

矿产勘查风险与项目管理

张 玉 衡

(冶金部情报标准研究总所)

矿产勘查项目管理的难点在其投资风险性。本文论证了矿产勘查的风险性,提出了勘查过程的决策链概念,对决策方法及矿山设计险值的估算进行了探讨,并指出,定量决策是管理现代化的方向,但在过渡期间,完善经验法仍是很必要的。



随着经济和社会的发展,矿产资源储量补偿需求增长与矿产地质自然丰度递减的矛盾将越来越突出。加快速探、采、选诸方面的科技发展是缓解这一矛盾的根本出路,但必须有良好的经济、社会环境,特别是与之相适应的经济管理体制的保证。针对以往管理体制的种种弊端,全国地质行业正在致力于改革。目前,正在探索完善地质工作项目管理的有效途径及有关理论、方法问题。在实践中已经取得一定的成效,但也遇到不少实际问题。有关矿产勘查风险的处置,是其中最突出的问题。因此,有必要探讨一下矿产勘查投资风险的实质及有关决策问题。

成矿的必然性与发现的偶然性

矿产形成于漫长的地质发展过程,并有其客观必然性。在特定的时间段里,人类认识是有限的,不可能完全把握成矿机制,只能在无限次的实践—认识往复过程中逐步求得主客观的统一。人们对成矿机制认识的相对性,决定了发现工业矿床的一定程度的偶然性,进而决定了矿产勘查投资的风险性。虽然这种风险的经济损失会因认识的不完善而降低,但又不时地为矿产地质自然丰度的递减而冲销。如果提高认识水平的速度赶不上丰度递减速度,则勘查风险势必增长。同时还应看到,对具体勘查对象来说,虽然提高对成矿条件的认识可以赢得降低投资风险的经济效

果,但还必须支付相应的观测、研究费用。因此,有必要研究矿产勘查投资风险的有关对策问题。

勘查决策问题

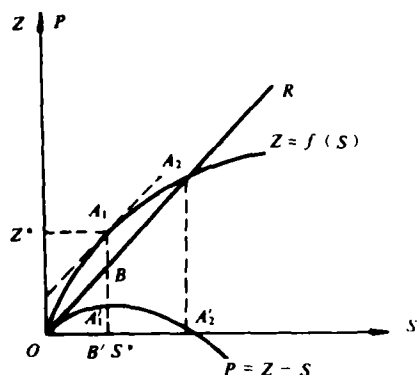
一般决策目的是在利害冲突双方斗争中选择有利于己的行为对策。双方一旦选定对策,就得按约定赢得关系(赢得矩阵)兑现得失,结局立见分晓,决策的难点在于不知斗争对手将采取的行为。矿产勘查的“斗争对手”是没有理智的大自然,决策的难点在于不能完全把握成矿机制及其存在状况。勘查对策选定之后,得失关系往往不能立见分晓,是“摸着石头过河,走一步看一步”,而且期望赢得量也很不确定。尽管勘查对策的抉择是统计决策研究的典型问题,但也只能在明确矿产勘查风险的内涵之后,才能探讨决策问题。

矿产勘查过程就是不断取得有关工业矿床信息的过程。为了证实工业矿床的存在,了解其有用组份的富集程度、空间分布和赋存状态等等,必须使用相应的探矿工程手段,直接揭露。由于探矿工程,特别是重型工程耗资较大,必须有说明工业矿床存在的一定程度可能的地、物、化、探前提,才能设计施工。因此,面对矿产勘查投资风险有两类对策需要抉择。

1. 勘查项目的抉择 为了尽可能减少矿产勘查工作投空或出现得不偿失结局的机率,在确立勘查项目时,必须对勘查对象的物化成果的期望产出值有所评估。在以标定基准投资收益率进行全额贴现换算的

条件下,只有当最终期望产出的现值大于同一基准时刻的项目工作后的投入总现值,才能认为勘查项目投资在经济上是可行的。在有若干个可投资项目的情况下,因勘查基金有限,还需要按投资效益水平排序,择优上,以赢得投资效益的时间价值。可见,勘查项目的抉择是矿产地质工作项目管理的首要问题。合理立项是管理成功之半,不可不察。

2. 合理勘查程度的抉择 矿产勘查项目确立之后,明确其工作的内涵是进一步实现成功管理的必要条件,既是合理设计预算的前提,又深化于设计过程。矿产勘查项目的工作内涵是多方面的,但最关键的是合理确定所在工作阶段的勘查程度问题。任何勘查阶段的目的都一样,要为后序工作项目的确立和设计提供依据,确切地说,就是要经济有效地为后序工作设计降低风险。为此,就需要对所在阶段的勘查费用与后序设计风险的相互消长关系进行得失对比分析,抉择勘查程度。后序工作设计险值的减少量,实际就是阶段勘查的产出值,记作 Z ;实现产出 Z 所需的阶段勘查费用,记作 S 。在 Z 与 S 为同一基准时值的条件下,二者关系可用下图来示意。



该图表明,曲线 $Z = f(S)$ 与直角平分线 OR 相交是追加勘查的必要条件,但即使相交也不能过量追加勘查投入 S 。在曲线上有一点 A_1 ,在该处投入 S 的微小增量与产出 Z 的微小增量恰好平衡,阶段勘查的净产出(即经济效益) $P = Z - S$ 达到极大。与点 A_1 相应的投入 S^* 和产出 Z^* 是最佳值,即对应 S^* 的勘查程度,在经济效果上是最理想的。

虽说在勘查实践中,图中的理想点 A_1 难于求到,但由于在 A_1 点附近有一个效益曲线变化梯度很小的区域,只要勘查设计的工作程度目标能靠近 A_1 点,就

是令人满意的勘查程度,就可以认为是合理的。

勘查过程的决策链

随着矿产勘查工作的深入,探矿手段要求逐步提高,费用量级也相应提高。因此勘查工作过程必须分段进行,以便及时取舍排序后续工作项目。对任一勘查阶段来说,都要进行上述两类决策。从而构成两个勘查决策链,一个是项目筛选决策链;一个是阶段勘查程度优化决策链。

这两个决策链,既互相区别,又互相联系。前者属战略决策,在地质工作项目管理中,属高层管理决策问题。在实行承包制度的情况下,应由发包主管部门来抉择。与此相对应,由立项所引起的投资风险应由发包部门承担,而不是由中标单位承担。后者属战役决策,在地质工作项目管理中,属中层次的管理决策问题。与此相对应,由勘查程度抉择不当引起的风险,也应由决策的承包单位承担。

在上述两个决策链之外,还有一些微观技术经济管理决策问题,如具体探矿工程的施工设计方案等等,属战术决策问题。毫无疑问,这些决策只能对勘查设计负责,不承担上述两类决策引起的风险。由于战术决策时的投入与产出一般是比较明确的,而且实物工作量是成果考核的主要根据,比较易于实现联产计酬办法。但也必须看到,施工地质条件千差万别,必须建立比较科学的定额系统,才能比较公正地实现联产计酬办法。

决策方法问题

由于成矿地质条件的千差万别,勘查过程中的可变因素及不可预见因素很多,从而造成定量管理决策的困难。多年来传统的勘查决策主要使用经验法。具体说就是,使用专家鉴定法确定工作项目;按规范要求,确定阶段工作程度。经验法的优点是简单易行。在地质工作早期,由于矿产地质自然丰度较高,露头矿多,经验法是行之有效的。建国初期,专家鉴定及苏联地质工作规范的引用都曾经发挥过重要的作用,特别是解放后新培养的广大地质技术人员及几经修改完善的规范,又进一步发挥了作用。还可以预料,在今后相当长的一段时间里,还得继续发挥经验法的作用。但必须看到,随着矿产地质自然丰度的不断降低,

勘查风险程度越来越高,经验法已经越来越难于适应勘查决策的需要。采矿比例的增加及勘查程度不当例子的增多,都与这一形势有关。与此同时,特别是60年代以来,电子计算机的普遍应用及应运而生的地质统计学的兴起,已经给定量管理决策带来了实现可行性。近五、六年来,有关矿床经济评价研究已经引起了有关大专院校和科研、设计部门的地质技术工作者的重视。在冶金系统,已经准备对重要生产矿山全面开展资源评价研究。毫无疑问,随着生产矿山资源经济评价的普遍开展,必将逐步形成技术经济评价的系统动态数据,使用电子计算机存贮、计算乃至建立用于快速评价的诺模图已经为期不远。定量决策勘查项目的条件正在逐步成熟。

关于勘查程度决策问题,过去除了在个别生产矿山的追加勘探中使用过统计决策方法之外,基本上全是使用规范法。经验表明,虽然规范是仲裁地质与设计部门间的勘查程度之争的准绳,但往往还是“打笔墨官司”,规范中的模糊概念难坏了“仲裁者”(储委)。当然,规范细节的完善可以减少这种矛盾,但避免不了“合法不合理”问题。因此,研究应用统计决策方法,合理确定勘查程度是必要的。虽然到目前为止,设计险值计算还是一个难题,但随着矿床经济评价方法和地质统计学方法的深入研究,估算设计险值是有现实可能性的。

上述情况表明,目前正处于经验决策向定量决策的转变时期。在转变过程的早期,后者不仅不能取代前者,而且在很大程度上还得依靠规范法,定量决策只能是规范法的必要补充。实际上,所谓经验法也是数理统计方法的初始状态,是人脑本能的统计分析。发展为数理统计分析,要有一个量变过程,但也将是必然结果。当然,数理统计分析也并非最终结果,只是处理认识不完善所引起的偶然事件的一种手段,然而在认识发展的长河中,其应用时间是相当长的。

阶段勘查与勘查全过程的产出关系

笔者以前在讨论有关矿床价值构成的文章中指出,矿山开发前的矿床价值由找到并探明它所需的社会必要劳动 V_1 和自然丰度引起的地质工作前的级差价值 V_0 (属第一形态级差地租范畴)所构成。并认为,矿床的地质工作前的级差价值 V_0 是有劳动来源的。

具体就是领土开拓和科技进步两种社会潜在价值的一种特殊转移形态。这种社会潜在财富与一般实物财富不同,具有不可耗损性(或共享性)。从某种意义上讲,其价值转移形式具货币时间价值特征。在具体矿床经济评价中,可通过最终矿产品总产出值逐一扣除后序劳动追加价值发现级差价值 V_0 的存在。因为后序劳动价值是通过总利润按标定基准投资收益率贴现扣除的,可以认为,勘查项目投资的可行条件就是

$$V_0 > 0$$

如果说这一关系与前述勘查过程的立项筛选决策链的概念是吻合的,那么,它与勘查程度决策链又是什么关系呢?实际上,勘查各阶段的工作程度优化决策,都是以矿山设计险值的降低为前提的。如不能降低矿山设计险值,也就失去勘查工作的意义了。在矿山设计时,如果使用同类矿山地质条件的矿产品社会平均生产费用指标,计算矿山开发前的矿床价值,就不包括矿山设计风险费用在内。因此,矿床的具体转让价值应从上述算法求出的价值再扣除设计险值。这样做,不仅在理论上合理,而且也有利于消除矿产资源储量转让时的勘查程度之争,并符合按质论价原则。

矿山设计险值估算初议

如上所述,无论是研究合理勘查程度,还是研究矿产资源储量计价问题,都需要估量矿山设计险值。否则,难于定量决策。但是设计险值的估算是一个比较复杂的问题,目前尚没有成熟方法。

为了便于表述,记矿山设计险值为 r 。它有两个分量,一个是由矿石储量误差引起的险值,记为 $r(Q)$;一个是矿体形态歪曲误差引起的险值,记为 $r(F)$ 。

$$r = r(Q) + r(F)$$

矿石储量误差服从正态分布,正负误差机会相等。因此,在估算 $r(Q)$ 时,可不考虑由矿石储量误差引起的矿山总产出值的增减关系,但由其引起的矿山设计规模失误所造成的经济损失必须考虑。因此, $r(Q)$ 的实质就是规模风险值。

在矿山服务年限给定的条件下,矿山设计规模 D 与储量 Q 成正比关系。因此,综合按规模 D 计算基建投资额和矿石生产费用公式,可得出按储量 Q 计算矿山总投入值 S 的公式:

$$S = a + bQ$$

式中的 a 和 b 为两个常数,可通过两个已知设计方案数据 S_1 、 Q_1 和 S_2 、 Q_2 联立求解。

实质上 a 是固定费用, b 是可变费用系数。

从上式可看出,矿石储量 Q 变化,对 a 值是没有影响的,但对总体可变费用 bQ 是有影响的,由于矿山设计是施工的依据,即使储量 Q 减少,总体可变费用也不能减少,但是当储量 Q 有所增加时,就一定得相应增加。因此在已知储量误差绝对值的数学期望值为 y 时,有:

$$r(Q) = by$$

当然这一公式仅是一个近似估算公式,因为即使按设计施工,当发现储量局部缺失时,尚可减少一定工作量;在发现局部储量增长时也不可能仅增加可变费用,如需要扩建选厂,势必会有少量的固定费用增加。只有不考虑扩建时,才能只增加可变费用,但是又会损失一定量的收益时间价值。因为上式仅是估算,可以粗略认为负差时的可变费用节省量与正差时的固定费用增加量互相抵销。故可以在未深入研究 $r(Q)$ 的计算方法时,暂用此式估量。可以确信,随着矿床经济评价和矿山地质统计学研究的深入,估算 $r(Q)$ 的公式会逐步完善。

关于 $r(F)$ 的估算情况就更复杂了。根据笔者的研究经验认为,起码对露天开采和地下开采的矿山应区别对待。对地下开采矿山来说, $r(F)$ 主要发生在采场底部结构的利用程度上。如果在现场能充分了解采矿方法的技术经济要求及矿体底板歪曲误差情况, $r(F)$ 值是可以估量的。在露天开采的矿山,矿体形态歪曲误差主要在底板边坡附近影响设计险值,而且与矿体产状有关,在矿体底板产状与边坡角接近时,

$r(F)$ 值最大。由于露采扩帮工程量比较大,而且影响采场作业,往往发现矿体离开露采境界线也不能回采,但矿体向境界线内歪曲,仍要按设计边坡剥离,工程量不能减少。因此,在露采条件下,矿体形态歪曲误差所引起的险值可按矿量误差险值酌情处理。

以上险值估算方法仅是个人的浅见,更有效的险值计算方法尚有待专门深入研究。在此只想说明,矿山设计险值是有定量计算的可能性的,即使能得出半定量的估算,也会比简单的经验法要优越得多。

结 语

矿产勘查项目管理的定量决策的难点在于产出的不确定性。定量的风险决策研究是完善项目管理的关键问题。定量决策是管理现代化的方向,但在过渡时期,设法完善经验法仍然是必要的。

勘查决策有三个层次,选定勘查项目属高层次决策,合理勘查程度的抉择属中层次决策,探矿工程的技术经济界限属微观决策。因此,有关风险承担问题应有层次对应性。

确定项目的首要条件是,必须有地质工作前的矿床级差价值存在。在满足这个条件之后,还要看有无设计险值减少量价值大于投入勘查量价值的可能,才能认定其投资可行性,在勘查基金有限条件下,还要透过投资效益水平的比较,择优先上。

从理论上讲,勘查风险和矿山设计风险都是不可避免的,在研究定量风险决策中的难点在于矿山设计险值的估算,目前尚没有成熟算法。但是,随着矿床经济评价和地质统计学研究的深入,只要深入生产矿山现场调查研究,得出满足决策要求的险值估量是有实现可能性的。

Mineral Exploration Risk and Project Management

Zhang Yuheng

(The Technical Information and Standard Research Centre, M. M. I.)

Abstract

The difficulty of project management in mineral exploration lies in running the risk of investment. In this article after a discussion on the risk of mineral exploration, the author puts forward a decision chain concept for prospecting program, suggestions relating to decision approaches and risk assessments for mine planning, and also points out that the quantitative decision making is a orientation to which should be adhered for management modernization. However, over the management transition period, to bring the empirical qualitative management methods to perfection is still necessary.