

河北省张家口市崇礼区国家跳台滑雪中心“雪如意”(无人机照片)
新华社发(武殿森摄)

比赛场馆100%使用绿电、清洁能源车辆占比85.84%……

北京冬奥就这样一点一点“绿”起来

◎本报记者 何亮

北京冬奥会、冬残奥会，离我们越来越近了。今年北京冬奥会3个赛区的12个竞赛场馆全部按时交付并通过绿色建筑认证；10月以来，拥有12项世界第一的张北直流柔性电网迎来用电

高峰压力测试，自2019年7月投运以来，已累计向各个冬奥场馆组织供电1.6亿度；张家口赛区竞赛场馆全部设计建设了雨水、地表水、融雪水收集系统，实现夏季绿化灌溉、冬季造雪的双利用模式。北京冬奥会从申办到筹办，始终坚持绿色、低碳、可持续原则。通过科技手段，北京冬奥组委为冬奥会铺就了美丽的中国底色。

场馆建设与生态修复同步进行

让体育设施同自然景观和谐相融，确保人们既能尽享冰雪运动的无穷魅力，又能尽览大自然的生态之美。延庆赛区和张家口赛区在建设冬奥场馆时，场馆建设和生态修复同步进行。

在延庆赛区，站在位于小海坨山最高点的雪道出发区放眼望去，高山滑雪中心(“雪飞燕”)的雪道犹如数条白色瀑布由山顶向山谷蜿蜒“流淌”，雪车雪橇中心(“雪游龙”)的赛道宛若游龙嬉戏于山林间，若隐若现。

“不论是我们的冬奥村还是‘雪游龙’‘雪飞燕’，它们都是依山而建、依势而修，尊重大自然的脉络，所以显现出场馆、建筑和环境融为一体的景观。这也是践行‘绿色办奥’理念的一个具体实践和探索。”北京市延庆区委书记穆鹏说。

延庆是首都生态涵养区，也是建设难度最大的一个赛区。在无路、无水、无电、无通信的山区，仅用3年时间，就建起了国内第一条雪车雪橇赛道和第一座符合奥运标准的高山滑雪赛场。虽然面临重重困难，但是践行绿色低碳的承诺不能打折扣。在延庆赛区动第一锹土前，赛区首先做的就是动植物资源的本底调查和保护工

作。延庆赛区场馆设计团队、中国建筑设计研究院有限公司生态景观建设研究院院长朱燕辉告诉记者：“在延庆高山滑雪赛道建设过程中，设计研究团队坚持‘随建随修’的生态策略，工程进度与修复方案同步，不惜多费力气，也要实现整体性修复。”

从2019年的雨季开始，经过2年多的生态修复，不仅破土动工的山体得到修复，6.8公里的山体公路也变为景观大道。目前，延庆赛区的生态本底调查中需要修复的214万平方米的生态环境已全面修复完成。

张家口赛区的场馆建设，同样秉承着“绿色办奥”理念。走进崇礼冬奥核心区古杨树场馆群，记者看到，国家跳台滑雪中心(“雪如意”)镶于翠海，斜倚山峦，“S”形曲线与山体完美融合。

张家口奥体建设开发有限公司工程技术部副经理孙小溪介绍，为最大限度减小对山谷生态的影响，“雪如意”建设过程中尽可能使用可再生材料和环境友好工艺。赛道部分以支桥的方式架设，保证了原地表径流路线与生态廊道不被阻断，周边山体植被得到了恢复。

减碳技术+新能源兑现碳中和承诺

在10月27日国务院新闻办召开的新闻发布会上，北京市副市长、北京冬奥组委执行副主席张建东介绍，北京冬奥组委深入实施可持续性计划，碳中和实施方案，并承诺北京冬奥会碳排放将全部中和。

记者了解到，当前北京市冬奥场馆已100%使用绿电，不仅从源头减少场馆碳排放，还积极开发、利用可再生能源。例如，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

源供应热力。而且，北京周边的风能、太阳能等清洁能源在转化为绿电之后，从发出到被冬奥场馆消纳，全部实现了动态可视。在北京冬奥电力运行保障指挥平台上，每一度绿电都可追溯、可查证。

“绿色办奥”理念还直观地体现在国家游泳中心“冰立方”的智能运维管理平台上。该平台在场馆内安装了1000余个传感器，通过大数据和人工智能分析，自动调控能耗设备运行状态。“它重点对制冰机组和空调、照明等用电‘大户’进行调控，使得电耗大幅减少，最大限度降低场

馆碳排放。目前，能耗较之前降低15%左右。”国家游泳中心场馆运行团队服务副主任兼秘书长刘辉接受采访时表示。在国家速滑馆、五棵松体育中心等冬奥场馆，选用二氧化碳跨临界直冷制冰系统，冰面温差控制在0.5摄氏度以内，碳排放接近于零，这项技术大规模应用于北京冬奥会，这在奥运史上也是首次。同时，场馆还利用冷热联供一体化设计对制冷余热进行回收利用，能效提升30%—40%。在冬奥赛时阶段，仅制冰一项就可减少二氧化碳排放量约900吨。

在北京冬奥会筹备期与赛时，3个赛区场馆通勤最大限度应用节能与清洁能源车辆。据北京冬奥组委官方统计，本次冬奥会赛事交通服务用车中，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%，为历届冬奥会最高。北京冬奥会、冬残奥会期间，使用以上车辆预计将减排约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。

记者了解到，张家口赛区赛场的造雪系统采用的是目前较先进的高效节水造雪设备和智能化造雪系统，造雪机选用出水量较大的全自动低温造雪机，能够根据外界环境动态保持最佳造雪效率，节水量达到20%。

“目前，张家口赛区竞赛场馆用于造雪的非传统水源用水量占造雪总用水量的比例不低于50%，用于冲刷的非传统水源用水量占冲刷总用水量的比例不低于80%，水资源管控水平达到了先进水平。”张家口市绿色建筑发展中心有关负责同志表示。

我国拥有非常辽阔且典型的喀斯特地貌，这些喀斯特地貌孕育着大量的特有种，一直备受学界关注。生物多样性关乎人类福祉，是人类赖以生存和发展的重要基础。我国拥有喀斯特地貌的区域是全球生物多样性受到威胁最严重的地区之一，尤其是喀斯特洞穴，它具有非常特殊的生境，光线暗淡、湿度高、温度波动小、营养供给有限等。生长在喀斯特洞穴里的生物物种往往具有非常狭窄的分布区和非常小的居群，亟须得到保护。

段一凡团队联合中国科学院昆明植物研究所、美国密苏里植物园等的研究人员，介绍了喀斯特洞穴物种的现状与受到的威胁，呼吁政府机构或非政府组织高度重视喀斯特洞穴的生物多样性，希望我国政府立法对喀斯特洞穴生物多样性进行保护，如结合当地实际建立喀斯特洞穴保护区、划归专项资金支持管理、限制人类活动等。他们呼吁各国进一步加强公众关于喀斯特洞穴生物多样性保护的科普教育，提高公众的保护意识，并将更多喀斯特洞穴的特有濒危物种列入国家重点保护野生生物名录。同时，他们也希望世界自然保护联盟(IUCN)重新评估或更新喀斯特洞穴物种的保护等级。

100%

当前北京市冬奥场馆已100%使用绿电，不仅从源头减少场馆碳排放，还积极开发、利用可再生能源。例如，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%可再生能源供应热力。

馆的碳排放。目前，能耗较之前降低15%左右。”国家游泳中心场馆运行团队服务副主任兼秘书长刘辉接受采访时表示。

在国家速滑馆、五棵松体育中心等冬奥场馆，选用二氧化碳跨临界直冷制冰系统，冰面温差控制在0.5摄氏度以内，碳排放接近于零，这项技术大规模应用于北京冬奥会，这在奥运史上也是首次。同时，场馆还利用冷热联供一体化设计对制冷余热进行回收利用，能效提升30%—40%。在冬奥赛时阶段，仅制冰一项就可减少二氧化碳排放量约900吨。

海绵赛区高质量循环利用水资源

进入11月，北京冬奥会张家口赛区云顶滑雪公园的赛道经过造雪已披上了银装。“这些造雪用水，全部来自上个季雪的融雪水和今夏收集的雨水。”张家口赛区场馆设计团队、清华大学建筑设计研究院有限公司总工程师刘加根告诉记者，为加大水资源循环利用，云顶滑雪公园建设了28万立方米的蓄水池，配合引水管线和泵站，将水源沿山势逐级送至赛道，为造雪提供用水保障。

“雪场造雪引水系统对融雪水、雨水、引调水通过塘坝统一调蓄，从而形成造雪用水的内循环，实现最大限度保护水资源。”刘加根说。

据了解，张家口赛区从规划建设之初，节水优先的理念便被考虑在内，竞赛场馆全部设计建设了雨水、地表水、融雪水收集系统，实现夏季绿化灌溉、冬季造雪的双利用模式，致力于打造水资源全收集、全处理、再利用的海绵赛区。

古杨树场馆群采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等多途径雨水收集利用措施，最大限度减少水资源

浪费。刘加根告诉记者，场馆地面铺设微米级孔隙的砂基透水砖、砂基透水路缘石及滤水边沟等。滑雪场建设融雪水利用设施，滑雪道设置截水沟，滑雪道侧面与底部设置汇水沟；采用地下砂滤蜂巢雨水自净化系统，将雨水及山涧溪流进行蓄存、净化、经系统净化后的雨水回用于景观补水、绿化用水、造雪、冲洗厕所等。

记者了解到，张家口赛区赛场的造雪系统采用的是目前较先进的高效节水造雪设备和智能化造雪系统，造雪机选用出水量较大的全自动低温造雪机，能够根据外界环境动态保持最佳造雪效率，节水量达到20%。

“目前，张家口赛区竞赛场馆用于造雪的非传统水源用水量占造雪总用水量的比例不低于50%，用于冲刷的非传统水源用水量占冲刷总用水量的比例不低于80%，水资源管控水平达到了先进水平。”张家口市绿色建筑发展中心有关负责同志表示。

我国拥有非常辽阔且典型的喀斯特地貌，这些喀斯特地貌孕育着大量的特有种，一直备受学界关注。生物多样性关乎人类福祉，是人类赖以生存和发展的重要基础。我国拥有喀斯特地貌的区域是全球生物多样性受到威胁最严重的地区之一，尤其是喀斯特洞穴，它具有非常特殊的生境，光线暗淡、湿度高、温度波动小、营养供给有限等。生长在喀斯特洞穴里的生物物种往往具有非常狭窄的分布区和非常小的居群，亟须得到保护。

段一凡团队联合中国科学院昆明植物研究所、美国密苏里植物园等的研究人员，介绍了喀斯特洞穴物种的现状与受到的威胁，呼吁政府机构或非政府组织高度重视喀斯特洞穴的生物多样性，希望我国政府立法对喀斯特洞穴生物多样性进行保护，如结合当地实际建立喀斯特洞穴保护区、划归专项资金支持管理、限制人类活动等。他们呼吁各国进一步加强公众关于喀斯特洞穴生物多样性保护的科普教育，提高公众的保护意识，并将更多喀斯特洞穴的特有濒危物种列入国家重点保护野生生物名录。同时，他们也希望世界自然保护联盟(IUCN)重新评估或更新喀斯特洞穴物种的保护等级。

科技日报记者在采访中了解到，应用退化高寒草甸和沼泽湿地生态系统恢复技术，草地综合生产力可增加30%以上，项目示范区每年可增收900多万元。次生裸地采用植被重建、补播、施肥等多种措施治理，可使鲜草产量提高52.6%，次生裸地示范区每年直接经济效益近500万元。通过畜群结构优化、实施草畜平衡方案，提高出栏率及增加冬春补饲，不仅增加了牧民收入，同时还大大降低了牛羊的死亡率，使冬春牲畜死亡率降低了2%。

环保时空

系统治理 严格监管

都江堰做好“水文章”

◎本报记者 付丽丽

近日，在都江堰市城区河流旁矗立着的“河长制公示牌”又有了新变化，不仅图文并茂、内容丰富，而且还多了该河的简要故事。

住在都江堰大道幸福公寓的张大爷说：“每天晨练，一看到这些公示牌，心里就踏实了，知道有这么多人关心这条河，作为都江堰人，我们更要自觉地保护好它。”

构建管理体系 联动推进流域水环境综合治理

2017年元旦，习近平总书记在新年贺词中特别强调，“每条河流要有‘河长’了”。全面推行河湖长制是党中央从生态文明建设和经济社会发展全局出发作出的重大决策。有数字显示，4年多来，31个省(直辖市、自治区)全部设立党政双总河长，党政主要负责同志携手履行第一责任人职责，明确省、市、县、乡级河湖长30多万名，村级河湖长及巡(护)河员90万名。河湖面貌持续改善，河湖水生态环境持续向好。

锦江流域都江堰段涉及柏条河、徐堰河、走马河、江安河4大干渠，流经灌口街道、银杏街道等6个镇街，是成都平原生产生活生态用水的重要保障。

“开展锦江流域都江堰段水生态治理，离不开扎实的体制机制保障。”都江堰市水务局局长游强介绍，近年来，都江堰市设置市级河长4名，镇、村级河长153名，片区河道警长6名，巡河队员115名，构建了“河长+警长+护河员”管理体系，联动推进流域水环境综合治理。

2018年5月以来，锦江流域内河长依托“成都E河长”App累计巡河5.875万人次，处置问题744个。龙池镇的一位河长说：“通过‘河长制公示牌’，群众发现问题第一时间就会跟我们联系，我们会立即赶到现场，及时处理。”

“经过系统治理与严格监管，锦江流域都江堰段持续保持II类水质，优良水体达标率100%。”游强说。

清淤保畅 对“散乱污”企业零容忍

一条条河流，就像人的血管一样，需要清洁通畅。“绿翠浸润的都江堰市，对‘散乱污’企业从来都是零容忍。”游强说。近年来，都江堰市常态化开展“散乱污”企业清理整治，持续强化养殖污染治理，落实市、镇、社区三级巡查监管机制，累计完成企业清理整治92户，全市畜禽粪污综合利用率达96%，规模养殖场粪污处理设施配套率100%。

同时，都江堰市还全力提升污水处理能力。2016年以来，都江堰市累计投入资金7.14亿元，新建市政管网88.105公里，污水处理厂日处理规模达18.19万吨，与2015年相比，提高了89.68%；截至去年，都江堰城区污水处理率从87.08%提高到92.37%，建制镇污水处理率从70.65%提高到78.84%；处理后污水达到四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准，生活污水厂污泥无害化处置率为100%。

不仅如此，4年多来都江堰市还大力实施清河行动，清除临河建筑物9.55万平方米，清理行洪障碍物13.5万立方米，清理岸线垃圾309吨，打捞河湖漂浮物214吨；开展定期清掏，近3年清掏河(渠)道417公里，清除直排污水口24个，封堵整治入河排污口281处，清掏、疏通雨污水管网806处。

“节水优先、空间均衡、系统治理，正是持续发力，都江堰才能实现河道清水长清、碧水长流，荣登2020年‘中国净水百佳县市’榜首。”游强说。

漫步都江堰，无论是城区、乡村、山野，清澈的江水都会让人身心愉悦。一条条绿道，让都江堰人的生活平添了许多诗意。

喀斯特洞穴生物多样性亟须得到保护

科技日报讯(记者张晔 通讯员谿红桃)近日，科技日报记者从南京林业大学获悉，该校生物与环境学院段一凡团队联合国内外科研人员在《科学》杂志上发表了题为“保护中国喀斯特洞穴生境”的文章，呼吁重视喀斯特洞穴的生物多样性保护。

我国拥有非常辽阔且典型的喀斯特地貌，这些喀斯特地貌孕育着大量的特有种，一直备受学界关注。

生物多样性关乎人类福祉，是人类赖以生存和发展的重要基础。我国拥有喀斯特地貌的区域是全球生物多样性受到威胁最严重的地区之一，尤其是喀斯特洞穴，它具有非常特殊的生境，光线暗淡、湿度高、温度波动小、营养供给有限等。生长在喀斯特洞穴里的生物物种往往具有非常狭窄的分布区和非常小的居群，亟须得到保护。

段一凡团队联合中国科学院昆明植物研究所、美国密苏里植物园等的研究人员，介绍了喀斯特洞穴物种的现状与受到的威胁，呼吁政府机构或非政府组织高度重视喀斯特洞穴的生物多样性，希望我国政府立法对喀斯特洞穴生物多样性进行保护，如结合当地实际建立喀斯特洞穴保护区、划归专项资金支持管理、限制人类活动等。他们呼吁各国进一步加强公众关于喀斯特洞穴生物多样性保护的科普教育，提高公众的保护意识，并将更多喀斯特洞穴的特有濒危物种列入国家重点保护野生生物名录。同时，他们也希望世界自然保护联盟(IUCN)重新评估或更新喀斯特洞穴物种的保护等级。

科技日报记者在采访中了解到，应用退化高寒草甸和沼泽湿地生态系统恢复技术，草地综合生产力可增加30%以上，项目示范区每年可增收900多万元。次生裸地采用植被重建、补播、施肥等多种措施治理，可使鲜草产量提高52.6%，次生裸地示范区每年直接经济效益近500万元。通过畜群结构优化、实施草畜平衡方案，提高出栏率及增加冬春补饲，不仅增加了牧民收入，同时还大大降低了牛羊的死亡率，使冬春牲畜死亡率降低了2%。

几十年薪火相传，守好高原绿水青山

◎本报记者 颜满斌

近日，科技部发布了关于批准建设“甘肃甘南草原生态系统国家野外科学观测研究站”(以下简称甘南站)等69个国家野外科学观测研究站的通知。自1992年建站，甘南站已经走过了近30个年头。一代代科研人薪火相传，守护着甘南的绿水青山。

坚守生态阵地

在我国以“两屏三带”为主体的生态安全战略格局中，青藏高原生态安全屏障尤为重要。发源于巴颜喀拉山的黄河在位于青藏高原东部的甘南入境甘肃，而后在甘南玛曲绕了433公里后又回到青海，在这里形成了黄河第一道湾，同时在玛曲形成了我国面积最大的高寒沼泽湿地，也使甘南草原成为整个青藏高原上拥有初级生产力、物种多样性最高的高寒草甸和沼泽湿地生态系统。“倘若该区域的高寒草甸和沼泽湿地退

化，将会带来严重的后果。”兰州大学生命科学学院教授马妙君说，这会使青藏高原生态安全屏障遭到破坏；会严重影响黄河上游的水源补给功能；会造成黄河中下游沙尘暴和荒漠化；会使泥炭中的碳大量排放出来形成二氧化碳、甲烷等气体，使碳汇成为碳源，进一步导致全球气温升高；会影响这个多民族交汇地区的经济社会稳定……

“无论从哪个角度来说，这个地区都是非常重要的，是我们应该坚守住的阵地”。马妙君说。

1992年，兰州大学生命科学学院教授杜国祯在海拔2700—4200米的青藏高原东部、甘肃省甘南藏族自治州，建立了甘南站。经多方争取，2010年7月，甘南站扩建升级为“兰州大学中央级普通高等学校农林实践基地——高寒退化草地恢复与可持续利用技术推广基地”。2018年，甘南站被甘肃省科技厅认定为省级台站。2019年，甘南站与“甘肃庆阳草地农业生态系统野外科学观测研究站”一道被教育部认定为部级台站。

改善受损环境

随着人口压力的增大和过度放牧，甘南高寒草甸和沼泽湿地生态系统严重退化、湿地面积萎缩、次生裸地过程加剧、水源补给量减少，高寒草甸和沼泽湿地生态系统的生态功能和生物多样性已严重受损。

如何合理利用不同类型的草地，通过何种措施修复退化的生态系统，提升草地水源涵养功能，解决日益尖锐的草畜矛盾，实现生态系统稳定、草地可持续利用、草地畜牧业良性发展，已然成为该区域的一项重要任务。

围绕这些问题，甘南站科研人员通过长期的基础研究和积累，进行了大量高寒草甸和沼泽湿地生态系统的退化和恢复机理研究。在近30年间研究数据的基础上，甘南站进行了退化高寒草甸和沼泽湿地生态系统恢复技术的研发，提出了高寒草甸和沼泽湿地生态系统的修复方案，建立了一系列技术体系并示范应用。根据高寒草甸和沼泽湿地生态系统植物群落结构及主要组分