

文章编号: 1009-6248 (2002) 04-0154-13

西北地区矿山环境地质问题 及动态数据库建设^{*}

徐友宁, 何芳, 张江华, 陈社斌, 武征, 孙愿

(西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 西北地区矿产资源丰富, 矿业开发已成为地区经济发展的主要经济支柱。但是由于该区生态环境脆弱, 不合理的矿业开发导致矿山环境地质问题严峻, 部分矿区呈现加速恶化态势。资源损毁、地质灾害、环境污染是矿业活动的主要环境地质问题。矿业引发的地质环境问题与矿产资源类型、开发方式、地域条件及矿山企业的规模、性质关系密切。在研究分析矿山环境地质问题的基础上, 建立了以MAPGIS为平台的可视化动态环境地质数据库。

关键词: 环境地质; 矿山; 数据库; 西北地区

中图分类号: P66; P628⁺.4 **文献标识码:** A

1 概述

矿山地质环境是矿业活动影响到的岩石圈表层组成部分与大气、水、生物圈之间相互联系的环境系统。矿山环境地质问题是矿业活动与地质环境之间的相互作用和影响产生的地质环境破坏和环境污染等问题。

1.1 工作区概况

本项目调查研究区覆盖了中国西北地区的陕西、甘肃、新疆、青海、宁夏及内蒙古西部(集宁—二连浩特铁路线以西地区), 以下简称为西北地区, 面积约311万km², 占全国面积的32.3%。

西北地区地形地貌复杂多变, 总体上是以西南部的青藏高原为脊, 向北、向东呈阶梯状下降, 地貌类型主要有青藏高原、戈壁、沙漠、黄土高原、盆地和秦岭山地。

西北的秦岭以南较湿润, 属亚热带季风性湿润气候, 其余大部分地区属大陆性气候, 总体表现为干旱—半干旱脆弱生态环境区特征。就全区而言, 从东向西, 从南向北, 从盆地、平原向高山, 年平均气温逐渐降低, 降水量渐减, 蒸发量增加。秦岭以南, 年降水量多在800mm以上, 而塔里木盆地、柴达木盆地通常在50mm以下。西北脆弱的生态环境区总面积达

收稿日期: 2002-05-27; 修回日期: 2002-10-23

基金项目: 中国地质调查局“西北地区不同类型矿产开发环境地质研究”的阶段性工作(项目编号: 20011230003)

作者简介: 徐友宁(1963-), 男, 陕西长安县人, 硕士, 先后从事区域地质调查、矿床研究, 现从事矿山环境地质问题的调查研究工作。

* 参加本项目工作的还有赵志长同志。

194. $15 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占全国国土面积的五分之一。区域环境表现为荒漠化和黄土高原的景观特征。受区域气候波动大的影响, 自然灾害频发, 土壤盐渍化, 沙化问题突出。在黄土高原地区, 水土流失严重。

1.2 环境地质背景区

根据西北地区矿产资源分布特征, 结合地形地貌、降雨、植被等气象条件, 将与矿产资源开发环境地质关系密切的自然地理区分为: 秦岭山地、黄土高原、戈壁沙漠及其他山地等4个区。

1.2.1 秦岭山地

分布于陕南、陇南地区, 属大陆温湿气候条件, 年降雨量达600~1 000 m, 水资源相对丰富, 植被发育且自然生态环境恢复再造能力强。但地形陡峻, 土层较薄, 是汉江、嘉陵江、白龙江等长江上游支流水土流失严重区, 同时又是崩塌、滑坡、泥石流灾害高发区。主要矿产为有色金属铅锌、钼、汞锑、铜镍等以及贵金属金、银等; 非金属石材类花岗岩、大理岩、瓦板岩及水泥类石灰岩、重晶石等。

1.2.2 黄土高原

分布陕西北部、甘肃东部、青海东部和宁夏南部, 沟壑梁峁和塬地貌发育, 半干旱气候条件, 年降雨量200~500 m, 植被稀少, 是黄河中上游水土流失严重区, 崩塌、滑坡多灾区。主要矿产有石油、天然气、煤炭、水泥灰岩类等。

1.2.3 戈壁沙漠

包括沙地、低山丘陵, 主要分布于新疆的三大盆地、甘肃西部、青海柴达木盆地、宁夏及陕西北部、内蒙古西部地区, 为温带大陆性干旱极干旱气候, 多风少雨, 年降雨量不足200 mm, 而蒸发量高达3 000 mm。水资源匮乏, 植被稀少, 且一旦破坏, 恢复再造能力极差。区域生态环境问题主要为土地沙化、盐渍化和草地退化等。主要矿产为石油、天然气、煤炭、盐类矿产等。

1.2.4 其他山地

包括祁连山、天山、阿尔泰山、阴山等山地, 地形较陡, 植被稀少, 岩石裸露, 属干旱-半干旱气候, 年降雨量200~400 mm, 且多以暴雨形式出现, 恢复再生能力较差。主要生态环境地质问题是: 水土流失、滑坡、泥石流等地质灾害。主要矿产铜、铅、锌、金、铁、稀有金属及水泥灰岩类等。

2 矿业经济已成为西北地区的工业经济支柱

截止1999年底, 我国西北地区矿山企业有13 429个, 其中国有及国有控股企业占矿山总数量的10.69%; 集体、私有及其他形式的企业占89.31%。从业人数110万人, 矿业总产值为产值为536.7亿元, 占全国矿业总产值的15%。按矿业产值占工业产值计, 新疆矿业产值已占其全省工业产值的33.8%, 居西北地区之首, 青海居第二位, 占28.5%, 依次是甘肃14%, 宁夏6.6%, 陕西8.3%。矿业为国家和西北地区经济发展做出了巨大贡献(表1)。

表 1 1999 年西北地区矿业产值占其工业产值比

Tab. 1 The proportion of value of mining and industry in the Northwestern China in 1999

地 区	矿业产值(万元)	工业总产值(亿元)	矿业产值/工业总产值
陕 西	860 611.96	1 035.88	8.3
甘 肃	941 954.35	667.53	14.1
宁 夏	129 615.98	197.66	6.6
青 海	458 561.26	160.77	28.5
新 疆	2 134 682.97	631.84	33.8
内 蒙 古	838 238.25	640.68	13.1
西北合计	5 363 665.00	3 334.36	17.4
中 部 合 计	14 383 306.51	14 064.52	10.2
东 部 合 计	12 580 685.41	50 087.33	2.5
全 国 合 计	35 734 078.16	72 707.04	4.9

资料来源：中国统计年鉴，2000；国土资源综合统计年报，1999。

科学合理地开发矿产资源，不但能够促进地区经济发展，而且在某种程度上改善了矿区生态环境，特别是一些大型国有矿山企业在这方面做出了巨大贡献。如，新疆的油城克拉玛依市、甘肃的镍都金昌市、铜城白银市、钢城嘉峪关市等均是由矿业开发在西北荒无人烟的戈壁滩上建起的现代化矿业城市，促进了地区城镇化建设。

美国开发西部地区的事实证明，开发国民经济支柱矿产及经济价值高的矿产，如，油、气、铜、金及盐类矿产等能够拉动地区交通、通讯等基础设施的发展，进而带动该区域的经济发展。西北地区属矿产资源开发主导型地区，开发潜力巨大。国土资源部重点加强“十大”矿产资源集中区的矿产资源勘查与开发利用，西北就有五处。在西部大开发中，充分利用西北地区丰富的矿产资源，将资源优势转化为经济优势，对缩小东西差别、加快地区快速发展意义重大。

3 矿产开发导致的主要环境地质问题

西北地区生态环境背景脆弱，矿业开发尤其是掠夺式的开发导致了一系列问题：矿产资源破坏与浪费严重，资源综合利用效率低；矿山不合理开发毁损土地巨大，据不完全统计全区毁损土地 1 300 km²。矿山型水土流失、土地沙化严重；废渣不合理堆放诱发滑坡、泥石流等地质灾害及加剧土地沙化程度；煤矿瓦斯爆炸频发，社会影响极坏；部分地区“三废”无组织排放严重污染矿区环境；矿山生态环境恢复治理重视不够，进展缓慢，土地复垦率低，初步估算不足 5%；近些年来，部分大中型国有矿区生态环境有好转趋势，但就整体而言，矿山生态环境现状严峻，部分矿区仍呈现加速恶化态势。

3.1 主要环境地质问题

矿山采、选、冶是矿产资源开发过程中的主要矿业活动。长期以来，由于各种原因，人为不合理矿业开发强度大，加剧了矿区地质环境的日趋严重，产生的问题众多，可以划分为：矿区资源毁损、地质灾害和环境污染等 3 种类型（表 2）。

矿产资源开发过程中必然对矿山环境地质产生不利影响，其影响程度与矿产类型、开发

表2 西北地区矿山主要环境地质问题

Tab. 2 The major problems of environmental geology by mining

主要类型	主要表现形式
资源毁损	矿产资源破坏与浪费: 废渣压占土地资源, 地质灾害破坏土地资源, 疏干排水破坏地下水均衡系统及地表水水量; 废渣、尾矿压占植被, 露天剥采破坏植被; 地质遗迹破坏; 露天矿改变了地形地貌; 对风景景观及人文景观影响与破坏等
地质灾害	崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、瓦斯爆炸、冒顶、矿井突水、煤层自燃、煤矸石自燃、水土流失、土地沙化等
环境污染	“三废”污染江河湖泊, 污染地下水、土壤、植被; 大气污染以及由此引发的生态环境病

方式, 矿区所处的自然地同矿山资源毁损、地质灾害和环境污染与矿山开发时间上、空间上具有重叠性、穿插性和一致性, 有时互为因果, 有时以一类环境地质问题为主, 有时表现为两种类型、3种类型环境地质问题的重叠加重了矿山环境地质问题的严重程度。

3.1.1 资源毁损

矿产资源的有限性和不可再生性, 使得合理开发、节约利用矿产资源具有十分重要意义。无序开发导致的乱采滥挖、采富弃贫、采厚弃薄, 采矿的回收率低、共生伴生组分未利用或利用率低等矿产资源的破坏与浪费令人触目惊心。目前, 粗放型的非国有矿山占89.31%, 矿石产量占西部区总量的55.1%, 而产值仅占9.6%。废石、贫矿、尾矿、冶炼废渣数量巨大, 长期堆放压占土地, 破坏林地、草地, 导致岩石裸露, 在山区的矿山加剧了矿区水土流失。采矿疏干排水导致地下水水位下降, 地表水量锐减。这样形成了一方面矿区缺水, 另一方面采矿又破坏、污染地下水。

3.1.2 地质灾害

矿山采掘活动强烈地改变了矿区的应力系统, 使得矿区成为地应力变化最集中表现区域, 因而诱发各种地质灾害, 如, 地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流等。西北地区矿山地质灾害具有时间的集中性(如6~9月山地矿山的滑坡、泥石流灾害), 灾害的地域性(如滑坡、泥石流主要发生在秦岭等山地), 灾害的共生性和地质灾害矿产专属性(如煤矿区瓦斯爆炸、地面塌陷、地裂缝等)等特点。

3.1.3 环境污染

矿山废渣、废水和废气“三废”大量有毒、有害物质, 未经达标处理就任意排放, 甚至直接排入河流、湖泊中, 使土壤、地表水、地下水及农作物受到污染, 采、选矿粉尘, 煤粉灰、矿石冶炼废气以及煤层自燃、煤矸石自燃释放地SO₂等污染了大气环境。“只开发、不治理”的乡镇及个体矿山“三废”混乱排放加剧了环境的污染程度。

3.2 不同类型矿产资源开发的主要环境地质问题

矿业活动诱发的主要环境地质问题与矿产种类、开发方式、环境地质背景以及矿山企业的规模、性质有关, 其环境地质问题随上述因素不同而不同。

3.2.1 能源矿产开发

(1) 石油天然气主要环境地质问题: 石油天然气主要产于新疆的准噶尔、塔里木、吐哈盆地, 青海的柴达木盆地, 甘肃的酒泉盆地等戈壁沙漠生态环境脆弱区; 其次是鄂尔多斯盆地黄土高原水土流失严重区。前者开发主要使土地沙化和水土环境污染, 后者突出表现为石

油资源的采收率低，在造成石油资源浪费严重与破坏的同时，造成河流污染、水土流失。

2001年前，陕北地区石油开发秩序混乱，非法开采石油单位、个人，由于技术落后，石油采收率仅为8%左右，相当于长庆油田公司一次采收率（20.5%）的39%，注水驱油总采收率（30%）的26.66%，资源浪费惊人。非法开采严重区之一的靖边县青阳岔 215 km^2 范围内，已有民采油井近千口，蜂窝式的滥采使部分地区油层、水层相互渗透污染，地下水严重污染，2000年前勘探开发的原油废水造成该段大理河河水污浊严重。

（2）煤炭开发主要环境地质问题：本区煤炭主要产于黄土高原地区、天山、祁连山、贺兰山等其他山地、准噶尔盆地南缘和西北缘及塔北缘等低山丘陵及戈壁地区。

井下煤炭开采导致本区最为严重的矿区环境地质问题，如，地面塌陷、地裂缝、瓦斯爆炸和矿井突水等地质灾害；其次是环境污染、土地沙化以及民采开发造成了煤炭资源浪费。

地面塌陷、地裂缝等是井下采煤的最主要的地质灾害，造成土地毁损、公路塌陷、铁轨扭曲、建筑物裂缝以及洼地积水沿裂隙下渗引发矿井透水等事故。几乎所有地下采煤矿区均存在严重程度不同的地面塌陷，80%以上的国有大中型煤矿区如乌鲁木齐六道湾、甘肃窑街、阿甘镇，陕西的焦坪、黄陵店头、神木大柳塔，宁夏的石炭井、石嘴山矿区等均存在严重的地面塌陷。部分矿区的塌陷面积超过了开采面积，如石嘴山矿区开采面积 5.15 km^2 ，而塌陷面积已达 6.97 km^2 ，形成深达8~20m地表塌陷凹地，部分地段裂缝宽达1m，地面塌陷导致矿区铁路垫路费每年高达100万元，穿越矿区的109国道被迫改道。

城市周边煤矿的地面塌陷地裂缝严重制约城市建设发展。六道湾煤矿位于乌鲁木齐市郊，50余年不同深度的井下开采导致地面连续性塌陷，矿区 3 km^2 的土地无法利用，目前仅成为城市工业垃圾的填埋场所，严重制约了城市建设的发展。

黄土高原地区煤矿开发对农田的破坏性最大。据不完全统计，陕西韩城-澄合-蒲白-铜川煤矿区带累计塌陷面积达 110 km^2 。造成耕地废弃、建筑物裂缝、铁路扭曲等。2001年7月特大暴雨使黄陵店头陕煤建五处矿区仓村三组的10ha耕地裂缝灾情加重，裂缝最宽可达15m，耕地荒芜。

井工采煤地面塌陷、地裂缝诱发滑坡和山体开裂。如，陕西铜川20世纪60年代的王石凹矿风井滑坡、20世纪70年代的金华山风井滑坡、20世纪90年代的金华山望西村滑坡等，造成了巨额经济损失和死亡数十人的惨重后果。石拐煤矿区红旗山山体开裂形成多组南北向的0.1~2m地裂缝，南北长300余米，东西宽100余米，继续威胁着其山坡下677户1947人的生命财产安全。

瓦斯爆炸、煤突出、矿井突水成为井下开采中破坏性最大、人员伤亡最严重的突发性地质灾害。西北地区高瓦斯矿井区主要分布于陕西渭北韩城-铜川-彬长煤矿区、内蒙的包头、宁夏的石嘴山、甘肃的红古、新疆阜康、巴里坤、轮台-库车等煤矿区。据不完全统计从1958年至2001年全区瓦斯爆炸、突出造成1356人死亡、矿井突水死亡137人、冒顶死亡153人、CO中毒死亡64人。陕西渭北、铜川、蒲白、澄合、韩城、黄陵煤矿区是高瓦斯矿井区，历史上瓦斯爆炸造成971人死亡，其中1975年5月11日铜川焦坪前卫斜井煤矿的特大瓦斯爆炸死亡101人特大事故。2001年4月铜川陈家山煤矿、韩城下屿口煤矿两起瓦斯爆炸共死亡86人重大恶性事故。并且渭北煤层30%位于岩溶水位以下，仅20世纪70年代发生矿坑透水34次，造成

了巨大的经济损失。石嘴山煤矿区 1958~1989 年共发生 6 次突水事件,造成 39 人死亡。

露天煤矿开发主要问题是:剥采造成土地植被破坏,造成原始的地形地貌景观彻底破坏,外排土场占压土地植被数量巨大,矿坑疏干排水造成地下水位下降形成大面积降水漏斗,采场边坡滑坡是矿山的最主要的地质灾害,严重威胁矿山正常生产和运矿安全等。哈密三道岭露天煤矿 1967 年、1995 年和 1999 年多次发生斜坡体滑坡,造成矿区运输中断,经济损失上百万元。

西北地区煤层自燃重灾区主要分布于新疆阜康-乌鲁木齐-昌吉煤田区、塔北缘库车-拜城煤田区、准噶尔西北缘和布克赛尔-吉木乃等煤田区,以及宁夏石炭井-内蒙古乌海煤田区等。煤层自燃烧掉了大量的煤炭资源,威胁矿山生产,污染环境。新疆煤田现有火区 35 处,面积达 9 719 万 m²,其中活火区面积 826 万 m²,已损失煤炭资源 31 亿 t。煤炭开发破坏了稀疏的植被,加剧了土地沙化、荒漠化程度和地下水系统破坏。毛乌素沙漠边缘神府-东胜煤田开发不仅造成严重的水土流失,而且使荒漠化面积已达煤田面积的 81.8%,部分矿区地下水位下降大于 3 m,影响半径达 15 km²。

煤矸石自然排放的 SO₂、采煤抽放的甲烷、煤粉灰等造成城镇周边多为大气环境的重污染区。如,乌鲁木齐六道湾、宁夏石嘴山、铜川煤矿区等。铜川矿区曾因环境污染严重被称为卫星上看不到的城市。甘肃窑街煤矿区三面环山,尘埃滞留矿区上部,大气中总悬浮物微粒年平均浓度超过国家二级标准 9 倍,冬季严重时超标 25.4 倍。

乡镇及个体煤矿开发破坏矿产资源,据有关资料表明,个体煤矿回采率为 38%,低于国有矿山 18 个百分点,地方国有矿山 12 个百分点。国有矿山周边小煤窑乱采滥挖,忽视安全导致煤矿安全事故频发,小煤窑安全事故率约占总数 80% (表 3)。

表 3 新疆 2001 年 1~9 月国有、地方、乡镇煤矿百万吨死亡率

Tab. 3 The death rate every million coal for state, region and villages and towns enterprises from 1~9 months in 2001, Xinjiang

矿山类型	国有重点煤矿	地方煤矿	乡镇煤矿
2000 年	0	20	19
2001 年	0	15	16

3.2.2 金属矿产开发

金属矿产开发导致的主要环境地质问题有:矿产资源浪费,山地矿山的滑坡、泥石流、尾矿库溃坝等地质灾害和河流、大气环境污染等。

乡镇企业及个体采矿者成为矿产资源破坏与浪费的主要责任者,同时加剧了矿区生态环境的恶化,给国有矿山留下了大量的地质灾害隐患问题。20世纪 80 年代中后期以来,民采开发导致矿区环境地质问题严重的典型矿区,如,陕西潼关金矿区、甘肃厂坝铅锌矿区等。自 20 世纪 80 年代中期至 20 世纪 90 年代中后期,厂坝矿区 10 年大规模的民采开发高潮导致厂坝矿山设计的矿石量减少近 1/3,矿山寿命缩短近 20 年。同时无序开发引发多种环境地质问

陕西省地勘局第二水文队. 陕西省环境地质报告. 2000.

宁夏工程勘察院. 宁夏回族自治区环境地质调查报告(1~50 万). 2001.

甘肃窑街矿务局. 关于“窑街矿务局塌陷区恢复”项目列为矿山环境恢复治理项目报告. 2001, 2.

题。如1995年民采矿坑“5·3”透水事故造成33人死亡；1997年7月11日厂坝露天矿因地下民采导致再次塌陷，国家投资的5.5亿元的二期露天工程报废，露天矿提前闭坑转入地下开采，但民采遗留的地下坑道积水和塌陷成为厂坝矿区潜在的最大安全问题。凡是民采混乱矿区，其生态环境均呈恶化态势。

滑坡、泥石流是山地金属矿山严重的地质灾害。秦岭山地矿山已成为滑坡、泥石流灾害危害高发区（表4），其次是天山、祁连山、阿尔泰山等山地。

表4 秦岭山地矿山地质灾害

Tab. 4 Geological disasters of the mine in Qinling

矿 区	发 生 时 间	滑坡、泥石流、尾矿库溃坝
陕西金堆城钼矿区	1987年	暴雨引发尾矿库溃坝，造成严重的河流污染事故
成县厂坝铅锌矿区	1984、1999年	两次大的泥石流共带出固体废渣13 000 m ³ ，造成河道被堵近1/3
潼关黄金矿区	1994、1996年	暴雨诱发采矿废渣发生两次泥石流灾害，失踪死亡数百人，矿区设施被毁，直接经济损失上亿元
成县天子山铅锌矿区	1999年12月	尾矿库溃坝，近2万m ³ 尾矿渣泻入东河，河水严重污染
陕西紫阳瓦板岩矿区	2000年7月	特大暴雨引发泥石流灾害，202死人，襄渝铁路中断达7天之久
潼关马口金矿	2001年7月	尾矿库溃坝，造成附近农田污染
凤县铅锌矿区矿山	2001年11月	滑坡掩埋坑道，造成7人死亡

地面塌陷、地裂缝、矿井突水在一些金属矿山也较严重。如，1996年内蒙古四王子旗铜矿区的地面塌陷，在地面形成1.4 ha、0.5 ha的两个大坑，深20~50 m，造成3人死亡的事故。甘肃白银小铁山井下采矿造成面积约10 ha，深约8~10 m的塌陷坑。

此外，砂金开采危及河道安全、破坏耕地草地、污染河流等，如，阿尔泰地区、青海“三江”源头等。

环境污染是金属矿区最严重环境问题。采矿、选矿和冶炼过程中的废水、废渣中的石油类、氰化物、重金属As、Hg、Pb、Cd、Cr⁶⁺等无组织排放造成河流、湖泊、土壤、植被以及农作物污染等，以及由此引发的生态环境病。水污染严重区有：陕西潼关金矿区、凤县铅锌矿区、旬阳汞锑铅锌矿区、甘肃西成铅锌矿区等。

乡镇企业及个体矿山加剧了矿区环境污染程度。20世纪90年代中期以前，乡镇企业基本没有或仅是形式上的尾矿库，尾矿浆未经处理就地排放到河流、池塘、湖泊中，造成水体严重污染。陕西潼关金矿开发高潮时，区内7条河流基本成了矿坑废水、选厂尾矿浆排放地，导致Hg、Pb、Cd、Cr超标率42.9%~90.5%，致使河水不能灌溉，水生生物灭绝，土壤和小麦中金属元素普遍高于地球化学背景值。采用汞板、蒸汞提金，致使区域大气汞浓度超标，最大超标38倍。90年代后期国家加大了环保力度，但是一部分乡镇企业和个体矿山直排或偷排废水现象仍很严重。据2001年7月中央电视台《焦点访谈》栏目报道，陕西旬阳县铅锌矿

区的汉江两岸分布 7 家选矿厂, 沙包、石块垒成的高 2 m 左右的“尾矿坝”紧挨汉江, 选厂废水经过水池简单沉淀后, 散发着刺鼻异味的黑色污水就顺着山沟直接流进了汉江, 形成了长长的黑色污染带, 严重威胁其下游南水北调丹江水源地水质。乡镇企业及个体矿山采用土法冶炼, 如, 烧结锅、汞板、蒸汞提金等国家明令禁止的落后技术工艺, 加剧矿区环境程度, 典型地区, 如, 陕西潼关、甘肃厂坝等矿区。

采矿粉尘、矿石冶炼排放的 SO_2 粉尘是造成大气环境污染的主要原因。硫化矿石冶炼排放的废气中 SO_2 超标目前仍是个普遍问题。西北地区主要的大型金属硫化矿区均存在严重的 SO_2 超标污染问题。

金属矿产开发环境污染严重地区会导致生态环境病。生态环境病是矿业活动加速了有毒元素, 特别是重金属的暴露、转移、生物传递、富集。由于具有延缓、积存和爆炸效应等特点, 人一旦发病, 则难以治愈。著名的生态环境病, 如, 日本水俣病、“疼疼病”及泰国西南部地区“黑脚病”等。有色金属矿产开发环境污染严重区会导致生态环境病。1990 年西安地矿所对陕西某金矿区进行过环境医学调查, 县办选厂职工尿检, 汞超标率平均 78.9%, 附近村民尿检, 汞高出对照组 3 倍; 1987~1989 年 3 年死于脑血管病、恶性肿瘤、损伤中毒、心脏病、呼吸系统病 1 728 人, 占总死亡率的 72.73%; 先天异常是 20 世纪 70 年代的 2.79 倍, 该矿区已表现出生态环境病的征兆。

3.2.3 非金属矿产开发

由于矿产用途及开发方式的不同, 非金属石材类、沙石粘土类和盐类等导致的主要环境地质问题差别较大。

(1) 石材类矿产: 大多由中小企业开采, 加工技术普遍较为落后, 在造成矿产资源浪费的同时, 大量废渣堆积山坡压占植被、土地数量巨大, 加重了矿区型水土流失和粉尘对大气环境的污染。山地矿山则易导致滑坡、崩塌、泥石流地质灾害。大巴山腹地的陕西紫阳县是我国优质瓦板岩产区, 山大沟深, 年降雨量在 800 mm 左右。由于长期采用露天落后的爆破垮落法开采, 成材率仅为 10%, 沿山坡就地堆放矿渣达 3 500 万 m^3 , 压占土地植被 500 余 ha, 造成的水土流失, 河道严重堵塞。2000 年 7 月暴雨引发特大泥石流灾害, 造成 202 人死亡、襄渝铁路中断达 7 天, 直接经济损失 3 亿元以上。

(2) 砂石类: 城市周边、国道两侧可视范围内采砂取石, 造成采坑遍地, 植被破坏有碍景观, 这种情况在城市周边很普遍。银川市西郊建筑砂石采场东西长 5.5 km, 南北宽 4.5 km, 共计 24.75 km^2 。截止 1999 年底, 采砂石面积 6.18 km^2 , 堆积废弃土石达 2.5×10^7 。而银川镇北堡砂石场距西部影视城仅 200 m, 砂坑遍地、满目疮痍, 与旅游景观极不协调, 且冬春季节的西北风扬沙飞尘加重了银川市大气环境污染。

(3) 盐类矿产开发: 主要环境地质问题是资源浪费。青海察尔汗盐湖开发卤水生产钾肥, 共生伴生的钠、镁等组分未回收利用, 更严重的是排卤不畅, 直接导致团结湖从 1988 年 7 月的 7.5 km^2 , 迅速扩大到 1997 年 11 月的 110 km^2 , 造成老卤水向北浸入矿区达 2~4 km, 致使 15 km^2 的盐田卤水完全老化, 造成钾资源破坏。老卤水沿青藏铁路两侧向北淹没到青钾

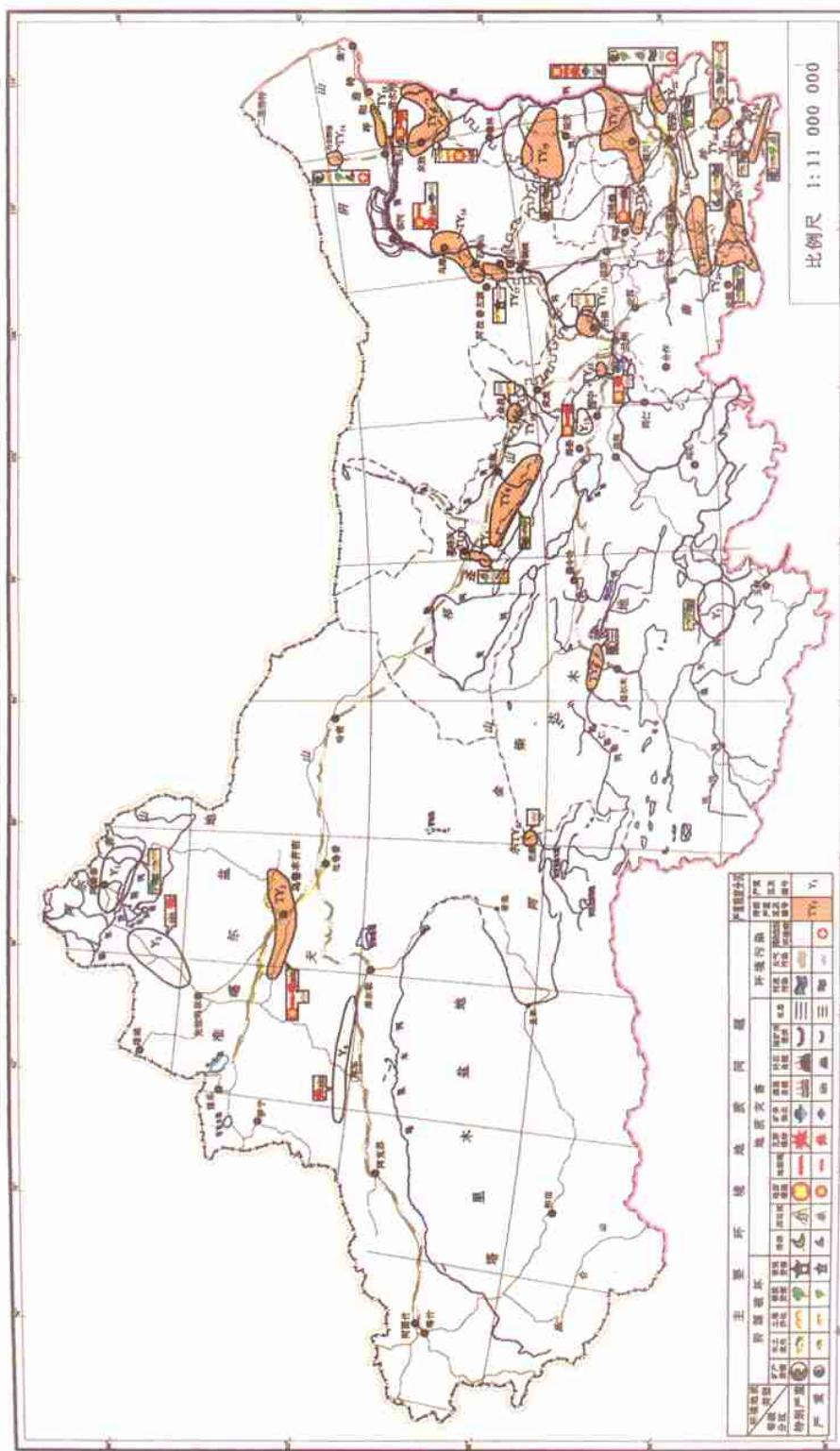


图1 西北地区矿产资源开发环境地质问题严重程度图
Fig. 1 Extent map showing mine environmental geological problems of exploration mineral resources in the Northwest of China

一选厂生活区及察尔汗车站一带, 通往车站的上矿公路全部被卤水淹没。二选厂以东大片地带常年集聚老卤水, 215国道万丈盐桥段曾一度被冲毁。

西北地区矿山环境地质问题严重区见图1。

3.3 导致矿山环境地质问题的主要因素

3.3.1 历史及政策因素

解放后我国矿产资源开发主要经历了3个阶段: 建国后至20世纪80年代中期, 建立了该区70%的大中型国有矿山。由于认识原因, “重开发、轻保护”, 许多矿区积存了较为严重的环境地质问题; 20世纪80年代中后期至20世纪90年代中期全国矿业秩序整顿前, 受“国家、集体、个人一起上”、“大矿、小矿一齐开”的政策误导, 加之管理处于失控状态, 地方、个体一哄而上与国有矿山抢地盘、争资源, 威胁国有矿山的主体地位, 大肆掠夺式开采, “只开发、不治理”, 导致了严重的矿区生态环境问题。经过不同规模的多次整顿, 目前部分矿区恶化的趋势得到了遏制, 但以前却给矿山地区留下了极为严重问题。典型区如, 陕西潼关金矿区、甘肃厂坝铅锌矿区; 20世纪90年代中后期至今, 国家加大了环境保护的力度, 实行“在开发中保护、保护中开发”以及“谁开发、谁治理, 谁破坏、谁恢复”指导思想, 矿山环保工作逐步步入正规, 总体上国有大型矿区生态环境保护及恢复治理的趋势好转, 但部分矿山生态环境问题依然严峻。

3.3.2 执法管理因素

目前, 虽然矿山开发环境保护方面法律有待完善, 但是相关法规政策不少, 如《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国煤炭法》《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国国土资源部地质灾害防治管理办法》等。但在一些地区和矿区环境地质问题仍很严峻, 究其原因, 一是有法不依、执法不严、监管不力; 其次是部分矿山企业急功近利, 不惜以牺牲环境为代价牟取非法利益, 一些地方政府希望通过发展矿业改善捉襟见肘的地方财政, 为了眼前局部利益而忽视了长远、大多数人的健康利益, 甚至一些地方政府或部门参与矿业开发导致腐败行为, 纵容地方及个体企业, 消极对待国家专项治理整顿工作, 导致矿山生态环境问题严重, 甚至处于失控状态。其问题归根于地方保护主义。凡是矿山无序开采地质环境恶化的地区这种现象必然存在。

3.3.3 经济技术因素

由于同期科学技术、经济因素等限制, 矿山人才缺乏, 技术、设备落后, 致使该区回采率、回收率、共生伴生组分利用率低, 以及废物资源化利用程度低等。浪费的资源又成为污染环境的污染物。另外, 现有的煤炭开采技术还无法全部解决采煤引发的地面塌陷问题。

4 西北地区矿山地质环境数据库

根据“西北地区不同类型矿产开发环境地质研究”项目特点, 在资料收集、实地调查和综合整理的基础上, 按照建立数据库的有关标准, 属性和图形规范要求, 建立具备标准Windows界面风格, 符合Windows操作习惯, 具有智能化管理功能的数据库(图2)。运用Visual

用C++语言编写该数据库管理系统，实现了多项查询、统计、输出等功能，有效提高了该数据库的功能（表5）。

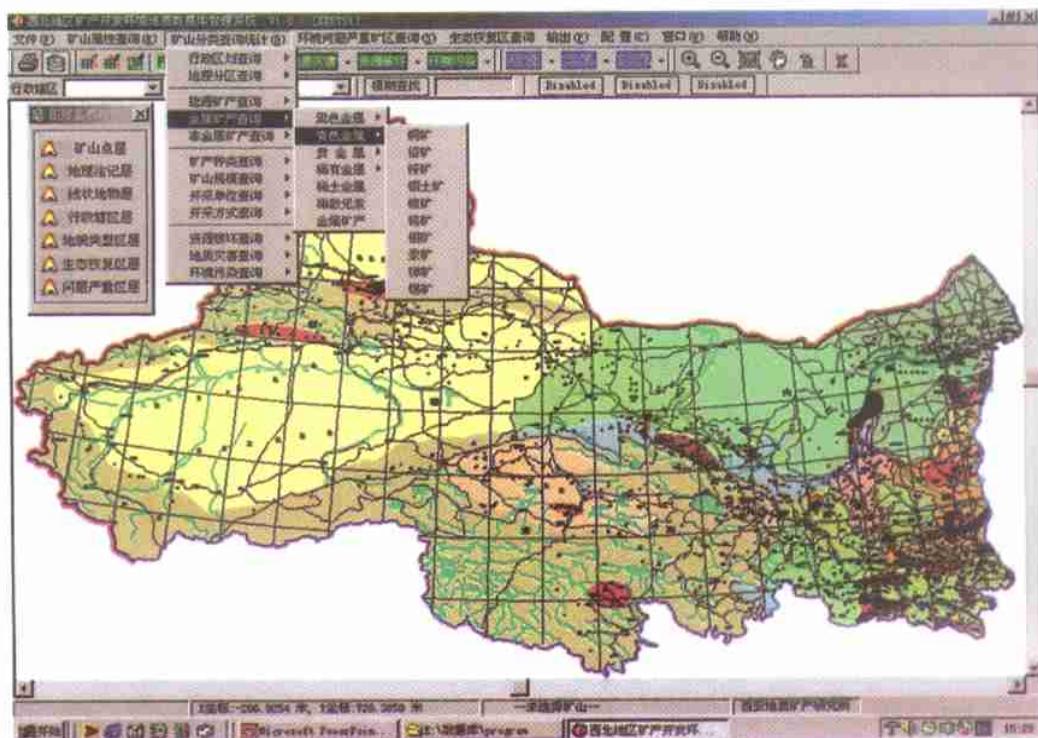


图2 西北地区矿山地质环境数据库界面

Fig. 2 The interface of the database of mining geological environment in the Northwestern China

表5 数据库系统功能及特点一览表

Tab. 5 The functions and characteristics of the database system

界面	功能	具 体 内 容
一级 主 界 面	浏览 功能	自动装载1300万西北地区地理图
		任意浏览缩放及变焦显示功能
		自动按行政区划 地貌类型定位
		添减环境地质问题严重程度区、生态恢复治理区等功能
		添减各矿种要素功能
	矿产 查询 功能	状态显示
		根据矿山名称、编号、矿种、矿产类型、开采单位、开发时间、地质灾害等模糊查询定位
		单个矿点鼠标点击查询
		多矿产信息的鼠标点击查询（逐个添加、矩形范围、任意多边形）

续表5

界面	功能	具 体 内 容
二级分幅界面	浏览功能	自动定位到查询区域
		任意浏览缩放、还原显示功能
		状态显示
	属性查询统计功能	单个要素属性查询、统计
		矩形选择多要素的属性查询、统计
		对各专题图层要素属性进行任意组合查询与属性分析，闪烁显示、属性要素列表显示。
	输出功能	查询结果体现为属性对话框，可包含该矿床地理位置、开发现状、生态环境问题、图像、视频等所有属性数据。单值、累积统计结果可以柱状图、饼状图等图形直观反映，增强了数据库可视化程度。
		将查询统计结果转存 Tiff 图像格式、AutoCAD 的 dxf 及 ArcInfo 的 E00 格式
	支持对图件或查询、统计结果的实时打印功能。	

5 结论

矿产资源开发为人类造福的同时，应尽量减少以牺牲环境为代价的发展方向为前提，要高度重视矿山开发中环境地质问题，寻求最佳解决资源利用与环境保护的矛盾。西北地区处于脆弱的生态环境恶化的背景下，应从保护生态环境与协调发展的高度来规划矿产资源开发的方案与措施，要正确处理眼前利益与长远利益、局部利益与全局利益，全面考虑地区发展的经济效益、资源效益、生态效益和环境效益。

西北地区丰富的矿产资源成为我国重要的矿产资源接替地，矿业经济将是促进地区经济稳定发展、缩小东西部地区差别重要支柱。在西部大开发中，要吸取“先开发、后治理”导致矿区生态环境恶化的教训，要清醒地认识到西北地区生态环境脆弱现状，一定要坚持“在保护中开发，在开发中保护”的原则，强化立法、严格执法，有效制止乱采滥挖、乱堆乱放等破坏资源、恶化环境的行为，走一条资源开发与环境保护协调发展的绿色矿业之路。

参考文献:

- [1] 韦冠俊. 矿山环境工程 [M]. 北京: 冶金出版社, 2001, 9.
- [2] 彭怀生, 等. 矿床无废开采的规划与评价 [M]. 北京: 冶金出版社, 2001, 4.
- [3] 徐友宁, 等. 西北地区矿产资源开发的环境地质问题及其类型 [J]. 西北地质, 2001, 6.

The problems of environmental geology and database for mining in Northwestern China

XU You-ning, HE Fang, ZHANG Jiang-hua, CHEN She-bin
WU Zheng, SUN Yuan

(*Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China*)

Abstract: The mineral resources in the Northwestern China are very abundant, and mining industry has become the important economic mainstay of the district. The ecologic environmental background in the area is very poor, the predatory mine exploration in the recent 50 years makes it more serious. The main environmental geological problems of mine exploration are to destroy environmental resources, to cause geological disasters and result environmental contamination. The different mines in different areas, such as petroleum, gas, coal, metal, nonmetal, building material and salt, may cause different environmental geological problems. Based on MAPGIS, the database of Windows style is set up.

Key words: mine environmental geology; mining; database; Northwestern China

臭氧洞将会消失

科学家预测，到 2050 年，南极上空的臭氧洞将会消失。根据观测，2000 年，大气中破坏臭氧层的氟含量停止增加，并出现几十年来的首次下降。

(李辉 摘自“科技与出版”，2002.6)