



# **第二届绿色高效机房系统建设 与运维论坛总结报告**

**大会组委会  
山东·烟台  
2020年9月**

## 序言

2020 年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛 9 月 3~5 日在山东烟台顺利召开，本届论坛得到了国家机关事务管理局节能管理司、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心、国家建筑工程技术研究中心、青岛海尔空调电子有限公司、广东美的暖通设备有限公司、南京天加环境科技有限公司、克莱门特捷联制冷设备（上海）有限公司、荏原冷热系统（中国）有限公司、顿汉布什（中国）工业有限公司、翱途能源科技（无锡）有限公司等单位的大力支持，在此深表感谢！

会议期间，以 CAHVAC 为载体搭建全方位、多角度的学术交流平台，推动暖通行业高质量绿色化发展，论坛开展专家主题报告、热点问题对话和项目参观等活动，论坛内容就行业发展趋势、高效机房设计、设备优化选型和自动化控制策略等议题进行深入探讨，分享国内最新技术、成功案例和实践经验。

会后，组委会对会议情况进行了分析，并结合专家报告从高校机房发展与政策、设备产品突破与创新、技术热点与应用、案例分享、总结展望五个方面进行了梳理和总结，供行业同仁参考。

第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛组委会

二〇二〇年九月十八日

# 组织机构

## || 主办单位 ||

中国建筑科学研究院有限公司

暖通空调产业技术创新联盟 CAHVAC

## || 协办单位 ||

青岛海尔空调电子有限公司

广东美的暖通设备有限公司

## || 支持单位 ||

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委会

中国建筑节能协会地源热泵专委会

山东省土木建筑学会暖通空调专业委员会

山东制冷学会空调热泵专业委员会

国家建筑工程技术研究中心

## || 特邀支持 ||

南京天加环境科技有限公司

克莱门特捷联制冷设备（上海）有限公司

顿汉布什（中国）工业有限公司

翱途能源科技（无锡）有限公司

荏原冷热系统（中国）有限公司

## || 支持媒体 ||

I 传媒

V 客传媒

中国暖通空调网

建筑环境与能源

## CAHVAC 秘书处

电话：010-64517224 64693285

邮箱：chvac2008@sina.com

地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号

中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院

网站：中国暖通空调网 [www.chinahvac.com.cn](http://www.chinahvac.com.cn)



公众号 CAHVAC

## 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 会议概况 .....           | 6  |
| 1.1 会议概况.....            | 6  |
| 1.2 参会概况.....            | 11 |
| 第二章 发展与政策 .....          | 12 |
| 2.1 发展现状 .....           | 12 |
| 2.2 存在问题.....            | 15 |
| 2.3 政策及相关标准 .....        | 16 |
| 2.4 目标及任务 .....          | 19 |
| 第三章 技术热点与应用 .....        | 21 |
| 3.1 BIM 信息化的全过程 .....    | 21 |
| 3.2 一体化能源站.....          | 21 |
| 3.3 地铁站的智能高效空调系统.....    | 21 |
| 3.4 制冷机房设计.....          | 22 |
| 3.5 装配式制冷机房设计.....       | 22 |
| 第四章 设备产品突破与创新.....       | 23 |
| 4.1 海尔 — 物联高效磁悬浮 .....   | 23 |
| 4.2 美的 — 变频直驱离心机 .....   | 23 |
| 4.3 天加 — 全生命磁悬浮离心机 ..... | 24 |
| 4.4 克莱门特 — 全磁悬浮变流量 ..... | 24 |
| 4.5 荏原 — 一体化高效机房系统 ..... | 24 |

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| 4.6 顿汉布什 — 热回收/冰蓄冷离心机 .....            | 25        |
| 4.7 翱途 — 模块化集成板式换热器 .....              | 25        |
| <b>第五章 案例分享 .....</b>                  | <b>26</b> |
| 5.1 海尔-案例分析.....                       | 26        |
| 5.2 美的-案例分析.....                       | 27        |
| 5.3 中建院-案例分析.....                      | 27        |
| 5.4 克莱门特捷联-案例分析.....                   | 28        |
| <b>第六章 总结与展望 .....</b>                 | <b>29</b> |
| 6.1 总结.....                            | 29        |
| 6.2 展望.....                            | 29        |
| <b>附表：2020 年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛主讲目录</b> | <b>31</b> |

# 第一章 会议概况

## 1.1 会议概况

2020 年 9 月 3 日至 5 日，由中国建筑科学研究院和暖通空调产业技术创新联盟（CAHVAC）主办，青岛海尔空调电子有限公司、广东美的暖通设备有限公司协办，山东省土木建筑学会暖通空调专业委员会、山东省制冷学会空调热泵分会等单位支持的“2020 年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛”在山东省烟台市顺利召开。



图 1 论坛开幕式

国家机关事务管理局、住房和城乡建设部以及来自科研、设计院所、高校、设备厂商等 320 余名代表参加了会议。



图 2 领导致辞

CAHVAC 秘书长王东青主持开幕式。CAHVAC 副理事长、中国建筑学会暖通空调分会理事长、国家空调设备质量监督检验中心主任、中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长路宾路宾代表主办方对与会嘉宾和支持单位表示感谢，并希望通过此次论坛的召开能对行业起到引领和指导作用。国管局公共机构管理司李道正副处长在致辞中对中建研院在公共建筑节能改造工作方面的支持表示感谢，他指出高效机房要与信息技术紧密结合，要注重系统性统筹关系，推动新型工业化和信息化战略部署的落地。CAHVAC 副理事长、山东省土木建筑学会暖通空调专委会主任委员、山东省建筑设计研究院有限公司于晓明总工代表地方学会对第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛在山东召开表示祝贺。



图2 嘉宾代表论坛讲演

大会论坛环节分别由 CAHVAC 副理事长、中讯邮电咨询设计院有限公司教授级高工李红霞，CAHVAC 副理事长、华南理工大学建筑设计研究院副总工陈祖铭主持，住房和城乡建设部科技与产业化发展中心公共建筑能效提升管理办公室副主任/研究员殷帅的《公共建筑节能信息服务平台发展展望》、北京市建筑设计研究院总工/设计总监徐宏庆的《面向现代机房的信息—物理交互系统》、中国建筑科学研究院环能院智慧能源与云数据研究中心主任曹勇的《智慧能源站技术应

用》、中机十院国际工程有限公司上海分公司院长李金店的《智慧高效制冷机房设计》、清华大学建筑节能研究中心副教授魏庆芃的《如何实现电耗强度低、EER 高的节能高效冷冻站》、广州地铁设计研究院股份有限公司空调总工罗燕萍的《地铁车站智能高效空调系统研究与实践》、浙江大学能源与工程学院制冷与低温研究所研究员赵阳的《基于数字孪生技术的数据中心冷源系统优化设计与节能运行方法研究》、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的《装配式制冷机房典型应用案例》等主题发言，分别从公共建筑节能平台发展，高效机房的技术应用、节能设计等方面进行了深入探讨。



图3 设备厂商代表论坛讲演

另外，作为参加本次会议的设备厂商，海尔中央空调方案研究院院长朱连富、美的中央空调系统解决方案高级工程师李元阳、南京天加环境科技有限公司系统方案部高级经理赵凌骁、克莱门特捷联制冷设备（上海）有限公司营销副总裁卫宇、荏原冷热系统（中国）有限公司电制冷事业部技术总监范思波分别就《海尔 E+物联磁悬浮高效机房方案》、《美的针对高效机房系统的技术应用与实践》、《天加全生命周期成本更低高效机房解决方案》、《全磁悬浮变流量高效机房系统应用》、《一体化高效机房系统》专题进行了分享，从企业产品技术层面打造了高效机房系统解决方案。



图4 “魏在现场”现场直播

“魏在现场”现场直播，魏庆芃副教授、路宾副院长、于晓明总工与参展企业交流。



图5 圆桌论坛

会议的圆桌论坛环节由魏庆芃副教授主持，路宾副院长、中国建筑标准设计研究院有限公司建筑节能与可再生能源研究所所长李本强、中铁第四勘察设计院城地院副总工车轮飞、中国建筑西南设计院

副总工杨玲、上海郎绿建筑科技股份有限公司高级合伙人王红星、美的中央空调大机研发部部长张运乾、海尔中央空调市场推广总监刘建涛共同围绕高效机房发展趋势进行了深入探讨。



图6 “山海烟台 荏原有约”欢迎晚宴、抽奖礼品

会后，荏原冷热系统（中国）有限公司举办“山海烟台 荏原有约”庆祝晚宴，总经理蔡新连先生致辞并欢迎各位业内同仁到会烟台。



图7 与会嘉宾参观交流

9月5日上午，120余名与会嘉宾参观东方电子办公楼高效制冷机房项目，东方智能技术公司负责人向代表详细讲解节能设备、节能设计、节能运营及大数据优化等综合能源解决方案，对东方电子办公楼原螺杆式冷水机组+冰蓄冷综合空调系统改造为磁悬浮离心式冷水机组空调系统，通过数字化运维和系统优化管理，将系统整体效率COPS从原2.87提升至今5.93，实现整体节能70%。

1.2 参会概况

第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛共有参加科研院所、设计院、设备厂家等150多家企业，参会人数约327人，其中各个企业分类如图8。

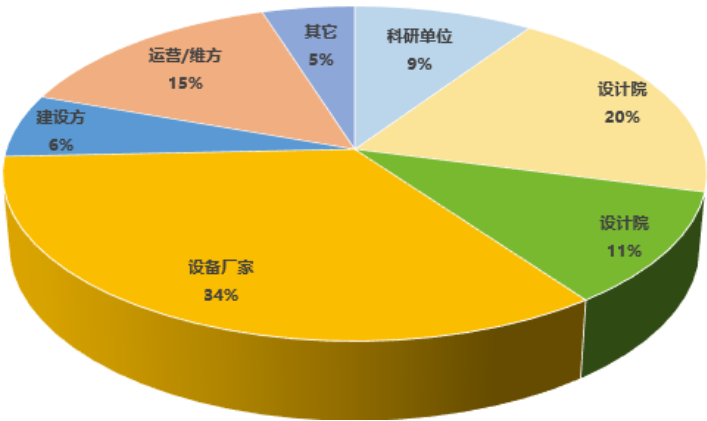


图8 参会科研院所、设计院、设备厂家等企业比例

## 第二章 发展与政策

随着我国经济社会的不断发展,人民群众对美好生活的需要日益增长,其中对环境舒适度的需求也越来越强烈,伴之而来的,是供暖制冷能耗的不断攀升,是大气污染物和温室气体排放的不断增加,以及气候异常、极端天气频频发生。党的十九大勾画了建设美丽中国的宏伟蓝图,提出了推进绿色发展,壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业,推进能源生产和消费革命,构建清洁低碳、安全高效的能源体系的重要任务。我国是全球最大的制冷产品生产、消费和出口国,家用空调产量全球占比超过 80%;制冷用电量占全社会用电量 15%以上,年均增速 20%,大中城市空调用电负荷约占夏季高峰负荷的 60%,主要制冷产品节能空间达 30%~50%。推进制冷行业的绿色高效发展,是促进节能减排,应对气候变化,加快生态文明建设的重要措施,有助于推动行业高质量发展,形成强大国内市场,培育绿色发展新动能,有利于展现我国积极深度参与全球环境治理,落实国际减排承诺,树立负责任的大国形象。

### 2.1 发展现状

#### 2.1.1 国家层面现状

2007-2013 年,中央财政累计投入资金 7.6 亿元,支持 33 个省市(广东、福建、大连、西藏除外)开展公共建筑能耗监测平台建设。截止目前为止,北京、天津、重庆、江苏、上海、山东、安徽、深圳、

黑龙江 9 个省级监测平台通过我部验收，浙江、青岛、广西、河南、宁波、江西、湖南、甘肃、青海 9 个省市提交了验收申请。

从上海市、重庆市、深圳市、河南省、湖南省、安徽省、秦皇岛市的省级平台调研情况来看，按照住房城乡建设部发布的技术导则的指导开发建设，建筑能耗数据模型基本一致，数据分析与应用功能模块总体接近，略有差别。

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

### 2.1.2 省级层面现状

从搭建省级能耗动态监测平台进展来看，公共建筑的能耗监测数量也体现出了建筑物机房的监测与控制规模庞大。

2008 年第一批的北京、天津、深圳 3 个省级能耗动态监测平台均已验收。

2009 年第二批的江苏、重庆省级能耗动态监测平台已验收，内蒙古自治区监测 170 栋楼。

2010 年第三批的上海省级能耗动态监测平台已验收，浙江省已提交验收申请，贵州省监测 60 栋楼。

2011 年第四批黑龙江省、山东省的省级能耗动态监测平台已验收，广西壮族自治区、青岛市已提交验收申请，厦门市监测 160 栋楼。

2012 年第五批安徽省级能耗动态监测平台已验收，河南省已提交验收申请，吉林省做改造升级，湖北省监测 221 栋楼、山西省监测 22 栋楼、辽宁省监测 136 栋楼。

2013 年第六批的宁波市、江西省、湖南省、甘肃省、青海省的省级能耗动态监测平台均已验收，河北省监测 212 栋楼、四川省监测 56 栋楼、云南省监测 100 栋楼、陕西省监测 200 栋楼、宁夏回族自治区监测 218 栋楼、新疆维吾尔自治区监测 110 栋楼、兵团监测 51 栋楼。

从上述六批的省级能耗监测平台工作成效来看，通过平台的有效管理，还是能够全面掌握各类公共建筑的能耗数据，摸清耗能特点，从中找出能耗高的主要原因，识别了节能改造技术路径，理清重点用能建筑及节能改造对象。通过开展能耗统计和能源审计，有效刺激对公共建筑节能迫切需求。通过监测数据，为节能服务公司提供信息，成为发展建筑节能服务市场的基础，扶植了一批节能服务公司，培育节能服务市场。

### 2.1.3 行业层面现状

目前国内的制冷机房实测能效比 EER（单点或全年）大多在 3.5 以下，大、中城市建筑的空调负荷占夏季高峰负荷 60%以上，导致高能耗产生的主要问题是系统运行过程中的部分负荷运行时间占比很大。另，不同主机类型最佳运行效率点差异较大，导致冷却系统冷却水温运行逻辑混乱；水泵扬程选择过大导致运行能耗增加，大流量小

温差运行增加流量调节和系统控制策略；运行现场往往也是人工经验控制，存在维护不及时，长期带病运行的情况。

## 2.2 存在问题

### 2.2.1 国家层面

从社会因素来看，我国所处社会整体水平所导致的历史性、阶段性、系统性问题已逐渐显现出来。

从建筑用能来看，目前建筑能耗处于高能耗和低能效的状态。

从区域来讲，各区域耗电量、节能率等体现不同、各规模机房运行水平不同。

从标准化来讲，国标工况等约定与不同区域、不同特性工程的实际运行状态有差异，标准化描述缺乏信息的集成管理。

从设计角度来讲，传统空调系统从设计、施工、弱点、运维、设备几个方向来说各为体系，各个信息层面不统一。

从系统运行角度来讲，缺乏完善的数据保障机制，降低了数据的可利用率。数据的处理与分析方法缺乏统一的规范性。公共建筑能耗监测模型仍需优化。

从整体运维角度来讲，平台运维管理能力较差，平台政策引导不完善。

总之，日益增长的机房节能需求和设备性能、系统设计、弱电自控、运维管理等各环节全生命周期不平衡不充分的发展之间的矛盾。

## 2.2.2 行业层面

从冷源来说,制冷机组设计选型不合理,造成冷源容量配置过大,机组长期处于低负荷状态下运行,加上制冷机组超年限运行、调适保养不到位,机组实际运行能效性能不达标。

从输配系统来说,设备选型过大,水泵性能与管网不匹配,造成水泵低负荷运行。由于设计阶段各系统划分不合理,以及运行阶段空调水系统水力平衡失调。

从末端系统来说,智能控制系统使用率较低,多数中央空调系统未设置智能控制装置、分体空调未设置有效启停控制及集中温控装置,系统运维信息化智能化水平相对偏低。

从上述情况分析可以看出,系统能效的提升不仅是更换更加高效的机组、水泵等设备的问题,还存在设计方案不细化、太过通用化,招采、施工打折扣,自控调试不精准,培训不到位,自控系统不会用,管理考核水平不一等等问题。应该是统筹全过程各个环节改进设计、设备、建设、运维全链条的系统性问题。

## 2.3 政策及相关标准

### 2.3.1 相关国家政策

#### (1) 方案及指南

➤ 2019 年 6 月,国家发展改革委、工业和信息化部包括国管局等七部门联合印发了《绿色高效制冷行动方案》。提出到 2022 年和到

2030 年能效提升目标和主要任务。

- 《公共建筑节能信息服务平台建设指南》征求意见稿。
- 《公共机构空调系统节能改造工程指南》。
- 《公共机构绿色数据中心先进适用解决方案》。
- 《中央国家机关数据中心机房节能改造技术导则》。

## (2) 政策及制度

➤ 十三五时期，住房和城乡建设部办公厅关于印发《省级公共建筑能耗监测平台验收和运行管理暂行办法》的通知（建办科[2016]18号）；住房和城乡建设部办公厅 银监会办公厅关于深化公共建筑能效提升重点城市建设有关工作的通知（建办科函[2017]409号）。

➤ 十二五时期，财政部 住房和城乡建设部关于进一步推进公共建筑节能工作的通知（财建[2011]207号）；住房和城乡建设部 教育部关于印发《节约型校园节能监管体系建设示范项目验收管理办法（试行）》的通知（建科[2014]85号）。

➤ 十一五时期，关于加强国家机关办公建筑和大型公共建筑节能管理工作的实施意见（建科[2007]245号）

## (3) 标准及规范

- 《高效空调制冷机房评价标准》在编。
- 《高效制冷机房系统应用技术规程评价标准》在编。
- 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》（GB 21455-2019）。
- 绿色建筑评价标准 （GB 50378-2019）。
- 《中国建筑节能年度发展研究报告 2018》。

- 《冷水机组能效限定值及能效等级》 GB 19577-2017。
- 《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)。
- 传感器仪表现场计量标定（参照标准 GB/T10870-2014）。
- 软件计算及数据比对验证（参照标准 GB/T10870-2014）。
- 《城市轨道交通车站制冷系统能效检测与评价标准》。
- 《轨道交通车站高效空调系统技术标准》。
- 《城市轨道交通车站高效制冷系统机房设计标准》。
- 《城市轨道交通车站高效制冷系统机房施工标准》。
- 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》（GB 12021.3-2010）。

### 2.3.2 相关地方政策

- 《省级公共建筑能耗监测系统数据上报规范》。
- 上海地方标准《集中式空调系统能效在线监测技术规范》（DB31-T 1211-2020）、《冷水机组节能现场检测技术要求》（DB31-T 1212-2020）。
- 广东省于 2018 年 4 月 1 日起，实施《集中空调制冷机房系统能效监测及评价标准》（DBJ/T 15-129-2019）。
- 江苏、浙江等省市陆续发布能耗监测平台技术规程。

### 2.3.3 其它相关政策

- ASHREA 建议制冷机房 EER 低于 3.5 则需要改进，优秀制冷机

房 EER 应高于 5.0。

➤ 新加坡：面积大于 5000 m<sup>2</sup>的新建建筑必须是绿色建筑，大型新建制冷机房 EER 必须高于 5.0。

➤ 美国空调、供热及制冷工业协会(AHRI):COP 机房 3.5/4.2/5.0。

## 2.4 目标及任务

2019 年 6 月，国家发展改革委、工业和信息化部包括国管局等七部门联合印发了《绿色高效制冷行动方案》。提出：到“2022 年，家用空调、多联机等能效水平提升 30%以上，绿色高效制冷产品占有率提高 20%以上，年节电 1000 亿 kWh；2030 年，大型公建制冷能效提升 30%制冷总体能效水平提升 25%以上，绿色高效制冷产品占有率提高 40%以上年节电 4000 亿 kWh” 的目标。《行动方案》明确了强化标准引领、提升绿色高效制冷产品供给、促进绿色高效制冷消费、推进节能改造、深化国际合作等五方面主要任务。

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

系统控制分智能调控的实施阶段、运行数据提炼的发展阶段、自控优化的升级阶段的三步走战略，以边缘计算为基础的技术创新突破，

在云平台上实现大数据分析，实现环境和设备监测、数据和三维立体可视、能耗和负荷数据分析、系统智慧管控功能。推进项目节能改造，加强制冷领域节能改造，重点支持中央空调节能改造、数据中心制冷系统能效提升、园区制冷改造和冷链物流绿色改造等重点示范工程，更新升级制冷技术、设备、优化负荷供需匹配，实现系统经济运行，大幅提升既有系统能效和绿色化水平。

## 第三章 技术热点与应用

### 3.1 BIM 信息化的全过程

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

### 3.2 一体化能源站

一体化能源站需要通过节能及智能控制、硬件设备集成、一体化设计和一体化装配来实现。其中：节能及智能控制采用基于数据驱动的全动态控制算法和自适应无人值守控制系统，实现冷热源系统的可靠、稳定、高效的全自动无人值守运行；硬件设备集成采用集成冷热源模块化设计技术和预制式生产模式，减少占地面积和现场安装时间，使冷热源系统的建设变得更加快捷；建立独立和系统模块参数化方程式，对整体模块划分、配置独立零部件模块、标准化预制生产，实现模块之间自动关联，采用一体化装配式模式和自适应无人值守控制系统，最终形成了机电一体化系统控制柜产品。

### 3.3 地铁站的智能高效空调系统

地铁站空调系统最值关注智能运维和亚健康提醒，依托控制系统

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

### 3.4 制冷机房设计

在设计阶段，更多注重了主机高能效、输配效率、SCOP，忽略对机房整体能效 COP 设计，机房能效 COP 设计决定系统后期运行效果。

条件允许情况下 BIM 建模，对负荷进行模拟分析、通过全负荷区间对主机、辅机等设备进行选型，确保水力分配，减小压损，使设计更合理化，建议在自控设计可以提供理论全负荷区间设备最优性能耦合运行控制策略。

### 3.5 装配式制冷机房设计

装配式的制冷机房的设计需要收集管道及构件数据资料，建立系统规格自动布线，实现智能装配和数据互通。机房采用整体撬装和部分连接构件组合而成，所有模块在车间组装，试压后包装发货至施工现场。

通过项目实践完成了三个技术突破：一是设备及管件精加工与现场装配精度匹配；二是缩短人工现场定位连接工作；三是提高施工进度，保障施工工艺质量标准。

## 第四章 设备产品突破与创新

### 4.1 海尔 — 物联高效磁悬浮

海尔通过物联网络将磁悬浮无油、双级压缩、直流变频、仿真高效传热、二级过冷技术、换热器自清洁、多压机负荷均衡、低压比冷却、三级变频防护等技术综合为一体。

采用磁悬浮多机头 AI 自适应多输入条件调节，多台同冷量磁悬浮制冷机房高效区更宽，重叠区效率不下降，同冷量配置水力更均衡，且 1 台 4 机头磁悬浮相当于 1 台小型能源站

产品从单品机组集成冷冻/却输配系统模块、磁悬浮冷源主模块、自然冷却模块升级为装配式高校机房，将磁悬浮冷源、物联群控和输配出口集成一体。

### 4.2 美的 — 变频直驱离心机

美的创研变频直驱离心机，采用工业级磁悬浮轴承、永磁同步、航天气动设计、全疆模式蒸发器、自发电控制技术、直驱技术、冷媒冷却变频技术、高效叶轮及叶轮无关联技术、经济器补气技术、管道回流器技术等。具有补气增焓双级压缩、独特三级分离经济器的高效率，还具备体积小、电机功率密度高等优点。

高效智能空调系统通过管理、控制、设备三个层面定制解决方案，实现精确测量及能效诊断，在线分析暖通空调运行机理的全局动态优化过程，通过实现无人值守对全局优化实现分时分区供冷、在线预测

负荷控制、风水联动协调、冷源负荷寻优、最大化提高 COP 值，能耗降至最低。

### 4.3 天加 — 全生命磁悬浮离心机

天加从方案初期给出机房和主机配置建议、二次开发主动寻优自控、BIM 工程预制及输配系统优化、三方平台共同监测等全生命周期的磁悬浮离心机技术用管体系。

通过更高的部分负荷运行效率、更低的维护费用、更稳定的夜间高效供冷、更贴合的综合体复杂的冷量应变、合理的初投资使磁悬浮离心机获得更适用的应用方案。

### 4.4 克莱门特 — 全磁悬浮变流量

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

### 4.5 荏原 — 一体化高效机房系统

荏原高/超高变频离心机及一体化高效机房，更关注全年能耗和实时能耗情况，关注空调机房从设计、施工、到运营，从单一产品到机房系统的全过程、全方位的能效管理。高效机房一体化集成，

主机多选、集中控制、标准话管道及附件、热泵互备。

#### 4.6 顿汉布什 — 热回收/冰蓄冷离心机

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

#### 4.7 翱途 — 模块化集成板式换热器

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

## 第五章 案例分享

### 5.1 海尔-案例分析

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 建筑面积：6 万 m<sup>2</sup>；</li> <li>• 空调面积：5.2 万 m<sup>2</sup>；</li> <li>• 共 12 层，制冷机房位于负 1 层；</li> <li>• 2001 年开始运营使用；</li> <li>• 改造后实际效果：机房 COP 由 2.87 提升至 5.93，省电 51.6%。</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 采用物联高效磁悬浮+物联高效控制系统+系统优化等整体方案：</li> <li>• 更换海尔磁悬浮，系统重新配置；</li> <li>• 高效水泵，地温差冷塔选型；</li> <li>• 制冷机房自联网、自运行、自节能；</li> <li>• 物联分布控制技术、AI 自适应技术、最佳冷却水控制技术；</li> <li>• 系统管路和管件优化。</li> </ul> |                                                                                                                                           |

| 腾讯青浦云计算中心 103 扩容机房                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 项目地点：上海青浦；</li> <li>• 项目气候：亚热带季风气候（高湿高热）；</li> <li>• 项目负荷：656kW；</li> <li>• 项目容量：82 机柜*8kW；</li> <li>• 节能效果验证经过夏季测试，系统综合 PUE 为 1.18，其中一体式集成高效机房平均 COP&gt;10；无人值守自动切换，24 小时机房不间断持续运行可用性极高。</li> </ul> |
| <p>方案：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 系统双回路设计，独立模块联合互备</li> <li>• 定制冷却塔</li> <li>• 定制机柜级冷却末端</li> </ul> |                                                                                                                                                           |

5.2 美的-案例分析

| 广州地铁天河公园站                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <ul style="list-style-type: none"><li>• 天河公园站是广州地铁 11 号线、广州地铁 13 号线和广州地铁 21 号线的换乘车站；</li><li>• 2019 年已启用；</li><li>• 总建筑面积达 8 万平方米；</li><li>• 设计客流量 18 万人/每小时；</li><li>• 采用 3 台 500RT+1 台 250RT 的美的变频直驱离心机；</li><li>• 目前制冷季机房平均 COP 为 6.0。</li></ul>              |
| 广州地铁苏元站                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• 苏元站是广州 21 号线第 9 个车站；</li><li>• 采用 2 台 250RT 冷量变频直驱高效离心机，3 台冷冻水泵、3 台冷却水泵和 2 台冷却塔，冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机均采用变频调节；</li><li>• 空调冷源系统全年能效系数为 6.48，达到广州地铁对于机房能效&gt;5.0 的要求；</li><li>• NPLV 提升 35~40%，主机运行费用降低 35%，投资回收期小于三年。</li></ul> |

5.3 中建院-案例分析

| 济宁市文化中心能源站无人值守控制系统                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                       |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 建筑类型：包含图书馆、高地公园、群艺馆、美术馆、博物馆、酒店等多类功能建筑；</li><li>• 项目面积：22.48 万 m²；</li><li>• 冷热源形式：地源热泵系统为作为冬季热源，地源热泵系统+冷却塔调峰作为夏季冷源；</li><li>• 能源管控系统采用能源系统运行无人值守控制技术；</li><li>• 节能效果：系统 COP 达到 5.2 以上。</li></ul> |                                                                                      |

葛洲坝上海紫郡公馆科技系统智慧运行管控平台



- 空调系统采用复合式冷热源系统：实现“地源热泵+毛细管辐射空调末端+独立新风除湿系统”相结合的独立温湿度调节空调系统运行；
- 能源系统运行无人值守控制技术；
- 在节能效果方面，系统 COP 达到 5.0 以上。

5.4 克莱门特捷联-案例分析

北京五棵松冰上运动中心



- 2022 年北京冬奥场馆—近零能耗建筑；
- 水冷高效磁悬浮变频离心机组 3 台；
- 运行情况：满负荷 COP=5.87，
- IPLV =10.41。

新加坡电信数据中心



- 冷冻水变频控制、冷却水变频控制、冷却塔变频控制、群控监测系统；
- 新加坡 “Green Mark” 白金级认证；
- SCOP > 6.4 。

## 第六章 总结与展望

### 6.1 总结

建立标准化的公共建筑能耗大数据、数据库及系统，研究制定能耗监测多层次数据安全及质量保障技术平台。基于数据分析，建立建筑能效评价方法，建立多层次用能诊断分析模型及数据库。

合理设计供冷负荷、设备余量，避免过度设计。利用智能控制技术，使末端、输配、机组、冷却系统等有机联动，实现系统整体效能的提升，使高效设备发挥出实际作用。借助红外、雷达等感应技术，实现智能供冷。利用大数据、云平台建立云服务，实现集体群控、远程运维。

研发具有自主知识产权的低环境影响高转换效率的设备和技术，逐步摆脱对国外技术产品的依赖，引领应对全球气候变化的前沿。

精度制造推动新型工业化发展、推动新基建战略部署落实落地，推动物业管理专业化服务产业发展。

培养高素质运行维护人员，加强维护管理工作。加大对监测平台宣传力度，提高公众节能意识。

### 6.2 展望

对于未来，空调系统是需求在变、市场在变，我们必须应变和迭代创新。

从设计角度广开思路，从二维加三维的融合迈向全三维信息和物

理的融合，把复杂系统的计算通过电脑来简化实现控制，选择对的适合的设备产品匹配空调系统，在数据驱动下冷冻水系统节能运行调控和设计协同内外，从内关键是“精确”掌握需求，通过新的观测方法和更多数据，实现对外因进行定量地精确识别和描述；从外关键是“准确”，准确测量和把握研究对象（水泵、阀门、末端）现实的、固有的技术参数或能力；而后在精确掌握研究对象外部需求和外部条件，又准确了解研究对象内部固有技术特征和能力的前提下，精准匹配、严谨施工、持续调适。

未来的发展一定是强化工业软件的应用，因为工业软件对于推动制造业的转型升级具有很重要的战略意义；未来的服务一定是专业培训过的对象，因为很好的专业软件应用需要专业的技术人员操作。

真正的高效是实现数据技术加运行技术的持续推进，以评促建，绿色高效制冷是节能产业发展的趋势，是建设美丽中国的需要，相信在大家的共同努力下，我国的绿色高效制冷事业一定能够取得新的突破。

**附表：2020 年第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛主讲目录**

| 序号 | 主讲题目及主讲嘉宾                                                     |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 1  | 《公共建筑节能信息服务平台发展展望》<br>住房和城乡建设部科技与产业化发展中心公建能效提升管理<br>办公室副主任 殷帅 |
| 2  | 《海尔 E+物联磁悬浮高效机房方案》<br>海尔中央空调方案研究院院长 朱连富                       |
| 3  | 《面向现代机房的信息 - 物理交互系统》<br>北京市建筑设计研究院有限公司总工/设计总监 徐宏庆             |
| 4  | 《美的针对高效机房系统的技术应用与实践》<br>美的中央空调系统解决方案高级工程师 李元阳                 |
| 5  | 《智慧能源站技术应用》<br>中国建筑科学研究院环能院智慧能源与云数据研究中心主任<br>曹勇               |
| 6  | 《智慧高效制冷机房设计》<br>中机十院国际工程有限公司上海分公司院长 李金店                       |
| 7  | 《天加全生命期成本更低高效机房解决方案》<br>南京天加环境科技有限公司系统方案部高级经理 赵凌骁             |
| 8  | 《如何实现电耗强度低、EER 高的节能高效冷冻站》<br>清华大学建筑节能研究中心副教授 魏庆芄              |
| 9  | 《全磁悬浮变流量高效机房系统应用》<br>克莱门特捷联制冷设备（上海）有限公司营销副总裁 卫宇               |

| 序号 | 主讲题目及主讲嘉宾                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------|
| 10 | 《地铁车站智能高效空调系统研究与实践》<br>广州地铁设计研究院股份有限公司空调总工 罗燕萍               |
| 11 | 《一体化高效机房系统》<br>荏原冷热系统(中国)有限公司电制冷事业部技术总监 范思波                  |
| 12 | 《基于数字孪生技术的数据中心冷源系统优化设计与节能运行方法研究》<br>浙江大学能源工程学院制冷与低温研究所研究员 赵阳 |
| 13 | 《装配式制冷机房典型应用案例》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                    |

注：《第二届绿色高效机房系统建设与运维论坛总结报告》内容及数据均来源于此次论坛。