

# 柴达木盆地矿产开发中 环境地质问题及防治对策

谢娟<sup>1</sup>, 张骏<sup>1</sup>, 杨军<sup>1</sup>, 孙亚乔<sup>1</sup>, 成玉祥<sup>1</sup>, 李毅<sup>2</sup>

(1. 长安大学 环境科学与工程学院, 西安 710054; 2. 咸阳仪社农校, 陕西 咸阳 713021)

[摘要] 在柴达木盆地环境现状实际调查基础上, 根据调查资料论述了柴达木盆地地区矿产开发引起的主要环境地质问题及其危害, 分析了引起土地沙化, 土壤盐渍化, 水土污染, 崩塌地面塌陷, 生态环境恶化产生原因, 并在地质环境保护方面提出合理化建议, 以期西部开发过程环境保护提供依据。

[关键词] 资源开发; 矿业; 环境地质; 环境保护; 灾害; 柴达木盆地

[中图分类号] X13 [文献标识码] A [文章编号] 1672 6561(2005)04 0079 04

[作者简介] 谢娟(1963-), 女, 陕西三原人, 高级工程师, 从事水资源与环境工程教学与研究。

## 0 引言

环境、生态、灾害是当前人类面临的重大紧迫问题, 也是科学研究的前沿课题。由于人类不合理的经济活动, 破坏了自然生态环境, 引起众多的地质灾害。矿产开发对地质环境的影响十分严重, 其主要表现是地面塌陷以及山体错位引起的地面变形, 土地荒漠化, 水土污染。笔者以盐湖、金矿、煤矿开发为例, 试分析研究引起环境变化的原因。

## 1 矿产资源现状

柴达木盆地矿产资源十分丰富, 调查发现, 钾、镁、钠、锂、溴、硼、碘等化工盐类矿产主要分布于柴达木盆地盐湖中。盆地现有盐湖 25 个, 已知矿种达 66 种之多, 探明有一定储量的矿种约 40 种<sup>[1-3]</sup>, 以现代盐湖型的盐类矿产著称全国。此外, 还储聚了大量的石油及天然气资源。盆地周边山区蕴藏有煤、金属矿产及其他非金属矿产, 盆地内已发现有有色金属矿产 384 处, 有铜、铅、锌、镍、钴、锡、汞、锑等, 其中矿床规模大、品位高、经济价值高的当是有色矿——

锡铁山铅锌矿, 并伴生有金、银、锡、锑、钼等贵金属, 已探明矿产主要集中在盆地中部和西北部。盐类分布广泛而又相对集中, 东部分布着氯化物型盐湖(茶卡、柯柯); 北部为硼酸盐型盐湖(大、小柴旦); 中部盐湖集中, 矿床规模较大。察尔汗盐湖为钾盐聚集区, 一里坪、东西台吉乃尔湖是盐矿富集区; 东南有一些碳酸盐型含碱沉积洼地。有色金属分布较广, 集中在中部。在西北部茫崖发现大中小石棉矿床 15 处、石油与天然气集中分布在西北部(图 1)。

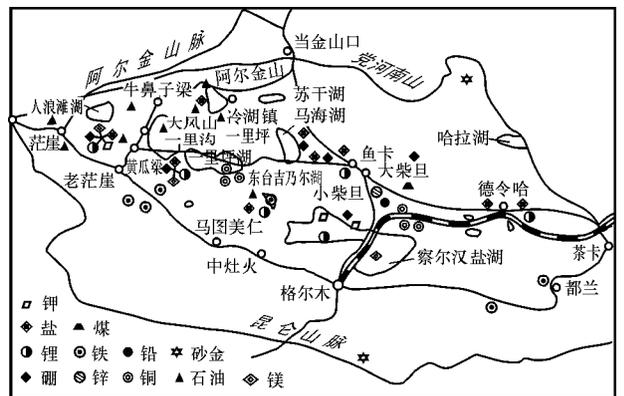


图 1 柴达木盆地主要矿产分布

Fig. 1 The Minerals Distributing in Qaidam Basin

## 2 主要环境地质问题

柴达木地区以重工业为主, 矿产资源开发方式简单, 区内产业结构侧重于采掘。其破坏性采掘矿

[收稿日期] 2005 01 09

[基金项目] 中国地质调查局地质调查项目(青海 1/50 万环境地质调查)

产方式引发土地沙化、边坡崩塌、地面塌陷、地面沉降等环境地质灾害问题较突出。北部鱼卡—牦牛山一带因采煤引起环境地质灾害问题较多,如鱼卡煤矿矿区由于大量无计划开挖造成大范围地面塌陷及地面裂缝,形成分散的各种形状、大小不等的塌陷坑,有的塌陷坑直径达十几米,牦牛山山体内部由于采煤引起山体裂缝等。盐湖开发引起的环境地质问题以察尔汗—达布逊湖采盐区较突出。石油开采引起的环境地质问题集中在冷湖、花土沟油田<sup>[3]</sup>。

污染问题主要在锡铁山矿区、格尔木地区、茫崖石棉矿矿区、各大金矿开采及加工生产区(如五龙沟、滩间山金矿等)。地下水水位上升或下降集中出现在盐湖资源开发区,如格尔木市东部察尔汗盐湖钾肥开采区。

## 2.1 矿产开发活动引起的草场退化,土地沙化

矿产开发破坏地表植被和岩土体,开挖后的地表经风化侵蚀、雨水冲刷等各种侵蚀作用成为风沙淤埋的物质来源,引起草场退化,土地沙化。再者,矿渣露天堆放破坏了地表植被,经过长期的自然物理化学作用,引起草场退化、土地沙化。如大煤沟煤矿矿区井田总面积  $6 \text{ km}^2$ , 开采量  $7 \times 10^4 \text{ t/a}$ , 矿渣露天堆放  $0.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 对植被破坏较大。

由于厂房建设需要,再加上一些建材工业如石灰厂、水泥厂、砖厂等因生产的需要,矿渣及废弃物乱堆乱放,破坏地表植被,加重土地沙化。如格尔木南部的小干沟石灰厂、格尔木水泥厂、德令哈东南的柴达木水泥厂等等都存在着这样的问题<sup>[4]</sup>。

## 2.2 矿产开发引起地表水及地下水污染

人们的环境保护意识淡薄,认为柴达木地区地广人稀,生产活动引起的环境问题极轻微,更不用说环境地质问题了。因此,随意堆放固体废弃物,排放有毒有害废水,致使地下水地表水水体受到污染。

### 2.2.1 矿坑水及固体废弃物

矿产开发中主要是矿坑排出水和固体废弃物处置不当造成地表水及地下水污染。柴达木地区生产力水平低下,人们的环境保护意识淡薄,废矿渣及废矿石基本上都露天堆放,矿坑排出水等废水也随意排放。在复杂水文地质条件下开采矿床,常常要抽出大量矿坑水。这些矿坑水一般是被污染了的,并且由于酸性较高而对金属设备有腐蚀作用。从深矿坑抽到地表的水一般具有很高的矿化度,把这种污染与矿化了的矿坑水排入地表水体,必然会污染地表水与地下水。鱼卡煤矿矿坑排污至鱼卡河致使近

2 km 流域内水体发黑。而锡铁山矿务局虽然有一定污水处理设施,但是污水处理不完全,废水排放至山前洪积扇上的戈壁滩,造成扇体发黑。该矿区每年采选排放铅、锌、汞、镉、砷等有害物质,生产 1 t 铅锌矿石排放出含氰化物  $4 \sim 10 \text{ mg/L}$  的废水  $4.5 \sim 6.5 \text{ m}^3$ 。固体废弃物直接露天堆放,经过长期的雨水冲刷和风化侵蚀作用使有害物质随降水漫流或渗入地下,污染地表水及地下水。矿山开发中所建立相应的工矿企业,其排出的污水将对地下水造成污染,例如在锡铁山铅锌矿区,洗矿废水每年达  $31.8 \times 10^4 \text{ m}^3$ , 废水排放于全吉河支沟河床内,废水流经  $1.0 \sim 1.5 \text{ km}$  后,即全部渗入地下。对本区废水取样检测铅、锌、铜、氰等结果见表 1<sup>[5]</sup>。

表 1 不同矿区水样检测分析

Table 1 Simple Analysis of Water Samples from Different Mining Areas

采样地点	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	硬度 (CaCO <sub>3</sub> )	CN <sup>-</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
滩尖山金矿	510.33	282.56	> 800	0.10	0.01	0.10	0.01
锡铁山矿务局	110.20	190.64	> 500	0.01	0.01	0.49	0.01
五龙沟金矿	735.20	265.54	> 500	0.26	0.49	0.01	0.01
鱼卡煤矿	4411.20	251.92	> 500	0.10	0.01	0.01	0.01
标准	250	250	450	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01

### 2.2.2 废卤的排放

察尔汗盐湖首采区现有人口  $1.5 \times 10^4$  人,产生生活垃圾  $1.0 \times 10^4 \text{ t/a}$ , 污水  $35.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ , 未经任何处理,直接堆弃于盐湖上,在某选场附近人口密集处,垃圾遍地。同时,该地废卤问题特别突出,废卤水是盐湖资源开发中不可避免产物,其主要成分为氯化钾和生产过程加入的有害物质。在察尔汗首采区现今废卤排放量为  $253.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ , 青钾二期工程预计排放量为  $695 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ , 这些废卤水中含有较高氯化镁,质量分数大于 27%。废卤水长期在排放区停留,不但使卤水中氯化钾品位降低,而且使区内卤水严重老化形成水氯石水,无法析出光卤石,给钾盐矿床带来较大的危害,不利于开发利用。由于废卤水不能向深部排放,长期停留在排放区,不但使卤水受到污染,还加速了排放区周围土地盐碱化程度。在察尔汗盐湖开采区,钾肥厂大部分废卤水都排放到了团结湖,使该地区盐碱化加重并向南推进,使格尔木市北部农田、牧场和地下水等受到威胁。

### 2.3 矿山开采引起崩塌地面塌陷及沉降

由于生产力水平低下,生产工艺不合理,不科

学地进行矿山开挖, 引起崩塌、地面沉降、地面塌陷等地质灾害, 破坏地表植被引起或加重土地沙化。

矿山开采使用方法不当或因贪图一时之利, 大量掏挖矿体、破坏植被及边坡稳定性, 致使高陡边坡发生崩塌、滑塌等地质灾害。众所周知, 矿区地下大面积采空且回填不及时会引起地面大面积沉降及局部塌陷。许多矿产开发者以个人利益为重, 不注意由此对环境带来的负面影响。如大煤沟煤矿的露天开采区 500 m<sup>2</sup> 范围内有 10 多处小崩塌, 山体变形塌陷明显。从长远看, 这些现象无疑将对恶化自然环境、加重沙化程度产生较大影响。

盐湖开发中, 盐土中高含盐量对其力学性质影响很大, 主要问题有建筑物路基等的沉降、变形破坏。在青海钾肥厂一选区某些建筑物的墙体出现了开裂, 沉降约 0.1~0.3 m, 在二选区西北盐田区有卤水渗漏现象, 使盐田池坝松动, 导致盐田报废。

盐土中的盐分通过化学作用, 对其周围的物体产生化学腐蚀作用。野外调查可见察尔汗飞机场 20 世纪 60 年代修建的砖墙已遭受严重腐蚀破坏, 而木板房防腐性稍好些。青海钾肥厂一选区, 虽然排卤管道已进行过防护, 但仍有废卤水渗漏现象, 不仅对周围环境造成污染, 还影响周围建筑物地基稳定性。

在察尔汗湖区溶陷、腐蚀问题严重, 盐溶发育, 废卤水排放量大并形成采卤漏斗, 严重危害了生态环境。昆特依湖区、马海湖区也因盐湖大规模开采, 人类活动频繁, 引起的环境地质问题亦十分严重。茶卡盐湖区、柯柯盐湖区、大柴旦盐湖区因开采规模小, 出现的问题较少, 但个别问题较重, 如盐溶、腐蚀等问题较重, 而茶卡及柯柯盐湖的废卤水排放问题较重且只有茶卡湖区有轻微的采卤漏斗问题, 对大柴旦湖区生态环境破坏较大。

#### 2.4 大量采矿引起地下水水位下降

由于大量抽取地下液体矿产如卤水、石油而使地下水水位下降, 形成降落漏斗<sup>[3]</sup>。以青海钾肥厂为例: 该厂钾肥 4×10<sup>4</sup> t/a, 年需开采卤水量为 0.4×10<sup>4</sup> t。据卤水常观动态资料, 在一选厂的首采区已形成卤水降落漏斗, 其漏斗东西长约 6 km, 南北宽约 8 km, 面积约 48 km<sup>2</sup>, 中心区水位下降 0.4 m。在非开采期 11 月至翌年 3 月, 该漏斗在自然状态下(1989 年洪水除外)无法恢复, 本区面积已缩小到开采期漏斗面积的 1/4 左右, 其中心区静水位下降了 0.2 m。地下水水位上升或下降集中出现在盐湖资源开发区, 如格尔木市东部察尔汗钾肥开采区。部分矿产

开发引起的环境地质灾害问题相互影响, 对本区的生态环境产生了极为不利的影响<sup>[6-7]</sup>。

柴达木盆地盐湖开发中存在的环境地质问题并

表 2 矿产开发和工业生产活动

引起的环境地质灾害问题统计

Table 2 Statistics of Environment Gedygy Problens Aroused by Mining Industry Exploitation and Industry Production Activities

地点	问题类型	分布范围	危害程度
锡铁山矿务局	崩塌带状分布的塌陷群体	矿山	中等
	矿坑排出水及选矿废水每年 (500~600)×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 生产 1 t 铅锌矿产出含氧化物 4~10 mg/L 的废水 4.5~6.5 m <sup>3</sup>	矿区及山前洪积扇	严重
	采选排放铅锌粉尘 4 600 t/a	矿区	轻
察尔汗盐湖, 青海钾肥厂	地下水水位下降致使草场退化	大格勒乡	较重
	地下水水位下降影响采卤条件及卤水质量	厂区及周边地带	中等
	地下水水质变坏	厂区及周边地带	中
达布逊碘盐场	地下水水质变坏	盐厂及周边	重
	卤水水质变坏		重
	土地盐渍化加重 固体废弃物随意堆放	厂房南侧	轻
五龙沟金矿	草场退化	五龙沟下游地带	中
开荒北金矿	地下水及地表水污染	矿山山脚地带	重
都兰铁矿	矿渣等固体废弃物任意排放	矿区边缘	中
	矿坑排出水选矿水污染含硫高	矿区及周边地带	轻
牦牛山煤矿(已废)	矿渣等固体任意堆放	矿区边缘	中
	矿坑排出水污染	矿区及周边地带	中
	地面塌陷	矿区局部地带	轻
大头羊煤矿	矿渣及固体废弃物	矿区及周边带	中
	矿坑排出水污染 崩塌与滑坡		轻
高泉煤矿	矿渣固体废弃物 3×10 <sup>4</sup> t/a		
鱼卡煤矿	矿渣堆放面积 25×10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	矿区边缘	中
	矿坑排出水 塌陷群(500 m <sup>2</sup> 内)深 30 多米		重
大煤沟煤矿	矿渣 3 000×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	矿区	重
	矿坑排出水 崩塌、山体变形、塌陷	矿区及周边地带 矿区	中 重
冷湖石油矿	地面沉降		中
	地下水污染		中
花土沟石油矿	地面沉降	矿区	中
	地下水污染	矿区及周边	中
	植被破坏	矿区周边	轻
茫崖石棉矿	工业三废		重
格尔木炼油厂	地下水污染及大气污染等工业三废污染	厂区及周边	中

不是独立的,一个问题的产生可能会导致连锁反应,引起其他环境地质问题的出现;各种问题的相互作用,也可能产生一个共同问题。例如采卤漏斗的产生,可能引起地面的沉降、塌陷,也可能导致地下水水位、水质的变化。因此,环境工程地质问题、环境水文地质问题、生态环境地质问题之间以及各种环境地质问题内部之间都存在着一定联系,它们相互影响相互依赖,共同影响盐湖开发中的环境变化。

综上所述,柴达木地区矿产开发引起的环境地质问题相当普遍且十分严重,要使该地区经济实现稳步可持续发展,必须改变现有生产及管理模式,加强生态环境保护和治理。

### 3 加强污染防治及治理,实现矿业开发的可持续发展

#### 3.1 强化生态环境保护意识

柴达木盆地生态环境十分脆弱,要快速发展经济,必须有一套适合生态和经济发展规律的长远规划,并不断提高人们的环境保护意识,从生态角度协调人与自然的关系,加强生态环境保护工作,围绕可持续发展,加强荒漠化综合治理技术,进行生态农业技术,环保技术综合分析与评估,推进科技进步,给子孙后代留下良好的生态环境<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 建立健全管理制度

针对柴达木盆地地质环境现状和矿业资源情况,建立健全的管理制度,在对资源开发综合利用的同时,应注重环境保护,加强废物堆放管理,对三废严格实行达标排放。建立环境监控系统,确保柴达木盆地生态环境向健康状态发展。

#### 3.2.1 合理开挖,科学施工

地下开挖中,必须加强管理,禁止滥砍乱挖。在地下开挖工程动工前应做好工程设计,并做好施工前的地质灾害评估工作。针对不同矿种、不同地段,采用不同开采方式,在对人民生活有影响的地方开采矿产应按有关规定留够支柱,决不应只顾开采而破坏地质环境。

#### 3.2.2 合理堆置和排放废弃物

在矿区应建立集中的矿渣堆放区,严禁在主干道和沟谷比降较大的支沟中堆放矿渣。堆放矿渣一定要考虑洪水因素,必要时为洪水设置排泄通道,保证洪水安全通过。对有废水排放的一些厂矿,建立废水处理车间,形成废水处理的二次循环使用,保证柴达木盆地有限的水资源得到充分的利用。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 青海省地质矿产局. 青海省区域地质志[ M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [ 2 ] 张英华. 乌兰县经济研究[ M]. 西宁:青海地图出版社, 1995.
- [ 3 ] 苏生瑞,刘红星,李玉军,等. 柴达木盆地主要环境地质问题研究[ J]. 工程地质学报, 2002, 10(增刊): 181-185.
- [ 4 ] 王文科,栾约生,杨泽元,等. 人类重大工程对格尔木冲洪积扇水资源与生态环境系统的影响研究[ J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 6-11.
- [ 5 ] 谢娟. 柴达木盆地环境地质的调查和评价[ J]. 西北地质, 2001, 34(3): 29-33.
- [ 6 ] 张骏,苏生瑞,郭新成,等. 柴达木盆地环境地质调查报告[ R]. 西安:长安大学, 2001.
- [ 7 ] 王文科. 西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究[ R]. 西安:西安地质学院, 1996.
- [ 8 ] 易秀,李侠. 西北地区土壤资源特征及其开发利用与保护[ J]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(4): 85-89.

## Environmental Geological Problems Aroused by Mineral Resources Exploitation in Qaidam Basin and Its Countermeasures

XIE Juan<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>1</sup>, YANG Jun<sup>1</sup>, SUN Ya qiao<sup>1</sup>, CHENG Yu xiang<sup>1</sup>, LI Yi<sup>2</sup>

(1. School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. Xianyang Yizhi Agriculture School, Xianyang 713021, Shaanxi, China)

**Abstract** By investigating the environmental situation in Qaidam Basin, the main environmental geological problems caused by the exploitation of mineral resources in Qaidam Basin and their harms to human life and economic activity are studied, and the reason of land desertification, soil saline, water and soil pollution, ground collapse, ecology environment deterioration is analyzed. Then rational suggestion on the ecology environmental protection is put forward, which supplies bases for the protection of ecology in the west development process.

**Key words** resources exploitation; mining industry; environmental geology; environment protect; disaster; Qaidam Basin