

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2020
8

月刊
总第 35 期

主办：中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院

本期导读

08 | 新闻直通车 | News Express |

中国建研院环能院和住建部科技计划项目“北方地区清洁取暖技术适用性评价体系研究”顺利验收

中国建筑科学研究院主编的《超低能耗农宅技术规程》发布

中国建筑科学研究院主编的《严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造技术规程》发布

中国建筑科学研究院主编的《地源热泵系统运行技术规程》发布

欧洲环境调查署 (EIA) 呼吁禁止在分体式空调中使用 HFC 制冷剂

20 | 热点聚焦 | Spotlight |

第三届数据中心冷却节能高峰论坛概况和技术报告

33 | 案例赏析 | Cases |

福州某医院直线加速器室空调通风系统设计

单层地下车站单端设置机房的通风空调系统设计方案

上海某商场冷热源节能改造分析



建筑环境与能源微信公众号



AOLAN 澳蓝
INDUSTRY CO.,LTD

蒸发制冷行业世界知名品牌

澳蓝(福建)实业有限公司成立于2006年，是一家专业从事蒸发式冷气机、蒸发式冷风扇、蒸发冷却空调机组研发、生产、销售及为一体的中澳合资企业。澳蓝公司严格执行ISO质量管理、环境管理、职业健康安全管理体系标准，在全国建有四十多个分公司、办事处，产品广泛运用到工业、商业、服务业、医疗卫生、教育及通信等各大行业。在国际市场上，澳蓝产品已通过欧盟CE、中东SASO、法国BV等多个认证，成功出口欧美、亚非拉、大洋洲等六十多个国家和地区。



AOLAN 澳蓝(福建)实业有限公司
AOLAN (FUJIAN) INDUSTRY CO.,LTD

地址：福建省福州市仓山区盖山官洲路12号澳蓝工业园
全国服务热线：4006-591003

电话：0591-88251513
网址：www.aolanchina.com



生态环境部： “十四五”将全面加强应对气候变化工作

生态环境部应对气候变化司司长李高表示，“十四五”期间，将全面加强应对气候变化工作，形成推进经济高质量发展，生态环境高水平保护的机制，从源头上推动经济结构、产业结构、能源结构的根本转型。

首先，应对气候变化的工作还要全面纳入“十四五”的生态文明建设，要制订“十四五”应对气候变化的专项规划，对“十四五”期间应对气候变化的工作和目标任务进行全面部署和安排。

第二，开展达峰行动。生态环境部将研究跨越“十四五”，“十五五”的二氧化碳排放达峰行动计划，在两个五年规划里面持续实施，这个工作既必要，同时也有一定的难度，因为不同于我们常规的五年规划，也不同于在污染防治领域三年攻坚战的工作，需要在持续十年左右时间进行规划。

要向地方、行业明确的传导压力、传导任务，要明确地方和重点行业的达峰目标、路线图、行动方案和配套措施，相关部门也要形成合力来推动和支持这项工作。同时要强化监督考核，在“十四五”末要进行评估，进一步强化相应的措施，支持国家自主贡献重点项目建设，确保2030年前达峰目标能够实现。

第三，加强气候治理体系和治理能力建设。要进一步在国家应对气候变化领导小组的领导下推动各部门积极参与、各司其职、形成合力。要推动地方把应对气候变化摆在更加重要的位置，统筹推进落实国家应对气候变化目标和地方经济社会可持续发展，加强应对气候变化法律法规和政策标准体系建设，更好的发挥市场机制的作用，推进全国碳市场建设。

还要进一步提高风险管理和适应气候变化的能力，对生态环境部来讲我们还要统筹推进应对气候变化和生态环境保护相关工作，统一政策规划标准制订，统一监测评估，统一监督执法，统一督察问责。

第四，加快推动能源结构低碳转型，采取有效措施控制化石能源的消费，严控能耗强度，特别是化石能源消费强度，实施更加严格的控煤措施。大力推进以电代煤、以气代煤，加大散煤治理力度。与此同时大力发展可再生能源。

第五，深化重点领域的低碳行动，推进低碳工业体系、低碳交通，低碳建筑相关的发展。要进一步强化低碳相关的工作，在工业、建筑、交通、公共机构的重点领域进一步强化低碳改造力度，推动数据中心建设、5G基站等新基建能效提升。

第六，推行低碳生产生活方式非常重要，要倡导绿色低碳的生活方式，提升各级领导干部和全社会的低碳意识，引导居民践行绿色低碳生活方式，包括鼓励大家公交出行，鼓励大家消费低碳的产品；包括推动减少一次性餐饮浪费，这都是公民能够从自身的角度出发为气候变化做出贡献的地方。要营造全社会共同推动、共同参与绿色低碳应对气候变化的良好氛围。

第七，积极参与全球气候治理，坚持多边主义，坚持共同但有区别的责任原则，促进巴黎协定全面有效实施，继续为推动构建公平合理、合作共赢的全球气候治理体系贡献中国智慧、中国方案。生态环境部还将积极推进气候变化的南南合作，为其他的发展中国家应对气候变化提供力所能及的支持。

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
2020年第8期(总第35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 | 胡月波
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 |

住建部科技计划项目“北方地区清洁取暖技术适用性评价体系研究”顺利验收
中国建筑科学研究院主编的《超低能耗农宅技术规程》发布
中国建筑科学研究院主编的《严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造技术规程》发布
中国建筑科学研究院主编的《地源热泵系统运行技术规程》发布 等

11 | 行业新闻 | Industry News |

河北省发布被动式超低能耗建筑后评估工作导则
广西省新建绿色建筑占比要达 50%
河北省要打一场冬季清洁取暖的漂亮仗
陕西省棚户区改造新开工 1 万余套占年度计划的 70.57%
湖北选派专家支持香港方舱医院
淄博市 2020 年冬季清洁取暖实施方案
福州今年装配式建筑开工面积达 218 万平方米
全面推进城镇老旧小区改造工作
山西省清洁取暖连续两年评价不合格将取消试点资格
石家庄:加快推进集中供热“冬病夏治”
黑龙江省加强散煤污染治理 推进“煤改电”、“煤改气”
保定市绿色建筑竣工面积达 1200 余万平方米
天津新一轮农网升级改造和“煤改电”配套项目纳入“1001 工程”等

18 | 国际资讯 | International News |

挪威石油计划在英国建设蓝氢(天然气制氢+CCS)项目
专家预测:2040 年氢能到底用在哪些领域?
欧洲环境调查署(EIA)呼吁禁止在分体式空调中使用 HFC 制冷剂
煤炭、天然气竞争与替代的“瑜亮情节”
西方国家去煤进程
自 2010 年以来可再生能源发电成本不断下降

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

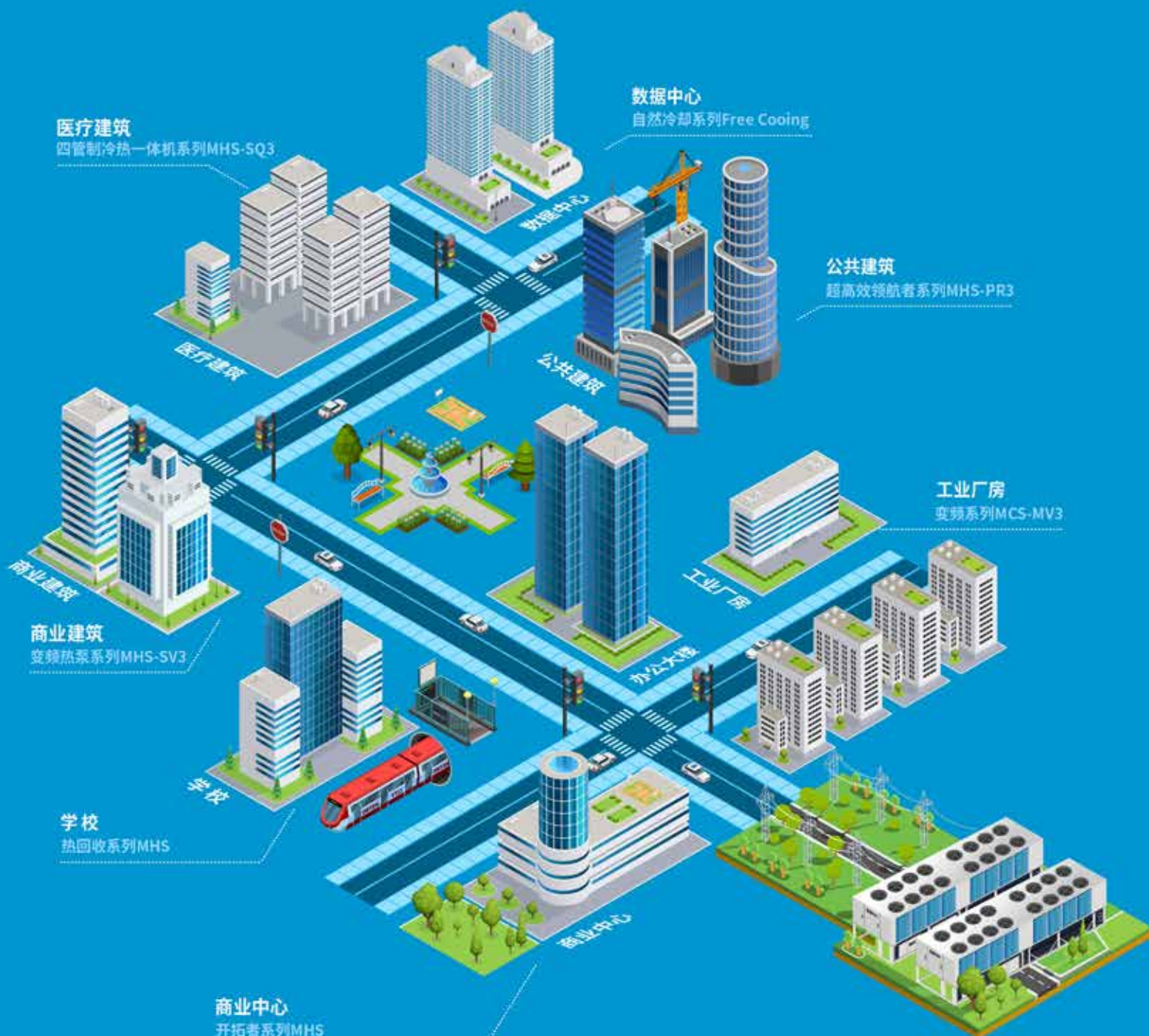
变频热泵系列MHS-SV3

学校

热回收系列MHS

商业中心

开拓者系列MHS



CONTENTS



中国建筑科学研究院三项创作荣获
“中国特色的雄安建筑设计竞赛”
专业组奖项



中国建筑科学研究院连续中标雄安设计项目



石家庄：加快推进集中供热“冬病夏治”



2020年“第三届数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”在河南郑州顺利召开

20 | 热点聚焦 | Spotlight |

第三届数据中心冷却节能高峰论坛在河南郑州顺利召开



26 | 聚焦政策 | Policy |

关于加强和完善湖北省绿色建筑和节能管理工作的通知（节选）

关于印发《河北省绿色建筑创建行动实施方案》的通知

关于开展北京市 2020 年建筑节能与建筑材料使用管理专项检查的通知

关于印发《北京市发展装配式建筑 2020 年工作要点》的通知

33 | 案例赏析 | Cases |

福州某医院直线加速器室空调通风系统设计

单层地下车站单端设置机房的通风空调系统设计方案

上海某商场冷热源节能改造分析

42 | 技术交流 | Technical communication |

基于数据驱动模型的建筑能耗数据分析方法研究

超高层建筑空调负荷计算方法研究

一种新的氨水吸收 - 喷射复合制冷循环的性能分析

北京市某低能耗办公室舒适度调研与新风换气次数分析

夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑探讨

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



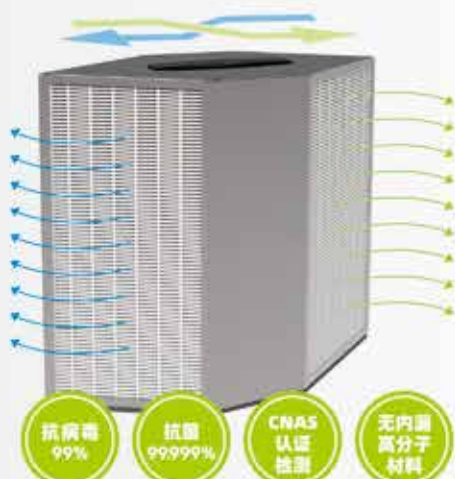
H13高效过滤



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



抗潮湿



抗冻



20年质保

抗病毒
99%

抗菌
99.999%

CNAS
认证
检测

无内漏
高分子
材料



冷·暖·水·管

国家课题:

- 十二五课题:
实现更高层次节能目标的可再生能源高效应用关键技术研究
- 十三五课题:
“近零能耗建筑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》
- 《近零能耗技术标准》(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测试方法 效率和阻力》
- GB/T 21007《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》
- 《低温送风独立新风空调设备》
- 《蒸发冷却独立新风空调设备》
- 《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测试与评价标准》
- 《新风空调设备通用技术条件》
- 《新风空调设备分类与符号》



since
1909



高效数据中心 水系统控制阀门的可靠服务商

班尼戈在中国

Conex|Bänninger (班尼戈®) 品牌百年以来, 一直致力于流体控制阀门产品的研发、生产、销售、服务及系统解决方案, 为全球客户提供一致性的产品和服务; 所提供的产品和服务, 均优于当地政府对质量、环境、安全及员工所提出的标准和法规, 以实现可持续发展的目标。

Conex|Bänninger (班尼戈®) 在持续进行全球化布局, 从而拥有了流体控制领域内最为完整的产品线, 具有整体解决方案的提供能力; 持续致力于本土化, 以更优的生命周期成本服务于用户, 也使得我们拥有更强的竞争力。

Conex|Bänninger (班尼戈®) 不仅仅关注于产品本身, 更重要的是通过对项目全生命周期的管理来持续改善用户体验。一个世纪以来, 用户的信赖鼓励我们成长; 在中国, 我们坚信, 将和中国用户一起成长并努力赢得更多的信赖。



Conex | Bänninger
班尼戈 更多的信赖



浙江班尼戈流体控制有限公司

地址: 浙江省嘉兴市海盐县经济开发区梧桐路555号

电话: +86 573 89053733 传真: +86 573 89053740

网址: www.lbpchina.com



德国班尼戈



Infant Energy

北京英沣特能源技术有限公司

研发·设计·生产
R & D · DESIGN · PRODUCTION

专注·所以专业

领航者
中国蓄能产业
Beijing Infant Energy Technology Co., Ltd

公司简介

COMPANY PROFILE

北京英沣特能源技术有限公司成立于2007年，是集科研、生产、销售与售后服务为一体的国家高新技术企业。我司当前核心业务为蓄能设备的研发、设计、生产及应用，空调系统运维及能源管理系统产品生产和销售，兼顾节能项目投资改造，为客户提供资金解决方案。

公司拥有机电安装资质、压力容器资质、制冷空调设备维修安装资质、地质勘查资质。我司产品已用于多项大、中型数据中心及商业建筑群之中，主要客户群有中国移动、中国电信、中国联通三大运营商，华为、惠普、IBM等系统集成商，以及各大银行有过多次合作，并已形成长期的战略合作协议。同时我司拥有多个大型项目运行维护的经验：用友软件园一期、二期能源中心运行维护管理及末端维护，中国移动（哈尔滨）数据中心机房及末端维护委托管理等。

客户群体

CUSTOMER GROUPS



住建部科技计划项目“北方地区清洁取暖技术适用性评价体系研究”顺利验收

8月7日，由中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心共同承担的住建部科技计划项目“北方地区清洁取暖技术适用性评价体系研究”验收会议在北京召开。

环能院邹瑜副院长参会并代表项目承担单位进行了致辞。会议成立了由北京建筑大学李德英教授为主任的验收专家委员会。验收委员会专家听取了项目组汇报、审核了相关成果，经质询讨论，认为该项目结合北方清洁取暖实践应用，构建了符合国情的北方地区清洁取暖技术适用性评价体系；创造性地提出了“清洁供暖指数（CHI）”，完成的《北

方地区清洁供暖技术适用性评价技术导则》和《清洁供暖评价标准》；该标准体系适用于北方地区清洁取暖项目和试点城市评价，可操作性强，有利于项目研究成果的应用和推广。项目研究成果达到了国际先进水平，同意通过验收。

该项目的顺利完成为我国北方地区开展清洁取暖评价工作奠定了基础，为清洁取暖技术路径制定、项目示范、技术评价和城市考核等多方面提供评价支撑，并与大气质量评价体系相接轨，创新城市供暖清洁性评价方法，具有广阔的应用前景，对推动北方地区清洁取暖技术高效应用和良性发展具有重要意义。

中国建筑科学研究院主编的《超低能耗农宅技术规程》发布

8月8日，中国工程建设标准化协会发布的由中国建筑科学研究院等单位编制的团体标准《超低能耗农宅技术规程》（编号为T/CECS 739 - 2020），自2021年1月1日起施行。

规程内容明确了超低能耗农宅的性能指标，给出了围护结构和能源系统从设计、施工、验收到运行维护等技术要求，规程的编制对超低能耗农宅建设具有指导意义。

中国建筑科学研究院主编的《严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造技术规程》发布

8月10日，中国工程建设标准化协会发布的由中国建筑科学研究院等单位编制的团体标准《严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造技术规程》（编号为T/CECS 741 - 2020），自2021年1月1日起施行。

规程借鉴了国内外相关标准和工程实践经验，在节能诊断基础上提出了围护结构和能源系统改造要求，规程的编制对农村居住建筑节能改造工作具有指导意义。

中国建筑科学研究院主编的《地源热泵系统运行技术规程》发布

8月18日，中国建筑节能协会发布的由中国建筑科学研究院等单位编制的团体标准《地源热泵系统运行技术规程》（T/CABEE 001-2020），自2021年1月1日起施行，
规程适用于以岩土体、地下水、地表水为低

温热源，以水或添加防冻剂的水溶液为传热介质，采用蒸气压缩热泵技术进行供暖、供冷或加热生活热水的地源热泵系统的常规运行管理和应急运行管理，标准的编制对地源热泵系统运行具有技术指导意义。

中国建筑科学研究院建筑设计院三项创作荣获“中国特色的雄安建筑设计竞赛”专业组奖项

近日，由河北雄安新区管理委员会主办，中国建筑学会、河北雄安新区规划研究中心、雄安新区规划设计研究院等承办的“高质量发展背景下中国特色的雄安建筑设计竞赛”终期评审在京举行，共有131项入围作品参加评选。

中国建筑科学研究院建筑设计院的三项原创作品获奖。其中，《以无为用——营城·檐下·行山·叠院》获得高等院校与科研类（专业组）一等奖、《大隐于市——智能模块化的新兴垃圾转运站设计》获得市政配套类（专业组）二等奖、《游园城市——中国传统人文精神的的城市空间哲学》获得高等院校与科研类（专业组）入围奖。



《以无为用——营城·檐下·行山·叠院》延续中国传统文化下对空间的理解和使用，通过“营城”、“檐下”、“行山”、“叠院”等空间手法，营造中国式的“空”；《大隐于市——智能模块化的新兴垃圾转运站设计》将垃圾转运站“藏”身于城市景观之中，与环境融为一体；《游园城市——



中国传统人文精神的的城市空间哲学》以多维度的城市建构系统，链接城市中的公共服务，激活城市中的空间节点，写下“游园城市”里的中国故事。

三项作品各具特色，以人为本、天人合一，表现手法引人入胜，深受评审委员会好评，最终脱颖而出，为中国建筑科学研究院赢得殊荣。



中国建筑科学研究院连续中标雄安设计项目

近日，中国建筑科学研究院雄安分院及建筑设计院驻雄项目团队连续中标“启动区互联网产业园片区城市建筑风貌设计”、“容西片区安置房项目

二期工程项目勘察与设计”以及“晾马台特色小镇城市建筑风貌设计”三个项目。



“启动区互联网产业园片区城市建筑风貌设计”项目，总用地规模约 188 公顷，地上开发建筑面积约 160 万平方米。该项目位于雄安新区启动区的核心片区，聚焦新一代互联网技术研发和应用、布局 5G 等国家级实验室，是启动区内汇集国内外互联网企业和研发机构、结合智能城市建设打造国际一流产业园区。



“容西片区安置房项目二期工程项目勘察与设计（标段一）”项目，由公司设计院、建研地基与相关单位合作设计，总占地约 20.76 万平方米，总建筑面积达 51.91 万平方米，涵盖商业、住宅、文化娱乐、管理等服务设施。

“晾马台特色小镇城市建筑风貌设计”项目，

由设计院与深圳市建筑科学研究院股份有限公司合作设计，规划面积 3.8 平方千米，研究范围 40 平方千米，是深入贯彻落实中央“同步建设数字城市，布局智能基础设施”理念的示范项目，致力于打造以智能产业和智能基础设施为特色的生态智能小镇。

启动区、容西片区、晾马台小城镇作为新区率先落实承接北京非首都功能、创新开发模式的先行区，对创造“雄安质量”、推进新区建设具有极其重要的示范意义。雄安分院及设计院与各合作单位深耕雄安、服务新区，坚持“一张蓝图绘到底”，积极发挥公司综合技术和人才优势，为雄安新区的高质量发展不断贡献力量。



行业新闻 IndustryNews

河北省发布被动式超低能耗建筑后评估工作导则

近日，省住房和城乡建设厅制定并发布《河北省被动式超低能耗建筑后评估导则》，促进被动式超低能耗建筑高质量发展。

导则要求后评估是指项目使用1年后，通过标准规定的检测和监测技术手段，采集运行数据，通过标准化折算，与设计数据进行对比分析，判断被动式超低能耗建筑运行使用效果与设计目标的相符性，并给出完善建议的行为。导则评估内容包括评估标准、评估程序和评估结论等内容。导则明确后评估数据参数应包含室内环境参数、能耗参数、外围护结构性能参数、新风设备性能参数、设计参数、运行数据、实际检测数据等。

当室内噪声和能耗实测值与设计值（设计修正值）的正偏差，不大于设计值（设计修正值）的10%时，可评估为实际与设计相符，否则评估为实际与设计不符。当实际与设计不符时，应根据实测的围护结构热工性能、新风热回收效率、新风机组安装后的噪声结合实际使用情况，综合分析产生差别的原因，并给出改善建议。



广西：新建绿色建筑占比要达50%

2019年，广西全区新增绿色建筑面积2538.06万平方米，绿色建筑占新建建筑比例达到49.15%，同比提高了约28%；全区城镇新建建筑全面执行节能强制性标准，新建节能建筑面积5163.61万平方米，折合节能量约88.44万吨标准煤。全区14个设区市均已建立公共建筑能耗监测平台，265栋公共建筑纳入省级能耗监测平台进行

动态监测，覆盖建筑面积约647万平方米。

今年，《居住建筑节能65%设计标准》《公共建筑节能65%设计标准》已正式实施，全区城镇新建建筑由节能50%强制性标准提升至节能65%强制性标准。

确保到2020年底，全区城镇绿色建筑占新建建筑面积比重达到50%。

河北省要打一场冬季清洁取暖的漂亮仗

7月16日，河北省冬季清洁取暖工作电视电话会在石家庄召开，省委常委、常务副省长袁桐利出席会议。他指出，实施冬季清洁取暖是一项重大的政治工程、民心工程、环境工程。要把保障人民群众安全温暖过冬作为保基本民生的重要一环，以决战决胜的姿态，打一场冬季清洁取暖的漂亮仗。

袁桐利要求，在新的改造工程投用前，严禁拆除农户原有取暖炉具，确保新旧取暖方式平稳接替。要积极落实气源电源，加快供气管网、储气设

施及电网工程建设，千方百计保供应。要抓紧做好洁净煤确村确户，抓好洁净煤和炉具配送，坚决完成洁净煤兜底任务。要严格落实驻村安全员、协管员制度，普及安全用气常识，牢牢守住“双代”工程运行和洁净煤使用安全底线。



陕西省棚户区改造新开工1万余套占年度计划的70.57%

7月21日，陕西省住房和城乡建设厅召开2020年上半年全省住房保障工作点评会。截至6月底，陕西省棚户区改造新开工1.0585万套，占年度计划的70.57%；棚改基本建成0.6463万套，占年度计划的85.01%；发放租赁补贴3.0229万户，占目标任务的76.97%，总体进展好于去年同期，保障性安居工程完成投资63.68亿元。

经认真审核各地项目计划，确定2020年棚改新开工计划1.68万套。并进一步加强棚改资金支持及管理，积极向国家争取棚改专项债296亿元，重点支持棚改续建项目，会同省发改委、省财政厅下达棚改基础配套资金9.9288亿元。下半年，全省紧盯年度计划，确保完成目标。

湖北选派专家支持香港方舱医院

8月1日,国家卫健委发布消息,组建“内地核酸检测支援队”、“内地方舱医院支援队”,由我省选派6名有“方舱医院”实战经验的专家,为香港方舱医院提供设计、运营和管理经验的技术支持。此次赴港支援的专家中,有两名建筑设计专家,分别是中南建筑设计院股份有限公司援港的设计专家谢琥,中信建筑设计研究总院有限公司第七设计院的首席总建筑师李黎。

据介绍,香港方舱医院拟

利用香港亚洲国际博览馆改建。设计团队在总结武汉21座方舱医院的设计经验的同时,针对香港亚洲国际博览馆自身特点,在尽可能少改变场馆原有功能的基础上,高效快速提出场地设置、功能布局、机电系统改造、运维管理等专业设计方案。

据透露,目前,香港方舱医院已完成方案设计,方舱医院设计专家将与医院管理、病患护理等专家一起开展工作,为香港方舱医院提供设计、运营和管理技术支持。

淄博市2020年冬季清洁取暖实施方案

近日,《淄博市2020年冬季清洁取暖实施方案》明确,按照国家四部委批准的清洁取暖试点城市实施方案要求,2020年全市完成12.45万户清洁取暖改造任务,实现平原地区清洁取暖基本全覆盖。

用户侧能效提升方面,2020年年底前完成农房能效提

升2.82万户、城区建筑能效提升141.4万平方米,有效降低用户取暖能耗,提升取暖效果。

在补贴政策方面,对列入2020年冬季清洁取暖改造任务的用戶和项目,继续按照淄博市2017年、2018年、2019年清洁取暖实施方案明确的补贴政策执行。

福州今年装配式建筑开工面积达218万平方米

近日福建省福州市城乡建设局透露,今年年初至今福州市装配式建筑共开工项目38个、面积218万平方米,走在全省前列。

据悉,福州将推进装配式建筑建设作为实现建筑业转型升级、城市建设绿色发展的重要抓手,积极推动装配式建筑项目开工,健全产业链条,提升装配式建筑品质。自出台《关于加快推进建筑产业现代化工作有关事项的通知》和《关于

加快发展装配式建筑的实施意见》以来,福州装配式建筑开工面积连续3年位列全省第一。

福州市目前装配式混凝土结构产业基地有6个,其中国家级示范基地3个,设计产能达105万立方米/年;装配式钢结构产业基地7个,其中国家级示范基地1个,设计产能达36万吨/年。今年4月已出台的《福州市装配式建筑项目招标投标工作意见》进而提高全市装配式建筑项目建设水平。

全面推进城镇老旧小区改造工作

日前,国务院办公厅印发《关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》(以下简称《意见》)。《意见》明确了全面推进城镇老旧小区改造的总体要求、目标任务、对象范围、支持政策和保障措施等。围绕改善居民居住条件,推动构建“纵向到底、横向到边、共建共治共享”的社区治理体系,让人民群众生活更方便、更舒心、更美好。

全面推进城镇老旧小区改造工作,是满足人民群众美好生活需要,推动惠民生扩内需,推进城市更新和开发建设方式转型,促进经济高质量发展的重要举措。

明确2020年新开工改造城镇老旧小区3.9万个,涉及居民近700万户;到2022年,基本形成城镇老旧小区改造制度框架、政策体系和工作机制;到“十四五”期末,结合各地实际,力争基本完成2000年底前建成的需改造城镇老旧小区改造任务工作目标。

山西:清洁取暖连续两年评价不合格将取消试点资格

近日,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。

石家庄：加快推进集中供热“冬病夏治”

为切实解决上一采暖季供热运行中暴露出的问题，石家庄市供热管理中心积极推进供热“冬病夏治”工作，解决供热难题。

目前，石家庄全市正处于“‘冬病夏治’百日攻坚活动”的攻坚阶段，市区各处的锅炉房、换热站内，头戴安全帽的工作人员热火朝天地对供热设施进行检修维护。各供热企业共梳理出11个大项、3547个小项“冬病夏治”内容，并根据自身实际情况制定了检修方案。此外，各企业还针对108个矛盾突出、问题较大的小区提出整改方案，进行集中整改。

供热设施改造是解决老旧小区供热管网老旧、跑冒滴漏，提

升供热效果的重要举措。当下，二次网改造工程已在诸多老旧小区展开，今年，石家庄市主城区计划完成供热一次网改造110公里、供热二次网改造200公里，目前已完成改造106.25公里。接下来，石家庄市将强化对承担供热管网改造工程任务公司的工作督导，在坚守工程质量和安全的底线，加快进度，为居民温暖过冬打下坚实基础。



黑龙江省加强散煤污染治理 推进“煤改电”“煤改气”

近日，黑龙江省政府印发《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)》。

《方案》明确，黑龙江省利用三年时间，开展供暖期散煤污染治理“三重一改”攻坚行动，在2022年底前，哈尔滨市完成14片城中村1.7万户拆迁改造，削减散煤5.1万吨；完成34片城中村清洁能源及洁净燃料替代。

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；哈尔滨市4.54万户农户实现秸秆固化燃料散煤替代，替代散煤6.81万吨；绥化市、肇州县和肇源县分别安装户用生物质炉具6.02万台、0.08万台和0.5万台，分别替代散煤8.6万吨、0.24万吨和1.5万吨。

保定市绿色建筑竣工面积达1200余万m²

近日，从保定市住房和城乡建设局获悉，该市累计绿色建筑竣工面积1200余万平方米，电谷国际商务中心、长城家园住宅小区等23个项目获得绿色建筑标识。

规模化推广绿色建筑。保定市要求，政府投资或以政府投资为主的居住建筑、建筑面积大于等于10万平方米的居住建筑，全面执行一星级以上绿色建筑要求；政府投资或者以政府投资为主、非政府投资且建筑面积大于等于2万平方米的办公、体育、商业、酒店、交通运输公共建筑，全面执行二星级以上绿色建筑要求。到2025年，该市城镇新建民用建筑中按绿色建筑一星级以上标准进行规划建设的面积比例不少于60%，按绿色建筑二星级以上标准进行规划建设的面积比例不少于25%，按绿色建筑三星级标准进行规划建设的面积比例不少于3%。

积极推进既有建筑改造。2020年到2025年，该市计划完成既有建筑绿色改造示范25万平方米，其中公共建筑16万平方米，居住建筑9万平方米。

天津新一轮农网升级改造和“煤改电”配套项目纳入“1001工程”

近日，国网天津电力公司总工程师么军介绍，新一轮天津农网升级改造和“煤改电”配套项目纳入“1001工程”。

据介绍，2015年以来，国网天津公司累计安排投资226.62亿元，通过对困难村供电设施改造、服务新能源接入

等，全面提升农村电网供电水平。

截至2019年底，农网供电可靠率达到99.933%，农网综合电压合格率达到99.84%，户均配变容量达到4.58千伏安，达到国内领先水平。

2019年新建“煤改电”配

套电网基建工程51项，新增线路长度955.46千米，新增变压器容量815万千伏安，将“煤改电”地区家庭供电容量由2千伏安提高到7千伏安，让652个村22.31万户居民告别了“冬储煤”，助力打赢蓝天保卫战。

克莱门特助力成都京东方智慧医院

近日，克莱门特成功中标成都京东方智慧医院，为其提供 ERACS.E-Q 系列四管制机组、ERACS.E-N 系列风冷热泵机组、AQS-M 系列模块式风冷热泵机组，共 17 台机组和 9 套水力模块。

成都京东方医院是 BOE 投资建设的集医疗、教学、科研、预防、保健、康复为一体的大型综合数字医院。医院建筑采用庭院式布局，着力营造自然疗愈空间，采用大面积采光使室内外环境浑然一体。医院设置医学转化中心、模拟训练中心、进修实习楼、学术报告厅、远程教学中心，在门诊和病区设置数字化 MDT 中心；配套建设人才公寓，设置员工活动中心和室内外运动场，为医务人员创造安全舒适的工作、生活环境。

如此高品质的医院对空调设备提出了更高的要求，为此克莱门特也提出了更加节能舒适的解决方案。一期项目分为 8 栋建筑，洁净手术室、干细胞移植病房、神经中心等根据建筑功能和使用采用不同的制冷和供暖模式。



美的离心机、螺杆机服务泉州德化国际陶瓷艺术城·万达广场

日前，美的中央空调福建市场传来捷报，继漳州龙海居然之家后，再度中标大型商业广场——泉州德化国际陶瓷艺术城·万达广场。

据悉，本次项目，美的中央空调将提供由 3 台高效降膜离心机，2 台变频直驱离心机组，2 台降膜式水冷螺杆机组，2 台满液式水冷螺杆机组，1100 套组合式空气处理机组、吊柜、风机盘管组成的中央空调系统解决方案。



此次服务泉州德化国际陶瓷艺术城·万达广场，将进一步提升美的中央空调在福建市场的知名度与竞争力。美的中央空调将保持与大型商业广场的密切合作，树立更多优质样板工程。

EK 成功服务赣江中心城金融中心大厦

近日，EK 以其卓越的产品品质和全面的服务水平，成功服务赣江中心城金融中心大厦项目，众所周知，商业办公楼人流量很大，每一层每一间对于中央空调的要求都不一样，所以 EK 技术人员多次实地考察，为赣江中心城金融中心大厦定制全方位的空调解决方案，为金融中心大厦项目保驾护航。

赣江中心城金融中心大厦位于江西省九江市，建筑高 97.2 米，属于一类高层公共建筑。EKRV-E 系列变频多联机以高



效、稳定、技术领先等优势脱颖而出，成功中标该项目，同时为其提供 1423 台 EKCC 系列暗藏风管式室内机、43 台 EKDB 全新风处理机组和 135 台全变频喷气增焓室外机，总冷量达到 3128HP。

三星中央空调签约元辰地产，开启战略合作新局面

近日，三星中央空调签约元辰地产，开启战略合作新局面。在新的合作周期中，三星中央空调已经做好准备，延续元辰“诚信、务实、高效、创新、追求卓越”理念的同时，对产品品质赋予了更高层面的内涵：恪守造物之道，更加强调做工精细、更加

注重健康舒适体验。

三星中央空调将以本次签约为契机，同战略合作方在项目建设、舒适人居打造等方面紧密合作，逐步完善各项配套服务，助力企业有序转型与升级，力争将元辰地产的每个项目打造成为高端地产的样板。

顿汉布什助力吉利汽车落户江西

近期，吉利新能源智能化商用车项目落户江西上饶，总投资146亿。服务过吉利汽车杭州湾、贵阳、临海三个生产基地之后，顿汉布什中标江西上饶生产基地。吉利汽车本次选址江西上饶，拟建占地868亩的智能化商用车生产基地。

汽车生产工艺复杂，生产流程多，厂房面积大，厂区空调系统负荷及工艺用冷热负荷较高，因此空调系统庞大，能源消耗极高，有时甚至超过生产能耗。考虑到汽车厂房内部发热量大，空调所需的风量和冷量都很大，因此对中央空调系统能效性、稳定性和经济性有着很高的要求，顿汉布什为



本次项目提供了数台大冷量离心机与水冷螺杆机组相结合的方案，根据厂房内人员及机械设备的不同冷量需求进行调节，在节能降耗的同时提高机组高负荷运行时的稳定性。

节能降耗一直是顿汉布什关注的焦点，顿汉布什会根据客户的需求定制中央空调节能系统解决方案，在确保厂房达到标准温湿度的前提下，尽可能的降低能耗和运营成本。

天加新品发布绽放“山城”重庆

8月19日，受疫情影响而移师“山城”重庆的2020年中国制冷展在重庆国际博览中心开幕。天加在疫情之下依然保持上升的品牌之一，携旗下多款新品以及在抗疫中表现突出的产品亮相本次展会，并举行了天加V-FORCE系列变频模块机新品发布会。

经过20多年的发展，已是第七代的天加V-FORCE变频模块机以最简化的设计、实现最全面的功能，达到全变频节能、全工况运行、全场景适配的关



键效果。

活动期间，天加常务副总裁郝然透露，天加在2020年上半年疫情期间积极参与了包括武汉火神山、雷神山等医院在内的超过700个医院新建或改造项目。

元亨“巨人小企业”榜上有名

近日，湖南省工业和信息化厅官网关于2020年湖南省小巨人企业名单公示结束。经各州市工信局、省财政直管县工信部门审核推荐、专家评审，认定267家企业为2020年湖南省小巨人企业，其中湖南元亨科技股份有限公司榜上有名。

元亨坚持“为客户创造价值”的经营理念，建立了一流的研发团队和实验室，冷却塔产品经国家权威机构检验，多项技术指标处于国际领先水平，拥有100多项专利技术，产品具有“高效、节能、节水、节地、低噪、可靠、智能”的特点，取得了全球最具国际公信力的CTI认证、中国节能产品认证、中国节水产品认证。

大金中国获“金蜜蜂企业社会责任中国榜·金蜜蜂企业一星级”称号



近日，以“责任锻造企业韧性”为主题的第十五届中国企业社会责任国际论坛在北京举行，会上发布“2020金蜜蜂企业社会责任·中国榜”。大金（中国）投资有限公司凭借在可持续发展领域的杰出表现，在300多家参评企业中脱颖而出，荣登“金蜜蜂企业社会责任·中国榜”，获评“金蜜蜂企业一星级”称号。

多场景展示，麦克维尔凭实力亮相中国制冷展

因为疫情，第三十一届制冷展从武汉移师重庆，麦克维尔携旗下多款精心打造的产品亮相制冷展。为了让前来观展的嘉宾对麦克维尔现阶段的产品和技术有所了解，麦克维尔为特殊时期的本届制冷展作了细心的安排，让前来参展的嘉宾及时了解麦克维尔在工业应用领域的最新成果，也能熟悉麦克维尔当下在健康家居的布局。

进入场馆，麦克维尔的三款新品颇为亮眼，800RT的新冷媒双级压缩磁悬浮变频离心式冷水机组、全新结构的工业净化型组合式空气处理机组 MXE-B 以及模块式复合蒸发冷冷水（热泵）机组吸引了观众的目光。在三天的展会期间，麦克维尔的展台始终人流如织，众多业内人士前来参观新产品、新技术，并就相关领域的合作展开洽谈。在此次制冷展期间，麦克维尔旗下的 WMTC 新冷媒双级压缩磁悬浮变频离心式冷水机组、模块式



复合蒸发冷冷水（热泵）机组与高端别墅用变频地暖空调一体机 MAC150ER5LH，三款产品荣获 2020 中国制冷展创新产品奖，成为本届展会最大赢家。

除了硬实力的展示，麦克维尔之所以能够在中央空调领域保持领先地位，离不开企业在技术方面不断的探索。展会期间，麦

克维尔组织了两场技术交流会，就《基于 HFO 冷媒的磁悬浮高效离心式冷水机组》和《中国洁净技术发展趋势》两大主题，与同行共同探讨行业发展趋势，共同探讨疫情之下的行业发展之道。不仅如此，麦克维尔还积极践行企业责任，在环保冷媒应用推广作出表率。

荏原服务南京江北新区中心区能源站江水源热泵项目

近期，荏原服务南京市江北新区能源站，该项目区域供冷供热能源站已使用 6 台荏原 RTGC 系列离心式冷水（热泵）机组，分别为 4 台江水源热泵、1 台水蓄冷制冷机和 1 台双工况冰蓄冷机组。

其中 6 号能源站主要服务中央商务区，用户全部为公共建筑，采用 2 台江水源热泵和 1 台双工况冰蓄冷机组，冰蓄冷系统减少配电负荷、降低输配能耗、节约江水资源、提高经济性；7 号能源站主要服务于隧道片区，采用 2 台江水源热泵和 1 台水蓄冷制冷

机，水蓄冷系统减少配电负荷、降低输配能耗、节约江水资源、提高经济性，高温水蓄热系统，提高冬季供热可靠性，此次

服务南京江北新区中心区能源站江水源热泵项目，正是荏原高效



的利用水资源，为项目提供舒适、节能、绿色的空气环境。

LG 中央空调助力鲁班商务大厦

近日，LG 中央空调成功中标由山东鲁班建设集团房地产开发有限公司倾力打造位于临沂中心区域的鲁班商务大厦，将为其提供 Multi V 5 Pro 和集中控制系统，助力打造绿色、舒适、智慧的商务环境，营建全球商务主体。

据了解，鲁班商务大厦总占地面积 8927 m²，总建筑面积 35306 m²，总计 21 层。

针对项目的需求，LG 采用容量更大、室外机占地面积更小、能源效率更高的 Multi V 5 Pro，为其打造舒适的环境温度。Multi V 5 Pro 有更广的频率范围，适应不同环境；换热面积更大，换热效率大幅提升；黑色热交换器翅片抗腐蚀性能力强，防腐蚀性性能强劲。以核心技术和严格的标准测试，确保



产品的高品质，实现了 7×24 小时的贴心守护。

华源泰盟与京海集团建立战略合作伙伴关系

日前，北京华源泰盟节能设备有限公司与北京京海集团战略合作签约仪式在北京京海集团隆重举行。华源泰盟总经理王钦波与京海集团董事长程宝华等领导同仁亲临签约现场进行了深入的合作交流，共同见证并进行了现场签约。

华源泰盟与京海换热作为各自领域的优势企业，拥有强大的科研实力、良好的信誉和丰富的资源。双方的合作将结合“十四五”增强产业创新力和竞争力，紧紧把握新时期经济新常态，促进改善生态环境的发展趋势。双方将本着“共建、共享、共赢”的原则，在清洁供暖方面的节能产品优化设计、产品配套、系统服务、分布式能源、区域供热、热电联产以及资本运作等方面，利用双方的技术优势、



产业优势、资源优势建立全面深入的合作，确立“安全、节能、环保、服务”四位一体的长期战略合作伙伴关系。

格力风冷螺杆服务山西长治机场

近日，格力成功服务山西长治机场，为长治保驾护航。目前，格力为其提供的风冷螺杆设备已经进场安装。

机场人流密集、波动性大，复杂的空间环境也对其配套的空调换气能力、洁净度、节能舒适性等方面提出了极高的要求。对于中央空调设备的高要求，格力中央空调也通过优质的空调产品和服务满足。未来，格力中央空调也将为行业提供更多的解决方案，为营造舒适高效的空间环境做出更大贡献。



国际资讯 International News

挪威石油计划在英国建设蓝氢（天然气制氢+CCS）项目

挪威石油公司 Equinor 宣布，该公司计划在英国建造一座从天然气中生产氢气的工厂，并将其与碳捕获和储存（CCS）相结合。这一项目名为 H2HSaltend，在世界同类项目中规模最大，目标是通过在英格兰东北部赫尔市附近的 Saltend 化工园区用氢气代替天然气，每年减少近 90 万吨二氧化碳排放量。

该公司在一份声明中说：“我们计划与我们的合作伙伴一起，将英国最大的产业集群转变为最绿色的集群。” Equinor 没有披露该项目的成本，但希望在 2023



年投资建设，2026 年开始投产。

专家预测：2040 年氢能到底用在哪些领域？

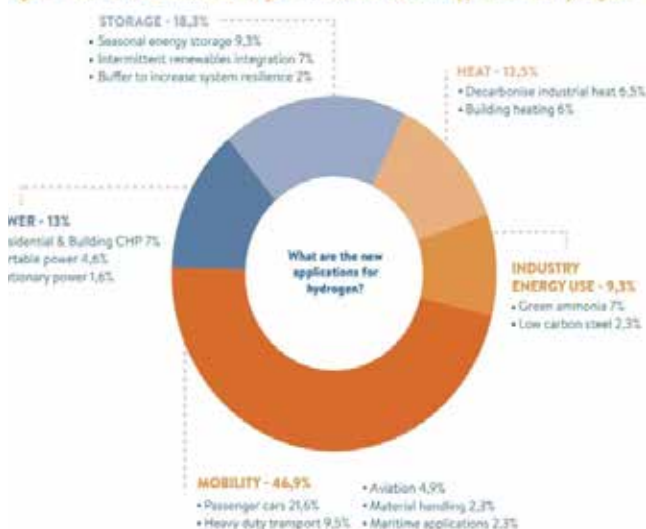
世界能源理事会（WEC）采访了全球 26 家能源公司的能源技术主管（名单见后），请他们预测 2040 年氢能的应用领域，结果综述如下：

交通：

46.9%（乘用车 21.6%、重卡 9.5%、铁路 4.9%、航空 4.9%、材料处理 2.3%、海运 2.3%、公交大巴 1.4%），电力：13%（居民 & 建筑热电联供 7%、移动电源 7%、固定电源 1.6%），热力：

12.5%（零碳工业用热 6.5%、建筑供热 6%），工业能源：9.3%（绿氢 7%、低碳钢 2.3%）。综上可见，为建筑提供热源相关占比 13%。

Figure 1: interviewees' answers to the question: What are the new applications for hydrogen?



欧洲环境调查署（EIA） 呼吁禁止在分体式空调中 使用 HFC 制冷剂

作为提交给对欧洲 F-gas 法规（517/2014）审查的一部分，EIA 正在推动使用碳氢制冷剂丙烷（R290）。为支撑这一提案，EIA 还致力于增加家用空调中丙烷的允许充装量。德国环境研究所 ko Recherche 最近进行的研究估计，如果欧洲改用 R290，到 2050 年可减少 62Mt 二氧化碳当量。如果从 2025 年开始在全球范围内实施类似的禁令，全球可减少 5.6Gt 二氧化碳当量。

EIA 气候活动专员 Sophie Geoghegan 在 EIA 网站上写道：“我们很高兴这项新研究阐明了采用这种方法可以有效减少二氧化碳排放量。”这项研究阐明了快速过渡所带来的明显的气候效益，并避免了低效制冷设备对气候造成的持续破坏。它可作为积极修订可燃制冷剂标准的明确的案例，并使欧盟再次以身作则，尽快禁止使用 HFC 单分体式空调机组。”

Sophie Geoghegan 在谈到 EIA 的建议时说：“如果我们成功，它将使更多的气候友好型和更高效的制冷设备进入市场，并为安装者和消费者建立对易燃制冷剂的信心。”

欧盟委员会目前正在寻求有关 F-gas 法规修订的反馈。开放时间为 9 月 7 日。之后将进行公众咨询，所有变更将于 2021 年下半年完成。



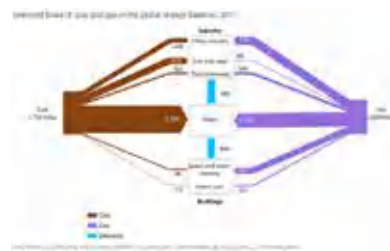
煤炭、天然气竞争与替代的“瑜亮情节”

根据国际能源署（IEA）发布的报告，2017 年全球煤炭消费 37.50 亿吨标准油，而天然气消费为 29.99 亿吨标准油。

在全球煤炭消费中，23.90 亿吨标油（占 63.7%）用于发电、6.02 亿吨标油（16.0%）用于钢铁、4.46 亿吨标油（11.9%）用于其他工业、1.63 亿吨标油

（4.3%）用于化工，此外仅有 1.47 亿吨标油用于供暖和其他用途（3.9%）。

在全球天然气消费中，12.56 亿吨标油（占 41.9%）、用于其他工业 7.50 亿吨（25.0%）、化工 2.49 亿吨标准油（8.3%），用于钢铁仅有 6900 万吨（2.3%），此外用于



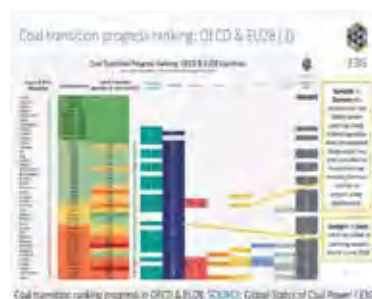
供热和其他用途的天然气达到 6.75 亿吨（22.5%）。

西方国家去煤进程

近日，根据非政府组织 E3G 汇总的数据，在经合组织和欧盟国家中，立陶宛、拉脱维亚、爱沙尼亚、冰岛、瑞士、马耳他、卢森堡、比利时、瑞典、奥地利 10 个国家已经没有煤电。法国、葡萄牙、英国、意大利、爱尔兰、芬兰、荷兰、新西兰、斯洛伐克、加拿大、丹麦、以色列、匈牙利、

希腊 14 个国家将在 2020 年前全部退出煤电。德国、智利 2 个国家在 2040 年前全部退出煤电。

挪威、墨西哥、西班牙、克罗地亚、美国、斯洛文尼亚、保加利亚、澳大利亚、罗马尼亚、哥伦比亚、捷克、土耳其、波兰、韩国、日本 15 个国家没有确定退煤时间表。

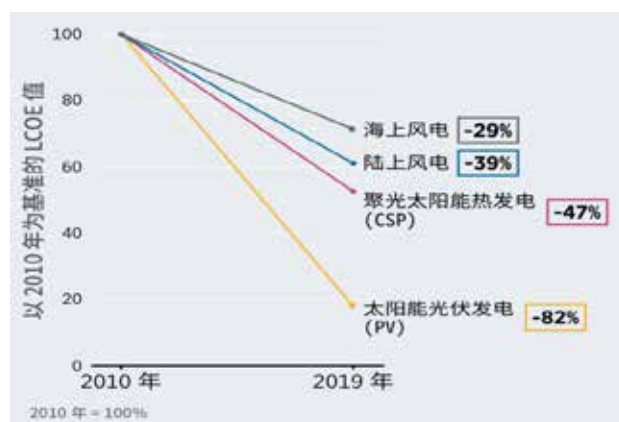


自 2010 年以来可再生能发电成本不断下降

国际可再生能源署（IRENA）发布最新版可再生能源成本报告，指出受技术进步、规模化经济、供应链竞争日益激烈和开发商经验日益增长的推动，在过去 10 年间可再生能源发电成本急剧下降。据 IRENA 在 2019 年从 17000 个项目中收集的成本数据显示，自 2010 年以来太阳能光伏发电（PV）、聚光太阳能热发电（CSP）、陆上风电和海上风电的成本分别下降了 82%、47%、39% 和 29%。2019 年，在所有新近投产的并网大规模可再生能源发电容量中，有 56% 的成本都低于最便宜的化石燃料发电。

2020 年，尽管全球爆发了新型冠状病毒（COVID-19）疫情，但可再生能源发电仍在继续增

长。可再生能源的竞争力以及模块化水平、快速可扩展性和创造就业机会的潜力正在稳步提升，而且很多国家/地区和社区也开始评估经济刺激方案，这些都使得可再生能源极具吸引力。可再生能源可使短期恢复措施与中长期能源和气候可持续性保持一致。太阳能光伏发电和陆上风电提供了简单、快速部署的可能，而海上风电、水力发电、生物质发电和地热发电技术则提供了互补且具有成本效益的中期投资选项。



热点
聚焦

Spotlight

2020年第三届数据中心冷却节能高峰论坛在河南郑州顺利召开

2020年8月5日至7日，由中国建筑科学研究院和暖通空调产业技术创新联盟共同主办，中讯邮电咨询设计院有限公司、华信咨询设计研究院有限公司、湖南大学、CDCC&中数智慧信息技术研究院、上海邮电设计咨询研究院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、西安工程大学、国家建筑工程技术研究中心等单位协办的2020年“第三届数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”在河南郑州成功召开。本次论坛以“绿色、安全、节能”为主题，包括主题论坛、论坛对话和项目参观三部分内容，来自行业学/协会、通信运营商、IDC建设单位、科

研院所、高等院校、设计、施工、运维企业以及设备厂商代表600余人与会交流。

论坛开幕式由CAHVAC王东青秘书长主持。全国工程勘察设计大师、CAHVAC理事长、中国建筑科学研究院专业总工、建筑环境与能源研究院院长徐伟，全国工程勘察设计大师、中国联通网络技术研究院/中讯邮电咨询设计研究院总工程师孔力，河南省土木建筑学会/河南省制冷学会副理事长、河南应用技术职业学院校长范晓伟到会并致辞，会上还举行了CAHVAC数据中心专委会理事证书颁发仪式。出席开幕式的还有部分地方学会、通信运营商、支持企业嘉宾代表等。



徐伟理事长致辞



范晓伟副理事长致辞



孔力总工程师致辞



与会嘉宾在展位参观交流

结合新基建形势下数据中心冷却节能与新技术应用发展，中国联通、中国电信、中国移动所属设计院、中国建筑设计研究院、华为技术有限公司、CDCC& 中数智慧信息技术研究院以及清华大学、湖南大学、西安工程大学等国内知名专



圆桌论坛

家学者围绕数据中心冷却节能技术发展趋势、前沿技术、设计与运维管理等方向进行分享，共同探讨交流 5G、新基建形势下数据中心冷却节能技术的发展趋势与未来。



联盟领导为理事颁发证书

此外，大会现场展示了业内优秀企业的创新、节能类产品和解决方案。两天的会议议程内容丰

富，会场气氛融洽，嘉宾们互相启迪、共话发展，为数据中心行业发展注入新的活力。



论坛技术报告

数据中心的现状与国策

现阶段，全球数据中心总体建设发展速度平缓，三分之一以上建设区域分布在美国，2020年第二季度的数据显示，超大规模数据中心服务商分布中美国占比38%、中国占比9%、日本占比6%，不难看出未来数据中心发展核心在亚太区，亚太区的最主要发展区域在中国，而中国发展最好的是“金三角”、“珠三角”和“长三角”地区。

目前，我国规模以上数据中心1844个。其中，超大型数据中心共计36个，机架规模达到28.3万架；大型数据中心共计166个，机架规模达到54.5万架；大型、超大型数据中心的规模增速达68%。据CDCC的统计研究分析，至2022年底，全国范围内，机柜数超过2000架的数据中心规划新增单体项目总数约300个，规划新增机柜总数约220+万架。

2019年2月，国家机关事务管理局 国家能源局印发《关于加强绿色数据中心建设的指导意见》中强调，到2022年，数据中心平均能耗基本达到国际先进水平，新建大型、超大型数据中

心的电能使用效率值达到1.4以下。力争通过改造既有大型、超大型数据中心电能使用效率值不高于1.8。提到鼓励在自有场所建设自然冷源、自有系统余热回收利用或可再生能源发电等清洁能源利用系统。

2020年3月，中央政治局常委会召开会议提出加快5G、大数据中心等新型基础设施建设进度。2020年4月，国家发改委关于“新基建”的概念作出了权威解读。“新型基础设施”是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。新型基础设施中的信息基础设施主要是基于新一代信息技术演化生成的基础设施，如以5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施，以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施，以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等。2020年5月，政府工作报告中明确，加强新型基础设施建设，发展新一代信息网络，拓展5G应用助力产业升级。

数据中心热点技术与应用

如何在高能耗数据中心寻找更节能的空间，数据中心从业者也在不断探索，如何在数据中心全年合理供冷，冷源、输配和末端系统最优匹配运行，余热高效回收，实现能源综合利用率最高，这是此次峰会论坛热议的焦点。

磁悬浮冷水机组在数据中心的应用

通过磁悬浮轴承和高速永磁电机同步结合，消除轴承由于机械接触产生的摩擦损失，使压缩机能够以极高的转速运行，最大程度缩小了叶轮尺寸，突破多机头设计更简单可行，高效磁悬浮技术系统设计，提高 SCOP 使 PUE 降到更低。

压缩机辅助驱动回热热管自然冷却在数据中心的应用

压缩机辅助驱动回热热管自然冷却基于压缩机（气泵）辅助驱动的蒸气压缩主动制冷与回路热管自然冷却于一体的复合冷却系统，在室外温度高于机房冷却温度时，压缩机高压比运行，主动为机房 IT 设备制取冷量；而在室外温度低于机房冷却温度时，运行于回路热管模式，利用室外

冷源实现自然冷却；当重力输运冷媒动力不足时，压缩机小压比运行，作为气泵提供辅助动力。

蒸发冷却在数据中心的应用

利用自然环境中湿空气的干湿球温度差（干空气能），依靠水蒸发而从周围湿空气中吸收汽化潜热的原理，达到使水和空气温度降低目的的绿色可再生能源新技术。目前，数据中心常利用直接蒸发冷却全空气、间接蒸发冷却全空气、蒸发冷却与机械制冷联合全空气、蒸发冷却空气-水、蒸发冷凝式散热空调等系统。

冷却塔在数据中心的应用

在数据中心的冷却系统循环过程中，考虑当地极限（最大）湿球温度值设定情况，以数据中心在极端高温下安全运行为前提，通过降低风机转速和多开启冷却塔时间，延长免费冷却来降低空调系统能耗和数据中心 PUE 值。

换热器在数据中心的应用

由换热器演变成今天的换热机组，它集成了



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、管路和阀门及工控于一体成套的区域供热控制设备，并加装了补水系统、定压系统、排气除污系统、变频流量控制系统、热量计及网络通讯控制系统，以实现不同工况、不同条件需求的功能配置，可实现换热器领域的模块化集成，灵活运用至数据中心。

蓄冷罐设备（开式）安全设计优化保障数据中心

解决开式蓄冷设备在数据中心项目运行中面临安全保障的问题，需要考虑做安全优化设计，予以抗震模拟与应力计算，在设计罐体时必须考虑罐体负压，根据负压模拟设置呼吸阀及防爆阀；通过抗震计算获取罐体壁厚后，还根据抗震模拟情况针对罐体水压进行罐体加固；为防止罐体底部渗漏，在进行底部应力设计模拟后制定相应施工工艺。

相变储能与热管的协同换热

数据中心在应急情形、调峰填谷、减小运行费用的条件下，都需要冷储能。

现多常用显热蓄冷，目前进行的相变储能与热管协同换热之间平衡优化的研究，大大提升了相变储能模块在数据中心的应用潜力。

阀门在数据中心的作用

解决数据中心供冷系统在制冷循环风、水系统输配过程经常出现的风/水阀卡死、信号故障、水利失调、阀门误开/关等故障问题，需要选择密封垫材质良好、密封槽相配、密封件结合面紧实、阀座与阀板密封面精准、簧弹性能好、阀杆锥面硬度强的材料，这样可以对阀门有效使用和延缓寿命。

复合热沉环路热管在数据中心的应用

复合热沉环路热管系统是一种新的散热结

构，以平板式环路热管系统为基础，将芯片产生的热量通过热沉材料快速传导出来，达到芯片表面均热目的，再通过环路热管系统的循环将热扩散器传导来的热量带走。

相变液冷在数据中心的应用

使用液体取代空气作为冷媒，为发热部件进行换热，利用潜热将热量带走，采用相变浸没刀片式设计的技术，将液体注入服务器，通过冷热交换带走服务器的热量，产品形态将引导液冷技术向相变浸没式发展。

余热回用在数据中心的应用

数据中心全年供冷，余热资源丰富，采用合理的技术手段回收这部分余热资源，用以冬季供暖或提供生活热水，风冷系统冷凝余热直接利用、水源热泵主机与冷水机组并联二次间接换热利用余热都可以提高能源综合利用率，实现节能。

模块化集成冷站在数据中心的应用

由冷源、输配系统、蓄冷系统、末端精密空调及其辅机辅件等组成数据中心冷站模块，在通过控制器对机房内部环境智能监控，与冷源机器联动，实现按需供冷，实现以模块化冷源系统为单元，对机柜、电源、冷源综合利用可视可控，自动优化运行。

自控系统

数据中心的自动控制系统包括冷站系统、安防系统、动环集成及基础设施管理系统（DCFIM）等，通过DCFIM对数据中心配电柜、机房末端、漏水监测、室内环境监控、冷站管理等综合控制。利用最强大的集成架构出众多匹配的基础设施，在控制上要具有足够开放性，可以接入各种动力设备和仪器仪表。在信息领域，层层系统集成，将设施管理和资产管理及数据业务相联系。

5G 基建带来数据中心发展的新契机

对于数据中心的建设和发展要正视 PUE 值，建立科学、理性取值，建设高效的基础设施系统，提升能量转化效率；在设计阶段向电力系统优化迈进，加强全生命周期运维管理；加快建立相关数据中心余热回收利用标准、节能评估机制；推动低温余热利用技术创新应用，鼓励研发创新机构与数据中心企业开展余热回收多维研究与合作。

5G 时代已经到来，互联网从过去“人与人”的连接进化为“万物互联”，5G 基建、特高压、城际和高铁、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网已进入快速建设和发展时期，数据量将迎来新一轮爆发性增长，数据中心的价值和需求将再次提升。从 2020 年开始，中国的数据中心会迎来新一轮的投资热潮，开启下一个十年的“黄金发展期”。预计到 2025 年，数据中心能耗将占社会总能耗的 4.10%，总耗电量将达 3952 亿千瓦时，相当于 4 个三峡电站的

年发电量，节能潜力巨大。

为实现数据中心整体发展更精益求精，数据中心全生命周期建设未来要实现“规建维优”：制冷颗粒度、IT 密度、机房大小从规划选择实现最优；机组数量、微模块数量、主流密度设计适配；工程产品化、暖通集成化、供配电建设相互融合；智能运维；AI 加持、IT 联动优调；充分挖掘 PUE 节能潜力。在制冷空间上追求从制冷到智冷、从制冷到冷电融合、从制冷工程到系统集成。

随着人工智能、云计算、大数据、5G 等新技术的迅猛发展，边缘化、小型化的数据中心会逐渐涌现并承担重要角色，市场会呈现出大型化数据中心和小型化边缘计算环境并存的发展局面。弹性调配、全模块化部署、预制模块化等将会不断的演进和突破。

（上述内容及数据均来源于此次峰会论坛）

本刊编辑 崔艳梅



中国联通中原数据基地参观

关于加强和完善湖北省绿色建筑和节能管理工作的通知（节选）

鄂建函〔2020〕62号

各市、州、直管市、神农架林区住建局：

为贯彻落实《湖北省“十三五”节能减排综合工作方案》，顺利完成“十三五”建筑节能和绿色建筑发展规划目标任务，力争“十四五”建筑节能与绿色建筑发展高起点开局起步，现就有关工作通知如下：

一、积极开展绿色建筑创建行动

（一）贯彻实施住建部等7部门印发的《绿色建筑创建行动方案》，编制印发湖北省“绿色建筑创建行动实施方案”，明确目标任务、重点工作及措施，细化各级各部门职责，形成合力促发展机制。各市（州）在制定好本级绿色建筑创建行动实施计划的同时，指导所辖县（市）制定开展绿色建筑创建行动计划，于10月20日前将市、县创建计划报省住建厅标准与科技处。

（二）依据国家《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）修订发布湖北省《绿色建筑设计工程验收标准》，自2021年1月1日起，全省县级以上中心城区新建建筑全部按绿色建筑标准进行设计与验收。

二、加强绿色建筑与节能工作管理

（三）按照《湖北省民用建筑节能条例》和《关于进一步加强建筑节能监督管理工作的通知》（鄂建〔2012〕37号）等法规和文件要求，压实建设各方主体责任，落实建筑节能各环节监管制度。建设单位为绿色建筑与节能工程质量的第一责任单位，应依法委托具有相应资质的单位开展设计、施工和监理，并组织绿色建筑与节能工程验收。

（四）施工图审查机构应按照绿色建筑与节能相关法律法规、管理规定、工程建设标准以及施工图审查要点等要求开展施工图审查，及时向当地住建主管部门填报建设项目基本信息及施工图节能设计、绿色建筑专项审查情况、执行法规和标准情况以及违反强制性标准的情况（见附表1、2）。

（五）严格执行政府投资新建的公共建筑和既有大型公共建筑实施节能改造时应选择应用一种以上可再生能源的规定。新建建筑可根据项目实际需求合理选用太阳能热水系统，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。

（六）严格执行国家《建筑节能工程施工质量

验收标准》（GB 50411-2019），切实做好隐蔽工程、分项工程和分部工程验收；落实外墙节能构造、外窗气密性能现场实体检验和设备系统节能性能检测环节，保证建筑节能效果。绿色建筑按《绿色建筑设计工程验收标准》要求进行验收。工程质量检测机构应严格按照相关技术标准和验收规范进行检测，并对检测结果的真实性负责。

（七）新建国家机关办公建筑、大型公共建筑等绿色建筑，应当对建筑的能源利用效率进行测评。着力推进建筑节能检测与能效测评能力建设，开展绿色建筑后评估试点。

（八）鼓励、支持建材生产企业申报绿色建材和预拌混凝土绿色生产评价标识，推动政府投资工程、重点工程、绿色建筑等项目率先应用绿色建材。加强绿色建材应用管理，不断提高绿色建材应用率。

三、切实做好服务保障工作

（九）各地要注重行政管理人员、行业从业人员以及工程管理人员的绿色建筑与节能专项培训工作，切实做好行业人才和技术储备，为全面实施国家和湖北省绿色建筑和建筑节能新标准打好基础。

（十）按层级管理原则，落实绿色建筑与节能检查考核工作。市州（直管市、林区）住建主管部门对市管项目应实行全覆盖检查，对所辖县（市）项目进行抽查。对发现的建设单位等参建各方责任主体违反法规规定和强制性标准的行为进行查处，并将违法违规记录纳入诚信监管平台。

（十一）加强绿色建筑和节能信息化管理建设，进一步规范绿色建筑与建筑节能数据统计工作。各地要指定专人负责统计工作，积极主动协调相关机构和部门，及时获取准确真实的数据，按规定要求上传至“湖北省建筑节能与墙体材料革新信息管理系统”。

（十二）要做好“十三五”规划的收官工作。各地要紧盯“十三五”确定的目标任务，补齐短板，狠抓落实，高标准完成各项任务。在总结经验教训的基础上，提早谋划“十四五”建筑节能和绿色建

筑发展工作。

附件：

1. 公共建筑节能设计审查信息表（略）

2. 居住建筑节能设计审查信息表（略）

湖北省住房和城乡建设厅

2020年8月6日

关于印发《河北省绿色建筑创建行动实施方案》的通知

冀建节科〔2020〕4号

各市（含定州、辛集市）住房和城乡建设局（建设局）、发展改革委（局）、教育局、工业和信息化局，人民银行各市中心支行、石家庄各县（市）支行，各市机关事务管理局（服务中心），各银保监分局，雄安新区管委会规划建设局、改革发展局、公共服务局：

按照《住房和城乡建设部 国家发展改革委 教育部 工业和信息化部 人民银行 国管局 银保监会关于印发 绿色建筑创建行动方案 的通知》（建标〔2020〕65号）要求，省住房和城乡建设厅、省发展改革委、省教育厅、省工业和信息化厅、人民银行石家庄中心支行、省机关事务管理局、河北银保监局共同研究制定了《河北省绿色建筑创建行动实施方案》，现印发给你们，请各地各有关部门结合实际，认真贯彻落实。

河北省住房和城乡建设厅 河北省发展和改革委员会

河北省教育厅 河北省工业和信息化厅

中国人民银行石家庄中心支行 河北省机关事务管理局

中国银行保险监督管理委员会

河北监管局

2020年9月1日

河北省绿色建筑创建行动实施方案（节选）

为进一步推进绿色建筑发展，促进河北省生态文明建设，根据住房和城乡建设部、国家发展改革委、教育部、工业和信息化部、人民银行、国管局、银保监会印发的《绿色建筑创建行动方案》，制定本实施方案。

一、总体要求

以习近平生态文明思想为指导，全面贯彻党的十九大和省委九届九次、十次会议精神，落实“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，深入推进绿色建筑发展，从完善政策、标准体系，健全建设管理机制，推动新技术、新材料、新工艺的建筑应用，推进新型建造方式等方面，全面开展绿色建筑创建行动，促进河北省生态文明建设。

二、工作目标

2022年，全省城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到92%，建设被动式超低能耗建筑达到600万平方米，逐步提高城镇新建建筑中装配式建筑占比，推动绿色建材在新建建筑中的应用，星级绿色建筑持续增加，既有建筑能效水平不断提高，住宅健康

性能不断完善，绿色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。

三、重点任务

（一）全力推进绿色建筑发展。继续深入贯彻落实《河北省促进绿色建筑发展条例》。加快编制绿色建筑专项规划，将绿色建筑专项规划相关内容纳入控制性详细规划，在建设用地规划条件中明确绿色建筑等级要求和控制指标。严格执行绿色建筑标准，在城市、镇总体规划确定的城镇建设用地范围内的新建民用建筑，全部按照绿色建筑标准进行建设。其中，政府投资或者以政府投资为主的建筑、建筑面积大于2万平方米的大型公共建筑、建筑面积大于10万平方米的住宅小区，按照高于最低等级的绿色建筑标准进行建设。

（二）完善绿色建筑标准体系。按照国家制修订的工程建设标准，制修订我省相关强制规范，将绿色建筑控制项要求列为强制性条款，提高建筑建设底线控制水平。制修订绿色建筑设计标准、验收标准、运行管理标准等，加强设计、施工和运行管理。

完善工程建设定额标准,补充绿色建筑和被动式超低能耗建筑相关内容。支持制定绿色建筑相关团体标准和企业标准。

(三) 大力发展被动式超低能耗建筑。落实省政府办公厅《关于支持被动式超低能耗建筑产业发展的若干政策》,加大被动式超低能耗建筑推广力度。以政府投资或以政府投资为主的办公、学校等公共建筑和集中建设的公租房、专家公寓、人才公寓等居住建筑,原则上按照被动式超低能耗建筑标准规划、建设和运行。2021年,石家庄、保定、唐山市分别新开工建设20万平方米,其他设区市分别新开工建设12万平方米,定州、辛集市2021年分别新开工建设2万平方米。2022年新开工建设面积增速不低于10%。各市、县要加快被动式超低能耗建筑示范项目建设,以点带面,迅速形成规模化推广格局。

(四) 加强绿色建筑评价标识管理。规范绿色建筑标识管理,按照住房城乡建设部关于绿色建筑标识管理的相关要求,修订河北省绿色建筑评价标识管理办法,明确各级住房城乡建设部门的职责,规定组织管理、评价程序和监督管理等内容,改变由第三方评价机构进行绿色建筑标识评价的管理模式。由省、各设区市住房城乡建设部门按照绿色建筑标识申报、审查、公示程序分别颁发二星、一星绿色建筑标识。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。完善河北省绿色建筑评价系统,实现全国绿色建筑标识管理平台对接,提高绿色建筑标识工作效率和水平。鼓励新建和改造绿色建筑项目的建设单位、运营单位申请绿色建筑标识。

(五) 整合资源提升建筑能效水平。各地加强协调,整合现有资源,在城镇老旧小区完善、提升改造和北方地区冬季清洁取暖试点工作中,统筹实施既有居住建筑节能改造。继续推动国家机关、事业单位办公建筑及大型公共建筑定期开展能耗统计、能源审计、能效公示。各设区市加强市级能耗监测采集点的建设及平台的管理。探索公共建筑能耗(电耗)限额管理,促进用能单位主动实施节能改造。新建和改造住宅小区,要满足海绵城市建设相关标准,达到国家规定的雨水径流控制率指标要求。

(六) 提高住宅健康性能。探索健康住宅建设试点示范,在符合住宅基本性能要求的基础上,突出健康要素,以居住健康的可持续发展的理念,满足居住者生理、心理和社会多层次的需求,为居住者建造健康、安全、舒适、环保的高品质住宅。结合疫情防控和本地实际,制定健康住宅相关技术标

准,提高住宅建筑室内空气、水质、隔声等健康性能指标,提升绿色建筑品质和可感知性。选择有意愿的建设项目开展住宅健康性能示范,强化住宅健康性能设计要求,严格竣工验收管理,推动绿色健康技术应用。

(七) 推进装配式建筑发展。大力发展装配式钢结构建筑,政府投资的单体建筑面积超过2万平方米的新建公共建筑率先采用钢结构,以唐山、沧州市为试点,推动钢结构装配式住宅发展。制定装配式混凝土建筑工程质量监督要点和京津冀协同标准《装配式建筑施工安全技术规范》,推进装配式混凝土建筑发展。编制《预制组合部件应用技术规程》《装配式钢结构建筑标准构件尺寸指南》,推动部品部件生产标准化。支持相关企业提高技术水平,打造装配式建筑产业基地。

(八) 推动绿色建材应用。持续推进全省绿色建材评价认证工作,推动建材产品质量提升。建立绿色建材采信机制,利用互联网等信息技术,构建绿色建材产品公共服务系统,发布绿色建材评价认证等信息,畅通建筑工程绿色建材选用通道,实现产品质量可追溯。结合全省绿色建筑发展需要,以外墙保温材料、高性能节能门窗及密封材料、高性能混凝土、资源循环利用等建材产品为重点,指导各地在工程建设中优先选用绿色建材,提高绿色建材应用占比,加快绿色建材和绿色建筑产业化融合发展。

(九) 加强技术研发推广。支持研发和推广与绿色建筑相关的新技术、新工艺、新材料、新设备、新服务。鼓励高等院校、科研机构和企业开展绿色建筑技术研发与应用示范,推动与绿色建筑发展相关的科技成果转化、公共技术服务平台和企业研发机构的建设。加强新一代信息技术与建筑工业化技术的结合,在建造全过程加大建筑信息模型(BIM)、互联网、物联网、大数据、云计算、移动通信、人工智能、区块链等新技术的集成与创新应用。探索数字化设计体系建设,统筹建筑结构、机电设备、部品部件、装配施工、装饰装修,推行一体化集成设计。探索以钢筋制作安装、模具安拆、混凝土浇筑、钢构件下料焊接、隔墙板加工等工厂生产关键环节为重点的工艺流程数字化和建筑机器人应用。

(十) 探索绿色住宅使用者监督机制。严格落实住房城乡建设部关于绿色住宅购房人验房的相关要求,探索适合河北省的向购房人提供房屋绿色性能和全装修质量验收的新方法,引导绿色住宅开发建设单位配合购房人做好验房工作。鼓励各市逐步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。

（十一）加强绿色建筑过程监督管理。细化绿色建筑管理内容，重点对规划阶段、设计审查阶段、施工与验收阶段以及被动式超低能耗建筑后评估、装配式建筑预制构件节点连接等关键环节的管理内容予以明确。严格按照“双随机、一公开”监管工作要求开展监督检查，对存在违法违规行为的，依法依规对责任单位和责任人实施行政处罚。加强住房城乡建设行业信用体系建设，利用行业信用信息管理平台，发布不良行为信息记录，营造诚实守信的市场环境。

（十二）建立新建绿色建筑信息共享机制。理顺绿色建筑项目审批、项目监管，违法行为处罚的管理机制，建立信息统一平台，消除各主管部门之间、各建设管理环节之间的信息不对称，实现绿色建筑项目从立项到竣工验收的全过程信息共享，提高绿色建筑、被动式超低能耗建筑和装配式建筑全过程的监管质量。加强绿色建筑数据分析和应用，挖掘建筑能耗数据应用价值，提升绿色建筑决策和行业管理水平。

四、组织实施（略）

关于开展北京市 2020 年建筑节能与建筑材料使用管理专项检查的通知

京建发〔2020〕234 号

各有关单位：

为加强北京市建筑节能与建筑材料使用管理，北京市住房和城乡建设委定于 2020 年 8 月起对北京市在施工程、预拌混凝土生产企业开展建筑节能与建筑材料使用管理专项检查，检查要求及安排详见附件。请各单位认真做

好自查及迎检工作。

特此通知。

附件：1. 建筑节能与建筑材料使用管理专项检查工作方案（节选）

2. 新建建设工程专项检查时间安排（略）

3. 各区自查项目清单（略）

4. 施工单位现场准备资料清单（略）

5. 建筑节能与建材使用管理专项检查单（略）

6. 预拌混凝土原材料管理情况专项检查单（略）

7. 预拌混凝土资质管理情况专项检查单（略）

8. 预拌混凝土绿色生产管理情况专项检查单（略）

9. 老旧小区综合整治工程建筑节能专项检查单（略）

北京市住房和城乡建设委员会

2020 年 8 月 12 日

附件 1

建筑节能与建筑材料使用管理专项检查工作方案（节选）

为落实《民用建筑节能条例》《北京市民用建筑节能管理办法》《北京市建设工程质量条例》《北京市大气污染防治条例》《老旧小区综合整治工作方案（2018-2020 年）》《北京市建设工程施工现场管理办法》和《北京市建设工程材料使用监督管理若干规定》等相关要求，做好北京市建筑节能与建筑材料使用管理专项检查工作，特编制本方案。

一、检查内容

（一）新建建设工程专项检查

1. 建筑节能

（1）《民用建筑节能条例》《北京市民用建筑节能管理办法》和《民用建筑节能信息公示办法》等政策落实情况。

(2)《建筑节能工程施工质量验收标准》《北京市居住建筑节能设计标准》《北京市公共建筑节能设计标准》《居住建筑节能工程施工质量验收规程》和《公共建筑节能工程施工质量验收规程》等标准贯彻实施情况。

2. 建材使用

(1)《关于开展建设工程材料采购信息填报有关事项的通知》(京建法〔2018〕19号)政策执行情况。

(2)《北京市禁止使用建筑材料目录(2018年版)》(京建发〔2019〕149号)政策执行情况。

(3)《关于印发〈北京市施工现场材料管理工作导则(试行)〉的通知》(京建发〔2013〕536号)贯彻实施情况。

(4)政府投资项目建筑垃圾再生产品应用情况。

3. 墙材革新

(1)《新型墙材推广应用行动方案》(发改办环资〔2017〕212号)政策落实情况。

(2)《北京市住房和城乡建设委员会北京市财政局关于做好停征新型墙体材料专项基金和散装水泥专项资金有关工作的通知》(京建发〔2018〕135号)政策执行情况。

(3)《北京市住房和城乡建设委员会关于开展住宅工程质量提升专项行动的通知》(京建发〔2019〕334号)相关墙体材料政策执行情况。

4. 散装水泥

(1)《北京市大气污染防治条例》《北京市建设工程施工现场管理办法》有关禁止现场搅拌混凝土及砂浆规定执行情况。

(2)《关于进一步加强全市建设工程预拌砂浆应用工作的通知》(京建法〔2019〕6号)政策执行情况。

5. 建材实物抽查

施工现场建材实物抽查,重点抽查保温材料、建筑外窗、墙体材料、预拌砂浆、防水卷材、防水涂料、管材管件等。

(二)老旧小区综合整治工程专项检查

1.《民用建筑节能条例》《北京市民用建筑节能管理办法》《民用建筑节能信息公示办法》《老旧小区综合整治工作方案(2018-2020年)》《建筑节能工程施工质量验收标准》《既有居住建筑节能改造技术规程》等政策标准落实情况。

2.《关于进一步做好老旧小区综合改造工程外保温材料使用管理工作的通知》(京建法〔2018〕20号)贯彻实施情况。

3.现场抽检建筑外保温材料等建材实物。

(三)预拌混凝土生产企业原材料使用、资质及绿色生产管理专项检查

1.《关于加强预拌混凝土生产使用管理的若干意见》(京建法〔2011〕3号)有关规定执行情况。

2.《关于开展建设工程材料采购信息填报有关事项的通知》(京建法〔2018〕19号)政策执行情况。

3.《关于进一步加强建设工程砂石料采购使用管理严厉打击建设领域使用非法开采砂石行为的通知》(京建材〔2005〕708号)政策执行情况。

4.《北京市人民政府办公厅关于印发〈北京市污染防治攻坚战2020年行动计划〉的通知》(京政办发〔2020〕8号)《关于开展2020年度北京市地方标准〈预拌混凝土绿色生产管理规程〉执行情况专项执法检查的通知》(京建发〔2020〕122号)政策执行情况。

5.现场抽检水泥等混凝土原材料。

二、组织安排(略)

三、结果处理(略)



关于印发《北京市发展装配式建筑 2020 年工作要点》的通知

各区人民政府，市政府各委办局，各市属机构，各有关单位：

为进一步落实《北京市人民政府办公厅关于加快发展装配式建筑的实施意见》（京政办发〔2017〕8号）要求，经市政府批准，现将《北京市发展装配式建筑 2020 年工作要点》印发给你们。请各单位按照任务分解要求，做好发展装配式建筑的各项工作，确保任务完成。

北京市发展装配式建筑工作联席会议办公室
2020 年 8 月 12 日

北京市发展装配式建筑 2020 年工作要点（节选）

为全面稳步推进装配式建筑发展，实现首都建筑产业高质量发展，做好“十三五”的收官工作，按照《北京市人民政府办公厅关于加快发展装配式建筑的实施意见》（京政办发〔2017〕8号）（以下简称《实施意见》）要求，结合北京市装配式建筑发展实际，制定本工作要点。

一、明确工作目标

（一）工作目标

2020 年，实现装配式建筑占新建建筑面积的比例达到 30% 以上，推动形成一批设计、施工、部品部件生产规模化企业，具有现代装配建造水平的工程总承包企业以及与之相适应的专业化技能队伍。

（二）实施范围

1. 各类保障性住房无论是否纳入保障房建设计划，均采用装配式建筑（地上建筑面积小于 2 万平方米的除外）。集体土地租赁住房按照《关于加强北京市集体土地租赁住房试点项目建设管理的暂行意见》（京住保〔2018〕14号）要求，鼓励采用装配式建筑。企业自持租赁住房按照土地招拍挂文件的相关要求实施装配式建筑。

2. 新立项政府投资的新建建筑应采用装配式建筑。鼓励学校、医院、体育馆、商场、写字楼等新建公共建筑优先采用钢结构建筑，其中政府投资的单体地上建筑面积 1 万平方米（含）以上的新建公共建筑应采用钢结构建筑。

3. 通过招拍挂文件设定相关要求，对以招拍挂方式取得城六区和通州区地上建筑规模 5 万平方米（含）以上国有土地使用权的商品房开发项目应采用装配式建筑；在其他区取得地上建筑规模 10 万平方米（含）以上国有土地使用权的商品房开发项目应采用装配式建筑。商品房开发项目地上建筑规模以土地招拍挂文件明确的项目建筑控制规模为准。

4. 新建工业建筑应采用装配式建筑，主要包括厂房（机房、车间）和仓库。

5. 在上述实施范围内的以下新建建筑项目可不采用装配式建筑：

——单体建筑面积 5000 平方米以下的新建公共建筑项目；

——建设项目的构筑物、配套附属设施（垃圾房、配电房等）；

——技术条件特殊，不适宜实施装配式建筑的建设项目（需经市装配式建筑专家委员会论证后报市装配式建筑联席会议办公室审核同意）。

二、严格实施标准

采用装配式建筑的项目应符合国家及北京市的相关标准。装配式建筑应满足以下要求：

1. 装配式建筑的装配率应不低于 50%。

2. 装配式混凝土建筑的预制率应符合以下标准：建筑高度在 60 米（含）以下时，其单体建筑预制率应不低于 40%，建筑高度在 60 米以上时，其单体建筑预制率应不低于 20%。

装配式建筑预制率及装配率计算说明详见附件。

三、细化项目落实

各区、各部门要严格履行装配式建筑项目建设程序，加强建设各环节的监督与指导，因地制宜精准施策，确保项目严格按照要求实施。

（一）做好土地供应管理。各区政府要明确目标任务，在年度供地计划中，落实装配式建筑规模的任务。规划自然资源管理部门对属于《实施意见》规定应当实施装配式建筑的建设项目，特别是政府投资项目，在规划综合实施方案、土地招拍挂文件中通过规范性提示语明确实施装配式建筑要求。土地一级开发项目的对接安置房实施装配式建筑的，

装配式建筑建设费用由属地区政府组织相关单位进行竣工决算，竣工决算值与销售回笼资金间损益计入对应的土地一级开发成本。（责任单位：各区政府、市规划自然资源委）

（二）做好立项管理。发展改革管理部门在立项阶段对项目单位的项目申请报告（或可行性研究报告）落实装配式建筑的有关内容进行审核。（责任单位：各区政府、市发展改革委）

（三）加强规划设计管理。规划自然资源管理部门加强规划设计审查审批，对规划实施方案审查意见、“多规合一”协同平台成果或选址意见书中明确了该项目属于《实施意见》规定应实施装配式建筑的，应对设计方案和建设工程规划许可证的总图和设计说明中是否进行了同样注明进行审查。在施工图审查阶段复核设计文件落实装配式建筑的有关要求，复核预制率是否满足相关要求，在审查合格书或告知书中注明装配式建筑设计审查结论，并将相关信息数据定期推送至市住房城乡建设委。（责任单位：各区政府、市规划自然资源委）

（四）做好施工和验收管理。住房城乡建设管理部门牵头建立严格的装配式建筑质量监管体系，对装配式建筑项目实施差别化监管，对建设单位组织进行预制率和装配率验收的情况进行监督。（责任单位：各区政府、市住房城乡建设委、市市场监督管理局）

四、严控工程质量

落实参建主体和人员的质量责任，突出强化建设单位首要责任和工程总承包、设计、施工等单位的主体责任。严格执行《北京市装配式建筑项目设计管理办法》（市规划国土发〔2017〕407号）《关于加强装配式混凝土建筑工程设计施工质量全过程管控的通知》（京建法〔2018〕6号）及国家和本市相关标准，全面提升北京市装配式建筑工程质量水平。（节选）

五、提升产品配套能力（略）

六、强化技术支撑

稳步推进装配式建筑的设计、生产、施工、验收等地方标准的制修订工作，组织编制《装配式建筑结构部品部件能源消耗限额》，发布《钢结构住宅技术规程》和《装配式建筑评价标准》，推广宣传装配式建筑技术体系和适用技术目录。集聚各行业、各企业的研究力量，明确装配式建筑更新、迭代和攻关技术，采用“揭榜制”推动落实。推进装配式钢结构住宅体系的研究与应用示范，在新型农

房建设中试点推广装配式钢结构建筑。开展装配式建筑“十四五”发展目标、装配式建筑和绿色建筑事中事后监管体系、装配式建筑部品京津冀协同布局和绿色供应链等课题研究工作。加大保障性住房装配式装修的应用，在商品住房中逐步推广装配式装修。成立第二届北京市装配式建筑专家委员会，发挥智库作用。（责任单位：市住房城乡建设委、市科委、市规划自然资源委、市市场监督管理局、各区政府）

七、推行工程总承包

推进装配式建筑项目采用工程总承包模式，落实2个以上的装配式建筑项目实施工程总承包示范。支持工程总承包企业申报国家装配式建筑产业基地。（责任单位：市住房城乡建设委、市规划自然资源委、各区政府）

八、加强队伍建设（略）

九、推进政策支持（略）

根据《北京市装配式建筑、绿色建筑、绿色生态示范区项目市级奖励资金管理暂行办法》（京建法〔2020〕4号），开展装配式建筑项目财政奖励工作。研究探索绿色金融在装配式建筑中的应用与试点。（责任单位：市住房城乡建设委、市规划自然资源委、市财政局、市地方金融监管局、人行营管部、北京银保监局、各区政府）

十、加大示范宣传（略）

十一、落实工作机制（略）

十二、抓好监督考核（略）

附件：装配式建筑预制率及装配率计算说明（略）

装配式建筑装配率评分表（略）



福州某医院直线加速器室空调通风系统设计

福建省建筑设计研究院 罗林生

摘要：结合福州某医院直线加速器室空调、通风设计实例，详细介绍了直线加速器室空调、通风设计的注意事项与方法，包括合理确定室内设备散热量、新风系统方案的选择、排风换气量的计算以及辐射防护措施等。

关键词：直线加速器 空调 通风 辐射防护

0 引言

医用直线加速器是一种把高能物理运用到医疗技术上的高新科技产品，是目前治疗肿瘤的外放射治疗主要设备，也是医院最昂贵的医疗设备之一。随着科学技术的发展和核技术的广泛应用，加速器等大型设备正在进入各类医院用于肿瘤患者的放射治疗。肿瘤放疗就是利用其高能射线束杀死肿瘤细胞和病变组织，以解除肿瘤患者的痛苦，达到治疗目的^{[1][2]}。合理的温湿度以及空调通风系统采取必要的辐射防护措施，是保证其稳定安全运行的必要条件。

1 工程概况

该工程为福州市某医院的新建工程，总建筑面积 9117.6m²，建筑高度 8.95m，地下二层，地上二层，为多层公共建筑。直线加速器位于地下二层，两个直线加速器室。两个直线加速器共用一间控制室、模具存放间、加速器水冷机房以及新排风机房。控制室、模具存放间和加速器冷水机房水冷机房位于地下二层，地下二层其余空间主要为候诊区以及配套辅助用房等，具体布局如图 1。新排风机房位于地下一层，直线加速器室的正上方。

2 空调通风系统设计

2.1 空调负荷计算

空调负荷计算首先必须确定室内外设计参数，

本工程室外设计参数采用福州地区室外设计参数；室内设计参数根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012^[3]以及院方提供直线加速器室内环境温湿度、通风换气次数的具体要求设定，具体如表 1 所示。

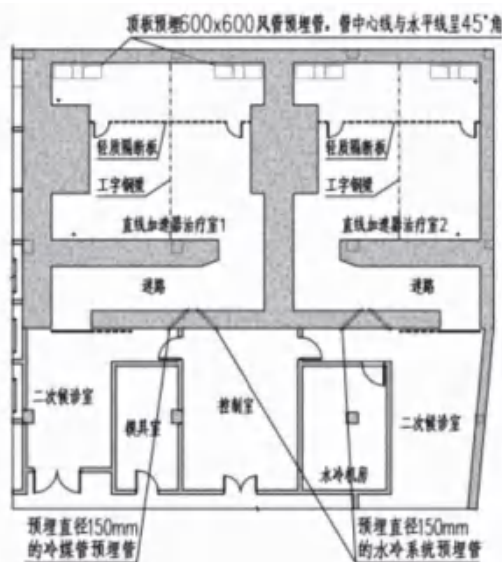


图 1 直线加速器室布局及暖通预埋管平面图

空调冷负荷包括：通过维护结构传入的冷负荷、人体带入的显热及潜热冷负荷、照明和设备的冷负荷以及新风带入的冷负荷等；空调热负荷包括：维护结构传入的热负荷以及新风带入的热负荷等。考虑到本工程直线加速器为地下二层，维护结构传入的冷热负荷占比很小，几乎可以忽略不计；且都为内区房间，冬季运行时主要还是以制冷为主。

表 1 室内设计参数

	夏季		冬季		新风换气次数 /h ⁻¹	A 声级噪音 /dB
	温度 /	相对湿度 /%	温度 /	相对湿度 /%		
直线加速器室	22~24	40~60	22~24	40~60	10	45
控制室	24~25	≤ 70	20~22	≥ 30	2	45
水冷机房	5~40	---	5~40	---	--	55
模具室	25~26	≤ 70	18~20	≥ 30	2	50
二次候诊室	25~26	≤ 70	18~20	≥ 30	2	50

表 2 室内设备散热量参数

房间名称	功能区	设备名称	散热量	合计	备注
			(w)	(w)	
直线加速器室	机架区	主机架	5000	5900	直线加速器
		电源稳压柜	600		
		配电箱	300		接口柜
	治疗区	精确治疗床	600	700	
		CCTV 摄像头	100		
控制室		控制柜	1200	1300	
		CCTV 监视器	100		

直线加速器室及控制室室内设备发热量较大，对空调负荷的影响特别大，设备的具体散热量应以实际设备样本上的参数为准，本工程相关设备热负荷数据由院方提供，具体如表 2 所示：

水冷机房内设备散热量需根据水冷机具体形式确定, 水冷机有分体式和一体式两种。分体式水冷机包括水冷室外机和水冷主机, 水冷机热量通过水冷室外机排至室外; 但水冷机室外机与水冷机主机的距离不应超过 30m, 水冷机室外机与水冷机主机的高度差: 向上不超过 20m, 向下不超过 5m。一体式水冷机热量直接排至水冷机房内, 单台水冷机散热量为 15 kW。本工程受建筑条件限制, 不能满足分体式水冷机管长及高差的限制, 采用一体式水冷机, 水冷机房内散热量达到 30 kW。

2.2 空调系统设计

直线加速器室由于使用时间以及其负荷、室内环境要求的特殊性。本工程直线加速器室采用恒温恒湿精密空调形式，每间直线加速器室设置一台恒温恒湿精密空调，单台总制冷量 15.9 kW，显热冷量 14.5 kW，风量 4650m³/h（回风工况温度 24℃，相对湿度 50%）。考虑到精密空调负荷主要以显热为主，新风采用全热交换新风机组，新风带入的湿负荷难以消除，新风采用变冷媒流量多联式新风机组；新风量按换气次数 10 次/h 计算，每间直线加速器室设置一台一拖一变冷媒流量多联式新风机组，单台新风量为 2000 m³/h，制冷量为 28kW，制热量为 24.5 kW。

水冷机房设置一套独立的变冷媒流量多联式空调系统,采用2台室内机(单台制冷量16kW),用以消除一体式水冷机散热量。控制室、模具室以及二次候诊区空调为传统一拖多变冷媒流量多联式中央空调系统。

同时,根据《综合医院建筑设计规范》GB51039-2014^[4]中要求,以及为了满足医院室内环境卫生标准,本工程新风机进风口、恒温恒湿精密

空调和室内机回风口均设有光催化静电介质空气过滤器,光催化静电介质空气过滤器性能:除尘效率>F7,除菌效率>99%,除甲酯率>80%,与空气处理机组、新风处理机、风机盘管联动。空调通风平面具体见图2。

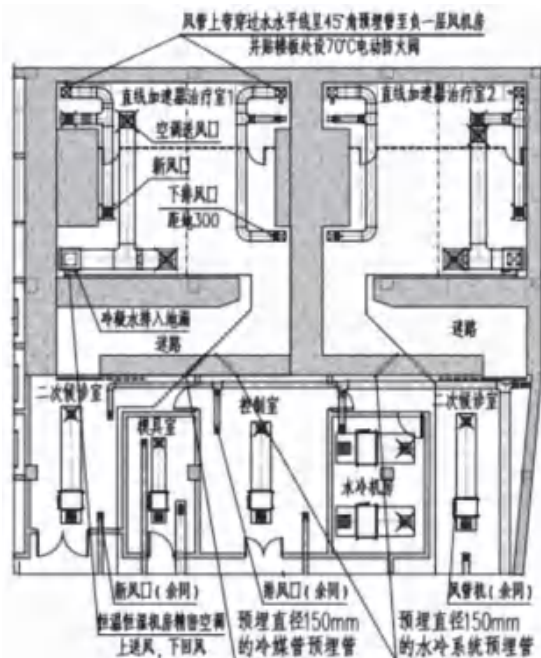


图 2 直线加速器空调通风平面图

2.3 通风系统设计

直线加速器运行治疗过程中, 空气在强电离辐射的照射下, 会产生少量有害的臭氧和氮氧化物。当用大于 10MW 的 X 线时还会产生微量感生放射性物质。在同样的条件下, 臭氧的辐射产额为氮氧化物的 3 倍, 而臭氧的允许浓度比氮氧化物约低 17 倍, 且感生放射性物质的寿命很短^{[5][6]}。正是由于臭氧的毒性大, 产额高, 且能使橡胶等材料加速老化, 所以设计通风系统时只考虑臭氧的影响, 即满足工作场所臭氧的浓度限值为 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ^[6]。根据稀释工作场所臭氧浓度, 直线加速器室通风换气次数应达到

每小时 7~8 次；同时为了防止污染物外泄，维持房间内微负压，排风量按新风量的 1.1 倍计算，即排风量按每小时换气次数 11 次计算。由于排放的臭氧及氮氧化物量相对较少，对环境不会产生较大的影响，故直接由屋面排入大气。由于臭氧及氮氧化物比重大于空气比重，因此室内排风口设置在房间下部距地 300mm 高处，以利于有害物的排出。其他区域排风满足人员新风以及房间的换气需求即可。具体布置平面见图 2。

同时，直线加速器室采用气体消防，送排风系统与平时新风及排风系统共用，减少预埋管件数量，简化气体消防的控制流程。送、排风管穿直线加速器顶板处设 70 电动防火阀，火灾时，由消控中心或现场手动控制关闭送排风机和电动防火阀，待气体灭火后，再控制开启电动防火阀和风机。气体消防采用的七氟丙烷，密度比空气大，排风口需设置在房间下部距地 300mm 高处，采用上送下排系统，这与平时排风系统吻合。

2.4 其他注意事项

直线加速器顶板等中心轴线正上方设有工字梁，工字梁具体位置见图 1，工字梁下方的吊顶需要预留 600mm~800mm 宽滑车通道，工字梁下方不得有管道横穿。

3 空调通风辐射防护设计

直线加速器室的屏蔽墙采用混凝土一次性浇筑而成，空调系统管道穿直线加速器室需设预埋管，每间直线加速器室包括：尺寸为 600×600 新排风系统预埋管 2 个，尺寸为 $\phi 150$ 恒温恒湿精密空调冷媒系统预埋管 1 个，以及尺寸为 $\phi 150$ 直线加速器冷却水系统预埋管 1 个；所有预埋管必须跟混凝土浇筑同时进行，一次到位，所有预埋管件均避开主辐射区域，采用斜 45° 埋管，最大限度减少通过空调管道的辐射量。预埋管平面见图 1。

预埋管会使防护墙的局部厚度减少，因此本工程在风管、冷媒管及水冷系统管道穿越防护墙处采用一定长度铅板外包防护。以上所有防护措施应由当地的放射防护权威部门校核达到防护要求后方可实施。

感生放射性来源于直线加速器治疗室内的空气受到高能粒子照射时产生的感生放射性核素，如 ^3H 、 ^7Be 、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{41}Ar 等^[7]。感生放射性核素的半衰期长短不一，短者只有 7.3 s，长者达 121.53 d^[7]。所以在直线加速器停止工作后，长半衰

性感生放射性核素仍然存在，不应立即打开防护门，而应继续通风一段时间，最少保证房间一次换气，以便臭氧、氮氧化物以及感生放射性核素的排出，避免造成对人员的伤害。本次设计换气次数为 10 次/h，因此在直线加速器停止工作 6 分钟之后，人员方可进入。

4 结论与体会

4.1 直线加速器室采用恒温恒湿精密空调系统，考虑到精密空调高显热比，新风不宜采用全热交换器，以免新风带入的湿负荷难以消除，造成室内湿度超出设计要求。

4.2 水冷机房内设备散热量与水冷机具体形式相关，水冷机房空调负荷应根据具体形式确认。

4.3 直线加速器室运行过程中会产生臭氧、氮氧化物和感生放射性物质，故应确定合理通风换气次数，排风口置于房间下部，应与气体消防后的事故排风系统合用，减少预埋管数量；直线加速器停止工作后，应继续通风一段时间，保证房间一次换气后，人员方可进入。

4.4 本工程所有空调通风预埋管均采用斜 45° 埋管，并在管道穿越防护墙处采用一定长度铅板外包防护，且应经当地的放射防护权威部门校核达到防护要求后方可实施。

参考文献：

- [1] 胡道民. 肿瘤放射物理学 [M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 239-240
- [2] 冯宁远, 谢虎臣, 史荣, 等. 实用放射治疗物理学 [M]. 北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1998: 223—224
- [3] 中国建筑科学研究院. GB50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012: 6-8
- [4] 国家卫生和计划生育委员会规划与信息司, 中国医院协会医院建筑系统研究分会. GB51039-2014 综合医院建筑设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014: 37
- [5] Paul Ninomura, richard Hermans. Ventilation standard for health care facilities [J]. ASHRAEJ, 2008, 50(10): 52-58
- [6] 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所. GBZ2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值·化学有害因素 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 3-12
- [7] 潘赞帅, 曹业玲, 张建忠. 医院放疗机房空调通风设计 [J]. 建筑热能通风空调, 2016 (3): 52-55

单层地下车站单端设置机房的通风空调系统设计方案

中交铁道设计研究总院有限公司 李正浩 陈天承 赵菁 刘垚 史柯峰

摘要：地下车站的建筑形式对于通风空调的设计方案有很大影响，本文针对一种特殊建筑布局的单层地下车站，改变传统地下车站在两端设置机房的设计方案，只在车站一端设置双层通风空调机房，充分有效地利用站内建筑面积，并针对活塞风道、大系统风管的过轨方案进行合理处置，优化该站的区间隧道通风系统、公共区通风空调大系统、设备管理用房通风空调小系统以及冷水系统的相关设计方案，可为类似轨道交通工程相近车站的通风空调系统设计提供一些参考与借鉴。

关键词：地下车站 单层车站 单端机房 通风空调 系统设计

0 引言

常规地铁标准地下车站分为上下两层，即站厅层与站台层。但是某些工程往往受制于土建条件，车站建筑形式会变得十分复杂，通风空调设计方案也变得非常困难。本文针对某复杂地下单层车站（站厅与站台同层）通风空调方案的设置进行分析、研究，提出一种方案可供探讨。

1 车站概况

该车站为地下一层侧式站台、地上两层附属的形式，地下一层为站厅层与站台层，地下一层小里程端设有配线，采用单活塞形式；大里程端预留远期延伸条件，采用双活塞形式。定义车站小里程端为A端，大里程端为B端，以车站有效站台中心里程作为分界。单端设置的通风空调机房设置于地下一层车站东侧，如图1所示。



图1 地下一层建筑平面图

2 通风空调设计

如图1所示，针对本车站特殊的建筑形式，本文提出以下通风空调设计方案。

2.1 隧道通风系统

常规标准地下车站两端活塞通风模式一致，即均为双活塞或均为单活塞。本站设计之初考虑采用双活塞，但是车站小里程端受制于区间大断面等不利条件，改为单活塞。大里程端左线区间设置地下过轨活塞风道连接至西侧右线活塞风道，排风亭（实际仅为排热风亭）与活塞风亭设置在车站西边路侧，如图2所示，

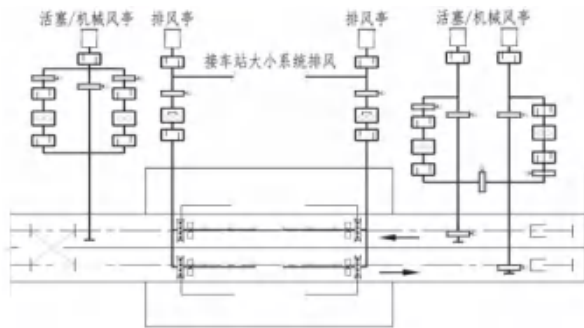


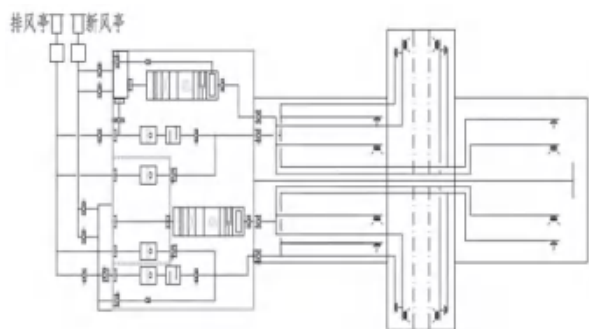
图2 隧道通风系统图

2.2 公共区通风空调大系统

相较于标准车站在车站两端各设置两处通风机房，本站只在车站地下一层东侧设置一个双层机房，服务于公共区通风空调的两套空调机组和回排风机等设备统一布置在上层机房，两套设备各自服务于车站大、小里程端，如图3所示为本站公共区通风空调大系统图。

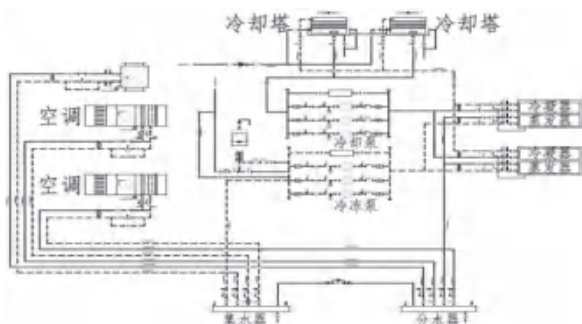
大、小里程端设备选型，方案设计一致。以小里程端为例，空调机组选型风量为 $60500\text{m}^3/\text{h}$ ，回排风机选型风量 $51380\text{m}^3/\text{h}$ 。送风管出机房后，分为三路支管，一路支管服务于车站东侧小里程端站厅公共区，风管尺寸为 $1250\times 500\text{mm}$ ，风量为 $17850\text{m}^3/\text{h}$ ；另一路支管服务于车站东侧小里程端站台公共区，

房间。



2.4 空调水系统

如图 4 所示, 车站冷冻站设置在东侧机房中的下层机房, 水系统设置节能运行控制系统。本站地下一层空调总冷负荷 (还包括地下一层设备管理用房的第一部分), 经计算共为 $537.5+56=593.5\text{kW}$ 。冷水机房内设置 2 台螺杆式水冷冷水机组, 单台制冷量为 296.8kW (计算值); 冷冻水泵 3 台 (两用一备), 单台额定水流量为 $64\text{m}^3/\text{h}$ (选型值); 冷却水泵 3 台 (两用一备), 单台额定水流量为 $76\text{m}^3/\text{h}$ (选型值)。室外设 2 台横流式冷却塔, 单台冷却水量 $90\text{m}^3/\text{h}$ (选型值), 冷却塔设置于车站东侧地面附属管理用房屋顶。



回排风机选型风量为 51380m³/h，排烟风机选型风量为 60855 m³/h，两者在机房内管路并联，回排风管（兼排烟）服务模式及区域划分，与上述送风管的划分原则一致。

3 结语

常规情况下,标准地下车站一般分为两层,车站两端各设置一个通风机房是常见方案。本文涉及的地下车站只有一层,建筑形式复杂。因此,本文提出仅在车站一端设置一个双层机房,充分利用站内建筑面积。其中下层机房面积(有效占用面积)仅为 191.2 m^2 ,远远小于标准地下站机房面积。

此外,提出利用原有过轨风道断开局部来实现公共区通风空调大系统方案与风管布置,并且在车站两端另外单独设置过轨排风道,在一定程度上提高了风管过轨的安全性。该站的通风空调系统设计方案可为相关地铁设计工程中的近似车站提供一定参考与借鉴。

参考文献

- [1] 北京城建设计研究总院有限责任公司. 地铁设计规范: GB50157-2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013: 119-129
- [2] 吴益, 王奕然, 郭爱东. 单端设置机房地铁车站公共区通风空调系统设计探讨与实践[J]. 暖通空调, 2017, 47(12): 54-57+123

上海某商场冷热源节能改造分析

上海建科建筑节能技术股份有限公司 华康

摘要：通过对上海某商场空调系统进行节能改造，采用变频离心式冷水机组更换定频离心式冷水机组，空气源热泵更换模块式风冷热泵，同时对输配系统的冷冻水泵及冷却水泵进行更换并加装变频装置。依据测试结果和节能量的计算，得出该改造节能较大的结论。

关键词：变频 分项计量 模块式热泵

0 引言

上海某商场于 1996 年 3 月竣工投入使用，总建筑面积 21581.43m²，建筑类型为商业建筑。总建筑面积为 24m，大楼共 5 层，主要用于百货零售业的经营，能源类型为电力。现该广场将进行升级改造，建成集餐饮、零售、休闲娱乐为一体的综合性商场，能源类型为电力和少量燃气。

由于项目原有空调系统设备老化、效率低下且耗能严重，已经不能满足新型商场的需求，亟需节能改造。

1 改造方案

该商场内大楼空调系统改造前如图 1 所示，该

系统采用 2 台 350RT 的离心式冷水机组和 8 台空气源热泵机组。离心式冷水机组配有 3 台冷冻水泵，3 台冷却水泵。空气源热泵共配有 5 台水泵。空调冷冻水和冷却水系统均为定流量系统，根据冷机开启台数以及回水温度确定水泵开启台数。该空调系统采用定压罐自动补水装置，配有 3 台恒压泵。该系统运行年限已长达 18 年，效率衰减严重。且机组均为定频运行，不能根据末端负荷变化来调节运行工况，导致部分负荷时机组满频工作，机组整体工作效率低下。

按现有空调设备的测试效率测算，现有空调机组总制冷出力约为 2500kW，总采暖出力约为 1500kW。而商场升级改造后计算得出商场制冷负荷达到 3020kW，采暖负荷达到 2200kW（设计负荷留有约 20% 的余量）。现有空调机组已难以满足使用

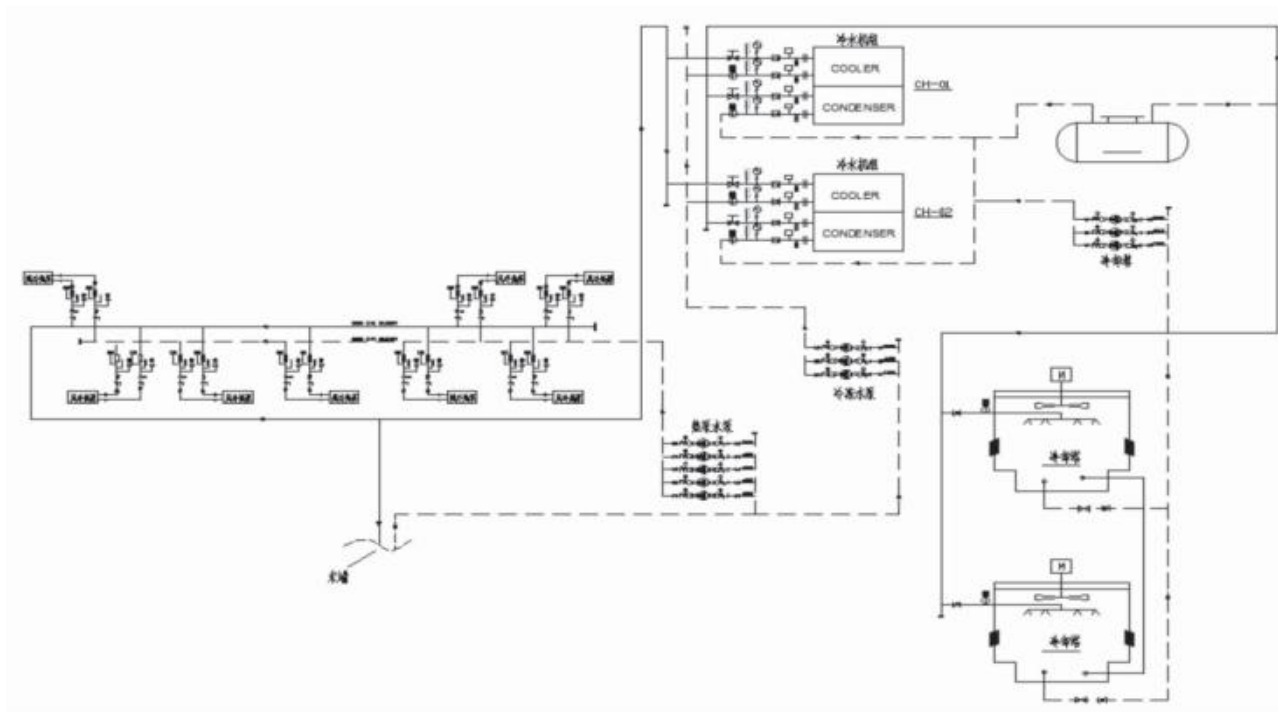


图 1 某商场原空调系统示意图

表 1 设备改造前后参数

序号	设备名称		改造前参数	改造后参数	数量 / 台
1	离心式冷水机组	型号	开利 19XL4243424CN	开利 19XR3132347CNS	1
		制冷量 kW	1231	1407	
		输入功率 kW	242	277	
		蒸发器流量 m ³ /h	212	241.9	
		冷凝器流量 m ³ /h	255	290.9	
2	冷却塔	型号	GT-250	元亨 YHA-300C	2
		流量 m ³ /h	250	300	
		风机功率 kW	7.5	7.5	
3	冷冻水泵	型号	上海第一水泵厂 IS150-100-315	格兰富 NBG125-100-200/...A-F-B-BAQE(181)	1
		流量 m ³ /h	200	250	
		扬程 m	32	32	
		功率 kW	30	37	
4	冷却水泵	型号	上海第一水泵厂 IS150-125-250	格兰富 NBG150-125-250/...A-F-B-BAQE(262)	1
		流量 m ³ /h	200	300	
		扬程 m	20	20	
		功率 kW	18.5	22	

表 2 风冷热泵改造前后参数

设备名称		改造前参数	改造后参数
风冷热泵	型号	三菱 MCU1001AH	开利 30RQ065PT116B130
	额定制冷量 kW	274.6	130
	制冷消耗功率 kW	93.6	40.3
	额定制热量 kW	325.6	132
	采暖消耗功率 kW	91.8	42.5

要求。因此，我们建议将离心式冷水机组和空气源热泵机组部分更新。

1.1 冷水机组改造方案

改造前，该广场采用两台 350 冷吨的开利定频离心式冷水机组（19XL4243424CN）进行集中供冷，夏季供冷时间一般于 4 月下旬到 11 月上旬，根据室外天气手动开启冷水机组台数。现将其中 1 台定频离心式冷水机组更换为开利变频离心式冷水机（19XR3132347CNS）。

改造前冷却塔选型过小，可将原有两台 250m³/h 的圆形逆流冷却塔（GTCD-250）更换为 2 台 300m³/h 的元亨高效低噪的方形横流冷却塔（YHA-300C）。更换新冷却塔后，能满足离心式冷水机组的冷却负荷。

由于改造后离心式冷水机组和冷却塔的装机容量增大，导致冷却水和冷冻水的循环水量增大。故需原有水泵中的 1 台冷却水泵和 1 台冷冻水泵进行更换。由于商场在不同季节的冷量需求差别较大，

采用水泵变频控制后，既可以满足冷量需求，又可以减少设备能耗，因此配置 1 套变频装置。下表为离心式冷水机组、冷却塔、冷冻水泵、冷却水泵改造前后的参数变化：

1.2 风冷热泵机组改造方案

将原有 8 台空气源热泵中的 4 台更换为 4 组（12 台）开利模块式风冷热泵，选用模块式风冷热泵是由于模块风冷热泵的适用负荷广，负荷范围从 50kW~1000kW，相同冷量下，模块式的 COP 比螺杆式的高 0.2 左右，且整个机组中，所有模块单元受一个电脑系统集中控制管理，电脑控制系统会根据制冷负荷的变化和各单元的工作状态发出控制指令，使机组始终与空调负荷保持最佳匹配，并有理性的备用能力，因此此处将原风冷热泵机组更换为模块式风冷热泵。选用改造前后参数如下表所示：

2 节能效果分析

该商场已安装分项计量设备，以下数据均由分项计量系统采集。分项计量是指对建筑楼宇不同能源系统的能耗分项进行计量，管理部门可以通过分项计量系统较为准确的分析所在地区用能单位能源利用效率，用来指导日常的节能管理分配等工作，通过使用分项计量可对用能情况的监管工作，确保能源的合理分配，不断提高能源利用率，对节能有重大的意义^[1]。

2.1 冷水机组性能测试

2014年7月9日，对改造前的开利定频离心式冷水机组进行性能测试，测试数据见表3所示：

表3 不同时刻开利定频离心式冷水机组测试数据

测试机组：改造前的开利定频离心式冷水机组					
测试时间：2014年7月9日室外温度23-29					
时间	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15
冷冻水进水 T1 ()	22.1	20.6	18.7	17.7	17.1
冷冻水出水 T1 ' ()	18.2	16.6	14.6	13.8	13.1
冷却水进水 T2 ()	27.9	28.3	28.7	28.7	28.7
冷却水出水 T2 ' ()	32.5	32.5	32.6	32.6	32.6
冷冻水流量 Q (m³/h)	169.4	168.5	168.6	169.2	168.8
冷却水流量 (m³/h)	216.5	215.2	216.3	214.9	220.6
制冷量 kW	768.3	783.9	803.9	767.4	785.3
实测离心机功率 P kW	219.8	220.6	221.5	219.8	220.1
COP	3.5	3.6	3.6	3.5	3.6
冷却水散热量 kW	1158.2	1051.2	981.1	974.7	1000.6
经测试现离心式水冷机组的平均 COP 为 3.6					

数据显示，当天13:15-14:15，开利定频离心式冷水机组平均制冷量为781.76 kW，实测离心机平均功率为220.36 kW，平均COP为3.6。

2016年7月26日，对改造后的开利变频离心式冷水机组进行性能测试，测试数据见表4所示：

表4 不同时刻开利变频离心式冷水机组测试数据

测试机组：改造后的开利变频离心式冷水机组					
测试时间：2016年7月26日室外气温29					
时间	11:55	12:10	12:25	12:40	12:55
冷机功率 kW	241.96	238.5	234.6	226.4	226.8
COP	5.00	5.06	5.21	5.38	5.38
制冷量 kW	1208.6	1207.7	1221.7	1218.5	1221.1
负荷率 %	85.90%	85.83%	86.83%	86.60%	86.79%
排热量 kW	1743.0	1767.7	1766.7	1689.4	1711.8
不平衡率	16.78%	18.19%	17.57%	14.47%	15.42%
经测试现离心式水冷机组的平均 COP 为 5.2					

数据显示，当天11:55-12:55，开利变频离心式冷水机组平均制冷量为1215.52 kW，实测离心机平均功率为233.65 kW，平均COP为5.2。

从实测数据中我们可以得出变频离心式冷水机

组COP高于空调系统内离心式冷水机组，存在节能空间，更换后节能效果明显。

2.2 风冷热泵机组性能测试

2014年12月24日，对三菱重工风空气源热泵机组进行性能测试，测试数据见表5所示：

表5 不同时刻三菱重工空气源热泵机组测试数据

测试机组：改造前的三菱重工空气源热泵机组					
测试时间：2014年12月24日室外气温9					
时间	11:55	12:10	12:25	12:40	12:55
热水平均流量 (m³/h)	82.0	84.0	83.2	84.5	82.2
热水进口水温 ()	40	41.6	41.1	42.3	40.3
热水出口水温 ()	41.9	43.8	43.2	44.7	42.2
进出口水温温差 ()	1.9	2.2	2.1	2.4	1.9
供冷量实测值 (kW)	180.7	182.3	181.4	183.1	182.2
负荷率	55.5%	56.2%	55.8%	56.3%	55.5%
电机输入功率	95	96	95.2	95.1	95.3
COP	1.9	1.89	1.91	1.925	1.91

经测试现离心式水冷机组的平均 COP 为 1.9

数据显示，当天11:55-12:55，三菱重工风冷热泵机组平均制冷量为181.94kW，实测离心机平均功率为95.32kW，平均COP为1.9。

2016年11月24日，对开利模块式热泵机组进行性能测试，测试数据见表6所示：

表6 不同时刻开利模块式热泵机组测试数据

测试机组：改造后的开利模块式热泵机组					
测试时间：2016年11月24日室外气温5-9					
时间	11:55	12:10	12:25	12:40	12:55
热水平均流量 (m³/h)	82.0	82.69	82.2	83.0	82.7
热水进口水温 ()	41.8	42.1	41.9	42.2	41.9
热水出口水温 ()	45.6	46	45.7	46.1	45.8
进出口水温温差 ()	3.8	3.9	3.8	3.9	3.9
供冷量实测值 (kW)	361.5	364.1	362.2	363.0	363.5
负荷率	91.3%	92.5%	91.5%	91.3%	92.2%
电机输入功率	116	116.2	116.1	115.9	116.5
COP	3.12	3.14	3.13	3.13	3.12

经测试现离心式水冷机组的平均 COP 为 3.12

数据显示，当天11:55-12:55，开利模块式热泵机组平均制冷量为362.86kW，实测离心机平均功率为116.16kW，平均COP为3.12。

从实测数据中我们可以得出开利模块式热泵机COP高于原空调系统中空气源热泵COP存在节能潜力，更换后节能效果明显。

3 项目年节能量及年节能效益

由于改造前的商场以经营家电零售为主，营业

表 7 改造前后冷水机组用电量计算

月份	改造前冷水机组用电量 (kWh)	改造前 COP	当月冷负荷 (kWh)	改造后 COP	改造后冷水机组用电量 (kWh)
4 月	33880	3.69	125017	7.44	16803
5 月	60016	3.85	231062	6.58	35116
6 月	72600	3.87	280962	5.60	50172
7 月	99026	3.87	383231	5.60	68434
8 月	135036	3.87	522589	5.60	93320
9 月	116160	3.87	449539	5.60	80275
10 月	82522	3.85	317710	6.58	48284
11 月	21780	3.69	80368	7.44	10802
合计	621020				403206

表 8 改造前后风冷热泵用电量计算

月份	改造前热泵用电量 (kWh)	改造前 COP	当月热负荷 (kWh)	改造后 COP	改造后热泵用电量 (kWh)
1 月	79682	1.84	146615	2.98	49200
2 月	106488	1.73	184224	2.80	65794
3 月	79682	2.02	160958	3.26	49374
4 月	22032	2.10	46267	3.39	13648
11 月	13219	1.93	25513	3.12	8177
12 月	62608	1.84	115199	2.98	38657
合计	363711				224850

时间为早上 9:00 至晚上 20:00, 改造后为零售、休闲娱乐、餐饮为一体的综合性商场, 营业时间为 10:00 至晚上 22:00。改造前后的建筑业态发生了变化, 空调冷热负荷需求存在差异, 因此不能采用改造前后的能耗数据直接对比计算节能量, 而是采用关键参数法核定节能量:

$$E_s = E_b \times (COP_{cr} - COP_{cb}) / COP_{cr} \quad (1)$$

E_s -- 节能量 (tce 或 kWh)

E_b -- 空调冷源机组基准年能耗 (tce 或 kWh)

COP_{cb} -- 空调冷源机组核定定期制冷性能系数, 测试或根据性能曲线得出

COP_{cr} -- 空调冷源机组基准期制冷性能系数, 测试或根据性能曲线得出

3.1 冷水机组

根据 2012 年冷水机组实际运行记录, 得到不同月份冷水机组的实际运行数量、运行时间、运行负载和用电量, 再根据改造前 2014 年夏季冷水机组的性能测试数据, 计算改造前的建筑所需冷负荷。假设建筑功能未发生变化, 分析相同冷负荷需求情况下, 采用改造后冷水机组作为冷源所需的用电量, 从而得到冷水机组改造的节能量。冷水机组改造前后节能量计算如表 7 所示:

由上表可得, 改造前冷水机组用电量 621020 kWh, 改造后冷水机组用电量 403206 kWh, 合计节

电量 217814 kWh, 通过计算, 该商场冷水机组改造后的节能量为 65.34 tce, 相对于 2012 年基准年能耗 782.96 tce, 节能率为 8.35%。

3.2 风冷热泵机组

风冷热泵改造后的节能量计算方法与冷水机组的节能量计算原理相同, 同样采用关键参数法。风冷热泵改造节能量计算如下:

改造前风冷热泵用电量为 363711 kWh, 改造后风冷热泵用电量为 224850 kWh, 合计节电量为 138861 kWh。经审计, 该商场风冷热泵改造的节能量为 41.66 tce, 相比于 2012 基准年能耗 782.96 tce, 节能率为 5.32 %。

4 结论

本文通过分析上海某商场空调系统改造方案, 采用了以下三种节能技术:

(1) 空调系统中使用水泵变频技术

空调系统中水泵采用变频技术进行变水量运行调节有利于降低整个空调系统的运行能耗, 虽然会增加一次性投资, 但从长远的利益来看, 是非常经济的, 且在技术上是可行的。水泵采用变频技术后, 其节能优势的大小与空调系统的特性有关: 且水泵在空调系统中所占的能耗比例越高, 采用变频技术

(下转 48 页)

基于数据驱动模型的建筑能耗数据分析方法研究

清华大学建筑节能研究中心 康旭源 燕达 孙红三 晋远

摘要：建筑能耗在中国总能耗中占有非常重要的比例，建筑节能工作对全国节能减排工作具有非常重要的意义。在建筑能耗分析的过程中，基于大数据的机器学习方法对于能耗数据的分析处理非常有效可行。当前国内外已经有很多针对数据挖掘算法在建筑能耗分析应用的研究，然而当前研究缺乏体系化的方法论研究，也缺乏成熟的应用工具。本文从数据驱动模型和算法出发，针对建筑能耗数据分析领域的实际工程应用和需求，提出一套完整的能耗数据分析框架，并通过算例分析和计算进行对比验证。最后，本文介绍了基于网站的建筑能耗数据分析软件平台。

关键词：建筑能耗、数据驱动、平台、软件

1. 研究背景

随着社会不断的进步发展和城镇化水平的不断提高，中国的建筑面积呈现高速增长的姿态。建筑规模的持续增长，驱动了能源消耗的增长，截至2015年，我国建筑总面积达到了573亿 m^2 ，2015年建筑运行总商品能耗高达8.64亿tce，约占全国能源消费总量的20%^[1]，建筑能源问题已经成为社会可持续发展进程中的核心问题之一。科学分析和准确预测建筑能耗特征，是指导建筑节能方案分析和政策制定的基础。

目前针对建筑能耗的分析主要有两种方法：物理建模和数据驱动。物理建模方法又称白箱模型（White-box Models），主要基于热力学对建筑和设备系统进行详细的建筑热过程建模和模拟计算，得到能耗并进行相应的分析。这种方法在过去几十年的时间里进行了充分的研究和论证，并且拥有成熟的商业软件，如Energy Plus、DeST、eQuest等。但是这种方法需要详细且精确的建筑热物理参数、建筑环境参数、人员及设备作息、系统及设备信息以及气象数据，这些数据在一些情况下难完整精确地获得。同时，基于物理模型的建模模拟需要模拟者充分的专业知识、娴熟的模拟分析技能，以及丰富的工程应用经验。这些对于一般的建筑设计、运营和管理人员来讲很难完成。

第二种方法，即数据驱动的方法，则是基于已

有的大量的历史监测数据，通过数学统计和深度学习的方法，提取数据特征进行能耗数据的分析和预测。这种方法是伴随着机器学习算法的快速发展应运而生的，是一种新兴的数据分析方法。这种方法并不需要建构复杂的物理模型，而是基于历史监测数据和统计参数进行数据特征的解构和提取。在当前传感器和检测仪表的普及下，这些大量的监测统计数据很容易获取。同时，这种数据分析的方法对专业知识的要求并不高，因此一般的技术人员就可以完成^[2]。这些优势和特点，给数据驱动方法在建筑能耗数据分析中的应用带来了很大的可能性。目前机器学习的算法研究非常广泛，人工神经网络、支持向量机、决策树等算法的研究，都为数据驱动的研究方法提供了丰富的算法支撑。

Kwok, S^[3]等人应用PENN(Probabilistic Entropy-based Neural Network)算法建立起了一套针对办公建筑的冷量预测模型。他们将逐时室外气象参数、有人房间面积和新风机组功率作为输入参数，训练PENN模型，进行冷负荷的预测，并且以香港一座大型写字楼为案例进行验证计算，预测误差控制在20%以内。

Yuan, J^[4]等人应用基于高斯过程的贝叶斯概率模型，对既有建筑的性能参数进行概率估计。这些估计基于对现有建筑参数数据的测试和统计，根据目标建筑的一些指标（如能耗）给出参数的估计值及概率密度分布。针对新加坡的一个算例结果显示，

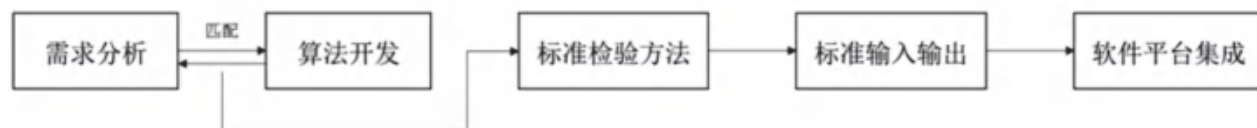


图 2-1 建筑能耗数据分析方法技术路线图

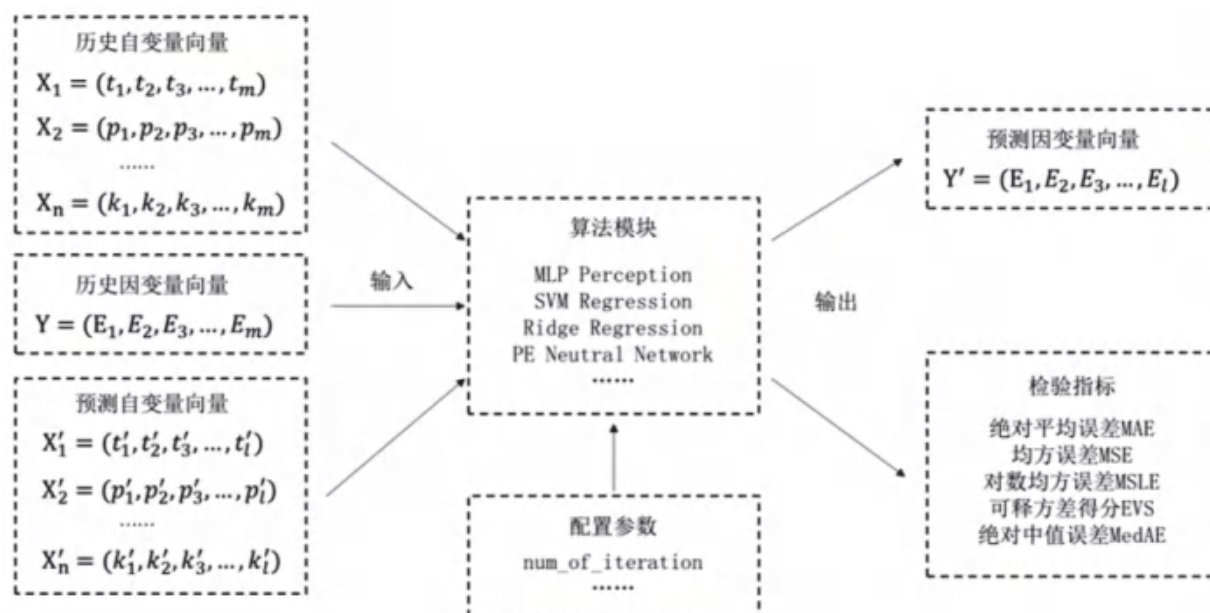


图 2-2 负荷预测模块框架

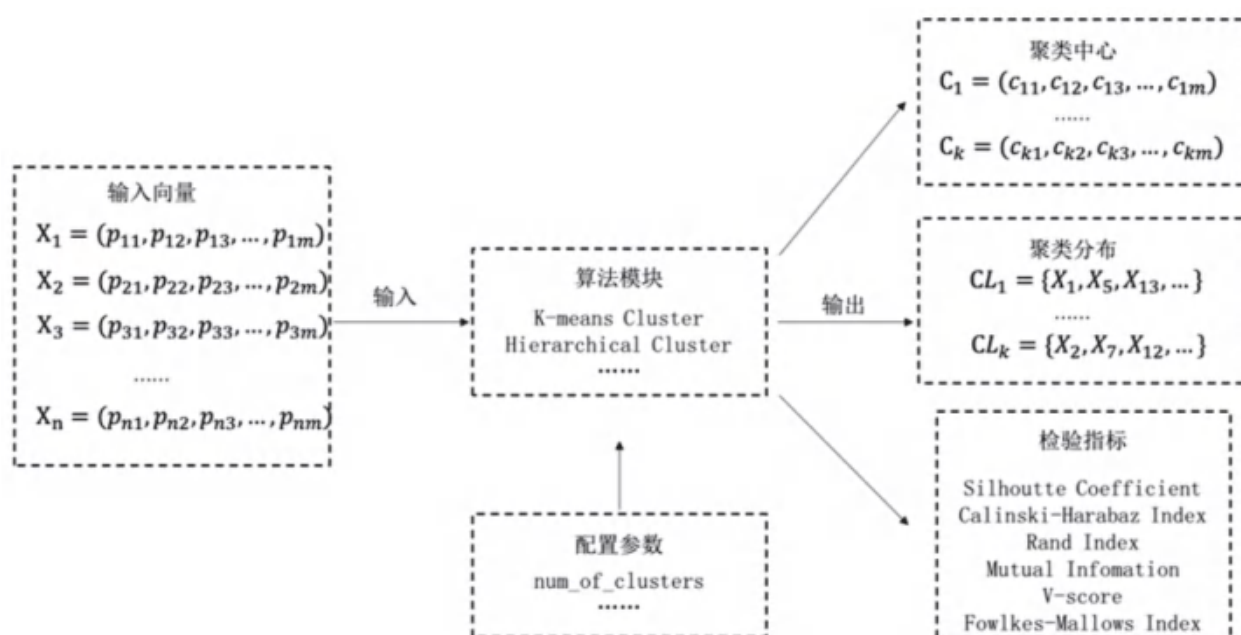


图 2-3 聚类分析模块框架

应用贝叶斯概率模型进行参数估计，其参数误差从 20.8% 降到了 6.5%，估计精度大大提升。

还有诸多基于大数据的建筑能耗数据研究，分别针对冷量预测、聚类分析、分类识别和参数估计等^[5-9]。目前基于数据驱动的数学算法的开发也已经相对成熟，应用数据驱动方法进行建筑能耗分析的研究也已经取得了一些进展。然而目前相关的研究相对离散，没有标准化的输入输出，缺乏完整的体

系和框架。并且当前缺乏可供非专业人员使用的成熟的标准化平台工具。

本研究针对数据驱动方法，建构了建筑能耗数据分析平台的基本框架和标准体系，并针对数据分析的具体需求，开发了相应的计算模块，通过具体算例验证算法有效性，最后提出了基于网页的数据分析软件平台工具。

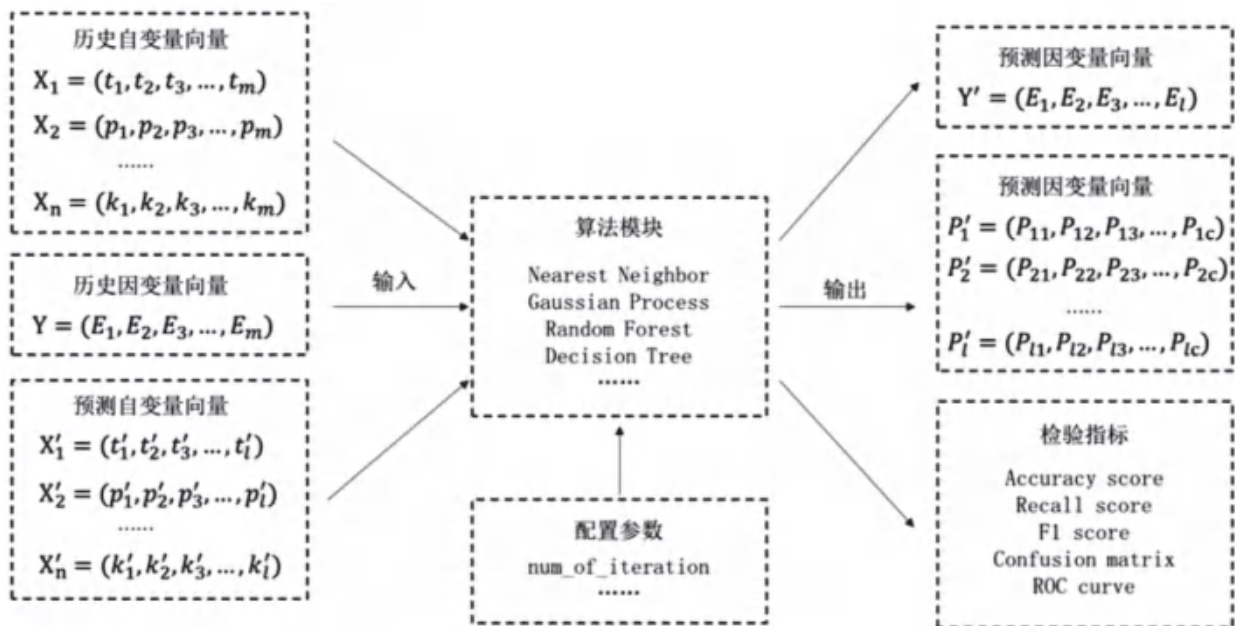


图 2-4 分类识别模块框架

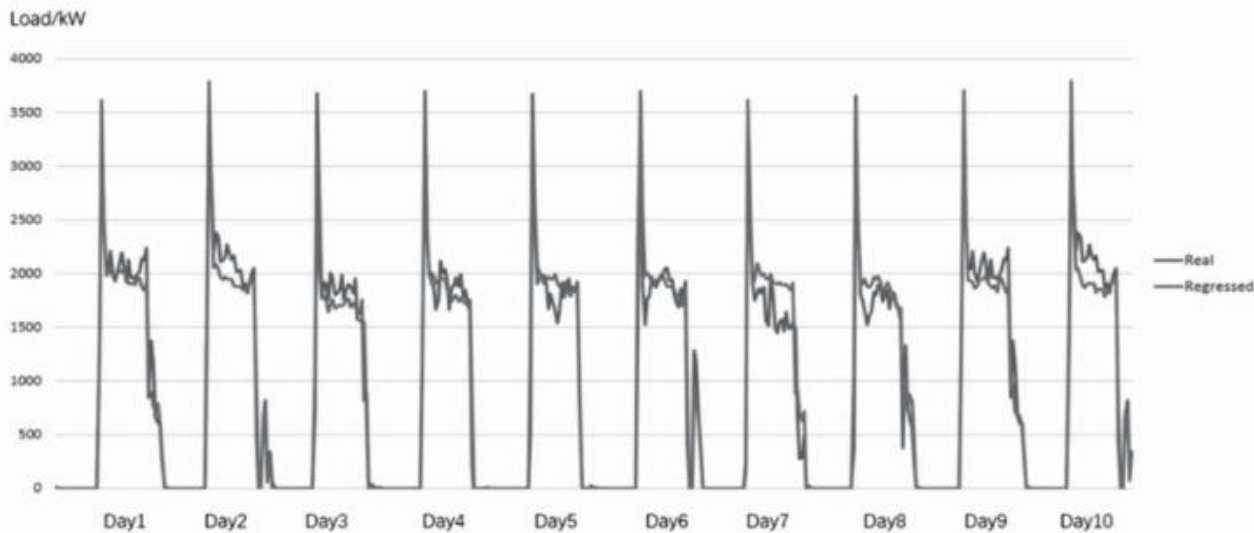


图 3-1 冷量数据拟合结果图

2. 研究内容

进行建筑能耗数据分析方法体系和框架研究的技术路线，首先从需求分析开始。针对当前实际工程对建筑能耗数据分析的应用点，将需求划分为3类：负荷预测、聚类分析、分类识别。对应三类需求，我们分别匹配对应的算法寻找解决方案。在需求-算法匹配的基础上，针对每一类需求形成标准检验方法，确定标准的准确性描述指标。然后根据需求确定数据的标准输入输出格式。最后基于网页实现

平台化软件工具。研究的技术路线图如下：

2.1 负荷预测

负荷预测是基于历史监测数据及参数对未来一段时间的能耗进行预测，是当前工程运行中普遍存在的需求。其中冷量预测对指导冷机启停变频、系统综合控制具有重要意义，而电量预测对电力输配及峰谷平衡调配也具有十分重要的意义。

负荷预测本质上是基于对周期性特征的提取以及与其他参数和相关关系构建。因此机器学习的算

表 3-1 冷量拟合日平均相对误差

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
平均相对误差	7%	9%	13%	8%	9%	11%	18%	11%	9%	10%

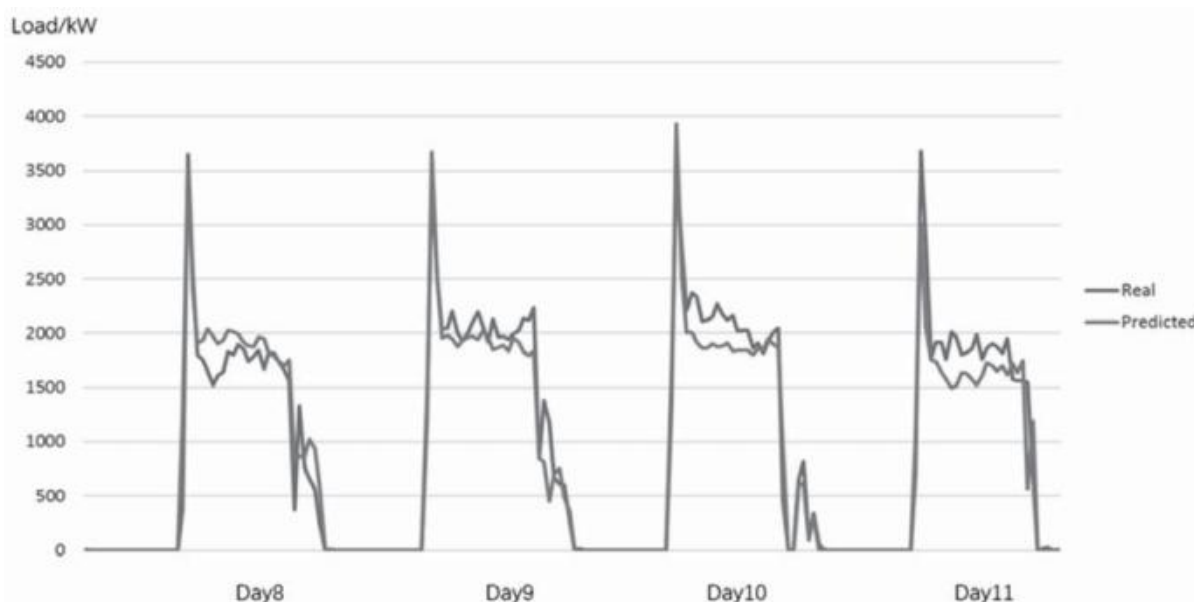


图 3-2 冷量数据预测结果图

法诸如人工神经网络、支持向量机等可以很好地学习这些特征并加以应用。当前进行冷量预测的核心在于对输入变量的选取和处理的方法，自变量特征的描述方法不同，如加入“建筑中有人房间的面积”这一自变量，对拟合结果具有非常显著的影响^[3]。而类似的自变量参数的丰富性，决定了负荷预测方案的丰富性。

检验负荷预测效果的指标相应地也有很多，如预测绝对平均误差 (MAE)、预测均方误差 (MSE)、预测对数均方误差 (MSLE)、可释方差得分 (EVS)、绝对中值误差 (MedAE)、拟合优度 (R2) 等。这些检验指标可以用于描述历史数据的拟合精度。如果预测数据有对应的真实监测值，则同样可以用来对比预测精度。

对于负荷预测模型，其输入应当是逐时的自变量（温度、在室人数等）和因变量（能耗）值。而需要提取的特征是自变量和因变量的关系，所以应当输入自变量向量和因变量向量来描述特征关系 F ：

$$Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

同时为了预测，还应有预测自变量向量 X' 。因此输入变量的应当是历史自变量向量 X_i （如温度向量等），历史因变量向量 Y （如能耗向量）和预测自变量向量 X'_i ，特征关系 F 即是通过机器学习算法建立的对对应关系。而输出则包含两部分：预测因变

量向量 Y' 和检验指标。这就是标准输入输出的定义。

2.2 聚类分析

聚类分析是对一组数据点（一维或多维）按照一定的特征进行分组聚类。这种方法用于提取群体的典型特征及其分布，在人为行为研究和典型建筑特性分析中有非常广泛的应用。其具体的应用目的随对象与需求不同而有很大差异，如用能模式聚类^[6]、建筑能效聚类^[10]、节能潜力聚类^[11]等。但其使用的模型都是一致的，即通过一定的算法找到给定数量的聚类中心，使得类间“距离”尽量大，类内“距离”尽量小。因而其模型相对单一，所用聚类的算法也相对固定，典型的聚类算法包括 K-means 聚类和层次聚类。

评价聚类效果的指标有很多，如轮廓系数 (Silhouette Coefficient)、Calinski-Harabaz Index 用于评价非监督学习聚类的效果，而兰德指数 (Rand Index)、互信息 (Mutual Information based scores)、同质性 (Homogeneity)、完整性、V 指数以及 Fowlkes-Mallows 指数则用于评价监督学习聚类的效果。

对于聚类，其输入即需要聚类的 n 维向量。而输出可以分为两部分，一部分是聚类结果，包含聚类中心和各样本所属类；另一部分是聚类评价指标，

描述聚类效果的参数和因子。在这样的标准框架下，聚类模块的标准输入输入参数即如上定义。

2.3 分类识别

分类识别是根据给定的类别，将样本归属予以划分的一种数据分析模式，在人为模式的归类识别、电器模式识别等领域均有应用。分类识别在物理模型上与聚类很相似，但在数学模型上与负荷预测更为接近，分类识别可以理解为拟合预测的“离散化”，即预测的变量为离散的“类”，而非连续变量。

目前分类器算法很多，与拟合预测算法同源。基本算法包括邻近算法 (Nearest Neighbor)、支持向量机 (Support Vector Machine)、高斯过程 (Gaussian Process)、决策树 (Decision Tree)、随机森林 (Random Forest) 等。这些算法已经在图像识别等领域有了非常广泛的应用。

不同于连续变量，离散变量识别预测有其独特的检验指标。主要的检验指标包括：准确率 (Accuracy score)、召回率 (Recall score)、F1 评分 (F1 score)、混淆矩阵 (Confusion Matrix)、分类报告以及 ROC 曲线。这些检验指标从不同的角度评价了分类识别的效果，具体应用时则需要根据目的选择相应指标。

从模型结构的角度，分类识别与负荷预测具有很高的相似度，因而其标准输入输出格式具有高度的一致性：历史自变量向量、历史因变量向量、预测自变量向量作为输入。输出变量略为不同的是，除了给出预测因变量向量，还应给出预测概率分布向量，即描述预测为该类的概率值。同时同样应输出如上检验指标。

3. 实例分析

我们以冷量预测为例，进行能耗数据分析的验证。冷量预测所选取的案例为青岛万达广场 2015 年 9 月 3 日 -13 日共 11 天的冷量监测数据，并将数据划分为 30 分钟间隔的数据点，每一个数据点包含三项参数：室外空气干球温度 t 、冷机作息参数 (0、1 表示冷机关闭与开启) φ 和冷量值 (kW)。我们利用这组数据，按照前 7 天的冷量数据预测并验证第八天的冷量数据，循环递进并检验，完成全部数据的预测。

预测完成后，首先进行拟合检验。拟合误差定义为由模型拟合训练样本的拟合值与真实值的相对误差，定义式如下：

$$\varphi_{\text{regression}} = \frac{|Q_0 - \hat{Q}|}{Q_0} \times 100\%$$

拟合的结果如下图所示，图下表格表示逐日拟合的平均相对误差。从图线及数据中可以看出，拟合误差在 10% 左右。经统计，相对误差小于 30% 的小时数占比 93.75%

再对数据进行预测检验。预测误差定义为由模型预测值与真实值的相对误差，定义式如下：

$$\varphi_{\text{prediction}} = \frac{|Q_0 - \hat{Q}_0|}{Q_0} \times 100\%$$

冷量预测结果如下图所示。图下表格表示逐日预测相对误差。可以看出，预测的误差也相对较小，且基本能够准确预测趋势和尖峰，整体预测相对误差在 15% 左右。经统计，预测相对误差小于 30% 的小时数占比 92.71%。

表 3-2 冷量预测日平均相对误差

日期	8	9	10	11
平均相对误差	15%	10%	12%	18%

通过预测指标同样可以判断预测效果。下表列举了本案例所应用的几项检验指标。绝对平均误差 141.4kW，均方根误差 246.5kW，绝对中值误差 54.4kW，相对于平均能耗水平 1007.5kW 而言，其误差较小，尤其是绝对中值误差远小于绝对平均误差，反映了大部分能耗预测误差都处于相对较小的水平。而可释方差得分 0.941，非常接近 1，预测结果较好地反映了实际能耗的特征及变化趋势。因此，可以认为拟合精度较高。

表 3-3 冷量预测检验性指标

绝对平均误差	均方根误差	绝对中值误差	可释方差得分
141.4(kW)	246.5(kW)	54.4(kW)	0.941

4. 研究成果

基于以上框架，我们开发了基于网页的建筑能耗数据分析软件。软件基于 Python 语言，应用 Django 库构建网站服务器框架，应用 numpy、scipy、scikit learn 库实现算法开发^[12]，应用 matplotlib 库完成图形绘制。软件平台的基本架构如下图所示：

其中，服务器依照 Django 框架进行构建，主要分为三个模块：配置模块，定义时区、网址格式等；用户模块，定义网站用户注册、登录、管理系统；计算模块，定义网站数据分析项目创建、算法模块调用以及结果文件输出下载等功能。服务器后台基本架构如下图所示：

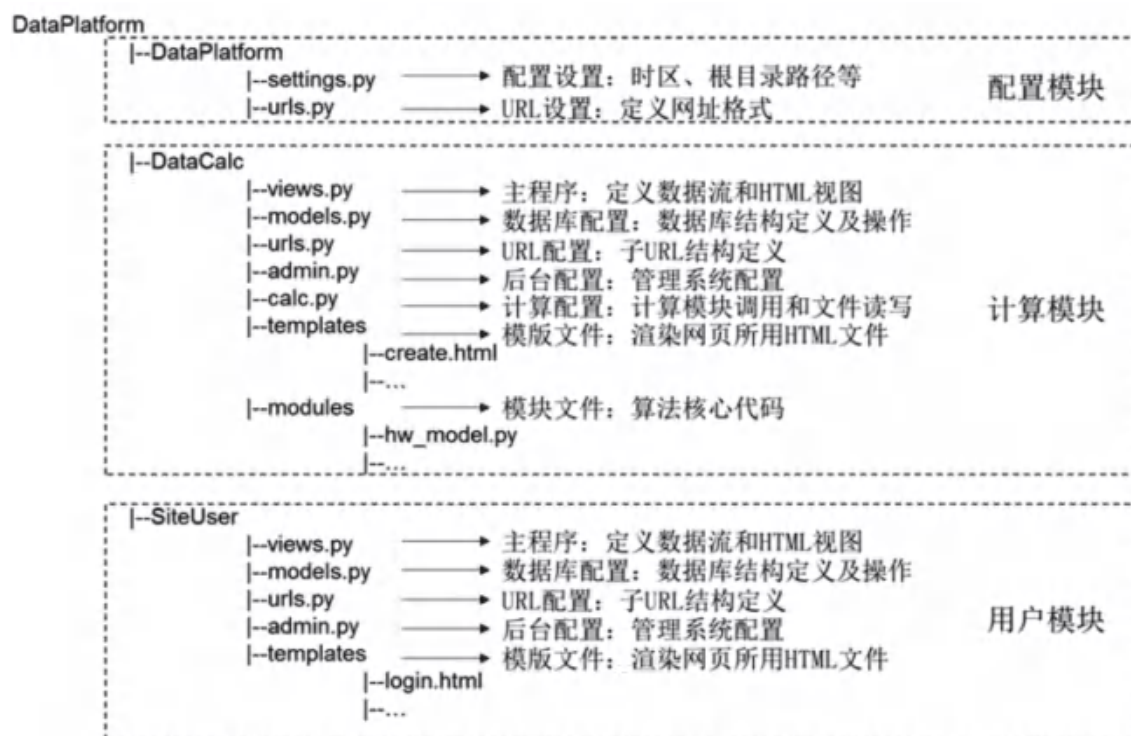


图 4-2 服务器后台基本架构

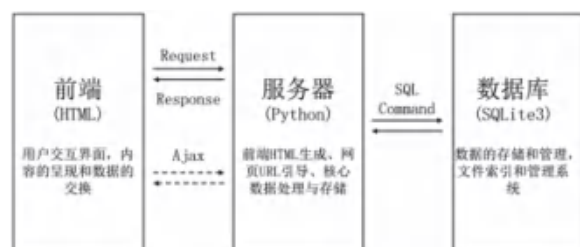


图 4-1 基于网站的软件平台基本构架

其中，用于数据分析的计算程序均为独立的计算模块，既可以通过软件平台进行计算，也可以作为独立模块被调用计算。每一个独立模块均具备标准格式：调用模块的 preprocessor 方法可以对数据进行预处理（如标准化等）；solver 方法可以对数据进行分析计算；postprocessor 方法对数据后处理（主要进行数据检验）；run 方法则完成预处理、计算和后处理所有步骤。

软件平台基于网页端的交互设计，主要分为 5 个环节。第一步，功能选择，创建项目名称并选择功能（负荷预测、聚类分析、分类识别等）；第二步，算法选择，选择实现功能的算法模块；第三步，参数设置，根据算法要求输入相应参数；第四步，上传数据，将原数据按照标准模版格式上传至服务器；第五步，查看结果，在用户管理台界面查询相应的项目状态以及下载结果文件。

5. 总结

本研究基于文献综述和工程调研，从实际的工程需求出发，建构了基于数据驱动模型的建筑能耗数据分析体系，挖掘了适应于不同需求的机器学习算法，并根据特点确定了标准检验指标和标准输入输出格式，形成了一套完备的数据分析体系。

在建筑能耗数据分析方法研究的基础上，我们开发了建筑能耗数据分析平台软件，该软件工具构建了数据分析平台框架，实现了负荷预测、聚类分析和分类识别的数据分析功能，提供了一个实用工程工具。

本研究为数据挖掘方法在建筑能耗分析中的应用提供了体系化、标准化、模块化的参考方案，但对具体应用的算法优化仍存在提升空间，需要进一步研究丰富算法库的内容，提升算法库的计算精度。

参考文献

- [1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2015[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2015.
- [2] Amasyali, K., & El-Gohary, N. M. (2018). A review of data-driven building energy consumption prediction studies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 1192-1205.

- [3] Kwok, S. S., & Lee, E. W. (2011). A study of the importance of occupancy to building cooling load in prediction by intelligent approach. *Energy Conversion and Management*, 52(7), 2555-2564.
- [4] Yuan, J., Nian, V., & Su, B. (2017). A Meta Model Based Bayesian Approach for Building Energy Models Calibration. *Energy Procedia*, 143, 161-166.
- [5] Deb, C., & Lee, S. E. (2018). Determining key variables influencing energy consumption in office buildings through cluster analysis of pre-and post-retrofit building data. *Energy and Buildings*, 159, 228-245.
- [6] Zakovorotnyi, A., & Seerig, A. (2017). Building energy data analysis by clustering measured daily profiles. *Energy Procedia*, 122, 583-588.
- [7] Lindelöf, D. (2017). Bayesian estimation of a building 's base temperature for the calculation of heating degree-days. *Energy and Buildings*, 134, 154-161.
- [8] Edwards, R. E., New, J., & Parker, L. E. (2012). Predicting future hourly residential electrical consumption: A machine learning case study. *Energy and*

Buildings, 49, 591-603.

- [9] Jain, R. K., Smith, K. M., Culligan, P. J., & Taylor, J. E. (2014). Forecasting energy consumption of multi-family residential buildings using support vector regression: Investigating the impact of temporal and spatial monitoring granularity on performance accuracy. *Applied Energy*, 123, 168-178.
- [10] Vigna, Ilaria & Perneti, Roberta & Pasut, Wilmer & Lollini, Roberto. (2018). New domain for promoting energy efficiency: Energy Flexible Building Cluster. *Sustainable Cities and Society*. 38. 526 - 533. 10.1016/j.scs.2018.01.038.
- [11] Deb, C., & Lee, S. E. (2018). Determining key variables influencing energy consumption in office buildings through cluster analysis of pre-and post-retrofit building data. *Energy and Buildings*, 159, 228-245.
- [12] Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Vanderplas, J. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of machine learning research*, 12(Oct), 2825-2830.

（上接 41 页）

后的节能率越高，投资回收期越短；空调系统运行时段的负荷率越低，水泵采用变频技术后的节能空间越大^[1]。

（2）采用分项计量技术

分项计量是用能单位提高经济效益重要途径，推广分项计量技术的安装和使用，可以使各个单位实时掌握本单位的能源管理水平及能源的利用率，及时发现问题所在、找出节能方向、评估节能潜力，形成可行的节能方案。通过分项计量可以实现减耗和高能源利用率，因此将其推广开来可以实现经济和资源的合理利用，最终达到“节能、降耗、增效”的良性循环，使节能管理工作向着规范化、科学化发展。分项计量技术是在计算机基础上建立的，所以该项技术有利于计算机在能源日常管理中的应用，使管理自动化，不断减少能源管理的工作量。并且全自动化操作的分项计量模式，抛开了传统的人工计量模式，可以精准的反应业主单位用能情况，保证了数据的准确性，这样更有利于单位采取合适的

节能措施，同时通过计算机平台上的能源管理系统，可以减少日常的管理工作量，降低企业运营成本，达到效益与技能减排的双赢局面^[2]。

（3）使用模块风冷热泵

模块风冷热泵的适用负荷广，效率高，所有的模块单元在电脑控制器的集中控制管理之下，以一定的程序运行，每一时刻机组都会根据实际需要的负荷，调节投入运行的模块单元数量，使机组制冷输出与实际需求相一致，从而保持峰值效率，减少运行能耗^[3]。

参考文献

- [1] 王贵忠，赵莲芝，水泵变频技术在空调系统中的应用，内蒙古石油化工，2007，11；70-73
- [2] 黄斌，杜运东，曹雪华．基于 Acrel-5000 的大型公共建筑能耗监测系统设计与应用 [J]．智能建筑电气技术．2009(05)；52-55
- [3] 蒋小强，龙惟定，马素贞．上海某游泳馆节能改造案例设计 [J]．暖通空调，2009，39(5)：118-122

超高层建筑空调负荷计算方法研究

北京市建筑设计研究院有限公司 朱丹丹 林坤平

摘要：超高层建筑空调系统的优化设计是超高层建筑节能的首要条件，而空调负荷计算是优化设计的重要基础。现有研究成果主要侧重于研究高层室外气象参数变化对空调负荷的影响，忽略了超高层建筑自身建筑结构特性引起的空调负荷热特性的不同。本文采用全年负荷模拟软件 DeST 分别定量分析了室外气象参数和超高层建筑自身特点对空调负荷计算的影响，在此基础上重新审视了工程常用负荷计算工具（电算表和鸿业软件）的适用性，并对电算表（或鸿业软件）计算超高层建筑空调负荷给出了修正建议。

关键词：超高层建筑，空调负荷，气象参数，建筑特性，负荷计算工具

1 引言

近年来，随着我国城市化的不断发展，新建超高层建筑的数量和高度不断增加，已经建成的上海中心大厦建筑高度为 632 米，在建的北京中国尊大厦设计高度为 528 米。超高层建筑已经成为城市现代化程度的重要标志之一。

与普通公共建筑相比，超高层建筑的空调系统初投资高、运行能耗高，在工程实践中也发现冷热源设备容量选型过大、数量过多等问题，因此，空调系统的优化设计是超高层建筑节能的首要条件。空调负荷计算是空调系统优化设计的基础，而超高层建筑由于其所处的室外气象环境和自身特性，比如大面积的玻璃幕墙、复杂的外围护结构体系、冬季烟囱效应等，使得超高层建筑空调负荷计算具有一定的特殊性。但目前关于超高层建筑空调系统的设计研究，主要集中在空调水系统的竖向分析、空调风系统的内外分区、节能技术应用等，缺少对空调负荷计算的关注。

刘天川^[1]分析了建筑高度增加对空调负荷的影响，认为应重点考虑建筑高度增加引起的室外空气温度的下降和风速的增加。陈亮^[2]研究了不同气候区超高层建筑空调负荷高度修改系数，认为高层风速和温降综合作用减小的冷负荷可考虑作为空调冷负荷的安全余量，在计算中不予考虑，冬季热负荷采用稳态算法，受高层风速和温降的影响较大，分别给出了不同气候区外墙、屋顶和天窗的高度修正系数。其他超高层建筑空调设计文献^{[3][4]}很少涉及负荷计算，也没有对计算参数或计算结果做一定的修正。

现有研究成果侧重于建筑高度增加引起的室外气象参数变化对空调负荷的影响，忽略了超高层建筑的结构体系、大面积玻璃幕墙、竖向交通等特殊

性对空调负荷计算的综合影响。设计院在进行暖通设计时，通常采用夏季设计日冷负荷计算软件，如 GB50736-2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（以下简称《暖规》）规定的冷负荷系数简化计算方法、鸿业暖通空调负荷计算软件、华电源空调负荷计算软件等，很少采用全年逐时空调负荷计算软件。由于根据规范和手册推荐冷负荷系数简化计算方法编制的电算表（以下简称“电算表”）是基于一定的假设条件简化的，应用于超高层建筑可能存在一定的问题，因此，需要在分析超高层建筑特性对空调负荷影响的基础上，重新审视目前工程常用空调负荷计算工具的适用性，并给出修正方法。

2 超高层建筑的特性分析

2.1 室外气象环境

室外气象环境参数随着海拔高度的升高而变化，包括空气温度、空气湿度、风速和太阳辐射。在超高层建筑高度范围内，大气压力和空气密度随高度的变化非常小，可以忽略。

室外空气温度随着高度的升高而降低，被称为空气温度递减率。不同文献对于空气温度递减率的数值有所不同，如文献^[1]认为高度增大 100m，大气温度下降 1℃，又如文献^[5]通过标准大气模型测试得到高度每增加 150m 变化约 1℃。这些数值有些是理论计算值，有些是不分地区的全球平均值，并没有区分夏季和冬季的不同情形。文献^[6]采用中国国内气象站的实测数据，给出了不同季节、不同地区的气温递减率，结果表明我国大部分地区的夏季空气温度递减率为 0.5 ~ 0.65℃/100m，冬季为 0.25 ~ 0.5℃/100m。对空调负荷而言，夏季温度下降是有利因素，冬季则为不利因素，考虑到空调保

证率,气温递减率夏季取下限 $0.5^\circ\text{C}/100\text{m}$, 冬季取上限 $0.5^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

不同地区地表面附近空气的含湿量并不相同,并且随着季节的变化而变化。一般来说,夏季往往湿度高,冬季湿度低;海拔高度高,含湿量较小。超高层建筑的垂直高度在 1000m 以下,属于容易受地面环境影响的高度范围,在这个高度范围,国内外对湿度梯度的研究很少,无法得到空气湿度随高度变化的具体规律。

室外风速会影响建筑围护结构外表面的传热系数,进而影响围护结构 K 值。因为下垫面对气流有摩擦作用,边界层内风速沿垂直方向存在梯度,贴近地面处的风速为零,沿垂直高度方向风速递增。到达一定高度以后,风速不再增大,这一高度为边界层高度。边界层高度内的风速可以根据以下公式进行计算。

$$V_h = V_{met} \left(\frac{\delta_{met}}{h_{met}} \right)^{a_{met}} \left(\frac{h}{\delta} \right)^a$$

式中 h_{met} 为气象站风速测量点的高度,取 10m ;

V_{met} 为气象站风速测量点的风速, m/s ;

δ_{met} 为气象站当地的大气边界层厚度, m ;

a_{met} 对应气象站当地的大气层厚度的指数;

δ 为需要求风速地点的大气边界层厚度, m ;

a 对应需要求风速地点大气边界层厚度的指数。

超高层建筑一般都在大城市中心地区,假设气象站与超高层建筑处在同地区,边界层厚度取 460m ,指数取 0.33 。取 10m 处室外风速为 3.0m/s ,根据公式(1)计算北京地区不同高度处的风速。

《暖规》在计算围护结构 K 值时,规定外表面传热系数统一取 $23\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,即室外风速统一取 3.0m/s 。随着室外风速的增加,外表面传热系数增大,围护结构传热系数也增大。外表面传热系数 α'_w 包括表面传热系数 α'_{wd} 和辐射换热系数 α'_{wf} , α'_{wf} 取 $5.33\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,对于超高层建筑大量采用的玻璃幕墙, α'_{wd} 与室外风速 v 的关系满足式(2)。

$$\alpha'_{wd} = \begin{cases} 5.82 + 3.95v, & v \leq 5\text{m/s} \\ 7.12v^{0.78}, & v > 5\text{m/s} \end{cases} \quad (2)$$

所以,计算不同高处的建筑围护结构 K 值可以根据地面处的围护结构 K 值和风速进行计算得到。

$$K' = \frac{1}{\frac{1}{K} - \frac{1}{23} + \frac{1}{\alpha'_{wd} + \alpha'_{wf}}} \quad (3)$$

太阳辐射包括太阳直射辐射和太阳散射辐射两

部分。到达地面的太阳辐射照度大小取决于地球对太阳的相对位置(太阳高度角和路径)以及大气透明度。根据文献^[2],随着海拔高度的增加,大气透明度提高,又由于其他建筑屋面或幕墙的反射作用,太阳辐射可能会增加,但因影响较复杂,在计算中很难准确确定。

所以,定量分析室外气象参数对超高层建筑空调负荷的影响着重考虑室外空气温度和风速。

2.2 轻型结构体系

超高层建筑采用轻型结构体系来减少自身重量,主要体现在钢结构和玻璃幕墙外围护结构。与混凝土结构相比,钢的比热容较小,密度较大,在相同体积的情况下,钢的热容量约为混凝土的 1.5 倍。但考虑钢结构和混凝土楼板的厚度差异(通常钢结构楼板为 $120 \sim 150\text{mm}$,混凝土的楼板为 200mm),两种楼板热容量差异很小,可以忽略。所以,主要考虑玻璃幕墙外围护结构对超高层建筑空调负荷的影响。

2.3 大窗墙比

为增加外部视觉的通透感,超高层建筑采用大窗墙比,部分窗墙比会达到乃至超过建筑节能标准的限值。太阳辐射能透过玻璃幕墙进入室内,成为室内得热,最终转化为空调负荷。因此,与不透光外墙相比,玻璃幕墙不仅造成了空调冷热负荷的增加,而且辐射得热所占比例会上升。

2.4 冬季烟囱效应

超高层建筑存在大量的电梯井、楼梯等竖向通道,这些通道构成了不同楼层之间的空气流通路由。冬季,在热压的作用下,室外冷空气通过建筑外围护结构的门窗缝隙进入室内,沿着电梯厅等竖向通道上升,再从建筑的顶部楼层渗出,形成了“烟囱效应”。烟囱效应引起的渗风量大小由围护结构两侧的压差和气密性决定。采用 CONTAMW 软件建立北京中国尊大厦的多区域网络法计算模型,按设计工况设定有空气流通房间之间的阻力模型,幕墙气密性等级设定为 3 级,室内外温度均取设计温度,热压作用下烟囱效应引起的渗风量不大于空调新风量。限于篇幅原因,不具体展开模拟计算过程。所以,在门窗关闭的设计工况下,可以认为空调新风正压可以抵消烟囱效应。

2.5 小结

超高层建筑空调负荷的计算主要考虑三个影响

表 1 不同高度的气象数据

	10 米	100 米	200 米	300 米	400 米	500 米
室外空气温度 ()	t	t-0.6	t-1.2	t-1.8	t-2.4	t-3.0
风速 (m/s)	3.0	6.4	8.1	9.2	10.1	10.6
外表面传热系数 W/m ²	23.0	35.7	41.6	45.6	48.7	50.3

因素：高层室外空气温度的降低、风速的增大、大窗墙比的玻璃幕墙。

3 详细计算

3.1 计算工具

电算表、鸿业等软件是暖通工程师常用的空调负荷计算工具。电算表根据冷负荷系数简化计算方法整理得到的，操作简单，结果直观。冷负荷系数简化计算方法是根据典型房间、典型构造给出一系列的空调冷负荷计算系数，包括夏季空调设计日外墙、屋面、外窗的冷负荷计算温度和太阳辐射冷负荷系数，也同样给出了人体、照明和设备的冷负荷系数。因此，特殊构造的建筑也只能采用相同的冷负荷计算系数，无法对系数进行修改。另外，冷负荷计算系数是根据近地面处的气象参数得到，因此也无法评价高层室外气象参数对空调冷负荷的影响。鸿业负荷软件采用谐波反应法或辐射时间序列法计算冷负荷，采用稳态算法计算热负荷，同样也无法修改气象参数。

所以，这些夏季设计日逐时冷负荷计算软件或电算表无法定量分析高层室外气象参数对空调冷负荷的影响，因此，在本研究中采用全年逐时负荷模拟软件 DeST，并将 DeST 计算结果作为基准值，与电算表、鸿业软件计算结果进行对比，得出工程常用工具计算超高层建筑空调负荷的修正方法。

3.2 计算模型

在 DeST 软件中，建立北京中国尊大厦标准办公层的计算模型，标准层平面如图 1 所示。标准层办公区面积为 2381m²，层高为 4.5m，窗墙比为 0.465，外墙平均传热系数为 0.45 W/(m²·)，幕墙玻璃传热系数为 1.909 W/(m²·)，遮阳系数 SC 值为 0.29。

办公房间的夏季室内设计温度为 24℃，相对湿度为 50%，冬季室内设计温度为 22℃，相对湿度为 35%，人员密度为 10m²/人，人均新风量为 50m³/h，照明和设备发热密度分别为 15W/m²和 25W/m²。夏季空调开启时间为 7 时至 19 时，冬季空调全天连续开启。

3.3 外温和风速对空调负荷的影响

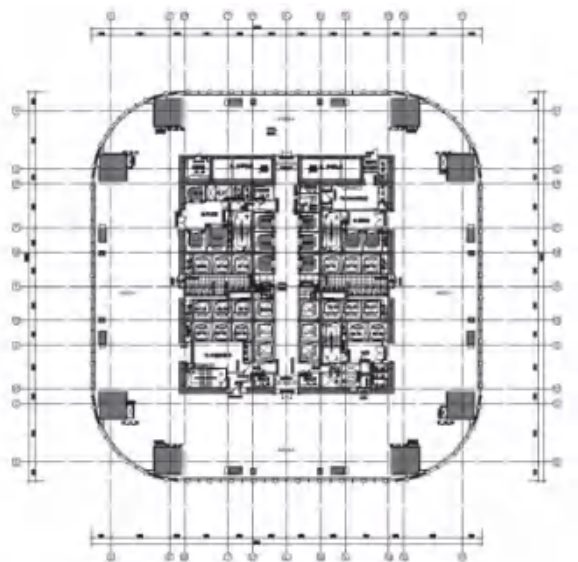


图 1 中国尊大厦办公标准层平面

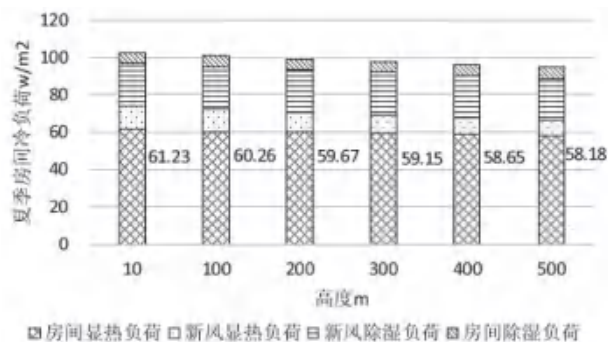


图 2 不同高度楼层的最大冷负荷

为了定量分析高层外温降低和风速增大对空调负荷的影响，在 DeST 中分别建立 10 米、100 米、200 米、300 米、400 米、500 米处的办公标准层模型。10 米处取北京地区全年逐时气象数据，在计算冬季热负荷时，认为室内无发热量和无太阳辐射（与稳态算法最不利工况一致）。其他高度的气象参数根据 10 米处气象数据进行修改，如表 1 所示。

10 米处办公房间的全年最大冷负荷出现在 7 月 20 日，最大冷负荷为 102.91 W/m²，包括房间显热负荷（59%）、新风显热负荷（13%）、新风除湿负荷（22%）和房间除湿负荷（6%）。显热负荷占冷负荷的绝大部分，受外温和风速的影响。不同高度楼层的最大冷负荷如图 2 所示，高度每增加 100 米，

最大冷负荷减少约 1.5%。但由于冷负荷中的除湿负荷并不变化,新风显热负荷只受外温的影响,因此,主要考虑房间显热负荷部分。以 10 米处房间为基准,100 米、200 米、300 米、400 米、500 米房间显热负荷减小比例分别为 -1.6%、-2.6%、-3.4%、-4.2%、-5.0%。随着高度增加,风速的增加幅度减小,室外气象参数对房间显热负荷的影响越来越小。

10 米处办公房间的全年最大热负荷出现在 1 月 19 日,最大热负荷为 95.46W/m^2 ,包括房间显热负荷(14%)、新风显热负荷(64%)、加湿负荷(22%),房间显热负荷所占比例很低。不同高度楼层的最大热负荷如图 3 所示,高度每增加 100 米,最大热负荷增加约 1.4%。但由于加湿负荷并不变化,新风显热负荷只受外温的影响。以 10 米处房间为基准,100 米、200 米、300 米、400 米、500 米房间显热负荷增加比例分别为 4.2%、6.7%、8.9%、11.1%、13.0%。随着高度增加,风速的增加幅度减小,室外气象参数对房间显热负荷的影响越来越小。

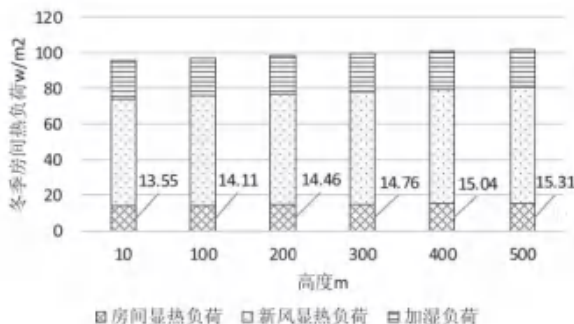


图 3 不同高度楼层的最大热负荷

所以,受外温和风速的影响,与 10 米处办公楼层相比,500 米处房间的总冷负荷减少 7.8%,其中房间显热负荷减少 5.0%,总热负荷增加 7.1%,其中围护结构热负荷增加 13.0%。

3.4 三种工具计算结果对比

DeST 计算全年逐时空调负荷,电算表和鸿业软件仅计算设计日逐时负荷。为了对比三种工具的计算结果,需要选择 DeST 某一天计算结果,并且这一天的气象参数应尽可能与设计日一致。7 月 20 日下午 15 时室外空气干球温度达到最大值 34.00°C ,与夏季空调室外计算干球温度 33.5°C 非常接近。《暖通规》附录 C 可以查得北京夏季设计日的逐时太阳总辐射照度,并与 7 月 20 日 DeST 逐时气象数据对比如图 4,变化曲线基本一致,《暖通规》水平面太阳辐射日平均值为 333W/m^2 ,DeST 日平均值为 317W/m^2 。所以,7 月 20 日气象数据与夏季设计日基本一

致,选取这一天作为 DeST 夏季设计日,与电算表、鸿业软件的计算结果进行对比。DeST 冬季设计日选取 1 月 15 日,最低温度为 -9.6°C 。

三种工具的房间逐时冷负荷(仅为房间显热负荷部分,不包括新风负荷和除湿负荷)如图 5 所示。电算表、鸿业、DeST 的最大冷负荷分别为 57.5W/m^2 、 59.2W/m^2 、 61.2W/m^2 。DeST 采用间歇空调模式,由于夜间蓄热的影响,空调开启时刻的冷负荷为 56.3W/m^2 ,非常接近最大冷负荷。其他两种工具是基于连续空调工况,上午 7 时的空调冷负荷较小。

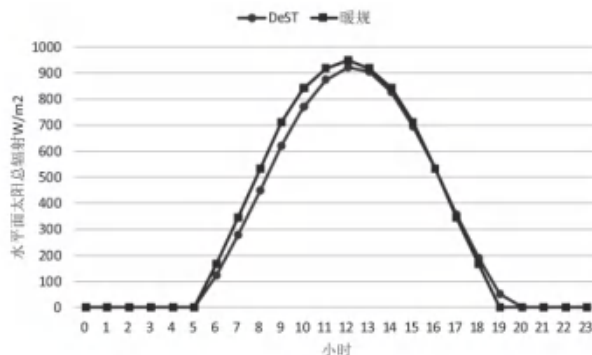


图 4 7 月 20 日水平面太阳总辐射照度

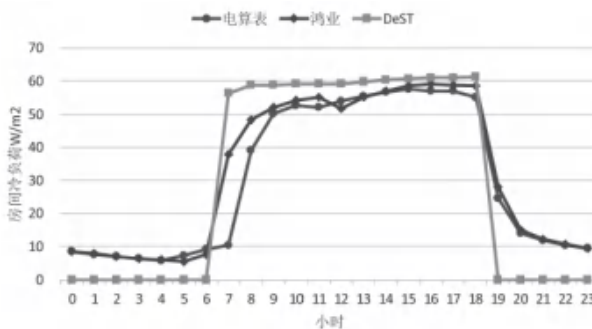


图 5 夏季设计日房间逐时冷负荷

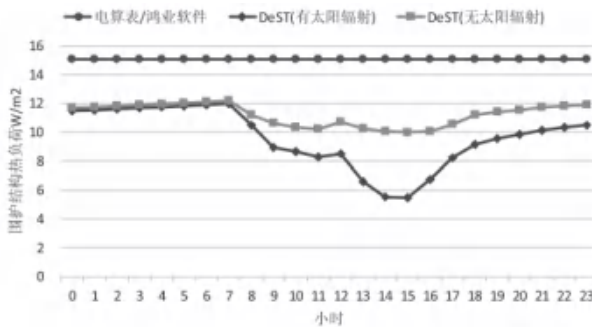


图 6 冬季设计日围护结构逐时热负荷

三种工具的围护结构热负荷如图 6 所示,其中电算表和鸿业软件采用稳态算法,设计热负荷为 15.1W/m^2 。DeST 计算两种工况,一种工况是考虑

太阳辐射,另一种工况是不考虑太阳辐射。DeST 考虑房间蓄热,因此两种工况的最大热负荷都小于稳态结果。

汇总三种工具的负荷结果如表 2 所示,以 DeST 计算结果为基准,电算表和鸿业软件计算的房间冷负荷分别偏低 6% 和 3%,围护结构热负荷偏高 24%。

表 2 三种工具的负荷计算结果对比

	DeST	电算表	鸿业软件
最大房间冷负荷 W/m^2	61.2	57.5	59.2
计算结果偏差	—	-6%	-3%
最大围护结构热负荷 W/m^2	12.2	15.1	15.1
计算结果偏差	—	24%	24%

虽然三种计算工具的输入参数基本一致,且 DeST 室外太阳辐射强度略微偏小,但电算表和鸿业软件计算的房间冷负荷偏小,所以,这是由于三种工具计算方法差异造成的。电算法是基于冷负荷系数简化计算方法,这一方法是根据典型房间、典型构造给出一系列的空调冷负荷计算系数,用来计算超高层建筑冷负荷存在一定的偏差。这是因为超高层建筑具有大窗墙比和轻型外围护结构的特点,并且外墙和外窗占围护结构的绝大部分,辐射负荷比例比普通建筑更高。计算案例中的中国尊大厦,窗墙比为 0.465,幕墙玻璃遮阳系数 SC 值为 0.29,远好于建筑节能标准的限值,大部分超高层建筑的窗墙比会达到 0.7 左右,电算表计算的冷负荷偏差会更大,如表 3 所示。

表 3 不同窗墙比下 DeST 和电算法房间冷负荷计算结果 (W/m^2)

案例	设定参数	DeST	电算表	计算偏差
1	窗墙比 = 0.465, 幕墙 K 值 = 1.909 $W/(m^2 \cdot K)$, SC 值 = 0.29	61.2	57.5	-6%
2	窗墙比 = 0.7, 幕墙 K 值 = 1.6 $W/(m^2 \cdot K)$, SC 值 = 0.4	74.8	68.1	-9%

4 结论

(1) 超高层建筑空调负荷计算需要同时考虑室外气象参数和超高层建筑自身特性(轻型外围护结

构、大窗墙比)的影响。

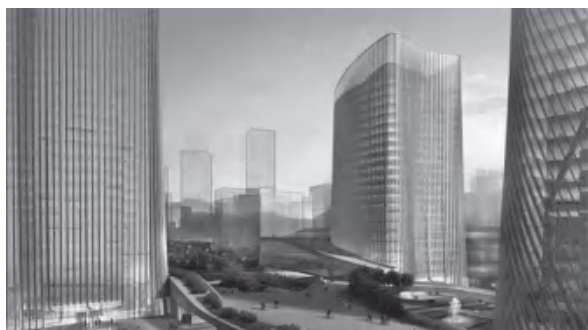
(2) 随着高度增加,外温降低,风速增加,空调冷负荷减小,空调热负荷增加。以北京中国尊大厦为例,与近地面处相比,500 米高层房间的最大冷负荷减小 7.8%,其中房间显热负荷减小 5.0%;最大热负荷增加 7.1%,其中围护结构热负荷增加 13.0%。

(3) 冷负荷系数简化计算方法是根据典型房间、典型构造给出一系列的空调冷负荷计算系数,由于超高层建筑构造的特殊性,用来计算超高层建筑冷负荷存在一定的偏差。在北京中国尊大厦中,电算表计算的房间最大冷负荷偏低 6%,当窗墙比达到 0.7 时,偏差达到 9%。

(4) 综合考虑室外气象参数和超高层建筑特点,用电算表(或鸿业软件)计算夏季设计日逐时冷负荷(房间负荷和新风负荷)时,建议不对室外气象参数进行修正,当窗墙比大于 0.5 时,建议用全年逐时负荷计算软件进行校核;用电算表(或鸿业软件)计算冬季设计热负荷时,由于围护结构热负荷占总热负荷的比例很低,而且稳态算法保险系数高,计算围护结构热负荷可以不对室外气象参数进行修改,计算新风负荷应该对外温进行修正。

参考文献

- [1] 刘天川. 超高层建筑空调设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004
- [2] 陈亮. 不同气候分区超高层建筑空调负荷高度修正系数的研究 [J]. 暖通空调, 2014(5):36-41
- [3] 陈港. 哈尔滨市某超高层建筑暖通空调设计 [J]. 暖通空调, 2013(增刊 1):107-109
- [4] 刘燕军, 柏文等. 南京青奥中心超高层建筑空调设计 [J]. 暖通空调, 2014(9):30-34
- [5] Clair P. The climate of tall building: An investigation of building height in Bio-climatic design [J]. Iowa Review 1997, 17(2):125-129
- [6] 方精云. 我国气温直减率分布规律的研究 [J]. 科学通报, 1992(9):817-820



一种新的氨水吸收—喷射复合制冷循环的性能分析

东南大学能源与环境学院 许健勇 杜垲 李舒宏

摘要：从降低发生器热源温度的角度出发，提出了一种新的利用太阳能驱动的氨水吸收—喷射复合制冷循环系统。在低热源温度下，通过降低发生压力来提高循环系统的放气范围，以达到系统的运行要求；新系统将经过溶液泵加压的冷凝氨液加热汽化成高压饱和蒸汽作为喷射器的工作蒸汽，引射精馏塔顶的氨蒸汽，使之压力提升至冷凝压力。通过模拟计算得到：在 $t_0 = -6$ ， $t_w = 25$ 时，相同放气范围内，本循环所需热源温度比常规循环要低 28。当 $t_w = 25$ ， $t_0 = -15$ ， $x_f = 0.06$ 时， $t_h = 79.84$ ，推断出太阳能驱动新循环可以达到更低的制冷温度，制冷区间相对较大。热源温度和冷却水温度对新循环性能系数的影响更明显，因其变化同时影响高压和低压发生器热负荷。新循环系统驱动热源温度低的优势，对于太阳能这种清洁、取之不尽的低品位热源在氨水吸收式制冷系统上具有实际应用价值。

关键词：太阳能 氨水吸收式制冷 喷射器 性能分析 COP

1、引言

当代的能源危机和环境污染促进了对清洁能源的开发和低品位能源的再利用。太阳能作为一种天然能源，具有长远的研究和应用价值^[1-5]。吸收式制冷具有直接利用太阳能、废气废热等低品位热源驱动，不使用对环境有破坏作用的 CFCs 工质等优点。研究如何高效利用工业余热、太阳能，对加快 CFCs 工质替代进程、节约能源具有重要的意义^[6]。氨水吸收式制冷系统相比溴化锂吸收式制冷系统，可用于 0 以下的普通制冷场合，因而具有更广泛的应用空间。但氨水吸收式制冷系统的性能系数较低，特别在常见的太阳能集热器集热温度不超过 100 的条件下^[7]，应用受到一定的限制。

通过分析常规单级氨水吸收式制冷循环可知，在给定的制冷温度和环境温度下，为保证循环具有一定的性能系数，发生温度必须要达到一定品位的要求。因此低品位热源难以保证，这是因为氨水吸收式制冷循环系统必须使得发生终了的氨水溶液浓度要比吸收终了的氨水浓度小于一定的数值，此差值称之为系统放气范围。通常情况下，系统放气范围越大，系统的性能系数也越高。由分析可知：在一定热源温度下，发生终了的饱和氨水浓度主要受发生压力（不考虑设备间的流动阻力，即冷凝压力）的影响，该浓度随冷凝压力的提高而增大，放气范围随之减小；在给定的环境温度条件下，发生终了的饱和氨水浓度主要受热源温度的影响，该浓度随热源温度的降低而增浓，放气范围随之减小。因此，发生终了的饱和氨水浓度是发生温度和发生压力二

元函数。对于低品位的热源来说，发生温度比较低，致使发生终了饱和氨水浓度升高，进而使得系统放气范围减小，当减小到一定值后，系统性能系数就无法得到保证，甚至于无法工作。为了解决这一问题，本文提出一种利用低品位热能驱动的氨水吸收—喷射复合制冷系统，在低品位热源温度下，使发生器的压力不直接取决于冷凝压力，而利用低品位热源加热经过泵加压的冷凝氨液，使之汽化成高压饱和蒸汽作为喷射器的工作蒸汽，利用喷射器引射发生器产生的氨蒸汽，使发生压力降低，工作蒸汽在喷射器中引射发生器蒸汽后，提升压力排至冷凝器冷凝。这样发生器在较低的发生压力下工作，使得发生终了的氨水浓度降低，进而系统放气范围得以提高，从而氨水吸收式制冷循环系统能在更低的热源温度下可以工作。本文通过构建氨水吸收—喷射复合制冷循环，介绍其工作原理，并通过模拟计算，对新循环和常规单级氨水吸收式制冷循环作了对比分析。最后对新循环性能系数受热源温度、制冷温度和冷却水温度变化的影响作了简单分析。

2、系统构建

系统的循环如图 1 所示，蒸发器（A）的氨蒸汽经过冷器（B）进入吸收器（C），从低压发生器（E）出来的低浓度氨溶液与从吸收器出来的高浓度氨溶液在溶液热交换器（D）中进行热交换，最后进入吸收器。储液器（K）中的氨液一路经过溶液泵（L）升压进入高压发生器（H）中，吸热汽化得到的高压氨蒸汽作为喷射器（I）的工作蒸汽，将精馏

塔(F)塔顶出来的低压氨蒸汽引射升压排至冷凝器(J)中,另一路经过冷器和节流阀进入蒸发器(A)中。系统循环各点在h-x图上以及氨浓度为1(假设精馏塔出口氨蒸汽浓度为100%)时氨循环在P-h图上分别如图2a、图2b所示。

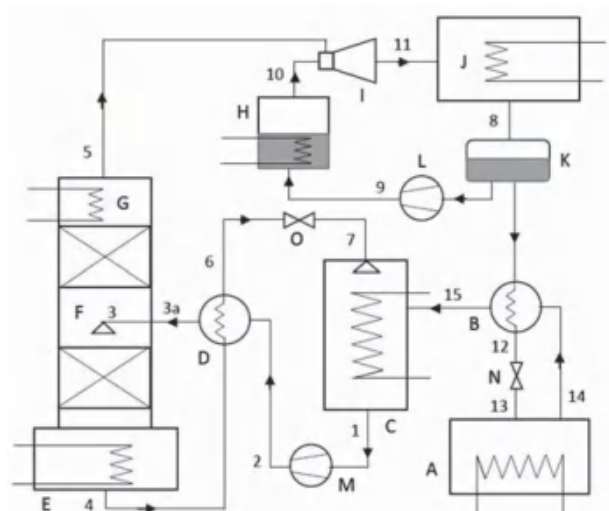


图1. 设计系统循环图

A、蒸发器 B、过冷器 C、吸收器 D、溶液热交换器 E、低压发生器 F、精馏塔
G、分凝器 H、高压发生器 I、喷射器 J、冷凝器 K、储液器 L M、溶液泵 N O、节流阀

3. 系统模拟计算与分析

3.1 模拟计算条件设定

(1) 常见太阳能集热器集热温度不超过100^[7],取高低压发生器的热源温度在100^{°C}以内进行模拟研究;

(2) 节流阀前氨液取过冷度8^{°C},精馏塔顶部出口氨蒸汽的温度与冷却水进口温度差为8^{°C};

(3) 精馏塔出口制冷剂氨的浓度设为100%,且流量设为1kg/s,系统以单位制冷剂质量计算;

(4) 取喷射器工作蒸汽压力为热源温度下纯氨饱和压力,取喷射器出口与引射蒸汽进口压力比(称为喷射器压缩比)为2,喷射器膨胀比(工作蒸汽进口与引射蒸汽进口压力比值)随之而定;由文献^[8-12]对喷射系数的研究以及氨制冷剂在喷射式制冷中的应用研究^[13-17]内容可推断,喷射系数在压缩比为2以及膨胀比值在范围为5~10内取值为0.25~0.6;

(5) 溶液热交换器的换热效率为0.95;

(6) 蒸发终了,吸收终了,发生终了,冷凝终了的状态都为饱和状态;

(7) 忽略系统各部件以及循环管路的压降和漏热。

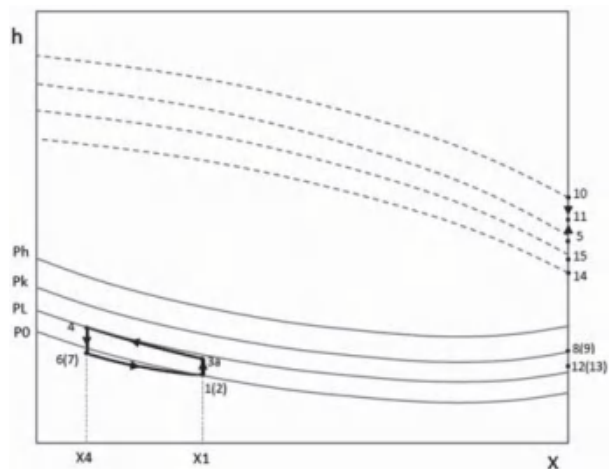


图2a. 设计系统循环h—x图

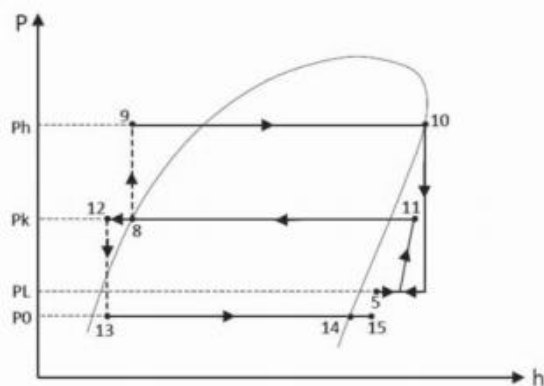


图2b. 浓度为1时系统循环内氨循环P—h图

3.2 模拟计算方法

根据模拟计算设定的条件,按照循环确定计算各部件热负荷所需的参数,利用EES计算软件模拟新循环和常规单级氨水吸收式制冷循环在相同工况条件下所需热源温度的比较,以及热源温度(t_h),制冷温度(t_0),冷却水温度(t_w)变化对新系统循环性能系数(COP)和溶液循环倍率(f)的影响。

性能系数:

$$\text{COP} = \frac{q_0}{q_L + q_G + \frac{w_L}{\mu} + \frac{w_M}{\mu}} \quad (1)$$

式中 q_0 —蒸发器制冷量, kW

q_L —低压发生器热负荷, kW

q_G —高压发生器热负荷, kW

w_L —溶液泵 L 的功耗, kW

w_M —溶液泵 M 的功耗, kW

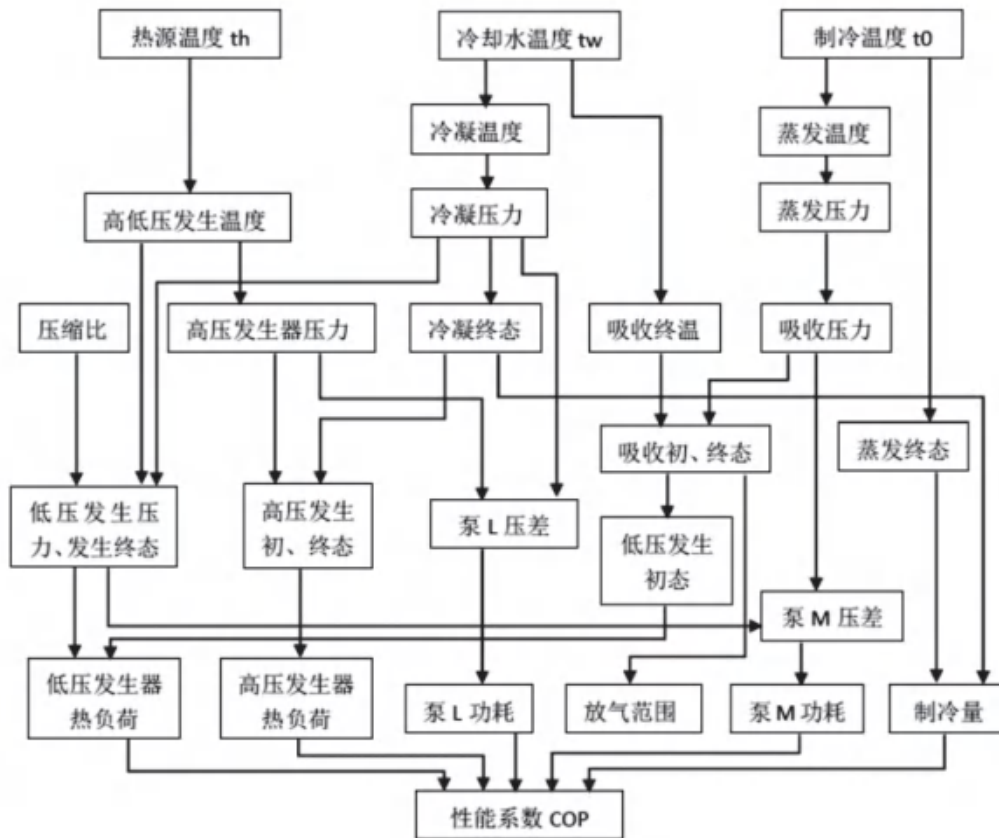


图 3. 模拟计算程序框图

μ —热电转换效率，本文取 0.35

模拟计算程序框图如图 3 所示：

3.3 模拟计算结果和分析

3.3.1 新循环和常规循环对比分析

图 4 显示了在 $t_0 = -6$ ， $t_w = 25$ 时，在同样的放气范围 (x_f) 内，新循环（在上述喷射器设定工况条件下）和常规单级氨水吸收式制冷循环所需的热源温度值。随着放气范围的增大，所需的热源温度都呈线性升高趋势。当放气范围区间从 0.1 增加到 0.193，新循环的热源温度从 75 增加至 95，而常规循环的热源温度则从 102.7 增加至 124，两者平均温差在 28。这说明新循环在满足放气要求情况下，大大降低了所需的热源温度值。

图 5 显示了在放气范围 $x_f = 0.06$ 时，新循环和常规单级氨水吸收式制冷循环在不同制冷温度下运行所需要的最低热源温度。当系统的放气范围小于一定值或者为负值时，则系统不能工作，通常将放气范围等于 0.06 作为满足系统设计要求的临界值。随着制冷温度升高，两者所需要的最低热源温度都呈降低趋势。因为蒸发压力随着制冷温度升高而增大，

在给定冷却水温度下，吸收终了的氨水浓度提高；在保证最低放气范围条件下，发生终了的氨水浓度也随之增大，而发生压力因冷凝压力确定而不变，所以热源温度逐渐降低。当 $t_w = 25$ ， $t_0 = -15$ 时， $t_h = 79.84$ ，可推断出利用太阳能驱动新循环，可以达到更低的制冷温度。所以新循环适合在低热源温度下工作，而且制冷区间相对比较大。

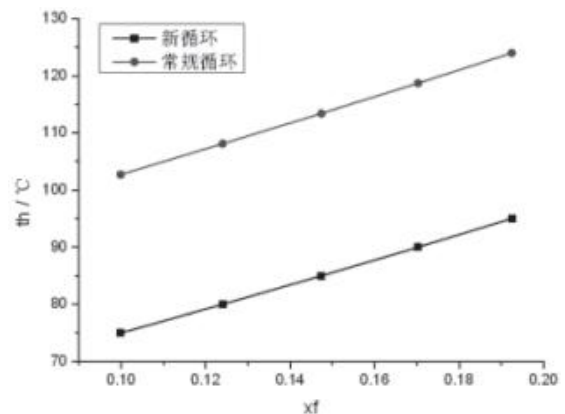


图 4 新循环和常规循环所需的热源温度值 ($t_0 = -6$ ， $t_w = 25$)

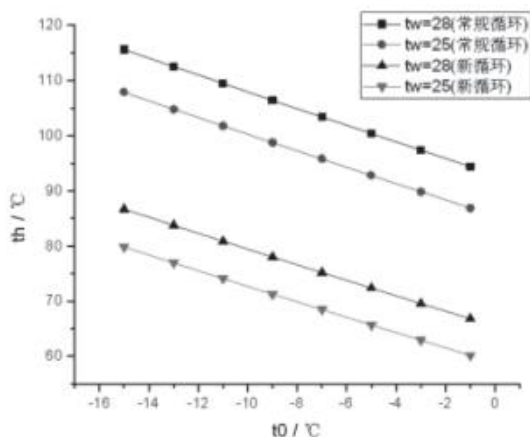


图5 不同制冷温度所需要的最低热源温度 ($x_1=0.06$)

新循环相比常规单级氨水吸收式制冷循环在系统部件方面只多了溶液泵、高压发生器和喷射器,在没有增加制冷循环复杂程度的前提下,大大降低了制冷循环运行所需的热源温度。同时也解决了氨水吸收式制冷在低热源温度下工作性能低甚至无法工作的问题。

3.3.2 热源温度的影响

图6显示了在 $t_0=-5$ 时,系统循环性能系数COP和溶液循环倍率随热源温度 t_h 的变化。从图中可以看出,随着热源温度的升高,COP值逐渐增大。这是因为在相同冷却水温度下,确定了冷凝压力,低压发生器压力也就确定不变,随着热源温度升高,发生终了的氨水浓度降低,进而溶液循环倍率降低(图中溶液循环倍率的走势也可以反映出来),低压发生器的热负荷减小;同时热源温度的升高提高了纯氨的饱和压力,即喷射器的工作蒸汽压增大了,喷射系数随着膨胀比的增大而提高,完成单位流量低压氨蒸汽的引射所需的高压氨蒸汽流量减小,则高压发生器的热负荷也有减小,所以系统循环性能系数提高。

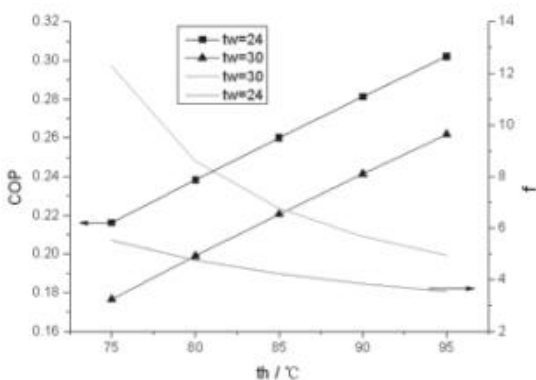


图6 循环性能系数COP和溶液循环倍率f随热源温度 t_h 的变化 ($t_0=-5$)

3.3.3 制冷温度的影响

图7显示了在 $t_w=25$ 时,制冷温度对系统循环性能系数和溶液循环倍率的影响,从图中可以看出,随着制冷温度的升高,COP值随之增大,溶液循环倍率随之减小。当冷却水温度一定,制冷温度升高时,从压-焓图上得到氨制冷剂蒸发始末状态点的焓差增大,则单位制冷量增大。同时蒸发压力的增加提高了吸收终了的氨水浓度,降低了溶液循环倍率,减小了低压发生器的热负荷;在一定热源温度和冷却水温度下,氨的饱和压力和冷凝压力不变,即确定了压缩比和膨胀比,喷射系数也随之确定,高压发生器的热负荷不变,所以COP值增大。

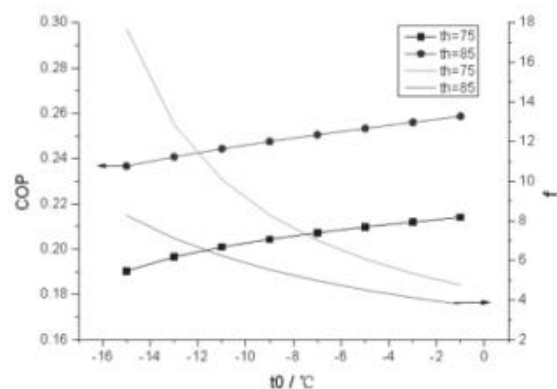


图7 循环性能系数COP和溶液循环倍率f随制冷温度 t_0 的变化 ($t_w=25$)

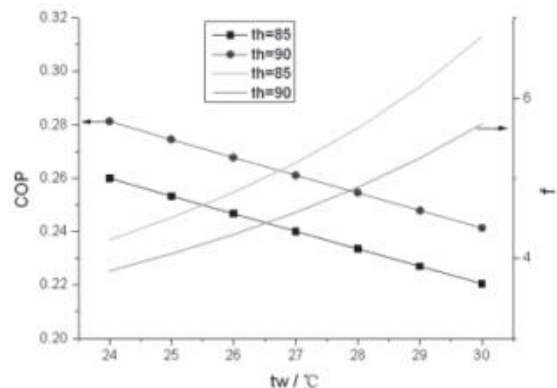


图8 循环性能系数COP和溶液循环倍率f随冷却水温度 t_w 的变化 ($t_0=-5$)

3.3.4 冷却水温度的影响

图8显示了在 $t_0=-5$ 时,COP值随冷却水温度的升高而减小,溶液循环倍率随冷却水温度升高而增大。当制冷温度一定,冷却水温度升高时,从压-焓图上得到氨制冷剂蒸发始末状态点的焓差减小,则单位制冷量降低。随着冷凝压力的升高,低压发生器的压力随之增大,则发生终了的氨水浓度提高,溶液循环倍率增大,低压发生器的热负荷增大;同

一热源温度,纯氨的饱和压力不变,则喷射器的工作蒸汽压一定,膨胀比随着低压发生压力的增大而减小,喷射系数随之减小,完成单位流量低压氨蒸汽的引射所需的高压氨蒸汽流量增大,高压发生器的热负荷增加,所以 COP 值减小。

4 结论

(1) 通过模拟计算和分析热源温度、制冷温度、冷却水温度对新循环性能的影响,得到热源温度和冷却水温度对新循环性能系数的影响要明显一点,因为其变化同时影响高压和低压发生器热负荷。通过在相同的放气范围内对比新循环和常规单级氨水吸收式制冷循环所需的热源温度,得到两者的温差比较大,新循环更适合在较低的热源温度下工作。当 $t_w=25$, $t_0=-15$, $x_f=0.06$ 时, $t_h=79.84$, 推断出利用太阳能驱动新循环,可以达到更低的制冷温度,制冷区间相对较大,这对利用太阳能驱动新循环运行具有重要的意义。

(2) 新循环中喷射器的喷射系数主要受压缩比和膨胀比的影响,当压缩比较小时,可以获得较高的喷射系数,而当压缩比较高时,喷射系数往往较低,即便提高膨胀比,喷射系数提高也不明显。在给定热源温度下,若降低低压发生器压力,则有利于提高放气范围,降低溶液循环倍率;若保证一定放气范围,则降低低压发生器压力可以降低热源温度,但是会增大压缩比,不利于气体引射;而若降低压缩比,在给定冷却水温度下,则会提高低压发生器压力,对热源温度的需求更高,系统改进也逐渐失去了意义。综合考虑后,本文选取了合适的压缩比对循环进行研究,在研究的工况范围内,喷射系数主要影响高压发生器的热负荷。结果显示,高压发生器的热负荷对系统性能系数的影响不可忽视。

(3) 目前针对喷射器的理论研究还不成熟,而喷射器对于本循环系统的影响不可忽视。虽然在模拟计算过程中,结合文献采用了相对合理的估值,但其对于本系统的影响以及本循环系统的实际运行效果仍需要进一步研究。

参考文献

- [1] Mohanty S, Patra P K, Sahoo S S, et al. Forecasting of solar energy with application for a growing economy like India: Survey and implication[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 78: 539-553.
- [2] Pelay U, Luo L, Fan Y, et al. Thermal energy storage systems for concentrated solar power plants[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017, 79: 82-100.
- [3] 郭初,李志生,曾涛. 两种新型太阳能吸收式制冷系统性能分析[J]. 制冷学报, 2014, (06): 75-80+118.
- [4] 万忠民,杜健嵘,舒水明等. 新型太阳能降压吸收式制冷空调系统特性的理论分析[J]. 制冷学报, 2007, (01): 49-53.
- [5] 孟玲燕,徐士鸣. 太阳能与常规能源复合空调/热泵系统在别墅建筑中的应用研究[J]. 制冷学报, 2006, (01): 15-22.
- [6] 杜垲,廖健敏. 氨水吸收式制冷 GAX 循环中临界热源温度的理论分析[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2005, (05): 112-114.
- [7] 周兴法,谢应明,谢振兴. 太阳能单效溴化锂吸收式制冷空调技术研究现状[J]. 流体机械, 2014, (07): 58-64.
- [8] 索科洛夫. 喷射器[M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [9] 陶乐仁,王永红,王金锋等. 太阳能喷射式空调系统中喷射系数的计算方法的探讨[J]. 低温与超导, 2009, (06): 37-40.
- [10] 丁绍建,王海峰,徐海涛. 蒸汽喷射器喷射系数的计算方法分析[J]. 机械制造与自动化, 2017, (01): 71-73.
- [11] 王权,向雄彪. 蒸汽喷射压缩器喷射系数计算方法研究[J]. 太阳能学报, 1997, (03): 79-86.
- [12] Chen Y M, Sun C Y. Experimental study of the performance characteristics of a steam-ejector refrigeration system[J]. Experimental Thermal and Fluid Science, 1997, 15(4): 384-394.
- [13] Sankarlal T, Mani A. Experimental studies on an ammonia ejector refrigeration system[J]. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2006, 33(2): 224-230.
- [14] Sankarlal T, Mani A. Experimental investigations on ejector refrigeration system with ammonia[J]. Renewable Energy, 2007, 32(8): 1403-1413.
- [15] Sarkar J. Geometric parameter optimization of ejector - expansion refrigeration cycle with natural refrigerants[J]. International Journal of Energy Research, 2010, 34(1): 84-94.
- [16] 李征宇,赵健华,赵宗昌. 喷射式氨-水吸收制冷系统的研究[J]. 节能技术, 2010, (03): 241-245.
- [17] 张于峰,赵薇,田琦等. 喷射器性能及太阳能喷射制冷系统工质的优化[J]. 太阳能学报, 2007, (02): 130-136.

北京市某低能耗办公室舒适度调研与新风换气次数分析

北京市住宅建筑设计研究院有限公司 刘兴伟 李庆平 王国建 高洋

摘要：推广低能耗办公建筑是我国建筑节能工作的重要组成部分，低能耗办公建筑的室内空气品质问题是行业内备受关注的重要课题。本文以北京市某绿色化节能办公室为目标，对两间改造完成后的办公室供暖期内（2017.11.15-2018.3.15）的室内环境参数进行了实时监测，通过统计分析获得其运行期间单位面积能耗分别为 42.35kW/m^2 和 43.16kW/m^2 ，均低于改造前的水平。并采用问卷形式对投入使用后的办公室空气品质进行了调研，结果表明人员对空气品质不可接受度达到 40% 以上。基于污染物扩散模型，分析了不同新风换气次数条件对污染物分布的影响。

关键词：办公建筑 能耗 空气品质 新风换气

0 引言

随着能源危机与环境问题的日益凸显，节约能源越来越受到人们的关注，而建筑能耗是能源消耗

的主要方面，由其在我国，建筑能耗总量仍在不断上升，严重制约国民经济发展，节能工作刻不容缓[1]。另一方面，随着经济的发展、生活和认识水平的提高，办公环境的重要性越来越凸显，人们对健

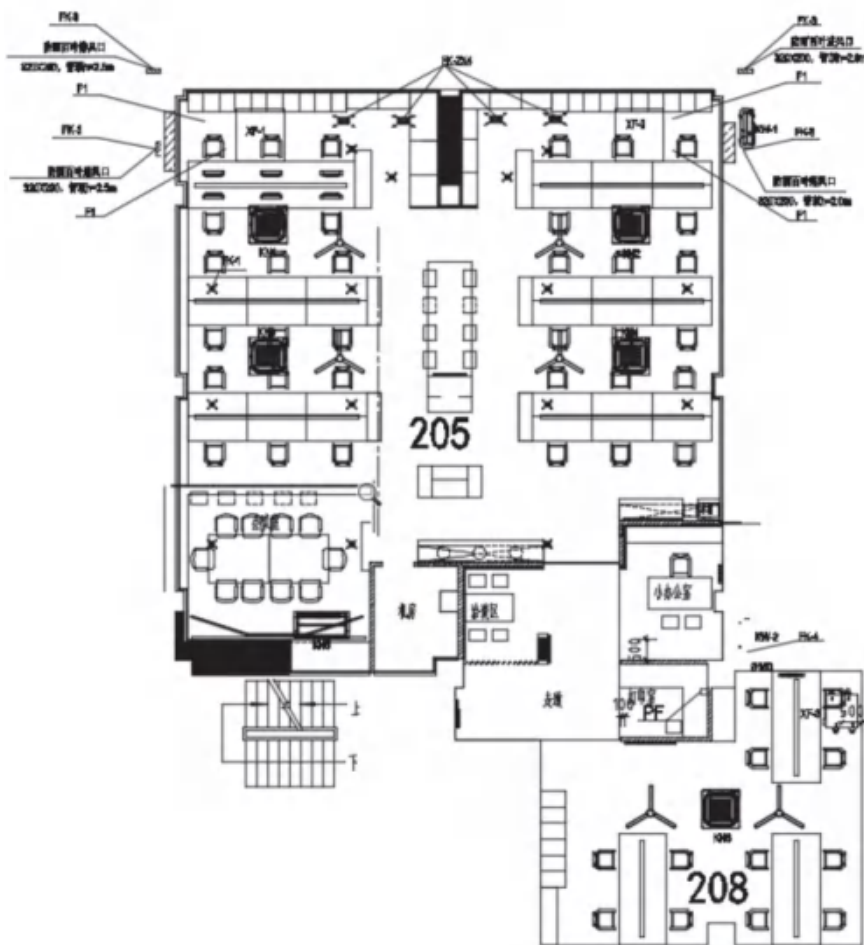


图 1 改造办公室布局示意图

康空气品质的需求也更加迫切。

许多国家已经将室内空气质量加入到绿色化健康的范畴。LEED 中将最小空气质量表现作为评分的先决条件, WELL 标准与 LEED 在评价方面存在相似之处: 两标准均对绿色建筑评价中涉及室内空气质量部分做了补充。WELL 中涉及室内空气的内容达到 29 条, 从“优化室内空气质量”、“去除空气中的污染物”、“预防和净化”三方面对室内空气质量进行了限定^[2], 在建筑室内空气质量达到相关要求前提下, 鼓励建筑采用室内渗透换气措施、增加通风量、采用自然通风等, 在优化策略下计算居住者或使用人新风量。

随着我国建筑可持续性工作不断推进完善, 逐渐开始从单纯强调整能向平衡协调的健康、节能方向转变。《绿色建筑评价标准》^[3]、《民用建筑采暖通风与空气调节设计规范》^[4] 都从节能和室内空气质量角度出发, 对新风量、换气次数、污染物浓度等进行了规定。

但是, 某种程度上室内空气质量与建筑节能是相互制约的两个方面。如何在低能耗与空气品质之间找到平衡是非常重要的问题。该问题涉及的影响因素非常复杂, 目前尚无通用的解决方案。本文选取北京某单位科研中心办公室为示范项目, 通过能耗管理平台对实施低能耗改造的两间办公室进行了能耗和污染物指标的长期监测, 通过问卷调研统计了办公人员入驻后对热舒适和室内环境水平体验情况。通过污染扩散模型分析办公室换气次数对室内浓度和能耗水平的定量影响关系。力图为健康节能的办公环境解决方案提供数据和理论参考。

1 建筑概况

目标项目位于北京市东城区, 为北京市某设计单位科研中心员工办公室, 主要包括两间大办公室 (#205、#208), 如图 1 所示。其中 #205 和 #208 为人员集中办公区, 使用面积分别 48m² 和 175m², 是改造工作的重点区域。

办公室节能改造主要集中在围护结构、空调系统、电气设备、监控、照明和门禁系统方面。同时还进行了空调运行策略优化与能耗管理平台搭建等工作。

另外, 205 室还参照德国被动房标准实施了被动式低能耗改进, 完全使用空调进行采暖。208 室作为对照组未进行被动式改造。完成后, 对两办公室内的电量、温湿度、PM_{2.5}、CO₂ 进行了长期监测。以下主要选择 2017.11.15-2018.12 (相当于一个完整

供暖周期) 期间的数据进行分析。

2 监测数据分析

图 2 给出了两办公室温度分布, 两房间的温度基本能够保证在 22°C-27°C, 可以满足国标规定的热舒适需求。但是, 208 室的整体温度趋势要高于 205 室, 原因是 208 室内作为对照组改造后仍保留有散热器, 当室内空调开启不足时, 205 室内的温度会低于 208 室内。从另外一个角度看, 我们发现, 205 室采用被动房技术后, 即使室内没有散热器, 室内温度降并未大幅度降低, 即采用被动式技术的 205 室具有较好的围护结构保温效果。

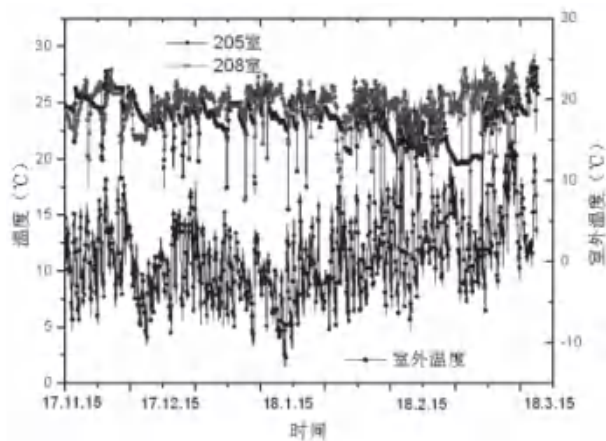


图 2 改造后房间温度变化

另外, 通过两房间用电数据的分析, 在运行时段内 (2017.11.15-2018.3.15) 205 房间的单位面积能耗为 42.35kWh, 而相对应的 208 房间单位面积能耗为 43.16kWh, 分别较改造前 (选取 2015 年改造前的运行数据为基准) 单位面积能耗约 46.15 kWh 和 46.62 kWh 降低 8.2% 和 7.4%。

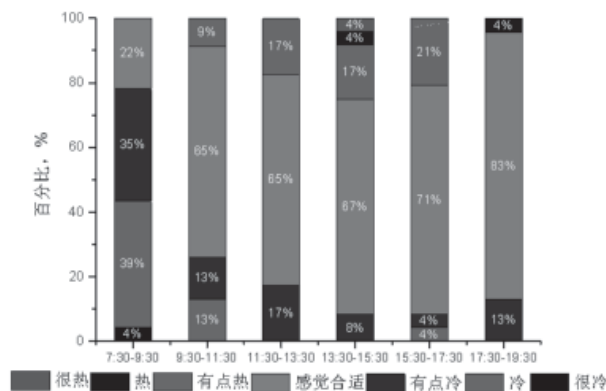


图 3 热感觉情况调研结果

3 热感觉和环境舒适性调研

人员入驻体验是评价改造效果的一个重要指标。在办公室改造完成投入使用后平稳运行 2 个月,通过问卷方式调研了办公人员的实际感受。调研有效样本量为 23,主要调研参数为热感觉情况和环境舒适情况。如图 3 所示,给出了不同时间段办公人员热感觉调研结果。

从图 3 中可以看出,早上 7:30-9:30 时间段室内人员有冷感的比例达到 74%,原因是前一天下班后空调关闭,造成室内温度过低,尽管早上上班时间及开启空调,由于室内热惯性影响,在此段时间内室内温度升高到舒适水平需要时间较长。而一旦室内温度达到可接受范围,大部分时间 9:30-19:30,人员热感觉满意率都在 65% 以上,说明改造后能够取得较好节能效果的同时还可以有较高的热感觉满意率。

图 4 给出了室内人员对室内环境舒适性的调研结果。从图中的结果可以看出,人们对于室内舒适性的可接受程度较低,人员对室内空气舒适性的完全可接受度低于 40%,尤其下午时段,人们对室内空气舒适性的不可接受度甚至高达 39%。造成不可接受的原因主要是室内经常出现 CO₂ 过高导致的憋闷现象。

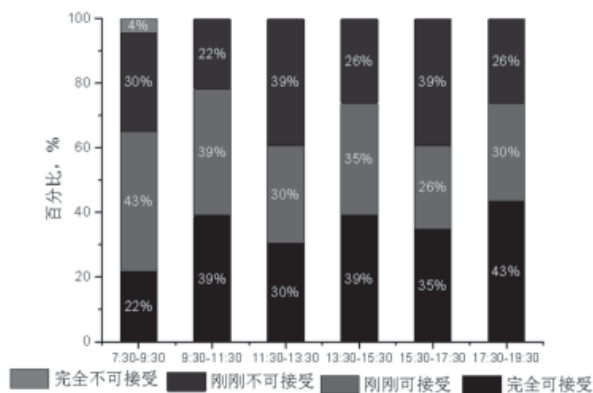


图 4 室内空气舒适性调研结果

图 5 给出了室内运行期间 CO₂ 浓度分布情况,浓度超过 750ppm 的时间段占据 65% 以上,超过 1000ppm 占 32% (室外浓度基本上保证在 400ppm)。

下面主要分析室内 CO₂ 浓度与换气次数定量影响关系。首先,建立室内 CO₂ 浓度与室内人员散发及换气次数的平衡关系式,

$$V \frac{\partial C}{\partial t} = n \cdot E + (k \cdot V + Q_F) \cdot (C_{out} - C)$$

式中, C 为室内 CO₂ 浓度, ppm 或 mg/m³; C_{out} 为室外 CO₂ 浓度, 或 mg/m³, 设为 400ppm; n 为室内办公人数; E 为人员散发 CO₂ 量, ppm/人, 设人员 CO₂ 呼出量为 10L/h; k 为室内换气次数; Q_F 为新风机风量, m³/h; V 为房间体积, m³。

式 (1) 的解析解为:

$$C = \left(C_0 + \frac{n \cdot E}{k \cdot V + Q_F} - C_{out} \right) \cdot \exp \left(- \frac{n \cdot E}{k \cdot V + Q_F} \cdot t \right) - \frac{n \cdot E}{k \cdot V + Q_F} + C_{out}$$

室内二氧化碳浓度数据的基础条件: 门窗处于关闭状态, 新风机未开启, 205 室常在人数为 32 人, 208 室为 11 人。根据 (1.2) 式可以估算门窗关闭条件下, 205 室和 208 室的渗透换气次数分别为 0.28 h⁻¹ 和 0.24h⁻¹。

故此可以得出, 改造后的办公室单位面积能耗低于为改造前, 但是由于房间的密闭性增加 (换气次数仅为 0.28 h⁻¹ 和 0.24h⁻¹), 会导致入驻人员空气舒适性的下降。

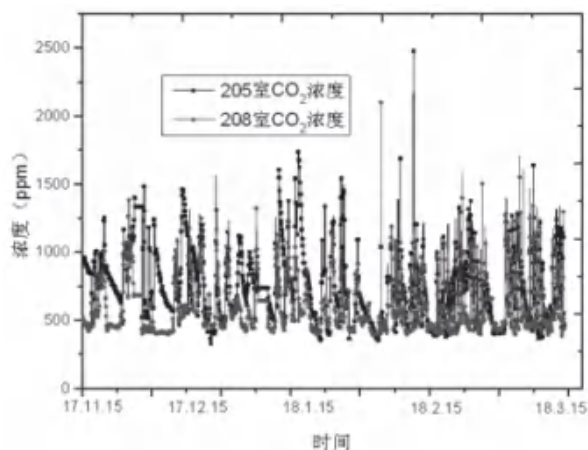


图 5 办公室室内 CO₂ 浓度变化

4 新风系统运行分析

有效解决室内空气舒适性 (CO₂ 浓度高) 问题的主要手段是引入室外新风, 但是, 如果在北方地区的秋冬季直接采用开窗通风会造成室内负荷的增加, 会破坏节能效果同时室外 PM_{2.5} 更容易进入室内造成污染。

为了避免直接开窗通风的不利影响, 可以采用带颗粒物净化功能和热回收功能的新风机来实现室内优良的通风效果。但是, 新风机的引入同样会增加额外的能耗。这样就需要更加较为合理的节能和新风策略。下面内容主要讨论, 办公室在保持原有节能方案基础上如何合理设置新风换气次数。

首先结合 PM_{2.5} 在室内扩散传输的数理模型^[5],

可得到室内浓度与新风换气的关系，

$$c = \frac{Q_F \cdot (1 - \varepsilon_1) + k \cdot V \cdot c_{out}}{Q_F + k \cdot V} + \left(c_0 - \frac{Q_F \cdot (1 - \varepsilon_1) + k \cdot V \cdot c_{out}}{Q_F + k \cdot V} \right) \cdot \exp \left(- \frac{Q_F + k \cdot V}{V} \cdot t \right)$$

式中， c 为室内 $PM_{2.5}$ 浓度， mg/m^3 ； c_{out} 为室外 $PM_{2.5}$ 浓度， mg/m^3 。

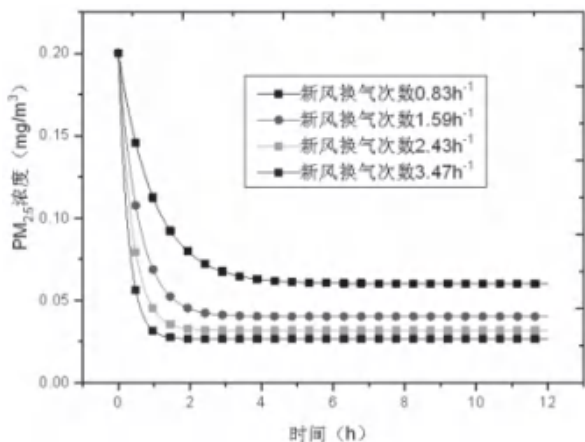


图6 不同新风换气次数下的室内浓度对比

图6给出了室外 $PM_{2.5}$ 浓度为 $0.275 mg/m^3$ 时，采用新风机进行室内换气，新风机设有净化和热回收模块，不同新风换气次数条件下室内浓度的对比，当新风换气次数为 $0.83 h^{-1}$ 时，室内可以达到的平衡浓度为 $0.061 mg/m^3$ ；换气次数为 $1.59 h^{-1}$ 时，室内可以达到的平衡浓度为 $0.040 mg/m^3$ ；换气次数为 $2.43 h^{-1}$ 时，室内可以达到的平衡浓度为 $0.032 mg/m^3$ ；换气次数为 $3.47 h^{-1}$ 时，室内可以达到的平衡浓度为 $0.026 mg/m^3$ 。另外，图中可以看出，随着新风换气次数增加，室内浓度降低幅度越来越小。说明采用当前新风量较大时，其改善室内空气质量的能力会变小。

另外，新风机内嵌的热回收模块会增加额外的阻力，风量越大额外能耗增加也越多，仅考虑增加风量来衡量节能和空气品质并不全面，应该综合考

虑使用新风机带来的收益和代价问题。因此，在考虑节能与室内空气质量时，新风机的能效（收益与代价的比值）应该作为方案选型的重要参考指标。

5 结论

本文以北京市某院科研中心节能改造办公室为研究对象，通过数据统计和问卷调研获得其能耗和室内空气质量水平，借助污染物扩散模型分析节能改造办公室中新风换气与室内浓度的定量关系，所得到的主要结论为：

改造后的两办公室在一个采暖周期内的单位能耗为 $42.35 kWh$ 和 $43.16 kWh$ ，比改造前降低 8.2% 和 7.4% ，具有较好的节能效果；

调研结果显示，改造后的办公室热感觉满意度达到 65% 以上，但是室内空气质量满意度仅为 40% ；

污染物扩散模型分析结果表明，随着新风换气次数的增加室内 $PM_{2.5}$ 浓度的降低幅度会越来越小；

在考虑办公建筑节能与室内品质平衡问题时，新风机的净化能效（收益与代价的比值）应该作为方案选型的评估指标。

参考文献

- [1] 孙光. 某办公建筑室内环境品质控制优化研究[D]. 西安建筑科技大学; 2017.
- [2] 秦末末. LEED v4 及 WELL 标准中对办公建筑的新风量要求[J]. 绿色建筑. 2016:15-17.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T50378-2014 绿色建筑评价标准[S]. 2014.
- [4] 中国建筑科学研究院. GB/T50736-2012 民用建筑供暖通风与空调设计规范[S]. 2012.
- [5] 施珊珊, 纪文静, 赵彬. 不同通风形式下住宅内细颗粒物质量浓度及室内暴露量的模拟及比较. 暖通空调[J]. 2013:34-38.



夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑探讨

同济大学 李峥嵘 张东凯 蒿玉辉

摘要：被动式超低能耗建筑已经成为了建筑节能研究的重点方向。本文从舒适性指标、关键技术指标以及节能技术的应用三个方面对既有超低能耗建筑进行资料收集和分析，并与德国被动房性能进行了对比分析，分析结果表面：夏热冬冷地区超低能耗建筑采用的主动式技术以高效照明、通风热回收和空气源热泵为主，被动式技术应用主要有自然采光、自然通风、建筑遮阳和绿色植被，可再生能源以太阳能或太阳能与土壤源热泵联合的应用形式为主；现阶段宜仅针对建筑空调、通风与供暖能耗进行研究和规定。为未来夏热冬冷地区超低能耗建筑体系的建立提供了参考。

关键词：夏热冬冷地区；被动式超低能耗建筑；技术指标；节能技术

0 引言

近年来，随着工业和科技的不断发展进步，社会总能耗也在不断增加，在欧洲，建筑的能源消耗占整个一次能源消耗的40%左右^[1]，其中，85%的能源消耗用于供暖、照明以及生活热水，而大部分能源的消耗的减少实际上可以通过提高建筑的保温隔热以及采用更节能的供热制冷系统实现，因此低能耗高舒适度的高性能建筑成为研究的热点。目前许多发达国家及一些发展中国家在积极制定适应于本国气候特点的超低能耗建筑的技术措施和发展目标。

中国幅员辽阔，各地区间的气候差异很大，经济文化发展水平不平衡，人们生活习惯、舒适性需求也不同，不同地域被动式超低能耗建筑关键技术的侧重也有差异，因此不同气候区超低能耗建筑的技术特点也不同^[2]，本文针对夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑技术特点，总结其相应技术路线，为未来夏热冬冷地区更多超低能耗建筑的设计提供参考。

1 国外节能建筑体系的发展

被动式超低能耗建筑理念核心是降低建筑对于能源的依赖，尽可能减少外界向建筑提供能量，通过建筑自身设计特点，充分利用可再生能源或建筑本身产出的能满足建筑的能源消耗需求。以德国、瑞典、芬兰及美国为代表的发达国家走在世界的前列，四国分别制定了建筑年终端能耗的限值^[3]，其包括供暖、热水及照明的能耗，德国年终端能耗限值为不超过120kWh/(m²·a)，且一次供暖能耗限值为

为不超过15 kWh/(m²·a)^[4]，瑞典终端能耗限值为不超过42 kWh/(m²·a)、芬兰终端能耗限值为不超过50 kWh/(m²·a)^[5]、美国终端能耗限值为不超过35 kWh/(m²·a)^[6]。

德国被动房必须满足的控制性指标如下表：

表1 德国被动房控制性能指标

指标	限值
采暖终端能耗 (kWh/(m ² ·a))	≤ 15
最大供热负荷 (W/m ²)	≤ 10
能源年消耗量 (包括家用电器, 生活热水和采暖等) (kWh/(m ² ·a))	≤ 120
空气渗透率 (n ₅₀ /h)	≤ 0.6
超温频率	≤ 10%

丹麦企业提出的主动房概念^[7]，强调可再生能源与建筑的结合应用，在保证室内舒适的前提下，实现与周围环境之间的协调，利用建筑周围环境使得建筑能够自主生产能源，实现建筑能源自给自足的目标。瑞典参照德国被动房技术体系提出了迷你能源标准^[8]，并对不同类型建筑的供暖能量需求做了详细的规定。芬兰工程师协会会议制定并通过了《低能耗建筑标准和被动房标准》。并根据本国气候环境特点，对德国被动式超低能耗建筑体系进行了改进，根据单位面积年耗能量，将被动式超低能耗建筑划分为三个等级，对应不同的终端能耗限值。英国建筑科学研究院制定的《可持续家庭评价标准》，提出了零碳居住建筑的概念，要求在考虑围护结构、房间气密性和建筑设计等综合因素条件下，热损失系数不超过0.8W/(m²·K)。被动式超低能耗建筑作为一种新型节能型建筑，是节能建筑发展的趋势，欧美发达国家针对本国国情，相应制定并开始实施被动式超低能耗建筑技术体系。

2 夏热冬冷地区超低能耗建筑发展概况

*“十三五”国家重点研发计划项目（项目编号：2017YFC0702600）

表 2 超低能耗建筑通风方案比较

案例	通风方式	实现目标
汉堡之家	屋顶中央通风设备、可控室内通风装置	夏季提供新鲜空气，兼顾热回收；具备杀菌、除湿、防潮效果
布鲁克	转轮热回收新风处理机组，并自带湿膜加湿器	控制室内湿度、提供新风
成都某绿色建筑产业园办公楼	地埋管风系统	提供新风，并预热预冷新风
江苏某绿色建筑产业园	独立新风换气机组	控制室内温湿度、满足新风需求

国内开展被动式超低能耗建筑的研究相比较欧美发达国家较晚，在新型城镇化建设过程中呈现出的高能耗、能源资源问题以及环境等问题，促使建筑向更加低能耗化的方向发展，我国 2009 年开始引入并推动被动式超低能耗建筑项目，探讨研究适合中国的被动式超低能耗建筑技术体系^[9]。

我国夏热冬冷地区夏季湿热、冬季寒冷的气候特点决定了该区域节能型建筑既要保证夏季的隔热，同时要考虑冬季的保温，以夏季制冷为主，兼顾冬季的供暖，有较大的除湿需求，过渡季节有开窗通风的习惯。部分省市已经针对本地区的发展情况和气候环境，制定相应的标准，如江苏省出台的《江苏省民用建筑热环境节能设计标准》中已经将住宅建筑分为主动式和被动式两大类，分别进行了建筑设计标准的规定。住建部科技发展促进中心基于我国现状初步提出以寒冷地区和夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑技术为参照标准。夏热冬冷地区超低能耗建筑目前大多数是示范类项目。从最早的“汉堡之家”被动房、布鲁克被动房等到目前在建的一批项目，被动式超低能耗建筑在夏热冬冷地区的从研究到示范项目，再到工程应用已经具备了一定的基础。提炼适合于本区域的被动式超低能耗建筑体系，对于被动式超低能耗建筑在夏热冬冷地区的推广应用具有重要的现实意义。

3 夏热冬冷地区超低能耗建筑技术特点

本文主要从舒适性、关键技术的应用以及所采用的节能技术等方面分析夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑的技术体系的特点。

3.1 舒适性指标

节能型建筑设计的前提是能够营造健康舒适的室内环境，健康舒适的室内环境主要由室内空气质量、温湿度水平、隔音及照明等构成。被动式超低能耗建筑很好地将室内环境控制与能源消耗控制结合在一起，相互协调，达到均衡稳定的水平。

由于夏热冬冷地区气候潮湿，为维持室内健康舒适的环境，常采用通风措施来实现，但是被动式

超低能耗建筑的一项重要指标是房间换气次数不超过 0.6 次/h，这一限制决定了建筑很难通过渗透风来解决建筑的通风问题，因此在只能利用通风设备向建筑内送入新风或回风的方式满足建筑对于通风的需求。下表中列举了超低能耗建筑实例中采用的几种通风方案。

上表中的案例所采用的新风方案，兼顾了新风量的保证和新风的预处理，尽可能将新风系统与热回收技术或可再生能源技术融合在一起，满足新风量需求，同时降低新风能耗。新风或室内回风经过热湿处理，以控制室内温湿度，冬季维持室内温度不低于 20℃，夏季室内温度不超过 26℃，相对湿度不超过 60%。在不适宜开窗通风的季节或室外环境较差时，采用高效低耗能系统，既保证了室内新风量的卫生标准要求，提供健康新鲜空气，又控制了室内温湿度的相对稳定，维持室内良好的空气环境。在被动式超低能耗建筑中，室内通常会设有温湿度及污染物传感器，并与新风系统联动，当回风中污染物浓度过高时，系统自动提升新风量，以减低污染物浓度。在过渡季节或满足条件的地区，夏季夜间充分利用自然通风，对建筑进行降温或换气，改善室内空气质量，在自然通风不能满足要求的时段，利用新风系统进行有效补充。

隔声降噪也是被动式超低能耗建筑舒适性设计中的一项重要内容，在建筑的隔声方面，通常需要对建筑内隔墙、吊顶、内门、楼梯等构件进行隔声处理，内墙和内门通过采用隔声材料制作，建筑楼梯采用减震构件，减少人行产生的震动。

3.2 关键技术指标

被动式超低能耗建筑的重要特点是低能耗，围护结构的性能对建筑冷热负荷的影响尤为显著，同时气密性状况是建筑内外环境相互影响的关键。

3.2.1 围护结构指标

围护结构控制指标主要考虑屋面、外墙、外门窗的传热系数，以及建筑的气密性。下表是夏热冬冷地区几栋典型被动式超低能耗建筑的围护结构技术指标设计值与德国被动房围护结构技术指标的对比。

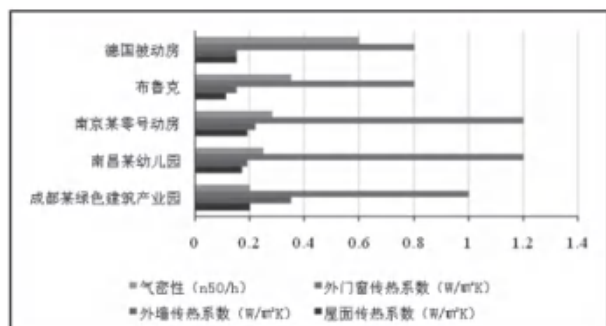


图1 围护结构技术指标对比

从上表可以看出,夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑的围护结构技术指标设计值并不完全满足德国被动房的要求,除了气密性要求均达标以外,屋面、外墙和外门窗均有不同程度高于被动房标准值现象,德国以寒冷气候为主,冬季供暖需求大,必须要保证建筑围护结构的保温性能,以降低建筑热负荷,同时兼顾夏季的隔热,而我国夏热冬冷地区夏季空调需求大,必须保证围护结构隔热性能,以降低建筑的冷负荷,同时兼顾冬季的保温。因此,虽然夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑围护结构传热系数大于德国被动房标准,但是也足够满足需求。

3.2.2 能耗指标

能耗指标直接反映了建筑的耗能水平,可以定量判断建筑的节能特点,同时也是被动式超低能耗建筑进行认证标识的重要参考。下表是夏热冬冷地区几栋典型被动式超低能耗建筑的能耗指标与德国被动房能耗指标限值的对比。

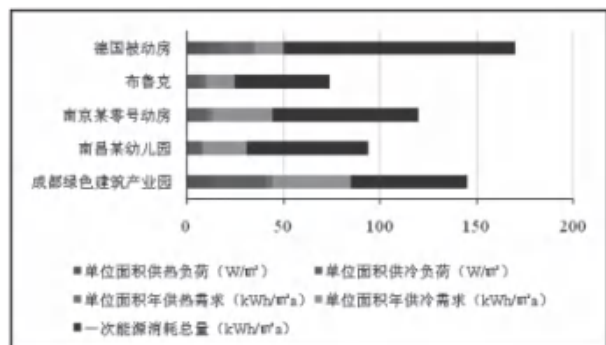


图2 能耗指标对比

从上图可以看出,夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑的能耗指标限值除了供冷指标外,基本都满足德国被动房能耗指标的限值标准,其中供热指标远低于德国被动房标准,而供冷指标相反超过德国被动房指标的限值,这是由于我国夏热冬冷地区夏季与德国相比潮湿炎热,且空调期长,有较大的供冷需求,导致建筑的供冷负荷较大,而冬季气候相对于德国较为暖和,冬季极端寒冷天气比较少,供

暖需求较小,供暖期也较短,故建筑的供暖负荷较小,但是一次能源消耗总量(指建筑内供暖、制冷、通风、照明和生活热水用能乘以一次能源转换系数)相比于德国被动房的限值要低得多,目前我国居住建筑年单位面积一次能源消耗量约为 $118\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$,实际上已经低于德国被动房 $120\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 标准,虽然这与当地气候特点、居民生活习惯、以及电器性能指标的差异性有关,但是可以反映两国建筑的一次能源消耗水平,而超低能耗建筑相比普通建筑的一次能源消耗更低,因此一次能源消耗总量要远低于德国被动房的标准,这与我国的国情和能源特征有关。

3.3 节能技术应用

被动式超低能耗建筑实现超低能耗的途径的关键在于节能技术的应用。本文主要从主动式技术、被动式技术以及可再生能源利用三个方面分析夏热冬冷地区被动式超低能耗节能技术的使用特点。

3.3.1 主动式技术

不同地区超低能耗建筑中主动式技术的应用存在很大差异。下表列举了夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑中主动式节能技术的应用情况。

从上表中可以看出,夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑主要采用的主动式节能技术包括高效照明、机械通风热回收和空气源热泵,而置换通风、辐射供热、供冷等主动式技术的使用较少。主动式技术的应用特点可以反映夏热冬冷地区的气候特点及居民的生活习惯特征,夏热冬冷地区的梅雨季、冬季阴雨天较多,白天自然光难以满足室内采光要求,需要照明设备的辅助,夏季遮阳的使用同样会影响室内采光,照明使用需求较大,因此高效照明设备的使用减少电能的消耗。夏热冬冷地区通风需求大,采用高效带热回收的新风系统可以为室内提供新鲜空气,防止发霉及污染物的积累,调节室内温湿度稳定,同时可以有效降低通风系统能耗。由于围护结构良好的保温隔热性能及密封性能,冬夏季建筑的供暖供冷负荷都较小,调研测试结果表明,冬季室内温度甚至能达到 17°C 以上,基本满足热舒适要求,或者只需要少量的供暖量便能满足室内舒适性要求,而供冷需求较大,高效的末端形式可以利用高温冷源维持室内舒适性。空气源热泵作为冷热源的补充,在夏热冬冷地区能效能达到 2.5 以上,且在夏季制冷时,可同时将产生的热用于制备生活热水,是冷热源较为理想的补充。

3.3.2 被动式技术

被动式技术利用建筑空间布局设计、建筑结构

表 3 主动式技术应用情况

	高效照明	节能电器	机械通风热回收	热水热回收	置换通风	辐射供暖	辐射供冷	空气源热泵
成都绿色建筑产业园	•	•	•		•	•		•
南昌某幼儿园	•		•					•
南京某零号动房	•		•					•
布鲁克	•		•					•

表 4 被动式技术应用情况

	自然采光	自然通风	遮阳	光导技术	地道风	蓄热	被动式得热	绿植
成都绿色建筑产业园	•	•	•	•	•	•	•	•
南昌某幼儿园	•	•	•				•	•
南京某零号动房	•		•				•	•
布鲁克	•	•	•				•	•

的构造特点，充分有效利用自然界能量，达到节能的目的^[10]。下表列举了夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑中被动式节能技术的应用情况。

从上表可以看出，被动式技术的应用具有较为一致的表现，对于自然采光、自然通风、遮阳、被动式得热以及绿色植被的应用较为普遍，光导技术、地道风及蓄热等技术也多有涉及。夏热冬冷地区气候潮湿，尤其是在梅雨季节，自然通风可以防止室内霉菌滋生，改善室内空气质量，此外在过渡季节以及部分地区夏季夜间，自然通风又能对建筑进行室内温度的天然调节，减少人工设备的使用频率，降低建筑能耗，也符合这一地区居民通风的生活习惯。

建筑外遮阳设施对于降低夏季空调能耗具有重要的贡献，冬季利用太阳得热则有利于降低室内采暖负荷，冬季希望尽可能减少建筑的遮阳，采用新型遮阳设施和技术，满足夏季建筑的遮阳的同时，保证冬季建筑的太阳辐射得热是夏热冬冷地区遮阳技术发展的方向，目前超低能耗建筑上已经大量应用遮阳新技术新措施，如活动遮阳构件、精确遮阳构件的设计以及建筑外墙的遮阳等。

建筑周围及表面种植绿色植被具有美化建筑整体的外观效果，净化建筑周围的微气候环境，同时对建筑的保温隔热作用也有显著的效果，此外，考虑建筑的布局，挑选合适品种规格的绿色植被可以兼顾遮阳的作用。因此，建筑内外的绿色植被的布置，与夏热冬冷地区夏季隔热兼顾冬季保温的围护结构要求契合相融，起到有效地的辅助作用。

被动式超低能耗建筑中被动式技术应用的关键在于技术与建筑的合理匹配，选择合理的建筑体系系数、建筑朝向、遮阳技术、自然通风、自然采光、

高性能围护结构、绿色植被等，不同地区的建筑根据气候、地形以及当地及居民生活习惯选择适宜的技术路线可以充分发挥低能耗建筑的优势。

3.3.3 可再生能源利用

可再生能源已经成为能源多样化重要途径，超低能耗建筑节能的主要包括两个方面，一是减少一次能源消耗，二是拓展能源的来源，可再生能源正是建筑能源来源的有效途径，将太阳能、风能、地热、生物质能等可再生能源高效应用于建筑，作为建筑的主要能源或一次能源的重要补充是被动式超低能耗建筑实现节能环保运行的有益保证。

在被动式超低能耗建筑中，可再生能源的利用是优化建筑能源供应方案的有效替代选择^[11]。夏热冬冷地区太阳能资源属于Ⅲ类地区^[12]，太阳能的利用主要有太阳能热水系统、太阳能光伏发电和太阳光导照明。超低能耗建筑冬季室内供暖热负荷较小，高效供暖末端装置可以利用40~60℃的低温热水进行供暖^[13]，保证了建筑在冬季可以利用有限的太阳能资源满足建筑的供暖需求。此外，将太阳能与土壤源热泵联合、太阳能与空气源热泵联合等方式可以解决太阳能保证率低的问题。太阳能光伏发电与建筑相融合的光伏建筑一体化，为建筑进行电力补充，减少对一次能源的依赖，但是光伏发电的突出问题是其成本与效率收益的平衡，体量越大效率越高，成本收益越快，目前超低能耗建筑体量较小，对于单体式超低能耗建筑，采用太阳能光伏发电技术并不适宜。

可再生能源的能够大大降低了建筑的耗能水平，同时也要考虑其应用效果与效益，地域条件的限制以及技术的合理应用是可再生能源发挥节能优势的关键所在，使得可再生能源与建筑用能在时间和空

间上实现平衡,夏热冬冷地区的地域与气候特点更适合采用多种技术的联合应用,如太阳能与土壤源热泵技术的联合使用。

4 总结

本文针对夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑的技术特点进行了分析,分别从舒适性指标、关键技术指标、节能技术的应用等三个方面,结合该地区现有被动式超低能耗建筑案例,总结了夏热冬冷地区被动式超低能耗建筑的技术特点,得出如下结论:

(1) 被动式超低能耗建筑在欧美发达国家已经较为成熟,基于我国国情和地域气候特点,建立适合我国发展需要的技术体系是节能工作的重点。

(2) 夏热冬冷地区围护结构要求夏季隔热为主,兼顾冬季保温,目前该类建筑主要使用的主动式技术主要有采用高效照明、通风热回收技术、以及空气源热泵;采用的被动式技术主要有自然采光、自然通风、建筑遮阳和绿色植被;可再生能源的应用适宜采用太阳能或者太阳能与土壤源热泵联合的方式。

(3) 由于国情现状,我国夏热冬冷地区超低能耗居住建筑的一次能源消耗量已经低于德国被动房标准限值,因此,对于超低能耗的能耗限制,因根据不同发展阶段进行调整。现阶段,宜仅针对建筑空调、通风与供暖能耗进行研究和规定。

参考文献

- [1] Mihai M, Tanasiev V, Dinca C, Badea A, Vidu R. Passive house analysis in terms of energy performance[J]. Energy and Buildings. 2017,144(Supplement C):74-86.
- [2] Schnieders J, Feist W, Rongen L. Passive Houses for different climate zones[J]. Energy and Buildings. 2015,105(Supplement C):71-87.
- [3] 张春鹏. 德国被动式超低能耗建筑设计及保障体系探究 [D]: 山东建筑大学; 2016.
- [4] Institute PH. Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard[J]. 2015.
- [5] Council E. European Council (23 and 24 October 2014 - Conclusions)[J]. 2014.
- [6] Marszal AJ, Heiselberg P, Bourrelle JS, Musall E, Voss K, Sartori I, et al. Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies[J]. Energy and Buildings. 2011,43(4):971-979.
- [7] 徐伟, 孙德宇. 中国被动式超低能耗建筑能耗指

标研究[J]. 动感: 生态城市与绿色建筑. 2015(1):37-41.

[8] 彭梦月. 欧洲超低能耗建筑和被动房标准体系 [J]. 建设科技. 2014(21):443-447.

[9] 王学宛, 张时聪, 徐伟, 孙育英, 王伟. 超低能耗建筑设计方法与典型案例研究 [J]. 建筑科学. 2016,32(4):44-53.

[10] Ma H, Zhou W, Lu X, Ding Z, Cao Y. Application of Low Cost Active and Passive Energy Saving Technologies in an Ultra-low Energy Consumption Building[J]. Energy Procedia. 2016,88(Supplement C):807-813.

[11] 刘秦见, 王军, 高原, 熊峰. 可再生能源在被动式超低能耗建筑中的应用分析 [J]. 建筑科学. 2016,32(4):25-29.

[12] 王炳忠, 邹怀松, 殷志强. 我国太阳能辐射资源 [J]. 太阳能. 1998(4):19-19.

[13] 太阳能供热采暖工程技术规范:GB50495-2009[S]. 中国建筑工业出版社. 2009





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





产品定义：冷冻水末端采用外冷式盘管获取冷风的产品。

技术特点：

- 额定冷量范围：8-50kw
- 换热效率高于80%以上
- EER大于5，最高可达22
- 供水温度21℃时，出风温度低于23℃
- 可根据回风温度调节风机的频率

应用场景：适用于所有区域的大中小型数据中心、大型场馆、商业楼宇、工业厂房等

产品图片

直接复合间接蒸发冷却产品（MAU）1

产品介绍：直接复合间接蒸发冷却产品（MAU）是采用间接蒸发冷却或直接蒸发冷却或复合式蒸发冷却获取冷风的全新风空调机组。

1) NHA直接蒸发冷却空调机组

产品定义：直接蒸发冷却空调机组是采用直接蒸发换热器获取冷风的产品。

技术特点

- 额定冷量范围：16-83kw
- 直接换热效率高于90%以上
- EER大于8.5，最高可达22
- 室外湿球温度24.5℃时，出风温度低于26℃
- 可根据回风温度调节风机的频率或启停

应用场景：适用于所有区域的中小型数据中心、中小型场馆、商业楼宇、工业厂房等

产品图片

直接复合间接蒸发冷却产品（MAU）2

HyperCool-DI 直接复合间接（外冷）蒸发冷却空调机组（整体式或分体式MAU）

产品定义：直接复合间接（外冷）蒸发冷却空调机组是采用直接蒸发换热器复合外冷式间接蒸发冷却换热器获取冷风的产品。

技术特点

- 额定冷量范围：20-170kw
- 直接+间接换热效率高于110%以上
- EER大于8.5，最高可达22
- 室外湿球温度27.5℃时，出风温度低于25℃
- 可根据室内温度控制间接段与直接段的启停

应用场景：适用于空气质量好且湿球温度低于27.5℃的地区的通信机房、中小型数据中心、中小型场馆、商业楼宇、工业厂房等

产品图片

直接复合间接蒸发冷却产品（MAU）3

HyperCool-DI 直接复合间接（内冷）蒸发冷却空调机组（整体式或分体式MAU）

产品定义：直接复合间接（内冷）蒸发冷却空调机组是采用直接蒸发换热器复合内冷式间接蒸发冷却换热器获取冷风的产品。

技术特点

- 额定冷量范围：20-170kw
- 直接+间接换热效率高于110%以上
- EER大于8.5，最高可达22
- 室外湿球温度27.5℃时，出风温度低于25℃
- 可根据室内温度控制间接段与直接段的启停

应用场景：适用于空气质量好且湿球温度低于27.5℃的地区的通信机房、中小型数据中心、中小型场馆、商业楼宇、工业厂房等

产品图片

AHU产品 1

产品介绍：AHU产品是利用直接蒸发冷却或间接蒸发冷却或加以机械制冷辅助的方式，处理室内回风或室内回风与新风湿风的产品。

1) HyperCool-ID间接(内冷)复合直接蒸发冷却空调机组

产品定义：间接(内冷)复合直接蒸发冷却空调机组是采用内冷式间接蒸发换热器复合直接蒸发冷却器获取冷风的产品。

技术特点

- 额定冷量范围：20-260kw
- 间接+直接换热效率高于110%以上
- EER大于11，最高可达20
- 室外湿球温度27.5℃时，出风温度低于26℃
- 可根据室内温度控制间接段与直接段的启停

应用场景：适用于湿球温度低于27.5℃的地区的通信机房、中小型数据中心、中小型场馆、商业楼宇、工业厂房等

产品图片

AHU产品 2

HyperCool-IE 间接蒸发冷却复合机械辅助制冷空调机组

产品定义：间接蒸发冷却复合机械辅助制冷空调机组是将内冷式间接蒸发冷却器复合压缩制冷系统获取冷风的产品。

技术特点

- 额定冷量范围：50-525kw
- 间接换热效率高于80%以上
- 间接蒸发段EER大于8，最高可达26
- 可根据区域湿球温度选配机械制冷的冷量

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

产品图片

AHU产品 3

HyperCool-ID*EC 间接(内冷)蒸发冷却空调机组（AHU）

产品定义：间接(内冷)蒸发冷却空调机组是利用内冷式间接换热器获取冷风的产品。

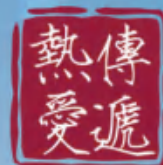
技术特点

- 额定冷量范围：20-260kw
- EER大于12，最高可达26
- 室外湿球温度24.5℃时，出风低于26℃
- 可根据回风温度调节风机的频率或启停

应用场景：适用于空气质量好且湿球温度低于24.5℃的地区的通信机房、中小型数据中心、中小型场馆、商业楼宇、工业厂房等



Accessen



助力打造绿色数据中心 高效集成冷站

高效集成冷站将机械制冷和自然冷却高度集成，冷站包括冷水机组、板换、水泵、冷却塔、阀门、智能控制系统和其他辅助性装置，确保无论是机械制冷或是自然冷却安全可靠运行。



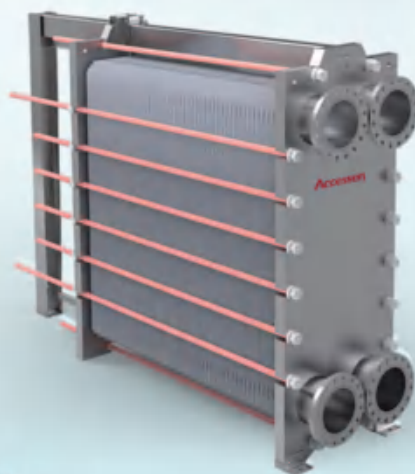
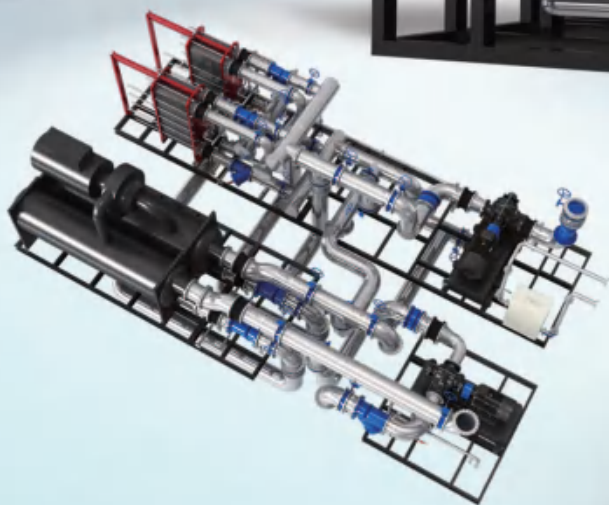
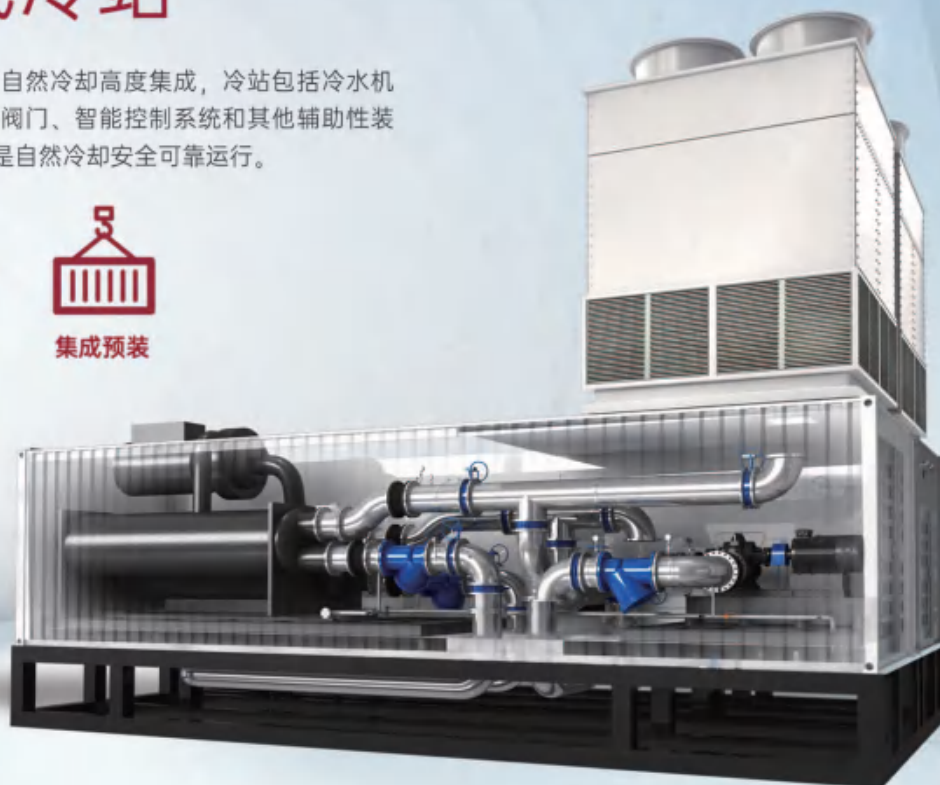
高效制冷



智能控制



集成预装



小温差制冷专用板式换热器

丰富的板型适应多种工况，
先进的结构设计结构紧凑、便于维护。

www.accessen.cn

上海艾克森集团有限公司
Shanghai Accessen Group Co., Ltd.

