

超镁铁岩和铬铁矿研究水平和现状

赵玉丁 任有祥

（地质矿产部西安地质矿产研究所）

镁铁、超镁铁岩在地球上的分布面积并不很大，例如辉长岩类仅占地表所有已知岩浆岩的5%多一点，而超镁铁岩还不到1%。但是，由于它们在地球和地壳的形成中占有举足轻重的位置，且其中蕴藏有铬铁矿、硫化铜镍矿、钒钛磁铁矿、铂族金属以及金刚石等一系列重要矿产，因而一直受到世界各国的重视。

在发达的工业国家和发展中国家，铬铁矿被视为战略物资。因它具有许多稳定的物理特性，一直是冶金工业、化学和耐火材料工业的重要原料，是冶炼特种钢和超级合金钢的基础材料。其最大用途是生产铬含量为12—14%的各种不锈钢，约占铬矿石总用量的65%。所炼的不锈钢，各种铬铁合金以及与其他金属（镍、钴、钼、锡、铌等）冶炼成的超级合金，除民用工业外被大量地用于航天、航空、原子能工业和军事工业。

我国也是急需寻找铬铁矿的国家之一。目前我国已拥有一批铬矿产地和储量，但是由于地域分布上的不均衡，继续寻找新的铬矿产地，探明和扩大已有铬矿的储量仍然是必要的。我们编写此文，除了介绍国内外铬矿研究工作的水平和现状外，希望引起国内对继续找铬的重视。

一、国外铬铁矿资源概况

（一）世界铬铁矿资源和储量

据地矿部情报所1977年5月统计，世界铬铁矿储量总计为3152.2百万吨，其后美国矿业局于1980年和1983年统计，分别为3332.7和3350百万吨。其中南非（阿扎尼亚）、津巴布韦（罗得西亚）和苏联合计为3281.34百万吨，占世界总储量的98.4%（1983年统计）。这充分说明世界铬矿资源在地理分布上是很不均衡的。此种现象导致包括日本在内的许多发达国家所需铬矿的95%以上要从这些国家进口，形成世界铬矿供求极为紧张的局面。

（二）世界铬铁矿的产量和需求量

随着工业对铬铁矿需求量的增加，世界铬铁矿产量和生产能力也相应地增长（表1）。1979年以前世界铬铁矿年产量每年一直以3.3%的速度增长，1980年以后有些国家由于运输等原因则有所下降。其他主要铬铁矿生产国的产量仍在不断增长，突出的是阿尔巴尼亚已一跃

表 1 世界铬铁矿石年产量

年 份	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1981	1982
产量(万吨)	643	610	672	716	753	756	839	958	988	841	765

注：①1979年以前产量据地矿部情报所《国外矿产资源概况》（1980）；

②1981—1982年产量据《Mining Annual Review—1983》。

而为世界第三铬铁矿生产国，1982年产量已达到90万吨。预计1985年世界铬铁矿（金属量）生产能力将增至363.61万吨（表2）。1990年世界需求量将增至523.4万吨；2000年将增至721.2万吨。

表 2 世界一些国家铬铁矿年产量和生产能力（万吨，铬金属量）

地 区 和 国 家	产 量				地 区 和 国 家	生 产 能 力			
	1978	1978	1979	1985		1978	1978	1979	1985
北美洲	0	0	0	0	非洲				
南美洲					马达加斯加	5.5	7.3	7.3	7.3
巴 西	5.4	5.4	6.35	8.16	南非(阿扎尼亚)	100.7	108.9	108.9	136.1
古 巴	0.91	0.91	0.91	0.91	苏丹	0.91	0.91	0.91	1.82
其 他	0.45	0.45	0.45	0.45	津巴布韦(罗得西亚)	16.3	29.5	29.5	31.8
总 计	6.76	6.76	7.71	9.52	总 计	123.41	146.61	146.61	177.02
欧洲					亚洲 塞浦路斯	0.45	0.9	0.9	0.9
阿尔巴尼亚	26.3	27.2	27.2	27.2	伊 朗	5.4	5.4	5.4	7.3
芬 兰	3.6	3.6	4.1	4.5	印 度	10.9	15.4	15.4	18.1
希 腊	1.4	1.4	1.4	3.6	日 本	0.45	0.9	0.9	0.9
苏 联	74.4	77.1	77.1	81.6	巴 基 斯 坦	0.45	0.45	0.45	0.9
其 他	0.45	0.45	0.45	0.45	菲 律 宾	12.7	12.7	13.6	16.3
总 计	106.15	109.75	110.25	117.35	土 耳 其	10.9	12.7	12.7	14.0
大洋洲					其 他	0.45	0.45	0.45	0.45
新喀里多尼亚	0.45	0.45	0.45	0.9	总 计	41.7	48.9	49.8	58.85
					世界总计	278.42	312.42	314.77	363.61

南非、苏联、津巴布韦、土耳其、菲律宾和阿尔巴尼亚是世界铬铁矿主要生产国，美国、日本和西欧一些工业发达国家是主要消费国。美国90%的铬要靠从南非、菲律宾和苏联进口，日本是98%，西欧经济共同体则100%依靠进口。

（三）低品位铬铁矿石利用的研究

鉴于上述情况，国外一直很重视低品位铬铁矿矿石的利用研究。在美国，研究出氩氧脱碳法（AOD）和真空氧脱碳法（VOD），从而使利用 Cr_2O_3 含量低和铬铁比值较低的矿石成可能，并使南非大量的铬铁矿矿石可供冶金利用，刺激了南非铬铁矿产量的猛增，从1969年时的119.8万吨，增至1982年的235.9万吨。

加拿大鸟河铬铁矿床是西半球最大的铬矿床之一。已证实有储量1220万吨， Cr_2O_3 含量仅

为4.6—6.7%，部分矿石为18.2%，由于缺少低成本的冶炼技术，所以迟迟未予开发。近年来加拿大安大略研究基金会研究出一种“渗碳”的冶炼新方法。该方法利用低品级煤作燃料和还原剂，产生具1600℃高温的单峰热循环连续热流，使之在矿石基质上直接形成金属碳化物，随后采用标准选矿法（可能采用磁选法）来回收产品。加拿大采矿公司正在资助安大略研究基金会作补充研究和采矿、冶金全面可行性研究。

（四）超镁铁岩用途研究的新趋势

由于超镁铁岩含有铬、锰、镍、钴、钒、钛和其他微量元素，所以具备作综合性矿物肥料的可能性。在这方面，苏联作了较多的研究和试验。把蛇纹岩与工业生产的主要化肥一起施用，可提高甜菜的收获量20—25%，提高糖含量0.5—0.7%，也可提高葡萄和其他农作物的含糖量。其次，绿高岭石—蛭石岩和绿高岭石—绿泥石岩，能促进大麦和冬小麦的发芽率和使根系茁壮成长；对蕃茄的根系和初期生长也有良好影响。另一个实验例子是中乌拉尔卡奇卡拉尔矿山，这里有大量的辉石岩和橄榄岩废石。由于其中含微量元素（V、Ti、Cr、Mn等），在盆栽试验中使青豌豆的收获量提高28.7—49.8%，小麦为16—19%。田间试验，每公顷施4—4.5吨废石（浸染状钛磁铁矿湿法磁选的“尾矿”），马铃薯每公顷增产2510—3050公斤，小麦每公顷增产580公斤。这里的废石每年可施地1200万公顷，为农用综合性矿物肥料找到了一条很大的出路。

七十年代以来，橄榄石和纯橄榄岩一些重要的新用途是用作高炉熔剂和炉渣调节剂。据认为橄榄石对工业消费的构成将引起重大变化。此外，在挪威农业上作为氧化镁加入土壤；在瑞典，用来调节被污染的地下水的pH值。据报道，利用橄榄石还可以吸收烟道系统中的酸气，用以控制环境污染。

二、含铬超镁铁岩体的分布

七十年代以来，在国外文献中对超基性岩类岩石，有的采用“ultramafic rocks”，而有的采用“ultrabasic rocks”，前者为超镁铁岩石，指颜色指数大于70%的那些岩石，包括SiO₂含量低于45%，适用于岩石化学分类。大多数超镁铁岩也是超基性岩，反之亦然。但是，也有不少例外。我们是将这两个名词结合起来使用的。

自七十年代中期以来，我国地质工作者相继对国内外含铬超镁铁岩作过一些总结，出版了专著。现据其内容扼要归纳如下：

（一）世界含铬镁铁、超镁铁岩体的分布

世界含铬镁铁、超镁铁岩体主要集中在四个巨型构造带中，即：

1.环太平洋阿尔卑斯型镁铁、超镁铁岩带：该带大体上南始于新西兰，经新喀里多尼亚、北加里曼丹、菲律宾、台湾东部、日本列岛、勘察加半岛，向东折向阿拉斯加，经加拿大布列颠哥伦比亚省、美国俄勒冈州至古巴诸岛。

岩体围岩为中、新生代地层，具蛇绿岩组合特征。

铬铁矿床有吕宋岛上三描礼士的马欣洛斯等矿床、新喀里多尼亚的蒂埃巴矿床、新西兰和日本诸矿床；美国俄勒冈州和加利福尼亚州诸矿床，古巴巴马圭和马亚瑞矿床。其中以菲律

宾和古巴的矿床最大。

2.近东西向特提斯带的镁铁、超镁铁岩带：该带西起西班牙,经阿尔巴尼亚、希腊、塞浦路斯、土耳其到伊朗、阿富汗、巴基斯坦,进而延至我国西藏、滇西,再向南延至缅甸,东折与太平洋岛弧带衔接。

世界上具高品位冶金级大型铬铁矿床即产于这一岩带内。例如阿尔巴尼亚的布尔奇泽、土耳其的古里曼和伊朗诸矿床、巴基斯坦的泰布河谷、我国西藏的罗布莎矿床等。

大部分岩体围岩是中生代和新生代地层,为阿尔卑斯型岩体,具典型的蛇绿岩组合,以中东蛇绿岩杂岩体最为著名。

我国西藏雅鲁藏布江狮泉河岩带位于这一巨大岩带的东部,无论岩体类型和铬铁矿床特征,都与巴基斯坦、伊朗、土耳其、阿尔巴尼亚等国家的相同。是我国铬铁矿的远景地区之一。

3.南北向乌拉尔华力西褶皱带之镁铁、超镁铁岩带：该岩带近于东经 60° 一线,北起极地乌拉尔延至南乌拉尔岩带,长约2000公里。区内有60个主要岩体和岩体群。

乌拉尔地区分布有前寒武系到古生界(晚石炭世前)一套伴有细碧角斑岩或基性岩系的巨厚的地槽沉积建造。

该岩带有著名的肯皮尔赛、萨拉诺夫、南卡拉尔、哈里洛夫、骆驼山和哈巴尔宁等铬铁矿床。

4.近南北向的前寒武纪褶皱断裂带的镁铁、超镁铁岩带：该岩带纵贯非洲东部大陆,南起南非(阿札尼亚)布什维尔德,经津巴布韦大岩墙,延至苏丹东部直到埃及。甚至可能包括苏联乌克兰地质上的部分岩体。

布什维尔德和大岩墙是两个巨型铬铁矿床产地。岩体均产在前寒武纪地层中,主要侵入太古代地层内,同位素年龄为19—21亿年左右;另外还有更老一期的岩体,如津巴布韦的塞卢奎为早太古代产物。苏丹东部的英格萨纳山超镁铁岩的时代未定,至少也是前寒武纪的产物。

此岩带的镁铁、超镁铁岩体类型有层状和非层状两种。布什维尔德和大岩墙属前者;赛卢奎和英格萨纳的含铬铁矿岩体为非层状,属阿尔卑斯型岩体。

(二)我国含铬超镁铁岩体的分布

目前我国已发现镁铁、超镁铁岩体总数约达11443个以上,出露面积总和达11,147平方公里。可划分为54个岩带(或岩区),其中超镁铁岩体总数有8500—9000个,总面积约为4,516平方公里。超镁铁岩主要发育在古生代以来的地槽区,约占我国超镁铁岩总面积85%,其中特别发育在阿尔卑斯期的地槽中;分布于前寒武纪地台区的超镁铁岩仅占其总面积的14%左右。但镁铁岩则相反,以发育在前寒武纪地台区为主,占我国镁铁岩总面积的46%。

近年来研究表明,产于我国西部的阿尔卑斯镁铁、超镁铁岩多为蛇绿岩杂岩的一部分,如雅鲁藏布江狮泉河岩带、藏北岩带、三江地区和祁连山诸岩带、东西准噶尔岩带以及内蒙古岩带等等。因此,用板块构造理论重新编制中国镁铁、超镁铁岩的分布图是十分必要的。

镁铁、超镁铁岩体在我国各个地质时期均有产出,其中前寒武纪有18个岩带,加里东期9个岩带,华力西期18个岩带,阿尔卑斯期9个岩带。

已知重要的铬铁矿床有：内蒙的索伦山、赫根山，新疆的萨尔托海、鲸鱼，青海的玉石沟，甘肃的大道尔吉，西藏的东巧、罗布莎等矿床，以产在古生代以来的地槽褶皱带中为主。

三、超镁铁岩的成因研究

超镁铁岩的成因研究从上世纪后半叶开始已经历了一百多年的历史。在成因研究过程中明显地受到大地构造学说的影响，反过来也有力地影响着大地构造学说的发展。六十年代以前以槽台学说为支柱的岩浆成因说占居主导地位，且视作正统观点，为大多数地质学家所接受。六十年代以后，海底扩张说和板块构造说的问世，动摇了岩浆成因说，而海底扩张理论正好是由终生研究超镁铁岩成因的美国人H·H·赫斯提出来的。

（一）超镁铁岩和超基性岩组合（或建造）类型

七十年代以来从事镁铁、超镁铁岩研究的地质学家对其组合（或建造）提出各种分类，具代表性的有美国P.T.Wyllie（1967）、苏联H.B.Павлов（1973）和我国白文吉等所提出的分类方案。

1967年Wyllie曾邀请世界上30多位著名岩石学家投稿，汇编成一本《超镁铁岩及其有关岩石》论文集。在论文集中将超镁铁岩和超基性岩归纳为十种共生组合类型：

- 1.较大侵入体中呈层的辉长岩—苏长岩—橄榄岩组合。
- 2.分异良好的岩床和较小侵入体中的超镁铁岩石。它有两个亚类：碱性辉绿岩（沸绿岩、企猎岩）—苦橄岩组合；拉斑玄武质的辉绿岩—苦橄岩组合。
- 3.呈环带状的纯橄岩和橄榄岩组合。
- 4.阿尔卑斯型橄榄岩—蛇纹岩组合。
- 5.基性杂岩体中呈较次要部分的超镁铁岩组合。
- 6.环状杂岩体中的碱质超基性岩。
- 7.金伯利岩共生组合。
- 8.超基性熔岩。
- 9.超基性岩包体。
- 10.变质交代成因的超基性岩和超镁铁岩。

1979年H·B·巴甫洛夫在《地槽区铬铁矿床的形成和成因类型》一文中将含铬铁矿超基性岩划分为十一种建造类型：

地槽区：

- 1.橄榄岩建造；
- 2.纯橄岩—单斜辉石岩建造；
- 3.辉长岩—苏长岩—斜辉辉橄岩建造；
- 4.科马提岩建造；

地台区：

- 5.斜辉辉橄岩—斜方辉石岩—苏长岩建造；
- 6.辉石橄榄岩—粗玄岩建造；

7. 纯橄岩—单斜辉石岩—霓霞岩建造;

8. 金伯利岩建造;

9. 科马提岩建造;

大洋中脊和深海沟;

10. 斜辉辉橄岩—二辉橄橄岩建造;

11. 拉斑玄武岩—玄武岩建造。

我国白文吉等在1976年编著的《含铬铁矿基性超基性岩岩体类型及铬铁矿成矿规律》一书中, 根据我国各岩带(区) 诸岩体的岩相组合、岩石、矿物的特征, 将我国的基性、超基性岩划作两大类十八个亚类:

I. 含铬铁矿的岩体类型:

1. 纯橄岩亚类;

2. 纯橄岩—单辉辉石岩 亚类;

3. 纯橄岩—斜辉辉橄岩—二辉橄橄岩亚类;

4. 纯橄岩—斜辉辉橄岩—橄长岩(辉长岩) 亚类;

5. 斜辉辉橄岩—斜辉橄橄岩亚类;

6. 纯橄岩—辉橄岩—辉石岩亚类;

7. 单辉辉橄岩—辉石岩—辉长岩亚类;

II 含镍、铂或其他矿产的岩体类型:

8. 单斜辉橄岩—单辉橄橄岩亚类;

9. 橄橄岩(二辉或单辉)—单辉辉石岩亚类;

10. 含长斜辉辉橄岩—含长斜方辉橄岩—辉长岩亚类;

11. 含长单辉辉橄岩—含长单辉辉石岩—辉长岩亚类;

12. 含长单辉辉石岩—辉长岩亚类;

13. 碱性超基性岩亚类;

14. 闪辉岩—辉闪岩亚类;

15. 辉长岩亚类;

16. 苏长—辉长岩亚类;

17. 斜长—辉长岩亚类;

18. 辉绿—辉长岩亚类。

上述几个有代表性的分类, 尽管出发点不同, 考虑的侧重面各异, 有的甚至包括基性岩和火山岩, 因而名目繁多, 但是就超镁铁岩而论基本上可以归纳为以下三大类:

1. 层状杂岩体和侵入体中的超镁铁岩;

2. 稳定地台区的碱质超镁铁岩(包括金伯利岩);

3. 造山带中的阿尔卑斯型超镁铁岩。

(二) 超镁铁岩的物质来源、成岩物理状态和成岩方式

1. 超镁铁岩的物质来源: 在成因岩石学的讨论中, 最重要的问题是成岩物质的来源、成岩物质的物理状态、侵位过程中成岩体系的温度、压力和组分浓度的变化以及成岩后的改造等。到目前为止, 对超镁铁岩成因问题存在着许多不同观点和认识, 特别反映在对阿尔卑斯

型超镁铁岩的成因上,但对其物质来源的认识却是一致的,即广泛地接受超镁铁岩的物质来源于上地幔。

现代地球物理资料已证实地球具有分层结构。陆壳平均厚度约33公里,洋壳平均厚度约4.8公里(不计海水),莫霍面下面的B层和C层为上地幔,纵波速为7.9—11.42公里/秒。在B层内有一个波速较低的软流层。软流层可能含有部分熔融物质。从物质的比重的波速来看,莫霍面以下比重为3.0—3.94,压力相当于140千巴的B层物质可能是橄榄岩或榴辉岩,因此地壳内的超镁铁岩来自上地幔的观点为大多数学者所接受。

研究超基性岩包体为人们提供了这些物质来自地幔的直接证据。在世界范围内,不同构造背景下各种成分火山岩中的超基性岩包体都以二辉橄榄岩为主。此类岩石包体基本上由下列四种矿物组成:镁橄榄石、顽火辉石、铬透辉石和铬尖晶石组成。但产有此类包体的玄武岩的斑晶矿物中都不出现同超基性岩包体相类似的组成矿物。此外,组成超基性岩包体的矿物往往具有明显的受构造形变作用的痕迹。再者,不同地区不同成分玄武岩中此类包体有着相似的 Sr^{87}/Sr^{86} 值(约0.705)。因此,有理由认为这些包体是由玄武岩浆从上地幔带入地壳的上地幔物质。

2.层状杂岩体和侵入体中的超镁铁岩的成因:该类岩体在世界上的典型代表有:南非的布什维尔杂岩体、美国的斯提耳沃特杂岩体、格陵兰的斯开尔嘎尔德杂岩体、加拿大的马斯考克斯杂岩体以及我国的乌珠尔岩体和苏联乌拉尔的南克拉卡岩体。这些层状杂岩体和侵入体有许多共同特征。以布什维尔杂岩体为例^①,其特征为:(1)具有明显的类似沉积岩的成层性和韵律性;(2)每层的厚度由不到一英寸—几百英尺不等;(3)最常见的构造为平行层状构造;(4)层与层之间的接触关系除渐变的外,也有突变的;(5)不论是厚层、薄层,或层与层之间,其接触界面延长极远。在不同地区的剖面甚至可用地层对比法进行对比。我国乌珠岩体和乌拉尔南克拉卡岩体均具垂直分布的三个岩相带:纯橄榄岩相位于岩体下部,条带状和块状斜辉辉橄岩相位于中部,二辉橄榄岩相位于上部,各岩相间为过渡关系。

据此,多数人认为它们是由玄武岩浆的重力分异作用导致镁铁矿物的堆积而形成的。这些岩体中显示的呈层构造以及韵律特征(有人称之为火成沉积岩)是重力分异作用、对流作用及流动分异作用复合过程的结果(图1)。但是也有少数人提出间歇脉动以及多次侵入的观点,直至1983年仍有人强调多次贯入观点,并进行流体动力学的专门研究,但其成岩作用和过程仍脱离不了重力结晶分异作用的窠臼。

我国地质学家王恒升(1962)鉴于上述假说或成因模式在解释这类层状杂岩体中所遇到的困难,如第一种模式不能解释岩层中的超覆现象,第二种模式不能很好地解释其层状和韵律条带性的某些特征,而提出了岩浆侵入液态重力分异的模式(图1,3)。认为岩浆注入岩浆房后在高温宁静的地质环境中,可以发生液态重力分异,然后再各自进行结晶重力分异作用。

近些年来,由于同位素地质学的发展,使层状杂岩体岩浆分异作用(结晶重力分异,液态重力分异)而生成的观点受到冲击。层状杂岩体中的酸性岩有比同一杂岩体中超基性—基性岩高得多的 Sr^{87}/Sr^{86} 值。这表明,层状杂岩体中酸性岩部分和超基性—基性岩部分的物质来源是不同的,前者来自硅铝壳,后者来自硅镁壳。

① 胡受奚等,1982,矿床学,上册。

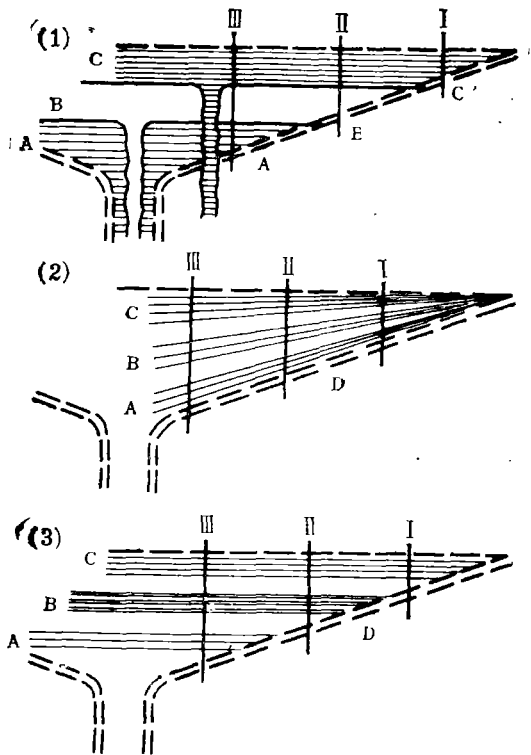


图 1 层状镁铁—超镁铁岩杂岩体形成的三种理想模式

(1) 三次脉动侵入的模式：A—第一次侵入物，A'—A的边缘相和冷凝边；B—第二次侵入物，B'—B的边缘相和冷凝边；C—第三次侵入物，C'—C的边缘相和冷凝边；I 岩石柱只含C和C'，II 岩石柱含C、B和B'，III 岩石柱含C、B、A和A'。岩层依次有超覆现象，犹如沉积岩

(2) 一次侵入岩浆房结晶重力堆积的模式：A—第一旋回或单层；B—第二旋回或单层；C—第三旋回或单层；D—同一的边缘相或冷凝边；I、II、III 各地岩石柱均含有A、B、C、D，但中部相应厚，边部相对变薄，岩层无超覆现象

(3) 一次岩浆侵入液态重力分异（堆积）的模式：A—第一旋回或单层；B—第二旋回或单层；C—第三旋回或单层；D—同一的边缘带和冷凝边；I 岩石柱包含C、D，II 岩石柱包含B、C、D，III 岩石柱包含A、B、C、D

（据王恒升、白文吉，1983）

识的不同，有人认为它应包括造山褶皱带内的呈火成侵入的所有超镁铁岩体。有人对狭义的

此外，应当指出的是，以板块构造假说为支柱的以研究蛇绿岩为对象的地质学家，在层状杂岩体的成因研究中仍无建树，或者说还未顾及到这种板块内的层状杂岩体的成因问题。

3. 稳定地台区碱质超镁铁岩（包括金伯利岩）的成因：这种碱质超镁铁岩有环状杂岩体中的碱质超镁铁岩，有与花岗岩质或花岗闪长岩质杂岩体共生的岩墙群成员的超基性煌斑岩岩墙；有金伯利岩共生组合，也有超基性熔岩和超基性岩包体等。根据其共生特征及其产出状态，人们普遍认为它们是由岩浆结晶而成的，许多人甚至把金伯利岩、麦美奇岩和科马提岩当作存在有单独液态或带有晶体的塑性超镁铁岩浆的典型代表。

久野久在仔细研究了日本和夏威夷群岛的玄武岩之后，划分出三个玄武岩系列：拉斑玄武岩系、高铝玄武岩系和碱性玄武岩系。他根据三个玄武岩系在空间分布上的规律和震源深度的关系，认为这三种玄武岩浆形成于不同的深度，其中碱性玄武岩浆形成的深度最大。从成分上看，碱性超镁铁岩—镁铁岩杂岩的母岩浆应是碱性玄武岩；对与碳酸盐岩类共生的金伯利岩来说，其中含有大量挥发分，因而认为地壳物质的同化混染作用对这种岩类的形成有一定影响。

近来，有人将金伯利岩筒与地下核爆炸的坑作了对比，认为金伯利岩筒不是爆发形成的，而是相当于金伯利岩的地幔物质在某种构造应力下底辟穿刺侵入地壳的结果。

4. 造山带中阿尔卑斯超镁铁岩的成因：造山带中阿尔卑斯型超镁铁岩有狭义和广义之分，最初只限于阿尔卑斯褶皱带内。现在，狭义的阿尔卑斯型超镁铁岩是指蛇绿岩组合中的超镁铁岩。但是因对超镁铁岩成因上认

阿尔卑斯型超镁铁岩归纳为^①：

- (1) 与辉长岩(或玄武岩)混杂一起产在绿片岩与蓝闪片岩中;
- (2) 超镁铁岩以纯橄岩和斜辉橄岩为主(特提斯蛇绿岩带西部主要为二辉橄岩);
- (3) 多半遭受强烈蛇纹石化并转变为蛇纹岩;
- (4) 没有淬火边,与围岩界限清晰,热接触变质甚不明显;
- (5) 岩体的产状与围岩的产状近于一致;
- (6) 受强烈的构造变形作用,具有类似于受强烈动力变质的变质岩构造,因而称做构造橄岩;
- (7) 发育有豆荚状铬铁矿体;
- (8) 岩石化学上以极高的 $MgO/(FeO)$ 值为特征。

造山带中超镁铁岩成因假说或观点的归纳具代表性的有P·怀利(1961),H·B·巴甫洛夫(1979)和我国的王恒升、白文吉(1983)等,一般均大同小异。我国王、白二氏(1983)对阿尔卑斯型超镁铁岩的成因观点作了如下归纳:

(1) 液态岩浆侵入认为,阿尔卑斯型超镁铁岩是由液态岩浆沿深断裂侵入地壳内形成的。如Бетехтин(1937),Заварицкий、Соколов(1948),Onuki(1965)和Taylor(1967)等。

(2) 在板块增生边界(大洋中脊)产生的洋壳,在消减带呈构造块体侵位于地槽褶皱带的沉积地层中。如Hess(1960),Dietz(1963),Naldrett(1976)等。

(3) 认为包括蛇绿岩在内的超镁铁岩都来源于玄武岩层,玄武岩岩浆分异出超镁铁岩。如Bemmelen(1951,1954),Green(1967)等。

(4) 交代成因,以Успенский(1952)和Москалева(1966)为代表,他们认为超镁铁岩是由其它岩石经交代作用形成的。

上述对超镁铁岩成因的归纳,如果考虑到地质学发展的历史和现状,结合成岩的物理状态及成岩方式,可简单地将其成因观点归为三类:即以槽台学说为基础的岩浆分异成因说;以海底扩张、板块构造为基础的残留地幔底辟侵位成因说以及少数人主张的交代成因说。

岩浆观点兴盛于槽台学说占支配地位的时期,认为超镁铁岩形成于优地槽发育早期阶段,是超基性熔体沿深断裂侵入而成岩。这一认识以超基性岩体穿切早期地质体、斜切不同时代地层、岩体产出与深断裂相伴随、岩体形态随断裂性质不同而多姿、同一构造部位有多期次的岩体以及促使不同的围岩产生高温变质等为其主要地质依据;就超镁铁岩的岩石学来说,起初大多数岩石学家都认为有超镁铁质岩浆的存在,认为这种岩浆来自玄武岩岩浆体中早期结晶并因重力堆积的镁铁矿物的重熔。但是这种观点与此类岩体没有高温接触变质带的事实相矛盾。因为在大气压力下镁橄榄石的熔融温度高达 $1890^{\circ}C$,于是许多学者都相继作了干系统和湿系统高温高压实验,例如Bowen(1935)的 $MgO-FeO-SiO_2$ 实验,Harker的 $MgO-FeO-SiO_2$ 加入挥发分(如水)的实验,Bowen(1949)的 $MgO-SiO_2-H_2O$ 实验(压力2千巴,温度 $1000^{\circ}C$)以及Хитаров(1960)扩大压力范围(30千巴)的 $MgO-$

① 中国科学院地质研究所,1973,关于超基性岩的几个问题。国外地质,第10期。

SiO₂—H₂O实验。其结果是，无论在无水条件下，还是在有水条件下，与阿尔卑斯型超镁铁岩成分相当的体系的熔融温度都与此类岩体无高温接触变质晕的事实相矛盾。于是50年后 代期Bowen的晶体“粥”说得到了普遍的承认。他认为，阿尔卑斯型超镁铁岩是由一种以稠粥般的、有极大量镁铁矿物的“粥”形成的。

六十年代以后，有Presnall在不同氧逸度下完成的镁橄榄石—透辉石—氧化铁系统的实验（1966）以及Fran和Wyllie文章对CaO—MgO—SiO₂—CO₂—H₂O系统的研究。但是都不能较好地说明阿尔卑斯型超镁铁岩的岩浆问题。

七十年代以后，我国的一些学者引入板块构造理论，以此研究中国的蛇绿岩。但是在蛇绿岩中的深成侵入岩问题上，尤其是超镁铁岩成因上有的仍坚持岩浆成因观点。例如一部分学者通过对北祁连山和新疆蛇绿岩的研究，他们认为“相当于第三层的辉长岩—辉绿岩和第四层的超基性岩与上覆岩层呈侵入接触，……”。认为“基性、超基性岩沿深断裂和其旁侧次级断裂侵入，在平面和剖面上形成复杂的形态……”。这一认识可从他们的蛇绿岩柱状图上清楚地体现出来。研究板块构造的学者（李春昱，1979,1980；侯世军,1981）也持相似的认识。李春昱教授曾反复阐述过这样的概念，认为“地槽主要位于大陆的边缘，距大陆较远基底为洋壳的地槽活动性强，当古海处于扩张阶段，地槽内有火山喷发及基性、超基性岩浆上升，出现蛇绿岩带”。

白文吉则提出了“除蛇绿岩套以外的阿尔卑斯型超镁铁岩”的形成模式。他认为这种岩石“在岩石圈板块移运的过程中，由于运动速率的不同，在远离中脊的部分产生了拉张断裂，沿这些张断裂，镁铁岩浆和超镁铁岩浆上升并侵入到海盆的沉积地层中（图2）”。并且指出，“在地槽褶皱带，如喜马拉雅山、祁连山、东西准噶尔界山等，部分超镁铁岩侵入体与沉积围岩均有明显的侵入接触显示，并且那里的镁铁岩略早于超镁铁岩，即超镁铁岩侵入于镁铁岩内，并有大量镁铁岩的捕虏体”。

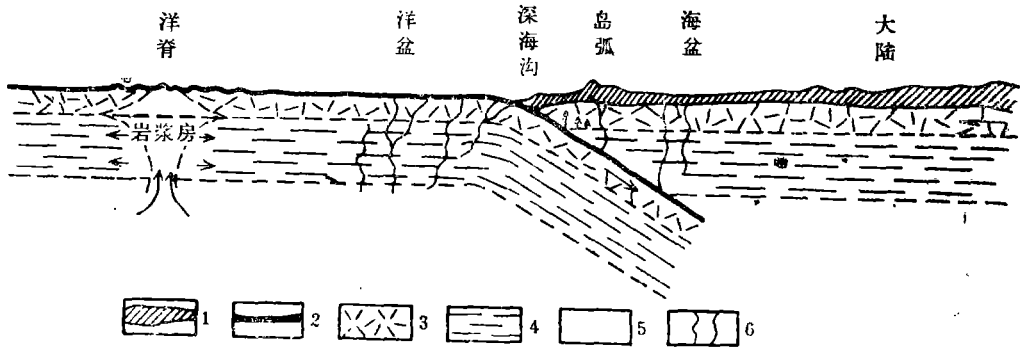


图 2 大洋中脊以外产出阿尔卑斯型基性超基性岩体示意图

1—陆壳；2—洋壳玄武岩；3—洋壳辉长岩；4—上地幔橄榄岩；5—上地幔深部；6—镁铁超镁铁岩侵入通道〔在相应部位的陆壳内有镁铁—超镁铁岩侵入体（图中无相对比例关系）〕
（据王恒升、白文吉，1983）

残留地幔侵入成因观点是在洋壳结构海底扩张和板块构造理论的基础上发展起来的。它把超镁铁岩分成两种：一种被称作构造超镁铁岩，认为是地幔亏损的残留物，另一种叫做堆

积超镁铁岩，认为是玄武岩浆分异产物，发育于蛇绿杂岩的过渡带。近些年来，大西洋中脊和印度洋中脊以及深海沟挖掘的结果表明，在这些地带主要组成岩石是玄武岩。但是在大洋中脊和深海沟的断谷壁和谷底中都挖掘到超镁铁岩。这些超镁铁岩与辉长岩、玄武岩以及某些浅成变质岩混杂产出。其岩石化学、岩石类型、微量元素、地球化学等资料表明，它们非常类似于大陆造山带中的阿尔卑斯型超镁铁岩的组合类型。大洋中脊各类岩石的 Sr^{87}/Sr^{86} 值的测定表明，超镁铁岩与辉长岩或玄武岩没有成因上的关系。某些超镁铁岩与有关岩石的 Sr^{87}/Sr^{86} 值列于表3。

表 3 某些超镁铁岩与有关岩石的 Sr^{87}/Sr^{86}

阿尔卑斯型超镁铁岩	0.707—0.713(据26个样品平均)
玄武岩中超镁铁岩包体	0.705(据10个样品的混合样)
大洋玄武岩(从拉班玄武岩至碱性玄武岩)	0.702—0.705
赤道大西洋中脊超镁铁岩	0.707—0.723(10个样品)
赤道大西洋中脊玄武岩和辉长岩	0.702—0.704(6个样品)
赤道大西洋中脊闪岩	0.704—0.705(2个样品)
赤道大西洋中脊霞石辉长岩	0.703—0.704(2个样品)

基于这些资料E.Bonatti等(1971)认为，阿尔卑斯型超镁铁岩是呈固态侵位于辉长岩、玄武岩和浅变质岩中。就过渡带中的超镁铁岩来说，大多数岩石学家，无论是板块构造观点的人还是传统岩浆观点的人都认为它是玄武岩浆在岩浆房中固结的重力分异作用堆积形成的。但也有人研究了世界上8个蛇绿杂岩体的超镁铁岩后提出其为残留成因的观点。

那么构造超镁铁岩怎样体现其固态侵位，过渡带的超镁铁岩又是怎样形成的？这既涉及到板块构造问题，也涉及到岩浆房这些基本概念，因而只能概要述及。

研究蛇绿岩的人都把超镁铁岩当作其中的一部分，因而它的侵位过程和方式也就是蛇绿岩的侵位过程和方式。据R. G. Coleman 归结为：

(1) 消减作用和上冲(仰冲)作用。前者指大洋壳在消减带上俯冲，一部分被消减，一部分被一系列俯冲断层刮掉并合并到深海沟沉积物中，在高温高压下变质，后来在造山带中被发掘出来(恩斯特，1970，1973，1974)。阿尔卑斯西部的泽泻特—萨斯蛇绿岩可为其例；后者指在消亡板块边缘(消减带)上未变质蛇绿岩岩板仰冲到大陆边缘之上(Coleman，1971)。(2) 底辟作用。麦克斯威尔(1970，1973，1974)坚持认为，热地幔物质通过大陆壳和大洋壳的底辟上升能清楚地说明这些岩石在造山带中的位置。其证据主要有，由纯橄岩体组成的超镁铁岩不与按比例的基本性、中性和酸性岩类共存；无热接触变质带；超镁铁岩中的橄榄石表现出波状消光与双晶壳层变形，表明物质是在地幔状态下底辟活动期间产生的变形效应；阿尔卑斯造山带的此类岩石底辟体中有文象尖晶石与镁橄榄石、辉石交生，这与玄武岩中此类岩石包体中所见现象相同。这些现象清楚地表明超镁铁岩来自地幔并认为是底辟作用的产物。

(3) 重力滑动、突入和深断层作用。许多人用这些机制解释蛇绿岩的侵位。他们(Decandic和Elter，1969；Abbate等，1970)认为亚平宁北部的蛇绿岩是受重力滑动侵位的；Lock

Wood (1972) 为了解释造山带中的某些蛇纹岩体而引入了“突入”这一概念。认为这种岩体像盐一样易于向上突入而侵位。许多苏联学者则强调深断裂作用,认为深断裂为蛇绿岩在地壳中侵位提供了构造条件。

关于岩浆房概念许多岩石学家都进行过模拟。这里以J.K. Casey和J.A. Karson 的描述作为例子。他们认为,“根据海洋地质、地球物理和理论研究的证据,表明稳定状态的岩浆房可以存在于快速扩张的增生板块边界的下面,而只有短暂的,小的岩浆房可以发生在缓慢扩张的板块边界下面。蛇绿岩套提供了横向观察大规模变质的深成火成岩层序,普遍认为火山岩和下伏席状辉绿岩墙是地壳不断扩张和大洋扩张中心岩浆作用形成的”^①。

顺便指出,在阿尔卑斯型超镁铁岩成因的研究中,持地幔残留侵位观点的人对这种“地幔残留”体本身的深入研究,相对而言是不够的。他们的侧重点在于上地幔如何亏损的问题上。诸如部分熔融、分批部分熔融、分馏融化、分馏结晶作用、动力熔融、带状提取(zone refining)以及像A.E. Ringwood (1965) 的对上地幔岩石的模拟都属此类问题。因此,有必要对构造超镁铁岩体本身作更为深入的研究。事实上,一些岩石学家正在进行这方面的工作,如S.S. Augustithis在《基性和超基性岩结构类型图册及其成因意义》(1979)一书中提供了许多可贵的资料。在国内也有一部分地质工作者鉴别出一系列变质组构,区分出二个世代的橄榄石、辉石等等。这对阿尔卑斯型超镁铁岩的地幔残留侵位说,无疑是有益的。

超镁铁岩的交代成因说,是苏联学者乌斯比斯基(1952)和莫斯卡列娃(1966)先后提出的。其流行也主要是在苏联,几十年来从未得到普遍的承认,甚至有冷落趋势。其基本观点是,认为超镁铁岩是地幔物质在地壳环境中经交代作用改造而成;除了莫斯卡列娃的交代假说外,有人认为纯橄岩和辉石岩的形成与深部流体作用下橄榄石受交代有关(B. И. 瓦甘诺夫和 И. Е. 库兹列佐夫, 1974);还有人提出纯橄岩和铬铁矿是侵入地壳中的斜辉辉橄岩和辉石岩经岩浆晚期气成热液再造而生成(A. C. 瓦尔拉柯夫, 1974, 1976)。

H. B. 巴甫洛夫等(1979)在《地槽区铬铁矿矿床的形成和成因类型》专著中,对T. A. 斯米尔诺娃(1976, 1977)的观点作了介绍:斯米尔诺娃将含铬铁矿纯橄岩—斜辉辉橄岩建造的超基性岩区分为两个形成阶段,即岩浆形成阶段和变质交代改造阶段。第一阶段又划分为两个亚阶段:(1)实质上的岩浆阶段,形成优地槽中典型的初始橄榄岩—弱分异斜辉辉橄岩和少量二辉橄橄岩;(2)退化的晚期岩浆期后阶段,出现纯橄岩、铬铁矿和辉石岩系。第二阶段包括一系列重叠在第一阶段岩石上的与超基性岩自变质作用有关的,或与辉长岩类和花岗岩类他变质作用有关的变质作用—交代作用。巴甫洛夫等十分重视这一观点,但不同意岩浆阶段只能产生斜辉辉橄岩和二辉橄橄岩而不能生成纯橄岩和铬铁矿的说法。认为岩浆阶段形成岩体后又有辉长岩类或花岗岩类侵入的岩体,其交代作用的概念方占主导地位,如苏联的赖依兹、沃依卡尔、哈巴尔宁等岩体。

四、铬铁矿的成因问题

铬铁矿产于超镁铁岩中,其成矿过程当与镁铁岩和超镁铁岩的成岩过程紧密相关。铬铁矿

① 中国科学院地质研究所, 1983, 国外地质, 第8期。

的成因假说经历了一系列的演变,但它属典型岩浆矿床这一认识至今基本上是一致的。尽管从六十年代以来出现了板块构造理论,但对岩浆成岩成矿的理论仍是无可怀疑的。所不同者在于对铬铁矿和超镁铁岩如何伴生和如何分离的解释上。

(一) 铬铁矿成因假说简述

铬铁矿的成因研究已经有一百余年历史。随着科学技术的发展相继提出了各种各样的成因假说。有热液或热液变质成因说(Fisher, 1929; Sampson, 1929, 1931)、岩浆早期结晶分异成因说(Vogt, 1894)、岩浆晚期残余成因说(Sampson, 1929)、熔离(分熔)成因说(Обручев, 1929; Шадлун, 1933)、应力分异成因说(Diller, 1919)、气成成因说(Карпинский)、液态重力分异成因说(王恒升, 1962)。其中影响较大的是Vogt的早期岩浆矿床、А·Г·别捷赫琴的晚期岩浆矿床、熔离矿床以及斯米尔诺娃的交代改造形成等假说。

Vogt根据铬铁矿床多赋存在层状超基性岩体下部及铬尖晶石特有的熔点高、比重大及自形程度好等特征,认为岩浆中的微量铬通过早期晶出的铬尖晶石重力下沉富集成分凝式或堆积式铬铁矿床。这一观点尽管后来受到许多铬铁矿非应力下沉事实的挑战,但是经过Vogt本人的修正,从六十年代起以E·D·杰克逊(1961)和瓦格纳等为代表的层状岩体的研究者,依据某些岩体鲜明的层理与沉积岩构造的类似性,再次予以复苏。

三十年代以来,以А·Г·别捷赫琴为代表的一些矿床学家,基于超镁铁岩中副矿物铬尖晶石普遍晚于硅酸盐矿物品出的事实,提出铬铁矿是由岩浆结晶作用晚期分异出来的残余含矿熔浆形成的。认为岩浆中微量铬的富集作用,只有当硅酸盐矿物大量晶出之后,才使铬富集在残余岩浆中,从而形成晚期岩浆矿床。四十年代以后,苏联学者一直重视挥发份在成矿中的作用。业已查明,超镁铁岩中的挥发组分有甲烷、氢、硫、二氧化碳、水、氟、氯和磷等。再加上鲕状、瘤状等野外常见地质现象,以及开斯(1954)的 $MgO-SiO_2-Cr_2O_3$ 三元系统的实验,提出了熔离作用在成矿中的重要性。在此前后,王恒升等首次提出液态岩浆重力分异、结晶分异和熔离作用综合控制成矿的观点。他解释说,当液态岩浆发生重力分异时,最基性的、比重大的自然下沉到底部,向上逐渐变酸,从而发生岩浆的液态重力分异,形成比重不同的“局部岩浆”,每一局部岩浆在结晶分异过程中都可形成残余含矿熔浆,这种含矿熔浆进一步熔离,从而形成各种类型的铬铁矿床。

如前所述,苏联某些矿床学家提出超镁铁岩中的铬铁矿是地幔物质在地壳环境中由交代改造作用形成的观点。他们认为,其中的铬铁矿化是由退化的晚期岩浆期后流体对早期形成的岩石交代改造作用而成矿。他们解释说:“当镁硅质熔体全部结晶为橄榄岩时,由于流体对橄榄岩的相互作用,又重新产生含矿硅酸盐熔体。当这些熔体充填在橄榄岩和交代成因的纯橄榄岩的空隙中,经似共结性结晶作用和熔离作用逐渐形成矿床”。

(二) 层状铬铁矿和豆荚状铬铁矿

在岩浆成因的总概念下,不同研究者按铬铁矿床产出的地质条件和特点,提出了不同的成因类型划分方案。这在白文吉等的《中国铬铁矿床及成因》(1983)一书中已作了概述。纵观这些方案可知,由于铬铁矿成因假说的纷繁,由于铬铁矿研究历史的变迁,以及由于各个学者在分类中强调的侧重点的不同,因而有各种分类方案的出现。例如有根据铬尖晶石在

岩浆中析出的阶段的不同而划分其成因类型的(Соклов, 1949; 陈正, 1959等); 有强调交代改造而划分其成因类型的(斯米尔诺娃, 1976, 1977); 有强调矿浆成因和铬来源的成因分类(王恒升、白文吉, 1983); 此外还有以母岩体类型来划分的分类, 如层状型、非层状型、似层状型; 再此基础上, 再依含铬铁矿的岩体类型划分出各种岩相组合(或建造)(С.Козлов, 1948; Павлов, 1973和白文吉等, 1977)。

考虑到前述超镁铁岩成因研究中三大类型的划分, 结合找寻铬铁矿的实际指导意义, 我们认为“层状铬铁矿”和“豆荚状铬铁矿”这两个术语的区分是十分有用的, 它们极为简单明了地表达了产在世界层状镁铁、超镁铁岩和阿尔卑斯超镁铁岩中铬铁矿的特征。

层状岩体中的层状铬铁矿研究已积累有丰富的资料。白文吉等(1977)将层状镁铁—超镁铁岩及其铬铁矿分为四个亚建造: 斜辉辉橄岩—古铜辉石岩—苏长岩亚建造(美国斯提耳沃特); 古铜辉石岩—苏长岩亚建造(阿扎尼亚布什维尔德岩体); 纯橄岩—斜辉辉橄岩—古铜辉石岩—苏长岩亚建造(津巴布韦大岩墙); 基性岩—角闪石岩—斜长岩亚建造(格陵兰菲斯克纳塞特岩体)。其含铬铁矿岩相为杂岩相, 如布什维尔德的临界带, 大岩墙的过渡带等。矿层位于含矿岩相中部和上部, 而不在底部和底板围岩附近(据王恒升、白文吉, 1983)。六十年代以来, 此类岩体和矿床的研究一直有人在探索着。不少学者强调结晶重力分异和在岩浆成岩过程中的沉淀作用, 导致“堆积作用”成岩成矿理论有了很大发展, 并从层状岩体、层状铬铁矿床扩展到阿尔卑斯型的非层状铬铁矿床, 即豆荚状铬铁矿床。

论述堆积作用最多的E·D·杰克逊在其《堆积作用产生的超镁铁岩成因论》(1971)一文中认为, 一般说来层状侵入体超镁铁岩与阿尔卑斯型超镁铁岩之间, 主要是它们的构造状况而不是它们原始的生成过程的差别。强调它们的原始生成过程是一致的^①。

塞耶(Thayer, 1964)对豆荚状铬铁矿床作过较为概括的描述, “在阿尔卑斯橄辉岩和镁铁质杂岩中, 出现豆荚状铬铁矿床, 它们的形态是板状、铅笔状和不规则状。在典型情况下, 铬铁矿是他形的, 且常常表现出粒化作用和岩浆熔蚀作用的影响。流动层、叶理、线理在多数铬铁矿和橄辉岩围岩中是平行的, 而且在正常情况下穿过包括铬铁矿在内的主要岩石单元, 局部地区叶理、线理交叉层面。多数豆荚状矿床的定向常平行橄辉岩的层或叶理, 但有些是相交的”。据科尔曼的归结, 豆荚状铬铁矿有两种型式, 最常见的是产在变质橄辉岩中, 另一种是蛇绿岩套中层状辉长岩和橄辉岩之间的接触有密切的空间关系, 即铬铁矿床产于过渡带中。它们都保留有原生构造, 揭示了曾由火成熔体堆积形成的清楚证据。这方面的代表性论述有塞耶(1964, 1969, 1970)、迪凯(1975)、格林鲍姆(1972)和布朗(1980)。他们的基本出发点都在于注意到了豆荚状铬铁矿中残留结构都具堆积特征。塔林(Tarling, 1981)还提出了铬铁矿及矿床的成矿过程模式(图3、4)。除了表示大洋中脊下面玄武岩浆的分凝作用和熔体上升形成豆荚状铬铁矿的理想过程以外, 还提出了如果洋脊扩张速度较慢, 岩浆房在一个地方停留时间较长, 而且在岩浆房贯入口有原始未演化的岩浆不断补充才能形成有经济意义的工业矿床的设想。

综上所述, 可以看出: 研究阿尔卑斯型超镁铁岩成因和铬铁矿床的学者, 一方面认为此类岩体是地幔残体, 一方面又识别出其中的豆荚状铬铁矿具岩浆堆积特征, 而又称这种矿床

① 中国科学院贵阳地球化学研究所, 1974, 地质地球化学, 第3期。

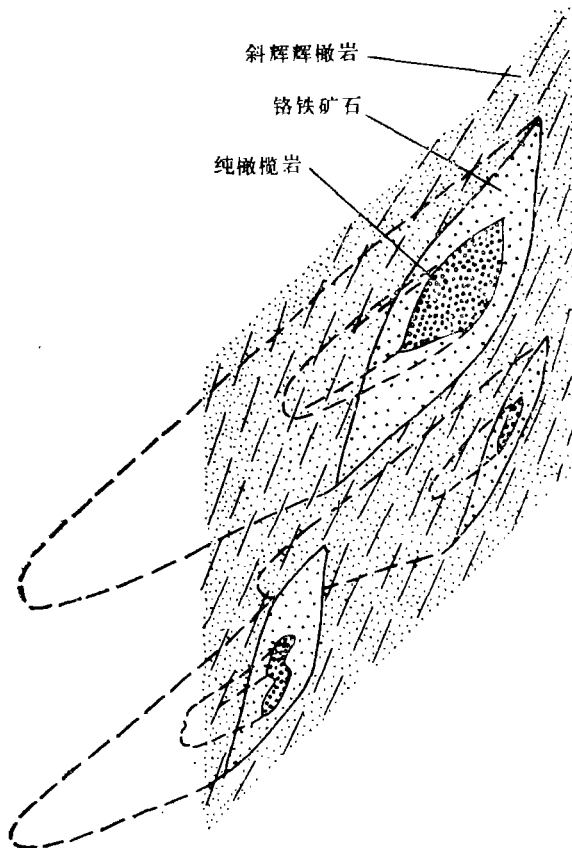


图 3 典型豆荚状铬铁矿床成因图解
(据D.H.Tarling, 1981)

在此类岩体中杂乱无章地分布。也就是说变质橄榄岩中的铬铁矿是无规律可循的。这显然是一个矛盾,表明这方面的研究有待于加强和深化。

总之,有关铬铁矿成因方面的研究,从六十年代以后尚无重大进展和突破。已建立的理论对指导实际找矿工作尚有相当大的差距,正如加拿大著名矿物学家R·W·哈钦森1981年指出的:“当前成矿理论是不完善的,有的甚至是错误的,研究范围也过窄,而且带有极大的片面性。”他认为,为了改变这种状况,必须加强矿床区域成矿环境和矿床成因研究,鼓励新的成矿理论和成矿概念的发展,改变目前存在着的阻止对已发表或被人们接受的观点进行本质上改变的趋势。看来,今后如何提高铬矿成矿理论研究水平是十分重要的。

五、几点认识和建议

1.纵观国内外超镁铁岩和铬铁矿床的研究,可知在这个领域内人类已积累了丰富的研究成果和成岩成矿理论。六十年代以来,岩浆观点的研究已达到了一个高峰,在我国亦是如此。近年的许

多著作多是六十年代以来所积累的丰富资料的总结。七十年代以来由于板块构造理论对它的冲击,蛇绿岩的研究和阿尔卑斯型超镁铁岩成因上的地幔残留说的影响,使岩浆论者的研究受到阻碍,就连苏联持岩浆观点的许多有名望的学者也一再作出某些观点上的修正。

2.阿尔卑斯型超镁铁岩成因研究上的地幔残留说,在蛇绿杂岩全面系统研究工作日益深入的形势下,除世界各国学者在自己所在范围内作小规模的研究之外,还有一些国际性的合作研究;但就地幔残留体—阿尔卑斯型超镁铁岩来说,其研究程度相对较低,与火山岩研究相比尤为突出。因此以地幔残留侵位说为出发点的阿尔卑斯型超镁铁岩的研究应当加强。现代海洋地质的研究,以及全球性概括和陨石、月球岩石、类地行星与地球的对比,为我们研究地球上的镁铁、超镁铁岩及其有关矿产的成因、分布规律开拓了日益广阔的思路,在理论研究和指导找矿中积极汲取各种观点的合理部分,防止单一观点的束缚,显得十分必要。

3.结合我国实际,我们的研究工作在岩体类型上应以阿尔卑斯型超镁铁岩和有关矿产为

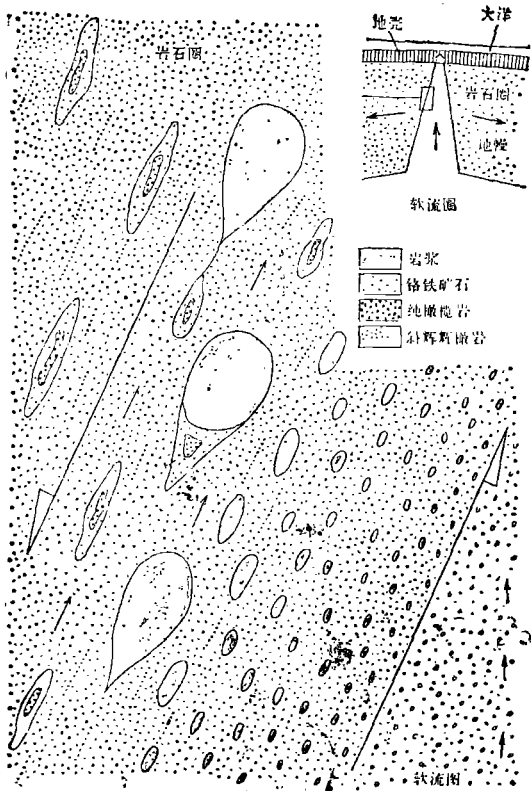


图 4 大洋中脊软流圈和玄武岩岩浆
分异时豆荚状铬铁矿的形成
(据D.H.Tarling, 1981)

主要对象；在研究地区上应以中国的西部为主。事实上在西藏西部和昆仑山还有许多研究上的空白或半空白的地段。例如地矿部成都地矿研究所1983年在西藏阿里地区噶尔县发现了铬铁矿，尽管目前所发现的矿体很小（地表 45×9 米），但清楚地说明了这一问题。

在超镁铁岩及有关矿产研究和找矿方面，应改变过去“就矿找矿”和“急国家之所急”的单打一找铬的指导思想，这在某种程度上束缚了人们的手脚。今后应加强基础地质及成矿预测的研究，综合评价，综合找矿，提高找矿效益和经济效益。同时应开展低品位铬铁矿矿石的利用研究，要注意超镁铁岩用途研究的新动向。

4.在超镁铁岩和有关矿产研究的指导思想上，苏联的地质学家在接受现在流行的新观点、新认识上可说是保守的，但是近年来已大为改变。最近在一次苏联地质部区域地质和普查测量工作局局长H·麦热洛夫斯基主持的会议上地矿部情报所《地质科技参考资料》1984年第8期确定

和板块构造理论应用于苏联的区调和普查找矿工作，并在会议的决议中加以强调。在我国，虽然在接受新学说上比苏联要好的多，但其研究主要仍停留在科研院校，地质学家和地质工作者的范围内。作为普及性的工作，作为地质工作的一项策略仍显保守，这应引起有关方面的注意和重视。

5.要加强实验岩石学研究，为基础理论研究提供必要的数据。尽量改变完全利用外国学者的数据和相图作为依据的局面（不是说排斥国外先进的东西）。例如在超镁铁岩及其有关矿产研究方面，现在是涉及到高温高压实验尽是国外有关数据，这种局面应尽快改变。

以上是我们对国内的超镁铁岩和铬铁矿研究水平和现状的初步分析，不足和谬误之处，请批评指正。在编写过程中，得到李行、夏林圻、董显扬和王懿圣同志的帮助，在此一并致谢。

（主要参考文献21篇从略）