



制冷空调行业替代技术 发展现状与趋势

中国制冷空调工业协会

张朝晖

2022.8.1

主要内容



1 节能环保是行业发展主流方向

2 制冷空调行业全面推进绿色替代技术

3 制冷剂替代国际动向

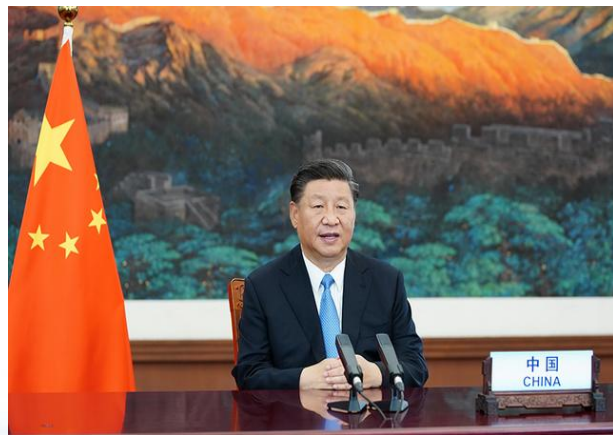
4 挑战与机遇

1 节能环保是行业发展主流方向



碳达峰、碳中和目标

- ❖ 2015年，习近平主席在巴黎气候大会开幕式上表示，中国将在2030年左右二氧化碳排放达到峰值，并争取尽早实现。2020年9月习近平主席在七十五届联合国大会上进一步提出中国要努力争取2060年前实现碳中和。



- ❖ **2030年实现碳达峰，2060年实现碳中和是党中央国务院提出的关乎中国经济社会发展的重大战略决策。**
- ❖ **实现碳达峰、碳中和是我国经济实现绿色高质量发展的必然要求，必将带来一场广泛而深刻的社会经济结构系统性变革。**

- ❖ 制冷空调设备是当今我国经济生活中的能源消耗大户，据测算目前在用的各类制冷空调设备的年耗电量约占全社会发电总量的20%以上，每年由制冷空调设备的电力消耗带来的CO₂排放当量折合超过9亿吨。
- ❖ 中国也是当今全球最大的制冷剂消费国，年消费量超过35万吨，约占全球消费量的50%，折合CO₂当量超过5亿吨。
- ❖ “碳达峰”、“碳中和”和高质量发展的国家战略为制冷空调行业未来发展指明了方向和出路，“双碳”目标和基加利修正案的达成给行业带来巨大挑战，也意味着新的机遇，达成目标任重道远。

2 制冷空调行业全面推进绿色替代技术



- ❖ 2007年9月《蒙特利尔议定书》第19次缔约方大会上，国际社会达成了关于加速淘汰HCFCs的议案。
- ❖ 中国作为全球最大的制冷空调产品生产国和消费市场。为了履约目标的达成，中国制冷空调行业积极动员，全面启动HCFCs的淘汰转换行动并取得优异成绩。

优先采用臭氧气候友好的技术



- ❖ 中国制冷空调行业在实施HCFCs的淘汰转换过程中，从对环境负责任的角度出发，优先选择臭氧气候更加友好的替代技术路线，在保障达成HCFCs淘汰任务目标的同时，赢取更大的温室气体减排协同效应。
- ❖ 目前行业内通过有计划的实施制冷剂绿色替代转换， NH_3 、 CO_2 、R32、HC、HFOs等低碳替代技术和产品的市场推广应用取得巨大成功，这些工作有效推动了行业的绿色可持续发展。

行业计划实施取得成效

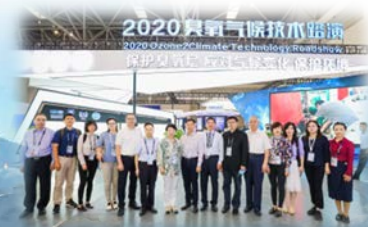
- ❖ 在2011-2020期间行业的HCFCs淘汰管理计划实施过程中，大量低GWP替代技术得到了广泛采用：
 - ✓ 2011-2015，工商制冷空调领域更多的采用了CO₂、NH₃、R32、HFOs等环境友好的替代制冷剂，R134a、R410A等HFCs类制冷剂在第一阶段行业计划的实施项目中仅占不到30%的份额。
 - ✓ 从2016开始的第二阶段的行业计划的实施过程中，中国制冷空调行业明确提出不再采用高GWP值的HFCs（如R134a、R410A等）作为替代品，并全面推进NH₃、CO₂、R32、HFOs、HC等低GWP制冷剂的推广使用。同时大力关注设备能效的提升，体现了中国制冷空调行业对国际环境事业负责任的态度，也为未来基加利修正案的实施创造了有利条件。

行业计划实施取得成效

工商制冷领域2011-2020年HPMP替代技术选用情况

序号	采用的替代技术	生产线	涉及产品种类
1	HFC-32	23	小型冷水(热泵)机组、单元机、压缩机
2	CO ₂ /NH ₃	15	压缩机、压缩冷凝机组、热泵热水机
3	HFOs	4	压缩机、螺杆式冷水(热泵)机组
4	HFC-134a	5	大中型冷水(热泵)机组、压缩冷凝机组
5	R410A	5	单元机、多联机
6	HC-290	3	工业用螺杆机组
合计		55	

中国制冷空调行业绿色替代技术的大面积推广应用，不仅为行业和国家层面的HCFCs淘汰任务目标的顺利达成提供了坚实的保障，也取得了巨大的温室气体减排协同效益。据初步测算，启动HCFCs加速淘汰行动以来，每年通过行业计划的实施可取得直接减排温室气体超过3600万CO₂当量吨的环境效益，所获得的综合环境效益更是远超预期。



绿色低碳技术示范和推广

❖ 绿色冬奥会

- ✓ 在北京冬奥会建设周期，CRAA首次提出并向冬奥会建设单位推荐CO₂制冰技术，并成功推动在国家滑冰馆等冬奥会场馆建设中实现了CO₂技术方案的落地实施，为绿色奥运建设作出贡献。



NH₃/CO₂制冷剂市场推广取得成功



- ❖ NH₃/CO₂复叠和载冷技术已成为当前中国冷冻冷藏领域的主流技术，获得了广泛的市场化应用，在大中型冷冻冷藏装备领域的市场占有率达80%以上，且NH₃/CO₂复叠/载冷技术具有出色的节能潜力，获得了市场和用户的广泛认同。
- ❖ CO₂热泵热水机也取得了市场化的商业应用，市场占比开始稳步提升。



NH₃/CO₂制冷剂市场推广示范项目



序号	单位	项目	采用替代技术	类型
1	烟台冰轮集团有限公司	青岛平度九联加工厂氨高温热泵采暖、生产生活热水项目	NH ₃	热泵
2	江苏白雪电器股份有限公司	白雪集团厂区生产生活用热泵采暖工程项目	CO ₂	热泵
3	山东美琳达再生能源开发有限公司	北京兰亭艺术馆多能互补环保性供热空调项目	CO ₂	热泵
4	广州北华联设备采购有限公司 青岛海尔开利冷冻设备有限公司	北华联超市武汉群星城店项目	CO ₂	冷链
5	安徽省徽商红府连锁超市有限责任公司/艾默生环境优化技术有限公司	红府超市合肥中心广场店项目	CO ₂	冷链

R32制冷剂的市场推广

- ❖ R32在中国家用空调市场中的占有率已达80%以上，并大批量出口国际市场。
- ❖ 中国单元式空调机市场中R32占比超过1/3；
- ❖ 中国小型冷水机组市场中R32的应用推广在有序推进；
- ❖ R32大量推广应用于小型多联机出口市场；



R32环保制冷剂的推广应用不仅保障了行业HCFCs淘汰任务目标的如期达成，同时也因其出色节能和低成本优势，赢得了更大的减排效益。

R32制冷剂市场推广示范项目



序号	单位	项目	采用 替代技术	类型
1	同方人工环境有限公司	北京顺义新农村安置房空气源热泵采暖项目	HFC-32	热泵
2	环境保护部北京会议与培训基地	会议与培训基地热泵采暖与泳池供热替代燃煤锅炉项目	HFC-32	热泵
3	广东澳信热泵空调有限公司	山东商业职业技术学院教工宿舍及齐鲁师范学院宿舍楼热泵采暖项目	HFC-32	热泵
4	南京天加空调设备有限公司	山东济宁2650m2酒店空气源热泵采暖项目	HFC-32	热泵
5	浙江盾安人工环境股份有限公司	黄河三角洲国家可持续发展研究中心空气源热泵采暖项目	HFC-32	热泵

3 制冷剂替代国际动向

3.1 政策法规标准新动向

- ❖ 2016年10月，在《蒙特利尔议定书》第28次缔约方会议上，与会各方经过艰苦的谈判达成一致，形成了关于HFCs削减的“基加利修正案”，这是《蒙特利尔议定书》履约进程中又一个里程碑式的事件。
- ❖ 基加利修正案的达成对全球的制冷剂替代工作及制冷空调产业的未来发展产生巨大的影响。

- ❖ 《蒙特利尔议定书》基加利修正案得到了国际社会和各国同行的高度重视，各个国家和地区也据此开始推进对相关政策法规标准等进行制、修订。
- ❖ 基加利修正案第一次明确提出未来实施HFCs削减时要关注产品能效提升的协同效应。

欧盟F-GAS法规修订提案（2022.4.5发布）



- ❖ 欧盟议会于2022年4月5日公布了F-GAS法规修订的提案。
- ❖ HFCs消费量控制目标：2027年削减基线水平90%，2030年削减基线水平95%，2048年削减基线水平97.5%。
- ❖ 实现减排目标的若干措施：
 - ✓ 配额不再免费，消费端将以每吨CO₂当量 3 欧元的费用获得配额；
 - ✓ 配额获得者必须具有至少 3 年的“化学品贸易活动”经验的企业；
 - ✓ 采取措施打击非法进口，例如实时配额跟踪系统，为海关官员提供培训和支持等。



新提案中的GWP限值及控制时间表

类型	产品名称	提案新的规定		2014版规定（现行规定）	
		GWP限制	实施日期	GWP限制	实施日期
空调和 热泵	移动空调	HFCs<150	2020.1.1	HFCs<150	2020.1.1
	整体式空调和热泵 [含冷水（热泵）机组]	含氟温室气体<150	2025.1.1	无	无
	固定式分 体空调和 热泵设备	制冷剂充注量3kg以下的 分体式系统	2025.1.1	HFCs<750	2025.1.1
		额定制冷量12kW及以下的 分体系统	2027.1.1	无	无
		额定制冷量12kW以上的 分体系统	2027.1.1	无	无
	汽车空调Directive 2006/40/EC	新车含氟温室气体<150	2017.1.1	新车含氟温室气体<150	2017.1.1
冷冻冷藏	家用冰箱和冷柜	HFCs<150	2015.1.1	HFCs<150	2015.1.1
	自携式商用冰箱和冷柜	HFCs<2500	2020.1.1	HFCs<2500	2020.1.1
		HFCs<150	2022.1.1	HFCs<150	2022.1.1
	固定式制冷装置(-50℃以下产品 除外)	HFCs<2500	2020.1.1	HFCs<2500	2020.1.1
	40kW以上多压缩机的商用集中 控制制冷系统	HFCs<150; 复叠系统 的高温级采用的含氟温 室气体<1500	2022.1.1	HFCs<150; 复 叠系统的高温级 采用的含氟温室 气体<1500	2022.1.1
	所有自携式制冷设备（即整体式 设备，包括运输冷冻冷藏设备和 工艺冷水机组等）	含氟温室气体<150	2025.1.1	无	无

2020年振兴美国制造业和创新法案



- ❖ 2017年，美国联邦上诉法院裁决使美国环保署（EPA）对HFCs的监管被搁置。
- ❖ 2020年12月21日，美国国会通过一项逐步削减氢氟碳化物（HFCs）的气候法案，该法案作为《2020年振兴美国制造业和创新法案》(AIM Act) 的组成部分被纳入年末综合拨款法案中。
- ❖ 通过上述举措，EPA将恢复其对HFCs的监管。

❖ 该法案主要内容包括：

- ✓ 通过实施限额计划逐步削减HFCs的生产和消费，时间表和受控物质清单与《蒙特利尔议定书》的基加利修正案保持一致；
- ✓ 授权EPA通过回收、再生以及改善的维修、修理和处置实践，制定针对HFCs制冷剂的管理标准。
- ✓ 为小型企业创建为期三年的赠款项目，每年拨款500万美元用于在使用周期结束时提高制冷剂的回收和再生利用。
- ✓ 授权EPA建立基于行业的使用限制规则，促进下一代技术转型。

与安全相关的国际标准修订进展

❖ IEC 60335-2-89修订进展

- ✓ 2014年启动修订，标准工作组最初只聚焦A3类可燃制冷剂丙烷。后将提案涵盖了包括A3类、A2类和A2L类在内的所有可燃制冷剂。规定任何超过150g的充注量都需要经过专门测试。
- ✓ 新的修订案中在商用制冷设备中将可燃制冷剂充注量限值从150g增加到500g左右（R290为494克，R600a为559克）。
- ✓ 2019年5月9日IEC发布公告，该修订案（第3版）获得批准。
- ✓ 对应的国内标准：GB 4706.102（2010版等同采用IEC 60335-2-89 的2007版），标准名称为：《家用和类似用途电器的安全 带嵌装或远置式制冷剂冷凝装置或压缩机的商用制冷器具的特殊要求》。

❖ IEC 60335-2-40修订进展

- ✓ 标准工作组2015年就提出了提高房间空调器中A3类可燃制冷剂充注量限值的修订建议。
- ✓ 新修订案中关于**R290**制冷剂充注量规定：对于大约**20M²**的房间，在增强空调密封性的前提下，**R290**充注量可达**585克**；如果再增加空气环流的风扇，**R290**最大充注量可达**836克**；而即便房间面积再增大，**R290**的充注量限值最大不超过**988克**。
- ✓ 在2022年5月25日IEC发布公告，该修订案（第7版）获得批准。
- ✓ 对应的国内标准：**GB 4706.32**（2012版等同采用**IEC 60335-2-40**的2005版），标准名称为：《家用和类似用途电器的安全 热泵、空调器和除湿机的特殊要求》。

未来可能的替代制冷剂选择方向

产品类别	传统制冷剂	可能的替代选择
小型冷水（热泵）机组	R22 R410A	R32, HFOs?
大中型冷水（热泵）机组	R22 R123, R134a, R245fa	HFOs, R32?
热泵热水机（器）	R22 R134a, R410A, R407C	CO ₂ , R32, HFOs, R290
单元式空调机	R22 R142b, R410A, R407C	R32, HFOs?
多联式空调（热泵）机组	R410A	R32, HFOs?
冷冻冷藏设备和压缩冷凝机组	R22 R134a, R404A, R507A, R452A NH ₃	NH ₃ , CO ₂ , R290, R600a, R32, HFOs...
汽车空调	R134a	HFOs, CO ₂
房间空调器	R22、R410A、R407C	R32, HC...

4 挑战与机遇

- ❖ 碳达峰、碳中和与基加利修正案的达成为行业未来发展指明了出路和方向，推动制冷空调行业向着绿色可持续的发展方向不断迈进。
- ❖ 新一代臭氧气候更加友好的替代品，或多或少存在着各种不同的不足和缺陷，需要更多的技术创新与投入，以“缺陷管理”的方式加以处理，以实现安全可靠的推广应用。
- ❖ 通常情况下，采用新一代替代技术的产品成本有所升高，用户和市场接受度不高，市场推广应用面临多重的困难和压力，需要行业和社会各界携手努力加以解决，以赢取更大的环保收益。

结束语

- ❖ 为保护人类共同的地球家园，面对共同挑战，国际社会必须携起手来，进一步加强在政策、法规、技术和标准等方面的交流和合作，积极探寻更加绿色高效可持续的替代技术和行业解决方案，为实现ODS完全淘汰和减缓全球变暖做出更多的努力和贡献！



谢谢!