

生态功能改善目标下的青海省“三线一单”编制实践

姜 昀, 王文燕, 史常艳, 李元实*

生态环境部环境工程评估中心, 北京 100012

摘要: 根据青海省生态功能定位,以生态功能改善为目标,分析了生态功能改善实现的关键点,包括全面提升自然生态系统稳定性和生态服务功能,保障三江源地区水质和水量,协调处理矿产资源开发与生态环境保护之间关系等,运用“原因—效应—响应”概念模型,提出了基于“三线一单”的生态功能改善实现路径。结果表明:①通过识别生态空间实现生态功能维护和改善。青海省“三线一单”将全省 72.25% 的国土面积识别为生态空间,布局上涵盖了国家重点生态功能区、国家重要生态功能区、生物多样性优先保护区、各类保护地等,实现了对三江源长江、黄河、澜沧江三大河流域源头区以及青海湖、祁连山诸河源区自然生态系统的完整保护。②通过确立水环境质量底线、水资源利用上线实现水资源保护和水环境改善。青海省“三线一单”针对河湟地区生态需水保障问题,对湟水河干支流 32 个控制断面提出了生态基流控制指标;同时,划分了 95 个水环境控制单元,确立了各控制单元不同时期水环境质量底线,针对水环境质量超标地区提出了减排目标,以实现水量保障和水质改善。③通过环境管控单元划定和准入清单编制实现环境分区管控。青海省“三线一单”共划定 563 个环境管控单元,其中重点管控单元将工业园区和矿区划为独立管控单元;根据产业园区发展定位和区域生态环境特征、矿区开采的环境影响特点,提出相应的管控要求,实现国土全覆盖、差别化的生态环境分区管控。研究显示,青海省“三线一单”成果可支撑青海省生态功能的维护和改善。

关键词: “三线一单”;生态功能;生态环境分区管控;青海省

中图分类号: X32

文章编号: 1001-6929(2020)05-1293-07

文献标志码: A

DOI: 10.13198/j.issn.1001-6929.2020.03.33

Compilation and Practice of ‘Three Lines and One List’ in Qinghai Province under the Objective of Ecological Function Improvement

JIANG Yun, WANG Wenyan, SHI Changyan, LI Yuanshi*

Appraisal Center for Environmental and Engineering, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100012, China

Abstract: Based on the ecological function orientation of Qinghai Province, this research analyzed the key points of improving ecological function, such as comprehensively promoting the stability of natural ecosystems and ecological service functions, ensuring water quality and quantity in the Three River Source Region, and dealing with the relationship between mineral resource development and ecological environmental protection. The government of Qinghai Province has launched the work of ‘Three Lines and One List’, including identification of ecological spaces, environmental quality bottom lines, resource utilization ceilings and list of ecology, environment and resources. Through the conceptual model of ‘cause-effect-response’ and the identification of ‘Three Lines and One List’, the path of ecological function improvement has been established in Qinghai Province. (1) The results show that 72.25% of the total area has been designated as the priority protected area in Qinghai Province. The layouts cover the National Key Ecological Function Zones, the National Important Ecological Function Zones, the Priority Areas for Biodiversity Conservation and various types of protected areas, and realize the complete protection of the natural ecosystems at the ‘Three Rivers’ Source Areas including the Yangtze River, the Yellow River, the Lancang River, and the Source Regions of Qinghai Lake and Qilian Mountains. (2) In order to guarantee the ecological water demands in the Hehuang Region, this work has proposed the control indicators of ecological base flow in 32 control sections of the Huangshui River. We have also delineated 95 units of water environment control in Qinghai Province, and have established the bottom line of water environment quality in each control unit under different periods. Emission reduction targets have been proposed in the areas exceeding water quality standards in order to achieve stable water quantity and improve water quality. (3) 563 units of environmental management units and control area have been established in Qinghai Province through the work of ‘Three Lines and One List’. The corresponding management and control requirements have been proposed in industrial parks and mining areas based on the regional characteristics of ecological environment and the different types of minerals. This study shows that the results of the ‘Three Lines and One List’ can support

收稿日期: 2020-01-19

修订日期: 2020-03-13

作者简介: 姜昀(1976-),女,辽宁抚顺人,副研究员,硕士,主要从事环境影响评价理论与技术研究,jiangyun@acee.org.cn.

* 责任作者,李元实(1982-),男,黑龙江伊春人,高级工程师,硕士,主要从事环境影响评价与排污许可理论与技术研究,andrew@acee.org.cn

the maintenance and improvement of ecological functions in Qinghai Province.

Keywords: ‘Three Lines and One List’; ecological function; regional management and control system of ecological conservation and environmental protection; Qinghai Province

青海省三江源地区是长江的发源地,长江水资源的重要补给区,长江经济带重要的生态屏障,其生态安全对维护长江流域生态平衡,促进长江经济带人与自然和谐可持续发展具有重要意义,因此生态环境部将青海省纳入长江经济带战略环境评价“三线一单”编制工作中。结合青海省“三线一单”编制成果,该研究分析了青海省生态功能定位及面临的生态环境问题,通过生态空间识别、环境质量底线和资源利用上线确定、环境管控单元划定等工作,构建了青海省生态环境分区管控体系和生态环境准入清单,以期解决现有生态环境问题、应对未来发展和保护挑战,以及维护和改善青海省生态功能。

1 研究技术路线

1.1 研究区域

该研究范围为青海省,包括西宁市、海东市、海西蒙古族藏族自治州、黄南藏族自治州、海南藏族自治州、海北藏族自治州、玉树藏族自治州、果洛藏族自治州等8个市(自治州)、全省国土面积696 600 km²。

1.2 区域生态功能识别

目前我国对于生态系统服务功能的定义和分类尚未形成比较系统和统一的概念^[1-3],基本认识是生态系统产生的对人类生存发展具有支持作用的产品、资源等。结合生态功能区划、主体功能区划、生态保护红线划定等相关工作,该研究中生态系统服务功能主要包括水源涵养、水土保持、防风固沙、生态多样性维护、海岸生态稳定等生态功能^[4],以及生态系统对人类发展提供支持的水资源、矿产资源等生态产品^[5]。结合青海省地理区位、生态环境特征,结合实地调查和相关部门提供的基础数据,识别青海省重要生态功能和生态产品,分析青海省生态功能改善的关键点。

1.3 区域生态环境问题分析

通过收集与整理资料,获取青海省生态环境质量基础资料;通过实地勘察、咨询走访以及与青海省生态环境厅、青海省水利厅等部门座谈等多种形式,获取动态的数据资料。

1.4 生态功能改善实现路径

生态功能改善路径采用“原因—效应—响应”概念模型^[6-7],体现人类与生态环境之间的相互作用关系。人类通过各种活动从自然环境中获取其生存与

发展所必需的资源,同时又向环境排放转化生成的物质,从而改变了自然资源储量与生态环境质量,而自然和环境状态的变化又反过来影响人类社会经济活动和福利,社会通过环境政策、经济政策和部门政策,以及意识和行为的变化对自然和环境状态变化做出反应^[8-10]。根据青海省生态功能改善关键点,以及生态环境状态与生态功能改善之间的差距,提出响应的管控策略。

1.5 技术路线

明确区域生态功能的含义,确定主要研究对象特征,建立研究区域的生态功能构成,运用“原因—效应—响应”概念模型,开展“三线一单”在青海省生态功能改善的效应分析,提出基于“三线一单”实现生态功能改善的路径。具体技术路线如图1所示。

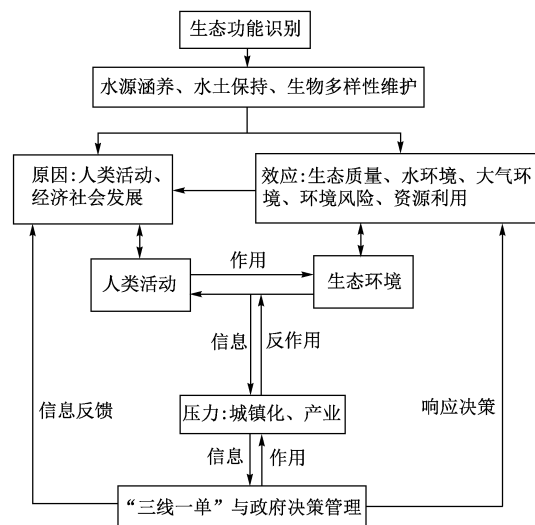


图1 基于“原因—效应—响应”概念模型的技术路线

Fig.1 The technical roadmap based on the ‘cause-effect-response’ model

2 研究基础

2.1 青海省生态功能定位

2.1.1 生态功能

a) 水源涵养功能。水源涵养功能^[11]主要体现在截留降水、抑制蒸发、涵蓄土壤水分、增加降水^[12]、缓和地表径流、补充地下水、调节河川流量、水土保持^[13]、气体调节^[14]及生物多样性维持等,是青海省的主导生态功能。青海省主要通过林草地保护、水土保持、冰川环境保护、水资源优化配置等保护和增强

水源涵养功能。

b) 生物多样性功能. 青海省拥有全球海拔最高的森林、高寒灌丛、草原和星罗棋布的沼泽湖泊,是世界上高海拔地区生物多样性最集中的地区之一,分布有青海省羌塘-三江源生物多样性保护优先区域、祁连山生物多样性保护优先区域,其中,国家一级(21种)、二级(53种)保护野生动物74种,占全国保护种类数的33.2%;省级重点保护野生动物35种,中华对角羚、藏羚羊、野牦牛、马麝、黑颈鹤等高原特有物种^[15]被列入重点拯救保护物种。

c) 防风固沙功能. 青海省东北部青海湖区、南部三江源区和北部祁连山区形成了一道天然屏障,起到了生态屏障的作用,阻挡西部塔里木盆地、柴达木盆地的流动沙丘向东部和东南的移动,阻隔和减缓了内蒙古自治区腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠,青海省柴达木盆地沙漠、共和盆地沙漠,以及新疆维吾尔自治区塔克拉玛干大沙漠、库姆塔格沙漠的汇合与前移,遏制沙尘暴源区的形成,有效保护了我国西北、中部和西南地区的生态环境。

2.1.2 生态产品

a) 水资源. 作为我国主要大江大河源头的水源涵养区,青海省孕育了长江、黄河、澜沧江、黑河等重要水系,全省自产水资源总量为 $629.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中,黄河流域自产水资源量为 $208.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,长江流域自产水资源量为 $179.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,澜沧江流域自产水资源量为 $108.9 \times 10^8 \text{ m}^3$,内陆河流域自产水资源量为 $132.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,每年为下游省(自治区、直辖市)提供近 $620 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的淡水资源. 中国水利水电科学研究院《三江源区水生态补偿机制与政策研究》结果显示,三江源区每年向下游输出的水经济价值约 1.392×10^8 元;金沙江和澜沧江^[16]流域下泄水量产生的经济价值(仅发电)每年至少 79×10^8 元;青海省黑河、疏勒河、石羊河等西北内陆河流^[17]水资源为河西走廊地区生态环境改善、绿洲维持、经济社会发展带来的效益也是巨大的. 除水资源量,青海省作为“中华水塔”,其水资源生态功能还体现在水质上,青海省各流域水质安全对于下游省(自治区、直辖市)用水安全至关重要^[18].

b) 湿地与冰川资源. 青海省湿地总面积为 $814.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占我国湿地总面积的15.19%,居我国首位,是全球影响力最大的生态调节区. 青海省湿地类型多样^[19]、资源丰富,包括高寒沼泽草甸湿地、高原湖泊湿地、咸水湖、盐湖及沼泽湿地. 青海省共发育冰川3738条^[20],面积达 $39.58 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中三

江源和祁连山地区的冰川是青海省冰川的主体,是所处流域冰川资源的重要构成。

c) 矿产资源. 青海省成矿地质条件优越,成矿地质作用多样,是我国最具找矿潜力的地区之一,也是我国矿产资源重要的战略储备区. 据估算青海省保有矿产资源潜在价值为 105.17×10^{12} 元(不含地下水、地热、矿泉水年开采价值),其中,对国民经济具有重要价值的45种矿产资源潜在价值为 102.25×10^{12} 元,11种特色盐湖矿产资源潜在价值约 99.37×10^{12} 元. 青海省矿产地按矿种分布具有明显的地域特点,西宁市周边及海东市多以建材非金属矿产为主;盐湖矿产及石油、天然气主要分布于柴达木盆地西部;煤炭主要分布于柴北缘、北祁连,玉树藏族自治州、果洛藏族自治州等地区有少量分布;黑色金属主要分布于格尔木市西部、都兰县、祁连县等地区^[21];有色金属、贵金属主要分布于祁连县、格尔木市、大柴旦行政委员会、兴海县、都兰县、泽库县、同仁县、玉树藏族自治州等地区. 截至2015年底,青海省共发现各类矿产134种,各类矿床、矿点、矿化点4794处,其中锂矿、锶矿、钾盐矿及镁盐矿的储量均位于全国第1位。

2.2 青海省生态环境问题

2.2.1 生态脆弱,生态功能维护和改善任务艰巨

青海省地处高海拔、高寒地区,气候恶劣,自然条件严酷,生态系统自我维持和受到外界干扰后修复能力差^[22]. 根据《青海省环境质量报告书(2017)》,2017年全省面积55.96%的地区生态环境状况等级为一般,5.55%的地区生态环境状况等级为较差,生态系统总体质量偏低. 草原退化、水土流失等生态问题依然存在. 河湟地区水土流失面积达流域总面积的41.77%;青海省南部、柴达木、祁连山地区中度以上退化草原面积分别占其可利用草原面积的60%、38%、39%. 生物多样性保护面临严峻挑战,随着土地沙化、湿地萎缩、草场退化、雪线上升,许多物种自然分布区急剧缩小,据测算青海省内因环境恶化受到威胁的生物物种占总物种总数的15%~20%,雪豹、棕熊等稀有珍贵物种更以惊人的速度减少. 矿产资源开发需求与生态空间保护的矛盾突出. 矿产资源开发布局与生态空间存在一定冲突,产生了一系列生态环境问题^[23]. 如祁连山地区木里矿区修复治理前,煤矸石淋滤水、矿井水及选煤水等煤矿废水造成水土环境的污染,抑制矿区植被生长;西宁市及海东市建材类矿产资源开发,对区域土地资源、水层结构和地貌景观造成一定程度的破坏;柴达木地区盐类矿产资源的提卤开采造成晶间卤水水位持续下降,卤水疏干区

固体氯化钾因无法溶解而造成资源浪费,煤矿开采产生的地面塌陷和废渣、煤矸石压占土地,导致水土流失面积逐步扩大,土地沙化趋势严峻^[24]。

2.2.2 河湟地区水资源供需矛盾突出,湟水流域局部河段水环境污染

青海省水资源时空分布不均,河湟地区和柴达木地区是全省的贫水区,水资源占全省的 12.3%,人口却占全省的 73%,其中湟水流域水资源开发利用率在 40% 以上,水利水电工程开发导致部分河段生态基流难以保证,水环境纳污能力受到影响;同时,由于湟水流域有限的地理空间上承载的能源消费和工业生产分布不合理、排污强度大、治理水平落后等原因,近年来湟水流域内水环境问题突出^[25]。根据青海省 2017 年水质监测成果,湟水流域水质总体评价为轻度污染,主要超标因子为氨氮和总磷,水质污染类型为生活有机类污染。

由表 1 可见:“十二五”期间,湟水流域水质总体呈恶化趋势;“十三五”期间,青海省加强了湟水流域水环境治理工作,水质呈好转态势,2017 年达到 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》I~III 类水质断面数占比为 66.7%。但由于湟水流域为典型的缺水型污染,加之沿线城乡人口又十分密集,重点开

表 1 湟水流域水质变化情况表

Table 1 Changes of water quality in Huangshui Basin

年份	类别	GB 3838—2002 《地表水环境质量标准》			总体评价
		I~III类	IV~V类	劣V类	
2010	断面数	1	1	1	中度污染
	占比/%	33.4	33.3	33.3	
2011	断面数	9	6	3	轻度污染
	占比/%	50.0	33.3	16.7	
2012	断面数	10	7	0	轻度污染
	占比/%	58.8	41.2	0	
2013	断面数	6	9	2	轻度污染
	占比/%	35.3	52.9	11.8	
2014	断面数	6	9	4	中度污染
	占比/%	31.6	47.3	21.1	
2015	断面数	7	6	6	中度污染
	占比/%	36.8	31.6	31.6	
2016	断面数	11	6	4	轻度污染
	占比/%	52.4	28.5	19.1	
2017	断面数	16	6	2	轻度污染
	占比/%	66.7	25.0	8.3	

发区人口、城镇、产业聚集,工业化城镇化还处于快速发展过程中,区内主要污染物排放总量仍呈增加趋势,且湟水流域经过多年水污染综合治理,治理边际效应递减趋势明显,水环境指标年际波动较大,尤其是少数断面水质改善难度大,环境进一步向好的压力较大。

2.3 青海省生态功能改善的关键点

根据青海省生态功能定位,结合青海省生态环境现状问题,分析得到青海省生态功能改善的关键点:①全面提升自然生态系统稳定性和生态服务功能,特别是提高水源涵养功能、维护生物多样性功能;②保护重要生态保护区、水源涵养区、江河源头区和湿地的水生态,保护“中华水塔”,保障水质和水量^[26];③协调处理好矿产资源开发与生态环境保护之间的关系,既要发挥矿产资源价值,又不能损害生态功能;④协调处理好经济社会发展与生态环境保护之间的关系,坚持生态保护优先,推动高质量发展,创造高品质生活。

3 结果与讨论

3.1 通过识别生态空间实现生态功能维护和改善

青海省生态空间识别衔接了青海省生态保护红线划定过程中生态系统服务功能重要性评估和生态环境敏感性评估结果。识别结果显示,青海省生态空间主要包括青海省水源涵养功能极重要区和重要区,水土保持、防风固沙、生物多样性功能极重要区,生态环境极敏感区,各类保护地生态空间的面积占全省国土面积的 72.25%。按《生态保护红线划定指南》,将生态功能极重要区、生态环境极敏感区和各类保护地划为生态保护红线,除生态保护红线外的生态空间为一般生态空间。

青海省生态空间涵盖了三江源草原草甸湿地生态功能区、祁连山冰川与水源涵养生态功能区等国家重点生态功能区,三江源水源涵养与生物多样性保护重要区、祁连山水源涵养重要区等国家重要生态功能区,羌塘-三江源生物多样性保护优先区域、祁连山生物多样性保护优先区域等国家生物多样性保护优先区,三江源和祁连山国家公园,国家级和省级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地、重要水源保护地等 457 处禁止开发区域,以及中部生态功能区和水源涵养重要区。空间布局上与《青海省主体功能区规划》划定的禁止开发区域、限制开发区域(重点生态功能区)基本一致,面积占比与青海省生态保护战略地位相匹配,充分体现了青海省最大的价值在生态。

结合青海省不同区域生态功能定位,根据问题导向和目标导向,从功能维护、修复治理、矿产和水电分类处置、生态移民、农牧业和旅游业发展等方面,对不同区域生态保护红线和一般生态空间提出了差别化管控要求,实现保护和提升生态功能,解决生态环境问题。如三江源地区生态功能定位是草原草甸湿地生态功能区,为水源涵养类型的国家重点生态功能区,其保护目标是提升水源涵养功能,维护“中华水塔”的坚固而丰沛,因此提出了严格控制人工表面尤其是建设用地增量,推进林草植被保护和生态恢复治理,长江、黄河、澜沧江源头区核心保育区除必要巡护道路,不规划新建道路等管控要求。祁连山地区生态功能定位是冰川与水源涵养生态功能区,为水源涵养类型的国家重点生态功能区,由于人类活动、水电开发和矿产资源开采,出现了草地退化、湿地萎缩、水土流失等生态问题,其保护目标是保护和改善黑河、托勒河、疏勒河、石羊河、大通河等水源地的林草植被,提高水源涵养功能,因此提出限制建设用地无限扩张、加强矿产资源开发生态环境保护与恢复治理、祁连山国家公园内水电站有偿退出,以及清理不符合保护和规划要求的各类生产设施、工矿企业等管控要求。

3.2 通过确立水环境质量底线、水资源利用上线实现水资源保护和水环境改善

首先,衔接青海省最严格水资源管理制度“三条红线”控制指标,确定了各市(自治州)用水总量等水资源利用上线管控指标,针对河湟地区生态需水保障的问题,对湟水河干支流32个控制断面提出了生态基流控制指标,实现流域水资源合理利用,保障流域生态环境需水。

其次,为实现水环境质量改善、精准施策,青海省“三线一单”将《水污染防治行动计划》青海省涉及的17个国家重点流域控制单元,基于水系和汇水情况进行细化,将细化的控制单元与《青海省水环境功能区划》划定的水环境功能区有机整合,最终划分了95个水环境控制单元。针对青海省各流域源头区水功能要求高以及湟水流域水环境污染现状问题,按照流域内水环境控制单元确立了不同时期水环境质量底线。至2020年,长江、澜沧江出境断面水质保持在GB 3838—2002 I类(溶解氧指标除外),黄河干流、黑河出境断面水质保持在Ⅱ类以上;湟水流域消除少数区段劣V类水体,出境控制断面水质稳定达到Ⅳ类并向好发展,干流达到Ⅲ类以上水质占比达36%。至2035年,长江、澜沧江出境断面水质稳定保持在Ⅰ类(溶解氧指标除外),黄河干流、黑河出境断

面水质持续保持在Ⅱ类以上;湟水流域出境控制断面水质稳定达到Ⅲ类,干流达到Ⅲ类以上水质断面占比大于54%,支流断面水质稳定保持在Ⅲ类以上,实现优良水体保持稳定、污染水体持续治理。

根据水环境质量底线目标,结合现状入河污染负荷,测算了水质现状超标单元和未来工业集中发展园区所在单元(共21个水环境控制单元,均集中在湟水流域)的剩余水环境容量,对没有剩余环境容量的单元提出了减排任务。如海东市湟水干流松树乡川口镇控制单元,至2020年化学需氧量的减排目标为227.4 t/a,总磷的减排目标为1.5 t/a;西宁市湟水干流域西区控制单元,至2020年氨氮的减排目标为226.9 t/a,总磷的减排目标为5.9 t/a。

3.3 通过环境管控单元划定和准入清单编制实现环境分区管控

青海省“三线一单”将青海省划分为优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元,其中,优先保护单元主要是生态保护红线和一般生态空间,重点管控单元主要是城镇、工业园区(集聚区)、重点矿区等,一般管控单元是除优先保护单元和重点管控单元外的其他区域。青海省共划定563个环境管控单元,其中,优先保护单元354个,面积占全省国土面积的69.99%;重点管控单元131个,面积占全省国土面积的8.05%;一般管控单元78个,面积占全省国土面积的21.96%。根据环境管控单元区位特点、现状生态环境问题、未来发展定位和目标,建立了青海全省、五大板块、市(自治州)、区(县)四级准入清单。其中,省级准入清单主要针对青海省生态功能定位,提出了不同生态功能定位区域的空间布局约束管控要求;五大板块准入清单主要针对三江源、祁连山、青海湖等地区生态屏障和水源涵养功能,河湟地区大气和水污染防治需求,提出了有针对性的管控要求;区(县)具体环境管控单元主要根据单元的发展定位、现状、问题、各环境要素属性,提出相应的管控目标和准入清单,如为响应矿产资源开发与生态环境保护之间的矛盾,结合矿产资源开发压力,将规划矿区划入重点管控单元,并在识别矿区与生态空间位置关系的基础上,针对不同矿种开发和环境影响特点提出了差异化的管控要求;为处理好产业发展与生态环境保护之间的关系,结合工业园区发展布局,将青海省国家级和省级工业园区划入重点管控单元,针对不同园区区域环境特点、产业定位、园区基础设施建设情况等提出了差异化的管控要求。通过分区、分级管控,实现了青海省国土全覆盖、差别化的生态环境管控。

4 结论

a) 青海省生态功能改善的关键点包括:全面提升水源涵养功能、维护生物多样性功能;保护三江源地区水生态,保障水质和水量;协调处理矿产资源开发与生态环境保护之间的关系;协调处理经济社会发展与生态环境保护之间的关系。

b) 通过划定生态空间实现生态功能维护和改善。青海省“三线一单”将全省 72.25% 的国土面积识别为生态空间,布局上涵盖了国家重点生态功能区、国家重要生态功能区、生物多样性优先保护区、各类保护地等,实现了对三江源长江、黄河、澜沧江三大河流源头区以及青海湖、祁连山诸河源区的自然生态系统的完整保护,为发挥青海省生态价值提供保障;同时,与长江中下游其他省(自治区、直辖市)相比,青海省优先保护区面积占比最大,体现了长江源头区保护优先的战略定位。

c) 通过确立水环境质量底线、水资源利用上线实现水资源保护和水质改善。针对青海省生态系统脆弱、矿产资源开发与生态环境保护矛盾突出以及湟水流域水环境污染等生态环境问题,深入剖析问题原因,通过生态空间识别、环境质量底线目标确定以及允许排放量核算、环境管控单元划定、生态环境准入清单编制,对现有环境问题解决、未来发展生态环境保护做了管理决策的响应,以实现水量保障、水质改善。

d) 通过环境管控单元划定和准入清单编制实现环境分区管控。针对未来产业发展格局,将工业园区和矿区划为独立管控单元,根据产业园区发展定位和区域生态环境特征、矿区开采的环境影响特点,提出相应的管控要求,为提升和改善青海省生态功能制定规则。

e) 青海省“三线一单”编制过程中,在青海省主体功能区规划框架内结合生态功能区划、水环境功能区划,细化了生态、水、大气、土壤等分区单元,提出了分区管控的生态环境准入要求,即与主体功能区规划、水环境功能区划、生态功能区划等现有生态、环境分区规划进行了充分衔接。

参考文献(References):

[1] 王凯,谭春燕.非市场评估视角下区域生态系统服务价值研究[J].水土保持研究,2020,27(2):300-306.
WANG Kai,TAN Chunyan.Research of tracking investigation on regional ecosystem services based on evaluating non-market value[J].Research of Soil and Water Conservation,2020,27(2):300-306.

[2] 李子君,刘金玉,姜爱霞,等.基于土地利用的祁河流域生态系

统服务价值动态变化[J].水土保持研究,2020,27(2):269-275.

LI Zijun,LIU Jinyu,JIANG Aixia,et al.Temporal and spatial dynamics of ecosystem service value in Benghe river basin based on land use change[J].Research of Soil and Water Conservation,2020,27(2):269-275.

[3] ZHANG Weixin, YU Yang, WU Xiuqin, et al. Integrating preferences and social values for ecosystem services in local ecological management: a framework applied in Xiaojiang basin Yunnan Province, China[J]. Land Use Policy, 2019. doi: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104339.

[4] 巩杰,柳冬青,高秉丽,等.西部山区流域生态系统服务权衡与协同关系:以甘肃白龙江流域为例[J].应用生态学报,2020. doi:https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202004.019.

GONG Jie,LIU Dongqing,GAO Bingli,et al.Watershed tradeoffs-synergies analysis among ecosystem services in western mountainous China:a case study of the Bailongjiang watershed in Gansu, China [J].Chinese Journal of Applied Ecology,2020.doi:https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202004.019.

[5] 张兴,姚震.新时代自然资源生态产品价值实现机制[J].中国国土资源经济,2020,33(1):62-69.

ZHANG Xing,YAO Zhen.The implementation mechanism of the value of ecological products of natural resources in era [J].Natural Resource Economics of China,2020,33(1):62-69.

[6] 向丽雄,谢正磊,杜泽兵,等.基于 PSR 模型的鄱阳湖湿地生态系统健康评价指标系统研究[J].安徽农业科学,2015,43(35):105-107.

XIANG Lixiong,XIE Zhenglei,DU Zebing,et al.Establishment of an indicator system for health assessment of wetland ecosystem in Poyang Lake based on PSR [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2015,43(35):105-107.

[7] 杨志,赵冬至,林元烧.基于 PSR 模型的河口生态安全评价指标体系研究[J].海洋环境科学,2011,30(1):139-142.

YANG Zhi,ZHAO Dongzhi,LIN Yuanshao.The evaluating index system for estuary ecosystem safety based on PSR model [J]. Marine Environmental Science,2011,30(1):139-142.

[8] 钟茂初.可持续发展思想的理论阐释与实证分析[D].天津:南开大学,2004.

[9] 解保军.马克思自然观的生态哲学意蕴及现代意义[D].哈尔滨:黑龙江大学,2001.

[10] OU Zhaorong, ZHU Qingke, SUN Yongyu. Regional ecological security and diagnosis of obstacle factors in underdeveloped regions: a case study in Yunnan Province, China [J]. Journal of Mountain Science, 2017, 14(5): 870-884.

[11] WU Xi,SHI Wenjiao,GUO Bin,et al.Large spatial variations in the distributions of and factors affecting forest water retention capacity in China [J]. Ecological Indicators, 2020. doi: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106152.

[12] CUI Buli,LI Xiaoyan.Stable isotopes reveal sources of precipitation in the Qinghai Lake Basin of the northeastern Tibetan Plateau[J]. Science of the Total Environment,2015,527/528:26-37.

[13] 刘凯,贺康宁,田赞,等.青海高寒山区 5 种林分的土壤特性及

- 其水源涵养功能[J].水土保持学报,2017,31(3):141-146.
- LIU Kai, HE Kangning, TIAN Yun, *et al.* Soil characteristics and water conservation function of five forest types in Qinghai alpine region[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2017, 31(3): 141-146.
- [14] 曹乐瑶,周涛,罗惠,等.森林覆盖率在森林生长对气候干旱响应上的调节作用[J].北京师范大学学报(自然科学版),2019,55(2):240-247.
- CAO Leyao, ZHOU Tao, LUO Hui, *et al.* The mediation of forest coverage in the responses of forest to climate drought[J]. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*, 2019, 55(2):240-247.
- [15] SHI Jianbin, LI Xiaowen, DONG Shikui, *et al.* Trans-boundary conservation of Chiru by identifying its potential movement corridors in the alpine desert of Qinghai-Tibetan Plateau[J]. *Global Ecology and Conservation*, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00491>.
- [16] ZHANG Chao, DING Chengzhi, DING Liuyong, *et al.* Large-scale cascaded dam constructions drive taxonomic and phylogenetic differentiation of fish fauna in the Lancang River, China [J]. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2019, 29(4):895-916.
- [17] 朱中华,王雄师.河西内陆河流域水资源及可持续开发利用[J].干旱区资源与环境,2004(S2):149-153.
- ZHU Zhonghua, WANG Xiongshi. Studies on the water resources and its sustainable utilization in hexi inland watershed [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2004(S2):149-153.
- [18] 方印.提升生态产品价值助推高质量发展[N].贵阳:贵州日报,2019-11-13(011).
- [19] 咸文静,苑玉虹.湿地保护中的青海印记[J].青海科技,2016(2):22-25.
- [20] 安国英,韩磊,黄树春,等.基于GF-1光谱数据的青藏地区冰川资源现状遥感调查[J].现代地质,2018,32(3):584-594.
- AN Guoying, HAN Lei, HUANG Shuchun, *et al.* Remote sensing survey of glaciers based on GF-1 spectral data in the Qinghai-Tibet Region[J]. *Geoscience*, 2018, 32(3):584-594.
- [21] 周兵.青海都兰哈西哇金多金属矿成矿地质特征及矿床成因探讨[J].西部探矿工程,2020,32(1):117-119.
- [22] 冯永香.推进青海生态系统保护修复的路径研究[J].柴达木开发研究,2019(3):4-9.
- [23] 张志锋.祁连山在生态之痛中苏醒[N].北京:人民日报,2017-01-22(007).
- [24] 许国成,彭昕杰,成金华.青海省绿色矿业发展的问题及对策研究[J].中国国土资源经济,2018,31(2):24-28.
- XU Guocheng, PENG Xinjie, CHENG Jinhua. Research on existing problems and countermeasures of Qinghai Province's green mining development[J]. *Natural Resource Economics of China*, 2018, 31(2):24-28.
- [25] 王青海,王之仓,李萍.青海省湟水河流域水质污染特征分析[J].青海师范大学学报(自然科学版),2009(4):71-74.
- WANG Qinghai, WANG Zhicang, LI Ping. Water environment quality and pollution characteristics in Huangshui River of Qinghai [J]. *Journal of Qinghai Normal University (Natural Science)*, 2009(4):71-74.
- [26] WANG Yousheng, CHENG Congcong, XIE Yun, *et al.* Increasing trends in rainfall-runoff erosivity in the source region of the Three Rivers, 1961-2012 [J]. *Science of the Total Environment*, 2017, 592:639-648.

(责任编辑:刘 方)