

达到一个门限才能发生有效排油，并认为门限值通常为20%。

初次运移的相态是争论最多的一个问题，Tissot和Welte曾做了概括和评述。经历了约十年的争论之后，水相运移说的支持者已为数不多，烃相运移说逐渐为多数人所接受，主要运移机理为多相流体运移的认识已被确立，不过轻烃可能在某种程度上以溶于水或分子扩散的形式运移。

初次运移的驱动力是另一个尚未解决的重要问题，研究者基本上都同意是由压力驱动石油进行初次运移，但主导压力及其所起的作用仍未能给予满意的回答。已提出的驱动力有压实与排水不平衡引起的异常高压、有机质热解引起的孔隙流体压力增加、水热增压作用及粘土矿物的脱水作用等，它们在初次运移中的作用究竟有多大仍有待于进一步的研究。

石油初次运移研究迄今虽未获得重要的突破，但从现有资料推断，随着研究的深入，有可能动摇石油地球化学理论中许多现有的认识。由于生油研究是初次运移研究的基础，而目前干酪根生油说还不完善，石油怎样从干酪根分离出来、干酪根生油的动力学及生油过程中干酪根结构的变化、生油岩的行为和有机相在地下的物理化学行为等问题均未搞清，因而对发生初次运移的条件、运移的相态及驱动力等核心问题都未能形成令人信服的理论，从而使石油成因理论中缺少了极其重要的一环，也使得目前对生油层的评价，石油分布规律研究和资源评价等都不十分完善，因此，需要地质学、地球物理学和地球化学工作者们密切合作，对初次运移的研究给予更多的关注。

我国主要金属矿产资源的形势与问题

项仁杰 陈 刚

(地矿部地质矿产信息研究院)

矿产资源是发展工业的原料和基础。很多国家都十分重视资源分析和制定有效的资源政策，尤其是工业发达国家更投入了相当可观的人力、物力。由于矿产是一次性的资源，不可能再生，它的开采政策的失误会给国民经济带来重大损失，严重影响工业生产的发展。所以我们必须对矿产资源分析以足够的重视。本文仅就我国的主要金属矿产资源作一初步分析。

1. 我国主要金属矿产资源的特点 (1) 主要金属矿产矿种齐全：我国金属矿产矿种比较齐全，无论是英国《Minerals Handbook》(1986—1987)一书报导的36种金属矿产，还是美国矿业局《Mineral Facts and Problems》(1985)报导的43种金属矿产，我国都有发现，而且有一定的探明储量。这为我国独立发展矿山工业提供了有利条件。

(2) 分布广泛，但储量又相对集中：我国金属矿产遍布全国各地，但是往往又形成一些储量相对集中的地区。如铁矿，产地几乎遍布全国，但近60%的储量集中在鞍山—本溪、攀枝花—西昌、冀北—北京密云、山西五台—岚县、宁芜—庐枞和包头—白云鄂博等地区，锰矿储量67%集中在广西、湖南和贵州三省(区)，铝土矿储量的85%集中在山西、贵州、

河南和广西四省（区），铜矿产地全国几乎都有分布，但77%的储量集中在长江中下游和冀东北、西藏、川滇、甘肃金川和白银，以及山西中条五大地区。锡矿仅广西大厂和云南个旧的储量就占了全国总储量的51%；虽然全国13个省（区）拥有锑矿，但储量的75%集中在湖南、广西和贵州三省（区）；钨矿也是如此，全国有21个省（区）有钨矿点，但储量的54%集中在湖南、江西两省。

我国金属矿产资源的这个特点对建立我国钢铁和有色金属工业的原料基地是十分有利。既可以建设一批大型骨干矿山，又可以进行广泛的小规模开采，发展地方工业。

（3）综合矿多、单一矿少：我国地质构造发展复杂，造就了我国矿产资源共（伴）生矿多、综合矿多。就铁矿而言，全国共（伴）生有多种有益组分的铁矿储量达200多亿吨，占全国总储量的41%。据统计，与铜矿伴生的有：钼87.4万吨、铅107万吨、锌334万吨、金730吨、银2381吨、镍559.3万吨、钴24.3万吨、铂族金属186吨，此外还有10674.5万吨硫。铅锌矿基本上都是综合矿，伴（共）生有用元素及矿产多达50种，其中价值较大的有银、铜、金、镉、硫和萤石等。我国锡矿储量的76%伴生有铜、铅、锌、锑、钨等有用组分，属锡石硫化物型多金属矿石。与钨矿伴生的有用组分达30多种。在钼矿储量中属于共（伴）生的占30%。

这种共（伴）生形式的金属矿产既可为矿山和冶炼厂增加经济效益，也可为矿产提供多种来源。但对选、冶流程提出了一些新的要求，也有一些独特的共（伴）生矿因此难以解决选冶，而限制了开发。

（4）贫矿多、富矿少：我国大多数金属矿产贫矿占的比重很大，甚至有的基本上都是贫矿。例如，铁矿的贫矿占97.7%，平均地质品位仅为33%，锰矿的贫矿占94%，平均地质品位仅为22%，而且大多是难选的碳酸锰矿石，铝土矿多为铝硅比值偏低的一水硬铝石型矿石（占98.5%）。全国的铜矿品位大于1%的只有2018万吨，占保有储量的34%，其中单个矿床储量大于100万吨的不及铜矿储量的1%。全国钼矿品位大于0.2%的仅占总储量的3%。这一特点给我国金属矿山的开采和冶炼带来了很大的困难。尽管我国铁矿和锰矿的储量不少，但每年不得不进口上千万吨的富铁矿石和几十万吨的富锰矿石，以弥补富矿的不足。

2.我国主要金属资源保证程度分析 我国主要金属矿产都有探明储量。由于以往主要根据工程控制程度圈定储量，致使有些探明储量不能利用。因此，在作资源分析时，应考虑各矿床的开发技术经济条件及其外部因素，划分当前可利用储量和暂难利用储量。我们根据各矿种可利用储量与1987年产量之比求的静态保证年限，并与世界情况进行了对比，结果列于附表中。从中可以看出：

（1）我国14个矿种可利用储量分别占保有储量的50—79%，即有四分之一到二分之一的保有储量暂难利用。可利用储量大致可与美国矿业局所列储量对比，但要指出我们统计的可利用储量是以矿床为单位，并未去除各矿床中暂难利用的储量。因此，相对来说，我国的储量可利用程度是比较低的。其原因是多种多样的，主要是矿石质量差、采选冶技术不过关，影响了使用。例如，铁矿品位低而难选的赤铁矿储量相当大，仅鄂西、湘西的宁乡式赤铁矿就有90亿吨。锰矿难选的碳酸锰占探明储量的56%，能用的较少。再如铝土矿，多为铝硅比值低，耗能高的一水型铝土矿（占93%）；从开采方式看，适合露采的只占35%，而需要进行地下开采的却占42%，这两个条件大大限制了铝土矿的开发利用。另一个原因是分布在边远地区，交通、能源等诸因素难以解决，近期暂难利用。例如铜矿，西藏江达县的玉

龙铜矿和察雅县的马拉松多铜矿，铜储量达753万吨，近期暂难开发。此外，许多矿床矿体小而分散，含有害杂质多，也是暂难利用原因。

表 1 我国金属储量与世界储量的静态和动态比

矿 种	可利用储量占保有储量比例 (%)	现有储量对2000年建设的保证程度	中 国		世 界	
			可利用储量静态保证年限	可利用储量与1985—2000年累计需求之比	世界储量静态保证年限	世界储量与1985—2000年累计需求之比
铁矿	52	基本保证	159	7	149	8
锰矿	66	基本保证	137	6	116	6
铬铁矿	55	难以保证	21	1	123	21
铜矿	63	缺口较大	105	3.8	41	2.3
铅矿	65	可保证	109	4	28	1.9
锌矿		可保证		6	26	1.4
铝土矿	51	可保证	339	9	250	12
镍矿	75	可保证	230	7	75	3.5
钨矿	61	充分保证	51	3	66	3
锡矿	75	可保证	77	4	15	0.9
钼矿		充分保证	>100	77	70	3
汞矿	79	可保证	47	3	22	1.1
锑矿	64	可保证	17	1.8	84	3.5
稀土矿	>50	充分保证	很长	很大	很长	60

(2) 探明储量和资源前景：根据目前掌握的资料，我国已探明的主要金属矿产可分为三类：①探明储量大、资源前景好的矿产有：钨、镍、钼、铋、稀土、钒、钛、铌、钽等；②有一定探明储量，资源前景较好的矿产有：铁、锰、铜、铝、铅、锌、锡、锑、汞、金、银、钴等；③探明储量不足，资源前景较差的矿产有：铬铁矿、铂族金属等。

(3) 2000年前的保证程度：从我国社会经济发展对矿产品原料的需求来看，主要金属矿产储量对2000年建设的保证程度大致可以分为以下几种类型：充分保证和可以保证的矿种有：钨、钨、稀土、铅、锌、铝土矿、镍、锡、汞、锑；基本保证的矿种有：铁、锰；难以保证和缺口较大的矿种有铬铁矿和铜矿。

具体地说，我国黑色金属矿产的资源特点和格局已基本清楚。到2000年，铁和锰矿可基本保证，但有一定缺口，需进口补充，铬铁矿资源短缺，需主要靠进口；钒、钛矿若综合利用问题解决好，可出口创汇。有色金属矿产品种齐全，钨、锡、钼、铋、锑、汞等的探明储量居世界前列，是我国出口创汇的重要金属矿产；铝土矿、铅、锌、镍等矿产保有储量不少，如充分开发利用，可以保证国内发展的需要，部分产品可力争出口；铜的保有储量很多，但近期可以开发利用的资源不足，供应紧张，需要进口，估计今后进口量还会增大；钴矿探明储量不足，又多属伴生矿，受主矿产金属的限制，尚不能满足生产需要。我国是稀土

资源大国和生产大国，在世界上具有重要位置，锂、铍、铌、钽的资源也比较丰富，贵金属中的金和银，资源前景比较好，但目前探明储量不足；而铂族金属不仅探明储量不足，资源前景也不太好，很大一部分需要进口。

(4) 静态和动态保证年限：我们对我国主要金属矿产在2000年前可利用的储量的静态和动态保证年限作了粗略的计算，并与世界的情况作了对比（表1）。从表中可以看出，铁矿、锰矿、铜矿、铅锌矿、铝土矿、镍矿和稀土矿等的保证年限较长，相当或明显地高于世界的年限，其原因或者是因为储量大，或者是因为我国生产能力低，前者象稀土、钼等，后者如铝土矿、铜矿、铅锌矿等。而作为我国传统的优势矿产，如钨矿、锡矿、汞矿、锑矿，其动态和静态保证年限都比较短，有些甚至低于世界水平，其重要原因是这些矿产的产量和出口量都很大，而近年来的储量增长不大。至于铬铁矿，由于储量太少，明显低于世界水平。

3. 形势与问题 (1) 大宗金属矿产，如铁矿、铜矿、铅锌矿、铝土矿等，我国已探明的储量大多可以基本保证，但是，由于需要量大、矿山建设跟不上等种种原因，我们每年还要进口，据初步统计，近年来进口这些矿产品，每年都要花费4—5亿美元，至于进口的金属产品则高达40—50亿美元。作为我们这样一个大的发展中国家，大宗矿产长期靠大量地进口是不行的，必须立足国内，发展自己的矿业，逐步减少进口。

(2) 优势矿产将要失去优势：钨矿、锡矿、汞矿和锑矿是我国传统的优势矿产，也是出口创汇的主要矿产品，但是由于近年来乱采滥挖、盲目生产，大量低价出口，致使这些矿产储量消耗很大。如上所述，目前这些矿产的保证年限已经降得很低，许多老矿山出现了资源危机，如果再不采取措施，用不了多久，这些矿产将会失去优势。

(3) 采、选、冶技术跟不上，生产上不去，资源利用率极低。由于采、选、冶技术跟不上，我国许多矿产没有得到充分利用。最典型的例子是碳酸锰矿，由于矿层薄、围岩软，选矿又未过关，几个大矿山长期达不到设计的生产能力，产量上不去，结果，我国有500多万吨的锰矿储量，却每年要进口20—30万吨的锰矿砂。再如铁矿，不仅赤铁矿的选矿问题没有解决，致使上百亿吨的储量无法利用，就是已经开发的铁矿山，从设计、开采到选矿的最终综合回收率也只有22.1%。银矿也是如此，有的矿山探明储量设计利用率为75%，采选回收率为60%，冶炼回收率为40%，最终综合利用率只有18%。至于南方离子吸附型稀土矿，由于土法民采，手工作坊式萃取，资源的综合利用率甚至不到10%。因此，加强采、选、冶的研究，提高资源利用率，是亟待解决的问题。

(4) 金属矿产资源形势严峻：尽管我国大多数金属矿产资源可居世界前列，储量静态保证年限似乎也很长，但若按人均占有量来衡量，却几乎都低于世界人均水平，甚至我国的传统出口金属矿产也是如此。这可以说明我国金属矿产的严峻形势。至于有的矿产储量静态保证年限很长，那是因为我国开发利用的程度很低，如铜矿，一方面是储量静态保证年限高于世界的保证年限一倍以上，另一方面是铜矿产量大大低于国内需求量，每年都要大量进口铜精矿和铜金属。完全不是研究延长保证时间的问题，而是应该强化老矿区的开采，选择条件较好的矿床建设新矿山的问题。