

体育行业标准《高山滑雪冰状雪赛道技术要求》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2020 年 10 月，科技部发布“科技冬奥”第二批项目，其中“赛事用雪保障关键技术研究与应用示范”由中国科学院西北生态环境资源研究院、中国气象科学研究院、山东师范大学等单位承担。中国气象科学研究院具体负责第二课题“不同气候条件下冰状雪赛道制作关键技术”的攻关。在此期间中国气象科学研究院联合中国科学院西北生态环境资源研究院、山东师范大学地理与环境学院、中国科学院南京天光所、黑龙江省亚布力体育训练基地、国家高山滑雪中心等部门联合组建了冰状雪赛道技术攻关团队，前往瑞士积雪与雪崩研究所等研究机构和赛事调研考察，同时进行了野外科学试验，以雪冰物理特性参数指标和阈值为基础，制定了符合国际大型比赛的高山滑雪冰状雪赛道定量判定标准。以此为基础，向国家体育总局申请立项。

2023 年 11 月 21 日，国家体育总局发文《体育总局关于 2023 年体育行业标准立项的通知》（体经字[2023]499 号）对《高山滑雪冰状雪赛道技术要求》正式立项（计划号 202306）。本标准由国家体育总局归口。

（二）制定背景

赛事用雪保障技术是确保雪上项目赛事成功举办的重要基础和前提，在适用于高山滑雪各项的冰状雪赛道制作方面，国外的技术已相对成熟，但目前国际比赛雪道的质量标准、雪道制作等关键技术和裁判权掌握在欧美少数雪务保障公司和国际雪联任命的裁判或技术认证官手中，这些裁判或技术认证官通常采用“踩一踩”、“捏一捏”等经验手段判断冰状雪赛道是否满足比赛要求，未明确给出合格赛道的具体的量化指标，冰雪产业运动发达国家如瑞士、奥地利、意大利、日本、加拿大等均掌握此技术，但目前未有公开资料可参考，更不利于后发国家高山滑雪等运动项目的推广。我国冰雪产业科研基础薄弱，高水平雪务工作者匮乏。2022 北京冬奥会之前，国内仅有少数几家大型滑雪场曾进行冰状雪赛道制作试验，如亚布力滑雪场、崇礼太舞滑雪场、国家高山滑雪中心。

为推动我国的雪务工作与国际全面接轨，并服务于后奥运时代我国冰雪产业“南展西扩东进”的战略目标，试验并制定我国自己的针对大型冰雪赛事的冰状雪赛道制作技术标准迫在眉睫，也是提升我国冰雪技术硬实力的现实需要。

（三）标准的起草单位

本标准的主要起草单位为：中国气象科学研究院。参与起草单位包括：中国科学院西北生态环境资源研究院、山东师范大学、北京师范大学、北京国家高山滑雪有限公司、哈尔滨体育学院、北京斯尔隆兴滑雪场规划设计有限公司、黑龙江省亚布力体育训练基地。

本标准的主要起草人为：丁明虎、张东启、效存德、孙维君、王飞腾、赵守栋、田彪、李新、吴隆兴、王东海、杜文涛、王树军。

（四）主要工作过程

（1）预研

在 2022 年北京冬奥会之前，中国气象科学研究院就在秦大河院士、周秀骥院士、张人禾院士等专家的指导下，积极关注和参与冬奥雪务工作，2015 年起，先后组织前往延庆雪场 12 次、崇礼雪场 16 次、亚布力滑雪场 6 次开展冰雪试验，布设了多个观测场。针对 2015 年国际雪联主席“中国无一条合格冰状雪赛道”的评价，考察了亚布力“冰状雪”试验赛道，并给出定量评估报告和改进建议。2018 年，专门组队赴韩国平昌冬奥会进行现场考察学习，与冰状雪赛道制作相关人员进行了深入探讨。之后，先后 2 次前往瑞士积雪雪崩研究所开展雪道制作技术合作。

（2）成立标准编写组

2020 年 9 月，标准负责起草单位中国气象科学研究院在北京会同参加起草单位中国科学院西北生态环境资源研究院、山东师范大学、北京师范大学、北京国家高山滑雪有限公司、哈尔滨体育学院、北京斯尔隆兴滑雪场规划设计有限公司、黑龙江省亚布力体育训练基地等专门成立了由从事冰状雪赛道制作相关工作的专家组成编写组，讨论了任务分工，明确了工作责任。

标准主要起草人共 12 名，其中研究员/教授 7 名，副研究员/高级工程师 2 名，工程师 3 名。其中：丁明虎总负责，张东启主笔撰写，

孙维君、王飞腾、李新、赵守栋、田彪、杜文涛、王树军负责野外冰状雪赛道的制作试验和赛道技术指标的测量并分别负责不同条目，效存德、吴隆兴、王东海主要对制作试验进行技术指导并协助确定部分技术指标。

（3）查询国内外相关标准和文献资料

编写组查询和收集了国内外相关标准和文献资料，掌握了冰状雪赛道制作现状和存在的主要问题，确立了建立新标准的指导思想，按标准编制程序拟定了编制方案及编制工作计划。

（4）明确标准编制原则，编制标准草案

首先对标准的编制原则、标准的主要内容和涉及的范围、与有关的现行法律法规和标准的关系进行了研究，查阅和参考相关标准和文献资料，确定了标准结构，形成了标准草案。

（5）组织实施多次野外制作试验

2019年起，在项目的预研阶段，本项目就组织人员在哈尔滨亚布力滑雪场开展了调研工作。2020年10月至2021年3月，本项目组织人员在亚布力滑雪场进行冰状雪赛道制作与关键参数观测野外试验，开展了不同压力 and 不同注水时间的冰状雪赛道制作试验，成功制作了冰状雪赛道。该赛道请亚布力滑雪场专业滑雪队员和教练对冰状雪赛道的实际滑行体验，并针对赛道平整度、抓地力、抗压性、持久性、均匀性、视觉吸引力、安全性和舒适度等指标进行了打分，所有专业滑雪队员和教练都对该赛道给出了很高的评价。项目组还对赛道剖面进行多次实地测量，确定了不同制作过程中赛道积雪密度、积

雪粒径、积雪温度、冰状雪表层强度等指标。

2021 年 10 月-2022 年 3 月，本项目又多次组织相关人员在张家口崇礼云顶滑雪场、延庆国家高山滑雪中心冬奥会训练赛道等分别进行了冰状雪赛道制作试验和验证示范（有 67 人次参加了 6 次野外观测试验，试验共计 62 天）。制作的赛道受到了负责北京冬奥高山滑雪赛道维护的俄罗斯团队的肯定，同时取得了大量观测数据，为冰状雪赛道技术标准的制定提供了数据支撑。

（6）编写标准征求初稿

基于适用于不同天气条件下开展冰状雪赛道的最优注水方案和以上的观测试验参数，根据不同的气候区，不同的天气条件，确定出冰状雪赛道制作中的最优注水方案和赛道雪层质量检测指标。最终编写了《高山滑雪冰状雪赛道技术要求》初稿，初稿经相关专业人员的审定，认为基本符合行业标准制定的标准，建议提交专业机构立项成为行业标准。

（6）编制标准征求意见稿

标准草案初稿完成后，在承担单位内部广泛征求意见，组织编写组成员和行业专家共同进行了评议和修订。2022 年 4 月-2023 年 4 月，标准编写组先后与国家体育总局装备中心、冬季运动管理中心有关负责体育标准立项的单位进行了沟通和交流，根据管理部门的意见对标准形式和内容进行了修订，最终在 2023 年 5 月，形成了《高山滑雪冰状雪赛道技术要求》行业标准征求意见稿。2023 年 5-11 月，经过两轮初评及修改，国家体育总局发文（体经字[2023]499 号）对《高

山滑雪冰状雪赛道技术要求》正式立项（计划号 202306）。12 月，编写组召开内部讨论会，对标准内容进行逐条研讨，再次邀请相关领域的专家对初稿进行了评议，最终修改形成了此轮征求意见稿。

（五）制定标准的必要性和意义

国内外冰状雪赛道制作的关键技术和裁判权掌握在欧美少数雪务保障公司和国际雪联裁判手中，我国针对大型赛事的冰状雪赛道只能请国际雪联裁判现场采取踩一踩、捏一捏等方法进行定性检测，无相关定量检测标准和指标，不利于定量判定和技术的推广，更不利用我国相关滑雪场根据一定的技术指标制作符合要求的冰状雪赛道。为推动我国的雪务工作与国际全面接轨，并服务于后奥运时代我国冰雪产业“南展西扩东进”的战略目标，有必要制定我国自己的针对大型冰雪赛事的冰状雪赛道制作技术标准并推广到在国内大型滑雪场的冰状雪赛道制作中广泛应用。本标准的制定可为我国举办大型冬季赛事的高山滑雪冰状雪赛道的制作和验收提供重要指导。本标准将打破国外技术壁垒，为我国冰雪产业的发展增加经济效益。

二、标准编制原则与确定标准主要内容的依据

（一）标准编制原则

标准编制的主要依据：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》进行编写；

本标准的编制过程中，遵循以下原则：

（1）符合我国现行法律、法规和强制性标准。

(2) 尽可能与国际上最新的相关标准和技术指标接轨。

(3) 所确定的技术指标及测试方法力求科学、合理、严谨。

(4) 尽量采用经实践较为可行、技术相对成熟的技术和检测方法。

(二) 本标准主要内容

本标准正文由范围、规范性引用文件、术语和定义、要求、检验共五章组成。

(三) 本标准制定参考的主要依据

编写组在冰雪物理过程研究的基础上,以雪冰物理参数为主要指标,参考国外相关研究机构(如瑞士积雪雪崩研究所)的《雪场维护指南》、国际滑雪联合会制定的多份《高山滑雪竞赛规则》等文献,并以运动员和教练员的实际体验和相关机构和赛道维护人员的判定为依据,提出材质、外观、宽度、落差、坡度、厚度、密度、强度等定量和定性指标作为本标准的主要内容,并就材质、外观、宽度、落差、坡度、厚度、密度、强度等检验冰状雪赛道的指标进行了规范,目的在于指导我国冰状雪赛道的实际制作和检验工作。

三、主要条款的说明,主要技术指标、参数和试验验证分析

(1) 规范性引用文件

引用了 GB 19079.6-2013《体育场所开放条件与技术要求》系列标准的 第 6 部分:滑雪场所,以规范本标准的适用场地。

(2) 术语和定义

参照最新出版的《冰冻圈科学词典》和《高山滑雪竞赛规则》等专著和体育赛事规则文件，对其中一些术语的定义进行了修改和简化。特别是对冰状雪进行了定量指标的定义。

（3）要求

以冰状雪赛道制作的材质、外观、宽度、落差、坡度、厚度、密度、强度等具体技术指标，规范冰状雪赛道制作的基本技术要求，其中，宽度、落差、坡度这三项指标主要参考《高山滑雪竞赛规则(2021)》及国家体育总局冬季运动管理中心 2022 年 9 月 16 日颁布的《冰雪项目专业赛事场地器材标准》中的规定，包含了冬季奥林匹克运动会、国际雪联世界锦标赛和国际雪联世界杯的比赛线路的要求，符合国际滑雪联合会对大型赛事滑雪赛道的最基本的技术要求。

厚度、密度、强度三项技术指标是本标准的核心内容，主要依据国内外高山滑雪赛道制作技术的调研结果和本项目的现场试验结果，如瑞士积雪雪崩研究所的《雪场维护指南》、与该所研究人员的交流以及 2018 年平昌冬奥会的实地调研等。在多种信息来源的基础上，结合野外观测试验和本项目组专家的讨论，最终确定了适用于本标准的厚度、密度、强度三项关键指标。

在本项内容制定过程中，进行了大量野外制作试验和实地测量，成功制作冰状雪赛道的主要结果总结如下：

首先对制作冰状雪赛道的注水试验需要实时和实地测量的关键技术因子进行了规定，如冰状雪赛道表面，10cm，20cm 和 30cm 雪温，雪密度、雪结构（颗粒形状和大小）。另外通过多次测量经验，

对利于冰状雪赛道制作的气象要素达成条件进行了总结，（如气温和风速：气温低，有风，冰结效果好；空气湿度：空气干燥，冰结效果好；净辐射：晴朗夜晚加速冻结过程；有无降雪：新降雪尽快清除）。

冰状雪赛道制作的注水试验采用 6-10Bar 水压组合和 3s-10s 的时间组合进行多次组合试验，亚布力体育训练基地冰状雪赛道制作与监测结果显示，6-10Bar 水压是进行注水比较优化的选择。水压低，延长注水时间，或者注水时间短，增大水压都可以增加积雪密度，但是两者都有一定的阈值。同时，-10 — -20℃气温条件下，最优注水方案可采用注水压力 10Bar，间隔 5s。此种条件下制作的冰状雪赛道密度均达到 600Kg/m³ 以上，符合大型赛事冰状雪赛道的标准。

崇礼区密苑云顶乐园冰状雪赛道制作与监测结果显示：（1）-10 — -20℃气温条件下，最优注水方案可采取水压 6Bar，间隔 5s 和水压 8Bar，间隔 3s；（2）当气温接近 0℃时，注水间隔时间超过 7s，冰状雪赛道制作失败概率大大增加；（3）气温接近 0℃，且为负温时，需要探索新的注水方式。因此，不同天气条件对 8Bar 水压注水方案的结果具有明显的影响：注水时气温越低，赛道表层的冻结过程便越快越充分，其特征主要表现为赛道表层的强度更大且均一化更好，赛道的雪粒径更小。综上所述，在 8Bar 水压下，云顶滑雪场制作冰状雪赛道最优方案为 7s 和 9s 注水间隔，并选择气温低于-5° C 的下午进行注水。对比发现，3s、5s、7s 和 9s 间隔下的四种注水方案下冰状雪赛道强度与粒径曲线变化特征存在较大差异。5s、7s 和 9s 间隔下的注水方案，冰状雪赛道 20cm 深度的赛道强度在表层便迅速超

过 5Mpa，赛道强度更高且均一化较好。3s 间隔下的注水方案，赛道强度普遍在 5 MPa 以下，其中在 0-10cm 范围内随深度增加而增加，在 10-30 cm 范围内随深度增加而降低，赛道强度较低且均一化较差。

延庆国家高山滑雪中心冰状雪赛道制作应用示范过程得到的比较满意的结论是：（1）-10 — 0℃气温条件下，最优注水方案可采用水压 10Bar，时间 5s 和 7s，此种条件下制作的冰状雪赛道密度均达到 600Kg/m³ 以上；（2）随着气温不断升高，冰状雪赛道制作需水量也不断增大，水压 10Bar 方案要优于 8Bar 方案，此种条件下制作的冰状雪赛道密度均达到 700Kg/m³ 以上；（3）要制作密度超过 750kg/m³ 冰状雪赛道，需要水压 10Bar 方案注水，注水后还需要进一步压实整地。

多次多种气候条件下的试验证明：气温介于-20℃— -10℃，相对湿度小于 65%时，注水棒是最优的注水方式，可采用水压 6Bar，间隔 5s 和水压 8Bar，3s 间隔实施操作；气温介于-10℃— 0℃时，须在下午、有较大风速（>5m/s）、夜间晴朗等条件下实施注水操作，可采用最优的水压 10Bar，5s 和 7s 间隔；除了要充分考虑气温、太阳辐射、降水、风速和表层雪温等几个关键气象因素以外，赛道积雪质地是否均匀也是决定冰状雪赛道成败的关键因子。气温低于-20℃和接近 0℃，冰状雪赛道的制作方案需要进一步探索。

如前所述，国际裁判判断冰状雪赛道是否合格，主要依靠其多年经验，“踩一踩、捏一捏”来判定。根据公开资料，相关赛事组织只对冰状雪赛道拟定了雪密度的定量指标，如加拿大曼尼托巴省越野滑

雪协会公布的资料显示冬奥会高山赛事要求赛道表层密度要超过 560kg/m^3 。经标准编写组多位专家分析、讨论和论证，初步拟定冰状雪赛道合格标准如下：赛道雪层厚度不低于 60 cm，以保障赛道的弹性和可持续性；赛道表层 20 cm（冰状雪赛道层）平均密度 $450\text{--}730\text{kg/m}^3$ ，其中女子回转比赛冰状雪层平均密度不低于 500kg/m^3 ，男子回转不低于 650kg/m^3 ，以保障赛道表面稳定性；赛道表层 20 cm 平均强度不低于 6 Mpa，以保障赛道经多次滑行不易变形；赛道表面平整、性质均一；有适度抓地力（摩擦力），以保障运动员可作出多种滑行动作。

（4）检验

对常用检测工具(包括测量尺、全球定位系统、雪密度/含水量测量仪、冰雪硬度测量仪、金属直尺、雪钻、电锯、雪铲、电子天平等测量工具，分别用于不同指标的检测)、检验指标进行了规范，对冰状雪赛道外观、材质进行了定性规范，对赛道宽度、落差、坡度、厚度、密度、强度、等指标进行了定量规范，使实际检验工作能够较便利进行。

四、本标准采用国际和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内同类标准水平的对比情况。

1. 采用国际标准和国外先进标准的程度

对于冰状雪赛道的制作，尚无国际标准和国外标准出版发行。本规范是在冰雪物理参数研究的基础上，参考了瑞士积雪雪崩研究所的

《雪场维护指南》、国际滑雪联合会制定的多份《高山滑雪竞赛规则》、国家体育总局冬季运动管理中心 2022 年 9 月 16 日颁布的《冰雪项目专业赛事场地器材标准》等文献和相关论著的基础上编制的。本规范的技术内容在亚布力滑雪训练中心、崇礼云顶滑雪场和延庆国家高山滑雪中心得到了实际应用，效果表明：本规范的适用性和可操作性强，能够满足我国不同气候条件下对冰状雪赛道制作的实际需求。

2. 相关的国内外标准及对比分析

（1）国内外相关标准

① 国内标准

国内尚无发布、实施相关标准。在本标准形成工作组讨论稿和征求意见稿的过程中，国家体育总局冬季运动管理中心 2022 年 9 月 16 日发布了《冰雪项目专业赛事场地器材标准》，其中规定了高山滑雪的回转、滑降、大回转、超级大回转等项目的赛道宽度、落差和坡度等指标。

② 国外标准

国外尚无发布、实施的相关标准。国外有关组织如瑞士积雪雪崩研究所编制过《雪场维护指南》，国际滑雪联合会制定过多份《高山滑雪竞赛规则》对雪场维护的一般方法和高山滑雪赛道的一般指标有过相关规定。

（2）国内外相关标准对比

目前国内外尚无与冰状雪赛道有关的按照标准体例发布、实施的标准。国家体育总局冬季运动管理中心 2022 年 9 月 16 日发布了《冰

雪项目专业赛事场地器材标准》，本标准参考了其中高山滑雪的回转、滑降、大回转、超级大回转等项目的赛道宽度、落差和坡度等指标，并应用到“冰状雪赛道”宽度、落差和坡度等指标中，尽量与其保持一致。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准内容符合国家现行法律、法规要求，并与参照采用的相关标准有一定的对应关系。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准的制定过程中未出现重大的分歧意见。

七、作为强制性标准或推荐性标准的建议及其理由（注：（二）、（三）强制性标准编辑内容）

本标准建议作为推荐性行业标准发布实施。

八、贯彻标准的要求措施建议（包括政策措施、组织措施、技术措施、过渡办法、宣贯培训、试点示范和配套资金等内容）

建议标准发布实施后，由国家体育总局冬季运动管理中心等相关部门积极推动标准宣贯和解读，开展专题标准培训活动，更好推动的本标准的实施工作。以便于各大型滑雪场、大型国家高山滑雪赛事建设、施工、监理、检测部门了解标准、使用标准。同时相关部门应及

时收集标准实施反馈信息，为后续标准的修订提供基础。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、本标准编制说明的附件

无。