国家游泳中心“水立方”化身“冰立方”史无前例——

水与冰自由转换如何实现

本报记者 李万祥

场馆写真

在北京冬奥会首场比赛——冰壶混合双人循环赛上，变身为“冰立方”的国家游泳中心完成了冬奥首秀。除了精彩激烈的比赛，现场满满的科技感也赢得了观众连声赞叹。

作为“双奥”场馆，“冰立方”是冬奥会历史上体量最大的冰壶场馆，也是世界上唯一在泳池上架设冰壶赛道的“双奥”场馆。它在水冰自由转换之间，体现了建筑与技术的高质量发展，凝结了设计者、建设者、运营者等多方智慧，最终实现场馆华丽升级。

留住“水”

2月4日晚，北京冬奥会开幕之夜。“冰立方”绚丽的外表吸引着前往鸟巢观看开幕式的观众驻足拍照。明月弯钩，冰莹流淌，“冰立方”在色彩变换中散发着现代感、未来感。

作为北京冬奥会第一个实现完工验收的改造场馆，国家游泳中心创造性地提出“水冰转换”的“双奥”场馆改造方案。从一开始的异想天开到步步推进变为现实，没有做不到，只有想不到。

传统的冬奥会冰壶比赛场地都是在永久的混凝土地板上制冰形成。据国家游泳中心总经理杨奇勇介绍，在当时申办冬奥会的方案中，也曾计划在“水立方”里建造永久性混凝土冰场。“然而，舍弃泳池对大家来说是不能接受的。”杨奇勇回忆说。

“水立方”专为2008年北京奥运会水上项目建设，见证了跳水、游泳等多个项目刷新奥运会纪录。10多年来，“水立方”带来了持久的经济效益和社会效益。泳池一旦废弃，就意味着要放弃“水立方”的夏奥功能。

想要实现在短时间内变身“冰立方”，又不破坏原有状态，就得在游泳池上架设冰壶赛道。改造思路是，首先把泳池里的水抽干，然后在泳池内搭设可转换架体。

“建筑从一开始就要考虑以后多种功能的发展空间，商业建筑是这样，奥运场馆更是这样。”从事建筑设计的刘颉女士告诉记者，国家游泳中心从“水立方”到“冰立方”的自由转换高度契合了绿色共享的办奥理念。

造出“冰”

冰壶比赛被誉为“冰上国际象棋”，对场馆设施条件要求很高。表面上看，运动员在赛场上一靠吼、二靠“擦地”，就能做到让冰壶“指哪打哪”。实则不然，冰壶运动精细至极，这种极致就体现在冰面上。用参与“水立方”改造的北京市建筑设计研究院副总建筑师郑方的话来说，这冰非常“敏感”。

北京冬奥会的冰场，需要的是世界上标准最高、技术要求最严格的冰。“水立方”变身“冰立方”，关键环节就是制冰。为此，国家游泳中心专门安装了室外制冷机组。为满足水上运动和冰上运动对环境的不同要求，项目团队还运用冰场环境智慧调控平台，集成制冰系统、除湿系统和空调系统。这一“中枢”实现了场地环境温湿度分区控制，从而保证了“比赛用冰不融化，观赛群众不寒冷”。最终，通过可转换结构体系以及可拆装制冰系统等技术的创新应用，国家游泳中心实现了水冰自由转换。

2019年底，“水立方”第一次完成游泳池与冰场的转换，耗时近60天；2020年12月，第二次转换的结构搭建用时20天；2021年10月为测试赛准备仅用13天就完成了冰面制作。

据了解，新加的制冰机组位于场馆室外东侧，室外机组如何与室内管线相衔接？项目团队对设备安装做了大量深化设计工作，还与厂家一道开展相关实验，对制冰机组参数、配置进行优化，为后续安装施工提供了便利条件。

“水立方”作为游泳和跳水等水上运动项目的比赛场馆，赛时环境是高温高湿；变身为“冰立方”后，实现了冰壶比赛所要求的低温低湿，靠的是改造后的除湿系统。中建一局“冰立方”项目经理刘军如此形容：“场馆的除湿系统就像我们人体的呼吸系统一样，源源不断地将干冷空气送入比赛大厅，并将大厅内的湿热空气带出去，从而满足冰上项目对环境的要求。”

建“骨架”

建设大型“水冰转换”场馆并无先例可循。“水立方”通过在游泳池里架空结构实现转换，这相当于在既有建筑内施工，过程中充满了挑战，不少环节是难啃的“硬骨头”。

北京市重大项目办城区场馆建设处处长黄晖介绍，根据改造方案，国家游泳中心改造涉及建筑、结构、防水、膜维修等工程领域，约70个独立施工区，改造面积约5万平方米。

“这不像装修毛坯房那样简单明确，而是要在保留原有空间基础上进行建筑施工，光是设计方案就来来回回不断优化。刚开始的前三四个月，我们几乎啥都没干，就是精心摸排场馆设施，避免施工时产生差错。”聊起当初项目建设时的情况，刘军记忆犹新。直到与来自清华大学、哈尔滨工业大学、北京市建筑设计研究院等单位的专家们一起研究探索实验，最终的设计方案才逐渐浮出水面。

时间紧、任务重、难度高、压力大。改造项目团队一门心思扑上去，高质量地实现设计效果。

如何保证冰面在稳定牢固的同时，还能达到冬奥会比赛要求？秘密就藏在冰面之下的可转换钢结构中。这副“骨架”，由2600根薄壁H型钢和1570块轻质混凝土预制板组成。

“在泳池里‘搭架子’并不简单。”刘军说，为了保证“水冰转换”过程安装快、精度高，每个构件都有自己的二维码，以便通过数据模型精准控制。

看似简单的工序，对施工品质要求极高。以制冰基础层施工来说，作为支撑冰面“骨架”的一部分，首先要在混凝土预制板面上铺一层PE膜，然后再铺两层挤塑保温板，保温板之上再铺一层PE膜和抗滑移层，最上一层便是制冰管架。

2020年11月，国家游泳中心完成了场馆改造工程。“水立方”在建设者们手中旧貌换新颜，不仅与原有建筑严丝合缝，而且达到了奥林匹克赛事要求。

“冰立方”里一场接一场的精彩比赛正在进行。因奥运始，也因奥运兴，国家游泳中心这座目前世界上唯一水上项目和冰上项目均可运行的“双奥”场馆，在奥运建筑史上留下光彩华章。

做奥“先行”

李万祥

北京冬奥遗产工作被国际奥委会称赞为奥林匹克遗产领域的“先行者”。这个全球第一座“双奥之城”，在奥运遗产工作中留下了独特印记，“双奥”场馆更是独具匠心。借助高超的技术和建筑能力，国家游泳中心实现“水冰转换”，具备冬夏项目双向转化能力，充分实现“双奥”场馆可持续利用愿景，也将作为一座与时俱进的地标流传于世。

奥运场馆的变迁是奥林匹克运动推动城市创新发展的缩影。它们的每一次华丽变身，都见证着一段惊艳过往，仿佛历史回眸，却又不是简单情景再现。

一方面，冬奥会场馆建设突出科技、智慧、绿色、节俭特色，注重运用先进科技手段，展示鲜明的中国风格；另一方面则彰显“以人民为中心”的理念，打造人民群众体验美好生活的新地标。通过建设和改造，北京赛区所有竞赛场馆都实现了冬季和夏季场地互换功能，大大提升了场馆经营能力、运行活力，更好投身美好未来，为“三亿人参与冰雪运动”提供持久助力。

推动奥运场馆可持续利用不是偶然之举，而是与我国的发展理念一脉相承。2008年奥运会后，北京的体育事业、奥运经济、科技成果转化、绿色发展理念等，持续影响北京居民的生活。如今，国家游泳中心比赛大厅可实现“水上功能”和“冰上功能”的自由切换，让北京奥运会遗产焕发新的活力，成为奥运场馆可持续利用的典范。

经过改造再利用，奥运场馆实现了资源节约、环境友好，场馆运行也更加绿色节能。这些场馆不仅见证了奥林匹克运动的巅峰对决，也是时代风貌的展示者、技术理念的“先行者”，生动践行比赛场馆“反复利用、综合利用、持久利用”的“中国经验”。

2月3日，中国队选手范苏圆（右）和凌智在比赛中。

新华社记者 黄孝邦摄

扫一扫 带你“飞临”冬奥场馆探秘

冰壶——“冰上国际象棋”尽显魅力

白宇飞

国家游泳中心是“双奥之城”的标志性建筑物和主要竞赛场馆，又名“水立方”“冰立方”，承担本届冬奥会冰壶赛事。

冰壶是北京冬奥会首个开赛的竞赛项目，2月2日，中国组合范苏圆和凌智以7比6战胜了瑞士搭档，为中国体育代表团取得开门红。作为本届冬奥会比赛场次最多、赛程及单日竞赛时间最长的项目，冰壶比赛会一直持续到冬奥会收官之日，前后历时19天，先后产生混双、男子、女子3枚金牌，共有30支队伍对奖牌展开角逐。

冰壶是以队为单位在冰上进行的一种投掷性竞赛项目，被喻为“冰上国际象棋”，它考验参与者的体能与脑力，展现动静之美和取舍之智。

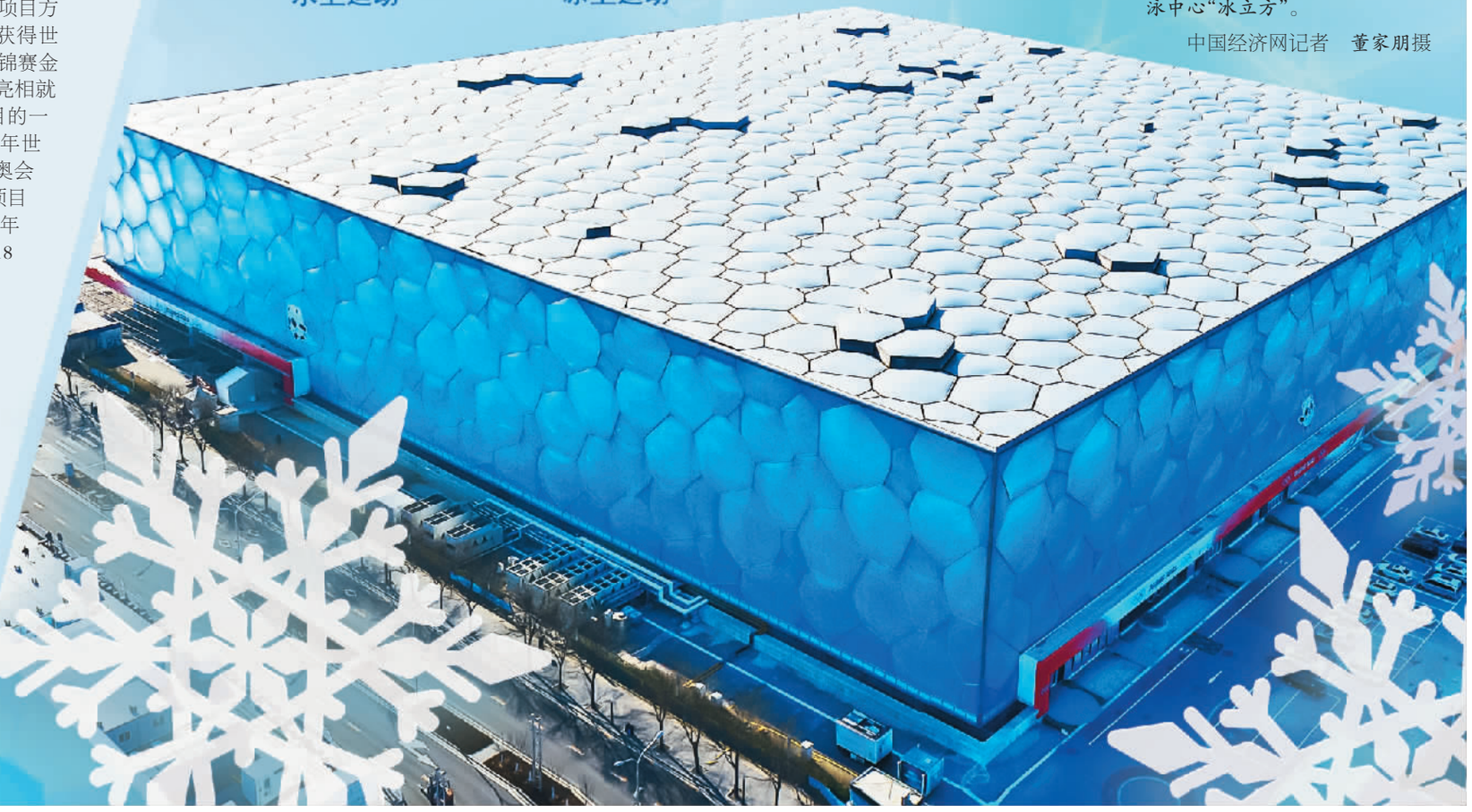
冰壶起源于苏格兰，1924年作为表演项目亮相第一届冬奥会，1998年长野冬奥会时，被列为正式比赛项目。因此，尽管冰壶历史悠久、爱好者众多，却是冬奥会7大项中最年轻的一个。

我国在上世纪90年代中期正式引进冰壶运动，本世纪初组建国家冰壶队并加入世界冰壶联合会。虽然接触冰壶时间短，但中国在重量级冰壶赛事中的战绩可圈可点。女子项目方面，王冰玉带领的中国队曾在2008年获得世界女子冰壶锦标赛银牌，次年更夺得世锦赛金牌；2010年温哥华冬奥会，中国队首次亮相就斩获季军，摘得冬奥会历史上集体项目的一枚宝贵奖牌。男子项目方面，依靠2013年世锦赛第六名的成绩拿到2014年索契冬奥会参赛权，并收获第四名的好成绩。混双项目方面，王芮携手巴德鑫先后登上2016年和2017年世锦赛领奖台，联袂出战2018年平昌冬奥会，最终递补为第四名。

北京冬奥会上，中国冰壶队共派出12名运动员，与加拿大、英国、瑞典、瑞士、美国等队一同实现满额参赛。在送别老一代冰壶开拓者迎来马秀玥、韩雨等新锐后，中国冰壶队在北京冬奥会赛场上的表现令人期待。

（作者系北京体育大学教授）

说场馆谈运动



图为2022年1月拍摄的国家游泳中心“冰立方”。

中国经济网记者 董家朋摄

本版编辑 王薇薇 刘辛未 于 浩 美 编 高 妍