

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2020.077>



西藏昂仁县孔隆地区木纠错组诺利期牙形石的发现及其地质意义

李俊, 刘函, 黄金元, 苟正彬, 安显银, 张士贞

中国地质调查局成都地质调查中心, 四川成都 610081

摘要: 拉萨地块晚二叠世—三叠纪地层的研究对认识青藏高原前新生代特提斯演化具有重要意义,但目前对该时期的沉积充填序列及古地理环境尚未形成统一认识.通过对西藏昂仁县孔隆地区开展的详细地层和牙形石相关研究,在木纠错组上部发现了晚三叠世诺利期 *Epigondolella* sp. 牙形石分子,在下拉组顶部发现了时代跨越晚二叠统长兴阶和早三叠统印度阶的牙形石 *Hindeodus typicalis*;从而将研究区木纠错组时代重新厘定为晚二叠世长兴期至晚三叠世诺利期,指示拉萨地块西部三叠纪应仍为连续的浅海相沉积.

关键词: 拉萨地块;二叠纪;三叠纪;诺利期;木纠错组;地层学.

中图分类号: P535

文章编号: 1000-2383(2020)08-2957-07

收稿日期: 2020-03-07

Discovery of Norian Conodonts from Mujiucuo Formation in Konglong Area of Ngamring County in Tibet and Its Geological Significance

Li Jun, Liu Han, Huang Jinyuan, Gou Zhengbin, An Xianyin, Zhang Shizhen

Chengdu Center of China Geological Survey, Chengdu 610081, China

Abstract: The study of the Late Permian-Triassic strata of the Lhasa Block is significant to understanding pre-Cenozoic evolution of Tethys in the Qinghai-Tibet Plateau. However, there are still disputes on the sedimentary sequence and paleogeographic environment in this period. On the basis of the detailed analyses of the stratigraphy and conodonts from the Konglong area, Ngamring County, Tibet, we found the Late Triassic Norian conodonts *Epigondolella* sp. from the upper part of the Mujiucuo Formation, and the Late Permian Changhsingian to Early Triassic Induan conodont *Hindeodus typicalis* bearing in the top of the Xiala Formation. The age of the Mujiucuo Formation in the study area was redefined to the Late Permian Changhsingian to Late Triassic Norian, indicating that the paleogeographic environment should still be a continuous neritic facies from Late Permian to Late Triassic in western Lhasa Block.

Key words: Lhasa Block; Permian; Triassic; Norian; Mujiucuo Formation; stratigraphy.

0 引言

拉萨地块以班公湖—怒江和雅鲁藏布江断裂

带为界夹持于南羌塘地块和喜马拉雅地块之间(图1a),发育较完整的古生代—中生代沉积地层,是研究青藏高原前新生代特提斯演化的关键及热点地

基金项目: 国家自然科学基金项目(Nos. 41972113, 41802071);第二次青藏高原综合科学考察研究(No.2019QZKK0706);中国地质调查局项目(No.DD20190053).

作者简介: 李俊(1987—),男,工程师,长期从事青藏高原基础调查及地质演化研究. ORCID: 0000-0001-6520-976X. E-mail: cdlijunwonder@163.com

引用格式: 李俊,刘函,黄金元,等,2020.西藏昂仁县孔隆地区木纠错组诺利期牙形石的发现及其地质意义.地球科学,45(8):2957-2963.

区(Pan *et al.*, 2012; Yuan *et al.*, 2014; 陈泰一等, 2018; 刘函等, 2018; Qiao *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019).20 世纪末期随着国内各科研地调单位在青藏高原 1:25 万区域地质大调查的全面展开,大大提高了该地区的研究程度,并基本确立了其古生代—中生代地层系统,除拉萨地块东部零星见早—中三叠世地层发育外,西部广大地区均缺失三叠纪地层(图 1b,图 2).但近年来的研究显示拉萨地块西部有零星的三叠纪沉积记录.

拉萨地块西部是否分布三叠纪海相沉积记录直接关系着晚古生代—中生代时期的构造背景及古地理环境.一些学者认为拉萨地块西部三叠纪时期在古地理上为“古隆起”,存在一条隆格尔—工布江达东西向展布的弧背断隆区(刘增乾等,1990;潘桂棠等,2004).同时结合区域地质大调查的重要成果,即在拉萨地块西部多个图幅发现中二叠世海相地层与晚二叠世海陆过渡相或陆相地层之间发育区域性的沉积间断界面(石和等,2002;周幼云等,2002),进而提出拉萨地块可能于中二叠世末期经历了中部南、北拉萨地块碰撞(Cheng *et al.*, 2015)

或北侧的班公湖怒江洋盆南向俯冲成因的碰撞造山事件(潘桂棠等,2004,2006;Pan *et al.*, 2012;Zhu *et al.*, 2010, 2013).碰撞造山作用导致中二叠世稳定浅海相碳酸盐岩沉积终止,拉萨地块西部自晚二叠世开始出现陆相或海陆交互相沉积(碎屑岩建造),而随后的整个三叠纪长期暴露地表不再沉积.但也有学者对拉萨地块西部三叠纪受构造抬升已为陆地剥蚀区这一观点提出质疑,认为中二叠世末期不存在明显的造山运动,晚二叠世及其后很长一段时间仍为连续浅海相沉积(陈清华等,1998;郑有业等,2007;黄韶春等,2013;Yuan *et al.*, 2014;张予杰等,2014;武桂春等,2018;Zhang *et al.*, 2019).尽管近年狮泉河、措勤、班戈等地区原定中二叠世碳酸盐岩地层内已有零星的晚二叠世甚至三叠纪化石的报道,但是目前研究程度仍较低.因此对这套原定“中二叠世”海相地层开展详细的地层及时代研究,可能为解决该地区晚二叠世—三叠纪古地理环境和构造背景方面的争议带来新的契机,帮助重新思考拉萨地块在该时期的地层划分和地质构造发展演化史.

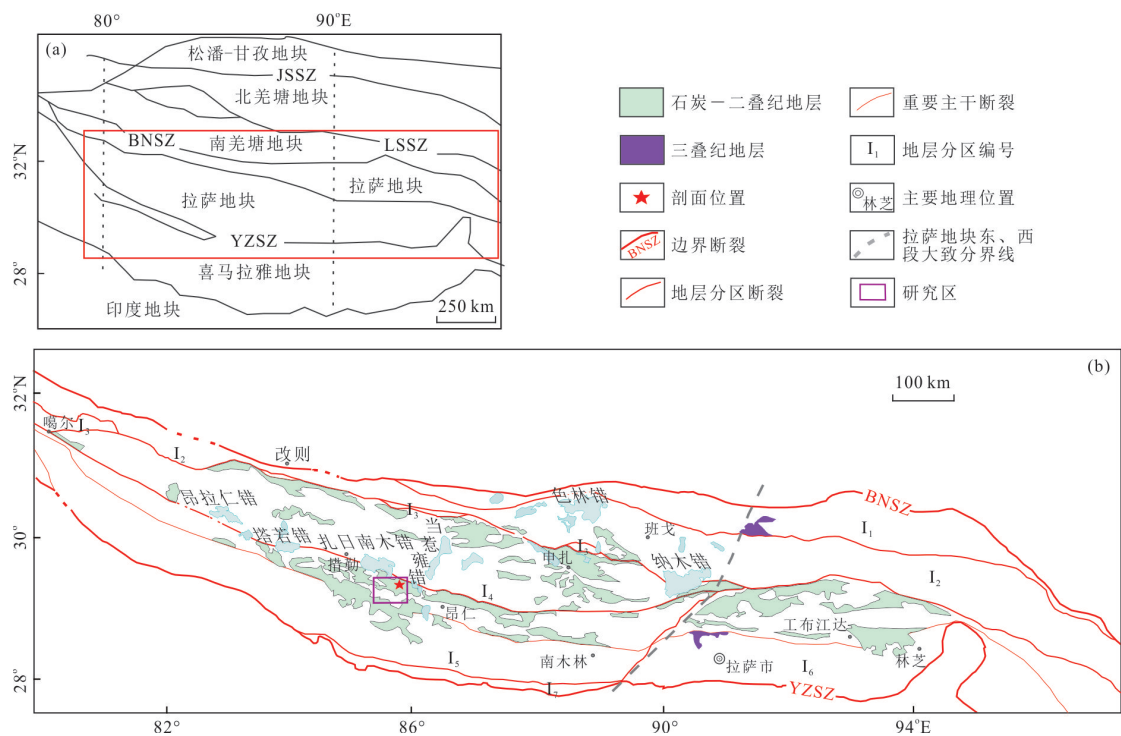


图 1 青藏高原大地构造单元(a)和拉萨地块石炭—三叠纪地层时空分布(b)

Fig.1 Geological map of geotectonic units on the Qinghai-Tibet Plateau (a) and the distribution of Carboniferous-Triassic strata in Lhasa Block (b)

据王立全等(2013)修改. JSSZ. 金沙江结合带; LSSZ. 龙木错—双湖结合带; BNSZ. 班公湖—怒江结合带; YZSZ. 雅鲁藏布江结合带. I₁. 那曲—洛隆; I₂. 班戈—八宿; I₃. 狮泉河—申扎—嘉黎; I₄. 措勤—申扎; I₅. 隆格尔—南木林; I₆. 拉萨—察隅; I₇. 日喀则

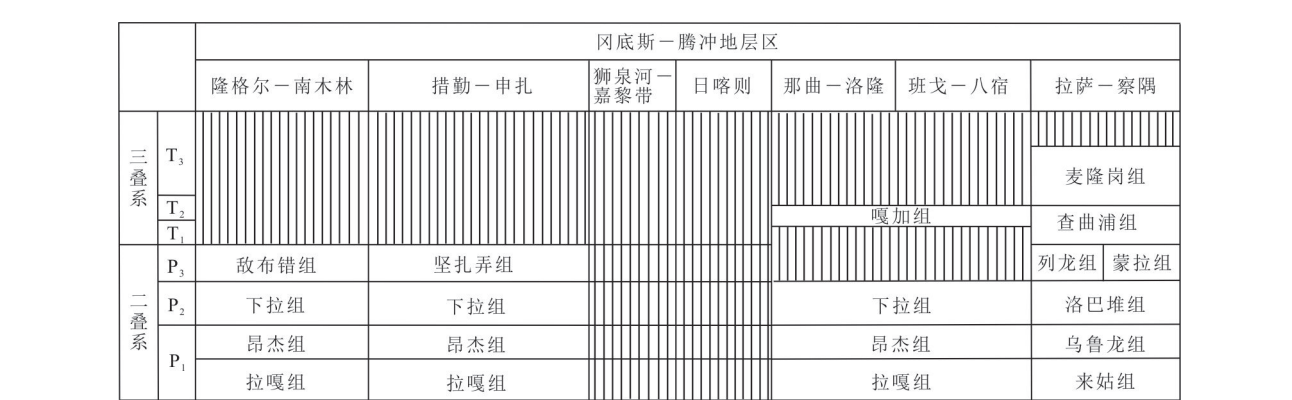


图2 拉萨地块二叠系—三叠系划分对比

Fig. 2 Division of Permian-Triassic strata in Lhasa Block

据夏代祥和刘世坤(1997)

1 研究区概况

研究区位于冈底斯—喜马拉雅造山系,属滇藏地层大区、冈底斯—腾冲地层区、隆格尔—南木林地层分区.研究区古生代石炭系—二叠系地层出露完整,中生代地层缺失(四川省地质调查院,2012.西藏自治区错麦区幅1:25万区域地质调查报告).地层自下而上依次为:上石炭统永珠组、上石炭统一下二叠统拉嘎组、下二叠统昂杰组、中二叠统下拉组、上二叠统敌布错组.其中下拉组主体为一套浅海相碳酸盐岩沉积,下部以灰岩为主,上部主要为白云岩、灰质白云岩;敌布错组为一套海陆过渡相碎屑岩建造,呈角度不整合覆盖于下拉组之上.

2016~2018年笔者在研究区开展了1:5万区域地质调查工作,在原定中二叠统下拉组中识别出一套岩性以白云岩、灰质白云岩为主的碳酸盐岩地层;同时结合笔者2013年在申扎地区开展的地层工作,将区内原下拉组岩性以生屑亮晶灰岩、微晶灰岩、硅质结核灰岩为主的下部地层保留为下拉组,而上部数百米厚白云岩为主地层,与申扎地区建立的木纠错组可进行很好的对比,因此采用木纠错组这一定名.笔者在研究区调查工作中发现了一条基岩露头良好、产状稳定的剖面并进行精细测制,首次在本纠错组上部发现晚三叠世诺利期牙形石*Epigondolella* sp.,在木纠错组与下拉组整合面之下发现了时代跨越上二叠统的长兴阶和上三叠统的印度阶(P/T界线)的一个牙形石分子*Hindeodus typicalis*(后文均缩写为*H.typicalis*).

2 剖面特征简述

剖面位于西藏昂仁县孔隆乡北西,基岩出露良好,地层产状单斜稳定,未见断层、褶皱发育.木纠错组底部与下拉组呈整合接触,顶部出露不全被第四系覆盖,出露地层真厚度约495.8 m(图3).现将剖面地层层序和牙形石产出位置描述如下:

第四系覆盖	
—————角度不整合—————	
木纠错组	495.8 m
13灰白色中层状白云岩,单层厚0.25 m	12.4 m
12灰黑色中层状豹皮状灰岩,单层厚0.3 m,产 <i>Epigondolella</i> sp.	10.0 m
11灰黑色薄层状豹皮状灰岩,单层厚4~8 cm,产 <i>Epigondolella</i> sp.	4.9 m
10灰黑色中层状豹皮状灰岩,单层厚0.3~0.4 m,产 <i>Epigondolella</i> sp.	8.5 m
9浅红色—浅灰白色薄层状白云质灰岩,单层厚0.3~0.4 m	2.8 m
8灰白色中层状灰质白云岩和砾屑白云岩互层,单层厚0.3~0.4 m	14.6 m
7白色厚层状白云岩,单层厚约0.6 m,见少量砂屑和团粒成分	193.8 m
6灰白色中层状灰质白云岩,单层厚0.25~0.35	9.8 m
5白色中层状白云岩,单层厚0.25~0.4 m	109.9 m
4灰白色中层状砾屑白云岩,单层厚0.3 m,鸟眼状构造发育	19.9 m
3灰白色中层状灰质白云岩,单层厚0.3~0.4 m,含少量砂屑和砾屑	19.9 m
2灰白色中层状白云质灰岩与灰质白云岩互层,单层厚0.2~0.4 m	59.6 m

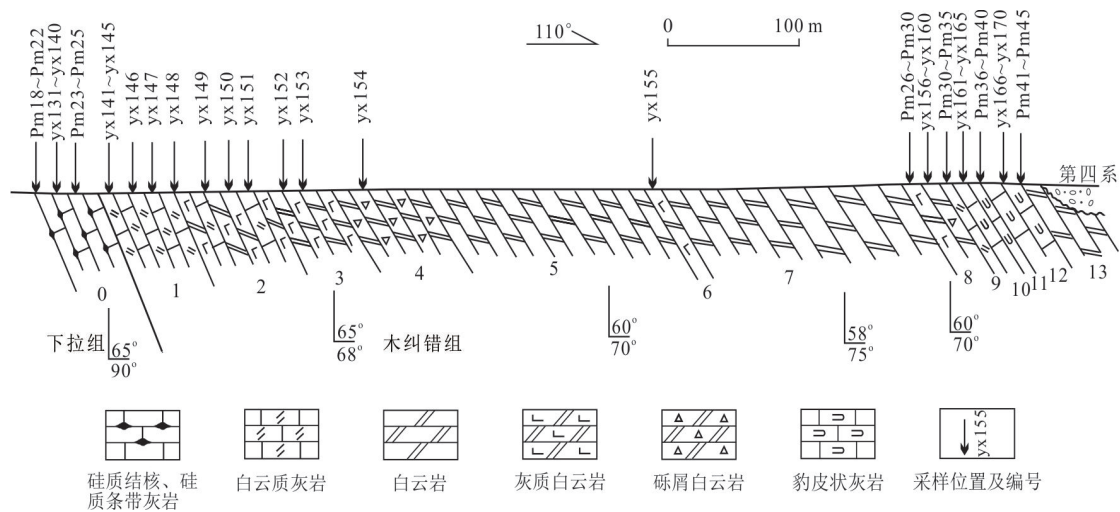


图 3 西藏孔隆剖面木纠错组剖面及牙形石采样位置

Fig.3 The section of Mujiucuo Formation in the Konglong area of Tibet, showing the location of conodont samples

1 灰白色中层状白云质灰岩,单层厚 0.3~0.5 m 29.7 m

———整合接触———

下拉组

0 灰黑色中层状硅质结核灰岩,单层厚 0.25 m,产 *H. typicalis* 及少量鱼类牙齿 44.9 m

3 牙形石

在剖面中共采集牙形石样品 68 件(2017 年 28 件,编号为 Pm18~Pm45;2018 年 40 件,编号为 yx131~yx170),其中在 0 层 2 件样品(编号为 Pm18 和 Pm20)中发现了 *H. typicalis* 分子(图 4a、4b),10

层、11 层、12 层 4 件样品(编号为 Pm36、yx161、yx168 和 Pm45)中发现 *Epigondolella* 属(图 4c、4e、4f、4g)和? *Parapetella* 属(图 4d)牙形石分子。

牙形石 *H. typicalis* 在浙江煤山金钉子剖面中出现在长兴组上部和殷坑组中下部地层中,时代跨越了晚二叠统的长兴阶和早三叠统的印度阶,是跨越 P/T 界线的一个分子,其代表地层的年代属于晚二叠世至早三叠世。该分子齿体长高比约 2:1。主齿中等大小,齿脊由分离的 8 个细齿组成,细齿细小、紧密排列、顶端尖圆。齿脊先是逐渐向后变低,为弧形降低,形成一弧形凸起;后缘低,弧形;在齿脊弧形凸起处几个细齿较大,形成较明显的弧形齿脊突

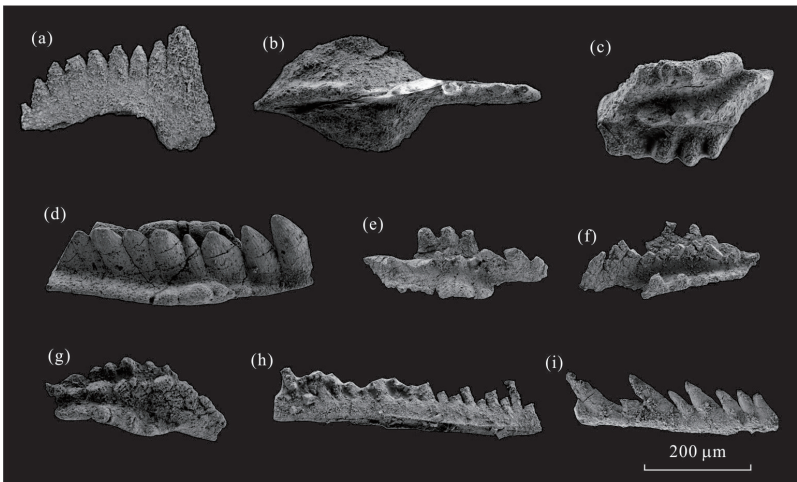


图 4 孔隆剖面中牙形石扫描电镜照片

Fig.4 SEM photos of conodonts from the Konglong section

a. *H. typicalis*, 侧视; b. *H. typicalis*, 口视; c. *Epigondolella* 属, 口视; d. ? *Parapetella* 属, 侧视; e~g. *Epigondolella* sp., 侧视; h, i. 枝形分子残片, 侧视

出;基腔膨大。

牙形石 *Epigondolella* sp. (高舟属牙形石) 以细齿和高的前部齿脊或齿台侧缘生长有瘤状突起为典型特征明显区别于其他牙形石属, 此属见于欧洲和北美的诺利期。图4显示, 尽管标本较破损、不完整, 但齿台上发育显著的瘤点构造, 可以判断其属于高舟属牙形石, 具备典型的晚三叠世诺利期的分子特征。而图4d中该标本后齿台缺失, 前齿台边缘发育收缩的瘤点; 自由齿片发育, 细齿粗壮, 约在1/2处分离; 齿台上齿脊较高, 与晚三叠世卡尼期晚期 *Parapetella* 属具有十分相似的特征。但该标本保存较差无法鉴定到具体种, 无法提供精确的时代参考依据。

尽管在该剖面开展了多次牙形样品采集, 但由于上部层位岩石重结晶程度高, 牙形石保存不好且破碎, 所获牙形石种属和数量均较少, 无法建立完整的牙形石带, 尚不能与其他地区进行带一级的对比, 需要进一步研究。

4 讨论

4.1 木纠错组时代

木纠错组是在申扎地区木纠错南东岸发现并创立, 原意指整合覆于中二叠统下拉组灰岩之上的一套以白云岩为主的地层, 其底部发育吴家坪期皱纹珊瑚群, 时代定为晚二叠世(程立人等, 2002)。而武桂春等(2018)报道班戈—八宿地区木纠错组中发现早三叠世牙形石, 并将木纠错组时代修订为晚二叠世—早三叠世。笔者从研究区原下拉组中识别出木纠错组, 在木纠错组与下拉组整合面之下采收 *H. typicalis* 分子, 该分子时代跨越了晚二叠统的长兴阶和早三叠统的印度阶, 另外措勤夏东地区同样在下拉组顶部发现长兴期蠕类化石(Qiao *et al.*, 2019), 表明措勤—昂仁地区木纠错组时代应至少始于晚二叠世长兴期。而木纠错组上部灰岩夹层内晚三叠世诺利期 *Epigondolella* 属分子的首次发现, 可将木纠错组时代上限由早三叠世延至晚三叠世诺利期。因此研究区木纠错组时代应由原认为的晚二叠世吴家坪期厘定为晚二叠世长兴期至晚三叠世诺利期。

4.2 敌布错组(夏岗江植物群)的时代疑问

敌布错组与包含夏岗江植物群的坚扎弄组具有相似的植物和岩石组合面貌, 两者一直被认为是拉萨地块西部2个不同地层分区的二叠系最年轻地层单元, 角度不整合覆盖于下拉组之上(夏代祥和刘世坤, 1997; 王立全等, 2013)。笔者在敌布错组下

伏地层下拉组中新解体出木纠错组, 重新厘定其时代为晚二叠世长兴期至晚三叠世诺利期, 原定晚二叠统敌布错组的时代可能需要被重新考虑。纪占胜等(2007)对隆格尔—南木林分区敌布错组及措勤—申扎分区坚扎弄组开展了研究, 发现了晚三叠世—早侏罗世优势分子, 也对敌布错组时代提出了质疑。由此认为敌布错组这套陆相碎屑岩放在上二叠统可能需要被重新考虑, 其叠置在上述新厘定的木纠错组之上, 推测其时代更可能为晚三叠世—早中侏罗世。

4.3 古地理环境

拉萨地块除东南缘零星见早—中三叠世地层发育外, 其西部广大地区均缺失三叠纪沉积记录。但近年来在狮泉河、申扎、措勤、改则、班戈等地区陆续出现零星三叠纪地层的报道。在申扎地区一套陆相—海陆交互相—滨浅海相碎屑地层中发现晚三叠世诺利期海参化石并新建多布日组(曲永贵等, 2003)。在狮泉河地区原“吉普日阿组”中首次发现早三叠世牙形石并新建淌那勒组(郑有业等, 2007)。而在改则地区的文布当桑剖面中采收大量晚二叠世—早三叠世牙形石, 从氧同位素角度(牙形石 SHRIMP IIe-MC 微区分析)证实该地区经历了全球性的二叠纪末期升温 and 生物灭绝事件(周丽芹等, 2012)。措勤地区同样也有了晚三叠世牙形石和放射虫的发现并新建江让组(纪占胜等, 2006; 黄韶春等, 2013)。本次研究在孔隆地区首次从原中二叠统下拉组中识别出木纠错组, 并将其时代厘定为晚二叠世长兴期至晚三叠世诺利期; 另外在研究区开展的地层工作显示, 木纠错组之下的昂杰组、下拉组也为连续沉积, 并产出丰富的腕足、蠕类、珊瑚等化石, 保存了完整的早二叠世—晚二叠世沉积充填记录。结合前述成果认为, 拉萨地块西部三叠纪不再是以往认为的陆地剥蚀区, 而应仍为连续的浅海相沉积。尽管本次研究在拉萨地块西部发现新的晚二叠世—三叠纪地层证据, 为恢复该地区的岩相古地理添加了新的地层剖面材料, 进一步提高了岩相转化的时间分辨率, 但仍有诸多不足, 需要开展区域地层划分对比工作和更深入的生物地层研究, 以期丰富和发展该区“晚二叠世—三叠纪仍为连续浅海相沉积”的沉积古地理学新认识。

5 结论

(1) 在西藏昂仁孔隆地区首次发现 *H. typicalis*

和 *Epigondolella* sp. 牙形石分子, 重新厘定研究区木纠错组时代为晚二叠世长兴期至晚三叠世诺诺期。

(2) 木纠错组之上角度不整合覆盖的敌布错组及其所含夏岗江植物群的时代可能需要被重新厘定, 推测其时代更可能为晚三叠世—早侏罗世。

(3) 拉萨地块西部三叠纪时期古地理环境应仍为连续的浅海相沉积, 未发生明显的抬升或造山运动而成陆。

致谢: 牙形石相关实验鉴定工作在中国地质大学(武汉)地质调查研究院完成, 感谢江海教授、寇晓虎博士等提供的帮助; 感谢成都理工大学杨洋、崔浩杰硕士等在采样工作中给予的支持。同时, 感谢匿名审稿专家提出了宝贵的修改意见。

References

- Chen, Q.H., Wang, J.P., Wang, S.L., et al., 1998. Discovery of Upper Permian in Coqên Basin, Tibet and Its Geological Significance. *Chinese Science Bulletin*, 43 (19): 2111—2114 (in Chinese).
- Chen, T.Y., Wei, Q.R., Zhou, J.Y., et al., 2018. Sedimentary Epoch and Depositional Environment of Yunzhug Formation in Gamba-East Asia Area, Tibet. *Earth Science*, 43(8): 2893—2910 (in Chinese with English abstract).
- Cheng, H., Liu, Y. M., Vervoort, J. D., et al., 2015. Combined U-Pb, Lu-Hf, Sm-Nd and Ar-Ar Multichronometric Dating on the Bailang Eclogite Constrains the Closure Timing of the Paleo-Tethys Ocean in the Lhasa Terrane, Tibet. *Gondwana Research*, 28(4): 1482—1499. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2014.09.017>
- Cheng, L.R., Wang, T.W., Li, C., et al., 2002. Establishment of the Upper Permian Mujiu Co Formation and Rugose Coral Assemblage in the Xainza Area, Northern Tibet. *Geological Bulletin of China*, 21(3): 140—143 (in Chinese with English abstract).
- Huang, S.C., Gong, C., Zhao, X.L., et al., 2013. Firstly Discovered Late Triassic Radiolarian Fossils in Siliceous Rocks in DaJiacuo Area, Coqên County, Tibet and Their Significance. *Resources Survey & Environment*, 34 (4): 216—220 (in Chinese with English abstract).
- Ji, Z.S., Yao, J.X., Wu, G.C., 2007. Revision of the Age of the Xiagangjiang Flora and Its Related Strata in the Gêrzê Area, Northern Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 26(8): 953—959 (in Chinese with English abstract).
- Ji, Z.S., Yao, J.X., Wu, G.C., et al., 2006. Discovery of Late Triassic Norian Epigondolella in the 'Xiala Formation' in the Dibu Co Area, Coqên County, Tibet, China. *Geological Bulletin of China*, 25(Z1): 138—141 (in Chinese with English abstract).
- Liu, H., Li, F.Q., Zhou, F., et al., 2018. Late Paleozoic Earthquake Events in the Nixiong Area and Its Geological Significance, Western Lhasa Block. *Earth Science*, 43(8): 2767—2779 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Z.Q., Xu, X., Pan, G.T., 1990. Tectonic Structure and Evolution of Qinghai-Tibet Plateau. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Pan, G.T., Mo, X.X., Hou, Z.Q., et al., 2006. Spatial-Temporal Framework of the Gangdese Orogenic Belt and Its Evolution. *Acta Petrologica Sinica*, 22(3): 521—533 (in Chinese with English abstract).
- Pan, G. T., Wang, L. Q., Li, R. S., et al., 2012. Tectonic Evolution of the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Asian Earth Sciences*, 53: 3—14. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2011.12.018>
- Pan, G.T., Wang, L.Q., Zhu, D.C., 2004. Thoughts on some Important Scientific Problems in Regional Geological Survey of the Qinghai-Tibet Plateau. *Geological Bulletin of China*, 23(1): 12—19 (in Chinese with English abstract).
- Qiao, F., Xu, H. P., Zhang, Y. C., 2019. Changhsingian (Late Permian) Foraminifers from the Topmost Part of the Xiala Formation in the Tsochen Area, Central Lhasa Block, Tibet and Their Geological Implications. *Palaeoworld*, 28(3): 303—319. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2018.10.007>
- Qu, Y.G., Wang, Y.S., Zhang, S.Q., et al., 2003. An Inspiration from the Section of the Late Triassic Duoburi Formation in the Xainza Area: Stratigraphic Constraints on the Indosinian Movement in Gangdise. *Geological Bulletin of China*, 22(7): 470—473 (in Chinese with English abstract).
- Shi, H., Tao, X.F., Liu, D.Z., et al., 2002. New Materials and Further Understanding of Fossil Plants in the Jianzhalong Formation, Tibet. *Geological Bulletin of China*, 21(7): 428—430 (in Chinese with English abstract).
- Wang, L.Q., Pan, G.T., Ding, J., et al., 2013. The Geological Map and Instruction of the Qinghai-Tibet Plateau and Its Adjacent Areas (1:1 500 000). Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).
- Wu, G.C., Ji, Z.S., Sun, Q., et al., 2018. The Early Triassic Conodonts in Rendo Area of Zhongba County, Tibet, and Paleogeographic Pattern of the West Gangdise

- Block in Early Triassic. *Acta Geoscientica Sinica*, 39(4): 409—418 (in Chinese with English abstract).
- Xia, D.X., Liu, S.K., 1997. Rocks and Strata in Tibet Autonomous Region. China University of Geosciences Press, Wuhan (in Chinese).
- Yuan, D. X., Zhang, Y. C., Zhang, Y. J., et al., 2014. First Records of Wuchiapingian (Late Permian) Conodonts in the Xainza Area, Lhasa Block, Tibet, and Their Palaeobiogeographic Implications. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 38(4): 546—556. <https://doi.org/10.1080/03115518.2014.920149>
- Zhang, Y. C., Shen, S. Z., Zhang, Y. J., et al., 2019. Middle Permian Foraminifers from the Zhabuye and Xiadong Areas in the Central Lhasa Block and Their Paleobiogeographic Implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 175: 109—120. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2018.01.008>
- Zhang, Y.J., Zhu, T.X., Yuan, D.X., et al., 2014. The Discovery of Wuchiapingian Fossils from the Xiala Formation in the Xainza Area (Tibet) and Its Significance. *Journal of Stratigraphy*, 38(1): 25—32 (in Chinese with English abstract).
- Zheng, Y.Y., Xu, R.K., Wang, C.Y., et al., 2007. Discovery of Early Triassic Conodonts in the Western Margin of Gangdise and Establishment of the Tangnale Formation. *Earth Science*, 37(7): 916—921 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, L.Q., Williams, I.S., Liu, J.H., et al., 2012. Methodology of SHRIMP In-Situ O Isotopes Analysis on Conodont. *Acta Geologica Sinica*, 86(4): 611—618 (in Chinese with English abstract).
- Zhou, Y.Y., Jiang, Y.S., Wang, M.G., 2002. Permian Dibucuo Formation in the Coqên-Xainza Stratigraphic Area, Tibet. *Geological Bulletin of China*, 21(2): 79—82 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, D. C., Zhao, Z. D., Niu, Y. L., et al., 2011. The Lhasa Terrane: Record of a Microcontinent and Its Histories of Drift and Growth. *Earth and Planetary Science Letters*, 301(1—2): 241—255. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.11.005>
- Zhu, D. C., Zhao, Z. D., Niu, Y. L., et al., 2013. The Origin and Pre-Cenozoic Evolution of the Tibetan Plateau. *Gondwana Research*, 23(4): 1429—1454. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2012.02.002>
- 陈泰一, 魏启荣, 周江羽, 等, 2018. 西藏岗巴—东亚地区永珠组沉积时代及沉积环境. *地球科学*, 43(8): 2893—2910.
- 程立人, 王天武, 李才, 等, 2002. 藏北申扎地区上二叠统木纠错组的建立及皱纹珊瑚组合. *地质通报*, 21(3): 140—143.
- 黄韶春, 龚臣, 赵希良, 等, 2013. 西藏措勤县打加错地区硅质岩中首次发现晚三叠世放射虫化石及其意义. *资源调查与环境*, 34(4): 216—220.
- 纪占胜, 姚建新, 武桂春, 2007. 关于藏北改则地区夏岗江植物群及其地层时代的修订意见. *地质通报*, 26(8): 953—959.
- 纪占胜, 姚建新, 武桂春, 等, 2006. 西藏措勤县敌布错地区“下拉组”中发现晚三叠世诺利期高丹牙形石. *地质通报*, 25(Z1): 138—141.
- 刘函, 李奋其, 周放, 等, 2018. 拉萨地块西段尼雄地区晚古生代地震事件及其地质意义. *地球科学*, 43(8): 2767—2779.
- 刘增乾, 徐宪, 潘桂棠, 1990. 青藏高原大地构造与形成演化. 北京: 地质出版社.
- 潘桂棠, 莫宣学, 侯增谦, 等, 2006. 冈底斯造山带的时空结构及演化. *岩石学报*, 22(3): 521—533.
- 潘桂棠, 王立全, 朱弟成, 2004. 青藏高原区域地质调查中几个重大科学问题的思考. *地质通报*, 23(1): 12—19.
- 曲永贵, 王永胜, 张树岐, 等, 2003. 西藏申扎地区晚三叠世多布日组地层剖面的启示: 对冈底斯印支运动的地层学制约. *地质通报*, 22(7): 470—473.
- 石和, 陶晓风, 刘登忠, 等, 2002. 西藏坚扎弄组的植物化石新资料和再认识. *地质通报*, 21(7): 428—430.
- 王立全, 潘桂棠, 丁俊, 等, 2013. 青藏高原及邻区地质图及说明书(1:1 500 000). 北京: 地质出版社.
- 武桂春, 纪占胜, 孙倩, 等, 2018. 西藏仲巴县仁多地区早三叠世牙形石及冈底斯西部早三叠世古地理格局. *地球学报*, 39(4): 409—418.
- 夏代祥, 刘世坤, 1997. 西藏自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 张予杰, 朱同兴, 袁东勋, 等, 2014. 西藏申扎地区二叠系下拉组中吴家坪期化石的发现及其意义. *地层学杂志*, 38(1): 25—32.
- 郑有业, 许荣科, 王成源, 等, 2007. 冈底斯西缘早三叠世牙形石的发现及淌那勒组的建立. *地球科学*, 37(7): 916—921.
- 周丽芹, Williams, I.S., 刘建辉, 等, 2012. 牙形石 SHRIMP 微区原位氧同位素分析方法. *地质学报*, 86(4): 611—618.
- 周幼云, 江元生, 王明光, 2002. 西藏措勤—申扎地层分区二叠系敌布错组的建立及其特征. *地质通报*, 21(2): 79—82.

附中文参考文献

- 陈清华, 王建平, 王绍兰, 等, 1998. 西藏措勤盆地上二叠统的发现及其地质意义. *科学通报*, 43(19): 2111—2114.