

第十一届世界采矿会议 论文集

(上)

中国金属学会采矿学术委员会
北京有色冶金设计研究总院

1983年6月

编辑：《有色矿山》编辑部（北京市复兴路十二号）

出版：北京有色冶金设计研究总院

印刷：北京有色冶金设计研究总院文印厂

发行：北京有色冶金设计研究总院情报室

1.00元



序 言

为交流当前世界采矿工艺技术的新成就及了解其发展趋势，为矿山的技术进步提供学习资料，本编辑部受中国金属学会委托，在北京有色冶金设计研究总院的支持下，决定出版1982年5月在南斯拉夫首都贝尔格莱德召开的第十一届世界采矿会议论文集。内容包括：地质勘探和地质经济，矿山开发规划和评价，露天和坑内采矿的技术成就及其发展，以及矿山支护、安全、环保技术等。论文翻译由北京矿冶研究总院、长沙矿山研究院和北京有色冶金设计研究总院分别承担。由于编辑水平所限，错误之处在所难免，敬希读者批评指正！

另外，有些论文由于附图不清楚，无法描图制版，没有附上，请读者原谅。

《有色矿山》编辑部

1983年5月



目 录

地质勘探与地质经济

- 资源—储量分类的新发展.....Royle G.A. (1)
发展地质勘探和加强矿床工业利用的最佳途径.....Agoshkov M.I. (5)
奥地利的矿床勘探和矿业开发.....G. 斯特克 (9)
完善构造极端复杂矿床的勘探系统和开拓工作.....Covaci Stefan等 (13)
采矿工业矿产资源基地的经济地质评价问题 (包括环境问题).....[苏联]P.V.费多尔楚克 (18)
芬兰发现的劳孔坎加斯镍—铜矿床实例.....Grundstromleo (21)

矿山开发规划与评价

- 波兰矿区开采规划和开发的经验.....Glanowski等 (28)
秘鲁的矿山开发规划.....Piredo Florez Guillermo (32)
电子计算机辅助的采矿规划及其实施.....[法]索格雷姆 (37)
评价采矿企业工程项目中技术经济情况的新方法.....[苏]叶·瓦·彼得连科 (40)
采矿工程的评价—某些基本论点.....[土耳其]Birlek Nuri (50)
南斯拉夫铜矿生产的发展及其到2000年的展望.....Prstic Kosta M.A. (51)
南斯拉夫非金属矿物原料开发为现状与发展趋势.....Ralko Culibrk (59)
南斯拉夫铁矿生产建设的现状和展望.....Cosevski Golub等 (64)

露天开采技术

- 论硬岩露天矿台阶高度的最优化设计.....[奥地利]Lechner M.Erich (71)
露天开采和利用低品位斑岩铜矿床的技术经济研究.....[罗马尼亚]AronPopa等 (77)
间断—连续工艺在苏联露天铁矿应用的经验和展望.....尔·伏·科申巴巴等 (87)
南斯拉夫层状菱镁矿开采中露天和地下联合开采的可能性.....Lasica Mihailo等 (93)
保加利亚用地下和露天方法开拓矿床的改进工艺.....Paskalov P.等 (97)

坑内开采技术

- 美国矿业局采矿新技术的研究成果.....R.G.Donald (103)
关于采矿自动化的新发展.....[芬兰]Heis Kanen等 (109)
苏联坑内采矿方面的新进展.....波尔力科夫 (115)
坑内硬岩开采中机械化、生产率,以及生产率之间的相互作用.....[瑞典]Almgren Gunnar (121)
匈牙利多种产品采矿系统的介绍.....Solymos Andr'as等 (128)
南斯拉夫铀矿床开采方法的选择.....Gencic' Franislav (134)
列格尼卡—格罗果铜矿区铜矿床的开采.....[波兰]Slowiriski Zenon等 (140)
苏联采用综合机械化坑内开采不足额的非金属有用矿物矿床.....M.G.Kuzakov (146)
鲁尔煤田的深部开采.....[德]Kugler H.V. (149)

资源—储量分类的新发展

[英国]

Royle G.A.

一、摘 要

本文叙述和讨论了对国家的矿产资源进行分类的新方法,研究了确定资源的基本分类法,以不充分的地质依据为基础估算国家资源仍然是个问题。评价所需的一般性储量分类法,似乎可以导致在不可靠性增加的基础上建立储量分组的系统。这些将要求用最佳的评价人员做到最小的估算误差,它也要计算出估算的均方差。研究了这些系统所造成的一些问题,大家认为在这些系统受到广泛采用之前,在这个课题上还需更进一步的讨论。

二、资 源

资源这个名词通常有两个含义,第一是在开采权或租用权上得到许可证的次经济原料,第二是存在于这样的地区以外的矿化岩层。这里所用的是第二种定义,因此在这种情况下资源就包含着所有等级的,如经济的、边界的和次经济的、在国家等级上,它将在采矿租用权中使定义较好的资源相形见绌。

在资源分类上形成了两个系统,一是从经济上的可行性和存在的可靠性这两个原则为基础的麦克维博克斯系统。第二个系统是原联合国委员会最近提出的。

一) 麦克维博克斯 (Mekelvey Box) 系统

资 源		
确 定 的		未发现的
储量:	次经济的	假设的 推测的
证实的 推断的	付边界的 次边界的	

以上名词的定义如下:

资源:地壳内自然存在的物料,目前可以作为商品的形式进行经济的回采或将来适于回采的。

确定的资源:一个特定的含矿物体,其位置和质量是通过以能证实等级的工程量测为依据的地质证据而得知的。

确定的次经济资源:已知的矿床,在经济上是不可采的。

付边界的:

a) 近似经济可行的;

b) 由于法律和~~政治~~原因在商业上不能用的。

次边界的:须要较高的价格(大约1.5倍)或在工艺上要大大地降低成本的。

说明:

“确定资源”中证实储量包括有实测的和指示的成分,它们的数量和质量是从量测和部分推断而计算的。

推断储量介于确定资源和未发现资源的过渡带，纯粹是由地质上的思考而推测的。

未发现资源中的假设部分是在已知地质条件下的已知成矿区内，可以合理预期其存在的。

推测部分可以在合适的地质场合下产于已知类型的矿床中，但该处尚无所发现。

布罗斯特和普拉特(Erobstand & Pratt)认为确定资源的存在和位置是应该知道的，虽然其数量和品位还可能不知道。实际上也可以把付边界资源和次边界资源合并成“条件资源”，因为在市场好转的情况下区分出那个是可采的是困难的。

也可以说，组与组之间的界线是不确切的，这在很大程度上取决于评价者所认的观点。

二) 联合国建议的资源系统

一组联合国的专家，为了正式制定一个国际公用的分类系统，在联合国秘书处自然资源、能源和运输中心(CNRET)的赞助下，于1979年初在纽约会晤，制定这个系统的目的是：

1. 密切地交换可以比较的国际资料
2. 石油，天然气和原子能矿物不包括在内，因为联合国已经为这些矿物正式制定了系统。
3. 量测方法要能保证这个系统的实用性。
4. 使这个系统包括所有的已知的和推测的矿物资源，不包括未发现的矿物资源。
5. 为原地矿产资源和可回收的综合产品进行准备。
6. 经济的和次经济的矿产资源的估算。
7. 对于在今后三十年内可变成经济资源给予优先权。

鉴于储量和资源的国家定义所产生的混乱，这个专家组决定放弃“储量”的名词而仅用“资源”，这个系统不强调要替换现有国家采用的系统。

这个系统使用两种分类法， $R_1 R_2 R_3$ 表示确信程度的降低次序，而E, M和S则表示经济的生命力。E和S字母分别意味着经济的和次经济的，M表示其它次经济的边缘经济部分。在实践中 $R_1 E$, $R_1 S$ 和 $R_1 M$ 级是可行的，但 R_2 和 R_3 级则认为太不可靠了，从而进一步细分级是没有很大意义的。这个系统可以扼要地说明如下：

	R_1	R_2	R_3
E	目前可开采矿床	资源连同未	在未发现
	高度保险的估算	发现矿床的	矿床中估
		初步估算	算的资源
S	目前尚不可采的		
M	已知矿床的保险		
	的估算		
	r^1	r^2	r^3

说明：

R_1 级用于在矿石品位的分布，物理性和可选性等方面认为是很好的储量。虽然计算误差可以高达50%，但它是直接观察或最小内推而取得的。

R_2 级是涉及已发现的矿床，其数据基础不如 R_1 可靠；他们多生于 R_1 级资源的附近。估算误差可大于50%。

R_3 级的估算是在地质外推，地球物理和地球化学标志或统计推论的基础上做出的，因此它们是推断的，在今后二、三十年内可以被发现也可以不被发现。

当引用实际回收的吨数时，r可以代替 R_1 如 $r_1 E$ 等。

这个系统并不是很完善的，希望使用者能予以改进以便扩大它的使用范围，从而也可以包括特殊商品的分类。

三) 未发现的矿产资源的估算

这些推测的资源，仍然形成了世界金属矿产资源的主要部分，对它们的评价所采用的方法可减少为两类。

第一是地质取样推测，它能达到相当程度

的完善，在这些工作上似乎要以加拿大为首，贝利 (Barry) 把每张 1000-1400 平方英里分为 310 个空格的图，送合对所研究地区比较熟悉的 20 个地质学家中的每一个人，要求每个地质学家都要把他在空格内所能发现的设想记录在每张图的空格上。在一些计算机化的精密推理之后，其结果用图表示，图上的等值线就是用每平方英里中未发现的贱金属和石棉的吨数来表示的，对金和银是用每平方英里多少美元表示。

第二种方法是运用统计学技术得到预期结果，哈里斯 (Harris) 和阿格特贝格 (Agterberg) 二人所作的例子，为类似的研究提供了很好的参考资料。哈里斯用了与贝利相同的资料，但在这两套成果之间并未进行过直接比较，本文作者曾管理过一项研究工作，曾把研究中的多变统计分析的结果与地质学家们的意见进行比较，虽然发现有些个别见解很不相同，但七个以上的见解的一致就是产生矿物的可能性的一个很好的预见。大多数地质学家都不熟悉这个研究地区，但他们都有很多的经验。

说明：

这些可能是由于引用了一些矿物评价讨论会的参加者的评论而做出的很好的总结。尼奥非托 (Neophytou) 说：“多学科的资源评价不是成熟的科学，而且尚在萌芽状态。”阿格特贝格说：“多变分析在加拿大勘探工作上的效果尚不很大，该系统仍然处于它的幼年期……有些采矿公司曾评价过这个系统对它们的用途。”

对于矿产资源报告进行可能性评价问题的全面解决尚待探索，这样的结论并非不公平，其主要困难是在部分或完全未勘探的地区，搜集到充分的资料。

三、储 量

“储量”在这里是以岩层的块段为基础的，采矿公司把它分为证实储量、推断储量或

预见储量。不过对它们的计算所能确定的可能性程度要比对那些描述为常常是更侧重于质量的“证实”储量的程度为高。例如，一个地质师对一个特定的矿床写报告时，他可以给“证实”储量以一个切实的定义，但对相同类型的另一个矿床则很可能使用不同的定义，一个一般性的分类系统至少具有这样的优点，即对储量级别仅仅使用一套定义。

罗尔 (Royle) 总结了常用的系统，在该系统中他说明了东欧国家以计算中所增加的误差范围为基础，在储量分类中做出的改进。

东欧系统

证实储量	A 级储量
推断储量	B 级储量
可能储量	C ₁ 级储量
	C ₂ 级储量

A 级储量：虽然有些缺陷但其外形是知道的，或者它的连结是由足够密集的勘探网所确定的。误差范围小于 30%。

B 级储量：外形已知，有缺陷，与证实储量的连结是由适当密度的勘探钻孔所确定的。误差范围为 30~50%。

C₁ 级储量：是通过较宽间距勘探孔确定的（用合理的地球物理标志所确定的）。误差范围为 50~80%。

C₂ 级储量：储量是由单个勘探工程揭露的，或者其存在是以其地质位置为基础推测的。误差范围大于 80%。

这个系统提出的问题是确定误差？如果使用了一般统计法，又使用了样品值的方差，则近似误差将太高，这是因为简单统计法的应用，把样品值想象成是不规则的，即不相关的。但它们之间是有不同程度的空间相关性的，而不规则变化仅仅是整个变异中的一部分。

地质统计学把变异中的不规则成分和空间

成分分开，并使计算具有较小的计算误差。最近的一次会议表明，很多地质师讨论的资源和储量计算，甚至还不熟知地质统计学的最基本的概念。

简言之，地质统计学的半变异函数把整个的变化分为不规则部分 C_0 和空间部分 C ，也规定了变化的影响范围“ a ”，即在这个距离内的样品值具有可以量测的相关性，分数 C_0/c 以 ϵ 表示叫做块金效应，距离和面积用范围 a 来表示。例如，如果矿块的平面面积为 50×50 米，其范围为100米，则矿块的边将为 $(= L/a) 0.5 \times 0.5$ 。

设一个方形矿块在其中心含有一个样品，假设样品值即矿块的平均值时，可以使用简单的统计方差来计算均方差。如果均方差改用地质统计法计算，则两种误差的比值为表I所示。

在面积为 $(L/a) 0.5 \times 0.5$ 的矿块里， ϵ 的值为0.4，则简单统计方差将为地质统计法计算值的2.38倍。当不规则成分 C_0 降低与空间成分 C 相应时，以及当估计较小的矿块时，则两个误差之间的差别就要增加。

如果样品在它所在的盘区中是不规则的，而不在中心位置，则计算的均方差的比值为表II所示。

方差的比值		在矿块中心取样					表 I
L/a	$\epsilon = 0$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	
0.1	27.0	5.06	3.20	2.51	2.15	1.93	
0.3	9.01	3.86	2.74	2.25	1.98	1.80	
0.5	5.32	3.09	2.38	2.03	1.82	1.68	
0.75	3.42	2.44	2.02	1.73	1.65	1.55	
1.0	2.46	1.98	1.73	1.59	1.49	1.42	

方差比		矿块中不规则的取样					表 II
L/a	$\epsilon = 0$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	
0.1	12.8	4.32	2.93	2.36	2.05	1.86	
0.3	4.33	2.78	2.22	1.93	1.75	1.62	
0.5	2.66	2.08	1.80	1.64	1.53	1.45	
0.75	1.87	1.63	1.50	1.41	1.35	1.30	
1.0	1.51	1.39	1.32	1.27	1.23	1.20	

在进行地表钻探进程中、钻探间距可以规定为 $0.8a$ 到 $0.9a$ ，而在贱金属矿床中 ϵ 的一般值是0.3。错用了简单统计学将使计算误差比中心样品情况下的真实品位大两倍，比不规则样品的真实值大1.5倍。这种数量错误能使整个矿床处于错误的储量级别。

计算误差也取决于矿块的大小。在已定的资料程度下，较大的矿块比小矿块计算的误差要小，如果把矿床分割成大矿块，那它就比

小矿块的储量置于较高的级别，所以对于一个一般性的分类系统来说，块段的尺寸必须是标准的，但显然同等大小的块段并不适于所有类型的矿床。在实践中要采用的块段尺寸似与用于矿床的采矿方法的选择有某些依赖关系。在开采储量大品位低的矿床时矿块要大，但当选择性的适用程度增加时则矿块应变小。有人提出理想的矿块尺寸应是能把矿石和废石分别开采的尺寸，这是引人发生兴趣的。但在实践中

这将是完全不合理的，因为可用的钻探资料稀少将对矿块的选择尺寸做出很大的计算误差。

计算误差可用克里金法进一步减少。这种把误差减到最小的方法是对所计算矿块内和周围的样品值作权的分配。所以，如果谁作的分类系统是以计算误差为基础时，则所选择的计算方法应是一种得到最小误差的方法，意思就是应该使用克里金法。

以增加计算误差为基础的储量分类系统的原则可归纳如下：

1. 应使用最好的算法，最好的意思是使计算误差最小，这就要求克里金法。

2. 计算方法应能使之正确地计算出计算误差，克里金法也能做到这一点，如果计算者不允许出现计算误差，那么就不能用这样的分类系统。

3. 对每一类型的矿床都必须有一个合适的矿块尺寸做为计算的基础。

现有证实储量、推断储量，可能储量的这样分类系统，在储量说明中是降低置信感的最

好的一种质量评价法。当储量能够在增加矿块的克里金（即计算）方差的基础上进行连续地组合时，则地质统计学将允许完全不用这样的名词。这个系统也可以使储量的平均品位和吨数在任何选定计算的克里金方差以上。如果你对于组合储量比使用 $A-B-C_1-C_2$ 系统感到满意，就可以使用它，它可以用很多的计算误差值标明级别界线，从而对每个组都能给以一个精确的定义。

基于上述原则的一般性系统将能立即得到采用是不能相信的。因为地质师们除要在地质统计学方面取得经验之外，还必须在每一类型矿床的矿块尺寸上取得一致意见。作者预言，所建议的系统将开始用于采矿公司的内部报告，并希望他们的出版物能促使矿山评价者们彼此讨论和交换他们的意见。此外，从这个不完全的开始，本系统将得到采用，而且当认识逐渐增长时，它必将能综合到更加广泛的基础工作中去。

北京有色冶金设计研究总院

郑之英译 莫友松校

发展地质勘探和加强 矿床工业利用的最佳途径

Agoshkov M.I.

矿业在世界上许多国家，特别是在苏联、美国、加拿大、南斯拉夫、波兰和其它国家的国民经济中占极为重要的地位。采矿产品为矿物原料和燃料，它们是发展冶金、能源、化工、建筑、运输和农业的原料和经济基础。矿物原料占净生产成本的比列：低时为10—15%（农业），高时可达40—60%（冶金、能

源）。

从自然资源总量来看，经济上高度发达国家的矿物资源占总额的70%左右。

世界矿业的特点是开发规模大，近三十年中，其开发矿业速度比人口增长速度高得多。

1950年，全世界矿物年产量按人口平均，每人仅2吨左右，而到1979年便增加到3.5吨，

且在1979年全世界140—150亿吨的矿物年产量中,还未包括数字可观的廉价建筑材料,如砂、粘土、砾石和碎石。

在人口较少的发达国家和某些发展中国家中,矿物年产量平均每人10—15吨。

苏联和美国为采矿规模最大的国家,而苏联的采矿增长率,特别是近20年来,比美国高得多。

许多国家,特别是高度发达国家的现代化采矿对地质勘探发展有一定影响:

1. 可采储量的采矿地质条件逐渐恶化,特别是远景储量和可采储量中各种矿物的平均和最低工业含量在降低;开采深度在增加,并已涉及到开采边缘零星矿体;采矿技术的发展对采矿条件的恶化没有多少助益,这样,经济指标日趋降低,而矿物价格猛涨。在近50年中,钨钼矿石的最低工业含量降低了约一半,在近40年中,铜矿石的最低工业含量和近30年中锡矿石的最低工业含量也下降很多。我们认为,只有增加储量才能增加矿石数量,这就有必要加大地质勘探规模。

2. 逐渐增加超大型、大型的采选企业,由于露天和坑采矿山均采用新型、高效的设备,开采深度增加;剥采比加大;建设大型选矿厂、冶炼厂、发电厂和运输设备厂,使新的采选联合企业和综合利用化工厂的建设投资费用显著增加。因而目前出现了一个不很明显的趋势:同工业利用矿床的基建投资 K_n 相比较,地质勘探费用 3_{rp} 相对减少。

煤炭工业,在近30年中, $K_n : 3_{rp}$ 的比值增加了1~1.5倍,目前该比值为10—20;铁矿工业增加1~2倍,其比值为8—20;有色金属工业与铁矿工业大致相同,其比值为4—12;油矿工业的 $K_n : 3_{rp}$ 比值的增长率尚不清楚,但发现了下降率(如不包括超长油管的费用),目前这比值为1.2~2.5。

下面讨论计算公式,借助于这些公式,可

分析地质勘探费用的经济效益,这些公式对研究地质勘探的最佳途径,从而加强矿床勘探尤为有益,这些公式中使用下列符号:

3_{rp} —矿床勘探和钻探测量的总费用;

K_n —矿床工业利用的必要投资;

K_n —采矿研究的矿床和开采地区基建投资的定额经济效益;

$\Pi_n = K_n \cdot E_n$ —矿床工业利用的基建费用的一年低年利润;

Π_o —预计的矿山年利润,该利润等于矿山最终产品的批发价格或成交价格与净成本之差,

$\Pi_{ct} = \Pi_o - \Pi_n$ —以卢布计算的超额利润。

如按各类产品平均净成本构成批发价(苏联通常是这样作),那么,该价格便取折算费用,即厂矿建成时的净投资费用($\Sigma = C_{e6} + E_n \cdot K_n$)。

地质勘探费用的经济效益可用下面公式表示:

$$\Theta_{rp} = \frac{\Pi_{ct}}{3_{rp}} = \frac{\Pi_o - K_n \cdot E_n}{3_{rp}}$$

通常,在矿石品位高,开采地质条件和经济地理条件都很优越的条件下,采矿便可获得高利润 Π_o ,而且基建费用能有好的经济效益 Θ_o (等于 $\Pi_o : K_n$)。地质勘探队从最初勘探的成百上千个矿床中选择百十来个矿床进行初步勘探,然后选几个矿床进行详细勘探,以便寻求上述开采条件的矿床,最后交付工业利用。

具有矿床地质条件清楚,并算出预计的采矿利润,才算为采矿工业准备好了条件。在进一步改进采选工艺的关键技术和组织管理,对矿山利润改善不大时,就要单独计算年利润,因此须假定矿山有大小适当的年利润 Π_n ,以

从中得出基建费用 K_n 的定额效益 Π_n

$$\Pi_n = K_n \cdot E_n \quad \text{卢布/年}$$

从自然条件特别优越的矿床中获得的超额利润为 $\Pi_{CH} = \Pi_o - \Pi_n$ ，而采矿地租差额是属于政府（社会）的，须通过开采勘探储量估价机构或租金支付机构，向政府上交。

能否发现自然条件特别优越的矿床，以及获取超额利润的可能性，均要看地质勘探工作成功与否，而地质勘探工作又靠地质勘探队的能动性。

因而，地质勘探费用 3_{rp} 的经济效益 Θ_{rp} 可用下式表示：

$$\Theta_{rp} = \frac{\Pi_{CH}}{3_{rp}}$$

由于超额利润（租金）应属于政府，但其数值表示了地质勘探费用的经济效果，本效益年总额 Π_{CH} 与地质勘探费用 3_{rp} 之比，表示地质勘探费用的经济效益。

关于交给发现和勘探有价值的矿床的地质勘探队有关利润，其主要部分数额以 3_{rp} 乘 E_n 的积求得。另一部分年收益为超额年利润 Π_{CH} 的一部分（10—15）（原文如此，校对者认为可能掉了“%”），如勘探并交付工业利用的标准出矿床在开采中未获超额利润，地质勘探队还有权获得定额利润，其总额仍为 $3_{rp} \cdot E_n$ 。

地质勘探费用经济效益的标准有如下特点：

（1）它可用数字表示对决定性因素 3_{rp} 的影响，（a）已勘探储量的价值和利润，每年可采矿物的价值，采、选、冶期间露天开采的数量，开采条件以及采选冶的净成本；（b）工业利用的基建投资 K_n 和矿床勘探的基本投资 3_{rp} 。（a）组各因素同上述1、2、3项均有数字关系，因而它们可对应年利润 Π_o 的数值。

（2）可准确反应地质勘探队的经济效果，並促进勘探高租金矿床。

（3）可向矿山提供定额利润，促进对生产指标的提高，即降低采矿净成本和选冶成本，增加年利润总额，因为在控制矿冶企业的情况下，附加利润的很大一部分（或全部）矿山可以留下。

通过两个因素（ Θ_{rp} 和 Θ_o ）的比较，如地质勘探费用的经济效益 $\Theta_{rp} = \frac{\Pi_o - E_n \cdot K_n}{3_{rp}}$ 与地质勘探费用总额 3_{rp} 、矿床工业利用基建费用的总经济效益 $\Theta_o = \frac{\Pi_o}{K_n + 3_{rp}}$ 之比较，对最佳开发途径的分析可以得出另一种可能性。

上述比较结果，可得到 Θ_{rp} 和 Θ_o 的关系式：

$$\Theta_{rp} = \Theta_o + (K_n : 3_{rp}) (\Theta_o - E_n)$$

从这一公式可以得出若干重要的实用结论：

1. 只要 Θ_o 超过 E_n 值时，则 Θ_{rp} 值大于 Θ_o ，即在任何情况下，开采一个矿床，在规定的时期内可偿还清全部基建投资费用，这是多数情况。

2. 如果式中第二项 $(K_n : 3_{rp}) (\Theta_o - E_n)$ 等于零，则 Θ_{rp} 等于 Θ_o ，实际上只有 Θ_o 等于 E_n 时才可能。在这种情况下，采矿总年利润为基建费用的两部分（即 3_{rp} 和 K_n ）提供的定额效益。

3. Θ_o 小于 E_n 时，则 Θ_{rp} 值小于 Θ_o ，此时， Θ_{rp} 值自然也将低于定额值。如 Θ_o 小于 $(K_n : 3_{rp}) \cdot (\Theta_o - E_n)$ ，则 Θ_{rp} 值为负数，即是说，这座矿山获得的利润低于定额值，这就意味着地质勘探工作给国民经济造成了损失。

4. $K_n : 3_{rp}$ 之比值变化范围大，在地质勘探经济效益中起着决定性作用。

5. 如 $K_n : 3_{rp}$ 之比值很大, 在 Θ_0 减小时, Θ_{rp} 值仍可很大, 例如, $\Theta_0 = 0.12$, $K_n : 3_{rp} = 30$, 则 $\Theta_{rp} = 0.43$, 即 Θ_{rp} 值比定额值大3倍。

由于现有地质勘探费用, 在勘探和工业利用矿床的基建费用中占的比例很低, 因而在新区不断扩大地质勘探规模具有有利形势。例如, 假设勘探和钻探或仅是勘探总费用增加1倍, 那么就有可能发现、勘探和交付开采20—30个储量大、品位高和开采条件优越的新矿床, 而且, 由于这种矿床利润高, 及在基建费用总额中地质勘探和钻探费用所占比例小, 因而另加的勘探和钻探费用可在1—2年短时期内用超额利润偿还, 苏联地质勘探队经过很多实例证实了这一结论。

在生产矿山的储量面临递减的地区进行地质勘探, 其效果是显著的。由于在很多这样的地区进行了大规模勘探工作, 因而使苏联的成百上千座矿山又获得了新生。而其费用偿还时间大多很短。

现代高效率机械设备在大型露天采矿中, 取得了特别好的效果。在苏联和美国大型露天矿的采矿净成本比小型矿山, 特别是比坑采矿山要低5~10倍。

因而, 须优先在有可能发现规模大, 接近地表便于露天开采的矿床的地区进行地质勘探。

在苏联可以举出许多取得较高经济效益的地质勘探实例, 如煤炭工业方面, 在坎斯科—阿钦斯克盆地和厄基巴斯托斯(哈萨克斯坦)发现了大型煤矿, 并进行了钻探测量, 大型煤矿建成后, 采煤净成本很低。在铁矿工业方面, 库尔斯克大型磁铁矿是一个生产效率高、开采净成本非常低的露天矿, 在科尔斯基半岛和卡累利也开发了磁性石英岩矿床。

即使出现勘探这种矿床的总费用很高, 并使每吨储量的平均勘探费用有所增加, 而

Θ_{rp} 和 Θ_0 的值也总是大大高于定额值, 并且短期内便可还清勘探费用。

近二十年来, 注意了合理利用矿物的全部重要成份, 经济效益在提高, 矿物资源的利用也在不断增加。

合理利用矿物的全部重要成份的困难, 首先在于勘探时对矿石复杂成份的资料掌握不全, 因而在采矿方案中, 无法预计特殊的技术措施。

在主要矿床的部分围岩中, 常赋存有类型完全不同的、价值稍低的有用矿物, 这些矿物有工业利用的价值。用地下开采方法开采大厚矿体时, 由于围岩塌落引起矿石损失, 露天开采时, 这种副产品送到废石场与废石混合, 这样便会部分或全部损失掉这些副产品, 及时勘明围岩情况, 并对非主要矿物的回收率进行经济估算, 在设计中以最好的经济效益利用全部重要矿物, 库尔斯克磁力异常铁矿床是合理利用全部重要矿物, 并取得较好经济效益的无数范例之一, 该铁矿的围岩主要是一层厚的白垩适于制作水泥和其它产品, 上面还有一层很厚的砂土, 可作建筑材料, 粘土层部分可用于生产价值高的墙壁建筑材料, 部分岩石可破成碎石作建筑材料。由于勘探资料不全, 且对那些有用矿物估计不足, 因而妨碍了对库尔斯克磁铁矿床的有用矿物合理利用, 从而对很大一部分副产品便白白地损失掉了。目前正计划在将来充分利用库尔斯克磁铁矿的资源, 对围岩中的非主要矿物的系统勘探工作已完成, 这就可以充分利用库尔斯克矿的资源, 即以最大经济效益回收铁矿石和副产品。

由于经济效益问题和工业实施代价很高, 故确定地质勘探的最佳工作量, 以便进一步扩大开采规模并获得足够的储量是极为重要的课题。

经验证明, 由于矿业集中, 新建矿山生产规模显著增大, 地质勘探资料(包括远景储量)的准确性也大为提高, 使矿山平均服务年

限大大延长。从1960年到1980年期间，勘探成果使矿山服务年限从25—30年延长到35—45年左右，即增加近0.5倍，或者说增加15%的储量，此值为新勘探总储量的25—30%左右。在10年中，每年矿物总额将增加4—5%，而该年代末比该年代初增加50—60%，这些数据说明了地质勘探工作量和基建费用对以后10—20年间采矿生产的影响。

北京有色冶金设计研究总院

黄兴东译 周致勤校

很明显，要实际规划地质勘探的发展，需要仔细考虑各类矿物的比例。

上面对各类矿物可望增大的总储量和各类矿物之间的比例进行了粗略估计，并对不久将来的地质勘探工作量的增加情况进行了概略叙述。

奥地利的矿床勘探和矿业开发

G. 斯特克

奥地利约有三分之二的矿物和其它原料靠进口。综合以前在寻找新矿床方面的成就，从而形成了研究和供应原料的理论。在奥地利为了使供应状况得到保证和增加，就是以这个理论为基础的。类似航空磁测、地球化学研究和自然环境影响的研究等是社会当局主办的活动，这些研究工作都做了详细的说明，为了社会利益的特殊工程则由国家当局主办，地质资料库的扩大应认为是很重要的。

一、现状

奥地利的矿物原料的调查和勘探以及新的采矿场的开发，都日益面临着稠密人口和高度发展的乡村而产生的困难，处于这种状态是有不同原因的，一方面是很多不同可能性的方法可供一定地区使用，但这些方法之间却增长着竞争；另一方面是环境学家们认为矿物的寻找和生产对自然是个很大的破坏。

由于工业化国家供应情况的恶化，而依靠进口矿物又不断上升的特点，这就引起了寻找

矿物的要求，为减少环境影响而发展的先进技术的重要性也在快速增长。

奥地利约有三分之二的矿物和其他原料靠进口，这个数字代表平均数量而未考虑建设和建筑工业用的全部原料。

二、成就

奥地利在采矿上有长久的传统，按皮蒂奥尼 (Pittioni) 的资料系统，铜矿石坑内开采以及后来的岩盐开采始于公元前1800年，尽管约4000年中最好的那部分矿床已大量使用，但很明显，由于大量的调查研究和新理论及工艺学的应用可以发现新矿床。所以在最近若干年里，在以前的采矿场已经发现了很多以前不知道的矿化作用和新的矿床。一个很好的实例就是在萨尔茨堡省米特西尔 (Mittersill) 附近发现的钨矿就是新的和以前未知的矿化。这个发现是通过新理论的判定而完成的，阿·曼策尔 (A. Mancher) 的早期研究工作并没有直接针对钙钨矿的成因而是指向辉铋矿的，但

现已发现白钨矿、辉钨矿和朱砂共生在一起是有共生原因的，所以钨—汞建造就扩大为在时间和层位上共生的钨—汞—汞建造，而且又出现了有关黑钨和白钨新的地球化学观点，这就为1967年在河流沉积中使用紫外线进行系统的地区调查提供了基础。从而在米特西尔附近的费尔伯巴奇（Felberbach）进入萨尔扎奇（Salzach）河的入口处发现了100ppm的 CaWO_3 异常。于是导致了进一步的调查，在布林特灵（Brentling）西坡约1900米高程处发现了矿石迹象。通过以钻探为主的地质工作证实值得开采的钨矿是存在的。1975年开始采矿，1976年建成了选矿厂，1977年在贝尔格拉斯蒂里亚（Bergla, Styria）新的现代化的钨制品厂投入生产。米特西尔的层控钨矿属于下古生代变质岩系，含矿岩系主要由角闪片岩、绿泥闪帘片岩、角闪岩、石英岩、黑云母—钠长石片麻岩组成。含 WO_3 0.7%的可供开采的白钨矿形成不规则矿体，宽约40—50米，长约100—150米，最大厚度在矿体的中心部位，高度为1500米，储量达数百万吨，是世界上最大的白钨矿床之一。1980年生产矿石达459084吨，7588吨精矿，精矿品位25% WO_3 ，然后高质量的金钨粉和碳化钨在贝尔格拉厂生产。

在以前的采矿区，如格拉兹斯梯里亚（Graz Styria）北部山地的铅钨矿点，通过系统地使用新的研究方法也能完成新的发现并得新的结果。很多小铅钨矿曾在本世纪中期生产，有些甚至在第一次世界大战期间就生产了。这些矿床常常被认为是后生成因的，另一种解释意见是这些矿化属接触交代成因的。在1974年和1979年间对格拉兹北部的含矿地区的调查研究中使用了新方法，测量了400平方公里，在这些使用地球化学和地球物理方法以及新的古地理概念而取得的新的地质图的基础上，韦伯（L. Weber）发现矿化作用是受岩相和岩层控制的，也是层状的。因此，调查研

究工作选定在20平方公里之内。在这个缩小的地区内的三个不同地方进行了专门的钻探工程，它不仅能够证明全部假设是正确的，而且，确定了可供开采的矿化地点，它反映出矿化作用仅仅存在于所谓的盆地范围内，在邻近的岩相范围内没有类似的矿化作用，与标型设想完全相反没有直接或间接的相互关联的矿化作用标志，但可以找到局部的隆起构造。按化学语言，在一些盆地中还原性质的铅锌金属是硫化沉淀，但在邻近隆起地带，铜则呈硫酸盐（重晶石）沉淀，所以这样的矿化作用可以与米格根（Meggen）的标型矿化作用相比，按这一研究工作的成果，开采铅钨矿同时也开采重晶石矿床似乎是值得的，这在最近的将来是可以实现的。

三、奥地利的系统研究工作

系统的区域研究工作对于确定有望的矿床地区是很重要的，所以应予详细说明。看到这些工程的很多部分即将由联邦政府和地方政府共同开始和供给资金是好的。奥地利的航空磁法测量是在工业实业界的参加和支持下进行的。

1. 航空地球物理测量

地球物理和相关科学一起的目的是对矿床提供直接或间接标志，地球物理在全面的研究工作中，而且也在以后的详细勘查计划中都是有用的。现已开始了与相关科学如地球化学和地质学的密切合作，这个方法通常叫做矿床的综合研究。大面积的地球物理测量大多用磁法，电磁法和放射法完成，特别是磁法已变得十分普及，使用磁法进行大面积测量是基于它可以象放射法一样从飞机上完成。这就能使成本大大削减，用飞机完成一个测点的成本约为0.10S，而每个地面测量成本约为20—30S，与地面测量相比使用飞机可以使资料完成得更平滑和能更好的搭接，不过必须考虑到高度上升时磁强度的量要减少，所以从很高的空中测

量不能探测到小的异常,但这并不很重要,因为大面积的测量是用于研究大的磁力构造的。

奥地利的航空磁测

奥地利的航空磁测计划是1977年开始的。作为一个联合计划它是联邦政府和省政府及奥地利的实业界发起的,由于地形上的很大困难(高度在海拔750—3700米)这只能使用飞机在一定的飞行高度飞行,测量的纵剖面的距离是2公里,为了达到控制的目的大约每10公里做一个剖面与所测纵剖面成直角。由于提到的地形上的困难,选择了六个不同的飞行高度,

(海拔以上4000米、3000米、2500米、1400米、1000米、800米),到目前为止大约已经完成了这样飞行计划的90%,设想能在1982年春季结束,六个月之后将完成原始资料的评价工作。已获得的结果显示出很多有重要意义的异常,一个大的异常始于马尼奇(Manich)之南,随后是北阿尔卑斯山的石灰岩,在阿尔卑斯山东缘减弱。又在维也纳盆地升高,然后在奥地利的东北与大的“马里斯切异常”

(Mährische Anomalie)相接,整个“硬砂岩带”从头到尾可以探测为一个异常,还有几个其它的重要的磁异常,如在Silvretta杂岩体中的超基性岩(在瑞士是Ardes的超基性杂岩体)和Otzal结晶杂岩体。再向东在Tanern中心部位又进一步探查到几个异常体,对这些异常的原因进行了必要的调查研究。Molltal断层带有一个长约20公里的异常为其特点,其原因尚不知道。在第三纪复盖层下面在博西米安(Echemlan)岩体的大异常系统中,从Tulln一直延长到捷克斯洛伐克。在奥地利东800米高程的航空磁测结果表明它可以与维也纳盆地内现存的大部分油田和气田相对比,奥地利的这几个大面积航空磁测的实例说明从地磁异常得到的资料的重要性和多变性。奥地利航空磁测的结果是提供了1:50000比例尺的图纸,这个比例尺也可以用于地形测量。

直升飞机地球物理测量

由于从高的飞行高度所得到的航磁资料剖面间的距离很大,后来又讨论了如何能够得到沿在矿床的更为详细的资料,联邦当局决定成立一个奥地利地球物理研究组。这一决定是以相当大的地区必须通过空中测量的事实为依据的,作法是每200米一个剖面,应与地质走向直交,由于它必须要在地面以上保持80米的飞行高度,所以须要使用直升飞机,在1980年夏季的一项实验工程中,从直升飞机上进行了泰罗(Tyrol)和萨尔茨堡(Salzburg)的航空物理测量,但系统地测量应在1982年初开始,飞机将使用Augusta-Bell型直升飞机,它上面要装配一个精致的自动导航仪。

2. 地球化学研究

地球化学研究在矿床的勘查和定位上是很有用的,它的基础是已知的化学元素分布及其与时间空间有关的岩石和矿物的同位素。地球化学方法的使用,尤其是在河流和溪流沉积物的调查研究中,可以导致地质不发达国家以及高度发达的工业化国家内发现很多可供开采的矿床。此外元素的自然地球化学含量及其对生态学的影响,对国家的环境是一个重要参数。农业、工业和运输方面的工艺过程与稠密的人口一起造成了化学元素的人类学的扩散,为了环境的目的应对这种扩散进行研究。

1979年在奥地利利用系统的地球化学研究寻找矿床,是由科学研究部和工商贸易部开始的,主要的目的是对除Flysch和Mollasse带和高山内部盆地以外的所有奥地利其它地区都将进行调查研究。

地球化学研究第一步的目的是搜集元素扩散的区域资料和异常的位置,区域研究计划按河流和溪流的位置决定,河流沉积物样品每1.3平方公里取一个样,重矿物富集样品每10平方公里取一个样,然后再进行研究。第二步工作的目标是对划分为区域的和局部企业内的天然和人工原因而造成地球化学异常加以证

实和定位。1978年ONORM G 1031说明了地球化学取样的标准。1979年维也纳(GBA)出版了取样和取样区资料编录指南,现研究区域内所进行的样品搜集工作已经结束,目前样品正在维也纳BVFA的土工技术学院进行分析,该处有为快速而准确地分析大量地球化学勘探样品的必要设施。

3. 光谱分析法

a. 带有冲击电流计和液态样品的ICP等离子体激励作用的光谱仪(OES)。

b. 带有序列冲击电流计和固体样品的铯阴极激励作用的X射线荧光分光仪(XRF)。

在河流沉积物中,光谱分析法可以进行28种元素分析,X射线法能胜任20种元素分析,总计可分析38种元素,对于砷元素可以用标准分析法,在分析中可能还包括其它元素如金、铋、钨或钨等,这些元素的检查界限超过了地球化学富集的平均值。

对每一个样品都应在固体的和溶液状态下进行分析。筛下部分(-80网目)不仅包括粘土部分而且也包括大量的矿物,矿物量超过岩石中矿物量的2—10倍,这部分样品将是太复杂以至很难溶解的,所以有一些矿物象铀、钍、钍等不得不用X—射线光谱分析方法进行固态样品分析,分析结果在电子计算机工段进行检查,并统计数值做磁带记录。经过专门的计算机程序取得的结果,该结果就是以地质统计为手段的提供不同可能性和填制异常图的基础,1982年春可望取得波西明岩体的奥地利部分的最终分析成果。中部高山的中间部位和硬砂岩带的分析结果的工作还在进行,1981年春可望得到最终成果。总之,可以说已发现很有兴趣的,特别是关于钨和铜的标志,当然也发现了其它矿化作用。

4. 自然环境潜力的研究

矿物原料矿床是一些地区自然环境潜力的一部分。矿床的最重要的特点是基于这样的事实,即他们赋存在一定的受到限制的范围,而且也不能再生。如果不与地区的区域规划相

协调,则矿床原料的开发和开采将是困难的。确定将来方向的区域规划的第一步就是对自然环境潜力的全面的汇总。可以把它认为是对各种事物的全面了解和某一地区在自然方面的可能发生的事情。全部的事实都与利用该地区的岩石、矿床、水、土壤、气候等有关系,同时也必须考虑建厂原则。这个研究应在大比例尺的图纸上完成,以便为地理行政事情的决策提供全面的和综合的基础。图上没有提供什么新的东西,新的面貌是这些图上将标出地质科学的资料,它也应使区域规划委员会能够了解,按照一定供应区的概念应该陈述为潜在的原料供应区,应该考虑采矿仅仅能在一定阶段的时间内进行。奥地利的一些地区的自然环境潜力的综合研究始于1978年,这个研究是以下萨克松尼的相似研究结果为基础的。

1980年初奥地利地理行政委员会的一个分组开始研究奥地利的自然环境潜力,所有奥地利的公共管理局都支持自然环境潜力研究的意见,但由于手头有大量工作所以必须限定在特殊的区域内进行。与此同时,试验性的研究工作已在卡林西亚(Carinthia),上奥地利(Upper Austria)布尔根兰德(Burgenland),维也纳(Vienna)和司梯里亚(Styria)开始。洛得克尔斯堡(Radkersburg)地区内的自然潜力的研究及其提供的1:50000和1:200000的图纸已经完成。

5. 地质资料库

原材料方面的大量不同的地质科学、地质技术和其它资料正在寻求新的评价方法,搜集和评价这些资料是花费很大的,必须尽可能地提出结果以便也能为其它目的所用,这就可以防止重复性的研究,也可避免经济上的不利。

维也纳的GBA用计算机处理下列资料

—样品资料(GEOPUNKT系统)

—地质图资料(GEOKART系统)

地质资料也在一些省份内搜集

所有这些集合品现在都已整理和完善起来

而形成地质资料库，要注意搜集计划的地下工程（井、巷道等）的资料，以便为科学家们进行工程评价提供有关资料。GBA认为改进资料的流通是很重要的，在这方面的主要步骤将是尽快地由 BUFA 出版地形图，这些图纸是1:50000的使用 Gaub Kriigen 座标系统。标准化的技术说明的编辑工作已经完成并即将出版。

附录：直升飞机物探仪表

A. 磁法：地球磁场强度的测量使用几何学圆形G-803质子磁力仪，这个装置包括：1个测量支架，1个电缆长度为20米的测量探针，1个HP7103型模拟印刷机，用G-714型数据集合机在磁带上完成资料的数字搜集工作。

B. 电磁法：土壤中测量电阻是由D1 GHEMII型直升飞机装置完成的，这个装置

包括：带有传送器和接收器的2个悬在飞机上的电磁仪（一个备用）1个设备室（安装在直升飞机内）内有：带有两个信号分析器的测量支架，能源供应，球形—高张力控制器，用MARS-6印刷机进行模拟登记的连接电缆，在G-714设备上数字登记用的连接电缆，分派电缆（Snacking Cable），人工操作说明，EM数据包括电阻率绘图和磁力绘图用的软件。

C. γ -放射线法：在测区内进行 γ -射线的强度测量使用几何学圆形GR-800直升飞机装置（测量范围0.4—3.0兆电子伏特MeV），这个装置包括：2个NaJ—晶体（体积2048立方英寸），晶体是运进直升飞机内的，其它设备有，1个GR-800光谱仪，1个GR-900界面分光计，1个MARS-6模拟印刷机，1个G-714数据集合器，1个磁带记录器。

北京有色冶金设计研究总院

郑之英译 姚剑辉校

完善构造极端复杂矿床的勘探系统和开拓工作

〔罗马尼亚〕 Covaci Stefan等

摘 要

矿物原料的需求、迫使人的充分利用某些开采条件和地质条件更困难的矿床。构造极为复杂的矿床也属这一类型。

根据充分研究过的罗马尼亚马拉莫尔斯山区的几个矿山的具体情况，研究了下列问题：

一表明矿区特点的断裂构造现象的数学统计的和运算方面的分析；

一矿区周围矿化的各向异性，构造类型的

直接结果；

一按照地表矿化各向异性确定最佳勘探网（形状和网度）；

一对构造变动的矿床开拓工程在空间位置上的特点和复杂性。

总之，通过工作在对构造极复杂矿床的勘探与开拓的最佳方法方面取得了结果，这方面的研究工作大有益处。

1. 引言

为保证国家经济发展所需要的矿物原料，