

科学技术知识讲座(三)

我国资源和资源的 合理利用

涂光炽 叶连俊

知识出版社

科学技术知识讲座

第 三 讲

我国资源和资源的合理利用

涂光焯 叶连俊

知 识 出 版 社

科学技术知识讲座(三)
我国资源和资源的合理利用
涂光炽 叶连俊

知 识 出 版 社 出 版
社址：北京安定门外外馆东街甲一号
上 海 人 民 广 场 大 楼
中国青年出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各 地 新 华 书 店 经 售

开本 787×1092毫米 1/32 印张 2 字数 28.8千

印数：1—100,000 定价 0.20元

1980年12月上海第一版 1980年12月北京第一次印刷

书号：13214·9

出 版 说 明

为了推进我国的四个现代化建设，党中央号召全国向科学进军，认真学习现代科学技术知识。中央书记处为带头学好，邀请了中国科学院等单位专家给书记处和国务院领导同志讲课。

中央书记处组织的讲座，带动了地方各级负责同志学习科学技术知识的活动。一九八〇年八月二十六日中共中央宣传部发出通知，要求县团以上干部认真学习科学技术知识，逐步改变不懂科学技术，又不重视科学技术的状况。

第三讲由著名地球化学家涂光炽教授和著名沉积矿床学家叶连俊教授讲授了我国资源和资源合理利用方面的知识。涂光炽教授的讲题是《从矿产的形成谈我国矿产资源的若干问题》，叶连俊教授的讲题是《地壳能源的形成及其远景》。

科学技术知识讲座的每次讲稿都由北京知识出版社印行全文的单行本，全部讲完后出版汇编本。此书还由新疆人民出版社出版维吾尔、哈萨克两种少数民族文字的版本。

知 识 出 版 社

目 录

从矿产的形成谈我国矿产资源的

若干问题.....涂光炽 赵振华 (1)

地壳能源的形成及其远景.....叶连俊 (37)

从矿产的形成谈我国 矿产资源的若干问题

涂光炽 赵振华

矿产是指地壳中可被国民经济所利用的矿物资源。它是社会生产发展的重要物质基础。早在发明文字之前，人类就已开发和利用了矿产。在一定意义上，对矿产资源的利用程度，是人类社会发展阶段的重要标志。石器时代、铜器时代、铁器时代、蒸汽时代、原子能时代的相继出现，既是人类对大自然改造、利用程度的标志，也是对矿产利用广度和深度的标志。

本文从矿产资源的形成及当前世界矿产资源的发展趋势出发，结合我国地质发育特点，分析了我国矿产资源的状况及存在问题，提出了发展我国矿产资源的设想。

一、矿产的形成和时空分布

矿产是地球的一个组成部分。矿产品由矿物组成，而矿物则由元素组成。地球和太阳系各星球都是由同样的一百多种元素组成的。太阳系元素的形成是在 50—58 亿年以前，地球和太阳系各星球要年轻一些，是大约四十六亿年前出现的。地球分成三层，最外层的薄壳叫地壳，厚几公里到七十公里，平均三十三公里。中间的巨厚层称为地幔，厚约二千九百公里。内层叫地核，半径三千四百七十公里。地壳主要由玄武质、花岗质和泥沙质岩石组成。地核主要是铁镍金属。地幔成分介于地壳和地核成分之间，除硅、氧、铝外，铁、镁、镍等显著比地壳增加。

这是今天的地球，但在地球形成时，即近四十六亿年前，并不是这样分层的。当时是天地浑沌。随着岁月的消逝，重的物质下沉，轻的物质上浮，经过长期的分异才形成了地核、地幔和地壳。据现在所知，在三十八亿年前或更早便出现了地壳，但当时的地壳还很薄，随着地球年龄的增长，地壳越来越厚了。

大致在固体地壳出现的同时或稍晚，地表的水圈

和气圈也就形成了。但当时的大气和现在的很不一样，大量的是火山喷发带来的二氧化碳、氮等，而氧很少，只相当大气的万分之几。只是在具有光合作用的生物大量出现后，大气中的氧才逐渐加多。

所谓矿产，无非是它所含的有用物质（金属和非金属）含量大大超过周围的岩石，达到工农业利用的要求（表1）。我们随便从地上拣起一块石头，都可以含千分之几到百分之几的铁，当然不能称作铁矿。但如果铁含量达到30%以上，便可以算作铁矿石。因此，矿产形成的关键是使某些金属、非金属富集到一

表1 矿产工业品位与地壳平均化学成份比较

元素	地壳平均 (重量%)	工业品位 (重量%)	富集倍数
铝	8.23	20.8	2.5
铁	5.63	30	5.4
铌	0.002	0.02	10
钽	0.0002	0.01	50
铜	0.0055	0.5	91
锌	0.007	1	143
铀	2.7×10^{-4}	0.05	185
铅	1.25×10^{-3}	0.7	560
金	4.0×10^{-7}	5×10^{-4}	1250
汞	8×10^{-6}	0.1	12,500

定程度的地质因素。

矿产是长期的，几百万年，几千万年，甚至几亿年，十几亿年各种地质作用的综合产物。

一些矿床是在地表形成的，即组成矿产的金属、非金属是在地球表面水圈、气圈和生物圈中富集成矿的。这种矿称作外生矿床。所有的石油、天然气、煤、铝土矿、盐类和相当一部分铁、锰、磷等矿产都是外生矿床。

有的外生矿床是在低洼汇水盆地中堆积而成的，叫做沉积矿床。堆积时由于来源比较单纯，或者按重力、溶解度、颗粒大小进行了沉积分异，因而使一些金属、非金属成十倍、百倍地富集了，变成有价值的矿床。许多盐类、铁、锰等矿产就是这样形成的。如自贡的盐矿、宣龙铁矿、湘潭锰矿。

另一种外生矿床叫风化矿床，它们原来只是普通的岩石或者贫矿。当它们暴露到地表后，受到长期风吹、日晒、雨淋，一些不稳定而无用的物质流失了，另一些稳定的而有经济价值的金属不仅不流失，而且相对富集了，形成矿床。世界上一些重要的、大型的富铁矿、富锰矿就是这种风化矿床。

在一些外生矿床形成过程中，生物起了重要作用。如煤和石油，成煤和成油物质原来就是生物，这

已是一般所知道的。还有一些外生矿床，富集因素很可能是生物的新陈代谢作用。例如，二十五亿年前形成的大量条带状铁矿，有人认为和铁细菌有关，而现代海底的大量锰结核也有人认为是生物成因的。

另一些矿产是在地球内部形成的，成矿物质的富集和地壳或上地幔的部分熔融、结晶、分异等作用有关。这些矿床称作内生矿床。如攀枝花的钒钛磁铁矿床，就是来源于地壳深部或上地幔部分熔融所产生的岩浆在冷却结晶时，含铁、钛、钒、铜、钴、镍的金属矿物，因比重大下沉富集成矿。有时地壳部分物质熔融、冷却、结晶形成花岗岩，其残余的流体富集了钨、锡、铌、钽等金属和很轻的挥发份，在花岗岩的顶部和围岩的裂隙中沉淀成矿。著名于世的赣南脉状钨矿就是这样形成的。如果挥发份（水、二氧化碳、氟等）很多，而且外界条件很稳定，便可能形成一些巨大晶体的伟晶岩矿床，我国新疆阿尔泰的锂铍铀钽和白云母矿床，就是伟晶岩矿床的重要实例。还有一些内生矿床是岩浆结晶后，残余溶液作用于接触带的围岩而产生的，如大冶铁矿和个旧锡矿就是实例。

另一些矿床形成的过程要更复杂一些，既有内生的作用，又有外生作用参加。换句话说，这些矿床都

不是单一内生或单一外生的矿床，它们是多成因矿床。

一种多成因矿床是沉积变质矿床，即一些外生矿床在地球表部形成以后，受地壳运动的影响，深埋地下，处在较高温度和压力的条件下，形成变质矿床。由于重结晶作用，形成了新的矿物组合和结构。如条带状磁铁铁矿床（鞍山式铁矿）就是沉积变质矿床。

另一种多成因矿床包括一些沉积（外生）后受到不同程度改造（内生）的矿床，如广东凡口铅锌矿。

第三种多成因矿床则原来是外生沉积矿床，后来又受到内生岩浆作用的迭加，如内蒙白云鄂博稀土—铁矿床，湖南棠甘山锰矿。

上述多成因矿床的基础常是外生沉积矿床，只是在沉积形成后又受到另一次地质作用的影响，因而它们常常保留一些沉积矿的特点，即受一定地层和岩性控制，也可以叫做层控矿床。但是，层控矿床的基础不一定就是外生沉积矿床，它的成矿物质也可以来自基底或围岩，如辽宁关门山铅锌矿。

外生矿床、内生矿床和多成因矿床，基本上概括了矿产的形成和富集方式。现在，我们简略地谈谈成矿物质的来源问题。

一些在水盆地中堆积成的沉积矿产，成矿物质可

以来源于大陆长期的风化和搬运。有一些铝土矿就具有这样的来源。

地球深部的成矿物质可以经过火山作用或地壳中的大裂缝搬到地球表面形成矿产。如甘肃白银厂矿床的铜、铅、锌，就是火山作用带上的。而湘黔一带的汞、锑矿，汞、锑最终可能来自地壳深处，是沿着大断裂上来的。这些矿产的金属尽管来源于地壳深处，但成矿的主要形式还是地表的沉积作用。

还有一些成矿物质来源更深一些，如铬、铂族元素和金刚石，很可能来自上地幔。

地球在演化，矿产也在演化。不同的地质时代，成矿特点很不相同。不少矿产只出现于某一特定的时代，而在其它时代则很少。

如我国鞍山和冀东地区大量出现的所谓条带状磁铁矿矿床，它们广布于全球，大约在三十八亿年前便开始出现了。铁大概是当时十分剧烈的火山作用从地球深部带上的。除铁以外，火山活动也带来了金，形成了金矿。金和铁是地球上最早形成的矿。这两种金属在从三十八到二十五亿年中一直扮演着成矿的主要角色。总的说，地球演化早期，成矿作用是比较简单的。

大致在二十二亿年前，在非洲、加拿大等地出现

了金、铀在一起的沉积矿床。它们长在石英砂岩中。有意思的是铀的矿物和黄铁矿、硫化物等都呈碎屑状。这些矿物在地表是很不稳定的，很容易被氧化、被破坏。但是它们却被搬运了很长距离，在水盆里沉积下来。为什么呢？因为当时是一个缺氧的大气环境，所以，甚至象沥青铀矿这样一些活泼矿物都没有被氧化而呈碎屑状保存下来了。由于大气中氧的逐渐增高，在以后的地质时代便再也没有发现过这种矿床。

随着时间的推移，地壳的加厚，岩浆作用、沉积和变质作用的多次重演，空气中游离氧的增多，生物的出现和大量繁殖，成矿作用就愈来愈复杂。

随着大气中氧的增多，条带状铁矿急剧减少，代之而起的是含氧更高的铁矿物（赤铁矿）矿床的出现。在二十亿年左右，在我国宣龙和南非便出现了沉积的鲕状赤铁矿矿床，它们一直持续到今天。

再晚一点，大致在十七到十六亿年，在我国云南东部和扎伊尔出现了白云岩中的铜矿，即东川式铜矿。更晚一些，在六到七亿年前，我国和苏联的一些大型磷矿形成了。我国的一些重要铝土矿形成于二点五到三亿年前。重要的盐类矿产多数是在近三亿年来形成的（表2）。

表2 我国几种主要沉积矿产含矿层位分布表

矿种		铁矿	磷矿	铝土矿	铜矿	盐类矿床	锰矿
时代							
第四纪			—	—		■	—
第三纪	晚	—	—	—	—	—	
	早					■	
白垩纪	晚				■	■	
	早	—			■	—	
侏罗纪	晚	—				—	—
	中早	—				■	
三叠纪	晚	—	—			—	—
	中早		—		■	■	■
二叠纪	晚	—	—	—	■	—	■
	早	—	■	■			—
石炭纪	晚	—		■			—
	中早	—	—	■	—	—	■
泥盆纪	晚	■	■	—	—		■
	中早	■	—			—	■
志留纪	晚	—	—	—			—
	中早	—					—
奥陶纪	晚	—			—		—
	中早	—	—		—	—	—
寒武纪	晚	—				—	—
	中早	—	■		—		
震旦纪		■	■			—	■
元古代		■	■		■		—
太古代		■	—				—

上面举的一些例子是沉积矿床或沉积变质矿床在地质历史上演化的情况。内生矿床也在演化，虽然不象外生矿床那样明显。例如，和花岗岩有密切联系的钨锡矿，在全世界范围内大都是在最近两亿年间形成的。两亿年不过只是地球年龄的二十三分之一(表3)。

表3 我国主要花岗岩、伟晶岩矿床的时空分布

成矿期*	地理分布	主要矿产
0.8 1.95	华南、滇西、秦岭、 喀拉昆仑山、西藏	钨、锡、钼、铋、铜、 铅、锌、铁、铌、钽、 铍、稀土、铀
2.30 3.75	东北、内蒙、天山、 滇西、昆仑山、阿尔 泰、祁连山、华南	铬、镍、钴、铜、钒、 钛、稀有金属、云母、 铁

* 距今年龄(亿年)。

矿产的演化说明矿产在时间上的分布是不均衡的。在空间上也是如此。由于地壳甚至上地幔本身就是不均一的，因此，矿产的分布也很不均衡。例如铁矿，在我国主要分布于辽南、冀东、川西，而在西北、华南很少；钨锡主要分布于湘、赣、粤、桂、滇、五省，长江以北很少发现；沉积磷矿主要见于滇、黔、

湘、鄂，华北、东北都少见。可以说，没有一种矿是均匀分布的。比我国领土面积大得多的苏联，虽然有丰富的煤、铁、石油、天然气资源，但钨、锡、锑等矿产却很不足。

二、我国矿产资源概况

(一) 我国有丰富的矿产资源

解放后，地质部门作了大量工作，成绩显著。到目前为止，我国已探明储量的矿种有一百三十二种，是世界上矿产种类比较齐全、储量规模可观的少数国家之一。应当说，我国是矿产资源丰富的国家。

我国金属矿产已探明储量的有五十多种。其中储量居世界首位的有钨、锑、锌、稀土、锂等。我国钨金属储量为国外各国总储量的三倍多。巨型的白云鄂博稀土矿，相当于国外稀土总储量的四倍。我国锑储量占世界储量的44%。我国铜、锡、铅、铁、钼、汞、锰、镍等储量也名列世界前茅。非金属矿产已探明储量的有八十种，其中硫铁矿、菱镁矿和硼居世界首位。磷矿居第二位。

(二) 一分为二地对待我国的矿产资源

在承认我国是矿产资源丰富的国家的前提下，也必须看到我国矿产资源的一些问题。其中某些问题还是十分严重的。

(1) 相当一部分重要矿种是富矿少，贫矿多。

我国铁矿号称拥有 440 亿吨储量，仅次于苏联和巴西，居世界第三位。但问题不少：品位 30 % 的贫矿多，品位百分之五十的富矿较少。另外，富矿分散各处，不利于开发。

又如我国锰矿，在储量上也居世界第三，但同样是富矿少，贫矿多。

我国铝土矿在储量上居世界第五位，但主要是一水型铝土矿，铝硅比值低，冶炼较困难；国外主要是三水型铝土矿，铝硅比值高，冶炼较易。

(2) 伴生矿多：我国矿生资源常常是一矿多矿，即多种矿组合在一起，这一方面是好事，但在分选、冶炼上却带来了许多困难。例如，我国钒储量居世界第一，但只有 9 % 是以钒为主的钒矿床，其余百分之九十一均分散在其它矿种中，目前这些伴生矿的