



不透明、乳白色,造型多变
装上“大脑”可远程监控温度

这仨街头冰景 为啥与众不同 它叫“复合冰”

□本报记者 万佳 文/摄

近日,在斯大林公园通江街口,三个别具一格的冰雪建筑施工完毕,出现在众人面前。说它别具一格,因为这三个冰雪建筑与传统晶莹剔透的冰建筑不同,它们不是透明的,是乳白色的。有的造型轻盈多变,有的极其夸张,各种弧度和坡形向四面八方延展,似乎是被火烤化了的冰块。

“这就是复合冰结构建筑与纯冰雪建筑的不同之处,它具有更强的韧性,能变幻出更多的造型,使冰雪建筑的艺术性和观赏性更强。”哈尔滨工业大学空间结构研究中心张清文副教授说。

A

水加纸屑纤维等 浇注成复合冰建筑

在三个复合冰建筑中,由哈工大团队设计的“冰屋”内含乾坤:监控人员能远程监控冰屋温度等各项数据,实时确保冰屋安全。“这其实体现的是智能运维的思想。”张清文说,所谓智能运维,就是在冰屋里放置传感器和实时显示系统,进行结构变形与热环境监测,保证冰屋内环境周期使用维持在正常范围内。

作为中国冰雪之都,哈尔滨冰雕雪塑闻名全国。一直以来,哈尔滨都在探索丰富冰雪建筑的广度和深度。尤其近几年,哈工大土木工程学院坚持在复合冰结构领域深度钻研。

“传统冰建筑受冰结构脆弱、承载性能低等因素限制,使冰雪建筑在很多方面受到限制。在水中增加纸屑、纤维等物质,通过喷射的方式浇注成复合冰建筑,其强度比普通冰高出3倍,结构更加结实,冰雪建筑造型更加丰富,结构性能更加优良,运维管理更加智能。”复合冰结构领域专家、哈尔滨工业大学土木工程学院副院长武岳教授说,给冰雪建筑加上“大脑”,让冰雪建筑更智能,无疑是冰雪建筑继实用化、艺术化之后的一个新的发展方向。



哈工大智慧运维《冰屋》

B

智慧冰“世界峰会” 在冰城举办

实际上,在通江街口挺立的三座复合冰结构建筑的创意来自中国、荷兰和俄罗斯三个不同国家的高校,这三个高校在复合冰结构领域研究成果斐然。

按照荷兰埃因霍芬理工大学设计方案制作的复合冰结构建筑——《塔》,是用钢筋和绳网的结构完美呈现了钢与柔的融合之美。在高达十几米的主塔下,四周有四个圆拱形的冰壳,孩子们可在四个互相联通的冰壳间穿梭玩耍。

华南理工的作品《雪国丁香》,它自由曲面的造型像在海面上翻滚的浪花,也像正在盛开的白色雪莲。夜幕降临,冰建筑边缘上的彩灯亮起,在黑夜中好似随时准备出动的庞然大物,给人视觉上的错觉。

除了以上三个复合冰建筑,今年还有8个来自全球复合冰研究领域的高校向首届复合冰雪结构国际邀请赛提交了他们在复合冰领域的最新研究成果。在哈工大的倡议下,今年首次在哈尔滨举办冰雪结构国际邀请赛,参与高校包括荷兰埃因霍芬理工大学、莫斯科国立建筑大学、华南理工大学、大连理工大学、天津大学等11所国内外在冰雪结构领域排名领先的高校。

“我们这次举办邀请赛的目的,就是想让世界领先的复合冰结构领域的专家们在智能冰雪上来个头脑风暴。”武岳说,重点深入探讨智能冰雪材料的性能、冰雪结构智能建造方法和智慧运维策略,以及如何将冰雪建筑的建筑功能、建筑美学与结构先进性有机结合起来。通俗地讲,就是让冰雪建筑更加智能。



复合冰建筑《雪国丁香》



复合冰建筑《塔》

C

冰建筑加上“大脑” 可延长寿命

早在2016年,复合冰建筑《冰雪讲堂》就在哈工大校园内崭露头角,2017年世界最高的中华祥云塔初露端倪,2018年起,面积超过300平方米的复合“冰火锅”成为冰雪大世界冰雪景观重头戏。

近十年来,哈工大复合冰结构研究团队一直在探索复合冰的新功能和新用途。“这次制造的复合冰屋首次采用装配式建造模式。”武岳说,传统冰建筑需要建筑工人在现场制作,耗时长、材料消耗大。装配式建造则是把冰材料提前统一装好,再运到展示地点,这样工期会缩短一半,水电等消耗也会降低,工程质量也会更好。

“智能化是未来冰雪建筑的发展方向。”武岳说,普通的冰建筑,人们一般凭借经验来推测冰建筑的承载能力,根据气温来衡量是否安全,实际上,每个人的经验不同,衡量标准也不一样,而且天气情况复杂,很可能气温很低,但冰建筑已经不结实了。如果在冰建筑中安装传感器和预警系统,人们可以根据监测的数据清楚明白地知道冰结构细微的变化,承载性能是否发生变化,甚至对危险情况做出预判,比如当人流量达到多少的时候,冰建筑内部环境将发生巨大变化。

目前,智慧运维技术已初步应用在复合冰建筑中。“未来,我们希望所有的冰建筑都能应用上,让冰雪建筑从此步入智能时代。”武岳说,这样就不用看天吃饭,冰雪建筑的寿命也有可能更长。

“我们还在思考如何在冰建筑内部营造‘微环境’”,武岳说,就是在冰建筑内放置冷管或热管,就像家里安暖气一样,外部可能很冷,内部相对舒适,也可能外部气温上升,内部依然冰冻。这种设计对南方一些城市的冰雪建筑非常友好,南方城市最低气温可能在0℃左右,放置了冷管,就能有效延长冰建筑作品的展出时间,放宽展出环境要求。

D

南极北极都能建 也能在月球“安家”

层出不穷的复合冰景观惊艳了世人,然而,它的意义远非如此。

“我们知道,冰雪建筑最开始出现是为了在极端的条件下建造庇护居所,使人类生存下去。我们正是从最初的起点出发,让复合冰在更加极端的条件下大显身手。”武岳说。

2021年8月,在国际薄壳与空间结构协会年会上,哈工大团队提交的分析复合冰领域破坏机理的论文被授予优秀论文称号,每年全球只有四篇论文获此殊荣。该论文通过精细化分析方法准确预测冰结构承载性能,以便在使用过程中保障冰建筑安全。

“研究的目的是探索在极端情况下,如何保证复合冰建筑的安全。”武岳说,比如我们国家在南极、北极等地进行科学考察,需要在当地临时搭建考察站等建筑。为了保护环境,根据国际公约,不能在当地留下各类建筑垃圾。我们正在研究把我们的技术应用到这样的地区,因为冰建筑环保、无污染,而且施工工期短,特别适合这种复杂环境。目前,哈工大团队已经与南极科考站的相关人员商讨相关事宜。

实际上,复合冰结构建筑也能“吃土”。“我国目前正在开展登月计划,而复合冰结构建筑技术同样适用于在月球表面安家。”武岳说,月球表面布满岩石和灰尘,可以先利用充气膜在月球表面充起一个空间形状,再利用月球上的土壤和灰尘进行3D打印喷射,就像我们在充气膜上喷上复合冰一样,这样就能在有限资源的情况下快速建成月球站基地。

“按照这个思路,复合冰结构技术实际上能够应用的领域是很广阔的,有可能为未来建筑领域带来重大变革。”武岳说。