

21世纪高等院校教材

矿产资源勘查学

(第二版)

阳正熙 高德政 严冰 编著



科学出版社

21 世纪高等院校教材

矿产资源勘查学

(第二版)

阳正熙 高德政 严冰 编著

科学出版社

北京

第二版前言

本书第一版自 2006 年出版以来，已连续印刷 6 次，发行量近 9000 册。这组数据既承载着读者对本书的厚爱，也是对笔者的鞭策。

时过四年，矿业全球化以及世界经济的深刻变化对于矿产资源勘查领域产生了重大的影响。与此同时，高等教育教学改革也在稳步深入推进，矿产资源勘查学的课程内容和知识体系也需要跟上时代发展的步伐。为此，本书在第一版的基础上进行了如下重要的修改补充：

(1) 对第二部分矿产勘查应用技术的内容进行了显著扩充，其思路是力图将矿产资源勘查学打造成一门综合性课程。笔者在教学研究和实践过程中体会到，对于资源勘查工程专业而言，独立开设遥感、地质填图、地球物理、地球化学等勘查技术课程不仅要受到课程学时方面的约束，而且其教学效果也低于预期。如果把矿产资源勘查学作为综合性课程开设，不仅能够减少课程的门类和学时，有利于为学生腾出更多的时间学习通识课程，而且打破了学科之间的界限，有利于培养学生对矿产资源勘查的整体认知能力。

(2) 补充前沿性和先进性的知识，注重体现与国际接轨的思想。新版书将原第 11 章矿产勘查阶段拆分为第 11 章矿产勘查阶段和第 12 章固体矿产资源量/储量的分类系统，并在第 12 章中介绍了国际上主要的资源量/储量分类系统以及我国 2009 年新修订的《固体矿产资源量/储量分类》；将原第 15 章拆分成现在的第 16 章矿体圈定和第 17 章矿产资源储量估算，在第 16 章中增加了矿体连续性的内容，第 17 章中补充了 SD 法、地质统计学方法、品位-吨位曲线以及资源储量精度等方面的内容。

(3) 增加了课程设计的实训材料，并且以光盘的形式储存。实训过程主要利用 MapGIS 和中国地质调查局开发的软件来实现，目的是为教学提供方便。课程设计的内容由高德政教授和严冰讲师完成。

(4) 其余各章节也都作了相应的补充和调整，进一步丰富了本书的内容。

在第二版修订过程中参阅并引用了国内外大量优秀的文献资料，谨向这些作者表示敬意和诚挚的感谢！第二版的出版得到成都理工大学教材出版基金的资助，书中部分图件由孙萍女士绘制，谨借此机会表示衷心的感谢！

笔者对本书第一版中存在的疏漏向读者深表歉意！

第一版前言

矿产资源是人类社会发展的物质基础，人类文明从新石器时代、铜器时代、铁器时代至工业化时代的每次跨越，都伴随着矿产资源利用技术水平的飞跃，人类在开发利用矿产资源的进程中，逐步积淀了勘查矿产资源的知识，发展成为矿产勘查学。

矿产勘查学最早的知识体系是苏联学者 V. M. Kreiter (1931) 根据苏联执行第一个五年计划在矿产勘查方面积累的经验总结成《矿床找矿勘探方法》；1940年，由 Kreiter 撰写的《矿床找矿勘探学》教材出版，该教材的修订版上、下册分别在 1961 年、1962 年出版。一些国际上有影响的矿床勘查学优秀教材还包括捷克斯洛伐克布拉格大学 M. Kuzvart 等的《矿床找矿与勘探》(1978 年第一版，1986 年第二版)、美国亚利桑那大学 W. C. Peters 的《矿床勘查与矿山地质学》(1978 年第一版，1986 年修订版)、原英国威尔士大学加的夫学院 A. E. Annels (1991) 的《矿床评价》、英国雷斯特大学 A. M. Evans (1995) 的《矿产勘查学导论》及其由 C. J. Moon 等 (2006) 修订再版的《矿产勘查学导论》以及加拿大不列颠哥伦比亚大学 A. J. Sinclair 等 (2002) 的《应用矿产资源储量估计》等。

在我国，矿产资源勘查学作为一门独立的应用地质学学科，可以追溯到 20 世纪 50 年代。最早在地质院校设置的课程名称为“找矿与勘探及编录、取样、储量计算法”，后来调整为“找矿勘探方法”、“找矿勘探地质学”、“找矿勘探学”、“矿产勘查与评价”、“矿产勘查学”以及“矿产资源勘查工程学”等。最初的教学内容主要是借鉴苏联的教材以及苏联专家在华培训讲学的讲稿。国内比较有影响的教材包括：原重工业部 (1954) 汇编翻译的《找矿勘探理论和方法，苏联地质专家讲课汇编》、原成都地质学院与原昆明工学院 (1980) 的合编教材《找矿勘探学》(上、中、下)、侯德义 (1984) 主编的《找矿勘探地质学》及其由李守义等 (2003) 修订再版的《矿产勘查学》、赵鹏大等 (1986) 的《矿产勘查与评价》及其 2006 年修订再版的《矿产勘查理论与方法》、徐增亮等 (1990) 的《铀矿找矿勘探地质学》、阳正熙 (1993) 的《矿产勘查中的现代理论和技术》、范永香等 (2004) 的《成矿规律与成矿预测学》等。

30 余年来对矿产勘查的学习理解、课堂讲授、野外实践，笔者深深体会到，矿产勘查中充满科学性、综合性、复杂性、变化性和艺术性的问题，这意味着在

矿产勘查工程学课程的训练过程中，必须强调对学生进行创造性思维能力的培养。

矿产勘查最重要的环节是选准勘查靶区，本书的第一部分即是围绕这一主题展开的，包括第2、3、4、5、6章的内容。第2章主要论述成矿作用的地质规律，其目的是要阐明在哪个地质时期、在什么构造部位可能产生成矿物质的富集，从而为成矿预测奠定理论基础。矿产勘查思维需要借助于成矿模型来表达，因而在第3章中详细地阐述了成矿模型的概念以及描述性模型、品位-吨位模型以及矿床成因模型的功能和应用。勘查模型在第4章中进行专门论述，其目的是要突出矿床类型的信息特征以及识别这些特征相应的勘查手段。第5章涉及了圈定勘查靶区的具体步骤和主要方法。第6章论述了建立勘查项目的战略考虑和哲学思想。

第二部分共有4章，重点论述矿产勘查应用技术体系。在第7章中介绍遥感地质及矿产地质填图；第8和第9章分别阐述了地球物理和地球化学勘查技术的原理、方法以及适用条件等方面的内容；第10章着重讨论探矿工程在矿产勘查中应用的技术问题。

第三部分的内容涉及矿产勘查方法系统，分成5章进行讨论。第11章阐明了矿产勘查阶段的划分以及各阶段主要的工作内容，并且详细介绍了矿产资源储量的分类系统；第12章论述了矿产勘查工作总体部署的指导思想和技术路径；第13章阐述了矿产取样的原理、思路和具体方法；第14章介绍矿产勘查中一些主要的综合图件的内容和编制方法；第15章专门介绍固体矿产资源储量估算方法的原理和步骤。

为了系统培养学生的实际动手能力和综合分析问题解决问题的能力，本课程安排了课程设计的内容。课程设计要求学生根据一个地区的基本地质资料确定矿种和目标矿床、圈定勘查靶区、建立勘查模型、进行项目设计、原始地质编录和综合地质编录、估算资源储量，最后提交勘查报告。课程设计说明书将与本教程配套。

本书力图反映近年来矿产系统勘查理论研究方面的主要成果以及综合勘查方法所涉及的最重要方面。的确，我们对于矿产勘查活动的认识在好多方面仍然是不全面的，我们需要不断更新知识、创新思想和发展理论。本书的编著只是一种新的尝试，作为教材，希望它能为学生搭建起矿产勘查知识的平台；作为参考书，希望它能常年坚持在野外第一线辛勤工作的地质勘查人员提供理论和技术指导。然而，由于学时（篇幅）的限制，一些内容（如矿床统计预测方法、地质统计学等）不得不尽量压缩，一些内容（如原始地质编录）则需要放在课程设计中去完成。由于笔者才疏学浅，书中难免存在不完善甚至谬误之处，恳请矿产勘查界专家、同仁和同学们批评指正！以便有机会修订再版时改进。

本书在编写过程中参阅并引用了国内外大量的相关资料，这些优秀的参考文献给予了笔者巨大的启迪和帮助；本书的出版得到成都理工大学教务处的资助，谨借此机会一并致以最诚挚的谢意！

阳正熙

2005年12月1日

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 矿产勘查的目的和性质	1
1.2 矿产勘查所面临的形势	3
1.3 矿产勘查中的风险	8
1.4 矿产勘查地质工作者应具备的素质	9
本章小结	11
本章进一步参考读物	12

第一部分 靶区圈定

第 2 章 成矿地质规律分析	15
2.1 成矿规律分析	15
2.2 矿床的空间展布特征	18
2.3 成矿的时间演化规律	24
2.4 板块构造环境与成矿的关系	32
2.5 控矿因素分析	39
本章小结	47
本章进一步参考读物	48
第 3 章 成矿模型	49
3.1 成矿模型的概念	49
3.2 描述性模型	53
3.3 矿床品位-吨位模型	56
3.4 矿床成因模型	61
本章小结	63
本章进一步参考读物	63
第 4 章 矿床勘查模型	64
4.1 概述	64
4.2 矿产勘查模型的种类	67
4.3 矿产勘查中两个令人困惑的问题	72

本章小结	73
本章进一步参考读物	73
第 5 章 靶区圈定及资源潜力评价方法	74
5.1 勘查目标决策	74
5.2 “三部式”矿产资源评价方法	82
5.3 数学模拟方法在成矿预测中的应用	86
5.4 全国矿产资源评价项目采用的方法体系简介	99
本章小结	101
本章进一步参考读物	102
第 6 章 矿产勘查项目	103
6.1 矿产勘查工作的主要内容	103
6.2 关于矿产勘查	105
6.3 矿权基本知识	116
本章小结	120
本章进一步参考读物	120

第二部分 矿产勘查应用技术

第 7 章 遥感地质及矿产地质填图	123
7.1 遥感技术	123
7.2 矿产地质填图	130
本章小结	136
本章进一步参考读物	136
第 8 章 地球物理勘查技术	138
8.1 概述	138
8.2 磁法测量	143
8.3 电法测量	152
8.4 重力测量	160
8.5 设计和协调地球物理工作	165
本章小结	167
本章进一步参考读物	167
第 9 章 地球化学勘查技术	168
9.1 概述	168
9.2 地球化学勘查的主要方法及其应用	175
9.3 矿产地球化学勘查的工作程序和要求	181
9.4 异常查证	187
本章小结	190

本章进一步参考读物·····	190
第 10 章 探矿工程勘查技术 ·····	191
10.1 坑探工程·····	191
10.2 钻探方法·····	197
10.3 金刚石岩心钻探方法·····	201
10.4 钻孔的设计·····	204
10.5 钻探编录·····	209
10.6 钻探合同·····	218
本章小结·····	220
本章进一步参考读物·····	220
第三部分 矿产勘查方法	
第 11 章 矿产勘查阶段 ·····	223
11.1 概述·····	223
11.2 矿产预查阶段·····	227
11.3 矿产普查阶段·····	232
11.4 矿产详查阶段·····	238
11.5 矿产勘探阶段·····	241
本章小结·····	246
本章进一步参考读物·····	246
第 12 章 固体矿产资源量/储量的分类系统 ·····	247
12.1 国际上主要的资源量/储量分类系统简介 ·····	247
12.2 我国矿产资源储量分类系统·····	255
本章小结·····	265
本章进一步参考读物·····	266
第 13 章 矿产勘查工作的总体部署 ·····	267
13.1 矿床勘查类型·····	267
13.2 勘查工程的总体部署·····	272
13.3 勘查工程地质设计·····	284
本章小结·····	289
本章进一步参考读物·····	290
第 14 章 矿产勘查取样 ·····	291
14.1 取样理论基础·····	291
14.2 矿产勘查取样·····	302
14.3 矿产勘查取样的种类·····	307
14.4 样品分析、鉴定、测试结果的资料整理·····	316

本章小结·····	318
本章进一步参考读物·····	318
第 15 章 矿产勘查综合图件的编制 ·····	319
15.1 编制综合性图件的一般要求·····	319
15.2 区域性图件·····	321
15.3 矿区(床)地形地质图和矿区(床)实际材料图·····	324
15.4 勘查线剖面图、中段地质平面图和矿体纵投影图·····	326
15.5 其他综合性图件·····	337
本章小结·····	338
本章进一步参考读物·····	338
第 16 章 矿体圈定 ·····	339
16.1 矿产工业指标·····	339
16.2 矿体的圈定·····	350
本章小结·····	362
本章进一步参考读物·····	363
第 17 章 矿产资源储量估算 ·····	364
17.1 概述·····	364
17.2 国内传统的资源储量估算方法·····	369
17.3 SD 矿产资源储量估算方法·····	375
17.4 西方主要矿业国家资源储量估算方法简介·····	380
17.5 地质统计学方法·····	383
17.6 资源储量估算中应注意的问题·····	389
17.7 矿床(体)的品位-吨位曲线·····	390
17.8 资源储量估算的误差·····	394
本章小结·····	398
本章进一步参考读物·····	399
主要参考文献 ·····	400
附录 1 矿产地质勘查报告编写提纲 ·····	408
第一节 矿产勘查报告编写前的最终综合整理·····	408
第二节 矿产地质勘查报告编写的要求·····	410
第三节 固体矿产地质勘查报告编写提纲·····	412
附录 2 矿产资源储量规模划分标准 ·····	420
附录 3 度量单位换算 ·····	421
后记 ·····	422

第1章 绪 论

1.1 矿产勘查的目的和性质

1.1.1 矿产勘查的目的

矿产资源是人类的宝贵财富，具有难以发现和不可再生的性质。矿产勘查是为发现和获得这些矿产资源而进行的科学调查活动。它是在区域地质调查的基础上，根据国民经济和社会发展的需要，综合运用地质科学理论及多种勘查技术手段和方法对工作区的地质特征和矿产资源所进行的系统研究。

矿产勘查包括寻找、发现、证实和评价矿床。矿产勘查的主要目的是合理地使用资金和时间、运用有效的技术手段去成功地发现和探明矿床。

1.1.2 矿产勘查成功的定义

矿产勘查中的成功可以从两个主要方面进行定义：科学和技术意义上的成功及经济意义上的成功。

科学和技术意义上的成功表现为发现了值得进一步查明其经济潜力（品位和吨位）的矿化富集体或者圈出了重要的矿化异常。在此基础上，进一步的勘查验证将有三种可能的结果：① 非经济的成功，即在可预见的未来，所发现的矿化体如果开采是不能盈利的；② 次经济的成功，即在当前经济技术条件下所发现的矿化体暂时不能开采利用，但随着技术的进步或经济环境的改善，次经济的资源可能成为经济上可利用的资源；③ 经济上的成功，即所发现的矿化体能满足当前经济技术条件下进行盈利开采所需要的全部条件，这类矿体（床）通常称为工业矿体（床）。

科学和技术上的成功取决于两个关键的要素：存在和探测。在限定地区内矿床的存在与否是一种自然状态，这就是说在无矿的地区无论勘查理论和手段多么先进也不可能找到矿，因此，勘查工作最重要的是选准靶区。探测则在很大程度上取决于勘查工作的质量，这意味着：① 选择最适合于目标矿床类型及其环境的技术和方法；② 合理地计划和组织勘查工作，包括进度安排及其逻辑性；③ 合理地利用好风险资金。

经济意义上的成功依赖于另一个关键要素——矿床的经济价值；其意义是使科学技术上的成功转化为经济上的成功。矿床经济价值仅部分取决于矿化体的自然状态，即矿化强度和范围，同时，它还包括许多其他因素，如地理因素、经济因素、财政因素及政策和法律法规因素等。

如果考查近些年来重要矿床的发现，不难看出矿产勘查的成功主要来自两方面的因素：

(1) 地质人员在以前没有人勘查过的地区进行找矿。这可能是由于历史原因，以前这一地区交通不便，然而，更主要的原因可能是以前没有人意识到这个地区的找矿潜力。

(2) 地质人员认识了难以识别或者非典型的矿化标志。主要的原因可能是前人已经观测到这些矿化特征但否定了它们的价值。

逻辑思维在矿产勘查中固然十分重要，但促使矿产勘查取得成功的关键要素往往是横向思维。在矿产勘查中，所谓横向思维指的是这样一种思维意识能力：① 采用新的视角理解所熟悉的岩石和地质环境；② 质疑所有的假设（尤其是自己提出的假设）和已被接受的观点；③ 知道什么时候追随预感。

1.1.3 矿产勘查性质

矿产勘查主要是一种经济活动，更确切地说，是一种特殊的投资形式。促进矿产勘查活动不断进行的原因是：① 已知矿产储量不能满足当前或可预见未来的经济发展要求，急需寻找新的资源储量；② 人们总想找到比目前正在开采或拥有资源储量的矿床更能获利的矿床，即生产成本较低和（或）品位较高的矿床。但在实际工作中，大多数勘查项目难以发现具有经济意义的矿床，因此，其项目的最初投资就难以回收，更不用说赚取投资利润了。对于国外一些私营勘查公司来说，矿产勘查的大部分盈利来自少数重大矿床的发现。

矿产勘查是一个动态的过程，它将随着矿产品价格和消费者的需求、采矿和矿石加工技术、政府的矿业政策及新的勘查技术和地质理论等因素的变化而变化。

由于矿产勘查基本上是一种经济活动，因此，技术发展和政府的矿业政策对于矿产勘查的整体水平和发展方向有着极大的影响。矿产勘查的一次热潮一般开始于某种刺激因素，如矿产品价格的上升、新矿床类型的证实，或者在以前被认为缺乏矿产资源的地区取得重要突破等。一次勘查热潮，常常可导致许多重大发现。由于新发现的矿产原料看来已经过剩，或者随着勘查的深入发展，其发现率降低了，或者在新的地区发现了更容易探明的矿床，致使勘查目标转移，于是矿产勘查的一个周期宣告完成，与此同时，新的勘查热潮将再度兴起。

世界矿产品市场发生巨变始于1974年,由于供小于求,1973~1974年石油价格急剧上升,其他矿产品价格也相继上涨(尤其是1979~1980年),并由此导致了20世纪70年代后期矿产勘查活动的繁荣兴旺。同时,也促使人们更合理地使用矿产资源、更广泛地回收金属,并发展塑料、金属陶瓷和玻璃材料来代替一些传统的矿产资源。

上述状况导致了两方面的后果:一方面,矿山建设和开发的速度加快;另一方面,消费却停滞不前,矿产品过剩、价格暴跌,矿产品输出国也因此失去了重要的外汇来源。于是又迫使许多矿山关闭,采矿公司关、停、并、转;对地质勘查而言,除金矿勘查仍然方兴未艾外,其他许多金属矿产勘查活动锐减,直到1997年矿产勘查投资才回升至高位。

由于随后几年金属价格暴跌,大部分采矿公司持续削减生产、一些矿业公司并购以及许多初级公司缺乏资金,导致勘查投资连续5年下降,并且在2002年降到了12年以来的最低点。这轮矿产勘查周期于2002年探底,之后,由于黄金价格的不断攀升以及股市持续多年的牛市,共同促使其他大多数金属的价格在2007年和2008年或早些时候达到高峰,大型采矿公司每年勘查投资的增加和初级勘查公司投资的急剧增加推动世界矿产勘查投资(不包括铀矿)创造了2008年的历史新高。然而,伴随着世界陷入近10年以来最坏的经济状况,金融市场低迷,矿业市场这几年的繁荣期至2008年9月进入了新一轮的调整期。

1.2 矿产勘查所面临的形势

1.2.1 国家矿产资源安全的基本概念

在未来100年内,我们的矿产资源也许还不会枯竭,但可以预料,随着技术、经济等各方面的发展变化,有的矿产品可能在利用上受到限制,有的则会大力发展,当然也可能会有新的突破。保证适应形势需要,提供足够的、长期稳定的、经济上可接受的矿产资源是地质、采矿、选冶工作者的光荣任务。

随着我国经济的持续高速发展,我国部分重要矿产资源保障程度不断降低,特别是石油、铀、铁、铜、铝土矿、锰、铬、钾盐等大宗矿产自给不足,供需缺口持续扩大,矿产品进口量大幅攀升,矿产资源对经济增长的约束日益加剧,直接影响国家经济全局的稳定。我国已成为全球矿产资源第一大消费国,“中国需求”、“中国因素”被列为影响国际矿产品市场未来价格走势的首选因素之一,中国需求量的每一次微小的变化,都会引起矿产品价格的重要波动。尤其随着我国城镇化进程的加快,如果每年有1000万~1200万的农村人口转移到城镇,那么,至2020年,中国城镇人口将超过全国总人口的50%,城镇化导致对金属的

需求量显著地增加。

以铜为例,我国目前铜的年需求量大约为 550 万 t,约占世界铜年产量的 30%,较 10 年前翻了一番。根据工业化、城镇化与铜消耗量的已知关系推算,至 2020 年我国铜的年需求量将达到 1330 万 t,世界铜产量将达到 3700 万 t,占世界年产量的 36%。再以 BHP 公司在智利北部即将建成投产的 Spence 铜矿山为例,其设计年生产能力为 20 万 t 铜,按此估算,中国新增的铜消耗量将要求勘查界探明约 50 个生产规模与 Spence 相近的铜矿床。

国家资源安全问题是指出一个国家因其社会经济发展所需要的自然资源受到某些因素(如资源枯竭、国际市场资源价格变动、生态环境破坏等)的干扰而不能获得持续、稳定、及时、足量的供给并导致一定程度的威胁和损害的状态(成升魁等,2003)。根据世界各国矿产资源生产和消费的水平,大致可以划分为矿产资源生产国和消费国。为了保证各自的国家利益,矿产资源生产国通常采取确保矿产资源稳定需求、足量供给的战略,具体对策主要包括:① 动用剩余生产能力及调节生产配额来调节资源供应,并通过提高资源价格来实现最大利润;② 建立矿产资源现有产业和产品销售网络。

矿产资源消费国往往认为:为保证国家矿产资源安全,不仅要保障资源进口数量的相对稳定,而且要保证控制矿产品市场并维持低价位;其安全战略一般是采取保证通过多渠道以可接受的矿产品价格获取足量资源来满足国民经济的持续发展。具体对策包括:① 建立矿产资源战略储备以应付短期矿产资源短缺的威胁;② 开发替代产品;③ 发展循环经济,提高资源利用效率;④ 增加矿产资源勘查和开发及技术创新的力度,降低对矿产资源进口的依赖性。

目前,我国重要矿产资源储量增长相对缓慢,矿产勘查难度不断增大,隐伏区、深部区等找矿方法尚未有效突破,一大批老矿山可采储量急剧下降,矿产资源勘查开发接续基地严重不足,一些重要矿产储量消耗快于储量增长。由于我国长期形成的粗放型增长方式和结构性矛盾尚未根本改变,矿产资源开发利用粗放浪费,综合利用率较低,矿山布局 and 结构不尽合理,矿产开发小、散、乱和矿山环境破坏等问题突出,加剧了资源供求紧张状况。

外部环境复杂多变,矿业合作挑战加大。全球矿业市场活跃,资源配置和矿业全球化趋势明显,为我国利用国外资源和市场提供了难得的机遇。但市场竞争日趋激烈,矿产品价格大幅波动,境外勘查开发矿产资源和进口矿产品成本增大。加之我国资源战略储备能力不足,有效应对资源供应中断和重大突发事件的预警应急能力较弱,矿产资源安全供应面临更大的挑战。

经济社会对于矿产资源巨大的需求,矿产资源保障能力的下降,呼唤着地质找矿必须取得重大突破。正在市场化道路上摸索的国有地勘单位,站在了保障国家资源安全的最前沿。

案例 1.1 铁矿石价格博弈

在 20 世纪 60 年代之前,世界上多数铁矿床或是由大型钢铁联合公司直接投资开采,或是由铁矿开采公司将其所产铁矿石产品销往北美和西欧市场。自 1965 年之后,随着日本钢铁工业的蓬勃发展和贸易全球化,铁矿石国际贸易市场才开始获得了较快发展并日渐成熟,至 1981 年确定了特定的全球铁矿石交易惯例和价格机制,即所谓的年度定价长协机制。该机制的具体运作方式是,长期协议“定量不定价,价格一年一谈”,每年第四季度开始,由世界主流铁矿石供应商与其主要客户进行谈判,决定下一财政年度铁矿石价格。只要其中任何一家矿山与钢厂达成买卖合同,谈判即宣告结束,其他各家谈判均要接受。

毫无疑问,矿山企业和钢铁冶金企业都需要有一个长期稳定的铁矿石供求关系作为发展的基础,长协机制的确立有利于实现矿业公司与冶金企业的双赢,因而,30 年来,双方的交易基本上都是采用长期协议的原则确定数量、品种、价格(FOB,离岸价格),运输由买方负责(巴西矿由于路程更远,其亚洲市场的海运费由买卖双方分担)。根据传统的谈判习惯,国际铁矿石市场分为亚洲市场(日本市场)和欧洲市场。而在东方,每个财政年度以日本铁矿石用户为代表与世界铁矿石主要供应商确定亚洲市场铁矿石产品价格。

中国的粗钢产量目前已占到了全球的 50% 左右,毫无疑问是长协矿第一大买主。在这点上,中国钢铁工业协会提出“量大应该价优”,这是国内钢厂理应争取的利益。但在现实博弈中,由于自身力量的分散和贸易秩序的无序,铁矿石市场上的“中国因素”并没能转化为“议价优势”。

我国存在长协矿和贸易矿二元价格体系,贸易矿货市场则随行就市,波动幅度较大。从 2002 年开始,中国钢铁工业进入超速发展期,“中国需求”的强劲支撑,导致铁矿石现货价格一路狂飙,从 2009 年第四季度不过 90 美元/t 左右,至 2010 年 4 月上涨到巴西和澳大利亚现货矿到岸价已经超过 200 美元/t 的高位。一方面,由于国内多数现有铁矿床生产的铁矿品位较低,成本较高,促使国内钢铁冶金企业对进口矿的依存度不断攀升(2009 年我国进口铁矿石 6.2 亿多吨,对外依存度达到 69%),推动全球矿石市场的平衡出现根本的变化;另一方面,全球优势铁矿资源集中于必和必拓、力拓和淡水河谷三大矿业巨头的现实、长协价与现货价长期的“价差”,导致三大矿业巨头力图废止长协谈判模式,并要求实施更为灵活的定价模式。

在 2005 年度的谈判中,必和必拓就已基于“到岸优势”提出“运费加价”的问题,当时中国钢厂的谈判小组据理力争,才打消了矿商的要求,但在共同声明中有一个共识:今后将进一步商讨完善矿价定价机制。在 2008 年度的谈判中,澳大利亚公司终于实现了“运费加价”的要求,虽然尚在传统机制框架内,但被业内视作“撕开了定价机制改变的一个口子”。2009 年我国未能与三大铁矿石供

应商达成长期价格协议。根据以往的惯例，铁矿石谈判通常都会在每年4月1日新财政年度开始之前就长期协议供应价格达成一致，而就在2010年这一国际铁矿石谈判传统时间节点之前，三大矿业公司都先后表示将基于现货价格或者是指数价格等方式供应铁矿石。

三大矿业集团认定了我国对铁矿石市场的刚性需求，完全拿捏住了中国钢企的命脉，抛弃了供求双方共赢的原则，利用对市场的垄断权，绑架铁矿石市场，强迫钢铁冶金企业接受暴涨的价格。铁矿石的大幅涨价不仅拉涨了整个钢铁产业链，而且还会传导到下游的机械、家电、汽车、房地产等行业，并将最终传导到消费类商品上，导致输入型通货膨胀。目前，三大矿山的精心布局已初见成效，铁矿石金融化趋势已经初见端倪。

为了摆脱这种受制于人的局面，我国商务部反垄断局开展了关于三大矿商的反垄断问题研究；国土资源部将在全国范围内加大优质铁矿石勘查的力度；国家有关部门制定了新的铁矿石进口管理机制；一些实力雄厚的企业也积极采取控股、股权并购、项目合作等方式参与海外铁矿资源的勘查和开发；一些企业通过建立可靠的数学模型，掌握企业的盈亏临界点，加强精细化管理。这些应对措施为我国的资源供应创造一个相对安全的供应保障体系。

1.2.2 矿产资源的可持续发展

20世纪末，广为世界各国接受的社会经济发展的一个重大问题是：地球资源是有限的，这些资源的开采应以一种不损害子孙后代利益的方式进行，实现社会经济的可持续发展和资源的永续利用。就矿床开采而言，可持续发展的概念意味着未来的社会和经济实践应当努力维护矿产资源的保障能力，既要满足当代，还要满足子孙后代的需求。事实上，由于矿产资源的稀缺性和不可再生性，随着世界人口的急剧增加，保障矿产品长期稳定的供应是一个十分艰巨的任务，要求我们更好地认识地球系统、更有效地循环利用现有资源，以及对于处于枯竭边缘的资源寻找替代资源。

矿产资源永续利用的条件是不可再生的矿产资源消耗量要得到大致等量的新增资源储量的补充，即实现保有资源储量的动态平衡。这是矿产资源可持续利用的充分必要条件，也应成为矿业可持续发展的重要指标之一。

通过全球资源的优化配置，建立稳定、安全和经济的供应体系，满足我国全面建设对矿产资源的需求；通过开源节流，在满足当代人需求的同时，也保证我们的子孙后代发展的需求，实现资源利用上的代际公平；通过高效利用，将矿产资源的优势转化为经济优势，带动地区发展，实现地区间发展的公平性；通

过战略储备,降低突发事件和国际市场价格波动对中国的影响,保障国家经济安全;通过科技进步,提高矿产资源的利用效率和效益;重视灾害预防 and 环境保护,实现资源、环境与社会经济的协调发展和良性循环(周宏春,2003);遵循地质规律,依靠技术创新促进转变矿产资源开发利用方式,合理开发和高效利用资源;以科学发展观引领绿色矿业的发展,着力实现矿产资源开发的经济、环境和社会效益相协调,实现经济发展与保护资源双赢。

我们必须加快了解我国乃至全球矿产资源分布的步伐,只有当我们具有比需要开发的矿产更多的矿产资源开发备选基地时,才能实现矿产资源可持续发展。

1.2.3 矿产勘查所面临的形势

按其与地标的关系可把矿床分为以下三类。

(1) 露头矿(outcropped orebodies):矿体本身或上部氧化带出露地表。

(2) 隐伏矿(concealed orebodies):矿体曾经由于地壳抬升出露地表但后来由于地壳下降而被新的沉积层覆盖,可能导致这类矿体在地表无任何矿化显示。

(3) 盲矿体(blind orebodies):矿体未直接出露地表但赋存在地表浅部(一般在1km深度范围内),在地表可能存在与矿体有空间关系的蚀变带或地球化学异常。

寻找露头矿床不需要什么高深的理论和技术手段,只需对当地情况比较熟悉,具备一些简单的矿物鉴定知识就能找到,20世纪50年代以前,国内外发现的绝大多数矿床均属于这类矿床。发现盲矿床则需要借助一定的地质理论和技术手段,由于地表有矿化间接显示,勘查成功的机会仍比较多,70年代以前发现的矿床多属此类。

勘查在地表没有任何可识别矿化显示的隐伏矿床和盲矿床的难度最大,在许多勘查程度较高的地区所面临的任務就是寻找这类矿床,由于这些地区一般都已形成配套的工业基础,因此,寻找这类矿床具有很大意义。

勘查对象从露头矿床到地表只有间接矿化显示的矿床,再到現在和今后需要找寻的地表无任何矿化显示的隐伏和盲矿床的变迁,表现为矿床勘查难度增大,勘查费用增高,而矿床发现率却相对降低。这是矿产勘查地质工作者正面临的严峻挑战,同时也面临着观念的转变和知识的更新。

近30年来,我国地质矿产勘查行业经历了一系列重大变动和改革,在多年的发展实践中,也陆续发现和出现了一些新的情况和问题。为了适应我国地质找矿工作面临国内外环境的巨大变化,国土资源部于2009年在全国范围内开展了“地质找矿改革发展大讨论”,从思想观念、体制机制、规范标准等层面进行了系统的梳理,在思想观念、体制机制、实际工作等方面都不同程度地取得了新进