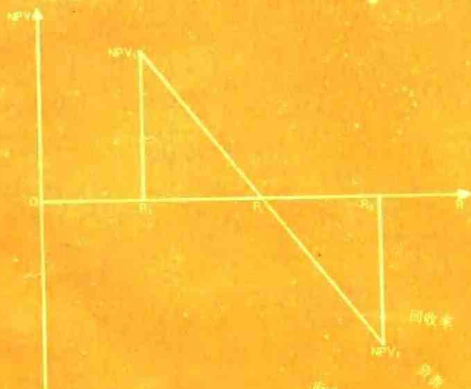


# 矿产评价及开发管理

刘文锴 等编著



河南人民出版社

94  
147.137  
4  
2

# 矿产评价及开发管理

刘文锴 等编著



3 0087 8593 7

河南人民出版社

一九九三年十一月



C 040417

(豫)新登字01号

# 矿产评价及开发管理

编 著 刘文楷 等  
责任编辑 朱崇平

★

河南人民出版社出版发行  
焦作市印刷厂印刷

★

850×1168毫米 16开本 14.5印张 307千字  
1993年11月第1版 1993年11月第1次印刷  
印数1—600册

ISBN 7-215-02894-1/G·357

定 价 9.40元

## 内 容 提 要

本书是为了高等院校矿山测量专业开设《矿产评价及开发管理》课程而编写的。全书共分七章。第一章为矿产资源的概念及形势；第二章为经济学基础，介绍了有关项目评价的成本、投资、价格等问题；第三章为矿床经济评价，介绍了常用的评价矿床经济价值的标准与方法；第四章为矿床开发的一般问题；第五章为矿产储量计算，介绍了各种储量计算方法及参数确定、精度评定；第六章为矿产储量管理，介绍了各种储量管理方法及内容；第七章为矿山企业的综合利用与环境保护，介绍了常见的综合利用及环境保护方法。

本书可以作为矿山测量专业的教课书，也可以作为地质、采矿、矿管等有关专业的教学参考书。

---

# 目 录

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 前 言                    | 1   |
| 第一章 矿产资源的概念及形势         | 3   |
| § 1-1 资源的概念            | 3   |
| § 1-2 矿产资源与矿产储量        | 8   |
| § 1-3 矿产资源特点及形势        | 13  |
| § 1-4 我国矿产资源特点及形势      | 26  |
| 第二章 经济学基础              | 32  |
| § 2-1 货币的时间因素          | 32  |
| § 2-2 投资与折旧            | 41  |
| § 2-3 成本和价格            | 49  |
| § 2-4 利润、税金和社会经济效益     | 55  |
| § 2-5 极差矿利             | 59  |
| 第三章 矿床经济评价             | 63  |
| § 3-1 矿床经济评价概述         | 63  |
| § 3-2 矿床经济评价分类         | 64  |
| § 3-3 影响矿床经济评价的因素      | 65  |
| § 3-4 企业经济评价           | 70  |
| § 3-5 国民经济评价           | 79  |
| § 3-6 矿床技术经济评价的不确定性分析  | 87  |
| § 3-7 矿床开发的综合评价        | 99  |
| § 3-8 矿床经济评价步骤及报告内容和要求 | 103 |
| 第四章 矿床开发管理的一般问题        | 106 |
| § 4-1 矿产开发管理的一般问题      | 106 |
| § 4-2 矿产资源有偿使用         | 118 |
| § 4-3 矿产工业指标           | 120 |
| 第五章 矿产储量计算             | 132 |
| § 5-1 矿产储量的分类与分级       | 132 |
| § 5-2 储量计算基本参数的确定      | 136 |
| § 5-3 矿产储量计算方法         | 149 |
| § 5-4 矿产储量计算的精度        | 153 |
| § 5-5 地质统计学法           | 159 |
| § 5-6 有关储量计算的其它问题      | 167 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第六章 矿产储量管理              | 170 |
| § 6-1 矿产储量管理的内容和意义      | 170 |
| § 6-2 生产矿山的产量检查         | 170 |
| § 6-3 矿石的损失与贫化          | 174 |
| § 6-4 “三量”管理            | 193 |
| § 6-5 生产矿山矿石质量的均衡       | 199 |
| § 6-6 生产矿山储量动态管理        | 202 |
| 第七章 矿山的综合利用与环境保护        | 205 |
| § 7-1 矿山企业的综合利用概述       | 205 |
| § 7-2 伴生、共生矿产的综合利用      | 205 |
| § 7-3 废石、尾矿以及其它付产品的综合利用 | 213 |
| § 7-4 矿区环境及采矿对环境的影响     | 216 |
| § 7-5 矿业生产的环境保护         | 220 |
| § 7-6 环保问题的经济评价         | 221 |
| 主要参考文献                  | 224 |

## 前 言

近些年来，国际上一些未来学家预言，在二十一世纪，人类即将面临的几个根本问题是：人口、粮食、能源、资源和环境。这几个问题在我国尤为突出。人口问题是众所周知的，实际上，在号称“资源丰富”的我国，能源、资源的问题也是非常严重的。根据有关材料介绍，我国的矿产资源虽然品种丰富（已发现有162种有用矿产）、总价值大（45种主要矿产的潜在价值仅次于原苏联、美国，居世界第三位），但人均占有量却少得可怜。比如：我国煤炭资源量虽居世界第二，但人均占有量却只有世界人均的40%，铜矿占有量为世界人均的1/10，石油为1/8，平均不足世界人均的1/2。我们许多种矿产的人均占有量甚至不如日本。并且，在现有已探明的矿产资源中，各种矿石往往是品位低、规模小、位置不好，难采、难选、难炼、难以利用。因此，从这个角度出发，我国只能算是一个资源相对贫乏的国家。

解放以来，我国的矿业开发工作取得了举世瞩目的成绩，探明、开发了一大批世界闻名的矿床。如大庆油田、内蒙煤海、白云鄂博铁矿等等。从而使我国的许多矿种从单纯的依赖进口而一跃成为出口国，为国家做出了突出贡献。然而，我们也应看到，由于种种原因，我国的矿业开发中还存在一些突出问题，如技术落后、效率低下、管理混乱、浪费严重，以及开发缺少科学论证等。这些问题使我国本来就严峻的资源形势进一步恶化。如据报道：江西农民一窝蜂开采钨矿，仅1986年一年就破坏矿石172.5万吨，含金属1.2万吨。而当时全世界钨的年产量才只有4万吨；再如，我们曾在内蒙、西藏等偏僻落后地区盲目地对有些矿产进行了详细勘探，投入了大量的资金。而由于受交通、运输、气候等条件的限制，这些探明了的矿床在近几十年内根本无法开发，从而造成了大量的资金积压与浪费。等等。以上这些问题的存在都严重地阻碍了我国矿业发展的正常进行。

根据《中华人民共和国矿产资源法》等有关法规的要求，矿业生产的地测部门是矿业开发的监督管理部门，因此，做为这一主体的矿山测量专业的学生，应该掌握和了解有关矿床经济评价和开发管理的有关知识，才能更好地肩负起国家所赋予的神圣使命，为我国矿业的合理开发做出应有的贡献。

本书正是为此目的而编写的。它是在吸取了作者前几年的教学经验、收集了有关材料，以及吸取了作者进行的煤炭科学基金项目：“煤炭储量计算方法可靠性研究”、河南省自然科学基金项目：“煤炭储量计算方法精度研究及其在河南省煤田的应用”、以及煤炭优秀青年科学基金项目：“影响煤炭资源回收率的因素分析及确定煤炭合理损失定额通用方法的研究”等几项研究成果的基础上完成的。全书共分七章，约30万字。在编写中，作者力求能全面、系统地介绍本学科的内容，既反映不同学者、专家的不同观点，又反映本学科的最新进展，溶全面性、系统性、新颖性和实用性于一体。

本书由刘文锴、丁安民共同编著，刘文锴编写了第四章、第五章、第六章、第七章和第三章的第四、五、六、七节；丁安民编写了第一章、第二章和第三章的第一、二、三、八节。最后由刘文锴统校全稿。

本书编著过程中，得到了焦作矿业学院地质系主任张风举教授、矿山测量教研室王文庆副教授，以及焦作市地矿局的一些同志的热情帮助，王庆林同志绘制了本书的插图，郝艺娟同志作了一些文句方面的工作，在此一并表示衷心的感谢！

由于编著时间仓促，再加上受资料、水平等条件限制，书中不妥及错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1983年11月

## § 1-1 资源的概念

### 一、资源 (Resources)

#### 1、概念

资源是一个非常广泛的概念,一般认为,凡是在可预计的时间内能为人们所利用的一切物质均属于资源的范畴。这其中既包含有现在正为人类所使用的物质,如:太阳能、煤炭、石油等,也包含现在虽然还没有被人类利用,但估计在不远的将来即可为人类服务的物质,如:南极矿产、北极冰山等。根据各种资料形成方式的不同,资源又可分为自然资源和非自然资源两种,其中,前者指存在于自然界中可为人类所利用的一切自然物质,如:森林、土地、渔、矿产资源等。后者则是指主要靠人工干预才形成的特有物质,如:电力、劳动力、文物等。

#### 2、自然资源 (Natural Resources)

如前所述,自然资源是指存在于自然界中可为人类所利用的一切自然物质,它是人类赖以生存的基础,同时,它也是其它类型资源产生的物质基础,因此,它对于人类的生存有着无比重要的作用。自然资源的种类数很多,按照其补充特点,它可分为两大类,即:

##### (1) 耗竭性的 (Exhaustable)

顾名思义,这种矿产资源的数量是有限的,如果人类对其开发强度过大,就会使其出现短缺,甚至枯竭。这其中还有两种不同的后果。第一种是经过若干时间的逐步恢复,仍可使其的供应达到一定数值的叫可再生的 (Renewed)。如渔业资源、草资源、森林资源等。象我国 1987 年发生大兴安岭森林火灾,使得几个林业局范围内的木材受到严重的损失,甚至有的地方出现枯竭。然而,大灾过后,国务院马上采取措施,积极恢复林业生产,可以预计,几年,几十年过后,该地区的木材供应又会达到相当的水平,这就是可再生资源的一个典型例子。

另外,还有一种情况,就是有些自然资源的生产与形成,往往是地球历史上某一时代的特殊产物,或者其形成是经历了几千万,甚至几亿年的时间,如煤炭、铁矿、金矿等,那么,当其遭到破坏后,在人类短暂的活动时间内和目前的条件下,是不可能重新被创造出来的,这种与人类活动时间相比,其产生与形成时间非常大的自然资源就叫不可再生 (Non-Renewed) 自然资源。由于该种资源不可再生,因而,对于人类,它是异常宝贵的,矿产资源就属于该类。

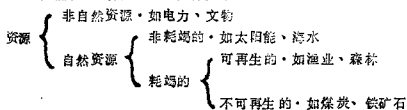
##### (2) 非耗竭性的 (Non-exhaustable)

与耗竭性资源不同,非耗竭性资源是指那些由于其数量巨大,与人类使用量相比,其使用年限可以认为是无穷的自然资源,如:太阳能、海水、地热、万有引力等。这类

矿产资源不是我们本课程所研究的重点。

### (3) 各种资源相互关系

综上所述,各种资源的关系如下:



## 二、矿产资源及其分类

### (一) 概念

矿产资源是指由地质作用所形成的、埋藏于地壳中的、在可预计的时间内具有经济价值的气体、固体和液体的富集物。这里需要说明的是,上述概念中的几个因素,即地质作用,地壳内,时间和经济价值缺一不可,如,文物虽然埋藏于地壳内,且有经济价值,但由于其不是由地质作用所形成,故不能称为矿产资源;同样,一般的石头,虽然是地质作用形成,并且位于地壳内,但由于目前并没有什么经济价值,因而,它也不能称为矿产资源。因此可以看出,矿产资源概念虽然广泛,但并非所有自然物质都是矿产资源,它是具有特定意义的自然物质的集合体。

### (二) 分类

矿产资源种类很多,数量庞大,为了便于使用和管理,我们常将其分为若干种类。下面简单予以介绍:

#### 1、按形态分类

矿产资源按其存在的自然形态可分为三类,即:

(1) 气体矿产,如天然气、瓦斯等。

(2) 液体矿产,如石油、地下水等。

(3) 固体矿产,如煤炭、大理石、黄土等。

不同形态的矿产资源,一般其开发和贮存、管理的方法完全不同。

#### 2、按工业用途分类

矿产资源按工业用途可分为四大类,即:

(1) 金属矿产,指一般需要经过冶炼从中提取金属元素的矿产,它也可以细分为六类。

A、钢铁基本原料金属矿产(黑色金属),如铁 Fe、锰 Mn、铬 Cr、钛 Ti、钒 V 等。

B、有色金属矿产,如铜 Cu、铅 Pb、锌 Zn、铝 Al、镁 Mg、镍 Ni、钴 Co、钨 W、锡 Sn、钼 Mo、铋 Bi、汞 Hg、锑 Sb、砷 As、铂族金属、(铂 Pt、钯 Pd、铑 Rh、铱 Ir、铑 Os) 等等。

C、贵金属矿产。主要指金Au、银Ag矿产。

D、稀有金属矿产。如钽Ta、铌Nb、铍Be、锂Li、锆Zr、铪Hf、铯Cs等。

E、分散元素矿产。如锗Ge、镓Ga、铟In、硒Se、铊Tl等。

F、放射性元素矿产。如铀U、钍Th、镭Ra等。

应该指出，上述分类不是唯一的，也有人把贵金属和有色金属统称为有色金属，还有人把稀有金属和分散元素统称为稀有金属，还有人把铂族金属归为贵金属等等。

(2) 非金属矿产，指经简单加工即可提出非金属原料或直接即可应用的矿产。又分为：

A、冶金辅助原料矿产，如菱镁矿、耐火粘土、硅石、石灰岩、白云岩、萤石等。

B、特种非金属矿产。如金刚石、水晶、冰洲石、硼、光学萤石、云母、电气石等。

C、化工原料非金属矿产。如磷、硫、钾盐、镁盐、食盐、天然碱、芒硝、明矾石等。

D、建筑材料及其它非金属矿产。又可细分为：

a、水泥原料矿产。如石灰岩、黄土、粘土、石膏、铝矾土等。

b、玻璃原料矿产。如石英砂岩、白云母、石灰岩、长石、萤石、芒硝等。

c、陶瓷原料矿产。如高岭土、塑性粘土、长石、石英等。

d、铸石原料矿产。如辉绿石、玄武岩、角闪岩、白云岩、萤石、铬铁矿等。

e、隔音隔热原料矿产。如浮石、硅藻土、蛭石等。

f、美术工艺原料矿产。如各种宝石和彩石等。

g、建筑石料矿产。如石料、砂、砾等。

h、其它。如石棉、石墨、滑石、大理石、花岗石、天然沥青、天然油石等。

(3) 能源矿产，指一般用作能源的各种矿产。如煤、石油、天然气等。

这里有必要对能源矿产的问题作进一步分析。

能源是指人类生产和生活所需的各种形式的能或能量。常见的能有热能、光能、机械能、化学能、磁能等。产生这些能的资源主要有煤炭、石油、天然气、风、水、地热、潮汐、核燃料、生物质等。能源又分为一次能源和二次能源，其中：

A、一次能源（又称原始能源）：是指自然界中存在的能量资源。其来源上讲，又可分为三类：

第一类：来自地球以外天体的能量，其中最重要的是太阳能。其实，化石燃料，如煤炭、石油、天然气所蕴藏的能量都从太阳能转化而来的；风、流水、海浪、波浪等所含之能也来自太阳能；草木燃料和其它因光合作用而形成的能源，也属该类能源。

第二类：是由于地球和其它天体相互作用而产生的能量，如潮汐能等。

第三类：是地球本身蕴藏的能量，如原子核能以及地热。

一次能源中只有极少数可用作最终能源，即供人类直接使用。

B、二次能源：是指由一次能源直接或间接转换为其它种类和形式的能源，如汽油、煤油、柴油、煤气、焦炭、电能、沼气等。多数一次能源都能转化为二次能源。二次能

源是可以广泛用于各个领域的能源形式。

当然，能源中也有再生与非再生能源之区别，见表1-1所示。

从前面叙述中我们知道，只有一次能源中的第三类和第一类中的一部分可称为矿产资源。

表1-1 能源分类表

| 类 别        |              | 第 一 类                                            |              |            |            |            | 第 二 类      | 第 三 类    |     |            |          |
|------------|--------------|--------------------------------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|----------|-----|------------|----------|
|            |              | 常规能源                                             |              | 新 能 源      |            |            |            | 源        |     |            |          |
| 一 次<br>能 源 | 再 生<br>能 源   | 水<br><br>能                                       |              | 生 物<br>质 能 | 海 水<br>温 差 | 海 洋<br>波 力 | 海 洋<br>动 力 | 太 阳<br>能 | 风 能 | 潮 汐<br>能   | 地 热<br>能 |
|            | 非 再 生<br>能 源 | 煤 石 天<br>然 炭 油 气                                 | 油<br><br>页 岩 |            |            |            |            |          |     | 原 子<br>核 能 |          |
| 二 次 能 源    |              | 焦 煤 电 蒸 酒 汽 柴 重 氢 石 等<br>炭 气 力 汽 精 油 油 油 油 液 化 气 |              |            |            |            |            |          |     |            |          |

B13

(4) 其它矿产，如地下水、地下热水等。

应该指出，上面各种矿产中有许多并非单独存在的，而是与其它矿产共生的。同时，也有许多矿产可以一物多用。如石油既可用作能源，也可用作化工原料，就是一个典型的例子。

### 3、按成因分类

矿产资源还可按成因分为许多种，见表1-2所示：

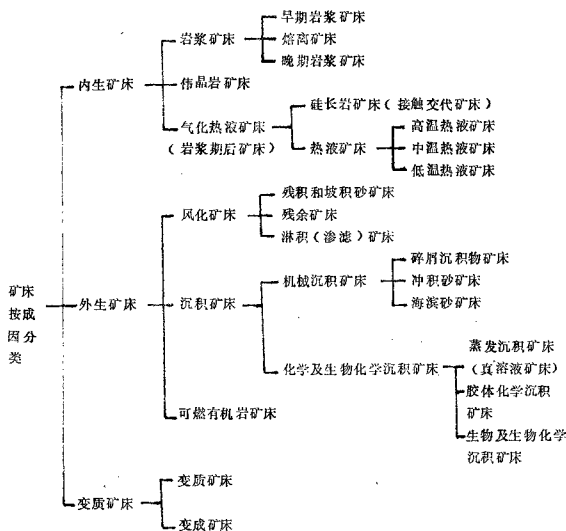


表 1 - 2 矿产资源按成因分类系统表

### 三、矿产资源的作用

矿产资源是人类生活资料和生产资料的重要来源之一，是现代化建设的物质基础。马克思称铁和煤为“近代工业的大杠杆”。列宁则把铁和煤叫做“真正创造生产资料的‘生产资料’”。在今天，矿产资源的有效利用差不多已成为工业强国的同义词，而工业强国又依赖于拥有或获得大量的、已经成为工业生活方式支柱的矿产资源。因此，矿产资源的争端往往会成为国际上的商业战争和军事战争的导火索。如 1971 年爆发的中东石油危机和 89 年爆发的伊拉克——科威特战争，继而引起的中东战争，都是由于不同的国家为了争夺重要的矿产资源之一的石油的控制权而引起的。另外，一个国家或地区的矿产资源情况，对生产力发展和经济结构都有着深刻的影响，有的甚至关系到国家的经济命脉。在我国，众所周知，有许多城市的出现和发展都是由于发现了矿产资源的结

果，如：因发现石油而建立的城市大庆和濮阳，因发现和开采煤炭而建成城市平顶山和西安，等等，都是典型的例子。总之，在当今世界，人类的每一项重大活动，几乎都离不开矿产资源的参与和帮助。

## § 1-2 矿产资源与矿产储量

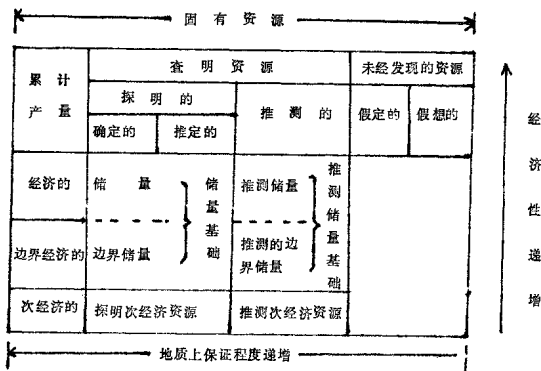
在日常生活中，矿产资源与矿产储量两个概念往往是不加区分的，事实上，它们是有区别的。然而，由于不同国家的生产方式和传统习惯不同，因此，各国对这两个概念的理解也不尽相同。为了更深入地理解这两个概念和便于了解国外资源状况，我们对各国的分类情况作一介绍。

### 一、美国情况

美国于1976年和1980年分别对矿产资源和矿产储量作了明确的规定，是由美国矿业局和地质调查所完成的，1980年的分级情况见图1-1所示。其中概念解释如下：

矿产资源 (Ore Resources)：指天然赋存于地壳上的固体、液体或气体物质的富集物，把这些富集物作为一种经济开采和提取的矿产品，从其形态和数量来看是可行的，或潜在可行的。

固有资源 (Original Resources)：指整个地区开发前的总矿产资源量。



查明资源 (Identified Resources): 矿产资源中, 其空间位置、质量、数量有地质依据 (或经过勘探证实或是可靠推测) 的那一部分。

探明的 (Demonstrated): 查明资源中, 经勘探工作证实的那部分。

推测的 (Inferred): 查明资源中, 在勘探工程外, 进行可靠推测的那一部分, 又称可能的 (Possible)。

确 (测) 定的 (Measured): 探明资源中, 勘探误差  $< 20\%$  的部分, 又称证实的 (Proved)。

推定的 (Indicated): 探明资源中, 勘探误差  $> 20\%$  的部分, 又称概略的 (Probable)。

未经发现的资源 (Undiscovered Resources): 指其含矿物质尚未确定, 而是从一般地质理论推测其存在的资源。

假定的 (Hypothetical): 在地质条件已经明了的已知开采区内, 有理由预测其存在, 但尚未发现的资源。

假想的 (Speculative): 指在地质条件有利, 而尚未发现矿产的地区内, 可能赋存着已知类型矿床中的矿产资源, 或有待于认识的未知类型的矿床中的矿产资源。

经济的 (Economic): 目前开发即可赢利的矿产资源。

边界经济的 (Marginal): 随着波动, 有可能赢利的矿产资源。

次经济的 (Subeconomic): 目前开发难以获利的那部分矿产资源。

从美国这个分类方案中可以看出, 矿产储量仅仅是矿产资源中被查明的, 目前立即可以开采而获利的那一部分。它是包含于矿产资源中的, 是一个特有名词, 与矿产资源不能互相代用。

## 二、苏联方案

1982年, 原苏联国家储量委员会颁布了新的《固体矿产储量和预测资源的分类》, 见图1-2所示, 同样, 把矿产资源按地质研究程度分为矿产储量和预测资源两大类。同时对其概念做了严格的区分, 指出, 矿产储量是指在勘探过程中, 根据勘探工程的结

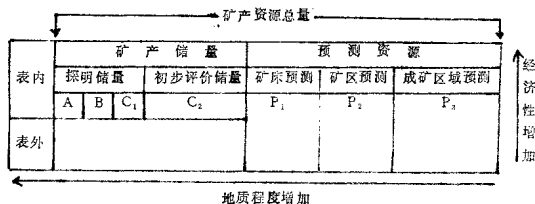


图1-2 原苏联矿产资源分类方案

果进行计算的。它可做为国家经济部门制定开采矿物原料发展规划，编制社会发展的近期和长远计划以及开采矿区地质勘探计划之用。根据地质可靠性，又可分为A、B、C<sub>1</sub>和C<sub>2</sub>四级。

矿产预测资源是依据地质概念，科学理论以及地质填图、地球物理和地球化学等工作的研究成果进行推测的，是在一些含矿盆地、大的矿区、矿结、矿田和矿床范围内进行估算的，其结果可用于编制普查评价和地质勘探工作计划。

这个分类中还规定了表内储量是指在现有先进的开采、加工技术和工艺条件下，按有关工业指标可以经济合理利用的储量。表外储量是按有关工业指标开采，目前经济不合理，或技术、工艺上不可能利用的储量。但将来有可能上升为表内储量。此外，对具体分级，也做了详细的规定。

### 三、联合国分类方案

为了便于国际间的资料交流，更好地了解世界范围内的矿产资源情况，汇编世界范围内的矿产资源资料，提高其可比性，1979年，由联合国自然资源、能源和运输中心组织，由澳大利亚、巴西、英国、印度、加拿大、苏联、美国、法国、西德等国家的专家组成的“联合国矿产资源定义和术语专家小组”，提出了一个矿产资源的国际分类系统。见图1-3所示。然而，由于种种原因，它尚未被各国普遍接受。

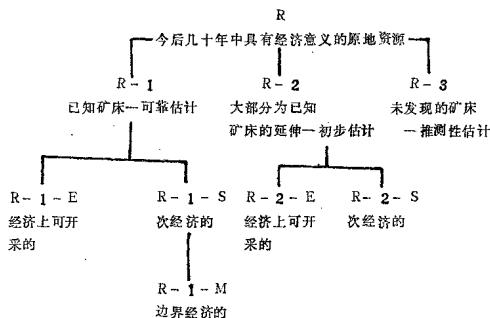


图1-3 联合国矿产资源定义与术语专家小组推荐的矿产资源国际分类系统

### 四、中国的分类方案

我国建国初期，由于缺乏矿产储量级别划分的经验，曾经完全照搬了苏联的分类方案。随着以后建设事业的发展，以及大规模矿床勘探和矿山建设的实践，通过调查研究

和总结经验，于1959年、1977年和1982年多次对原方案进行了修改，修改后的方案中，基本上反映了矿产资源是地质勘探程度和经济因素共同影响的函数这一规律。见图1-4所示。其中，矿产资源的意义已在前文中介绍，而矿产储量（探明储量）

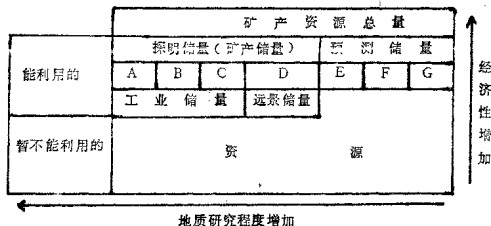


图1-4 我国矿产资源分类图解

则是指已被勘探工程（槽探、井探、钻探等）揭露，在确定时间内具有现行经济价值和法律允许的有矿物和能源商品。按其研究程度可分为A、B、C、D四级。

关于各级别的具体划分，第五章将有详细的论述。而预测储量中分为E、F、G三级，也主要依据其地质可信度。

#### 五、关于矿产资源与矿产储量关系的讨论

从以上几个典型国家和组织关于矿产资源分类方案的介绍可知，一般说来，都是把矿产储量做为矿产资源中的一个部分来看待的，二者不可混淆。当然，由于各国情况不同，各种概念所包含的具体内容也不一致。为了便于对此，我们把几个国家和组织的分类方案对比列入图1-5中。从图中可知，美国的探明储量大致相当于我国的工业储量，而其中的确定储量大致相当于我国的A+B<sub>1</sub>，推定储量相当于我国的B<sub>2</sub>+C，其推测储量相当于我国的D+E。其假定和假设资源分别相当于我国的F和G级预测储量。

总的来说，中国和苏联的分类方案接近，都比较重视地质研究程度，对不同研究程度的分类较细，而美国显然更重视矿产开发的技术经济条件，按不同技术经济分级较详细。这也反映了商品经济情况不同的国家的着眼点的不同。

为了更进一步使大家了解矿产储量和矿产资源的区别，我们把其中的不同列入表1-3中，供大家参考。