

《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》编制说明

（征求意见稿）

1 工作简况

1.1 任务来源

本标准修订工作列入国家标准化管理委员会 2025 年标准制修订计划（计划编号：20253199-Q-469），计划名称为《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》，由国家标准化管理委员会提出并归口。

本标准将代替GB 19576-2019《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》。

1.2 起草人员及其所在单位

按照国家标准制修订工作要求，成立了由科研单位、整机和关键零部件制造企业、检测认证机构等组成的标准修订工作组。

1) 本文件主要起草单位：中国标准化研究院、珠海格力电器有限公司、青岛海尔空调器有限总公司、维谛技术有限公司、广东美的暖通设备有限公司、北京工业大学、合肥通用机电产品检测院有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、大金（中国）投资有限公司、广东美的制冷设备有限公司、中国铁塔股份有限公司、谷轮环境科技（苏州）有限公司、四川长虹空调有限公司、威凯检测技术有限公司、宁波奥克斯电气有限公司、广东美芝制冷设备有限公司、青岛海信日立空调系统有限公司、上海三菱电机·三菱空调机电器有限公司、广州松下空调器有限公司、广东开利暖通空调股份有限公司、TCL空调器（中山）有限公司、深圳市英维克科技股份有限公司、上海交通大学、上海海立电器有限公司、北京建筑大学、广东海悟科技有限公司、中国移动通信集团有限公司供应链管理中心、沈阳中航机电三洋制冷设备有限公司、中家院（北京）检测认证有限公司、深圳市艾特网能技术有限公司、广东欧科空调制冷有限公司、大金机电设备（西安）有限公司、上海海关机电产品检测技术中心等。

2) 本文件主要起草人：成建宏、刘华、冯景学、田军、杨坤、周峰、谢宝刚、陈鸣飞、钟鸣、邵艳坡、郭松峰、刘强、刘帆、戴兴学、杜文超、张浩、丁国良、周易、王瑞祥、姜华伟、张文强、胡武强、韩会先、高萌、周兴法、代文杰、陈宇劲、晏玉林、冯迪、李世刚、戴向阳、徐方成、吕东建、杨林、姜敬德等。

1.3 起草过程

标准的修订起草工作主要经历了以下几个阶段：

1.3.1 第一阶段：指导思想确定

贯彻落实《绿色高效制冷行动方案》和《关于进一步加强节能标准更新升级和应用实施的通知》，积极履行《蒙特利尔议定书》基加利修正案，研究提出了我国单元式空调机组能效限定值及能效等级标准的修订原则和方案；并在国家发改委环资司和国家标准委标准技术管理司的指导下，组织行业企业、科研单位、测试机构、协会等进行了技术论证，确定了适合我国国情、推动空调产业技术升级、服务于国家节能减碳政策需求的标准修订指导思想。

1.3.2 第二阶段：行业及产品调研

为了了解单元式空调机组产品的生产状况及能效水平，工作组组织开展了广泛的调查活动，通过企业、测试机构、能效标识中心和行业协会等途径，收集分析了产品的能效数据等。

1.3.3 第三阶段：文本起草

1.3.3.1 标准讨论稿

根据能效调查数据、测试数据，确定了当前我国单元式空调机组的能效水平分布状况，开展单元式空调机节能升级的路径和节能潜力分析研究，同时，通过多次技术研讨会，研究提出了能效评价体系及指标确定方法。

调研了国际节能标准和法规的进展，明确了主要国家能效测试方法、能效指标的差异，总结标准实施的成功经验和作用；我国产品在世界上的节能水平进展和定位；

依据分析结果，基于本标准修订指导思想要求，编写了标准讨论稿。

1.3.4.2 形成征求意见稿

依据当前国家双碳目标要求和《中国履行〈关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书〉国家方案（2025—2030年）》的要求，国家发展改革委环资司、国家标准化管理委员会标准管理司、生态环境部大气环境司等提出了实现制冷行业实现高质量发展的决策部署。根据节能目标和标准，分组开展了典型产品节能技术途径、能效指标实验验证、国内外能效标准对比等，基于技术分析结果，对标准评价方法、评价指标的不同技术方案的可行性、潜在影响进行了深入研讨。

针对生产企业、科研院所、测试机构、行业协会、上下游配套企业等相关方，召开了工作组会议，结合已有的调查结果、实验数据、节能升级路径等，对能源消耗效率指标及测试方法、国际发展趋势与进展等进行了交流、论证，并充分权衡我国产业的生产技术能力、实际运行特征、技术升级研发能力、实验室测试能力等因素。依据分析结果和标准目标原则，对标准进行了修改完善，形成标准征求意见稿。

1.3.4.3 标准征求意见

2026年6月，按照国家标准制定工作规定，将标准征求意见稿提交标委会秘书处，开展广泛征求意见。

1.3.4.4 WTO/TBT通报

2026年6月，按照强制性国家标准管理办法的工作流程规定，将标准征求意见稿提交国家标准化管理委员会中国WTO/TBT国家通报咨询中心，送WTO秘书处分发通报各成员国。

2 编制原则、主要技术要求的依据

2.1 编制原则

依据国家发改委环资司、国标委、生态环境部大气环境司等加强绿色低碳标准化建设的指示精神，结合我国单元式空调机组产业开展节能减排技术的进展和实际国情，通过调研分析和工作组的研讨协商，形成了本次标准的修订原则：

1) 贯彻我国的双碳目标要求，落实《绿色高效制冷行动方案》、《关于进一步加强节能标准更新升级和应用实施的通知》的要求。

2) 充分考虑我国的单元式空调产业发展的实际情况、节能技术研发能力、实验室测试能力等，使标准具有较高的科学性、先进性和可操作性。

3) 加快产业升级，增强我国产品在国内、国际市场上的品牌力和技术竞争力，实现我国空调行业的技术升级和高质量发展。

4) 大幅提升能效要求，推动制冷行业绿色低碳发展，引领产业技术研发，与国际先进标准接轨。

5) 已发布的相关标准，尤其是与相关产品性能标准和安全标准进行很好的衔接；

6) 按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定编写本标准内容。

2.2 主要技术要求的依据

2.2.1 适用范围

适用于采用电机驱动压缩机、室内机静压为0Pa（表压力）的舒适性单元式空气调节机、数据中心和通信机房用空气调节机组、通信基站用单元式空气调节机和恒温恒湿型单元式空气调节机。不适用于多联式空调（热泵）机组、屋顶式空气调节机组和风管送风式空调(热泵)机组。

根据单元式空调机市场发展的需要，舒适型空调市场份额平稳略降、工艺类空调产品份额快速扩大，市场结构变化较大，涵盖产品类别更加细化。单元式空调机组市场正呈现消费级（舒适性）与工业级（数据中心/通信/恒温恒湿）双轨发展的格局。消费级市场受地产周期影响短期承压，但长期受益于消费升级和产品替代；工业级市场则受益于数字经济（数据中心、5G）和高端制造，保持较快增长。国产品牌在消费级市场占据主导，在工业级市场也与国际品牌展开激烈竞争。2025年全球机房空调市场规模约424.1亿元，预计到2032年将接近1132.3亿元，未来六年CAGR为15.1%。风冷式是最大的细分，占有大约51%的份额。中小型数据中心是最大的下游领域，占有47%份额。2025年全球5G基站空调收入大约3475百万美元，预计2032年达到5389百万美元，CAGR为6.5%。

表 1 单元式空调产品的分类

舒适型单元式空调产品	风冷式单元式空调机	单冷型（SEER，Wh/Wh）	7000≤CC≤14000
			14000<CC≤28000
			CC>28000
		热泵型（APF，Wh/Wh）	7000≤CC≤14000
			14000<CC≤28000
			CC>28000
	水冷式单元式空调机（IPLV，W/W）		7000≤CC≤14000
		CC>14000	
恒温恒湿型单元式空气调节机（AEER，W/W）			
数据中心和通信机房用空气调节机组	压缩机制冷（AEER，W/W）	风冷式	标准回风温度型
			低回风温度型
	蒸发冷式	水冷式	标准回风温度型
			低回风温度型
	复合制冷型	复合蒸发冷式/干湿	标准回风温度型
			低回风温度型
		标准回风温度型	

	(AEER, W/W)	复合冷凝式	低回风温度型
		常规热管复合机组	标准回风温度型
			低回风温度型
		气泵复合机组	标准回风温度型
			低回风温度型
		氟泵复合机组	标准回风温度型
			低回风温度型
		乙二醇经济冷却器复合型	标准回风温度型
			低回风温度型
		通信基站用单元式空气调节机产品分类	压缩机制冷 (AEER, W/W)
标准回风温度型			
7000≤CC≤14000	高回风温度型		
	标准回风温度型		
CC> 14000	高回风温度型		
	标准回风温度型		
常规热管复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型		
	标准回风温度型		
气泵复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型		
	标准回风温度型		
氟泵复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型		
	标准回风温度型		

2.2.2 规范性引用文件

本标准涉及二个国家标准和一个行业标准，包括了测试方法、测试工况与计算方法等。

GB/T 17758-2023 单元式空气调节机

GB/T 19413-2024 数据中心和通信机房用空气调节机组

JB/T11968 -2024 通信基站用单元式空气调节机

2.2.3 能效评价指标的确定

1) 舒适性单元式空调机组

全球空调市场2025年规模约1373.7亿美元，预计2034年达2456.1亿美元，复合年增长率约6.78%。中国中央空调市场2022年规模约1060亿元，2012至2022年复合年增长率6.68%。然而2025年市场遭遇调整，整体容量同比下滑17.1%，受房地产市场深度调整影响，工程类市场回落明显。在各品类构成中，多联机以45.3%占比稳居首位，单元机约13.4%，离心式冷水机组10%。随着国家双碳目标和《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》的落实，市场能效得到了有力提升，根据数据统计，2级及以上节能型产品市场份额达到50%，节能技术研发和应用为产品能效提升提供了技术支撑。

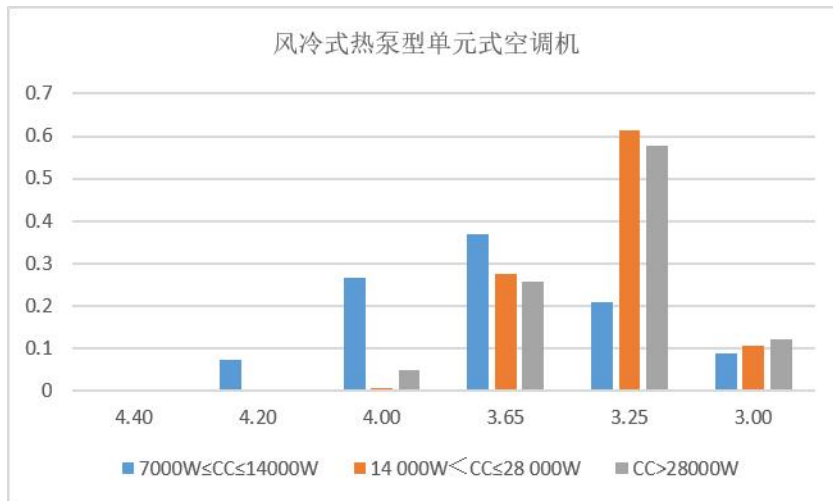


图1 风冷式热泵型单元式空调机市场能效等级分布

单元式空调机组的节能提升，是多技术协同优化的系统工程，通过对核心部件、循环系统、智能控制及制冷剂应用等关键路径的优化升级，可充分挖掘产品全年运行节能潜力。从技术构成来看，高效变频压缩机、强化换热器、直流风机系统与电子膨胀阀等基础部件升级，是提升整机能效的核心支撑，通过优化换热效率、精准调节冷媒流量、降低辅机损耗，可直接改善制冷循环效率。搭配 R32、R290 等低碳高效制冷剂并优化系统匹配，既能降低温室气体影响，又能进一步提升循环能效。补气增焓、智能除霜等技术则显著改善低温制热性能，减少辅助电加热带来的能源浪费，提升季节综合运行效率。而精准变频控制、负荷预测及智能电网响应等智能化技术，可实现按需供能与负荷优化，在降低启停损耗的同时，通过削峰填谷获得系统级节能收益。

在成本与节能贡献方面，各项技术均以基准能效机型为参照，采用零部件成本价差测算增量，通过控制变量实验与 APF 季节能效提升率核算节能贡献。多技术叠加应用后，耦合重叠影响被合理修正，整机节能效果呈现显著放大效应。综合测算表明，在现有成熟技术体系下，通过合理组合高效部件、优化系统匹配、强化热泵性能并应用智能调控策略，单元式空调机组的全年综合节能潜力可达20%~30%。这一节能提升空间既符合能效标准升级要求，也为构建兼顾运行能效、低碳环保与电网互动的综合能效评价体系提供了坚实技术支撑，对推动空调器行业节能降碳具有重要工程价值与现实意义。

表2 舒适型单元式空调机组节能技术路径-成本与节能贡献率

技术路径大类	具体技术 / 部件	成本增量 (元 / 台)	成本占比 (相 对整机)	节能贡献率 (APF / 全年)	依据与说明 (以5匹变频热泵型单元式空调 机组基准, 参考2025年行业数据)
提升基础制冷循 环效率	高效变频压缩机 (双转子 / 涡 旋)	+400~600	+10%~15%	15%~25%	变频替代定频: APF 提升 40%~60%; 全直流变频比普通变频再高 15%+
	高效换热器 (双排 / 微通道 / 内螺纹管)	+200~350	+5%~8%	8%~15%	换热面积 / 效率提升, APF 提升约 8%~12%
	直流风机 (BLDC) + 高效风道	+150~250	+4%~6%	5%~10%	风机功耗降低 20%~30%, 整机 APF 提 升约 5%
制冷剂替代与系 统匹配	R32 (替代 R410A)	+50~100	+1%~2%	6%~12%	能效优于 R410A, 能耗降 8%~12%; 充 注量更少
强化热泵 / 低温 制热能力	双级压缩/喷气增焓 (EVI) 技 术	+300~450	+7%~10%	冬季 15%~ 30%	低温制热 COP ↑, 减少电辅热; 冬季综 合节能 15%+
	智能除霜优化控制	+80~150	+2%~3%	冬季 8%~15%	缩短除霜时间、减少误除霜, 提升冬季 APF
回热器 (液气换 热器) 引入	液管过冷+吸气过热协同, 减少 节流损失	+150~250	+1%~3%	3%~8% (APF)	
动态运行与智能 控制	精准变频 + 负荷跟随控制	+100~200	+2%~4%	8%~15%	降低启停损耗、部分负荷能效 ↑
	AI / 人感 / 负荷预测控制	+150~300	+3%~6%	10%~25%	无人节能、习惯学习; 综合节能率 23%+
	智能电网响应 (DR / 峰谷调 控)	+200~400	+5%~8%	10%~20% (系 统级)	峰时卸载、谷时预冷; 电网互动收益
降低附加损耗	低待机功耗 (<1W)	+30~60	+1%	全年 2%~5%	待机能耗占比下降, 全年累计节能
	高效保温 / 连接管优化	+50~100	+1%~2%	3%~6%	减少冷 / 热量损失

2) 数据中心和通信机房用空气调节机组

中国数据中心机房精密空调市场规模2024年已达约128亿元人民币, 预计到2030年将突破260亿元, 年均复合增长率约12.5%。液冷数据中心市场规模预计从2026年的232.5亿元增长至2028年的470.4亿元, 未来三年冷板式液冷仍将主导市场, 但浸没式液冷增速更快。数据中心能耗占比已突破全国总用电量的2.5%, 随着AI算力需求爆发, 耗电量将呈现快速增长趋势。根据市场数据统计, 节能型产品的快速需求, 市场低碳成为产品研发和产业化的重要技术参数, 新节能技术研发和应用, 水冷式空调机组能效达到8.00以上, 为高效产品的节能提升开拓了进一步提升的空间。

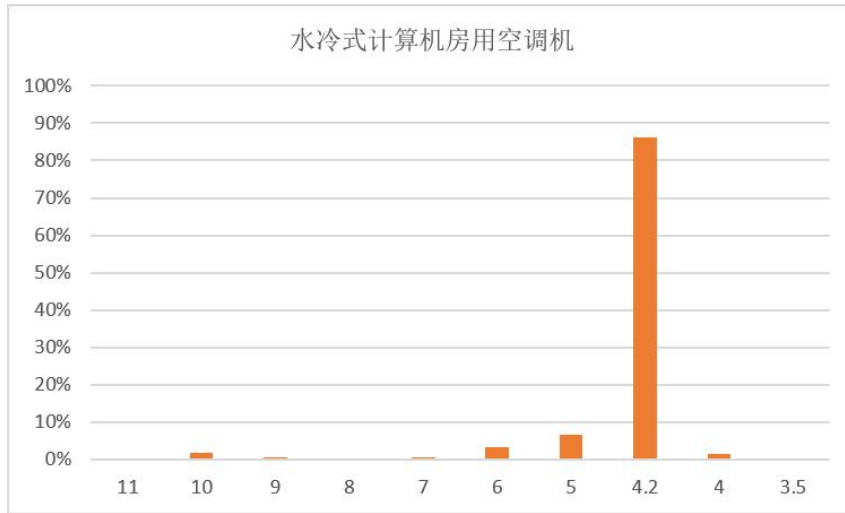


图2 风冷式热泵型单元式空调机市场能效等级分布

在标准规定工况下，最适合评价的是机组在额定或规定负荷点的能效提升，因此分析对象应集中在产品级节能技术。这类改进通常包括高效压缩机、EC风机或无刷直流风机、高性能换热器、电子膨胀阀、优化控制器、低阻气流组织以及多模块协同控制。相反，依赖全年气象窗口的自然冷源节能，在标准工况下通常只能体现为“具备该功能”，很难直接转化为统一的单机节能贡献率。

表3 节能技术路径节能贡献率对应关系

节能技术改进路径	产品改进内容	成本水平	标准工况下典型节能贡献率
高效EC风机替代传统AC风机	采用EC离心风机或无刷直流风机，提高风机静压效率与调速性能	低-中	约5%到15%
风机变频控制优化	根据送风量和回风温度闭环调节风机转速	低	公开案例中末端风机优化可使微模块mPUE下降约0.01到0.02，对应空调侧节能通常为5%到10%
高效压缩机升级	采用高效涡旋、变频压缩机或磁悬浮相变压缩技术	中	常见约8%到20%，磁悬浮等先进路线潜力更高
全变频机组	压缩机、风机等关键部件全部变频，提升额定与部分负荷综合效率	中	在负荷波动场景下节能更明显，公开资料显示系统侧可实现10%到20%以上
高效换热器优化	增大换热面积，优化翅片结构、管路分配和风阻	中	常见约3%到10%
电子膨胀阀替代热力膨胀阀	更精确控制过热度，提高蒸发器利用率	低	常见约2%到6%

气流组织优化设计	优化送风截面、回风路径、机内风道阻力，降低内循环损失	低-中	常见约3%到8%
控制器与PID算法优化	优化温湿度控制逻辑，减少压缩机频繁启停与过度除湿	低	公开案例中空节能控制柜改造节能率约21.6%，部分项目平均约28%
多模块协同控制	多台机组联控、轮值运行、避免“小负荷多机并开”	低	公开案例显示并联运行优化后换算节电率约28%
提高允许送风温度适配能力	产品按更高送风温度和更宽工况设计，提高蒸发温度	低-中	冷源系统理论上每升高1摄氏度可节约1.5%，作为机组产品能力体现时通常可折算为数个百分点改善

评价指标AEER标准工况包含35°C、25°C、15°C、5°C、-5°C多个室外温度点和不同负荷率下的加权计算，因此各技术路径对AEER指标的影响及效果：

- a) **变频化**：在 25°C、15°C低温工况下，变频技术的节能优势更突出，低负荷率下 COP 更高，显著提升 AEER 加权值。**C 风机**：降低送风系统功耗，在全部工况下均有稳定节电效果，直接降低分母（总耗电量）。
- b) **氟泵自然冷却**：在 15°C、5°C、-5°C工况点直接进入氟泵模式，这些温度点压缩机耗电接近于零，AEER 大幅提升（GB/T 19413 规定了自然冷却模式 I/II 的试验工况）。**悬浮压缩机**：在小压比（低室外温度）工况下能效优势更突出，对 AEER 权重较大的中低温点节能贡献更大。
- c) **间接蒸发冷却**：在 15°C以下多以干模式/湿模式运行，能耗极低；标准工况中低温点贡献大量节能量，使整体 AEER 大幅提升。
- d) **气流优化**：提高回风温度、降低供冷需求，间接降低压缩机运行负荷，对标准工况各温度点均有正向贡献。
- e) **AI 群控**：优化冷冻水温度设定点、冷机台数调度、冷却塔配合，使设备在各工况下均运行在最优区间。
- f) **高温供冷**：直接降低压缩比，使机组在各标准工况温度点的 COP 均得到提升。
- g) **蒸发冷凝**：降低冷凝温度，在 35°C夏季工况下节能效果显著，改善标准工况中高温点能效。

3) 通信基站用单元式空气调节机

全球 5G 基站空调市场处于持续扩张通道。2023 年全球 5G 基站空调（含配套温控）收入约 28.87 亿美元，预计 2030 年将达到 44.61 亿美元，2024 至 2030 年复合年增长率约 6.4%。据统计，在我国通信基站总量已超过 400 万个，数据机房超过 60 万个；空调系统全年持续运行，年耗电量达 800 亿千瓦时。2020 年以来 5G 时代的到来，推动基站数量和散热需求双重跃升，进而带动精密空调和基站专用空调的需求持续增加。根据工业和信息化部等部委联合发布的《信息通信行业绿色低碳发展行动计划

（2022—2025年）》，到2025年5G基站能效需提升20%以上，并要求加大空调节能管控技术应用、提升空调运行状态精准调节能力。通信基站用单元式空气调节机的市场需求，主要来自5G基站高热密度、站点数量大、运维分散和“低成本快速部署”。这类产品通常要求小型化、模块化、抗扰动力强，并能在户外复杂环境下长期稳定运行。产品能效参差不齐，随着国家双碳目标行动方案的实施，的节能改造空间巨大。

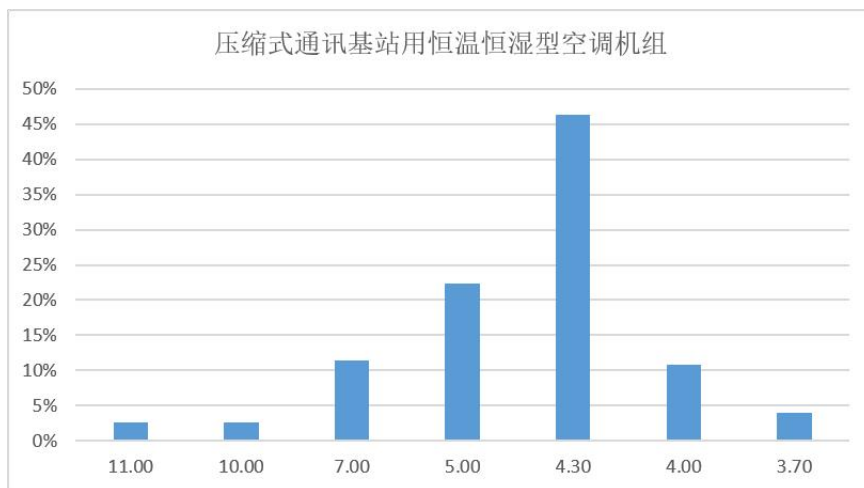


图3 压缩式通讯基站用服务方式型空调机组能效分布图

从节能技术路线看，市场上已经出现自然冷、热虹吸管换热、智能通风、气流组织优化和空调变频等节能方向，但真正能在标准工况下直接量化的，还是压缩机、风机、换热器和控制器的产品级升级。主要可行节能路径包括：高效压缩机、EC风机、电子膨胀阀、换热器优化、全变频、控制策略优化和待机/部分负荷效率提升。如果是做产品升级，优先级通常是“控制优化+EC风机+全变频+高效压缩机”。如果是准备做标准工况下的检测或认证，最容易量化的指标也是这四类，因为它们直接影响名义制冷量、输入功率和能效比。如果面向高温高密基站，则还应把气流组织和低负荷效率作为重点，因为基站设备经常不是满载，而是长期处于波动负荷下。通信基站用单元式空气调节机的节能升级，最现实的路线不是追求单一“黑科技”，而是做成可测试、可量化、可批量复制的产品级优化。在标准规定工况下，最有价值的路径是高效压缩机、全变频、EC风机、电子膨胀阀和控制算法优化，这些措施通常投入可控、验证清晰、节能收益也较稳定。

表4 通信基站用单元式空气调节机产品节能改进路径与节能贡献率

序号	节能技术改进路径	主要改进内容	相对成本增量	在标准工况下典型节能贡献率	回收期参考
1	变频改变频压缩机	变频涡旋/直流变频压缩机替换，全工况调速	+15%~25%	AEER提升10%~30%	2~4年
2	EC电子换相风机替代AC风机	室内外侧风机全部更换为EC无刷直流风机	+10%~20%	整机节电5%~15%	1~3年

3	电子膨胀阀 (EEV) 替代热力膨胀阀	精确过热度控制, 提升蒸发器利用率	+3%~8%	整机EER提升 2%~6%	<2年
4	高效换热器优化	小管径、高效翅片、制冷剂分路优化	+10%~20%	整机EER提升 3%~10%	2~4年
5	引入氟泵自然冷却 (复合制冷型)	集成氟泵回路, 低温季节停压缩机	+15%~30%	AEER提升 20%~50% (寒冷地区)	2~4年
6	热管复合自然冷却	回路热管集成, 无泵自然循环	+20%~40%	AEER提升 30%~60% (寒冷地区)	3~4年
7	低GWP高效制冷剂替换	R32/HFO系列替代R410A, 匹配系统优化	+5%~15%	整机EER提升 5%~12%	1~3年
8	智能控制与精准调节优化	内置PID/模糊算法, 多机轮换控制	+1%~5%	AEER提升 5%~15%	<1年
9	待机与部分负荷优化	提升低负荷、夜间及轮值工况下效率	+5%~15%	约5%到10%	1~3年

2) 能效评价指标体系

目前能效标准是落实国家《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》(国发〔2024〕7号)、《关于2025年加力扩围实施大规模设备更新和消费品以旧换新政策的通知》(发改环资〔2025〕13号)的技术依据, 以实现扩大消费、实施大规模设备更新和消费品以旧换新, 2级是节能型产品入门槛, 1级产品是鼓励推动的重点对象。按照标准工作组确定的制修订原则和节能环保工作的要求, 分析确定能效等级指标、能效限定值门槛指标等, 新标准中大幅提升新1级能效等级要求, 同时大幅提升市场准入门槛要求, 淘汰低效产品, 实现市场结构转型。依据确定的修订原则和技术节能潜力分析, 确定耗电量限定值和能效等级指标, 大幅提升市场准入门槛, 淘汰原2级、3级及以下能效等级产品, 整体淘汰率达20%, 有利于加速淘汰低效产品, 实现市场结构转型。

表5 单元式空调能效等级指标值

	类型		能效等级			
			1	2	3	
室内机静压为0Pa舒适型单元式空调	风冷式单元式空调机	单冷型 (SEER, Wh/Wh)	7000≤CC≤14000	5.20	4.80	4.20
			14000<CC≤28000	4.60	4.20	3.80
			CC>28000	4.40	4.00	3.60
		热泵型 (APF, Wh/Wh)	7000≤CC≤14000	4.20	3.80	3.20
			14000<CC≤28000	3.80	3.40	3.00
			CC>28000	3.40	3.10	2.80
		水冷式单元式空调机 (IPLV,		7000≤CC≤14000	5.00	4.80

		W/W)	CC>14000	4.80	4.50	4.00	
数据中心和通信机房用空气调节机组	压缩机制冷 (AEER, W/W)	风冷式	标准回风温度型	7.00	6.00	4.90	
			低回风温度型	5.10	4.80	4.30	
		水冷式	标准回风温度型	7.40	6.50	5.10	
			低回风温度型	6.00	5.50	4.50	
		蒸发冷式	标准回风温度型	7.20	6.30	5.00	
			低回风温度型	5.60	5.20	4.40	
	复合制冷型 (AEER, W/W)	复合蒸发冷式/干湿复合冷凝式	标准回风温度型	12.00	10.00	8.00	
			低回风温度型	7.00	6.00	5.00	
		常规热管复合机组	标准回风温度型	10.00	8.50	7.40	
			低回风温度型	8.00	6.50	5.90	
		气泵复合机组	标准回风温度型	9.40	8.20	7.10	
			低回风温度型	7.40	6.00	5.40	
		氟泵复合机组	标准回风温度型	9.00	7.80	6.70	
			低回风温度型	7.20	5.80	5.20	
乙二醇经济冷却器复合型	标准回风温度型	8.90	7.50	6.40			
	低回风温度型	7.00	5.40	4.90			
通信基站用单元式空气调节机产品	压缩机制冷 (AEER, W/W)	CC≤7000	高回风温度型	7.50	6.90	5.70	
			标准回风温度型	6.20	5.70	4.80	
		7000 < CC≤14000	高回风温度型	7.20	6.50	5.40	
			标准回风温度型	6.00	5.50	4.50	
		CC > 14000	高回风温度型	7.00	6.00	4.90	
			标准回风温度型	5.80	4.90	4.30	
	常规热管复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型	8.90	7.50	5.40		
		标准回风温度型	7.00	6.40	4.90		
	气泵复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型	8.30	7.20	4.90		
		标准回风温度型	6.40	5.90	4.60		
	氟泵复合机组 (AEER, W/W)	高回风温度型	7.90	6.80	4.70		
		标准回风温度型	6.20	5.70	4.20		
	注: CC—名义制冷量, 单位为W。						

3 与有关现行法律、行政法规和其他强制性标准的关系，配套推荐性标准的情况

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准的协调一致。修订的目的是贯彻落实国家发改委等 7 部委联合颁布的《绿色高效制冷行动方案》要求，促进单元式空调机组产业的节能水平提升和绿色制冷剂的应用，淘汰高耗能产品。

与配套的推荐性标准 GB/T 17758-2023 单元式空气调节机相协调。

4 与国际标准化组织、其他国家或者地区有关法律法规和标准的比对分析

4.1 欧盟能效标准

欧盟对制冷量超过12kW的商用单元式空调 (Unitary Air Conditioners) 的管控，主要依托生态设计法规 (EU) 2016/2281 (“Lot 21”) 执行强制性最低能效限定值 (MEPS)，而能效标签方面则呈现出独特的“双轨”格局：12kW以下设备 (由法规626/2011管辖) 强制张贴消费者可见的A-G等级标签，超过12kW的商用设备不强制张贴消费者标签，但须强制履行信息公示义务，并须在EPREL数据库完成注册。2016/2281法规自2018年1月1日

起分两个阶段（Tier 1、Tier 2）实施，并将在新一代可持续产品生态设计法规（ESPR）框架下迎来全面修订。

表6 欧盟能效法规框架与适用范围

法规编号	性质	适用范围	核心要求
(EU) 2016/2281	生态设计（强制MEPS）	空气加热/制冷产品、高温工艺冷水机组、风机盘管；制冷量/制热量分别可达2MW/1MW	强制最低季节能效
(EU) 626/2011	能效标签	仅限≤12kW的气对气空调	强制A-G等级标签
(EU) 2009/125/EC	生态设计框架指令	所有能源相关产品（已部分被ESPR取代）	授权制定实施条例
(EU) 2024/1781 (ESPR)	新可持续产品生态设计法规	扩展至所有物理产品	过渡期至2030年

法规2016/2281摒弃了仅反映单一工况的传统EER/COP指标，转而采用季节综合指标，以更真实地反映设备全年运行能耗。

1) 舒适性单元式空调机能效限定值

主要能效评价指标，包括SEE、SCOP、 $\eta_{s,c}$ ，并规定了能效限定值。

- SEER（季节能效比，Seasonal Energy Efficiency Ratio）：按 EN 14825 标准，在多个室外温度点和不同部分负荷状态下测试并加权计算的季节制冷综合能效比。SEER 值越高，制冷能效越好。
- SCOP（季节性能系数，Seasonal Coefficient of Performance）：对应制热工况的全季节综合性能系数。
- $\eta_{s,c}$ （季节空间制冷能效，Seasonal Space Cooling Energy Efficiency）：这是法规 2016/2281 中的官方合规指标，以一次能源百分比（%）表示，其与 SEER 的换算关系为：

$$\eta_{s,c} = \frac{100}{CC} \times SEER - \sum F(i)$$

其中CC为一次能源转换系数（当前取值2.5）， $\sum F(i)$ 为附加修正项（如温控修正 $F(1)=3\%$ ）。例如， $\eta_{s,c}=189\%$ ，对应SEER≈4.8（约等于当前Tier 2限值含义）。

$\eta_{s,h}$ （季节空间制热能效）：制热工况的一次能源效率百分比，计算方式与 $\eta_{s,c}$ 类似。

- **SEPR（季节能效性能比）**：专用于高温工艺冷水机组（High Temperature Process Chillers）的能效指标。

表7 气对气空调（Air-to-air AC）及屋顶机组（Rooftop AC）能效限定值（ $\eta_{s,c}$ ）

产品类型	Tier 1（≥2018年1月1日） $\eta_{s,c}$	等效SEER 近似值	Tier 2（≥2021年1月1日） $\eta_{s,c}$	等效SEER 近似值
气对气空调（电机驱动，非屋顶）	181%	≈4.6	189%	≈4.8
屋顶空调（Rooftop）	117%	≈3.0	138%	≈3.5
气对气空调（内燃机驱动）	157%	—	167%	—

表8 冷水机组（Comfort Chillers）能效限定值（ $\eta_{s,c}$ ）

产品类型	Tier 1（2018年） $\eta_{s,c}$	Tier 2（2021年） $\eta_{s,c}$
气冷冷水机（<400kW）	149%（SEER≈3.8）	161%（SEER≈4.1）
气冷冷水机（≥400kW）	161%（SEER≈4.1）	179%（SEER≈4.55）
水/盐水冷冷水机（<400kW）	196%（SEER≈5.1）	200%（SEER≈5.2）
水/盐水冷冷水机（400kW≤x<1500kW）	227%（SEER≈5.88）	252%（SEER≈6.5）
水/盐水冷冷水机（≥1500kW）	245%（SEER≈6.33）	272%（SEER≈7.0）

表9 具备制热功能的气对气热泵型空调（Air-to-air heat pumps）制热能效限定值（ $\eta_{s,h}$ ）

产品类型	Tier 1（2018年） $\eta_{s,h}$	Tier 2（2021年） $\eta_{s,h}$
气对气热泵（电机驱动，非屋顶）	133%	137%
屋顶热泵（Rooftop heat pump）	115%	125%
气对气热泵（内燃机驱动）	120%	130%

2）欧盟数据中心用空气调节机组能效限定值

欧盟针对数据中心冷却系统的监管，采用了产品级管制与系统/设施级管制并行的双层架构。在产品层面，数据中心所用冷水机组（Comfort Chiller/High Temperature Process Chiller）受生态设计法规（EU）2016/2281（Lot 21）的强制最低能效限定值（MEPS）约束，以SEER/SEPR等季节性指标进行考核。在设施系统层面，《能源效率指令》

(EED, EU/2023/1791)的第12条建立了全欧盟数据中心能耗强制报告制度，以PUE（电力利用效率）和WUE（水利用效率）等KPI对设施整体能效进行系统层面的衡量与评级。欧盟委员会正在2026年内正式推出数据中心能效组合监管包（Data Centre Energy Efficiency Package），其中包含一套基于PUE/WUE的A-G等级强制标签制度，预计2027年8月15日起为全部申报数据中心自动生成并公开发布评级标签。目前，针对数据中心的最低性能标准（MEPS）研究工作正在同步进行。

数据中心冷却系统中大量使用的水冷或气冷冷水机组（CRAC/CRAH配套机组），按其工作温度和应用场景，舒适冷水机组（Comfort Chillers）受(EU) 2016/2281管辖，须满足当前有效的Tier 2（自2021年1月1日起）季节空间制冷能效（ $\eta_{s,c}$ ）限值。

表10 气冷舒适冷水机组（Air/Water Chiller）生态设计能效限定值

额定制冷量	Tier 1 (2018.1.1) $\eta_{s,c}$ / SEER近似值	Tier 2 (2021.1.1) $\eta_{s,c}$ / SEER近似值
Pdes < 400 kW	149% / ≈ 3.8	161% / ≈ 4.1
Pdes \geq 400 kW	161% / ≈ 4.1	179% / ≈ 4.55

表11 水冷舒适冷水机组（Water/Water Chiller）生态设计能效限定值

额定制冷量	Tier 1 (2018.1.1) $\eta_{s,c}$ / SEER近似值	Tier 2 (2021.1.1) $\eta_{s,c}$ / SEER近似值
Pdes < 400 kW	196% / ≈ 5.1	200% / ≈ 5.2
400 kW \leq Pdes < 1500 kW	227% / ≈ 5.88	252% / ≈ 6.5
Pdes \geq 1500 kW	245% / ≈ 6.33	272% / ≈ 7.0

意义说明： $\eta_{s,c}$ 以一次能源百分比表示，与SEER的关系约为： $\eta_{s,c}(\%) = SEER \times 100 / 2.5$ （一次能源系数CC），减去修正项。水冷冷水机组因散热效率更高，能效限值要求显著高于气冷机组。

用于高温工艺制冷应用场景（包括部分数据中心高密度液冷）的冷水机组，采用季节能效性能比（SEPR, Seasonal Energy Performance Ratio）作为评价指标，是欧盟法规中专门针对工业/高精度冷却用途而设立的指标。

表12 高温工艺冷水机组（High Temperature Process Chillers）(EU) 2016/2281 SEPR的最低限值（Tier 2，2021年起）

产品类型	SEPR Tier 2 最低限值

气冷 (Air/Water), Pdes < 400 kW	5.00 ^[4]
气冷 (Air/Water), Pdes ≥ 400 kW	5.50 ^[4]
水冷 (Water/Water), Pdes < 400 kW	7.00 ^[4]
水冷 (Water/Water), 400 kW ≤ Pdes < 1500 kW	8.00 ^[4]
水冷 (Water/Water), Pdes ≥ 1500 kW	8.50 ^[4]

4.2 美国能效标准

美国对单元式空调（包括住宅中央空调、商用整体式空调及房间空调）的能效管理体系由美国能源部（DOE）和美国环保署（EPA）共同制定实施，形成“强制性最低能效标准（MEPS）+ 自愿性能源之星（ENERGY STAR）认证”的双层结构。

- **10 CFR Part 430:** 适用于消费类（住宅）产品，如住宅中央空调、房间空调等^{[2][1]}
- **10 CFR Part 431:** 适用于商用和工业产品，如商用整体式空调机组（≥65,000 Btu/h）^{[3][1]}
- **法律授权来源:** 《能源政策与节约法案》（EPCA）及相关修正案，赋予 DOE 设定强制性最低能效标准的权力^[^1]

表13 美国对单元式空调能效指标体系：

指标	全称	适用范围	说明
SEER2	Seasonal Energy Efficiency Ratio 2	住宅中央空调（分体式/整体式）	整个制冷季节的综合能效，2023年起取代SEER
EER2	Energy Efficiency Ratio 2	住宅中央空调（西南地区附加要求）	特定工况下的瞬时能效
IEER	Integrated Energy Efficiency Ratio	商用整体空调（≥65,000 Btu/h）	部分负荷下的综合能效
IVEC	Integrated Ventilation, Economizing and Cooling	商用空调（2029年起新指标）	含通风、节能器与制冷的综合能效
CEER	Combined Energy Efficiency Ratio	房间空调（窗式/穿墙式）	含待机功耗的综合能效

美国的单元式空气调节机（Unitary Air Conditioners）能效标准主要由美国能源部（DOE）制定的强制性最低能效限定值（MEPS），以及美国环保局（EPA）主导的“能源之星”（ENERGY STAR）自愿性认证标准构成。自2023年1月1日起，美国对空调设备的测试程序和能效指标进行了全面升级。测试标准的重大变革：

为了更真实地反映设备在实际家庭和商业环境中的能耗，DOE于2023年引入了全新的“M1”测试程序。

- ✓ 相比旧版测试程序，M1标准将外部静压（External Static Pressure）测试条件从0.1英寸水柱提升至0.5英寸水柱，以模拟真实的管道阻力。
- ✓ 核心能效指标由传统的SEER（季节能效比）和EER升级为要求更严格的SEER2和EER2。
- ✓ 尽管由于测试条件的严苛，同一台设备的SEER2数值通常比旧版SEER低约4.7%，但2023年新规实际上要求设备的真实能效水平提升约7%。

商用整体式空调（Commercial Package AC）能效标准，主要规定如下：

1）现行标准（2023年1月1日起）

适用于制冷量 $\geq 65,000$ Btu/h的风冷商用整体空调，采用IEER（综合能效比）为核心指标。与2018年标准相比，2023年标准要求能效提升约15%。

住宅中央空调（2023年起，SEER2体系）：DOE最低能效限定值采用区域差异化标准。

- 北部地区：分体式 **13.4 SEER2**（ \approx 旧标准14 SEER）
- 东南部（ $< 45K$ Btu/h）：**14.3 SEER2**（ \approx 旧标准15 SEER）
- 西南部额外附加EER2要求（最低11.7）

商用整体式空调（2023–2028年，IEER体系）：65,000–135,000 Btu/h机组最低**14.8 IEER**（电热/仅冷型），比2018年标准提升约15%；**2029年起**切换至新指标IVEC，纳入通风和节能器效率。

表14 风冷商用空调（Air-Cooled）现行IEER最低限值（2023–2028年）

设备分类	制冷量（Btu/h）	加热方式	最低 IEER
小型商用整体式空调	$\geq 65,000$ 且 $< 135,000$	电加热或仅制冷	14.8
小型商用整体式空调	$\geq 65,000$ 且 $< 135,000$	其他加热方式	14.6
大型商用整体式空调	$\geq 135,000$ 且 $< 240,000$	电加热或仅制冷	14.2
大型商用整体式空调	$\geq 135,000$ 且 $< 240,000$	其他加热方式	14.0
超大型商用整体式空调	$\geq 240,000$ 且 $< 760,000$	电加热或仅制冷	13.2
超大型商用整体式空调	$\geq 240,000$ 且 $< 760,000$	其他加热方式	13.0
超大型（ $\geq 760K$ ）	$\geq 760,000$	电加热或仅制冷	12.5

超大型 (≥760K)	≥760,000	其他加热方式	12.3
-------------	----------	--------	------

2) 2029年新标准 (IVEC替代IEER)

2024年5月, DOE发布直接最终规则 (Direct Final Rule), 正式确立2029年1月1日起商用空调采用新指标体系。新指标IVEC (综合通风、节能与制冷效率) 在IEER基础上, 纳入了通风能耗和节能器运行效率, 更全面反映楼宇实际运行状况。

表15 2029年起商用空调IVEC最低限值:

制冷量 (Btu/h)	加热方式	最低 IVEC
≥65,000 且 <135,000	电加热或仅制冷	14.3
≥65,000 且 <135,000	其他加热方式	13.8
≥135,000 且 <240,000	电加热或仅制冷	13.8
≥135,000 且 <240,000	其他加热方式	13.3
≥240,000 且 <760,000	电加热或仅制冷	12.9
≥240,000 且 <760,000	其他加热方式	12.2

注意: 2025年5月15日起, 制冷量≥65,000 Btu/h的商用空调须按新测试程序 (Appendix A1) 进行效率表征和合规申报, 以迎接2029年标准切换。

VEC (Integrated Ventilation, Economizing, and Cooling, 综合通风、节能和制冷能效) 是美国能源部 (DOE) 专门为商业单元式空调 (Commercial Package Air Conditioners) 引入的一项全新能效评价指标。该指标是对现行IEER (综合部分负荷性能系数) 的重大升级, 旨在更全面、准确地反映商业空调设备在真实建筑环境中的全年运行能效。DOE规定, 该指标将于2029年1月1日起正式强制实施, 届时将完全取代现有的IEER标准。IVEC的核心计算公式为: 设备全年提供的制冷总量 (Btu) 除以该时段内设备消耗的总电能 (Wh)。与主要关注压缩机在不同环境温度下部分负荷制冷效率的IEER相比, IVEC在计算模型中引入了更多真实的建筑运行工况:

- a) 引入通风能耗 (Ventilation), IVEC 测试标准 (如 AHRI 1340) 特别规定了测试时的最低部分负荷风量 (例如不能低于最大风量的特定比例, 由 $0.008 \times$ 测试最大风量决定), 并强制将非制冷季节的风机通风能耗纳入整体计算模型中。
- b) 引入自然冷源/经济器 (Economizing) 运行, IVEC 通过复杂的建筑负荷模型, 评估设备在整合经济器运行时的实际节能效果。

- c) **加权公式升级**，IVEC 测试程序包含多个测试点（如满负荷及多个部分负荷点）。根据建筑类型、气候带和全年逐时负荷分布，赋予不同测试点更为真实的运行小时数权重。
- d) **大幅提升准入门槛与系统复杂度**，根据 DOE 在 2024 年发布的最终规则，2029 年全面切换至 IVEC 标准时，商业空调设备的最低能效要求将出现 **28%至 35%的大幅提升**。这意味着制造商必须对设备进行全面升级，并开发更智能的控制算法来优化通风与经济器的协同运行。
- e) **加速变频与智能控制技术的普及**，为了在 IVEC 测试中取得高分，单纯提升满负荷效率已不适用。设备必须在低负荷下具备出色的风量调节能力和极低的风机待机功耗。这将极大推动商业 HVAC 设备从传统的定频/双速控制向全直流变频和基于 AI 负荷预测的智能控制方向发展。

3) 能源之星认证要求

“能源之星”是基于DOE法规设立的高阶自愿性标准，旨在标定市场上最高效的绿色产品。

- a) 针对轻型商业HVAC设备的“能源之星 4.0版”规范与DOE新规同步于2023年1月1日生效。
- b) 获得能源之星4.0认证的商业空调产品，其能效表现必须显著超越联邦最低限定值，与常规达标模型相比可提供超过12%的额外节能效果。
- c) 制造商必须使用具备ISO/IEC 17025资质的实验室出具的测试数据，并在通过DOE基础合规认证（10 CFR Part 429、430或431）后，方可申请贴放能源之星标志。

5 重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

本标准在制定过程中无重大意见分歧。

6 对强制性国家标准自发布日期至实施日期之间的过渡期（以下简称过渡期）的建议及理由，包括实施强制性国家标准所需要的技术改造、成本投入、老旧产品退出市场时间等

建议本标准从发布日期到实施以一年时间作为过渡；本标准实施日期前生产的产品，销售可延迟到标准实施日期后的 24 个月。

主要有如下几方面的原因：

- 1) 技术升级和产品改良的需要

新标准的实施意味着对单元式空调机组能效的要求更为严格，能耗下降幅度较大，企业需要时间来调整生产线、研发新产品和新工艺以满足新的能效标准要求。同时测试实验室需要升级改造，产品标注信息都需要重新升级测试、备案、认证，一年的时间可以为企业提供缓冲期，以确保产品能够达到新标准的各项要求。

2) 行业和市场适应期

单元式空调机组作为耐用消费品，其更新换代周期较长。给予24个月的过渡期，可以帮助市场逐步消化原标准产品，同时为消费者提供更多的选择和适应新标准的时间。

3) 避免资源浪费

如果立即实施新标准，可能会导致大量不符合新标准的单元式空调机组产品积压，从而造成资源浪费。过渡期可以允许企业通过降价促销等方式清理库存，减少经济损失。

4) 保护消费者权益

过渡期可以让消费者更加清楚地了解新旧标准的差异，从而在购买时做出更加明智的选择，避免因不了解新标准而购买了即将被淘汰的产品。

5) 政策引导和行业规范

过渡期的存在也是政策引导行业进行结构调整和升级的一种方式，有助于整个行业向更加绿色、节能的方向发展，严格落实新标准的要求。

7 与实施强制性国家标准有关的政策措施，包括实施监督管理部门以及对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等

标准实施监督管理部门为：国家市场监管总局、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、县级以上人民政府管理节能工作的部门和有关部门。

《中华人民共和国节约能源法》第十二条县级以上人民政府管理节能工作的部门和有关部门应当在各自的职责范围内，加强对节能法律、法规和节能标准执行情况的监督检查，依法查处违法用能行为。第十三条国务院标准化主管部门会同国务院管理节能工作的部门和国务院有关部门制定强制性的用能产品、设备能源效率标准和生产过程中耗能高的产品的单位产品能耗限额标准。第十五条规定：国家实行固定资产投资项目节能评估和审查制度。不符合强制性节能标准的项目，依法负责项目审批或者核准的机关不得批准或者核准建设；建设单位不得开工建设；已经建成的，不得投入生产、使用。第十六条规定：国家对落后的耗能过高的用能产品、设备和生产工艺实行淘汰制度。第十七条规定：禁止生产、进口、销售国家明令淘汰或者不符合强制性能源效率标准的用能

产品、设备，禁止使用国家明令淘汰的用能设备、生产工艺。第七十条规定：生产、进口、销售不符合强制性能源效率标准的用能产品、设备的，由产品质量监督部门责令停止生产、进口、销售，没收违法生产、进口、销售的用能产品、设备和违法所得，并处违法所得一倍以上五倍以下的罚款；情节严重的，由工商行政管理部门吊销营业执照。

《节能监察办法》（国家发展改革委〔2016〕第 33 号令）第六条节能监察机构应当开展下列工作：（一）监督检查被监察单位执行节能法律、法规、规章和强制性节能标准的情况，督促被监察单位依法用能、合理用能，依法处理违法违规行为；第十一条节能监察机构依照授权或者委托，具体实施节能监察工作。第十八条被监察单位有违反节能法律、法规、规章和强制性节能标准行为的，节能监察机构应当下达限期整改通知书。第二十四条被监察单位在整改期限届满后，整改未达到要求的，由节能监察机构将相关情况向社会公布，并纳入社会信用体系记录。被监察单位仍有违反节能法律、法规、规章和强制性节能标准的用能行为的，由节能监察机构将有关线索转交有处罚权的机关进行处理。

《重点用能单位节能管理办法》（国家发改委令〔2018〕15 号）第十七条重点用能单位应当执行单位产品能耗限额强制性国家标准和能源效率强制性国家标准。鼓励重点用能单位制定严于国家标准、行业标准、地方标准的企业节能标准。

8 是否需要对外通报的建议及理由

按照强制性国家标准的管理规定，2025年6月中国WTO/TBT国家通报咨询中心组织开展了 WTO/TBT 对外通报。

9 废止现行有关标准的建议

本标准自实施日起，代替GB 19576-2019《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》。

10 涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利及著作权等知识产权内容。

11 强制性标准所涉及的产品、过程和服务目录

本标准涉及的产品包括：电机驱动压缩机、室内机静压为0Pa（表压力）的单元式空气调节机、数据中心和通信机房用空气调节机组、通信基站用单元式空气调节机和恒温恒湿型单元式空气调节机。

生产企业应保证企业生产过程所生产的产品能效指标，满足标准的规定要求，否则不能出厂。

12 其他应当予以说明的事项

本标准不含影响公平竞争的有关内容。