

第十二届世界采矿大会 论文选集



中国有色金属学会采矿学术委员会
《有色金属》编辑部

前 言

第十二届世界采矿大会于1984年11月19日至23日在印度首都新德里举行。参加的国家有42个，代表约1700人，其中外国代表约700人，印度代表1000人。会议由25个国家和两个国际组织的代表共提供论文119篇。我国出席会议的代表团内金属矿山的代表有七人，他们是：洪戈、陈云鹤、廖先骥、汪旭光、潘键、廖国华、韩茂瑗等同志。

这届会议的主题是：固体矿物资源的最佳开发。技术会议有4个分题，即（1）通过改进开采工艺和资源的评价将资源转化为工业储量；（2）通过开发技术的改善来提高煤、金属和非金属资源的回收率，其中包括恶劣地质条件下矿体的开采；（3）对矿物资源的保护；（4）通过改进工艺和制订矿物资源政策，促进矿物开发的国际经验交流。圆桌会议有3个分题：采矿干部的教育与培训；小规模开采的意义；开采工艺和矿山安全的特殊问题。论文的内容相当丰富，其中与金属矿直接有关的有63篇，我们组织选择了其中比较重要的41篇，再加上出席会议同志对4个印度矿山的考察报告，合辑为本文集。

因为种种原因以及我们的水平所限，文集在翻译及编排上难免存在缺点和错误，希望各位读者批评指正。

最后，对为本文集的编辑出版付出辛勤劳动的同志和积极进行资助的单位，表示衷心的感谢和敬意！

一九八四年九月

第十二届世界采矿大会论文选集

中国有色金属学会采矿学术委员会 合编
《有色金属》编辑部

一九八六年八月

目 录

通过采样和质量管理达到资源最优利用·····	P·M普洛曼 (1)
保加利亚浸出矿物资源地质方法的效果、问题和未来的发展·····	V·D达诺夫等 (6)
联合国矿物资源评价方法的优点及其改进意见·····	B·费特韦斯 (10)
发展中国家开采矿物资源的最优规划技术·····	D·K辛 哈 (17)
在复杂的地质条件下新的采矿工艺提高了矿石回收率·····	Д·М普罗尼柯夫 (23)
生物水冶采矿——一种降低矿石开采边界品位的方法·····	M·CARTA等 (27)
采矿方法对铜矿床最优化开采的影响·····	斯大力斯瓦夫等 (31)
崩落力学和缓倾斜层状矿床采矿法选择准则·····	Edouard Tincelin等 (36)
急倾斜铀矿脉地下采矿法优化·····	C·卡列科斯 (49)
MDPA矿山的人员与材料运输·····	Jean paul marx (52)
扎赫特勒本矿山有限公司使用胶结充填工艺开采水平、缓倾斜和急倾斜矿体提高了 采矿回收率·····	K·哈尼施费格尔等 (55)
南斯拉夫铜矿开采方法的合理选择是增加可采储量的一个因素·····	V·拉德维克等 (62)
采矿方法和相应的充填及岩石力学·····	W·克尼斯尔 (67)
应用新技术开采厚的层状矿床加快有色金属矿石回采的方法·····	T·M乌鲁莫夫 (73)
空区充填的采矿方法改进·····	AL·克索格 (76)
南斯拉夫复杂铅锌矿床的开采·····	L·列德茨奥等 (80)
乌鲁达格钨矿分段空场采矿法的岩石力学评价·····	A·G·帕沙门緬托格鲁等 (87)
匈牙利固体矿物采矿工业现状与展望·····	JI·卡包因 (99)
深泽矿矿山在线系统·····	藤井洋二等 (105)
英格兰康沃尔惠尔简矿的生产现状·····	B·卡尔弗 (111)
采选作业中生产条件的充分利用·····	皮·贝黑等 (118)
生产系统的优化——蒙特艾格矿的实践·····	R·CICCU等 (125)
保加利亚 Elatsite 铜矿床露天开采工艺·····	V·斯托亚诺夫 (133)
南斯拉夫露天矿在复杂的水文地质条件下排水创造了最优的开采条件 ·····	D·姆尔索维克等 (136)
溶浸采矿浸出液的细菌生产·····	S·N·格罗德夫等 (141)
现代技术在露天采矿和选矿中的应用·····	IEUAN·罗伯茨等 (145)
西班牙采矿工业在机械和系统监控方面的新进展·····	R·MANANA等 (152)
小规模采矿的优化开采·····	Tom wels (156)
地下硬岩采矿先进技术的应用·····	J·帕则克 (160)

罗西亚·波叶尼的低品位铜矿体的开采·····	DENA 矿山工程设计研究院 (164)
美国矿业局对新采矿工艺的研究·····	R·尼克拉斯等 (167)
降低地下小矿山贫化率的一种新方法——预抛废·····	T·曼纽内思等 (175)
地下锰矿开采工艺和设备的现代化·····	A·R·契尔年科等 (183)
化学环境对钻孔的影响·····	H·E·谢尔等 (190)
1982~1984世界采矿大会国际采矿热物理局·····	(199)
小矿山的成因、情况及分布——意大利矿山严格分析·····	V·Badino等 (200)
岩石力学研究在固体矿物优化开采方面的发展现状——关于最近国际岩体力学局 (IBSM) 论文集的评述·····	Antoni kidybinski (209)
为未来保护矿物资源委内瑞拉南部金刚石开采实例·····	S·E 罗德格 (215)
挖掘机——自卸卡车系统模拟在小型露天矿应用的实例·····	Slohadan VUJIC等 (218)
矿山管理人员的培训方法·····	皮埃尔·蒂尔 (224)
桑杜尔 (Sandur) 铁矿开采和选矿的设想·····	P·S·N·Murthy (229)
印度辛格布姆铜矿区概况·····	(234)
印度科拉尔金矿概况·····	(237)
印度科里汉铜矿概况·····	(241)
印度札瓦尔铅锌矿区概况·····	(243)
印度铜业概况·····	M·V·N·R 西萨吉里 拉奥 (247)

通过采样和质量管理达到资源最优利用

(澳大利亚) P·M·普洛曼

引言

因为煤被认为是八十年代矿物资源中最重要的燃料,还由于不同矿石和固体燃料的勘探、就地采样和选矿等方法是不相同的,本文仅讨论适用于褐煤的方法。然而煤的一般管理方法也适合于其它大多数矿物资源。

在今天竞争剧烈的市场上,特别是在煤的国际贸易中,如果矿物资源的开采者或生产者,对严格的和精确的质量管理没有明确认识并贯彻执行,则他们是不能指望战胜那些产品质量始终保持如一的生产者的。

买主不会再要质量极不稳定的产品。当地的和海外的顾客提出的严格的合同条款,供货者必须遵守;此外,还必须达到现行销售合同规定的各种煤质指标。

概述

为使产品质量达到要求的稳定程度,供货者必须执行以足够和正确采样为基础的完善的质量管理计划。

机械(自动)采样是煤矿大量采样的唯一精确可靠方法,因此已成为一种通常必要的方法。这有许多原因,其中包括:现在煤的流量大、销售量大及人工采样劳动量大且精度低。

矿山用于原煤输送机上的标准机械采样装置往往只由一个主采样器和样品收集罐组成。三段采样装置包括破碎机、物理分级样品收集装置和在流量变化大的煤流中实现准

确采样的先进控制电路。这样的装置是澳大利亚和其他国家在最新输出装载站使用的标准机械采样设备。执行质量管理计划的费用包括:机械采样设备、雇用熟练技术人员的工资及合适的选矿和分析设备(设施)费用等,常常由于考虑得太高,往往使这个计划一开始就不能实现。

但是,如果供应的煤不符合合同条款的要求,则供货者要承担罚款。这和罚款比较起来,上述费用就变得微不足道了。通常一般装6万吨煤,其灰份和总水份超过0.6%,可能要罚款6万美元。

使用质量非常稳定的煤可提高工厂生产效率和降低设备维护费用,这种不明显的长期节约是不能忽视的。特别对于火力发电厂更是如此。

质量管理参数的确定

对质量管理,特别是通过机械采样进行煤质量管理及本文讨论的质量管理知识,必须要搞明确;并且在有效的采样计划制订出来以前,对设备的使用条件也必须充分了解。

在执行质量管理计划之前,确定采样目的和采样要求是重要的。换句话说要知道应确定煤的关键成份及应达到的检测精确度。有些成份的检测精度要求很高;采样率通常按这些成份的精确度确定;而对其它成份,精确度也会达到或超过。

1. 精确度。上述要求可以通过比较输出和输入设备中煤质量管理条件的要求与选

煤厂的要求加以说明,前者要求分析化学组成、测定水份、进行物理分级及其它试验,以确定煤的质量特征和确定合同要求。比方说,要求的高质量焦炭灰份和总水份的绝对精度为 $\pm 0.2\%$ 。后者,为了检查选煤厂一个班生产的工艺参数,灰份相对精确度仅要求为 $\pm 5\%$ 。

2. 这里还要确定允许的偏差限度即偏差极限。偏差极限通常由有关方面共同商谈确定,可能对采样率有明显影响。煤输出设施中采样设备标准偏差极限大致为:灰份和总水份绝对偏差为 $\pm 0.2\%$,仅灰份可达 15% ,仅总水份可达 10% 。除了这些指标外实际灰份和总水份的相对偏差极限为 $\pm 0.2\%$ 。

采样方法的设计

按本文提出的目的,“采样方法”涉及小样采集数和(或)采样单元数。一堆(交付)煤分成一些采样单元,以达到要求的采样精确度。“采样装置”则涉及到采样手段:机械采样或人工采样。

1. 小样采集数的确定。如果在任一阶段不知道试验煤的采样特征(质量变化),那么,必须执行一个初步采样计划,以采集许多鉴定煤质量变化试验所需要的小样。一旦煤质变化确定,就有可能按预期采样精确度确定小样采集数。

2. 采样单元数的确定。必须知道需采样煤堆的吨数;然后可以确定,为达到要求精确度所需的小样总数量,使用采样装置(机械或人工)是否能采集到。如果采集不到这样多的小样,那么有必要把这个煤堆分成许多采样单元。这样做的结果,小样总数可以减少,而不会降低精确度,因为每个采样单元分析鉴定的数目增多。

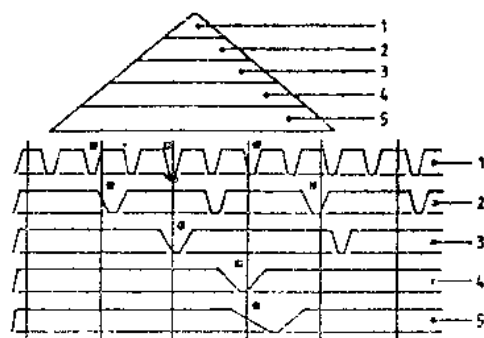
3. 系统的分层采样。一旦最终的小样数目被确定,固定点人工采样的间隔吨数和移动点人工或机械采样间隔吨数或分钟数就

能确定。

可以采用系统的分层采样方法。如果可以肯定,由于周期的质量或数量变化与选定的采样间隔相一致,不会产生系统的误差,则分层采样的小样全部将按重量或时间间隔均匀地分布在煤堆中。

4. 选择性的分层采样。如果可能会产生系统的误差,则采用选择性的分层采样方法。这种方法小样也是按重量或时间间隔全部均匀分布,但在任意一重量或时间间隔内小样是选择性采取的。

选择性分层采样的一个例子是,随着斗轮式煤场装载输送机从煤堆装运煤而进行采样。由于斗轮式煤场装载输送机的工作特点,输送机上的煤流的煤量(吨数和时间间隔)和质量的变化是周期的。如果在斗轮装煤循环内按一定时间间隔采样,则将会产生系统误差,因此采取的样品将有误差。见附图。



附图 采样方法

附图表示煤堆分5层装运的循环。比方说,采样间隔时间为60秒,分层上可能产生系统误差的地方是*所指的点。产生这种系统误差的原因是小样有规律地从煤堆表面采取,但煤堆中煤分布和水分都没有代表性。

采样装置的设计

一旦采样方法确定后,必须立即设计采

样装置。人工采样和机械采样的装置是不同的。

1. 人工采样。为进行人工采样,必须确定煤堆标准的顶部尺寸,计算相应的小样最小重量和选择适合的采样设备,然后根据合同规定使用有关标准(国际标准化组织,美国材料试验标准,美国标准局,日本工业标准,澳大利亚标准协会,等等)规定的方法,或按采样情况选用合适的方法采集小样。

2. 机械采样。人工采样需要确定分样,缩样等等的阶段数,按这种条件设计机械采样装置要经过许多阶段。后来考虑使用今天市场上有的试样切取器、给样器和破样机;讨论这些设备的一些不同优缺点是值得的,但本文未作叙述。

机械采样装置设计的基本步骤是先确定需采样煤流的最大、最小和希望的标准流量,然后按煤堆标准顶部尺寸确定主采样器的切刀尺寸,并选择切取器切取速度。按最大和最小流量确定是否需要按重量或时间间隔采样,并要确定是否需要选择性分层采样。按最大的原始小样和最大流量煤流中两次采样之间的最小时间间隔,确定在破碎之前是否需要使用二次切取器。如果破样之前需要二次切取器,则在破碎机后面需要有一个三次切取器。

矿山质量管理

矿床勘探阶段的采样需要进行质量管理,在选矿、运输、销售阶段以及在煤的最终使用阶段都需要质量管理。显然这些大阶段可分为许多小阶段,下面以小标题分别加以叙述。

在采煤过程中,可以分成包括勘探和矿山规划、煤层剥离和开采的一些阶段。

1. 勘探和矿山规划。在勘探阶段就要进行质量鉴定和管理,进行采样和分析,以确定将来的煤矿开采区可能的煤质。质量数

据有不同的来源,通常来自无岩芯穿孔的碎样、小直径岩芯、大直径岩芯和大样。

2) 碎样。碎样从无岩芯穿孔的岩粉中收集,通常具有1米孔的代表性。这些样品的分析结果只有在收集过程中岩粉损失总是一样时才具有代表性,因此不能完全代表煤层。这种试样主要用于大区勘探计划中,因为这种勘探计划只要求对煤层作指示性的地质评价和基本质量评价。

1) 小直径岩芯。小直径岩芯试样通常在使用金刚石钻头连续穿孔时采样,主要适用于研究煤层地质变化,并可作为一个可能的开采段或一个完整的煤层逐层进行研究。最初勘探阶段小直径岩芯孔网度大,间距为1~2公里。若煤质、煤层关系和深度了解得较清楚,则网度可加至500米。根据这种试样的资料,可以按保证最优质量和采矿的条件选择初期开采的位置,并为矿山生产提供足够的储量。

3) 大直径岩芯。100、115和200毫米等大直径岩芯其钻进和取芯费用比45、53和60毫米的小直径岩芯高很多。因此只有当为特殊试验提供的小直径岩芯不够时和矿山、选煤厂设计需要详细资料时才使用大直径岩芯试样。大直径孔通常布置在已钻的小直径孔附近,小直径岩芯已作过分析,因此试样之间的质量变化最小。

4) 大样。大样的大小由几吨到1000吨以上,可在最终阶段采取。因此研究的煤样可在试验规模的洗煤厂或通过产品煤的试验设备处理。这些试验获得的资料可用作建造选煤厂和煤利用工厂的设计基础资料。

2. 煤层剥离与开采。煤矿开始开采后和在矿山整个生产年限内,必须进行工作面定期采样,以保证向选煤厂供应质量稳定的原煤。采样的频率取决于产量和工作煤层的数量与类型。

煤层工作面采样最普通的方法是分条采

样。这就要在煤层中沿全层凿直槽，其尺寸决定于具体试验对比需要的数量。刻槽可按全高采样，获得一个代表一段煤层的样品；或者按煤层光泽分层采样。

如果洗煤和浮选详细试验等需要几吨的大样，则必须从原煤输送机上采样。

如果可能的话，这些样品最好使用机械采样装置采集。如果采用人工采样可以从输送机卸载站的下落煤流中采样，或者最好停机采样。从样品的代表性和操作人员的安全性看来都不能从正在运转的输送机上采样。

这些原煤样品的分析工作决定于煤的类型和以后选煤工艺的复杂性。

选煤厂的质量管理

选煤可以分成两大类，第一类是按电站用煤要求，将原煤进行粗碎，筛选和筛上产品再破碎；第二类是为降低矿物质含量进行洗煤。

1. 选煤厂采样和分析。如果洗选原煤，在再破碎之后和给水之前进行机械或人工采样而实现质量管理，洗煤过程中采取的煤样用于控制给水，以达到最佳洗煤指标，这种试样通常按班采集。

选煤厂的质量管理与选煤厂工艺复杂程度有关。选煤厂的流程可能只是一个简单的筛选流程，也可能是一个包括重介质分选槽和旋流器、水洗旋流器、浮选槽等等的复杂流程。选煤厂流程的复杂程度将决定调整选煤装置所要求的质量管理的等级。

对于流程简单的选煤厂，这样的质量管理中需要采原煤样和出厂前的产品样；而对于大的选煤厂，则采用机械采样器和煤泥采样器进行采样。机械采样是检验细粒和粗粒原煤、选煤厂产品和粗粒尾煤；煤泥采样器采样是检验煤浓缩池的底砂和尾煤底流。

细粒和粗粒原煤的样品用于选矿实验室作浮选和沉淀试验。粗粒尾煤样品也是用于浮选和沉淀试验。选煤厂产品或精煤的样品

用于检查选煤厂的生产指标和为配料而鉴定煤质，浓缩池底砂和尾煤底流的样品用于浮选和沉淀试验、粒度分析和全化学分析。

2. 实验室快速分析。除上述采样工作外，实验室人员还要定期在选煤厂的不同地点进行人工采样，以检查每个选煤过程。

在复杂的选煤厂中，采样量大且频繁，因此需要有一个现场实验室，以便能在最短时间内完成必要数量的试验，使选煤厂人员能很快获得结果，从而保证质量高且稳定。选煤厂的这种实验室能完成非标准快速灰份分析，在采样后一个半小时就能提出结果。

3. 在线分析。由于需要按要求进行这样的快速分析，特别是澳大利亚煤炭工业，广泛使用不同类型的核探测仪，即可以鉴定煤质量的在线分析。目前有两种分析浓度和灰份的基本核探测仪。检测水份、硫和热量的核探测仪还在研究中。

在线浓度探测仪通常在重介质槽中测定浓度，也可在泡沫浮选和浓密机工序中测定固体百分率。在线核探测仪的主要优点是探测精确度较高，估计相对误差为 $\pm 5\%$ ，而且实际是瞬时误差。水份、松散度和灰份基本成份的变化会影响精确度。

在线灰份分析仪一般与机械采样装置联合使用，但采样装置在煤面尺寸和流量方面相对于扫描探头能更符合具体分析仪的使用要求。

2. 堆存与装运。一般大多数矿山和选煤厂都有堆存煤的设施，以便产品在运至用户或输出设施之前有堆存的地方。堆存可以达到配料的目的，可保证达到要求的煤质；同时还有利于实现运输合理化，有足够数量的煤，在方便的班内装列车或汽车。如果可能的话，煤堆可不采样，本文后面谈及其原因。

向用户交货的质量管理

需要给用户的煤，在供给锅炉煤仓、装

船之前，通常要经过几道运搬作业。因为煤要运搬、掺配、喷水降尘等，一些或全部运搬作业都要进行质量管理。

1. 接收时采样。使用火车或汽车运煤，在港口、电站、水泥厂等等地方接收，在这两种设备运输的情况下，接收时都要采样。除非在装载时已采过样，而且这种样品被认为是合适的。

列车或汽车可能进行人工或机械采样，如果使用人工采样，最好从列车箱或汽车卸煤时的煤流中收集一些小样组成一个大试样。不要从列车箱或汽车顶部采样，因为，对采样者危险，同时也不符合采样规范的要求，最终样品代表性差；但这种采样方法在一些国家，如美国正在广泛使用。

2. 堆存与配料。在港口，电站等地方接收之后，煤被堆存在按用户要求进行配料的地方。在港口，可以直接装船，但一般也要堆存积累达到一船的总煤量才装船。通常一船煤量多达15万吨以上。

交货或取煤时，煤堆最好要作机械采样。这是因为煤堆采样一般难于具有代表性。从煤堆顶部或边部采集的样品不能代表整堆的煤，特别是当煤源不止一个时更是如此。如果采样工具不能插至煤堆底部，那只能代表采样工具插到的那部份煤。这样获得的结果仅具有煤堆表面层的代表性。

3. 最终采样。根据煤的最终用途，最

终阶段的采样工作随采样率和分析结果的用途而不同：当地用户电站、水泥厂、冶炼厂等等，只关心锅炉、炉窑等等用煤的质量保持稳定。然而出口煤采样的意义就完全不同了。

出口煤在装船时由独立的国际上承认的监督公司完成采样和试验。这个公司还要按买卖双方的合同测量船的吃水深度来确定船上煤的重量。因为煤的国际贸易是按装货时的最终重量和质量计算的，所以监督公司确定的重量和质量是最终的和有约束力的；而且是在按煤质奖罚条款修正价格之后付款的根据。

考虑到最终采样的商业意义，机械采样是主要的方法。样品的这些质量特征按销售合同指定的美国标准局、国际标准化组织或其他标准组织的方法进行试验鉴定。

结 论

在开采、选矿和使用等所有阶段都应进行足够和正确采样的严格质量管理工作，以达到固体矿物的最优利用。只要可能，就应采用机械采样进行质量管理，以保证采集的样品对研究的固体矿物资源具有最佳的代表性。遵守了提出的这些规定，就能最优地利用资源。

王跃平 译 杨培章 校

(上接第16页)

结 论

35. 总而言之，作者是重复1975年提出的建议，以便在联合国建议的基础上向前迈进一步。这表示必须产生“地质总矿藏”一类。这类矿藏一方面可分成包括大家公认的储量的不同资源；另一面又分成其余矿藏。地质总矿藏与经济条件无关，也就说仅仅按地质条件极大边界值评定。据了解，近些年

来，O.P.Harris和B.J.Skinnez发展了类似的建议。这两位作者使用“矿物原生储量”术语表示评价的总矿藏。提出的建议特别符合计算机评价的要求。为此，必须区别和时间无关的地质数据与其相应的模型之间及和时间有关的经济模型之间的差别。

(王跃平 译 杨培章 校)

保加利亚浸出矿物资源地质 方法的效果、问题和未来的发展

(保加利亚) V·D·达诺夫 W·M·伍尔柯夫

矿床浸出方法的研究和工业应用

最近二十年内,在矿物浸出方面,已进行了试验空试验室研究。第一批科研项目,在某些矿床内进行浸出方法的现场试验和工业应用已有15年以上的历史。综合研究和迅速大规模的工业试验,是由保加利亚索非亚“鲁德迈特”(“Rudmet”)工程团体进行的。有限的研究活动,主要是铜的化学和生物化学浸出领域的研究活动是由其它两个研究试验室进行的,一个是采矿地质高等学院,另一个是国家矿物设计研究院(NIPRORUDA),两者都在保加利亚的索非亚。

最初,主要针对复杂水文地质条件和地表以下200~300米的低品位稀有金属矿物的利用进行研究。结果在头几年内,利用自地表钻凿的钻井对矿床在天然条件下的化学浸出法开始进行工业应用。1983年,这种方法的产品占总产量的50%,正在用此法开采的品位较目前正常开采的品位低1/3~1/5倍,应用浸出方法的矿山劳动生产率较使用常规采矿方法的矿山高2~3倍,产品成本至少低1/3倍。投产时间及投资回收时间比用常规开采方法要少几倍。在保加利亚由于应用地质工艺开采方法的其它更重要的结果是:在应用浸出方法的矿山和处理含金属溶液的综合企业内改善了环境保护和劳动卫生。

对低品位矿石和非渗透性稀有金属矿床的矿化带,利用井下巷道浸出法、露天坑浸出法及联合法的研究,现场试验和工业试验,是在其后期开始的。目前,与利用自地表掘凿钻井的方法相比只占其产品总量的很小一部分。

保加利亚工业规模铜的生物化学浸出自1974年开始进行。至今仅在“Vlajkou Vrah”,一个已采完的露天矿的废石堆上进行浸出,铜品位为0.1~0.2%。所生产的精矿含铜70%,含水15%。在保加利亚堆浸铜产量的相对比重仍然很小—约1%。现在正在进行一些工程以增加这一方法在“Asarel”和“Elatzite”露天矿的应用。在今后几年内,这将使采用这一方法生产的产量在总产量中所占的比例提高到5~6%。在其它矿山也用这一方法进行了铜的地下浸出试验。

利用自地表掘凿的钻井进行 层状矿床浸出的方法

正在用这些方法开采的保加利亚的矿床是公认的分类中的1和2类两种类型。

它们的地质工艺特征可能概括如下:

(1)深度从50~80到200~300米;(2)倾角0~5°;(3)生产水平的厚度从几米~80~100米;多为30~50米,有时单个矿体厚

度为0.2~0.5米到6~7米；(4)形状——具有小和中等尺寸的和复合的互层(自1~3到5~8个水平)矿层及层状矿体；(5)矿床与古生代沉积岩共生，赋存于砂质粘土岩和粉砂岩中，通常在渗水岩层中其压力梯度为0.001到0.005；地下水的速度从1~5到20~30(米/年)；(6)过滤的速率为每24小时从0.01~0.5到5~15米，大部分在0.5到6之间；(7)矿床有多孔的、多孔裂隙的天然渗透性，有效孔隙率为10~25%；(8)它们的过滤特性往往与平均值不同，特别是沿竖轴方向，过滤均匀性的比率在0.7~0.3之间变化；(9)大部分矿床的顶板和底板是不透水的，主要为高岭石、云母和少量的蒙脱石；(10)矿物呈颗粒状，富集的矿物是石英和碳酸化带的渗透性变化很大，从实际上不透水(0.01~0.10米/小时)到8~10(米/小时)，平均为0.3~5(米/24小时)；(11)大多数矿床适合用硫酸浸出。然而，某些则需附加氧化作用，而其它一些矿床适合用钠浸出。

业已发现，应用最广泛的自地表揭露钻

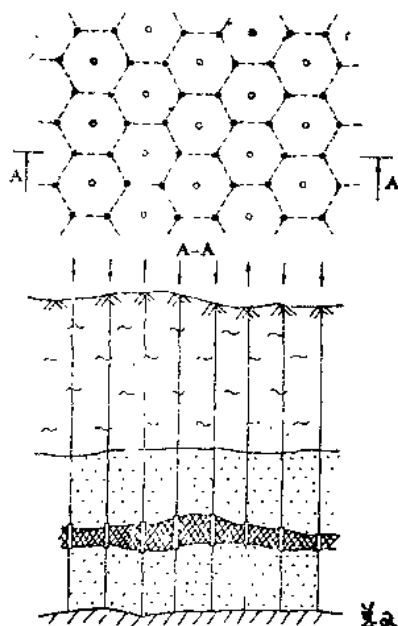


图1 六角形布孔的地下浸出方法

井的方法在经常不连续矿化的矿床、形状复杂的矿体和渗透性较低而又变化大的矿床内是六角一七点形布井(图1)。

输入和输出的钻井间距为12.5~20米，直径为250~150毫米，为用压气提升含有价金属的溶液装备有塑料管，为隔开管道后面的空间，试验了一种新的材料——高膨胀率的粘土球。目前正在使用平板过滤器。

流体动力学作业方式占有主导地位，但是试验也是按毛细管作用渗透方案进行的，每升工作渗液含有5~15克硫酸，藉助细菌强化浸出过程的试验正在进行。

为了改善渗透率，正在进行岩体的水力冲击破坏试验，我们认为利用液体炸药也值得一试。

自1976年以来，理科硕士、采矿工程师、D·安吉洛夫正在评价一种垂直过滤的钻井法的新的变形方案，利用水力动力学作业方式浸出局部矿体。在这一结果的基础上，1978年以非常有效的金属浸出参数进行了一次成功的试验。

钻井浸出方法与保加利亚所用的所有其它浸出方法相比，占90%以上。

在地质工艺条件困难的矿床中进行地下浸出，钻井法的效率极高，这是国内正在进行的高质量的研究工作的直接结果。

由于他们的成就很大，1980年专家小组被授予国家最高科研成果奖。

利用井下巷道的浸出方法

在保加利亚这一方法的应用仅限于留矿法，用凿岩爆破破碎矿石，采用毛细管作用的渗透方法浸出。

根据矿块的准备方法使用两种不同的方案：沿矿体掘进水平巷道和溜井；在底部岩层中掘进水平巷道和沿矿体掘进溜井(图2)。

应用这一方法的矿体为急倾斜，形状不

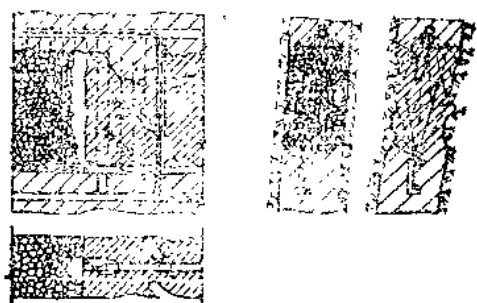


图2 留矿采场地下浸出方法

规整，矿石的普氏系数为8~10，构造不规整。矿体厚度从3~5米到12~15米不等。

用65毫米直径，10~30米深的炮孔破碎矿石，矿石破碎后分为5级：20~50毫米（15%），50~100毫米（20%），100~200毫米（30%），200~300毫米（25%），大于300毫米（10%）。

浸出主要使用硫酸，在浸出液中硫酸浓度为10~20到50~60（克/升）。有一个矿山由于加硫酸后化学反应剧烈，并放出大量气体，故将采用钠盐浸出。

这种方法的应用同钻孔法比较仍然只占极小的比重，仅为2~3%。

同常规的采矿方法比较，在其它参数相对一致的情况下，这种方法的效率高2倍。

露天坑浸出方法

在保加利亚归于这一类的所有方法中仅有一种方法在应用这种方法有两个变形方案——堆浸和用槽、沟或平台的薄矿层堆浸，两种方法都是用于露天矿或地下矿用常规方法采出高品位矿石以后，在老的或新的废石堆中溶浸低品位矿石。

第一方案由于在其它文献内已有大量论述，本文不予讨论（1、2、6等）。

保加利亚正开始寻求薄矿层掘沟的浸出方法的应用，它可以被描述如下：在掘进矿山巷道（地下矿）期间，将工作面尺寸为50

~100毫米到200~300毫米或更大尺寸开采的矿石提升到地表，在浸出处理场堆成1.5~2.0米厚的薄矿层，处理场为隔水防酸混凝土衬砌的沟，沟底铺有一层0.3和0.5米厚的砾石层，根据矿物的组分，矿物的浸出用带菌和不带菌的酸性或碱性渗液浸取，采用毛细管作用渗滤方案连续循环作业。

由我们的研究结果可以看出，在其它条件和参数一致的情况下，同常规的堆浸法相比，这一方法的经济效果要大得多。

在保加利亚露天浸出方法同钻井浸出法比较的相对比重是微不足道的，约为1.5~2.0%。然而，预期这种方法的重要性将大大增加。

地下浸出法和法

除了露天坑浸出方法以外，保加利亚正在应用的另一种方法——用空场法采出较高品位的矿石（第一阶段），继而破碎并浸出余留的较低品位的矿石（第二阶段）（图3）。

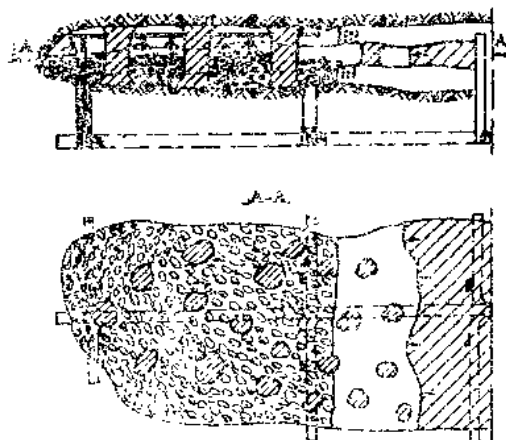


图3 地下浸出联合法

在围岩具有矿化带的顶底板坚固（普氏系数为10~15）的水平或缓倾斜矿体或矿层中，高品位矿石一般用空场法开采。高品位矿石厚2~3米，顶部和底部岩石中的低品

地质工艺方法和未来的发展

作为保加利亚采矿科学和工业中的一个新领域,发展地质工艺方法的战略价值和方向,自1982年以来,由于有了部长会议通过的两个文件提高到国家政策水平,两个文件是:“矿物资源开采的环境保护”和“在工业中扩大地质工艺方法、水冶、吸附、萃取和离子交换膜法的应用规程。”

由于有了这两个文件,开采矿床时扩大并加速新技术的研究,试验和工业应用的课题已被批准为国家项目。

主要问题和发展方向可以概括如下:

1. 开采稀有金属矿床时,完善、扩大和提高浸出方法和处理渗液的合成物的效果。

2. 发展,试验和扩大有色金属企业生产和加工铜、铅、锌复合矿石,从工业废水和矿泥中包括回收上述金属和稀有金属的渗液处理技术和浸出方法。

3. 研究试验煤层和片岩的地下气化方法。

4. 完善、提高用于地下渗液矿床的方法及效率。

5. 从天然矿物水渗液中提取有用的原矿技术和方法的试验和工业应用。

6. 为提供必要的专家,从1982年以来,在索非亚采矿和地质高等学院增设了“地质工艺”新专业。

(孙忠铭 译,朱烨 校)

位矿石或矿化带厚2~3米,总厚度为4~6米。岩石压力由直径3~4米适宜的规则矿柱控制,矿石损失为25~40%。除了这些损失之外,在采区底板留下大约8~12%的崩落矿石,按金属量计为10~15%。

顶底部的低品位矿石用凿岩爆破的方法破碎,不破坏矿柱。

用钠盐渗液,毛细管作用的浸滤方案浸出,采用静水压力方案,连续循环作业。生产渗液取自矿块周围的巷道,在矿山巷道内设有专门的隔水和集水构筑物,如挡水墙,集水井等。

目前,这种方法所占的相对比重是微不足道的,但是被认为在将来是很有前途的一种方法。

试验的技术经济效果是肯定的。

目前,另外一个采完的矿山正在采用联合合法浸出金属,低品位铜矿从常规的采空区浸出,有时用自地表钻凿的深孔进行破碎,采用静水压力方案(图4),这个试验若与常规的采矿方法比较,我们预期其技术经济效果至少高2倍。

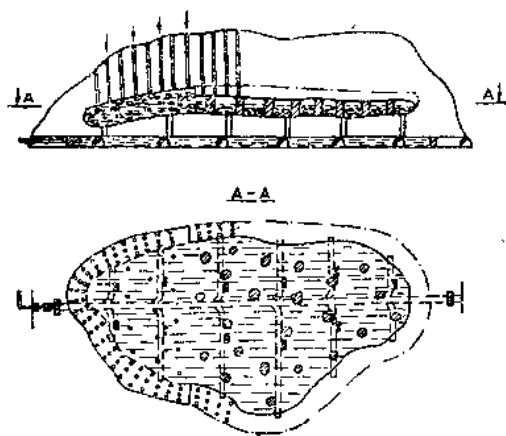


图4 用井下回采巷道和自地表钻孔的地下浸出联合法

联合国矿物资源评价方法 的优点及其改进意见

(奥地利) B·费特韦斯

引言

1. 矿物资源的评价和分类的应用范围很广,从制订单个矿床开采的详细规划到评价国家和地区的潜在资源。因此,便产生了一些方法问题,还可能产生不同的争执。

2. 联合国经济和社会委员会于1979年发布的“矿物资源国际分类”是由包括作者在内的一个国际专家小组编辑的。虽然这些建议主要是利用不同国家的资源数据进行简便对比,但也提出了一个标准,可用于改进资源的计算方法和在解释时避免争执。这主要是由于这些建议不仅涉及数量分类,还引入了矿藏的质量分类。矿藏包括经过评价的全部储量,尽管这些储量已经不能或再也不能算作资源。

3. 为了说明上述观点,让我们从头回顾矿物资源的一些基本看法和定义。

资源的一般评述

4. 资源是直接与社会有关的。政治家、市民及广大群众对这个题目都是很关心的。因此我们所使用的经科学论证的术语,决不能与普通语言相矛盾,并且不能含糊其词。

5. 按常识,资源就是即将得到的某种所需要的东西,因此,矿物资源仅仅是矿产基地即建立采矿企业的基地。这些企业是国民经济的组成部分,必须创造利益。因为需

要开采资源,所以仅能包括现在或预料将来有经济价值的那部分地质储量。

6. 资源是估计的产品总储量,或简单地说,资源是存在于地球中预计将来有经济效益的总储量,但这是个估计,至少有较低的概率。

这个定义符合当前关于物质的一般准则。按照联合国提出的意见来看,比如说,资源是预计今后数十年期间可能有经济效益的全部储量。1974年世界能源会议提出了一个很好的资源定义:“广义上讲,不能再生的原料资源是存在于地球中,预计将来能够开采,并且能被利用的总储量。”

7. 然而,仍有争议的是时间问题。一方面联合国的准则的附注中写道:“从目前的实际应用来说,预计的经济和技术条件只能限于今后的二、三十年。按照估计的产品,这些条件将会产生一些变化。”另一方面,有种意见认为,资源应包括“在将来某段时间里对人类可能具有经济价值的所有物质。”这个“某段时间”有多长? 50年,100年,500年? 我认为在我们这种条件下,预测的将来不可能超过两代人即大约60年。

8. 在任何情况下,资源必须符合地质和技术经济两种不同条件。前者取决于自然,因而不可能改变。另一方面,经济效益取决于技术和经济因素,因而是随时间而变化的。

9. 为说明资源的技术经济情况,可将

技术经济关系放入存储器，见图1计算模型。这个模型可用于煤矿床实例（按等效煤，以吨计）。这就使得讨论更方便，因为对实际应用来说，按等效煤以吨计算，煤便可看作是一种同样产品。

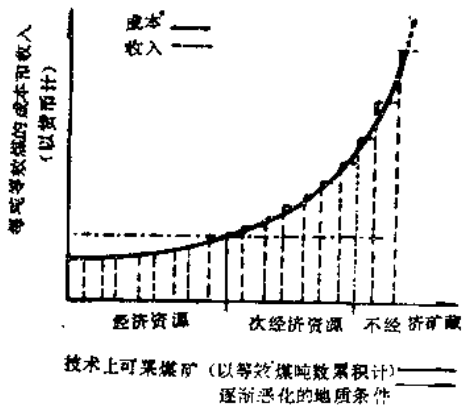


图1 经济上开采合理的资源

这个模型是根据在任何条件下，原则上存在的所有被推测矿床的经济评价和理论可行性而建立的。这个模型可用于技术上可行的地壳内每个被推测的煤矿床，包括开采极端困难的极薄矿层。评价时使用这种矿床的平均采矿成本。这些平均成本以每吨可采等效煤的货币数来表示。评价时按可采等效煤吨数计算，按成本增加顺序以累积法排列所有推测矿床。按这种方法，可再用在一定时间

内每吨等效煤的收入指标，作为衡量煤资源开采效益的尺度。

显然，所评定的经济上可采的煤矿床处于成本与收入交点的左侧，这些矿床通常称为经济资源。次经济资源处在最后矿藏与经济资源之间，在这个交点之外。但是，在矿床区域内，次经济资源有多深呢？纯粹从技术观点看，假如是金矿层，开采深度可能很大。然而从经济观点来看，按资源定义，必须假定将来几十年的发展趋势，在最远的情况下，成本与收入交点将会移动。然而第二界限以外，还有一些矿石的开采成本太高，预计将来不会有任何经济价值。

我们必须知道，成本与收入是随经济形势而变化的。因此，在我们的理论模型中，收入和成本随着技术进步而变化，成本和收入的交点可能移动。

10. 讨论的技术经济关系，即经济合理程度是资源的重大要素。当考虑地质可靠程度这个第二重要特征时，这个要素决不能忽略。众所周之，地质可靠程度变化范围大，从证实的或查证的到推测的。另外，还有第三个要素资源、规模，在地下矿物资源和技术上可采出的矿石量之间有区别。开采中不可避免的损失就是地下矿石储量和可采出矿石量之间的差别。

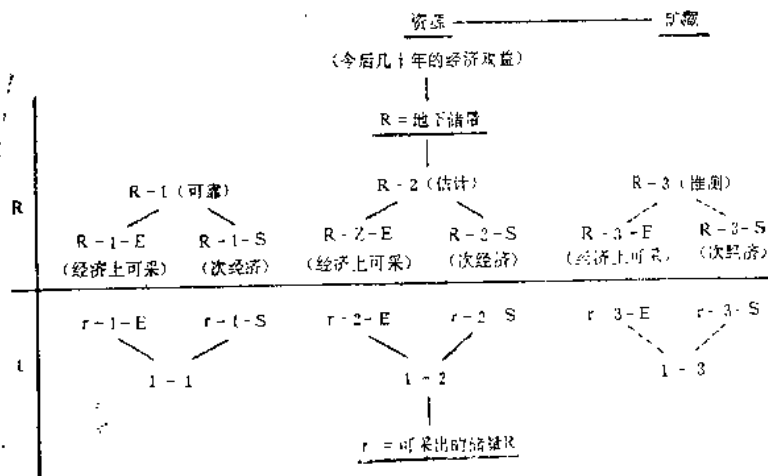


图2 联合国矿物资源国际分类

注：1吨等效煤具有293亿焦耳（70亿卡）的热量，或1吨无烟煤的热量（平均）。

联合国的矿物资源国际分类

11. 联合国经济与社会委员会1979年推荐的分类法包括三类。

12. 从图2可以看出, 地下矿物资源与可采出的矿石量相互对应。前者以R表示, 后者以r表示。通常从地下资源开始进行评价。

13. 第一步, 按地质可靠程度, 资源分成1、2、3等三类。因此按图2, 为使与不同国家的分类法一致, 选用了新的术语, 每类都有逐字的解释。下面是通常使用的术语, 这些术语大体上适用于建议的分类。

R—1. 证实的; 证明的; 相当可靠的; 探明的; A; B; C₁。

R—2. 推测的; 估计附加的; 可能的; C₂。

R—3. 潜在的; 未发现的; 假设的; 推理的; 预测的; d。

14. 按以下经济观点, 每类可进一步分为小类:

E: 评价时考虑的这些资源, 应该是在一个独特的国家或地区内, 在普通的社会经济条件下, 使用现有技术可以开采的。

S: 其余资源是现在被认为无经济效益的资源, 但由于将来经济和技术发展的结果, 可能变为具有经济效益的资源。

15. 具有特殊经济效益的是r-1-E类资源, 即可靠的, 经济上可采并能采出的那部分储量。按美国矿业局和美国地质调查所的矿物资源分类, 可称为储量。在中央计划经济的国家, 属于平衡表内储量, 叫做工业储量。根据世界能源会议定期公布的能源调查报告, 这类资源即r-1-E, 称为“证实的可采出储量”。可以附带说明, 按这些调查报告, “证实的可采出储量”与估计的总储量综合为一大类, 称为“附加储量”。

16. 正如本文引言所述, 联合国的矿物资源分类迈进了非常重要的一步。除了资源

类之外, 还使用了“矿藏”一类。联合国的建议解释说, “资源是预计今后几十年可能且有经济效益的储量, 这个经济界限可按单一矿物产品的不同经济和自然标准来确定”。建议接着说: “经济潜力较低的任何次要物质, 虽其估计量在资源界限以外, 但按专家小组的解释, 应称为“矿藏”, 并且要分别报告及对估计的矿藏进行推测和分类。”

17. 从1975年来, 我一直提倡的这种新的资源评价法有些什么优点呢? 为了讨论这个问题, 首先让我们讨论资源评价的一些问题。

资源评价的一些问题

18. 当然, 资源的技术经济和地质这两个主要特征及它们之间的差别早就众所周知的, 这是美国地质调查所前所长V. E. 麦凯尔维的功绩, 他利用矩阵图(现在称为麦凯尔维框图)较清楚地说明了这两个特征。图3为了这个框图的最终形式, 它正在美国使用, 也包括有“其它矿藏”一类。

19. 然而, 在资源实际评价中, 这些基本论据常被忽视, 尽管已存在有几十年。这至少在区域评价内引起了许多资源储量的争论和错误。我在别处讨论过煤矿。十年前, 兹瓦尔坦杜克(Zwartendyk)写道“矿物资源是什么? 问5个人, 每个人的回答都不同。”这似乎仍然是正确的。

20. 应当指出, 按一般情况, 在矿物资源如果是煤或其它资源勘探和评价的全过程中, 至少需要地质学家和采矿工程师两个专业的合作。1980年在巴黎召开的国际地质会议上, 加拿大能源、采矿和矿产部副部长、采矿工程师J. P. Drolef幽默地说: “对资源作出全面评价需要地球科学家、采矿工程师和经济学家。但是不幸的是, 不同专业的专家有不同的爱好, 他们没有共同语言; 如果有的

××(矿种名)资源

(部分资源或任一类资源可能受法律或规程约束而不能开采(见正文) 地点:(国家、地区、区域、矿山)
单位(吨、桶、盎司等等)

累积 矿量	验 明 资 源		未 发 现 资 源	
	证 实 的		可 能 范 围	
	查 明 的	指 示 的	推 测 的	
				假 定 的 推 理 的
经济的	储 量		推 测 储 量	
边际经济的	边 际 储 量		推 测 边 际 储 量	
次经济的	证 实 的 次 经 济 资 源		推 测 次 经 济 资 源	
其它矿藏	包 括 非 传 统 的 和 低 品 位 的 原 料			

图3 美国矿业局和美国地质调查所1980年的矿物资源分类

话,也只能谈一下子。当他们为评价资源聚集在一块时,就会像正在进行神学讨论的基督教徒、回教徒和印度教徒一样,争论不休。我认为,资源评价工作需要几个专业人员参加,这严重影响这项工作的进行并使人们对它难于理解,因为概念和术语混乱。”

21. 在资源评价中,人们对地质和技术经济因素的认识常常是混乱的,并且经常获得混乱的结果,这似乎是一个重要原因。虽然地质评价的基本原理过去大多数国家通常至少是清楚的,但这个原因就存在于基本原理和其影响中。

被认为是资源的矿藏,应该是将来有经济价值的储量,我认为,评价时对这种矿藏所有有关的地质因素应有考虑的标准。按这种方法,资源的地质和技术经济在一个单独阶段完成;而且从数量观点看,不考虑地壳中无明显经济价值的其它矿藏。结果,过去这些无明显经济价值的矿藏都没有分类,但有些例外,例如讲德语国家的煤矿藏。

22. 这种情况引起的一个严重结果与大家很清楚的心理障碍有关。作为一个地质学家,如果没有评价非经济矿藏的“框图”,那么你怎么去处理经过地质评价的资源,以便今后因某种原因弄清楚它们失去的经济价值:根据技术经济和地质评价的基本关系,从地质观点来看,你反而还会认为这些矿藏

不存在。然而在许多情况下,它们又是存在的。因此,实际上这些资源只是纸上的资源。

23. 资源评价的一般方法还有另一缺点,评价时不能很好地充分发挥两个专业的作用。

“矿藏”是新的数量类

24. 考虑到上述问题及其它一些问题,我曾在1975年5月及以后几次提出,在加拿大的条件不变情况下,要根本改变煤及所有地质资源的评价方法。提出这个建议的主要目的是主张在资源评价中允许有不同见解和认识,并且在任何情况下,地质评价和技术经济评价单独进行,互不制约。于是,便可以完全按地质概念,仅仅根据地质条件进行数量评价。如果在任何情况下进行矿物资源分类时引进两个新类:一类是新的总矿藏;另一类是这个新总矿藏和资源之间的剩余储量,则便可实现我的建议。

25. 新总矿藏是个新名词,“新名词不会加深误解,例如推断的地质累积总矿量”。自1976年以来,我喜欢使用地质总矿藏或估计的总矿藏作为所建议的一类。1977年我在另一文中颇详细地写道:“假定的总矿藏将是估计的,并且不受经济条件约束