



北京冬奥会绿色和可持续性的成功实践和案例 -- 以可持续基础设施国际良好实践原则为参照

联合国环境规划署驻华代表处

2022 年 8 月

主要作者

涂瑞和（联合国环境规划署驻华代表，北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会委员）

邓文杰（责扬天下（北京）管理顾问有限公司天津办常务副总经理、高级咨询师）

顾蓓蓓（联合国环境规划署咨询专家）

殷格非（责扬天下（北京）管理顾问有限公司创始人、首席专家）

致谢

本研究报告由**责扬天下**在北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会、北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处的指导和支持下收集案例和基础材料，联合国环境规划署驻华代表处统筹编撰成文，由**能源基金会**提供资金支持。

本项目研究中，以下人员也参与了报告编撰和审校工作，在此对他们的支持和贡献表示感谢：

联合国环境规划署团队：

盛馥来（联合国环境规划署资深经济师，“可持续基础设施伙伴关系倡议”团队负责人）

王 茜（联合国环境规划署驻华代表处 项目规划主任）

张文娟（联合国环境规划署驻华代表处 高级行政助理）

郑莉霞（联合国环境规划署驻华代表处 咨询专家）

刘思佳（联合国环境规划署驻华代表处 项目助理）

钱成宸（联合国环境规划署 咨询专家）

孟 茜（联合国环境规划署 WCMC 中国项目官员）

赵一冰（联合国环境规划署驻华代表处 项目助理）

责扬天下团队：

许文睿（责扬天下（北京）管理顾问有限公司 咨询师）

杜抒璠（责扬天下（北京）管理顾问有限公司 咨询师）

刘晨辰（责扬天下（北京）管理顾问有限公司 咨询师）

于翔海（责扬天下（北京）管理顾问有限公司 总监、高级咨询师）

赵宝柱（责扬天下（北京）管理顾问有限公司 业务副总裁兼可持续品牌事业部总经理）

在本项目研究过程中，北京冬奥组委团队、北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会相关领导和专家提供了咨询、审核、建议等支持，在此向他们表示诚挚感谢，包括：

刘新平（北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处处长）

杜少中（中华环保联合会副主席，北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会副主任，原北京市环保局巡视员、新闻发言人）

于飞（北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会副主任，生态环境部大气司原巡视员）

赵英刚（北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会副主任，国家体育总局冬季运动管理中心原主任）

刘鹏（中国建筑设计研究院绿色设计研究中心主任、总工程师，北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会副主任）

蔡志洲（交通部环境保护中心总工程师，北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会委员）

张志翔（北京林业大学教授，北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会委员）

苑文颖（北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处副处长）

杨欢（北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处工作人员）

夏亮（北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处工作人员）

任远（北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处工作人员）

前言

绿色低碳和可持续发展是当今时代的主题。大型体育赛事因为筹办期长、新建工程项目多、资金投入和资源能源消耗量较大，短期和长期影响历来受到各界关注，而大型体育场馆和相关基础设施、服务设施赛后得到可持续利用更是社会各界和公众的期待。

2014年12月国际奥委会通过的改革方案《奥林匹克2020议程》将“可持续性”确定为奥运会的三个基础性主题之一，这有利于推动奥运会举办国和城市将可持续性的相关原则和要求纳入筹办和举办全过程以及赛后的利用。事实上，举办奥运会也是改善举办地基础设施、提高环境质量、为民众提升福祉、创造新的、更多就业的机会，有助于推动经济和产业低碳、绿色转型和可持续发展，引导人们健康、文明、低碳生活方式和社会行为，并在赛事后留下具有长久效益的奥运遗产。

北京2022年冬奥会和冬残奥会（以下简称“北京冬奥会”）是第一届从筹办到举办全过程落实《奥林匹克2020议程》的奥运会。北京冬奥会秉承“绿色、共享、开放、廉洁”四大办奥理念，提出“可持续·向未来”的可持续性愿景，并确定了“创造奥运会和地区可持续发展的新典范”的目标，在“环境正影响、区域新发展、生活更美好”三大领域落实119项具体可持续性措施。这些理念、愿景和目标与“理解、友谊、团结和公平竞争”的奥林匹克精神、联合国所倡导和坚持的和平、团结、公平、包容、非歧视、促进可持续发展、促进繁荣等高度契合。

北京冬奥会可持续性涉及非常广泛的领域，本报告重点聚焦奥运会的基础设施，以联合国环境规划署2021年最新发布的《可持续基础设施的国际良好实践原则》为参照框架，参考或引用《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》、媒体报道，梳理并分享北京冬奥会绿色办奥、可持续性的良好实践和案例。

目 录

符合 IGPPSI 原则 1 的案例 —— “战略规划”的实践案例.....	1
符合 IGPPSI 原则 2 的案例 —— 使基础设施提供及时的、有适应力的、灵活的服务功能.....	7
符合 IGPPSI 原则 3 的案例 —— 可持续性的综合生命周期评估.....	10
符合 IGPPSI 原则 4 的案例 —— 尽量避免和减少基础设施对环境带来的负面影响.....	12
符合 IGPPSI 原则 5 的案例 —— 资源能源效率和循环利用.....	24
符合 IGPPSI 原则 6 的案例 —— 公平、包容与流动性.....	34
符合 IGPPSI 原则 7 的案例 —— 促进就业，提高经济效益.....	41
符合 IGPPSI 原则 8 的案例 —— 财政可持续性和创新融资.....	47
符合 IGPPSI 原则 9 的案例 —— 透明、包容的参与式决策.....	53
符合 IGPPSI 原则 10 的案例 —— 循证决策.....	58
结 语.....	60

符合 IGPPSI 原则 1 的案例 —— “战略规划” 的实践案例

原则 1：开展战略规划 —— 以确保基础设施政策和决策与全球可持续发展议程一致，并加强赋能环境。

- **北京冬奥会为落实绿色办奥理念，制定了系统性、全方位、全过程的可持续性规划和管理要求，建立并运行融合三个国际标准的管理体系，创新性建立了“制定工作规则+制定技术规范+组织开展实施+推进监督改进”的工作模式。**

具体做法包括：

- ◆ 北京冬奥组委参照《ISO 20121 大型活动可持续性管理体系 要求及使用指南》《ISO14001 环境管理体系 要求及使用指南》《ISO 26000 社会责任指南》，结合北京冬奥会筹办工作实际，系统梳理与可持续性、生态环境和低碳管理相关的议题，制定并落实《北京冬奥会可持续性计划》，确定了“可持续·向未来”的可持续性愿景和“创造奥运会和地区可持续发展的新典范”的可持续性目标，围绕“环境正影响”“区域新发展”“生活更美好”三个重点领域，将可持续性融入场馆基础规划和建设运行流程，融入北京冬奥组委各业务领域筹办工作的政策、程序及具体方案中。制定并全面落实场馆规划设计、建设、运行和赛后利用三个阶段的《场馆与基础设施可持续性指南》以及《临时场馆与基础设施可持续性指南》，将可持续性和低碳绿色要求融入场馆设计、建设、运行和赛后利用全过程，保护雪上赛区生态环境，实施废弃物管理等；制定并组织推进《北京冬奥会低碳管理工作方案》，实施低碳场馆、低碳能源、低碳交通、冬奥组委行动等碳减排措施以及林业碳汇、赞助企业捐赠和公众参与的碳普惠等碳补偿措施；制定《可持续采购指南》、《可持续采购实施细则》和 11 项货物、工程和服务领域的《可持续采购技术准则》等，将可持续性要求同步落实在北京冬奥会筹办、举办全过程，实现可持续性要求落实与冬奥会筹办工作的有机融合，让可持续性要求成为各场馆建设和运行团队、各业务领域主动实施、监督落实的工作内容。北京冬奥组委编制了《可持续性》内部培训教材，延庆赛区的大型施工场地编写了供施工人

员使用的具有实用性特色的施工场地保护生态环境工作指南等。

以可持续性子目标之一的“碳中和”目标为例，北京冬奥会筹办初期制定了《北京冬奥会低碳管理工作方案》，通过低碳能源、低碳场馆、低碳交通和北京冬奥组委行动等减碳措施和林业碳汇、企业社会多方参与等碳补偿措施，努力实现碳中和的申办承诺目标。

- ◆ 设立由北京冬奥组委秘书长和各部部长、各中心主任组成的可持续性领导小组作为冬奥组委内部决策机构，形成部门和业务领域实施为主体的工作体系，负责审议可持续性规划的编制、分工落实、监督检查到提升完善全过程工作规则和主要措施；通过采取对冬奥组委新入职人员开展培训和“双周一课”大讲堂方式，举办可持续性管理体系、可持续采购、场馆可持续性、碳管理等专项培训，全方位提升冬奥组委工作人员可持续性意识和能力，推动工作人员将可持续性要求落实在日常工作中，培养造就了大型活动可持续性专业人才队伍，保障了可持续性管理体系的有效运行。
- ◆ 北京冬奥组委成立了由国内体育赛事、环境、场馆和工程设计、气候变化、水资源、自然生态、可持续发展相关领域 26 位知名专家组成的“北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会”。委员会通过会议研讨、现场调研、议题研究及工作报告等形式，为北京冬奥会可持续性工作提供战略建议、协助研究重大问题，并参与可持续性工作监督。



北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会成立大会和第一次全体会议

（图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

- ◆ 北京冬奥组委将绿色、低碳、可持续性理念同时传导到上游供应商、下游服务商和合同方，贯穿到货物、工程和服务的采购过程、工程建设、监理和验收过程，以及特许经营商的遴选，火炬、领奖台和制服设计等过程中；建立了与各利益相关方、社会公众等组织双向沟通平台，及时吸取良好意见和建议。
- **北京作为“双奥会”举办城市，对 2022 年北京冬奥会所需场馆和 2008 年北京夏奥会遗留场馆进行统一规划，对 6 个夏奥会场馆进行改造升级，使其能够增添服务冬奥会办赛的功能和需求，是绿色、低碳、可持续性的典型案例。**

北京 2008 年举办夏奥会建设了一批奥运场馆。北京冬奥会对夏奥场馆和冬奥场馆需求进行统一规划，积极探索夏奥场馆的“反复利用、综合利用、持久利用”方案，最大限度利用现有场馆，减少冬奥会新建场馆。

北京冬奥会应用最新科技成果对 6 个 2008 年北京夏奥会场馆（即国家游泳中心-水立方、首都体育馆、国家体育馆、国家体育场--鸟巢、五棵松体育中心、首体花样滑冰训练馆）进行改造升级，使其能够增添和满足冬奥会冰上竞赛项目、开闭幕式等功能和服务需求（具体改造升级的介绍可以参见“原则 2”），为北京夏奥会原有的老旧场馆拓展赛后多项目应用、多业态经营奠定了坚实基础。同时，充分的利用增加了其可持续性，而且改造升级的资金投入相比于新建场馆有较大幅度减少，还大幅度减少了新建场馆所需要消耗的大量能源和建材，大幅度减少了二氧化碳和其他污染物的排放。

➤ **首钢滑雪大跳台和北京冬奥组委办公场所选址具有典型的可持续性意义**

北京冬奥组委办公场所选址在首钢搬迁后遗留厂区，并将原钢铁生产保留下来的物料储存仓等生产设施改造升级成为办公场所，将原炼钢设施改造为新旅游设施，展现出北京冬奥组委在实现绿色办奥、践行可持续性承诺方面的引领作用。

北京冬奥会北京赛区唯一的雪上竞赛场馆——首钢滑雪大跳台，其选址坐落在位于北京市石景山区的首钢原厂区，与北京冬奥组委办公场所相邻。作为北京西部地区城市新地标，增加了该地区的文化品质，成为民众喜欢的网红打卡地，成为原工业生产区的经营业态成功转型复兴的典范。



(图引自《北京冬奥会可持续发展报告(赛前)》)



(图引自《北京冬奥会可持续发展报告(赛前)》)

➤ 利用北京冬奥会契机，促进地区间交通基础设施的规划和建设 □

统一规划和建设连接三大赛区（即北京城区、北京市延庆赛区、河北省张家口赛区）的高速铁路和公路，为赛事期间往返于三大赛区提供便捷、高效、绿色的交通服务，也为促进河北省张家口地区的协调发展提供助力。



(图引自《北京冬奥会可持续发展报告(赛前)》)

北京城区冬奥会首钢滑雪大跳台场馆所在区域增建或延长的地铁交通线，既服务赛事前期筹备、赛事期间的交通需要，更为北京西部区域增添了便捷、绿色的公共交通网络。

➤ **优化电力基础设施规划，建设张家口-北京可再生能源柔性直流电网试验示范工程，实现冬奥所有场馆常规电力需求 100%由绿色电力供应**

河北省张家口地区拥有丰富的风力和太阳能资源。柔性直流电网利用风电、光伏、储能等多种能源形式之间的互补性，克服了可再生能源发电间歇性与不稳定性等问题。北京冬奥会的筹办加速推进了张家口-北京可再生能源柔性直流试验示范工程的实施--世界上电压等级最高、输送容量最大的柔性直流电网建成运行，使张家口地区丰富的可再生能源安全高效地输送至北京市，实现了张北清洁能源的汇集外送。

该工程的建成和运行大幅提升北京地区清洁能源电力消费比例，助力首都能源低碳转型发展。经测算，这条柔性直流电网年度输电量约相当于北京市用电量的十分之一。通过采用绿电交易平台市场化直购绿电方式，100%满足了北京冬奥会所有场馆常规用电需求。

可复制性

北京冬奥组委参照国际标准，并基于当地实际情况，在前期战略规划阶段制定了《北京冬奥会可持续性计划》，确定了“可持续·向未来”的可持续性愿景和“创造奥运会和地区可持续发展的新典范”的可持续性目标，围绕“环境正影响”“区域新发展”“生活更美好”三个重点领域，将可持续性要求融入场馆基础规划和建设运行流程，融入北京冬奥组委各业务领域筹办工作的政策、程序及具体方案中。该可持续性计划可为相关大型活动、其他基础设施的前期战略规划的制定提供借鉴和参考。

北京冬奥组委成立了由国内体育赛事、环境、场馆和工程设计、气候变化、水资源、自然生态、可持续发展相关领域众多专家组成的“北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会”。委员会通过会议研讨、现场调研、议题研究及工作报告等形式，为北京冬奥会可持续性工作发挥了重要作用，包括提供战略建议、协助研究重大问题，并参与可持续性工作监督。



要点

- 设立由各相关部门高级别领导组成的“横向”可持续性领导小组，形成跨部门协同工作体系，负责审议可持续性规划的编制、分工落实和监督检查。
- 通过制定具体的可持续性相关指南文件，指导各实施机构和利益相关方将可持续性要求融入场馆设计、建设、运行和赛后利用的全过程，融入各业务领域筹办工作的政策、程序及具体方案中。
- 通过制定和落实可持续性采购的指南文件，将可持续性要求传递给上游的供应商。

符合 IGPPSI 原则 2 的案例 —— 使基础设施提供及时的、有适应力的、灵活的服务功能

原则 2：提供及时的、有适应力的、灵活的服务供应 —— 以满足实际的基础设施需求，允许随时间推移而产生的变化和不确定性，并促进基础设施项目和系统之间的协同作用，提升基建系统韧性。

- **北京冬奥会创新思路，采用最佳技术对 2008 年夏奥运会场馆进行创新性改造和升级，使那些老场馆既能提供冬奥会所需要的服务功能和需求，又能成为多业态发展的综合体育设施。**

北京冬奥会对 6 个 2008 年北京夏奥运会场馆（即国家游泳中心-水立方、首都体育馆、国家体育馆、国家体育场--鸟巢、五棵松体育中心、首体花样滑冰训练馆）进行改造升级，让老场馆既能满足冬奥会办赛需求，又能成为多业态发展的综合体育设施，实现了奥运遗产的可持续利用。具体做法包括：

- ◆ **增加场馆新服务功能的升级改造—保留原有场馆服务夏奥运会的功能，改造升级后又使其增加和拓展服务冬奥会所需的服务和功能。以国家游泳中心—“水立方”升级改造为例：**

国家游泳中心--“水立方”是 2008 年北京奥运会标志性建筑之一，是北京 2008 年奥运会游泳、跳水、花样游泳等项目的比赛场馆，多年来一直保持着良好的运营态势。北京 2022 年冬奥会和冬残奥会将水立方作为冰壶和轮椅冰壶项目的比赛场馆。

场馆设计和施工团队提出创新性思路---保留“水立方”原有游泳中心服务功能，通过改造升级增加其作为冰壶场馆的服务功能，具体技术路线是将“水立方”水上赛事比赛大厅转换成“冰立方”冰壶场地、在泳池上架设冰壶赛道的设计思路。施工过程中采用最新技术解决了很多施工难题，使国家游泳中心“水立方”成功变身为冬奥会比赛场馆的“冰立方”，成为世界上首个集游泳和冰壶比赛于一体的“冰水双栖”场馆。

此外，还将“水立方”南广场地下空间改造成一个标准冰球场和一块含 4

条标准赛道的冰壶场地的冰上运动中心，赛时作为冬奥会配套设施使用，赛后用于冰壶运动推广及群众冰上运动培训和体验。

◆ **接受冬奥会新使命、新功能和面向未来冰上运动发展的老旧场馆改造 — 以首都体育馆的改造升级为例：**

首都体育馆是新中国第一座现代化体育场馆，也是中国第一座室内制冷冰场，已运行 50 多年。北京 2022 年冬奥会为首都体育馆赋予新使命、新功能，使其转换身份承办北京冬奥会短道速滑和花样滑冰的比赛任务。

首都体育馆通过技术升级改造可快速改变冰面温度，使得在同一个场馆、同一块冰面上举办两项赛事成为可能，并为赛后推广普及大众冰上运动提供硬件设施。

此次改造升级还在普通观众席间增加了 80 个无障碍观众坐席，充分考虑了残障人士等不同人群的需求，符合国际奥委会、国际残奥委会和国际单项要求，也符合 IGPPSI 原则 6（公平性和包容性）。

国家游泳中心 — 冰立方、首都体育馆这样的场馆改造升级，不仅避免了拆除原有设施投入人财物而造成的资源浪费，还减少了拆除重建所需要的额外资金以及建材、能源的投入，减少了温室气体等污染物的排放。

北京 2022 年冬奥会对 2008 年北京夏季奥运会场馆的更新改造不仅是“双奥城市”的优势，所展现的创新性思路和拓展老旧场馆的服务功能的实践对遍布世界各地的各类体育场馆将有很好的借鉴和参考意义。

场馆的赛后可持续利用与联合国可持续发展目标 9 紧密相关，依靠科技创新发力，借助灵活经营赋能，改进基础设施提升了场馆的可持续性。需求消费端的循环利用一并贡献了目标 12，即通过升级改造场馆、开发多场景利用降低了对自然资源的消耗。首体改造中增加了无障碍坐席，对目标 10 减少不平等的实现做出了贡献。

可复制性

通过采用最佳技术，北京冬奥会对 2008 年夏奥会场馆进行了创新性改造和升级，使那些老场馆既能提供冬奥会所需要的服务功能和需求，又能成为多业

态发展的综合体育设施。这一技术和经验，可复制到类似老旧基础设施的改造升级。



要点

- 在对当前和预期的服务性需求以及现有设施的性能和可持续性进行综合评估之后，规划者应探索可满足这些需求的各种可能，特别是尽可能利用现有设施，而非新建设施。
- 通过最佳可用技术，翻新、升级改造现有设施以满足新的功能和需求，包括数字技术等，并避免使用过时的或碳密集型、污染型的技术。

符合 IGPPSI 原则 3 的案例 —— 可持续性的综合生命周期评估

原则 3：在项目的规划和准备期中尽早评估基础设施的环境、社会和经济可持续性。评估应从更广泛的格局思考项目对于生态系统和社区的累积影响。

➤ 规划和环境影响评价先行，从源头确保最少化负面影响

规划初期，北京冬奥组委会同北京市、河北省明确了“规划和环境影响评价先行，从源头确保最少化负面影响”的原则，组织延庆和张家口赛区地方政府分别编制了赛区规划环境影响评价报告，并经生态环境保护政府部门审查。2018 年底，北京冬奥会所有场馆建设项目均按照国家法律法规要求，完成了规划和项目环境影响评价备案和审批工作。

为确保规划环境影响评价报告书及审查意见中的各项环保措施落实到设计、施工及运营各阶段，北京冬奥组委结合世界自然保护联盟（IUCN）研究项目建议，按照对生态环境的影响程度，结合规划环评报告，分别编制了延庆赛区、张家口赛区环境保护措施责任矩阵表（以下简称《矩阵表》），把生态环境保护的工程措施按照避让（预防）、减缓（管理）、重建（补救）、补偿四类，细化分解为 54 项和 44 项具体任务，分别明确了每项环保措施的主责单位和时间进度要求，责任清晰、要求明确。通过多部门定期督办，各项措施全部落实，减少了场馆建设运行对周边自然环境和生物多样性的影响。

场馆建设单位在场馆规划设计、建设、运营过程中，组建可持续性工作团队，全过程落实《场馆和基础设施可持续性指南》要求和《矩阵表》任务，并聘请第三方环境监理机构督促相关措施落实。

延庆赛区场馆规划设计工作中，开创性地将可持续性落实到设计图纸中，将生态、环境、能源、水资源和零排放、建筑可持续，以及赛后利用等方面的要求，梳理细化为 105 项可持续性设计的具体内容，为具体措施的落地提供有力支撑，实现可持续性措施工程化，即在工程初步设计阶段确定赛区所要达到的工程建设标准，保障可持续性措施在施工过程中具体落地。

北京冬奥组委坚持规划环境影响评价先行,并通过建立机制、制定标准、推进落实、监督改进等措施,在场馆规划设计、建设、运行和赛后利用全过程落实可持续性要求。这些良好实践符合 IGPPSI 原则 3——尽早开展基础设施可持续性影响评价并考虑基础设施全生命周期累积影响。

可复制性

规划初期,北京冬奥组委会同北京市、河北省地方政府分别编制了赛区规划环境影响评价报告。2018 年底前,北京冬奥会所有场馆建设项目均按照国家法律法规要求,完成了规划和项目环境影响评价备案和审批工作。



要点

环境因素主要是考虑基础设施对自然的影响,包括栖息地退化、生物多样性损失、污染等直接影响,以及气候变化、不可持续的资源开发等间接影响。

符合 IGPSI 原则 4 的案例 —— 尽量避免和减少基础设施对环境带来的负面影响

原则 4：避免基础设施系统对环境的影响并投资于自然基础设施 —— 利用大自然的能力提供必要的、性价比高的基础设施服务，并为人类和地球提供多种共同利益。

北京冬奥会延庆赛区场馆和雪道的规划、设计和建设全过程中，制定并执行了“规划避让、就地保护、近地保护、迁地保护”方案，最大程度优化保护该赛区的亚高山生态系统，将负面影响尽可能降低，并采取一些有效措施修复赛区生态。具体实践包括：

➤ 避让：从源头尽可能减少对延庆赛区山地生态系统的负面影响

为满足高山滑雪雪道高海拔落差和长雪道的需要，在延庆赛区建设的国家高山滑雪中心和国家雪车雪橇中心，承担北京冬奥会的高山滑雪和雪车雪橇赛事项目。延庆赛区处于中高海拔山区，拥有亚高山草甸、树木和灌草、溪水等丰富的生态系统。

北京冬奥会在赛区规划时坚持“避让优先”原则，遵循“尊重自然、顺应自然和保护自然”理念，在生态资源本底调查的基础上，针对主要保护植物的生长条件，制定了可实施的植物就地保护或移植方案；通过合理安排赛区内道路、精细化设计雪道及冬奥村等措施，减少赛区内的林地占用，严格控制场馆建设施工作业对生态系统的不良影响。

➤ 就地保护：减少建设中的生态影响

延庆赛区场馆建设前采取缠绕树绳、摊铺表土、修缮树池等方式在场馆建设前标记赛区植物，工程施工过程中最大限度降低土石方开挖和堆放等措施，就地保护珍稀树木。

针对延庆赛区水榆花楸等赛区重点野生植物，建立了 5 个就地保护小区，在

保护小区边界设置不同数量的界桩，用鲜亮颜色标志达到警示作用，防止在施工阶段产生对植物的影响。延庆冬奥村建设过程中就地保护了 127 棵树木。

专栏：特别值得分享的精彩小故事--关于延庆赛区的北京水毛茛

水毛茛，拉丁名 *Batrachium bungei* (Steud.) L. Liou，是毛茛科、水毛茛属的植物，多年生沉水草本，只在特别清静的溪河小湖中生长，一旦水质被污染变差，它们也就生存不了，所以是水生态和水质好坏的标示性植物。

北京水毛茛分布在中国北京南口至居庸关一带--延庆区和昌平区的 120-400 米间山谷或丘陵溪水中，是北京特有植物，种群数量不多，又很容易受外界干扰而破坏，曾经被列为北京市一级保护野生植物，目前是中国国家二级保护植物，也被列入《世界自然保护联盟红色名录》(IUCN) 中(保护级别为濒危, EN)。北京水毛茛，春天溪流解冻后，就开始生长，茎柔弱细长随水飘摇，到了仲夏七八月间，星星点点的花朵会从水里冒出来，花瓣白色、花蕊兼有黄绿两色在片片翠绿叶衬托下，犹如水中的淡雅玉羽仙子。

延庆赛区是北京水毛茛的重要原生栖息地。为北京冬奥会提供技术支持的北京林业大学，在延庆赛区生态环境本底调查中发现并标记了位于雪车雪橇赛场附近的北京水毛茛的位置。2017 年工程建设施工开始之时，就把赛区的北京水毛茛作为最重要的保护植物之一，针对性提出了“原位就地保护”的较高要求。承担北京冬奥会环境监理任务的交通运输部环境保护中心专家们前往现场，指导工程施工单位设立围栏和警示标志，控制施工范围，严控含泥沙水及其携带的腐殖质等有机物进入小溪水体，实时监控随时制止溪流取水等行为，采取生态排水沟、沉淀池、裸露坡面等措施及时生态恢复；同时将北京水毛茛生长的水溪上游的水源涵养功能的次生原始核桃楸林一并纳入保护小区范围，确保赛区生境系统的完整性。

正是因为实施了上述严谨、系统化的保护措施，场馆建成后，赛区内的北京水毛茛有效地保护下来，并且长势旺盛。



国家二级保护植物、北京市一级保护植物、特有植物北京水毛茛



(施工监理方供图)

北京林业大学科研团队还同步对赛区内的北京水毛茛开展分株繁殖技术研究，在未受工程影响、溪水清澈、有适当的水池的保护小区内建立了3处北京水毛茛保护与回归地，成功地增加了水毛茛的数量，在赛区扩大其生长范围。

延庆赛区的雪车雪橇赛场附近那片山地，是北温带湿润半湿润气候中，落叶阔叶林的典型生态环境，生态系统多样性和动植物物种多样性非常典型、非常丰富，也生长着北京水毛茛、二叶舌唇兰、杜鹃、核桃楸、脱皮榆、油松、山巅的胭脂红等珍稀植物，还有两亿年前燕山造山运动的粉红色花岗岩相伴。

冬奥会结束后，延庆赛区正式对公众和滑雪者开放后，这片山地生态系统将非常适合作为一个自然生态公众教育点。



➤ 近地保护：研发繁殖技术，保障重点珍稀植物的迁移成活率

部分野生保护植物种类（包括二叶舌唇兰、核桃楸、紫椴、刺五加、脱皮榆、五味子、水榆花楸、山丹和有斑百合等）生长在特定的海拔、气候和水文等生态环境因素，因此更适合移植到生境相似的区域。北京冬奥会延庆赛区周边区域建立了2个保护植物保护小区，近地移植赛区施工范围超过1.1万株珍稀灌草¹。建成后的近地保护小区有专人开展管护工作，保障了迁移植物成活率。

同时，通过采集成熟种子、种子催芽、播种育苗等方法繁育珍稀植物幼苗，繁育总量5000余株，其中部分幼苗已移植回归赛区，长势良好。

¹ 北京日报：《北京冬奥会延庆赛区生态修复工程完工》2021年7月 *Beijing Daily: The Ecological Restoration Project in the Yanqing Zone of Beijing 2022 is Completed, July 2021*

➤ 迁地保护：科学移植，精细化养护

在场馆建设前，延庆区政府组织北京林业大学专业团队，组织开展区域植物本底调查，清查和登记赛区树木。同时，在小海陀山脚下的张山营镇，专门建设占地约 300 亩的迁地保护小区，对赛区 2.4 万余株树木实施迁地保护，移植成活率高达 90.7%。

多部门和专家研究确定移栽植物种类(包括暴马丁香、核桃楸、大叶白蜡等)和迁移方案。在赛区树木移植过程中，施工单位注重运用科学方法，根据移植树木品种、体量的实际，采取了加大根系挖掘面积、包裹树干、修剪树冠等方式，最大限度减少移植树木损伤。

超过三年的移栽树木，通过“一树一档”管理方式，专门团队实施浇水、树干涂白、病虫害防治等工作，对移栽树木实施精细化养护。



(位于延庆区张山营镇的树木迁地保护小区，监理方供图)

➤ 创新性的生态修复—施工期间被剥离的地表层土壤再回用，以保护富含种子的表土资源

延庆赛区山地植被丰富，地表层土壤疏松，富含有机质、土壤酶和微生物等物质，是难以再生的宝贵生态资源。延庆赛区将水土保持与植被恢复相结合，坡体表面采取水土保持工程措施，采用植物纤维毯或土工格室的措施进行固土。用于固土的苗木品种选用本地乡土植物，乔灌混交、适当密植，同时防止水土流失。

为了有效保护北京冬奥会延庆赛区富含优良种子的表土资源，场馆建设团队采用了“剥离的表土全部回用”方案，将施工过程中不得不剥离的那些表土收集起来，减少被剥离表土在建设施工过程中的流失，并将剥离的表土全部回用于赛区内的造地复垦、景观重建与生态修复，确保表土中蕴含的优良土壤种子库不被流失，降低场馆建设开发活动对生态系统的影响。具体做法包括：

- ◆ 场馆工程动工之前，延庆赛区组织专家进行了详细摸底。根据土壤种子库实验，延庆赛区内有维管植物 447 种（其中蕨类植物 12 科 15 属 19 种，种子植物 73 科 264 属 426 种）。
- ◆ 项目团队通过人工勘察和三维立体建模，绘制高精度地图并划分区域网格，实地测量记录被挖掘的每一个网络方格的表土厚度，结合表土种子库、区位剥离条件及表土砾石含量等，确定需要剥离表土的范围和厚度，计算剥离表土量，合理制订同步的表土剥离方案。



（现场调查情况，监理方供图）

- ◆ **精细化实施表土剥离：**剥离表土时，建设团队做到了赛区全范围表土分层剥离，根据不同地形和表土石砾含量，剥离厚度设定范围在 5 到 18 厘米在。存放时，堆放点考虑施工顺序避免多次运输造成的浪费，土壤堆叠放置和无草甸植被的阴坡平缓裸露地表，浇水封冻，用加厚无纺布覆盖防止扬尘和雨水冲刷。2017 年 3 月至 2018 年 4 月场馆建设前，延庆赛区剥离表土共计 81848 立方米。
- ◆ **表土资源全部回用：**按照“同区优先、需求优先、尽早利用”的原则，将表

土全部回用至生态修复中，实现了原土、原地、原样回填。不同项目区与其他区域的剥离表土应分别优先在本区域内进行利用，避免交叉使用；在满足同区优先原则的情况下，优先将剥离表土用于保护区及生态廊道的建设、珍稀植被资源的养护；在施工完毕后及早开展表土回用，在春夏两季进行生境保护、边坡修复、景观营造等工作。这些表土上生长出的绿色草甸与延庆赛区原有植被融为一体，实现了赛区原有生态的快速恢复。



（利用表土进行生态修复效果，监理方供图）

➤ **延庆赛区优化施工方案使土石采掘量最少化，并最大程度将已采掘的石料就地作为工程建材回用**

赛区赛道和场馆施工过程中总是会遇到岩石，如何处置采掘出来的岩石是一大难题。如果直接废弃，需要寻找堆放场地并需要避免后续泥石流或滚落造成安全风险。延庆赛区设计和施工团队创新思路，优化土石方采掘施工方案，使土石采掘量最少化，并最大程度将已采掘的石料就地作为工程建材回用，比如用于公

路的路基石料、固化公路边坡的挡墙（石笼墙）取代传统的大量水泥材料，还用于公路边排水沟档石 --以降低水的流速、增加降水或融雪水向土壤的渗透率，补充地下水，建成了海绵式排水沟，建设“海绵赛区”。

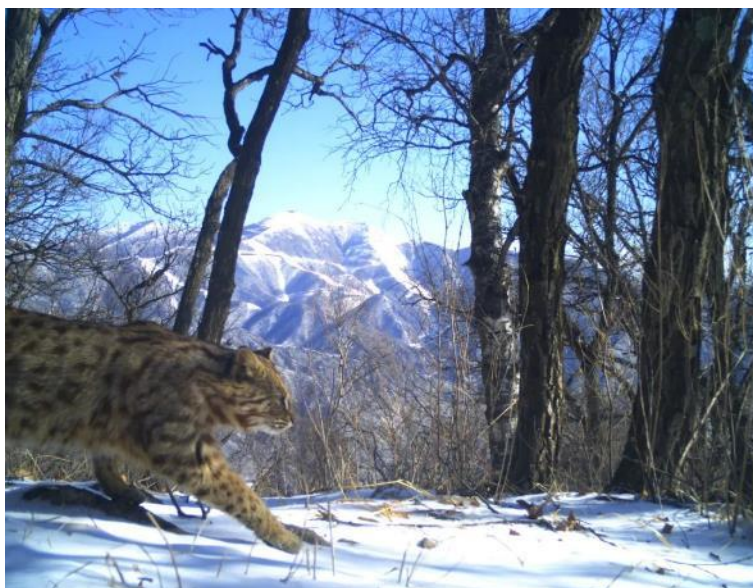


（海绵式排水沟和石笼墙，监理方供图）

专栏：“最萌观众：当两只（豹）猫出现在冬奥赛场区”

《三联生活周刊》杂志 2022 年 2 月 19 日刊登一篇对北京大学生命科学学院的研究员罗述金的专访报道，讲述了 1 月 31 日和 2 月 3 日两只豹猫出现在北京冬奥会延庆高山滑雪赛场区域背后的原因和意义。

这篇由王海燕主笔的专访在很多人的朋友圈里转发和传看。这里不需要文字描述，读者们看看这几张照片就可以体会出自己的感受。



2021年2月，一只虎虎生威的豹猫走过红外相机镜头，对面的北京冬奥会高山滑雪赛道清晰可见（采访者供图）



北京冬奥会赛事记者赛时在雪道边树林里拍到的豹猫（采访者供图）



1月31日下午两点多，一只豹猫缓缓穿过延庆高山滑雪竞速项目
终点区颁奖台现场（拍摄者：胡凯心）



罗述金团队在海坨山上拍到的猪獾（采访者供图）



要点

- 山区建设项目开工前尽可能开展场地生态环境调查，并就调查结果因地制宜制定施工方案。
- 将植物保护前置化，在工程开工前和设计过程融入保护措施，可以从源头减少环境影响，有效规避设施建造过程的干扰和破坏。
- 设施建设现场要以保护植物为目标，可制定因地制宜有效实用的保护方式。
- 树木迁地保护工作对气候、环境、土壤要求较高，在进行迁地保护工作时，需要加强树木管理，“一树一档”的管理是提升树木迁植质量的有效保障。
- 生态保护措施包括植物保护、动物保护，也应注重富含生物种子土壤的保护。
- 通过详尽调查、明确分区、精心操作，表土资源可以进行原土、原地、原样回用。

符合 IGPPSI 原则 5 的案例 —— 资源能源效率和循环利用

原则 5：注重资源效率和循环性 —— 从而最大程度地减少基础设施的自然资源足迹，减少排放、废弃物和其他污染物，提高服务效率和可负担性。

➤ 北京冬奥会着力打造绿色场馆

北京冬奥会申办阶段作出承诺，所有新建场馆采用高标准的绿色设计和施工，在节能、低碳能源方面成为示范。场馆建设采用“绿色建筑标准”，清洁能源、能源节约型和环境友好型技术和产品将得到广泛使用。具体实践包括：

◆ 做好规划与设计方案，并在后续进行监督与检查评估

北京冬奥会要求新建冰上场馆和冬奥村按照《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）、新建雪上场馆按照《绿色雪上运动场馆评价标准》（DB11/T1606-2018）三星级要求进行设计和建设，鼓励现有场馆按照《既有建筑绿色改造评价标准》（GB/T 51141-2015）二星级要求进行改造。上述标准重点关注场馆设计和建设环节的节能、节水、节材等措施，如《绿色建筑评价标准》重点关注建筑全寿命期内的安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境适宜等性能。

北京冬奥组委分别于 2018 年 4 月、2018 年 8 月、2020 年 1 月印发了规划设计、建设、运行和赛后利用三个阶段的《场馆和基础设施可持续性指南》（以下简称《场馆可持续性指南》），从环境保护、资源节约、社会可持续等方面，对野生动植物保护、水土保持、固体废物管理、可持续采购、智慧工地等方面提出了具体要求，保障北京冬奥会场馆规划、设计、建设、运行和赛后利用全生命周期中，严格遵循绿色建筑标准，使用最新低碳技术，应用清洁和可再生能源、节能节水设备、高效外保温和高性能门窗以及一些先进的超低能耗建筑技术等，最大限度节约资源，减少污染，保护环境，打造健康、高效并与自然和谐共生的冬奥场馆。

2018年5-11月、2019年8-12月及2020年8-11月，北京冬奥组委三次会同北京市冬奥指办、河北省冬奥办等部门，按照《场馆与基础设施可持续性指南》要求，对开工的新建和改造的场馆开展了评审，评价审核各场馆各项可持续性要求措施的落实情况。评审表明，各场馆均较好落实了《场馆与基础设施可持续性指南》的可持续性要求，并发现了多项场馆设计和建设过程的可持续性工作成果：国家速滑馆、主媒体中心、五棵松冰上运动中心、北京冬奥村、延庆冬奥村及张家口冬奥村新建6个室内场馆全部通过绿色建筑三星级标准认证，7个雪上场馆全部获得《绿色雪上运动场馆评价标准》三星级认证，国家游泳中心、国家体育馆、首体场馆群3个改造场馆获得绿色建筑二星级标准认证。

◆ **北京冬奥会首次采用从工业副产品收集提纯获取的二氧化碳作为制冷剂、采用二氧化碳跨临界直冷制冰技术，大幅度提高能效并减少二氧化碳排放**

北京冬奥会创新性首次使用二氧化碳取代传统的氟利昂或者氨类物质作为制冷剂、采用二氧化碳跨临界直冷制冰技术制冰，用于国家速滑馆、首都体育馆、首体短道速滑训练馆以及五棵松冰球训练馆4个冰上场馆的制冰。

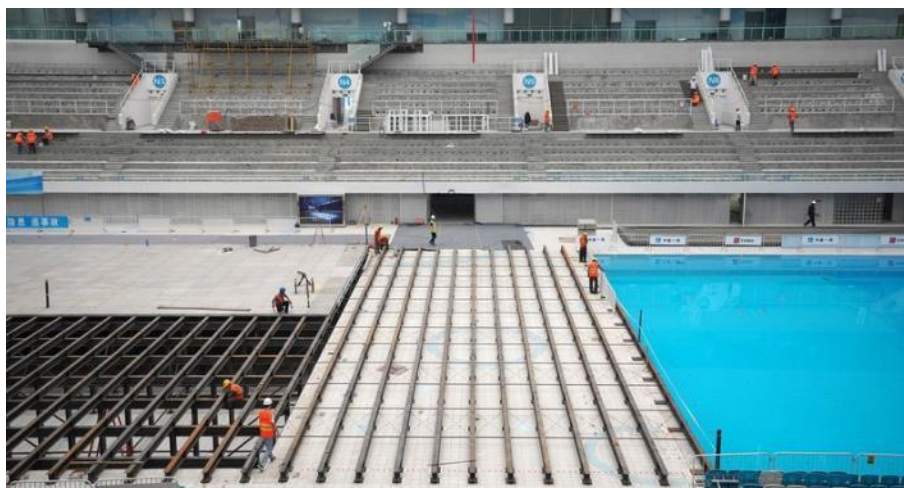
这些场馆使用的二氧化碳是从工业副产品收集提纯获取。二氧化碳制冷剂全球变暖潜能值（GWP）为1，破坏臭氧层潜能值（ODP）为0，是目前最兼顾安全和环保的制冷剂。二氧化碳制冷技术是将液态的二氧化碳蒸发、吸热然后完成制冷和制冰的过程，在排热过程中可以把热量重新进行利用，用以制备热水、供暖、除湿、融冰，以及其他的能量需求，还具有节能、稳定性好、制冷均匀等特点。二氧化碳跨临界直冷制冰技术，与传统制冷方式相比，可实现节能20%以上。2021年底初次填充过程，4个冰上场馆合计减少900吨二氧化碳排放。

此外，使用二氧化碳作为制冷剂也避免了使用传统氟利昂的制冷设备和制冷剂容易导致使用期间和淘汰后导致消耗臭氧层物质（Ozone Depletion Substance, ODS）泄露的风险。

◆ **场馆改造升级的典型成功案例：国家游泳中心 — “水立方”高效转换成“冰立方”**

国家游泳中心——“水立方”是2008年北京夏季奥运会游泳、跳水、花样游泳等项目的比赛场馆。北京冬奥会将水立方作为冰壶和轮椅冰壶项目的比赛场馆。设计和施工团队提出创新性思路——保留“水立方”原有游泳中心服务功能，通过改造升级增加其作为冰壶场馆的服务功能，具体技术路线是将“水立方”水上赛事比赛大厅转换成“冰立方”冰壶场地、在泳池上架设冰壶赛道。

施工过程中采用最新技术解决了很多施工难题，在原泳池中搭建可转换的钢架系统来支撑铺设冰壶赛事所需的临时冰面，钢架上预置混凝土板，然后铺设保温层、隔湿层，安装临时制冰的管道，最后完成从水面到冰面的场地转换。施工难度在于密施工操作确保钢架系统能满足冰壶比赛对冰面平整性的高要求。



（搭建中的可转换钢结构图，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

冰壶比赛对赛场温度和湿度的要求也非常严苛。改造过程中，设计团队运用建筑信息模型技术（BIM），结合云计算、物联网等信息化技术和设备，实现温度和湿度分层控制，即冰面温度为零下8.5摄氏度，冰面以上1.5米处保持在10摄氏度，看台区温度为16-18摄氏度。

升级改造过程中，还对“水立方”场馆空调和采光系统加以改造，增加夏季自然通风降温和冬季保温、增加自然采光、照明灯具统一更换升级为LED节能灯具，降低场馆运行的整体能耗，也避免了原有老旧灯具散发的热量对冰壶冰面可能的不利影响。

国家游泳中心的可持续改造利用，获得了 2019 年度国际奥委会颁发的“体育和可持续建筑”奖杯。



（完成水冰转换的冰壶比赛场地，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

◆ 首都体育馆升级改造重点在增加能源循环提升整体能效

首都体育馆是中国第一座室内制冷冰场，已运行 50 多年，首都体育馆承办了北京冬奥会短道速滑和花样滑冰的比赛任务，并为赛后推广普及大众冰上运动做好准备。

本次升级改造侧重在提升场馆能源循环率，实现整体能效提升，对场馆采暖保温系统、门窗系统、空调制冷、制冰系统、通风系统进行全面改造升级，采用智能化能源管理新技术实现场馆空调、通风、除湿、暖气 4 个系统协调运行，不断进行热能转换，更好地满足冰上比赛对场地环境、温度、湿度、排风和防疫的要求（指冰上 16 摄氏度恒温、相对湿度 35% 恒湿、风速小于 0.2 米/秒）。

首都体育馆的改造升级工作实现了兼顾节能、低碳、无障碍等预期目标，实现了现有场馆多功能转换和服务全民健身的功能需要、多种业态运营的赛后利用方案，延续了多年体育场馆的寿命和价值，也为赛后全民健身和冰上运动做好准备。

此次改造还在普通观众席间增加 80 个无障碍观众坐席，充分考虑了残障人士等不同人群的需求，符合国际奥组委会、国际残奥委会和国际单项体育联合会要求，也符合 IGPPSI 原则 6（公平性和包容性）。

国家体育馆更衣室可重复利用率达 95%以上。国家体育馆更衣室设计采用全新的装配式集装箱模块化的工艺，即更衣室主体结构和部件全部采用标准化设计、工厂化生产，现场像搭积木一样进行组装。根据冰球运动特殊性，在每个更衣单元设置运动员磨刀室、储藏室、卫生间、淋浴室、按摩室、教练室、更衣室各一间。赛后，每个更衣室单元可拆成多个独立的箱体或重新按需要拼接成新的房间使用，可重复利用率达 95%以上。

➤ **创新机制，建设柔性直流电网试验示范工程，实现北京冬奥场馆 100%可再生能源供电以及碳中和目标**

大型活动实现碳中和是推动气候变化的重要事件。国际奥委会主席托马斯·巴赫敦促更多体育机构加入联合国《体育促进气候行动框架》，并致力于采取有意义的气候行动。奥运会场馆分布广、举办流程复杂、参与人数多、持续时间长，碳管理工作面临较大挑战。

北京冬奥组委积极应对气候变化，高度重视低碳管理工作，将低碳理念融入冬奥会筹办过程，制定并发布了《北京 2022 年冬奥会和残奥会低碳管理工作方案》，重点提出了低碳场馆、低碳能源、低碳交通、北京冬奥组委率先行动等 4 方面减碳措施。通过严格落实这四方面措施，最大程度减少资源、能源消耗，降低赛前、赛时碳排放，并通过林业碳汇、企业捐赠等碳补偿措施，努力实现本届冬奥会碳中和的申办承诺目标。

◆ **一是推动低碳场馆建设和改造**

北京冬奥会最大化利用现有场馆，尽量减少新建场馆，从源头降低碳排放。北京赛区主要场馆中，有 6 个使用的是 2008 年北京奥运会场馆。所有新建和改造场馆均达到绿色建筑标准。通过优化结构设计、资源循环利用，实现场馆建设过程的低碳节材。国家速滑馆优化设计方案，建成世界最大跨度的单层双向正交马鞍形索网结构屋顶，节约 3200 吨钢材，同时减少了更大室内空间以及由此带来的能源消耗。

国家速滑馆将施工中产生的废桩头回用，制作成再生混凝土看台板。延庆冬奥村就地使用开挖出来的石材，建造石笼墙。

在国家速滑馆等四个冰上场馆创新采用全球变暖潜能值（GWP）为 1、臭氧消耗潜能值（ODP）为 0 的二氧化碳制冷剂以及二氧化碳跨临界直冷制冰技术，实现制冷过程的节能减排。

北京冬奥会还建成了五棵松冰球训练馆、北京冬奥村综合医疗诊所、延庆冬奥村 D6 组团三个超低能耗示范建筑，成为降低场馆和建筑能耗的示范建筑。

◆ 二是全面实现低碳能源供应

张家口市作为 2022 年冬奥会和冬残奥会举办地，拥有丰富的风能、太阳能等可再生能源资源，但此前由于电网结构薄弱等，清洁能源利用率并不高。

北京冬奥会筹备过程与合作伙伴共同推动建立了张家口-北京可再生能源柔性直流电网试验示范工程，将张家口地区丰富的可再生能源安全、高效地输送至三个赛区，实现了张北清洁能源的汇集外送。北京冬奥组委还积极推动建立了跨区域绿色电力交易机制，通过市场化直购绿电的方式，首次实现所有场馆赛时常规电力需求 100% 由可再生能源供应。

专栏：专门建设绿电传输工程，并创新跨区域绿电交易机制

北京冬奥会官方合作伙伴——国家电网公司建设了张家口-北京±500 千伏可再生能源柔性直流电网试验示范工程，新建张北、康保、丰宁和北京 4 座换流站，额定电压±500 千伏，额定输电能力 450 万千瓦，输电线路长度 666 千米。其中，张北、康保换流站为送电端，接入张家口地区风电场、光伏电站的清洁能源；丰宁站为调解端，接入电网并连接抽水蓄能，北京站为接受端，接入北京电网负荷中心。

该工程已于 2020 年 6 月投入运行，可将张北地区丰富的风电、光伏发电等多种能源连接在一起，利用风电、光伏、储能等多种能源形式之间的互补性，克服可再生能源发电间歇性与不稳定性等问题，实现张北清洁能源的汇集外送，有效

支撑北京冬奥场馆实现 100%清洁能源供电，并大幅提升北京地区清洁能源电力消费比例，助力首都能源高质量发展。

北京冬奥组委联合主办城市政府、电力交易中心、电力公司等多家单位成立绿电交易工作组，共同商定建立跨区域的绿电交易模式。北京冬奥组委向北京市、河北省地方行政主管部门提出直购绿电需求，并分别将场馆按北京市、河北省的行政属地进行打包，纳入电力交易平台准入目录。各场馆业主向电力公司提交场馆明细和用电量需求，并签署委托代理协议；电力公司向电力交易中心提出所代理场馆的外购绿电申请；电力交易中心依据政府准入文件，按照京津冀可再生能源交易规则组织市场化交易，交易方式可选择双边交易或集中挂牌的形式。交易完成后，电力公司作为购电方与清洁能源售电方（太阳能、风电发电企业）签订市场化直接交易合同。

◆ 三是构建低碳交通体系

赛事举办期间，京张高铁作为跨赛区转运的主要交通工具。按照“平原用电、山地用氢”的原则，在各赛区推广电动汽车、氢燃料电池汽车。

北京冬奥会赛时以“北京赛区内，主要使用纯电动、天然气车辆；延庆和张家口赛区内，主要使用氢燃料车辆”为配置原则，综合考虑三赛区、长距离、低气温、山区路、雪天地面湿滑等车辆使用环境，以安全为前提，最大限度应用节能与清洁能源车辆。

北京冬奥会赛事期间赛事服务交通用车 4090 辆，其中氢燃料车 816 辆、纯电动车 370 辆、天然气车 478 辆、混合动力车 1807 辆、传统能源车 619 辆；节能与清洁能源车辆在小客车中占比 100%，在全部车辆中占比 85.84%，为历届奥运会最高。

◆ 四是北京冬奥组委低碳行动

为减少新建办公地点所带来的碳排放，北京冬奥组委入驻首钢工业主题园区，综合利用、改造废旧厂房，充分利用光伏发电、太阳能照明、雨水收集和利用等技术，建设绿色高标准的冬奥组委首钢办公区。同时，充分利用 OA 办公系统、视频

会议系统等现代化办公手段，尽可能减少纸张及办公用品使用，强化垃圾分类，限制使用塑料制品，有效降低了日常办公所产生的碳排放。

专栏：以租代买，减少资源消耗

北京冬奥会的物资采购秉持“能租不买”原则，通过租赁代替直接购买，减少资料消耗。采用租赁方式获得的物资主要有：各场馆赛时所需的台式计算机、服务器、笔记本计算机、显示器、各型打复印机共约 12000 余台；北京冬奥组委日常出行所需交通车辆（轿车、商务车、越野车、中型客车、大型客车、无障碍车）；冬奥村和冬残奥村运行所需的布草（如床单、被罩等）、办公家具（如衣帽架、办公桌等）

综上，北京冬奥会赛前各项碳减排措施的实施减少排放 24.3 万吨二氧化碳，预计减排贡献占比（即减排量/基线排放（或实际排放）和减排量）约 16.2%，位于平昌和东京两届奥运会减排量占比区间值。

◆ 增加林业碳汇实现碳中和

北京市政府和张家口市政府分别开展百万亩平原造林和京冀生态水源保护林建设工程，将产生的碳汇量捐赠给北京冬奥组委，用以中和北京冬奥会的温室气体排放量。其中，北京市将新一轮百万亩造林绿化工程计划完成的 71 万亩林地 2018—2021 年产生的 53 万吨碳汇量捐赠给北京冬奥组委；张家口市将京冀生态水源保护林建设工程中计划完成的 50 万亩林地 2016—2021 年产生的 57 万吨碳汇量捐赠给北京冬奥组委。

北京冬奥会通过建立、健全低碳管理机制，将低碳理念融入筹办全过程，通过碳减排、碳补偿等措施，实现冬奥会碳中和目标。

可复制性

北京冬奥会场馆可再生能源利用的成功实践，实现了从赛会筹办到赛会举办过程的清洁能源供应，既是中国兑现“碳中和冬奥会”申办承诺的具体措施，也是中

国推进生态文明建设，低碳减排、绿色发展的努力成果，为其他大型活动/赛事的低碳管理提供了示范案例。该案例为联合国 2030 年可持续发展目标 7 经济适用的清洁能源、目标 13 气候行动、目标 15 陆生生物的实现提供了良好示范。



要点

- 场馆建设、能源供应、交通以及奥运会筹办过程，都需要采取有效措施减少碳排放。北京冬奥会在这几方面都实践了具体的减碳措施并取得成效。
- 张北±500kv 可再生能源柔性直流电网试验示范工程通过技术创新解决新能源并网消纳、稳定供应难题，对提升区域内清洁能源的利用及发展意义重大。
- 机制创新解决了绿色电力从发电、输电、用电各个环节不同利益相关方的相互关联，提供了清洁能源市场化、规模化使用的解决路径。
- 推动植树造林产生的林业碳汇是有效的碳补偿路径，也是实现奥运会等大型赛事碳中和的关键途径。
- 场馆的赛后可持续利用与联合国可持续发展目标 9 紧密相关，依靠科技创新发力，借助灵活经营赋能，改进基础设施提升了场馆的可持续性。需求消费端的循环利用一并贡献了目标 12，即通过升级改造场馆、开发多场景利用降低了对

自然资源的消耗。首体改造中增加了无障碍坐席，对目标 10 减少不平等的实现做出了贡献。

符合 IGPPSI 原则 6 的案例 —— 公平、包容与流动性

原则 6：基础设施投资和建设必须在社会与经济目标的优先级之间取得平衡。为提升社会包容性、促进经济赋权、提高社会流动性与保护人权，基础设施应该公平地为所有人提供可以便捷取得并能够负担得起的服务。基础设施应避免对社区团体及各种用户（尤其是弱势群体与边缘群体）造成伤害，并应确保安全、促进人类健康福祉。

➤ 北京冬奥会着力提升冰雪运动设施服务，为亿万群众参与冰雪运动创造条件

以北京 2022 年冬奥会申办和筹办为契机，全国各地采取多种措施，着力提升冰雪运动基础设施服务能力，促进了冬季运动逐步融入中国群众日常活动，领略冰雪运动的独特魅力。具体实践包括：

◆ 打造冰雪运动中心兼顾冰雪赛事和群众运动需要

所有冬奥比赛场馆在满足冬奥会以及其他赛事需求的同时，均制定了赛后服务冰雪运动和群众健身的长远规划。

国家残疾人冰上运动比赛训练馆作为全国首个残疾人冰上项目训练专业场馆，也将在赛后为社会和残疾人群体参与冰上运动提供共享服务，助力发展残健融合项目。首都体育馆升级改造在普通观众席间增加了 80 个无障碍观众坐席，充分考虑了残障人士等不同人群的需求，符合国际奥组会和国际单项运动总会联合会要求。

国家速滑馆在赛后成为国际滑联卓越中心，举办各种冰上赛事，广泛开展群众冰雪运动，打造成为集“体育赛事、群众健身、文化休闲、展览展示、社会公益”五位一体的多功能冰上中心。

延庆赛区的国家高山滑雪中心赛后将继续举办高山滑雪赛事，为专业滑雪队提供训练场地，并向滑雪技能高级别大众爱好者开放；此外，赛时的回村雪道将变成训练雪道，给广大群众提供舒适且富有趣味性的滑雪运动场地。

国家雪车雪橇中心的赛道预留大众体验出发点，便于赛后大众在专业安全保障情况下体验雪车雪橇项目。张家口赛区的国家跳台滑雪中心将在赛后承办跳台滑雪项目的比赛、训练、展示、培训和体验等相关活动。



（国家残疾人冰上运动比赛训练馆）

图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

◆ 建设大众冰雪运动场地，推广全民参与冰雪活动

在全国范围内建设更多的滑冰场、滑雪场等群众运动设施，同时支持利用公共用地，建设冰雪乐园等休闲活动场所，使冰雪项目突破传统“北冰”地域界限，满足全国各地群众能够便捷参与冬季运动健身需要，让冰雪运动全面走进群众生活。例如，“全国大众冰雪季”从2014年第1届的10个省区市参与扩展到2020年第七届的31个省区市、184个地市参与其中。

专栏：第一支农民滑雪队

来自延庆区张山营镇、八达岭镇、旧县镇、香营乡、永宁镇等延庆区多个乡镇的农民，于2017年7月成立了第一支农民滑雪队——张山营镇海坨滑雪队，现有队员31人（预备队员15人）。在延庆区委区政府、镇党委政府、延庆体育局等部门的支持和帮助下，队员们参加了数次专业滑雪技能培训，其中有11名队员取得了专业滑雪教练资格证书。

2017年到2020年雪季，延庆海坨农民滑雪队向全区中青年农民、中小學生及青年志愿者传授滑雪基础知识及基本技能，累计达到6500余人次。



截至 2021 年年初，中国已有标准冰场 654 块，较 2015 年增幅达 317%；建有 803 个室内外各类滑雪场，较 2015 年增幅达 41%。北京冬奥会赛时，全国各地累计大约有 2000 个冬季运动和溜冰场所。



(快乐冰雪季系列活动，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》)

◆ 开展多种形式活动提升青少年冰雪运动兴趣

各级体育部门联合教育部门共同推进以青少年为主的冰雪运动教育，编制青少年冰雪运动普及丛书，发起“爱冰雪迎冬奥”“百城千校画冬奥、滑冰雪、话健康”等青少年冰雪主题活动，培训一批体育教师和社会指导员成为业余冰雪运动教练，为开展青少年冰雪活动提供专业支持²。截至 2020 年 10 月，全国范围内

² 数据来源：国家体育总局冬季运动管理中心。

已认定并命名 835 所北京 2022 年冬奥会和冬残奥会奥林匹克教育示范学校和 2062 所青少年校园冰雪活动特色校³。

北京市、河北省各冰雪运动协会相继成立，成为推动冰雪运动发展的重要力量。截至 2020 年，北京市培训冰雪运动社会体育指导员约 2.3 万人，河北省培训冰雪运动社会体育指导员 2 万余人⁴。

北京冬奥会的举办将群众性冰雪运动推向高潮。国际奥委会主席巴赫在北京冬奥会开幕式致辞时，确认北京冬奥会的举办实现了超过 3 亿人参与冰雪运动的宏伟目标（IOC President Thomas Bach, “thanks to this ambition, China is a winter sport country. Well over 300 million people are engaged in winter sports in about 2,000 ski resorts and ice rinks”，在闭幕式上致辞时指出，“这是一届真正无与伦比的冬奥会，我们欢迎中国成为冰雪运动大国”。我们理解，成为冰雪运动大国包含两方面：一是冰雪运动员在赛事上取得的成绩位列于世界前列；二是群众性冰雪运动蓬勃发展。

➤ 北京冬奥会促进无障碍基础设施升级增强社会包容性并保障特殊群体健康

具体做法包括：

◆ 升级无障碍基础设施

2016 年以来，北京市和张家口市以城市道路、公共交通、公共服务场所等领域为重点，加大无障碍设施建设，包括加强盲道、缘石坡道，无障碍电梯、卫生间、车位，接待和服务区域低位设施等的改造。

截至 2020 年，全国建设完成冬季项目残疾人健身示范点 50 个，推进公共冬季体育场所设施为残疾人提供特殊服务。

首都体育馆改造升级还在普通观众席间增加了 80 个无障碍观众坐席，充分考虑了残障人士等不同人群的需求。

◆ 提升赛时和赛区无障碍环境

3 数据来源：根据教育部网站数据计算得来。

4 人民日报：《河北 走特色冰雪运动发展之路》，2020-12-21。

提供赛时无障碍环境是北京冬奥会申办承诺和重要筹办工作。北京冬奥组委、中国残疾人联合会联合北京市、张家口市政府及相关组织，秉持奥林匹克运动人人平等的理念，积极开展无障碍环境建设，确保北京冬奥会和冬残奥会提供无障碍的包容性环境。

专栏：冬奥村/冬残奥村的无障碍建设

延庆冬奥村/冬残奥村可为冬残奥会服务提供 683 张床位，其中包括 158 张轮椅床位，同时还设有假肢和轮椅维修服务中心。

北京冬奥村/冬残奥村可为残奥运动员及随队工作人员提供 1040 张床位，所有房间均设置在低层，室外环形无障碍路径连接到每栋住宅楼，所有道路均不设置台阶。室内家具的位置均方便乘轮椅运动员使用，扶手、开关等高度和样式方便一个手指操作无需抓握。赛时还将开发无障碍智慧服务平台，残奥运动员可通过手机 APP 进行村内无障碍路线导航，查看无障碍设施使用状况并进行预约。

张家口冬奥村/冬残奥村为北京冬奥会运动员提供无障碍房间 237 间，备用房间 36 间，共计 273 间，并设有假肢和轮椅维修服务中心，室内家具摆放位置方便残奥运动员使用，室外设置无障碍道路。

专栏：高山滑雪中心无障碍通行

国家高山滑雪中心设有无障碍电梯和道路系统，并建设了专供冬残奥会使用的拖牵索道。冬残奥会期间将提供无障碍班车，无障碍卫生间、无障碍电梯和索道，其中轿厢式缆车可搭载轮椅，还为方便下肢残疾的运动员携带滑雪器具，配备了轿椅式缆车。

- ◆ 北京冬奥会筹办过程充分重视女性员工和残障人士的特殊性，保障其相应权利

案例 1：特许生产企业集中安置残疾人就业

为北京冬奥会生产紫砂壶的特许生产企业，共有残疾人员工 34 人，均为紫砂壶生产制作人员，占员工总数的 39.1%。公司聘请国家一线大师，对公司所在的辽宁省内有意愿学习紫砂壶制作的残障人进行培训，前后免费培训 800 余次，帮助他们实现就业、创业，自立创收。公司在宿舍、工作室门口的外围处修建无障碍坡道，为员工宿舍加装楼梯扶手，使残疾人在室内和室外实现无障碍通行。

“身体的残疾给我的生活和收入都造成了一定的影响。在中国残疾人联合会和公司的培训和帮助下，我学会了紫砂壶的制造工艺，有了一技之长的我不仅给家庭带来了经济来源，开支相对自由些，而且也充实了我的日常生活。”——制壶师 李冬

案例 2：为冬奥建设的女职工打造“温馨小屋”

张家口赛区某建设公司从事冬奥一线工作的 140 余名职工中 65%为女性职工，她们直接从事人工造雪、客户服务、清洁维护等工作。

在张家口市总工会的支持下，该公司在崇礼区古杨树场馆群施工现场，考虑到女职工实际需求，打造配备完善、环境温馨的“爱心妈妈小屋”，为职工妈妈提供了一个私密、卫生、舒适、安全的休息场所。

“身体不适时能在这样温馨的小屋里休息一下，很快就能恢复过来，工会真是为咱女职工办实事、办好事。”——张家口赛区某建设公司女职工 刘爽

可复制性

借助北京冬奥会，中国系统规划冰雪运动普及的路径和发展目标。一是，中国加快了冰雪运动场地和基础设施的建设，为冰雪运动的普及提供了物质基础；二是，冰雪运动场馆在赛后的群众体育活动中发挥中心节点的作用；三是，建立健全基层体育组织，使冰雪运动全面走进群众生活。尽管受到自然气候资源制约，冰雪运动在部分地区的推广仍有欠缺，但中国采取的一系列措施和政策可以为其他国家和地区提供有益参考，推动世界冰雪运动发展，也为联

联合国 2030 年可持续发展目标 3“确保健康生活，促进全人类福祉”和目标 10“减少不平等”的实现作出贡献。



要点

- 北京冬奥会场馆赛后利用将扩大中国冰雪运动场地和基础设施，为冰雪运动的普及提供了硬件。
- 冰雪运动场馆在赛后的群众体育活动中发挥中心节点的作用。
- 建立健全基层体育组织，使冰雪运动全面走进群众生活。

符合 IGPSI 原则 7 的案例 —— 促进就业，提高经济效益

原则 7：建设基础设施应该创造就业机会和支持当地经济、服务当地社区，使基础设施的经济效益实现最大化并得到保障。

北京冬奥会的筹办促进了京张地区交通、环境、产业、公共服务等领域的协同发展，也对延庆、张家口地区社会、经济和环境发挥了有效带动作用，直接推动了崇礼地区消除贫困，实现当地的产业结构调整和优化，促进了京张体育文化旅游带的发展，带动体育文化、旅游休闲、会议展览等产业，有力推进了京津冀协同发展战略的落地。

➤ 冬奥会推动全国冰雪产业快速发展

张家口崇礼地区、吉林省吉林市、黑龙江省亚布力及新疆地区已经形成初具规模的冰雪产业旅游基地。全国滑冰场地数量从 2018 年的 609 个扩容至 2020 年底的 1187 个，滑雪场地总数则从 2018 年的 524 个增加到 2020 年底的 701 个。

全国各地的冰雪运动场地建设也呈方兴未艾之势。2015-2019 年，全国旱冰雪产业快速发展，雪场的数量、面积连年上升，广东、湖南等南方低海拔省份均有分布，说明中国人民参与冰雪运动的热情正超越气候，实现了“北冰南展”。

中国政府相继出台了多项支持冰雪装备器材等产业发展的政策。随着北京冬奥会临近，冰雪运动正成为越来越多中国人的生活方式之一，冰雪产业展现出广阔前景。北京冬奥会申办成功后，中国聚焦冰雪产业供给侧结构性改革，加快完善产业发展的政策支撑体系，夯实产业发展的技术、人才和标准等方面基础；各地坚持品牌培育和塑造，支持企业做强做大做优，推动中国冰雪产业实现了快速发展。截至 2019 年底，中国冰雪产业整体规模为 4235 亿元，较 2015 年的 2700 亿元增长 56.9%。

➤ 北京冬奥会的成功申办促进京张两地以及北京、延庆、张家口三赛区的交通网络完善和相关基础设施建设，促进推动三赛区协同发展

京张高铁不仅是“八纵八横”高铁网的重要组成部分,也是北京冬奥会重要交通保障设施。北京冬奥会的成功申办,加速了京张高铁的建设进程。京张两地大力加强三赛区交通网络完善和相关基础设施建设,在满足赛事需求同时,实现区域互联互通,推动三赛区协同发展,落实京津冀协同发展战略。

京张高铁、京礼高速两条北京冬奥会重要交通保障设施投入使用,将张家口、崇礼、延庆与北京城区串成一线。京张高铁开通运营 1 年累计发送旅客 680.6 万人,大幅提升了京张两地通行能力,增加人员流动性。

2015 年至 2019 年,延庆和张家口两地的公路通车里程分别提高了 5.6%和 6.7%。同时,张家口建设了太子城至锡林郭勒盟高铁太崇段,以及张承高速和 4 条省道,形成了四纵三横一环的立体交通网络。

这些交通基础设施的建设和完善增加了运营和维护这些设施直接带来工作岗位增加以及其他配套服务行业就业机会的增加,并促进当地和区域性社会经济发展。

专栏：京张高铁扩充北京 1 小时生活圈，京张两地步入同城时代

2019 年 12 月 30 日 8 时 30 分,随着 G8811 次列车驶出北京北站,时速高达 350 公里的京张高铁正式开通运营。从张家口到北京清河最快运行时间由 3 小时 7 分钟压缩至 48 分钟,从北京赛区到延庆赛区仅需 26 分钟,“张家口进入北京一小时生活圈”,两地步入同城时代。京张高铁的开通将有效带动沿线经济和旅游发展,实现京张交通一体化,为京津冀协同发展注入新动力。

专栏：京张体育文化旅游带

京张体育文化旅游带,是从北京城区西部门头沟区到北部延庆区全面对接张家口市各县区,并向西北延伸形成的带状产业发展区域。

这一区域围绕“一园五区”发展格局,着力打造长城国家文化公园;加快建设国家级冰雪旅游度假区、温泉葡萄(酒)康养休闲区、古堡民俗文化体验区、坝上草原生态旅游区、高端体育赛会聚集区等五大片区,形成以冰雪运动、文化

体验、户外休闲、生态康养、旅居度假等为核心的多元化、个性化、可体验、可参与的产品体系，有力地带动北京市和张家口市文化产业、体育产业、旅游产业的全面提升，大大促进人才、资本和技术等生产要素在京张两地之间的流动，促进两地基础设施一体化与公共服务均等化，加快北京非首都功能的疏解，为京津冀协同发展注入新内涵。

➤ 冰雪产业带动，促进崇礼区变身冰雪旅游胜地

受独特的气候和山形地貌影响，崇礼雪季长、降雪量大，严酷的地理环境限制了当地经济快速发展，这座人口仅有 10 余万人的小城。但降雪量大、山体坡度均匀的独特地理环境，也使得崇礼成为北京冬奥会比赛雪场的选址地区，承担自由式滑雪、越野滑雪、冬季两项等项目。

崇礼以冰雪产业为突破口，开发夏季运动休闲项目，实现了“冰雪小镇”四季长荣的发展道路。2019 年，美国《纽约时报》将张家口崇礼列为“全球最值得前往的 52 个旅游目的地”之一。

➤ 京张高铁：便捷低碳交通夯实经济发展基础

乘坐最高设计时速 350 公里的高铁由北京赛区到达张家口赛区只需要 1 小时，从崇礼区的终点站——太子城站乘坐接驳公交到达各大雪场也只需要 15 分钟。处于“北京 1 小时生活圈”的滑雪场让游客当天往返变成现实，选择周末期间赴崇礼滑雪的游客数量呈现上涨趋势。京张高铁开通一年内，发送旅客总数达到 680.6 万人，进入冬季，崇礼铁路太子城站的日均发送旅客数从 200 余人次猛增至 4000 余人次。

打通了外界的“流量入口”，崇礼区内的交通网建设也同步展开，崇礼区用 2 条高速、1 条国道、6 条省道、4 条县道、14 条乡道、259 条村道，实现了七大雪场的全面贯通。四通八达的交通网让 2020 年崇礼雪季一开始，各大滑雪场周末的游客人数就基本等同于往年春节期间的游客量，周末平均客流量达 3000 人次以上，滑雪旺季提前了半月有余。



（开进崇礼区的京张高铁，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

冰雪运动日渐升温，政策措施也及时落地，红利直达市场。崇礼区所处的张家口市发布《张家口市冰雪产业发展规划（2019—2025年）》，明确了张家口市要向推动冰雪装备制造、冰雪体育运动、冰雪文化旅游、冰雪人才等方面发展。

➤ 冰雪带动区域产业转型

与北京冬奥会结缘的崇礼区，在过去五年经历着巨大的区域产业转型。北京冬奥会筹办与生态建设紧密结合，崇礼区新增造林 72.3 万亩，森林覆盖率从 2015 年的 52.38% 提高到 67%，其中奥运核心区达到 80%⁵。结合冰雪运动的良好基础，崇礼明确了以发展户外运动、举办品牌赛事为主导的夏季体育休闲服务产业。崇礼区承办了 50 公里国际山地越野赛、168 国际超级越野赛等四大品牌户外赛事。2019 年夏天，太舞滑雪小镇以山地运动为主，接待游客达 22 万人次，超过了当年冬季的 20 万人次，夏季营收达 5600 万元。从统计数据上看，崇礼区三次产业比重从 2015 年的 25.6:48.9:25.4 转变为 2020 年的 17.5:23.9:58.6，服务业占比上升明显。

5 张家口市崇礼区人民政府 <http://www.zjkcl.gov.cn/article/20201109/zjkclxlytyj-2020-02999.html>



（崇礼 168 国际超级越野赛，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

➤ 冬奥会的申办和举办为张家口和延庆赛区增加居民就业创造更多机会

张家口赛区和延庆赛区两地政府将当地扶贫工作与冬奥会场馆建设和冬季体育产业发展有机结合，制定了相关人员就业促进计划，提供多类型的技能培训，为当地居民提供广泛的就业发展机会，并提升就业能力。

张家口市崇礼地区和延庆地区五分之一的居民从事着冰雪相关产业，成为区域脱贫的重要举措之一。例如，张家口赛区政府组织开展赛区绿化工作的专业培训，部分当地居民成为赛区护林员；从 2017 年至 2020 年 6 月 30 日，有 3331 名崇礼居民参与了包括酒店餐饮服务、中西式面点、保安员等在内的冬奥相关行业培训。延庆赛区政府与 102 家国内外知名培训机构合作实施培训，设置了滑雪教练员、酒店服务等 200 多个专业工种；建立岗位+培训适应性机制，开展订单培训 2.84 万人次；与北京冬奥组委及多家滑雪机构共同开发 225 个冰雪岗位，共培训 1905 人次。

随着“冰雪+”全产业链的推进，崇礼区完善酒店、餐饮、商街等方面的配套建设，直接地带动了当地就业。截至 2019 年底，崇礼已建成的滑雪场吸引当地就业人员近 2000 人，占全部员工人数 90% 以上，已建成的星级酒店提供就业岗位 1622 个。在崇礼，每 5 人就有 1 人从事冰雪相关工作，如滑雪教练、酒店服务人员、民宿经营等，直接或间接从事冰雪产业和旅游服务人员达 3 万多人。据统计，崇礼区人均可支配收入从 2015 年的 24098 元上涨到 2020 年的 37525 元，涨幅达到 56%。冰雪产业已经成为解决农村劳动力转移和当地农村人口就业问题的重要支撑。

专栏：在家门口吃上“冰雪饭”

为迎接冬奥会到来，延庆区西大庄科村的年轻人纷纷学习滑雪、制冰等技术，年龄大些的村民参加了高端民宿管家、常用英语等培训，给自己长本事。未来，村民们将利用自己手里的回迁房和学到的本领，建设高端民宿，迎接八方来客，同时部分年轻人也将进入大众雪场工作，真正实现在家门口就业，吃上“冰雪饭”。

可复制性

举办大型赛事需要建设和完善基础设施，会促进社会经济的发展，增加就业机会。

北京冬奥会的筹办和举办对崇礼是一个重要机遇，便捷的交通基础设施助力了崇礼区的快速发展。在机遇面前，崇礼并未满足于“门票经济”等单一化的冰雪产业发展路径，而是通过坚持多元开发、均衡发展、绿色发展，在产业链的各个环节充分寻找驱动发展与就业的机会，积极发展户外运动等夏季产业，与冬季运动形成互补，并将冬奥筹办、产业集聚、生态建设一同推进。



要点

- 北京冬奥会带动崇礼地区冰雪产业发展，拉动了发展，促进了就业，是大型活动带动社区（区域）发展的优秀示范。
- 便捷的交通网络为崇礼地区经济社会的发展带来强大驱动力。
- 北京冬奥会冬夏产业共发展助力崇礼地区可持续发展。

符合 IGPPSI 原则 8 的案例 —— 财政可持续性和创新融资

原则 8：财政可持续性和创新融资——在公共预算日益紧张的背景下填补基础设施投资缺口。

➤ 冬奥催化，创新融资方式，带动首钢老工业园的复兴

位于北京西部地区的原首钢集团诞生于 1919 年，是一家百年钢铁企业。首钢见证了北京工业发展的历程，鼎盛时期，首钢园区拥有 14 万人，税收曾经一度占到全北京市的四分之一。

原首钢在 2003 年前有大量的钢铁冶炼以及相应配套产业，也是北京主要空气污染源。2003 年，为推动北京产业发展转型和环境保护，支持 2008 年北京夏季奥运会的申办，首钢进行了史无前例钢铁生产的整体搬迁。随着首钢老厂区的高炉、冶炼设备纷纷停产，曾经令管理者们头疼的旧厂房、废弃的炼铁设备，如何从企业资产负债表中的负债栏移除并转化成资产，以新的面貌给企业创造出新价值？

为了妥善处理老工业区的历史遗留资产，2014 年首钢集团确立了新发展战略，通过打造全新的资本运营平台，建设新首钢高端产业综合服务区（简称首钢园），实现钢铁和城市综合服务商并重。



（图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

“如果你对城市更新感兴趣，如果您想了解奥运会是如何推动城市发展，如果您还想知道奥运会是如何助力实现一个城市、一个区域、乃至一个国家的发展规划，那请您环顾四周，看看这个堪称典范的首钢园区，您将会知悉所有答案。”

——国际奥委会主席托马斯·巴赫

2016年，随着北京冬奥组委入驻，首钢园区迎来了新的发展机遇，承担起了工业园区复兴、区域可持续发展的重要任务。

为推进首钢老工业园的改造更新与开发建设工作，首钢集团成立北京首钢建设投资有限公司，并牵头设立京冀协同发展产业投资基金，采用母子基金模式成立园区开发基金，有力支持园区开发建设。未来首钢园将被打造成为一个都市型产业社区。一方面，它可以为前沿科技提供应用场景，另一方面，也可以嫁接首钢集团自有产业孵化基金，对入驻园区的高科技企业进行投资，从而获取地产收入之外更可观的回报。这比普通的商业地产项目拥有更大的想象空间和发展潜力。未来，这里将是一个集聚众多新兴产业、产城融合的无界园区（见图三，取自埃森哲案例材料）



（业态功能分布 — 混合布局、枢密有度、功能交织的“第九类用地”城市形态，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

➤ 设施利用：工业遗存的现代利用

首钢园区的发展按照工业遗存能保则保、能用则用、分区分类、保用结合的

原则，对老工业文化脉络进行保护，传承山、水、工业遗存特色景观体系。2016年5月13日，北京冬奥组委正式进驻首钢园区，建筑在保留原有工业遗存风貌的基础上，完成了内部功能改造与空间更新；曾经用作炼铁和储料的建筑物，化身为现代化的办公场所。园区内，多种科技冬奥应用场景落地，建设现代创意办公空间、复合式商业、多功能活动中心和绿色办公空间，为北京冬奥组委提供公共服务。



(北京冬奥组委供图)

➤ “让滑雪运动走进城市”

首钢园区内建设的滑雪大跳台，作为北京冬奥会正式比赛项目的比赛场地，赛后将成为重大赛事举办地和群众健身休闲场地。大跳台利用原有的冷却塔和制氧厂等工业资源进行升级改造建设而成，是北京冬奥会历史上第一座与工业遗产再利用直接结合的竞赛场馆。两个 25000 平方米的精煤车间经过改造，成为短道速滑、花样滑冰、冰壶、冰球冬奥训练场馆“四块冰”。首钢园将滑雪比赛项目带到城市内，将冰雪赛事与城市文化完美结合，进一步通过奥运带动城市更新发展。



（首钢大跳台，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

➤ 产业转型：体育驱动产业转型升级

“夏奥休眠了一座城，冬奥又唤醒了这座城”。首钢大力发展场馆及赛事运营，持续打造自有的首钢男女篮、首钢乒乓球队和国家冰球俱乐部品牌，积极承办以冰雪运动为特色的国际级体育赛事，如国际雪联中国北京越野滑雪积分大奖赛、2019 年沸雪北京国际雪联单板及自由式滑雪大跳台世界杯比赛、冰壶世界杯、KHL 冰球联赛等；建成首钢极限公园，培育拓展体育+和科技+产业生态，打造特色产业集群。



（在首钢园区举办的冰雪赛事。图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

➤ 区域发展：带动区域发展与创新

2019年，北京市发布首都城市复兴地标行动计划，力争到2035年左右，把新首钢高端产业综合服务区建成具有全球示范意义的新时代首都城市复兴新地标，新首钢地区的转型成为北京城市深度转型重要标志。首钢将成为冬奥运动产业、生产性服务业、文化创意产业、高技术产业及高端制造业的产创基地，成为北京西部经济增长极，长期推动区域经济发展。

可复制性

随着城市产业结构的调整，许多进入后工业化时代的城市都面临着老工业区的复兴难题。传统企业如何妥善处理好历史遗留资产，让其焕发出新的活力进而继续为企业创造价值？开发者为新首钢选择了适合老工业区资源禀赋的产业，冬奥影响力势能成功转化为北京西部地区城市复兴动能。冬奥会及相关冰雪赛事的举办为园区内文化创意产业带来了更多的社会关注，现代服务业的聚集为北京西部的消费升级提供了牵引。首钢产业复兴是城市复兴最典型的成功示范。



要点

- 具有影响力的大型活动成为城市发展和区域更新的助推器和催化剂。
- 结合热点产业找准区域发挥定位，充分发挥区域资源优势，形成适宜的产业生态。

符合 IGPSI 原则 9 的案例 —— 透明、包容的参与式决策

原则 9：基础设施的开发建设需要得到透明的规划，信息分享以及决策过程的支撑，该过程能够促进有实质内容、包容性和利益攸关方参与的协商，如果基础设施项目开发建设涉及到土著人就需要事先告知并获得其同意。

➤ 北京冬奥会对冰雪赛事所需的场馆和雪道进行系统规划和布局

发挥北京“双奥之城”优势，北京冬奥会对夏奥场馆和冬奥场馆需求进行统一规划，最大限度利用现有场馆，减少新建场馆。所有冰上赛事所需的场馆以及首钢滑雪大跳台均在北京城区布局，其他雪上赛事均布局在延庆和张家口两个赛区。

北京冬奥会应用最新科技成果对 6 个 2008 年北京夏奥会场馆（即国家游泳中心-水立方、首都体育馆、国家体育馆、国家体育场--鸟巢、五棵松体育中心、首体花样滑冰训练馆）进行改造升级，使其能够增添和满足冬奥会冰上竞赛项目、开闭幕式等功能和服务需求（具体改造升级的介绍可以参见“原则 2”），既把北京夏奥会原有的老旧场馆拓展赛后多项目应用、多业态经营奠定了坚实基础，充分利用增加其可持续性，而且改造升级的资金投入相比于新建场馆有较大幅度减少，还大幅度减少了新建场馆所需要消耗的大量能源和建材，大幅度减少了二氧化碳和其他污染物的排放。

➤ 按照国家法规要求，编制赛区规划环境影响评价报告，并经公示、与利益相关方协商、吸纳意见完善和政府生态环境主管部门的审查批准，将生态环境保护各项措施结合到设计、施工、监理各个阶段

北京冬奥组委坚持赛区和场馆环境影响评价先行。为了减少北京冬奥会张家口赛区和延庆赛区的场馆建设对当地居民及周边社区环境的影响，为此北京冬奥组委和北京市、张家口市政府从筹办之初，就分别组织编制了赛区规划环境影响评价报告，组织专家从技术层面审查报告，并按政府要求获得生态环境

保护政府部门的审查。2018 年底前,北京冬奥会所有场馆建设项目均按照国家法律法规要求,获得了环境影响评价审批文件。

通过建立机制、制定标准、推进落实、监督改进等措施,北京冬奥会在场馆规划设计、建设、运行和赛后利用全过程落实可持续性要求,推动规划环境影响评价报告书及审查意见的各项环保措施全部落实到设计、施工阶段。场馆组建可持续性工作团队,全过程落实《场馆和基础设施可持续性指南》要求和《矩阵表》任务,有的场馆还聘请第三方机构(环境监理公司)保障相关措施落实到位。

➤ 利益相关方沟通和参与

北京冬奥组委依据“奥组委必须在满足其期望(或要求)下组织各项工作和活动”和“受到奥组委的各项工作和活动影响”的基本原则识别利益相关方。主要采取集中会议、专题沟通和一对一等多元化方式与其进行沟通,积极听取不同利益相关方的利益诉求。

专栏：利益相关方声音—邀请世界自然保护联盟参与制定生态环境保护措施

2018 年 11 月,世界自然保护联盟(IUCN)根据延庆赛区规划和环评情况,对延庆赛区提出生态系统与生物多样性管理的基本思路和主要框架,并对可能遇到的问题进行提示和说明。北京冬奥组委在世界自然保护联盟中国代表处的建议下,按照预防、管理、补救和补偿的优先顺序,减少生态环境影响,制定了避让(预防)、减缓(管理)、重建(补救)、补偿四类生态环境保护工程措施,细化分解为延庆赛区和张家口赛区环境保护措施责任矩阵表中的 54 项和 44 项具体任务,明确了每项环保措施的主责单位和时间进度要求。做到要求明确、责任清晰,最大化减少场馆建设和运行过程对周边生态环境的影响,赛区周边自然生态环境和生物多样性实现近零损失。

“北京冬奥会延庆赛区,根据《北京冬奥会和冬残奥会延庆赛区核心区总体规划环境保护措施责任矩阵表》,围绕回避、减缓、重建、补偿等缓解层级,开展了一系列的生态保护措施。我们赞赏北京冬奥会对降低场馆建设和运营对所

在区域生物多样性和生态系统功能的影响，并有效实施生物多样性管理策略的努力。”

——世界自然保护联盟(IUCN)中国代表处主任 张琰

“北京冬奥会坚持以人为本，将人的权益和发展放在重要位置，通过赛事筹办推动社会发展、增加就业岗位。为北京冬奥组委员工和一线工作者提供良好的权益保障和安全健康的工作环境，支持他们不断提升专业技能。”

在征迁居民安置方面，北京冬奥组委和举办地政府能够尊重赛区周边居民的意愿并按照相关法律法规给予补偿，保证当地居民的合法权益，并让他们成为冰雪运动产业快速发展的直接受益者。北京冬奥会还通过各种有效手段引领了可持续消费和生活方式，促进了社会的全面发展。”

——全球契约中国网络执行秘书长 韩斌

专栏：征迁方案公开透明协商，妥善安置征迁居民以改善生活质量

在三大赛区场馆建设需要很好解决对场址区当地居民的征迁问题。针对延庆赛区和张家口赛区，北京冬奥组委依托延庆区、张家口市政府，通过协商、安置、补偿、培训等一系列措施，保障拆迁居民合法权益，改善征迁居民的生活质量。

延庆区和张家口市政府严格遵守《中华人民共和国拆迁法》以及地方有关房屋征迁、建筑征地等政策法规，充分听取征迁居民意见，共同协商确定了包括货币补偿、房屋安置补偿、拆迁补助等征迁方案。其中：

张家口赛区政府通过系统的摸查、研讨、评估等工作，形成征迁方案并进行多轮公开意见征求及征迁家庭意见征集，最终形成《征收补偿安置实施方案》，并对所有征迁环节进行公示。安置小区的选址和建筑设计也邀请了征迁居民代表的参与。最终，张家口赛区 561 户征迁居民中有 96 户原居民选择经济补偿，其余 465 户选择在崇礼区市中心建设的三个现代住宅区内安置。延庆区政府对西大庄科村开展调查协商，西大庄科村村民大会选出五名村民作为观察员，参与

全部征迁过程，包括征迁赔偿标准等事项的讨论与决定。最终，延庆赛区 53 户征迁居民全部选择了就地安置的方案，安置房与延庆冬奥村/冬残奥村拥有相同的建设标准。



（延庆赛区西大庄科村搬迁前后，图引自《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》）

可复制性

征迁居民的安置是基础设施建设项目经常遇到的问题。北京冬奥会延庆赛区和张家口赛区的征迁居民安置过程，充分征求并尊重了当地居民的意见，在提供了居住保障基础上，更从他们的长远发展考虑，提供了养老、就业、教育等配套解决方案，极大地改善了当地居民的生活质量。北京冬奥会延庆赛区和张家口赛区在安置征迁居民中的解决方案，为其他基础设施项目提供了有益参考。该案例为联合国 2030 年可持续发展目标 8 体面工作和经济增长，目标 9 产业、创新和基础设施，目标 10 减少不平等的实现提供了良好示范。



要点

- 充分听取征迁居民意见，共同协商确定了包括货币补偿、房屋安置补偿、拆迁补偿等征迁方案。

- 通过提供养老保险保障、协调优质教育资源、创造经济收入等措施，保障征迁居民的长远发展。
- 通过创造就业机会、开展技能培训等措施，不断增加征迁居民收入。

符合 IGPSI 原则 10 的案例 —— 循证决策

原则 10：整个生命周期中基础设施的规划和管理应以关键绩效指标（KPI）为指导，推动包括按利益相关群体分类的数据的收集。定期监测基础设施的绩效和影响对于数据的生成是必要的。这些数据应提供给利益相关方，促进管理决策进行适时调整，确保基础设施的可持续性在规划、建设、运行等不同阶段得到持续推进。

➤ 监督改进，基于事实科学决策

为了保证各项生态环境保护措施有效落实，北京冬奥组委组织编制了《环境保护措施责任矩阵表》（见 IGPSI 原则 3 的案例），明确了设计、施工、运营各阶段和各相关单位需要承担的责任，并确保在不同的项目及其全生命周期阶段，同各利益相关者持续进行信息共享，以充分的数据信息和事实进行科学决策。由北京冬奥组委、北京市政府、延庆区政府以及专家组成的可持续性工作协调和督导机制，有效实现了对可持续性措施落实情况的全过程监督。具体实践包括：

延庆赛区和张家口赛区根据《环境保护措施责任矩阵表》要求，在水环境、大气环境、声环境、固体废物、动植物等方面开展定期监测，并且将这些数据在每月、每季和每年向区级、市级政府部门和冬奥组委会报告。

以定期环境监测数据和报告为参照，结合现场巡查和专家评审的方式，北京冬奥组委会组织了北京市、河北省政府相关部门，以及场馆设计、建设和社会发展等相关领域专家，先后 3 次对北京冬奥会赛区的可持续性措施的落实情况开展检查和绩效评估，识别问题、评估风险，并要求建设单位针对所发现的问题采取整改控制措施。

以延庆赛区为例，2016 年至 2020 年，PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 年均值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。主要因子污染物浓度虽然有波动，但整体表现为下降趋势，说明区域整体环境空气质量呈现改善趋势。

表 延庆赛区 2016-2020 年大气污染物年均浓度（单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

监测项目	标准值	2016	2017	2018	2019	2020
PM ₁₀	70	54	39	49	45	41
PM _{2.5}	35	32	22	23	24	20
SO ₂	60	9	9	7	8	4
NO ₂	40	11	11	12	10	10

注：执行标准为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级年均值

可复制性

《环境保护措施责任矩阵表》让各利益相关方都参与进来，以关键绩效指标为指引，以监测数据和信息为支撑，很好地提升了设计、施工和运行全过程的沟通、评估和决策能力。

由政府、场馆业主及各利益相关方组成的全过程监督工作机制，有效促进了可持续性措施的全过程落实，减少了场馆建设和运行对周边自然环境和生物多样性的负面影响。



要点

- 通过《环境保护措施责任矩阵表》，确立环境监测和数据分享机制，明确和细化各责任主体的工作任务，促进可持续性措施的有效落实。
- 与当地政府部门、场馆业主、专家团队等各利益相关方进行广泛沟通，开展信息收集和共享。
- 建立多部门组成的全过程监督管理机制，要求各责任主体定期报告，以监测数据和信息共享为工具，确保决策实施的合理性、有效性。

结 语

北京冬奥会在绿色办奥和实现可持续性方面的工作涉及多个领域，取得非凡成效，多次得到国际奥委会和相关专项委员会的高度评价，也得到了很多参赛运动员的积极评价，一些国际性媒体对这方面工作予以积极肯定和客观报道。

对这样一个大型活动的全面评估并不是这个技术报告的初衷目标。正如序言中提到，本报告重点聚焦冬奥会的基础设施，以联合国环境规划署 2021 年最新发布的《可持续基础设施的国际良好实践原则》为参照框架，梳理并分享与基础设施相关的北京冬奥会绿色办奥、落实可持续性主题的良好实践方面的案例。绝大多数案例来源于《北京冬奥会可持续发展报告（赛前）》和媒体相应的报道，有关数据都基于可获得的公开数据。

在北京冬奥会可持续性咨询和建议委员会、北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会总体策划部可持续发展处的指导和支持下，由责扬天下负责收集本研究报告所需的案例和基础材料，由联合国环境规划署驻华代表处统筹编撰成文。编辑这份报告持续几个月时间，主要从北京冬奥会筹备后期最紧张阶段，到冬奥会和冬残奥会举办和顺利闭幕的关键期。尽管如此，有些新发生、新呈现的绿色、低碳和可持续性方面的故事和实践尚未全部放在这份技术报告中，有些数据可能存在差异或与感知不同，对此深表遗憾。由于时间和技术性原因，报告部分章节所包括的案例数量有限。目前的这个版本是在 2022 年 4 月份成稿基础上，根据 2022 年 7 月 5 日召开的研究项目终期评审会的审批意见做了修改和补充完善。

特别感谢能源基金会为本研究报告提供资金支持，尤其是邹骥总裁和环境部项目主任刘欣的大力支持。

联合国环境规划署驻华代表处

2022 年 8 月

免责声明

- 若无特别声明，报告中陈述的观点仅代表作者个人意见，不代表能源基金会的观点。能源基金会不保证本报告中信息及数据的准确性，不对任何人使用本报告引起的后果承担责任。
- 凡提及某些公司、产品及服务时，并不意味着它们已为能源基金会所认可或推荐，或优于未提及的其他类似公司、产品及服务。