

文章编号:1671-4814(2008)02-116-10

# 华东地区主要矿山环境地质问题<sup>①</sup>

董永观,李君游,邱永泉,曾勇,刘一,马明

(南京地质矿产研究所,江苏南京 210016)

**摘要:**华东地区经济发达,人口密集,城市化程度较高,对环境要求也高。但是华东地区资源丰富,涉及的矿种多,数量大,矿产资源开发普遍,由此造成的矿山环境地质问题比较突出。本文详细分析了华东地区矿产资源开发引发的矿山环境地质问题,如土地资源破坏和占用、水资源破坏、水土污染和矿山地质灾害等,指出区内因矿产资源开发引发的资源损毁、环境污染以及地质灾害的规模,分析引发矿山环境地质问题的主要自然和人为因素。

**关键词:**矿山环境,影响因素,华东地区

**中图分类号:**X14

**文献标识码:**A

华东地区包括江苏省、安徽省、江西省、福建省、浙江省和上海市等五省一市,全区陆地面积为 625 062 km<sup>2</sup>。区内矿产资源丰富,开发历史悠久,开发的矿种多,数量大,矿产资源开发利用普遍<sup>[1]</sup>,在为华东地区国民经济做出重大贡献的同时,也产生明显的矿山环境地质问题。华东地区主要的矿山环境地质问题有土地资源毁损和占用、矿山地质灾害以及环境污染等三种类型<sup>[2]</sup>。产生矿山环境地质问题的原因是自然因素和人为因素共同作用的结果,其中人为因素起重要作用。

## 1 损毁和破坏资源

### 1.1 土地资源被占用和破坏

华东地区在矿产开发过程中产生的废石、尾矿、煤矸石、冶炼废渣等数量巨大,长期堆放压占大量土地。至 2004 年底,华东地区各种矿山累计破坏和占用各种土地面积达到 225 341.7ha,其中尾矿分别占用草地 187.75 ha,耕地 740.30 ha,林地 3042.41 ha,其它土地 1 973.15ha,合计占用各种土地 5 944.04 ha;采矿场分别占用草地 826.51 ha,耕地 125 826.47 ha,林地 13 567.91 ha,其它类型土地 27 027.74 ha,合计占用各种土地 167 248.66ha;固体废弃物分别占用草地 227.33 ha,耕地 652.34 ha,林地 3587.39 ha,其它类型土地 3 096.96ha,合计破坏各种土地 7 564.02 ha;因采矿引发的地面塌陷分别破坏草地 264.37 ha,破坏耕地 37 534.94 ha,破坏林地 1 592.76 ha,破坏其它类型土地 5 192.86 ha,

① 收稿日期:2007-09-26

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(项目编码:200412300053)资助。

第一作者简介:董永观(1956-),男,研究员,从事矿床学和矿山环境研究。

合计破坏各种土地 44 584.95ha<sup>[3-6]</sup>。区内被破坏和占用的耕地比例最大达到 72%，被破坏和占用的林地面积占整个被破坏和占用土地面积的 10%，草地占 1%，其它类型土地占 17% (表 1)。

表 1 华东地区矿山开发破坏土地统计 (ha)

Table 1 Statistics on the lands destroyed by mine exploitation in East China (ha)

土地类型	尾矿	采矿场	固废场	地面塌陷	累计破坏
草地	187.75	826.51	227.33	264.37	1505.96
耕地	740.30	125826.47	652.34	37534.94	164754.1
林地	3042.41	13567.91	3587.39	1592.76	21790.47
其它	1973.15	27027.74	3096.96	5192.86	37290.71
合计	5944.04	167248.66	7564.02	44584.93	225341.7

区内不同类型矿产开采破坏和占用各种类型土地如表 2 所示,其中能源矿产占用和破坏土地量最大,达到 176 039.02 ha,为矿产资源开发破坏和占用总和的 78.12%,其次是建材及其他矿产开发破坏和占用土地为区内矿产资源开发破坏和占用土地总和的 14.52%。

表 2 华东地区不同类型矿产开发占用破坏土地面积统计 (ha)

Table 2 Statistics on the lands destroyed by mine exploitation of different kinds of mine in East China

内容	能源矿产	金属矿产				非金属矿产			合计
		黑色金属	有色金属	贵金属	稀有稀土	冶金辅料	化工原料	建材及其他	
尾矿库	1027.12	524.91	3015.76	162.19	393.13	37.37	85.03	776.05	6021.56
采矿场	130621.6	1998.53	1718.11	416.42	1631.37	570.56	943.51	29973.97	167874.07
固废场	1909.39	732.98	1869.13	205.43	766.36	194.17	132.43	1867.25	7677.14
塌陷区	42480.91	607.67	299.8	5.38	0.65	31.73	235.89	106.92	43768.95
合计	176039.02	3864.09	6902.8	789.42	2791.51	833.83	1396.86	32724.19	225341.72

开采矿产资源产出的各种废石存放量十分巨大,共有废石堆、尾矿坝、煤矸石山等达 9000 余处,各种固体废弃物存量达到 25.72 亿吨,年产各种固体废弃物达 14.04 亿吨,年排放量达到 7.33 亿吨 (表 3)。

表 3 华东地区矿山固体废弃物排放量

Table 3 Statistics on the solid waste rocks produced by mine exploitation in East China

废渣类型	数量 (处)	年产出量 (万吨)	年排放量 (万吨)	累积量 (万吨)
废石 (土)	6179	41995.98	36431.06	215023
粉煤灰	43	2829.05	25.49	542.51
煤矸石	1697	60893.52	5124.05	47028.2
其他	23	121.07	8.66	29.91
尾矿	1058	34571.13	31691.05	257170
合计	9000	140410.75	73280.31	519794

江西省废石存放量达 12.85 亿吨,尾矿存放量达 11.53 亿吨。仅 1999 年江西省矿山废石排放量 812.08 万吨,尾矿排放量 2530.67 万吨。江西现有铜矿 11 座,废石累计排放量 7.44 亿吨,尾砂累计排放量 5.27 亿吨,占用大量耕地。仅德兴铜矿废石累计达 5.79 亿吨,占地 757ha;尾砂累计达 4.59 亿吨,占地 1558ha。

### 1.2 水资源受损

由于矿山采矿疏干排水,导致矿区及周围地下水位下降,河流断流。井下开采导致矿坑水下渗,造成部分地区矿坑水与岩溶水混染。一方面矿区缺水,另一方面采矿破坏与污染地

下水。对水资源破坏较大的是能源矿产和有色金属矿产开采,其次是稀有稀土金属矿产资源开采。华东地区有色金属矿产开发破坏水资源范围最大,达到40481ha,占因开采矿产资源被破坏的水资源面积的38.25%,能源矿产开发破坏水资源面积为32995ha,占被破坏水资源面积的31.18%,其次为黑色金属、化工原料和建材及其他矿产开发破坏水资源面积分别占被破坏水资源总面积的4.5%左右(表4)。

表4 华东地区不同类型矿产开发水资源面积破坏统计(ha)

Table 4 Statistics on the water resources areas destroyed by mine exploitation of different kinds of mineral resources in East China (ha)

统计内容	能源矿产	黑色金属	有色金属	贵金属	稀有稀土金属	冶金辅料	化工原料	建材及其他	合计
影响范围	32995	4826	40481	1953	169	264	4273	4146	105838

## 2 地质灾害

矿山采掘活动强烈地改变了矿区地质体的应力系统,导致矿区成为地质应力变化最集中区域,因而诱发各种地质灾害,如地面变形灾害(地面塌陷、地面沉降、地裂缝)、斜坡岩土体灾害(崩塌、滑坡、泥石流)、矿井灾害(矿井突水、塌方、冒顶、偏帮)等。华东地区矿山地质灾害具有时间的不均匀性(如6~7月梅雨季节,滑坡泥石流灾害尤为突出)、灾害的地域性(如滑坡泥石流主要发生在东南丘陵山地,采空塌陷主要发生在黄淮平原及江西萍乡煤矿区)具有矿山地质灾害的共生性和矿产专属性(如煤矿区瓦斯爆炸、地面塌陷、地裂缝等)。由于矿产开发不当,矿区内的环境地质频遭破坏,并引发多种地质灾害。解放后至2004年,华东地区矿山地质灾害已经造成356人死亡,影响土地面积达42564.66ha,直接经济损失达10亿元以上(表5)。

表5 华东地区矿产开发引发地质灾害统计

Table 5 Statistics on the geological hazards caused by mine exploitation in East China

灾害种类	影响范围(ha)	死亡人数(人)	治理面积(ha)	直接经济损失(万元)
崩塌	3374.67	38	26.72	970.55
地裂缝	67.95	0	3.58	267.66
地面沉降	27333.34	21	7743.66	15926.36
滑坡	1806.16	120	160.12	5724.55
突水瓦斯	9891.2	161	53.68	78755.24
泥石流	91.34	16	24.19	5940.36
合计	42564.66	356	8011.95	107584.72

### 2.1 地面塌陷

由于地下采空、地面及边坡开挖影响了山体和斜坡的稳定性,导致地面开裂、崩塌和滑坡等地质灾害,造成大量的财产损失及人员伤亡。区内由于矿山开采引发的地面塌陷或下沉点(群)较多,采空塌陷主要分布在煤、铜、钨矿和其它金属矿床采区,非金属矿区也常有发生。其中煤矿采空区地面塌陷具缓变性,有一定的可预测性,而金属矿山采空地面塌陷往往具有突发性、冲击性,可预测性差,产生的损失较大<sup>[6,8]</sup>。

徐州煤田经过100多年的开采,地表已形成了规模巨大的塌陷区,至2004年底,塌陷区总面积达到20744ha,塌陷区地面下沉量一般在3~5m,最大达9m。煤矿采空塌陷区地裂缝十分发育,造成塌陷区工程设施、民房开裂损坏。

据统计,徐州地区因塌陷而搬迁的村庄有94个,共22 466户,85 911人,搬迁工厂268个,拆迁补偿费达2.38亿元,还有30个行政村出现民房开裂,每年雨季有不少民房倒塌。徐州煤田塌陷对农田造成巨大破坏。在贾汪区,人均耕地由1951年的 $1\,986.67\text{m}^2$ 降至目前的 $306.67\text{m}^2$ ,不少村庄的耕地快要丧失殆尽,权台村目前人均耕地仅有 $16\text{m}^2$ 。

## 2.2 崩塌、滑坡

崩塌和滑坡是露采矿山及采石场经常发生的突发性地质灾害。华东地区崩塌和滑坡影响面积达到5 180.83 ha,死亡人数达到158人,直接经济损失为6 695.1万元。

## 2.3 泥石流

矿山将大量废矿渣堆放洞口或斜坡上,或尾矿坝中尾矿砂的大量堆积,都有可能导致山坡型和沟谷型泥石流发生。华东地区因矿山开采导致的泥石流影响面积达到91.34 ha,因泥石流导致死亡人数达到86人,直接经济损失5 490.36万元。区内大型泥石流主要发生在江西、福建和浙江省,江苏和安徽省泥石流一般以中小型为主。

浙江青田平川钼矿区,由于乱采滥挖,废矿、尾砂到处乱放,在河道中堆放废矿、尾渣数量达200多万 $\text{m}^3$ 。由于废矿渣堵塞河道,于1996年8号台风期间山洪暴发,诱发多处山体滑坡和泥石流,冲毁尾矿坝(库内尾砂近100万 $\text{m}^3$ ),泥石流从矿区直冲至瓯江边,沿途25 km被夷为平地,造成53人死亡、数十人受伤,冲毁建筑物近1万 $\text{m}^2$ ,农田被毁,交通、通信、供电中断,造成直接经济损失近亿元。

江西省德兴富家坞铜矿1998年7月在暴雨的影响下形成20多万 $\text{m}^3$ 的泥石流,形成固体堆积物覆盖面积10万 $\text{m}^2$ ,矿山设施大部分被淹埋,直接经济损失2 373.56万元,总经济损失超亿元,并导致矿山无法开工。

## 3 环境污染

矿山废渣、废水和废气等大量排放是造成矿区环境污染的主要污染源。煤矿、各种金属、非金属矿业的废渣、废水多以酸性为主,常含大量有毒、有害物质(如铜、铅、锌、砷、镉、六价铬、汞、氰化物)以及COD、BOD<sub>5</sub>、悬浮物等;众多矿山废水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、农作物不同程度地受到污染。采、选矿粉尘、矿石冶炼废气、煤粉灰、煤层自燃、煤矸石自燃释放的SO<sub>2</sub>等有害气体对大气造成不同程度的污染。乡镇小矿及个体矿山工艺落后、设备简陋,“只开发、不治理”,“三废”排放混乱加剧了矿区环境的污染程度。

矿山开采还引起大气污染和酸雨等问题,以煤炭和硫化工矿山最为严重。华东地区已经累计堆积50亿吨矿山固体废弃物。由于大气氧化和雨水浸泡,对周围的水土造成不同程度的污染。如福建省共有煤矿矿山企业近1000家,原煤年产量600万t,每年的有害物质排放量达2.11万t,使矿山地区大气环境遭受严重污染;硫化工矿山废气污染,在矿山周围形成酸雨,使得土壤的酸性增强,导致大量农作物与树木青草枯死或减产。

华东地区矿山废水废液年排放量十分巨大,各种类型矿山年产出废水废液总量达到383 715.32万吨,年排放废水废液总量达62 753.77万吨。不同类型矿山其废水废液产出量和排放量存在明显差别,化工原料非金属矿山废水年产出量为212 529.8万吨,占全部矿山废水年产出量的56%,有色金属矿山年废水产出量达103 287万吨,占全部矿山年产出量的28%,能源矿山年产出废水32 381万吨,占全部矿山产出量的8%,黑色金属矿山年产出

废水为 26 245 万吨,占全部矿山产出量的 7%。上述四种类型矿山年产出废水量占全部矿山产出量的 98% 以上。而年废水排放量前四位的矿山类型为能源、有色、黑色和建材矿山,年排放量分别为达 25 547.08 万吨、23 469 万吨、20663 万吨和 4453 万吨,分别占全部矿山年排放废水总量的 42%、34%、12% 和 7% (表 6)。

表 6 华东地区不同类型矿产开发废水废液排放量统计(万吨)

Table 6 Statistics on waste water and liquid produced by mine exploitation of different kinds of mineral resources in East China ( $\times 10^7$ kg)

统计内容	能源矿产	金属矿产					非金属矿产		合计	
		黑色金属	有色金属	贵金属	稀有稀土	金属冶金辅料	化工原料	建材及其他		
矿坑水	年产出量	30484	2863.5	21437	670.54	479.59	1178.9	212366	3930.82	273410.35
	年排放量	25160	2308.7	1450	519.22	118.12	1151.4	860.93	3886.08	35454.45
选矿水	年产出量	51.72	23382	81470	1216	252.28	497.06	163.8	669.47	107702.33
	年排放量	47.1	19144	5974	386.92	124.59	267.34	16.15	538.1	26498.2
堆浸水	年产出量	1.55		380	10.18	337.31	0.1		29	758.14
	年排放量	1.45		350	4.62	77.47	0.05		29	462.59
洗煤水	年产出量	1844.5								1844.5
	年排放量	338.53								338.53
合计	年产出量	32381.77	26245.5	103287	1896.72	1069.18	1676.06	212529.8	4629.29	383715.32
	年排放量	25547.08	21452.7	7774	910.76	320.18	1418.79	877.08	4453.18	62753.77

区内江西省德兴铜矿—金山金矿年排放废水 1100 万吨(不含汛期矿山排放废水),造成沿河两岸水土污染,水土中铜、铁、砷、铅、锌、镉等离子不同程度超标,区内乐安河德兴铜矿下游长约 235 km 的地表水 pH 值均低于国标规定的 6.5,两岸稻田土壤及稻谷都程度不同地受到酸及铜污染,尤其是德兴铜矿矿区全长 14 km 的大坞河 pH 值已经低于 4,造成整条河内水生生物绝迹,大坞河口至泊水河口段造成的土地污染面积达 144.91 ha<sup>[7,9]</sup>。

金属矿床开采不但产生大量的废矿石<sup>[10]</sup>,使本处于还原状态下的矿物带到地球表面,同时采矿活动导致氧气进入地下深部。黄铁矿、磁黄铁矿等金属硫化物普遍存在于金属矿床当中,并常与重金属元素 As、Cd、Cu、Hg、Mo、Pb、Zn 等共生。由于硫化物暴露于氧化环境而处于非稳定状态,经过一系列复杂的化学反应,黄铁矿及其它硫化物氧化释放出大量的  $H^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $SO_4^{2-}$  及重金属离子并进入废矿石溶液,黄铁矿、磁黄铁矿的氧化释放出  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  和  $H^+$ ,铁( $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ )的存在和 pH 值的降低大大加速金属硫化物的分解和重金属元素的沉淀。重金属污染、矿业酸水危害成为金属矿床开发产生的两大环境公害。

以号称亚洲第一坝的江西省德兴铜矿四号尾矿坝为例,从该尾矿坝开始,沿小溪向下游间隔 500 m 取东南侧稻田土壤样,分别对样品的 Fe、Cd、Cr、Mn、Cu、Pb、Zn、As 和 Hg 进行分析,分析结果如表 7 所示:

在剖面中,样品的 Cr、Mn、Pb、Zn 的变化规律较明显:样品 DXW-1 采自尾矿坝表层,可能受到地表水的冲洗,重金属含量全部偏低。

剖面中 Cr 从第二号样品(DXW-2)开始较高,直至离尾矿坝 3 km 处,其含量逐渐下降,到 4.5 km 处含量为最低,反映远离尾矿坝其含量是逐渐下降的,尾矿坝下游农田受到尾矿坝的污染是明显的。

剖面中 Mn、Pb、Zn 三个元素的变化特征相似,从尾矿坝开始向下游,其含量逐渐下降,且比较明显,但是离尾矿坝 2~2.5 km 处,上述三元素含量达到最低,2.5 km 以远则出现元

素含量无规律变化特征。

表7 江西省德兴铜矿四号尾矿坝下游土壤样品重金属含量( $\times 10^{-6}$ )

Table 7 Contents of heavy metals in the soil samples from the lower river reaches of No. 4 tailing dam of Dexing copper deposit, Jiangxi province ( $\times 10^{-6}$ )

样号	Fe( $\times 10^{-2}$ )	Cd	Cr	Mn	Cu	Pb	Zn	As	Hg( $\times 10^{-9}$ )
DXW-1	2.93	0.1	62.3	381	976	2	25.6	3.35	23.9
DXW-2	3.71	0.6	90.8	552	92.3	59.4	169	7.42	76.4
DXW-3	3.2	0.1	95.1	500	98.1	44.7	124	4.42	107
DXW-4	3.16	0.9	86.9	397	38.7	47.7	104	29.6	74.4
DXW-5	3.21	1	100	328	61.7	29.8	88.3	37.5	77.1
DXW-6	3.82	0.6	98.5	478	72.7	22.8	87.3	50.1	59.8
DXW-7	4.09	0.3	95.2	1010	74.8	32.1	106	44.9	68.1
DXW-8	3.01	0.8	88.4	282	54.7	44.3	116	42	91.3
DXW-9	4	1.1	79.6	997	59.2	40.5	165	43.4	119
DXW-10	2.85	0.6	68.3	456	38.1	41.5	107	47.4	64
DXW-11	3.55	0.9	88.7	402	131	40	123	50.2	167

从上述分析得知,德兴铜矿四号尾矿坝坝体表层尾砂由于雨水的冲洗,其重金属含量明显较低,反映尾砂中的重金属元素比较活泼,很容易被搬运向下游迁移,对下游水域造成污染。此外,元素Cr对下游污染的范围较广,从尾矿坝处向下游直至离尾矿坝5 km处,含量下降还比较明显;而Mn、Pb、Zn的含量从尾矿坝处向下游至2~2.5 km处,含量明显下降,2.5 km以下可受到其它因素影响,变化规律不明显。

#### 4 景观破坏

华东地区由于不合理开采建筑材料,大量开采宕口零乱分布。尤其是在交通干线两侧、风景旅游线路及旅游景点附近及城市周边地区,由于运输方便,开采成本低,分布大量露天采石场,影响沿线风光的欣赏和风景区的进一步开发,影响城镇居民的居住环境与投资环境,严重地影响了人们对秀丽河山观瞻<sup>[9]</sup>。

区内快速城市化进程中对大量建材的需要,就地取材,造成城郊结合部位山体采坑广布,危石耸立,自然景观惨遭肢解。其次,沿主要交通干线的条带状地带,如宁杭、宁沪、宁连等交通干线两侧,便利的交通使开山采石成本低,导致乱采滥挖,采富弃贫,造成矿业废弃地广布。再则,富有地方特色的矿石资源枯竭或禁采后,也成为局部矿业废弃地的集中地,如苏州花岗岩矿、南京白云岩矿和宜兴陶土矿的开采区。这些采石场堆积废弃土石、砂坑遍地、满目疮痍,与旅游景观极不协调。南京栖霞山铅锌矿的地下开采,引起地表塌陷,导致该区湖泊干枯,还危及到久负盛名的栖霞寺名胜古迹;溧阳市上黄镇水母山中华曙猿地质遗迹周围的采矿企业虽已全部关闭,但已严重影响地质遗迹的保护和开发。

浙江省露天采石场数量众多,包括闭坑矿山总数已超过12000座,大多数分布在城镇周围、主要交通沿线和江河湖岸等交通便利地区。如杭州市的灵山风景区、金华市的双龙洞风景区、富春江-新安江-千岛湖两岸、楠溪江上游大量的建筑石料矿山露天采,严重地影响了当地旅游资源的进一步开发。还有部分国家级文物保护单位同样受到矿山开采活动的威胁,如著名的良渚文化遗址周围,由于大量建筑石料矿山的开采,强烈的爆破,过量的土石剥离和粉尘污染,直接影响着对良渚文化遗产的有效保护。金华市罗店石灰岩矿采区,就有3家

规模不等的矿山企业,年产矿石总量近100万吨,经过多年开采,3家企业开采界面已基本相连,形成一长200~300 m,宽50 m的大型采场。采区距国家级风景名胜区—双龙风景区直线距离不足500 m,采区矿业活动对风景区整体景观造成严重影响。

## 5 不同规模、经济类型矿产开发环境地质问题

### 5.1 不同规模企业矿产开发环境地质问题

按矿山企业生产规模不同将区内矿山企业分为大型、中型和小型三类,矿山环境地质问题与矿山企业的规模有关,大型矿山往往生产规模大,对土地的破坏和占用面积也大,排放的废水、废渣数量也多,引发的地质灾害和环境污染影响也大。前已述及,江西省德兴铜矿为大型矿山企业,年采矿石达2970万吨,年排放废石3700万吨,年排放尾矿砂2000万吨以上。德兴铜矿四号尾矿坝,南北长达4500 m,东西宽达800 m,面积近350 ha,号称亚洲第一大尾矿坝,堆放着大量尾矿砂及选矿液,是规模巨大的污染源。

大型矿山企业在华东整个矿山企业中所占比例较小,占区内全部矿山企业总数的1%左右,小型矿山企业虽然单个矿山在开采中所占用和破坏土地、排放矿渣和尾矿砂及废水等的数量较少,但是,小矿山总数多,分布广,累积占用和破坏土地、排放的废石、废渣和废水总量依然是非常巨大,造成的矿山环境地质问题仍然十分严重。

浙江省是萤石矿的主要产区,尤其是浙中的武义、永康、东阳等地,矿床成群分布,点多质佳,有“萤石之乡”的美誉。1997年(开采量较高年份),全省萤石矿山达436个,多以小型矿山为主,由陡倾角矿脉采空后所形成的线型地面塌陷带相当普遍。由于闭坑矿山众多,废渣堆场长期无人管理,尾矿库年久失修,极易诱发泥石流等地质灾害。另外,矿坑废水随采随排严重,易造成地质环境污染。

### 5.2 不同经济类型矿产开发环境地质问题

按照经济类型可将矿山划分为国有矿山、集体矿山、股份制矿山、联营矿山、私营矿山、个体矿山和外资矿山等七种类型,在这些企业中,以个体矿山数量为最多,达到矿山总数的45%~60%。

国有矿山较重视矿山环境的保护治理,投入的资金相对较多,如德兴铜矿工业废水处理站是二期工程配套的环保设施,该站于1987年建成投产,1989年5月通过江西省环保局验收,基建投资达到1090万元,至今已运行近20年,在矿山环境保护中发挥着重要的作用。原设计处理酸性废水12000 t/d,碱性废水20000 t/d~25000 t/d。三期水处理工程基建投资将达到4725万元。浙江省平水铜矿为国有矿山,虽然是中型铜矿山,但是非常重视矿山环境的保护和治理,在采矿过程中充分利用地下裂隙水,一方面降低成本,另一方面也节约水资源,同时大力投资进行矿山环境保护,仅在废水处理上每年就投入150万元以上,矿坑采矿水和选矿水经过处理后,基本达到排放标准。

私营和个体矿山的矿山环境地质问题不容乐观,在对私营和个体矿山的走访和调查过程中发现,矿山普遍规模较小,装备水平不高,技术水平低,生产粗放。常常片面追求经济效益,违章作业,或开采作业不规范,不遵守自上而下、分平台阶开采的规定,多数矿山开采坡度大,对危石和残坡积物缺乏必要的处理,常常发生崩塌、滑坡地质灾害。如江西省新余地区很多个体和私营矿山企业经营的小铁矿,随处开采,满山开挖,选矿后的尾矿砂往往沿着山沟简单建一个尾矿坝就直接排放,矿体开采完后无人管理。这些小尾矿坝在山沟中自

然堆放,无维护措施,长期以往,遇有暴雨或其他自然灾害,不可避免地引发规模不等的滑坡和泥石流,除了对下游居民的生命财产造成损失,还对下游范围内的水土造成不同程度的污染(表8)。

表8 国有矿山与集体、个体矿山地质环境问题及地质灾害对比表

Table 8 Comparison of geologic environment problems and geologic disasters between state-owned mine enterprises and collective private-owned mine enterprises

类别	国营矿山	集(个)体矿山
煤矿	1、塌陷面积大,多数均匀沉降,预见性强,村庄提前搬迁,有搬迁补偿。2、矿山突水、井下泥石流等矿井地质灾害随时间逐年减少。3、煤矸石堆,对环境影响较大。	1、塌陷面积小,但沉降不均匀,为波浪型或漏斗型,预见性差,民房毁坏,无搬迁费保障。2、矿坑突水、井下泥石流等矿井地质灾害数量较多。3、煤矸石堆较小,但堆放点多。
地下采矿	1、塌陷规模大,有预见和监测防治。2、有较规范和较大的尾矿库,多有防沙治沙措施。3、废液排放有严格监测,符合标准。4、废石排放有稳定场所,部分进行了治理。	1、塌陷规模不一,预见性差,无监测防护措施。2、尾矿多排在河道和山沟里,没有防护措施。3、随地排放废液,对水体和土壤造成污染。4、废石排放很随意,一般没有经过治理。
金属矿	1、机械化、台阶式开采,采坑范围大,台阶高度符合规范。2、废土(石、渣)堆放场地固定,有防护措施,少数及时复土绿化。3、建有较规范的尾矿库,少数有防沙治沙措施。	1、人工斜坡式开采,规模小,开采不规范,掌子面陡而高,易发生崩塌滑坡地质灾害。2、随意排放废土(石、渣),全部裸露,无防护措施,水土流失严重。3、将尾矿砂随意排在河道山沟内。
露天采矿	1、机械化台阶式开采,采坑规模大,台阶高度符合规范,边坡较稳定。2、较合理利用矿产资源,废石堆放合理,有防护措施。3、区域环境资源破坏与影响较小。	1、人工斜坡式开采,常发生滑坡、崩塌等矿山地质灾害。2、资源浪费严重,废石(土)乱排乱堆,无防护措施,易形成泥石流灾害。3、区域环境资源破坏与影响较大。

此外,在很多地方,还存在个人开挖的金矿浸泡池,将矿石直接放入池中与氰化钠溶液反应,反应后的废渣随处排放,随着雨水的淋滤,含氰化钠的溶液直接流入下游的农田和河谷中,对周围居民的健康造成严重威胁。

### 6 导致矿山环境地质问题的主要因素

矿山环境地质问题的主导因素是人为因素,其次是自然因素,而且,不同类型矿山企业、不同矿种及不同开采方式造成的矿山地质灾害存在差别。

#### 6.1 人为因素

(1)环境保护意识淡薄。部分采矿权人缺乏对矿山自然生态环境保护意识,思想观念落后,只注重于矿产资源开发的经济效益,忽视矿山自然生态环境保护与生态恢复治理,在采矿前没有制订生态环境治理方案,缺乏对矿山自然生态环境保护基础设施建设的投资,在采选过程中未采取行之有效的环境保护措施,加重了矿业活动对生态环境的影响和破坏。

(2)监督管理尚待加强与规范,尤其是对闭坑矿山的的管理不到位,存在多头管理现象。矿山环境地质评价制度和采矿权人履行矿山生态环境治理的义务得不到有力监督与指导。

华东地区2001年以来闭坑矿山达8700余家,由于绝大多数闭坑矿山系集体、个体私人经营,自然闭坑,闭坑时未按要求提交闭坑报告,也未上交采空区的有关资料,导致相关部门对地下采空区分布情况不掌握;另外,大多数国营矿山闭坑时虽按要求提交了闭坑报告,但个体私营小矿山仍继续开采其遗留的矿柱、顶盖,管理部门掌握的采空区分布情况已不能反映真实的采空区分布状况,造成闭坑矿山地质环境问题呈上升趋势。

(3) 矿山区域布局不合理,尤其是大量露天矿山规模小,零星散布,严重影响和破坏森林植被和自然景观。有的矿山位于各类自然保护区、风景名胜区、旅游度假区、地质遗迹保护区、历史文化保护区、水源保护区、重要基础设施保护区(如铁路、高速公路、国道、省道等交通干线和重要水利设施)及城镇周边,严重影响自然景观、旅游资源、文物资源、水资源、森林资源、重要基础设施的保护和城镇的发展及人居环境的改善。

(4) 以个体私营为主,装备水平不高,技术水平低,生产粗放。坑采矿山随意开采,缺少开发利用方案、井上、井下对照图等必备要件,顶盖、矿柱预留不足(甚至偷采国营闭坑矿山顶盖、矿柱),任意堆渣堆砂;露采矿山不按安全角开采,导致开采边坡过陡,大部分矿山(甚至高边坡矿山)未分台阶式开采。

(5) 治理资金短缺。部分矿山与选矿企业效益不佳,导致其矿山环境保护设施不完善,未按有关规定和要求建立与生产规模匹配的尾矿库、废矿堆拦石坝和废水处理池等基本环保设施,"三废"缺乏有效处理。少数矿山和选矿企业的废水、尾矿直接排入江河、水库和海域,造成严重的环境污染。到目前为止,除少数地区外,全区大部分地区矿山闭坑后的治理(尤其是复垦还绿)资金难以到位,使原本存在的矿山环境地质问题得不到整治,地质环境状况难以好转。全区废弃矿山治理率十分有限,对矿山废渣、废水的治理尚未提到议事日程上来,尤其是经济欠发达的区内西部地区,由于资金短缺,治理难度更大。华东地区有的省份已开始执行矿山生态环境治理备用金制度,但尚不能完全解决矿山环境治理费用。矿山边坡稳定性治理(如削坡等)、复垦还绿等环境恢复尚无足够资金保证。大量闭坑矿山恢复治理费用尚难落实。

## 6.2 自然因素

华东地区矿山地质环境问题的形成与气象水文、自然地理及地质环境因素密切相关。华东所处的自然地理及气候带位置,决定了华东除降雨丰沛且集中外,还常形成暴雨,区内浙江省和福建省还经常受到热带风暴或台风的袭击。因此,降雨和台风是华东地区矿山产生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷及水土流失的一个重要因素。另一方面,华东地区气候温暖,十分有利于岩体的风化作用,许多矿区岩体风化强烈,降低了岩体的完整性和稳定性,同时,强烈的风化作用也降低了废石堆的稳定性,容易产生矿山地质灾害。

华东地区地质构造复杂。大部分矿区处于地质环境条件复杂区域,其生态地质环境比较脆弱。如闽西煤、多金属等矿区、长江中下游铜铁多金属矿区等,在漫长的地质历史时期,历经复杂的内、外动力地质作用,矿区褶皱、断裂等地质构造十分发育,水文地质条件一般比较复杂,此外,成矿过程产生的围岩蚀变作用,也在一定程度上降低了矿体(层)围岩的稳定性,从这些矿床地质特点分析,结合野外实地调查资料,可以看出矿区原生地质环境质量在某种程度上低于非矿区的原生地质环境质量。

综上所述,华东地区矿山环境地质问题的产生是自然和人为两种因素的迭加。自然因素是形成矿山环境地质问题的基础条件;人为因素是造成矿山环境地质问题的主要因素。

## 参考文献

- [1] 董水观,李君沛,邱永泉,等.华东地区矿产资源开发现状[J].资源调查与环境,2007,38(3):179-186.
- [2] 武强.我国矿山环境地质问题类型划分研究[J].水文地质工程地质,2003(5):107-112.
- [3] 黄敬军.江苏矿山生态地质环境问题及防治对策[J].江苏地质,2002,26(4):216-220.

- [4] 黄越. 江西经济社会可持续发展矿产资源合理利用与保护的对策思路[J]. 江西地质, 2000, 14(1): 28-35.
- [5] 孙凤贤. 由皖南矿产资源环境破坏谈起[J]. 中国地质, 1999(2): 61.
- [6] 程庆展. 福建省矿山开发造成环境问题及解决办法[J]. 福建水土保持, 2002, 14(2): 18-21.
- [7] 池永翔. 福建省矿山地质环境现状与保护的思考[J]. 福建地理, 2004, 19(3): 9-13.
- [8] 吴飞. 德兴铜矿矿山废水治理现状及其前景[J]. 铜业工程, 2000(1): 27-29.
- [9] 黄敬军, 倪红升, 华建伟. 江苏省矿山环境保护和矿业废弃地环境恢复整治示范模式[J]. 地质通报, 2004, 23(11): 1114-1118.
- [10] 黄敬军. 江苏省露采矿山环境保护(整治)模式及其适宜性评价[J]. 中国地质灾害与防治学, 2003, 14(4): 62-66.

## Main mine geological environment problems in East China

DONG Yong-guan, LI Jun-hu, QIU Yong-quan, ZEN Yong, LIU Yi, MA Ming  
(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, China)

### Abstract

East China, which includes Jiangsu, Zhejiang, Anhui, Jiangxi, Fujian provinces and Shanghai city, is an area with well-developing economy, thick population, high degree urbanization and strict requirement of urban environment. However, East China is also an area where abundant mineral resources have been discovered, thus causing glaring mine geologic environment problems arising therefrom. This paper analysed the mine geologic environment problems such as damage of land and water resources, mine geological disaster and environment pollution caused intensely by mining activities in the area. It is reported that about 2253.47 km<sup>2</sup> land was damaged, and about 1404 million tons of mine solid waste rocks and 3837 millions tons of mine waste water were produced per year in East China, the poisonous and harmful materials such as acid and heavy metals (Pb, Cr, Cd, Hg etc.), coming from these mine waste rocks and waste water, caused the serious environment pollution. The paper also indicated that the mine geological environment problems were influenced mainly by both natural factors and artificial factors, the natural factors are the basic ones while the artificial factors are the important ones for causing mine geological environment problems such as environment pollution, landslide, debris flow and other mine geologic hazards.

**Key words:** mine environment; influential factor; East China