

中华人民共和国国家标准

GB/TXXXXX—XXXX

滑雪场造雪机使用要求及检验方法

Requirements of use and Test methods for Snow-making machines in Ski-field

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

完成时间：2024-05-07

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 技术要求	4
4.1 一般要求	4
4.2 使用性能	5
4.3 电气安全	5
4.4 环境适应性	5
4.5 使用可靠性	6
5 检验方法	6
5.1 性能测定准备	6
5.2 使用性能检验	7
5.3 使用安全检验	9
5.4 环境适应性检验	9
5.5 使用可靠性检验	9
6 使用说明、维护、运输和再使用	9
6.1 使用说明	9
6.2 维护	10
6.3 运输	12
6.4 再使用	12
参考文献	13

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家体育总局提出。

本文件由全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）归口，由全国体育标准化技术委员会（SAC/TC456）副归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

滑雪场造雪机使用要求及检验方法

1 范围

本文件规定了滑雪场造雪机的技术要求、使用要求及其检验方法。

本文件适用于室外可移动移动式或固定炮式造雪机，类似悬臂安装造雪机、塔架式安装造雪机等参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 19079.6-2013 体育场所开放条件与技术要求第6部分：滑雪场所
JB/T 14848 造雪机

3 术语和定义

JB/T 14848 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 滑雪场 ski area

向社会开发，经相关许可部门批准后建立的，能够满足人们进行与滑雪有关的训练、比赛、健身和休闲等活动的经营性场所。

[来源：GB 19079.6-2013，3.1，有修改]

3.2 造雪机 snow-making machine

用于将造雪用水转化成人造雪的专业设备。

3.3 造雪量 snow production

Q_{snow}

在实际使用工况下，造雪机在1h内向空间送入的最大雪量。

注：单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

3.4 成雪率 Snow formation rate

R_{snow}

在实际使用工况下，表征将使用水转化成雪的参数，数值上为造雪量与使用水量的比值。

3.5 覆雪量 Snow cover

Q_{cover}

在实际使用工况下，表征造出的雪覆盖范围的参数，数值上为覆雪面积与覆雪厚度的乘积。

注：单位为立方米（ m^3 ）。

3.6 造雪密度 snow density

ρ_{snow}

在实际使用工况下，造雪机向空间内送入1m³积雪的质量。

注：单位为千克每立方米（kg/m³）。

3.7 造雪耗电量 snow making power consumption

P_{elec}

在实际使用工况下，造雪机在1h内向空间送入1m³积雪所需耗电的总量。

注：单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³）。

3.8 安全性 safety

产品所具有的不导致人员伤亡、系统毁坏、重大财产损失或不危及人员健康和环境的能力。

3.9 环境适应性 environmental worthiness

产品在其寿命周期预计可能遇到的各种环境的作用下能够实现其所有预定功能、性能和（或）不被破坏的能力。

3.10 可靠性 reliability

产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。

注1：规定的条件是指产品在其寿命周期内所承受的全部外部作用条件，包括自然环境条件、诱发环境条件、使用条件和维修条件等；

注2：规定的时间是指产品能够完成规定功能的时间量度，通常对应产品的可靠性指标，如平均故障间隔时间（MTBF）；

注3：规定的功能是指产品功能、性能、技术指标等；

注4：使用可靠性是产品在实际的环境中使用时所呈现的可靠性，它反映产品设计、制造、安装、使用、维修和环境等因素的综合影响。

3.11 平均故障间隔时间 mean time between failures (MTBF)

可修复产品的一种基本可靠性参数。其度量方法为：在规定的条件下和规定的期间内，产品寿命单位总数与故障总数之比。

3.12 责任故障 chargeable failure

在规定的使用条件下预期可能发生的故障，或合同规定在制造商责任范围内发生的故障。

注：实际应用中，由于设计缺陷、工艺缺陷或制造不良而造成的故障，由于零部件和元器件潜在缺陷致使其失效二造成的故障，软件错误引发的故障，明显的操作、维护和维修程序不当引起的故障等其他与受试样机本身缺陷引起的故障都算作责任故障。

3.13 有效检验时间 effective test time

在验证平均故障间隔时间（MTBF）指标的试验中，经测试证明受试样机正常运行的时间。该时间不包括受试样机发生故障后带故障运行的试验时间、故障排除过程运行时间等不可用时间。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 造雪机应符合 JB/T 14848 中规定的技术要求。

4.1.2 造雪机的喷射角度、摆动角度，应达到预定的喷射距离、覆盖面积，以满足预定造雪需求。

4.1.3 造雪机工作环境温度（湿球温度）应不高于 0℃，相对湿度应不大于 90%，不同海拔高度应确保满足环境温湿度要求。

4.1.4 造雪机安装应保持水平，安装水平角应不大于 ±10°。

4.1.5 造雪机喷射方向应尽量和风向保持一致，避免逆风造雪。

4.1.6 造雪机正常工作的范围见表 1。

表1 造雪机的正常工作范围

项目	室外造雪机要求	室内造雪机要求
环境湿球温度（℃）	≤0	≤-2
环境相对湿度（%）	≤90	≤90
供水温度（℃）	1.0~5.0	≤2
供水压力（bar）	10~60	8~15
额定电压（V）	380~400	230~400
电源连接器（A）	63	/
海拔（km）	实际使用场所	
水质要求	经过二级过滤后，水质不低于4类地下水水质，pH值为6~9，无肉眼可见物；浑浊物≤10度；无臭味；总硬度（以CaCO ₃ 计量）≤550mg/L；溶解性总固体≤550mg/L。	

4.2 使用性能

4.2.1 造雪量

在实际使用工况下，造雪机的造雪量应≥明示值的80%；室外造雪机大于80m³/h，室内造雪机大于1m³/h。

4.2.2 成雪率

在实际使用工况下，造雪机的成雪率应≥明示值的80%。

4.2.3 覆雪量

在实际使用工况下，造雪机的覆雪量应≥明示值。

4.2.4 造雪密度

在实际使用工况下，造雪机造雪的密度应在300kg/m³~600kg/m³范围之内，其中300kg/m³的雪质为非常干，600kg/m³的雪质为非常湿，即造雪密度越小，则造出的雪越接近粉状雪。

4.2.5 单位体积造雪耗电量

在实际使用工况下，造雪机的单位体积造雪耗电量应≤明示值。

4.3 电气安全

造雪机应符合JB/T 14848规定的绝缘电阻、电气强度、接地装置、工作温度下的泄漏电流等要求。

4.4 环境适应性

4.4.1 在低温环境（包含贮存或运行）的影响下，造雪机应不产生材料脆化、器件失效等异常。

4.4.2 在高温贮存环境的影响下，造雪机应不产生材料变形、器件失效等异常。

4.4.3 在振动或冲击的影响下，造雪机应不产生结构变形、连接松动等异常。

4.4.4 造雪机外壳应具有防止灰尘和水进入的能力，外壳防护等级至少应符合 IP55。

4.5 使用可靠性

造雪机平均故障间隔时间应不少于 1000h，且使用性能满足 4.2 的要求。

5 检验方法

5.1 性能测定准备

针对室外造雪机，在选定的空间场所合适位置处放置造雪机，在造雪机的出雪方向上每间隔10m处设置1个网格，图1为从上往下俯视测定空间场所的示意，共设置6个测量点，测量点处放置自制的 $\Phi 1.0\text{m}$ 的圆筒形容器。

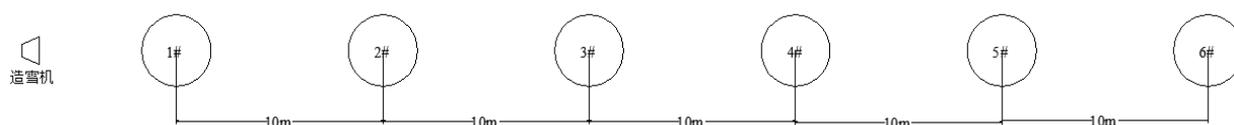


图1 室外造雪机造雪量测定空间场所

量雪尺用来测量圆筒形容器内积雪深度，量雪尺的使用方法见图2。

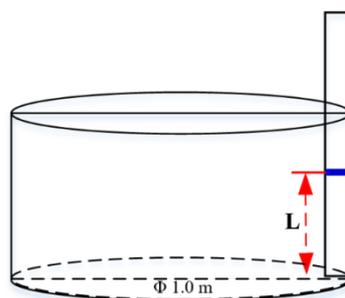


图2 量雪尺使用方法

在每次降雪完成后，如自制的圆筒形容器内接满雪后将容器表面沿边缘进行抹平处理或自制的圆筒形容器未接满雪沿内壁抹平处理后，至少选择3个位置处插入量雪尺，记录圆筒形容器内3次测量的积雪深度的平均值为积雪深度 L 。

造雪量测量步骤如下：

- 测量大气环境温度、湿度参数，确定其符合造雪量测量条件。其他检验工况（如供水温度、压力、耗水量、载冷剂进出口温度与流量等）规定参数由检验室条件保证；
- 按规定固定造雪机并按要求连接所有水系统、压缩空气系统和用电等管路、电缆；
- 检查造雪机设备管路及用电设施等，完成开机前准备工作；
- 将造雪机工作模式切换至手动工作模式；
- 开启造雪机，运行约 5min，观察造雪机飘出雪量较为密集处，选定测试场所和正交范围，并按以上要求布置测量点和测量设备；
- 再次开启造雪机，维持造雪机各运行参数稳定在最佳工作状态，持续造雪 3h 后关闭造雪机设备，读取每个圆筒形容器内积雪深度 L ；
- 称取每个圆筒形容器内积雪的总质量 M 。

5.2 使用性能检验

5.2.1 造雪量检验

在适用造雪温度范围内，计算单台造雪机3小时的造雪量。第*i*个圆筒形容器3h内获得的造雪总体积按公式（1）计算：

$$V_i = L_i \cdot \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L_i ——第*i*个圆筒形容器内雪量尺的高度，单位为米（m）；

D ——圆筒形容器底部的直径，单位为米（m），此处取1m；

V_i ——第*i*个圆筒形容器内造雪机3h内造雪的总体积，单位为立方米（ m^3 ）。

根据流量计测试得到的造雪机稳定运行状态的水流量 Q_{water} ，单位为 m^3/h 。结合式（2）计算得到造雪机的造雪量大小。

$$Q_{snow} = \rho_{water} \cdot \frac{Q_{water}}{\rho_{snow}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ρ_{water} ——水在对应温度下的密度值，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；

ρ_{snow} ——造雪密度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；

Q_{water} ——水流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

Q_{snow} ——造雪机的造雪量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）。

5.2.2 成雪率检验

成雪率是造雪机的重要性能指标。一般在湿球温度 $-2^{\circ}C$ 以下便可以造雪，湿球温度计算如表2所示。同样的环境下使用 $1m^3$ 的水进行造雪，造雪机喷出来的水量更多，雪量更少，说明造雪机效率低，而成雪率高的造雪机造雪效率高。造雪机的成雪率 R_{snow} 按式（3）计算：

$$R_{snow} = \frac{V_{snow}}{V_{water}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

R_{snow} ——成雪率；

V_{snow} ——造雪机在3h内的造雪量，单位为立方米（ m^3 ）；

V_{water} ——造雪机在3h内的使用水量，单位为立方米（ m^3 ）。

表2 “干球温度/湿球温度” 温度换算表

空气温度℃	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	
湿度	10%	-3.1	-3.8	-4.4	-5.1	-5.8	-6.6	-7.3	-8.0	-8.8
	20%	-2.4	-3.1	-3.8	-4.5	-5.3	-6.0	-6.8	-7.6	-8.4
	30%	-1.7	-2.4	-3.2	-3.9	-4.7	-5.5	-6.3	-7.1	-7.9
	40%	-1.0	-1.8	-2.6	-3.3	-4.2	-5.0	-5.8	-6.7	-7.5
	50%	-0.3	-1.1	-1.9	-2.8	-3.6	-4.5	-5.3	-6.2	-7.1
	60%	0.4	-0.5	-1.3	-2.2	-3.1	-4.0	-4.9	-5.7	-6.6
	70%	1.0	0.1	-0.8	-1.6	-2.5	-3.5	-4.4	-5.3	-6.2
	80%	1.7	0.8	-0.2	-1.1	-2.0	-3.0	-3.9	-4.9	-5.8
	90%	2.4	1.4	0.4	-0.5	-1.5	-2.5	-3.5	-4.4	-5.4

5.2.3 覆雪量检验

造雪机的覆雪量 V_{xl} 按式(4)计算:

$$V_{xl} = HS \dots\dots\dots (4)$$

式中:

V_{xl} ——覆雪量, 单位为立方米(m^3);

H ——覆雪厚度, 单位为米(m);

S ——覆雪面积, 单位为平方米(m^2)。

5.2.4 造雪密度检验

造雪密度是反映成雪品质的重要指标, 是雪重量与体积的比值, 雪质要求松软, 可团雪球。

造雪机的造雪密度 P_{snow} 按式(5)计算:

$$P_{snow} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{M_i}{V_i}}{6} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

M_i ——第 i 个圆筒形其内所有雪的质量, 单位为千克(kg);

ρ_{snow} ——造雪机的造雪密度, 单位为千克每立方米(kg/m^3)。

5.2.5 单位体积造雪耗电量检验

单位体积造雪耗电量, 即造雪消耗功率, 是指造雪机在造雪过程中, 为维持造雪持续进行而输入到造雪机消耗的电量。主要耗电设备有空气压缩机、循环水泵、风机、电加热及其他附件。而电加热输入功率是提供热量给喷嘴外表面加热, 以防在低温条件下喷嘴出口携带水滴冻结成冰堵塞喷嘴。根据功率计测得的造雪机稳定运行状态的电功率 P , 按公式(6)可计算得到造雪机单位时间内向空间内送入的单位体积造雪所需耗电的总量。

$$P_{elec} = \frac{P}{Q_{snow}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

P ——造雪机稳定运行状态的电功率，单位为千瓦（kW）；

P_{elec} ——单位体积造雪所需耗电的总量，单位为千瓦时每立方米（kW·h/m³）。

5.3 电气安全检验

造雪机电气安全参考JB/T 14848规定的方法检验。

5.4 环境适应性检验

5.4.1 低温检验方法参考 GB/T 2423.1-2008 规定的程序，造雪机应在温度为 0℃、-8℃、-15℃、-25℃ 的工况下均能正常工作 8h 以上；在温度为-40℃的条件下贮存 24h 后通电能正常启动。检验结果应符合 4.4.1 的要求。

5.4.2 高温检验方法参考 GB/T 2423.2-2008 规定的程序，造雪机在温度为 40℃的条件下存贮 24h 后应能正常工作。检验结果应符合 4.4.2 的要求。

5.4.3 冲击检验方法参考 GB/T 2423.5-2019 规定的程序，造雪机在不带包装的状态下，应耐受峰值加速度为 15g, 脉冲宽度为 11ms 的半正弦波形冲击，施加 3 次/方向，±X 向、±Y 向、±Z 向共计 18 次。检验结果应符合 4.4.3 的要求。

5.4.4 振动检验方法参考 GB/T 2423.10-2019 规定的程序，造雪机在不带包装通电的状态下，应耐受 Z 方向 5 次频率为 10Hz~150Hz，峰值加速度为 5g 的正弦振动，扫描频率为 1 Oct/min。检验结果应符合 4.4.3 的要求。

5.4.5 造雪机的外壳防护等级参考 GB/T 4208-2017 规定的程序，检验结果应符合 4.4.4 的要求。

5.5 使用可靠性检验

使用可靠性检验方法及统计方案参照 JB/T 6214-2014 的规定，当完成检验工作（积累有效检验时间达到统计方案规定的时间），检验前、中、后造雪机累积判决故障数未出现责任故障，则检验结论为通过且符合 4.5 的使用可靠性要求。

当检验不通过时，使用方应在制造商的协助下完成故障归零整改，之后重新进行检验，直至达到规定的使用可靠性要求则终止检验。

6 使用说明、维护、运输和再使用

6.1 使用说明

6.1.1 造雪作业时，工作人员应穿好防护工作服。

6.1.2 当造雪机发生严重结冰情况时，应及时停止作业，排除结冰体。

6.1.3 电气系统安全方面，要求如下：

- 1) 定期对造雪机连接电缆、插头等电源连接件进行检查，如发现有任何损坏，应立即更换；
- 2) 对造雪机进行任何维修、保养工作前，都应先切断电源；
- 3) 造雪机电器系统如闪现故障，应交专业人员对其进行检修，待问题彻底解决后才能再次开机作业。

6.1.4 供水系统安全方面，要求如下：

- 1) 注意造雪机供水系统能承受的最大压力，所使用的供水软管，接头的耐压都应符合这个压力；
- 2) 供水系统所使用的软管、接头，必须定期进行检查，发现问题及时更换，维修应交由专业人员操作；

3) 不得采纳加压水来打通软管的冻结, 这样软管中的积冰可能会对滤水器、过滤网、阀门造成损害;

4) 运输软管时, 应把软管卷起来放置到运载工具上, 不应直接用压雪车, 雪地摩托拖拽, 以免造成软管损伤。

6.1.5 使用防护安全方面, 要求如下:

- 1) 造雪机的操作者应熟悉使用说明书;
- 2) 在造雪机运行期间, 不应移动造雪机;
- 3) 在造雪机运行期间, 请不要清除防护网上的冰, 也不要摘下防护网;
- 4) 使用开关阀门要缓慢, 快速地打开阀门, 巨大的能量释放会损坏造雪机、管道、水泵等, 甚至造成更大的事故;
- 5) 在造雪区域须有明显的区域标记。

6.1.6 按制造商规定的程序启动造雪机, 造雪机的一般启动顺序原则如下:

- 步骤1: 检查现场的水压及电压符合造雪机工作需求;
- 步骤2: 将造雪机供电电缆插头与出水口处的配电箱电缆插座匹配连接;
- 步骤3: 连接下旋转三通橡胶管到出水接口;
- 步骤4: 将总开关旋到开启状态(用万用表检测有电压输出, 三相电压平衡且符合造雪机使用需求);
- 步骤5: 打开照明灯、打开加热;
- 步骤6: 等待预热5min~10min(根据实地的气候条件可适当缩短或延长预热时间);
- 步骤7: 启动空压机, 调节风筒的朝向仰角后启动风机;
- 步骤8: 观察设备无异常后, 慢慢打开供水, 并观察水压表指示;
- 步骤9: 根据温湿度及造雪要求, 打开不同喷嘴的电磁阀。

6.1.7 按制造商规定的程序关停造雪机, 造雪机的一般停机顺序原则如下:

- 步骤1: 关闭供水;
- 步骤2: 切断喷嘴水阀;
- 步骤3: 关闭风扇电机;
- 步骤4: 让空压机再持续工作3min~5min;
- 步骤5: 关闭空压机, 关闭照明灯;
- 步骤6: 将总开关旋至关闭状态;
- 步骤7: 卸下供水管, 并且让残存水完全排出;
- 步骤8: 拆下供电电缆, 然后把随机电缆盘绕到电缆托架上, 注意不要让电缆拖到地面;
- 步骤9: 关机时请保持风扇电机的上仰角度以利于各管路及喷嘴环内的残存水排出。

6.2 维护

6.2.1 核子器故障原因及处理建议如表3所示:

表3 核子器故障处理

故障现象	处理建议
一个或多个核子器污损、堵塞	清洁核子器及主过滤器滤网
一个或多个核子器结冰	检查加热器, 如果需要更换相关部件, 延长预热时间
水气混合比例不正确	校准调压阀(需要由专业人员完成)
水压过低	加大水压(参见参数中的最低压力要求)

6.2.2 喷嘴故障原因及处理建议如表4所示：

表4 喷嘴故障处理

故障现象	处理建议
一个或多个喷嘴污损、堵塞	清洁喷嘴
一个或多个喷嘴结冰、堵塞	清洁过滤器滤芯或为过滤器解冻
过滤器滤芯污损或结冰、堵塞	延长预热时间
水压过低	加大水压（参见参数中的最低压力要求）

6.2.3 造雪机结冰故障原因及处理建议如表5所示：

表5 造雪机结冰故障处理

故障现象	处理建议
喷嘴没拧紧或密封圈破损、渗水	拧紧喷嘴或更换新密封圈
水管破裂或接头部分没拧紧而漏水	更换破损水管
造雪机呛风工作而使产生的雪落到了造雪机体上及其他工作部位	改变造雪机呛风工作状态
喷嘴环上的喷嘴变形后未及时处理	清洁或更换喷嘴
未按要求及时进行清理工作	清理造雪机上的冰和雪

6.2.4 保养必须由专业人员进行。保养时总开关必须处于关闭状态（注：用万用表检测无电压输出）。

6.2.5 对于配电箱内各控制器或电气元件的维修保养必须由专业的电工来执行，电路图一定要使用厂家电路图且不得有人为修改。

6.2.6 对空压机的保养必须查阅其操作手册并按照相应说明进行保养操作，在保养结束后要把造雪机恢复原状。

6.2.7 造雪机有三种不同的保养周期：每次使用前后的检查及保养、定期保养、年度保养。保养基本要求见表6。

表6 造雪机保养周期及要求说明

保养周期	基本要求
每次使用前、后的检查及保养	检查所有的水管和气管，如果需要则进行相应更换。
	检查喷嘴环上的喷嘴和核子器的密封情况。
	检查所有的电缆是否有损伤，配电箱及电器元件、线路是否正常。
定期保养	紧固可能因振动而造成松动的螺栓和螺母。
	对有油空压机的造雪机，需要检查空压机的润滑油，在需要时加注。在空压机不工作时进行加注，且所加注的油应是指定用油。
	检查电磁阀及加热包工作情况、压缩空气回路是否通畅性。
	当压缩机首次使用时，工作时间超过50h，必须对压缩机油进行更换；以后，压缩机每工作500h或每个雪季结束都要对机油进行更换。
	在造雪机工作100h后（或根据实际供水水质合理调整），取出滤芯进行彻底清洗；在造雪机工

保养周期	基本要求
	作200h后（或根据实际供水水质合理调整），拆下喷嘴和核子器进行彻底清洗。淤泥堵塞滤芯或喷嘴的周期与水质有关，水质不好的情况下工作小时数可能会远小于一般建议小时数。
年度保养	造雪机彻底清洗。
	所有螺栓和旋转部件必须润滑。
	所有可能因振动而松动的螺栓螺母均要重新紧固。
	检查控制柜内部件（此项检查必须由电工进行）。
	清洗或更换油水分离器。
	每年更换一次空压机油。
	仔细清洁喷嘴、核子器和滤芯，发现损坏的立即更换。
	检查水压表和气压表。

6.3 运输

6.3.1 造雪机搬运前要先将风筒的仰角调到水平位置并固定；把水平旋转角度调到0°并固定，然后再移动。

6.3.2 造雪机常用的移动方式：

——对移动式造雪机，用牵引的方式，需要检查轮胎气压，轮胎气压最大值为150kPa；

——对固定式造雪机，用叉装或用吊装带方式（严禁用风筒起吊钩来移动造雪机）。

6.3.3 造雪机的结构设计过程中应考虑由压雪车的大铲进行托举式运输，常用流程：造雪机处于非工作状态→移去所有升降地脚→将压雪机开到造雪机附近，用大铲托举起造雪机（压雪车须慢速平稳运行）→将风机调至水平且轴向平行以利稳定→旋紧摆头紧固螺栓。

6.3.4 当造雪机移动到位置后，使用手动千斤顶，根据水平仪把其底座调整水平然后固定牢靠。

6.4 再使用

长期未使用的造雪机，需再次投入使用时，应按照第5章检验方法，结果至少应满足4.1至4.3的要求。

参 考 文 献

- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温
GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温
GB/T 2423.5-2019 环境试验第2部分：试验方法试验Ea和导则：冲击
GB/T 2423.10-2019 环境试验第2部分：试验方法试验Fc和导则：振动（正弦）
GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
JB/T 6214-2014 仪器仪表可靠性验证试验及测定试验（指数分布）导则
-