



齐鲁晚报·齐鲁壹点记者 于梅君

1 冬奥比赛为啥依靠人工造雪

11月15日上午,伴随着数十台造雪机的轰鸣声,北京冬奥会延庆赛区国家高山滑雪中心开始造雪,预计2022年1月中旬完成所有造雪任务。12月12日凌晨,首钢滑雪大跳台也开始造雪,标志着北京冬奥会单板滑雪和自由式滑雪大跳台两个项目的赛事保障工作拉开帷幕。

据悉,1980年普莱西德湖冬奥会是首届采用人工造雪的冬奥会,近年来,在温哥华、索契、平昌等地举行的冬奥会均大量采用人造雪。2018年平昌冬奥会,人造雪用量达到总使用雪量的90%。为什么冬奥会雪上项目比赛越来越依靠人工造雪?

据《2022年冬奥会自由式滑雪和单板滑雪场地设计要求》,滑雪障碍追逐赛道需保证约71500立方米雪量,加上融化系数后,将达到107200立方米。即使是面积较小的大跳台赛道,也需维持至少11000立方米雪量,如此大的雪量,很难通过天然降雪积累而成。北控京奥建设有限公司场馆运营分公司总经理吕泓佑介绍:“即使天然降雪达到3米厚,经过轧雪后,也只能形成30厘米至40厘米的雪层,无法达到高山滑雪竞赛所需的‘冰状雪’要求。按照国际惯例,近年来冬奥会高山滑雪场地均使用人工方式造雪。”

人工造雪还有一个优点:可定制。根据不同赛事、不同场地需求,可自由调整雪花粒径、含水量和硬度。相比天然雪,人造雪在被轧雪、平整、注水(为了形成坚硬的“冰状雪”)后,更容易被整备成状态一致的雪道。而且,人造雪比天然雪耐晒。天然雪由于含水量高,容易融化,经不起太阳直射;人造雪一般含水量较低,不怕太阳晒。在同样的气温条件下,雪质好的人造雪耐化程度是天然雪的5-6倍。一般自然雪的密度约为328千克/立方米,人造雪密度却高达856千克/立方米,经过碾轧后,雪面比较硬,摩擦力也会更小。

2 科技冬奥能造出九种型号的雪

“雪务保障是冬奥会筹办的基础,是雪上项目赛事能否成功举办的关键,不允许有任何闪失。”中国科学院西北生态环境资源研究院研究员王飞腾介绍,北京冬奥会采用了高效率、高质量、全自动和可操控的人工造雪方案,并从“造雪、保雪、储雪”三大方面攻关,确保“用雪自由”,也让冬雪夏用成为可能。

“科技冬奥”专项对造雪机研发及应用示范提出明确要求:造雪机及其喷嘴和核子器应满足在不同地域及气候条件下,实现温度0℃、湿度50%的常态出雪目标,并且雪质要符合国际雪联标准。

“通常人工造雪都是使用‘雪炮’式造雪机,其原理分为两种:一种是用制冰装置生产出很小的‘片冰’,然后用片冰做原料来造雪;另一种就是传统的高压水与空气混合造雪。”中国气象局人工影响天气中心正高级工程师苏正军介绍,传统的人造雪是将水注入专用的喷嘴或喷枪,后者利用高压空气将水流分割成微小的粒子,这些水滴粒子遇到寒冷的外部空气,就会在落地前快速凝固成冰晶,变成雪花。

“人造雪形成时间短、生长快,雪花形状也基本一致。自然降雪,第二天会有比较明显的硬度变化。”苏正军解释,此时雪质偏硬,类似冰碴,虽然会让滑雪选手达到较快的滑行速度,但也让雪板抓地效果欠佳。如果松软的天然雪没被轧实,雪板很容易陷入,造成侧翻、急停等事故。相比之下,人造雪的雪质更具可控性。

冬奥会各项赛事,对雪的要求都不相同。造雪团队会根据场地的不同需求造雪,张家口古杨树场馆山地运行场地的造雪设备,能够设计出九种型号的雪,从而打造优质赛场。



冰雪就位 静待「起飞」

攻克卡脖子技术难题,北京冬奥实现用雪自由

冰与雪是冬奥会的“灵魂”。一说到冬奥会,大家就会联想到白雪皑皑的赛道上,运动健儿踩着滑雪板飞驰而下。北京冬奥会将于2月4日开幕,尽管2月仍是春寒料峭,但之后召开的冬残奥会,会不会因气温回暖而面临用雪困境?这样的担忧显然是多余的。这次冬奥会,我们不但备足了高质量的“人造雪”实现“用雪自由”,还解决了历来“卡脖子”的“冰状雪”赛道打造难题。

3 解决“冰状雪”难题,在雪地上打造“塑胶跑道”

作为冬奥传统赛事的高山滑雪,因为观赏性强,一直被誉为“冬奥皇冠上的明珠”,但参赛者的运动速度非常快(最高时速可达248公里),危险性也很大,因此对赛道的要求也更严格。想打造一条符合高山滑雪国际标准的雪道,所用之雪绝非一般的雪,而是由人工制成的“冰状雪”。

所谓“冰状雪”,是形容滑雪场上雪质的一种状态。在这种状态下,雪花密度约为0.65克/立方厘米,雪道表面保持结晶状态,好像有一层薄薄的“冰壳”,近似于冰面。这样的雪道硬度大,不易被破坏,仿佛建在雪地上的“塑胶跑道”,在运动员高速转弯时,仍能保证雪道表面不变形,且能减小对滑雪板的摩擦力,显著提高成绩。

目前,“冰状雪”赛道分为竞速和竞技两大类。以铺轧竞速赛道为例:工作人员要先将雪道翻开,将雪块破碎成约40厘米的疏松层后,用水炮注水,同时反复翻轧,将湿雪搅拌均匀,确保雪层赛道范围内“冰状雪”层厚度一致,没有大的气泡,之后迅速

将赛道轧平、低温板结,雪层会自下而上形成一层“冰壳”,上面的浮雪再由赛事运营队员用滑雪板侧滑的方式铲去,修整后的赛道看上去光滑如镜。

对竞技类赛道来说,经过初步轧雪平整并通过自然低温板结后,对雪层含水量进行初步测定,按照国际雪联要求的赛道含水量标准,使用一种独特的Z字形注水器注水,保证雪道中每立方米的雪含水量相同。

“我国雪务工作相关研究起步较晚,科研基础薄弱,而且面临很多国外技术封锁。”王飞腾表示,高质量“冰状雪”生产曾困住了中国的冰雪产业,2016年以前,我国甚至还造不出一条合格的“冰状雪”赛道。

经过大量观测和试验,王飞腾团队建立了北京延庆、张家口赛区制造“冰状雪”的属地参数,从机理上搞清楚优质雪道的雪质要求。而且,借助注水、轧实成套制雪工艺,成功制造出符合大陆性季风区的合格“冰状雪”。

4 造雪智能化,循环利用不会浪费水资源

延庆赛区高山滑雪中心有7条赛道,全长9.2公里,最大垂直落差可达900米。这里是国内第一条符合奥运标准的高山滑雪赛道,也是目前世界上难度最大的比赛场地之一。高山滑雪中心采用目前世界上最先进的高效节水人工造雪设备和智能化造雪系统,通过对气象等实时监测,选择最适宜的条件启动造雪机,避免水资源浪费。

造雪并非单纯地消耗水,所造之雪会再次回到自然界的水循环中,国家高山滑雪中心造雪使用的水源来自两个渠道:一是山下的天然湖泊,二是山上水源循环系统。该系统包含两个水池,分别收集降雨和化雪融水,实现高效率循环利用。

位于张家口的云顶滑雪公园,雪道面积大、需雪量多,同样需要造雪。为满足造雪用水,同时也最大程度地保护当地生态环境,云顶滑雪公园先后建设了蓄水池和雪融水收集池,并安装泵站和引水管线,将收集到的地表水沿山势逐级送至造雪机,为雪道提供造雪用水保障。

据云顶滑雪公园场馆运行团队后勤部副主任束文介绍,云顶滑雪公园建有3个露天蓄水池,设计总蓄水量可达18万立方米,此外,还建有地下雪融水收集池,蓄水量10万立方米,“除了在水源上开源节流外,云顶滑雪公园还采用了智能化造雪系统,造雪每立方米可节水20%左右。”

5 雪也能存起来? 极端天气不用愁了

北京冬奥会是近二十年来首次在大陆性季风地区举办,如何应对冬春交替期极端天气十分关键。

如果遇到下雪天,密度松软的天然雪会使赛道雪质发生变化,需要压雪机重新轧实,再利用自主研发的雪硬度仪快捷检测,保障比赛迅速恢复。

冬奥会也最怕下雨,雨水会使滑雪赛道表层结冰,比赛变得危险,此时需要对赛道重新整饰,保障雪质合格。

此外,春季的北京与河北张家口还会遇上沙尘天气,一旦有沙尘暴,不光赛道雪质会大大下降,转播的视屏景观也会变差,怎么办?王飞腾团队想到的办法是“储雪”——即在冬天温度非常低的时候,把雪造好,储存起来,待到次年初冬再使用。

2017年,团队全程参与北京冬奥组委在延庆石京龙滑雪场开展的储雪试验,经过整个夏季考验,大概60%的雪被储存下来。“在没接触冬奥会之前,我国很少有人想到原来雪还能储存起来,而且这项技术不光能服务冬奥会,还为冰川保护提供了科技支撑。”王飞腾说。在2020年和2021年的夏季,团队将储雪技术应用到我国四川达古冰川的保护,短短两个月可以减缓近70%的冰川消融,冰川可以增厚一米左右。

6 冬奥场馆冰面制作原理和冰箱一样

在制冰方面,北京冬奥会是史上第一届大规模使用二氧化碳制冷剂的冬季奥运会。从首都体育馆到国家速滑馆“冰丝带”,再到五棵松体育中心,这项技术得到广泛应用。

北京能源学会会长张信荣介绍,“我们打造了一个天然工程的、特别是二氧化碳的热力学循环。过去都是用氟利昂做制冷剂,并不环保。二氧化碳直冷制冰技术能够在低温环境下、有限空间里实现高效制冷和造雪。”

天津大学机械工程学院教授马一太介绍,作为短道速滑和花样滑冰比赛场馆的首都体育馆已完成制冰,冰面尺寸为31米×61米。制冰过程中,多台二氧化碳压缩机同时运作,冰板层里制冷管道内,低温二氧化碳与冰板混凝土进行换热,冰板混凝土温度逐步降到零下十几摄氏度,制冷团队不停在冰板上洒水作业,冻成每层几毫米的冰面,经过很多次这样的工序,厚度几十毫米的冰面才能冻结成功。

二氧化碳是我们熟知的温室气体,它在制冰过程中是如何实现减排的?北京建筑设计研究院有限公司副总工程师王威介绍:“北京冬奥会采用的直冷制冰技术,不仅制冰效率高,而且制冷过程中排出的余热还可以回收,用来提供运动员生活热水等能源需求,算下来一年大概可以节约200万度电。”



造雪机及其构造