

西秦岭天水地区“李子园群”的解体 及其构造环境浅析

丁仁平^{1,2}, 裴先治¹, 李勇¹, 胡波¹, 赵欣¹, 郭俊锋¹

(1. 长安大学地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054;

2. 甘肃省地勘局第三地质矿产勘查院, 甘肃 兰州 730050)

摘要:依据岩石组成及变质变形特征, 西秦岭天水地区“李子园群”可解体为5部分。初步研究认为, 关子镇蛇绿岩形成于洋盆环境; 流水沟变质中基性杂岩体为加里东期岛弧型深成杂岩体; 李子园群(狭义)形成于北秦岭南缘弧前盆地环境; 太阳寺岩组形成于扬子板块北缘被动陆缘环境; 舒家坝群上部灰岩组形成于西秦岭微板块北缘半深海—深海盆地环境。

关键词:李子园群; 蛇绿岩; 太阳寺岩组; 天水地区; 西秦岭

中图分类号: P534.4; P588.14⁺5

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2004)12-1209-06

西秦岭天水地区位于青藏高原东北缘, 其大地构造位置处于中央造山系中段祁连造山带与秦岭造山带的结合部位。该地区的“李子园群”最早由张维吉等^[1]创建, 意指夹持于北秦岭古元古代秦岭岩群与晚泥盆世大草滩群之间的一套中—浅变质火山—沉积碎屑岩组合, 并划分为3个岩组, 即变基性火山岩组、变酸性火山岩组、变碎屑岩组(夹少量碳酸盐岩)。甘肃省第一地质队^[2]将该套变质地层与东秦岭丹凤群对比后引用了丹凤群的名称。

在该区地质研究工作中, 不同研究者对该套地层的组成、时代及形成环境的认识还不统一^[3-5]。笔者等在开展1:25万天水市幅区域地质调查工作过程中, 在野外调查和有关样品测试的基础上, 结合对前人工作成果的总结, 认为将这样一套组成复杂的变质岩系归为一个岩石地层单位不太合理, 因为它包含了不同构造环境的地质体和地层系统, 故有必要对其进行解体和重新划分, 新的构造岩石地层划分方案见表1。正确认识该套“地层”的构造属性, 对进一步研究秦岭造山带与祁连造山带之间的构造关系和华北板块与扬子板块之间相互构造作用的过程等均有重要的地质意义。

1 “李子园群”的分布及接触关系

“李子园群”总体为一套中—浅变质的火山—沉积岩系。

主要分布于天水市南的利桥南—太阳寺北—木其滩—李子园—娘娘坝—徐家店—关子镇南—格板峪一线, 空间上以构造岩片形式呈NWW—NW向断续展布。北侧、北东侧与古元古代秦岭岩群之间以韧性剪切变形带相接触, 南侧、南西侧与晚泥盆世大草滩群、中泥盆世舒家坝群之间以区域逆冲断层相接触(图1)。

2 “李子园群”的解体

依据野外调查研究, 将原“李子园群”进行解体和重新划分。把分布于关子镇一带的“李子园群”解体为3部分, 除解体出关子镇蛇绿岩和李子园群(狭义)外, 新厘定出了流水沟变质中基性杂岩体。分布于娘娘坝—太阳寺一带的“李子园群”, 即甘肃省第一地质队1:5万区调所划归的“丹凤群”, 原划木其滩岩组部分划归为关子镇蛇绿岩, 原大草坝岩组大部分和黑湾里岩组部分划归为早古生代太阳寺岩组, 原李家沟岩组由于仅分布在舒家坝—娘娘坝一带, 根据区域展布和岩相对比划归中泥盆世舒家坝群上部灰岩组, 其余部分仍称为“李子园群”(狭义)(表1)。

2.1 关子镇蛇绿岩

关子镇蛇绿岩在天水西关子镇地区出露较好(图1、图2-a), 该区和天水南李子园—木其滩一带以发育大套变质基性

收稿日期: 2004-01-02; 修订日期: 2004-02-10

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(编号: 200013000154)、国家自然科学基金项目(编号: 40234041)、国土资源部“十五”科技项目(批准号: 20010201)和教育部科学技术研究重点项目(编号: 104175)资助。

作者简介: 丁仁平(1962—), 男, 高级工程师, 从事区域地质和构造地质研究。E-mail: sapingd@sina.com

① 甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质队. 1:5万甘泉寺幅、娘娘坝幅区域地质调查报告. 1991.

② 甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质队. 1:5万花庙子幅、利桥幅、太白幅、太阳寺幅地质图及说明书. 1996.

表1 西秦岭天水地区“李子园群”构造岩石地层单位划分

Table 1 Tectonostratigraphic units of the “Liziyuan Group” in the Tianshui area, western Qinling

1:20万天水幅香泉幅(1968)	甘肃省区域地质志 ^[2] (1989)	张维吉等 ^[1] (1994)		甘肃省第一地质队1:5万甘泉寺幅、娘娘坝幅 ^[3] (1991)		甘肃省第一地质队1:5万花庙子幅、利桥幅、太白幅、太阳寺幅 ^[4] (1996)		长安大学地质调查院1:25万天水市幅(2003)				
中泥盆统舒家坝组上亚组 下古生界牛头河群	前长城系牛头河群 中上奥陶统	震旦系—下古生界 李子园群	变碎屑岩岩组	下古生界 丹凤群	李家沟岩组	震旦系—奥陶系 丹凤群	李家沟岩组	中泥盆统	舒家坝群	灰岩组		
			大草坝岩组		大草坝岩组							
			变酸性火山岩岩组		黑湾里岩组		黑湾里岩组	下古生界	李子园群	c岩段		
			变基性火山岩岩组		木其滩岩组						木其滩岩组	下古生界
							木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群		
												木其滩岩组
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								
					木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段			
木其滩岩组	木其滩岩组	下古生界	李子园群	a岩段								

火山岩(斜长角闪片岩)为特征,其次有变质中细粒辉长岩、变辉石岩(包括阳起石岩)、蛇纹岩(变质橄榄岩)构造块体,其间均为构造接触关系^[9]。

变质基性火山岩的岩石类型主要为玄武岩,少数为玄武安山岩,属于拉斑玄武岩系列。上述关子镇蛇绿岩中的变质基性火山岩的地球化学特征表明,总体属于N-MORB型玄武岩,是洋脊型蛇绿岩的重要组成部分。

2.2 流水沟变质中基性杂岩体

分布于关子镇古坡—流水沟一线,夹持于南侧的关子镇蛇绿岩和北侧的古元古代秦岭岩群之间,它们的面理均协调一致,呈韧性剪切构造接触关系。平面形态呈NW向展布的不规则条带状。该变质岩体前人曾划为变质地层,本次工作依据残存岩浆岩组特征和地球化学特征将其从变质地层中分解出来。

主要组成岩石为变质的辉长岩和辉长闪长岩,中—中细粒柱粒状变晶结构,片麻状构造。主要组成矿物为角闪石(40%~45%)、斜长石(55%~60%),其中角闪石已经强烈定向,部分弱变形域中的角闪石尚保留有辉石假像,总体仍具有岩浆岩的组构特征。岩石中可以看到不同大小、形态呈透镜体状的深灰色细粒辉长岩包体。

2.3 李子园群(狭义)

李子园群为一套中—浅变质的沉积—火山岩系。主要分布于利桥南寇家庄—姚家坝—宽滩一带、李子园—董水沟门—分水岭一带和关子镇南火石坝—格板峪一线,空间上呈构造岩片断续展布。北侧、北东侧与古元古界秦岭岩群或关

子镇蛇绿岩之间以韧性剪切带相接触,南侧、南西侧与泥盆系大草滩群或早古生代太阳寺岩组之间以区域逆冲断层相接触(图1、图2)。根据空间分布和岩石组合特征,可将其划分为3个非正式岩段级构造岩石地层单位。

a岩段(P_zL_z^a):主要为黑云石英(构造)片岩、绢云绿泥石英(构造)片岩、长英质(构造)片岩夹绿帘绿泥钠长片岩(变玄武岩、变玄武安山岩、变安山岩),局部夹少量结晶灰岩/大理岩、含石榴子石黑云石英片岩。主要分布于利桥南寇家庄—姚家坝—宽滩和李子园—董水沟门—分水岭一带。

b岩段(P_zL_z^b):主要为绿泥绢云母石英片岩、绢云母石英片岩、钙质绢云母石英片岩夹深灰色大理岩及不纯大理岩。主要分布于利桥南寇家庄—姚家坝—宽滩一带和李子园—董水沟门—分水岭一带。

c岩段(P_zL_z^c):主要为灰绿色—浅黄绿色条带状斜长角闪片岩/钙硅酸盐粒岩互层夹黑云母石英片岩、钙质片岩、条带状硅质岩、灰色—灰白色中厚层状大理岩及长英质糜棱岩。主要分布于关子镇南火石坝—格板峪一线。

2.4 太阳寺岩组

依据该套浅变质地层与李子园群(狭义)以及泥盆纪舒家坝群和大草滩群在地层岩石组合特征、变形变质方面的较大差异,而将其从原划“李子园群”和泥盆纪地层中分别解体出来,以出露最好地段太阳寺地区命名为太阳寺岩组(P_z₁t)(图1、图2)。

太阳寺岩组主要分布于两当县太阳寺乡以北地区,呈狭长带状展布,由东到西从两当冉家院、太阳寺,过天子山和八

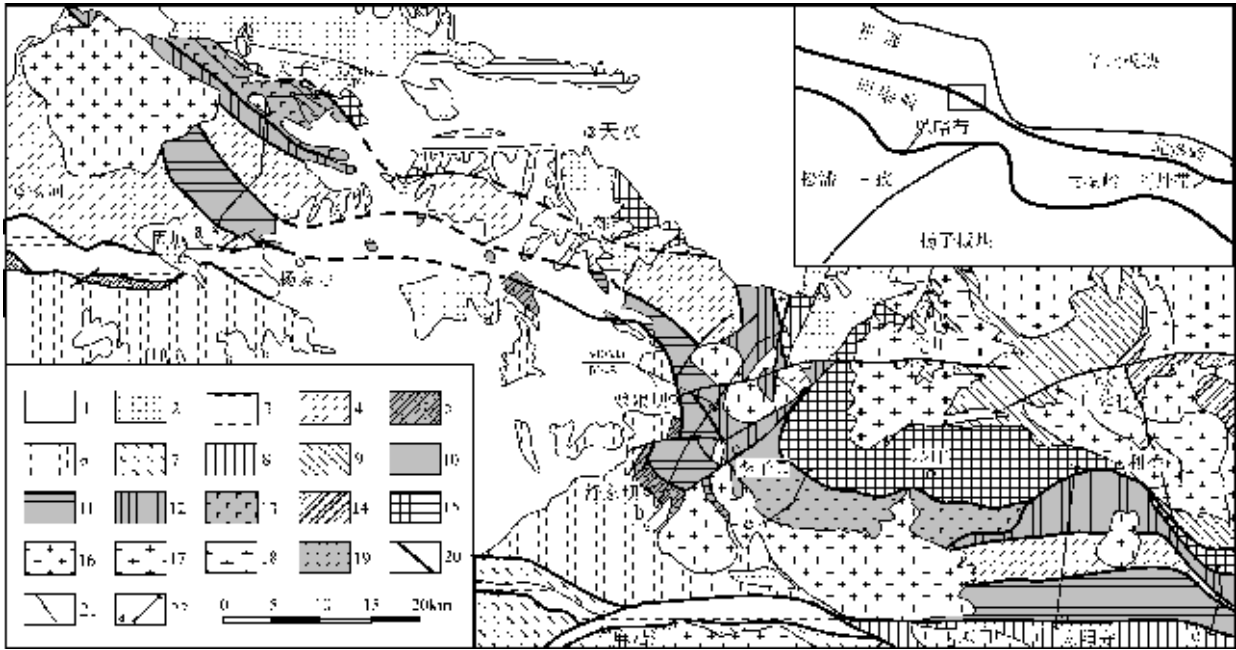


图1 西秦岭天水地区关子镇—利桥一带地质简图

Fig.1 Geological sketch map of the vicinity of Guanzizhen-Liqiao of the Tianshui area, western Qinling

- 1—新生界;2—中生界;3—石炭系;4—大草滩群;5—舒家坝群灰岩组;6—舒家坝群碎屑岩组;7—西汉水群;8—未分泥盆系;
9—草滩沟群;10—原“李子园群”;11—太阳寺岩组;12—李子园群;13—关子镇蛇绿岩;14—宽坪岩群;15—秦岭岩群;
16—印支期花岗岩;17—加里东期—早海西期花岗岩;18—加里东期闪长岩—石英闪长岩;
19—变质辉长岩—辉长闪长岩;20—主要断层;21—一般断层;22—剖面位置及编号

卦山岩体,经钱家坝、娘娘坝、峡门北断续延伸至杨家寺、金家河,寨柯里一带被温泉岩体吞没。南北两侧均以断层与相邻地层单元接触。

两当县太阳寺剖面(图2-d中的一部分)描述如下。

北侧:大草滩群细砂岩、含砾细砂岩

—— 断层破碎带 ——

- 3.浅灰色中薄—中厚层变质石英砂岩或石英岩 >186.53 m
4.灰—深灰色中薄层—中厚层状变质石英砂岩夹少量绢云母石英片岩 196.11 m
5.灰—深灰色中薄层绢云石英片岩夹石英片岩 269.48 m
6.浅灰色中厚层—中薄层状变质石英砂岩或石英片岩为主夹少量绢云母石英片岩 625.70 m
7.深灰色中薄层状绢云母石英片岩夹石英片岩 267.18 m
8.灰色中薄层石英(片)岩夹少量绢云石英片岩 193.54 m
9.灰—浅灰色中薄层状石英片岩
10.深灰—灰色中薄层状石英片岩夹绢云母石英片岩
11.深灰色绢云母石英片岩夹石英片岩
12.碎裂岩化绢云母石英片岩

—— 断层破碎带 ——

南侧:龙潭构造地层体石英砂岩

该套地层主要以浅灰色—灰色中薄—中厚层状变质石英(砂)岩、石英片岩为主夹绢云母石英片岩、浅灰绿色含绿

泥绢云石英片岩等,尤其向西部延伸逐渐以绢云母石英片岩为主夹石英片岩。叠置厚度大于1837 m。岩石变形较强,其中的原始层理(S_0)已被强烈构造置换,代之以发育强烈的片理甚至糜棱岩化。内部可见发育有紧闭同斜褶皱构造甚至无根钩状褶皱。局部夹有强烈压扁拉长的变形砾岩,其中砾石成分以石英岩居多,砾岩层厚数十厘米。

2.5 舒家坝群上部灰岩组

新解体出的灰岩组主要分布在天水娘娘坝—舒家坝、徐家店南王家店、店镇峡门及礼县北李子坪—侯家沟一带。总体以条带状条纹状微晶灰岩为主。舒家坝—李家沟一带,岩性为深灰色中—薄层微晶灰岩、细晶灰岩夹少量薄层泥岩。在潘集寨—峡门一带为薄层微晶灰岩夹中厚层状砾屑灰岩及砂屑灰岩。该岩组位于舒家坝群下部碎屑岩组之上,受构造运动的影响,常被断裂所错断。该岩组北侧与太阳寺岩组为断层接触,南侧与下部碎屑岩组多为整合接触,局部地段为断层接触。

3 形成时代和构造环境分析

3.1 关子镇蛇绿岩

关子镇蛇绿岩确定为典型洋脊型拉斑玄武岩(N-MORB)^[9]表明,本区存在已消失的古洋壳岩石,应是秦岭商丹洋盆在新元古代—早古生代期间扩张过程中岩浆活动的

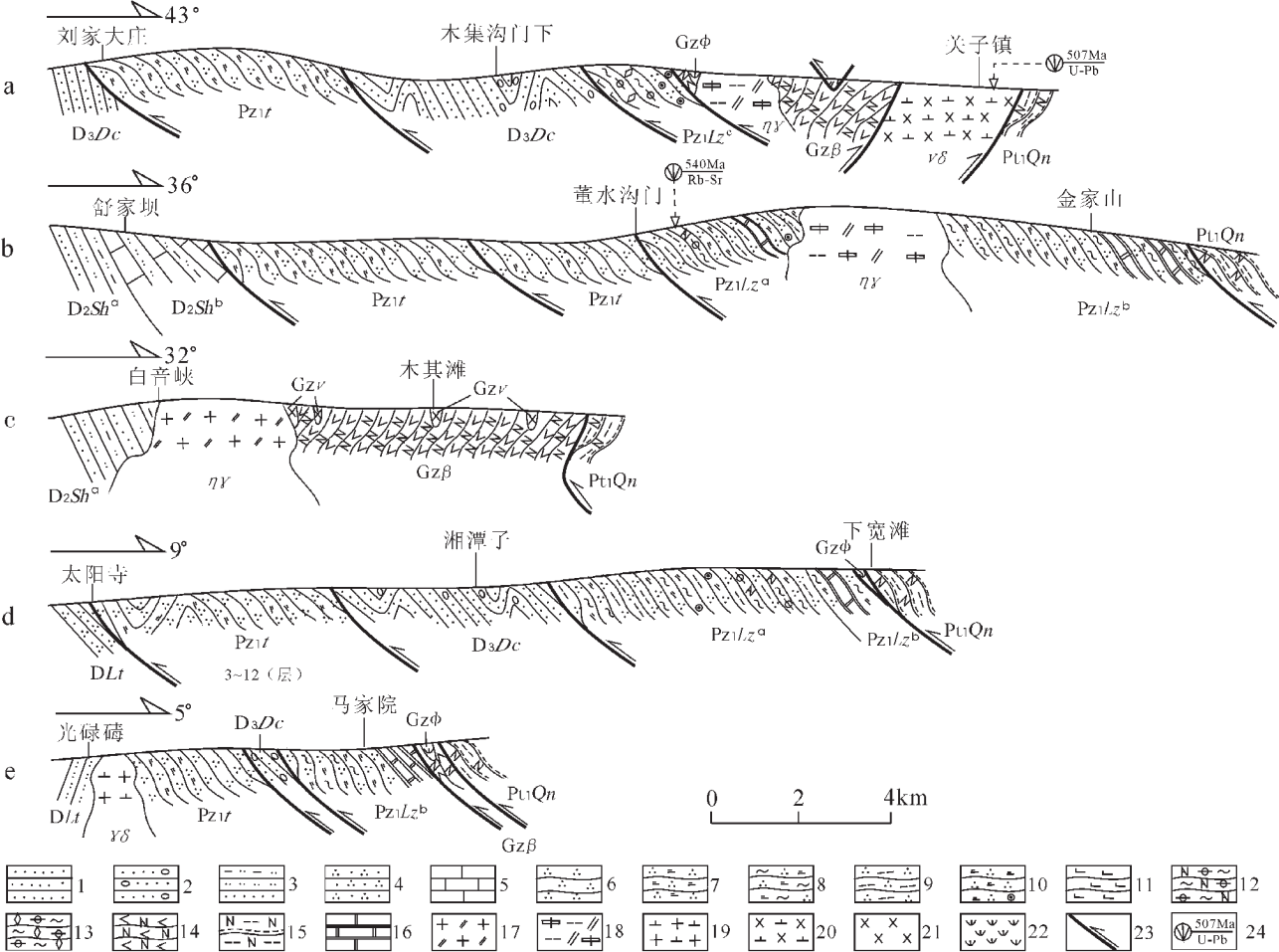


图2 西秦岭天水地区“李子园群”联合地质剖面(剖面位置见图1)

Fig.2 Combined sections of the “Liziyuan Group” of the Tianshui area, western Qinling

1—细砂岩;2—含砾细砂岩;3—浊积岩系;4—石英砂岩;5—灰岩;6—石英片岩;7—绢云石英片岩;8—绿泥绢云石英片岩;9—黑云石英片岩;10—含石榴子石绢云石英片岩;11—钙质石英片岩;12—绿帘绿泥钠长片岩;13—碳酸盐化绿帘绿泥钠长片岩;14—斜长角闪片岩;15—黑云斜长片麻岩;16—大理岩;17—二长花岗岩;18—似斑状二长花岗岩;19—花岗闪长岩;20—辉长闪长岩;21—辉长岩;22—蛇纹岩;23—逆冲断层;24—同位素样品; D_3Dc —泥盆系大草滩群; D_2Sh —泥盆系舒家坝群; DLt —泥盆系龙潭构造地层体; Pz_1t —下古生界太阳寺岩组; Pz_1Lz —下古生界李子园群; Pt_1Qn —元古界秦岭群; $Gz\Phi$ —关子镇蛇绿岩(蛇纹岩); $Gz\gamma$ —关子镇蛇绿岩(辉长岩); $Gz\beta$ —关子镇蛇绿岩(变玄武岩); $\gamma\delta$ —花岗闪长岩; $\eta\gamma$ —二长花岗岩

产物,其形成环境无疑为洋盆环境,是秦岭商丹洋盆的西部延伸。其时代可由蛇绿岩北侧流水沟岛弧型变质辉长岩—辉长闪长岩中锆石U—Pb同位素年龄(507±12)Ma限定(将另文讨论),可能为早古生代寒武纪。

3.2 流水沟变质中基性杂岩

在关子镇东南流水沟的变质中基性杂岩体中采样选取锆石,经天津地质矿产研究所TIMS法分析测定,锆石U—Pb同位素年龄为(507±12)Ma,时代为晚寒武世—奥陶纪(加里东早中期),其岩石地球化学特征反映其形成于岛弧构造环境(将另文讨论)。

3.3 李子园群(狭义)

张维吉等^[10]在娘娘坝柳林—董水沟门一带李子园群变质

基性火山岩中采集同位素年龄样品,经宜昌地质矿产研究所测得全岩Rb—Sr同位素等时线年龄为(540±50)Ma,据此暂将李子园群的时代置于早古生代。

该套变质岩系总体以变质碎屑岩夹碳酸盐岩为主,局部夹变质中基性火山岩。根据划分的3个非正式岩段级构造岩石地层单位的原岩恢复研究,显示为成熟度较低的碎屑岩夹碳酸盐岩及玄武岩、玄武安山岩等中基性火山岩组合。根据对其中火山岩的岩石类型、地球化学特征的初步研究,认为属钙碱性系列,具岛弧性质的中—基性火山岩组合,显示出了一定的亲岛弧性特征,部分变安山岩、变玄武安山岩具有玻安岩的地球化学特征,表明其形成于弧前环境。结合构造岩石组合特征及区域构造背景分析,李子园群应形成于弧前盆地

构造环境。其北侧为较典型的具岛弧性质的草滩沟群中酸性火山岩—沉积岩系,南侧为关子镇蛇绿岩代表的洋盆^[9]。

3.4 太阳寺岩组

该套地层时代的主要依据是:①甘肃省第七地质队(1978)曾在舒家坝北大草坝一带岩层中采集了微古植物样品,发现含有小孢子*Leiotriletes*,*Retusotriletes*,*Apiculiretusispora*,*Acanthotriletes* cf. *emphanisporites*和疑源类*Leiosophsphaera*,*Lophosphaeridium*,*Dictyotidium*,*Trachysphaeridium*等。根据孢子组合面貌,其时代大致为晚志留世—早泥盆世早期^[1]。②甘肃省第一地质队^①在进行1:5万甘泉寺幅、娘娘坝幅区调时,在大草坝大理岩中采得*Teridontus* sp.(圆柱牙形石属,未定种),认为时代应为晚寒武世—奥陶纪。从以上发现的有限古生物资料看,太阳寺岩组时代总体应为早古生代。

该套岩石总体为中—浅变质的碎屑岩组合,其最大特征是石英(片)岩中石英含量普遍较高,在娘娘坝北蒋家沟和太阳寺北核桃湾一带,均为纯度很高的石英片岩(石英岩),石英含量为85%~90%。根据该组的岩石组合特征,可以推断原岩为成熟度较高的石英砂岩、石英细砂岩和泥质石英粉砂岩等,应形成于稳定沉积环境。结合区域构造背景分析,该组形成环境应属被动大陆边缘沉积环境。

3.5 舒家坝群上部灰岩组

该套地层时代的确定主要依据其与下伏中泥盆世舒家坝群下部碎屑岩组大套深水相浊积岩系的接触关系。在徐家店南王家店和店镇峡门一带,二者呈明显的整合接触(图3)。舒家坝群的时代归属前人已做了大量工作,陕西省区测队(1968)和甘肃省区调队(1989)先后在母家峡、耳阳沟、扎固等地采获丰富的古生物化石,主要有珊瑚和腕足类。代表性属种有腕足*Atrypa bodini* Mansny(包丁无洞贝),*Undispirifer* sp.(波浪石燕),*Zhonghuacoelia sineensis* (Tien)(中华中华腔贝),*Schizophoria* sp.(裂线贝),*Schizophoria beta* (Grabau)(贝它裂线贝),*Atrypa magna* (Grabau)(巨大无洞贝),*A. chengxianensis* Zhang(成县无洞贝),*A. kansuensis* (Grabau)(甘肃无洞贝),*A. beta* (Grabau)(贝它无洞贝),*A. hunanensis* (Grabau)(湖南无洞贝),*Indospirifer maoerhchuanensis* Grabau(庙儿川印度石燕),*Desquamata* sp.(剥鳞贝),*Emanuolla transversa* Grabau(横压爱曼姐贝);珊瑚*Sunophyllum typreum* Wang(典型孙氏珊瑚),*Sinodisphyllum* sp.(中华分珊瑚),*Temnophyllum mosaicum* Kong(镶嵌切珊瑚),*Temnophyllum* sp.(切珊瑚),*Wenxi-*

anopora sp.(文县孔珊瑚)。上述化石组合同南秦岭鲁热组、下吾那组化石组合相似,可以判断该套地层的时代大体应属中泥盆世。西北地质研究所(1979)在舒家坝大河庄也曾采获一些孢粉化石,其中以蕨类、古蕨类和古鳞木类为主,认为大河庄孢子组合的时代以划为中泥盆世早期为宜。由以上所列古生物化石所确定的舒家坝群的时代,可以推断该群上部灰岩组形成时代也应为中泥盆世。

新解体的灰岩中广泛发育毫米级条带状层理,纹层细而密,延伸十分平直,纹对密集,以1~2 mm相间。这种层理特征是反映深水沉积环境的典型标志^[6]。晋慧娟等^[7]对该区域舒家坝群浊积岩中*Nereites*遗迹相化石的研究(灰岩段中当时未发现),认为舒家坝群形成于半深海—深海环境。笔者等在水店峡门薄层状泥质灰岩层面上亦发现大量*Nereites*相的层面遗迹化石,可与浊积岩中的遗迹化石进行对比,也属半深海—深海环境的遗迹化石分子,表明该灰岩组亦形成于半深海—深海环境。

从整个泥盆纪舒家坝群发育深海—半深海相浊积岩和碳酸盐岩沉积组合以及相邻地区同时代的西汉水群发育陆棚细碎屑岩—泥质岩和台地相碳酸盐岩沉积组合分析,舒家坝群应形成于晚古生代早期伸展构造背景下的西秦岭微板块北缘的半深海—深海盆地环境。

4 构造意义讨论

上述的讨论显示,“李子园群”主要形成于早古生代,该时期的构造演化过程表现为:秦岭商丹洋盆在新元古代—早古生代早期扩张过程中,首先形成了以关子镇蛇绿岩为代表的有限洋盆。在早古生代晚期的洋盆消亡过程中,随着洋壳从南向北由秦岭岩群组成的微陆块之下的俯冲作用,在北秦岭南缘形成草滩沟群钙碱性系列岛弧型中酸性火山—沉积岩系和位于岛弧与俯冲带之间的属弧前盆地沉积环境的李子

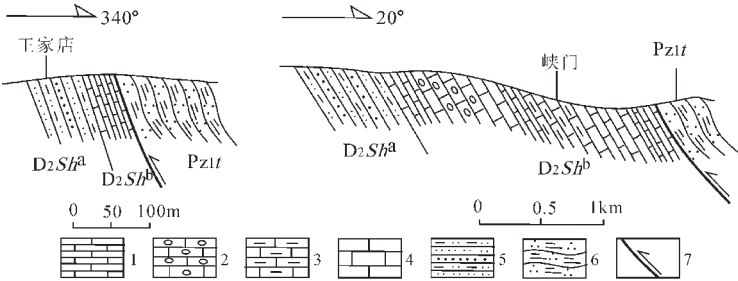


图3 舒家坝群碎屑岩组与灰岩组接触关系
Fig.3 Schematic sections showing the contact relationship between the Clastic Formation and Limestone Formation of the Shujiaba Group
1—薄层状灰岩;2—砾屑灰岩;3—泥质灰岩;4—厚层灰岩;5—浊积岩系;
6—绢云石英片岩;7—逆冲断层;Pz₁t—太阳寺岩组;
D₂Sh^a—舒家坝群下部碎屑岩组;D₂Sh^b—舒家坝群上部灰岩组

① 甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质队.1:5万甘泉寺幅、娘娘坝幅区域地质调查报告.1991.

园群(狭义),以及以关子镇地区流水沟变质中基性杂岩体和利桥地区百花中基性杂岩体(变辉石岩-辉长岩-辉长闪长岩-闪长岩-石英闪长岩系列)(另文讨论)为代表的岛弧型深成岩杂岩体。而形成于早古生代扬子板块北缘被动大陆边缘环境的太阳寺岩组则在加里东期俯冲-碰撞造山过程中构造拼贴于商丹构造带或利桥-关子镇蛇绿构造混杂岩带中。在俯冲-碰撞造山过程中,上述各地质体普遍发生强烈构造变形和区域绿片岩相-低角闪岩相区域变质作用。

从泥盆纪开始西秦岭地区进入古特提斯构造演化阶段,伴随着西秦岭南缘晚古生代-三叠纪勉略洋盆的初始打开、发育演化^[8,9],西秦岭微板块北缘由于伸展构造作用分别形成组成西秦岭微板块主体的泥盆纪西汉水群浅海相陆棚细碎屑岩-泥质岩、台地相碳酸盐岩沉积组合和西秦岭微板块北缘的舒家坝群半深海-深海盆地相浊积岩和碳酸盐岩沉积组合。直至三叠纪勉略洋盆闭合,西秦岭地区全面造山隆起^[8,9],造成晚古生代沉积地层的强烈褶皱和逆冲变形以及低级变质作用。

可见,“李子园群”的解体,有利于对早古生代时期该区构造演化的认识。这将促进对秦岭造山带构造演化、秦岭与祁连造山带的构造关系和华北板块与扬子板块相互作用等的深入研究。

5 结 论

西秦岭天水地区原“李子园群”可解体为5部分:关子镇蛇绿岩、流水沟变质中基性杂岩体、早古生代李子园群(狭义)、太阳寺岩组和中泥盆世舒家坝群上部灰岩组。关子镇蛇

绿岩形成于早古生代洋盆环境,李子园群(狭义)形成于早古生代北秦岭南缘弧前盆地环境,太阳寺岩组形成于早古生代扬子板块北缘被动陆缘环境,流水沟变质辉长岩-辉长闪长岩体为加里东早中期岛弧深成杂岩体,泥盆纪舒家坝群(包括上部灰岩组)形成于晚古生代早期西秦岭微板块北缘的半深海-深海盆地环境。

参考文献:

[1]张维吉,孟宪恂,胡健民,等.祁连-北秦岭造山带接合部位构造特征与造山过程[M].西安:西北大学出版社,1994.
[2]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.
[3]宋志高,贾群子,张治洮,等.北秦岭-北祁连(天水-宝鸡间)早古生代火山岩系及其构造连接关系的研究[J].中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊,1991,34:1~82.
[4]冯益民,曹宣铎,张二朋,等.西秦岭造山带结构、造山过程及动力学[M].西安:西安地图出版社,2002.
[5]裴先治,丁仁平,胡波,等.西秦岭天水地区关子镇蛇绿岩的厘定及其地质意义[J].地质通报,2004,23(12):1202~1208.
[6]蔡雄飞.深水沉积环境条带状层理的分类特征及意义[J].沉积与特提斯地质,2001,21(4):84~88.
[7]晋慧娟,李育慈.西秦岭北带泥盆纪Nereites遗迹相及环境分析[J].沉积学报,1998,16(1):16~22.
[8]张国伟,张本仁,袁学诚,等.秦岭造山带与大陆动力学[M].北京:科学出版社,2001.
[9]裴先治,张国伟,赖绍聪,等.西秦岭南缘勉略构造带主要地质特征[J].地质通报,2002,21(8~9):486~494.

Analysis of the disintegration and tectonic setting of the “Liziyuan Group” in the Tianshui area, western Qinling

DING Sapin^{1,2}, PEI Xianzhi¹, LI Yong¹, HU Bo¹, ZHAO Xin¹, GUO Junfeng¹
(1.Faculty of Earth Sciences and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;
2.No.3 Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730050, Gansu, China)

Abstract: The “Liziyuan Group” in the Tianshui area, western Qinling, can be disintegrated into five parts according to its composition and metamorphic and deformation features. By field survey and study, the authors have the following ideas: the Guanzizhen ophiolite formed in an ocean basin environment; the Liushuigou meta-intermediate-basic complex is a Caledonian island-arc-type plutonic complex; the Liziyuan Group (in a narrow sense) formed in an forearc basin at the south margin of the North Qinling; the Taiyangsi Formation formed in passive continental-margins at the northern margin of the Yangtze plate; and the Limestone Formation of the Upper Shujiaba Group formed in a bathyal to abyssal basin at the north margin of the West Qinling microplate in the Devonian.

Key words: Liziyuan Group; ophiolite; Taiyangsi Formation; Tianshui area; West Qinling