

贵州剑河寒武系清虚洞组掘头虫类三叶虫的发现

杨兴莲^{1,2}, 赵元龙¹, 彭进¹, 杨宇宁¹, 杨凯迪¹

(1. 贵州大学 资源与环境工程学院, 贵阳 550003;

2. 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, 南京 210008)

摘要: 贵州剑河八郎寒武系黔东统清虚洞组由泥岩和灰岩组成, 厚约300 m, 沉积相属于黔东陆棚深水过渡相区沉积类型, 不同于黔西以浅水台地相白云岩和灰岩为主的典型清虚洞组类型。该组三叶虫化石丰富, 包括莱德利基虫目 *Redlichia* (*Redlichia*) *guizhouensis*, *R. (R.) nobilis*; 褶颊虫目对沟虫科 *Eoptychoparia jinshaensis*, *Antagmus dapingensis*, 褶颊虫科 *Nangaops brevis*; 筇棒头虫目叉尾虫科 *Olenoides hupeiensis*, *Kootenia* sp., 以及掘头虫类中的掘冠虫科 *Ovatoryctocara* sp., 掘头虫科 *Changaspis elongata*, *C. cf. elongata* 和飞龙山虫科 *Duyunaspis cf. duyunensis*; 共计9属7种2相似种及2未定种。本文描述了其中具重要地层意义的掘头虫类三叶虫3属4种, 包括2未定种。结果表明, 在黔东清虚洞组发现的掘头虫类 *Changaspis elongata* 和 *Duyunaspis cf. duyunensis*, 此前仅报道于该组之下的杷榔组, 现这两种的层位可上延至清虚洞组上部; 同时显示该组 *Ovatoryctocara* sp. 和凯里组下部的 *Ovatoryctocara granulata* 比较相似, 有可能是 *Ovatoryctocara granulata* 的祖先种。掘头虫类三叶虫的新资料将有助于促进国际寒武系第3统底界层型剖面及点位 (GSSP) 的进一步研究。

关键词: 清虚洞组; 掘头虫类三叶虫; 寒武系; 贵州

中图分类号: Q915.819⁺.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-7493(2010)03-0309-08

Discovery of Oryctocephalid Trilobites from the Tsinghsutung Formation (Duyunian Stage, Qiandongian Series, Cambrian), Jianhe County, Guizhou Province

YANG Xing-lian^{1,2}, ZHAO Yuan-long¹, PENG Jin¹, YANG Yu-ning¹ and YANG Kai-di¹

(1. College of Resource and Environment, Guizhou University, Guiyang 550003, China; 2. State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: The Tsinghsutung Formation near Balang village, Jianhe County, Guizhou Province, belonging to the eastern Guizhou lithozone, is more than 300 m in thickness and mainly composed of dark grey thin bedded limestones and mudstones, which is different from the light grey thick bedded dolostones and limestones in the western Guizhou lithozone. The upper part of the formation is rich in trilobites, including 9 genera, 7 species, 2 conformis species and 2 indefinite species, i.e. *Redlichia* (*Redlichia*) *guizhouensis*, *R. (R.) nobilis*, *Eoptychoparia jinshaensis*, *Antagmus dapingensis*, *Nangaops brevis*, *Olenoides hupeiensis*, *Kootenia* sp., *Ovatoryctocara* sp., *Changaspis elongata*, *C. cf. elongata* and *Duyunaspis cf. duyunensis*, of which *Redlichia* and *Antagmidae* are most common and typical of the *Redlichia (R.) guizhouensis*-*Redlichia (R.) nobilis* Acme Zone in the upper part of the Tsinghsutung Formation. The oryctocephalid trilobites *Changaspis elongate* and *Duyunaspis cf. duyunensis* formerly reported from the underlying Balang Formation are described for the first time in this paper from the upper part of the Tsinghsutung Formation.

收稿日期: 2010-03-26; 修回日期: 2010-05-12

基金项目: 国家自然科学基金(40902003, 40672018); 国家重点基础研究发展计划(2006CB806401); 贵州省科技特别基金项目(黔科机字2007-4004); 中国地层表及说明书的编制项目联合资助

作者简介: 杨兴莲, 女, 博士、副教授, 从事地层古生物研究; E-mail: yangxinglian2002@163.com

Moreover, *Ovatoryctocara* sp., a form closely similar to *Ovatoryctocara granulata* from the overlying beds (lower part of the Kaili Formation) may likely be an ancestral species of *O. granulata*. The new discovery of the oryctocephalid trilobites is therefore significant for the further work on the global boundary stratotype section and point (GSSP) for the base of Cambrian Series 3.

Key words: Tsinghsutung Formation; oryctocephalid trilobites; Cambrian; Guizhou Province

1 前言

掘头虫类 (oryctocephalids) 是寒武纪全球广泛分布的三叶虫, 在中国、美国、加拿大、澳大利亚、西伯利亚、克什米尔、越南、韩国、南美阿根廷和南极洲都有报道 (Shergold, 1969; Sundberg and McCollum, 1997; 袁金良等, 2001a, b), 大部分见于外陆棚和斜坡相对深水区中 (Fritz, 1990)。

贵州地区的掘头虫类三叶虫主要见于寒武系杷榔组和凯里组中, 其中杷榔组共计6属 (亚属) (袁金良等, 2001a), 以 *Arthrocephalus* 和 *Changaspis* 最为常见 (尹恭正, 1987); 凯里组已达13属 (亚属), 并以 *Oryctocephalus*, *Protoryctocephalus*, *Euarthrocephalus* 等三叶虫为常见分子 (袁金良等, 2002), 极大的丰富了中国掘头虫类三叶虫化石资料。随着掘头虫类种属的增多, 褶颊类三叶虫的地层意义逐步减弱 (赵元龙等, 1996; 袁金良等, 1997, Zhao et al, 2001), 掘头虫类三叶虫受到越来越多的三叶虫专家和寒武系地层学者的广泛关注及重视。目前凯里组中上部的掘头虫类三叶虫 *Oryctocephalus indicus* 及凯里组下部的 *Ovatoryctocara granulata* 已分别被选择为潜在的寒武系第3统及第5阶底界的首现分子 (FAD分子)。但位于杷榔组与凯里组之间的清虚洞组少见报道。

近期, 赵元龙等赴剑河八郎继续研究寒武系第2统及第3统界线, 在观察凯里组之下的清虚洞组时, 在该组顶部白云岩之下的灰岩和页岩中采集到了大量褶颊虫类、莱德利基虫类及筇棒头虫类三叶虫。新发现了筇棒头虫目掘头虫类三叶虫 *Ovatoryctocara*, *Duyunaspis* 和 *Changaspis* 化石, 填补了清虚洞组掘头虫类三叶虫的空白。本文对它们作了详细描述及比较, 其资料将有利于链接杷榔组与凯里组掘头虫类三叶虫的演化研究, 并可促

进全球寒武系第3统及第5阶底界层型剖面及点位 (GSSP) 的研究和确定。

2 地质背景

研究区位于剑河八郎, 区内寒武系发育, 自上而下为寒武系娄山关群, 甲劳组、凯里组、清虚洞组、杷榔组、变马冲组、九门冲组及老堡组上部 (赵元龙等, 1993) (图1)。其中八郎乌溜—曾家崖剖面凯里组中上部产凯里生物群 (赵元龙等, 1994; Zhao et al, 2005), 中下部距凯里组底52.8 m处为潜在的国际寒武系第3统及第5阶的底界 (赵元龙等, 2001; Zhao et al, 2008)。

贵州西部浅水台地相典型的清虚洞组主要由浅灰色厚层白云岩、白云质灰岩、豹皮状条带灰岩组成, 泥岩很少, 上部含有大量的莱德利基虫 *Redlichia* (*Redlichia*) *guizhouensis* 及小型褶颊虫类 *Eoptychoparia*, *Antagmus* 等 (尹恭正, 1987)。位于贵州东部陆棚深水过渡相的剑河八郎凯里组之下的清虚洞组厚约300 m, 主要由灰岩、泥岩组成, 顶部为灰黑色中薄层白云岩, 产三叶虫 *Kunmingaspis yunnanensis*, 白云岩之下的灰岩、页岩中产 *Changaspis*, *Ovatoryctocara*, *Duyunaspis*, *Redlichia*, *Eoptychoparia*, *Antagmus*, *Nangaops*, *Olenoides*, *Kootenia* 等三叶虫 (图2), 岩性及生物组合与贵州西部典型的清虚洞组有明显区别。

3 剑河八郎清虚洞组上部三叶虫组合特征及意义

清虚洞组上部三叶虫比较丰富, 计有褶颊虫目对沟虫科 *Antagmus dapingensis*, *Eoptychoparia jinshaensis*; 褶颊虫科 *Nangaops brevis*; 莱德利基虫目 *Redlichia* (*R.*) *guizhouensis*, *R.* (*R.*) *nobilis*; 筇棒头虫目叉尾虫科 *Olenoides hupeiensis*, *Kootenia* sp.; 掘头虫科 *Changaspis elongata*, *C.* cf.

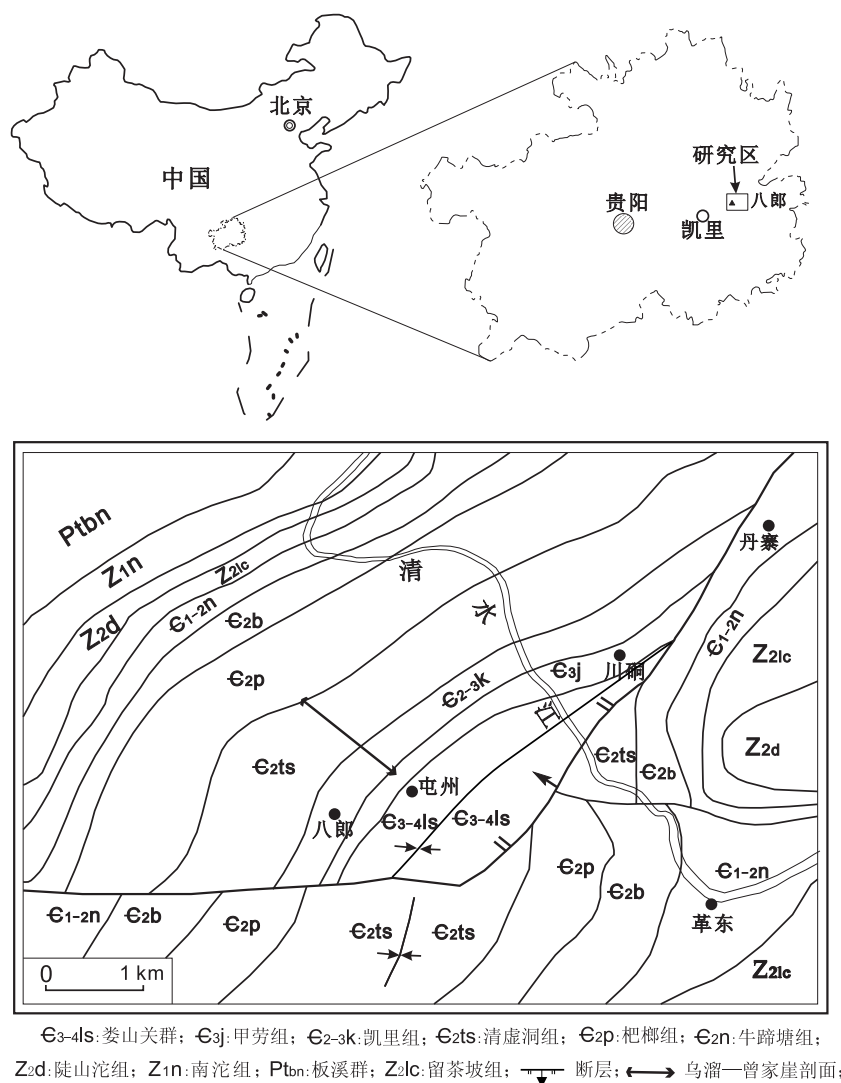


图1 贵州剑河乌溜—曾家崖剖面的地理位置及地质图 (据Zhao et al., 2001修改)

Fig. 1 Map showing the location and geology of Wuliu-Zengjiayan section, Balang district, Jianhe county, Guizhou Province (modified from Zhao et al., 2001)

elongata; 飞龙山虫科 *Duyunaspis* cf. *duyunensis* 和掘冠虫科 *Ovatoryctocara* sp., 共计9属11种, 包括7种2相似种2未定种。其中以 *Antagmus dapingensis* 和 *Eoptychoparia jinshaensis* 数量最多, 前者多产于贵州金沙、后者多见于余庆清虚洞组 (张文堂等, 1980)。 *Redlichia* (*R.*) *guizhouensis* 及 *R.* (*R.*) *nobilis* 均是贵州清虚洞组上部 *Redlichia* (*R.*) *guizhouensis* - *Redlichia* (*R.*) *nobilis* 顶峰带的带化石 (尹恭正, 1987)。 *Kootenia* 及 *Olenoides* 是全球寒武系2统及3统的常见化石, 而 *Ovatoryctocara* 是重要的掘头虫类化石, 常见于西伯利亚、华南、格陵兰寒武系第2统上部 (袁金良等, 2002; Yuan et

al, 2009)。 *Changaspis* 及 *Duyunaspis* 为西南地区寒武系黔东统杷榔组的典型分子。整个八郎清虚洞组上部三叶虫以地区性的小型褶颊类三叶虫组合为主, 夹有地区性及少量全球分布的掘头虫类三叶虫。

剑河八郎清虚洞组上部三叶虫组合属于 *Redlichia* (*R.*) *guizhouensis* - *Redlichia* (*R.*) *nobilis* 顶峰带, 与贵州中西部清虚洞组上部可以对比。剑河八郎清虚洞组上部掘头虫类三叶虫的发现, 是华南地区清虚洞组掘头虫类三叶虫的首次发现, 其中 *Ovatoryctocara* sp. 的发现尤有意义, 因为清虚洞组上部层位是目前全球该属的最低层

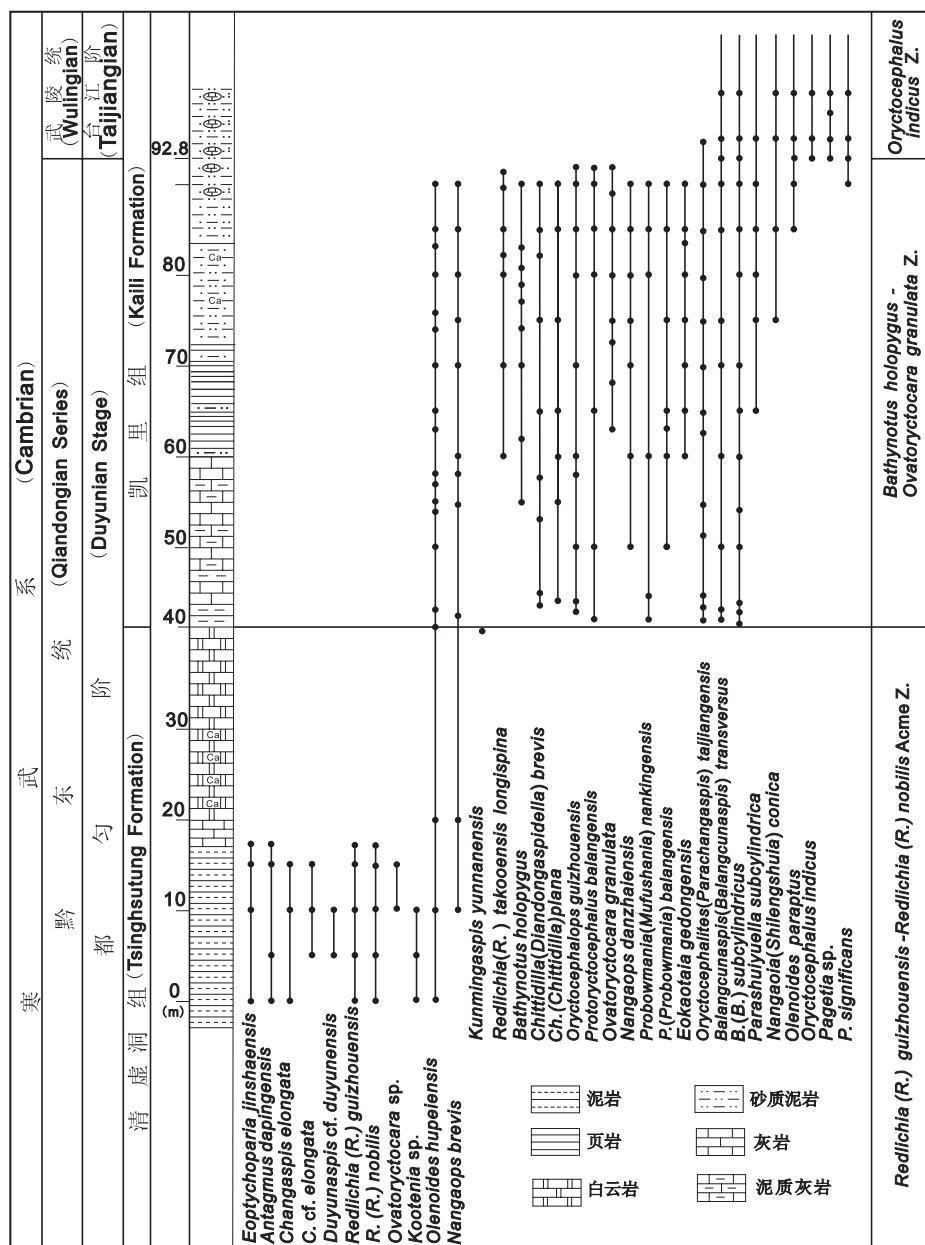


图2 贵州剑河乌溜—曾家崖剖面清虚洞组上部柱状图 (凯里组剖面的三叶虫种名据Zhao et al, 2008)

Fig. 2 The stratigraphic log of the upper part of the Tsinghsutung Formation in Wuliu-Zengjiayan section, Jianhe County, Guizhou Province (the trilobite species of Kaili Formation from Zhao et al, 2008)

位, 又因为它可能是其上层位凯里组下部所产的 *Ovatortocara granulata* 的祖先种, 因此可为 *O. granulata* 的演化研究提供重要证据, 从而对寒武系第3统底界的界线层型剖面 and 点位研究将有促进作用。

4 系统古生物

耸棒头虫目 *Corynexochida* Kobayashi, 1935

耸棒头虫亚目 *Corynexochina* Kobayashi, 1935

掘头虫超科 *Oryctocephalacea* Beecher, 1897

掘冠虫科 *Oryctocaridae* Hupé, 1955

掘冠虫亚科 *Oryctocarinae* Hupé, 1953

卵掘冠虫属 *Ovatortocara*

Tchernysheva, 1962

卵掘冠虫 (未定种) *Ovatortocara* sp.

(图版I, 图1, 4, 8)

材料 2块背壳及其背壳的印模标本 (采集号: JQB-30-1和 JQB-30a, b), 2块头盖标本 (采

集号：JQB-31和JQB-31-3）。

描述 背壳长卵形，标本JQB-30-1长4.2 mm。头鞍次柱形，中部略膨大。具4对长坑状头鞍沟：第1对浅，第2对明显，但不相连，第3及第4对相连成一条线状坑沟。固定颊在两眼叶之间窄，约为相对位置的1/3。眼叶较小，位于第2至第4对头鞍沟之间的相对位置，约为头鞍长度1/3。面线前支自眼叶前端平行向前伸展。后支自眼叶于第4对头鞍沟位置向外侧微向后伸展。后侧翼纵向窄，横向较长。后边缘沟明显，后边缘凸起。胸部4节，肋部宽于轴部，肋脊平伸。尾部半圆形。尾轴6~7节及1轴后脊。肋部宽于轴部，具6~7对肋脊。壳表面具微弱小疣点。

比较 未定种与产于西伯利亚Molodo河的*Ovatoryctocara granulata* (Shabanov et al, 2008, pl.8, figs.1, 6) 相似，均具有似柱状的头鞍，坑状的头鞍沟，横向发育的后侧翼，较小的眼叶，窄的颈环。区别是后者眼前翼和固定颊宽，后侧翼横向长，头盖布满瘤点。和产于贵州铜仁石竹镇牙溪村熬溪组第1段*Oryctocephalops*层位之下白云岩中的*Ovatoryctocara yaxiensis* (Yuan et al, 2009, Fig.4, a-e, aa', bb') 区别在于后者头鞍下部向内收缩快，头鞍沟呈三角形坑，而未定种呈长坑状，后两对相连，固定颊较窄，后侧翼纵向窄，横向较长，区别明显。

掘头虫科 *Oryctocephalidae* Beecher, 1897

掘头虫亚科 *Oryctocephalinae* Beecher, 1897

张氏虫属 *Changaspis* Lee and Chien, 1961

长形张氏虫（相似种）*Changaspis* cf.

elongata Chien, 1961

（图版I，图2，5，7）

材料 2块头盖标本（采集号：JQB-31-1和JQB-31-4）和2块背甲及印模标本（采集号：JQB-31-2，JQB-31-5）。

描述 背壳宽卵形。头部半圆形，头盖近于梯形。头鞍大，向前扩宽，于第2对头鞍沟处向前收缩，前端圆润，伸至前边缘沟。头鞍沟4对：前3对呈坑状，第4对横沟状，与背沟相连。背沟较深。两眼叶中下部位置固定颊宽度与头鞍宽度近等或略窄，上部位置变狭。眼叶大，作弯弓状，

末端几达后边缘沟。眼脊明显。面线前支略向前扩张，后支短，斜伸切于后边缘。缺失内边缘，外边缘较窄。活动颊较窄，向后收缩成一颊刺。胸部14节，中轴凸起，最大宽度位于胸节第4节，向后明显收缩。肋部平坦，明显宽于轴部。肋节平直，向侧后伸出肋刺。尾部小，仅2节，末端向后伸出一长刺。

比较 相似种与产于都匀下寒武统杷榔组中的长形张氏虫*Changaspis elongata* (钱义元, 1961, 97-98页, 图版II, 图14, 15; 叶戈洛娃等, 1963, 18页, 图版II, 图5-8) 比较相似, 差别在于后者背壳长椭圆形, 头鞍长, 最大宽度位于头鞍第一对头鞍沟处, 胸轴较窄, 向后逐渐变窄。因标本较少, 暂作*Changaspis* cf. *elongata*处理。

长形张氏虫 *Changaspis elongata* Lee in Chien, 1961 （图版I，图6，9）

1961 *Changaspis elongata* Lee, 钱义元, 97-98, 118页, 图版II, 图14, 15。

1961 *Changaspis micropyge* Chien, 钱义元, 98, 118-119页, 图版II, 图11-13; 插图1。

1963 *Changaspis elongata* Lee, 叶戈洛娃等, 18-19页, 图版II, 图5-8。

1965 *Changaspis elongata* Lee, 卢衍豪等, 111-112页, 图版17, 图13-14。

1965 *Changaspis micropyge* Chien, 卢衍豪等, 112页, 图版17, 图15。

1980 *Changaspis elongata* Chien et Lin in Zhang et al, 张文堂等, 269页, 图版89, 图11; 图版90, 图1-5。

2002 *Changaspis elongata* Lee in Chien, 袁金良等, 98页, 图版15, 图9。

2006 *Changaspis elongata* Lee in Chien, McNamara et al, p. 3-7, pl. 1, figs.1-11; Text-figs. 3-4。

材料 2块头盖标本（采集号：JQB-30-2和JQB-31-6）和1块背壳正、副模标本（采集号：JQB-33a, b）。

描述 背壳长卵形。头盖亚梯形，头鞍长而凸起，向前轻微扩大，伸至前边缘沟，最大宽度位于第1对头鞍沟处。4对头鞍沟，第1对微与背沟相连，第2及第3对呈坑状，第4对发育，呈明显凹坑状，互相连接。背沟深。颈沟深，平直。颈环近于横长方形。眼叶中部位置固定颊宽，与相应头鞍宽度相等。眼叶较大，大于头鞍1/2长度。眼脊明显。面线前支向前微向内伸展，切于外边缘。后支短，向外微向后伸展。外边缘较窄。胸

部大于9节, 凸起, 向后缓慢收缩。肋部宽于轴部, 肋节平伸, 肋刺微向外向后伸展。尾小, 2节, 尾轴延伸为刺状物。

比较 手头标本与产于贵州松桃下寒武统杷榔组中下部的 *Changaspis elongata* Lee in Chien, 1961 (袁金良等, 2002, 98页, 图版15, 图9) 很相似, 差别是剑河八郎标本肋部向前收缩较慢, 而松桃标本收缩快。

飞龙山虫科 *Feilongshanidae* Chien et Lin, in Zhang et al, 1980

都匀盾壳虫 *Duyunaspis* Chang et Chien, in Zhou et al, 1977

都匀都匀盾壳虫 (相似种) *Duyunaspis* cf. *duyunensis* Chang et Chien, in Zhou et al, 1977

(图版I, 图3, 10)

材料 2块背壳标本 (采集号: JQB-35-2和JQB-35-4) 和2块头盖标本 (采集号: JQB-35-1和JQB-35-3)。

描述 背壳宽长方形。除后侧翼外, 头盖近似长方形。头鞍大, 长柱状。头鞍沟4对, 横坑状。后1对头鞍沟呈横坑状向内后方斜伸并在中部相连。颈沟深而直, 中部向后微拱曲。背沟较深, 固定颊窄而平坦, 在眼叶中部相对位置约为头鞍宽度的1/2或略小于1/2。眼叶大而窄, 向外拱曲。眼脊短。面线前支短, 向前向外伸展。后支较长, 向外微向后伸展。前边缘沟较深, 缺失内边缘沟。外边缘窄, 向前拱曲。后侧翼横向较长, 纵向较窄。活动颊宽。胸部8节, 中轴较粗, 凸起, 向后逐步收缩。前5对肋节略窄于胸轴, 未见肋刺。尾部半圆形。轴部5节, 凸起, 向后迅速变窄。肋节宽, 肋沟深, 未见尾刺。

比较 相似种和都匀都匀盾壳虫 *Duyunaspis duyunensis* Chang et Chien, 1977 (周天梅, 1977, 131页, 图版41, 图5-6; 尹恭正, 李善姬, 1978, 444页, 图版157, 图11; 张文堂等, 1980, 273页, 图版91, 图5-6) 比较相似, 区别在于相似种背甲呈宽长方形, 头鞍沟不与背沟相连, 背沟深, 后侧翼横向较长, 纵向较宽, 胸轴较窄。因标本少暂作 *Duyunaspis* cf. *duyunensis* 处理。

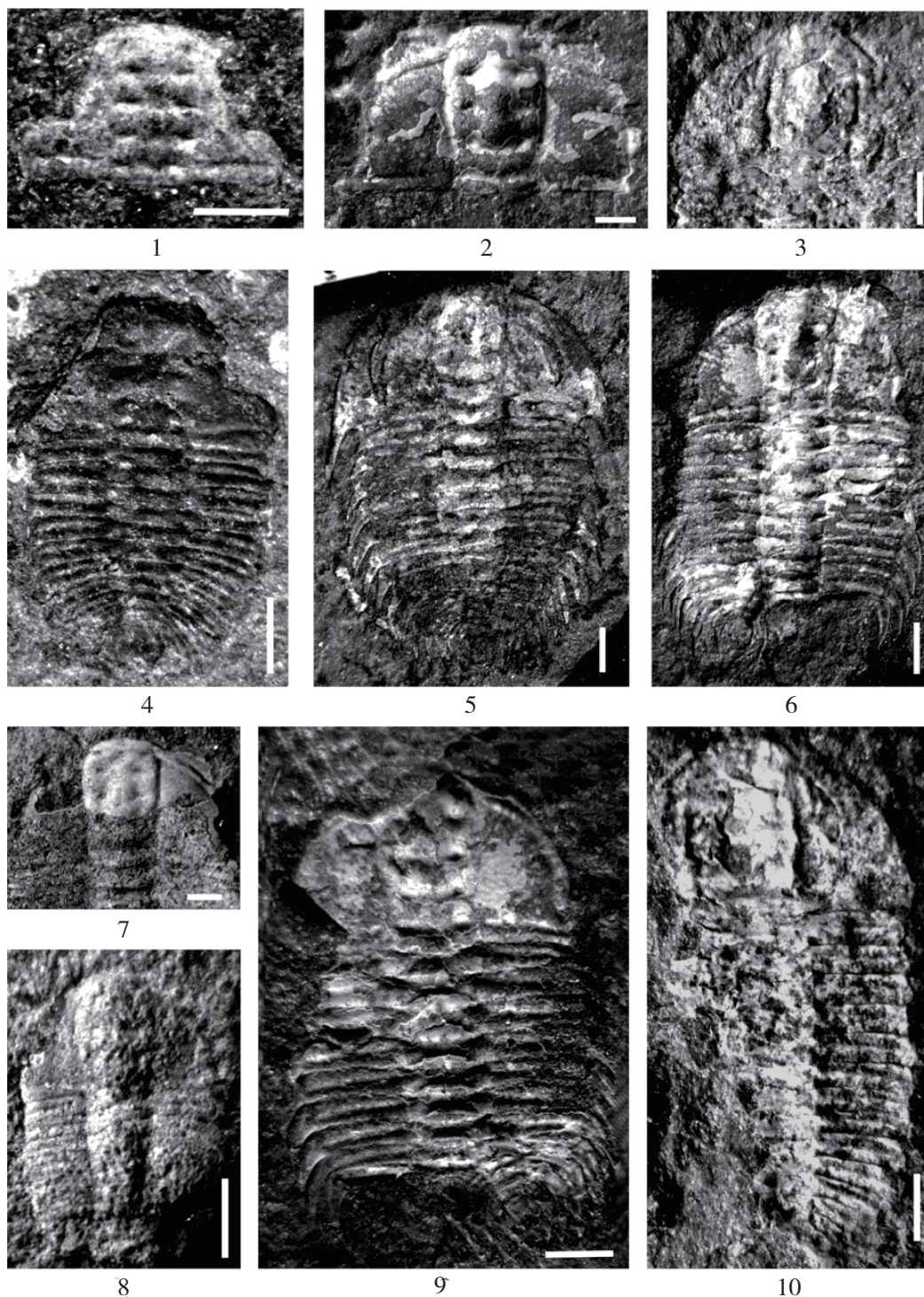
致谢: 剑河八郎村村民刘峰和刘泽富等参与了化石采集, 审稿者提出了建设性意见和建议, 在此一并致谢。

References:

- Chien Yiyuan. 1961. Cambrian trilobites from Sandu and Duyun, southern Kweichow [J]. Acta Palaeont. Sinica, 9(2): 91-136. (in Chinese with English translation)
- Egorova L I, Hsiang Liwen, Lee Shanji, et al. 1963. Cambrian trilobite fauna from Guizhou and western Hunan [M]. Bull. Acad. Geol., Ministry of Geology, Series B: Stratigraphy and Palaeontology, 3(1), Beijing: China Industrial Press: 1-116. (in Chinese)
- Fritz W H. 1990. Comments: in: defense of the escarpment near the Burgess shale fossil locality [J]. Geosci. Canada, 17: 106-110.
- Hupé P. 1953. Classe des trilobites [G]// Piveteau J. Traité de Paléontologie, Masson. Paris: 44-246.
- Hupé P. 1955. Classification des trilobites [J]. Annales de Paléontologie, 41: 91-325.
- Lu Yanhao, Zhang Wentang, Zhu Zhaoling, et al. 1965. The Trilobites of China (the upper and lower volumes) [M]. Beijing: Science Press: 1-766. (in Chinese)
- Kobayashi T. 1935. The Cambro-Ordovician formations and faunas of South Chosen. Palaeontology, Pt. III. Cambrian Faunas of South Chosen with special study on the Cambrian trilobite genera and families [J]. Journal of the Faculty of Science Imperial University of Tokyo, section II, 4: 49-344.
- McNamara K J, Yu Feng and Zhou Zhiyi. 2006. Ontogeny and heterochrony in the Early Cambrian oryctocephalid trilobites *Changaspis*, *Duyunaspis* and *Balangia* from China [J]. Palaeontology, 49(1): 1-19.
- Shabanov Y Y, Korovnikov I V, Perelav V S, et al. 2008. Excursion 1a. The traditional Lower-Middle Cambrian boundary in the Kuonamka Formation of the Molodo River section (the southeastern slope of the Olenek Uplift of the Siberian Platform) proposed as a candidate for GSSP of the lower boundary of the Middle Cambrian and its basal (Molodian) stage, defined by the FAD of *Ovatoryctocara granulate* [G] // Rozanov A Yu, Varlamov A I. The Cambrian System of the Siberian Platform. Part 2: North-East of the Siberian Platform, XIII International Field Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Group. Moscow-Novosibirsk: 8-59.
- Shergold J H. 1969. Oryctocephalidae (Trilobita: Middle Cambrian) of Australia [J]. Bulletin of the Bureau of Mineral Resource of Australia, 104: 1-66.
- Sundberg F A and McCollum L B. 1997. Oryctocephalids (Corynexochida: Trilobita) of the Lower-Middle Cambrian boundary interval from California and Nevada [J]. Journal of Palaeontology, 71(6): 1065-1090.
- Tchernysheva N Ye. 1962. Cambrian trilobites of the family oryctocephalidae [G]// Shvedov N A. Problems of Oil and Gas Occurrence in the Soviet Arctic, Palaeontology and Biostratigraphy. 3. Trudy Nauchnoissledovatel'skii Geologii Institut Arktiki (NIGIA), 127, Leningrad: 3-64. (in Russian)
- Yin Gongzheng, Li Shanji. 1978. Trilobita [G]// Palaeontological Atlas of Southwest China, Guizhou. Cambrian-Devonian. Beijing: Geological Publishing House: 1-843. (in Chinese)
- Yin Gongzheng. 1987. Cambrian [G] // Bureau of Guizhou Geology and

- Mineral Resources. Regional Geology of Guizhou Province. Beijing: Geological Publishing House. (in Chinese with English summary)
- Yuan Jinliang, Zhao Yuanlong, Wang Zongzhe, et al. 1997. A preliminary study on Lower-Middle Cambrian boundary and trilobite fauna at Balang, Taijiang, Guizhou, South China [J]. *Acta Palaeont. Sinica*, 36(4): 494–524. (in Chinese with English summary)
- Yuan Jinliang, Zhao Yuanlong and Li Yue. 2001a. Biostratigraphy of oryctocephalid trilobites [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40 (Sup.): 143–156. (in English with Chinese abstract)
- Yuan Jinliang, Zhao Yuanlong and Li Yue. 2001b. Notes on the classification and phylogeny of oryctocephalids (trilobita: arthropoda) [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40 (Sup.): 214–226. (in English with Chinese abstract)
- Yuan Jinliang, Zhao Yuanlong, Li Yue, et al. 2002. Trilobite Fauna of the Kaili Formation (Uppermost Lower Cambrian–Lower Middle Cambrian) from Southeastern Guizhou, South China [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press: 1–422. (in Chinese with English abstract)
- Yuan Jinliang, Zhao Yuanlong, Peng Jin, et al. 2009. On the Cambrian genus *Ovatoryctocara* Tchernysheva, 1962 (Trilobita; Arthropoda) [J]. *Progress in Natural Science*, 19: 213–221.
- Zhang Wentang, Lu Yanhao, Zhu Zhaoling, et al. 1980. Cambrian Trilobite Fauna of Southwestern China. New Series B [M]. Beijing: Science Press: 1–497. (in Chinese)
- Zhao Yuanlong, Yuan Jinliang, Zhang Zhenghua, et al. 1993. The preliminary study of Kaili Formation and its synchronous strata in the transitional belt, South China [J]. *Journal of Stratigraphy*, 17(3): 170–178. (in Chinese with English abstract)
- Zhao Yuanlong, Yuan Jinliang, Huang Youzhuang, et al. 1994. Middle Cambrian Kaili Fauna in Taijiang, Guizhou [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 33(3): 263–271. (in Chinese with English abstract)
- Zhao Yuanlong, Yuan Jinliang, Zhu Lijun, et al. 1996. The division of the Lower-Middle Cambrian boundary in China [J]. *Journal of Guizhou Institute of Technology*, 25 (4): 16–20. (in English with Chinese abstract)
- Zhao Yuanlong, Yu Youyi, Yuan Jinliang, et al. 2001. Cambrian stratigraphy at Huanglian, Guizhou Province, China: reference section for bases of the Nangaoan and Duyunian Stages [J]. *Palaeoworld*, 13: 172–181.
- Zhao Yuanlong, Yuan Jinliang, McCollum L B. 2001. A potential GSSP for the Lower and Middle Cambrian boundary near Balang Village, Taijiang County, Guizhou Province, China [J]. *Acta Paleontologica Sinica*, 40 (Sup.): 130–142. (in English with Chinese abstract)
- Zhao Yuanlong, Yuan Jinliang, Peng Shanchi, et al. 2008. A new section of Kaili Formation (Cambrian) and a biostratigraphic study of the boundary interval across the undefined Cambrian Series 2 and Series 3 at Jianshan, Chuandong village, Jianhe Country, China with a discussion of global correlation based on the first appearance datum of *Oryctocephalus indicus* (Reed, 1910) [J]. *Progress in Natural Science*, 18: 1549–1556.
- Zhao Yuanlong, Zhu Maoyan, Babcock L E, et al. 2005. Kaili biota: A taphonomic window on diversification of metazoans from the basal Middle Cambrian, Guizhou, China [J]. *Acta Geologica Sinica*, 79(6): 751–765.
- Zhou Tianmei, Liu Yiren, Meng Xiansong, et al. 1977. Palaeontological Atlas of Central and Southern China. Early Palaeozoic (Vol. 1) [M]. Beijing: Geological Publishing House: 1–470. (in Chinese)
- ### 参考文献：
- 卢衍豪, 张文堂, 朱兆玲, 等. 1965. 中国的三叶虫 (上、下册) [M]. 北京: 科学出版社: 1–766.
- 钱义元. 1961. 贵州三都和都匀寒武纪三叶虫[J]. *古生物学报*, 9 (2): 91–139.
- 叶戈洛娃, 项礼文, 李善姬, 等. 1963. 贵州及湖南西部寒武纪三叶虫动物群[M]. 地质部地质科学研究院专刊, 乙种, 地质学古生物学, 3 (1). 北京: 中国工业出版社: 1–116.
- 尹恭正, 李善姬. 1978. 三叶虫 [G] // 贵州地层古生物工作队. 西南地区古生物手册, 贵州分册 (一). 北京: 地质出版社: 385–594, 798–892, 图版144–192.
- 尹恭正. 1987. 寒武系[G] // 贵州地质矿产局. 中华人民共和国地质矿产部地质专报. 区域地质, 第7号, 贵州省区域地质志. 北京: 地质出版社: 49–96.
- 袁金良, 赵元龙, 王宗哲, 等. 1997. 贵州台江八郎下、中寒武统界线及三叶虫动物群[J]. *古生物学报*, 36 (4): 494–524.
- 袁金良, 赵元龙, 李越. 2001a. 掘头虫类三叶虫生物地层[J]. *古生物学报*, 40 (增刊): 143–156.
- 袁金良, 赵元龙, 李越. 2001b. 掘头虫类三叶虫的分类和系统演化[J]. *古生物学报*, 40 (增刊): 214–226.
- 袁金良, 赵元龙, 李越, 等. 2002. 黔东南早、中寒武世凯里组三叶虫动物群[M]. 上海: 上海科学技术出版社: 1–422.
- 张文堂, 卢衍豪, 朱兆玲, 等. 1980. 西南地区寒武纪三叶虫动物群[M]. 中国古生物志, 新乙种, 第16号. 北京: 科学出版社, a:1–497, 图版1–497, 插图1–105.
- 赵元龙, 袁金良, 张正华, 等. 1993. 华南过渡区凯里组及其同期地层的初步研究[J]. *地层学杂志*, 17 (3): 171–178.
- 赵元龙, 袁金良, 黄友庄, 等. 1994. 贵州台江中寒武世凯里动物群[J]. *古生物学报*, 33 (3): 263–271.
- 赵元龙, 袁金良, 朱立军, 等. 1996. 中国中、下寒武统界线的划分[J]. *贵州工学院学报*, 25 (4): 16–20.
- 赵元龙, 袁金良, McCollum L B, 等. 2001. 贵州台江八郎剖面——一个潜在的全球下、中寒武统界线层型剖面 and 标准点[J]. *古生物学报*, 40 (增刊): 130–142.
- 周天梅, 刘义仁, 孟宪松, 等. 1977. 三叶虫纲[G] // 湖北省地质科学研究所等. 中南地区古生物图册 (一) 早古生代部分. 北京: 地质出版社: 104–266, 图版37–80.

图版 (Plate)



图版说明 (Explanation of plate): 所有标本产自剑河八郎寒武系黔东统清虚洞组上部, 保存在贵州大学古生物研究所, 比例尺为1mm, JBQ为采集号。(All specimens are collected from the upper part of Tsinghsutung Formation of the Cambrian Qianlongian Series, Duyunian Stage in Jianhe County, Guizhou Province, and housed in the Paleontology Institute of Guizhou University, scale bars are 1mm, JBQ for the collection No.)

图1, 4, 8 卵掘冠虫 (未定种) *Ovatoryctocara* sp. 1. 头盖 (cranidium), 采集号 (collection No.): JBQ-31; 4. 背甲印模 (dorsal exoskeleton mold), 采集号 (collection No.): JBQ-30b; 8. 背甲 (dorsal exoskeleton), 采集号 (collection No.): JBQ-30-1; 图2, 5, 7 长形张氏虫 (相似种) *Changaspis* cf. *elongata* Lee in Chien, 1961 2. 头盖 (cranidium), 采集号 (collection No.): JBQ-31-1; 5. 背甲印模 (dorsal exoskeleton mold), 采集号 (collection No.): JBQ-31-2; 7. 头盖 (cranidium), 采集号 (collection No.): JBQ-31-4; 图6, 9 长形张氏虫 *Changaspis elongata* Lee in Chien, 1961 6. 背甲 (dorsal exoskeleton), 采集号 (collection No.): JBQ-33a; 9. 背甲的印模 (dorsal exoskeleton mold), 采集号 (collection No.): JBQ-33b; 图3, 10 都匀盾壳虫 (相似种) *Duyunaspis* cf. *duyunensis* Chang et Chien in Zhou et al., 1977. 3. 头盖 (cranidium), 采集号 (collection No.): JBQ-35-1; 10. 不完整背甲 (incomplete dorsal exoskeleton), 采集号 (collection No.): JBQ-35-2