

论基性—超基性岩及铬铁矿的带状分布

王述平

一、基性—超基性岩的分带现象

伟大领袖毛主席说：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性”。铬矿床的形成和产出规律不同于其他矿床，它往往作为基性—超基性岩的一部分成分存在。这种基性—超基性岩常沿巨型构造体系成带分布。铬铁矿在岩体内也成带分布、成群出现。本文重点讨论岩体群的分带现象。

由肖序常等所编世界主要基性—超基性岩带和主要铬铁矿分布图^{〔2〕}可见，基性—超基性岩带和主要铬铁矿矿田的分布状况。就亚、非、欧三洲看来，发现至少有三个超巨型的基性—超基性岩铬矿带，和若干规格稍次一级的铬矿带（图1）。

1. 纵贯亚欧两洲的铬铁矿带

西起南斯拉夫，经西南亚土耳其、伊朗、阿富汗，南亚的巴基斯坦和印度，我国的西藏，向东南经云南延续到马来半岛和苏门答腊，有一个断续分布的超基性岩铬铁矿带，它们受Ⅰ托罗斯—阿拉脱里山字型构造，Ⅱ伊朗—阿富汗山字型构造和Ⅲ滇藏歹字型构造等有关构造体系的控制（图1）。

李四光同志指出托罗斯—阿拉脱里山字型构造以西可能存在另一个山字型构造的前弧——赫伦弧，它的弧顶在克里特岛，北西翼在希腊境内（图1〔25〕），北西延续到阿尔巴尼亚〔26〕，并可能达南斯拉夫〔27〕，已接近它的反射弧位置了。它的东翼最东部可能与托罗斯—阿拉脱里山字型构造的北东翼复合，为土耳其古勒曼矿区所在〔21〕，土耳其的费提耶〔23〕和哈塔矿区〔22〕接近弧顶；苏联外高加索矿区接近其反射弧〔20〕。

土耳其东部大体相当于伊朗—阿富汗山字型构造的北西翼，弧顶在伊朗〔19〕和巴基斯坦〔17〕，北东翼为阿富汗铬矿产地〔18〕。这一山字型构造的反射弧在克什米尔地区，有超基性岩体群分布。反射弧的南东翼断续地穿过印度，与滇藏歹字型构造交接。超基性岩带沿滇藏歹字型构造从云南西北境和缅甸北境往南，分为东西两支。这种类似土耳其著名的“雷茄状”铬铁矿带的环球性带状分布，为其

他矿种所罕见。

2. 横跨非洲及欧洲的铬铁矿带—Ⅵ南非—芬兰经向构造带

南非德兰士瓦布什维尔德杂岩体，约位于东经26°~31°，南纬24°~26°范围内；为侵入于元古代古地槽沉降带内的基性—超基性杂岩体，地槽迥返后又受纬向构造影响成岩盆状，产出超巨型层状铬铁矿〔2〕。北面为罗得西亚大岩墙（层状铬铁矿，西侧有太古代的塞卢奎含铬超基性岩）〔1〕，再向北经过非洲东北部有埃及的铬铁矿〔3〕。苏联境内乌克兰地盾有卡皮诺夫铬铁矿〔7〕，由此断续至芬兰〔8〕，还存在着元古代沉降期间侵入的类似矿化岩体。

3. 横断亚、欧两洲的乌拉尔铬铁矿带—Ⅴ乌拉尔经向构造带

乌拉尔地槽由加里东到华力西旋迴期间，构造发展有继承性，大部分超基性岩在早石炭—中石炭世之间侵入。从南向北分布有肯皮尔赛和克拉克、阿拉帕也夫〔12〕及前寒武纪的萨拉诺夫岩体〔9〕，产有以似层状、脉状矿体为主的各种不同类型的铬铁矿。

4. 与其他构造体系有关的脉状铬铁矿带—Ⅶ日本—吕宋岛弧褶皱带

从千岛群岛、日本群岛经我国台湾达吕宋岛以南，这些新华夏系多字型列岛形成岛弧。由于岛弧转折处深断裂的交汇，有较多的超基性岩活动和铬铁矿的富集。如日本本洲铬铁矿〔15〕，北海道铬铁矿〔16〕，菲律宾吕宋散巴累斯山铬铁矿〔13〕及巴拉望岛铬铁矿〔14〕等。

5. 我国的主要铬铁矿成矿带

目前我国所发现的主要的超基性岩铬铁矿带，为上述西南地区的脉状铬铁矿带。其他岩带大多分布于加里东期、华力西期及喜马拉雅地槽区。铬铁矿矿体的构造类型*以脉状、条带状及浸染状为主，矿体规模稍次于上述岩带。主要有①阴山东西

*根据E. 桑普逊1942年的分类，补充肯皮尔赛巨型似层状矿体〔6〕。

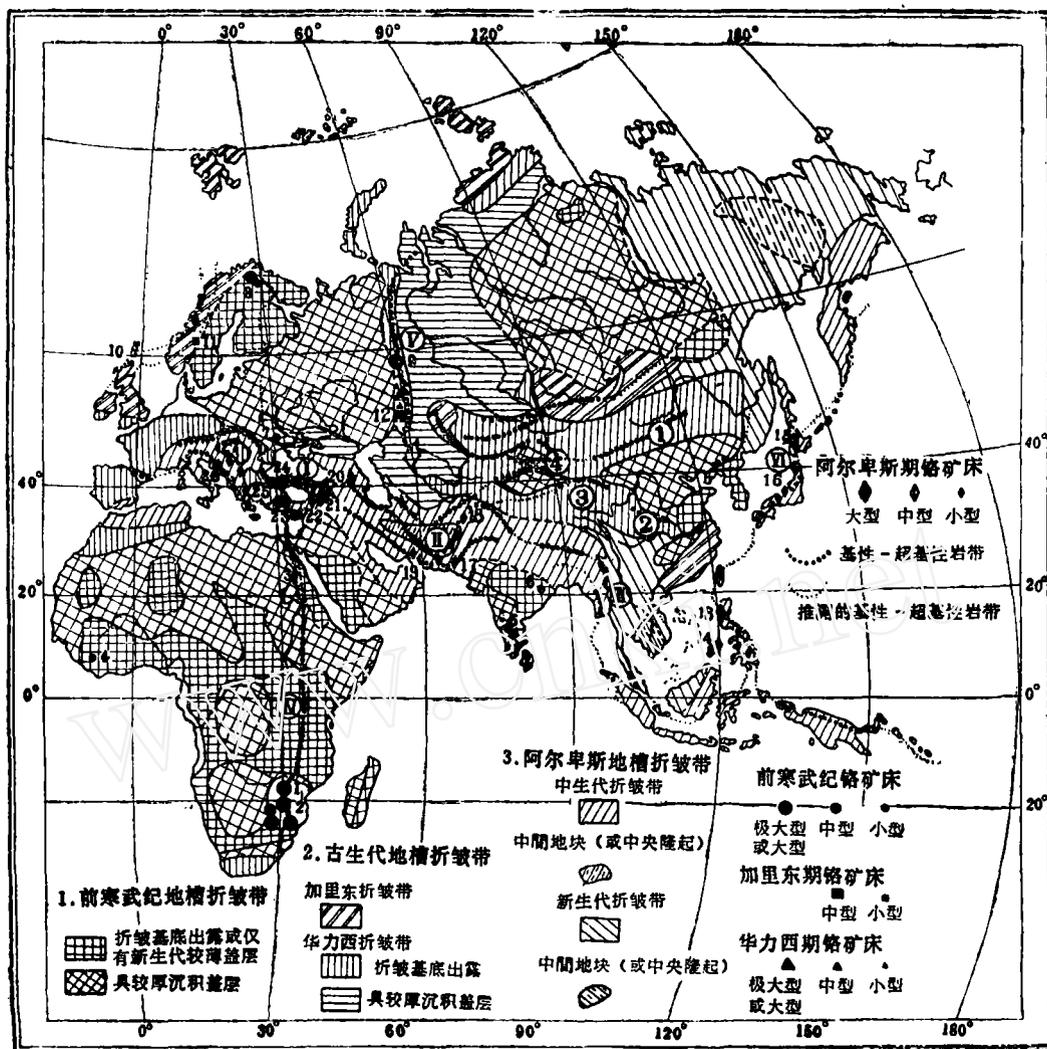


图1 亚、非、欧三洲主要基性-超基性岩带和主要铬铁矿分布图 (据肖序常等)

I. 前寒武纪铬铁矿床: 1-罗得西亚大岩墙塞卢奎及其附近; 2-南非布什维尔德; 3-埃及; 4-塞拉勒窝内; 5-印度迈索尔; 6-印度奥丽莎; 7-乌克兰; 8-芬兰; 9-乌拉尔萨拉诺夫; II. 加里东期铬铁矿床: 10-设德兰岛; 11-挪威铬矿带; III. 华力西期铬铁矿床: 12-乌拉尔肯皮尔赛等铁矿带; IV. 阿尔卑斯期铬铁矿床: 13-菲律宾吕宋岛散巴累斯山; 14-菲律宾巴拉望岛; 15-日本本洲; 16-日本北海道; 17-巴基斯坦; 18-阿富汗; 19-伊朗; 20-外高加索; 21-土耳其古勒曼区; 22-土耳其哈塔区; 23-土耳其费提耶区; 24-土耳其布尔沙区; 25-希腊; 26-阿尔巴尼亚; 27-南斯拉夫

向条带状铬铁矿带, ②秦岭东西向以条带状为主的铬铁矿带, ③祁连山西北向以脉状为主的铬铁矿带及④天山东西、北西、北东向脉状铬铁矿带及燕山东西向浸染状铬铁矿带——初步认为与前寒武纪地槽区基性-超基性杂岩有关; 其他岩带主要是华力西期侵入的岩体。由图1可以看到它们粗略的轮廓。板块构造学说认为亚、欧大陆与印巴次大陆间原有一个古地中海, 那里海洋地壳(印度洋板块)向亚欧板块南缘的古海沟俯冲下去, 消融在地幔之中。洋壳完全消亡之后, 两陆相撞, 古海沟两侧的沉积

物受挤压形成巍峨的喜马拉雅山脉(有人称为地缝合线)。非洲板块则沿地中海南缘俯冲于土耳其板块之下。图1中的I、II、III岩带恰好位于这一缝合线位置。日本-菲律宾岛弧则属于太平洋板块及菲律宾板块向西俯冲地带, 目前岛弧东侧发育有深海沟。岛弧地带则有火山活动, 并曾有超基性岩铬铁矿侵入。超基性岩铬铁矿带的展布规模如此辽阔, 和它们沿板块俯冲及深部地幔的对流作用有关; 老岩体群(如V岩带等)则沿古地缝合线分布。因此, 根据目前的资料和板块学说的理论, 基性-超

基性岩体群带是沿不同时期、大小不同的板块边缘或地缝合线分布的。可能阴山纬向构造带-天山北带和秦岭、祁连-天山南带分别属于古地缝合线的范畴。

二、岩体内部岩相及铬铁矿矿体群的分带现象

对于类似南非布什维尔德一类杂岩体内层状铬铁矿的岩体分带现象已早成公认的事实。但非层状铬铁矿的分带现象则较为隐蔽，最近才比较清楚。如苏联乌拉尔肯皮尔赛岩体的分带现象是上带为蛇纹石化二辉橄橄岩、斜辉辉橄岩，厚度数百米到一公里以上，分布于岩体北部巴旦姆申穹窿的轴部，赋存的中小型脉状铬铁矿矿石矿物为镁质铝铬铁矿 ($Cr_2O_3 = 38 \sim 42\%$, $Al_2O_3 = 28 \sim 30\%$, $MgO/FeO = 1.61 \sim 2.68$, $Cr_2O_3/[FeO] = 2 \sim 3$)。此带之下，特别在西南穹窿发育有纯橄岩-斜辉辉橄岩杂岩带，厚300~500米(中带)，赋存有条带状铬铁矿，矿石组分与前略同 (Cr_2O_3 稍高, Al_2O_3 稍低)。东南穹窿及两翼分布有再度侵入的纯橄岩(杂有少量斜辉辉橄岩、二辉橄橄岩)，厚度大于1,000米(下部带)。矿体规模巨大，矿石

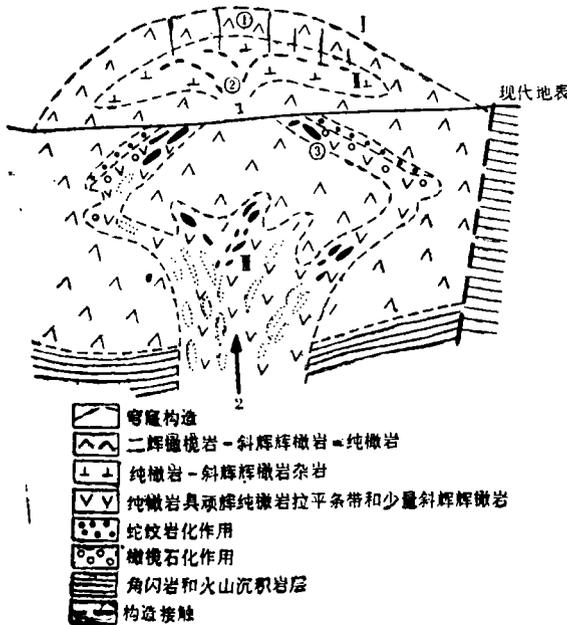


图2 肯皮尔赛岩体及铬铁矿分带示意图

(根据G·A·索科洛夫等的原因, 增加北部穹窿的岩相和矿体而构成理想的岩体完整分带) 1-第一次侵入的岩相; 2-岩浆通道及二次侵入的富铬纯橄岩; I-上带及脉状矿体①; II-中带及浸染条带状矿体②; III-下部带及巨型似层状矿体和分凝体③, 矿体群向通道侧伏

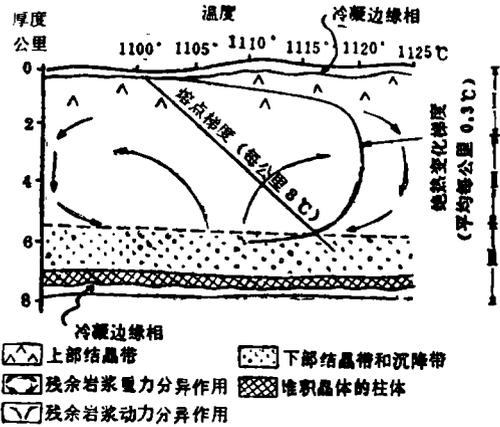


图3 重力分异转化为动力分异(成矿阶段)示意图(根据E.D.杰克逊改编)

I-上带: 相当于块状橄橄岩-斜辉辉橄岩带; II-中带: 相当于含矿杂岩带(纯橄岩-斜辉辉橄岩); III-底部带: 相当于纯橄岩带

矿物为优质铬铁矿($Cr_2O_3 = 61 \sim 64\%$, $Al_2O_3 = 7 \sim 10\%$, $MgO/FeO = 1.38 \sim 2.17$, $Cr_2O_3/[FeO] = 4 \sim 5$)。

G·A·索科洛夫把这种超基性岩体划归两次(或多次)侵入的岩体, 并认为这种富铬纯橄岩残余的再活动能形成巨型优质富矿。非常值得注意的是类似的岩体已陆续有所发现, 如极地乌拉尔的沃伊卡洛-司尼因斯克超基性岩体的分带与肯皮尔赛岩体略同, 并认为铬矿最有远景的是下部带的岩浆最后期的纯橄岩相。此外, 阿尔巴尼亚在勘探脉状铬铁矿时也曾有在深部发现层状或似层状矿体的报道。下面以肯皮尔赛为例作示意图(图2)阐明两次侵入岩体的分带和不同构造类型矿体的关系。

魏格和笛尔, 1939年对司各特侵入体提出对流循环的理论⁽⁶⁾, 认为岩浆的结晶作用先从侵入体的上部开始, 温度相当于橄橄石、辉石、斜长石等的结晶点上。当对流作用将这一部分岩浆带到下部时, 由于压力的增加, 将继续产生结晶作用。这是因为岩浆的热梯度为每公里 $0.3^{\circ}C$, 而这些矿物熔点的增加每下降一公里为 $1 \sim 5^{\circ}C$ 的缘故, 因此往往一个岩体的结晶作用顶底板同时发育(图3)。

笔者认为铬铁矿的成矿作用, 主要取决于重力和动力这一对矛盾运动主要矛盾方面的互相转化。层状铬铁矿是重力分异作用为主的产物。这一示意图同样可以解释超基性岩的分带现象。岩体上部带相当于(I), 下部带相当于(III), 而当橄橄石完全结晶之前的残余岩浆的运动形成中部含矿条带状矿石的纯橄岩-斜辉辉橄岩杂岩相(II)(图3抛

西南某岩带某岩体的分带

表1

岩体类型	规模产状	岩相分带	厚度	矿床及矿石矿物	备注
纯橄岩-斜辉辉橄岩型	长约数十公里最宽数公里走向东西呈向北凸出的单斜岩体	上带: 橄 榄 岩、斜辉辉橄岩带 中带: 纯橄岩-斜辉辉橄岩 杂岩带 下带: 纯橄岩 带	出露宽数十至数百米(部分被侵蚀) 宽数百至千余米 出露宽数百米埋深不详	脉状铬铁矿(产于上带下部)*(厚数米, 长数十~数百米) 矿石矿物: 镁质铝铬铁矿 $Cr_2O_3: \times \times \%$ $Al_2O_3: 10 \sim 13 \%$ $MgO/FeO=1.2 \sim 2.6$ $Cr_2O_3/(FeO)=3.4 \sim 4.8$ 条带浸染状铬铁矿(产于中带) 矿石矿物: 镁质富铬铁矿 $Cr_2O_3: \times \times \%$ $Al_2O_3: 9 \sim 10 \%$ $MgO/FeO=1.3 \sim 2.6$ $Cr_2O_3/(FeO)=2.6 \sim 4$	一般脉状矿石 Al_2O_3 常高于20%, 此矿石偏低 一次侵入早期重力分异纯橄岩带; 如发现二次侵入的, 往往出现巨型岩相一构造成矿带。

*主要的岩相一构造带

物线矢线表示残余岩浆在挥发分影响下在定向压力下的流动分异作用)。

凡倾角稍缓的近似类型的超基性岩体, 往往有类似的成岩和成矿作用, 也就会发生类似的分带现象。试举我国西南某岩体为例, 其分带现象见表1。

王希斌等也曾认为底部的纯橄岩是岩浆开始侵入、以重力分异为主时形成的, 并谈到, 底部纯橄岩的中上部的浸染状矿条, 实际意义不大(7)。但对于本岩体和西南的其他岩体是否有再度侵入下部带有巨型优质富矿的纯橄岩, 都还不能作出结论。

在上述分带现象中, 有利于成矿的“岩相-构造成矿带”, 是纯橄岩-斜辉辉橄岩杂岩带上部到斜辉辉橄岩底部的过渡带和纯橄岩条带中的条带浸染状矿体(本岩体中次要), 产于斜方辉橄岩裂隙内主要的脉状矿体经常具有纯橄岩外壳。有人研究印度奥丽莎邦脑萨希的脉状铬铁矿(11), 发现粗粒铬铁矿矿石($Cr_2O_3=65.44$, $Al_2O_3=8.00$, $Fe_2O_3=0.16$, $FeO=13.53$, $MgO=12.87\%$)中往往包有第二代的铬尖晶石及橄石的“凝块结构(Clots texture)”, 推定与高温、高压下独自成为一个系统的“粒间溶液(较富铝及铁)”影响粗粒铬矿石重新晶出第二代的细粒铬尖晶石($Cr_2O_3=62.52$, $Al_2O_3=10.27$, $Fe_2O_3=0.43$, $FeO=14.04$, $MgO=12.75\%$), 并使橄石发生成分变化(富镁)。脉状矿石的富铝等特征, 和这种变化有一定关系。脉状矿体还常见到豆状矿石和 MgO/FeO 值偏高等现象。

脉状矿体有时沿岩体边部及中央的褪色破碎带成带分布。有时矿体可以穿透母岩进入围岩裂隙内达一定距离。这是特殊的情况, 任何情况应用地质力学的方法分析断裂系统都是必要的。过去有人从我国的脉状矿体的产状出发, 过分强调铬铁矿矿体群的构造控制条件, 而忽略了它们的发生和发展过程, 及其与一定的岩相之间的内在联系, 显然是不正确的。

西南的另一个著名岩体产状较为平缓, 有重力分异作用, 超基性岩和铬铁矿有类似上述分带现象。北秦岭某超基性岩铬铁矿也有类似上述分带现象, 西北地区一个著名的含富铬矿的小岩体, 也是有类似这样分带的, 我国的几个主要岩带都发现有类似这种分带的岩体。

岩墙状超基性岩往往以侧分异为主, 但如果详细解剖一个岩体, 则发现这种岩体的岩浆分异过程, 也是和前者近似的。例如我们曾研究过的北秦岭某岩体走向北西西, 倾向南, 首先从经过详细勘探的岩体中段发现有如下的分带现象(图4)。

如从立体概念观察, 则岩体上部有橄岩、斜辉辉橄岩顶盖(图4中标出其残留部分, 并于剖面I恢复了侵蚀掉的部分)。岩体外带的细粒纯橄岩应属于早期重力分异产物, 其赋存位置应以岩体下部为主(剖面II)。而纯橄岩-斜辉辉橄岩杂岩带的分布似较零星, 而以岩体西部上盘为主, 而向残浆活动尾声的内部杂岩带过渡, 内部带有大量分异的橄透辉岩与中粗粒纯橄岩条带成互层出现, 条带状铬铁矿产于靠近透辉岩和纯橄岩条带或分离体

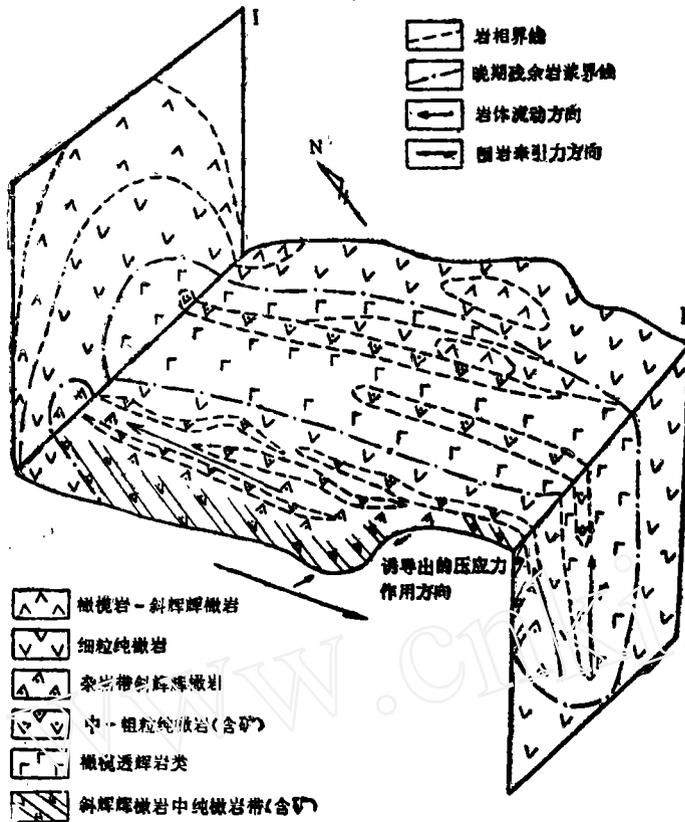


图4 北秦岭区某超
基性岩铬铁矿分带示意图

(I、II两剖面图分别
表示侵蚀掉的顶板 and 深部的
设想)

1. 外带, 细粒纯橄岩,
2. 上盘外带内侧 (岩体西部) 中粗粒纯橄岩-斜辉辉橄岩杂岩带;
3. 内部带, 纯橄岩-橄辉透辉岩互层带。

内, 表明成矿作用发生于残余岩浆阶段。

岩体北部工作较少, 仅就南部分析, 边部杂岩内纯橄岩、条带状铬铁矿与斜辉辉橄岩成互层条带, 矿石具同生及后生(穿插原生节理)构造, 由于残浆流动时受围岩的牵引(图4矢线), 和岩体主流层方向斜交, 走向近南北, 并呈“斜列式排列”, 它们和岩浆主流方向成入字型交汇, 其锐角方向指向岩浆的运动方向, 并可向相反的方向探索岩浆通道, 由此可见研究岩体流动构造的重要性。岩体边部矿体群的这种排列方式在我国西部地区还有所发现。

岩体外凸部(或剖面上由缓变陡)和流层转折, 有利于矿体群的富集, 如华北北部某岩体“S型”和“反S型”流层控制着纯橄岩异离体内较大的铬铁矿体群。此外矿体群普遍存在有向通道侧伏现象, 这些都可以说明成矿时期以动力分异为主。西南地区的脉状矿体, 同样多在岩体流层转折处富集, 因为这种地带也是原生裂隙活动频繁的地带。所以条带状矿体变到发生同生及后生混成条带, 转化为脉状压入式矿体, 属于不同成矿阶段的一个从渐变到突变的过程。和流动构造近似的应力场影响构造的发展, 裂隙发生再活动或交接, 可以形成叠

瓦状、雁行状、入字型及锯齿状等构造型式的矿体群。

这一岩体还发现有纯橄岩异离体向岩体深部有渐趋合并的趋势, 说明深部存在有纯橄岩相。纯橄岩异离体属于岩体中部残余岩浆在挥发分影响下, 自北向南作40度角度向上方流动而成。可见陡直岩体同样经历有重力分异和动力分异两个不同阶段, 但往往动力分异作用显得更重要。

三、关于矿体评价、找矿标志和矿床成因类型

根据我们的粗浅体会和文献资料初步综合铬铁矿的评价和找矿标志如下:

1. 岩体的分带现象和铬铁矿的带状分布, 应当作为首要的找矿标志。即, 首先确定岩体有无分带现象, 划分出有利于成矿的杂岩带。脉状矿体有沿岩体中心或边部成带分布的现象, 凡以脉状矿体为主的矿床, 应注意深部有无囊状或条带状类型的矿体。经过研究确定岩体是一次或多次侵入体, 如属于后者, 则应探索下部带巨型以层状矿体。

岩体膨大或收缩、岩体外凸部及流层转折、岩体边缘及悬垂体附近(矿体产状受两者接触带产状

铬铁矿的成因类型

表 2

矿床成因类型		矿体构造类型	含矿岩相及所属岩带	与母岩或围岩关系	矿石类型	矿石种类特征 $Cr_2O_3/(FeO)$	矿床规模	实例	岩体类型	岩体产状
I 早期岩浆矿床	重力分异式	层状	古铜辉岩为主 下部带	整合	以块状为主	富铁铬铁矿 > 1	特大型	南非布什维尔德	基性-超基性杂岩(斜长岩、苏长岩、古铜岩、斜辉辉橄岩、辉石岩)	岩盆状
	分异式	浸染状	橄辉岩、辉橄岩中带	与岩体略呈整合	均匀浸染状	富铁铬铁矿(?) < 1.5	小型	燕山岩带某岩体(?)	辉橄岩-辉石岩型	岩墙状
II 晚期岩浆矿床	动力分异式	条带状	纯橄岩 中部杂岩带	与流层整合	条带浸染状, 块状	镁质铬铁矿 2.2~3.8	中型	华北北部某岩体	纯橄岩-斜辉辉橄岩型	单斜状
	分异式	浸染状	纯橄岩 上带	浸染状矿条、矿带与母岩整合	稀疏及稠密浸染状	富铁铬铁矿 < 1.5	小型	燕山岩带	纯橄岩型(与斜长岩类基性岩类有关)	单斜状
	贯入式	脉状	近矿为纯橄蛇纹岩 远矿为辉橄蛇纹岩	穿插母岩及围岩	块状为主	富铬尖晶石 < 2.4	特大型	苏联萨拉夫夫	斜辉辉橄岩-橄辉岩型	岩墙状
III 残余岩浆矿床	流动分异式	似层状	纯橄岩 下部带	穹窿构造控制, 与流层整合	稠密浸染状为主	铬铁矿 4~5	特大型	苏联肯皮尔赛	纯橄岩-二辉-斜辉辉橄岩型	岩盘状
	熔离分凝式	囊状	纯橄岩 中部杂岩带	与母岩不整合	块状	未详	大中型	南斯拉夫斯科波尔杰, 罗得西亚赛卢奎	纯橄岩-橄辉岩-斜辉辉橄岩型	单斜状
	压入式	脉状	斜辉辉橄岩 上带底部	穿插母岩或围岩	块状	镁质铝铬铁矿 3±	小-中型	我国西部、西南地区 肯皮尔塞北部 土耳其古勒曼-索利达	纯橄岩-斜辉辉橄岩型	单斜、岩盘状等

的控制)以及岩体基底由缓变陡处(如退色破碎带内的脉状矿体群),有利于矿石富集,沿流层的排列和裂隙系统规律可找寻矿体,大矿体有时产于岩浆通道附近。有时有必要借助流层侧伏方向和物探方法重力负心探索岩浆通道找似层状矿体。

我国西部地区的工作证明,含矿最好的岩体 Cr_2O_3 平均含量最高。И.А.马拉霍夫也提出超基性岩中铬尖晶石大于 1%, $Cr_2O_3 > 0.40\%$,对成矿有利。靠近矿体常有浸染状铬铁矿毛、条、体、带的出现;近矿出现“橄辉石化作用”(高压封闭系统)等,如似层状矿体上部,脉状矿体边缘的纯橄岩“鸡蛋壳”或蛇纹石化-绿泥石化作用等。我国

西部脉状矿体往往出现“退色破碎带”控制矿体群。矿体上部硫化物出现时往往含钨族元素矿物;有时下部出现似层状矿体(肯皮尔赛)。

4. 纯橄岩分离体增多,色黄绿,性脆易风化,富镁质,同时铬尖晶石副矿物或铬铁矿体露头的铬尖晶石及橄辉石、辉石富镁,说明结晶作用发生于氧逸度较高的条件下(12),应当注意找大矿的工作。

5. 根据对苏联肯皮尔赛铬矿床的矿石矿物和脉石矿物的研究,采用铬尖晶石副矿物和造矿铬尖晶石的 fcr 值

$$(fcr = \frac{FeCr_2O_4 \cdot 100}{FeCr_2O_4 + MgCr_2O_4} \%) \text{ 及纯橄岩与矿}$$



石中橄榄石的 $\frac{Fe \cdot 100}{Fe+Mg}$ % 比率 (暂称为 fol), 可以研究铬铁矿与纯橄岩的同缘关系和矿体规模⁽¹⁸⁾。计算结果表明, 肯皮尔赛东南穹窿矿体和橄榄石的 fcr 值 (28.03~49.34%) 与 fol 值 (5.71~8.95%) 均低于岩体的其他地段 (fcr = 49.67~85.55%, fol = 7.09~9.35%), 其铬尖晶石副矿物的 fcr 值为 47.97~73.03%, 同样低于其他地段 (fcr = 82.25~98.54%), 说明矿体与纯橄岩的同源关系和 fcr 及 fol 值较低的矿床规模较大。这两个参数对于评价矿床规模, 特别是探索岩体底部再度侵入的残余岩浆巨型似层状矿体有一定的意义。阿尔卑斯式的多次侵入的岩体, 是底部巨型优质富铬铬铁矿的有利找矿对象。就这一点说来, 我国西南地区首先符合条件; 对于其他地区也应当进行构造岩体群带和岩体相-构造成矿带的研究。

对于铬铁矿的成因类型, 过去有人作过研究, 陈正曾依据矿石的结构构造做过有益的工作⁽⁴⁾。总的说来各家意见还不统一。笔者初步参考铬铁矿的不同构造类型, 建议作如下分类, 如表 2。

严格说来, 不同成因类型的铬铁矿矿床, 它们所赋存的岩体类型、在岩体内的产出部位、规模和矿石的化学成分都有一定的区别。根据 $MgO - Cr_2O_3 - SiO_2$ 系, $MgO - Cr_2O_3 - SiO_2$ 系和 $CaO - Cr_2O_3 - SiO_2$ 系等三成分系实验⁽¹⁰⁾ 的相态图解, 都说明 Cr_2O_3 与 SiO_2 不混溶。在一定温度下, 当富 SiO_2 熔浆中加入 Cr_2O_3 及 MgO 、 Fe_2O_3 及 CaO 组分, 可以发生富铬熔浆的分熔作用。超基性岩成矿过程中富含铬铁矿熔浆的存在, 也被 G. A. 索科

洛夫等所公认⁽¹³⁾。含铬铁矿纯橄岩分离体或条带的成因应属于这种作用。而所谓豆状矿石或囊状矿体, 似属于铬铁矿在这种富铬残浆中的又一次熔离作用。最近有人根据实验资料提出温度变化和氧逸度 (fugacity) 增加是铬尖晶石晶出作用的主要因素⁽¹²⁾, 说明了残余岩浆矿床是一个颇为重要的成矿阶段。这里特将囊状体划归残余岩浆熔离分凝式矿床。其他与过去分类不同之点, 如试将铬矿床区分为三大类, 其中并提出确定残余岩浆压入式矿床和区分出重力分异式与动力分异式矿床等意见, 因限于篇幅不作详细讨论。

总之, 上表试将不同成因和构造类型的矿床和岩体类型及岩体分带联系起来, 以利于指导找矿; 不当之处希望同志们批评指正, 以便修改订正。

参 考 文 献

- (1) 李四光, 地质力学概论, 1962
- (2) 肖序常等, 含铬基性-超基性岩的地质构造特征, 1956
- (3) 王恒升, 《中国地质》, 1962年第7期
- (4) 陈正, 《地质学报》, 45卷第3期
- (5) E. 蔡普逊, 《地质译丛》, 1966年第5期
- (6) E. L. 杰克逊, 斯提耳沃特杂岩体超镁铁带, 1966
- (7) 王希斌等, ××几个主要含矿超基性岩体及铬铁矿床的考察, 1964
- (8) 第二次全国铬矿会议文件汇编, 1965
- (9) 地质部情报所, 国外铬矿资料专辑(第二集), 1956
- (10) Н. В. Павлов и др. Хромиты Кемпирсайского плутона. Изд. «Наук.», М., 1968
- (11) S. Mukheyee, «Econ. Geol.», 1969, Vol. 64, №3
- (12) Gene C. Umer, «Magmatic Cr Deposits», 1969
- (13) G. A. Sokolov, IAGOD Volume IMA-IAGOD Meetings, 70, 1971

(上接22页)

线接触, 并一起包于黄铜矿中。其他几种铂族矿物因发现较少研究较差, 故不一一赘述。

对原矿进行可选性试验结果表明铂、钯易于选别。精矿中铜可富集到22.2%, 回收率26.51% (原矿中铜的氧化物较多); 铂富集到37.14g/T, 回收率45.40%; 钯富集到46.89g/T, 回收率47.24%。

(五) 对铂矿化富集的初步认识

含铂基性岩属前震旦纪产物, 系遭受历次构造破坏和变质的岩石, 原岩中含有分散的铂族元素(岩样分析一般为0.015g/T±), 但分异条件较差, 故未形成富集地段, 至少是就目前资料分析还没有构成岩浆型矿床的

一些基本特征, 因此该岩体只能做为含矿岩石来认识。铂矿化地段的规模、产状及富集程度, 严格受构造裂隙或构造带中各种脉岩所控制, 这些成岩后的构造裂隙和后期未遭受变质的奥长石花岗岩斑岩、煌斑岩、酸性斜长岩脉, 与矿带具有密切空间关系, 这就提出了一个问题: 即有空间关系是否有成因联系呢? 强蚀变的构造裂隙带如前所述的各类蚀变矿物, 说明为气、液活动所造成的结果, 它必然引起围岩不同程度的物质变化或交代作用, 使铂族元素在适当的物理、化学条件下迁移并在有利构造部位集中或富集。因此, 矿化富集的成因类型属再生气成热液铂矿化, 是否妥当有待今后工作证实。