

实现碳排放全部中和、100%使用“绿电”、二氧化碳制冷技术、绿色建筑、“双奥场馆”、氢能大巴……

北京冬奥，用行动打造“最绿色”的奥运会

绿色观察

■ 六月

“北京冬奥会将成‘最绿色’的奥运会”。这是国际奥委会副主席小萨马兰奇对我国在绿色办奥上所作努力的感叹。正在如火如荼进行的北京2022年冬奥会，除了众多亮眼的高科技之外，绿色环保也是其鲜明底色，从场馆改造、制冰减排、电力供应到服饰装备、相关用品、交通保障等，无不彰显出绿色、低碳和可持续、向未来的环保理念。冬奥会前，北京即向全世界承诺：将实现碳排放全部中和，并将有史以来第一次实现所有场馆都使用可再生能源。那么，作为首个真正实现“碳中和”的奥运会，北京冬奥会都有哪些绿色亮点呢？

119项具体措施：全面践行“绿色办奥”理念

“北京冬奥会是第一届从申办、筹办、举办全过程践行奥林匹克2020议程的奥运会，也是积极落实联合国可持续发展目标的奥运会。坚持绿色办奥理念，努力打造一届可持续的冬奥会。”北京冬奥组委新闻发言人严家蓉1月13日在北京冬奥会和冬残奥会绿色冬奥和可持续发展工作情况发布会上这样介绍，北京冬奥会的“绿色”有非常多的亮点。

一是加强战略规划。北京冬奥组委和国际奥委会发布了可持续性计划，提出“可持续、向未来”的可持续性愿景，从环境正影响、区域新发展、生活更美好三个方面，制定了119项具体措施。

二是双奥场馆。最大化利用现有场馆和设施，这是北京冬奥会筹办工作的一大亮点，像国家体育场“鸟巢”会举办冬奥会的开闭幕式，国家游泳中心“水立方”变成了“冰立方”，五棵松体育中心“篮球馆”变成“冰球馆”。

三是低碳排放。北京冬奥会采取了低碳场馆、低碳能源、低碳交通等多项措施，减少赛事筹办和举办过程中的碳排放，实现“北京2022”所产生的碳排放将全部实现中和的目标。

四是示范标准。北京市和河北省联合研究制定了《绿色雪上运动场馆评价标准》，作为评价冬奥会雪上场馆的绿色建筑标准，填补了国内外相关标准的空白。北京冬奥会可持续性管理体系融合了ISO20121、ISO4001、ISO26000三个国际标准，形成了北京冬奥会特色的可持续性管理体系，也创造了奥林匹克历史上第一个覆盖奥运会筹办全领域、全范围的可持续性管理体系。

绿色能源：冬奥会全部场馆100%使用“绿电”

2022北京冬奥会的最大绿色亮点是：三大赛区26个场馆绿色电力全覆盖，这意味着奥运历史上首次实现了全部场馆100%绿色电能供应。

绿色电力，指通过零二氧化碳排放（或趋近于零二氧化碳排放）的生产过程得到的电力。“绿电”主要来源于清洁能源，包括太阳能、风能、生物质能等。目前，我国“绿电”主要以太阳能光伏发电和风力发电为主。中国电力企业联合会专家委员会副主任委员王志轩表示，北京冬奥会全部场馆使用“绿电”主要是指河北张家口的光伏发电和

风力发电通过张北柔性直流电网工程输入北京电网，通过针对北京冬奥会的跨区域绿电交易机制，为冬奥场馆“绿电”运行提供保障。

据北京冬奥组委规划建设部部长刘玉民介绍，北京冬奥会的电力供应基本上依托现有的城市市政电网，不需要新建其他电力设施，通过绿电交易实现所有场馆的绿色电力供应。比如延庆山地新闻中心建有光伏发电系统，实现电力“自发自用、余电上网”；延庆冬奥村采用高压电锅炉供暖，实现100%可再生能源供应；北京周边的风能、太阳能等清洁能源转化为绿电，从发出到被冬奥场馆消纳，全部实现了动



新建场馆均达到最高等级的绿色三星标准，许多创新绿色建造技术均在本次冬奥会上使用。如国家速滑馆采用世界体育建筑跨度最大的马鞍形单层索网结构，这个长198米、宽124米的巨大屋面就像一个网球拍一样，形成了独特的轻、薄、软的屋顶，重量仅为传统屋顶的四分之一，大幅降低场馆用材量和建设复杂程度，可从源头上减少碳排放量。中国工程院院士彭寿带领团队自主开发的新

绿色交通：氢能大巴、智能动车组提供交通保障

北京冬奥会的赛事交通服务大量使用氢燃料车、纯电动车、天然气车、混合动力车，节能与清洁能源车辆在总车中占比100%，在全部车辆中占比85.84%，为历届冬奥会最高。比如，在延庆赛区和张家口赛区共投入700余辆氢燃料大巴车提供交通服务保障，这些氢能大巴搭载我国自主研发的“氢腾”系列燃料电池发动机，每辆车每行驶100公里可减少70公斤的二氧化碳排放，相当于14颗普通树木一天的吸收量，实现了零排放、零污染。

目前在京张高铁上线的新型奥运复兴号智能动车组，其列车采用轻量化技术、环保降解材料、石墨烯空气净化装置、灰水再利用系统等，打造绿色低碳乘坐空间；并采用仿生学车头方案，实现运行阻力减小7.9%，综合能耗降低10%以上。北京冬奥组委交通部副部长赵同安说：“北京冬奥会使用的赛事交通服务用车将实现减排约1.1万吨二氧化碳，相当于5万余亩森林一年的碳汇蓄积量。”

赛后场馆再利用：让百姓共享绿色奥运成果

历届冬奥会场馆的赛后再利用始终是个难题。北京冬奥组委总体策划部部长李森透露，所有新建场馆在规划设计之初就充分考虑了如何向公众开放问题，如新建的国家速滑馆“冰丝带”，是1.2万平方米的全冰面设计，全冰面就是考虑到如何向社会开放，赛后可同时容纳2000人上冰。还有国家雪车雪橇中心，拥有世界上第17条赛道，这个大众项目运动起来危险性较高，因此在规划设计时在赛道比较缓的地方开了一个出口，给普通大众留了一个出发区，便于赛后向公众开放。

李森表示，考虑到延庆和张家口赛区只能在冬季开展项目体验和比赛，北京冬奥组委在山区山地场馆的规划建设中，利用赛区的人文历史和自然生态优势，建立户外运动项目，发展区域特色旅游休闲、山地度假、户外运动等产业，实现场馆四季运营。据悉，承办越野滑雪、跳台滑雪等比赛的河北张家口赛区的云顶滑雪公园，在春、夏、秋三季的休闲度假、避暑旅游人数远远超过冬季滑雪人数。张家口崇礼区，实施以体育休闲产业为主导的“生态文明+旅游产业”战略，基本实现旅游发展与生态环境保护协同并进。2021年，崇礼区被生态环境部命名为国家生态文明建设示范区，开辟出“冰天雪地也是金山银山”的“崇礼路径”。

绿色小实践：倡导全民参与冬奥“碳中和”

把北京冬奥会办成一届绿色可持续的冬奥会，一直是中国的目标。这种努力不仅体现在大的景观规划、场馆设施建设上，也体现在种种小细节上，比如北京冬奥会境内接力火炬全部应用氢燃料；使用以玉米、薯类等可再生资源为原料生产的可降解餐具；减少纸张消耗，使用电子门票等。

北京冬奥组委还上线了“低碳冬奥”小程序，利用数字技术记录用户日常生活中的低碳行为轨迹，鼓励和引导公众参与绿色低碳生活。例如，人们可通过参加公交、地铁、骑行等绿色出行方式以及购买家电时选择绿色家电，采用低碳办公方式像在线会议等低碳活动获得积分兑换低碳证书和礼品。

2022北京冬奥会，中国不仅向国际社会递交了一份亮眼的“绿色成绩单”，成为奥运的新标杆，也在节约资源、保护环境、可持续利用等方面形成示范并书写生动的“绿色”实践。



本版插图：小丽

态可视，而且每一度绿电都可追溯、可查证。据测算，从2019年6月第一笔绿电交易开始，到2022年冬残奥会结束，北京、延庆、张家口三个赛区的场馆绿电预计使用4亿千瓦时，可减少燃烧12.8万吨的标准煤，减排二氧化碳32万吨。

绿色冰雪：二氧化碳跨临界直接制冷技术提高效率30%，一年可节省约200万度电

北京冬奥会采用了环保标准更高的智能化造雪设备，可根据不同天气条件来调节用水比例。如延庆和张家口赛区造雪用水基本都使用地表水，通过雨水、融雪水的收集和回用来解决造雪用水问题，相比传统造雪方法可节水约20%。而在场馆周边，赛后融雪水收集系统早已在场馆设计之初就充分考虑到对水资源的全收集、全处理和再利用。

雪上场馆注重水资源保护，冰上场馆则聚焦减排和能源回收。北京冬奥会在冬奥历史上第一个大规模使用二氧化碳跨临界直接制冷技术，如国家速滑馆等适合常年制冰的场馆；在传统制冷系统使用R-449a

制冷剂，适合不需要常年制冰的场馆如水立方、国家体育馆等。

北京冬奥会采用的二氧化碳跨临界直接制冷技术，其GWP（全球变暖潜能）危害值仅为1，相比平昌冬奥会使用最多的R-404a制冷剂减少了3000多倍；R-449a制冷剂危害值也仅为R-404a制冷剂的三分之一。相较于传统制冷方式，二氧化碳制冷技术不仅能减少对臭氧层的破坏，还可大幅降低能耗，提高制冷效率30%，一年可节省约200万度电。而且，专门的废热回收装置能将制冰过程中产生的热量进行回收，继续为场馆服务，如场馆浇冰用的热水、生活热水都可通过回收的热量进行补充。国际奥委会官网曾专门撰文称赞北京冬奥会使用二氧化碳跨临界直接制冷技术为全球树立环保制冰典范，将减少约等于3900辆汽车年度的碳排放量，相当于植树120多万棵所中和的碳排放量。

绿色场馆：新建场馆均取得三星绿色建筑标识，“双奥场馆”夏冬转换再利用

据了解，2022北京冬奥会和冬残奥会全部

型绿色环保建筑材料——碲化镉发电玻璃，弱光性能好、抗衰减，被称为可实现持续发电的“第二代太阳能电池”，此次也被应用于国家速滑馆、张家口冬奥会场馆BIPV建筑一体化项目和赤城冬奥走廊等项目中。

相比大拆大建，最大化利用北京2008年奥运会遗产等现有场馆和设施是2022北京冬奥会的又一绿色亮点。据介绍，改造“双奥”场馆，并不是简单的功能转换，而是在保留原有功能的基础上，注入新的冰雪运动使用功能。国家游泳中心只要20天就能从“水立方”变成“冰立方”，实现“冰水转换”；而五棵松体育中心从篮球馆变成冰球馆，仅需6小时即可完成“冰篮转换”，而且五棵松冰球训练馆还建成了38400平米的超低能耗示范工程。

在废弃物处置方面，北京冬奥会按照源头减量、处置资源化、管理统一化的原则进行统一管理分类处置。如延庆赛区有一些山石直接就地使用，用于建筑外墙的“石笼墙”材料，包括铺设道路等；国家速滑馆建设当中有一些废桩头，直接转化为制作国家速滑馆看台的原材料使用。



冬奥会火种灯



冬奥会颁奖托盘



手握前程·北京冬奥会碎钞冰壶摆件



颁奖花束

相关链接

28个饮料瓶制作的工作服

在北京2022年冬奥会和冬残奥会上所有场馆的清废团队提供温暖的工作服，竟是一套采用了rPET材质（饮料瓶再生材质）制作的服装。其外套面料采用了rPET材料，具有良好防水防污效果，且透气性良好；可拆卸的保暖内胆填充了先进的高效暖绒，其原料83%来自于回收材料，该材质轻盈、柔软，保暖性能媲美羽绒，同时它的吸水量只有其自重的1%，即使在潮湿环境中，如清废人员在工作中出汗或在雨雪天作业时，保暖内胆依然能保持良好保温性能。在外套和配件的角落上还“隐藏”了一些有趣信

息，如“我是用28个饮料瓶做的”。这些设计让服务于冬奥一线场馆的清废团队成为了行走的可持续发展理念的传播大使，鼓励更多公众认识并参与到循环回收行动中。

环保理念千年传承的冬奥会火种灯

冬奥会火种灯的创意源自于“中华第一灯”——2000多年前的西汉长信宫灯，长信宫灯出土于本届冬奥会赛区之一的河北，不仅造型轻巧华丽，还有着令人叹为观止的环保设计，宫女铜像体内中空，燃烧产生的灰尘可通过宫女的右臂沉积体内，不会大量飘散到周围环境中。如今，北京冬奥会的火种灯也采用无烟无毒的陶瓷涂料，燃料也选用清洁能源丙烷，将古人的环保理念传承至今。

北京“绿色冬奥”中的小亮点

用环保材料制作的冬奥会颁奖托盘

北京冬奥会的颁奖托盘造型似打开的书页，寓意通过北京冬奥会向世界翻开中国文化和各国友好的新篇章。边缘采用蓝白渐变设计，呈现出“晕染”的东方美学意境，象征着中国文化与世界文化的交融，体现了中国开放、友好、和平、包容的心胸。托盘采用环保材料制作，盘面铺设防滑硅胶垫，可有效避免奖牌和纪念品滑落。

用手工绒线编结的冬奥会颁奖花束

为践行节俭、可持续的办奥理念，采用手工绒线编结花束作为颁奖花束，在奖牌颁发仪式中与奖牌一同颁发给获奖运动员。花束包括玫瑰、月季、铃兰、绣球、月桂和橄榄，分别象征友

爱、坚韧、幸福、团结、胜利与和平。冬残奥会颁奖花束增加了蓝色波斯菊，象征坚强。绒线花束既保留了奥运颁奖仪式中花束的形制，又践行了可持续理念，寓意温暖、祥和，可永久保存，成为“永不凋谢的奥运之花”。

装满880张百元碎钞的冬奥纪念品

晶莹剔透的“冰壶”里，填满了红色碎钞，辅以点金沙作为点缀。这就是北京冬奥会纪念品“手握前程·北京冬奥会碎钞冰壶摆件”。该摆件由880张百元大钞打造而成，这些百元大钞都是在印制人民币过程中所淘汰的不合格品。这种巧妙的回收利用，使得人民币的边角料也能再次发挥价值，也体现了北京冬奥会“绿色冬奥”的环保理念。（冬冬）