

黄河流域不同区段生态保护与治理的关键问题

■陈怡平 傅伯杰

黄河是中华民族的母亲河。黄河流域是中华文明的重要发祥地,也是我国重要的生态屏障区域。黄河流域生态环境保护与高质量发展已上升为国家战略,但黄河上中下游地理地貌、气候、生态环境差异较大,黄河流域不同区段生态保护与治理的关键问题也迥然不同。因此,梳理黄河源区、上中下游以及河口湿地亟待保护与治理的关键问题,对于科学保护黄河流域生态环境、推动流域经济社会高质量发展具有极其重要的意义。结合科学研究文献和多次调研,我们提出了不同区域亟待保护与治理的生态环境关键问题,旨在为黄河流域生态环境保护与高质量发展提供政策决策的参考。

黄河源区重在保护湿地生态系统,要在治理草原退化

黄河源区是指唐乃亥水文站以上的黄河流域,涉及青海、四川和甘肃三省的6个州、19个县,是全流域重要的产水区和水源涵养区,对黄河流域水资源多寡具有极其重要影响。源区的面积约13万平方公里,约占黄河流域总面积的17%,年均径流量约为198亿立方米(1956—2017年)。随着黄河源区社会经济的不断发展,人类活动导致黄河源区湖泊湿地逐渐萎缩,植被覆盖度逐渐减少,冰川冻土逐渐退化,进而导致源区水源涵养能力逐渐下降。

湿地是陆地与水域之间的过渡带,是地球之肾,具有蓄水调洪、调节气候、净化水质、控制土壤侵蚀、保护生物多样性等功能。黄河源区湿地以高寒沼泽湿地为主,其面积约为113万公顷,约占源区总湿地面积的78%;以湖泊湿地和河流湿地为辅。黄河源区大小湖泊约有5300多个,如自然湖泊格措错、鄂陵湖、扎陵湖、星宿海、岗纳格玛错、阿木措等;人工库塘罗家峡、李家峡、公伯峡、积石峡、苏志水库、黑泉水库、雪龙滩水库等。湖泊湿地面积约为20万公顷,约占黄河源区湿地面积的14%。这些湿地是李白笔下的“黄河天上之水”。

上世纪90年代以来,青藏高原温度呈现上升趋势,如若尔盖草原湿地温度约升高2℃,气温升高必然会导致蒸发量增大。研究表明温度每升高1℃,黄河源区的蒸发量约提高5%~10%,从而导致径流量减少。同时,气温升高也会引起冻土消融,从而导致土壤下渗能力增强,进一步减少径流量。在气温不断升高的大背景下,黄河源区降水量并无显著增加,长此以往必然会造成源区湿地面积萎缩退化。例如,若尔盖草甸湿地、牛牯湖星罗棋布,沼泽湿地面积约为30万公顷,是黄河上游重要的水源涵养地。若尔盖草原动植物种类繁多,拥有国家湿地保护区、黑颈鹤保护区、梅花鹿保护区等,栖息着草原狼、黑颈鹤、白天鹅、藏鸳鸯、白鹳、梅花鹿、小熊猫等大量野生动物,也是我国生物多样性保护重要区域。然而,近十年来,若尔盖草原湿地温度约升高了2℃,蒸发量增加从而导致径流量减少。另外,鼠害和人类活动干扰不断加剧(如放牧活动),从而导致若尔盖草原湿地景观趋向破碎化,草原湿地生态系统整体呈现退化趋势。

湿地退化是生态系统退化的“前奏曲”。气温升高导致蒸发量增加,从而造成干旱现象,进而导致草地产生裸露斑块,啮齿类动物活动增加,造成草地剥蚀,湿地草甸缩小,裸露斑块进一步扩大。裸露斑块合并成较大裸露斑块,湿地草甸消失,高寒草原产生。最终,以藏嵩草等为主的湿地草甸景观消失,形成了一个以高山嵩草、针茅等为主要建群种的高寒草原景观,水源涵养能力下降。

青藏高原经济发展相对滞后,民生条件相对艰苦,生态环境极为脆弱,高寒湿地生态系统抗干扰能力相对较弱,国家已经从政策、资金方面给予大力支持。从黄河流域生态保护与高质量发展战略来考虑,系统制定《黄河源区生态保护中长期规划》,持续为黄河源区生态文明建设提供资金与政策支持是十分必要的。“十四五”期间应该综合考虑,全面部署草原啮齿类动物(鼠兔和麝鼠)防控关键技术研发,为精准防治高原鼠害提供科技支撑。同时,加强牧草与载畜量之间的当量关系的理论研究,为科学管理草原提供政策支持。

上游重在保护河湖湿地水资源,要在治理土地盐碱化

除源区之外,黄河上游从青海唐乃亥至内蒙古托克托县的河口镇距离约为1909公里。由于黄河上游河道较长,摆动剧烈,形成了众多的滩地和沼泽湿地。除水源涵养区之外,上游湿地面积约为85万公顷,占流域湿地面积的34%。从结构上看,河流湿地和湖泊湿地是上游的主要类型,分别占该区湿地面积的42%,主要分布在宁夏平原和内蒙古河套平原。

宁夏平原湖泊星罗棋布,上世纪60年代宁夏平原有“七十二连湖”之美誉。第一次湿地调查(1995—2003年)结果显示宁夏湿地总面积约为25万公顷。与第一次湿地调查结果相比,第二次湿地调查(1999—2013年)显示宁夏自然湿地面积减少了8.3万公顷。在自然湿地持



陕西延川县黄河乾坤湾

续萎缩的同时,城市景观湿地面积在不断增大,宁夏人工湿地面积从第一次湿地调查的0.32万公顷增加至第二次调查的3.8万公顷,均增加了10倍。城市湿地面积不断增大必然导致耗水量逐步增加。另外,近20年来剧烈的人类活动不但导致自然湿地面积逐渐萎缩,而且使得这些干旱半干旱区湿地被严重污染。据报道,宁夏境内河湖湿地沉积物中每公斤底泥重金属砷含量约5.34~13.73毫克、镉含量约0.12~0.3毫克、铬含量约46~67毫克、汞含量0.01~0.05毫克、铅含量约15.85~25.48毫克、锌含量约38.31~77.45毫克。这些重金属具有极强生态风险,如果不及时控制污染,长此以往势必对湿地生态系统造成极大威胁。

黄河流域内蒙古段湿地面积约60万公顷,主要位于黄河“几”字湾北岸,是我国中温带候鸟迁徙繁衍的重要场所、北方重要的防风生态屏障。河套湿地的典型代表为乌梁素海,是黄河改道形成的河迹湖,总面积约300平方公里,素有“塞外都江堰”之美称。2008年和2010年,乌梁素海曾两次被黄藻大面积污染,湖区野生鸟类和鱼类曾受到严重威胁。乌梁素海污染的主要原因是河套灌区约90%的农田排水汇入其中。伴随补水的同时,大量氮磷等营养元素进入乌梁素海,水体受到氮磷等元素的污染。另外,地处干旱半干旱区域的乌梁素海,年蒸发量约2000毫升。水分蒸发后,水中所含有的矿物质、农药和化肥等残留物不断地浓缩,加速了乌梁素海的污染。

由此可见,农业面源污染是乌梁素海水体污染物的主要贡献者,因此在河套平原实施精准灌溉是减少乌梁素海污染的关键途径。专家曾呼吁,“如果对乌梁素海不加以治理和保护,乌梁素海将在40年内变成沼泽地,将丧失调节气候的功能,给河套平原乃至京津地区带来灾害性天气。”为此,2017年,内蒙古自治区全面实施水污染防治,对乌梁素海、呼伦湖、岱海等湖泊进行综合治理。2018年,内蒙古自治区又持续推进“一湖两海”综合治理工程,取得了良好的效果。乌梁素海流域修复工程被列入国家第三批山水林田湖草生态保护修复试点项目,呼伦湖面积得到扩大,岱海水位下降趋势得到缓解。2019年,内蒙古自治区严格落实河湖长制,持续加强生态环境综合治理,乌梁素海、呼伦湖、岱海等水质得到明显提升。

内蒙古河套平原和宁夏平原是我国重要产粮区之一。内蒙古河套平原早在秦汉时代即屯兵移民,引黄河水灌溉农田。唐代曾经在河套平原开挖大型渠道;清中叶以后,灌溉发展较快,先后建成永济渠、长济渠、黄济渠、杨家渠、塔布渠等,至清末黄河两岸已有八大干渠,灌溉面积约达20万公顷。中华人民共和国成立以后,河套平原灌溉面积迅速扩大,在黄河干流上建成了三盛水利枢纽工程,南北两岸修建干渠500多公里,灌溉面积由中华人民共和国成立初期不足20万公顷,发展到改革开放初期47.60万公顷。截至2016年,灌溉面积增加至71.53万公顷。但是,耕地盐碱化面积也随之增加。中华人民共和国成立初期约为3万公顷,改革开放初期约为23.87万公顷,至2016年已增至32.27万公顷,因此治理盐碱化刻不容缓。

世界约有1/3的土壤发生盐渍化,而我国盐渍化土地面积达250万公顷,严重影响了土地资源的高效利用,威胁着我国的粮食安全。黄河上游的宁夏平原和内蒙古河套灌区是我国土地资源盐渍化较为严重的区域之一。宁夏平原盐渍化耕地总面积约18.33万公顷,约占引黄灌区面积的33%。内蒙古河套灌区盐渍化耕地面积达32.3万公顷,约占引黄灌区面积的45%。除了气候、地形地貌、土壤母质、耕作方式之外,大水漫灌是引发宁夏平原与内蒙古河套平原引黄灌区盐渍化的主要原因。一方面,长期大水漫灌,水中盐分进入土壤,水分蒸发后盐分留在土壤耕层;另一方面,在强烈的蒸腾

作用下,土壤毛细管作用使耕层以下土壤盐分上升到耕作表层,水分蒸发后盐分留在土壤表层,导致土壤盐渍化暴发式发生。精准灌溉不但节约水资源,而且可以减少耕地盐碱化。

因此,建议宁夏平原和内蒙古河套平原尽快实施精准灌溉,避免土壤盐碱化继续发生。

中游重在巩固退耕还林成果,要在治理水土流失和环境污染

黄河流经晋陕大峡谷,将黄土高原劈成两半。由于黄土高原土质疏松,易于侵蚀,且降雨多集中在7~9月份,因此,黄土高原是世界上水土流失最为严重的区域之一。中华人民共和国成立后,党和国家十分重视黄土高原水土流失治理,先后实施坡面治理、沟坡联合治理、小流域综合治理和退耕还林草工程,其中退耕还林草工程治理效果显著。黄土高原植被覆盖率由1999年的31.6%提高到2017年的65%,人黄泥沙减少至2亿吨左右。

植被演化是自然与人为双重影响的结果。进入人类历史时期以后,人类活动曾对黄土高原地区生态环境产生巨大的负面影响,黄土高原植被历经多次沧桑巨变。夏朝至秦朝开始时期(2070—221 B.C.),黄土高原东南部的平原、山地、丘陵、塬地上的森林和草原生长比较繁荣,森林植被覆盖率高达53%。从秦汉开始(221 B.C.—202 A.D.),人类活动不断向黄土高原北部和西部推进,天然植被遭到大规模的破坏,植被覆盖率下降至45%。从汉朝末年南北朝的大约360年期间,中国历史上朝代更迭十分频繁,人类活动对黄土高原干扰更加严重,黄土高原的森林覆盖率下降至40%左右。至隋唐时期(581—907 A.D.)的约327年之间,黄土高原的森林覆盖率下降至35%左右。自唐灭亡以后,中国历史进入约50年的战乱时期,从此开始直至中华人民共和国成立初期的1000多年(AD907—1950),黄土高原生态环境每况愈下,森林覆盖率从35%下降至6%左右。由此可见,黄土高原植被覆盖率既受气候影响,也受人类活动影响。近期研究发现,黄土高原局部高密度植被出现退化现象,这是一个植被饱和的重要信号。因此,科学管理黄土高原植被建设、巩固退耕还林草成果是今后一项重要任务。

“中游要抓好水土保持与污染治理。”黄河流域覆盖我国一次性能源主要生产与供给基地,从河口镇至花园口分布有六条一级支流,分别为窟野河、无定河、汾河、渭河、伊洛河和沁河,中游几乎占黄河流域一级支流的一半。近30年来,排入黄河的废污水总量呈逐年递增趋势。从上世纪80年代初期的21.7亿吨,增加至90年代初期的42亿吨,2016年约

为43.37亿吨,2017年约为44.94亿吨。废污水大量排放是黄河水污染的主要原因。源洁则流清,黄河污染表象在干流,根子在支流。分析发现,总氮含量在窟野河、无定河、汾河、渭河、伊洛河和沁河中全部超出国家标准,尤其是汾河,总氮含量超标14倍。窟野河、无定河、汾河、渭河、伊洛河和沁河硝态氮均超出国家标准,尤其是窟野河和汾河较为严重。固体悬浮物渭河每升水的含量高达652.33±16.22毫克。另外,6条一级支流中大肠杆菌均均超出国标,渭河超标约三倍,汾河和伊洛河超标约2.4倍,无定河和沁河也分别超标约1.1倍和0.46倍。此外,重金属砷、镉、铬等元素及持久性有机污染物(POPs)也有不同程度生态风险。

未来黄河中游生态治理应遵循落实左右岸、上下游与干支流一体化治理,统筹山水林田湖草综合治理、系统治理、源头治理,不断提升水质安全。

下游重在维护黄河长久安澜,要在平衡水沙关系

从郑州花园口至东营入海口为黄河下游,全长786公里,落差仅94米,流域面积约2.3万平方公里,仅占全流域面积的3%。黄河下游河道横贯华北平原,河道宽阔平坦,绝大部分河段仅靠堤防约束,成为海河流域与淮河流域的分水岭。

由于历史上黄河中游黄土高原水土流失严重,泥沙在下游宽阔平坦的河道不断淤积,导致下游河道逐年抬高。目前,下游河床平均高出地面4~6米,尤其是新乡市,河段已高于地面约20米,成为世界著名的“地上悬河”。

由于“地上悬河”存在势能差,黄河泛滥决口常对下游人民生命财产与安全造成巨大威胁。因此,民间谚语有“三年一决口,十年一改道”的说法。据史念海先生考证,黄河从高周至秦汉、东汉至唐朝,长期安澜近2000年。自唐朝后期,黄河决溢频次明显增加。公元前2000年至公元907年,泛滥次数为1.8~13.6次/百年,黄河基本安澜;自唐朝后期,黄河决溢频次明显增加,尤其是宋朝以后,黄河泛滥次数上升至52.8~56.4次/百年;从明朝至中华人民共和国成立初期,黄河泛滥次数快速增加至118.2~137.3次/百年,其原因与黄河泥沙日益增多密切相关,泥沙归根到底是由于植被破坏造成。当前,黄河下游发生大洪水的风险依然存在,例如,黄河下游孟津至高村的299公里游荡性河段尚未完全控制,对大堤安全威胁极大。

退耕还林草工程对黄河泥沙调控起到了关键作用,三门峡水库与小浪底水库对黄土高原泥沙拦截效果极为显著。三门峡水库和小浪底水库运行以后,进入下游河道的沙量大幅度减少,导致黄河下游河床发生强烈冲刷。1987—2020年,黄河花园口至柳园口段河道变迁频繁,河道每年平均变幅约为0.75。

据报道,近20年来花园口至柳园口段河道变迁累计导致约32平方公里耕地被侵蚀,越冬作物被损的现象时有发生,对河滩区农业经济社会发展产生巨大影响。黄河滩区面积约3818平方公里,既是黄河行洪、滞洪、沉沙的重要区域,也是百万群众赖以生存的场所。2019年,黄河下游的河南和山东经济总量占黄河流域省份的51%,是黄河流域相对发达的区域。因此,黄河长期安澜对黄河流域经济社会发展至关重要。减轻河道淤积,杜绝决口,维护黄河下游长久安澜是黄河下游高质量发展的前提,是黄河下游生态环境保护的主要任务。

黄河流域水少沙多、水沙关系不协调是影响下游黄河安澜的主要原因。

因此,下游要在平衡水沙关系。一是要尽快研究清楚“侵蚀—淤积平衡的泥沙当量阈值”,也就是搬运至入海口的泥沙量与被海水侵蚀的泥沙量之间的平衡量,为防治海水倒灌、维持黄河三角洲生态安全提供科学依据。

二是遵循生态平衡的自然法则,科学规划退耕还林草面积,将泥沙流失控制在合理阈值范围,要优化三门峡水库、小浪底水库等水库的调水调沙方案,构造合理的水沙关系,维持下游河道与河口冲—淤平衡。三是按照因滩施策、分区治理的原则,实施下游河道宽河固堤、河滩区人口搬迁,统筹构建“河水安澜—滩区生态保护—社会高质量发展—人民生活幸福”的生态保护和高质量发展模式,“让黄河成为造福人民的幸福河”。

黄河三角洲重在保护河口湿地生态系统,要在治理海水倒灌

历史上由于黄河携带大量泥沙进入黄河下游入海口并不断淤积、不断造陆,在东营形成了丰富的滨海湿地资源。黄河三角洲河口海岸带湿地生态系统是我国暖温带最完整、最广阔、最年轻的湿地生态系统,是东北亚内陆、环西太平洋鸟类中转、繁殖、越冬的核心栖息场所。

2016—2017年黄河三角洲湿地总面积约为27.24万公顷。但是,随着黄河三角洲区域经济的快速发展,城镇化的快速推进以及养殖业的蓬勃发展,海水养殖面积迅速扩大,大量滩涂地和沼泽地被改造为鱼塘虾池。与1987年相比,2017年三角洲鱼塘虾池面积增加了6.6倍,居民工矿用地面积增长了约3倍。人类活动挤占了过多的自然湿地,造成自然湿地面积迅速减少。遥感影像分析显示,同期自然湿地面积减少了约70%。

黄河三角洲湿地面积萎缩的同时,湿地生态系统的功能也在退化。一是黄河三角洲海水养殖业迅速发展,石油生产、采矿、海上垂钓、港口建设等人类活动导致大量微塑料、重金属进入沿海滩涂,造成三角洲湿地被污染。研究发现黄河三角洲黑嘴鸥繁殖地表层土壤中重金属镉、铬、镍、锰、铅、铜含量均超出山东省土壤元素背景值和全国土壤元素基准值,尤其是重金属镉含量,其超标率最高。二是近年来入黄泥沙锐减导致入黄泥沙填海速率与海水侵蚀速率之间的平衡被打破,海水倒灌导致湿地速率的同时,也导致土壤盐渍化加剧。盐渍化进一步造成湿地土壤肥力下降,碳氮等营养元素含量逐渐减少,土壤微生物种类和数量锐减,土壤易于板结,保水能力下降。三是湿地盐渍化导致土壤盐度增加,土壤有机质降低,植被由原本的香蒲、芦苇群落逆向演替为柽柳、碱蓬和互花米草群落,湿地生物多样性降低。

研究表明,目前黄河三角洲植被群落成分以碱蓬、野大豆、刺儿菜、苜蓿菜、柽柳、假苇拂子茅、香蒲、节节草、罗布麻、芦苇、长刺酸模、水蓼、白茅、旱柳、互花米草等为主。从现行黄河三角洲群落结构来看,海水倒灌造成盐碱化程度正在加剧,植被正在逆向演替中。至2018年,滩涂死硬植物密度降低了60%,鸟类觅食、栖息环境严重退化。未来,恢复黄河三角洲湿地生态功能、重建健康生态系统的关键是防治海水倒灌,遏制湿地土壤盐碱化。而防治海水倒灌的关键是维持泥沙淤积—冲刷平衡,因此设定合理的泥沙阈值是当前科学界亟待解决的问题。

为此,建议加强黄土高原土壤流失的合理阈值、三门峡和小浪底水库合理调沙阈值、黄河三角洲淤积—冲刷平衡的合理泥沙阈值的基础科学研究,为黄河流域生态环境保护与高质量发展提供科学支撑。

黄河流域源头、上中下游和黄河三角洲生态环境保护的主要问题各有不同,因此未来黄河流域生态环境保护必须遵循因地制宜、分类施策,宜林则林、宜草则草、宜农则农、宜牧则牧的原则,尊重科学规律,循序渐进改善黄河流域生态环境,实现黄河流域经济社会的高质量发展。

(本文受国家自然科学基金委员会黄河重大专项项目资助(42041005);作者分别为中国科学院地球环境研究所研究员、中国科学院院士)



黄河源区鄂陵湖 张行勇摄