ISSN 1671 - 2900
CN 43 - 1347/TD

采矿技术 第8卷 第2期
Mining Technology, Vol. 8, No. 2

2008年3月
Mar. 2008

我国地下矿山开采技术综述及展望

秦豫辉,田朝晖

(洛阳栾川钼业集团有限责任公司, 河南 栾川县 471500)

摘 要:综述了我国金属矿床地下开采技术主要现状及进展,展望了地下矿山开采技术的发展趋势。

关键词:地下金属矿山;采矿方法;深部开采;采矿设备;发展趋势

近些年来,国内外地下采矿技术发展很快,很多采矿新技术、新工艺、新材料和新设备在地下矿山得到了应用。国内一些矿山和一批先进的采矿工艺技术和装备,已步入世界先进水平的行列。国内外地下金属矿山采矿工艺技术和设备的发展,主要表现在采用各种采矿方法的比重和回采工艺、技术装备有了很大的变化,均沿着高效率、高回采率和机械化的方向发展,采场生产能力和劳动生产率有了较大的提高,损失、贫化指标大幅度降低。本文就近几年来我国金属矿山地下开采在采矿方法、深井开采等方面的发展进行了阐述,并对今后的研究方向提出一些见解。

1 地下金属矿山采矿方法

现阶段采矿方法仍以充填采矿法、空场采矿法、崩落采矿法为主。据对18个重点铁矿山统计,崩落采矿法占94.1%,空场采矿法占5.9%。黄金矿山充填采矿法占31%,空场采矿法占65%,其它占4%。有色金属矿山空场采矿法占46.1%,充填采矿法占19.6%,崩落采矿法占34.3 %。从以上统计数据看,铁矿地下开采仍以崩落采矿法为主,有色及黄金矿山地下开采仍以空场采矿法和充填采矿法为主。近十多年来,地下金属矿山充填采矿法和充填工艺技术发展迅速,崩落采矿法和空场采矿法在工艺技术上也在不断地改进、创新。因而促进了我国金属矿地下采矿技术的迅速发展,使部分矿山的工艺技术达到了国际先进水平。

1.1 充填采矿法

我国先后采用干式充填、分级尾砂胶结、全尾砂胶结、碎石水泥浆胶结等工艺与技术。最近,我国成功地试验了一批具有世界先进技术水平的充填采矿工艺,具有代表性的是:高水全尾砂速凝固化胶结充填新工艺、高浓度全尾砂自流输送及泵压输送充填新工艺、粗粒级水砂充填新工艺、膏体泵送充填工艺与技术等。高水固结充填技术于1970年代在英国开始出现,1990年代在世界范围内得到迅速发展,其研究虽已取得了令人瞩目的进展,但其在材料稳定性和价格上存在问题,制约了该项技术的应用。近年来,充填技术正向全尾砂高浓度充填方向发展,其目的是减少胶结材料用量,降低充填成本,提高充填体质量,改善井下环境,减少和避免矿山生产对环境的破坏和污染。膏体泵送充填工艺技术最为先进,1994年金川镍矿建成了我国第1个膏体泵送充填系统,1999年铜绿山矿建成了第2个系统,目前处于试验研究阶段。

充填采矿法发展的特点是各工序实现机械化和设备大型化,主要表现在落矿、支护和出矿等方面。胶结充填技术从分级尾砂胶结充填、全尾砂高浓度胶结充填发展到不脱水、不浓缩的全尾砂胶结充填。在回采工艺上,从提高分层(分段)高度发展到大孔落矿,阶段全高回采嗣后充填;改进采场结构参数,实现盘区机械化开采。充填系统实现了微机控制的半自动化、自动化。

国内充填采矿法的发展,除某些设备仪表外,与国外水平相近。有色矿山的发展水平基本上以凡口铅锌矿和金川二矿的盘区机械化胶结充填采矿法为代表,黄金矿山以三山岛、新城金矿技术较为先进。凡口铅锌矿采用脉外斜坡道,高中段高分层,脉外集中溜井,无轨化采矿,管道自溜输送尾砂胶结,盘区生产能力达400~500 t/d ,采矿工效31 t/工班,高浓度全尾砂活化搅拌自流输送胶结充填工艺在该矿应用比较成功,尾砂利用率达95%以上,充填浓度达72% ~75%。金川二矿采取进路间隔连续回采,采用引进的全液压双臂凿岩台车和6 m^3铲运机及

万方数据

锚杆台车,应用控制爆破和细砂接顶技术,盘区生产能力最高达1039 t/d;采用了从国外引进的全尾砂膏体充填工艺,用等量比例的 -25 mm 戈壁碎石集料和全尾砂及水泥制备成质量浓度为81% ~83%,坍落度为10 ~20 mm 的膏体,最后经双缸全液压PM泵输送至井下采场。三山岛金矿实现斜坡道开拓无轨开采,使用M-14、P-17单、双臂凿岩台车,ST-31/2、ST-2D铲运机,锚杆台车,TW-5HD破碎机,11.79 t坑内卡车,最近引进BBC公司最新型的35 t电动架线式卡车;采用点柱式机械化上向水平分层充填采矿法,采场生产能力达300 t/d。新城金矿生产规模1250 t/d,竖井-斜坡道开拓,设备实现无轨化,液压台车、锚杆台车、铲运机、碎石机、11.79 t自卸卡车、35 t电动架线式卡车均被采用。

1.2 空场采矿法

1.2.1 VCR法

1980年代,VCR法(大直径深孔球状药包后退式崩落采矿法)首先在我国凡口铅锌矿试验成功。随后,这一高效率的采矿方法先后在金川有色金属公司、安庆铜矿、狮子山铜矿和金厂峪金矿等矿山得到推广应用。1980~1985年间,在凡口铅锌矿又试验成功了阶段深孔台阶崩落采矿法。该采矿方法将露天矿的台阶崩矿技术应用到地下开采中,即在采场的局部面积上,先形成切割槽,然后以这一切割槽为自由面和补偿空间,采用大直径深孔装药进行全阶段高或台阶状崩矿,崩落的矿石由采场下部的出矿系统运出。

1.2.2 连续开采技术

地下金属矿山连续开采主要包括矿房的连续回采、矿体(床)的连续开采、矿石的连续运送及全工艺过程的连续化。我国从"六五"至"九五"期间,连续开采技术始终被列为国家重点科技攻关项目,投入了大量的人力、物力和财力进行理论研究和科学试验,并在狮子山铜矿、凤凰山铜矿、安庆铜矿地下金属矿山连续开采技术的研究中取得了一些成果。

1.3 崩落采矿法

1.3.1 无底柱分段崩落法

我国无底柱分段崩落法面临着一个如何加大和优化结构参数的问题。结构参数优化的主要方向是增大进路间距。增大进路间距将大幅度地减少采掘工程量。增大进路间距具有较强的可操作性,易于推广应用,目前程潮、桃冲、板石沟、北铭河等矿山都应用了该技术,并取得了较好的效果。

低贫化放矿或无贫化放矿是指在放矿过程中当矿岩界面正常到达出矿口时便停止放出,以保持矿石界面的完整性,最大程度地减少矿岩的混杂性。低贫化放矿首先在镜铁山铁矿试验和应用成功。该技术具有简单、灵活、易于操作和无需对原采矿方法作重大改革等优点,且可降低贫化、减少岩石混入,经济效益巨大,因此,应用前景广阔。目前,低贫化放矿在程潮、桃冲、弓长岭等矿山得到了应用。

1.3.2 自然崩落法

自然崩落法,具有生产能力大、采矿成本低的优点,特别适用于矿体厚大、矿化均匀易于自然崩落的低品位矿床开采。其应用原理是在矿块大面积拉底后,破坏矿块内的应力平衡,引起应力重新分布,形成新的自然平衡拱,拱内矿石因受重力作用而周期性冒落。铜矿峪矿自1989年至2002年在810~930 m应用该法,累计采出矿量2450.48万t。

2 深部开采

近年来,我国已有一批金属矿山进入深部开采,即垂直开采深度超过1000 m以上。例如红透山铜矿目前开采已进入900~1100 m深度;冬瓜山铜矿体埋深达1000 m,现建成2条超1000 m竖井,正在进行深部开采;弓长岭铁矿设计开拓深度-750 m,距地表达1000 m;夹皮沟金矿已有2个坑口工作深度超过600 m,其中二道沟坑口工业矿体延深至1050 m;湘西金矿开拓38个中段,垂深超过850 m。此外,还有寿王坟铜矿、凡口铅锌矿、金川镍矿、乳山金矿等许多矿山,本世纪将进入深部开采。

石嘴子铜矿是国内深部开采矿山之一,共22个阶段,最深达950 m。曾使用各种不同结构的浅孔留矿法,回采厚度1~35 m、平均倾角82°的矽卡岩型铜矿床,后期由于地压大,上下盘岩石收敛,顶板管理复杂,以大量矿石损失与贫化而结束回采作业,可以说是一座不成功的深部开采矿山。由于我国目前深部开采技术水平低,经验不足,因此,"九五"期间国家把深部开采技术列入科技攻关研究项目,分别在冬瓜山等3座有色金属矿山以及湘西金矿进行多项目联合攻关。

3 采矿装备

近些年来,我国金属矿山向无轨化、大型化、液压化和自动化方向迈进,有了较大的进展,先后研制

(下转第34页)

万方数据

表 2 第 10 期预测结果比较

点号	预测值	实测值	残差	点号	预测值	实测值	残差
H_1	109.9367	109.9373	0.6	H_5	109.9090	109.9089	-0.1
H_2	109.9240	109.9262	2.2	H_6	109.8959	109.8965	0.6
H_3	109.9005	109.9017	1.2				

从表 2 可以看出,1 阶模型的预测效果是比较满意的,与实测值比较的残差最大为 2.2 mm,最小为 0.1 mm。

3.3 图的绘制

在程序的绘图选项里,规定好相应的参数即可生成如图 3 所示的沉降量比较图。从图中可以直观地看出,实测值和预测值的差别很小。

利用程序生成 Surfer 导入坐标格式文件,从而在 Surfer 中绘制等值线图。其步骤是:打开 Surfer 8.0 软件;新建一个图形文档,点击菜单网格数据命令,将合成的数据文件导入,并合成网格文件;然后,再利用新建等值线图命令把合成的网格数据生成等值线图。比较第 10 期的实测等值线图和预测等值线图(略),同样可以看出,预测值和实测值相差很小,预测精度较高。

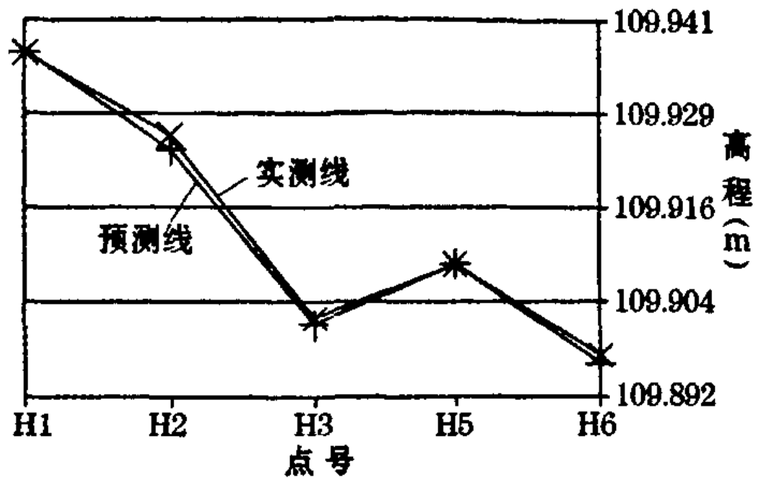


图 3 沉降预测比较折线

参考文献:

[1] 黄声享,尹 辉,蒋 征. 变形监测数据处理(第一版)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2003.

[2] 陆 立,胡晓丽,王春华. 用时间序列分析法进行建筑物沉降观测数据处理的研究[J]. 测绘科学,2004,29(6):76~78.

(收稿日期:2007-11-12)

(上接第 2 页)

成多种规格的铲运机、液压钻车、地下牙轮钻机、各种凿岩台车和胶轮辅助车辆等。

4 地下矿山开采技术发展趋势

4.1 金属矿山尾砂综合利用技术

目前,矿产资源开采过程中和开采后,都存在一系列的环境破坏问题,如选矿尾砂的排放对地表的污染、由于地下空区的存在而造成的地表塌陷和位移以及对开采中的矿山带来地压危害。如果采用全尾砂充填技术将尾砂充填回采空区,可达到既废物利用,又治理环境的双重目的。目前,我国地下矿山中,空场采矿法占 54%,充填采矿法占 15%左右,若在采用空场采矿法和嗣后充填的矿山中采用低成本的全尾砂充填技术,将可能解决排放尾砂造成的地表环境污染和空场采矿法开采所固有的地压问题,同时还可节省建造尾矿库所需的巨额投资。

4.2 高强度、低贫化损失采矿工艺

采矿工艺将围绕提高采矿生产能力这个主目标,重点研究改进充填采矿法中的深孔阶段充填采矿法、分段充填采矿法,空场采矿法中的大直径深孔阶段矿房采矿法,崩落采矿法中的阶段自然崩落采矿法与强制崩落采矿法,使之成为高效率、低成本、低贫化损失的采矿方法。

4.3 大型、高效无轨矿山设备的研制与应用

研制高效率大孔穿爆设备,中深孔全液压凿岩机具,井巷钻进机械,以及铲运机为主体的装运设备,振动出矿和连续采矿及与之配套的辅助机械等系列设备,尽可能实现矿山开采无轨化、高效化和半自动化、自动化。大型矿山将采用全盘机械化、高效率的大型设备,并实现遥控及自动化。

4.4 难采矿床开采技术

近期将加强复杂地质条件和难采矿床开采技术研究。如深井开采,矿岩松软矿床开采,老矿山二次资源回采,高硫高温自然发火和大涌水量矿床开采等。

参考文献:

[1] 刘同有. 国际采矿技术发展的趋势[J]. 中国矿山工程,2005,34(1).

[2] 郭树林,金家瑞,孙立明. 地下金属矿山采矿技术进展及研究方向[J]. 黄金,2003,(1).

[3] 孙豁然,周 伟,刘 炜. 我国金属矿采矿技术回顾与展望[J]. 金属矿山,2003,(10).

[4] 周爱民. 我国金属矿采矿技术主要成就与评价[J]. 采矿技术,2001,1(2).

(收稿日期:2007-08-27)

作者简介:秦豫辉,高级工程师,河南省栾川县人,从事采矿技术及管理工作。

万方数据