DOI:10. 19826/j. cnki. 1009-3850. 2022. 06001

白培荣,曾禹人,吴滔,陈启飞,蒋开源,符宏斌,徐安全,2022. 北羌塘盆地沙土湾湖地区中晚侏罗世古生物研究及其意义. 沉积与特提斯地质,42(3):497-506. DOI:10. 19826/j. cnki. 1009-3850. 2022. 06001

BAI P R,ZENG Y R,WU T,CHEN Q F,JIANG K Y,FU H B,XU A Q,2022. Palaeontological study of the Middle-Late Jurassic in Shatuwan Lake area of Northern Qiangtang Basin and its significance. Sedimentary Geology and Tethyan Geology,42(3):497-506. DOI:10. 19826/j. cnki. 1009-3850. 2022. 06001

北羌塘盆地沙土湾湖地区中晚侏罗世古生物研究及其意义

白培荣, 曾禹人, 吴　滔, 陈启飞, 蒋开源, 符宏斌, 徐安全

(贵州省地质调查院, 贵州　贵阳　550081)

摘要:对北羌塘盆地沙土湾湖地区中晚侏罗世古生物的研究,为建立年代地层格架、恢复沉积环境、指导油气勘探具有重要意义。本次研究通过系统古生物化石鉴定,结合区域地质资料,确定了化石时代并探讨了化石的地层归属。结果表明:(1)原划分的白龙冰河组应归属为索瓦组;(2)地层中产出以腕足类 *Burmirhynchia*、*Holcothyris* 两属组合和双壳类 *Ceratomya cocentrica* (J. Sowerby)、*Ceratomya striata* (J. Sowerby)、*Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch)、*Pholadomya* cf. *ginghaiensis* 等为代表的中侏罗世巴通期至卡洛夫早期分子;(3)索瓦组沉积时代的下限应延至中侏罗世巴通期,该组存在穿时特征;(4)化石生物群落的生活习性指示沉积于温暖正常浅海环境。这些地质记录对重建和反演北羌塘盆地沙土湾湖地区索瓦组的时空展布与岩相古地理格局提供了可靠地质依据。

关　键　词:羌塘盆地;沙土湾湖;腕足类;双壳类;侏罗系;索瓦组

中图分类号:P588. 11^{+}5;P542. 5　　**文献标识码**:A

Palaeontological study of the Middle-Late Jurassic in Shatuwan Lake area of northern Qiangtang Basin and its significance

BAI Peirong, ZENG Yuren, WU Tao, CHEN Qifei, JIANG Kaiyuan, FU Hongbin, XU Anquan

(*Guizhou Institute Geological Survey*, *Guiyang* 550081, *China*)

Abstract: The study of Middle to Late Jurassic paleontology is great significance for establishing chronostratigraphic framework, restoring sedimentary environment and guiding oil and gas exploration in Shatuwan Lake area of Northern Qiangtang Basin. Based on the systematic identification of fossils and regional geological data, the age of fossils is determined and the stratigraphic attribution is discussed. The results show that: (1) The original division of the Bailong-binghe Formation belongs to Suowa Formation; (2) The *Burmirhynchia*, *Holcothyris* and *Ceratomya cocentrica* (J. Sowerby), *Ceratomya striata* (J. Sowerby) and *Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch)、*Pholadomya* cf. *ginghaiensis* were found in the Suowa Formation and represents Mid-Jurassic Bathonian to Early Callovian; (3) The lower limit of the Suowa Formation should be extended to Mid-Jurassic Bathonian, and the formation has the characteristics of penetrating time; (4) The living habits of the fossil indicate that they were deposited in a warm

收稿日期: 2021-11-17; **改回日期**: 2022-05-30　**责任编辑**: 郭秀梅　**科学编辑**: 万友利

作者简介: 白培荣(1979—),男,高级工程师,主要从事区域地质调查工作。E-mail:81249456@qq. com

资助项目: 青藏地区油气调查评价下属《羌塘盆地重点区块地质－地球物理调查与井位论证》所属《羌塘盆地光明湖区块 1:5 万石油地质调查》专题和中国矿产地质志项目(DD20221695、DD20190379、DD20160346)联合资助

normal shallow marine environment. These geological records provide reliable geological basis for reconstruction and inversion of the time and space distribution and lithofacies paleogeographic pattern of the Suowa Formation in the Shatuwan Lake area of Northern Qiangtang Basin.

Key words: Qiangtang Basin; Shatuwan Lake area; Brachiopoda; Bivalve; Jurassic; Suowa Formation

0 引言

藏北羌塘盆地以发育中生代海相地层为特征,成为近年来油气勘探和学者研究的重要区块(谭富文等,2002;王剑等,2007;陈文彬等,2007;王剑等,2009;李忠雄等,2009;南征兵等,2012;刘中戎等,2017;付修根等,2020)。作为油气勘探的主要目的层——侏罗系,其地层划分对比与研究程度已有极大提高(吴瑞忠,1986;成都环境地质与资源开发研究所,1996①;朱同兴等,2002;肖传桃等,2004;谭富文等,2004;尹青,2010;曾胜强等,2012;张润合等,2015;毕志伟等,2018;李忠雄等,2019),但对于上侏罗统索瓦组沉积年代一直存在一些争议。前人完成的多幅1∶25 万区调工作(广西区域地质调查研究院,2005,朱同兴等,2010、2012;王永胜等,2012a、2012b;郑有业等,2015;魏荣珠等,2017;陆济璞等,2018)和相关研究(方德庆等,2000a、2000b;赵政璋等,2001;王兴涛等,2005;李鸿睿等,2005;王剑等,2009)中未明确索瓦组沉积时代的下限。

关于索瓦组的认识,其地层划分与时代就存在晚侏罗世早中期(西藏区调队,1986②;成都环境地质与资源开发研究所,1996①;青海地矿局,1997;朱同兴等,2012)、晚侏罗世牛津期(方德庆等,2000a、2000b;赵政璋等2001)、晚侏罗世(青海省区调综合大队,1987③;王兴涛等,2005;李鸿睿等,2005;王剑等,2009;贵州省地质调查院④,2010;薛伟伟等,2020)三种观点。西藏地矿局(1993、1997)更是笼统地将雀莫错组、布曲组、夏里组、索瓦组和雪山组(或白龙冰河组)合并为雁石坪群,时代归属中—晚侏罗世。由此可见,前人在北羌塘地区研究侏罗系索瓦组时,将其沉积时代均定在晚侏罗世或晚侏罗世某一时期范畴,但对索瓦组沉积时期是否跨入中侏罗世均未提及,严重影响了羌塘中生代海相盆地侏罗系地层年代格架的可信程度。鉴于此,本次研究依托北羌塘沙土湾湖地区石油地质调查工作,在前人划分的上侏罗统白龙冰河组地层中采集到大量的中晚侏罗世生物化石,基于这些生物化石的分析,结合岩石组合与区域地层对比,重新厘定该套地层的归属及其沉积时代的界限,探讨介壳生物化石(腕足类、双壳类)的指示意义,以期抛砖引玉,将羌塘盆地中生代地层时代划分研究引向深入。

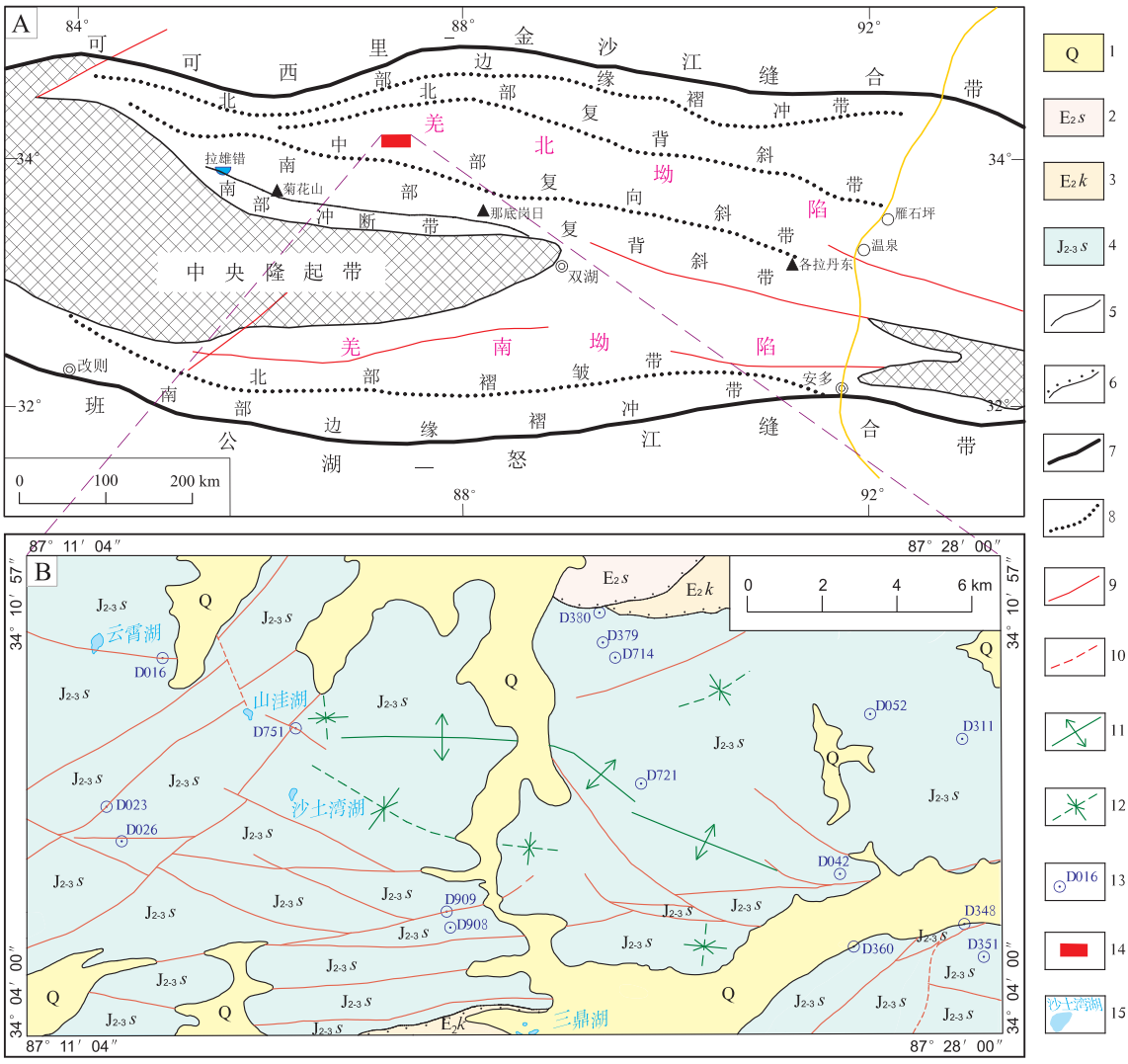
1 区域地质背景

羌塘盆地位于青藏高原中北部,在大地构造上居于特提斯构造域东段(西藏地矿局,1993;尹福光等,2003、2004;吴珍汉等,2011),夹持于班公湖-怒江和金沙江缝合带之间(解超明等,2021),东西两端以中生代海相地层的尖灭为界(鲁宾等,2000;赵正璋等,2001;许岩等,2005)。盆地自北向南可分为3个次一级构造单元,分别为羌北坳陷、中央隆起带、羌南坳陷(王剑等,2009;潘桂棠等,2013),地层区划上以中央隆起带为界划分为北羌塘、南羌塘两个地层分区(王剑等,2009;王立全等,2013)。沙土湾湖地区居于羌北坳陷内之中部复向斜带(图1A),隶属北羌塘地层分区。该区构造活动较强烈,构造线总体呈北西西及南东东向分布。褶皱和断层较发育,均呈近东西向、北西西及北东东向分布。出露地层为索瓦组、康托组、唢呐湖组及第四系(图1B)。

索瓦组由青海省区调综合大队(1987)③创名于唐古拉山雀莫错东索瓦,原定义为一套深灰色碳酸盐岩与灰绿、深灰色碎屑岩组合(图2),其与下伏中侏罗统夏里组呈整合接触,上覆与下白垩统或古近系呈角度不整合接触的地层体,产丰富的双壳类化石,时代为晚侏罗世。索瓦组在沙土湾湖地区呈大面积分布,以一套碳酸盐岩沉积组合为主体地层(图1B)。产腕足类、双壳类和腹足类等生物化石。地层厚度大于2310.64m。地层走向总体呈东西向展布,倾向北,倾角在8~45°之间。区内索瓦组未见下伏地层,其与上覆古近系康托组、唢呐湖组呈角度不整合接触。

2 样品采集及研究方法

本次研究依托北羌塘沙土湾湖地区石油地质调查工作,在研究区白龙冰河组地层中采集大化石



1. 第四系;2. 唢呐湖组;3. 康托组;4. 索瓦组;5. 地质界线;6. 角度不整合界线;7. 一级断裂界线;8. 二级断裂界线;9. 断层;10. 推测断层;11. 背斜;12. 向斜;13. 采样位置及编号;14. 研究区位置;15. 湖泊

图 1　研究区地质简图及大地构造位置(附采样点位置)(贵州省地质调查院,2012)⑤

Fig. 1　Geological sketch of the study area and geotectonic locations (showing sampling location)

样品 50 件,多数分布于剖面上部,中部亦有少数产出(图 3),几乎整个露头剖面都覆盖(图 1B)。样品在实验室用钢针除去大化石外围矿物质,在放大镜和显微镜下,由中国科学院南京地质古生物研究所(腕足类鉴定:许汉奎和文世宣;双壳类鉴定:文世宣;腹足类鉴定:潘华璋)观察、鉴定。

3　古生物时代

本批次化石样品中,主要以腕足类占优势(占 74%),其中 33 件化石时代经鉴定为中侏罗世(占总数 66%),9 件为中—晚侏罗世(占 18%),其余为时代跨度较大(表 1)。常见于中侏罗世巴通期至晚侏罗世的化石为:腕足类 cf. *Paraulacothyris qipuqiapuensis* Sun et Zhang, *Aidynkulirhynchia* cf. *kalaqiquensis* Sun et Zhang、*Aidynkulirhynchia kalaqiquensis* Sun et Zhang, *Aromasithyris balinensis* (Szajnocha)、*A.* sp., *Burmirhynchia flabilis* Ching, Sun et Ye(图 4,1 – 5)、*B. cuneata* Ching, Sun et Ye(图 4,7 – 10)、*B. asiatica* Buckiman(图 4,11 – 13)、*B. namutuensis* Buckman、*B.* sp., *Caryona versiplicata* Boullier, cf. *Holcothyris angulata* Buckman、cf. *Holcothyris* sp.(图 4,6), *Dorsoplicathyris ovalis* Almeras, *Dzhangirhynchia kokdzharensis* Ortsharenko、*D. tianwendianensis* Sun et Zhang, *Gusarella gusarensis* (Moisseier), *Rhynchonelloidea pararuthenensis* Sun et Zhang, *Tubithyris globate* (Sowerby)、*T. linjitangensis* Sun et Zhang, *Wattonithyris*

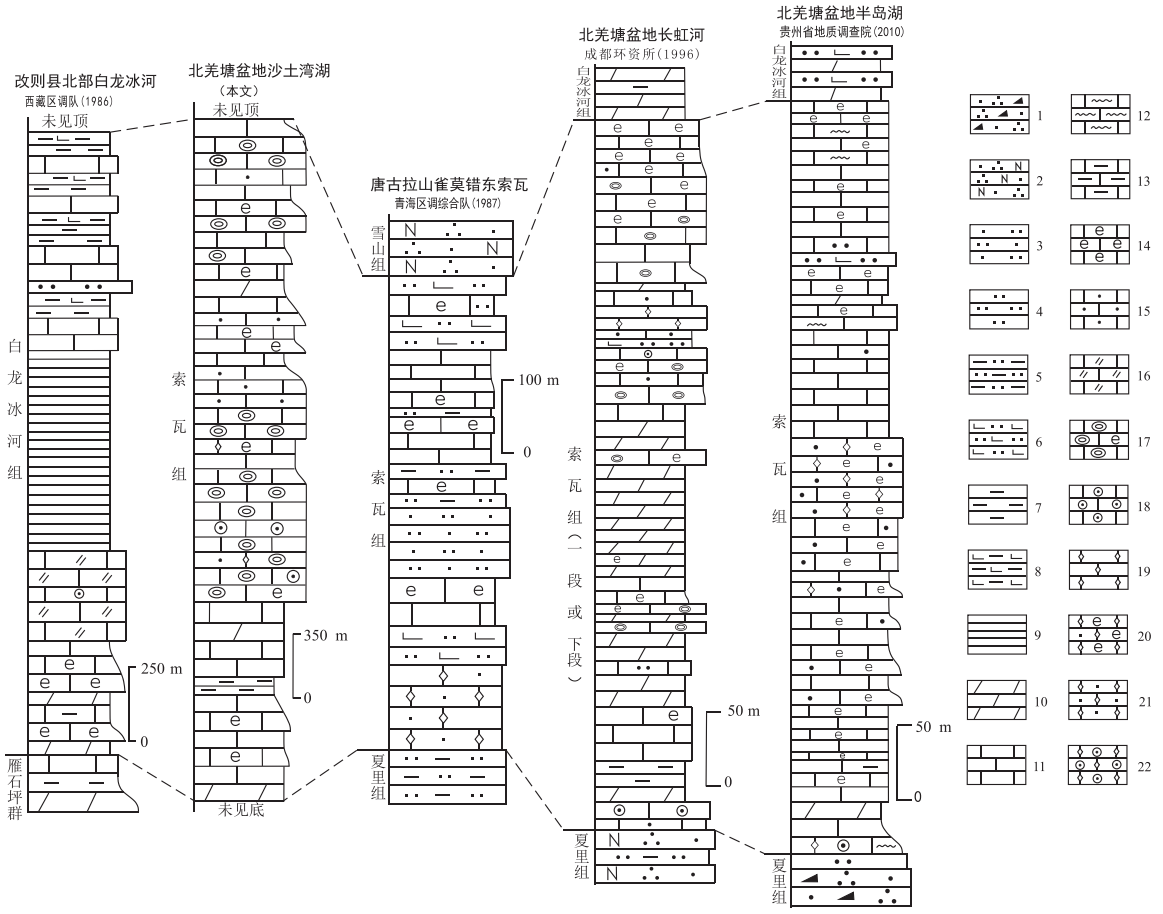


图 2 索瓦组岩石地层柱状图对比

Fig. 2 Comparison histogram of lithostratigraphy in the Suowa Formation

wattonensis Muir-wood;腹足类 *Ampullina* cf. *rigauxi* Cossmann(图 5);双壳类 *Ceratomya cocentrica* (J. Sowerby)、*C. striata* (J. Sowerby), *Ceratomyopsis* sp., *Eligmus rollandi* Doucille, *Fimbria* cf. *nuptuni* (Lycett), *Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch), *Pholadomya qinghaiensis* Wen 。上述化石更具体的产出时代如下:

腕足类:

Aromasithyris balinensis (Szajnocha)见于布若错甜水河北岸—红石沟白龙冰河组三、四段,为晚侏罗世牛津期—基未利期; *Dorsoplicathyris ovalis* Almeras、*Dzhangirhynchia kokdzharensis* Ortsharenko 产于羌塘盆地长蛇山南中侏罗统夏里组二段中(成都环境地质与资源开发研究所,1997)⑥,前者多见于卡洛夫期(赵政璋等,2001);*Gusarella gusarensis* (Moisseier)为中侏罗统巴通期,在查多岗日也见于上侏罗统索瓦组上段(陆济璞等,2018); *Rhynchonelloidea pararuthenensis* Sun et Zhang 为英格兰下鲕粒灰岩层上部巴柔期的属种(魏荣珠等,2017),与法国比利牛斯阿连期下部带化石 *Rhynchonelloidea ruthensis* 十分相似。见于喀喇昆仑地区中侏罗统龙山组下部(巴柔期),也见于双湖区巴岭乡多得巴地中侏罗统色哇组;*Wattonithyris* 主要出现在羌塘盆地中侏罗统雀莫错组地层中,其代表分子也见于藏南中侏罗统聂聂雄拉组中—下部、扎达县波林村优秀沟组下部,在英、法等西欧国家常见与阿林期和巴柔期分子共生。

Burmirhynchia 与 *Holcothyris* 两属,在特提斯东段产出最为丰富,见于青藏高原的北部、滇西地区以及缅甸的东部,同时在新疆的南部以及亚帕米尔地区也有发现,在欧洲法国南部和西班牙伊比利亚地区有少量发现,至今 *Burmirhynchia* 与 *Holcothyris*

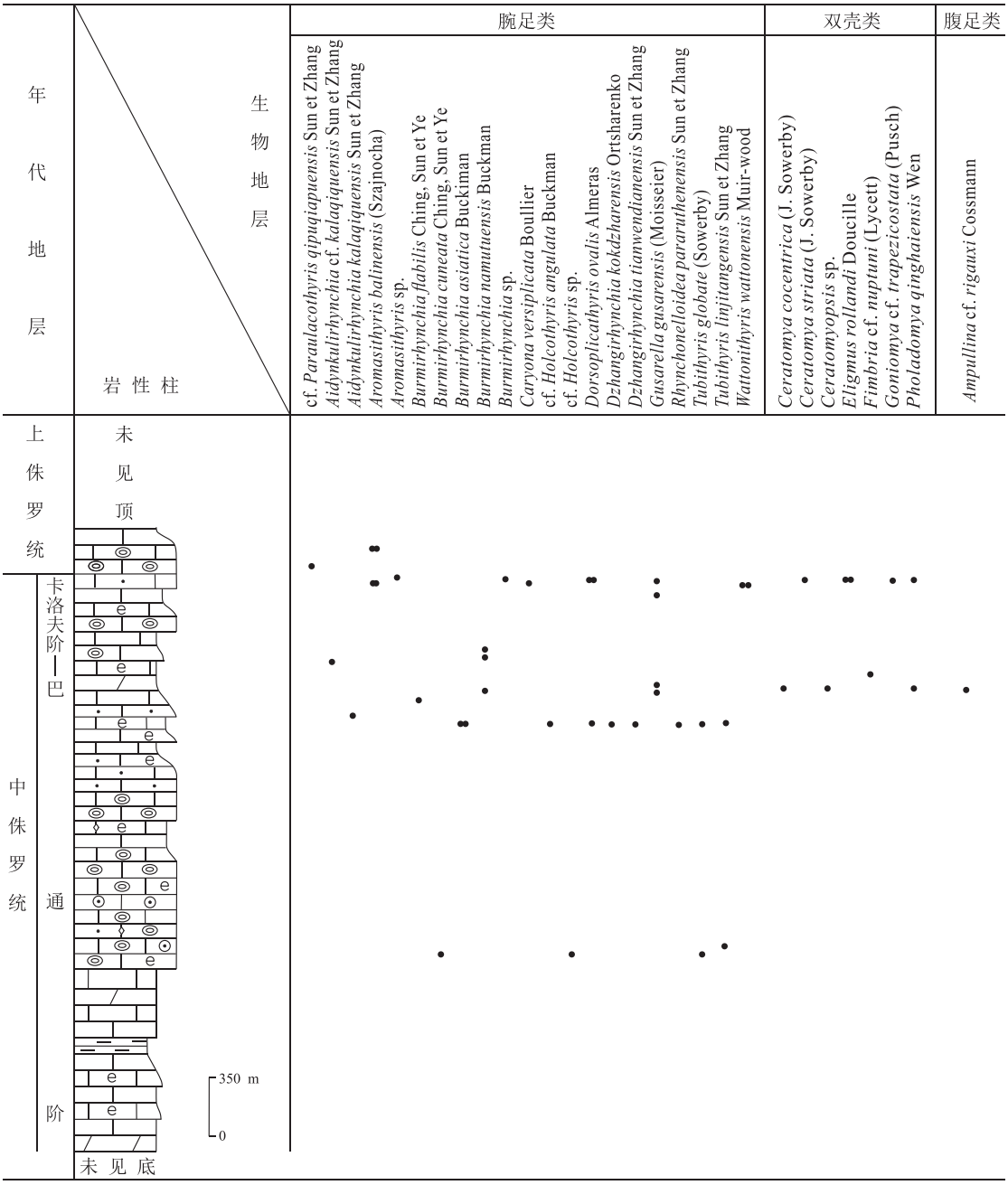


图 3　北羌塘盆地沙土湾湖地区索瓦组古生物分布

Fig. 3　Palaeontological distribution of the Suowa Formation in Shatuwan Lake area of the Northern Qiangtang Basin

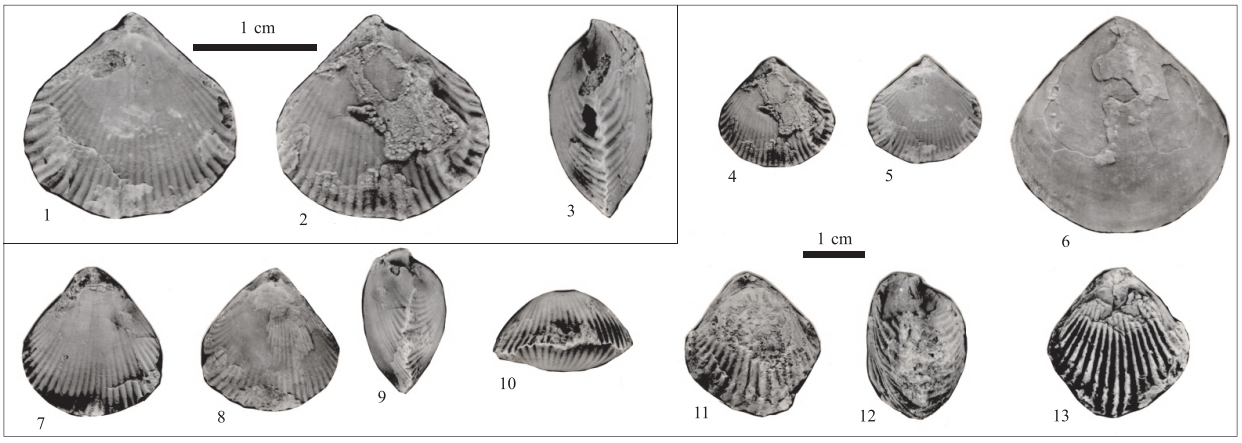
组合的真正典型分子未发现于特提斯洋南岸的大陆边缘,属特提斯东段北缘滇缅的生物区系,其时代多定为中侏罗世巴通期(西藏区调队,1986[②];四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中心,1996[⑦];成都环境地质与资源开发研究所,1996[①];赵政璋等,2001)。*Burmirhynchia* 属在布曲组中能见到,*Burmirhynchia asiatica* Buckiman、*B. cuneata* Ching, Sun et Ye、*B. flanilis* Ching, Sun et Ye、*B. namutuensis* Buckman,则上延至夏里组、索瓦组,个别如 *B. cuneata* 在白冰河组偶有见及;*Holcothyris* 属为:cf. *Holcothyris angulata* Buckman、cf. *Holcothyris* sp. 等。这两属在古地理上有广泛的分布,从我国的西藏、青海、云南到缅甸禅邦、泰国呵叻,以及阿富汗、法国、摩洛哥、阿尔及利亚、英国等地中侏罗世中期地层中均可见及。前人多视为中侏罗世巴通期的腕足类组合代表分子(杨遵仪等,1987;史晓颖等,1992;盛贤才等,2002;刘凤侠等,2011)。其中,*Holcothyris* 属在七十年代以前,认为它的分布仅局限

表 1 北羌塘盆地沙土湾湖地区侏罗纪古生物化石鉴定结果

Table 1 Palaeontological of the Jurassic in Shatuwan Lake area, northern Qiangtang Basin

采样编号	化石类别	化石名称	鉴定时代
D016-F_1	腕足类	南姆土缅甸贝 *Burmirhynchia namutuensis* Buckman	J_2
D023-F_2	腕足类	卡拉其古艾丁库勒贝 *Aidynkulirhynchia kalaqiquensis* Sun et Zhang	J_2
D026-F_3	腕足类	标准古沙尔贝 *Gusarella gusarensis* (Moisseier)	J_2
D026-F_6	腹足类	理氏坛螺(比较种)*Ampullina* cf. *rigauxi* Cossmann	J_{2-3}
D026-F_7	腹足类	横肋螺类(未定种)*Zygypleurids* sp.	T-J
D026-F_{11}	双壳类	纳氏缨边蛤(相似种)*Fimbria* cf. *nuptuni* (Lycett)	似 J_2
D042-F_1	腕足类	? 管孔贝(未定种) ? *Chlamys* sp.	J
D042-F_2	腕足类	南姆土缅甸贝 *Burmirhynchia namutuensis* Buckman	J_2
D052-F_1	腕足类	艾丁库勒贝近似卡拉其古种 *Aidynkulirhynchia* cf. *kalaqiquensis* Sun et Zhang	J_2
D311-F_1	腕足类	巴林芳香孔贝 *Aromasithyris balinsensis* (Szajnocha)	J_2
D311-F_4	腕足类	标准古沙尔贝 *Gusarella gusarensis* (Moisseier)	J_2
D311-F_5	腕足类	巴林芳香孔贝 *Aromasithyris balinensis* (Szajnocha)	J_2
D348-F_1	腕足类	楔形缅甸贝 *Burmirhynchia cuneata* Ching, Sun et Ye	J_2
D348-F_2	腕足类	科扎赞格嘴贝 *Dzhangirhynchia kokdzharensis* Ortsharenko	J_2
D348-F_3	腕足类	近似沟孔贝(未定种) cf. *Holcothyris* sp.	J_2
D348-F_4	腕足类	天文点赞格嘴贝 *Dzhangirhynchia tianwendianensis* Sun et Zhang	J_2
D348-F_5	腕足类	球形管孔贝 *Tubithyris globate* (Sowerby)	J_2
D351-F_1	双壳类	肋海螂? *Pleuromya*? sp.	? T-K
D360-F_1	腕足类	林济塘管孔贝 *Tubithyris linjitangensis* Sun et Zhang	J_2
D379-F_1	腕足类	缅甸贝(未定种)*Burmirhynchia* sp.	J_{1-2}
D379-F_2	腕足类	沟褶果仁贝 *Caryona versiplicata* Boullier	J_2
D379-F_3	腕足类	标准古沙尔贝 *Gusarella gusarensis* (Moisseier)	J_2
D379-F_4	腕足类	球形管孔贝 *Tubithyris globate* (Sowerby)	J_{1-2}
D379-F_5	双壳类	梯脊角海螂(相似种) *Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch)	似 J_2
D380-F_1	腕足类	林济塘管孔贝 *Tubithyris linjitangensis* Sun et Zhang	J_2
D380-F_2	腕足类	卵圆背褶孔贝 *Dorsoplicathyris ovalis* Almeras	J_2
D380-F_3	腕足类	芳香孔贝(未定种)*Aromasithyris* sp.	J_2
D380-F_4	腕足类	近似棱角沟孔贝 cf. *Holcothyris angulata* Buckman	J_{1-2}
D380-F_5	腕足类	古沙尔贝? *Gusarella* ? sp.	? J_3
D380-F_6	腕足类	似小嘴贝近似近鲁斯种 *Rhynchonelloidea pararuthenensis* Sun et Zhang	J_2
D714-F_1	腕足类	卵圆背褶孔贝 *Dorsoplicathyris ovalis* Almeras	J_2
D714-F_2	腕足类	卵圆背褶孔贝 *Dorsoplicathyris ovalis* Almeras	J_2
D714-F_3	腕足类	巴林芳香孔贝 *Aromasithyris balinensis* (Szajnocha)	J_2
D714-F_4	双壳类	若兰折转蛤 *Eligmus rollandi* Doucille	J_{2-3}
D714-F_5	双壳类	条纹弓海螂 *Ceratomya striata* (J. Sowerby)	J_{2-3}
D714-F_6	腕足类	近似奇普恰普近槽孔贝 cf. , *Paraulacothyris qipuqiapuensis* Sun et Zhang	J_3
D714-F_8	腕足类	巴林芳香孔贝 *Aromasithyris balinensis* (Szajnocha)	J_2
D714-F_9	腕足类	标准沃顿贝 *Wattonithyris wattonensis* Muir-wood	J_2
D714-F_{10}	腕足类	标准沃顿贝 *Wattonithyris wattonensis* Muir-wood	J_2
D714-F_{11}	双壳类	若兰折转蛤 *Eligmus rollandi* Doucille	J_{2-3}
D714-F_{12}	双壳类	青海笋海螂 *Pholadomya qinghaiensis* Wen	J_{2-3}
D721-F_2	双壳类	同心弓海螂 *Ceratomya cocentrica* (J. Sowerby)	J_{2-3}
D721-F_3	腕足类	标准古沙尔贝 *Gusarella gusarensis* (Moisseier)	J_2
D721-F_4	双壳类	肋海螂 *Pleuromya* sp.	T-K
D721-F_5	双壳类	青海笋海螂 *Pholadomya qinghaiensis* Wen	J_{2-3}
D721-F_6	双壳类	拟弓海螂 *Ceratomyopsis* sp.	J_{2-3}
D751-F_1	腕足类	南姆土缅甸贝 *Burmirhynchia namutuensis* Buckman	J_2
D908-F_1	腕足类	亚洲缅甸贝 *Burmirhynchia asiatica* Buckiman	J_2
D908-F_2	腕足类	亚洲缅甸贝 *Burmirhynchia asiatica* Buckiman	J_2
D909-F_1	腕足类	扇形缅甸贝 *Burmirhynchia flabilis* Ching, Sun et Ye	J_2

鉴定人:许汉奎、潘华璋、文世宣



1-5. *Burmirhynchia flabilis* Ching, Sun and Ye, 1-3. 背、腹、侧, 4-5. 腹、背; 6. *Holcothyris* sp., 侧、腹; 7-10. *Burmirhynchia cuneate* Ching, Sun and Ye, 前、腹、背、侧; 11-13. *Burmirhynchia asiatica* Buckman, 背、侧、腹

图 4　北羌塘盆地沙土湾湖地区索瓦组腕足类化石

Fig. 4　Brachiopoda fossil of the Suowa Formation in the Shatuwan Lake area, northern Qiangtang Basin

图 5　北羌塘盆地沙土湾湖地区索瓦组腹足类化石

Fig. 5　Gastropoda fossil of the Suowa Formation in Shatuwan Lake area, northern Qiangtang Basin

于特提斯东段的中缅区域(Sahni, 1940; Muir Wood, 1965), 具有浓厚的地方性色彩。据杨遵仪等(1987)研究发现它的分布已不限于特提斯的东段。在法国(Alméras, 1970)、摩洛哥、阿尔及利亚(Rousselle, 1968, 1981; Alméras, 1970; Elmi, 1984)也已经有发现。Alméras(1970)首次肯定地在欧洲报道并描述了 6 个 *Holcothyris* 种, 产于时代确切的下巴通阶 Zigzig 带。杨遵仪等(1987)将青南、藏北地区的 *Holcothyris* 动物群时代限定在早巴通期范围内, 或至少大部分种见于早巴通期。Muir-Wood (1965)确定了 *Burmirhynchia-Holcothyris* 的组合时代为巴通期。因此, *Burmirhynchia* 与 *Holcothyris* 两属的地质时代主要为中侏罗世巴通期。

双壳类:

Ceratomya cocentrica (J. Sowerby)、*Ceratomya striata* (J. Sowerby)大量中侏罗世常见种, 分布于古地中海中侏罗世地层中, 为西欧巴柔—巴通期的常见分子, 大多数见于牛津期, 主要分布于雁石坪、依仓玛、温泉、102 道班等地中侏罗世产物(青海区调综合大队, 1987)[③]。前者见于布若错双泉湖—长岩山一带的索瓦组下段中(原雁石坪群上灰岩组下部)及向阳湖南西布曲组; 后者也见于布曲组生物碎屑灰岩中。前人在进行 1∶20 万区域地质调查和科学研究时做过含 *Ceratomya* 生物地层研究, 时代为中侏罗世巴通中晚期(青海区调综合大队, 1987)[③]; *Eligmus rollandi* Doucille 与常有典型巴通期最为特征的腕足类 *Bumirhynchia* 和 *Holcothyris* 等相伴出现。其分子在羌塘盆地稳定地见于布曲组中, 少数分子可上延至夏里组中, 大多数见于牛津期; *Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch)羌塘盆地巴通期的常见分子, 原产于东非中侏罗统(朱同兴等, 2012)。马其鸿(1976)研究景星组的双壳类 *Goniomya* 属, 其是英国、肯尼亚和坦桑尼亚晚侏罗世牛津期—钦莫利晚期的分子; *Pholadomya* cf. *qinghaiensis* 青藏高原地区中侏罗世的本土种, 夏里组所含双壳化石可建立 *Pholadomya* cf. *qinghaiensis*, 时代为中侏罗世卡洛夫期(郑有业等, 2015), 其在西欧被作为中侏罗世卡洛夫期的标准化石。

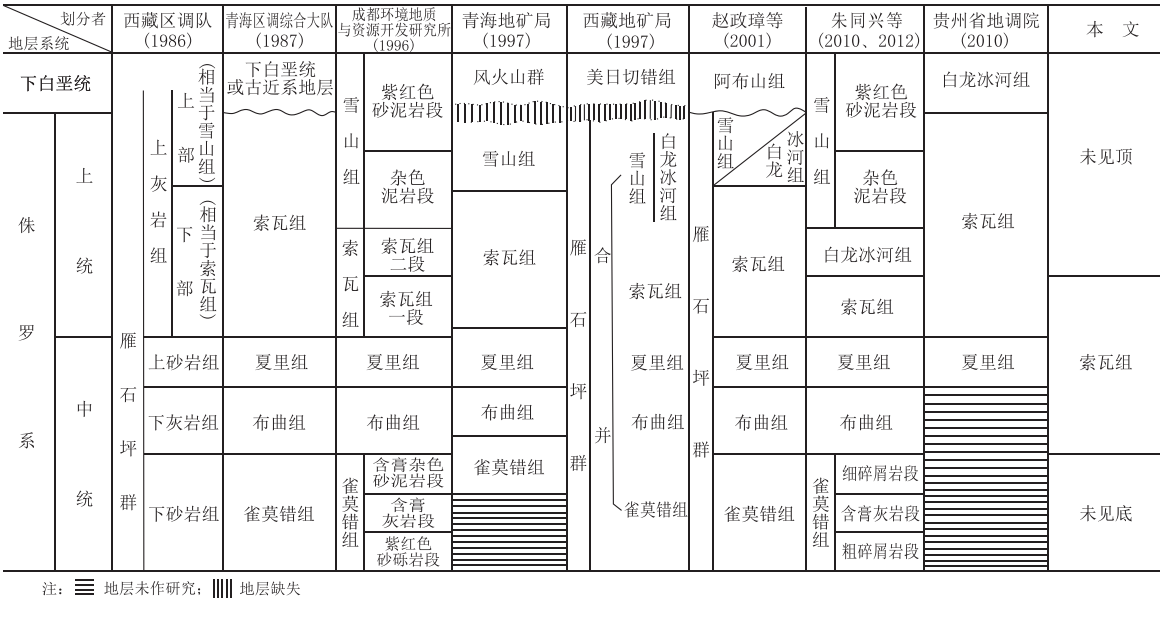


图 6 北羌塘盆地索瓦组地层划分沿革

Fig. 6 Stratigraphic division and evolution of Suowa Formation in northern Qiangtang Basin

综上分析可知,并结合鉴定者意见(这批标本的初步鉴定,应属中—晚侏罗世,但属中侏罗世的可能性更大),本次暂且归属索瓦组的沉积时代为中—晚侏罗世。

4 介壳化石的指示意义

4.1 地层年代意义

侏罗系在北羌塘盆地广泛分布,地层出露较全,厚度大,岩性、岩相复杂,因而地层单元划分的分歧较大,一些重大的地层问题并未形成一个统一的认识。研究区是索瓦组的代表区域(图 1B),现将其岩石地层单元的创名、原定义、划分沿革等阐述如下(图 6)。

前已述及,青海省区调综合大队(1987)[③]依据岩性组合及丰富的晚侏罗世双壳类化石,创名了索瓦组。在 1986 年西藏区调队测制西藏境内的雁石坪群次层型剖面,其层序自上而下为上灰岩段、上砂岩段、下灰岩段、下砂岩段,其中上灰岩段下部相当于索瓦组。成都环境地质与资源开发研究所(1996)[①]在双湖地区的剖面测制采用索瓦组,并将其划分两段。西藏地矿局(1997)岩石地层清理小组仍采用雁石坪群,其层序自下而上中沿用了索瓦组。赵政璋等(2001)沿用了索瓦组,认为该组与原雁石坪群上灰岩组的下部相当。1997 年青海地矿局岩石地层清理小组在《青海省岩石地层》中,沿用了索瓦组。1∶25 万黑虎岭幅区域地质调查报告(朱同兴等,2012)和 1∶5 万半岛湖地区石油地质填图报告(贵州省地质调查院,2010)[④]中也沿用了索瓦组。本文采用了这一划分方案(图 6)。

前人依据岩性组合、地层叠置关系,以及双壳类、腕足类、菊石、珊瑚、海胆和孢粉等生物组合演替的研究,建立了索瓦组(或与之相当的层位)并沿用,时代均为晚侏罗世或晚侏罗世某一时期(西藏区调队,1986;青海省区调综合大队,1987[③];四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中,1996[⑦];成都环境地质与资源开发研究所,1996[①];青海地矿局,1997;方德庆等,2000a、2000b;赵政璋等,2001;王剑等,2009;贵州省地质调查院,2010[④];朱同兴等,2010、2012;王立全等,2013)。本次基于古生物化石的鉴定时代,以及在前人研究成果的基础上,进行了生物化石的时代讨论,重新将原白龙冰河组厘定为索瓦组,地层中产出以腕足类 *Burmirhynchia*、*Holcothyris* 两属组合和双壳类 *Ceratomya cocentrica*(J. Sowerby)、*Ceratomya striata*(J. Sowerby)、*Goniomya* cf. *trapezicostata*(Pusch)、*Pholadomya* cf. *ginghaiensis* 等为代表的中侏罗世巴通期至早卡洛夫期常见(或标准)分子(马其鸿,1976;杨遵仪等,1987;史晓颖等,1992;盛贤才等,2002;刘凤侠等,2011;朱同兴等,2010、2012;郑有业等,2015)。故本次据腕足类和双壳类组合时代暂归属索瓦组沉积时代下限可能延至中侏罗世巴通期(图 6),反映了北羌塘盆地沙土湾湖地区索瓦组可能存在穿时性。同时该区地层年代格架的建立对含油气盆地评价具有指导意义。

4.2　古环境意义

沙土湾湖地区索瓦组岩性组合为泥晶灰岩、核形石灰岩、含生物屑灰岩、砂屑灰岩,夹少量泥灰岩、泥岩、鲕粒灰岩及亮-泥晶含核形石砂屑灰岩。地层中产 *Burmirhynchia* 与 *Holcothyris* 两属组合,二者分布限于班公湖-怒江缝合带以北,与当时的古海岸线大致平行,均是特提斯区(青藏高原)中侏罗世最常见的腕足动物,共同构成了青藏高原中侏罗世一个富有特色的近岸浅水底栖生物群落(杨遵仪等, 1987; 史晓颖等, 1992)。*Burmirhynchia* 与 *Holcothyris* 两属反映了不正常盐度(淡化)、水体较浅、水动力条件较弱、沉积物以碳酸盐岩夹泥灰岩、泥岩为特征的潮间带下部-潮下带上部的生物群落(尹集祥等,1973;史晓颖等,1992)。丰富的腕足类动物(占本批样品的 74%)生活习性指示水深可能不超过 30m(史晓颖等,1992),同时碳酸盐鲕粒的出现通常被认为是暖水环境的标志(马永生,2006),代表了侏罗纪特别是中侏罗世的温暖正常浅海环境(贾振远等,1989;冯增昭,1989;王兴涛等,2005;马永生,2006)。

5　结论

(1)本次工作在前人划分的沙土湾湖地区上侏罗统白龙冰河组中采集到大量的中—晚侏罗世古生物化石,其组合以腕足类 *Burmirhynchia*、*Holcothyris* 两属和双壳类 *Ceratomya cocentrica* (J. Sowerby)、*Ceratomya striata* (J. Sowerby)、*Goniomya* cf. *trapezicostata* (Pusch)、*Pholadomya* cf. *ginghaiensis* 等为代表的中侏罗世巴通期至卡洛夫期常见(或标准)分子。

(2)通过对比和研究,重新将原白龙冰河组厘定为索瓦组,沉积时代的下限延至中侏罗世巴通期,推测北羌塘盆地沙土湾湖一带索瓦组沉积时代可能存在穿时性。

(3)索瓦组的岩性组合特征及腕足类动物,特别是 *Burmirhynchia* 与 *Holcothyris* 两属的生活习性,反映了北羌塘盆地沙土湾湖一带索瓦沉积时期为不正常盐度(淡化)、水体较浅、水动力条件较弱、沉积物较细的温暖正常浅海环境。

后记:本文依据化石组合时代及岩石组合特征对比,重新将北羌塘盆地沙土湾湖一带原白龙冰河组厘定为索瓦组,认为其沉积时代的下限可能延至中侏罗世巴通期,提出了索瓦组沉积时代可能存在穿时性。同时,依据本次样品的组合时代、前人的研究及区域对比等,也认为该套沉积组合类型可能为另一地层组单元。因此,亟待后期取得更多成果加以修正。

致谢:本文是在《羌塘盆地光明湖区块 1∶5 万石油地质调查》项目的集体成果基础上完成,参加工作还有马德胜、孙伟、莫春虎、郭海、樊洪富、李月森、黄建国等同仁,化石均由中国科学院南京地质古生物研究所(鉴定人:许汉奎、潘华璋、文世宣)鉴定,评审专家和编辑提出宝贵建议,在此一并表示感谢!

注释:

①成都环境地质与资源开发研究所,1996. 青藏地区羌塘盆地(红土山等六幅)1∶10 万区域石油地质调查报告(内部资料).

②西藏区调队,1986. 1∶100 万改则幅区域地质调查报告(内部资料).

③青海区调综合大队,1987. 1∶20 万温泉幅区域地质调查报告(内部资料).

④贵州省地质调查院,2010. 羌塘盆地半岛湖区块 1∶5 万石油地质填图报告(内部资料).

⑤贵州省地质调查院,2012. 羌塘盆地光明湖区块 1∶5 万石油地质调查报告(内部资料).

⑥成都环境地质与资源开发研究所,1997. 青藏地区羌塘盆地(双湖地区西长梁等四幅)1∶10 万区域石油地质调查报告(内部资料).

⑦四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中心,1996. 青藏地区羌塘盆地(石榴湖等六幅)1∶10 万区域石油地质调查报告(内部资料).

参考文献(References):

Alméras Y, 1970. Les Terebratulidae du Dogger dans le Mâconnais, le Mont d´Or lyonnaiset le Jura méridional. Etude systématique et biostratigraphique [J]. Rapports avec la paléoécologie. 1erfascicule, 39;1-344.

Elmi S, Alméras Y, 1984. Physiography, palaeotectonics and palaeoenvironments as controls of changes in ammonite and brachiopod communities [J]. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 47;347-360.

Muir-Wood H M, 1965. Mesozoic to Recent Terebratulida [C]// In: Moore R C, editor. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H (2). Geological Society of America and University of Kansas. 763-818.

Rousselle L, 1968. Modes de plissement des valves dans le genre *Cererithyris* (Terebratulidae jurassiques) [J]. Bulletin De La Société Géologique De France, S7-X;156-158.

Rousselle L, Chavanon S, 1981. Les gens *Cererithyris* (Brachiopodes, Térébratulidae) dans le Bajocian Supérieur et la Bathonian des Hauts-Plateaux du Maroc Oriental [J]. Bulletin de la Societe Geologique de France, 23;89-92.

Sahni M R, 1940. The Jurassic Brachiopods of the Namyau Beds of the northern Shan States, Burma Palaeont [J]. Palaeontologia India, 30: 1-49.

毕志伟,李志敏,李强,等,2018. 羌塘地块西南缘上侏罗统—下白垩统海相地层的发现[J]. 沉积与特提斯地质,38(1):1 – 10.

陈文彬,廖忠礼,张予杰,等,2007. 北羌塘盆地侏罗系布曲组烃源岩地球化学特征及意义[J]. 中国地质,34(5):927 – 934.

方德庆,庞庆山,张永清,等,2000a. 羌塘盆地北部上侏罗统东湖剖面的划分与对比[J]. 大庆石油学院学报,24(1):15 – 18.

方德庆,梁定益,2000b. 北羌塘盆地中部上侏罗统研究新进展[J]. 地层学杂志,24(2):163 – 167.

冯增昭,1989. 碳酸盐岩岩相古地理学[M]. 北京:石油工业出版社.

付修根,王剑,宋春彦,等,2020. 羌塘盆地第一口油气科学钻探井油气地质成果及勘探意义[J]. 沉积与特提斯地质,40(1):15 – 25.

广西区域地质调查研究院,2005. 1:25 万查多岗日幅、布若错幅地质调查成果与进展[J]. 沉积与特提斯地质,25(1 – 2):28 – 33.

贾振远,李之琪,1989. 碳酸盐岩沉积相和沉积环境[M]. 武汉:中国地质大学出版社.

解超明,李才,翟庆国,等,2021. 藏北羌塘早古生代岩浆作用及其地质意义[J]. 沉积与特提斯地质,41(2):340 – 350.

李鸿睿,董瀚,石文礼,等,2005. 羌塘盆地侏罗纪—早白垩世沉积充填序列分析[J]. 甘肃地质学报,14(2):35 – 42.

李忠雄,马龙,卫红伟,等,2019. 羌塘盆地油气二维地震勘探进展综述[J]. 沉积与特提斯地质,39(1):96 – 111.

李忠雄,王剑,汪正江,等,2009. 藏北羌塘盆地羌资 2 井中侏罗统布曲组碳酸盐岩岩石学及储集物性特征[J]. 地球学报,30(5):590 – 599.

刘凤侠,李君,刘大玮,王振华,2011. 西藏南羌塘盆地中侏罗世布曲组地层特征[J]. 吉林地质,30(2):18 – 21.

刘中戎,张佳伟,2017. 西藏羌塘盆地中生代晚期构造事件与油气的关系[J]. 沉积与特提斯地质,37(2):23 – 29.

鲁宾,李永铁,刘忠,2000. 青藏高原的盆地形成与分类[J]. 石油学报,21(2):21 – 26.

陆济璞,陆刚,许华,等,2018. 1:25 万查多岗日幅区域地质调查报告[M]. 北京:地质出版社:37 – 90.

马其鸿,陈金华,蓝琇,等,1976. 云南中生代瓣腮类化石,云南中生代化石[M]. 北京:科学出版社.

马永生(主译),2006. 碳酸盐岩微相——分析、解释及应用[M]. 北京:地质出版社:7 – 841.

南征兵,张艳玲,李永铁,等,2012. 羌塘盆地中侏罗统布曲组烃源岩评[J]. 油气地质与采收率,19(3):15 – 17.

潘桂棠,王立全,张万平,等,2013. 青藏高原及邻区大地构造图及说明书[M]. 北京:地质出版社.

青海地矿局,1997. 青海省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社.

盛贤才,牛志军,2002. 长江源地区中侏罗世巴通期层序地层[J]. 华南地质与矿产,(1):34 – 40.

史晓颖,杨遵仪,1992. 青南、藏北中侏罗世缅甸贝内部构造的研究及修订[J]. 古生物学报,31(5):540 – 563.

谭富文,王剑,李永铁,等,2004. 羌塘盆地侏罗纪末—早白垩世沉积特征与地层问题[J]. 中国地质,31(4):400 – 405.

谭富文,王剑,王小龙,等,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.

王剑,丁俊,王成善,等,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,杜安道,等,2007. 羌塘盆地胜利河海相油页岩地球化学特征及 Re-Os 定年[J]. 海相油气地质,12(3):21 – 26.

王立全,潘桂棠,丁俊,等,2013. 青藏高原及邻区地质图及说明书[M]. 北京:地质出版社.

王兴涛,翟世奎,柳彬德,等,2005. 青藏高原羌塘盆地晚侏罗世索瓦期沉积特征研究[J]. 中国海洋大学学报,35(1):49 – 56.

王永胜,张树岐,谢元和,等,2012a. 1:25 万昂达尔错幅区域地质调查报告[M]. 北武汉:中国地质大学出版社:22 – 62.

王永胜,张树岐,谢元和,等,2012b. 1:25 万帕度错幅区域地质调查报告[M]. 武汉:中国地质大学出版社:30 – 66.

魏荣珠,张宏伟,杨五宝,等,2017. 1:25 万托和平错幅区域地质调查报告[M]. 武汉:中国地质大学出版社:32 – 45.

吴瑞忠,1986. 藏北羌塘地区地层系统[A]//青藏高原地震文集,(9):1 – 32,北京:地质出版社.

吴珍汉,叶培盛,胡道功,等,2011. 青藏高原羌塘盆地南部古近纪逆冲推覆构造系统[J]. 地质通报,30(7):1009 – 1016.

薛伟伟,马安林,胡修棉,2020. 羌塘盆地侏罗系—白垩系岩石地层格架厘定[J]. 地质论评,66(5):1114 – 1129.

西藏地矿局,1997. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社:47 – 63.

西藏地矿局,1993. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社:184 – 188.

肖传桃,龚文平,胡明毅,等,2004. 藏北地区中部侏罗纪生物地层层序[J]. 江汉石油学院学报,26(4):1 – 4.

许岩,郭薇,刘立,等,2005. 藏北羌塘盆地与西亚特提斯盆地构造比较及其油气远景[J]. 地质通报,24(6):564 – 569.

杨遵仪,史晓颖,1987. 青南、藏北中侏罗世 *Holcothyris* 内部构造的研究及修订[J]. 古生物学报,26(1):30 – 48.

尹福光,2003. 羌塘盆地中央隆起性质与成因[J]. 大地构造与成矿学,27(2):143 – 146.

尹福光,潘桂棠,李光振,等,2004. 昆仑造山带中段蛇绿混杂岩的地质地球化学特征[J]. 大地构造与成矿学,28(2):194 – 200.

尹青,2010. 藏北地区羌塘盆地中部中—晚侏罗世层序地层研究[D]. 长江大学(硕士研究生学位论文).

尹集祥,方仲景,1973. 漠西的海相悚罗系[J]. 地质科学,(3):217 – 237.

曾胜强,王剑,陈明,等,2012. 青藏高原北羌塘盆地中部发现晚巴通期—早卡洛夫期菊石[J]. 地质通报,31(4):521 – 527.

张润合,斯春松,陈明,等,2015. 西藏羌塘盆地北部拗陷侏罗系层序地层划分对比及地质意义[J]. 沉积与特提斯地质,35(2):1 – 7.

赵政璋,李永铁,叶和飞,等,2001. 青藏高原羌塘盆地石油地质[M]. 北京:科学出版社.

郑有业,何建社,李维军,等,2015. 1:25 万兹格塘错幅区域地质调查报告[M]. 北京:地质出版社:28 – 66.

朱同兴,潘忠习,庄忠海,等,2002. 藏北双湖地区海相侏罗纪磁性地层研究[J]. 地质学报,76(3):308 – 316.

朱同兴,董瀚,石文礼,等,2010. 1:25 万吐错幅区域地质调查报告[M]. 武汉:中国地质大学出版社:11 – 96.

朱同兴,冯心涛, 林仕良,等,2012. 1:25 万黑虎岭幅区域地质调查报告[M]. 武汉:中国地质大学出版社:13 – 113.