

采矿技术进展评述论文集

(1991~1995 年)

中国有色金属工业采矿信息网

目 次

我国露天采矿技术新进展	罗任贤(1)
我国地下金属矿采矿技术新进展	王新民(10)
我国充填采矿技术新进展	刘同有 周成浦(16)
崩落法开采技术在我国的新进展	周淑媛(21)
有色矿山采掘机械“八五”回顾及“九五”展望	杨襄壁(29)
我国无轨采矿设备发展 20 年	何正忠(37)
计算机在我国矿山中的应用现状及展望 ...	孙豁然 李印杲(46)
计算机在矿山应用的国内外现状及对策	王 青(50)
我国矿山企业管理信息系统成功之路析	张立群(56)

我国露天采矿技术新进展

江西铜业公司科研所 罗任贤

我国金属矿山露天开采所占的比重,铁矿约占90%,铝土矿达到了90%以上,重有色金属也已上升到60%左右。在1990~1994年期间,新建的大型金属露天矿山很少,主要是通过対原有矿山进行技术改造来提高开采技术水平,并扩大其生产规模。

1990年以来,原有露天矿山已有少数闭坑而转为坑下开采,如白银露天铜矿、金川露天镍矿等;有相当数量的矿山转入凹陷或深凹开采,在现有的16个年产300~1000万t大型骨干露天铁矿中,大孤山、眼前山、大冶、南山、白云鄂博东矿、大石河、水厂和东鞍山等8个矿山已转为凹陷或深凹开采,使开采工艺变得日益复杂。

1990~1994年,露天开采技术主要是围绕提高装备水平,改善开采工艺,优化排土作业和加强边坡工程等方面,开展科学研究,推广应用先进设备、先进工艺、先进技术,并且取得新的进展。

1 露天开采装备水平

1990~1994年,我国金属矿山在技术装备方面主要是提高了大型成套设备的国产化比重,并使矿山主要设备的匹配趋向合理。

1.1 穿孔设备

除80年代引进的45R、60R等型号的牙轮钻机外,现在国产的牙轮钻机规格齐全、性能稳定,可以全部替代进口设备,其主要产品有衡阳冶金机械厂生产的YZ系列牙轮钻机和江西采矿机械厂生产的KY系列牙轮钻机,其中在大型矿山使用最普遍的为孔径250mm和310mm两种牙轮钻机。

1.2 铲装设备

国内金属矿山的铲装设备主要是电铲。80年代曾经引进了一批斗容7.6~13m³电铲,装备了少数骨干矿山,如大孤山、南芬等铁矿引进斗容7.6~11.5m³电铲,德兴铜矿引进了13m³电铲等。当时,大型矿山使用最多的是斗容为4~4.6m³国产电铲。由于电铲使用寿命长,因而更新的速度缓慢,斗容4~4.6m³电铲至今仍为某些大型矿山的主力铲装设备。

1990~1994年期间,由于国内已能批量生产斗容7.6m³、10~12m³和16.8m³几种大型电铲,为大型矿山采用大型电铲创造了条件,斗容7.6~10m³电铲已被普遍采用。如白云鄂博东矿扩建时采用斗容10m³电铲;全部取代原用的斗容4m³电铲;德兴铜矿三期扩建时,设计采用5台16.8m³电铲,截至1994年底,该矿实际拥有斗容10m³电铲1台,13m³电铲5台,16.8m³电铲3台,其中16.8m³电铲为太原重型机械厂与外商合作制造的P&H2100BL型电铲,预计到1995年,该矿三期工程全部建成,16.8m³电铲,将再增加2台,使其总数达到设计规模。

1.3 运输设备

1.3.1 铁路运输

在铁矿开采中采用铁路运输的仍属普遍。其中准轨铁路运输仍然使用80年代普遍采用的80t、100t及150t电机车,牵引载重60t、100t翻斗车;值得指出的是,德兴铜矿向泗洲选厂供矿

的窄轨铁路运输(原为溜井—平窿运输)轨距 750mm,运距 5.8km,年供矿能力超过 1000 万 t,通过与生产厂家合作研制并采用了粘重 30t 井下最大的电机车。该矿从 1988 年开始研制到 1991 年先后购进了 8 台 ZK30—7.5/550 型 30t 电机车,运矿列车由双机牵引改为单机牵引;1992 年 10 月开始,德兴铜矿又将原有的粘重 20t 电机车改造成同类型的 30t 电机车,至 1993 年底共改造 6 台,使该矿窄轨运输全部实现了单机牵引,大大改善了安全条件,并取得了显著的经济效益。

1.3.2 汽车运输

在 80 年代,我国大型矿山的矿用汽车主要采用 T—20 型(20t)、贝拉斯—540A 型(27t)及 SH—380 型(32t)等型号的自卸汽车。少数骨干矿山引进了 108t 或 154t 的电动轮汽车,如大孤山、南芬铁矿和德兴铜矿分别引进了一批 WabCo—120C 型 108t、R—170 型 154t 电动轮汽车。

通过引进吸收和合作制造,我国目前已能批量生产 RDO 型 36t、45t 汽车,3307 型 36~42t 汽车,SF3102 型及 LN3101 型 108t 电动轮汽车,630E 型 154t 电动轮汽车。通过技术改造不断扩大了大型汽车在露天矿运输中所占的比重,如永平铜矿通过更新改造,逐渐更换为贝拉斯 7523 型(载重量 42t)汽车,至 1994 年底,全矿已投入使用的载重 42t 的汽车为 63 台,全部取代了沿用已久的载重 27t 汽车,使采矿三大主设备实现了合理匹配。白云鄂博东矿通过改扩建,采用载重 108t 的电动轮汽车;德兴铜矿三期工程扩建中全部采用电动轮汽车,淘汰了原用的贝拉斯 27t 汽车,截至 1994 年末,该矿已拥有载重 108t 电动轮汽车 17 台及 154t 电动轮汽车 40 台,1995 年三期工程全部结束之前,还将增添 154t 电动轮汽车 10 台,目前该矿已实现了大型设备的合理匹配,采矿装备处于国内领先水平。

1.4 辅助设备

从金属露天矿山的现状来看,辅助设备的配置不仅数量偏少,而且单台设备的规格也偏小,制约着采矿三大主设备效率的提高。德兴铜矿对辅助设备配置比较重视,但与国内外相似类型的布干维尔铜矿和平朔煤矿比较,仍然存在着一一定的差距,上述 3 个矿山使用的工程机械数量见附表。

附表 德兴、平朔、布矿工程机械数量表

矿 山	路料车	压路机	平路机	前装机	铲运机	推土机	炸药车
布干维尔 铜矿	28 (35~70t)	12	16	27	6	62	3
平朔煤矿		2	22	8 (15m ³)	2	54	12
德兴铜矿	6 (28t)	5	7	5 (5~10m ³)		32	8

由附表可见,德兴铜矿的辅助设备不仅数量较少,而且规格偏小。以推土机而论,虽然拥有 400 马力以上的推土机 28 台,其中还有 700~770 马力的 8 台,但其总马力数只有 12200 马力。而布干维尔矿使用的 62 台推土机总马力数却达到 26000 马力,为德兴铜矿的 2.13 倍。

1990~1994 年期间,露天开采装备水平的提高,主要表现在牙轮钻机得到全面推广;大型电铲和汽车使用范围更加扩大,辅助设备的配置得到加强;开采设备的匹配趋向合理。从各矿的生产实践来看,国产大型设备的质量还有待进一步提高,备品配件的供应有待加强,设备价格有待降低。

2 矿山运输工艺

矿山运输被认为是露天矿生产的主要薄弱环节。从基建投资、设备数量、能源消耗、生产成本等方面来看,矿山运输所占的比重都在50%左右或者更高。因此,只有不断加强矿山运输作业,才能使矿山生产变被动为主动。“八五”期间,在矿山运输方面的进展,主要是在设备大型化的同时,扩大了联合运输应用范围。

2.1 铁路——汽车联合运输

我国重点露天矿山采用准轨铁路运输的占很大比重。近年来,随着开采深度的增加,许多矿山相继转入凹陷或深凹开采,为进一步发挥铁路运输成本低、运距长的优势,发展铁路——汽车联合运输,仍是近期各矿深部开采的最佳选择。根据国内生产经验,在开采深度100~150m的范围内,继续采用铁路运输在经济上、技术上是可行的,超过上述深度的矿山,正在采用铁路——汽车联合运输。如大冶铁矿、大孤山铁矿、南山铁矿及白云鄂博东矿等。白云鄂博东矿二期改扩建后,深部开采的矿石,采用斗容10m³电铲装车、载重108t电动轮汽车运输至倒装台倒装,经准轨铁路运往150km外的包钢选矿厂。

德兴铜矿泗洲选矿厂供矿,现采用汽车——破碎站(半固定)——窄轨铁路运输。矿山即将转入凹陷开采,原设置在采场内的半固定破碎站将随之废除,而在采场外新建一个固定式破碎站取而代之。采场内矿石用载重154t电动轮汽车运输至破碎站,在破碎站内装有1.4m旋回破碎机,破碎后的矿石由胶带运送到贮矿堆,经振动装矿机装入矿车,再由电机车牵引运送到泗洲选矿厂。窄轨铁路轨距750mm,运距5.8km。窄轨铁路运输系统经过全面技改后,其运输能力由1万t/d提高到4万t/d。年运输能力达到1000万以上,属国内外先进水平。技术改造的内容主要包括以下几方面:采用43kg/m重轨代替24kg/m轻轨,钢筋砼轨枕代替枕木;增加信号系统和无线电通讯设施;采用粘着重30t电机车代替10t、20t电机车,改双机牵引为单机牵引;采用容积为9m³矿车取代4m³矿车等等。

2.2 汽车——破碎站——胶带联合运输

汽车——破碎站——胶带联合运输,具有运输能力大、爬坡性能好、能耗少、成本低和劳动生产率高等优点,是最具发展前景的一种间断——连续运输工艺。80年代中期,我国已先后在大孤山、东鞍山、石人沟等铁矿得到应用,积累了一定的经验。

德兴铜矿三期扩建工程的规模为日采运矿石6.0万t,年采运矿石1980万t。矿石运输采用汽车——破碎站——胶带联合运输系统,钢芯胶带机采用双线平行布置方式。1991年建成前3.0万t/d系统,投产后很快达到设计能力;1994年建成后3.0万t/d运输系统。采场内矿石装载采用斗容13m³或16.8m³电铲,装入载重154t电动轮汽车,然后运往采场境界外的东破碎站,东破碎站为固定站,站内安装2台1372×1879mm液压旋回破碎机,破碎机旁装有处理大块矿石的美国制PSB—514型高能液压碎石机,矿石被粗碎后,经钢绳芯胶带机输送到大山选矿厂的粗矿堆,再经胶带输送到选矿厂中碎车间。钢绳芯胶带为日本引进,分两条安装在两条平行的斜井内,每条胶带长度为1355m,带宽1.4m,胶带倾角8°30′47″,起点终点高差200.58m,运输能力为2200t/h。投产后运行情况良好,该系统达到国外先进水平。

3 爆破技术

爆破作业是金属矿露采中十分重要的环节,不仅直接影响矿石成本,而且关系到铲装、运

输、粗碎等后续工序的效率高低。因此,爆破工作始终成为矿山关注的重要问题。“七五”期间,主要是结合牙轮钻穿孔的推广应用,重点进行了大区(或多排孔)微差爆破技术和靠帮控制爆破技术的研究及推广应用,并且取得了重大突破和进展。“八五”期间,不少矿山结合各自的具体情况,继续开展试验研究,又取得了新的进展。

3.1 深孔台阶爆破优化研究

德兴铜矿与长沙矿山研究院等单位合作,于1988年底完成的“多排孔大区微差爆破优化的研究”项目,取得了一系列国内领先的成果。如该项研究是以近代爆破破岩理论为基础,建立以爆破块度组成为目标函数的数学模型,实现爆破参数的合理匹配;爆破理论与计算机相结合,研究出多排孔大区微差爆破优化程序系统,同时开发了爆破计算机辅助设计系统等。

1993年12月,永平铜矿与马鞍山矿山研究院合作,完成了“永平铜矿深孔台阶爆破优化的研究”。该项目应用模糊聚类分析方法,进行了矿岩可爆性分类;应用非线性规划理论的可变容差法,求解有约束条件的多元目标函数最小值,成功地解决了采矿各工序成本、爆破块度组成和爆破参数三者之间的复杂关系,从而开发了YPBT爆破参数优化系统;应用先进的爆破摄影与图象分析技术,揭示爆堆块度组成,为定量地评判爆破效果提供了可靠的依据;结合矿山实际开发了生产爆破计算机辅助设计(CAD)系统及爆破数据库管理系统,并在生产中运用。工业试验表明,大块率降低55.9%;爆破根底基本消除;延米爆破量提高18.6%;铲装效率提高19.9%,研究成果达到了国内领先水平。

3.2 扩大了乳化炸药的使用范围

乳化炸药由于具有成本低、抗水性好、生产工艺简单、使用保管方便等优点,因而在露采爆破中被广泛使用,德兴铜矿、永平铜矿等均已全部使用乳化炸药。

永平铜矿炸药加工经过数次技术改造,于1990年7月采用长沙矿山研究院的LR-Z型乳化炸药生产工艺,取代了原浆状炸药和多孔粒状铵油炸药生产线,生产能力由1500t/a提高到3600t/a,生产人员减少了一半,产品质量稳定,完全满足了该矿生产爆破的需要。实践表明,该生产线具有占地面积小,设备布置紧凑,工艺流程简单可靠,在非机械化装药矿山具有推广价值。

为了配合炸药混装车的推广应用,德兴铜矿和铜录山铜矿都建有进行现场混装药所需溶液(水相、油相)的制备车间,然后根据不同岩性和不同装药结构要求,在装药车内配制不同威力等级的乳化炸药品种。如德兴铜矿现场生产使用了1116、1146、1176三个型号的乳化炸药;铜录山铜矿配制使用的有101、102、103、104四个型号的系列乳化炸药。多种不同威力等级乳化炸药的生产应用,为合理发挥爆破能量提供了有利的条件。

3.3 装药机械化有新进展

为实现爆破作业装药机械化,国产装药车的研制时间虽较早,但由于产品质量未过关,因而进展缓慢。1987年,德兴铜矿从美国埃列克化学工业公司引进SMS-PP-15型乳化炸药现场混装车及其技术后,长治矿山机械厂与美国开始合作制造同类型的BCRH-15型混装车,于1989年试制成功,1990年开始投入德兴铜矿运行,到1990年末,该矿已使用了混装车4台,其中引进2台,合作制造的2台,满足了该矿机械化装药的需要。随着德兴铜矿三期工程前3.0万t/d于1991年投产,又增加了2台混装车,使其总数达到6台。1995年该矿三期工程后3.0t/d建成,还需补充混装车2台。目前该矿已经全部实现了装药作业的机械化。PP型现场混装炸药车其实是移动式炸药厂,在现场混制和装药,输送装药能力为200~280kg/min,每车

装药量为 9.8~11.5t。

随后,由长沙矿山研究院研制的 DHC-12 型多功能乳化炸药混装车研制成功。该车的计控系统优于引进的 PP 型装药车,提高了组分配比和成药的计量精度,改善了控制效果。它的混装能力为 150~250kg/min,每车容重 8~10t。该类装药车已在铜录山铜矿推广应用。

上述两种乳化炸药混装车,均能按照不同配方混制生产多种不同威力等级的炸药,并能根据不同岩性调整装药结构,在同一炮孔中可分段分别装入两种以上不同威力的炸药。乳化炸药混装车的应用实践表明,能够明显地改善爆破质量,降低爆破成本,大大减轻装药作业的劳动强度。

3.4 预装药爆破技术试验研究成功

大型矿山由于每次爆破数量大,时间短,爆破时必须集中人员设备,操作高度紧张,设备效率不能发挥,爆破质量颇受影响。为此,德兴铜矿于 1989 年 6 月至 1990 年 6 月进行了预装药试验研究。在选择适用爆破器材进行多次中小型试验基础上,共进行了 18 次工业性试验,预装时间为 1~8 天,每次爆破孔数 14~41 个,装药量 8.95~26.0t;总爆破孔数 391 个,总装药量 250.43t;取得了改善爆破质量、降低爆破成本,减轻劳动强度的效果,炸药车由同时工作 4~5 台减少到 2~3 台,且有利于均衡爆破作业。

4 边坡工程技术

4.1 加强新建矿山边坡稳定性的超前研究

露天采场边坡参数的确定,以往在设计阶段多沿用类比法,然后在基建或生产期间补做边坡稳定性研究,对设计边坡角进行验证,并根据研究成果进行调整。据调查资料,国内绝大多数大中型矿山均进行了边坡稳定性研究工作,取得了很多的成果,对指导各矿生产起了重大的作用;但由于研究工作滞后设计和建设,也给矿山基建、生产带来了许多困难,特别是已形成固定帮的情况下,调整边坡参数困难更大。

“八五”期间,根据已往的经验教训,在新建或扩建的大中型矿山,重视了边坡稳定性的超前研究,以便为可行性研究或设计提供科学依据,如厂坝铅锌矿二期扩建工程和新建的城门山铜矿等都进行了超前研究。城门山铜矿是一个工程地质和水文地质十分复杂的大型矿床,矿体绝大部分处在城门湖底。1993 年 12 月,由长沙矿冶研究院等单位完成的“城门山铜矿露天可行性阶段边坡稳定性研究报告”,取得了新的研究成果,包括:成功地运用 Monte Carlo 法模拟溶洞的程序,并定量地研究了溶洞对边坡安全系数的影响;首次探讨了湖泥在围堤载荷作用下的固结沉降问题,用太沙基的单向固结理论和固结沉降分析的有限元法,求得的最大沉降量基本一致(达到 67.6cm),更重要的是沿围堤纵向的差异沉降;在确定湖泥边坡合理坡角研究中,按其岩土力学性质不同,将 30m 厚的湖泥层自上而下分成 7 个层位,用变分分析法计算其边坡角为 21°,为设计提供了依据。

4.2 不稳定边坡的治理

对于不稳定边坡处理,一般均采用减载、控爆、排水、疏干、加固等综合稳坡措施。

4.2.1 排水疏干

排水疏干对提高边坡稳定系数十分重要。在山坡露天矿疏干是主要的,一般采用深井泵疏干和井巷疏干排水;但对凹陷露天矿却因其造成大范围内地面沉降而使疏干范围受到限制,因此,要在通过技术经济论证后,采取合理的、有效的治水方案。近年来,适度堵水已经付诸实施,

如团结沟金矿在进行矿床疏干排水同时,采取了必要的堵水、隔水措施;在城门山铜矿确定了“以疏为主,排疏结合,以堵为辅,疏堵结合”的治水方案;铜录山铜矿亦采用疏堵结合的治水方案,选择在露天坑下盘过水断面狭窄处的边坡外,进行帷幕注浆,完成了注浆钻孔 88 个/11264m,注入水泥 16169t,尾砂 370t,水玻璃 853kg,锯木 5395kg,使井下排水量减少 54%,露天坑涌水量减少 55%,在保持边坡稳定的前提下,有效地控制了地表塌陷,确保了矿山安全生产,经济效益和社会效益十分显著。

4.2.2 边坡加固

由于边坡加固技术的发展能使矿山获得越来越大的经济效益,因而加固工程除用来处理已产生的边坡滑体外,更应用于处理潜在滑体的预加固。预加固工程不仅能够满足某些边坡的特殊要求,而且能够给边坡设计注入新的技术经济内涵。

德兴铜矿采场东破碎站永久边坡角,按其稳定性计算为 33° ,不仅削坡量大,而且边坡高度大大增加,根据其地形条件实施困难。因此,决定采用加固措施,把边坡角提高到 44° 。该加固工程坡顶长 30m,坡底长 200m,垂高 120m,依其岩体力学结构将该区划分为三个不同工程地质分区,采用不同锚固方法和参数,最后全面施以喷锚支护坡面。共计施工 $\Phi 24\text{mm}$ 长锚杆 165 根(8m), $\Phi 24\text{mm}$ 中长锚杆 1219 根(4m), $\Phi 6\text{mm}$ 钢筋 13.2t。加固工程于 1992 年完成,按当时价计算节省投资 160 万元。铜录山铜矿露采东帮顶端处为国家级重点文物保护单位——古矿冶遗址博物馆,离最终境界线仅 50m。为达到既保护古矿冶遗址又尽可能多回收矿产资源的目,通过科研设计单位的共同研究,把 -65m 标高以上边坡角定为 $51^\circ\sim 53^\circ$, -65m 标高以下定为 $60^\circ\sim 61^\circ$,总体边坡角为 56° 。边坡稳定性分析表明,边坡角为 56° 的陡边坡在开挖后处于不稳定状态,必须采取综合加固措施,才能达到长期稳定和保护古矿冶遗址的目的。该段边坡加固的要点是:

(1) 坡面软弱岩组采用锚杆金属网喷射砼护坡。

(2) 在坡面风化程度较低的岩层中,采用破断力为 50~100t、长为 10~30m 的钢索全孔砂浆锚索。钻孔直径 $\Phi 100\text{mm}$,倾角 15° ,间距 $12\sim 15\times 3\text{m}$,错开布置。

(3) 地表表土和风化花岗岩岩(30~35m),强度低,位于滑体上部的张拉段,采用抗滑巷道内束状锚索加固。即在 +35m、+7m 台阶上掘进巷道,在顶板岩脉中每隔 5m 打一组三维扇形锚索,全孔砂浆浇注,使松散岩层连结成整体。锚索破断力 30t、长 25m,每组锚索 14 根。

(4) 在巷道内打扇形孔进行疏干排水;在坡面上钻疏干孔,平行排列,间距 25m,倾角 5° ,孔内安装 $\Phi 50\text{mm}$ 的滤水管。

(5) 露采结束后,用废石回填压实。

城门山铜矿边坡稳定性研究表明,在南部边坡 1~1.1~2 两条剖面上存在巨大的潜在滑体。如采用削坡处理,则需增加剥离废石 1410.6 万 m^3 ,剥离费用 1.1 亿元以上;如采用加固措施,可使其安全系数由 0.805~0.832 提高到 1.22 以上,其加固费用为 2792.3 万元,两者相比,加固方案可节省费用 8492.5 万元(1993 年价),经济效益相当可观,故推荐采用加固边坡的方案。在该工程加固中,研究单位首次推荐采用砼键的新加固技术,所谓砼键就是用砼置换不整合接触面中的部分岩体,这部分砼浇注在不整合接触面中起键的作用。砼键要借助专门的岩巷通道开凿键洞室,然后将键洞室用砼充满。

5 排土技术

在露天矿山,排土技术主要应围绕减少排土场占地、维持排土场稳定和降低其对环境危害程度等问题,进行科学研究和综合治理。

5.1 减少排土场占地

在有可能内排的矿山,应创造条件设置内部排土场;还可提高排土场堆积标高,增大排土场的堆置量。

(1) 设置内部排土场不仅可以缩短运距(尤其是深部开采),降低费用,而且可以少占用地,提高环境效益。因此,凡有条件内排的矿山,均应统筹规划,有计划、有步骤地实施。一般来说,在相邻几个矿区实行分区开采或者在同一采场内分期开采时,都可利用先期结束的采空区设置内部排土场,实施内排。如大冶铁矿于1989年新开辟了西露天采空区做为铁路排土场。铜录山铜矿分南、北两露天坑,南坑坑底标高-185m,北坑坑底标高-290m,该矿采取加速南坑开采,结束后设内部排土场,可排废石1950万 m^3 ,大大地缩短北坑废石运距,少征用排土用地。永平铜矿通过修改设计,根据矿体赋存特征,以4"勘探线为界,在94m标高下划分为南、北两个采坑,南坑坑底标高22m,北坑坑底标高-62m,南坑可采矿量占20%,北坑可采矿量占80%,故采取加速南坑开采,南坑采空区则做为北坑深部开采的内部排土场。南坑内排容量为2541.3万t,北坑58m以下剥离废石量为2451.35万t,故北坑58m~-62m深部开采的废石,可全部就近内排。石录铜矿亦通过修改设计,以26线为界,将采场分为南、北两个区段,北区底部标高-44m,南区底部标高-84m,目前正在抓紧北区的超前开采,明年即可形成北区采空区实施内排,该采空区容积完全可以满足南区深部开采排弃废石的要求,不仅避免了原设计征用新寨排土场和农户拆迁的问题,而且缩短了后期排土运距,社会效益和经济效益十分明显。

(2) 国内金属矿山的排土场,大多数设于沟谷地带,少数设在平地。排土场堆置高度既取决于地形地貌,也受到地基岩土及堆置物料力学性质的制约,因此,只有做好地基岩土和散体岩石物理力学性质的试验研究,才能进一步挖掘排土场的潜力,实现在一定面积上增大容积的目标。目前有不少矿山正在采取措施,力求挖掘现有排土场的潜力。永平铜矿南部排土场于1993年进行了稳定性研究分析,提高了排土场堆置标高,扩大了排土场的容量。马鞍山钢铁公司为解决南山铁矿凹山排土场容量不足,增加排土高度,扩大容量的问题,1994年10月马鞍山矿山研究院等单位完成了“南山矿排土场合理参数及综合治理措施研究”,通过了安徽省科委组织的鉴定。研究报告提出了南山排土场的合理参数及安全系数的评价,既扩大了南山排土场的容量,又免除了新征排土场用地的难题,具有明显的经济效益和社会效益。

5.2 排土场泥石流的防治

据不完全统计,我国已有20多个矿山先后发生过排土场滑坡及泥石流灾害,随着露天开采的发展,排土场产生泥石流的潜在威胁愈益增加。因此,必须重视和加强排土场稳定性研究,采取综合措施搞好泥石流的防治。在这方面,马鞍山矿山研究院做出了突出的贡献,取得了一系列具有国内领先水平的科研成果。“八五”期间,以马鞍山矿山研究院为主,先后对德兴铜矿、歪头山铁矿、新桥硫铁矿、南山铁矿、永平铜矿西部排土场等进行了稳定性研究,提出各矿针对性的综合治理措施。实践表明,排土场的稳定性研究严重滞后于生产实践,排土场的设计过于简单是造成综合治理被动局面的重要原因,也造成某些工程设施的盲目性。

5.2.1 查明排土场基底工程地质、水文地质和气象条件

这些条件是形成泥石流的基础因素。研究表明,永平铜矿西部排土地基存在的第四纪地层,造成沿地基软弱滑面安全系数较小;尖山铁矿排土地基内分布的第四纪坡积层及遇水软化的昔格达粘土,是影响滑坡的主要软弱地层;新桥硫铁矿排土地处峡谷,南北纵向长约750m,高差120m,自然坡度16%,植被茂盛,谷底有泉水,有利地形和充沛水源是形成泥石流的基本条件。

5.2.2 根据排弃物料性质,确定排土工艺

排弃物料性质包括岩土种类、风化程度、粒径大小及其分布特征等等,细粒比重大和粘土含量高,是泥石流的决定性因素。永平铜矿前期排弃物料多为表土及老窿塌陷区风化岩土,排土台阶高度100~140m,地区最大小时降雨量为60.3mm,最大一次连续降雨454mm,大气降雨对高台阶散体物料的浸泡和冲刷作用是形成泥石流的主要原因之一;新桥硫铁矿初期只从+180m作业线排土,排弃物料小于5mm的细颗粒含量占50%以上,其中小于5 μ m的粘粒含量大于50%,粘土物料在渗水型泥石流中起决定性作用。经理论分析,该排土场物料堆置极限高度为30m,而作业台阶高度达70m,因而造成台阶滑坡是必然的,故排土工艺和参数必须与排弃物料性质相吻合。

5.2.3 加强泥石流防治的综合治理

通过对排土场稳定性研究,可以确定潜在的滑坡类型和滑坡规模,在进行必要的监测与预报的同时,应采取针对性的综合治理措施:

(1) 完善防雨排渗设施。在排土场堆置标高以上开沟截流,并在尚未堆排的下游将泉水导出,防止设置在下游的污水库水面浸泡坡脚。

(2) 确定合理的排土工艺。汽车运输的矿山通常采用单台阶全段高排土和高阶段压坡脚式多台阶排土工艺,台阶高度由几十米到几百米不等;铁路运输的矿山多采用履带式多台阶分层排土工艺,台阶高度只有10~18m,适于粘土类排弃物料的堆置,排弃过程中的机械自然碾压,有利于土体固结和台阶稳定。确定排土工艺应首先通过分析计算,合理确定排土台阶的高度,然后采用不同物料的合理堆置方案。新桥硫铁矿原采用单台阶全段高排土工艺,台阶高度超过计算极限高度1倍以上,因此必须改变排土工艺。新的排土方案改用压坡脚式和履带式相结合的排土工艺,初始排土线改至靠近大坝表面(+72m)由下而上推进,逐渐形成+84m、+100m等履带式台阶,使+135m和+180m台阶构成压坡脚式排土工艺。上述方案实施虽很复杂,但泥石流活动得到了控制,整治效果显著。

(3) 加强排土场复垦植被,防止水土流失。排土场复垦植被绿化不仅是维持排土场稳定之所需,也是恢复自然景观改善环境质量之所需。重视复垦绿化的矿山,环境效益和社会效益日益明显。攀钢矿山公司开展的废石场复垦绿化研究,已卓有成效,截至1992年止,已复垦615亩,复垦绿化率达到55.75%。长城铝业公司小关铝矿,依据“结合实际、因地制宜、农林结合、分步实施”的指导思想,实现了边排土、边复垦,到1993年止,共复垦废石场960亩,复垦率达到57%,该矿复垦实践表明,经过3年的精耕细作后,土地生产能力便可大致恢复到同类耕作水平,粮食亩产量达到600~800斤。永平铜矿是坚持不懈开展排土场复垦工作的先进典型,先后获得江西省、国土局和有色金属总公司授予的荣誉称号。该矿到1993年止,已复垦排土场800亩,复垦率达到88%。该矿根据排土场堆积物料特性,选择耐酸、耐旱、耐瘠薄的本地树种植树造林,实行专业队伍管理,使其成活率达到70%左右。现场排土场前期植树已经成林,不

仅起到了防止水土流失,保持排土场稳定的作用,而且起到了调节小区气象条件的作用,开始显现出生态效益。

6 露天开采技术存在的主要问题及建议

我国金属矿山露天开采技术虽然取得了很大的进展,但根据当前的生产实际情况,仍然存在不少问题,主要有以下几方面问题亟待解决。

(1) 矿山装备水平低,导致开采强度低和劳动生产率低。我国虽然已有少数矿山装备了大型成套设备,但从总体上来看,装备水平偏低。由于国产设备不成系列、不配套、性能差、效率低、价格高,故多数大型矿山仍以斗容 $4\sim 4.6\text{m}^3$ 电铲配用载重 30t 以下的汽车为主,且辅助设备规格小、数量少。已经装备大型设备的,因性能较差而效率较低。尤其是设备价格昂贵,限制了采用大型设备的积极性。因此,应尽快完善大型设备的系列配套,大力发展高效、耐用、先进的采矿设备,提高矿山的装备水平。

(2) 露天矿转入深凹开采后,运输能力下降,开采成本增加。除在现在采用铁路运输的矿山扩大汽车——铁路联合运输范围外,应加速采用汽车——胶带运输的进程,或者研制应用大倾角胶带输送机。因此,应积极研制和发展可移式破碎机、钢绳芯胶带机、移动式排土机及大倾角胶带输送机等关键设备,为改善深凹露天矿的运输创造条件。

(3) 随着边坡高度增加和边坡范围扩大,边坡稳定性问题愈益严重。据报导,我国金属矿山设计的边坡角比国外同类边坡偏低 5° 左右,这里面明显的蕴藏着巨大的经济潜力。因此,必须加强高陡边坡的稳定性研究。确定露天矿的边坡角,必须兼顾安全和效益两个方面,因此,承担适度的风险而获取较大的经济效益,应成为确定边坡角追求的重要目标。

(4) 露天矿进入深凹开采后,采坑内污染将随开采深度增加而愈益严重。目前开采中所采取的治理措施和效果均不理想,成为亟待解决的薄弱环节。采矿各工序产生的粉尘、炮烟、汽车尾气等难以排除,造成粉尘浓度严重超标,有害气体污染严重。在南方夏季,露天坑内工作面的温度达 $45\sim 50^\circ\text{C}$;在北方冬季,露天坑内易出现逆温大气现象,阻隔大气中粉尘及有害气体向外扩散,使能见度大幅度下降。因此,加强深凹露天矿通风防尘综合技术的研究,已刻不容缓。

我国地下金属矿采矿技术新进展

中南工业大学 王新民

随着市场经济的发展,我国地下矿山面临众多问题的困扰——生产费用不断增长,资金不足;一些大型矿山开始老化,负担沉重,步履艰难;矿石价格在大潮中时涨时落,极不稳定。这些迫使矿山不得不通过转变机制,依靠技术进步,提高生产效率,减少材料消耗,降低生产成本,在发展中求生存。因此在进入90年代后,大量新技术、新装备的应用,地下开采工艺的不断发展,使我国地下金属矿的开采又进入了一个全新的发展时期。

1 我国地下金属矿采矿技术发展的特点

近年来,随着采矿理论的发展,先进采掘设备的引进和研制,新技术的不断涌现,我国采矿技术取得了很大进展,主要体现在如下方面:

(1) 开展岩石学的基础和应用研究,重视原岩应力的测量和应用,并通过理论分析和预测指导矿山的设计与生产。在确定采场结构、巷道布置与支护、回采方向、回采顺序等方面发挥了重要作用,改变了以往岩石力学研究单纯在矿山面临严重的地压问题后作为一种应急措施被应用的状况。在某些特殊条件下的矿床开采过程中,人们更加重视岩石力学的研究,并取得了重大进展。例如:大型水体下金属矿床的开采难度高、风险大,为防止采矿必然引起的顶板围岩变形和产生的导水裂缝带,以往仅参考大型含水层下的煤矿开采经验,事实证明,煤层上部围岩与金属矿有很大差异,前者属软岩,后者为硬岩,且采矿方法也相距甚远。国内对金属矿床水体下开采导水裂隙的理论问题进行了卓有成效的研究,运用数值模拟方法,采用了无张分析结合摩尔—库伦理论确定实际出现的导水裂缝带,并以导水裂缝带的发育形态及其最大发育高度来表征采后顶板围岩导水裂缝的发育情况,并引入采空区规模、矿体埋深、胶结充填体性质及是否留设盘区矿柱等多种变量,这比已往描述和预测导水裂缝带发育仅考虑单一采厚影响大大前进了一步。这一研究成果已成功地指导了水口山矿务局康家湾矿大型水体下的开采,为我国今后大型水体下矿床开采或大量河床保安矿柱的回收提供了科学依据。此外,在自然崩落法的研究中,我国在其矿岩崩落机理、矿体崩落规律、矿体可崩性综合评价与可崩性分析、矿石三级块度预测和放出块度实测、崩落控制方法等取得了一系列具有世界先进水平的理论和技术研究成果,对自然崩落法这种低成本、高强度的大规模地下开采方法在我国厚大矿体中的应用具有十分重大的意义。

(2) 先进的采、装、运设备的引进和研制极大地推动了我国地下金属矿开采的技术进步。80年代,我国采用先进的采、装、运设备的矿山还很少;进入90年代,我国愈来愈多的大型和新建的地下金属矿山开始装备先进的采、装、运设备,并注重了机械采、装、运设备的配套使用,同时,一批适合我国矿山实际的先进装运设备研制成功。由于采矿作业机械化程度的提高,劳动条件大为改善,采矿成本大幅度降低,劳动生产率显著提高,金属矿地下开采出现了前所未有的变革。

斜坡道和自行设备使井下采、装、运设备能直接地从地表进入采场,实现了作业高度机械化,改善了旧有的采矿方案,如机械化空场法、机械化充填法,又使许多回采方案相互结合起来,组成众多形式的联合采矿法。如:点柱式充填法,分段崩落-留矿法等,有效地提高了采场效率。

采用大直径深孔凿岩设备的 VCR 法继在凡口铅锌矿获得成功以来,大直径深孔凿岩爆破技术日趋完善,VCR 采矿法、阶段空场采矿法以及这两种方法的组合方案得到了日益广泛的应用。

以振动运输列车为主体的采场出矿机组已研制成功。该机组具有效率高、成本低、制造、操作、维修方便、实用性强等优点,其综合性能达到国际先进水平,为我国大型矿山实行强化开采,提高矿山单位面积产量提供了高效出矿装运设备。

(3) 充填材料性质、来源及输送工艺一直为人们所关注。这是由于充填采矿法是一种回收率高、贫化率低的采矿方法,在稀有贵金属和高品位富矿的开采,以及矿床赋存条件复杂、地表需保护和有自然倾向矿床开采中具有不可替代的作用。因此,寻找新的流动性好、凝结速度快、早期强度高、采场无需脱水、成本低且来源广泛的胶结充填料及工艺,一直是引人注目的研究课题。现在我国绝大部分充填法矿山使用分级尾砂胶结充填料和河砂胶结充填料,从料浆制备、输送到采场脱水都已积累了丰富的经验。但采场脱水复杂,水泥离析严重,接顶困难,充填体强度低、成本高。高浓度全尾砂胶结充填料在我国凡口铅锌矿和金川公司进行了试验,但料浆的制备和输送难度大,自流输送时,充填倍线只能达到 2~3,且充填体凝期长、强度低,难于推广,未能从根本上解决问题。矿用高水固结速凝材料在我国研制成功,对地下金属矿山使用日益上升的胶结充填法无疑将产生巨大影响,是一次重大的突破。高水速凝固化材料是由高铝水泥,膨润土等材料制成,当配比为:水:固化料(重量比)=70%~74%:26%~30%,体积比为 87%~92%:8%~13%时,其强度可达:1 小时 0.1~0.5 MPa,2 小时 0.5~2.0 MPa,6 小时 2.0~3.5 MPa,24 小时 3.0~5.0 MPa,最终可达 0.5~8.0 MPa。利用高水固化充填材料做胶凝剂所制成的充填料浆,可以低浓度输送到井下采场不需脱水便可凝结成大量含结晶水的固态充填体。其不仅可以净浆充填,亦可实现全尾充填。同时充填料浆浓度低,易实现大能力输送,料浆在采场流动性好,易实现充填体的平场和接顶,此外,充填体具有速凝早强性能,可缩短采场作业循环,提高采场生产能力。若这一材料能进一步降低生产成本,实现矿山本地生产,将具有更为广阔的应用前景。

块石胶结充填则是另一种应用前景广阔的工艺技术。事实证明,这一技术适用于采用两步骤回采,嗣后充填的采矿法,以往在第一步骤采后充填时,使用尾砂或细砂胶结料,水泥耗量高,充填体强度低,成本高;采用块石胶结充填新工艺,利用掘进废石或地表采石,经粗碎即可(块度 300mm 以下)。块石与砂浆分开输送,利用溜井、皮带或矿车输送块石到采场,用管道输送水泥砂浆,先下块石,后注砂浆,砂浆良好的流动性能将填满块石空隙,与块石组成致密的胶结充填体。且充填能力大,水泥耗量低(为达到相同标号,与尾砂胶结料相比,水泥耗量减少 50%~70%),由于以块石作为充填体的骨架,充填体强度高,整体性好,制备工艺简单,可大大降低充填成本。并于近期在大厂矿务局、铜陵新桥硫铁矿等矿山推广使用,取得显著的经济效益。

粗粒级水砂充填技术自从在锡矿山矿务局试验成功后,又在会泽麒麟矿取得重大进步。这种工艺适用于尾砂不足的矿山,需采用采石或废石磨碎作为充填料,因而加工破碎成本高,采用粗粒级水砂充填技术,管道水力输送颗粒最大可达 $\phi 45\text{mm}$,正常输送的水砂比(体积比)达到 1.5:1~1:1,最低可达 0.89:1,比国外一般水砂比 4:1~1:1 和国内一般水砂比 3:1~2:1 少 1~2 倍,实现了高浓度输送,改善了井下生产的作业环境,提高了充填体的质量,为粗粒级水砂充填自流水力输送积累了新经验。

(4) 80年代中期,地下矿山主要利用计算机作为一种高效的计算工具,仅仅限于研究部门,利用计算机建立开挖过程的力学模型,并进行数值模拟计算;对地下开挖过程进行模拟与分析,预测地下开采的安全并指导生产。80年代后期开始,我国地下矿山加快了计算机在开采设计中的应用,利用CAD技术开发出多种软件系统。如GeoCAD系统,主要用于生成各种地质剖面图、分层平面图、地质界限连接与矿体圈定等,辅助工程技术人员对地质资料进行图形化管理,开发出的DM&CAD软件系统,主要由矿床模型系统DMS、境界圈定系统CONE、采掘计划辅助编制系统MPLAN以及采矿计算机辅助设计系统MCAD组成,它完成由地质钻孔资料、地形图开始到辅助设计的微机化,能绘制各种地质平、剖面图和采矿工程图,可在微机上实现采矿设计。此外,矿山计算机“专家系统”也已步入实际应用阶段,它是一个拥有大量专门知识与经验的计算机程序系统,是一种人工智能计算机程序,用知识和推理过程来解决那些卓越的专家才能解决的难题,根据提供的一些基础资料来解决矿山开采中的许多复杂的采矿方法选择问题。目前,矿床开采综合软件系统正在进行研制中,其内容涉及到地质数据库、矿床模型、辅助计划编制、经济评价以及绘制各种地、测、采工程图等。CAD技术作为一种高速、精确的设计手段和方法,已广泛为矿山工程技术人员所接受,应用于矿床开采设计的各个分支和侧面,大大提高了开采设计的效率和准确性。

2 采矿方法的改进和创新

由于先进技术装备的引进和研制,新技术的应用和发展,促进了采矿方法工艺的不断改进和创新。大大地提高了采场的开采强度,降低了成本,扩大了一些采矿方法的应用范围,取得了显著的进步。

2.1 侧向崩矿大直径深孔采矿法

自从80年代凡口铅锌矿试验成功VCR法以来,这一高效率的采矿方法先后在我国金川镍矿、金厂峪金矿、狮子山铜矿、大厂铜坑锡矿、白银深部铜矿等矿山得到推广应用。与传统方法相比,具有采场结构简单、生产能力大,对相邻矿房或充填体破坏小和安全、高效、机械化程度高等优点。但由于下述原因,限制了这种方法在我国地下矿山的应用范围。

(1) 矿体厚度要大,倾角要陡,以防止钻孔偏斜,控制采场的大块率和损失贫化。但我国地下矿山大部分为7~15m以下中厚矿体,倾角小于70°,如果应用V.C.R法难以控制损失与贫化。

(2) VCR法爆破一次崩矿量有限,爆破施工繁琐,每次爆破都必须有清孔、堵孔、装药、堵塞、联线、起爆等工序。

(3) 需要有大直径深孔钻机和“三高一低炸药”。目前国内地下潜孔或牙轮深孔钻机性能还不是十分稳定,钻进速度慢,停机维修时间长;进口钻机购置费高,备品备件难解决,凿岩成本高,“三高一低炸药”成本高。

为此,凡口铅锌矿、狮子山铜矿等先后试验成功侧向崩矿大直径深孔采矿法。如凡口铅锌矿使用国产YQ-100型潜孔钻机在6~7号采场用天井拉槽后侧向爆破。采场爆破后块度较理想,与采用VCR法采场相比,每m炮孔崩落矿量多6.6t,凿岩成本少1.77元/t,崩矿总量多11177t。直接采矿成本减少5万元。

狮子山矿使用KY-120型牙轮钻机,钻孔直径120mm,先用双通孔同段爆破法拉切割槽,为了达到大量崩矿的目的,采用炮孔平行自由面的侧向挤压崩矿,2~3排孔同段爆破,两

段雷管之间仍用微差爆破技术,采用多排同段爆破,由于相邻孔间爆破作用的叠加和相互加强,延长了炸药爆破能量的作用时间,获得了良好的爆破效果。在15[#]采场,一次崩落34.2万t矿石,不合格大块产出率仅为2.9%。

侧向崩矿大直径深孔采矿法与VCR法相比,具有下述优点:

(1) 把自下而上后退或倒漏斗爆破改为拉槽式侧向爆破,一次崩矿量大,采矿强度高,大幅度减少材料消耗。

(2) 孔径由 $\phi 165\text{mm}$ 改为 $\phi 110\sim 140\text{mm}$,完全实现了设备的国有化,增加了设备使用的可靠性。

(3) 用价格低的普通炸药代替“三高一低炸药”,降低了炸药单耗和成本。

(4) 对深孔的偏斜率要求不太严格。

2.2 盘区回采振动出矿连续开采法

在铜陵西狮子山矿段-120m水平的15[#]矿块所实现的盘区回采振动连续开采法,采用我国自行研制的ZCYS出矿运矿的连续作业机组,完善和发展了大量落矿采矿法的深孔大量崩矿技术,实现了地下金属矿连续开采。该矿块地质条件为:由Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ号3个矿体组成,矿体厚度为68m,其中Ⅳ号和Ⅴ号矿体之间有14m厚的低品位夹层。下盘为矽卡岩和角砾岩,倾角54°;上盘为闪长岩,倾角40°,矿块沿走向宽度为13m,阶段高度为40m。矿石体重为 3.3t/m^3 ,矿块储量为11万t。矿石和围岩都很稳定,-80m以上为大空区。本方法采用下向平行深孔侧向挤压崩矿,无二次破碎水平层平顶结构的大量落矿采矿法。出矿和运矿采用ZCYS连续作业机组,该机组由轻型组合式振动出矿机、振动运输机和振动条筛组成,出矿时连续作业,在运距为40m的条件下,其实际生产能力达到828t/h,该方法实现了大量崩矿,连续出矿和连续运输的机械化作业,大幅度地提高劳动生产率 and 采矿强度,降低了出矿成本,实现高效率、高效益采矿。该方法研究成功,其深远意义在于:

(1) 推动大量落矿采矿方法的不断完善。由于取消了二次破碎水平层,使采矿方法结构大大简化;由于采用高效率连续作业机组,使大量落矿方法真正成为各工序效率协调的高效率采矿法。

(2) 可能引起开拓采准系统的变革。由于大量落矿块度所带来的出矿运矿低效率的矛盾得到缓和,使采矿生产环节效率不协调的矛盾,转移到采准效率和阶段运输能力上来,它必然引起设计思想的更新。

(3) 将促进我国强化开采技术路线的形成。由于连续作业机组的应用,使大量落矿采矿法成为采场各工序效率协调的真正高效率采矿法。ZCYS连续作业机组为我国地下金属矿山实现合理集中作业,实现强化开采提供了技术装备。

2.3 机械化盘区式下向水平分层充填法

机械化下向水平分层充填法是金川镍矿区引进先进的采、装、运设备而应用的一种采矿方法方案。由于在充填系统、采准布置、回采工艺等方面不断革新和完善,该方法已成为开采不稳定矿岩的高效率采矿法,代表着我国下向胶结充填法的先进水平和发展方向。金川二矿区1[#]矿体赋存于二超基性岩石中的含辉橄岩中,矿体的顶、底盘围岩均为二辉橄岩,节理裂隙发育,整体稳固性差。

机械化下向水平分层充填法在金川二矿区的主要回采工艺特点和经验如下:

(1) 回采进路垂直矿体走向布置,使进路的方向与二矿区主应力方向一致,采场进路受力

最小,有利于进路支护与回采工作。

(2) 盘区内划分若干独立的工作区(矿块),各工作区可独立进行回采、充填和出矿,有利于均衡生产。

(3) 进路回采顺序是从盘区外侧向中央连续推进,采1条充1条,避免了间隔回采时易造成分层道外跨度过大难以维护的困难;同时也可减少回采间柱时带来的贫化与损失。

(4) 采用H127电动液压凿岩台车高精度凿岩和控制爆破技术,提高了凿岩速度,达到了光爆效果,对维护人工假顶及两帮起到良好效果。

(5) 采用LF4.1E型电动铲动机出矿,减少了柴油机设备对井下环境的污染,改善了作业条件。

(6) 水平进路充填接顶和大面积人工假顶的建造成功为国内首创。

由于实现了机械化配套作业,生产能力大,采区能力达817t/d,最高达1440t/d,进路平均生产能力204t/d,矿石损失、贫化率低,分别为2.06%和4.71%。这充分显示了新工艺、新设备和新技术的优越性,为我国大面积回采应用下向胶结充填法提供了成功的经验。

2.4 自然崩落法

自然崩落法是一种低成本、高强度的大规模采矿方法,80年代开始,前后有武钢金山店铁矿、程潮铁矿、中条山铜矿、峪铜矿进行了自然崩落试验,在理论方面有很大的进展,并取得不少经验。

2.4.1 理论上的进展

对有节理的岩体的崩落机理提出并建立了理论体系,利用一套实用技术和方法,解决了诸如裂纹扩展速度测定,节理岩体的等效本构关系,有体力问题的三维边界元法求解等问题,矿体崩落区边界的自动代换与自动进行下一次矿体崩落预测及图形功能,最终形成了相应的软件;对矿体的可崩性进行分级,从评判指标的采集、描述、空间变异函数计算与拟合到各指标单元块估值、权系数确定、标准岩样体质量样本库建立、块段岩体质量模糊评判及结果的图表输出形成了一套完整的微机软件系统,使评判工作科学、快速、实用;以崩落矿石块度预测理论为基础,建立了一套十分完善的崩落矿石块度预测与实测计算机软件系统,从岩体构造调查,岩体构造空间分布规律研究,三维预测模型到矿石块度实测的数据处理全部实现了微机化。

2.4.2 取得的经验

金山店铁矿属于砂卡岩型铁矿床,厚薄不一,连续性差,矿体松软破碎,粉矿多,含泥量高,矿石流动性差,是国内外罕见的难采矿体,为解决占储量90%以上的松软破碎肥厚矿体的开采,开展了矿块自然崩落法的技术攻关。在工艺技术上有了新的突破,获得了宝贵的经验。

(1) 总结出矿岩可崩性分级法-现场直观破碎度综合分级法。在分析研究国外普遍使用的“岩石质量指标RQD值分级法”等基础上,根据矿区实际调查,将矿区各类矿岩视其崩落难易程度划分为6级,此分级法直观、易掌握。

(2) 对穿过矿岩破碎大断面巷道,在掘进时采用分级支护方法,取得了很好的效果。

(3) 利用剥离的废石回填采区上部地表,有效防止大气降雨向采场渗透,改善井下作业条件。

目前该矿区使用的自然崩落法采出的矿量逐年增加,1991年已达到66%,其经验可为其他自然崩落法矿山借鉴。

3 结束语

“七·五”和“八·五”期间,我国地下金属矿山共取得近千项科研成果,研制出一批与工艺技术相适应的采掘装备,使地下开采工艺取得了新的进展。我国地下金属矿山已经步入了新的发展时期,但是与国外先进国家相比,我国矿山生产整体水平还存在很大差距,主要是机械装备水平落后,劳动生产率低,生产出的金属产品数量和质量还远远不能满足国民经济发展的需要,因此,加速技术进步,尽快缩短差距已成为当务之急。纵观当今世界矿业技术发展的总趋势,将是以高新技术、新工艺、新材料、大设备来装备矿山,同时,自控技术、传感技术、计算机技术等高新技术应用于大型设备、成套设备来控制、监测、管理矿山生产已成必然。此外,完善的维修系统、熟练的技术队伍是使先进设备高效运转,从而取得很高的生产率的必要条件。我国地下金属矿山的发展应从我国实际情况出发,在适度引进先进装备的同时,加速采、装、运设备的研制和配套,并提高设备的质量和供应条件,加快提高我国地下矿山的装备水平。应重视矿山开采建设的重大技术问题的研究,如开采过程的机械化综合化、放矿理论、采场充填材料与充填工艺、深部开采地压控制方法、特殊条件下(即建筑物、结构物及水体下,易自燃发火)矿床综合开采理论研究。全面应用推广采矿新工艺,有条件的矿山应推广VCR采矿法,矿块崩落法等高效率、低成本的开采方法。根据矿山具体情况采用振动出矿、全尾砂充填、块石胶结充填、高水固化速凝胶结充填等新工艺,以提高效率,降低成本,使我国地下矿山开采早日步入先进国家行列。