

《直冷式冰场用制冰机组》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1 任务来源

【编制依据】工信部 2022 年度第三批行业标准制修订项目计划（工信厅科〔2022〕312 号文），计划编号 2022-1803T-JB。

【项目概况】计划项目名称：直冷式冰场用制冰机组；项目周期：24 个月；计划下达时的主要起草单位：合肥通用机电产品检测院有限公司、黑龙江爱科德科技有限公司、合肥通用机械研究院有限公司；本项目为重点项目。

2 主要工作过程

起草阶段：标准计划任务下达后，从 2023 年 1 月开始，在冷标委秘书处的协助下，成立了以合肥通用机电产品检测院有限公司为牵头单位的标准起草工作组，开始着手标准的起草工作。工作组相关人员在广泛调研和收集了相关标准、文献、政策文件等的基础上，进一步确定了标准的主要内容，并编制完成了征求意见稿草案。工作组相关人员同时承担了国家重点研发计划项目，开展对“冰雪场地设备关键性能参数测试技术与标准研究（课题编号：2021YFF0306604）”工作，为该标准的修订奠定了坚实的基础。通过项目的实施，明确了我国人工冰场用制冰机组的产品型式和设备运行状态，且 CO₂ 跨临界制冰技术在冬奥场馆的高效运行为本标准的制定提供了保障，通过课题的研究与实施，对制冰机组的评价指标和试验方法进行了相关研究，形成了 T/CRAAS 210-2022《冰场直接制冰用压缩冷凝机组》团体标准，于 2022 年 10 月 20 日由中国制冷空调工业协会发布实施。在此基础上，起草组研究国内外直冷式冰场用制冰机组的产品评价指标以及制冰过程中运行参数，结合我国冬奥场馆建设用直冷式制冰机组的特点，经起草组充分讨论，对标准稿件进行了修改完善，并于 4 月 20 日形成正式的征求意见稿，经组长审核后提交冷标委秘书处。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准在制定过程中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出”的原则，标准制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进。

（1）标准在结构和内容的编排方面严格依据 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》进行编制。

（2）本标准作为特种或专用制冷设备的标准，应结合制冷设备基础通用技术要求，梳理特种或专用场景的使用要点，形成完善的产品评价体系，该评价体系的建立应能引领产品未来的走向。

（3）标准修订既考虑与国际接轨，同时也充分反映国内产业的发展水平和技术现状，既使标准规定的技术要求符合用户要求，保护消费者利益，同时还使试验方法具有较强的可操作性，便于实施落地。

2 标准主要内容

2.1 范围

本文件规定了直冷式冰场用制冰机组的术语和定义、型式与型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本文件适用于以 R134a、R404A、R407C、R407E、R410A、R507A、

R744 为制冷剂的直冷式冰场用制冰机组（以下简称为“机组”）。其他类似机组可参照执行。

2.2 术语和定义

标准从产品型式和评价指标进行编制，提出了直冷式冰场用制冰机组、制冷量、制冷消耗功率、制冷性能系数、热回收换热器、热回收综合能源利用率等术语。

2.2.1 直冷式冰场用制冰机组

由一台或多台电动机驱动的制冷压缩机、冷凝器（气冷器）、节流装置及必要的辅助设备（不含蒸发器）所组成用于人工冰场制冰的压缩冷凝机组，该机组通过蒸气压缩制冷循环产生的低温制冷剂直接输送到人工冰场制冷层的管道中制冰，不经过中间换热环节。

2.2.2 热回收换热器

一种将蒸气压缩制冷循环系统的冷凝热转移到热回收介质（水）中去的热交换设备。

2.2.3 热回收综合能源利用率

在规定的热回收工况下，当机组运行在热回收模式时，机组经热回收换热器产生的制热量与制冰产生的制冷量之和与总消耗功率的比值。

相关术语和定义充分结合产品的型式和应用功能进行阐述，体现出设备与其他制冷设备之间的差异。

2.3 评价指标的确定

基于直冷式冰场用制冰机组的产品特性和应用场景，该类产品属于制冷空调领域的特种或专用空调设备，产品型式类似于容积式制冷压缩冷凝机组，但应用场景主要服务于人工冰场冰面的冻结，冻结过程将制冷介质直接输送到冰面下方布置的盘管进行循环。且机组在运行过程中释放冷凝热，考虑到冰场用热的需求，对制冰机组的冷凝热进行热回收来提供运行能效。结合产品和标准评价指标的特点，本标准围绕着产品的使用要求，评价指标提出了机组的一般要求、安全要求和性能要求。

2.3.1 一般要求

1) 机组应符合本文件的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件（或按用户和制造厂的协议）制造。

2) 机组的黑色金属制件表面应进行防锈蚀处理。

3) 电镀件表面应光滑、色泽均匀，不得有剥落、露底、针孔现象，不应有明显的花斑和划伤等缺陷。

4) 涂漆件表面不应有明显的气泡、流痕、漏涂、底漆外露及不应有的皱纹和其他损伤。

5) 装饰性塑料件表面不应有裂痕、气泡和明显缩孔等缺陷，塑料件应耐老化。

6) 机组各零部件的安装应牢固可靠，管路与零部件不应有相互摩擦和碰撞现象。

7) 机组的隔热层应有良好的隔热性能，正常运行时隔热层不应有凝露现象，并且无毒、无异味且有自熄性能。

8) 机组制冷系统零部件的材料应能在制冷剂、润滑油及其混合物的作用下，不产生劣化，且保证整机正常工作。

9) 机组应有防振动的措施。

10) 按本文件第 6.3.1 条的方法进行电镀件耐盐雾性能试验后，金属镀层上的每个锈点锈迹面积不应超过 1mm^2 ；每 100cm^2 试件镀层不超过 2 个锈点、锈迹。

11) 对于烤漆型的机组按本文件第 6.3.2 条的方法进行涂漆件涂层附着力试验后，涂膜脱落格数不超过 15%。

12) 机组所有零部件和材料应符合有关标准的规定, 满足使用性能要求, 并保证安全。

13) 对于机组配置撬装启动柜的电气系统一般具有如电机过载保护、缺相保护(三相电源)等保护装置, 电气元件的选择以及电器安装、布线应符合 GB/T 5226.1—2019 的要求。

14) 机组可根据用户要求或实际用途配置循环泵, 其流量和扬程应能保证机组的正常工作。对于自带循环泵的机组, 泵的电气系统防护等级应达到 IPX4 或以上。机组冷凝水不应滴到泵电机与电控盒盖的连接处。

15) 对于带热回收功能的机组, 热回收换热器应根据设计运行条件合理地设置安全保护装置; 若机组制冷循环系统设置 2 级冷凝器及以上的, 制冷循环系统的冷凝热应合理分配, 保证机组正常运行。

2.3.2 安全要求

1) 制冷系统安全

a 机组的机械制冷系统安全性能应符合 GB/T 9237 的规定。

b 制冷系统内压力容器应符合 NB/T 47012—2020、GB150—2011 和 TSG 21—2016 的相关规定。

2) 安全控制器件

机组应具有防止运行参数(如温度、压力等)超过规定范围的安全保护措施和器件, 保护器件设置应符合设计要求并灵敏可靠。

3) 机械安全

机组的设计应保证在正常运输、安装和使用时具有可靠的稳定性。机组应有足够的机械强度。

4) 电气安全

a 绝缘电阻

按本文件第 6.3.3 条的方法试验时, 机组带电部位和易触及的金属部件之间的绝缘电阻值应满足以下要求:

- (1) 额定电压单相交流 220V、三相交流 380V 时不应小于 $2\text{M}\Omega$;
- (2) 额定电压三相交流 3000V、6000 V 时不应小于 $5\text{M}\Omega$;
- (3) 额定电压三相交流 10000 V 时不应小于 $10\text{M}\Omega$ 。

b 电气强度

按本文件第 6.3.4 条的方法进行电气强度试验时, 应无击穿和闪络现象发生。

c 淋水绝缘

对室外使用机组应按本文件第 6.3.5 条的方法进行淋水试验。试验后其绝缘电阻和耐电压应分别符合本文件第 5.2.4.1 和 5.2.4.2 条的规定。

d 接地装置

(A) 机组应具有永久可靠的保护接地装置。机组上可导电的电气设备、电气控制柜的外壳、可导电的机械部件等均应与接地装置可靠连接。

(B) 机组的保护接地端子和接地点等应满足以下要求:

- (1) 保护接地端子、接地螺钉等接地点除作保护接地用途外, 不应兼做其他用途(如机械紧固用);
- (2) 保护接地端子和接地点应牢固, 并有防止意外松动的措施;
- (3) 保护接地端子、接地点、接地固定装置等应耐腐蚀, 连接后也不应引起腐蚀;
- (4) 保护接地端子和接地点应采用图 1 所示的图形和(或)字母 PE(图形符号优先)进行标识。



图 1 接地的图形符号

(C) 机组的保护接地电路应具有连续性。按本文件 6.3.6 条中 (3) 的方法试验，测得的最大电压降不应超过表 3 规定的值。对于名义制冷工况下的额定电流不大于 25A 的机组，或接地电阻测试设备能满足 1.5 倍额定电流的条件时，也可按 GB 4706.1—2005 中 27.5 的规定通过接地电阻的试验进行判定，此时测得的接地电阻值不应超过 0.1Ω。

表 3 保护接地电路的最大电压降

被测保护导线支路最小有效截面积 (mm ²)	最大电压降 (对应测试电流为 10A 的值) (V)
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6	1.0

5) 安全标识

机组应在正常安装状态下，在明显部位用不易消失的方法标出安全标识（如接地标识、警告标识等）。

2.3.3 性能要求

1 制冷系统密封性能

按本文件第 6.3.7 条的 (1) 方法试验时，机组各部位应无渗漏。

按本文件第 6.3.7 条的 (2) 方法试验时，机组制冷剂泄漏量应不大于 14g/a。

2 制冷量

按本文件第 6.3.8 条的方法试验时，机组的实测制冷量不应小于名义制冷量的 95%。

3 制冷消耗功率

按本文件第 6.3.9 条的方法试验时，机组的实测制冷消耗功率不应大于名义制冷消耗功率的 110%。

4 最大负荷运行

按本文件第 6.3.10 条的方法试验时，机组在最大负荷运行试验的过程中应满足以下要求：

- (1) 机组应能保持正常工作；
- (2) 机组各零部件不应有损坏，过载保护器不应跳开；
- (3) 机组运行电流的最大值不大于机组最大运行电流的明示值。

5 部分负荷性能

配置能量调节装置的机组，其动作应灵活、可靠。具有卸载级机组，应按本文件第 6.3.11 条的方法进行部分负荷运行试验，测量其名义工况下的制冷量及消耗功率。

6 变工况性能

机组应在表 1 的温度条件下按本文件第 6.3.12 条的方法提供变工况性能曲线或图表。

7 制冷性能系数

机组实测制冷性能系数不应低于明示值的 92%。

8 噪声

机组应按本文件第 6.3.13 条的方法测量噪声，噪声测定值应不大于明示值。

9 振动

机组按本文件第 6.3.14 条的方法进行振动测量，测得的结果应不大于机组明示值。

10 水侧压力损失

水冷式机组冷凝器(气冷器)以及热回收换热器的水侧压力损失应不大于机组名义规定值的 115%。

11 带热回收功能的机组的特殊要求

带热回收功能的机组还应满足附录 B 的相关要求。

3 解决的主要问题

本标准为首次制定。

冰场的冰面质量和制冰设备的可靠稳定运行是赛事成功举办的重要保障。制冰机组是整个冰场的核心，是确保冰面质量的关键因素，制冰机组系统配置是否合理，方案是否最优，是冰场设计、施工和运营中的最重要环节。

目前，国内外人工冰场是用人工制冷的方式实现冰场的冻结。在人工制冷的方式上有间接制冷即载冷剂制冷和直接蒸发式制冷两种技术。而直冷式冰场用制冰机组由于换热效率高，运行能耗低，且通过工质循环泵加大工质循环量，能较好的解决回油难的技术问题，因此直冷式冰场用制冰机组在目前人工冰场建设中得到了较好的推广应用，但该类产品在生产和使用过程中还没有相应的产品标准。

本标准正是以直冷式冰场用制冰机组为切入点，针对以上现状，进行行业标准的制定，一方面可以完善标准对产品的技术要求、统一产品的性能评价指标和评价方法，另一方面还能引导和规范生产厂家的经营行为，为用户评估和选择合适的产品提供可靠的依据，有利于促进行业发展，对提升直冷式冰场用制冰机组产品质量档次和升级换代有直接指导意义。

三、主要试验（或验证）情况

依托国家压缩机制冷设备质量检验检测中心和各起草单位的测试部门，结合各主要生产企业的出厂检验等过往经验，起草组对标准给出的各主要技术指标要求等进行了充分的验证。对直冷式冰场用制冰机组的主要性能测试方法采用二次流体量热器法，热回收功能采用液体载冷剂法测试方法。因此，对液体载冷剂方法在制冰机组的适用性进行验证，并对关键指标制冷量、制冷消耗功率和性能系数进行测试，选用型号规格 LGBZ175T、LGBZ255T 机组进行验证，验证结果见下表：

型号	制冷量 kW	制冷消耗功率 kW	性能系数 kW/kW
LGBZ175T	175.8	75	2.34
LGBZ255T	255.9	101.7	2.52

经过对比分析，各主要性能指标均符合标准规定的要求。证明本标准规定的主要技术指标和技术要求既先进合理，又切实可行。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准制定完成后，为我国后奥运冰雪运动发展创造了历史机遇。其中制冰机组是人工冰场冻结冰面的核心设备，但适用于人工冰场制冰的直冷式制冰机组目前没有适宜的产品标准。因此，通过对制定该标准，推广了直冷式制冰技术在人工冰场的应用，解决了该类标准缺失的问题，为规范我国制冰机组的健康发展填补标准缺失的空白。

制冰机组作为一种技术含量较高的产品，从某种程度上体现了整个冷冻行业的制造发展水平。本标准修订完成后达到国内先进水平，将为制冰机组的推广应用提供更加有力的支撑和保障，为指

导和规范产品的设计、制造、验收等提供更加科学、先进的标准依据。本标准有利于提升我国自主产业的技术水平，有利于打破欧美对该类产品的技术优势，为我国整个冷冻设备行业走出国门提供了更加坚实可靠的技术支撑。

六、与国际、国外对比情况

本标准制定过程中未查询到同类国际和国外标准，本标准非采标项目。

本标准制定完成后达到国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准在冷冻空调设备技术标准体系中属于主机类产品标准中的“冷冻冷藏设备”类。

本标准与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准为首次制定。

十二、其他应予以说明的事项

无。

标准起草工作组

2024. 4. 20