

· 基础地质 ·

# 滇东北永善县奥陶纪牙形石的鉴定及其对地层时代的约束

刘建清<sup>1</sup>, 何利<sup>1</sup>, 吴浪<sup>2</sup>, 何佳伟<sup>1</sup>, 何平<sup>1</sup>  
LIU Jianqing<sup>1</sup>, HE Li<sup>1</sup>, WU Lang<sup>2</sup>, HE Jiawei<sup>1</sup>, HE Ping<sup>1</sup>

1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081;  
2. 四川省地质矿产勘查开发局二〇七地质队, 四川 乐山 614000  
1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China;  
2. 207 Geological Party of Sichuan Mineral and Resources Bureau, Leshan 614000, Sichuan, China

**摘要:**首次在滇东北永善县奥陶纪地层中获取牙形石, 填补了这一地区奥陶纪地层牙形石资料的空白。该区牙形石鉴定及笔石等资料表明, 永善县奥陶纪地层缺失桐梓组、红花园组。湄潭组属下奥陶统, 十字铺组属中—下奥陶统, 宝塔组属中—上奥陶统。牙形石特征与扬子地区奥陶纪地层相似, 但也有自身的特点, 主要表现在宝塔组缺失带化石, 是样品采集不足还是沉积环境的差异, 有待进一步的研究。

**关键词:**滇东北; 奥陶纪; 牙形石

**中图分类号:** P534.42; Q915.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2021)09-1410-09

**Liu J Q, He L, Wu L, He J W, He P. Identification of Ordovician conodont in Yongshan County of northeastern Yunnan Province and its significance of stratigraphic age constraint. *Geological Bulletin of China*, 2021, 40(9): 1410-1418**

**Abstract:** The conodonts obtained from the Ordovician strata for the first time in Yongshan County of northeastern Yunnan province fills in the blank of conodont data in this area. These data show that the Ordovician strata are lack of Tongzi Formation and Honghuayuan Formation. The Meitan Formation belongs to the Lower Ordovician, the Shizipu Formation belongs to the Middle-Lower Ordovician, and the Pagota Formation belongs to the Middle-Upper Ordovician. The conodonts are similar to the Ordovician strata in the Yangtze area, but they also have their own characteristics, which are mainly reflected in the missing zone fossils in the Pagota Formation. The lack of zone fossils in the Pagota Formation is due to insufficient sample collection or differences in sedimentary environment, which needs further study.

**Key words:** northeastern Yunnan; Ordovician; conodont

永善县位于滇东北地区, 根据《云南省岩石地层》<sup>[1]</sup>, 该区属扬子地层区中上扬子地层分区昭通地层小区。1:20万区域地质调查该区属雷波幅, 奥陶系自下而上发育红石崖组、下巧家组、上巧家组、临湘组、五峰组。《云南省岩石地层》将该区奥陶系划分为湄潭组、十字铺组、宝塔组, 将宝塔组以上黑色岩系统称为龙马溪组<sup>[1]</sup>, 因此, 该处龙马溪组实际上包含五峰组及观音桥层, 跨奥陶系—志留系界

线; 该区以东的云南盐津一带, 发育桐梓组、红花园组。而根据“云南省岩石地层清理”<sup>[1]</sup>资料, 该区缺失桐梓组、红花园组。分析认为, 向西这一逐渐变化的特征, 可能受康滇古陆影响。2016年以来, 鉴于该区寒武系麦地坪组磷矿资源, 中国地质调查局投入了4个标准图幅1:5万区域地质调查及页岩气专项调查。在岩石地层清理基础上, 本次采用湄潭组、十字铺组、宝塔组、五峰组岩石地层系统, 将

收稿日期: 2019-05-28; 修订日期: 2019-11-30

资助项目: 中国地质调查局项目《云南乌蒙山区1:5万雷波(H48E023007)、桧溪(H48E023008)、马楠(H48E024007)、高桥(H48E024008)4幅区域地质》(编号: DD20160019-19)、《滇东北地区页岩气地质调查》(编号: DD20190080)

作者简介: 刘建清(1969-), 男, 硕士, 教授级高工, 岩石学专业。E-mail: liujq1@tom.com

宝塔组龟裂纹灰岩之上的黑色岩系及硅质岩划入五峰组,将含赫南特贝观音桥层亦划入五峰组,以上则属下志留统龙马溪组。基于上述方案,实测了云南省永善县苏田奥陶系剖面,逐层采集了灰岩、生屑灰岩牙形石样品。本文旨在报道该剖面牙形石鉴定结果,以弥补该区奥陶系牙形石资料的空白,并为奥陶纪牙形石的对比研究提供基础资料<sup>[1-7]</sup>。

### 1 区域地质背景

根据云南省地质志的划分<sup>[8-9]</sup>,研究区所在一级构造单位为扬子准地台,二级构造单元为滇东台褶皱。经过晋宁运动之后的加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅各构造期,该区沉积了震旦系、古生界、中生界、新生界的巨厚盖层。区内出露的震旦系—白垩系均为整合或平行不整合接触(图 1),仅下白垩统与第四系之间为角度不整合接触,

表明该区沉积盖层于晚燕山期褶皱定型。其中,上古生界与下古生界之间的广西运动造成的平行不整合是区内最大的沉积间断。研究区西部为康滇古陆,在康滇古陆缺失寒武系—奥陶系沉积,向东逐渐沉积寒武系—志留系。本次研究表明,研究区寒武系与奥陶系之间缺失下奥陶统桐梓组—红花园组。

### 2 剖面描述及化石产出层位

为确定滇东北永善县奥陶纪岩石地层特征及地层时代,笔者实测了云南省永善县团结乡苏田村奥陶系剖面(图 2)。该区所在的一级构造单位为扬子准地台,二级构造单元为滇东台褶皱<sup>[8-9]</sup>,三级构造单元为滇东北台褶皱,起点坐标:北纬 28°15'09"、东经 103°51'21",终点坐标:北纬 28°15'18"、东经 103°51'23"。剖面见顶、底,露头较好。地层特征如下。

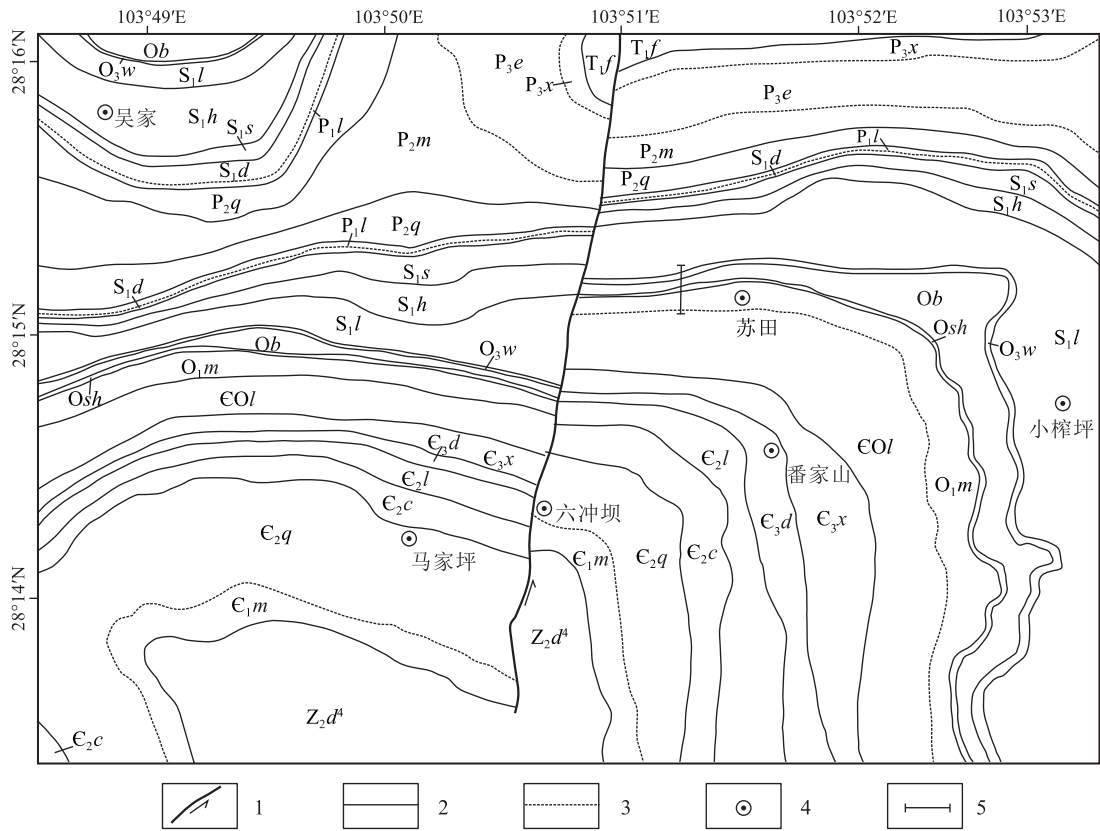


图 1 研究区地质图

Fig. 1 Geological sketch map of study area

1—平移断层;2—整合接触;3—平行不整合接触;4—地名;5—剖面位置;Z<sub>2</sub>d<sup>4</sup>—灯影组四段;E<sub>1</sub>m—麦地坪组;E<sub>2</sub>q—筲竹寺组;E<sub>2</sub>c—沧浪铺组;E<sub>2</sub>l—龙王庙组;E<sub>3</sub>d—陡坡寺组;E<sub>3</sub>x—西王庙组;EO<sub>1</sub>—娄山关组;O<sub>1</sub>m—湄潭组;Osh—十字铺组;Ob—宝塔组;O<sub>3</sub>w—五峰组;S<sub>1</sub>l—龙马溪组;S<sub>1</sub>h—黄葛溪组;S<sub>1</sub>s—嘶风崖组;S<sub>1</sub>d—大路寨组;P<sub>1</sub>l—梁山组;P<sub>2</sub>q—栖霞组;P<sub>2</sub>m—茅口组;P<sub>3</sub>e—峨眉山玄武岩;P<sub>3</sub>x—宣威组;T<sub>1</sub>f—飞仙关组

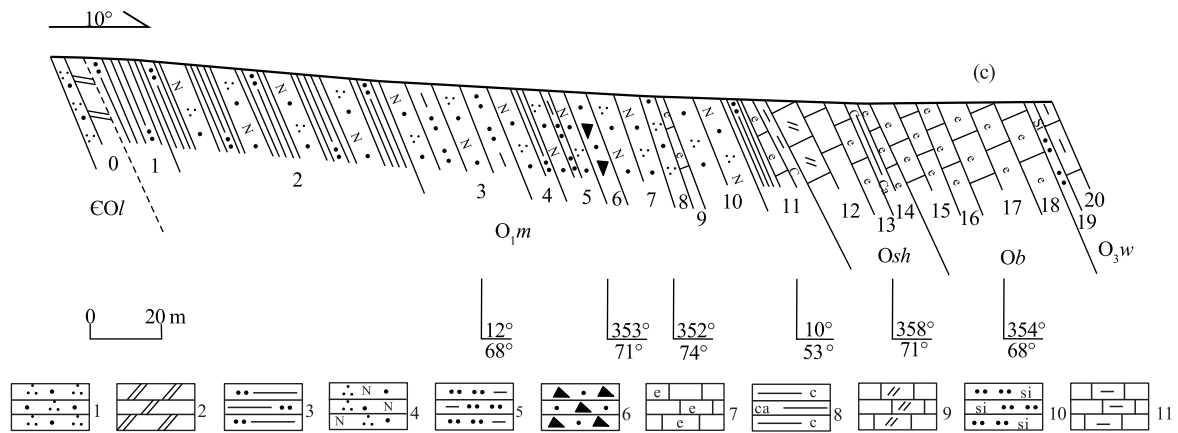


图2 云南省永善县团结乡苏田村奥陶系剖面略图

Fig. 2 The sketch map of the Ordovician section in Sutian Village, Tuanjie Township, Yongshan County, Yunnan Province

1—石英砂岩;2—白云岩;3—粉砂质页岩;4—长石石英砂岩;5—泥质粉砂岩;6—岩屑砂岩;7—生物碎屑灰岩;8—钙质、炭质页岩;  
9—泥晶灰岩;10—硅质粉砂岩;11—泥灰岩;COl—娄山关组;O<sub>1m</sub>—湄潭组;Osh—十字铺组;Ob—宝塔组;O<sub>3w</sub>—五峰组

- |   |         |  |         |
|---|---------|--|---------|
| 五峰组   | >7.20 m | 红灰色,单层厚 30~160 cm,层面略凹凸不平,略显龟裂纹构造,局部显条带状构造。产牙形石 <i>Ansella jemtlandica</i> S 分子, <i>Drepanoistodus basiovalis</i> M 分子, <i>Juanognathus variabilis</i> Sb 分子   | 12.20 m |
| ————— 整合 —————  |         |  |         |
| 20. 露头较差,底部约 15 cm 浅灰色中层泥质灰岩,上部灰黑色薄层硅质岩夹厚约 20 cm 泥质灰岩,顶部为灰黑色中厚层泥灰岩,该层泥质灰岩可能相当于观音桥层  | 4.50 m  |  |         |
| 19. 黑色薄层泥硅质粉砂岩,风化面为灰白色,新鲜面为灰黑色。单层厚 2~5 cm,层面平直,断口致密,小刀刻不动   | 2.70 m  |  |         |
| ————— 整合 —————  |         |  |         |
| 宝塔组   | 40.5 m  |  |         |
| 18. 灰黑色中层状含生屑微晶灰岩,风化面为灰白色,新鲜面为灰黑色,单层厚 10~50 cm,层面略凹凸不平,龟裂纹构造,断面风化后局部显条带状构造,向上条带状构造减弱直到无。由下至上产牙形石 PM04-18Hs1: <i>Panderodus gracilis</i> S 分子, <i>Ansella jemtlandica</i> S 分子, <i>Paltodus cf. mysticus</i> Sc 分子; PM04-18Hs2: <i>Protopanderodus varicostatus</i> Sb 分子, <i>Cornuodus longibasis</i> Pa 分子 | 7.30 m  |  |         |
| 17. 灰黑色中厚层状含生屑微晶灰岩,风化面为灰白色,新鲜面为灰黑色,单层厚 30~150 cm,层面略凹凸不平,风化后局部显条带状构造。由下至上产牙形石 PM04-17Hs1: <i>Baltoplacognathus</i> sp. 破碎分子; PM04-17Hs2: <i>Paroistodus originalis</i> M 分子, <i>Cornuodus longibasis</i> Pa 分子, <i>Acodus? mirabilis</i> S 分子   | 15.90 m |  |         |
| 16. 灰色中-厚层状含生屑泥晶灰岩,向上逐渐过渡为含生屑泥质灰岩,风化面为灰白色,新鲜面为灰色,单层厚 30~110 cm,层面略凹凸不平,略显龟裂纹构造,风化后局部显条带状构造。产牙形石 <i>Baltoplacognathus robustus</i> Pa、Pb 分子, <i>Tangshanodus tangshanensis</i> Sa 分子, <i>Cornuodus longibasis</i> Pa 分子  | 5.10 m  |  |         |
| 15. 浅肉红色中厚层生屑灰岩,风化面为灰白色,新鲜面为浅   |         |  |         |
|   |         | 灰红色,单层厚 30~160 cm,层面略凹凸不平,略显龟裂纹构造,局部显条带状构造。产牙形石 <i>Ansella jemtlandica</i> S 分子, <i>Drepanoistodus basiovalis</i> M 分子, <i>Juanognathus variabilis</i> Sb 分子   | 12.20 m |
| ————— 整合 —————  |         |  |         |
|   |         | 十字铺组   | 26.4 m  |
|   |         | 14. 灰色中层状生屑灰岩与灰黑色含钙质炭质页岩互层,偶夹灰色薄层粉砂屑灰岩。产 <i>Didymograptus</i> sp. (对笔石), <i>D. aff. bifidus</i> Hall (两分对笔石), <i>Orthis</i> sp. (正形贝)。未鉴定出牙形石  | 8.10 m  |
|   |         | 13. 浅灰色中厚层生屑灰岩夹 2 层厚约 5 cm、10 cm 灰黑色钙质泥岩。破碎的 3 个牙形石,难以鉴定种属   | 5.50 m  |
|   |         | 12. 灰色中厚层含粒屑云质灰岩,向上逐渐过渡为灰色中层泥晶灰岩。未鉴定出牙形石   | 12.80 m |
| ————— 整合 —————  |         |  |         |
|   |         | 湄潭组  | 176.8 m |
|   |         | 11. 灰绿色含粉砂质页岩夹生屑灰岩,顶部黑色薄层炭质泥岩。产 <i>Orthis</i> sp. (正形贝)  | 13.30 m |
|   |         | 10. 灰白色中层细粒石英砂岩,向上逐渐过渡为浅灰绿色中层状细粒长石石英砂岩   | 16.60 m |
|   |         | 9. 灰色中-厚层状含生屑灰岩与灰白色中层细粒岩屑石英砂岩夹灰黑色含炭质粉砂质泥岩,灰岩:砂岩约为 2:1,含炭质粉砂质泥岩 3 层夹于灰岩与砂岩之中。产牙形石 <i>Acodus hamulus</i> M 分子, <i>Triangulodus zhiyui</i> Sc 分子, <i>Baltioniodus gladius</i> Sc 分子, <i>Baltioniodus gladius</i> Sa 分子, <i>Baltioniodus gladius</i> Sb 分子 | 2.80 m  |
|   |         | 8. 浅灰色薄-中层细粒石英砂岩与灰黑色含粉砂质炭质泥岩互层   | 4.20 m  |
|   |         | 7. 浅褐灰色中厚层状细粒长石石英砂岩,风化面为灰黄白  |         |

- 色,新鲜面为褐灰白色,单层厚 20~150 cm,层面平直  
12.20 m
- 6.灰色中层细粒岩屑砂岩与灰绿色薄层含粉砂质页岩互层,  
二者比例约为 2:1 4.60 m
- 5.浅灰绿色薄-中层细粒长石石英砂岩,夹灰绿色薄层泥质  
粉砂岩,二者比例约 5:1 9.40 m
- 4.浅灰色薄-中层细粒长石石英砂岩与浅灰绿色薄层粉砂质  
页岩互层,夹 3 层厚约 90 cm 的含生屑灰岩、70 cm 及 60  
cm 的含灰白云岩。未鉴定出牙形石 8.60 m
- 3.浅灰色薄层细粒长石石英砂岩与薄层泥质粉砂岩互层  
28.40 m
- 2.灰绿色粉砂质页岩及黄灰色中层长石石英砂岩 63.30 m
- 1.灰绿色粉砂质页岩,产 *Taihungshania brevica* Sun(短尾大洪  
山虫),*T. brevica* Var. *tachongssuensis* Shong(短尾大洪山虫大  
乘寺变种),*T. cf. brevica* Sun(短尾大洪山虫比较种),  
*didymograptus* sp.(对笔石),*D. deflexus* Elles et Wood(下曲对  
笔石),*Orthis?* sp.(正形贝?) 13.40 m
- 平行不整合—————
- 姜山关组 >8.40 m
- 0.灰色中-厚层状微晶白云岩夹 1 层厚约 20 cm 的石英砂岩  
8.40 m

湄潭组见于剖面 1~11 层,厚 176.8 m,下部为浅灰色-灰绿色薄层状粉砂质页岩、泥质粉砂岩夹浅灰色-灰黄色薄-中层状细粒长石石英砂岩,上部为浅灰色-浅褐灰色-浅灰绿色-灰白色薄-中厚层状细粒石英砂岩、细粒岩屑砂岩、细粒长石石英砂岩,偶夹灰色中-厚层状(含)生屑灰岩、灰黑色含粉砂质炭质泥岩、灰绿色含粉砂质页岩,顶为黑色薄层炭质泥岩,主体以一套中-高成熟度长石石英砂岩为特征,系受康滇古陆的影响。显微镜下石英含量一般大于 75%,长石 5%~15%。露头可见平行层理,偶见炭屑,泥质粉砂岩中发育平行层面的虫迹。根据 1:20 万区域地质调查资料产三叶虫:*Taihungshania brevica* Sun(短尾大洪山虫),*T. brevica* Var. *tachongssuensis* Shong(短尾大洪山虫大乘寺变种),*T. cf. brevica* Sun(短尾大洪山虫比较种);笔石:*didymograptus* sp.(对笔石),*D. deflexus* Elles et Wood(下曲对笔石);腕足:*Orthis?* sp.(正形贝?)。本次鉴定出牙形石 *Acodus hamulus* M 分子,*Triangulodus zhiyui* Sc 分子,*Baltoniodus gladius* Sc 分子,*Baltoniodus gladius* Sa 分子,*Baltoniodus gladius* Sb 分子(图版 I-a~d、图 3)。

十字铺组见于剖面 12~14 层,厚 26.4 m,为浅灰色-灰色中厚层状泥晶灰岩、含粒屑云质灰岩、生屑灰岩夹灰黑色含钙质炭质页岩、钙质泥岩、粉砂

屑灰岩等,总体以一套生物灰岩夹少量深色泥页岩为特征。根据 1:20 万区域地质调查资料产笔石:*Didymograptus* sp.(对笔石),*D. aff. bifidus* Hall(两分对笔石);腕足:*Orthis* sp.(正形贝)。本次未鉴定出牙形石。

宝塔组见于剖面 15~18 层,厚 40.5 m,为浅红色-灰色-灰黑色中-厚层状(含)生屑灰岩、含生屑泥质灰岩、含生屑微晶灰岩,单层厚度 10~160 cm 不等,层理面略凹凸不平,普遍具龟裂纹构造,局部发育条带状构造,以其浅肉红色、龟裂纹构造和中厚层状为特征。本次鉴定出牙形石:*Ansella jemtlandica* S 分子,*Drepanoistodus basiovalis* M 分子,*Juanognathus variabilis* Sb 分子,*Baltoplacognathus robustus* Pa、Pb 分子,*Tangshanodus tangshanensis* Sa 分子,*Cornuodus longibasis* Pa 分子,*Baltoplacognathus* sp. 破碎分子,*Paroistodus originalis* M 分子,*Acodus?* *mirabilis* S 分子,*Panderodus gracilis* S 分子,*Paltodus cf. mysticus* Sc 分子,*Protopanderodus varicostatus* Sb 分子(图版 I-e~1、图 3、图 4)。

### 3 关于牙形石的区域对比

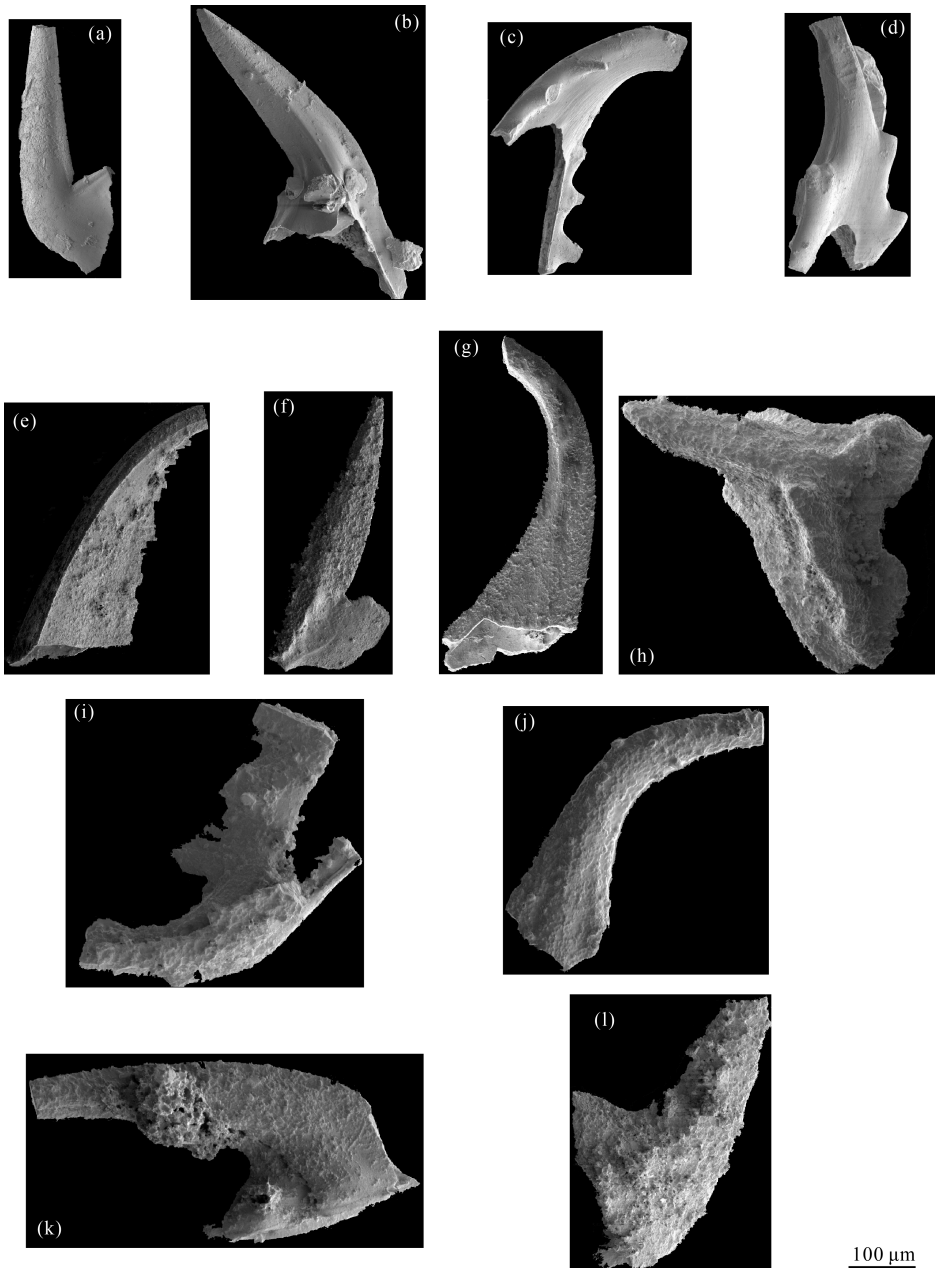
本次在湄潭组及宝塔组获取了较多的牙形石,在十字铺组中未鉴定出牙形石。湄潭组中产牙形石 *Acodus hamulus* M 分子,*Triangulodus zhiyui* Sc 分子,*Baltoniodus gladius* Sc 分子,*Baltoniodus gladius* Sa 分子,*Baltoniodus gladius* Sb 分子。根据李志宏等<sup>[10]</sup>的研究,在中扬子湖北宜昌黄花场剖面可识别出 *Baltoniodus crassulus*-*B. gladius*-*B. triangularis* 演化谱系,并建议以 *B. triangularis* 作为中奥陶统的底界,宜昌黄花场剖面为中/下奥陶统界线的层型剖面。该区湄潭组以 *B. gladius* 为主,未出现 *B. triangularis*,因此,该区湄潭组时代为早奥陶世。此外,该区尚含 *Acodus hamulus* M 和 *Triangulodus zhiyui* Sc 两个上扬子、中扬子、下扬子均未出现的特有分子,可能与该区独特的古生态系统有关。根据王钢等<sup>[11]</sup>对上扬子贵州地区牙形石的研究,从下奥陶统桐梓组、红花园组到湄潭组中-下部依次发育 6 个牙形石带:*Acanthodus lineatus* Range Zone,*Scolopodus?* *pseudoplanus*-*Glyptoconus quadruplicatus* Assemblage Zone,*Tripodus proteus*-*Paltodus* Ass. Z.,*Serratognathus diversus* Ass. Z.,*Baltoniodus communis* R. Z.,*Oepikodus avae* Range Z.。该区湄潭组牙形石不含上述 6 个带的带化石及其中



分子。*Oepikodus avae* Range Zone 在黔北、黔东北地区,位于湄潭组马路口页岩段下部或大湾组下部,产于笔石带 *didymograptus eobifidus* 带至 *didymograptus deflexus* 带的层位<sup>[11]</sup>。根据苏田剖面1:20万资料,该剖面湄潭组底部粉砂质泥岩含 *didymograptus* sp. (对笔石), *D. deflexus* Elles et Wood (下曲对笔石) (见剖面列述)。因此认为,该区缺失桐梓组及红花

园组。事实上,从岩石地层对比及野外露头研究可知,该区缺失桐梓组、红花园组沉积,湄潭组的沉积受康滇古陆影响,为一套边缘相高成熟度长石石英砂岩,偶夹生屑灰岩。从湄潭组牙形石特征判断,应属早奥陶世沉积。根据上扬子、中扬子、下扬子相关地层的对比<sup>[11-13]</sup>,该区湄潭组所产 *Acodus hamulus* M、*Triangulodus zhiyii* Sc 分子可能为该区特有的分子。

图版 I Plate I



a. *Acodus hamulus* M 分子; b. *Triangulodus zhiyii* Sc 分子; c. *Baltoniodus gladius* Sc 分子; d. *Baltoniodus gladius* Sa 分子;  
e. *Ansella jemtlandica* S 分子; f. *Drepanoistodus basiovalis* M 分子; g. *Juanognathus variabilis* Sb 分子; h. *Baltoplacognathus robustus* Pa 分子;  
i. *Tangshanodus tangshanensis* Sa 分子; j. *Cornuodus longibasis* Pa 分子; k. *Paroistodus originalis* M 分子; l. *Panderodus gracilis* S 分子

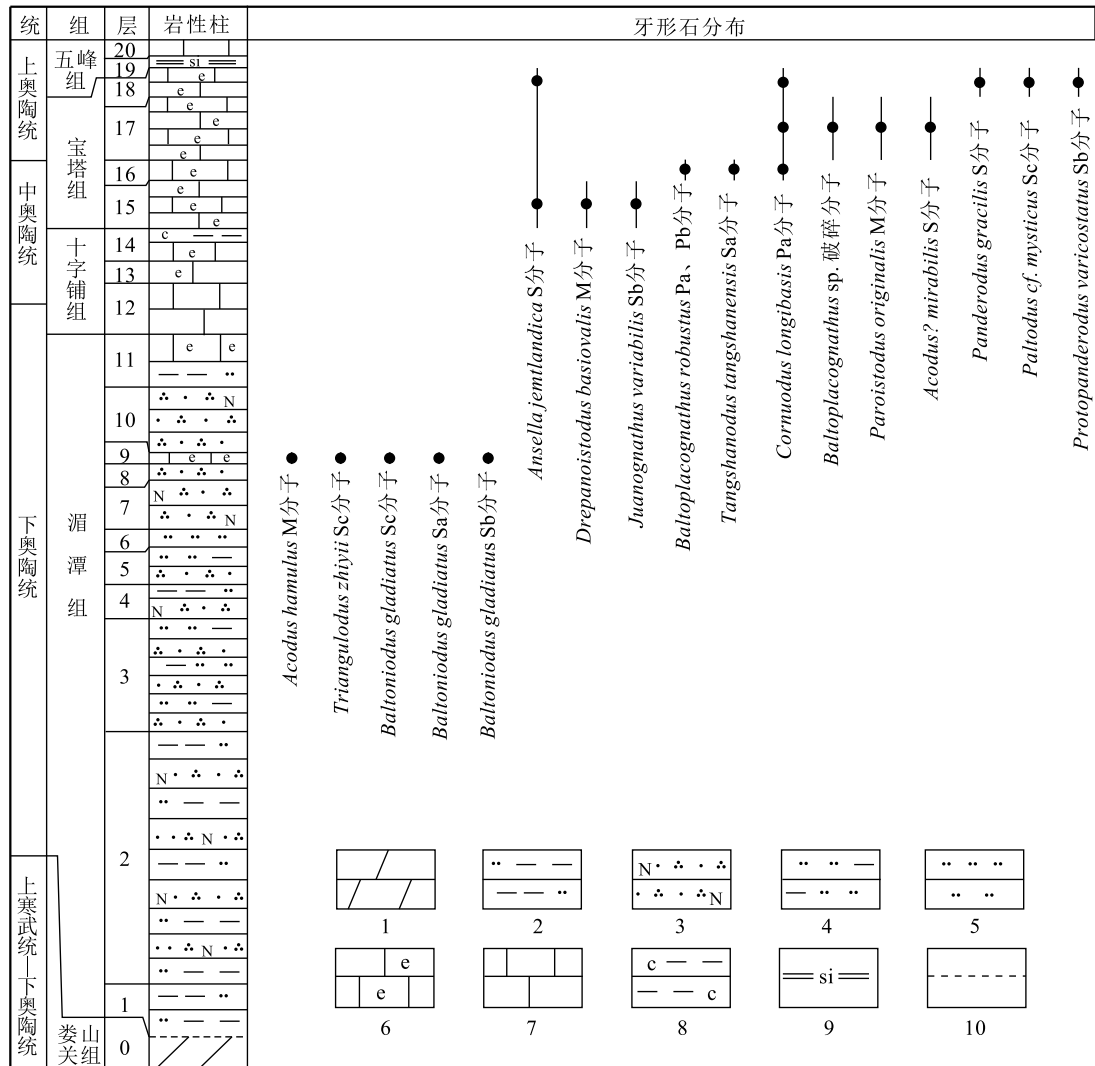


图 3 苏田剖面牙形石分布

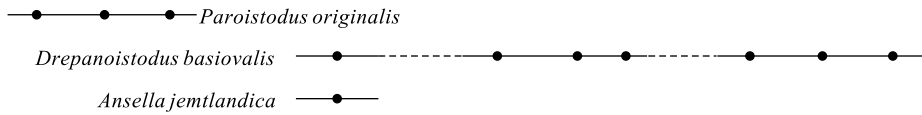
Fig. 3 Distribution of conodonts in Sutian section

1—白云岩; 2—粉砂质泥岩; 3—长石英砂岩; 4—泥质粉砂岩; 5—粉砂岩; 6—生屑灰岩; 7—泥晶灰岩;  
8—炭质页岩; 9—硅质岩; 10—平行不整合接触

该区宝塔组鉴定出较多的牙形石。其中 *Ansellajemtlandica* 是下扬子中奥陶统达瑞威尔阶 *Lenodus antivariabilis* 带的常见分子<sup>[5]</sup> (图 4); 在贵州习水该分子见于十字铺组顶部 *Pygodus serra* 间隔带及上覆宝塔组 *Hamarodus brevimeus* 间隔带<sup>[6]</sup> (图 4)。*Paroistodus originalis* 本次在宝塔组鉴定出, 该分子在下扬子地区见于中奥陶统大坪阶 *Paroistodus originalis* 带、*Baltoniodus navis* 带、*Baltoniodus triangularis* 带, 在 *Paroistodus originalis* 带大量富集<sup>[12]</sup> (图 4)。该区宝塔组中 *Drepanoistodus basiovalis* 是下扬子中奥陶统达瑞威尔阶 *Lenodus antivariabilis* 带、*Eoplacognathus suecicus* 带、*Pygodus serra* 带, 上奥陶统桑比阶 *Pygodus anserinus*

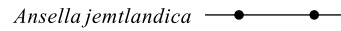
带, 上奥陶统桑比阶—凯迪阶 *Baltoniodus variabilis* 带, 上奥陶统凯迪阶 *Baltoniodus alobatus* 带、*Hamarodus europaeus* 带所见分子 (图 4)。*Juanognathus variabilis* 也是本次宝塔组鉴定出的牙形石分子, 根据王钢等<sup>[11]</sup> 的研究, 该分子连续见于红花园组中部 *Serratognathus diversus* Assemblage Zone、红花园组顶部—湄潭组底部 *Baltoniodus communis* Range Zone、湄潭组底部 *Oepikodus evae* Range Zone (图 4), 本次见于宝塔组, 因此, 它是时代延伸较长的分子。本次发现 *Cornuodus longibasis* 分子也见于宝塔组, 在贵州, 该分子见于上述 *Serratognathus diversus* Assemblage Zone, *Oepikodus evae* Range Zone, 以及湄潭组 *Baltoniodus*

(a) 下扬子



牙形石带	Protopanderodus insculptus	Hamarodus europaeus	Baltoniodus albobatus	Baltoniodus variabilis	Yangtzeplacognathus jiangyensis	P. anserinus	Pygodusserra	Eoplacognathus suecicus	L. variabilis	Lenodus antivarabilis	Baltoniodus aff. navis	Paroistodus originalis	B. navis	Baltoniodus triangularis	
年代地层	凯迪阶			桑比阶			达瑞威尔阶			大坪阶			中奥陶统		
岩石层	临湘组			十字铺组			湄潭组			红花园组			桐梓组		

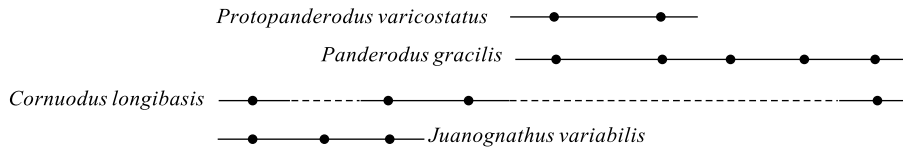
(b) 贵州习水



牙形石带	Protopanderodus insculptus	Hamarodus brevitremus	pygodusserra	Lenodus antivarabilis-L. variabilis	Baltoniodus aff. navis	Paroistodus originalis-Baltoniodus navis	Baltoniodus triangularis	Oepikodus avae	Oepikodus communis	Serratognathus diversus	Triangulodus bifidus	Tripodus proteus	Glyptocoenus quadruplicatus	Cordylodus angularis
年代地层	①	艾家山阶	达瑞威尔阶			大坪阶			弗洛阶			特马豆克阶		
岩石层	临湘组	宝塔组	十字铺组			湄潭组			红花园组			桐梓组		
年代地层	①	艾家山阶	达瑞威尔阶			大坪阶			弗洛阶			特马豆克阶		
岩石层	临湘组	宝塔组	十字铺组			湄潭组			红花园组			桐梓组		

①钱塘江阶-赫南特阶

(c) 贵州



牙形石带	?	Hamarodus europaeus Range Z.	prioniodus lingulatus Range Z.	Eoplacognathus jiangyensis Range Z.	Prioniodus variabilis Range Z.	?	Amorphognathus variabilis-Eoplacognathus foliaceus Ass. Z.	Baltoniodus triangularis-Oistodus mesoeus Ass. Z.	Oepikodus avae Range Z.	Baltoniodus communis R. Z.	Serratognathus diversus Ass. Z.	Tripodus proteus-Pallodus Ass. Z.	Scolopodus? pseudoplumus-Glyptocoenus quadruplicatus Ass. Z.	Acanthodus linearis Range Z.
年代地层	石口阶	濞江阶	胡乐阶			宁国阶			新厂阶			娄山关组		
岩石层	洞草沟组	宝塔组	十字铺组			湄潭组			红花园组			桐梓组		
年代地层	石口阶	濞江阶	胡乐阶			宁国阶			新厂阶			娄山关组		
岩石层	洞草沟组	宝塔组	十字铺组			湄潭组			红花园组			桐梓组		

图 4 苏田剖面宝塔组牙形石在已有牙形石带的分布情况<sup>[10-12]</sup>

Fig. 4 Distribution of Sutian section conodonts in the existing conodonts zone of the Pagota Formation

*triangularis*-*Oistodus meseaus* Assemblage Zone、十字铺组 *Amorphognathus variabilis* - *Eoplacognathus foliaceus* Assemblage Zone、宝塔组 *Hamarodus europaeus* Range Zone<sup>[12]</sup>(图 4)。因此,该分子也是时代延伸较长的分子。*Panderodus gracilis* 也是本次在宝塔组鉴定出的分子,在贵州,该分子连续见于十字铺组 *Amorphognathus variabilis* - *Eoplacognathus foliaceus* Assemblage Zone, *Prioniodus variabilis* Range Zone, *Eoplacognathus jianyeensis* Range Zone、*Prioniodus lingulatus* Range Zone,以及宝塔组 *Hamarodus europeus* Range Zone<sup>[12]</sup>(图 4),分布于中奥陶统<sup>[12]</sup>。经鉴定, *Protopanderodus varicostatus* 可见于宝塔组,在贵州,该分子见于上述十字铺组 *Amorphognathus variabilis* - *Eoplacognathus foliaceus* Assemblage Zone, *Prioniodus variabilis* Range Zone<sup>[12]</sup>(图 4)。从已发表的文献可知,在贵州 *Prioniodus variabilis* Range Zone 有时也见于宝塔组底部<sup>[12]</sup>。*Baltoplacognathus robustus* Pa、Pb 分子, *Tangshanodus tangshanensis* Sa 分子, *Baltoplacognathus* sp. 破碎分子, *Aodus?* *mirabilis* S 分子, *Paltodus* cf. *mysticus* Sc 分子是本次宝塔组独有的分子,在已发表的文献中未查阅到,可能与该区独有的生态环境有关。

#### 4 讨论

云南省永善县团结乡苏田村奥陶系牙形石的鉴定,填补了滇东北地区奥陶系牙形石资料的空白,为地层时代的确定及深入的研究,提供了基础微体古生物资料,具有重要的现实意义。

由于本次工作的性质及经费支撑条件,仅对灰岩层逐层采样,对厚度较大的层位加密采样,以分析地层的时代属性。鉴定结果表明,在湄潭组、宝塔组获取了较多的牙形石,在十字铺组未鉴定出牙形石。

根据湄潭组获取的牙形石资料,缺失桐梓组、红花园组带化石及所含分子,缺失中奥陶统特征分子 *Baltoniodus triangularis*,以发育 *Baltoniodus gladius* 为特征。结合该区湄潭组底部粉砂质泥岩位于笔石带 *didymograptus eobifidus* 带至 *didymograptus deflexus* 带的层位<sup>[4]</sup>,该笔石带与黔北、黔东北地区下奥陶统湄潭组马路口页岩段下部或大湾组下部 *Oepikodus avae* Range Zone 牙形石带相当<sup>[12]</sup>,因此,该区缺失桐梓组、红花园组,湄潭组应为下奥陶统,与中扬子大湾组跨中—下奥陶统的特征不同。该区位于康滇古

陆东侧,湄潭组为一套高成熟度长石石英砂岩偶夹生物碎屑灰岩,系边缘相带沉积,向西呈沉积上超特征,下与娄山关组平行不整合接触,缺失桐梓组、红花园组;而在研究区东侧的云南盐津一带,发育桐梓组生屑灰岩、砂质泥岩,红花园组生屑灰岩,桐梓组与娄山关组整合接触。这也为该区缺失桐梓组、红花园组及其牙形石提供了野外调查和岩石学资料的证据。

根据姜怀诚等的研究<sup>[14-16]</sup>,宝塔组最特征的牙形石是 *Hamarodus europaeus*,它见于意大利的 Alpi Carniche 区 Ashgillian 阶,其后又见于英格兰和威尔士的 Ashgillian 阶 Keisley 灰岩,挪威的 Caradocian 阶 Chasmops 灰岩上部,在爱沙尼亚,产于约相当于 Caradocian 顶部的 Rakvere (E) 阶和 Ashgillian 底部的 Nabala 阶 (Fla),也是扬子区宝塔组最典型的分子,一般限于汤山段。宝塔龟裂纹灰岩是加里东期扬子板块与华夏板块拼合过程中地壳颤抖频繁,泥质灰岩在其作用下发生凝聚、收缩,出现水下收缩裂纹,经成岩作用形成层面不规则的马蹄纹。该区加里东期南侧为黔中古陆,西侧为康滇古陆,宝塔组未发现 *H. europaeus*,其原因是样品分析的不足,还是由于构造、古地理环境的不同,导致的生物群落的差异,有待深入的研究。

从宝塔组的牙形石看,根据扬子地区牙形石带可看出,该区牙形石主要属中—上奥陶统,少数牙形石分子时代跨度为早奥陶世—晚奥陶世,因此,实验室(中国地质大学(武汉)地质调查研究院地质调查实验中心)给出宝塔组下部时代为中奥陶世,上部为中—晚奥陶世。在上扬子东南缘如重庆秀山一带,宝塔组时代为中奥陶世,上覆临湘组为上奥陶统。该区在 1:20 万区域地质调查中,也采用了临湘组,描述为灰色泥页岩夹生物碎屑灰岩。但调查表明,该区宝塔组龟裂纹灰岩之上即为黑色炭质页岩,局部为硅质岩,云南省岩石地层清理将其归入龙马溪组<sup>[9]</sup>,本次将其归入五峰组。因此,从上述可看出,该区的宝塔组实际包含了扬子东南缘临湘组的一部分,为该区宝塔组的牙形石属中—上奥陶统提供证据。在川东南地区,临湘组可见 *Dapsilodus mutatus*, *Scabbardella similis*, *Protopanderodus linipipus* 等时代延伸范围较长的属种<sup>[14]</sup>,但本次在宝塔组中均未见到。

该区十字铺组虽未鉴定出牙形石,但湄潭组未



见中奥陶统特征牙形石分子 *Baltoniodus triangularis*; 宝塔组下部根据牙形石综合分析,时代为中奥陶世,据此,分析十字铺组时代为早奥陶世—中奥陶世。区域上,滇东北地区十字铺组大化石主要为三叶虫 *Illaeus* sp., 笔石 *Didymograptus* sp., *Glyptograptus* sp., 腕足 *Rafinesquina trentonensis* 等<sup>[9]</sup>, 时代为早奥陶世晚期—中奥陶世早期,这与牙形石的分析结果一致。

## 5 结 论

(1)滇东北永善县湄潭组以 *B.gladatus* 为主,未出现 *B. triangularis*, 湄潭组时代为早奥陶世。含 *Acodus hamulus* M 分子, *Triangulodus zhiyii* Sc 分子 2 个上扬子、中扬子、下扬子均未出现的特有分子。底部粉砂质泥岩位于笔石带 *didymograptus eobifidus* 带至 *didymograptus deflexus* 带的层位,与贵州湄潭组下部 *Oepikodus avae* Range Zone 牙形石带相当,缺失桐梓组、红花园组。

(2)该区宝塔组牙形石缺失典型的带化石,但含有较多下扬子和上扬子地区已有牙形石带的中—上奥陶统分子,故时代为中—晚奥陶世,与扬子东南缘中奥陶世的特征不同。该区所含的下扬子和上扬子带化石分子包括 *Ansella jemtlandica*, *Paroistodus originalis*, *Drepanoistodus basiovalis*, *Juanognathus variabilis*, *Cornuodus longibasis*, *Panderodus gracilis*, *Protopanderodus varicostatus*; 本次宝塔组独有分子包括 *Baltoplacognathus robustus* Pa, Pb 分子, *Tangshanodus tangshanensis* Sa 分子, *Baltoplacognathus* sp. 破碎分子, *Acodus? mirabilis* S 分子, *Paltodus cf. mysticus* Sc, 可能与该区独特的生态环境有关。

(3)该区十字铺组未鉴定出牙形石,根据湄潭组属下奥陶统,宝塔组属中—上奥陶统的特征,推测分析为下一中奥陶统,这与区域上大化石时代的分析一致。

**致谢:**牙形石由中国地质大学(武汉)地质调查研究院韩芳老师分析处理,审稿专家对文稿提出了宝贵的修改意见及建议,在此一并表示感谢。

## 参考文献

- [1] 汪啸风,陈旭,陈孝红,等.中国地层典(奥陶系)[M].北京:地质出版社,1996:1-126.
  - [2] 汪啸风.中国南方奥陶纪构造古地理及年代与生物地层的划分与对比[J].地学前缘,2016,26(1):253-267.
  - [3] 孙永超,刘建波,李家腾.浅议上扬子地区下奥陶统桐梓组[J].地层学杂志,2016,40(4):411-419.
  - [4] 王志浩,甄勇毅,马谏,等.湖北宜昌真金和陈家河奥陶系牯牛潭组至宝塔组牙形刺及其地层意义[J].微体古生物学报,2018,35(1):13-29.
  - [5] 景秀春,周洪瑞,王训练,等.华北板块奥陶纪牙形石生物地层研究回顾及在西北缘新进展[J].地学前缘,2020,27(6):199-212.
  - [6] 张智礼,李慧莉,焦存礼,等.塔里木盆地顺托果勒地区奥陶系鹰山组—哈尔巴克组地层划分对比研究[J].地学前缘,2021,28(1):90-103.
  - [7] 樊茹,马雪莹,吕丹,等.甘肃平凉上奥陶统牙形石和笔石生物地层[J].地质学报,2020,94(11):3213-3227.
  - [8] 云南省地质矿产局.云南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1982:8-10.
  - [9] 张远志,张定辉,刘世荣,等.云南省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996:6-12.
  - [10] 李志宏,王志浩,汪啸风,等.湖北宜昌黄花场剖面中/下奥陶统界线的牙形刺[J].古生物学报,2004,43(1):14-31.
  - [11] 王钢.贵州奥陶系牙形石序列[J].贵州地质,1990,7(4):352-360.
  - [12] 王志浩,吴荣昌.下扬子区奥陶纪牙形刺多样性演变初探[J].微体古生物学报,2009,26(4):331-350.
  - [13] 樊茹,卢远征,张学磊,等.贵州习水奥陶系牙形石生物地层[J].地层学杂志,2015,39(1):15-32.
  - [14] 姜怀诚,安太庠.四川东南部奥陶纪牙形石生物地层[J].微体古生物学报,1985,2(1):14-24.
  - [15] 樊茹,邓胜徽,张师本,等.重庆武隆黄草剖面奥陶纪牙形石生物地层初步研究[J].地层学杂志,2015,37(1):612-612.
  - [16] 陈笑媛,彭茂华,金才生.贵州沿河土地坳下奥陶统牙形石[J].微体古生物学报,1995,12(3):323-332.
- ①刘炳温,刘特民.滇黔桂上扬子地区构造发展对油气保存的影响和油气保存单元的划分及评价.贵州石油勘探指挥部地质研究所,1990.