

《中小型冷库用制冷机组》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况（包括任务来源、制定背景、起草过程等）

1、任务来源

【编制依据】项目来源：2025年12月2日，国家标准化管理委员会关于下达2025年第十一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知（国标委发[2025]69号），计划编号：20256512-T-604。

【项目概况】本项目为制定项目，计划项目名称：中小型冷库用制冷机组；项目周期：18个月；项目归口单位/执行单位：全国冷冻空调设备标准化技术委员会(TC238)；计划下达时的主要起草单位：珠海格力电器股份有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、清华大学。

2、制定背景

随着我国“双碳”战略深入推进和环保政策持续加码，中小型冷库用制冷机组面临更新换代的迫切需求。当前行业缺乏统一技术标准，能效评价体系不完善，仅以单点能效评价无法反映机组实际运行能效水平，导致设备更新决策不科学，造成资源浪费和能源浪费。冷库行业快速发展，对设备安全性能、能效水平和环保要求不断提高，亟需制定科学、规范的行业标准，引导设备更新换代，促进行业高质量发展。

3、主要工作过程

起草阶段：标准制定计划下达后，在全国冷冻空调设备标准化技术委员会的组织下成立了标准起草工作组，随即提出了工作方案，确定了进度安排。起草组在充分调研国内外相关标准、行业现状及市场需求的基础上，于2026年1月编制完成了《中小型冷库用制冷机组》标准的征求意见稿草案。2026年1月16日，在珠海召开了本标准的启动会议，20余家单位代表参加标准会议，对标准草案进行了讨论并制定了下一阶段工作计划。会后，起草组根据会议讨论的内容，再次完善了稿件，并于2026年3月16日将正式的征求意见稿及相关材料提交至冷标委秘书处。

征求意见阶段：

送审阶段：

4、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由珠海格力电器股份有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、浙江三花商用制冷有限公司、安徽美乐柯制冷空调设备有限公司、谷轮环境科技（苏州）有限公司、安徽兆雪冷热科技有限公司、福建雪人集团股份有限公司、上海海立电器有限公司、广州冰泉制冷科技有限公司、中国科学院理化技术研究所、天津商业大学、中国制冷空调工业协会、合肥通用机械研究院有限公司、国机通用机械科技股份有限公司、西藏国机高原机电装备科学研究有限公司共同负责起草。

主要成员：刘华、林爱革、郑明宇、姚亮、刘平、王铁军、袁为安、潘巨华、林云珍、周易、杨红波、田长青、孙志利、刘璐璐、戎晔、王雷、彭大卫、孔晓鸣、陈璞、胡明霞、李修明。

所做的工作：刘华担任起草组组长，全面负责标准研制工作的组织协调、整体推进及技术方向、编制质量的全程把关。林爱革、郑明宇、姚亮、刘平、王铁军、袁为安、潘巨华、林云珍负责标准的具体起草与编写工作，并对稿件技术内容的要求、指标和试验方法进行逐一的分析确认。周易、杨红波、田长青、孙志利、刘璐璐、戎晔、王雷负责结合实际应用经验以及试验验证对标准的技术内容进行确认。彭大卫、孔晓鸣、陈璞、胡明霞、李修明负责对各方面的意见和建议进行归纳、分析，以及其他材料的编制和确认。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据（修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的比对）

1、标准编制原则

本文件编制遵循“科学性、先进性、合理性、适用性”的指导思想，响应国家“双碳”战略和环保政策要求，结合行业技术发展现状，对中小型冷库机组进行规范，反映目前我国冷库制冷设备的使用状况和技术水平，保持合理的先进性及前瞻性。

本文件在结构编写和内容编排等方面依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》进行编制。在确定本文件主要技术性能指标时，综合考虑产品技术水平、冷库设备运行特点和用户使用习惯，需求最大的经济、社会效益，充分体现标准在技术上的先进性和技术上的合理性。

本次文件的编制原则：

1) 科学性原则

标准制定充分考虑中小型冷库用制冷机组在实际运行中的特点，结合冷库运行环境、负荷特性、设备性能等多维度数据，建立科学、客观的评价体系。通过深入分析机组在不同环境温度、不同负荷条件下的运行特性，确定各项技术指标的科学依据，避免简单以使用年限作为评价标准的片面性。同时，标准中提出的全年能效比（SAER）指标，是基于对南京地区气候数据的详细分析，通过建立科学的计算方法，能够全面、准确地反映机组全年运行能效水平，为设备选型和运行管理提供科学依据。

2) 先进性原则

标准引入了全年能效比（SAER）这一先进评价指标，克服了传统仅以名义工况能效评价的局限性，能够更准确地反映机组实际运行能效水平，引导行业向更高能效方向发展。标准中规定的能效限值和评价方法参考了国内外最新技术发展水平，确保标准的先进性，为行业技术进步提供指引。

3) 合理性原则

标准中规定的各项技术指标和评价方法，既考虑了设备的先进性，又考虑了实际应用的经济性，避免了过度要求导致的设备成本上升，确保了标准的合理性。例如，标准中规定的性能系数限值、

全年能效比等指标，既体现了对能效的高要求，又考虑了市场实际水平，确保了标准的合理可行。

4) 适用性原则

标准制定注重实用性，针对中小型冷库用制冷机组的实际情况，提出了便于实际操作的测试方法和评价指标。标准适用范围明确，技术要求和试验方法具体可行，能够有效指导产品设计、生产和检验。标准中规定的试验方法和检验规则，充分考虑了实际检测环境和条件，使标准能够真正落地实施，为行业提供实用的技术指导。

2、标准主要内容及其确定依据

本标准的编写目的是为中小型冷库用制冷机组的性能、安全、能效等提供技术规范，确保设备安全可靠运行，满足冷库运行需求。

本标准规定了中小型冷库用制冷机组的型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准首次制定，主要技术内容如下：

1) 机组分类与参数

本标准将中小型用制冷机组按制冷温度范围分为高温 1 型、高温 2 型、低温型，每种类型按系统输入功率划分不同规格，为产品设计、选型和评价提供了明确的分类依据。

2) 性能指标体系

本标准建立了科学的性能指标体系，包括制冷量、制冷消耗功率、性能系数、全年能效比（SAER）等核心指标，其中全年能效比（SAER）是本标准的创新点，能够更全面、准确地反映机组全年运行能效水平。

3) 试验方法与评价体系

本标准规定了详细的试验方法，包括制冷量试验、制冷消耗功率试验、全年能效比（SAER）计算、除霜性能试验等，特别是通过附录 B 详细规定了 SAER 的计算方法，使能效评价更加科学、统一。

4) 安全与环保要求

本标准明确要求机组的电气安全性能应符合 GB 25130 的规定，室外部分防护等级应达到 IPX4 以上，同时要求使用环保制冷剂，符合国家环保政策要求。

标准关键部分的条文说明详见附件。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1、综述报告

本标准首次制定，主要解决以下问题：

- 1) 解决了中小型冷库用制冷机组缺乏整体评价标准的问题，填补了国内标准空白。
- 2) 解决了机组能效评价不全面的问题，通过引入全年能效比（SAER）指标，克服了传统仅以名义工况能效评价的局限性。

3) 通过将制冷量试验和除霜试验分开测试, 简化室内低温、高湿下多工况测试方法, 减少非稳态制冷测试一致性差对结果的影响。

本文件编制过程中, 起草组充分调研了中小型冷库用制冷机组的运行特性, 通过实际测试和数据分析, 确定了各项评价指标。

1) 制冷量指标的确定

通过对比新旧机组的制冷量测试数据, 确定了“机组的实测制冷量不小于名义制冷量的 95%”为合格标准。该指标是基于对实际运行中制冷量衰减的调研分析, 具有较高的科学性和实用性。

2) 性能系数指标的确定

确定了“机组的性能系数不应小于明示值的 95%, 且不小于表 3 的规定”为合格标准。

3) 全年能效比 (SAER) 指标的确定

全年能效比 (SAER) 是本标准的创新点, 通过分析不同地区、不同季节的运行工况, 结合南京地区的气候数据, 建立了 SAER 的计算方法。该指标能够更全面、准确地反映机组全年运行能效水平, 避免了仅以名义工况能效评价的局限性。

4) 除霜性能指标的确定

通过在实际测试和数据分析, 确定了除霜试验中冷风机风量下降不超过初始风量的 5%、除霜期间无异常噪声、融霜彻底、水能完全排除地盘等为合格标准。该指标充分考虑了实际运行中除霜性能对机组运行的影响。

与传统标准相比, 本文件通过引入全年能效比 (SAER) 指标和科学的评价体系, 克服了仅以名义工况能效评价的局限性。例如: 一台机组在名义工况下能效较高, 但在实际运行中, 由于环境温度变化、负荷波动等因素, 全年能效可能较低。本标准通过 SAER 指标, 能够更准确地反映机组实际运行能效水平, 为用户选购和设备管理提供更科学的依据。

2、预期的经济效益、社会效益和生态效益

冷库行业的持续发展导致从业者之间的竞争加剧, 市场将会逐步得到规范和整合, 目前市场上很多资质不全、规模较小、效率低下的中小企业将被逐渐淘汰或被整合。成套机组近几年的市场验证, 具有高可靠性、低故障率的特点, 赢得良好的市场口碑。本文件的制定和实施, 将有效推动产品技术提升, 具有显著的社会效益和产业发展促进作用。

1) 经济效益

降低冷库运行成本: 通过引入全年能效比评价体系, 能够更准确地反映机组全年运行能效水平。以一个 1000m³ 的中小型冷库为例, 年运行电费可降低约 8-15 万元, 设备投资回收期缩短至 3-5 年, 显著降低冷库运营成本。

延长设备使用寿命: 对机组安全性能、关键零部件寿命等提出明确要求, 指导用户科学使用和维护设备。通过规范设备运行和维护, 可使设备平均使用寿命延长 2~3, 减少设备更换频率, 降低设备全生命周期成本。

促进设备更新换代: 为用户提供了科学的设备更新决策依据, 避免了“一刀切”的设备更新模式。

据统计，实施本标准后，可使设备更新决策更加精准，减少不必要的设备报废，每年可为冷库运营企业节约设备更新成本约 5%-10%。

2) 社会效益

促进节能减排：通过规范中小型冷库用制冷机组的技术要求和能效指标，提高冷库系统的整体能效，降低建筑能耗，助力国家“双碳”目标的实现。

保障安全运行：明确安全性能要求，减少冷库运行中的安全隐患。

3) 生态效益

标准实施将加速淘汰高 GWP 制冷剂，推动行业采用低 GWP 制冷剂，减少对臭氧层的破坏和温室效应，对保护大气环境具有重要意义。

4) 产业促进作用

提升行业技术水平：规范中小型冷库用制冷机组的技术要求，引导企业提高产品设计和制造水平。

规范市场秩序：为市场监管提供技术依据，促进行业健康发展。

推动产业升级：引导企业向高效、节能、环保方向发展，提升产业竞争力。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

目前，国际上尚未有成套冷库用制冷机组的标准。本文件项目非采标项目，本文件制定完成后达到国内先进水平。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准非采标项目，也不是参照相关国外标准制定。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与现行相关法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调一致。

本标准在冷冻空调设备专业技术标准体系中属于“设备装备类”部分，位于“冷链及冰雪装备”大类中的“冷链设备”小类。

本标准与 GB/T 21363-2018《容积式制冷压缩冷凝机组》、GB/T 25129-2010《空气冷却器》、GB 44015-2024《冷库（箱）和压缩冷凝机组能效限定值及能效等级》等标准协调一致，共同构成冷库用设备的技术标准体系。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

在标准编制过程中，起草组充分听取了各参与单位的意见，对分歧意见进行了认真讨论和分析。

经研究，确认无重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

本文件不涉及专利问题。标准起草过程中，对涉及的技术方案进行了专利检索，未发现与标准内容相关的专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

建议本标准批准发布 6 个月后实施。

冷标委计划充分利用各种相关的行业论坛、会议等平台 and 机会向终端用户、设计院、制造商等相关人员进行培训和宣贯。同时，建议相关部门制定配套的政策措施，推动标准的有效实施。

十、公平竞争审查结论

经公平竞争审查，本标准不限制或者变相限制市场准入和推出，不限制商品要素自由流动，不影响生产经营成本，不影响生产经营行为等，因此本标准不影响公平竞争。

十一、其他应当说明的事项

无。

标准起草工作组
2026 年 3 月 16 日

附件：

条文说明

1 范围

本文件用于工厂制造成套出厂的中小型冷库用制冷机组。单独出厂的压缩冷凝机组（以下简称“冷凝机组”）可参照执行。

2 规范性引用文件

本条款列出了标准中引用的规范性文件，包括GB/T 17758、GB/T 21363、GB/T 25129等，为标准技术内容提供标准支撑，确保标准的科学性和完整性，与现有标准体系协调一致。

这些引用文件是本标准技术内容的支撑，主要考虑了以下几点：

- 1) GB/T 17758-2023 单元式空气调节机：规定了使用测为冷风型产品的性能试验方法，可用于成套机组的性能测试。
- 2) GB/T 21363—2018 容积式制冷压缩冷凝机组：以压缩冷凝机组单独出厂时，机组应同时满足GB/T 21363的要求，且本标准使用其：“附录A 容积式制冷压缩冷凝机组制冷量试验方法”测试冷凝机组的全年能效比。
- 3) GB/T 25129—2010 制冷用空气冷却器：主要针对单独销售的冷风机的产品符合性要求。

3 术语和定义

术语和定义章节是标准不可或缺的核心组成部分，其目的是对标准中相关术语进行释义、定义，消除歧义，确保理解一致，提升标准的可操作性和适用性。

3.1 中小型冷库用制冷机组

标准主要用于由工厂制造的压缩冷凝机组、冷风机、节流装置、控制系统等组成的一个完整的制冷循环并能自动控制运行的用于中小型冷库的制冷机组，但目前冷凝机组、冷风机各自单独销售仍占重要比例，为了统一工况、能效评价基础，本标准也需要给出评价冷凝机组在冷库运行过程中因化霜能耗、冷风机运行能耗影响下的能效。

3.2 能效比 ($EER_{R,A\sim C}$)

在规定的制冷能力试验条件下，机组的制冷量与消耗功率之比。。

3.3 全年能效比 ($SAER$)

机组在全年运行时从冷库内除去的热量总和与消耗的电量总和之比。

4 符号

标准中所有的符号及含义；

5 型式、型号和基本参数型式

5.1 型式

5.1.1 机组按压缩机型式分为：

——转子式；

——活塞式；

——涡旋式；

——螺杆式等。

说明：

基本包含目前中小型冷库制冷机组使用的压缩机类型。

5.1.2 按冷凝器的冷却方式分为：

——风冷式；

——水冷式；

——蒸发冷却式。

说明：

中小型冷库冷凝侧冷却方式工程占比：

冷凝侧类型	适用冷库规模	特点与常见应用	为什么适用于中/小型冷库
风冷式冷凝器	小型冷库 (<5,000 m ³) 中型冷库 (5,000~20,000 m ³)	<ul style="list-style-type: none">- 通过风扇强制空气循环散热，无需水源。- 结构简单、安装方便、初投资低。- 适合无稳定水源或场地受限的场景（如小型超市冷库、社区冷库）。	<ul style="list-style-type: none">- 小型冷库：主流选择，因规模小，风冷式成本低、维护简单。- 中型冷库：在水源缺乏或经济性优先时使用，但能效略低于水冷式（规范鼓励节能，中型冷库更倾向水冷）。
水冷式冷凝器	中型冷库 (5,000~20,000 m ³)	<ul style="list-style-type: none">- 通过冷却水循环散热，需配备冷却塔或水源。- 效率高（COP 值高）、运行成本低，但需水源和水处理系统。- 常用于中型冷库（如食品加工厂冷库）。	<ul style="list-style-type: none">- 中型冷库：规范推荐类型，因能效更高（GB 50072-2021 第 4.3.1 条要求“制冷系统应优先采用高效节能设备”），适合规模较大的中型冷库。- 小型冷库：较少使用，因水系统增加成本和复杂性（除非有现成水源）。
蒸发式冷凝器	中型冷库（较少见）	<ul style="list-style-type: none">- 结合风冷和水冷，用水蒸发散热，效率最高（比风冷高 15~20%）。- 需水源，但比水冷式节水，适用于缺水地区。- 通常用于中型以上冷库。	<ul style="list-style-type: none">- 中型冷库：在节水要求高或能效优先的项目中选用（如北方缺水地区），但小型冷库因规模小，经济性较差，不常见。

5.1.3 按应用范围分为：

- 高温 1 型；
- 高温 2 型；
- 低温型。

说明：

除定制型产品外，机组出厂时不能确定所适用的冷库位置（室内型或室外型）
 高温1型——目前GB/T 21363规定的高温型机组（蒸发温度7℃）
 高温2型——目前GB/T 21363规定的中温型机组（蒸发温度-7℃）
 低温型——对应实际冷冻库最常用的设计库温（蒸发温度-28℃，冷库温度-18℃）

5.2 型号命名

由制造商自行确定

5.3 基本参数

- 5.3.1 规定了机组的设计和使用条件（表2）。
- 5.3.2 规定了实验室条件下机组试验工况（表3）。

说明：

基于冷库在使用过程中的室外环境温度范围和库内温度范围确定不同设计库温的制冷机组的运行范围（表1）。

试验工况（表2），名义工况参考GB/T 21363和冷库设计工况确定，运行工况结合表1的运行范围确定，对于蒸发冷和水冷机组，按照《标准年气象数据（ChinaTMY2）》，南京地区的湿球温度（以干球温度为基准统计的平均值）与干球温度的关系如下：

干球, °C	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
平均湿球, °C	-6.5	-6	-5	-4	-3.5	-2	-1.5	-1	0	1	2	3
干球, °C	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
平均湿球, °C	3.5	4	5	6	6.5	7	8	9	10	11	12	13
干球, °C	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
平均湿球, °C	11.5	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
干球, °C	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
平均湿球, °C	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
干球, °C	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
平均湿球, °C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	5	5.5	6	7	7.5	6.5	7.5	7	6	5		

湿球温度最低值为-7.2°C，湿球温度最高值为29.6°C，完整的南京气象数据见附件：



20260311
南京气象数据 (Chi)

(全国31个城市的数据文件较大，仅附上南京的数据)

6 技术要求

6.1 一般要求

参考常规的风冷制冷空调产品确定机组基本的生产、制造及材料的要求。

6.2 安全要求

主要安全指标按照GB 25130的规定。室外部分的防水等级要求不低于IPX4。

6.3 性能要求

常规性能：气密性、运转、制冷量、制冷消耗功率、能效比、最大负荷运行、噪声、最小负荷运行等主要指标与其它制冷空调产品协调一致。

除霜：用于成套出厂的机组，主要指冷风机侧的结霜、除霜，除霜的消耗功率用于SAER计算。按附录H要求的SAER测试至少3个工况、5个负荷点，库温低时实验室的湿度难以控制，如果制冷量测试全部按照非稳态测试，低制冷负荷时负荷低，换热器结霜慢，测试周期会很长，且测试偏差会很大，所以通过一个固定的工况进行除霜试验，并通过统计数据计算除霜负荷、消耗功率修正制冷负荷、制冷能效。

要求除霜要彻底，因为除霜时间的长短决定除霜时的耗电量。因为成套机组的制冷量主要通过焓差实验室，冷风机蒸发器表面的结霜、除霜情况较难判定，所以增加除霜彻底判断指标：“从开始记录数据的第一个完整融霜周期中从上个融霜结束10分钟后（从冷风机的风机启动开始）到下一个融霜开始前（冷风机的风机停止运行时）的平均制冷量和最后一个完整除霜融霜周期中从上个融霜结束10分钟后到下一个融霜开始前的平均制冷量的偏差应在±3%以内”。

全年能效比：目前我司的成套出厂的制冷机组为风冷式，蒸发冷式、水冷式的全年能效比限值根据舒适性空调中此类产品与风冷式的差值推算，需其他制造商反馈数据再核定。

7 试验方法

7.1 试验条件

本条款规定了试验装置、仪器仪表的准确度以及测试参数允差。

对于室内温度在0°C以下时，室内的湿度控制采用湿度传感器来控制，室内温度在-40°C~0°C时，湿度传感器的控制精度：±(2+0.025×读数)%RH。

单独冷凝机组测试时参考GB/T 21363-2018的要求。

成套机组测试时参考GB/T 17758-2023的要求。

7.2 试验要求

规定分体式成套机组测试时连接管长度，GB/T 17758-2023规定制冷量不大于14000W的机组连接管长度按5m，制冷量大于14000W的机组连接管长度按7.5m。

不同库温的冷库用机组，相同输入功率制冷量不同，低温型系统配置高制冷量低，以整机输入功率来划分可以简化规定，输入功率5000W与空凋制冷量14000W较匹配，所以规定：不大于5000W的机组，连接管长度按5m；大于5000W的机组，连接管长度按7.5m。

7.3 试验方法

气密性、运转、制冷量、制冷消耗功率、能效比、最大负荷运行、噪声、最小负荷运行等试验方法与GB/T 21363或GB/T 17758协调一致。

8 检验规则

检验项目按本标准的规定，检验规则与GB/T 17758-2023协调一致。

9 标志、包装、运输和贮存

与GB/T 17758-2023协调一致。

附录 A 制冷性能试验方法

本附录提供了成套机组非稳态制冷的测试方法。

参考了GB/T 10870-2014附录A测试方法，GB/T 10870适用于制热试验，室外侧换热器会出现结霜的情况，但对于冷库用制冷机组，结霜情况主要出现在室内侧，所以根据产品特点，对工况允差和判定进行修改。

附录 B 全年能效比（SAER）试验

B.1 负荷计算

B.1.1 高温 1 型，其制冷负荷按表 B.1 规定。

表 B.1 高温 1 型制冷负荷

负荷类型	冷库负荷
高制冷负荷（货物入库快速降温）	$RL_h = Q_R \times [5.9 + 5.9 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$
低制冷负荷（维持库温）	$RL_l = Q_R \times [5.9 + 0.72 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$

负荷类型	冷库负荷
注1：当放热侧低于 16℃时，机组按低制冷负荷运行。	

B. 1. 2 高温 2 型，其制冷负荷按表 B. 2 规定。

表 B. 2 高温 2 型制冷负荷

负荷类型	冷库负荷
高制冷负荷（货物入库快速降温）	$RL_h = Q_R \times [10.5 + 3.3 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$
低制冷负荷（维持库温）	$RL_l = Q_R \times [10.5 + 0.69 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$
注：当放热侧低于 5℃时，机组按低制冷负荷运行。	

B. 1. 3 低温型，其制冷负荷按表 B. 3 规定。

表 B. 3 低温型制冷负荷

负荷类型	冷库负荷
高制冷负荷（货物入库快速降温）	$RL_h = Q_R \times [9.5 + 1.8 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$
低制冷负荷（维持库温）	$RL_l = Q_R \times [9.5 + 0.67 \cdot (t_j - t_{in})] / 100$

说明：

全国冷库省级容量分布估算（至 2023 年底，全国冷库总库容量约为 2.28 亿立方米）

号	省份	冷库总容量 (万 m ³)	
	山东	约 2200	强大的农产品生产、加工和出口基础（蔬菜、水果、水产、肉类）
	广东	约 1800	全球重要的消费市场和进口冻品集散地，广州、深圳、东莞等地高标冷库密集
	江苏	约 1700	长三角经济核心，冷链需求旺盛，苏州、南京、连云港等地布局完善
	河南	约 1200	全国最大的速冻食品生产基地（如三全、思念），同时也是重要的畜禽养殖加工基地

号	省份	冷库总容量 (万 m ³)	
	上海	约 1000	国际消费和贸易中心，高端冷库和冷链分拨中心密度极高
	浙江	约 950	民营经济活跃，电商发达，杭州、宁波、温州等地冷链需求强劲
	福建	约 900	水产养殖和远洋渔业发达，厦门、福州是重要的水产冷链枢纽
	辽宁	约 850	东北门户，大连港是重要的北粮南运和进口冷链枢纽
	湖北	约 650	华中物流中心，武汉国家骨干冷链物流基地
0	四川	约 600	西南消费和农业大省，成都、绵阳等地发展迅速
1	河北	约 550	环绕京津，服务首都消费市场，产地预冷库众多
2	安徽	约 500	长三角产业转移承接区，农产品上行需求大
3	湖南	约 480	华中农业大省，肉类及特色农产品冷链需求增长快
4	广西	约 450	面向东盟的水果、海产进出口枢纽
5	天津	约 420	北方重要港口，进口冻品和肉类仓储基地
6	其他 1	-	江西、云南、陕西、重庆、黑龙江、吉林、新疆容量在 200-400 万吨
7	其他 2	-	山西、内蒙古、贵州、海南、甘肃、宁夏、青海、西藏容量在 200 万吨以下

10 省份核心城市排名及中型冷库、小型冷库在各自省内的占比

省份	第一城市			第二城市		
	城市	中型冷库	小型冷库	城市	中型冷库	小型冷库
山东	济南	22.1%	24.8%	青岛	18.7%	15.3%
河南	郑州	31.5%	28.9%	洛阳	14.8%	12.1%
江苏	苏州	25.6%	22.4%	南京	18.3%	16.7%
广东	广州	32.7%	28.3%	深圳	18.5%	15.7%

省份	第一城市			第二城市		
	城市	中型冷库	小型冷库	城市	中型冷库	小型冷库
河北	石家庄	34.1%	25.8%	唐山	22.9%	18.3%
浙江	杭州	27.8%	24.1%	宁波	18.5%	12.7%
四川	成都	72.5%	10.8%	绵阳	8.7%	14.2%
安徽	合肥	38.2%	22.6%	芜湖	15.7%	16.3%
湖北	武汉	41.3%	35.1%	襄阳	14.8%	12.4%
湖南	长沙	37.9%	31.2%	常德	8.5%	15.3%

典型代表城市的选择:

城市	6-8月平均干球温度(°C)	与全国均值偏差(°C)	6-8月平均相对湿度(%)	与全国均值偏差(%)
北京	28.5	-2.1	58.0	-16.9
石家庄	29.5	-1.1	65.8	-9.1
济南	30.8	+0.2	70.2	-4.7
郑州	31.0	+0.4	73.5	-1.4
南京	30.5	-0.1	75.2	+0.3
上海	30.2	-0.4	76.0	+1.1
杭州	30.4	-0.2	75.8	+0.9
武汉	31.0	+0.4	74.5	-0.4
长沙	30.7	+0.1	76.1	+1.2
重庆	31.2	+0.6	80.5	+5.6
成都	29.8	-0.8	78.3	+3.4
广州	31.5	+0.9	80.5	+5.6
全国20城均值	30.6	0.0	74.9	0.0

主要城市中南京与全国平均温度偏差最小

南京地区的气候特点(亚热带季风气候,年平均气温约15.5°C,夏季高温多雨,7-8月平均气温25°C-35°C,冬季温和,12-2月平均气温0°C-10°C)。

货物入库时不考虑预冷的情况下，初始温度与室外环境温度直接相关（即货物初始温度 $\approx T_{\text{outdoor}}$ ）

1、负荷受货物类型影响：

- a) 16℃阴凉库：主要储存水果（如香蕉、芒果）、蔬菜（如菠菜），比热容较高（ $c \approx 3.5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ），高制冷负荷率受温差影响显著。
- b) 5℃冷藏库：主要储存蔬菜（如苹果、生菜）、乳制品，比热容类似（ $c \approx 3.5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ），高制冷负荷率与阴凉库相近。
- c) -18℃冷冻库：主要储存长期冷冻食品（如速冻水饺、肉类），货物类型与-13℃库类似，但目标温度更低， ΔT 更大。

2、负荷构成：

- a) 货物入库负荷：入库降温阶段，负荷率主要与货物热负荷相关（ $Q_{\text{high}} \propto \Delta T \cdot c$ ），
- b) 货物呼吸负荷：冷藏库（5℃）存在显著货物呼吸热（增加常规负荷），如生菜、苹果在5℃呼吸热峰值约1.5%负荷率，而阴凉库、冷冻库呼吸热可忽略。
- c) 常规负荷：包括设备热（电机、照明等）、人员热、货物呼吸热等，占额定负荷的5%。

项目	说明（含冷风机）
设备热统计范围	《冷库设计规范》GB 50072-2017：设备热 = 电机、照明、风机、人员热等
设备热占比	通常为额定容量的5%（南京实测均值4.8%~5.2%）

示例：冷冻库冷风机热负荷计算

- 冷风机功率：2.0 kW（中小型冷库典型值）
- 电机效率：90% → **热负荷 = 2.0 × 0.9 = 1.8 kW**
- **热负荷占比 = 1.8 kW / 30 kW（机组额定容量）× 100% = 6.0%**
- **与设备热统计值（5.0%）接近。**

d) 漏风热负荷

冷库类型	修正依据
16℃阴凉库	漏风热（0.9%）（阴凉库漏风负荷占比低）
5℃冷藏库	漏风热（4.0%）
-18℃冷冻库	同-13℃库

e) 热渗透：基于冷库传热特性。

高制冷负荷包含：a) ~d) 项，低制冷负荷包含：b) ~d) 项

B.2 试验工况

按照表B.1~表B.3制冷负荷与温度的关系，高制冷负荷选取3个测试点：A点32℃、B点接近50%负荷的温度和C点接近25%负荷的温度，且B、C点的温度按5的倍数选取。

低制冷负荷，因负荷率较低且比较接近，测试点选取：高制冷负荷确定的A点、C点。

B.3 机组全年能效比的计算

B.3.1 全年能效比 (SAER) 的计算

全年能效比 (SAER) 的计算以南京作为代表城市, 需要制冷的各温度发生时间见表 D.1, 按公式 (B.1) 计算。

$$SAER = \frac{ASTL}{APC} \dots\dots\dots (B.1)$$

说明:

- 1、成套设备的运行负荷与室外温度相关;
- 2、从气象数据分布看, 干球温度和湿球温度 (以干球为基准统计的平均值) 有很强的相关性, 所以蒸发冷却的机组全年测试能效工况点 A、B、C 按照气象数据给出相应的湿球温度, 但计算方法和温度发生时间可以与风冷机组保持一致;
- 3、同样的, 水冷式的冷却水温度与室外干球温度、干球温度相关:
 - 满负荷时, 冷却水进口温度=室外湿球温度+4℃;
 - 部分负荷且室外干球 > 10℃ 时, 冷却水进口温度=室外湿球温度+3℃;
 - 部分负荷且室外干球 ≤ 10℃ 时, 冷却水进口温度=10℃, 主要考虑在低温制冷运行时, 为了保证机组运行可靠性, 测试时风冷、蒸发冷机组可能会通过控制风机转速, 但可以直接相应的低温下测试; 而水冷机组, 测试时冷却水温度机组自身无法控制, 如制造商宣称的冷却水温度低于 10℃ 时, 按制造商宣称的温度, 制造商没有明示时按 10℃。

B.3.2 全年总负荷 (ASTL) 计算

$$ASTL = \sum_{j=1}^{39} RL_h(t_j) \times n_{h,j} + \sum_{j=40}^{43} Q(t_j) \times n_{h,j} + \sum_{j=1}^{43} RL_l(t_j) \times n_{l,j} + \sum_{j=1}^{43} 0.95 \times P_{DF} \times n_j \dots\dots\dots (B.2)$$

$\sum_{j=1}^{39} RL_h(t_j) \times n_{h,j}$, 机组在室外温度低于名义工况下运行时的高制冷负荷需求, 以负荷需求确定;

$n_{h,j}$ 、 $n_{l,j}$ ——高温 1 型、高温 2 型, 高制冷负荷时间: 低制冷负荷时间=0.15:0.85, 低温型, 高制冷负荷时间: 低制冷负荷时间=0.2:0.8, 以高温 1 型为例: $n_{h,j}=0.15n_j$, $n_{l,j}=0.85n_j$ 。

$\sum_{j=40}^{43} Q(t_j) \times n_{h,j}$, 机组在室外温度高于名义工况时, 制冷量不能满足高制冷负荷需求, 以机组实际输出的制冷量确定;

当 $t_j > 32^\circ\text{C}$ 时, 室外温度 t_j 时机组制冷量, 单位: W:

$$Q(t_j) = [1 + 0.013 \times (t_A - t_j)] \times Q_A \dots\dots\dots (B.3)$$

$\sum_{j=1}^{43} RL_l(t_j) \times n_{l,j}$, 低制冷负荷需求, 机组在 32℃ 时的负荷低, 在不考虑超频或设计余量下机组都能够满足负荷需求。

$\sum_{j=1}^{43} 0.95 \times P_{DF} \times n_j$ ，由于制冷机组的融霜发生在冷库内侧，化霜产生的热量除了部分被化霜水带走，其余部分散入到冷库，尤其是电热除霜效率低，大部分热量散入到冷库内。

P_{DF} ——单位时间化霜热负荷

$$P_{DF} = P_{DF} \times N_{DF}/24 \dots\dots\dots (B.4)$$

N_{DF} ——一天中的化霜次数，高温 1 型 $N_{DF}=0$ ；高温 2 型、低温型， $N_{DF}=7$ 。

说明：

4、对于 $\sum_{j=40}^{43} Q(t_j) \times n_{h,j}$ ，主要考虑实际使用时，变频机组压缩机可以在高于名义工况时的转速运行，或预留设计余量，但同样，不论是预留余量或超频运行，机组在室外温度高于名义工况运行，机组的能力、能效都有衰减，按照本文件的规定，对整体能效影响较小。

5、 $n_{h,j}$ 、 $n_{l,j}$

基于南京地区的实际运行规律和行业数据（参考《中国冷库运行能耗调研报告2023》及南京本地案例）。

以南京冷藏库为例：

季节	室外 温度范围	高 制冷负 荷占比	低 制冷负 荷占比	原因
春季(3-5 月)	5℃~ 25℃	10%	90%	气温温和，入库频率中等（如 生鲜旺季），高制冷负荷短时触发
夏季(6-8 月)	28℃ ~35℃	18%	82%	高温高湿导致的热负荷剧增
秋季(9-11 月)	10℃ ~28℃	12%	88%	气温适中，入库频率降低，低 制冷负荷为主
冬季(12-2 月)	-2℃ ~10℃	8%	92%	低温环境热负荷小，高制冷负 荷极少（仅冬季初/末入库时触发）
全年平均	—	12% ~18%	82% ~88%	—

冷冻库对比：

冷冻库因设定温度更低（-18℃），高制冷负荷比例比冷藏库高3%~5%（因降温需移除更多热量，单次高制冷负荷时长更长）。南京冷冻库全年高制冷负荷比例约15%~22%（夏季可达25%）。

冷库类型	高制冷负 荷运行时间比 例	低制冷负 荷运行时间比 例	关键影响因素

冷库类型	高制冷负荷运行时间比例	低制冷负荷运行时间比例	关键影响因素
冷藏库(设定温度: 0~4℃, 如果蔬、乳制品)	12%~18%	82%~88%	• 高制冷负荷: 货物入库降温(单次持续 8~24 小时) • 低制冷负荷: 全年维持温度(夏季占比显著上升)
冷冻库(设定温度: -15~-18℃, 如肉类、速冻食品)	15%~22%	78%~85%	• 高制冷负荷: 货物入库降温(单次持续 12~36 小时, 因温差大更耗时) • 低制冷负荷: 全年维持温度(冬季占比略低, 夏季占比更高)

注: 该比例是典型值范围, 实际需结合具体冷库运营模式调整。

- 6、0.013, 参考GB/T 17758-2023附录D的表D11: “b 按表 4 中规定的低温制冷工况, 空调机在低温制冷工况的名义、中间和最小能力可按 35℃名义工况下相应能力制冷量的实测值乘 1.077, 消耗功率的实测值乘 0.914 计算获得。” (0.077/(35-29))
- 7、冷藏库采用电热定时除霜时, 一般每3小时除霜1次, 每次除霜约0.5小时, 化霜电加热功率一般为制冷量的50%左右; 相同外机制冷功率下, 低温机组冷量小, 冷冻库电加热的化霜功率比值更大, 化霜频率更高。
- 8、成套机组化霜频率为统计数据的平均值, 功率将除霜试验中的耗电量按规定次数计算后平均到单位时间。
- 9、在考虑冷库负荷时包含库内风机电机的功率, 所以计算总负荷时, 不再重复冷风机带来的负荷。

B.3.3 全年耗电量 (APC) 计算

B.3.3.1 通用

$$APC = \sum_{j=1}^{39} \frac{RL_h(t_j)}{EER_{h,bin,t_j}} \times n_{h,j} + \sum_{j=40}^{43} [P_j + P_{DF}] \times n_{h,j} + \sum_{j=1}^{43} \frac{RL_l(t_j)}{EER_{l,bin,t_j}} \times n_{l,j} \dots\dots (B.5)$$

P_j ——室外温度 $t_j > 32^\circ\text{C}$ 时的高制冷负荷消耗功率:

$$P_j = [1 - 0.014 \times (t_A - t_j)] \times P_A \dots\dots\dots (B.6)$$

说明:

- 1、0.014, 参考GB/T 17758-2023附录D的表D11: “b 按表 4 中规定的低温制冷工况, 空调机在低温制冷工况的名义、中间和最小能力可按 35℃名义工况下相应能力制冷量的实测值乘 1.077, 消耗功率的实测值乘 0.914 计算获得。” (0.086/(35-29))

2、与ASTL同样的思路，对全年耗电量分段计算，由于在计算机组 $EER_{h,bin,tj}$ 、 $EER_{l,bin,tj}$ 时包含

了化霜、冷风机带来的影响，所以用 $EER_{h,bin,tj}$ 、 $EER_{l,bin,tj}$ 计算的部分不需要重复考虑。

3、成套机组测试时带冷风机运行。

B.3.3.2 各测点的能效比

a) 机组的 $EER_{R,A\sim C}$ 按式 (B.7) 计算。

$$EER_{R,A\sim C} = \frac{Q_{A\sim C} - 0.95 \times P_{DF}}{P_{A\sim C} + P_{DF}} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

$EER_{R,A\sim C}$ ——表 B.6 规定的 A、B、C 工况及负荷率下机组的能效比，高制冷负荷为

$EER_{h,R,A\sim C}$ ，低制冷负荷为 $EER_{l,R,A\sim C}$ ；

$Q_{A\sim C}$ ——表 B.6 规定的 A、B、C 工况及负荷率下机组的实测制冷量，高制冷负荷为

$Q_{h,A\sim C}$ ，低制冷负荷为 $Q_{l,A\sim C}$ ，W；

$P_{A\sim C}$ ——表 B.6 规定的 A、B、C 工况及负荷率下机组的实测消耗功率，高制冷负荷为

$P_{h,A\sim C}$ ，低制冷负荷为 $P_{l,A\sim C}$ ，W。

b) $EER_{h,bin,A} = EER_{h,R,A}$ 。

c) 在表 B.6 规定的工况下能按照“规定负荷率±3”运行机组 $EER_{l,bin,A} = EER_{l,R,A}$ 、

$EER_{h,bin,B\sim C} = EER_{h,R,B\sim C}$ 。

d) 对于无法在表 B.6 规定的工况运行在“规定负荷率±3”但能继续卸载的机组，在表 B.6 规定工况和负荷率相邻的能力下再测试机组的能效比，并采用内插法计算所需测试点的能效比。

e) 对于无法在表 B.6 规定的工况下按照“规定负荷率±3”运行且无法继续卸载的机组 EER 按公式 (B.8) 计算。

$$EER_{bin,B\sim C} = EER_{R,B\sim C} \{1 - 0.25 \times [1 - PLF_{B\sim C}]\} \dots\dots\dots (B.8)$$

$$PLF_{B\sim C} = \frac{RL_{B\sim C}}{Q_{B\sim C}} \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

$EER_{bin,B\sim C}$ ——测试点 B 或测试点 C 的能效比;

$EER_{R,B\sim C}$ ——按表 B.6 规定的测试点 B 或测试点 C 工况下,用实测机组的机组制冷量、消耗功率按公式 (B.7) 计算;

$PLF_{B\sim C}$ ——测试点 B 或测试点 C 负荷需求与实测制冷量的比值;

$RL_{B\sim C}$ ——表 B.6 规定的测试点 B 或测试点 C 规定的负荷 (负荷率 $\times Q_R/100$), W。

$Q_{B\sim C}$ ——表 B.6 规定的测试点 B 或测试点 C 工况下机组的实测制冷量, W。

g) 机组在表 B.6 规定的最低制冷负荷率对应的温度以下运行时 EER 按公式 (B.10) 计算。

$$EER_{bin,t_j} = EER_{R,t_j} \times \left\{ 1 - 0.25 \times \left[1 - \frac{RL(t_j)}{Q(t_j)} \right] \right\} \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

EER_{t_j} ——室外温度 t_j 时的能效比;

$$EER_{R,t_j} = \frac{Q(t_j) - 0.95 \times P_{DF}}{E(t_j) + P_{DF}} \dots\dots\dots (B.11)$$

$RL(t_j)$ ——室外温度 t_j 时的制冷负荷, 按表 B.1~表 B.4 的规定, W。

$Q(t_j)$ ——室外温度 t_j 时的制冷量, W;

$$Q(t_j) = [1 + 0.013 \times (t_c - t_j)] \times Q_c \dots\dots\dots (B.12)$$

t_c ——表 B.6 规定的最低制冷负荷率测试点 C 对应的温度。

Q_c ——表 B.6 规定的测试点 C 下机组的实测制冷量, W。

$P(t_j)$ ——室外温度 t_j 时的消耗功率。W；

$$P(t_j) = [1 - 0.014 \times (t_c - t_j)] \times P_c \dots\dots\dots (B.13)$$

P_c ——表 B.6 规定的测试点 C 下机组的实测功率，W。

说明：

- 1、 $EER_{R,A\sim C}$ ，按照表B. 6各温度测试出来的制冷量、消耗功率不能直接用于计算全年能效比的各点EER，需修正除霜、冷风机散热和耗功影响。
- 2、对于无法在规定负荷及要求偏差下运行，但能继续卸载的，要求内插法计算规定负荷的能力，即按表B. 2规定负荷对应的室外温度下，在规定负荷率的两侧各测试一组制冷量和消耗功率；
- 3、在室外温度 $<t_c$ 时， $Q(t_j)$ 、 $P(t_j)$ 的计算公式（B. 12）、公式（B. 13）与公式（B. 2）思路一致。

B. 3. 3. 3 EER_{h,bin,t_j} 、 EER_{l,bin,t_j} 计算

$$EER_{h,bin,t_j} = EER_{h,bin,B} - (EER_{h,bin,B} - EER_{h,bin,A}) \times \frac{t_j - t_B}{t_A - t_B}, \quad (t_A \geq t_j \geq t_B) \dots (B.14)$$

$$EER_{h,bin,t_j} = EER_{h,bin,C} - (EER_{h,bin,C} - EER_{h,bin,B}) \times \frac{t_j - t_C}{t_B - t_C}, \quad (t_B > t_j \geq t_C) \dots (B.15)$$

$$EER_{l,bin,t_j} = EER_{l,bin,C} - (EER_{l,bin,C} - EER_{l,bin,A}) \times \frac{t_j - t_C}{t_A - t_C}, \quad (t_j \geq t_C) \dots\dots\dots (B.16)$$

当 $t_j < t_c$ 时， EER_{h,bin,t_j} 、 EER_{l,bin,t_j} 按公式(B.10)~公式(B.13)的规定。

说明：

- 1、不同类型机组的制冷负荷与室外环境温度关系示意图，图B. 1~图B. 3，分别与表B. 1~表B. 3相对应。
- 2、计算能效时，室外温度在 $t_A \sim t_C$ 之间时使用内插法计算2个测试点之间的能效。
- 3、对于室外温度 $>t_A$ 时的低制冷负荷能效，可以有2种计算方法：

——方案1：用表B. 1~表B. 4的公式计算 $RL_l(t_j)$ ， $Q_l(t_j)=RL_l(t_j)$ ，用公式（B. 2）反算 t_A 时

机组应输出的制冷量，用 $Q_{h,A}$ 、 $Q_{l,A}$ 、 $P_{h,A}$ 、 $P_{l,A}$ 内插计算此时机组的功率，再用公式

(B. 6) 计算 $P_{l,j}$ ，方案复杂。

——方案2：考虑此时机组的压缩机运行频率仍处于中、低，在室外温度 $>t_A$ 时仍有充足的余量，且时间占比较小，所以采用 $EER_{l,bin,C}$ 、 $EER_{l,bin,A}$ 外延计算影响较小，目前标准稿采用此方案

附录 C（资料性）单独出厂的压缩冷凝机组全年能效比（SAER）的计算方法

C.1 试验工况

冷凝机组全年能效比（SAER）测试工况，使用侧结合 GB/T 21363 规定的蒸发温度，过热度参考机组在实际使用以及 AHRI 1250 等国外标准，将吸气过热度定为 5℃，使用侧工况以及负荷率与成套机组保持一致。

C.2 机组全年能效比的计算

除以下公式外，其它的要求按附录 B 的规定。

(1) 全年总负荷中除霜负荷：

$$\text{冷凝机组:} \quad P_{DF} = K_{DF} \times Q_R \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

K_{DF} ——冷凝机组的平均电加热消耗功率系数，高温 1 型=0；高温 2 型=0.15；低温型=0.3。

(2) 全年耗电量中，室外温度 $t_j > 32^\circ\text{C}$ 时的高制冷负荷消耗功率 $E_h(t_j)$ 按公式 (C.2) 计算。

$$P(t_j) = [1 - 0.014 \times (t_A - t_j)] \times P_A + K_{Fan} \times Q_R \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

K_{Fan} ——冷风机功率系数，成套机组为 0；冷凝机组中高温 1 型、高温 2 型取 0.04，低温型取 0.06，W。

(3) 各测点的能效比 $EER_{R,A\sim C}$ ：

机组的 $EER_{R,A\sim C}$ 按公式 (C.3) 计算， EER_{t_j} 按公式 (C.4) 计算，其它按附录 B 的规定。

$$EER_{R,A\sim C} = \frac{Q_{A\sim C} - 0.95 \times P_{DF} - K_{Fan} \times Q_R}{P_{A\sim C} + P_{DF} + K_{Fan} \times Q_R} \dots\dots\dots (C.3)$$

$$EER_{R,t_j} = \frac{Q(t_j) - 0.95 \times P_{DF} - K_{Fan} \times Q_R}{P(t_j) + P_{DF} + K_{Fan} \times Q_R} \dots\dots\dots (C.4)$$

附录 D 主要城市各温度发生小时数

按照《标准年气象数据（ChinaTMY2）》统计了全国31个城市的温度发生时间。