

文章编号: 1000-0550(2010) 05-0884-10

# 羌塘中生代 ( $T_3 - K_1$ ) 盆地演化新模式<sup>①</sup>

王 剑 付修根 谭富文 陈 明 何江林

(成都地质矿产研究所 成都 610081)

**摘 要** 在羌塘盆地上三叠统那底岗日组陆相火山岩—沉火山碎屑岩及冲洪积相砂砾岩之下, 作者发现了一个十分重要的古风化壳。该风化壳穿时超覆于肖茶卡组 ( $T_3$  上三叠统?) 及其以下的二叠系及石炭系地层之上, 沉积超覆于古风化壳之上的那底岗日组陆相火山岩—沉火山碎屑岩及冲洪积相砂砾岩代表了羌塘中生代 ( $T_3 - K_1$ , 晚三叠世卡尼期至早白垩世时期) 新一轮沉积作用的开启。采用 SHRIMP 锆石 U-Pb 同位素定年方法, 作者在羌塘盆地胜利河地区和望湖岭地区分别获得了一组那底岗日组玻屑凝灰岩和晶屑凝灰岩的年龄, 其值为  $216.8 \pm 2.1$  Ma 和  $217.3 \pm 2.5$  Ma。这些同沉积年龄证据证实了羌塘中生代盆地的开启时间应该为晚三叠世卡尼—若利期。羌塘中生代盆地早期沉积作用经历了一个由陆相至海相的沉积超覆过程。伴随着岩浆侵入、火山爆发及火山碎屑沉积作用, 沉积超覆作用是从冲洪积相开始。总体上, 表现为一个向上由浅变深的海侵序列, 显示为被动陆缘裂陷盆地特征。

**关键词** 羌塘 盆地基底 盆地开启时间 沉积演化

**第一作者简介** 王剑 男 1962 年出生 博士 研究员 沉积地质与石油地质 E-mail: Jianwang@mail.sc.cninf.net

中图分类号 P512.2 文献标识码 A

青藏地区是目前中国陆上油气勘探程度最低的油气远景区。近年来, 随着研究程度的不断深入, 该区油气资源远景调查与勘探越来越受到重视, 其中, 中生代羌塘盆地被认为是该区油气资源潜力最大和最有可能取得勘探突破的首选盆地。

由于对羌塘盆地北侧金沙江构造带和南侧班公湖—怒江构造带所代表的古中特提斯洋的性质、打开时间、洋盆规模、闭合方式等一直存在不同的认识<sup>[1-5]</sup>, 因此, 对羌塘中生代盆地构造演化以及盆地性质也存在较大的分歧, 对羌塘盆地的构造性质出现了冒地槽<sup>[6]</sup>、弧前—弧后盆地<sup>[7]</sup>、前陆盆地<sup>[8,9]</sup>和被动陆缘裂陷盆地<sup>[10]</sup>等不同的看法。在盆地构造演化上, 常把整个三叠纪作为一个连续演化的、盆地性质一致的完整阶段, 而羌塘侏罗系盆地是在三叠纪盆地基础上发育起来的复合盆地<sup>[11]</sup>, 这一看法现在看来确值得商榷。

作者近年在羌塘盆地开展野外油气地质调查中, 发现羌塘盆地晚三叠世前已存在一个十分重要的古风化壳<sup>[12-14]</sup>, 从晚三叠世卡尼期—若利期开始, 羌塘中生代盆地是在此古风化壳基础之上发育起来的一个陆缘裂陷盆地。这些发现与认识, 对于重新认识羌塘盆地沉积演化、正确评价羌塘盆地的石油地质条件

具有重要意义。本文在野外地质调查的基础上, 结合火山岩年代学、沉积学、地球物理资料, 对羌塘中生代 ( $T_3 - K_1$ ) 盆地基底、开启时间及其沉积演化等提出了新的看法, 同时对羌塘盆地古生代盆地属性也开展了讨论。

## 1 地质背景

羌塘中生代 ( $T_3 - K_1$ , 晚三叠世卡尼期至早白垩世时期, 下同) 盆地位于青藏高原中北部, 东经  $85^\circ \sim 95^\circ$ , 北纬  $32^\circ \sim 35^\circ$ , 南北宽 300 km, 东西长 640 km, 面积约 20 万  $\text{km}^2$ <sup>[10, 15]</sup>。盆地夹于冈底斯—念青唐古拉板块与可可西里—巴颜喀拉板块之间, 是在古生界褶皱基底之上发育起来的一个叠合型残留盆地。

根据最新完成的国家油气专项成果, 通过重、磁、电及二维反射地震等地球物理资料, 结合不整合面及沉积—构造演化旋回特征, 基本证实羌塘古生代至中生代盆地是一个具稳定的前寒武系结晶基底的叠合型盆地, 在结晶基底之上的沉积盖层中, 基本能确定出四个主要的构造层 (图 1): ①新生代—晚白垩世构造层; ②早白垩世—侏罗纪—晚三叠世诺利期构造层; ③晚三叠世卡尼期—早中三叠世构造层; ④古生代构造层。

①国家自然科学基金项目 (批准号: 40972087) 和国家油气专项“青藏高原重点盆地油气资源战略调查与选区 (选区 [2009] 01)” 联合资助。

收稿日期: 2010-05-20 收修稿日期: 2010-06-20

构造层	地层组合	不整合界面		重、磁、电及岩性产状界面	地震界面 /s	埋深与残留厚度 /km	盆地性质
		南羌塘	北羌塘				
I	新生界   上白垩统	Q-R-K <sub>2</sub>	Q-R-K <sub>2</sub>	冲洪积层		0~1	陆相山间断陷盆地
II	下白垩统   侏罗系   那地岗日组	角度不整合	K <sub>1</sub>	岩性、产状 膏岩层及 海相油页岩	T3 (0~0.5)	0~1	裂隙-拗陷盆地
		J <sub>3</sub> J <sub>2</sub> J <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	J <sub>3</sub> J <sub>2</sub> J <sub>1</sub> T <sub>3</sub> nd/T <sub>3</sub> t	磁性界面 低阻层		4~5	
III	肖茶卡组   中下三叠统	角度不整合	T <sub>3</sub> x T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	古风化壳	T6		前陆盆地
IV	古生界	角度不整合	P <sub>3</sub>	岩性、产状 低阻层	T7 (2~3)	4~6	被动大陆边缘盆地
		P <sub>2</sub> P <sub>1</sub> D-C 角度不整合? S-O	P <sub>2</sub> P <sub>1</sub> D-C S-O	低阻层?		6~10	
	前寒武纪 基底		AnЄ	弱磁性-密度界面 高阻基底	T8 (4~6)	10~15	变质岩 结晶基底

图 1 羌塘盆地地球物理特征与沉积—构造地层划分(据王剑等, 2010<sup>[16]</sup>)

Fig 1 Geophysical survey and sedimentary-tectonic successions division of the Qiangtang Basin, Qinghai-Xizang Plateau

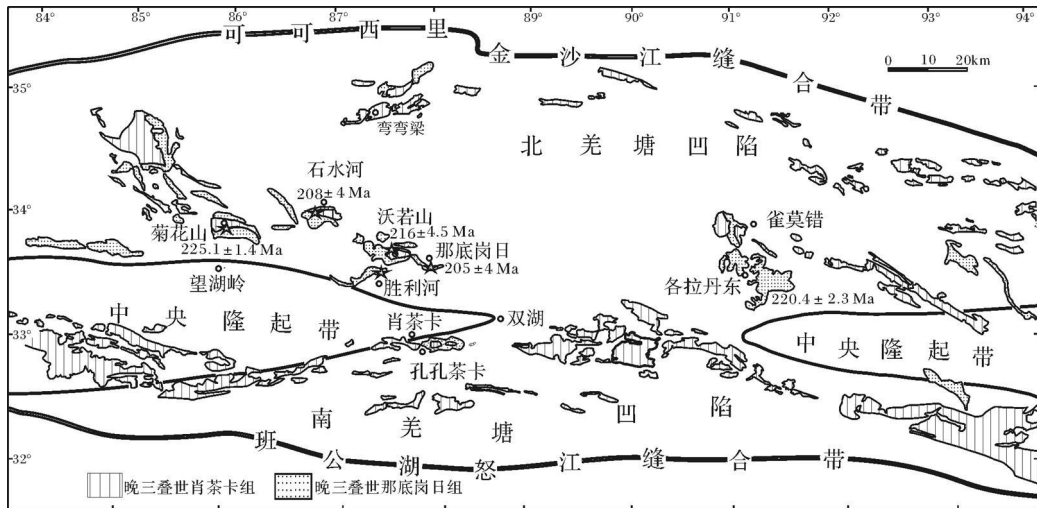


图 2 羌塘盆地简略构造图以及晚三叠世肖茶卡组、那底岗日组地层分布

(图中年龄数据: 石水河、那底岗日据王剑等, 2007b<sup>[18]</sup>; 沃若山据王剑等, 2008<sup>[19]</sup>; 其余为本文实测)

Fig 2 Simplified tectonic map of the Qiangtang Basin and the distribution of the Upper Triassic Xiaochaka Formation and Nadigangri Formation

晚三叠世卡尼期之前, 即那底岗日组沉积之前, 羌塘中生代盆地主体为一个受可可西里—金沙江

盆关闭后北侧造山带控制的一个前陆盆地<sup>[9, 10]</sup>, 而晚三叠世卡尼期之后, 羌塘中生代沉积盆地的演化则可

能受班公湖—怒江洋盆打开的制约<sup>[10]</sup>。盆地北界为可可西里—金沙江构造带,南界为班公湖—怒江构造带。盆地内构造较为复杂,总体上具有两坳一隆的构造格局,即北羌塘坳陷、南羌塘坳陷和中央隆起带(图 2)。盆地内现今主体出露侏罗系海相沉积地层,自下而上依次为曲色组( $J_1q$ )、雀莫错组( $J_{1-2}q$ )、布曲组( $J_2b$ )、夏里组( $J_2x$ )、索瓦组( $J_2s$ )和雪山组( $J_3-K_1x$ ),其中,中上侏罗统具有“三砂夹两灰”的岩石组合特点<sup>[10-17]</sup>,即雀莫错组、夏里组和雪山组碎屑岩夹布曲组、索瓦组灰岩,而羌塘盆地中部的中央隆起带主要由古生代地层构成。

## 2 沉积盆地基底的确定

就整个羌塘古生代—中生代叠合盆地而言,是是否存在前古生代结晶基底,目前仍有不同的意见,但肯定的证据已越来越多。分歧的焦点集中在对广泛分布于中央隆起带的中、浅变质岩系的时代归属和构造属性上<sup>[120-25]</sup>。笔者等新近在羌塘盆地中央隆起带北缘发现:奥陶系含笔石未变质沉积岩之下,有一套含砂线石和蓝晶石的片麻岩产出,片麻岩锆石 SHRMPU—Pb 年龄分析表明,主期变质年龄在 1 666~1 780 Ma 之间,证明该片麻岩可能为羌塘盆地的变质结晶基底<sup>[26]</sup>。

从近年来我们在羌塘盆地所获得的多条二维反射地震剖面来看,在地震剖面双程走时 4~6 s 范围(图 1),南北羌塘盆地都发现一组延续一定长度的舒缓强反射同相轴,横向可断续追踪,表明盆地具有稳定的刚性基底,其埋深大致在 10 km 以上。另外,重、磁、电测量结果也证实了羌塘盆地存在变质基底。变质基底整体表现为高阻(400~600  $\Omega \cdot m$ )、高密度(2.71  $kg/m^3$ )、中等磁性(43  $4\pi \times 10^{-6}$  SI)特征,埋深平均超过 10 km(图 1)。最深处位于羌塘盆地吐错—龙尾湖凹陷,深度达 17 km;最浅处位于玉盘湖凸起北部,基底埋深小于 4 km。值得一提的是在南剖面通过的中央隆起区,变质基底并未出现明显的隆起特征,构造高点甚至没有超过其南部的其香错凸起和北部的半岛湖—普若岗日南凸起。

羌塘中生代( $T_3-K_1$ )盆地是发育于古生代及三叠纪末之前褶皱基底之上的一个海相盆地。近年来,作者等在羌塘盆地开展野外油气地质调查中,先后在菊花山、石水河、那底岗日、肖茶卡、孔孔茶卡、望湖岭、胜利河、各拉丹东、藏夏河等地区发现:上三叠统那底岗日组(或相当的地层)陆相火山岩及冲洪积相

砂砾岩不整合沉积超覆于肖茶卡组( $T_3?$ )、二叠系及石炭系等地层之上,不整合面之下普遍发育一层厚数十厘米至 1 m 左右的褐—紫红色粘土质角砾岩和紫红色粘土层(图 3)。地层学、岩石学及地球化学研究表明,这套褐—紫红色粘土质角砾岩具古风化壳的地质特征<sup>[12-14 18]</sup>。

宏观上,古风化壳不受现代地形的控制,也不受地层产状的控制,这不同于现代喀斯特地貌,也不同于层间溶蚀面。古风化壳大多呈褐色,在火山岩覆盖区,则以紫红色为主,这可能与火山喷发的烘烤作用有关。纵剖面上,古风化壳五层结构明显,顶部为厚约 30 cm 的粘土层,该层以黄灰色粘土为主。粘土之下为厚数厘米至数十厘米的皮壳层,该层广泛暴露于地表,是羌塘盆地古风化壳最明显的标志层。溶蚀角砾层广泛发育于皮壳层之下,该层中溶蚀角砾发育,角砾成分单一,几乎均为下覆地层灰岩,厚度为数厘米至 1 m 左右。角砾层之下为过渡层,与角砾层相比,过渡层中的角砾明显偏大,角砾溶蚀程度更低,角砾间仅为 1 cm 至数厘米的溶蚀缝隙。基岩位于过渡层之下,与风化壳层呈渐变过渡关系,但与古风化壳之间在颜色、岩性、结构、致密程度上,均存在较明显的差异。

剖面露头上,古喀斯特洞穴十分发育,洞穴大小为数十厘米至数米,大多呈圆—椭圆形。洞穴中充填物以物理充填物(角砾状灰岩)为主,也见部分化学充填物(如粗晶白云岩、方解石)。这些充填物表面皮壳发育,皮壳层厚数厘米。

最新的详细的野外地质调查与研究表明,在南羌塘坳陷、中央隆起带以及北羌塘坳陷等地区,均发现了大面积出露的古风化壳,中央隆起带及其南侧的典型剖面包括:望湖岭剖面、肖茶卡剖面、孔孔茶卡剖面等,古风化壳穿时发育于二叠系碳酸盐岩及石炭系冰碛岩之上,或发育于肖茶卡组( $T_3?$ )之上(图 3);而在北羌塘,典型剖面包括:那底岗日剖面、沃若山剖面、石水河剖面、菊花山剖面、胜利河剖面、各拉丹东剖面、藏夏河及弯弯梁剖面等,通常是古风化壳发育于二叠系碳酸盐岩及肖茶卡组( $T_3?$ )碳酸盐岩之上,与上覆那底岗日组陆相火山岩—沉火山碎屑岩及冲洪积相砂砾岩呈角度不整合接触。由此可以看出,该套古风化壳具有区域性展布的特点,另一方面,根据古风化壳穿时发育特征(图 3),南、北羌塘盆地古风化壳的形成时代应存在一定的差异:在南羌塘及中央隆起带,风化剥蚀作用可能于晚二叠世就已开始,并经

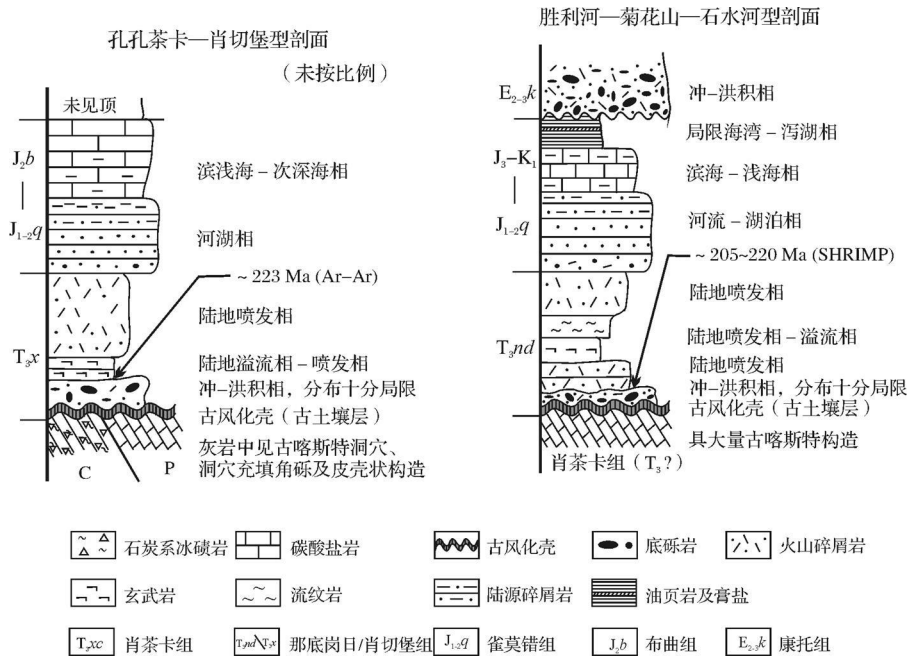


图 3 羌塘中生代 (T<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>) 盆地古风化壳及其沉积超覆模式

Fig 3 Vertical section model of the paleoweathering crust and sedimentary overlap in the Qiangtang Basin

历了早、中三叠世的进一步演化<sup>[14]</sup>; 北羌塘地区的古风化壳形成时代可能为晚三叠世 (或中三叠世), 至肖茶卡组沉积期 (T<sub>3</sub>?), 形成了一个南北羌塘统一的古风化壳, 并被那底岗日组及其同沉积地层沉积超覆<sup>[14]</sup>。

由此可见, 晚三叠世那底岗日组与下伏地层之间存在明显的沉积间断, 那底岗日组 (T<sub>3nd</sub>) 陆相火山岩—沉火山碎屑岩及冲洪积相沉积超覆作用, 标志着羌塘中生代新一轮沉积盆地演化的开始, 羌塘中生代盆地便是在古生代及晚三叠世褶皱基底之上发育起来的。

### 3 沉积盆地开启时间

那底岗日组沉积超覆作用标志着新一轮盆地演化的开始, 那么, 与那底岗日组早期沉积作用同时期的火山岩年龄, 就应该代表了羌塘中生代盆地的开启年龄。

在望湖岭地区, 与那底岗日组早期沉积作用同时期的火山岩望湖岭组底部的玻屑凝灰岩, 该火山—沉火山碎屑岩角度不整合超覆于中二叠统展金组 (C<sub>2z</sub>) 之上; 在胜利河地区, 那底岗日组底部火山—沉火山碎屑岩角度不整合超覆于肖茶卡组 (T<sub>3</sub>?) 之上; 在马尔果茶卡地区, 那底岗日组基性火山岩角度不整合沉积超覆于古生代地层之上; 在中央隆起带南侧的孔孔茶卡

地区, 肖切堡组火山碎屑岩及冲洪积相底砾岩沉积超覆在石炭系冰碛岩及二叠系碳酸盐岩之上。

对上述地层底部同沉积火山岩开展 SHRIMP 定年研究, 是确定盆地沉积开启时间的重要方法。

#### 3.1 样品的采集及其岩石矿物学特征

锆石 U-Pb 年龄样品 NO. 18 采自中央隆起带望湖岭地区望湖岭组地层中, 采样位置距离望湖岭组地层底部约 5 m, GPS 给出的经纬度为: N: 33°38'32", E86°11'10"。岩性为玻屑凝灰岩。薄片鉴定表明, 岩石具明显的火山凝灰结构, 矿物成分主要由玻屑、石英晶屑、少量岩屑及蚀变水云母、方解石等组成。玻屑多呈尖棱角状且气孔发育。石英晶屑由熔蚀作用产生熔蚀港湾且裂纹发育。水云母呈纤维状集合体, 部分水云母已蚀变为方解石。

锆石 U-Pb 年龄样品 NO. 22 采自北羌塘盆地胜利河地区那底岗日组中, 采样位置距离那底岗日组底部约 3 m, GPS 给出的经纬度为: N: 33°31'37", E87°19'34"。岩性为晶屑凝灰岩。薄片鉴定表明, 岩石具晶屑凝灰结构, 矿物成分主要由石英晶屑、岩屑、少量磁铁矿及方解石组成。石英晶屑呈次棱角状—棱角状, 长轴具定向排列。岩屑大多已经碳酸盐化, 部分岩屑具有铁质包边。磁铁矿呈粉末状集合体。从晶屑的形态分析表明, 火山灰可能是火山喷发降落在沉积盆地中, 未经过任何介质再搬运就原地埋藏成岩。

### 3.2 锆石 U-Pb 分析与结果

把重约为 3 kg 的样品碎样至 1 cm<sup>3</sup> 的小块, 放至振动磨样机中研磨 6~8 s 后取出。此过程反复进行到样品全部通过 0.3 mm 孔径筛, 洗去粉尘, 经铝制淘砂盘富集重矿物, 通过磁选、电磁选, 剩下非电磁部分, 再淘洗获得锆石精矿, 最后在双目镜下挑选出用于定年的锆石。

锆石的 SHRMP U-Pb 法年龄测定在中国地质科学院北京离子探针中心 SHRMP-II 型离子探针上完成。将晶形和透明度较好的锆石颗粒和标样 (TEMORA) 在玻璃板上用环氧树脂固定、抛光, 然后进行反射光和透射光照相, 并用阴极发光扫描电镜进行图像分析, 观察锆石的表面结构特征。应用标准样 TEM (417 Ma) 进行分馏校正。锆石 SHRMP U-Pb 测定年龄原理、样品靶制作和测定流程等参见宋彪等<sup>[27]</sup>和 Compston 等<sup>[28]</sup>。有关年龄的数据处理由中国地质科学院北京离子探针中心石玉若采用 SQUID 及 ISOPLOT 程序完成, 表 1 中均给出 1 $\sigma$  误差, 采用 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 比值年龄, 其置信度为 95%。

普通铅校正使用直接测定 <sup>204</sup>Pb 方法<sup>[29]</sup>。因年轻锆石 (< 1 000 Ma) 中放射成因 <sup>207</sup>Pb 量较少, 分析中容易产生较大的误差, 因此对年轻锆石 (< 1 000 Ma) 均使用其 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄, 而对较老锆石 (> 1 000 Ma) 则使用其 <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄。本文表 1 中所列数据均为同一测点连续 5 次分析的平均值, 误差为 1 $\sigma$ , 但样品最终年龄的加权平均值的误差则为 2 $\sigma$ 。

### 3.3 样品 NO. 18 锆石 U-Pb 年龄

望湖岭地区玻屑凝灰岩样品 NO. 18 的锆石为短柱状, 大小约 50  $\mu$ m  $\times$  150  $\mu$ m, 晶形好, 无裂缝, 晶体干净透明, 大部分锆石的阴极发光影像显示出明显的岩浆成因韵律环带构造。另外, 该样品中还见有一定含量的残留锆石, 这些锆石大多呈浑圆状, 锆石环带不清楚。

该样品共测试了 16 颗锆石的 16 个测试点, 锆石 U-Pb 测试结果列于表 1, U-Pb 年龄结果见图 4(a)。

锆石的分析数据可分为多组。分析点 NO. 18-5 NO. 18-6 NO. 18-8 NO. 18-9 NO. 18-10 和 NO. 18-11 的锆石, 在阴极发光图像中为环带结构不清的浑圆状锆石, 六颗锆石分别给出 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄为 542.2  $\pm$  9.2, 1560.5  $\pm$  28.8, 965.4  $\pm$  16.1, 511.9  $\pm$  8.6, 1280.1  $\pm$  20.7 和 1071.7  $\pm$  17.6 Ma, 可能是继承性的或在岩浆侵位过程中捕获的围岩锆石。其余 10 个点为一组, 这些锆石韵律环带构造清楚, 分析点的普通铅含

量较低 ( $Pb_c = Pb_c = 0.06\% \sim 2.72\%$ ), U、Th 含量较高, Th/U 比值较小但较为集中, U =  $197 \times 10^{-6} \sim 1010 \times 10^{-6}$ , Th =  $70 \times 10^{-6} \sim 364 \times 10^{-6}$ , Th/U = 0.21~0.51 之间。这些测点的 U-Pb 年龄在误差范围内具有较好的一致性, 大多落在一致曲线之上 (图 4(a)), 其 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄的加权平均值为 217.3  $\pm$  2.5 Ma (95% 置信度, MSWD = 1.14)。这一年龄代表了望湖岭地区火山岩锆石的结晶年龄, 也就是望湖岭地区火山岩的喷发与角度不整合沉积超覆地层的形成年龄。

### 3.4 样品 NO. 22 锆石 U-Pb 年龄

胜利河地区晶屑凝灰岩样品 NO. 22 的锆石也以短柱状为主, 大小约 40  $\times$  130  $\mu$ m, 晶形好, 无裂缝, 晶体干净透明, 大部分锆石的阴极发光影像显示出明显的岩浆成因韵律环带构造。残留锆石极少, 少量锆石颗粒见包体。

该样品共测试了 15 颗锆石的 15 个测试点, 锆石 U-Pb 主要测试数据和计算结果列于表 1, U-Pb 年龄结果见图 4(b)。

样品锆石分析点的普通铅含量较低 ( $Pb_c = 0.06\% \sim 2.01\%$ ), U、Th 含量较高, Th/U 比值较小但较为集中, U =  $252 \times 10^{-6} \sim 815 \times 10^{-6}$ , Th =  $97 \times 10^{-6} \sim 351 \times 10^{-6}$ , Th/U = 0.16~0.59 之间。但 NO. 22-1 测点的 U、<sup>206</sup>Pb\* 的含量很高 ( $815 \times 10^{-6}$ ,  $66.8 \times 10^{-6}$ ), 可能是继承性的或在岩浆侵位过程中捕获的围岩锆石, 其 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄偏高 (586.6  $\pm$  9.6 Ma), 所以不参与平均年龄的计算。其余 14 个测点的 U-Pb 年龄在误差范围内具有较好的一致性, 大多落在一致曲线之上 (图 4(b)), 其 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄的加权平均值为 216.8  $\pm$  2.1 Ma (95% 置信度, MSWD = 0.48)。这一年龄代表了胜利河地区火山岩锆石的结晶年龄, 也就是胜利河地区火山岩的喷发与角度不整合沉积超覆地层的形成年龄。

上述测试分析数据表明, 在望湖岭地区, 同沉积火山作用的年龄为 217.3  $\pm$  2.5 Ma, 相应的火山岩—火山碎屑岩地层时代应归属晚三叠世卡尼期; 在胜利河地区, 那底岗日组底部同沉积火山—火山碎屑岩年龄为 216.8  $\pm$  2.1 Ma, 相应的火山岩—火山碎屑岩地层时代同样也归属晚三叠世卡尼期, 而不是前人所归属的早中侏罗世<sup>①</sup>。上述年龄与那底岗日组酸性火山岩年龄一致, 也与我们之前在羌塘盆地东部地区所

① 成都地质矿产研究所. 中华人民共和国区域地质调查报告 (1: 25 万江爱达日那幅). 中国地质调查局, 2005, 18~150

表 1 北羌塘望湖岭 (NO. 18) 及胜利河 (NO. 22) 地区火山岩的 SHRMP 锆石 U-Pb 年龄测定结果

Table 1 SHRMP zircon U-Pb age determinations of the volcanic rocks from W anghuling (No. 18) and Shenglihe (No. 22) regions in North Q iangtang

点号	<sup>206</sup> Pb <sub>c</sub> / U / (%)	Th / U / (× 10 <sup>-6</sup> )	<sup>232</sup> Th / <sup>238</sup> U	<sup>206</sup> Pb* / <sup>238</sup> U / (× 10 <sup>-6</sup> )	n( <sup>207</sup> Pb) / n( <sup>235</sup> U)		n( <sup>206</sup> Pb) / n( <sup>238</sup> U)		n( <sup>206</sup> Pb) / n( <sup>238</sup> U) 年龄 / M a		n( <sup>207</sup> Pb) / n( <sup>206</sup> Pb) 年龄 / M a	
					测值	±%	测值	±%	测值	±1σ	测值	±1σ
NO. 18-1	1.15	260	123	0.49	7.6	29.62	0.24	4.2	0.0338	1.8	214.1	3.9
NO. 18-2	0.32	585	161	0.28	17.4	29.06	0.25	3.3	0.0344	1.7	218.1	3.7
NO. 18-3	0.37	356	126	0.37	11.0	27.90	0.26	5.3	0.0358	1.8	227.0	4.0
NO. 18-4	0.55	271	133	0.51	7.9	29.47	0.26	6.3	0.0339	1.9	215.1	3.9
NO. 18-5	0.08	209	281	1.39	15.3	11.80	0.71	3.2	0.0847	1.8	524.2	9.2
NO. 18-6	0.05	451	21	0.05	106.8	3.63	3.84	2.2	0.2753	1.9		1560.5 28.8
NO. 18-7	0.06	1010	364	0.37	29.8	29.08	0.25	2.4	0.0344	1.7	218.0	3.7
NO. 18-8	0.35	214	161	0.78	29.8	6.19	1.54	2.6	0.1616	1.8	965.4	16.1
NO. 18-9	0.07	442	251	0.59	31.4	12.10	0.68	2.3	0.0826	1.7	511.9	8.6
NO. 18-10	0.18	352	190	0.56	66.7	4.54	2.60	1.9	0.2202	1.7		1280.1 20.7
NO. 18-11	0.22	303	120	0.41	48.7	5.37	2.56	2.0	0.1863	1.7		1071.7 17.6
NO. 18-12	0.72	551	254	0.48	16.0	29.76	0.22	3.8	0.0336	1.7	213.1	3.7
NO. 18-13	1.84	197	71	0.37	5.9	29.44	0.24	11.6	0.0340	2.0	215.3	4.3
NO. 18-14	0.38	597	235	0.41	17.8	28.91	0.26	3.8	0.0346	1.8	219.2	3.8
NO. 18-15	0.27	681	136	0.21	19.8	29.64	0.24	3.0	0.0337	1.7	213.9	3.6
NO. 18-16	2.72	197	70	0.37	6.1	28.68	0.22	15.7	0.0349	2.2	221.0	4.7
NO. 22-1	0.06	815	123	0.16	66.8	10.50	0.98	2.9	0.0953	1.7	586.6	9.6
NO. 22-2	1.54	333	133	0.41	10.0	29.16	0.24	7.1	0.0343	1.9	217.4	4.0
NO. 22-3	1.46	301	121	0.42	9.1	28.94	0.22	8.1	0.0346	1.8	219.0	4.0
NO. 22-4	1.68	290	166	0.59	8.6	29.28	0.21	10.1	0.0342	1.9	216.5	4.0
NO. 22-5	2.01	302	125	0.43	9.0	29.38	0.20	10.7	0.0340	1.9	215.7	4.0
NO. 22-6	1.31	304	156	0.53	9.0	29.35	0.22	7.3	0.0341	1.9	216.0	4.0
NO. 22-7	0.84	385	114	0.31	11.6	28.66	0.24	8.0	0.0349	1.9	221.1	4.0
NO. 22-8	0.36	644	351	0.56	19.0	29.17	0.24	4.0	0.0343	1.7	217.3	3.7
NO. 22-9	0.26	427	155	0.38	12.5	29.38	0.25	4.7	0.0340	1.8	215.8	3.8
NO. 22-10	0.75	315	159	0.52	9.4	28.88	0.25	4.1	0.0346	1.8	219.4	3.9
NO. 22-11	1.49	452	234	0.54	13.1	29.97	0.22	6.7	0.0334	1.8	211.6	3.8
NO. 22-12	0.69	488	224	0.47	14.2	29.74	0.22	4.6	0.0336	1.8	213.2	3.7
NO. 22-13	0.66	399	196	0.51	11.8	29.29	0.25	5.4	0.0341	1.8	216.4	3.8
NO. 22-14	0.94	375	200	0.55	11.1	29.38	0.22	7.6	0.0340	1.8	215.8	3.9
NO. 22-15	1.24	252	97	0.40	7.7	28.65	0.22	8.7	0.0349	1.9	221.1	4.1

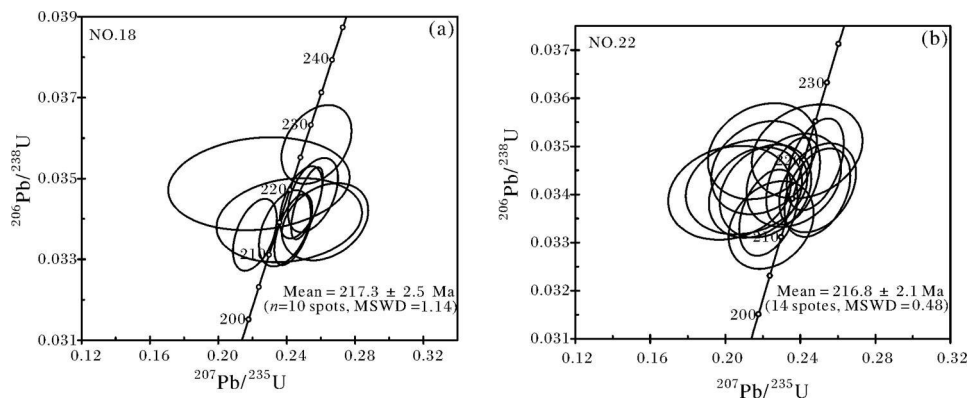


图 4 北羌塘望湖岭 (a) 及胜利河 (b) 地区火山岩的 U-Pb 年龄谐和图

Fig 4 U-Pb age concordia diagrams of the volcanic rock from W anghuling (a) and Shenglihe (b) regions in North Q iangtang

获得的那底岗日组(或称鄂尔陇巴组<sup>[30]</sup>)基性火山岩年龄一致<sup>[31]</sup>。之前,我们在羌塘盆地那底岗日、石水河、沃若山、菊花山地区也获得了那底岗日组底部火山岩(酸性火山岩)的 SHR MP 锆石 U-Pb 同位素年龄,其值分别为 205 ± 4 Ma~ 210 ± 4 Ma, 208 ± 4 Ma, 216 ± 4 Ma 和 225.1 ± 1.4 Ma<sup>[12, 19, 20]</sup>。

综上所述,代表羌塘沉积盆地开启的大规模同沉积火山喷发事件,大致发生在 205~ 220 Ma 之间,也就是说,羌塘中生代盆地的开启时间应该为 205~ 220 Ma 之间,为晚三叠世卡尼期—若利期。

## 4 羌塘中生代盆地演化特征及盆地新模式

由前面的讨论可知,羌塘中生代(晚三叠世至早白垩世)盆地的开启,以古风化壳之上那底岗日组陆相火山—沉火山碎屑岩沉积及冲洪积相沉积超覆为特征(图 3),其时代在为晚三叠世卡尼期—若利期。

那底岗日组沉积期,随着裂陷作用与盆地地壳的逐步拉伸减薄,北羌塘地区在经历晚三叠世隆升剥蚀后发生了强烈的裂陷作用,首先在地堑区开始接受沉积,因此,那底岗日组沉积分布局限而不连续。南羌塘地区继承了晚三叠世古地理面貌,进一步下沉,海水仅沿中段双湖一带狭窄通道向北漫漫。该时期火山岩主要分布于羌塘盆地,呈近东西向带状展布。区域上,该套火山—火山碎屑岩沉积超覆于肖茶卡组之上,部分地区直接超覆于二叠纪、石炭纪地层之上。火山岩底部广泛发育一套冲洪积相砾岩,砾石成分以英安质凝灰岩为主,同时也包含了下伏基底成份的砾石,砾径大小一般为 5~ 10 cm,大者达 20~ 30 cm,以圆状—次圆状为主,少数为次棱角状。火山角砾岩由下往上,根据砾石大小、含量变化可识别出两个正粒序旋回,每个旋回的底部砾石密集且砾径较大,顶部砾石含量少、砾径小,单个旋回厚 1.2~ 3.5 m。火山岩厚度在区域上变化较大,在羌塘盆地中及西部地区,该套火山岩厚度为 120.5~ 851.8 m,在羌塘盆地东部地区,火山岩厚度可达 1 274 m。

羌塘中生代盆地演化初期(雀莫错组沉积期)以冲洪积相(图 3)为特征。在拉张和快速沉降构造背景下,陆源剥蚀区大大缩小,盆地范围明显扩大,海水频繁地越过中央隆起带向北漫漫,使盆地内沉积物带有明显的海相色彩,但总体上仍以地表径流和淡水作用为主,陆源沉积物供应十分丰富,堆积了一套厚达 2 000 m 的陆源碎屑岩层,反映具有较强的差异沉降

作用。雀莫错组下部冲洪积相砾岩发育,成分以脉石英为主,次为含砾变质石英砂岩、石英片岩、火山岩、硅质岩、砂岩、灰岩等,磨圆度中等,呈次棱角—次圆状,砾径一般为 0.2~ 1.2 cm,局部为 3~ 10 cm 砾径,见正粒序层理。该套地层区域上在沉积超覆时间及沉积厚度上都存在明显的差异:最近,作者在各拉丹东识别出鄂尔陇巴组( $T_3e$ )湖相沉火山碎屑岩与上覆雀莫错组( $J_1-2q$ )冲洪积相碎屑岩为连续沉积,表明这一带可能并没有缺失早侏罗世沉积;而在中央隆起带,如双湖阿木岗剖面,雀莫错组紫红色粗陆源碎屑岩沉积超覆于古生代地层之上,可能缺失或部分缺失了早侏罗世地层。在沉积厚度变化方面,在弯弯梁、雀莫错、菊花山等裂陷槽的中心,沉积厚度较大,而其它地区沉积厚度则相对较小。自雀莫错组下部向上,逐渐过渡为海侵湖亚相,主要为灰绿色与紫红色薄—中层状粉砂岩、泥岩不等厚互层,夹多层泥灰岩、生物灰岩,局部夹石膏层,发育水平层理,出现淡水双壳、半咸水双壳和咸水双壳类生物混生组合。

中侏罗世巴通期(布曲组沉积期),整个羌塘盆地发生了相对均匀的沉降作用,盆地内发生了一次侏罗纪最大规模的海侵,海水淹没了中央隆起带,将南北拗陷连接成了一个统一的被动陆缘裂陷盆地,整体上呈北浅南深的古地理格局。前期大部分物源区被海水淹没,陆源碎屑供应量急剧减少,沉积了大套碳酸盐岩,总沉积厚度 500~ 1 200 m。碳酸盐岩中常含较丰富的双壳类和菊石化石,且保存完好,局部可见直径达 15 cm 的菊石化石,反映了水体较深的低能环境的产物。

由此可见,羌塘中生代( $T_3-K_1$ )盆地演化早期的沉积作用经历了一个由陆相至海相的超覆过程,沉积超覆作用从冲洪积相沉积开始,并伴随着岩浆侵入、火山爆发及火山碎屑沉积作用。总体上表现为一个向上变深的海侵序列,显示为被动陆缘裂陷盆地的特征(图 4),这一沉积特征完全可与典型陆缘裂陷盆地的演化相类比。

## 5 结论

(1) 羌塘盆地上三叠统那底岗日组沉积超覆之前,广泛发育了一个十分重要的古风化壳,该风化壳穿时发育于肖茶卡组及其以下的地层(包括二叠系及石炭系)之上,那底岗日组沉积超覆古风化壳,代表了羌塘中生代新一轮沉积盆地的开启。

(2) 羌塘中部马尔果茶卡地区那底岗日组同沉

积期花岗闪长岩和玄武岩年龄分别为  $219 \pm 2 \text{ Ma}$  和  $219.5 \pm 2.1 \text{ Ma}$  取自中央隆起带望湖岭地区和北羌塘中部胜利河地区的那底岗日组火山碎屑岩年龄分别为  $216.8 \pm 2.1 \text{ Ma}$  和  $217.3 \pm 2.5 \text{ Ma}$  它们代表羌塘中生代盆地的开启时间应该是在晚三叠世卡尼一若利期, 大约在  $220 \sim 205 \text{ Ma}$  之间。

(3) 羌塘中生代 ( $T_3-K_1$ , 晚三叠世卡尼期至早白垩世) 盆地演化早期的沉积作用经历了一个由陆相至海相的超覆过程, 沉积超覆作用从冲洪积相开始, 并伴随着火山岩浆侵入作用及冲洪积相沉积超覆作用, 总体上表现为一个向上变深的海侵序列, 为典型的被动陆缘裂陷盆地。

特别致谢 今年恰逢恩师刘宝珺院士 80 华诞。回首从师以来, 往事历历, 心潮不已。导师言传身教, 学生受益今生。在此, 谨以此文献给我尊敬的导师!

### 参考文献 (References)

- 常承法. 特提斯及青藏碰撞造山带的演化特点 [M] // 徐贵忠, 常承法主编. 大陆岩石圈构造与资源. 北京: 海洋出版社, 1992: 1-18 [Chang Chengfa. The Evolution Characteristics of Tethys and Qinghai-Tibet Collision Orogenic Belt [M] // Xu Guizhong, Chang Chengfa, eds. Continental Lithosphere Structure and Resources. Beijing: Ocean Press, 1992: 1-18]
- 边千韬, 常承发, 郑祥身. 青海可可西里大地构造基本特征 [J]. 地质科学, 1997, 32(1): 37-46 [Bian Qiantao, Chang Chengfa, Zheng Xiangshen. Basic geotectonic characteristics of the Hohxil region of Qinghai province, China [J]. Scientia Geologica Sinica, 1997, 32(1): 37-46]
- 边千韬, 郑祥身, 李红生, 等. 青海可可西里地区蛇绿岩的时代及形成环境 [J]. 地质论评, 1997, 43(4): 347-355 [Bian Qiantao, Zheng Xiangshen, Li Hongsheng, et al. Age and tectonic setting of ophiolite in the Hohxil region, Qinghai province [J]. Geological Review, 1997, 43(4): 347-355]
- Wang X F, Metcalfe J, Jian P, et al. The Jinshajiang-Ailaoshan suture zone, China: tectonostratigraphy, age and evolution [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2000, 18(6): 675-690
- Wang Jian, Fu X G, Chen W X, et al. Chronology and geochemistry of the volcanic rocks in Wouuo mountain region, northern Qiangtang depression: implications to the Late Triassic volcanic-sedimentary events [J]. Science in China Series D, 2008, 51(2): 194-205
- 黄汲清, 陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1987: 55-56 [Huang Jiqing, Chen Bingwei. The Evolution of Tethyan Ocean in China and Adjacent Areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987: 55-56]
- 周详. 西藏板块构造—建造图及说明书 [M]. 北京: 地质出版社, 1984: 1-20 [Zhou Xiang. Tibetan Plateau Tectonics—the Construction Map and Specification [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1984: 1-20]
- 李勇, 王成善, 尹海生, 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 [J]. 沉积学报, 2001, 19(1): 20-27 [Li Yong, Wang Chengshan, Yin Haisheng, et al. Fill models of the Qiangtang composite foreland basin in Qinghai-Xizang plateau, China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(1): 20-27]
- 王成善, 尹海生, 李勇, 等. 羌塘盆地地质演化与油气远景评价 [M]. 北京: 地质出版社, 2001: 184-251 [Wang Chengshan, Yin Haisheng, Li Yong, et al. The Geological Evolution and Hydrocarbon Prospect Evaluation of Qiangtang Basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001: 184-251]
- 王剑, 谭富文, 李亚林, 等. 青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析 [M]. 北京: 地质出版社, 2004: 38-42 [Wang Jian, Tan Fuwen, Li Yalin, et al. Potential Analysis of Hydrocarbon Resources of the Significant Sedimentary Basin in Tibetan Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004: 38-42]
- 高春文, 贾庆军, 魏春光. 羌塘盆地晚三叠世原型盆地性质探讨 [J]. 地质论评, 2006, 52(2): 198-206 [Gao Chunwen, Jia Qingjun, Wei Chunguang. Study on the nature of Late Triassic prototype Basin of Qiangtang Basin [J]. Geological Review, 2006, 52(2): 198-206]
- 王剑, 付修根, 陈文西, 等. 藏北羌塘盆地晚三叠世古风化壳地质地球化学特征及其意义 [J]. 沉积学报, 2007, 25(4): 487-494 [Wang Jian, Fu Xiugen, Chen Wenxi, et al. The Late Triassic paleo-weathering crust in the Qiangtang Basin, Northern Tibet: geology, geochemistry and significance [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(4): 487-494]
- 付修根, 王剑, 汪正江, 等. 藏北羌塘盆地上三叠统那底岗日组与下伏地层沉积间断的确立及意义 [J]. 地质论评, 2007, 53(3): 329-336 [Fu Xiugen, Wang Jian, Wang Zhengjiang, et al. Identification of sedimentary gap between the Late Triassic Nadi Kangri Formation and its underlying strata in the Qiangtang Basin, Northern Xizang (Tibet) and its geological significance [J]. Geological Review, 2007, 53(3): 329-336]
- 付修根, 王剑, 吴滔, 等. 藏北羌塘盆地大规模古风化壳的发现及其意义 [J]. 地质通报, 2009, 28(6): 696-700 [Fu Xiugen, Wang Jian, Wu Tao, et al. Discovery of the large-scale paleo-weathering crust in the Qiangtang basin, northern Tibet, China and its significance [J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28(6): 696-700]
- 王成善, 尹海生, 刘池洋, 等. 西藏羌塘盆地古油藏发现及其意义 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(2): 139-143 [Wang Chengshan, Yin Haisheng, Liu Chiyang, et al. Discovery of the ancient reservoir in the Qiangtang basin, Tibet and its significance [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 139-143]
- 王剑, 丁俊, 王成善, 等. 青藏高原油气资源战略选区调查与评价 [M]. 北京: 地质出版社, 2010: 1-698 [Wang Jian, Ding Jun, Wang Chengshan, et al. Potential Analysis and Geological Survey of the Hydrocarbon Resources in Tibetan Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010: 1-698]
- 李亚林, 尹海生, 王成善, 等. 西藏羌塘盆地盐相关构造特征与油气聚集 [J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2004, 31(6): 586-591. [Li Yalin, Yin Haisheng, Wang Chengshan, et al. Salt-re-



- lated structural characteristics and hydrocarbon accumulation in Qiangtang basin, Tibet, China[J]. Journal of Chengdu University of Technology: Science & Technology Edition, 2004, 31(6): 586-591]
- 18 王剑, 汪正江, 陈文西, 等. 藏北羌塘盆地那底岗日组时代归属新证据[J]. 地质通报, 2007, 26(4): 404-409[Wang Jian, Wang Zhengjiang, Chen Wenxi *et al.* New evidences for the age assignment of the Nadi Kangri Formation in the North Qiangtang basin northern Tibet, China[J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(4): 404-409]
- 19 王剑, 付修根, 陈文西, 等. 北羌塘沃若山地区火山岩年代学及区域地球化学对比——对晚三叠世火山—沉积事件的启示[J]. 中国科学: D辑, 2008, 38(1): 33-43[Wang Jian, Fu Xiegen, Chen Wenxi *et al.* Chronology and geochemistry of the volcanic rocks in Wouuo mountain region northern Qiangtang depression implications to the Late Triassic volcanic-sedimentary events[J]. Science in China Series D, 2008, 38(1): 33-43]
- 20 付修根, 王剑, 汪正江, 等. 藏北羌塘盆地菊花山地区火山岩 SHRMP 锆石 U-Pb 年龄及地球化学特征[J]. 地质论评, 2008, 54(2): 232-241[Fu Xiegen, Wang Jian, Wang Zhengjiang *et al.* U-Pb Zircon Age and geochemical characteristics of volcanic rocks from the Juhua Mountain Area in the northern Qiangtang Basin, northern Xizang(Tibet)[J]. Geological Review, 2008, 54(2): 232-241]
- 21 王成善, 胡承祖, 张慰功, 等. 西藏北部查桑—茶布裂谷的发现及其地质意义[J]. 成都地质学院学报, 1987, 14(2): 33-45[Wang Chengshan, Hu Chengzu, Wu Ruizhong *et al.* Significance of the discovery of Chasang-Chabu rift in northern Xizang (Tibet)[J]. Journal of Chengdu University of Technology: Science & Technology Edition, 1987, 14(2): 33-45]
- 22 潘桂棠, 陈智梁, 李兴振, 等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 121-128[Pan Guitang, Chen Zhiliang, Li Xingzhen, *et al.* The Tectonic Formation and Evolution of East Tethyan[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997: 121-128]
- 23 黄继钧. 羌塘盆地基底构造特征[J]. 地质学报, 2001, 75(3): 333-337[Huang Jijun. Structural characteristics of the basement of the Qiangtang Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(3): 333-337]
- 24 李才, 王天武, 杨德明, 等. 西藏羌塘中央隆起区物质组成与构造演化[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(1): 25-31[Li Cai, Wang Tianwu, Yang Deming *et al.* The lithological composition and tectonic evolution of Qiangtang central uplift region, Tibet[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2001, 31(1): 25-31].
- 25 王国芝, 王成善. 西藏羌塘基底变质岩系的解体和时代厘定[J]. 中国科学: D辑, 2001, 31(增刊): 77-82[Wang Guozhi, Wang Chengshan. Disintegration and age of basement metamorphic rocks in Qiangtang Tibet, China[J]. Science in China Series D, 2001, 31(Supp): 77-82]
- 26 谭富文, 王剑, 付修根, 等. 藏北羌塘盆地基底变质岩的锆石 SHRMP 年龄及其地质意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(1): 139-146[Tan Fuwen, Wang Jian, Fu Xiegen *et al.* U-Pb zircon SHRMP age of metamorphic rocks from the basement of the Qiangtang Basin, northern Tibet and its geological significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(1): 139-146]
- 27 宋彪, 张玉海, 万渝生, 等. 锆石 SHRMP 样品靶制作、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评, 2002, 48(增刊): 26-30[Song Biao, Zhang Yuhai, Wan Yusheng *et al.* The target production of zircon samples SHRMP dating and discussion of the correlative phenomenon[J]. Geological Review, 2002, 48(Supp): 26-30]
- 28 Compston W, Williams IS, Kirschvink JL, *et al.* Zircon age U-Pb ages for the Early Cambrian time-scale[J]. Journal of Geological Society, London, 1992, 149: 171-184
- 29 Compston W, Williams IS, Mayer C. U-Pb geochronology of zircons from Lunar Breccia 73217 using a Sensitive High Resolution Ion Microprobe. Proc. XIV Lunar Planetary Science Conference. Journal of Geophysical Research, 1984, 89(supp): 525-534
- 30 付修根, 王剑, 谭富文, 等. 青藏高原羌塘东部鄂尔隆巴组火山岩的锆石 SHRMP U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 2009, 28(5): 15-21[Fu Xiegen, Wang Jian, Tan Fuwen *et al.* Zircon SHRMP U-Pb age of volcanic rocks in Erlongba Formation, eastern part of the Qiangtang basin, Qinghai-Tibet Plateau, China and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28(5): 15-21]
- 31 Fu Xiegen, Wang Jian, Tan Fuwen, *et al.* The Late Triassic rift-related volcanic rocks from eastern Qiangtang northern Tibet (China): Age and tectonic implications[J]. Gondwana Research, 2010, 17(1): 135-144

## A New Sedimentary Model for the Qiangtang Basin

WANG Jian FU Xie-gen TAN Fu-wen CHEN Ming HE Jiang-lin

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081)

**Abstract** The newly-discovered paleoweathering crust sediments are developed beneath the continental volcanic rocks, sedimentary-volcaniclastic rocks and alluvial-diluvial sandstones and conglomerates from the Upper Triassic Nadi Kangri Formation, and diachronously overlapped upon the Upper Triassic(?) Xiaochaka Formation and its underlying strata, including the Carboniferous-Pennsylvanian strata in the Qiangtang Basin, indicating a sedimentary gap between

the Nadigangri Formation and its underlying strata. These volcanic rocks, sedimentary-volcaniclastic rocks and alluvial-diluvial sandstones and conglomerates from the Nadigangri Formation deposited above the paleoweathering crust represent the onset of the Qiangtang Basin sediments during the Mesozoic. The SHRIMP zircon U-Pb isotopic dating gives the ages of  $219.5 \pm 2.1$  Ma and  $219 \pm 2$  Ma for the basalt and granodiorite from central Qiangtang and  $216.8 \pm 2.1$  Ma and  $217.3 \pm 2.5$  Ma for the vitric tuff and crystal tuff from the Nadigangri Formation in the Shenglihe and Wanhuling areas in the Qiangtang Basin. All these age determinations imply that the onset of the Mesozoic Qiangtang Basin should be traced back to the Late Triassic. The deposition went through the continental to marine sedimentary overlap during the early evolution of the Mesozoic Qiangtang Basin. The sedimentary overlap started from the alluvial-diluvial facies and accompanied by magma intrusion, volcanic eruption and pyroclastic deposition. On the whole, the deposition displays a deepening-upward transgressive sequence, characteristic of a passive marginal rift basin.

**Key words** Qiangtang Basin; basin basement; sedimentary onset; basin evolution