

铬 镍 钴 铂 地质矿产专辑

第 四 集

地 质 出 版 社

56.5/
205.1
4:2

铬镍钴铂地质矿产专辑

第 四 集

中国地质科学院地质矿产所 编

30576/31

地 质 出 版 社

铬镍钴铂地质矿产专辑

第四集

中国地质科学院地质矿产所 编

(限国内发行)

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

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

1978年1月北京第一版·1978年1月北京第一次印刷

统一书号：15038·新239 定价 1.10元

目 录

大道尔吉铬铁矿成矿规律与找矿方向的研究	
.....甘肃省地质局第二地质队、中国地质科学院地矿所第二研究室(1)	
鲸鱼铬铁矿床特征及成矿控制因素.....新疆地质局第三地质大队(42)	
新疆唐区超基性岩体的岩石及矿化特征.....中国地质科学院地矿所唐区铬矿组(61)	
克一塔超基性岩带铬铁矿成矿控制因素探讨.....新疆地质局 张弛(79)	
陕西 601 含钴硫化镍矿床的基本地质特征	
.....陕西省冶金地质勘探公司 711 队、陕西省冶金地质研究所(95)	
毛家厂铬铁矿矿床勘探方法的探讨	
.....河北省地质局第一地质队 李俊先、唐山冶金矿建指挥部石人沟铁矿 樊广宇(125)	

大道尔吉铬铁矿成矿规律 与找矿方向的研究

甘肃省地质局第二地质队
中国地质科学院地矿所第二研究室

第一章 区域地质构造特征

一、区域地质概况

道尔吉岩体群位于沙拉果河深断裂的北侧。沙拉果河深大断裂的走向为北西-北西西，超基性岩体(群)断续沿断裂分布，道尔吉岩体群为其中之一。

沙拉果河深大断裂也控制了下古生界以来的沉积作用和岩浆侵入活动。该断裂南侧下古生界沉积巨厚，火山岩发育，断裂北侧震旦系沉积厚度大，缺失下古生界。沿沙拉果河深大断裂片理发育，显示压扭性特征。该断裂北侧的昌马大断裂，据浅源地震及地质推断，西段为一高角度的向南倾斜的逆断层(东段倾向北东)，受近南北向挤压力的作用，南部上升，北部下降并有沿断层面北侧向东的平移剪切作用。

沙拉果河深大断裂与昌马大断裂属同一断裂体系，断裂形成的时代性质及深度也应类似。因此，沙拉果河断裂应形成于加里东早期或更早，为一走向北西—北西西陡倾的深大断裂。而道尔吉岩体群则是受其北侧与之平行的次级断裂控制。

道尔吉岩体群所在区域的地层以震旦系分布最广，下石炭统次之，尚有少量侏罗系。

震旦系分布于大道尔吉岩体的东端、中段北部边缘，野人沟岩体的东、西部及小道尔吉岩体的四周，由含硅质条带或硅质团块的硅质灰岩、石英岩及少量黑色板岩、绿色片岩组成。

下石炭统位于岩体的北缘中段，下部以灰白色石英砂砾岩、石英粗砂岩及石英细砂岩为主，上部为浅黄褐色灰岩夹炭质页岩，属早石炭世维宪期(C_1^1)。

侏罗系见于东覆盖区及西覆盖区的南北两侧，由暗灰绿色、酱紫色细砾岩、砂砾岩及多量浅紫色粉砂岩组成。以石英碎屑为主，少量长石碎屑及岩屑，胶结物以硅质为主，少量绢云母及铁质。砂状结构及变余砂状结构。

道尔吉岩体群所在地区的岩浆岩，除超基性岩之外，有闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩和花岗岩，尤以后两者分布面积最广。

岩浆岩的生成顺序为纯橄岩—闪长岩—花岗岩(花岗闪长岩)。由于纯橄岩形成最早，

故后形成的岩体或岩脉穿插、破坏了纯橄岩。又据小道尔吉、野人大坂等处花岗闪长岩中黑云母的同位素年龄(表 1), 上述岩浆岩应属加里东晚期。

表 1 同位素年龄数据表

样 品	样 品 名 称	取 样 地 点	K		40-6 Ar10g/g	Ar40/K40	测定年龄 (百万年)
			K	40-6 K 10g/g			
XIN-1	花岗闪长岩 中黑云母	小道尔吉 I-I' 剖 面南端	4.88	5.9536	0.1569	0.02635	422
XIN-3	"	小道尔吉 I-I' 剖 面北端	4.35	5.3070	0.1336	0.02517	405
AWN-11	"	盐池湾伊和阿尔 嘎斯西	8.1008	8.3082	0.1888	0.023	374
DW-495	"	大道尔吉、野人大坂	6.64	6.81	0.1765	0.021	344

大道尔吉矿区南侧闪长岩与野人沟闪长岩相同, 与超基性岩为断层接触, 亦属加里东晚期。而基性超基性杂岩根据其地质特征和同位素年龄数据 (260 百万年), 属华里西期。由此看来, 道尔吉岩体群内的超基性岩在加里东期与华力西期均可形成。

二、道尔吉岩体群概况

岩体群包括已知的大道尔吉、小道尔吉、野人沟等超基性岩体, 以及物探磁法圈出的、由超基性岩引起的四处异常。岩体群受沙拉果河深断裂北侧的次一级断裂构造控制。推断这些断裂呈近东西向展布, 自西向东有撒开之势, 主干断裂向南凸出呈弧形, 总体看具帚状构造特点。主干断裂南侧有北西西、北西走向的分支断裂。这些断裂均表现为压扭性质。

大道尔吉超基性岩体受上述主断裂及旁侧分支断裂控制。呈北西-南东向展布, 仅在东南端折转为南北向。岩体长约 8.4 公里, 宽 0.5—0.9 公里, 中部最宽为 1.2 公里, 面积约 8 平方公里。呈狭长透镜状。据钻探和物探资料, 岩体西段向南西缓倾, 中段向南西陡倾, 东段局部地段有向北东翻转之势, 总体产状为一向南西陡倾的单斜岩体。

小道尔吉超基性岩体受主断裂及其北侧次一级断裂控制, 呈北西西向展布, 为不规则透镜状。岩体长约 4.7 公里, 宽 50—600 米, 80% 为覆盖区。

小道尔吉至大道尔吉岩体之间相距约 4 公里, 沿主断裂断续出现长条状及透镜状超基性岩小岩体露头三处。物探也圈出了这一窄长的超基性岩磁异常带, 表明大道尔吉与小道尔吉超基性岩体之间可能断续相连。

野人沟超基性岩体, 位于大道尔吉岩体南西约 8 公里的沙拉果河北岸。岩体形态极不规则, 走向近东西, 断续长达 3.1 公里, 宽 20—600 米, 侵入于闪长岩和震旦纪大理岩中。

道尔吉岩体群中以大道尔吉超基性岩体规模较大, 在岩相组合、岩石类型和含矿性上具有独特性。

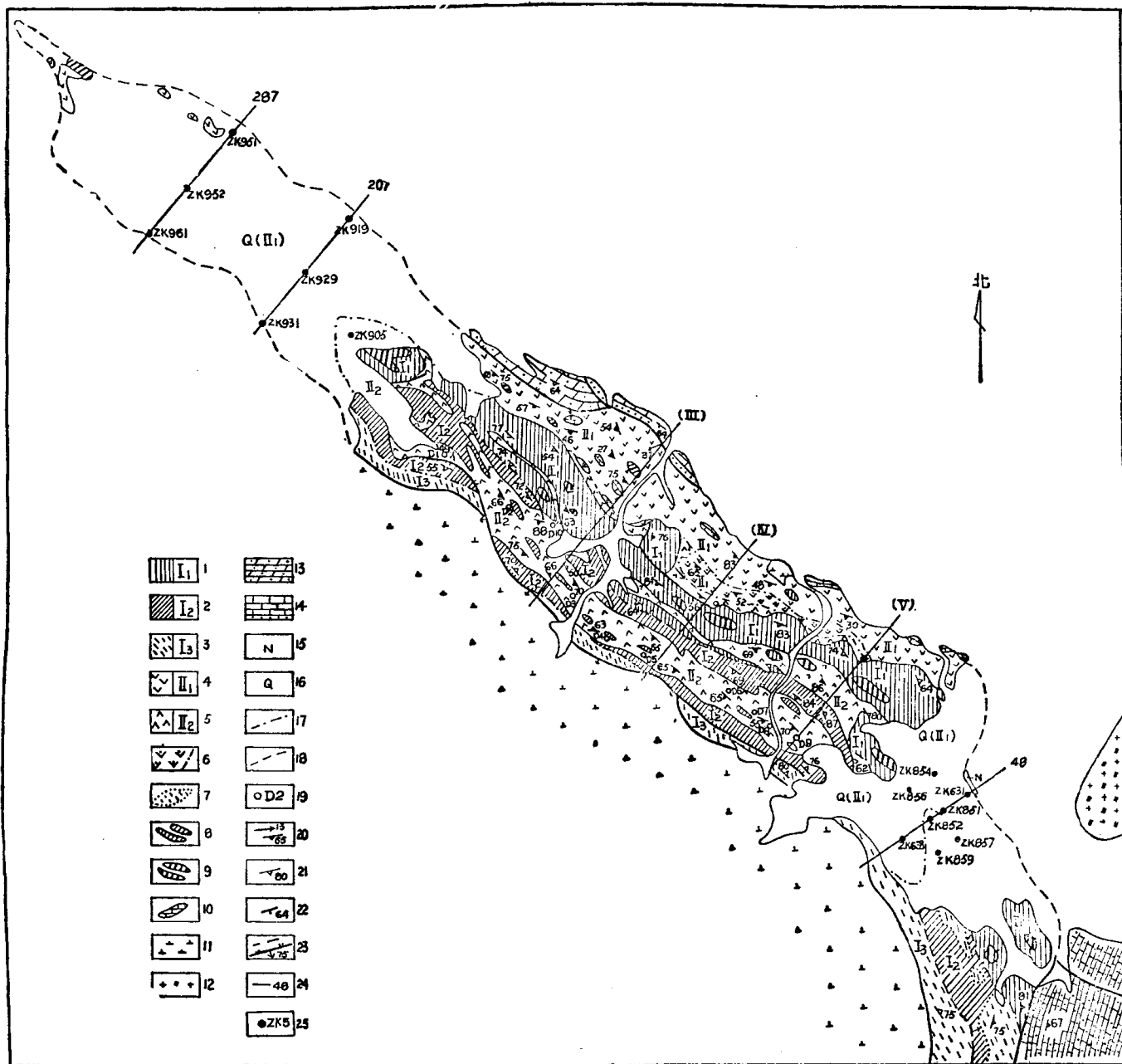


图1 大道尔吉超基性岩体构造岩相图

1—先成岩相透辉石岩亚带；2—先成岩相橄辉岩-透辉石岩-辉长岩亚带；3—先成岩相辉长岩亚带；4—后成岩相纯橄岩-辉橄岩亚带；5—后成岩相纯橄岩-含辉纯橄岩亚带；6—辉橄岩分离体；7—辉长岩分离体；8—透辉石岩捕虏体；9—顽辉岩、古铜辉岩捕虏体；10—透闪石、蛇纹石化结晶灰岩捕虏体；11—石英闪长岩；12—花岗闪长岩；13—震旦系条带状硅质灰岩千枚岩；14—下石炭统砾岩砂岩灰岩；15—第三系紫红色砂砾岩、粘土层；16—第四系覆盖层；17—岩相界线；18—磁异常边界；19—铬矿群及编号；20—铬尖晶石线状、面状构造；21—透辉石面状构造；22—地层产状；23—断层；24—剖面及编号；25—钻孔及编号

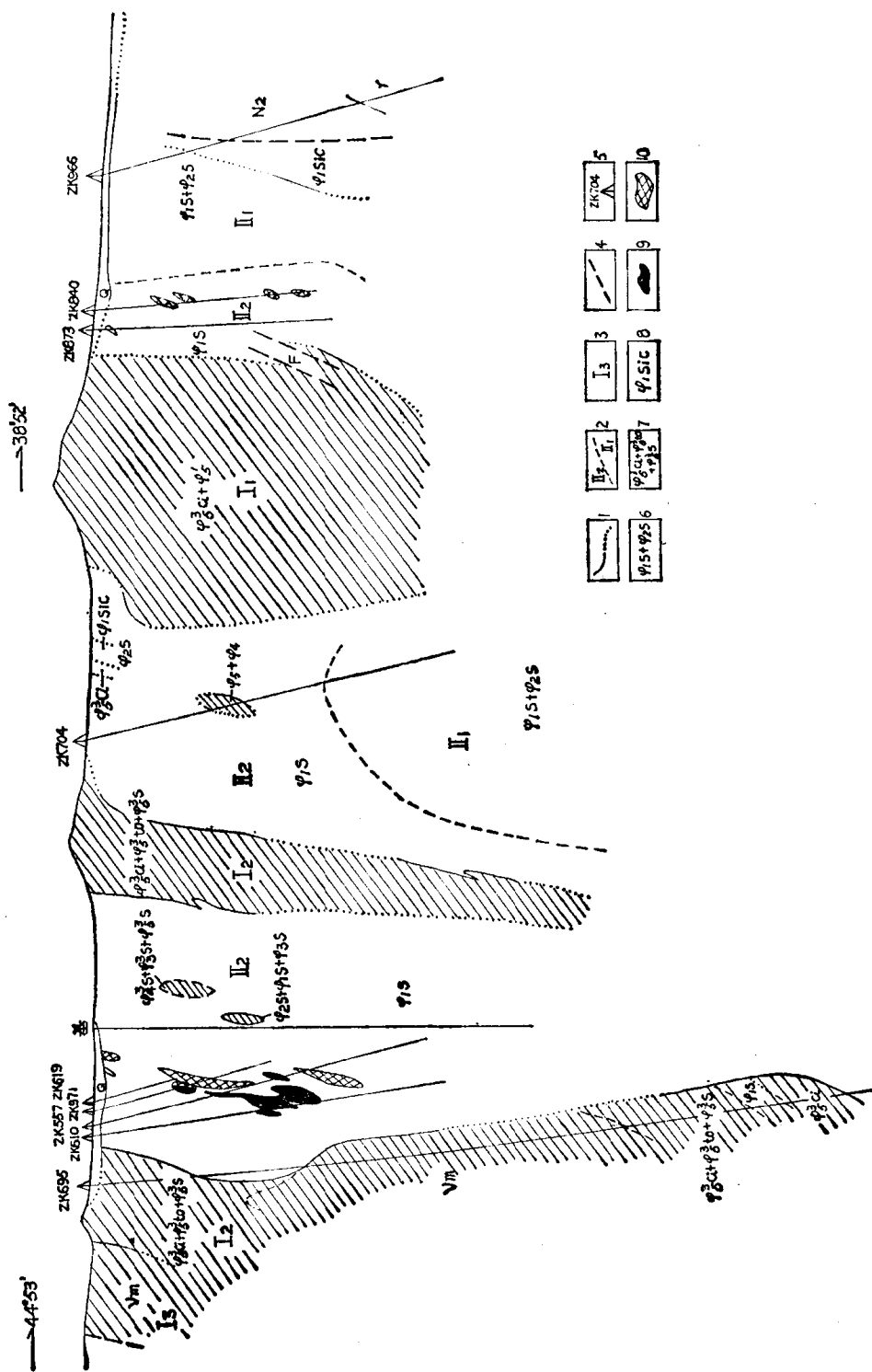


图2 I-V'岩相剖面图

1—实测及推测岩相界线；2—后成岩相界线；3—岩相及其亚带；4—断层；5—钻孔及编号；6—纯橄岩+辉橄岩；7—一次闪石化单辉辉石岩+透辉石岩+橄辉岩；8—超基性岩风化壳；9—稠密-块状矿体；10—稀疏-中等浸染状矿体

第二章 超基性岩岩体地质特征

一、岩体形态产状

大道尔吉超基性岩体(图1)的北部边界就仅有的少量剖面资料表明,在东覆盖区48勘探线,岩体北界与侏罗系粉砂岩呈断层接触,据地表露头接触面倾向南西,倾角 70° 左右。如V—V'岩相剖面(图2),岩体北界与第三系(?)砾岩为断层接触,断层面倾向南西,倾角 $>70^\circ$ 。在西覆盖区,岩体北界的地表产状有向南西陡倾的,也有向北东陡倾的。287线北端岩体与侏罗系接触界面,近地表向北倾,物探资料推断深处仍向南陡倾。

岩体南部边界无工程控制,故缺乏边界产状资料。 D_9 矿群以东深部资料表明,南亚带 $[II_2]$ 南界与 $[I_2]$ 亚带接触界面,在垂深300米以上倾向南西,倾角 $>70^\circ$,垂深300—600米向北陡倾;垂深600米以下转向南西陡倾。总体产状向南西陡倾或近于直立。南亚带 $[II_2]$ 南界与 $[I_2]$ 亚带接触界面呈波状弯曲(图3)。岩体中段,南亚带 $[II_2]$ 南界与 $[I_2]$ 亚带接触界面上部向南西陡倾,下部向北东陡倾, D_4 矿群15线以西,南亚带 $[II_2]$ 南界地表产状向南西陡倾。据物探综合剖面,岩体中部垂深1公里以下变窄并继续向下延深;西覆盖区地表以下岩体变宽,最宽达1.2公里,延深至1.8公里尚未封闭,推测一矿群西与西覆盖区之间有一北北东向张扭性断层,并使西部下落;东部九矿群一带岩体向深部变窄,至1.4公里深处已封闭。推断岩体最深部位位于岩体中部或略偏西。

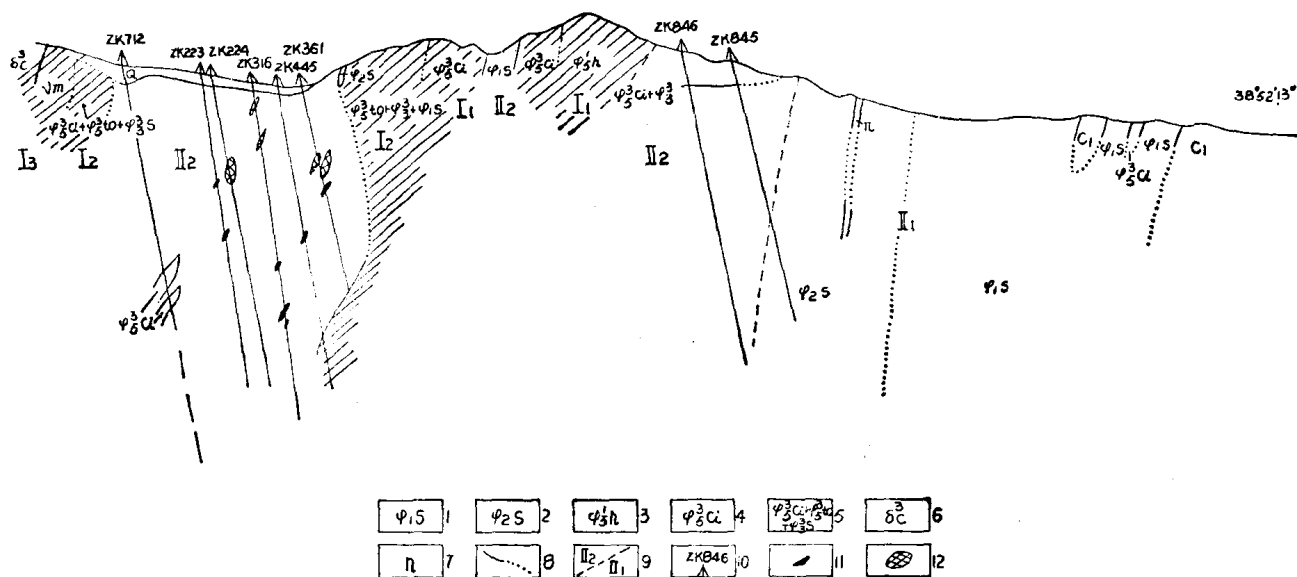


图3 V—V'岩相剖面图

1—纯橄岩; 2—辉橄岩; 3—古铜辉石岩; 4—次闪石化单辉辉石岩; 5—次闪石化单辉辉石岩+透辉石岩+橄辉岩; 6—闪长岩; 7—霏细斑岩; 8—实测及推测岩相界线; 9—后成岩相界线; 10—钻孔及编号; 11—稠密浸染状矿体; 12—稀疏—中等浸染状矿体

岩体内部 $[I_1]$ 与 $[II_2]$ 亚带接触面产状多倾向南西; $[I_2]$ 与 $[II_2]$ 亚带的接触界面虽有不

同程度的弯曲,但总的产状向南西陡倾。

总之,从岩体北部边界和各岩相亚带接触面产状看,岩体产状显示了比较复杂的波状弯曲,即岩体西段显示向南西倾,较缓;中部向南西陡倾;东端局部向北东翻转;上部向南西倾斜,下部有陡直或向北东陡倾之势。该岩体地表为狭长透镜状的向南西陡倾斜的单斜岩体。

二、岩体与围岩的接触关系及侵入时代

岩体的围岩为震旦系和下石炭统,并与上述不同时代地层接触,且包有它们的捕虏体,故具侵入接触关系。灰岩捕虏体分别受接触变质成结晶灰岩和蛇纹石大理岩。岩体北界与震旦系地层接触处可见 1—2 米宽的透闪石片岩。表现有接触变质现象。岩体与南界石英闪长岩为断层接触。

岩体的侵入时代为华力西期,依据如下:

1. 岩体内一浅黄褐色灰岩捕虏体,具轻微重结晶并在其中见有下石炭统维宪期化石。故岩体侵入时代当晚于下石炭统。

2. 西覆盖区 207 勘探线 917 钻孔见侏罗系浅紫色的粉砂岩,与之相同岩性的东覆盖区 48 勘探线 632 钻孔粉砂岩中含有黄褐色滑石碳酸盐化超基性岩砾石并盖于超基性岩之上,此外,西覆盖区 287 勘探线的个别钻孔中也见侏罗系紫红色砂砾岩覆盖于超基性岩之上,故岩体侵入时代当早于侏罗纪。

3. 根据同位素年龄(2.7 亿年),相当于华力西期。

不难看出,岩体侵入时代为下石炭世之后到侏罗纪之前,结合同位素年龄资料,应定为华力西期。

三、岩相带的地质特征

(一) 岩相带的划分

大道尔吉岩体是一深部分异多期侵入形成的杂岩体,主要由纯橄岩、辉橄岩、透辉石岩和辉长岩组成,它们之间依一定的关系组合在一起并呈带状展布,组成不同岩相带。根据岩相带的岩石组合及其形成次序将它们划分为先成岩相和后成岩相。前者为橄榄岩-透辉石岩-辉长岩岩相[I],后者为纯橄岩-辉橄岩岩相[II]。又根据它们主要的岩石类型及其组合、分异特征、空间展布等,将先成的橄榄岩-透辉石岩-辉长岩岩相进一步划分为三个岩相亚带,即透辉石岩亚带[I₁],橄榄岩-透辉石岩-辉长岩带状杂岩亚带[I₂]和辉长岩亚带[I₃]。同样将后成的纯橄岩-辉橄岩岩相划分为两个亚带,即纯橄岩-辉橄岩亚带[II₁]简称北亚带和纯橄岩-含辉纯橄岩亚带[II₂],简称南亚带。

岩相带的这一划分与前人对该岩体岩相带的划分对比如表 2

(二) 岩相带之间的关系

1. 先成岩相与后成岩相之间的侵入接触关系

表 2 岩相划分对比表

	本文采用的岩相	原岩相
先成岩相	橄榄岩-透辉石岩-辉长岩相 [I]	透辉石岩亚带[I ₁]
		橄榄岩-透辉石岩-辉长岩亚带[I ₂]
		辉长岩亚带[I ₃]
后成岩相	纯橄岩-辉橄岩岩相 [II]	纯橄岩-辉橄岩亚带[II ₁]
		纯橄岩-含辉纯橄岩亚带[II ₂]

(1) 后成的纯橄岩常呈支脉状穿入先成岩相中, 两者界线截然, 尤以东段明显。在 D₃ 矿群和 V-V' 岩相剖面上均可见橄榄岩-透辉石岩-辉长岩带状杂岩 [I₂] 在深处尖灭, 犹如漂浮在纯橄岩-含辉纯橄岩 [II₂] 之上。

(2) 在后成岩相中, 特别是在纯橄岩-含辉纯橄岩亚带 [II₂] 中, 有许多先成岩相 [I] 的捕虏体。这些捕虏体称为“鱼脊梁”、“鱼脊梁”的延长方向与岩体走向基本一致多向南西陡倾, 倾角 70°—90°, 局部斜交, 大者长达百余米, 且与地表大面积出露的先成岩相连在一起, 显示出这些捕虏体原来和先成岩相属一个整体, 而后被后成岩相侵入捕虏所致。捕虏体的边缘可见数厘米宽的叶蛇纹石化的暗色蚀变边 (图 4)。

(3) 在后成岩相与先成岩相接触处, 接触面的产状与 [I₂] 亚带条带的产状斜切。

2. 先成岩相内三个亚带之间的分异关系

(1) 在透辉石岩中有辉长岩和条带状辉长岩的异离体, 在辉长岩中也常见透辉石岩的异离体, 两者界线迅变过渡, 镜下见两者接触部分斜长石含量逐渐减少而过渡为透辉石岩。常见辉长岩与透辉石岩频繁间互出现。

(2) 辉长岩与透辉石岩和橄榄岩三者组成带状杂岩, 在条带间的接触部位未见任何互相穿插及接触变质现象。辉长岩被纯橄岩-辉橄岩 [II₁] 捕虏后均已蚀变成变辉长岩, 而辉长岩与透辉石岩相间组成带状杂岩时, 却未见任何接触变质现象; 况且透辉石岩与纯橄岩相比偏酸性应更易于使辉长岩变质。因此带状杂岩中辉长岩条带无接触变质现象, 也是辉长岩与透辉石岩属分异关系的一个佐证。

(3) 透辉石岩亚带 [I₁] 与橄榄岩-透辉石岩-辉长岩带状杂岩亚带 [I₂] 之间为分异关系, 两者的区别为前者仅局部具带状构造, 而后者带状构造较发育。经对两个亚带内的深色条带和浅色条带的分别研究对比, 结果表明, 它们的矿物组合特征、岩石化学成分均相同, 微量元素含量也颇近似 (表 3)。同时在两个亚带接触处未见任何穿插关系和蚀变现象。

3. 后成岩相带内两个亚带之间的分异关系

[II₁] [II₂] 亚带于东、西覆盖区及深部汇合, 地表所见为渐变过渡接触, [II₁] 亚带的附生

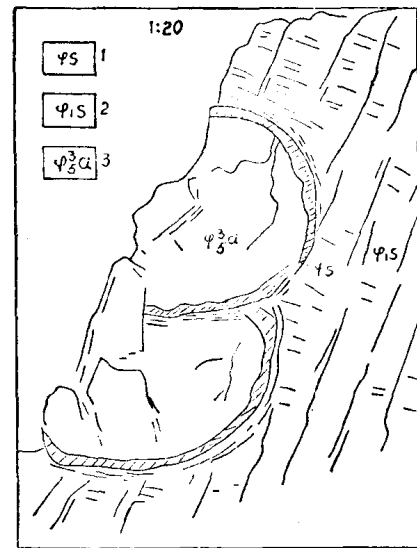


图 4 纯橄岩中的辉石岩捕虏体
1—叶蛇纹岩; 2—纯橄岩; 3—单辉辉石岩

表 3 [I₁][I₂]亚带微量元素对比

元素 % 岩 相	Cr	Ni	Co	Ti
[I ₁]	0.21—0.34	0.046—0.10	0.008—0.05	0.012—0.036
[I ₂]	0.16—0.39	0.03—0.14	0.012—0.03	0.007—0.013

铬尖晶石粒度较粗,岩石颜色多为灰绿色等,当岩石颜色逐渐变为灰黑色,铬尖晶石粒度逐渐变细时则过渡为[II₂]亚带,两者无明显界线。岩石 M/F 值为 7.00—10.26,均属富镁质—超镁质超基性岩。两亚带均为富铬岩相,微量元素含量也很近似,如表 4。

表 4 [II₁][II₂]亚带微量元素对比

元素 % 岩 相	Cr ₂ O ₃	Ni	Co	Ti
[II ₁]	0.89—0.93	0.204—0.244	0.018—0.028	0.002—0.004
[II ₂]	0.80—0.93	0.200—0.225	0.026—0.036	0.007—0.021

(三) 各岩相带的岩石特征

1. 先成岩相的岩石特征

各岩相带主要特征对比如表 5。

(1) 透辉石岩亚带 [I₁]

位于岩体中部,平行于岩带走向展布,东西两端被覆盖,中段出露长度在 3000 米以上,宽度 250—600 米。

该亚带几乎全由透辉石岩组成,夹少量顽火-古铜辉石岩捕虏体及长条状纯橄岩。新鲜的透辉石岩为灰绿色,蚀变者为灰白色、灰黑色、浅灰紫色,块状构造为主,局部具角砾状构造、条带状构造。半自形-他形不等粒结构、纤维鳞片变晶结构及交代残余结构。原生矿物以透辉石为主,但有时含 5—15% 的斜方辉石,附生矿物为磁铁矿和铬尖晶石。蚀变以次闪石化和叶蛇纹石化为主,其次为滑石化,偶见黑云母化,形成全蛇纹石化透辉石岩,全次闪石化叶蛇纹石化透辉石岩。透辉石 + 2V = 54°—58°, C ∩ N_g 38°—49°, N_P = 1.670, N_m = 1.676,属富镁透辉石。

须指出,透辉石岩亚带中局部所见的角砾状构造和似条带状构造,均为次生蚀变作用的结果,当黑色蛇纹石脉沿透辉石岩中不同方向的裂隙穿入时,形成角砾状构造(图版 I-1)。当蛇纹石脉沿平行的裂隙穿入时,则形成似条带状构造。因此,不能把上述角砾状构造看作是后成纯橄岩穿插先成透辉石岩的结果,应作为复合岩体的证据。同样,也不能将上述似条带状构造与带状杂岩相混淆,因前者系次生蚀变形成的蛇纹石脉,后者是原生的具网环结构的较基性的条带。

在后成岩相带中,特别是在纯橄岩-含辉纯橄岩亚带[II₂]中,发育的透镜状、长条状的蚀变辉石岩——即“鱼脊梁”,其成分及蚀变特征均与透辉石岩和透辉石岩捕虏体一致。其微

表5 各岩相带主要特征对比表

岩带名称	岩石组合	岩石结构构造	原生造岩矿物	蚀变特征		附生金属矿物	备注
				主要	次要		
透辉石岩 亚带 [I ₁]	主要由透辉石岩组成, 多蚀变为全叶蛇纹石化透辉石岩、次闪石化透辉石岩、次闪石化透辉石岩	半自形-他形不等粒镶嵌结构、交代残余结构、纤维鳞片变晶结构、条带状构造	以透辉石为主, 少量古铜辉石	叶蛇纹石化, 次闪石化	滑石化, 偶见黑云母化	钛磁铁矿, 磁铁矿, 镁质铬铁矿	蚀变顺序: 次闪石化—滑石化—叶蛇纹石化
	含单辉古铜辉石岩-二辉岩捕虏体	细粒他形-半自形粒状结构, 似斑状构造	顽火-古铜辉石、橄辉石	滑石化	叶蛇纹石化	镁质铬铁矿	
	主要由蛇纹石化橄辉岩、透辉石岩、透辉石岩、透辉石岩组成	半自形-他形不等粒结构, 碎斑状、糜棱状、鳞片变晶结构, 纤维状、鳞片状、麻状构造	橄辉石、透辉石为主, 斜长石次之, 少量斜方辉石	蛇纹石化, 次闪石化, 黝帘石化	绿泥石化	浅色条带中为钛磁铁矿, 深色条带中为磁铁矿	
	含单辉古铜辉石岩-二辉岩捕虏体	半自形-他形粒状结构, 似斑状构造	顽火-古铜辉石为主, 少量透辉石	滑石化	叶蛇纹石化	镁质铬铁矿	
辉长吉亚带 [I ₃]	透辉石辉长岩, 古铜辉石辉长岩, 透辉石辉长岩, 透辉石辉长岩, 透辉石辉长岩	半自形粒状镶嵌结构, 次为碎斑状结构, 似片麻状构造、块状构造	透辉石、斜长石为主, 少量古铜辉石	次闪石化, 黝帘石化	绿泥石、滑石、沸石化		
	纯橄岩, 含辉纯橄岩, 辉橄岩, 少量橄辉岩	纤维变晶结构, 块状构造	橄辉石为主, 次为斜方辉石 (均未见残晶)	利蛇纹石化, 叶蛇纹石化	纤维蛇纹石化, 碳酸盐化, 水镁石化	镁质铬铁矿	叶蛇纹石化次于利蛇纹石化
纯橄岩亚带 [I ₁]	透辉石岩捕虏体	纤维鳞片变晶结构、交代残余结构, 块状构造	透辉石	叶蛇纹石化, 次闪石化	滑石化	磁铁矿	
	橄辉石岩捕虏体	伟晶他形粒状结构, 块状构造	顽火辉石, 镁橄辉石		滑石化、蛇纹石化	镁质铬铁矿	
纯橄岩-含辉纯橄岩亚带 [I ₂]	纯橄岩, 含辉纯橄岩, 少量辉橄岩	纤维变晶结构, 块状构造	橄辉石, 斜方辉石, 单斜辉石	利蛇纹石化, 叶蛇纹石化	纤维蛇纹石化等	镁质铬铁矿	可见原生造岩矿物残晶
	透辉石岩捕虏体 [同 [I ₁] 亚带]						

橄辉岩+透辉石岩+辉长岩岩带 [I₁]

纯橄岩+辉橄岩亚带 [I₁]

量元素含量亦很相近(表 6)。

表 6 “鱼脊梁”与[I₁]亚带岩石中微量元素对比

岩 性 (样数)	Ti	Mn	Cr	Ni	Co	V
滑石次闪石化单辉辉石岩 (“鱼脊梁”) (29)	0.02	0.038	0.534	0.067	0.017	0.004
次闪石化单辉辉石岩[I ₁] (6)	0.016	0.106	0.55	0.07	0.016	0.004

(2) 橄榄岩-透辉石岩-辉长岩条带状杂岩亚带[I₂]

分布于岩体中偏南部, 平行于岩体走向呈两条狭长的带状展布, 偏北者长约 3000 米, 宽 30—120 米, 偏南者长约 6000 米, 宽 20—400 米, 带状构造发育, 其走向近东西, 与岩体走向基本一致, 向南西陡倾或直立, 边界平直, 宽度不等, 可由数厘米至数米以上。主要由上述三种不同岩类相间排列组成带状构造。橄榄岩类颜色较深, 为灰黑色, 组成深色条带, 透辉石岩类和辉长岩颜色较浅, 多为浅灰色、浅灰绿色, 组成浅色条带。

岩石类型

带状杂岩由橄榄岩类、透辉石岩类和辉长岩三种岩石组成。

① 橄榄岩类: 包括橄榄岩、辉橄岩、含辉纯橄岩, 前两者最常见。

此类岩石以利蛇纹石和叶蛇纹石为主, 或两者兼有之; 其次为单斜辉石, $C \wedge N_g = 35^\circ - 41^\circ$, $+2V = 51^\circ - 53^\circ$, $N_m = 1.676$, $N_p = 1.672$ 。为富镁透辉石。

偶见新鲜的单辉辉橄岩, 主要由橄榄石和 20% 以下的单斜辉石组成。单斜辉石呈大小不等的眼球状, 边部已蛇纹石化形成网环, 中心仍为橄榄石残晶; 细糜棱结构, 眼球片状构造。(图版 I-2)。橄榄石 $+2V = +88^\circ - 86^\circ$, 为贵橄榄石, 单斜辉石 $+2V = 54^\circ - 56^\circ$, $C \wedge N_g = 37^\circ$ 为富镁透辉石。

② 透辉石岩类: 包括透辉石岩、橄榄透辉岩。

矿物组成和蚀变特征与透辉石岩亚带类。主要由透辉石组成, 透辉石 $+2V = 53^\circ - 58^\circ$, $C \wedge N_g = 35^\circ - 43^\circ$, $N_m = 1.676$, $N_p = 1.670$ 为富镁透辉石。

③ 辉长岩: 由于岩石黝帘石化强, 以往曾认为可能是黝帘石化透辉石岩, 经镜下观察对比, 组成浅色条带的黝帘石化的岩石, 不是透辉石岩黝帘石化的结果, 而是黝帘石化的辉长岩。岩石主要由次闪石化透辉石和黝帘石化斜长石所组成。未见新鲜斜长石。黝帘石含量变化较大, 可由 10—55%, 大多为 45—55%。黝帘石化斜长石含量占 20—30% 者较少见, 即相当于暗色辉长岩。

次闪石化透辉石与黝帘石化的斜长石镶嵌分布, 表现出辉长岩中常见的半自形粒状结构的特点。透辉石的黝帘石化与斜长石的黝帘石化的特点有明显不同, 浅黄褐色黝帘石沿透辉石解理缝生长, 形成具透辉石假象的黝帘石是透辉石蚀变的产物(图版 I-3), 而与透辉石颗粒呈镶嵌分布呈现出辉长岩中半自形粒状结构特点的那些浅色黝帘石, 应是斜长石的蚀变产物。

斜长石: 为倍长石, 弗氏台测定为 $An = 76 - 78$, 主折光率 $N_g = 1.576$, $N_m = 1.568$, $N_p = 1.564$, 为 $An = 72 - 75$ 。斜长石的黝帘石化很普遍, 常可见黝帘石集合体间有斜长石残留。

古铜辉石: $-2V=77^\circ$, 以滑石化为特征。

上述各种蚀变作用中, 黝帘石化和次闪石化较早, 而葡萄石化、沸石化和绿泥石化较晚。

2. 后成岩相的岩石特征

(1) 纯橄岩-辉橄岩亚带[II₁]

该亚带分布于杂岩体的北部, 近东西向展布, 根据岩石组合、岩石化学及附生铬尖晶石的特征来看, 东、西覆盖区属此亚带。该亚带内有伟晶状顽火辉石岩和透辉石岩的捕虏体。

主要由纯橄岩、含辉纯橄岩、硅化碳酸盐化纯橄岩和辉橄岩组成。硅化碳酸盐化纯橄岩多分布在本亚带的北部边缘地带, 辉橄岩呈异离体分布于纯橄岩之中。岩石颜色为浅灰绿色, 附生铬尖晶石粒度较粗, 且分布不均匀。

岩石蚀变强, 已全部利蛇纹石化或叶蛇纹石化, 利蛇纹石常具清晰的网环结构。网环四周为第一代利蛇纹石(以纤维具负延性而区别于纤维蛇纹石), 网孔中心为第二代利蛇纹石, 常显示特征的扇形消光(图版 I-4)。叶蛇纹石为叶片状或束状, 穿插利蛇纹石使网环结构破坏。岩石具纤维变晶结构。

(2) 纯橄岩-含辉纯橄岩亚带[II₂]

该亚带主要分布于杂岩体中、南部, 呈东西向带状展布, 长约 3000 米, 最宽 300 米。该亚带内有先成透辉石岩的捕虏体。

主要由纯橄岩、含辉纯橄岩组成, 少量辉橄岩呈异离体产出, 偶见橄榄岩异离体。为大道尔吉杂岩体的含矿岩相。该岩相的岩石颜色深, 呈深绿色和灰黑色, 具贝壳状断口。附生铬尖晶石粒度较细, 橄榄石残晶较为常见, 最多可达 15%(图版 II-1), 残晶粒径约 1 毫米, $2V=+88^\circ-86^\circ$, 为贵橄榄石。斜方辉石已蚀变为绢石。单斜辉石残晶粒度约 0.1 毫米, $+2V=54^\circ-55^\circ$, $C\wedge N_g=35^\circ-50^\circ$, 为富镁透辉石。岩石几乎全部利蛇纹石化, 其次为叶蛇纹石化, 石榴石化、铬绿泥石化, 符山石化及滑石碳酸盐化仅在局部地段出现。

3. 斜方辉石岩-二辉岩类的岩石特征

这类岩石包括顽火辉石岩类和含透辉石古铜辉石岩-二辉岩类。它们均呈团块状或透镜状产于大道尔吉杂岩带中。对这类岩石存有三种不同认识: 即①异离体, ②捕虏体, ③脉岩。

根据岩石的矿物组合及地质产状, 根据其中所含粗粒高铬低铝型铬铁矿, 根据含单辉古铜辉石岩同位素年龄数据 13 亿年, 当早于岩体生成。是否可视为超基性岩体的捕虏体。

(1) 顽火辉石岩类

在后成岩北亚带[II₁]中呈捕虏体产出。捕虏体边部具破碎带。新鲜岩石为深灰色, 风化面黑褐色, 粗粒-伟晶它形粒状结构, 顽火辉石粒径一般 5 毫米, 大者 5 厘米。顽火辉石 $+2V=82^\circ-86^\circ$, 含少量镁橄榄石 $+2V=85^\circ-87^\circ$, 顽火辉石绢石化, 且保存辉石的两组解理。偶见少量单斜辉石。附生铬尖晶石粒径 2 毫米左右, 大者达 6 毫米, 半自形-它形晶。

(2) 含单辉古铜辉石岩-二辉岩类

在先成岩相[I]中呈捕虏体产出。新鲜面深灰色, 风化面黑褐色。它形-半自形等粒结构为主, 少数中粒-伟晶状它形似斑状结构。由古铜辉石、少量橄榄石组成。

含单辉古铜辉石岩由古铜辉石($+2V=75^\circ-90^\circ$)及 15% 以下的单斜辉石组成。单斜辉石为透辉石, 它形晶。

二辉岩中单斜辉石含量为 $\frac{1}{2}-\frac{2}{3}$, 斜方石为古铜辉石($-2V=76^{\circ}-84^{\circ}$)。单斜辉石,
 $+2V=53^{\circ}-58^{\circ}$, $C \wedge N_g 35^{\circ}-39^{\circ}$, 激光光谱测定 $MgSiO_3/FeSiO_3=3.61$, $FeSiO_3$ 分子占17%,
 为透辉石。古铜辉石除滑石化、叶蛇纹石化(形成绢石)外, 可见包林皂石化, 包林皂石沿古
 铜辉石颗粒四周及解理缝生长, 近而具古铜辉石假象。透辉石具弱次闪石化, 见葡萄石化。
 古铜辉石与透辉石分布不均匀, 具条带状构造。

含单斜古铜辉石岩与二辉岩密切共生, 见有过渡关系。

四、各岩相带的岩石化学与微量元素特征

(一) 岩石化学特征

根据收集到的百余个[II]岩相带的岩石化学分析结果, 分区进行统计分析(表7), 可以

表7 大道尔吉等岩体纯橄岩-辉橄岩相岩化学对比

岩体(样数) 组分与统计参数		大道尔吉纯橄岩-辉橄岩					小道尔吉 纯橄岩-辉 橄岩	野人沟 纯橄岩-辉 橄岩
		[II ₂]南部 (原V带) (46)	[II ₂]中部 (原III带) (13)	原I带 (40)	西覆盖区 (16)	东覆盖区 (6)	(11)	(6)
SiO ₂	$\bar{X}$	34.31	34.56	34.88	35.12	33.94	38.32	35.53
	$X_{min}-X_{max}$	31.80—37.89	31.92—37.30	30.04—40.02	32.08—38.40		36.72—40.20	
	σ	1.668	1.541	1.902	2.023		1.397	
	$V\%$	4.86	4.46	5.45	5.76		3.64	
Al ₂ O ₃	$\bar{X}$	0.55	0.31	0.28	0.23	0.25	0.19	0.16
	$X_{min}-X_{max}$	0.22—2.74	0.13—0.62	0.04—0.81	0.10—0.78		0.05—0.31	
	σ	0.447	0.156	0.164	0.171		0.025	
	$V\%$	81.22	50.39	58.86	74.30		13.15	
Fe ₂ O ₃	$\bar{X}$	6.55	7.53	6.10	5.58	6.86	5.92	5.61
	$X_{min}-X_{max}$	3.64—10.51	4.36—9.24	1.98—9.63	4.28—6.13		4.37—7.08	
	σ	1.364	1.479	1.357	0.711		0.929	
	$V\%$	20.82	19.64	22.24	12.74		15.69	
FeO	$\bar{X}$	2.49	2.55	1.82	1.43	1.78	1.30	1.56
	$X_{min}-X_{max}$	0.75—4.55	1.19—4.42	0.45—4.30	0.86—2.55		0.65—2.17	
	σ	0.735	0.894	0.941	0.561		0.520	
	$V\%$	29.52	35.06	51.71	39.25		39.97	
MgO	$\bar{X}$	38.84	38.16	39.27	39.74	39.31	37.73	39.15
	$X_{min}-X_{max}$	35.45—41.56	36.41—39.90	34.10—42.31	38.69—40.88		36.65—39.24	
	σ	1.373	1.190	1.347	0.723		0.927	
	$V\%$	3.54	3.12	3.43	1.82		2.46	

看出由[II₂]南部—[II₂]中部—[II₂]北部—[II₁]亚带—东、西覆盖区, SiO₂与MgO的平均含量有增加的趋势, Al₂O₃与铁则相反。采用王恒升、白文吉(1975)提出的基性岩与超基性岩岩石化学计算及图解法对上述化学分析结果进行计算, 主要数值特征按以上分区顺序也显示出m、S逐渐增高, f逐渐降低(表8)。

表 8 大道尔吉等岩体纯橄岩-辉橄岩相岩石化学主要数值特征

主要数值特征	统计参数 (样数)	大道尔吉纯橄岩-辉橄岩					小道尔吉 纯橄岩-辉 橄岩	野人沟 纯橄岩-辉 橄岩
		[Ⅱ ₂]南部 (原Ⅰ带) (46)	[Ⅱ ₂]中部 (原Ⅱ带) (13)	原Ⅰ带 (40)	西覆盖区 (16)	东覆盖区 (6)	(13)	(7)
m	$\bar{X}$	57.58	56.75	58.02	59.00	58.58	55.46	57.57
	$X_{\min}-X_{\max}$	52.75—60.59	54.05—58.64	52.55—60.99	56.75—61.15	55.81—59.42	52.69—56.87	55.30—58.62
f	$\bar{X}$	7.76	8.12	6.55	5.65	6.98	5.79	5.77
	$X_{\min}-X_{\max}$	3.91—9.75	7.00—9.42	5.17—11.40	4.91—6.15	5.81—8.83	5.05—6.31	5.42—6.28
S	$\bar{X}$	34.38	34.78	35.05	35.24	34.34	38.52	36.57
	$X_{\min}-X_{\max}$	32.28—38.00	33.74—36.96	31.81—38.97	33.13—37.85	33.94—35.12	36.96—39.99	35.63—39.22
M /P	(样数)	(50)	(14)	(72)	(21)	(9)		
	$\bar{X}$	7.69	7.00	9.15	10.26	8.91	9.83	10.08
	$X_{\min}-X_{\max}$	5.02—10.59	5.96—8.37	6.20—12.51	9.21—12.09	7.48—10.45	8.77—10.76	9.13—10.64
	σ	1.251	0.717	1.500	0.818			
	V %	16.27	10.24	16.39				

根据上述计算与图解方法所得出的岩性及岩石化学分区如图 5。由图看出, [Ⅱ₂] 南部 46 个样品绝大部分(80%以上)为纯橄岩-含辉纯橄岩。[Ⅱ₂] 中部为纯橄岩-辉橄岩, 其投影点分布均落于[Ⅱ₂] 南部偏酸性区域。原Ⅰ岩带 40 个样品为纯橄岩-辉橄岩-橄辉岩, 其投影点分布部分与[Ⅱ₂] 南部重合, 部分由于 f 值较低, 而分布于[Ⅱ₂] 南部带更靠近 SM 轴。东、西覆盖区则均为纯橄岩-辉橄岩, 除东覆盖区部分样品与[Ⅱ₂] 南部带重合外, 其余均在[Ⅱ₂] 南部更靠近 SM 轴的原Ⅰ岩带投影区中。

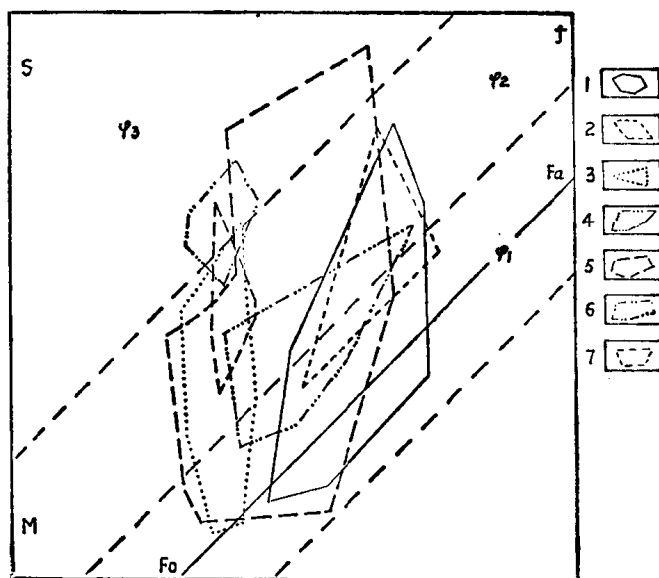


图 5 道尔吉岩体群纯橄岩-辉橄岩岩石化学分区

大道尔吉岩体: 1—后成岩相南部(原Ⅰ带); 2—后成岩相中部(原Ⅱ带); 3—后成岩相西部(西覆盖区); 4—后成岩相东部(东覆盖区); 5—后成岩相北部(原Ⅰ带); 6—小道尔吉岩体; 7—野人沟岩体