

焦家金矿矿山储量挖潜探讨

张 锐^① 郑小礼^② 徐九华^①

(^① 北京科技大学金属矿山高效开采与安全教育部重点实验室, ^② 山东黄金矿业股份有限公司焦家金矿)

摘 要: 随着采矿深度和力度的加大, 焦家金矿保有资源量已经不足, 为了更好的延长矿山服务年限, 增加可续的矿山储量, 本文提出了 3 项措施和建议: 一是立足本矿开展地质探矿; 二是开发利用低品位资源量。三是降低损失率、贫化率, 特别是损失率, 提高回收率。

关键词: 焦家金矿 探矿 低品位 损失率

中图分类号: TD166 文献标识码: A 文章编号: 1671- 4172(2007) 04- 0014- 05

Discussion on the Probability of Increasing Mine Reserves in Jiaojia Gold Mine

Zhang Rui^① Zheng Xiaoli^② Xu Jiuhua^①

(^① State Key Lab of High-Efficiency Mining and Safety of the Metal Mines Ministry of Education, University of Science and Technology of Beijing ^② Division of Geology and Survey, Jiaojia Gold Mine, Shandong Gold Group Co., Ltd.)

Abstract In Jiaojia gold mine the shortage of recoverable reserves has come into being as the increasing of mining depth and strength. For the sake of increasing the recoverable reserves and prolonging mine life, three measures or suggestions are brought forward in this paper: firstly, carrying out the geological prospecting on the basis of mine's force; secondly, exploiting low-grade ores; thirdly, lowering the factors of ore loss and dilute, especially the mining loss factor.

Key words gold mine, prospecting, low-grade ore, loss factor, dilute factor

焦家金矿是世界上著名的“焦家式”金矿的典型代表, 随着开采力度的持续加大, 该矿面临较为严重的资源危机。就资源量来看, 截至 2005 年底, 矿山保有储量为 567 万 t 金属量为 23.19 t 地质品位也有建矿之初的 7.24 g/t 降为 3.78 g/t 矿山稳产期仅有 5 年左右。资源形势不容乐观, 加强地质勘查, 增加地质储量已经迫在眉睫、刻不容缓。如何对现有的矿山进行储量的挖潜是矿山地质工作者值得思考和探讨的问题。

1 焦家金矿概况

焦家金矿地处富饶的胶东半岛莱州湾畔, 是 20 世纪 60 年代中期发现并评价的特大型黄金矿山, 是我国重要金矿成因类型——“焦家式”金矿床, 采用竖井下盘开拓, 机械化上向进路尾砂胶结充填采矿法, 选厂经过两次技术改造, 目前日处理量最高可达 1 600 t 年产值约为 1.8 亿元。在地质上, 焦家金矿床处于胶东古地盾的东缘, 沂沭断裂的次级构造—

黄县莱州断裂的南部 (如图 1), 是我国特大破碎中低温热液蚀变岩型金矿床^[1], 该矿床赋存于一个巨大的破碎蚀变带之中。蚀变带东西宽 200 余 m, 南北长 1 000 余 m。整个矿床由 3 条主矿脉组成, 分别为 1[#]、2[#]、3[#]脉, 且都处于主断裂的下盘, 1[#]、2[#]脉占

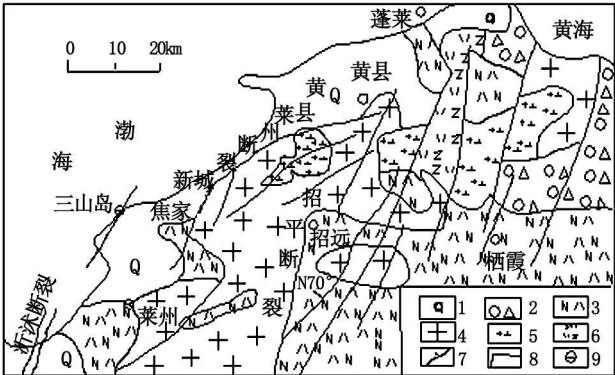


图 1 焦家金矿区域地质图 (据山东地质六队, 1992)
Fig 1 Sketch of showing the regional geology of Jiaojia gold deposit

1—第四系; 2—元古界碎屑岩系; 3—太古界胶东群变质岩; 4—早燕山期花岗岩; 5—燕山期花岗岩闪长岩; 6—晚燕山期霏细岩; 7—断层及倾向; 8—地质界线; 9—金矿床。

总储量占 80% 以上。#脉紧靠主断裂, 赋存于黄铁绢英岩质碎裂岩中, 2 处于 1、3 之间, 花岗绢英岩质碎裂岩中, 2 脉是 1 脉的分支; 3 处于主断裂下盘的钾化花岗岩中(图 2)。矿体主要赋存于 52~128 线之间, 52 线以北为龙埠和新城金矿, 128 线以南为马塘金矿。矿石构造以网脉状为主, 金属矿物以含金硫化物黄铁矿为主, 并含少量的黄铜矿、方铅矿。金的赋存状态以裂隙金和晶间金为主。除少量的地表氧化矿外, 矿石的可浮选性好, 属于易磨易选矿石。

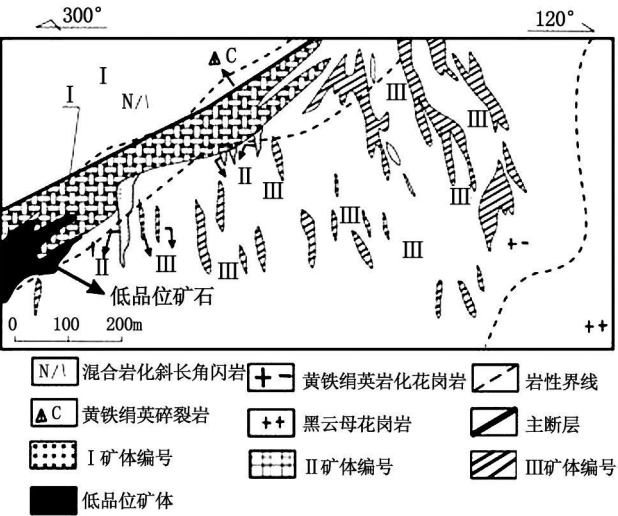


图 2 焦家金矿 112 线地质剖面简图 (据焦家金矿储量核实报告, 2005)

Fig 2 Sketch of showing the geological profile No. 112 for Jiaojia gold mine

2 焦家金矿资源利用状况

焦家金矿是我国大型金矿床之一, 1975 年基建, 1980 年投产, 目前设计生产能力 1 450 t/d 实际生产能力 1 600 t/d 经过 25 年的开采, 截至 2005 年底, 矿床累计探明储量为矿石量 1 346 万 t 金属量 62.10 t 品位 4.61 g/t 累计消耗矿石量 749 万 t 金

属量 38.17 t 品位 5.09 g/t 矿床开发过程中, 最大的变化就是地质品位呈现较大幅度负变 (19.5% ~ 46%), 给矿山达产带来了很大影响。

多年来, 矿山通过不断扩大生产规模 (500 t/d → 750 t/d → 1 200 t/d → 1 450 t/d), 降低矿床工业指标 [3 g/t 5 g/t 8 g/t (边界品位、块段最低工业品位、矿区最低工业品位) → 1.5 g/t 3.5 g/t 5.0 g/t (边界品位、块段最低工业品位、矿区最低工业品位)], 积极投入地质探矿、大幅度增加资源储量等多种途径, 保证了矿山企业持续稳定发展。

截至 2005 年底, 矿山保有储量为矿石量 567 万 t 金属量 23.19 t 品位 4.08 g/t 尽管从 1999 年以来, 由于地质探矿成效显著, 保有矿量没有减少, 但品位负变严重。保有储量中, 扣除保安矿柱 55 万 t 可采储量为矿石量 512 万 t 金属量 20.95 t 品位 4.09 g/t 可采系数为 86.5%; 按照每年 49.3 万 t 的生产规模计算, 服务年限为 10 年, 实际稳产期为 5 年左右。

目前, 矿山生产中段中, 1994 年投入残采的 -70 m 以上残采中段残留矿量仅能服务 2~3 年; -110 m 中段、-150 m 中段已经进入收尾阶段, 主矿体仅为北翼探矿新增矿量, 3 脉也仅剩余 30% 左右; -190 m、-230 m、-270 m 三个中段为主采中段, -190 m 中段已经回采过半, -230 m、-270 m 两个中段则全面投入了回采生产, 具体可见表 1。

从表 1 可以看出, -190 m、-230 m、-270 m 三个中段的出矿量从 2004 年以后, 开始明显加大; 2、3 出矿量的锐势不减, 这主要是因为 -110 m 中段、-150 m 中段 1 已经仅剩底柱, 出矿量有限所致, 同时, 也有日出矿量逐年加大的原因, 另外, 从焦家金矿历年品位变化曲线 (图 3) 来看, 品位逐年降低非常明显。

因此, 进一步加强矿山地质探矿工作, 不断寻找新的资源, 并通过多种途径不断增加矿山资源储备已成为矿山企业的当务之急。

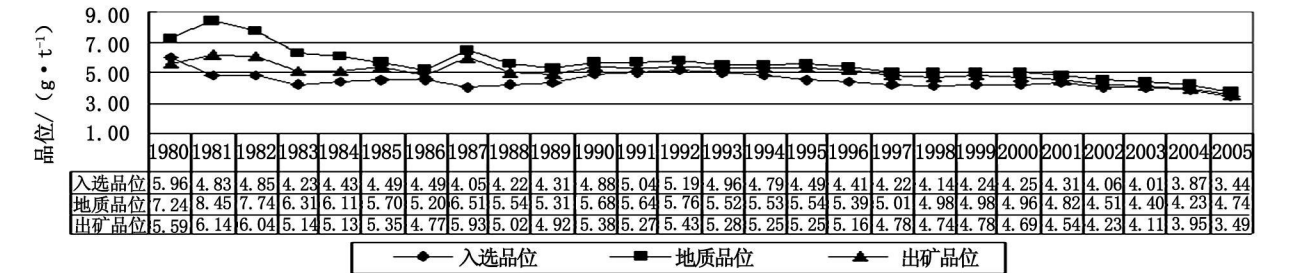


图 3 焦家金矿历年品位对比曲线图 (据焦家金矿统计报表)

Fig 3 The comparative curve of ore grade over the years in Jiaojia Gold Mine

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

表 1 焦家金矿 1994~ 2005 年采矿量统计表 /t

Table 1 Statistics of gross produced ore from 1994 to 2005 in Jiaojia Gold Mine													
项目	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	合计
1 [#] 脉	四中段	113 822	82 896	92 969	85 530	89 068	95 563	94 317	99 578	69 451	14 210	0	48 277
	五中段	123 391	120 625	124 377	109 548	104 875	86 963	84 081	80 865	71 988	58 922	32 307	1 029 812
	六中段	87 229	113 875	99 953	100 419	87 650	77 881	80 672	89 300	78 490	90 479	61 224	1 057 315
	七中段								5 467	38 818	72 935	79 526	284 873
	八中段										22 617	53 531	70 799
	合计	324 442	317 396	317 299	295 497	281 593	260 407	259 070	275 210	258 747	259 163	226 588	3 404 628
两翼	四中段						638	9 395	17 462	20 762	31 810	40 391	120 458
	五中段											14 592	14 592
	六中段												0
	七中段												0
	合计	0	0	0	0	0	638	9 395	17 462	20 762	31 810	54 983	135 050
3 [#] 脉	四中段	9 727	13 957	24 117	28 100	32 507	37 006	54 432	60 671	4 6482	33 206	33 662	404 183
	五中段		1 807	3 551	34 521	51 015	45 106	29 460	24 699	26 461	22 079	28 987	291 225
	六中段					2 926	9 805	11 562	11 727	13 283	9 955	11 751	80 830
	七中段										751	2 925	21 719
	合计	9 727	15 764	27 668	62 621	86 448	91 917	95 454	97 097	86 977	68 165	84 862	797 957
- 70以上残采		5 820	13 744	23 944	25 374	47 113	57 614	63 723	69 295	67 708	73 729	90 318	615 897
超采			2 204	1 328									3 532
全矿合计		339 989	349 108	370 239	383 492	415 154	410 576	427 642	459 064	434 194	432 867	456 751	4 957 064
副产						4 845	1 2637	15 650	16 241	12 475	11 215	16 487	105 666
出矿量		339 989	349 108	370 239	383 492	419 999	423 213	443 292	475 305	446 669	444 082	473 238	5 062 730

资料来源: 山东黄金集团矿业股份有限公司焦家金矿生产统计报表

3 合理利用有限资源、增加矿山储量

增加矿山资源储备的途径有 3 个方面: 一是通过地质探矿, 探获新增储量; 二是通过降低矿床工业指标, 新增低品位资源量; 三是通过降低损失率, 提高回收率。

3.1 加大深部地质探矿

焦家金矿矿区中深部具有较大的成矿前景, 加大中深部的地质勘查具有新增储量的可能性。主要依据有以下几点:

1) 从区域上看, 焦家金矿田北部的新城金矿在 - 430~ - 739 m 的 I 号主矿体倾斜延伸下盘旁侧发现了 V 号矿体, 平均品位 7.58 g/t^[2]。东部的望儿山在 - 250~ - 650 m 标高发现新矿体^[3,6]。相邻矿床的深部地质找矿成果为焦家金矿床中深部的地质找矿工作提供了重要依据。

2) 《山东省莱州市焦家金矿床深部普查地质报告》(第六地质矿产勘察院, 1998 年 12 月), 为焦家金矿床中深部的地质找矿工作提供了理论基础。

3) 1997 年 9 月, 国土资源部地质力学研究所、山东省地质勘察局二队和焦家金矿联合提交了原冶金工业部黄金管理局“九五”黄金科技项目(国黄 95-81)、原国家计委科技找矿项目山东课题(JG947110-1)成果报告—《山东省焦家金矿隐伏金矿床构造物

化预测及构造物理化学研究》, 该报告补充并丰富了矿床综合地质研究及成矿规律认识, 并以此为理论依据, 进行成矿预测, 圈定了 5 个成矿靶区(F- 1、E- 1、E- 2、E- 3、E- 4), 其中: - 150 m 以上北翼 E- 1 区, 已经工程验证, F- 1 区位于 - 500 m 以下, 其他 3 个靶区位于 - 150~ - 430 m^[4]。

4) 1997 年以来, 生产探矿成果也为深部具有资源前景提供了依据。在综合地质研究和成矿预测成果的基础上, 矿山相继完成了 - 110 m、- 150 m 中段北翼以及 - 230 m 中段新老 3[#]脉地质探矿工作, 目前正在进行 - 190 m、- 230 m、- 270 m 中段的北翼地质探矿和 - 270 m 中段南部老 3[#]脉地质探矿工作。

北翼地质探矿取得了显著的探矿效果, - 110 m、- 150 m 中段新增储量近 100 万 t 单工程揭露主矿体水平厚度 6~ 44 m, 平均 22 m, 品位 2.2~ 5.84 g/t 平均 4.55 g/t 地质探矿结束后, - 110 m 中段新上采场 6 个, - 150 m 中段新上采场 5 个。- 190 m 中段探矿沿脉平巷已经施工到 68 线, 单工程揭露矿体情况(水平厚度, 平均品位)分别为: 80 线 13 m, 4.04 g/t 78 线 6 m, 6.59 g/t 72 线 13 m, 3.50 g/t 68 线 4 m, 2.23 g/t - 230 m 中段探矿沿脉平巷已经施工到 72 线, 单工程揭露矿体情况为: 80 线 11 m, 4.40 g/t 78 线 12 m, 4.56 g/t 76 线 12 m, 4.22 g/t 72 线 6 m, 5.58 g/t - 270 m 中段探矿沿

脉平巷已经施工到 78 线,单工程揭露矿体情况为: 80 线 24 m, 4.31 g/t; 78 线 15 m, 7.53 g/t。因此,北翼主矿体向下延伸前景较好。

- 270 m 中段 80~ 104 线主矿体,单工程控制水平厚度 3~ 4 m, 平均 20 m; 单工程品位 2.68~ 5.81 g/t; 平均 3.80 g/t。尽管与上部中段相比,矿体连续性变差,分支复合现象增多,厚度和品位的变化增大,但从规模上看其向下延伸前景依然良好。

3.2 开发利用低品位资源

矿床现有工业指标外的低品位资源,是矿山的一种潜在资源和财富。市场经济条件下,矿床的工业指标随着矿床技术经济条件的改变而动态变动。影响矿床工业指标的技术经济条件主要有两个方面,一是金属价格,二是生产成本。降低矿床工业指标的前提是金属产品价格上升或者生产成本降低,即技术经济条件改善使得原先开采是不经济的资源变成经济的资源。

我国黄金市场已经完全放开,黄金价格已与国际接轨。在矿产资源开发方面,《DZ/T0205-2002 岩金矿地质勘查规范》中只是提出了参考性指标(边界品位 1.0~ 2.0 g/t,最低工业品位 2.5~ 4.5 g/t)^[5],实际指标方案由投资人确定后报矿管部门核准执行。国家积极鼓励开采低品位矿产资源,实际上已经有黄金矿山企业把边界品位降到了 0.8~ 0.5 g/t。

对焦家金矿来说,矿山保有年限 9 年左右,属于资源危机矿山行列,在探矿增储的同时,如何评价和利用低品位矿产资源,是一个急待解决的新课题。实际上,近几年来,矿山对 I 号主矿体附近的具有便利回采条件的表外矿体已经进行了尽可能的回采利用;而对于 I 号主矿体 1.5 g/t 以下的低品位矿化体,还没有进行过工作。可以肯定的是,基于目前黄金价格一直处于高位变动,回收 I 号主矿体内部及下盘已经形成开拓、采准及回采工程的低品位资源,其生产直接成本肯定较低,因此对 I 号主矿体实行边界品位动态管理已经成为可能。

这些低品位资源的有效开采将对增加矿山储量、延长矿山服务年限有着一定的积极意义。但对于低品位矿石的应用,还没有进行经济评价。

3.3 加强生产管理

加强生产管理,努力降低两率,特别是贫化率,提高回收率的本身就是对于矿石资源的有力延续,它贯穿于矿山开发的整个过程,涉及地质、采矿、出

矿等环节,不是一个专业或一个部门(科室)的事,是一个全面质量管理问题^[6]。它不仅反映出矿山企业的技术和管理水平高低,也直接影响到矿山企业的经济效益。

3.3.1 加强地质管理

- 110 m、- 150 m 中段以及 - 70 m 以上 I 号脉主矿体的回采已接近尾声,3 脉也仅剩保有储量的 30%,采矿的重点已转移到 - 190 m、- 230 m、- 270 m 中段 I 号脉主矿体。随着矿体回采深度的增大,特别是现在的 - 270 m 中段,矿体的分支、复合现象加剧,夹石增多,给地质管理工作带来了一定的难度。因此,为了降低两率,提高有限资源的利用率,必须加大地质管理力度。

(1) - 190 m、- 230 m、- 270 m 中段都是以钻孔作为主要的勘探手段,地质品位难免具有一定的局限性,往往相对误差较大,地质人员在依据钻孔品位圈点矿体的同时要时时深入一线,科学取样,注意矿体的变化情况,及时对矿体的边界做出修改,以最大限度地降低损失和贫化。

(2) 加大出矿品位的管理力度。由于焦家金矿采用的是上(下)向水平尾砂充填采矿法,采场的底板难免有尾砂的混入。应严格控制两帮以及底板的尾砂混入量,同时,还要对底板要进行严格的检测以控制矿石的损失。

(3) 加强溜井的管理。不允许矿石倒入废石溜井,也不允许废石倒入矿石溜井,凡发现违章者,都要重罚。

(4) 在现场工作的基础上,认真做好“三面图”(采场地质平面图、剖面图、纵投影图)室内研究工作,注重矿体(矿块)开采结束的总结,及时对结束的采场分层资料进行二次矿体圈定,研究其成矿规律,使支离破碎的资料上升到理性认识,以指导今后的工作。

(5) 充分认识矿体成矿的复杂性。在编制各类地质图件时,矿体的连接、圈定、推测要尽量地与现场地质现象、矿体的实际形态相对应^[6]。

3.3.2 加强采矿管理

回采深度的加大,主矿体的分支、复合现象加剧,夹石增多,不仅给地质管理带来了难度,也给采矿管理带来了挑战。降低两率,提高回收率是回采工作主要的出发点^[7]。

(1) 根据矿体边界变化情况,采矿人员要及时修改采矿设计,以最大程度地防止夹石的混入贫化

以及矿体的损失。

(2) 靠近主断层的上盘时, 由于上盘稳定性较差, 易发生滑落和坍塌, 往往造成一定的贫化和损失, 因此, 矿体回采接近上盘时, 要提前对上盘进行维护。

(3) 合理布置回采顺序, 减少矿柱预留甚至不留矿柱。

(4) 对于构造较多、节理较为发育的采场, 除了在矿房回采中, 对其上、下盘围岩以及顶板进行必须的支护外, 还应采取强化出矿措施, 尽快出矿, 最大限度地降低损失。

(5) 矿房回采完后, 要尽快充填, 防止空场时间过长。

(6) 由于焦家金矿采用的是上(下)向水平尾砂充填采矿法, 该方法在安全上具有一定的保障, 但是采矿方法比较单一, 缺乏多方案的对照比较。应积极开展采矿方法和采矿技术的研究试验, 降低采矿成本, 提高采矿效率, 减少矿石的损失贫化。

4 结 论

(1) 依据焦家金矿相邻矿山(望儿山金矿、新城金矿等)发现新矿体的情况和众多的科研成果以及生产中段(- 110 m、 - 150 m、 - 190 m、 - 230 m、 -

270 m 中段)的探矿实际, 具有找到隐伏矿体的可能性。因此, 焦家金矿应加大大矿区中深部探矿。

(2) 根据当前黄金价格持续走高, 回收 I 号主矿体内部及下盘已经形成开拓、采准及回采工程的低品位资源已成为可能。

(3) 实践已经证明, 加强地质和采矿工作管理, 可以有效地降低两率, 特别是损失率, 能充分有效地提高资源回收率。

参 考 文 献

[1] 张韞璞, 文子中. 山东焦家式金矿地质 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1996

[2] 李 惠, 张文华, 刘宝林. 山东新城金矿床的叠加晕模式 [J]. 地质找矿论丛, 1998 13(1): 1- 12

[3] 汤 磊. 望儿山金矿 I- 2 矿体的成矿规律及找矿方向 [J]. 中国矿山工程, 2004 33(2): 22- 24

[4] 中国地质科学院地质力学研究所, 山东省焦家金矿, 山东省地质勘查局二队. 山东省焦家金矿隐伏矿床构造物理化探预测及构造物理化学研究 [M]. 北京: 地质出版社, 1997

[5] 中华人民共和国国土资源部. (DZ/T0205- 2002) 岩金矿地质勘查规范 [S]. 北京: 地质出版社, 2003.

[6] 张 锐, 曾庆栋. 焦家金矿 3 脉成矿规律探讨 [J]. 黄金科学技术, 2004 12(2): 16- 20

[7] 许求保. 对金厂峪金矿降低损失与贫化的探讨 [J]. 黄金, 1993, 14(5): 28- 30

□

(上接第 13 页)

在浸出这些金属矿物时需要对浸矿菌种加以专门的驯化。国内已有许多研究单位和大学在进行这方面的研究, 已经取得了一定的研究成果, 运用于工业化生产, 只是时间的问题。

4 结 论

(1) 随着时间的推移, 采矿业面对的开采对象是品位越来越低、开采条件越来越差、开采成本越来越高的难采矿床, 针对这种情况, 应用开采成本低, 对环境破坏小的湿法浸出直接提取技术回收大量的低品位矿产资源将是大势所趋, 湿法浸出直接提取技术的应用前景非常广阔。

(2) 综观国内外湿法浸出直接提取技术的研究应用状况, 湿法浸出直接提取技术已经取得了很大的成功。该技术的应用, 不但使大量的被传统采选冶技术所判定的不能回收的矿石被重新回收利用, 扩大了矿产资源的储量, 而且使许多采用传统采选冶方法生产而经济效益不佳的企业, 改变了经营状

况, 提高了企业产品的市场竞争力。

(3) 我国的湿法浸出直接提取技术虽然在地表堆浸、地下破碎浸出、地下钻孔浸出、地表细菌堆浸等方面取得了工业化试验的成功, 取得了较好的技术经济指标和良好的经济效益, 但是与国外相比, 我国溶浸系统的生产规模还太小, 我国最大的溶浸提铜系统其生产能力为年产电解铜数千 t; 而国外已达到年产 10 万 t 电解铜的规模。生产实践表明, 对于湿法浸出直接提取技术而言, 生产规模越大, 其经济效益越明显。为此, 我国的湿法浸出直接提取技术应该向大规模, 高产量的方向发展, 这样才能在全球一体化的今天, 使企业的经济效益最大化。

参 考 文 献

[1] 施勋偈, 余 斌. 原地溶浸采矿技术国内外研究概况与发展趋势 [J]. 有色矿冶, 1999(5): 1- 5.

[2] 蒋继穆. 泛谈我国湿法炼铜 [J]. 铜业工程, 2001(4): 11- 13

[3] 余 斌, 黄海根. 未来铜矿床开采的三大主要技术方向 [J]. 有色矿冶, 1998(6): 1- 6

□