

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

祁连山古蛇绿岩带的地质构造意义

肖序常 陈国铭 朱志直

近十数年,在讨论板块构造中,越来越多的地质学家注意到对蛇绿岩的研究在理论和生产实践上的意义。祁连山具较典型的古蛇绿岩带¹⁾,著者认为系代表一个古海洋壳残体。通过实际资料的初步分析研究,认为:目前盛行的古蛇绿岩带岩石组合、侵位顺序及其在地质构造和成矿关系方面的某些论述和模式是不够全面、确切的,有待进一步补充。但对蛇绿岩带的研究,在探讨深部构造乃至上地幔物质演化方面,可能是一新的途径。更重要的是,一些矿产如铬、铜、镍、锰以及铁等与之密切相关。因之,本文提供祁连山粗略资料,希望得到有关地质、物探和化探工作者的注意。

一、关于古蛇绿岩带的时代

古蛇绿岩带在北祁连地区出露完整,据我们近年工作,初步可分出震旦纪²⁾,寒武纪和奥陶纪三期古蛇绿岩带,其中以寒武纪剖面最完整。

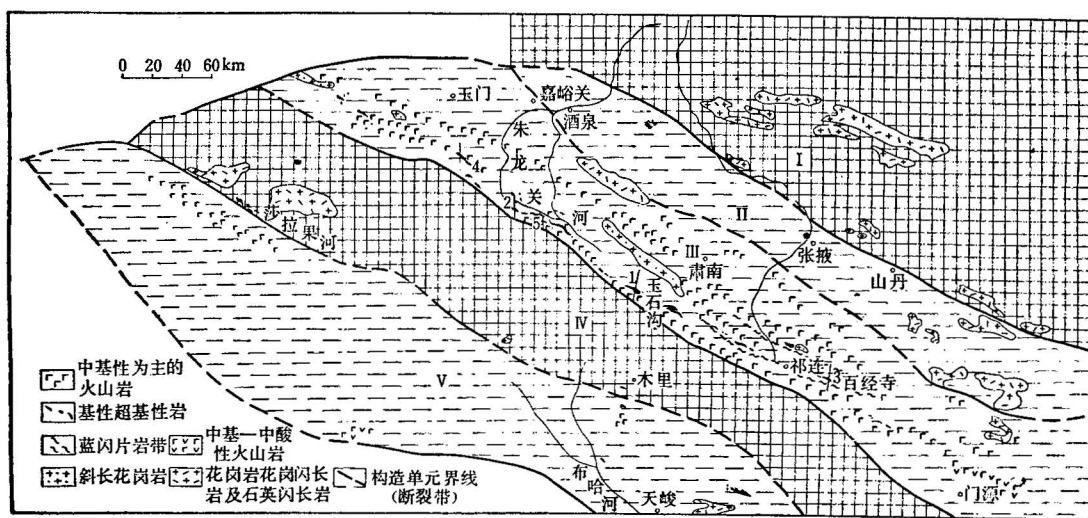


图 1 祁连山古蛇绿岩带分布示意图

I 阿拉善地块; II 河西走廊(滨海型地槽); III 北祁连深海沟型地槽; IV 中祁连古岛弧隆起带;
V 南祁连(洋盆地槽); 1.2.3.4 早古生代蛇绿岩剖面; 5. 震旦纪(上元古亚界)蛇绿岩剖面

- 1) 一套中基性海底喷发岩,基性、超基性岩和海相复理石沉积在祁连山,尤以北祁连,相当发育,它们在生因上,空间分布上密切地联系着,这是客观存在,我们仍沿用“蛇绿岩”一名,概括上述特定组合。
- 2) 笔者认为本区前寒武纪划分,条件还不成熟,同时为与历年地质测量图幅对比方便,仍用震旦纪或震旦阶段,未采用“震旦亚界”“震旦系”。

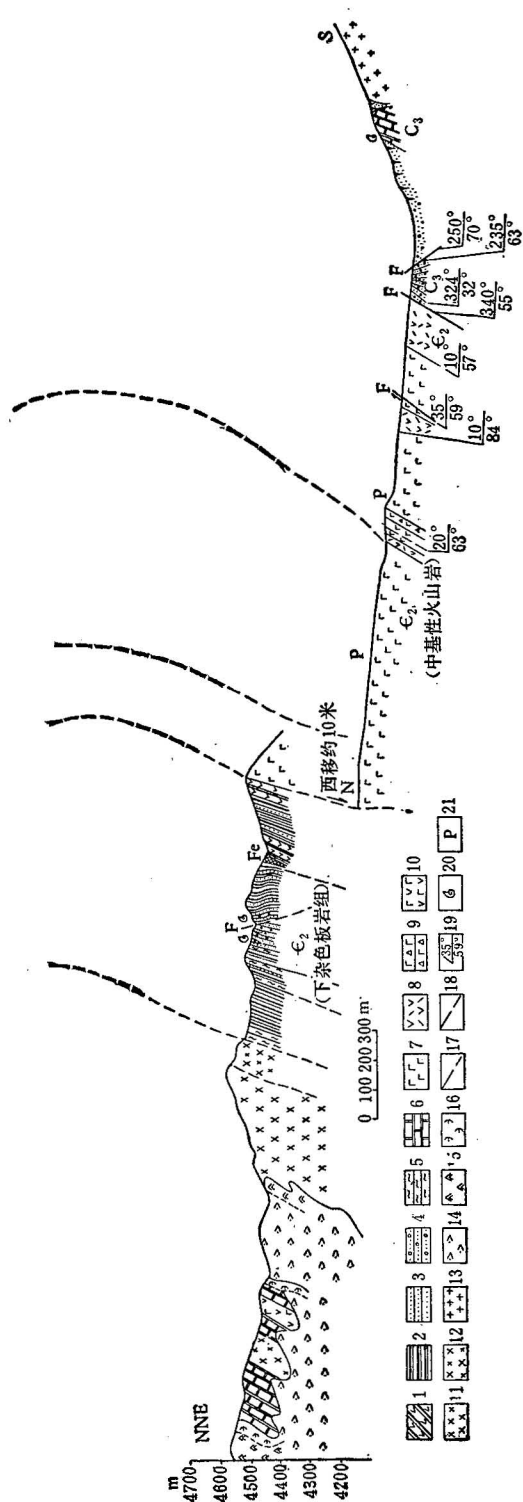


图 2 青海祁连玉石沟寒武纪蛇绿岩剖面

1. 硅质板岩; 2. 板岩; 3. 砂岩; 4. 砾岩; 5. 绿泥石片岩; 6. 大理岩; 7. 基性火山岩; 8. 中酸性火山岩; 9. 基性集块岩; 10. 中基性火山岩; 11. 辉长岩; 12. 辉长辉绿岩; 13. 花岗岩; 14. 辉麻岩; 15. 纯麻岩; 16. 蛇纹岩; 17. 实测及推断地质界线; 18. 实测及推断断层; 19. 地层产状; 20. 动物化石采集位置; 21. 枕状构造(图版 I, 照片 6)

(1) 祁连玉石沟一带寒武纪蛇绿岩剖面:

从北向南主要为:基性、超基性岩组,具复理石沉积特征的下板岩组,中基性火山岩为主的海底喷发岩组和具复理石沉积特征的上板岩组。后三者厚度已达 3000—4000 米。上述剖面值得提出的是:(一)在下板岩组结晶灰岩透镜体夹层中采到三叶虫和腕足类¹⁾,前者经鉴定为:

Amphoton sp., *Solenoparia* sp.

Anomocarella sp. 及 *Crepicephalids*.

除前一属中寒武世—上寒武世外,余者均为中寒武世。在上板岩组的薄层结晶灰岩中采到: *Orthis* sp. (寒武纪—奥陶纪²⁾)。下板岩组与中基性火山岩间未见间断,其时代应以中寒武世为主。上板岩组在剖面东南出露较完整,与中基性火山岩间虽有掩盖,但相距不远,故划属下奥陶统一上寒武统。这一带岩层总体倾向北东—北北东,所见基性熔岩枕状构造凸面多向南,显示剖面为一北倾的倒转复背斜。(二)超基性岩沿复背斜轴部侵位于中寒武统,在其东北不远处,可见“超基性砾岩”(砾石和胶结物均为蛇纹岩)逐渐过渡到含超基性岩碎屑的硬砂岩、砂板岩和含中奥陶世化石³⁾的薄层钙质板岩和结晶灰岩,说明中寒武世到中奥陶世,有一期超基性岩,它是本区最早的一次含铬超基性岩(图 3)。

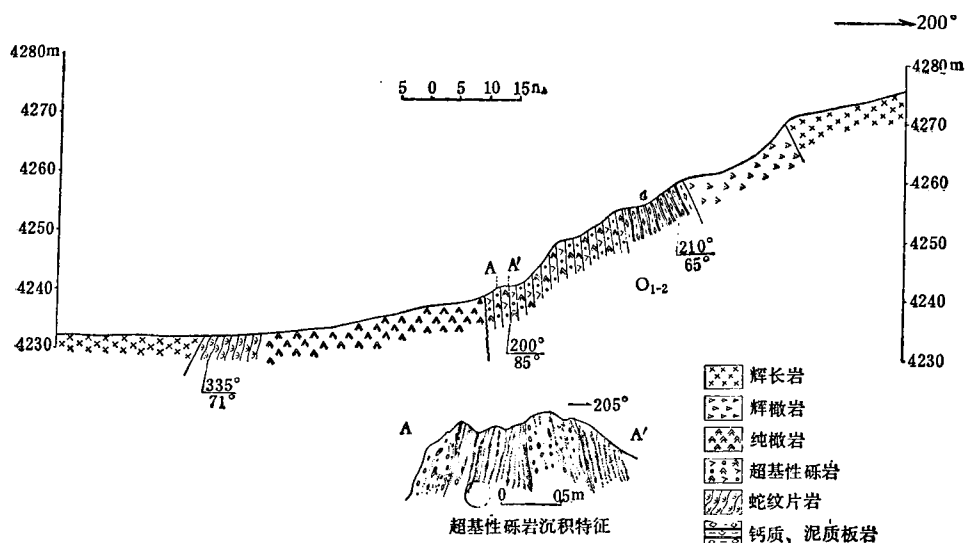


图 3 祁连玉石沟东山梁超基性砾岩地质剖面

(2) 朱龙关河寒武纪蛇绿岩剖面:

朱龙关河南侧祁青公社一带出露岩性大体与上述相似,除基性、超基性岩和中基性熔岩外,砂岩增多,其中在硬砂岩、钙质细砂岩的薄层砂质灰岩夹层中,我们首次发现个体较

1) 中国地质科学院地质矿产所项礼文同志鉴定。

2) 中国地质科学院地质矿产所盛怀斌同志鉴定。

3) 我们所采三叶虫、腕足类碎片,参照过去祁连地质队在同一层位,地点所采化石鉴定为: *Asaphids* sp. 及 *Shophomema simplex* 等。

小的三叶虫(2—5 毫米),经鉴定¹⁾是:

Peronopsis sp., *Eymekops* sp.

Triplagnostus sp

以上均属中寒武世。靠近朱龙关河谷,这套地层断裂,褶皱发育,厚度变化大,常见震旦纪灰岩逆掩于该层之上(图4)。在上述剖面之北,小班赛尔山南麓,所见岩性大体相似,但厚层结晶灰岩和硅质板岩出现较多。在硅质板岩中首次发现放射虫,镜下初步鉴定²⁾: *Xiphosphaera* sp. 可能属早古生代。

(3) 祁连东百经寺寒武纪蛇绿岩剖面:

超基性岩体位于剖面北部,向南主要为安山玄武岩类,上部夹大理岩,板岩,下部片理化显著,渐变为绿泥片岩夹硅质凝灰岩和硅质灰岩。再南出现较厚片岩类,除绿泥片岩,石英云母绿泥片岩等外,夹多层蓝闪片岩。以上总体向北倾斜,总厚超过 2000 米。上述硅质灰岩夹层中,镜下发现放射虫,初步鉴定:

Cenosphaera sp. *Staurosphaera* sp. 及

Stauroloche sp. 可能属早古生代。

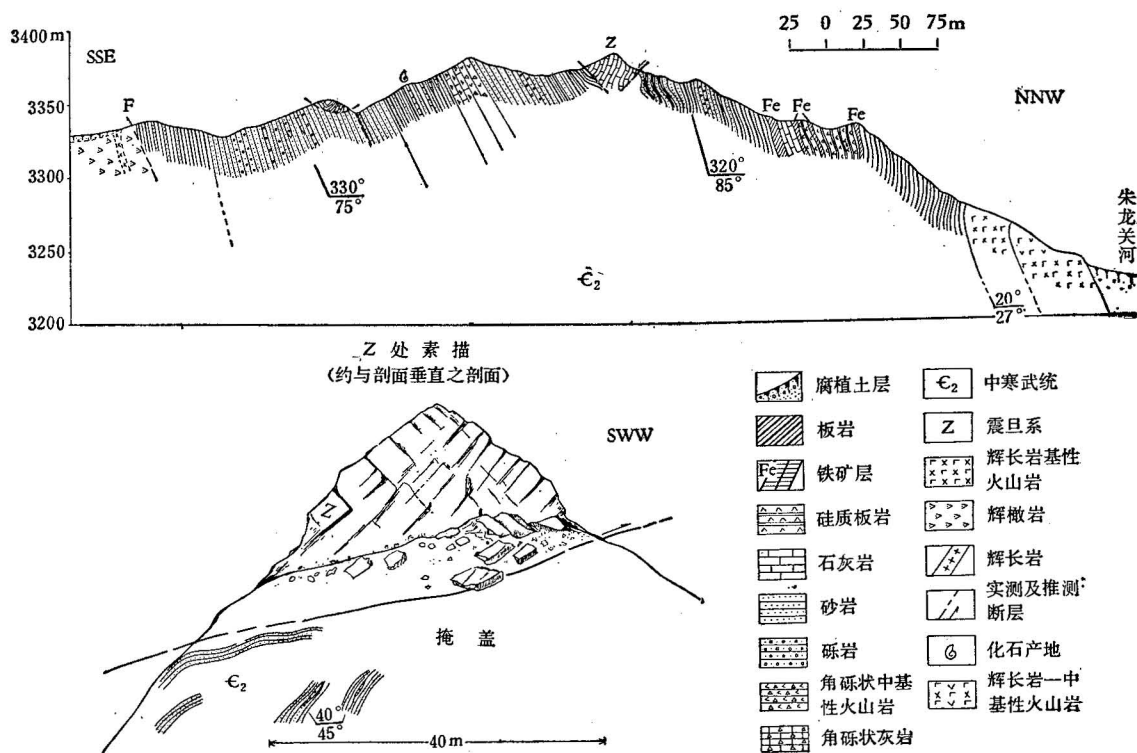


图4 甘肃南朱龙关河剖面

1) 中国地质科学院地质矿产所项礼文同志鉴定。

2) 1973 年采集,中国地质科学院地质矿产所王乃文同志鉴定。

(4) 朱龙关河一带震旦纪蛇绿岩剖面:

甘肃区域地质调查队等,在朱龙关河南北两侧发现不少迭层石,又作了少量孢粉,震旦纪存在无疑,但由于后期构造运动、震旦系层序、组合及分布范围,还需进一步查明。经我们一些片断观察,有部分震旦系为逆掩在寒武、奥陶纪蛇绿岩带之上的“推复体”。但在一些剖面,也见到确切的震旦纪蛇绿岩组合。如在朱龙关河东南熬油沟剖面,从北到南主要为:

一、中基性熔岩,包括具枕状构造的细碧岩等,夹中厚层结晶灰岩、白云质结晶灰岩。灰岩中含较多迭层石和藻灰结核¹⁾。

二、辉长岩和蛇纹岩,后者原岩以橄榄岩和辉橄岩为主,而玉石沟一带出露较广的蛇纹石化纯橄岩在这里未见。前者多呈包裹体于后者中。

三、杂色砂板岩夹结晶灰岩。

以上地层总体倾向南西—南南西,其褶皱、断裂、层序、厚度,尚待查明。

我们在上述剖面中见到震旦系与较厚的中基性熔岩的接触关系,除断裂接触外,尚清楚见到两者“沉积接触”关系(图5右)。图中震旦系与中基性熔岩间未见明显断裂或间断,仅在后者之顶部见一薄层(10—20厘米)硅质岩即过渡到含藻灰结核的结晶灰岩,接触处稍显铁质淋滤、松软现象,靠近后者之上部,尚见圆豆状气孔构造(2—6毫米)。因之,我们认为,中基性熔岩及与之紧密伴生的超基性岩与震旦纪灰岩大致是同时代的。

根据藻灰结核,暂视为属晚震旦纪(晚震旦阶段)。

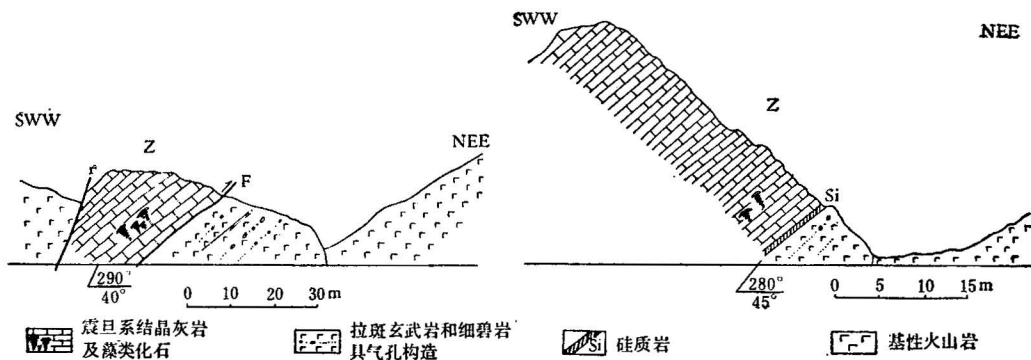


图5 甘肃南朱龙关河熬油沟震旦系接触关系

(5) 奥陶纪蛇绿岩剖面:

本区奥陶系主要由海相复理石建造、中基性海底喷发岩及基性、超基性岩组成。在北祁连西段吊大坂一带剖面,海相碎屑岩的灰岩夹层中,我们采到三叶虫及螺,鉴定(鉴定者同上)为:

Basiliella sp. *Eomphalus* sp. 及 *Maclurites* sp. 属早、中奥陶世。上述剖面中及其邻近,见到大小不等的超基性岩、辉长岩穿插于海相碎屑岩中,二者接触处,显示清

1) 据中国科学院南京地质古生物研究所曹瑞骥同志面谈,很可能为震旦纪晚期。

楚的构造关系, 具有强烈的菱镁碳酸盐化和挤压片理化带。北祁连其他地区也可见到类似现象, 我们曾称为“蛇绿岩混杂岩带”。

二、古蛇绿岩带岩石组合的主要特征:

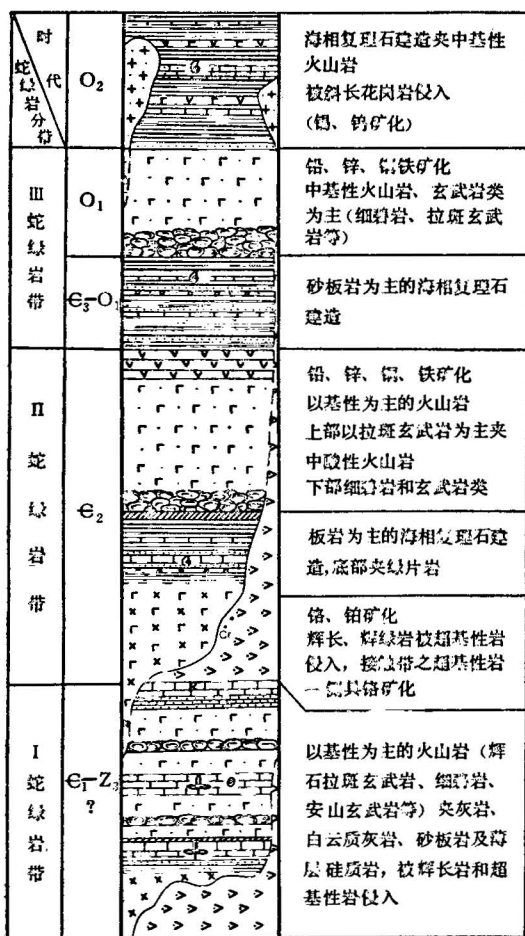
寒武、奥陶纪古蛇绿岩带相伴出现, 在北祁连较齐全, 呈北西—北西西延伸达 600—

700 公里, 在祁连、肃南一带, 厚度增大, 中基性海底喷发岩、超基性岩相对集中, 但向东到门源及其以东, 则中酸性熔岩(英安岩、流纹英安岩、石英角斑岩等)有增多趋势。三期基性熔岩中, 均常见枕状构造, 主要有细碧岩、粗玄岩、拉斑玄武岩(图版 I, 照片 3、4、5)及安山玄武岩等, 部分已变质为相应的片岩类。祁连山古蛇绿岩的组合, 顺序特征是(图 6):

(一) 从下到上为: 辉长、辉绿岩 → 含放射虫硅质岩、复理石建造 → 中基、中酸性海底喷出岩 → 超基性岩, 构成本区三期古蛇绿岩的主体。超基性岩一般发生(侵位)于晚期。因而, 我们认为近年报导的一些“蛇绿岩套”模式^[10], 是不全面的, 特别是其中超基性岩, 不能机械认为在“蛇绿岩套”底部。这一问题, 不仅涉及含铬超基性岩时间、空间分布特征, 也反映了古洋壳(盆)的发生、发展模式, 不是一成不变的。

(二) 三期古蛇绿岩带, 从宏观上说, 彼此的岩石组合大体相似, 具有多期重复出现(多旋迴)特征。最近在对比世界加里东地槽中, 如中哈萨克斯坦优地槽, 也出现大致同期的三期古蛇绿岩^[11](晚里费期、寒武纪和早、中奥陶世)。这当然不是偶合, 古蛇绿岩带的多旋迴性以及它们在古洋壳发展中可能具有普遍意义, 是值得进一步研究的。

(三) 关于古蛇绿岩带中的蓝闪片岩带, 在北祁连经常伴随超基性岩带出现, 沿祁连县北西—南东, 大体可分出南、



6 动物化石; 4 硅质及钙质结核; R 放射虫。

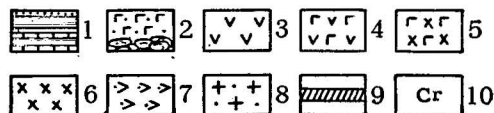


图 6 祁连山古蛇绿岩综合剖面图

1. 砂板岩夹灰岩, 硅质灰岩组成的海相复理石建造;
2. 基性火山岩, 上部为拉斑玄武岩, 下部为枕状细碧岩;
3. 中酸性火山岩;
4. 中基性火山岩;
5. 辉长辉绿岩;
6. 辉长岩;
7. 辉绿岩;
8. 斜长花岗岩;
9. 硅质板岩;
10. 铬矿化

北两支,断续出露可达 100 公里左右(图 1),清水沟一带最为发育,厚度达 150—200 米,主要类型有:石英-白云母-蓝闪片岩,石榴石-帘石-蓝闪片岩等(图版 I, 照片 1, 2),其中尚有少量绿泥石、细晶金红石等,蓝闪石一般占矿物总数 50—60%,大部分具波状消光,晶体大者达 1 厘米左右。由于其光性与钠闪石易混淆,故选作了单矿物分析,结果如表 1。

表 1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
清 水 沟	57.75	8.39	6.98	4.38	11.38	0.44	5.80	0.32	0.33
兰 闪 石	59.23	8.39	7.00	4.13	10.63	0.39	5.60	0.40	0.33
标 准	59.30	8.66	5.21	8.05	9.37	1.24	6.11	0.55	0.25
兰 闪 石	57.73	12.04	1.16	5.41	13.02	1.04	6.98	0.68	—

标准蓝闪石见“造岩矿物”(W. A. Deer. a. o, Rock-Forming minerals) 中兰闪石分析

表中蓝闪石相对较高的 MgO 和 SiO₂ 与钠闪石显著区别,后者一般 MgO < 1.5, SiO₂ < 52,北祁连蓝闪石与标准蓝闪石成分,基本是一致的,但蓝闪片岩组合与常见的中、新生代的硬玉-硬柱石蓝闪片岩不一致,而与世界上一些古生代,尤其是早古生代的蓝闪片岩组合相近^[12]。据此组合特点,参照相邻剖面发现的放射虫我们认为:这一带由蓝闪片岩等组成的变质岩,一部分应属早古生代。

此外,北祁连山还有一定数量的酸性岩浆活动,常与蛇绿岩带伴生,特点是以钠、奥长石为主的斜长花岗岩,如该区较大的柴达诺山,拉峒及西部昌马一带的斜长花岗岩,而向北到北祁连北缘,走廊过渡带乃至阿拉善,则出现迥然不同的、钾长石增多的正常花岗岩,花岗闪长岩等。鉴于蓝闪片岩、斜长花岗岩与蛇绿岩带的密切关系,我们将二者也列属该带之内。以上几套地层,岩石组合,最大厚度已达 15000 米。

三、古蛇绿岩带的某些岩石化学特征

结合镜下鉴定,我们将基本同类型的基性火山岩约 50 多个作了岩石主要成分分析¹⁾,其中 20 多个蚀变轻的,作了对比研究(表 2)。

(一)从镜下鉴定和 SiO₂ 含量来看,表中早古生代和震旦纪基性熔岩均可归属于玄武岩类。它们共同特点,是普遍含钠较高,含钾低,但彼此又有区别:

1. 图 7。玉石沟一带早古生代基性熔岩、Na₂O/K₂O 比值最高,在 20 以上,结合镜下鉴定,这一带细碧岩较多。向西比值逐渐降低,在熬油沟、朱龙关河一带 Na₂O/K₂O 比值以 2—5 为主,少数在 10 左右。而处于玉石沟和熬油沟之间的小龙孔一带,Na₂O/K₂O 投影点正好位于二者之间,为 10—20。这一特点在图上甚为明显。

2. 图 8。CaO, MgO, TiO₂ 及 TFe 含量与上相反,西部熬油沟一带普遍大于玉石沟等处(图 8)。

以上从东到西蛇绿岩带岩石化学的变化,很可能由于不同地质环境所致,玉石沟一带

1) 中国地质科学院地质矿产所八室分析。

表 2 北祁连山基性火山岩主要成份分析结果鉴定结果

分析结果 分析项目	编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂		45.40	46.80	46.72	55.46	52.72	49.40	50.44	52.45	57.54	48.34	63.42	54.34	49.28	55.76	47.24	60.61
Fe ₂ O ₃		6.84	4.60	1.88	2.45	2.87	2.87	2.14	3.79	2.55	2.78	1.00	5.60	2.18	1.51	1.15	0.61
FeO		11.30	10.44	9.72	9.61	9.09	9.72	10.49	9.31	8.32	10.37	6.75	6.84	11.54	12.15	14.53	9.32
Al ₂ O ₃		12.58	14.23	13.36	11.82	14.42	13.19	13.17	13.69	12.57	14.37	12.05	13.97	13.47	12.58	18.98	12.95
CaO		5.75	4.91	6.60	4.52	7.01	7.65	3.80	2.44	2.21	6.90	2.84	1.85	5.55	2.39	0.98	2.10
MgO		6.33	6.52	5.85	2.57	4.54	5.52	6.63	5.74	5.69	4.81	2.50	3.83	5.55	1.82	2.70	3.83
MnO		0.32	0.20	0.15	0.24	0.38	0.27	0.27	0.21	0.17	0.20	0.09	0.11	0.20	0.20	0.04	0.09
TiO ₂		3.17	2.92	1.41	2.12	1.75	1.67	1.75	1.94	1.67	1.85	1.12	1.72	1.90	1.44	2.34	1.41
P ₂ O ₅		0.24	0.22	0.18	0.28	0.20	0.16	0.15	0.18	0.16	0.23	0.13	0.26	0.13	0.72	0.23	0.17
Na ₂ O		3.63	3.75	3.44	2.38	3.57	3.60	4.65	5.00	3.92	3.14	4.80	5.15	4.67	3.05	2.87	2.63
K ₂ O		0.09	0.07	0.01	0.31	0.08	0.16	0.13	0.10	0.07	0.07	0.10	0.10	0.14	0.25	0.98	0.27
H ₂ O ⁺		3.41	3.85	4.30	3.81	2.50	3.38	3.15	3.28								
H ₂ O ⁻		0.34	0.43	0.20	0.34	0.20	0.42	0.60	0.40								
Na ₂ O/K ₂ O		40.33	53.57	>50	7.67	44.63	22.50	35.76	50.00	56.00	44.86	48.00	51.50	33.36	12.20	2.93	9.74
Na ₂ O + K ₂ O/CaO		0.65	0.78	0.52	0.60	0.52	0.49	1.26	2.09	1.81	0.47	1.73	2.84	0.87	1.38	3.93	1.38
Na ₂ O/CaO		0.63	0.76	0.52	0.53	0.51	0.47	1.22	2.05	1.77	0.46	1.69	2.78	0.84	1.28	2.93	1.25
MgO + CaO		12.08	11.43	12.45	7.09	11.55	13.17	10.43	8.18	10.50	11.71	5.34	5.68	11.10	4.21	3.68	5.93
MgO + TFe		24.47	21.56	17.45	14.63	16.50	18.11	19.26	18.84	16.83	17.96	10.25	16.27	19.27	15.48	18.38	13.76
TFe/MgO		2.86	2.31	1.98	4.69	2.63	2.28	1.90	2.28	1.91	2.73	3.10	3.25	2.47	7.51	5.87	2.59
镜下定名		蚀变玄武岩类	蚀变玄武岩类	细碧岩	细碧岩	细碧岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	蚀变细碧岩	拉斑玄武岩	蚀变细碧岩	细碧岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	玄武岩	玄武岩

1—19. 北祁连玉石沟早古生代玄武岩类,

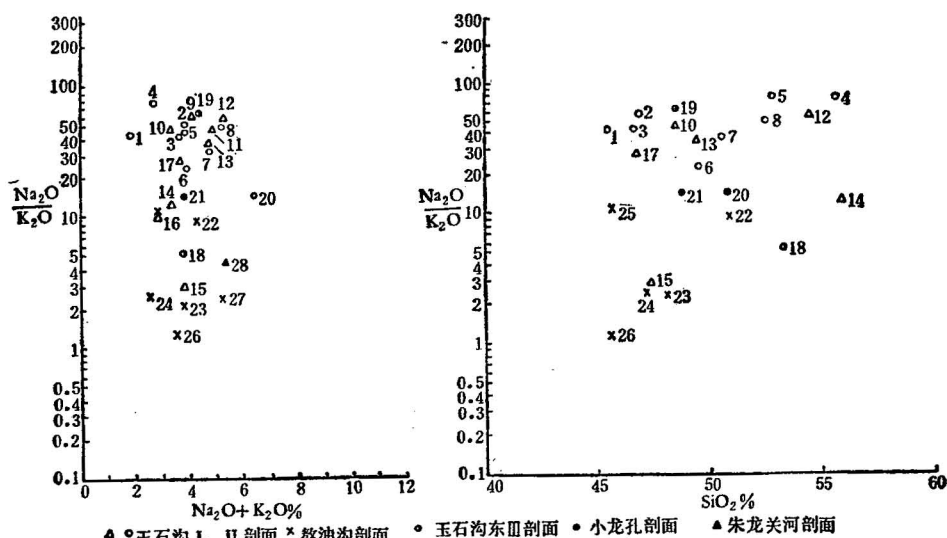
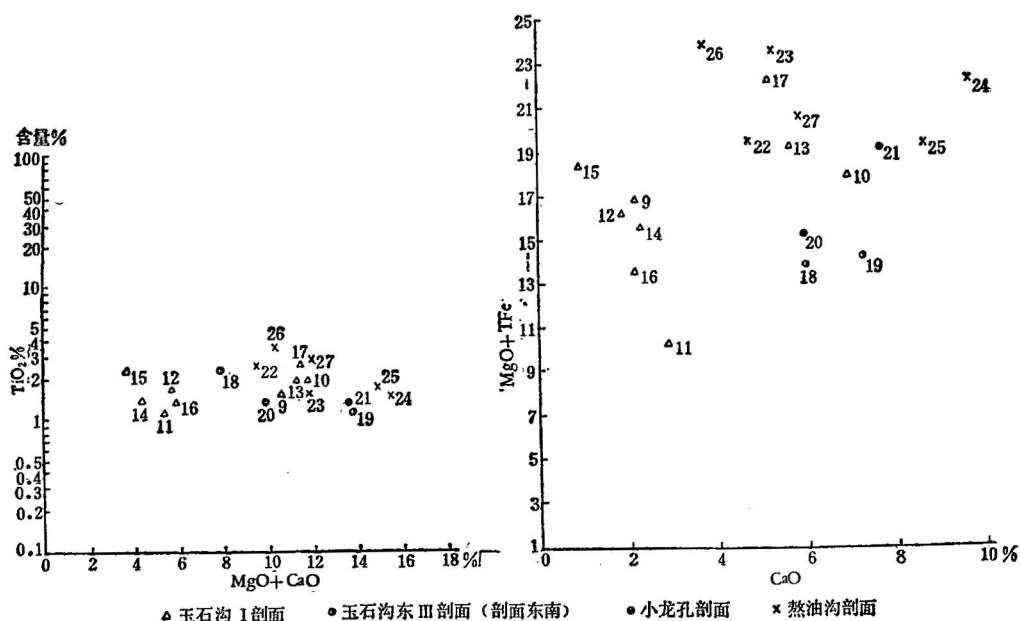
20—27. 北祁连熬油沟等地晚前寒武纪玄武岩类。

与海洋型及岛弧型基性火山岩对比表

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
46.57	53.18	48.41	50.74	48.79	50.98	48.09	47.18	45.61	45.60	46.86	37.40	49.50	49.30	49.40	49.80	49.00
6.54	1.94	13.98	3.13	1.64	3.97	7.11	6.15	3.80	8.88	4.95	6.23	2.40	2.40	3.00	2.80	
9.59	9.95	1.52	7.94	11.32	11.08	9.74	10.17	9.23	10.54	9.57	3.14	8.00	8.00	8.50	7.60	10.00
12.96	12.99	6.37	14.80	14.21	12.50	11.78	12.52	12.41	12.33	13.28	13.68	15.20	15.20	13.90	15.00	
5.11	5.91	7.36	5.83	7.53	4.69	5.24	9.58	8.52	3.67	5.78	12.95	10.90	10.80	10.30	10.60	
6.10	1.99	6.36	4.06	6.09	4.54	6.72	5.89	6.37	6.39	6.00	5.83	7.90	8.30	8.40	8.20	
0.15	0.22	0.13	0.22	0.31	0.21	0.24	0.25	0.28	0.27	0.15	0.40	0.17	0.17	0.16	0.16	
2.75	2.12	1.02	1.42	1.33	2.52	1.75	1.70	1.78	3.22	2.67	1.44	1.80	1.80	2.50	1.80	1.50
0.31	0.19	0.10	0.39	0.16	0.21	0.18	0.13	0.17	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.30		
3.85	3.25	4.22	5.92	3.63	3.72	2.64	1.88	2.73	1.92	3.36	4.31	2.70	2.60	2.20	2.70	2.50
0.14	0.61	0.07	0.42	0.25	0.40	1.21	0.72	0.25	1.58	1.68	1.07	0.26	0.24	0.40	0.24	0.24
	3.49		2.25	2.80	2.52	3.27	1.69	4.31	4.12	0.25	3.21					
	0.14		0.88	0.50	0.88	0.89	1.26	0.74	0.98	0.50	0.55					
27.50	5.33	60.29	14.10	14.52	9.30	2.18	2.61	10.92	1.22	2.54	4.03	10.38	10.83	5.50	11.25	10.41
0.78	0.65	0.58	1.09	1.09	0.88	0.73	0.27	0.35	1.03	0.53	0.42					
0.75	0.55	0.57	1.02	0.48	0.79	0.50	0.20	0.32	0.52	0.38	0.33					
11.21	7.90	13.66	9.89	13.62	9.50	11.96	15.47	14.89	10.06	11.78	18.78	18.80	19.10	18.70	18.80	
22.23	13.88	14.19	15.13	19.05	19.59	23.57	22.21	19.40	23.81	20.52	15.20					
2.64	5.97	1.25	2.73	2.13	3.31	2.51	2.77	2.05	2.73	2.42	1.61	1.31	1.25	1.56	1.26	1.45
细碧岩	蚀变细碧岩	细碧岩	细碧岩	细碧岩	细碧岩	细碧岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	细碧岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩	拉斑玄武岩

29—33. 为中、新生代海洋拉斑玄武岩, 分析结果引自参考资料 [9,13;]。

28. SiO₂ 偏低可能分析有误。

图 7 北祁连基性火山岩 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 特征图图 8 北祁连基性火山岩 TiO_2 CaO 及 TFe 含量特征图

曾处于深海盆,“钠化作用”趋于增强、钠质玄武岩增多,而熬油沟一带处于岛弧地带或是初始洋壳,“钠化作用”相对减弱。它们也代表不同时代的两套蛇绿岩,在岩石化学上的特征。

3. 祁连山古蛇绿岩带与中、新生代海洋板块,某些岩石化学特征¹⁾的对比。

1) 中、新生代蛇绿岩岩石化学资料均见参考资料[9]。

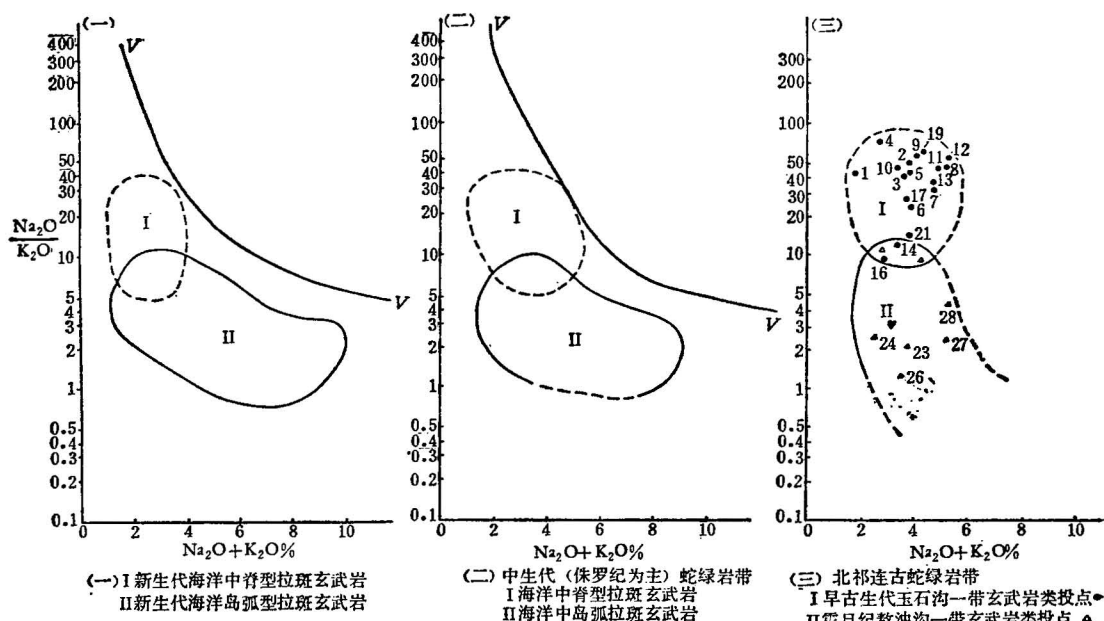


图 9 V-V 未蚀变熔岩 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 上限: (一)(二)见参考资料 [9]

(1) 从图 9 中可以看出,玉石沟一带基性熔岩(早古生代蛇绿岩)大体相当于中、新生代海洋中脊基性火山岩—中脊型拉斑玄武岩,其特征是: K_2O 一般小于 0.4%,而 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 一般大于 10。我们将前者视为本区古海洋(或中脊)型拉斑玄武岩类的代表。但二者又有区别:祁连山 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 多集中于 25—50 之间,是低 K_2O 型拉斑玄武岩;而中、新生代海洋中脊型拉斑玄武岩则多集中在 10—30 之间。从 $\text{TFe}/\text{K}_2\text{O}$ 和 $\text{MgO} + \text{CaO}$ 看也有所不同,祁连山古海洋拉斑玄武岩 TFe/MgO 高于中、新生代海洋拉斑玄武岩,而 $\text{MgO} + \text{CaO}$ 则相反,前者低于后者(图 10)。

(2) 熬油沟一带基性熔岩(震旦纪蛇绿岩带),的岩石化学数值大体相当于海洋岛弧基性火山岩—岛弧型拉斑玄武岩, K_2O 一般大于 0.5%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 均小于 10。但二者也有区别,熬油沟一带的拉斑玄武岩较中,新生代岛弧型拉斑玄武岩的 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值稍偏低。前者是否代表本区古岛弧型拉斑玄武岩? 尚待研究。我们初步认为,这一带已临近中祁连,它代表大陆壳解体(早期裂谷)后的初期洋壳特征。也就是它与玉石沟一带早古生代蛇绿岩分属不同的地质时期和构造环境,是更古的震旦纪蛇绿岩的特征。

从古蛇绿岩带到中、新生代蛇绿岩带,其中基性熔岩 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 值愈来愈低 TFe/MgO 也具相同情况。而 $\text{MgO} + \text{CaO}$ 则相反,中、新生代相对增高。因而,我们认为祁连山古蛇绿岩带具有低钾、低钙、镁特征。上述结果得出后,见到世界上某些加里东地槽(如纽芬兰)早古生代蛇绿岩也具“低钾型”特点^[10]。这是否可作为古蛇绿岩(古洋壳)特征之一,值得进一步研究。以上新、古蛇绿岩部分岩石化学对比,可能反映了相距数亿年之久的地质历史中,深部构造和上地幔演化过程中存在的差异性。

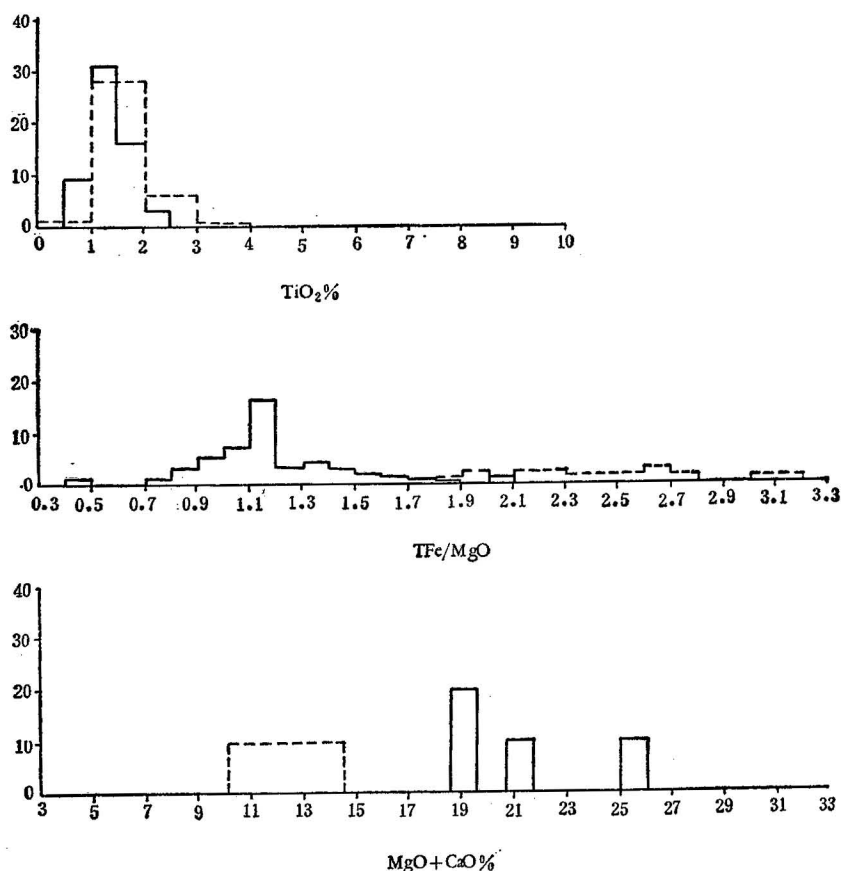


图 10

虚线代表北祁连早古生代海洋玄武岩类,实线代表新生代海洋中脊拉斑玄武岩
(参考资料 9), 纵座标代表频率

四、祁连山古蛇绿岩带的大地构造意义

震旦纪早期(?),整个中朝准地台的西南方已出现“裂谷型”分裂。震旦纪晚期¹⁾到奥陶纪初,逐渐发展为广阔的海洋。北祁连是组成这一海洋板块临近大陆(中朝准地台)的一个狭长边缘海盆;中祁连很可能是中朝准地台的残体和初始洋壳组成;南祁连距大陆较远的海洋板块,就现有资料,可初步绘制这一古板块构造的发展模式(图略)。

简要地说,北祁连自震旦纪晚期到奥陶纪初、中期处于以引张为主的海盆扩张阶段,晚期出现了俯冲断裂带,志留—泥盆纪则是这一海盆主要闭合阶段。这里虽然没有反映深部构造的物探资料,但从地表断裂带产状,结合其北侧出现较多的中酸性岩浆活动,这一海盆的消亡,我们认为这是由于北东倾斜为主的俯冲断裂带不断发展,产生水平压应力为主的构造运动,促使这一海盆发生挤压、褶断并上升成山。因而,从上面发展特征来看,

1) 祁连山震旦系划分对比未解决前,上节震旦纪的蛇绿岩带暂划属晚期,并具初始洋壳特征。

这一边缘海盆发展末期具有“深海沟断裂俯冲带”的特点。

由于北祁连经历了强烈的深海沟俯冲运动,在强烈的挤压、褶皱作用中,必然导致洋壳各部位包括有基性、超基性岩的蛇绿岩得以向上位移,更多暴露以及不同时期的蛇绿岩重叠出现。同时在深断裂作用下也可导致上地幔基性、超基性物质熔融入侵。因此,在北祁连中、西段超基性岩体出露远较邻区为多。

关于南祁连的大地构造发展过程,那里未经历像北祁连那样较大规模的深海沟俯冲带,也未出现像北祁连那样广泛的古蛇绿岩带。但沿中祁连与南祁连交界一带,存在大体与北祁连同一时期或稍晚的俯冲带,它表现为沙拉果河断裂带及其南乌兰大坂北坡、木里南(很可能东南延到拉脊山一带)一带出现的早古生代蛇绿岩带。沙拉果河超基性岩岩体群及向东断续出露木里一带的超基性岩,大致沿此带延伸。从这里蛇绿岩带出露,分布等情况看,伴随这一俯冲带的构造运动,似不及北祁连强烈。其发生时期据现有资料,仍以加里东晚期为主。

早古生代蛇绿岩带向南到天峻布哈河、布赫特山一带,已渐减少。深海沟俯冲带的发展,随时间往后,有自北而南逐渐推移,相对减弱趋势,直到布尔汉布达山东南侧——阿尼马卿山一带,又出现了二叠纪为主(可能包括三叠纪)的蛇绿岩带,初步分析,这里可视为晚华力西期或印支期的深海沟俯冲带,它可能是长期继承性(自早古生代已存在)、向北倾的俯冲带,因而在其北俯冲一侧的布尔汉布达山及柴达木盆地东南缘一带,出现晚古生代酸性岩浆活动,是可以理解的。

早古生代蛇绿岩向北到河西走廊一带,基性、超基性岩以及中基性火山岩显著减少,代之而出现了仰冲一侧。由于“混染交代”而产生的中酸性岩浆活动¹⁾,沉积建造与北祁连也有区别。因而我们认为俯冲带北界在此带之南为宜。河西走廊及其北阿拉善地块一起,我们均视为“仰冲上盘”。

从上可以看出所谓北祁连优地槽,实际是大陆边缘海盆,进一步发展的“古深海沟俯冲带”,我们建议改称为“深海沟型地槽”。

五、祁连山古板块构造与成矿关系的探讨

注意研究祁连山及其邻区各构造单元发展中的相互关系,对讨论区域成矿规律的理论和实践,均有较重要意义。只有在北祁连具备这样较典型的“深海沟俯冲带”(深海沟型地槽),才有可能出现为数甚多的超基性岩和较完整的蛇绿岩带及其有关的矿产如铬、黄铁矿型铜矿、铅锌、铁、锰等矿床。在走廊过渡带及其北阿拉善南缘以及北山南缘的岩浆活动、矿床类型以及沉积建造又具另外特点,出现了板块“仰冲一侧”的中酸性岩浆活动及其有关的矿产。在龙首山一带(仰冲一侧)出现的超基性岩与北祁连深海沟俯冲带的超基性岩有区别。前者,岩相相对偏酸,镁铁比值低,含矿特征也不同。现就含铬超基性岩与板块构造关系作扼要地讨论,我们认为,所谓“地槽型超基性岩”的发生、发展,主要集中在以下时期和地段:

一是以张应力为主的海洋扩张阶段,洋壳相对较薄,这一时期超基性岩的侵入方式,

1) 甘肃、青海有关区域地质志报告。

是否类似现代“海洋中脊升流”，尚难肯定。但从祁连山上述地质构造发展特征，早古生代具古海盆扩张期和相应的张应力为主的断裂带，这一时期发生的超基性岩，我们称为“海盆断裂型”超基性岩。在此阶段发生的引张断裂带及派生的断裂交汇地段，不仅有利于超基性岩侵入，同时也易于发生大量中基—中酸性海底喷发岩。

另一发生时期，是以压应力为主的海洋闭合阶段，发生深海沟俯冲带，超基性岩的产生有两种可能：一是强烈挤压、褶断作用下，导致包括超基性岩在内的蛇绿岩带，发生较大规模的位移乃至破碎解体，卷入地槽沉积中，我们认为所谓超基性岩的“构造侵位”及“冷侵入”，主要发生于此期。我们将此类称为“改造型”超基性岩。另一是与此同时产生的一系列深断裂带，导致洋壳底部的上地幔物质再熔入侵，我们将此类称为“再生型”超基性岩。

上面可看出，超基性岩的发生、发展，是复杂多样的，显然目前盛行的所谓“冷侵入”、“构造侵位”等不可能全部概括。像北祁连山这样的“深海沟型地槽”内，既有早期海盆扩张阶段的“海盆断裂型”岩体（一般经受后期构造运动的改造），同时也有闭合（俯冲）阶段的“改造型”和“再生型”岩体。“改造型”岩体，常常是“海盆断裂型”岩体在闭合俯冲阶段经受构造运动的解体。

另外，我们分出了“混染型”超基性岩，指上述发生于仰冲一侧、Mg/Fe 偏低的岩体，初步认为是俯冲带（北祁连向北俯冲）到达上地幔，洋壳发生熔融、混染交代作用下产生的超基性岩熔浆，一般不是找寻铬矿对象。

从世界范围说，所谓“地槽型含铬超基性岩”，如阿尔卑斯地槽褶皱带超基性岩，它们的发生、发展，与北祁连又有区别，前者是一个广阔的海洋盆，其扩张阶段相对较长，蛇绿岩带一般说分布广泛，“海盆断裂型”超基性岩的出露更多，该区蓝闪片岩组合以硬玉—硬柱石—蓝闪片岩为主，一般是代表强应力作用下产物，而北祁连则是一个临近大陆的海盆，不曾有过像阿尔卑斯地槽这样广阔的洋盆和较长的扩张阶段，板块构造运动可能较缓慢，该区出现的石榴石—帘石蓝闪片岩组合，应力强度不如前者。

野外工作期间，先后得到甘肃省、青海省地质局有关地质队和西北地质研究单位的支持和配合。参加室内资料整理的还有中国地质科学院地质矿产研究所一室和二室的同志们，在此表示谢忱。

参 考 资 料

- [1] 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、许志琴 1977 中国大地构造基本轮廓。地质学报，2 期。
- [2] 中国科学院地质所大地构造编图组 1974 中国大地构造特征及其发展的初步探讨。地质科学，1 期。
- [3] 李春昱 1975 用板块构造学说对中国部分地区构造发展的初步分析。地球物理学报，1 期。
- [4] 中国地质科学院 1976 中华人民共和国地质图(1:400 万)。地图出版社。
- [5] 王荃、刘雪亚 1976 我国西部祁连山古海洋地壳及其大地构造意义。地质科学，1 期。
- [6] Dewey, J. F. and Bird J. M. 1971 Origin and emplacement of the Ophiolite Suite: Appalachain Ophiolite in Newfoundland. Jour. Geophys. Res. V. 76, No. 14.
- [7] Church, W. R. and Stevens, R. K. 1971 Early Palaeozoic Ophiolite Complexes of the Newfoundland Appalachain as mantle-oceanic crust sequences. Ibid V. 76, No. 5.
- [8] Grass, I. G. 1976 Origin and emplacement of Ophiolites Geodynamic today — A review of the Earth's dynamic processes p. 55—65, London, The Royal society.
- [9] Akiho Miyoshiro 1975 Classification, characteristics and origin of Ophiolites. Jour. Geol. V. 83, No. 2.

- [10] Smithernigale W. G. 1972 Lower-potash Iushis Bright tholeiites: Ancient Oceanic Crust in Newfoundland, Canadian Jour. Earth Sci. V. 9, No. 5.
- [11] Zonenshain, L. P. 1975 Problems of Global Tectonics. AAPG Bull., V. 50, No. 1.
- [12] Ernst, W. G. 1972 Occurrence of mineralogic evolution of blueschist with time. Amer. Jour. Sci., 272.
- [13] Myndman, Donald, W. 1972 Petrology of igneous and metamorphic rocks. McGraw-Hill book Company America.

A PRELIMINARY STUDY ON THE TECTONICS OF ANCIENT OPHIOLITES IN THE QILIAN MOUNTAIN, NORTHWEST CHINA

Xiao xuchang Chen Guoming and Zhu Zhizhi

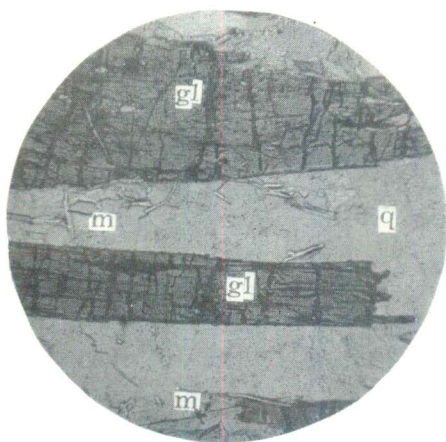
Abstract

On the basis of recent abstract field investigations of the authors, three ancient ophiolitic suites may be recognized: the Sinian, the Cambrian, and the ordovician.

A comparison of the petrochemical data ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$, $\text{CaO} + \text{MgO}$ and TFe/MgO) of the ancient ophiolites of the Chilen mountain with those of the Mesozoic and Cenozoic ophiolites, implies that there are some differences between those two kinds of ophiolitic suites, though they are quite similar in rock types. The majority of the basic volcanic rocks of ancient ophiolites are charaterized by low potash ($\text{K}_2\text{O} < 0.3\%$).

These differences may probably be explained by the evolution of the upper mantle and the deep structures through an age span of several hundred m.y.. However, the petrochemical data of ancient ophiolites are only represent by the Qilian mountain, more data from other ancient ophiolites are necessary for comparison.

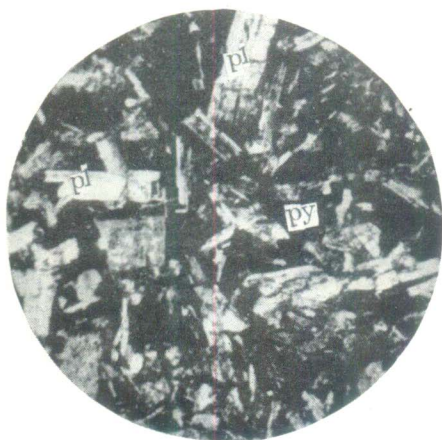
A study of the geological data of the Qilian mountain with the view-point of plate tectonics, reveals that four types of ore-bearing ultrabasic rocks may be distinguished: 1) The ultrabasic rocks of oceanic rifts (ridges), 2) The regenerated ultrabasic rocks, 3) The transformed ultrabasic rocks and 4) The contaminated ultrabasic rocks. The first three are chromite-bearing rocks.



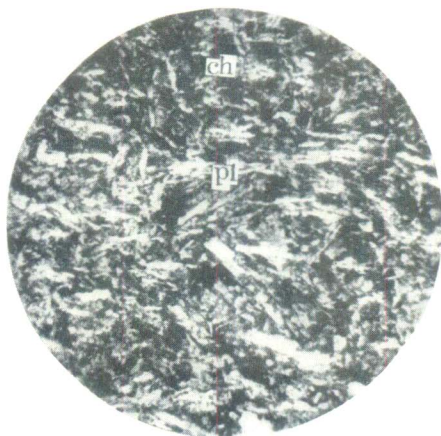
照片 1 云母石英蓝闪片岩
m: 白云母 gl: 蓝闪石 q: 石英
单偏光 $\times 56$



照片 2 云母石英帘石蓝闪片岩
gl: 蓝闪石 c: 帘石
单偏光 $\times 35$



照片 3 拉斑玄武岩
pl: 斜长石 py: 辉石及金属矿物,
辉绿结构。正交 $\times 20$



照片 4 细碧岩
pl: 斜长石 ch: 绿泥石及隐晶质矿物
(自照片 6c 处)正交 $\times 20$



照片 5 粗玄武岩
pl: 斜长石 py: 辉石, 方解石充填气孔,
辉绿结构 正交 $\times 20$



照片 6 细碧岩枕状构造
(北祁连山玉石沟)