

青藏高原北羌塘盆地中部发现晚巴通期—早卡洛夫期菊石

曾胜强^{1,2}, 王 剑², 陈 明², 付修根², 吴 滔³, 熊兴国³

ZENG Sheng-qiang^{1,2}, WANG Jian², CHEN Ming²,

FU Xiu-gen², WU Tao³, XIONG Xing-guo³

1. 中国地质科学院, 北京 100037; 2. 中国地质调查局成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081;

3. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005

1. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China;

3. Geological Survey of Guizhou Province, Guiyang 550005, Guizhou, China

摘要:最近在北羌塘盆地中部半岛湖地区索瓦组下段中发现了丰富的中侏罗世晚巴通期—早卡洛夫期菊石。这些菊石保存好, 特征明显, 可以与西特提斯地中海区菊石带进行精细对比。根据区域菊石化石群的对比, 含菊石的地层可能不是索瓦组下段, 而是夏里组。早卡洛夫期大头菊石的出现与同期全球海平面的上升同步, 而地方性的含大头菊石的层序通常也指示了区域性的海侵。羌塘盆地早卡洛夫期大头菊石生物群的发现, 证明羌塘盆地在早卡洛夫期还存在区域性的海侵, 北羌塘盆地中部的半岛湖地区处于相对较深的广海碳酸盐台地环境, 而不是前人所认为的羌塘盆地在卡洛夫期即发生大规模的海退, 发生海退的时间应该在早卡洛夫期之后。晚巴通期—早卡洛夫期菊石生物群的发现对于重新认识羌塘盆地沉积构造演化历史具有重要意义。

关键词:菊石; 晚巴通期—早卡洛夫期; 中侏罗世; 北羌塘盆地

中图分类号: Q915.2; P534.52

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2012)04-0521-07

Zeng S Q, Wang J, Chen M, Fu X G, Wu T, Xiong X G. The discovery of Late Bathonian–Early Callovian ammonites in the middle of northern Qiangtang basin, Tibetan Plateau. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(4):521–527

Abstract: Recently, a number of ammonites were discovered in the Bandao Lake area of northern Qiangtang basin, ranging in age from the Late Bathonian to Early Callovian (Middle Jurassic). The ammonite assemblages sampled in the Changhong River area are of good preservation and have obvious features, thus providing a solid basis for comparison with the Western Tethys ammonoid zones. According to the comparison with regional ammonoid assemblages, the fossiliferous strata are probably Xiali Formation instead of the lower part of the Suowa Formation. The generation of Macrocephalites in the Early Callovian time was closely connected with the global rising sea level, and the endemic Macrocephalites sequences often indicate a regional transgression event. The existence of Early Callovian Macrocephalites in the middle Qiangtang basin implies that a regional transgression took place in the Qiangtang basin during the Early Callovian period, and the Bandao Lake area in the middle of the northern Qiangtang basin was in a relatively deep carbonate platform environment. The regression event in Middle Jurassic occurred later than Early Callovian instead of in Callovian. The discovery of the Late Bathonian–Early Callovian ammonoid assemblages is of great importance for the understanding of sedimentary–tectonic evolution of the Qiangtang basin.

Key words: ammonite; Late Bathonian–Early Callovian; Middle Jurassic; northern Qiangtang basin

收稿日期: 2011-11-11; 修订日期: 2012-02-07

资助项目: 国土资源部国家油气专项《青藏高原重点盆地油气资源战略选区调查与选区》(编号: XQ-2009-01), 国家自然科学基金项目《羌塘盆地中生代沉积超覆序列及相关事件沉积学研究》(批准号: 40972087)、《羌塘盆地海相油页岩: 沉积古环境、古气候及源区》(批准号: 41172098)和四川省青年科技基金项目《海相油页岩成矿规律研究》(编号: 09ZQ026-006)

作者简介: 曾胜强(1987-), 男, 在读硕士, 从事古生物学与地层学研究。E-mail: zengshengq@126.com

羌塘盆地在大地构造位置上位于欧亚大陆与冈瓦纳古陆毗连的特提斯构造域内,北部以可可西里-金沙江缝合带为界,南部以班公湖-怒江缝合带为界^[1-4]。羌塘盆地自北向南分为3个构造单元,分别为北羌塘拗陷、中央隆起和南羌塘拗陷^[5-8](图1-a)。

羌塘盆地是中国最大的中生代海相含油气盆地^[9],侏罗系是羌塘盆地发育最全、分布最广泛的海相沉积层系。研究表明,羌塘盆地是在前寒武纪结晶基底和古生界褶皱基底之上发育起来的以中生界海相沉积为主的残留盆地^[10],它的沉积特征、演化历史、构造活动特点、含油性等方面独具特色。与油气含量丰富的特提斯构造域西段,如波斯湾盆地,具有类似的构造沉积演化特征和石油地质条件^[11],是青藏高原最有潜力的勘探目标之一^[12]。但由于羌塘盆地平均海拔在5000m以上,空气稀薄,自然环境十

分恶劣,人迹罕至,交通极为不便,给开展野外地质调查带来了很大的困难。长期以来,关于藏北的侏罗系地层格架没有达到共识,不同研究者对该区及邻区侏罗系采用了不同的群、组名称和时代归属方案,从而导致地层划分对比和沉积环境、生物群等研究结果产生了分歧^[13-18]。

最近,笔者等在羌塘盆地中部半岛湖地区开展野外地质调查过程中,在长虹河剖面采集到了大量菊石类化石,这对于北羌塘区域地层对比和重新认识羌塘盆地沉积构造演化历史都具有重要意义。本文对此新资料进行简要的报道。

1 剖面地层概况

半岛湖地区位于北羌塘盆地中西部(图1-a),该区主要出露中侏罗统夏里组(J_2x),上侏罗统索瓦

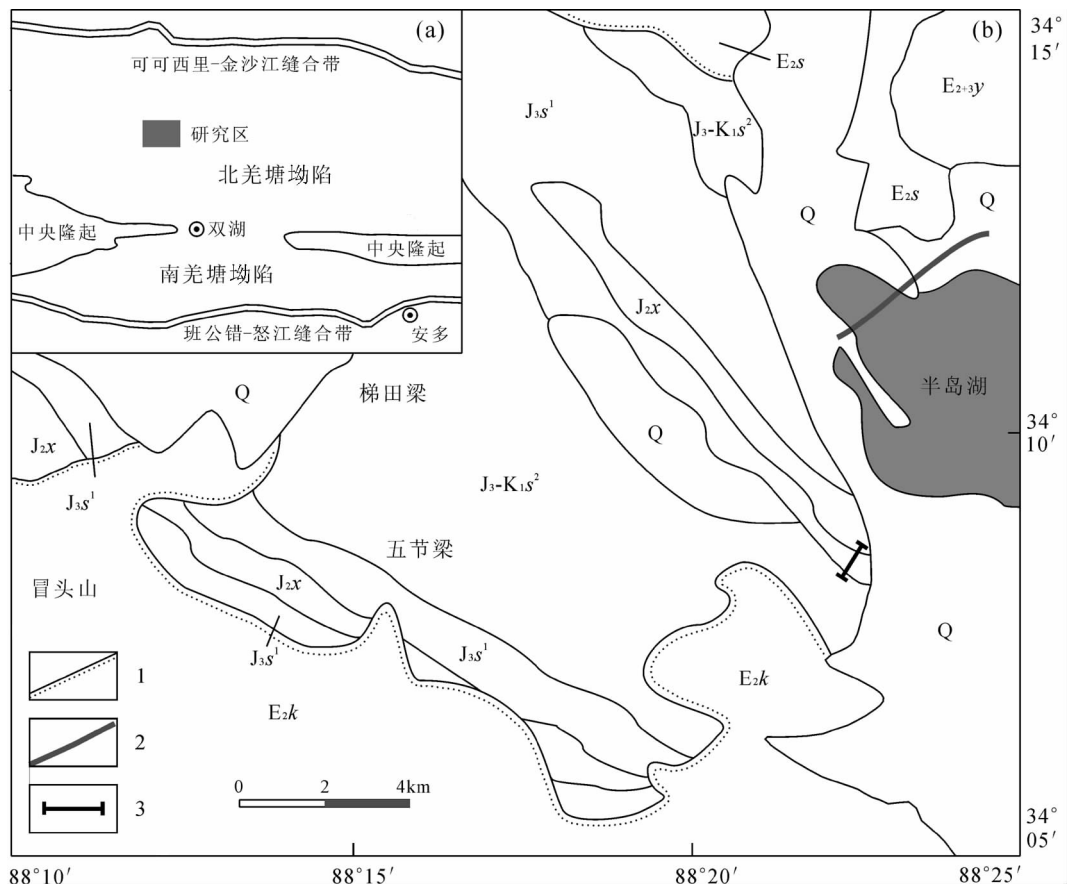


图1 羌塘盆地构造单元、研究区位置(a)和半岛湖地区简要地质图(b)

Fig. 1 Tectonic units of Qiangtang basin and location of the study area (a) and simplified geological map of Bandao Lake area (b)

J_2x —中侏罗统夏里组; J_3s^1 —上侏罗统索瓦组下段; $J_3-K_1s^2$ —上侏罗统—下白垩统索瓦组上段; E_2k —古近系康托组;
 E_2s —古近系喷呐湖组; E_{2+3y} —古近系鱼鳞山组; Q —第四系;1—不整合接触;2—断层;3—剖面位置

组下段(J_3s^1),上侏罗统一白垩统索瓦组上段($J_3-K_1s^2$),古近系康托组(E_2k)、喷呐湖组(E_3s)、鱼鳞山组($E_{2+3}y$)(图 1-b)。实测剖面位于长虹河东南河边,起点坐标:E88°19.513'、N 34°5.384',终点坐标:E 88°19.612'、N 34°5.988'。剖面长度 1062m,厚 590.37m,顶底齐全(图 1-b、图 2)。

上侏罗统一白垩统索瓦组上段($J_3-K_1s^2$) >23.02m
23.灰绿色中厚层状钙质粉砂岩与浅灰色泥灰岩韵律互层,夹少量细粒石英砂岩 >23.02m

—— 整合接触 ——

上侏罗统索瓦组下段(J_3s^1) 536.29m

22.灰色、浅灰色(风化为浅紫色)中厚层状泥晶生物屑灰岩 9.86m

21.中下部为灰、浅灰色厚层状泥晶灰岩夹生物屑泥晶灰岩,上部为灰、浅灰色厚层状泥晶灰岩夹生物屑泥晶灰岩 70.07m

20.灰色中厚层状泥晶粉砂质灰岩夹泥晶灰岩,下部夹有少量钙质粉砂岩。见有少量保存完整的腕足、双壳类化石 30.7m

19.底厚约 2m 为风化呈灰白色的泥灰岩,之上大套岩性为灰色薄层状泥晶生物屑灰岩 25.73m

18.灰色(风化为紫红色)中层状泥晶粉屑灰岩夹泥质生物屑灰岩。泥质生物屑灰岩内见有大量的保存完整的菊石及腕足、双壳类化石。产菊石:*Oxycerites* sp., *Homoeoplanulites* sp., *Hecticoceras* sp., *Choffatia* sp., *Homoeoplanulites acuticosta* (Roemer), *Homoeoplanulites* cf. *acuticosta* (Roemer), *Homoeoplanulites* cf. *furculus* (Neumayr), *Choffatia* cf. *evo-*

luta (Neumayr), *Macrocephalites* cf. *verus* (Buckman), *Macrocephalites* cf. *gracilis* (Spath) 16.69m

17.灰色中厚层状泥晶灰岩,上部夹砂屑泥晶灰岩。泥晶灰岩局部见有缝合线构造,并见少量保存较完整的腕足类化石 72.44m

16.灰色中层状亮泥晶含生物屑砂屑灰岩 53.04m

15.灰色中—厚层状泥晶含生物屑砂屑灰岩 35.35m

14.灰色中厚层状亮泥晶含生物屑砂屑灰岩夹泥晶灰岩 17.67m

13.灰色中层状泥晶含生物屑砂屑灰岩与泥晶灰岩韵律互层 72.36m

12.灰色中薄层状泥晶生物屑灰岩与泥晶灰岩韵律互层,夹少量亮泥晶砂屑粉屑灰岩 30.91m

11.底 1m 为灰色中层状泥晶砂屑生物屑灰岩,之上大套为灰、暗灰色中层泥晶核形石灰岩。偶见有保存完整的双壳类化石 5.69m

10.灰色(风化为灰黄色)中层状泥晶砂屑生物屑灰岩与含泥质泥晶灰岩组成了 2 个韵律。局部见有保存完整、大小 1~2cm 的腕足、双壳类化石,偶见有 1cm 的菊石残片。产菊石:*Homoeoplanulites* cf. *baliensis* 8.38m

9.灰色(风化为灰黄色)中层状含泥质泥晶灰岩,发育有水平层理。见有保存完整的双壳及腹足类化石,偶见少量的、保存不太完整的菊石 19.39m

8.灰色中层状泥晶灰岩,上部夹含生物屑泥晶灰岩及少量泥晶砂屑灰岩。该层中上部泥晶灰岩中见有保存完整的腕足、双壳类及菊石。产菊石:*Homoeoplanulites* cf. *couxi* (Dominjon), *Homoeoplanulites* cf. *pseudoanularis* (Lissajous) 35.41m

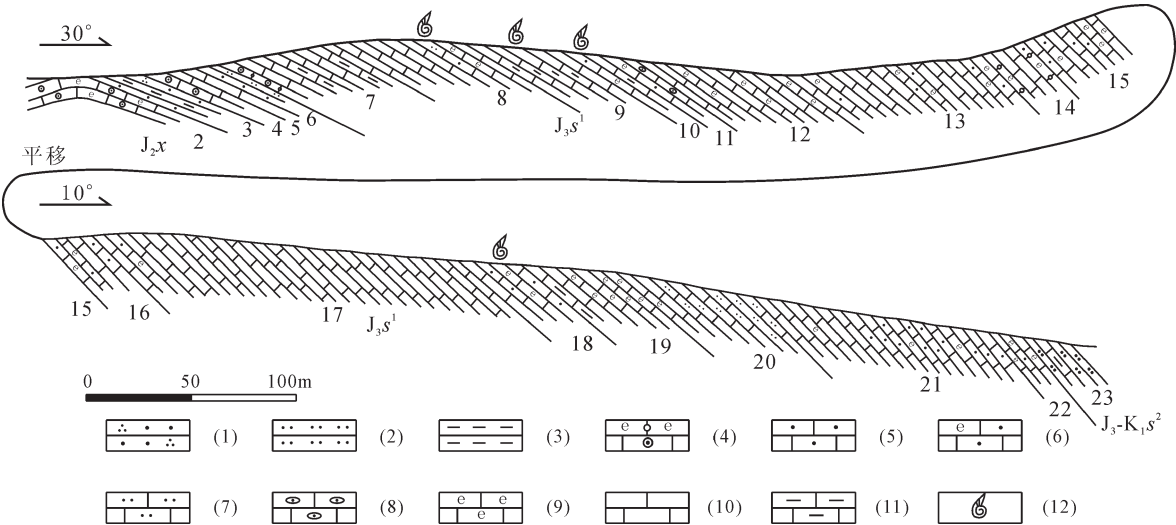


图 2 北羌塘盆地长虹河实测地层剖面

Fig. 2 Measured stratigraphic section in Changhonghe area, northern Qiangtang basin

(1)—岩屑石英砂岩;(2)—粉砂岩;(3)—泥岩;(4)—亮晶生物屑鲕粒灰岩;(5)—砂屑灰岩;(6)—含生物屑砂屑灰岩;
(7)—粉砂质泥晶灰岩;(8)—核形石灰岩;(9)—生屑灰岩;(10)—泥晶灰岩;(11)—泥灰岩;(12)—菊石

- 7.底 1m 为 1 层灰色薄层状泥晶生物屑藻鲕灰岩,之上为灰色中层状泥晶灰岩夹泥灰岩 32.6m
—— 整合接触 ——
- 中侏罗统夏里组(J_{2x}) >26.7m
- 6.下部为紫红色中薄层状含粉砂质岩屑石英砂岩,上部为黄红色粉砂岩 3.99m
- 5.灰色中厚层状泥晶灰岩,顶见 1 层厚约 30cm 的亮晶鲕粒灰岩 3.49m
- 4.灰色(风化呈土黄色)薄层状泥晶灰岩与泥晶生物屑藻鲕灰岩韵律互层 7.12m
- 3.灰白、紫红色中薄层状含粉砂质岩屑石英砂岩与泥岩韵律互层。砂岩发育有平行层理 11.24m
- 2.灰色(风化呈浅红色)中层状亮泥晶生物屑灰岩(未见底) 0.86m

2 菊石组合的时代

本次在长虹河剖面索瓦组下段中发现的 *Macrocephalites*–*Homoeoplanulites* 菊石组合为近年来在藏北发现的最为丰富的中侏罗世菊石资料,其中包括:*Oxycerites* sp.,*Hecticoceras* sp.,*Choffatia* sp.,*Homoeoplanulites* sp.,*H. acuticosta* (Roemer),*Homoeoplanulites* cf. *acuticosta* (Roemer),*Homoeoplanulites* cf. *furculus* (Neumayr),*Choffatia* cf. *evoluta* (Neumayr),*Macrocephalites* cf. *verus* (Buckman),*Macrocephalites* cf. *gracilis* (Spath),*Macrocephalites* sp.,*Homoeoplanulites* cf. *baliensis* (Neumayr),*Homoeoplanulites* cf. *couxi* (Dominjon),*Homoeoplanulites* cf. *pseudoanularis* (Lissajous) (图版 I、图版 II)。这些菊石显示出较强的地方性色彩,*Macrocephalites* cf. *verus* (Buckman) 和 *Macrocephalites* cf. *gracilis* 是中国目前发现的唯一的中生代地方性菊石性双型(图版 II–4a、4b、5a、5b)。

以上菊石组合中,晚巴通期菊石以智始盘菊石为主要属种,如 *Homoeoplanulites* cf. *acuticosta*,*H. acuticosta* 和 *H. cf. furculus* (图版 I–2a、2b、3)。这些均为西特提斯亚地中海分区晚巴通期典型的属种,见于德国南部和法国^[19–22]。

早卡洛夫期的菊石以大头菊石(*Macrocephalites*) (图版 II–4a、4b、5a、5b) 为代表,为中侏罗世卡洛夫期特有的菊石属之一。大头菊石外形如铁饼状,脐孔小而深,壳面布满规则、整齐、细密的射线或射肋,是野外较易鉴定的化石之一。大头菊石分布广泛,在中侏罗世全球各大生物地理区均有分布,也是中侏罗世生物地层对比最重要的菊石资料,对于全球不同

生物地理区卡洛夫期地层的确认、划分和对比具有关键的作用。此次采集到的大头菊石可以与西特提斯地中海区 *Gracilis* 菊石带做精细比较^[13, 23–25],是西藏目前发现的保存较好的标本。

因此,长虹河菊石的时代为中侏罗世晚巴通期至早卡洛夫期。

3 含菊石地层的重新厘定

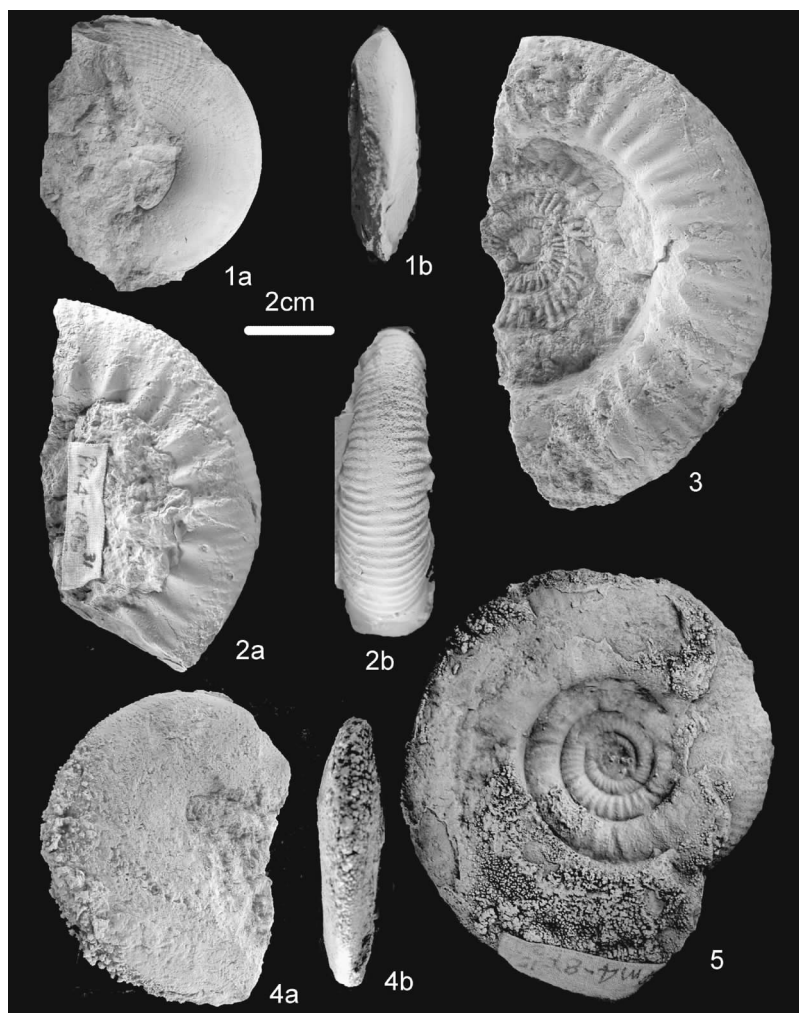
长虹河剖面发现含菊石的地层在以往的 1:25 万黑虎岭幅区调资料中^①被定为索瓦组。索瓦组(本文称为索瓦组下段)最早由青海区调队创建于羌塘盆地东部的雀莫错组剖面,相当于“雁石坪群”上部灰岩段,以灰岩为主,因频繁出现粉砂岩夹层而与布曲组相区别。其中含有十分丰富的生物化石,包括腕足:*Steptaliphoria septentrionalis*,*Pentithyris* cf. *pelagica*,*Thurmanella acuticosta*; 双壳类:*Radulopecten fibrosus*,*Gervillella aviculoides*,*Pteroperna* cf. *polyodom*,*Astarte mummus* 等,时代为晚侏罗世^[14–18, 26–29]。

根据前文的讨论,这次在该组中发现的菊石的时代为中侏罗世晚巴通期—早卡洛夫期,与该区索瓦组的时代不一致。从区域上看,研究区周围丰富的晚巴通期—早卡洛夫期的菊石,如 *Wagnericeras*、*Homoeoplanulites*、*Neuqueniceras*、*Oxycerites orbis* (Giebel)、*Macrocephalites* cf. *macrocephalus* (Schlotheim), 主要见于夏里组中^[13, 30–31]。

另外,类似的菊石组合还曾在 1:25 万安多幅区域地质调查^②中发现过,菊石产于 114 道班—准巴鄂阿隆一带的 114 道班组中。该组岩性为一套中层—中薄层钙质细粒长石石英砂岩与泥岩互层,夹中层砂质生物屑灰岩,产菊石:*Idiocycloceras* sp.,*Reineckeia* sp.,*Macrocephalites* sp.,*Oxycerites* cf. *subcotarius* (Oppel),*O.* cf. *oppeli* (Elmi),*Homoeoplanulites* cf. *furculus* (Neumayr)?*Eohecticoceras* sp.,*Neuqueniceras callomoni* sp. nov.。114 道班组为 1:25 万安多幅区域地质调查中新命名的填图单位,前人曾将该地层单位命名为羌姆勒曲组^[32]、沙巧木组^[33]和雁石坪群夏里组^[34–35]。这些菊石组合与长虹河地区发现的种属基本一致,说明长虹河地区发现菊石的层位与 114 道班组相当,在区域上相当于雁石坪群夏里组。

晚巴通期—早卡洛夫期,南北羌塘大部分地区

图版 I Plate I



1a、1b. *Hecticoceras* sp., 长虹河剖面 18 层, 1a 侧视, 1b 腹视

2a、2b. *Homoeoplanulites* cf. *acuticosta* (Roemer, 1911), 长虹河剖面 18 层, 2a 侧视, 2b 腹视

3. *Homoeoplanulites* cf. *furculus* (Neumayr, 1871), 长虹河剖面 18 层, 侧视

4a、4b. *Oxycerites* sp., 长虹河剖面 18 层, 4a 侧视, 4b 腹视

5. *Homoeoplanulites* cf. *baliensis*, 长虹河剖面 10 层, 侧视

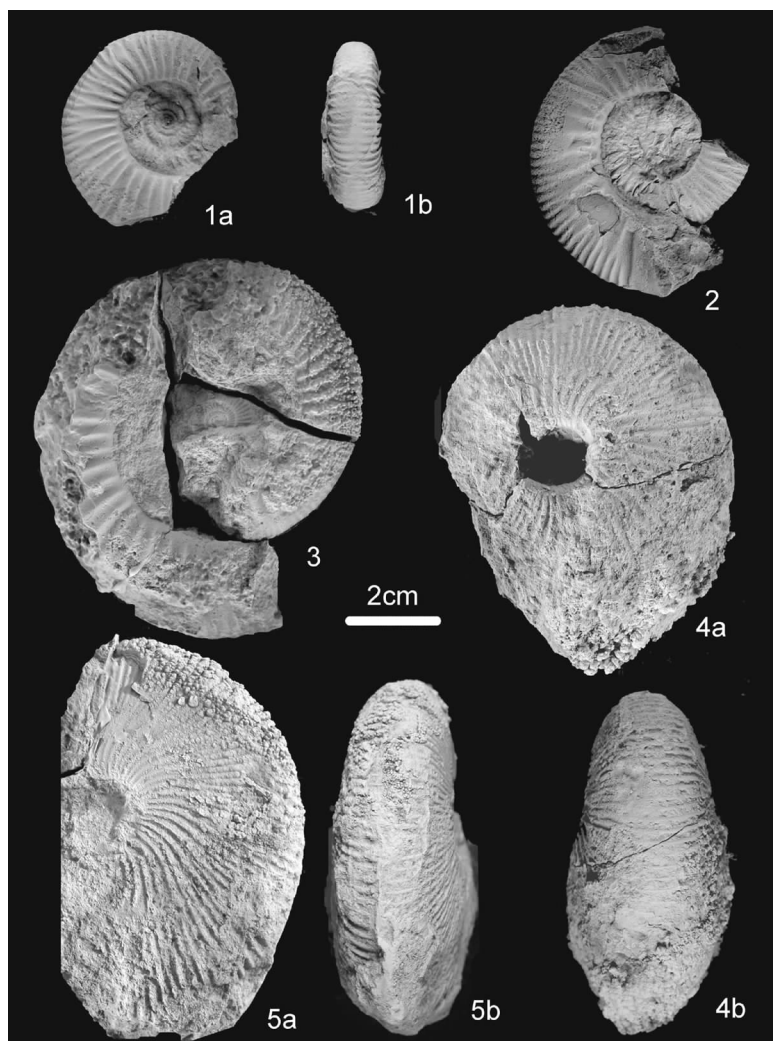
被海水淹没,连为一体,安多地区为浅海陆棚环境,而半岛湖地区则处于广海碳酸盐台地环境,不同的沉积环境导致这 2 个地区沉积岩性的不同,但却代表了同一时期不同环境的沉积产物。因此,长虹河地区含菊石的地层与 114 道班组为同时期的沉积物。在区域上,类似的菊石生物群主要见于夏里组中,因此长虹河地区含菊石的地层应该代表夏里组的沉积,而不是索瓦组下段。虽然夏里组在整个羌塘地区以一套紫红色碎屑岩夹石膏沉积为特征,但是在盆地不同的区域也有一定的差别,在北羌塘坳陷西部地区含碳酸盐岩地层的厚度较大^[16],与半岛湖长虹

河地区的岩性特征相一致,相对于其它地区而言,该区处于较深的碳酸盐沉积环境中,可能代表了一次区域性的海侵。

4 大头菊石的沉积环境指向意义

大头菊石具有独特的沉积环境指向意义。对于赋存于黑色页岩、以结核产出的大头菊石动物群通常见于陆棚外侧或者陆坡内侧沉积环境,而赋存于泥晶灰岩或泥灰岩的大头菊石动物群代表广海碳酸盐台地范围内相对较深的沉积环境。早卡洛夫期大头菊石的出现与同期全球海平面的上升同步,因此

图版 II Plate II



1a、1b. *Homoeoplanulites* cf. *pseudoanularis* (Lissajous), 长虹河剖面 8 层, 1a 侧视, 1b 腹视

2. *Homoeoplanulites* cf. *couxi* (Dominjon), 长虹河剖面 8 层, 侧视

3. *Choffatia* cf. *evoluta* (Neumayr, 1871), 长虹河剖面 8 层, 侧视

4a、4b. *Macrocephalites* cf. *verus* (Buckman, 1922), 长虹河剖面 18 层, 4a 侧视, 4b 腹视

5a、5b. *Macrocephalites* cf. *gracilis* (Spath, 1928), 长虹河剖面 18 层, 5a 侧视, 5b 腹视

地方性的大头菊石层序通常指示区域性海侵, 与全球海平面上升可以很好地对应。

半岛湖地区长虹河剖面产出的早卡洛夫期大头菊石产于灰色泥质生物屑灰岩中, 反映当时为广海碳酸盐台地内相对较深的沉积环境, 代表北羌塘盆地在早卡洛夫时期发生了一次区域性的海侵, 这与以往认为整个羌塘盆地在卡洛夫期就发生大规模的海退的认识不同^[14, 16]。前人认为, 中侏罗世巴通期羌塘盆地在班公湖-怒江洋盆进一步扩张的作用下, 全区发生了整体性大规模的下沉, 从而盆地相应地

发生了一次侏罗纪最大规模的海侵, 沿白龙冰河、吐波错、半岛湖、普若岗日、温泉一带广泛分布着台盆相的沉积, 而在卡洛夫期发生大规模的海退, 这与本次发现的早卡洛夫期的大头菊石发生了矛盾。因此笔者认为, 羌塘盆地中侏罗世巴通期的海侵可能一直持续到了早卡洛夫期, 位于北羌塘盆地中部的半岛湖地区仍处于相对较深的广海碳酸盐台地环境。羌塘盆地中侏罗世晚巴通期—早卡洛夫期菊石的发现对于重新认识羌塘盆地的沉积构造演化历史具有重要意义。

致谢:菊石化石由中国地质大学(北京)阴家润教授鉴定,在藏北无人区工作中得到贵州省地质调查院马德胜、李月森、徐方生、陈国权等的大力帮助,在此一并表示感谢。

参考文献

- [1]鲁兵,李永铁,刘忠.青藏高原的盆地形成与分类[J].石油学报,2000,21(2): 21–26.
- [2]Kapp P, Yin A, Manning C E, et al. Blueschist-bearing metamorphic core complexes in the Qiangtang block reveal deep crustal structure of northern Tibet[J]. *Geology*, 2000, 28(1): 19–22.
- [3]赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原大地构造特征及盆地演化[M].北京:科学技术出版社,2000:208–220, 321–359.
- [4]许岩,郭薇,刘立,等.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,2005,24(6): 564–569.
- [5]西藏自治区地质矿产局.西藏自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993: 100–188.
- [6]尹福光,潘桂棠,李兴振,等.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,2004, 28(2): 194–200.
- [7]尹福光.羌塘盆地中央隆起性质与成因[J].大地构造与成矿学,2003,27(2): 143–146.
- [8]吴珍汉,叶培盛,胡道功,等.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,2011,30(7): 1009–1016.
- [9]魏玉帅,王成善,李亚林,等.西藏措勤盆地中生界生储盖特征和含油气远景评价[J].地质通报,2011,30(10): 1575–1586.
- [10]王剑,付修根,谭富文,等.羌塘中生代(T_3 — K_1)盆地演化新模式[J].沉积学报,2010,28(5): 884–893.
- [11]王岫岩,滕玉洪,王贵文,等.西藏特提斯构造域及其找油前景[J].石油学报,1998,19(2): 44–48.
- [12]王成善,伊海生,李勇,等.西藏羌塘盆地地质演化与油气远景评价[M].北京:地质出版社,2001: 183–233.
- [13]阴家润.西藏北部安多地区中侏罗统(巴通阶—卡洛夫阶)菊石[J].古生物学报,2005,44(1): 1–16.
- [14]王剑,谭富文,李亚林,等.青藏高原重点沉积盆地油气资源潜力分析[M].北京:地质出版社,2004: 45–75.
- [15]谭富文,王剑,李永铁,等.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,2004,31(4): 400–405.
- [16]王剑,丁俊,王成善,等.青藏高原油气资源战略选区调查与评价[M].北京:地质出版社,2010: 204–205, 217–219.
- [17]方德庆,梁定益.北羌塘盆地中部上侏罗统研究新进展[J].地层学杂志,2000,24(2): 163–167.
- [18]伊海生,林金辉,赵兵,等.藏北羌塘地区地层新资料[J].地质论评,2003,49(1): 59–65.
- [19]Channell J E T, Massari F, Benetti A. Magnetostratigraphy and biostratigraphy of Callovian–Oxfordian limestones from the Trento Plateau (Monti Lessini, northern Italy)[J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1990, 79: 289–303.
- [20]Poulton T P, Hall R L, Callomon J H. Ammonite and Bivalve assemblages in Bathonian through Oxfordian strata of Northern Bowser Basin, Northwestern British Columbia, Canada[J]. *Geobios*, 1994, 17: 415–421.
- [21]Mangold C. Les Perisphinctidae (Ammonitina) du Jura meridional au Bathonien et au Callovien[M]. Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, 1971, 41: 1–246.
- [22]Mangold C, Rioult M. Bathonian[M]//Cariou E, Hantzpergue P. Biostratigraphie du Jurassique ouest –Europeen et mediterraneen. Memoires of Bul1. Centre Rech. Elf explor. Prod., Mem. 1997, 17: 1–440.
- [23]Westermann G E G, Wang Y. Middle Jurassic ammonites of Tibet and the age of the Lower Spiti shales[J]. *Paleontology*, 1988, 31(2): 295–339.
- [24]Westermann G E G, Callomon J H. The Macrocephalitinae and associated Bathonian and early Callovian (Jurassic) ammonoids of the Sula Islands and New Guinea[J]. *Palaeontographica*, 1988, 203: 1–90.
- [25]Yin J R, Callomon J, Enay R. A hiatus of 8 Ma duration in the Middle Jurassic with ammonite succession in Tethyan Himalaya (south Tibet)[J]. *Geobios*, 2000, 33(2): 201–210.
- [26]赵兵.北羌塘盆地北部晚侏罗世索瓦组地层古生物新资料[J].成都理工大学学报(自然科学版),2005,32(2): 167–172.
- [27]赵兵,陈海霞.西藏双湖托拉木地区侏罗系索瓦组地层古生物[J].成都理工大学学报(自然科学版),2009, 36(2): 177–181.
- [28]范和平,杨金泉,张平.藏北地区的晚侏罗世地层[J].地层学杂志,1988,12(1): 66–70.
- [29]伊海生,王成善,林金辉,等.藏北安多地区侏罗纪菊石动物群及其古地理意义[J].地质通报,2005,24(1): 41–47.
- [30]阴家润,孙立新,白志达,等.藏北双湖—安多地区侏罗纪菊石新资料及地层述评[J].地层学杂志,2005,29(1): 7–15.
- [31]姚华舟,张仁杰,段其发,等.长江源头地区侏罗纪地层、双壳类化石及其沉积环境[J].中国科学(D 辑),2011,41(6): 853–864.
- [32]成都地质矿产研究所.1:150 万青藏高原及邻区地质图[M].北京:地质出版社,1988.
- [33]夏代详,刘世坤.西藏自治区岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997:1–302.
- [34]赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原地层[M].北京:科学出版社,2001:1–542.
- [35]中国地质调查局,成都地质矿产研究所.青藏高原地质图(1:150 万)说明书[M].成都:成都地图出版社,2004.
- ① 成都地质矿产研究所.中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万黑虎岭幅),2005.
- ② 中国地质大学(北京)地质调查研究院.中华人民共和国区域地质调查报告(1:25 万安多幅),2005.