

2018年第29届 “中国制冷展”技术总结

提质增效 平衡发展

不忘初心 共创未来

不忘初心，扬帆新时代

——2018年第29届“中国制冷展”技术总结

中国制冷展专家委员会

一、展会概况与特色

(清华大学石文星教授、杨子旭博士生)

由中国国际贸易促进委员会北京市分会、中国制冷学会、中国制冷空调工业协会共同主办，北京国际展览中心承办的“第二十九届国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会”(以下简称“中国制冷展”)，于2018年4月9日至11日在北京中国国际展览中心(新馆)隆重举行。

本届展会以“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”为主题，组织产品展示、主题论坛和技术交流，吸引了全球的行业组织、政府官员、企业代表、业内精英以及未来行业

的推动者和建设者积极参与各项活动，已成为全行业公认的政府与企业，国内与国外，产、学、研、用、管、媒最为重要的交流平台和展示窗口，对宣传和践行节能减排、低碳环保国策，推动各行业之间的攻坚克难、合作共赢起到了重要的推动作用。

1. 展会概况

第二十九届中国制冷展于4月9日在北京中国国际展览中心(新馆)拉开帷幕，作为全球暖通空调与制冷领域规模最大的展会之一，本届展会参展单位达1140余家，展览总面积106800平方米、净面积积达46431平方米。



图1-1第29届中国制冷展开幕

中国制冷展已经走过了三十年的历史，中国制冷展定位“国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会”，秉承品牌化、专业化、国际化和规范化的办展宗旨，跻身全球同行业最大规模的专业展会之列，并且获得国际展览业协会和美国商务部两项权威国际认证，成为行业公认的名符其实的顶级专业展会。

作为全球同行业中规模最大的专业展会之一，2018年“中国制冷展”有千余家报名参展单位，携其最新最先进的技术和产品齐聚本届展会，倾心构建集展示、交流、贸易、论坛多种功能的大型专业交流平台。

在习近平新时代中国特色社会主义思想的指引下，2018年第二十九届中国制冷展以“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”为主题，契合我国目前的政治经济形势。围绕该主题，主办方在展会期间举办了内容丰富的主题论坛、专题研讨会和多场技术交流会，全面解析国家相关政策、关注行业热点问题、行业技术创新情况和未来发展方向。

中国制冷展不仅仅是商业展会，还承担着引领行业健康持续发展的社会责任。主办方不忘初心，继续致力于打造国际化、多元化和专业化的综合性交流展示平台，全方位服务于展商和行业，为中国制冷空调行业的创新与发展贡献力量。

2. 展会特色

本届展会传承与发展了历届展会的优良传统，具有如下五大特点：

(1) 围绕国内外行业热点，举办丰富多彩的学术与技术交流会议

在展会期间，主办方紧密围绕“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”的展会主题，组织举办了主题论坛、专题研讨会、技术交流会以及公益活动等多种形式的学术会议。结合国家“中国制造2025”发展政策、宏

观经济发展形势，对与行业相关的热点问题进行解读和研讨，大力发扬工匠精神、聚焦产业发展方向、交流技术创新的最新动态。

(2) 组织专业观众、高端用户组团参会，举办行业公益活动

制冷展主办方积极作为，加大高端观众的组织工作力度，组织海外买家团、全国制冷空调暖通领域建筑设计院总工观摩团、冷冻冷藏总工观摩团和房地产总工观摩团，与参展商进行交流互动。

提升相关企业对于行业的整体宏观认识，激发产业人员（尤其是青年研发人员和学生）的创新志趣和专业技术水平是保证相关技术研发在正确的轨道上长期高效开展的关键。基于此，与历届展会相同，本次制冷展积极组织行业公益活动，先后有包括“《中国制冷展十年技术回顾报告》发布仪式”、“《2017年中国制冷空调产业发展白皮书》发布会”、“第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛启动仪式暨新闻发布会”、“中国制冷学会2017年专业技术人员专业水平评价颁证仪式暨表彰大会”、“第9届CAR-ASHRAE学生设计竞赛颁奖礼”、“全国设计院总工观摩团技术交流会”、“北方清洁取暖技术论坛”等多项活动得以开展。



图1-2CAR-ASHRAE学生设计竞赛金嘉玮教授与吴德绳教授共同为一等奖团队代表颁奖

(3) 全方位宣传报道，树立“中国制冷展”的品牌形象

本次展会积极邀请展商参与特约报道，展示展商风采；展会现场设置的新闻中心携手国内外60多家大众及专业媒体，全程跟踪报道，网上全程直播展会盛况；组织不同层面的专访，制作展会专题片；利用《中国制冷展快讯》、微信平台以及制冷展官网，第一时间报道展会的最新动态、宣传展商的产品和企业文化，为参展企业提供超值服务。此外，展会主办方还提前开通“微邀请”预登记方式，专业观众只须用手机扫码即可完成注册，现场参观将更加便捷。

(4) 坚持开放合作，聚集全球行业优势资源

中国制冷展始终坚持“开放合作”的理念，以国际化、多元化的综合交流平台吸引海内外行业组织、参展商、媒体等优势资源积极参展。全球知名品牌荟萃本届制冷展，美国、欧洲、韩国、印度等国家和地区的展团继续亮相展会；来自30多个国家和地区的1140余家企业和机构参展；联合国环境规划署（UN Environment）、联合国开发计划署（UNDP）、环保部环境保护对外合作中心（FECO）及中国制冷空调工业协会（CRAA）联合举办第7届臭氧气候技术路演及圆桌会议，开启了保护臭氧层、减缓全球变暖为主题的全球性活动盛典；美国供热制冷与空调工程师学会（ASHRAE）、欧洲空气处理及制冷设备制造商协会（EUROVENT）以及欧洲能源环境合作协会（EPEE）继续分别与主办方联合组织开展内容丰富的研讨会议。

(5) 紧扣时代主题，满足人民日益增长的对美好生活的追求

党的十九大报告指出，我国社会的主要矛盾转为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾。与制冷空调行业紧

密相关的是，人民对室内环境的控制需求、对制冷空调产品节能环保性能的要求日益增多。本届展会上，众多空调新产品、技术交流报告越来越注重室内舒适度、室内健康环境，正是制冷空调新技术面向人民日益增长的美好生活需要的体现，如上下出风的空气源热泵热风机室内机、巧妙设计满足卧室特殊需求的室内机等末端产品涌现；加湿型风管机、温湿度独立控制系统等重视湿度控制的设备与系统大量涌现；新风净化系统、空气净化器等关注室内健康的新技术手段持续发展等。

3. 展会亮点

(1) 展品和报告内容彰显展会主题

本届展会组委会针对大会主题策划了大会主题论坛、专题研讨会和技术交流会等内容。大会主题论坛针对制冷空调行业关心的国家产业政策转型，新形势行业定位，低碳城市能源系统以及与冬奥会运动场馆等重要问题进行深度解析，充分体现了“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”四大主题内容；专题研讨会针对行业内重要领域：低品位工业余热利用，热泵与民生，轻型商用制冷设备创新发展，地下轨道交通的环境控制，制冷空调系统的运行、维护与管理，冬奥场馆、制冰制雪相关制冷技术，冷链装备新技术等问题进行了研讨，为各领域持续发展提供了重要参考；相关的未来人才培养活动以及技术交流会都紧密结合展会主题，为技术交流和人才培养提供了重要的平台。此次展出的展品与能源领域绿色、低碳、高效、安全的总体趋势紧密结合，参展新系统、新产品都融入了“提质增效”的理念。整个展会围绕国家产业政策转型形势下如何积极调整行业发展规划，如何践行提质增效、平衡发展的理念而全面展开，全面展示了制冷空调行业在国家产业政策转型趋势中，扩大视野，把握机遇，树立长远观点以及迎接挑

战的自信心和使命感，对于持续推进行业向好发展具有重要意义。

(2) 提供优质服务、彰显社会责任

在中国实施“中国制造2025”、“一带一路”倡议、加强供给侧结构性改革和促进行业产业转型升级的时代背景下，我国的制冷空调暖通行业迎来了新一轮的机遇和挑战。本届展会在努力提升展会品质及各项服务的基础上，充分发挥展会的沟通交流的平台作用，为展商创造更有价值的交流与合作机会。

主办方秉承节约办展的理念，简化程序，鼓励展商选用绿色、环保及可回收的展示材料，提升展会信息化服务水平，引导观众通过

手机扫码获取信息，在实现宣传、展示目的的同时，节约资源，减少开支，彰显主办方的社会责任。

(3) 加强国际交流、促进行业进步

2018年，众多国际组织，如美国供热制冷与空调工程师学会(ASHRAE)、欧洲能源环境合作协会(EPEE)等将继续与主办方联合组织专题研讨会议，联合国环境规划署(UN Environment)、环境保护部环境保护对外合作中心(FECO)等机构联合举办的臭氧气候技术路演和工业圆桌会议。全球知名品牌荟萃本届制冷展，美国、欧洲、韩国和印度等国家和地区展团继续亮相展会。

二、技术进展

1. 制冷压缩机与制冷工质

(北京工业大学马国远教授、许树学博士)

1.1 总体技术特点

主流的制冷和热泵压缩机在今天的展会上均有展出。从用途看有电子冷却用小微压缩机、家用空调用压缩机、商用空调用压缩机、冷水机组用大型压缩机，以及冰箱用压缩机、冷冻冷藏用压缩机；从型式上看有活塞压缩机、滚动活塞压缩机、涡旋压缩机、螺杆压缩机和离心压缩机；从容量上看有制冷量几十瓦的滚动活塞压缩机到几千千瓦的离心压缩机。比较突出的特点是：

(1) 热泵压缩机型式多样化。“煤改电”热泵机组和热泵热水器用压缩机的展品多、机型多，除了传统的强化补气的涡旋压缩机、滚动活塞压缩机、螺杆压缩机，以及单机双级的滚动活塞压缩机和螺杆压缩机外，各种机型的容量范围均在扩大，如滚动活塞压缩机容量已扩大到5匹~8匹，涡旋压缩机扩大至25匹，螺杆压缩机扩大至400匹；压缩机运行的环境温度进一步降低，如螺杆压缩机已经可低至-35℃。另一方面，单制热的热泵压缩机增多且供热温度逐渐提高，如离心压缩机可达80℃~90℃，螺杆压缩机已经超过100℃。

(2) 低GWP工质压缩机发展快速化。除了传统的R717、R290、R744、R600a等自然工质用压缩机外，也出现了R161、R1233zd等低GWP合成工质用压缩机，展品数量增长较快。另外，半封闭R717压缩机，不仅用于冷冻装置，也开始用于热泵，且生产厂家逐渐增多。

(3) 余热回收用MVR压缩机和ORC膨胀机普遍化。机械蒸汽再压缩（MVR）技术可将余热提升温度后再利用，而有机朗肯循环（ORC）技术可以将余热转化为机械能且可进一步转化为电能，近年来在节能减排政策的激励和推动下应用越来越普遍。近年展出的MVR

压缩机和ORC膨胀机的展品种类和厂家数量增长较快，目前以螺杆机为主，生产螺杆压缩机厂家几乎都有生产该类产品。

(4) 离心压缩机无油化趋势显著。以磁悬浮离心压缩机为代表的无油压缩机，具有系统简单、高效节能等优点，近年得到快速发展。今年展出的磁悬浮离心压缩机及其机组数量较多且种类丰富。

(5) 压缩机驱动直流变频化。主要用途、各种型式的压缩机展品大量推出直流变频机型，以满足全工况高效节能的需求。相对而言，机械式容量调节机型展出较少，也不是厂家宣传的亮点。这说明压缩机及其机组直流驱动、变频调节的发展趋势受普遍认同。

(6) 新能源车用空调压缩机热泵化。今年展出的新能源车空调压缩机主要为热泵型，展出的厂家和产品也在增加，热泵压缩机将成为新能源车空调压缩机的主流。但是，目前机型较少，主要以轿车用半封闭涡旋压缩机和大巴用卧式滚动活塞压缩机为主。

1.2 特色产品

1.2.1 压缩机

(1) 国产化高性能压缩机

国内制冷厂商加大对压缩机研发和生产的投入。除格力、海尔等大型知名企业，少数民营企业也纷纷投入资金和人力加入到压缩机研发生产中。型式不仅局限于活塞压缩机，也包含螺杆压缩机和技术含量更高的涡旋压缩机。



奥威螺杆压缩机



金华沃克螺杆压缩机



格力磁悬浮离心压缩机



浙江大明涡旋压缩机



英华特涡旋压缩机
图2-1国产制冷压缩机

(2) 自带喷液涡旋压缩机

丹佛斯展出了一种自带喷液机构的涡旋压缩机，能够在 -25°C 环境温度下提供 55°C 热水。数据显示COP高达6.23，在AHRI基准下，装有该压缩机的热泵机组的IPLV值为10.76，具有低噪音震动、高可靠性等优点。苏州英华特也展出了自主研发的带喷液涡旋压缩机，冷冻冷藏专用，在 -15°C 环境温度下不需要额外的冷却措施，能效比较同类产品高15%。



图2-2 自带喷液的涡旋压缩机

(3) 格力三缸变容积压缩机

三缸变容积滚动转子压缩机可以应用在中央空调、家用空调、热泵热水器中。此机型在国际上首次实现了可变容积比的双级压缩，最低工作温度可低至 -35°C ，并保持在 -25°C 环境温度下制热量不衰减。



图2-3 自带经济器压缩机



图2-4 格力三缸变容积压缩机

(4) 格力新冷媒压缩机

格力开发出了采用R134a的热泵热水器用滚动转子压缩机和家用空调、除湿机用R290压缩机，所开发的R290压缩机通过了TUV认证并获得全球首张R290空调VDE证书。



R134a压缩机

R290压缩机

图2-5 格力新型压缩机

(5) 冷冻冷藏卧式压缩机

针对冷冻冷藏行业需求，格力开发出了采用中间喷液结构的卧式涡旋压缩机，能最大程度地降低排气温度，其油润滑系统采用压差供油方式，能够在-45℃蒸发温度下运行。



图2-6冷冻冷藏卧式压缩机

(6) 双缸多排气压缩机

在商用空调领域，格力展出了全球最大体量的转子压缩机，最大可达16匹。本机型采用多排气管技术，能效比较普通机型提高6%。



图2-7格力双缸多排气压缩机

(7) R1233zd压缩机

麦克维尔展出了采用替代工质R1233zd的大型离心式压缩机，GWP值低至1，同时还采用无油润滑和变频技术。



图2-8 R1233zd压缩机

(8) 丹佛斯高压比无油压缩机及无油扩展方案

丹佛斯天磁® TTH/TGH高压比离心压缩机，采用磁悬浮无油变频技术，工质为R134a、R513A以及低GWP值的HFO-1234ze制冷剂。运行范围拓展至高压比应用范围，尤其适用于风冷冷水机组与热回收机组。在风冷冷水机组中，天磁® TTH/TGH压缩机将原有的磁悬浮无油压缩机运行范围进一步扩展，压比最高可达6.2，实现高环境温度工况下的制冷。在水冷冷水机组中，天磁® TTH/TGH压缩机可用于热回收或水-水热泵等高压比、高压头系统。

丹佛斯的整体无油解决方案还展示了经过配置认证及系统优化的无油系统配件ETS电子膨胀阀及EKE过热度控制器，管路元件如球阀GBC，视液镜SGP，干燥过滤器DCL及微板换热器MPHE等。丹佛斯无油产品在设计、材料等方面对润滑性和耐磨性做了提升，向客户提供可靠的整体无油解决方案

其中无油电子膨胀阀ETS专为无油系统优化设计，满足恶劣工况下的可靠运行。其采用不锈钢阀体，结构紧凑，质量轻，安装灵活；直驱设计，实现线性调节控制，精度高；兼容R134a以及R1234ze、R513A等低GWP制冷剂。



图2-9丹佛斯整体无油解决方案

(9) 电动汽车空调压缩机

英华特独立开发的车用直流涡旋压缩机，工质为R134a，适应电压24~400V，排量

20~27CC。能够冷热两用，特别适合电动汽车为代表的新能源交通工具。



图2-10 电动汽车空调压缩机

(10) 余热回收螺杆压缩机

汉钟展出余热回收用螺杆压缩机，有单级和双级两种机型。为“煤改电”提供全新的解决方案。采用此类型压缩机可以制取80℃以上的热水；使用废热时，能制取120℃的水蒸气，制热COP达到3.3。



图2-11汉钟余热回收压缩机

(11) 车载冰箱用微型压缩机

上海海立电器有限公司自主研发的转子式微型压缩机，采用车内直流电源驱动、智能变频控制，用于中高端汽车的车载冰箱。本产品体积小，高度仅十几厘米，结构紧凑，噪音低于32dB。已通过耐震和倾斜试验考核，保证车用环境下的可靠运行。



图2-12车载冰箱用微型压缩机

1.2.2 制冷剂

在制冷剂方面，与往年展会相比，本年度制冷剂的种类显著增多。除了传统的以R22、R410A、R134a为代表的制冷剂外，有相当数量的具有环保优势的替代品出现，特别是针对R22的替代品。以R290和R600a、R600为代表的自然工质的数量也较去年有大幅度的增加，其包装、规格等也逐渐标准化、系列化。图2-13所示为国内厂家生产自然工质制冷剂，其中R290多数为5kg包装，R600为11kg包装。



图2-13中龙制冷剂

图2-14所示为R22的替代品。ARKEMA（阿科玛）公司展出了几种新型的制冷剂。其中R427A可在家用、商用空调和商业制冷、食品加工冷冻行业替代R22，其组成为R134a(50%)，R125(25%)，R32(15%)，R143a(10%)，安全等级A1，不足之处是GWP值高，为2138。R407A在中低温制冷中替代R404A和R507A。



图2-14 ARKEMA（阿科玛）公司

如下图2-15所示为英国格拉斯哥星星剂制冷公司的产品。R22的替代品R422D，ODP值为0，GWP值比R404A和R507低30%，替代低温和中温的R22直接膨胀制冷的场合，排气温度比R22更低。R438A同样可以替代R22，GWP值比R404A低42%。



图2-15 R22的替代制冷剂

欧特昂公司展出的新型制冷剂，旨在替代R134a和R404A及R507等高GWP值的制冷剂。



图2-16欧特昂新型环保制冷剂

1.3 评价与展望

从展出的产品可以看出，压缩机及制冷剂的未来呈现出以下发展趋势：

(1) 压缩机的国产化进程在逐年加快，涉

足这一领域的厂家会继续增多，其产品系列和型号会不断增加，销售份额会持续增长；

(2) 随着使用条件的变化和产品评价体系的发展，制冷压缩机产品会持续提升其全工况性能和全年运行的能效水平，因此，各类新型压缩机被开发出来，如带多吸排气口、多缸的压缩机等；

(3) 与国家政策和战略密切的应用领域会催生出新的压缩机产品系列，如新能源汽车空调用压缩机，水蒸气压缩机和适宜“煤改电”的低温热泵压缩机等。

(4) 新型环保制冷剂的研发在持续不断地进行中。特别是针对R22和R134a的替代。但目前主要方案依然是以混合工质为主，其实用性和推广前景有待进一步观察。

2. 工商业用中央空调冷（热）水机组

（北京建筑大学解国珍教授、徐荣吉副教授、王刚博士）

工商业用中央空调冷（热）水机组参展规模与往年基本持平，继续出现“季节”性特征，麦克维尔、丹佛斯、格力、海尔、美的、格瑞德、江森约克等各大工商业用中央空调冷（热）水机组知名品牌约有30多家大规模参展，部分企业隔年参展。工商用冷（热）水机组代表着行业新技术的发展趋势，各个厂家把最新的技术，以及概念性、理念性的技术在机组上进行展示，充分了体现本届展会主题“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”。

2.1 “离心”机独占鳌头，磁悬浮如雨后春笋

近几年离心式冷（热）水机组一直占据工商业用中央空调冷（热）水机组的主角，其展出规模不断扩大，新技术不断积累和涌现，特别是磁悬浮机组，从去年开始，展出厂家及机组呈现出非常快的增长趋势。另一方面，过渡工质向环保工质替代的推动，使离心机不断迭代出新。

2.1.1 磁悬浮机组如雨后春笋，展出规模空前

本届展会上有十余家公司纷纷推出应用磁悬浮技术的离心式冷水机组，规模空前，主要有两条技术路线：一是单机头大冷量，以江森约克、格力、麦克维尔为代表，一般自主开发压缩机；另一条是，多机头并联满足不同冷量需求，以海尔为代表，一般应用丹佛斯的磁悬浮压缩机。

(1) 自主磁悬浮与外资磁悬浮同台争艳

以格力为代表的自主品牌坚持自主创新，在本届制冷展上，展出了拥有自主知识产权磁悬浮变频离心冷水机组，采用R134a工质，机组满负荷运行时的COP值为7.19，综合部分负荷为12.06。机组悬浮轴承间隙达到 $0.2\mu\text{m}$ ，采用四象限变频技术，单机头冷量达到600RT，机组采用双级压缩“宽频”启动设计，且具有断电能量回馈技术，制动过程转子稳定悬浮。上海汉钟精机也展出了自主开发的磁悬浮变频离心式冷水机组，采用永磁同步高速电机直驱技术，两级压缩机和R134a制冷剂。

外资品牌纷纷布局应用环保制冷剂的磁悬浮机组。麦克维尔推出了冷量范围为300~500RT的新冷媒R1233zd（E）变频磁悬浮冷水机组，新型烯烃类GWP值为4.7，ODP值约为0的环保制冷剂。多年未参加制冷展的江森约克也推出了应用RR1233zd（E）磁悬浮机组，机组的COP可达7.3，主要突出环保制冷剂及高能效。



图2-17 格力磁悬浮变频离心式冷水机组



图2-18 麦克维尔新冷媒变频磁悬浮冷水机组

(2) 集成创新，磁悬浮热泵技术寻求突破

以海尔为代表的部分自主品牌，在集成创新上持续发力。在本届展会上展出了风冷热泵磁悬浮机组，最高出水温度65℃，达到水源热泵机组水平。机组利用磁悬浮技术，实现宽范围静音运行、低电流启动、综合性能比传统热泵机组高30%，有望打破磁悬浮空调受困于单冷技术的局面，将磁悬浮离心机的应用范围进一步拓宽到制热领域。必信展出了可以匹配风冷、水冷、蒸发冷却冷凝器的磁悬浮机组，提高了磁悬浮机组的适用性。SMARDT继2017年后，继续展出了其磁悬浮风冷热泵机组，机组已形成模块化产品，走向成熟。此外，天加、格瑞德等也都展出了其集成机组，在操控、便捷安装等方面各具特色。



图2-19 海尔磁悬浮风冷热泵机组

2.1.2 传统离心机组求变、求新

由于制冷剂替代的推动和市场需求的多元化，传统离心式冷（热）水机组也开始求变、求新。格力展出了应用环保制冷剂R1233zd(E)

无油变频离心式冷水机组。机组采用了滚动陶瓷轴承和液体制冷剂润滑的无油运行技术，转速可达到20000r/min。此外，机组还集成了高效三元闭式叶轮气动设计技术，高效电机直驱双侧悬臂技术和降膜蒸发技术等。格瑞德展出了“复叠”式离心热泵机组，机组采用双机四级压缩的方案，具有制冷、标准制热和高温制热三种工作模式。机组采用R134a制冷剂，最高热水出水温度达到70℃，集成了补气增焓及高效降膜技术。约克展出了汽轮机驱动型离心式热泵机组，可以利用余热产生蒸汽驱动机组，驱动蒸汽压力高于0.6MPa，余热水温度范围8℃~50℃，产生热水温度范围45℃~80℃，机组制热量范围20MW~40MW。

此外，美的展出了制冷量范围250~550RT的高效变频直驱降膜离心机组，机组采用水平对置压缩技术、单轴直驱技术和全降膜蒸发技术，突破了小冷量段瓶颈，实现机组自动平衡运行稳定、轴承寿命长和冷媒充注量降低的优势，采用弹簧储能器供油，具有一定创新性。



图2-20 格力R1233zd(E)无油变频离心式冷水机组



图2-21 格瑞德复叠式离心热泵机组

2.2 “螺杆”机提质转型，不断探索新突破

自2012年以后，螺杆冷水机组在变频直驱技术、降膜蒸发技术上不断创新，但是其展出规模不断下降。而螺杆机组具有自己独特技术特点，在本届制冷展上，螺杆机组提质转型，在气体增压领域、在高温热泵区和低温冷冻区应用方面寻找新突破，以满足不同的市场需求。

(1) “变频直驱”和“全降膜”技术普遍应用



图2-22 格力永磁同步变频螺杆式冷水机组

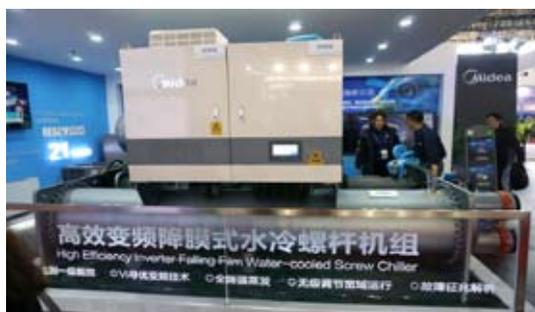


图2-23 美的高效变频直驱螺杆冷水机组

格力推出了高效永磁同步变频螺杆式冷水机组，机组的创新点在于采用永磁同步电机直驱，变频变容，满负荷运行时的COP为6.08，部分负荷能效系数IPLV达11.2，并采用自主开发的双侧驱动高效Rz型线压缩机及高效降膜蒸发器；美的展出了高效变频降膜式水冷螺杆机组，采用了VI寻优变频技术、全降膜蒸发器，制冷剂充注量减少40%；约克也展出了变频水冷螺杆机组，冷量范围为117~452RT，COP为

6.48，机组采用新型转子型线设计，压缩机消声设计，可变VI压比优化设计，混合降膜式蒸发器，冷凝器内置油分离器以及智能化控制设计等。

(2) 氦气和水蒸气增压机组首登制冷展

烟台冰轮展出了氦气和水蒸气增压螺杆机组，为螺杆压缩机在特殊领域的应用找到了新的发展方向。氦气螺杆压缩机主要应用于超低温制冷（低至-271℃）。水蒸气增压机组是其自主研发的新型机组，相比于透平机、鼓风机等同类产品，单级可实现对水蒸气的“大温升、大压比、大压差”的更高能量品位的提升，可回收废蒸汽、乏汽，通过压缩机提高废蒸汽、乏汽品位，并对外输送高品位饱和蒸汽，机组吸气压力为1.2bar，排气压力为6bar，蒸汽产量为850kg/h。



图2-24 冰轮氦气压缩机



图2-25 冰轮水蒸气增压机组

(3) 在“高温”和“低温”寻求突破

海尔展出了单机双级风冷螺杆冷水机组，在没有辅助电加热条件下，可在环境温度-35℃稳定运行，机组最高出水温度为90℃；格瑞德

展出了可以产生125℃高温水蒸气的单机双级螺杆机组，采用R245fa高温制冷剂，可以用于低品位余热提质。武汉新世界制冷同样展出了可产生120℃水蒸气的机组，可以用于工业蒸汽需求，单台机组蒸汽量为508kg/h，加热能力为370kW，COP可达到3.5。奥威制冷推出制冷量范围为340~1200RT的单机双级螺杆式制冷压缩机，该机组的压缩机采用双边非对称圆弧包络转子型线，高精度专用轴承，转子径向支撑采用滚动轴承及轴向力平衡技术，机组的制冷温区为-25~-55℃。



图2-26 海尔单机双级风冷螺杆机组

2.3 互联网+助力大型中央空调机组新发展

物联网在全球呈现快速发展趋势，通过搭建E+云服务大数据平台等物联网创新技术，分析用户需求和习惯，实现自联网、自节能、自优化的产品全生命周期节能自控，同时可接入其他品牌中央空调实现数据共享，提供高效、精准、智慧的节能服务是未来中央空调智能化的一大趋势。本届制冷展上，海尔中央空调携手中国移动推出云平台行业解决方案，通过自联网、自节能、自优化等物联网技术，改变当前智能制造产品难互通、不主动等弊端，为用户提供高效、精准、智慧的节能服务。格力、美的和盾安等公司也搭建了基于自身机组的云服务平台。各平台的互联互通可以更有效地推动互联网+技术对传统制冷机组技术的推动。

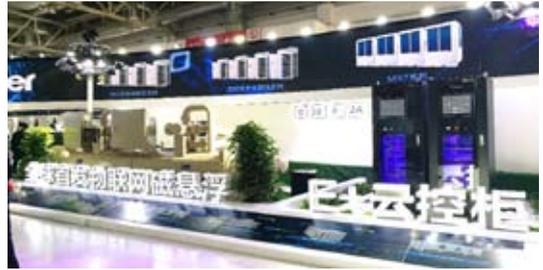


图2-27 海尔物联网磁悬浮机组

2.4 “吸收”机已成为余热回收利用关键技术

吸收式制冷（热泵）机组，在制冷展展出的规模一直很少，该类机组在技术革新方面一直在追求提高机组效率和降低发生温度，但技术革新进展相对缓慢。但是，在低品位能源利用方面，吸收式热泵机组具有很大的应用潜力。本届制冷展上，华源泰盟、松下制冷（大连）有限公司均展出了在热电厂、钢铁焦化、化工化纤等领域的技术应用案例。

2.5 小结

本届展会上离心机组展出规模较大，特别是磁悬浮离心式机组如雨后春笋，展出规模惊人。而螺杆机组虽然展出规模不大，但展出产品各具特色，在向高温和低温寻求突破。应用替代工质的机组展出规模增加，特别是应用R1233zd(E)的机组，但是由于成本较高，市场还在培育之中。阀件、管件及保温材料整体活力较强，阀件新产品较多，而管件和保温材料新产品不多，更多体现在产品细节。

整体上看，无论是最新的磁悬浮机组，还是常规的离心机机组、螺杆机组，各大厂家都更注重市场需求，用差异化、极致化、人性化、智能化的产品满足不同市场需求。

3. 中小型空调设备与系统

（清华大学王宝龙副教授、崔梦迪硕士生）

在中小型空调设备与系统方面，众多国内外知名企业均参加了本次展会。展会不但为各企业提供了向用户展示自己技术实力和最新产

品特征的平台，同时为企业间开展交流与合作提供了良好的机会。在高效节能、治理雾霾、应对气候变化等大背景下，大量相关产品与技术快速发展。本次展会中小型空调设备与系统展品呈现出如下特点：空气源热泵热风机集中“爆发”；北方清洁供暖方案多样化；高效、智能化成为多联机发展重要趋势；家用空调向高舒适度和个性化快速发展。

3.1 空气源热泵热风机集中“爆发”

近年来，PM2.5成为国民热议的话题。北方供暖尤其是农村普遍采用散煤燃烧供暖，是雾霾的重要成因之一，因此清洁供暖的呼声越来越高。在今年3月20日召开的十三届全国人大一次会议上，李克强总理在《政府工作报告——对2018年政府工作的建议》中明确指出：“推进污染防治取得更大成效。巩固蓝天保卫战成果，今年二氧化硫、氮氧化物排放量要下降3%，重点地区细颗粒物（PM2.5）浓度继续下降”。空气源热泵作为清洁供暖重要解决方案“煤改电”的主要设备之一，因其直接将空气作为热源，适用性广泛，因此得以快速发展。

本次展会上，空气源热泵热风机（以下简称：热风机）呈现集中“爆发”态势，多数涉足中小型空调的参展企业均有热风机产品展出，如：格力、美的、海尔、同方人环、天加等。热风机可简单理解为传统的分体式房间空调器室外机+落地式室内机，外观上与传统的分体式房间空调器差异并不明显，主要特征在于一般为单制热形式且室内末端采用为保证良好的气流组织的落地或者低挂式末端。其实，传统的分体式房间空调器一直是我国长江流域居民供暖的主要设备，由于该地区冬季室外温度较高，采暖效果尚可保证。用于北方“煤改电”的低环境温度热泵热风机与之相比，主要采用的技术特点在于：采用更大压比适应的压缩机技术和变频技术使其适用范围扩展到-20℃以下的室外环境；室内机采用落地式结构，使

得室内气流组织更能满足人体热舒适的需求。

实际上，前期北京及周边地区的“煤改电”中空气源热泵热水机组较多采用，很大程度上满足了迫切的清洁采暖需求。但实际的运行过程中发现存在需长时间运行、能耗高、保证效果欠佳、水管需防冻等问题。因此，在研究单位和企业的合理推动下，省去中间载热冷媒的空气源热泵热风机成为“煤改电”发展的重要选项。基于此，热风机产品在展会上集中“爆发”，体现出各企业极强的市场适应能力。



格力空气源热泵热风机室内机



美的全直流变频空气源热泵热风机



海尔空气源热泵热风机



同方人环低环温空气源热泵热风机



格力火凤凰别墅型暖冷一体机



天加赤焰系列热风机



格力分体变频户式风冷冷热水机组

图2-28 空气源热泵热风机展品示例

展会展出的热风机产品普遍采用落地式或者低挂式室内末端，可实现上出风和下出风两种送风模式。供暖时采用下出风，制冷时采用上出风，控制室内垂直方向的温度梯度，保证较好的室内舒适度。此外，双级转子压缩机和补气涡旋压缩机成为室外主机为适应低温环境的必选压缩机技术。

3.2 北方清洁供暖方案多样化

除空气源热泵热风机外，展会上的清洁供暖设备也呈现多类型特点，如低环境温度空气源热泵（冷水）机组、燃气热泵等。

低环境温度空气源热泵通常采用冷热一体形式，可一并满足末端用户冬夏季的制冷和采暖需求。如：格力推出火凤凰别墅型暖冷一体机、分体变频户式风冷冷热水机组；同方人环推出变频空气源冷热水机组；麦克维尔推出变频风冷热泵机组；纳森推出低温空气源热泵（冷水）机组等。



同方人环变频空气源冷热水机组



麦克维尔变频风冷热泵机组



纳森低温空气源热泵（冷水）机组

图2-29 空气源热泵热水机组展品示例

燃气热泵方面，三洋、天加等企业在展会上展出了GHP燃气多联机，该产品是由天然气驱动发动机进而带动压缩机进行制冷制热的空调热泵系统，具有超低温制热、除霜不停机、高能效比、用电少、可缓解天然气冬夏季峰谷差等优异特点。同时，天然气作为清洁能源，可大大缓解由于燃煤供热或者发电带来的雾霾以及二氧化碳和硫化物排放，对北方地区改善空气质量有着很大的帮助和推动。



图2-30 天加GHP燃气多联机展品

3.3 多联机技术向高效、智能化方向发展

近年来，为适应低温环境，采用（准）双级压缩技术的多联机快速发展。当室外温度很低时，室外机热交换能力下降，常规压缩机正

常吸气口的吸气量减少，制冷剂循环量减少，制热能力大幅衰减。采用（准）双级压缩机，通过中间压力补气口实现压缩机的二次吸气，从而增加压缩机排气量，提升系统制冷剂有效循环量，实现制热量提升，使其可在-20℃以下的环境中高效高制热量运转。值得一提的是，制冷展前夕，《喷气增焓多联机技术应用蓝皮书》在天加环境科技有限公司发布。各方面努力预示着喷气增焓多联机日趋成熟，将成为主流产品，在中国市场发展壮大。



图2-31 喷气增焓多联机技术应用蓝皮书展板

此外，随着人工智能技术的快速发展，多联机呈现智能化趋势。格力在本次展会上推出全球首发GMV6人工智能多联机，其主要技术特点为：搭载了格力首创的G-WFC技术，结合天气预报、压缩机冷媒迁移特性的电热带前馈控制策略，提前预知天气温度未来变化趋势，进一步智能控制压缩机油温加热带，采用区间差异化控制，可减少电加热80%的开启时间，实现室外机待机耗电低至1W；位置自适应技术，使机组自动适应高海拔地区、高纬度地区带来的空气质量流量减小、制热化霜较慢的恶劣环境并自行优化运行；机组自诊断技术，可以保证用户在机组出现故障之前就能预知隐患并及时维修，避免或减小机组因故障造成的损失。另

外，海尔自2015年制冷展上首推MX无线多联机以来，热度不减，在智能化、节能化方面继续引领多联机市场。



格力GMV6人工智能多联机



海尔MX无线多联机

图2-32 智能多联机展品示例

3.4 家用空调环保、高舒适度趋势



格力R290空调

图2-33 环保冷媒空调器展品示例

制冷剂替代一直是行业关注的重点内容。目前，R410A已成功替代R22，广泛应用于房间空调器、多联机等中小型空调设备中，本次展会中的相关展品大部分采用R410A工质。但降低GWP成为制冷剂替代的下一目标，各国处于

政治、经济、技术等多方面的考虑，采用了不同的技术路线。在中国，R290和R32技术同时得以发展。譬如，格力、美的等企业均推出了以R290、R32为工质的房间空调器展品。

随着居民对高质量室内环境控制的需求日益提高，相应地，诸多提高室内送风质量、改善热舒适性的家用空调产品应运而生。如：格力展出的加湿型风管机、卧室专用室内机；海尔展出的蝶翼式风管机等。其中，加湿型风管机实现制热加湿，克服冬季室内干燥的缺点，提高供热舒适度。卧室室内机出风口加折板，既可避免对人直吹，又可防止送风气流短路回流至回风口。



格力加湿型风管式室内机



格力卧室室内机



海尔蝶翼式风管机

图2-34 高舒适度家用空调展品示例

3.5 小结

从本次展会展出的展品来看，中小型空调设备研发生产企业，尤其是中国企业，结合建筑节能理念和我国气候、使用特点和生活习惯，针对性地研发适用于我国国情的制冷空调技术，快速提供满足需求的产品和解决方案。同时，对于产品的研发已经由对能效和成本的追求向满足用户更高的舒适性方向发展。可以预期，中小型空调设备研发、生产企业在今后的发展过程中，不仅重视产品和系统能效水平，必将进一步强化为用户提供完美服务的发展理念。

4. 空气处理机组与暖通空调自控系统

(同济大学周翔副教授、李铮伟副教授、叶蔚助理教授)

本届制冷展，在空气处理设备、空气输送部件、温湿度独立控制技术、新风净化技术、楼宇自控技术方面参展产品类型多样，既包含传统的技术产品，又展出了新的技术与产品。温湿度独立控制、新风净化技术、楼宇智能化是本届展会的热点，在住宅温湿度独立控制系统、住宅新风净化系统、建筑智能控制系统方面有大量相关产品参展，充分体现了社会物质生活提高以后，人民对于美好生活的向往。

4.1 空气处理末端和机组的新进展

在风机盘管方面，本届展会展出以低能耗、低噪声为特点的直流无刷电机风机盘管，也有将过滤材料与风机盘管相结合的带有净化功能的风机盘管。有厂商针对冬季供暖需求，推出超薄壁挂风机盘管，在房间下部挂墙安装，送风口向上送风，作为替代散热器末端的解决方案，能够在一定程度上改善冬季对流型送风末端热风上浮及室内垂直温度不均的问题，如同创的超薄壁挂风机盘管。



图2-35 同创超薄壁挂风机盘管



图2-36 麦克维尔变频直膨空气处理机组



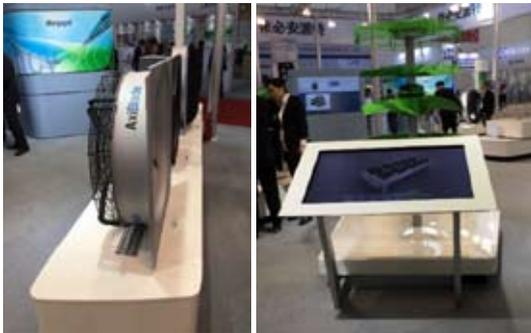
图2-37 天加数码变容量直膨式空调机组

空气处理机组方面，本届展会以应用于特定功能场合的直膨式空气处理机组为代表。如麦克维尔展出的变频直膨空气处理机组，无需供应冷水，制冷量调节范围大，可应用于医院手术室和化学实验室，采用双蒸发器并联的空气冷冻除湿系统，在其中一台蒸发器盘管融霜过程中，另一台蒸发器可以维持工作，避免送风温度出现波动。天加展出的数码变容量直膨式空调机组，适用于医院洁净空调，箱体为不锈钢内板框架式结构，内部平整易于清洗维护，具备冷凝再热功能段，通过制冷剂流量控

制，实现10%~100%无级容量调节，精准控制送风温度，适用于新风比大、工况波动大、变风量运行、低负载等各种恶劣工况下的温湿度控制。

4.2 空气输送部件的新技术

本次展会的两款风机创新产品分别来自于依必安派特的直接驱动式EC（Embedded Control，即嵌入式控制）轴流风机AxiBlade和施乐百的ZAbbluefin离心风机（如图2-38所示）。AxiBlade风机为模块化设计，改进了叶片和翼尖结构。ZAbbluefin风机则以座头鲸鲸鳍为仿生对象，提高扰流性。博乐、赛微电子等企业也推出了EC风机，为空调新风机组挖掘节能潜力提供更多选择。此外，三木等国内企业实现了风机墙产品的国产化。东莞费格斯风机有限公司研制了一种免平衡片的制造工艺，为风机制造、施工和维护提供了便捷方式。



依必安派特AxiBlade风机



博乐ZAbbluefin离心风机

图2-38 获2018年中国制冷展创新产品奖的风机产品

纤维织物风管是近年来兴起的新型风管。杜肯（武汉）绝热材料有限公司本次展出了多款橡塑风管，并首次展出了IA系列Durkduct®橡塑复合绝热柔性风管。耀迪将净化材料与纤维材料结合制作了负氧离子净化风管。

在风口方面，毕高达则首次推出了由柔性材料制作的旋风送风口，送风形式可由计算流体力学模拟优化后进行定制设计。该公司还展示了内部隔层的柔性风管，可分别利用上、下半开口由内部扩展隔层自动切换，使风管分别输送冷空气（上部开口）、热空气（下部开口）。



杜肯Durkduct® IA系列橡塑复合保温风管



毕高达（Prihoda）柔性旋风送风口

图2-39 部分新展出的柔性风管、风口产品

4.3 温湿度独立控制的新进展

除湿技术是温湿度独立控制中的难点和热点。有厂商对传统的降温除湿冷凝再热的除湿设备在管道式机组小型化方面进行尝试，如湿腾展出的中央式管道除湿机，最小风量210m³/h，

除湿量20升/日，可以应用在分户住宅中进行湿度独立控制；在溶液除湿方面，华创瑞风推出的逆流式溶液调湿新风机组，从传统的叉流式空气-溶液换热结构调整为逆流式换热结构，减少了不可逆损失，测试COP达6.0以上，热回收效率达6.5以上，并获得2018年中国制冷展创新产品奖；在双冷源温湿度分控空调系统方面，清华同方开发的数字化双冷源新风机组，利用高温冷水机组产生的高温冷水和内置的直膨式低温冷源，低温冷源冷凝热一部分用于新风除湿后的再热，其余由排风带出室外，可实现新风送风温度和含湿量在不同热湿负荷需求下的独立调节。



图2-42 清华同方数字化双冷源新风机组

4.4 新风净化系统的新技术

据不完全统计，本届展会超过40家企业展出了壁挂、柜式或吊顶等形式功能各异的新风机组。中科睿赛、美埃等企业展出了受中高层消费者青睐的圆柱形柜机。艾尔斯派展出了基于石墨烯全热交换材料的新风净化机。不少厂家在滤料清洗问题上进行探索。博乐、兰舍等企业推出了可水洗的铝质框架全热交换模块，爱优特升级了免风干微静电模块，见图2-43。

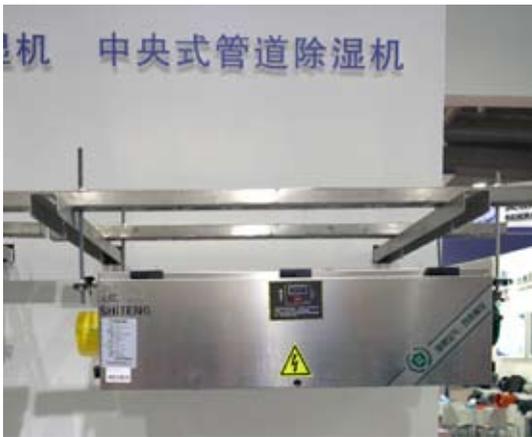


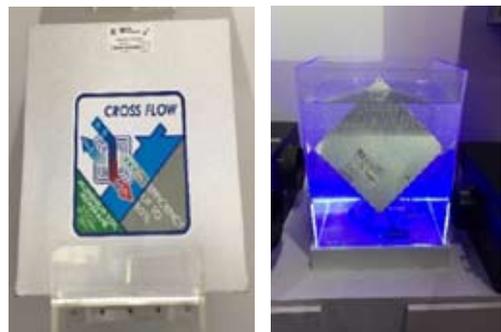
图2-40 湿腾中央式管道除湿机



中科睿赛、美埃新型壁挂式及柜式新风机



图2-41 华创瑞风逆流式溶液调湿新风机组
(2018年中国制冷展创新产品奖)



德国博乐、兰舍水洗式全热交换模块



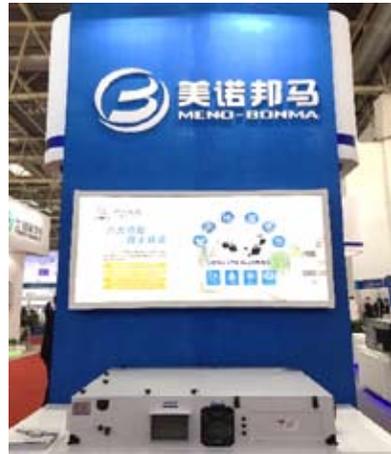
艾尔斯派石墨烯全热交换新风净化机



朗适无管道蓄放热净化新风机



爱优特集成了水洗免风干式微静电模块
图2-43 部分新展出的民用新风净化设备



美诺邦马被动房专用新风机

图2-44 部分符合被动式超低能耗建筑节能需求的新风净化设备

符合被动式超低能耗建筑节能需求的新风产品是本届展会的一大亮点。如曼瑞德、朗适、美诺邦马等推出的一体化新风设备，如图2-44所示。



曼瑞德新风净化一体环控机

环都拓普等企业推出了新风净化除湿一体机，如图2-45所示，为长江流域等常年存在新风除湿需求的地区提供了新的解决方案。



图2-45 环都拓普新风净化除湿一体机

在工业净化产品方面，格瑞德展出了沸石转轮净化机组。该系统选用强吸附性的疏水性分子筛和活性炭作为吸附剂，结合高沸点溶剂，在处理多种VOC的同时满足高温再生的工况需求。

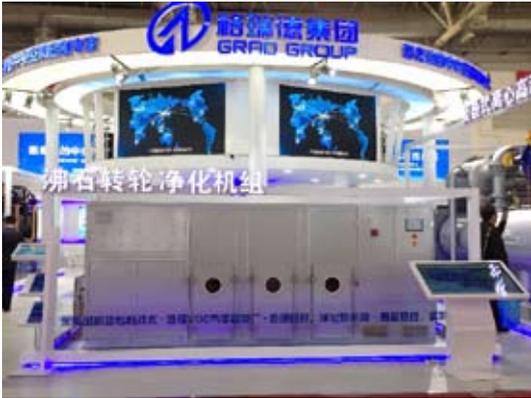


图2-46 格瑞德沸石转轮净化机组

4.5 建筑楼宇自动化控制的新技术

在本次展会上，多家厂商推出一体化的强弱电控制箱。此类产品通过整合强弱电控制元件，布线的方便性和灵活性大大提高。将原本由强电和弱电承包商单独完成的项目，交由同一个承包商完成，提高了项目的易维护性。采用谐波抑制技术防止强弱电之间互相干扰的技术可靠性有待市场的进一步检验，特别是强电柜里设置有变频器的强电装置。产品包括山东金洲科瑞生产的空调照明强弱电一体化控制系统，徐州三禾生产的冷库温度控制和冷机开关控制的一体化控制器等，如图2-47所示。



公共建筑



单个设备

图2-47 强弱电一体化控制器



一体化控制阀



能量阀

图2-48 阀门往一体化、智能化方向发展

水阀技术的发展主要体现了一体化和智能化的趋势。一方面，传统的静态阀、动态阀和调节阀组合成的一体化阀（即动态流量平衡控制阀）由于安装方便，控制性能佳且水力稳定性好，在末端控制中取得了良好的效果；另一方面，水阀控制技术的发展体现了智能化、节能化的趋势。比如，埃迈的TA Slider可数字化

设定执行器可以通过手机远程对阀门的位置进行调节，并提供了针对电力中断、阀门堵塞等问题的故障分析和诊断功能；博力谋的能量阀通过测量供回水管的温差，自动调节阀门位置以保证系统的节能运行等，如图2-48所示。

变频控制器的低成本化和可靠性提升。由于变频器在建筑节能改造中的突出作用和广泛使用，市场对于变频器的发展提出了降低成本和提升可靠性两方面的要求。比如，杭州先途电子有限公司通过采用电容量小的薄膜电容代替传统变频器控制电路中的大电解电容，取消功率因数校正回路，有效提高了可靠性，并降低了成本，如图2-49所示。

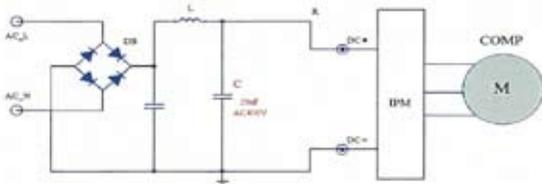
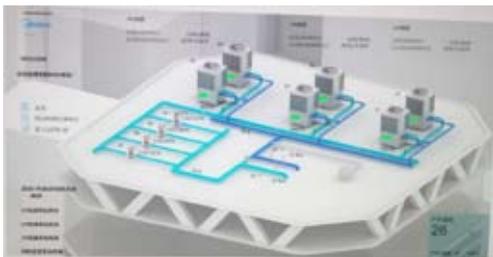


图2-49 先途智能直流变频控制器原理图

设备运维系统的大数据和云平台化。海尔提出了物联网磁悬浮机组，增加了云端的数据存储和数据分析功能，支持云端对本地控制器的参数调节，把运行过程大数据的价值发挥出来。美的M-BMS系统通过BACnet协议将多联机与冷水机、热源、照明等设备进行集成，并通过后台智能算法对系统进行诊断和优化；施耐德的EcoStruxure™楼宇顾问系统更是将设备的故障诊断和智能化运维作为主要卖点，通过人工智能算法，瞄准建筑设备的资产管理和设备升级，如图2-50所示。



美的M-BMS系统



施耐德EcoStruxure™楼宇顾问系统

图2-50 设备运维的大数据和云平台趋势

伟拓嘉业科技有限公司的感控一体机将温度传感器和控制器结合，可与数码执行器一起，对风量和水量进行控制，如图2-51所示。



图2-51 伟拓嘉业感控一体机

4.6 小结

本届制冷展在空气处理机组与暖通空调自控系统方面的参展产品多样，特别是新风净化、温湿度分控、楼宇智能化参展的产品较多，体现了当前的行业热点。在空气处理末端方面，应对北方地区煤改电市场需求，出现房间下部安装的小型化末端，并能实现冬夏季上下送风切换，优化气流组织；在空气输送部件方面高效节能风机、柔性风管风口仍是热点产品；在温湿度独立控制方面，除湿设备多种技术并行发展，溶液除湿、双冷源机组、转轮除湿、降温除湿方面均有产品参展；在新风净化方面，除了注重效率和机组结构形式外，符合

被动式低能耗建筑需求的多功能机组是本届展会的特色；在楼宇自控技术方面，一体化和智能化是最大亮点，包括强弱电控制箱的一体化、控制器和传感器的一体化、多个传感器的一体化、执行器和阀门的一体化、建筑运维系统的大数据和云平台化等。

5. 供热、热水设备与系统

(哈尔滨工业大学姜益强教授)

5.1 技术发展特点

与去年相比，今年参展的供热与热水设备及系统厂商和产品有所增加，主要参展厂家40余家，通览今年参展的相关产品，比较突出的特点如下：

(1) 参展产品形式多样，几乎涵盖了从热源设备到系统末端的所有部分

供热设备：如电厂余热回收专用吸收式热泵机组、烟气余热利用吸收式热泵机组，参展商有华源泰盟等；专为西北及东北地区设计超低温热泵机组（螺杆式压缩机、双级压缩）、低环温空气源热泵机组，参展商有美的、格力、海尔、麦克维尔、天加、盾安、柯茂、恒星等；还有复叠式离心高温热泵机组等；

供热水设备：分体式空气源热泵热水器、一体式空气源热泵热水器等；参展商有格力、美的、海尔、东启科技等；

换热设备：吸收式换热机组、板式换热器、套管式换热、高效罐式换热器等；

供热末端：热风幕、暖风机、远红外辐射板、发热电缆、电热膜、冷媒式散热末端、暖气片等；

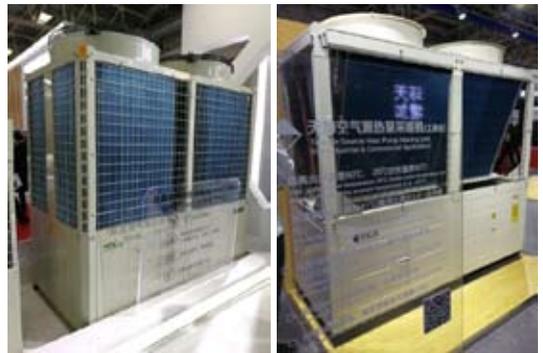
供热系统附件：温控器、温控阀、分集水器、混水装置等；

部分产品参见图2-52至图2-56。



海尔

约克



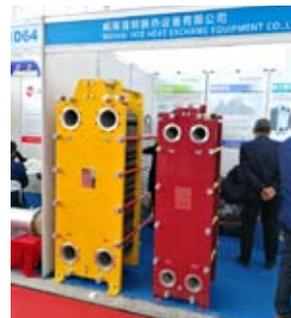
麦克维尔

天加



欧纳尔

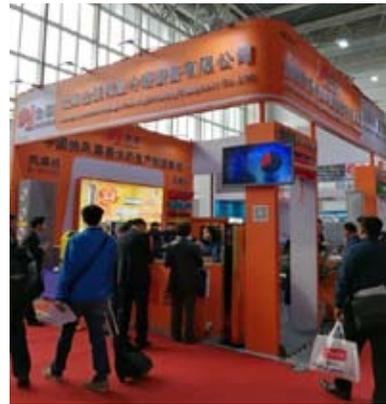
图2-52 部分低环温空气源热泵机组



板式换热器 (威海宜特)



套管式换热、高效罐式换热器（中江机电）
图2-53 部分换热设备



金晨展出了空气幕



远红外辐射板（兢辉）



贝龙展出了工业用暖风机
图2-55 工业用空气幕和暖风机



发热电缆（赫达）



电热膜（宝希）



图2-56 部分供热系统附件及阀件

图2-54 部分供热系统末端

(2) 清洁供热理念广为接受，可持续发展理念深入产品

随着清洁供热的发展，传统的化石燃料供热热源设备本次展会没有发现；清洁供暖用的空气源热泵产品种类有所增加，性能越来越完善，如超低温空气源热泵供暖机组，-35℃可以供热运行；低环温空气源热泵供暖机组可靠性增加，且产品更系统化，如格力火凤凰空气源热泵采暖系列产品；空气源热泵热水器，可选性更多，如美的全变频空气源热泵热水器，格力的热炫、水之沁、全能王系列；天加生产的多功能型燃气热泵多联机，引进日本洋马相关技术，采用天然气作为动力，利用发动机余热提升制热量，-20℃制热不衰，除霜不停机；海林生产的与采光玻璃相结合的平板集热器，既能采光，遮光、又能集热生产热水，同时，还与空气源热泵组成集成供暖系统，多能互补；随着建筑节能和低能耗建筑发展，以电直接供热的末端种类及型号也越来越多，如电暖风、远红外辐射板、发热电缆、电热膜等；基于低品位余热利用的吸收式热泵机组产品更加多样化，如电厂余热回收、烟气余热回收等，基于低品位余热利用的电动水源热泵供水温度亦有所提高，如山东格瑞德生产的复叠离心式热泵机组，出水温度可达70℃，可满足有大量低位余热的油田、工矿企业供暖和加热需求。见图2-57至图2-61。



图2-58 天加燃气驱动的空气源热泵多联机



图2-59 具有采光功能的太阳能集热器



图2-60 格力火凤凰空气源热泵采暖系列产品



复叠式离心高温热泵机组 (格瑞德)



余热回收用吸收式机组 (华源泰盟)

图2-61 余热回收用热泵机组



美的全变频空气源热泵热水器

格力空气能热水器系列 (热炫、水之沁、全能王)

图2-57 部分空气能热水器

(3) 一切以方便用户为出发点，提质增效，均衡发展是产品的一大特点

以“煤改电”用低环温空气源热泵供暖机组来看，经过近两年的应用实践和用户反馈，一些厂家已对产品形式和功能进行了完善。当利用制冷剂室内末端送风时，其送风方式灵

活、可变，以适应冬季送暖风的需求；当利用冷剂/水换热供室内热水供暖时，过去一般将循环泵、定压部分、冷剂/水换热器集成在一起，今年的新产品，为适应用户调控、测量方便，减少水泵运行噪声，已将控制、电量测量等集成到室内换热箱体内，而把循环水泵独立于箱体之外，可基于现场情况而放在合适的位置，既方便用户调控、计量，又为安装商提供了灵活的安装循环水泵的余地。见图2-62。

一体式空气源热泵热水器，可以放置在室内或室外，预留的风管可以合理利用新风冷量，提高总体能效，改善室内空气品质，见图2-63；电热膜和家用装饰相结合，可以满足用户装饰和供暖的需求，见图2-64。



图2-62 格力冷热水发生器



图2-63 美的一体式空气源热泵热水器



图2-64 集成家用装饰板的电热膜散热装置

5.2 特色技术与产品

结合历年展品，下面将就今年有特色的产品如超低温空气源热泵机组、基于微通道换热技术的家用空气源热泵热水器、多功能户用分集水器分别表述，大家较熟悉的其它类型的低环温热泵热水机组、空气源热泵热水器、换热机组、供暖末端及其辅助产品等，在此不再赘述。

(1) 超低温空气源热泵机组

专为东北、西北等极寒地区设计的单机双级螺杆式超低温空气源热泵机组，成为今年展会的亮点。最低可在-35℃的环境温度下稳定运行，其核心设备是汉钟推出的LT-S-H螺杆式热泵压缩机，工作设计压力36bar，电机中置冷却，自动建立压差、低载启动，快速加载，可靠性高。不同于传统的准二级压缩，其可实现真正二级压缩。参展商有青岛海尔、上海柯茂、浙江盾安、山东贝莱特、郑州欧纳尔、山东新佳等。

如上海柯茂生产的单机双级变频螺杆式超低温空气源热泵机组，被中国制冷展组委会评为本届创新产品。它采用汉钟LT-S-H变频螺杆式热泵压缩机，蒸发温度-7℃/冷凝温度50℃时，供热COPh=3.9；蒸发温度-20℃/冷凝温度45℃时，COPh=3.2。20~80Hz运行，真正二级压缩，强劲补气增焓；环境温度-30℃，出水温度35℃，供热COPh=2.2；适用于外温为-35℃~+21℃范围内供暖，出水温度范围宽，可适用于旧城改造的暖气片供暖，是治理雾霾、锅炉替代的可行的解决方案。同时为防止该产品的雪天性能降低，还配有防雪罩，以备选用，见图2-65。

如海尔生产的螺杆式超低温空气源热泵机组，制冷剂采用R134a，单机制热量可达535kW；室外气温-20℃，41℃出水，制热COPh达3.08；冷凝器侧采用内螺纹铜管，优化肋片和间隙，换热面积提升20%，优化蒸发器管束流

道，降低流阻，换热效率提高15%，见图2-66。

由于该类产品以严寒地区供热工况设计为主，没有兼顾夏季制冷工况，制冷时不如传统单冷的风冷螺杆式机组效率高，但该机组可清洁供暖并能兼顾夏季供冷，在有一定工程实践案例的基础上，应该是一款有前途的产品。



图2-65 单机双级变频螺杆式超低温空气源热泵机组 (柯茂)



图2-66 螺杆式超低温空气源热泵机组 (海尔)

(2) 基于外绕微通道铝扁管换热的分体式空气源热泵热水器

空气源热泵热水器领域，出现了一种基于制冷剂微通道铝扁管作为冷凝换热器对内胆进行加热的一款产品，是空气能热水器家族的一个亮点。

微通道铝扁管(又称“平行流铝扁管”)是一种采用精炼铝棒、通过热挤压、经表面喷锌防腐处理，薄壁多孔扁形管状材料，作为承载新

型环保制冷剂的换热管材，是新一代平行流微通道空调换热器的关键材料。

在热水储水罐中，铝制微通道扁管缠绕在内胆外侧(图2-67)，与传统的铜管缠绕在内胆外侧(图2-68)相比，铝制扁管道与内胆接触面积大，传热效果大为改善；冷剂换热管不与热水接触，解决了因水质不好引起腐蚀问题，以及温度较高时冷剂换热管外的结垢问题。由于使用铝材质微通道换热器，材料造价应该比传统的铜管换热价格低，而且系统充注的冷媒应有所减少，节能环保。



图2-67 基于外绕微通道铝扁管换热的空气源热泵热水器 (美的)



图2-68 传统的基于外绕铜管的空气源热泵热水器 (美的)

(3) 多功能分集水器

该装置将传统的地板供暖用分集水器和传统的回水装置相结合，将二者功能集成在一起，方便实用。循环泵为混水系统提供动力，将一次水（热源水或高温介质）与二次低温回水按比例混合，达到降温并保持温度恒定的目的。该装置既经济方便地实现了供暖系统的进水温度控制，又可以使地板供暖系统与散热器供暖共用一个高温热源，不需要为地暖单独设置低温热源。



图 2-69 多功能分集水器 (雅克菲)

5.3 小结

随着我国北方清洁供暖的范围逐步扩大，以及人民生活水平提高对生活热水需求的日益增加，未来供热与热水设备及系统将会迎来更加广阔的市场空间。

从技术角度来看，低碳环保、节能高效、安全可靠仍是未来产品研发的方向，今后应从以下几个方面加强技术研发工作，以全面推进供热、热水设备与系统的技术进步。

(1) 与低能耗和近零能耗建筑相适应的供热设备和供热末端；

(2) 适用于严寒地区具有洗浴废水余热回收功能的多能互补热水集成系统；

(3) 单机双级螺杆式超低温空气源热泵热水机组，应尽快完成工程案例实测，总结经验，指导东北及西北严寒地区的应用；

(4) 适合于农村地区的用户的高效生物质锅炉；

(5) 基于清洁能源和可再生能源的多能互补高效热能利用系统及产品。

6. 冷链设备及制冷系统配件

(中国科学院理化技术研究所田长青研究员、邵双全副研究员、徐洪波副研究员、于卫滨工程师、唐君言博士生、刘海潮硕士生)

6.1 冷链设备

由于冷链物流涉及从产地到居民餐桌的长链条，应用范围广，涉及人员多，产业发展空间巨大。应用于冷链物流的冷链装备已逐步成为中国制冷展的重要组成部分，更多企业已加入到冷链装备行业中来，冷链各环节技术和产品得到了快速发展，为共同建设“全程温控、标准健全、绿色环保、应用广泛”的冷链物流服务体系 and 保障食品安全奠定了设备基础。

6.1.1 总体技术特点

本次展会展出的冷链设备包含了整个冷链过程中的各个环节，包括了预冷设备、速冻设备、冷库、冷藏运输设备、商超陈列柜等。从全程冷链的各个环节来看，最为薄弱的预冷环节也受到了重视，出现了一大批真空预冷装置、压差预冷装置和冷水预冷装置等，为解决冷链“最初一公里”提供了装备支撑。另外，生鲜配送的“最后一公里”一直是冷链物流的发展瓶颈，但在此次展会上出现了移动冷链宝&加热箱、生鲜快递三轮车等助力“最后一公里”配送。

通过分析本次展览会的冷链设备的展出情况，冷链设备的总体技术特点表现为安全环保、高效节能、多功能化和信息化。

(1) 安全环保

近些年来，由于冷库的安全事故频发，此次展会的设备趋向于安全环保化。从制冷剂的角度来说，氨作为制冷剂存在着安全问题，优化各个部件以及系统布置减少系统氨充注量。除此之外，越来越多设备的制冷剂向二氧化碳转换，如约克空调冷冻设备有限公司展出的二氧化碳/氨速冻机组。从库体材料的角度来看，

围护结构采用PUR聚氨酯保温板、PIR聚异氰脲酸酯保温板等，其导热系数相对较低，并且防火性能较好，更好地保证了冷库的安全性。

(2) 高效节能

冷链设备的成本很高，能耗很大，因此节能是冷链设备必然的趋势。冷库的围护结构采用绝热性好的材料，具有较好的保温性能，另外形式多样的冷库门（电动滑动门以及双开电动门等）减少了冷库漏冷。选择混合工质以及利用可再生能源实现节能。采用超声波除霜冷风机，实现了“冷态除霜”，相比于传统的热气旁通除霜可大幅度降低除霜能耗。

(3) 多功能化

为了实现冷链设备的效率最大化，冷链装备多功能化是本次展会的一大亮点。如制冰/热水联供模块，机组可以同时制冰和制取生活热水，实现了供冷/供热多功能。一库多温实现了对冷库的充分利用，可以同时满足不同物品的储存需要。

(4) 信息化

我国冷链信息化虽然起步较晚，但是从这次展会上看，发展十分迅速。云端实时监控，将温湿度数据上传至云平台，时刻保证货物安全，可以通过短信、APP、邮件以及本地声光远程超温报警，随时调整用户不合理的参数设置，通过大数据分析，优化设备运行，充分利用峰谷电价，提高经济效益。

6.1.2 特色产品

本次展会中，在冷链各个环节中均出现了一些较有特色的产品。

为了解决好“最初一公里”的问题，冰山集团在果蔬预冷这一环节起到了很好的示范作用。预冷+冰温联合保鲜是一种不改变现阶段果蔬生产流程和运营习惯的保鲜新方法。相比于传统的固定预冷，其采用的移动压差预冷装置能够得到充分利用，适用性高，具有高集成和便捷性等优势，在田间地头完成对农产品的

快速预冷，适应季节变化，对不同果蔬进行作业，使得特色新鲜水果能够长期贮藏和运输（图2-70）。



图2-70 移动压差预冷

在速冻技术方面，南通四方、星诺人等展出的螺旋式速冻机，能够在较小的地面空间内冻结大量的产品，具有很高的效率（图2-71）。主要的特点是换热器采用变片间距结构，换热效率高，降温快。采用CIP清洁系统，可完成全自动强力清洗、消毒等。冷冻全程智能化监控及生产线智能控制和远程服务技术让设备能在最佳状态运行。



图2-71 螺旋式速冻机

冰轮环境公司的新型的U-Turn供液技术能够采用撞击、重力、离心三级高效分离原理，实现微重力供液，降低了循环倍率，气分体积小，立管存液量小，从而降低了氨充注量，提高了系统运行效率（图2-72）。



图2-72 U-Turn供液技术

大森的二氧化碳流态冰-热水联供模块，一方面机组可以通过制冰端制取流态冰来供冷或蓄冷，另一方面还可制备热水，实现了供冷/供热多功能（图2-73）。



图2-73 二氧化碳流态冰-热水联供模块



图2-74 电动冷链车

电动冷藏三轮车的出现是本次展会的另一大亮点（图2-74），包括单温区冷藏三轮车、

冷藏冷冻双温区冷藏三轮车，它们采用机车电动驱动和冷藏箱电池驱动蒸汽压缩式制冷，有的甚至还采用了太阳能等可持续能源，这对于冷链城市配送最后一公里起到了至关重要的作用。

黎达制冷、精创电气等均针对食品冷冻冷藏采用了云平台智能化管理（图2-75），实现了基于云平台和大数据的冷链物流全程信息化管理。



图2-75 食品冷冻冷藏云平台

6.1.3 冷链设备发展趋势

随着城镇化水平的提升，人们对高品质食品的需求量越来越大，这也意味着冷链设备行业具有广阔的发展空间。从本次展会的产品来看，冷链设备的发展具有如下趋势：

(1) 安全环保制冷工质的应用

随着对制冷工质零ODP和低GWP的要求越来越高，传统的天然工质吸引了广大的企业的眼球。在本次展会上采用二氧化碳工质的产品极为广泛，这也意味着天然工质使用会在日后日趋成熟。另外，还需加大对各种低GWP混合工质的研究，满足不同冷链设备需求和实现更高的系统效率。

(2) 可再生能源的应用

可持续发展在今后的冷链设备中会得到更大的体现。在本次展会上出现了少量的以太阳光能为能源的设备，但是随着节能环保理念逐步深入人心，相信未来在冷链设备上使用可再生

能源如风能、太阳能、地热能是一重大的发展方向。

(3) 冷链设备多功能化

将冷链设备的功能多样化，能够实现设备使用效率最大化。比如说，冷藏车可以在不同的情况下用作预冷、冷藏或者运输，拥有多温区储存不同品种的食品，从而使其功能得到最大化利用。

(4) 冷链设备信息化

从本次展会来看，目前的冷链设备的智能化程度相较以往有一定提升，但是还是存在着一些“断链”的问题，还没有实现对冷链的全过程监控与管理。因此我们需要对易腐食品整个流通过程建立完整的温湿度和位置监控，实行全程信息化管理，确保食品安全。

6.2 制冷系统部件-换热器

在换热器方面，展会参展产品仍是涉及换热器众多结构形式，包括壳管式换热器、钎焊板式换热器、壳盘管式（板壳式）换热器、高效罐换热器、同轴套管换热器、翅片管换热器、微通道换热器等。

6.2.1 壳管式换热器

江苏宝得换热设备公司将壳管式换热器应用于蒸发器，并开发双系统及四系统压缩机共用机组蒸发器（图2-76，图2-77）。还有很多企业还研发出了相关壳管式换热器的新技术。



图2-76 宝得煤改电专用蒸发器



图2-77 双系统/四系统蒸发器

6.2.2 钎焊板式换热器

浙江宁波哈雷公司专注钎焊板式换热器（图2-78，图2-79），产品尺寸不等，设计流量在0.36m³/h到60m³/h之间，流程方式有平行流与对角流等。此外还设计了DW系列带有泄露观测口，防止两种介质混合带来风险，可用于食品与制药等行业，及CO₂板翅式冷却器，适用于高黏度介质冷却等。



图2-78 哈雷公司钎焊板式换热器



图2-79 哈雷公司换热器

浙江峰焯热交换器公司的钎焊板式换热器具有独特纯双系统，将具有各自独立制冷剂回

路的两台压缩机组合起来，使水均匀冷却减少冻结危险（图2-80）。

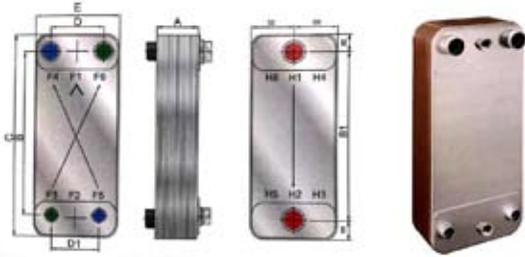


图2-80 峰煌钎焊板式换热器纯双系统

江苏宝得换热设备公司生产新型高效蒸发器，产品可耐45bar压力，最高温可承受250℃。

6.2.3 壳盘管式（板壳式）换热器

杭州沈氏节能科技公司设计新型壳盘管换热器，结合了壳管式换热器和板式换热器的特点，由内螺纹弯管制成Ω形与带折流板的壳体组成，增强扰流，强化换热，抗冻性好，耐腐蚀，应用于钢塑壳盘管换热器、泳池热泵壳盘管换热器等（图2-81）。

香港IES集团生产板壳式换热器（图2-82），结合了板式换热器及壳管式换热器的原理设计，由激光焊接而成的薄片换热器和承压设计的外部壳体组成，两种不同介质的流体分别经过板程和壳程。结构紧凑，传热系数大，耐高温高压，低压降，可组合串联增加换热长度，或并联多通道设计。



图2-81 沈氏壳盘管式换热器及Ω内管

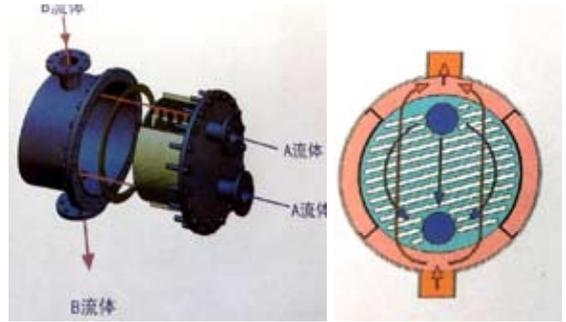


图2-82 IES公司板壳式换热器结构示意图

6.2.4 高效罐换热器

高效罐适用于各种制冷（热泵）系统，水在内管中流动，制冷剂在内管和外壳的夹层中流动，水路流速均匀，相较于板式换热器不易局部结冰、结垢。



图2-83 沈氏高效罐换热器



图2-84 峰煌高效罐热交换器

杭州沈氏高效罐内管采用双螺旋的高效翅片铜管，换热面积是同规格光管4倍以上，并采用独特设计保证制冷运行可靠回油（图2-83）。

浙江峰煌热交换器公司也展出了类似产品，其换热器结构采用了单/双水路（图2-84）。

6.2.5 同轴套管换热器

同轴套管换热器提供多种外形选择，能效高，结构紧凑。杭州沈氏节能科技公司不断研发改进同轴换热器，采用螺旋槽管，增加换热面积（图2-85）；设计双壁套管同轴换热器，采用双层内管，制冷剂在内管和外管夹层中流动，更安全可靠；内管采用不锈钢材质适用于氨吸收式空调，耐腐蚀（图2-86）；或采用内管镍白铜材质，承压效果好，适用于超临界二氧化碳气冷器等。其产品广泛应用于水（地）源热泵、制冰机、冷水机组、燃气空气源吸收式热泵、电池冷却系统、采暖热泵、净水器及船用空调等（图2-87）。



图2-85 沈氏同轴换热器螺旋槽管结构



图2-86 沈氏双壁套管同轴换热器



图2-87 沈氏同轴换热器

固安冰川制冷设备公司生产同轴套管换热器，内部换热管为自制独特高效多头管，对内部空间进行均匀分割，提高了换热性能。

6.2.6 翅片管换热器

德默菲换热器公司将翅片管换热器应用于CO₂干膨胀蒸发器，采用变翅片间距，在某些工况下节省面积，有利于化霜（图2-88）。韩国JOONGWON公司设计采用扁管，具有更好的换热效果（图2-89）。此外杭州新霓虹公司及瑞泰克公司等还生产旋翅片冷凝器（图2-90）。



图2-88 德默菲变翅片间距换热器



图2-89 JOONGWON扁管热交换器



图2-92 沈氏微通道换热器结构剖开图

杭州三花公司设计生产百叶窗结构微通道换热器（图2-93），盾安环境设计生产热泵型插片微通道（图2-94），应用于蒸发器、冷凝器、热泵及热泵热水器等，采用特殊折弯结构，使热传导面积最大化。



图2-90 旋翅片冷凝器

6.2.7 微通道换热器

杭州沈氏节能科技公司微通道换热器，换热系数可高达 $5000\sim 10000\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，与同样换热能力的板式换热器相比通道容积可减少93%（图2-91，图2-92）。



图2-93 三花微通道换热器

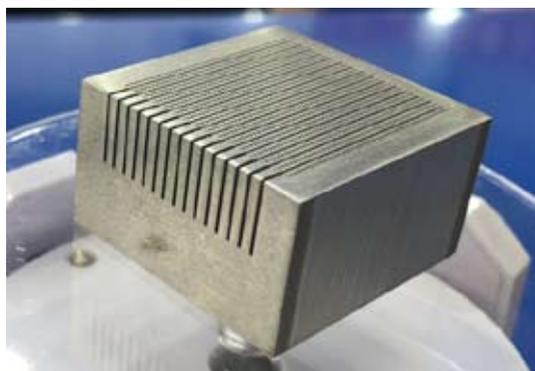


图2-91 沈氏微通道换热器结构

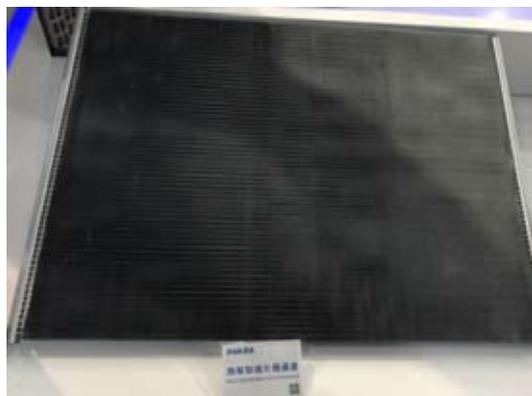


图2-94 盾安环境热泵型插片式微通道

浙江金丝通公司生产微型微通道圆管换热器(图2-95,图2-96),通道内径在0.38~0.5mm之间,不需要翅片加强散热,产品体积在同样制冷量下可减少50%。此外还有围叠式微通道换热器,将微通道交错层叠,极大地提高了换热效果。

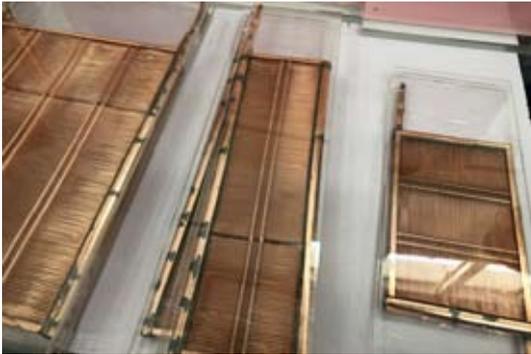


图2-95 金丝通圆管微通道换热器



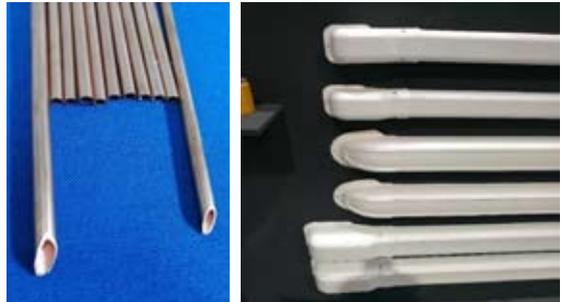
图2-96 金丝通围叠式微通道换热器

丹佛斯针对冷水机组蒸发器开发Z型微板换热器,产品运用点阵式设计,在板片上形成非对称的Z字形制冷剂回路,增大了换热面积,充分混合气态和液态制冷剂。

6.2.7 管材与保温材料

在管材方面,整体规模保持稳定,小管径换热器(5mm管换热器)展出规模增加,5mm内外强化管展出增加,特别是金龙集团展出了4mm内外螺纹强化铜管。国内还未有应用4mm管的换热器,其主要用于出口。

在保温材料方面,由于北京冷库火灾事故,各厂家也在对聚氨酯保温材料燃烧性能等级的提高进行积极探索,得贝尔展出了B1级冷库集成板材。此外,一些产品从细节入手,特别是非常规管道保温,出现一批成型的保温材料,方便施工,同时也更美观。河北华能中天展出了橡塑板,该产品具有导热系数低,阻燃性能好,抗震性能好,安装方便,外形美观,柔韧性好,闭孔式结构,防潮性能好等特点。



4mm内外强化铜管 管槽系列保温材料外壳



一体成型PE保温材料

图2-97 管材及保温材料

6.3 制冷系统零部件

除压缩机和换热器之外,其他各种辅助部件也是实现制冷系统各种功能和运行调节的必要组成部分。本次制冷展中,展出了服务于节能环保制冷系统的相应部件产品,另一方面,部件集成化是制冷配件的又一大特点。

6.3.1 CO₂制冷系统相关部件

卡乐电子调节喷射器使得二氧化碳跨临界系统能够以更高的吸气压力设定点工作,即便在气温较高地区也能保证系统的制冷效率。喷射器的步进调节保证制冷系统在变空调负荷情

况下维持在高效率运行状态。卡乐的Emj系列步进可调式喷射器拥有六个不同型号，以满足从便利店到大型超市/冷库的不同应用需求。



图2-98 步进可调式喷射器

丹佛斯全新开发的多联喷射器，确保CO₂跨临界系统在任何气候环境均能高效运行，具备高增压功能，用于平行压缩机系统；具备低增压功能，用于非平行压缩机系统；具备液体喷射功能，用于满液式蒸发器。



图2-99 丹佛斯多联喷射器

在本届制冷展中还展出了其他专用二氧化碳制冷剂的部件，如布鲁(BLUE)制冷工业有限公司用于二氧化碳的304不锈钢球阀、立式储液器及油分离器等。

6.3.2 低压损大容量四通换向阀

三花SHF系列低压损大容量四通换向阀广泛应用于大型热泵型制冷系统，通过改变制冷剂流向，实现制冷系统制冷/制热模式的切换（如图2-100）。主要特点为：（1）采用专利技术

实现直接驱动阀芯旋转切换流道，采用间隙软密封结构，解决动作卡死问题，提升产品动作可靠性；（2）采用与接管口径相同的阀口径，“等径流道”，降低系统局部阻力；（3）采用专利技术的结构设计，控制产品换向时的流量，减小系统液体冷媒的迁移，减小对系统压缩机的冲击及损害。



图2-100 低压损大容量四通阀

6.3.3 组合式部件

为了简化制冷系统的生产安装流程，很多部件生产公司将一些典型的部件组合在一起，形成各种组件，便于制冷系统厂家选购和生产。

图2-101为浙江盾安公司提供的各种管路组件，不仅有不锈钢管组、铝管组，更将四通换向阀等与相联结的管路组合在一起。



图2-101 盾安公司各种管路组件

盾安公司还展出了TP系列压力温度传感器（如图2-102所示），提供了压力和温度两种传感功能，集成在牢固和质量轻便的封装形式中。TP系列是针对实时精确过热度监测的理想产品，能够对过热度进行精准和实时测量，可广泛应用于新能源车热管理系统、商用制冷及热泵系统中。



图2-102 盾安公司TP系列压力温度传感器

图2-103为青岛伊兹米公司展出的复合型集约控制阀，将四通换向阀和电子膨胀阀集成在一起，通过一个线圈即可同时实现系统制冷/制热模式的切换和对电子膨胀阀开度的控制，不仅结构小巧，而且降低了能耗，可适用于家用热泵型空调和车载热泵型空调。



图2-103 伊兹米公司的多功能集约控制阀

丹佛斯针对大型工业制冷系统推出了多个型号的ICF系列组合阀（如图2-104所示），简化了制冷系统设计、现场施工和控制，提高了冷媒的流通能力。



图2-104 丹佛斯公司ICF系列组合阀

丹佛斯还展出了制冷系统用经济器组件（如图2-105所示），简化了带经济器制冷系统的设计和加工。



图2-105 丹佛斯公司经济器组件

派尔克制冷公司更是将避震管、油分离器、储液器、干燥过滤器、视液镜、电磁阀、压力控制组件（高低压表、表座、压力控制

阀)、油分离器、管路连接管(铜连接管和软管)、机架等十个部(组)件集成为“快装十件套”,为活塞压缩机制冷系统提供了标准化模块,如图2-106所示。



图2-106 派尔克公司的快装十件套

北京红苑制冷设备厂展出了氨改氟专用膨胀泵(图2-107),将相关部件进行集成设计,为氨制冷系统改造为氟制冷系统提供了简化方案。



图2-107 北京红苑的氨改氟专用膨胀泵

6.4 小结

冷链设备作为这次中国制冷展的重要组成部分,一方面展现了冷链各环节技术和产品的快速发展,如冷链“最初一公里”的预冷设备和“最后一公里”的生鲜配送设备得到进一步发展,冷链设备技术正朝着安全环保、高效节能、多功能化和智能化稳步迈进。另一方面,由于冷链物流和冷链设备在我国仍处于初步发展阶段,面临研究基础薄弱、能耗高、自动化程度低、自主技术含量低、缺乏竞争力等挑战,需要在安全环保制冷工质应用、可再生能源应用、冷链设备多功能化和冷链设备信息化等方面开展技术攻关和产品的研发,期盼更多的企业加入到冷链设备的行业中来,共同建设“全程温控、标准健全、绿色环保、应用广泛”的冷链物流服务体系,为保障食品安全提供技术与设备支持。

在制冷系统的换热设备方面,壳管式换热器产品较少,仍以板式换热器及翅片管式换热器为主,各大品牌生产厂家在提高换热器换热效果及可靠性上不断改进创新,如针对板式换热器冻结问题开发的高效罐换热器、结合壳管式换热器和板式换热器生产壳盘管式或板壳式换热器,如何提高换热器效率、如何发展微通道换热器仍是厂家研发及发展重点。在制冷系统阀件等其他配件方面,二氧化碳等天然工质配件得到快速发展,并呈现出部件集成化特点。

三、学术交流

(清华大学王宝龙副教授、崔梦迪硕士生、闫帅博士生、姜思航博士生、于洋硕士生)

学术交流是中国制冷展的重要内容。此次展会期间，组委会主办了4场主题论坛、20场专题研讨会、41场技术交流会以及6场公益活动交流会，相比于去年展会，规模及数量均有显著增加。围绕“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”的展会主题，解析国家政策导向，关注行业热点问题，聚焦产业技术创新，研讨未来发展方向。

1. 主题报告会

2018年是全面贯彻中共十九大精神的开局之年，推进绿色发展，建立清洁低碳、安全高效的能源体系是十九大报告的重要内容之一。展会开幕式上，清华大学李先庭教授主持了以“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”题的主题论坛。来自国内外的四位知名专家分别就“新时代产业政策转型及对制造业发展的影响”、“不忘初心，紧随时代，引领发展”、“建设低碳的城市能源系统”、“欧洲现代冰上运动场馆技术”等议题进行了深度解析。

1.1 新时代产业政策转型及对制造业发展的影响

组委会邀请中国宏观经济研究院产业经济与技术经济研究所所长黄汉权研究员做了“新时代产业政策及对制造业发展的影响”主题报告。黄汉权所长从围绕“产业政策对错”的张林争论出发，深刻分析并客观评价了中国产业政策的实践经过，指出中国产业政策转型势在必行，并对产业政策转型方向及其对制造业发展的影响进行了详细阐述。

张维迎与林毅夫两位经济学家的产业政策之辩，实质是围绕“经济向好发展，究竟需要不需要政府来干预”展开的，反对产业政策的

张维迎认为，政府干预经济过程中，政府失灵比市场失灵的后果更糟，产业政策仍遗留着浓厚的计划经济色彩，阻碍着企业家精神的发挥和市场经济的发展，还带来寻租行为和腐败；而支持产业政策的林毅夫则认为，经济发展需要产业政策才能成功，在经济发展过程中，“有为的政府”也必不可缺。产业政策是否有效，从不同的视角出发得出了不同的结论。

黄汉权所长指出，客观地评价中国产业政策实践不能一概而论，既要肯定其已产生的积极作用，又要直面其弊端。不可否认，我国的产业政策对产业园区集聚发展、快速做大产业规模、缩小产业技术差距，成就世界第一制造业大国地位发挥了积极作用，但也存在管得过宽、功能性产业政策不完善、市场化法治手段不足、政策治理机制不完善等弊端。

中国的产业政策转型是弥补现有产业政策不足的需要，是深化改革、发挥市场在资源配置中的决定作用并更好地发挥政府作用的需要，也是我国经济从高速增长阶段转向高质量发展阶段的需要，其势在必行。黄汉权所长分析指出，产业政策转型的思路是：由产业政策为中心转为竞争性政策占基础性地位、产业政策占辅助地位；产业政策回归弥补市场失灵本原，但也要警惕政府失灵；实施“市场友好型”产业政策。简言之，即为“增进市场，促进竞争；数量瘦身，聚焦短板；审慎干预，及时退出（例如新能源汽车、光伏发电补贴政策）；宽进严管，分类监管（例如全面实施负面清单制度）”。

产业政策转型将对制造业产生一定影响，并引领其向好发展。黄汉权所长分析认为，当前国内供求关系失衡，低端产品供给严重过剩、高端产品供给不足，难以满足人民群众消费升级和多样化、个性化需求，能否提供高质量产品和优质服务成为制造业的生命线，这就要求实现高质量发展的政策配套体系。国家创

新驱动发展战略的提出与实施已使创新成为引领制造业发展的第一动力，我国制造业进入并占据中高附加值环节、掌握关键核心技术、拥有自主知识产权和自主品牌的现实状况标志着我国制造业正迈向中高端水平。对“十三五”高增长行业规模、主要工业行业销售收入增长情况、主要共轭行业利润增长情况以及主要行业研发投入强度与销售收入关系的数据分析表明，绿色发展已成为普遍形态，生物与健康产业、文化与数字创意产业、节能环保和新能源产业、新一代信息产业、高端装备产业与新材料产业、互联网新业态等一系列新产业新动能继续保持较快发展。

制冷行业与居民生活息息相关，其产品直面人民对美好生活的需求，把握节能环保的机遇，不断发展创新相关技术，将使其更好更快地适应产业政策转型，不断向好发展。

1.2 不忘初心，紧随时代，引领发展

中国制冷展专家委员会主任、教授级高工吴德绳先生做了“不忘初心，紧随时代，引领发展”的主题报告。吴德绳先生从“不忘初心，牢记使命”、“紧随时代”、“引领发展”三方面议题，主要讲述了宏大的国家发展进程与制冷展涉及的各行业的关系，并在最后对行业内的产品制造业工作者、建筑产业的工程专业设计工作者、全体科技工作者等全体同仁，提出了共同努力，不忘初心，引领行业发展的希冀。

不忘初心、牢记使命部分，吴德绳先生引用习主席在十九大报告中的话语，深入浅出地指出，“不忘初心，牢记使命”的认识论、方法论是我们哲学修炼、素质提升、努力学习的重要方面。生活中，我们也曾经历或听闻最终没有达到目标而失败的事情，而经过反思，恰是由于忘却了初心，偏离了使命。如：某科研课题的结题验收会议上，常见汇报人忽略了应把立项的承诺和成果进行对比汇报，却把科研

中他最得意的点作为重点，忘却了会议主旨；攻读博士学位的研究生中，也不乏没有按初心审视工作，最后草草了事，以致影响论文和科研水平的事例。行业内，吴德绳先生指出，在居住建筑方面，习主席曾对我们行业不忘初心作出指示：“房子是为住的，不是为炒的”。制冷空调行业的重点是为建筑业服务的，一直以来是我们的共识与常识，而我们恰恰是做错了，建筑设计研究院多年来为房地产开发商做项目设计，开发商的宗旨是“利益最大化”，我们设计的住房变成了炒的，建筑的管理部门也犯了同样的错误。以致出现了：工程设计中选用设备和材料廉价中标，不为住户保证品质；方案的选定是低投资、高运行费、不环保的设计导向；毛坯房销售怪现象的出现和推广；超密度、超容积率的设计不合理问题等一系列问题。同样地，在公共建筑方面，习主席对“奇形怪状的建筑”提出过批评与反对，吴先生将其概括为“公共建筑是为用的，不是为看的”，这其实指明了我们发展中国建筑的美学方向、建筑理论、民族特色、时代精神和文化自信的正确追求，并进行深化的改革。

紧随时代部分，吴德绳先生从世界到我国、从历史到现代，深刻揭示了我們当下的时代背景，并将其概括为，我们正处在世界技术发展速度提升的飞跃时代！世界科技发展已进入了大数据、智能化、“质”发展的时代！世界政治处在巨大变革的大动荡、大改组时代！我国处在历史上离复兴民族之梦最近的时代！我国工业化正处在相当于国际的工业3.0的后期，向工业4.0前进的时代！我们与发达国家发展相比，正处在后发优势，弯道超车的重要时代！我们正处在创新改革的时代！这样的时代，对于我们，是机遇也是挑战，要求我们必须紧抓机遇、不辱使命、促进行业的创新发展。

吴德绳先生指出，引领行业向好发展离不

开各种职业工作者的共同努力。具体地，对于产品制造业而言，倡导不断进取、精益求精的“工匠精神”，推进“个性化定制，柔性化生产”的模式，要将智能化的现代生产的学习引入企业，要有现代化的企业管理。对于建筑产业的工程专业设计工作者而言，从设计规范的历史来挖掘“问题”进行创新、改革；科学的“方案选定”逻辑做好设计；提高民族自信心，确定适合我国的设计思想；贯彻房子是为人民住的，不是为炒的的初心，进行创新体制机制的改革和建设；以科学性进行科学事业，并团结各有关方面做好改革。对于科技工作者而言，加强科学普及工作的初心即是：提高全民的科学文化素养，需要扎扎实实地推进科普工作。

最后，吴德绳先生从本专业的历史、功绩、差距、前途、使命等方面，详细阐述了对本专业发展的自信，并号召行业内全体产、学、研、用、管、媒的同仁们，不辱使命、共同努力！

1.3 建设低碳的城市能源系统

中国工程院院士、清华大学江亿教授做了题为“建设低碳的城市能源系统”的主题报告。江院士从应对气候变化、减排二氧化碳的形势出发，明确指出了天然气在我国能源系统中的作用。紧接着，江院士对我国目前典型的能源结构问题——弃风弃光现象进行了深刻的分析，揭示了其存在的原因，并指出解决问题的关键是使得终端用能结构适应供给侧的变化。而后，江院士就目前我国城市能源系统中分布式能源发展的一些倾向，探讨了这些倾向是否应是未来实现低碳的发展方向问题。最后，江院士重点分析并指出了区域供冷不是低碳能源系统。

应对气候变化、减排二氧化碳已成为全球议题，我国政府已签订巴黎议定书，承诺积极应对气候变化。在此背景下，江院士指出我国必须实现能源革命——以可再生能源和核能为

主的能源结构。另一方面，通过分析国际天然气贸易数据，江院士指出我国能源若过度依赖天然气是行不通的，宝贵的天然气资源宜用在化工、工业窑炉、居民炊事、为电力调峰的天然气电厂、以及可以大幅度降低污染物排放的其它场合。已有成例表明，大多数零碳能源的输出形式是清洁电力（水电、风电、光电、核电等），电力是低碳能源的供给结构要求的终端用能方式，我国宜大力增加电力在终端用能中的比例，并从电源侧与负荷侧同时入手大力解决电网调峰问题。

数据表明，我国目前的存在严重的弃风弃光现象，究其原因，风电光电比例增加，使得电源侧不可控部分增加，而缺少灵活的电源直接导致此现象发生。江院士指出，发展灵活电源，解决弃风弃光是我国低碳能源发展的关键。为此，应提倡终端需求响应的用电模式（如电动汽车、智能充电桩，建筑中的分布式蓄电等），发展可为电网进行电力调峰的灵活电源（如燃气蒸汽联合循环电厂等）。

大规模区域供冷、热电冷三联供、大规模地源热泵的区域供冷供热、多能互补的能源站等是我国目前城市能源系统中分布式能源发展的典型倾向。江院士重点就其中的区域供冷倾向进行了详细分析。首先，从区域供冷的定义出发，列出了可能存在的众多优势：冷源规模大，效率高；由于末端高负荷不同时出现，可减少总装机容量，节省投资；避免到处安装冷却塔；省地；可采用冰蓄冷、水蓄冷等，为电网调峰；燃气分布式冷电联供，可为电网削峰填谷；可采用分布式发电，回收低品位热量，提高能源利用率；便于管理，节省人力等。而后，江院士从“集中供应系统往往增加末端消耗量”、“长距离输送增加了输配损失与能耗，增大了调节困难”、“冷源增大到一定容量后，能效不再增加”三方面详细论证分析，并结合国内外已建成的区域供冷系统实例，对

开始提出的可能性优势一一驳斥：多台冷机并联并不能提高能效；目前分散冷源装机容量过大，应减少，但区域供冷并不能降低投资；改善市容景观确是优势，但高能耗的代价得不偿失；大量管道埋在地下，占用了宝贵的地下空间资源；分栋独立冷源可以做更好的蓄冰蓄水系统；燃气分布式冷电联供，整体用能效率低于集中发电，然后再用电制冷；燃气调峰电厂可快速调峰，末端电动制冷蓄冷，对电力峰谷调节幅度更大；随着互联网、物联网技术的提高和普及，无人值守冷站已成现实，未来应该是工艺设备更加分散，依靠信息网实现联合管理、调控。

最后，江院士明确指出，发展低碳型城市能源系统的核心是可再生能源利用与电力调峰；区域供冷不是低碳能源；发展以天然气为动力的热电冷三联供和区域能源系统既不节能，也不利于优化能源结构。

1.4 欧洲现代冰上运动场馆技术

欧洲供热通风空调学会联合会，GEA冷冻荷兰公司的Ernst Berends教授在大会上做了Modern European Ice Rink Technology（现代欧洲冰雪场技术）的主题报告。

Ernst Berends教授首先介绍了欧洲民众对冰雪运动的热爱，尤其是荷兰的当地居民通常以冰雪运动为乐趣。中国的冰雪运动也非常丰富，但是中国用于冰雪运动的场地非常少。Ernst Berends教授对比了中国和荷兰冰雪运动场地的差别：荷兰（1700万人口）的冰雪运动场地是中国（14亿人口）的近100倍。

荷兰早在1961年阿姆斯特丹就由GEA Grasso设计和建造世界首创性的通过NH₃蒸发式制冷循环建造了400米的露天冰场；1986年，GEA公司又在Thialf Heerenveen建造了全世界第二个封闭冰场。

Ernst Berends教授介绍了冰场制冰过程中的几个关键问题和原理：冰在-6℃~-7℃时的摩擦

阻力最小；他介绍了现代制冰的几个条件；由于竞赛用的冰雪场地，对冰的要求非常苛刻，他介绍了几种典型的制冷剂及其制冰原理以及制冰过程中供冷量的计算方法和GEA公司的计算程序。在2001年的Thialf场地改造项目中，将NH₃直膨式系统改造为R507 DX / Brine载冷剂系统，节能率达到30%。

Ernst Berends教授介绍了载冷剂系统的几种主要技术方案，并介绍了几个实际应用案例。对于NH₃ / CO₂载冷剂系统，有制冷量不降低，无毒、无腐蚀性，低泵耗的优势。在荷兰，总共有4个400m的速度滑冰场采用这一系统。而在加拿大Quebec则建成了全球首个全CO₂制冰系统。对于这一建筑，由于其游客很多，所以其冷负荷和湿负荷都非常高，而外界的湿度也非常大，因此充分利用了室内热流，如采用空气幕系统等。

Ernst Berends教授还分析了全球其他多个著名的冰上运动场馆的情况。其中，包括索契冬奥会场馆以及阿斯塔纳的场馆的low-e玻璃，Inzell场馆的气流组织分析，Thialf的天花板设计、热回收装置等。他综合以上场馆的节能建设经验，给出以下建议：采用低排放限额；保持较低的厅内温度和相对湿度；使用低浓度的盐水/乙二醇；避免阳光直射（使用窗帘等）；室外场地采用风盾等；采用LED照明。最后他分析了北京冬奥会的场馆建设，并预祝冬奥会圆满成功！

2. 专题研讨会

2.1 低品位工业余热利用

提高工业部门的能效、减少集中供暖过程的化石能源消耗，已经成为我国当前节能减排和治理大气污染的重点任务。工业部门排放的低品位余热不能为其自身所用，但却可以解决集中供暖热源紧缺、化石能源消耗过大的问题。为此，展会技术委员会特设置了“低品位

工业余热利用”专题研讨会，由中关村天合科技成果转化促进中心主任朱希铎主持，聚集了来自全国各地的工业余热回收利用技术业内专家、专业投资人、政府专家等百余人。

清华大学建筑学院夏建军副教授做了“低品位工业余热利用”的报告。报告围绕低品位工业余热应用于城镇集中供暖的关键问题和对应的解决方法展开讨论。随后，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心、康居认证中心副主任梁浩，大连冷冻机股份有限公司总经理、武汉新世界制冷工业有限公司董事长丁杰，冰轮环境技术股份有限公司副总裁、总工程师于志强，天津天保能源股份有限公司空港、海港热电厂厂长冯巍，艾格资本执行董事杨景芝等政企工商界人士进行了深入细致讨论。其中，梁浩副主任强调，在党的十九大报告中，加快生态文明体制改革，建设美丽中国，必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策，像对待生命一样对待生态环境。

2.2 工艺用热泵

在食品药品及农业领域中，干燥工艺对于产品质量及种子合格率等有较大影响。传统的干燥方法能耗大且污染严重，在干燥理论及相关设备研究进程中，我国与欧美发达国家存在较大差距。为此，展会技术委员会特设置了“工艺用热泵”专题研讨会，由清华大学建筑学院李先庭教授和中国科学院理化技术研究所张振涛研究员共同主持，聚集了来自全国各地相关领域的专家与企业技术人员。

中国科学院理化技术研究所研究员张振涛进行了“农产品加工过程热泵技术研究进展”报告。报告内容指出，采用热泵替代传统干燥方法节能效果显著，其中，干燥工艺的合理设计对系统运行影响明显。但目前干燥用热泵设备压缩机的研究相对滞后，且多数工艺中结垢现象严重，没有较好的解决措施。

随后，中国科学院理化技术研究所研究员杨鲁伟，中国林业科学院木材工业研究所研究员周永东分别进行了题为“热泵蒸发与精馏技术”及“木材热泵节能干燥技术”的报告，其中杨鲁伟研究员就MVR系统设计及相关计算方法进行了较为细致的介绍，周永东研究员则结合具体案例，对木材干燥热泵的应用形式及经济性进行了相关分析。河南佰衡节能科技股份有限公司副总程怀岗及丹佛斯中国制冷与空调渠道管理部的项招鹏经理就企业生产过程中的问题进行相关报告。其中，程怀岗副总以“烟叶热泵干燥技术”为题的报告中对热泵烤烟技术及相关效益分析后，得出该项技术的大面积推广需电力配套和政府资金补贴的结论。

2.3 地铁环境控制

城市轨道交通特别是地铁作为高速发展的高能耗行业，是落实节能减排目标的重点对象。如何降低设备能耗，全面推进系统性节能，真正实现“节能、低碳、绿色、环保”，引起了广泛的关注和重视。因此，本次展会设立了“地下铁道环境控制”的专题研讨会，由《暖通空调》杂志社刘承军社长主持，参会人数达100余人。

美的通用制冷设备有限公司研发主任工程师陆海龙博士，对“变频螺杆式冷水机组在城市轨道交通中的应用”发表了自己的看法。他指出城市轨道交通正向节能方向发展，这其中空调系统的制冷主机有很大的节能潜力。变频螺杆机组通过频率降低调节制冷量，部分负荷时的COP优于常规定频机组，能效可大幅度提升，尤其适用于轨道交通；与离心式冷机相比，螺杆式冷机还具有可自行适应外压比、压缩机喘振影响小等特点。通过案例分析，证实变频螺杆机组具有优良的节能效果，而美的所研发的变频螺杆机组的若干产品具有高效节能、容量精准、运行可靠、操作便捷等优势。

南京天加环境科技有限公司高级工程师丁

红雨经理介绍了天加公司的发展历程，公司在轨道用核心产品和群控方案设计方面居于全国领先地位。从地铁站的环控目标，如温湿度、新风等出发，指出了环控原则。同时，他介绍了公司的相关产品及应用中的注意事项，如功能段排布方式、净化末端选择、低噪音设计等。最后展示了天加在广深等地的各类轨道交通工程中的优秀业绩。浙江盾安机电科技有限公司战略客户部杜景海总监也就“轨道交通地下车站高效环控系统建设与运维的实践”提出了自己的看法，基于盾安公司丰富的营销实践经验，针对传统运维中出现的系统能耗居高不下、难以量化考核等问题，提出在线诊断运维的方案，该方案可实时监测系统能耗并进行系统健康度量化评估。他还指出，交钥匙工程是未来的发展趋势，而如集成高效水冷式空调系统等的集成产品、智能化及节能改造工程是新的业务增长点。

苏州必信空调有限公司总经理查晓东先生做了“磁悬浮离心水冷直接制冷式地铁空调的研制进展和产品特点介绍”的技术报告。查晓东总经理结合若干工程项目，基于大型传统直膨空调箱具有系统回油困难、制冷量不易做大等缺陷，介绍了磁悬浮变频离心机具有无润滑、少运动部件、小容量、大范围变频调节等技术特点。对地铁专用磁悬浮直接蒸发式空调产品进行了典型工况的测试后，发现该产品具有良好的运行性能。

江森自控ADTi爱思克空气技术有限公司总经理陈健先生作了“垂恩城市轨道交通地下空间环境空气综合解决方案”的技术报告。陈健总经理展示了垂恩在苏杭等地轨道交通工程中的优秀业绩。介绍了一种地下空间环境空气综合解决方案，方案中所采用的“主动式空气净化”等方法使得该方案具有高效节能、应用灵活、稳定可靠、健康环保等优势。

贵州天睿水处理节能有限公司研发工程师

徐东周先生作了“天睿节能中央空调水处理整体解决方案”的相关介绍，徐东周经理首先介绍了中央空调循环水系统常出现的结垢、腐蚀、菌藻现象，以及传统水处理方式具有的排污不及时、人工加药量不易精确控制等问题。而胶球清洗系统和冷却水自动加药设备则可克服上述弊端。通过对远大D30酒店、上海数据港等工程项目的应用测试，证实胶球系统具有节约人力成本、节能潜力大、主机运行寿命长等优势。

2.4 轻型商用制冷设备论坛

本次展会特别设立了“轻型商用制冷设备论坛”专题研讨会，以期通过研讨交流将现在的新技术和新产品进行展示和阐述。本次专题研讨会由西安交通大学能动学院制冷与低温工程系晏刚系副主任担任主持人，华商国际工程有限公司的司春强高工等5人作了专题报告，现场与会人员众多，反响热烈。

华商国际工程有限公司的司春强高工作了“自携式商用冷柜能效标准和实施规则解读”的技术报告。自携式商用冷柜因具有合适的温度性能、良好的展示性和能耗水平使其市场需求呈逐年递增趋势。司春强高工从适用范围、制定过程、限定值计算等方面详细阐述了GB 26920.2-2015《商用制冷器具能效限定值和能效等级第2部分：自携式商用冷柜》标准的内容。通过评价方法调研、冷柜数据调研、评价指标制定形成最终标准。相应地，他也从实施依据、能效备案、标识内容、监督管理等方面详细阐述了该标准的实施规则。

国家电网记者陈建明先生对天然制冷剂的机遇作了相关介绍。伴随着ODS的淘汰，作为替代物质出现的氢氟碳化物（HFCs）使用量激增，但其易产生温室气体。基加利修正案等一批公约已对其进行逐步管控，目前许多国家已积极批准此修正案，我国将于2024年进行HFCs生产与消费的冻结。这意味着设备厂商在

制冷剂技术的选择上需要更加谨慎，而未来我国生产的设备要进入欧盟市场，在制冷剂技术上一定要有改变。可以预见，CO₂、NH₃等天然制冷剂未来的市场规模有望不断增长，政策、政府、标准、市场将对其给予支持。

思科普压缩机/尼得科压缩机公司的李鹤女士作了“丙烷变频技术与顶级能效的超市冷冻岛柜”的技术报告。她指出，影响制冷市场的关键因素包括国际社会对环保制冷剂的支持以及对HFCs等的管控、各地区的能源法规对商用冷柜提出最新要求、市场呼唤总体运营成本优化等。丙烷因具有环保、化学稳定性好、可极大提高系统能效等优势特别适用于便携式设备，而变频压缩机因具有低噪音、可精确控温、符合能效新规等优势成为提升系统能效和优化整体运营成本的不二之选。对超市冷冻岛柜进行对比测试的结果表明，丙烷将为低/中背压轻型商用制冷设备提供最佳总体运营成本方案，而采用碳氢制冷剂虽然需要变更设计，但只要方法得当，完全切实可行。

丹佛斯制冷客户培训经理沙陆先生介绍了冷库行业现状及丹佛斯解决方案。他认为，冷库行业目前存在工程商环节缺乏技术、短时间内完成的冷库工程质量过度依赖经验、产品标准化程度低、缺乏研发设计、低价竞争等特点。具体来说，国内现有直膨冷库系统存在着过热度控制效果不佳、干回气管过长导致压力损失过高、制冷剂分布不均匀、结霜严重等问题，这些问题将导致产品品质恶化。沙陆经理最后介绍了丹佛斯冷库制冷机组，针对上述问题，它可实现机组可靠性最大化和配置最优化。

福建雪人股份有限公司工程师刘长增经理介绍了Refcomp冷库一体机的技术传承与应用创新。他指出，目前制冷行业普遍存在系统内匹配度差、具备资质的安装企业占比较少、缺乏专业的售后技术培训和团队服务建设等问题。

针对这些问题，Refcomp冷库一体机提供了全厂内完成、流水线作业的解决方案，具有制冷系统高度集成化、易于安装和维护、系统安全稳定、高效节能等优势，其创新主要体现在采用全封闭涡旋压缩机实现一体机宽工况、小温差换热实现高湿度使用要求、水冷顶置和风冷强制排风解决一体机散热问题等方面。随着客户需求品质的提高，这些优点使其应用在更多元化的场合，如生鲜配送、定点农补、中央厨房等。

2.5 制冷空调系统的运行维护与管理

制冷空调系统的运行维护和管理是实现制冷系统正常运行的重要保障。在研讨会上邀请了四位一线从事研究制冷空调系统运行维护管理工作的专家，就空调系统的运行维护管理方法和技巧进行了汇报交流。

清华大学建筑技术科学系魏庆芄副教授作了题为《制冷空调系统运行维护管理节能与创新的土壤》的报告。其从实际案例出发，阐述制冷空调系统运行维护与管理的现状、特点和提升空间；并阐述了系统运行维护与管理对我国建筑节能和创新的重要意义，同时间还介绍了今后发展趋势。他主要提出以下四个问题：冷站全球供冷量分析，末端设备的特点；冷机容量搭配与加减机组的控制策略，提升机组的负荷率；二次泵运行过程中的混水问题；末端水泵增压比在分水器出口增压更有效果。

杭州西湖国宾馆副总经理寿军平高级工程师在《饭店空调系统运维优化管理》报告中，从空调运维管理工程师角度出发，分析饭店中央空调运维管理现状；阐述在中央空调系统的设计、施工及运维管理中如何提高系统的服务品质及实现节能减排的技术途径，并介绍其实际应用效果。

中国建筑节能协会地热能供暖技术推广中心副主任委员、国建吉通地热能科技（北京）有限公司董事长王连永在《水（地）源热泵供

暖系统的高效运营管理》报告中针对浅层地热能供暖系统存在的政府监管任务重、系统集成运维管理难等问题，介绍了保证水（地）源热泵系统高效运行的运维管理经验，其以运营9个供暖季的“河北遵化龙华名苑社区52万m²浅层地热能供暖系统”为例，介绍实现了每个供暖季（120天）制热运行电耗23kWh/(m²·a)的技术方案及运维管理方法。

北京华勤洁净科技有限公司总经理郜义军在专题讨论会上作了《制冷空调系统智慧运维及节能改造案例分享》的报告。结合实际空调系统运维中的节能改造案例及智慧化运维系统实施案例，探讨如何实现既有空调系统的先进运维和高效运行。

2.6 冬奥场馆、制冰制雪相关制冷技术

本次展会特别设立了“冬奥场馆、制冰制雪相关制冷技术”专题研讨会，以期通过对适合奥运场馆要求的制冷技术、解决方案的讨论，助力2022年崇礼冬奥会。本次专题研讨会由北京二商东方食品集团有限公司总经理、北京制冷学会副理事长唐俊杰教授级高工担任主席，国内贸易工程设计研究院孙天慧高工等做了专题报告，现场与会人员众多，反响热烈。

国内贸易工程设计研究院孙天慧作了“室内滑雪场的设计要点概述”的报告。报告中介绍了室内外滑雪场的基本组成要素，详细介绍了室内滑雪场的制冷空调设计、人工造雪系统设计要点，并介绍了结合BIM技术的设计理念和场馆运行节能、消防等相关问题。

北京大学新型能源系统研究中心张信荣教授详细介绍了0℃以上人工造雪与储雪技术。报告指出，环保高效的二氧化碳热泵制冷技术是“生态精灵”，可以实现高效且环保的制冷，并具体阐述了0~15℃人工造雪的热力循环优化、换热器设计、新型雪炮设计等关键性问题，具有良好的应用前景。

西姆科工业设备（北京）有限公司产品工

程总监作了“冬奥设施制冷系统设计浅谈”的报告。通过对2010年冬奥会制冷系统设计方案、案例的多角度分析，阐明了适用于奥运会场馆的制冷方案设计的基本思路。同时，对CO₂制冷系统的技术和制冷系统的节能自控策略作了介绍。报告围绕“准则、经验、目标、中枢”的主线，让观众对冬奥场馆有了较为全面的认识。

2.7 冷链装备新技术

冷链技术近年来取得了快速发展，冷链装备及技术也成为制冷展最受关注的角色之一。本次展会设立了“冷链装备新技术”专题研讨会，对冷链装备新技术展开研讨和交流。本次专题研讨会由中国科学院理化技术研究所田长青研究员和全国商业冷藏科技情报站站长尹从绪主持，中国科学院理化技术研究所周远院士、冰轮环境技术股份有限公司于志强总工等作了专题报告，现场交流气氛十分热烈。

中国科学院理化技术研究所周远院士作了“我国冷链装备技术现状和发展思考”的报告。报告指出，我国冷链技术和国外相比还有较大差距。通过详细的关键技术调研，指出我国冷链存在能耗大、运行成本高、安全性差、信息化程度不高等重要问题，并提出了发展建议，对冷链行业的发展方向具有指导意义。

冰轮环境技术股份有限公司于志强总工作了“减少制冷剂充注量的一些思考”的报告。报告从制冷系统优化、零部件优化两个方面介绍了减少制冷剂充注量的一些思考，给行业在这一方面提供了崭新的思路。

大连冰山集团工程公司杨富华副总经理做了“全程冷链物流装备创新及探索”的报告，介绍了当前冷链物流的创新装备，详细阐述了冷加工、食品预冷、冷链物流节能等方向的关键技术原理及相应的创新装备，全面地展示了冷链物流行业的新装备、新技术。

3. 技术交流

技术交流会是参展企业根据自身需要，自行组织的会议，是企业在产品展示之外，更加深入、更加有效的一个宣传途径。此次展会主办方积极协助有关企业开展技术交流会，在会议组织、内容提升、专家邀请等各方面提供了必要的支持。

本次展会共举办了41场技术交流会，丹佛斯自动控制管理（上海）有限公司、松下压缩机(大连)有限公司、比泽尔制冷技术（中国）有限公司、上海汉钟精机股份有限公司等国内外知名企业均参与其中。

以企业为主体的新产品、新技术交流会，介绍了企业在面对制冷空调发展时的优秀技术。4月9日下午，包括派克汉尼汾流体传动产品（上海）有限公司的技术交流“创新无焊接铜管连接技术”，丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司的解决方案介绍了针对环境污染问题的“煤改清洁能源-从热源到末端的解决方案”，松下压缩机(大连)有限公司的“低温环境热泵专用压缩机技术介绍”；多个厂家进行了产品的首发仪式，如搏力谋(上海)商贸有限公司的“搏力谋能量阀新品发布会”、浙江三花制冷集团有限公司的“SEC- Revo冷冻冷藏专用电子膨胀阀控制器首发仪式”、珠海格力电器股份有限公司“格力GMV6多联机新技术发布”等17场技术交流会。

4月10日上午，又举行了15场技术交流会，包括佰世越管理咨询（北京）有限公司“2017年世界空调行业发展趋势”等行业发展趋势的交流会；如比泽尔制冷技术（中国）有限公司“CO₂制冷系统的应用和能效提升”等技术方案交流会；如丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司的“热泵除湿烘干新技术”的新技术交流会；如丹佛斯自动控制管理(上海)有限公司“丹佛斯冷库全配置方案及案例分享”的案例分享会。

4月10日下午，包括上海辛格林纳新时达

电机有限公司“在HVAC行业电机控制相关技术”、科慕化学（上海）有限公司“低GWP HFO环保制冷剂在空调和商业制冷行业的应用和发展”、浙江盾安人工环境股份有限公司“新型微通道换热器”等9场技术交流会给本次制冷展技术交流方面画上圆满的句号。

4. 公益活动

提升相关企业对于行业的整体宏观认识，激发产业人员（尤其是青年研发人员和学生）的创新志趣和专业技术水平是保证相关技术研发在正确的轨道上长期高效开展的关键。基于此，与历届展会相同，本次制冷展积极组织行业公益活动，包括“《中国制冷展十年技术回顾报告》发布仪式”、“2017年中国制冷空调产业发展白皮书”发布会、“第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛启动仪式暨新闻发布会”、“中国制冷学会2017年专业技术人员专业水平评价颁证仪式暨表彰大会”、“第9届CAR-ASHRAE学生设计竞赛颁奖礼”、“全国设计院总工观摩团技术交流会”、“北方清洁取暖技术论坛”等多项。下面重点介绍其中三项。

4.1 《中国制冷展十年技术回顾报告》发布仪式

4月8日，《中国制冷展十年技术回顾报告》发布仪式在京举行。中国制冷学会理事长金嘉玮，中国制冷空调工业协会副理事长樊高定，北京贸促会副主任林彬，中国制冷学会秘书长、副理事长孟庆国，中国制冷空调工业协会秘书长张朝晖，中国制冷展专家委员会主任吴德绳，以及专家和媒体记者等近百人出席发布仪式。

吴德绳先生代表中国制冷展组委会及专家委员会致辞时指出，技术报告是记载展会情况和技术发展的珍贵资料，具有重要意义，编写这本十年总结性文献，是对“不忘初心，牢记

使命”的践行，也是对哲学方法论的运用与实践。中国制冷学会秘书长孟庆国代表主办三方介绍技术报告的撰写意义、清华大学石文星教授介绍了技术报告的撰写工作情况。

发布仪式期间，吴德绳教授及中国制冷展三方主办领导在报告扉页签字并合影留念，共同见证《中国制冷展十年技术回顾报告》发布这一历史性时刻。

4.2 第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛启动仪式暨新闻发布会

第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛启动仪式暨新闻发布会4月9日上午在制冷展会会场举行，参加会议的有中国制冷空调工业协会秘书长张朝晖、教育部高等学校能源与动力类教学指导委员会副主任王如竹、第16届国际传热大会组织方代表刘中良等各界领导与人士40余人。

“中国制冷空调行业大学生科技竞赛”是由中国制冷空调工业协会主办，教育部高等学校能源动力类专业教学指导委员会联合主办，联合国内多所知名高校和相关单位共同组织举办的。竞赛以“学生强，行业强”为出发点，紧密联系高校和企业，经过十多年的发展，已成为行业塑造综合素质高、专业能力强的人才辅助教学平台，为助力中国制冷空调行业的创新升级做出了不菲的贡献。

今年的第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛，赛区覆盖了华北、华东、华中、华南、西部和东北六大赛区。预计今年整个竞赛全国参与包括预、决赛的院校将超过110所，并有港、澳、台地区的师生参加；竞赛覆盖相关专业学生的总人数超过4000人。

会上张朝晖先生代表组委会向关注教育事业发展和行业后备人才培养的各界人士，表示了由衷的敬意与感谢；王如竹教授肯定了该竞赛对塑造综合素质高、各方面能力强人才方面，起到了重要的积极作用；北京工业大学马

国远教授介绍了2018年第十二届中国制冷空调行业大学生科技竞赛的组织及时间计划；刘中良教授介绍了第16届国际传热大会的情况，表示本届竞赛还将作为该大会的系列特别活动之一。

本届竞赛继续得到国际知名企业：比泽尔制冷技术（中国）有限公司、珠海格力电器股份有限公司、青岛海尔空调电子有限公司、大金（中国）投资有限公司、浙江盾安人工环境股份有限公司、南京天加环境科技有限公司的鼎力支持与协办；由北京石油化工学院、东南大学、河南科技大学、华南理工大学、兰州交通大学与大连理工大学分别承办各个赛区的竞赛。

4.3 第九届CAR-ASHRAE学生设计竞赛颁奖礼暨竞赛指导教师教学研讨会

4月10日下午，第九届CAR-ASHRAE学生设计竞赛颁奖礼暨竞赛指导教师教学研讨会在北京临空皇冠假日酒店举办。竞赛组织委员会主席、中国制冷学会理事长金嘉玮先生，ASHRAE主席Bjarne Wilkens Olesen先生，竞赛评审委员会主席、北京建筑设计研究院顾问总工吴德绳先生，竞赛组织委员会副主席、建环专指委主任、清华大学朱颖心教授，竞赛组委会副主席、江森自控全球冷水机组技术副总裁何小渝先生，建环工程专业教学评估委员会主任、中国建筑设计研究院暖通空调专业总工潘云钢先生，ASHRAE行政副主席Jeff Littleton先生，竞赛组织委员会副主席、ASHRAE副主席徐家祥先生，竞赛组委会秘书长、建环专指委委员李先庭教授，江森自控全球冷水机组技术总监胡祥华先生和建环专指委委员青岛理工大学胡松涛教授等嘉宾出席。同时，还有来自全国28所院校的40余位老师出席颁奖礼。

竞赛颁奖礼由中国制冷学会副秘书长王从飞先生主持，建环专指委主任朱颖心教授、ASHRAE主席 Bjarne Wilkens Olesen先生、竞赛

评审委员会主席吴德绳先生和江森自控全球冷水机组技术副总裁何小渝先生分别致辞。竞赛组委会秘书长、清华大学李先庭教授对第九届竞赛开展情况进行了详细的介绍。

本届竞赛共有67支团队报名，最终57支团队提交了有效作品。经初审、复审及答辩三轮评审，共评出一等奖团队一支，二等奖团队两

支，三等奖团队三支，单项奖七项以及优秀指导教师六人。由出席会议的嘉宾为本届竞赛的获奖团队和优秀指导教师获得者分别颁奖。来自于西南交通大学的雷波教授和参赛学生曾长健分别代表优秀指导老师和获奖学生发表获奖感言。最后，竞赛组委会主席、中国制冷学会理事长金嘉玮教授致感谢辞。

四、技术特点

(清华大学石文星教授、崔梦迪硕士生)

2018年是全面贯彻中共十九大精神的开局之年，推进绿色发展，建立清洁低碳、安全高效的能源体系是十九大报告的重要内容之一，因此坚持绿色高效理念，持续推进行业向好发展是业界各组织的重要任务。本届中国制冷展以“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”为主题，举办了主题论坛、专题研讨会以及技术交流会，论题广泛，内容深刻，对行业持续向好发展具有指导性意义。根据各位专家总结撰写的专项技术进展、主题论坛、专题研讨、技术交流会以及公益活动的内容，总结出本次展会的技术特点。

1. 展品和报告内容突出展会主题

本届展会组委会确立了“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”的主题，并针对大会主题策划了大会主题论坛、专题研讨会和技术交流会等内容。大会主题论坛针对制冷空调行业关心的国家产业政策转型，新形势下行业定位，低碳城市能源系统以及冬奥会运动场馆等重要问题进行深度解析，充分体现了“提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来”四大主题内容；专题研讨会针对行业内重要领域：低品位工业余热利用，轻型商用制冷设备创新发展，地下铁道环境控制，制冷空调系统的运行、维护与管理，冬奥场馆、制冰制雪相关制冷技术，冷链装备新技术等问题进行了研讨，为该领域持续向好发展提供了重要参考；相关的未来人才培养活动以及技术交流会都紧密结合展会主题，为技术交流和人才培养提供了重要的平台。此次展出的展品与能源领域绿色、低碳、高效、安全的总体趋势紧密结合，参展新系统、新产品都融入了“提质增效，平衡发展”的理念。整个展会围绕国家产业政策转型形势下如何积极调整行业发展规划，如何建立不忘初心引领发展的行业责任感，如何践

行提质增效、平衡发展的理念而全面展开，全面展示了制冷空调行业在国家产业政策转型趋势中，扩大视野，把握机遇，树立长远观点以及迎接挑战的自信心和使命感，对于持续推进行业向好发展具有重要意义。

2. 清洁供暖技术贡献于雾霾治理，空气源热泵奠定主体地位

近年来，北方雾霾现象严重，清洁供暖技术备受关注。在今年3月20日召开的十三届全国人大一次会议上，李克强总理在《政府工作报告——对2018年政府工作的建议》中明确指出：“推进污染防治取得更大成效。巩固蓝天保卫战成果，今年二氧化硫、氮氧化物排放量要下降3%，重点地区细颗粒物（PM2.5）浓度继续下降。”北方传统的供暖方式依赖燃煤，尤其农村地区散煤燃烧供暖对雾霾“贡献率”极大。积极发展清洁供暖技术，是巩固蓝天保卫战成果的重要举措之一。

清洁供暖技术呈现多样化发展趋势，如空气源热泵、燃气热泵、吸收式热泵、太阳能复合供暖等。这其中，空气源热泵作为清洁供暖重要解决方案“煤改电”的主要设备之一，因其安全、方便、节能、适用性广泛等优势，在众多清洁供暖技术中逐渐占据主体地位，空气源热泵热风机、空气源热泵热水机组等设备的市场占有率逐渐提高。尤其是空气源热泵热风机作为直膨式设备，因其简洁、安全，在户式供暖应用中优势明显。本次展会上，空气源热泵风机可谓呈现“爆发”态势，绝大多数涉足中小型空调的参展企业均有热风机产品展出。可见清洁供暖技术已深入人心，空气源热泵的优势已逐渐被认可。

3. 空调产品日趋注重室内舒适度，以满足人民对美好生活的追求

十九大报告指出，我国社会的主要矛盾转为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾。本届展会上，众多空调新

产品越来越注重室内舒适度、室内健康，正是制冷空调新技术面向人民日益增长的美好生活需要的体现。

长期以来，室内温度是空调技术关注的主要控制内容，其对室内舒适度的影响极大。空调技术持续发展进步，已能基本保障室内温度控制的需求，与此同时，空气湿度对室内舒适度的影响以及空气洁净度对室内健康的影响逐渐成为人们关注的焦点。本次展会上，上下出风的空气源热泵热风机室内机、巧妙设计满足卧室特殊需求的室内机等末端产品涌现；加湿型风管机、温湿度独立控制系统等直面湿度控制的设备系统层出不穷；新风净化系统、空气净化器等关注室内健康的新技术手段持续发展。

4. 制冷空调技术逐渐迈入信息化、智能化时代

21世纪的今天，我们正处在智能化时代，信息科技、电子技术飞速发展是当今社会进步的重要方面，信息化、智能化将是各行各业发展的重要方向之一。制冷空调行业属传统制造业，随着技术不断向前发展以及人们对建筑环境的舒适性需求逐渐提高，所需控制技术日趋复杂，对制冷空调系统进行集成化控制管理的需求逐渐增加，相关技术的应用正引领制冷空调技术融入信息化、智能化时代。

家用空调方面，智能化多联机技术快速发展。格力在本次展会上推出全球首发GMV6人工智能多联机，海尔自2015年制冷展上首推MX无线多联机以来，在智能化、节能化方面持续引领多联机市场。楼宇自控技术方面，一体化和智能化是最大亮点，包括强弱电控制箱的一体化、控制器和传感器的一体化、执行器和阀门的一体化、建筑运维系统的大数据和云平台化等。冷链信息化方面，云端实时监控，将温湿度数据上传至云平台，时刻保证货物安全，可以通过短信、APP、邮件以及本地声光远程超

温报警，随时调整用户不合理的参数设置，通过大数据分析，优化设备运行，充分利用峰谷电价，提高经济效益。由此可见，制冷空调技术在信息智能化技术应用方面发展迅速。

5. 环保工质替代持续推进，以积极应对全球气候变化

ODP（臭氧破坏潜能值）与GWP（温室效应潜能值）是衡量制冷剂环保性的两大主要指标。我国目前正在按照《蒙特利尔议定书》的要求开展HCFCs的加速淘汰，到2030年除维修用途保留少量HCFCs外将其全面淘汰。履行大国义务，积极应对全球气候变化，持续推进环保工质替代是行业内一直关注的重要议题。

今年展会上举行了2018臭氧气候技术路演及工业圆桌会议系列活动，内容涵盖中国制冷剂替代政策及进展、国际制冷剂替代动态、替代制冷剂应用与提高能效的方法等内容，全面深刻地剖析了工质替代为中国带来的机遇与挑战，为环保工质应用技术的发展提供了重要参考。参展产品中，各类应用环保制冷剂的设备与系统层出不穷，包括了R32、CO₂、NH₃、HC、HFO等零ODP、更低GWP、高效节能替代技术的最新应用成果和解决方案。这些标志着行业正积极面对环保工质替代的压力，不断推出新技术、新设备、新产品以推动工质替代的进程，充分体现出我国制冷空调行业“不忘初心，共创未来”的社会担当意识与使命意识。

6. 注重专业人才培养，为未来行业发展奠基

专业人才培养一直是行业发展的关键问题之一，人才培养是行业持续发展、永葆活力、紧随时代的重要保障。制冷空调在学科划分中属工科专业，这就要求学生们有良好的实践认知能力，制冷展从产品展示到学术交流，涵盖专业内大部分研究方向，全方位地为广大学子提供了走出校园以接触实践前沿、提高专业认知的绝佳平台。

本次展会上以公益活动形式开展了第十二

届中国制冷空调行业大学生科技竞赛启动仪式暨新闻发布会、第九届CAR-ASHRAE学生设计竞赛颁奖礼暨竞赛指导教师教学研讨会，两大竞赛一为科技竞赛，一为设计竞赛，旨在培养学生的专业技术能力与实践应用能力，为行业发展培养预备人才。此外，针对暖通空调设计师论坛-优秀设计分享，本次展会还开展了专题研讨会，请优秀的暖通空调设计师分享设计经

验，供大家交流学习以求共同促进提高。

中国制冷展专家委员会主任、教授级高工吴德绳先生在“不忘初心，紧随时代，引领发展”的主题报告中提到行业内各职业工作人员的“初心”，并鼓励大家紧抓机遇、不辱使命、促进行业的创新发展。吴德绳先生对行业全体从业人员提出的“不忘初心”的希冀，正是专业人才培养的真谛所在。

五、结束语

在主办方以及行业各个协会、企业、高校等多方的共同努力下，经过31年的辛勤耕耘，中国制冷展已成长为全球暖通制冷空调行业规模最大的专业展会之一，为参展商搭建了技术及产品展示平台、交流平台、宣传平台和服务平台，这些平台充分体现了为展商提供完美服务的本质。

本届展会以“**提质增效，平衡发展，不忘初心，共创未来**”为主题，结合国家政策以及发展战略，展示了世界制冷空调行业一年来的进步，同时也为我国制冷空调行业指明了发展方向。每一次展会，每一回相聚，每一份《中国制冷展技术总结》都记载着展会历史、记载了技术进展，同时也对展商技术进行着长期宣传。让我们一起期待第30届中国制冷展的来临——2019年，我们上海再会！