

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 |

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》通过审查
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》通过审查
“标准科技创新奖”公布—中国建研院多项获奖
中国建研院获 2020 年度华夏建设科学技术多项奖
“空调机现象”折射巴西经济断层

24 | 热点聚焦 | Spotlight |

2020 年高效机房技术发展与应用论坛在温州召开
加快能源绿色低碳转型步伐

40 | 案例赏析 | Cases |

天屿湖国际休闲社区冷热源设计
医院干细胞移植实验室设计与施工



美的中央空调绿色高效机房 系统解决方案供应商



高效主机



优化系统



智能控制



智慧运维



扣美的服务 享美的生活

回顾 2020，我们这一年

即将挥手告别 2020，
迎来崭新的 2021。
在这新旧交替之际，
一起来回顾，
我们这一年。

组织行业会议 6 场

1 月，在北京召开“第二届北方农村清洁能源供暖能效提升与长效运行技术研讨会”；
8 月，在河南郑州召开“第三届数据中心冷却节能高峰论坛”；
9 月，在山东烟台召开“2020 年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛”；
10 月，在山西太原召开“第二十二届全国暖通空调制冷学术年会”；
12 月，在浙江温州召开“2020 年高效机房技术发展与应用论坛”；
12 月，在福建厦门召开“2020 年海尔中央空调高效机房生态推广联盟论坛”。

举办行业赛事 3 场

4~10 月，第十八届 MDV 中央空调设计应用大赛；
3~12 月，第五届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛；
6~11 月，2019 ~ 2020 年度中国建筑设计奖·暖通空调专业奖。

编制行业标准 5 项

2018 年 12 月 ~ 2020 年 12 月，申报并组织编写 CABEE 标准《地源热泵系统运行技术规程》；
2019 年 11 月起至今，申报并组织编写的 CECS 标准《多联机空调系统改造技术规程》，现处于对外征求意见稿阶段；
2019 年 11 月起至今，协助中国建筑节能协会完成工程建设行业标准《建筑外墙保温安装及空调安装运行人员职业技能标准》征求意见稿初稿；

6 月，与海尔共同编制的《磁悬浮中央空调白皮书 - 磁悬浮高效机房全寿命期发展（2020 版）》发布；

8 月，协助并组织参与编制的 CECS 标准《高效空调制冷机房系统评价标准》，并于 9 月 3 日和 12 月 17 日在烟台和温州组织召开工作会。

开展公益活动 2 项

3 月 ~ 7 月，开设“CAHVAC 暖通大讲堂”公益在线直播活动，已完成《疫情防控 暖通在行动》、《绿色暖通与健康建筑》两季，共 24 期。50 余位国内外暖通空调领域知名专家、学者及优秀企业代表做客大讲堂，浏览量超过 5 万多人次；

4 ~ 6 月，为了弘扬暖通人在疫情防控中所展现出勇于奉献、敢于担当的精神，反映暖通空调行业团结一心抗击疫情所做的努力，秘书处加班加点搜集资料，制作《致敬中国速度 为暖通人点赞》公益视频。观看人次超过 6 万。

2021 行而不辍，未来可期！



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12期(总第39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 |

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》通过审查
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》通过审查
“标准科技创新奖”公布—中国建研院多项获奖
中国建研院获 2020 年度华夏建设科学技术多项奖 等

14 | 行业新闻 | Industry News |

内蒙古大力打造全生命周期绿色产业链
国家开发银行预计投放 2 万亿用于城镇老旧小区改造
南方多地拉闸限电 今冬取暖“南上加难”
上海市发改委发布绿色发展行动指南
山东海阳打造全国首个“零碳”供暖城市
《江苏省超低能耗居住建筑技术导则(试行)》印发并实施
济南市“十三五”新增绿色建筑 5177.2 万 m²
成都优化“容积率”措施
新疆: 集中式电采暖市场化交易谷段电价 0.165 元 / 千瓦时 等

21 | 国际资讯 | International News |

“空调机现象”折射巴西经济断层
美国依旧是全球最具吸引力的可再生能源市场
再推进 8000 亿欧元可再生能源战略
“下一代欧盟”复兴计划
新型太阳能设备可边加热边制冷
英国颁布“绿色工业革命”10 点计划
英国呼吁全球禁止一次性制冷剂钢瓶的使用
美国天然气发电减排量远大于可再生能源
全球储热创新展望



麦克维尔官方微信



麦克维尔官方网站

模块化磁悬浮变频离心式冷水机组WXE

尺寸小，重量轻，运输便，组合巧，能效高，清洗易



10.23 NPLV/IP

磁悬浮变频离心压缩机

1.35吨机组重量

可通过多数客梯进行搬运

3英尺筒体，槽钢底座设计

可通过叉车转运

4% COP提升

通过专利闪蒸式经济器实现

注：1.NPLV/IP基于制冷量145RT，100%负荷工况。冷水出水温度7℃，冷水流量0.172m³/(h·kW)；冷却水进水温度30℃，冷却水流量0.215m³/(h·kW)

蒸发侧水阻性系数0.012m²·℃/kW，冷凝侧水阻性系数0.044m²·℃/kW。

2.机组重量不含制冷剂。

3.闪蒸式经济器专利号：ZL201510739755.8。

CONTENTS



强强联合·共建智慧建筑未来



中国第八高楼 / 江苏第一高楼



顿汉布什服务雄安高铁站再立标杆



欧盟再推进 8000 亿欧元可再生能源战略

24 | 热点聚焦 | Spotlight |

2020 年高效机房技术发展与应用论坛在温州召开
加快能源绿色低碳转型步伐



31 | 聚焦政策 | Policy |

住建部关于开展 2020 年度建筑节能与绿色建筑发展情况统计工作的通知
吉林省关于组织申报 2021 年电清洁取暖教育示范县试点城市的通知
《广东省绿色建筑条例》公布 等

40 | 案例赏析 | Cases |

天屿湖国际休闲社区冷热源设计
医院干细胞移植实验室设计与施工

47 | 技术交流 | Technical communication |

地下车库全面通风的理论分析
改进相变蓄热集热器在太阳能制冷系统中的能耗分析
室内空气化学污染物叠加危险性评价研究（第 1 报）
建筑中庭送风参数对冬季空调效果的影响

曼瑞德供暖系统



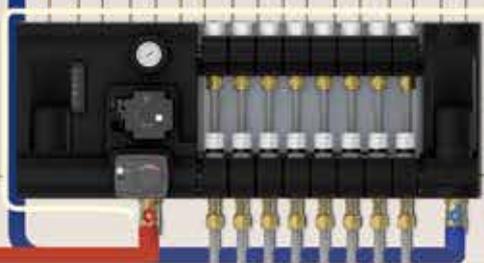
燃气采暖热水炉

采暖+生活热水·智能触屏



All-RC场景全联供控制器
无线控制

新定义“全联供”系统
组合创新 集成标准化



曼瑞德@舒适家



WWW.MENRED.COM

荣誉见证

· 参编国家标准19项, 新风标准19项
· 绿建标准2项 暖通标准13项
· 净水标准8项 智能标准1项
· 荣获官方知识产权保护281项

其中: · 计算机软件著作权23项
· 著作权版权33项
· 中国发明专利26项
 ®(专利号20140159444.X)
 ®(专利号20140158307.4)

· 中国实用新型专利100项
 ®(专利号201420191864.1)
 ®(专利号201420197523.5)
· 国际专利3项
 ®(注册号9481006)

· 红点奖2项, 金点奖1项
· 高新技术企业4家
 (含旗下分公司)
.....



冷·暖·水·智

可靠、稳定、节能

沃茨数据中心水系统解决方案

智选沃茨



质量可靠

减少漏水风险，
保障IT设备安全运行



功能稳定

保障系统24小时
不间断工作



控制精确

保障IT设备在精确的
恒温恒湿环境下运行



节能降耗

低阻高效的阀门设计
降低空调系统的运行能耗



在线维修

及时响应维护，保障
数据中心正常运行



数据可视

沃茨智能控制阀可
精准监测，实时读数

探索产品



智能控制阀



电动蝶阀



动态平衡电动调节阀



角型整流过滤器



网址: watts.cn
服务热线: 400-070-8760

WATTS®

ClimaPRO 克莱门特高效机房管理系统

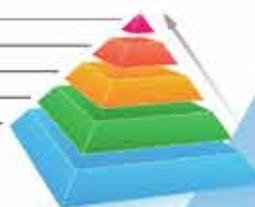
ClimaPRO 是克莱门特为中央空调及关联设备开发的优化管理控制系统。通过对多台冷水/热泵机组的集中控制和优化，达到节能目标。ClimaPRO 采用“优化的金字塔”模型，性能反馈循环优化模式，模块化控制设计，基于网络的图形化人机界面，动态报告生成，并可与大多数 BMS 系统协议兼容扩展。ClimaPRO 是已验证的可靠系统解决方案，汇集多种应用优化，并在工厂制造和测试，广泛适用新建或升级现有中央空调机房管理系统。

clima
PRO
● PERFORMANCE ● RELIABILITY ● OPTIMISATION



优化金字塔

- 性能测量和验证
- 维护服务
- 优化
- 自动化
- 设计、应用、组成



动态报告生成



克莱门特捷联制冷设备(上海)有限公司

地址:上海市星火开发区白云路88号

电话:(021)57505566 传真:(021)57505797

E-mail:info@climaveneta.com.cn http://www.climaveneta.com.cn

全国统一售后服务热线
400-880-7575



微博



微信



新闻直通车

NewsExpress

国家全文强制性规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》通过审查

2020年11月24日，由中国建筑科学研究院有限公司牵头编制的国家全文强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（送审稿）（以下简称《节能规范》）审查会在北京召开。会议采用现场和网络视频相结合的方式举行。住房和城乡建设部标准定额司有关领导、中国建研院副总经理王清勤、科技标准部副主任姜波等出席会议并讲话，《节能规范》审查专家及编制组成员共40余人参加了会议。王清勤代表主编单位致欢迎辞，对参会领导及专家表示感谢，并介绍了中国建研院主编的11项全文强制技术规范的工作情况。住房和城乡建设部标准定额司领导强调《节能规范》是住房和城乡建设部根据国家工程建设标准体制改革而设立的38本全文强制性规范之一，也是建筑节能与可再生能源利用领域唯一一本全文强制性工程建设规范，在建筑行业响应习总书记提出2030年碳达峰、2060年碳中和的总体目标方面扮演着重要角色，对



建筑行业“十四五”节能规划的编制和中远期减碳目标确定具有重大意义。《节能规范》应突出技术法规的特性，既要扼守底线，又要留有创新空间。同时要严格遵守全文强制规范编写三个一致性的要求，与国外技术法规和先进技术标准接轨。会议成立了以江亿院士为组长，王有为研究员、王崇杰教授为副组长的审查专家组。审查专家按照住房和城乡建设部标准定额司规定的审查要求，从法规政策合规性、必要性、合理性等方面对规范内容进行了全面审查，并提出修改意见。审

查专家组认为，《节能规范》贯彻了改革和完善工程建设标准体系精神，对提升建筑品质、促进建筑行业高质量发展和绿色发展具有重要作用。突出了技术法规性质，从新建建筑节能设计、既有建筑节能、可再生能源利用三个方面，明确了设计、施工、调试、验收、运行管理的强制性指标及基本要求。内容架构、要素构成、主要技术指标等与发达国家相关技术法规和标准接轨，总体上达到国际先进水平。专家组成员一致同意《节能规范》通过审查。

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》通过审查

2020年11月23日，由中国建筑科学研究院有限公司牵头编制的国家工程建设行业标准《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准（送审稿）》JGJ134（以下简称《标准》）修订审查会在京召开。

住房和城乡建设部标准定额司倪江波一级巡视员在审查会上作了重要讲话，他指出建筑节能系列标准是建筑领域响应碳达峰、碳中和目标的重要的量子化的技术抓手，编好标准、用好标准对贯彻以人民为中心，提升建筑品质，促进建筑行业高质量发展和绿色发展有重要意义。中国建筑科学研究院姜波副主任代表主编单位致辞，对参会领导及专家表示感谢。会议成立了以寿炜炜教授级高工为组长的审查委员会。审查委员会专家按照住房和城乡建设部标准定额司规定的审查要求，对规范内容进行了全面审查，并提出修改意见。

与会专家认为，《标准》从国家节能减排战略需求出发，结合我国夏热冬冷地区居民对改善建筑室内环境的需要，全面提升了该地区居住建筑的节能设计水平，较本标准2010版整体节能率提升30%，对推进建筑行业低碳和高质量发展具有重要意义；《标准》立足夏热冬冷地区气候特点和居住建筑使用特征，首次提出了夏热冬冷地区新建居住建筑平均设计能耗指标，为建筑节能规划及管理提供了基础数据；《标准》符合我国国情，总结借鉴了国内外相关标准经验，具有科学性、先进性和可操作性，为我国夏热冬冷地区居住建筑节能工作的持续发展提供了技术支撑，总体达到了国际先进水平。



审查委员会一致同意《标准》通过审查。

住房和城乡建设部标准定额研究所刘彬副处长作了总结讲话，对审查专家的辛勤工作表示感谢，希望《标准》的实施在推

进夏热冬冷居住建筑能效提升和改善建筑室内环境等方面发挥更大作用，要求编制组会后按专家意见进一步修改和完善，尽快完成报批稿。

中国建研院环能科技开展专题教育

为进一步深入学习习近平新时代中国特色社会主义思想，坚定青年员工理想信念，中国建筑科学研究院有限公司环能科技党委联合团支部于11月24日邀请北京市委党校专家为团员和青年员工讲授《慎终如始、不负韶华——提升政治修养做新时代新青年》团课。

团课主要讲授了青年人必须提升政治修养、勇于奉献、遵纪守法、新时代青年要担当起自身使命等4个方面内容，通过真实生动的案例，展现出“青春由磨砺而出彩，人生因奋斗而升华”，只有在艰苦奋斗中才能磨炼意志



品质，只有在实践中才能增长工作本领。

此次团课活动环能科技有近50名青年员工参加，青年们表示，

通过专家精彩生动的讲解，更加坚定了自己的理想信念，明确了前进方向，未来将在工作中发挥优势，实现新的人生价值。

强强联合·共建智慧建筑未来

11月30日，中国建筑科学研究院有限公司建科环能科技有限公司（以下简称“环能科技”）、思普瑞科技集团有限公司（以下简称“思普瑞”）为充分发挥各自优势、加强全方位合作，共同促进强化建筑节能和智慧建筑领域相关行业的转型与提升，在北京举行战略合作协议签约仪式。环能科技董事长徐伟、思普瑞副总裁许亚宁亲临签约现场。

今年9月，环能科技冯铁栓副总经理、环能科技智云中心曹勇主任赴思普瑞公司参观交流，双方通过深入对接交流，达成合作意向。

未来，双方将充分利用彼此发展优势，共同开拓以智慧建筑为主的智慧化相关技术咨询、检测评估、规划、专业设计、软件与产品开发、集成实施、运营等业务，同时共同打造西北区域低能耗5G智慧园区示范项目。在人才培养方面，双方将共同努力培养满足未来



技术需求的高素质数字化、智慧化人才，包括联合打造培训认证；提供相关实践教育等。

环能科技公司以建筑环境、建筑能源、建筑节能、绿色建筑、智能建筑、智慧建筑等领域的应用研究和技术开发为主，同时从事专业工程咨询、设计和施工、测试和评估、节能产品的开发等业务，是国内从事建筑节能和建筑环境领域历史最悠久，专业门类最齐全、服务范围最广泛、引

导行业科技发展，具有持续创新能力和市场竞争的专业机构。

思普瑞公司是国家级高新技术企业，通过大数据、云计算、物联网等技术，布局智慧、智能、地产、金融四大产业，业务覆盖全国及海外市场。并先后与蚂蚁金服、阿里巴巴、腾讯等实力名企开展合作，在智慧城市咨询、规划、设计、建设、运营产业链及产业生态上给予充分的补充和加强。

中国建研院掀起学习宣传贯彻党的十九届五中全会精神热潮

近日，中国建研院各级党组织及时跟进、迅速动员、研究部署，将学习宣传贯彻党的十九届五中全会精神作为当前和今后一个时期的首要政治任务，掀起了学习宣传贯彻全会精神的热潮。

环能科技党委、建研科技党委、建研地基党委等部门理论学习中心组充分发挥示范作用，坚持先学一步、学深一层，以习近

平新时代中国特色社会主义思想为指导学习全会精神，对标新部署新要求开展交流研讨，推动学习贯彻往深里走、往心里走、往实里走，以“三会一课”、主题党日、党员大会、宣讲会、党课、专题讲座等创新形式学习全会精神，全方位、多角度、深层次巩固学习成果，掌握核心要义。

今后一个时期，中国建研院各级党组织将切实把思想和行动



统一到全会精神上来，深刻领会全会精神，牢牢把握重要战略机遇，迅速把全会精神化作具体行动，为圆满收官“十三五”、奋力开启“十四五”作出积极贡献。

“标准科技创新奖”公布—中国建研院多项获奖

近日，中国工程建设标准化协会在京举办“标准科技创新奖”颁奖大会，会上宣读了标准科技创新奖表彰文件，并向获奖项目、组织和个人颁发了奖牌和荣誉证书。

中国建研院党委书记、董事长、中国工程建设标准化协会理事长王俊在致辞中指出，标准科技创新奖是经科技部批准，由中国工程建设标准化协会设立的全国工程建设领域唯一的标准奖项，从2018年首次评选以来，受到社会各界的广泛关注和积极参与，希望今后标准科技创新奖的表彰活动能进一步促进我国工程建设标准化的改革，加强标准实施，推广标准化成果，发挥标准对贯彻新发展理念，推动高质量发展的支撑作用。

本届标准科技创新奖共有42个项目、10家单位、22位专家分获标准科技创新项目奖、组织奖和人才奖。其中，由中国建研院作为主编单位的《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019获“项目奖一等奖”；《严寒和寒



冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018、《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018和《装配复合模壳体体系混凝土剪力墙结构技术规程》T/CECS 522-2018获“项目奖二等奖”；ISO 22975-5:2019《太阳能-集热器部件与材料-第5部分：绝热材料耐久性和性能》和《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114-2014获“项目奖三等奖”。中国建研院建研科技获“组织奖”；中国建研院李东彬、高文生获“领军人才奖”，冯昕、孟冲获“青年人才奖”。

此次多项获奖，体现了中国建研院作为国家级科研院所，始终践行央企责任使命，坚持强化科技创新和标准引领，推动行业高质量发展的担当作为。未来，中国建研院将在推进技术创新与标准体系建设的道路上持续深耕，充分发挥标准化引领作用，以高标准引领高质量发展，为推进我国工程建设标准化事业持续健康发展贡献应有之力。

住房和城乡建设部有关领导、中国工程院院士、全国工程勘察设计大师、行业知名专家与企业代表参加此次颁奖大会。

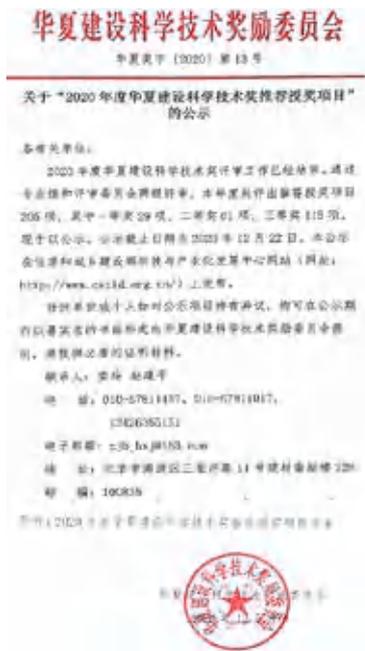
中国建研院获 2020 年度华夏建设科学技术多项奖

2020 年度华夏建设科学技术奖评审工作已经结束。通过专业组和评审委员会两级评审，本年度共评出推荐授奖项目 205 项，其中一等奖 29 项、二等奖 61 项、三等奖 115 项。

中国建研院共获奖 13 项，其中一等奖 3 项、二等奖 5 项、三等奖 5 项。其中由环能科技牵头的《北方地区热泵供暖关键技术研究与规模化应用》、《近零能耗建筑技术标准》两个项目分别荣获一、二等奖。

2020 年度华夏奖推荐授奖项目名称

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	推荐单位	获奖等级
9	北方地区热泵供暖关键技术研究 与规模化应用	徐伟、袁闪闪、王伟、徐宏庆、杨灵艳、徐昭伟、肖彪、韩林俊、徐生恒、王智超、李博佳、杨强、孙育英、冯晓梅、杨英霞	中国建筑科学研究院有限公司、北京工业大学、北京市建筑设计研究院有限公司、珠海格力电器股份有限公司、同方人工环境有限公司、恒有源科技发展有限公司	中国建筑科学研究院有限公司	一等
72	近零能耗建筑技术标准	徐伟、张时思、于震、孙德宇、强万明、徐宏庆、宋晔皓、刘艳峰、李丛笑、慕建卫、王昭、万成龙	中国建筑科学研究院有限公司、河北省建筑科学研究院有限公司、北京市建筑设计研究院有限公司、清华大学、西安建筑科技大学、中建科技集团有限公司、索华建设集团有限公司、山东省建筑科学研究院有限公司	中国建筑科学研究院有限公司	二等



中国建筑科学研究院有限公司 2020 年定点扶贫工作获表彰

近日，中共忻州市委、忻州市人民政府发布关于表彰 2020 年全市脱贫攻坚“一奖双模双先”的决定，中国建筑科学研究院有限公司获“驻村帮扶工作模范单位”称号，派驻水泉镇水泉村第一书记张大勇获“驻村帮扶工作模范第一书记”称号。

中国建筑科学研究院有限公司对口定点帮扶山西省忻州市偏关县以来，把定点扶贫作为政治任务，认真学习贯彻习近平总书记关于决战决胜脱贫攻坚的重要指示精神，按照党中央、国务院决策部署和国资委有关要求深入开展脱贫攻坚工作，积极践行社会责任，充分发挥行业综合技术优势，以精准扶贫、精准脱贫为工作总基调，协助解决“两不愁三保障”突出问题。先后选派 2 位同志挂职副县长、2 位同志

任驻村第一书记，累计投入各项资金 2000 余万元，帮助偏关县于 2020 年 2 月退出贫困序列，顺利实现脱贫摘帽。

下一步，中国建筑科学研究院有限公司将继续深入贯彻落实习近平总书记重要指示和党的十九届五中全会精神，严格落实“四个不摘”要求，坚持责任落实到位、帮扶资金不减、帮扶力量总体稳定，持续强化精准帮扶、深化技术帮扶，巩固脱贫成果，统筹推进、谋划做好接续帮



中国建筑科学研究院有限公司多次调研偏关扶贫工作

扶工作，进一步提高偏关县自我发展能力，助力乡村振兴。

中国建筑科学研究院有限公司与中信工程签署战略合作协议 共建国产 BIM 生态

12月3日,中国建筑科学研究院有限公司与中信工程设计建设有限公司(下称“中信工程”)在京签署战略合作协议。中国建筑科学研究院有限公司总经理、党委副书记许杰峰和中信工程党委书记、总经理金志宏出席签约仪式并代表双方签署了合作协议。

许杰峰对金志宏一行的到访表示欢迎,并介绍了中国建筑科学研究院有限公司在建筑标准化、数字化等方面的工作情况。他表示,与中信工程联合研发国产 BIM 平台软件对于打造基于“互联网+BIM”的中国智能制造全产业链平台具有重大意义。双方应发挥各自所长,将产品研发、市场合作与成果应用结合起来,积极推动建筑行业数字化转型发展。

金志宏表示,中信集团高度重视合作项目的落地落实,专门批准成立中信数智(武汉)科技有限公司(下称“中信数智”)作为项目主要实施载体,并投入专项资金支持项目研发和应用。双方应强化沟通协调联动机制,加强项目管理体系建设,通过建立上

层沟通渠道、加强市场引导等方式,提升项目综合管理水平。

根据协议,双方将整合优势资源,创新科技模式,不断拓宽合作领域与合作思路,充分发挥在行业、平台、技术、资金、项目等方面的综合优势,深度开展多领域、多渠道、多模式的合作与交流,共同打造基于国产 BIM 软件应用的核心生态圈,携手构建和运营中国建筑产业(工业)互联网,实现互利共赢,促进共同发展。

作为国家级科研院所,近年来,中国建筑科学研究院有限公司积极响应国家号召,加强近零能耗建筑、健康建筑、国产自主知识产权 BIM 平台等方面的研究与实践,中国建筑科学研究院有限公司建研科技所属构力科技将自主知识产权图形平台、建筑设计软件、绿色建筑和节能设计软件等作为主要研发领域,形成 PKPM、PKPM-BIM/PC、PKPM



绿建等一系列知名软件品牌,为推动行业科技发展作出一定贡献。

中信工程是中信集团所属一级重点子公司和最大的科技型工程公司。近年来,中信工程发挥“策划+投融资+战略合作”的特色优势以及人才、资质与专业技术优势,在全国建设、设计了一批优质精品工程。中信数智是中信工程旗下重点科技子公司和数字化战略转型与科技创新的实施载体,致力于实现工程建设领域资源的高效整合和聚集。

本次签约仪式上,中信数智与构力科技还签署了《关于智能构件资源库的合作协议》,合作旨在共同实现产业链数据的互联互通及行业 BIM 应用的提质增效。

中国建筑科学研究院有限公司收到国资委机关服务中心感谢信

12月16日,国务院国有资产监督管理委员会机关服务中心向中国建筑科学研究院有限公司发来感谢信,对中国建筑科学研究院有限公司圆满完成委机关办公楼维修改造建设任务提出表扬并表示感谢。

信中指出,此次快速整修委机关办公楼任务时间紧、任务重、要求高,中国建筑科学研究院有

限公司充分发挥自身优势,指导所属中技集团科学组织,倒排工期,全力以赴文明施工,按要求的时限圆满完成任务。同时,为做好抗疫工作和便利服务,还按要求完成了提升委机关办公院区环境、修建南北大门入口测温通道、维修改造综合楼会议室、走廊、楼梯间等急、难任务。

此次维修改造建设任务受到

国资委机关服务中心的肯定与好评,中国建筑科学研究院有限公司将继续秉承“奉献社会、追求领先、提升品质、和谐发展”的核心价值观,始终牢记初心使命,积极践行央企责任,为市场提供优质的产品服务,为政府提供可靠的技术支撑,为行业提供创新的发展动力。

行业新闻 Industry News

内蒙古住建厅：大力发展被动式建筑，打造全生命周期绿色产业链

2020年11月24日，内蒙古自治区住房和城乡建设厅发布关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的实施方案（征求意见稿）意见的函，其中对被动式建筑做出了如下安排：大力发展绿色建筑、装配式建筑、节能建筑、模块化建筑、被动式建筑、新型建筑材料，系统打造集投资、规划、设计、生产、施工和运维于一体的全生命周期绿色产业链。

以绿色发展为主线，全面推动绿色建筑、装配式建筑、超低能耗被动式建筑发展，推广绿色施工、海绵城市、综合管廊等项目落地。



国家开发银行预计“十四五”期间投放2万亿用于城镇老旧小区改造

银保监会举行银行业保险业例行新闻发布会。国家开发银行党委委员、副行长周清玉在发布会上透露，预计“十四五”期间，国开行将在城镇老旧小区改造领域投放2万亿元，国开行将与各个省做好“十四五”的融资规划对接，把这一项民生补短的工程做好、做实。

周清玉介绍，近期，国开行在住建部指导下，与吉林、山东、浙江、湖北、陕西五个

省，签署了支持城镇老旧小区改造的合作协议，“十四五”期间额度2610亿元。除此之外，国开行还向辽宁、北京、江西、甘肃等提供了1500亿元支持。

国开行自1994年成立以来，总资产从908亿元上涨到17万亿，成为全球最大的开发性金融机构。在贷款质量方面，国开行连续16年不良贷款率在1%以下，各项经营指标都达到了监管部门的要求。

南方多地拉闸限电 今冬取暖“南上加难”

近日，湖南、浙江、江西等南方地区陆续发布了“有序用电”通知，“限电”一词登上各大社交平台热搜，有媒体报道称，部分小区和工厂甚至连路灯和电梯都已关停，可见用电缺口之大。目前南方已经普遍入冬，且部分地区低温雨雪天气持续，存在巨大的取暖需求。在没有市政集中供暖的地区，电力、燃气取暖已然是主要的采暖方式，但如今多地拉闸限电，今年南方取暖更是难上加难。

日前，湖南省发改委发布《关于启动2020年全省迎峰度冬有序用电的紧急通知》称，今年湖南入冬早、降温快、电力负荷快速攀升，超过冬季的历史记录，电力供应形势紧张。长沙市发改委要求全市所有空调一律控制在20℃以下，不使用电炉、电烤炉等高耗能电器。对超负荷用电的住户实施短时间内限制供电。随后湘潭市、岳阳市、株洲市、常德市政府部门陆续提出倡议，尽量不同

时使用高耗能电器，电力用户

主动错峰用电，减轻供电压力，共度用电难关。

浙江省委省政府新闻门户“浙江在线”官方微信显示，浙江省机关事务管理局近日发布通知称，从即日起至12月31日，省各有关单位办公区域在气温达到3℃以下（含3℃）时方可开启空调等取暖设备，且设置温度不得超过16℃。“双控”，即控制能源消费强度和消费总量。《浙江省进一步加强能源“双控”推动高质量发展实施方案（2018-2020年）》要求，到2020年，浙江将建立能源“双控”倒逼转型升级体系；在各市平衡基础上，累计腾出用能空间600万吨标准煤以上。12月13日，浙江省义乌市发展和改革委员会、金华市节能减排领导小组节能办公室发布了《节约用能倡议书》，倡议合理使用空调系统，行政事业单位尽量少开或不开空调，公共场所，在室外温度超过5摄氏度时，自觉关闭制热空调。此外，还提议合理使用灯光照明、三楼以下停开电梯等措施。

上海市发改委发布绿色发展行动指南

12月19日，上海市发展和改革委员会发布绿色发展行动指南，要求打造超低能耗建筑。

为进一步推动绿色发展、循环发展和低碳发展，根据《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》《上海市环境保护条例》等政策法规要求，市发展改革委组织编制了《上海市绿色发展行动指南》，用以指导各单位在生产中节约

资源、减少污染，推动建立有利于环境保护的生产方式。

《上海市绿色发展行动指南》以项目的生命周期为主线，包括绿色产业导入、绿色规划设计、绿色建设施工、绿色运营管理和绿色发展相关支持政策等五部分内容。绿水青山就是金山银山，政府、企业、社会应当携起手来，践行绿色发展理念，共同建设美丽上海。

山东海阳打造全国首个“零碳”供暖城市

11月25日，全国“零碳”供暖城市创建暨国家能源核能供热商用示范工程二期开工仪式在山东核电举行，这标志着海阳市区在实现核能供热“全覆盖”道路上迈出关键一步。此举是山东省加速核能综合利用、推进绿色低碳转型的创新实践。

2018年底、2019年初，海阳核电一期两台机组相继建成投运，山东在运核电实现“零突破”，现已累计发电超过400亿千瓦时，替代煤炭消费1700多万吨。同时，依托海阳核电一期工程，建成“国家能源核能供热商用示范工程”。2019年至2020年首个供暖季，为周

边73个小区持续供热136天，节约原煤15579吨。目前，第二个供暖季已于今年11月15日正式投运，系统运行安全稳定，供热效果持续向好。

据介绍，国家能源核能供热商用示范工程二期抽取机组高压缸排汽作为热源，热效率可提高3.25%，适用于核电机组大规模供热示范，技术推广价值高。据测算，每个供暖季节约原煤10万吨，减排二氧化碳17.7万吨、烟尘691吨、氮氧化物1123吨、二氧化硫1188吨，相当于种植阔叶林1000公顷，对促进区域生态环境改善具有重要意义。

《江苏省超低能耗居住建筑技术导则（试行）》 印发并实施

2020年12月10日，由江苏省住建厅印发《江苏省超低能耗居住建筑技术导则（试行）》对室内环境计算参数取值提出：夏季供冷室内均温不高于26℃，相对湿度不高于60%；冬季供暖室内均温不低于20℃，相对湿度不低于30%；主要房间室内新风量不应低于

30m³ / (h·人)；夏季自然通风外墙、屋面内表面温度不高于35℃；不开启供暖设备时，夏热冬冷地区室内均温不低于16℃，寒冷地区室内均温不低于13℃；冬季供暖和夏季供冷状态下，温度不保证率均不高于10%；等要求。

济南市“十三五”新增绿色建筑5177.2万m²

12月17日，山东济南市政府新闻办召开发布会，围绕住房保障、城市建设、建筑业等方面，介绍“十三五”时期住建事业成就。据悉，去年济南实现建筑业总产值3514亿元，增加值1107.98亿元。今年济南市共有17家特级资质建筑企业，102家总承包一级以上资质建筑企业，建筑业总产值过百亿的企业达到8家。在山东省创建“建筑强市、强县、强企”活动中，近3年济南市连续蝉联5强市首位。

据了解，作为全国首批3个装配式建筑示范城市之一，济南市明确要求全市城市规划区内新建公共租赁住房、棚户区改造安置住房、政府投资工程等项目全面实施装配式建造，其他社会投资项目装配式建筑占新建建筑比例达到30%以上，莱芜区、莱芜高新区执行20%，平阴、商河按15%执行。

“十三五”以来，济南市新增绿色建筑面积5177.2万平方米，以绿色“筑”就城市建筑“最美底色”。

下一步，济南市将继续出台容积率奖励、信用加分、预售资金监管比例下调等扶持政策。预计2020至2022年，济南市新增绿色建筑3000万平方米以上，城镇新建民用建筑中绿色建筑占比达100%，2025年，济南市新增高星级绿色建筑面积累计达到600万平方米以上。到“十四五”末，力争建成全国领先的绿色建筑产业集聚区，绿色建筑产业培育成新的支柱产业，全产业链产值达到1000亿元以上，专精特新绿色建筑企业达到50家以上。

成都：“容积率”优化措施



12月3日，成都市规划和自然资源局发布了《关于进一步加强容积率管理促进“中优”区域城市有机更新的规划支持措施（征求意见稿）》，为贯彻落实市委、市政府建设美丽宜居公园城市的战略部署，推进土地资源集约高效利用，提升城市能级和核心竞争力，根据《成都市城乡规划条例》、《成都市公园城市有机更新实施办法》等相关规定，在总结借鉴其他城市先进管理经验的基础上，结合成都实际，现就进一步加强容积率管理促进“中优”区域城市有机更新制定如下规划支持措施。

措施中提出，加强城市建设用地容积率管控；TOD一体化城市设计的容积率指标（上浮比例不超过20%）；保障性住房、农民安置房的用地容积率按不大于3.0执行（特别地区除外；历史城区外核心区国有土地改造住宅用地容积率由平均2.5提高到3.05、历史城区外一般地区国有土地改造住宅用地容积率由平均2.0提高至2.56、临环城生态区特别地区和临环城生态区500米范围内的开发建设用地容积率可适当上浮，上浮比例不超过20%；工业用地容积率绕城高速以内一般不低于2.0、不大于4.08、新型产业用地（M0）容积率原则上不低于2.0、不高于4.0；增设“科研设计用地（A36）”容积率原则上不低于2.0、不高于4.0。

新疆：集中式电采暖市场化交易谷段电价0.165元/千瓦时

近日，新疆自治区发展改革委印发《自治区发展改革委关于新疆电网电价调整有关事宜的通知》，进一步完善电采暖电价政策，相关调整将自2021年1月1日起执行。

通知明确电采暖电价政策：一是明确市场化专项交易电采暖到户电价，与居民生活相关的电采暖用电由新疆电力交易中心有限公司组织市场化交易电量予以保障，到户电价统一为分散式电采暖0.22元/千瓦时，集中式电采暖平段0.24元/千瓦时、谷段0.165元/千瓦时。二是降低电采暖输配电价，居民分散式

电采暖输配电价统一降至平段0.13元/千瓦时；集中式电采暖输配电价降至平段0.15元/千瓦时，谷段0.075元/千瓦时；低谷时段12小时（23:00-9:00；14:00-16:00）；其余时间为平段。三是降低电采暖目录销售电价，电采暖目录销售电价统一调整为平段电价0.345元/千瓦时，谷段电价0.253元/千瓦时，峰段电价0.525元/千瓦时。

未纳入专项交易的电采暖用电执行目录销售电价。鼓励相关用户自主参与电力市场交易，执行电采暖输配电价，通过市场化交易形成到户电价。

大金助力中国第八高楼 / 江苏第一高楼

中国第八高楼 / 江苏第一高楼——苏州国际金融中心，楼高450米，共计92层，位于苏州工业园区湖东CBD商圈核心区域，面向金鸡湖，迎水展开，如鱼尾般曼妙的弧线，从水面沿裙房一直延伸至主塔楼，成为苏州地区又一地标性建筑。

超高层建筑，由于设计、施工难度较高，从开始建造到正式投用，一般需要十年左右。如果建筑师没有超前的意识和眼光，极易出现刚完工建筑内设备设施

已经落后，甚至被淘汰的情况。

此项目是集酒店、公寓、办公、商场于一体的大型建筑；由于建筑42~80层的酒店式公寓需产权独立出租，大金凭借产品特性辅以强大的科技力和服务力成功中标，大金VRV水源热泵系列，系统高度集成，同时兼具常见水系统冷/热源选择自由的优势和多联机便利灵活的特点，轻松满足酒店式公寓业主产权独立的实际需求。



LG 中央空调服务惠科 电子即墨工厂

近日，LG 中央空调凭借过硬的技术获得了客户的认可，成功中标惠科半导体项目。2020 年，惠科半导体项目在青岛市即墨区启动。惠科电子即墨工厂作为惠科股份在全国第一个半导体生产厂区，计划打造为集半导体功率器件设计、制造、封装测试为一体的全产业链项目。该项目也是青岛市第二个半导体行业关联项目，对提升青岛市新旧动能转换具有重大意义。

项目主要建设 20 万平方米厂房及附属设施，用于生产半导体分立器件、碳化硅器件、电子元件等，新上芯片和先进晶圆芯片集成管封装生产线及配套系统。生产工艺过程中需要大量的冷水及温水，在进行设计时需要来解决工艺降温及环境净化问题。针对项目的特点，在方案设计上采用专用热气旁通+核电项目专用负荷调节系统，来解决低负荷调节难题；针对中温机组热回收量比较大的特点，采用具有成熟经验的热回收单独筒体+高压比压缩机特殊设计响应。

截至目前，项目整体安装进行中，预计年底整体试车。LG 中央空调的到货产品、交货期、服务配合得到了客户很高的评价。LG 以稳定卓越的核心技术为支撑，拥有丰富的产品线和领先的能源解决方案。未来，LG 将坚持以质为本，稳中求进，继续在半导体领域披荆斩棘，做好研发、制造、销售与服务的每个环节，为客户提供最优的系统解决方案。

丹佛斯荣获“2020 全球工程机械零部件供应商 50 强”

2020 年 11 月 23 日，《中国工程机械》杂志、工程机械观察 APP、P&C 零部件将联合 CNCMC 在上海举办的“2020 全球工程机械 T50 峰会”、“2020 全球工程机械零部件产业大会”上，为凸显零部件企业创新实力、市场竞争力和产业影响力，打造“中国工程机械产业配套应用风向标”，为主机制造商选择配套产品和合作伙伴提供更多参考，同时聚焦“行业高端、大型、高技术产品配套”，聚焦“配套规模”，聚焦为行业发展做出重要贡献的配套产品，该大会正式发布四大榜单，以全面展示中国最具竞争力的零部件品牌和中国工程机械配套领域真实格局与阵营。

丹佛斯工业自动化荣获“2020 全球工程机械零部件供应商 50 强”，在全球工程机械产业中，中国工程机械制造商已经冲进 10 强阵营，并全力冲击

三甲五强。随着中国工程机械主机制造商的壮大和崛起，零部件制造商也亟需加速构建品牌影响力，强化自身产业地位。未来，零部件企业将继续向高技术、高精尖转型，产业集中度将大幅提升。激烈的竞争下，优胜劣汰在加速，“强者更强”、“强者恒强”的马太效应将进一步凸显。

中国是全球最大的工程机械市场，也是目前最具增长潜力的行业之一。在过去几年里，包括三一集团，柳工集团，徐工集团，中联集团等一大批本地企业走向世界，丹佛斯传感器得到认可取得成功。这背后中国速度和中国技术都给每一家相关配套企业带来巨大的机会和潜力。随着数字化、智能化和全电控的大趋势，传感器需求大幅提升，市场竞争也日趋严峻。如何让丹佛斯传感器继续走在行业前列，是我们需要始终思考和密切关注的。

格力强势中标华录天津数据湖数据中心基础设施建设项目

近日，格力电器与北京易华录信息技术股份有限公司成功签署战略合作协议，并在“华录天津数据湖数据中心基础设施建设项目”招标中，打破了外资品牌的多年垄断，最终成功中标该项目。

中标机型是 950RT 永磁同步变频离心式高水温机组 4 台、机房专用冷冻水精密空调 128 套，机组采用高速永磁同步变频电机，大幅提升部分符合性能，实现满负荷与部分符合双高效性能，COP 达 9.50，IPLV (HT) 达 16.28。机组针对数据机房采用四象限绿色变频器，无需增加滤波装置，满足国标入网要求。



其中，机组专为 12-20℃ 出水“小压比”工况设计的三元闭式叶轮，避免了在此工况下吸气流量变化造成的制冷效率的衰减。

随着 5G 时代的到来，云计算、移动互联、物联网等技术的高速发展，新基建成为新一轮数字经济发展的重点。数据中心对基础设施提出更为高质、高效、高能的要求。

荏原推动绿色建筑发展助力龙湖金融中心

近日，荏原以卓越的品质和优质的服务，成功中标郑东新区龙湖金融中心区域供冷供热项目，该项目采用 21 台荏原高效离心式热泵机组。郑东新区是国务院确定的中原经济区金融集聚核心功能区。郑东新区龙湖金融岛是郑东新区建设郑州国家中心城市先导区、示范区、核心区的一号工程，也是郑东新区打造金融业、信息服务业发展双高地、双引擎的重要战略性支点。

郑东新区龙湖金融中心采用区域能源站集中供冷供热。环岛总建筑面积 396.1 万 m²，空调面积 227.8 万 m²，设计总装机容量为 60000RT。能源站采用马头岗污水处理厂提供的再生水为冷热源，共采用 21 台荏原高效离心式热泵，满足岛内建筑冷、热需求。该能源站采用再生水热泵、大温差输送等节能技术，要求机组采用双侧大温差设计，以再生水工况选型并满足极端工况需



求。经过专家论证、技术研讨、公开招标等多阶段工作，荏原高效离心式热泵机组以综合能效高、工况范围广、调节能力强、运行稳定可靠等优点赢得了客户的信赖。

这是继北京大兴机场能源站（制冷+热泵+蓄冰三工况离心机组）、南京江北新区能源站（江水源热泵）之后，又一超大型能源站选择了荏原离心式热泵机组。一直以来，荏原始终坚持“益于地球，始于荏原”的企业理念，研发先进的技术、高效的产品及优质的服务为国家建设事业、社会和谐及绿色发展做贡献。

麦克维尔售后服务体系荣获 3 项殊荣

近日，麦克维尔凭借完善的售后服务体系和全面的服务方案，通过由全国商品售后服务评价达标认证评审委员会和北京五洲天宇认证中心联合进行的“NECAS 售后服务认证五星级”认证，在“第五届全国顾客满意度测评活动”中被授予“全国顾客满意度测评行业 TOP10”证书和“全国顾客满意度先进单位”。荣获 3 项殊荣。

《商品售后服务评价体系》标准（GB/T27922-2011）是我国第一部关于商品售后服务好与坏评价的标准。该认证用于客观反应企业售后服务工作的现实状况，准确衡量企业售后



服务的实际水平。以 100 分制评出服务星级，95 分以上即评定为最高级别“五星级”。“五星售后服务”体现了麦克维尔售后服务无论是在服务规章制度上还是在服务实力、服务水平上，都得到了专业认证机构的权威认证，这也是对麦克维尔服务人员的最大鼓励和肯定。

美的暖通与楼宇陕西中心多领域放异彩

近日获悉，美的暖通与楼宇陕西中心在医疗、能源煤矿、轨道交通、商业地产、工业制造、农业生产等领域提供了一众专业化暖通解决方案，为西北地区发展贡献专业力量。

从 2000 年开始，为了增进西北地区的经济，实施了经济大开发策略，让更多人们重视并开发西北经济。2013 年“一带一路”的提出，进一步带动西北区经济的全新开发。2020 年是全面建成小康社会目标实现之年，是全面打赢脱贫攻坚战收官之年。对于西北地区而言，同样如此。

先后完成府谷县中医医院门诊住院楼、陕煤集团曹家滩煤矿公寓楼、西银高速铁路、榆林文昌地产银沙金阳广场、中国标准工业集团临潼生产基地、陕西正能农牧科技有限责任公司等项目。

美的集团作为全球多个“超级工程”的护航者，累计为全球 100000 多个大型地标工程项目提供解决方案，已从暖通空调设备供应商转型为暖通与楼宇建筑整体解决方案服务商，产品覆盖暖通设备、电梯、楼宇自控系统及建筑弱电集成方案。未来，美的暖通与楼宇将继续发挥技术优势，为西北地区及中国广大地区提供专业化解决方案。



海尔物联多联机带领哈尔滨工业大学走进“智控时代”

近日，哈尔滨工业大学对校内新建宿舍楼的空调安装项目发出公开招标，海尔物联多联机凭借其智能控制、创新设计等优势脱颖而出，再次成为哈尔滨工业大学的首选！

据了解，此次改造哈尔滨工业大学为保障校内夏季和过渡季节的空气舒适度，解决运营难题，改造增加集中控制和云服务平台集控功能，海尔物联多联机加装物联网模块，管理端可通过E+云服务平台，对空调设备进行云端监测、能耗分析、分组控制、定时控制等，并通过远程操控实现“无人值守”的智能控制，只需一人即可轻松控制整栋宿舍楼甚至整



个学校的空调。

此次安装的是新建一期宿舍楼，共有1300多个宿舍，宿舍楼外侧就是市中心街道，为避免破坏校内整体建筑风格，影响街道美观度，海尔中央空调工作人员对宿舍楼进行了实

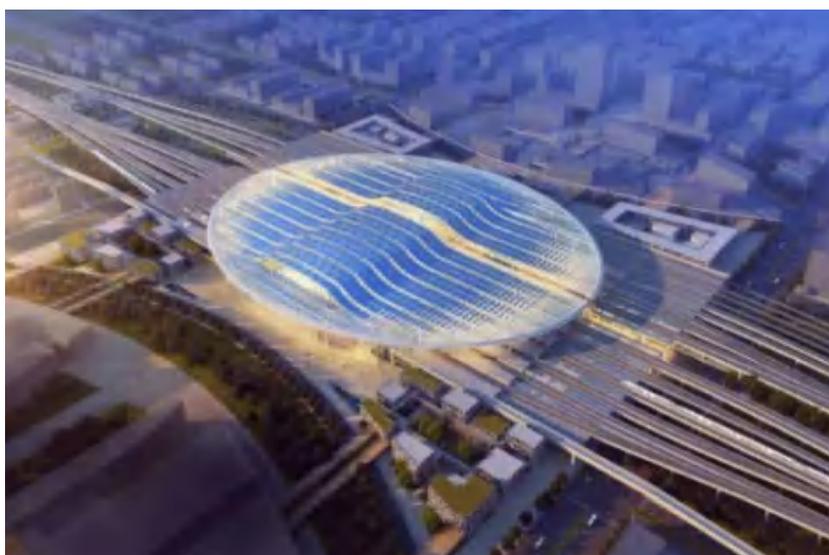
地的考察，提出了海尔物联多联机的智慧解决方案。

除哈尔滨工业大学外，海尔中央空调还为北京大学、华东师范大学、河北工业大学等高校定制了智慧空气解决方案，持续引领空调行业的发展！

顿汉布什服务雄安高铁站再立标杆

近日，雄安站工程项目以绿色理念为前提，顿汉布什为雄安高铁站提供提供超千万货值离心机机组。雄安站总建筑面积47.52万平方米，其运行之后，可紧密雄安新区与北京、天津、石家庄等城市的联系，成为雄安新区面向世界的窗口，为雄安新区建设发展提供有力支撑。目前，主体结构已封顶，内部装修及安装工程全面展开，站房外立面、城市通廊外幕墙装修基本完成，预计今年底投入使用。顿汉布什的中央空调机组也已经到达现场，正在现场安装调试。

作为雄安新区面向世界的窗口，真正意义上的站城一体车站，雄安站一直备受期待。雄安站执行国家绿色建筑最高标准，广泛应用新材料、新技术，让站房更有现代感，更加绿色、



环保。

顿汉布什一直在助力绿色建筑建设。顿汉布什便近60年的生产、研发、生产中央空调发展历程，多年技术积累，时至今日，顿汉布什拥有非常多的系统解决方案，一次泵变流

量、蓄冰技术、大温差技术、变频技术等。并根据客户的需求进行产品设计，定制专属的系统解决方案，涉及数据中心、制药、医疗、轨道交通等诸多领域，其中亦不乏典型案例。

| GCHV 志高暖通中标四川藏语佛学院阿坝分院项目

近日，GCHV 志高暖通凭借良好的口碑和卓越的技术优势再获政府文化项目的青睐，中标四川藏语佛学院阿坝分院项目，为其提供 GCHV 直流变频多联中央空调系统设备。

四川藏语佛学院阿坝分院已被国家发改委列入“十三五”建设项目规划，项目预算总投资 1 亿元，建设规模 3 万 m²。该项目的建设旨在加大对藏传佛教代表人士的培养力度，建设一支“政治上靠得住、宗教上有造诣、品德上能服众、关键时起作用”的宗教代表人士队伍，对促进藏传佛教与社会主义社会相适应、促进民族团结进步有着重大意义。据了解，

该项目对中央空调产品的性能有着较高的要求。经过多方对比，项目方最终选用了 GCHV 全直流变频多联机产品。

全直流变频多联机作为 GCHV 在工程领域的主销机型，可搭配多种室内机，是众多大中型公共建筑和民用建筑等暖通空调系统的首选机型。该机组采用国际知名品牌喷气增焐压缩机、高效换热器、全直流电机、R410A 环保冷媒等优质配件，能提供非同寻常的冷暖动力，无论四季气温变化，都可为用户打造舒适的室内环境。机组还运用精细的全直流变频控制技术，可根据用户设定温度、外部气温的变化，灵活调节空调系统的能力输出，提升



舒适度的同时，有着出众的节能性。

凭借在多联机领域长期的研发投入和实际应用，GCHV 志高暖通在市场上树立了良好的市场口碑及品牌知名度，此次获得四川藏语佛学院阿坝分院的青睐，再度证明了 GCHV 全直流变频多联机组的卓越性能。未来，GCHV 继续用优质产品打造精品项目，为广大用户提供更加质优可靠、绿色节能的系统解决方案。

| 美的暖通与楼宇为开封三馆打造专属解决方案

近日，美的暖通与楼宇研发团队实地考察，为开封三馆打造了专属的解决方案，提供了水机末端设备，以及多联机、风管机等设备，为了给藏品提供一个最佳的储存环境。

对于这些在馆内已经有了“一大把年纪”的文物而言，环境空气有着非常大的影响：空气不洁净容易造成的腐蚀性污染；空气温度、湿度过低或过高会造成的物理性破坏；空气温湿度波动幅度剧烈会造成不可逆转的永久性破坏。因此，开封三馆对藏品的储藏环境有着严苛的要求。美的提出的该解决方案一方面根据空间的大小和藏品的储藏要求，智能调节环境空气温度和湿度；另一方面通过空气净化过滤部件，满足博物馆对空气洁净的要求。除此之外，采用多种静音技术

和静音部件，有效降低设备噪音，为参观者营造安静又舒适的环境。迄今为止，设备已平稳运行三年，得到了甲方和总包单位的高度认可。美的暖通与楼宇助力开封

三馆展示开封这座历史文化名城的万千气象，谱写这座千古古都的恢弘篇章。放眼未来，美的暖通与楼宇将为更多的博物馆创造恒温、恒湿、恒洁、恒静的空气环境，默默守护好的每一件艺术藏品，守护好每一场艺术盛宴，给大家带来更好的观展体验。

开封三馆作为开封市十大重点项目之一，在建设之初就备受瞩目。开封三馆包括规划馆、美术馆和博物馆，从不同



的层面和角度传承和展示了开封宋文化的韵味。规划展示馆利用高科技手段设置的互动体验项目如“一城万象”全景数字沙盘等 12 大亮点展项，使其成为河南乃至中部地区首屈一指的规划展示馆；美术馆共设置 4 个展厅，4 楼主展区的恒温恒湿陈列厅是目前省内美术馆中唯一一个能展出文物级别艺术品的展厅；博物馆常年藏着石刻、开封朱仙镇木版年画、开封古代文明陈列和北宋东京城历史文化陈列等 80000 多件文物。

国际资讯 International News

“空调机现象”折射巴西经济断层

近日获悉，受气候异常影响，巴西今年遭遇了近十年来最热的春天。以巴西利亚为例，往年早应进入雨季的9、10两个月份，今年却总共只下了两场雨，缺乏降水引发持续高温，原本一向不怎么购买家用空调的巴西人也纷纷进店索求“现货”。

与之相应的，与空调相关的服务收费也水涨船高。巴西售卖家电的商铺均不负责安装，而是向买家推荐安装公司，价格事宜也由消费者与安装者自行商议。问题恰恰就出在这个“自行商议”上，由于缺少统一的定价标准，安装者可以“随意开价”，买空调花了2000雷亚尔，安装费却要另掏2700雷亚尔（1雷亚尔约等于2元人民币），这种事听起来似乎令人难以置信。

如此“随心所欲”的服务业收费方式，反映的是巴西经济断层和社会断层两大问题。依靠原材料出口和大宗商品贸易，巴西早在20世纪下半叶就已率先步入了中等收入阶段，加之前政府时期不断提升社会福利和民众补贴，使得民众收入大幅增加，带动了消费和第三产业的发展。高收入引发高从业率，到21世纪初，巴西服务业的从业人口就超过了全国劳动人口的一半。

民众愿意从事工作时间自由、相对轻松、收入空间较大的服务业，加上大部分服务业没有明显从业门槛，不会对从业者的工作经历、学历和专业技能提出要求，符合民众情况。

美国依旧是全球最具吸引力的可再生能源市场

日前，全美第二大会计师事务所安永(EY)会计师事务所发布最新的可再生能源指数(RECAI)报告显示，美国如今仍然是世界上对可再生能源投资和部署最有吸引力的国家。

安永每年发布两次的该指数显示，美国在5月份的报告中成为了世界上对可再生能源投资最具吸引力的国家。当时，安永表示，尽管在COVID-19期间遭遇挫折，但美国可再生能源行业在疫情爆发后的前景依然光明。

在新发布的11月份排名中，

印度和英国跻身最具吸引力的可再生能源市场前五名，澳大利亚从第四上升至第三，德国和法国则分别从第五下滑至第六，从第三下滑至第七。

安永表示，除了将可再生能源列为最具吸引力的投资目的地外，氢气和人工智能(AI)可能对解决可再生能源规模扩大的问题至关重要。然而，要实现净零排放，需要更多的技术和创新的解决方案，需要更多的技术来确保一个稳定、可靠和平衡的输电网。

再推进 8000 亿欧元可再生能源战略

日前，欧委会（欧盟委员会）公布一份“近海可再生能源战略”，旨在大幅度提升可再生能源使用率，预计到2050年欧盟整体海上风电产能将增加至300千兆瓦。

欧盟将向该领域投资7890亿欧元，约三分之二用于电网基础设施建设，另三分之一用于发电设施建设。欧委会副主席蒂默曼斯(Frans Timmermans)称，欧盟海上可再生能源投资项目已是全球性成功案例。目前欧盟正面临更大的机会，发展清洁能源产业、推动可持续发展。

中国国际问题研究院欧洲研究所助理研究员陈晓径在接受记者采访时表示，欧盟在海上风电领域具有先发优势，也具有丰富海上资源。推广海上风电战略，



可以“去碳”发电，供给“绿氢”，保持清洁技术领先地位。此外，还可以提供经济增长动力、提供更多就业机会，为实现“绿色协议”规定的2050年“气候中和”与“零污染”等目标保驾护航。

欧盟在全球海上风力发电领域占据重要地位，目前全球42%的海上发电能力分布在欧洲沿海，北海是世界海上风电的最佳位置。国际能源署执行主任罗尔(Fatih Birol)认为，如果顺利实施海上风力发电的大规模部署，欧盟有望在2050年实现净零排放的目标。

“下一代欧盟”复兴计划

近期，欧洲议会与欧盟成员国最终就“下一代欧盟”复兴计划达成一致，这项总额超过 1.8 万亿欧元的长期投资计划中，37% 的资金将投入到与绿色转型目标直接相关的领域。

欧盟委员会主席冯德莱恩表示，欧盟把绿色转型作为欧洲经济新的增长战略，将促进自身向更加公平、高效和可持续发展的方向发展，有助于欧盟整体竞争力的提高。欧洲议会最近投票决定，进一步提高气候法减排目标，支持将欧盟 2030 年碳排放量在 1990 年基础上降低 60%，这已是欧盟相关机构在短期内第二次调整减排目标。外界认为此举显示欧盟自身在绿色转型问题上的决心。未来一年，欧盟将继续加快气候和能源立法进程，并将推动碳排放交易机制改革、调整能源税等作为工作重点。



欧盟还公布了旨在提高存量建筑能源效率的建筑翻新计划，计划在未来 10 年内对 3500 万栋建筑进行节能改造。受疫情影响，今年欧洲经济整体疲软，但相关绿色产业则呈现逆势增长的良好势头。在能源需求整体下滑的同时，欧盟可再生能源占比创历史新高，其中太阳能、风能等清洁能源利用率大幅提高，欧盟能源结构正逐渐从以传统化石燃料为主向多元化结构转变。

根据欧委会近期发布的年度能源报告，截至 2020 年年底，可再生能源在欧盟能源总消耗中的比例预计将达到 22.8% ~ 23.1%，并有望在 2030 年进一步增加至 32%。未来 10 年，欧盟将在智能电网、近海可再生能源、氢能源等相关绿色经济领域迎来快速发展期。



新型太阳能设备可边加热边制冷

日前，中美科学家发表在美国《焦耳》杂志上的研究显示，他们开发出一种新型设备，在利用太阳能加热的同时，可利用辐射制冷原理制冷。在屋顶上安装这种设备有助于节约能源。

美国斯坦福大学范汕洄教授团队和中国东南大学陈震教授等人在最新研究中说，他们将太阳能加热板和辐射制冷板

垂直叠加放置，开发出一种可同时加热和制冷的设备。

实验显示，这种设备的下部和上部可说是“冷热两重天”，上部太阳板吸热，下部辐射冷板降温，如应用在建筑屋顶等处，有望提供加热或发电的能源，可节约空调制冷的能源。研究团队接下来希望能寻找更加廉价的材料，以推动这种技术的大规模应用。

英国颁布“绿色工业革命”10点计划

日前，英国首相鲍里斯·约翰逊颁布英国“绿色工业革命”计划，包括以下 10 点具体内容：

——到 2030 年将海上风力发电量翻两番，达到 40GW，足以为每个英国家庭提供电力；

——推动氢气生产，在 2030 年前建成一个完全由氢气供能的城镇；

——投资 5.25 亿英镑开发“下一代小型先进反应堆”核电技术；

——到 2030 年禁止销售内燃机燃油汽车，为电动汽车、充电站建设提供资金；部分混合动力汽车和面包车的销售将持续到 2035 年；

——推动公共交通、骑自行车和步行；

——推动航空零碳排放和海运的绿色能源；

——10 亿英镑用于现有的绿色住宅和公共部门脱碳计划，为住宅和公共建筑进行节能保温改造；2028 年前安装 60 万台热泵；

——作为自然保护工作的一部分，每年种植 30000 公顷的树木；

——额外投资 2 亿英镑用于碳捕获计划，2030 年实现每年捕获 1000 万吨；

——将伦敦建设成为“全球绿色金融中心”。

约翰逊首相表示，这项 10 点计划耗资 120 亿英镑（其中 80 亿英镑是新项目），将创造多达 25 万个就业岗位，其中大部分重点针对英格兰北部、中部地区、苏格兰和威尔士。



英国呼吁全球禁止一次性制冷剂钢瓶的使用

英国环境研究机构（EIA）呼吁，在全球范围内禁止一次性、不可重复充灌的制冷剂钢瓶用。在厄瓜多尔举行的第30届蒙特利尔缔约国大会期间，EIA发布了题为《冰山一角：非法CFC制冷剂生产和使用的影响》的报告，介绍了欧洲HFCs的非法贸易，同时推测，已经全面禁止使用的ODS物质的非法贸易仍遍及全球。

报告指出，大量已知的ODS走私案例都是使用了一次性钢瓶，正是由于此类钢瓶的随意丢弃为非法走私提供了便利条件。自2007年起，欧洲已经禁止一次性钢瓶的使用，同时，加拿大、印度和澳大利亚也出台了相应禁令。EIA表示，一次性制冷剂钢瓶仍在世界其他地区广泛使用，近期，欧洲市场也充斥着装有非法HFCs的一次性钢瓶。

除了要处理一次性钢瓶产生的额外垃圾，EIA指出，在进行报废流程前，钢瓶被切割或刺穿，因此大多数情况下会有残余制冷剂排放到大气中。如果钢瓶没有进入正常的报废流程，残余制冷剂将一直存在，直到钢瓶被分解后最终排放出来。EIA援引2010RTOC评估报告称，残余制冷剂蒸汽约等同于3%的制冷剂钢瓶额定充灌量，而液态制冷剂残余约为5%~8%。

由于欧洲F-气体削减，HFC制冷剂价格激增和供应短缺压力，欧洲政府和海关无力阻止利用一次性钢瓶的非法贸易。

真正令人担忧的是，如果不从欧洲吸取教训，随着2019年基加利修订案的实施，全球范围内进行制冷剂的削减将带来大规模的非法贸易活动。

美国天然气发电减排量远大于可再生能源

近日获悉，根据美国能源信息署（EIA）的统计数据，在2005年至2018年之间，美国二氧化碳累计减少量总计为46.21亿吨，具体归因于从煤炭向天然气和可再生能源发电

的转型。

其中，天然气替代煤电减排量28.23亿吨，可再生能源发电减排17.99亿吨。2018年天然气发电减排量4.44亿吨，可再生能源发电减排3.11亿吨。

全球储热创新展望

近日，国际可再生能源署（IRENA）最新发布的《创新展望：热能存储》报告对储热市场发展提出了这一积极预测。“到2030年，全球储热市场规模将扩大三倍，在未来10年，储热装机容量将增长到800GWh以上。”

据了解，该报告编制耗时两年之久，得到了来自IRENA、英国Carbon Trust、英国伯明翰大学等多个单位的数位能源和储热领域专家的支持，我国储能行业专家、英国伯明翰大学储能研究中心主任丁玉龙深度参与了报告编撰。

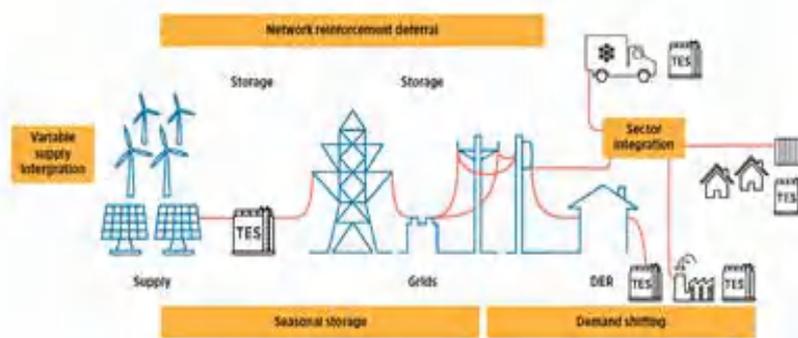
报告预测，到2050年，可再生能源电力在发电总量中将占据60%以上的比重，在这样一个能源系统中，储热将发挥越来越重要的作用。

根据IRENA对公开数据的统计，当前，在从发电端到

用电端的整个能源链中，全球约有234GWh的储热系统正在发挥着重要的灵活性调节作用。

从能源需求角度，储热能够为整个能源系统提供解决方案，包括电、热、冷等多种能源形式。当前，储热已经在电力、工业、冷链、区域供热、建筑等多个场景广泛应用，报告基于不同的应用场景对储热市场进行了详细介绍。

报告称，在中国，水蓄热、固体蓄热、相变蓄热等多种储热技术路线已经得了快速发展，储热技术利用原本的弃风弃光电量制热供暖，有效减少了燃煤供暖带来的碳排放，提升了空气质量。报告统计数据显示，仅中国储热企业江苏金合能源科技有限公司的相变储热装机规模目前已达1.5GWh。



热点
聚焦

Spotlight

2020年高效机房技术发展 与应用论坛在温州召开

12月17~18日，由暖通空调产业技术创新联盟、建科环能科技有限公司、上海凯泉泵业（集团）有限公司等共同举办的2020年高效机房技术发展与应用论坛在中国泵阀之乡温州市永嘉县顺利召开。来自科研、高校、设计院、机电公

司、供热公司以及设备企业嘉宾五百余人出席会议。

会议由暖通空调产业技术创新联盟秘书长王东青主持。中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长路宾首先向支持、信任联盟工作的业内同仁及上海凯泉泵业（集团）

有限公司表示衷心的感谢，路院长指出自“十一五”以来，我国节能事业长足发展，供热计量节能改造、大型公共建筑节能改造、锅炉清煤降氮等改造工作，取得了显著成效。



中国建筑科学研究院建筑环境与
能源研究院路宾副院长致欢迎辞



上海凯泉泵业（集团）有限公司
林凯文总裁

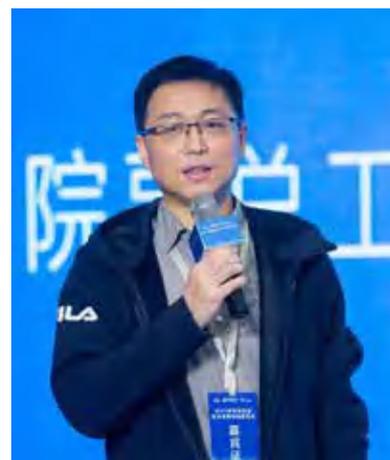
上海凯泉泵业（集团）有限公司林凯文总裁介绍了公司近年来的发展情况和主要成绩、发展历程、展示了凯泉国际领先国内一流的检测能力和加工能力、解读了凯泉目前的战略规划。并从选好泵、买好泵、用好泵三个方面和与会嘉宾进行了分享。工作成绩，取得了显著成效。



上海凯泉泵业（集团）建筑泵分厂
施勇总工



中国建筑科学研究院智慧能源
与云数据研究中心曹勇主任



中铁第四勘察设计院集团有限公司
城地院车轮飞副总工



哈尔滨工业大学周志刚副教授



中国设备管理协会装配式建筑产业
发展中心李洪树副主任



重庆大学土木工程学院卢军教授

技术报告环节由华南理工大学建筑设计研究院有限公司副总工陈祖铭和中讯邮电咨询设计研究院有限公司专业副总工李红霞主持。路宾副院长、上海凯泉泵业（集团）建筑泵分厂副总工施勇、中国建筑科学研究院智慧能源与云数据研究中心主任曹勇、中铁第四勘察设计院集团有限公司城地院副总工车轮飞、哈尔滨工业大学副教授周志刚、中国设备管理协会装配式建筑产业发展中心副主任李洪树、重庆大学土木工程学院教授卢军分别从《高效制

冷机房技术应用与发展趋势》、《暖通空调用泵的性能提升》、《基于数据驱动的高效冷源系统控制技术与运维管理》、《城市轨道交通暖通若干热点问题探讨》、《基于智能引擎的智慧供热关键技术及工程应用》、《装配式制冷机房典型应用案例》、《区域能源站复合式能源系统能效分析》等方面作了分享和交流。

论坛期间，与会代表参观了凯泉永嘉工厂的大泵车间、焊接车间、核泵车间、智慧云远程监控运维中心及产品展示

厅等，工厂先进的加工工艺、标准化管理流程，给大家留下了深刻的印象。

高效机房技术应用与发展为行业所关注，制冷机房能效的提升不仅是更换更加高效的机组、水泵等设备的问题，更应该是统筹改进设计、设备、建设、运维全链条的系统性问题。绿色高效制冷是节能产业发展的趋势，是建设美丽中国的需要，相信在大家的共同努力下，我国的绿色高效制冷事业一定能够取得新的突破。



加快能源绿色低碳转型步伐

中国将为全球应对气候变化作出更大贡献

倡议开创合作共赢的气候治理新局面，形成各尽所能的气候治理新体系，坚持绿色复苏的气候治理新思路，是习近平主席在出席气候雄心峰会重要讲话，讲话中重点强调，中国历来重信守诺，将以新发展理念为引领，在

推动高质量发展中促进经济社会发展全面绿色转型，脚踏实地落实上述目标，为全球应对气候变化作出更大贡献。

“十三五”时期，我国加快发展新能源和可再生能源，能源消费结构不断优化，能源绿色低

碳转型深入推进。2020年12月21日，国务院办公厅发布《新时代的中国能源发展》白皮书介绍了新时代中国能源发展成就，全面阐述中国推进能源革命的主要政策和重大举措。

白皮书说，中国坚定不移推

进能源革命，能源生产和利用方式发生重大变革，能源发展取得历史性成就。能源生产和消费结构不断优化，能源利用效率显著提高，生产生活用能条件明显改善，能源安全保障能力持续增强，为服务经济高质量发展、打赢脱贫攻坚战和全面建成小康社会提供了重要支撑^[1]。

白皮书指出，中国坚持创新、协调、绿色、开放、共享的新发

展理念，以推动高质量发展为主线，以深化供给侧结构性改革为主线，全面推进能源消费方式变革，构建多元清洁的能源供应体系，实施创新驱动发展战略，不断深化能源体制改革，持续推进能源领域国际合作，中国能源进入高质量发展新阶段^[1]。

白皮书说，面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题，中国树立

人类命运共同体理念，促进经济社会发展全面绿色转型，在努力推动本国能源清洁低碳发展的同时，积极参与全球能源治理，与各国一道寻求加快推进全球能源可持续发展新道路。新时代中国的能源发展，为中国经济社会持续健康发展提供有力支撑，也为维护世界能源安全、应对全球气候变化、促进世界经济增长作出积极贡献^[1]。

能源绿色低碳转型

世界范围内石油、煤炭、天然气三种传统能源日趋枯竭，人类将不得不转向成本较高的生物能、水利、地热、风力、太阳能和核能，而我国的能源问题更加严重。我国能源发展主要存在四大问题：人均能源拥有量、储备量低；能源结构依然以煤为主，约占75%。全国年耗煤量已超过13亿吨；能源资源分布不均，主要表现在经济发达地区能源短缺和农村商业能源供应不足，造成北煤南运、西气东送、西电东送；

能源利用效率低，能源终端利用效率仅为33%，比发达国家低10%。随着城市建设的高速发展，我国的建筑能耗逐年大幅度上升，已达全社会能源消耗量的32%，加上每年房屋建筑材料生产能耗约13%，建筑总能耗已达全国能源总消耗量的45%^[2]。

我国作为世界能源消费和碳排放第一大国，能源发展面临诸多的挑战，因此我国能源发展必须向绿色低碳转型。以可再生能源、分布式能源、储能、智能电网、

新能源汽车发展为主要支柱的第三次革命浪潮为我国能源向绿色低碳转型提供了机遇。

我国现有建筑面积为400多亿 m^2 ，其中高能耗建筑占比仍是很高，因此全面发展建筑领域节能有利于从根本上促进能源资源节约和合理利用，缓解我国能源资源供应与经济社会发展的矛盾，有利于加快发展循环经济，实现经济社会的可持续发展。

强化建筑领域节能

在《新时代的中国能源发展》白皮书提到，强化建筑领域节能，新建建筑全面执行建筑节能标准，开展超低能耗、近零能耗建筑示范，推动既有居住建筑节能改造，提升公共建筑能效水

平，加强可再生能源建筑应用。截至2019年底，累计建成节能建筑面积198亿平方米，占城镇既有建筑面积比例超过56%，2019年城镇新增节能建筑面积超过20亿平方米^[1]。在建筑领

域减少能源需求主要从建筑规划与设计、围护结构、提高终端用户用能效率、提高总的能源利用效率等方面分析^[2]。

技术途径

近年,我国的建筑采暖空调和照明用能量增长速度已明显高于能量生产的增长速度,减少建筑的冷、热及照明能耗是降低建筑能耗总量的重要内容,一般可从以下几个途径实现^[2]:

1 建筑规划与设计

面对全球能源环境问题,全新的设计理念建筑应运而生,如低碳建筑、低能耗建筑、零能建筑和绿色建筑等,它们本质上都要求建筑师从整体综合设计概念出发,坚持与能源分析专家、环境专家、设备师和结构师紧密配合。在建筑规划和设计时,根据大范围的气候条件影响,针对建筑自身所处的具体环境气候特征,重视利用自然环境(如外界气流、雨水、湖泊和绿化、地形等)创造良好的建筑室内微气候,以尽量减少对建筑设备的依赖。

2 围护结构

建筑围护结构组成部件(屋顶、墙、地基、隔热材料、密封材料、门和窗、遮阳设施)的设计对建筑能耗、环境性能、室内空气质量与用户所处的视觉和热舒适环境有根本的影响。一般增大围护结构的费用仅为总投资的3%~6%,而节能却可达20%~40%。通过改善建筑物围

护结构的热工性能,在夏季可减少室外热量传入室内,在冬季可减少室内热量的流失,使建筑热环境得以改善,从而减少建筑冷、热消耗。

3 提高终端用户用能效率

高能效的采暖、空调系统与上述削减室内冷热负荷的措施并行,才能真正地减少采暖、空调能耗。首先,根据建筑的特点和功能,设计高能效的暖通空调设备系统,例如:热泵系统、蓄能系统和区域供热、供冷系统等。然后,在使用中采用能源管理和监控系统监督和调控室内的舒适度、室内空气品质和能耗情况。如欧洲国家通过传感器测量周边环境的温、湿度和日照强度,然后基于建筑动态模型预测采暖和空调负荷,控制暖通空调系统的运行。在其他的家电产品和办公设备方面,应尽量使用节能认证的产品。如美国一般鼓励采用“能源之星”的产品,而澳大利亚对耗能大的家电产品实施最低能效标准(MEPS)。

4 提高总的能源利用效率

从一次能源转换到建筑设备系统使用的终端能源的过程中,能源损失很大。因此,应从全过程(包括开采、处理、输送、储存、

分配和终端利用)进行评价,才能全面反映能源利用效率和能源对环境的影响。建筑中的能耗设备,如空调、热水器、洗衣机等应选用能源效率高的能源供应。例如,作为燃料,天然气比电能的总能源效率更高。采用第二代能源系统,可充分利用不同品位热能,最大限度地提高能源利用效率,如热电联产(CHP)、冷热电联产(CCHP)。

5 利用新能源

在节约能源、保护环境方面,新能源的利用起至关重要的作用。新能源通常指非常规的可再生能源,包括有太阳能、地热能、风能、生物质能等。人们对各种太阳能利用方式进行了广泛的探索,逐步明确了发展方向,使太阳能初步得到一些利用:太阳热水利用、太阳能光伏发电利用、太阳能建筑一体化建设、被动式太阳能建筑、太阳能吸收式制冷技术、太阳能干燥技术。除此以外,还可利用高温地热能发电或直接用于采暖供热和热水供应,借助地源热泵和地道风系统利用低温地热能,风能发电较适用于多风海岸线山区和易引起强风的高层建筑等等。

新技术应用

理想的节能建筑应在最少的能量消耗下满足以下三点^[2]:

一是能够在不同季节、不同区域控制接收或阻止太阳辐射;二是

能够在不同季节保持室内的舒适性;三是能够使室内实现必要的

通风换气。建筑节能的途径主要包括：尽量减少不可再生能源的消耗，提高能源的使用效率；减少建筑围护结构的能量损失；降低建筑设施运行的能耗。在这三个方面，高新技术起着决定性的作用。当然建筑节能也采用一些传统技术，但这些传统技术是在先进的试验论证和科学的理论分析的基础上才能用于现代化的建筑中。

1 减少能源消耗，提高能源的使用效率

为了维持居住空间的环境质量，在寒冷的季节需要取暖以提高室内的温度，在炎热的季节需要制冷以降低室内的温度，干燥时需要加湿，潮湿时需要抽湿，而这些往往都需要消耗能源才能实现。从节能的角度讲，应提高供暖（制冷）系统的效率，它包括设备本身的效率、管网传送的效率、用户端的计量以及室内环境的控制装置的效率等。这些都要要求相应的行业在设计、安装、运行质量、节能系统调节、设备材料以及经营管理模式等方面采用高新技术。如在供暖系统节能

方面就有三种新技术：利用计算机、平衡阀及其专用智能仪表对管网流量进行合理分配，既改善了供暖质量，又节约了能源；在用户散热器上安设热量分配表和温度调节阀，用户可根据需要消耗和控制热能，以达到舒适和节能的双重效果；采用新型的保温材料包敷送暖管道，以减少管道的热损失。

2 减少建筑围护结构的能量损失

建筑物围护结构的能量损失主要来自外墙、门窗、屋顶三个部分：外墙采用复合墙体与保温隔热材料复合，或在框架结构中用薄壁材料加以保温、隔热材料作为墙体；门窗主要是改善材料的保温隔热性能和提高门窗的密闭性能实现节能效果；屋顶的保温、隔热是围护结构是节能的重点。这三部分的节能技术是各国建筑界都非常关注的。主要发展方向是，开发高效、经济的保温、隔热材料和切实可行的构造技术，以提高围护结构的保温、隔热性能和密闭性能。

3 降低建筑设施运行的能耗

采暖、制冷和照明是建筑能耗的主要部分，降低这部分能耗将对节能起着重要的作用：结合外界气候和室内环境特征充分利用建筑物格局采用自然通风；降低供冷/暖设备用能能耗，选择适配的设备组件和节能的运行模式；减少人工照明，充分利用自然采光，全方位综合采光、照明系统，充分利用建筑管理系统控制单元，采用节能型照明。

4 新能源的开发利用

在节约不可再生能源的同时，依托新能源有效地开发利用，如开发利用太阳能、风能、潮汐能、水力、地热及其他可再生的自然界能源，借助于先进的技术手段，并且要不断地完善和提高，以达到更有效地利用这些能源。如人们在建筑上不仅能利用太阳能采暖，太阳能热水器还能将太阳能转化为电能，并且将光电产品与建筑构件合为一体，如光电屋面板、光电外墙板、光电遮阳板、光电窗间墙、光电天窗以及光电玻璃幕墙等，使耗能变成产能。

节能改造

建筑整体及外部环境设计是在分析建筑周围气候环境条件的基础上，通过选址、规划、外部环境和体型朝向等设计，使建筑获得一个良好的外部微气候环境，达到节能的目的。

1 合理选址

建筑选址主要是根据当地的气候、土质、水质、地形及周围环

境条件等因素的综合状况来确定。建筑设计中，既要使建筑在其整个生命周期中保持适宜的微气候环境，为建筑节能创造条件，同时又要不破坏整体生态环境的平衡。

2 合理的外部环境设计

在建筑位址确定之后，应研究其微气候特征。根据建筑功能

的需求，应通过合理的外部环境设计来改善既有的微气候环境，创造建筑节能的有利环境，主要方法为：在建筑周围布置树木、植被，既能有效地遮挡风沙、净化空气，还能遮阳、降噪；创造人工自然环境，如在建筑附近设置水面，利用水来平衡环境温度、降风沙及收

集雨水等。

3 合理的规划和体型设计

合理的建筑规划和体型设计能有效地适应恶劣的微气候环境。它包括对建筑整体体量、建筑体型及建筑形体组合、建筑日照及朝向等方面的确定。像蒙古包的圆形平面，圆锥形屋顶能有效地适应草原的恶劣气候，起到减少建筑的散热面积、抵抗风沙的效果；对于沿海湿热地区，引

入自然通风对节能非常重要，在规划布局上，可以通过建筑的向阳面和背阴面形成不同的气压，即使在无风时也能形成通风，在建筑体型设计上形成风洞，使自然风在其中回旋，得到良好的通风效果，从而达到节能的目的。日照及朝向选择的原则是冬季能获得足够的日照并避开主导风向，夏季能利用自然通风并尽量减少太阳辐射。然而建筑的朝向、

方位以及建筑总平面的设计应考虑多方面的因素，建筑受到社会历史文化、地形、城市规划、道路、环境等条件的制约，要想使建筑物的朝向同时满足夏季防热和冬季保温通常是困难的，因此，只能权衡各个因素之间的得失，找到一个平衡点，选择出适合这一地区气候环境的最佳朝向和较好朝向。

启 示

如果说第一次工业革命是以机器替代手工劳动的革命，第二次工业革命是以电力替代蒸汽动力等其他能源的革命，则人类正处于第三次工业革命的前夜。正如美国经济趋势基金会主席杰里米·里夫金写作的《第三次工业革命》所说，第三次工业革命将以可再生能源和其他新能源为主体替代传统能源，形成可持续能源体系^[3]。

丹麦作为世界上拥有最早且最严格的建筑节能条例很值得学习。1956年的苏伊士运河危机引起的油价上涨，令丹麦对能源供应安全产生担忧，导致丹麦在1961年的建筑规范中第一次提出了能源效率要求。1970年随着欧佩克油价上涨，丹麦人的担忧进一步加剧，丹麦政府推出了一系列长中短期节能减排措施：重新制定能源供应体系、开展节能宣传、征收能源消耗税、提出更严格的建筑节能要求。而后丹麦政府为自己设定能源目标“到

2050年丹麦将成为100%化石能源零依赖的国家”。丹麦节能政策经过几十年的贯彻实施，成果显著。如今，与气候相似的大多数其他国家的一般标准相比，丹麦新建筑的节能效果尤为突出^[2]。

同样中国也处在能源革命的交叉路口。长期以来，中国一直以增加能源供应保障经济增长作为能源战略的基本出发点，改革开放30多年来我国能源大幅增长保障了经济的快速增长。但是这种能源发展模式带来了诸多的挑战。根据世界发达国家工业化和城市化发展过程的经历，未来随着我国经济进一步发展，我国能源消费仍将增长，我国未来能源发展将面临更为严峻的挑战。因此，各国将携手应对气候变化，共同推进能源绿色、低碳发展。

最后，引用习近平主席在金砖国家领导人第十二次会晤上的讲话作为结语：我们要坚持绿色低碳，促进人与自然和谐共生。

全球变暖不会因疫情停下脚步，应对气候变化一刻也不能松懈。我们要落实好应对气候变化《巴黎协定》，恪守共同但有区别的责任原则，为发展中国家特别是小岛屿国家提供更多帮助。中国愿承担与自身发展水平相称的国际责任，继续为应对气候变化付出艰苦努力。我不久前在联合国宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更有力的政策和举措，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。我们将说到做到！

[1] 《新时代的中国能源发展》白皮书。

[2] 百科·百度网（引用时间2020-12-01）

[3] 《第三次工业革命与中国能源向绿色低碳转型》，清华大学出版社2015.，吴宗鑫、滕飞。

本刊编辑 崔艳梅

住房和城乡建设部标准定额司关于开展 2020 年度 建筑节能与绿色建筑发展情况统计工作的通知

建司局函标〔2020〕193 号

各省、自治区住房和城乡建设厅，直辖市住房和城乡建设（管）委，新疆生产建设兵团住房和城乡建设局：

按照《节约能源法》《民用建筑节能条例》有关规定，为做好建筑节能与绿色建筑工作，掌握各地建筑节能与绿色建筑发展情况，决定开展 2020 年度建筑节能与绿色建筑发展情况统计工作。现将有关事项通知如下：

一、统计内容

（一）建筑节能基本情况统计。统计内容包括 2020 年度各地建筑节能基本情况、新建建筑执行节能强制性标准情况、北方采暖地区既有居住建筑节能改造情况、夏热冬冷地区既有居住建筑节能改造情况、公共建筑节能监管体系建设情况、可再生能源利用情况和建筑节能体制机制建设情况。

（二）绿色建筑基本情况统计。统计内容包括 2020 年度各地绿色建筑基本情况、评价标识进展情况、强制及推广进展情况、绿色建筑体制机制建设情况。

二、有关要求

各省、自治区、直辖市住房和城乡建设主管部门要高度重视本次统计和调查工作，认真组织收集相关数据。上报内容包括 2020 年建筑节能与绿色建筑数据和 2020 年工作总结，请于 2021 年 1 月 18 日前，通过建筑节能与绿色建筑综合信息管理平台（<http://jzjn.cin.gov.cn/web1/login.php>）完成上报。

住房和城乡建设部标准定额司
2020 年 12 月 18 日

关于印发《建设项目环境影响报告表》内容、格式 及编制技术指南的通知（节选）

各省、自治区、直辖市生态环境厅（局），新疆生产建设兵团生态环境局：

为深化建设项目环境影响评价“放管服”改革，优化和规范环境影响报告表编制，提高环境影响评价制度有效性，生态环境部修订了《建设项目环境影响报告表》内容及格式。根据建设项目环境影响特点将报告表分为污染影响类和生态影响类，配套制定了《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》和《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》。

《建设项目环境影响报告表》内容、格式及编制技术指南，自 2021 年 4 月 1 日起实施。自实施之

日起，原国家环境保护总局印发的《关于公布建设项目环境影响报告表（试行）和建设项目环境影响登记表（试行）内容及格式的通知》（环发〔1999〕178 号）废止。

生态环境部办公厅
2020 年 12 月 23 日

附件：建设项目环境影响报告表（污染影响类）（略）
建设项目环境影响报告表（生态影响类）（略）



关于组织申报 2021 年电清洁取暖教育示范县试点城市的通知

吉财建〔2020〕1031 号

为深入贯彻落实习近平总书记加快北方清洁供暖的指示精神，继续通过示范试点，推动电清洁取暖推广工作再提速，实现消纳部分富余电力的目标，经研究，现组织申报电清洁取暖教育示范县试点城市工作，有关要求通知如下：

一、支持范围

省财政厅会同省能源局、省教育厅通过竞争性评审方式，确定入围试点城市（市、县、区），重点对教育系统所属单位电清洁取暖建设进行整体推进，通过阶段性（预计 3—5 年）示范县试点工作，加大力度推进电清洁取暖推广工作，省级财政对入围试点城市给予定额补助，原则上每个市（州）支持 1200 万元，每个县（市）支持 800 万元。

申报城市（可委托当地教育主管部门）需按要求编制《电清洁取暖教育示范县试点城市实施方案》（以下简称《实施方案》），《实施方案》要依据《吉林省电清洁取暖教育示范县试点城市奖补方案》（以下简称《奖补方案》）和《实施方案编写提纲》编制，并应明确绩效目标。试点城市应统筹使用省级财政资金和县市筹措资金，用于支付教育系统因改造电清洁取暖而发生的相关支出。

二、选拔流程

（一）市县推荐。各市（州）、县（市）结合本地实际推荐基础工作扎实、有强烈的支持电清洁取暖示范县试点工作主观意愿、计划自行筹措资金可落实到位、《实施方案》科学合理的区域申报，每个市县每次只能报一个试点目标县（市），市（州）《实施方案》中项目申报总投资额原则上不低于 2400 万元，不少于 5 所学校，改造电清洁取暖建筑面积原则上不低于 60000m²；县（市、区）《实施方案》中项目申报总投资额不低于 1600 万元，不少于 5 所学校，改造电清洁取暖建筑面积原则上不低于 40000m²（农村“村小”改造电清洁取暖建筑面积可放宽至不低于 10000m²）。

（二）基础性审核。省财政厅会同省能源局、

省教育厅组织专家对市（州）、县（市）申报材料进行基础性审核，确定参加竞争性评审的试点城市名单。

（三）竞争性评审。省财政厅会同省能源局、省教育厅组织专家开展竞争性评审，相关市（州）、县（市）现场陈述《实施方案》，并接受专家问询，评审组现场打分并公布排序。上述结果在主流媒体公示后，正式确定入围试点城市名单。

三、申报材料要求

推荐文件（附《实施方案》）经同级人民政府审核同意后，由市县财政部门、能源主管部门、教育主管部门联合上报；要明确该区域内实施教育系统电清洁取暖的必要性；市（州）、县（市）、区政府重视程度；项目建设法人责任主体、验收监管单位、造价评审认定单位；除省级资金来源外，筹措资金来源及落实方案；项目实施完成期限（不晚于 2021 年 9 月末前），预计完成的总投资额、电清洁取暖的建筑面积、《实施方案》中相关具体项目实施电清洁取暖改造的基本情况。

四、其他

本次申报试点城市数量原则上不超过 10 个。请于 2020 年 12 月 16 日前，将推荐文件、《实施方案》及相关资料（装订成册，附电子版光盘），一式 6 份报送至省财政厅经济建设处 1 份，省能源局电力处 4 份，省教育厅后勤中心 1 份：

附件：

1、《吉林省电清洁取暖教育示范县试点城市奖补方案》（简称《奖补方案》）。

吉林省电清洁取暖教育示范县试点城市奖补方案（节选）

为了深入贯彻习近平总书记加快北方清洁供暖的指示精神，针对电清洁取暖增速放缓问题，进一步发挥政府引导作用，聚力在部分市（州）、县（市）教育系统谋划一批电清洁取暖示范样板，带动全省

电清洁取暖推广工作再提速。根据《中华人民共和国预算法》、《吉林省省级财政补助资金管理办法》（吉政发〔2014〕10 号）、《吉林省预算绩效管理办法》（吉财预〔2016〕618 号），参照《吉林省电能清

洁取暖奖补资金管理办法》(吉财建〔2019〕888号)制定本方案。

一、基本概念和原则

(一)概念:吉林省电清洁取暖教育示范县城市奖补试点方案(以下简称《奖补方案》)所称电清洁取暖包括:直热式电能清洁取暖和蓄热式电能清洁取暖。其中,直热式电能清洁取暖包括:采用电热膜、发热电缆、电散热器等终端供暖;蓄热式电能清洁取暖:包括采用水蓄热、固体蓄热、相变蓄热供暖等。

(二)基本原则:奖补资金的使用管理,应当遵循科学规范、统筹规划、公开透明、讲求绩效、强化监督原则。奖补资金使用按照“补建设、不补运行”原则执行,采取以奖代补方式下达,实行“先实施、再验收、后清算”的结算方式支持。市(州)、县(市)地方政府承担试点主体责任,明确具体工作进度和政策落实措施。

二、支持范围

支持范围:市(州)、县(市、区)教育局所属的中小学校(含“村小”、幼儿园)建筑物采用电清洁取暖替代燃煤小锅炉(“煤改电”),不含大中专院校、企业单位,不含以前年度已给予电清洁取暖奖补资金的学校,不含未正常开展教学活动的闲置学校。

三、示范县的选拔程序

省财政厅根据每年的资金预算安排情况,确定示范县城市的数量,省财政厅、省能源局、省教育厅组织专家对《实施方案》通过竞争性评审方式确定示范县名单。具体程序如下:

(一)省财政厅、省能源局、省教育厅联合下发申报通知,县(市、区)教育主管部门、能源主管部门、财政部门负责编制《实施方案》,由地方财政部门、能源主管部门、教育主管部门联合将《实施方案》报省财政厅、省能源局、省教育厅。

(二)省财政厅、省能源局、省教育厅对各地申报的《实施方案》进行基础性审核,确定参加竞争性评审的名单。

(三)省财政厅、省能源局、省教育厅组织专家开展竞争性评审,确定入围示范县试点城市名单,结果在主流媒体上向全社会公示。

四、门槛条件

电清洁取暖教育示范县必须满足以下条件:有强烈的支持清洁取暖示范县试点工作的愿望,承诺按质保量完成《电清洁取暖教育示范县建设实施方案》(简称《实施方案》)规划清洁取暖面积,教育主管部门勇于担当管理责任,资金专款专用,资金使用效益好。在规定的时限内,市(州)级

改造电清洁供暖面积原则上不低于60000m²、县(市)级改造电清洁供暖面积原则上不低于40000m²(改造面积指建筑面积,不含超高折算),5所学校以上。

试点项目总投资(以验收时乙级以上资质造价评审机构出具报告为准):市(州)级(含长白山管委会)原则上不低于2400万元,县(市)级原则上不低于1600万元,省级财政支持资金以外的投资由地方自行筹措落实,确保建设资金来源足额保障无缺口。为保证标准化建设,各地须按高初中、小学(城镇)、“村小”、幼儿园选取一类学校进行整体推进改造,原则上不可混合打包改造,每个市县每年只能报一个类别项目。《实施方案》切实可行,采用电清洁取暖解决中小学校供暖需求技术方案科学合理,核心设备技术水平先进,节能节电,同水平费用支出情况下热效率高,供暖期运行良好,运行费用学校可承受,确保冬季供暖可持续运行。

五、补助标准

补助标准:每个市(州)原则上不超过1200万元、县(市、区)原则上不超过800万元。

六、资金下达与管理

(一)各地能源主管部门、教育主管部门会同同级财政等有关部门编制完成《实施方案》后,联合上报省财政厅、省能源局、省教育厅,以上三个部门联合对《实施方案》进行评审并予以批复,批复的《实施方案》作为示范县实施建设和考核验收的主要依据。

(二)示范县试点城市名单向社会公示期过后,依据《实施方案》批复文件,省财政厅按奖补资金额度的70%比例预拨资金,绩效考核合格后,清算下达剩余资金。同一单位同一项目不得重复申领此项奖补资金。各地财政部门资金拨付给教育部门或项目单位(甲方建设单位),不能直接拨付施工单位、设备供应单位或整体承包单位(乙方企业),甲方乙方按合同及工程完成进度、质量结算资金。

(三)省级财政奖补资金支出范围:拆除原燃煤小锅炉投资;实施电清洁取暖项目而发生的安装设备、附属设备、器材投资;电锅炉与终端设备联结的管网(内网)、电增容(外网)、计量监测运行等设备投资;安装电清洁取暖设施的锅炉房土建投资;节能保温建筑改造(提高热效率的外墙保温、更换“三玻”)投资;《试点方案》编制费、建设期间人工费、中介机构评审费等相关其他费用;筹措项目自筹资金需支付的贷款贴息等支出。市县筹措资金支出范围可比照上述范围按财务规定支出。

(四)示范建设期结束一个月后,各地相关主管部门负责组织验收,并联合行文报请省财政厅、

省能源局、省教育厅开展绩效评估。绩效评估未达预期的，追缴省级财政奖补资金。示范县项目责任主体要合理使用资金，不得擅自改变资金使用用途，并按规定接受财政、审计、监察等部门的监督检查。存在违规分配或挪用资金，滥用职权、玩忽职守、

徇私舞弊等行为的，按照国家有关规定追究相应责任。

2、《实施方案》编写提纲。（略）

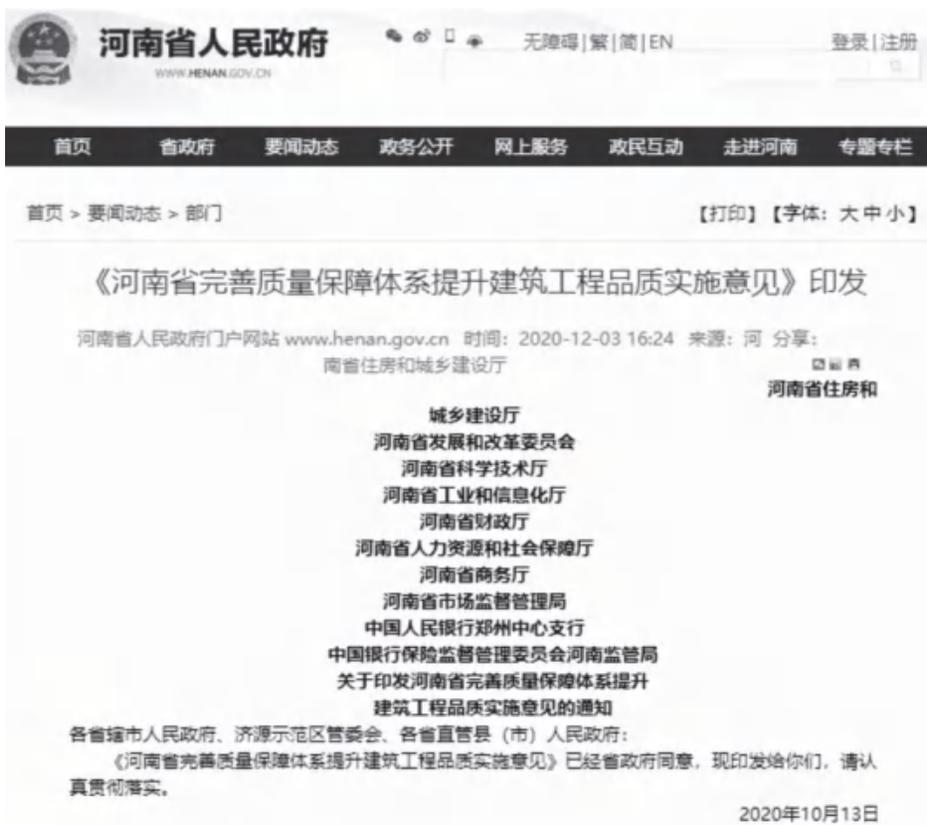
吉林省财政厅 吉林省能源局 吉林省教育厅
2020年12月9日

关于印发《河南省完善质量保障体系提升建筑工程品质实施意见》

各省辖市人民政府、济源示范区管委会、各省直管县（市）人民政府：

《河南省完善质量保障体系提升建筑工程品质实施意见》已经省政府同意，现印发给你们，请认真贯彻落实。

河南省住房和城乡建设厅
河南省发展和改革委员会
河南省科学技术厅
河南省工业和信息化厅
河南省财政厅
河南省人力资源和社会保障厅
河南省商务厅
河南省市场监督管理局
中国人民银行郑州中心支行
中国银行保险监督管理委员会河南监管局
2020年10月13日



河南省完善质量保障体系提升 建筑工程品质实施意见（节选）

为贯彻落实好《国务院办公厅转发住房城乡建设部关于完善质量保障体系提升建筑工程品质指导意见的通知》（国办函〔2019〕92号）精神，切实解决全省建筑工程质量管理存在的突出问题，进一步完善质量保障体系，不断提升建筑工程品质，特制定以下实施意见。

一、强化各方主体责任落实

（一）突出建设单位首要责任。建设单位必须严格履行法定基本建设程序，不得违法违规发包工程。建设单位要切实建立落实项目法人责任制，保证合理工期和造价，制定完备的质量验证、抽检、登记、隐蔽签证等管控制度，认真做好质量记录，加强对在建项目实体质量及参建单位质量行为的检查，组织参建各方主体各司其职，各尽其责，齐抓共管，形成合力，实现对工程建设全过程的质量管理。要主动按要求公开工程竣工验收等工程质量信息，接受社会监督。

（二）夯实施工单位主体责任。（略）

（三）加强勘察设计单位源头把控。勘察、设计单位要严格按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察和设计，严格落实勘察、设计行业执业资格人员的质量责任，不得将承揽的工程转包或违法分包，并对所编制的勘察、设计文件质量负责。要强化工程建设过程中的现场服务，及时解决施工中相关设计问题，依法依规出具设计变更。

（四）落实房屋使用安全主体责任。（节选）

（五）履行政府工程质量监管责任。依法依规完善质量监督机构履职尽责合规性手续，加强工程质量监督队伍建设，监督机构履行监督职能所需经费由同级财政预算全额保障，充分发挥其工程质量监管主力军作用。全面推行“双随机、一公开”检查方式和“互联网+监管”模式，健全省、市、县监管体系，落实监管责任。（节选）

二、完善管理体制

（一）改革工程建设组织模式。积极推行工程总承包和全过程工程咨询服务。各级政府投资或主导的工程，应实行工程总承包和全过程工程咨询服务，鼓励非政府投资工程实行工程总承包和全过程工程咨询服务。建设单位可在项目可行性研究、方案设计或初步设计完成后，以工程估算（或工程概算）

为控制指标，以限额设计为控制手段，组织开展工程总承包招标工作。（节选）

（二）完善招投标制度。（略）

（三）推行工程担保与保险。（略）

（四）实施绿色建造。充分体现绿色发展的理念，协同推进装配式建筑与绿色建筑、超低能耗建筑；突出装配式建筑优势和特点，推行装配式内装，推广新型建造方式；开展装配式超低能耗建筑工程示范，开展钢结构装配式住宅建设试点，研究实践装配式农房建设；支持本省企业积极融入拆装式营房建设；建立实训基地，培育产业工人，开展装配式建筑职业技能竞赛，培养装配式建筑技能人才培养队伍。实施绿色建筑创建行动，推动量质齐升。实行绿色建筑向绿色农房延伸，向城区扩面，鼓励全面执行绿色建筑标准，为城市绿色发展奠定基础，建立健全绿色建筑标准体系，开展绿色建筑评价标识。

三、健全支撑体系

（一）完善工程建设标准体系。积极制定和修订完善河南省绿色建筑、装配式建筑、成品住房等标准，逐步形成以国家全文强制性工程建设规范为依据，与国家标准、行业标准衔接，级配合理，层级分明，充分体现河南省工程建设品质差异化需求的工程建设标准体系。

（二）积极推广绿色建材。实施绿色建材行动，健全绿色建材市场体系，增加绿色建材产品供给，提升绿色建材产品质量，推动建材工业和建筑业转型升级，形成建筑全生命周期绿色产业链；加大绿色建材开发应用，开展绿色建材评价，动态发布绿色建材相关信息，完善绿色建材推广和应用机制；鼓励工程建设项目使用绿色建材，在政府投资或主导的工程中率先采用绿色建材，扩大绿色建材应用范围和规模。开展多种形式的绿色建材宣介活动，增强公众绿色消费理念。

（三）强化技术创新。加强住房城乡建设领域技术创新，推进产学研用一体化，突破重点领域、关键共性技术开发应用。充分发挥工程技术研究中心、重点实验室等科技创新平台的作用，为社会和行业提供公共技术服务。开展超低能耗、近零能耗建筑试点示范，开展农村地区低能耗建筑工程实践，建设一批装配式建筑、绿色超低能耗建筑、智能建筑等新技术应用集成示范工程。

(四) 强化从业人员管理。依托“河南省农民工工资支付监管系统”，全面实行在建工程项目劳务用工实名制信息化管理和农民工工资支付在线监管。(略)

(五) 完善质量评价机制。建立以安全、适用、耐久、绿色为核心指标的住宅性能评价体系，将关键性能指标纳入工程合同、销售合同和《住宅使用说明书》、《住宅质量保证书》，由房地产开发企业向消费者做出住宅品质承诺。加大对优秀企业、项目和个人的表彰力度，营造“优质优价、优质优先”的市场环境。对获得鲁班奖、省长质量奖、“中州杯”的优秀企业在招投标、金融、税收等方面给予政策倾斜。对获得鲁班奖、中州杯的项目，建设单位可对施工企业分别按含税工程造价的3%不超过1000万元、1.5%不超过300万元给予奖励，对监理单位分别按监理服务费的5%、3%给予奖励，双方在合同中进行约定。获奖项目(或同级别的项目)的设计、施工、监理单位参加建设工程投标时享受加分奖励，项目第一负责人可提前一年申报参评高级专业技术职称。借鉴先进经验，在新开工工程总价措施项目费中增加工程质量管理标准化费。

(六) 发展第三方监管机构。探索具备条件的设计单位、监理企业、建设工程质量检测机构参与监管，制定第三方机构准入标准，建立推荐性企业名录，制定工程质量监督检查和抽测技术指南，明确收费标准，规范检查和抽测行为，强化结果应用。加强政府对工程建设全过程的质量监管，可采取政府购买服务的方式，委托第三方监管机构进行工程质量监督检查和抽测。建设单位可通过购买服务方式，委托第三方监管机构进行监督检查。

四、加强监督管理

(一) 推进信用信息平台建设。出台《河南省建筑市场信用信息管理办法》，建立信用评价体系，对勘察、设计、施工、监理、造价咨询、工程检测企业进行信用评价，并将工程质量违法违规等记录作为信用评价中的重要内容。建设建筑市场信用信息管理系统，并与国家企业信用信息公示系统等实现数据共享。

(二) 严格监管执法。(略)

(三) 加强社会监督。(略)

《广东省绿色建筑条例》公布

《广东省绿色建筑条例》已由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议于2020年11月27日通过，现予公布，自2021年1月1日起施行。

2020年11月27日
广东省绿色建筑条例

第一章 总则

第一条 为了贯彻绿色发展理念，推进绿色建筑高质量发展，规范绿色建筑活动，节约资源，提高人居环境质量，根据《中华人民共和国建筑法》《中华人民共和国节约能源法》《民用建筑节能条例》等法律、行政法规，结合本省实际，制定本条例。

第二条 本条例适用于本省行政区域内从事绿色建筑的规划、建设、运行、改造及其监督管理等活动。

本条例所称绿色建筑，是指在建筑全寿命期内，节约用地、用水、能源、建材等资源，保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用、高效的使用空间，实现人与自然和谐共生的高质量民用建筑。

第三条 县级以上人民政府应当推动绿色建筑发展，将其纳入国民经济和社会发展规划，制定相应

的政策措施，明确发展目标，并将目标完成情况作为政府考核的内容。

第四条 县级以上人民政府住房城乡建设主管部门负责本行政区域内绿色建筑发展和相关活动的监督管理工作。

县级以上人民政府发展改革、财政、自然资源、生态环境、科学技术、城市管理综合执法等主管部门，按照各自职责做好绿色建筑发展相关工作。

第五条 县级以上人民政府应当为绿色建筑发展提供资金保障，并引导社会资本投资、运行绿色建筑。

第六条 县级以上人民政府住房城乡建设主管部门应当通过绿色建筑项目示范、产品展示、技术交流、设计竞赛等形式，开展绿色建筑宣传，普及绿色建

筑专业知识，提高城乡居民对绿色建筑的认识。

鼓励绿色建筑行业协会在绿色建筑宣传培训、技术推广、信息咨询等方面发挥作用。

第七条 县级以上人民政府及其有关部门应当鼓励绿色建筑产业的发展，支持绿色建筑技术的研究、开发、示范、成果转化和推广应用，促进绿色建筑技术的进步与创新。

对在绿色建筑发展中做出显著成绩的单位和个人，按照国家和省有关规定给予表彰和奖励。

第二章 规划和建设

第八条 地级以上市、县级人民政府住房城乡建设主管部门应当会同发展改革、自然资源等主管部门组织编制本行政区域的绿色建筑发展专项规划，报本级人民政府批准并向社会公开。

绿色建筑发展专项规划应当明确绿色建筑发展目标、重点发展区域、新型建造技术路线和既有民用建筑绿色化改造等内容，并确定各类民用建筑以及绿色生态城区、社区、住区的绿色建筑指标和布局要求。

绿色建筑发展专项规划应当符合国土空间规划，并与生态环境保护、能源综合利用、水资源综合利用、地下空间开发利用、固体废弃物综合利用、城市基础设施等相关专项规划相衔接。

第九条 绿色建筑按照国家规定实行等级管理。

县级以上人民政府自然资源主管部门应当将绿色建筑发展专项规划相关内容纳入控制性详细规划，并根据控制性详细规划在建设用地区划条件中明确绿色建筑等级要求。

国有建设用地使用权出让合同或者国有土地划拨决定书，以及建设工程规划许可证中应当注明绿色建筑等级要求。

第十条 省人民政府住房城乡建设主管部门应当会同有关部门按照国家规定建立健全绿色建筑标准体系，确定绿色建筑的等级、技术要求和计价依据等。

第十一条 新建民用建筑应当按照绿色建筑标准进行建设。大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑应当按照高于最低等级绿色建筑标准进行建设。

地级以上市人民政府可以结合本地实际提高绿色建筑发展要求，制定和执行更高要求的绿色建筑标准。

粤港澳大湾区范围内的广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门、肇庆等九市应当按照国家和省的要求，加快推进绿色建筑发展，在一定区域内按照高于最低等级绿色建筑标准两级以上进行

建设，具体区域范围在绿色建筑发展专项规划中确定。

第十二条 建设单位应当按照建设工程规划许可证注明的绿色建筑等级要求进行建设。

建设单位应当加强对绿色建筑建设全过程的质量管理，承担建设单位的工程质量管理责任。新建民用建筑项目的可行性研究报告或者项目申请报告应当包含绿色建筑专篇，明确绿色建筑等级、技术以及节能减排等内容，并将绿色建筑的相关费用纳入工程投资概预算。

建设单位在新建民用建筑项目委托设计、施工、监理时，应当在合同中载明绿色建筑等级要求。建设单位不得明示或者暗示其委托的单位违反绿色建筑标准进行项目设计、施工、监理。

新建民用建筑项目依法应当进行设计招标的，招标人应当在设计招标文件中载明该项目的绿色建筑等级要求。

第十三条 设计单位应当按照绿色建筑等级要求进行设计，编制绿色建筑设计说明或者专篇。

第十四条 负责施工图设计文件审查的机构应当按照建设工程规划许可证注明的绿色建筑等级要求进行审查，不符合绿色建筑等级要求的施工图设计文件不得交付使用。

施工图设计文件变更绿色建筑等级的，应当重新审查。

第十五条 施工单位应当根据施工图设计文件和绿色建筑标准，将绿色建筑技术措施和绿色施工等内容纳入施工方案，并组织实施。

施工单位应当在施工现场公示项目绿色建筑等级以及绿色建筑主要技术措施。

第十六条 监理单位应当根据施工图设计文件和绿色建筑标准，编制绿色建筑监理方案并实施监理。

第十七条 工程质量检测机构应当按照建设工程质量管理要求和相关标准，对绿色建筑工程质量进行检测。

第十八条 建设单位在竣工验收时应当组织相关单位对新建民用建筑项目是否符合施工图设计文件和绿色建筑标准进行查验。对不符合施工图设计文件和绿色建筑标准的新建民用建筑项目，不得出具合格报告。

绿色建筑等级认定按照国家规定执行。

第十九条 省人民政府住房城乡建设主管部门应当建立统一的绿色建筑信息平台，县级以上人民政府住房城乡建设主管部门应当及时公布本地区绿色建筑信息，并将绿色建筑信息归集到省的信息平台。

第二十条 房地产开发企业应当在绿色建筑商品

房买卖合同和住宅质量保证书、住宅使用说明书中如实载明所销售房屋的绿色建筑等级和主要技术措施,明确质量保修责任。销售商品房时,应当在售楼现场明示绿色建筑等级。

第三章运行和改造

第二十一条 认定为绿色建筑的,建筑所有权人应当在建筑物显著位置明示绿色建筑等级。

绿色建筑所有权人或者使用权人应当对绿色建筑的设施设备进行维护和保养,也可以委托物业服务人或者专业服务单位实施,确保绿色建筑达到相应的等级要求。委托物业服务人或者专业服务单位实施的,应当在服务合同中约定绿色建筑的运行要求。

绿色建筑所有权人、使用权人、物业服务人和专业服务单位不得损毁和破坏围护结构和节能、节水、计量等设施设备,应当协助做好绿色建筑能耗统计、能源审计、能耗监测、能效测评和绿色建筑认定、后评估等工作。

第二十二条 绿色建筑的运行应当符合下列要求:

- (一) 运行管理制度完备;
- (二) 屋顶、外墙、外门窗等建筑围护结构完好,遮阳等设施设备运行正常;
- (三) 通风、空调、照明、水、电气等设备系统运行正常;
- (四) 节电、节水指标符合国家和省的规定;
- (五) 室内的温湿度、噪声、空气品质等环境指标达标;
- (六) 废气、污水、固体废弃物及其他有害物质排放和处置符合国家和省的规定。

第二十三条 绿色建筑物业服务人应当按照物业服务合同约定的绿色建筑运行要求提供服务。

第二十四条 县级以上人民政府住房城乡建设主管部门应当会同同级节能主管部门建立健全建筑能耗统计、能源审计、能耗监测和能效测评制度,为科学、高效监管绿色建筑运行提供依据。

供电、供气、供水等单位应当将建筑能源和水资源消耗数据提供给所在地住房城乡建设主管部门。

第二十五条 大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑应当执行公共建筑能耗限额。

公共建筑能耗限额由省人民政府住房城乡建设主管部门会同节能主管部门制定,地级以上市可以制定严于省要求的公共建筑能耗限额。

第二十六条 县级以上人民政府住房城乡建设主

管部门应当对绿色建筑的运行使用情况进行后评估,加强对绿色建筑运行的监督管理。对不再符合相应绿色建筑等级要求的,应当按照国家和省有关规定进行处理并公布相关情况。

第二十七条 县级以上人民政府应当推动既有民用建筑绿色化改造。

既有大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑经评估不符合相应绿色建筑标准的,应当优先纳入绿色化改造计划。

行政事业单位办公建筑的绿色化改造费用,按照现行经费保障渠道统筹解决。鼓励建筑节能服务机构为建筑运行和既有民用建筑绿色化改造提供合同能源管理服务,实施合同能源管理等方式进行改造的,节约的有关费用可以按照规定或者合同约定用于支付管理服务费用。

既有民用建筑的绿色化改造应当按照国家和省的有关规定进行监管。

第四章技术发展和激励措施

第二十八条 绿色建筑发展坚持因地制宜、绿色低碳、循环利用的技术路线,传承、推广和创新具有岭南特色、适应亚热带气候的绿色建筑技术,提升建筑在安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等方面的性能。

第二十九条 依法依规合理开发绿色建筑地下空间,推动土地节约集约利用。

鼓励执行高于国家和省的节能标准,发展超低能耗、近零能耗建筑。鼓励在民用建筑中推广应用可再生能源。

绿色建筑的景观用水、绿化用水、道路冲洗用水应当优先采用雨水、再生水等非传统水源。

推广应用绿色建材,大型公共建筑和国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑应当优先使用绿色建材。鼓励利用建筑废弃物生产建筑材料和进行再生利用。

第三十条 县级以上人民政府应当发展装配式建筑等新型建造方式,提高新建民用建筑项目的标准化设计、工厂化生产、装配化施工、一体化装修、智能化管理水平,推动建筑产业现代化发展。

鼓励新建民用建筑项目在设计、施工和运行管理中推广应用建筑信息模型技术。国家机关办公建筑、国有资金参与投资建设的其他公共建筑应当采用建筑信息模型技术。

新建保障性住房应当按照全装修成品住房的要求建设和交付使用。

第三十一条 鼓励农民自建住宅参照绿色建筑标

准进行建设。

省人民政府住房城乡建设主管部门应当编制农村建设绿色技术导则或者设计图集等，免费提供给农民自建住宅使用并给予技术指导。

第三十二条 县级以上人民政府应当安排资金重点用于支持以下绿色建筑发展工作：

- (一) 绿色建筑发展专项规划的编制；
- (二) 绿色建筑技术与产品的研发；
- (三) 绿色建筑示范项目建设与推广；
- (四) 绿色建筑标准制定以及开展绿色建筑相关工作经费。

第三十三条 对建设、购买、运行绿色建筑或者对既有民用建筑进行绿色化改造的，可以实施下列激励措施：

(一) 因采取墙体隔热、保温、防潮、遮阳、隔声降噪等绿色建筑技术措施增加的建筑面积不计入容积率核算和不动产登记建筑面积；

(二) 绿色建筑新技术、新工艺、新产品的研发费用，可以按照国家有关规定享受税收优惠；

(三) 采用装配式方式建造绿色建筑的，其满足装配式建筑要求部分的建筑面积可以按照不超过国家和地方规定的比例不计入容积率核算；

(四) 鼓励金融机构按照国家有关规定，通过绿色信贷、绿色保险、绿色债券等多种方式为绿色建筑发展提供绿色金融服务；

(五) 使用住房公积金贷款购买高于最低等级的绿色建筑自住住房的，贷款额度可以按照不超过地方规定的比例上浮；

(六) 采用最高等级标准建设或者采用装配式商品房全装修方式建造的项目，可以在各类建筑工程奖项的评审中优先推荐。

县级以上人民政府住房城乡建设主管部门应当会同民政、财政、自然资源、金融、税务等主管部门共同组织实施前款激励措施。

第五章 法律责任

第三十四条 违反本条例第十二条第三款规定，建设单位明示或者暗示其委托的单位违反绿色建筑标准进行项目设计、施工、监理的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令改正，处二十万元以上五十万元以下的罚款。

第三十五条 违反本条例第十二条第四款规定，招标人未在设计招标文件中载明绿色建筑等级要求的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令限期改正；逾期未改正的，处三万元以上五万元以下的罚款。

第三十六条 违反本条例第十三条规定，设计单位未按照绿色建筑等级要求进行设计的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令改正，处十万元以上三十万元以下的罚款。

第三十七条 违反本条例第十四条规定，负责施工图设计文件审查的机构未按照绿色建筑等级要求进行审查或者将不符合绿色建筑等级要求的施工图设计文件交付使用的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令改正，处三万元的罚款。

第三十八条 违反本条例第十五条规定，施工单位未按照施工图设计文件以及绿色建筑标准组织施工的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令改正，处新建民用建筑项目合同价款百分之二以上百分之四以下的罚款。

第三十九条 违反本条例第十六条规定，监理单位未根据施工图设计文件和绿色建筑标准编制绿色建筑监理方案或者未按照监理方案实施监理的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令限期改正；逾期未改正的，处十万元以上三十万元以下的罚款。

第四十条 违反本条例第十八条规定，建设单位对不符合施工图设计文件和绿色建筑标准的新建民用建筑项目出具合格报告的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令改正，处新建民用建筑项目合同价款百分之二以上百分之四以下的罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任。

第四十一条 违反本条例第二十条规定，房地产开发企业未在绿色建筑商品房买卖合同和住宅质量保证书、住宅使用说明书中如实载明所销售房屋的绿色建筑等级和主要技术措施的，由县级以上人民政府住房城乡建设主管部门责令限期改正；逾期未改正的，处交付使用的房屋销售总额百分之二以下的罚款。

第四十二条 县级以上人民政府住房城乡建设主管部门和其他有关部门及其工作人员，在绿色建筑发展和相关活动的监督管理工作中玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章 附则

第四十三条 本条例自2021年1月1日起施行。《广东省民用建筑节能条例》同时废止。

天屿湖国际休闲社区冷热源设计

中南建筑设计院股份有限公司 覃大朋 罗金卓 王俊杰

摘要：天屿湖国际休闲社区采用天屿湖湖水作为水源，通过在湖岸边的取水、室外景观水体系统退水及地表水源热泵，为其集中空调、卫生热水及泳池提供冷热源。本文介绍了该项目的冷热源系统设计，湖水取水、退水设计及运行模式及控制等内容。

关键字：冷热源 水源热泵 运行模式

1 工程概况

天屿湖（原名白石湖）地处九省通衢的湖北省武汉市西郊——史有“小汉口”之称的千年名镇汉川市马口镇。天屿湖国际休闲社区是个生态旅游开发项目，总占地约1万亩，三面环水，位置优越。项目六大功能区占地约7800亩，分别为酒店服务区、体育健身区、休闲公园区、水上乐园区、高级游艇会所区和沙滩休闲区，

项目采用集中空调的三栋建筑分为：酒店，建筑面积约57628.3m²，地上七层，建筑高度为35.05m；宴会中心，位于酒店主楼的东北侧，建筑面积约15237.7m²，地上二层，建筑高度11.55m；体育会所建筑面积约9911.1m²，地上三层，地下一层，建筑高度为15.1m。其中，冷热源机房设置在酒店架空层机房区内。



2 冷热源系统设计

2.1 冷热源方式的选择

天屿湖是本项目的一个景观内湖，为人工联通的几个内陆湖的总称，通过泵站与长江联通，平均水深常年保持在10米以上，湖面面积近3300亩。汉川市属亚热带季风气候、四季分明，雨量充沛，年平均气温15.6℃~17.3℃，冬季湖水最低温度不低于7℃。年降水量1440mm，年日照1135小时，无霜期达300天。

水量充足，水温适度，水质适宜，供水稳定是水源热泵机组对水质的要求。经与建设方充分沟通，本项目集中空调、卫生热水及泳池采用天屿湖湖水作为冷热源，采用地表水水源热泵系统制冷、供暖，制取生活热水及泳池加热。

2.2 工程冷热负荷

酒店、宴会中心、体育会所的夏季空调逐时逐项冷负荷综合最大值5984kW；冬季热负

荷综合最大值4165kW。卫生热水热负荷：1241kW，泳池小时耗热量701kW。

2.3 冷热源机组选型配置

集中空调系统采用3台带双冷凝器的热回收型螺杆式水源热泵机组。其夏季单台制冷量为1509kW（供回水温度7/12℃），同时回收55/50℃的卫生热水，热回收量1481kW；冬季制热量为1363kW（供回水温度55/50℃），IPLV≥6.30。

卫生热水系统冬季另配2台螺杆式水源热泵机组。其夏季单台制冷量为1509kW（供回水温度7/12℃），冬季制热量为1363kW（供回水温度55/50℃），IPLV≥6.30。该机组正常模式下只作为冬季卫生热水的制备用，夏季紧急状况（有一台全热回收螺杆式水源热泵机组出现故障，系统供冷能力不足）时可作为全热回收螺杆式水源热泵机组制冷的备用。

水源热泵机组的夏季设计取水温度为20℃，供回水温差8℃；冬季设计取水温度8℃，温差4℃。

为满足卫生热水的制备需求，配置两台700kW直流式燃气热水锅炉对卫生热水进行辅助加热。为满足洗衣房蒸汽需求，配置两台1T的蒸汽发生器，供气压力1.0MPa。（见图2）

3 湖水取水、退水设计

天屿湖属于内陆湖，湖水面积大，水质优良，

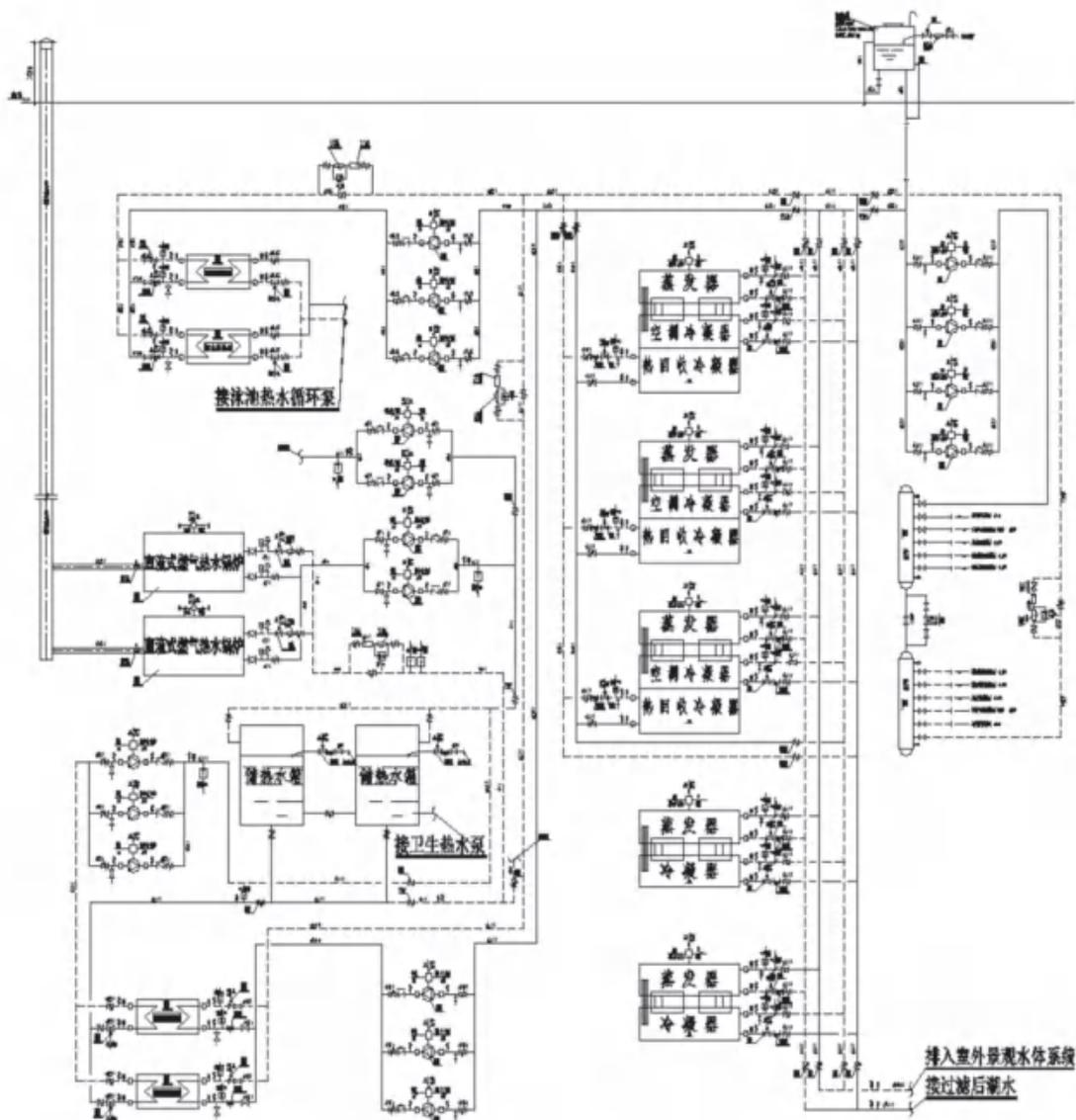


图 2

具备直接取水利用的条件。

取水设计：采用湿式取水，即在湖底和湖岸两处同时设置取水构筑物，通过 900mm 直径连通管相连通。湖水在湖底取水构筑物中先经过初次沉淀、在湖岸取水构筑物内经过二次沉淀后，通过深井潜水泵送至机房内旋流除砂器与全程水处理器处理，最终供水源热泵机组直接使用。

退水设计：考虑到天屿湖是本国际休闲社区的一个景观内湖，退水没有必要接管排入湖中，可以直接排入园区内人工水景系统的排水系统。在水景系统内自然冷却后，最终排入湖中。经过水处理设备处理后的水质比原来水质更好，且循环水量占整个湖体

库容比重很小，长时间运行对湖体水质造成影响较小。（见图 3）

4 冷热源系统运行模式及控制

4.1 冷热源运行方式

4.1.1 夏季空调制冷+卫生热水+恒温泳池加热：

夏季供冷时，根据酒店室内冷负荷大小自动调节 3 台全热回收螺杆式水源热泵机组的运行台数对酒店供冷，同时根据酒店卫生热水负荷和泳池加热负荷，确定热回收机组的运行台数和运行时长，保证卫生热水供水和泳池恒温。

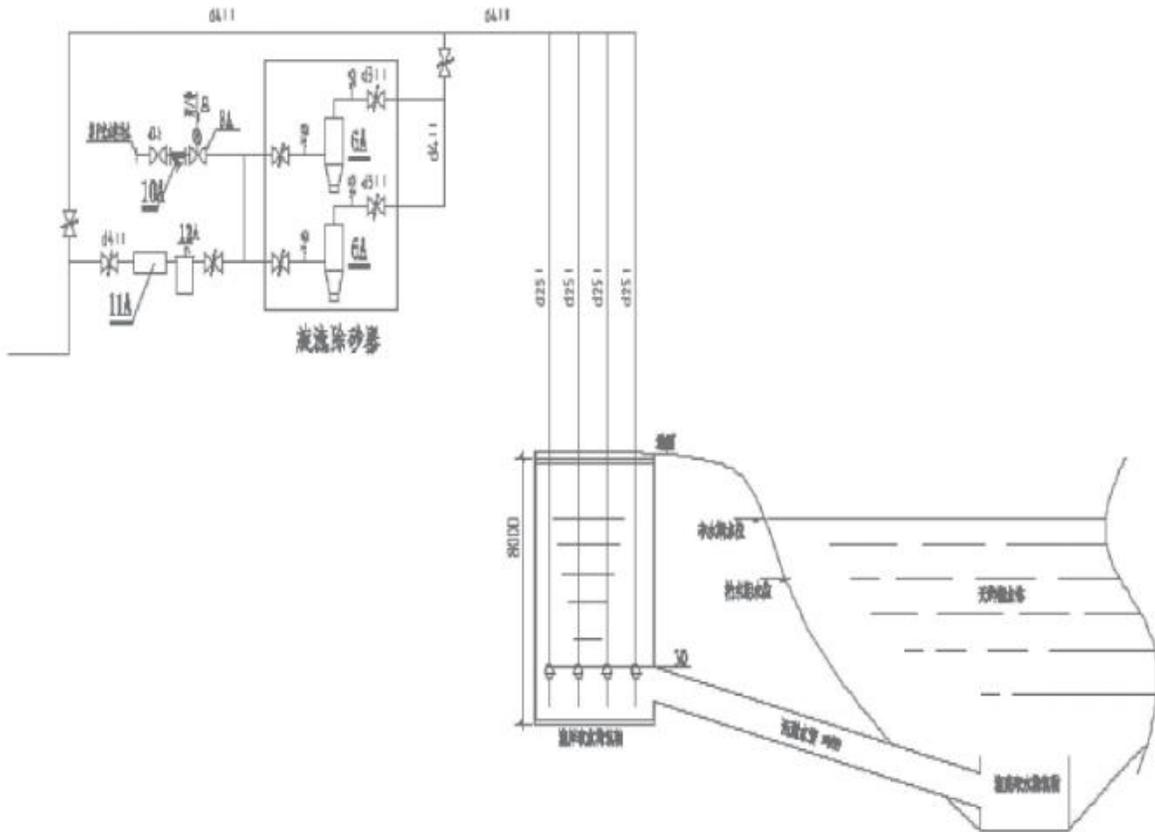


图 3

夏季制冷时，卫生热水和泳池加热负荷均由热回收系统承担。

当有一台全热回收螺杆式水源热泵机组出现故障，剩余 3 台主机制冷量不能满足系统需求时，冬季制热用螺杆式水源热泵机组投入运行，联合制冷。

4.1.2 冬季空调供热+卫生热水+恒温泳池加热：

冬季供热时，根据酒店室内热负荷大小自动调节 3 台全热回收螺杆式水源热泵机组的运行台数对酒店供热，除负担酒店室内热负荷外，冬季 3 台全热回收式水源热泵机组还需要承担泳池加热负荷。冬季制热用热回收螺杆式水源热泵机组负担酒店卫生热水需求。

4.1.3 过渡季卫生热水+恒温泳池加热：

过渡季不存在集中空调需求，启动冬季制热用热回收螺杆式水源热泵机组和一台全热回收螺杆式水源热泵机组负担酒店卫生热水和泳池加热需求。

4.2 冷热源自动控制

螺杆式水源热泵机组开机按设定的程序指令进行启动，第一台机组投入运行后，随后的机组根据负荷计算器的计算结果进行控制。每台机组的投入

与退出均由机组机载电脑指挥。机组的自动控制系统及故障报警系统均由机组自带，事故停机，应能撤出运行程序，进行检修，并在确保正常后再编入运行序列投入运行。

不启动热回收模式时，水源热泵机组与空调循环水泵、湖水取水泵按一对一方式运行。启动热回收模式后，机组应根据热回收量大小动态调整湖水取水泵流量，湖水侧应实现变流量运行。

螺杆式水源热泵机组的启停控制程序为：开机程序：湖水取水泵（对应管路上的电动阀门）空调循环水泵（对应管路上的电动阀门）水源热泵机组。停机与此相反。

空调系统分集水器设旁通管，管上设置压差旁通阀和压力传感器，DDC 控制器根据系统压差信号，控制空调循环水泵变频运行，以保证系统的压力稳定，当系统流量小于一台主机额定流量的 50% 时，DDC 控制器根据回水总管上的流量传感器信号，开启设置在空调供水总管间的压差旁通阀，旁通水流量以维持主机所需正常工作所需流量，保证主机正常工作。

（下转 46 页）

医院干细胞移植实验室设计与施工

上海建筑设计研究院有限公司 陈尹
苏州净化工程安装有限公司 韦后广

摘要：本医院的干细胞移植实验室的设计与施工及检测，满足了 GMP 要求的实验室环境控制方法，这对相关实验室的建设与应用有一定的借鉴与指导意义。

关键词：干细胞移植 实验室 环境控制

1. 引言

近年来干细胞移植被医学界看作是治疗难治之症的救星，国际上掀起了组建临床研究机构的热潮。比如造血干细胞移植，就被视为治愈白血病和某些遗传性血液病的希望。不少机构相继开展神经干细胞及造血干细胞的研究，使人体有望在接受干细胞移植后，重新长出原已损坏或丢失的细胞，使患者恢复正常生活。随着干细胞研究领域向深度和广度不断扩展，人们对干细胞的了解也将更加全面。干细胞的应用将有广阔前景。

华山医院干细胞移植实验室主要用于神经干细胞移植实验，总建筑面积约 400 平方米，建在华山医院东院二层南侧中部，包含 2 间 GMP 生产间，一间清洁间和与之配套的一更、二更、一缓、二缓及相应的通道及空调机房。建筑平面布置如图 1。

2. 净化空调系统设计

按照《医药工业洁净厂房设计规范》GB50457-2008、《医院洁净手术部建筑技术规范》GB50333-2013、《洁净室施工及验收规范》GB50591-2010、《药



图 1 干细胞移植实验室建筑平面布置

表 1 干细胞移植实验室的设计参数

房间名称	夏季		冬季		噪声标准 dB(A)
	室内温度	相对湿度%	室内温度	相对湿度%	
生产间	24	60	22	40	55
清洁间	24	60	22	40	55
一缓	25	60	20	40	55
二缓	25	60	20	40	55
一更	25	60	20	40	55
二更	25	60	20	40	55
退出通道	25	60	20	40	55

表 2 干细胞移植实验室洁净区的主要技术指标

房间名称	净化级别	与临室压差 (pa)	总风量换气次数	新风量换气次数
			次/h	次/h
生产间	C 级 (小生产间 B 级)	10	25	4
清洁间	C 级	5	25	3
一缓	C 级	5	25	3
二缓	C 级	5	25	3
一更	C 级	5	25	3
二更	C 级	5	25	3
退出通道	C 级	5	25	3

表 3 干细胞移植实验室洁净区

尺寸 (长 X 宽) mm	1175X575	1175X573	1175X1175
箱体高度 mm	250+25(进风圈)	275+35(进风圈)	310+35(进风圈)
总压 Pa	190	280	230
能耗 W	130-170	120-160	225-260
电流 A	0.56-0.78	0.55-0.84	1.06-1.20
电源 V		220	
适用温度范围		-25~+40	
面风速 M/s		0.3-0.5	
效率		H13-H14	
机外静压 Pa		90	
噪声 dB(A)		49-54	52-56

品生产质量管理规范》(2010年修订),干细胞移植实验室的室内设计参数见表1和表2。

2.1 系统设置方案

由于每间生产间所进行的实验种类不同,要求的环境也不同,所以每个GMP生产间设置独立的净化空调系统,这样确保各实验室内的空气不会相互干扰,从而不对实验结果产生影响。其他区域设置独立净化空调系统。GMP生产间设置独立的排风系统。

2.2 GMP 生产间(小间)的特殊布置

根据干细胞移植实验室的工艺要求,GMP小间要求满足全室的B级层流要求,故采用顶棚布置FFU的做法,每台FFU箱内带风机,参数及尺寸如表3。

2.3 空调布置原理

根据干细胞移植实验室的工艺要求,空调原理与平面布置见图2和图3。

3. 施工策略

3.1 干细胞实验室空调净化施工重点及难点

本工程为干细胞实验室改造工程,施工区域是在原有的检验科工作区分割出400m²改造为细胞试验室。改造期间需保证检验科工作区人员和设备正常工作,所以施工期间还需做好防尘、防噪、防断电等措施。

3.2 施工针对性措施

3.2.1 3D设计运用:为了缩短工期,减少现场安装时间,利用3D技术、通过搭建建筑、结构、机电、气体等专业的模型(见图4)。在三维环境下方便的发现设计中的各种管线碰撞冲突,大大提高了施工现场的生产效率。

3.2.2 采用预制装配式施工工艺

根据3D施工图的设计参数,墙板、顶板、风管、桥架、水管等均在工厂预制加工完成,运输至现场直接拼装,缩短工期的同时,减少了施工现场的产尘、噪音等。

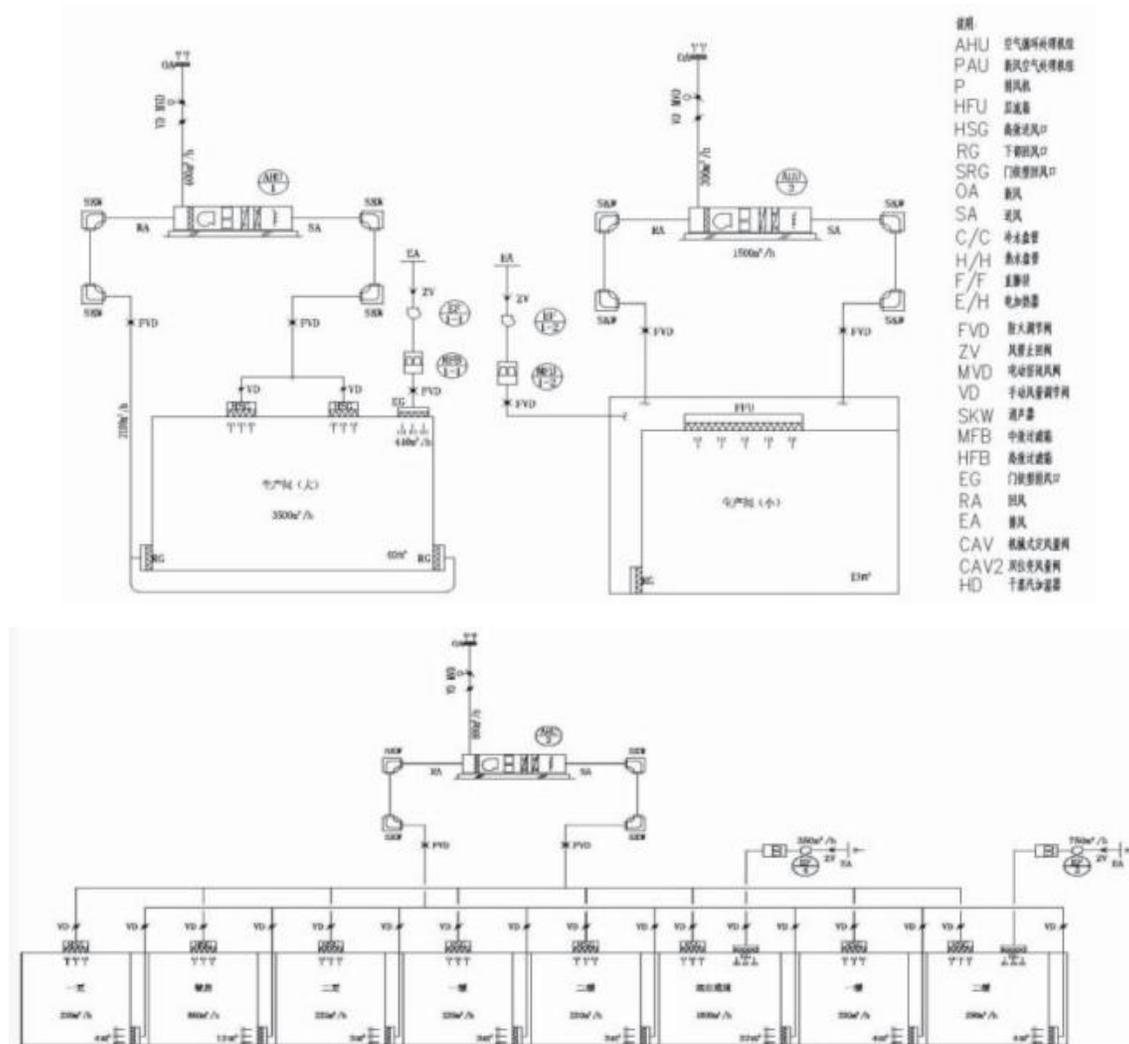


图2 干细胞移植实验室净化空调系统原理

板材、设备均在工厂预制完成(采用高精度、自动化数控加工设备,实现了墙体模块式装配板材、门体门框、不锈钢制品(器械柜、观察窗等)、空调层流箱、风口等部件材料的精密加工制造,保证了装配尺寸的准确性)

风管在工厂加工完成(全自动控制加工,可实现角钢法兰的冲孔、下料,圆形风管、矩形风管的制作,三通、弯头、变径等管件的下料加工,效率高,精度好,达到提高了生产效率,减少了现场工人的劳动强度,缩短了工期,降低了对现场环境和噪音的污染。同时,风管洁净度好,降低了清洗的难度)

水管、气管主管道在工厂加工完成

4. 检测验收

4.1 自测

施工完成后需要进行调试及自测工作,其中高效过滤器安装后的检漏工作非常重要,高效过滤器在运输和安装过程中可能造成损坏,或者安装不到位都可能造成泄漏,所有安装后需进行在线 DOP 扫描检测,检测合格后,才能检测房间的洁净度。如果不对过滤器进行 DOP 扫描检测,可能存在高效泄漏而房间洁净度达标的情况,造成潜在的医疗感染风险。

4.2 第三方检测

本项目第三方检测主要包括:检测温度、相对湿度、静压差、换气次数、照度,检验依据 GB50591-2010 相关条款;检测尘粒最大允许数,检验依据 GB/T16292-2010 相关条款。

根据检测结果表明,实验室洁净区的检测项目

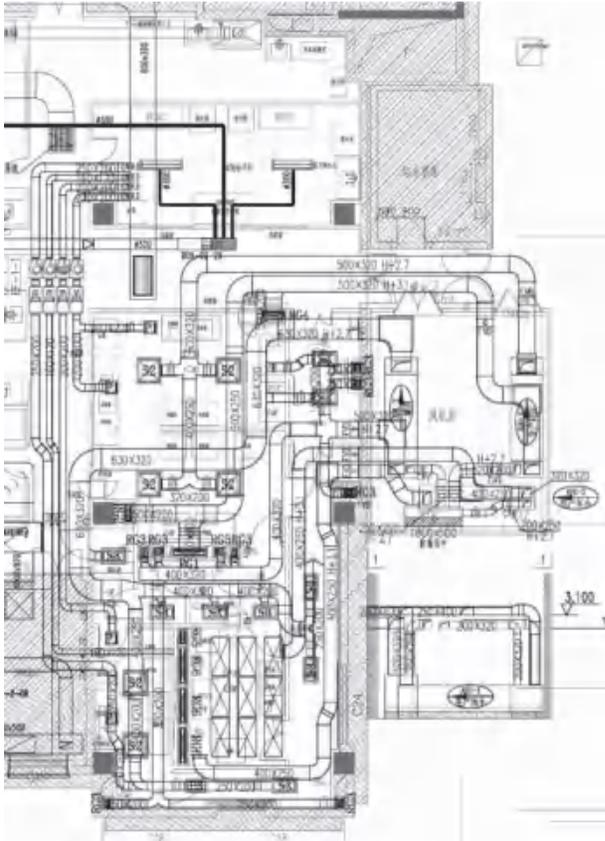


图3 干细胞移植实验室空调平面布置



图4 干细胞移植实验室净化空调系统的3D设计

符合药品生产质量管理规范（2010年修订）的相应规定。（选自《检测报告》中的检验结论）

5. 结论

通过第三方检测数据，各项参数满足GMP规范的要求，达到了原来设定的要求。这对相关实验室的建设与应用有一定的借鉴与指导意义。

参考文献

- [1] 《医药工业洁净厂房设计规范》GB50457-2008.
- [2] 《医院洁净手术部建筑技术规范》GB50333-2013.
- [3] 《洁净室施工及验收规范》GB50591-2010.
- [4] 《药品生产质量管理规范》（2010年修订）.

（上接42页）

所有测量与控制均纳入BA控制系统。

5 结语

冷热源是空调系统、卫生热水系统的重要组成部分，其设计合理与否直接影响集中空调系统、卫生热水系统的运行状况和经济效果。采用地表水源热泵，相对常规中央空调，既节约了运行费用，又减少了污染物的排放，经济效益与社会效益显著。

我们希望因地制宜的为天屿湖国际休闲社区打造出技术可行、运行可靠的冷热源系统。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准，地源热泵系统工程技术规范，GB50366—2009，2008.
- [2] 陆耀庆．实用供热空调设计手册[M]．北京：中国建筑工业出版社，2008.
- [3] 陈晓．地表水源热泵理论及应用[M]．北京：中国建筑工业出版社，2012.



地下车库全面通风的理论分析

南京长江都市建筑设计股份有限公司 鲍帅阳 蔡宗良

摘要：对车库内部 CO 浓度进行实时测量，并建立车库全面通风微分方程式。通过 MATLAB7.0 编程分别研究了单台车通风量、车库允许 CO 浓度值、单台车 CO 排量及车位数量对车库达到设定的 CO 浓度值时对通风时间的影响。研究发现：在给定工况下，存在一最佳单台车通风量，使得车库的建设与运行更加经济合理；随着车库内部影响因素发生变化时，宜相应的降低车库内部 CO 浓度允许值，以满足卫生要求。

关键词：车库 通风 稀释浓度法 CO

0 引言

随着国民经济的快速发展，私家车数量不断增加。据统计显示，仅 2016 年中国汽车全年销售量接近 2800 万辆^[1]，由此引发地上空间停车难的问题日益突出。为充分利用民用建筑地下空间，地下封闭汽车库已成为建筑工程配建停车位的选择。

地下车库由于层高较低，基本处于封闭状态，空气品质较差，如何合理的设置通风系统就显得尤为重要。撒文辉^[2]认为使用无风管通风系统时，可节省车库的建设成本及后期运营成本。宋仁江^[3]等通过 CFD 技术分别对稀释浓度法与换气次数法计算的通风量进行对比时发现：以稀释浓度法计算的通风量仅为按换气次数法计算通风量的 52% 时，仍能将污染物浓度控制在 30mg/m³ 以下。何开远^[4]等通过数值模拟分析发现：与诱导通风系统相比风管式通风系统的气流组织较好，但诱导通风系统对气流组织的扰动能力较强，且有利于污染物的排放；同时系统运行经济，节省成本。

然而以上研究主要集中在对通风系统的优化与比较方面。在现有规范条件允许的 CO 浓度标准下，需要多长通风时间才能满足卫生要求；以及汽车库内部环境条件发生变化时，达到车库允许 CO 浓度标准所需的通风时间如何变化，目前尚未可知。本文对当前车库的 CO 允许浓度标准做了研究，并在

此基础上，以车库全面通风微分方程式为基础，对车库的通风进行了理论分析。

1 车库内 CO 浓度研究

汽车在驶入、驶出车库的过程中处于低速运行状态。由于燃料未能充分燃烧，此时尾气中含有大量的 CO、C_mH_n 及 NO_x 等有害气体，三者的体积比约为 7:1.5:0.2^[5]。对于占我国 90% 的点燃式发动机构成的汽油燃料轻型汽车，CO 排放量的限值较其他污染物至少要高 1 个数量级^[6,7]。有研究表明：与汽车尾气中其他污染物相比，CO 对人的危害最大，影响最直接，室内空气质量标准中对 CO 的要求限值最为严格^[8]。通过相关实验研究发现：将 CO 浓度稀释到车库允许值时，C_mH_n 及 NO_x 已远低于其车库内的允许浓度^[9]。因此，地下停车库的通风量计算与控制中，通常以稀释 CO 浓度达允许值为依据。

民用建筑供暖通风与空气调节设计规范指出：车库内 CO 的允许浓度为 30mg/m³；典型汽车 CO 排放平均浓度为 55000mg/m³^[9]。然而随着汽车制造业的发展与国家节能减排的号召，汽车尾气排放限值指标不断提高，轻型汽车尾气中 CO 排放量已从 1995 年的 4.5% 下降至 2005 年的 0.5%~0.8%^[10]。由此不难看出，由于汽车库尾气排放标准的提高，车库内 CO 废气量也逐步降低。文献^[11]通过实测

表 1 车库 CO 浓度的加权平均值

项目名称	测试位置	测试时间	平均浓度/(ppm)	车库性质	通风方式
阳光嘉园	-1F	7:00-9:00	5.1	住宅	机械通风
仁恒 G53	-1F	7:00-8:30	6.4	住宅	机械通风
河西万达广场	-1F	8:00-9:30	1.5	商业	机械通风
南京站南广场	-1F	8:00-9:30	3.2	商业	机械通风
城开大厦	-1F	7:30-9:00	8	办公	机械通风
本单位车库	-1F	8:00-9:00	11.6	办公	自然通风
		13:00-14:00	9		

注：测试时所有车库均未开启通风系统，且三种车库通风系统平时从未开启；其中 1ppm=1.25mg/m³。

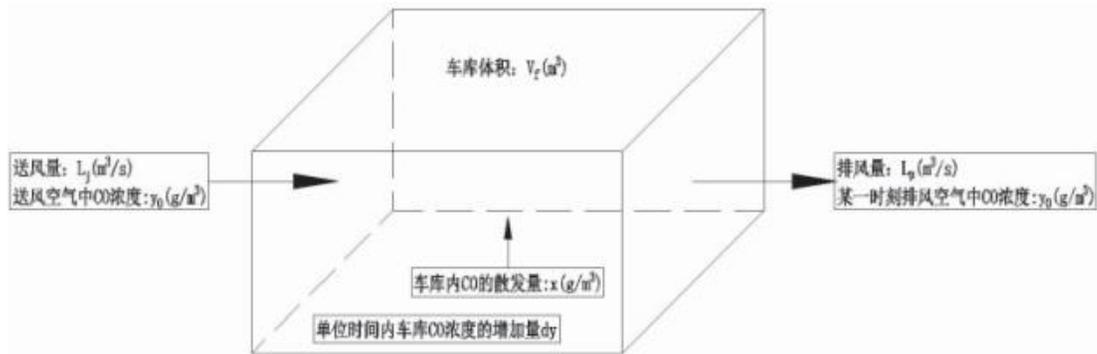


图1 车库 CO 通风模型

研究发现：住宅汽车库在早晚高峰期，排风系统未开启时，库内 CO 浓度值为 $7\text{mg}/\text{m}^3$ ；办公建筑在早晚高峰期，排风系统定时开启时，库内 CO 浓度在 $0\sim 2\text{mg}/\text{m}^3$ 范围内；商业建筑在节假日高峰期，排风系统偶尔开启时，库内 CO 浓度在 $17\sim 21\text{mg}/\text{m}^3$ 范围内。此外，有关医学研究表明：在 CO 浓度为 $18.75\text{mg}/\text{m}^3$ 的空气中暴露 8h，人体血液中碳氧血红蛋白 (COHb) 的体积分数将高达 2.5%，此时人体将产生不良反应^[12,13]。为此有学者提出：从保证车库内工作人员身体健康角度出发，车库内 CO 浓度允许值应不超过 $18.75\text{mg}/\text{m}^3$ ^[11]。

笔者分别对南京的住宅建筑、商业建筑及办公建筑地下车库的 CO 浓度在上班早高峰期进行测试。每个车库设立多个测试点，每间隔 15min 测试一次，测试点的高度为 1.5m，测试结果如表 1 所示。从表中可以看出，三种类型的车库在排风系统从未开启时，CO 浓度在早高峰期的最大值均未超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。而现有绝大多数车库设计均以 CO 浓度超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 为标准，开启相应的排风系统。由此将导致对笔者测试汽车库来讲，CO 浓度将长时间处于 $18.75\sim 30\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，这将对车库工作人员身体造成极大的伤害。此外，通过对不同类型轻型车进行测试时发现：车辆启动时，距离车尾 1m 处 CO 浓度为 $20\sim 60\text{ppm}$ ；车辆驶走时，车位上方 1.5m 处上 CO 浓度在 30s 内由 40ppm 迅速降至 10ppm 。

综合以上分析，对于车库设计中 CO 浓度允许值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 是否仍适合当前卫生标准，值得设计者深思。

2 车库全面通风微分方程式

对车库进行全面通风稀释 CO 时，根据风量平衡原理，在单位时间 dt 内，车库内 CO 浓度的变化量应等于车库内 CO 送入量（送风中 CO 与车库内

汽车尾气中 CO 浓度之和）与通风排走量之差。车库全面通风稀释 CO 模型如图一所示，为能用数学模型来描述车库内 CO 浓度的变化过程，笔者做出以下假设：

忽略由于进、排风之间温差造成进、排风密度的差异，认为车库内送风量等于排风量，即 $L_j=L_p=L$ ；

计算时，车库内所有车辆始终在车库内部运行，汽车尾气的 CO 源项在车库内部均匀分布；

汽车尾气、送风气流与车库内空气在车库内的混合过程在瞬间完成；

初始计算时车库内 CO 浓度与大气中 CO 浓度相同；

在所有车辆同时运行的瞬间，开启通风系统；

车库内所有车辆均为轻型车，且单位时间内 CO 排放量相同。

基于以上条件，车库全面通风稀释 CO 的微分方程式为：

$$Ly_0 dt + x dt - Ly dt = V_f dy \quad (1)$$

式中： L ——车库全面通风量， (m^3/s) ；

V_f ——车库体积， (m^3) ；

y_0 ——室外大气中 CO 浓度，一般取 $2\text{mg}/\text{m}^3\sim 3\text{mg}/\text{m}^3$ ^[9]；

x ——车库内部 CO 散发量， (g/s) ；

y ——在某一时刻车库内 CO 浓度， (g/m^3) ；

dt ——某一段无限小的时间间隔， s ；

dy ——在 dt 时间内车库 CO 浓度的增量， g/m^3 ；

由此推导出：

$$\frac{dt}{L} = -\frac{1}{L} \frac{d(Ly_0 + x - Ly)}{Ly_0 + x - Ly} \quad (2)$$

如果在时间 t 内，车库内 CO 浓度从 y_1 变化到 y_2 ，对式 2 两边同时积分：

$$\int_0^t \frac{dt}{V_f} = -\frac{1}{L} \int_{y_1}^{y_2} \frac{d(Ly_0 + x - Ly)}{Ly_0 + x - Ly} \quad (3)$$

即：

$$\frac{tL}{V_f} = \ln \frac{Ly_0 + x - Ly_1}{Ly_0 + x - Ly_2} \quad (4)$$

为研究方便，取车库的一个防火分区作为研究对象。假设车库层高为 h ，防火分区净通风面积为 S ，本防火分区内车位数量为 n ，则式 4 可简化为：

$$t = \frac{Sgh}{ngl} \times \ln \frac{l(y_0 - y_1) + E_{CO}}{l(y_0 - y_2) + E_{CO}} \quad (5)$$

式中： l ——单台轻型车通风量，(m^3/s)；

t ——达到车库允许 CO 浓度值时所需的通风时间，(s)；

E_{CO} ——单台轻型汽车单位时间内 CO 排放量，(g/s)；

y_1 ——车库内 CO 的初始浓度，(g/m^3)；

y_2 ——车库内 CO 的允许浓度，(g/m^3)；

3 结果与讨论

3.1 单台车通风量对通风时间的影响

笔者对南京多个建设项目的汽车库研究发现，对于一个不超过 $4000m^2$ （研究时仅考虑一个防火分区）的汽车库，车位数量均在 140 辆以下（含微型车）。对于自走式汽车库，车库层高均在 4m 以下。文献 [7] 根据美国暖气和空调工程师学会 (ASHRAE) 推荐的 1996 年轻型汽车尾气 CO 平均排放强度，并考虑 2% 的年折减率，建议轻型车 CO 排放量 E_{CO} 取 $4750mg/min$ 。根据文献 [9] 规定，笔者在研究单台车通风量改变对通风时间的影响时，取 $y_0=0.003g/m^3$ 、 $y_2=0.03g/m^3$ 、 $h=3m$ 、 $S=4000m^2$ 、 $n=140$ ，用 MATLAB7.0 对式 5 进行编程求解。

图 2 为在上述给定条件下，通风时间随单台车通风量的变化示意图。从图中可以看出，在达到车库允许 CO 浓度值（ $30 mg/m^3$ ）时，通风时间随着单台车通风量的增加，而逐渐减小。这是由于随着通风量的增加，车库内换气次数逐渐加大，单位时间内 CO 的累积量逐渐降低。此外，当单台车通风量在 $0m^3/s \sim 0.02m^3/s$ 的范围内变化时，随着通风量的增加，通风时间迅速减小；当单台车通风量大于 $0.02m^3/s$ 时，随着通风量的增加，通风时间也在减小，但通风时间的减小量与单台车通风量的增加量不成正比。

文献 [9] 指出 CO 的最高容许质量浓度在作业时间短暂时可予放宽：作业时间 0.5h 以内，CO 质量浓度容许达到 $100 mg/m^3$ ；作业时间 15~20min，容许达到 $200 mg/m^3$ 。从图 2 不难看出，当通风大于 $0.02m^3/s$ 时，达到车库允许浓度的通风时间均小于 150s，这一时间均能满足文献 [9] 的工作卫生条件。因此，在给定工况下，并非通风量越大越好，通风时间随通风量变化时存在一个拐点，单台车通风量取此拐点附近值时，既能满足通风卫生要求，又能在车库设计时选取较小的主风管尺寸，降低车库层高，减小车库的建设成本及运营成本。

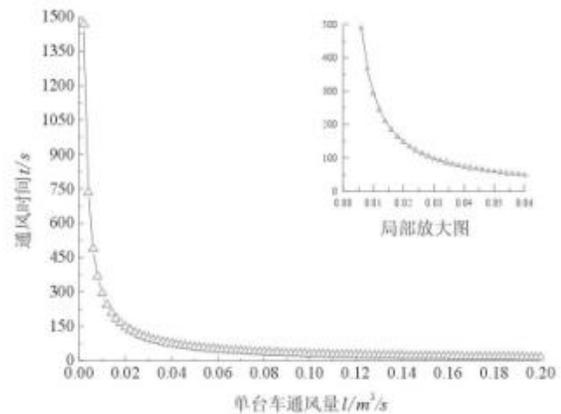


图 2 通风时间 t 随单台车通风量 l 的变化

3.2 车库允许 CO 浓度值对通风时间的影响

图 3 表示在 $y_0=0.003g/m^3$ 、 $E_{CO}=0.0792g/s$ （ $4750mg/min$ ）、 $h=3m$ 、 $S=4000m^2$ 、 $n=140$ 、 $l=0.05 \sim 0.2m^3/s$ 时，通风时间随车库允许 CO 浓度值 y_2 的变化关系。从图中可以看出，随着车库允许 CO 浓度的增加，通风时间逐渐增大。这是由于车库内 CO 污染源的产生与通风稀释 CO 是同时进行，要到达车库 CO 浓度的允许值，必然有一个 CO 的累积过程，允许值越高，则累积时间就越长。此外，在给定车库允许 CO 浓度的条件下，随着单台车通风量的增加，通风时间也逐渐增大。由于随着通风量的增大，车库换气次数增大，单位时间内 CO 的累积量逐渐减小；然而随通风量的增大通风时间的增加并不是很明显。结合图 4 可知，在车库允许 CO 浓度保持不变时，当单台车通风量分别由 l_1 增加至 l_2 、 l_3 、 l_4 时，其对应的通风时间也逐渐增加，但通风时间的增加量 Δt 均小于 1s。

相关学者研究时认为，车库内 CO 浓度允许值应不超过 $18.75mg/m^3$ 。由图 3 可知，在 y_2 取 $18.75 mg/m^3$ 时，在不同的通风量 l 条件下，其对应的通风时间均小于 20s，既满足规范要求，也可达到人类身

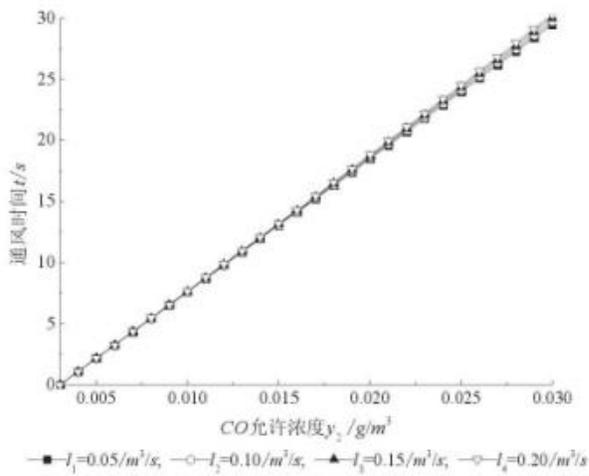


图3 通风时间 t 随车库允许 CO 浓度 y_2 的变化

体健康标准要求。此外，也印证了当通风量大于某一值时，通风量对通风时间的影响已不起主要的决定作用。

3.3 单台轻型车 CO 排放量对通风时间的影响

图 5 表示在 $y_0=0.003\text{g}/\text{m}^3$ 、 $l=0.1\text{m}^3/\text{s}$ 、 $h=3\text{m}$ 、 $S=4000\text{m}^2$ 、 $n=140$ 、 $y_2=0.01\sim 0.03\text{g}/\text{m}^3$ 时，单台轻型车 CO 排放量 E_{CO} 对通风时间的影响。由图可知，随着单台轻型车 CO 排放量的减小，通风时间逐渐增大；这是由于在给定条件下，随着单台轻型车 CO 排放量的减小，单位时间内车库内 CO 的累积量下降，导致通风时间增加。此外，在不同的车库允许 CO 浓度条件下，随单台轻型车 CO 排放量的减小，均存在一个临界 E_{CO} 值，当单台轻型车 CO 排放量低于此值时，通风时间迅速增加。

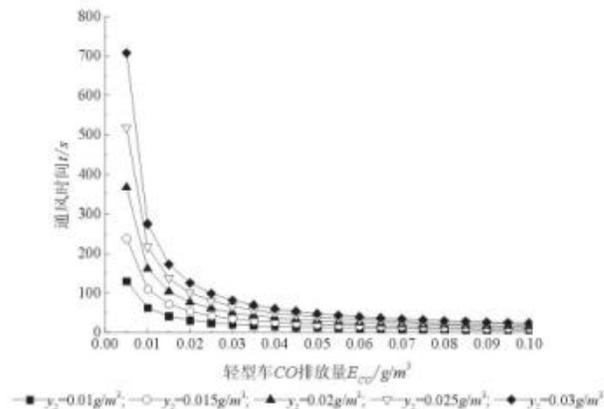


图5 通风时间 t 随单台轻型车 CO 排放量 E_{CO} 的变化

随着汽车制造业的发展以及对环保要求的不断提高，在未来的发展中单台轻型车 CO 排放量与车

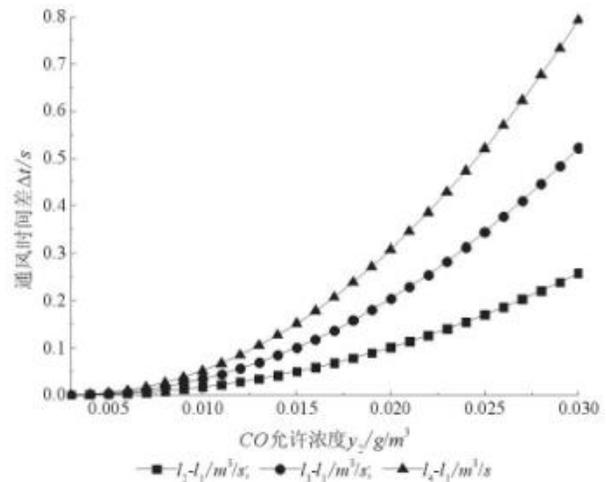


图4 通风时间差 Δt 随车库允许 CO 浓度 y_2 的变化

库允许 CO 浓度值均逐渐降低，随对应的通风时间也逐渐减小。然而轻型车 CO 排放量在 $0.03\text{g}/\text{m}^3\sim 0.1\text{g}/\text{m}^3$ 变化时，通风时间的减小量变化并不明显；结合 3.1、3.2 的相关内容，在车库设计时应尽可能选取较小的单台车通风量，以便获得更大的收益率。

3.4 车位数量对通风时间的影响

由于车库在实际使用过程中，车位数量是发生变化的，为了能更准确的模拟现实情况，本文对不同车位数量条件下的通风时间进行了研究。图 6 表示在 $y_0=0.003\text{g}/\text{m}^3$ 、 $y_2=0.03\text{g}/\text{m}^3$ 、 $E_{\text{CO}}=0.0792\text{g}/\text{s}$ (4750mg/min)、 $h=3\text{m}$ 、 $S=4000\text{m}^2$ 、 $l=0.05\sim 0.2\text{m}^3/\text{s}$ 时，车位数量改变对通风时间的影响。从图中可以看出，随着车位数量的减小，在给定工况下，通风时间逐渐增加。当车位数量小于 20 辆时，随着车位数量的继续减小，通风时间迅速增大。此时，车库内单位时间 CO 累积量逐渐减小，若继续按照给定的 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 的允许浓度，通风时间将延长很多，如图 6 所示。此外，车位数量保持不变，随着通风量的增加，通风时间变化极小，四条曲线几乎完全重合在一起。由此也证明了在给定工况下，通风量对通风时间的影响较小。

图 7 表示在 $y_0=0.003\text{g}/\text{m}^3$ 、 $l=0.1\text{m}^3/\text{s}$ 、 $E_{\text{CO}}=0.0792\text{g}/\text{s}$ (4750mg/min)、 $h=3\text{m}$ 、 $S=4000\text{m}^2$ 、 $y_2=0.015\sim 0.03\text{g}/\text{m}^3$ 时，车位数量改变对通风时间的影响。从图中可以看出，在给定工况下随着车库允许 CO 浓度的增加，相应的通风时间也在增大。在车位数量减小至 10 辆车时，当 y_2 分别取 $0.015\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.02\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.025\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.03\text{g}/\text{m}^3$ 时，所对应的通风时间分别为 367s、521s、676s、833s；也可理解为，在给定车库允许浓度为 $0.03\text{g}/\text{m}^3$ 时，车库内 CO 浓

度随着通风时间的延续,由 y_0 逐渐累积增长至 $0.03\text{g}/\text{m}^3$ 。根据上文推荐 y_2 不宜超过 $18.75\text{mg}/\text{m}^3$, 则从 $18.75\text{mg}/\text{m}^3$ 累积至 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 的时间约为 340s 左右。因此,若继续保持 $0.03\text{g}/\text{m}^3$ 而不相应的减少车库允许 CO 浓度值时,随着车位数量继续减少,这一时间差将持续增大。

故从车库内部人员身体角度出发,在车库内部车辆数量减小时,应相应的调整车库内允许的 CO 浓度值,以确保车库内 CO 浓度始终处于卫生许可范围以内。此外结合图 6、图 7,在给定工况下,改变车库允许 CO 浓度对通风时间的影响要大于通风量对通过风时间的影响。

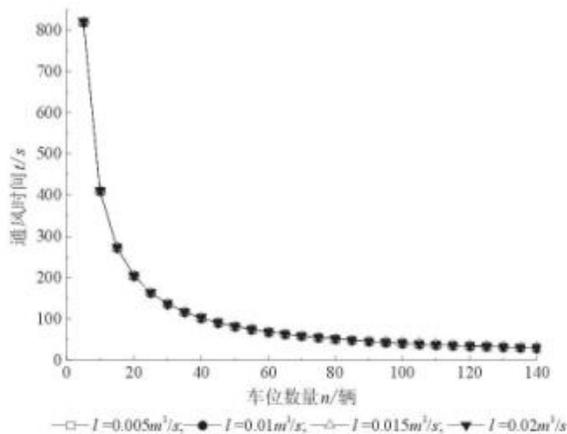


图 6 通风时间 t 随车位数量 n 的变化图一 ($y_2=0.03\text{g}/\text{m}^3$)

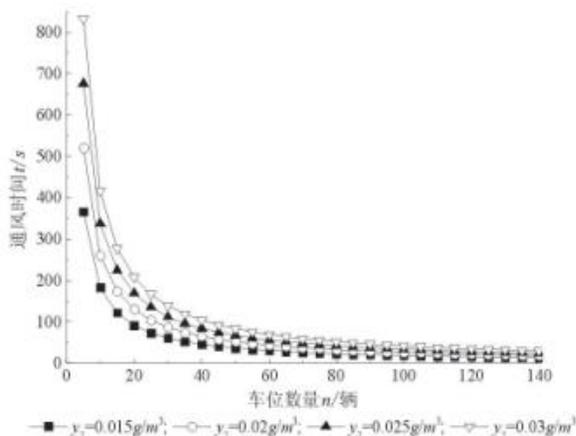


图 7 通风时间 t 随车位数量 n 的变化图二 ($l=0.1\text{m}^3/\text{s}$)

4 结论

通过以上分析和比较,本文得出以下结论:

现有车库允许 CO 浓度 $30\text{mg}/\text{m}^3$, 已不满足当前设计要求。

在给定工况下,存在一个最佳单台车通风量,既能满足卫生要求,又能最大程度的降低车库的建设与运营成本。

在给定工况下,通风时间随车库允许 CO 浓度的增加而增大;在车库允许 CO 浓度为 $18.75\text{mg}/\text{m}^3$ 时,通风时间较短,可满足车库工作人员健康要求。

在给定工况下,随着单台轻型车 CO 排放量的降低、车位数量的减小,通风时间持续增加;在改变单台轻型车 CO 排放量与车位数量,宜相应的降低车库允许 CO 浓度值,以满足卫生要求。

参考文献

- [1] 贾新光. 汽车产业要控制产能过量 [M]. 北京商报 /2017 年 /1 月 /3 日 / 第 A01 版时代汽车周刊.
- [2] 文辉. 地下车库无通风管设计 [J]. 山西建筑, 2016,42(19):115-116.
- [3] 宋仁江, 胡松涛, 刘国丹, 等. CFD 仿真技术在地下车库通风计算中的应用 [J]. 青岛理工大学学报, 2016,37(3):65-69.
- [4] 何开远, 樊洪明, 赵耀华. 地下车库诱导式通风与风管式通风系统的数值模拟分析 [J]. 建筑科学, 2008,24 (10):85-90.
- [5] 郑强. 地下车库通风变频调节的原理与应用 [J]. 建筑设计管理, 2010,27(6):53-54.
- [6] 中国环境保护部. 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第五阶段)编制说明(二次征求意见稿) [EB/OL]. [2015-07-29]. <http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/gbth/201301/>
- [7] 倪龙, 刘可以, 王文静, 等. 封闭式汽车库通风量计算探讨 [J]. 暖通空调, 2016,46(5):55-61.
- [8] 葛凤华. 地下停车库通风系统研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [9] 中国建筑科学研究院. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范: GB50736-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [10] 国家环境保护总局. 点燃式发动机汽车排气污染排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法): GB18285-2005[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [11] 倪丹. 地下车库变频通风设计探讨 [J]. 暖通空调, 2016,46(1):42-44
- [12] 李鸿博, 郭小红, 乔春红. 公路隧道 CO 设计浓度限值的分析研究 [J]. 地下空间与工程学报, 2013,9(4):788-793.
- [13] 邓顺熙, 谢永利, 袁雪. 特长公路隧道 CO 浓度设计限值的研究 [J]. 中国公路学报. 2003,16(3):69-72.

改进相变蓄热集热器在太阳能制冷系统中的能耗分析

河北科技大学建筑工程学院 崔明辉 孟德志 倪成名

摘要：基于 TRNSYS 与 MATLAB 软件联合模拟运行了有辅助热源的太阳能吸收式制冷系统。分别对采用传统集热器的系统和采用改进后的相变蓄热集热器的系统的各部分参数的变化进行分析。在制冷量相同的前提下，对集热器的效率、系统性能系数、系统耗电量、辅助热源能耗进行对比。模拟结果表明，太阳能吸收式制冷系统中，采用改进后的相变蓄热集热器，可比传统集热器的集热效率高 7.34%，制冷机组的性能系数略有提高，系统耗电量降低 11.26%，辅助热源能耗降低 32.80%。太阳能能保证率提升 10.29%。

关键词：太阳能集热器 辅助热源 潜热蓄热 吸收式制冷 能耗

引言

随着吸收式制冷系统与太阳能匹配性的不断提升，太阳能空调系统的热源利用范围越来越广泛^[1-4]。但太阳辐射具有不稳定性，维持末端机组高效、稳定工作一直是人们研究的热点问题^[5-10]。系统的蓄热便是研究热点之一。蓄热可分为显热蓄热和潜热蓄热两种。显热蓄热一般采用蓄热水箱作为蓄热部件，潜热蓄热以相变蓄热箱为蓄热部件。国内外诸多专家都对太阳能制冷系统做过不同的改进。

何梓年，朱宁^[11]，对山东乳山市的一套太阳能空调进行了性能测试，指出热管式真空管集热器与溴化锂吸收式制冷机结合的太阳能空调方案是成功的。董旭，张永贵^[12]对太阳能潜热蓄热用于吸收式制冷进行了分析，指出：太阳能固液潜热蓄热技术能够保证持续为吸收式制冷系统提供恒定温度，解决了以往太阳能空调系统热源的不稳定和间断性问题。周兴法，谢应明^[13]列举了 6 种太阳能吸收式制冷模型，其中弗劳恩霍夫研究所的太阳能制冷系统在 7、8 月份时机组的性能系数能达到 0.6 以上。本文以集热器为研究对象，对有辅助热源的太阳能吸收式制冷进行模拟改进。

1 集热蓄热装置数学模型与部件基本参数

本文选用的集热器为 BTZ-2 型热管式真空管集热器^[14]，拦截系数为 0.671，一阶损失系数为 1.79，集热器面积为 500 m²。热水循环泵额定流量为 10t/h。额定功率为 1.1 kW。冷却水循环泵额定流量为 40t/h，

额定功率为 5.5kW。冷冻水循环泵额定流量为 17.5t/h，额定功率为 3kW。冷却塔风机额定功率为 1.5kW。显热蓄热介质为水，水的比热容为 4.19kJ/(kg·K) 其中，显热蓄热装置为常压分层蓄热水箱。

相变材料为赤藻糖醇 (Erythritol)，相变温度为 118℃，固态比热容为 1.15kJ/(kg·K)，液态比热容为 1.15kJ/(kg·K)，相变潜热为 339.8kJ/kg。

1.1 BTZ-2 型热管式真空管集热器

用 MATLAB 编译集热器模型代码。其中，水流量、太阳辐射强度、集热器进水温度、环境温度等变量通过 TRNSYS 计算收敛后输入到 MATLAB，MATLAB 经运算后输出集热器出口水温度、集热器侧循环水流量、集热器的效率、有用的能量增益的结果到 TRNSYS。

其中，在出水温度 $T_o < 99$ ℃ 时，集热器效率^[14]：

$$\eta = \frac{Q_{Useful}}{Gt \times A} = \frac{m_w \times c_w (T_o - T_i)}{Gt \times A} = \eta_0 - \frac{\eta_1 \times (T_o - T_e)}{Gt} \quad (1)$$

由于出水温度的大小与集热器的集热效率和集热器的进水温度有关，所以对于太阳能集热器的一阶模型，出水温度：

$$T_o = \frac{\eta_0 \times Gt + \frac{m_w \times c_w \times T_i}{A} + \eta_1 \times T_e}{\frac{m_w \times c_w}{A} + \eta_1} \quad (2)$$

式中： T_o —集热器出水温度；

Gt —单位时间内单位面积上集热器受到的太阳辐射强度；

T_i —集热器进水温度；

T_e —环境温度；

基金项目：河北科技大学研究生创新资助项目

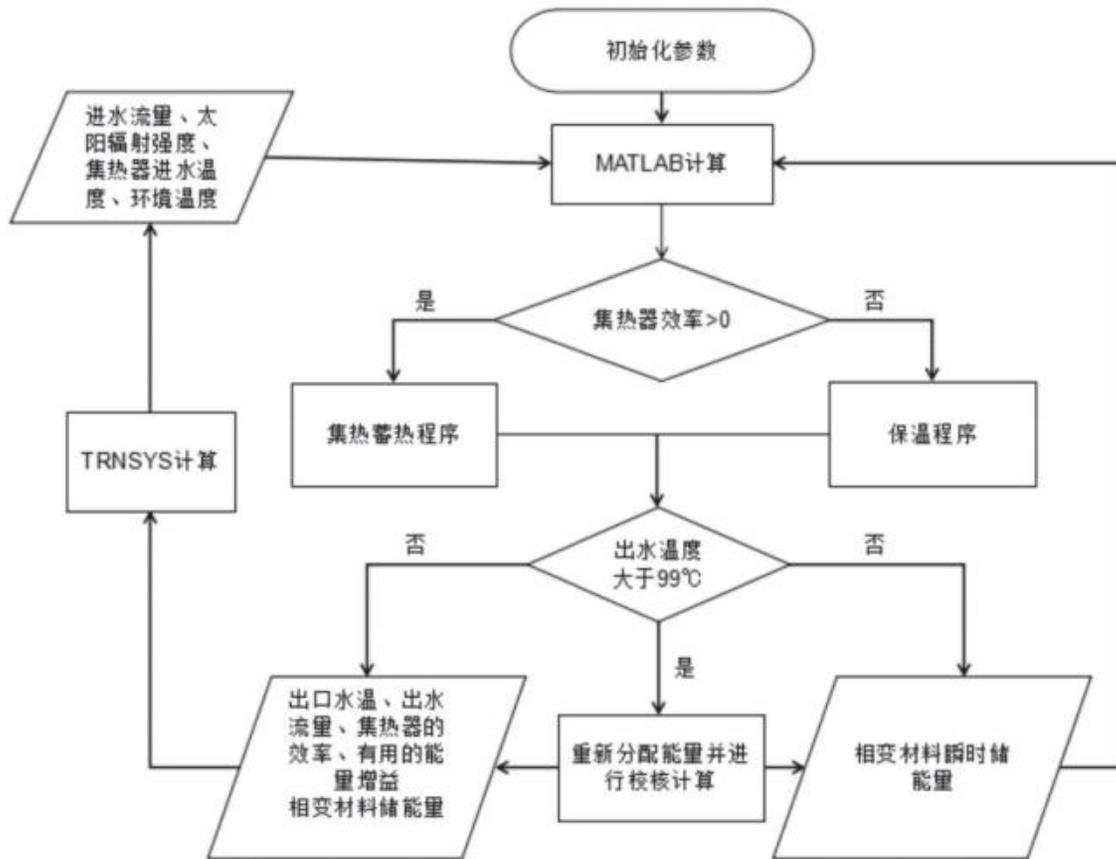


图 1 潜热蓄热型集热器程序工作流程图

η_0 —拦截系数；

η_1 —一阶损失系数；

A —集热器面积；

m_w —单位时间内水的质量流量；

c_w —水的比热容。

经计算后，如果 $T_o > 99$ ，出水温度 T_o 强制输出为 99，集热器效率为：

$$\eta = \frac{m_w \times c_w (99 - T_i)}{Gt \times A} \quad (3)$$

1.2 蓄热水箱

蓄热水箱模型选用 TRNSYS 内部的 TYPE4b，形式为两进两出，容积设置为 10m^3 ，流体比热设置为 $4.19\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，流体密度设置为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ，热损失系数设置为 $-3\text{KJ}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，水箱内不设置电加热，水箱内部分为 6 层每层高度 0.4m ，初始温度从上到下依次设置为 $35,34,33,32,31,30$ ，沸点设置为 100 ，其连接方式见图 1。

1.3 潜热蓄热型 BTZ-2 型热管式真空管集热器

当太阳能过剩时，传统 BTZ-2 型热管式真空管集热器通过集热联箱里面的介质将热量传递至保温水箱。受介质流速的限制，一方面由于介质温度的升高影响热管冷凝端向介质的传热速率；另一方面由于介质温度存在上限，达到气化温度继续吸收热量不仅不会升温，反而会产生气体，影响换热。当太阳能不足时，传统 BTZ-2 型热管式真空管集热器集热量会瞬间降低，甚至失去制备热水能力。与传统 BTZ-2 型热管式真空管集热器不同，潜热蓄热 BTZ-2 型热管式真空管集热器具有非常强蓄热、放热能力。太阳能过剩时，剩余热量会储存在相变材料里，因大部分能量以潜热方式储存。相变材料在相变蓄热过程中，传热速率不会因能量储存量的增大而减小，且相变材料气化温度高，当相变材料完全融化后，仍然可用显热的方式储存热量。当太阳能不足时，由于相变材料的放热，集热器仍然能制备热水。

在 BTZ-2 型热管式真空管集热器程序的基础上加入相变蓄热代码，集热器收集的太阳能首先传递

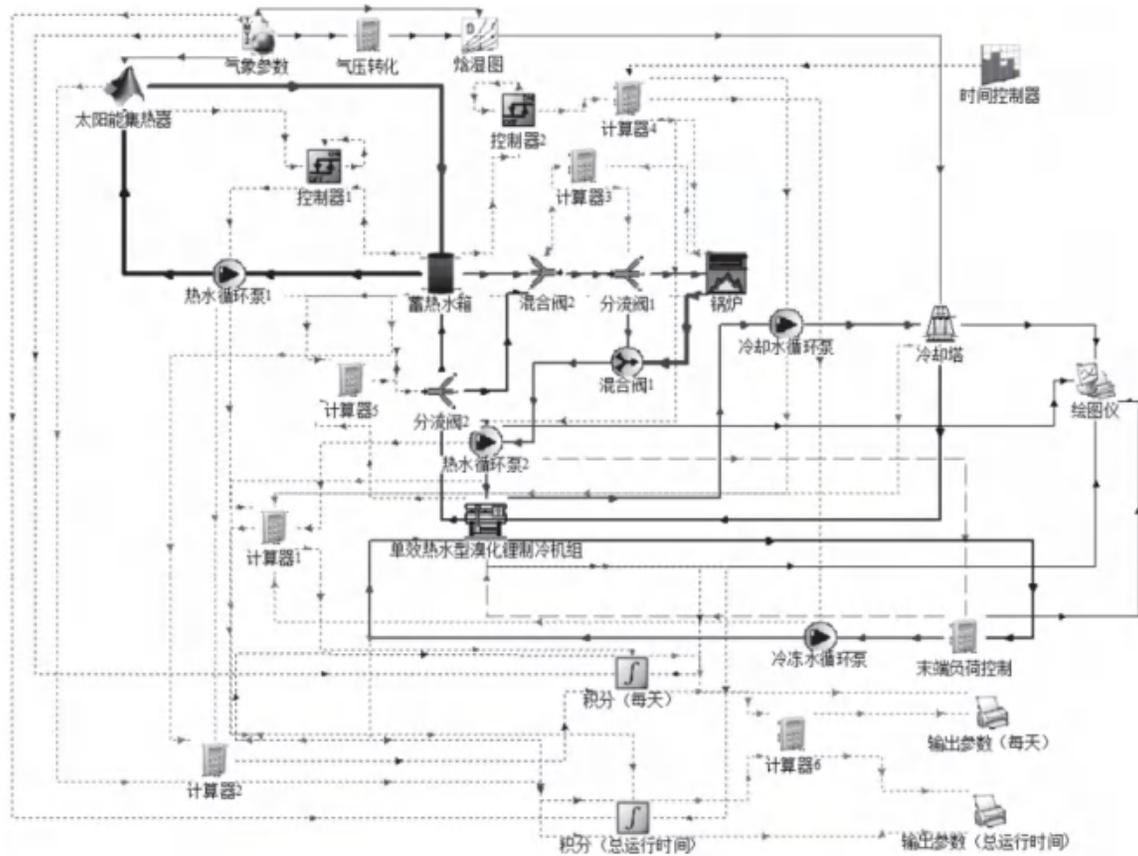


图2 太阳能显热蓄热吸收式制冷系统

给相变材料，当循环水流经集热器时能量再由相变材料传递给循环水。在出水温度小于 99 的传热过程中假设每个时刻相变材料的终温与出水温度相同。太阳能不足，致使集热器的集热量为 0 时，通过 MATLAB 的 IF 函数，运行保温程序，潜热蓄热装置自动断开与集热器的传热，进入保温状态。相变材料的温度初值设置为环境温度，其中，相变材料选用赤藻糖醇 (Erythritol)，质量为 2500kg，相变蓄热箱的热损失系数 ϵ_l 为 $3\text{KJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

潜热蓄热 BTZ-2 型热管式真空管集热器程序工作流程图如下：

定义相变材料处于相变温度且全部为固态时能量储存量为 0，其中固态、液态、固液共存状态的能量储存量方程如下

$$Q = \begin{cases} m_t \times c_s \times (T_o - T_c) & (4) \\ m_t \times c + m_t \times c_l \times (T_o - T_c) & (5) \\ (0, m_t \times c) & (6) \end{cases}$$

根据能量守恒方程，相变材料储能量方程如下：

$$Q = \left[\eta_0 - \frac{\eta_1 \times (T_o - T_c)}{Gt} \right] \times Gt \times A - m_w \times c_w \times (T_o - T_i) - \epsilon_l \times S \times (T_o - T_c) + Q_{last} \quad (7)$$

式中： Q —相变材料的瞬时储能量（对应下个时刻相变材料的初始储能量）；

Q_{last} —上个时刻相变材料的瞬时储能量； T_c ——相变材料的相变温度；

T_e —环境温度；

c_s —相变材料的固态比热容；

c_l —相变材料的液态比热容；

c —相变材料的相变潜热；

ϵ_l —相变蓄热箱的热损失率，取 $3\text{KJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

S —相变蓄热箱与外界的接触面积；其他符号同上。

先把 (4) 带入公式 (7)，得到公式 (8) 如求得 $T_o < T_c$ ， T_o 即为所求；如果 $T_o > T_c$ 再把 (5) 带入公式 (7) 得到公式 (9) 重新计算，如求得 $99 > T_o > T_c$ ， T_o 即为所求；如果 $T_o < T_c$ ，那么 T_o

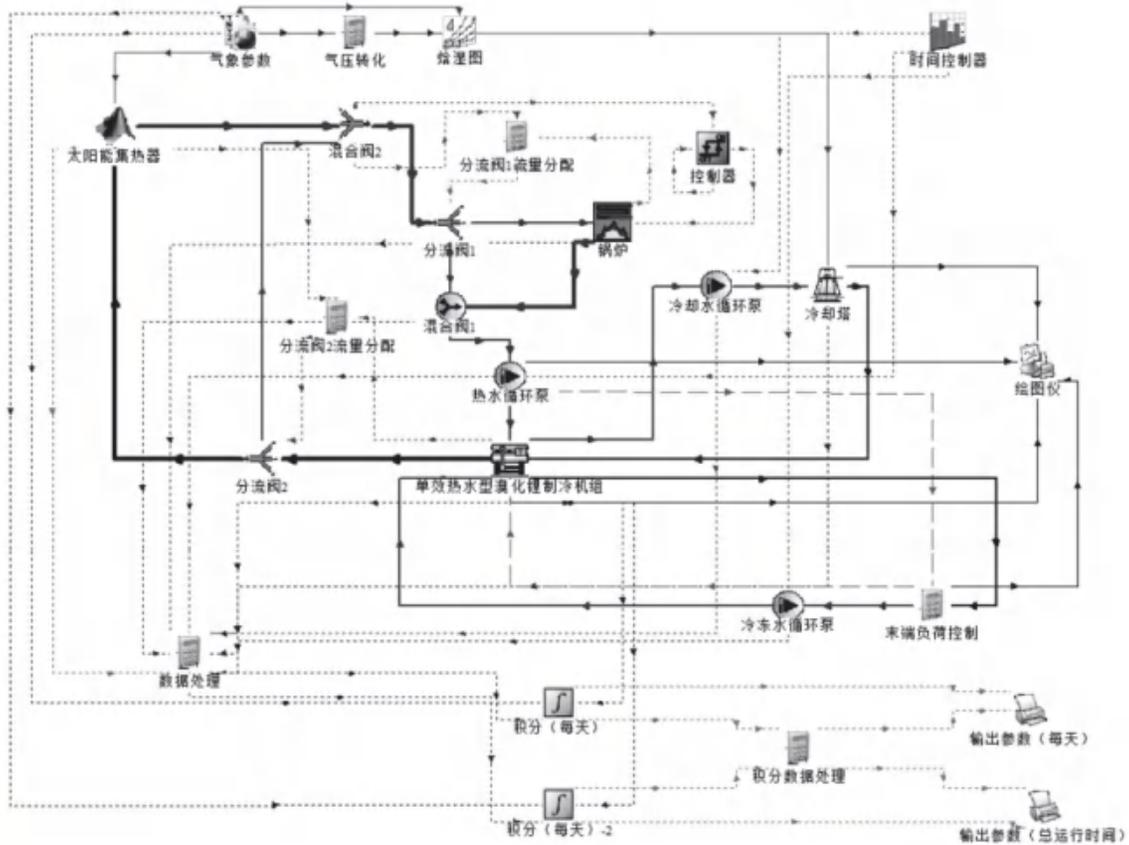


图3 太阳能潜热蓄热吸收式制冷系统

$= T_c$ 。然后根据所求的 T_o 代入公式(7)求解 Q 。

$$T_o = \frac{\eta_0 \times Gt \times A + \eta_1 \times T_e \times A + m_w \times c_w \times T_i + Q_{last} + \epsilon_1 \times S \times T_e + m_i \times c_i}{\eta_1 \times A + m_w \times c_w + \epsilon_1 \times S + m_i \times c_i} \quad (8)$$

$$T_o = \frac{\eta_0 \times Gt \times A + \eta_1 \times T_e \times A + m_w \times c_w \times T_i + Q_{last} + \epsilon_1 \times S \times T_e + m_i \times c_i \times T_e}{\eta_1 \times A + m_w \times c_w + \epsilon_1 \times S + m_i \times c_i} \quad (9)$$

如求得 $T_o > 99$ ，则 T_o 强制输出为99，相变材料的瞬时储能通过重新分配并校验迭代后求得。

因赤藻糖醇的沸腾区间为329 ~ 331，故要保证相变材料温度不超过329。如计算后相变材料终温大于150，则相变材料温度强制输出150，相变材料瞬时储能强制输出为：

$$Q = m_i \times c + m_i \times c_i \times (150 - T_c) \quad (10)$$

相变蓄热集热器效率通式为：

$$\eta = \frac{Q_{Useful}}{Gt \times A} = \frac{Q - Q_{last} + m_w \times c_w (T_o - T_i)}{Gt \times A} \quad (11)$$

2 太阳能吸收式制冷系统模型

2.1 吸收式制冷机组运行概况

系统运行时间为每天早上8:30到晚上6:30。溴化锂制冷机组额定制冷量为100kW，额定性能系数为0.76。系统工作时，热水、冷却水、冷冻水流量为水泵额定流量。

利用远大X型非电空调选型设计手册^[15]编辑单效热水制冷机组的外部文件，利用Meteonorm软件生成石家庄地区的气象参数外部文件。

末端负荷处，只对出水温度进行控制并设置出水温度设置为12。

机组冷冻水出水设点温度控制：

$$t_{point} = \min \left[7 + \frac{\max(98 - t_{in}, 0)}{2.6}, 12 \right] \quad (12)$$

t_{point} ：冷冻水设点温度； t_{in} ：进入发生器的热水温度

2.2 传统集热器集热的太阳能吸收式制冷系统

如图2所示，太阳能集热器模块为BTZ-2型热管式真空管集热器，以下简称显热蓄热系统。通过TRNSYS的TYPE2b控制集热器与水箱间水泵。水箱温度与集热器温差大于10时热水循环泵1开启

直到温差小于 2 热水循环泵 1 关闭。系统其他部件在早上 8:30 开始运行，晚上 18:30 停止运行。集热器内水温即将超过 99 时，水温强制输出为 99 。在系统运行时间范围内，如混合阀 2 的出水温度小于 98 ，锅炉开始运行，如混合阀 2 的出水温度大于 98 锅炉停止运行。

分流阀 1 的流量分配公式为 (13) 和 (14)。

其中，流向混合阀 1 的流量比为

$$f_{11} = \frac{gt(t_2, 98) \times (t_2 - 98)}{(98 - t_1) + (t_2 - 98) + 10^{-6}} \quad (13)$$

流向锅炉的流量比为

$$f_{12} = \frac{gt(t_2, 98) \times (98 - t_1)}{(98 - t_1) + (t_2 - 98) + 10^{-6}} + le(t_2, 98) \quad (14)$$

混合阀 2 的出水温度为 t_1 ，锅炉的出水温度为 t_2 。

分流阀 2 的流量分配公式为 (15) 和 (16)。

其中，流向蓄热水箱的流量比为

$$f_{21} = ge(t_3, t_4) \quad (15)$$

流向混合阀 2 的流量比为

$$f_{22} = lt(t_3, t_4) \quad (16)$$

其中，水箱的流向负荷侧的出水温度为 t_3 ，制冷机组发生器端出水温度为 t_4 。

2.3 潜热蓄热型集热器集热的太阳能吸收式制冷系统

如图 3 所示，太阳能集热器模块为集热相变蓄热一体化真空管集热器，以下简称潜热蓄热系统。系统其他部件在早上 8:30 开始运行，晚上 18:30 停止运行。集热器内水温即将超过 99 时，水温强制输出为 99 。在系统运行时间范围内，如混合阀 2 的出水温度小于 98 ，锅炉开始运行，如混合阀 2 的出水温度大于 98 锅炉停止运行，分流阀的分流公式与显热蓄热系统相同。

3 数据分析

从图 4 可以看出太阳辐射强度具有不稳定性，在石家庄地区 6、7、8 三个月内集热器每天接受的最大辐射强度为 13061MJ，最小辐射强度为 1796MJ。

从图 5 可以看出，在气象参数完全相同的情况下，系统运行的时间内，有 67 天潜热蓄热系统的制冷量大于显热蓄热系统的制冷量，占总运行时间的 72.83%，但就总体来说，潜热蓄热系统的制冷量。

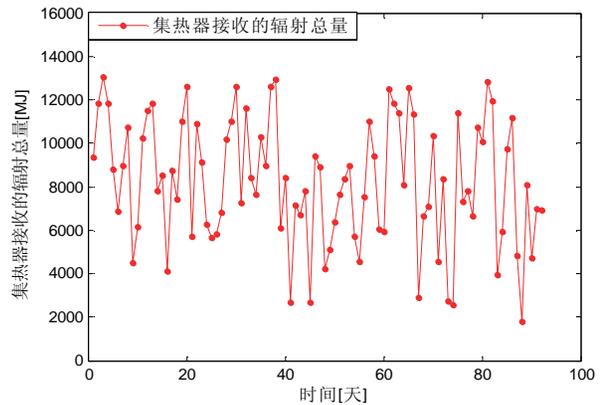


图 4 集热器每天接受的太阳辐射量

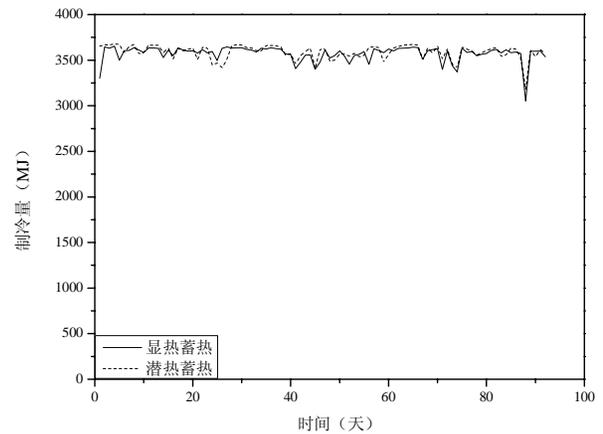


图 5 不同蓄热方式下的系统的制冷量

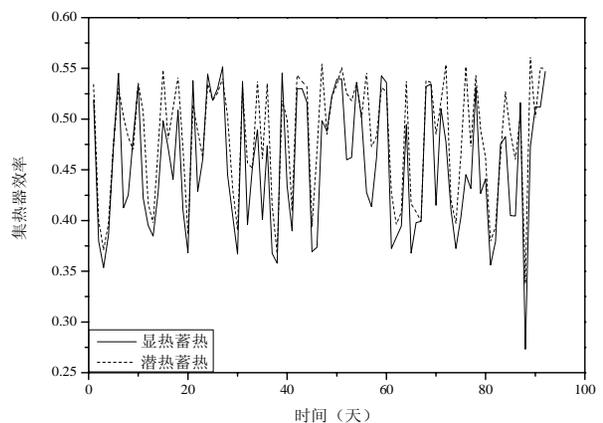


图 6 不同蓄热方式下集热器的效率

从图 6 可以看出，在气象参数完全相同的情况下，系统运行时间内，有 72 天改进过的相变蓄热集热器效率大于传统集热器效率，占总运行时间的 78.26%。新型集热器不仅在太阳能充足时效率提升较快，且在太阳能不足时与传统集热器相比效率的降低有一定的时间延迟。

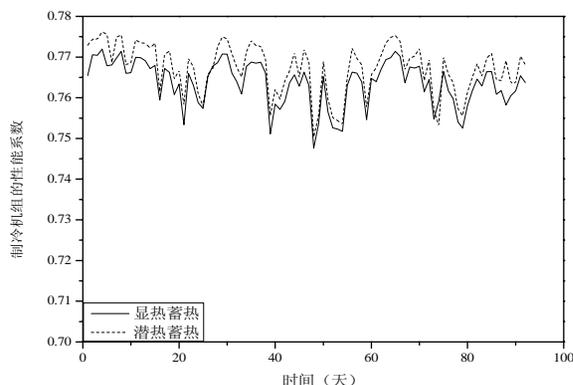


图7 不同蓄热方式下的制冷机组的性能系数

从图7可以看出,在气象参数完全相同的情况下,系统运行的时间内,有90天,潜热蓄热系统制冷机组的性能系数大于显热蓄热系统制冷机组的性能系数,占总运行时间的97.83%。

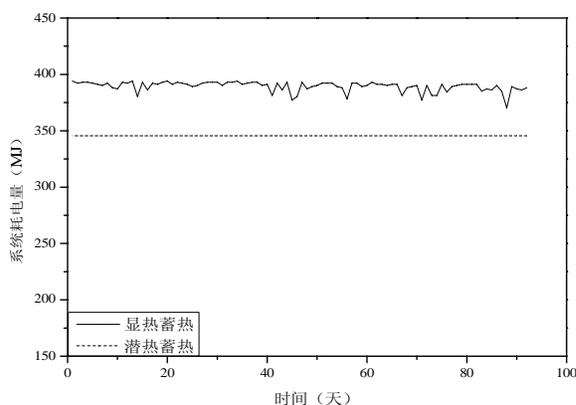


图8 不同蓄热方式下制冷系统的能耗

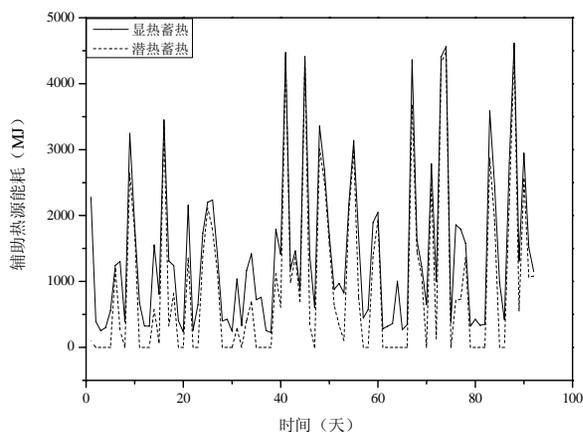


图9 不同蓄热方式下有系统辅助热源的能耗

从图9可以看出,在气象参数完全相同的情况下,系统运行的全部时间内,潜热蓄热系统的辅助热源能耗小于显热蓄热系统的辅

助热源能耗。采用改进后的相变蓄热集热器后系统在一些时间段甚至无需消耗辅助热源。

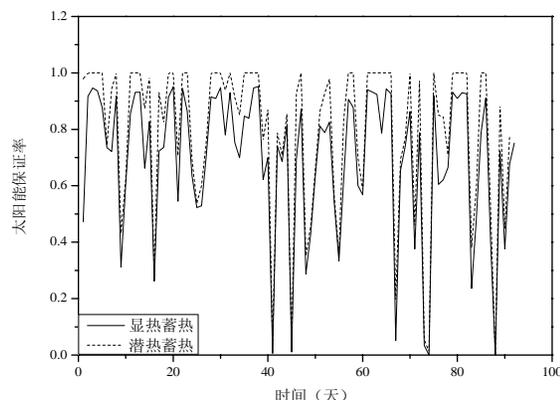


图10 不同蓄热方式下系统太阳能保证率

从图10可以看出,在气象参数完全相同的情况下,系统运行的全部时间内,潜热蓄热系统制冷机组的太阳能保证率大于显热蓄热系统的太阳能保证率。采用改进后的相变蓄热集热器后系统在一些时间段的太阳能保证率能达到1。

表1为系统在6、7、8月份连续模拟运行三个月的结果:

4 结论

在本文模拟环境下的有辅助热源太阳能制冷系统中,在系统的制冷量不变的前提下,选用潜热蓄热型集热器集热后,集热器效率比传统集热器提高7.34%,制冷机组的性能系数略有提高,系统耗电量降低11.26%,辅助热源能耗降低32.80%。太阳能保证率提升10.29%。

有辅助热源太阳能制冷系统中,系统选用潜热蓄热型集热器集热后,系统蓄热能力明显提高,甚至能保证连续几天不消耗辅助热源。

通过计算模拟,集热器与相变材料的一体化融合能够显著提高有辅助热源太阳能制冷系统中的各项参数的性能。系统体积变小,相变材料廉价易得,可减少系统初投资和占地面积。为现有的太阳能制冷系统的改造提供一个新思路。

参考文献

[1] 赵明海,洪仁龙,陶海臣,于洋,陈景华.溴化锂吸收式制冷机在太阳能领域的应用与前景[J].流体机械,2014,06:84-86+40.
 [2] 王永刚,钟水库.太阳能溴化锂吸收式制冷技术的研究进展[J].能源研究与信息,2009,03:160-165+178.

表 1 系统在 6、7、8 月份模拟运行性能

有辅助热源的太阳能吸收式制冷系统模拟数据							
集热器的形式	集热器接收的辐射总量 (MJ)	制冷量 (MJ)	集热器效率	机组性能系数	系统耗电量 (MJ)	辅助热源能耗 (MJ)	太阳能保证率
传统集热器	756 064	328702	0.444	0.764	35830	131756	0.761
潜热蓄热型集热器	756 064	330248	0.476	0.767	31797	88536	0.840

[3] 宛超, 刘益才, 张明研, 辛天龙. 太阳能吸收式制冷系统概述 [J]. 真空与低温, 2009, 03:137-142.

[4] 陈杰, 毕月虹, 刘肖, 蒋明贺. 太阳能吸收式制冷技术发展现状及展望 [J]. 制冷与空调, 2015, 06:59-68.

[5] 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.

[6] 李志生, 曾涛, 郭初. 两种新型太阳能吸收式制冷循环系统 [J]. 建筑节能, 2014, 02:30-33+40.

[7] 邹同华, 涂光备, 申江, 苏树强. 太阳能吸收式制冷的最佳发生温度及节能分析 [J]. 流体机械, 2004, 02:50-53.

[8] 徐士鸣, 刘渝宏. 以空气为携热介质的开式太阳能吸收式制冷循环研究与分析 [J]. 太阳能学报, 2004, 02:204-210.

[9] 刘涛. 太阳能制冷技术在溴化锂吸收式制冷机中的应用与研究 [J]. 制冷与空调 (四川), 2007,

02:32-34+37.

[10] 杨启容, 姜培鹏, 王翠苹. 有辅助能源的太阳能吸收式制冷循环模式 [J]. 煤气与热力, 2006, 11:64-67.

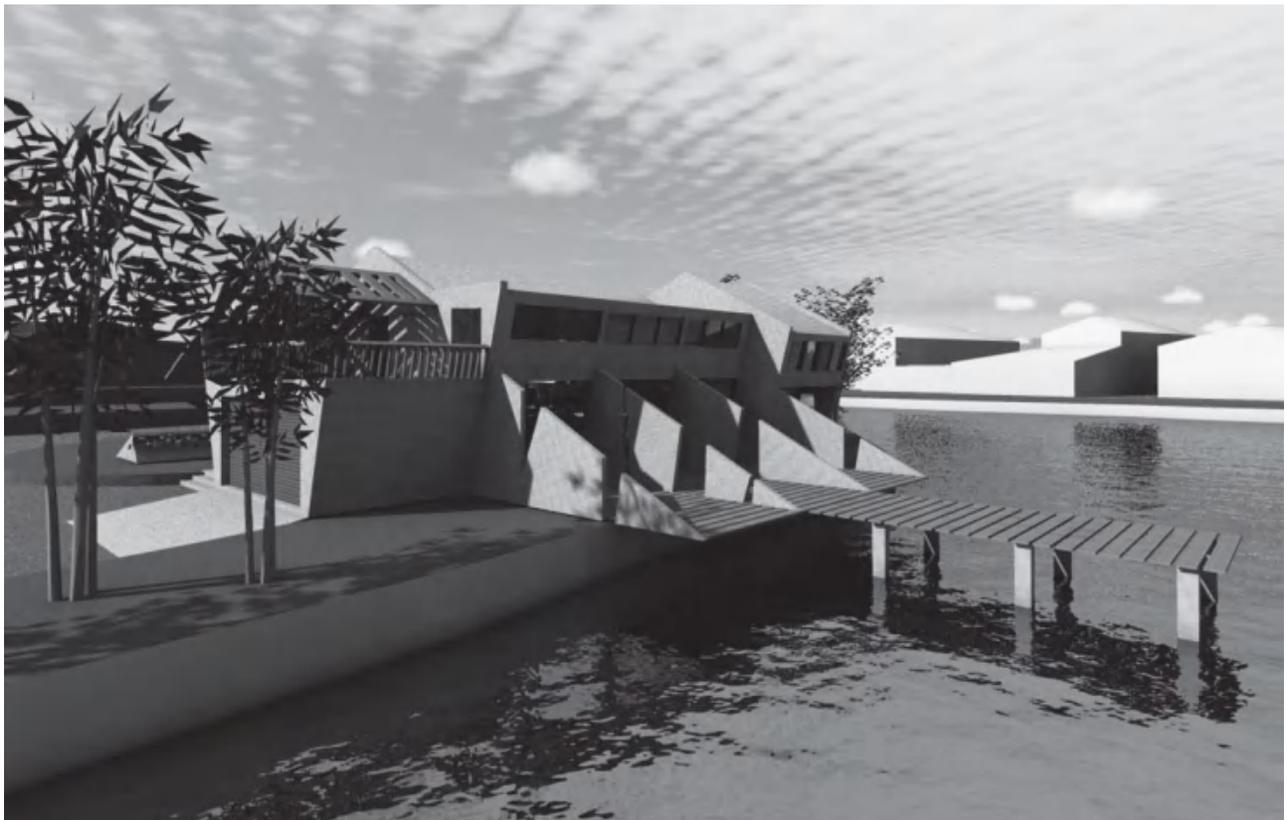
[11] 何梓年, 朱宁, 刘芳, 郭淑玲. 太阳能吸收式空调及供热系统的设计和性能 [J]. 太阳能学报, 2001, 01:6-11.

[12] 董旭, 张永贵. 太阳能相变潜热蓄热应用于吸收式制冷的分析 [J]. 节能技术, 2012, 06:557-560.

[13] 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.

[14] 何梓年, 蒋富林, 葛洪川, 李炜. 热管式真空管集热器的热性能研究 [J]. 太阳能学报, 1994, 01:73-82.

[15] 远大 X 型非电空调选型设计手册 [k], 2010.



室内空气化学污染物叠加危险性评价研究

第 1 报 - 基于果蝇生物模型的实验方法及原理

1. 同济大学机械与能源工程学院 2. 上海理工大学环境与建筑学院 3. 上海隧道工程轨道交通设计研究院
4. 广州市设计院 李振海¹ 王非^{1,2} 刘冰清³ 姜少华⁴ 薛靖川¹

摘要：人类长期在室内度过，暴露在较低浓度的混合的可挥发有机化合物中（VOCs），实验研究中污染物叠加的浓度控制困难，而毒理评价指标繁多。使得污染物叠加作用评估成为难题。本文设计一种基于果蝇生物模型的污染物叠加染毒实验系统，能够控制染毒箱内的污染物叠加浓度。并设想使用果蝇生命周期这一单一指标来进行污染物叠加作用评估。为了验证实验系统的各项性能，本文进行了温湿度测试、污染物浓度测试及对果蝇进行了甲醛和甲苯进行染毒实验结果显示：温湿度、污染物浓度等指标能够被控制在设定值。甲醛浓度（ $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）与果蝇寿命存在负相关、甲苯浓度（ $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）与果蝇寿命相关性不明显。

关键词：叠加污染物 VOCs 果蝇生命周期 染毒实验

0 引言

人的大部分时间（80-90%）是在室内度过，长时间的暴露在由各种较低浓度的气态污染物组成的复杂环境中^[1]。挥发性有机化合物（VOCs）是最具有危害的一类之一^[2,3]。

卫生组织的《Air Quality Standard》，中国的《室内空气质量标准》，芬兰的FisIAQ等都给出了单一挥发性有机化合物的浓度限值^[4,5,6]。

而人所暴露环境存在多种VOCs的叠加和混合^[7]，一些学者也进行了吸入式的联合染毒实验：Gad-El-Karim M M 等人^[8]也利用小鼠作为受试生物进行了吸入式染毒实验，苯（ $440\text{mg}/\text{kg}$ ）和甲苯（ 860 、 $1720\text{mg}/\text{kg}$ ）的单独和联合染毒实验。结果显示两者联合染毒对小鼠染色体断裂影响相比苯单独作用下要小。U. Plappert 等人^[9]同样使用小鼠作为受试生物进行了苯（ 900ppm ， 300ppm ）和甲苯（ 500ppm ， 250ppm ）的单独与联合暴露染毒实验。结论与Gad-El-Karim M M 等人所得到的结论是一致的：联合暴露染毒中的甲苯减小了小鼠贫血程度，这使得联合暴露对DNA的损伤相比于苯单独作用下减少了50%。

Bird M.G. 等人^[7]采用小鼠进行吸入式甲苯（ 100ppm ）与苯（ 50ppm ）联合染毒实验，结果表明小鼠的染色体断裂和骨髓的伤害比苯单独作用时候有显著的提高。

杨丹凤^[10]对甲醛和苯单独以及混配吸入染毒对大鼠多靶点的毒性效应进行了深入研究，针对不同

浓度的甲醛（ 0 、 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $24\text{mg}/\text{m}^3$ ）和苯（ $100 \pm 15\text{mg}/\text{m}^3$ ）的混合气体进行染毒实验，结果显示甲醛和苯联合作用在组织的氧化损伤方面表现为独立的相加作用，而在非特异性免疫方面具有一定的协同作用。

上述实验均采用静式吸入法，实验过程中暴露浓度难以采样监控。而针对比较的指标也各有不同。可以发现，不同学者对同一指标的研究，和同一学者对不同指标的研究，污染物进行叠加后叠加污染物相互之间如何作用效应不尽相同。

本文设计一种基于果蝇生物模型的污染物叠加染毒实验系统，旨在提供一种动式的污染物叠加染毒的方法。这种方法的试验过程中可以随时采样暴露空气样本进行分析而不会影响暴露浓度。而评价指标上，以果蝇生命周期作为单一指标来进行污染物叠加后的作用评价。已测试叠加污染物对受试动物寿命的综合作用。

1 实验装置

本文设计了一个负压的动态的吸入式染毒箱系统。如图1所示，分为污染物输入部分、染毒箱体、排气及处理部分。根据VOCs的挥发方式不同，选择由微量注射器定速注入或者有蒸发池注入污染物输送管路，污染物输送泵将含有VOCs的空气送入送风管道，与经过过滤器处理的空气混合送入染毒箱，染毒箱内的混风扇使染毒箱内污染物浓度更加均匀，受试果蝇放置在染毒箱体中。排风管道上设置喷嘴流量计，可以准确测试排风量。多个染毒

箱体通过各自排风管道连接到排风机。所有箱体的排风经过集中处理后排出室外。整个系统所处的室内配置空气热湿处理装置，保证温湿度恒定。

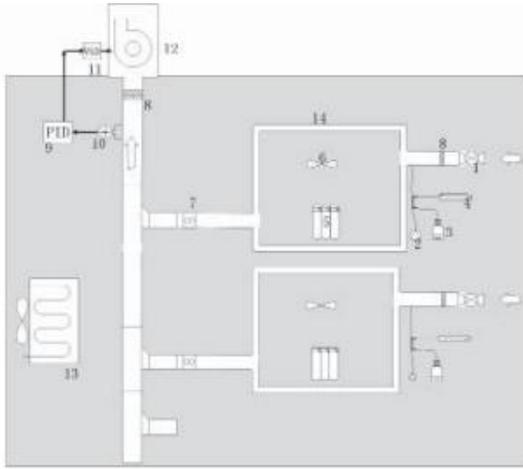


图1 实验装置原理图

1:调节阀;2:污染物输送泵;3:污染物蒸发池;4:微量注射泵;5:果蝇培养试管;6:混风扇;7:流量计;8:过滤器;9:控制器;10:压差变送器;11:变频器;12:排风机;13:空气热湿处理装置;14 染毒箱

排风风机为变频风机，排风压力可控。染毒系统可以根据进风口的调节阀和排风压力的调节来控制染毒箱体的排风量。根据实测的排风量来设定微量注射泵的注射流量。使用不同的微量注射泵的注射速度来调节叠加污染物的叠加浓度。

根据质量守恒，得出计算式如下：

$$C = \frac{\rho}{AQ_1} \times V \quad (1)$$

其中各个参数的意义如下：

- C：实验箱中受试气体浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- ρ ：液体受试物密度， $\mu\text{g}/\text{ul}$ ；
- V：微量注射泵污染物注射速度， ul/min ；
- Q_1 ：排风量， m^3/min ；
- A：污染物浓度修正系数

2 实验装置 VOCs 浓度控制验证

利用上文的理论分析进行受试气体发生实验，测试实验台各项控制参数，以检测该装置对于受试气体浓度控制的性能。本次实验采用甲苯作为受试气体，利用液态甲苯（分析纯）作为发生试剂。对染毒箱体温度、相对湿度、污染物浓度进行连续监控。

2.1 实验使用仪器

实验使用仪器如表1所示。

表1 实验使用仪器

项目	仪器	备注
染毒箱温湿度	温湿度监测仪	温度精度为 ± 0.5 ，湿度精度为 $\pm 3\%RH$
排风量监测	自动压差记录仪	精度为 $\pm 1.0\%$ 量程 0-500Pa
甲苯监测	VOC 测试仪	ppbRAE 3000
气象色谱分析	气体采集器	安捷伦 GC-MS

2.2 实验数据

2.2.1 温湿度测试

将室内温度设定在 25℃，60% 相对湿度，对 1# 染毒箱进行 6 个小时的温湿度测试，得到温度平均值为 24.9 ± 0.3 ℃，相对湿度平均值为 $60.3 \pm 0.3\%$ 。温度和相对湿度满足设定值的波动范围之内，温湿度实时曲线如图 2 所示。

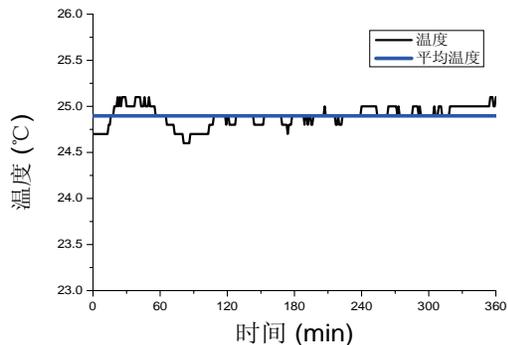


图2(a) 温度实时曲线图

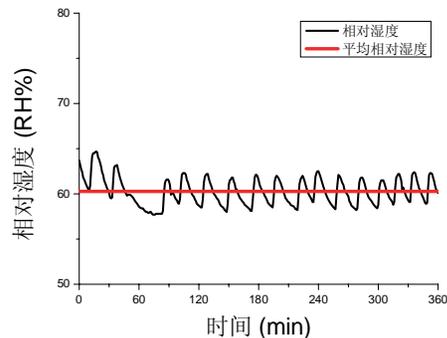


图2(b) 相对湿度实时曲线图

2.2.2 单一 VOCs 浓度检测

设定不同的甲苯注射速度 0.1、0.15、0.2、0.25、0.3 $\mu\text{l}/\text{min}$ 得到检测结果如图 3(a) 所示，黑线为甲苯实时监测值，彩色线为各时段在不同注射速度下的平均值。可以看出在 0.1、0.15、0.2、0.25、0.3 $\mu\text{l}/\text{min}$ 不同注射速度下，实验仓内的甲苯浓度有显著区别，并随着注射速度的增高而变大。尽管在一小时内，甲苯浓度实时值变化在平均值上下波动，在各小时内，最大振幅相对其小时平均值百分比有 15%，最小振幅相对其小时平均值百分比有 6%，平

均振幅为 ±9%。

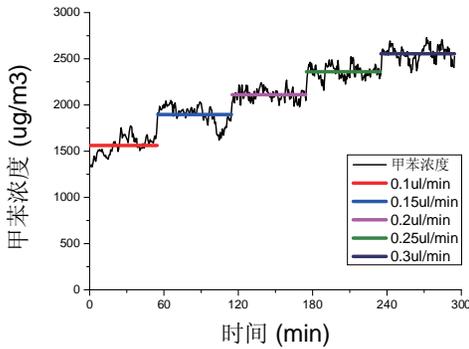


图 3 (a) 1# 甲苯浓度实测结果

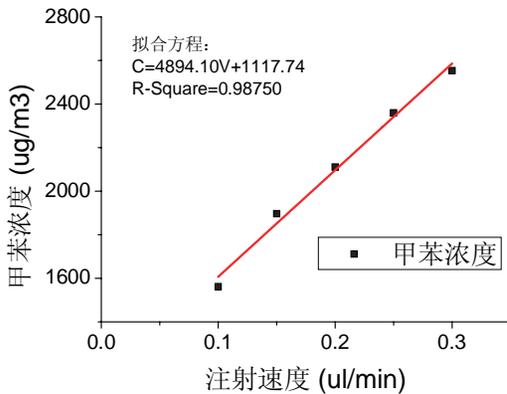


图 3 (b) 1# 甲苯浓度线性拟合结果

对不同注射速度下的小时平均值进行直线拟合, 结果如图 3 (b) 所示, 拟合直线方程为: $C=4894.1 \times V+1117.7$, 直线拟合 $R^2=0.9906$, 说明实验舱内甲苯浓度与注射速度之间成一次线性关系。

将拟合直线方程与公式 (1) 对比发现, 得 $A=1.031$, 截距为 1117.7ug/m^3 。其中 A 的误差为 3.1%, 推测可能由甲苯测试仪器的测试误差所引起, 但是并不影响实验箱内甲苯浓度与微量注射泵注射速度之间的一次线性关系; 截距产生的原因可能是因为室内背景值的影响以及仪器的误差。

2.2.4 甲苯浓度的气相色谱分析检测

对 1#、2#、4# 实验舱的排风流量实验数据进行 50min 的采集, 如表 2 所示。

依据公式 (1) 计算出不同实验舱甲苯设定浓度下的注射泵注射速度, 其结果如表 2。

表 2 理论计算汇总

箱体编号	排风量	设定浓度	理论注射速度
	m^3/min	ug/m^3	ul/min
1#	0.2001	100	0.02312959
2#	0.1976	200	0.04567791
4#	0.1969	400	0.09106395

对上述 4 个实验舱内的甲苯进行采集, 进行气相色谱分析, 其实测浓度结果与实验舱初始设定浓

度结果对比如表 3 所示。由数据可得, 甲苯浓度控制的最大误差为 8.34%, 与理论计算是一致的。

表 3 实测浓度与设定浓度对比表

箱体编号	设定浓度	实测浓度	误差
	ug/m^3	ug/m^3	
1#	100	106.97	6.97%
2#	200	200.27	0.13%
4#	400	366.64	-8.34%

3 果蝇染毒实验

为了验证实验装置的可行性和重复性。本文利用甲醛进行重复的染毒实验。选择羽化后 10 天未交配的 OregonK 野生型黑腹雌雄果蝇进行实验。将果蝇放入浓度受控的动态染毒实验舱内, 浓度范围为 $0-0.4 \text{mg}/\text{m}^3$, 实验共分为 5 组, 每组实验舱内放置雄性果蝇与雌性果蝇各 100 只, 每 20 只果蝇放入同一个试管中, 雌雄分开。甲醛的控制浓度为 $0 \text{mg}/\text{m}^3$, $0.1 \text{mg}/\text{m}^3$, $0.2 \text{mg}/\text{m}^3$, $0.3 \text{mg}/\text{m}^3$, $0.4 \text{mg}/\text{m}^3$, 总计 5 组实验, $0 \text{mg}/\text{m}^3$ 为对照组, 其余为案例组。实验室室内的温度利用空调控制在 25 ± 2 之间, 相对湿度为 20%-30%。实验过程中三天更换甲醛挥发试剂瓶。每四天更换果蝇培养基。

实验得到的剂量反应关系图 4 所示。

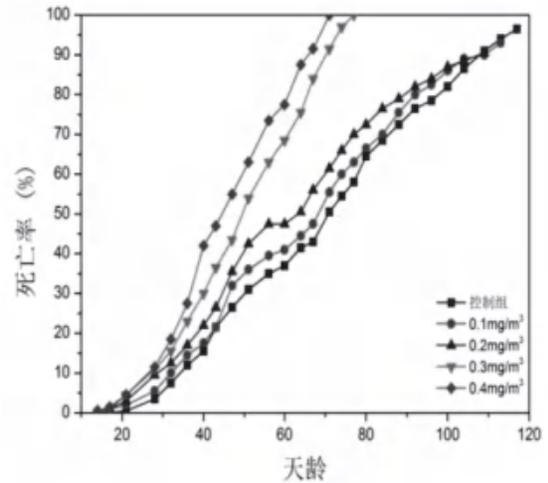


图 4 不同甲醛浓度对果蝇死亡时间的影响曲线

95% 置信区间下, 果蝇的半数死亡时间如表 4 所示。

表 4 实验果蝇半数死亡时间

浓度 (mg/m^3)	半数死亡时间 (天)	半数死亡天龄 (天)
0	67.582 ± 1.819	77 ± 1.819
0.1	65.594 ± 1.803	75 ± 1.803
0.2	58.956 ± 1.771	68 ± 1.771
0.3	49.975 ± 1.681	59 ± 1.681
0.4	48.262 ± 1.646	58 ± 1.646

由实验数据可以计算, 不同浓度下果蝇死亡时

间与控制组果蝇死亡时间的差异存在统计学意义 ($P < 0.01$)，果蝇的半数死亡时间随着甲醛浓度的升高而减少，与甲醛浓度存在统计学的相关性 ($r = -0.991, P < 0.01$)。

为了确保实验装置重复性，进行甲醛浓度对果蝇寿命的影响的重复实验。实验条件如表 5 所示。控制环境温度为 25 ± 1 ，相对湿度为 $50 \pm 10\%RH$ 。

表 5 甲醛实验分组

编号	甲醛设计浓度 (mg/m ³)	实际控制浓度 TWAC (mg/m ³)	雌性果蝇 (只)	雄性果蝇 (只)
1#	0	0.028	100	100
2#	0.1	0.112	100	100
3#	0.2	0.210	100	100
4#	0.3	0.313	100	100
5#	0.4	0.408	100	100
6#	0.5	0.52	100	100
7#	0.6	0.607	100	100
8#	0.7	0.707	100	100
9#	0.8	0.823	100	100
10#	0.9	0.921	100	100

得到实验结果如图 5

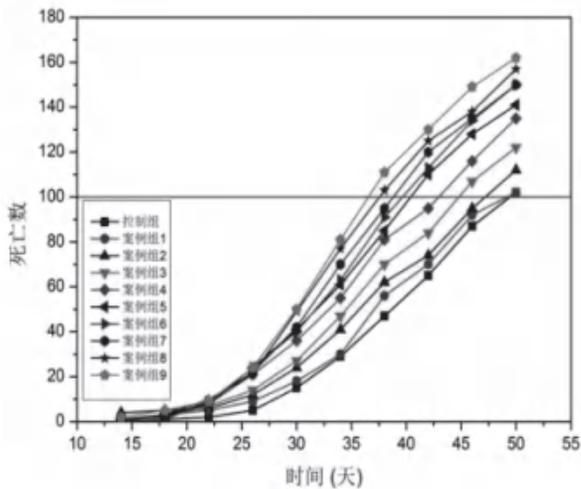


图 5 重复实验甲醛浓度对果蝇死亡时间的影响曲线 (0~0.9mg/m³)

重复性实验数据与第一次实验数据相近，可以看出果蝇寿命周期与死亡趋势和甲醛的浓度变化呈现良好的剂量 - 反应关系 ($r = -0.979, P < 0.01$)，果蝇生命周期对甲醛浓度变化敏感。相关系数与第一次实验接近。证明实验装置有较好的重复性。

为了验证实验方法和实验装置能否应用于 VOCs 的染毒实验，本文使用甲苯作为染毒剂进行了低浓度的染毒实验。实验采用与甲醛实验相同品种和时间的黑腹果蝇。实验浓度与见表 6。环境温度为 25 ± 1 ，环境相对湿度为 $50 \pm 10\%$ 。

表 6 甲苯实验自然组和各案例组的浓度

编号	甲醛设计浓度 (mg/m ³)	雌性果蝇 (只)	雄性果蝇 (只)
1#	0.0	100	100
2#	0.1	100	100
3#	0.2	100	100
4#	0.4	100	100
5#	0.6	100	100
6#	0.8	100	100

经过两批次重复的染毒实验得到的果蝇死亡率对环境甲苯浓度的对果蝇死亡率的影响如图 6 和图 7。

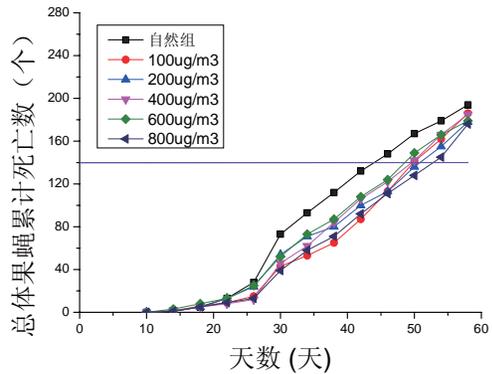


图 6 环境甲苯浓度果蝇死亡率的影响 (0~0.8ug/m³)

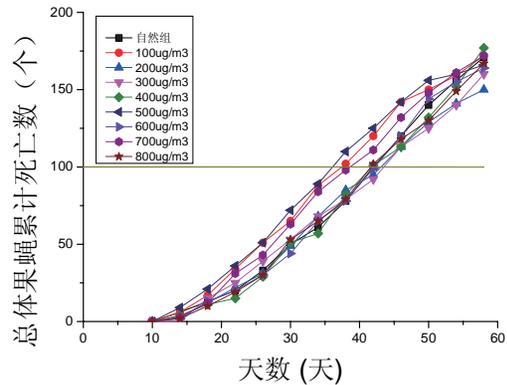


图 7 重复实验环境甲苯浓度果蝇死亡率的影响 (0~0.9mg/m³)

从低浓度甲苯的染毒实验数据可以看出。低浓度甲苯浓度和果蝇半数死亡时间 (LT50) 并没有明显的相关性。而从果蝇的全生命周期来看。甲苯浓度与果蝇生命周期并没有任何规律。

而在本文实验进行的时间内，ATSDR 组织新起草的一份《Draft Toxicological Profile for Toluene 2015》，其中对 2000 年的版本做了修改，把慢性呼吸 MRLs 值从 300ug/m³ 调高至 3800ug/m³。从本文中的所给出的果蝇寿命对甲醛的剂量 - 反应曲线 (图 4、图 5) 和果蝇寿命对甲苯的剂量 - 反应曲线图 6、图 7 来看，低浓度甲醛对果蝇的寿命影响比低浓度甲苯对果蝇寿命影响有更加显著。

4 结论

通过对本文所设计的负压型动吸式染毒系统进行染毒箱温湿度、排风量、染毒箱污染物浓度的测试和污染物浓度场的模拟得出：本文所设计的染毒系统可以控制染毒箱的温度和相对湿度在设定范围（ 25 ± 1 、 $50\% \pm 10\%$ ）；该系统可以将染毒箱内污染物浓度控制在设计值（误差不超过12%）；该系统的染毒箱内有较好的均匀性，能够将果蝇放置区域控制在所设计实验浓度。

通过对果蝇进行低浓度甲醛染毒实验，发现甲醛浓度与果蝇寿命成负关系（ $r=-0.979$ ， $P < 0.01$ ）。

通过对果蝇进行低浓度甲苯进行染毒实验，发现甲苯浓度与果蝇寿命相关性较低浓度甲醛小。

参考文献

- [1] Adgate JL, Eberly Le, Stroebel C, Pellizzari Ed, Sexton K. Personal, indoor, and outdoor VOC exposures in a probability sample of children. *J Expo Anal Environ Epidemiol*(Suppl 1)S4-S13.
- [2] US EPA. National ambient air quality standards (NAAQS)EB/OL. Washington DC: US EPA, Office of Air Quality Planning and Standards. 2008[2009-09-21].
- [3] 万永奇, 谢维. 生命科学与人类疾病研究的重要模型 - 果蝇 [J]. *生命科学*, 2006, 18(5):425-428.
- [4] Wang Guixia, Zhang Xiuying, Yao Chunzhu, Tian Meizhang. Acute toxicity and mutagenesis of three metabolites mixture of nitrobenzene in mice. *Toxicology And Industrial Health*. 2011, 27(2):167-171.
- [5] Serex T, Anand S, Munley S, Donner EM, Frame SR, Buck RC, Loveless SE. Toxicological evaluation of 6:2 fluorotelomer alcohol [J]. *Toxicology*. 2014, 319:1-9
- [6] HE Rong Qiao, LU Jing, MIAO Jun Ye. Formaldehyde Stress [J]. *Science China Life Sciences*. 2010, 53(12):1399-1404.
- [7] Bird M G, B. A. Wetmore, Letinski D J, et al. Influence of toluene co-exposure on the metabolism and genotoxicity of benzene in mice using continuous and intermittent exposures. [J]. *Chemico-biological interactions*, 2010, 184(1-2):233-239.
- [8] Gad-El-Karim M M, Harper B L, Legator M S. Modifications in the myeloclastogenic effect of benzene in mice with toluene, phenobarbital, 3-methylcholanthrene, Aroclor 1254 and SKF-525A. [J]. *Mutat Res*, 1984, 135(3):225-243.
- [9] U. Plappert, E. Barthel, H. J. Seidel. Reduction of benzene toxicity by toluene. [J]. *Environmental & Molecular Mutagenesis*, 1994, 24(4):283-292.
- [10] 杨丹凤等 甲醛 / 苯单独及混配吸入染毒致大鼠多靶点毒性效应及机制研究 [D]. 中国人民解放军军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 2004.



建筑中庭送风参数对冬季空调效果的影响

山东建筑大学 楚广明 刘小浩
山东方宏新能源有限公司 高清民 国秀勇 沈卫

摘要：伴随着全球性的能源危机，建筑节能问题得到了暖通空调业界的高度重视。对于具有高大空间的建筑中庭来说，其室内的气流组织一直是业内研究的热点。既能满足室内人体热舒适度的要求，又能降低建筑物能耗的空调系统成为学者关注的焦点。

本文以建筑中庭冬季空调系统为研究对象，利用 GAMBIT 软件建立相应的几何模型并进行网格划分，采用 FLUENT 软件对中庭冬季空调气流组织进行模拟。物理模型采用湍流模型，模拟方程采用两方程 $k-\varepsilon$ 模型和标准 SIMPLE 算法，边界条件设置为第二类壁面边界条件。模拟了不同送风角度、送风速度、送风温度及送风口高度等因素对中庭温度场及速度场的影响，并对工作区的热舒适度进行了分析。综合热舒适度、换气效率、能量利用系数三方面因素，采用权重系数法对不同工况的气流组织进行了综合评定，据此确定中庭空调最佳送风参数。

关键词：中庭 气流组织 热舒适 能量利用系数

0 引言

建筑业的迅猛发展，带来的是巨大的能源消费。据统计，目前我国的建筑能耗约占社会总能耗的 27.6% 左右，而其中暖通空调能耗约占建筑能耗的 50% 以上。在种类繁多的建筑物中，高大空间建筑越来越受到人们的重视。对于具有高大空间的建筑中庭来说，由于其负荷大、温度梯度大，传统的空调方式满足不了工作区热舒适度和节能的要求。因此，寻求既能满足室内热舒适度要求，又能降低建筑物能耗的空调系统成为学者关注的焦点。

高大空间的舒适性空调主要以满足下部工作区的空气参数为前提，大多采用分层空调方式。本文通过改变送风角度、速度、温差以及送风口高度等影响因素来模拟分析不同工况下的室内气流组织，以寻求适合高大建筑中庭的冬季空调形式。

1 物理模型及边界条件设定

1.1 物理模型设定

本文以建筑中庭冬季空调系统为研究对象。物理模型采用全部空间，尺寸为：长（X）× 高（Y）× 宽（Z）= 26m × 16m × 18m。采用 Hex/Cooper 非结构型网格对模型进行划分，空调区域网格尺寸为 0.15m × 0.15m × 0.15m，非空调区域网格尺寸为 0.5m × 0.5m × 0.5m；空调采用侧送风方式，送风口采用圆形喷口，设置在中庭侧墙上，喷口间距为 3m，两侧喷口距墙面 1m；回风口设置在中庭侧墙上，风口尺寸为 0.4m × 0.4m，风口间距为 6m。送风

口距地面高度为 4m，回风口距地面 0.3m。模型参见图 1.1。

2.2 边界条件设定

研究过程中将边界条件作简化处理，将人体散热和灯具散热分别平摊到墙面和屋顶，忽略房间内热源。中庭冬季空调设计热负荷为 58.1KW，主要来自围护结构传热，地面作绝热处理，边界条件定义为常热流。

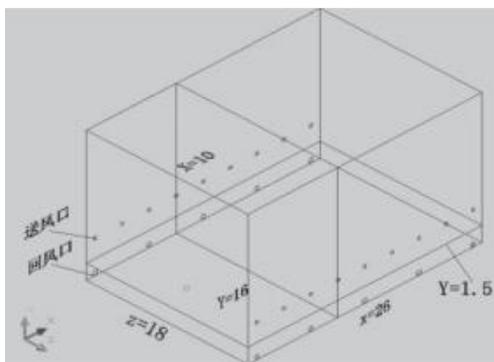


图 1.1 中庭送回风口位置和典型截面模型
在对模拟结果进行分析时，选取典型截面 Face1 (X=10, Y, Z)，并选取该截面上 Y=0、1、2……15m 处的 16 条平行直线，计算其平均温度和速度值，作相应的垂直温度和速度分布曲线，并选取高度为 Y=1.5m 的水平截面 Face2 (X, Y=1.5, Z) 为研究对象，对沿水平进深方向 Line1 (10, 1.5, Z=-9~9) 的温度、速度及热舒适度进行分析。

2 气流组织模拟研究

2.1 送风角度对气流组织的影响

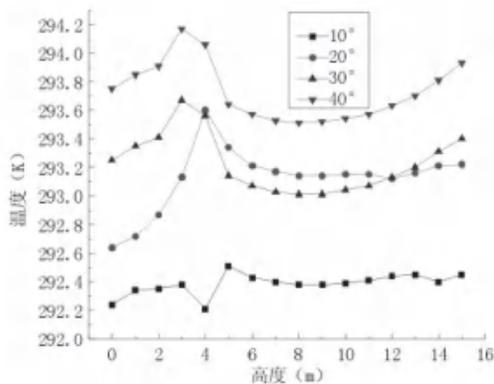
为研究该建筑中庭冬季空调在不同送风角度下，室内速度场和温度场的变化情况，模拟选取送风角度分别为 10°、20°、30° 和 40°（均与水平方向夹角）4 种工况，其他研究条件设置完全相同。具体工况参数见表 2.1。

表 2.1 不同送风角度模拟工况参数表

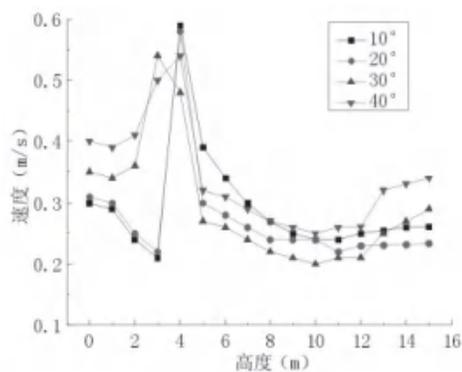
工况 (Case)	送风角度 (°)	送风口高度 (m)	送风速度 (m/s)	送风温度 (°C)	风口直径 (m)
Case1	10	4	4.5	26	0.350
Case2	20	4	4.5	26	0.350
Case3	30	4	4.5	26	0.350
Case4	40	4	4.5	26	0.350

2.1.1 垂直方向典型截面模拟结果分析

由于垂直方向上温度梯度较大，能量浪费比较严重，所以建筑中庭冬季的采暖效果很难得到保证。分析分层热风供暖垂直方向上的温度及速度分布情况有很大的必要性。各工况模拟结果分别见图 2.1。



(1) 垂直方向温度分布曲线



(2) 垂直方向速度分布曲线

图 2.1 不同送风角度下垂直方向温速度分布曲线

分析图 2.1 可知，随着送风角度的增大，工作区的温速度不断增大。送风角度为 10° 时，工作区温度较低，非空调区温度偏高。送风角度在 20°~30° 之间时，工作区温速度有所提高。当送风角度为 40° 时，工作区速度较大，会带来较强的

吹风感，热舒适度较差。

2.1.2 沿水平进深方向热舒适度分析

由图 2.2 可得，送风角度为 10° 或 40° 时，工作区热舒适度较差。送风角度增大至 20°、30° 时，整个工作区的温度较好 ($-1.7\text{K} < \text{有效温度差 ET} < +1.1\text{K}$)。

综合上述分析，该建筑中庭冬季空调送风角度宜控制在 20°~30° 之间。

2.2 送风速度对中庭气流组织的影响

基于工况 3，在热负荷及风量不变的情况下，通过改变送风口的面积和相应的送风速度，对中庭速度场、温度场进行模拟计算。各工况参数见表 2.2。

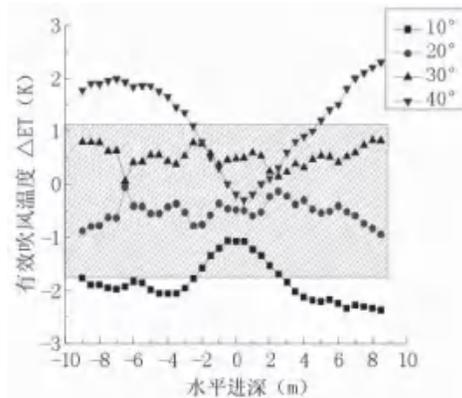


图 2.2 Y=1.5m 水平进深热舒适度分布曲线

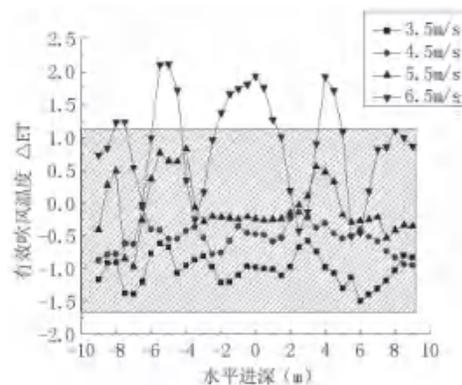


图 2.5 Y=1.5m 水平进深热舒适度分布曲线

表 2.2 不同送风速度模拟工况参数表

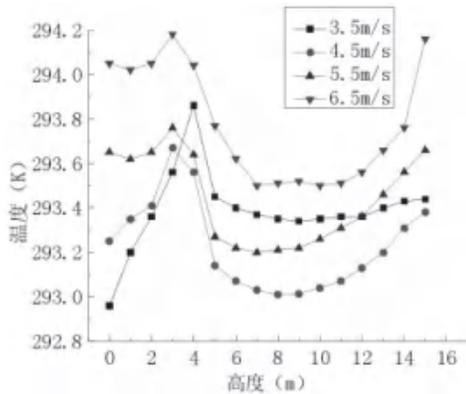
工况 (Case)	送风角度 (°)	送风口高度 (m)	送风速度 (m/s)	送风温度 (°C)	送风口直径 (m)
Case3	30	4	4.5	26	0.350
Case5	30	4	3.5	26	0.396
Case6	30	4	5.5	26	0.316
Case7	30	4	6.5	26	0.290

2.2.1 典型垂直截面模拟结果分析

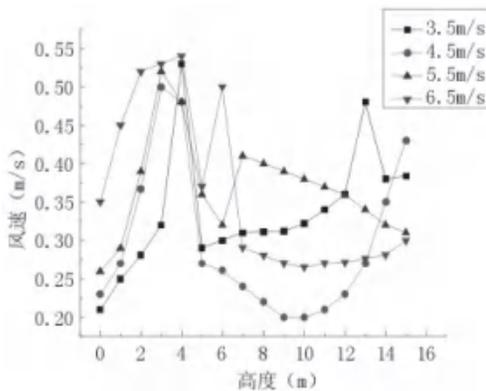
(1) 温度及速度分布曲线

对于冬季空调，送风速度是影响供暖区域乃至整个中庭气流组织特性的重要因素。送风热射流要

到达供暖区，必须要有足够的动量形成良好的横向热风幕隔断。各工况模拟结果分别见图 2.4。



(1) 垂直方向温度分布曲线



(2) 垂直方向速度分布曲线

图 2.4 不同送风速度垂直方向温度及速度分布曲线

由图 2.4 可以看出，随着送风速度的增大，工作区的温度和速度都在不断增大。送风速度为 3.5m/s 时，送风射流衰减比较快；当送风速度增大到 5.5m/s 时，工作区热舒适性较好；当送风速度增大至 6.5m/s 时，工作区吹风感比较强烈。

2.2.2 沿水平进深方向工作区舒适度分析

不同送风速度下，沿水平进深方向各工况热舒适度变化见图 2.5。ET 值随送风速度的增大而增大。风速为 3.5m/s 时，温度分布不均匀。送风速度增大到 4.5m/s、5.5m/s 时，工作区热舒适度较好。送风速度达到 6.5m/s 时，工作区出现局部区域过热情况。

2.3 送风温差对室内空气组织的影响

合理的送风温差有利于实现冬季分层空调，保证工作区热舒适度，提高能量的利用系数。选取模拟工况时，基于工况 Case2，在保证室内热负荷不变的情况下，改变送风温差，并相应的调整送风口大小。各工况见表 2.3。

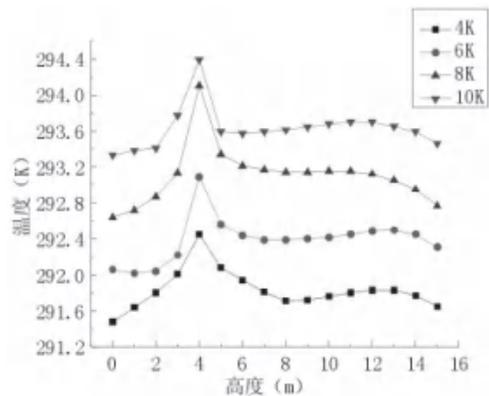
表 2.3 不同送风温差模拟工况参数表

工况 (Case)	送风温差 (K)	送风角度 (°)	送风口高度 (m)	送风口直径 (m)	送风速度 (m/s)
Case8	4	20	4	0.495	4.5
Case9	6	20	4	0.404	4.5
Case2	8	20	4	0.350	4.5
Case10	10	20	4	0.313	4.5

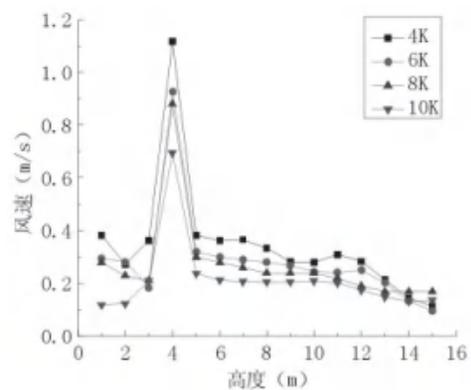
2.3.1 典型垂直截面模拟结果分析

(1) 温度及速度分布曲线

基于表 2.3 中的各工况，模拟结果分别见图 2.6。



(1) 垂直方向温度分布曲线



(2) 垂直方向速度分布曲线

图 2.6 垂直方向温度和速度分布曲线

分析图 2.6 可以看出，随送风温度的提高，工作区温度逐渐升高，但未出现上下部温差过大现象。

2.3.2 沿水平进深方向工作区热舒适度分析

不同送风角度下，沿水平进深方向，各工况热舒适度变化见图 2.7。送风温差分别为 4K、6K、8K 时，工作区热舒适度较好，其变化不会对工作区热舒适度产生影响。送风温差为 10K 时，ET 值大于 +1.1K，工作区热舒适度变差。

2.4 送风高度对室内空气组织的影响

选取模拟工况时，基于工况 3，在保证室内热负荷不变情况下，仅改变送风口的高度，其他条件

不变。各种工况见表 2.4。

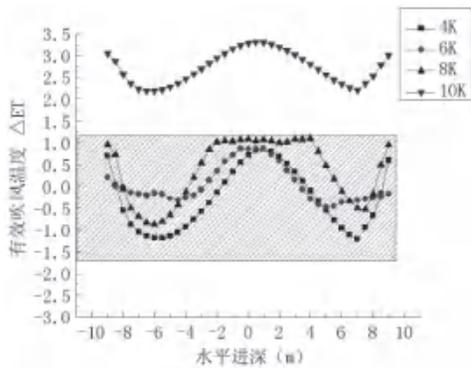


图 2.7 Y=1.5m 水平进深热舒适度分布曲线

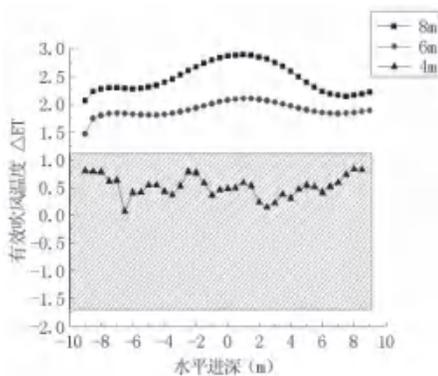


图 2.9 Y=1.5m 水平进深热舒适度分布曲线
表 2.4 不同送风高度模拟工况参数表

工况 (Case)	送风高度 (m)	送风角度 (°)	送风温差 (m)	送风口直径 (m)	送风速度 (m/s)
Case3	4	30	8	0.350	4.5
Case11	6	30	8	0.350	4.5
Case12	8	30	8	0.350	4.5

2.4.1 典型垂直截面模拟结果分析

(1) 温度及速度分布曲线

基于表 2.4 中的各工况，模拟结果分别见图 2.8。分析图 2.8 可以看出，送风口高度为 4m 时，工作区中央区域温度较低，且温度和速度分布不均匀；送风口高度为 6m 时，改善了中庭整体的温度分布；送风高度为 8m 时，工作区温度下降。

2.4.2 沿水平进深方向工作区热舒适度分析

各工况沿水平进深方向工作区热舒适度变化见图 2.9。ET 值随送风口高度的增加而增大。送风口高度为 4m 时，工作区热舒适度较好；送风口高度为 6m 和 8m 时，热舒适度较差。

3 结论

本文以某建筑中庭为研究对象，利用 FLUENT 软件对该建筑中庭冬季空调气流组织进行数值模拟，

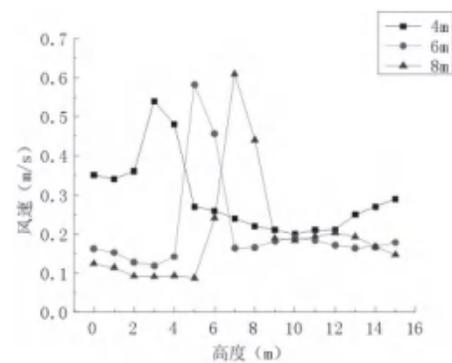
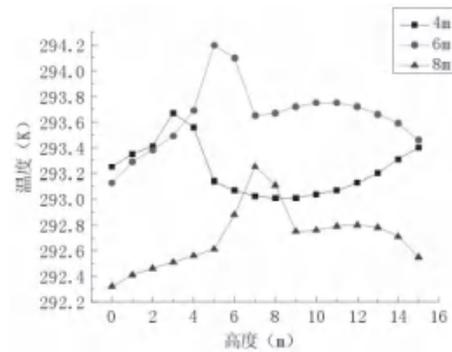


图 2.8 垂直方向温度和速度分布曲线

主要结论如下：

(1) 送风角度小于 10° 或大于 40° 时，工作区热舒适度较差；送风角度为 20°~30° 时，工作区热舒适度较好；且在此范围内增大送风角度，有利于增大能量利用系数。

(2) 送风速度在 3.5m/s~5.5m/s 之间时，工作区热舒适度较好，能量利用系数较大。

(3) 送风温差在 4~8 之间变化时，工作区热舒适度较好，能量利用系数变化不大。

(4) 送风口高度为 4m 时热舒适度较好，随着送风高度的增加，工作区热舒适度及能量利用系数变差。

(5) 从工作区热舒适度及节能两方面的评定结果，确定该中庭的最佳送风参数是送风角度 30°、送风速度 5.5m/s、送风温差 8、送风口高度 4m。

参考文献

[1] 田顺, 楚广明. 寒冷地区酒店建筑能耗现状分析 [J]. 节能, 2016, 06(4).
 [2] 孔祥禄. 高大场馆最佳采暖方式研析 [J]. 建筑工程, 2015, 01.
 [3] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册 [M]. 中国建筑工业出版社, 2008
 [4] 胡国霞, 田炜. 送高大空间送风口高度对气流组织影响试验研究 [J]. 制冷与空调, 2014, 12.



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？			
<hr/> <hr/>			

编辑部联系方式：

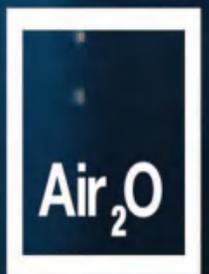
地址：北京市北三环东路 30 号
 中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与能源研究院
 节能示范楼 208 室
 邮编：100013
 邮箱：beaebjb@163.com
 电话：010-64693285

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



PUE 1.1 时代 已经到来!

欢迎鉴证未来的数据中心冷却系统



请来 WWW.AIR2O.CN 发现不同

绿能新风环境科技（北京）有限公司 Tel. 010-88491080

Intelligent cooling
an ICT Company



Since 1894

DCLCDM

磁悬浮变频离心式冷水机组

制冷量：100-1400RT

COP: 7.25 IPLV: 12.4

使用寿命
20年+

节能率
40%

节约机房面积
1/3

DUNHAM-BUSH

机组特点 | UNIT CHARACTERISTICS

- 卓越的运行效率和可靠性，性能持续无衰减
- 体积小、重量轻、噪音低
- 使用绿色环保HFC-134A制冷剂
- 数字变频技术，启动电流小，对电网无冲击
- DB-VISION云平台，实现远程监控和联网群控

顿汉布什 享誉世界的空调专家
Dunham-Bush, Your Comfort specialist!