

# 冬奥赛场上的雪从哪里来

薛玉洁 杜佳豪

2月13日北京下起了纷纷扬扬大雪，而此时冬奥盛典正在进行。你可知道除了天降大雪，日常赛场的雪是从哪里来的？

为保障赛场人工造雪的水资源，实现储水和水资源循环再利用，清华大学通过自主知识产权发明的新型大体积混凝土技术助力冬奥延庆赛区。

2021年《堆石混凝土坝技术公报》成为国际大坝委员会成立近百年来第一部以中国原创技术为主要内容的技术标准。这项技术在冬奥会塘坝的应用，充分展示了中国原创的科技力量！

北京延庆西北部军都山，其中海拔2199米的小海坨山区拥有独特的气候条件、优美的自然环境和优质的空气质量，再加上它独具垂直落差在800米以上可以修建雪道的地形特点，成为2022

年冬奥会延庆赛区的首选。

这些建在群山之巅的赛场，要想保障人工造雪，附近必须具备充足的水源。白河堡水库和佛峪口水库就是通过多级加压泵站将水输送到国家高山滑雪中心，满足各种工况下的造雪任务。为此，必须要在赛区内修建两座水坝：即1050米塘坝和900米塘坝，以此达到蓄水和循环利用水资源

的目的。

考虑到冬奥会赛事的重要性以及绿色生态的环保理念，塘坝地址选在狭窄的两山之间，导致内外道路运力不足无法快速施工。同时赛区复杂多样的地势条件，普通的混凝土坝基本上无法同时满足工期短、高温雨季施工质量的要求。本次造雪引水工程设计总负责人、北京市水利规划设计



《堆石混凝土坝》项目获国家技术发明二等奖



造雪引水工程设计总负责人  
杨晓蕾



造雪引水工程设计施工负责人  
高喜涛



清华大学水利水电工程系教授  
堆石混凝土技术发明人及研究  
团队负责人金峰



清华水利水电工程系教授  
堆石混凝土技术发明人安雪晖



延庆赛区 A 部分场馆配套基础设施——造雪引水工程

研究院杨晓蕾和他的团队经过考察，发现堆石混凝土技术施工方便，能够充分利用现场开挖料，温控措施简单，因此选择了有清华大学自主知识产权并得到国际大坝委员会认可的新坝型——堆石混凝土坝。

堆石混凝土坝技术的应用者、来自北京金河水务建设集团有限公司的高喜涛，是本次造雪引水工程施工负责人。他们承揽的1050塘坝项目，坝高是58米，从首仓混凝土浇筑到塘坝的封顶，坝体混凝土浇筑的时间是整整4个月。他说：“4个月的时间完成一个58米高坝体的混凝土筑，从工期来讲进度是非常快的，也是我们自身历史性突破的一个工期。”

堆石混凝土技术发明人及研发团队负责人、水利系金峰教授介绍：“堆石混凝土是清华大学

发明的一种新型大体积混凝土技术，是指先将大块石自然堆积（高度2~3m），然后利用自密实混凝土自流充填堆石空隙，胶结形成完整密实的混凝土。具有水化热温升低、抗裂性能好、工艺简便、减少水泥用量、施工快速等特点。

此外，堆石混凝土技术在节能减排方面也具备显著优势。堆石混凝土的碳排放，实际上只有常态混凝土碳排放的三分之二甚至更低，非常节能环保，尤其是在碳达峰、碳中和——双碳目标的前提下，堆石混凝土会具有更强的生命力。中国的大坝筑坝技术一定会走向世界，成为全世界认可的主流筑坝技术。

堆石混凝土技术是清华大学水利系的老师们20年磨一剑，在工程应用当中反复打磨、成熟起来的。该技术发明人安雪晖教授表示：“堆石混凝土技术在冬奥

会得到应用，标志着它通过了中国最高级水利专家的认可，也标志着这个技术未来能够走向世界，能够如习近平总书记所说的为构建人类命运共同体，贡献我们的中国智慧和力量。”

截至2020年11月，中国新建堆石混凝土大坝超过130座。创新筑坝技术路线，攻克混凝土坝温控难题，建立堆石混凝土坝技术标准体系，《堆石混凝土坝》项目获2017年国家技术发明二等奖（排名第一），推动堆石混凝土新坝型从中国走进“一带一路”水电建设。

《堆石混凝土坝技术公报》成为国际大坝委员会成立近百年来第一部以中国原创技术为主要内容的技术标准。国际大坝委员会主席Michael F. Rogers给予了高度的评价，他认为中国原创的堆石混凝土坝安全可靠、对环境友好，是近20年来全世界发展最为迅猛的大坝设计与施工技术。他说：“作为国际大坝委员会主席，我全力支持作为重要水资源基础设施的堆石混凝土坝不断发展，促进全球科技界不断创新，为全人类的福祉推动人类文明走向可持续发展。”

中国原创技术在冬奥会塘坝的成功应用，充分诠释了科技奥运、绿色奥运的理念，堆石混凝土技术正走向世界、走向未来。

【资料提供：水利系金峰、安雪晖教授团队】