

晚三叠世—中侏罗世羌塘盆地的形成与演化

陈文西¹ 王 剑²

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要:晚三叠世—侏罗纪是羌塘盆地大型海相沉积盆地形成时期, 是研究羌塘盆地形成过程、判别盆地性质的重要时期。本文通过区域构造、盆地充填建造和岩相古地理分析, 提出了该时期的羌塘盆地并非晚三叠世前陆盆地(或弧后盆地)和侏罗纪弧后盆地(前陆盆地), 而是晚三叠世早期(肖茶卡期)的陆表海盆地和晚三叠世诺利期—中侏罗世巴柔期(那底岗日期—雀莫错期)的坳陷—裂陷盆。肖茶卡期内陆盆地主要受可可西里—金沙江活动带的控制, 沉积期后出现的海退事件可能与冈瓦纳大陆与欧亚大陆的碰撞作用有关; 那底岗日期—索瓦期羌塘盆地的强烈拉张断陷可能反映冈瓦纳大陆边缘的总体构造背景。

关键词:晚三叠世—中侏罗世; 残留内陆盆地; 被动大陆边缘坳陷—裂陷盆; 羌塘盆地

中图分类号: P542⁺.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2009)03-0682-12

藏北羌塘盆地位于特提斯构造域东段, 南北分别以可可西里—金沙江缝合带和班公湖—怒江缝合带为界, 是一个由不同类型盆地叠置而成的多旋回叠合盆地^[1,2]。根据地球物理资料和沉积充填特征, 可把羌塘盆地基底划分为北羌塘坳陷、南羌塘坳陷和中央隆起带 3 个次级构造单元(图 1)。对于晚二叠世(P₃)以来沉积盆地的演化, 普遍认为存在 3 个阶段性盆地, 即晚二叠世—中三叠世(P₃—T₂)盆地、晚三叠世(T₃)盆地及侏罗纪盆地。对各构造阶段盆地性质的认识尚处于探讨阶段, 尤其对于具有较好油气前景的中生代大型海相沉积盆地性质的争论更为激烈, 目前存在晚三叠世—侏罗纪前陆盆地^[2-4]、晚三叠世—侏罗纪弧后盆地^[5]、晚三叠世弧后盆地和侏罗纪前陆盆地^[6]、早中侏罗世裂陷盆地^[7]等不同的观点。在前人研究的基础上, 笔者在 2005—2007 年油气地质调查和基础地质研究工作中, 对晚三叠世—中侏罗世早期羌塘盆地的形成和演化, 提出晚三叠世早期的羌塘盆地为陆表海盆地、晚三叠世中期—中侏罗世早期为裂陷—坳陷盆地。

1 地质背景

盆地北侧的金沙江洋盆于石炭纪以前打开, 早二叠世末闭合^[8]。洋盆的关闭是可可西里陆块与羌塘陆块间的缝合, 并未发生挤压造山作用。洋盆关闭后的晚二叠—早三叠世时期, 处于相对稳定阶段, 其物源区大地构造背景为克拉通内陆块, 沉积环境为稳定陆块边缘, 类似被动大陆边缘^[9]。早三叠世—晚三叠世早期形成活动型内陆海盆, 到晚三叠世晚期—侏罗纪早期海盆才全部闭合成造山带^[10,11]。

盆地南侧边界为班公湖—怒江缝合带, 根据缝合带两侧晚三叠世地层的岩石组合, 带内蛇绿岩的产出和时代以及蛇绿混杂岩被上侏罗统或下白垩统不整合覆盖等地质特征分析, 班公湖—怒江带是在晚古生代地台基础上于晚三叠世发生裂谷作用, 早—中侏罗世发生强烈引张并形成小洋盆, 出现了蛇绿岩, 于晚侏罗世—早白垩世自东向西逐渐闭合^[12]。晚三叠世晚期—侏罗纪早期, 可可西里—金沙江带正处于洋盆全部闭合成造山带, 同时是南侧羌塘盆地裂陷—凹陷盆

收稿日期: 2008-11-25; 改回日期: 2009-04-17

资助项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(K0809)资助。

作者简介: 陈文西, 男, 1977 年生, 博士, 主要从事沉积盆地与沉积矿产研究; E-mail: cwX0616@yahoo.com.cn。

① 南京大学地球科学系。羌塘盆地形成条件及构造演化特征 (QZ-97-204105)。中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料, 1997。

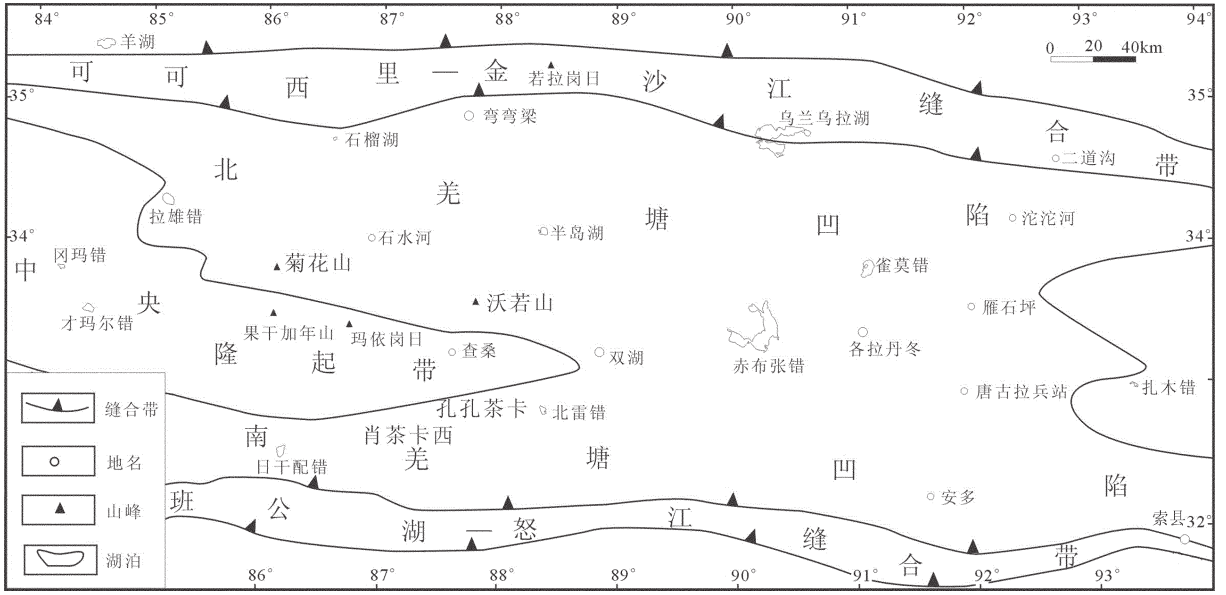


图 1 羌塘盆地构造单元划分
Fig.1 Tectonic units of Qiangtang Basin

地的形成时期,两者构成良好的盆山耦合关系。

中央隆起带具有明显的正航磁异常,将羌塘盆地分隔为羌南和羌北两个拗陷带。其形成于三叠纪以前,侏罗纪时期对南、北羌塘的沉积环境起着明显的控制作用。

2 晚三叠世—中侏罗世早期盆地的充填建造

羌塘盆地中生界可大致划分为两个地层分区:北羌塘分区和南羌塘分区,本文综合了西藏地矿局^[13]、赵政璋等^[14]和王剑等^[15]研究成果,结合最新研究资料提出的地层划分方案见表 1。

2.1 上三叠统肖茶卡组、那底岗日组和日干配错组

肖茶卡组系指分布于北羌塘拗陷、被上三叠统那底岗日组不整合覆盖的晚三叠世海相地层。在稳定的或比较稳定的盆地内部沉积区,其岩性主要为碳酸盐岩建造,其下与中三叠统为连续沉积;在盆地周缘的隆起区,其岩性具有三分的特点:下部为紫红色碎屑岩,中部为碳酸盐岩和上部为砂岩、灰岩夹煤线,底界面与前三叠系为沉积超覆关系(图 2)。说明中三叠世末羌塘盆地已经萎缩,肖茶卡组沉积时期的羌塘盆地是在早—中三叠世沉积萎缩的盆地的基础上发展起来的,是晚三叠世早期发生海侵事件,使沉积面积进一步扩大。由于海平面上升,并淹没北羌

表 1 羌塘盆地中生代地层划分对比

Table 1 Correlation of Mesozoic strata in Qiangtang basin

地层单元		北羌塘凹陷	南羌塘凹陷
白垩系		阿布山组	
侏罗系	上统	雪山组	缺失(?)
		索瓦组	索瓦组
	中统	夏里组	
		布曲组	
	下统	雀莫错组	色哇组
			曲色组
三叠系	上统	那底岗日组	日干配错组
		肖茶卡组	缺失(?)
	中统	康南组	
	下统	康鲁组	
二叠系			

塘盆地周缘部分剥蚀区,形成盆地内部肖茶卡组与中三叠统连续沉积,而盆地周缘表现为上三叠统肖茶卡组沉积超覆于不同时代的地层之上,并发育厚度不等的底砾岩。在沉积期后,盆地发生整体隆升,

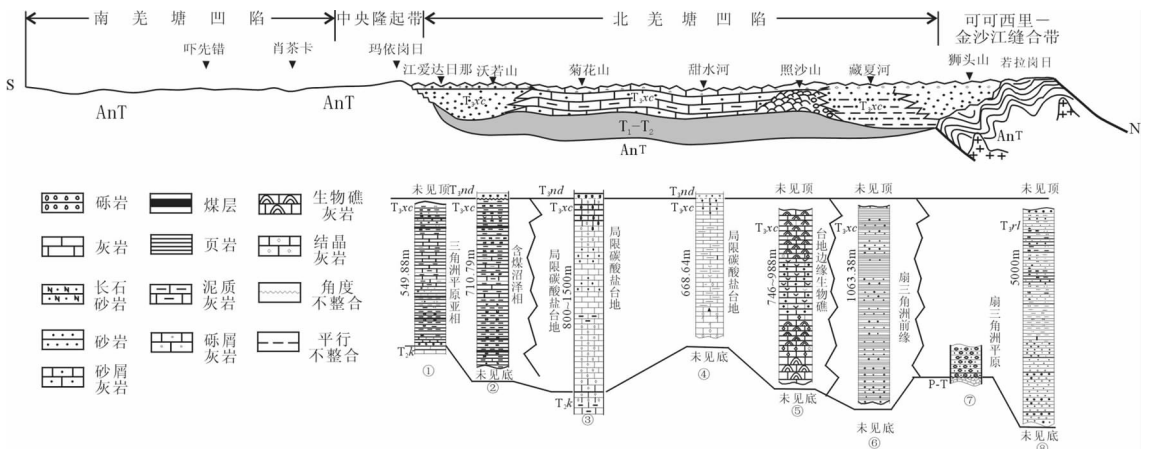


图2 肖茶卡组时期羌塘盆地结构与沉积模式图

T_{2k}—康南组; T_{3xc}—肖茶卡组; T_{3nd}—那底岗日组; T_{3r}—日干配错组

Fig.2 Isopach and sedimentary model of the sedimentary period of Xiaochaka Formation in Qiangtang basin

T_{2k}—Kangnan Formation; T_{3xc}—Xiaochaka Formation; T_{3nd}—Nadigangri Formation; T_{3r}—Riganpeicuo Formation

海水退出,使大部分地区发生短暂的风化剥蚀作用,在碳酸盐岩型或碎屑岩型肖茶卡组的上部相应发育了风化岩溶角砾岩或古风化壳^[6]。

那底岗日组仅分布于北羌塘地区,出露较局限,见于湾湾梁、雀莫错和中央隆起带北侧3个区域,均呈北西向条带状分布。其中以中央隆起带西段北侧最为发育,出露于石水河、菊花山、拉雄错、拉相错、那底岗日、江爱达日和玛威山一带,宽约50 km,长约300 km。主要为一套火山岩、火山碎屑岩沉积,可大致分为两个岩相组合类型:一类是陆上喷发系列,以安山熔岩、熔结凝灰岩、凝灰岩为主,局部见玄武岩;另一类为水下喷发系列,为沉火山角砾岩、沉凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、泥岩等,局部夹灰岩,两类沉积常交互出现。最新的火山岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄确定该套火山岩的时代为晚三叠世^[17-19]。其与下伏地层通常为假整合(菊花山、石水河、湾湾梁和雀莫错等剖面)或角度不整合(果干加年山剖面)接触,并发育底砾岩;上部与中侏罗统雀莫错组整合过渡(菊花山和土门各拉)或平行不整合接触。该套火山-沉积地层分布极不稳定,厚度变化大。此外,那底岗日组和日干配错组中的玄武岩和玄武安山岩的地球化学性质显示为两者具有相似的构造背景,主要形成于伸展构造背景下的板块内部裂谷环

境^[20]。说明该时期羌塘盆地受到拉张应力作用,使盆地基底形成了地陷与地垒结构,并发生激烈的火山活动,可能是由于地陷与地垒间的地貌形态使得那底岗日组厚度分布不稳定(图3)。

南羌塘地区的日干配错组的时代与那底岗日组的时代相当^[20],其岩性组合总体上表现为一套海进沉积序列,以肖茶卡西剖面为代表,可大致分为三段。下段:主要为中、基性火山岩、火山角砾岩,夹深灰色微晶灰岩和灰绿色凝灰质泥岩,未见底;中段:为微晶灰岩、介壳灰岩夹泥灰岩,与下段顶部的钙质凝灰岩整合接触;上段:主要为灰色、深灰色薄—中层状钙质粉砂岩、与粉砂质泥岩、泥岩互层,夹中—厚层状岩屑长石砂岩透镜体,局部夹少量泥灰岩,顶部为新近系康托组不整合超覆。肖茶卡剖面向南至吓先错一带,未见地层顶底,仅出露中下部层位,岩性以碳酸盐岩为主,夹少量粉砂岩和泥岩(图3)。在索布查温泉附近,仅出露其上部层位,由粉砂岩、钙质泥岩、页岩夹泥晶灰岩、泥灰岩组成,上与曲色组深灰色页岩整合接触。日干配错组所出露的剖面多未见顶、底,但在孔孔茶卡南发现其沉积超覆于石炭系之上,底部发育一套厚约8 m的复成分砾岩^②;在盆地南部安多地区见晚三叠世地层不整合在前二叠系变质岩之上^①;在南部班公湖—怒江缝合带内的微

① 南京大学地球科学系. 羌塘盆地形成条件及构造演化特征(QZ-97-204105). 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料,1997.

② 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). 北京:中国地质调查局,2006.

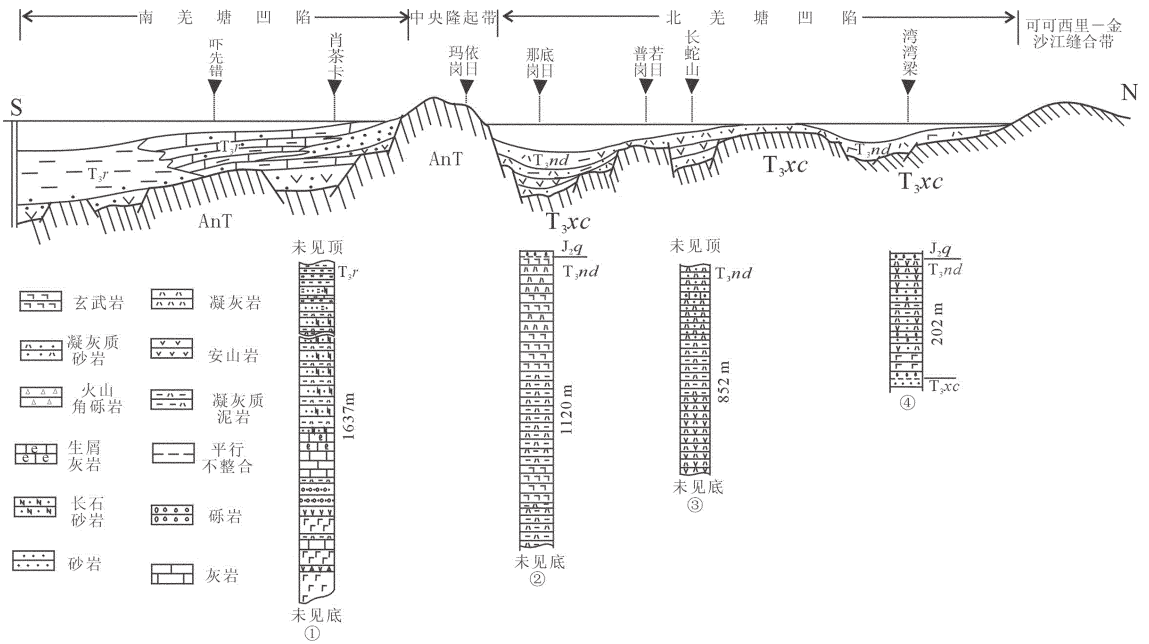


图 3 那底岗日组与日干配错组时期的盆地结构和沉积模式图

Fig.3 Isopach and sedimentary model of the sedimentary period of Nadigangri or Riganpeicuo Formation in Qiangtang basin

陆块上, 见与日干配错组时代相当的上三叠统确哈拉群沉积超覆于不同时代的前三叠系之上。而且在南羌塘盆地内未发现下、中三叠统。此外, 在日干配错组和确哈拉群的下部均发育一套张裂(裂谷)性质的火山岩^①, 可能暗示南羌塘地区缺失早、中三叠世沉积, 于晚三叠世开始裂陷沉积。因此推测南羌塘盆地日干配错组底部与下伏地层为不整合接触关系。

2.2 下侏罗统曲色组

曲色组为西藏区调队(1986)所创, 建组剖面在其香错北西的索布查温泉附近, 为一套深灰色泥岩、页岩夹少量粉砂岩、泥灰岩, 与下伏上三叠统灰岩整合接触, 剖面未见顶, 厚度>995.49 m, 为南羌塘拗陷早侏罗世的典型沉积。

下侏罗统在北羌塘拗陷迄今还缺少化石依据, 笔者仅依据前人研究资料, 根据地层的岩性组合特征及地层所处层位、接触关系对比, 推测菊花山剖面中夹于晚三叠世中晚期的那底岗日组火山岩和中侏罗世早期的雀莫错组的 800 多米厚细碎屑岩为下侏罗统; 而安多县岗尼乡纳扎江木东剖面(32°49'N; 91°05'E)^③中整合于含煤碎屑岩层土门各拉组(所

谓的阿堵拉组)之上的岩屑石英砂岩, 其岩性组合和化石组合类似昌都地区的中下侏罗统察雅组中下部, 可能为该地区的下侏罗统。

2.3 中侏罗统雀莫错组和色哇组

雀莫错组分布于北羌塘拗陷, 以北拗陷东部的雀莫错剖面为代表, 岩性由下部紫红色巨厚层砾岩, 中部紫红、灰绿色岩屑石英砂岩、粉砂岩和上部灰绿色粉砂岩、泥岩、泥灰岩组成, 厚度 1234 m, 整体表现为一个沉积速率迅速加大的进积序列。在拗陷内多假整合于那底岗日组之上, 仅在菊花山剖面见与下伏地层为整合接触; 拗陷边缘为不整合于肖茶卡组或古生代地层之上, 顶部与中侏罗统布曲组整合接触。

色哇组出露面积相对较广泛, 在南羌塘拗陷集中分布在昂达尔错—戈梗错—其香错区域内, 另外在西部改则县—尼玛县北部也有出露。色哇组总体可分为两段: 在双湖多玛曲瑞恰乃剖面上, 其下段颜色以灰绿色为基调, 包括灰绿色细砂岩、页岩夹凸透镜状砂砾屑灰岩、砾岩, 块体灰岩, 砂岩中包卷层理非常发育, 砂砾屑灰岩、砾岩底冲刷、粒序层理常见;

① 西藏自治区地质调查院, 中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万兹各塘错幅). 北京: 中国地质调查局, 2003.

上部的下部由灰黑色页岩、泥晶灰岩组成,上部为深灰色细砂岩、泥页岩、泥灰岩互层组成。该套地层总体表现为陆棚-斜坡相沉积产物。上与布曲组整合接触,下与曲色组整合接触。在嘎尔敖包剖面上出露色哇组下段,岩性组合及特征与曲瑞恰乃剖面略有不同,主要为一套陆棚沉积产物,岩性为灰色、浅灰色页岩(略变质呈千枚岩状)与浅灰色薄层细粒石英砂岩互层夹少量灰色薄—中层状泥晶灰岩,与下伏下侏罗统曲色组整合接触。

3 晚三叠世—中侏罗世早期岩相古地理特征

3.1 肖茶卡组时期

晚三叠世早期羌塘北部可能受北侧可可西里—金沙江缝合带再次发生裂陷作用^[2]的影响,使北羌塘盆地在早—中三叠世盆地基础上再次广泛海侵,但基本继承早—中三叠世盆地的古地理格局,只是沉积覆盖面进一步扩大,并在盆地北缘出现扇三角洲相沉积。主要依据是晚三叠世卡尼期—诺利期北羌塘盆地内中晚三叠世为连续沉积(菊花山剖面),盆地边缘上三叠统与中三叠统为假整合接触(江爱达日那剖面),在盆地边缘隆起区为上三叠统不整合超覆于前三叠系之上(双湖赛日作沟、雀莫错西、沱

沱河南和狮头山),底部发育底砾岩。但随着可可西里—金沙江裂陷槽的闭合,海水逐渐退出,盆地逐步萎缩。肖茶卡组沉积期后,羌北地区出现了整体抬升,转变为风化剥蚀区(菊花山肖茶卡组顶部古岩溶和沃若山茶卡组顶部古风化壳),发生了短暂的沉积间断^[4]。其古地理面貌见图4,包括以下古地理单元。陆源剥蚀区:对该时期盆地内南北两侧的陆源碎屑的沉积构造、物质成分分析显示其物源分别来自北侧可可西里—金沙江和南侧的央隆起带及其以南地区。主要依据是:①盆地北部肖茶卡组碎屑成分源区分析显示,其沉积物中富含大量的火山岩屑和变质岩岩屑,其古流向显示为以南西向为主^[3,16],说明物源来自北侧缝合带的部分隆起剥蚀区;②南侧源区位于中央隆起带及其以南地区,判断其存在的主要依据有三,一是在中央隆起带及其以南地区缺失下中三叠统沉积,说明二叠纪末这两个地区就已是隆起剥蚀区;二是隆起北侧发育滨岸和沼泽相沉积,并有大量近源岩屑或砾石存在,如位于江爱达日北西的红水沟和双湖赛日作沟上三叠统剖面。红水沟上三叠统下部三角洲相沉积的粗粒岩屑砂岩中,沉积岩岩屑占30%,其他变质岩屑占15%,绿色火山岩岩屑占55%;双湖赛日作沟上三叠统剖面底部以底砾岩不整合超覆于前泥盆系之上;三是古流向统计显

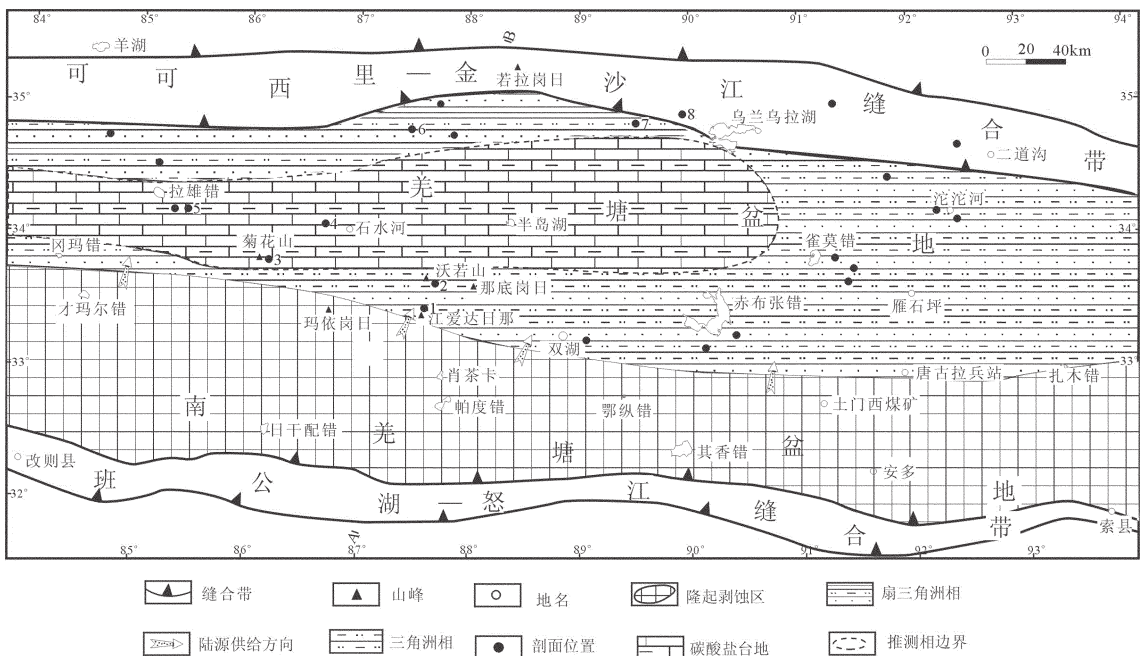


图4 肖茶卡组沉积时期岩相古地理图

Fig.4 Palaeogeographic map of the sedimentary period of Xiaochaka Formation in Qiangtang basin

示由南向北的特征^[3,16]。

三角洲平原和扇三角洲平原沉积:分布于盆地南、北边缘和盆地东部,局部发育沼泽相沉积,可形成多个煤层或煤线,如沱沱河西(纳日帕查)、江爱达日那、沃若山等地。

碳酸盐岩台地沉积:分布于羌北坳陷的拉雄错—半岛湖—乌拉乌拉湖一带,近东西向展布,岩性单一,主要沉积一套较纯碳酸盐岩,横向分布较稳定。

扇三角洲前缘沉积:位于北羌塘盆地的北部,是一套裂陷环境下形成的浅水扇三角洲前缘重力流沉积,具复理石建造特征,但并非前陆盆地早期的深水复理石沉积。理由如下:①盆地北缘可可西里—金沙江缝合带内发育巨厚的晚三叠世沉积地层,其时代与肖茶卡组时代相当的上三叠统巴塘组和苟鲁山克措组,总厚度大于 6000 m,由砂岩和泥岩组成。具有明显的复理石韵律特征,其碎屑岩分选差,长石砂岩和岩屑砂岩所占比例大;泥质岩含炭质夹煤线,陆生植物化石与海相化石相伴生;以上沉积特征显示基底持续沉降、物源充足快速充填的特征,使沉积环境始终处于滨、浅海环境^[2]。说明该时期的可可西里地区为沉积盆地,而非造山带剥蚀区。此外,中部火山岩为中—基性爆发—溢流相,其岩石矿物组合及岩石化学特征显示与扩张裂陷作用有关^[2]。说明在肖茶卡组沉积早期可可西里—金沙江缝合带并非处于挤压隆升造山作用,相反是处于拉张裂陷作用状态;说明该时期北羌塘地区不具备前陆盆地的构造条件,也就是不存在前陆盆地早期的深水复理石沉积。②盆地北部肖茶卡组(藏夏河组)除了具发育重力流沉积特征的粒序层理、平行层理,重荷模、沟模、槽模和底冲刷底面等构造外,还发育有小型交错层理、浪成波纹等浅水标志,局部地区夹产双壳类灰岩,且其相邻沉积相为浅水扇三角洲和碳酸盐台地沉积环境。

3.2 那底岗日组或日干配错组时期

该时期,南侧的怒江洋盆已进入伸展扩张的初期阶段,与此同时,羌塘地区地壳整体亦处于伸展裂陷状态。羌北地区在经历肖茶卡组沉积期后短暂的隆升剥蚀后发生了强烈的裂陷作用,再次开始接受晚三叠世中晚期的沉积,其间留下了一个广泛发育的沉积不整合面。南羌塘区经历了早三叠世—晚三叠世若利早期的风化剥蚀之后,开始广泛的沉陷并接受沉积作用,盆地内出现上三叠统与下覆地层角

度不整合,如盆地北部边缘肖茶卡西和孔孔茶卡出现日干配错组角度不整合于石炭纪—二叠纪地层之上,并发育底砾岩;盆地南部安多地区上三叠统不整合于前二叠系变质岩之上;盆地南边缝合带内出现与日干配错组时代相当的确哈拉群角度不整合于前三叠系之上,并发育底砾岩。羌塘中部地带则处于相对隆升状态,从而形成了对中生代中—晚期南北羌塘沉积作用起重要控制的所谓中央隆起带,但在隆起带的南北边缘发育东西向裂陷槽,西部隆起带可能被两条北西向和北东向的裂陷槽分割,北西向裂陷槽沿才冯尔错—走构由茶错发育,北东向裂陷槽沿角木日—依布茶卡发育,这两条裂陷槽可能与隆起带北缘东西向裂陷槽相交,裂陷槽内被浅海相碎屑岩和基性火山岩充填。但该时期的盆地总体上形成了两坳—隆的构造—古地理基本格局,海水沿双湖一带和北西向与北东向裂陷槽狭窄通道向北侵漫。古地理面貌见图 5,包括以下古地理单元。

陆源剥蚀区:主要依据地层缺失和在其近盆地一侧形成滨岸沉积大致确定其分布范围,位于北侧的可可西里带、中央隆起带以及盆地的东、西两侧,在双湖一带呈马鞍形,其鞍部为南、北坳陷海水的通道。在坳陷内部航磁所显示的沱沱河凸起之上的半咸河西等地,也可见中侏罗统雀莫错组不整合在三叠系或二叠系之上,说明它同样是该时期的剥蚀区。**火山碎屑—陆源近海湖沉积区:**分布于羌北地区,目前地表出露的沉积物主要呈东西向和北西向条带分布,具有快速沉积特点,故推测为裂陷槽沉积。据其分布,可识别出 5 个裂陷槽,分别为湾湾梁、各拉丹东、岗玛错—那底岗日和石水河—长蛇山—半岛湖 4 条东西向裂陷槽以及菊花山—拉雄错北西向裂陷槽。沉积物以火山碎屑沉积岩为主,夹河流和湖泊相沉积。据其中少量海相碳酸盐岩沉积判断,该期已有少量来自南侧的海水浸漫湖中,故将其归为陆源近海湖相。

滨浅海沉积区:据陆源区和古地理格架推测中央隆起南缘发育滨岸带,但目前仅在盆地东北缘蒂让碧错—土门—索县发育一套近海型海陆交互沉积,该套含煤碎屑岩厚度达 3000 m,以岩屑长石砂岩或长石岩屑砂岩为主,次为泥岩、粉砂岩,夹少量煤线。碎屑成分含量高,13 件样品平均值为 88.85%,杂基及胶结物含量较低,平均分别为 2.17%、8.92%。碎屑组分以石英为主,次为岩屑、长石。石英多为单

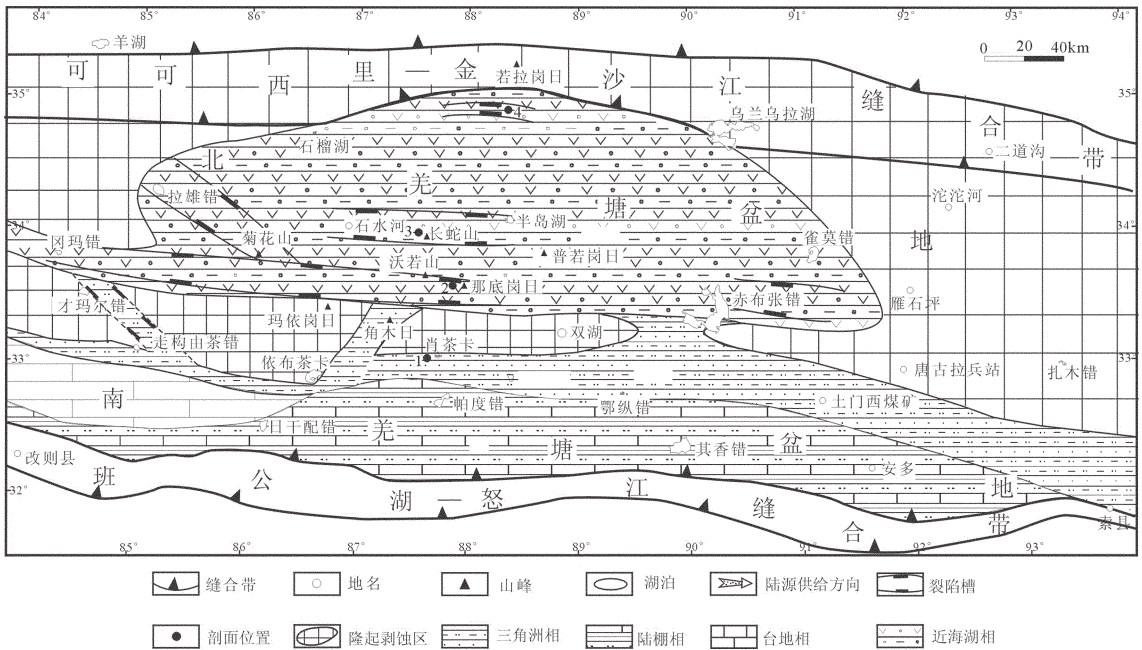


图5 那底岗日组或日干配错组时期岩相古地理图

Fig.5 Palaeogeographic map of the sedimentary period of Nadigangri or Riganpeicuo Formation in Qiangtang basin

晶石英,平均含量 64.15%;岩屑以火成岩岩屑为主, 其次为变质岩岩屑、沉积岩岩屑, 平均含量分别为 6.08%、3%、2.85%;长石以钾长石为主, 次为斜长石。岩石中可见锆石、白钛矿、赤褐铁矿、磁铁矿、石榴石及黄铁矿等重砂矿物,其含量一般小于 1%,在碎屑中零星分布。矿物成分成熟度 (Q/F+R) 为 0.98~4.22, 属中等—较差级。碎屑间填充物以胶结物为主,陆源泥质少量,胶结物白云石、方解石、石英次生加大等现象。碎屑颗粒形态均为次圆—次棱角状,分选一般—中等。砂岩的成分成熟度和结构成熟度均属中等偏低。以上特征表明该地区的盆地基底沉陷较快,但碎屑物源供给充分,沉积物搬运距离较近,沉积速度较快,基底的沉陷空间快速得到沉积作用补偿,使沉积区始终处于浅海环境。在肖茶卡—北雷错一带,早期受强烈裂陷作用影响,形成一近东西向展布的局部断陷槽,伴随火山碎屑岩沉积。

浅海陆棚区:分布于羌南地区,以泥、页岩沉积为主,向南过渡为怒江洋盆。局部地段,如日干配错以西地区为水下低凸起带,沉积了垂向上较稳定的碳酸盐岩。

3.3 曲色组时期

下侏罗统在北羌塘盆地的出露范围较为局限,

难于对该时期的岩相古地理做合理的分析,只能根据上下地层沉积环境推测为近海湖盆沉积。而南羌塘盆地下侏罗统出露亦较为局限,仅根据陆源区和古地理格架推测中央隆起南缘可能发育滨浅海相,但目前尚缺乏相应的沉积剖面。滨浅海相向南过渡到以泥、页岩沉积为特征的浅海陆棚环境,最终至怒江洋盆。

3.4 雀莫错组或色洼组时期

雀莫错组时期,羌塘盆地在早侏罗世相对稳定之后发生一次较强烈的拉张和基底快速的沉降事件,使盆地范围明显扩大,陆源剥蚀区缩小。在羌南塘盆地中表现为曲色组与色洼组在岩性组合和化石组合特征具有明显差别。曲色组多见灰黑色中厚层至块状微晶灰岩、灰黑色粉砂岩、粗砂岩及灰绿色石英砂岩,而色洼组主要为灰黑色泥、页岩,夹少量的泥质粉砂岩和泥灰岩;在曲色组中部采到一些下侏罗统类型的保存不好的菊石,还有腕足类和双壳类,而色洼组上部产较丰富的巴柔阶菊石和少量双壳类。说明色洼组时期盆地基底进一步下陷,海平面相对上升,水体明显加深。北羌塘盆地雀莫错组明显向原周边隆起区超覆,且沉积物带有明显的海相色彩,海水频繁地越过中央隆起带向北漫漫,且雀莫错组

局部地区夹有火山岩^[23],碎屑中火山岩的成分明显增高^①,反映具有较强的拉张形成的差异沉降作用,造成盆地内雀莫错组与下伏地层呈不整合接触,使早期沉积的未埋藏固结成岩的下侏罗统大面积的被破碎刨蚀成为雀莫错组的丰富物源,堆积了一套厚达 2000 m 的陆源碎屑岩层。沉积等厚图反映沉降中心继承了早期的特点,仍在湾湾梁、各拉丹东和菊花山、石水河等地。羌南地区则大致继承了前期的沉积格架,从毕诺错一带曲色组上部出现菊石,推测中央隆起带南侧也在下降,结合其香错一带表现出的向上变浅序列判断,可能羌南陆架的坡度在逐步变缓,其古地理图见王剑专著第 67 页^[15]。

4 肖茶卡期—雀莫错期羌塘盆地的形成与演化

基于以上对盆地各个时期的构造活动、充填建造和岩相古地理的分析,笔者提出晚三叠世—中侏罗世早期羌塘盆地的形成演化过程(图 6),具有两个不同盆地性质的发展时期,分别为晚三叠世早期北羌塘的陆表海盆地(I)和晚三叠世中期—中侏罗世早期的裂陷—坳陷盆地(II)。分为 4 个发展阶段:

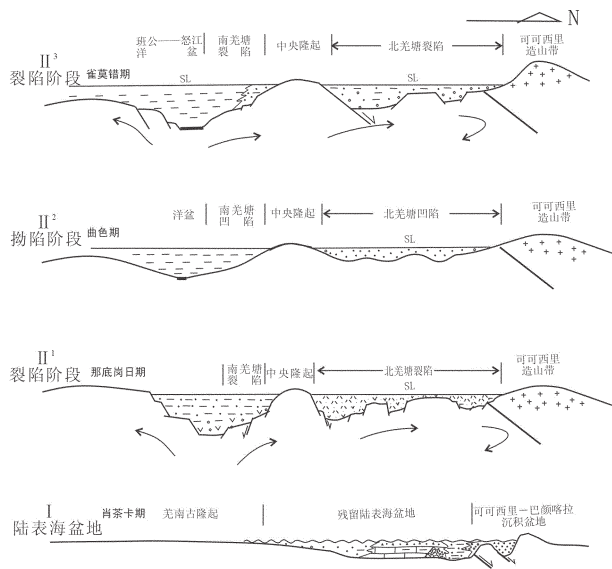


图 6 晚三叠世—中侏罗世早期羌塘盆地演化过程
Fig.6 The evolution of the Qiangtang basin from Upper Triassic to early Middle Jurassic period

陆表海盆地演化阶段(I)、羌塘裂陷阶段(II¹)、坳陷阶段(II²)和裂陷阶段(II³)。

(1) I—北羌塘陆表海盆地演化阶段

该阶段大致发生在早三叠世初—晚三叠世诺利期早期。在这个时期,现今中央隆起带以南可能处于大陆剥蚀区,因此,盆地的范围仅限于北羌塘地区。盆地北侧金沙江洋盆在二叠纪末期已基本关闭^[9],向陆内盆地转换,其依据是现今的可可西里造山带主体由三叠系组成,下、中、上三叠统发育齐全,其中上三叠统巴颜喀拉山群厚度大于 5000 m,具有浅水复理石特征,其时代为晚三叠世早中期^[22]。同样在可可西里—金沙江缝合带内也沉积有厚度较大的晚三叠世地层,分别称为苟鲁山克措组和若拉岗日群,均为三角洲相含煤碎屑岩^[3,22]。以上的上三叠统具有快速沉积和厚度巨大的特征,说明沉积物源丰富且基底沉陷快速,沉陷作用能得到沉积补偿,使盆地始终处于浅海环境。正如张以谪等^[22]所指出,三叠纪时期可可西里—巴颜喀拉地区是一个结构不均匀,内部发育有次级的隆起和坳陷的沉积盆地。即可可西里—金沙江洋盆二叠纪末期关闭并未发生进一步造山作用,而只是陆块缝合。陆块的缝合使羌塘盆地成为残留陆表海沉积盆地。

晚三叠世卡尼期,由于受到北侧可可西里—金沙江缝合带再次拉张作用^[22,24],受其影响,使得盆地基底整体缓慢下沉,海水再次入侵,使中三叠世末萎缩的陆表海的面积扩大,在盆地周缘出现三角洲或扇三角洲相的肖茶卡组沉积超覆于前三叠系之上,并发育底砾岩;而北羌塘盆地内部广大碳酸盐岩台地也得到持续发育。晚三叠世诺利期早期,陆表海盆地进入萎缩阶段,羌塘地区及其北侧可可西里地区受到一次强烈的挤压作用,使可可西里地区从此结束了陆海盆地沉积历史,此后成为隆起剥蚀区;羌北地区也出现了整体隆升,并遭受风化剥蚀作用,在肖茶卡组顶部发育古岩溶(菊花山)或古风化壳(沃若山),标志着陆表海盆地演化阶段的结束。值得注意的是在特提斯周边的扬子地区及藏东地区,这个时期也出现了广泛的海退事件,如扬子地台的贵州、广西、川西、滇西和藏东的昌都、义敦等地形成了大范围的沉积间断或不整合,大部分地区此后结束了海

① 南京大学地球科学系. 羌塘盆地形成条件及构造演化特征 (QZ-97-204105). 中国石油天然气总公司勘探局青藏项目经理部内部资料,1997.

相沉积历史。因此,羌北地区肖茶卡组沉积期末出现的海退事件可能与冈瓦纳大陆与欧亚大陆的碰撞作用有关。羌塘地区在短暂的风化剥蚀之后,于诺利期中期发生了构造反转,出现了强烈的引张作用,出现了大范围的火山活动。

(2) II¹-晚三叠世中、晚期裂陷阶段

该阶段发生在晚三叠世诺利期中期—瑞替期。羌塘盆地南侧的班公湖—怒江一带地壳破裂,产生裂谷作用,并迅速扩张成为洋盆。在色林错、滋格塘错等地保留有裂谷早期沉积,即基性火山岩、紫红色粗碎屑岩、膏岩等;在申扎县巫嘎附近也发现有基性火山岩—紫红色粗碎屑岩—泥灰岩、膏岩组合,时代为晚三叠世^[14]。在中央隆起带南缘肖茶卡、北雷错一带伴生有小型裂陷(谷)盆地,初期发育火山喷发—喷溢相角砾状中基性火山岩。在盆地的东南边缘土门—索县一带,发育厚度达 3000 m 左右的含煤套碎屑岩,说明物源丰富且基底快速沉陷,使沉陷空间得到快速的补偿,沉积环境始终处于浅海状态。北羌塘盆地发生强烈的裂陷作用,发育东西向或北西向裂陷带,但裂陷带由南向北具有由深变浅的变化趋势。在盆地南侧沿中央隆起带北缘发育一条东西向大裂陷带,可能是受到晚古生代南北向的隐伏裂陷槽^[25]的控制,该裂陷带在双湖附近消失,越过双湖在各拉丹东又出现,裂陷带内发育厚度大于 1000 m 的火山岩和火山碎屑岩。向北至石水河—长蛇山—半岛湖裂陷带,发育厚度大于 850 m 的火山岩和火山碎屑岩,至北缘弯弯梁裂陷带,发育厚度仅 200 m 的火山碎屑岩。在盆地东部火山岩的厚度亦有相似的变化特征,由各拉丹东一带 1200 m 向北至雀莫错减至 80~237 m。此时的羌塘盆地内部形成了真正的“两坳一隆”格局。北侧可可西里造山带可能由于羌塘盆地的扩张侧向挤压作用,处于造山作用状态,两者形成良好的盆山耦合关系。盆地在经历强烈扩张裂陷之后,进入早侏罗世的构造相对稳定期,盆地基底主要以坳陷为主。

此次的引张裂陷作用除了出现在羌塘地区外,在藏南珠穆朗玛峰地区^[26],乃至在南阿尔卑斯诺利期也开始出现强烈的地壳拉伸和基底沉降事件^[27];北非晚三叠世也出现了明显的裂谷作用^[28];在印度库奇地区,晚三叠世出现强烈的拉张沉降,开始形成裂谷盆地^[29]。因此,羌塘地区晚三叠世出现的强烈拉张裂陷可能是冈瓦纳大陆边缘总体的引张构造背景的背景的反映。

(3) II²-早侏罗世拗陷阶段

早侏罗世,羌南地区晚三叠世晚期与早侏罗世的沉积相变化不大,主要发育稳定的浅海陆棚相沉积,说明扩张裂陷作用不明显,但在南侧形成了现今保存于班公湖—怒江缝合带中的远洋沉积,说明班公湖—怒江洋盆已经打开,南羌塘已发展成被动大陆边缘坳陷盆地。可可西里造山带可能处于相对静止状态,羌北地区由扩张裂陷转变为坳陷,由于地层资料缺乏,推测为近海湖盆沉积。在早侏罗世构造稳定期之后,中侏罗世早期盆地又发生了一次较强烈的扩张裂陷作用。

(4) II³-中侏罗世裂陷阶段

中侏罗世巴柔期,南、北羌塘盆地可能再次发生较为强烈的裂陷作用。南羌塘盆地表现为下侏罗统与中侏罗统的岩性组合和生物组合特征都具有明显差异。曲色组主要由灰黑色中厚层至块状微晶灰岩、灰黑色粉砂岩、粗砂岩及灰绿色石英砂岩组成,而色哇组主要为灰黑色泥、页岩,夹少量的泥质粉砂岩和泥灰岩;曲色组产少量菊石,和较多的标志浅水环境的腕足类和双壳类化石,而色哇组产较丰富的指示深水环境的菊石化石和少量双壳类化石。北羌塘盆地雀莫错组表现为向周边隆起区超覆,沉积物带有明显的海相色彩,海水频繁地越过中央隆起带向北浸漫,而且雀莫错组在局部地区发现有火山岩夹层^[3],碎屑成分分析表明其中含有大量晶屑和火山岩屑。说明构造活动较为活跃。盆地内雀莫错组与下伏那底岗日组呈伸展不整合,造成下侏罗统大部分被刨蚀成为雀莫错组物源而缺失(将另文讨论)。

参考文献(References):

- [1] 王成善,张哨楠. 青藏高原含油气盆地分析及油气资源预测[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1996, 21(2):120-129.
Wang Chengshan, Zhang Shaonan. Preliminary analysis of petroliferous basins and oil-gas prospects in Qinghai-Xizang(Tibet) plateau [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1996, 21(2):12-129(in Chinese with English abstract).
- [2] 黄继钧. 羌塘盆地性质及构造演化[J]. 地质力学学报, 2000, 6(4): 58-66.
Huang Jijun. Nature of the Qiangtang Basin and its tectonic evolution [J]. Journal of Geomechanics, 2000, 6 (4):58-66 (in Chinese with English abstract).
- [3] 王成善,伊海生,李勇,等. 西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M]. 北京:地质出版社, 2001:233-235.
Wang Chengshan, Yin Haisheng, Li Yong, et al. The Geological

- Evolution and Prospective Assessment for Oil and Gas in the Qiangtang Basin, Tibet [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001: 233-235 (in Chinese with English abstract).
- [4] 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[J]. 地层学杂志, 2002, 26(1): 62-67.
- Li Yong, Wang Chengshan, Yin Haisheng. Filled sequence and evolution of the Mesozoic Qiangtang composite foreland basin in the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Journal of Stratigraphy, 2002, 26(1): 62-67 (in Chinese with English abstract).
- [5] 和钟铎, 李才, 杨德明, 等. 西藏羌塘盆地的构造沉积特征及演化[J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(4): 347-352.
- He Zhonghua, Li Cai, Yang Deming, et al. The Tectonic-sedimentary feature and evolution of Qiangtang basin in northern Tibet [J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2000, 30 (4): 347-352 (in Chinese with English abstract).
- [6] 刘勇, 曹春潮, 吕金海. 藏北羌塘盆地演化初探 [J]. 断块油气田, 1998, 5(5): 6-12.
- Liu Yong, Cao Chunchao, Lv Jinhai. Tectonic evolution in Qiangtang Basin of Northern Tibet [J]. Oil and Gas Field of Faulted Block, 1998, 5(5): 6-12 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王剑, 谭富文, 王小龙, 等. 藏北羌塘盆地早侏罗世—中侏罗世早期沉积构造特征[J]. 沉积学报, 2004, 22(2): 198-205.
- Wang Jian, Tan Fuwen, Wang Xiaolong, et al. The sedimentary and tectonic characteristics of Qiangtang basin in the early Jurassic in northern Xizang (Tibet) [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22 (2): 198-205 (in Chinese with English abstract).
- [8] 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 Hoh Xil region, Qinghai Province [J]. Geological Review, 1997, 43(4): 347-355 (in Chinese with English abstract).
- [9] 边千韬, 沙金庚, 郑祥身. 西金乌兰晚二叠—早三叠世石英砂岩及其大地构造意义[J]. 地质科学, 1993, (4): 327-335.
- Bian Qiantao, Sha Jingeng, Zheng Xiangshen. The Late Permian-Early Triassic beach-subfacies quartzose sandstone in the Xijin Ulan area and its tectonic significance [J]. Scientia Geological Sinica, 1993, (4): 327-335 (in Chinese with English abstract).
- [10] 张以菲. 可可西里—巴颜喀拉三叠纪沉积盆地的划分及演化[J]. 青海地质, 1996, (1): 1-16.
- Zhang Yifu. Division and evolution of the Hoh Xil-Bayan Har sedimentary basin [J]. Qinghai Geology, 1996, (1): 1-16. (in Chinese with English abstract)
- [11] 张以菲, 庞存廉, 李长利, 等. 可可西里—巴颜喀拉三叠纪沉积盆地的形成和演化[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1997: 1-136.
- Zhang Yifu, Pang Cunlian, Li Changli, et al. Formation and evolution of the Hoh Xil-Bayan Har Triassic sedimentary basin [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1997: 1-136 (in Chinese).
- [12] 邱瑞照, 周肃, 邓晋福, 等. 西藏班公湖—怒江西段舍马拉沟蛇绿岩中辉长岩年龄测定——兼论班公湖—怒江蛇绿岩带形成时代[J]. 中国地质, 2004, 31 (3): 262-268.
- Qiu Ruizhao, Zhou Su, Deng Jinfu, et al. Dating of gabbro in the Shemalagou ophiolite in the western segment of the Bangong Co-Nujiang ophiolite belt, Tibet—with a discussion of the age of the Bangong Co-Nujiang ophiolite belt [J]. Geology in China, 2004, 31 (3): 262-268 (in Chinese with English abstract).
- [13] 西藏地质矿产局. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 178-194.
- Geological and Mineral Bureau of Tibet. Regional Geology of Tibet Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 178-194 (in Chinese).
- [14] 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原地层[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 125-139, 439.
- Zhao Zhengzhang, Li Yongtie, Ye Hefei, et al. Sedimentary Strata of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau [M]. Beijing: Science Press, 2001: 125-139, 439 (in Chinese).
- [15] 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: 32-89.
- Wang Jian, Tan Fuwen, Li Yalin, et al. The Potential of the Oil and Gas Resources in Major Sedimentary Basins on the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004: 32-89 (in Chinese with English abstract).
- [16] 陈文西, 王剑, 汪正江, 等. 藏北羌塘盆地菊花山地区晚三叠世古岩溶不整合面的发现及其意义 [J]. 地质论评, 2007, 53(5): 699-703.
- Chen Wenxi, Wang Jian, Wang Zhengjiang, et al. Discovery and significance of paleokarst unconformity between the Xiaochaka Formation and the Nadigangri Formation in Juhuashan Region, Qiangtang Basin, Northern Xizang (Tibet) [J]. Geological Review, 2007, 53(5): 699-703 (in Chinese with English abstract).
- [17] 王剑, 汪正江, 陈文西, 等. 藏北羌塘盆地那底岗日组时代归属的新证据[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 NadiKangri Formation in the North Qiangtang basin, northern Tibet, China [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(4): 404-409 (in Chinese with English abstract).
- [18] 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 Xiugen, Chen Wenxi, et al. Chronology and geochemistry of the volcanic rocks in Woruo Mountain region, Northern Qiangtang depression: new implications to the Late Triassic volcanic-sedimentary events [J]. Science in China (Ser. D), 2008, 38(1): 33-43 (in Chinese).
- [19] 翟庆国, 李才. 藏北羌塘菊花山那底岗日组火山岩锆石 SHRIMP 定年及其意义[J]. 地质学报, 2007, 81(6): 795-800.
- Zhai Qingguo, Li Cai. Zircon SHRIMP dating of volcanic rock from the Nadigangri Formation in Juhuashan, Qiangtang, northern

- Tibet and its geological significance[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2007, 81(6):795-800(in Chinese with English abstract).
- [20] 陈文西. 羌塘盆地晚三叠世-中侏罗世早期的地层对比及沉积盆地演化[D]. 中国地质科学院博士学位论文, 2007:26-73.
Chen Wenxi. Later Triassic-early Middle Jurassic strata paralleling and basin history of Qiangtang, northern Tibet [D]. Chinese Academy of Geological Sciences for Degree of Doctor of Philosophy, 2007:26-73(in Chinese with English abstract).
- [21] 陈文西, 王剑. 藏北羌塘盆地晚三叠世地层特征与对比[J]. *中国地质*, 2009, 36(4):待刊.
Chen Wenxi, Wang Jian. Strata Features And Stratigraphical Correlation of Upper Triassic In Qiangtang Basin, Northern Tibet [J]. *Geology in China*, 2009, 36(4):in pressing.
- [22] 张以谟, 郑健康. 青海可可西里及邻区地质概论[M]. 北京:地震出版社, 1994:6-155.
Zhang Yifu, Zheng Jiankang. Geological Survey of Hoh Xil in Qinghai and Adjacent Areas [M]. Beijing:Seismological Press, 1994:6-155(in Chinese with English abstract).
- [23] 李光岑, 劳雄. 唐古拉山温泉地区地质特征 [C]//青藏高原地质文集(1) [M]. 北京:地质出版社, 1982:80-95.
Li Guangshen, Lao Xiong. The feature of geology in the Wenquan area of Tanggulashan [C]//Contribution to the geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau(1). Beijing:Geological Publishing House, 1982:80-95(in Chinese with English abstract).
- [24] 张以谟. 从构造旋回探讨青海及邻区大地构造[C]//青藏高原地质文集(14)[M]. 北京:地质出版社, 1984:1-12.
Zhang Yifu. Discussed the tectonics of Qinghai and adjacent areas from Tectonic cycles [C]//Contribution to the geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau(14). Beijing:Geological Publishing House, 1982:80-95(in Chinese with English abstract).
- [25] 王宜昌, 杨辉, 王永涛. 青藏羌塘地区隐伏裂陷槽的识别及油气远景[J]. *新疆石油地质*, 2000, 21(1):1-4.
Wang Yichang, Yang Hui, Wang Yongtao. Identified buried aulacogen and prospects of oil and gas in Qiangtang area, Qinghai-Xizang plateau [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2000, 21 (1):1-4 (in Chinese with English abstract).
- [26] 史晓颖. 藏南珠穆朗玛峰地区三叠系层序地层及沉积演化——从陆表海盆地到裂谷盆地[J]. *地质学报*, 2001, 75(3):293-302.
Shi Xiaoying. Triassic sequence stratigraphy and sedimentary evolution in the Qomolangma area,southern Xizang (Tibet)——from Epicontinental Sea to Basin[J]. *Acta Geological Sinica*, 2001, 75 (3):293 -302 (in Chinese with English abstract).
- [27] Benshili K. Lias -Dogger du Moyen -Atlas plisse (Marce). *Sedimentologie, Biostratigrphie et evolution paleogeographique*. Kocum[M]. Lab. Geol. Lyon,1989,106:1-285.
- [28] Bertotti G, Picotti V, Bernoulli D, et al. From rifting to drifting: tectonic evolution of the south -Alpine upper crust from the Triassic to th Early Cretaceoux. *Sediment*[J]. *Geology*, 1993, 86 (1):53-76.
- [29] Biswas S K. Regional tectonic framework,structure and evolution of the western marginal basin of India[J]. *Tectonophysics*, 1987, 135:307-327.

The formation and evolution of the Qiangtang Basin during the Late Triassic–Middle Jurassic period in northern Tibet

CHEN Wen–Xi¹, WANG Jian²

(1. *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, Sichuan, China;*

2. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)*

Abstract: The major marine sedimentary facies basin formed during the Late Triassic and Middle Jurassic period is very important in studying the genetic process and type of Qiangtan Mesozoic basin. Based on lots of stratigraphic sectioning data, this paper made an analysis of regional tectonics, basin–filling sequences, lithofacies palaeogeography and thickness of the ore deposits formed during this period and, on such a basis, suggests that, instead of a foreland basin or a back–arc basin formed in Late Triassic and Jurassic period, the basin was an epicontinental basin formed in early Late Triassic (called Xiaochaka Phase) and also a depression–rifting basin formed in an extensional background from Norian Age to Middle Jurassic (called Nadigangri–Quemocuo Phase). During the Xiaochaka Phase, the basin was impacted by the Hoh Xil–Jinshajiang active belt, and the regression event in the early stage of this period might have resulted from the collision between the Eurasian continent and the Gondwana land. During the Nadigangri–Quemocuo Phase, the strong extension and rifting event occurred, which probably reflects the extensional background of the margin of the Gondwana land.

Key words: Late Triassic–Middle Jurassic; epicontinental basin; depression–rifting basin; Qiangtang basin

About the first author: CHEN Wen–xi, male, born in 1977, doctor, engages in the study of sedimentary basins and mineral resources; E–mail: cw0616@yahoo.com.cn.