

北祁连山主要地质特征

向 鼎 璞

(甘肃省地矿局地研所)

提要: 祁连山是昆仑—秦岭地槽褶皱系的一个典型的加里东地槽, 由北向南可分五个构造单位。文中介绍了该区地层、区域岩浆活动概况及构造演化等。

祁连山是欧亚较大山系之一, 是昆仑—秦岭地槽褶皱系的一个典型的加里东地槽, 由北向南可分为五个构造单位^[16]: (1) 河西走廊边缘地槽褶皱带; (2) 北祁连山优地槽褶皱带; (3) 中祁连山隆起带; (4) 拉脊山断陷地槽褶皱带; (5) 南祁连山冒地槽褶皱带。

一、地 层 概 述

北祁连山位于河西走廊褶皱带与中祁连山隆起带之间, 以大断裂为界, 西北端亦以北东东向大断裂和塔里木地台相邻, 向东为华北地台的鄂尔多斯地块相切。区内古老基底岩石出露局限, 前长城系在西部呈北西向断块展布, 岩性为黑云斜长片麻岩、混合片麻岩、斜长角闪岩、绢云石英片岩夹少量中基性火山岩及铁矿层, 厚大于6000m。侵入岩同位素年龄(K-Ar)为487~545Ma。

晚前寒武系(中晚元古界)呈近北西向条带状展布^[18], 在镜铁山至格尔莫沟一带近似优地槽沉积, 总厚大于15000m, 组成北祁连山西段复背斜的核部。长城系朱龙关群为长石石英砂岩、砂质板岩, 下部夹灰岩、铁矿层, 中部夹杏仁状玄武岩、中基性火山岩、辉石拉斑玄武岩、玻基玄武岩、块状安山玄武岩等^①, 有蛇纹石化超基性岩侵入。产微古植物*Leiominuscula* sp., *Trematosphaeridium* sp., *Protosphaeridium* sp. 及叠层石?*Kussiella* sp., *Colonnella* sp. 等, 厚大于3179m; 蓟县系镜铁山群岩性为结晶灰岩、泥灰岩、白云岩、绢云方解千枚岩、含炭质千枚岩, 夹石英岩和铁矿层, 产微古植物*Protosphaeridium* sp., *Trematosphaeridium* sp., *Bavlinella* sp. 及叠层石*Baicalia* sp., *Conophyton* sp., *Paraconophyton* f. 等, 厚大于2991m; 青白口系大柳沟群, 岩性为泥灰岩、结晶灰岩、硅质条带灰岩, 夹板岩、粉砂岩, 中部夹含钾碎屑状泥灰岩, 产微古植物*Trematosphaeridium* cf. *holtedahlia*, *Trachysphaeridium* sp., *Protosphaeridium* sp., *Leiominuscula* sp. 及叠层石*Linella* f. 等, 厚大于2967m; 震旦系白杨沟群, 岩性下部为冰碛砾岩层, 上部为钙质板岩、硅质灰岩夹石英砂岩、贫铁矿层, 含叠层石, 厚大于1042

① 甘肃力学区调队在敖油沟采玄武岩全岩样测定(K-Ar法)为715Ma。

m. 从长城纪末至震旦纪初有构造运动,在大柳沟群(Zq)与朱龙关群(Zc)、白杨沟群(Z₂)间及大柳沟群与镜铁山群(Zj)间形成一系列假整合及不整合接触。

下古生界组成北祁连山之主体,为一套碎屑岩、碳酸盐岩、碳质火山岩和中基性火山岩建造,总厚大于25000m,由于构造活动性不同,东西两段(以祁连县为界)岩相及沉积厚度均有差异。下寒武统尚未发现,中寒武统黑刺沟群为一套中基性—中酸性火山岩、硅质灰岩夹结晶灰岩,向西相变为砂岩、板岩,夹少量火山岩,向东白银一带为细碧角斑岩建造,有黄铁矿型铜、多金属矿,厚1810m,产三叶虫*Lioppeishania* sp., *Datongites* sp., *Nepea* sp. (西段); *Prohedinia* cf. *attenuata*, *Solenoparia* sp., *Manchuriella* cf. *tapingensis* (中段); *Peronopsis* sp., *Bailiella* sp., *Kootenia* sp等(东段)。在祁连县野牛台至百经寺一带于硅质岩中发现放射虫^[9],初步鉴定有*Cenosphaera* sp., *Staurosphaera* sp., *Stauroloche* sp.等(早古生代)。上寒武统香山群分布零星,仅见玉门昌马南的香毛山及祁连县的川刺沟等地,岩性为板岩、砂岩、凝灰质砂岩、灰岩,产三叶虫*Glyptognostus* sp., *Praceratopyge* sp., *Eoorthis* cf. *shakuotunensis*等,厚大于1774m,但川刺沟为大理岩、白云石英片岩、板岩等^①,产三叶虫*Proceratopyge* sp., *Pseudognostus* sp., *Dunderbergia elongata*等,厚大于420m。

下奥陶统阴沟群为北祁连山最发育的一套碎屑岩、火山岩建造,它的沉积中心在肃南白泉红沟经冷龙岭至天祝一带,最厚达7000m,岩性为中基性火山岩(有安山岩、安山玄武岩、玄武岩)、火山角砾岩、中基性凝灰岩,夹砂岩、板岩、灰岩等,中部以砂板岩、灰岩为主,下部产三叶虫*Onychopyge elongata*, *Pseudohyslerolenus* sp., *Ceratopyge elongata*, *C. transversa*, *Apatokephalus yini*, *Shumardia cylindrica*及笔石*Dictionema* sp.等代表特马豆克期沉积;中部产笔石*Didymograptus hirundo*, *D. cf. abnormis*及三叶虫*Bathyriscops kantsingensis*等代表阿伦尼格期沉积;上部产笔石*Caraiograptus yini*, *Glossograptus acanthus*, *Amplexograptus confertus*, *Paraglossograptus intermedius*等代表兰维尔期沉积。本统向东在靖远—宁夏西吉一带中基性火山岩变少,板岩增加,灰岩产三叶虫*Nileus* sp.及腕足类*Sowerbyella* cf. *sericea*等,厚大于3335m。中奥陶统中堡群,与阴沟群一般为连续沉积,部分为不整合(如冷龙岭南),为碎屑岩、火山岩建造,在天祝—永登一带沉积最厚达5000m,岩性下部主要为中基性火山岩、火山碎屑岩、硅质岩、灰岩、砾岩,上部主要为碎屑岩夹火山碎屑岩、灰岩及碱性岩、钾细碧岩等,产笔石(自下而上)*Clyptograptus teretiusculus*, *Nemagraptus gracilis*, *Prolasiograptus* cf. *crassimarginalis*, *Pseudoclimacograptus spinosus*等;本统向西为砂岩、板岩、千枚岩、灰岩,夹少量火山岩,产*Nemagraptus gracilis*等,厚500~1000m。上奥陶统^[10,13]在西段下部妖魔山组(O₁¹)为砾岩、灰岩、安山玢岩、玄武玢岩、火山角砾岩,不整合覆于中奥陶统之上,产珊瑚*Amsassia* cf. *chaetoides*及笔石*Climacograptus bicornis*. var. *tridentatus*, *Cl. tridentatus*, *Dicranograptus nicholsoni*等,厚568~1028m;上部南石门子组(O₂¹)为灰岩、板岩、砂岩、安山岩、玄武岩及火山碎屑岩,产笔石*Climacograptus putillus*, *Cl. cf. supernus*及珊瑚*Favistella alveolata*, *Palaeofavosites granolis*等,厚1500

① 据周良仁, 1978年调查资料。

~3300m, 在东段(天祝—靖远)下部古浪组(O₁)为砂质板岩、灰岩、泥灰岩、硅质灰岩, 产三叶虫 *Pliomena* sp., *Staurocephalus* sp. 及腕足类 *Plectatrypa* sp., *Leptelloidea* sp. 等, 厚180m; 上部扣门子组(O₂)为灰岩、泥灰岩、火山碎屑岩, 产笔石 *Retiograptus grandis* var. *unifotmis*, *Climacograptus* sp., *Glyptograptus* sp. 及腕足类 *Lingulla* sp., *Leptelloidea* sp. 等, 厚145m。本统向东南在秦安、静宁一带为细碎屑岩夹中、酸性火山岩、灰岩, 经变质后出现片岩、片麻岩、大理岩等, 灰岩产珊瑚 *Favistella* aff. *calicinae formis*, *Agetolilella* sp. 等, 厚大于3000m^①。

志留系由滨海—浅海相碎屑岩及砂板岩组成。下志留统马营沟群在天祝—靖远一带为板岩、砂岩夹中性、中酸性火山岩, 产笔石 *Monograptus acus*, *Prisliograptus* cf. *leei*, *Diplograptus modestus*, *Glyptograptus kaochiafiensis*, 厚3860m。本群向西分两组: 小石户组(S₁)为粉砂质页岩、粉砂岩、页岩夹粗砂岩、砾岩, 中上部夹凝灰岩, 产笔石(自下而上)^② *Glyptograptus kaochiafiensis*, *Diptograptus modestus*, *Plistiograptus cyphus*, *Glyptograptus tamaricus*, *Demirastrites triangularis*, *D. convolutus*, *Monograptus sedgwickii*等, 厚2291m; 肮脏沟组(S₂)为砂岩、粉砂岩、板岩, 夹少量中基性、中酸性火山岩, 产笔石(自下而上) *Spirograptus turriculatus*, *Streptograptus crispus*, *Monoclimacis griestoniensis*, *Oktavites spiralis*等, 厚840~3500m。中志留统西段为泉脑沟山群, 与上、下志留统为整合接触, 岩性为紫红色砂岩、粉砂岩、砂质页岩、页岩、泥灰岩, 局部夹火山岩, 产珊瑚 *Favosites forberi*, *Mesofavosites confertus*, *Palaeofavosites densitablatus*, *Multisolenia lortuosa*及牙形刺 *Spathognathodus* cf. *Stoinhornensis eosteinhorensis*等, 厚大于2107m; 本统向东在天祝相变为尖山台组灰岩、砂质灰岩、砾岩, 灰岩产珊瑚 *Halystes senior*, *H. junior*, *Parastriatopora* cf. *rhizoides*, *Mesofavosites knalfini*及腕足类 *Zygospiraella* sp., *Idiospira gansuensis* Fu (sp. nov.) 等^③, 厚大于73m, 再东在秦安—静宁一带为凝灰质千枚岩、凝灰质砂岩、流纹英安凝灰岩夹安山岩、结晶灰岩, 产珊瑚 *Heliolites interstinctus*, *Favosites favosus*等, 厚大于730m。上志留统早峡群, 为砂岩、粉砂岩夹砂砾岩产珊瑚 *Mesofavosites* ex. gr. *obiquus*, *Cyrtina* cf. *praecedens*, 厚169~1579m, 与下伏泉脑沟山群为整合接触。

上古生界为地台型盖层沉积, 均不整合覆于老地层之上, 总厚达5500m。泥盆系分布零星, 多为小盆地沉积。中下泥盆统(按化石应为中统)老君山群厚450~3519m, 岩性下部为紫红色砾岩、砂砾岩夹砂岩、粉砂岩, 局部夹凝灰岩、安山玄武岩等, 与上志留统为不整合接触; 上部为紫红色砂岩夹粉砂岩、泥岩, 产植物 *Protolepidodendron* cf. *scharryanum*, *Taenioecrida* sp., *Savibardia* sp. 等^④。上泥盆统沙流水群, 与老君山群为不整合接触, 岩性为紫红色砂岩、砂砾岩, 产植物 *Lepidophloeum rhombicum*, *Sublepidode-*

① 据张明书等, 1977年调查资料。

② 据王瑞龄等(1980)调查资料, 在古浪石城子还产笔石 *Glyptograptus persculplus* 为早志留世最底的带化石。

③ 腕足类具早志留世色彩, 故有人将尖山台组划归下志留统。

④ 据潘江等调查资料在走廊带的牛首山石峡沟相当本统产鱼类 *Bothriolepis ninschaushan* (sp. nov.), *Actinolepididae*等, 厚249m。

*ndron cf. wusihense*等^①, 厚104~863m。

石炭系为浅海相及海陆交互相沉积, 最厚1000m。下石炭统分三组。杜内期前黑山组, 与上泥盆统为假整合或微角度不整合接触, 岩性为砂岩、泥质粉砂岩、页岩夹灰岩、泥灰岩、砂砾岩, 产腕足类*Rugosochoneles lagussianus*, *Schuchertella cf. gelaohensis*及植物*Lepidodendron nirmeri*, *Archaeopteris* sp.等^②, 厚60~180m; 维宪期臭牛沟组, 与前黑山组为假整合接触, 岩性为灰岩、砂质页岩、炭质页岩、砂岩夹煤线或薄煤层, 产珊瑚*Yuanophyllum kansuense*, *Aulina* sp.及腕足类*Gigantopraductus lalissimus*等, 顶部产角石*Goniatites cf. orientalis* (P₂带), 厚72~340m; 纳缪尔A期榆树梁组, 与臭牛沟组为整合过渡, 本组主要见于靖远榆树梁及肃南观台两处, 岩性为页岩、钙质页岩, 产菊石*Eumophoceras aff. bisculcatum*, *E. kansuensis*, *Domatoceras* sp., *Cravenoceras* sp., *Anthracoeras* sp., *An. cf. paucilobum*, *Girtyoceras* sp., *Homoceraides*等, 厚10.32m。在肃南观台(据王德旭等, 1978年调查)见不整合于上石炭统之下, 产菊石*Paracravenoceras* sp.等, 下部还产植物*Anisopteris paniculifera*, *An. petiolata*, *An. ovata*, *Neuropteris gigantea*等。中石炭统(纳缪尔B.C期)靖远组(C₁¹), 一般假整合于臭牛沟组之上(如磁窑大水沟、景儿川、福录村、臭牛沟等), 仅靖远磁窑榆树梁见假整合于榆树梁组之上, 岩性为砂页岩夹灰岩、细砂岩、薄煤层及石膏等。靖远组(C₁²)下段厚72.9m, 产植物*Neuropteris gigantea*, *Bothrodendron cf. circulare*, 上段厚51.2米, 产菊石*Gastrioceras cf. lister*, *Bilinguites aff. superbingue*, *B. sp. B*, *B. sp. C*等。中石炭统(维斯发期)羊虎沟组(C₂¹), 岩性为页岩、灰岩、砂页岩夹薄煤层, 产菊石*Gastrioceras* sp., *G. sp. B*, *G. sp. C*; 植物*Lepidodendron aolungpylukense*, 腕足类*Dictyoclostus houyuensis*, *Choristites sowerbyi*等, 厚83m。上石炭统太原群, 为灰岩、砂页岩、泥灰岩夹煤层, 产丰富的蕨*Pseudoschwagerina* sp.及珊瑚与植物*Neuropteris ovata*等, 厚41~549m。

二叠系^③为陆相红色碎屑岩沉积, 与石炭系为假整合接触。早二叠世早期通渭组在东段通渭何家山一带出露为灰黑色砂页岩夹煤层, 厚30~45m, 与华北山西组的岩性和植物群近似, 如*Emplectopteridium alatum*, *Plagiozamites tungweinsis*, *Neuropteris ovata*, *N. plicata*, *Cathayiodendron incertum*, *Lobatannularia sienensis*, *Annularia stellata*等; 早二叠世晚期大黄沟组, 与下伏通渭组为过渡, 但多数地区见直接覆于太原群(C₃)之上, 岩性为砂页岩、砂岩、泥岩夹煤线, 厚108~341m, 产大量植物*Emplectopteris triangularis*, *Taeniopteris shansiensis*, *Discinities orcinites*, *Lobatannularia siensis*, *Zamiopteris lanceolata*, *Noeggerathiopsis acumilata*等。晚二叠世早期窑沟组, 为一套杂色碎屑岩, 最厚达680m, 向东变薄, 产植物*Yuania chinensis*, *Taeniopteris taiyuanensis*, *Lobatannularia multifolia*, *Pecopteris unila*, *Phenophyllum minor*, *Lepidodendron aculangulum*等; 西大沟组(P₂¹)为杂色砂岩、砾岩, 厚600~800m, 相当华北石千峰组, 为晚二叠世晚期的最低层位; 嘉峪关组为晚二叠世晚期上部层位, 其下段为一套红色碎屑岩,

① 据潘江等调查资料, 在走廊带的牛首山石峡沟相当本统, 产鱼类*Neoremigolepis zhongningensis* (gen. et sp.)及胴甲鱼, 厚315m。

② 据高联达(1976)在磁窑大水沟采获大量相当西欧、北美、苏联等地的杜内期孢粉组合。

③ 据王德旭等, 1980年调查资料。

相当贝克塞尔 (Bexell) 剖面^[21]4、5层^①, 与西大沟组为过渡, 最厚达 600m; 上段相当贝克塞尔剖面^[21]6, 为绿黑色粉砂岩与灰白色中细粒砂岩互层, 夹炭质页岩和含砾粗砂岩, 厚150m, 含大量安加拉植物等, 如 *Linopteris sibirica*, *Zamiopteris gossopteroides*, *Callipteris altaica*, *Noeggerathioipsis insquius*, *Schizoneura altaica*, *Annularia tenuifolia*, *Paracalamites tenuicodtatus* 等数十个种属及华夏植物 *Lobatannularia cf. heianensis* 等, 鱼类为 *Chondrostei*。

三叠系为陆相碎屑岩建造^②, 中下三叠统约相当贝克塞尔剖面7、8层^[21], 为一套微带红色的砂岩、砂质页岩夹薄层炭质页岩, 厚达1320m, 与下伏嘉峪关组为过渡, 产植物 *Pleuroemia rossica*, *Annalepsis* sp., *Neocalamites* sp. 等; 上三叠统南营儿群相当于贝克塞尔剖面8层以上^[21], 为灰绿色砂岩、粉砂岩、页岩夹薄煤层, 产植物 *Neocalamites carrerei*, *Danaeopsis fecunda* 等, 厚大于500m。

侏罗系为内陆湖相沉积, 为含煤碎屑岩建造, 最厚达2000m。白垩系为内陆山间湖沼相碎屑岩建造, 含粘土、石膏, 最厚达2280m。第三系沉积范围扩大, 以内陆河湖相碎屑岩 (出现磨拉石组合) 为主, 普遍夹石膏层, 最厚达2000m。第四系以冲、洪积为主, 下更新统玉门组及中更新统酒泉组有少量冰水堆积。

二、区域岩浆活动概况

区内岩浆活动强烈, 火山岩分布广, 以中寒武世、早奥陶世的火山活动最强, 中基性火山岩发育, 形成由基性—中基性—中性—中酸性岩浆喷发旋回^[15]; 而长城纪、中、晚奥陶世、早志留世也有较多的火山岩, 形成北祁连山长城纪及早古生代似蛇绿岩套^[16]。其中石玉沟蛇纹岩带^[19]长35km, 蛇绿岩居中, 两侧出现蛇绿混杂岩。区内火山岩主要属玄武岩—安山岩, 并出现玄武岩—流纹岩的演化系列。玄武岩以正常玄武岩为主, 钙碱性玄武岩为次, 此特点与雅鲁藏布江的玄武岩有相似之处, 但安山岩—流纹岩类则以亚碱性为主。各期火山岩主要岩石化学特征见表1。

侵入岩活动以加里东中、晚期为主。前加里东期主要为变质辉绿岩, 变质年龄为545Ma^③, 侵入前长城系变质岩, 在中祁连山有花岗岩等侵入, 其中变质基性岩脉同位素年龄为1079Ma^④。加里东早期有花岗岩、闪长岩及超基性岩, 区内及邻区获得同位素年龄为502~537Ma。在祁连县玉石沟见中奥陶统有超基性岩砾岩及含超基性碎屑的硬砂岩^[8], 这说明中奥陶世前有一期超基性岩活动。加里东中期为中酸性岩侵入, 也有基性、超基性岩, 花岗岩类同位素年龄为446~488Ma, 并在武威莲花山见加里东晚期花岗岩侵入于加里东中期斜长花岗岩中。加里东晚期为北祁连山褶皱带重要的一次侵入活动, 伴有大量的花岗岩及中基性、超基性岩。主要分布于走廊南山、冷龙岭向东至毛毛山一带, 花岗岩多为大岩基, 而中酸性—中性岩多为岩株, 同位素年龄 (花岗岩) 为379~417Ma。

① 为1927~1935贝克塞尔所报导的南山剖面, 发表于1935年Heerlen石炭纪会议。

② 据王德旭等, 1981年调查资料。

③ 文中年龄值未注明测定方法者均为K-Ar法, 下同。

④ 据汤光中、余以生等的1982年资料。

表 1 北祁连山海相火山岩主要岩石化学特征表

Table 1 Main Petrochemical Characteristics of Marine Volcanic Rocks in the Northern Jilian Mountains

时代	岩性	样品数	%				Na ₂ O/ K ₂ O	<FeO>/ MgO	NK	n'	Q
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO					
长城纪	低钾拉斑玄武岩	2	49.40	1.72	12.81	6.08	18.60	2.11	27.40	3.2	3.62
	岛弧拉斑玄武岩	6	49.03	1.66	12.32	5.46	2.69	2.25	24.89	23.9	3.67
	钙碱火山岩	4	51.73	0.90	13.59	7.95	7.25	1.10	37.75	9.1	3.49
中寒武世	低钾拉斑玄武岩	3	46.09	2.27	15.05	7.03	11.06	1.72	30.25	5.3	2.93
	岛弧拉斑玄武岩	4	49.11	1.29	15.78	5.82	3.51	2.08	25.23	19.3	2.82
	低钾钙碱性火山岩	6	51.16	0.94	15.14	7.64	12.88	1.05	37.14	4.9	3.07
	钙碱性火山岩	16	59.25	0.59	15.23	4.23	3.67	1.45	25.21	17.8	3.48
早奥陶世	低钾拉斑玄武岩	14	49.42	1.86	13.63	5.88	32.67	2.09	26.04	1.6	3.32
	岛弧拉斑玄武岩	7	49.78	1.57	15.46	5.39	3.63	2.10	25.93	13.4	2.98
	低钾钙碱性火山岩	4	52.10	0.74	13.06	7.76	23.25	0.94	42.47	2.2	3.77
	钙碱性火山岩	9	58.42	0.48	13.71	6.88	3.38	1.07	37.19	29.0	3.96
中奥陶世	低钾拉斑玄武岩	2	48.36	2.05	14.19	7.17	21.18	1.63	31.53	2.8	3.16
	岛弧拉斑玄武岩	1	47.97	1.89	13.59	8.68	5.31	1.44	34.89	12.6	3.29
	钙碱性火山岩	5	60.18	0.80	13.57	4.52	5.31	1.42	27.21	12.3	4.03
晚奥陶世	低钾拉斑玄武岩	3	50.63	1.02	14.41	6.28	18.17	1.79	27.90	3.5	3.19
	岛弧拉斑玄武岩	2	48.39	0.74	15.25	7.59	6.41	1.43	32.93	10.8	2.88
	低钾钙碱性火山岩	4	54.54	0.49	14.64	5.49	25.47	1.67	29.08	2.4	3.45
	钙碱性火山岩	3	58.62	0.54	14.71	4.17	7.87	1.73	24.20	8.8	3.60

$$\langle \text{FeO} \rangle = \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0.8999 + \text{FeO}; \text{NK} = \frac{\text{MgO} \times 100}{\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}; \quad n' = \frac{\text{K}^+}{\text{Na}^+} + \text{K}^+ \times 100\%;$$

$$Q = \text{SiO}_2 - 47\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$$

基性、超基性岩多分布于走廊南山的南北两侧, 构成南北两个岩带, 岩体小而多, 约400余个, 多为单斜状, 以辉橄岩型和纯橄岩-方辉橄岩型为主, 主要侵入^①于中寒武统一奥陶系, 被泥盆系不整合所覆, 石玉沟岩体M/F>9, M/S>1.9。华力西—燕山期主要为基—酸性岩脉及岩株, 仅在秦祁交界处(天水东北)见有关山—牛头山岩基侵入, 年龄值为274~240~157Ma, 并见少量华力西超基性岩的脉状体(天祝葫芦沟)。

三、区域构造演化

(一) 前寒武纪阶段

北祁连山为古海槽的代表, 反映裂谷型岛弧海区的火山沉积组合, 位于塔里木—阿拉善地台与中、南祁连山—柴达木洋盆之间。由于当时地壳还较薄, 熔化作用(?)产生的岩浆主要在古洋壳的裂隙处喷发, 形成中基性火山穹丘, 在镜铁山一带还有蛇纹石化超基性岩分布, 构成长城纪似蛇绿岩套(基性枕状熔岩及超基性岩)。北祁连山中晚元古界厚达

① 北祁连山超基性岩多数为热侵入, 见有接触交代岩相, 部分为构造侵位, 如玉石沟岩体。

15000~20000m, 长城系朱龙关群为火山岩—含铁复理石建造, 蓟县系镜铁山群为碳酸盐岩—含铁复理石建造, 青白口系大柳沟群为含钾、磷的碳酸盐岩夹碎屑岩建造, 震旦系白杨沟群为砾岩(巨砾岩)—泥质碳酸盐建造。长城纪火山活动以基性熔岩为主, 岩石化学特征(见表1)主要接近海洋岛弧拉斑玄武岩, 也有的接近中洋脊拉斑玄武岩, 可能代表初期洋壳特征。青白口纪末祁连山古海槽广泛发生褶皱、抬升, 形成青白口系与震旦系间的不整合或假整合。由于对挤而向南(中、南祁连山洋盆)、向北(塔里木—阿拉善)俯冲, 并与塔里木—阿拉善地台拼接, 至震旦纪时北祁连山已变为中国北方陆块的一部分(过渡带), 形成震旦纪冰碛岩(巨砾岩与角砾岩)。

(二) 早古生代阶段

在北祁连山未见早寒武世沉积, 至中寒武世初北祁连山再次分裂而成为中、南祁连山—柴达木微古陆和塔里木—阿拉善地台间的大海槽, 为优地槽沉积, 下古生界厚达25000m以上。从中寒武世到早奥陶世为主要扩张阶段, 形成扩张型岩套, 有低钾拉斑玄武岩及玄武质镁绿岩(SiO_2 48.85~50.44%, TiO_2 0.31~0.59%, Al_2O_3 8.64~13.58%, MgO 9.90~18.02%, Na_2O 0.38~1.40%, K_2O 0.08~0.31%, $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 0.69~0.93), 中基性火山岩石化学特征(见表1)主要接近海洋岛弧拉斑玄武岩。在中寒武世还出现富钾岩石, 如白银地区的钾细碧岩(K_2O 3.34~5.67%)、钾石英角闪岩(K_2O 3.35%), 为原始安山玄武岩浆分异演化的产物。在早奥陶世低钾拉斑玄武岩化学成分主要接近中、新生代海洋中洋脊型拉斑玄武岩, 为北祁连山较典型的蛇绿岩套。在祁连山玉石沟与中寒武世共同构成的蛇绿岩剖面(自下而上为): 有构造侵位的阿尔卑斯型超基性岩, 基性岩似岩墙、似岩床及岩脉, 基性枕状熔岩及上覆的复理石建造夹深远海含放射虫硅质岩^[8,9,19]。

中、晚奥陶世主要为压缩阶段(局部有扩张), 岩性为玄武岩—安山岩—流纹岩组合, 部分扩张地区(如青海红沟)出现低钾拉斑玄武岩, 火山岩夹层中产*Heliolites orientalis*(上部)及*Catenipora menyuanensis*(下部), 并有超基性岩小侵入体, 基性枕状熔岩的岩石化学特征主要接近海洋岛弧拉斑玄武岩。在老虎山、毛毛山一带有变辉长岩($M/F=1.6$)及蛇纹石化超基性岩($M/F=5$)侵入, 相伴的中基性火山岩为岛弧拉斑玄武岩与低钾拉斑玄武岩。中奥陶世的粗面岩—似长石岩系与拉斑玄武岩为分异关系, 分布于永登一带, 岩石特征是富钾(含 K_2O 平均4.96~5.88%)。此时北祁连山海槽已接近发展晚期, 晚奥陶世在天祝古浪峡一带发育有类磨拉石建造。志留纪为地槽闭合期, 沉积范围比奥陶纪小, 而且仅早志留世有火山岩, 如角闪安山岩、安山玄武岩等, 中志留世局部有火山岩。但中、晚志留世均为一套海退相碎屑岩系, 尤其是晚志留世出现有红色类磨拉石建造(粗碎屑岩)。于加里东期末祁连运动发生强烈褶皱而成山。在北祁连山南、北侧均发育有岩石圈深断裂, 南侧沿深断裂形成有蛇绿混杂岩带^[14,19]及蓝闪石片岩带^[8,9,14,19], 为北祁连山海槽向南俯冲的重要缝合线。蛇绿混杂岩有二带, 北带分布于野牛沟—峨堡以西, 全长100km; 南带分布(由西向东)于吊大坂、三岔什、玉石沟、酸刺沟、黑泉河等地, 与超基性岩体相伴, 混杂岩除超基性岩块外, 还有外来的火成岩、沉积岩岩块。所见蓝闪石片岩与蛇绿岩相伴, 清水沟的蓝闪石片岩主要为超基性岩的围岩。北侧的深断裂为北祁连山向北的俯冲带, 从河西走廊褶皱西部榆树沟山梁(嘉峪关市西北)看, 那里的早古生代(O_1)有中基性喷出岩, 局部具枕状构造, 岩石化学相当岛弧型拉斑玄武岩, 部分接近中洋脊玄

武岩 ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 10$), 说明河西走廊拗陷带的基底同具优地槽性质, 而与东部的沉积 (如香山群等) 有别, 故北侧深断裂应为北祁连山 (包括河西走廊带) 与塔里木—阿拉善地台的分界线。沿构造带有基性、超基性岩侵入^① (时代为1500~500Ma) 于前震旦系混合岩和大理岩之间。超基性岩化学成分与石质陨石相近, M/F 一般为2.7~5.9, 属铁质超基性岩。同时沿构造带有动力热流变质作用形成的重熔花岗岩 ($\text{Rb}/\text{Sr} > 1$), 并在石炭纪等地层中形成边缘混合岩带。

(三) 晚古生代及中生代阶段

上古生界为陆相盖层沉积。泥盆系为陆相, 早中泥盆世发育有山麓快速堆积, 如陆相碎屑岩及少量中基性火山岩, 与前泥盆系或加里东期花岗岩呈不整合接触。这些角度不整合代表加里东晚期祁连构造运动, 为北祁连山的主要褶皱成山期。

石炭纪主要为海陆交互相, 但二叠系和中、新生界全为陆相。北祁连山最后抬升于喜山期, 形成上新世—中更新世巨厚磨拉石建造。

本文主要据区调、普查及科研等资料编写, 承戴天富高级工程师及姜春发副研究员等审查指正, 谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院等, 1963, 祁连山地质志。科学出版社。
- [2] 科学院地质所, 1974, 中国地质构造基本特征及其发育的初步探讨。地质科学, 1期。
- [3] 黄汲清等, 1974, 对中国大地构造若干特点的新认识。地质学报, 48卷, 1期。
- [4] 向鼎璞等, 1975, 甘肃龙首山及马啣山地区前震旦纪地层简介。地质科学, 1期。
- [5] 王荃、刘雪亚, 1976, 我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义。地质科学, 1期。
- [6] 张文佑等, 1978, 中国断裂构造体系的发展。《国际交流地质学术论文集》(一)。地质出版社。
- [7] 地科院地质所, 1978, 中国大地构造基本轮廓。同上。
- [8] 李春昱等, 1978, 秦岭及祁连山的构造发展史。同上。
- [9] 肖序常等, 1978, 祁连山古蛇绿岩套的地质构造意义。地质学报, 52卷4期。
- [10] 赵凤游, 1978, 北祁连山东段上奥陶统及其对比问题。地质学报, 52卷2期。
- [11] 任纪舜等, 1980, 中国大地构造及其演化。科学出版社。
- [12] 宋志高, 1980, 北祁连山早古生代细碧岩—角斑岩系及其与蛇绿岩套的关系。《地科院院刊西安地矿所分刊》, 1卷1号。
- [13] 甘肃省地层表编表组, 1980, 西北区域地层表甘肃省分册。地质出版社。
- [14] 王荃等, 1981, 祁连山加里东期的多旋迴的双变质带。《中国及其邻区大地构造论文集》。地质出版社。
- [15] 向鼎璞, 1982, 祁连山火山岩及火山作用。《兰州大学学报》(自然科学版) 1期。
- [16] —, 1982, 祁连山地质构造特征。地质科学, 4期。
- [17] 赵凤游, 1983, 北祁连山早古生代生物地层研究的进展。《青藏高原地质文集》(2)。
- [18] 向鼎璞, 1983, 甘肃及邻区震旦亚界 (中晚元古界)。中国科学院地质所主编《前寒武纪论文集》。地质出版社。
- [19] 董必谦等, 1984, 北祁连山蛇绿岩套和蛇绿混杂岩的特征及其地质意义。《青藏高原地质文集》(14)。
- [20] Condie, K. C., 1976, Plate tectonics and Crustal evolution, New York, Pergamon Press, I. N. C.
- [21] Bexell, G., 1935, On the Stratigraphy of the Plant-bearing deposits of Late Palaeozoic and Mesozoic age in the Nansan region (Kansu). Geografisk Annuler 1935, Seven. Hedin.

① 不是侵位, 因超基性岩与大理岩接触处, 形成矽卡岩型铜镍矿。

THE MAIN GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NORTHERN QILIAN MOUNTAINS AREA

Xiang Dingpu

Abstract

The Qilian Mountains are one of the largest mountain systems in Eurasia, and tectonically are a typical Caledonian geosyncline in the Kunlun-Qinling geosynclinal fold system. From north to south five tectonic units may be distinguished there: (1) the Hexi Corridor marginal geosynclinal fold belt, (2) the Northern Qilian eugeosynclinal fold belt, (3) the Middle Qilian uplift belt, (4) the Lajishan taphrogeosynclinal fold belt, and (5) the Southern Qilian miogeosynclinal fold belt.

The Northern Qilian fold belt is situated between the Hexi Corridor fold belt and the middle Qilian uplift belt. In the Northern Qilian Mountains area, the exposed old basement rocks are limited. The pre-Changchengian rocks are distributed as NW-trending fault blocks in the western part of the area, represented by biotite-plagioclase gneiss, migmatitic gneiss, plagioclase amphibolite and sericite-quartz schist intercalated with minor intermediate-basic volcanic rocks and iron ore layers, greater than 6,000 m thick. The middle-upper Proterozoic, distributed in a near-NW direction in the Jingtieshan-Golmud area, is close to eugeosynclinal deposits, with a total thickness greater than 15,000 m. From the end of the Changcheng Period to early Sinian there occurred a lot of structural movements, which led to the formation of a series of disconformities and unconformities between the Daliugou Group and the Zhulongquan and Baiyanggou Groups and between the Daliugou Group and the Jintieshan Group. The lower Paleozoic is a main component part of the Northern Qilian Mountains, marked mainly by clastic rocks, carbonate rocks, siliceous volcanic rocks and intermediate-basic volcanic rocks, with a total thickness of 25,000 m. The upper Paleozoic is platform-type cover deposits, which overlie the old strata unconformably, the total thickness being 5,500 m or more.

The regional tectonic evolution in the Northern Qilian Mountains is as follows.

1. Precambrian stage

The Northern Qilian Mountains represent a paleo-sea trough, consisting of volcano-sedimentary associations of a rift-type island-arc sea. The spreading of the oceanic-crustal rift in the early phase resulted in the formation a quasi-eugeosynclinal sedimentary formation of the Chengcheng to Qingbaikou Periods and an ophiolite-like suite in the Northern Qilian paleo-trough of the Changcheng Period. At the end of the Qingbaikou Period, the paleo-sea trough was broadly folded, forming unconformities or disconformities between the Qingbaikou System and the Sinian System, and at the same time the Sinian tillite(megaconglomerate or breccia).

2. Early Paleozoic

No early Cambrian deposits have been found in the Northern Qilian Mountains, but this area again became a big sea trough between the middle-southern Qilian-Qaidam micro-land and the Tarim-Alxa platform in early Middle Cambrian time. The Middle Cambrian to Early Ordovician was mainly a spreading stage. On its southern side was developed a polyphase lithospheric deep fault(which represents an important suture line), accompanied by the development of a polyphase ophiolite-like suite. By the Late Ordovician, the area had entered the late stage of a eugeosyncline, and a molasse-like formation originated in the Gulong Gorge. The Silurian Period was a closure stage of the geosyncline, and only small amounts of volcanic rocks, such as hornblende andesite and andesite basalt, occurred. At the end of the Caledonian the area was strongly folded and became mountains.

The upper Paleozoic is represented by the cover of the platform, and the Devonian is of continental facies, which overlie the pre-Devonian or granite unconformably.

The Carboniferous is of paralic facies, but the Permian and Meso-Cenozoic are all of continental facies.