

矿床勘探大矿体理论 及其实践

何金周 著

地质出版社

矿床勘探 大矿体理论及其实践

何金周 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书对矿床勘探的理论基础和基本原则等许多重大问题进行了深入、全面、系统的探讨,在总结国内外矿床勘探实践,特别是铀矿勘探实践的基础上,提出了大矿体理论。该理论的精髓是大矿体储量比例。大矿体储量比例能够使矿床勘探学全面走上定量化。大矿体理论产生重点勘探研究方法。重点勘探法能够使矿床勘探实现多快好省。书中还用铀矿地质勘探、铀矿山企业建设设计和铀矿生产勘探实践的经验教训来阐明大矿体理论的意义、作用和价值。

本书可供从事矿床地质勘探、矿山地质、矿山设计、储量管理、矿产地质研究工作人员,采矿工程技术人员以及高等院校相关专业师生阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

矿床勘探大矿体理论及其实践/何金周著.-北京:地质出版社,1998.5

ISBN 7-116-02593-6

I. 矿… II. 何… III. ①矿产-地质勘探②矿产-计算 N.P. 624

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 10319 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:白 铁 江晓庆

责任校对:黄苏晔

*

北京印刷学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:8.875 字数:220000

1998 年 5 月北京第一版·1998 年 5 月北京第一次印刷

印数:1—600 册 定价:22.00 元

ISBN 7-116-02593-6

P·1900



(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

献给矿床勘探工作者：

科学是随着新思想的诞生和新方法的采用而前进的！

何金周

1997 年 5 月

序 言

随着我国由计划经济体制向市场经济体制的转轨，有关矿床勘探理论研究，特别是曾经风靡一时的采用概率论和数理统计研究方法的专著和论文已很少见到了。这给人造成了一种错觉，好像在市场经济条件下，就没有矿床勘探理论问题可进行研究了。恰恰相反，当前，我国地质勘探工作正在向社会主义市场经济过渡，面临着一系列理论和方法问题，亟待解决。因此，矿床勘探理论研究不仅不应削弱，而是更应该加强。

温故而知新，在深化改革的今天也是这样。只有在总结过去经验教训的基础上，才能找到今后前进的方向。何金周同志正是出于这个原因，在他退休以后，仍旧关心着祖国矿床勘探事业的改革和发展。他在大病初愈的情况下，克服了种种困难，把自己 30 多年以来积累的宝贵知识财富，整理出来，无私地奉献给伟大祖国的矿床勘探事业，这种精神值得尊敬和学习。

本书作者何金周同志，自 50 年代以来就一直从事我国铀矿床地质勘探、矿山设计和矿山生产等科学研究工作。他不仅经常深入生产第一线，全面系统地调查研究，而且结合我国矿床勘探工作中的实际问题，将实践上升为理论，从而进一步指导生产实践。作者所提出的大矿体理论，就是他的一项重要研究成果。由于大矿体理论可使矿床勘探全面定量化，因而，应用这一理论才有可能定量划分勘探类型、确定各级储量的合理勘探网度、建立新的（概率型的）储量计算方法（积块法）和储量级别定义式等，较过去传统方法更能较合理地解决问题。在大矿体理论指导下，作者还对我国以往铀矿地质勘探工作、矿山企业建设设计和矿山生产勘探工作进行了反思，并且认真地、客观地、实事求是地总结出应该汲取的经验和教训。

认真总结我国建国 40 多年以来矿床勘探的理论和经验，是一项浩大的系统工程，需要更多的有实践经验的同行专家共同参与。因此，在祝贺本书出版的同时，还希望广大的同行和读者不吝赐教，给予指正，为建立我国社会主义市场经济体制下的矿床勘探事业而努力奋斗！

中国地质大学教授 李万亨

1997 年秋于北京

自序

本书初稿是在 1993 年 8 月至 1994 年 6 月间写成的。写作的目的是交流学术思想，提供讨论。但是，我曾一度不想发表了，主要原因有两点：一是目前地质及矿山行业很不景气，二是出版经费紧张。后来，在夫人贾桂玲的劝导下，我改变了主意。她认为，是党和人民培养我上了大学，又走进了科研设计单位。30 多年来，我有幸了解并掌握铀矿地质部门、设计部门和矿山部门的情况，并进行了深入、全面、系统的调查研究，理当遵循马克思的告诫，“有幸能够致力于科学研究的人，首先应该拿自己的学识为人类服务”，把调研成果发表出来，奉献给地矿事业与后来者，此乃作者责无旁贷之义举。

鉴于矿床勘探学在发展过程中对理论问题研究得相对薄弱的情况，本书将主要根据铀矿床勘探的实践经验，重点讨论以下理论问题：矿床勘探的基本目的、基本任务、基本对象、理论基础、基本原则和基本方法，并详细介绍本书作者提出的大矿体理论及其实践情况。其中，尤其较详细地介绍了大矿体理论的应用问题。例如，作者根据大矿体理论提出的重点勘探研究方法；用大矿体储量比例来定量划分矿床勘探类型，建立直接计算各级储量合理勘探网度的数学公式，建立新的储量计算方法和计算公式，以及建立储量级别定义式等问题，在书中都作了详细的说明。

本书是根据作者 30 多年的工作与研究成果写成的。在写作过程中，还部分引用了核工业部第四研究设计院地质组同志们的研究成果——“铀矿床勘探类型及开发勘探调查报告汇集”（第二机械工业部第四设计研究院一室一组，1975 年，内部资料）、“铀矿床储量变化原因分析报告”（何金周、郑昌河、马志纯、彭士真，1992 年，调研报告）。作者在建立大矿体理论的过程中，曾得到王汉仁和贾桂玲高级工程师的热忱指点。本书初稿承蒙中国地质大学（武汉）李万亨教授审阅并指正。作者在此谨向他们致以诚挚的谢忱！

作 者

1997 年 12 月

目 录

序 言

自 序

第一章 绪论	(1)
第二章 矿床勘探的基本问题	(4)
第一节 矿床勘探的基本目的	(4)
第二节 矿床勘探的基本任务	(5)
第三节 矿床勘探的基本对象	(6)
第四节 矿床勘探的理论基础	(7)
第五节 矿床勘探的基本原则	(9)
第六节 勘探工程间距分布类型	(15)
第三章 大矿体理论	(26)
第一节 大矿体定义	(26)
第二节 大矿体储量比例	(30)
第三节 大矿体储量比例的涵义	(32)
第四节 大矿体储量比例的意义	(36)
第五节 大矿体储量比例之应用开发	(37)
第四章 大矿体理论的实践	(82)
第一节 铀矿地质勘探的实践	(82)
第二节 铀矿山企业建设设计的实践	(116)
第三节 铀矿山生产勘探的实践	(123)
参考文献	(136)

第一章 绪 论

旧石器时代，人类最早使用的石器不过是坚硬的天然石块。可以认为，寻找坚硬石块就是地质找矿的萌芽。

新石器时代，人类最先找到铜矿，开采铜矿，并在采矿过程中进行探矿。

青铜时代，人类对铜矿进行边探边采的技术已相当发达。例如，我国大冶铜录山古铜矿遗址，有13个竖井，最深的达50余米；1条斜井，1条斜巷，10条平巷。当时，在没有动力和金属机械的生产条件下，创造了凿井50余米深的奇迹，并采取了竖井、斜井、斜巷、平巷相结合，以及多中段的开拓方式，初步有效地解决了井下的通风、排水、提升、照明和巷道支护等一系列复杂的技术问题。从坑道遗迹来看，推测古人当时是把矿体中的石绿，即孔雀石作为找矿探矿标志。矿床的12个矿体中有10个已被追索到，坑道都布置在矿体内，矿体富厚部位，坑道分布密集，并有分层采矿场；矿体贫窄部位，坑道稀少，且无采矿场遗迹。这便反映了边探边采的工作程式。

随着人类社会的进步，生产力的发展，人类对矿产资源种类的需要越来越多，对矿产资源储量的需要越来越大，从而推动了矿产普查、矿床勘探和开采事业的兴起和发展。在人类长期的生产实践中，留心的人们注意搜集资料、总结经验、分析问题。有的人在其生产活动和科学实验中，综合了过去历史上一直是零散的、常常是片断的科技成果，并且揭示了它们的内部联系，使无数杂乱的认识资料得到清理，有了头绪，有了分类，彼此间有了因果联系；然后按照中心课题使其系统化。这样便产生了一门科学——找矿勘探地质学。其主要史实有：

1825年，俄国地质学家П. Г. 加维洛夫斯基（Гавеловский П. Г.）发表论文《论矿脉的勘探和寻找个别矿床的方法》。这是找矿勘探历史上的第一篇论文，标志了找矿勘探地质学的诞生。

1899年，俄国出版了С. Г. 沃伊斯拉夫（Войслав С. Г.）著作《层状、巢状和脉状矿床的勘探》，第一次用数学分析法确定了勘探坑道密度。

1929年，苏联出版了И. С. 瓦西里也夫（Васильев И. С.）著作《勘探作业方法教程》，第一次系统论述了找矿勘探理论和方法，标志近代找矿勘探地质学的诞生。

1960年，苏联出版В. М. 克列伊捷尔（Крейтер В. М.）（有人译作В. М. 克列特爾）著作《矿床的普查与勘探》，综合了大量的各国找矿勘探实践经验和理论，奠定了近代找矿勘探地质学的完整的科学体系。

世界上矿产普查勘探活动是非常丰富多彩的。但由于种种原因，其相互间的交流一直是不够的，经验总结也难免出现疏漏、局限，以致国内外对于普查勘探的定义至今尚不一致。我不敢评说各家的见解，也不想咬文嚼字，只想用自己的习惯语言来表达看法：为寻找矿床而做的全部工作，叫做普查，或者叫做找矿；为圈定矿体而做的全部工作，叫做勘探。普查的后序是勘探。注意这里的区别，对本书是很必要的。

找矿勘探地质学的建立，促进了找矿勘探事业的兴旺发达，也加速了学科的进步。但是，地质学研究中的重理论、疏方法、远经济的积习，也随之走进了找矿勘探地质学。其踪迹有流行的认识佐证：“找矿靠理论，勘探靠工程。”言下之意是，普查的学问大，非大力研究发现不了矿床；勘探是一种方法，没有什么好研究的。认识的偏见，导致研究矿床成因、成矿规律、找矿理论和方法的队伍浩若军团，研究矿床勘探理论和方法的队伍稀若班排；勘探地质学的理论发展甚为缓慢，勘探方法久经使用，难有变革。

见怪不怪。就是由于这种认识的影响，在勘探地质学发展的历程中，长期存在着一种重方法、轻理论的倾向。书刊之中，阐明勘探方法的篇章张目可视，讨论勘探理论的篇章则微乎其微。

究竟应当怎样对待理论和方法才算对呢？大家知道，天下没有无方法学的理论，也没有无理论依托的方法。理论是生产实践和科学实验的结晶，它能产生方法，能指导人们的实践，所以我们看重它。

从过程来看，方法是与生产实践和科学实验共存的，是先于理论的。也就是说，方法促使理论之形成；尔后，新的理论又产生新的、先进的方法，并藉此方法才转化为新的生产力。这个过程表明，科学是随着新思想的诞生和新方法的采用而前进的；方法本身具有技术特性，在生产活动中，它又具有经济效应。矿山地质工作的“保证、指导、监督作用”言明了方法的技术特性，“探清采尽”方针确认了方法的经济效益——生产探矿把具有可采价值的矿体都探清楚，矿山一可不漏采矿体，二能持续高效开采，三能降低矿石损失贫化，结果，矿山产量和矿石质量提高了，产值、利润增加了。据统计，我国铀矿地质普查勘探（含补充勘探）与矿山基建的费用之比为1：（1~6）。由此观之，勘探方法的经济效益确属不可等闲视之，勘探方法确实需要用力研究。总而言之，我们要理论、方法一起抓，不可偏爱哪一个。

勘探地质学又叫矿床勘探学。它发展到今天，既取得了一些理论研究成果，如关于勘探的基本原则等，也取得了勘探方法方面的一些研究成果。例如，B. M. 克列伊捷尔依据自己的研究成果，在《矿床的普查与勘探》一书中提出，必须圈定整个矿床，圈定组成矿床的全部矿体。从此以后，社会主义各国的地质勘探工作者们越来越接受这一观点、方法，越来越把它当作一种工作守则来执行。这在矿床勘探实践中业已成为一种约定俗成的方法，我们称之为如数勘探法。

然而，现在尚有不少需要研究解决的勘探理论和勘探方法方面的重大课题摆在我们的面前。例如，矿体块段各级储量的形态误差和储量误差标准问题；用公式法直接而正确地计算各级储量的合理勘探工程间距问题；矿床中是否有代表性矿体，能否依据代表性矿体开展勘探工作等。

矿床勘探是一种内容众多，问题复杂，矛盾纵横，过程漫长的科研生产活动。毛泽东指出：“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”^①那么，在勘探过程中，有无主要矛盾，谁是主要矛盾？H. C. 瓦西里也夫指出：勘探过程可以归结为对矿体的圈定。意思是说矿体是勘探过程中的主要矛盾。B. M. 克列伊捷尔对此予以确认，并要求圈定全部

① 引自《毛泽东选集》（一卷本），人民出版社，1968年，第297页。

矿体。勘探实践告诉我们，在多矿体的矿床中，各矿体的地质特征及其作用是不相同的。那么，在这诸多矿体中，有无矛盾的主要方面，孰是主要的矛盾方面？

整理我国几十年的铀矿床勘探实际资料，我们发现，铀矿床都是矿体的集合。当我们按相对指标法定义大矿体后，又发现在铀矿床中都有大矿体。它在矿床中就是代表性矿体，其储量占有一定比例，这就是大矿体理论。把大矿体勘探到能够满足铀矿山企业建设设计基本需要的程度，矿床勘探的基本任务就基本完成了，勘探工作就达到了合理的投入产出比例；比起如数勘探法来，就显得分外多快好省一些。这说明大矿体是主要矛盾的主要矛盾方面。这就是大矿体理论的实践意义。这种勘探方法，我们叫做重点勘探法，它立足于如数勘探法，青出于蓝而胜于蓝。

1972~1974年间，作者参加了我国铀矿山地质工作调查总结；经过研究，1979年提出了大矿体概念；1980年建立了大矿体理论。1989~1991年间，作者等人对我国铀矿山所采矿床的储量变化原因进行了分析，结果说明，大矿体理论能使勘探地质学全面走向定量化，能使它的三个理论基础——地质学、经济学、数学（主要是概率论）有机地结合起来。只有运用大矿体理论，才能使勘探工程间距问题最终得到全面地、合理地、正确地解决，矿床勘探工作才能真正实现多快好省。

但是，大矿体理论并非结束了经济地质学的发展。恰恰相反，它仅仅是为经济地质学的发展开辟了一条新的蹊径，奉献了一个新的思路，提供了一件新的工具，促进了经济地质学的迅速发展。

地质科学是随着社会生产力的发展，在不同学派和不同观点的争鸣或斗争中发展起来的。那么，就让大矿体学说作为矿床勘探学中的一个学派参加争鸣吧！“嘤其鸣矣，求其友声。”^①

① 引自《诗·小雅·伐木》。

第二章 矿床勘探的基本问题

一般认为，矿床勘探是一种规模宏大、过程漫长的科研性生产活动。它涉及自然科学和社会科学的很多学科，涉及科学实验和生产实践的诸多方面，理论性、实践性、综合性的课题甚多。其中，许多问题已经有了明确的一致认识，有些问题尚待继续实践和深入研究，有些问题现在一经讨论也许就能取得进一步的认识或一致认识。本章拟就某些基本问题试抒己见，以抛砖引玉。

第一节 矿床勘探的基本目的

分析科学技术发展史，使我们懂得了一个道理，就是工作的目的，特别是基本目的是建立一门学科的精神依据。它规定了该学科的性质、任务、对象、思维原则和工作方法，既是该学科工作的出发点，又是该学科工作的归宿。

何谓基本？在某一事物发展的全部过程中，一直起主导作用的方面，就是我们所说的基本。众所周知，“基本”和“主要”并非同义词。基本方面的作用不因事物发展显现阶段性而有所变化；在事物发展的全部过程中，因主要矛盾的不同而显现出阶段性，这就是“基本的”和“主要的”不同之处；但二者在事物发展的个别阶段上，则可因一定条件而合二为一。

关于矿床勘探的目的，主要有如下几种说法：

B. M. 克列伊捷尔认为：“矿床勘探工作的首要目的在于确定矿床中 useful 矿产的质量和数量，同时也要阐明矿床所在地的自然及经济条件。”

我国地质院校人士认为，矿床勘探的目的，是为矿山设计建设或矿山生产提供所需要的矿产储量和地质、技术、经济资料。

中华人民共和国全国矿产储量委员会认为，详细地质勘探工作的目的，是为矿山建设设计在确定生产规模、开发利用方案，考虑矿山总体布置和远景规划等方面，提供必要的基础资料。

以上说法，不管是从矿床勘探的全过程讲，还是从个别勘探阶段讲，都是大同小异的。B. M. 克列伊捷尔只讲了勘探的技术目的，其他人士则把技术目的和社会目的混为一谈；但是，大家都没有指出勘探的基本目的。

我们从开发矿业的全过程来分析勘探与采选冶之间的供需关系。可以看出，采选冶企业不仅需要勘探部门提供质量合格的矿石，尤其需要提供数量充足的合格矿石。无质量合格的矿石，就没有兴建采选冶企业的必要，无数量充足的合格矿石，就没有建设采选冶企业的保障。这就是说，矿石质量是必要条件，其数量则是充要条件。矿石质量合格与否的标准，是由采选冶部门当前的技术经济条件决定的。勘探部门的首要任务就是探明达标矿石的储量，以满足采选冶企业建设和生产的需要。由此可见，矿床勘探工作的基本技术目

的是探明矿产资源储量，基本社会目的是为矿山和选冶厂服务。矿床勘探学本来就是根据这两个基本目的建立起来的，首先是根据基本技术目的建立起来的。

大家都习惯地认为，矿床勘探分为三个阶段，即初步勘探（现称详查，下同）、详细勘探（现称勘探，下同）和开采勘探（亦称开发勘探）。其实，按各勘探阶段的目的来说，矿床勘探应当划分为四个阶段，即初步勘探、详细勘探（包括补充勘探）、基建勘探（前称开发勘探）和生产勘探（前称开发勘探或生产探矿）。

初步勘探的主要技术目的是大致确定矿床规模，即矿床储量，主要社会目的是为详细勘探提供依据。

详细勘探的主要技术目的是详细确定矿床储量，主要社会目的是为矿山企业建设设计提供依据。

基建勘探的主要技术目的是使储量升级，主要社会目的是保证矿山按期投产。

生产勘探的主要技术目的是使储量升级，主要社会目的是保证、指导和监督矿山正常持续生产。

在以上四个勘探阶段上，勘探的主要目的虽有差异，但其探明矿床储量的基本技术目的却是不变的。

第二节 矿床勘探的基本任务

任务和目的是不同的概念。目的是精神上的，抽象的，理念的，任务是物质的，具体的，是实现目的的依托。目的分为技术的和社会的两种，任务只是技术性的。所以，技术目的和任务有时可因一定条件而合二为一。

国内外对矿床勘探任务的认识是比较一致的。简单地说，就是要查明矿床和矿体赋存的地质条件，对矿体定形、定位，探明矿产的质量和数量，查明开采技术条件和阐明矿区建设条件。

我们注意到，只有 B. M. 克列伊捷尔曾指出过矿床勘探的基本任务，即“确定矿床形状及有用矿产质量。”

矿床勘探实践，特别是我国铀矿床勘探的实践使我们认识到，它的基本任务应当是圈定矿体，即确定矿体的规模、形态和产状。从着眼点来看，可视勘探工作由两部分组成：第一部分，施工勘探工程、采样化验、查明矿床和矿体赋存的地质条件，这部分工作是为了圈定矿体。第二部分，计算矿体储量、查明矿床开采技术条件、阐明矿区建设条件、进行矿床技术经济评价，这部分工作是为了开采矿床，合理利用矿产资源。显然，如果没有或不能圈定矿体，这第二部分工作也就难以或没有必要进行了。由此可见，矿床勘探工作都是围绕圈定矿体而展开的。

国家当前的采选冶技术经济状况决定了矿床储量计算工业指标。矿床勘探本来就是根据一定的工业指标进行的。工业指标是一套质量标准，矿产资源的质量只有符合这套指标时，才能够进行勘探。经过勘探圈出了矿体。矿体是有用元素或矿物的外在表现形式，是有工业利用价值的矿产资源的聚合体，是形状、大小、产状、质量相依为命的物体，是一定地质作用的产物，又是一定科学技术的产物。为了利用，我们勘探它；为了好开采，我们圈定它；为了用好，即为了搞好采选冶企业的建设和生产，我们只能根据它来计算储量，

因为储量是依矿体而存在的。由此可见，圈定矿体是矿床勘探的一个基本任务。基本任务完成了，矿床勘探的基本目的也就达到了。

实践告诉我们，矿床是矿体的集合，所以，矿床是无形状可言的，故不宜认为确定矿床形状是矿床勘探的基本任务。

基于上述一些理由，我们认为 B. M. 克列伊捷尔关于矿床勘探的基本任务的看法是不确切的。

从各勘探阶段来看，初步勘探的主要任务是大致确定矿体产状、形状和规模，计算 C+D 级储量，但以 D 级为主；详细勘探的主要任务是基本确定矿体产状、形状和规模，计算 B+C+D 级储量，但以 C 级为主；基建勘探的主要任务是详细确定矿体产状、形态和规模，计算 A+B+C 级储量，但以 B 级为主；生产勘探的主要任务是精确查明矿体产状、形态和规模，计算 A+B 级储量。可以看出，四个勘探阶段的主要任务彼此略有不同，但个个都受矿床勘探必须圈定矿体这一基本任务的支配，都是基本任务的具体实现。

第三节 矿床勘探的基本对象

根据矿床勘探的基本目的、任务，我们不难理解，矿床勘探的基本对象是矿体，而不是其它。设计院进行矿山企业建设设计要从详细勘探所圈定的矿体研究起，矿山基建采准工作要从基建勘探所圈定的矿体做起，矿山开采要从生产勘探所圈定的矿体采起。总之，供需双方环环都离不开矿体。

矿体是矿床勘探的基本对象。从理论上讲，人们承认这个说法，矿山部门的人也赞成这个意见，因为他们明白自己的工作对象是矿体，而不是矿层或矿带。他们还明白，如果让他们在矿层或矿带里采矿，那就无异于让他们在大地上拣芝麻，将是一件赔了夫人又折戟的蠢事。然而，在地质勘探部门却有人持异议。所以，有的地质勘探队在勘探矿床时，把含矿层或含矿带当作基本勘探对象，在储量报告中，也是圈算矿层或矿带的储量，理由是矿床矿化很复杂，矿体规模小，难以圈定出来。

现有理论和实践认为，在已被工业利用的矿产中，以铀、金、汞矿床的矿化最为复杂。对于这些矿床，凡是详勘时仅仅圈算了矿层或矿带储量的，开采后，都圈出了规模不等的矿体，其中都有大矿体。这足可使探采双方经过共同研究，取得统一认识，采取统一工作方法。

设计院是详细勘探成果的直接使用者，也是首先使用者。矿山建设设计使用的基本资料主要有两个方面，一是矿体的形态、规模和产出位置；二是矿体和矿床的储量。从用户的需要来说，应当说详细勘探的基本对象只能是矿体。

事实上，把含矿层、含矿带作为详细勘探基本对象，对诸多方面都产生了程度不同的危害。首先，是导致对矿体地质特征的不切合实际的认识，总是把复杂的矿化简单化，使人们对矿体的形态、规模、产状和赋存位置产生错觉，矿床储量计算结果大失精度。其次，导致设计部门重新圈算矿体储量，自制设计依据，违犯国家建设规定，影响设计质量，最终可能导致矿山建设的严重失误。再次，引起大量的矿床补充地质勘探工作，影响了矿山建设计划，给国家造成不应有的人力、物力和财力损失。还有，矿山基建勘探、生产勘探后，圈出了矿体，矿床储量发生了巨大变化，往往导致矿山开拓方案、生产规模、服务年

限、采矿方法和生产计划的重大改变，给矿山造成不应有的巨额经济损失。

当然，矿层、矿带也不是没有可以作为勘探对象的时候，例如，在矿床勘探的各阶段上，当欲探求远景储量的时候，不但是可以的，而且是应当以它为基本勘探对象的。

第四节 矿床勘探的理论基础

人们根据开采利用的目的，而把矿体当作矿床勘探的基本对象。矿体是地质作用的产物，原本是一种地质体。人们为了合理地开采利用它，而赋予它以技术经济特性。所以，矿体实际上是一种在一定地质条件下形成的、符合人类社会技术经济发展之一定要求的经济地质体。这就是说，矿体具有二重性，既有自然属性，即是一种地质体，又有社会属性，即是一种技术经济实体；既是客观的，又是由人界定的。人们向来是首先利用各类地质科学的理论来勘探研究它，同时又一向是根据概率论来勘探研究它，还一直在遵循经济规律对它进行勘探研究。这就是说，地质学、概率论和经济学是矿床勘探工作的三个理论基础。

诚如上述，矿体是一种地质体；不言而喻，人们自然需要利用各类地质科学的理论来指导矿床勘探工作，视地质学为矿床勘探工作的理论基础。

人们勘探矿床，是为了给采选冶工业提供质和量都符合要求的矿产资源。为此，勘探单位要根据工业主管部门提出的工业指标进行矿床勘探，圈定矿体，计算储量，对矿床和矿体进行技术经济评价。这里的工业指标是工业部门根据国家当前对矿产资源的需求程度及技术经济发展水平，对矿产质量和开采技术条件的起码要求。技术经济评价则是勘探单位根据矿床储量、矿石质量、矿床开采技术条件和外部建设条件，对矿床开采利用的技术可行性和经济的合理性进行论证。若认为技术上可行，经济上不合理，或者技术上不可行，经济上也不合理，矿床自然是不能开采利用的，详细勘探当然也就枉然。只有当技术上可行，经济上合理时，矿床才有开采利用价值。这就叫技术提方案，经济定方案，经济理论对矿床的勘探部署和勘探研究程度起着决策性作用，因而成为矿床勘探工作的理论基础之一。

概率论是不是矿床勘探的理论基础？长期以来，在地质学界对此问题持否定意见的要占多数。但是，自从 20 世纪 60 年代 G. 马特龙 (Matheron G.) 创立“地质统计分析”，即数学地质以来，对之持肯定意见的人越来越多了。

大家知道，概率论是数学的一个分支，是研究集体现象的一门科学，其主要方法是判断、推理。我们可以把概率论理解为逻辑学的一个实现。在矿床勘探的全部过程中，人们都是根据已获得的部分资料，利用形式逻辑中的归纳法和演绎法，对诸如矿体地质特征、矿化规律等问题进行判断、推理的。毫无疑问，这也是在运用概率论来指导勘探工作。

勘探一个矿床，通常分作四个阶段来进行，每个阶段都要根据自己的目的、任务而施工数量不等的勘探工程。由于矿床是一些大小、形状、产状、矿化特征和产出位置各异的矿体的集合，是一种集体现象，所以，就一个勘探阶段而论，该矿床的勘探工作是在主客观条件大体相同的条件下进行的，这是其一；勘探人员事先已经明确知道：每实施一个勘探工程，都有见工业矿、非工业矿和不见矿三个可能的结果，这是其二；在每一个勘探工程施工之前，是不能确定会出现哪一个结果的，即呈现出不确定性，这是其三。因为矿床勘探具有上述三个特性，所以，我们可以称矿床勘探是一种随机试验。

在随机试验中,对一次试验,即对施工一个勘探工程来说,某一情形可能出现,也可能不出现;而对施工大量勘探工程而言,这一情形却显现出某种规律性,即显现统计规律性,我们称此情形为此随机试验的随机事件,或叫偶然事件。这类在个别试验中呈现不确定性,在大量重复试验中又具有统计规律性的现象,我们称之为随机现象。揭示并研究随机现象的统计规律性,便是概率论的任务。事实上,在矿床勘探实践中,人们历来都是从研究不确定性现象入手,以找出矿床和矿体的某些规律的。持否定意见者也许未能正视自己工作的这个特点罢!

在一随机试验中,它的每一个可能出现的结果都是一个随机事件,也是这个随机试验的最简单的随机事件。我们称这些简单的随机事件为基本事件。在概率论中,基本事件被认为是彼此独立的。持否定意见者认为,地质现象彼此是互相联系的,因此认为概率论不宜用来研究地质现象。但是 G. 马特龙却在他们否定之处,成功地运用了经他发展的概率统计的理论和方法。

自然界和社会上发生的现象是多种多样的,但可以概括为两类:一类是随机现象,其特点在上面已经述及;另一类是确定性现象,它们在一定条件下必然发生,叫必然事件,或必然不发生,叫不可能事件。必然事件和不可能事件本来就没有不确定性,不是随机事件,但我们可以把它们当作一种特殊的随机事件,因而也就可以用概率统计的理论和方法来研究它们。矿体是一种地质现象,属于确定性现象,在矿床勘探中,人们正是一直用概率统计的理论和方法来研究它的。

在自然界和社会上,常常会遇到随机现象与确定性现象浑然一体的情况。这时,需要我们根据研究的任务予以区分;然而,有时却也难以界定。一种情况是,某一事件,例如矿床品位变化,我们直观感觉它是一个必然事件,但因为尚未弄清它发生的一些原因,而暂且把它当作偶然事件来对待;另一种情况是,某一集体现象,例如矿床,从组成它的矿体来看,是必然事件,即矿床内是必然出现矿体的;但从矿体地质特征来看,则是偶然事件,即矿床内各矿体的大小、形状、产状、矿化特征和产出位置是不相同的,叫人感到在星散杂乱之中又有规律可循。这就是说,在矿床中有必然现象,也有偶然现象,这也许就是长期以来人们用概率统计的理论和方法来勘探研究矿床的理论依据吧!

再从矿床储量计算来看,传统储量计算方法在用有限外推法确定矿体外边界线时,古往今来,一般都按二分之一正常工程间距将矿体尖灭。采用这个二分之一工程间距的理论依据,正是概率论。制定矿床各级储量允许误差范围,也是依据概率论理论。可是,传统储量计算方法的计算公式,则都是确定型数学模型,连概率——确定型数学模型也难以找到,这岂不令人费解!

我们从矿床勘探的历史中走来。历史告诉我们,古今中外的勘探工作者们,面对埋藏于地下、千呼万唤也不出来的矿体,大家都遵照概率统计的理论和方法来对矿床进行勘探研究。人们请进了以概率论为首的诸多数学学科,使矿床勘探工作走上了定量化,使诸如矿体等地质现象得以定量化,使矿床勘探学走上了定量化,还使矿床勘探学和经济学结为“秦晋之好”。历史的经验已向我们表白,概率论是矿床勘探工作的又一个理论基础。

第五节 矿床勘探的基本原则

找矿勘探地质学是一门应用地质学。它有两大学术课题：一是研究矿床赋存规律，即研究成矿规律，以利发现矿床，这是找矿地质学研究的主题；二是研究矿体赋存规律，即研究矿化规律和矿体地质特征，以利探明矿床，此乃勘探地质学研究的主题。如此说来，找矿勘探地质学和找矿勘探工作的目的、任务是有所不同的。作为一门学科，它研究由实践中提出来的理论问题，再回去指导实践；实际工作只有在正确理论的指导下，才能采用正确、有效的工作方法，顺利完成任务，达到预期的目的。

为了能够深入探讨矿床勘探的基本原则，我们先浅析矿床勘探学研究的两个主题词：

矿化规律 这是勘探工作者的称呼，在矿产普查中则叫做成矿规律。按研究空间，二者差别很大。成矿规律泛及成矿省、成矿带、成矿区、矿区和矿田，矿化规律则是只就矿床和矿体而言的。按研究内容，二者则是同义词。一说矿化规律，有些人就感到奥秘得难以言表。其实，情况并非如此。矿化规律，其实就是有用矿产与控矿因素之间关系的简称。进一步讲，它是指有用元素在地壳中富集成为工业矿体的条件及其运动轨迹。研究矿化规律，就是要求查清有益元素在地壳中的运动形式：①载体；②出现的时间；③出现的空间；④关系网。实践中，人们把大量的勘探研究工作都放在查明关系网上。的确，关系网弄清楚了，规律也就阐明了，找到了。

矿体地质特征 是指矿体的形态、规模、产状、内部结构和品位等五大要素的状况，以及关于它们的变化系数，包括表示矿化连续性的含矿系数。尤其值得重视的是，其中能够表征矿体相对规模的体含矿系数；表示矿体内部结构和分布状况的矿化间断系数；表示矿体形态特征的厚度变化系数；还有表示金属含量变化特征，即表示矿化均匀性的品位变化系数。矿体地质是矿床勘探学研究的基本课题。任何矿体的五个要素都会有程度不同的变化，因而矿体变化性就成为矿床勘探方法的理论基础。矿床勘探学重点研究矿体五要素的变化规律，矿床学则重点研究矿体的成因，这是二者的不同之处。

矿床勘探的基本原则，是人们观察、思考和处理矿床勘探工作的基本准绳，是指导各类矿床勘探工作的共同基础，是矿床勘探学责无旁贷的基础理论研究课题。然而，国内外对此原则的重视程度和研究程度都是不够的，研究者不多，研究成果更是寥寥无几。

原苏联学者 B. M. 克列伊捷尔在 20 世纪 50 年代提出了五条勘探基本原则：①全面研究原则；②循序渐进原则；③均匀平衡原则（精度相等原则）；④最少人力物力消耗原则；⑤最少时间消耗原则。

50 多年来，在 B. M. 克列伊捷尔五条基本原则的指导下，我们的矿床勘探工作取得了卓著的成绩。但也暴露了五条基本原则的若干固疾。

其一，一分为二不足，时有自相矛盾。从总体看，五条基本原则是比较完满的、辩证的；但从条文看，全面研究原则缺乏重点，均匀平衡原则缺乏个性，第 4、5 条原则只讲投入，不讲产出，条文定义不严密，不完满，运用时，有时会自相矛盾。

例如，全面研究原则的首项要求，是必须圈定整个矿床，圈定组成矿床的全部矿体。勘探人员对此奉为圣旨，在勘探矿床时，不分矿体大小，不管矿体工业价值如何，都一律圈定之。结果，勘探工程量投入过大，探获的高级储量过多，超越矿山生产建设需要过分，勘

探费用过大,勘探周期过长,造成人力、物力、财力和时间上的浪费,违背了最少人力、物力和时间消耗原则。

再如,在矿床勘探实践中,勘探人员习惯于首先根据占矿床储量最大比例的那种矿体来确定矿床勘探类型,再按矿床勘探类型确定勘探工程的基本网度,以此探获的储量既是矿山建设设计依据的主要储量(例如C级储量),又能够占矿床储量之最大比例。此处的基本网度便是均匀平衡原则的一种体现。但它往往不能保证圈定矿床的全部矿体,因为按照这个基本网度,不是漏掉部分小矿体,便是出现一些单工程控制的小矿体。这样,全面研究原则和均匀平衡原则就产生了矛盾。

还有一种情况,就是在勘探有少数小矿体存在的矿床时,若把探求小矿体C级储量的工程网度作为基本网度,则全面研究原则和均匀平衡原则都满足了;可是探获的高级储量比例过大,勘探工程量投入过多过早,勘探费用过大,勘探周期过长,又违背了最少人力、物力和时间消耗原则。

其二,基础理论不完善。前面说过,矿床勘探的理论基础有三,即地质学、概率论和经济学。B. M. 克列伊捷尔的第三条原则——均匀平衡原则,本是根据概率统计理论的等概率观测原则提出的,可是,我们至今未见他承认概率论是矿床勘探工作的理论基础之一。他仅仅把概率统计理论当作一种数学工具来运用。

侯德义等人参照B. M. 克列伊捷尔提出的原则也提出了五条勘探原则:①从实际出发原则;②循序渐进原则;③全面研究原则;④综合评价原则;⑤经济合理原则。这五条原则的主要问题和B. M. 克列伊捷尔的一样。所以,其指导性不强。

分析大量实践经验之后,我们可以把矿床勘探的基本原则概括为四条:

一、循序渐进原则

循序渐进原则是人们认识事物、认识矿床的一个基本原则。它是说,人们认识事物,无不循着由表及里、由肤浅到深刻的顺序而使认识由感性逐渐进入到理性。毛泽东告诫我们:认识由实践开始。“一个正确的认识,往往需要经过由物质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”^①这里,虽然说的是认识不是一次完成的,却也使我们悟出了一个道理,即实践也不是一次就产生结果。人们的科学实验和生产工作从来都不是一次完成的,而是按一定阶段、一定工序、一定步骤逐渐完成的。

人们勘探研究矿床从来都是恪守循序渐进原则的。根据勘探过程中主要矛盾的转化,人们把勘探过程划分为四个阶段,即初步勘探、详细勘探、基建勘探和生产勘探阶段。人们对矿床地质、矿体地质、矿床工业价值的认识,由初步勘探阶段到生产勘探阶段,随着勘探工作的逐步开展,资料的不断积累,由表及里,由大致到精确,由初步到正确,由粗浅到深刻,由感性到理性。

根据人们的认识发展规律,勘探设计工作相应地要按照由已知到未知,由需到供,由点到面,由浅入深这一循序渐进原则来进行。

从已知到未知是说已知矿体先探,远景地段后探;成矿可能性大的地段先探,可能性小的地段后探。

由需到供,是说上一勘探阶段的工作部署要尽量满足下一阶段工作的需要,上一勘探

^① 引自《人的正确思想是从哪里来的?》,1963年5月,人民出版社,第三页。