

羌塘盆地中部晚三叠世地层特征

汤朝阳^{1,2)}, 姚华舟²⁾, 段其发²⁾, 赵小明²⁾

1) 中国地质科学院研究生院, 北京, 100037;

2) 中国地质调查局宜昌地质矿产研究所, 湖北宜昌, 443005

内容提要:羌塘盆地中部以土门格拉断裂带为界,其西南部出露晚三叠世土门格拉群,其东北部出露晚三叠世结扎群和鄂尔陇巴组,研究认为岩石基本特征大体一致,双壳类化石组合反映地质时代都为诺利期;岩石地球化学分析表明土门格拉群为古盐度较低、氧化、干热、弱碱性浅水环境,结扎群和鄂尔陇巴组为古盐度稍高、弱还原、温暖潮湿的较深水环境;旋回地层研究表明区内经历了一次完整的二级相对海平面变化旋回(由四个三级旋回组成),海水进退规程南北一致。区内古地理格局具有西高东低、南浅北深(水深)的特点,沉积自北东向南西超覆,层位逐渐抬高穿时;岩性、厚度、颜色和沉积相类型上的差异是统一沉积背景下沉积物相变、穿时的结果。前人以土门格拉断裂带为界,将土门格拉群和结扎群分置于两个地层大区(藏滇地层大区,华南地层大区)的认识值得商榷。

关键词:晚三叠世;沉积特征;地层对比;羌塘盆地;西藏

羌塘盆地中部—东北部三叠纪地层中早、中三叠世地层缺失,仅出露晚三叠世地层。由于气候环境恶劣,兼之地质构造复杂,地层工作难度大,因此工作程度总体比较低,地层序列的划分对比存在争议,一些关键地质问题更是长期悬而未决。

2000~2007年,笔者有幸参加了1:25万赤布张错幅、直根尕卡幅、曲麻莱幅区域地质调查,长江源区晚三叠世伟齿蛤化石的分类、演化及古生态(国家自然科学基金项目)和“中国西部三叠系关键地质问题集成研究”等项目,收集到大量第一手资料;以相关项目工作为基础,本文对研究区内的晚三叠世地层、双壳类生物群、沉积环境和沉积旋回等进行了研究,通过建立岩石地层格架,认为晚三叠世土门格拉群和结扎群甚至巴塘群具有较好的可比性,区内古地理格局具有西高东低、南浅北深(水深)的特点,沉积自北东向南西超覆,层位逐渐抬高穿时;岩性、厚度、颜色和沉积相类型上的差异是统一沉积背景下沉积物相变、穿时的结果。笔者衷心期望能为最终揭示中国西部三叠纪地质演化问题发挥一些作用。

1 区域地质背景及以往研究程度概况

在大地构造位置上,研究区主体位于羌塘盆地

北坳陷,其北是金沙江结合带和甘孜—理塘结合带,其南是前缘隆起(中央隆起)、怒江结合带(图1)。前人以土门格拉断裂带(实际上就是区域上龙木错—双湖—澜沧江结合带的一部分)为界,将其西南部的晚三叠世地层称土门格拉群(划归藏滇地层大区羌南—保山地层区的多玛地层分区),其东北部称结扎群和鄂尔陇巴组及巴塘群(划属华南地层大区羌北—昌都—思茅地层区,图1中A属赤布张错地层分区,B属雁石坪分区,C、D属唐古拉—昌都地层分区乌丽—杂多小区)。

土门格拉群创名于20世纪50年代,原指土门格拉断裂西南部的一套含煤地层;结扎群由青海区调队1970年创名,指分布于唐古拉山地区的一套滨海至浅海相沉积的碎屑岩和碳酸盐岩及碎屑岩组合,其岩石序列与藏东的甲丕拉组、波里拉组和巴贡组相当,故将三个岩组改称为这三个组名(青海地质矿产局,1997);鄂尔陇巴组由成都环境地质与资源开发研究所1994年创名,代表雀莫错组(侏罗纪)与巴贡组(三叠纪)之间的一套火山碎屑岩—沉积岩组合,是区内晚三叠世最高层位;巴塘群由青海省区调队1970建立,将巴塘群三分为下部的碎屑岩组、中部碳酸盐岩组和上部的火山岩组,青海省地层表

注:本文为国家自然科学基金(编号40372004)和中国地质调查局发展研究中心“中国西部三叠纪关键问题集成研究”(200413000028)的资助成果。

收稿日期:2007-07-02;改回日期:2007-10-26;责任编辑:章雨旭。

作者简介:汤朝阳,男,1969年生。高级工程师,硕士。主要从事区域地质调查与地层学研究。Email:achun168168@yahoo.com.cn。

编写小组认为巴塘群与结扎群差别不大,取消巴塘群,统归于结扎群(青海省地层表编写小组,1980)。

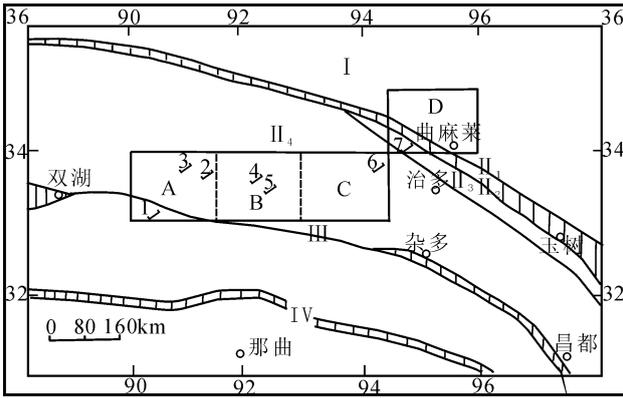


图1 羌塘盆地中部构造单元图及剖面位置图

Fig. 1 Map showing division of tectonic units and section location in the central Qiangtang basin

I—巴颜喀拉边缘前陆盆地; II₁—甘孜—理塘结合带; II₂—西乌金兰—金沙江结合带; II₃—巴塘群火山弧带; II₄—羌塘—昌都陆块; III—龙木错—双湖结合带; VI—班公湖—怒江结合带; 1—抱布德—麦多—江当扎纳土门格拉群剖面; 2—鄂尔托陇巴、波尔藏陇巴一带剖面; 3—雀莫错甲丕拉组剖面; 4—雁石坪贴陇剖面; 5—冬曲剖面; 6—玛日几真剖面; 7—采吾曲剖面; A—1:25万赤布张错幅; B—1:25万温泉兵站幅; C—1:25万直根尕卡幅; D—1:25万曲麻莱幅

I—Bayanhar peripheral foreland basin; II₁—Garze—Litang suture zone; II₂—Xiwujinlan—Jinsha River suture zone; II₃—volcanic island arc zone of the Batang Group; II₄—Qiangtang—Changdu plate; III—Longmu Co—Shuanghu suture zone; VI—Bangong Co—Nujiang River suture zone; 1—the section of Tumengela Group in the Baobude—Maiduo—Jiangdangzana; 2—the sections of the Eertuolongba—Boerzanglongba; 3—the section of the Jiapila Formation in the west of Qumo Co; 4—the section of the Tielong; 5—section of the Dongqu; 6—the section of the Jiapila Formation in the Marijizhen; 7—the section in the Caiwuqu; A—1:250000 of Chibuzhang Co; B—1:250000 of Wenquanbingzhan; C—1:250000 of Zhigengaka; D—1:250000 of Qumalai

2 岩石地层特征及区域对比

研究区外双湖地区晚三叠世土门格拉群由红水沟组(灰、青灰色含煤碎屑岩组合)、石门关组和江爱达日那组组成(朱同兴等,2005),区内土门格拉群(图1中剖面1),根据岩性组合特征自下而上分为两段,一段为碳酸盐岩组合(T_3t^1 ,未见底,相当于石门关组),二段为碎屑岩组合(T_3t^2 ,相当于江爱达日那组);晚三叠世结扎群自下而上划分为甲丕拉组(T_3j)、波里拉组(T_3b)和巴贡组(T_3bg),鄂尔陇巴组(T_3e)为区内晚三叠世最高层位;向东至治多一曲

麻莱一带出露晚三叠世巴塘群,自下而上为下组(T_3bt^1)、中组(T_3bt^2)和上组(T_3bt^3)(图1和图2,本文采用青海省地层表编写小组观点,统归于结扎群,岩性特征描述略)。

2.1 土门格拉群

一段(T_3t^1)岩性为灰色厚层状亮晶砂屑生物屑灰岩、泥晶含生物屑砂屑灰岩夹中层状泥晶灰岩,偶夹含生物屑砾砂屑灰岩,见暴露铸模孔、渗流砂、弱白云石化等暴露标志。该段与昌都地区的波里拉组大体一致,但昌都一带偶夹少许钙质泥岩、厚层状白云岩。

二段(T_3t^2)下部为黄灰色中厚层状岩屑细砂岩夹薄层状粉砂质泥岩;中部以深灰色薄层状粉砂质泥岩、泥岩为主,泥岩质纯,风化后呈萝卜丝状,水平层理发育,偶夹灰色薄—中层状岩屑细砂岩、粉砂岩,泥岩中水平层理发育,砂岩中见沙纹层理、板状斜层理;上部为灰色中厚层状岩屑细砂岩夹少量粉砂质、炭质泥岩和粉砂岩;顶部为暗红色薄层状粉砂质泥岩夹中层状岩屑细砂岩,泥岩中水平层理发育,砂岩中沙纹层理、板状斜层理发育,与上覆中侏罗世雀莫错组呈角度不整合接触。区内该组上部未见煤层,但研究区以南见煤线或煤层。该段中双壳类 *Cardium* (*Tulongcardium*) *martini*—*Trigonia* (*Kumatrigonia*) *huhxilensis* 组合繁盛,通过区域对比,本组合代表诺利中晚期(饶荣标等,1987;沙金庚,1990)。

岩石化学分析(表1)显示氧化物含量 SiO_2 变化值 62.06%~77.24%,均值 72.98%, TiO_2 变化值 0.11%~1.04%,均值 0.43%, Al_2O_3 变化值 7.56%~13.70%,均值 10.48%, FeO/Fe_2O_3 均值 0.74,表明稳定组分 Si、Ti 低,不稳定组分高,显示近物源区的特点(Bhatia,1983)。

Sr/Ba 值具有指示海陆环境的重要意义,与距海岸线远近相关,同时也是蒸发作用的强弱指标; Sr/Cu 是气候指数(邓宏文等,1993),可为古生物的生态提供判别依据。普通微量元素分析显示 Sr/Cu 均值 5.18,表明为干热气候; Sr/Ba 均值 0.3,表明为近岸环境。

2.2 结扎群

2.2.1 甲丕拉组(T_3j)

该组在赤布张错幅波尔藏陇巴、雀莫错和直根尕卡幅玛日几真出露(图1中2、3和6剖面),大体一致,均与下伏晚二叠世地层呈角度不整合接触。根据岩性组合特征可以三分为:下段底部为灰色块

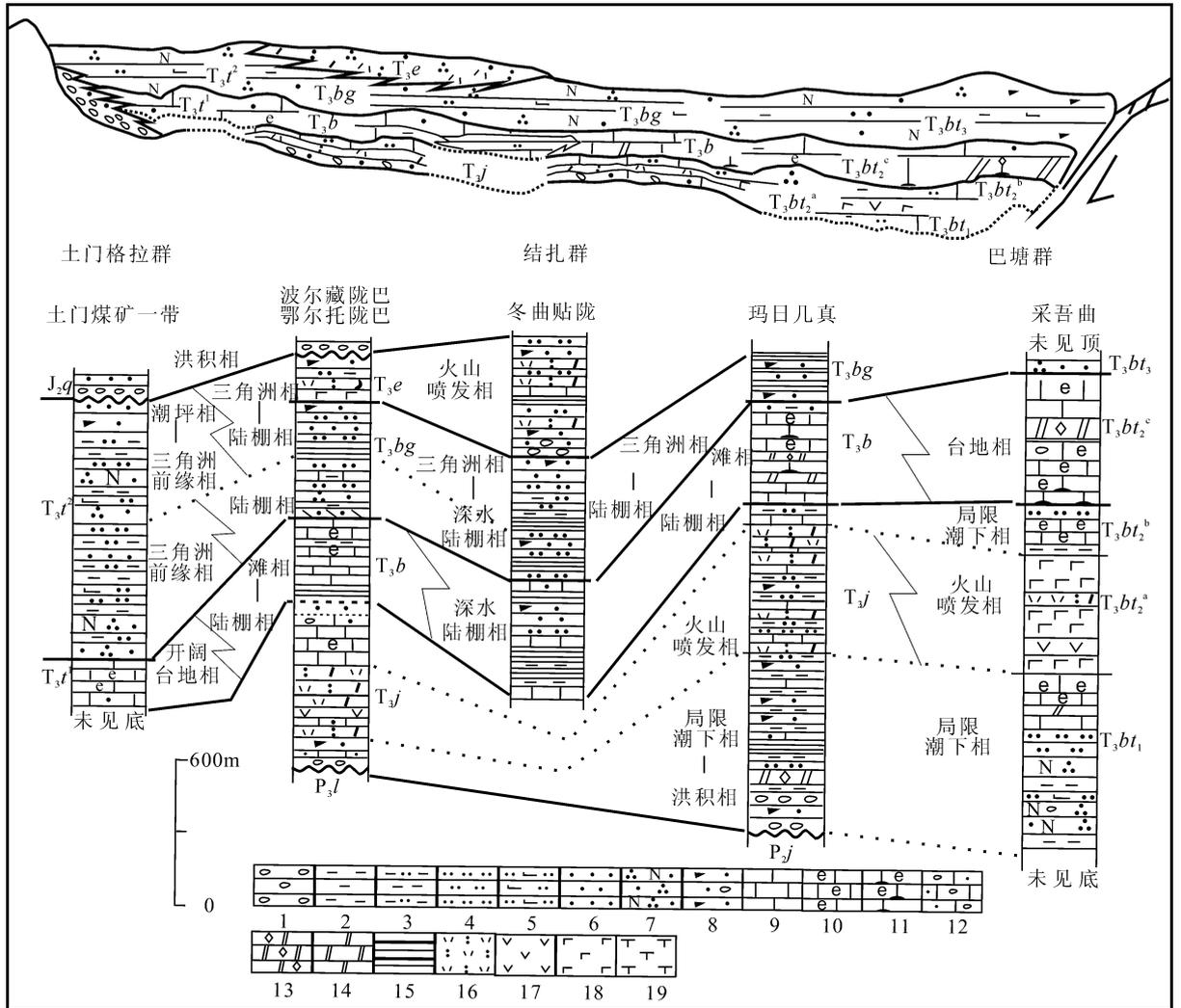


图 2 羌塘盆地中部晚三叠世岩石地层格架

Fig. 2 Lithologic stratigraphic framework of Late Triassic in the central Qiangtang basin

1—砾岩;2—泥岩;3—粉砂质泥岩;4—粉砂岩;5—细粒砂岩;6—长石砂岩;7—岩屑长石砂岩;8—石英砂岩;9—泥晶灰岩;10—生物屑泥晶灰岩;11—含燧石条带生物屑灰岩;12—砂屑灰岩;13—亮晶白云岩;14—白云岩;15—页岩;16—凝灰岩;17—安山岩;18—粗安岩;19—玄武岩

1—conglomerate;2—mudstone;3—siltpelite;4—siltstone;5—poststone;6—arkose;7—lithic arkose;8—quartzose sandstone;9—micrite;10—bioclastic packstone;11—limestone with cherty-bioclastic;12—calcarenite;13—dolosparite;14—dolostone;15—shale;16—tuff;17—andesite;18—trachyandsite;19—basalt

状粗砾岩,向上为紫红色中层状一块状含砾岩屑细砂岩夹粉砂质泥岩,与深灰色厚层状泥晶灰岩、白云质灰岩、粉细晶白云岩和硬石膏岩不等厚互层,细砂岩中发育板状斜层理,灰岩中发育水平层理,偶见方解石充填的铸模孔,白云岩中见鸟眼构造;该段与巴塘群 T_3bt^1 可对比。中段灰黑、灰绿色块状玄武质岩、集块岩、熔结火山角砾岩、杏仁状辉石玄武岩,局部出现熔岩、凝灰岩夹灰岩,熔岩中发育杏仁构造,灰岩中偶见鸟眼构造;该段与巴塘群 T_3bt^{2a} 可对比。上段薄层状泥岩夹深灰色薄层状含生物屑泥晶灰

岩,局部白云石化,与上覆波里拉组呈整合接触;该段与巴塘群 T_3bt^{2b} 可对比。双壳类 *Quemocuomegalodon orientus*—*Neomegalodon boeckhi* 组合产于雀莫错甲丕拉组中、上段(姚华舟等,2003),地质时代为诺利期;而双壳类 *Physocardia zhidoensis*—*Costatoria seperata kunlunensis* 组合产于玛日几真甲丕拉组顶部,地质时代为卡尼—诺利早期,两地生物时代上存在的差异表明上三叠统甲丕拉组穿时现象明显,自北东向南西超覆。

表1 羌塘盆地中部土门格拉群二段和巴贡组南北部岩石化学组成(%)及微量元素含量($\times 10^{-6}$)(平均值)Table 1 Lithochemical components(%) and trace element contents($\times 10^{-6}$) (average values) of the Bagong Formation and the Tumengela Group in central Qiangtang basin

化学组成	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
土门格拉群二段(T ₃ t ²)	72.98	0.43	10.48	1.54	1.14	0.09	2.28	2.45	1.38	0.83	0.06
巴贡组(T ₃ bg)	78.38	0.58	6.97	1.78	2.24	0.28	2.56	3.56	0.78	2.24	0.14
微量元素	Sr	Ba	Mn	B	Cu	Ni	Mo	Co	V	Zn	Zr
土门格拉群二段(T ₃ t ²)	114	329	934	94	22	23	6.2	9.5	46	105	217
巴贡组(T ₃ bg)	135	142	1132	118	34	38	7.3	14	124	122	422

注:样品由宜昌地质矿产研究所中南测试中心测试。

化学分析(表2)显示: Sr/Ba 变化值 0.13~0.96, 均值 0.43, 整体为近岸浅水环境; Sr/Cu 均值 6.3, 表明为较干热的气候; 岩石颜色从下部的紫红转变为灰色, 表明处于氧化—弱氧化环境; 灰岩 Mn 峰值代表水体加深; B 值为 $24.1 \times 10^{-6} \sim 108 \times 10^{-6}$, 多数在 $44 \times 10^{-6} \sim 100 \times 10^{-6}$, 表明浅水—微咸水的边缘滩沉积; 灰岩中 MgO 峰值表明暴露地表或受淡水淋滤作用; Ba 具高异常值, 除表明距岸较近外, 也可能表明受火山活动或热液活动影响。

2.2.2 波里拉组(T₃b)

波里拉组岩石基本特征与土门格拉群一段(T₃t¹)类似, 与巴塘群 T₃bt^{2c} 也可对比, 但 T₃t¹ 表现为开阔台地相沉积特征, 而 T₃b 表现为陆棚相沉积特征。下部为灰黑色薄片状粉晶灰岩夹泥晶灰岩, 水平层理发育; 中部为深灰色中层状含粉砂屑微晶化泥晶灰岩、含砂屑生物屑粉屑灰岩夹钙质泥岩, 局部见泥晶粉屑灰岩、角砾屑灰岩, 灰岩发育水平层理; 上一顶部白云质增多; 产双壳类 *Halobia superbescens*—*H. disperseinsecta* 组合, 本组合主要成员反映地质时代属诺利中晚期(饶荣标等, 1987)。

温泉兵站幅雁石坪冬曲、贴陇剖面(图1中4和5)该组下部页岩层明显增多, 页岩层中多见黄铁矿晶体, 表明水体加深; 中部夹砂岩层, 这一特征在邻区都未见, 说明该区可能存在短暂河流带入陆源碎屑沉积。

Mn 在波里拉组碳酸盐岩中有明显的富集趋势, 表2显示其值大于或接近 0.13% (海相碳酸盐岩沉积中 Mn 平均

值), 表明为较深水环境; Sr/Ba 变化值 6.5~24, 均值 15.4, 表明为距海岸较远、盐度正常的海相环境; B 值高于正常海相沉积均值 100×10^{-6} (邓宏文等, 1993), 说明为海相; K₂O 峰值也显示为海相、深水缓慢沉积; 页岩中见黄铁矿晶体, 也表明含 H₂S 的较深水还原环境有利于 Mn、Fe 沉淀。

2.2.3 巴贡组(T₃bg)

巴贡组在岩石序列上与土门格拉群二段类似(汤朝阳等, 2007a), 据岩性可划分出3段。下段: 底部均以灰—灰绿色岩屑石英细砂岩为主, 夹薄层粉砂质泥岩, 发育板状斜层理或楔状层理, 巴贡组厚 42.97m, 土门格拉群二段厚 40.87m; 中段: 巴贡组为灰黑色薄层含碳质粉砂质泥岩夹薄—中层含生物碎屑泥晶灰岩、石英细砂岩, 厚度为 225.70m, 与土门格拉群二段深灰色薄层粉砂质泥岩、泥岩夹灰色薄—中层岩屑细砂岩可对比(厚度增大到 427.17m); 上段: 巴贡组为深灰色薄层状泥岩夹石

表2 结扎群各组岩石化学组成及微量元素含量

Table 2 Lithochemical components and trace element contents of the Jiezha Group

组名	代表岩石	Sr	Ba	Mn	B	Cu	Sr/Ba	CaO	MgO	K ₂ O
		$(\times 10^{-6})$						%		
巴贡组	杂砂岩	84	275	688	29	36	0.31	10.60	6.92	0.35
	石英砂岩	156	261	1023	74	38	0.75	4.56	1.52	0.82
	泥质岩	182	183	1420	64	35	1.15	4.45	1.26	2.8
波里拉组	白云化灰岩	654	103	1105	87	24	6.5	49.22	2.72	0.18
	泥晶灰岩	2154	95	2106	162	21	22.6	46.96	1.24	0.60
	钙质灰岩	842	98	1004	82	24	8.5	51.82	2.61	0.20
	泥晶砂屑灰岩	2430	103	2470	203	22	24	43.92	0.78	0.65
甲丕拉组	火山岩	149	452		24.1	34	0.37	7.14	4.68	3.51
	岩屑细砂岩	36	284	1026	48	10	0.20	1.78	0.28	1.22
	亮晶砂屑灰岩	122	126	1327	95	11	1.05	44.52	1.36	0.58
	粉晶白云岩	140	396	537.8	57	21	0.35	50.14	2.52	0.21
	砾屑灰岩	73	157	1389	108	12	1.16	47.65	0.98	0.68
	岩屑砂岩	85	268	464.6	28	14	0.69	8.72	0.50	0.89

注:样品由宜昌地质矿产研究所中南测试中心测试。

英细砂岩,并夹多层生物碎屑泥晶灰岩,厚约 214.2m,与土门格拉群二段可对比(厚约 623.67m);该组与区域上的巴塘群 T_3bt^3 亦可对比。巴贡组中—上部产双壳类 *Amonotis togtonheensis*—*Cardium* (*Tulongocardium*) *xizangensis* 组合,地质时代属诺利中晚期,与土门格拉群二段中的双壳类 *Cardium* (*Tulongocardium*) *martini*—*Trigonia* (*Kumatrigonia*) *huhxilensis* 组合大体相当(张作铭等,1979;沙金庚,1990;汤朝阳等,2007a,2007b),两者应属同一古生物地理区系。

雁石坪冬曲、贴陇剖面(图 1 中剖面 4 和 5)中,该组底部和下部与上述岩性可很好对比,不同在于中上部为浅紫红色中厚层状细—粗粒状砾岩、含砾岩粗砂岩、细—粗粒砂岩、粉砂岩不等厚互层,夹 1~3 层凝灰岩(图 2)和灰岩,可能与雀莫错一带巴贡组上伏鄂尔陇巴组火山碎屑岩组合相对应,为晚三叠世顶部层位。

氧化物含量(表 1) SiO_2 变化值 69.09%~96.16%,均值 78.38%, TiO_2 变化值 0.28%~2.66%,均值 0.58%, Al_2O_3 变化值 0.63%~9.34%,均值 6.97%, FeO/Fe_2O_3 均值 1.25,与土门格拉群二段对比表明,从南向北 MnO 、 K_2O 含量有增高趋势,表明水体加深,且从氧化环境向还原环境过渡。

普通微量元素分析(表 1)对比表明,从南向北 Sr 、 Zr 含量增高,表明在陆源物质供应丰富的状态下,地表径流发育,剥蚀和搬运作用较强,能在距岸较远的深水区富集; Sr/Cu 均值 3.9,显示温湿气候; Sr/Ba 均值接近 1,表明水体接近正常盐度。

2.3 鄂尔陇巴组(T_3e)

该组仅出露于赤布张错幅波尔藏陇巴背斜一带(图 1 中 2),与上覆中侏罗统雀莫错组呈角度不整合接触,与下伏上三叠统巴贡组呈整合或似整合接触,为一套火山碎屑岩—沉积岩组合,可分为两段,下段:南翼为灰绿色块状蚀变拉斑玄武岩、中层状绿泥石化、钠奥长石化(拉斑)玄武岩、碳酸盐化中酸性火山角砾岩,北翼为流纹质晶屑凝灰岩、绿泥石化碳酸盐化基性火山凝灰岩、复成分细角砾岩;上段:南翼为灰白色中层状岩屑石英砂岩、含砾石英粗砂岩夹灰黑色薄层状泥晶灰岩、含石英细砂微粉晶化泥晶砂屑灰岩、不等粒岩屑砂质微晶白云岩,发育沙纹层理、平行层理;北翼为暗紫红色中层状含海绿石凝灰质细砂岩与暗紫红色薄层状层凝灰岩互层夹暗紫

红色薄层状粉砂质泥岩。

鄂尔陇巴组的地质时代,因未获古生物化石,意见不一,依据单颗粒锆石 U/Pb 年龄($212 \pm 1.7Ma$) (白云山等,2004)和地层产状及出露接触关系(位于巴贡组砂岩之上,界线较平直;伏于中侏罗世雀莫错组之下,雀莫错组底部发育厚约 100m 的砾岩),认为应为晚三叠世诺利晚期—瑞替期,是区内晚三叠世最高层位,雁石坪地区巴贡组上部火山—沉积岩组合与之大体可对比。另外该组与双湖地区的那底岗日组大致可对比(SHRIMP 锆石 U/Pb 年龄为 $209.8 \pm 3.9Ma$,付修根等,2007)。

综上所述,土门格拉断裂带东北部甲丕拉组自北东南西超覆,在粒度、颜色、厚度和生物组合等方面与研究区之外的双湖地区土门格拉群红水沟组(朱同兴等,2005)存在较大差异,可能是存在卡尼期(或甲丕拉期)陆上隆起造成的。诺利期开始,该隆起消失或演化为水下隆起,从岩石地层格架对比来看,结扎群与土门格拉群对应层位粒度、颜色、厚度从南向北变细、变深、变薄,这些差异是南浅北深的古地理格局造成的,都是统一沉积背景下不同构造古地理部位沉积物相变、穿时的结果,这种岩石特征的可比性一直延伸到治多—曲麻莱一带的巴塘群(图 1 中 7 和图 2)中;从生物组合的相似性来看,作为龙木错—双湖—澜沧江缝合带残迹的中央隆起带或残留海,已不足以阻隔生物交流,生物古地理环境比较相似。而鄂尔陇巴组是区内晚三叠世顶部层位,属诺利晚期—瑞替期。

3 旋回地层特征

旋回性研究不仅能丰富岩石地层单位的内容,而且有助于沉积学规律的研究。在不同的古地理背景中,由于沉积动力机制和物质来源的不同,可形成特征迥异的相序组构(图 3),根据垂向上与成因相关的相序组构特征及其规律性叠加(梅冥相和高金汉,2005),可以在区内晚三叠世地层中识别出 4 个 III 级旋回(图 4),据区域上顶、底构造不整合界面又可归并为一个 II 级旋回。

3.1 第一个 III 级旋回的特征

第一个 III 级旋回相当于甲丕拉组沉积,在相序上为陆相—海相—海陆过渡相,主要发育的岩相单元为洪冲积相紫红色砾岩、砂岩,沿岸砂坝相砂岩,火山喷发相火山碎屑岩和沉凝灰岩,潮坪相粉砂岩、泥岩,台地边缘浅滩相生屑鲕粒砂屑灰岩等;其中沿岸砂坝、碳酸盐岩台地边滩和火山喷发形成的火山

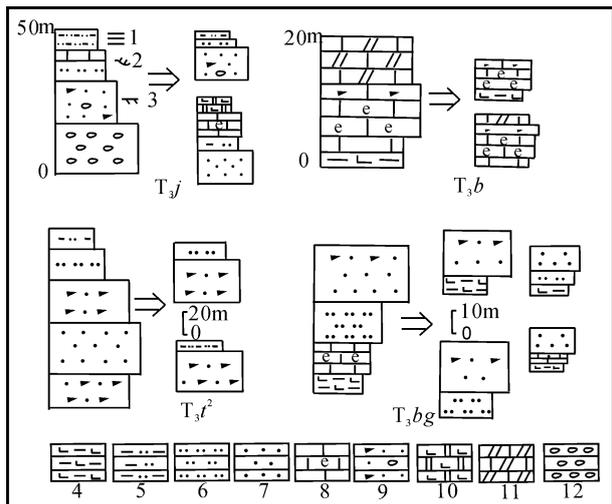


图3 羌塘盆地中部晚三叠世高频旋回层序的成因类型

Fig. 3 Genetic types of Late Triassic high-frequency cyclic sequence in the central Qiangtang basin

1—水平层理;2—波状层理;3—交错层理;4—钙质泥页岩;5—粉砂质泥岩;6—粉砂岩;7—石英砂岩;8—生屑灰岩;9—岩屑石英砂岩;10—钙质白云岩;11—白云化微晶灰岩;12—层状砾岩
1—flat bedding; 2—ripple mark bedding; 3—cross bedding; 4—muddy limestone; 5—siltpelite; 6—siltstone; 7—quartzose sandstone; 8—bioclastic packstone; 9—lithic arkose; 10—calcareous dolostone; 11—dolomiticrite; 12—conglomerate

岛都能形成障壁岛,障壁岛之间出现多个浅水型局限海盆。该组米级旋回层序发育,根据其叠加可识别出的V级高频旋回厚度在10~30m。垂向沉积序列表现为两种类型(图3和图4):①为碎屑潮坪沉积序列,下部为粗碎屑岩,上部为细碎屑岩组合,不见碳酸盐岩层,自下往上以岩屑砂岩构成旋回的主体;这种具正粒序相序的高频旋回层序是异成因机制控制下的自旋回沉积作用过程的产物(Balog et al., 1997;梅冥相和高金汉,2005),具有沉积相总体向上变浅,岩层向上变薄,颗粒向上变细,旋回层序间的界面以暴露间断面为特征。②为陆源碎屑岩与碳酸盐岩的混积序列,表现为在①序列上水体连续逐渐加深,出现局限台地潮下相和台地边缘浅滩相碳酸盐岩,是本组典型的旋回层序类型,并且夹火山岩及火山灰形成的沉凝灰岩,见于中—上部层位;其中陆源碎屑岩未见干裂现象,表明处于水下未出露地表,可能是高频海平面上升阶段所产生的环境加深过程中,由回流作用(梅冥相,2000)从陆源区带入沉积区内,而海平面下降阶段,注入沉积区的陆源碎屑物质供应减少,形成含屑灰岩—泥晶灰岩,向上直至暴露形成灰质云岩。根据高频旋回层序的有序叠

加和海水进退规程,甲丕拉组可识别出一个Ⅲ级旋回层序,又包含四个Ⅳ级旋回层序,不同级别的旋回层序具逐级放大的特征,且具有类似的沉积过程和水深变化,整个Ⅲ级旋回层序底界面为暴露间断面,与下伏二叠纪地层呈角度不整合接触,在区域上具广泛的可比性;顶界面为淹没间断面(加深饥饿间断面),与上覆波里拉组呈整合接触。

第一个Ⅲ级旋回海侵早—中期速度快,受火山作用影响火山灰大量沉积,生物缺乏,随海侵规模扩大,海侵晚期—海退早期环境逐渐开阔,在潮下或碳酸盐岩台地边滩相灰岩中,产双壳类 *Quemocuomegalodon orientus*—*Neomegalodon boeckhi* 组合和双壳类 *Physocardia*

zhidoensis—*Costatoria seperata kunlunensis*

组合,高频旋回层序分析显示其繁盛于小级别高频海平面下降阶段(Rollins et al., 1979),两组合地质时代上的差异表明海水来自北东方向。

3.2 第二个Ⅲ级旋回的特征

相当于波里拉组沉积(图4),从深到浅主要发育的岩相单元为:深水相钙质泥岩、薄层泥晶灰岩,陆棚相黑色中层泥晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩,台地边缘浅滩相含砾砂屑生物屑粉屑灰岩,泻湖相白云石化泥晶灰岩等。可识别的V级高频旋回厚度在1~20m,局部可识别出0~6m的层序,相当于米级旋回层序(Anderson E J, 1990),垂向沉积序列可分为两种类型(图3):①下部为钙质泥岩,中部泥晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩,上部含砾屑砂屑灰岩,自下往上以反粒序相序组成的泥岩和泥晶灰岩单元构成旋回的主体,具有沉积相总体向上变浅,岩层向上变厚,颗粒向上变粗的特征,属潮下型(Osleger D A, 1990;梅冥相和高金汉,2005)旋回层序,旋回层序间的界面为淹没间断面,应为正常浪基面附近或以下,高频海平面迅速上升造成的,产双壳类 *Halobia superbescens*—*H. disperseinsecta* 组合,而高频海平面下降则形成正常海水沉积物。②从底部向上由薄层状泥晶灰岩(偶见),灰色中厚层状泥晶生物屑(或砂屑)灰岩—浅灰、灰白色中层状白云岩组成。此类型属环潮坪型(Read J F, 1986;梅冥相和高金汉,2005)旋回层序,具有沉积环境总体向上变浅,岩层向上变薄,颗粒先变粗再变细的特征,旋回层序间的界面暴露溶孔、裂隙发育,表明暴露于海平面之上并接受淡水淋滤作用。据这种高频旋回层序有规律的垂向叠加,波里拉组可识别出一个Ⅲ级旋回层序,大致包含四个Ⅳ级旋回层序,其底界面是淹没间断

面,顶部为暴露间断面,与上覆巴贡组呈整合接触。

区内第二Ⅲ级旋回经历了大规模、大幅度的海侵过程,且持续周期较长,造成台地淹没,形成一套以陆棚相为主的泥页岩和碳酸盐岩,一般的底栖生

物难以生存,浮游型的双壳类 *Halobia superbescens*—*H. disperseinsecta* 组合得以繁盛,高频旋回层序分析显示浮游型化石群的繁盛是高频海平面上升造成的环境加深效应的响应。

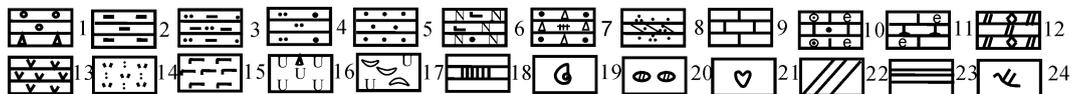
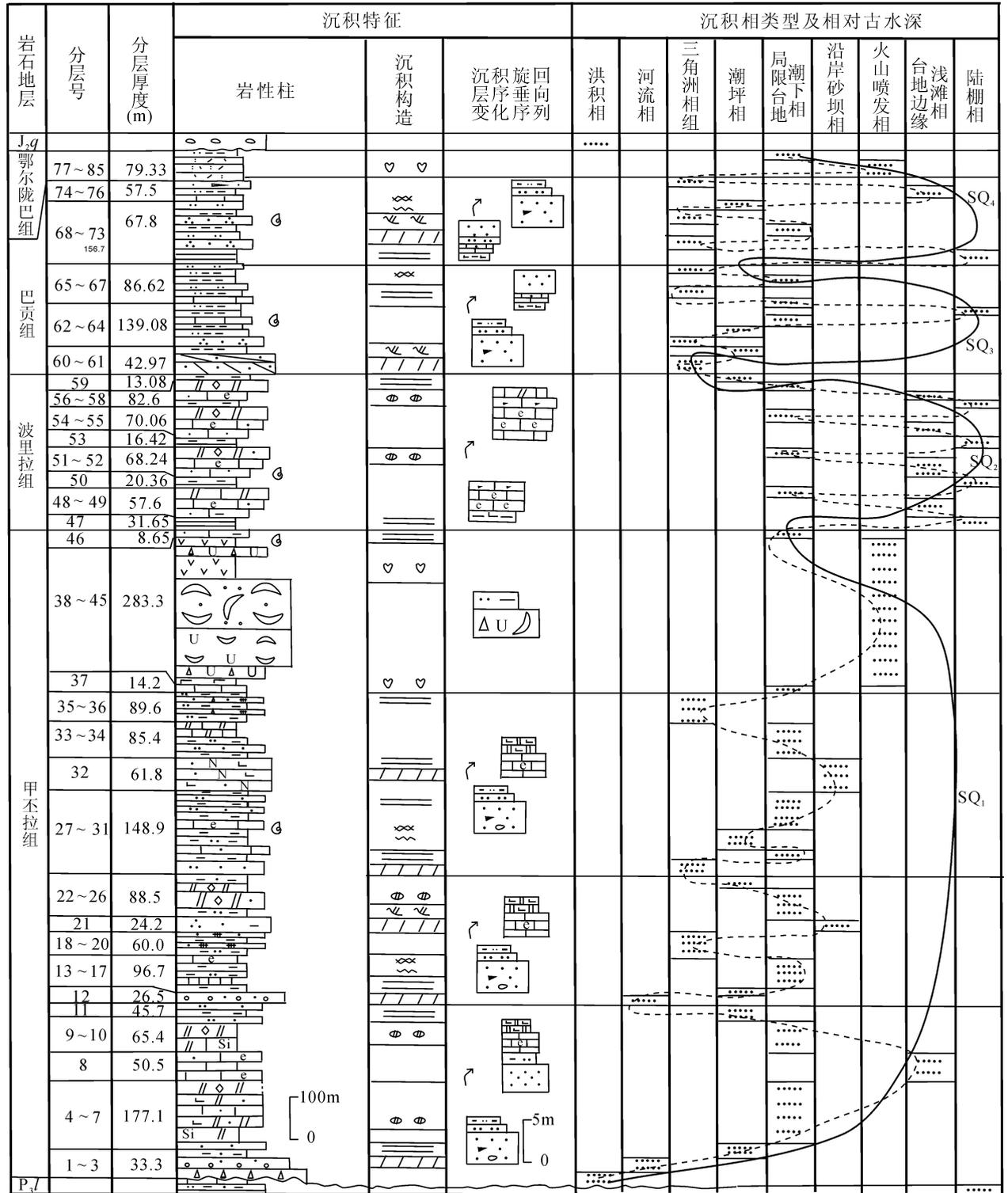


图4 羌塘盆地中部晚三叠世旋回地层综合柱状图(据汤朝阳等,2007b 修编)

Fig. 4 Comprehensive column map showing cyclic-stratigraphic frameworks of the Late Triassic in the central Qiangtang basin (modified from Tang Zhaoyang et al., 2007b)

1~11—同图2;12—亮晶白云岩;13—安山岩;14—玄武岩;15—凝灰岩;16—熔结火山角砾岩;17—熔结集块岩;18—石膏矿层;19—化石;20—晶洞构造(铸模孔);21—杏仁状构造;22—板状斜层理;23—水平层理;24—沙纹层理

1~11—the same to those in Fig. 2;12—dolosparite;13—andesite;14—basalt;15—tuff;16—volcanic breccia;17—volcanic agglomerate;18—gypsum deposit;19—fossils;20—miarolitic texture;21—amond-shaped structure;22—oblique stratification;23—flat bedding;24—ripple mark bedding

第二个Ⅲ级旋回整个区域都表现为稳定沉积,仅岩性相变,东北部水体较深,陆棚相为优势相带,西南部水体较浅,土门格拉群一段(T_3t^1)优势相带为开阔台地相,多见角砾状灰岩,不利生物保存,仅见棘皮屑、介形屑、双壳屑、腕足屑等生物屑。

3.3 第三—四个Ⅲ级旋回的特征

相当于巴贡组和鄂尔陇巴组沉积,巴贡组为陆源碎屑岩夹碳酸盐岩的混合沉积序列,主要发育的岩相单元为陆棚相泥页岩、生物屑粉屑灰岩,局限台地潮下相和台地边缘浅滩相碳酸盐岩和前三三角洲相碎屑岩,上部偶见分流河道相砂岩;鄂尔陇巴组以火山喷发相火山碎屑岩和局限台地潮下相灰岩及粉砂质泥岩为特征。

第三Ⅲ级旋回相当于巴贡组下中部(图4中60~67层),海侵过程表现为退积型的特点,最大海泛面以黑色薄片状泥晶灰岩和灰黑色叶片状炭质泥岩为识别标志,海进旋回的灰岩和泥岩中,产双壳类 *Halobia superbescens*—*H. disperseinsecta* 组合;海退过程以进积型砂、泥岩为特征;垂向沉积序列与甲丕拉组类似,总体表现为沉积相向上变浅,砂岩层向上增多,颗粒向上变细的正粒序特征;底以暴露间断面为界,顶部为淹没间断面。

第四Ⅲ级旋回相当于巴贡组中上部和鄂尔陇巴组沉积(图4中68~85层),深水相钙质泥岩和陆棚相黑色中层泥晶灰岩层(图4中68层)代表又出现了一次规模较大的海侵。岩石成因类型分析显示高频旋回层序具波浪动力型碎屑岩特征,常见四种序列(图3),具有沉积相总体向上变浅,岩层向上变厚,颗粒向上变粗的反粒序特征;双壳类 *Amonotis togtonheensis*—*Cardium* (*Tulongocardium*) *xizangensis* 组合大量产于海进旋回的灰岩和泥岩中,甚至扩散到各类岩相单元;顶部暴露于海平面之上,与中侏罗世雀莫错组呈角度不整合接触,在区域上具广泛的可比性。

与巴贡组和鄂尔陇巴组(波浪作用为主要沉积营力)不同的是土门格拉群二段以潮汐碎屑岩为特

征(沉积营力主要为潮汐作用),主要发育的岩相单元为:滨岸相岩屑砂岩、含砾砂岩和三角洲相前缘相粉砂岩、粉砂质泥岩等,第三、第四Ⅲ级旋回层序界面标志不明显;大致可识别出两个Ⅲ级旋回层序。

第三个Ⅲ级旋回中垂向沉积序列单元(图3中)为下部为岩屑砂岩,上部为粉砂岩或泥岩,单个旋回厚度一般为3~10m,偶见米级旋回,常见干裂现象,向上“厚基底类”转变为“薄基底类”(梅冥相和高金汉,2005),具潮汐动力型碎屑岩特征,界面皆为暴露间断面,海平面显示呈快速上升慢速下降特征,海侵期容纳空间增长率高于堆积速率,厚度小,而海退期则相反,发育厚—巨厚层状横向稳定的粗砂岩,且碎屑多为次棱角状,磨圆度差,单独靠海水升降是无法解释的,可能与回流作用无关或关系不大(王冠民等,2004),是与区域间歇性构造升降、搬运距离短、近物源区等综合因素相关,水体动荡而浑浊,基本不见碳酸盐岩沉积,在此环境下生物难以生存(或保存);第四Ⅲ级旋回垂向沉积序列中,更多的表现为以粉砂岩或泥岩沉积为主体,表现为慢速上升而快速下降的特征,顶、底皆为暴露间断面;在海泛期—海退期泥岩或粉砂岩中产双壳类 *Cardium* (*Tulongocardium*) *martini*—*Trigonia* (*Kumatrigonia*) *huhxilensis* 组合,顶部暴露于海平面之上,出现褐红色粉砂质泥岩和含粉砂水云母粘土岩,与中侏罗世雀莫错组呈角度不整合接触。

综上所述,区内晚三叠世地层中可识别出4个Ⅲ级旋回,第一Ⅲ级旋回为陆源碎屑岩与碳酸盐岩的混积序列,反映出Ⅱ级旋回海侵过程的特点,海水来自北东方向(可能与甘孜理塘洋有关);第二Ⅲ级旋回整个区域都表现为稳定的碳酸盐岩沉积,相当于Ⅱ级旋回的最大海泛时期,仅岩性相变,东北部水体较深,陆棚相为优势相带,西南部水体较浅,优势相带为开阔台地相,具南浅北深的特点;第三—四Ⅲ级旋回为陆源碎屑岩与碳酸盐岩的混积序列,相当于Ⅱ级旋回晚期高水位期—海退期;巴贡组和鄂尔陇巴组以波浪作用为主要沉积营力,土门格拉群二

段沉积营力主要为潮汐作用,因而相序组构特征不同;Ⅲ级旋回界面自东北向西南由相对连续的“沉积物转换面”变为“暴露间断面”(即“跳相现象”明显)。

4 结论

通过分析研究区三叠纪岩石组合、古生物组合和沉积相变化等特征,本文认为该区晚三叠世地层具有如下特征:

(1)岩石组合上,由于可能存在卡尼期(或甲丕拉期)陆上隆起,土门格拉断裂带两侧岩石特征差别较大,北部以红色岩系为特征,南部以灰色含煤碎屑岩为特征,反映的古气候也不一样;从诺利期开始,沉积物都是统一沉积背景下不同构造古地理部位相变、穿时的结果,相应层位岩性都可对比,从南向北,沉积物颜色由浅变深,粒度由粗变细,厚度由厚变薄,沉积相带较连续,整体表现为开阔台地相—台地边滩相—陆棚相。双壳类组合反映地质时代都为诺利期,生物古地理比较相似。就区内晚三叠世而言,沉积自北东向南西超覆,层位逐渐抬高穿时,水体深度自北东向南西有变浅趋势。

(2)岩石地球化学分析表明:土门格拉断裂带南侧为古盐度较低、氧化、干热、弱碱性浅水环境;北侧为古盐度稍高、弱还原、温暖潮湿的较深水环境。

(3)区内晚三叠世海水进退规程与我国西南和东北部颇为一致,可识别出 4 个Ⅲ级旋回,又可归并为一个Ⅱ级旋回;Ⅱ级旋回从大陆相区洪积相(局部为残积相)开始,经历了稳定的海相碳酸盐沉积阶段,再到海陆过渡相的陆源碎屑与碳酸盐混合沉积,以鄂尔陇巴组火山岩—沉积岩结束晚三叠世海相沉积史。土门格拉断裂带南北侧岩石相序组构特征不同,反映沉积营力不同,因而在粒度、颜色、厚度、沉积相类型等方面存在差异,其差异是南浅北深的古地理格局造成的。

(4)综上所述,羌塘中—北部土门格拉断裂带北侧地层从诺利期开始,在岩石组合、化石组合和沉积相特点上具有较好的可比性,其差异是统一沉积背景下沉积物相变、穿时的结果;古地理格局具有西高东低、南浅北深(水深)的特点,沉积自北东向南西超覆,层位逐渐抬高穿时。

谢语: 全文得到了徐安武研究员的启发和悉心指导!工作中得到了青藏项目组全体同仁的帮助!在此一并致谢!

参 考 文 献 / References

- 白云山,段其发,牛志军.羌塘中部各拉丹东一带鄂尔陇巴组火山岩特征及构造意义.沉积与特提斯,2004,20(2):27~34.
- 邓宏文,钱凯编著.1993.沉积地球化学与环境分析.兰州:甘肃科学技术出版社,1993,20~120.
- 付修根,王剑,汪正江,陈文西.2007.藏北羌塘盆地上三叠统那尔岗日组与下伏地层沉积间断的确立及意义.地质论评,53(3):329~337.
- 梅冥相,高金汉.2005.岩石地层的相分析方法与原理.北京:地质出版社,24~214.
- 梅冥相,徐德斌,周洪瑞.2000.米级旋回层序的成因类型及其相序组构特征.沉积学报,18(1):43~51.
- 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,249~272.
- 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,213~242.
- 饶荣标,徐济凡,陈永明,邹定帮.1987.青藏高原的三叠纪.北京:地质出版社,120~138.
- 沙金庚,陈楚震,祁良志.1990.青海玉树地区中、晚三叠世双壳类.南京:南京大学出版社,48~128.
- 汤朝阳,姚华舟,牛志军,段其发,赵小明,王建雄.2007.长江源各拉丹冬地区上三叠统“巴贡组”双壳类组合与环境初探.古地理学报,9(1):59~68.
- 汤朝阳,姚华舟,牛志军,段其发,赵小明,王建雄.2007.羌塘中部晚三叠世双壳类动物群落取代.地质论评,53(4):440~447.
- 王冠民,钟建华,王建平,陈清华.2004.藏北改则—班戈地区下白垩统多巴组的高频旋回沉积特征与盆地性质.地质科学,39(3):346~355.
- 西藏地质矿产局.1997.西藏自治区岩石地层.武汉:中国地质大学出版社,47~64.
- 姚华舟,崔江利,段其发,张仁杰,曾波夫,牛志军,甘金木.2004.伟齿蛤化石研究现状与存在问题.地学前缘,11(2):557~564.
- 张作铭,鲁益拒,文世宣.1979.瓣鳃类,西北地区古生物图册青海分册(一).北京:地质出版社,225~314.
- 朱同兴,李宗亮,李才,冯心涛,张启跃,张惠华,林世良,曾庆荣.2005.藏北双湖地区三叠纪地层新资料.地质通报,24(12):1127~1135.
- Anderson E J, Goodwin P W. 1990. The significance of meter-scale allocycles in the quest for a fundamental stratigraphic unit. *Journal of Geology*, 147: 507~518.
- Balog A, Hass J, Read J F, Coruh C. 1997. Shallow marine record of orbitally cyclicity in a Late Triassic carbonate platform, Hung. *Journal of Sedimentary Research*, 67: 661~675.
- Bhatia M R. 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *Journal of Geology*, 91: 611~627.
- Osleger D A. 1990. Subtidal carbonate cycles: implication for allocyclic versus autocyclic controls. *Geology*, 19: 917~920.
- Read J F and Grotzinger J P. 1986. Models for generation of carbonate cycles. *Geology*, 14: 107~110.
- Rollins H B, Carothers M, Donahue J. 1979. Transgression, regression and fossil community succession. *Lethaia*, 12: 89~104.

Sedimentary Characteristic of the Late Triassic Strata in the Central Qiangtang Basin

TANG Zhaoyang^{1,2)}, YAO Huazhou²⁾, DUAN Qifa²⁾, ZHAO Xiaoming²⁾

1) *The Institute of Graduated Student, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037;*

2) *Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Geological Survey of China, Yichang, Hubei, 443003*

Abstract: The Late Triassic Tumengela Group and Jiezha Group in the central Qiangtang basin are distributed in the southwestern and northeastern sides of the Tumengela Fault. Bivalves assemblages of them show that they are middle—late Norian stage, Late Triassic. Based on the palaeosalinity, paleoclimate, and trace element contents, as well as lithochemical data, it is concluded that the Tumengela Group in southwestern region sedimented in shallow-water environments of lower salinity, oxidation, higher evaporation and alkalescence; then, the Jieza Group in northeastern region sedimented in deep-water environments of higher salinity, deoxidation and warm-humidity. Based on types of meter-scale cyclic sequences and their fabric-features of facies-secuess, a complete second-order cycle of relative sea level change occurred during the Late Triassic, contained mainly 4 third-order cycles. The basic characteristic of the Late Triassic strata is unanimous, the feature of paleogeographical framework was that the southern part was shallow water and the northern part deep water; the differences of them are originated from sedimentary facies-change and diachrononism. So, it is worth rediscussing whether the Tumengela fault is the boundary of Xizang(Tibet)—Yunnan strata-region and Yangtze strata-region or not.

Key words: Late Triassic; sedimentary feature; strata contrast; Qiangtang basin; Xizang(Tibet)

