

铬 镍 钴 铂 地质矿产专辑

第 三 集

地 质 出 版 社

铬 镍 钴 铂 地质矿产专辑 第三集

143
14-3
1

铬镍钴铂地质矿产专辑

第 三 集

地质科学研究院地质矿产所 编

地 质 出 版 社

铬镍钴铂地质矿产专辑

第三集

地质科学研究院地质矿产所 编

(只限国内发行)

*

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1974年9月北京第一版·1974年9月北京第一次印刷

印数1—4,850册·定价1.20元

统一书号: 15038·新71



编 者 的 话

《铬镍钴铂地质矿产专辑》第三集是继第一、二集出版后，又会同有关生产、科研单位共同编写的。

《专辑》第三集共有十篇文章，主要内容包括有关地区超基性岩岩体地质特征、铬铁矿矿床地质及矿床成因的论述；对有关铜镍矿床及其有益伴生元素的赋存状态、分布规律进行了探讨；同时对一些地区的超基性岩铬铁矿的物探普查找矿方法及其成功的实例也作了较全面系统的总结。

为了进一步推动我国铬、镍、钴、铂矿产的普查勘探和科研工作的进展，我们将继续汇编一些铬、镍、钴、铂矿产的地质资料，陆续分集出版，以促进经验交流，把这方面的工作实践和科学理论进一步加以提高和发展。

由于我们政治思想和业务水平所限，《专辑》中的错误在所难免，欢迎同志们批评指正。

地质科学研究所地质矿产所

目 录

萨尔铬铁矿区超基性岩体地质概况及控矿构造特征·····	新疆地质局第七地质大队 (1)
新疆清水15号超基性岩及铬铁矿地质特征·····	新疆地质局第五地质大队 (26)
甘肃红石山超基性岩体地质及成矿特征·····	西北地质科学研究所 (41)
陕西楼房沟超基性岩铬铁矿地质特征及普查找矿方法·····	陕西地质局第二地质队 (51)
	西北地质科学研究所
河南某地铬铁矿地质特征·····	河南地质局地质八队 (59)
陕西松树沟超基性岩体及铬铁矿床地质总结·····	陕西冶金地质勘探公司713队 (77)
	陕西冶金地质勘探公司地质研究所
四川徐麦超基性岩及铬铁矿地质特征·····	四川地质局一〇八地质队 (91)
甘肃某硫化铜镍矿床中有益伴生元素的分布富集规律·····	甘肃地质局第六地质队 (108)
广西某铜镍矿床地质特征的初步认识·····	广西壮族自治区第九地质队 (122)
内蒙北部超基性岩铬铁矿物探工作的一些体会·····	内蒙古自治区地球物理探矿队 (129)

萨尔铬铁矿区超基性岩体地质概况及 控矿构造特征

新疆地质局第七地质大队

萨尔铬铁矿自一九五八年发现以来,进行了大量地质、物探、科研工作。围绕着对铬铁矿赋存条件的认识,曾有很多不同的论述,概括起来,基本分为“岩相控矿”及“构造控矿”两种认识。

随着无产阶级文化大革命的开展和胜利,以及近年来不断深入的生产实践,使我们进一步认识到:超基性岩浆是成矿的物质条件,而构造则是成矿的空间条件,二者是辩证统一关系。一地质过程必然要转化为另一地质过程,这种转化是连续反应,离不开力的作用。因此,在研究本区铬铁矿聚集成矿的复杂矛盾中,除了研究它的成矿母岩——超基性岩的地球化学特征以外,更应对构造变动加以研究。

由于地质过程的不断转化和不同性质地质作用的叠加,使该区构造形迹复杂多样。事实证明:岩体内的断裂、破碎地带并不都是铬铁矿合适的“栖身之地”,而是有一定的选择性,不能单一地用“构造控矿”概括其成矿理论。

本文在介绍该区矿床地质特征的同时,着重对控矿构造的特征和机理以及矿床成因、成矿过程进行讨论。

一、岩体地质

(一) 矿区地质简况

矿区岩体位于一复向斜东段北翼近轴部,两侧地层为轻变质的中、上泥盆统碎屑沉积岩。岩体北侧为中泥盆统的达拉布特组(D_4^d),主要有灰色及灰黑色的变质粉砂岩、砂岩组成,夹少量凝灰质砾岩、砂砾岩;绿、灰绿色及紫绿色混杂的中基性次火山喷发岩及凝灰岩发育,且沿超基性岩带分布(图1)。岩体南侧为上泥盆统的铁列克提组(D_5^e),以灰、褐灰、绿灰色以及灰黑色的凝灰质粉砂岩、砂岩为主,夹有碎屑凝灰岩,并有少量生物灰岩透镜体。

本区地层走向呈北东 $70^\circ-80^\circ$ 方向,一般与岩体主轴方向呈 $10^\circ-20^\circ$ 交角,局部达 $40^\circ-50^\circ$ 。地层和岩体接触处普遍有烘烤蚀变现象;与火山岩系接触处,围岩多蚀变成绿泥石片岩(局部有黄铁矿化),二者呈明显的构造侵入接触关系。

由于本区地层缺乏标准化石,地层时代尚有异议,且又未见到上覆岩系,故只能综合不同资料,将其岩体侵入时代定为泥盆纪之后。

侵入岩除有带状分布的超基性岩外，尚有不居重要地位的中—基性（辉长岩、闪长岩）浅成岩及脉岩（钠长斑岩、石英脉、橄长岩、橄榄辉长岩脉等）；酸性侵入岩主要是花岗岩，次为花岗闪长岩，呈岩基、岩株出露于矿区以外的地区。

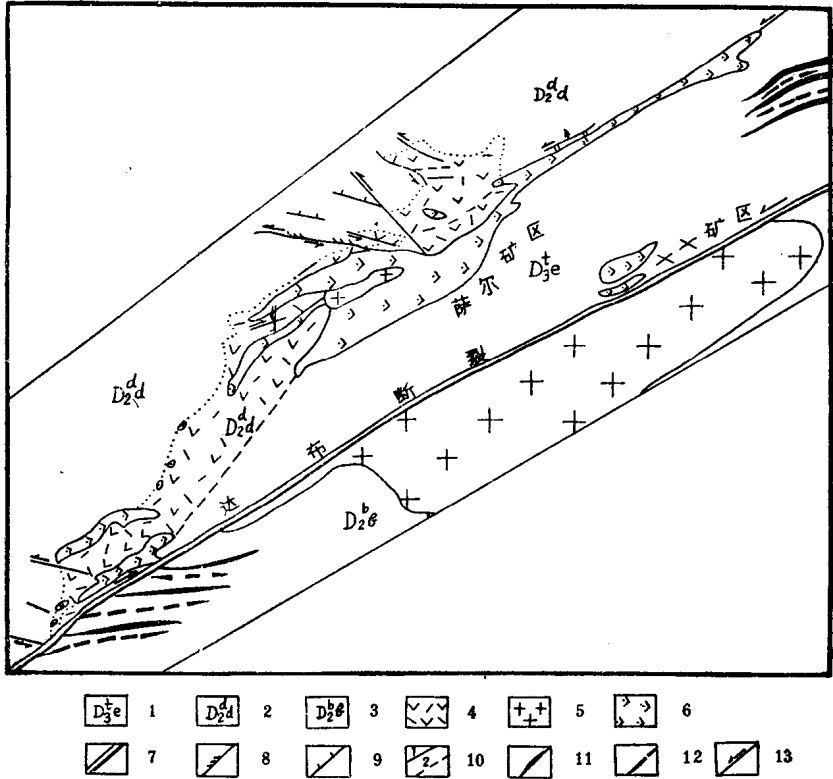


图 1 区域地质构造略图

1—碎屑岩夹生物灰岩；2—碎屑岩夹凝灰岩；3—碎屑岩夹酸性喷出岩；4—中基性喷出岩；5—花岗岩；6—超基性岩；7—大断裂；8—冲断层；9—张性断层；10—性质不明断层及推测断层；11—背斜轴；12—向斜轴；13—断层相对运动方向

矿区的构造部位，系处于欧亚山字型构造体系东翼所属的达布入字型构造带东段北侧的分枝断裂中(萨尔—木哈断裂)。达布大断裂不但地貌景观宏伟，更重要的是它左右了超基性岩浆的侵入、成岩、成矿。岩体内所发生的一切地质作用，无不与其息息相关。

达布主干断裂呈北东60°延伸达二百余公里，断层线较为平直。其附近地层被强烈挤压，形成明显的拖褶及近东西向片理化带；在其下盘（南盘）断层面附近的巴尔雷克组（ D_2^b ），局部可见发育的千枚岩化带。该断裂呈现压扭性质，其总体运动方向为左向（反钟向）。矿区岩体所占空间，为这一主干断裂的分枝断裂——初次二级扭裂面。

萨尔—木哈分枝断裂，呈北东向（40°—50°）延伸，长约四十公里。有三个不连续的岩体充填其中。东段为木哈岩体，其东被第四系覆盖；西段为达布岩体，与主干断裂相衔接；萨尔岩体最大，位居中段，矿区又位于该岩体中段六、七公里长的地段内。

(二) 岩体的形态、产状及其与断裂构造的关系

萨尔岩体长约二十多公里，宽窄不等，以矿区内岩体最宽，岩体总面积约14.8平方公里。

矿区岩体呈北东—南西向展布，东西长约6公里许，横向最宽处1.5公里，最窄处只有35米左右，面积约为5.6平方公里左右。

岩体形态较为复杂，总体倾向北西，倾角 60° — 70° 左右。平面上西宽东窄，沿岩体长轴有两组大的转折，构成锯齿状，向东收缩。岩体南东边界沿两组方向呈波状转折；北西边界极不规整，多有岩枝伸入围岩形成“港湾状”。岩体深部变化亦较大，横向上南浅北深，纵向上东浅西深。沿倾向某些地段出现明显的转折，平缓的一组倾角大致 10° — 20° 左右，造成显著的“台阶”，从而把岩体分为“主干与侧枝”（图2）。同时侧枝的基底（底盘）由北东向南西侧伏，侧伏角约 20° — 30° 。侧枝基底沿长轴方向亦有锯齿状形态显示。岩体北盘局部围岩（如2、5矿群）与岩体接触倾角平

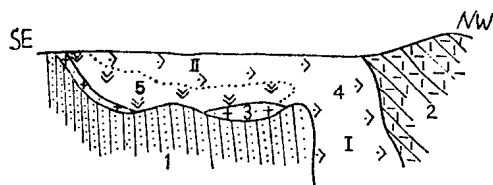


图2 岩体剖面形态示意图

I—主干岩体；II—侧枝岩体；1—砂岩；2—凝灰岩；3—钠长斑岩；4—斜辉辉橄岩；5—纯橄岩

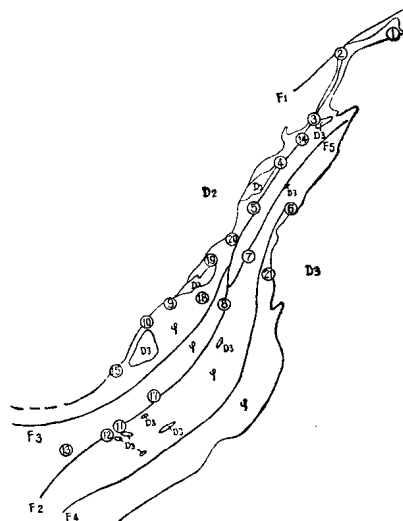


图3 成岩前主要断裂构造示意图

F₁—成岩前分支断裂；F₂—推测的成岩前主干断裂；F₃、F₄、F₅—推测的成岩前分支断裂

缓，似为顶盖，实为残留的锯齿状边界。

岩体的产状变化特点决定其剥蚀深度。结合围岩包体的分布特征、岩相及岩体无残留顶盖、少悬垂体等特征，可知岩体剥蚀较深。一般来说东部大于西部。

从岩体形态可以看出，岩体所占的构造空间为一锯齿状纵张破裂带。该破裂带在岩体侵入时的形态也是比较复杂的，除北北东—近南北及北东 60° 左右的两组扭裂面起决定作用外，在其扭裂面间还发育着几条追踪断裂。依岩体内捕虏体呈带分布的特点，和成岩后继发性构造以及脉岩分布状况考虑，成岩前这种追踪断裂最少有三条以上（图3）。由于三条断裂活动强度的差异，造成了岩体南浅北深。又因次级断裂的发育，构成岩体边界极不规则或呈港湾状形态。总之，不管从纵向上或垂深上，都证实该断裂是一个以张性为主的张扭性断裂带。这种构造空间不但严格地控制了岩体形态，更重要的是它作为界面而存在，加之超基性岩与围岩的力学性质截然不同，从而使成矿构造有了特定的边界条件。因此，岩体内形成了不同于围岩的控矿构造型式。

(三) 岩体的岩石类型、化学成分及岩相带的划分

1. 主要岩石类型

全区造岩矿物均已强烈蚀变，橄榄石残晶很少保留，多蚀变成蛇纹石，斜方辉石已全蛇纹石化而成绢石。岩石类型的划分标准，主要依据绢石含量，次为单斜辉石及铬尖晶石含量的多少而定。

其分类标准如下（表1）：

表 1 岩石类型划分标准一览表

矿物百分含量		绢 石	单斜辉石	附生铬尖晶石	备 注
岩石类型					
含铬纯橄岩(φ_{d-cr})		<5	—	3—8	其余主要为橄榄石
纯 橄 岩(φ_d)		<5	—	少量	同 上
辉 橄 岩 类	一号斜辉辉橄岩(φ_{o1})	5—15	—	同上	同 上
	二号斜辉辉橄岩(φ_{o2})	15—30	—	同上	同 上
	含单辉斜辉辉橄岩 (φ_{o1}^{θ}) (φ_{o2}^{θ})	5—15	1—3	同上	同 上
		15—30	1—3	同上	同 上
	单辉斜辉辉橄岩 (φ_{o-o1}) (φ_{o-o2})	5—15	3—7		同 上
		15—30	3—7		同 上
二辉橄榄岩(φ_{2o})		5—30	8—20		同 上
橄榄岩(φ_p)		30—70	少量		同 上
橄榄辉石岩(φ_v)		70—90			同 上

本区主要岩石类型为纯橄岩、斜辉辉橄岩、橄橄岩、二辉橄橄岩。二辉橄橄岩主要呈异离体产出。多为蚀变岩石，原岩无法恢复，故构成单一岩相。主要有滑石碳酸盐化超基性岩及蛇纹岩。

2. 岩石化学成分

矿区岩石化学成分（表2）主要有以下特点：

（1）岩体中处在不同部位的同类岩石，主要化学成分变化不大，基本稳定。

表 2 岩石主要化学成分及特征数字一览表

主要化学成分 岩石类型	主要化学成分（重量百分含量）							特 征 数 字			样 品 数
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	MgO	CaO	M/F	Al/Cr	h	
含铬纯橄岩	33.05	2.52	4.54	1.88	0.88	37.98	2.62	11.02	4.72	67.85	6
纯橄岩	34.41	0.60	3.97	3.21	0.57	41.41	0.11	10.85	1.64	52.63	2
斜辉辉橄岩	37.44	0.87	4.85	2.66	0.46	38.65	0.42	9.86	3.01	62.12	39
含单辉斜辉辉橄岩	38.21	0.95	4.56	2.76	0.39	38.52	0.93	10.04	3.84	62.04	5
二辉橄橄岩	40.10	2.51	5.53	3.26	0.47	34.60	3.38	7.82	8.66	61.40	3

(2) M/F值随岩石酸度增大而降低。纯橄岩M/F值最高,但在富含绿泥石的含铬纯橄岩中, M/F值甚低(8.45—8.95)。

(3) 一般 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 及 Al/Cr 值随岩石酸度增大而增加,而含铬岩石较一般岩石 Al_2O_3 含量显著偏高。

(4) 岩石中 Cr_2O_3 含量自含铬纯橄岩至单辉辉橄岩有明显下降。

(5) 超基性岩中 TiO_2 含量在0.03—0.08%之间,和岩石酸度呈正消长。

(6) 超基性岩中 NiO 含量多在0.1—0.27%之间,有随岩石酸度增大而减少之趋势。

(7) 超基性岩中的 MnO 、 Na_2O 、 K_2O 含量很少,变化亦不明显,其中 Na_2O 远大于 K_2O 。

(8) h 值、 H_2O^+ 、 CO_2 、烧失量随岩石酸度增大而降低。

按岩石化学成分计算出的特征数字,说明矿区超基性岩多为正常系列和铝过饱和系列。按样品二者之量比为10:9。在主要特征数字方面,本区纯橄岩的 S 值低于34, B 值不小于66, M 值不小于58;二辉橄岩的 S 值在40左右, B 值58左右, M 值49左右;斜辉辉橄岩的 S 值在35—39之间变化, B 值在65—60之间, M 值在57—50之间; S 、 B 、 M 三数字随岩石类型变化的规律较为明显。 A 、 C 或 $A+C$ 数字变化不明显,对划分本区超基性岩的岩石类型不起重要作用。值得注意的是,一些纯橄岩的 h 值较矿化纯橄岩或斜辉辉橄岩的 h 值,均低15—9; Al/Cr 值亦最低。

若采用T.B.彼努斯的研究成果,则本区岩石化学成分所反映的原始岩浆,应属橄榄岩浆,唯岩石中普遍含微量的钛。

由于原来所采化学样品,主要是用来研究岩体及不同岩石类型的化学成分特点,而对具有不同特征的同类岩石,未分别作化学分析,因此,以上所述只是岩体中化学成分变化的共性,对其个性的认识还有待于进一步的研究。

3. 岩相带的划分

岩体的岩相在各处无大的差别,岩体不同部位在化学成分上也无明显的变化。总体上看,岩体内异离体的规模都不大,分布少而分散,或局部较多而不集中;岩相在纵向上的变化特点,自东而西各种异离体、贯入体逐渐增多,而且在水平方向及垂深方向上,随岩体幅度变宽而增大,尤以纯橄岩突出,含单辉的辉橄岩也有此特点;橄榄岩及二辉橄岩异离体数量东少西多的特点也较明显。岩体南部岩相带,在4矿群南东纯橄岩规模较大,数量亦多,与岩体西段差别大。岩石中绢石粒度与含量成正比关系;同类岩石粒度,中央带大于两侧,南部大于北部,西部大于东部,浅部大于深部。

当岩浆侵入构造空间后,动力作用仍很活跃,影响了岩浆分异,使岩体成为一个以斜辉辉橄岩为主,夹有纯橄岩、橄榄岩、二辉橄岩岩相的杂岩体。根据11、13、14矿群岩相剖面线比例统计,各岩相百分比为:二号斜辉辉橄岩占64.36%;1号斜辉辉橄岩占23.67%;滑石碳酸盐化超基性岩占8.6%;橄榄岩占2.03%;纯橄岩(包括贯入体)占1.34%。据此可以看出,该岩体岩相分异不佳,尤其纯橄岩不很发育。同时,野外观察岩相分带性不十分明显,无显著的相带标志。岩相之间的变化多呈递变关系,所以相带界线不明显。显而易见,由于岩浆分异不充分,不完善,故对铬铁矿的熔离、聚集极为不利。因此,详细划分岩相带用于找矿,就本区而言,其实用意义就不是特别重要了。

依据岩体内各部位岩相的特点,再结合岩体形态、产状以及围岩捕虏体的分布特征,将岩体大致划分为如下三个岩相带:

北部岩相带——含橄榄岩、二辉橄榄岩及纯橄岩分离体的斜辉辉橄岩岩相带。

中央岩相带——含纯橄岩、橄榄岩的斜辉辉橄岩杂岩带。在该带中，因上部较下部稍偏酸性，所以又可划分为上、下两个亚带。

南部岩相带——含纯橄岩、橄榄岩及二辉橄榄岩的斜辉辉橄岩岩相带。根据6、21矿群东纯橄岩规模较大、数量较多的特点，又可划分为两个亚带。

东带：含纯橄岩分离体的斜辉辉橄岩亚带。

西带：含橄榄岩、二辉橄榄岩分离体的斜辉辉橄岩亚带。

中央岩相带的空间位置，大致与中央构造矿化带一致。岩相带中的纯橄岩，一部分为分离体（与其它岩石呈渐变或突变接触关系），但大部分为贯入体（与其它岩石呈突变接触关系）。因此，此种划分既包括了分异相，又包括了构造相。相带两侧捕虏体带的存在，只能说明它是早期构造的残迹，而不能说明岩相分异可以因此而较两边偏基性。纯橄岩在该带分散而多的特征，正说明它是一个构造活动带。所以形成该带的主导因素，应是构造活动。这种划法客观上显然冲破了“分异划相”的认识。

（四）岩体节理及流动构造

原生节理主要依据岩体内同源脉岩来确定。按其于流动构造的关系又可分为：与流线一致的纵节理；与流面一致的层节理；垂直流线为横节理；斜交流线为斜节理；其次尚有边缘节理、平缓节理。平缓节理形成最晚，它对控制矿体的原始形态亦有一定的作用，如58号矿体。矿区岩体主要以纵节理及层节理为主，最发育的为北东、北东东两组，其中北东东向节理为张性节理。

次生节理在岩体各处的发育情况各不相同，但共同点是以北北东—北东向的扭性和北东东—东西向的压性节理最发育，其次，北西西向扭性节理亦较发育，而北北西向张性节理不太发育。

从上述可以看出：原、次生节理中最发育的均为北东及北东东向两组节理，它说明了次生节理可以在原生节理的基础上发育——即具有继承性。而较特殊的是，同方向的原、次生节理的力学性质截然不同，它反映了脉岩活动前后运动方式、方向发生了明显的改变。这一现象对构造发展史的探讨是很有意义的。

岩体内的流动构造，主要是岩石内的附生铬尖晶石、绢石、单斜辉石构成的流线及流面构造。从认识原始岩浆的流动状况而言，流线的意义大于流面。从测得的数据来看，相当一部分表现紊乱、规律性不强。若用统计的方法有分析地去看，亦有一定规律性。如岩体内不同部位的主要一组流线产状趋于一致，一般指向西或北西西，总体上指示岩浆由西向东上仰流动；较规则的流线产状的变化，多处于岩体由宽变窄或岩体产状变化处。总之，流动构造明显地受岩体形态控制。

二、矿床地质

（一）矿体的形态、产状及控矿裂隙的力学性质

本区矿体规模较小。地表发现的矿体，大部分长数米至十数米，（1米以下者多为矿化

点)；厚度变化范围从数十厘米—数米不等；一般延深均不大。厚度与走向长之比，一般为1:3—1:6，个别1:7—1:9。本区深部已发现的盲矿体。轴长10米以下者较少，一般多在20—50米之间，最大矿体长百余米。一般情况走向长与倾向长之比为1:0.8—1:1.3；走向长与轴长之比为1:1.4—1:2；厚度与走向长之比为1:3—1:6；厚度与倾向长之比为1:5—1:7。各比值随不同矿群的矿体形态特征而各异。

区内矿体的产状变化较突出，倾角变化范围多在50°—70°之间，大部分矿体均在60°左右，个别矿体达80°左右，而且南北两矿带中矿体的倾角多陡于中央。矿体总体走向变化较大，基本可分两种情况：其一，矿体产出断裂带上，受“主干”断裂面及羽状裂隙控制者，矿体有两组方向如21、4矿群（15°—25°及45°左右羽裂两组），其特点是羽状裂隙内的矿体较主断裂面内的矿体方位角大。其二，分布在断裂带附近裂隙内及褪色带、破碎带内的矿体，亦有两种情况：

(1) 处在岩体边部的矿床，矿体主要一组走向与围岩界面接近一致(交角不大，约10°左右)，如2矿群80°，1矿群80°，次为10°—15°。系受岩体内边部断层和围岩界面的制约所致；

(2) 处在岩体中央带上的矿床的两组方向，以7及20矿群分界，以西诸群总体走向70°左右，其东诸群总体走向50°左右。特征是矿体走向与矿群所在的含矿褪色带的走向近一致，都受岩体主轴转折的制约，均与对应的岩体围岩接触面有10°左右的夹角，且矿体走向方位角均较岩体围岩界面大。

本区矿体形态复杂多样，极不规则，较标准的脉状及透镜状工业矿体十分罕见，矿体边界呈锯齿状(单边)、折线状(双边)；矿体上部枝叉发育者则屡见不鲜(图4)；深部盲矿体为便于储量计算，以及工程密度所限，大部将其规则化，而圈成椭圆形。

从上述矿体的规模、形态、产状可以看出矿体严格受成矿时(前)构造裂隙控制。如某些矿体呈上大下小的楔形，且上部枝叉发育，多卫星小矿体显示典型的张性。某些矿体主要受两组发育相当的扭裂面控制，即形成双边折线状的追张(踪)矿体(如44，51，98等矿体)。但双边折线状矿体在不少情况下并不对称，说明这种裂隙的形成不但受张力作用，同时亦承受了大小不等的扭力作用。总之，由矿体形态所反映出的控矿裂隙性质，主要为张性及张扭性。

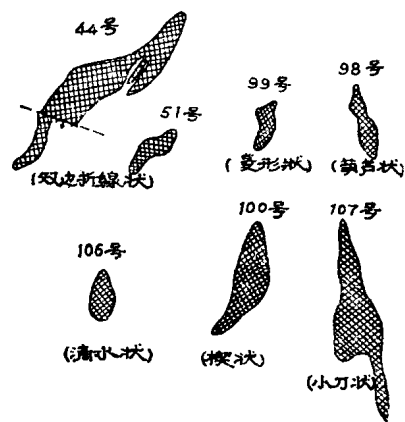


图4 矿体平面形态图

(二) 矿体与围岩的关系

矿体的直接围岩有纯橄岩(有时呈皮壳状)、辉橄岩、滑石碳酸盐化超基性岩、叶蛇纹岩。辉橄岩所占比例往往较大。矿体对偏基性岩相的选择性不强(表3)。近矿围岩尚有如下特点：1. MgO含量较远矿围岩略低。铁的总含量也低，且 Fe_2O_3 较 FeO 高，即h值较高；2. Al_2O_3 含量普遍较远矿围岩高，特别在矿体有绿泥石壳存在时，或近矿围岩受绿泥石化以及有叶绿泥石蚀变带(带很窄0.5—数厘米)时，更为突出。3. 近矿围岩褪色现象较远矿围岩强烈。化学资料表明，近矿者蛇纹石化程度普遍较高。

表 3 5矿群矿体顶底板围岩统计

围岩与矿体的关系	围 岩 类 型 及 数 量 百 分 比			备 注
	纯 橄 岩	一号斜辉辉橄岩	二号斜辉辉橄岩	
顶 板	38.9	16.7	44.4	纯橄岩包括与矿同生的贯入体
底 板	37	11.1	51.9	

不论何种类型的矿石组成的矿体，其与围岩的接触关系都是截然清楚的。真正过渡关系仅见于含铬纯橄岩中的条带状构造的矿石，但因其含铬量过低，未被圈入矿体之内。本区一些矿体常被厚度不大(几毫米—十余厘米)的绿泥石壳——“鸡蛋壳”包围(图版 I—1)。有壳的矿体，脉石为脆绿泥石，壳为隐晶质纤维状的斜绿泥石。壳分内带(近矿)及外带，内带斜绿泥石无方向性，且与脉石及外带均呈过渡关系；外带斜绿泥石具方向性，与矿体的围岩界线截然清楚，其纤维方向垂直于矿壁。绿泥石壳的化学成分有两个显著特点：

(1) 壳中 Al_2O_3 含量高，且从脉石—壳—近矿围岩依次递减。以阳离子的原子数而论，脉石绝大部分的 Al 在 2 以上，壳在 1—2 之间，近矿蚀变带在 1 以下。

(2) 壳及脉石含钒，近矿围岩一般不含钒，远矿围岩根本不含钒。有些矿体无绿泥石壳，但有纯橄岩壳(厚数厘米—1—2米)。产于两种岩相接触界面间的矿体亦普遍有纯橄岩壳。无论矿体有无“壳”存在，矿体与围岩接触时，均呈突变关系。

综上所述，反映了矿体的后成性。

(三) 矿石类型与结构构造

矿石类型依铬尖晶石在岩石中的含量多少划分为四类：

- (1) 致密块状(包括准致密)矿石：铬尖晶石含量占 80—100%；
- (2) 稠密浸染状矿石：铬尖晶石含量占 50—80%；
- (3) 中等浸染状矿石：铬尖晶石含量占 30—50%；
- (4) 稀疏浸染状矿石：铬尖晶石含量占 20—30%。

矿石结构以自形、自形一半自形中—粗粒为主；其次为自形一半自形中细粒和自形伟晶；它形细粒较少。

矿石构造类型，以致密块状为主要类型(占全区的 80% 左右)，粒径 1—4 毫米，大者 6 毫米，少数可达 10 毫米。主要由自形晶及自形一半自形晶组成，细粒者多为半自形及它形。次为稠密浸染状(占全区 13% 左右，或称松鸡羽毛状)构造。按粒径可分为粗、中、细三类，多为自形一半自形晶。稀疏—中等浸染状构造，以细粒(0.5—1 毫米)半自形晶为主，有时可见文象状结构。次要类型中又可分为多种亚类构造：

(1) 网环状构造：铬尖晶石构成网格，脉石矿物构成网眼，按网环大小和铬尖晶石粒度和密集程度，又可分为粗、细网环状构造(图版 I—2)。

(2) 斑杂状构造：在中粒稠密浸染状矿石中出现粗粒致密块状集合体；反之亦然。它们彼此呈迅速过渡。斑杂体最大直径 20—30 厘米不等，轮廓不规则，或圆或长或交错、弯曲、分叉，但和基质界线浑圆，反映含矿熔体内原始成分和浓度不均一，也说明二者在熔融状态下即已分离(图版 I—3)。

(3) 斑状构造：在稠密浸染状矿石中，有稀疏的铬尖晶石粗大(直径 0.2—2 厘米)

自形晶粒。

(4) 反斑状构造：硅酸盐集合体形成的斑状体，分布于致密块状或稠密浸染状矿石中。

(5) 条带状构造：种类繁多，但多数条带由铬尖晶石构成，基质为硅酸盐。一般条带彼此平行。

(6) 似团块状构造：由它形中粒铬尖晶石组成致密的团块集合体构成。直径0.2—2厘米不等，呈球状或椭球状。团块中心常有硅酸盐核心，呈枝叉状与外界硅酸盐相联。

(7) 球状构造：由浑圆的硅酸盐构成不十分规则的球状体，分布于稠密浸染状或致密块状基质中。它常和斑杂状构造混生。在脉石量多时，球状特征消失，构成云朵状构造。

(8) 角砾状构造：一种是致密块状矿石角砾，被硅酸盐——脉石胶结；一种是硅酸盐（纯橄岩）角砾被矿胶结。

由上述可知，本区矿石结构构造相当复杂，形成上述矿石特征的因素也是多种的。因此，若从矿石结构构造方面来研究矿床成因时，除研究铬元素聚集时自身的物理化学特征外，还必须研究外部条件（成矿环境）的特点。

(四) 矿石的物质成分

1. 铬铁矿石的矿物成分

(1) 主要矿物成分

1) 铬尖晶石类矿物——在矿石中的含量占30—97%，一般为60—95%；造矿铬尖晶石有原生和蚀变之分。原生铬尖晶石呈黑褐色，金属—半金属光泽，薄片呈棕色半透明，折光率 1.965 ± 0.035 ，比重4.1784，具弱磁性。蚀变铬尖晶石常在原生铬尖晶石外缘出现，如晶粒周围、解理面及裂隙处；蚀变强者可使原生晶粒大部或全部蚀变，与原生的物理性质差别很大，呈强蚀变或全蚀变时，常为黑色，暗浊无光，比重增大为4.4268，有强磁性，薄片下不透明，反射率较原生者高（约与磁铁矿相似），反射色略带白色。

2) 脉石矿物——主要为绿泥石（大部为脆绿泥石）、蛇纹石组成。脉石中偶尔可见碳酸盐、滑石、水镁石等少量副生矿物。1、13矿群的部分矿体及19矿群，除绿泥石外，可见异剥辉石和柘榴子石；异剥辉石大者呈伟晶状，草黄绿色，在与铬尖晶石接触处为苹果绿色，形成镶嵌状似文象结构，除(110)解理外，(100)裂理也较发育，常可见铬尖晶石被粗大的异剥辉石包裹现象。柘榴子石多为微细颗粒沿异剥辉石解理分布，或呈不规则的集合体分布；脉石的化学成分特点是， Al_2O_3 含量很高，普遍含Cr、Ni、V，部分含Cu。

(2) 次要矿物成分

1) 针镍矿——为常见的次要金属矿物。在稀疏—星散状浸染矿石中尤为常见。多为它形，偶见自形，呈粒状产出。多散布于脉石中，有时可见充填于铬尖晶石粒间或其裂隙中。

2) 黄铁矿、磁黄铁矿——与针镍矿产状相同。

3) 赤铁矿——或以片状假象沿铬尖晶石晶面生长，或呈极细而密集的片状晶产于蚀变铬尖晶石的晶粒中。

- 4) 针铁矿——以充填矿石裂隙为主，亦为常见矿物。
- 5) 榍石——呈细粒状，具菱形切面，常呈单晶出现于碳酸盐脉石中。
- 6) 钙铬石榴石——呈隐晶质分布于裂隙内。
- 7) 铬绿泥石——很少见，呈隐晶质分布于岩石裂隙内。
- 8) 翠镍矿——在中央带多见。呈翠绿色被膜状分布于矿石裂隙内。
- 9) 铬云母(?)——无完好晶形，多呈被膜状分布于岩矿石裂隙内。
- 10) 自然铜——呈游离状态分布于矿石内，或呈被膜状及微晶分布于岩石中。

2. 矿石的化学成分特点

(1) Cr_2O_3 含量变化大。致密块状矿石含量一般较高，中等—稠密浸染状矿石含量中等，稀疏浸染状矿石含量低。

(2) $\text{Cr}_2\text{O}_3/(\text{FeO})$ 比值亦随矿石中铬尖晶石含量减少而降低，从全区看比值大于 2.5 者占绝对多数。

(3) Al_2O_3 含量均很高，但含量自致密块状矿石到稀疏浸染状矿石逐渐减少； SiO_2 、 MgO 、 H_2O^+ 则渐增，当绿泥石脉中铬尖晶石含量达到稀疏—中等浸染时则相反。

(4) 矿石中硫、磷含量一般很低 (S 0.01—0.03%， P 0.008—0.08%)。

表 4 造矿铬尖晶石主要化学成分变化范围一览表

项 目	百分含量变化范围	最低至最高	一般或大部 ⁽⁺⁾
主要化学成分	Cr_2O_3	30.38—58.00	37—43
	Al_2O_3	18.52—28.94	24—27
	Fe_2O_3	0.44—6.62	3—4
	FeO	7.80—16.38	9—11
	MgO	13.07—17.54	16—17
	SiO_2	0.74—3.76	+1—2
	CaO	0.25—0.76	+0.3±
基础晶胞中原子数	Cr	6.4—8.7	7—8
	Al	6.3—8.2	7—8
	$\text{Fe}^{\#}$	0.2—1.5	0.4—0.8
	Fe^{++}	2—3.6	2—2.5
	Mg	4.4—8	5.4—5.8
特征数字	$\text{Cr}_2\text{O}_3/(\text{FeO})$	1.24—3.26	2.5—3
	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$	0.1—0.81	0.14—0.3
	MgO/FeO	1.23—3.55	2—3
	$\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$	0.75—1.22	1±
	$\text{R}_2\text{O}_3/\text{RO}$	0.93—1.11	1±

表 5 不同岩石类型中附生铬尖晶石化学成分一览表

百分含量 项 目	类 别	纯橄岩	辉 橄 岩	橄 榄 岩
主要化学成分	Cr_2O_3	53.74	39.23	44.19
	Al_2O_3	7.36	18.43	24.64
	Fe_2O_3	4.06	5.16	1.30
	FeO	18.39	17.02	15.94
	MgO	11.10	14.07	12.66
	SiO_2	2.52	3.90	0.20
	CaO	0.64	0.32	0.24
特征数字	$\text{R}_2\text{O}_3/\text{RO}$	0.98	0.96	1.02
	$\text{Cr}_2\text{O}_3/(\text{FeO})$	2.45	1.81	2.58
	MgO/FeO	0.85	1.05	1.34
基础晶胞中原子数	Cr	12.30	8.60	8.70
	Al	2.50	5.90	7.20
	$\text{Fe}^{\#}$	1.30	1.50	0.10
	Fe^{++}	4.33	3.90	3.40
	Mg	3.67	4.07	4.60
铬尖晶石类型		富铁铬铁矿	富铁铝铬铁矿	铝铬铁矿

致密块状矿石的铬铁比值，绝大多数大于2.5，属索柯洛夫分类表中A大类（即 $\text{Cr}_2\text{O}_3/(\text{FeO}) > 2.5$ 类）为高铁高铝的铝铬铁矿；浸染状矿石 $\text{Cr}_2\text{O}_3/(\text{FeO})$ 在2.5左右，部分为含铁低的A大类，部分属含铁高的B大类，应属选矿级矿石。

（五）铬尖晶石的化学成分

1. 造矿铬尖晶石化学成分

根据21个样品分析结果，将不同矿石类型（以致密块状为主）的化学成分变化，综合归纳如表4所示。

以辉橄岩为直接围岩的矿体，北部和东部矿群，多数的造矿铬尖晶石含铝略高，含铬略低。在巴氏图解内多属于镁质硬铬尖晶石类型；而在中央带的矿群，铬尖晶石含铝略低，含铬略高，多属镁质铝铬铁矿类型。另外，在致密块状矿石中，有较多的钛铁矿颗粒，而稀疏浸染状矿石中很少或没有。

2. 附生铬尖晶石化学成分（表5）

从表中可看出，纯橄岩、辉橄岩、橄榄岩中附生铬尖晶石化学成分异差颇大，在三价氧化物中，纯橄岩较其它两种岩石铬高铝低；在二价氧化物中，橄榄岩较其它两种岩石镁、铁亦有差别。这说明在不同岩石类型中，构成铬尖晶石元素的类质同像关系是有差别的。

（六）后生构造对矿床的影响

直接影响矿体的断层，以北东及北西向扭断层最发育，近东西向的压扭性断层亦较发育，其它方向不同性质的断层较少见。这些断层错距很小，多在1米以内，最大错距也在3米以下。全区绝大部分矿体完好地保留了原始形态，因此，后生构造对矿床的勘探和开采影响是不大的。

三、控矿构造的主要特征

（一）控矿构造的几种主要标志——构造岩

构造变动和热液活动使岩石内矿物共生组合发生改变，产生了新矿物，从而使岩石的物理化学特性、结构构造均有改变，这是矿区构造岩的基本特征。现按矿区构造岩的矿物组合及分布特征，分别叙述如下：

1. 剪裂破碎带及褪色带

剪裂破碎带与褪色带虽在成因上和分布上有内在联系，但在岩石的构造上极不相同。

（1）剪裂破碎带（旧称“片理化带”）

按岩石变形强度和岩石特征，可分为强剪裂破碎带及弱剪裂破碎带两类。

1) 强剪裂破碎带：岩石剧烈变形，十分破碎，原岩矿物成分不易识辨。岩石形态呈中心略厚而边缘薄的细鳞片状，片之大小、厚薄不等，最小厚度1—2毫米左右，小片如指甲盖大小，一般平行密集排列；岩片表面油脂光滑，常见纵纤维蛇纹石定向排列。局部地段由于应力集中，岩石发生塑性变形，出现揉皱及挠曲。

2) 弱剪裂破碎带：岩石强烈变形，十分破碎，原岩矿物晶粒被拉长，略具定向排

列。岩石风化呈透镜片状，一般片厚5毫米左右，尖灭地段可在1厘米左右。岩石表面亦较光滑，并有定向纵纤维蛇纹石分布。

强、弱剪裂破碎带总体呈雁行带状分布；二者亦均可单独存在。平面上垂直走向岩石变形强度变化不大，与块状岩石界线截然清楚，沿走向强者过渡为弱者，弱者迅速过渡为块状。走向上临近剪裂带的岩石，可见发育的两组扭裂面，将块状岩石切割成不等边的无棱角的似菱形体。剖面上延深可达数百米，并有隐伏带出现；厚度变化较大，且常出现转折，不同地段倾角变化亦较大。

从上述剪裂破碎带的岩石特征、空间形态、分布特点及与块状岩石的关系，可以看出该剪裂破碎带是岩石在剪切应力作用下发生的形变。关于密集剪切裂隙面间的岩石，当它在两组剪扭面的主要扭力持续作用下运动时，扭裂面的力学性质、方位和运动方向都要相应地发生改变，两扭裂面所夹锐角变小，钝角增大，两扭裂面的运动方向由不一致变为一致。结果使岩石变为薄片状。其中的矿物晶粒被拉长，并具有不同程度的定向性。片状岩石间的裂隙面在热液作用下产生定向应力新矿物——纵纤维蛇纹石；而且，剪裂带的岩石普遍具有不同程度的褪色现象。总之，剪裂破碎带的存在，是该地段扭应力局部集中的结果。

应该特别指出，以往曾把剪裂破碎带称为“片理化带”，这种称谓无形中将两种形成机理不同的构造岩混淆了。片理化超基性岩，是岩体在成岩后，由于受区域性压应力作用，岩石被强烈挤压，造成广泛发育的挤压片理，因围压的减轻，所以地表表现得远较深部清楚（即仅限于浅部）。本区这种片理的走向大致为近东西向，和区域性变质围岩片理走向基本一致，在刚性较小的某些浸染状矿体上，这种片理亦发育。这种片理的岩石特征、成因、广泛分布及延深不大的特点与剪裂破碎带均不相同，对找矿也无标志意义，二者的区别是严格的。

处于剪裂带内的铬铁矿体有两种情况，一种矿体的矿石呈棕褐色压碎结构。镜下可见矿石呈角砾状碎裂，原始结构强遭破坏，铬尖晶石大部分已蚀变，但矿与围岩界线仍很清晰截然。这一类矿体规模不大（多数为矿化点）、数量不多。另一种矿体的矿石未遭显著破坏，为黑褐色自形一半自形粒状结构、块状构造，矿体内仅有小磨擦镜面发育（如12、14等矿群矿体）。该类矿体规模大、数量多，为本区的主要工业矿床。以上事实说明剪裂破碎带与矿化带的先后关系，即剪裂带形成之前已有矿浆活动，在剪裂带发育形成的过程中早期矿体被破坏；在剪裂带形成的末期，更有大规模的矿浆贯入，形成大小不等的工业矿床。

（2）褪色带

由铁镁质矿物组成的超基性岩，石色深暗。与此相比，浅色超基性岩，被认为是一种褪色现象。

褪色现象（作用）对岩性无明显的选择性，它可使一部分岩石浅到灰白色，另一部分岩石则仍保有墨绿色，造成同一岩相的物性差，这是岩石发生质变引起的。这种质变，是由构造变动导致围岩蚀变造成的。显然，这种褪色现象，与表生作用没有内在联系。但表生作用可以使其进一步强化（仅在浅部数米内）。

我们认为岩石褪色的原因，是岩石反复蛇纹石化作用造成的。从岩体开始凝固时起，只要条件适宜（温度合适，有水、挥发份、二氧化碳或二氧化硅参加），就会发生蛇纹石化。据野外不同种属、特征的蛇纹石脉穿插关系紊乱，以及镜下研究发现各种属蛇纹石交