

DOI: 10.16788/j.hddz.32-1865/P.2024.01.020

引文格式: 占王忠, 王忠伟, 孙伟, 曾胜强, 谢尚克, 侯乾, 李磊. 2025. 羌塘盆地上三叠统岩石地层格架厘定及对比[J]. 华东地质, 46(2): 191-221. (ZHAN W Z, WANG Z W, SUN W, ZENG S Q, XIE S K, HOU Q, LI L. 2025. The redefinition and correlation of the Upper Triassic lithostratigraphic framework in the Qiangtang Basin, Tibet Plateau[J]. East China Geology, 46(2): 191-221.)

羌塘盆地上三叠统岩石地层格架厘定及对比

占王忠¹, 王忠伟^{2,3,4}, 孙伟¹, 曾胜强¹, 谢尚克¹, 侯乾¹, 李磊^{2,3}

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心(西南地质科技创新中心), 四川 成都 610218; 2. 西南石油大学地球科学与技术学院, 四川 成都 610500; 3. 西南石油大学羌塘盆地研究院, 四川 成都 610500; 4. 现代古生物学和地层学国家重点实验室(中国科学院南京地质古生物研究所), 江苏 南京 210008)

摘要: 羌塘盆地上三叠统岩石地层格架的厘定及对比是研究该时期沉积-构造演化和油气资源评价的关键。羌塘盆地晚三叠世地层分布广泛, 但由于研究程度低, 区域地层划分及对比研究一直较为薄弱, 制约了对该地区区域地质的认识。文章在系统收集前人资料和地质浅钻最新成果的基础上, 从岩石组合、沉积序列、沉积环境、地层接触关系、生物地层学和年代地层学等方面, 对上三叠统各岩石地层单元进行了详细的总结, 重新评述和厘定了该时期南、北羌塘岩石地层格架, 并提出了新的地层划分对比方案。资料显示羌塘盆地上三叠统各地层之间既存在同期异相关系又有新老接触关系。为了进一步全面认识该时期羌塘盆地岩石地层格架, 建议将坳陷区晚三叠世下部地层自下而上统一划为甲丕拉组、波里拉组和巴贡组, 而中央隆起区仍沿用肖切保组、角木茶卡组和扎那组名称, 其时代可能为卡尼期—诺利期; 将晚三叠世诺利期—瑞替期火山-沉积序列统一划归那底岗日组, 其与下伏地层之间以平行不整合面或角度不整合接触面为界。同时, 保留指示了特殊沉积环境的菊花山组、日干配错组和索布查组名称。

关键词: 上三叠统; 岩石地层格架; 地层划分对比; 羌塘盆地

中图分类号: P535; P539

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2025)02-191-31

羌塘盆地位于青藏高原中北缘、含油气资源最为丰富的特提斯构造域东段(黄汲清和陈炳蔚, 1987; 王成善等, 2004), 被认为是青藏高原油气资源潜力最大且最有希望取得突破的盆地(Fu et al., 2016; 刘池洋等, 2016; 谭富文等, 2002; 王剑等, 2009)。随着近几年油气勘探的不断深入, 上三叠统逐渐被确立为羌塘盆地首要勘探目的层。目前, 已有10余口地质调查井(深度400~1 600 m)钻遇上三叠统, 且发现了较好的油气显示(王剑等,

2022), 为羌塘盆地油气资源评价提供了重要的地质资料。

羌塘盆地南、北地区的上三叠统岩石地层在时代、归属及对比等方面仍存在较大争议, 制约了对该盆地构造演化、源-储-盖特征和油气有利区带等问题的深入认识。为此, 本文在系统收集羌塘盆地1:25万区域地质调查资料与研究成果(21幅)的基础上, 结合相关地质调查井资料及十余年来地质调查与科研工作的最新成果, 对研究

* 收稿日期: 2024-01-18 修订日期: 2024-07-01 责任编辑: 石磊

基金项目: 国家自然科学基金“羌塘盆地晚三叠世卡尼期湿润幕事件与有机质富集关系研究(编号: 42372129)”、现代古生物学和地层学国家重点实验室开放基金“羌塘盆地中部卡尼阶地层与CPE事件响应(编号: 223130)”、四川省自然科学基金“羌塘角木茶卡地区早二叠世火山活动对古海洋环境演化及有机质富集的影响(编号: 2024NSFSC0833)”和中国地质调查局“羌塘盆地油气基础地质调查评价(编号: DD20230266)”项目联合资助。

第一作者简介: 占王忠, 1984年生, 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事羌塘盆地油气资源调查与评价研究工作。Email: zhanwangzhong@qq.com。

通信作者简介: 王忠伟, 1990年生, 男, 博士, 副教授, 主要从事中生代羌塘盆地演化及油气资源综合评价研究工作。Email: wzwdg@sina.com。

区上三叠统岩石地层单元进行了系统地总结与归纳,厘定了岩石地层格架,并修订了区域地层划分对比方案,以期为羌塘盆地沉积-构造演化研究和油气资源调查评价提供参考。

1 羌塘盆地上三叠统岩石地层划分的历史沿革

羌塘盆地在大地构造上与塔里木地块、昆仑地块、可可西里地块、松潘—甘孜地块和拉萨地块相邻(图1(a)),其形成、演化与南部班公湖—怒江缝合带和北部可可西里—金沙江缝合带密切相关(王剑等,2004)。基于盆地充填序列及深部地球物理资料,自北向南可进一步将其划分为北羌塘坳陷、中央隆起带和南羌塘坳陷3个Ⅱ级构造单元(图1(b)),具有两坳夹一隆的构造格局(王剑等,2004;熊盛青等,2020)。晚三叠世是羌塘盆地演化的关键期,该时期的地层在地表广泛出露(图1(b))(王剑等,2010;占王忠和谭富文,2020)。目前,在羌塘盆地建立的上三叠统岩石地层单元多达20余个,包括肖茶卡群(组)(T_{3x})、结

扎群(T_{3j})、甲丕拉组(T_{3jp})、波里拉组(T_{3b})、巴贡组(T_{3bg})、藏夏河组(T_{3z})、苟鲁山克措组(T_{3g})、菊花山组(T_{2-3j})、土门格拉群(组)(T_{3t})、那底岗日组(T_{3nd})、鄂尔陇巴组(T_{3e})、肖切保组(T_{3xq})、角木(日)茶卡组(T_{3jm})、扎那组(T_{3z})、望湖岭组(T_{3w})、弄佰组(T_{3n})、日干配错群(组)(T_{3r})、索布查组(T_{3-Js})、阿堵拉组(T_{3a})以及夺盖拉组(T_{3d})等。前人对研究区上三叠统提出了不同的地层划分对比方案(表1),有的只划分到群,有的虽然划分到组,但难以进行区域对比,因而至今仍存在地层划分不统一甚至相互矛盾的问题。现简要回顾如下:

肖茶卡群是1986年由原西藏自治区区域地质调查大队命名于双湖西肖茶卡地区,用于代表羌塘地区上三叠统的岩石地层单位。《西藏自治区区域地质志》中将羌塘地区上三叠统一分为二,北羌塘地区仍沿用肖茶卡群,而南羌塘地区则改称新建的日干配错群,后被《西藏自治区岩石地层》和《青藏高原地层》沿用(赵政璋等,2001)。但是,西藏自治区地质调查院认为日干配错群应以灰岩为主,根据岩石地层命名原则将该群改为日干配错组(曾庆高等,2011,2014)。中国石油总公司(1994—

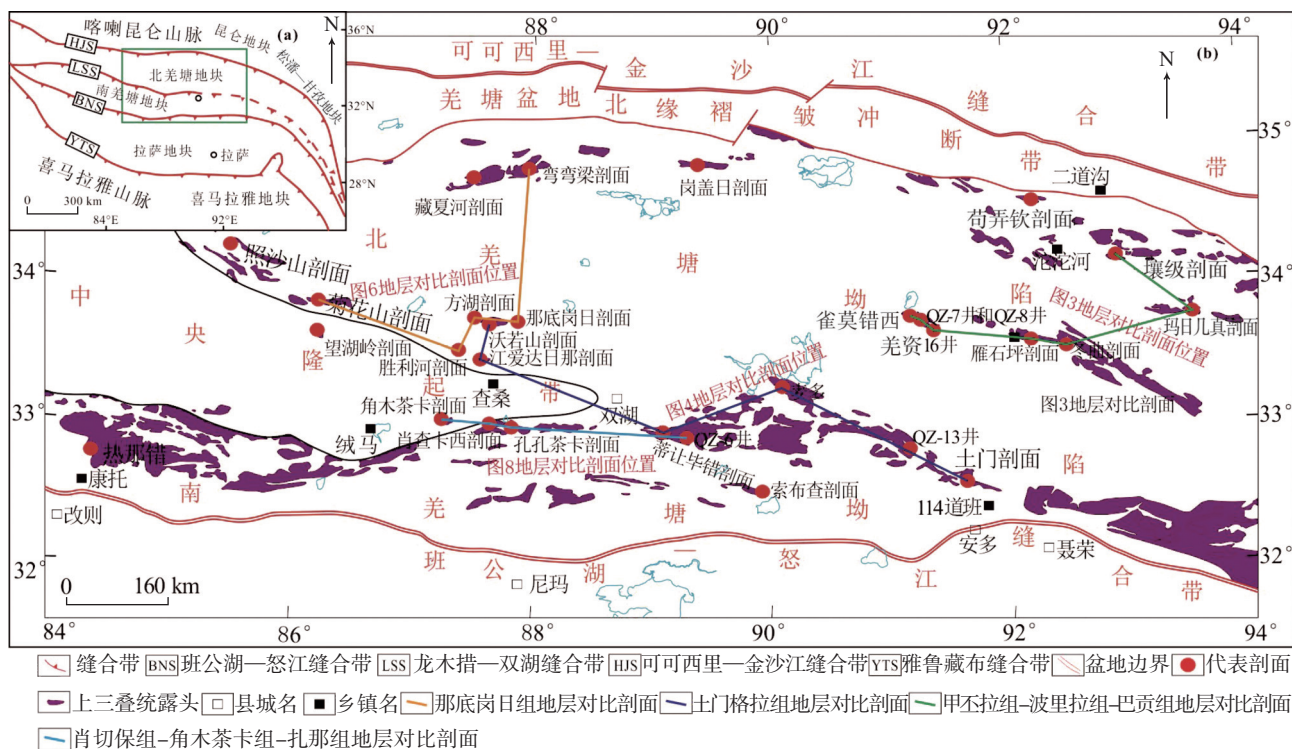


图1 青藏高原大地构造单元简图(a)和羌塘盆地上三叠统地层及典型剖面(含地质浅钻)分布图(b)
Fig. 1 Major tectonic units of the Xizang (Tibet) Plateau (a) and distribution of the Upper Triassic strata and typical sections (including geological shallow drilling) in Qiangtang Basin (b)

表1 羌塘盆地上三叠统地层划分沿革表

Table 1 Stratigraphic division history of the Upper Triassic in Qiangtang Basin

分区	北羌塘地区划分方案												中央隆起区划分方案			南羌塘地区划分方案																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
统	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
下侏罗统	那底岗日群	那底岗日组	那底岗日组	雁石坪群	雁石坪群	雀莫错组	那底岗日组			土门格拉组含煤碎屑岩段				雀莫错组			曲色组	曲色组	曲色组	曲色组																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
上三叠统	肖茶卡组	肖茶卡组	肖茶卡组	结扎群	结扎群	鄂尔陇巴组	菊花山组	荀鲁克措组	藏夏河组		土门格拉群	土门格拉群	土门格拉群	那底岗日组	扎那组	扎那组	望湖岭组	肖茶卡组	日干配错群	日干配错群	日干配错群	索布查组																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						巴贡组								含煤碎屑岩组									含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组	含煤碎屑岩组</

注释: A、Q引自谢义木等, 1986; B引自夏代祥和刘世坤, 1997; C、S引自赵政璋等, 2001; D引自青海省地质局区域地质测量大队, 1970; E引自陈国隆等, 1982; F、K引自青海省地质矿产局, 1997; G引自吴瑞忠等, 1986; H引自张以弗和郑健康, 1994; I、L引自朱同兴等, 2005; J引自王剑等, 2007; M引自王剑等, 2009; N引自朱同兴和李宗亮, 2010; O引自王永胜和曲永贵, 2012; P引自李才等, 2008; R引自西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993; T引自王永胜, 2012; U引自郑有业和何建社, 2015

1998)组织开展羌塘盆地石油地质调查时对上三叠统地层开展了较为系统的研究, 将肖茶卡组降群称肖茶卡组, 并根据岩性特征进一步自下而上划分为 3 个岩性段: 下段(火山岩)、中段(灰岩)和上段(碎屑岩)(赵政璋等, 2001)。原成都地质矿产研究所在开展 1:25 万江爱达日那幅区域地质填图时, 重新修测了肖茶卡组层型剖面, 首次将该群自下而上划分为肖切堡组(火山岩组合)、角木茶卡组(碳酸盐岩组合)和扎那组(碎屑岩组合)(朱同兴和李宗亮, 2010), 但相邻测区 1:25 万帕度错区调报告中则将该群自下而上划分为弄佰组、角木日茶卡组和扎那组(王永胜和曲永贵, 2012)。另外, 为了区分北羌塘坳陷北缘肖茶卡组上段砂泥质深水复理石沉积, 原成都地质矿产研究所在开展 1:25 万黑虎岭幅和多格错仁幅区调工作时, 新建了藏夏河组, 特指该地区的深水复理石沉积(朱同兴和冯兴涛, 2012; 朱同兴和于远山, 2012)。

荀鲁山克措组创名于荀鲁山克措地区, 用于代表北羌塘北部的上三叠统滨浅海—三角洲含煤碎屑岩系(张以弗和郑健康, 1994), 现较少使用。吉林省地质调查院在开展 1:25 万昂达尔错幅区域地质调查工作中, 将原肖茶卡组上段的地层解体出来, 新建了索布查组(王永胜, 2012), 其时代为晚三叠世—早侏罗世(王永胜和郑春子, 2007)。

结扎群是 1970 年由原青海省地质局区域地质测量大队在杂多县结扎地区命名, 用于代表唐古拉山地区 1 套滨浅海相沉积的晚三叠世碎屑岩与碳酸盐岩组合, 自下而上划分为 3 个岩组, 包括下部紫红色碎屑岩组、中部石灰岩组和上部含煤碎屑岩组(陈国隆等, 1982)。该沉积序列与昌都盆地的晚三叠世甲丕拉组(紫红色砾岩、砂岩、页岩交互层)、波里拉组(碳酸盐岩)和巴贡组(含煤砂、页岩地层)相当, 故按岩石地层单位命名原则, 将上述 3 个岩层组分别命名为甲丕拉组、波里拉

组和巴贡组(西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993)。《青海省岩石地层》(青海省地质矿产局, 1997)保留了结扎群及甲丕拉组、波里拉组和巴贡组的地层名称, 这些名称在 1:25 万沱沱河幅、赤布张措幅、温泉兵站幅、直根尕卡幅和曲柔尕卡幅的区调报告中亦被广泛沿用(邓中林, 2014a, 2014b; 段其发等, 2013; 李勇和李亚林, 2015; 姚华舟等, 2011)。阿堵拉组和夺盖拉组原分别属于昌都巴贡群下段和上段, 但由于两者界线不明确, 在后续研究中多将其统称为巴贡组, 仅在 1:25 万兹格塘错幅区调报告中沿用了阿堵拉组和夺盖拉组(郑有业和何建社, 2015)。

土门格拉组由原青海省地质局区域地质测量大队于 1970 年在安多县土门格拉地区命名的土门格拉群改称而来, 用于代表土门煤矿—109 道班一带的含煤碎屑岩系, 时代为早侏罗世, 后重新归属为晚三叠世诺利期(陈文西和王剑, 2009)。随后, 青海省地质矿产局(1997)将含煤碎屑岩系下部的碳酸盐岩地层也纳入其中。在 1:25 万安多县幅区域地质调查中, 根据岩性组合、古生物组合特征及沉积旋回划分将该群降组称为土门格拉组(白志达和徐德斌, 2013)。但在 1:25 万赤布张措幅、吐错幅和江爱达日那幅区调中则继续沿用土门格拉群, 甚至建议将江爱达日那剖面作为羌塘地区土门格拉群的层型剖面(朱同兴等, 2005)。菊花山组创名于菊花山剖面, 代表了 1 套缓坡相的晚三叠世碳酸盐岩沉积(吴瑞忠等, 1986), 该组名在 1:25 万玛依岗日幅、布若错幅、查多岗日幅和丁固幅区调中被沿用(李才等, 2010; 陆济璞等, 2013, 2018; 牟世勇等, 2017)。

那底岗日组由谢义木等(1986)所创的那底岗日群演变而来, 原指出露于拉相错、拉雄错、江爱达日那一带的早—中侏罗世火山-沉积岩系(西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993)。王剑等(2007)对那底岗日组火山岩进行了 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年, 修订其时代为晚三叠世诺利期—瑞替期。成都环境地质与资源开发研究所(1996^①)将北羌塘坳陷东部格拉丹东地区雀莫错组与巴贡组之间的火山-沉积岩系命名为鄂尔陇巴组, 而赵政璋等(2001)则将其归入早侏罗世的那底岗日组。鄂尔陇巴组火山岩的锆石 U-Pb 测年结果表明, 其时代为晚三叠世诺利期—瑞替期, 与最新的那底岗日

组时代基本一致。李才等(2007)则将中央隆起带地区的上三叠统火山-沉积岩系命名为望湖岭组, 后又将其归属为那底岗日组(Zhai et al., 2013)。在北羌塘坳陷周缘, 可见那底岗日组火山-沉积岩系不整合超覆于下伏晚三叠世巴贡组/土门格拉组/藏夏河组地层之上(王剑等, 2010; 王剑和付修根, 2018)。

2 羌塘盆地上三叠统岩石地层格架厘定

2.1 北羌塘坳陷岩石地层

北羌塘坳陷的上三叠统岩石地层单元包括甲丕拉组、波里拉组、巴贡组、土门格拉组、藏夏河组、苟鲁山克措组、菊花山组、那底岗日组和鄂尔陇巴组, 各组具体特征如下。

2.1.1 甲丕拉组

甲丕拉组(T_3j)原属昌都地区的岩石地层单元, 是 1974 年原四川省第三区测队所创, 系 1 套紫红色碎屑岩夹火山岩的地层, 与上覆波里拉组地层呈整合接触。1:25 万赤布张措幅区调报告认为, 测区上三叠统可与昌都地层分区的相应层位进行对比, 将测区结扎群解体并由下往上划分为甲丕拉组、波里拉组和巴贡组(汤朝阳等, 2008)。甲丕拉组地层相当于原结扎群下部的 1 套紫红色碎屑岩系, 局部夹火山岩和灰岩, 主要分布于北羌塘坳陷东部, 在 1:25 万沱沱河幅、赤布张措幅、直根尕卡幅和曲柔尕卡幅中分布较为广泛(邓中林, 2014a, 2014b; 段其发等, 2013; 姚华舟等, 2011), 如雀莫错、玛日几真及壤极等地区(图 1, 图 2 和图 3(a)—(c))。

在 1:25 万赤布张措幅内的雀莫错地区, 雀莫错西剖面的甲丕拉组地层具有代表性, 岩性上该组为灰色-暗红色厚层状砾岩与灰白色含砾流纹质凝灰岩不等厚互层, 与下伏二叠纪拉卜查日组(P_3d)深灰色泥晶灰岩呈不整合接触, 厚 568.43 m(图 2(b))。该组底部的砾石成分以拉卜查日组灰岩砾石为主, 含少量硅质岩和火山岩砾石, 分选性和磨圆度均较差, 具有较低的成分成熟度和结构成熟度, 显示出近源堆积的特点, 同时伴随着火山喷发作用, 为冲洪积相。向东至 1:25 万直根尕卡幅内的玛日几真剖面(图 2(c)), 甲丕拉组岩性具有明显的三分性, 下段底部为灰色粗砾岩、

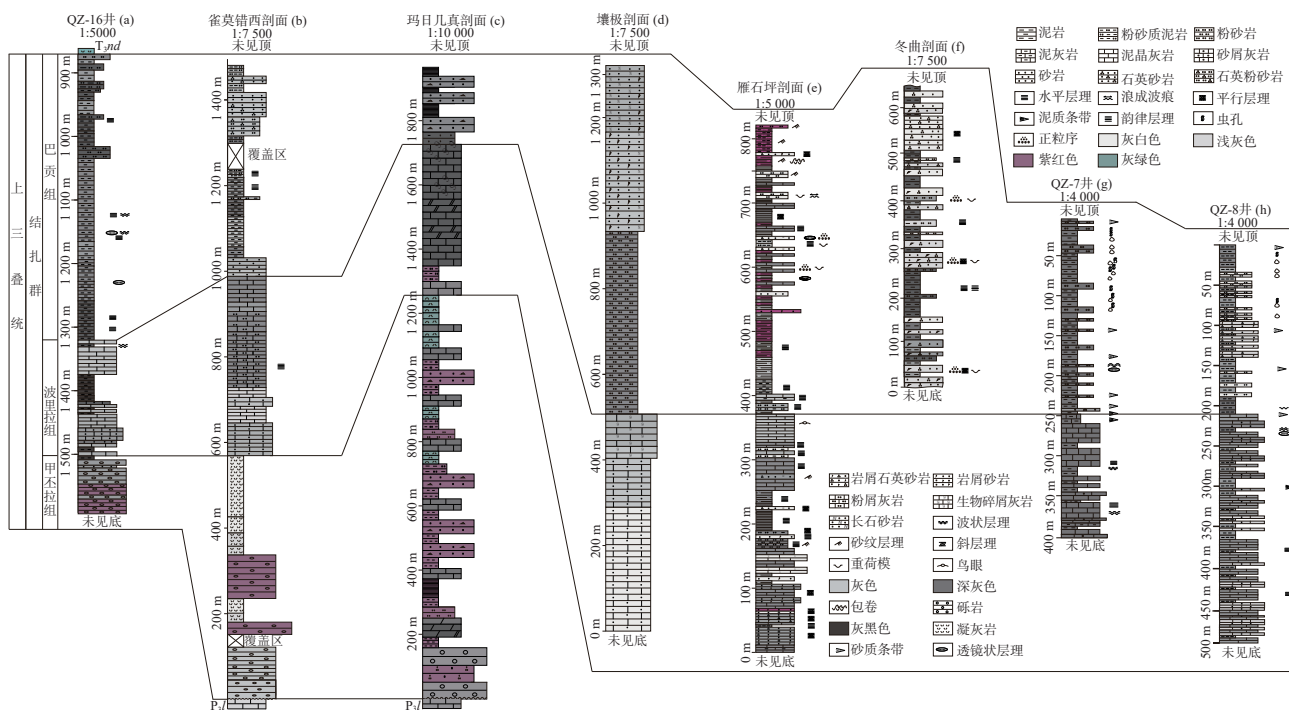


图2 北羌塘坳陷晚三叠世甲丕拉组-波里拉组-巴贡组地层对比图(剖面位置见图1)

Fig. 2 Stratigraphic correlation of the Late Triassic Jiapira Formation, Bolila Formation, and Bagong Formation in the North Qiangtang Depression (Section position is seen in Fig.1)

紫红色含砾细砂岩和泥岩,构成典型的“二元结构”。砾岩中砾石成分单一,来自下伏的灰岩砾石及少量硅质岩和火山岩砾石,但分选性和磨圆度相对较好,发育正粒序层理、大型板状交错层理和水平层理,为河流相沉积;向上为紫红色中-厚层状粉砂质泥岩、粉砂岩和细粒岩屑砂岩,显示出多个下细上粗的沉积旋回,发育水平层理和板状交错层理,为三角洲相沉积(图2(c));顶部为深灰色厚层状泥晶灰岩与灰绿色凝灰岩不等厚互层,夹少量粉晶白云岩和硬石膏,发育水平层理和鸟眼构造,为潮坪-潟湖沉积,与上覆波里拉组呈整合接触(图2(c))。

近年来,在雀莫错东部部署的QZ-16井(井深1492.12~1592.7m)钻遇甲丕拉组地层(未见底)(图2(a))。该组地层在井深1492.12~1508.63m处岩性为灰黑色泥岩夹灰色粉砂质泥岩和岩屑石英砂岩,井深1508.63~1592.7m处岩性为紫红色-灰色砾岩、含砾砂岩和含砾粉砂岩。砾石一般呈次棱角状,分选、磨圆较差,大小不一,最大者可达4~6cm,成分较为复杂,可见火山岩、硅质岩及灰岩砾石,成分成熟度和结构成熟度偏低,为扇三角洲相沉积。从雀莫错西到QZ-16井再到玛

日几真地区,甲丕拉组岩性组合与昌都地区该组的层型剖面均存在一定的差异,可能是地层的穿时和相变引起的(图2(a)~(c))。

在昌都地区的甲丕拉组地层中,发现了亲特提斯型的菊石 *Trachyceras-Trachycera dite* 组合与双壳 *Halobia austriaca-Halobia cf. pluriradiata* 组合,其中以欧洲与地中海卡尼阶的重要化石分子 *Trachyceras* 属菊石为主(夏代祥和刘世坤,1997;赵政璋等,2001)。同时,在玛日几真剖面的甲丕拉组的顶部发现了双壳 *Physocardia zhidoensis-Costatoria separata kunlunensis* 组合,其中泡心蛤 *Physocardia* 也产于南、北阿尔卑斯山地区的卡尼阶地层中,故推测该地区甲丕拉组地层的时代可早至卡尼期(汤朝阳等,2011)。但姚华舟等(2003)在雀莫错西地区甲丕拉组中发现了双壳 *Quemocuomegalodon orientus-Neomegalodon cornutus* 组合,将其时代归为诺利期。横向上,上述生物组合所反映的该组时代存在一定差异,可能与生物演化时长及地层穿时有关。值得注意的是,前人在沱沱河-壤极-开心岭地区发现了1套火山岩,也将其命名为“甲丕拉组”(姚华舟等,2011),其岩性与以沉积岩为主的甲丕拉组岩性差异很大,

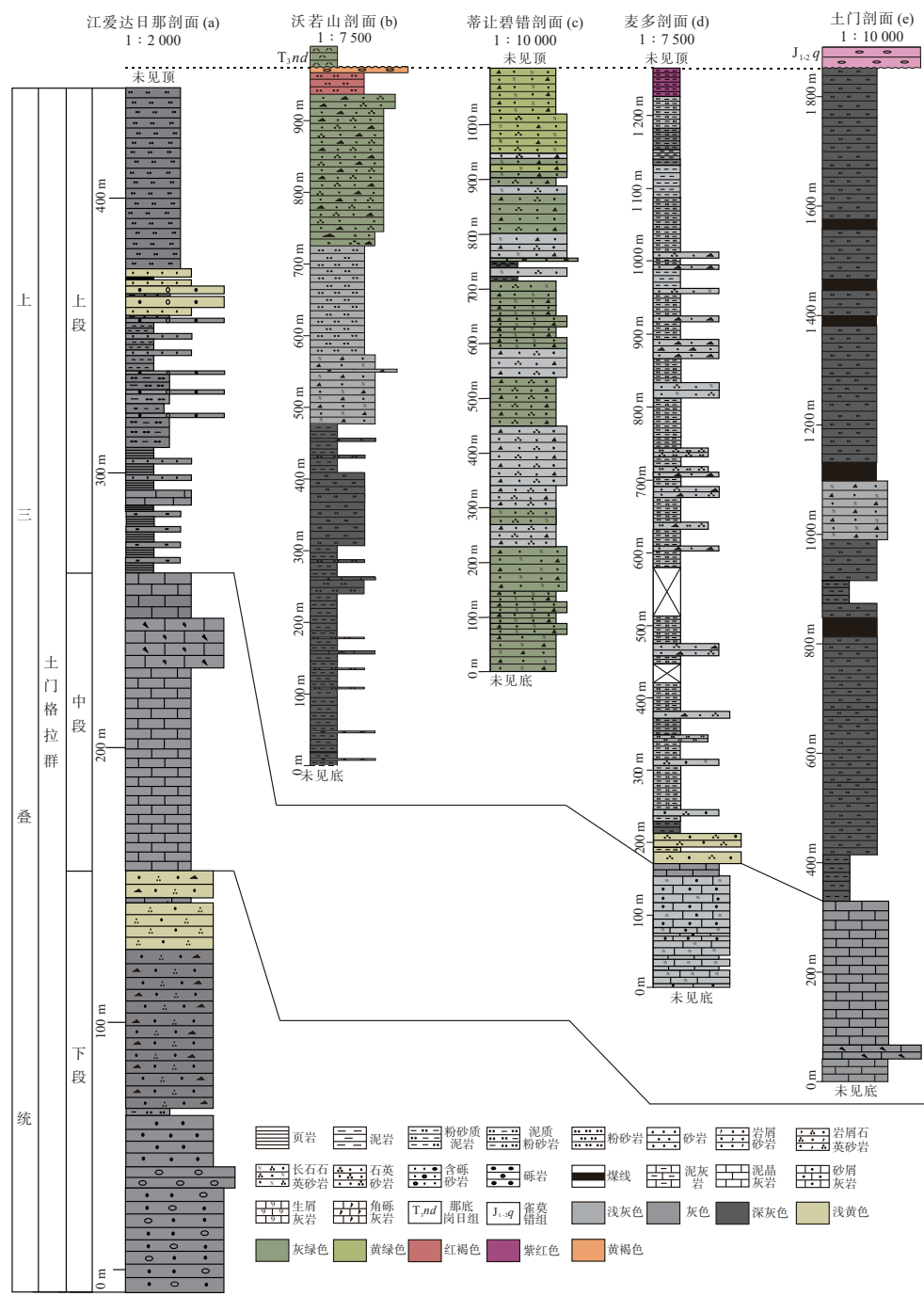


图3 羌塘盆地晚三叠世土门格拉群(组)地层对比图(剖面位置见图1)

Fig. 3 Stratigraphic correlation of the Late Triassic Tumengela Group (Formation) in the Qiangtang Basin (Section position is seen in Fig.1)

且野外发现该套火山岩与波里拉组呈断层接触,而非整合接触(李学仁和王剑,2018)。近年来,一些学者对该“甲丕拉组”火山岩开展了较全面的锆石年代学研究,确定其时代为204~220 Ma,属于诺利期—瑞替期(Song et al., 2015; Wang et al., 2008; 李学仁和王剑,2018)。鉴于该组的时代及

岩性特征与鄂尔陇巴组地层相近,建议将其重新归属为鄂尔陇巴组(李学仁和王剑,2018)。

2.1.2 波里拉组

波里拉组原属昌都地区的岩石地层单元,由原四川省第三区测队于1974年在西藏察雅县测制波里拉剖面时命名,是1套岩性为灰黑色-深灰

色中层-薄层状碳酸盐岩夹钙质泥岩的地层,顶部以碳酸盐岩消失为标志,与下伏甲丕拉组呈整合接触。波里拉组地层相当于原结扎群中部的碳酸盐岩层系,主要分布于北羌塘坳陷东部,在1:25万沱沱河幅、赤布张措幅、温泉兵站幅、兹格塘错幅、直根尕卡幅和曲柔尕卡幅中均有分布,如雀莫错、雁石坪及沱沱河等地区(图1,图3(a)~(e)和图3(g)~(h))。

在雀莫错地区,波里拉组地层主要见于波尔藏陇巴、鄂尔托陇巴和石油沟剖面,下部岩性主要为灰黑色薄层状微晶-粉晶灰岩,发育水平层理,未见底;上部至顶部为深灰色中层状泥晶灰岩、砂屑灰岩与薄层状泥晶灰岩、钙质泥岩互层(图2(b))。

向东至1:25万温泉兵站幅内的雁石坪地区,波里拉组水体变深,细粒碎屑岩增多,碳酸盐岩减少(图2(e))。其下部主要为灰色中层-薄层状岩屑石英砂岩与灰黑色中层状-薄层状泥晶灰岩互层,且砂岩发育平行层理、沙纹层理、包卷层理,泥晶灰岩中含少量双壳、腹足、介形虫等化石,为混积陆棚相;向上泥页岩增多、砂岩减少,砂岩内见滑塌构造,页岩中见瘤状结核和黄铁矿,纵向上可见3个泥页岩旋回,可能为深水还原条件下的产物,属深水盆地相。泥页岩之上主要为深灰色薄层状泥晶灰岩、泥灰岩及内碎屑灰岩,见纹层条带状构造、水平纹理、生物扰动构造,属于低能的深水缓坡环境;向上为浅灰色中层状生屑灰岩,生屑堆积紧密,排列无定向性,以亮晶胶结为主,代表了水动力条件较强的浅滩环境。向北至沱沱河壤极地区,波里拉组岩性组合与雁石坪地区相似,仅碎屑岩厚度减少(图2(d)),反映水体有变浅的趋势。

近年来,中国地质调查局在雀莫错地区组织实施了5口地质浅钻,包括QZ-7井、QZ-8井、QZ-16井、QK-8井和QK-9井,分别钻遇了158 m、309 m、164.27 m、282 m和777 m厚的波里拉组,且在QZ-16井和QK-9井中见波里拉组顶底。其中,QZ-16井的波里拉组位于井深1327.85~1492.12 m,其中井深1327.85~1357.64 m的岩性主要为浅灰色薄层状泥晶灰岩,可见水平层理;井深1357.64~1399.93 m的岩性主要为灰黑色薄层状钙质泥质粉砂岩和钙质粉砂质泥岩;井深1399.93~1492.12 m的岩性主要为浅灰色-灰黑色薄层状泥晶灰岩和

砂屑灰岩(图2(a))。从QZ-7井、QZ-8井和QZ-16井来看,波里拉组碳酸盐岩中不同程度地混入了长石和石英等陆源碎屑颗粒,具有典型混积岩的特征。同时,可见向上变细的风暴沉积,发育侵蚀冲刷面、韵律层理、平行层理、粒序层理及潮汐层理等沉积构造,为缓坡相(图2(g)~(h))。

在雀莫错鄂尔托陇巴一带,波里拉组上部发现了 *Cassianella* cf. *Berychi*、*Halobia plicosa*、*H. superbescens*、*H. sp.*、*Plagiostoma* sp.、*H. convexa* 和 *H. yunnanensis* 等双壳化石(汤朝阳等,2006),其中 *H. convexa* 和 *H. yunnanensis* 是西南地区卡尼期的地方物种。在雁石坪及周缘地区,该组顶部灰岩中发现了 *Arcosarina foliacea*、*Yidunella pentagona* 等腕足类和 *Halobia pluriradiata*、*H. yunnanensis* 等双壳类化石,中部页岩中发现了 *Bairdia emeienensis* 等介形类化石(李勇和李亚林,2015)。上述各类化石的时代多为晚三叠世诺利早期—中期。结合近年来上覆巴贡组 and 鄂尔托陇巴组地层时代研究取得的成果,推测波里拉组的地层时代可能为卡尼期,但不排除已跨越至诺利期早期。

2.1.3 巴贡组

巴贡组由西藏察雅县巴贡地区命名的“巴贡煤系”演化而来,原指1套含煤系的碎屑岩地层(相当于原结扎群上部),其底部以砂岩出现为标志,与下伏波里拉组呈整合接触。巴贡组主要分布于北羌塘坳陷东部,在1:25万沱沱河幅、赤布张措幅、温泉兵站幅、直根尕卡幅和曲柔尕卡幅均有分布,如雀莫错、雁石坪及沱沱河等地区(图1、图3(a)~(h))。

在雀莫错地区,以鄂尔托陇巴剖面为代表的巴贡组出露连续,可见顶底(图2(b))。其下部主要为灰色中薄层状岩屑石英细砂岩与石英细砂岩,偶见植物化石碎片,砂岩发育平行层理和板状交错层理;中上部为深灰色薄层状含碳质粉砂质泥岩和钙质泥岩,泥岩中发育大量水平层理、韵律层理和透镜状层理,在钙质泥岩中发现了 *Halobia superbescens*-*H. disperseinsecta*、*Tulongocardium xizhangensis* 和 *Amonotis togtonheensis* 双壳组合及疑源类化石小刺藻(*Microhystridium*),代表了咸水-半咸水环境(Yu et al., 2019; 牛志军等, 2003),泥页岩的 Sr/Ba 值为 0.25~1.28,同样指示了咸水-半咸水环境(Wang et al., 2021)。综合其岩性、生物组合

及沉积构造特征,表明鄂尔托陇巴地区的巴贡组主要形成于三角洲环境。向东至雁石坪—冬曲地区(图 2(e)—(f)),巴贡组底部和下部的沉积序列与雀莫错地区基本一致,仅泥页岩增多,局部砂岩中发育平行层理、水平层理、正粒序层理和重荷模,可能是三角洲中发育的局部浊流沉积。但是,该地区巴贡组上部沉积序列与雀莫错地区相比表现出明显的差异(图 2(e)),其岩性主要为浅紫红色中厚层状细砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩和粉砂岩不等厚互层,夹 1~3 层凝灰岩和灰岩,发育正粒序层理、平行层理和板状交错层理,可能为扇三角洲沉积。从区域上来看,该沉积序列可能并非巴贡组,而与上覆鄂尔托陇巴组的火山-沉积序列相似,是否将其划入鄂尔托陇巴组应进行进一步研究。向北至 1:25 万沱沱河幅测区(图 2(d)),巴贡组砂质成分明显增多,主要为灰色岩屑长石砂岩和岩屑石英砂岩及少量煤线,发育波痕及斜层理,可能为滨岸三角洲环境。

近年来,雀莫错地区实施的 5 口地质浅钻(同上)分别钻遇了厚约 245 m、191.6 m、449.6 m、465 m 和 524 m 的巴贡组。其中, QZ-16 井见巴贡组顶底(井深 878.2~1 327.85 m)(图 2(a)):在井深 1 040.25~1 327.85 m 处岩性主要为灰黑色薄层状钙质泥岩、粉砂质泥岩和泥岩,发育水平层理,偶见波状层理和保存较完整的双壳化石,说明该时期水动力条件较弱,整体特征表明其可能为前三角洲沉积;井深 932.39~1 040.25 m 处岩性主要为粉砂岩和泥质粉砂岩,发育波状层理,可见植物叶片化石,且向上泥质含量明显减少,水体深度逐渐变浅,为三角洲前缘沉积;井深 878.2~932.39 m 的岩性为含生物碎屑泥晶灰岩,为潮坪环境。QZ-7 井、QZ-8 井和 QK-8 井钻遇的巴贡组与 QZ-16 井具有相似的沉积序列(图 2(a)、(g)和(h))。

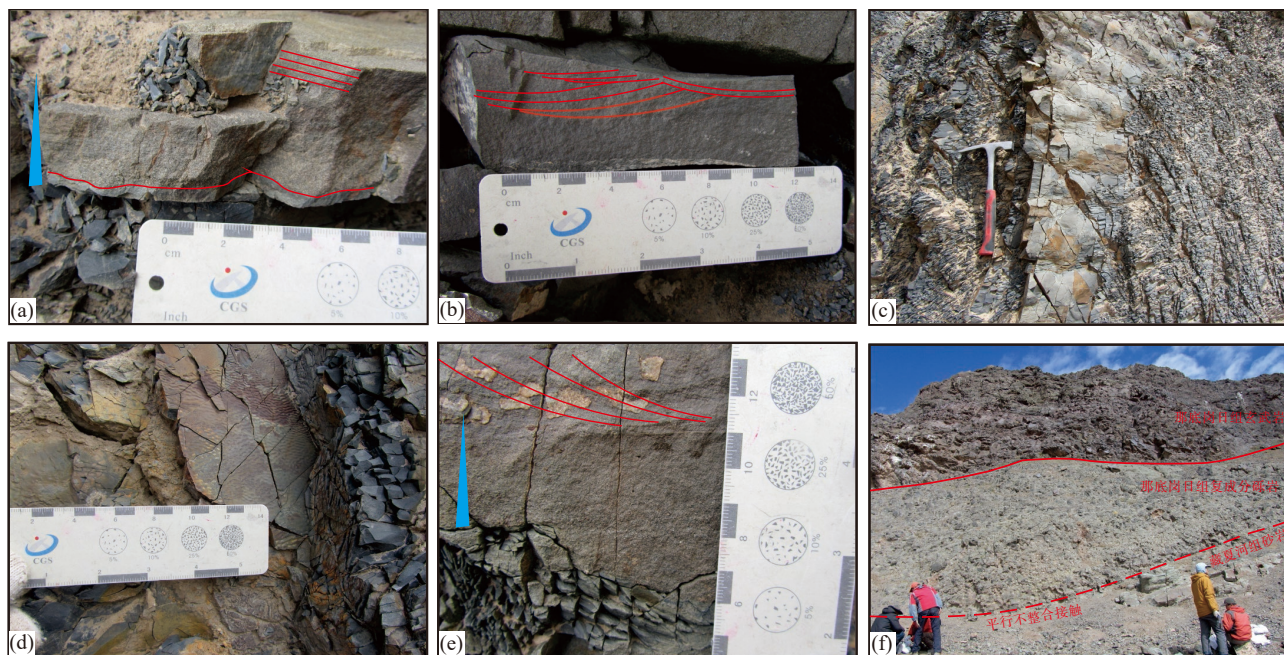
此外,雀莫错地区巴贡组下部产出有卡尼期的双壳属种 *Halobia convexa*、*H. yunnanensis*, 诺利早中期的双壳属种 *Halobia superbescens*、*H. disperseinsecta*、*Amonotis togtonheensis*、*Cardium (Tulongocardium) xizhangensis* 和 菊石属种 *Nodotibetites* cf. *Nodosus*、*Paratibetites* cf. *Wheeleri*(牛志军等, 2003; 汤朝阳等, 2007);在巴贡组上部也发现了卡尼期—诺利期的双壳属种 *A. rothpletzi yushuensis*、*Bakevella pannonica* 和 *Costatoria gold-*

fussi。最近,许多学者从不同的角度对巴贡组地层时代进行了研究,如雀莫错地区巴贡组顶部砂岩最年轻的碎屑锆石年龄组为 217~227 Ma,加权平均年龄为(222.0±1.5) Ma ($n=9$); QZ-16 井巴贡组上部砂岩最年轻碎屑锆石年龄组为 223~229 Ma,加权平均年龄为(227.2±1.2) Ma ($n=19$),故将巴贡组上部地层时代限定在卡尼期—诺利期(曾胜强, 2021)。另外, Fu et al.(2020)发现雀莫错地区巴贡组下部存在约~6‰的 $^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 和 $^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ 负偏,这一特征与全球卡尼期润湿气候事件典型剖面的碳同位素偏移特征相似,认为其可能为全球卡尼期润湿气候事件在羌塘盆地的响应(Fu et al., 2020)。综合巴贡组地层生物特征、最大沉积年龄和碳同位素偏移特征,推测其时代可能为晚三叠世卡尼期—诺利期。

2.1.4 土门格拉群(组)

土门格拉群最早由原青海省区调队(青海省地质局区域地质测量队, 1970)命名于安多县土门地区,指分布于土门煤矿—109 道班一带的一套由石英砂岩、长石岩屑砂岩、钙质粉砂岩、钙质页岩和煤线组成的含煤碎屑岩系,未见顶底。在 1:25 万安多县幅中,前人根据岩性组合、古生物特征及沉积旋回将群降组称为土门格拉组(白志达和徐德斌, 2013),但在 1:25 万赤布张措幅、吐错幅和江爱达日那幅中则继续沿用土门格拉群(姚华舟等, 2011; 朱同兴和董瀚, 2010; 朱同兴和李宗亮, 2010)。土门格拉群(组)整体呈 NW—NE 向展布,主要分布于中央隆起带南北缘的江爱达日那、蒂让碧错、雀尔茶卡、麦多及土门一带(图 1 和图 4(a)—(e))。

在 1:25 万安多县幅测区,以土门剖面为代表的土门格拉群(组)出露良好(图 3(e)),可进一步划分为一段和二段。一段岩性为灰色厚层状泥晶灰岩夹生屑亮晶-泥晶灰岩,未见底,为局限台地相沉积。二段岩性主要为一套轻微变质的海陆交互相含煤线碎屑岩,下部为灰黑色页岩、泥质粉砂岩夹黄褐色中厚层变质长石石英砂岩,中部为灰-黄绿色中厚层变质长石石英砂岩、岩屑砂岩夹灰黑色粉砂质页岩,上部为灰黑色页岩夹灰黑色-灰色薄-中薄层变质细砂岩、泥质粉砂岩,含煤线。砂岩中发育正粒序层理、平行层理、小型沙纹层理,局部见有冲刷泥砾,泥岩中发育水平层理,



(a). 底冲刷、正粒序层理及平行层理; (b). 槽状交错层理; (c)–(d). 波痕; (e). 正粒序层理及交错层理; (f). 藏夏河组与上覆那底岗日组地层接触关系

图4 北羌塘坳陷北缘藏夏河组浅水沉积相标志特征

Fig. 4 Shallow water sedimentary facies markers of the Zangxiahe Formation in the northern margin of the North Qiangtang Depression

可见大量植物碎片和双壳化石,主体为三角洲和沼泽相沉积。土门格拉群(组)向北西延伸至1:25万赤布张措幅麦多地区(图3(d)),岩性自下而上同样分为二段。一段为灰色-浅灰色厚层状亮晶砂屑生屑灰岩、含生屑砂屑灰岩和生屑泥晶灰岩,产出双壳 *Cardium* (*Tulongocardium*) sp.等化石,厚度>170.45 m。二段主体为碎屑岩沉积,下部为灰色-黄灰色中厚层状岩屑细砂岩,中部以深灰色薄层状粉砂质泥岩和泥岩为主,上部为灰色中-厚层状岩屑细砂岩与深灰色薄层状粉砂质泥岩、粉砂岩不等厚互层,顶部为暗红色薄层状粉砂质泥岩,泥岩中多发育水平层理和条带状层理,砂岩中常见沙纹层理、楔状交错层理和板状交错层理,总厚度约1 091 m(图3(d))。在1:25万吐错幅雅根错—雀尔茶卡—蒂让碧错—柴多茶卡地区,以及1:25万江爱达日那幅沃若山地区,出露的土门格拉群(组)主要为一套含煤碎屑岩(图3(a)–(c)),未见下部大套碳酸盐岩段,可能相当于麦多—安多地区土门格拉群二段,其岩性下部以深灰色-灰色泥岩为主,上部为含煤碎屑岩,以灰色中薄层状岩屑石英砂岩夹泥岩和煤线为主。

从北部沃若山地区到南部蒂让碧错地区,该组中砂岩含量逐渐增加(图3(c)),发育平行层理、包卷层理、交错层理、脉状层理及楔状交错层理等,整体处于海陆过渡的三角洲环境。

在江爱达日那地区,土门格拉群(组)地层岩性具有明显的三分性(图3(a)):底部为1 m厚的青灰色厚层状复成分细砾岩,与下伏中三叠世康南组呈假整合接触;下部为灰色-深灰色中-薄层状细粒岩屑长石砂岩、碳质页岩、粉砂质页岩和泥质粉砂岩;中部为中层-薄层状泥晶灰岩与泥灰岩;上部主要为深灰色-灰色极薄-中层状粉砂质泥岩、粉砂岩、含砾粗砂岩及中细粒岩屑砂岩,局部夹煤线。该组总厚度>550 m,地层序列总体具有下细上粗的逆韵律结构,但在砂岩内部可见正粒序层理、平行层理和交错层理,自下而上由三角洲环境依次过渡为碳酸盐缓坡、浅海陆棚和扇三角洲。朱同兴等(2005)认为江爱达日那一沃若山地区上三叠统的岩石组合与土门地区的土门格拉群(组)含煤碎屑岩系极为相似,故将前者归入土门格拉群(组),并建议将江爱达日那剖面作为羌塘地区的正层型剖面,将命名地土门剖面降级为副

层型剖面。

综合对比 1:25 万安多幅、赤布张措幅、吐错幅和江爱达日那幅测区的土门格拉群(组)地层特征发现(图 3),除江爱达日那地区之外,其余地区的土门格拉群(组)均未见底;江爱达日那地区土门格拉群(组)底部为细砾岩,向上为中粗粒岩屑石英砂岩夹少量泥页岩和煤线,整体为一套粗碎屑岩系(图 3(a)),其岩性组合及沉积序列特征与北羌塘坳陷的甲丕拉组相似。安多幅和赤布张措幅内的土门格拉群(组)一段与江爱达日那地区土门格拉群(组)中部灰岩段的岩性组合及沉积序列特征,均与波里拉组地层相似;而安多幅、赤布张措幅和吐错幅内的土门格拉群(组)二段与江爱达日那地区土门格拉群(组)上部含煤细粒碎屑岩系的岩性组合及沉积序列特征,则与巴贡组地层相似。另外,在安多幅南部的兹格塘错幅沿用了波里拉组岩石地层单元。因此,综合沉积序列、地层时代及其接触关系,建议将 1:25 万安多幅、赤布张措幅和江爱达日那幅测区的土门格拉群(组)一段或灰岩段统一归入波里拉组,而将羌塘地区土门格拉组灰岩段下部粗碎屑岩段、上部含煤系细碎屑岩段分别归入甲丕拉组和巴贡组。土门格拉群(组)粗碎屑岩段、灰岩段和细碎屑岩段岩性与甲丕拉组、波里拉组及巴贡组均存在一定的差异,可能与它们的沉积环境及古地理位置不同有关。

土门格拉群(组)地层中产出丰富的双壳、菊石和抱粉等化石(白志达和徐德斌, 2013; 朱同兴和董瀚, 2010; 朱同兴和李宗亮, 2010)。在江爱达日那一沃若山地区,土门格拉群(组)下部的双壳类 *Trigonia* (*Kumatrigonia*) cf. *huxiensis* 为藏南聂拉木土隆卡尼期 *Lilangina nobilis-Kumatrigonia jingguensis* 组合的相似种;双壳 *Halobia* sp. 为藏东卡尼期—诺利期早期的常见分子;双壳 *Entolium quotidianum* 和 *Entolium* sp. 在藏南聂拉木地区的卡尼期—诺利期的地层中均有分布; *Juvavites* cf. *xizangensis* 是特提斯洋及东南亚一带卡尼期—诺利期的菊石分子。在吐错幅柴多茶卡地区,土门格拉群(组)地层中的 *Indopecten-Palaeocardita* 双壳类组合带是诺利期常见的典型分子, *Dictyophyl-lidites-Clathroides* cf. *papulosus* 抱粉组合带是四川盆地须家河组地层的重要分子和优势种群,并具有演化快、延续时间短的特点,指示其时代以晚

三叠世诺利期为主,有可能跨越至瑞替期。另外,汤朝阳等(2007)建立了 1:25 万赤布张措幅麦多地区土门格拉群(组)二段中上部的 *Cardium* (*Tulongocardium*) *martini-Trigonia* (*Kumatrigonia*) *huxiensis* 双壳生物带,指示其时代可能为诺利期的中晚期。在 1:25 万安多县幅测区,可见卡尼期—诺利期 *Nodotibetites-Metatibetites* 与 *Placites-Cladiscites* 的菊石组合带,以及 *Myophoria* (*Costatoria*) cf. *minor* Chen、*Cardium* (*Tulongocardium*) *martini* Bottger、*Cardium* (*Tulongocardium*) cf. *nequam* Healy 双壳化石,由此认为土门格拉群(组)的时代属于晚三叠世(白志达和徐德斌, 2013)。另外,前人对沃若山地区土门格拉组底部的砂岩开展了碎屑锆石 U-Pb 年龄分析,最年轻锆石的加权平均年龄为 (234.1 ± 2.1) Ma ($n=3$) (Wang et al., 2017),指示底部年龄可能为晚三叠世卡尼期。江爱达日那地区土门格拉群(组)灰岩下部和上部凝灰质砂岩获取的锆石 U-Pb 年龄分别为 (233.6 ± 1.2) Ma ($n=17$) 和 (231 ± 2.5) Ma ($n=13$),也反映了土门格拉群(组)时代可能为卡尼期。综合土门格拉群(组)的生物地层特征和最大沉积年龄,推测其时代可能为晚三叠世卡尼期—诺利期。

2.1.5 藏夏河组

藏夏河组由原成都地质矿产研究所命名于藏夏河地区,特指一套发育鲍马序列、正粒序层理、平行层理和沙纹层理等沉积构造的砂泥质深水复理石盆地相的沉积地层(宋春彦等, 2013; 朱同兴等, 2010),系从肖茶卡组中解体而来(赵政璋等, 2001)。藏夏河组在 1:25 万布若错幅、黑虎岭幅和多格错仁幅内均有零星展布,主要呈近 EW 向展布于坳陷北部云雀湖、藏夏河、多色梁子、岗盖日和明镜湖一带(图 1)。

在黑虎岭幅藏夏河—多色梁子地区,藏夏河组岩性主要为灰-浅灰色中厚层-薄层状细砾岩、含砾砂岩、细粒岩屑长石砂岩、粉砂岩、粉砂质泥页岩和泥页岩,表现为多种互层状韵律式沉积(宋春彦等, 2013; 朱同兴等, 2010),出露厚度 627~1 063 m,未见顶底。向东至多格错仁幅岗盖日地区,藏夏河组中下部以灰色-深灰色泥质粉砂岩及细粒-中粒岩屑砂岩为主;上部为深灰色泥岩、灰色细砂岩、长石石英砂岩和岩屑长石砂岩交互沉积,砂、泥岩比为 1:2~1:3,出露厚度 >3 153 m,

未见顶底。其中的砂岩常具粒序层理、小型交错层理和波痕,底面发育重荷模、沟模、槽模和底冲刷等沉积构造;粉砂-细砂岩中发育小型沙纹层理和小型交错层理;泥岩中发育水平层理,局部可见植物碎片(宋春彦等, 2013; 朱同兴等, 2010)。前人综合岩相组合、沉积序列及沉积构造分析,认为藏夏河组自下而上可划分为陆棚相-斜坡相-盆地相,整体为深水沉积(朱同兴等, 2010)。近年来,笔者通过野外地质调查,倾向于认为藏夏河组中的非对称波痕、交错层理和平行层理可能是浅水相的一些相标志(图 4(a)~(e))。另外,藏夏河—多色梁子地区藏该组泥页岩具有较低的 Sr/Ba 值(0.15~0.45)(Wang et al., 2018)和伽马蜡烷指数(0.16~0.30)(Zeng et al., 2020),指示淡水-半咸水的环境,也不同于前人认为的深海环境(朱同兴等, 2010)。为此,笔者更倾向于认为藏夏河组总体为三角洲前缘的分流间湾和河口坝沉积,局部为三角洲平原的分支河道相沉积,该沉积环境与藏夏河组的层型剖面有明显区别。

在 1:25 万多格错仁幅北侧的岗盖日剖面,藏夏河组地层含四川盆地须家河组中常见的孢粉化石 *Cadargasporites ggranulatus* 和 *Psophosphaera* (朱同兴和于远山, 2012)。另外,明镜湖地区的藏夏河组中可见 *Halobia plicata*、*H. superbescens* 等双壳类化石,该属种为雀莫错一带巴贡组下部的优势种(汤朝阳等, 2007)。近年来,笔者在藏夏河—多色梁子—岗盖日地区获得的藏夏河组最年轻碎屑锆石年龄分别为 234~239 Ma($n=6$)、232~236 Ma($n=5$)和 232 Ma($n=1$)(未发表资料)。据此,基本可以认定藏夏河组的时代属晚三叠世,可能为卡尼期。在弯弯梁剖面,可见藏夏河组与上覆那底岗日组呈平行不整合接触(图 5(f)),或与雀莫错组呈角度不整合接触(朱同兴等, 2010),这与盆地内那底岗日组及下伏地层的接触关系一致。综合藏夏河组的沉积环境、地层时代及其与上覆地层的接触关系,建议将北羌塘坳陷北缘的藏夏河组统一归入巴贡组。

2.1.6 苟鲁山克措组

苟鲁山克措组为张以荪和郑健康(1994)在可可西里科学考察时所创建,主要为一套滨浅海-三角洲相含煤碎屑岩系,现已较少使用。苟鲁山克措组在 1:25 万乌兰乌拉湖幅和沱沱河幅零星分

布,主要呈近 NWW 向展布于塞日布米、八一湖、多索岗日、尹日记和苟鲁措一带。

在乌兰乌拉湖幅塞日布米—八一湖一带,苟鲁山克措组总厚度约 1 683 m(伊海生和林金辉, 2013)。下部为灰绿-灰-灰黑色中薄层粉砂质泥岩,可见钙质结核和水平层理;中部为灰-深灰色中厚层中-细粒岩屑长石石英砂岩和细粒长石石英砂岩,可见植物碎片和碳屑,局部发育底冲刷和重荷模;上部为青灰-黄绿色中-薄层细粒长石石英砂岩与深灰-黄绿色粉砂质泥岩、粉砂岩不等厚互层,发育交错层理、沙纹层理和水平层理(伊海生和林金辉, 2013)。根据岩相组合、沉积序列及沉积构造分析,苟鲁山克措组主体为进积型三角洲沉积。向东至沱沱河幅尹日记—苟鲁措一带,苟鲁山克措组可分为 3 段:下段岩性主要为灰黑色中粒长石岩屑砂岩,发育平行层理;中段主要为灰色岩屑砂岩,发现少量的晚三叠世植物和蛤类化石(王建新等, 2014);上段主要为灰色、灰黑色中细粒长石岩屑砂岩,具正粒序结构。总体上该套地层具有海陆交互的海岸平原沼泽相-滨浅海相沉积特点(王建新等, 2014)。青海省地质调查院在苟鲁山克措组地层中采集到中国南方晚三叠世的常见植物组合(姚华舟等, 2011),据此推断其时代为晚三叠世,与其南侧测区的巴贡组相当。

在乌兰乌拉湖幅和沱沱河幅测区,苟鲁山克措组与其南侧的巴贡组的岩性组合及沉积特征十分相似,均为含煤碎屑岩系,建议将北羌塘坳陷北缘的苟鲁山克措组统一归入巴贡组。

2.1.7 菊花山组

菊花山组由吴瑞忠等(1986)首创于菊花山剖面,用以代表一套缓坡相的碳酸盐岩地层。该组在 1:25 万玛依岗日幅、布若错幅、查多岗日幅和丁固幅零星分布,主要呈近 EW 向展布于北羌塘坳陷西南部的查布、查桑、甜水河、照沙山、菊花山和长龙山一带(李才等, 2010; 陆济璞等, 2013, 2018; 牟世勇等, 2017)。

在玛依岗日幅长龙山—菊花山一带,菊花山组岩性为浅灰色-浅黄色中厚层状微晶灰岩、浅黄色含燧石团块微晶灰岩、灰色中厚层状砂屑微晶灰岩和浅色-灰色厚层鲕粒灰岩,厚度 > 2 038 m,未见底(李才等, 2010)。向北西方向至布若错—查多茶卡幅石水河—照沙山地区,菊花山组均未

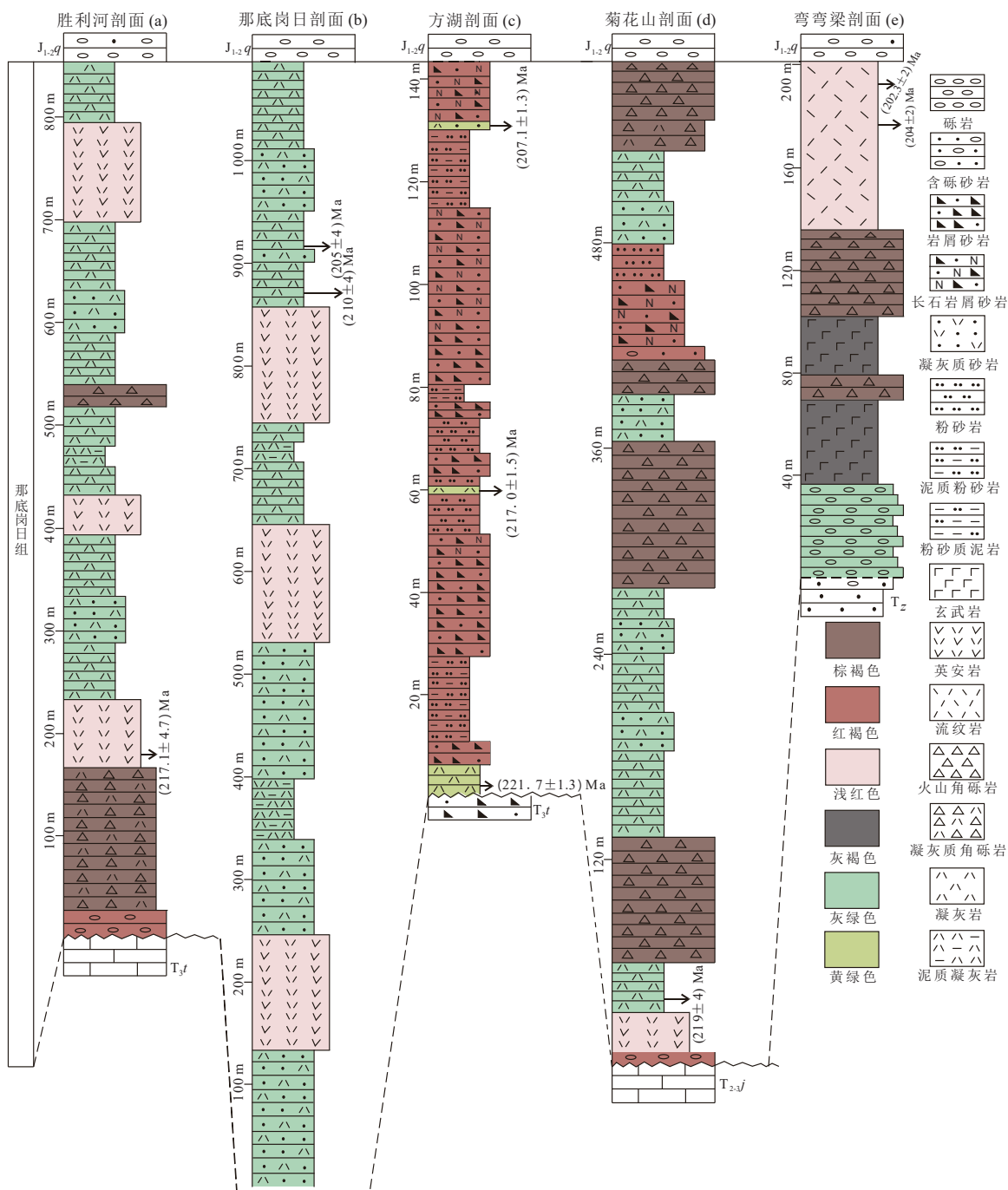


图5 北羌塘坳陷晚三叠世那底岗日组地层对比图(据 Wang et al., 2019 修改, 剖面位置见图 1)

Fig. 5 Stratigraphic correlation of the Late Triassic Nadi Kangri Formation in the North Qiangtang Depression (Modify after Wang et al., 2019, section position is seen in Fig. 1)

见顶底,与上下地层呈断层接触,岩性具有明显的三分性,顶、底部岩性以灰色-灰白色厚层微晶灰岩和礁灰岩为主,中部岩性以深色薄-厚层状颗粒灰岩为主,累计厚度 > 728 m(陆济璞等, 2013, 2018)。总体上,该组岩石组合表现为多个向上变厚变粗的沉积旋回,局部发育水平层理,见生物钻

孔、生物搅动及溶孔构造。向西至拉雄错地区,菊花山组岩性变化较大,主要为灰白色厚层块状细-中晶白云岩夹粒屑灰岩和鲕粒灰岩。在 1 : 25 万丁固幅东北角,出露少量未见顶底的菊花山组地层,其岩性为浅灰色块状砾屑灰岩、亮晶砂屑灰岩、深灰色中厚层亮晶砂屑灰岩和亮晶生物碎

屑灰岩,厚度 $>2\ 180\text{ m}$ (牟世勇等, 2017)。

菊花山地区的菊花山组化石较为稀少。下部见少量保存不完整的双壳化石(李才等, 2010), 其中 *Daonella indiea* Butter 与 *D.bulogensis bifurcata* Chen 是西南地区(云南、贵州和藏南)分布较广的 2 种中三叠世晚期标准双壳化石分子, 而 *Eumorphotis(Asoella) sublyrica* 则广泛分布于湖北、四川、贵州和云南等地的中三叠世地层中上部; 中、上部地层中保存有 *Gallitellia* sp.、*Distichophyllia* sp.、*Valzeia* sp.、*Montlivaltia cosnutiformis elliptica*、*M. sp.*、*Craspedophyllia cristata* Ual.、*Distichophyllia noriea* (Froch)、*Pseudoretiophyllia* sp. 等珊瑚化石, 多为世界性分布的晚三叠世珊瑚化石。在西部照沙山地区, 该组中双壳、珊瑚及腕足类化石多为晚三叠世地层中常见的分子(曾庆高等, 2014), 据此将其时代归属为晚三叠世, 但不排除延伸至中三叠世。

北羌塘坳陷西南缘菊花山地区和照沙山地区的菊花山组在岩性组合、生物面貌及地层时代上存在较大的差异, 其主要原因可能与沉积环境变化、生物延时性较长且未见顶底有关, 从而导致两者之间对比存在较大的困难。从地层时代来看, 菊花山组可以与甲丕拉组、波里拉组、巴贡组或日干配错组对比(详见下文), 但从地层岩性、岩相特征来看, 又无法与这几个地层组合并, 因此仍将其作为一个独立的地层组。

2.1.8 那底岗日组

那底岗日组原指出露于拉相错、拉雄错和江爱达日那一带的一套火山岩夹砂砾岩的地层, 与下伏上三叠统呈不整合接触。早期研究认为其时代为早侏罗世—中侏罗世早期(郝子文和饶荣标, 1999; 西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993)。

那底岗日组火山-沉积序列在北羌塘坳陷出露广泛, 岩性横向变化较大, 如在坳陷西南缘菊花山—那底岗日—胜利河地区, 岩性以灰紫色、紫红色流纹质角砾岩、流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩、流纹岩和英安岩为主。该组底部普遍发育底砾岩(图 5(a)、(b)和(d)), 砾石成分在不同剖面存在一定的差异, 在菊花山地区, 砾石含量约占 60%~70%, 且主要为灰岩砾石, 大小在 2~8 cm, 呈次圆状-次棱角状, 分选性较差; 在胜利河剖面, 砾石含量约占 50%~60%,

且主要为英安岩砾石, 大小集中在 0.5~5 cm, 呈次圆状-次棱角状, 分选性较差(Wang et al., 2019)。向北东至沃若山—方湖地区, 该组碎屑岩比例增多, 岩性以紫红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩和细砂岩夹少量凝灰岩或凝灰质砂泥岩为主(图 5(c)), 常见粒序层理、底冲刷、虫孔构造、平行层理、水平层理、雨痕、透镜状层理等沉积构造(Wang et al., 2019)。在坳陷北缘, 那底岗日组以弯弯梁地区为代表(图 5(e)), 其底部为底砾岩, 砾石含量约占 50%~75%, 成分复杂, 岩性主要为英安岩、安山岩、玄武岩、砂岩和灰岩, 大小不一, 直径主要为 2~21 cm, 呈次圆状-次棱角状, 分选性较差; 向上出现双峰式火山岩组合, 下部以基性岩为主, 包括深灰色-灰绿色-灰色玄武岩, 发育柱状节理, 局部可见气孔-杏仁状构造; 上部为肉红色流纹岩, 与玄武岩之间夹有一层火山角砾岩(Wang et al., 2019)。整体而言, 从北羌塘坳陷边缘至内部, 那底岗日组表现为火山岩占比逐渐减少, 而砂岩-泥岩等碎屑岩占比逐渐增多(图 5(a)—(e))。

近年来, 那底岗日组的形成时代研究获得了一系列同位素年龄数据。例如, 在北羌塘坳陷西南缘, 菊花山地区的那底岗日组下部英安岩和凝灰岩的锆石 U-Pb 年龄分别为 $(219\pm4)\text{ Ma}$ (翟庆国和李才, 2007)和 $(225.1\pm1.4)\text{ Ma}$ (付修根等, 2008), 胜利河河岸流纹岩和熔结凝灰岩中锆石的 U-Pb 年龄分别为 $(217.1\pm4.9)\text{ Ma}$ (付修根等, 2010)、 $(222.1\pm1.9)\text{ Ma}$ 和 $(210.5\pm2.1)\text{ Ma}$ (李学仁, 2019), 那底岗日剖面中部和上部晶屑凝灰岩中锆石的 U-Pb 年龄分别为 $(210\pm4)\text{ Ma}$ 和 $(205\pm4)\text{ Ma}$ (王剑等, 2007), 石水河剖面流纹英安岩的 U-Pb 年龄为 $(208\pm4)\text{ Ma}$ (王剑等, 2007), 江爱达日那地区英安岩的 U-Pb 年龄为 $(210\pm2)\text{ Ma}$ (Zhai et al., 2013), 沃若山剖面底部玻屑凝灰岩、中部和上部沉凝灰岩的锆石 U-Pb 年龄分别为 $(216.1\pm4.5)\text{ Ma}$ 、 $(213.0\pm1.2)\text{ Ma}$ 和 $(205.9\pm1.4)\text{ Ma}$ (李学仁, 2019; 王剑等, 2008), 方湖剖面底部、中下部凝灰岩和上部凝灰质砂岩锆石 U-Pb 年龄分别为 $(221.7\pm1.3)\text{ Ma}$ 、 $(217.0\pm1.5)\text{ Ma}$ 和 $(207.1\pm1.3)\text{ Ma}$ (Wang et al., 2019), 玛尔果茶卡地区玄武岩的 U-Pb 年龄为 $(219.5\pm2.1)\text{ Ma}$ (Wang et al., 2022); 在坳陷北部, 弯弯梁地区底部玄武岩和顶部流纹岩的锆石 U-Pb 年龄分别为

(233.5 ± 2.5) Ma 和 (202.3 ± 1.6) Ma(李学仁, 2019)。北羌塘坳陷不同地区那底岗日组火山岩的年龄数据主要集中于 202~225 Ma, 其时代应归属为晚三叠世诺利期—瑞替期。

2.1.9 鄂尔陇巴组

鄂尔陇巴组原指出露于羌塘盆地东部格拉丹冬周缘及北部雀莫错一带的一套火山岩或火山碎屑岩-沉积岩组合, 以中基性火山岩或凝灰岩的出现为底界标志, 与下伏巴贡组呈不整合或假整合接触。青藏油气勘探项目经理部将该套地层划归为中侏罗世雀莫错组一段, 后又划为早侏罗世那底岗日组(赵政璋等, 2001)。

鄂尔陇巴组的地层厚度及岩性在横向上变化较大(图 6(a)—(c)), 如在格拉丹冬地区, 其厚度 $> 1\ 200$ m, 主要由灰紫色-绿灰色玄武岩、安山岩、流纹岩、玄武质火山角砾岩、安山质凝灰岩和流纹质玻屑凝灰岩组成, 中间夹中-薄层状沉凝灰岩和砂岩, 发育气孔-杏仁状构造(姚华舟等, 2011)。向东至景柔巴勒地区, 该组厚度 > 700 m, 岩性主要由拉班玄武岩、火山角砾岩、英安岩和玄武安山岩构成(图 6(a))。往西至雀莫错地区, 其厚度进一步减小为 80~238 m(图 6(b))。该地区鄂尔陇巴组可分为 2 个岩性段: 下段为灰绿色块状-中层状蚀变拉斑玄武岩和玄武质凝灰岩、碳酸盐化中酸性火山角砾岩、中层状-薄层状流纹质晶屑凝灰岩、沉凝灰岩和复成分角砾岩, 厚度为 40~50 m; 上段为灰白色中层状岩屑石英砂岩、含砾石英粗砂岩、暗紫红色中层状含海绿石凝灰质细砂岩和沉凝灰岩, 发育沙纹层理和平行层理, 厚度为 30~200 m。近期, 雀莫错地区实施的 QZ-16 井和 QK-9 井钻遇了完整的鄂尔陇巴组地层, 其中 QZ-16 井的鄂尔陇巴组位于井深 855.60~878.20 m 处, 为一套火山-沉积体系, 岩性为紫红色块状流纹岩-角砾岩、灰绿色凝灰岩及暗红色-灰绿色凝灰质泥质粉砂岩(图 6(c))。

关于鄂尔陇巴组的地层时代, 早期研究认为其属于早侏罗世(赵政璋等, 2001)。近年来, 北羌塘坳陷东部地区鄂尔陇巴组火山岩已开展了较系统的锆石 U-Pb 年代学研究, 例如, 格拉丹东地区该组下部玄武岩和上部流纹岩的锆石 U-Pb 年龄分别为 (220.4 ± 2.3) Ma(Fu et al., 2010) 和 (212.0 ± 1.7) Ma(马丽艳等, 2004), 鄂尔托陇巴剖面该组下部沉凝

灰岩年龄为 (221.5 ± 2.6) Ma(Li et al., 2018), 雁石坪剖面该组底部凝灰岩和囊极剖面该组玄武岩年龄分别为 (221.1 ± 1.5) Ma 和 (216.4 ± 1.1) Ma(李学仁, 2019), 开心岭地区玄武质安山岩锆石 U-Pb 年龄为 (203.6 ± 0.6) Ma(Song et al., 2015), 雀莫错南剖面该组底部、中部、中上部及顶部凝灰岩锆石 U-Pb 年龄分别为 (220.0 ± 1.1) Ma、(210.9 ± 0.9) Ma、(208.3 ± 0.8) Ma 和 (202.9 ± 1.1) Ma(Zeng et al., 2022), QZ-16 井该组底部沉凝灰岩锆石 U-Pb 年龄为 (219.1 ± 2.1) Ma(曾胜强等, 2021), 说明鄂尔陇巴组火山岩年龄集中在 204~222 Ma, 据此将其时代归属为晚三叠世诺利期—瑞替期, 与那底岗日组火山-沉积序列的时代基本一致。从区域上来看, 北羌塘坳陷那底岗日组与东部的鄂尔陇巴组无论是在岩性组合还是地层时代方面, 都具有很好的相似性。根据岩石地层单位命名原则, 鉴于那底岗日组在羌塘盆地创名更早、分布范围更广, 建议将鄂尔陇巴组火山岩统一归入那底岗日组, 废弃“鄂尔陇巴组”的名称。

2.2 中央隆起带及周缘岩石地层

中央隆起带及周缘的上三叠统岩石地层单元包括肖切保组、弄佰组、角木(日)茶卡组、扎那组、望湖岭组, 其具体特征如下。

2.2.1 肖切保组

肖切保组为 1:25 万江爱达日那幅测区新建的岩石地层单元(朱同兴和李宗亮, 2010), 相当于原肖茶卡群下部的火山岩段, 指出露于角木茶卡、肖茶卡西和孔孔茶卡南一带的一套溢流相玄武岩质火山岩, 中上部夹微晶灰岩和凝灰质砂泥岩, 不整合超覆于古生代地层之上。

肖切保组地层厚度自西向东逐渐减薄(图 7(a)—(c))。在角木茶卡地区(图 7(b)), 肖切保组由灰色-灰绿色-灰紫色-暗紫色中层-厚块状沉火山角砾岩、玄武岩和安山岩构成 3 个大的火山喷发-沉积旋回, 局部沉火山角砾岩中见灰岩夹层和透镜体, 灰岩中产珊瑚、双壳及牙形石等化石(朱同兴和李宗亮, 2010), 累计厚度 > 670 m。向东至肖茶卡西一带(图 7(a)), 肖切保组以灰绿色、暗紫红色中层-厚块状玄武岩、安山岩为主, 夹火山角砾岩、微晶灰岩、凝灰质泥页岩-细砂岩, 产双壳和抱粉化石, 出露厚度 > 122.10 m(朱同兴和李宗亮, 2010)。而在孔孔茶卡南一带(图 7(c)),

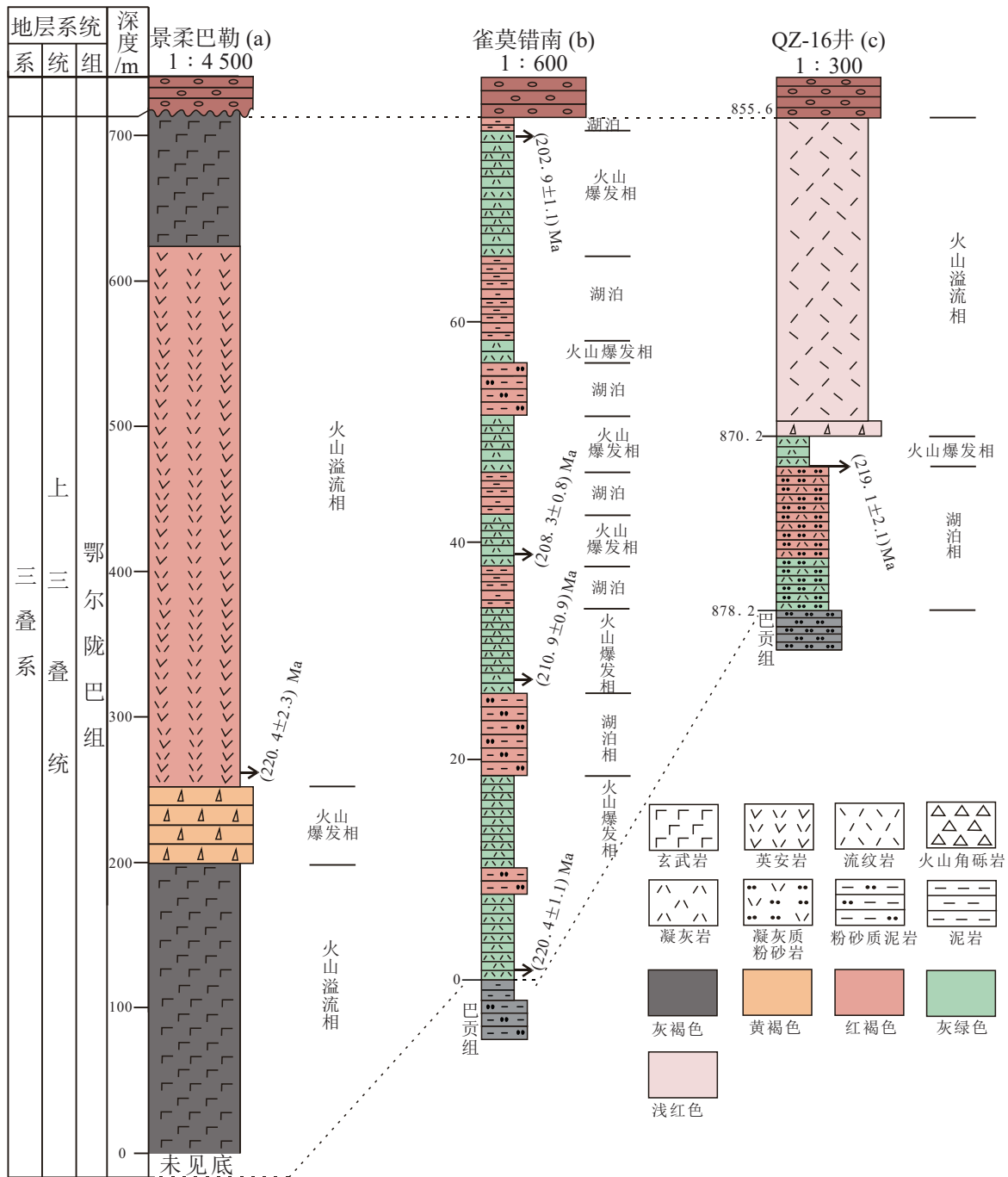


图6 北羌塘坳陷晚三叠世鄂尔陇巴组地层对比图

Fig. 6 Stratigraphic correlation of the Late Triassic Eerlongba Formation in the North Qiangtang Depression

肖切保组由灰色中厚层状复成分砾岩、含砾粉砂岩、泥岩、泥晶灰岩和玄武岩组成, 构成向上粒度变细的沉积序列, 产双壳化石, 出露厚度 >49.23 m。综合肖切保组火山-沉积序列特征分析可知, 其主要为海相喷发与沉积的产物。

在肖切保组火山-沉积序列中, 发现了大量的生物化石, 如角木茶卡下部火山岩中的灰岩透镜

体产出 *Promargarosmia* cf. *foshaanensis* 珊瑚, 上部火山岩中的砂屑灰岩透镜体产出双壳类 *Posidonia wengensis*、*Neoschizodus laevigatus*、*Leviconcha ovata*、*Posidonia elliptica* 和牙形石 *Neogondolella* sp.、*Xaniognathus abstractus* (朱同兴和李宗亮, 2010); 肖茶卡中部微晶灰岩夹层中产出双壳类 *Halobia* sp.、*Burmesia* sp.、*Chlamys* sp. (朱同兴和

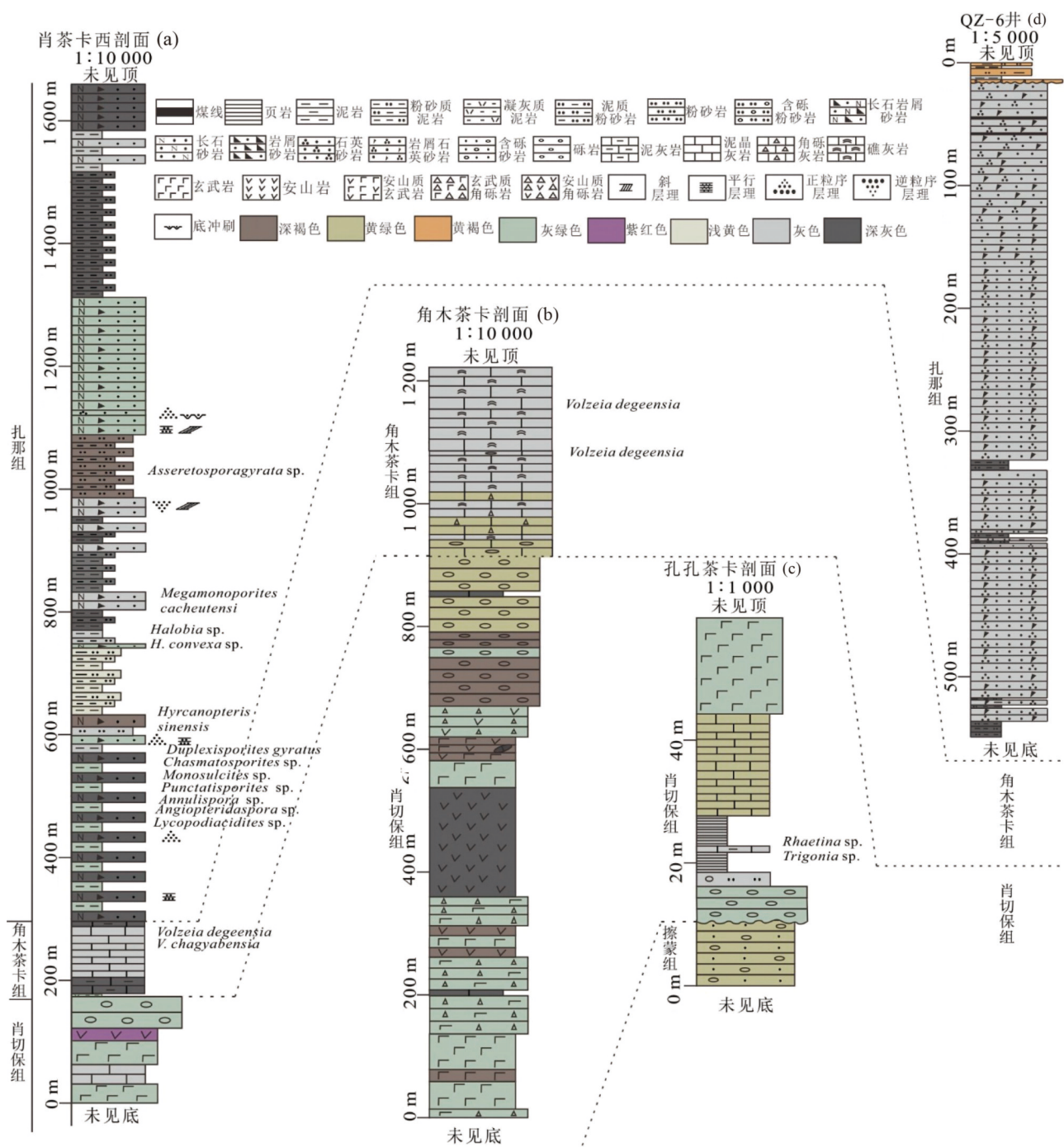


图7 羌塘盆地中央隆起带及周缘晚三叠世肖切堡组-角木茶卡组-扎那组地层对比图(剖面位置见图1)

Fig. 7 Stratigraphic correlation of the Late Triassic Xiaojiebao Formation, Jiaomuchaka Formation, and Zana Formation in the central uplift belt of the Qiangtang Basin (Section position is seen in Fig.1)

李宗亮, 2010)和孢粉 *Schizosporites* cf. *parvus*、*Psophosphaera bullulinaeformis*、*Cycadopites* sp.、*Chasmatosporites* sp.、*Megamonoporites cacheutensis*、*Megamonoporites* sp. (朱同兴等, 1999); 孔孔茶卡剖面下部泥灰岩产出双壳类 *Rhaetina* sp.、*Trigo-*

nia sp. (朱同兴和李宗亮, 2010)。以上双壳类化石种属是晚三叠世诺利期地层中的常见化石。另外, 前人测得肖茶卡玄武岩 K-Ar 年龄值为 (206 ± 7) Ma (陈文西和王剑, 2009), 角木茶卡和孔孔茶卡底部玄武岩的 Ar-Ar 年龄分别为 (206 ± 7) Ma 和 (223 ± 5) Ma

(朱同兴和李宗亮, 2010)。最近, 肖茶卡西地区获得的肖切保组玄武岩锆石 U-Pb 年龄为 $(222 \pm 3.4) \text{ Ma}$ (MSWD=1.6) (李学仁, 2019)。综合生物地层和年代地层资料, 说明羌塘中部肖切保组火山-沉积地层的时代为晚三叠世诺利期—瑞替期。值得注意的是, 前人报道的那底岗日组火山岩的 K-Ar 和 Ar-Ar 法年龄值多集中在 $171 \sim 194 \text{ Ma}$, 比肖切保组的年龄晚了 $20 \sim 30 \text{ Ma}$ 。结合上覆角木茶卡组 and 扎那组的地层序列特征, 笔者认为肖切保组层位可能与盆地东部的甲丕拉组相当, 但后续还需进一步验证。

2.2.2 角木茶卡组

角木茶卡组为 1:25 万江爱达日那一帕度错—昂达尔错幅测区的新建地层组 (王永胜, 2012; 王永胜和曲永贵, 2012; 朱同兴和李宗亮, 2010), 相当于原肖茶卡群中部的灰岩段, 指出露于角木茶卡、肖茶卡西、孔孔茶卡、蒋庄日和仁玛一带的一套砾岩-碳酸盐岩组合, 平行不整合于肖切保组地层之上。

角木茶卡组岩性具有明显的两分性, 下部为砾岩, 上部为碳酸盐岩, 出露厚度自西向东逐渐减薄 (图 7(a) 和图 7(b))。在角木茶卡地区, 该组由粗砾岩向上过渡为细砾岩, 厚约 245 m 。砾石含量 $50\% \sim 70\%$, 砾径 $0.2 \sim 50 \text{ cm}$, 最大可达 150 cm , 其成分以玄武岩和灰岩砾石为主, 少量硅质岩砾石, 磨圆整体较好, 分选较差, 局部产海绵和珊瑚化石, 为斜坡海底扇沉积。上部碳酸盐岩中底部主要为灰色厚层-块状角砾状灰岩, 厚约 64 m , 为斜坡相; 向上角砾状灰岩减少, 过渡为灰白色中层状海绵灰岩和厚层-块状海绵礁灰岩, 厚 244 m (图 7(b))。向东南至肖茶卡西地区 (图 7(a)), 角木茶卡组下部为一套杂色厚层-块状砾岩, 其成分以火山岩砾石为主, 灰岩砾石含量明显低于角木茶卡地区, 厚约 51 m ; 上部为灰-深灰色厚层状凝灰质泥岩、中厚层状泥灰岩、厚层状微-细晶灰岩和生屑灰岩, 厚 120.77 m 。向东南至帕度错蒋庄日地区, 角木茶卡组主要由灰色-灰白色-深灰色砂屑灰岩、泥晶-微晶灰岩和鲕粒灰岩组成, 为开阔碳酸盐岩台地沉积 (王永胜和曲永贵, 2012)。向东至昂达尔错仁玛地区, 水体变深, 岩性主要为灰色-灰白色-深灰色含生物碎屑泥晶-微晶-细晶灰岩, 夹少量石英砂岩、泥岩和硅质岩, 产双壳类和腹足类化石, 为滨浅海沉积 (王永胜, 2012)。与肖茶卡和角木茶卡地区不同的是, 蒋庄日—仁玛地

区的角木茶卡组自下而上主体为碳酸盐沉积。区域对比可知, 尽管中央隆起带角木茶卡组上部与波里拉组均为碳酸盐岩, 但其岩性组合及生物面貌如前文所述存在较大的差异, 建议保留角木茶卡组名称, 但其下部砾岩和肖切保组火山-沉积序列一起归入肖切保组可能更合适。

在角木茶卡和肖茶卡西地区, 角木茶卡组灰岩地层中产出大量的珊瑚和双壳化石 (朱同兴和李宗亮, 2010), 其中珊瑚化石 *Volzeia degeensis* 和 *V. chagyabensis* 在川西—藏东晚三叠世卡尼期曲嘎寺组和东达村组比较常见, 故将其作为羌塘盆地晚三叠世卡尼期—诺利期的珊瑚生物地层单位。

2.2.3 扎那组

扎那组为 1:25 万将爱达日那一帕度错—昂达尔错幅测区的新建地层组 (王永胜, 2012; 王永胜和曲永贵, 2012; 朱同兴和李宗亮, 2010), 相当于原肖茶卡群上部的碎屑岩段, 指出露于肖茶卡西、孔孔茶卡、蒋庄日和多普勒乃一带的一套碎屑岩层系, 与下伏角木茶卡组呈整合接触。

在肖茶卡西地区, 扎那组下部主要为深灰色薄-中层状细粒岩屑砂岩、凝灰质砂岩、粉砂岩和薄层状凝灰质泥岩, 构成向上变细的沉积序列, 发育正粒序层理、平行层理、冲刷面、沟模和水平虫孔构造; 中部主要为灰绿色中层-厚层状含砾粗砂岩、灰绿色-灰色中层状中粒-细粒砂岩、灰色-灰黄色薄层-中层状钙质粉砂岩和钙质泥岩, 组成向上变细的沉积序列, 可见平行层理、低角度交错层理和小型砂纹层理; 上部由灰色-深灰色-褐灰色中层-厚层状细粒砂岩、薄层状粉砂岩和深灰色薄层-中层状钙质泥岩, 发育正粒序层理、平行层理、底部见冲刷面和泥砾构造 (图 7(a))。整体而言, 扎那组下部和上部具有泥岩多、砂岩少且多呈透镜状的特点, 指示其形成于陆棚环境; 中部砂岩多、泥岩少, 指示其形成于三角洲环境。向东南至多普勒乃一带, 扎那组的水体变浅, 其岩性主要由灰-灰褐色-灰黄色-灰绿色薄层-极薄层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩与含海绿石长石石英砂岩和石英砂岩构成韵律互层, 其间夹有数层煤线 (王永胜, 2012)。依据灰黄色极薄层-薄层状含粉砂质泥岩地层中同时产双壳类化石 *Cardium (Tulongcardium) xizangense* Zhang、*Cardium (Tulongcardium) martini* Bottger 和植物化石 *Anthrophyopsis* sp., 推

测其形成于温暖潮湿气候条件下的海陆过渡环境。在扎那陇巴一带, QZ-6 井揭露的扎那组主体以浅灰色-灰色岩屑石英砂岩夹少量粉砂质泥页岩和煤线为特征, 为三角洲环境的产物(图 7(d))。

2.2.4 弄佰组

弄佰组为 1:25 万帕度错幅测区的新建地层组, 由原肖茶卡群解体而来(王永胜和曲永贵, 2012), 指出露于雄桑鲁北、克多、赖玛日艾一带的一套火山岩, 其岩性以基性火山岩为主, 厚度 > 2 133.82 m, 未见底(王永胜等, 2007), 与上覆角木(日)茶卡组地层呈整合接触。

通过对帕度错北节拉日和朋彦错北香钦地区的弄佰组剖面实测, 得出其岩性为灰绿色-灰紫色-紫色杏仁状玄武岩、玄武岩和玄武质角砾熔岩, 局部可见枕状玄武岩(曾庆高等, 2014)。实际上, 弄佰组与肖切保组为同一套火山岩地层, 属于“同物异名”, 肖切保—肖日—阿日艾玄武岩带由北向南跨越 2 个 1:25 万图幅; 在江爱达日那幅划为肖切保组, 在帕度错幅则称为弄佰组。肖切保组火山岩的 K-Ar 年龄为 (223±5) Ma(李学仁, 2019), 结合其与上覆角木茶卡组地层的接触关系, 笔者认为弄佰组可能同样与盆地东部的甲丕拉组火山岩层位相当, 但还需后续进一步研究。

2.2.5 望湖岭组

望湖岭组由李才等在藏北果干加年山地区创名(李才等, 2007), 指不整合于蛇绿混杂岩或石炭纪地层之上的一套碎屑岩夹火山岩地层, 主要分布于 1:25 万玛依岗日幅中部的果干加年山一带, 厚度 > 1 633 m, 未见顶。

望湖岭组分为上下 2 个岩性段。下段由块状-厚层状底砾岩、砂岩、灰岩夹流纹岩组成, 厚度约 500 m, 底砾岩中的砾石为棱角状-次棱角状, 主要来自下伏变质的堆晶辉长岩、阳起片岩、石榴云母石英片岩和灰岩, 具有近源搬运的特点。上段以薄层状石英砂岩和钙质粉砂岩为主, 并见有大小不等的生物礁灰岩、石英砂岩等外来滑塌岩块, 厚度 > 1 133 m, 未见顶(李才等, 2007)。上述岩石组合显示望湖岭组沉积时水体整体向上变深, 为海相喷发沉积环境。

望湖岭组地层中未发现生物化石, 但其下部流纹岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 加权平均年龄为 (214±4) Ma(李才等, 2007), 时代为晚三叠世诺

利期, 与那底岗日组地层时代一致。另外, Zhai et al.(2013)报道了果干加年山地区英安岩锆石 U-Pb 年龄为 (215±3) Ma, 并将其归属为那底岗日组。尽管望湖岭组和那底岗日组岩石组合特征具有一定的差异性, 但均为一套发育底砾岩的火山-沉积序列, 且地层时代基本一致, 故建议将中央隆起带的望湖岭组归入那底岗日组, 废弃“望湖岭组”。

2.3 南羌塘坳陷岩石地层

南羌塘坳陷的上三叠统岩石地层单元包括日干配错、索布查组、阿堵拉组和夺盖拉组, 其具体特征如下。

2.3.1 日干配错组

日干配错群是西藏自治区地质矿产勘查开发局(1993)在改则县森多以东测制日干配错剖面时创名, 为一套以碳酸盐岩为主夹, 少量碎屑岩的地层, 底部含中、基性火山岩, 1:25 万改则幅和日干配错幅区调报告将其降群为组称日干配错组(曾庆高等, 2014; 郑有业和何建社, 2015)。日干配错组在 1:25 万改则幅、日干配错幅和帕度错幅分布较广泛, 零星出露于昂达尔错幅, 主要呈近 EW 向展布于玛日玛、纳丁错、森多、日干配错、热那错及索布查一带(王永胜和曲永贵, 2012; 王永胜, 2012; 曾庆高等, 2014; 郑有业和何建社, 2015)。

在改则县森多地区, 日干配错组岩性以灰色-深灰色-灰黑色-紫红色中层-薄层微晶灰岩、鲕粒灰岩为主, 为开阔台地相沉积(曾庆高等, 2014)。向东至热那错地区, 该组岩性主要为灰色泥灰岩、生屑泥灰岩、内碎屑泥粒灰岩、颗粒灰岩、藻团块颗粒灰岩、鲕粒灰岩和生物礁灰岩(郑有业和何建社, 2015)。根据岩石特征及组合类型, 可划分为局限台地相和开阔台地相, 局部发育台地边缘浅滩相和台地边缘生物礁相(侯恩刚等, 2014)。向东至索布查地区(王永胜, 2012), 该组顶部岩性主要为灰黄色-灰色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、长石岩屑砂岩及火山碎屑岩, 为浅海滨岸相。

前人在改则热那错地区的日干配错组地层中采到大量的四射珊瑚(侯恩刚等, 2014)。其中, *Furcophyllia septafindens* (Volz)、*Guembelastraea guembelii* Laube 常见于意大利白云石山脉上三叠统卡尼阶下部, *Elysastraea juliana* Turnsek 产于斯洛文尼亚 Kopice 上三叠统诺利阶, *Distichophyllia norica* (Frech) 广泛分布于西藏林周县晚三叠世麦

隆岗组地层中。*Parathecospilia sellae* (Stoppani) 见于斯洛文尼亚、奥地利、波兰等地上三叠统诺利阶—瑞替阶地层中。综合对比认为,日干配错组时代可归属为晚三叠世卡尼期—瑞替期。

2.3.2 索布查组

索布查组为 1:25 万帕度错—昂达尔错幅测区的新建地层组(王永胜, 2012; 王永胜和曲永贵, 2012), 指出露于其香错北索布查温泉、鲁雄错南切那、莎日嘎扎北和麻木卓约一带的 1 套浅海碳

酸盐岩, 与下伏晚三叠世日干配错组、上覆早侏罗世曲色组呈整合接触。

在索布查地区, 索布查组岩性为浅灰色含生物碎屑灰岩、土黄色(风化色)泥灰岩、深灰色含生物碎屑内碎屑灰岩、深灰色含生物碎屑微晶灰岩和深灰色泥微晶灰岩等, 中下部生物化石丰富, 常见菊石类、珊瑚、腕足类、海绵和双壳类等化石。结合岩石地层特征和古生物化石组合分析, 认为该组具有典型浅海相沉积环境特征(图 8)。

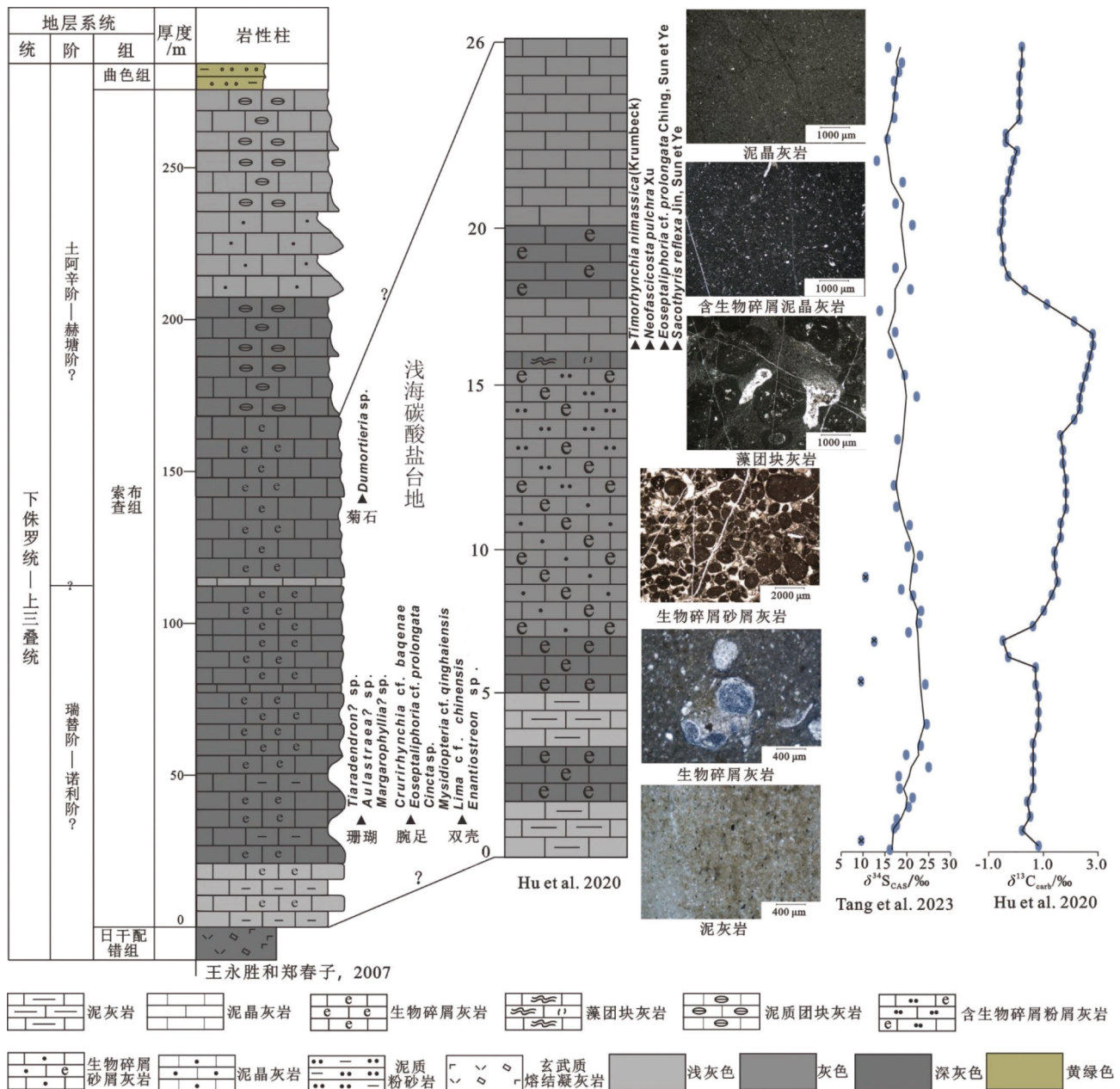


图8 南羌塘坳陷索布查组生物化石、C-S 同位素及沉积特征(据 Hu et al., 2020, 2023; Tang et al., 2023 修改)

Fig. 8 The fossils, C-S isotope, and sedimentary features of the Suobucha Formation in the South Qiangtang Depression (Modify after from Hu et al., 2020, 2023; Tang et al., 2023)

此外,吉林省地质调查院于索布查地区索布查组上部发现 4 件菊石化石,其属种为 *Dumortieria* sp.,指示其地质时代为早侏罗世土阿辛期(王永胜和郑春子,2007)。同时,吉林省地质调查院于该组下部地层中发现了双壳类(*Lima* cf. *chinensis*、*Enantiostreon* sp.、*Mysidiopteria* cf. *qinghaiensis*)、腕足类(*Crurirhynchia* cf. *baqenae*、*Eoseptaliphoria* cf. *prolongata*、*Cincta* sp.)、珊瑚(*Tiaradendron* sp.、*Aulastraea* sp.、*Margarophyllia* sp.)和海绵类(*Hodsia* cf. *caucasica*)化石,其时代属于晚三叠世(王永胜和郑春子,2007)。依据索布查组上部和下部的生物特征,将该组时代归为晚三叠世一早侏罗世。最新 C、S 同位素全球对比研究成果也支持这一认识,认为索布查组记录了三叠纪—侏罗纪生物绝灭事件在东特提斯域的响应(图 8)(Hu et al., 2020, 2023; Tang et al., 2023; 刘桃等, 2023; 石刚等 2023)。

2.3.3 阿堵拉组

阿堵拉组原属于昌都地区的巴贡群(西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993),其岩性主要为 1 套含煤碎屑岩夹少量泥灰岩,产菊石、双壳、植物及孢粉等化石。羌塘盆地的阿堵拉组仅在 1:25 万兹格塘错幅区调中被采用,主要见于该图幅西北部,相当于巴贡群下部细粒碎屑岩段,研究区多见其与下伏波里拉组呈断层接触(郑有业和何建社, 2015)。

阿堵拉组在兹格塘错幅尕尔曲地区出露最全,其下部为粉砂质泥岩夹中细粒岩屑石英砂岩,砂泥比为 1:1~2:1,见海相双壳化石,向上砂质含量增多,主要由灰白色薄层-中层细粒含长石石英砂岩、含砾砂岩夹紫红色粉砂岩和粉砂质泥岩组成,发育透镜状层理、波状层理、水平层理、砂纹层理和交错层理,显示出 2 个向上变粗的正粒序沉积旋回,为三角洲沉积的产物。阿堵拉组中部和上部的岩性主要为灰白色、灰黄色中厚层状含砾石英细砂岩,局部出现煤层,表现出较高的成分成熟度和结构成熟度,结合粒度分析,认为其多在高能海岸条件下堆积而成,局部出现沼泽相(章诚等, 2024; 郑有业和何建社, 2015)。尕尔曲地区最新完成的 QZ-13 井钻遇了 1 200 m 的晚三叠世阿堵拉组地层(未钻穿),其下部(井深 814~1 200 m)主要为深灰色薄层状泥岩夹少量浅灰色长石岩屑

砂岩和碳质页岩,发育水平层理;向上至井深 0~814 m,砂岩增多,其岩性主要为浅灰色中层-薄层状中粒-细粒长石岩屑砂岩夹深灰色中层-薄层状泥岩,局部夹少量砾岩,发育交错层理和沙纹层理。整体而言,该组表现为下细上粗的沉积序列,主要形成于三角洲环境(前三角洲和三角洲前缘环境)(图 9)。

兹格塘错幅阿堵拉组中可见丰富的双壳、植物及孢粉化石(郑有业和何建社, 2015),其中 *Cardium* (*Tulogocardium*) *nequam* 和 *Permophorus emeinsis* (Chen et Zhang) 常见于云南省祥云组、四川须家河组、西藏珠峰土隆群等上三叠统诺利阶地层中,而 *Myophoria* (*Costoria*) *mansuyi*, *Cardium* (*Tulogcardium*) cf. *nequan* 和 *Bakevellia* sp. 则见于藏北结扎群上部(巴贡组),据此将该组时代归为晚三叠世诺利期。另外,所含植物化石 *Equisetites* sp., *E. arenaceus* (Jaeger), *E. horeanicus* (Konno), *Neocalamites* cf. *hoernsis* (Schimper) 等与结扎群上部含煤碎屑岩组产出化石一致,故将其时代确定为晚三叠世诺利期—瑞替期,具有一定的穿时性。阿堵拉组顶部可见大量孢粉化石,其中 *Kraeuselisporite punctatus* 常见于鄂西早三叠世沙镇滨组, *Ovalipollis breviformis* 为北半球晚三叠世的特征属种, *Reticulatisporites amdoensis* Shang、*Ovalipollis* 和 *Taeniaesporites noviaulensis* Jansonius 亦为晚三叠世的重要属种。综合双壳动物、植物、孢粉化石及上覆夺盖拉组地层特征,将阿堵拉组地层时代划归晚三叠世诺利期较为适宜。

2.3.4 夺盖拉组

夺盖拉组原属昌都地区巴贡群上部的粗碎屑岩段(西藏自治区地质矿产勘查开发局, 1993),仅在 1:25 万兹格塘错幅测区中被采用。在岗尼乡地区,可见其与下伏阿堵拉组地层呈整合接触,以长石石英砂岩的大量出现作为其底界(郑有业和何建社, 2015)。

在兹格塘错幅测区,夺盖拉组岩性较为单一,为一套浅绿色中层-厚层状中粒-细粒岩屑长石石英砂岩,发育交错层理、平行层理和小型波痕。该地层化石相对匮乏,仅见少量双壳 *Trigonia* sp.、*Modiolu* sp.、*Grammatodon* sp.、*Liostrea* sp. 和植物化石 *Pterophyllum* cf. *ptilum* Harris、*Equisetites* sp.、*Neocalamites* sp. 等。其中, *Trigonia* sp. 的时代最早

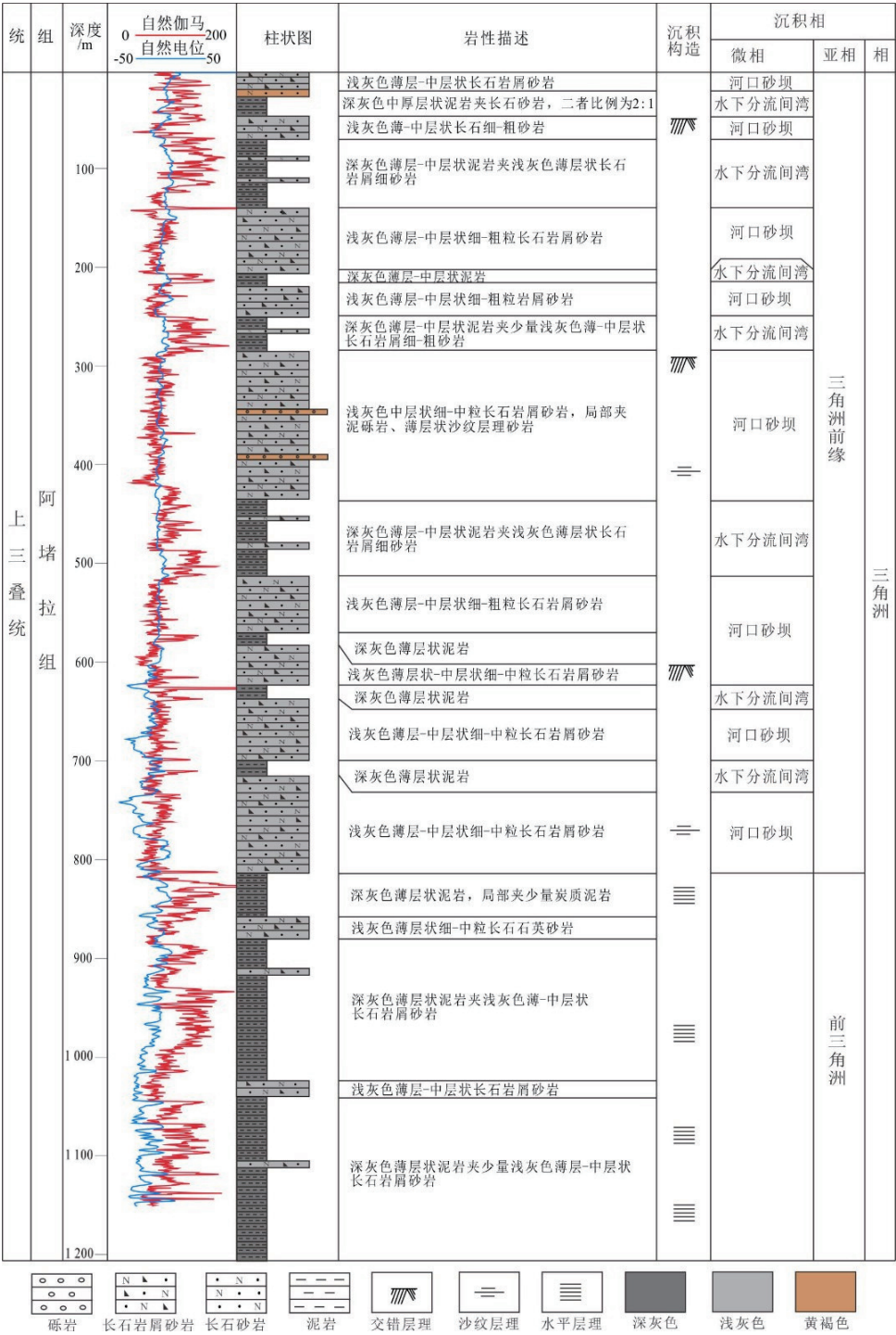


图9 南羌塘坳陷尕尔曲地区 QZ-13 井晚三叠世阿堵拉组地层序列及沉积特征

Fig. 9 Sedimentary successions and its characteristic of the Late Triassic Adula Formation in well QZ-13 from the Gaerqu area, South Qiangtang Depression

可延至中三叠世, 多划分在晚三叠世卡尼期—诺利期(汤朝阳等, 2007, 2008), 而 *Pterophyllum* cf. *ptilum* Harris、*Neoculamites* sp.及 *Eguisetites* 植物化石也多见于晚三叠世晚期。综合生物特征及地

层接触关系分析, 将夺盖拉组时代归为晚三叠世瑞替期较适宜(陈文西和王剑, 2009; 郑有业和何建社, 2015)。

综合对比兹格塘错地区阿堵拉组和夺盖拉组

地层,可知它们总体均为 1 套含煤系、且粒度向上变粗的碎屑沉积序列,与羌北地区巴贡组具有类似的岩性组合、沉积序列和生物地层特征。此外,阿堵拉组和夺盖拉组在局部地区可见其与波里拉组地层呈整合接触,由藏东地区巴贡群引用而来。因此,综合沉积序列、地层时代及地层接触关系,建议用巴贡组取代南羌塘地区的阿堵拉组和夺盖拉组,用于指代该地区的晚三叠世含煤系碎屑岩地层。

2.4 问题分析

2.4.1 南、北羌塘差异演化,不同区域存在同期异相问题

晚三叠世,南、北羌塘沉积演化存在较大差异,以王剑和付修根(2018)观点来看,羌塘盆地在三叠纪为一个叠合盆地,晚三叠世早期北羌塘坳陷为可可西里造山作用下的萎缩前陆盆地(叠前盆地),具有北深南浅的箕状形态,前渊区藏夏河一带为深水复理石沉积,前陆隆起区沱沱河—赤布张措一带为碎屑岩夹碳酸盐沉积,隆后区沃若山—那底岗日—土门一带为滨岸相碎屑岩沉积,局部发育含煤碎屑岩;晚三叠世晚期,北羌塘坳陷进入裂谷盆地(叠后盆地)演化,充填了一套广泛分布的火山-沉积序列,局部见双峰式火山岩(Wang et al., 2022)。晚三叠世时期,南羌塘受班公湖—怒江中特提斯洋盆打开影响而进入裂谷盆地演化阶段,洋盆周缘裂谷早期沉积充填记录较明显,但在中部改则—日干配错—索布查一带受裂谷影响较小,发育台地相碳酸盐沉积,北部肖茶卡—北雷错一带初期为海相喷发基性火山岩,向上过渡为碳酸盐沉积和碎屑岩沉积。晚三叠世南、北羌塘的差异演化及古地理格局不同,造成了在羌塘盆地广泛分布的上三叠统具有同期异相的特征,导致区域地层划分对比困难,如何建立统一而可靠的区域地层格架还需进一步深入研究。

2.4.2 地层学研究程度总体偏低,缺乏标准化石,地层时代难以准确限定

目前,羌塘盆地上三叠统的时代约束多依据双壳和腕足生物组合。如在赤布张措幅北部雀莫错一带,汤朝阳等(2006)依据甲丕拉组中上部层位中的双壳类 *Quemocuomegalodon orientus*-*Neomegalodon boeckhi* 组合,将其时代归为晚三叠世诺利中期;依据波里拉组上部和巴贡组下部 *Halobia*

superbescens-*H. disperseinsecta* 组合,将其时代归为诺利期中期—晚期。研究表明,双壳属种的延续时间往往比较长(Yin, 2016),可达约 15 Ma (Hallam, 1976),如 *Halobia superbescens*-*H. disperseinsecta* 组合带中的 *H. convexa* 和 *H. yunnanensis* 分子可下延至卡尼期,被认为是我国西南地区卡尼期的本土属种(汤朝阳等, 2006),利用其进行区域地层对比就易造成混乱。其次,双壳类种的组合面貌还与它们的沉积环境密切相关,如南部麦多一带晚三叠世土门格拉组双壳生物的优势种明显不同于北部,以产双壳类 *Cardium* (*Tulongocardium*) *martini*-*Trigonia* (*Kumatrigonia*) *hukxilenensis* 组合为特征(汤朝阳等, 2006),也难以据此进行地层对比。另外,少数上三叠统岩石地层以牙形石和珊瑚化石带约束时代会存在差异,如菊花山组和角木茶卡组根据 *Epigdolella postera*-*E. abneptis spatulatus* 牙形石组合带将其厘定为晚三叠世诺利期(李勇等, 1999),而角木茶卡组 *Margarosmia*-*Volzeia* 珊瑚组合带则为卡尼期—诺利期(朱同兴和李宗亮, 2010),因而不同生物带之间如何进行合理对比,也是直接影响地层划分对比的难点之一。

2.4.3 地层区划复杂,组名众多导致区域地层划分对比困难

首先,羌塘地层区所涉及的上三叠统地层分区数量繁多,如昂达尔错地层分区、西雅尔岗分区、多格错仁分区、左贡地层分区、多玛地层分区、羌北地层分区、赤布张措地层分区和唐古拉—昌都地层分区等,这与羌塘盆地构造演化复杂、大地构造认识存在争议有关。其次,不同时期、不同单位所创建或划分的地层组存在命名原则与标准不统一、同物异名及未遵循优先权原则等现象,如赤布张措幅的土门格拉组延伸至兹格塘错幅则称阿堵拉组,江爱达日那幅的角木茶卡组和肖切保组延伸至帕度错幅则称角木日茶卡组和弄佰组。又如,以羌塘盆地广泛分布的上三叠统含煤碎屑岩系为例,其在昂达尔错和左贡地层分区称扎那组,在西雅尔岗和多玛地层分区称土门格拉群(组)和阿堵拉组,在赤布张措和唐古拉—昌都地层分区称巴贡组,而在西金乌兰—金沙江地层分区称苟鲁山克措组。根据含煤碎屑岩系生物地层特征及其与上覆和下伏地层接触关系,认为区域上上

三叠统含煤碎屑岩系具有等时性,需进一步加强区域对比研究,并进行统一的地层划分与命名。

3 羌塘盆地上三叠统区域地层划分对比方案修订

通过对羌塘盆地 21 幅 1:25 万区域地质调查报告资料的梳理,不难看出上三叠统地层划分

复杂、对比困难,制约了对区域地层格架及大地构造演化过程的深入认识。为此,本文在系统收集前人资料和地质调查井最新成果的基础上,从岩石地层、生物地层、年代地层、岩相古地理和地层接触关系等方面,对上三叠统各地层组特征进行详细的甄别与对比,重新修订了南、北羌塘上三叠统地层组的划分,并提出了新的区域地层对比方案建议(表 2)。

表 2 羌塘盆地上三叠统地层划分对比方案

Table 2 Scheme of the Upper Triassic stratigraphic division and correlation in the Qiangtang Basin

地层系统	北 羌 塘 坳 陷					中 央 隆 起 带		南 羌 塘 坳 陷				本文建议方案		
	藏夏河—弯弯梁剖面	菊花山剖面	江爱达日那沃若山剖面	QZ-16井	苟弄钦剖面	肖查卡西剖面	果干加年山剖面	节日拉—香钦剖面	热那错剖面	索布查剖面	QZ-13井	北羌塘坳陷	中央隆起带	南羌塘坳陷
上 三 叠 统	瑞替阶	那底岗日组	那底岗日组	鄂尔陇巴组	未见顶	未见底	望湖岭组	未见顶	未见顶	索布查组	未见顶	那底岗日组	那底岗日组	索布查组
	诺利阶	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	未见底	未见底	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶
	藏夏河组	菊花山组	土门格拉克群	巴贡组	未见顶	未见底	扎那组	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	巴贡组	菊花山组	扎那组
	未见底	未见底	未见底	波里拉组	未见底	未见底	角木茶卡组	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	波里拉组	角木茶卡组	波里拉组
卡尼阶	未见底	未见底	未见底	甲丕拉组	未见底	未见底	肖切保组	未见顶	未见顶	未见顶	未见顶	甲丕拉组	肖切保组	甲丕拉组
	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底	未见底

甲丕拉组、波里拉组和巴贡组的沉积序列与北羌塘坳陷晚三叠世沉积-构造演化过程形成了较好的呼应,该时期可可西里—金沙江洋盆关闭,导致北羌塘前陆盆地逐渐萎缩消亡,直接控制了上述 3 个地层组的沉积作用过程。因此,在本文新的区域地层划分对比方案中,建议羌塘盆地上三叠统的主体地层统一采用甲丕拉组、波里拉组和巴贡组进行划分和命名,同时依据岩石地层划分原则,仍保留某些能体现特殊古地理及沉积环境的地层组名称。具体而言,北羌塘坳陷藏夏河—弯弯梁—多色梁子—岗盖日一带的藏夏河组主要为浅水三角洲沉积,而非深水复理石沉积,且可见其与上覆那底岗日组呈平行不整合接触,建议将其归入巴贡组,废弃藏夏河组名称。苟鲁山

克措组主要为 1 套滨浅海—三角洲含煤碎屑岩系沉积,与巴贡组沉积序列相似,加之现已较少使用,同样建议将其归入巴贡组并废弃苟鲁山克措组。江爱达日那地区的土门格拉克群地层序列最为完整,考虑其沉积序列演化特征及其与下伏中三叠世康南组地层的接触关系,建议将其下段含砾粗碎屑岩段、中段碳酸盐岩段和上段含煤碎屑岩段分别归属于甲丕拉组、波里拉组和巴贡组。从地层时代及接触关系来看,菊花山组、日干配错组可以与甲丕拉组-波里拉组-巴贡组对比,但从地层岩性-岩相特征来看,它们与甲丕拉组-波里拉组-巴贡组存在明显差异,因而建议保留菊花山组和日干配错组这两个代表特殊沉积背景的地层组名。中央隆起带及周缘地区的肖切保组、弄佰组、角木茶

卡组、角木日茶卡组和扎那组为 1:25 万区域地质调查新建的地层组,建议统一采用肖切保组、角木茶卡组和扎那组名称(表 2)。阿堵拉组和夺盖拉组由原巴贡群降级(巴贡组)分解而来,其内部地层界限不易区分,在羌塘盆地很少使用,故建议将南羌塘东部的含煤碎屑岩系统一命名为巴贡组,弃用阿堵拉组和夺盖拉组。

晚三叠世那底岗日组火山-沉积序列不整合超覆于巴贡组地层之上,代表了羌塘中生代叠后盆地的开启,表现为受班公湖—怒江洋盆快速扩张影响形成的裂谷盆地在北羌塘坳陷区逐渐开启(Wang et al., 2022)。近年来,大量火山岩锆石 U-Pb 年龄数据显示,北羌塘坳陷东部鄂尔陇巴组、中央隆起带望湖岭组火山-沉积序列与那底岗日组为同期地层,且地层序列具有较好的相似性,基于优先权原则,建议将北羌塘坳陷和中央隆起带地区诺利期—瑞替期火山-沉积序列统一命名为那底岗日组,废弃鄂尔陇巴组和望湖岭组。最新研究成果揭示,南羌塘地区 1:25 万帕度错幅、昂达尔错幅新建的索布查组可能记录了三叠纪—侏罗纪生物绝灭事件在东特提斯域的响应(Hu et al., 2020; Tang et al., 2023),也是我国为数不多的 T/J 界线海相地层。其与下伏日干配错组和上覆曲色组呈整合接触,地层时代和沉积序列均无法与上述上三叠统岩石地层对比,具有特殊指示意义,建议保留该地层组。

4 主要结论与认识

(1)厘定了羌塘盆地上三叠统的 10 个地层组,在坳陷区自下而上分别为甲丕拉组、波里拉组、巴贡组和那底岗日组,而在中央隆起区仍沿用肖切保组、角木茶卡组和扎那组,同时保留了指示特殊沉积环境的菊花山组、日干配错组和索布查组名称。

(2)建议将羌塘盆地坳陷内晚三叠世藏夏河组、苟鲁山克措组、土门格拉组、阿堵拉组和夺盖拉组统一归属至甲丕拉组-波里拉组-巴贡组岩石地层格架内,其时代可能为卡尼期—诺利期。其中,土门格拉群(组)下段和中段分别与甲丕拉组和波里拉组相对应,而藏夏河组、苟鲁山克措组、土门格拉组上段、阿堵拉组和夺盖拉组则与巴贡

组相对应。同时,建议将晚三叠世诺利期—瑞替期火山-沉积序列统一划归那底岗日组,废弃北羌塘坳陷东部鄂尔陇巴组和中央隆起区望湖岭组。

(3)晚三叠世时期南、北羌塘沉积-构造演化存在较大差异,地层区划复杂,同期异相地层单元数量众多,且缺乏晚三叠世标准化石,导致区域地层划分对比异常困难,需进一步深入研究并建立统一、合理的区域地层格架。

致谢:感谢《华东地质》邢光福主编、陈志洪研究员及两位审稿专家对本文提出的宝贵意见和建议。

注释

①成都环境地质与资源开发研究所. 1996. 羌塘盆地西区综合地质工程(QT96YZ-01)[R].

References

- BAI Z D, XU D B. 2013. 1:250 000 geological survey report of the Anduo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- BUREAU OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES OF XIZANG AUTONOMOUS REGION. 1993. Regional geology of Xizang (Tibet) Autonomous Region[M]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- CHEN G L, HE G X, WANG Y G. 1982. New knowledge of the Jezha Group in southern Qinghai[J]. Journal of Stratigraphy, 6(4): 307-309 (in Chinese with English abstract).
- CHEN W X, WANG J. 2009. Correlation of Upper Triassic strata in Qiangtang Basin, northern Tibet[J]. Geology in China, 36(4): 809-818 (in Chinese with English abstract).
- DENG Z L. 2014a. Geological survey report of the 1:250 000 scale Qurou Naga area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- DENG Z L. 2014b. Geological survey report of the 1:250 000 scale Tuotuohe area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- DUAN Q F, WANG J X, NIU Z J. 2013. 1:250 000 geological survey report of the Zhigen Gaka area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- FU X G, WANG J, CHEN W B, FENG X L. 2010. Age and tectonic implications of the Late Triassic Nadi Kangri volcanic rocks in the Qiangtang Basin, northern Tibet, China[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 37(6): 605-615 (in Chinese with English abstract).

- FU X G, WANG J, TAN F W, CHEN M, CHEN W B. 2010. The Late Triassic rift-related volcanic rocks from eastern Qiangtang, northern Tibet (China): age and tectonic implications[J]. *Gondwana Research*, 17(1): 135-144.
- FU X G, WANG J, TAN F W, CHEN M, LI Z X, ZENG Y H, FENG X L. 2016. New insights about petroleum geology and exploration of Qiangtang Basin, northern Tibet, China: a model for low-degree exploration[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 77: 323-340.
- FU X G, WANG J, WANG Z J, CHEN W X. 2008. 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*, 54(2): 232-242 (in Chinese with English abstract).
- FU X G, WANG J, WEN H G, WANG Z W, ZENG S Q, SONG C Y, CHEN W B, WAN Y L. 2020. A possible link between the Carnian pluvial event, global carbon-cycle perturbation, and volcanism: new data from the Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Global and Planetary Change*, 194: 103300.
- GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES BUREAU OF THE QINGHAI PROVINCE. 1997. Stratigraphy (lithostratic) of Qinghai Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- HALLAM A. 1976. Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves[J]. *Lethaia*, 9(3): 245-259.
- HAO Z W, RAO R B. 1999. Regional stratigraphy of Southwestern China[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 122 (in Chinese).
- HOU E G, GAO J H, WANG X L, WANG G H, HU X R, MA Z C. 2014. Carbonate petrological characteristics and sedimentary environment of the Upper Triassic Riganpeicuo Formation at Renacuo area, Gaize, Tibet[J]. *Journal of Palaeogeography*, 16(3): 347-358 (in Chinese with English abstract).
- HU F Z, FU X G, LIN L, SONG C Y, WANG Z W, TIAN K Z. 2020. Marine Late Triassic-Jurassic carbon-isotope excursion and biological extinction records: new evidence from the Qiangtang Basin, eastern Tethys[J]. *Global and Planetary Change*, 185: 103093.
- HU F Z, FU X G, WANG J, WEI H Y, NIE Y, ZHANG J, TIAN K Z. 2023. Biological extinction and photic-zone anoxia across the Triassic-Jurassic transition: insights from the Qiangtang Basin, eastern Tethys[J]. *Journal of the Geological Society*, 180(5): jgs2022-108.
- HUANG J Q, CHEN B W. 1987. The evolution of the Tethys in China and adjacent regions[M]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- LI X R. 2019. Volcanic-sedimentary petrological characteristics and tectonic attribute of Nadigangri Formation in Qiangtang Basin[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing) (in Chinese).
- LI C, CHENG L R, YU J J. 2010. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Mayigangri area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- LI Y, LI Y L. 2015. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Wenquanbingzhan area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- LI X R, WANG J. 2018. New evidence for the Late Triassic syn-rifting in the eastern north Qiangtang Depression: redefinition of the stratigraphic age of volcanic rocks and conglomerates from the Jiapila Formation[J]. *Earth Science Frontiers*, 25(4): 50-64 (in Chinese with English abstract).
- LI X R, WANG J, CHENG L L, FU X G, WANG Y K. 2018. New insights into the Late Triassic Nadigangri Formation of northern Qiangtang, Tibet, China: constraints from U-Pb ages and Hf isotopes of detrital and magmatic zircons[J]. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 92(4): 1451-1467.
- LI Y, YI H S, WANG C S. 1999. Discovery of the Late Triassic *Epigondollella* fauna in the north part of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and its geological significance[J]. *Geological Review*, 45(6): 628 (in Chinese with English abstract).
- LI C, ZHAI Q G, DONG Y S, YU J J, HUANG X P. 2007. Establishment of the Upper Triassic Wanghuling Formation at Guoganjianian Mountain, central Qiangtang, Qinghai-Tibet Plateau, and its significance[J]. *Geological Bulletin of China*, 26(8): 1003-1008 (in Chinese with English abstract).
- LIU T, WU T, FANG C G, ZHANG C C, SHAO W, LIAO S B. 2023. Overpressure characteristics and genesis of the Triassic gas reservoirs in Wuwei Depression of Lower Yangtze Region[J]. *East China Geology*, 44(4): 415-423 (in Chinese with English abstract).
- LIU C Y, ZHENG M L, YANG X K, HE B Z, REN Z L, GUO P. 2016. Evolution and late modification of Mesozoic marine Qiangtang Basin and its hydrocarbon occurrence[J]. *Acta Geologica Sinica*, 90(11): 3259-3281 (in Chinese with English abstract).
- LU J P, LU G, XU H. 2013. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Buruocuo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- LU J P, LU G, XU H. 2018. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Chadogangri area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- MA L Y, BAI Y S, NIU Z J, YAO H Z, DUAN Q F. 2004. Sr and Nd isotope geochemistry of Late Triassic volcanic

- rocks at Geladandong in the source region of the Yangtze River and its significance[J]. *Geology in China*, 31(2): 174-178 (in Chinese with English abstract).
- MOU S Y, XIONG X G, WANG C W. 2017. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Dinggu area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- NIU Z J, XU G H, MA L Y. 2003. Sedimentary characters and ammonoid fauna from the Upper Triassic Bagong Formation in the Geladandong area of the source land of the Yangtze River[J]. *Journal of Stratigraphy*, 27(2): 129-133, 137 (in Chinese with English abstract).
- REGIONAL GEOLOGICAL SURVEY GROUP OF THE QINGHAI. 1970. 1 : 1 000 000 geological survey report of the Wenquan area[R] (in Chinese).
- SHI G, GONG Z, HUANG N, YE J, ZHOU D R, SHAO W, TENG L, LIAO S B, LI J Q. 2023. The main controlling factors of the gas content in the Permian Dalong Formation of the Xuanjing area, the lower Yangtze region: a case study of Gangdi 1 Well[J]. *East China Geology*, 44(1): 93-102 (in Chinese with English abstract).
- SONG P P, DING L, LI Z Y, LIPPERT P C, YANG T S, ZHAO X X, FU J J, YUE Y H. 2015. Late Triassic paleo-latitude of the Qiangtang Block: implications for the closure of the Paleo-Tethys Ocean[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 424: 69-83.
- SONG C Y, WANG J, FU X G, FENG X L, ZENG S Q, HE L. 2013. Geochemical characteristics and signatures of the sandstones from Zangxiahe Formation in Qiangtang Basin[J]. *Earth Science (Journal of China University of Geosciences)*, 38(3): 508-518 (in Chinese with English abstract).
- TAN F W, WANG J, WANG X L, DU B W. 2002. The Qiangtang Basin in Xizang as the target area for the oil and gas resources in China[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 22(1): 16-21 (in Chinese with English abstract).
- TANG W, WANG J, WEI H Y, FU X G, KE P Y. 2023. Sulfur isotopic evidence for global marine anoxia and low seawater sulfate concentration during the Late Triassic[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 251: 105659.
- TANG C Y, WU J H, WANG G Q, ZHAO W Q, WANG J X. 2011. Sedimentary evolution of the Upper Triassic Jiapila Formation at the middle Qiangtang Basin and its geological significance[J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 35(3): 421-428 (in Chinese with English abstract).
- TANG C Y, YAO H Z, DUAN Q F, ZHAO X M. 2008. Sedimentary characteristic of the Late Triassic strata in the central Qiangtang Basin[J]. *Geological Review*, 54(1): 16-25 (in Chinese with English abstract).
- TANG C Y, YAO H Z, NIU Z J, DUAN Q F, ZHAO X M, WANG J X. 2006. Sedimentary features and stratigraphical correlation of Late Triassic strata in the east of northern Qiangtang Basin Depression[J]. *Geology and Resources*, 15(2): 81-88 (in Chinese with English abstract).
- TANG C Y, YAO H Z, NIU Z J, DUAN Q F, ZHAO X M, WANG J X. 2007. Preliminary discussion on bivalves assemblages and their environments of the Bagong Formation of Upper Triassic in Geladandong area, Yangtze source region[J]. *Journal of Palaeogeography*, 9(1): 59-68 (in Chinese with English abstract).
- WANG Y S. 2012. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Angdalacuo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- WANG J, DING J, WANG C S, TAN F W, CHEN M, HU P, LI Y L, GAO R, LI H, ZHU L D, LI Q S, ZHANG M H, DU B W, FU X G, LI Z X, WAN F. 2009. Survey and evaluation of strategic oil and gas resource selection in the Qinghai-Tibet Plateau[M]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- WANG J, FU X G. 2018. Sedimentary evolution of the Qiangtang Basin[J]. *Geology in China*, 45(2): 237-259 (in Chinese with English abstract).
- WANG J, FU X G, CHEN W X, TAN F W, WANG Z J, CHEN M, ZHUO J W. 2008. Chronology and geochemistry of the volcanic rocks in Woruo Mountain region, northern Qiangtang Depression: implications to the Late Triassic volcanic-sedimentary events[J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 51(2): 194-205.
- WANG J, FU X G, TAN F W, CHEN M, HE J L. 2010. A new sedimentary model for the Qiangtang Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 28(5): 884-893 (in Chinese with English abstract).
- WANG J, FU X G, WEI H Y, SHEN L J, WANG Z, LI K Z. 2022. Late Triassic basin inversion of the Qiangtang Basin in northern Tibet: implications for the closure of the Paleo-Tethys and expansion of the Neo-Tethys[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 227: 105119.
- WANG J X, KANG K Y, HOU M C. 2014. Sedimentary facies and provenance analysis of Upper Triassic Goulushan-ecuo Formation in Tuotuohe area of Qinghai Province[J]. *Northwestern Geology*, 47(4): 123-130 (in Chinese with English abstract).
- WANG Y S, QU Y G. 2012. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Paducuo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- WANG Y S, QU Y G, SUN Z G, ZHENG C Z, XIE Y H, LU Z L. 2007. Characteristics and tectonic setting of volcanic

- rocks of the Late Triassic Nongbai Formation at the northern margin of the south Qiangtang Block, northern Tibet, China[J]. *Geological Bulletin of China*, 26(6): 682-691 (in Chinese with English abstract).
- WANG J, TAN F W, LI Y L, LI Y T, CHEN M, WANG C S, GUO Z J, WANG X L, DU B W, ZHU Z F. 2004. The potential of the oil and gas resources in major sedimentary basins on the Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau[M]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- WANG J, WANG Z J, CHEN W X, FU C G, CHEN M. 2007. New evidences for the age assignment of the Nadi Kangri Formation in the north Qiangtang Basin, northern Tibet, China[J]. *Geological Bulletin of China*, 26(4): 404-409 (in Chinese with English abstract).
- WANG Z W, WANG J, FU X G, FENG X L, ARMSTRONG-ALTRIN J S, ZHAN W Z, WAN Y L, SONG C Y, MA L, SHEN L J. 2019. Sedimentary successions and onset of the Mesozoic Qiangtang rift basin (northern Tibet), Southwest China: insights on the Paleo- and Meso-Tethys evolution[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 102: 657-679.
- WANG J, WANG Z W, FU X G, SONG C Y, TAN F W, WEI H Y. 2022. New discoveries on the first petroleum scientific drilling (QK-1) of the Qiangtang Basin, Tibetan Plateau[J]. *Chinese Science Bulletin*, 67(3): 321-328 (in Chinese with English abstract).
- WANG Z W, WANG J, FU X G, ZHAN W Z, ARMSTRONG-ALTRIN J S, YU F, FENG X L, SONG C Y, ZENG S Q. 2018. Geochemistry of the Upper Triassic black mudstones in the Qiangtang Basin, Tibet: implications for paleoenvironment, provenance, and tectonic setting[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 160: 118-135.
- WANG Z W, WANG J, FU X G, ZHAN W Z, YU F, FENG X L, SONG C Y, CHEN W B, ZENG S Q. 2017. Organic material accumulation of Carnian mudstones in the north Qiangtang Depression, eastern Tethys: controlled by the paleoclimate, paleoenvironment, and provenance[J]. *Marine and Petroleum Geology*, 88: 440-457.
- WANG Z W, WANG J, YU F, FU X G, CHEN W B, ZHAN W Z, SONG C Y. 2021. Geochemical characteristics of the Upper Triassic black mudstones in the eastern Qiangtang Basin, Tibet: implications for petroleum potential and depositional environment[J]. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 207: 109180.
- WANG C S, YI H S, LIU C Y, LI Y L, ZOU Y R, WU X H, DENG B, YANG X K. 2004. Discovery of paleo-oil-reservoir in Qiangtang Basin in Tibet and its geological significance[J]. *Oil & Gas Geology*, 25(2): 139-143 (in Chinese with English abstract).
- WANG Y S, ZHENG C Z. 2007. Lithostratigraphy, sequence stratigraphy, and biostratigraphy of the Suobucha and Quse Formations and the Triassic-Jurassic boundary in the Sewa area on the south margin of the Qiangtang Basin, northern Tibet[J]. *Journal of Stratigraphy*, 31(4): 377-384 (in Chinese with English abstract).
- WU R Z, HU C Z, WANG C S, ZHANG M G, GAO D R, LAN B L, ZHANG S N, CHEN D Q, WANG Q H. 1986. The stratigraphical system of Qiangtang district in northern Xizang (Tibet)[C]// CGQXP EDITORIAL COMMITTEE MINISTRY OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES PRC. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau(9). Beijing: Geology Press, 1-32 (in Chinese).
- XIA D X, LIU S K. 1997. Stratigraphy(lithostratic) of Xizang Autonomous Region[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 72-259 (in Chinese).
- XIE Y M, LIN W D, YAO Z F. 1986. 1 : 1 000 000 geological survey report of Gaize area[R] (in Chinese).
- XIONG S Q, ZHOU D Q, CAO B B, ZHAO R, WEI Y Y, HU Y, XIAO M C, DUAN H W, HU X W, ZHENG Y Z. 2020. Characteristics of the central uplift zone in Qiangtang Basin and its tectonic implications: evidences from airborne gravity and magnetic data[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 63(9): 3491-3504 (in Chinese with English abstract).
- YAO H Z, DUAN Q F, NIU Z J. 2011. 1 : 250 000 geological survey report of the Chibuzhangcuo area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- YAO H Z, SHA J G, DUAN Q F, NIU Z J, ZENG B F, ZHANG R J. 2003. A new genus *Quemocuomegalodon* of megalodontidae from the Upper Triassic in the source area of the Yangtze River, Western China[J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 42(3): 393-407 (in Chinese with English abstract).
- YI H S, LIN J H. 2013. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Wulanwula Lake area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- YIN J R. 2016. Bathonian-Callovian (Middle Jurassic) ammonites from northwestern Qiangtang Block, Tibet, and the revised age of the Suowa Formation[J]. *Proceedings of the Geologists' Association*, 127(2): 247-265.
- YU F, FU X G, XU G, WANG Z W, CHEN W B, ZENG S Q, SONG C Y, FENG X L, WAN Y L, LI X R. 2019. Geochemical, palynological and organic matter characteristics of the upper Triassic Bagong Formation from the north Qiangtang Basin, Tibetan Plateau[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 515: 23-33.
- ZENG S Q. 2021. Study on the sedimentary sequences and

- basin transformation of the End-Triassic to Early-Middle Jurassic period in the northern Qiangtang Basin[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology (in Chinese with English abstract).
- ZENG Q G, MAO G Z, WANG B D. 2011. 1 : 250 000 geological survey report of the Rigangpeicuo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- ZENG Q G, MAO G Z, WANG B D. 2014. 1 : 250 000 geological survey report of Gaize area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- ZENG S Q, WANG J, CHEN W B, FU X G, SONG C Y, SUN W, WANG D. 2021. Late Triassic to Early-Middle Jurassic depositional environment transformation process study in the eastern Qiangtang Basin: evidence from the record by the core samples[J]. *Geological Review*, 67(5): 1231-1244 (in Chinese with English abstract).
- ZENG S Q, WANG J, CHEN W B, SONG C Y, ZENG Y H, FENG X L, WANG D. 2020. Organic-rich shales in the Upper Triassic Zangxiahe Formation, Northern Qiangtang Depression, northern Tibet: depositional environment and hydrocarbon generation potential[J]. *Journal of Petroleum Geology*, 43(2): 151-169.
- ZENG S Q, WANG J, ZENG Y H, SONG C Y, WANG D, ZHAN W Z, SUN W. 2022. Episodic volcanic eruption and arid climate during the Triassic-Jurassic transition in the Qiangtang Basin, eastern Tethys: a possible linkage with the end-Triassic biotic crises[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 237: 105345.
- ZHAI Q G, JAHN B M, SU L, WANG J, MO X X, LEE H Y, WANG K L, TANG S H. 2013. Triassic arc magmatism in the Qiangtang area, northern Tibet: zircon U-Pb ages, geochemical and Sr-Nd-Hf isotopic characteristics, and tectonic implications[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 63: 162-178.
- ZHAI Q G, LI C. 2007. Zircon SHRIMP dating of volcanic rock from the Nadi Kangri Formation in Juhuashan, Qiangtang, northern Tibet and its geological significance[J]. *Acta Geologica Sinica*, 81(6): 795-800 (in Chinese with English abstract).
- ZHAN W Z, TAN F W. 2020. Lithofacies palaeogeography and source rock of the Late Triassic in the Qiangtang Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 38(4): 876-885 (in Chinese with English abstract).
- ZHANG C C, FANG C G, LIU T, WU T, SHAO W, LIAO S B, XU J L. 2024. Research progress on flood-triggered hyperpycnal flows in sedimentary basins[J]. *East China Geology*, 45(1): 49-61(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Y F, ZHENG J K. 1994. Geological overview in Koshili, Qinghai and adjacent areas[M]. Beijing: Seismological Press (in Chinese).
- ZHAO Z Z, LI Y T, YE H F, ZHANG Y W. 2001. Stratigraphy of the Qinghai-Tibet Plateau[M]. Beijing: Science Press, 125-139 (in Chinese).
- ZHENG Y Y, HE J S. 2015. 1 : 250 000 geological survey report of the Zigetangcuo area[R]. Beijing: Geology Press (in Chinese).
- ZHU T X. 1999. Sedimentary evolution from back arc to foreland basin: an example from the Qiangtang Mesozoic Basin in northern Xizang[J]. *Tethys Geology*, 23(1): 1-15 (in Chinese with English abstract).
- ZHU T X, DONG H. 2010. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Tucuo area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- ZHU T X, DONG H, LI C, FENG X T, LI Z L, YU Y S, JIN C H, ZHOU B G. 2005. Distribution and sedimentary model of the Late Triassic strata in northern Qiangtang on the Qinghai-Xizang Plateau[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 25(3): 18-23 (in Chinese with English abstract).
- ZHU T X, FENG X T. 2012. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Heihuling area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- ZHU T X, FENG X T, WANG X F, ZHOU M K. 2010. Late Triassic tectono-palaeogeography of the Qiangtang area on the Qinghai-Xizang Plateau[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 30(4): 1-10 (in Chinese with English abstract).
- ZHU T X, LI Z L. 2010. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Jiangaidarina area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- ZHU T X, YU Y S. 2012. Geological survey report of the 1 : 250 000 scale Duogecuoren area[R]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).

附中文参考文献

- 白志达, 徐德斌. 2013. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 安多县幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 陈国隆, 何国雄, 王义刚. 1982. 青海南部结扎群新知[J]. *地层学杂志*, 6(4): 307-309.
- 陈文西, 王剑. 2009. 藏北羌塘盆地晚三叠世地层特征与对比[J]. *中国地质*, 36(4): 809-818.
- 邓中林. 2014a. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 曲柔杂卡幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 邓中林. 2014b. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺

- 1:250 000 沱沱河幅[R]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 段其发,王建雄,牛志军. 2013. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 直根杂卡幅[R]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 付修根,王剑,陈文彬,冯兴雷. 2010. 羌塘盆地那底岗日组火山岩地层时代及构造背景[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 37(6): 605-615.
- 付修根,王剑,汪正江,陈文西. 2008. 藏北羌塘盆地菊花山地区火山岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及地球化学特征[J]. 地质论评, 54(2): 232-242.
- 郝子文,饶荣标. 1999. 西南区区域地质[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 122.
- 侯恩刚,高金汉,王训练,王根厚,胡歆睿,马占川. 2014. 西藏改则热那错上三叠统日干配组碳酸盐岩岩石学特征与沉积环境[J]. 古地学报, 16(3): 347-358.
- 黄汲清,陈炳蔚. 1987. 中国及邻区特提斯海的演化[M]. 北京:地质出版社.
- 李学仁. 2019. 羌塘盆地那底岗日组火山—沉积岩石学特征及构造属性研究[D]. 北京:中国地质大学(北京).
- 李才,程立人,于介江. 2010. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 玛依岗日幅[R]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 李勇,李亚林. 2015. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 温泉兵站幅[R]. 北京:地质出版社.
- 李学仁,王剑. 2018. 北羌塘东部晚三叠世同裂谷作用新证据:来自甲丕拉组火山岩和砾岩时代的重新厘定[J]. 地质前缘, 25(4): 50-64.
- 李勇,伊海生,王成善. 1999. 青藏高原北部晚三叠世 *Epigondolabella* 动物群的发现及其地质意义[J]. 地质论评, 45(6): 628.
- 李才,翟庆国,董永胜,于介江,黄小鹏. 2007. 青藏高原羌塘中部果干加年山上三叠统望湖岭组的建立及意义[J]. 地质通报, 26(8): 1003-1008.
- 刘桃,吴通,方朝刚,章诚诚,邵威,廖圣兵. 2023. 下扬子地区无为凹陷三叠系气藏超压特征及其成因分析[J]. 华东地质, 44(4): 415-423.
- 刘池洋,郑孟林,杨兴科,何碧竹,任战利,郭佩. 2016. 羌塘中生代海相盆地演化与后期改造及油气赋存[J]. 地质学报, 90(11): 3259-3281.
- 陆济璞,陆刚,许华. 2013. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 布若错幅[R]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 陆济璞,陆刚,许华. 2018. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 查多岗日幅[R]. 北京:地质出版社.
- 马丽艳,白云山,牛志军,姚华舟,段其发. 2004. 长江源各拉丹冬地区晚三叠世火山岩锶、钕同位素地球化学特征及其意义[J]. 中国地质, 31(2): 174-178.
- 牟世勇,熊兴国,王常薇. 2017. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 丁固幅[R]. 北京:地质出版社.
- 牛志军,徐光洪,马丽艳. 2003. 长江源各拉丹冬地区上三叠统巴贡组沉积特征及菊石生物群[J]. 地层学杂志, 27(2): 129-133, 137.
- 青海省地质局区域地质测量队. 1970. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:1 000 000 温泉幅[R].
- 青海省地质矿产局. 1997. 青海省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 石刚,龚赞,黄宁,叶隽,周道容,邵威,滕龙,廖圣兵,李建青. 2023. 下扬子宣泾地区二叠系大隆组页岩含气量主控因素分析——以港地 1 井为例[J]. 华东地质, 44(1): 93-102.
- 宋春彦,王剑,付修根,冯兴雷,曾胜强,何利. 2013. 羌塘盆地藏夏河组砂岩地球化学特征及意义[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 38(3): 508-518.
- 谭富文,王剑,王小龙,杜佰伟. 2002. 西藏羌塘盆地——中国油气资源战略选区的首选目标[J]. 沉积与特提斯地质, 22(1): 16-21.
- 汤朝阳,吴健辉,王国强,赵武强,王建雄. 2011. 羌塘盆地中部上三叠统“甲丕拉组”沉积演化及研究意义[J]. 大地构造与成矿学, 35(3): 421-428.
- 汤朝阳,姚华舟,段其发,赵小明. 2008. 羌塘盆地中部晚三叠世地层特征[J]. 地质论评, 54(1): 16-25.
- 汤朝阳,姚华舟,牛志军,段其发,赵小明,王建雄. 2006. 羌塘北部拗陷东段晚三叠世地层沉积特征对比[J]. 地质与资源, 15(2): 81-88.
- 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[J]. 古地学报, 9(1): 59-68.
- 王永胜. 2012. 中华人民共和国区域地质调查报告:比例尺 1:250 000 昂达尔错幅[R]. 武汉:中国地质大学出版社.
- 王剑,丁俊,王成善,谭富文,陈明,胡平,李亚林,高锐,李慧,朱利东,李秋生,张明华,杜佰伟,付修根,李忠雄,万方. 2009. 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.
- 王剑,付修根. 2018. 论羌塘盆地沉积演化[J]. 中国地质, 45(2): 237-259.
- 王剑,付修根,陈文西,谭富文,汪正江,陈明,卓皆文. 2008. 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: 地球科学, 38(1): 33-43.
- 王剑,付修根,谭富文,陈明,何江林. 2010. 羌塘中生代 (T_3-K_1) 盆地演化新模式[J]. 沉积学报, 28(5): 884-893.
- 王建新,康孔跃,侯明才. 2014. 青海沱沱河地区晚三叠世荷鲁山克措组沉积相及物源分析[J]. 西北地质, 47(4): 123-130.

- 王永胜, 曲永贵. 2012. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 帕度错幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 王永胜, 曲永贵, 孙中纲, 郑春子, 谢元和, 鲁宗林. 2007. 藏北南羌塘陆块北缘晚三叠世弄佰组火山岩的特征及构造环境[J]. 地质通报, 26(6): 682-691.
- 王剑, 谭富文, 李亚林, 李永铁, 陈明, 王成善, 郭祖军, 王小龙, 杜佰伟, 朱忠发. 2004. 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.
- 王剑, 汪正江, 陈文西, 付修根, 陈明. 2007. 藏北羌塘盆地那底岗日组时代归属的新证据[J]. 地质通报, 26(4): 404-409.
- 王剑, 王忠伟, 付修根, 宋春彦, 谭富文, 韦恒叶. 2022. 青藏高原羌塘盆地首口油气科探井 (QK-1) 新发现[J]. 科学通报, 67(3): 321-328.
- 王成善, 伊海生, 刘池洋, 李亚林, 邹艳荣, 伍新和, 邓斌, 杨兴科. 2004. 西藏羌塘盆地古油藏发现及其意义[J]. 石油与天然气地质, 25(2): 139-143.
- 王永胜, 郑春子. 2007. 藏北色哇地区索布查组、曲色组岩石地层、层序地层、生物地层特征及三叠系与侏罗系界线[J]. 地层学杂志, 31(4): 377-384.
- 吴瑞忠, 胡承祖, 王成善, 张懋功, 高德荣, 兰伯龙, 张哨楠, 陈德全, 王全海. 1986. 藏北羌塘地区地层系统[C]// 地质矿产部青藏高原地质文集编委会编. 青藏高原地质文集 (9). 北京: 地质出版社, 1-32.
- 西藏自治区地质矿产勘查开发局. 1993. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社.
- 夏代祥, 刘世坤. 1997. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 72-259.
- 谢义木, 林文弟, 姚宗富. 1986. 改则幅 1:45 1 : 100 万区域地质调查报告[R].
- 熊盛青, 周道卿, 曹宝宝, 赵睿, 魏岩岩, 胡悦, 肖梦楚, 段宏伟, 胡夏炜, 郑宇舟. 2020. 羌塘盆地中央隆起带的重磁场证据及其构造意义[J]. 地球物理学报, 63(9): 3491-3504.
- 姚华舟, 段其发, 牛志军. 2011. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 赤布张错幅[R]. 北京: 地质出版社.
- 姚华舟, 沙金庚, 段其发, 牛志军, 曾波夫, 张仁杰. 2003. 长江源区晚三叠世伟齿蛤科 (双壳类)——新属——*Que-mocuomegalodon* [J]. 古生物学报, 42(3): 393-407.
- 伊海生, 林金辉. 2013. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 乌兰乌拉湖幅[R]. 北京: 地质出版社.
- 曾胜强. 2021. 北羌塘盆地晚三叠世末—早中侏罗世沉积序列与盆地转换研究[D]. 成都: 成都理工大学.
- 曾庆高, 毛国政, 王保弟. 2011. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 日干配错幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 曾庆高, 毛国政, 王保弟. 2014. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 改则县幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 曾胜强, 王剑, 陈文彬, 付修根, 宋春彦, 孙伟, 王东. 2021. 羌塘盆地东部晚三叠世—早中侏罗世沉积环境转变研究——来自地质浅钻岩芯的证据[J]. 地质论评, 67(5): 1231-1244.
- 翟庆国, 李才. 2007. 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, 81(6): 795-800.
- 占王忠, 谭富文. 2020. 羌塘盆地晚三叠世岩相古地理特征与烃源岩[J]. 沉积学报, 38(4): 876-885.
- 章诚诚, 方朝刚, 刘桃, 吴通, 邵威, 廖圣兵, 徐锦龙. 2024. 沉积盆地洪水异重流研究进展[J]. 华东地质, 45(1): 49-61.
- 张以菲, 郑健康. 1994. 青海可可西里及邻区地质概论[M]. 北京: 地震出版社.
- 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 张昱文. 2001. 青藏高原地层[M]. 北京: 科学出版社, 125-139.
- 郑有业, 何建社. 2015. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 兹格塘错幅[R]. 北京: 地质出版社.
- 朱同兴. 1999. 从弧后盆地到前陆盆地的沉积演化——以西藏北部羌塘中生代盆地分析为例[J]. 特提斯地质, 23(1): 1-15.
- 朱同兴, 董瀚. 2010. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 吐错幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 朱同兴, 董瀚, 李才, 冯心涛, 李宗亮, 于远山, 金灿海, 周帮国. 2005. 青藏高原北羌塘地区晚三叠世地层展布和沉积型式[J]. 沉积与特提斯地质, 25(3): 18-23.
- 朱同兴, 冯兴涛. 2012. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 黑虎岭幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 朱同兴, 冯心涛, 王晓飞, 周铭魁. 2010. 青藏高原羌塘地区晚三叠世构造-古地理研究[J]. 沉积与特提斯地质, 30(4): 1-10.
- 朱同兴, 李宗亮. 2010. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 江爱达日那幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 朱同兴, 于远山. 2012. 中华人民共和国区域地质调查报告: 比例尺 1 : 250 000 多格错仁幅[R]. 武汉: 中国地质大学出版社.

The redefinition and correlation of the Upper Triassic lithostratigraphic framework in the Qiangtang Basin, Tibet Plateau

ZHAN Wangzhong¹, WANG Zhongwei^{2,3,4}, SUN Wei¹, ZENG Shengqiang¹,
XIE Shangke¹, HOU Qian¹, LI Lei^{2,3}

(1. *Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610218, Sichuan, China*; 2. *School of Geoscience and Technology, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China*; 3. *Qiangtang Institute of Sedimentary Basin, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China*; 4. *State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy (Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, CAS), Nanjing 210008, Jiangsu, China*)

Abstract: The redefinition and correlation of Upper Triassic lithostratigraphic framework in Qiangtang Basin are key to understand their sedimentary-tectonic evolution and evaluate the oil-gas resources. The Late Triassic strata are widely distributed in Qiangtang Basin, but the researches on stratigraphic division and correlation are poor, which have hindered the regional geological understanding on the Qiangtang Basin. In this study, we systematically summarized all the Upper Triassic lithostratigraphic units on rock associations, sedimentary sequences, depositional environment, contact relation of strata, fossil, and chronostratigraphy based on the previous research and latest drilling data, and then redefined the Upper Triassic lithostratigraphic framework in the South and North Qiangtang, and finally proposed the new scheme of stratigraphic correlation. The data shows that the contact relation exists in both contemporaneous heterophase and top-bottom of the Upper Triassic strata in the Qiangtang Basin. In order to further understand the Upper Triassic lithostratigraphic framework of the Qiangtang Basin, we suggested using the Jiapila, Bolila, and Bagong Formations to represent the lower part of the Upper Triassic in the depression upward, while using the Xiaoqiebao, Jiaomuchaka, and Zana Formations in the central uplift area, which may be attributed to the Carnian-Norian age. In addition, the Nadi Kangri Formation is uniformly used to represent the Late Triassic Norian-Rhaetian volcanic-sedimentary sequence, which is parallel or angular unconformity with the lower strata. In addition, the Juhuashan Formation, Rigan Peico Formation and Suobucha Formations are still remained because these lithostratigraphic units have special significance on indicating sedimentary environment.

Key words: Upper Triassic; lithostratigraphic framework; stratigraphic division and correlation; Qiangtang Basin