

文章编号:1004-4116(2005)02-0001-0010

再论甘肃省的板块构造

张新虎¹,刘建宏¹,徐家乐¹,牛洪斌¹,赵延庆²

(1. 甘肃省地矿局,甘肃 兰州 730000;2. 甘肃省地质调查院,甘肃 兰州 730000)

摘 要:甘肃省的构造部位独特,构造形迹十分复杂。本文在总结前人研究成果和结合近年来的研究进展的基础上,对甘肃省中生代以前的古板块构造重新研究,认为甘肃省地处西伯利亚、哈萨克斯坦、塔里木、华北、柴达木—祁连和扬子6个板块的交汇处。红石山蛇绿岩带以北属西伯利亚板块,柳园—大奇山—帐房山蛇绿岩带以南属塔里木板块,西伯利亚板块和塔里木板块之间是哈萨克斯坦板块,阿尔金走滑断裂、龙首山断裂及北祁连走廊南山—毛毛山蛇绿岩带中东段以南属于柴达木—祁连板块,龙首山断裂及北祁连走廊南山—毛毛山蛇绿岩带中东段以北属华北板块,西秦岭北缘天水关子镇蛇绿岩带是柴达木—祁连板块和扬子板块的分界。又据板内的深断裂和建造特点进一步划分为12个二级单元和22个三级单元。

关键词:构造;古板块;甘肃

中图分类号:P542.4

文献标识码:A

甘肃省的构造部位独特,构造形迹十分复杂。长期以来,对于本区的大地构造研究和构造单元划分,学派不同观点不一,同一学派在一些具体认识上也莫衷一是。以李四光的地质力学为指导思想的学者(1979),将本区划分为十个大的构造体系,既巨型纬向构造体系(包括阴山—天山纬向构造体系、秦岭—昆仑纬向构造体系、区域东西向构造带)、贺兰山经向构造体系、古河西构造体系、河西式、华夏系、新华夏系、祁吕贺兰山字型构造、武都山字型构造、青藏歹字型构造体系、陇西旋卷构造体系。认为本省的构造形迹呈有规律的排列组合而成的构造体系,是以纬向或经向构造体系的活动开始,相继有扭动构造体系出现并以扭动构造体系最后形成而告终。甘肃省地质志(1989)用地质力学观点划分为纬向构造体系、经向构造体系和扭动构造体系三大类型。其中纬向构造体系包括了阴山—天山纬向构造体系和秦岭—昆仑纬向构造体系,扭动构造体系包括了多字型构造体系(古河西构造体系、河西构造体系、华夏构造体系、新华夏构造体系);山字型构造体系(祁吕贺兰山字型构造体系、武都山字型构造体系、

文县山字型构造体系);旋扭构造体系(青藏歹字型构造体系、陇西旋卷构造体系、宋梁山旋卷构造体系、尖尼帚状构造体系、茶固滩帚状构造体系、博拉帚状构造体系、利桥帚状构造体系)。

黄汲清等(1965,1984)的多旋回观点将本区分属天山—兴安地槽褶皱区(北山优地槽褶皱带)、中朝—塔里木地台、秦祁褶皱区(走廊过渡带、北祁连优地槽褶皱带、祁连中间隆起或中祁连地块、南祁连冒地槽褶皱带、西秦岭冒地槽褶皱带)。

李春昱,王荃(1982)按板块学说对中国板块构造轮廓作了划分,以疏勒河隐伏断裂、阿尔金断裂、北祁连断裂、略阳—玛沁断裂将本区分属哈萨克斯坦板块、中朝—塔里木板块、华南板块,基本上奠定了该区板块构造框架。在此之后,研究区板块构造的划分方案主要有以下几种:高延林等(1987)认为华北和华南板块的分界在武山—天水断裂;左国朝等(1990)认为,哈萨克斯坦板块和塔里木板块的界断裂是明水—石板井—小黄山蛇绿岩带,该带以北属哈萨克斯坦板块,以南则属塔里木板块,张新虎等(1993)以红石山断裂、疏勒河隐伏断裂、阿尔金断

收稿日期:2005-10-20

作者简介:张新虎(1963~),男,1982年毕业于中南矿冶学院,获得工学学士,1996年研究生毕业于中国地质大学(北京),获得理学硕士学位,现为甘肃省地矿局副总工程师,教授级高级工程师,主要从事区域构造和区域成矿研究,已发表论文11余篇。

裂、阿拉善南缘断裂(高台以西)和北祁连北缘断裂,将甘肃省西部划分属西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块、塔里木板块、华北板块、柴达木—祁连板块。

刘雪亚,王荃(1995)认为柳园—大奇山—帐房山一线的晚古生代的蛇绿岩带应该是哈萨克斯坦板块和塔里木板块的分界。

本文在总结前人研究成果和结合近年来的研究进展的基础上,对甘肃省中生代以前的古板块构造重新研究,取得以下认识。

1 古板块边界断裂和蛇绿岩带

1.1 红石山蛇绿岩带

该蛇绿岩带西起甘肃省骆驼山,向东经红石山、甜水井、黑鹰山和六驼山南缘至路井北,再向东隐伏于居延海拗陷之下。构造带长达300km以上,由3~4组互为平行的逆冲断层和镁铁岩—超镁铁岩组成,并形成近百米至几千米长的挤压破碎带。沿此构造带,早石炭世火山岩锥体和海西中期镁铁质和超镁铁质岩块呈串珠状分布。构造带延伸方向与地层的走向大体一致,南盘除沿断裂面向北逆冲外,并向西平推。两盘相对位移量可达20km以上(内蒙古地质矿产局,1991)。

蛇绿岩由超镁铁岩、辉长岩、块状和少量枕状玄武岩、碧玉岩等组成。整体产于下石炭统白山组和扫子山组中。露头以红石山、甜水井北、六驼山南出露最好,各岩石单元原始层序均遭破坏,多呈构造混杂岩体出现。

在红石山蛇绿岩中的变质超镁铁—镁铁杂岩岩石类型主要为纯橄榄岩、斜辉橄榄岩,见少量的二辉橄榄岩。超镁铁杂岩以纯橄岩和斜辉橄榄岩为主。甜水井北纯橄岩已经完全蚀变为蛇纹岩。在纯橄岩和蛇纹石化纯橄岩中都具有不同程度的铬铁矿化。超镁铁—镁铁质堆晶岩及浅色岩主要分布于变质超镁铁岩中,呈透镜状、条带状、孤岛状分布于变质超镁铁杂岩中,且整合覆于其上。主要岩石类型有堆晶辉橄岩、堆积晶辉石岩、堆晶辉长岩、斜长岩。各堆积岩石间无明显的界限呈渐变过渡接触,矿物颗粒粗大,一般在1~5mm不等,单层自下而上粒度渐细。在堆积层理的底部见呈豆荚状产出的铬铁矿。

辉绿岩呈岩枝状侵入于扫子山组火山—沉积岩系及其与均质辉长岩过渡部位。基性喷出岩具有斑状结构和气孔状构造,其岩石化学含量与玄武岩值

基本相当,研究认为辉绿岩和基性火山岩均属拉斑玄武岩系列岩石。

蛇绿岩带在区域重、磁场中为场的分界线或梯度带。根据地球物理测深剖面研究成果(徐新忠等,1997),北山地区的几个断裂表现的十分明显。红石山—黑鹰山断裂在苦水地段地震资料显示,断裂带两侧地壳结构存在明显差异,在其北侧,地壳为双层结构,第一层厚度(古生界)超过地壳厚度的一半,断裂南侧地壳则为三层结构。沿断裂带存在一北倾(倾角约60°)向下延至地幔的低阻通道。由地震及电磁测深结果反映出的断裂带的性质,印证了地面重磁场明显差异的形成机制,也说明该断裂带是一条深达地幔,并且长期活动的构造界线。此外,地球物理测深及大地电磁测深资料表明,红石山—黑鹰山断裂为一略向北陡倾切穿地壳的超壳断裂。在遥感影像上,红石山蛇绿岩带的线性构造和线性地貌单元发育,其北侧多形成平直延伸的陡崖和断层三角面。蛇绿岩带为近东西走向,向西延入新疆境内,东段为一北西西向延伸,由数条走向大致平行的压性和压扭性断裂构成的构造带。从构造带产状上看,断层面倾向忽南忽北,以北倾者居多,倾角50°~60°。另外,构造带西窄东宽,一般10km左右,六驼山南缘构造带宽度可达20km以上,地貌上为近东西向负地形,可见许多断层三角面和断崖(聂风军等,2002)。

1.2 柳园—大奇山—帐房山蛇绿岩带

该蛇绿岩带西起新疆波波拉井,向东经孤山、四道梁南到旧寺徽,再向东被阿尔金走滑断裂所切割。蛇绿岩带为一向北凸出的弧线,近东西走向,长大约600km。沿该构造带断续出露蛇绿岩残片,如辉铜山、帐房山、孤山、四道梁和玉石山等地出露的二叠纪超镁铁质侵入岩。此外,沿该构造带,二叠系火山岩分布广泛,厚度巨大。在遥感影像上蛇绿岩带显示明显的线性影像特征和负地形地貌特点,断裂带内岩石破碎明显,断层泥发育,局部见有糜棱岩(聂风军等,2002)。

在重力场上,柳园—帐房山深断裂带北侧,几个强度大和面积广阔的局部重力低异常组成一条近东西向的重力低值带,与此相比,断裂带南侧,高峰值的带状重力高异常延断裂带方向展布。在磁场图上,断裂带北侧负磁场背景上叠加有中酸性岩体引

起的局部高磁异常,南侧则为较宽缓的负磁异常(聂风军等,2002)。重磁场特征在断裂两侧明显的变化,与地震断面所反映的深部地壳及地幔的差异相一致。正是由于这一超壳断裂的存在,沿断裂广泛分布古生代基性熔岩、超基性侵入岩,表明自早古生代起就存在一裂陷带,而地震和大地电磁测深亦证实了该断裂带从地壳深切地幔的长期活动性,来自幔源的物质沿断裂带上涌,使柳园—帐房山裂陷槽的活动在二叠纪达到高峰,形成了沿断裂带分布的巨厚玄武岩层和中基性火山喷发沉积岩,从而造成了呈条带状分布的重磁场正异常。而断裂北侧则为早古生代酸性岩浆侵入的场所。该断裂带为塔里木板块与哈萨克斯坦板块的分界线。

1.3 阿尔金断裂

阿尔金断裂横亘于青藏高原的西北部并构成青藏高原的西北部边界,是中亚地区最大的一条走滑断裂,由一系列北东走向的具左行走滑特征的平行断裂组成,在卫星照片、航空照片及地貌上均有明显的显示。该断裂带是祁连构造区和塔里木板块的重要构造分区界线,在基底构造岩相、区域构造格局和构造演化方面,断裂两侧具有重要的差异。关于这条构造带的性质和成因,前人从不同的学术观点有过较多的论述,结合近代板块构造观点对此构造带进行研究的主要意见有:李春昱(1980)认为“祁连山西端为阿尔金山大断裂所斜切,这个断裂是在地层褶皱的同时,由于地槽部分向东北推移而生成的,相当一个转换断层”。“沿塔里木南缘的西昆仑向东经阿尔金山至柴达木盆地南缘及盆地北缘的山脉,是一个晚古生代褶皱带,在古生代是一个优地槽沉积带,古生代晚期地槽区受到向北移动的挤压使地层发生褶皱”。许志琴等(1998)认为阿尔金断裂带东段是“一个韧性转换挤压带”。崔军文通过研究(1995)认为,该断裂系是由5条断裂组成的大型走滑—逆冲型断裂系,并在断裂系的阿尔金隆起中首次发现了同位素年龄为2 800Ma的新太古代混合花岗岩。

阿尔金断裂西端在西藏的拉竹龙归并于印支期形成的金沙江缝合带上,东段终止于玉门宽滩山且归并于东西向构造带上,总体上呈NEE向展布,全长约1 600km。省内主要涉及该断裂的阿克塞西—宽滩山段,它西起阿克塞西,经肃北至昌马大坝呈NE70°~75°方向延伸,然后至宽滩山一带呈近东西向展布,断层面总体上倾向南南东,南盘在肃北—昌

马一带主要由下古生界构成,北盘仅在大泉一带出露作为陆块结晶基底的前长城纪敦煌岩群,其余大部分地区皆被中生界覆盖。该断裂较陡,断层面倾角常在70°左右,南盘的寒武系、奥陶系常逆冲到上侏罗统之上,志留系和侏罗系往往逆冲到更新统之上,证明阿尔金左行走滑断裂兼具逆冲推覆性质,挽近以来仍在活动。该断裂带对侏罗纪以来的断陷盆地的形成、发展有明显的控制作用,喜马拉雅期活动强烈,不仅切割新近系,而且断裂两侧的水系作反时针向同步错移(冯益民等,1996)。可见,现在我们所见的阿尔金断裂是印支运动以后中国西部陆内形成的最大的走滑断裂,全长1 500km。

阿尔金重力梯级带、扭曲带是祁连山不对称梯形重力异常区的西北边界,呈NEE向沿阿尔金山分布,重力异常值在 $-260 \sim -330 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 间变化,长约400km,宽约40~80km。根据重力梯级带反演阿尔金断裂倾向SE,倾角50°~60°,同时在地表至上地幔存在电性和波速分界面。是一条左旋南倾滑移下切较深的岩石圈深断裂,两侧莫霍面相对落差超过5 km,向东尖灭在金塔盆地(贾群子等,2002)。

1.4 龙首山断裂

沿合黎山、龙首山的南缘呈北西西向展布,西被阿尔金山南缘断裂带所截,东在贺兰山南端、六盘山—陇山东侧分布,为大型右行走滑断裂。是祁连造山带与阿拉善地块的分界断裂。该断裂在高台榆木山以西到嘉峪关榆树沟山北,和早古生代碰撞带合并,以榆木山附近为界,以西断裂南侧是火山—沉积建造,属于早古生代活动型沉积,以东断裂南侧发育稳定的被动陆缘沉积。古生代以来沉积格局受该断裂控制,北侧为剥蚀区,南侧为沉积区。侏罗纪时,北侧由剥蚀区转为沉积区。新近纪北侧又复转为剥蚀区,而成为河西走廊北部边界。

在地球物理场上,弧形重力梯级带过昌马大坝后沿宽台山、龙首山、红崖山、贺兰山南端、六盘山—陇山东侧分布。北段重力异常值在 $-230 \sim -270 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 间变化,长约820km;北侧是阿拉善地块高磁异常带南界,并且也是地壳厚度变异带,两侧地壳厚度相差3km之多,通过宽台山的地震反射剖面 and 龙首山的大地电磁测深剖面,探明在山体两侧存在南倾的逆冲断裂,致使宽台山、龙首山作为断块山体隆起并向北侧花海、潮水盆地推覆。尽管这些梯级带不完全与地表断裂位置对应,认为梯级带主要

反映了断裂深部总体产状。南段呈近南北向沿牛首山、大小罗山、六盘山—陇山东侧分布,重力异常值在 $-190 \sim -220 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 间变化,长约450km,局部走向有所偏移。该梯级带也是东西两侧磁场的分界,东侧是鄂尔多斯稳定地块NEE向宽缓带状磁异常,西侧是NNW向、串珠状线性展布。此梯级带反映了鄂尔多斯地块和祁连造山带之间的深断裂,两侧地壳波速亦有显著变化,东盘上升,西盘下降,断距达4.5km。

1.5 北祁连走廊南山—毛毛山蛇绿岩带

祁连山蛇绿岩是我国规模最大、保存最为完整的蛇绿岩。在北祁连山,根据蛇绿岩的分布特征和产出时代,可以将北祁连蛇绿岩划分为走廊南山—毛毛山蛇绿岩带、鹰嘴山—白银蛇绿岩带。走廊南山—毛毛山蛇绿岩带以早、中、晚奥陶世蛇绿岩为主,鹰嘴山—白银蛇绿岩带以寒武纪、早、中奥陶世蛇绿岩为主,自南向北,蛇绿岩产出层位是由老到新,反映了构造演化上的时间极性。

走廊南山—毛毛山蛇绿岩带沿着走廊南山主脊及其两侧分布。西自玉门昌马、肃南经冷龙岭到毛毛山以东,全长超过800km。其中在昌马—民乐童子坝段、景泰老虎山—毛毛山段出露典型且完整。蛇绿岩主要由斜辉橄榄岩、堆晶橄榄岩、橄榄辉石岩、辉石岩、辉绿辉长岩墙、枕状玄武岩和放射虫硅质岩组成,但是基本序列大部分已经不存在,一般都遭到强烈的构造肢解,以蛇绿混杂岩的形式卷入到板块俯冲杂岩或者被中酸性深成岩所捕获。

沿北祁连山的NNW向重力梯级带长约1050km,和蛇绿岩带相对应的也可分南北两个带,北带是沿嘉峪关榆树沟山—肃南榆木山—冷龙岭—南华山分布的重力紧闭梯级带,南带是沿托勒、白银、固原分布的重力紧闭梯级带。北祁连的高磁异常带,北以酒泉、民乐、黄羊镇、海原一线为界,南以托勒、白银、张家川一线为界,由2~3条呈线状和串珠状正负相间磁异常近于平行展布,异常强度一般50~100nT,最高250nT。并以门源以西的南部异常连续、完整性最好,磁异常具有强度大、规则而圆滑的特点。而门源以西中部多为串珠状异常,强度也不如南侧高。两种不同磁异常反映了北祁连元古宙—寒武纪、奥陶纪基性火山岩、基性岩、超基性岩组成的蛇绿岩带。北部异常连续性不好,在嘉峪关榆树沟山、肃南榆木山出露寒武、奥陶系含火山岩地层与磁异常对应。从门源向东磁异常可以分为二支,一

支从永登—白银到会宁—静宁,由一些零星分布、幅值较低的异常组成;另一支磁异常明显向北位移,沿乌稍岭、景泰、靖远、西吉、庄浪一线分布,方向由近EW向转为NNW向,由一系列呈串珠状、不规则异常组成。

1.6 西秦岭北缘天水关子镇蛇绿岩带

天水关子镇蛇绿混杂岩带是秦岭造山带和祁连山造山带分界的重要标志。西自武山鸳鸯镇、经甘谷关子镇、武家河、天水娘娘坝到李子园以东利桥。在漳县以西被晚古生代和中新生代沉积盆地覆盖,形迹不清。蛇绿混杂岩带宽度6~20km,总体呈近东西向分布。

关子镇蛇绿混杂岩带主要由新元古代木其滩组变质基性火山岩、早古生代关子镇蛇绿岩带、早古生代李子园群浅变质活动陆缘沉积—火山岩系、早古生代太阳寺岩群被动陆缘型沉积碎屑岩系和晚泥盆世大草滩群具磨拉石特点的河湖相粗碎屑岩系组成。

新元古代木其滩组变质基性火山岩主要出露在天水的李子园—花庙河一带,呈大型透镜体产出,变质达到低角闪岩相。主要以斜长角闪片岩为主,其全岩Sm-Nd等时线年龄为 $932 \pm 54 \text{ Ma}$,表明其时代主体为新元古代。

早古生代关子镇蛇绿岩带在西段的关子镇地区发育最好,岩石组合比较齐全,是西秦岭地区最主要的蛇绿岩单位,出露宽约4~5km。其次是在东段的利桥—光王山地区,只是岩石组合发育不完整,且出露狭窄。关子镇蛇绿岩以发育大套变质基性火山岩(斜长角闪岩)为特征。在关子镇东侧的海子下有较完整的蛇绿岩剖面出露,从南到北依次出露有斜长角闪片岩(变质基性火山岩)、变中细粒辉长岩、变辉石岩(包括阳起石岩)、蛇纹岩(变质橄榄岩),相互间均为构造接触关系,构成不同岩性岩片叠置体。在天水关子镇地区的变质基性火山岩(斜长角闪片岩)全岩Sm-Nd等时线年龄为 $544 \pm 47 \text{ Ma}$,表明其时代主体为寒武纪。

岩石化学特征研究表明,该地段蛇纹岩属于阿尔卑斯型变质橄榄岩,岩石类型为纯橄榄岩和方辉

贾群子等,祁连成矿带成矿规律和找矿方向综合研究,2002。

长安大学,甘肃省地调院,1:25万天水幅区域地质调查报告,2005。

橄榄岩;变质基性火山岩(斜长角闪岩)原岩为玄武岩,少量玄武安山岩,属于拉班玄武岩系列,是洋脊型蛇绿岩的重要组成部分。

2 构造单元的划分

结合近几年来的研究和前人的成果,笔者认为甘肃省地处西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块、塔里木板块、华北板块、柴达木—祁连板块和扬子板块交汇处。红石山蛇绿岩带以北属西伯利亚板块,柳园—

大奇山—帐房山蛇绿岩带以南属塔里木板块,西伯利亚板块和塔里木板块之间是哈萨克斯坦板块,阿尔金走滑断裂、龙首山断裂及北祁连走廊南山—毛毛山蛇绿岩带中东段以南属于柴达木—祁连板块,龙首山断裂及北祁连走廊南山—毛毛山蛇绿岩带中东段以北属华北板块,西秦岭北缘天水关子镇蛇绿岩带是柴达木—祁连板块和扬子板块的分界。又据板内的深断裂和建造特点进一步划分为 12 个二级单元和 22 个三级单元(表 1,图 1)。

表 1 甘肃大地构造单元系统表
Table 1 Tectonic unit system in Gansu Province

一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元	造山带
1 西伯利亚板块	1 西伯利亚板块南缘褶皱带	1 雀儿山地体	北山造山带
2 哈萨克斯坦板块	2 明水—石板井褶皱带	1 2 红石山—黑鹰山地体	
	3 马鬃山中间地块	2 2 明水—公婆泉地体	
	4 红柳园—帐房山褶皱带	3 2 马鬃山地体	
3 塔里木板块	5 敦煌地块	4 2 花牛山地体	
		5 2 红柳园—音凹峡地体	
		1 3 干泉—黄尖丘地体	
		2 3 敦煌地块	
4 华北板块	6 鄂尔多斯地块	1 4 陇东地块	
	7 阿拉善地块	2 4 阿拉善地块	
	8 阿拉善南缘褶皱带	3 4 龙首山裂谷带	
		4 4 走廊被动陆缘带	
5 柴达木—祁连板块	9 北祁连早古生代褶皱带	5 4 冷龙岭地体	祁连山造山带
		1 5 玉门—酒泉地体	
		2 5 走廊南山地体	
		3 5 托莱山地体	
6 扬子板块	10 中祁连中间地块	4 5 中祁连地体	西秦岭造山带
	11 南祁连早古生代褶皱带	5 5 南祁连地体	
		6 5 党川地体	
	12 西秦岭褶皱带	1 6 北中秦岭陆表海盆	
		2 6 南秦岭早古生代被动陆缘褶皱带	
		3 6 碧口地体	

3 构造单元特征

3.1 西伯利亚板块(1)

其南界为骆驼山—红石山—黑鹰山大断裂(板块缝合线),在北山只出露其南部边缘碰撞型褶皱带。由于红石山蛇绿岩产于石炭系地层中,并沿板块南部边界大量分布有泥盆纪、石炭纪的岛弧型火山岩,并普遍被二叠系浅海相陆源碎屑岩不整合覆盖,因此认为是西伯利亚板块在早古生代向南增生的产物,向西可与哈尔里克—大南湖晚古生代沟弧

带相对比。是北山北部古洋域及南蒙地区(蒙古天山)最后封闭的场所。受晚古生代的板块碰撞拼合作用影响,区内发育大面积晚古生代岩浆岩,形成北西西向岩浆岩带。

西伯利亚板块南缘的基底地层除了已经发现的奥陶系—志留系外,最近有在国界附近发现了前长城纪的混合岩—片麻岩—片岩—变粒岩,其中侵入于干河梁片岩—变粒岩中的变辉绿岩脉的 Sm - Nd

长安大学,甘肃省地调院,1:25 万大水幅区域地质调查报告,2004。

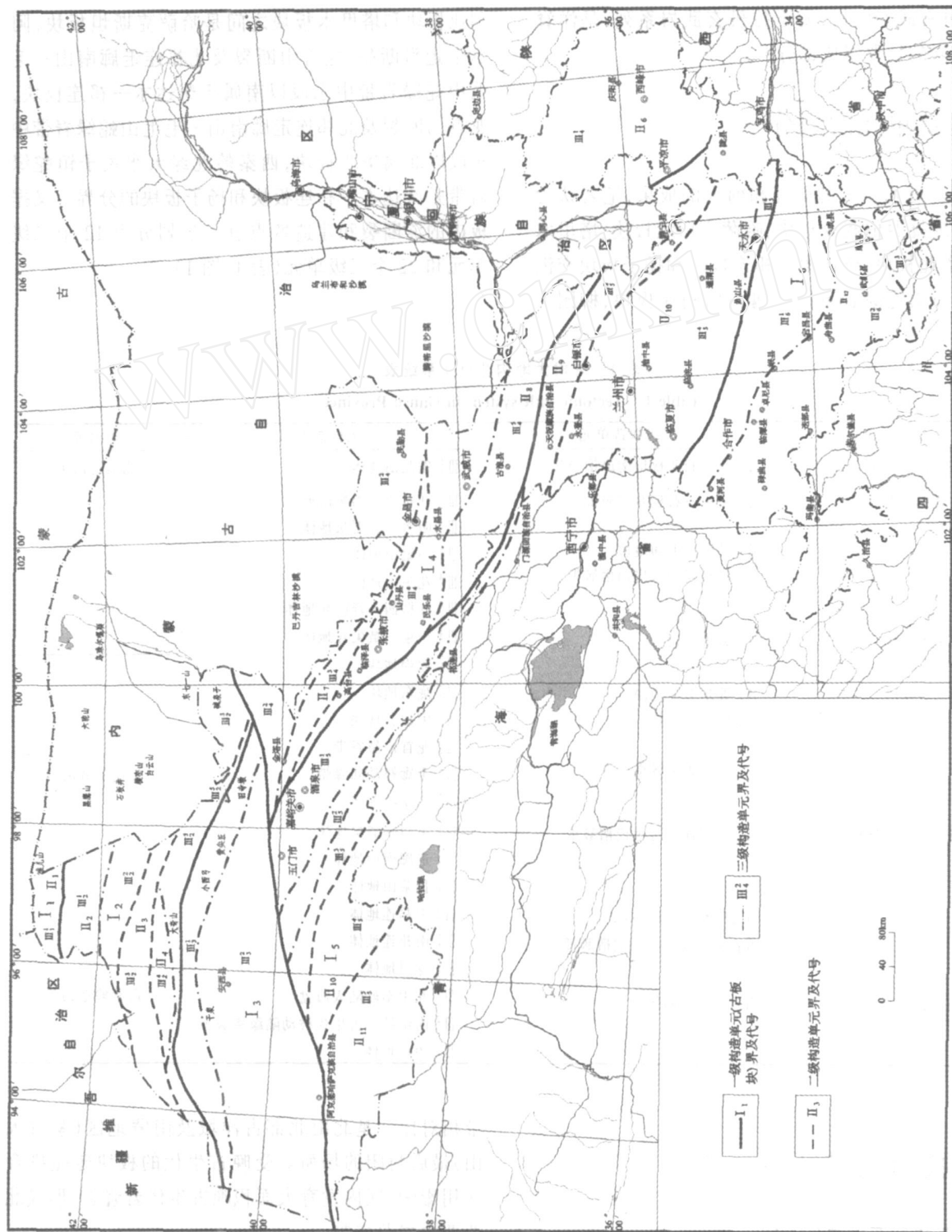


图 1 甘肃省大地构造图

Fig. 1 Tectonic map of Gansu Province

全岩等时线年龄值为 $434 \pm 11\text{Ma}$ 。但是其与南部基底的区别还有待于研究。

3.2 哈萨克斯坦板块(2)

北山地区大部分为哈萨克斯坦古板块的东延部分。包括甘肃境内的北山大部分和内蒙古的西部地区。位于骆驼山—红石山—黑鹰山深大断裂(板块缝合线)以南,柳园—大奇山—帐篷山断裂以北。主要由造山带中的中间地块、含有古老裂离地块的增生地体组成。

该板块出露的陆核以元古界(不含震旦系)为主,在全区各个构造单元都有分布,但是主体部分横亘于板块中部,呈近东西向沿马鬃山—横峦山一线及沿线南侧分布。古大地构造环境属于中间地块加多岛洋的属性。板块最古老的基底岩层为新太古代变质岩系,分布于盐池东及其以东黄石岭一带,主要由晚太古代盐池东斜长角闪岩、黄石岭大理岩组成。古元古代北山群(敦煌群)片麻岩、片岩和大理岩在地体中普遍分布。在草呼勒哈德斜长角闪岩中获 Sm - Nd 全岩等时线年龄 $1\,981 \pm 116\text{Ma}$;白湖南黑云斜长片麻岩和糜棱岩化眼球状花岗闪长岩的锆石 U - Pb 同位素谱和年龄分别 $1\,756 \pm 88\text{Ma}$ 和 $1\,786 \pm 88\text{Ma}$,表明该岩群形成年龄至少应接近 20 亿年。其盖层为中元古界滨浅海相陆源碎屑岩相碳酸盐岩建造。该套岩系向西可与新疆境内的中天山结晶岩带相连。

板块陆核上覆不整合地层有震旦系、寒武系及中下奥陶统的冰流层、碳酸盐岩、含磷硅质泥页岩等。在其南北侧有奥陶系、志留系、石炭系、二叠系的活动型沉积,并且产有 4 条不同时代蛇绿岩带,大致平行呈近东西向分布,代表了多岛洋 5 个期次的洋壳消减作用,是划分次级构造单元的依据。可进一步划分成 3 个二级构造单元和 5 个三级构造单元。

3.3 塔里木板块(3)

甘肃省内属塔里木板块东端,是位于柴达木—祁连及哈萨克斯坦古板块之间的楔形地块,南北界分别由阿尔金断裂和柳园—大奇山深断裂带构成。

板块基底部分由古元古界敦煌群组成,由变质较深、变形强烈的岩石构筑了有层无序的岩群。最下部由斜长片麻岩、花岗片麻岩、眼球状混合岩、偶夹大理岩,岩石糜棱岩化普遍。上部为角闪斜长片

岩、石英片岩及中酸性火山岩、石英片岩组成。厚度大于 7 000m。

3.4 华北板块(4)

包括河西走廊东段、合黎山、龙首山、北大山和雅布赖山地区。走廊北缘(榆树沟山—高台南)及野牛山—冷龙岭深断裂为两大板块的缝合线。西北部由阿尔金断裂所截。

该板块在甘肃省出露阿拉善地块基底是中新太古代—古元古代的龙首山群、北大山群中深变质岩系。龙首山群由混合岩、片麻岩、大理岩和变粒岩所组成,厚度大于 4 000m,其中片麻岩、混合岩的全岩 Rb—Sr 等时线年龄为 1 949Ma 和 2 065Ma,龙首山群的 A 岩组(东大山地区)的斜长角闪岩(原岩为玄武岩) Sm - Nd 模式年龄为 3 182Ma(汤中立,2002 年)。在板块的西南边缘存在一条中晚元古代的古裂谷带。裂谷北界推测在潮水盆地南缘及合黎山一带。

3.5 柴达木—祁连板块(5)

在区内呈北西西走向。由柴北缘地块和祁连中间地块组成板块陆核,其北侧及周围有早古生代褶皱带。向北通过走廊北缘及冷龙岭深断裂与华北古板块相接,西北部由阿尔金断裂与塔里木板块隔开。

板块的古陆核基底在中祁连中西段由下元古界野马南山群的中深变质岩系、中上元古界党河群、托来南山群、龚岔群浅变质的碎屑岩、火山岩及碳酸盐岩组成。野马南山群由硅线石黑云斜长片麻岩、石榴黑云片麻岩、钾长角闪片麻岩、斜长角闪岩、二云片麻岩夹透辉石大理岩等组成,厚度大于 2 491m。与含 *ConoPhyton graganicum* 叠层石的党河群呈不整合接触。东段煌源地区的基底与中西段略有差别,由下元古界煌源群、中上元古界煌中群、花石山群组成。煌源群由二云石英片岩、黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩夹大理岩和石英岩组成,厚 1 800m。中东段的兰州—白银地区,下元古界称为马街山群,属中深变质岩系,中元古界皋兰群分布于会宁以西地区,岩性以各类片岩、石英岩及中酸性火山凝灰岩为主,其形成时代根据 Sm - Nd 等

甘肃省地调院,1:5 万红岭幅区域地质调查报告,2004。

甘肃省地调院,1:25 万马鬃山幅区域地质调查报告,2001。

时线年龄为 $806 \pm 60\text{Ma}$ 和 $886.9 \pm 24\text{Ma}$, 应该在 800Ma 以前。东段的张家川、天水等地, 下元古界为牛头河群, 属中深变质岩系, 其沉积序列特征是下部陆源碎屑岩与基性火山岩、中部陆源碎屑岩、上部含炭质富镁碳酸盐岩夹碎屑岩, 与东段秦岭群的沉积特征类同; 中元古界为陇山群, 是一套中度变质岩系, 局部具混合岩化, 其下部以斜长角闪岩为主, 中部石榴黑云斜长片麻岩夹石英岩、变粒岩, 上部为石英白云石大理岩、黑云石英片岩、变粒岩, 其中斜长角闪岩的 Sm - Nd 同位素年龄为 $983 \pm 20\text{Ma}$, 恭门南罗家沟一带片麻岩的 Sm - Nd 同位素年龄为 $1460 \pm 32\text{Ma}$ 。该套地层向东延续, 可与北秦岭宽坪群相接。

在中祁连山地块南北侧, 有早古生代的活动型沉积, 在北祁连山产有两条重要的蛇绿岩带, 代表了北祁连洋壳消亡的依据, 是划分次级构造单元的依据。该板块在省内可进一步划分成 3 个二级构造单元和 5 个三级构造单元。

3.6 扬子板块 (6)

在省内为西秦岭部分。省内板块的基底部分是碧口古陆。碧口古陆位于扬子板块西北缘的陕甘川三省交界地区。大其北以文县—康县—略阳断裂带为界, 南以青川—阳平关断裂带为限, 构成一个三角形楔形地块。古陆的老结晶基底为太古代鱼洞子群, 中上元古界碧口群组成地体主体地层。

鱼洞子群为一套高绿片岩相—低角闪相的深变质岩系, 岩性有斜长角闪岩、浅粒岩、角闪磁铁矿石岩、绢云片岩、绿泥片岩等。原岩属海底火山喷发—正常沉积的海相火山—沉积岩系, 以酸性喷发岩为主, 基性喷发岩次之。该群斜长角闪岩中锆石 U - Pb 年龄为 2657Ma , 中基性火山岩有关的磁铁矿石岩 Sm - Nd 年龄为 3000Ma , 其主变质期应在晚大古代(张国伟, 1994)。该套岩性目前已查明的分布在陕西境内阎老岭—鱼洞子地区、乐素河地区、宁强二里坝—赵家庄地区。在乐素河嘉陵江边可见碧口群变质火山岩系不整合覆于鱼洞子群混合岩化斜长角闪岩之上。

甘肃境内碧口地体的地层时空分布很有规律, 地体盖层震旦系和下寒武统分布于碧口群的周边, 出露较少。碧口群下亚群的 3 个岩组从老至新由南向北排列, 反映出一个完整的中晚元古代的沟弧盆

体系。碧口群下亚群的 3 个岩组分别为下部的阳坝组、中部白杨组、上部秧田坝组。阳坝组属深海洋盆型火山—沉积建造, 所产火山岩以基性岩为主并产有超镁铁岩体, 火山岩的岩石化学和地球化学特征表明其多属幔源型大洋拉斑玄武岩(李耀敏, 1991), 沉积岩石具有远洋硅泥质岩石组合特征, 认为, 阳坝组的原岩可能是接近洋中脊的深海洋盆地环境。白杨组属碎屑岩建造, 其碎屑成分以高岩屑、高长石而贫石英为特点, 分选差、粒度粗, 岩石的成分成熟度和结构成熟度都很低, 其中岩屑成分有中酸性火山岩、花岗质岩石、闪长岩及变质中基性、基性火山岩、石英岩、碧玉岩等, 其物源区很可能包括火山岛弧和隆起的基底, 其沉积环境与火山岛弧区相近。秧田坝组分布最广, 为一套陆源碎屑复理石。碎屑岩成熟度较低, 但逆变层理较发育, 总体趋势为下细上粗, 属一套不成熟型的浊积岩, 地层碎屑成分中含有大量的中酸性—基性火山岩, 地层厚度巨大又无火山岩发育, 很可能形成于弧前盆地环境。

古陆的盖层震旦系和下寒武统为一套变质程度较低的陆缘冰川—浅海—有障壁海岸带沉积, 属稳定型地台沉积, 其碎屑成分中含有大量碧口群的岩石成分。该套地层构造变形简单。变质程度浅, 并与下伏碧口群呈角度不整合接触。

4 需要探讨的问题

(1) 甘肃省内分布的蛇绿岩带及深大断裂的特征和排列时序, 认为在元古代末甘肃省及其邻区的大地构造演化是聚敛和增生为主, 古生代期间已经没有实际意义的裂谷存在, 至于造山带内的中间地块和卷入活动带内的裂离地块是否属于省的古陆块的一部分, 目前还没有可以进行对比的证据, 可能属于不同地区和不同性质的古陆。目前许多学者认为中晚元古代省的古陆块有一次重大的裂解活动, 现在残留的古生代洋壳的生长就是从这次活动开始的。因此, 省内造山带之间古陆块的关系、早古生代以前各古陆块的相对位置、造山作用前洋域的规模

甘肃省地矿局区调队, 1:5 万水川幅区域地质调查报告, 1994。

甘肃省地矿局区调队, 1:5 万青城幅区域地质调查报告, 1996。

甘肃省地矿局研究所, 1:5 万张家川幅、清水幅、山门镇幅、恭门幅区域地质调查报告, 1996。

等将是今后甘肃省古板块构造研究的主要课题。

(2) 甘肃省涉及的造山带在洋壳消亡、造山结束(指板块碰撞造山)以后,基本都进入了以陆壳为统一基础的盆—山构造演化期,盆地的新生和发展主要是和原有断裂或基底断裂的复活有关,也有部分是由于区域动力场的改变新生的。此时,构造单元或者盆—山构造格局已经和古板块构造格局关系不大,尤其是中生代构造格架,除了受特提斯域的部分影响以外,盆地的演化也进入了陆相演化期。这一阶段应该称之为陆内造山期。因此,区域构造研究应该划分出两个重大的阶段,即洋陆转化阶段和陆壳演化阶段,两个阶段的构造单元及演化完全不同,形成的岩石建造及矿产也有重大差别。

(3) 龙首山古裂谷带已经被众多的学者承认,但对其性质和范围的研究进展不大。在性质上是属于开放型裂谷还是裂缝型裂谷,如果是开放型裂谷,其他地块在什么位置?如果是裂缝型,裂谷的规模有多大,尤其是北部边界的位置。这些问题直接关系到龙首山成矿带的找矿远景,值得深入的探讨。

(4) 关于南祁连山的构造属性,不同的学者认识不同,争议较大。黄汲清等(1964,1985)认为是冒地槽性质;冯益明、吴汉泉(1992)认为是减薄和局部裂隙的大陆地壳;冯益明(1996)又将其划入柴达木板块北缘早古生代中期被动陆缘,认为是被动陆缘内的裂隙槽。王崇礼等(2000)认为孔子沟—吾力沟一线的基性火山岩是岛弧低钾拉斑质细碧岩,建议将孔子沟火山岩和侵入其中的花岗闪长岩划归中祁连山构造分区,最近的一些资料研究认为该套火山岩的玄武岩浆来源为上地幔—下地壳玄武质层,是一个早古生代的裂谷,称为党河南山裂谷。但是该套火山岩作为古洋壳或者裂谷成因都存在依据不足,目前暂时作为减薄后局部裂隙的大陆地壳,确切的定位有待今后的研究进展。

(5) 扬子板块在省内仅为其西北部边缘,其二级构造单元——南秦岭被动陆缘带的北界在什么位置,证据不足。中秦岭陆表海盆是在秦岭大洋消减后,在新增生的祁连古陆南侧形成的陆前海盆,或者是一个晚古生代初期在华北与扬子板块拼接过程中形成的前陆盆地,其沉积物主要来源于北侧的古祁连山,在中生代早期进一步发展形成的上叠海盆。由于其形成于古板块碰撞以后,对早古生代古板块格局无影响。鉴于其规模及沉积物厚度巨大,所包

含的地质内容较多,故而单独划出,做为洋域闭合后的一个重要构造单元。南秦岭被动陆缘带自早古生代—中生代属稳定的大西洋型大陆边缘带,其沉积物质来源于碧口古陆(摩天岭古陆)及若尔盖古陆。

参 考 文 献

- [1] 李春昱. 中国板块构造的轮廓[J]. 中国地质科学院院报, 1980, 2(1).
- [2] 李春昱, 等. 秦岭及祁连山构造发展史[A]. 国际交流地质学论文集[C]. 1978, (1): 174~187.
- [3] 李春昱, 王荃, 刘雪亚, 等. 亚洲大地构造图说明书[M]. 北京: 地图出版社, 1982.
- [4] 黄汲清. 中国大地构造特征的新研究[J]. 中国地质科学院院报, 1984, 9: 5~18.
- [5] 黄汲清, 张正坤, 张之孟, 等. 中国优地槽和冒地槽以及它们的多旋回发展[M]. 北京: 中国工业出版社, 1965. 5~41.
- [6] 王荃, 刘雪亚. 我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义[J]. 地质科学, 1976, (1): 42~55.
- [7] 冯益民, 吴汉泉. 北祁连山及邻区古生代以来的大地构造演化初探[J]. 西北地质科学, 1992, 13(2).
- [8] 冯益民, 何世平. 祁连山大地构造与造山作用[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [9] 霍福臣, 李永军. 西秦岭造山带的建造与地质演化[M]. 西安: 西北大学出版社, 1995. 25(9).
- [10] 张国伟, 孟庆任, 赖绍聪. 秦岭造山带的结构构造[J]. 中国科学(B)辑, 1995, 25(9).
- [11] 吴功建. 格尔木—额济纳旗地质断面综合研究[J]. 地质学报, 1998, 72(4).
- [12] 贾群子, 杨钟堂, 肖朝阳, 等. 祁连山金属矿床成矿带划分及分布规律[J]. 矿床地质, 2002, 21(增刊): 140~144.
- [13] 秦克令, 何世平, 宋述光. 碧口地体同位素地质年代学及其意义[J]. 西北地质科学, 1992, 13(2).
- [14] 张旗, 孙晓猛, 周德金, 等. 北祁连蛇绿岩特征形成环境及其构造意义[J]. 地球科学进展, 1999, 12(4): 366~393.
- [15] 张新虎. 甘、青、蒙祁连山、北山造山带构造地层演化史[J]. 甘肃地质学报, 1993, 1.
- [16] 张新虎, 苟国朝, 田培昭, 等. 祁连山、北山地区古板块及地体构造的划分[J]. 西北地质, 1994, 1.
- [17] 张新虎. 龙首山古裂谷带的地质构造特征[J]. 西北地质, 1992, 1.
- [18] 左国朝. 西秦岭泥盆纪构造—建造带及其演化[J]. 甘肃地质, 1984, (2).
- [19] 左国朝, 何国琦, 等. 北山板块构造及成矿规律[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [20] 宋志高. 祁连山东段的元古宙陇山群[J]. 地球学报, 1995,

长安大学, 甘肃南祁连党河南山北坡金铜矿产成矿规律、控矿因素研究及找矿靶区优选, 2000.

甘肃省地调院, 1:5万科克巴斯陶幅地质图说明书, 2001.

- (2).
- [21] 匡耀求,张本仁,欧阳建,等. 扬子克拉通北西缘碧口群的解体与地层划分[J]. 地球科学,1999,24(3).
- [22] 高延林,吴向农,左国朝. 关于中国南北板块界线的新认识——昆仑—秦岭缝合带[M].《造山带·盆地·环太平洋构造》,北京:地质出版社,1990.
- [23] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.1~520.
- [24] 汤中立,白运来,徐章华,等. 华北古陆西南缘(龙首山-祁连山)成矿系统及成矿构造动力学[M]. 北京:地质出版社,2002.1~393.
- [25] 葛肖虹,刘俊来. 北祁连造山带的形成与背景[J]. 地学前缘,1999,6:223~230.
- [26] 张建新,许志琴,徐惠芬,等. 北祁连走廊南山加里东俯冲杂岩增生地体及其动力学[J]. 岩石矿物学报,1997,(1):1~15.
- [27] 聂风军,江思宏,白大明,等. 北山地区金属矿床成矿规律及找矿方向[M]. 地质出版社,2002.
- [28] 许志琴,杨经绥,张建新,等. 阿尔金断裂两侧构造单元的对比及岩石圈剪切机制[J]. 地质学报,1999,3.
- [29] Coleman R G. 1977. Ophiolites, Ancient Oceanic Lithosphere? Springer - Verlag, Berlin.
- [30] Karig D E. 1971. Origin and development of marginal basins in the western Pacific. J Geophys Res, 76: 2542~2661.
- [31] Toksoz M N and Bird P. 1997. Formation and evolution of marginal basins and continental plateaus, In Island arcs, deep sea trenches and back - arc basins. M Talxani and Pitman W C(eds), Washington D C. Am Geophys, Union: 379~393.
- [32] Lay T, Williams Q and Garnero E J. 1998. The core - mantle boundary layer and deep Earth dynamics. Nature, 392: 461~468.
- [33] Pearce J A, Goman B E and Birkett T C. 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. Earth Planet. Sci. Lett., 36: 121~132.

SECOND STUDY ON PLATE TECTONICS IN GANSU PROVINCE

ZHANG Xin-hu¹, LIU Jian-hong¹, XU Jia - le¹, NIU Hong-bin¹, ZHAO Yan-qing²

(1. Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730000, China;

2. Geological Survey of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract : The tectonic location of Gansu Province is unique, and structural features are complex. On the basis of the results of former researchers and new progress on paleo - plate tectonics before Mesozoic, it is deemed that Gansu Province is located at convergence of such 6 plates as Siberia, Kazakhstan, Tarim, the North China, Qaidam - Qilian and Yangtze, the north to Hongshishan ophiolite zone belongs into Kazakhstan Plates, the south to Liuyuan - Daqishan - Zhangfangshan ophiolite zone into Tarim Plates, between Siberia Plates and Tarim Plates is Kazakhstan Plates, the south to A'erjin strike - slip fault, Longshoushan fault and Nanshan in north Qilian corridor - the east and middle section of Maomaoshan ophiolite zone belongs into Qaidamu - Qilian Plates, the north to Longshoushan fault and Nanshan in north Qilian corridor - the east and middle section of Maomaoshan ophiolite zone into the North China, Guanzizhen ophiolite zone in Tianshui which is in the edge of west Qinling is the boundary between Qaidamu - Qilian Plates and Yangtze Plates. 12 secondary units and 22 third units are divide in terms of deep fault within plate and formation.

Key words : Tectonics; Paleo - plate; Gansu