

# The Significance of the Kafang Formation in Lower Triassic Series Would Be Established in Gejiu Area, Southeast Yunnan

Yunjiang Zhao<sup>1</sup>, Jiafeng Bao<sup>1</sup>, Qiaozhen Zhao<sup>2</sup>, Xunzao Zhu<sup>1</sup>, Sumei Tian<sup>1</sup>, Junping Liu<sup>1</sup>, Guixiang Xu<sup>1</sup>, Yanmei Zhao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geological Survey Institute of Yunnan Province, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>The Third Nonferrous Geological Corps of Guizhou Province, Zunyi Guizhou

Email: baojiafeng@163.com

Received: Feb. 6<sup>th</sup>, 2020; accepted: Feb. 20<sup>th</sup>, 2020; published: Feb. 27<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

The author has studied the first member of the Middle Triassic Gejiu Formation ( $T_2g^1$ ) in Gejiu area of southeastern Yunnan repeatedly and thoroughly, and has decomposed it from the Gejiu Formation. Kafang Formation ( $T_1k$ ) was newly established, and the Nuoguzhai profile was appointed as a stratotype profile. The formation is mainly composed of very thick anachronistic facies sediments: flat-pebble limestone, vermicular limestone, microbialite, thin-very thin bedded micrite, banded limestone with a small amount of angle conglomeratic limestone and rhyolitic tuff, and rich in vertical, oblique, parallel bedding trace fossils, thickness reached 1309.8 m. There are abundant types of anachronistic facies sediment limestone, which distribute continuously from the bottom to the top of the Kafang Formation and containing the Early Triassic gastropods: *Polygyrina* cf. *sichaanensis* Pa. The Kafang Formation is conformable contact with the overlying thin-bedded dolomitized micrite of the upper Middle Triassic Gejiu Formation of the Anisian stage, and is conformable contact with the underlying thin-bedded silty mudstone, siltstone of the late Smithian stage which containing bivalve: *Eumorphotes* cf. *Multifonmismis*. The Early Triassic Spathian is the time limit of Kafang Formation. As the specific rhyolitic tuff and odor vermicular limestone as the difference of other anachronistic facies sediments that was reported domestically. So far, it is the only special case of the most thickness scale and the richest content anachronistic facies sediments that was found domestically. It recurred truly that the early Triassic anachronistic facies sediments withdrew from normal marine environment sediments, transferred to anoxic deep-water basin environment under high pressure. Gejiu area of southeastern Yunnan is the core area of Youjiang deep-water basin. The establishment of early Triassic Kafang Formation that is not only improves the research accuracy of Gejiu Formation, but also lays a solid foundation for further study of the restoration-radiation of the ecosystem of Youjiang Basin in Triassic.

## Keywords

Anachronistic Facies Limestone Sediments, Nuoguzhai Profile, Kafang Formation, Early Triassic Spathian Stage, Deep-Water Basin, Gejiu Area of Southeastern Yunnan

---

# 滇东南个旧地区下三叠统卡房组的建立意义

赵云江<sup>1</sup>, 包佳凤<sup>1</sup>, 赵巧珍<sup>2</sup>, 朱勋早<sup>1</sup>, 田素梅<sup>1</sup>, 刘军平<sup>1</sup>, 徐桂香<sup>1</sup>, 赵艳梅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>云南省地质调查院, 云南 昆明

<sup>2</sup>贵州省有色地质三总队, 贵州 遵义

Email: baojiafeng@163.com

收稿日期: 2020年2月6日; 录用日期: 2020年2月20日; 发布日期: 2020年2月27日

## 摘要

经过重新反复深入研究了滇东南个旧地区中三叠统个旧组一段( $T_2g^1$ ), 并将其从个旧组中分解出来, 新建卡房组( $T_1k$ ), 指定层型为卡房镇糯谷寨剖面, 主要为巨厚的错时相沉积: 扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、薄-极薄层泥晶灰岩、条带状灰岩夹少量角砾状灰岩、流纹质凝灰岩, 并且含丰富的垂直、斜交、平行层理的遗迹类化石, 厚达1309.8 m。错时相沉积灰岩类型丰富, 从卡房组底部至顶部多呈连续分布, 含早三叠世腹足类: *Polygyrina cf. sichaanensis* Pa, 与上覆中三叠世安尼阶个旧组薄层状白云岩化泥晶灰岩呈整合接触, 与下伏早三叠世晚期Smithian阶含双壳类*Eumorphotes cf. multifonmis*薄层状粉砂质泥岩、粉砂岩呈整合接触, 其时限为早三叠世Spathian阶, 以夹特有的流纹质凝灰岩、臭味蠕虫状灰岩区别于国内报导的错时相沉积。迄今为止, 是国内所发现的错时相沉积厚度规模最大、内容最丰富的唯一特例, 真实重现了早三叠世错时相沉积从正常海洋环境沉积中退出并迁移到高压下的缺氧的深水盆地环境。滇东南个旧地区属右江深水盆地的核心区域, 早三叠世卡房组的建立不仅仅是提高了个旧组的研究精度, 同时为深入研究右江盆地在三叠纪的生态系的复苏-辐射提供了丰富的资料。

## 关键词

错时相灰岩沉积, 糯谷寨剖面, 卡房组, 早三叠世Spathian阶, 深水盆地, 滇东南个旧地区

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 错时相沉积及背景

二叠纪末-早三叠世初期之间所发生的生物大灭绝事件是地球生命历史上一次非常重大的事件[1], 直接导致海洋生物中几乎 80%, 甚至 90%的物种在这次事件中消失了[2] [3], 同时使早三叠世的沉积环境发生了巨大变化。作为大灭绝事件的后果, 二叠纪海洋生态系遭受到了重创, 同时沉积体系也发生了激剧变化, 如下三叠统地层中出现的礁间断[4]、层状硅质岩间断[5]、煤间断[6]。扁平砾石灰岩这种沉积类型最早由 Sepkoski 所报道, 并提出了错时相(anachronistic facies) [7] [8]的概念。30 多年来, 我国很多学者对不同地区的早三叠世错时相特殊沉积进行了研究, 如(Wignall *et al.*, 1999; 杨遵仪等, 1987; 李子舜等, 1989; 吴应林等, 1994; 钱迈平等, 1994; 钱迈平, 1995; 王生海等, 1996; 刘建波等, 2007; 张杰等, 2010) [9]-[17]已有广泛报道。绝大部分成果集中在 2000 年前后。最近, 周志澄(2013)系统总结了四川广安谢家槽剖面早三叠世地层中的错时相沉积特征并探讨了古生态意义[18]。

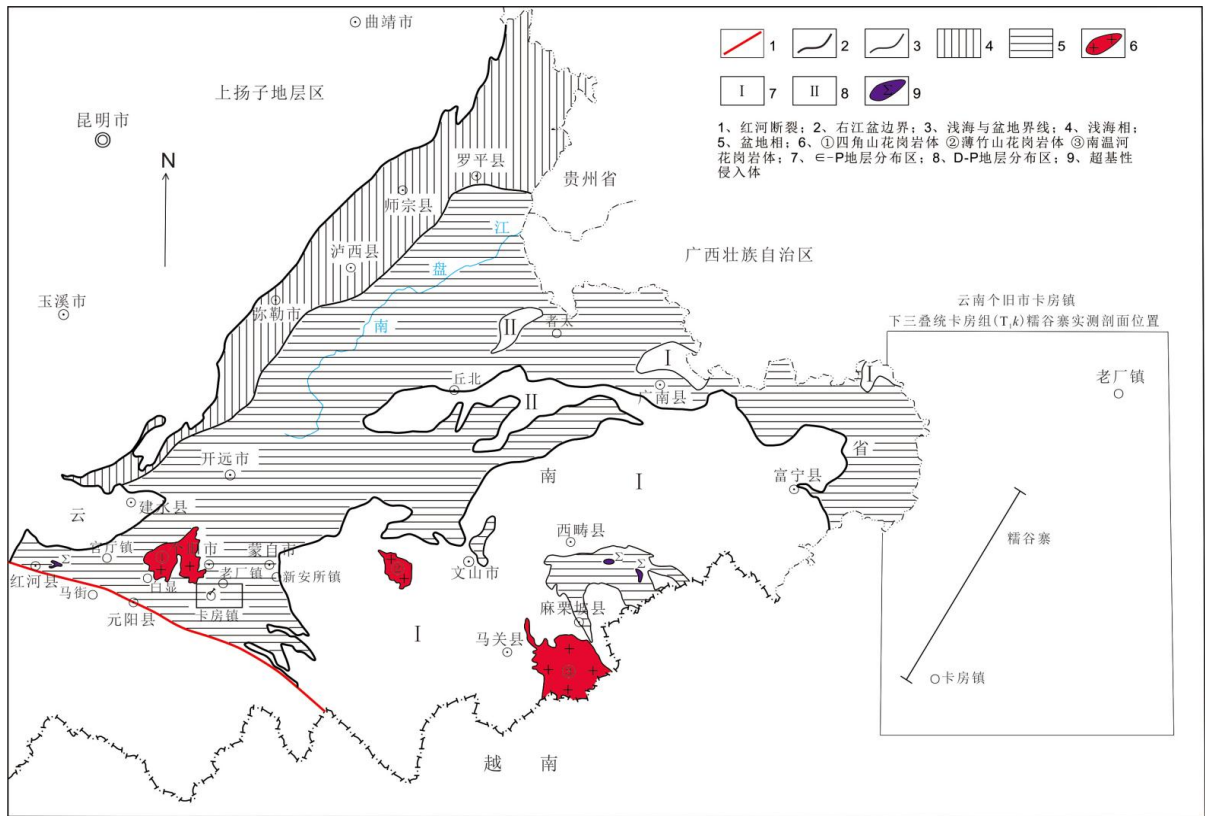
从以上大量文献中不难发现,不同地质学家对扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物层纹状灰岩、薄-极薄层泥晶灰岩、条带状灰岩有不同的术语,前者称之为错时相,如周志澄(2013) [18],后者称之为错时相,如赵小明(2008, 2010) [19] [20]、何冰辉等(2014) [21]。两者的共性特征是:纹层状和薄层状灰岩、条带状灰岩、扁平砾石灰岩、微生物岩、蠕虫状灰岩,这些特殊沉积及构造在奥陶纪之前的海洋环境中曾广泛分布,它们一般仅见于某些极端和异常环境中[20],当它们在早三叠世正常浅海环境中再次广泛出现时,被认为在时间上或环境上发生了错位,更多地质学家使用错时相(anachronistic facies)的概念,如李飞(2010) [22]、张利伟(2014) [23]等。

滇东南是华南特提斯多岛洋体系的一部分[24],个旧地区属于右江深水盆地组成的核心区域[25] [26] (如图 1),早三叠世经历了 Griesbachian-Spathian 阶的礁间断[4]、层状硅质岩间断[5]、煤间断[6]。区域上,赵小明等(2010)综述了错时相沉积的类型及它们在世界各地和我国的时空分布,其中也包括右江地区,其位置大概在(贵州南部)右江盆地的北东侧[20]。

1:5 万马街幅、卡房幅、白显幅、新安所幅野外地质调查报告中将个旧组划分为五个段,个旧组整合于三叠系下统嘉陵江组之上,其上被三叠系中上统法朗组(Tf, 本文称 T<sup>2</sup>, 不作讨论,下同)整合覆盖,个旧地区中三叠统个旧组一段(T<sub>2g</sub><sup>1</sup>)发育有扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、砾型蠕虫状灰岩、不规则型蠕虫状泥晶灰岩、条带型蠕虫状灰岩等类型丰富的错时相沉积,以夹流纹质凝灰岩、有臭味的蠕虫状灰岩为根本特征,区别于国内外报导的错时相沉积,迄今为止,是国内乃至国外所发现的错时相沉积规模最大、内容最丰富唯一特例,真实重现了反映早三叠世错时相沉积从正常海洋环境沉积中退出并迁移到高压下的缺氧的深海盆地环境。错时相灰岩沉积在 Spathian 阶集中分布,沉积时限之短,厚度之巨大,达 1309.8 m,规模空前,国内外罕见,堪称经典,是研究错时相灰岩沉积最为理想的唯一地区。最近 3 年来,笔者经过重新反复潜心研究了滇东南个旧地区中三叠统个旧组一段(T<sub>2g</sub><sup>1</sup>)卡房镇糯谷寨剖面,将个旧组一段(T<sub>2g</sub><sup>1</sup>)从个旧组中分解出来,新建卡房组(T<sub>1k</sub>),同时,将个旧组中划分的段相应往下压一级,以此类推。文中重点对卡房镇糯谷寨剖面卡房组进行分层描述,粗略分析其沉积环境,错时相灰岩的类型及特征等将在另文阐述。

## 2. 卡房组(T<sub>1k</sub>)沿革

个旧组(T<sub>2g</sub>)为孟宪民等(1936)在滇东南个旧市郊创名,称个旧灰岩,上世纪七十年代末完成的 1:20 万元阳幅按灰岩-白云岩-灰岩-白云岩-灰岩与细碎屑互层将个旧组划分为五个段(T<sub>2g</sub><sup>a</sup>-T<sub>2g</sub><sup>b</sup>-T<sub>2g</sub><sup>c</sup>-T<sub>2g</sub><sup>d</sup>-T<sub>2g</sub><sup>e</sup>),上下叠置关系不清[25]。云南省地质矿产局(1990)将其划归为滇东南地层区-个旧地层分区,引用开远市马者哨剖面作过简单小结,原始定义:上部为块状,下部黄色钙质页岩夹灰岩透镜体,个旧灰岩一般成层性好,下部呈薄层并含泥质,一般厚 1000~2000 m,含双壳类;中部为角砾状灰岩;上部为灰白色白云质灰岩、具似玛瑙结构的厚层灰岩,厚 1890 m,在个旧、开远等地的个别地点尚夹少量玄武岩或安山玄武岩,认为其沉积环境为海岸潮上泻湖相,晚期沉降,海水淡化,沦为为滨海-浅海碳酸盐台地相沉积[25]。云南省地质矿产局(1996)作了系统总结,将个旧组分布限于南盘江以南的个旧、文山、丘北一带。选层型剖面为个旧市者勒白剖面(104°20', 26°06'),岩性灰色灰岩为主,夹泥质灰岩及钙质板岩,底部出露不全,顶部灰岩与法朗组黄色页岩呈整合接触[26]。区域上,底部白云岩或杂色泥岩整合于嘉陵江组具蠕虫状构造的灰岩、泥灰岩之上,层型剖面上厚 910 m,未见底,时代为中三叠世 Anisian 期。上覆与法朗组(Tf)黄色页岩呈整合接触,未见底。广泛分布于南盘江以南个旧-文山一带,以碳酸盐岩为主,一般下部以白云岩为主,上部以灰岩为主,间夹白云质灰岩、泥岩、钙质泥(页)岩,属潮上蒸发坪至泻湖沉积,区域厚度变化为 623~2500 m,主要含双壳类 *Costataria goldfussimansuyi*, *Asoella illyrica* 等及少量腕足类、腹足类等化石,时代为中三叠世 Anisian 期,除剖面的其他地区与下伏嘉陵江组灰岩、上覆法朗组页岩均为整合接触[26] (如表 1)。



**Figure 1.** The early-mid triassic geographic map of Southeast Yunnan in the Youjiang Basin  
**图 1.** 右江盆地滇东南地区早 - 中三叠世古地理图

**Table 1.** The Kafang formation subdivisions of lower triassic in guanting area, Southeast Yunnan  
**表 1.** 下三叠统卡房组划分沿革一览表

		1:200,000 金平幅、元阳幅	云南省地质矿产局(1990)	云南省地质矿产局(1996)	1:50,000 马街、白显、卡房、新安所幅四幅区域地质调查报告(2015)	本文						
三叠系	中统	E 段 D 段 C 段 B 段 A 段	法郎组	法郎组	法郎组	二段	薄层灰岩、泥岩、灰岩夹玄武岩	斜坡				
						一段	安尼锡克阶	T <sub>2</sub>	裂谷盆地			
						五段	深水陆棚	锡克阶	个	四段	深水陆棚	
						四段				斜坡 - 盆地(还原)	三段	斜坡
						三段				斜坡 - 盆地	二段	盆地
	二段	斜坡 - 盆地	一段	斜坡 - 盆地								
	下统	嘉陵江组 洗马塘组	永宁镇组 飞仙关组	嘉陵江组	洗马塘组	奥伦阶	缺氧深水盆地					
						浅海陆棚 - 泻湖	Spathian	卡房组				
						印度阶	裂谷型盆地	Smithian	Smithian			
						印度阶	裂谷型盆地	印度阶	洗马塘组			
印度阶						裂谷型盆地	印度阶	洗马塘组				

注: 1、1:200000 元阳、金平幅区域地质调查报告及地质图; 2、1:50000 马街、白显、卡房、新安所四幅区域地质调查报告及白显、卡房、新安所幅地质图。

个旧组是个旧锡矿的赋矿层位,在围绕个旧锡矿展开勘查工作的同时,少量单位对三叠系个旧组进行了部分科研工作,并且取得了一些可喜成就,如云南省地矿局(1990)认为在开远夹少量的玄武岩[25]被实际证实,并进一步对玄武岩展开了地球化学背景研究,认为玄武岩形成于大陆板内裂谷环境,并与拉裂作用有关(黎应书等,2006;张信伦,2011)[27][28][29],但其对个旧组基本沿用1:20万元幅类似的划分方案,将个旧组划分了若干段。之后,徐桂香(2016)等、王伟(2019)等对个旧组中震积岩及时代进行了研究,两者划分方案较为一致,将个旧组从老到新划分为四个段( $T_2g^{1-4}$ ),其中个旧组一段为灰岩、泥晶灰岩、砾屑灰岩夹酸性凝灰岩,并将个旧时代置于中三叠统安尼阶[30][31]。

从上述可以看出,1:20万个旧组建组(层型)剖面是没有底的剖面,主要又以灰岩和白云岩来作为划分填图单元标志[25],由于白云岩是后期成因。因此,1:20万的原始资料价值不免有局限性,因而造成了个旧组的地层层序划分的严重混乱。通过野外地质路线调查发现,云南省地质矿产局(1996)列述引用的个旧组仅相当于1:20万划分的 $T_2g^e$ 及 $T_2g^d$ 的一部分[26],其余大部分剖面没有列述而被更广泛地作为横向变化简述。

1:5万马街幅、卡房幅、白显幅、新安所幅野外地质调查(简称1:5万卡房等4幅区调,下同)过程中将个旧组划分为五个段,个旧组整合于三叠系下统“嘉陵江组”[25]之上,其上被三叠系中上统法朗组( $T_1f$ )[26]整合覆盖,时代置于中三叠统安尼锡克阶。当时划分的个旧组一段( $T_1g^1$ )薄层状泥晶灰岩夹两层滑塌角砾岩及三层流纹质凝灰岩,通过野外地质路线调查,证实个旧组一段以灰岩为主,夹角砾状灰岩及流纹质凝灰岩,岩石组合极为简单,角砾状灰岩分布不稳定,以清楚、稳定的特殊岩性和特殊蠕虫状结构和夹流纹质凝灰岩为标志层,并且以不夹碎屑岩为特征,易于鉴别,延展性在野外易于识别,并且有一定的延展范围,其追索填绘在1:5万地质图上,完全满足了建组[32][33][34]条件。

### 3. 卡房组定义

巨厚的错时相沉积的灰岩夹少量流纹质凝灰岩及角砾状灰岩,指定滇东南个旧市卡房镇糯谷寨剖面为卡房组( $T_1k$ )层型剖面,错相沉积包括扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、薄-极薄层泥晶灰岩、条带型、砾型、网纹型蠕虫状灰岩,以特有的蠕虫状结构夹流纹质凝灰岩为特征和标志,与上覆中三叠世安尼阶个旧组薄层状白云岩化泥晶灰岩呈整合接触,与下伏早三叠世晚期 Smithian 阶含双壳类 *Eumorphotes cf. multifonnis* 粉砂质泥岩、粉砂岩呈整合接触,含早三叠世腹足类: *Polygyrina cf. sichaanensis* Pa, 其时限为早三叠世 Spathian 阶。

### 4. 剖面介绍

笔者于2014年实测了云南个旧地区卡房镇糯谷寨剖面,剖面位于滇东南个旧市卡房镇糯谷寨剖面,距离个旧市区约100 km。糯谷寨剖面线属于卡房镇北西侧山坡上的羊肠小道,两镇直线距离约12 km,交通不便,但剖面起点和终点有乡村公路通过。糯谷寨剖面长约4.5 km,为倾向北东的单斜岩层,露头良好,露头率80%以上,局部掩盖,通过向两侧追索查明了岩石特征,追索距离不超过50 m。剖面分层标志明显,从老地层往新地层方向测制,比例尺为1:2000,(剖面起点坐标:  $N23^{\circ}15'$ ,  $E103^{\circ}09'$ , 高程1083.47 m; 终点坐标:  $N23^{\circ}16'$ ,  $E103^{\circ}10'$ , 高程2473.68 m。测制剖面过程中未采获大化石,采集薄片样品39件,控制性地采集微体化石牙形石12件,数码照片136幅,流纹质凝灰岩中采集硅酸盐样品、稀土样品和微量元素样品各1件,因岩石绢云母化强烈,样品未作相关分析。12件石牙形石样品经处理后也均未发现有牙形石,但幸运地在剖面第10层处理牙形石样品中发现了微体腹足类: *Polygyrina cf. sichaanensis* Pa, 1~3 mm大小,最大的腹足可见3个螺环,已有破损。最近3年来重新反复潜心研究了滇东南个旧市卡房镇糯谷寨剖面,卡房组为错时相沉积的(泥晶)灰岩夹两层滑塌角砾岩及三层流纹质凝灰岩,只有少量岩石

具不均匀的白云岩化。除夹层外,当时仅将第24层定名为蠕虫状泥晶灰岩,其余均未识别出为不同类型的错时相沉积灰岩。因此,完全有必要对剖面岩石名称进行修正和完善,其中增添了条带型、砾型、网纹型蠕虫状灰岩及微生物岩,删除了测制个旧组一段地层面剖时在野外命名岩石中使用瘤状、砾状、似砾状等术语,同时使用错时相沉积的相关术语,如扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、层纹状灰岩、薄—极薄层泥晶灰岩、条带状灰岩,重新整理了云南省个旧地区卡房镇糯谷寨三叠系下统卡房组(T<sub>1</sub>k)实测剖面(如图2),列述如下:

上覆地层:个旧组(T<sub>2</sub>g)

45. 灰、浅灰色白云质灰岩,表面刀砍状溶沟发育,产牙形石: *Neospathodus* sp. 断片, *Cypridodella conflexa*, Mosher (疑问扭小美刺), 微体鱼类: Gen et sp. indet A (微体鱼类的鱼鳞化石, 种属未定 A), 腹足类: *Polygyrina lommeli* (Mnster) (伦氏多圆螺), *Polygyrina* sp. A (nov) 35.2 m
44. 灰、浅灰色碎裂状泥质白云岩, 风化呈 cm 级碎块, 泥质风化后呈粉末状 97.1 m
43. 灰、浅灰色强烈白云岩化灰岩, 局部残留有泥晶灰岩, 呈团块状分布 96.7 m

————— 整合接触 —————

三叠系下统卡房组(T<sub>1</sub>k): 厚 1309.8 m

42. 灰、浅灰色薄层条带型泥晶灰岩, 层面不平整, 局部显微生物岩特征, 条带由层厚 1~3 cm 灰岩与 1~3 mm 的钙泥质相间组成, 局部单个条带小于 5 mm, 发育蚯蚓状垂直、斜交层理分布的生物爬迹、觅食迹(图版 I-1) 48.0 m
41. 灰、浅灰色薄层条带型泥晶灰岩, 层面不平整, 部分显微生物岩特征, 条带由层厚 2~5 cm 与 1~3 mm 的钙泥质相间组成, 局部显砾型蠕虫灰岩特征, 不均匀白云岩, 发育垂直、斜交垂直、斜交层理分布的生物爬迹、觅食迹 27.3 m
40. 灰、浅灰黑色薄层状条带型泥晶灰岩, 部分显微生物岩特征, 条带由层厚 2~5 cm 与 1~3 mm 的钙泥质相间组成, 发育垂直、斜交、水平垂直、斜交层理分布的生物爬迹、觅食迹 17.4 m
39. 灰、浅灰黑色薄层状长条型、砾型蠕虫状泥晶灰岩, 局部显微生物岩特征, 层厚 2~4 cm, 蠕虫体含量 75%~80%, 成分为灰黑色泥晶灰岩, 长一般 4~30 cm, 多呈平行层理排列, 长厚比大于 4~5:1, 局部横向上蠕虫体特征不显著, 呈藕断丝连的网纹状, 蠕虫体细小而密集者呈灰黑色, 顶面凹凸不平, 凹凸最大高差达 12 mm, 与含少量蠕虫体蠕虫状泥晶灰岩呈韵律状产出, 单个韵律厚 6~10 cm, 发育垂直、斜交层理分布的垂直、斜交、水平生物爬迹、觅食迹(图版 I-2) 100.7 m
38. 浅灰黑色砾型、长条型、拱曲型蠕虫状泥晶灰岩, 局部显微生物特征, 蠕虫体含量 75%~80%, 成分为灰黑色泥晶灰岩, 长一般 4~30 mm, 多呈不规则杂乱分布, 局部斜交层理分布, 少量呈厚 2~5 cm、长 8~10 cm 的呈藕断丝连的扁平砾石状平行层理排列, 长厚比大于 4~5:1, 局部拱曲成褶皱状, 砾型的形态及边界极为复杂, 发育垂直、斜交、水平爬迹、迹觅食迹(图版 I-3) 32.6 m
37. 灰、浅灰黑色条带型蠕虫状泥晶灰岩, 由薄层—极薄层灰岩—泥质泥晶灰岩相间组成条带, 部分条带呈不规则状, 横向上渐变为长条型、砾型蠕虫状泥晶灰岩, 蠕虫体含量 65%~75%, 长一般 4~10 mm, 成分为泥晶灰岩泥质泥晶灰岩, 杂乱分布, 个别呈长条状平行层理排列, 岩石层面不平整, 岩石具明显臭(鸡蛋)味 49.1 m
36. 灰、浅灰黑色极薄层状条带状、纹层状泥质泥晶灰岩, 单层厚 2~5 mm, 钙泥质富集成厚约 1~2 mm 的条带, 大部分平行层分布, 局部斜交层理分布(图版 I-4) 28.6 m
35. 底部灰—浅灰黑色中厚层状砾型蠕虫状泥晶灰岩, 中上部长条型—长带型泥晶灰岩, 分别厚 40~60 cm、20~30 cm, 比例约 1~2:1, 蠕虫体长一般 4~30 mm, 大小不一, 成分为泥晶灰岩, 形态极其复杂, 多呈不规则杂乱分布,

有垂直、斜交和平行层理等多种分布样式，局部变化呈厚 2~5 cm、长 30~50 cm 的长条状平行层理排列，长厚比大于 10:1，部分显扁平砾石特征，层面不平整 9.7 m

34. 灰、浅灰黑色中厚层状长条型蠕虫状泥晶灰岩夹条带型泥晶灰岩，长条蠕虫状灰岩本身具有条带，只是条带间隔较大，蠕虫体长一般 4~30 mm，成分为泥晶要灰岩，多呈长条状平行层理排列，长厚比少量 8~10:1，少量呈不规则杂乱分布。后者由 2~6 mm 的极薄层状泥晶灰岩 - 钙泥质条带相间分布，层面不平整 10.0 m

33. 灰、浅灰黑色中厚层状扁平砾石泥晶灰岩 - 条带型泥晶灰岩，二者呈韵律状产出，比例约 10~15:1，前者层厚 40~60 cm，砾石一般 4~30 mm，成分为泥晶灰岩、泥质泥晶灰岩，多呈不规则状，少量呈长条状，平行层理排列。后者泥质含量较高，达 15%~20%，部分集中呈厚 2~4 mm 的极薄层状，呈网纹状分布，层面不平整 11.8 m

32. 灰、浅灰色长条型蠕虫状泥质泥晶灰岩，泥质不均匀分布，泥质呈网纹状分布，轻微大理岩化，偶见串珠状遗迹斜交层理分布，具较浓臭(鸡蛋)味 51.0 m

31. 灰、浅灰色厚层状砾型、长条型蠕虫状泥质泥晶灰岩，二者比例 3~4:1，蠕虫体呈砾、长条形，向上层理变薄，纹层状泥质泥晶灰岩层厚 20~30 cm，少量风化后略显紫红色，发育垂直、斜交、水平生物爬、迹觅食迹(图版 I-5) 36.2 m

30. 灰、浅灰色薄层状条纹型泥晶灰岩，层厚 1~3 cm 8.5 m

29. 灰、浅灰黑色中厚层状不规则砾型 - 长条型蠕虫状泥晶灰岩、条带型泥晶灰岩、少量微生物岩，蠕虫体多呈不规则状，少量呈长条状，平行层理排列，后者层厚 5~10 cm，泥质不均匀分布，富集成厚 2~4 mm 的极薄层与灰岩呈互层状产出，少量微生物席显缓波状特征，层面不平整(图版 I-6) 91.6 m

28. 灰、浅灰黑色中层状不规则型蠕虫状泥晶灰岩、薄层条带状微生物岩，蠕虫体部分呈扁平石状分布，后者泥质不均匀分布，富集成厚 2~3 mm 的极薄层或网纹状与灰岩呈互层状产出，层面不平整，发育半树枝状、蚯蚓状等遗迹，局部结晶成方解石脉，近于垂直分布为主 12.0 m

27. 为灰、浅灰黑色薄层微生物岩 - 条带型泥质泥晶灰岩二者呈韵律状产出，层厚 5~8 cm，少量是蠕虫状、长条状，平行层理排列，层面整不平整。微生物岩少量呈缓波状，岩石具中等臭味，易挥发消失 8.6 m

26. 下部灰、浅灰色微生物岩，岩中含灰白色流纹岩角砾，大者长 20~25 cm，小者数 cm，呈棱角状，岩石具臭味，部分极浓，易挥发消失。中部灰 - 浅灰黑色中厚层状微生物岩夹扁平砾石灰岩，少量层厚 40~65 cm，层面不平整，上部灰 - 浅灰黑色厚层状网纹型蠕虫状泥晶灰岩与条带型泥质泥晶灰岩，二者呈韵律状产出，后者层厚 5~8 cm，泥质富集成 1~3 mm 条带分布(图版 I-7) 10.4 m

25. 浅灰白、灰黄色流纹质凝灰岩，岩石已强蚀变(绢云母化)(图版 I-8、II-1) 5.0 m

24. 灰、浅灰色不均匀白云岩化中厚层状泥不规则型蠕虫状泥晶灰岩与条带型蠕虫状泥晶灰岩，二者比例 6~8:1，前者层厚 80~100 cm，见少量扁平蠕虫状体，向上变薄，后者层厚 5~20 cm，以中层为主(图版 II-2、II-3) 19.2 m

23. 灰、浅灰黑色中厚层状拱曲 - 网纹型蠕虫状泥晶灰岩夹扁平泥晶灰岩，层厚 40~75 cm，泥质不均匀分布，蠕虫体呈球形，泥质呈网纹状分布，部分与层理呈平行展布，层面不平整，向上泥质减少，网纹状特征不明显，弯曲 - 型蠕虫具微生物岩特征(图版 II-4、II-5、II-6) 50.6 m

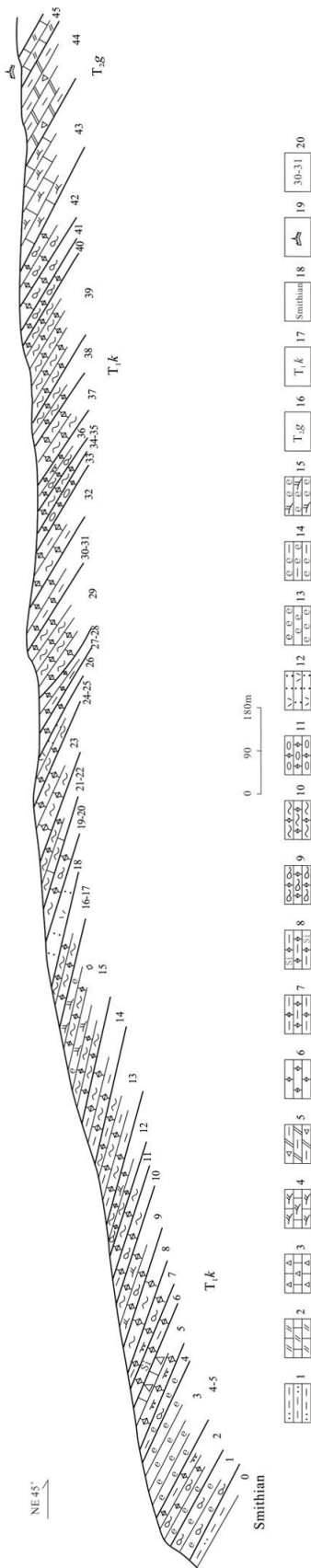
22. 灰、浅灰色网纹型蠕虫状泥晶灰岩，蠕虫体呈砾型分布，向上泥质减少，岩中发育一组透入性破裂理，间隔 1~2 cm，产状  $20 \angle 85^\circ \sim 90^\circ$  11.6 m

21. 灰、浅灰黑色砾形蠕虫状灰岩，蠕虫体呈砾型分布，泥质呈网纹状分布，向上泥质减少，层面不平整 19.7 m

20. 灰、浅灰色厚层状砾型屑泥晶灰岩 - 条带型泥晶灰岩，二者呈韵律状产出，蠕虫含量 30%~40%，基质为泥晶方解石 60%~70%，新鲜表面略带紫、浅紫红色 10.3 m

19. 灰、浅灰黑色薄层状砾型 - 长条型蠕虫状泥晶灰岩、扁平泥晶灰岩，层厚 2~5 cm，前者泥质呈似网纹状分布，向上泥质减少，层面不平整，后者显网纹状分布下特(图版 II-7) 15.0 m

18. 浅灰白、灰黄色流纹质凝灰岩，局部见微粒星点状黄铁矿(已褐铁矿化)呈团块状聚集产出 28.3 m



1. 粉砂质泥岩; 2. 白云质灰岩; 3. 角砾状灰岩; 4. 白云岩化灰岩; 5. 碎裂状泥质白云岩; 6. 泥晶灰岩; 7. 泥质泥晶灰岩; 8. 硅泥质泥晶灰岩; 9. 条带状泥晶灰岩; 10. 蠕虫状泥晶灰岩; 11. 砾石泥晶灰岩; 12. 流纹质凝灰岩; 13. 微生物岩; 14. 含泥质化微生物岩; 15. 大理岩化微生物岩; 16. 个旧组; 17. 卡房组; 18. 三叠系下统 Smithian 阶; 19. 牙形石; 20. 分层号

Figure 2. The measured profile of lower triassic kafang formation at Nuogu Stockade, Kafang Town, Gejiu Area in Yunnan Province

图 2. 云南省个旧地区卡房镇糯谷寨三叠系下统卡房组(T<sub>1k</sub>)实测剖面图



17. 灰、灰黑色条带型蠕虫状泥晶灰岩, 层厚 4~12 cm, 向上泥质减少部分富集成厚 2~4 mm 的条带, 平行层理分布, 岩石具轻微臭味, 臭味易挥发消失 11.9 m
16. 灰、浅灰色薄-中层状砾型蠕虫状泥晶灰岩, 层厚 2~15 cm, 以薄层为主, 含少量泥质(5%~8%), 泥质均匀分布, 向上泥质减少, 部分轻微大理岩化, 层面不平整 24.8 m
15. 灰、浅灰色大理岩化薄-中层状微生物岩、砾型蠕虫状泥晶灰岩, 层厚 4~14 cm, 轻微大理岩化, 不均匀白云岩化, 向上白云岩化消失 92.7 m
14. 灰、浅灰色不规则形-长条型蠕虫状泥质泥晶灰岩, 泥质分布不均, 部分富集成厚 2~4 mm 的条带, 平行层理分布 46.3 m
13. 灰、浅灰色长条型-拱曲型蠕虫状泥质泥晶灰岩, 部分显薄层状特征, 层厚 4~10 cm, 泥质不均匀分布, 岩石显网状, 平行层理或斜交分布, 部分显砾型、拱曲型特征, 发育肠形、囊形、弧形、直线形生物爬迹、觅食迹, 近于垂直或斜交层理分布, 60.8 m
12. 灰浅灰色不均匀白云岩化薄层状蠕虫状泥晶灰岩-条带型蠕虫状泥晶灰岩, 二者比例 1:1, 层厚 30~40 cm 蠕虫体不明显, 局部呈缓波状, 层面不平整, 发育近于垂直层面分布遗迹, 长一般小于 5 cm, 厚 1~4 mm, 2~3 cm/条(图版 II-8) 21.7 m
11. 灰、浅灰色长条型-蠕虫状泥晶灰岩, 部分显薄-中层状, 呈似层状, 层厚 5~15 cm. 钙泥质不均匀分布 1~3 mm 条带, 局部显砾型特征 18.2 m
10. 灰、浅灰色中厚层状砾型蠕虫状泥晶灰岩-条带状泥质泥晶灰岩组成, 二者比例 2.5~3:1, 前者层厚 15~65 cm, 中层为主, 向上变薄, 泥质不均匀分布, 蠕虫体呈 5~20 mm, 厚度 3 mm~1 cm 大小, 被钙泥质包绕, 平行层理分布。后者层厚 5~10 cm, 泥质分布不均, 部分集中分布呈厚 3~6 mm 的条带或极薄层分布, 少量呈缓波状, 层面不平整, 局部蠕虫体呈三角形、半球形、长条形垂直、斜交、平行层理分布, 偶见垂直、近于垂直的生物爬迹、觅食迹, 部分不均匀白云岩化, 产腹足类: *Natilia costata* (Mnster) (肋状游玉螺), *Polygyrina* cf. *sichaanensis* Pa (四川多圆螺相似种)(图版 III-1) 20.5 m
9. 灰、浅灰色不均匀白云岩化条带状蠕虫状泥晶灰岩, 少量蠕虫体呈缓波状, 层面不平整, 向上增厚, 层厚 25~30 cm, 斜长可达 20 cm, 发育形态复杂的生物爬迹、觅食迹、甚至巢穴迹, 垂直、近于垂直、斜交、平行、平行-斜交层面分布, 大者多呈近直线状, 局部有弯曲, 增大呈囊状, 细小者多呈蚯蚓状、河流状、树根状等。根据形态特征判断, 推测可能至少有 8 种生物生活方式遗迹分布, 遗迹化石的岩石呈渣状, 比较残破, 特征显著(III-2) 47.2 m
8. 灰、浅灰色厚层状砾型-不规则长条型蠕虫状泥晶灰岩, 层厚 55~75 cm, 泥质分布不均, 集中呈厚 2~4 mm 条带与灰岩呈网状分布, 部分砾型蠕虫体与基质界线清楚, 少量不规则长条型蠕虫体呈月形、弯弓形, 层面不平整, 偶见蚯蚓状遗迹化石斜交层理分布(III-3) 29.6 m
7. 灰、浅灰色薄-中层状微生物岩与纹层状-条带状泥质泥晶灰岩, 二者比例 1~1.5:1, 前者层厚 2~15 cm. 后者泥质分布不均, 集中呈厚 2~4 mm 条带与灰岩相间分布, 少量呈缓波状, 层面不平整, 发育蚯蚓状、直线状遗迹化石垂直、斜交、近平行层理分布, 个别为大型(III-4) 20.5 m
6. 灰、浅灰色薄-中层状条带硅泥质泥晶灰岩, 层厚 2~6 cm. 少量 15~20 cm, 向上变薄。硅泥质分布集中呈厚 2~4 mm 条带与灰岩呈不规则“褶皱”状分布, 少量呈缓波状, 大致平行层理分布, 层面不平整, 顶底界面呈缓波状、锯齿状起伏, 发育大型垂直生物遗迹 23.4 m
5. 灰、浅灰色厚层-块状角砾状灰岩-纹层状泥质泥晶灰岩, 二者比例略 3~4:1, 角砾状灰岩层厚 150~200 cm, 岩石由砾石(75%~80%)、胶结物(20%~25%)组成, 砾石成分主要为泥质泥晶灰岩、纹层状泥晶灰岩, 砾径  $d = 70\sim 250$  mm, 少量  $30 \times 25$  mm, 分选差, 磨圆度差, 呈棱角状, 杂乱堆积, 砾屑支撑, 泥晶方解石及少量铁泥质胶结。向上砾径变细, 以细砾为主, 层理变薄, 层厚 40~70 cm, 纹层状泥晶灰岩层厚 2~6 cm 43.8 m

4. 灰、浅灰色薄层状含泥质微生物岩、条带状微生物岩, 层厚 2~6 cm, 泥质集中呈厚 2~4 mm 条带与灰岩呈透镜状分布, 多呈缓波状, 少量呈窄型尖峰状, 层面不平整, 局部含少量细小硅泥质团块及条带, 平行层理分布, 局部显砾型蠕虫状灰岩特征, 具大型垂直近于垂直生物钻孔遗迹(III-5) 19.6 m

3. 浅灰色薄中层状微生物岩, 层厚 2~5 cm, 后者发育密集水平纹层, 少量微生物席呈缓波状, 层面不平整 91.1 m

2. 灰、浅灰黑色薄-中层状微生物岩(图版 III-6)、纹层状泥质泥晶灰岩、薄层条带状泥晶灰岩, 以后二者为主, 呈韵律状产出, 比例相近, 层厚 2~5 cm, 发育密集水平纹层, 微生物层厚 2~15 cm, 以薄层为主, 少量微生物席呈缓波状, 层面不平整 55.4 m

1. 灰、浅灰黑色薄层条带状微生物岩, 层厚 2~6 cm, 发育密集水平纹层, 泥质富集成 2~4 mm, 少量微生物席呈缓波状, 44.3 m

#### 整合接触

下伏地层: 三叠系下统 Smithian 阶。

0. 灰黄、浅灰绿色薄层状粉砂质泥岩、粉砂岩, 层厚 2~5 cm。产双壳类: *Elegantarca subareata* Chenma et Zhang, *Unionites spicatus* Chenma et Zhang, 未见底>51.0 m

卡房组( $T_1k$ )为巨厚的错时相沉积的灰岩夹流纹质凝灰岩为及少量的角砾状灰岩, 被上覆个旧组薄层状白云岩化灰岩、白云岩(图版 III-7)整合覆盖。个旧组无蠕虫状灰岩, 与卡房组差别极为显著, 但有极少量错时相灰岩沉积, 如海底碳酸盐岩胶结扇(图版略)。与下伏三叠系下统 Smithian 阶粉砂质泥岩、粉砂岩呈整合接触, 二者间物性界面标志清楚。需要说明的是: 1) 卡房组夹有三层流纹质凝灰岩(图版 I-8、II-1), 18 层为露头, 25 层为大量的残积物, 剖面中未列述流纹质凝灰岩在 35 层底部的少量残积物; 2) 卡房组与下伏 Smithian 阶地层仅 3~4 米的掩盖, 二者岩石薄片均无碎裂现象; 3) 卡房组与个旧组之间少量风化土, 二者产状一致。

卡房组( $T_1k$ )中未获大化石, 时代尚缺乏确切的古生物依据, 但卡房组极为连续的错时相灰岩沉积与早三叠世 Spathian 阶大规模的错时相沉积有对应的关系[35]。测制剖面时曾采集 12 件牙形石样品, 处理后均未发现牙形石, 究其原因, 可能就是卡房组大量的错时相灰岩沉积时的特殊环境造成的响应。含早三叠世腹足类: *Natilia costata* (Mnster)、*Polygyrina* cf. *sichuanensis* Pa, 被上覆含 *Pterocythere reniformis* Wei, 1981 (肾形翼花介)、腹足类 *Polygyrina lommeli* (Monster)、*Polygyrina* sp A (nov)、牙形石 *Neospathodus* sp. 断片(新铲齿刺断片)、*Cypridodella conflexa* Mosher, *Neogondolella bifarcata* 带[36]的中三叠世安尼阶个旧组薄层状白云岩化泥晶灰岩整合覆盖, 与下伏早三叠世晚期 Smithian 含双壳类 *Eumorphotes* cf. *multiformis* 薄层状粉砂质泥岩、粉砂岩呈整合接触, 其时限为早三叠世 Spathian 阶。

## 5. 讨论

### 5.1. 卡房组( $T_1k$ )与下伏地层

卡房组( $T_1k$ )尽管与上、下覆间接触关系虽未有数米的掩盖, 亦未获大化石及牙形石, 即使是断层接触, 但其以连续的错时相灰岩沉积夹流纹质凝灰岩为特征和标志, 且物性界面清楚, 也满足了新建组的各项条件[32] [33] [34]。据 1:5 万卡房等 4 幅区调, 卡房组与整合于下三叠统 Smithian 阶之上, 10 层含腹足类 *Natilia costata* (Monster), 虽然见于贵州六枝郎岱中三叠统关岭组, 但下三叠统飞仙关组也有见及。*Polygyrina* cf. *sichuanensis* Pa, 四川多圆螺, 目前除本区外, 仅见于四川合川盐井乡下三叠统永宁镇组( $T_1^2$  上部), 因此, 不排除 1~9 层属 Spathian 阶的可能。

笔者在 1:5 万卡房等 4 幅区调过程中, 实测了云南省蒙自县吊坡三叠系下统嘉陵江组(Tj)剖面(图略), 主要为灰色薄-中厚层状泥晶灰岩、斑点状、蠕虫状泥晶灰岩、条带状灰岩, 夹少量薄层泥灰岩, 获牙形石带 *Parachirognathus delicatulus*-*Pa chycladina* 带、*Parachirognathus delicatulus*、*Neospathodus homei*-*Neospathodus triangularis* 带, 也就是本文新建卡房组下伏地层, 与本文划分的卡房组岩石特征有较多相似之处, 甚至是同一地层。*Parachirognathus delicatulus*-*Pa chycladina* 带、*Parachirognathus delicatulus*, 其年代为早三叠世 Smithian 阶、*Neospathodus homei*-*Neospathodus triangularis* 带为国际年代地层表三叠世下统 Spathian 阶。而在卡房组的层型剖面上, 卡房组的下伏地层为灰黄、浅灰绿色薄层状泥岩、粉砂质泥岩, 二者呈韵律状产出, 比例相近, 粉砂质泥岩, 层厚 2~5 cm, 产双壳类: *Elegantarca subareata* Chenma et Zhang、*Unionites spicatus* Chenma et Zhang, 卡房组整合覆盖于其上, 这表明 1:5 万卡房等 4 幅区调在蒙自县吊坡划分的三叠系下统并非嘉陵江组(Tj), 本身也不是跨时的岩石地层单位(应新建组, 本文不讨论), 也就是表明卡房组的下伏地层不能引用为嘉陵江组(Tj), 只是其年代为早三叠世 Smithian 阶。鉴于此, 卡房组的下伏地层暂称早三叠世 Smithian 阶。

### 5.2. 卡房组(T<sub>1k</sub>)的上覆地层

卡房组(T<sub>1k</sub>)的上覆地层为个旧组一段白云岩中含介形类 *Pterocythere reniformis* Wei 1981 (肾形翼花介)、腹足类 *Polygyrina lommeli* (Mnster)、*Polygyrina* sp A (nov)、牙形石 *Neospathodus* sp.断片(新铲齿刺断片)、*Cypridodella confluxa* Mosher 中、下部的所在层位。其地质年代为中三叠世安锡尼克期早期。个旧组二段灰黑色泥晶灰岩中含牙形石 *Neohindeodella* cf. *multihamata* Huckriede、*Neogondolella bifarcata* (Budurov et Stefanov)、*Neogondolella* sp. A、*Prioniodella ctenoides* Tatge、*Prioniodella* cf. *ctenoides* Tatge、腹足类: *Allocosmia* aff. *Tarricula* (Assmann), 其年代地层为安锡尼克期。

### 5.3. 卡房组(T<sub>1k</sub>)的沉积环境

卡房镇糯谷寨剖面卡房组出露了 2 层滑塌角砾岩及 5 层臭灰岩, 滑塌角砾岩的出现, 表明其至少为斜坡环境。个旧地区南沙一带红河北岸在中二叠统岩头组(槽区)硅质条带灰岩中采获放射虫(图版 III-8), 南沙北侧的基性-超基性岩墙群的地球化学特征表明, 二叠纪末南盘江盆地个旧地区沉降、裂隙之深, 反映其处于强烈的拉伸构造背景, 甚至可能出现了洋脊或始初洋盆环境, 与现代类似的洋脊或始初洋盆环境相比, 无疑是高压环境。下三叠统洗马塘组夹有多层基性沉凝灰岩, 洗马塘组继成了 P<sub>2-3</sub> 末期的深水盆地环境, 之上的早三叠系 Smithian 阶为粉砂质泥岩、粉砂岩夹蠕虫状灰岩, 也是盆地沉积的产物。卡房组基本上继成了 Smithian 阶之后的古地理环境, 其中的臭灰岩用地质锤轻轻敲击即能闻臭味, 以 26 层灰岩臭味最浓, 极易挥发消失, 样品虽未作化学测试, 但不论是何种气体, 都说明当时盆地底部处于缺氧[37]环境, 同时, 由于盆地水体很深, 自 P<sub>2-3</sub> Spathian 阶火山喷发活动带出的各种气体都溶于盆地的水体里, 当然也就是高压[37]环境形成的所在。流纹质凝灰岩中局部见微粒星点状黄铁矿(已褐铁矿化)呈团块状聚集产出, 同样反映卡房组错时相灰岩沉积时, 盆地处于缺氧环境。

### 5.4. 卡房组(T<sub>1k</sub>)的时限

整合于早三叠系 Smithian 阶之上, *Natilia costata* (Monster)、*Polygyrina* cf. *sichuanensis* Pa (?) 1~9 层未获化石, 但不排除属 Smithian 阶的可能。中国使用的国际年代地层表(2017 版)中三叠系下统分别称印度阶、奥伦尼克阶, 按此方案, 属早三叠世晚期, 如牙形石 *Parachirognathus delicatulus*-*Pa chycladina* 带、*Parachirognathus delicatulus*。其年代就该表达早三叠世晚期世奥伦尼克早期, 使用起来极不方便。因此, 在南盘江地区使用国际年代地层表三叠系下统奥伦尼克阶并不合适, 因为奥伦尼克阶并不能反映

早三叠世晚期的时空位置。所以, 本文使用 Spathian 阶、Smithian 阶[23], 相当于奥伦尼克阶的早期及晚期。

## 6. 意义

1:5 万卡房等 4 幅区域地质调查报告中将个旧组划分为五个段( $T_2g^1$ - $T_2g^2$   $T_2g^3$   $T_2g^4$ - $T_2g^5$ ), 将其时代置于中三叠世安尼阶。本文将中三叠统个旧组一段( $T_2g^1$ )分解出来新建卡房组( $T_1k$ ), 指定层型剖面为卡房镇糯谷寨剖面, 含早三叠世腹足类 *Polygyrina cf. sichaanensis* Pa, 与上覆中三叠世安尼阶个旧组薄层状白云岩化泥晶灰岩呈整合接触, 与下伏早三叠世晚期 Smithian 阶含双壳类 *Eumorphotes cf. multifonnis* 薄层状粉砂质泥岩、粉砂岩呈整合接触, 将其时代厘定为早三叠世 Spathian 阶, 这无疑提高了个旧组( $T_2g$ )的研究精度。四川广安嘉陵江组下伏地层为早三叠世夜郎组, 上覆地层为中三叠世安尼阶雷口坡组(周志澄等, 2010) [18]。尽管个旧地区 1:5 万卡房等 4 幅区域地质调查中的嘉陵江组与云南罗平一带下三叠统划分方案相同, 但罗平一带划分的嘉陵江组为奥伦阶, 其上覆地层为安尼阶关岭组(张启跃等, 2009) [36]。表明 1:5 万卡房等 4 幅区域地质调查中的嘉陵江组与四川广安、云南罗平划分的嘉陵江组完全是两套不同的地层层序, 这充分说明: 个旧地区下三叠统洗马塘组与卡房组之间的 Smithian 阶地层不能划分或者引用为嘉陵江组是认识进步的表现。因此, 卡房组的建立对于拟清个旧地区早三叠世的地层层序具有非常重要的意义, 此为其一。其二, 卡房组主要为巨厚的错时相沉积: 扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、纹层状灰岩、薄-极薄层泥晶灰岩、条带状灰岩夹少量角砾状灰岩、流纹质凝灰岩, 并且含丰富遗迹化石。错时相沉积灰岩类型丰富, 分布集中, 且厚度巨大, 除少量夹层外, 从卡房组底部至顶部为连续沉积, 以夹特有的流纹质凝灰岩、蠕虫状臭(可能是类似于  $CH_4$ 、 $H_2S$  [18]类等有毒有害的气体)灰岩区别于国内外报导的错时相沉积。迄今为止, 至少是国内所发现的错时相沉积规模最大、内容最丰富的唯一特例。或许, (流纹质)凝灰岩本身就是错时相的标志。真实重现了早三叠世错时相沉积从正常海洋环境沉积中退出并迁移到高压下的缺氧的深海盆地环境。30 多年来, 错时相沉积的成因研究成果国内外鲜有报道, 个旧地区早三叠世卡房组错时相沉积除了共性之外, 卡房组中的扁平砾石灰岩(图版 II-4)、蠕虫状灰岩(图版 II-6) [4]-[9] [12]-[23] [38]-[49], 确实自有地方性的鲜明特色, 尤其是丰富的斜交、垂直层面分布的遗迹化石。遐想, 如果, 错时相是在极端恶劣气候条件下的浅海或者深海环境所沉积, 那么, 作为满足右江盆地中三叠世安尼期海洋生态系的辐射开端[50] [51] [52]的先决条件, 就是迫切需要一个水质没有受到(严重)污染、有洋流作用参与、正常盐度、适宜温度以及蕴藏着丰富食物、食物链的(大)洋环境, 才能为顶级巨型[52]凶猛的掠食者提供足够大的生存空间和捕猎场所, 如现今的太平洋。这就表明, 早三叠世早期生态系的重建甚至是不需要任何先决条件, 处于被支配的环境, 复苏过程需要配置一定的先决条件, 生态系的辐射就必需需要满足众多的先行条件, 缺一不可。右江盆地三叠纪海洋生态系经历了从重建-复苏-大辐射这一系列过程充满了奥秘色彩, 要破解这一科学命题, 右江盆地个旧地区将可能或者有望成为研究错时相沉积和三叠纪海洋生态系重建-复苏-大辐射过程中的前缘阵地和天然的实验室。诚然, 探索发现三叠纪右江盆地是否存在过相类似于现今大洋的环境, 将是今后地质科学发展中的一个前缘命题。目前, 在国内只有罗平生物群-盘县动物群和现今大洋的生态系相似和接近。

## 7. 结论

1) 卡房组( $T_1k$ )为主要为错时相灰岩沉积, 岩石类型主要为薄层状扁平砾石灰岩、蠕虫状灰岩、微生物岩、层纹状灰岩、薄-极薄层泥晶灰岩、条带状灰岩夹两层角砾状灰岩、3 层中酸性凝灰岩。前 6 种灰岩均反映出具有错时相沉积的特征。错时相沉积灰岩类型丰富, 分布集中, 且厚度巨大, 厚 1309.8 m, 并且以夹浅灰白、灰黄色流纹质凝灰岩为特征。卡房组含早三叠世腹足类 *Polygyrina cf. Sichuanensis* Pa,

卡房组整合于早三叠系 Smithian 阶之上,且物性界面清楚。其上被含牙形石 *Neogondolella bifarcata* 带整合覆盖,时限为早三叠世 Spathian 阶,不排除底部有属 Smithian 阶的可能。

2) 1:5 万马街、白显、卡房、新安所 4 幅区域地质调查报告沿用的嘉陵江组(T<sub>j</sub>)是一个跨时的地层单位。卡房组(T<sub>1k</sub>)的下伏地层不能引用为嘉陵江组(T<sub>j</sub>),暂称 Smithian 阶,本身不是跨时地层单位。

3) 在南盘江地区使用国际年代地层表三叠系下统奥伦尼克阶并不合适,因为奥伦尼克阶并不能反映早三叠世晚期的时空位置,所以,使用 Spathian 阶、Smithian 阶,相当于奥伦尼克阶的早期及晚期[23]。

4) 结合个旧地区基性-超基性岩墙群地球化学特征,二叠纪末南盘江盆地之个旧地区沉降、裂隙之深,反映其处于强烈的拉伸构造背景,可能出现了洋脊或始初洋盆环境,与现代类似的洋脊或始初洋盆环境相比,无疑是高压环境。卡房组(T<sub>1k</sub>)基本上继承了 Smithian 阶之后的古地理环境,流纹质凝灰岩中局部见微粒星点状黄铁矿(已褐铁矿化)呈团块状聚集产出,同样反映卡房组错时相灰岩沉积时,盆地处于极度缺氧环境。

综上所述,卡房组错时相灰岩沉积时处于还原环境、高压下的缺氧的深水盆地,真实重现了早三叠世错时相沉积从正常海洋环境沉积中退出并迁移到高压下的缺氧的深海盆地环境。

## 致 谢

本文微体化石由高级工程师董致中鉴定,薄片由徐桂香高级工程师鉴定并提供了显微照片,同时对编辑老师和审稿人提出的宝贵修改意见,在此一并表示衷心的感谢!

## 基金项目

中国地质调查局项目(云南区域地质调查片区总结与服务产品开发, NO. 121201102000150012-02), 中国地质调查局地质调查项目: 1:5万白显、卡房等四幅区域地质调查(1212011220382)。

## 参考文献

- [1] 殷鸿福, 宋海军. 古、中生代之交生物大灭绝与泛大陆聚合[J]. 中国科学(D辑: 地球科学), 2013, 43(10): 1539-1522.
- [2] Erwin, D.H. (1994) The Permo-Triassic Extinction. *Nature*, **367**, 231-236. <https://doi.org/10.1038/367231a0>
- [3] Stanley, S.M. and Yang, X. (1994) A Double Mass Extinction at the End of the Paleozoic Era. *Science*, **266**, 1340-1444. <https://doi.org/10.1126/science.266.5189.1340>
- [4] Tong, J.N., Lin, Q.X. and Shi, G.R. (1998) Evolution of the Permian and Triassic Reef Ecosystems in South China. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **110**, 385-399.
- [5] Racki, G. (1999) Silica-Secreting Biota and Mass Extinctions: Survival Patterns and Processes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **154**, 107-132. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(99\)00089-9](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00089-9)
- [6] Retallack, G.J., Veevers, J.J. and Morante, R. (1996) Global Coal Gap between Permian-Triassic Extinction and Middle Triassic Recovery of Peat-Forming Plants. *Geological Society of America Bulletin*, **108**, 195-207. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1996\)108<0195:GCGBPT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1996)108<0195:GCGBPT>2.3.CO;2)
- [7] Sepkoski Jr., J.J. (1982) Flat-Pebble Conglomerates, Storm Deposits, and the Cambrian Bottom Fauna. In: Einsele, G. and Seilacher, A., Eds., *Cyclic and Event Stratification*, Springer-Verlag, Berlin, 371-385. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-75829-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-642-75829-4_28)
- [8] Sepkoski Jr., J.J., Bambach, R.K. and Droese, M.L. (1991) Secular Changes in Phanerozoic Event Bedding and the Biological Overprint. In: Einsele, G., Ricken, W. and Seilacher, A., Eds., *Cycles and Event in Stratigraphy*, Springer-Verlag, Berlin, 298-312.
- [9] Wignall, P.B. and Twitchett, R.J. (1999) Unusual Lenticular Limestones in Lower Triassic Carbonates and Their Bearing on the Aftermath of the End-Permian Mass Extinction. *Sedimentology*, **46**, 303-316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1999.00214.x>
- [10] 杨遵仪, 殷鸿福, 吴顺宝, 等. 华南二叠-三叠系界线地层及动物群[M]. 北京: 地质出版社, 1987: 1-379.
- [11] 李子舜, 詹立培, 戴进业, 等. 川北陕南二叠-三叠纪生物地层学研究[M]. 北京: 地质出版社, 1989: 1-435.

- [12] 吴应林, 朱洪发, 朱忠发, 等. 中国南方三叠纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 1-143.
- [13] 钱迈平. 中下扬子区海相三叠纪叠层石及其环境演变[J]. 古地理学报, 1995, 34(6): 731-741.
- [14] 钱迈平, 范洪源. 无锡嵩山三叠系下统青龙组叠层石生物丘及其环境[J]. 江苏地质, 1994, 18(1): 19-24.
- [15] 王生海, 范嘉松, Rigby, J. K. 贵州紫云二叠纪生物礁的基本特征及发育规律[J]. 沉积学报, 1996(14): 66-74.
- [16] 刘建波, 江崎洋一, 杨守仁, 等. 贵州罗甸二叠纪末生物大灭绝事件后沉积的微生物岩的时代和沉积学特征[J]. 古地理学报, 2007, 9(5): 473-486.
- [17] 张杰, 童金南. 下扬子地区下三叠统蠕虫状灰岩及其成因[J]. 古地理学报, 2010, 12(5): 535-548.
- [18] 周志澄, 罗辉, 祝幼华, 等. 四川广安谢家槽剖面早三叠世地层中的时错相沉积及其古生态意义——一个传统地层剖面的重新解读[J]. 地层学杂志, 2013, 37(1): 73-80.
- [19] 赵小明, 童金南, 姚华舟, 等. 华南早三叠世错时相沉积及其对复苏期生态系的启示[J]. 中国科学(D 辑: 地球科学), 2008, 38(12): 1564-1574.
- [20] 赵小明, 牛志军, 童金南, 等. 早三叠世生物复苏期的特殊沉积——“错时相”沉积[J]. 沉积学报, 2010, 28(2): 314-323.
- [21] 何冰辉, 常蓝天, 吴鹏, 等. 古-中生代生物灭绝与华南早三叠世错时相沉积研究[J]. 长江大学学报(自科版), 石油中旬刊, 2014, 11(26): 24-31.
- [22] 李飞, 王夏, 薛武强, 等. 一种新的错时相沉积物 - 巨鲕及其环境意义[J]. 沉积学报, 2010, 28(3): 585-605.
- [23] 张利伟, 杨文涛, 牛永斌. 河南宜阳地区陆相二叠系 - 三叠系界线附近微生物成因沉积构造特征及意义[J]. 地质论评, 2014, 60(5): 1051-1068.
- [24] 殷鸿福, 吴顺宝, 杜远生, 等. 华南是特提斯多岛洋体系的一部分[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 1999(24): 1-12.
- [25] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990: 180-181+185+198-199.
- [26] 云南省地质矿产局. 云南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 3-5+158-159+179+286-289.
- [27] 黎应书, 秦德先, 党玉涛. 用安尼克期玄武岩来研究东区的地质问题[J]. 有色地质, 2006, 58(4): 21-23.
- [28] 黎应书, 秦德先, 党玉涛. 云南个旧东区玄武岩岩石学特征[J]. 科技导报, 2006, 24(2): 70-72.
- [29] 张信伦. 云南个旧印支期基性火山岩地球化学特征及其大地构造背景[J]. 矿产与地质, 2011, 25(5): 429-435.
- [30] 徐桂香, 赵云江, 包佳凤, 等. 滇东南个旧组震积岩的发现及意义[J]. 云南地质, 2016, 35(3): 285-292.
- [31] 王伟, 宋冬虎, 赵云江, 等. 云南东南部中三叠统个旧组研究的新进展[J]. 云南地质, 2019, 38(2): 151-154.
- [32] 魏家庸, 卢重明, 徐艾怀, 等. 沉积岩区 1:5 区域地质填图方法指南[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1991: 7-9.
- [33] 周瑞华, 刘传正, 吴梅, 等. 野外地质工作实用手册[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2009.
- [34] 全国地层委员会. 中国地层指南及中国地层指南说明书[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [35] 董致中, 王伟. 云南牙形类动物群[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 130-136.
- [36] 张启跃, 周长勇, 吕涛, 等. 云南中三叠世罗平生物群地层时代的厘定: 来自牙形石的证据[J]. 中国科学(D 辑: 地球科学), 2009, 39(3): 300-304.
- [37] 李玉成, 周忠泽. 华南二叠纪末缺氧海水中的有毒气体与生物集群绝灭[J]. 地质地球化学, 2002, 30(1): 57-63.
- [38] 汪啸风, 陈孝红, 程龙, 等. 关岭及相关生物群沉积与生态环境的探讨[J]. 古生物学报, 2009, 48(3): 509-526.
- [39] 黄思静. 蠕虫状灰岩及其成因[J]. 成都地质学院学报, 1984(3): 60-69.
- [40] 章雨旭, 万渝生. 北京西山竹叶状灰岩的成因[C]//中国地质科学院地质研究所. 中国地质科学院地质研究所文集. 北京: 地质出版社, 1990: 56-63.
- [41] 童熙盛, 唐勇. 重庆凉风垭飞仙关组风暴流沉积[J]. 沉积学报, 1990, 8(3): 121-126.
- [42] 钱守荣. 蠕虫状灰岩成因新解[J]. 淮南矿业学院学报, 1995, 15(3): 15-19.
- [43] 钱守荣. 蠕虫状灰岩中的同生变形构造及其成因[J]. 安徽地质, 1996, 6(1): 38-41.
- [44] 章雨旭, 彭阳, 高林志. 北京西山寒武系——奥陶系主要副层序类型及其形成机制探讨[J]. 地质论评, 1997, 43(2): 148-154.
- [45] 章雨旭. 试论华北地台寒武纪地层的穿时性[J]. 沉积与特提斯地质, 2001, 21(1): 78-87.

- 
- [46] 吴亚生, 姜红霞. 二叠纪—三叠纪之交缺氧环境的微生物和微生物岩[J]. 中国科学(D辑: 地球科学), 2007, 37(5): 618-628.
- [47] Pruss, S.B., Bottjer, D.J., Corsetti, F.A., *et al.* (2006) A Global Marine Sedimentary Response to the End-Permian Mass Extinction: Examples from Southern Turkey and the Western United States. *Earth-Science Reviews*, **78**, 193-206. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.05.002>
- [48] 童金南, 殷鸿福. 早三叠世生物与环境研究进展[J]. 古生物学报, 2009, 48(3): 497-508.
- [49] 时志强, 安红艳, 伊海生, 等. 上扬子地区早三叠世异常碳酸盐岩的分类与特征[J]. 古地理学报, 2011, 13(1): 1-10
- [50] 张启跃, 周长勇, 吕涛, 等. 云南罗平中三叠世安尼期生物群的发现及其意义[J]. 地质论评, 2008, 54(4): 523-526.
- [51] 尹超, 郝维城, 季承, 等. 盘县 - 罗平动物群 - 中三叠世初期生物复苏、辐射的标志性生物群[J]. 地层学杂志, 2014, 38(3): 329-336.
- [52] 郝维城, 孙元林, 江大勇, 等. 盘县动物群研究进展[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2006, 42(6): 817-823.

# 附录

## Plate (图版) I





Plate (图版) II

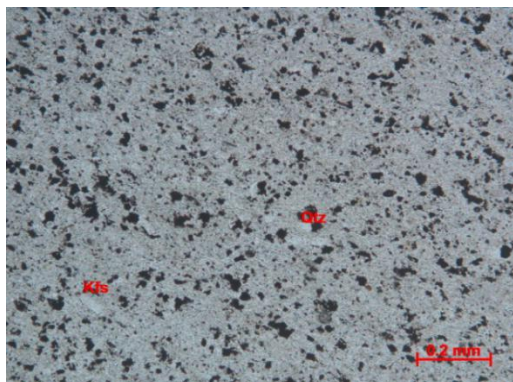
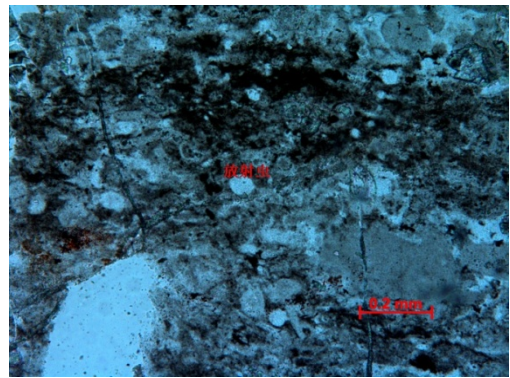


Plate (图版) III



**图版 I 说明:** 1、薄层状微生物岩 42 层; 2、砾型、长条型拱曲型蠕虫状灰岩层 39 层; 3、砾型、长条型拱曲型蠕虫状灰岩层 38 层; 4、条带状-极薄层型蠕虫状灰岩层 36 层; 5、砾型蠕虫状灰岩层 31 层; 6、砾型、长条型蠕虫状灰岩层 29 层; 7、微生物岩中的灰白色流纹岩角砾 26 层; 8、流纹质凝灰岩(手标本) 25 层。

**图版 II 说明:** 1、流纹质流纹岩薄片; 2、扁平砾石灰岩 24 层; 3、不规则蠕虫状灰岩 24 层; 4、扁平砾石灰岩 23 层; 5、局部拱曲蠕虫状灰岩 23 层; 6、蠕虫状泥晶灰岩(图 4 的侧面)断口特征 23 层; 7、蠕虫状灰岩断面及层面(微生物席)特征 19 层; 8、条带状泥晶灰岩 13 层。

**图版 III 说明:** 1、蠕虫体呈长三角形、半球形、长条形杂乱分布 10 层; 2、条带状灰岩及丰富的遗迹化石 9 层; 3、蠕虫体呈月形、弯弓形; 4、条带状灰岩及遗迹化石 7 层; 5、微生物岩具大型垂直或近于垂直生物钻孔遗迹 4 层; 6、微生物岩(剖面 2 层); 7、个旧组中白云岩化钙质浊积岩(卡房北); 8、南沙北侧中二叠统岩头组( $P_2yt$ )放射虫硅质岩。