67

新疆西准噶尔地区冶金型与耐火 型铬铁矿床的特征及其成因研究

郝梓国 鲍佩声 王希斌 彭根永 金远新 (中国地质科学院地质所)

提 要 西准噶尔蛇绿岩中发育两类辂铁矿床(或矿化):一类是冶金型辂铁矿床,它以唐巴勒、萨 雷诺海为代表;另一类是耐火型辂铁矿床,它以萨尔托海、鲸鱼、洪古勒楞为代表。冶金型矿床中的 造矿与副矿物辂尖晶石以高 Cr 低 AI 为特征,耐火型则以高 AI 低 Cr 为特征。副矿物辂尖晶石的 成分从二辉橄榄岩至纯橄岩均显示出向富 Cr 贫 AI 方向演化的趋势,两类造矿辂尖晶石成分位于 该系列上的不同范围,显示了两者间的差异。

豆荚状铬铁矿床的形成是原始地幔岩高度熔融的残余物,冶金型矿床的熔化程度高于耐火型 矿床。豆荚体的聚集和分散则依靠上地幔的塑性剪切作用实现的。 关键词 新疆 冶金型与耐火型铬铁矿床 成因研究

一、西准噶尔铬铁矿床的分布

西准噶尔地区共有六条蛇绿岩带,从南到北依次为:(1)唐巴勒带;(2)玛依勒山带;(3)巴尔雷克带;(4)达拉布特带;(5)和布克赛尔带;(6)科克森它乌带^(1,2)。除巴尔雷克和科克森它 乌带蛇绿岩发育较差,无铬铁矿床(化)出现外,其它岩带均有铬铁矿床发育。在唐巴勒带的 27个岩块中有 23个发育铬铁矿化,其中以唐巴勒岩块矿化最好;玛依勒山带的 25个岩块中 17个发育铬铁矿化,以萨雷诺海岩块矿化最好;达拉布特带中的 10个岩块均有铬铁矿化,尤 以萨尔托海、鲸鱼最好,已达工业矿床类型;和布克赛尔带的 8个岩块中有 2个发育铬铁矿化, 其中以洪古勒楞岩块矿化最好。本文将以唐巴勒、萨雷诺海、萨尔托海和洪古勒楞四个岩块的 铬铁矿床为特征讨论其成因。

二、西准噶尔铬铁矿床的一般特征

1、矿石化学成分

依据矿石中 Cr₂O₃和Al₂O₃的含量可划分出两种类型:一类是高 Cr 低 Al 的冶金级矿石,其 Cr₂O₃在 45.0—60.0wt%,(平均 51.8wt%) Al₂O₃在 7.0—26.8wt%之间(平均 7.7wt%),以唐 巴勒、萨雷诺海岩块的铬铁矿床为代表;另一类是高 Al 低 Cr 的耐火级矿石,其 Cr₂O₃在 8.068





Fig. 1 Comparison of ophiolite sections containing metallurgical and refractory-type chromite deposits at home and abroad A-D, 冶金型铬矿床(PPG 系列);E-H, 耐火型铬矿床 (PTG 系列);A-唐巴勒;B-萨雷诺海;C-西藏罗布莎 (据王希斌等, 1987);D-菲律宾的 Dawn 矿床(据 Hock 等, 1986); E-萨尔托海;F-洪古勒楞;G-内蒙的贺根山(据白文吉等, 1986); H-菲律宾的 Kinamaligan 矿床(据 Hock 等, 1986)

43.2wt%之间(平均 39.9wt%), Al₂O₃ 为 9.6 — 26.8Wt% (平均 22.6wt%),以萨尔托海、鲸鱼、洪古 勒楞的铬铁矿床为代表。其次冶金 级矿石的全铁(TFe)含量(平均 13.2wt%) 和 SiO₂ 含量(平均 5.5wt%)均高于耐火级矿石的全铁 含量(12.4wt%)和 SiO₂ 含量 (5.0wt%), 而前者的 MgO 含量 (17.3wt%) 低于后者的 MgO 含量 (19.2wt%)。同时,冶金级矿石的 Cr₂O₃/Al₂O₃ 比值 (6.8) 和 Cr₂O₃ / TFe* 比值(3.5)分别高于耐火型矿 石的 Cr₂O₃/Al₂O₃ 比值(1.5)和 Cr₂O₃ / TFe 比值 (2.7)。上述矿石 成分特征充分显示了两类铬铁矿床 的差异。

2. 与两类铬铁矿有关的蛇绿 岩组合

(1) 冶金型铬铁矿床与变质橄榄岩 +辉石岩+辉长岩岩石组合(简称 PPG系列)⁽³⁾ 有关。可划分两个亚 类:一类为富 Cr 的冶金型,以萨雷 诺海岩块为代表,类似的矿床有西 藏罗布莎和菲律宾的 Palawan 矿床 ⁽³⁾;另一类为富 AI 的冶金型,以唐 巴勒岩块为代表,类似的矿床见于 菲律宾的 Zambales 地区⁽³⁾(图 1)。

(2)耐火型铬铁矿床与变质橄 榄岩+橄长岩+辉长岩岩石组合 (简称 PTG 系列)有关。可划分出

两个亚类:一类为富 Cr 的耐火型,以萨尔托海、鲸鱼铬铁矿床为代表,同类矿床有菲律宾的 Naghiao 矿床⁽³⁾,另一类为富 Al 的耐火型,以洪古勒楞岩块为代表,同类矿床有内蒙的贺根山 ⁽³⁾ 和菲律宾的 Kinamaligan 矿床⁽³⁾ (图 1)

无论是在 PPG 还是在 PTG 系列中, 豆荚状铬铁矿体主要赋存在堆积岩与变质橄榄岩接触带(即岩石莫霍面)以下约2公里的范围内,即纯橄岩+斜辉辉橄岩构成的高熔残余杂岩带内(图 1),并与其中的纯橄岩关系密切,当矿体很少时,几乎见不到纯橄岩。一般而言,在 PPG 系列中发育冶金型铬矿床,在 PTG 系列中发育耐火型铬矿床,该结论具有一定的普遍性。



1---纯橄岩;2--斜辉辉橄岩;3---斜辉橄榄岩

3、两类标型蛇绿岩组合的成分特征与演化趋势

由于两类铬铁矿床产于不同的蛇绿岩中,因此,它们应有不同的成分演化趋势:

(1)与冶金型矿床的关的 PPG 系列中的变质橄榄岩的铝饱和系数[Al' = Al/(2Ca+Na+K)]小于1,属于低 Al 型岩块(图 2);其堆积杂岩则表现为富 Ca 的演化趋势,结晶出富 Ca 的岩石,如透辉石岩。其演化路线跨过了科马提岩区,而且其辉长岩的成分接近洋中脊玄武岩的成分(图 3-a)。

(2)与耐火型矿床有关的 PTG 系列中的变质橄榄岩的 Al'值大于 1,属于高 Al 型岩块(图 2);其上部的堆积杂岩遵循富 Al 的演化趋势,结晶出富铝的岩石,如橄长岩等。其演化路线与 辉长岩一起构成一个横过科马提岩区的连续演化序列(图 3—b)。

由此可见, 蛇绿岩岩石系统中 Al₄O₅ 含量的高低与铬铁矿床的类型紧密相关, 两者之间存 在着成因上的联系。

4、两类铬铁矿床中铬尖晶石的地球化学与结构特征

西准噶尔两类铬铁矿床中造矿与副矿物铬尖晶石的化学成分如表 1、图 4 及图 5 所示,现 将它们之间主要元素的区别和地球化学规律讨论如下:

(1)两类铬铁矿床的造矿与副矿物铬尖晶石成分与其矿石成分一样,存在着明显的差异。





Fig. 3 Evolution trends of compositions of two type ophiolites
1一变质橄榄岩; 2一异剥橄榄岩; 3一含长橄榄岩; 4一橄长岩;
5一辉石岩; 6一辉长岩; 7一辉长辉绿岩; 8一拉斑玄武岩;
MORB-半中脊拉斑玄武岩;KOMa一科马提岩

冶金型矿床中的铬尖晶石以富 Cr 贫 Al 为特征, [Cr' = Cr/_{(Cr+40}] = 0.39—0.85 (113 个平均 0.77); 而耐火型矿石以富 Al 贫 Cr 为特征, Cr' = 0.23—0.64 (191 个平均 0.56), 图 4 显示了 这种差别。

(2)从造矿铬尖晶石的成分分布范围(图 4)看:可以分成四个亚类,高 Cr 冶金型(SL)、高 Al 冶金型(To)、高 Cr 的耐火型(Sa)和高 Al 的耐火型(Ho),在造矿铬尖晶石中,它们的成分有 间断(图 4—A),而在副矿物中则为连续过渡(图 4—B),显示了造矿与副矿物铬尖晶石之间的 差别。

(3)一般而言,从斑杂状矿石→浸染状矿石→块状矿石其 Cr'值升高,但亦有例外,如在萨尔托海浸染状矿石的 Cr'值(0.64)大于块状矿石(0.53)可能暗示了两者成矿过程上的不同。

(4)无论是在冶金型还是在耐火型矿床中,造矿与副矿物铬尖晶石之间呈现出"Y"型⁽³⁾的 分布型式(图 5),表明它们有相似的成矿机制。下面的成因部分将详细讨论这一问题。

(5) 无论在何种类型的铬矿床中, 铬尖晶石的微观结构从副矿物至矿石发生规律性的变

两类铬铁矿床中造矿与副矿物铬尖晶石的化学成分(wt%)

Table 1 Chemical compositions (wt %) of ore-forming and accessory

Cr-sp in two type chromite deposits

	产曲	岩矿石名称	个数	SiO.	TiO.	A1.0.	Cr.O.	Fe.O.	FeO	MnO	CoO	MgO	NiO	CaO	Cr'	Mg'
	/ 45		20	0.64	0.14	0 21	60.02	2 05	11 10	0.91	0.02	14 22	0.07	0.20	0 92	0.70
		庆 秋19 石	29	0.04	0.14	0. 31	00.02	3. 50	11.10	0.21	0.03	14. 32	0.07	0.20	0. 83	0.10
	唐	浸染状矿石 	4	0.83	0.18	11. 41	51.14	6.12	9.26	0.22	0. 03	15.10	0. 09	0.13	0.78	0.78
	巴 勒	纯橄岩	10	0.77	0.37	12.05	50.39	6.97	19.70	0.38	0.06	8.19	0.19	0.25	0.74	0.40
冶		斜辉辉橄岩	2	2. 27	0.15	12.27	52.94	4.12	18.97	0.34	0. 00	7.63	0.55	0.22	0.77	0.39
		斜辉橄榄岩	3	1.66	0. 09	25. 84	38.07	2. 58	17.95	0.30	0.07	13.48	0.10	0.50	0.51	0.61
金		块状矿石	22	0. 28	0.16	8.13	60.7 1	3. 58	11.78	0. 22	0. 02	14.08	0.07	0.25	0. 83	0.69
Í	萨	浸染状矿石	8	0.62	007	7.64	61.29	4. 21	11.19	0.61	0.00	13.07	0. 02	0.21	0.85	0.69
型	雷	瘤状矿石	2	0.75	0.21	12. 19	54.77	5.89	11. 51	0.59	0. 03	13. 33	0. 00	0.23	0.75	0.66
	诺	纯橄岩	17	0.74	0.12	13.45	56.20	4. 72	18.77	0.58	0.00	10.34	0.00	0. 09	0.78	0.53
	海	斜辉辉橄岩	12	1.15	0. 07	13.30	50.04	2.75	16.28	0.48	0. 00	11.65	0.00	0.05	0.66	0.56
		斜辉橄榄岩	4	0.51	0.00	34. 30	32. 87	2. 23	14.24	0.19	0.00	14.50	0.00	0.13	0. 39	0.65
		块状矿石	42	0.56	0. 20	26.07	40. 55	3.60	11. 31	0.11	0.01	16.37	0.43	0. 08	0.53	0.74
	萨	浸染状矿石	17	0.61	0.24	19. 51	43. 43	4.85	15. 61	0.24	0. 02	13.94	0.08	0.06	0.64	0.66
	尔	纯橄岩	21	0. 33	0.18	18.66	38. 42	9.50	20. 01	1.17	0. 03	10.61	0.12	0.18	0.63	0.49
	托	斜辉辉橄岩	18	0.45	0.15	20. 01	40. 96	4.31	17.97	0.35	0.04	12.18	0.14	0. 20	0.57	0.57
耐	海	斜辉橄榄岩	12	0.42	0. 08	25.80	41.37	2. 87	15.08	0. 23	0.07	13.20	0.12	0.10	0.53	0.57
火		二辉橄榄岩	4	0. 23	0.18	33. 82	32. 97	3.18	11.06	0.19	0. 02	15.06	0.18	0.11	0.42	0.63
	-	块状矿石	38	4. 41	0.16	22. 21	41.61	6.19	8.83	0.08	0.01	17.95	0.09	0.15	0.58	0.57
型	洪	浸染状矿石	15	0.07	0.28	29.10	37.22	3. 59	12.85	0.18	0.00	15.04	0.14	0. 03	0.48	0.61
	古	纯橄岩	4	0.13	0.19	19.67	43.67	8. 98	17.95	0. 26	0.00	10.77	0.13	0.04	0.61	0.51
	勒	斜辉辉橄岩	15	0.10	0.02	24. 89	42.66	1.05	16.95	0.18	0.00	11.91	0.08	0.02	0.54	0.55
	楞	斜辉橄榄岩	3	0.15	0.04	47.73	1 9. 71	0. 80	14.0	0.19	0.00	16.38	0. 32	0.10	0. 23	0.68
		二辉橄榄岩	6	0.28	0.12	44. 87	24.69	0.00	13.01	0.16	0.00	16.67	0. 38	0. 03	0.27	0.70

除部分自做外,绝大多数根据①新疆地局科研所,1979,新疆超基性岩及铬铁矿资料汇编;②西安地矿所, 1985,新疆西准噶尔西南地区古生代蛇绿岩及其地质意义研究报告。

Cr' = Cr/(Cr + Al); $Mg' = Mg/(Mg + Fe^{z+})$

化,它们从它形细粒填间结构(二辉橄榄岩)→它形冬青叶状或港湾状结构(斜辉辉橄岩)→半 自形细粒结构(浸染状矿石和纯橄岩)→半自形和自形中粗粒结构(块状矿石)。这一变化顺序 是与其成分相适应的(表1),反映的是原始上地幔岩从初始熔融形成铬尖晶石液滴到逐步汇 聚成铬铁矿矿浆的过程(详后)

表1





Fig. 4 Compositional scheme of ore-forming (A) and accessory (B) Cr-sp in

the metallurgical and refractory type chromite deposits

冶金型(SL-萨雷诺海,To-唐巴勒) 耐火型(Sa-萨尔托海,Ho-洪古勒楞)



图 5 冶金型(A)与耐火型(B)铬铁矿床中尖晶 石成分的演化趋势

Fig. 5 Evolution trends of compositions of Cr-sp in metallurgical

(A) and refractory-type (B) chromite deposits.

□--铬铁矿石;□--纯橄岩;□--斜辉辉橄岩;

IV---斜辉橄榄岩和二辉橄榄岩

三、豆荚型铬铁矿床 的成因讨论

1、造矿组份的来源

近年来的研究表明:产于蛇 绿岩下部层位的变质橄榄岩是原 始上地幔岩部分熔融后的残余物 ^(3.6.7)。而(西准噶尔)豆荚型骼 铁矿床赋存于变质橄榄岩的纯橄 岩+斜辉辉橄岩杂岩带中这一事 实表明,造矿组份无疑来自上地 幔本身。Mysen等人(1977)所做 的石榴子石二辉橄榄岩的熔化实 验表明:随着熔融程度的升高,岩 石从二辉橄榄岩依次转化为含尖晶石的橄榄岩→斜辉辉橄岩→纯橄岩,消失的矿物相依次是 石榴子石→单斜辉石→斜方辉石→橄榄石。在此熔化过程中,随熔融程度升高,残余的矿物相 向富 Mg、Cr、贫 Fe、AI的方向演化⁽³⁾,表 2 的实际测定结果很好的反映这一演化规律。

在上地幔岩的熔化过程中,造矿组份(矿浆)的来源有三个途径:一是石榴子石熔化形成尖晶石组份的液相⁽³⁾;二是单斜辉石不一致熔融形成⁽³⁰⁾;最后是岩石的尖晶石自身熔化形成。 尖晶石液相的形成,并不等于矿浆已经形成,因为铬才是铬铁矿矿浆的主角。铬从何而来呢? 这要归功于造岩矿物的熔融,在造岩矿物的熔化过程中会释放出大量的铬元素进入岩浆,由于 它有很强的八面体择位能,它将置换尖晶石液相中的铝而形成铬铁矿矿浆。

西准噶尔两类蛇绿岩中变质橄榄岩中矿物成分的演化特征

表 2

Tabl2 Evolution characteristics of compositions of minerals in the metamorphic

	系列	二辉橄榄岩	斜辉橄榄岩	斜辉辉橄岩	纯橄岩	矿石或包体
	PPG	89.81 (9)	90.58 (14)	92. 59 (11)	92. 43 (23)	94. 37 (5)
てて 和 し 石 (FO)	PTG	85.48(16)	89.98 (14)	90.95 (21)	90.84 (3)	95.65(8)
	PPG	_	89.08 (8)	90.31 (8)		
新力件(En)	PTG	85.47 (11)	87.43 (9)	90.39(13)		92.78 (2)
	PPG	42.10(5)	46.96 (17)	50. 41 (2)		47.37 (1)
中所冲口(EII)	PTG	47.31 (17)	52.15(17)			50.93 (9)
<u> </u>	PPG	0.33(10)	0. 44 (7)	0.68(14)	0.77 (28)	0.84 (65)
	PTG	0.25(1)	0. 47 (15)	0.54 (25)	0.56(19)	0.55(110)

peridotites of two type ophiolites in the western Zhungeer.

注:资料来源同表1,括号中数字为样品个数。

笔者对萨尔托海岩块的叶格改卡拉以东 1—13 矿群长 5.5km,宽 0.4km (平均值)厚 0.6km (平均值),体积 1.32 km'的岩块进行计算;假定扩张脊的上地幔岩是从石榴子石二辉 橄榄岩开始上涌并熔融的,并逐渐转变为尖晶石二辉橄榄岩后,大规模的熔融(大于 7.5%)开始,原岩的组成是:Ga2,Sp2,CpxOpxi,Ol,。,各自的 Cr,O,含量分别是 2.67wt% (139 个); 10.87wt% (117 个); 0.92wt% (33 个); 0.445wt% (215 个); 0.186wt% (127 个)〔主要根据 Boyd 等人(1979)资料汇总〕,原岩的比重为 3.3 吨 /米',实测萨尔托海岩块中纯橄岩含铬尖晶石 1%, Cr2O,含量 38.42wt%;斜辉辉橄岩中含铬尖晶石 0.5%, Cr2O,为 40.96wt%;斜辉橄 榄岩中含铬尖晶石 0.5%, Cr2O,为 41.37wt%;二辉橄榄岩中含铬尖晶石 0.7%, Cr2O,为 32.91wt%。据此条件可以计算随熔融程度的升高,造岩矿物依次消失,上地幔中熔出的"自由"铬含量如表 3 所示;当熔化程度达 16%时^①,纯橄岩约占 10%,斜辉辉橄岩占 90%(符合 1 — 13 矿 群之间的岩石比例),扣除形成副矿物铬尖晶石所需的 Cr2O, 仍可形成含 Cr2O, 33.93wt%(平均值)的矿石 2619 万吨。这是一个相当可观的数字,假定仅有部分 Cr2O,富集,仍能形成巨大的豆荚型铬矿床。上述的理论计算表明:通过原始地幔岩的部分熔融,可以提供足够的造矿组份(Al2O,Cr2O,FeO,MgO)形成铬铁矿床。同时,也暗示了萨尔托海的找矿工作仍有潜力可挖。

2、控制两类铬铁矿床矿石成分的因素

由于铬铁矿石主要由铬尖晶石组成,因此两类矿石成分的差异实际反映的是铬尖晶石成 分之间的差异。经研究证明,造成这种差异的主要因素是:

从石榴石二辉橄榄岩转变为纯橄岩+斜辉辉橄岩杂岩带时熔出的 Cr₂O, 含量表 表 3

Table 3 Cr₂O₃ content of melt melting from garnet-lherzolite to dunite+harzburgite complex zone

部分熔融 程 度	消失的 矿物相	残余相组合	岩块中岩石 的比例(%)	熔出的 Cr,O, 含量(万吨)	形成副矿物铬 尖晶石消耗的 量(万吨)	剰余量 (万吨)	形成含 Cr,O, 33.93wt%的矿石量 (万吨)
2.5%	Ga	Sp + Cpx + Opx + Ol	Sp - φ; (100%)	290.76		857.00	857.00
5%	Sp	Cpx + Opx +O1	$\begin{array}{c} \mathbf{Opx} - \boldsymbol{\varphi}_{s}^{t} \\ (100\%) \end{array}$	1474.50	823. 28	651.22	1919
10%	Срх	Срх + Орх +Ol	Cpx $- \varphi_2^t$ (100%)	1674. 88	1047.76	627.12	1848
15%	Срх	Opx + Ol	φ ⁱ (100%)	1875. 26	1010. 25	865.01	2549
20%	Орх	Opx+Ol	φ ¹ _z (70%) φ ¹ _z (30%)	1972.18	1020.60	591.58	2805

表中:Ga-石榴石;Sp-尖晶石;Cpx-单斜辉石;Opx-斜方辉石;Ol-橄榄石;Sp-of-尖晶石二辉橄榄 岩;Cpx-of-单辉橄榄岩;of-斜辉辉橄岩;of-纯橄岩。

(1)上地幔岩的部分熔融程度。从表2图5可知,代表熔融程度最低的岩石—二辉橄榄岩 对应的造岩矿物最贫 Mg,对应的铬尖晶石最富 AI 贫 Cr,而代表熔化程度最高的纯橄岩则与 之相反,是最富 Mg、Cr 的种属,其它岩类则介于两者之间。这说明从二辉橄榄岩至纯橄岩铬 尖晶石是逐步富 Cr 贫 AI 的 (图 5)。因此,熔融程度是控制尖晶石成分的因素之一。从图 5 可进一步推知:冶金型矿石的铬尖晶石成分正对应于纯橄岩的副矿物铬尖晶石成分,表明矿浆 与纯橄岩近于同时产生,代表了较高熔融程度的残余。而耐火型矿石的铬尖晶石成分对应于 纯橄岩+斜辉辉橄岩的副矿物铬尖晶石成分范围,表明矿浆的分离发生在斜辉辉橄岩产生的 晚期,它代表了较低程度的熔融残余。但部分纯橄岩中的铬尖晶石成分仍在向富 Cr 的方向演 化,从而造成纯橄岩中副矿物铬尖晶石成分的 Cr/(Cr+AI)高于矿石中的铬尖晶石成分。

(2)原岩的物质成分。

正如前述,在西准噶尔地区,低 Al 型岩块发育冶金型矿床,高 Al 型岩块发育耐火型矿床; 造成这种现象的原因是 Opx—Sp 和 Cpx—Sp 之间的 Cr/Al 分配关系决定的。Eales 等人 (1983)的研究表明:当辉石熔融消失时,大量的 Cr³⁺置换 Al³⁺ 而进入尖晶石晶格,熔融程度越 高,释放出的 Cr 越多,尖晶石越富 Cr;反之,则越富 Al。可见原岩成分是熔化程度的物质体 现。

(3) 压力。一般认为压力对尖晶石成分的控制是间接的⁽¹³⁾。理论分析与实际测定表明: 在上地幔环境中尖晶石成分有两个双向的演化系列:一是从石榴石二辉橄榄岩转变为尖晶石 二辉橄榄岩时,石榴石分解为尖晶石时,是从富 Cr 向富 Al 转化的;同时从斜长二辉橄榄岩转 化为尖晶石二辉橄榄岩时伴随的仍是从富 Cr 向富 Al 的转化,原因是斜长石在升高压力下形 成含 Al 的尖晶石,降低了尖晶石中的 Cr 含量。双向演化的结果,造成了尖晶石成分分布的复杂性。豆英型铬铁矿床属于 Ga → Sp 转变的演化系列,因此冶金型矿床的形成深度似乎大于耐火型矿床的形成深度。

以上所述的三种因素,部分熔融程度是最主要的控制因素。

3、上地幔环境中造矿组份的聚集方式

虽然地幔岩高度熔融可以形成足够的矿质组份,但是没有合适的构造条件和地幔岩中挥 发份的作用,它们仍难以聚集成大矿体。笔者认为上地幔中矿质组份的聚集方式如下:

首先,在原始地幔岩熔化之初,初熔的岩浆仅呈小液滴存在于矿物间隙中,并未构成矿体和岩浆源。但在矿张脊环境下,地幔岩发生塑性剪切作用,微小的液滴可由小到大依次聚集,最终形成巨大的岩浆(或矿浆)团;其力学机制类似于冰川中的汽泡的聚集作用。Weertman (1972)计算证明:冰川汽泡经剪切聚集可达原始体积的 3×10°倍;若借用该结果于上地幔中,则原为1cm'的矿浆液滴经最大剪切后可达 3×10°cm',其矿石量从 5 克聚集成了 1.5 吨重的豆荚体。显然这是一个很重要的矿浆(岩浆)聚集作用。唐巴勒等岩块中出现的豆状矿石可能是该作用的反映。

随着剪切作用的持续进行,一滴滴的岩(矿)浆汇聚成巨大的岩浆团,在扩张脊之下它们将 沿裂隙上升侵位,由于矿浆(5g/cm³)与岩浆(2.7g/cm³)的比重差,将发生流动重力分异作 用,并可能在岩浆通道中作往复循环运动,而使矿质不断沉淀而"提纯"成铬铁矿豆荚体^{(15]}。 单个豆荚体的大小取决于岩浆通道的宽窄和下部岩浆持续供给的时间长短,当下部岩浆供应 中断时,则矿质组份沉淀结晶出铬尖晶石,并构成豆荚型矿体。

在矿浆与岩浆分离时,挥发份起了决定性的作用。当有挥发份存在时,可以降低岩浆的粘度,有利于矿浆群聚态组的形成,以便形成块状矿石。例如,萨尔托海岩块中硫化物含量明显 高于萨雷诺海岩块,从而造成前者的矿体聚集好,矿体大,而后者矿体小,且分散。

4、豆荚型铬铁矿床成因分布的构造条件

豆荚型铬铁矿床不同于任何一种岩浆结晶矿床,就在于它在矿体形成之后又经历了从垂 直到水平运移的构造历程,先前形成的矿体经历了改造作用,图 6 是说明这一过程的图解。在 扩张脊系统中,早先形成的豆荚体在垂向塑性剪切条件下逐渐加大,并平行于垂直的叶理,随 着拉张作用的继续,铬铁矿体由垂向拉伸转变为水平拉伸,叶理由垂直转变为水平,矿体由平 行于叶理变为与叶理斜交(图 6-①,②);由于扩张脊热流值较高,因此,在远离中脊很远的地 方地幔岩仍处于塑性状态,因此水平的塑性剪切作用可持续进行,最初不整合的矿体逐渐变为 次整合和整合矿体。当然,持续的水平拉伸会使已形成的大豆荚体支离破碎,形成串珠状小豆 荚体;甚至离中脊很远时,矿体已不复存在。由此可见,在叶理由垂直转为水平的地方可存在 大型矿床(百万吨级),而在叶理水平的地方仅出现规模较小的矿床(十万吨级)。研究表明,西 准葛尔铬铁矿床属于后者,而希腊的 Vourinos 矿床属于前者 ⁽¹⁴⁾,似乎支持了上述观点。

总之,垂向的塑性剪切可使矿体增大,而水平的塑性剪切则使矿体分散减小,甚至消失。 显示了构造作用对矿体分布的控制作用。

简单地讲,在唐巴勒、玛依勒山岩带应继续寻找冶金型铬矿床,而在达拉布特,和布克赛尔 岩带应寻找耐火型矿床。从目前的研究看本区有形成冶金型工业矿床的可能(将于 1990 提交 研究报告)。



图 6 蛇绿岩中铬铁矿体演化的构造模式

Fig. 6 Structure model of evolution of chromite bodies in the ophiolite

说明:1-镁铁质堆积杂岩;2-纯橄岩+斜辉辉橄岩杂岩带;

3-斜辉辉橄岩+二辉橄榄岩杂岩带;4-堆积成因的铬铁矿体(浸染状);

5-豆荚状矿体(①不整合;②次整合;③整合);6-叶理及剪切方向

本文是在王恒升教授的指导下完成的。野外工作期间曾得到新疆地质七大队一分队、二 分队的大力支持及阳廷辉工程师的帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献

- (1 张驰,新疆蛇绿岩的某些地质特征,地质论评, 27 (4) 1981, 307-314。
- 〔2〕郝梓国等,新疆西准葛尔地区两类蛇绿岩的地质特征及其成因研究,矿物岩石学报(待出版),1989
- (3) Hock, H. et al Refractory-and metallurgical-type chromite ores, Zambalesophiolite, Luzon, Philippines. Mineral. Deposita. Vol. 21, 1986, 190-199.
- [4] 白文吉,甘源明,中国内蒙古贺根山地区蛇绿岩的岩石学研究。国际交流地质学术论文集(27 届国际地质大会).1986, 第 41-46 页。
- 〔5〕王希斌,鲍佩声,豆荚状铬铁矿床的成因。地质学报,(2)1987,166-181。
- (6) Nicolas, A. et al, 1983, Cumulative and residual origin for the transition zone in ophiolites; structural evidence. J. Petrol. 24, 1983, 188-206
- (7) Colemen, R. G. Ophiolitessss, Springer-Verlag Heidelberg New Work, 1977
- [8] Mysen, B. O. ét al, Compositional variations of coexisting phase with degree of melting of pridotite in the upper mantle. Am. Mineral. 62, 1977, 834-865
- (9) Maal Ø e, et al, Natural melting of spinel lherzolite. J. Petrol. 20, 1979, 727-741
- (10) Boyd, F. R. et al, 1964, The system MgO-FeO-SiO, . Am. J. Sci. 229. 1964
- (11) Boyd.F. R. et al, The mantle sample: Inclusions in Kimberlite and other volcanics. Am. Geophy. Union, 1979

- [12] Eales, H. V., et al, Al/Cr retions of coexisting pyroxenes and spinellids in some ultramafic rocks. Chem. Geol. 38, 1983, 57-74
- (13) Haggerty, S. E., Spinels in high pressure regimes: The mantle sample, incusions in kimberlites and other volcanics. Editor: Boyd,
 F. A., et al, 1979, 183-196
- [14] Weertman, J. Coalesence of magma pockets into large pool in the upper mantle. Geol. Soc. Am. Bull. 83, 1972, 3531-3532

(15) Lago, B. L., et al, Podiform chromite ore deposit; A genetic model. J. Petrol. 23, 1982, 103-125

(16) Carssard, D., et al, Structural classification of chromite pods in the southern New Caledonia. Econ. Geol. 76, 1981, 805-831

STUDY OF ORIGIN AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHROMITE DEPOSIT OF METALLURGICAL AND REFRACTORY TYPE IN THE WESTERN ZHUNGEER AREA, XINJIANG

(Institute of Geoligy, Chinese Academy of Geological Science) Hao Ziguo Bao Peisheng wang Xibin Peng Genyong Jin Yuanzin

Abstract

There are two type of chromite deposits (or mineraliation) in ophiolites of the western Zhungeer: one is the metallurgical type chromite deposit which is examplified by Tangbale and Saleinuohai, the other is refractory type chromite deposit which is examplified by Saertuohai, Jingyu and Hongguleleng, The chrome spinel (Cr-sp) of ore-forming and accessory mineral in the metallurgical type chromite deposit is high Cr and low Al and in the refractory type chromite deposit is high Al and low Cr. The compositions of accessory Cr-sp exhibit a evolution trend of Cr-increase and Al-decrease from lherzolite to dunite in the two type's chromite deposits.

The podiform chromite deposites are residues of the higher degree partial melting of the primary pyrolite. The degree of the melting in metallurgical type is higher than the refractoty type chromite deposit. The collection and dispersion of the chromite podiform bodies depend on the realization of plastic shear in the upper mantle.