

浅议承压水下金属矿床开采的影响因素及工艺优化

马伟伟 吕广忠
(河北理工大学资源与环境学院)

摘要:主要论述了承压水下矿床开采时承压水对开采工艺的影响,简要分析了采场顶板变形的形式和影响顶板变形的各种因素,并根据影响因素提出了承压水下开采工艺优化的方向和方法。

关键词:承压水下;采矿;影响因素;开采工艺;优化

中图分类号:TD853.399+.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1674-6082(2010)11-0073-03

目前,国内煤炭行业在河下、湖下、含水层下采煤已有一百多对矿井,并取得十分丰富的科学数据。但是,在水体下开采金属矿种的矿山为数不多,尚有很大一部分位于水体下的矿床至今不能合理开采利用。就铁矿来说,仅河北邯郸地区、山东莱芜地区就有5亿多吨赋存在水体下,难以开发利用。因此研究水体下金属矿床的开采工艺,寻求既安全又经济的开采工艺是深具现实意义的,很值得探讨和研究。

1 承压水对矿床开采的影响及危害

承压水是指充满于两个隔水层之间的地下水,如果承压水下开采后不充填或者充填体强度达不到一定强度,以相对“软”的充填体置换相对“硬”的矿体,充填体周围的上、下盘岩体在大的水平地应力作用下,不可避免地要产生闭合变形,由此而引起大范围的岩体移动;分层开采和充填,往往造成各层充填体之间的不完全接顶,产生一定的空区,造成工作面上覆岩层的变形。当顶板岩层变形过大,产生的导水裂隙到达承压水体时会造成顶部承压水下涌,进而造成顶板突水,直接影响矿山的安全生产,危及井下设备和工人生命安全。

2 承压水下采场顶板变形的形式及影响因素

2.1 采场顶板变形的形式

根据观测和研究的结果分析,在整个移动过程中,开采空间周围岩层的移动形式可归纳为以下6种:①弯曲;②岩层的垮落;③矿体的挤出(又称片帮);④岩石沿层面的滑移;⑤垮落岩石的下滑(或滚动),矿体采出后,采空区为冒落岩块所充填;⑥底板岩层的隆起,如果矿体底板岩石很软且倾角较

大,在矿体采出后,底板在垂直方向减压,水平方向受压,造成底板向采空区方向隆起。

2.2 采场顶板变形稳定后形成的内三带

(1)冒落带。冒落带是指用全部垮落法管理顶板时,回采工作面放顶后引起矿体直接顶板岩层产生破坏的范围。冒落带内岩层破坏的特点是:随着开采的进行,其直接顶板在自重力的作用下,发生法向弯曲,当岩层内部的拉应力超过岩石的抗拉强度时,便产生断裂、破碎成块垮落,冒落岩块大小不一,无规则地堆积在采空区内。

(2)裂隙带。在采空区上覆岩层中产生裂缝、离层及断裂,但仍保持层状结构的那部分岩层称为裂隙带。裂隙带位于冒落带和弯曲带之间。裂隙带内岩层产生较大的弯曲、变形及破坏。其破坏特征是:裂隙带内岩层不仅发生垂直于层理面的裂缝或断裂,而且产生顺层理面的离层裂缝。根据垂直层理面裂缝的大小及其连通性好坏,裂隙带内的岩层断裂又分为严重断裂、一般断裂和微小断裂三部分:严重断裂部分的岩层大多断开,但仍保持其原有层次,裂缝的漏水严重;一般断裂岩层很少断开,漏水程度一般;较小断裂岩层裂缝不断开,连通性较差。

(3)弯曲带。弯曲带位于裂隙带之上直至地表。弯曲带内岩层在自重力的作用下产生层面法向弯曲,在水平方向处于双向受压缩状态,弯曲带内岩层的移动过程是连续而有规律的,并保持其整体性和层状结构,不存在或极少存在离层裂缝,其压实程度较好,一般情况下具有隔水性,当岩性较软时,隔水性能更好,成为水下开采时的良好保护层,但透水的松散层在弯曲带内就不能起到这种作用了。

2.3 影响上覆岩层变形和开采沉陷的地质因素

(1)顶板岩层的力学性质、岩层层位,顶板岩层的破坏高度与覆岩的岩性及力学结构特征有密切关

马伟伟(1987-),男,山东潍坊人,在读硕士研究生,063009 河北省唐山市。

吕广忠(1948-),男,教授,硕士生导师,063009 河北省唐山市。

系。

(2) 矿体倾角的影响。在水平及缓倾斜矿体 ($0^\circ \sim 35^\circ$) 开采条件下, 岩层移动形式主要为沿岩层的法向弯曲, 在水平及缓倾斜煤层崩落。冒落带、导水裂缝带最终呈马鞍形, 地表下沉盆地为对称的碗形和盘形; 矿体倾角超过 35° 以后, 除法向弯曲外, 还伴随有沿层面的剪切移动和岩石下滑, 覆岩破坏部分呈抛物线形态, 地表下沉盆地为四周非对称的碗形或盘形; 矿体倾角超过 54° 后, 冒落带、导水裂缝带呈椭圆形, 地表下沉盆地则呈兜形、瓢形; 当矿体倾角超过 75° 后, 底板岩层会产生滑移, 底板一侧地表也会出现许多裂缝或形成台阶状盆地。

(3) 开采厚度与开采深度的影响。开采厚度对上覆岩层及地表的沉陷过程有重要的影响。采厚越大, 冒落带、导水裂缝带高度越大, 地表移动变形值也越大, 移动过程表现得越剧烈, 因此移动和变形值与采厚成正比。

(4) 采区尺寸的大小可影响地表的充分采动程度。充分采动程度常用宽深比 D/H 来表示, 我国实测资料表明(在一般情况下):

$D_1/H_0, D_3/H_0 < 1.2 \sim 1.4$ 时地表为非充分采动;

$D_1/H_0, D_3/H_0 = 1.2 \sim 1.4$ 时地表达达到充分采动;

$D_1/H_0, D_3/H_0 > 1.2 \sim 1.4$ 时地表达达到超充分采动, 式中, D_1, D_3 为采空区沿倾向和走向的实际长度; H_0 为平均采深。

(5) 重复采动的影响。重复采动是指岩层和地表已经受过一次开采的影响而产生移动、变形和破坏之后, 再一次经受开采(开采下部矿体, 或下分层, 或同一矿体的下一个工作面)的影响, 使得岩层和地表又一次受到采动。

重复采动不仅会使连续的移动和变形增大, 还会使非连续的破坏增加。在同样的地质采矿条件下, 如果是初次开采, 引起的岩层和地表移动值相对来说比较小; 如果是第二次或第三次或更多次的开采, 引起的移动和变形值相对来说就比较大。在冒落带和裂缝带内有许多空隙, 这些空隙在重复采动的作用下, 有一部分转化为地表下沉。在重复采动的作用下, 这种潜在下沉被重新“活化”而变成现实的下沉, 从而加剧了岩层和地表的移动与变形。

(6) 采矿及充填法对顶板的影响。用充填法开采, 对顶板岩层的破坏较小, 一般只引起开裂性破坏而无冒落性破坏, 能够减小地表移动量, 并使地表移动和变形更为均匀。充填法的效果主要与所采用的充填方法、充填材料、充填体的压缩率及顶板下沉速

度有关。采用不同的充填方法和充填材料, 充填体的压缩率是不同的。水砂充填法充填体的压缩率最小, 风力充填法充填体的压缩率较大, 手工充填法的充填体压缩率最大, 因而用不同的充填法开采, 对顶板岩层的破坏性影响也是不同的。

3 承压水下矿床开采的工艺优化

3.1 司家营铁矿南区滦河下矿床开采工艺优化

开采工艺优化技术路线见图 1, 应力特征数值模拟结果见图 2。不同充填料下地表变形模拟结果见表 1。

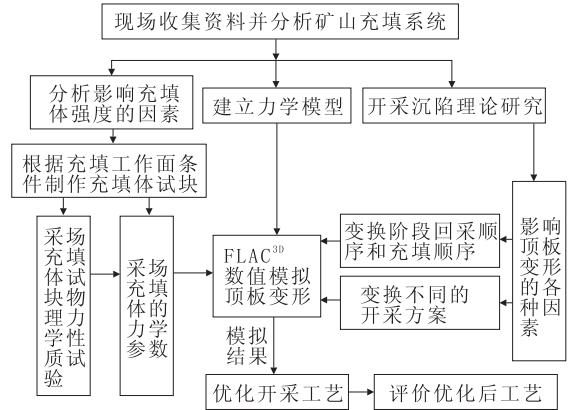


图 1 矿床开采工艺优化技术路线

表 1 不同充填料下地表变形模拟结果

模型类型	最大不平衡力 $\times 10^5 / \text{N}$	水平位移 $/\text{mm}$	垂直位移 $/\text{mm}$
充填体 1 (尾砂 + 普通水泥 + 水)	1.972	2.968	21.2
充填体 2 (尾砂 + 碎石 + 粉煤灰 + 普通水泥 + 水)	1.833	2.772	19.8
充填体 3 (尾砂 + 粉煤灰 + 普通水泥 + 水)	1.754	2.604	18.6

3.2 承压水金属矿床开采工艺优化方向

承压水下开采工艺优化的主要方向是在控制顶板变形上, 通过对司家营南区开采的数值模拟结果和影响顶板变形因素的分析, 得出开采工艺优化应主要从以下几个方面入手: ①留设合理矿柱顶水开采, 在回采上限至水体间留设与地层结构特点相适应的矿柱, 达到水体下安全开采的目的, 矿柱的留设应进行优化, 使之经济合理; ②对顶板岩层的关键部位进行加固, 控制并减小顶板变形; ③减少重复采动, 采用上向阶段开采并分层充填的方法, 既避免了重复采动, 又避免了留设矿柱, 而且安全性好, 接顶效果好; ④不同的充填方式和充填顺序会影响顶板的变形, 应对充填方式和充填顺序进行优化, 使充填效果达到最好; ⑤通过司家营南区三种充填料下得出的地表变形模拟结果可以看出, 不同充填料对顶板和地表的变形值有影响, 要在保证安全的前提下,

在充填时选用最经济的充填料;⑥制定合理的开采方案,如果承压水下矿体采出后全部采用胶结充填,则成本太高,事实上当开采到一定标高,开采产生的导水裂隙带距离承压水越来越远,承压水对矿体开

采的影响越来越小,采用房柱采矿嗣后干式充填的方案是安全可行的,可以采用数值模拟的方法,建立力学模型,通过对顶板变形的模拟找到这个开采水平。

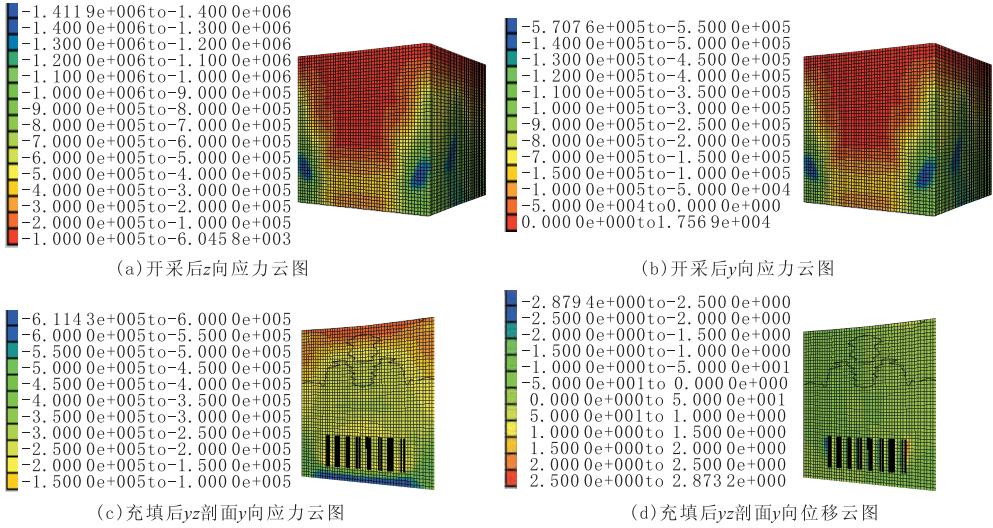


图2 开采充填后应力特征数值模拟结果

4 结论

在承压水下金属矿床的开采过程中,影响安全的最主要因素是顶板变形,在生产实践过程中,应从控制顶板变形方面着手对采矿工艺进行优化,利用先进的模拟软件对顶板变形进行模拟,依据模拟结果,对开采工艺进行优化,达到既安全又经济地开采。

参考文献:

[1] 张华兴,郭惟嘉,等.“三下”采煤新技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2008.

- [2] 何国清,杨伦,等.矿山开采沉陷学[M].徐州:中国矿业大学出版社,1991.
- [3] 邹友峰,邓喀中,马伟民.矿山开采沉陷工程[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [4] 古德生,李夕兵.现代金属矿床开采科学技术[J].北京:冶金工业出版社,2006.12.
- [5] 黄河,李冲.承压水体上底板突水预测方法与防治措施[J].金属矿山,2008(6):126-129.
- [6] 郑志军,张国强,赵团芝,白汉营.复杂大矿床建设井巷过断层突水防治技术[J].金属矿山,2008(3):54-57.

(收稿日期 2010-09-07)

· 记者在线 ·

河南省地矿企业合作开发尼日利亚铌钽铁矿

近日从河南省地矿局获悉,该局河南豫矿资源开发有限公司与河南金石采矿选矿尼日利亚有限公司日前在郑州签订合作协议,共同在尼日利亚宾戈尔开发铌钽铁矿,可获取铌钽铁矿砂资源量2.55亿t。

铌、钽均具有耐腐蚀、冷加工性能好和氧化膜电性能好等优点,作为我国急需并优先支持开发的矿产资源,铌广泛用于钢铁、电子、航天航空等领域,而钽的最重要用途是制电容器,用其制成的电解电容

器容量大,体积小,可靠性强。

初步估算,宾戈尔铌钽铁矿砂资源量约为2.55亿t,矿区总经济价值约为1247亿元,属特大型矿山。专家介绍,由于矿区内矿物资源量大、原矿品位高、赋存简单,简化了生产工艺,将大大降低其开发成本。

有关负责人表示,项目合同总额达3000万元,豫矿公司以总股权的66.7%控股,将组建豫矿国际尼日利亚股份有限公司参与开发宾戈尔铌钽铁矿。