

采矿专业论文汇编

黄金学会采矿学术委员会
一九九〇年十一月

编者的话

黄金学会综合学术年会征文通知发出后，采矿学术委员会共收到论文40余篇。经过专家评审，推荐给黄金学会20篇编入黄金学会论文集。对于尚未收入黄金学会论文集，但确有一定学术价值的部分论文，采矿学术委员会自行汇编成册，供会议交流。本着百花齐放、百家争鸣和学术民主的精神，对这部分交流资料全文刊登，文中有些观点尚待商榷，欢迎采矿界讨论和争鸣。

由于受黄金学会年会主题等约束，尚有部分文章没有收录到交流资料中，请谅。对于积极参与学术活动，踊跃撰写论文的同志，学委会表示感谢，并热切希望广大采矿工程技术人员，继续发扬这种钻研进取精神，在各自的工作实践中，勇于探索，勤于耕耘，不断撰写高水平的学术论文，参加各种学术活动，以推动黄金采矿技术的进步。

本“汇编”打印、描图、校对和装订等工作由长春黄金设计院成品科，采矿科和技术科部分同志协助完成。采矿学术委员会对他们的大力支持表示谢意。

黄金学会采矿学术委员会

目 录

1、赤峰地区黄金矿山急倾斜、极薄矿脉采矿方法探讨	边富礼
.....	赵志刚
2、黄金矿山薄矿脉采矿方法现状及其发展方向	姚 香
3、缓倾斜薄矿脉高效采矿方法探讨	曾尧初
4、推究机械化分层充填采矿法	易大吉
.....	王黎明
5、人工柱在我矿采矿中的生产实践	高国庆
6、适当调整老矿山生产能力以提高矿山经济效益	陈永生
.....	李朝栋
7、小型黄金矿山的生产潜力及其发展方向	王 毅
.....	关宝贵
8、加强技术管理, 发展黄金生产	胡首权
9、合理确定矿石入选品位和矿床开采损失贫化指标的方法及其应用	陈剑锐
10、关于黄金矿山贫化率的探讨	刘雨田
11、反倾断裂面对边坡稳定的控制作用	张 春
12、应用随机介质理论进行保安矿柱设计	高元宏
.....	曾小石
13、锚喷(网)支护技术在松软岩层采矿中的应用	付长怀
14、地下采矿方法矿块结构设计专家系统	戴 庆
.....	雷金荣、侯龙君、刘华生
15、改造主扇机节约能源	伍奇觉
16、洋鸡山金矿露采基建剥离设计修改给我们的启示	章新寿
.....	廖立宪

赤峰地区黄金矿山急倾斜、 极薄矿脉采矿方法探讨

内蒙古自治区黄金管理局 边富礼

赤峰市黄金管理局 赵志刚

赤峰市地处内蒙古自治区东部，是内蒙岩金主要产地。一九八七年黄金产量突破六万两，为内蒙全区产量60%，居全国市(地)级第三位。现具有大小矿山26座，具有采选综合能力的矿山13座，日处理矿量近千吨，黄金产量绝大部分是用地下开采方法开采的，充填法占70%以上。采矿方法比例见表1。

赤峰市采矿方法比例

表1

指 标 方法名称	年 份	1986年	1987年	1988年	1989年
	%	%	%	%	%
水平分层干式充填法	2.7	2	8	20	
削壁充填法	54.7	57	33.4	40	
下向胶结充填法	—	9	14.7	10.6	
浅孔留矿法	2.2	7	16.2	11.4	
残 采	11.4	11	10.5	10.2	
露天采矿	29	14	17	7.8	

注：上表按出矿量来计算比例。

从表1看出,赤峰黄金矿山采矿方法大致有四种,充填采矿方法占主导地位,尤以削壁充填和水平分层干式充填法为主。

一、矿床地质及开采技术条件概述

赤峰地区属华北地台与兴蒙地槽两大构造单元交汇部位,具有多期、多旋回的构造。岩浆和热液条件具备,成矿物质来源丰富,成矿特征明显,共有三条大的成矿带即以红花沟金矿,撰山子金矿为代表的云雾山成矿带;以东风金矿、大水清金矿为代表的七老图成矿带,以金厂沟梁金矿为代表的努鲁尔虎成矿带。矿床类型属中低温热液裂隙充填矿床,矿脉严格受构造控制,其连续性取决于裂隙的形态。矿体形态多为脉状和透镜状,具有走向延长较大,厚度极薄的特点。局部地段有分枝复合膨缩弯曲现象,但就全市大多数矿脉来说,产状稳定,多属急倾斜矿床。除红花沟金矿15号脉2—3脉外,矿岩均在中等稳固以上,水文地质条件简单。纵观赤峰市黄金矿床概括为急倾斜,极薄矿脉,产状基本稳定,严格受构造控制;矿床品位较高,平均品位在12克/吨左右,品位变化不大,详见表2。

二、采矿方法沿革及现状

解放以来,赤峰黄金矿床的采矿方法沿革,大致可分为四个时期。五十年代,建矿初期,基本全部采用了空场法,即原始巷道式采矿方法,打顶板、留矿柱、横撑支柱维护空区。因此,效率低,回采率低,开采不正规,是这一时期主要特点。

六十年代,随着矿山全面基本建设的开展,为适应生产能力和当时的技术水平,普遍采用留矿柱的浅孔留矿法,效率虽高(台效35—50吨,工效5吨),成本低(每吨矿石2—3.5元)但因矿脉太窄一次贫化高达30—40%,损失率高达10%以上,又因上盘得不到保护,围岩大量片落造成二次贫化极为严重。放矿过程中,片落围岩块大堵塞漏斗,矿石放不出,致使总贫化率和总损失率高达50%和20%以上。黄金资源浪费严重,经济效益差,加之金价过低,大部分企业亏损,六十年代末期才开始寻求其它采矿方法,如削壁充填采矿方法。

进入七十年代,充填采矿法与浅孔留矿法争雄,观点渐趋一致,充填法卓有成效。

赤峰市黄金矿山地质及开采技术条件

表2

序号	矿名称	生产能力 吨/日	矿脉 编号	赋存要素			埋深 米	形态	主要开采技术条件
				厚度米	倾角度	长度米			
1	金厂沟梁	300	15	0.37	85	522	520	脉状	属中低温热液裂隙充填矿床, 呈急倾斜, 极薄矿脉产出。围岩稳固矿岩接触明显, 围岩不含矿。水文地质条件简单。
			35	0.06	80	500	500	"	
			57	0.71	75	450	400	"	
			26	0.26	80	610	250	"	
			8	0.21	55~75	494	250	"	
2	红花沟	150	H3	0.6~0.7	67~75	160	150	"	属中低温热液充填含金硫化物型石英脉, 矿脉呈大小不等扁豆体, 上盘不稳固。断层纵横交错近矿围岩节理发育, 水文地质简单。
			H15	0.3~2.0	55~85	450	350	透镜状	
			H2	0.2~2.0	60~80	700	350	"	
			L51	0.3~1.5	55~75	300	250	"	

六十年代末期各矿先后采用的削壁充填法，它以回采率高，贫化率低著称，到了七十年代，对0.8—1米左右的矿脉开始试用水平分层干式充填采矿法(废石)，充填法的应用给企业带来了生机，较好的解决了损失率和贫化率较高的问题，黄金企业全部扭亏为盈，但是削壁充填法固有的缺点，即效率过低(采场台班能力仅为8—10吨)工艺复杂，为克服削壁法固有的缺点和克服因管理不善而引起的浅孔留矿法的贫化率和损失率大的问题，占全市总贮量50%的金厂沟梁金矿为满足扩建后选厂供矿量，在79年又开始采用浅孔留矿法，1980年再次大量应用(占全矿总矿量78%)经过一年多实践，还是没解决好矿石放不下来的问题(估算有25%的矿石存留采场中)加之贫化大，手选量过大，1981年又转为以削壁充填为主的采矿方法。

八十年代，充填采矿方法获得了普遍应用，并不断得到改进，黄金产量平均以8.9%的速度递增，采矿主要技术经济指标不断改善。见表3、表4。

赤峰市黄金采矿主要技术经济指标

表3

年份 指 标 名称	81年	82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年
损失率 %	9.26	7.90	9.59	7.31	5.68	6.28	5.37	5.2
贫化率 %	30.0	32.1	33.71	36.35	39.7	41.6	32.5	27.7
出矿品位 克/吨	3.2	4.2	5.33	6.07	6.38	6.33	6.40	6.48
工效 吨/工班						2.17	3.31	3.13

赤峰市重点黄金矿山采矿主要技术经济指标

表4

指标	红花沟金矿			金厂沟梁金矿			东风金矿			摆山子金矿			大水清金矿		
年份	86年	87年	88年	86年	87年	88年	86年	87年	88年	86年	87年	88年	86年	87年	88年
损失率%	0.4	0.94	0.76	9.31	7.24	4.8	-	-	5.8	5.8	5.5	5.3	5.6	6.1	7.1
贫化率%	31.5	21.6	20.5	52.4	45.3	37.6	54	57	53	29.4	29.3	27.8	32	17.1	18.8
出矿品位 克/吨	8.5	8.94	8.86	4.07	4.53	5.71	4.45	5.29	4.7	11.04	9.4	10.4	17.19	7	5.4

从以上二表看出,贫化率波动不大,采矿损失率逐年下降,出矿品位逐年提高(近10年地质品位始终平均在12克/吨左右)这符合赤峰市黄金矿床品位高的特点。损失掉的矿石恰恰是品位高的矿石,因此,充填采矿方法较好地控制住贫化率,有效地解决采矿落矿中的损失,并大大地提高了出矿品位,这也正是充填采矿方法在赤峰应用成功所在。

三、充填采矿方法的几点改进

削壁充填法和水平分层干式充填法,存在着矿房生产能力低(一般只有10—20吨/日);工人劳动生产率(仅为2—3吨/工班),采场工人劳动强度大,采矿工艺复杂等缺点。但由于矿床赋存条件决定,赤峰脉金矿山,针对上述缺点对削壁充填法和水平分层干式充填采矿法作了一些改进,仍然是一种对开采急倾斜极薄矿脉的行之有效的办法,并由此而获得了广泛的应用。

1、微型铲运机进入采场,改变矿块结构尺寸和采准方式。为提高充填法采矿强度和减轻工人劳动强度,提高采矿和充填效率,赤峰地区在黄金总公司支持下先后在三座矿山引进法国CT—500HE和美国瓦格那公司0.5立码微型铲运机。由于微型铲运机进入急倾斜极薄矿脉的采矿场,为实现凿岩、爆破、充填、出矿平行作业,快速出矿,及时充填,提高回采强度,提供了装备条件,因此必须改变传统的矿块结构和采准方式。例如红花沟金矿水平分层干式充填,采场长度由原来的30—40米提高到80—150米;采场天井由30—40米一个减少到60—80米一个;充填井由原来的15—20米一个减少到每隔60—80米一个;人行天井由原来的30—40米一个减少到每隔50—70米一个,但必须保证采场有三个安全可靠的出口。又如金厂沟梁金矿微型铲运机进入削壁充填采矿场,矿块长度由原来的40—60米改为150—200米,采准方式为斜坡道形式,矿块回采推进方式由水平分层改为菱形水平分层。

2、为提高块矿总回收率,改变底部结构

针对赤峰黄金矿床品位高的特点,改过去留矿石底柱为人工钢筋混凝土底柱,有二种型式,一种是在拉底巷道底板浇注500mm,钢筋混凝土垫层,矿房回采结束进行回采,回采率可达95—100%,见图1。另一种是直接在运输巷道上建造人工底

柱，先在沿脉巷道中向上挑顶2—2.2米，架设模板，绑扎金属网，后浇注混凝土，厚度为0.5米。见图2。

图1 钢筋混凝土假底结构图

图2 钢筋混凝土底部结构示意图

3、改变溜矿井行人天井结构型式

无论是削壁充填法还是水平分层干式充填采矿法中的溜矿井和行人天井，过去都是用木材进行支护，由于损坏严重和富矿损失严重，普遍改用了钢制溜矿井，采用3毫米和5毫米厚钢板焊接而成，圆筒直径为0.8—1米，每节高0.4—0.6米，每节钢制溜井或人行井都在连接处焊有三处销鼻，可用螺栓连接。

金属人行井的架设与金属溜矿井相同，只是在筒内焊有钢筋做为梯子用，每隔6—8米在筒内安装一层安全平台。

圆筒直径不宜过大，在满足出矿和行人的前提下，尽量减小直径以节约材料和运输安装方便。当矿体倾角变化较大时可采用楔型金属圆筒来适应矿脉倾角变化。按好后先用废石将金属井周围填实，防止金属井错位和变形。

根据削壁充填法溜矿井的受力状态分析，溜矿井始终处于充满状态，矿石在流动过程中对支护壁有一侧压力，采矿场沿倾斜上由于采幅不断变化，上下盘也并不光滑，因此充填料对上下盘的摩擦力也抵消了部分对溜矿井壁的侧压力，在某种意义上讲对溜矿井壁的稳定性的将是重要的，因此对溜矿井支护壁材料的选择值得探讨，基于上述分析，在削壁充填采矿场内溜矿井的构筑采用了充填料中适合的大块废石，用水泥砂浆砌，砌筑厚度为500—800毫米，砂浆为75号。实践证明，这一改进安全可靠，节约了大量木材或钢材。

4、改进铺垫材料与工艺

铺垫是上向水平分层干式充填和削壁充填采矿方法的关键工序，其作用是为出矿创造方便条件；避免粉矿漏入充填料而造成矿石损失；减少轮胎磨损，发挥设备效率，经过多年实践，采用草袋与胶带相结合的形式取代了木板和钢板，胶带宽度为0.6米、0.8米、1.2米三种，视采幅宽度而定，长度一般为4—10米不等。个别矿山开始试用水泥砂浆进行铺垫。

在采幅不等的情况下，铺垫应灵活掌握，先用草袋将边缘地段铺严，再用胶带沿铲运机的铲取方向顺茬搭接。这种铺垫材料和方法具有施工方便简单，经济耐用等特点。

经上述几项改进及不断研究回采方案，红花沟金矿的上向水平分层干式充填法同浅孔溜矿法相比，采矿效率降低50%，成本提高30%，但技术经济指标显著，贫化率下降为22.0%，损失率下降为5%，在地质品位相等的情况下，出矿品位比1978年提高了3.33克/吨，由于采矿方法改变增产黄金78.7公斤，占年产量的19.6%，并节约选矿费用5.3万元，改进后的水平分层干式充填法与传统的充填法相比各项指标也有明显提高，见表5。

红花沟金矿水平分层干式充填法技术指标

表5

序号	项 目	单 位	改进后充填矿块	传统充填矿块
1	矿块生产能力	吨/日	87.24	30.60
2	采矿台效	吨/台班	87.24	30.60
3	采矿工效	吨/工班	10.91	2.78
4	充填工效	米 ³ /工班	16.82	2.96
5	损失率	%	0.225	0.665
6	贫化率	%	38.47	42.50
7	铲运机出矿效率	吨/台班	87.24	
8	铲运机充填效率	米 ³ /台班	50.46	

四、在充填采矿方法中推行金属含量经济承包责任制。

充填采矿法对开采贵金属矿床，有较好地稳定贫化率，有效地降低损失率，但这与采矿技术经济管理密切相关。赤峰大部分矿山推行了以矿块地质品位为计算基础，以采掘作业项目计算成本，以完成黄金含量多少来计算经济效益的经济承包责任制。改变了过去以采矿量为任务指标计算报酬，以采矿损失率和贫化率做为奖惩指标的办法。这样，黄金含量多少直接关系到工人的切身利益，工人也认识到，黄金含量不但和采矿量成正比，也和损失率，贫化率成反比的道理。工人自觉地以最小的损失、贫化和最小的劳动量去换取最大的黄金含量，这种方法同加拿大坎、奇布加莫矿山有限公司的组织与奖惩办法使奖金与控制品位采出的每一标准吨数的井下产量办法相结合有些相似。

五、结论及建议

1、通过赤峰地区黄金矿床开采方法的沿革和现状的分析，对黄金矿床来讲，损失率和贫化率是二项主要指标。损失是资源的浪费，它也是缩短企业生命的病灶。贫化，是劳动力和生产工具的浪费，使企业没有生机，金钱在无形中流逝。充填采矿法对开采贵金属矿床最大限度回收国家资源，和减少围岩混入是一种较好的办法，它对不同类型（倾角变化，厚度矿岩稳固程度）的矿床赋存条件比其他采矿方法有更好的适应性。削壁充填采矿法和水平分层干式充填采矿法适合赤峰市矿床赋存特点，是行之有效的采矿方法。

2、微型铲运机进入急倾斜急薄矿脉采场为扩大使用削壁充填法和上向水平分层干式充填法，创造了条件，为克服矿块出矿能力低，工人劳动强度大等缺点，展示了前景。为降低黄金矿山采矿损失率和贫化率，必须选用合理的采矿方法，扩大充填法的使用范围，逐步降低留矿法的使用比例。

3、继续完善发展现有的削壁充填和干式充填工艺。诸如，加快速凝混凝土垫层的试验研究；加速解决现有手持式凿岩设备与铲运机出矿不相适应进一步引进凿岩落矿新设备，必将促进和实现落矿、出矿及充填作业的高度机械化，并加快引进设备的国产化等问题。

黄金矿山薄矿脉采矿方法现状及其发展方向

长春黄金研究所 姚香

内 容 提 要

本文从我国岩金矿山开采以薄矿脉为主这一特点出发,介绍我国主要薄矿脉矿山一些基本情况及存在的主要问题。为此,阐明干式与削壁充填法中应用微型电动铲运机的经验;介绍根据不同矿床赋存条件而试验与选择不同采矿方法的典型矿山;推荐适用留矿采矿法矿山应采用一些变形方案。其总的目的,以求提高矿产资源利用率,降低采矿损失贫化,增大采场生产能力与采矿工效,提高企业经济效益与延长矿山服务年限,使我国黄金生产近期内跃上一个新台阶。

一、薄矿脉矿山开采概况

我国岩金矿床中,业已查明并开发利用的主要是薄矿脉。据全国23个重点黄金矿山统计,有87%属这类矿山,其黄金产量占23个矿山总产量79%。比较大型的有夹皮沟、五龙、张家口、招远、文峪、秦岭、湘西等金矿。其矿石储量占23个矿山总储量70%。

薄矿脉中也分极薄矿脉(0.1—1.0m)与薄矿脉(1—3m)两种。在矿体形成时受地层、构造、动力等条件制约,矿体倾角多种多样:有陡倾斜($>50^\circ$),如夹皮沟、五龙、招远;倾斜($30-50^\circ$),如小西南岔、文峪;缓倾斜($<30^\circ$),如张家口、潼关、湘西等金矿。薄矿脉的矿岩特性也千差万别,分矿岩很稳固(峪耳崖)、稳固(秦岭金洞岔9号脉)、中等稳固(招远玲珑矿区)、不稳固(二道沟)与极不稳固(桦南新立)等数种。

在薄矿脉矿山中,其采矿方法根据本矿的矿岩赋存条件,选用或试验采用不同的采矿方法,主要有全面法、房柱法、削壁充填法、干式充填法、尾砂充填法与胶结充填法等。但应用最早、最普遍、占比重最大者仍是浅孔留矿法,约占35%。所有这些采矿方法中,存在的主要问题是采矿损失率与贫化率过高,采场生产能力小与采矿工效较低。

黄金矿产资源是一种不能再生的资源，是国家的宝贵财富。目前我国黄金生产的主要矛盾是可供开发的地质资源不足，以及已探明资源开采过程损失浪费严重。所以如何提高资源利用率，减少采矿过程中的各种损失乃是当务之急，其次是为提高企业经济效益应想方设法提高入选矿石品位，即降低各种贫化。所有这些问题都不同程度地被各级领导与企业管理者所重视，并主动开展一系列采矿方法研究，以延长矿山服务年限及提高企业经济效益。下面介绍几例薄矿脉矿床开采的一些经验。

二、充填采矿法中应用铲运机的新潮流

岩金矿山充填采矿法比重在30%左右，近年由于大力提倡使用各种不同充填法来代替留矿法或别的方法，其使用比例在逐步提高。在改留矿法为充填法最早的矿山之一，内蒙古红花沟金矿，在采用了干式充填法（脉厚大于0.6m）和削壁充填法（脉厚小于0.6m）以后，在采场内加强手选，使采矿损失与贫化大幅度降低。但与留矿法相比，仍存在着工人劳动强度大、生产效率低、采矿成本高等缺点。为解决这些问题，该矿率先引进CT-500HE微型电动铲运机，在干式充填采矿法中进行出矿与充填作业。

1986年在该矿一采区五中段511—512采场进行试验工作。阶段高38m，矿体倾角75°，矿脉厚0.97m，矿块平均长54.7m。矿石品位较高，矿岩稳固性较差。为了发挥铲运机效率选用合并两个采场连续回采。采用钢筋混凝土人工假底，不留顶柱与间柱，加大溜矿井（从8—10m增至50m）、行人顺路井（30—40m加到50m）与充填井（15—20m扩至60m）间距。铲运机电缆有效长度80m，所以由中央充填井为界，凿岩爆破与出矿充填分段进行，因而加大矿块生产能力，采场内实现机械化运搬，减轻了工人劳动强度，提高了劳动生产率，也降低了矿石损失与贫化，提高企业经济效益。其经济技术指标见表1与表2。

技术经济指标

表1

序号	项 目	单 位	试验矿块	传统工艺矿块
1	矿块生产能力	t/d	87.24	30.60
2	采矿台效	t/台班	87.24	30.60
3	采矿工效	t/工班	10.91	2.78
4	全队工效	"	6.23	1.91
5	充填工效	m ³ /工班	16.82	2.96
6	充采比	t/t	0.58	0.67
7	采准比	m/千t	5.92	4.00
8	采矿损失率	%	0.225	0.665
9	矿石贫化率	%	38.47	42.50
10	铲运机出矿效率	t/台班	87.24	
11	"	t/h	14.54	
12	铲运机充填效率	m ³ /台班	50.46	
13	"	m ³ /h	8.41	

技术经济指标

表2

序号	项 目	单 位	试验矿块	传统工艺矿块
1	定额材料消耗小计	元/t	1.26	2.19
2	限额材料消耗小计	"	0.95	0.75
3	动 力	"	0.58	0.46
4	工 资	"	0.432	1.155
5	附加工资	"	0.048	0.125
6	维修与折旧费	"	0.39	
7	合 计	元/t	3.66	4.68

微型电动铲运机在干式充填法试验应用成功之后，又接着在金厂沟渠金矿进行削壁充填法试验应用工作。金厂沟渠七中段15号脉，走向长440—620m，平均厚度0.34m，倾角85—90°。矿体呈细脉状，比较连续，局部有分枝复合现象。整体看矿岩均较稳固，矿脉与围岩界限清楚。

在以往经验基础上，该矿块划分与采准切割具有如下特点：1)第一个矿块脉厚0.45m，品位29.99g/t，用钢筋混凝土假底代替3m底柱，回收黄金297.8两；2)采用脉内斜坡道作行人、通风与铲运机上下联络道，另一侧先进天井回采后用木支护作顺路行人回风井。斜坡道坡度 $12^{\circ}54' \sim 11^{\circ}0'$ ，低于其一般爬坡能力 14° ；3)由于矿脉走向较长，采准工作沿15号脉355m划分为两个三角形和一个平行四边形(见图1)；4)矿块溜井间距，根据铲运机车速、生产能力、出矿作业成本及金属溜井分摊到采矿量上单位成本等因素，进行数理优化结果为54.31m，根据矿块赋存条件等因素最后确定为48m。

回采作业与普通削壁充填法大同小异：连续二次掏槽落矿，一次出矿，一次削壁充填，其比例是采1削2填3。头次掏槽高0.5—0.6m，二次0.8—0.9m，两次共掏高1.5m左右。为降低采矿贫化率，掏槽时坚持浅打眼，密布炮，少装药的原则，并制订一系列凿岩爆破、出矿充填有关作业规程。至88年8月铲运机在井下工作一周年，共运行1251小时，

图1 矿块采准切割布置示意图

1—先进天井；2—六中平巷；3—斜坡道；4—放矿溜井；5—钢筋砼底柱；6—铺旧胶；7—顺路天井；8—七中平巷。