

doi: 10.3799/dqkx.2010.002

# 青海南部早二叠世火山—沉积背景的岩石地层序列

牛志军, 段其发, 王建雄, 何龙清, 白云山

中国地质调查局宜昌地质调查中心, 湖北宜昌 443003

**摘要:** 研究区位于青海南部长江源区, 大地构造上属东特提斯构造域, 为金沙江结合带与澜沧江结合带间昌都地块的一部分。青海南部二叠系沉积类型复杂, 多呈断块(片)状出露, 尤其是受火山事件影响的下二叠统。关于下二叠统(乌拉尔统)的对比及地层划分目前仍存在较多争议, 认识的不同点主要集中于火山岩的层序归属、地质时代、区域对比等。以实测剖面为基础, 系统调查岩石地层的岩性组合、沉积环境等, 通过着重于各地层单位(尤其是火山岩系)的生物群研究, 重新厘定火山—沉积背景下的岩石地层序列。笔类动物群的研究表明诺日巴尕日保组和九十道班组在青海南部地区具穿时性。地层序列的建立表明青海南部早二叠世早期为较稳定的浅灰色中厚层状碳酸盐岩。罗甸期强烈的火山喷发, 形成了特殊火山—沉积地貌, 对沉积古地理格局形成明显的制约, 沉积相变快, 可划分为 4 种沉积类型, 形成同期异相的诺日巴尕日保组和杂笛考组。自祥播期之后, 主要为一套厚层状生物屑灰岩(九十道班组), 在青海南部分布较广, 代表火山活动暂时停止后的台地相沉积, 罗甸期复杂的古地理格局, 至此则构成相对统一的较稳定的浅水碳酸盐岩台地。

**关键词:** 二叠系; 笔类; 岩石地层; 地层学; 青海。

中图分类号: P534; P539

文章编号: 1000-2383(2010)01-0011-11

收稿日期: 2009-06-13

## Early Permian (Cisuralian) Lithostratigraphical Succession in Volcanic-Sedimentary Setting from Southern Qinghai

NIU Zhi-jun, DUAN Qi-fa, WANG Jian-xiong, HE Long-qing, BAI Yun-shan

Yichang Geological Survey Centre, China Geological Survey, Yichang 443003, China

**Abstract:** The studied area is situated at the origin of the Yangtze River in the Tanggula Mountain of southern Qinghai which was a part of the Qamdo Block of the East Tethyan tectonic domain during the Late Palaeozoic and is bounded by the Jinshajiang suture to the north and the Lantsang-Lungmo Co suture to the south. The Permian strata is widespread in the area with various sedimentary facies, and separated by numerous and complicated faults, especially Lower Permian influenced by volcanic activity. As a result of complex regional tectonics and depositional types, there has been much controversy over the Lower Permian (Cisuralian) classification and correlation, which mainly involves issues including succession, age and regional correlation of volcanic rocks. According to the study of lithographic association of sedimentary environment and fauna of lithostratigraphical unit (especially volcanic rocks), the sequences in volcanic-sedimentary setting are refined in this paper. The Jiushidaoban and Nuoribagaribao formations are diachronous in southern Qinghai according to the fusulinid data. The Permian succession indicates that the Zharigen Formation composed mostly of carbonate rocks occupied the main part of the southern Qinghai, belonging to a stable platform during early stage of the Early Permian. The Luodianian strong volcanic eruption led to a depositional differentiation, forming the Qadikao Formation and contemporaneous Nuoribagaribao Formation. As a result of volcanic product and sedimentary process, a complex volcanic-sedimentary landform occurred on sea floor and controlled the distribution of sedimentary facies. Four sedimentary types were recognized based on detailed field mapping and analysis of lithographic association. Jiushidaoban Formation mainly characterized by carbonate rock is widespread in southern Qinghai, which is a representative of platform facies during the intermission period between volcanic activities, which shows that the complex palaeogeographic structure of alternate volcano island and shallow marine has been transferred into a uniform and stable shal-

**基金项目:** 国家自然科学基金(No. 40972006); 国土资源大调查(Nos. 1212010911035, 200213000003); 2008 年度国土资源部“百名优秀青年科技人才”资助。

**作者简介:** 牛志军(1970—), 男, 研究员, 博士, 从事地层古生物学研究和区域地质调查工作。E-mail: ycnzhijun@cgs.gov.cn

low-water carbonate platform since Xiangboan.

**Key words:** Permian; fusulinid; lithostratigraphical succession; stratigraphy; Qinghai.

## 0 引言

青海南部大地构造上属东特提斯构造域, 处于金沙江结合带与澜沧江结合带间的昌都地块中西部(任纪舜等, 1999), 二叠系出露广泛, 沉积类型复杂, 生物化石丰富. 东特提斯构造域二叠纪有一个非常突出的地质事件, 即泛裂谷化达到鼎盛, 火山活动十分强烈, 罗甸期、孤峰期和吴家坪期均有分布, 但以罗甸期规模最大, 火山岩分布广, 厚度大, 相变快(张以蓓, 1991; 尹集祥等, 1998; 王成善等, 2001; 赵政璋等, 2001), 在火山岩间沉积含燧碳酸盐岩、碎屑岩. 由于火山喷发造就了特有的海底火山—沉积地貌, 形成了复杂的沉积古地理格局, 使得建立火山—沉积背景下的岩石地层序列及其对比存在困难. 同时研究区处于上述两个结合带间, 地质构造复杂, 二叠系多呈断块(片)状出露, 岩石地层单位多无顶底, 很难对其地层序列有一个完整的了解, 这更增加了地层划分与对比的难度.

笔者 2000—2005 年在青海南部开展 1/25 万区域地质调查, 本文所涉及到的剖面地理位置及层位

见图 1. 鉴于研究区地质研究程度低, 而岩石地层序列的建立是区域地质研究的根本, 工作中以实测剖面为基础, 系统调查岩石地层的岩性组合、沉积环境等, 以路线地质调查追索其横向变化, 着重于地层单位(尤其是火山岩系)的生物群研究, 在此基础上, 重新厘定火山—沉积背景下的岩石地层序列.

## 1 研究概况

青海南部二叠系的分布, 分为以沉积岩为主的唐古拉地区和火山—沉积岩的治多—杂多地区(图 1). 唐古拉地区的二叠系研究始于 1956 年, 建立了下二叠统开心岭群和上二叠统乌丽群, 1958 年尹赞勋在《中国区域地层表(草案)补编》中首次介绍引用. 1970 年青海省区测队 1/100 万温泉幅区调将唐古拉山地区的下—中二叠统自下而上划分为下碎屑岩组、石灰岩组、上碎屑岩组及火山岩组<sup>①</sup>. 青海省地层表编写小组(1980)沿用开心岭群并引用后 3 个岩性组. 随后的 1/20 万区调中开心岭群、乌丽群正式地应用, 但所包含的岩性组合则有所差异. 刘广才

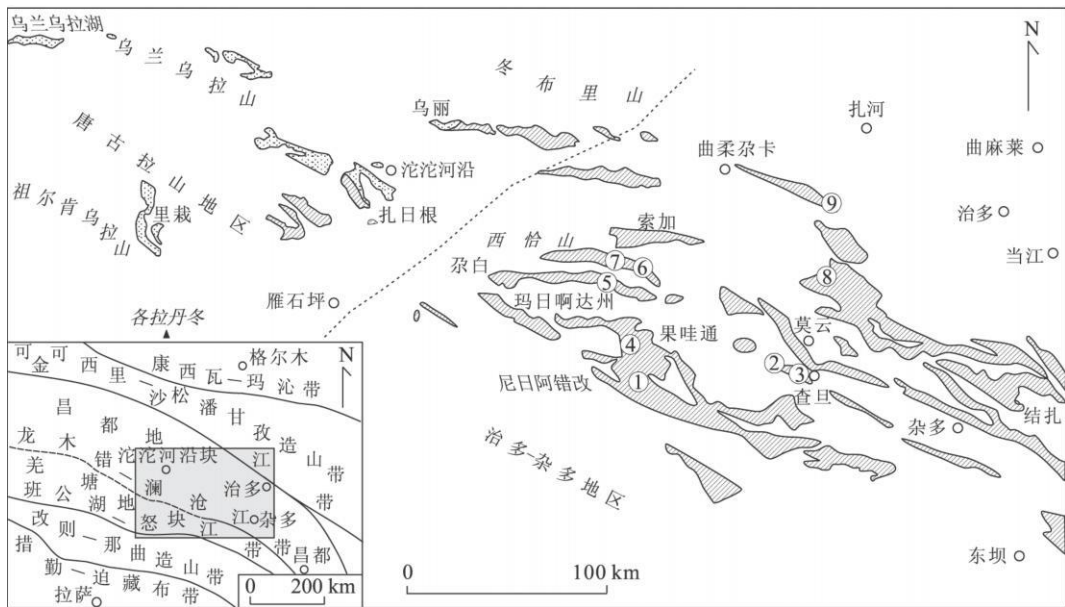


图 1 青海南部二叠系分布及实测剖面位置

Fig. 1 Distribution of Permian strata and measured section location in southern Qinghai

大地构造划分据任纪舜和肖黎薇(2004); 线区域为下—中二叠统; 点区域为上二叠统. 剖面位置及层位: ①阿日永  $P_{1n}$ ; ②左支  $P_{1n}$ ; ③当朗赛  $P_{1g}$ ; ④苟果尔  $P_{1g}$ ; ⑤玛日啊达州  $P_{1z}-P_{1n}$ ; ⑥杂日赛瑞贡玛  $P_{1g}$ ; ⑦省岗窝玛  $P_{1-2j}$ ; ⑧夏麻贡玛曲  $P_{1g}$ ; ⑨采佛果  $P_{1-2j}$

<sup>①</sup>青海省地质局, 1970. 1/100 万温泉幅(I-46)区域地质调查报告(地质部分), 32—45.

年代地层		生物地层	岩石地层		
统	阶		唐古拉地区	治多-杂多地区	
				沉积岩 为主区	火山岩 为主区
乐平统 (上统)	长兴阶	<i>G. meitienensis</i> - <i>P. sinensis</i> 带	拉卜查日组	未见	
	吴家坪阶	<i>P. parafusiformis</i> - <i>Na. simplex</i> 带	那益雄组 ?		
瓜德普统 (中统)	冷坞阶	<i>Sumatrina annae</i> 带	九十道班组	索加组	
	孤峰阶	<i>A. schencki</i> - <i>Neo. craticulifera</i> 带		尕日扎仁组	
乌拉尔统 (下统)	祥播阶	<i>Cancellina cf. houchangensis</i> 带	诺日巴 尕日保组	九十道班组	
		<i>Pseudofusulina</i> - <i>Parafusulina</i> 带			
	罗甸阶	<i>Misellina</i> 带	诺日巴 尕日保组	尕笛 考组 (未见底)	
	隆林阶	<i>Schwagerina cushmani</i> 带	扎日根组 (未见底)		
	紫松阶	<i>Sp. sphaerica gigas</i> - <i>R. cf. flura</i> 带	扎日根组 (未见底)		

图 2 青海南部二叠系多重地层划分与对比

Fig. 2 Multiple stratigraphic division and correlation of Permian in southern Qinghai

*A. Afghanella*, *G. Gallowayinella*, *Na. Nanlingella*, *Neo. Neoschwagerina*, *P. Palaeofusulina*, *Sp. Sphaeroschwagerina*, *R. Robustoschwagerina*, 笔者等曾论述那益雄组的地质时代为长兴期(牛志军等, 2004), 本文重新厘定为吴家坪期(详见另文)

(1993)正式命名开心岭群的扎日根组、诺日巴尕日保组、九十道班组和乌鲁群的扎苏组、拉卜查日组, 建立 5 个生物化石组合带, 青海省地质矿产局(1997)沿用, 修订扎日根组、废弃扎苏组, 同时也废弃青海省地质矿产局(1991)命名的上二叠统察尔马扭组, 目前这种划分被广泛应用于青海南部的 1/25 万区域地质调查。

治多—杂多地区的二叠系, 青海省区测队 1970 年最早称“下二叠统”<sup>①</sup>, 青海省第二区调队创名尕笛考组和上覆的扎格涌组<sup>②</sup>, 青海省地质矿产局(1991)将两者纳入开心岭群, 青海省地质矿产局(1997)认为“扎格涌组是尕笛考组的同物异名”而停用, 修订尕笛考组。

笔者等近年来对青海南部二叠系进行了系统研究(牛志军等, 2003, 2004, 2006a, 2006b, 2008; 段其发等, 2006; 马丽艳等, 2007)。鉴于中—上二叠统的划分与对比争议不大, 本文主要关注下二叠统地层序列、生物群及岩石地层的穿时性研究。由于治多—杂多地区处于沉积岩及火山岩的两种沉积类型相结合部位, 笔者认为分别建立不同的地层序列才能真正地反映复杂的古地理格局(地层序列见图 2)。

## 2 下二叠统岩石地层序列

### 2.1 扎日根组(P<sub>1z</sub>)厚度 > 698.49 m

以灰岩的大量出现与消失作为底、顶界的划分标志, 呈 NNW 向分布于治多—杂多的玛日啊达州、尕白一带。下部浅灰色厚层—块状泥亮晶砂屑生物屑灰岩、泥晶生物屑灰岩, 未见底, 产瓣类 *Misellina* 带和非瓣有孔虫、珊瑚等; 中部暗红色中薄层泥质白云岩、灰绿色薄层粉砂质泥岩夹中层岩屑细砂岩, 板状交错层理、沙纹交错层理发育, 属局限台地相; 上部浅灰色厚层生物屑泥晶灰岩、苔藓虫骨架灰岩夹亮晶含生物屑砾屑灰岩、暗红色薄层泥质硅质岩。产少量瓣类及非瓣有孔虫、珊瑚、腕足类、放射虫等。属火山岛缘开阔—局限台地相、边滩相、礁相及浅水斜坡相。

### 2.2 诺日巴尕日保组(P<sub>1n</sub>)厚度 > 2 460.85 m

以碎屑岩的大量出现与消失作为底、顶界的划分标志, 可分出 3 种沉积类型:

(1)深水斜坡相(角)砾屑灰岩型(牛志军等, 2008)。其分布于南部阿日永一带, 厚度最大, 以具重力流沉积为识别标志, 根据岩性组合特征可分为 5 段: 一段厚 236.65 m, 灰绿色中层岩屑晶屑凝灰岩、沉凝灰岩, 下部夹石英细砂岩、含凝灰生物屑灰岩, 近顶部夹暗红色中厚层沉凝灰质角砾岩、灰绿色凝

②青海省第二区调队, 1982. 1/20 万杂多幅(1:46-[30])区域地质调查报告(地质部分), 40—45。

灰质硅质泥岩, 产少量放射虫; 二段厚 729.91 m, 底部为灰色厚层碳酸盐质角砾岩夹含砾粗砂岩、凝灰岩、生物屑泥晶灰岩。砾石成分以碳酸盐质为主, 另见有玄武质、凝灰质、硅质、砂质等, 大小混杂, 具重力滑塌构造等重力流沉积特征。灰岩角砾最大者可达 1~2 m, “漂浮”于凝灰质的基质中, 显示出混杂堆积特点, 产异地瓣类 *Pseudofusulina-Schwagerina* 组合等。向上为灰色中层生物屑泥晶灰岩、生物屑砾屑亮晶灰岩、泥岩夹凝灰岩、含火山角砾粗砂岩、岩屑细砂岩。砾屑灰岩具重力流沉积特征; 三段厚 772.09 m, 黑色薄层泥岩、凝灰质硅质泥岩夹深灰色中层含生物屑砾屑灰岩、生物屑泥晶灰岩及砂岩, 近顶部夹少量凝灰岩。灰岩局部层位具远源浊积岩特征, 产异地瓣类 *Pseudofusulina-Schwagerina* 组合等; 四段厚 123.00 m, 下部为灰绿色块状玄武岩夹晶屑凝灰岩、含凝灰硅质泥岩, 上部为暗红色、灰绿色厚层凝灰火山角砾岩; 五段厚 204.87 m, 下部深灰色中薄层砂屑灰岩夹钙质泥岩、凝灰质硅质泥岩、晶屑凝灰岩。灰岩具小型滑塌构造。中部为灰绿色厚层中粗粒岩屑砂岩、黑色薄层泥岩夹砾屑灰岩、泥晶灰岩。上部为浅灰色厚层含生物屑泥晶灰岩、砾屑灰岩夹砂岩、凝灰岩、钙质泥岩等, 灰岩砾屑成分以灰岩为主, 另有少量硅质, 瓣类构成砾屑一部分, 产瓣类 *Pseudofusulina-Schwagerina* 组合等, 具重力流沉积特征, 属火山岛缘浅水—深水斜坡相沉积。

(2) 浅水斜坡相(沉)凝灰岩型(牛志军等, 2008)。其分布于中部玛日啊达州一带, 岩性组合主要表现为沉凝灰岩与灰岩的大套互层, 厚 > 763.52 m, 可分为 3 段: 一段厚 229.51 m, 灰绿色、暗红色中薄层(沉)凝灰岩、岩屑角砾凝灰岩夹硅质泥岩、泥质硅质岩。产腕足类、放射虫、有孔虫等, 属火山岛缘深水斜坡相; 二段厚 238.64 m, 下部浅灰色中层含燧石结核砂屑粉晶灰岩、泥晶生物屑灰岩, 中部暗红色薄层泥岩, 上部浅灰色中厚层含残余生物屑细晶白云岩夹生物屑泥晶灰岩, 产瓣类 *Parafusulina-Pseudofusulina* 等、非瓣类有孔虫、珊瑚、腕足类等, 属台地相、浅海相; 三段厚 > 295.37 m, 灰绿色中层晶屑凝灰岩、含砾岩屑凝灰岩夹暗红色中层沉凝灰岩、凝灰质泥岩、硅质岩, 上部夹浅灰色中厚层泥晶含生物屑砂砾屑灰岩、砂岩。产少量瓣类、放射虫等, 属浅海相、盆地相。

(3) 岛间洼地相砂泥岩型(牛志军等, 2008)。其分布于左支一带, 另在西恰山的北坡也有少量出露, 在空间上位于杂笛考组火山岩之间的沉积洼地内。

岩石类型为深灰色泥岩为主夹灰色中厚层砂岩、粉砂岩、灰岩及玄武岩等。火山岩夹层较薄, 灰岩泥质高, 产瓣类 *Parafusulina* 组合, 另见腕足类 *Cleiothyridina* sp., *Martinia* sp. (cf. *lopingensis* Chao), *Squamularia* cf. *waageni* (Lócozy) 及珊瑚类、炭化植物碎片等, 厚 > 405.76 m。

### 2.3 杂笛考组(P<sub>1g</sub>)厚度 > 1 082.38 m

以火山岩的大量出现与消失作为底、顶界的划分标志(牛志军等, 2006a), 为罗甸期第 4 种沉积类型, 即台地相火山岩—灰岩型(牛志军等, 2008), 分布于北部的杂日赛瑙玛玛—夏麻贡玛曲和南部的苟果尔—当朗赛一带, 划分为 4 段:

一段厚 > 341.50 m, 下部为灰、灰绿色中厚层凝灰岩夹灰岩、硅质泥岩和硅质岩等, 向上为灰绿色中厚层玄武岩、玄武安山岩和火山角砾岩。灰岩中生物屑磨蚀明显, 呈“漂砾”状分布于玄武岩基质中, 具重力滑塌构造; 产异地瓣类 *Schwagerina-Pseudofusulina* 组合、珊瑚类、海绵等, 属深水斜坡相。二段厚 643.14 m, 灰绿色块状火山集块岩、安山质岩屑(晶屑)火山角砾岩夹玄武岩。三段在杂日赛瑙玛玛厚 80 m, 为灰色厚层亮泥晶核形石灰岩。苟果尔则厚达 600 m, 下部及上部为灰色厚层泥晶棘皮屑灰岩、生物屑泥晶灰岩、生物屑砾屑灰岩, 中部为深灰色薄层粉砂质泥岩、砂岩、粉砂岩夹生物屑灰岩, 产瓣类 *Misellina* 动物群, 非瓣类有孔虫、珊瑚、菊石、植物、双壳类, 属火山岛缘开阔台地相。四段厚达 1 367.21 m, 为绿色块状火山角砾岩、火山集块岩夹玄武岩等, 顶部见少量深红色泥岩。

杂笛考组在青海南部地区均未见底, 对于底界及其下伏地层关系尚无法判断, 与上覆的九十道班组呈整合或假整合接触。这是由于强烈的火山活动, 导致沉积地形差异、火山岛或露出海平面或位于水下、碳酸盐岩覆于火山岛的不同部位上, 形成两种接触关系。

### 2.4 九十道班组(P<sub>1-2j</sub>)厚度 > 469.37 m

以灰岩的大量出现与消失作为底、顶界的划分标志, 灰—深灰色厚层亮晶生物屑砂砾屑灰岩、亮晶生物屑灰岩、泥晶生物屑灰岩, 略显低角度交错层理, 产瓣类 *Parafusulina-Pseudofusulina* 带、*Cancelina* cf. *houchangensis* 带和 *Afghanella schencki-Naeschwagerina craticulifera* 带、珊瑚 *Ipciphyllum elegans-I. subtimorica* 组合、腕足类 *Urushtenia crenulata* 组合等, 属开阔台地相, 地质时代为祥播期至孤峰期。其与下伏诺日巴日保组呈整合接触, 与杂

笛考组呈整合或假整合接触。

### 3 生物群

青海南部地区二叠纪位于暖水特提斯区南缘, 属华夏特提斯古生物地理区(Metcalf, 2002)。生物化石丰富, 以筴类、珊瑚、腕足类为主, 另见有非筴有孔虫、放射虫、菊石、双壳类、古植物等。然而 1/100 万、1/20 万区域地质调查对生物化石的研究相对较为薄弱, 这些限制了岩石地层地质时代的确定及在昌都地块内的区域对比。基于实测剖面中的化石采集, 本文对以筴类为主的生物群做了系统研究(图 2), 各时期的主要化石带简述如下:

#### 3.1 紫松期和隆林期

其仅见于唐古拉沱沱河地区扎日根组中下部, 主要产筴类 *Zellina colaniae*, *Boultonia gracilis*, *Robustoschwagerina cf. flura*, *Sphaeroschwagerina sphaerica gigas*, *Montiparus cf. montiparus* 等(16 层, *Robustoschwagerina cf. flura*-*Sphaeroschwagerina sphaerica gigas* 带)和 *Toriyamaia ellipsoidalis*, *Schwagerina cushmani* (17 层, *Schwagerina cushmani* 带), 前者是华南地区紫松阶 *Robustoschwagerina schellweni*-*R. ziyunensis* 带及 *Sphaeroschwagerina molleri* 带的常见分子(金玉玕等, 1999), 后者是宁镇地区、湘东南、福建龙岩等栖霞组 *Sch. cushmani* 动物群的典型分子(周祖仁, 1982; 张遴信, 1983; 吴歧等, 1986), 与隆林阶 *Pamirina-Darvasites ordinatus* 带(金玉玕等, 1999)层位相当。

#### 3.2 罗甸期

(1) 筴类 *Misellina* 带。在治多—杂多地区分布广泛, 产于玛日啊达州的扎日根组和诺日巴尕日保组、苟果尕和尕日赛瑙贡玛的尕笛考组, 特征分子为: *M. cf. sphaerica* Chang, *M. sp. cf. M. claudiae* (Deprat), 下部 *Schubertella* 属数量丰富, 尤其是 *S. rara* Sheng, *S. simplex* Lange, 向上个体较大的隔壁强烈褶皱的 *Parafusulina*, *Pseudofusulina*, *Schwagerina* 属数量增多, 另见少量的 *Dunbarula sp.*, *Kahlerina sp.*, *Pisolina sp.*, *Minojapanella minuma* Sheng, *Wutuella wutuensis* (Kuo), *Yangchienia sp.*, *Nankinella rarivoluta* Wang, Sheng et Zhang 等。*Misellina* 属在华南地区及世界各地层位分布稳定, 地质历程短, 是早二叠世晚期重要的化石, 与华南地区罗甸阶 *M. claudiae* 带(Zhu

and Zhang, 1994)层位相当。

(2) 珊瑚 *Wentzellophyllum-Szechuanophyllum* 组合。诺日巴尕日保组、尕笛考组及扎日根组均有分布, 以后二者最为常见, 计有 *Ipciphyllum sp.*, *Liangshanophyllum cf. chisiaense* (Yoh), *Multithecopora cf. tianjunensis* Li and Liao, *Paracania ? sp.*, *Pseudocarniaphyllum ? sp.*, *Waagenophyllum indicum* (Waagen et Wentzel), *Wentzelella cf. salinaria* (Waagen and Wentzel) 等。1/20 万索加幅、雁石坪幅区调报告中采获有: *Ipciphyllum sp.*, *Huayunophyllum cf. chiahsiense*, *Waagenophyllum sp.*, *Parawentzelella sp.*, *Wentzelella sp.*, *Liangshanophyllum sp.*, *Yatsengia hsinanense*, *Szechuanophyllum sp.* 等<sup>③</sup>, 上述化石除 *Ipciphyllum* 属常见于茅口阶外, 其余多为华南罗甸阶的属种。*Wentzellophyllum* 是华南和扬子区罗甸阶下部的带化石, 在西南地区常与 *Szechuanophyllum* 共生, 见于川西藏东地区罗甸阶、伊朗 Zinner 组和前苏联外高加索 Артинский 组(赵嘉明, 1984), 也见于长江三峡栖霞组 *Hayasakaia* 顶峰带(冯少南等, 1984)。

(3) 腕足 *Tylopecta nankingensis* 组合。主要产地及分子有: 玛日啊达州一带产 *Linoproductus sp.*, *Haydenella kiangsiensis* (Kayser), *Spinomarginifera sp.*, ? *Liraplecta sp.* 等(扎日根组)、*Cruirithyris sp.*, *Cathaysia sp.*, *Transennatia gratiosa* (Waagen), *Squamularia sp.*, *Terebratuloida sp.*, *Haydenella sp.* 等(诺日巴尕日保组), 左支剖面产 *Martinia sp.* (cf. *lopingensis* Chao), *Neoplicatifera sp.*, *Squamularia cf. waageni* (Lóczy) 等(诺日巴尕日保组)。当朗寨剖面有: ? *Ogbinia sp.*, *Cathaysia chonetoides* (Chao), *Dielasma cf. plica* (Kutorga), *Geyerella sp.*, *Hustedia remota* (Eichwald), *Tylopecta nankingensis* (French), *Ty. crassica* Jing et Sun, *Spinomarginifera lopingensis* (Chao), *Transennatia gratiosa* (Waagen) 等, 左支北产 *Spinomarginifera sp.*, *Linoproductus cf. tingtiensis* Ching, *Lopingia ruber* (Frech) 等(层位均为尕笛考组)。该组合中地质时代意义明确的为 *T. nankingensis* (French), 在华南多见于中下二叠统, 在长江三峡地区为栖霞组灰岩上部 *Cryptospirifer semiplicatus*-*T. nankingensis* 组合的典型

③ 青海省区调综合地质大队, 1993. 1/20 万雁石坪幅、索加幅区域地质调查报告(地质部分), 23.

分子,在茅口组底部亦较多见(冯少南等,1984)。在西秦岭该种是茅口阶下部的 *Urushtenia maceus-T. nankingensis* 组合的重要属种(曾学鲁等,1996)。在华东地区,该种见于江苏南京栖霞组、江西莲花下坊小江组、安徽广德等地孤峰组(王国平等,1982)。

### 3.3 祥播期

(1) 筳类 *Pseudofusulina-Parafusulina* 带。其产于杂日赛瑙贡玛和采佛果、省岗窝玛一带九十道班组的底部层位,常见分子有 *Parafusulina* 属的一些种: *Pa. gigantea* (Deprat), *Pa. cf. rothi* Dunbar et Skinner, *Pa. cf. quasigruperaensis* Sheng, *Pa. kwangsiensis* Sheng, *Pa. lata* Reichel, *Pa. subextensa* Chen, *Pa. yabei* Hanzawa, 与下伏层位相比,该属的数量明显增多。*Pseudofusulina* 属数量则有所减少,但仍是该带中的常见分子: *Pf. vulgaris* Schellwien, *Pf. suojaensis* Niu, *Pf. fusiformis* (Schellwien et Dyhrenfurth), *Pf. houae* Sheng, *Pf. krafftii magna* Toriyama 等。该带中较为重要的是开始出现少量 *Pseudodolilolonia*、*Verbeekina* 以及 *Chusenella* 属,这三者在广西、贵州及四川等地出现的最低层位为 *Parafusulina* 带的 *Cancellina* 亚带(盛金章,1963),二者层位大体相当,亦可与江浙一带栖霞组顶部的 *Pa. multiseptata* 带(王建华,1978)层位大致对比。该层位也见于青海东部同仁县隆务峡、甘肃省夏河县大夏河大关山组(陈奋宁等,2007;寇晓虎等,2007)。

(2) 筳类 *Cancellina cf. houchangensis* 带。其见于省岗窝玛、采佛果等地九十道班组的下部层位。以带化石出现为主要特征。下伏层位的 *Parafusulina* 属在本带仍很繁盛, *Pseudodolilolonia* 属较下伏层位明显增多,新出现较多个体较小的 *Codonofusella* 属,另见少量 *Dunbarula schubertellaeformis* Sheng, *Schubertella simplex* Lange, ? *Toriyamaia* sp., *Chusenella schwagerinaeformis* Sheng 等。 *C. cf. houchangensis* Zhang et Dong 的相似种首见于贵州南部的 *Neoschwagerina* 延限带底部的 *C. liuzhiensis* 延限亚带中(肖伟民等,1986),与华南地区祥播阶下部层位 *C. elliptica* 带层位相当(金玉环等,1999)。

## 4 区域对比及岩石地层的穿时性

研究区二叠纪地层处于沉积岩区(唐古拉地区)与火山—沉积岩区(杂多—治多地区)之间的过渡地

带,导致研究区内及与周边地区的地层与划分对比的难度。地层对比的原则首先是岩石或其组合与正层型剖面的对比,二是火山岩层可作为一个很好地质事件对比标志,三是考虑生物化石(重点是筳类化石)的区域对比,但在地质调查的空白区和岩石地层单位相变快、沉积环境变化快且过渡色彩浓的地区,地层的区域对比确实存在一定的难度。

### 4.1 与正层型剖面的对比

(1) 扎日根组。治多—杂多地区的扎日根组为浅灰色厚层灰岩、苔藓虫生物骨架灰岩夹少量暗红色薄层白云岩、硅质岩、灰绿色泥岩及砂岩等。在区域上,分布局限,呈断块状产出,以往报道仅见于唐古拉地区的诺日巴纳保(正层型剖面)、大红山沟口一带(青海省地质矿产局,1997)。从岩性上火山—沉积岩区的扎日根组与正层型剖面基本一致,但其间白云岩、硅质岩及泥岩是正层型所未见的。在火山—沉积岩区仅见筳类 *Misellina* 带,未见正层型剖面的早二叠世早期 *Zellina colaniae*, *Sphaeroschwagerina sphaerica gigas*, *Robustoschwagerina cf. flura* 等,即治多—杂多地区的扎日根组仅相当于正层型剖面的上部层位。

(2) 诺日巴尔日保组。在火山—沉积岩区内相变大,其可划分为3种沉积类型,即前文所述的深水斜坡相(角砾屑灰岩型、浅水斜坡相(沉)凝灰岩型和岛间洼地相砂泥岩型。各类型尽管有着不同的岩石组合和生物群(组合),总体上以砂岩、泥岩为主夹火山岩、灰岩、角砾岩等,筳类指示出3种沉积类型为同期或近于同期形成。正层型剖面位于青海省格尔木市诺日巴纳保(刘广才和田琪,1993),岩性为灰色、灰绿色厚层中细粒砂岩,偶夹粉砂岩、粘土岩及泥晶灰岩,产双壳类 *Palaeolima* sp., 厚>1112.77 m。研究区的诺日巴尔日保组与其略有不同,表现在砂岩相对较少,仅在左支一带,见有较多砂岩层,但因研究区邻近火山活动区,火山岩夹层多,厚度大,灰岩横向分布亦不稳定。

(3) 杂笛考组。其呈北西向带状、链状展布在治多—杂多地区,岩性组合表现火山岩或火山碎屑岩与碳酸盐岩或碎屑岩互层。尽管火山岩层是很好的事件对比标志,但研究区内各剖面间的对比仍有一定难度。正层型剖面位于青海省杂多县杂笛考杂毛登走,为黄褐色英安质集块岩、火山角砾熔岩、安山岩、安山玄武岩等夹细碎屑岩、灰岩、砾岩等。划分为3个火山—沉积旋回,含罗甸期筳类 *Misellina claudiae*。研究区南部当朗赛的岩性组合与正层型



剖面的中上部层位相近, 沉积岩夹层多. 而北部的杂笛考组则以火山集块岩、火山角砾岩为主, 少见沉积岩夹层, 具有 3 个不完整的火山—沉积旋回, 与正层型剖面易于对比.

(4)九十道班组. 青海南部九十道班组岩性变化不大, 均为灰—深灰色厚层粉亮晶生物屑灰岩夹晶粒灰岩、砾屑灰岩. 正层型剖面位于青海省格尔木市唐古拉山乡九十道班(刘广才和田琪, 1993), 岩性为灰色、深灰色粉晶灰岩、亮晶生物屑砾屑灰岩夹深灰色厚层中细粒长石岩屑砂岩. 研究区的九十道班组未见砂岩夹层(砂岩层在正层型剖面厚 55.52 m), 其上部的砂岩层及灰岩层在研究区相变为杂日扎仁组、索加组.

4.2 罗甸期地层的对比

青海南部早二叠世早期(罗甸期之前)和祥播期以后主要以碳酸盐岩为主的地层(扎日根组和九十

道班组), 区域上相对易于对比, 而罗甸期由于火山活动发育, 沉积相变复杂, 地层的精细对比存在难度. 该时期的地层对比见图 3, 可以看出, 阿日永剖面、杂日赛瑞贡玛剖面与距离较远的正层型剖面在岩性组合上可以很好地对比, 相反距离较近的治多—杂多地区则岩性变化较大, 其间出现的不同沉积组合主要是由距火山岛沉积相对的远近不同所致. 罗甸期 4 种沉积类型, 起桥梁作用的是以玛日啊达州剖面为代表浅水斜坡相(沉)凝灰岩型. 该剖面上部的诺日巴尔日保组与杂日赛瑞贡玛剖面二至四段火山岩与碳酸盐岩互层的组合很相近, 均可见 *Misellina* 带, 而下部的扎日根组与杂笛考组一段上部层位为相变关系, 这种关系的确立考虑到两地产类 *Schwagerina tschernyschewi*, *Schubertella cf. giraudi*, *S. rara*, *Pseudofusulina sp.*, 尽管后者层位中未见有 *Misellina* 属, 杂日赛瑞贡玛剖面一

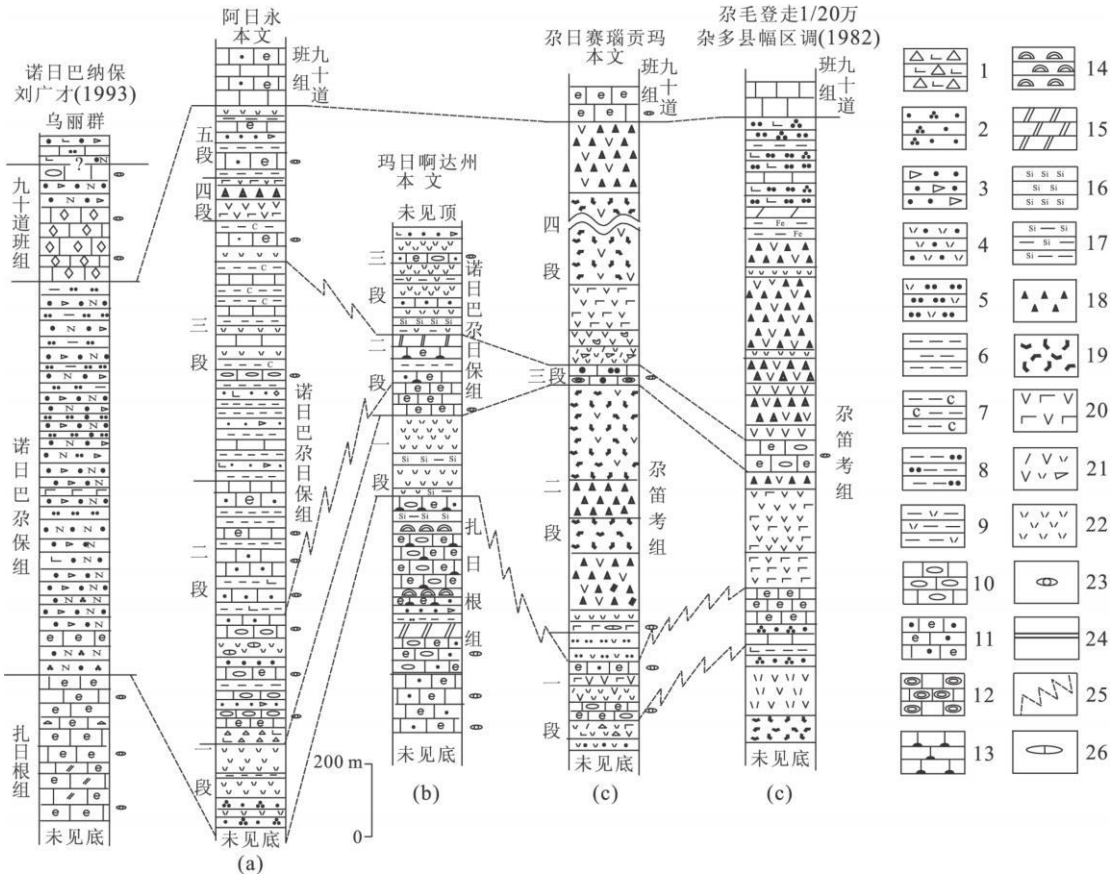


图 3 青海南部及相邻地区二叠纪罗甸期地层对比

Fig. 3 Correlation of Permian Luodianian strata from southern Qinghai and adjacent area

1. 碳酸盐质角砾岩; 2. 石英砂岩; 3. 岩屑砂岩; 4. 凝灰质砂岩; 5. 凝灰质粉砂岩; 6. 泥岩; 7. 炭质泥岩; 8. 粉砂质泥岩; 9. 凝灰质泥岩; 10. 砾屑灰岩; 11. 砂屑生物屑灰岩; 12. 核形石灰岩; 13. 燧石灰岩; 14. 生物礁灰岩; 15. 白云岩; 16. 硅质岩; 17. 硅质泥岩; 18. 火山角砾岩; 19. 集块岩; 20. 安山玄武岩; 21. 安山质晶屑岩屑凝灰岩; 22. 凝灰岩; 23. 筴类化石; 24. 断层接触; 25. 沉积相变线; 26. 灰岩透镜体; a. 深水斜坡相(角)砾屑灰岩型; b. 浅水斜坡相(沉)凝灰岩型; c. 台地相火山岩—灰岩型

段筳类属种分异度大、形态多样、丰度高, 显示出碳酸盐岩台地相的生态类型, 而筳类化石所在的层位主体形成于火山岛前浅水斜坡相, 由此笔者认为尕笛考组一段异地筳类 *Pseudofusulina-Schwagerina* 组合是原来生活于玛日啊达州的开阔台地相 *Misellina* 组合在火山爆发间歇期沿火山岛基座相对陡峭边缘的斜坡向下滑动堆积而成。

玛日啊达州剖面与阿日永剖面的对比, 火山岩层是一个很好的标志(图 3), 但由于火山岩对火山—沉积地貌的制约以及 *Misellina* 带尚无法再详细划分, 使精细的对比有一定难度. 与玛日啊达州剖面的扎日根组相当层位在阿日永可能未出露; 由于火山岩岩石组合、地球化学特征上的一致性, 阿日永剖面的一段与玛日啊达州剖面诺日巴日保组一段相当; 阿日永二段深水斜坡相角砾屑灰岩层位, 产异地 *Pseudofusulina-Schwagerina* 组合, 与之相当的原地台地相筳类生物群见于玛日啊达州剖面二段下部层位; 玛日啊达州剖面二段可识别出一次海平面升降旋回, 这种海平面的变化在阿日永二段上部至三段下部也可见, 笔者认为两者可很好地对比; 玛日啊达州三段表现为凝灰岩层与灰岩、砂岩层的互层, 这种韵律在阿日永三段上部至四段中见及, 但后者岩性更为复杂, 火山岩厚度明显变大, 筳类 *Pseudofusulina, Schwagerina, Parafusulina* 属在两剖面上均可见. 相当于阿日永剖面五段层位在玛日啊达州剖面上未见. 从火山岩的分布上来看, 阿日永剖面与尕日赛瑙贡玛剖面亦可大致对比, 对比关键层位为尕日赛瑙贡玛剖面上两次较大的火山活动间的三段台地相灰岩。

#### 4.3 岩石地层的穿时性

本文的穿时性地层指诺日巴日保组和九十道班组. 治多—杂多一带九十道班组底部产祥播阶筳类 *Parafusulina-Pseudofusulina* 组合及 *Cancellina cf. houchangensis* 组合(主要分子见前述), 而唐古拉山地区正层型剖面九十道班组下部为 *Neoschwagerina* 带(刘广才, 1993), 计有 *Neoschwagerina douvillei*, *N. megasphaerica*, *N. craticulifera*, *Sumatrina annae*, *S. cf. longissima*, *S. fusiformis*, *Verbeekina cf. verkeei*, *Chusenella cf. deprati*, *Pseudofusulina cf. hupehensis*, *Schwagerina kwangchiensis*, *Dunbarula schubertellaeformis* 等, 但是相当于治多—杂多地区的 *Cancellina cf. houchangensis* 带分子在正层型剖面上已相变为诺日巴日保组顶部层位, 这表明治

多—杂多地区九十道班组底界自东而西层位渐新, 另外唐古拉地区的诺日巴日保组的地质时代为罗甸期至祥播期, 与治多—杂多地区相比, 顶界层位较高。

治多—杂多地区九十道班组的上部产孤峰期筳类 *Afghanella schencki-Neoschwagerina craticulifera* 带, 见 *Neoschwagerina, Afghanella, Sumatrina, Parafusulina, Chusenella, Codonofusiella, Schubertella, Dunbarula, Toriyamaia, Kahlerina, Minojapanella, Sphaerulina, Nankinella, Schwagerina, Pseudofusulina, Pseudodolioliona, Verbeekina* 等, 均是华南地区孤峰期常见属, 相当于唐古拉地区九十道班组下部 *Neoschwagerina* 带, 而唐古拉地区九十道班组上部为 *Yabeina* 带(刘广才, 1993), 计有: *Yabeina cf. shirawensis*, *Y. gubleri*, *Neoschwagerina cf. douvillei*, *Sumatrina annae*, *S. longissima*, *Pseudodoliolona cf. ozawai*, *Verbeekina verkeei*, *V. heimi*, *Schwagerina cf. longitermina*, *S. pingdingensis*, *Chusenella schwagerinaeformis*, *Dunbarula sp.* 等, 层位明显高于治多—杂多地区, 这表明九十道班组的顶界自东而西层位略高, 与唐古拉地区相比, 底、顶界都存在着穿时现象。

## 5 小结

青海南部所在的昌都地块二叠纪属于特提斯多岛洋体系(殷鸿福等, 1999)的一部分. 本文主要对罗甸期地层进行了区域对比、沉积类型及生物群的研究. 地层序列的建立表明青海南部早二叠世早期为较为稳定的扎日根中厚层碳酸盐岩沉积, 罗甸期为裂谷发育的鼎盛期. 强烈的火山喷发形成的特殊火山—沉积地貌, 对沉积古地理格局形成明显的制约; 在昌都地块北部边缘较深水中快速而间歇地构建一些火山岛, 使得沉积相时空变化十分剧烈. 沉积相划分为 4 种类型, 各沉积类型在空间上围绕台地相火山岩—灰岩型呈带状展布, 各有其特殊的岩性组合(诺日巴日保组/尕笛考组)和生物群。

自祥播期之后, 主要为九十道班组碳酸盐岩, 代表火山活动暂时停止后的台地相沉积, 在青海南部及西藏东部昌都妥坝地区均有见及. 罗甸期复杂的古地理格局至此构成相对统一的较稳定的浅水碳酸盐台地, 显示裂隙盆地活动性明显减弱, 向稳定地块方向的转化. 尽管在中二叠世晚期仍有裂谷型火山岩出现(牛志军等, 2006b), 但其规模则明显减弱。

然而由于青海南部基础地质研究程度相对较



低, 关于下二叠统的区域对比仍需进一步的研究, 其中重要的是 *Misellina* 带的区域对比, 该带在贵州南部可再划分 5 个亚带(肖伟民等, 1986), 尽管青海南部有较多的碎屑岩层产出, 但大量的笔类化石分布使得对该带的详细研究仍具有很大的可能性, 这不仅有利于岩石地层序列的精细对比, 更能详尽地探讨该时期昌都地块海平面变化和古地理格局等。

## References

- Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province, 1991. Regional geology of Qinghai Province. Geological Publishing House, Beijing, 1—121 (in Chinese).
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province, 1997. Stratigraphy (Lithostratic) of Qinghai Province. China University of Geosciences Press, Wuhan, 220—239 (in Chinese).
- Chen, F. N., Zhang, K. X., Kou, X. H., et al., 2007. Middle Permian foraminifera fauna of the Daguanshan Formation in Xihai and Tongren area, West Qinling, China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 32(5): 691—702 (in Chinese with English abstract).
- Compilation Group of Stratigraphic Chart in Qinghai, 1980. Regional stratigraphic chart in Northwest China—Part of Qinghai Province. Geological Publishing House, Beijing, 222—242 (in Chinese).
- Duan, Q. F., Yang, Z. Q., Wang, J. X., et al., 2006. Geochemical characteristics of Permian high-Ti basalt in the eastern part of the northern Qiangtang basin, Qinghai-Tibet Plateau. *Geological Bulletin of China*, 25(1—2): 156—162 (in Chinese with English abstract).
- Feng, S. N., Xu, S. Y., Lin, J. X., et al., 1984. Biostratigraphy of the Yangtze Geoge area (3), Late Palaeozoic era. Geological Publishing House, Beijing, 63—109 (in Chinese).
- Jin, Y. G., Wang, X. D., Shang, Q. H., et al., 1999. Chronostratigraphic subdivision and correlation of the Permian in China. *Acta Geologica Sinica*, 73(2): 127—138.
- Kou, X. H., Zhang, K. X., Lin, Q. X., et al., 2007. The distribution of Permian sedimentary sequences in the adjacent area of Qinling-Qilian-Kunlun. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 32(5): 681—690 (in Chinese with English abstract).
- Liu, G. C., 1993. Age assignment of Kaixinling Group and Wuli Group in the middle Tanggula Mountains. *Qinghai Geology*, 2(1): 1—9 (in Chinese with English abstract).
- Liu, G. C., Tian, Q., 1993. New data of Permian strata in the central sector of the Tanggula Mountains, Qinghai. *Regional Geology of China*, 2: 113—120 (in Chinese with English abstract).
- Ma, L. Y., Niu, Z. J., Bai, Y. S., et al., 2007. Sr, Nd and Pb isotopic geochemistry of Permian volcanic rocks from southern Qinghai and their geological significance. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 32(1): 22—28 (in Chinese with English abstract).
- Metcalf, I., 2002. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20: 551—566. doi: 10.1016/S1367—9120(02)00022—6.
- Niu, Z. J., Duan, Q. F., Wang, J. X., et al., 2006a. On the Gadikao Formation in Zhidui and Zadoi areas, southern Qinghai. *Journal of Stratigraphy*, 30(2): 109—115 (in Chinese with English abstract).
- Niu, Z. J., Duan, Q. F., Wang, J. X., et al., 2006b. Discovery of the upper part of the Permian Yanghsinian series and establishment of the Garizaren and Suojia formations in the Zhidui-Zadoi area, southern Qinghai, China. *Geological Bulletin of China*, 25(1—2): 176—182 (in Chinese with English abstract).
- Niu, Z. J., Ma, L. Y., Zeng, B. F., 2003. Late Permian brachiopod faunas from Wuli Group of Geladandong Mountain area in the source region of the Yangtze river. *Acta Geoscientia Sinica*, 24(4): 343—348 (in Chinese with English abstract).
- Niu, Z. J., Xu, A. W., Wang, J. X., et al., 2008. Depositional model of Permian Luodianian volcanic island and its impact on the distribution of fusulinid assemblage in southern Qinghai, Northwest China. *Science in China (Ser. D)*, 51(4): 594—607.
- Niu, Z. J., Yao, H. Z., Zeng, B. F., et al., 2004. Late Permian fusulinid assemblages from Geladandong in the source region of Yangtze River, Qinghai. *Journal of Stratigraphy*, 28(3): 270—275, 280 (in Chinese with English abstract).
- Ren, J. S., Wang, Z. X., Chen, B. W., et al., 1999. A brief introduction on tectonic map of China and adjacent areas. Geological Publishing House, Beijing, 1—50 (in Chinese).
- Ren, J. S., Xiao, L. W., 2004. Lifting the mysterious veil of the tectonics of the Qinghai-Tibet Plateau by 1:250 000 geological mapping. *Geological Bulletin of China*, 23(1): 1—11 (in Chinese with English abstract).
- Sheng, J. Z., 1963. Permian fusulinids of Kwangsi, Kweichow and Szechuan. *Palaeontologica Sinica*, N. S. B., 10: 1—247 (in Chinese).
- Wang, C. S., Yi, H. S., Li, Y., et al., 2001. The geological evolution and prospective oil and gas assessment of the Qiangtang basin in northern Tibetan plateau. Geological Publishing House, Beijing, 1—249 (in Chinese).

- Wang G. P., Liu Q. Z., Jin, Y. G., et al., 1982. Brachiopoda. In: Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources ed., Palaeontological atlas of East China (2), Late Palaeozoic era. Geological Publishing House, Beijing, 186—256 (in Chinese).
- Wang J. H., 1978. Boundary and zonation of the Chihsia Formation and fossil in Nanjing. *Acta Stratigraphical Sinica*, 2(1): 67—73 (in Chinese).
- Wu, Q., Lin C. S., Wu Y. C., et al., 1986. Late Carboniferous and earliest Permian fusulinid faunas from Jingshe, Longyan district of Fujian and their stratigraphic significance. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 3(1): 31—36 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, W. M., Wang, H. D., Zhang, L. X., et al., 1986. Early Permian stratigraphy and faunas in southern Guizhou. The People's Publishing House of Guizhou, Guiyang, 1—364 (in Chinese).
- Yin, H. F., Wu, S. B., Du, Y. S., et al., 1999. South China defined as part of Tethay archipelagic ocean system. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 24(1): 1—12 (in Chinese with English abstract).
- Yin, J. X., Deng, W. M., Wen, S. X., et al., 1998. Pre-Jurassic structural evolution of the transitional continental blocks in Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau and its adjacent area. In: Zhai, Y. S., Kong, X. R., eds., Lithosphere structures, evolution and dynamics of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Guangdong Sciences & Technology Press Guangzhou, 217—332 (in Chinese).
- Zeng, X. L., Zhu, W. Y., He, X. Y., et al., 1996. Permian Carboniferous biostratigraphy and sedimentary environment of West Qinling. Geological Publishing House, Beijing, 1—334 (in Chinese).
- Zhang, L. X., 1983. On swine limestone. *Journal of Stratigraphy*, 7(3): 184—190 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. F., 1991. Tethyan ocean of Hohxil and Baryan Har and their adjacent region. *Qinghai Geology*, (1): 1—10 (in Chinese).
- Zhao, J. M., 1984. Permian coral from East Tibet, West Sichuan and North Yunnan. In: Regional Geology Survey Team of Bureau of Geology of Sichuan Province, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica ed., Stratigraphy and palaeontology in West Sichuan and East Tibet (4). Sichuan People Publishing House, Chengdu, 163—202 (in Chinese).
- Zhao, Z. Z., Li, Y. T., Ye, H. F., et al., 2001. The tectonic characteristics of the Qinghai-Tibet plateau and basin evolution. Science Press, Beijing, 102—106 (in Chinese).
- Zhou, Z. R., 1982. Earliest Permian *Schwageria cushmani* fusulinid fauna from southeastern Hunan. *Acta Palaeontologica Sinica*, 21(2): 225—251 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, Z. L., Zhang, L. X., 1994. On the Chihsian succession in South China. *Palaeoworld* 4: 114—137.

### 附中文参考文献

- 陈奋宁, 张克信, 寇晓虎, 等. 2007. 甘肃夏河—青海同仁一带二叠系大关山组有孔虫动物群. 地球科学——中国地质大学学报, 32(5): 691—702.
- 段其发, 杨振强, 王建雄, 等. 2006. 青藏高原北羌塘盆地东部二叠纪高 Ti 玄武岩的地球化学特征. 地质通报, 25(1—2): 156—162.
- 冯少南, 许寿永, 林甲兴, 等. 1984. 长江三峡地区生物地层学(3)晚古生代分册. 北京: 地质出版社, 63—109.
- 金玉环, 王向东, 尚庆华, 等. 1999. 中国二叠纪年代地层划分和对比. 地质学报, 73(2): 97—108.
- 寇晓虎, 张克信, 林启祥, 等. 2007. 秦祁昆接合部二叠纪沉积建造时空分布. 地球科学——中国地质大学学报, 32(5): 681—690.
- 刘广才, 1993. 唐古拉山中段开心岭群乌丽群的时代定义问题. 青海地质, 2(1): 1—9.
- 刘广才, 田琪. 1993. 青海唐古拉山中段地区二叠纪地层新资料. 中国区域地质, (2): 113—120.
- 马丽艳, 牛志军, 白云山, 等. 2007. 青海南部二叠纪火山岩 Sr, Nd, Pb 同位素特征及地质意义. 地球科学——中国地质大学学报, 32(1): 22—28.
- 牛志军, 段其发, 王建雄, 等. 2006a. 青海南部治多—杂多一带二叠纪尔笛考组. 地层学杂志, 30(2): 109—115.
- 牛志军, 段其发, 王建雄, 等. 2006b. 青海省南部治多—杂多地区二叠系阳新统上部层位的发现及尔日扎仁组和索加组的建立. 地质通报, 25(1—2): 176—182.
- 牛志军, 马丽艳, 曾波夫. 2003. 长江源各拉丹冬地区晚二叠世乌丽群的腕足类生物组合. 地球学报, 24(4): 343—348.
- 牛志军, 徐安武, 王建雄, 等. 2008. 青海南部二叠纪罗甸期火山岛沉积相模式及对瓣类动物群分布的制约. 中国科学(D辑), 38(2): 145—156.
- 牛志军, 姚华舟, 曾波夫, 等. 2004. 长江源各拉丹冬地区晚二叠世乌丽群的瓣类生物组合. 地层学杂志, 28(3): 270—275, 280.
- 青海省地层表编写小组. 1980. 西北地区区域地层表—青海省分册. 北京: 地质出版社, 222—242.
- 青海省地质矿产局. 1991. 青海省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1—121.
- 青海省地质矿产局. 1997. 青海省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 220—239.
- 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 1999. 从全球看中国大地构造—

- 中国及邻区大地构造图简要说明. 北京: 地质出版社, 1—50.
- 任纪舜, 肖黎薇, 2004. 1:25 万地质填图进一步揭开了青藏高原大地构造的神秘面纱. 地质通报, 23(1): 1—11.
- 盛金章, 1963. 广西、贵州及四川二叠纪的蕨类. 中国古生物志, 新乙种, 第 10 号, 1—247.
- 王成善, 伊海生, 李勇, 等, 2001. 西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价. 北京: 地质出版社, 1—249.
- 王国平, 刘清昭, 金玉环, 等, 1982. 腕足动物门. 见: 地质部南京地质矿产研究所编, 华东地区古生物图册(二)晚古生代分册. 北京: 地质出版社, 186—256.
- 王建华, 1978. 南京地区栖霞组的界线和化石分带. 地层学杂志, 2(1): 67—73.
- 吴歧, 林楚生, 伍永昌, 等, 1986. 福建省龙岩经畚晚石炭世及早二叠世早期的蕨类动物群及其地层意义. 微体古生物学报, 3(1): 31—36.
- 肖伟民, 王洪第, 张遴信, 等, 1986. 贵州南部早二叠世地层及其生物群. 贵阳: 贵州人民出版社, 1—364.
- 殷鸿福, 吴顺宝, 杜远生, 等, 1999. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分. 地球科学——中国地质大学学报, 24(1): 1—12.
- 尹集祥, 邓万明, 文世宣, 等, 1998. 青藏高原及邻区中间过渡陆块前侏罗纪构造演化. 见: 翟裕生, 孔祥儒. 青藏高原岩石圈结构演化和动力学. 广州: 广东科学技术出版社, 217—332.
- 曾学鲁, 朱伟元, 何心一, 等, 1996. 西秦岭石炭纪、二叠纪生物地层及沉积环境. 北京: 地质出版社, 1—334.
- 张遴信, 1983. 论臭灰岩(Swine Limestone). 地层学杂志, 7(3): 184—190.
- 张以菲, 1991. 可可西里—巴颜喀拉及邻区特提斯海的特征. 青海地质, (1): 1—10.
- 赵嘉明, 1984. 藏东、川西及滇北二叠纪四射珊瑚. 见: 四川省地质局区域地质调查队, 中国科学院南京地质古生物研究所编, 川西藏东地区地层与古生物(四). 成都: 四川人民出版社, 163—202.
- 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等, 2001. 青藏高原大地构造特征及盆地演化. 北京: 科学出版社, 102—106.
- 周祖仁, 1982. 湘东南早二叠世栖霞期早期的 *Schwageria cushmani* 蕨类群. 古生物学报, 21(2): 225—251.