

高等学校教学参考书

721152

矿床普查与勘探

——矿床普查勘探的理论基础

[苏] A. B. 卡日丹著

中国地质大学出版社

高等学校教学参考书

矿产的普查与勘探

——普查勘探的理论基础

〔苏〕A.Б.卡日丹

袁宝华 王小龙 曲梅兰 等译

林 彻 李方锦 校

中国地质大学出版社

ПОИСКИ И РАЗВЕДКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ
А.Б.КАЖДАН
МОСКВА "НЕДРА" 1984

矿产的普查与勘探
——普查勘探的理论基础
〔苏〕 А.Б.卡日丹
袁宝华 王小龙 曲梅兰等译
林彻 李方锦 校
责任编辑 赵伦山 贾晓青

中国地质大学出版社出版
武汉复印中心轻印刷 湖北省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 10.5 字数 264 千字
1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷
印数 1—600 册
ISBN 7-5625-0336-2/P·96 定价: 2.40 元



译者的话

《矿产的普查与勘探》是苏联学者 A.Б.卡日丹近年的重要论著。全书分上下两册，本书为上册。书中系统综合了研究地下资源的现代经验，详细论述了矿产普查与勘探的生产实践过程，科学地阐明了矿产普查与勘探的原理、方法以及对矿物原料的地质经济评价。

书中附图 56 幅，附表 14 张，约 20 万字。本书对地质专业、矿产专业的师生以及有关研究人员、生产人员具有重要的参考价值。

本书的绪论、第 1—2 章袁宝华译；序言、第 3—5 章王小龙译；第 6—8 章曲梅兰译；第 9—11 章余薇译；第 12—13 章李茂林译；第 14 章杨昌明译；第 15 章曾广策译。绪论—第 13 章林彻校；第 14—15 章李方锦校。

序 言

查明新矿物原料产地并对其进行评价的工作日趋复杂，因此要求不断完善地质勘探科学的理论与方法。

近数十年来，在矿产普查与勘探的理论和实践中越来越广泛地采用定量方法。然而这种定量方法只有用全新的系统方法研究地下成矿区时方能奏效，因而必须要重新研究原已建立的传统概念和方法。

本书综合了矿产预测、普查与勘探和地质经济评价中利用系统方法研究地下资源的现代经验，同时还引用了莫斯科地质勘探学院矿产普查与勘探教研室教师、科研人员、研究生和大学生们经多年地质勘探工作实践所证实的研究成果。

作者衷心感谢教研室对本教科书编写工作的帮助。

中译本序

亲爱的中国读者：

矿产的普查与勘探既属于物质生产领域，又是一门复杂的地质经济科学，它负有向其它生产部门提供矿物原料的重要使命。为了成功地达到这一目的，我们不但要了解矿产在地壳各种构造中的形成条件和分布规律，更重要的是掌握对矿产进行预测、普查、勘探和评价的原理及方法。

地质学与其它科学不同，我们无法直接全面地观察地下资源的地质现象，只能通过研究不连续天然露头或人工露头上的矿产性质，进而归纳总结全球观测资料的途径去认识它们。这项任务是相当困难和复杂的，因为我们所能观察到的地质现象与观测资料所记载的全球地质现象相比，只不过是沧海一粟。

在对不同矿产进行普查与勘探时，所用的方法原理基本上是相同的。由于我的教科书有了中译本，我有幸向你们强调这些通用方法原理的重要意义。我在上册书中阐述了这些方法原理，在下册书中论述了几种最重要的地质勘探工作方法，介绍了某些矿产的普查、勘探、采样、评价的专门手段和方法。

我期望这本教科书能帮助你们掌握矿产普查与勘探的原理，并成功地用于地质勘探的实践中。

莫斯科地质勘探学院

A.Б.卡日丹

1988.1

目 录

绪 论	(1)
第一篇 矿产的普查与勘探既是一种生产实践, 又是一门科学	
第一章 矿产的普查与勘探是一个工业生产领域	(3)
§ 1 地质勘探工作的目的和任务	(3)
§ 2 矿产种类及其研究程度的综合要求	(4)
§ 3 地质勘探工作的最大效益要求和地质勘探工作的阶段	(7)
§ 4 矿产资源及储量的计算、评价和分类原理	(9)
测验题	(14)
第二章 矿产的普查与勘探是一门科学	(15)
§ 1 概述	(15)
§ 2 本学科的形成及发展历史	(15)
§ 3 本学科与相邻学科的关系	(17)
§ 4 研究地下资源的原则	(19)
§ 5 研究矿藏的系统方法	(20)
§ 6 含矿地质体及围岩构造层次的等级体系	(20)
测验题	(23)
第二篇 矿产的普查与勘探的地质学原理	
第三章 矿床的地质-工业类型	(24)
§ 1 矿床的地质-工业类型的概念	(24)
§ 2 矿床的地质-工业类型的分类原则	(25)
§ 3 古老地盾区和地台区矿床的地质-工业类型	(26)
§ 4 地槽带矿床的地质-工业类型	(28)
§ 5 褶皱区和活化区矿床的地质-工业类型	(30)
§ 6 活化地台区矿床的地质-工业类型	(33)
§ 7 地台区矿床的地质-工业类型	(35)
测验题	(36)
第四章 地下潜在含矿性准则的综述	(38)
§ 1 地下含矿体的统计分布规律	(38)
§ 2 按照矿床统计分布规律进行含矿性评价	(39)
§ 3 含矿性的地质前提	(40)
§ 4 含矿性标志	(43)
§ 5 含矿性标志的规模	(45)
测验题	(47)
第五章 含矿性预测准则	(49)
§ 1 预测准则的用途和评价对象的描述	(49)

§ 2 成矿区和矿结预测准则的研究方法	(49)
§ 3 潜在成矿区和矿结的地质前提	(50)
§ 4 潜在成矿区和矿结的标志	(53)
测验题	(55)
第六章 含矿性的普查准则	(56)
§ 1 普查准则的用途和评价对象的描述	(56)
§ 2 潜在矿田的地质前提	(58)
§ 3 潜在矿田的找矿标志	(59)
§ 4 潜在矿床的地质前提	(62)
§ 5 潜在矿床的标志	(63)
测验题	(66)
第七章 含矿性的普查-勘探准则	(68)
§ 1 准则的用途和评价对象的描述	(68)
§ 2 查明矿床工业矿带的地质前提	(69)
§ 3 工业矿带的标志	(70)
§ 4 查明工业矿层的地质前提	(71)
§ 5 工业矿层标志	(72)
§ 6 查明局部矿石聚集体的地质前提	(75)
§ 7 局部矿石聚集体的标志	(76)
测验题	(77)
第八章 开展地质勘探工作的自然条件	(78)
§ 1 找矿的区域地质-构造条件	(78)
§ 2 景观区划原则	(79)
§ 3 干旱、半干旱区景观对含矿性标志的影响	(80)
§ 4 潮湿区景观对含矿性标志的影响	(82)
§ 5 景观图和古景观图的编图方法	(82)
测验题	(84)

第三篇 矿产的普查和勘探的方法学原理

第九章 矿藏研究的方法学	(85)
§ 1 地下矿化地段结构的非均质性及其呈现规模	(85)
§ 2 研究不均匀性的系统方法	(86)
§ 3 深部矿产性质的变异性	(90)
§ 4 矿产研究的两种方法	(92)
测验题	(93)
第十章 研究矿藏的抽样方法	(94)
§ 1 抽样方法的技术手段及其在地质勘探中的可能应用	(94)
§ 2 观测网及其几何形状	(97)
§ 3 地质勘探资料的系统整理和综合原则	(99)
测验题	(101)

第十一章 研究矿藏的遥感方法	(102)
§ 1 遥感方法的技术手段	(102)
§ 2 遥感摄影方法的特点	(103)
§ 3 航天遥感方法的可能应用	(104)
§ 4 利用航空-地面和地下遥感方法的可能性	(106)
§ 5 地球物理遥感方法的可能应用	(107)
§ 6 资料的整理和使用原则	(109)
测验题	(109)
第十二章 含矿地段及地下矿产性质的模拟	(111)
§ 1 基本概念	(111)
§ 2 模拟原则	(112)
§ 3 图解模拟和立体样块模拟	(112)
§ 4 地质数学模拟	(113)
§ 5 空间变量的几何模拟	(117)
§ 6 解决重要地质勘探任务时应用各种模型的效果	(119)
测验题	(121)
第十三章 岩石和矿产的取样原理	(122)
§ 1 概述	(122)
§ 2 取样类型和目的	(123)
§ 3 对自然产状和松散混合物中矿产取样的特点	(124)
§ 4 矿产的自然特性对品位变化性定量表征值的影响	(124)
§ 5 样品几何形态对品位变化性特征值的影响	(125)
§ 6 取样的可靠性	(128)
§ 7 取样的代表性	(130)
测验题	(132)

第四篇 对地质勘探工作对象的地质经济评价

第十四章 地质勘探对象的采矿-技术评价	(134)
§ 1 自然矿物聚集体的规模和价值概念对生产要求的依从关系	(134)
§ 2 采矿技术条件对于有关矿产性质及其变化性概念的影响	(135)
§ 3 评价对象的地质-工业模型	(135)
§ 4 矿产储量计算指标	(137)
§ 5 最低工业品位	(138)
§ 6 矿物原料质量和技术性能的指标	(139)
§ 7 圈定储量的指标	(140)
§ 8 矿床开采的采矿-技术指标	(143)
§ 9 确定指标的方法	(143)
§ 10 对环境保护要求的考虑	(144)
测验题	(144)

第十五章 矿产储量、矿产资源、矿产利用的经济效益和地质勘探工作的经济效益的评价	(146)
§ 1 矿产储量和资源评价的特点	(146)
§ 2 计算勘探储量和初评储量的方法原理	(147)
§ 3 估计预测资源的方法学原理	(151)
§ 4 矿产储量计算和资源估算的可靠性	(152)
§ 5 矿床利用经济效益的评价	(154)
§ 6 地质勘探工作的经济效益	(155)
测验题	(155)
参考文献	(157)

绪 论

在建立共产主义物质技术基础的过程中，矿产的普查与勘探起着主导作用，因为一个国家的经济潜力在很大程度上取决于矿物资源的储量和质量。苏联的许多矿产拥有相当的储量，但是，国民经济不断增长的需要仍然要求进一步加快地质勘探工作的步伐，以便扩大和更加合理地利用各种矿物资源的储量。

苏维埃政权年代地质勘探工作的基本总结 从苏维埃政权建立的最初日子起，苏联共产党和政府就特别重视巩固和发展矿物原料基地，认为这是建立社会主义经济的基础。遵照列宁的指示，早在 20 年代就在乌拉尔、哈萨克斯坦、外贝加尔、彼尔姆区和科拉半岛开展了地质勘探工作，发现了一批新的铁、锡、铜矿石、钾盐和磷灰石矿床。30 年代，发现了伏尔加—乌拉尔含油气区，北乌拉尔铝土矿矿床，科拉半岛、南乌拉尔及北克拉斯诺雅尔斯克边区的镍矿床，高加索和布里亚特（Бурятия）的钨矿床，哈萨克斯坦卡拉套盆地的磷块岩矿床，以及伯朝拉、卡拉干达、坎斯克—阿钦斯克煤田，同时大大扩大了顿涅茨及库兹涅茨煤田和阿塞拜疆及北高加索含油区的远景。

在伟大的卫国战争年代里，由于需要改组国家经济，要求在苏联东南部加速准备矿物原料产地。在战争期间，仅乌拉尔和西西伯利亚的铁矿石探明储量就增长了 1.5 倍；在中亚发现了新的油气田，在东北和远东地区找到了锡矿床和金矿床，扩大了乌拉尔、西伯利亚、远东和中亚的矿物原料基地。

战后，地质勘探工作的发展速度有了特别明显的提高。1950 年已经比 1940 年提高了几倍，并继续不断增长。为石油、天然气、化学、煤炭工业、黑色和有色冶金工业、矿物肥料工业超前准备原料基地以及为原子能、电子和其它新兴工业部门建立矿物原料基地的任务摆在了地质工作者的面前。

西西伯利亚、乌克兰、白俄罗斯、中亚和雅库梯油气产地和苏联欧洲部分及亚洲部分煤炭工业原料基地的巩固和扩大，对苏联经济发展具有特殊的意义。在苏联，已经建立了强大的黑色和有色冶金工业原料基地（勘探了库尔斯克磁异常铁矿盆地，查明了若干新的铬铁矿和锰矿矿床），为原子能和稀有金属工业提供了可靠的原料保证，为磷和建筑材料的生产建立了稳定的原料基地。

苏联关于地下资源的立法 1976 年 1 月 1 日，旨在保护和有计划、合理和综合利用地下资源，以便为后代保存自然财富的《苏联及其各加盟共和国地下资源法准则》在苏联生效。这一法律准则承认国家对地下资源的所有权，规定了地下资源使用者的权利和义务以及利用地下资源的条件、类型和期限。该法律特别重视地下资源的地质研究、矿床的开采、安全工作和资源保护等问题，建立了矿床和计算储量的国家统计、地下资源地质调查工作进程的监督检查制度以及地下资源利用和保护等方面的规定，同时明确了对破坏地下资源法所应负的责任。这样，在苏联就为进一步扩大矿物原料基地，综合利用地下宝藏，改进现有的和寻求新的更有效的矿产预测、普查和勘探工作方法，提供了一切必要的条件。

地质科学及地质勘探工作的现状 具体的矿产预测、普查与勘探任务的完成取决于决定地质勘探工作方向的地质基础研究的质量和可靠程度。它可以保证正确了解研究区的地质结构，成矿省、成矿区、矿结、矿田及矿床的形成和分布规律及其结构和成分特征。所有这些资料对制定矿产预测的有利地质准则（前提和标志）及查明和评价矿产的有效方法，都是必需的。如今，苏联小比例尺和中比例尺地质图的测制工作已经完成，在含油区和金属成矿区进行了大量大比例尺地质填图工作。有关地壳总的演化、解释烃类及矿石巨大聚集体的形成条件、查明新的含矿远景区等理论问题，越来越受到重视：

目前，矿产普查与勘探工作是在对全苏领土开展有计划的综合地质研究的基础上进行的，研究中广泛利用了遥感、地面和地下地质-矿物学、地球物理及地球化学方法，同时考虑了超深钻和现代技术手段的研究成果。

现在苏联地质部门已经成了国民经济中的一个拥有先进的山地钻探技术装备，配备了各种地球物理、地球化学和地质-矿物学仪器、运输工具、现代化实验设备和计算技术的工业部门。

生产力的不断增长对地质部门提出的任务 随着 20 世纪后半叶世界生产的加速发展，对矿物原料的需求急剧增加，其速度超过人口增长速度几倍。例如，在 1950 年至 1974 年期间，世界人口由 25 亿增至 40 亿，增长不到 1 倍，而在此期间最重要的矿物原料产量和需求却增长了 2—4 倍。这种对矿物原料需求量的增长速度在后来，特别是在苏联和其他社会主义国家中，也曾出现过，因为工农业产品的快速增长是现代化社会主义生产的最重要特征之一。因此，摆在矿产勘探人员面前的任务，不只是满足当前国民经济对矿产资源的需求，而且还要保证矿产的探明储量比其开采量超前增长。苏联地质工作者正在执行苏共二十六大的决议，努力使矿物原料的探明储量比现有矿区和开发区工业开采部门的发展速度增长更快。但是，随着苏联境内普查程度的提高，发现新矿床成了一项越来越复杂的任务。在这种条件下，研究有效预测大型矿床的理论-方法学原理，具有最重要的意义，因为大型矿床能保证矿物原料基地的稳定加大。考虑到矿床普查工作所需要的时间和劳动量的急剧增长，预测潜在的含矿区时，应当在地质勘探工作的早期阶段及时的剔除大片远景不大的地区，以便把主要力量集中于局部远景区上。在大大提高任何比例尺的矿藏调查时所观测到的有关矿产性质的定量信息的可靠程度的基础上，这一任务是可以完成的。制定搜集和处理定量资料的合理方法，是最重要的方法学问题之一。

苏共二十六大决议规定的地质勘探工作的新阶段（至 1990 年） 在此期间，将进一步加速对苏联国土的地质研究工作，增加矿物原料资源的储量；结合地壳深部结构研究，广泛开展的大比例尺地质填图和运用地球物理、地球化学、数学及其它现代化方法进行航天、地表和地下研究的成果，将促进对矿产与一定地质构造、岩石建造、地质作用和时代的规律性联系的深入研究。为了提高地质勘探工作的效率，进一步改进矿产普查及勘探的方法具有头等重要的意义。

第一篇 矿产的普查与勘探既是一种生产实践，又是一门科学

第一章 矿产的普查与勘探是一个工业生产领域

§1 地质勘探工作的目的和任务

在苏联国民经济体系中，地质勘探工作是保证为所有工业和农业部门查明和评价矿物原料资源的最重要的一个物质生产领域。地质勘探工作包括地质测量、矿产普查和勘探。

地质测量 为了研究地壳具体地段的地质构造，查明其矿物原料资源远景，在苏联的整个国土上正有计划地进行着地质测量。地质测量包括解译卫星照片和航空照片，编制地质草图，根据普查工作要求进行野外地质-矿物、地球物理和地球化学观测，进行填图和山地工程与钻探，对所搜集的全部资料进行室内加工和综合，并编制地质图和地质预测图。

在苏联编制小比例尺（1：100万—1：50万）地质图的工作约在20年前业已结束。目前，正在苏联领土上有计划地进行中比例尺（1：20万—1：10万）的地质填图工作。在有可能发现各种矿产组合的远景区内，开展了大比例尺的专门地质测量和普查工作。

矿产普查 矿产普查的目的是查明潜在的矿田和矿床，并根据含矿性的各种找矿准则（找矿前提和找矿标志）作出预测评价。普查工作包括运用专门的地质-矿物学、地球物理和地球化学普查方法，进行详细的地质测量、地球物理和地球化学测量；进行制图孔、普查孔和普查评价孔的钻探和山地工作；整理和综合研究全部所获资料，以便对所揭露的矿田和潜在矿床进行预测资源评价。

勘探工作 勘探工作是在根据普查资料做出肯定评价的潜在矿床地段进行的。勘探工作阶段从发现地壳局部地段内有矿产的工业富集时开始，直到矿床开采完毕时结束。勘探工作包括地面地质填图，钻探和山地工作，地形测量，地球物理、地球化学、水文地质及工程地质综合观测，坑道和钻孔取样与研究，对本和普通样品、工艺样品、技术样品进行试验与分析；依据勘探工作成果，编制反映矿体产状、形态和结构的平面图和剖面图，查明矿产质量特征，并计算储量；根据全部所获资料，对作为可能形成采矿工业的矿物原料开采基地的矿床进行地质经济评价。

对矿床及时进行地质测量、普查和勘探工作，可以保证有计划地、合理地和有科学根据地利用地下资源，对其进行充分研究，满足国家对矿物原料的需要。

地质勘探工作是采矿工业的开始环节。其劳动对象是矿藏，劳动成果是矿藏中经过探明

和评价的矿物原料储量。由于地质工作者研究对象的特殊性，所以他们常常不能获得预期的最终成果。只有在一整套地质勘探工作结束后，才能获得物质上的评价，用矿产的探明储量实际表现出来。在这种情况下，储量具有使用价值，可以作为劳动对象。

作为物质生产部门，地质勘探工作是按照政治经济学的规律发展的，其规划和实施根据部门经济规律调整。

§ 2 矿产种类及其研究程度的综合要求

在生产力发展的现有水平下，适合于工业利用的地壳内的天然矿物质称为矿产。自地下采出的矿产称为矿物原料。按成分和用途，固体矿产可分为金属、非金属和可燃性矿产。液态和气态矿产构成一组特殊的矿产。金属矿产所含的矿物或矿物组合，在技术和经济发展的现有水平下可以作为获取各种化合物或元素的来源（金属、化学工业和农用矿石）。非金属矿产的加工产品是矿物或晶体（研磨材料、电介质、宝石和装饰石料、压电和光性矿物），以及不需复杂加工即可工业利用的有用岩石（助熔剂、耐火材料、建筑和制陶材料）。煤、油页岩、地沥青和地蜡等属于固体可燃矿产。液态和气态矿产中包括可燃性矿产（石油、可燃气体），淡水、矿水、盐水和油田水以及惰性气体。

矿床是指地壳中空间上可以单独划分出来的、数量和质量符合当前工业要求、各种自然条件适合于工业利用的矿物质聚集体，它们可以作为矿山企业独立矿段（矿场、露天采矿场、矿井）的矿物原料基地。地壳内的矿物聚集体只有在开采和加工经济合理的条件下，才适合于工业利用。矿物聚集体最重要的工业评价指标如下：

1. 矿物原料的数量和质量；
2. 矿物原料的工艺技术特性；
3. 矿床开采的矿山地质条件；
4. 矿床的经济地理位置。

上述各项指标决定了对矿物原料储量研究程度的综合要求。

矿物原料的质量取决于其化学、物理和技术特性，这又决定了矿产满足社会生产要求的能力。矿物原料的质量还取决于其工业利用和加工工艺的条件。金属、化学和农用矿石的质量是由其物质成分（化学和矿物成分）及有用组分和有害杂质的含量决定的。

有用组分（元素或有用矿物）的品位用天然干燥矿石的重量百分比表示。根据矿物的物质成分、工艺加工条件和今后的用途选择度量单位。矿石质量决定于金属（Fe、Mn、Mo、Co、Ni、Cu、Pb、Zn、Sn、Hg、Sb、As、Au、Ag、Pt）或相应元素的氧化物（ WO_3 、 V_2O_5 、 LiO_2 、 BcO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO 、 K_2O 、 B_2O_3 、 Cr_2O_3 、 SrO ）的百分含量。砂矿中含矿砂的质量一般用每1立方米体积的砂中所含有用组分的重量表示。

有害杂质对某些矿石质量的评价有重要影响。一些矿石及与其相对应的有害杂质如下：铁矿石和锰矿石——硫、磷；铝土矿——二氧化硅、硫；金矿石——砷；硅酸镍矿石——铜；磷块岩——镁；硫化物矿石——一般为碳、沥青、砷、硒。

按有用组分的品位，并考虑到工业要求和现有工艺加工的方式，可以划分出富矿、一般矿和贫矿（表1）。富矿通常易于加工，与一般矿和贫矿相比，选矿工序较少，有时，不需选矿，可直接投入冶炼（例如，铁品位大于50%的假象赤铁矿和菱铁矿富矿）。

有用矿物和晶体的质量取决于有用矿物的品位和反映其特殊物理性质的综合指标（如石

棉的强度、柔韧性、纤维长度和酸溶性；云母的片体大小、平滑度、有无穿孔和耐热性；压电光性原料的光学性质、大小、晶体的质量等等)。有用岩石的质量，按决定其工业价值的综合技术特性来评价，对可燃性矿产进行质量评价时，发热性能和一系列其它专门特性具有首要的意义。

如果矿物原料中存在几种有用组分，其质量将大大提高。如果矿物原料中可采有用组分的价值相近，则称为综合性矿物原料。矿物原料中除主要有用组分外，往往含有多种伴生有用组分，如呈分散态或者形成独特矿物形态的元素。为了在国民经济中对矿物原料进行有效的利用，在工业上对伴生组分的每种赋存形式都规定了经济上合理利用的质量指标。

表1 矿物原料的质量分类

矿物原料	主要有用组分	根据主要有用组分含量确定的矿物原料质量特征		
		富矿	一般矿	贫矿
铁	Fe	> 50	50—30	30—22
萤石	CaF ₂	> 50	50—35	35—14
铬铁矿	Cr ₂ O ₃	> 45	45—30	30—24
磷块岩	P ₂ O ₅	> 25	25—16	16—8
锑	Sb	10n*	n	0.1n
多金属 铜、锡	Pb, Zn Cu, Sn	n	0.1n	0.1n
钼 黑钨矿、汞 钴、铌 铯、铀	Mo WO ₃ , Hg Co, Nb ₂ O ₅ Li ₂ O, U	0.1n—n	0.1n	0.01n
稀土元素 铍、钽	TR BeO, Ta ₂ O ₅	0.1n	0.01n	0.01n
金	Au	> 15克/吨	5—15克/吨	n克/吨
金刚石	金刚石	> 1克拉**/吨	0.1n克拉/吨	0.1n克拉/吨

* n = 1, 2, 3……; 除标明者外, 含量单位为%;

** 1克拉 = 0.2克

矿物原料的数量决定于其总质量。矿物原料只有在其数量超过某种最低界限时，才能有合理的工业利用。

矿产储量是指蕴藏在地下一定空间范围的、质量符合现代工业要求的矿产数量。矿床储量是地下全部矿物原料资源中研究最深的部分。对开采后要经过选矿的各种矿物原料来说，一般不仅要计算矿石储量，而且要计算其中的有用组分储量。由于矿物原料的种类和有用矿化的规模不同，单个矿床的矿产储量由数十亿吨到若干公斤不等。砂矿储量用每立方米含矿砂量计算，而其中有用组分的储量按质量单位计算。

矿床的规模取决于矿物原料的储量。根据规模的大小，可分为特大型、大型、中型和小型矿床（表2）。特大型矿床在世界上是极少的。大型矿床可能有数十个，都是采矿工业主要企业的矿物原料基地。中型矿床可作为一般企业的矿物原料基地。小型矿床没有独立的工业意义，因此，矿山企业只能建立在若干小型矿床的基础上。

表 2 某些固体矿产的矿床规模分类

有用矿产	矿床规模 (吨)			
	特大型	大型	中型	小型
铁矿石	$> 10^9$	10^8 (10—3)	10^7 (30—5)	$< 5 \times 10^7$
磷灰石	—	$> 2 \times 10^8$	10^7 (20—5)	$< 5 \times 10^7$
锰矿石	$> 2.5 \times 10^8$	10^7 (25—7.5)	10^7 (7.5—2.5)	$< 2.5 \times 10^7$
铝矿石	$> 2 \times 10^8$	10^8 (2—1)	10^7 (10—2.5)	$< 2.5 \times 10^7$
铜	$> 5 \times 10^6$	10^5 (5—1)	10^5 (10—1)	$< 1 \times 10^5$
铅	$> 1 \times 10^6$	10^5 (10—3)	10^5 (3—1)	$< 1 \times 10^5$
钼	$> 1 \times 10^5$	10^4 (10—2)	10^3 (20—5)	$< 5 \times 10^3$
锡	$> 5 \times 10^4$	10^4 (5—1.5)	10^3 (15—3)	$< 3 \times 10^3$
锑	—	$> 3 \times 10^4$	10^4 (3—1)	$< 1 \times 10^4$
汞	$> 1.5 \times 10^4$	10^3 (15—3)	10^3 (3—1)	$< 1 \times 10^3$
金	$> 1 \times 10^2$	10 (10—5)	10 (5—1)	< 10
冰洲石	—	> 1	$1-10^{-1}$	$< 10^{-1}$

矿床储量的质量评定和数量评定是互相联系和互相制约的，质量评定的改变会导致有用组分和有用岩石物质储量的改变。所确定的金属边界品位越低，则矿藏范围、矿石储量和金属储量越大。提高金属品位的下界，会改善矿石的质量，但也会缩小矿藏的范围和减少总储量 (图 1)。

只谈有用组分的品位而不说明该品位代表的取样厚度，是没有实际意义的，上述任何一个孤立的指标，甚至不能对勘探中的矿物聚集作出最一般的工业评价。

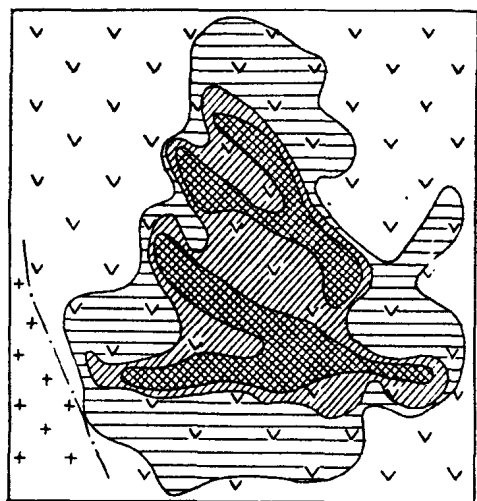


图 1 网脉矿床面积储量和矿石质量的变化 (按金属的不同边界品位圈定)

- 1.花岗岩 2.二长岩 3.构造断裂 4.按假定金属品位 3%圈定的矿体 5.按假定金属品位 1%圈定的矿体 6.按假定金属品位 0.5%圈定的矿体

矿物原料质量和数量评定的统一性和相互制约性，在矿床评价时要求同时考虑。对国民经济来说，最有价值的不是那些矿石品位最富的矿床，而是那些可以保证巨大生产规模和最低产品成本的矿床。这里首先包括含一般矿石的大型矿床。

假设金属平均品位为 4—5%，面积储量为 1600 单位；假设在 4+5 边界线内金属的平均品位为 2.9%，面积储量为 2650 单位；假设在 4+5+6 边界线内金属平均品位为 1.5%，面积储量为 4720 单位。

矿物原料的工艺性能决定了为获取所有有用组分进行加工的可能性和经济合理性。矿物原料的工艺性能取决于全部质量指标，其中除了有用组分品位和有害杂质含量外，具有最重要意义的指标如下：

1. 原料的矿物成分，各种矿物中有用组分和有害杂质的分布情况，有用矿物的形态和大

小，这些矿物彼此之间以及与造岩矿物和脉石矿物的相互连生特性，矿物集合体的构造与结构。

2. 矿物原料及其中有用矿物的物理特性，硬度、脆度、单位质量。

3. 围岩及脉石的化学成分及矿物成分。

矿物原料的矿物成分决定其中所含的有用组分，而其加工程序和技术经济指标则取决于各组成矿物中有用组分的分布状况。例如，钨和铋的硫化物很易浮选，而钨和铋的氧化物则很难用物理方法提取，甚至在氧化矿石的选矿过程中全部丢失。黄锡矿中的锡与锡石中的锡不同，在加工锡矿石时不能提取。磁铁矿中的铁可以从矿石中全部冶炼出来，而硅酸盐中的铁，则残留在炉渣内。

金属矿物的形态与大小及其结合特征、矿物集合体的结构与构造，决定着矿石的最佳破碎程度，即保证矿石开采和决定提取有用组分为相应精矿指标的破碎程度。含某些紧密连生矿物的细浸染矿石或具有胶状结构的矿石很难选矿。这些矿石需要粉碎得很细，结果使矿泥中的尾矿量明显增加，提取指标降低，精矿质量降低。水法冶炼矿石时，围岩和脉石成分的影响特别明显。因此，岩石中碳酸盐含量较高会降低酸浸洗法的效率，而提高加工每吨矿石的用酸量。

矿床开采的矿山地质条件在考虑采矿工艺现状后可决定矿床开采的可能性及其经济合理性。开采时的矿山地质条件取决于各种局部条件的总和，其中除了矿物原料的储量以外，具有重要意义条件如下：

1. 矿体的大小、形态特征、结构及产状，可决定最佳开采方式；

2. 矿床的产矿能力，可说明各个矿体和整个矿床中矿产的富集程度。产矿能力通常用矿产的单位储量表示，即单位面积或矿床采深1米的储量；

3. 矿床的水文地质条件；

4. 矿产和围岩的物理机械性质，其稳定性、裂隙性、强度、硬度、可钻性、块度、温度等等；

5. 使矿床开采工作复杂化和要求采取特殊措施的因素：岩溶发育，矿床含气性偏高，岩石在潮湿状态下易发生坍塌或自燃等；

上述各种条件的总体影响决定了采矿工作的主要技术经济指标，以及在考虑矿床开采过程中矿石损失和贫化后开采每吨矿物原料和有用组分的成本。

矿床地理位置对建设矿山企业的费用多少和投资开发期限有重要影响。因此，为了达到较合理的工业布局，首先应当利用可以迅速开发并获得最大经济效益的自然资源。

在解决矿床的工业价值问题时，必须对上述所有条件作出评价。忽视其中任何一项，都会不可避免地造成矿床工业开发过程中的严重失误和复杂化。在 И.Д.科甘 (Коган) 的著作⁽⁹⁾中列举了忽视储量质量和数量、矿石工艺性能或矿床开采的矿山地质条件的例子。

§ 3 地质勘探工作的最大效益要求和地质勘探工作的阶段

对地质勘探工作来说，也象对任何其它物质生产部门一样，社会生产的基本要求是获得最大效益，也就是必须用最少的时间和劳动取得最多的成果。勘探工作成果是根据所查明矿床的自然价值和矿产储量已达到的勘探程度来判断的。矿床的已知自然价值越大，探明储量的评价越确切，勘探费用越少，勘探时间越短，勘探工作的效益就越高。