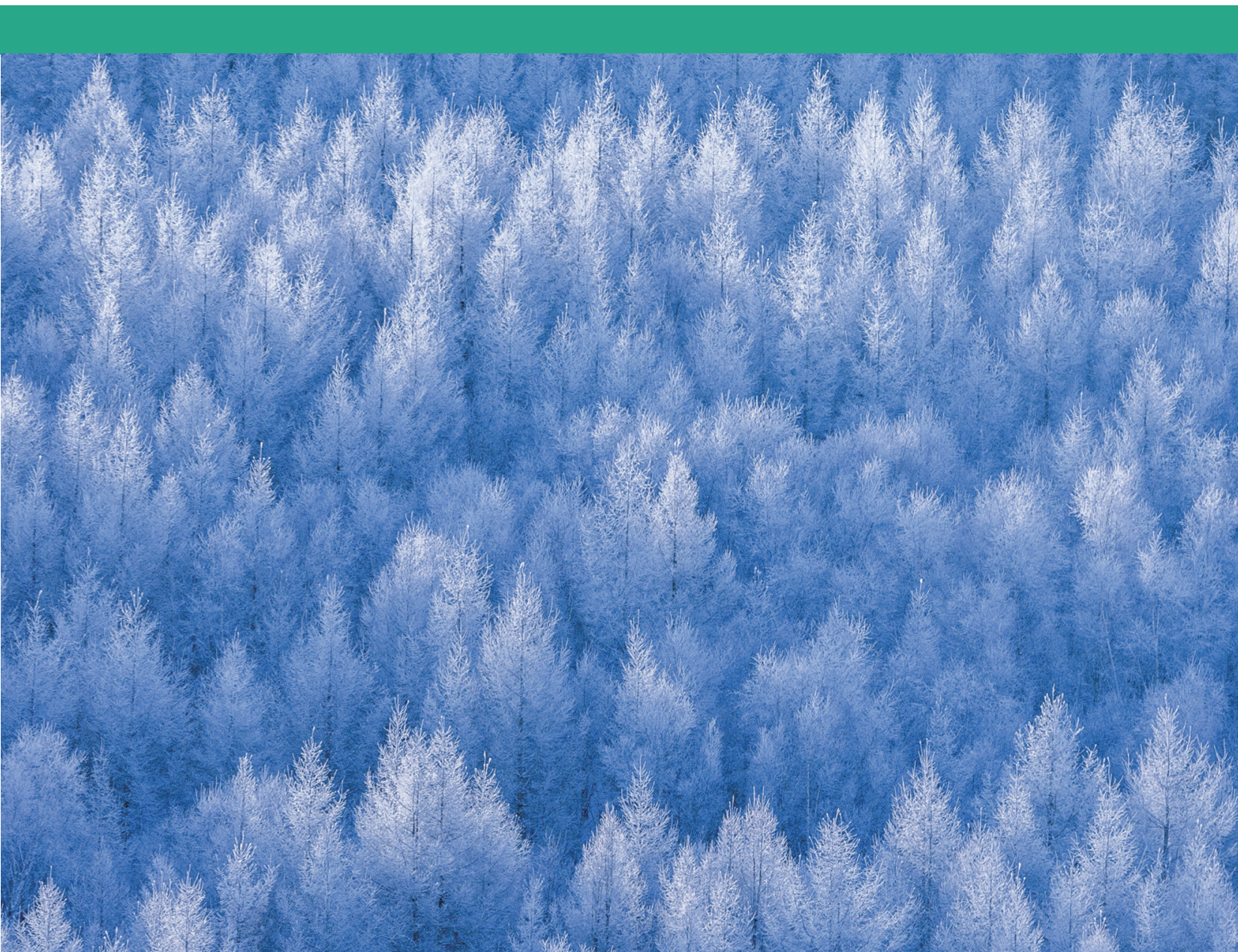




北京 2022 年冬奥会和冬残奥会 环境遗产报告（2022）





北京 2022 年冬奥会和冬残奥会 环境遗产报告（2022）

北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会
北京体育大学

北京 2022 年冬奥会和冬残奥会环境遗产报告（2022）编写团队

北京冬奥组委总体策划部

李 森 王仁华 刘兴华 刘 楠 祁 轩
姜 巍 樊佩杰 黄 颖 辛宇晨

北京体育大学

曹卫东 高 峰 白宇飞 蒋依依 彭 建 谢苗苗
张小飞 常 青

序 言

环境遗产是北京冬奥会遗产的重要组成部分。北京冬奥会筹办，全面推动区域生态环境质量再上新台阶。北京冬奥会环境遗产主要包括，生态环境的保护与持续改善、低碳奥运的措施与机制、可持续性管理的政策与体系等方面。本报告为北京冬奥会环境遗产报告，主要介绍从 2015 年 7 月 31 日北京冬奥会申办成功至今，北京冬奥会筹办过程中形成的上述方面的遗产成果。

自 2015 年申办成功以来，京津冀及周边省市协同推进生态环境保护治理，实施治气、治沙、治水攻坚战，采取一系列精细化防控措施，区域生态环境持续改善。大气环境显著改善，北京市和张家口市空气中细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度分别由 78 微克/立方米和 30 微克/立方米下降至 33 微克/立方米和 23 微克/立方米。实施造林绿化工程，北京市和张家口市森林覆盖率分别由 41.6% 和 37% 增长至 44.4% 和 50%，赛区及周边风沙问题获得有效治理。京津冀地区水环境质量持续提高，北京市污水处理率由 87.9% 提高

到 95%，张家口市地表水优良水质断面占比由 70% 提高到 100%。积极实施山地赛区保护和生态修复，形成了生态赛区、森林场馆的良好形态。

全面推进低碳管理，进行低碳场馆创新示范，奥运会历史上首次使用最清洁低碳的二氧化碳制冷剂；推动新能源车辆的普及应用，在全社会倡导绿色低碳出行方式；广泛推广可再生能源利用，依托 ±500kv 张北柔性直流电网工程和跨区域绿电交易机制，实现全部场馆常规电力需求 100% 由绿色能源供给；采取行动推动碳中和，实施林业碳汇捐赠和涉奥企业碳汇捐赠示范，推广碳普惠制，搭建面向公众的自愿减排交易平台。

在全社会推广普及可持续理念，在北京冬奥会进行可持续措施的广泛应用，创新建立具有北京冬奥会特色的可持续性管理体系，实现奥运筹办全过程、全领域的可持续性融入和管理，为规范奥运会等大型活动可持续性管理工作管理提供了良好的示范。

一起向未来

Together for a Shared Future



目录

一、实施大气治理行动, 空气质量显著改善	01
二、加大治沙覆绿力度, 国土绿化稳步推进	09
三、坚持保护治理同步, 水环境质量持续改善	15
四、强化实施全程管控, 赛区生态环境硕果累累	23
五、低碳场馆树立典范, 绿色低碳未来可期	29
六、低碳交通持续深化, 低碳出行蔚然成风	35
七、率先使用绿色电力, 低碳能源引领示范	41
八、多措并举齐参与, 努力实现碳中和	45
九、可持续性创新突破, 可持续理念深入人心	49





1

实施大气治理行动，
空气质量显著改善



● 北京延庆雪后海坨山

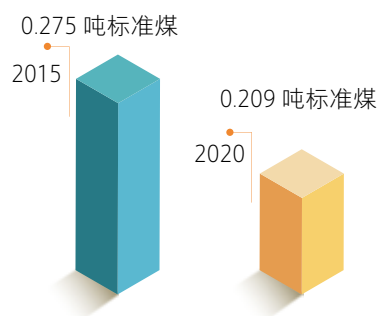
北京冬奥会的筹办加速了中国和各主办城市的大气治理步伐，通过实施持续性大力度多举措的区域大气协同治理，近年来空气质量得到了大幅提升。中国政府制定并在全中国范围内实施《大气污染防治行动计划》《打赢蓝天保卫战三年行动计划》；自 2017 年起，连续 4 年在京津冀及周边地区等大气污染防治重点区域，开展秋冬季大气污染综合治理攻坚行动；北京市在实施《2013-2017 年五年清洁空

气行动计划》基础上制订并实施《北京市打赢蓝天保卫战三年行动计划（2018-2020 年）》《大气污染防治 2021 年行动计划》；张家口市在实施《张家口市大气污染防治行动计划实施细则》（2013—2017 年）的基础上制定并实施《张家口市打赢蓝天保卫战三年行动方案》（2018—2020 年）《张家口市 2021 年空气质量提升实施方案》。通过建立京津冀及周边地区大气污染防治领导小组，打破行政区

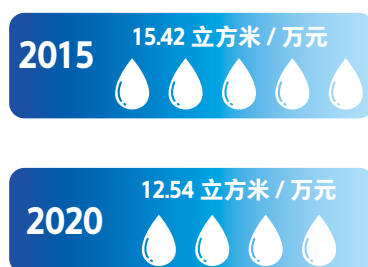
域限制，完善区域大气污染防治协作机制，强化区域联防联控。

调整优化产业结构，推进产业绿色发展。优化产业布局，严控“两高”行业产能，强化“散乱污”企业综合整治，深化工业污染治理，大力培育绿色环保产业。2020 年，北京市万元地区生产总值能耗持续下降，由 2015 年的 0.275 吨标准煤降至 2020 年的 0.209 吨标准煤，水耗由 2015 年的 15.42 立方米 / 万元降至 2020 年的 12.54 立方米 / 万元。

北京市万元地区生产总值能耗

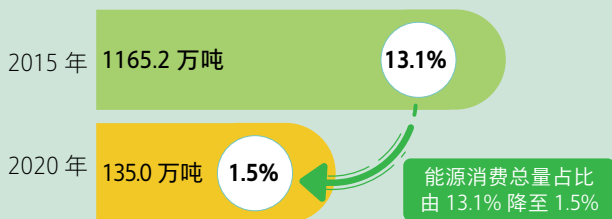


北京市万元地区生产总值水耗

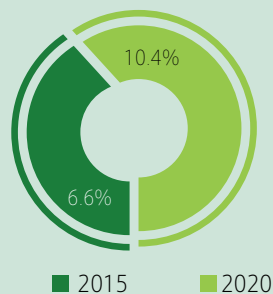


● 北京西山

2015 年到 2020 年，北京市煤炭消费量由 1165.2 万吨削减到 135.0 万吨，在能源消费总量中占比由 13.1% 降至 1.5%



北京市新能源和可再生能源消耗占比由 2015 年的 6.6% 提高到 2020 年的 10.4%。



● 河北张家口天蓝水碧

加快调整能源结构，大力推广清洁能源高效能源。有效推进北方地区清洁取暖，重点区域继续实施煤炭消费总量控制，加快发展清洁能源和新能源。2015 年到 2020 年，北京市煤炭消费量由 1165.2 万吨削减到 135.0 万吨，在能源消费总量中占比由 13.1% 降至 1.5%，提前超额完成到 2020 年底 400 万吨的规划目标。北京市新能源和可再生能源消耗占比由 2015 年的 6.6% 提高到 2020 年的 10.4%。

积极调整运输结构，发展绿色交通体系。优化调整货物运输结构，加快车辆结构升级，大力淘汰老旧车辆。加快油品质量升级，强化移动源污染防治，推广使用新能源汽车。北京市新能源客车保有量由 2013 年的 2211 辆增加到 2020 年 11 月的 40.1 万辆。

截止 2021 年 7 月，张家口市新能源公交车共 1718 辆，占公交车总数的 73%，其中包括 304 辆氢燃料电池公交车。

优化调整用地结构，推进面源污染治理。实施防风固沙绿化工程，推进露天矿山综合整治，加强扬尘综合治理，加强秸秆综合利用和氨排放控制。北京市 2020 年城市洁净度显着提升，全市降尘量同比下降 12.1%，在京津冀及周边地区“2+26”^[1]城市中保持前列。

实施重大专项行动，大幅降低污染物排放。开展重点区域秋冬季攻坚行动，打好柴油货车污染治理攻坚战，开展工业炉窑治理专项行动，实施 VOCs

专项整治方案。经测算，2015-2020 年北京市 NO_x 和 VOCs 分别减排 43%、52.5%，实现污染物排放量刚性下降。

京津冀及周边地区：2020 年“2+26”城市年度空气质量优良天数平均为 63.5%，重度及以上污染天数比例较 2019 年下降 2%，未出现以 SO₂ 和 CO 为首要污染物的超标天。

北京市：年度空气质量优良天数比例大幅度增加，从 2015 年的 51% 增长到 2020 年底的 75.40%。与此同时，中度以上污染天数比例明显减少，中度污染和重度污染天数比例分别从 2015 年的 12.9% 和 7.9% 减少到 2020 年的 3.0% 和 2.7%。严重污染天数比例由 2015 年 3.8% 减少到 2020 年的 0.0%。

[1] 2+26 城市：是指京津冀大气污染传输通道城市，包括北京、天津以及河北、山西、河南、山东的 26 个重点城市。

北京市新能源客车保有量



2211 辆

40.1 万辆

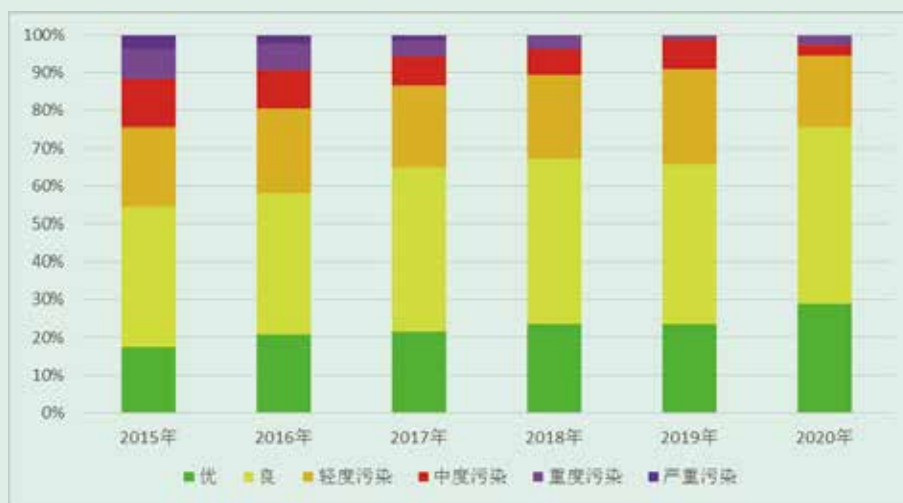
由 2013 年的 2211 辆增加到 2020 年 11 月的 40.1 万辆。

张家口市截至 2021 年 7 月

新能源公交车共 1718 辆，
其中包括 304 辆氢燃料电池公交车。



2015-2020 年北京市各空气质量等级天数比例



2015-2020 年张家口市各空气质量等级天数比例

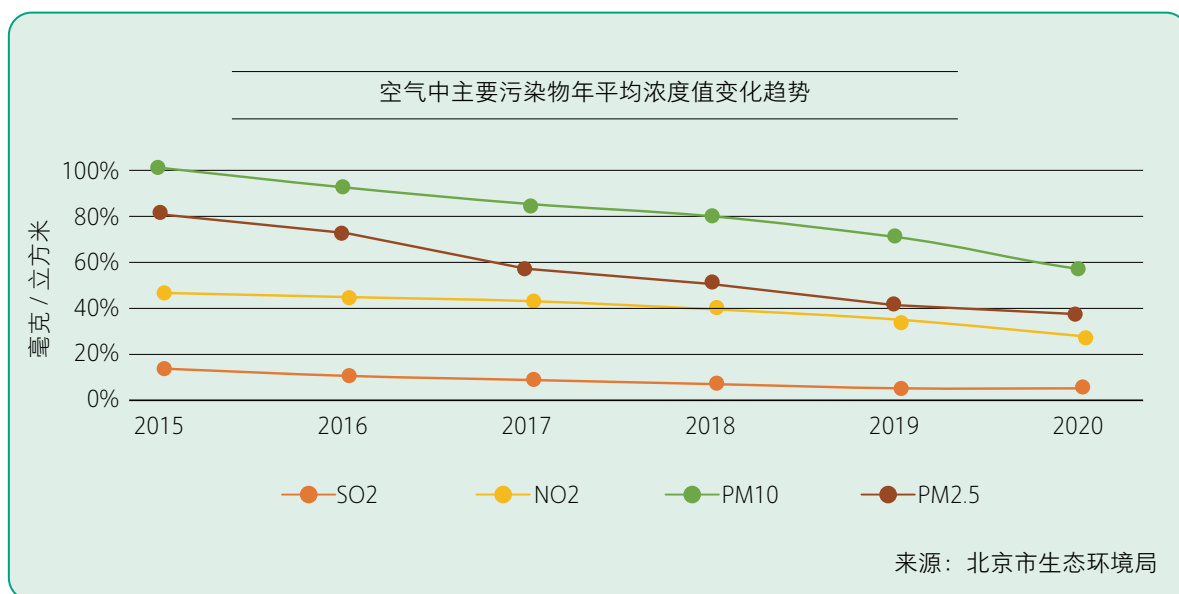


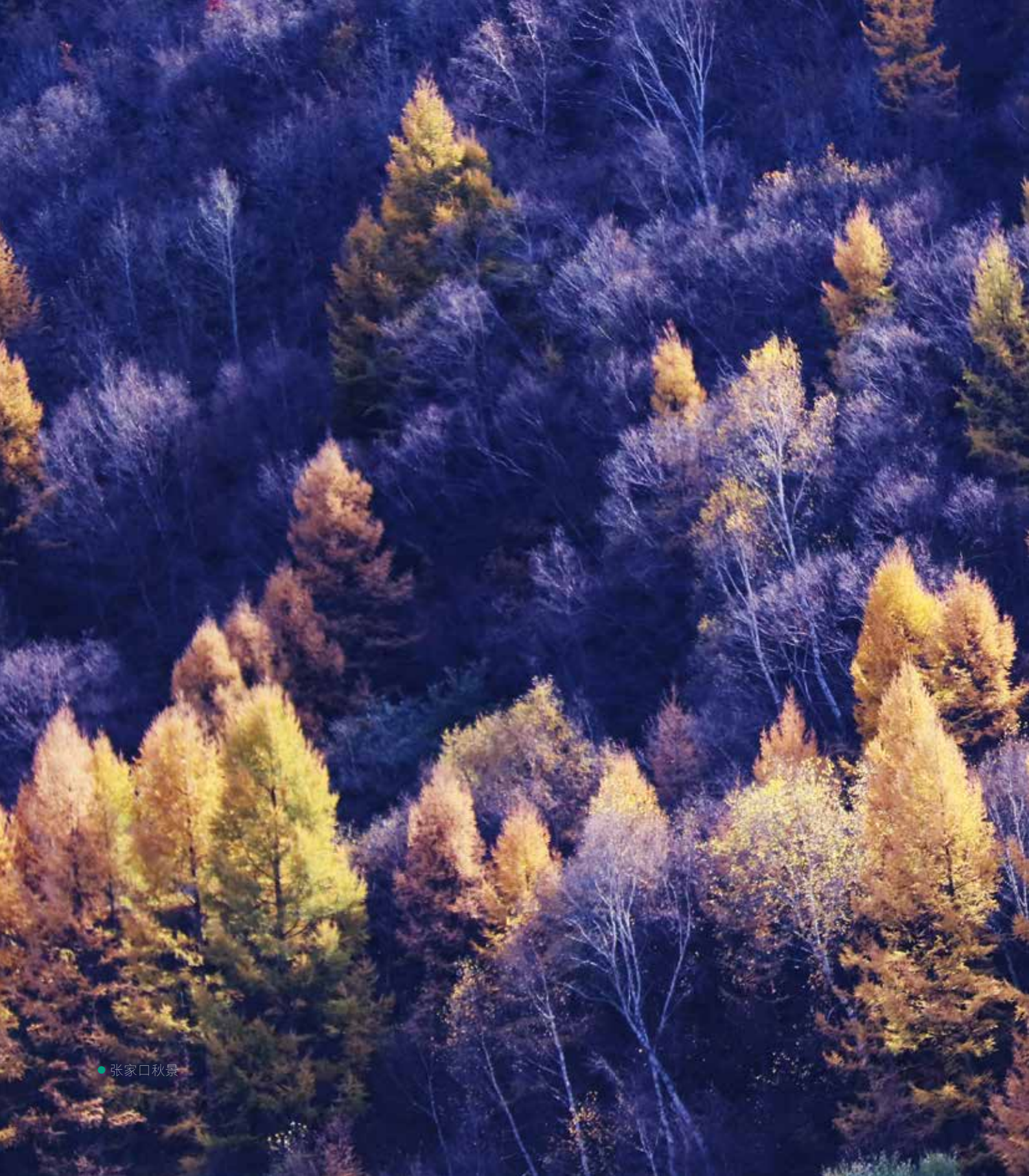
2015 年到 2020 年,北京市空气质量状况明显持续改善。空气中细颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$) 年平均浓度值从 80.6 微克 / 立方米下降到 38 微克 / 立方米;二氧化硫 (SO_2) 年平均浓度值从 13.5 微克 / 立方米下降到 4 微克 / 立方米;二氧化氮 (NO_2) 年平均浓度值从 50 微克 / 立方米下降到 29 微克 / 立方米;可吸入颗粒物 (PM_{10}) 年平均浓度值从 101.5 微克 / 立方米下降到 56 微克 / 立方米。

2021 年,北京市 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度和 O_3 浓度分别为 33 微克 / 立方米、149 微克 / 立方米,首次同步达到国家二级标准; PM_{10} 、 NO_2 、 SO_2 年均浓度分别为 55 微克 / 立方米、26 微克 / 立方米、3 微克 / 立方米,均多年稳定达到国家二级标准。各项大气污染物实现协同改善,北京市空气质量首次全面达标。

张家口市: 空气质量始终保持在京津冀地区最好水平。2015 至 2020 年每年空气质量优良天数比例均在 80% 以上。2020 年,全市中心城区环境空气质量达标天数 328 天,达标率为 89.6%,相较 2015 年的 298 天、82.3%,提升 7.3 个百分点,空气综合指数 3.21,在全国 168 个重点城市中位列第 19 名,成为全国北方地区唯一进入前 20 名的城市。2015 年至 2020 年,全市 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度由 30 微克 / 立方米降至 23 微克 / 立方米。

2015 至 2019 年,作为北京冬奥会主赛区之一的张家口市崇礼区空气质量综合指数连续 5 年居河北省 168 个县 (市、区) 第一位。2020 年,崇礼区 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度为 15 微克 / 立方米,较 2015 年下降 59.5%。







2

加大治沙覆绿力度， 国土绿化稳步推进

北京冬奥会的筹办加速了京津冀三地在林业生态建设方面协同合作，增强了各项措施的实施力度、扩大了实施范围、加快了实施速度，三地共同努力构建区域绿色发展格局。国家林业局、北京市、天津市和河北省编制并印发《京津冀协同发展林业生态建设规划（2016—2020 年）》，并签署《共同推进京津冀协同发展林业生态率先突破框架协议》。北京市制订并实施《北京市“十三五”时期环境保护和生态建设规划》。张家口市制订并实施《张家

口市鼓励荒山绿化实施办法》《张家口市绿富张垣攻坚规划（2016—2022 年）》。

加大绿化造林力度。加快实施京津风沙源治理、退耕还林、三北防护林、太行山绿化、平原绿化、城乡绿化等重点工程。推动京津冀水土保持、水源涵养功能区造林绿化，加快推进永定河流域综合治理与生态修复。共同推进北京冬奥会延庆赛区、张家口赛区、燕山—太行山水源涵养生态功能区、国家储备林基地等重大造林绿化项目。

● 张家口市区至崇礼区的公路沿线树木丛生





● 北京灵山

提升森林资源质量。全面加强森林资源监管。继续扩大国家级公益林面积。积极探索建立区域生态效益横向补偿机制。强化森林抚育和退化林修复，推进森林近自然、多功能经营，全面提高森林质量和效益。

扩展自然保护空间。提升自然保护区、湿地公园、森林公园、风景名胜区等的建设和管护水平，构建环首都自然保护地体系。加强京津冀湿地保护和修复力度，建立湿地保护协调和生态补偿机制，划定生态保护红线，合理配置水资源，共同推进永定河、

潮白河等区域湿地保护与恢复。

建立区域联防联控体系。强化三地森林保护合作机制，实现京津冀跨区域一体化联防联控。优化升级现有森林防火联防机制，建立三地森林防火联合指挥部。建立和完善京津冀林业有害生物监测预警、检疫御灾联防联控协作体系。针对热点、难点科技问题和共性关键技术开展联合攻关，筛选科技成果，三地共享，强化推广应用。加大国家和三省市人才交流力度，完善研究资源、专家资源、科技资源的共享机制。

京津冀地区：截止 2019 年，京津冀地区森林面积达到 **760 万公顷**，湿地面积超过 **126 万公顷**，防沙治沙面积达到 **107 万公顷**。推进大规模国土绿化，2016 年至 2019 年，完成造林 **133 万公顷**以上，森林覆盖率达到 **35% 以上**。提升森

林质量，完成中幼林抚育 **100 万公顷**，退化林修复 **13 万公顷**。开展环首都自然保护地体系建设，包括，新建 **3 个** 国家级自然保护区、**10 个** 国家森林公园、**12 个** 国家湿地公园。

森林面积达到
760 万公顷

防沙治沙面积
107 万公顷

湿地面积达到
126 万公顷

森林覆盖率
35% 以上

完成造林
133 万公顷

幼林抚育
100 万公顷

退化林修复
13 万公顷

开展环首都自然保护地体系建设

国家级自然保护区
3 个

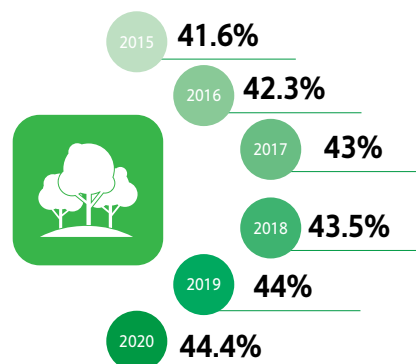
国家森林公园
10 个

国家湿地公园
12 个

北京市

森林覆盖率持续提升。北京市自 2015 年以来人工造林、封山育林面积显著增加。2015 年至 2020 年北京市森林覆盖率由 41.6% 增长至 44.4%。2020 年 6 月, 北京市山区森林覆盖率达到 58.8%, 京津风沙源治理工程的贡献率达到 90% 以上。

2015-2020 年北京市森林覆盖率



张家口市

持续开展首都水源涵养功能区和生态环境支撑区建设, 截止 2021 年 6 月, 张家口市森林覆盖率达到 50%, 比 2015 年提高 13 个百分点。崇礼区森林覆盖率达到 67%, 比 2015 年提高 15 个百分点, 其中仅 2020 年即完成造林绿化 7867 公顷。此外, 完成水土流失治理面积 74 平方公里, 通过土地流转对低质低效耕地集中收储, 完成坝上地区休耕种草 12.09 万公顷。

截止 2021 年 6 月

张家口森林覆盖率达 50%



崇礼区森林覆盖率达到 67%







3

坚持保护治理同步，
水环境质量持续改善



以北京冬奥会筹办为契机，京津冀三地签署并实施一系列合作协议，共同改善流域水环境。三地签署《京津冀区域环境保护率先突破合作框架协议》和《京津冀水污染突发事件联防联控机制合作协议》。此外，北京市制订并实施《进一步加快推进城乡水环境治理工作三年行动方案》。张家口市制订并实施《张家口首都水源涵养功能区和生态环境支撑区建设规划（2019-2035 年）》。

实施流域协同治理。京津冀三地政府针对永定

河、北运河、潮白河等重点河流水污染问题制订并实施《京津冀协同发展六河五湖综合治理与生态修复总体方案》。建立环境执法联动工作机制，发布《京津冀重点流域突发水环境污染事件应急预案》，开展水污染防治联合督导检查 and 渔政联合执法行动，进行突发水环境污染事件应急演练。京冀两地政府建立密云水库水源涵养区生态补偿机制，推动密云水库上游潮白河流域生态保护补偿。

加快农村地区生活污水治理。按照污染治理与

● 北京官厅水库





● 潮白河大桥

资源利用相结合、工程措施与生态措施相结合的原则，以水源地周边村庄、新增民俗旅游村庄、人口密集村庄为重点，解决 900 个左右村庄的生活污水处理问题。结合农村户厕改造，采用收集运输处理等方式解决人口较少村庄生活污水处理问题。

加强合流制溢流污染和面源污染治理。坚持“点、线、面”结合，通过源头治理、末端拦截、分散调蓄、就地处理等方式，消减合流制溢流污染和面源污染。进行雨污混接错接治理、调蓄设施建设、排河口垃圾治理、农业面源污染治理。加强排水管网运行监管。

深入开展入河（湖）排污口整治。规范工业企业排水管理。加强水体及岸线垃圾治理。加强水环境联合执法。

提升水源涵养功能。提高涵水蓄水能力，提升生态系统涵水功能。推进节约集约用水，压减农业用水，控制工业用水，实施城乡生活节水。治理地下水超采，开展退减灌溉，严控地下水开采。实施多源增水和引水，加强雨水资源化利用，大力推广再生水利用，有效实施生态补水。

北京市

全市地表水水质持续改善。河流水质逐年好转，水环境“优增劣降”，湖泊、水库水质较好，基本达到水环境功能区要求，市级、区级饮用水水源地水质均达到或优于相关标准。全市污水处理能力有所提高，优良水体增加明显。污水处理率由2015年的87.9%提高到2020年的95%，城镇地区基本实现污水全收集、全覆盖、全处理。

张家口市

通过截污管线和污水管网建设等方式，逐步恢复河道生态功能。持续开展碧水保卫战，实施永定河上游、潮白河等流域综合治理，张北县、怀来县入选全国第二批节水型社会建设达标县。2015至2020年，张家口市地表水优良水质（Ⅰ-Ⅲ类）断面比例由70%上升为100%，除2019年外张家口市主要流域水质监测断面功能区达标率始终保持100%。2020年张家口市主要流域水质均为良好，全市区域地表水整体水质为优良。



北京市水环境治理

年份	污水处理率	城六区污水处理率	河流		湖泊		水库	
			优良水质	劣 V 类水质	优良水质	劣 V 类水质	优良水质	劣 V 类水质
2015	87.9%	97.5%	48.0%	44.5%	32.6%	18.6%	80.0%	0
2016	90.0%	98.0%	48.6%	39.9%	31.3%	3.9%	80.4%	0
2017	92.4%	98.5%	48.6%	34.7%	47.6%	11.7%	82.5%	0
2018	93.4%	99.0%	54.5%	21.0%	58.3%	1.0%	84.5%	0
2019	94.5%	99.3%	55.1%	9.5%	61.2%	2.7%	85.2%	0
2020	95%	99.4%	63.8%	2.4%	12.6%	2.8%	84.6%	0

张家口市水环境治理

年份	主要流域水质监测断面功能区达标率	地表水 I-III 类水质（优良水质）断面比例
2015	100%	70%
2016	100%	100%
2017	100%	90.0%
2018	100%	81.8%
2019	93.3%	87.5%
2020	100%	100%



专栏：北京多水域发现水生态环境健康风向标“五彩鱼”

最近，北京市水文总站的办公楼里养了一缸鱼，30 多种小鱼在丰茂的水草间自在游弋，令人赏心悦目。这些鱼是市水文总站水生态监测团队在今年水生态监测工作中采到的活体鱼，市水文总站总工程师黄振芳打开了记录本，本上记录着 30 多种鱼的名称和来源地。这些鱼分别来自永定河、北运河、运潮减河、拒马河、奶水河、怀九河、昆玉河、凉水河等北京水域，它们齐聚这里，展示了北京本地水域的一种基本水生生态系统。

“这种五彩斑斓的鱼俗称五彩鱼，是水生态健康与否的风向标。”黄振芳指着鱼缸中一群小鱼说道，这种鱼的学名叫鳊鲂鱼，是一种淡水鱼，“这种鱼对水生态环境要求很高，只在水质良好、溶氧充足、生境条件完善、水生态指标健康的水域中生存繁衍。”黄振芳说。

仅仅两个月的时间，“入驻”的本地鱼已经超过 30 种，其中就包括五彩鱼。“北

运河、运潮减河、凉水河等河道都看见了五彩鱼，五彩鱼已经成为本市水域的广布种。”黄振芳说。据了解，北京历史上的有文献记载的野生鱼类有 85 种，目前市水文总站生态调查团队已经观测到活体的已达 60 种，表明自筹办北京冬奥会以来，北京市多措并举下大力气提高地表水水质，河流水质逐年好转，北京市水生态系统恢复势头良好，水环境质量提升成效显著。



● “五彩鱼”



● 夏季的国家高山滑雪中心



4

强化实施全程管控，
赛区生态环境硕果累累



● 延庆赛区生态修复

为落实生态保护理念，最大限度减少场馆建设运行对原生态环境的影响，北京冬奥组委会同相关部门开展延庆和张家口赛区森林生态系统综合本底调查和规划环境影响评价工作，并编制《环境保护措施责任矩阵表》，确定责任主体和时间进度，督促各项责任得到严格落实，多方式保护赛区植物，尽可能减小对野生动物的影响，同步实施赛区生态

修复，推进水资源循环高效利用，高标准保护赛区生态环境。

从设计源头减少环境影响。延庆和张家口赛区分别针对规划开展环境影响评价，科学研判赛区生态环境面临的主要风险与挑战，从避让、减缓、重建、补偿等方面确定了生态环境、水资源、大气、土壤保护等 54 项和 44 项保护措施。在工程设计选址中，

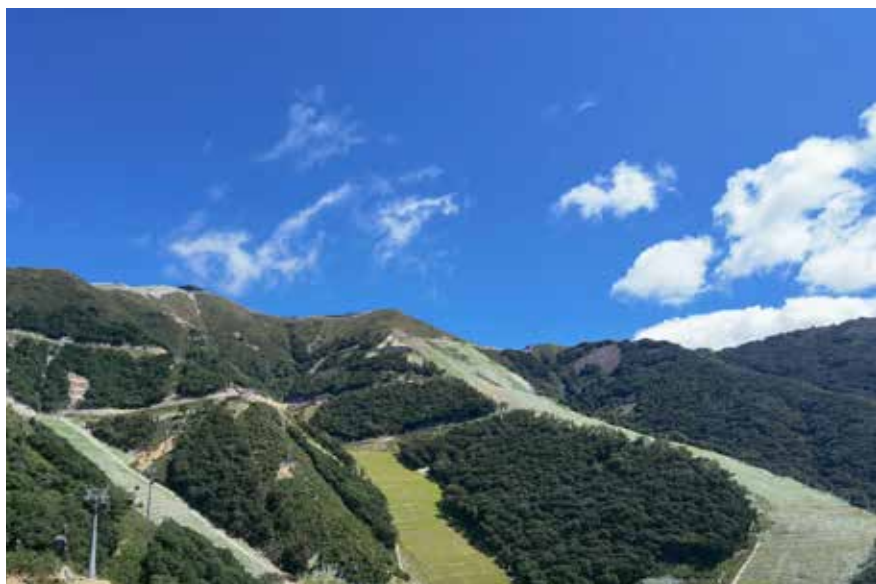
两地最小化用地范围，设置施工红线，控制施工动土范围，合理安排道路等线路。在工程建设施工中，科学设计、合理安排水电等各工序进度，合理配置永久建筑、临时设施和使用场地的数量和规模，尽可能减少场馆建设对生态环境的影响。

多方式保护赛区植物。延庆赛区在建设前，组织专业团队开展生态环境本底调查。针对不同情况，制定就地、近地、迁地三种保护策略。在赛区内建设就地保护小区保护不能移植的树木。建成 5 个近地保护小区，对难以远距离迁移的，较为珍惜的 1.1 万余棵灌草以及数以百计的乔木，进行近地保护，短距离移植。建成 300 亩左右的迁地保护基地，保护了从赛区山地移植的 2.4 万余株乔木，通过科学施工以及精细化管理，使移植成活率达 90.7%。

尽可能减少对野生动物影响。在施工建设中注意减少夜间施工，道路照明使用定向遮光罩，减缓光污染对动物的影响。组织巡护人员在赛区及周边开展动物救助工作，发现野生动物幼体和受伤的动物及时进行收容救治。延庆赛区还建立 11 座野生动物通道。在赛区周边布置了约 600 个人工鸟巢，有效改善鸟类生存环境。采取冬季投食、维护野生动物栖息地等措施保护动物，努力恢复野生动物原有的栖息环境。



● 延庆赛区植物迁地保护基地



● 国家高山滑雪中心生态修复



同步实施赛区生态修复。延庆、张家口赛区在施工过程中，同步实施生态修复。延庆赛区通过草甸剥离、回覆、养护等措施，修复亚高山草甸 3500 平米。为了更好地保护延庆赛区珍贵的种质资源和土壤资源，在场馆建设前，将山地 8.18 万立方米表土进行剥离，集中贮存并将剥离表土回用到生态修复工程中，在确保本地物种多样性不降低的同时，避免了外来物种入侵。为修复因地质灾害、临时占地、道路

施工等造成的边坡裸露现象，做好水土保持，根据不同高程、不同坡度、不同坡向、不同土壤基层条件，因地制宜，优选栽植本地植物实施生态修复。通过多种方式，延庆赛区全部面积生态修复工作已全部完成。

推进水资源高效循环利用。分别编制延庆和张家口赛区水资源报告，科学核算赛区用水量，制定输水方案，对赛区水资源进行总量管理。通过建设塘坝和蓄水池，多途径收集、



储存和回用雨水和融雪水，建设海绵赛区，推动赛区水资源高效循环利用。同时保护现有行洪通道，利用山洪滞蓄空间，保障延庆赛区及下游地区的防洪安全。此外，赛区还采取多种节水措施。应用智能化技术造雪，实现节水20%。赛区污水全部收集，处理后回用于周边地表水环境。奥运村生活用水器具全部采用建筑节能节水型高品质、节能环保的供水管材以及密封性好的阀门等，减少管网渗漏。

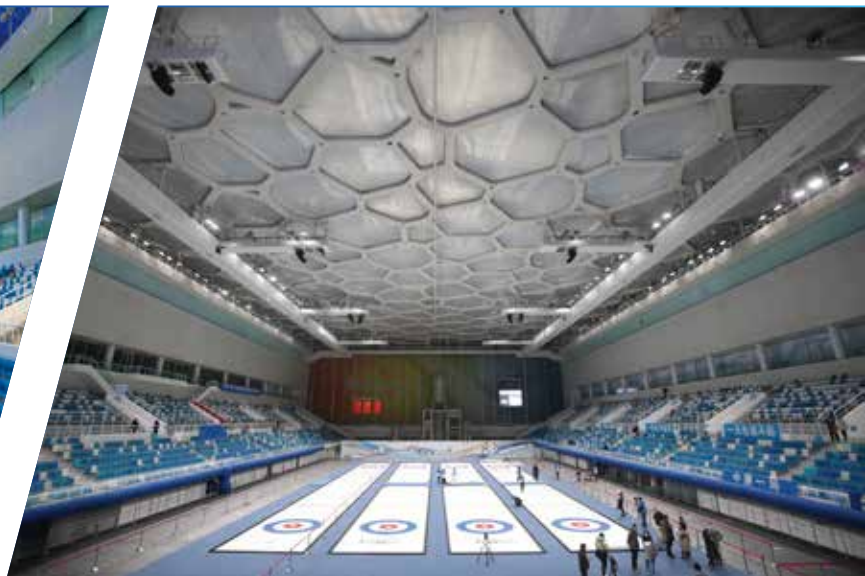
通过从源头减少对赛区的生态扰动，多种方式对动植物进行保护，实现全面生态修复和推进水资源循环利用，延庆和张家口赛区的生态环境得到了最大限度的保护，生物多样性得到了保持，探索形成了人类活动与自然环境和谐共存的长期可持续发展模式，这也为未来相似地理条件下举办同类型赛事和活动积累了经验，进行了良好示范。





5

绿色低碳未来可期，
低碳场馆树立典范，



● 水立方转冰立方

为做好场馆低碳管理工作，北京冬奥组委进行低碳场馆工作顶层设计，细化并明确场馆低碳管理的各项具体要求，在各相关方的配合下优先利用现有场馆、推动场馆满足绿色建筑评价标准、采用二氧化碳制冷、建设超低能耗示范工程、采取源头控制和循环利用材料、加强运行能耗和碳排放智能化管理、实现水资源高效利用，多措并举进行低碳场馆节能示范，留下了可以诸多长期造福主办城市和地区的遗产成果。

优先利用现有场馆办赛，减少新建场馆。北京赛区主要的竞赛、训练和非竞赛场馆中，国家游泳中心、国家体育馆、五棵松体育中心、首都体育馆、国家体育场、首体花样滑冰训练馆等 6 个场馆直接利用了北京 2008 年奥运会场馆遗产。比如国家游泳中心、五棵体育中心应用最新科技成果，因地制宜，通过改造，



创造性地实现了“水冰转换”、“陆冰转换”，从夏奥场馆成为了冬奥冰上场馆，既减少了赛事碳排放，又为赛后多项目广泛应用、多业态经营奠定了坚实的基础。此外，张家口赛区云顶滑雪公园也是最大化利用了现有的雪道和场地设施。

推动场馆建设满足绿色建筑标准。场馆规划设计之初就确定了目标，所有新建室内场馆全部达到绿色建筑三星级标准，既有场馆通过节能改造努力达到绿色建筑二星级标准。针对雪上场馆缺乏绿色

建筑标准的问题，组建专家团队，创新制订《绿色雪上运动场馆评价标准》。截止目前，所有场馆均已达到绿色建筑标准，并已通过验收。

采用二氧化碳制冷剂。国家速滑馆、首都体育馆、首体短道速滑训练馆、五棵松冰球训练馆等 4 个冰上场馆在奥运历史上首次使用最清洁、最低碳的二氧化碳制冷剂，不仅减少了传统制冷剂对臭氧层的破坏，而且大幅降低制冷系统能耗，与传统制冷方式相比，可实现节能 30% 以上。以国家速滑馆为例，



● 首都体育馆冰面使用二氧化碳制冰技术



● 五棵松冰球训练馆“冰凌花”

制冷过程中产生的大量高品质余热可以回收利用，用于运动员生活热水、冰面维护浇冰、融冰池融冰等场景，一年可节省 200 万度电。二氧化碳制冷还可以将场地冰面温差控制在 0.5 摄氏度以内，为运动员提供更优质的比赛场地。此外，首都体育馆内诞生了世界第一块二氧化碳跨临界直冷制冰冰面，制冷过程中产生的余热回收，每年省电 100 多万度。

建设超低能耗低碳示范工程。采用超低能耗技术，建设“被动房”，提高了建筑物能效水平，发挥冬奥会的引领示范作用。北京冬奥村综合诊所建成超低能耗建筑示范工程 1140 平方米，通过高效的保温或无热桥设计，提高建筑物的气密性，建筑物综合节能率达到 51%。五棵松冰球训练馆更是将整个 38960 平方米的场馆打造为超低能耗示范建筑，并首次在冰场区域采用溶液除湿机组，节能率达 77.1%。延庆冬奥村也广泛采用了超低能耗技术。

采取源头控制和循环利用材料。各场馆从场馆设计阶段便充分考虑采用各项节材节能举措，从源头进行减量。北京冬奥会各场馆广泛应用建筑物信息模型（BIM）等先进技术，实现了节材、节能的良好效果。北京冬奥村、首钢滑雪大跳台大量使用预制构件，在充分缩短了工期，有效节约了施工空间的同时，减少了拆改带来的建材浪费、能源消耗。国家速滑馆应用先进的计算机模拟技术，以单层双向正交马鞍形的设计，建成了椭圆索网结构屋顶，以此减少玻璃幕墙面积 4800 m²，钢材用量仅为传统屋顶的 1/4。此外，各场馆都对施工材料用量进行优化设计，尽量减少不可循环材料如混凝土的使用，并优先使用可再生 / 可循环利用的材料。国家速滑馆的拼装胎架与大兴国际机场航站楼等建设项目周转使用，预制看台板使用地下结构施工期间剔凿下来的废旧桩头粉碎制成的再生骨料，实现了资源的

循环利用。国家体育馆和国家游泳中心的运动员更衣间由集装箱改造而成，赛后可以无痕移除或作为场馆公共服务设施进行再利用。

加强运行能耗和碳排放智能化管理。围绕绿色建筑、智能场馆等重点领域，组织开展科技创新。国家速滑馆、国家游泳中心、主媒体中心、五棵松冰球训练馆等多数场馆均设立能源管控中心，利用大数据和人工智能分析，对场馆内的水、电、气、热等能耗数据进行实时采集、记录和分析，实现可视化、智慧化的建筑能耗和碳排放监测管理。

节蓄并举实现水资源高效利用。各场馆均采取

多种节水措施，如使用节水器具、优先采用非传统水源等方式节约水资源。以“渗、滞、蓄、净、用、排”为核心的“海绵”设计在三个赛区都得到了落实，实现水资源的高效利用。国家速滑馆、主媒体中心等场馆通过建设下凹式绿地、设置雨水收集池等方式，对雨水进行收集，处理后用于绿化浇灌、景观水景等。延庆和张家口赛区的裸露地面，经过土石植被处理，使地表水、雨水、融雪水入渗、滞流，减缓了水土流失。在造雪用水管理方面，延庆和张家口赛区都采用智能化造雪系统，实现水资源的优化配置和精准投放，提高水资源利用率。

● 五棵松冰球训练馆冰面使用二氧化碳制冰技术





● 张家口崇礼：环北京职业公路自行车赛



6

低碳交通持续深化，
低碳出行蔚然成风

以冬奥筹办为契机，北京冬奥会着力构建低碳交通运输服务体系，采用高铁提供赛区间客运服务，充分应用智能化交通系统和管理措施，推动赛区间交通服务采用清洁能源，同时在全社会倡导绿色低碳出行方式。目前，不断完善、健全、便利的公共交

通体系大大增加了民众选择公共交通的可能性，民众低碳出行意识和低碳出行水平显著提升，冬奥会对民众低碳出行起到了促进、示范和引导作用。

不同赛区间的转运充分利用高铁。北京冬奥会加速了京张高铁建设步伐。京张高铁已于 2019 年

● 京张高铁





680.6万

京张高铁开通一年发送旅客

京张高铁开通一年发送旅客 680.6 万人次（截至 2020 年底）
京张高铁延庆支线开通 9 个月延庆站发送旅客 30 万人次（截至 2021 年 8 月）
进入冰雪季后，张家口太子城站日均发送旅客从 200 余人次猛增至 4000 余人次。

12 月 30 日建成通车，为鼓励观众在北京冬奥会举办期间赛区间通行优先选择铁路，北京冬奥会专门制定了跨赛区铁路使用政策。京张高铁的开通不仅能满足赛事运行需求，还成为了低碳公共交通体系建设的重要一环。截止 2020 年底，京张高铁开通一周年共发送旅客 680.6 万人次。截止 2021 年 8 月，延庆支线开通 9 个月延庆站共发送旅客 30 万人次，日均发送旅客量呈显著增长态势。截止 2020 年底，进入冰雪季后，张家口太子城站日均发送旅客量从 200 余人次猛增至 4000 余人次。乘坐高铁前往延庆和张家口已逐步被广大公众所接受。

综合利用智能交通系统和管理措施。加强冬



● 北京新能源公交车



● 张家口氢燃料公交车

奥交通与城市交通信息的互联互通，完善城市公共交通运行调度系统，提升交通智能化和精细化管理水平。建设冬奥交通指挥中心延庆分中心，实现市区两个层级的系统整合和联合调度，打破

各类交通方式之间的壁垒，实现数据的互联互通，可实现信息发布与引导、运力调配、事件处理等多项功能，赛时满足冬奥会延庆赛区的交通服务保障需求，赛后为延庆区日常交通监测和大型活动提供交通运输综合保障。张家口市推进智能公交建设，公交调度指挥管理实现信息化，开通了掌上公交、京津冀一卡通和移动支付乘车服务，建设了智能候车亭及电子站牌等基础设施。

推广使用新能源汽车。积极推广新能源车辆，推动氢燃料车辆的示范应用，合理规划建设充电桩、加氢站等配套设施，满足电动汽车、氢能源汽车运行需求。截止 2020 年底，北京市公交车中新能源和清洁能源车型占比已超过 90%，其中新能源即纯电动车占比接近一半。



超过90%

北京市新能源和清洁能源
车型占所有公交车

73%

张家口新能源和清洁能源
车型占所有公交车



● 延庆综合交通服务中心



● 张家口太子城站

赛时，延庆区将投运 **212 辆** 氢燃料电池大巴，赛后将用于延庆区的公共交通，改变公交能源结构。截至 2020 年 9 月，张家口市公交运营车辆 2325 辆，其中新能源 1718 辆，占比 73%。截止 2021 年 6 月，张家口市已投运氢燃料电池公交车 **304 辆**，累计完成载客量 4300 万人次，累计运行 1480 万公里，是全国燃料电池运行数量最多、最稳定的城市之一。

大力倡导绿色低碳出行。开展各赛区公共交通配套站点建设，保障观众在赛区间的绿色出行。延庆综合交通服务中心、张家口南综合客运枢纽、太子城高铁站客运枢纽、崇礼南和崇礼北客运枢纽先后投入使用，这些项目可更好地实现各类交通方式的衔接转换，提高公共交通的便利性，便于公众绿色出行。同时，北京市和张家口市举办积极倡导“135”绿色低碳出行方式（1 公里以内步行，3 公里以内自行车，5 公里左右乘坐公共交通工具）。2020 年，北京市绿色出行满意度超过 85%，中心城区绿色出行比例达到 73.1%，张家口城市交通绿色出行比例达到 60% 以上。



135

绿色低碳出行方式

“135”绿色低碳出行方式

- 1 公里以内步行
- 3 公里以内自行车
- 5 公里左右乘坐公共交通工具

北京市中心城区
绿色出行比例

73.1% 以上

张家口城市交通
绿色出行比例

60% 以上



● 张家口洋河流域，远处山峰布满光伏发电设施



7

率先使用绿色电力，
低碳能源引领示范



● 张家口宣化区光伏发电厂

北京冬奥会首次提出所有场馆常规电力消费需求 100% 由绿电即可再生能源满足的目标，并通过建设张北 $\pm 500\text{kV}$ 柔性直流电网工程及配套工程和适用于北京冬奥会的跨区域绿电交易机制确保这一目标的实现，奥运历史上首次实现场馆的照明、运行和交通等用电需求由光伏发电和风力发电满足，这也为赛后绿色电力的广泛应用提供了示范，留下了宝贵遗产。

建成张北柔性直流电网工程，确保绿电安全供应。该工程已于 2020 年 6 月竣工投产，该工程是世界首个 ± 500 千伏四端环形结构的柔性直流电网，通过将张家口地区的新能源成功接入北京电网，可满足北京冬奥会测试赛和正式比赛用电需要并提供可再生能源保障，同时，工程也是实现北京冬奥会

赛区 100% 使用可再生能源目标的必要条件。该工程不仅具备重大创新引领和示范意义，对于推动能源转型与绿色发展、服务绿色办奥具有重要意义。此外，工程对于引领科技创新、推动电工装备制造业转型升级等具有显著的综合效益和战略意义。

推行实施冬奥绿电交易机制，确保绿电消费使用。通过跨区域绿电交易机制，实现场馆常规电力消费需求 100% 由可再生能源满足，为绿色电力的广泛应用提供有力支撑。2018 年制订并实施我国首个绿电交易规则——《京津冀绿色电力市场化交易规则（试行）》。截止 2021 年 6 月底，共 20 家场馆陆续达成绿电交易，总交易电量达 3.93 亿千瓦时，预计减少标煤燃烧约 12 万吨，减排二氧化碳约 31 万吨，赛时北京冬奥会所有场馆将实现清洁能源供应。



专栏：丰宁抽水蓄能电站——世界最大的充电宝

丰宁抽水蓄能电站是与张北 500 千伏柔性直流工程相配套的北京冬奥会绿色能源重点工程，工程总装机容量 360 万千瓦，是世界上装机容量最大的抽水蓄能电站，有世界最大的“充电宝”之称。工程位于河北省承德市丰宁满族自治县，于 2013 年 5 月开工，首台机组于 2021 年 12 月底投产发电。

工程具有强大的储能能力，工程有上、下两个水库，落差 425 米。在用电低谷时使用多余风电和光电将水从下水库抽至上水库，相当于储存电能，在用电高峰期再放水至下水库发电。同时，工程具有良好调节性能，可以有效提高系统调峰能力。在电网稳定性方面，工程机组启停便捷、反应迅速，是技术成熟、经济合理的系统备用电源，对稳定系统频率、提供事故支援、提高电力系统稳定性具有重要作用。

工程建成后的首要任务，是为冬奥会输送清洁能源及保证赛事用电安全。同时，工程将更好地消纳跨区清洁能源，提高京津冀电网的储能调峰能力，保障本地新能源的就近高效消纳，为当地大规模发展新能源提供有利条件，可大大促进节能减排和大气污染防治。工程每年可消纳过剩电能 88 亿千瓦时，年发电量 66.12 亿千瓦时，可满足 260 万户家庭一年的用电，年可节约标准煤 48.08 万吨，可减少碳排放 120 万吨，相当于造林 16000 公顷。工程可以产生重要的经济、社会和环境效益。



● 张家口草原天路风力发电机组



8

多措并举参与，
努力实现碳中和

北京冬奥会在实施各项碳减排措施的同时，积极推进林业固碳工程，鼓励涉奥企业自主行动，实施碳普惠项目，努力实现碳中和目标。并通过上述措施发挥示范引领效应，加速中国向低碳社会转型，助力中国 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和目标的实现。

推进林业固碳工程。建立基于林业碳汇的北京冬奥会碳排放补偿机制，推动北京市造林绿化和其他造林绿化项目增汇工程建设，推动张家口市京冀生态水源保护林建设，将期间工程所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。北京市 36000 公顷造林绿化工程和张

家口市 33335 公顷京冀生态水源保护林工程，已确定为北京冬奥会提供林业碳汇。

鼓励涉奥企业自主行动。鼓励涉奥企业向北京冬奥组委捐赠全国及北京碳排放权交易市场排放配额、国家核证自愿减排量，以中和北京冬奥会部分温室气体排放量。倡导涉奥企业建立自主低碳行动方案，采取低碳生产、低碳办公、低碳出行等低碳节能措施。2018 年，在全国低碳日主题宣传活动中，北京冬奥会官方合作伙伴代表共同签署“低碳冬奥倡议书”，倡导各方共同实现北京冬奥会低碳排放目标。

实施碳普惠制项目。在全社会积极倡导低碳生

● 京冀生态水源保护林



活方式，推广普惠制，搭建面向公众的自愿减排交易平台，鼓励企业、社会组织 and 个人的低碳环保行为，支持其捐赠国家、北京市及河北省等主管部门认定的碳减排量，积极参与多元化的低碳冬奥行动。举办“奔向 2022 绿色起跑 全民开动”2019 国际奥林匹克日冬奥主题活动暨公益跑活动，向全社会倡导低碳生活方式，创造碳普惠制的“北京案例”。2018 年 10 月，河北省以张家口等城市为试点，制订并实施《河北省碳普惠制试点工作实施方案》，推进全省碳普惠制试点工作开展。启动运行全国碳排放权交易市场，推动北京冬奥会低碳管理核算标准的建立。2020 年北京冬奥组委正式发布“低碳冬奥”小程序，建立北京冬奥会碳普惠机制，鼓励企业、社会组织、个人积极参与冬奥低碳行动。通过上述措施，强化了低碳发展理念、绿色发展理念在全社会的宣传推广，绿色发展正在从办奥理念转化为支撑未来长期可持续发展的最宝贵的奥运遗产。



“奔向 2022 绿色起跑 全民开动”2019 国际奥林匹克日冬奥主题活动暨公益跑活动

北京冬奥组委低碳小程序





● 国家速滑馆



9

可持续性创新突破，
可持续理念深入人心

北京冬奥会高度重视可持续性工作，通过制定发布可持续性计划、创新建立三标合一的可持续性管理体系、扎实推进场馆可持续性管理、推进全过程可持续采购、持续开展可持续性宣传教育，北京冬奥会可持续性工作取得诸多创新和突破，可持续措施广泛应用，可持续理念深入普及，北京冬奥会在可持续领域形成了宝贵的社会遗产和财富。

制定发布可持续性纲领性文件。2017 年，北京冬奥组委制定并发布《北京 2022 年冬奥会和冬残

奥会可持续性政策》，阐释了可持续工作的主要任务与目标，提出了建立运行可持续管理体系的基本路径，形成了北京冬奥会可持续工作的总体纲领。2020 年 5 月，北京冬奥组委和国际奥委会同步发布《北京 2022 年冬奥会和冬残奥会可持续性计划》，提出“可持续·向未来”的可持续性愿景，“创造奥运会和地区可持续发展的新典范”的可持续性目标，以及环境正影响、区域新发展、生活更美好三大领域的 12 项行动、37 项任务和 119 项具体措施，形



● 北京 2022 年冬奥会和冬残奥会可持续性计划



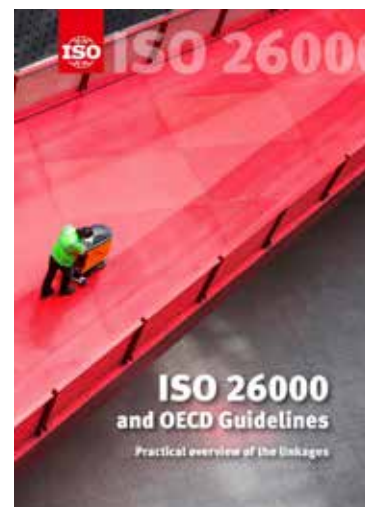
● 北京 2022 年冬奥会和冬残奥会赛前可持续发展报告



● ISO 20121



● ISO 14001



● ISO 26000

成了更具操作性的工作指南。上述纲领性文件的制定和发布宣扬了北京冬奥会四个办奥理念，提升了北京冬奥会可持续性工作影响力，为全社会今后开展相关可持续性工作起到了良好的示范引领作用。

创新建立三标合一的可持续性管理体系。北京冬奥会结合筹办工作实际，把国际大型活动可持续性管理体系（ISO20121）、环境管理体系（ISO14001）和社会责任指南（ISO26000）三个国际标准体系有效整合，研究建立具有北京冬奥会特色的可持续性管理体系，并于 2019 年 11 月获颁可持续性管理体系认证证书，获得国际权威认证。这是中国第一个规模最大的获得第三方认证的大型活动可持续性管理体系，是奥林匹克历史上第一个把“大型活动可持续性管理体系、环境管理体系、社会责任指南”三个国际标准整合为一体的可持续性管理体系，是

第一个覆盖奥运筹办全领域、全范围的可持续性管理体系，为规范奥运会等大型活动可持续性工作管理、落实各项可持续性任务提供了良好的示范模式。

扎实推进场馆可持续性管理。制定《北京 2022 年冬奥会和冬残奥会场馆可持续性管理办法》，建立了由场馆建设单位、政府管理部门以及北京冬奥组委有关部门共同组成的场馆可持续性管理三级工作机构。分别设定关键岗位共同组建北京冬奥会场馆可持续性管理工作团队，保障场馆可持续性管理工作的有效推进。另外，从技术层面制定《场馆与基础设施可持续性指南（规划设计阶段、建设阶段、赛时运行和赛后阶段）》以及《临时场馆与基础设施可持续性指南》，对场馆可持续性管理工作提出更具操作性的指导意见。

推进全过程可持续采购。制订并实施《北京冬奥会可持续采购指南》《可持续采购实施细则》《可持续采购技术细则》，涵盖工程、货物和服务采购活动的全过程，对可持续采购具体标准进行明确，确保可持续采购要求在各个领域、各个方面得到贯彻落实。开展 11 种专项品类可持续性相关技术要求编制工作，在采购文件的推荐成交合同商排序原则、采购需求、评分标准、合同模板等内容中体现具体的可持续性要求，将绿色办奥的可持续性理念逐步融入北京冬奥组委的采购活动中。通过正面示范，引导全社会在采购活动中实现经济、社会和环境长期最大利益。

可持续理念广泛普及。实施北京市中小学生奥林匹克教育计划，举办以“冬奥”、“绿色”、“低碳”主题系列活动。组织实施“绿色家园·绿色奥运”公众参与行动，在全社会营造低碳奥运氛围。大力倡导各类绿色出行方式，目前北京和张家口市通过公交、地铁、骑行等方式绿色出行已蔚然成风。正式实施《北京市生活垃圾管理条例》，严格实施垃圾分类，开展相关教育和普及工作，减少垃圾处理量和垃圾占地，提高回收利用率。在全社会掀起“光盘行动”热潮，引导全社会大力倡导绿色生活和勤俭节约，反对铺张浪费。通过持续开展各类教育和宣传活动，不仅强化了公众对于冬奥可持续的参与，更为重要的是促进了全社会可持续发展意识的提升。深入人心的绿色、低碳可持续发展理念，形成了冬奥会可持续发展方面最为宝贵的社会遗产和财富。



● 北京举行“全民骑行总动员”活动



● 北京智慧垃圾分类体验站



● 小女孩将垃圾投入对应垃圾桶中

结束语

北京冬奥会按照习近平总书记对于绿色办奥的相关要求，践行奥林匹克运动和联合国《2030 年可持续发展议程》的指导精神，坚持走绿色、低碳、可持续发展之路，经过 6 年的筹办工作，已形成诸多北京冬奥会环境遗产。生态环境治理成效显著，北京市和张家口市空气中细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度分别由 80.6 微克 / 立方米和 34 微克 / 立方米下降至 33 微克 / 立方米和 23 微克 / 立方米；低碳奥运建设创新突破，奥运会历史上首次使用最清洁低碳的二氧化碳作为制冷剂；可持续性理念广泛推广，奥运会历史上首次建立三标合一具有北京冬奥会特色的可持续性管理体系。这些奥运遗产的形成，已经为北京冬奥会打下美丽中国底色，我们相信，未来这些奥运遗产还将长期发挥其绿色效益，持久造福广大人民。

北京 2022 年冬奥会和冬残奥会环境遗产报告（2022）



www.beijing2022.cn

© 2022 - The Beijing Organising Committee for the 2022 Olympic and Paralympic Winter Games - All Rights Reserved