

文章编号: 1000-0550(2006)04-0511-10

# 青海省治多西北上三叠统巴塘群划分对比与环境分析<sup>①</sup>

赵小明<sup>1,2</sup> 牛志军<sup>1,2</sup> 姚华舟<sup>2</sup> 段其发<sup>2</sup> 汤朝阳<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学 武汉 430074; 2. 宜昌地质矿产研究所 湖北宜昌 443003)

**摘要** 青海南部晚三叠世巴塘群沿金沙江缝合带南侧呈带状分布,地质构造复杂,研究程度较低,地层序列的划分存在争议。在 1:250000 区域地质调查基础上,通过实测剖面的详细研究和区域对比,将治多西北巴塘群自下而上划分为下组、中组和上组。对研究区巴塘群的岩石组合、生物群面貌、地质时代进行了分析,并利用本次工作中新发现的具重力流沉积泥晶灰岩、具枕状构造玄武岩、具鲍马序列浊流沉积,结合火山岩岩石化学所反映的构造属性,初步探讨了研究区沉积环境和构造背景的演化,为青海南部巴塘群地层的研究提供了基础资料。

**关键词** 晚三叠世 巴塘群 浊流 青海

**第一作者简介** 赵小明 男 1970 年出生 在读硕士研究生 高级工程师 区域地质和基础地质研究

**中图分类号** P534.51 **文献标识码** A

## 1 地层研究概况

研究区位于东特提斯构造域之羌塘—三江构造区<sup>[1~3]</sup>。地层区划属于华南地层大区乌丽—杂多小区<sup>[4]</sup>,出露三叠纪、新近纪地层,第四系沿沟谷或山间洼地零星分布。

巴塘群由青海省区调队(1970)在 1:1000000 玉树幅(I-47)区域地质调查中建立<sup>②</sup>,同期完成的 1:1000000 温泉幅(I-46)区域地质调查报告将巴塘群划分为下部的碎屑岩组和上部的火山岩组,火山岩组再分为绿色安山岩段和碎屑岩段<sup>③</sup>,由此奠定了巴塘群三分的基础。青海省地层表编写小组认为巴塘群与结扎群的岩性变化不大、岩组相当和古生物相同,于是取消巴塘群,统归于结扎群<sup>[5]</sup>。青海省第二区调队认为在上部碎屑岩组之上还有一套碳酸盐岩,于是将巴塘群四分<sup>④</sup>。赵荣理将巴塘群划分为五个岩组<sup>[6]</sup>。饶荣标持三分观点,分别称之为下、中、上三个组<sup>[7]</sup>。青海省地质矿产局对巴塘群进行了系统研究,划分为三个组,即下组、中组和上组,并选用青海省治多县多彩乡多彩—罗江曲剖面作为巴塘群的选层型剖面<sup>[8]</sup>。杨遵仪等将巴塘群划分为五个组<sup>[9]</sup>。

研究区属于高寒缺氧地区,地质构造复杂,研究程度低,巴塘群的划分存在三分、四分、五分等众多方

案,其具体的段及地质年代也各有不同。本文在 1:250000 区域地质调查基础上,通过实测剖面的详细研究和区域对比,将研究区巴塘群地层划分为下组、中组(包括下、中、上三个段)、上组,同时对研究区巴塘群的岩石组合、生物群面貌、地质时代进行了分析,并利用本次工作中新发现的具重力流沉积泥晶灰岩、具枕状构造玄武岩、具鲍马序列浊流沉积,结合火山岩岩石化学所反映的构造属性初步探讨了研究区沉积环境的演化,为青海南部巴塘群地层研究提供了基础资料,提高了其研究程度。

## 2 剖面描述

本次工作中,新测制了两条三叠纪巴塘群剖面,现将其列述如下。

### 2.1 青海省治多县采吾曲剖面

剖面位于研究区南部采吾曲(图 1),露头较好,层序清楚。起点坐标为 N33°59'27", E94°48'18", H 4 725 m,终点坐标为 N34°01'04", E94°47'55", H 4 720 m,全长 3 320 m。

通天河蛇绿混杂岩下岩组(CPTt<sup>+</sup>) 灰色厚层状变质细粒岩屑石英砂岩与灰黑色薄层状炭质板岩互层

断层

① 中国地质调查局基础地质调查项目 1:250000 万曲麻莱县幅区调(批准号:20031300006)和国家自然科学基金(批准号:40372004)共同资助。

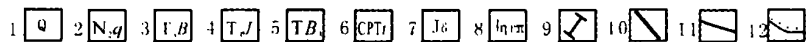
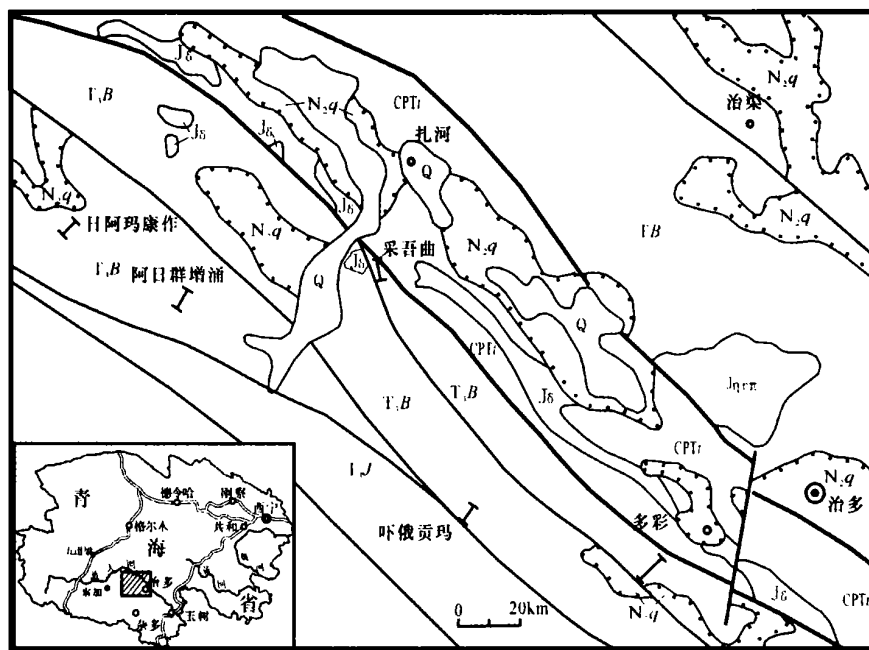
② 青海省区调队. 1:1000000 万玉树幅(I-47)区域地质调查报告. 1970

③ 青海省区调队. 1:1000000 万温泉幅(I-46)区域地质调查报告. 1970

④ 青海省第二区调队. 1:200000 万治多县幅(I-46-24)区域地质调查报告(地质部分). 1981

⑤ 青海省区调综合地质大队. 1:200000 万扎河幅(I-46-17)、曲麻莱县幅(I-46-18)区域地质调查报告(地质部分). 1993

收稿日期:2005-10-08;收修改稿日期:2005-12-19



1. 第四系 2. 曲果组 3. 巴塘群 4. 结扎群 5. 巴颜喀拉山群 6. 通天河蛇绿混杂岩带  
7. 闪长岩 8. 二长花岗岩 9. 剖面位置 10. 缝合带边界断层 11. 断层 12. 不整合界线

图 1 剖面位置分布图

Fig. 1 Locations of section

三叠纪巴塘群 (T <sub>3</sub> B)	厚 >2087.96m
上组 (T <sub>3</sub> B <sub>3</sub> )	厚 >84.25m
28. 青灰色中厚层状细粒石英砂岩, 未见顶	>59.82m
27. 灰色中厚层状细粒岩屑砂岩夹灰黑色薄层状炭质粉砂岩, 砂岩中底层面多含砾, 正粒层序层理、包卷层理、平行层理发育, 粉砂岩中沙纹层理、水平层理发育, 该层具鲍玛序列	14.67m
26. 灰色厚层状细粒岩屑砂岩与灰黑色薄层状粉砂岩、灰绿色中层状(沉)凝灰岩互层, 见硅质岩条带	9.76m
整合	
中组 (T <sub>3</sub> B <sub>2</sub> )	厚 >1459.65m
上段 (T <sub>3</sub> B <sub>2</sub> <sup>a</sup> )	厚 >509.46m
25. 深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩, 上部为浅灰色块状亮晶生物屑砂屑灰岩, 夹灰绿色薄层状安山质凝灰岩, 水平层理发育	94.06m
24. 浅灰色厚层状细晶白云岩, 见零星铸模孔构造	74.32m
23. 深灰色中厚层状泥晶灰岩	>17.25m
22. 深灰色厚层状亮晶生物屑砾屑灰岩	>150.48m
21. 灰色中层状含燧石条带含生物屑灰岩, 水平层理、沙纹层理发育	123.35m
中段 (T <sub>3</sub> B <sub>2</sub> <sup>b</sup> )	厚 732.86m
20. 灰色块状蚀变玄武质沉凝灰岩	64.33m
19. 灰色中层状生物屑泥晶灰岩, 常见燧石条带	101.35m
18. 灰色块状水云母粘土岩	41.71m

17. 灰-灰绿色块状玄武岩夹中酸性晶屑玻屑凝灰岩, 玄武岩中零星见气孔构造	174.08m
16. 灰绿色块状玄武岩, 下部枕状构造发育, 少见气孔和杏仁状构造	100.56m
15. 灰绿色枕状玄武岩夹碳酸盐化安山质火山角砾晶屑凝灰岩	61.50m
14. 灰色块状碳酸盐化安山岩, 气孔状、杏仁状构造极发育	60.94m
13. 灰、灰绿色块状中酸性凝灰岩	18.79m
12. 灰色块状玄武岩, 杏仁状构造发育	79.60m
11. 灰绿色厚层状含凝灰质灰岩角砾岩	29.98m
下段 (T <sub>3</sub> B <sub>2</sub> <sup>b</sup> )	厚 217.33m
10. 灰色厚层状砾屑含生物屑泥晶灰岩夹泥晶灰岩	103.09m
9. 深灰色厚层状细晶灰岩夹细晶白云岩, 见零星生物屑	114.24m
整合	
下组 (T <sub>3</sub> B <sub>1</sub> )	厚 >544.06m
8. 紫红色薄层状粉砂岩、粉砂质泥岩夹暗红色厚层状细粒岩屑砂岩	89.51m
7. 暗红-灰绿色厚层-块状钙质中粒长石石英砂岩夹暗红色泥岩	86.05m
6. 暗红色中厚层状钙质粉砂质水云母粘土岩夹暗红色、灰绿色厚层状细粒岩屑砂岩	63.61m
5. 灰绿色厚层状含砾细-中粒长石石英杂砂岩夹暗红色厚层	

状含砾铁质泥质粉砂岩	101.07m
4.暗红色块状细一中粒长石石英砂岩,底部含紫红色粉砂质水云母粘土岩砾石,砾石长轴方向多平行于层面,中部层位夹少量灰绿色厚层状细粒长石石英杂砂岩	34.96m
3.暗红色薄层状含粉砂水云母粘土岩,偶夹暗红色中层状细粒岩屑砂岩	28.01m
2.暗红色夹灰绿色厚层状钙质细粒长石石英砂岩夹粉砂质泥岩、蚀变玄武岩,底层面多含砾石	12.43m
1.红色薄层状粉砂质泥岩夹灰绿色、暗红色中层状钙质细中粒长石石英砂岩、弱绿泥石化、碳酸盐化玄武岩,未见底	>64.65m

## 2.2 青海省治多县阿日群增涌剖面

剖面位于研究区西部,邻近治多县至索加乡的简易公路,地层出露较好,但未见顶底,起点坐标为  $N34^{\circ}05'32''$ ,  $E94^{\circ}30'43''$ ,  $H 4 747 m$ , 终点坐标为  $N34^{\circ}06'47''$ ,  $E94^{\circ}32'29''$ ,  $H 4 885 m$ , 全长  $3 600 m$ 。该剖面最早为青海省区调综合地质大队(1993)测制,本次重新测制,并对地层单位重新划分。

三叠纪巴塘群( $T_3B$ )	厚 >2053.43m
中组( $T_3B_2$ )	厚 >1333.83m
上段( $T_3B_2^a$ )	厚 >200.00m
19.浅灰一灰白色块状泥亮晶生物屑砂屑灰岩,未见顶	>200.00m
中段( $T_3B_2^b$ )	厚 728.68m
18.灰一灰绿色中厚层状凝灰岩	113.58m
17.深灰色厚层状含燧石结核微晶化泥晶灰岩	108.72m
16.灰一灰绿色块状一中厚层状中酸性凝灰岩下部夹中酸性晶屑凝灰岩	337.33m
15.灰绿色中层状中酸性晶屑凝灰岩	169.05m
下段( $T_3B_2^c$ )	厚 395.15m
14.深灰色厚层状砾屑砂屑灰岩与灰色中层状泥晶灰岩不等厚互层,局部见灰色薄层状含泥质泥晶灰岩,产珊瑚	76.11m
13.深灰色块状含生物屑砾屑泥晶灰岩	44.69m
12.灰色薄层状泥岩夹深灰色中层状泥晶灰岩及少量的细粒岩屑砂岩	78.85m
11.灰色中层状微晶化泥晶砂屑灰岩,泥晶灰岩、泥晶粉屑灰岩	195.50m
整合	
下组( $T_3B_1$ )	厚 >729.60m
10.灰绿色暗红色中厚层状含水云母细粒长石石英杂砂岩,平行层理发育	114.31m
9.暗红色厚层状细粒岩屑砂岩,间夹少量暗红色中层状弱细晶白云石化含水云母岩屑石英粉砂岩	106.48m
8.青灰色中厚层状含绿泥石含水云母细粒长石石英杂砂岩,夹粉砂岩	123.98m
7.紫红色中层状粉砂岩夹细粒岩屑砂岩	51.81m

6.紫红色厚层状含钙质中细粒长石石英砂岩	24.37m
5.紫红色厚层状含砾粗粒石英砂岩夹砾岩	22.70m
4.紫灰一灰色厚层状含水云母石英岩质复成分中砾岩	61.99m
3.紫红色厚层状含水云母中粒长石石英杂砂岩、紫红色中厚层状细粒岩屑砂岩、紫红色中层状粉砂岩不等厚互层	136.58m
2.紫灰色厚层状中粒长石石英砂岩夹粉砂岩,砂岩中板状斜层理发育	30.05m
1.紫红色薄层状泥岩夹含赤铁矿含水云母不等粒岩屑杂砂岩,未见底	>57.35m

## 3 巴塘群岩石组合与沉积相

根据实测剖面及野外路线调查,本文将研究区巴塘群自下而上划分为下、中、上三个岩性组,中组进一步划分为三个岩性段,其具体的岩石组合如下:

下组( $T_3B_1$ ): >729.60m

以上覆中组灰岩的出现为顶界划分标志。岩性组合为灰绿色、暗红色中厚层状中细粒长石石英砂岩、紫红色中厚层状细粒岩屑砂岩,间夹少量暗红色中层状弱细晶白云石化岩屑石英粉砂岩,局部地区在下部层位夹紫红色厚层状含砾粗粒石英砂岩、含水云母石英岩质复成分中砾岩,在采吾曲等地下部夹少量弱绿泥石化弱方解石化玄武岩。砂岩底部含紫红色粉砂质水云母粘土质砾石,长轴方向多平行于层面,颗粒分选性较差,矿物成熟度低,板状斜层理、平行层理发育;粉砂岩中沙纹层理发育;玄武岩为斑状结构,基质为间粒间隙结构,杏仁状构造,斑晶为拉长石、假象辉石,基质为拉长石、绿帘石、绿泥石、方解石等,杏仁充填物为沸石、方解石和绿泥石。

岩石组合显示该组为滨浅海相沉积。

中组( $T_3B_2$ ): 厚 >1634.61m

以灰岩出现与消失作为底、顶界的划分标志,中部以火山岩和火山凝灰岩为主,与下组呈整合接触,据岩性组合特征可分为三段:

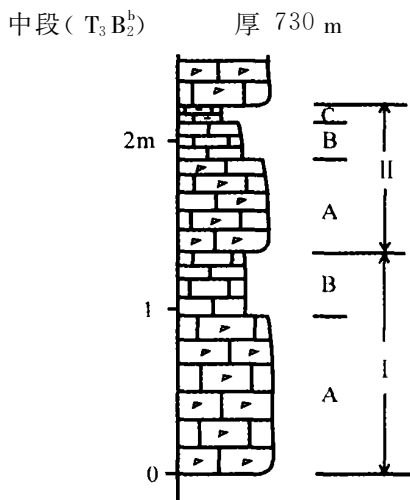
下段( $T_3B_2^a$ ) 厚 217.33~395.15m

该段以灰岩的出现与消失为底、顶界的划分标志,岩性为灰色厚层状砾屑砂屑灰岩、含生物屑泥晶灰岩、泥晶灰岩夹细晶白云岩,生物屑为腹足屑、双壳屑、棘皮屑、有孔虫、介形屑等,呈棱角状一次棱角状一长条状,中部夹少量灰色薄层状泥岩、细粒岩屑砂岩等。产腕足、珊瑚、海百合等<sup>①</sup>。

岩石组合显示该段为开阔台地一阶地边缘斜坡

① 青海省区调综合地质大队. 1:200000扎河幅(I-46-17),曲麻莱县幅(I-46-17)区域地质调查报告(地质部分). 1993, 30~35

相沉积。本次阿日群增涌剖面上新发现了一套具重力流沉积特征的岩性组合: A 深灰色厚层状砾屑灰岩—B 深灰色中层状泥晶灰岩—C 灰色薄层状含泥质泥晶灰岩,有的层序上缺失含泥质泥晶灰岩层(图 2),该套组合进一步应证了该段属台地边缘斜坡相沉积。



A 碎屑灰岩 B 泥晶灰岩 C 含泥质泥晶灰岩

图 2 重力流沉积相组合

Fig 2 The facies associations of gravity-current deposits

该段以火山岩或火山碎屑岩的出现与消失为底、顶界的划分标志。岩性组合为灰色、灰绿色块状玄武岩夹凝灰岩、碳酸盐化安山岩、玄武质火山角砾岩,玄武岩斑晶为中长石、普通辉石和少量橄榄石,基质为拉长石、单斜辉石、绿泥石、帘石等,斑状结构,枕状构造、气孔和杏仁状构造发育,基质间粒结构,凝灰岩成分复杂,计有中酸性晶屑玻屑凝灰岩、蚀变玄武质凝灰岩、碳酸盐化安山质火山角砾晶屑凝灰岩等,在上部夹少量灰色块状水云母粘土岩、灰色中层状生物屑泥晶灰岩等。

在阿日群增涌等地以火山碎屑岩为主,岩性组合为灰—灰绿色中厚层状中酸性(沉)凝灰岩夹少量深灰色厚层状含燧石结核微晶化泥晶灰岩,晶屑成分为石英、钾长石、奥—钠长石,胶结物为微粒—隐晶质长英质矿物、绿帘石及绿泥石等,另见少量玻屑,成分为钠—奥长石等。

岩石组合显示该段为火山岛相沉积。

上段( $T_3B_2$ ) 厚 >509.46 m

该段以灰岩的出现与消失为底、顶界的划分标志。下部为深灰色中厚层状泥晶灰岩、深灰色厚层状亮晶生物屑砾屑灰岩、灰色中层状含燧石条带含生物屑泥晶灰岩、浅灰色块状亮晶生物屑砂屑灰岩等夹少

量细晶白云岩和岩溶角砾岩;上部为灰色中厚层状亮晶含生物屑砂屑灰岩,层间夹灰绿色薄层状安山质沉玻屑凝灰岩等。该段中生物化石丰富,产腕足、珊瑚、双壳、腹足、菊石、海百合等<sup>①</sup>。

岩石组合显示该段为火山岛边缘浅滩相和火山岛间局限台地相沉积。

上组( $T_3B_3$ ): 厚 >84.25m

以碎屑岩的出现作为底界划分标志,未见顶,见于治多县采吾曲、吓俄贡玛、多彩等地,岩性为青灰色中厚层状细粒石英砂岩、灰色中厚层状细粒岩屑砂岩夹灰黑色薄层状炭质粉砂岩,砂岩发育粒序层理、平行层理、包卷层理、沙纹层理等,发育鲍玛序列,与下伏中组呈整合接触。

鲍玛序列为本次剖面测制过程中新识别出的沉积构造组合,与理想的鲍玛序列相比,研究区内鲍玛构造序列总体上分两类:其一由 a、b、c、d 段组成,缺失 e 段;其二由 b、c、d 段组成,缺失 a、e 段(图 3)。总体上显示该组为岛前深水斜坡相沉积。

## 4 生物群及地质时代

巴塘群的生物化石主要产于中组下段及中组上段灰岩中,在下组目前尚未见化石。以腕足类、珊瑚和双壳类为主,其它较为稀少,主要特征如下:

(1) 腕足类 *Rhaetinopsis pentagonalis*—*Yidunella pentagona*—*Oxycolpella robinsoni* 组合

据 1:200000 扎河幅区域地质调查资料,主要分子有: *Rhaetinopsis pentagonalis* Ching Sun et Ye *R. zadoensis* Ching Sun et Ye *Arcosarina pentagona* Ching Sun et Ye *Rhaetina elliptica* Dagys *Oxycolpella robinsoni* Dagys *O. elongata* Ching et Fang “O.” *zhidoensis* Sun Ching et Ye *Koninckina gigantea* Sun Ching et Ye *Amphiclina* cf. *ungulina* Bitner Asp.?, *Sacothyris* sp., *Yidunella pentagona* Ching Sun et Ye 等。计有 5 科 8 属 12 种(含未定种、相似种),生物群分异度高,属种丰富,既有地方性属种,又有世界广布性分子,尤其是多见特提斯区属种,可见该生物组合应属于特提斯生物区系。

*Sacothyris* 属, *Yidunella* 属为我国青、藏、川、滇一带上三叠统最常见属。 *Y. pentagona* Ching Sun et

① 青海省区调综合地质大队. 1:200000 扎河幅(I-46-17)、曲麻莱县幅(I-46-18)区域地质调查报告(地质部分). 1993, 30~35

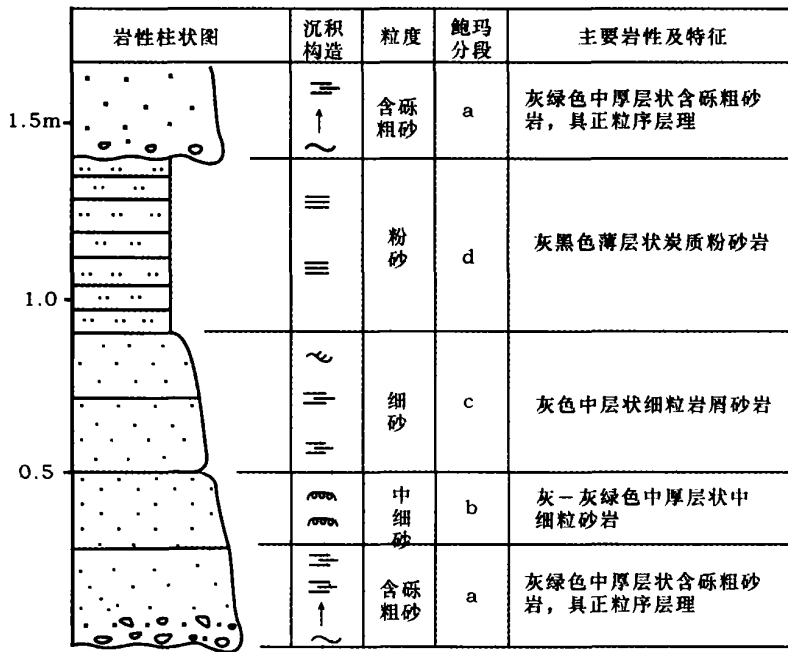


图 3 浊积岩系中的鲍马序列

Fig 3 The Bouma sequence of turbidite series

Ye首见于青海杂多县俄涌曲上游倒查纳赛、治多县扎河以南的上三叠统结扎群,在四川巴塘县拉纳山的上三叠统中部诺利期拉纳山组也有见及<sup>[10]</sup>。R. pentagonalis Ching Sun et Ye首见于青海杂多县着晓乡班尔涌达日陇巴上三叠统结扎群<sup>[10]</sup>。Oxycolpella属见于亚洲、欧洲晚三叠世地层, O. robinsoni Dagens在青海见于上三叠统结扎群,也见于西北高加索的诺利阶, O. elongata Ching et Fang O. zhidoensis Sun Ching et Ye在青海见于上三叠统结扎群<sup>[10]</sup>。Koninckina为世界性广泛分布的分子,在青海见于结扎群中。K. gigantea Sun Ching et Ye首现于青海玉树县那龙多东崇寺、西藏江达县玛曲郭伦多以东的上三叠统。Amphiclina属广泛见于亚洲、欧洲等地中至晚三叠世, A. cf. unguina Bittner在青海产于杂多县俄涌曲复马窝上三叠统结扎群。Acosarina属产于我国青海、西藏晚三叠世诺利期地层中, A. pentagona Ching Sun et Ye首现于西藏江达县字呷区上三叠统。

总体来看,研究区巴塘群腕足类生物组合以晚三叠世诺利期分子相对较多,与南部的结扎群地层中有诸多共同分子,表明二者地质时代相近。

(2) 双壳类 与腕足类相比,属种相对较少,计有: Pteria angusta (Saurin), Chlamys cf. desiderii (Bittner), Neomegalodon (Neomegalodon) boeckhi

maerquensis Chen et Zhang N. (N.) cf. damesi (Homes), Unionites griesbachi (Bittner) 等。P. angusta (Saurin), C. cf. desiderii (Bittner), N. (N.) boeckhi maerquensis Chen et Zhang N. (N.) cf. damesi (Homes) 在青海见于上三叠统结扎群。U. griesbachi (Bittner) 产于治多县治渠乡上三叠统巴颜喀拉山群。我们在工作中采获 Halobia。总体来看,研究区的几个分子均见于上三叠统结扎群,反映了二者地质时代应大体相当。

(3) 珊瑚 见 3 个种,分别为 Montlivaltia norica French Thecosmilia sinensis Liao et Li Pinacophyllum cf. parallelum French 等; P. cf. parallelum French T. sinensis Liao et Li M. norica French 在青海见于上三叠统结扎群地层中<sup>[11]</sup>。

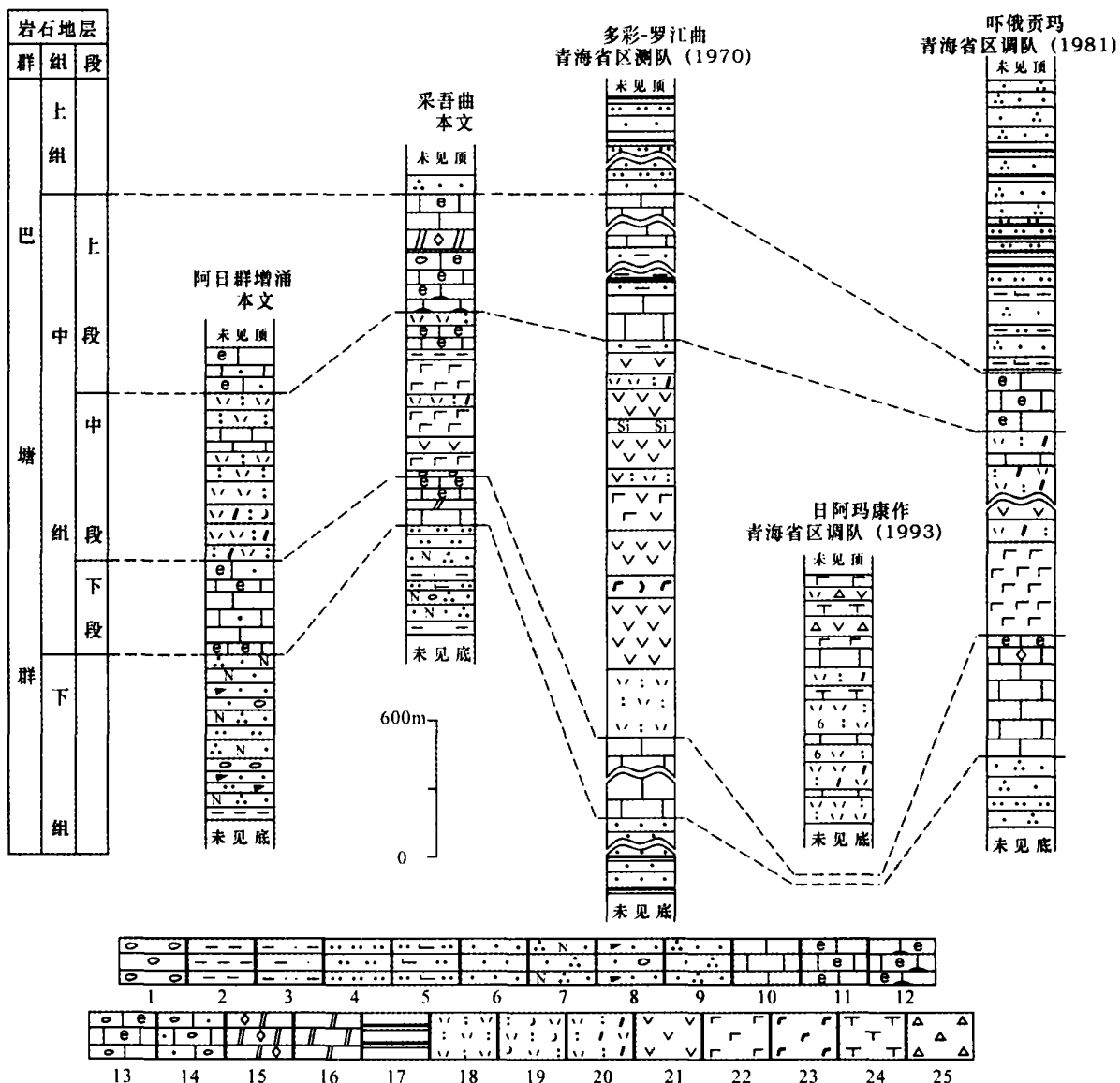
(4) 其它 另见有腹足类 Zygopleura (Allocosmia) cf. furricula (Assmann), Neritaria cf. involuta Koken N. sp.; 菊石: Paratibetites sp. 等(我们在上组中也采获菊石,无法鉴定)。菊石 Paratibetites 属西藏菊石科,该科主要见于特提斯区,尤其是喜马拉雅地区相当繁盛。一般认为,西藏菊石科虽然在卡尼期已经出现,但其高峰期主要在诺利期,至诺利晚期开始衰退。

### 5 区域对比

巴塘群沿金沙江缝合带南侧呈北西向带状分布，西起牙哥曲，经多彩、治多、当江、结隆至巴塘地区，再向南东延入藏东江达。巴塘群以北是出露宽达 50~200 km 的巴颜喀拉山群，其南则是分布广泛的结扎群，巴塘群呈狭长断块状分布在二者之间<sup>[12]</sup>（见图 1）。对于其地层序列划分存在较多争议，下面对研究区及邻区几条剖面进行对比（图 4）。

巴塘群下组（T<sub>3</sub>B<sub>1</sub>）见于阿日群增涌、采吾曲、吓俄

贡玛、多彩等地，各地都未见底，与南部结扎群呈断层接触，厚度变化较大，但岩性组合差别不大。巴塘群下组在研究区厚 >729.60 m，为灰绿色、暗红色厚层状中细粒长石英（杂）砂岩、细粒岩屑石英砂岩、粉砂岩及少量的水云母粘土岩、玄武岩等。在西侧日阿玛康作一带未见出露。在东南侧吓俄贡玛厚 >300 m，为灰色厚层状中细粒石英砂岩夹薄层粉砂岩。在选层型剖面上厚 >1 348.6 m，为灰色厚层状中粗粒砂岩、细粒砂岩夹黑色薄层状板岩。总体上表现出沉积中心位于研究区中北部，沉积体呈楔状展布的特征。



- 1. 砾岩 2. 泥岩 3. 粉砂质泥岩 4. 粉砂岩 5. 钙质粉砂岩 6. 细砂岩 7. 长石石英砂岩 8. 岩屑砂岩 9. 石英砂岩 10. 泥晶灰岩 11. 生物屑泥晶灰岩 12. 含燧石条带生物屑泥晶灰岩 13. 含生物屑砾屑泥晶灰岩 14. 含砾砂屑泥晶灰岩 15. 细晶白云岩 16. 白云岩 17. 板岩 18. 凝灰岩 19. 玻屑凝灰岩 20. 晶屑凝灰岩 21. 安山岩 22. 玄武岩 23. 集块岩 24. 粗安岩 25. 火山角砾岩

图 4 青海南部晚三叠世巴塘群地层对比图

Fig 4 The correlation of late Triassic Batang group in southern Qinghai

巴塘群中组( $T_3B_2$ )三个段岩性特征明显,区域对比性好。

研究区下段厚 217.33~395.15 m,总体上是以一套灰岩为主,而且出现具重力流沉积的砾屑灰岩,其间夹有岩屑砂岩、泥岩,在采吾曲还见有细晶白云岩。向阿日群增涌水体明显变深,以深灰色厚层状泥晶生物屑灰岩、泥晶砂屑灰岩为主,夹少量的泥岩、岩屑石英砂岩,灰岩中见重力流沉积。在西部曲柔尕卡一带,灰岩中硅化较为强烈,其中以燧石最为常见,且单层厚度明显变薄。在东部吓俄贡玛厚 529.97 m,为一套灰—灰白色厚层结晶灰岩、生物屑泥晶灰岩夹细粒长石石英砂岩,产双壳类。下段在层型剖面上厚 985.3 m,为灰色中厚层状灰岩,局部为竹叶状灰岩,产珊瑚、双壳类及腕足类等。总体上看,下段从西往东厚度明显增加,碳酸盐岩纯度提高,受陆源物质的干扰减少。

巴塘群下组和巴塘群中组下段在垂向构成向上变细的海侵序列,横向上地层厚度具有南薄北厚的特征,北部厚度最大,地层厚度空间变化显示为楔状沉积体,表明该沉积盆地为向北倾斜的不对称盆地,盆地的沉积中心位于盆地的中北部前渊带,属典型的周缘前陆盆地<sup>[13~18]</sup>。

中段以火山岩为主,在采吾曲厚 732.86 m,以玄武岩为主夹凝灰岩、碳酸盐化安山岩,玄武岩气孔状构造、杏仁状构造极发育,局部层位可见枕状构造,底部可见一层玄武质火山角砾岩,另见少量灰岩角砾,表现出爆发—溢流的韵律特征。在阿日群增涌该段厚 728.68 m,以凝灰岩为主,间夹少量灰岩,凝灰岩→灰岩交替显示了爆发—沉积—间歇的韵律特征。西部日阿玛康作该段厚度 >1 223.05 m,可再分为两段,下亚段以凝灰岩与灰岩的反复交替沉积为主,与阿日群增涌相似,反映了火山活动频繁的爆发—沉积—间歇特点,上亚段以火山集块岩、火山角砾岩、粗安岩、钾玄岩为主夹少量的灰岩,岩石类型较复杂,显示了爆发—间歇的韵律特征。在东部吓俄贡玛中段厚 978.51 m,为一套深灰—灰色枕状杏仁状玄武岩、灰绿色晶屑岩屑凝灰岩夹少量安山岩,显示了爆发—溢流的韵律特征。东部多彩中段厚达 1 719 m,火山岩岩石类型主要为火山集块岩、玄武岩、安山岩、凝灰岩夹少量硅质岩、灰岩,显示了爆发—溢流—沉积的韵律特征。总之,该时期火山喷发强烈,具有多中心、多期次特征。

上段以灰岩为主,各地岩性略有差异。在采吾曲

厚 >509.46 m,以生物屑灰岩为主,夹少量的白云岩、岩溶角砾岩,近顶部夹少量沉凝灰岩。在阿日群增涌厚 >200 m,以生物屑砂屑泥亮晶灰岩为主。在东部吓俄贡玛厚 412.17 m,为一套灰—灰白色中厚层状生物屑灰岩夹晶屑玻屑凝灰岩,产瓣腮类、头足类、腕足类。东部多彩厚 1 271 m,为灰色—灰白色泥晶灰岩与灰—灰黑色板岩、细砂岩互层,灰岩厚度大,产菊石和双壳类。该段横向上相对稳定,沉积厚度及岩石类型明显受火山活动形成的地貌影响。

巴塘群上组( $T_3B_3$ )在研究区内零星出露于阿日群增涌及采吾曲上游,厚 >84.25 m,主体岩性为青灰色中厚层状细粒石英砂岩、细粒岩屑砂岩、灰黑色薄层状粉砂岩、粉砂质板岩,发育特征的鲍玛序列。该组向西在吓俄贡玛厚 >1 265 m,主体岩性差异不大,仍以深灰色中厚层状细粒石英砂岩、深灰色薄层状粉砂质页岩、粉砂质板岩为主。上组在选层型剖面上厚 >761 m,为灰色、灰绿色(含凝灰质)细砂岩、粉砂岩、灰黑色泥质板岩。该段各地都不见顶,出露厚度变化较大,但岩石类型相对单一。

巴塘群中组中、上段和巴塘群上组在垂向上构成的碳酸盐岩夹火山岩—碳酸盐岩—碎屑岩建造,代表了陆缘火山弧沉积序列,反映了研究区为大地构造背景由周缘前陆盆地向陆缘火山弧转换<sup>[14,17]</sup>。

## 6 构造演化与沉积环境

中生代羌塘前陆盆地位于青藏高原巨型造山带内,夹于金沙江缝合带与澜沧江缝合带之间,由羌北盆地(对应于金沙江缝合带)、羌南盆地(对应于班公湖—怒江缝合带)和中央隆起带构成<sup>[14~15]</sup>,研究区位于北羌塘盆地的北部边缘,经历了较为复杂的构造演化历史。

巴塘群出露于北羌塘盆地的北缘,紧邻金沙江缝合带南缘分布,其沉积环境明显受金沙江缝合带裂解和闭合的制约<sup>[13~15,17]</sup>。根据区域不整合界面、蛇绿岩最小年龄、碰撞花岗岩年龄、构造层序、复理石年龄等,判定金沙江缝合带初始碰撞时间为 240~223 Ma,最终碰撞时间为 209~208 Ma<sup>[14]</sup>,与此相应,研究区巴塘群经历了以周缘前陆盆地、火山岛弧为特征的晚三叠世地史阶段,形成了碎屑岩—碳酸盐岩夹火山岩—碎屑岩的地层序列。

巴塘群下组沉积期即晚三叠世早期,随着金沙江洋盆向南俯冲消减<sup>[3,13~15]</sup>,在印冲板块羌塘陆块的北侧,引起前陆地区岩石圈挠曲变形,产生区域性沉

降<sup>[14, 16~21]</sup>, 研究区沉积了一套灰—紫红色厚层状复成分中砾岩、紫红色厚层状含砾粗粒石英砂岩、暗红色厚层状细粒长石石英砂岩、紫红色—灰绿色细粒岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩碎屑岩建造, 对应于阿日群增涌剖面的 1~10 层、采吾曲剖面的 1~8 层, 层型剖面的 1~4 层。岩石的成分成熟度和结构成熟度均较低, 砂岩中平行层理发育, 显示近源和快速沉积特点, 代表了炎热、干旱条件下的滨浅海相沉积, 应为金沙江洋初始消减阶段的产物。

巴塘群中组下段沉积期即晚三叠世中期, 随着俯冲作用的进一步发展, 前陆盆地水体加深, 沉积了一套灰色中厚层状泥晶灰岩、含生物屑泥晶灰岩、砾屑砂屑灰岩、夹少量细晶白云岩、细粒岩屑砂岩碳酸盐岩夹碎屑岩建造, 对应于阿日群增涌剖面的 11~14 层、采吾曲剖面的 9~10 层, 层型剖面的 5~7 层。该段下部厚层状泥晶灰岩、中厚层状泥晶砂屑灰岩组合, 代表了横向分布相对稳定的开阔碳酸盐台地相沉积; 上部碎屑灰岩—泥晶灰岩—含泥质泥晶灰岩构成的岩性组合显示典型的重力流沉积特征, 碎屑由生物屑、砾屑、砂屑组成砾屑砂屑呈次棱角—圆状, 生物屑主要为双壳屑、棘皮屑、介形屑、有孔虫、腕足屑等, 分选性差, 颗粒支撑, 泥亮晶充填, 生物群主要有双壳类、腕足类、珊瑚类等, 代表了碳酸盐台地斜坡相沉积。生物时代属于晚三叠世诺利期, 与金沙江缝合带主碰撞期同龄<sup>[14]</sup>。

巴塘群中组中段沉积期, 随着碰撞造山作用的加强, 在主应力集中区形成火山岛弧喷发, 此时北羌塘盆地由周缘前陆盆地转换成弧后前陆盆地, 而在新生的岛弧及岛弧周缘沉积了一套厚度巨大的以火山角砾岩、火山集块岩、钾玄岩、玄武岩、凝灰岩、粗安岩、安山岩为主夹少量硅质岩、灰岩的组合, 对应于阿日群增涌剖面的 15~18 层、采吾曲剖面的 11~20 层, 层型剖面的 8~18 层。火山岩岩石化学特征和稀土元素配分特征均显示其为岛弧火山岩性质。该时期火山喷发强烈, 具有多中心、多期次特征, 总体上呈链状排列。因而在岛弧两侧或岛弧之间出现岛弧火山喷发相、火山沉积相、岛前碳酸盐斜坡相、岛间碳酸盐洼地相环境。因此, 该段时期的沉积应为金沙江缝合带主碰撞期盆地性质发生转换时的产物。

巴塘群中组上段沉积期, 火山活动趋于平静, 研究区沉积了一套灰色中厚层状泥晶灰岩、含生物屑泥晶灰岩、含生物屑砂屑灰岩、灰—灰白色块状泥亮晶砂屑灰岩夹灰绿色薄层状凝灰岩、浅灰色厚层状细晶

白云岩, 对应于阿日群增涌剖面的 19 层、采吾曲剖面的 21~25 层, 层型剖面的 19~22 层。砂屑呈次棱角—半圆状, 生物屑为棘皮屑、双壳屑、介形屑、腹足屑、有孔虫等。生物群主要有双壳类、腕足类、珊瑚类、腹足类等, 代表了以火山岛缘碳酸盐台地为主, 夹少量岛间局限碳酸盐洼地的沉积环境。该段时期的沉积应为金沙江缝合带主碰撞期后相对平静时期的产物。

巴塘群上组沉积期即晚三叠世晚期, 前陆造山作用进一步加强, 盆地加深, 海侵进一步扩大, 研究区沉积了一套灰色中厚层状细粒石英砂岩、细粒岩屑砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩, 对应于采吾曲剖面的 26~28 层, 层型剖面的 23~24 层。砂岩中正粒序层理、包卷层理、平行层理发育, 粉砂岩中沙纹层理、水平层理发育, 该组在采吾曲剖面上见特征的鲍玛序列, 代表了岛前深水斜坡相沉积环境, 从区域资料看, 该组总体上为半深海—浅海相沉积, 应为金沙江缝合带最终碰撞闭合冲断抬升的产物。

晚三叠世末期, 强烈的印支运动使弧盆体系全面隆升, 并遭风化剥蚀, 从而结束了研究区晚三叠世的沉积演化历史。

## 7 结论

通过本次研究, 初步获得以下认识和结论:

(1) 青海南部治多西部巴塘群呈狭长带状分布于巴颜喀拉山群和结扎群之间, 虽各地岩性组合、地层厚度、沉积环境略有差异, 但区域上具有较好的对比性, 本文认为将其自下而上划分为下组碎屑岩、中组碳酸盐岩夹火山岩和上组碎屑岩较为合理;

(2) 巴塘群中组中采获腕足类、双壳类、腹足类、珊瑚及菊石等生物化石, 其生物组合以晚三叠世诺利期分子相对较多, 故巴塘群地质时代为晚三叠世卡尼期—诺利期。且与南部的结扎群地层存在诸多共同分子, 表明二者地质时代相近;

(3) 研究区夹于金沙江缝合带与澜沧江缝合带之间, 巴塘群紧邻金沙江缝合带南缘分布, 其沉积环境和盆地演化明显受金沙江洋俯冲、碰撞和闭合的制约, 研究区的构造演化与北侧的金沙江洋盆晚三叠世的关闭和嗣后的碰撞具有空间上和时间上的相关性, 是统一地球动力学过程的产物。随着金沙江洋的俯冲—削减—碰撞—闭合, 研究区经历了滨浅海相、开阔碳酸盐台地相、岛弧火山喷发相、火山沉积相、岛前碳酸盐斜坡相、岛间碳酸盐洼地相、岛间局限碳酸盐



洼地相、岛前深水斜坡相等沉积环境的演化。

致谢 本文是在高寒缺氧的青藏高原空白区 1:250000 区域地质调查和国家自然科学基金的基础上完成的,特此向共同参加野外工作的宜昌地质矿产研究所基础室全体同仁和后勤人员表示感谢。

### 参考文献 (References)

- 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分. 地质通报, 2002, 21(11): 701~707 [Pan Guitang Li Xingzhen Wang Liquan et al Preliminary division of tectonic units of the Qinghai-Tibet Plateau and its adjacent regions Geological Bulletin of China 2002, 21(11): 701~707]
- 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造—中国及邻区大地构造十图简要说明. 北京: 地质出版社, 1999. 1~50 [Ren Jishun Wang Zuoxun Chen Bingwei et al From Global to Look over the Chinese Geotectonic—An Outline of the Geotectonic Map of China and Neighbors Beijing Geological Publishing House 1999. 1~50]
- 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原大地构造特征及盆地演化. 北京: 科学出版社, 2001. 17~106 [Zhao Zhengzhang Li Yongtie Ye Hefei et al The Tectonic Characteristics of the Qinghai-Tibet Plateau and Basin Evolution Beijing Science Press 2001. 17~106]
- 赵政璋, 李永铁, 叶和飞. 青藏高原地层. 北京: 科学出版社, 2001. 79~260 [Zhao Zhengzhang Li Yongtie Ye Hefei et al Stratigraphy of Tibet Plateau Beijing Science Press 2001. 79~260]
- 青海省地层表编写小组. 西北地区区域地层表—青海省分册. 北京: 地质出版社, 1980. 213~242 [Qinghai Province Stratum Table Compilation Group Northwest Local Region Stratum Table—Qinghai Province Fascicule Beijing Geological Publishing House 1980. 213~242]
- 赵荣理. 青海玉树地区上三叠统巴塘群的新认识. 青藏高原地质文集. 北京: 地质出版社, 1982. 98~106 [Zhao Yongli The New Knows of Late Triassic Batang Group in Yushu Area Qinghai Province The Geology Anthology of Qinghai-Tibet Plateau Beijing Geological Publishing House 1982. 98~106]
- 饶荣标. 川西西康群研究的新进展. 地层学杂志, 1987, 11(1): 64~68 [Rao Rongbiao The new progress of Xikang group western Sichuan province Journal of Stratigraphy 1987, 11(1): 64~68]
- 青海省地质矿产局. 青海省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997. 240~252 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Qinghai Province Stratigraphy (Lithostratic) of Qinghai Province Wuhan: China University of Geosciences Press 1997. 240~252]
- 杨遵仪, 张舜新, 杨基端, 等. 中国地层典(三叠系). 北京: 地质出版社, 2000. 11~118 [Yang Zhunyi Zhang Shunxin, Yang Jiduan et al Stratigraphical Lexicon of China—the Triassic System Beijing Geological Publishing House 2000. 11~118]
- 金玉环, 叶松龄, 许汉奎, 等. 腕足类. 中国科学院南京地质古生物研究所, 青海地质科学研究所. 西北地区古生物图册, 青海分册(一). 北京: 地质出版社, 1979. 60~224 [Jing Yugang Ye Songling Xu Hankui et al Brachiopod Qinghai Institute of Geological Sciences and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology Northwest Local Palaeontology Atlas Qinghai Province Fascicule Beijing Geological Publishing House 1979. 60~224]
- 李璋荣, 廖卫华. 四射珊瑚亚纲. 中国科学院南京地质古生物研究所, 青海地质科学研究所. 西北地区古生物图册, 青海分册(二). 北京: 地质出版社, 1979. 16~38 [Li Zhangrong Liao Weihua Four Part Coral Nanjing Institute of Geology and Palaeontology and Qinghai Institute of Geological Sciences Northwest Local Palaeontology Atlas Qinghai Province Fascicule Beijing Geological Publishing House 1979. 16~38]
- 张以第. 可可西里—巴颜喀拉及邻区提提斯海的特征. 西藏地质, 1991, 2: 62~72 [Zhang Yidi Characteristics of Kekexili-Bayanhara and neighboring Tethys Tibet Geology 1991, 2: 62~72]
- 李勇, 王成善, 伊海生, 等. 青藏高原中侏罗世—早白垩世羌塘复合型前陆盆地充填模式. 沉积学报, 2001, 19(1): 20~27 [Li Yong Wang Chengshan Yi Haisheng et al Filling models of the Qiangtang composite foreland basin in Qinghai-Xizang plateau China Acta Sedimentologica Sinica 2001, 19(1): 20~27]
- 李勇, 王成善, 伊海生. 中生代羌塘前陆盆地充填序列及演化过程. 地层学杂志, 2002, 26(1): 62~67 [Li Yong Wang Chengshan Yi Haisheng Filled Sequence and evolution of the Mesozoic Qiangtang composite foreland basin in the Qinghai-Tibet Plateau Journal of Stratigraphy 2002, 26(1): 62~67]
- 李勇, 王成善, 伊海生. 西藏晚三叠世北羌塘前陆盆地构造层序及充填样式. 地质科学, 2002, 37(1): 27~37 [Li Yong Wang Chengshan Yi Haisheng Tectonic sequence and filling models of Late Triassic Northern Qiangtang Foreland Basin in Xizang China Geological Science 2002, 37(1): 27~37]
- Dickinson W R. Plate tectonic evolution of sedimentary basins. In: Plate tectonics and hydrocarbon accumulation. AAPG Short Course, 1976. 1~56
- 黄继钧. 羌塘盆地性质及构造演化. 地质力学学报, 2000, 6(4): 58~66 [Huang Jijun Nature of the Qiangtang Basin and its tectonic evolution Journal of Geomechanics 2000, 6(4): 58~66]
- 顾家裕, 张兴阳. 中国西部陆内前陆盆地沉积特征与层序格架. 沉积学报, 2005, 23(2): 187~193 [Gu Jiayu Zhang Xingyang Sedimentary characteristics and sequence framework of intracontinental foreland Basin in the Western China Acta Sedimentologica Sinica 2005, 23(2): 187~193]
- 李勇, 王成善, 曾允孚. 造山作用与沉积响应. 矿物岩石, 2000, 20(2): 49~56 [Li Yong Wang Chengshan Zeng Yunfu Orogeny and sedimentary response Journal of Mineralogy and Petrology 2000, 20(2): 49~56]
- 李勇, 王成善, 伊海生. 西藏金沙江缝合带西段晚三叠世碰撞作用与沉积响应. 沉积学报, 2003, 21(2): 191~197 [Li Yong Wang Chengshan Yi Haisheng The Late Triassic Collision and Sedimentary Responses at Western Segment of Jinshajiang Suture Tibet Acta Sedimentologica Sinica 2003, 21(2): 191~197]
- 刘增乾, 徐宪, 潘桂棠. 青藏高原大地构造与形成演化. 北京: 地质出版社, 1990. 1~174 [Liu Zengqian Xu Xian Pan Guitang et al Tectonics and Evolution of the Tibet Plateau Beijing Geological Publishing House 1990. 1~174]

Publishing House 1990. 1~174]

## Division Contrast and Environment Analysis of the Triassic Batang Group in Northwest Zhidou Area of Qinghai Province

ZHAO Xiaoming<sup>1,2</sup> NIU Zhi-jun<sup>1,2</sup> YAO Hua-zhou<sup>2</sup> DUAN Qi-fa<sup>2</sup> TANG Chao-yang

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074; 2. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang Hubei 443003)

**Abstract** The Late Triassic Batang group in south Qinghai are located in the south of Jinshajiang suture, the research degree is relatively lower with the complicated geological structures, and still there are disputes in the division of the strata sequences. Based on 1:250000 regional geology investigation, the Batang group in this article was subdivided into lower Formation, middle Formation and upper Formation in ascending order by the actual section survey and the region contrast. This article analyzed the lithologic combination, the biota appearance, the geological age of the Batang group. At the same time, using the gravity current micrite, the pillow shape basalt, the Bouma sequence turbidite and the structure setting of volcanic rock, discuss preliminary the developing process of the sedimentary environments and tectonic settings in research area, our works have provided the basic data for the research of Batang group.

**Key words** late Triassic Batang group turbidite Qinghai