



国外找矿勘探管理理论与经验概述

找矿勘探的经济学

勘探活动是发现矿床的手段,应从其最终的产物来验证它是否有价值。矿物勘探经济学研究两个方面:勘探矿体的价值与寻找矿体的勘探成本。本文论述寻找矿体的勘探成本。

成功的可能性

多少个勘探“尝试”是成功的?据一些统计资料可以作出粗略的回答。假设地质人员评价的数百个有利地区中,有一个矿体的话,那么,经过详细地表勘探、证据充分的地区,冒险率为100:1;有足够证据可进行钻探的地区,冒险率为50:1;已经证实为矿石品级的矿化的为10:1。

国际原子能机构发表的统计资料表明,在美国,对10万个异常的调查,产生4000个远景区,其中700个被列为矿床。异常与矿床之比为143:1,成功率为0.7%。

加拿大一些公司所掌握的4865个矿化地区中,有148个(3%)是可获利的矿山。有人曾计算了加拿大的矿物发现与勘探“尝试”之比的总趋势,1951年成功率为1.0%,1969年减少至0.1%。

在美国西南部工作的五家勘探公司,调查了352个远景区,至少是在47个远景区上进行了物探测量,在23个远景区上进行了钻探,最后只判断出2个远景区“有开拓的可能”。比例为176:1,成功率为0.6%。

1963~1966年间,美国一家大型勘探公司——拜尔克里克公司,对1649个可能靶区进行了认真研究。在其中的60个靶区上打了钻,发现了15个矿化新区,其中8个具有一些潜在的矿量。这中间有5个是有意义的“矿床”,有一个被认为是矿体。5个矿体符合公司的勘探目的,比例为330:1,成功率为0.3%。

加拿大的克明科采矿公司的经验反映了同样结果。该公司40年间勘探的地区达1000个以上,其中78个地区值得进行大规模的勘探工作;最后,18个矿山投产,但只有7个是盈利的。成功率可为0.7%。

这里,值得提出的成功率的计算是根据可盈利的矿体,而不是只按照新矿体的数目。

以上这些勘探成功率的统计资料只能作为一种归纳的总结材料。每个公司在特定的时间和地点都有自己的勘探目的,而且,被放弃了远景区常常又被其他公司重新评价而转变成为矿山,这两个事实均未计入统计之中。据P.A.贝利的资料,1950年以来在北美发现的斑岩铜矿中,有90%均是在1950年以前识别出来的矿化地区找到的。这些地区以前肯定均被列为勘探靶区,只不过将矿体漏掉了。

A.勃兰特和D.A.O.摩根这两位具有相当丰富勘探经验的美国权威人士提出,经济上成功的远景区占所检查过的远景区的数字比例应为1%。

绝大部分的统计资料都将矿点异常和远景区作为出发点,也就是说,总是已经发现了一些什么。那么,一个从地区而不是从矿点开始的区域勘探项目如何呢?例如,1967年在印度的8万平方公里上开始的勘探项目,有多少出发点呢?经过十个月的航电法、磁法和放射性测量之后,选出了1100个异常进行地面地质普查。这1100个异常可算作出发点,尽管经过初步筛选,还可修正异常数目。至1972年夏,由地面地质、物探和化探方法鉴定出700个异常,选出25个做为靶区进行下步工作。至1972年秋,对12个靶区进行钻探验证,选出6个作为有望远景区。倘若其中只有一个转变为可盈利的矿山的话,冒险率则为1100:1。

对于矿物分布的统计模式,多数找矿勘探人员都持怀疑态度,因为那种方法在特殊情况下,可以提供一些数量,但当利用它们从地质假设跃入实际数字时,就不能不令人怀疑。勘探程序最好以这些公认为不可靠的数字为基础,在区域评价阶段,冒险率为1000:1(?);野外普查阶段,冒险率为500:1(?);详查阶段,冒险率为100:1(?)。这种冒险率虽很主观,但有用,因为这些数字表明了成功率应该增加的趋势。也就是说,如果在实际

工作中,随着勘探程序的进行,成功率不增加,就应该修正或放弃该项目。

上面提到的冒险率,应具体地称为地质冒险。还有其他几种冒险:政治冒险、技术冒险及销售冒险,这些对一个勘探程序的开始、继续或放弃,都有着影响。过高的租税或某项对采矿工业不利的政策信号,可称为政治冒险;技术冒险是指在矿山开拓、采矿作业、矿物处理中遇到的一些重大问题;销售冒险则是另一方面的问题,例如如果金属或矿物的价格下降,足以使一个矿体失去工业意义。

时间因素

上述的成功可能性中,未强调时间的重要性。但是,调查和鉴定,也就是勘探“尝试”要经过数月、数年、甚至数十年的工作。一个全面勘探程序要花2~5年时间,才达到远景区评价阶段(发现后)。一旦获得远景区,评价则需要相当长的时间。评价与生产前的工作所需时间更长。在这一时期,对勘探项目的投资就要冒险,而且成本很高。

若“条件”容易,生产前阶段需要1、2或3年;若条件困难,则需10年或更长时间。加上圈定和鉴定一个工业矿床的勘探和评价工作,总共需用15年或更长时间。在这方面,仅举两例:

美国密执安州怀特派恩地区,1929年就查明一大型铜矿体,1955年才投产。1948年,在不列颠哥伦比亚莱达克河源头查明有意义的矿化(1931年就打了桩),格兰达克矿山公司成立于1953年,花费1.15亿勘探和开拓费用,于1971年才投产。

矿物勘探有些特点如赌博。必须认识到冒险性,考虑到成功的可能性,承认坚持的必要性。但赌博是靠碰运气,勘探活动可不是靠碰运气的游戏。即使是碰运气的发现,也需要有足够的地质与矿业知识来识别矿化的工业意义。

经济因素

经济因素与所要寻找的靶区的大小和种类有很大关系,而后者又会影响到勘探步骤。如果在偏远的内地进行勘探工作,则至少要有几百万吨高品位或几百万吨低品位而接近地表的矿石。规模小一点或埋藏深一点,在现有的或设计的运输条件和生产成本下,开采是毫无意义的。即使对最明显的靶区来说,由于经济限度和冒险率都很高,勘探预算的

大部分往往花在普查工作上。

如果在一些老矿区,又靠近大规模的采矿作业区,那样,即使埋藏很深的低品位的靶区也可以接受。特别是当已知矿体就要采尽时,较小的矿体也可以。如果冒险率低,即使矿体小而且详细调查成本高,也允许。

若在一个采矿地区内,预计一个靶区内矿体的可获得的价值(净现值)为1千万美元,发现矿体的冒险率(成功与失败之比)为50%;而在处女地内,一个靶区内矿体的可获得价值为1亿美元,冒险率为5%,那么,两者的预期值(即下节将讨论的现时勘探界限)均为5百万美元。但第二种情况的冒险率就很低,若只有2%或1%的话,预期值只有2百万或更少,大致等于一个大型勘探项目的成本费用。这种统计是较原始的,但它表明,在地质情况很熟悉的环境内,勘探小的矿体与勘探大的矿体,经济意义相同。

在确定一个勘探靶区的可接受的大小问题上,还有另一方面。在冒险率相等的情况下,寻找和开拓一个小而富的矿体的投资可能比寻找和开拓一个大型低品位矿体投资少,而且,资金周转时间短。对小而富的矿体来说,一旦发现了足够的矿石后,可同时先进行少量的圈定矿体、开拓和开采作业,直到可进行大规模的勘探与开拓工作。而勘探一个大型低品位矿体,则要先花费大量资金,用钻探来圈定矿化,直到发现千百万吨的矿石才行。而且,还必须要先查清矿石的品位、矿物成分和地球化学条件,才能称之为一个矿体。有些公司就不愿在这样一个勘探项目上花费大量资金,拖延很长时间。因而,小而富的矿体、块状硫化物矿床,就比斑岩铜矿更有吸引力。

现时勘探界限

利用所估计的冒险率和所预期的从发现中获得的利润,可以建立起找矿勘探项目应花费的合理界限。

举例说明:假设在一个经过选择的靶区,发现一个矿床的冒险率为100:1,若矿体可能含有2千万吨矿石,据可能的品位,每吨可收益15.42美元,作业成本可能为每吨7.34美元,假设矿山的每年开采能力为1百万吨矿石,从现在起需几年的开

拓时间,需投资1.7千万美元。有了这些数字,我们就可以计算现金流通、矿体的净现值及合理的勘探成本了。经过计算可知,预期的矿体的净现值为1.665千万美元。现时勘探界限为矿体净现值的1/100,相当于16.65万美元,这就是勘探该矿体不能超越的勘探费用的限度。如果,地质条件或经济条件比预期的要好,就应重新计算矿体的净现值。

勘探界限的计算是依据一大堆假设或猜测,所以使用“现时”一词。经过调查与测量,事实代替了假设,就要根据事实改变勘探界限。在上例中,若一个钻孔打到高品位矿石,冒险率就改变了,变为50:1,勘探界限就可增加至33.3万美元。通过地质分析,对某一因素有了新的评价或对采矿成本有了新的估价,都应产生不同的勘探界限。新情况可能令人失望,则应降低勘探界限。如果勘探界限业已达到,就应终结勘探项目。

可以用各种假设和解释重复地进行灵敏性分析(找出最重要的指标)或冒险率分析(找出概率函数)。在进行这些分析时,必须要有地质人员的密切配合,因为这些数字可以说是“法律”,而不仅仅是合理的指南。

计算现时勘探界限只是计算勘探费用限度的方法之一,还有其他几种利用数学模式来计算的方法。这种衡量和估计是大略的,就某一靶区而言,必定是过高,或是过低。在实践中,预计的某个勘探项目所花的钱和每一阶段所花的钱,部分是由勘探目的,部分由主观推断,部分由个人的洞察力和经验决定的。

勘探成本

勘探界限是指不可逾越的一个限度,但一个公司或是一个勘探项目的勘探费用是多少呢?美国的摩根博士曾给过一个有意义的数字,他认为,一家公司要想勘探一个大型矿床,每年要用1.5~3百

万美元,时间需6~10年。

有人曾研究了美国21个大型采矿公司的勘探费用,最大的公司每年都花1.15千万美元,中型公司每年花3.5百万美元,小公司每年花85万美元。

勘探成本的预算一般都是在不确实的情况下估算的,采用单位成本和将新区与已有成本数字的地区进行类比的方法。从许多地区得到的数字可以结合起来,给出一个范围,根据新区的条件,可以高一些或低一些,若条件截然不同的,可超出这个范围。附表是美国西部地区1977年的勘探费用。其他地区的勘探费用可针对此表,利用自己掌握的情况进行调整和修正。

将新区与源区的条件进行对比,可考虑以下几方面的差异:

工钱与薪水、附加的雇佣金、劳力政策、雇佣外籍人员的限制;

影响效率、时间的安排及作业范围的地方风俗;
有关进口、租借及输出设备的租税和限制;
对可利用的勘探服务项目竞争;
范围、准确性与所掌握细节的程度;
测量管理、地图及情报的现有水平;
区域面积;
与城镇、道路、劳力、材料、维修设备和实验室的距离;

地区是否容易进入及穿越和地质的复杂程度;
为加速完成工作和为在限期内完成工作所支付的津贴。

影响野外时间表和个人效率的健康状况;
影响季节和日常作业时间表的气候条件;
通货膨胀的地方趋势;

这种类比方法还可适用于明确的成本估算,那就更需要个人的知识与经验,需要合同人的成本估价单,并且要模拟不同勘探模式的勘探程序。

1977年美国西部地区找矿勘探的单位成本

1. 人力 (包括公司行政管理费)		政府机构的黑白片 0.05~0.25美元/ 每平方公里		
高级地质专家	100~150美元/每天	合同单位的黑白片, 每平方公里		
地质人员	80~100美元/每天	地区 (平方公里)	比例尺 1: 20000	比例尺 1: 10000
野外助手	40~60美元/每天	10	30美元	35美元
2. 室内研究		100	20美元	30美元
航空摄影 (立体覆盖)		500	12美元	20美元

1000	8 美元	15 美元
3000	5 美元	10 美元
彩色照片, 加 20%		
近红外照片, 加 20%		
航空地质解译, 加在航空摄影费用上		
一般	1 ~ 5 美元/每平方公里	
详细	5 ~ 20 美元/每平方公里	
摄影测量图, 加在航空摄影费用上		
25 ~ 50 平方公里, 1 : 10000 比例尺 60 ~ 120 美元/每平方公里		
1 : 5000 比例尺 120 ~ 200 美元/每平方公里		

3. 实验室 (商业实验室, 包括样品制备)

地球化学 (原子吸收或比色分析) 分析

4 ~ 5 种元素	5 ~ 10 美元/每个样品
X-射线衍射矿物学	10 ~ 50 美元/每个样品
半定量光谱学	20 ~ 45 美元/每个样品
化验	5 ~ 12 美元/每个样品
薄片制备	3 ~ 5 美元/每个样品
光片制备	5 ~ 10 美元/每个样品
薄片研究	20 ~ 30 美元/每个样品
K-Ar 年龄测定	
日常服务	300 ~ 400 美元/每个样品
优先服务 (48 小时)	700 ~ 800 美元/每个样品
同位素比值, 岩石样品	
氧、碳或硫	40 ~ 100 美元/每个样品

4. 野外地质

运输:	
2 轮车	175 ~ 250 美元/每月
	+ 汽油 + 0.06 ~ 0.08 美元/公里
4 轮车	250 ~ 350 美元/每月
	+ 汽油 + 0.08 ~ 0.10 美元/公里
小型固定机翼的飞机和驾驶员	50 ~ 80 美元/每小时
小型直升飞机和驾驶员	125 ~ 300 美元/每小时
(4 小时/每天至少)	
运货的直升飞机和驾驶员	500 ~ 1500 美元/每天
野外 (营地) 费用, 每人	14 ~ 25 美元/每天
城镇 (以旅馆为基地) 费用每人	30 ~ 35 美元/每天
地质填图单位成本	
普查 (1 : 10000 或更小)	
简单地带	20 ~ 60 美元/每平方公里
复杂地带	60 ~ 200 美元/每平方公里
详查 (1 : 5000 或更大)	
带有几个远景区	300 ~ 600 美元/每平方公里

5. 地球化学采样 (不包括地质填图和钻探)

野外样品采集, 一般	2 ~ 20 美元/每平方公里
野外样品采集, 普查	
河流沉积物, 可进入地带	2 ~ 20 美元/每平方公里
河流沉积物, 困难地带	20 ~ 50 美元/每平方公里

野外样品采集, 详查

土壤, 可进入地带	70 ~ 200 美元/每平方公里
土壤, 困难地带	300 ~ 700 美元/每平方公里

6. 地球物理 (包括搬运)

航空、固定机翼

多谱带摄影和红外扫描	3 ~ 5 美元/每公里测线
放射性测量	10 ~ 40 美元/每公里测线
磁法	6 ~ 13 美元/每公里测线
电磁法	11 ~ 25 美元/每公里测线
电磁法 + 磁法 + 放射性测量	16 ~ 25 美元/每公里测线
用直升飞机进行物探测量, 在上述成本上加 50 ~ 150 %	
地面地球物理测量	
放射性测量	10 ~ 20 美元/每公里测线
磁法	
详查	90 ~ 200 美元/每公里测线
道路穿越	4 ~ 16 美元/每公里测线
普查	12 ~ 60 美元/每公里测线
重力	120 ~ 250 美元/每公里测线
激发极化法	
普查	100 ~ 300 美元/每公里测线
详查	400 ~ 950 美元/每公里测线
电磁法	
普查	50 ~ 120 美元/每公里测线
详查	250 ~ 500 美元/每公里测线
浅震	200 ~ 750 美元/每公里测线
钻孔物探	
基本费用	0.30 ~ 0.05 美元/米
测井费用, 每个参数	0.30 ~ 1.00 美元/米

7. 钻探

无岩芯	
至 300 米	10 ~ 30 美元/米
至 1000 米	30 ~ 50 美元/米
岩芯钻探	
至 300 米	40 ~ 50 美元/米
至 1000 米	50 ~ 80 美元/米
搬运、采样、场地准备	
混合成本 (不包括打通道路和直升飞机的服务费用)	
100 米	加 60 %
1000 米	加 30 %

8. 打通道路和槽探

修筑道路	
平坦至低缓地带	300 ~ 2000 美元/每公里
较崎岖地带	2000 ~ 4500 美元/每公里
崎岖地带	4500 ~ 6000 美元/每公里

9. 验证坑探

用推土机或反铲槽探	10 ~ 30 美元/每线性米
至 3 米的验证坑	10 ~ 30 美元/每米深度

李 颖 编译