

北京冬奥会 这样实现用雪自由

◎本报记者 陈曦

2022年北京冬奥会正在如火如荼地进行中,在冬奥会的七大项目中,滑雪项目将产生55枚金牌,占北京冬奥会总金牌数的一半。运动员们从白雪皑皑的雪道滑下,或蜿蜒穿行,或起跳旋转在空中完成各种高难度动作,这样的场景让观众们看得热血沸腾。

雪上项目对气候和场地的要求十分严格,为了保证雪上项目的顺利进行,本届冬奥会80%—90%的比赛场地用雪都采用人造雪,通过我们的“自力更生”实现了冬奥会的用雪自由。

冬奥比赛用雪不“靠天吃饭”

“其实,目前全世界大多数滑雪场,都采用天然雪和人造雪相结合的方式。”北京理工大学副教授张海洋在接受科技日报记者采访时介绍。

据了解,在温哥华、索契以及平昌等地举行的冬奥会都大量采用了人造雪。特别是在2018年平昌冬奥会中,人造雪用量占到了总使用雪量的90%。

为什么冬奥比赛会用到如此之多的人造雪呢?张海洋指出,自然条件下产生的新降雪、融化后重新凝结的雪、长期堆积的雪等物理特性各不相同,而这会影响其性状。国际滑雪联合会(以下简称国际雪联)对不同项目的竞赛雪道都设定了相应的技术指标,以保证比赛的公平性和安全性,雪的性状稳定对雪道而言十分重要。

相比物理特性更为多变的天然雪,人造雪可控性更高。人造雪经过挤压、平整、注水后,更容易被制成可供比赛的雪道。

张海洋举例说,比如崇礼万龙滑雪场的U型槽场地,根据冬奥会比赛要求,其雪槽的长度要达到150至170米,宽度要达到19至22米,深度则要到6.7米、坡度要达到17至18度。要想塑造出这样一个场地,不仅需要大量的雪,而且为了精准的坡度,还要控制好雪的湿度。“场地工作人员会检测雪的含水量,只有将含水量控制在合适的范围内,才能保证在一定的温度下,U型槽场地能一直保持这个形状、不产生形变。”张海洋说。

此外,冬奥会在短时间内的耗雪量较大,光靠老天爷“赏饭吃”显然不靠谱。在1980年举行的美国普莱西德湖冬奥会上,人造雪第一次出现在了冬奥会场地,就是因为这年冬季,普莱西德湖雪量少的缘故。

国际雪联文件《2022年冬奥会自由式滑雪和单板滑雪场地设计要求》指出,滑雪障碍追逐赛道需保证约71500立方米的雪量,当这一数字加上融化系数后,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。

张海洋说,这么大的用雪量,单靠运输,成本实在太高。若靠自然下雪,需要连续不间断地下几十天的大雪。而且滑雪场地每天都需要塑型维护,也需要大量的储备雪,因此一定要人造雪来帮忙。

人造雪用料有两大要求

“造这么多的人造雪需要大量时间,因此本届冬奥会为了保障赛事用雪,很多冬奥滑雪场从2021年11月底就开始进行人工造雪,造雪时间持续到2022年1月。”张海洋说,人工造雪的重要工具就是造雪机,它可以模仿天然降雪的过程,将水变成雪,但和天然成雪过程有所区别。

张海洋介绍,天然状态下,天上的水汽变成雪必须具备两个条件:一是要有一定的水汽饱和度(即0摄氏度以下的冷云),二是必须有凝结核。当冷云中的小水滴遇到空气中的尘埃颗粒,此时便会形成冰晶;冰晶逐渐增大,当其重量达到一定程度就能克服空气的浮力,从天空中飘落下来,变成雪花。

人工造雪则是通过造雪机把5摄氏度以下的水雾打散成小粒子,再将这些粒子迅速冻结成冰晶,然后再由风筒把雪花喷射出去,以扩大造雪面积。

“水是人工造雪必不可少的原料。”张海洋说,原则上来说,井水、河水、纯净水、再生水、雨水、融雪水都可以作为人造雪用水,但这些水在变为造雪原料前,必须调整好“体温”,即要把温度控制在0至5摄氏度之间,水温太高无法造雪,水温太低不易造雪。同时,水也不能太脏,虽然造雪机有过滤装置,但如果水太脏,不仅会堵塞滤网,还可能会堵塞喷嘴。

本届冬奥会的每个滑雪场,都设有固定式造雪机和移动式造雪机。固定造雪机只需一条抽水管,就可以进行大规模造雪。“但对于塑型要求比较高、需要

补雪的比赛场地,就要‘派出’移动式造雪机了。”张海洋表示。

80%—90%

雪上项目对气候和场地的要求十分严格,为了保证雪上项目的顺利进行,本届冬奥会80%—90%的比赛场地用雪都采用人造雪,通过我们的“自力更生”实现了冬奥会的用雪自由。

补雪的比赛场地,就要‘派出’移动式造雪机了。”张海洋表示。

不同比赛用雪都有“私人定制”

“各个雪上项目对雪质的要求有所不同,哪怕是同一块场地的不同地段,对雪质的要求也不尽相同。”张海洋举例说,比如高山滑雪比赛项目,由于其是竞速类项目,它的赛道需要进行单独压制,铺设在赛道上的雪密度非常大,这种雪被称为“冰状雪”。“冰状雪”的密度是天然雪的5到13倍,其表面有一层薄的硬冰壳,是雪又似冰。

“这类雪含水量较高、密度大,其表层相当于结了一层冰,这样可减少赛道和滑雪板之间的摩擦力,提升运动员比赛的舒适度,有利于提高运动员的成绩。”张海洋说,而到了减速区和结束区,为了保护运动员不受伤,就需要减速。因此这一区域的雪就需要减少含水量,以保持雪的蓬松状态,从而增加赛道与滑雪板之间的摩擦力。

从离地超百米的高台滑下,俯冲、加速,自跳台末端跃向空中,呈“V”字形划出优美的抛物线……在本届冬奥会的赛场上,极具观赏性的跳台滑雪项目在张家口赛区国家跳台滑雪中心精彩上演。“比赛好看,但给跳台滑雪比赛用的坡道造雪,可是件不容易的事。”张海洋说,铺设在坡道上的人造雪,从下到上依次是基层、中层、表层,每层雪的密度都不一样。基层的雪质湿度要大,这样可以与雪层与坡道牢固地“冻”在一起。考虑到运动员要在高空做一些动作,落地时雪道不能太硬,因此表层雪的湿度要低,这样平压后仍可以保证一定的疏松度,最大程度确保运动员的滑行安全。

在本届冬奥会,当一天比赛结束后,夜间工作人员都要对滑雪道进行维护。“因为每场比赛后,雪道的硬度就会降低,同时雪道表面会变得沟沟坎坎,这些都会影响第二天的比赛。”张海洋介绍,对雪道的维护一方面要补充雪,另一方面是用压雪车压雪,以达到比赛雪道的硬度标准。

中国人造雪里的科技范儿

1950年3月,美国人韦恩·皮尔斯就利用一个油漆喷雾压缩机、喷嘴和一些用来给花木浇水的软管造出了世界上第一台造雪机。

其后,人造雪技术不断发展,这让冬奥会大规模使用人造雪成为可能。然而,由于我国在人造雪方面的研究起步较晚,国内赛道雪务技术几乎空白,同时国外在这方面对中国进行技术封锁,使得中国无法拿到赛道用雪的参数标准。在2016年以前,中国甚至造不出一条合格的“冰状雪”赛道。

为了给全世界运动员提供良好的赛事体验,我国科学家开展了集中攻坚行动。2017年,在中国科学院院士、中国科学院冰冻圈科学国家重点实验室名誉主任秦大河的带领下,北京冬奥会赛事用雪保障关键技术研发团队正式组建,誓要制造出中国人自己的“冰状雪”。

经过大量观测和试验,该团队获得了北京延庆、张家口赛区制造“冰状雪”的属地参数,从机理上搞清了优质雪道的雪质要求,成功制造出适应大陆性季风气候特点的合格“冰状雪”。

最终,不同气候条件的“冰状雪”赛道制作技术被攻克,中国人靠自己打造出了“冰状雪”赛道。此外,中国从造雪到除雪的技术全部达到国际赛事标准,实现了用雪自由;冰雪硬度测量仪和冰雪粒径测量仪等“冰状雪”赛道专业监测设备也实现了国产化,大幅压缩了办赛成本。

工欲善其事必先利其器。压雪车是比赛雪道建设与维护必备的大型装备,随着我国自主研发生产的首台大型压雪车——SG400压雪车下线,我国在大功率高端压雪车产品领域实现了从0到1的突破。

为了应对极寒天气,SG400压雪车设计的工作环境为零下40摄氏度,设计中使用了大量耐低温材料,改良后的雪犁,其齿形更容易打碎板结雪层,符合我国雪场的实际使用需要。

同时,在满足主结构强度要求的前提下,研发人员对该压雪车的车架及核心部件进行了轻量化设计,车架重量仅相当于一般工程车辆车架重量的1/3到1/5,使其特别适合在雪道极端松软的工作条件下运行。配合绞盘系统,该压雪车可攀爬坡度为45度的高山雪场。

此外,该压雪车的智能化控制系统可让全车多个控制器有条不紊地处理来自传感器、动作控制手柄、电子踏板的反馈信号,使其拥有了灵敏的“神经系统”。

对污名化冬奥“功臣”说不 为人造雪正名

◎本报记者 陈曦

“人造雪是假雪”“天然雪比人造雪更好”“人造雪会浪费水资源”……在北京冬奥会各项滑雪比赛的赛场上,人造雪在保障赛道安全性上发挥了巨大作用,然而在赛场外它却被一些人莫名打了“差评”。

还好,已有多位国际知名雪上项目专家站出来为人造雪正名。专家们一致表示,人造雪在世界各地被广泛应用,无论是以天然雪还是人造雪为主建造的赛道,其技术要求和标准都是一样的。

与用化学物质造的假雪不同

“冬奥会使用的人造雪不是假雪。”北京理工大学副教授张海洋说。假雪是利用凝胶等化学物质,通过某种工艺,制成视觉上接近雪状的“雪”。这种假雪耐高温,不仅外形和真雪很像,摸上去也凉凉的,有真雪的感觉,可用于在装饰品、纪念品、模型中作为布景使用。而人造雪是通过造雪机,模拟自然雪形成的过程,将水变成雪。

只是由于没有充裕的时间和空间让冰晶发育和生长,因此人造雪多呈现白色、不透明的近似球状或圆锥形,很难呈现天然雪那样星状和多枝状的形态。

有利于保证比赛公平

人造雪和天然雪无好坏之分。不过,人造雪的雪质稳定性更强,更有利于保证比赛的公平性。

根据美国滑雪协会推出的《赛道专家培训手册》,包括造雪在内的所有工作几乎只有一个目的,就是为了确保运动员无论出发顺序在前还是在后,都能享受到公平的赛道条件。简而言之,这种公平条件体现为——雪道足够硬。不过,将雪道变硬并非易事,为了方便硬化操作,赛道上的雪质本身就得具有相对稳定的物理特性。

“由于天然雪花呈扁平状,落地后相互交织在一起,因此积雪孔隙率高、密度低(自然新雪的密度为0.05克/立方厘米—0.15克/立方厘米)、硬度低,还非常松软。”张海洋介绍,而人造雪为近似球状或圆锥形的密实晶体,形成的积雪孔隙率低、密度高(密度高于0.5克/立方厘米),硬度和强度等力学参数远高于天然积雪。

不会浪费水资源

冬奥会需要如此体量的人造雪,而人造雪的主要原料是经过净化的水,这些水来自池塘、湖泊、地下水等,那么造雪会带来水资源的浪费吗?

“造雪并非单纯地消耗了水,所造之雪会再次回到自然界水循环之中。如果对赛场周围相应小流域进行合理的规划设计,融雪将大部分回流到水库之中。”张海洋说,此次北京冬奥会,都设有完善的水循环机制,所有用水都处在闭环之中,人造雪融化后会得到较好的循环利用。纵观全球雪场,多数也会充分考虑水资源循环利用问题。

北京冬奥组委新闻发言人严家蓉曾表示,滑雪场会优先利用收集贮存的天然降水、地表径流等作为人造雪的水源。

比如,在北京冬奥会张家口赛区云顶场馆群、古杨树场馆群建设有11个露天蓄水池、地下水融水收集池,以及小景观湖,它们的总蓄水量达到了53万立方米。围绕节水,两个场馆群采用了高效的节水智能化造雪系统和造雪装备,能够根据外界环境变化,动态保持最佳的造雪效率。用这种设备设施和智能化系统,节水率达到了20%左右。