

柴达木盆地生态环境保护战略与对策

杨荣金¹, 舒俭民¹, 李秀红², 孙美莹², 孟伟¹

1. 中国环境科学研究院环境基准与风险评估国家重点实验室, 北京 100012

2. 北京师范大学全球变化与地球系统科学研究院, 北京 100875

摘要 柴达木盆地生态功能重要, 水资源短缺, 生态环境脆弱, 光热资源和矿产资源丰富。柴达木循环经济试验区总体规划实施将进一步增大生态环境的系统压力。有效协调区域社会经济和产业发展与生态环境保护的关系是推进区域生态文明建设的重要举措。通过分析柴达木盆地经济和产业发展的生态环境压力, 对柴达木盆地生态环境状况进行基本判断, 进而提出柴达木盆地“生态保护优先”、“产业绿色发展”和“科技创新驱动”的区域生态环境保护战略和对策。

关键词 柴达木盆地; 循环经济; 生态文明; 环境保护; 生态功能

柴达木盆地是西部大开发战略中的重要发展区域。《西部大开发“十二五”规划》明确提出“积极推进青海柴达木循环经济试点”。《全国主体功能区规划》将兰州—西宁地区确定为国家重点开发区, 其中格尔木是两个关键支撑区域之一。柴达木盆地的盐湖、能源和金属等矿产资源丰富, 但矿产资源综合开发利用水平较低^[1]。柴达木盆地水资源承载不足^[2], 生态脆弱^[3-4], 环境承载不足且环境健康风险大^[5-6], 水资源利用效率低, 生态环境保护投入不足。随着社会经济和产业的发展及生态环境保护要求的提升, 区域生态环境保护形势日益严峻^[7-8]。进一步明确柴达木盆地生态环境保护战略, 有效协调社会经济和产业发展与生态环境保护的关系, 成为循环经济试验区建设成败和区域可持续发展的关键^[9-10]。

1 柴达木盆地社会经济和产业发展的生态环境保护压力

柴达木盆地经济快速增长阶段为2009—2013年。从区域上看, 格尔木市经济总量大, 发展速度快, 其次是德令哈市; 从产业上看, 第一产业、第二产业和第三产业增加值在2009—2014年实现年均3倍左右的增长, 第二产业增加值总量和增量均显著大于第一产业和第三产业增加值。区域经济发展必然占用更多的水、地和电等资源。以主要城市格尔木和德令哈为例, 2009—2013年城市供水总量由4666万t增至8683万t, 主要是工业用水量增加; 耕地面积由1.35万hm²增至1.72万hm²(全为水浇地), 农业用水大幅度增加, 部

分地区化肥、农药、农用地膜使用量明显增加; 牧业值从1.03亿元增至2.19亿元, 主要是肉类产量增加; 水产品产量由261t增至478t, 主要集中在德令哈市的可鲁克湖。发电量和以钾肥为代表的盐湖产品及原煤、黄金等工业品产量多明显增加, 以海西州2009—2013年为例, 4年内发电量自20.1亿kW·h增至41.3亿kW·h, 钾肥实物量自376万t增至673万t, 原盐自212万t增至261万t, 原油自103万t增至220万t, 原煤自1171万t增至2589万t, 焦炭自69万t增至174万t, 纯碱自120万t增至228万t, 黄金自3347kg增至6968kg。工业和农业生产规模快速扩大, 对脆弱生态环境系统必将产生较大的压力。

由于柴达木循环经济产业体系正在构建过程中, 废水、废气和固体废弃物处理、处置设施建设滞后, 区域污染物排放绩效虽然有所提升, 但污染物排放量仍然持续增加, 对生态环境的压力不断增大。2011年格尔木市和德令哈市城市污水处理率分别为55%和34%, 远低于同期青海75%和全国80%的水平。海西州在2007—2013年, 主要污染物排放量快速增加。化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)排放量由7417t增至23046t, 氨氮排放量由908t增至2397t, SO₂由2.15万t增至4.9336万t, COD和SO₂排放量占青海省的比例从13.6%和17.7%增至22%和24%。柴达木盆地属于干旱荒漠区, 水资源严重短缺, 水环境容量有限, 主要污染物排放量的增加造成对水环境系统的压力持续增加。柴达木盆地总体上大气扩散条件一般, 由于对基础设施的依托, 多数工业

收稿日期: 2016-11-18; 修回日期: 2017-02-12

基金项目: 中国工程院重点咨询项目(2016-XZ-11); 中国工程院重大咨询项目(2012-ZD-14)

作者简介: 杨荣金, 副研究员, 研究方向为生态文明战略与生态环境政策, 电子信箱: yangrj@craes.org.cn; 孟伟(通信作者), 中国工程院院士, 研究员, 研究方向为流域水污染控制和生态环境管理, 电子信箱: mengwei@craes.org.cn

引用格式: 杨荣金, 舒俭民, 李秀红, 等. 柴达木盆地生态环境保护战略与对策[J]. 科技导报, 2017, 35(6): 115-119; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2017.06.015

园区与城区紧邻,工业园区大气污染物排放量大幅度增加将加大城区人居环境保障难度。

以规划的GDP和排污绩效核算,预计2013—2020年COD排放量增加1983 t,氨氮排放量增加1536 t,SO₂排放量增加1.0733万t,虽然排污绩效提高了,但污染物实际排放量增加了,对于水环境和大气环境的压力进一步增加。

2 柴达木盆地生态环境状态的基本判断

柴达木盆地工业发展主要集中于格尔木市。2008—2012年,格尔木河总场水闸断面水质由I类上升为II类,园艺场地表水总磷超标0.25倍;2008—2011年,管线团地下水水质监测点位综合评分由1.64上升为2.16,西藏油库地下水水质监测点位综合评分由1.00增至4.28,主要污染物为氯化物,2012年园艺场地下水源地铁超标0.35倍。根据《青海省柴达木循环经济试验区总体规划》确定的产业规模及产业环境绩效,核算2020年巴音河德令哈区水资源超载约9920万m³,格尔木河格尔木区水资源超载约1670万m³,鱼卡河马海区、都兰湖水系和大柴旦湖水系水资源均超载;水资源过度开采影响主要河流纳污能力。从年排污量和纳污能力看(不考虑季节差异和集中排污),巴音河和格尔木河的入河COD和氨氮量均超过河流纳污能力,2020年柴达木盆地主要河流巴音河和格尔木河水环境质量下降的可能性大。

随着柴达木盆地资源开发规模的扩大,部分区域生态环境质量总体有所恶化。2008—2012年,格尔木市空气污染综合指数(API)从1.93增至2.67,氮氧化物浓度呈上升趋势,PM₁₀年均浓度超过《环境空气质量标准》(GB 3095—1996)二级标准,2012年格尔木总悬浮颗粒物浓度超标0.24倍,可吸入颗粒物浓度超标0.42倍,PM₁₀达标天数不足80%;德令哈PM₁₀达标天数低于87%。预测2020年SO₂排放量约6万t,超过4.45万t的SO₂总量控制指标,SO₂年均浓度值将增加;NO_x排放量和年均浓度值均将明显增加。

海西州2008—2013年耕地面积由3.3980万hm²增至4.0689万hm²,城镇和独立工矿用地面积从约7.1万hm²增至11.3万hm²。耕地和城镇及独立工矿用地主要挤占草地、灌丛和荒漠,造成防风固沙等相应生态系统服务功能降低。部分湖泊面积减少或人工利用加剧,如德令哈水产品产量从2009年的226 t增至2013年的422 t,主要是可鲁克湖淡水养殖增加;大柴旦湖湖面约1/4成为盐湖资源开采区;马海湖盐湖资源开发占用天然湖面超过85%。柴达木盆地荒漠化面积变化不大,森林面积从2009年的46.93万hm²增至2013年的83.21万hm²,天然草地面积减少,区域生态环境质量总体保持稳定。

3 柴达木盆地生态环境保护战略与对策

必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,坚持生态保护优先为原则,发展循环经济产业体系,创新

生态文明相关体制机制,推进资源综合利用技术进步,实现区域社会经济发展与生态环境保护的协调,构建城市、产业与生态环境融合的区域可持续发展道路。

3.1 实施生态保护优先战略

柴达木盆地生态系统极其脆弱,对水资源依赖性强,防风固沙和生物多样性保护功能非常重要。柴达木盆地的盐湖、石油、煤、铁、铅、锌、金等矿产资源丰富,水资源短缺,资源大规模开发利用对生态系统压力巨大。必须实施生态保护优先战略,有效协调资源加快开发利用与脆弱生态系统保护的矛盾,实现区域协调和可持续发展。

控制耕地面积增长,提高农业用水效率,优化种植业结构,减少农业耗水总量;加强城镇中水回用设施及工业水梯级和循环再生利用设施建设,推进节水型城市建设,控制工业用水过快增长;提高可鲁克湖—托素湖、大柴旦湖等重要湖泊湿地及盐化草甸和荒漠草原的生态需水保障水平,加强那陵郭勒河、鱼卡河和塔塔陵河下游的生态需水保障,遏制柴达木盆地“西沙东移”。加强人工草场建设,保护天然草地资源,提升城镇周边区域防风固沙功能;实施山区退牧还草和轮牧休牧,提升格尔木河、巴音郭勒河、那陵郭勒河上游山区水源涵养功能。提高城镇建设用地和工矿业用地效率,控制城镇和工矿业粗放用地和无序扩张占地生态用地。按照循环经济产业体系构建需求配套煤化工、聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)等高耗水产业规模,控制化肥和农药施用量增长,减少化工废弃物、面源污染对林草植被、土壤和河湖生态系统的影响。加强那陵郭勒河、格尔木河和巴音河流域水资源规划,积极推进可鲁克湖—托素湖良好湖泊建设;加强格尔木胡杨林、柴达木梭梭林、诺木洪自然保护区和哈里哈图国家森林公园建设(图1)。建立适应柴达木盆地生态系统特征的生态公益林划分体系,提高生态公益林补助标准。探索建立干旱荒漠区的生态红线划定技术和方法,积极推进生态红线划定;探索建立西部脆弱生态区的自然资源资产评估技术和方法,将自然资源资产评估逐步纳入地方政府绩效考核中。

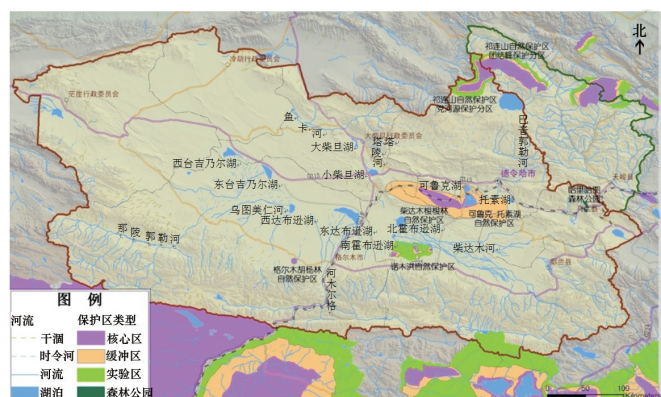


图1 柴达木盆地主要河、湖、自然保护区及森林公园
Fig. 1 Main rivers, lakes, nature reserves and forest parks in Qaidam Basin

3.2 实施产业绿色发展战略

柴达木盆地盐湖产业对于国家粮食安全和新能源产业发展具有重要作用,化工、金属采选冶和农业具有较好的产业基础。目前多数产业尚未建立清洁生产标准,产业发展的资源环境绩效较低,区域循环经济产业体系构建仍然处于起步阶段。柴达木盆地产业园区多邻近城镇居住区,河流均为季节性内陆河,环境承载能力有限。农业粗放式发展对草地和水资源的占用及面源污染不容忽视。必须加快实施产业绿色发展战略。

建立盐湖产业相关清洁生产技术标准,大幅度提高钾、锂、硼等收率,提高锂、硼产品纯度,推进盐湖产业节水 and 节能改造,逐步形成全国盐湖产业清洁生产标准体系。合理回收和利用提钾老卤,减少老卤排放对盐湖资源和生态环境的影响,有序推进金属镁、硫酸钾镁肥和镁基建材业的发展。

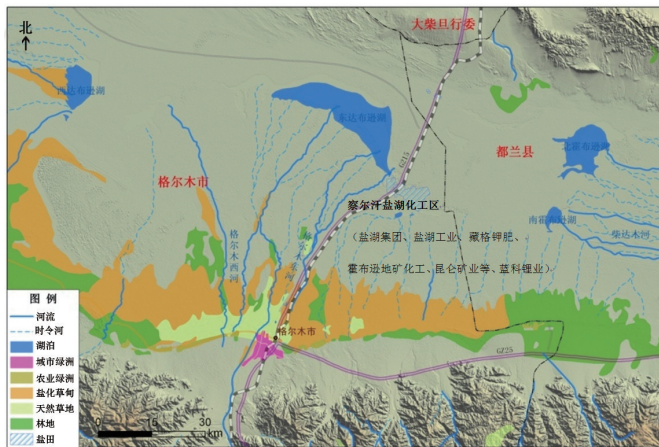


图2 格尔木盐湖产业基地

Fig. 2 Saline Lake industrial base in Golmud

3.3 实施科技创新驱动战略

柴达木盆地光能资源、盐湖资源优势明显,其他金属和非金属矿产资源较为丰富,但关键材料、关键工艺、重大装备方面仍然存在一定的差距。构建以盐湖产业为核心的循环经济产业体系是《柴达木循环经济试验区总体规划》的关键目标,要解决产业内部、不同产业之间的关联耦合,实现资源节约、环境友好型发展,必须实施科技创新驱动战略。

加大政府和企业的科技研发投入,围绕以盐湖产业为核心的循环经济产业体系构建,突破盐湖产业发展的技术瓶颈。优化循环经济产业体系重点发展方向,未来一定时期内稳步发展钾盐利用,提升钾盐收率和品质,推动提钾老卤综合利用,重点在金属镁、镁合金和大宗镁基建材上取得重大突破;积极发展低成本、高纯度电池级碳酸锂,探索研究金属锂及锂合金生产技术;充分利用盐湖资源和太阳能资源,研究太阳能光热技术和盐熔储能技术以及两者的结合;研究低品位硼生产高纯度硼酸的工艺技术;研究余氯、稀盐酸、含酸

适度控制纯碱和烧碱产业规模,按照市场和产业体系构建及水资源约束等合理确定。按照循环经济产业体系架构,重点推进格尔木老盐湖产业基地的优化提升和东西台吉乃尔湖新盐湖基地的规划布局(图2、图3)。加强石油化工、天然气化工和煤化工产业的废气、废水综合利用及处理设施建设和运营管理,减少重金属、VOCs(volatile organic compounds,挥发性有机物)等化工行业特征污染物对环境的影响,大力推进行业节水和节能升级改造。铅锌矿、铁矿、金矿属于高耗水、高耗能、重污染行业,除加强节水、节能和控污外,需要严格控制尾矿带来的环境影响和生态风险,加强绿色矿山建设。继续推进农业节水改造,提高农业用水效率;优化农业产业结构,加大枸杞、蔬菜、优质小麦、羊等区域优势农畜产品生产,充分利用柴达木盆地优良的气候条件积极发展绿色农业。

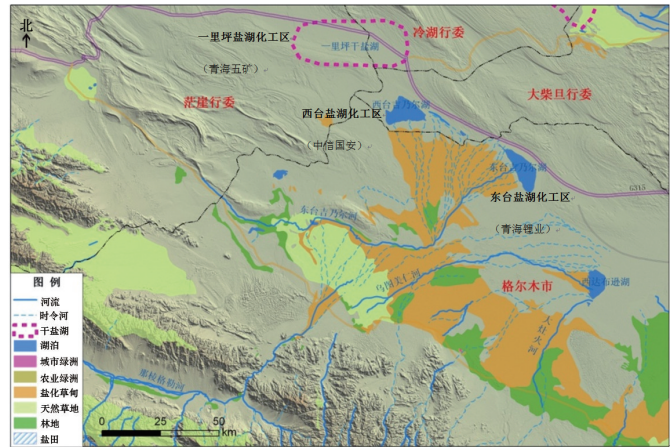


图3 东西台吉乃尔湖盐湖产业基地

Fig. 3 Saline Lake industrial base in the East Taijinar Lake and the West Taijinar Lake

废气回收、综合利用和风险防范的技术和方法。对于钾、锂、硼的不同生产工艺,要从生产成本、资源利用、环境污染等方面,进行综合研究和比选。对于铁、铅、锌、金的生产,除提高回收率和加强节水节能、减少排污外,重点加强硫酸废液综合利用、含氰废液处理、重金属污染控制和尾矿库风险防范方面的研发和投入。

4 结论

柴达木盆地是中国18个重点治理的脆弱生态区之一,水资源短缺,植被稀疏,湖泊萎缩,风蚀沙化严重^[11-12]。柴达木盆地盐湖资源优势明显,其他资源较为丰富,正在大力推进循环经济体系建设。按照《海西州国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》,柴达木盆地将推进盐湖化工、油气化工、煤化工、金属冶金4大传统基础产业转型升级,着力培育打造新能源、新材料、新业态、特色生物、现代服务5大新兴产业,基本建成国家循环经济示范区和新能源产业示范基地。

生态环境保护和建设是柴达木盆地资源综合开发和可持续发展的根本^[13-14],必须充分考虑气候变化^[15]、水土资源和矿产资源开发对区域生态环境系统的可能影响。坚持以人工绿洲和城镇人居环境保护为核心,完善农田防护林体系,加强人工绿洲外围荒漠、草原和灌丛保护^[16],发展盐湖农业和盐碱农业^[17],推动城镇与工业园区的产城融合过程,减轻人类活动对山区林草植被和河湖湿地的干扰和压力,有效地控制区域荒漠化进程^[18]。加强污水、废气和固体废弃物收集和处理的设施建设,提升区域环境设施处理处置能力^[19]。完善自然资源资产核算、生态红线划定、重点生态功能区保护、良好湖泊建设、生态环境损害赔偿与责任追究等生态文明相关的体制机制。

参考文献 (References)

- [1] 杨荣金, 李彦武, 李小敏, 等. 柴达木盆地资源开发的环境影响与对策研究[J]. 环境与可持续发展, 2013(6): 97-100.
Yang Rongjin, Li Yanwu, Li Xiaomin, et al. Study on impact of resources exploitation and utilization on eco-environment and its countermeasure in Qaidam Basin[J]. Environment and Sustainable Development, 2013(6): 97-100.
- [2] 陈冰, 李丽娟, 郭怀成, 等. 柴达木盆地水资源承载方案系统分析[J]. 环境科学, 2000(3): 16-21.
Chen Bing, Li Lijuan, Guo Huaicheng, et al. System analysis on water resources supporting alternatives for Qaidam Basin[J]. Environmental Science, 2000(3): 16-21.
- [3] 于伯华, 吕昌河. 青藏高原高寒区生态脆弱性评价[J]. 地理研究, 2011, 30(12): 2289-2295.
Yu Bohua, Lü Changhe. Assessment of ecological vulnerability on the Tibetan Plateau[J]. Geographical Research, 2011, 30(12): 2289-2295.
- [4] 岳东霞, 马金辉, 巩杰, 等. 中国西北地区基于GIS的生态承载力定量评价与空间格局[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2009, 45(6): 68-75.
Yue Dongxia, Ma Jinhui, Gong Jie, et al. Quantitative estimation and spatial pattern analysis of ecological carrying capacity in northwestern China based on GIS[J]. Journal of Lanzhou University(Natural Sciences), 2009, 45(6): 68-75.
- [5] 周长进, 董锁成. 柴达木盆地主要河流的水质研究及水环境保护[J]. 资源科学, 2002, 24(2): 37-41.
Zhou Changjin, Dong Suocheng. Water quality of main rivers in the Qaidam Basin and water environmental protection[J]. Resources Science, 2002, 24(2): 37-41.
- [6] 侯光良, 肖景义, 许长军. 青海省环境健康风险评估[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(11): 29-33.
Hou Guangliang, Xiao Jingyi, Xu Changjun. Assessment of environmental health risk of Qinghai Province[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2011, 25(11): 29-33.
- [7] 马建锋, 李小敏, 李彦武. 青海特色优势产业发展主要环境风险与对策研究[J]. 环境工程, 2014, 32(增刊1): 939-942.
Ma Jianfeng, Li Xiaomin, Li Yanwu. Environment risk and countermeasures analysis of the development of industry with special and local advantages in Qinghai province[J]. Environment Engineering, 2014, 32(suppl 1): 939-942.
- [8] 郑绵平. 中国盐湖资源与生态环境[J]. 地质学报, 2010, 84(11): 1613-1622.
Zheng Mianping. Salt lake resources and eco-environment in China[J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(11): 1613-1622.
- [9] 曹广超, 马海州, 曾永年, 等. 柴达木盆地绿洲区可持续发展现状的定量评价研究[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(3): 28-34.
Cao Guangchao, Ma Haizhou, Zeng Yongnian, et al. Quantitative evaluation of sustainable development in oasis of Qaidam Basin[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2003, 17(3): 28-34.
- [10] 方创琳, 余丹琳. 区域可持续发展SD规划模型的试验优控——以干旱区柴达木盆地为例[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 767-774.
Fang Chuanglin, Yu Danlin. Study on optimal-control experiment of the resources development and corresponding development between economy and eco-environment in the Qaidam Basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(6): 767-774.
- [11] 陈志人, 张维祥. 柴达木盆地生态系统的特征及其控制机理[J]. 干旱区资源与环境, 1987, 1(2): 115-122.
Chen Zhiren, Zhang Weixiang. The characters of ecosystem in Chaidamu Basin and its control mechanism[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 1987, 1(2): 115-122.
- [12] 铁生年, 姜雄. 青海沙漠化治理现状和进展[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2012(4): 73-77.
Tie Shengnian, Jiang Xiong. Desertification management status and progress in Qinghai[J]. Journal of Qinghai Normal University(Natural Science), 2012(4): 73-77.
- [13] 郭耀文, 张海锋, 肖景义, 等. 生态保护和建设是开发柴达木的根本[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(4): 11-15.
Guo Yaowen, Zhang Haifeng, Xiao Jingyi, et al. Ecology protection and construction—essential ways to develop Qaidam region[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2000, 14(4): 11-15.
- [14] 张继承, 潘新春. 基于RS/GIS和AHP-GPCA模型的青藏高原生态环境变迁综合评价[J]. 地球科学与环境学报, 2011, 33(4): 434-440.
Zhang Jicheng, Pan Xinchun. Comprehensive assessment for change of ecological environment in Qinghai-Tibetan Plateau based on RS/GIS and AHP-GPCA model[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2011, 33(4): 434-440.
- [15] 任朝霞, 杨达源. 近50 a 西北干旱区气候变化趋势及对荒漠化的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(4): 91-95.
Ren Zhaoxia, Yang Dayuan. Climate change and surface runoff change impact on desertification in the arid area of Northwest China in recent 50 years[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2008, 22(4): 91-95.
- [16] 贾敬敦, 伍永秋, 张登山, 等. 青海生态环境变化与生态建设的空间布局[J]. 资源科学, 2004, 26(3): 9-16.
Jia Jingdun, Wu Yongqiu, Zhang Dengshan, et al. Environmental changes and spatial distribution of ecological conservation in Qinghai Province[J]. Resources Science, 2004, 26(3): 9-16.
- [17] 郑绵平. 盐湖农业与盐碱农业[J]. 科技导报, 2014, 31(35): 1-1.
Zheng Mianping. Saline Lake agriculture and saline alkali agriculture [J]. Science & Technology Review, 2014, 31(35): 1-1.
- [18] 赵串串, 胡慧, 董旭, 等. 柴达木盆地土地荒漠化生态安全评价[J]. 林业调查规划, 2009, 34(4): 22-25.
Zhao Chuanchuan, Hu Hui, Dong Xu, et al. Evaluation on ecological security of desertification in Qaidam Basin[J]. Forest Inventory and Planning, 2009, 34(4): 22-25.
- [19] Meng Wei, Shu Jianmin, Yang Rongjin, et al. Development and utilization of Saline lake resources and protection of ecological environment in Qaidam Basin in Qinghai Province[J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(suppl1): 191-193.

Strategy and countermeasures of ecological environment protection in Qaidam Basin

YANG Rongjin¹, SHU Jianmin¹, LI Xiuhong², SUN Meiyong², MENG Wei¹

1. State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China
2. College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract The Qaidam Basin has important ecological functions, with rich light and heat resources and mineral resources, but a fragile ecological environment with shortage of water resources. The pressure of the ecological environment will increase with the implementation of the Overall Planning of the Qaidam Circular Economy Pilot Area. The effective coordination of the regional social, economical and industrial development and the ecological environment protection is an important measure to promote the construction of an ecological civilization in the Qaidam Basin. Based on the analysis of the eco-environmental pressure from the economical and industrial development and the situation of the regional ecological environment, the regional ecological environment protection strategies are put forward with "ecological priority", "green development concept" and "scientific and technological innovation drives".

Keywords Qaidam Basin; circular economy; ecological civilization; environmental protection; ecological function

(编辑 王志敏)