。

在回归分析时,采用 Bin 法(温度频率法),以平均热感觉 MTS 为因变量^[6]。同时,将实际调研结果与软件模拟结果对比分析,得出夏热冬冷地区传统民居人体热舒适模型。

2 模拟结果

徽州地区的夏季典型日为7月14日,图3为徽州地区夏季典型日室外逐时温度分布。根据该民居的格局,对该民居的厅堂进行 CFD 软件模拟。根据调研的数据,将夏季相对湿度设定为65%,将风速

设置为0.2~0.5m/s之间,代谢率 M 根据活动量设置为40~105W/m²,夏季服装热阻设置为0.25clo。根据上述数据,模拟出各个整点时刻的室内温度,如图4,并计算出各时刻的室内 PMV-PPD 值,见表2。

从 CFD 软件模拟的结果来看,根据国际标准 ISO7730 的评价指标^{[7][8]},PPD 需满足≤10%,基本上该民居厅堂夏季仅有自然通风状况下室内环境人体热舒适程度是不舒适的。但该标准系将人体看作环境的被动接受者而非主动调节的适应者。因此,目前学者普遍认为现有的人体热舒适性模型并不能实际反映出人们感受的实际选择。

学者们通过对热舒适现场实测数据进行回归分析,得到了人体热感觉与室内温度或者操作温度等的回归方程,据此计算出的热中性温度与 ISO7730 标准、ASHRAE 标准等相比,前者更为准确^[9]。例如,科研人员实测的夏季自然通风建筑中,80%可接受的温度上限比 ASHRAE 舒适性温度范围高出月

表2 厅堂夏季典型日 PMV-PPD 模拟数据

时刻	室外逐时温度 (°C)	室内逐时温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)	水蒸气分压力 (Pa)	PMV	PPD
0	26.3	30.6	65	0.4	28.541	2.2	84.914
1	25.7	30.4	65	0.4	28.217	2.1	81.068
2	25.2	30.2	65	0.4	27.895	1.9	72.054
3	24.6	29.9	65	0.4	27.419	1.7	61.752
4	24.5	29.7	65	0.4	27.106	1.6	56.345
5	24.3	29.6	65	0.4	26.95	1.5	50.9
6	24.1	29.5	65	0.4	26.796	1.4	45.512
7	24.8	29.3	65	0.4	26.489	1.2	35.247
8	26.7	29.1	65	0.4	26.184	1.3	40.268
9	28.8	28.9	65	0.4	25.883	0.9	22.104
10	30.1	29.2	65	0.4	26.336	1.2	35.247
11	32.4	29.7	65	0.4	27.106	1.7	61.752
12	33.3	30.1	65	0.4	27.736	2.1	81.068
13	34.8	30.5	65	0.4	28.378	2.8	97.808
14	35.1	30.7	65	0.4	28.705	2.6	95.295
15	36.1	30.8	65	0.4	28.869	2.7	96.734
16	35.8	31.1	65	0.4	29.367	2.9	98.581
17	35.7	31.3	65	0.4	29.703	2.9	98.581
18	35.3	31.5	65	0.4	30.042	3.3	99.834
19	33.7	31.4	65	0.4	29.872	3.2	99.697
20	31.4	31.3	65	0.4	29.703	2.9	98.581
21	30.5	31.3	65	0.4	29.703	2.7	96.734
22	29.7	31.2	65	0.4	29.534	2.6	95.295
23	28.8	30.8	65	0.4	28.869	2.3	88.261

3~4^[10]，因此，本文进一步对江南徽州地区传统民居人体热舒适情况进行了实测调研。

3 实测调研结果

3.1 热中性温度

通过对该民居所在的徽州地区的瑚村传统民居的居民进行热舒适性问卷调查和室内温度的实际测量，对受试者遇到冷热反应的热适应行为进行了详细统计与分析。主观热感觉投票值采用ASHRAE的7点标度，-3冷，-2凉，-1较凉，0适中，+1较暖，+2暖，+3热^[11]。

本文采用温度频率法（即Bin法）对热舒适现场实测调研数据进行回归计算，采用室内空气温度 t_a 作为热舒适指标来与人体平均热感觉MTS之间做线性回归计算得到热中性温度。温度测点布置在距离地面1.1米高度处作为典型测量点，以表示人体所处的室内环境温度。图5为回归曲线。

从图4可以看出，热中性温度与室内空气温度有较强的线性相关性。其线性相关性拟合方程为：

$$MTS = 0.8148t_a - 23.142 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.9675 \quad (2)$$

式中：

MTS——平均热感觉投票值

t_a ——室内空气温度，

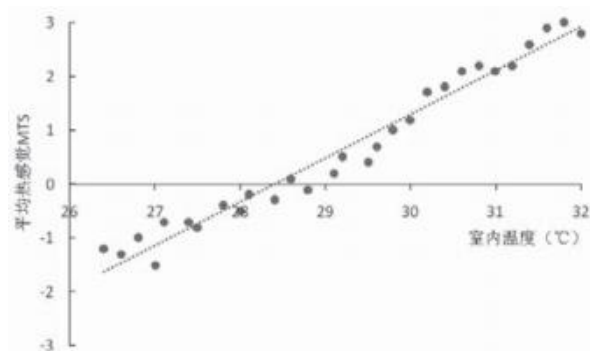


图5 平均热感觉MTS和室内空气温度的关系

令 $MTS = 0$ ，求解出对应的热中性温度为28.4，相比于ASHRAE标准，更接近于夏季典型日模拟工况下的室内平均温度30.3。

3.2 热期望温度

热期望通过统计期望温度升高、降低的样本百分数，以散点形式表示出来，画在同一坐标系上，观察其变化趋势，绘制两条拟合的百分比曲线，两

曲线的所形成的交点即为热期望温度值^[12]。热期望回归结果如图6所示。

用二次函数曲线拟合调研结果可得：

更热曲线：

更冷曲线：

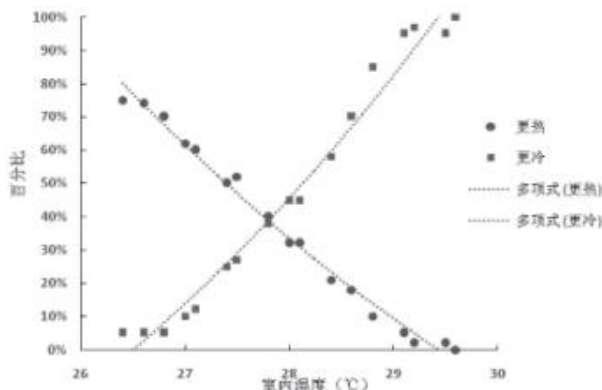


图6 热期望回归结果

回归分析结果得到，热期望温度约为27.7℃，比热中性温度28.4℃低0.7℃。

4 结论

本文以徽州地区瑚村某徽派传统民居为范例，对江南地区传统民居夏季室内环境进行了CFD软件模拟，对仅有自然通风状态下夏季室内人体热舒适情况进行了实测调研，并总结了其气候适应性特点。

(1) 经CFD软件模拟，传统民居夜晚21时到早晨8时室内温度高于室外温度，温差最大为5.4℃。这是由于传统建筑具有较好的蓄热能力造成的，彼时居民在睡眠中，人体新陈代谢率低，当地居民一般采用夜间通风的方式降温即可满足需求，效果好。

(2) 经MTS与 t_a 拟合方程计算得到江南地区传统民居热中性温度为28.4℃，江亿等研究发现：北京市现代住宅夏季居民热中性温度为25.3℃^[13]；杨薇等研究发现：夏热冬冷地区现代住宅夏季居民热中性温度为27.7℃^[14]；程卫红等研究发现：哈尔滨地区现代住宅夏季居民热中性温度为23.2℃^[15]；说明不同气候区、不同建筑类型的居民热感觉不同，对热舒适的期望也不同，且江南地区传统民居居民对热的忍受度更高，热中性温度高于同地区的现代住宅居民。

(3) 回归分析结果热期望温度为27.7℃，比热中性温度低0.7℃，说明该地区传统民居内的居民即使处于热中性状态，也倾向于希望室内温度能够更

低一些，这与夏热冬冷地区夏季的气候条件密切相关。

参考文献

- [1] 贺成龙，曹萍．基于CIMS环境的建筑节能集成管理研究[J]．建筑经济，2006，(11)：84-87．
- [2] 曾辉．浙江省居住建筑节能技术经济评价体系研究[D]．杭州：浙江大学，2008．
- [3] 陈秋菊，陈晓扬．徽州民居自然通风优化设计方法[J]．华中建筑，2012，30(11):56-59．[2017-08-15]．DOI：10.13942/j.cnki.hzjz.2012.11.001
- [4] 高欢．传统民居的气候适应性研究[D]．西安建筑科技大学，2013．
- [5] 何路路，吴永发．基于Ecotect软件对徽州民居气候双重适应性分析研究[J]．建筑节能，2013，41(12):72-76．[2017-08-15]．
- [6] R. J. Dedear, M.E. Fountain. Field Experiments on Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Hot-Humid Climate. ASHRAE Trans.1994, 100(2):457-475
- [7] J. F. Busch. Thermal Responses to the THAI Office Environment. ASHRAE Trans. 1990,96(1):859-872
- [8] ISO7730. Moderate Thermal Environment-Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort. Geneva: International Standard Organization. 1984
- [9] G. E. Schiller, E. A. Arens, F. S. Bauman, et al. A Field Study of Thermal Environment in Office Buildings. ASHRAE Trans. 1988,94(2):280-308
- [10] G. Donnini, J. Molina, C. Martello, et al. Field Study of Occupant Comfort and Office Thermal Environments in a Cold Climate. ASHRAE Trans. 1996, 102(2):795-802
- [11] ASHRAE 55-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. 2004
- [12] 王昭俊．严寒地区居室热环境与热舒适性研究[D]．哈尔滨：哈尔滨工业大学，2002．
- [13] 夏一哉，赵荣义，江亿．北京市住宅环境热舒适研究[J]．暖通空调，2000(3)
- [14] 杨薇．夏热冬冷地区住宅夏季热舒适状况以及适应性研究[D]．长沙：湖南大学，2007．
- [15] 程卫红，刘元．哈尔滨某高校学生宿舍夏季室内热环境调查研究[J]．流体机械，2015：43(5)：79-82．

冰箱冻结过程中食品热值传递的理论分析和冻结过程模拟

上海海洋大学 唐婉

摘要：速冻是重要的食品保鲜技术之一，符合当代人们对绿色、方便、保健的三大要求。本文以冰箱冻结牛肉为研究对象，考虑牛肉冻结过程中变物性特点，采用等效热容法处理相变潜热，然后用计算流体力学（CFD）数值模拟技术对该冻结过程进行模拟并建立描述三维食品冻结过程的微分方程，通过数值模拟得出冻结时间的模拟值，各测点（T1、T2、T3、T4、T5）模拟计算的冻结时间与实验冻结时间的误差分别为5.45%、3.9%、5.8%、4.24%、9.6%，各点实时温度的模拟平均误差是1.79℃。结果表明，数值模拟能较好地预测牛肉的冻结时间。

关键词：数值模拟，冻结时间，食品冻结，冰箱

1 引言

预测食品冻结时间，是对食品冻结过程研究的重要课题之一，冻结时间是衡量冻结设备优劣的重要标准，也是评价冻结食品品质的影响因素之一^[1-2]。前人关于食品冻结时间的计算做了大量研究，周小清等^[3]对比了现有的计算冻结时间的几种模型，研究发现对于液氮冻结圆柱状食品，国际制冷协会计算模型最为准确。Pham Q T等^[4]研究表明传统的计算食品冻结时间的经验公式在特定的环境下需要修正，才能保证计算的准确性。Becker B R等^[5]研究表明不同形状（无限大平板状、无限长圆柱状一级球形）的食品适用的计算食品冻结时间的模型不同。综上可知：传统的计算冻结时间的模型，具有局限性，而且只能获得热中心的冻结时间，随着计算条件的改变，计算公式需要修正，不具有普适性。CFD模拟技术是被证明了的计算食品冻结时间的有效方法之一^[6-7]，不仅可以计算食品的冻结时间，而且可以改变参数、计算条件等获取大量信息、数据的优势，直观的看到食品内部温度场分布，并实时监测提取食品内部任意一点的温度。

食品冻结是一个复杂的相变过程，其内部的相变发生在一定的温度区间，而非某一个温度值，因而潜热很难直接测量，所以前人在模拟食品冻结过程时，对物性的处理方法有大量的研究，屠建祥等^[8]对比模拟了冻结过程中是否考虑物性变化对预测黄爪冻结过程的影响，研究表明考虑物性变化的计算更符合实际。谢晶等^[9]根据已有的食品物性的经验公式，利用C语言编程计算，进而获得食品热物性随温度变化的多项式数学模型。Pham Q T等^[10]对比分析了处理相变潜热的三种方法等效比热容法、

焓法以及温度修正法。李晓宇等^[11]采用实验测量马铃薯的热物性参数，然后进行方程拟合。在以前的模拟研究中，也有假定冻结前后热物性参数为定值的^[12]。殷刚^[13]验证了利用等效比热容法处理相变潜热，用Basic语言编程对牛肉冻结时间进行数值计算，研究表明等效比热容法处理相变潜热对牛肉冻结时间不会产生影响，且比普朗克公式计算冻结时间精确，但是其存在不足之处，不能直观的看到牛肉内部温度分布情况，实时获得牛肉内部任意一点温度值。

鉴于以上研究，本文利用Fluent15.0模拟研究冰箱冻结牛肉内部温度场分布，调用文献^[13-14]中利用等效热容处理相变潜热的方法，（将食品的相变潜热换算到相变区间内的比容中）获得比热容和热导率的分段线性函数，引用到模拟环境，研究牛肉在冻结过程中内部温度的变化规律，实时监测牛肉内部各点温度，为更好地预测食品冻结时间以及优化、改进制冷设备做铺垫。

2 材料与方法

2.1 物理模型简化

如图1、图2所示，本实验采用的是西门子冰箱，KK25F55TI型，牛肉置于冷冻室的中间层（尺寸为400×400×130mm），牛肉的尺寸为100×100×70mm的长方体。不考虑冷冻室内的管道设计对流场的影响。

2.2 控制方程及离散

本文研究牛肉在冰箱冷冻室蒸发盘管上的冻结过程，牛肉底部与蒸发盘管直接接触，牛肉上表面

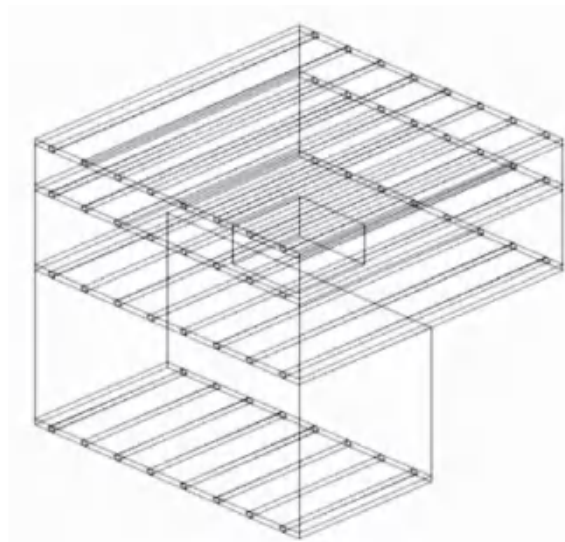


图1 冰箱冷冻室以及食品摆放示意图

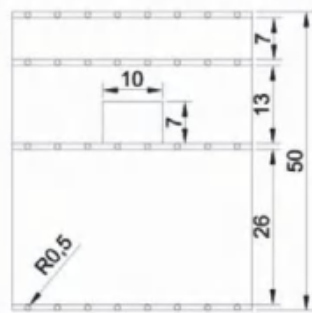


图2 食品摆放位置的主视图

和侧面通过与空气自然对流传热，为简化模型作出以下假设：（1）牛肉的初始温度均匀一致，且冻结环境温度一定；（2）牛肉内部各向同性，相变温度一定；（3）牛肉的内部主要靠导热进行热传递，对流传热次之，且表面对流换热系数为保持不变；（4）整个冻结过程，牛肉的密度保持不变，密度为 1050kg/m^3 ；（5）整个冻结过程中，边界条件保持不变；（6）牛肉内部非凝固区不考虑传质与流动。

基于上述假设，食品冷冻过程的导热微分方程为：

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k \nabla T) + q$$

边界条件：

（1）食品顶部和侧面第三类边界条件： $q = h(T_w - T_f)$ ， T_w 为牛肉表面的温度， T_f 为冰箱冷冻室内空气的温度，由实验测量获得。表面对流换热系数按文献^[15-16]方法赋值。

（2）食品底面与蒸发盘管直接接触，近似认为牛肉下表面温度与蒸发盘管相同，由实验测量赋值，

$$T_{\text{food bottom}}(x, y, z) = T_{\text{ban}}(x, y, z) = 243\text{K}.$$

（3）在移动相接面上满足质量守恒和能量守恒：

$$T_s(s(t), t) = T_l(s(t), t) = T_p$$

$$\lambda_s \frac{\partial T_s}{\partial x} = \lambda_l \frac{\partial T_l}{\partial x} + h_p \frac{ds(t)}{dt}$$

初始条件： $T_{\text{food}}(x, y, z) = T_0 = 278.15\text{K}$ ，食品温度按实验测量赋值。

2.3 数值模拟

本次模拟形状为长方体的牛肉： $100 \times 100 \times 70\text{mm}$ ，而冰箱内冻结牛肉主要靠底部蒸发盘管的导热和表面的对流传热相互作用。为研究牛肉在冰箱冷冻室内冻结过程温度分布情况，首先用CAD建立了冰箱冷冻室以及牛肉的几何模型，并在Gambit中完成网格的划分，最后将网格文件导入到Fluent15.0，设定好边界条件和初始条件，选择k-ε模型，牛肉在冰箱的冻结属于三维隐式非稳态模型，时间步长取5s，激活重力选项，在Z轴方向，设重力加速度为 -9.81m/s^2 。将牛肉的物性参数（密度、比热容、导热系数）调用到Fluent15.0，并采用有限体积法离散控制方程。由于冻结过程存在能量的变化，因而激活能量选项，能量项的松弛因子按默认值，能量方程的收敛精度取 10^{-6} ，初始化流场，分别给予牛肉初温以及冰箱冷冻室内环境温度，进行计算，并监测牛肉体内部最大温度值，实时导出牛肉体最大温度，截止到18060s，得出牛肉内部最高温度为低于 -18°C ，如图3所示牛肉体最高温度分布曲线，模拟结束。

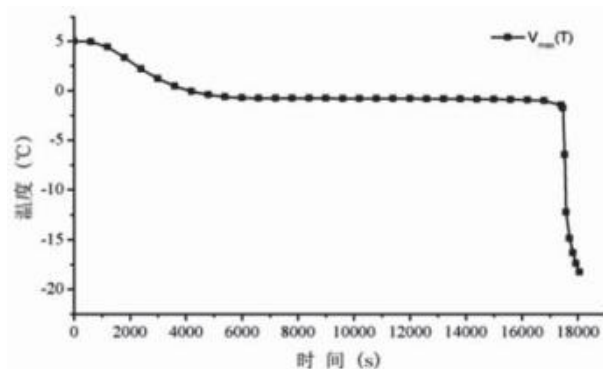
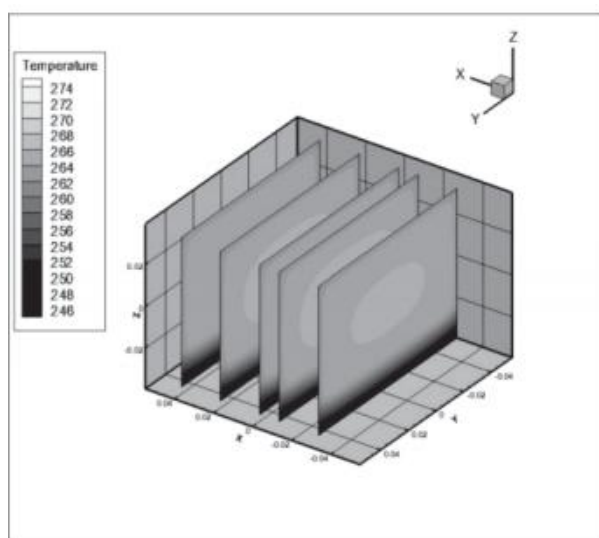


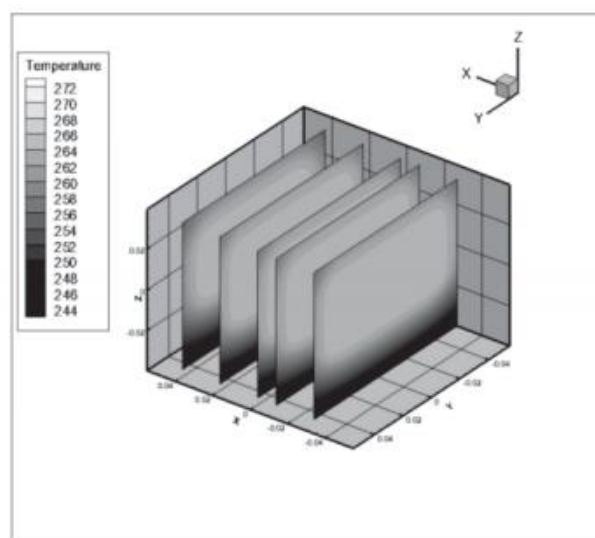
图3 牛肉体最高温度分布曲线

为了清晰地看出牛肉的内部冻结的温度分布情况，本文将截取垂直于XOY的5个截面（图4）分别为：截面 $X=0$ 、 $X=0.02$ 、 $X=0.04$ 、 $X=-0.01$ 、 $X=-0.03$ ，单位为m。

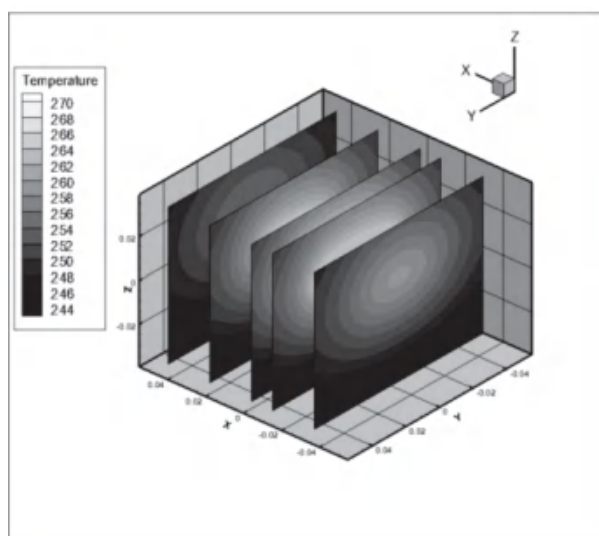
从图4、图5模拟所得的牛肉内部温度云图分布可知：牛肉底部换热最快，温度降低的最快，而



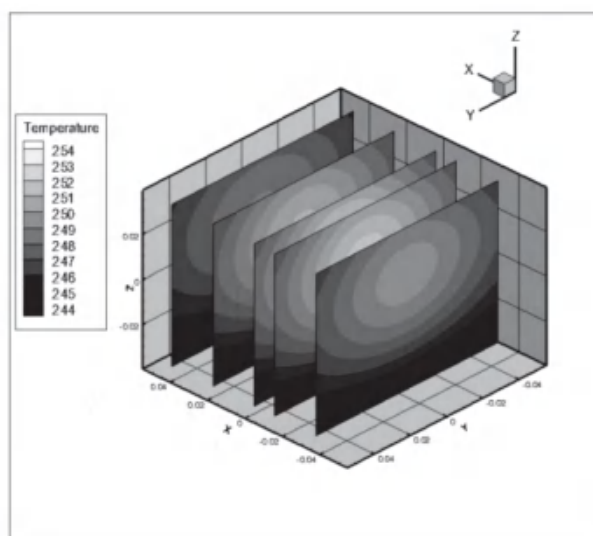
t=2000s



t=5000s



t=14000s



t=17980s

图4 不同时刻牛肉内部各截面的温度分布云图

牛肉顶部和侧面降温略慢,这是因为在冻结过程中,由于食品底部直接与蒸发盘管接触,存在接触导热作用,导热的热阻远小于对流换热热阻,而且蒸发盘管的温度要低于冷冻室内部环境的温度,所以食品的底部温度下降较快。

2.4 实验验证

实验选取新鲜采购的牛肉,用刀片准确切取 $100 \times 100 \times 70$ mm的规则的长方体形状,用标定好的美国OMEGA四氟测温线TT-T-36型热电偶温度探头固定好测点位置,置于恒温恒湿箱保存两天,

使牛肉获得初温 5°C 。然后选取实验测点如图6所示:T1热电偶固定在据牛肉上表面15 mm处,T2热电偶固定在几何中心偏右25 mm处,T3热电偶固定在牛肉的几何中心处,T4热电偶固定在据牛肉上表面45 mm处,T5热电偶固定在据牛肉下表面15 mm处。实验前将冰箱空载运行一天,保证冰箱冻结室内温度恒定。最后将固定好热电偶的牛肉,按照纤维方向与蒸发盘管平行的方式迅速置于冰箱冷冻室中间位置,并关好冰箱。打开计算机采集程序,每隔30s用美国Fluke 2640A网络型多点温度采集仪记录一次数据,将采集的温度数据以excel形式保存在电脑。

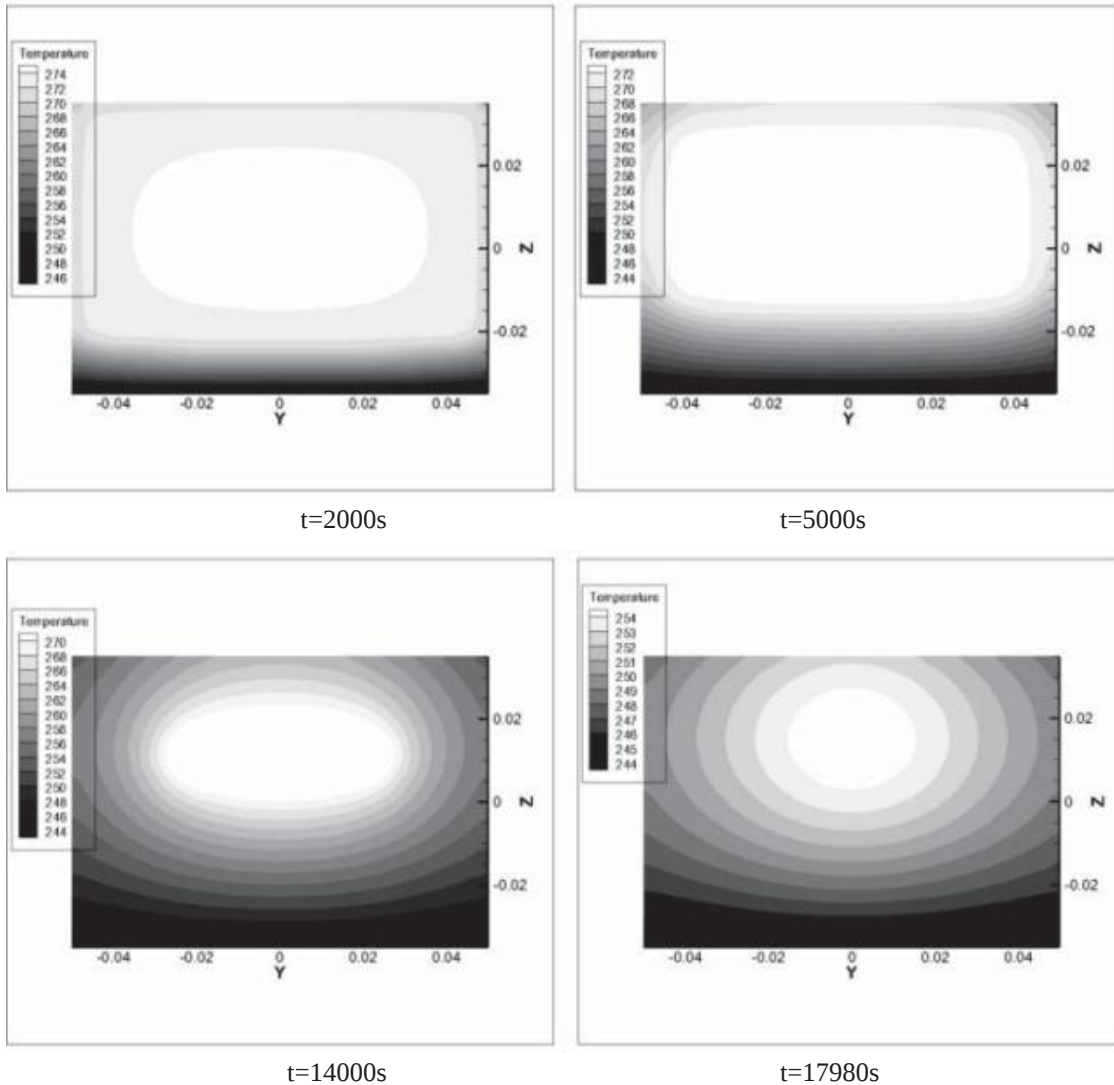


图5 牛肉垂直中心截面位置不同时刻牛温度分布云图

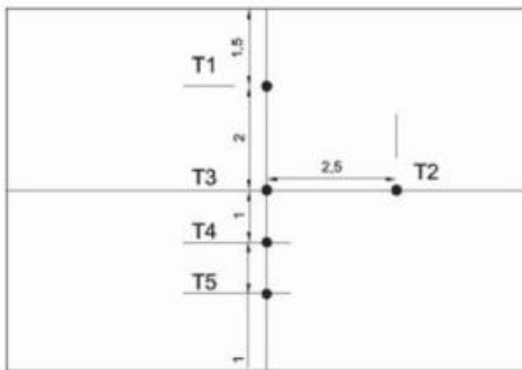


图6 实验取点示意图

牛肉的初始温度为 5°C ，冰箱冷冻室内部的空气温度为 -29°C ，底部蒸发盘管的温度为 -30.4°C 。图7是食品中心切面各测点实验值，由牛肉的冻结

曲线可知：牛肉底部 T4 温度下降最快，而牛肉偏顶部 T1 温度下降最慢，冻结的时间最长，而牛肉的几何中心 T3 并非热中心，冻结时间相比 T1 短，由此可知冰箱冻结形状规则的长方体形状的食品时，热中心在食品几何中心的上方。T5 没有明显的相变期，这可能是因为牛肉直接放置于蒸发盘管上，牛肉的下表面与蒸发盘管的温差较大，导致相变过程不明显。同一高度上测点 T2 比测点 T3 冻结速度快、冻结时间短，是因为 T2 受侧面对流换热和底部导热的相互作用明显。从各点实验值的温度曲线可知：冻结过程中，食品内部测量各点从某一时间点开始，持续一段时间，温度上下波动不明显，这是由于从该时间点开始发生了相变过程释放大量的潜热，也可以看出食品冻结过程中相变发生在一定的温度范围内，从图中可以看出，相变是在 $-1^{\circ}\text{C} \sim -2.6^{\circ}\text{C}$ 之

间的区间,而在相变之前和相变之后,食品的温度下降较快。

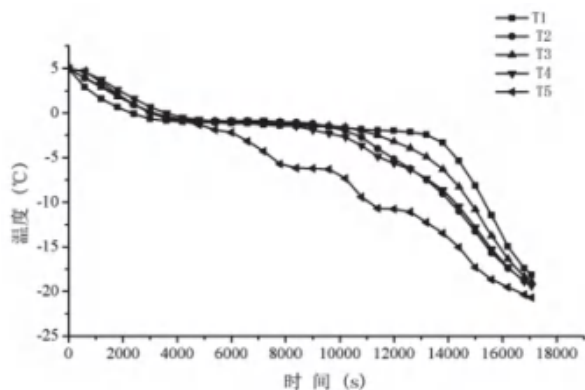


图7 食品中心切面各测点实验值

2.5 模拟结果与实验结果的对比

对照牛肉在冻结过程中模拟与实验的温度曲线可以看出,CFD技术能较好地模拟食品冻结过程中食品内部各部分温度的变化。冻结阶段牛肉的温度无明显变化,是因为在此阶段发生了相变,相变潜热的释放,使得模拟过程中表现为温度变化不明显。而冻结结束后,温度在次快速下降。

从图8(a)、(b)、(c)可以看出,预冷阶段模拟值与实验值存在差异,因能是因为冰箱冷冻式内部环境温度波动较大,使得对环境温度的测量与实际存在误差,而数值计算带入的环境温度是定

值,进而使计算出的模拟值与实验值存在偏差。其次在相变阶段,模拟值温度恒定,而实验值则略微下降,主要是因为实验过程中,随着食品的冻结,食品内部水结成冰,溶液的浓度增加,相变温度而下降,而模拟时,假设相变温度是一个固定值,导致存在差异。另外在相变阶段结束后模拟值与实验值温度偏差较大,可能是因为设置的牛肉的热物性多项式与实际情况存在一定的差异,模拟时相变阶段牛肉的比热容设置比实际偏大,因而造成模拟的相变阶段时间会更长。从图8(d)可以看出,相变之前实验值和模拟值吻合较好,而相变结束后,模拟值在实验值出现了交叉,但总牛肉体来看模拟值围绕实验值附近波动。图8(e)可以看出冻结后的模拟值与实验值存在差异,实验值温度呈阶梯状下降,而模拟值温度呈单调递减趋势,这可能是因为牛肉冻结后,模拟时设置的导热系数与实际存在偏差。模拟时冻结后导热系数的设置低于实际情况,亦或者是冰箱内部环境温度波动等原因造成了冻结后模拟值与实验值出现偏差。总之,各测点模拟值能较好反映实际值,各测点(T1、T2、T3、T4、T5)模拟计算的冻结时间与实验冻结时间的误差分别为5.45%、3.9%、5.8%、4.24%、9.6%,各点实时温度的模拟平均误差是1.79。

3 结论

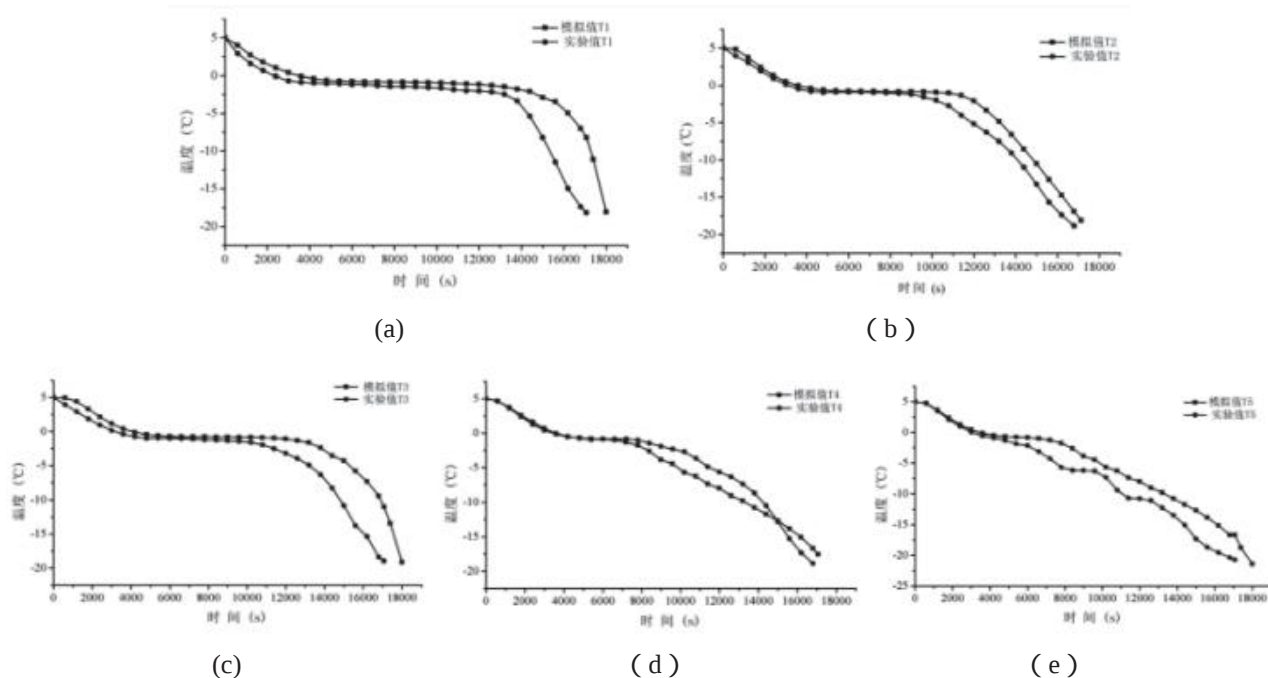


图8 牛肉内部各测点温度的实验值与模拟值的对比

本文采用等效热容法处理相变潜热,建立描述三维食品冻结过程的微分方程,通过 CFD 数值模拟技术对冰箱冷冻室内牛肉的冻结过程进行了计算,从模拟所得的温度云图能直观地观察出牛肉内部的热中心并非几何中心,而是几何中心偏上 14mm 处,并对冻结过程进行了实验验证。实验表明数值模拟能很好地反映牛肉内部温度场的变化,各测点(T1、T2、T3、T4、T5)模拟计算的冻结时间与实验冻结时间的误差控制在 10% 之内,各点实时温度的模拟平均误差是 1.79。该研究表明 CFD 可以较好地用于预测食品冻结时间,而冻结时间既是衡量冻结设备优劣的重要标准,也是评价冻结食品品质的影响因素之一,因此本研究为研发和优化冻结设备的性能、降低能耗以及提高食品品质提供了一种可靠的理论方法。

参考文献

- [1] 张珍,谢晶,李杰. 计算流体力学在制冷设备研发中的应用[J]. 食品与机械, 2008, 24(2).
- [2] 王金锋,李文俊,谢晶. 数值模拟在食品冻结过程中的应用[J]. 食品与机械, 2016(10):200-204.
- [3] 周小清,柳建华,徐小进,等. 液氮冻结食品冻结时间的计算方法及实验验证[J]. 制冷学报, 2016, 37(6):113-118.
- [4] Pham Q T. Freezing time formulas for foods with low moisture content, low freezing point and for cryogenic freezing[J]. Journal of Food Engineering, 2014, 127(4):85-92.
- [5] Becker B R, Fricke B A. Freezing times of regularly shaped food items[J]. International Communications in Heat & Mass Transfer, 1999, 26(5):617-626.
- [6] 李杰,谢晶*. 鼓风冻结虾仁时间的数值模拟及实验验证. 农业工程学报, 2009, 25(4): 248-252.
- [7] 李杰,谢晶*,陆方娟,食品冻结过程温度场及冻结时间的数值模拟与实验研究,食品工业科技, 2009, 30(2): 123-125, 128.
- [8] 屠建祥,刘宝林,等. 黄瓜片冻结过程的数值计算及实验研究[J]. 上海理工大学学报, 2000, 22(4):304-307.
- [9] 谢晶,施骏业,瞿晓华. 食品热物性的多项式数学模型[J]. 制冷, 2004, 23(4):6-10.
- [10] Pham Q T. Modelling heat and mass transfer in frozen foods: a review[J]. International Journal of Refrigeration, 2006, 29(6):876-888.
- [11] 李晓宇,刘斌,邱倩倩,等. 马铃薯冻结过程中不同风速对相变界面的影响[J]. 食品科技, 2015(4):76-81.
- [12] Wang Z, Wu H, Zhao G, et al. One-dimensional finite-difference modeling on temperature history and freezing time of individual food[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(2):502-510.
- [13] 殷刚. 平板状食品冻结时间的数值计算[J]. 哈尔滨商业大学学报自然科学版, 2006, 22(5):99-101.
- [14] Uyar R, Bedane T F, Erdogdu F, et al. Radio-frequency thawing of food products – A computational study[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 146:163-171.
- [15] 王石,田怀璋,陈林辉等. 冰箱试验包传热过程的仿真计算[J]. 西安交通大学学报, 2005, 39(1):57-60.
- [16] Morgan V T. The Overall Convective Heat Transfer from Smooth Circular Cylinders[J]. Advances in Heat Transfer, 1975, 11:199-264.



基于 1D/3D 协同仿真的地下换热器孔群与抽灌水井群负荷调配特性分析

1. 吉林建筑大学 市政与环境工程学院

2. 吉林大学 汽车仿真与控制国家重点实验室 张淑秘^{1,2}

摘要：换热器孔群与抽灌水井群负荷调配模式不同对系统性能参数的影响不同。本文基于 1D/3D 集成分析数值方法的基础上，分析了换热器孔群与抽灌水井群不同负荷分配模式。研究结果表明：地下水和土壤两源能量供给份额对于抽水温度具有明显的影响特征，三种负荷调配模式抽水温度差异较大，土壤源地下换热器承担负荷增大，长期运行过程抽水温度可以保持较高水平，有利于以供热为主的地能利用过程维持较高的 COP 和系统能效比。土壤源地下换热器承担负荷比例减少，将导致地下水源抽水温度明显变化，以至于影响机组 COP (EER) 及系统能效比。

关键词：1D/3D; 土壤源; 水源; 负荷调配; 集成分析

对于地下换热器群及抽灌水井群构成的复合源大型地能利用系统，在规划、设计与控制等方面始终存在一些综合热管理问题。特别是当换热器群与抽灌水井群的负荷调配等环节出现无序控制或调配失效，直接导致换热能力低下甚至出现换热能量锐减，亟待更高的科学认识^[1-4]。

地下复合源系统承担建筑负荷常规的做法为各个热源均分建筑负荷，对于不同热源承担负荷比例不同对系统性能参数的影响研究较少。换热器孔群与抽灌水井群承担建筑负荷比例不同对地下换热区域温度场、水位场、能流场形态特征和作用影响不同^[5-6]。本文在换热器孔群与抽灌水井群承担建筑负荷调配比例不同的情况下探究地热能利用系统运行特性，为大型地热能利用系统的设计、控制与优化提供理论基础。

地能利用系统用能过程是一个动态的变化过程，单独的三维 Fluent 计算不能依据地上系统的动态变化赋予三维模型变化历程中的边界条件，单独的 Matlab 一维计算不能动态地分析地下含水层温度场的变化^[7-8]。现将地上热泵系统的一维计算与地下抽灌管群的三维数值模块有机地关联在一起，并通过一维计算进行三维仿真的上位控制，进而对各热力系统的热力特性和能量特性进行数学实现，建立地能利用系统集成分析数值计算方法。

1 数学模型的建立

1.1 地上热泵机组数学模型

由热泵实验性能曲线和性能参数，依据热泵机

组热平衡原理^[9]，建立数学模型。

1.1.1 制冷工况：

$$\frac{q_{rejection}}{q_{cooling}} = a_c + b_c t_{entering} + c_c t_{entering}^2$$

$$\frac{P_1}{q_{cooling}} = d_c + e_c t_{entering} + f_c t_{entering}^2 \quad (1)$$

式中： a_c ， b_c ， c_c ， d_c ， e_c ， f_c —热泵机组制冷系数；

$q_{cooling}$ —建筑物冷负荷，W；

$q_{rejection}$ —热泵机组放热量，W。

1.1.2 制热工况：

$$\frac{q_{extraction}}{q_{heating}} = a_h + b_h t_{entering} + c_h t_{entering}^2$$

$$\frac{P_1}{q_{heating}} = d_h + e_h t_{entering} + f_h t_{entering}^2 \quad (2)$$

式中： a_h ， b_h ， c_h ， d_h ， e_h ， f_h —为热泵机组制热系数；

$q_{heating}$ —建筑物热负荷，W；

$q_{extraction}$ —热泵机组吸热量，W；

P_1 —热泵机组输入功率，W。

$t_{entering}$ —热泵蒸发器进口流体温度，。

1.2 地下含水层传热基本控制方程^[10-13]

$$\begin{cases} \lambda_s \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \lambda_y \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} - \rho_w c_w \left(v_x \frac{\partial t}{\partial x} + v_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = [c_w \rho_w \varphi + c_s \rho_s (1 - \varphi)] \frac{\partial t}{\partial \tau} & (x, y) \in \Omega, \tau \geq 0 \\ t(x, y, 0) = t_w(x, y) & (x, y) \in \Gamma \\ \lambda \frac{dt(x, y, \tau)}{dx} \Big|_{\Omega} = 0 & (x, y) \in \Omega', \tau \geq 0 \\ t(x, y, 0) = t_w(x, y) & (x, y) \in \Omega \end{cases} \quad (3)$$

基金项目：国家自然科学基金项目 (51376080)

式中： Ω —计算区域；

t_{∞} —半径方向无穷远处的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t(x, y)$ —某点用于计算热传导的初始温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

Γ —计算区域的边界。

2. 算法控制

集成分析方法流程图见图1，算法耦合基本步骤如下：

1) 首先编制好三维数值模型的命令流源文件，启动一维计算控制单元。

2) 按照一维计算控制单元的函数文件指令，一维计算指针扫描共享文件数据“TXT”文件结果（首次运行时初始值根据当地气象数据给定），当扫描指针显示三维数值计算输出数据存储完成时，一维计算自动读入此输出数据，作为一维模型构建的地下水源能量利用系统地上模型输入条件。

3) 一维计算按照函数指令形式自动模拟计算水源能利用系统地上端模型部分。

4) 一维计算完成，输出计算结果，依据此结果一维上位计算更改命令流源文件中三维模型的温度边界条件。

5) 启动三维数值计算，自动读取命令流源文件，按照文件指令自动执行计算任务，模拟计算地下水源能量利用系统抽灌水井群地下温度场的变化。

6) 三维数值计算收敛，将计算结果写入共享文件。保存 cas&dat 文件，退出三维数值软件。返回 2) 继续运行。



图1 集成分析数值方法流程图

3 地下换热器孔群和抽灌水井群负荷调配

探索地下换热器孔群及抽灌水井群负荷调配比例与热传输促进及热扩散抑制，实现可控地下传热扩散，提高能量系统利用效率，拓展和完善地下多热源形式的传热传质作用理论，可为大型地下换热系统的高效应用提供科学依据。针对群源负荷调控模式，本文重点从以下几个方面进行对比分析。

负荷调配模式：换热器孔群与抽灌水井群分别承担建筑总负荷的50%，即两热源承担建筑负荷的比例相等，即等分负荷模式。

负荷调配模式：换热器孔群承担建筑总负荷的80%，抽灌水井群承担建筑总负荷的20%，即八二负荷分配模式。

负荷调配模式：换热器孔源群承担建筑总负荷的20%，抽灌水井群承担建筑总负荷的80%，即二八负荷分配模式。

4. 换热器孔群与抽灌水井群布控特性分析

4.1 不同负荷调配模式抽水温度

图2为复合土壤源热泵系统负荷调配比例不同时地下水源能量利用系统抽水温度变化曲线图，由图可以看出，在系统运行周期内各模式抽水温度均呈现周期波动下降趋势，负荷调配模式Ⅰ抽水温度波动幅度最小，负荷调配模式Ⅱ与负荷调配模式Ⅲ抽水温度波动幅度较大。由抽水温度波动曲线图可以看出，三种负荷分配模式当系统运行至50天左右抽水温度开始出现下降趋势，即系统发生了热贯通，三种负荷调配模式开始发生热贯通的时间差别不大。

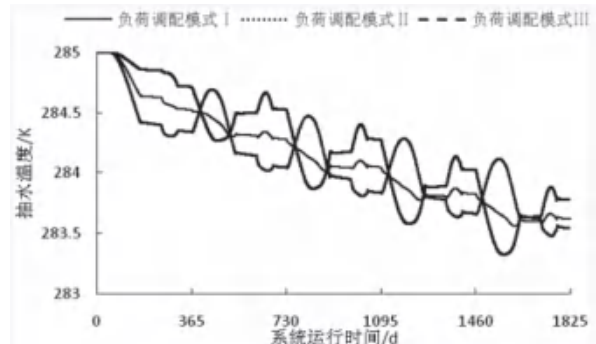


图2 复合源负荷分配不同抽水平均温度变化

依据地下复合源系统集成分析数值计算方法计算数据绘制供热（制冷）周期抽水温度年平均变化曲线图，如图3所示。由图可以看出，在供热周期内，负荷调配模式Ⅰ抽水温度降幅最快，即在供热周期内抽水温度最低，负荷调配模式Ⅱ抽水温度稍高于

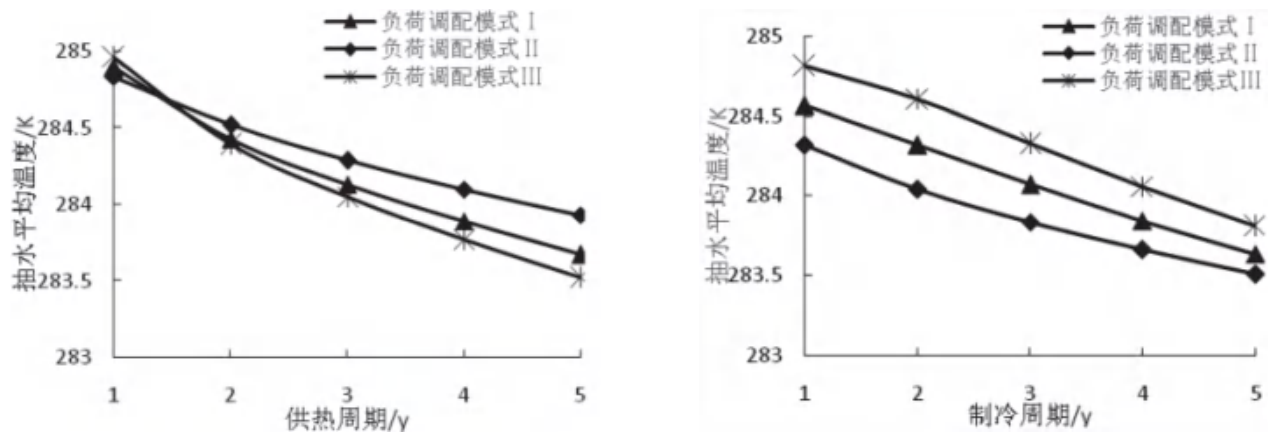


图3 复合源负荷分配不同抽水年平均温度变化

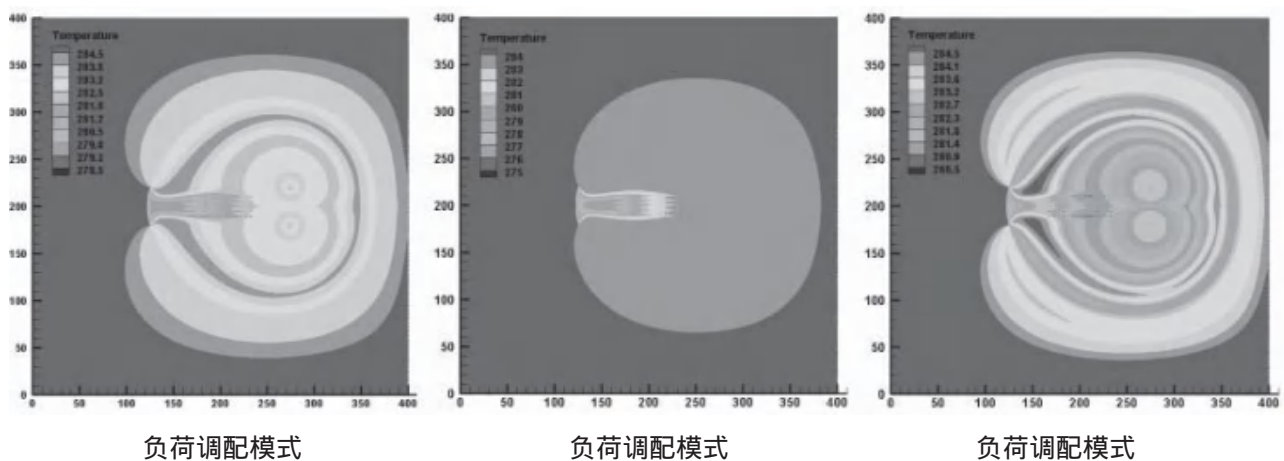


图4 复合源负荷分配不同地下含水层温度场分布

负荷调配模式，但低于负荷调配模式，运行周期内抽水温度最高的为负荷调配模式，即在供热周期内负荷调配模式对于供热循环最有利，负荷调配模式对于供热周期系统运行最为不利。

由制冷周期抽水平均温度变化曲线可以看出，在制冷周期内抽水温度最低为负荷调配模式，其次为负荷调配模式，抽水温度最高的为负荷调配模式。因此，负荷调配模式对于制冷循环最为有利，其次为负荷调配模式，对制冷循环最不利的为负荷调配模式。综合供热周期与制冷周期分析可以看出，在整个运行周期内，负荷调配模式以供热周期抽水温度最高、制冷周期抽水温度最低而最优，其次为负荷调配模式，对供热及制冷均最为不利的是负荷调配模式。

因此实际工程中，对于孔源群及抽灌水井群复合源热泵系统，负荷调配模式应优先选择负荷调配模式，其次为负荷调配模式，应尽量避免负荷调配模式。

4.2 不同负荷调配模式地下温度场的分布

为了更清晰地反应不同负荷调配模式下地下土壤温度场的分布情况，绘制第五个供暖周期结束时不同负荷调配模式下地下计算区域温度场分布情况云图，如图4所示。

由图可以看出，负荷调配模式由于抽灌井群承担建筑负荷最小，导致抽灌水量最小，进而造成抽灌水流速最小，系统运行周期内回灌行为对抽水井的影响最小，换热器孔群承担建筑的主要负荷，抽水井受换热器孔群作用的影响最大。负荷调配模式抽灌井群承担建筑负荷最大，导致抽灌井形成的水流速最大，抽水井受回灌行为的影响最剧烈，换热器孔群承担建筑负荷最小，换热器对抽水井的影响程度最小。负荷调配模式由于两源承担建筑的负荷相等，两源承担建筑负荷比例位于其他两模式之间，因此回灌行为及换热器孔群对抽水井的影响程度均居于其他两模式之间。由此可见，在两源承担等量负荷的前提下，抽灌井群对地下土壤的影

响程度明显大于换热器孔群对地下土壤的影响。

4.3 不同负荷调配模式能效比

通过地下复合源系统集成分析数值计算方法得到数据绘制供热周期及制冷周期系统性能曲线图,以分析不同负荷调配模式对系统运行特性的影响,如图5及图6所示。图中用柱状图表征机组COP变化情况,用散点图表征系统能效比变化情况。由图6.10可知,三种负荷分配模式机组COP及系统能效比均呈下降趋势,负荷分配模式 无论是机组COP还是系统能效比在供热周期内均最小。负荷调配模式 在供热周期内机组COP及系统能效比在三种负荷分配模式中最高,负荷分配模式 的机组COP与系统能效比均居于其他两模式之间。

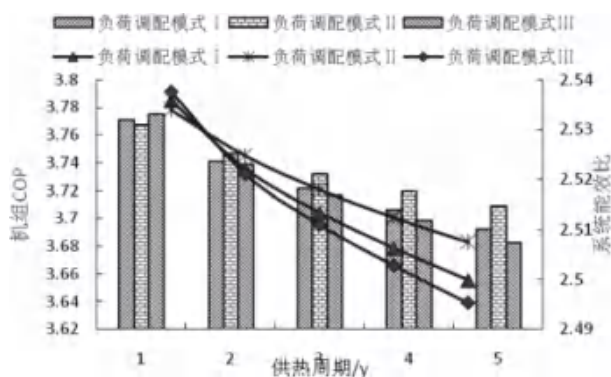


图5 复合源负荷分配不同机组COP及系统能效比

图6为不同负荷调配比例系统夏季运行时机组EER及系统能效比变化表征图,由图可以看出,三种负荷调配模式在夏季系统运行周期内机组EER及系统能效比均呈现上升趋势,负荷调配模式 在五个运行周期内机组的EER值及系统能效比值均最高。负荷调配模式 机组的EER及系统的能效比值均低于同周期模式 的值。负荷调配模式 在系统运行的各个周期机组的EER值及系统能效比值均最小。

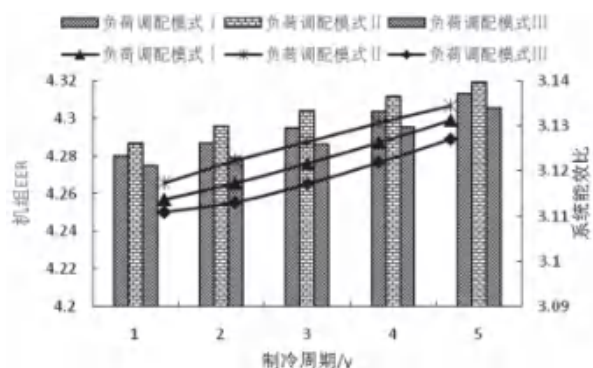


图6 复合源负荷分配不同机组EER及系统能效比

5、结论

(1) 换热器孔群与抽灌水井群等分负荷模式抽水温度波动幅度最小。在供热周期内,换热器孔群承担建筑负荷比例越大水源地能利用热泵系统抽水温度越高,在制冷周期内,换热器孔群承担建筑负荷比例越大水源地能利用热泵系统抽水温度越低。

(2) 换热器孔群承担建筑负荷比例越大,运行周期内换热器孔群对抽水井影响程度越大,回灌行为对抽水井的影响越小。在承担等量负荷的前提下,抽灌水井群对地下含水层的影响程度大于换热器孔群的影响。

(3) 换热器孔群承担建筑负荷比例越大,冬季运行过程中机组COP及系统能效比越大,夏季运行过程中机组EER及系统能效比值也越高。

(4) 在实际工程中,由抽灌水井群及换热器孔群组成的复合源系统,从能耗角度考虑,尽量提高换热器孔群承担建筑负荷的比例。

参考文献

- [1] C.K. Lee. Effects of multiple ground layers on thermal response test analysis and ground-source heat pump simulation. *Applied Energy*, 88 (12), 2011p.4405-4410
- [2] Stefanie Haehnlein, Peter Bayer and Philipp Blum. International legal status of the use of shallow geothermal energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(9),2010,p.2611-2625
- [3] Qing Gao, Ming Li, Ming Yu, Jeffrey D. Spitler, Y.Y. Yan. Review of development from GSHP to UTES in China and other countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6-7) 2009: 1383-1394
- [4] Patrick J. Hughes. Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps: Market Status, Barriers to Adoption, and Actions to Overcome Barriers. Report ORNL/TM-2008/232, Oak Ridge National Laboratory, 2008.12
- [5] 马玖辰, 武春彬等, 回灌溶液盐度变化对浅层储能咸水介质热量运移特性的影响 [J]. *应用基础与工程科学学报*. 2015, 23(4): 823-835.
- MA Jiuchen, Wu Chunbin et al. Influence of Recharge Solution Salinity upon the Thermal Transfer Characteristics in Energy Storage Superficial Brackish Aquifers[J]. *Journal of Basic Science and Engineering*, 2015,23(4): 823-835.
- [6] 于明志, 彭晓峰, 方肇洪等. 地下岩土热物性及地下水渗流速度确定 [J]. *应用基础与工程科学学报*, 2007, 15(2): 196-197

Yu Mingzhi, Peng Xiaofeng, Fang Zhaohong, et al. Method for determining deep ground thermal properties accounting for water advection[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2007, 15(2): 196-197

[7] 谢海滨, 张代兵等, 基于 MATLAB/SIMULINK 与 FLUENT 的协同仿真方法研究[J], 系统仿真学报, 2007.8 (19) , P1824-1827

Xie Hai-bin, Zhang Dai-bing. Collaborative Simulation Based on Matlab/Simulink and Fluent[J], Journal of System Simulation, 2007.8 (19) , P1824-1827

[8] 张凯, 王瑞金等 FLUENT 技术基础与应用实例[M], 北京: 清华大学出版社, 2010

Zhang Kai, Wang Rui-jin, Fluent Technology Foundation and Application Example[M], Beijing: Tsinghua University Press, 2010

[9] 李文涛. 地下水源热泵空调系统优化控制研究[D]. 西安建筑科技大学. 2013.

LI Wentao. Study on Optimal Control of the Underground Water Source Heat Pump Air-conditioning System[D]. Xi'an University of Architecture and Technology. 2013.

[10] 王大纯, 张人权, 史毅虹等. 水文地质学基础[M]. 北京: 地质出版社, 1995.

Wang Da-chun, Zhang Ren-quan, Shi Yi-hong. Hydrogeology Foundation[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995.

[11] 张淑秘, 高青等, 抽灌井群浅层地热能长期利用运行模式模拟研究[J]. 应用基础与工程科学学报. 2015,23(3): 554-561.

Zhang shumi, Gao qing et al. The Simulation Study on the Long-term Utilization of the Operational Modes in the Shallow Geothermal Energy of the Pumping and

Injecting Well Group[J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2015,23(3): 554-561.

[12] 杨伟涛, 龙华宝, 石冠男等. 抽水量对下水源热泵抽灌井设计间距的影响[J]. 制冷. 2012,3 (2) : 72-76.

Yang Wei-tao, Long Hua-bao, Shi Guan-nan. Effect of Pumping Flow on the Designed Spacing of Pumping-injection Well of Groundwater Heat Pump. Refrigeration. 2012,31 (2) :72-76.

[13] Spitler, J. D. GLHEPRO--A Design Tool For Commercial Building Ground Loop Heat Exchangers[C]. Proceedings of the Fourth International Heat Pumps in Cold Climates Conference, Aylmer, Québec. August 17-18, 2000.



会议活动

2020 第二十二届全国暖通空调制冷学术年会 会议通知

以“技术引领融合发展”为主题的第二十二届全国暖通空调制冷学术年会将于10月12~16日在山西省太原召开。全国暖通空调制冷学术年会自1978年召开至今已举办二十一届,是行业具规模和影响力的知名学术盛会。年会集学术交流、新技术展示、信息传播、公共会晤为一体,是行业人士和企业展示才智、扩大影响、提升认同度的有效途径和平台。



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
节能示范楼 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





以专业技术助力新基建

秉承一贯整塔设计理念

依托全球研发力量

以其专业的工程和结构设计

为数据中心提供最大冷效的同时确保最低能耗

斯必克冷却技术

以专业的技术和服务

只为服务用户




NC EVEREST™

**单台提高50%的冷却能力
降低高达35%的风机能耗***

*与单台工厂预组装冷却塔比较

**与现场安装冷却塔比较

**马利冷却塔
引领行业工匠精神**



扫描二维码

关注斯必克微信公众号

斯比克（广州）冷却技术有限公司

电话：21 8026 3700

邮件：marley.china@spx.com

COPYRIGHT © 2017 SPX CORPORATION



欧睿-07



欧睿-06

 **方快锅炉**

冷凝燃气锅炉领跑者

客服电话：400-100-9030

官方网站：www.fangkuai.com



服务中心



微信公众号