

安庆铜矿水土流失特点及防治对策

王 军¹, 胡 强²

(1 国家有色工业局长沙矿山研究院, 湖南长沙 410012; 2 安徽铜陵有色公司安庆铜矿, 安徽安庆 246131)

摘 要: 以安庆铜矿为例阐述了岩溶矿区水土流失的特点, 分析了水土流失的形成机理。并进一步论述了水土流失的防治对策及其治理效果。

关键词: 水土流失; 岩溶塌陷; 防治; 安庆铜矿

中图分类号: S157, X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)01-0075-04

Characteristics of Soil and Water Loss and Measures of Prevention and Control in Anqing Copper Mine

WANG Jun¹, HU Qiang²

(1 Changsha Institute of Mining Research, Changsha Hunan 410012, PRC;

2 Tongling Nonferrous Metal Co., Anqing Anhui 246131, PRC)

Abstract: Taking Anqing copper mine as an example, the authors describe the characteristics of soil and water loss in the karst mining area and analyze the mechanism that the soil and water loss produced as well as further discuss the measures and results of prevention and control of soil and water loss

Key words: soil and water loss; karst subsidence surface; prevention and control; Anqing copper mine

1 我国岩溶矿区水土流失简况^[1]

岩溶矿床在疏干排水后, 地表往往产生塌陷造成水土流失, 在煤炭、金属、化工及核工业等矿山都存在这样的实例, 单个塌陷的空间体积最大者达 5 万 m³ (如柏坊铜矿)。每个矿区水土流失的影响面积一般都在 1 km² 以上, 范围影响大的可达数 10 km², 塌陷的数量一般在数百个以上, 多者可达数千个。在水土流失的普遍性、塌陷的程度和规模等各方面, 我国南方都远甚于北方。

水土流失对矿山建设及周围的环境危害极大。塌陷发展到水域区, 会增加矿井地下水新的补给源, 甚至使多年疏干形成的疏干漏斗基本恢复到原始状态, 不能保证采矿作业正常、安全进行。塌陷还会造成大面积范围内的工、民用建筑物、交通、农田、水利设施和区域环境破坏, 并增加矿山设计和建设费。水土流失分布范围随抽水影响半径的扩展而不断扩

大, 因而每个已经基建和生产的岩溶塌陷矿山对这几方面的破坏作用很显著。

2 安庆铜矿水土流失特点^[2]

2.1 水土流失情况

安庆铜矿属于掩埋——覆盖型岩溶充水矿床, 矿区南部第四系覆盖岩溶区, 浅部溶洞发育, 而且一般都被泥砂充填。由于矿井的疏干排水, 矿区降落漏斗范围内, 频频发生地面塌陷, 造成水土流失。到治理工程实施前 (1998 年 6 月), 共产生塌洞近 100 个 (不计复活塌洞)。地面塌陷的形态特征: 平面上多呈圆形、椭圆形; 剖面上呈竖井状、坛状、锅底状, 一般深度 1~3 m, 少量 5~8 m, 个别大于 10 m; 直径一般 1~3 m, 少量发展至 20~30 m; 体积一般 10~100 m³, 个别规模较大, 一次塌方量达 1 100 m³, 塌洞总体积可达 3 000 多 m³。地面塌陷的同时, 井下排水则异常浑浊, 泥砂量高达 6‰以上, 据统计年排

出砂土达 2 万 t, 从而造成上千年才形成的地表肥沃的耕植土层不断流失, 成为荒地, 难以利用(图 1、2)。

2.2 水土流失分布特性

(1) 分布于覆盖的强岩溶地段, 且上覆第四系松散土层厚度一般小于 10 m。

(2) 其空间展布受控于地层与地质构造, 多沿断

裂构造及岩溶层位呈带状分布。

(3) 分布于水交替强烈的河床及地表水与地下水联系密切地段, 且反复发生。

(4) 分布于闪长岩与大理岩的岩层接触带。

(5) 分布于地下水降落漏斗之内, 特别是沿地下水主要径流方向分布。



图 1 矿区水土流失治理前状况



图 2 矿区水土流失治理前状况

2.3 水土流失范围的发展趋势

如不进行有效的防治, 矿区水土流失从总体上看存在两种发展趋势:

一是南扩, 主要体现在旱季, 随着采矿工程的不断开拓, 揭露更多的涌水点, 采场水头下降, 地下水降落漏斗将进一步南扩, 矿区塌陷产生的临界水位

线也将进一步南移, 水土流失的发展存在南扩的趋势, 威胁到南部村庄的安全。

二是北移, 主要体现在雨季, 即向采场中心逼近, 特别是 1996~1998 年, 在地下没有揭露新的出水点, 地下水降落漏斗处于动态平衡的状态下, 水位在采场南侧随季节变化而波动, 致使该区域塌陷反复活动, 同时向北扩展。

3 水土流失的成因

矿区地面塌陷造成大量水土流失, 其成因主要有两个, 一是地表水、地下水的潜蚀, 二是真空吸蚀作用。马山口河床一带水土流失以潜蚀作用为主, 而东马鞍山两侧山腰水土流失则主要以真空吸蚀作用为主。

通过对矿区 1993~1998 年塌陷的统计来看, 引起水土流失的诱发原因是水位骤升骤降及降水下渗潜蚀。由于矿井排水, 矿区地下水位大幅度下降, 改变了天然的水动力条件, 加强了地表水与地下水的联系与交替, 在地表水渗流、地下水侧向径流潜蚀作用下, 溶洞中充填物和第四系底部的土体被侵蚀搬运而走, 第四系土体慢慢下落流失而成土洞, 久而久之, 土洞向上发展扩大, 在地表水渗透压与土体自重作用下, 产生塌陷; 或者由于溶洞和隐伏土洞被疏干, 水位下降产生真空, 在负压使用下发生真空吸蚀而致塌^[3]。矿区这两种作用并存, 只是不同时期, 不同地段这两种形式起的作用不同。

从塌陷的形态特征上, 也反映出这两种作用的主次: 竖井状的塌陷形成以真空吸蚀为主, 锅底状塌陷以潜蚀作用为主, 坛状的塌陷则两种作用并存。

一般而言, 塌陷发生的临界水位为基岩面, 即当地下水位在基岩面上下波动时, 最易发生塌陷, 从而导致水土流失。

4 水土流失防治对策

4.1 国内矿区水土流失一般防治措施^[1]

根据我国岩溶塌陷矿山的建设经验, 治理水土流失, 采取早期预测、预报为主, 治理为辅, 防治相结合的办法最为有效。

由于地面塌陷受地形、地貌、水文地质及工程地质条件等多种因素控制, 因此, 在处理方法上, 一般应采取综合的防治措施。

塌陷前的预防措施主要包括: 合理安排矿山建设总体布局、河流改道引流、修建调洪水库、修筑特厚防洪堤、控制地下水位下降速度和防止突然涌水、建造防渗帷幕、堵塞浅部岩溶通道及建立地面塌陷

观测网。

塌陷后的治理措施主要有: 塌陷回填(一般回填法和清基回填法)、河流局部改道与河槽防渗、疏通河道、修堤拦洪、修沟引流和排放积水等。

4.2 安庆铜矿水土流失的防治

4.2.1 概述 根据前叙分析, 河床水土流失主要是由地表水的垂向潜蚀作用形成的, 因此直接从治理地表水或河床着手是解决井下泥砂量过大的重要措施, 也是减缓河床内反复发生水土流失的有效手段。另外, 因为旱季水土流失向南扩展, 因此在井下封堵主要的涌水点抬高地下水位也是防止水土流失向南扩展及反复发生的重要措施。基于上述考虑, 我们采取了“先期进行马山口地表治理, 随后对井下主要浑水点进行注浆封堵”的综合防治方案, 该方案能达到既减少排水量、泥砂量, 又控制水土流失的双重目的。

4.2.2 地表治理

(1) 塌陷埋管回填注浆。为防止原有塌陷进一步扩大及复活, 在回填碎石过程中间断插入注浆花管, 其中二根插入塌陷底部的土层至基岩顶面, 并灌注水泥浆, 以防隐伏土洞的形成; 碎石回填完后, 再用水泥浆或水泥尾砂浆对塌陷下步 1/3~1/2 高度进行注浆封填, 以形成一个坚硬致密的整体, 提高回填体的抗渗性及抗剪强度, 从而防止地表水入渗和塌陷复活。

该项工程共在 5 个大塌陷回填后注入浆液 785 m³, 二年后的今天, 回填塌陷基本处于稳定状态, 有效地遏制了原有塌陷反复造成水土流失的局面。

(2) 人工河渠与塌陷区注浆。马山口原有硃小渠每年均遭塌陷破坏, 河水沿塌陷大量灌入井下, 特别是雨季, 塌陷区汪洋一片, 地表水溃入过程中又导致新的塌陷, 从而形成水土流失的恶性循环, 极大地增加了井下的泥砂量及排水量, 对生产构成了严重威胁。为防止河水大量入渗及塌区反复塌陷造成水土流失, 综合采取了人工河渠与塌陷区静压注浆相结合的方案(图 3)。

人工河渠。根据水力计算结果, 按 20 年一遇的洪峰流量考虑, 渠道的外断面尺寸设计为 3.4 m × 1.6 m, 净断面尺寸 3 m × 1.4 m, 渠底水力坡度为 3‰。

排洪渠渠底及两帮均采用钢筋砼结构。为防止渠底塌陷而使渠道遭受破坏, 渠底两侧用旋喷桩支撑, 设置旋喷桩的另一个目的是降低水流对渠底土洞的潜蚀能力, 防止渠底塌陷^[4]。桩内下入螺纹钢以提高桩体的抗折能力, 桩顶设置承台, 方便桩与钢筋

砣的联接, 提高桩的整体支撑能力。目前主要塌陷区的人工河渠施工完毕, 已形成过水能力, 基本消除了地表水的入渗潜蚀作用。

塌陷区静压注浆。塌陷区静压注浆则主要起加固土体的作用, 一般布置在地层薄弱部位或渗透

性较强部位, 利用浆液的渗透、压密、劈裂作用, 形成复合地基, 从而增加土体强度及抗渗性, 以防水土流失的频繁发生。目前, 该项工程完成部分, 有效地控制了塌陷的频繁复活。

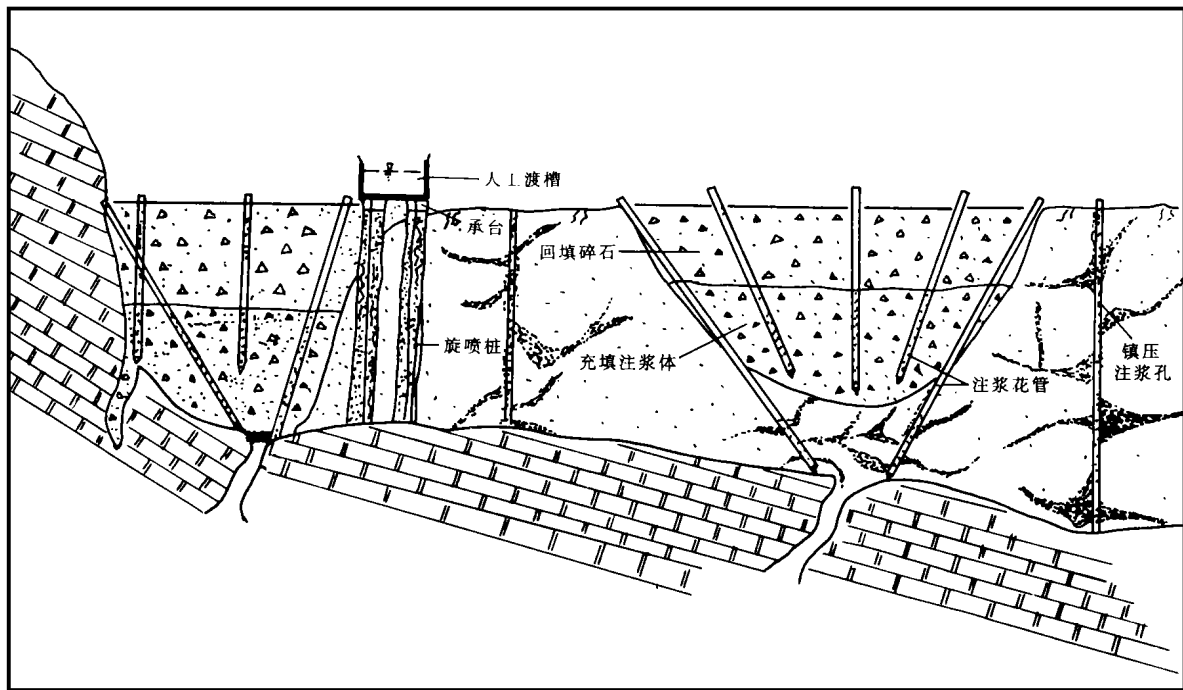


图 3 马口山河床综合治理工程结构剖面示意图(1 250)



图 4 矿区水土流失治理后状况

4.2.3 井下治理 井下水量大、泥砂含量高的常年性涌水点即是地表水土流失的排泄口, 如在不影响采矿生产的前提下, 对上述涌水点进行注浆封堵,

将能有效地控制水土流失量, 从而防止塌陷区水土流失的频繁发生。

(下转第 119 页)

按有压渗流(或半有压渗流)和无压渗流两种情况计算:

(1) 有压渗流或半有压渗流计算公式:

$$Q_1 = \frac{K_1 \times A \times h_w}{S} \quad (1)$$

(2) 无压渗流计算公式:

$$Q_1 = L \times K_1 \frac{(h_1^2 - h_2^2)}{2S} \quad (2)$$

式中: Q_1 ——通过反滤体的渗流量; K_1 ——反滤体渗透系数; A ——反滤体过水断面面积; h_w ——集水廊道内外水位差; S ——渗径; L ——过水断面长度; h_1 ——廊道外水深; h_2 ——廊道内水深。

取 $K_1 = 0.002 \text{ m/s}$, $A = 1.8 \times 12.6 = 22.68 \text{ m}^2$, $h_w = 0.8 \sim 1.7 \text{ m}$, $S = 3.0 \text{ m}$ 。计算结果: $Q_1 = 0.012 \sim 0.0255 \text{ m}^3/\text{s}$, 根据季节不同, 日取水量在 $1.037 \sim 2.200 \text{ m}^3$, 理论年取水量在 $378\,500 \sim 803\,000 \text{ m}^3$ 。实际上小流域内仅有 $96\,000 \text{ m}^3$, 这说明流域内产生的水可以被有效拦截。

为保证获得足额水量, 土工织物必须具有良好的透水性, 当土工织物透水性降低时, 可以将廊道顶部盖板及廊道前面的碎石反滤体拆除, 取出土工织物, 清洗干净后再装回去, 这样可以达到长期、重复使用目的。

参考文献:

- [1] 余建新. 农村人畜饮水设计中存在的问题及改进[J]. 农田水利与小水电, 1994(1): 31~34
- [2] 余建新, 等. 幸福堰引水工程中的双箱式取水及输水暗涵设计[J]. 中国农村水利水电, 2000(10): 30~31

(上接第78页)

矿山在1998年6~10月, 对井下-340 m、-400 m、-510 m的主要涌水点采用钻孔注浆法及直接堵漏注浆法进行了成功封堵。目前, 矿山雨季日涌水量大幅减少, 水质转清, 地表趋于稳定。

5 水土流失治理效益分析

安庆铜矿采用地表、井下相结合的综合防治措施, 已有效地控制了矿区水土流失现象, 并取得了显著的经济效益, 主要体现在三方面: 一是减少了矿井

4 小 结

通过对牧羊小流域水土流失综合治理示范工程分析和研究, 治理小流域水土流失虽然涉及到的因素很多, 但决定小流域生态能否恢复却取决于水。虽然各地区小流域水土流失情况不完全相同, 但小流域在水土流失治理中都会遇到以下共同特点:

(1) 小流域内植被稀少, 水土流失严重, 旱季无水, 雨季洪水, 土壤水分极少, 植物难以生存。

(2) 水是生命之源, 要恢复小流域生态, 控制水土流失, 改善生存环境, 水的问题必须放在首要位置。

(3) 由于小流域无水或水量不足或远距离引水成本太高, 在治理经费有限的情况下, 区域内的水土流失治理较为困难。

(4) 合理的取水方法, 可以用少量的资金, 建造好的取水工程, 并获得持续不断的水源, 有了可靠的、但不多的水量的供给, 小流域的治理就有了保证。

(5) 廊道式低坝取水方法在牧羊小流域水土流失综合治理示范工程中的应用获得了好的效果, 起到了示范工程作用, 为类似小流域水土流失综合治理提供了借鉴和有益的参考。

总涌水量, 削弱了汛期的最大涌水量, 使矿山能够安全度汛, 年节约排水电费约200万元; 二是基本消除了井下泥沙的排放, 减弱了水泵的磨损, 年节约水仓清淤费用20万元; 三是控制了地面塌陷, 使马山口一带地表趋于稳定, 年节约塌洞回填、青苗赔偿等费用约10万元。另外其社会效益也是明显的, 治理后使耕地得以重新利用(图4), 下游用水不再困难, 工农矛盾得到极大缓解。

总之, 矿区水土流失治理后, 其经济效益及社会效益均是显著的, 值得岩溶矿山借鉴。

参考文献:

- [1] 王军, 陈勤树. 复杂及特殊条件下矿床开采调研报告[R]. 中国有色金属工业采矿信息网, 1995
- [2] 房佩贤, 等. 专门水文地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1987
- [3] 黄炳仁, 等. 深圳市某建筑物基础的旋喷注浆加固[J]. 矿业研究与开发, 1993, (增刊).