

资源地质学

教材&参考书

姚凤良、孙丰月，矿床学教程，地质出版社，2006

主要参考书：

袁见齐，朱上庆，翟裕生，矿床学，地质出版社，1985

胡受奚、周顺之、刘孝善等，矿床学，地质出版社，1983

冯钟燕，矿床学原理，地质出版社，1984

任启江，胡志宏，严正富，矿床学概论，南京大学出版社，1993

周明宝，矿床学，冶金工业出版社，1993

第一章 绪论

矿产资源及其在社会发展中的意义

国内外矿产资源形势

矿床学的研究内容和一般工作方法

近代矿床学的形成、发展及现状

矿产资源的概念

“矿产（mineral resources）”一词实际上是经济学或者是商业上的名词，矿产是指自然界产出的，由地质作用形成的有用矿物资源。

1. 天然赋存于地壳内部或地表

2. 由地质作用形成的

3. 呈固态、液态或气态的具有经济价值或潜在经济价值的物质。

矿产资源的特点

1.从地质研究程度而言，矿产资源不仅包括已发现的并经勘查工程控制储量的矿床，还包括目前尚未发现，但经预测（或推断）是可能存在的矿物质；

2.从技术经济条件来说，矿产资源不仅包括在当前经济技术条件下可以利用的矿物质，还包括随着技术进步和经济发展，在可预见的将来能够利用的矿物质。

(1) 矿产资源的不可再生性

矿产资源是在地球几十亿年的漫长历史过程中，经过各种地质作用形成的，一旦被开采利用，在人类历史进程中则难以再生出来。地壳上优质易采的矿产资源总是愈来愈少。也就是说，在一定的技术经济条件下，有经济价值的矿产是有限的。

(2) 矿产资源分布的空间不均衡性

地质历史时期地球上成矿活动的差异极大，加之成矿物质在地壳内的分布本来就不均一，以及成矿地质条件的制约，使得矿产资源分布的不均衡性十分突出。

在**29**种主要金属矿产中，有**19**种矿产储量的**3/4**集中在**5**个国家，如南非有金、铬铁矿等**5**种矿产储量占世界总储量的**1/2**以上。

中国的钨、锑占世界总储量的**1/2**多，中国的稀土资源占世界总储量的**90%**以上；智利国土面积相当于我国青海省，但铜矿资源量列世界之首。

能源矿产中的煤主要集中在**中国、美国和前苏联**，约占世界总储量的**70%**多；石油则主要集中在**海湾国家**。

(3) 矿产资源概念的可变性

只有在**技术经济条件适合**的情况下，矿床才能被开发利用，否则得不偿失。

矿床既是一个**地学概念**，更是一个**技术概念**，随着技术经济条件的变化，矿床的概念也会发生变化，随着科技的进步，原来不是矿床的地质体现在成为矿床。

这一特点还导致矿产资源在**数量上的不确定性**。由于界定矿床的技术经济条件在不断变化，就使得矿产资源在数量上总是处在动态变化之中。

（4）矿产资源赋存状态的复杂多样性

1. 矿产资源只有少部分出露地表，绝大多数隐藏在地下。
2. 矿体的形态、产状及与围岩的关系等因素千变万化，不是任何简单的模式所能概括的。寻找、探明矿床需大量的地质调查和矿床勘探工作。
3. 开采过程中，也经常对尚未揭露部分的矿体了解不够，随时可能发生预想不到的变化。因此，探矿和采矿工作具有很大的风险性。
4. 随着生产的不断发展，采矿速度的加快，近地表的矿产资源日益减少，找矿任务也日益艰巨，开采、冶炼的条件日益困难和复杂。

(5) 矿产资源具有多组分共生的特点

矿产资源主要以矿床形式存在于地壳中。由于不少成矿元素地球化学性质的近似性和地壳构造运动、成矿活动的复杂多期性，自然界单一组分的矿床很少，绝大多数矿床具有多种可利用组分共生和伴生在一起的特点。

此外，同一地质体或同一地质建造内，也可能蕴藏着两种或更多的矿体。

因此，在矿产勘查过程中，必须注意综合找矿、综合评价；在开发利用中，必须强调综合开发、综合利用。

二、矿产资源的分类

按矿产存在状态，可分为：固态、液态、气态

按矿产的性质和用途，通常分为4类：

1. 金属矿产
2. 非金属矿产
3. 可燃有机矿产（能源矿产）
4. 地下水

类别	亚类	主要矿产
金属矿产	黑色金属矿产	铁、锰、铬、钛、钒
	有色金属矿产	铜、铅、锌、镍、钴、钨、锡、钼、铋、汞、铊
	轻金属矿产	铝、镁
	贵金属矿产	金、银、铂族金属（铂、钯、铑、铱、钌、铑）
	稀有、稀土金属矿产	钽、铌、铍、锂、锆、铯、铷、锶、钪族元素（轻稀土）、钇族元素（重稀土）
	分散元素矿产	锗、镓、铟、铊、铋、镉、镉、铟、铊、铋、镉、铟、铊、铋
	放射性金属矿产	铀、钍、镭
非金属矿产	冶金工业辅助原料	菱镁矿、耐火粘土、石灰岩、萤石、造型用砂、造型粘土等
	制造业原料	石墨、金刚石、云母、石棉、重晶石、刚玉等
	化学工业及肥料工业原料	磷、硫（硫铁矿、自然硫）、钾盐、镁盐、盐（岩盐、池盐、天然卤水）天然碱、钠硝石、芒硝、碘、溴、钾长石、含钾岩石
	建筑材料及水泥原料	滑石、石墨、石膏、水泥原料（石灰岩、黄土、粘土、石膏、铝矾土等）、建筑材料（石料、砂、砾）、砖瓦粘土、大理石、耐酸石材用花岗岩、铸石原料（辉绿岩、玄武岩、角闪石、白云岩、萤石、铬铁矿）、膨胀珍珠岩原料（珍珠岩、松脂岩、黑耀岩）、叶蜡石、蛭石、白垩、膨润土、漂白土、矽藻土、浮石
	陶瓷及玻璃工业原料	长石、石英砂、石英砂岩、白云母、石灰岩、长石、萤石、芒硝、高岭土、塑性粘土等
	压电及光学原料	压电石英、冰洲石、光学萤石
	工艺美术原料	硬玉、软玉、玛瑙、水晶、琥珀、绿柱石、金刚石、石榴石、孔雀石等
	铸石和研磨材料	铸石材料（辉绿岩）、研磨材料（石榴子石、刚玉、金刚石等）
可燃有机岩矿产		煤、油页岩、石油、天然气、地蜡、地沥青、油砂、泥炭等
地下水资源		地下饮用水、地下热水、技术用水、矿泉医疗水及可提取某些有用元素（I、Sr、B）的卤水

金属矿产

亚类	主要矿产
黑色金属矿产	铁、锰、铬、钛、钒
有色金属矿产	铜、铅、锌、镍、钴、钨、锡、钼、铋、汞、铊
轻金属矿产	铝、镁
贵金属矿产	金、银、铂族金属（铂、钯、铑、铱、钌、铑）
稀有、稀土金属矿产	钽、铌、铍、锂、锆、铯、铷、锶、钪族元素（轻稀土）、钇族元素（重稀土）
分散元素矿产	锗、镓、铟、铊、铋、镉、镭、钋、碲、碲
放射性金属矿产	铀、钍、镭

非金属矿产

冶金工业辅助原料	菱镁矿、耐火粘土、石灰岩、萤石、造型用砂、造型粘土等
制造业原料	石墨、金刚石、云母、石棉、重晶石、刚玉等
化学工业及肥料工业原料	磷、硫（硫铁矿、自然硫）、钾盐、镁盐、盐（岩盐、池盐、天然卤水）天然碱、钠硝石、芒硝、碘、溴、钾长石、含钾岩石
建筑材料及水泥原料	滑石、石墨、石膏、水泥原料（石灰岩、黄土、粘土、石膏、铝矾土等）、建筑材料（石料、砂、砾）、砖瓦粘土、大理石、耐酸石材用花岗岩、铸石原料（辉绿岩、玄武岩、角闪石、白云岩、萤石、铬铁矿）、膨胀珍珠岩原料（珍珠岩、松脂岩、黑耀岩）、叶蜡石、蛭石、白垩、膨润土、漂白土、矽藻土、浮石
陶瓷及玻璃工业原料	长石、石英砂、石英砂岩、白云母、石灰岩、长石、萤石、芒硝、高岭土、塑性粘土等
压电及光学原料	压电石英、冰洲石、光学萤石
工艺美术原料	硬玉、软玉、玛瑙、水晶、琥珀、绿柱石、金刚石、石榴石、孔雀石等
铸石和研磨材料	铸石材料（辉绿岩）、研磨材料（石榴子石、刚玉、金刚石等）

可燃有
机岩矿产

煤、油页岩、石油、天然气、地蜡、地沥青、油砂、泥炭等

地下水
资源

地下饮用水、地下热水、技术用水、矿泉医疗水及可提取某些有用元素（I、Sr、B）的卤水

三、矿产资源在社会发展中的意义

80%左右的原材料

95%左右的能源

70%左右的农业生产资料

30%以上的饮用水

第二节 我国矿产资源概况

矿产资源比较齐全，但人均占有量偏低。

在具有有一些优势矿种的同时，尚有一些急需短缺矿种，制约着国民经济发展。

- 我国约有20种矿产资源名列世界前列，如钨、锡、锑、锌、钛、钒、稀土、硫矿石、菱镁矿、萤石、重晶石、石膏、石墨、铌、钼、汞、锂、煤等，

- 有的矿产资源不足，甚至严重短缺，如富铁、铜、钾盐、铬铁矿、金刚石、硼、钴、石油、天然气等，石油和不少金属矿产依赖进口。

第二节 我国矿产资源概况

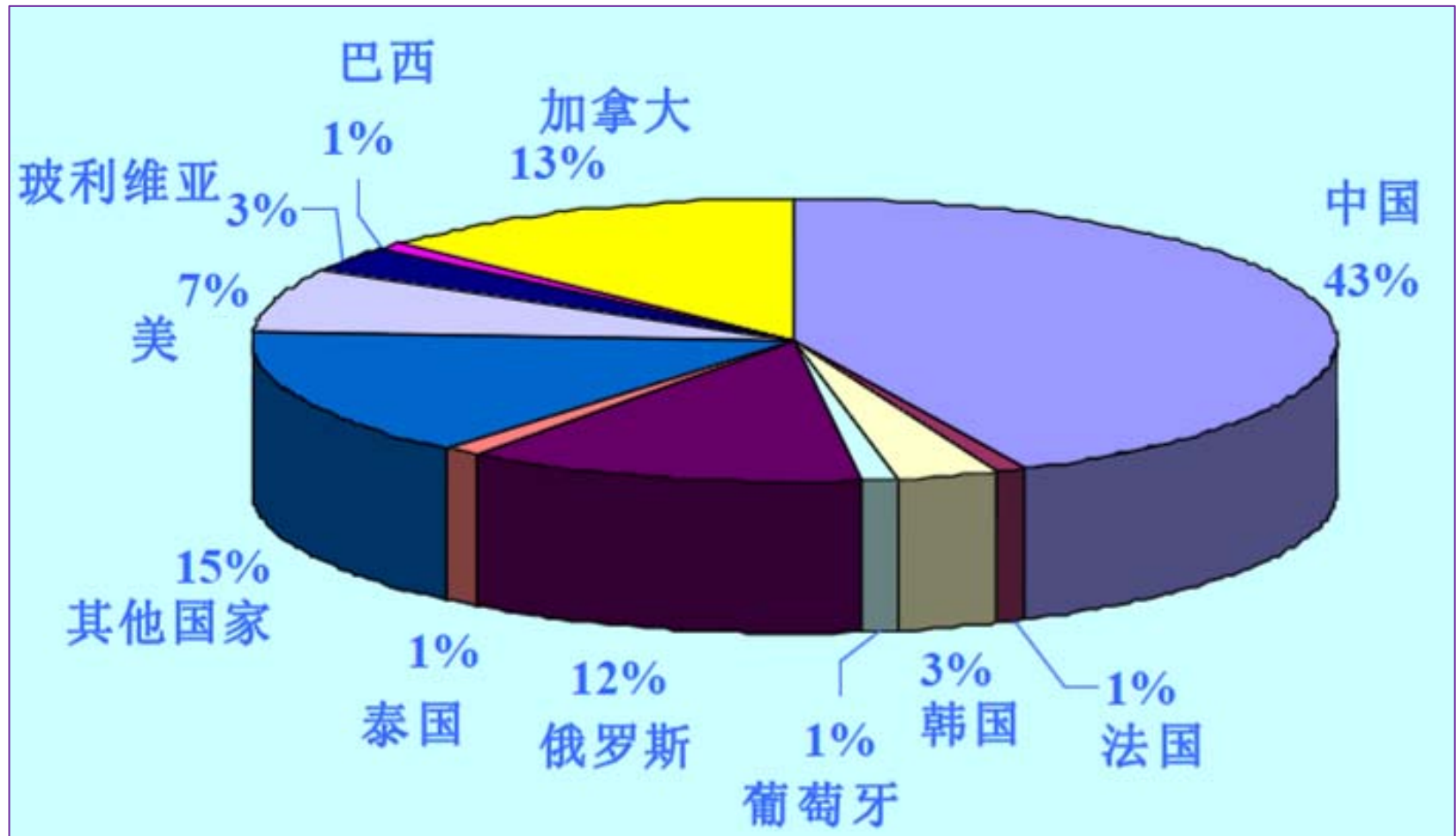
多数矿种以中、小型矿床为主，缺少大型、超大型矿床，如金、磷、铀、锰矿等。

多数矿种的贫矿多，富矿少。

伴生矿多，单一矿种少，综合利用程度低，浪费严重。

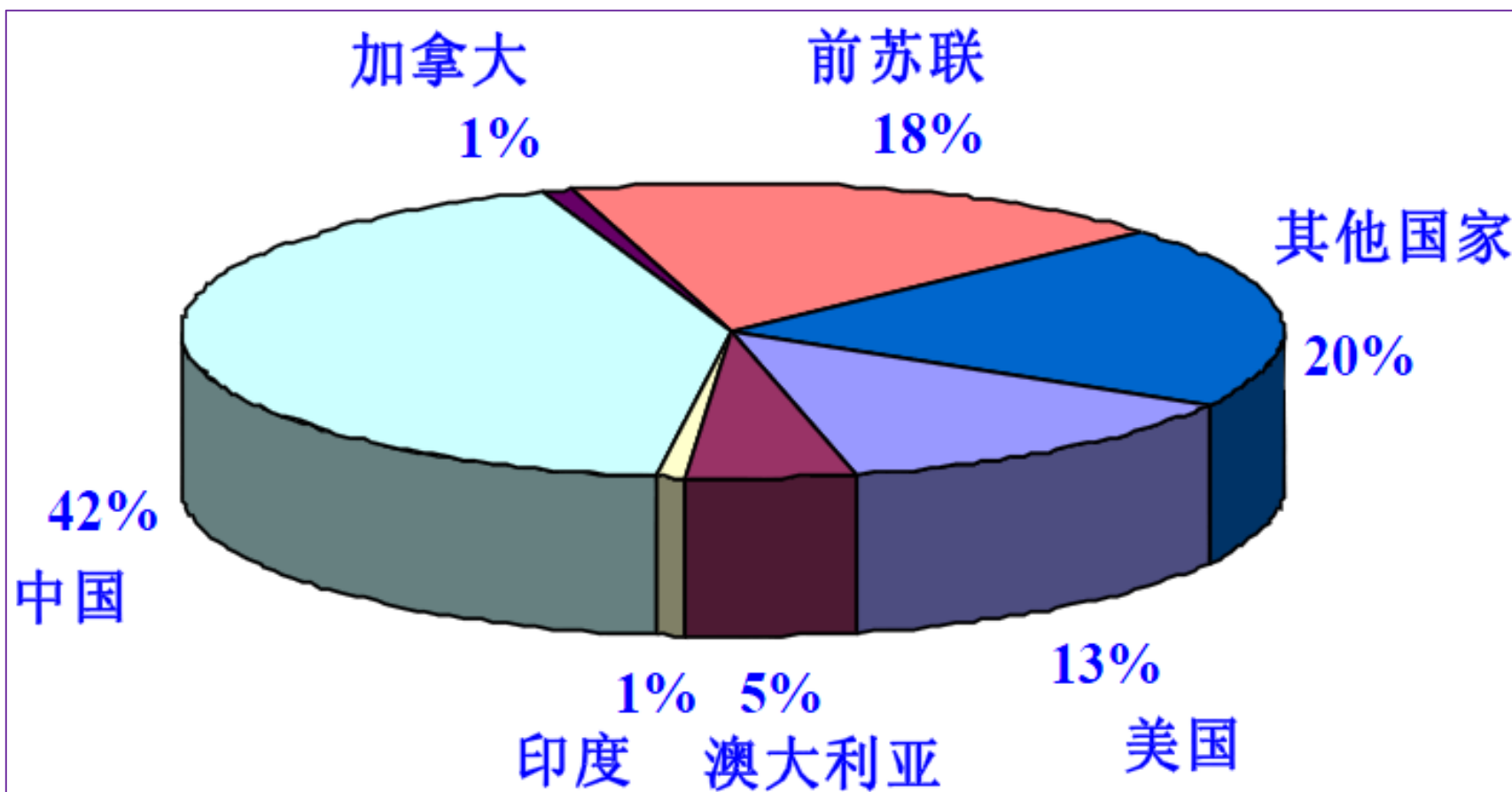
矿产的地域分布极不均衡。如北方富煤，南方富磷，需“南磷北运，北煤南调”；许多重要矿产资源位于边远地区，如西藏的铬铁矿、铜，新疆的石油和镍，广西和云南、贵州的锰、锡、铝土矿等，由于交通条件、自然地理条件等影响，开采较为困难。

全球钨矿储量分布统计结果
世界总储量：200万吨，据姚凤良



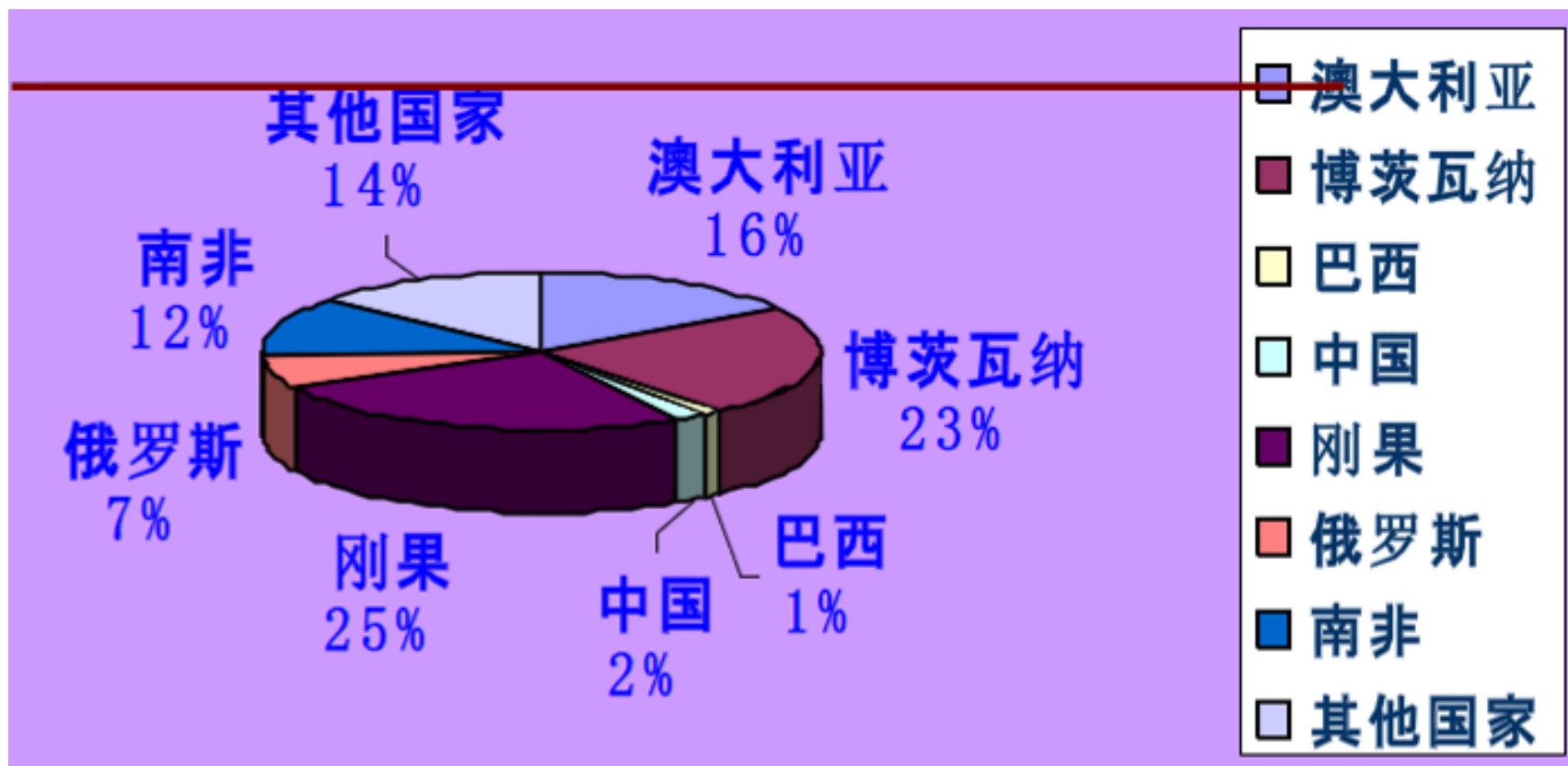
全球稀土金属（氧化物）资源储量分布统计

世界总储量：1亿吨，据姚凤良



全球工业金刚石矿产资源量分布示意图

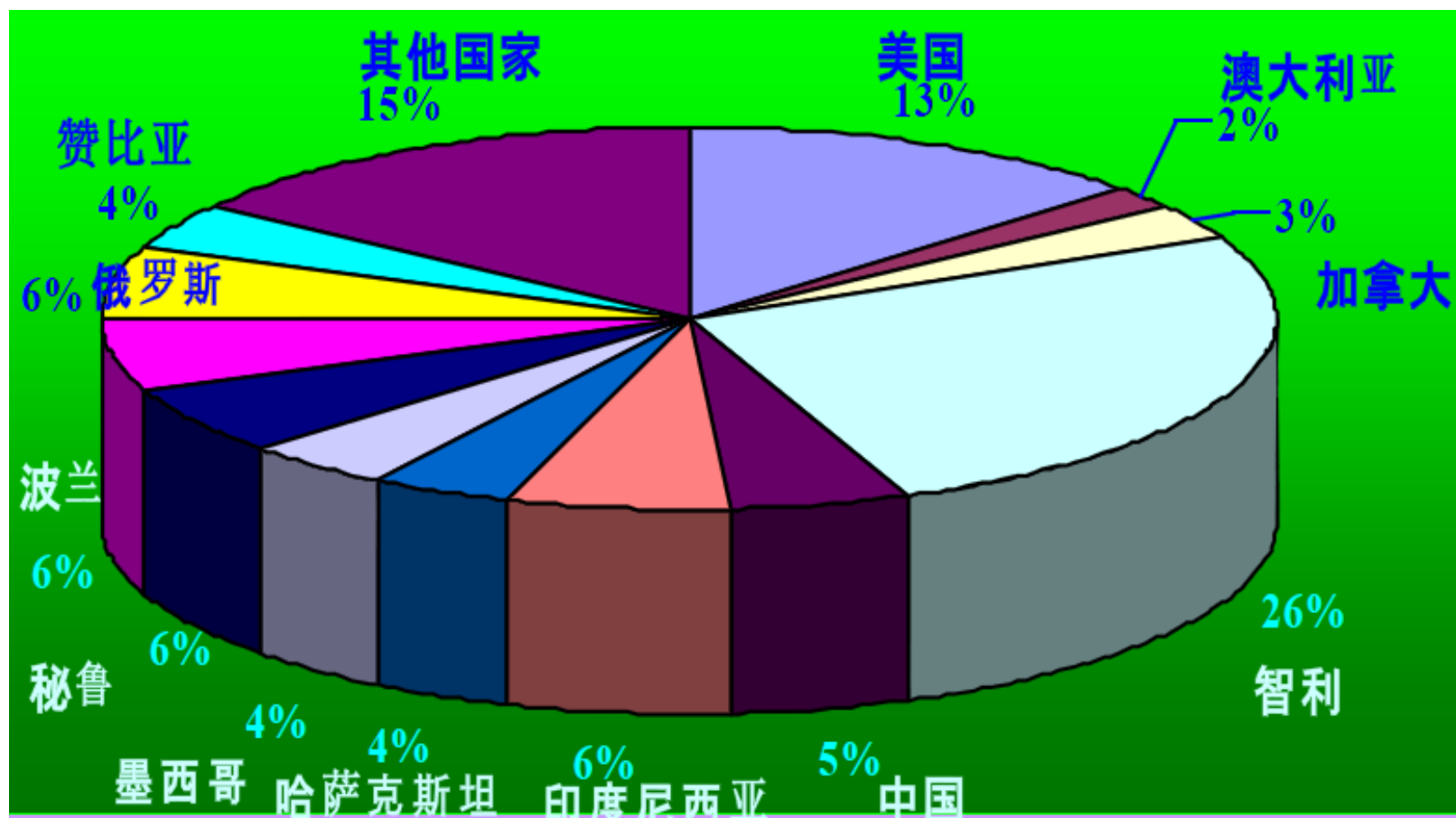
世界储量：**5.8**亿克拉



据美国地质调查局1998年资料

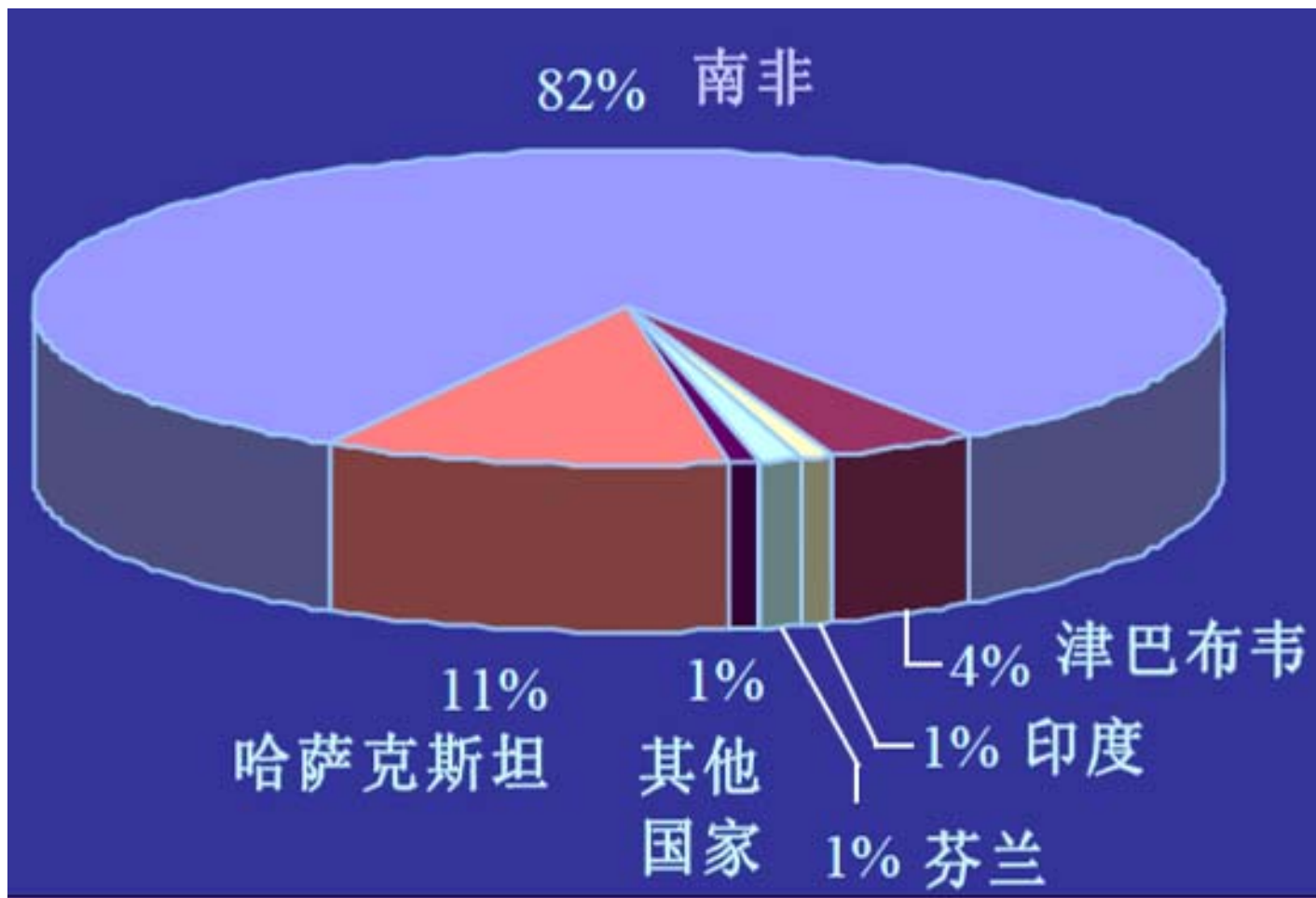
全球铜矿储量分布统计结果

世界储量：1.4亿吨

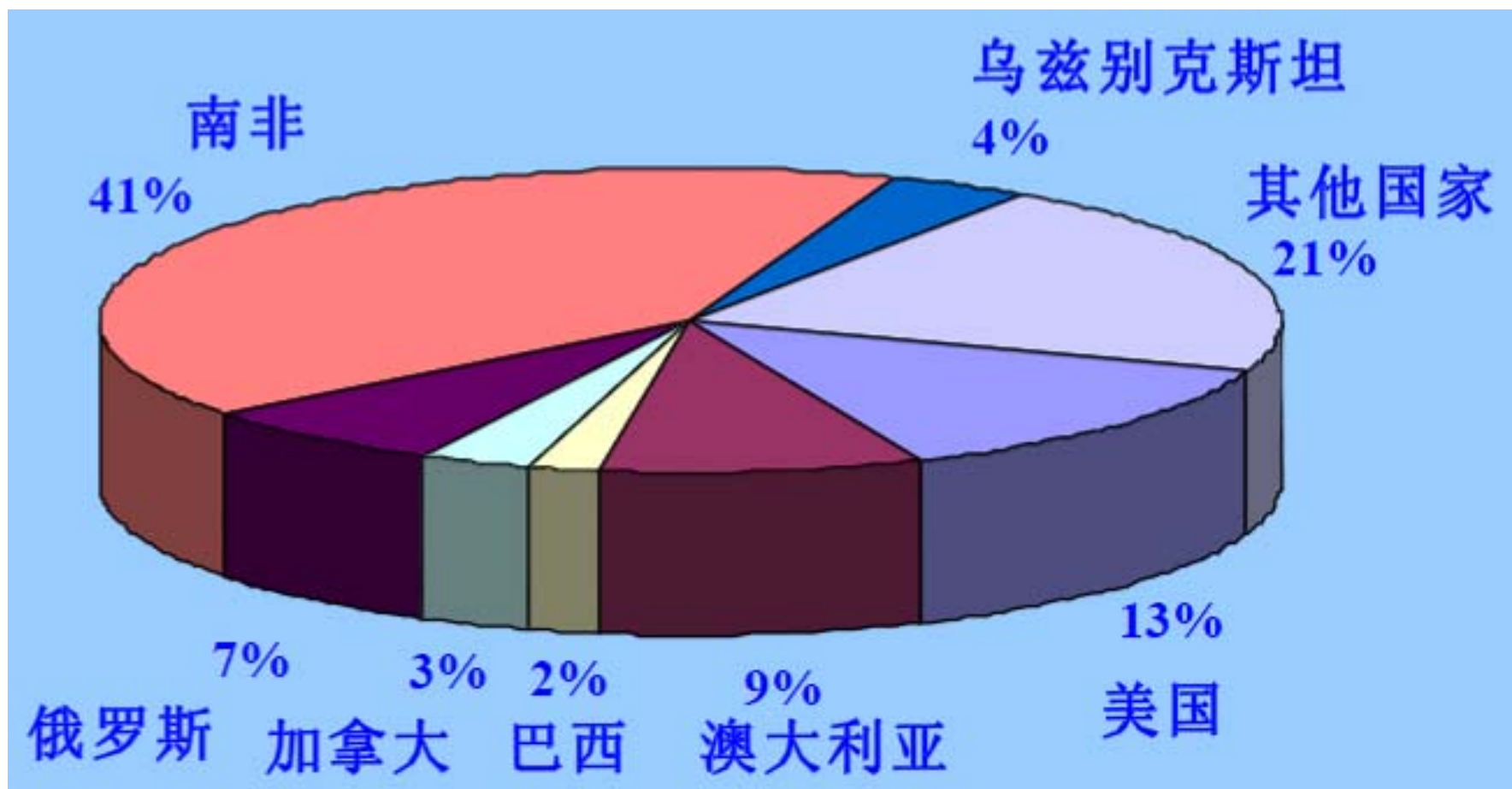


全球铬矿储量分布统计结果

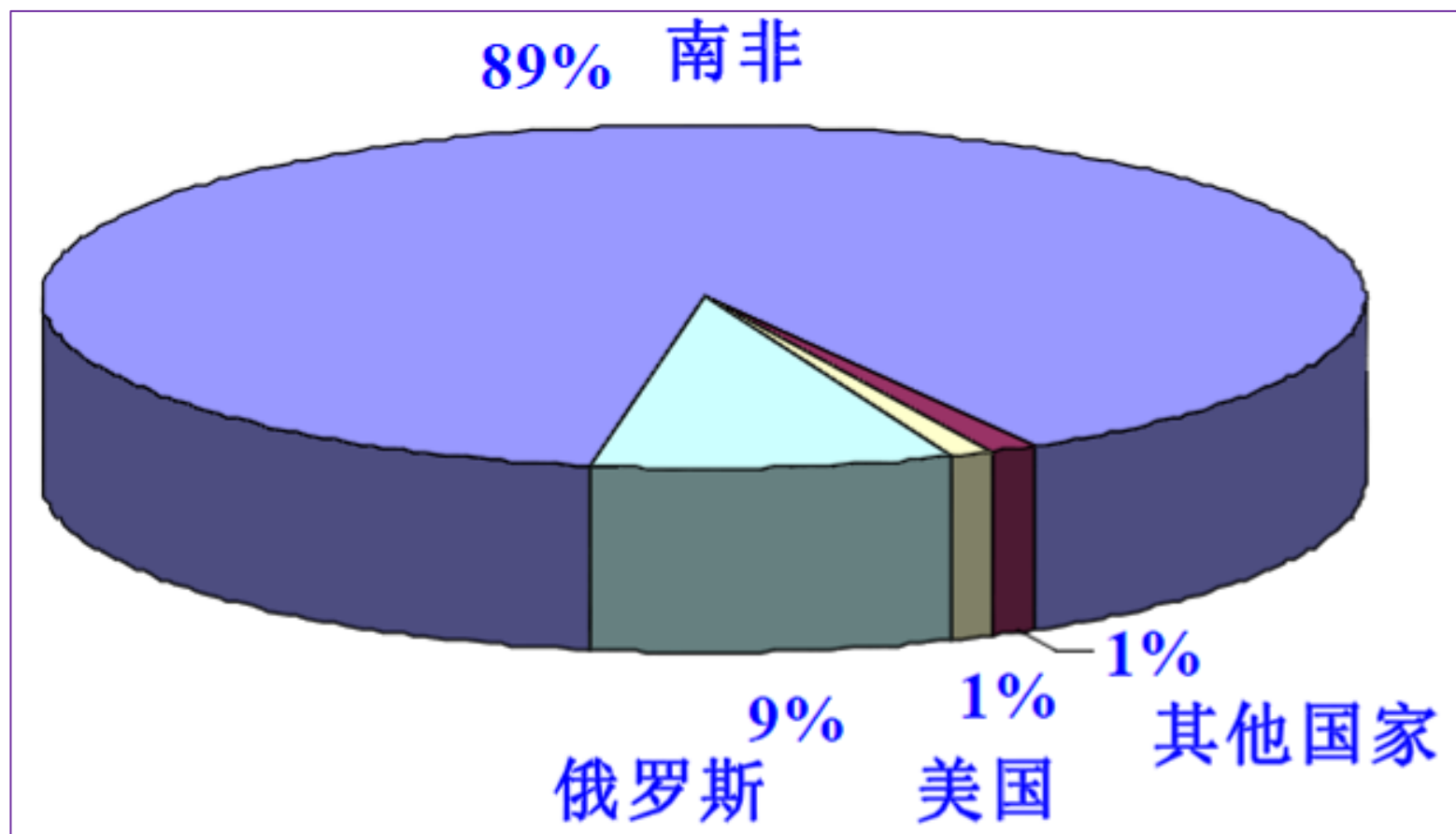
世界总储量：**370万吨**



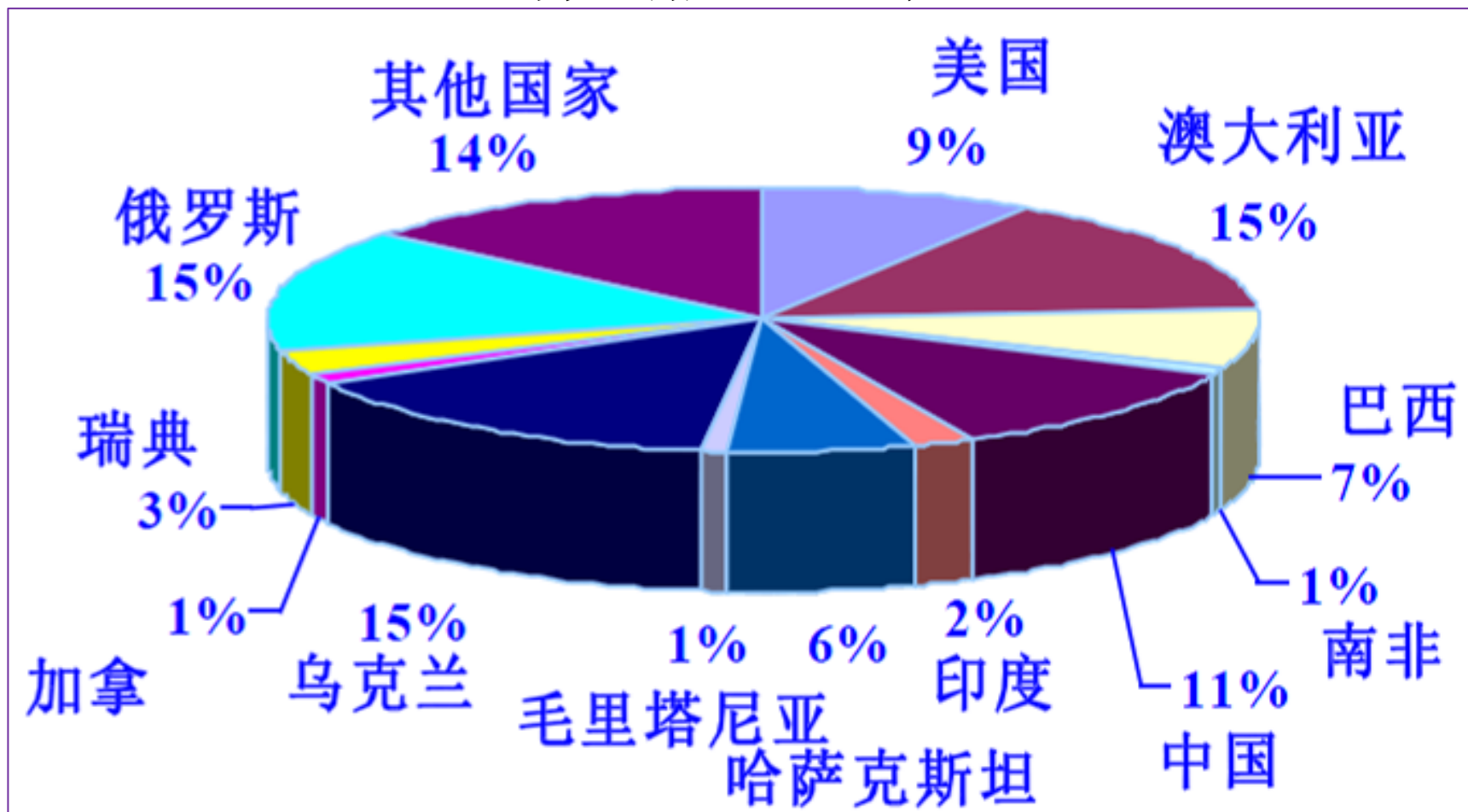
全球黄金资源储量分布统计结果
世界总储量：**45000吨**



全球铂族金属资源储量分布统计结果
世界总储量：71000吨



全球铁矿储量分布统计结果
世界总储量：**740亿吨**



第三节 矿床学的研究方法

矿床是在地壳长期发展过程中形成的，而人们的观察却受到时间和空间的限制。观察的局限性，容易导致认识的片面性。

在研究矿床时，必须全面观察各种地质矿化现象，掌握大量的实际资料，对矿床进行具体研究分析、比较和综合，以便对矿床成因获得较为客观的认识。

由于绝大多数矿床是在地壳长期发展过程中形成的，今天所能见到的成矿作用不能与以往地质时期的成矿作用简单的加以比拟，因此必须从历史唯物主义的观点出发，正确运用将今论古的方法。

矿床学的研究必须与找矿、勘探和采矿生产实践紧密结合，使之成为实践、认识、再实践，再认识、反复循环并不断提高的过程。

1. 野外（现场）观察

1. 观察和编录，测制各种地质图、剖面图和素描图等，查明矿床范围内的地质情况。这是进行矿床研究的基础。

2. 利用槽探、井探和坑道等手段，查明矿体在空间上的具体位置和形状、大小、产状特征。

3. 对矿体和围岩进行系统的取样和分析，了解矿体和围岩的物质成分及其在空间上的变化规律。

– 化学取样、矿物取样、物理取样、工艺取样。

应用地球物理勘探技术方法，了解矿体在空间上的分布和延伸情况。

①航空物探：主要有航空磁测、航空电磁法、航空放射性测量等；

②地下物探：主要有地下电磁波法、井中瞬变电磁法、井中声波法、综合测井等；

③地面物探：主要有谱分析面波技术、高精度重力测量、多功能电法测量、瞬变电磁法、抗干扰高分辨率地震技术、浅层地震测量等。

应用地球化学勘探技术方法，主要任务是研究地壳中元素的分布及其运动规律，其目的是通过发现与矿化有关的地球化学元素异常，寻找有经济价值的矿床。

①岩石测量法（原生晕）；

②土壤测量法；

③水系沉积物测量法（分散流）；

④水化学测量法（水化学）；

⑤生物测量法；

⑥气体测量法

2.室内研究

1.反光和透射光显微镜鉴定、研究透明与不透明矿物的种类、结构构造、生成顺序和形成方式。

2.化学分析方法、发射和原子吸收光谱、X光荧光分析、中子活化、电子探针、离子探针等，确定岩石和矿物的化学成分及矿物微区的化学成分。

3.差热分析、X光分析、电子显微镜、红外光谱、顺磁共振、穆斯鲍尔谱及其他谱学方法，研究有关矿物的结构、种类和原子价态。

4.包裹体分析，研究成矿温度、压力、pH、Eh以及含矿流体成分等。

5.同位素地质学方法确定成矿时代、成矿物质来源，成矿的物理化学条件等。

6.对成矿、成岩过程进行模拟实验。

综合分析

在野外和实验室工作基础上，对各种数据、资料、信息进行综合分析对比，编制综合性的图件和专题性图件，如地质图、岩相古地理图、构造裂隙系统图、岩浆岩及岩相图、围岩蚀变图，成矿阶段与矿物生成顺序图，以及各种辅助图件，总结矿床成因、矿床和矿体的时空分布规律，对找矿勘探工作提出建议。

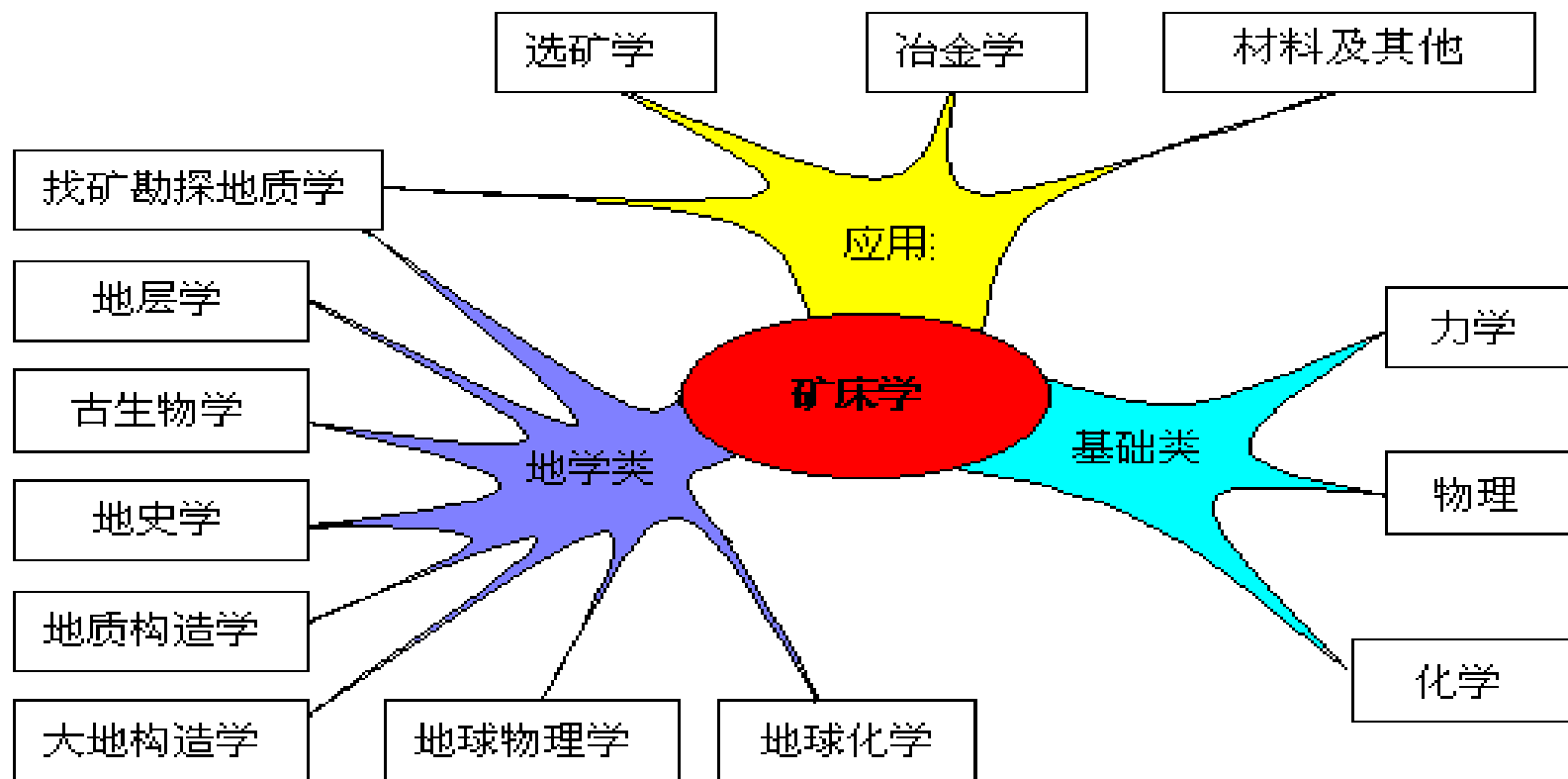
还要综合地质勘探、水文地质及其他经济技术资料准确评定矿床的工业价值及其利用的可能性。

矿床学的研究任务

第一，正确认识各类矿床的地质特征、形成条件和形成过程，查明矿床的成因。

第二，查明矿床在时间上和空间上的演化特征，认识矿床在地壳中的分布规律，预测在何种地质环境中，可以期望找到何种矿产和矿床类型。

矿床学学科特点及与其它学科的关系



近代矿床学的形成、发展及现状

近代矿床学则形成和发展始于16世纪中叶。

自18世纪以来，对矿床成因解释最有代表性的是“水成论”和“火成论”两种学术观点的争论。

系统的近代矿床学理论基础是在19世纪中叶至20世纪初叶奠定的。

- 火成论学派形成“岩浆-热液”成矿观点，发展成为岩浆热液成矿论，影响矿床成因认识达半个世纪之久。

- 水成论学派形成新的“侧分泌”成矿观点，进而形成了“层控”新观点。

20世纪60年代以来，矿床学的边缘学科快速发展，如同位素地质学、矿床地球化学、地球物理学、数学地质、海洋地质学等。

20世纪60~70年代，板块构造学说的建立和发展是地质学的一次重大革新，对区域成矿理论的发展具有决定性意义。

近年来，矿床学家们广泛开展了各种矿床专题研究，矿床成因理论已经由传统的岩浆热液成矿理论发展为多源、多因、多期的全新的矿床成因理论。

我国近代矿床学的形成、发展

20世纪30年代起，翁文灏、谢家荣、孟宪民、丁道衡、徐克勤、冯景兰、王竹泉等一批地质学家先后发现或调查、指导了白云鄂博铁矿、攀枝花铁矿、个旧锡矿、东川镍矿、赣南钨矿、湘黔汞矿等金属矿产及若干煤、石油和非金属矿产。发表了不少论文和专著，为中国矿床学的发展铺下了基石。

新中国成立后，矿床地质工作得到了前所未有的重视。20世纪50年代起，一批老一辈矿床学家带领地质队伍对全国重点矿床进行了系统的勘察工作。程裕淇等在鞍山铁矿、郭文魁等在铜官山铜矿、宋叔和等在白银厂铜矿、王植等在中条山铜矿以及其他一些学者在大冶铁矿、白云鄂博铁矿、赣南钨矿等矿床进行了全面的矿床地质勘探和研究，撰写发表了一批重要的论著。与此同时，一批学者结合生产实践进行了矿床学科的专题研究。他们的研究成果和发表的论著至今还指导着这一领域的生产、科研工作，为我国矿床事业的崛起和矿床学的发展奠定了基础。

20世纪80年代起，我国涌现出一大批优秀的中青年矿床学者，他们深入研究矿床特征、成矿作用、成矿规律，获得一系列有意义的成果，他们和老一代矿床学家一起撰写和出版了大量论著。

- 王恒升等（1983）的《中国铬铁矿及成因》、张秋生等（1984）的《矿源与成矿》、芮宗瑶等（1984）的《中国斑岩铜、（钼）矿床》、涂光炽等（1984，

1987，1988）的三卷《中国层控矿床地球化学》，姚凤良等（1990）的《胶东西北部脉状金矿》、常印佛等（1991）的《长江中下游铁铜成矿带》、罗镇宽等（1993）的《中国金矿概论》、韦永福等（1994）的《中国金矿床》、裴荣富（1995）主编的《中国矿床模型》、翟裕生等（1997）的《大型构造与超大型矿床》和翟裕生等（1999）《区域成矿学》、汤中立等（1995）的《金川铜镍硫化物（金、铂）矿床成矿模式及地质对比》、陈毓川等（1999）的《中国主要成矿区带矿产资源远景评价》、涂光炽和赵振华等（2000；2003）的《中国超大型矿床》（I、II）。

20世纪80年代起，很多学者还在各类期刊专业杂志上发表了一系列重要的科技论文，如

- 程裕祺关于铁矿方面的论述，叶连俊、范德廉关于锰矿方面的论述，郭文魁等关于铜矿方面的论述，涂光炽关于铅锌矿、金矿及大型、超大型矿床方面的论述等。

所有这些论著以其丰富的地质资料、翔实可靠的测试数据，总结论证我国大量矿床的地质、成矿特征，充实了我国矿床地质的宝库，丰富了我国矿床学的文献资料，提高和发展了我国矿床学科的理论 and 学术水平。

矿床学发展简史

古代朴素唯物论认识阶段（先秦-中世纪以前）：事实描述、记录及有限认识阶段

中世纪唯心论认识阶段（文艺复兴运动以前）：歪曲事实、凭空捏造阶段

近代矿床学发展阶段（文艺复兴—十九世纪中叶）：片面观察、描述，认识无限发挥阶段

现代矿床学发展阶段（十九世纪中叶—二十世纪初期）：矿床学从矿物学中独立出来，形成了系统的理论体系和研究方法，进入了全面发展时期

当代矿床学发展阶段（二十世纪六十年代以后）：由定性描述向定量分析转变，由单个矿床研究到区域成矿分析再到成矿系统分析转变

发展趋势

1、深入研究矿床的形成和分布规律。为矿产勘查提供新的成矿学理论基础（理论矿床学）

2、扩大矿床学研究对象。发掘地质体的有用性，加强对非传统矿产资源的研究“应用矿床学”

3、拓宽研究领域。探索为矿业开发和环境保护协调发展服务的矿床学研究（环境矿床学）

4、矿床学研究成果为发展地球科学和丰富科普内容服务

当前矿床学主要研究领域

- 1、矿床成因研究及矿床成因分类；
- 2、板块构造与成矿；
- 3、矿床模式研究；
- 4、区域成矿学研究；
- 5、超大型矿床研究；
- 6、海底现代热液成矿作用的发现与研究；
- 7、成矿年代测定；
- 8、层控矿床研究；
- 9、人工矿床研究；
- 10、环境矿床学研究