



> 一弯“几”字载黄河，漫卷清波向远丘（图片来源：pixabay）

母亲河的神来之笔 ——生态宝藏“几字弯”

□ 文图 / 乔龙潭 李方江 王肃良

第一作者简介 乔龙潭，助理工程师，从事国土与自然资源监测调查研究相关工作。

黄河从青海巴颜喀拉山脉北麓的涓涓细流发源，一路浩荡东流。河水行至甘肃、宁夏、内蒙古交界中游处，起笔挥毫，在中华大地上勾勒出一个巨大的“几”字。它先沿贺兰山东麓北上，被阴山阻挡后折向东流，又在晋陕交界的管涔山前陡然南下，最终

在潼关掉头东去，直扑渤海。这道跨越 2 000 多千米的壮美弧线，便是黄河“几字弯”。它跨越甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西 5 省区的 21 个市县，以不足黄河总径流 2% 的水资源，滋养着全国 15% 的耕地和 12% 的人口，是华夏文明的重要摇篮。

大地之笔：“几字弯”的诞生之谜

“几字弯”是自然力量的杰作，也是一部持续数百万年的地质史诗。关于黄河“几字弯”的形成，现代地质学研究揭示，青藏高原持续隆升改变区域水系格局，加上黄土高原土质疏松易被侵蚀，共同塑造了这一全球罕见的大河形态。黄河上游水流进入黄土高原后，在兰州附近遭遇坚硬地层阻

挡，顺势沿地势较低的断裂带北上。它如烈马般狂奔过宁夏青铜峡，又在内蒙古磴口被阴山山脉拦截，于是转向东流。行至托克托县河口村时，晋西北地区地壳抬升形成的管涔山再度改变其轨迹，迫使它沿晋陕大峡谷南下。最终在陕西潼关，秦岭余脉的阻挡使其完成最后一转，东流入海。

自然宝库：资源与生态的交响曲

在“几字弯”的怀抱中，母亲河慷慨馈赠了四大平原：河套平原、宁夏平原、汾河平原，以及渭河平原。其中，河套平原依托天然屏障阴山、贺兰山抵御沙漠侵袭，年均灌溉水量逾 50 亿立方米，主产春小麦、葵花籽、玉米，商品粮年产量占内蒙古自治区的 25%，葵花籽种植面积达 300 万亩，产量占全国的 18%，是重要的“塞外粮仓”与油料基地。宁夏平原凭借黄河自流灌溉形成“塞上江南”，水稻种植历史逾 2 000 年，年产优质大米 80 万吨，枸杞种植面积稳定在 50 万亩以上，年产值突破 60 亿元，占全国枸杞总产值的 35%，成为宁夏农业的“金字招牌”。汾河平原作为山西最大的农业区，小麦、玉米年总产量逾 600 万吨，占全省粮食总产量的 40%，同时也是华北重要的棉花、蔬菜基地，其中晋南棉花亩产达 120 千克，供应华北纺织业 15% 的原料。渭河平原自古就有“天府之国”的美誉，小麦年种植面积逾 1 000 万亩，产量占陕西省的 60%，苹果种植面积达 300 万亩，年产值超 80 亿元，是全国重要的优质苹果生产基地，规模位居全国前五位。四大平原合计年产粮食超 2 000 万吨，占西北五省粮食总产量的 30%，不仅保障了区域粮食安全，而且还通过枸杞、苹果、葵花籽等特色作物，形成年产值逾 300 亿元的农业产业链，成为西北农业经济的核心增长区。

黄河流经“几字弯”之处的年均径流量约 320

亿立方米，不仅支撑着农业灌溉与工业用水，还滋养出河套湿地、宁夏青铜峡库区等 16 处国家级湿地公园。湿地总面积超 500 万亩，吸引 300 余种候鸟在此栖息繁殖，其中东方白鹳、遗鸥等珍稀鸟类种群数量占全国 15% 以上。贺兰山、阴山的森林生态系统，每年固碳量达 120 万吨，有效阻挡腾格里、库布其沙漠东扩，使“几字弯”区域沙化土地年均减少 1.2%，成为西北地区重要的生态安全屏障。

绿色攻坚：“几字弯”的生态保卫战

然而，这里资源富集的同时，还伴随着生态脆弱。“几字弯”年均降水量不足 400 毫米，且主要来自夏季暴雨，导致水土流失严重。黄土高原疏松的土层遇水崩解，每年有上亿吨泥沙注入黄河，其中仅鄂尔多斯高原的“十大孔兑”（10 条入黄支流）历史年均输沙量就高达 1 亿吨。更有库布其沙漠与毛乌素沙地盘踞在鄂尔多斯台地南北两侧，成为威胁黄河的“悬沙之源”。2019 年，“黄河流域生态保护和高质量发展”上升为国家战略。作为黄土高原主体和主要沙源区的“几字弯”，成为治理的核心战场。2023 年 9 月，“黄河‘几字弯’攻坚战”正式启动，这是我国荒漠化防治三大标志性战役的重中之重，重点破解六大生态难题。

沙患控制：

阻流沙入黄 破“沙进河淤”困局

“几字弯”周边分布着库布其、乌兰布和，以及毛乌素三大沙漠，年均风沙天数超 120 天，流沙随风力推进直抵黄河，年均入黄流沙量超 3 000 万吨，导致黄河内蒙古段河床年均抬高 0.12 米，沿岸区域面临洪水风险。另外，沙漠区年均降水量仅 150~300 毫米，植被存活率不足 20%。

为构建立体化的固沙技术体系，针对不同沙漠区域的治理需求，已形成并实施差异化治理方案。



“几”弯映青芜（图片来源：pixabay）

在库布其沙漠，重点推广“草方格沙障+沙生灌木+光伏板遮挡”的复合固沙模式，同时在光伏板行距之间配套种植耐旱牧草，最终形成“板上发电、板下固沙种草”的生态效益与经济效益双赢格局。在乌兰布和沙漠边缘，则着力构建“乔木+灌木+草本”三层防风林带，通过这种立体防护屏障，有效阻挡流沙向黄河流域侵袭。截至2024年年底，库布其沙漠累计治理面积达600万亩，其中光伏治沙项目覆盖120万亩，年发电量超20亿千瓦时，固沙植被使流沙年推进速度从5米降至0.5米以下，周边区域年均风沙天数从120天减少至45天，入黄流沙量较2019年下降60%，仅2023年一年，就减少了1800万吨。

水患治理：

治黄土流失 减“土随水走”危害

“几字弯”覆盖的鄂尔多斯砒砂岩区，是黄河粗沙的主要来源地，占黄河粗沙总量的60%。该区域岩层裸露、土质松散，“遇风即扬、遇水即溃”，汛期一场暴雨即可引发大面积滑坡，单次洪水输沙量可达千万吨级，治理需同步实现“固岩防侵蚀”与“保土减输沙”双重目标。

围绕砒砂岩区专项治理体系建设，针对区域内普通砒砂岩裸露区、滑坡风险区这两类差异化生态问题区域，推行分类施策的技术治理策略。在鄂尔多斯砒砂岩区，重点创新“网格沙障（麦草方格）+灌木混

交（沙棘、柠条）+鱼鳞坑集水”的组合治理技术。依据该技术的协同作用，网格沙障可直接固定表层松散岩层，灌木混交（沙棘、柠条）的根系能深入岩层缝隙进一步加固岩体结构，鱼鳞坑则可有效收集雨水、减少地表径流，从多维度改善岩层裸露区的生态稳定性。对存在滑坡风险的区域，则采用“锚杆固岩+截水沟导流”的专项防护工程，通过锚杆深入岩层增强岩体抗滑稳定性、截水沟引导雨水有序排出，从源头防止汛期滑坡引发大规模输沙，保障区域生态安全。2019—2024年，鄂尔多斯砒砂岩区累计治理面积450万亩，年均减少入黄粗沙4200万吨，占黄河粗沙总来源的15%，治理区域岩层裸露率从80%降至35%，汛期单次洪水输沙量从千万吨级降至百万吨级以下。

盐渍化修复：

改河套沃土 解“灌排失衡”难题

河套平原年均引黄灌溉水量逾50亿立方米，但因地势平坦、排水系统不完善，这里地下水水位长期偏高，盐分随蒸发积聚地表，盐渍化土地面积曾占平原总面积的35%，导致小麦亩产仅300千克，平衡“农业灌溉需求”与“土壤盐分排出”成为核心难题。

为推进河套平原工程与农艺结合的土壤修复工作，当地重点推广“井灌井排+暗管排水”的工程降盐关键技术，同时搭配“耐盐作物种植+秸秆还田”的农艺改良配套模式。其中，井灌井排技术通过机井抽取地下水实现灌溉、降低地下水水位，同步排出含盐地下水以减少土壤盐分积累；暗管排水技术则通过地下铺设PVC渗水管，加速土壤中盐分的淋洗与排出；耐盐作物（耐盐小麦、向日葵、苜蓿）采用规模化种植方式以适配改良后土壤；秸秆还田的土壤改良方式则进一步补充有机质，最终从工程降盐、农艺培肥二维

度提升土壤肥力与抗盐能力。2019—2024 年，河套平原盐渍化土地面积从 480 万亩缩减至 290 万亩，降幅达 40%，其中重度盐渍化土地从 120 万亩降至 35 万亩，耐盐小麦亩产从 300 千克提升至 450 千克，向日葵亩产从 200 千克提升至 320 千克，当地农户亩均增收 1 200 元。

农田防护林建设： 筑绿色屏障 抗“干旱多风”影响

“几字弯”年均风速达 3~4 米/秒，春季沙尘暴频发，缺乏防护的农田年均减产 15%~20%。且该区域土壤贫瘠、降水稀缺，杨树等传统防护林成活率不足 60%。

为提升北方干旱半干旱沙区，尤其是内蒙古西部沙区的防护林生态稳定性与资源利用效率，重点推进适生树种的选育与科学配置工作。针对库布其沙漠边缘、乌兰布和沙漠绿洲过渡带等不同立地条件，优先筛选耐旱、抗风、耐贫瘠的乡土及驯化树种（如樟子松、沙棘、新疆杨等），在此基础上构建“乔木（樟子松）+灌木（沙棘）+草本（苜蓿）”复合型防护林。相较于传统的单一杨树防护林抗逆性弱、易因风沙侵蚀或病虫害而成片退化的问题，新的复合林中，乔木层可搭建防风固沙的主体骨架，灌木层能增加防护层次密度，并通过固氮改良贫瘠土壤，草本层则能快速覆盖地表减少风蚀，显著提升整体抗逆能力。同时，在河套平原东部与库布其沙漠交界的农耕防护区，采用“窄林带小网格”的精细化布局，将林带宽度严格控制在 5~8 米，网格面积设定为 200~300 亩，既可避免防护林过度占用耕地影响农业生产，又能通过密集的网格结构形成连续防护屏障，有效阻挡流沙侵袭农田，实现生态防护与农业发展的平衡。2019—2024 年，“几字弯”区域累计构建“窄林带小网格”防护林 120 万亩，形成覆盖 1 800 万亩农田的绿色屏障，农田年均风沙灾害次数从 15 次减少至 5 次，作物减产率

从 15%~20% 降至 5% 以下；防护林存活率从不足 60% 提升至 82%，樟子松等适生树种在干旱年份存活率仍保持 75% 以上。

草原减牧： 护草原生态 寻“生态经济”平衡

“几字弯”草原区曾因过度放牧，导致草原退化面积占比达 40%，牧草产量从每亩 150 千克降至 80 千克。而牧民收入高度依赖畜牧业，如何在“减少放牧保护生态”与“保障牧民生计”之间找到平衡点，成为治理关键。

为推动草原生态修复与畜牧业减牧协同发展，平衡生态保护与牧民生产需求，各地普遍构建“制度管控+技术修复+精准管理”的治理模式。针对锡林郭勒盟苏尼特右旗境内以荒漠草原为主、植被恢复周期长且生态脆弱的特点，首先，细化执行草原禁休牧制度，明确每年 5—7 月植被关键生长期为全域禁牧期，严禁任何放牧活动，休牧期则按草场类型分类管控，避免过度啃食加剧草场退化。其次，针对苏尼特右旗北部边境沿线因长期超载放牧导致的草场退化，配套实施“围栏封育+适生牧草补播”修复措施，通过搭建生态围栏划分专属修复区域，阻断人为干扰，同步补播沙打旺、羊草等适配当地干旱气候的牧草品种，加速退化草场植被恢复。再次，该旗还以“草畜平衡”为核心推行精细化管理，由草原监理部门通过卫星遥感监测结合地面样方实测，精准核算每片草场的年度产草量，再根据牧户草场面积、等级核定载畜量，确保载畜量与产草量动态匹配。锡林郭勒盟苏尼特右旗实施“禁牧+舍饲养殖”转型，2021 年建成 50 个标准化肉牛养殖场，配套建设饲草基地 10 万亩，牧民从“游牧”转为“定居养殖+畜产品销售”。2023 年，该旗牧民人均年收入达 4.5 万元，较 2019 年增 60%，草原退化面积减少 80 万亩，植被覆盖率提升至 75%。



＞ 毛乌素沙地治理前（图片来源：中国水利报社公众号）

湿地保护： 守候鸟家园 破“水资源短缺”困境

“几字弯”湿地年均需水量逾 8 亿立方米，但受黄河来水不稳定及农业用水挤占影响，湿地水位曾年均下降 0.2 米，水域面积缩减 15%，导致候鸟栖息地萎缩，东方白鹳等珍稀鸟类数量锐减，需解决“生态补水保障”与“水质污染治理”双重问题。

为统筹推进湿地生态保护与水环境改善，生态补水与水质治理双管齐下的治理对策成为重要抓手。一方面，建立黄河干流与重点湿地的补水联动机制，每年从黄河精准调水 4 亿立方米，定向注入乌梁素海、岱海等湿地，通过稳定补水维持湿地生态水位，保障湿地涵养水源、维系生物多样性。另一方面，聚焦湿地入流污染管控，在乌梁素海西岸等湿地周边布局建设污水处理厂，针对性处理农田退水、城镇生活污水等主要污染源，通过预处理、深度净化等工艺，确保经处理后的污水入湿地水质稳定达到Ⅲ类标准，从源头阻断污染输入，改善湿地水环境质量。2019—2024 年，乌梁素海水域面积从 293 平方千米恢复至 320 平方千米，水位稳定在 1 018.5 米，水质从劣Ⅴ类提升至Ⅳ类，局部区域达到Ⅲ类；每年吸引超 150 万只候鸟在此栖息繁殖，包括东方白鹳、遗鸥等珍稀鸟类，东方白鹳数量从 2019 年的 50 余只增至 2024 年的 300 余只。如今，乌梁素海已成功入选“国际重要湿地”候选名单。

历史勋章： 兰考的绿色涅槃

当黄河完成“几”字蜿蜒，行至河南兰考东坝头镇时，又留下一个壮美的 U 形弯。这是黄河入海前的最后一弯，也是历史伤痕最深的一道弯。1855 年，黄河在此决口改道，形成现有河道雏形。这里土质松软，曾屡遭水患、风沙、盐碱“三害”困扰。20 世纪 60 年代，兰考县委书记焦裕禄带领群众种植泡桐固沙。临终前他留下遗愿：“把我埋在沙丘上，活着没治好沙，死了也要看着你们治好。”而今站在东坝头远眺，昔日的盐碱滩已化为水清岸绿的生态廊道。52 千米旅游环线串联起黄河湿地，200 余种鸟类在此栖息。当地农民梁东风在岸边放牧着规模达 160 只的羊群，笑称：“不用去新疆阿勒泰，这儿就有草原风光！”更深刻的变化在产业层面。东坝头镇形成“南板材、北牛羊、西围黄河做文章”的格局，生态旅游与现代农业并举。南部板材产业依托



＞ 毛乌素沙地治理后（图片来源：中国水利报社公众号）



＞ 焦裕禄带领群众治沙

黄河滩区林业资源，发展环保型板材加工，采用循环经济模式，实现木材资源高效利用，产品对标绿色建材标准。北部畜牧业以 2.7 万亩紫花苜蓿基地为支撑，年产青贮苜蓿 2.4 吨/亩，通过“合作社+基地+农户”模式培育优质牛羊品种，构建从饲草种植到屠宰加工的完整产业链，既保障了饲料供应稳定性，又带动农户增收。湖南投资商柳小辉初到兰考时惊叹：“想象中的黄沙漫天变成了江南小镇！”他参与的乡村振兴项目，将 200 余栋传统民居改造为黄河文化展厅，让古村落在生态保护中重获新生。

古今之钥： “几字弯”的文化遗产与可持续发展

“几字弯”不仅是地理奇观，也是中华文明的孵化器。早在新石器时代，渭河流域便孕育了蓝田文化、半坡文化。这里的长城与黄河“握手”，农耕文化与游牧文化交融，匈奴、鲜卑、突厥、汉民族在此碰撞融合，留下巍峨的烽燧、恢弘的寺院和多彩的民俗。今日的“几字弯”，

分布着甘肃景泰黄河石林、内蒙古巴彦淖尔、山西永和蛇曲等国家地质公园。在晋陕大峡谷中段，黄河飞泻形成“千里黄河一壶收”的壶口瀑布；而位于四川省阿坝藏族羌族自治州若尔盖县的唐克乡，九曲黄河第一湾如银色缎带飘落草原，黄昏时分整片河谷鎏金溢彩。

黄河“几字弯”作为黄土高原主体、黄河流域主要沙源区及生态治理核心区，在前期依托流域内各省区系统性攻坚，筑牢生态基础，未来将以“生态不透支、发展可持续”为核心推进保护与发展协同：资源能源领域，在推广神东基地煤炭清洁开采技术的同时，借鉴陕北“光伏+治沙”经验，在沙漠边缘布局风光新能源基地并配套储能，逐步降低化石能源占比；农业生产领域，针对河套平原等核心产粮区，普及滴灌喷灌等节水技术，并在盐渍化区域扩大耐盐耐旱作物种植，平衡粮食安全与水土保持；文旅产业领域，由流域管理部门统一规划，明确四川若尔盖九曲黄河、内蒙古乌梁素海等景观的生态承载力上限，推广“生态旅游+民生改善”模式，确保文旅收益反哺生态保护，最终实现守护母亲河生态本底与保障区域长远发展的双重目标。

从治理沙患、修复土壤到重构产业逻辑，黄河“几字弯”的可持续发展实践，本质是对“人与自然和谐共生”理念的生动诠释，它打破了“生态保护与经济发展对立”的固有认知，以“治沙与固碳同步、节水与产粮并行、文旅与民生共振”的路径，为黄河流域乃至全国生态脆弱区提供了可复制的“绿色复兴”样本。作为母亲河蜿蜒出的生态关键段，守护“几字弯”不仅关乎区域水土安全与产业升级，更承载着传承黄河文明、筑牢北方生态屏障的深远意义，其探索正为新时代流域治理注入“保护优先、协同共进”的新动能，助力绘就“河畅、岸绿、景美、人和”的黄河新画卷。📌

第一作者单位 / 中国地质调查局

西安矿产资源调查中心

（本文编辑：刘欣潼 何陈临秋）