

# 矿产资源的 合理开发与利用

李晓红 编著



重庆大学出版社

# 矿产资源的合理开发与利用

李晓红 编著

重庆大学出版社

## 矿产资源的合理开发与利用

李晓红 编著

责任编辑 修邦华

\*

重庆大学出版社出版

新华书店

四川外语学院印刷厂印刷

\*

开本 850×1168 1/32 印张:5.75 插页:4 字数:154千

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

印数:1-1500

ISBN 7-5624-0942-0 /TD·11 定价:6.50元

(川)新登字 020号



# 目 录

---

## 第一篇 我国矿产资源和矿业的概况

- 一、我国的能源矿产资源概况 ..... (1)
- 二、我国的能源资源概况 ..... (3)
- 三、我国的矿产资源概况 ..... (8)
- 四、我国矿业发展概况 ..... (17)

## 第二篇 科学合理地评价矿产资源

- 一、矿产资源评价的基本问题 ..... (25)
- 二、区域矿产资源评价方法 ..... (29)
- 三、矿区矿产资源评价方法 ..... (43)
- 四、矿产资源的定性变量评价方法 ..... (55)
- 五、矿产资源综合评价模型 ..... (70)
- 六、计算机在矿产资源评价中的应用 ..... (74)

## 第三篇 矿产资源的核算与效益

- 一、矿产资源核算的意义 ..... (81)

二、加强矿产资源核算的必要性·····	(86)
三、矿产资源核算的前提·····	(90)
四、矿产资源核算中价格的确定·····	(96)
五、矿产资源价格的实现是提高矿产资源 经济效益的首要问题·····	(107)

#### 第四篇 矿产资源的管理和开发利用

一、加强和改善矿产资源的管理·····	(121)
二、我国矿产资源的合理开发利用·····	(134)
三、矿产资源的保护·····	(166)
四、乡镇企业对矿产资源的开发利用·····	(171)

# 第一篇

## 我国矿产资源和矿业的概况

---

能源资源和矿产资源是能源工业和原材料工业的基础。邓小平南巡讲话后,我国经济发展速度明显加快了。党的十四大提出的建立社会主义市场经济新体制,这无疑为我国现代化建设铺设了一条高速公路。要进行现代化建设和加快经济发展速度,十分明显,首要的问题是大力发展能源工业和原材料工业。而能源和矿产资源的开发和利用是国民经济快速发展的前提和基础,它直接关系到国民经济的发展速度和人民生活水平的提高。

### 一、我国的能源矿产资源概况

#### 1. 矿种及储量

我国的能源矿产资源十分丰富,截止 1988 年底,我国已发现有用矿产 162 种,各类矿产地点近 20 万处,其中有探明储量的矿产 148 种,矿区 2 万余处。这些矿产按照我国矿产分类划分为以下 9 类:



均少。

## 2. 能源矿产资源的质量和结构情况

我国矿产资源贫矿多,富矿少;共生、伴生矿多,单一矿少;矿产成分结构复杂,难选矿多。开发技术条件复杂,成为矿业发展的一个主要制约因素。铁矿石平均品位为 33%,富矿只占 6.3%,可以直接入炉的富铁矿石只有 2%。锰矿石储量中,富矿石占 5.9%,碳酸岩矿石占一半以上,铁锰矿石不到 1/3,氧化锰矿石不到 1/5,可直接利用的不到 10%。铝土矿中,99%为选冶工艺较复杂的水硬铝石,铝硅比大于 7 的矿石量仅占 27%,铝硅比低,溶出性能差,能耗大。铜矿储量中,含铜品位在 1%以上的只有 34%,大于 3%的不到 1%。磷矿储量中,五氧化二磷品位大于 35%的仅有 8%,且粒度粗,选冶性能差。贫矿土、难选矿石的开发利用将成为我国矿业发展面临的重大难题之一。

我国矿产资源中,共生、伴生矿多,单一矿少,也是一个最主要的特点。据初步统计,已探明矿床中,伴生两种以上有用矿产的矿床占 80%,有些大型综合性矿床伴生的有益组合的经济价值远远超过了主元素的价值。如全国铜矿床中,共生、伴生有钼、铅、锌、镍、磷、钴、铂族金属、金、银等矿产。铁矿中,综合矿床占 1/4。铅锌矿床中,伴生、共生有用元素多达 50 种。钨矿床中伴生有用组合 30 多种。伴生铜储量占总储量的 1/4,伴生银储量占总储量的 80%以上,伴生金储量占总储量的 43%以上。

## 二、我国的能源资源概况

什么叫能源?一般来说,凡是能提供某种形式能量的自然资源,都被称为能源。

能源的种类很多,根据能源的成因、性质和使用状况,可分为两大类。

第一类是天然能源,就是自然界中以天然形式存在着的能源



资源,例如太阳能、地热能、风能、海洋热能、天然气,这种能又叫一次能源。第二类是人工能源,也叫再生能源,也就是由一次能源经过人为加工转换为其他形式和种类的能源,如汽油、煤气、焦炭、火药、热水、电力等,这类能源又被称为二次能源。

我国的能源资源十分丰富。世界各国具有的能源资源我国几乎都有,而且数量相当可观。据统计,我国水力资源蕴藏量居世界第一位,太阳能居世界第二位,石油资源储量居世界第八位,煤炭资源总储量居世界第三位。其他资源如风能、天然气、煤气、核能等,也很丰富。

下面介绍几种主要能源资源的情况。

### 1. 煤炭

煤炭是植物遗体在沉积地层中形成的一种特殊的可燃性有机岩,由有机成分、无机成分和水组成。煤炭是当今世界的五大能源支柱之一。作为工业动力燃料,煤炭广泛应用于冶金、火力发电、交通运输和民用燃料等方面;煤又是重要的化工原料,通过焦化、加工等过程,可以得到许多重要的化工原料及化工产品,包括前面所述的二次能源如煤气、煤焦炭等。

我国煤炭资源的总储量为 14380 亿吨,探明储量为 9543.94 亿吨。1989 年煤保有储量为 9015 亿吨,1982 年的产量为 6.66 亿吨,1983 年为 7.15 亿吨。1988 年煤炭出口 1400 余万吨,创汇 4.78 亿美元。

我国煤炭资源的地区分布很不平衡,仅华北地区就占总储量的 71.13%,西北地区占 9.05%,华东地区占 8.65%,东北地区占 3.68%,中南地区占 11.3%。这里特别指出的是长江上游地区的煤炭资源的绝对值占全国探明储量 9543.94 亿吨的 6.37%,总保有储量共 607.82 亿吨。其中 A、B、C 级储量共 244.8 亿吨,D 级储量 328.4 亿吨。云南、贵州、四川 3 省的区内储量为 603.83 亿吨。四川省从总体来看是一个缺煤省,全省除阿坝自治州的若尔盖及其附近地域外,均属长江上游地区,保有储量 95.91 亿吨,其中 A、

B、C级储量共60.58亿吨，D级储量35.33亿吨。资源分布遍及全省一半的县、市，但主要集中在川南的珙县、筠连、高县、兴文、叙永及古蔺等县。重庆地区有中梁山、松藻、天府、永荣和南桐几个矿区。此外，攀枝花和华莹山矿区也有一定储量。

四川煤的特点是高硫和高灰含量。重庆地区由于民用煤含硫太高，千家万户直接分散燃烧，造成大面积的严重大气污染，“每雨必酸”则是一个形象的比喻。市区内扩大民用天然气后，情况才有所好转。至于灰分，川煤含灰高于30%者约占产量的2/3。所以，四川的煤炭不仅总量不足，优质煤也很少。

全国煤炭储量中，探明储量的无烟煤占37%，其他烟煤、褐煤占45.5%。此外，我国南方还有大量的石煤，估计蕴藏量在1000亿吨以上，仅湖南省就有273亿吨。石煤热值低，灰分大（超过40%），过去不把它作为煤炭资源。目前，由于工业民用部门的大规模开发利用，所以，石煤也成为一种正式的煤炭资源。煤矸石的热量只有4180~8360kJ/kg，灰分高达70~80%。这些煤矸石既有煤厂选洗后排出的，也有矿井开采时排出的。现在全国已有10多亿吨煤矸石，堆积如山，而且每年还要排出5000~6000万吨。不少地方对煤矸石的利用进行了科学研究，并有重大进展，如重庆大学化工学院基本上已经有了比较成套的开发利用技术。

## 2. 水能

水能资源虽不属于矿产资源，但仍属于能源的一种，下面作简单介绍。

我国水能资源相当丰富，1984年底统计的蕴藏量为67604.71万千瓦，居世界第一位。其中可开发的水能资源为37853.24万千瓦。目前，已开发的很少，不到10%。水能资源的分布以南方为主，有70%集中在西南地区，仅长江上游的水力资源就多达2000多万千瓦。

在水能资源的开发方面，我国与世界发达国家的差距较大，开发程度不到10%，而美国达30%。这同时也说明我国水能资源的

开发潜力很大。

### 3. 石油

石油是以液态碳氢化合物为主的混合物。石油含碳80~90%，含氢10~14%，其他元素如氧、硫、氮占1~3%。石油是重要的能源和化工原料，有“工业的血液”之称。在军事战略上，也具有极为重要的作用。

1982年，我国石油产量达10212万吨，1983年为10697万吨。估计我国的石油资源储量为300~600亿吨（国外估计我国的石油资源储量为300~1000亿吨）。而我国现在探明的石油储量累计只有几十亿吨，所以潜力很大。

目前，新疆探明的石油储量相当丰富。我国长江上游地区的石油资源极少，集中在四川川中地带的少量油田，其产量对能源结构的平衡基本上不起作用。

我国沿海大陆架已经发现了6个含油气盆地。海上含油盆地面积约140万平方千米，在渤海、南黄海、莺歌海、北部湾、珠江口等地海域均发现有大的含油盆地。南海的石油储量也很可观。此外，尚有300多亿吨的油母页岩资源，主要分布在广东、吉林、辽宁等省。

### 4. 天然气

通常说的天然气，是指储集在地层中的含碳氢化合物的可燃气体。其基本组成是甲烷（86~92%）和重烃类。它是一种高热值燃料，其中的湿气具有最大的发热量，可达 $83600\text{kJ/m}^3$ ，远比石油发热量高。

天然气资源不同于石油，在全国的资源储量和产量平衡中，长江上游地区却占了一半左右。四川是我国最大的天然气产气省，贵州和湖北所产的少量天然气在地质结构上都属于四川盆地。云南楚雄盆地已发现油气显示，可望在上游地区找到另一个新的天然气生产基地。

四川天然气的勘探开发始于自贡，随后发现了威远气田和川

南的高寺气田。70年代,川东卧龙河、相同寺等气田被发现,随后川中、川西北也有大的发现,使四川气田的重心开始东移。

## 5. 其他能源

(1)太阳能 我国太阳能资源平均每年有相当于20000亿吨标准煤的能量。各地分布有所不同,太阳能的年辐射量超过 $585.2\text{kJ}/\text{cm}^2$ 的地区占全国总面积的 $2/3$ 。其中,西部地区太阳能资源最丰富,每年达 $585.2\sim 836\text{kJ}/\text{m}^2$ 。现在开发利用的成本较高。

(2)风能 我国可利用的风能资源约1亿千瓦,以东南沿海及岛屿、青藏高原、华北与西北部分地区条件为最好。华东沿海、东北地区的全年平均风速超过 $3\text{m}/\text{s}$ 。而且连续有 $3\sim 5$ 个月风速接近或超过 $6\text{m}/\text{s}$ 。

(3)海洋能 据估计,我国沿海有波浪动能约17000亿千瓦,海流动能约 $5000\sim 10000$ 万千瓦,我国海水盐度能蕴藏量为1.5亿千瓦,可利用的海洋热能约为1.2亿千瓦,都可用来发电。

(4)核能源 我国有比较丰富的核能资源,包括裂变反应用的核燃料铀235、铀238、钍233和聚变反应用的核燃料氘、锂6等。

在四川西北角与甘肃南部迭部一带,东起舟曲,西至朵海,有一条铀矿带,品位中等( $0.05\sim 0.09\%$ );四川境内铀矿品位较高( $0.08\sim 0.4\%$ ),最高达 $0.71\%$ ,保有储量相当大。此外,贵州开阳磷矿伴生铀矿。

(5)潮汐能 据80年代初普查,我国潮汐能蕴藏量约为1.1亿千瓦,年发电量为2750亿千瓦·小时,可供开发的约3850万千瓦,发电量870亿千瓦·小时,大约相当于40个新安江水电站。

(6)生物燃料能 我国森林面积为11528万公顷(17.3亿亩),占现有林业用地面积的 $43.2\%$ (林业用地面积为40多亿亩)。林木蓄积量为95亿米<sup>3</sup>,年产薪柴991亿千克。我国森林资源的能量热值相当于39亿吨原煤的发热量。其中,薪炭林面积5400万亩,蓄积量为4471万米<sup>3</sup>,年产薪柴216亿千克,折合标准煤0.6

亿千克,是农村的主要能源。

另外,还有丰富的沼气能源。

### 三、我国的矿产资源概况

这里的矿产资源,实际上包括了前面所述的部分能源。我国地大物博,地质情况复杂,成矿条件优越,矿床类型齐全。在我国已经发现有用矿产 162 种,其中探明一定储量的矿产约有 148 种,发现矿床和矿化点 20 多万处,探明储量的矿区 1.4 万多处。

#### 1. 黑色金属矿产

我国已探明储量的黑色金属矿产资源是铁矿、锰矿、铬铁矿、钒矿和钛矿。其中只有铬铁矿的探明储量较少。

(1) 铁矿 铁矿是钢铁工业最基本的原料。自然界含铁的矿物很多,但用来炼钢的主要有以下几种:

磁铁矿,成分为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 含铁 72.4%。

赤铁矿,又称红铁矿,成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

菱铁矿,成分为  $\text{FeCO}_3$ , 含铁 48.2%。

针铁矿,成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 含铁 62.9%。

褐铁矿,成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , 含铁一般为 30~40%。

我国现有铁矿探明保有储量为 501.17 亿吨,以沉积变质型铁矿储量最多,几乎占总储量的一半。此外,还有岩浆型铁矿和变质叠加热液型铁矿。以上铁矿类型决定了我国铁矿的三大特点:蕴藏量多;易采易选的贫铁矿多;需要综合利用的多组分矿石多。我国富铁矿资源比较少,产地也很分散。

我国铁矿分布于 27 个省、市、自治区,600 多个县(镇),但储量相对集中,仅河北、辽宁、四川 3 省的铁矿储量占全国储量的 52.4%,加上山西、安徽、湖北、山东、云南和广西 6 省(自治区),其储量占全国的 78.8%。长江上游地区约占 1/5,主要是岩浆型铁矿床和沉积型铁矿床。岩浆型钒钛铁矿集中分布在西昌至攀枝花的

成昆铁路沿线,是长江上游地区最大的铁矿带。有6个大型钒钛磁铁矿区:盐边红格、米易白马、攀枝花、西昌太和、米易安宁—白草、盐边中干沟。矿产规模大,矿体埋藏浅,可露天开采,有益成分多,经济价值高。攀西地区还有富铁矿4处,富矿储量0.88亿吨,可以作为钒钛矿冶炼时的配料。沉积型铁矿分布广,重要产出层位有前寒武系昆阳群滇中式菱(赤)铁矿、大营盘群满银沟(会东县)式、中上泥盆纪的宁乡式、上三叠纪的威远式、下侏罗纪的綦江式以及贵州观音山(水城)式等等。矿石质量较好,含铁品位为30~45%。鄂西铁矿储量较多,分布广,但品位不高,且选矿困难,交通不便。

(2) 锰矿 锰是钢铁工业不可缺少的原料。含锰的矿物有150多种,具有工业开采价值的主要有:

软锰矿:成分为 $MnO_2$ ,含锰63.2%。

褐锰矿:成分为 $Mn_2O_3$ ,含锰69.9%。

黑锰矿:成分为 $Mn_2O_4$ ,含锰72%。

水锰矿:成分为 $MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$ ,含锰62.4%。

硬锰矿:成分为 $mMn_2O_3 \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$ ,含锰45~60%。

菱锰矿:成分为 $MnCO_3$ ,含锰47.8%。

我国的锰矿资源大多为沉积型或堆积型锰矿,以中低品位的铁锰矿和碳酸锰矿为主,产地大多集中于南方的广西、贵州、云南等省(自治区)。

长江上游也有一定的锰矿。贵州遵义的锰矿石是低磷易选的碳酸锰矿石,其中铜锣井有大型锰矿,储量为3352万吨。目前遵义铁合金厂与铜锣井、团溪锰矿山结合为一体,已形成我国最大的电炉锰系铁合金生产基地。四川已探明锰矿10多处,储量4736.4万吨。平武、城口、秀山三处都是高磷难选的碳酸锰矿石,主要用于电解金属锰。汉源轿顶山为低磷自熔性菱锰矿,质量好,可回收钴,但储量小。云南鹤庆锰矿已开发,但规模小。

## 2. 有色金属矿

我国探明储量的有色金属和贵金属矿产有铜、铝、铅、锌、

镍、钴、钨、锡、钼、汞、铋、铊、金、银和 6 种铂族金属,其中钨、铋、锡、锌、钼、铅、汞等的探明储量名列世界前茅。

(1)铜矿 铜是一种紫红色金属。自然界中出现的含铜矿物约有 280 多种,其中 16 种具有工业意义。除自然铜以外,铜矿主要有:

黄铜矿,成分为  $\text{CuFeS}_2$ ,含铜 34.56%。

斑铜矿,成分为  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ,含铜 63.3%。

辉铜矿,成分为  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,含铜 79.9%。

铜兰,成分为  $\text{CuS}$ ,含铜 66.5%。

黑黝铜矿,成分为  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ,含铜 46.77%。

我国铜矿资源丰富,产地广布全国,主要集中于长江中下游和四川、云南一带,以斑岩型和砂卡岩型为主。江西德兴铜矿为特大型斑岩铜矿,湖北大冶铜矿和安徽铜陵铜矿则是砂卡岩型的代表,云南铜矿产地以东川、易门铜矿最著名,四川铜矿产地多集中于西昌地区。我国铜矿矿区有 849 处,除天津外,其余 28 个省、市、自治区都有,主要集中于长江中下游。长江上游地区也有铜矿。

西藏江达、贡觉两县富集铜矿。江达玉龙铜矿为一超大型斑岩铜矿,C、D 级保有储量共 650.2779 万吨。贡觉县多场霞松多斑岩铜矿储量 89.2522 万吨。以上两矿连同流域外昌都莽总斑岩铜矿和察雅县马松多斑岩铜矿 4 个矿区构成一个南北长 54 千米、东西宽 15 千米的集中铜矿带,储量 846 万吨,远景超过 1000 万吨,并伴生钼、铁、钴、硫、金、银、铌等矿,可露天开采,还可建设以铜、钼为主的有色金属基地。

沿金沙江、澜沧江、怒江三江向南,在云南境内已发现铜矿 29 处。中甸红山铜矿(23.1972 万吨)是砂卡岩—斑岩型铜钼矿床,伴生钨、铟、钼、铅、锌、硫、银、钴、铋等多种有益元素,可供综合利用。康滇地轴中南段,包括滇中地区,又是一个铜矿集中区,以砂、岩型铜矿为主,有大姚六直铜矿(26 万吨)、大村铜矿(21 万吨)、凹地直铜矿(6.9 万吨)、禄丰大美厂(6.8 万吨)、武定小新厂(5.1 万吨)、

武定迳纳厂(5.4万吨)等铜矿。金沙江下游川滇交界处也是一个铜矿集中区,有东川、会理铜矿。东川铜矿保有储量230万吨(品位0.9%),其中汤丹矿126万吨还未开发利用,伴生银1268吨。四川凉山州会理拉拉铜矿保有储量为大型矿床,伴生的金、钼、钴均达到中型矿床规模。四川甘孜州九龙里伍铜矿是中型富铜矿,含多种品位高的组分。

(2)铅锌矿 铅是蓝灰色金属,含铅矿物有60多种,但常见者仅有十多种,具有工业意义的只有二三种。

方铅矿:化学成分为 $PbS$ ,含铅86.6%。

白铅矿:化学成分为 $Pb[CO_3]$ ,含铅77.6%。

铅钒:化学成分为 $Pb[SO_4]$ ,含铅68.3%。

锌是蓝白色金属。我国常见的锌矿物有6种:

闪锌矿:化学成分为 $ZnS$ ,含锌67.1%。

纤维锌矿:化学成分为 $ZnS$ ,含锌67.1%。

另外还有菱锌矿、异极矿、硅锌矿、水锌矿等。

我国现有铅、锌矿的探明储量中,锌比铅多,主要产地分布于南岭、滇西、川滇地区,陕南、内蒙及柴达木盆地北缘。现在除注意回收伴生银外,也开始回收其中的分散元素如镓、锗、铟、镉、硒、碲等。

长江上游地区铅、锌矿保有储量为2263.95万吨,占全国的1/5。分布于四川、甘肃、云南、贵州、陕西等省,集中在攀西六盘水地区和西成一凤太两个地带。

攀西六盘水地区、会东大梁子铅锌矿(含锌高达12.4%,锌铅比为18:1)、会理天宝山锌矿(含锌10.2%,锌铅比为6:1)、会泽、巧家、永善、彝良、赫章、水城等地铅锌矿,矿床量多面广,储量大,伴生镉、锗、银等。大梁子伴生的镉矿达到特大型规模(镉储量25130吨),该地区西部属康滇东部铅锌成矿带,南北长400千米,从会理一直到会泽,具有较好的找矿前景。

在全国国土总体规划中,西成凤太铅锌矿纳入以兰州为中心



的黄河上游沿岸综合重点开发区。从陇南西和、成县到陕西凤县、太白一带的铅锌矿，以成县厂坝大型铅锌矿为代表，成县铅锌储量 774 万吨，西和铅锌储量 6.2 吨。已开采的有西和县邓家山、成县毕家山，徽县洛坝、厂坝在建设中。

陕西凤县、太白县是国家西北铅锌基地的组成部分。铅锌矿储量计有：铅峒山 120 万吨、银母寺 41 万吨、八方山 25 万吨、峰崖 40 万吨，共 200 万吨以上。铅峒山选矿后，锌精矿为 I 级品，铅精矿为 I 级品。

四川还有汉源因宝山铅锌矿、白玉呷村含金富银多金属矿。

(3) 铝矿 铝是一种银白色的轻金属。在 20℃ 条件下比重是 2.7，熔点为 660℃。铝与其他金属溶合后，可以提供比重小、强度高的合金，以用来制造飞机外壳、坦克，铸造各种机器零件，火箭和机动车辆上也用它来代替某些钢材以减轻重量。在国防、一般工业、人民生活、建筑业等都需要用铝。

铝土矿是炼铝的主要矿石。

自然界中含铝矿物约 250 多种，其中可用于提炼氧化铝的主要矿物有：

一水硬铝石，又称硬水铝矿。

二水软铝石，又称薄水铝矿，或勃姆铝矿。

三水铝石，又称水铝氧石。

明矾石、霞石等。

我国铝土资源很多，大多为沉积铝土矿床，以一水型硬铝石为主，铝硅比值较低，冶炼性能不如三水型铝土矿好。主要产地为山西中部、河南巩县、山东淄博、贵州修文以及广西平县等。矿区分布在 18 个省(自治区)。其中山西省的储量占全国总量的 29.88%，河南省的储量占全国总量的 17.55%，广西壮族自治区的储量占全国总量的 14.33%。以上 4 省(自治区)共计占全国总量的 81.91%。

西南地区的铝土矿以贵州居多，居全国第二位，在乌江流域，