



国家自然科学基金研究专著
NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA



黔东南早、中寒武世凯里组 三叶虫动物群

袁金良 赵元龙 李 越 黄友庄 著

Earth

上海科学技术出版社

 国家自然科学基金研究专著
NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA



黔东南早、中寒武世凯里组 三叶虫动物群

袁金良 赵元龙 李 越 黄友庄 著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

黔东南早、中寒武世凯里组三叶虫动物群 / 袁金良等著. —上海: 上海科学技术出版社, 2002.7
ISBN 7-5323-6648-0

I. 黔... II. 袁... III. ①早寒武世—三叶虫纲—古动物学—贵州省②中寒武世—三叶虫纲—古动物学—贵州省 IV. Q915.819

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 077807 号

二审审读人 张洁珮
责任编辑 濮紫兰 孙庆安

上海科学技术出版社出版发行
(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所经销

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 27 插页 4 字数 646 千

印数 1—1 500 定价: 55.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

内 容 简 介

本书介绍近年来在贵州省丹寨县兴仁区南皋乡九门冲、平寨和岩英,台江县革东镇八郎、屯州和川硐等地早寒武世晚期至中寒武世早期凯里组(距今约 5.12 亿~5.13 亿年)三叶虫动物群的新发现,根据大量保存完好的标本,对凯里组及同期地层三叶虫属种的定义及系统分类进行全面的修订,尤其是对产自喜马拉雅南坡巴基斯坦盐岭,以及克什米尔地区同期地层已变形三叶虫属种的系统分类位置作全面的修订,系统描述三叶虫 4 目,18 科,62 属(亚属),145 种(亚种)和未定种,其中 1 新亚科,8 新属(新亚属),53 新种和新亚种。着重介绍全球广泛分布的掘头虫类(oryctocephalids)三叶虫和宽背虫(*Bathynotus* Hall)三叶虫,深入阐明确定全球下、中寒武统界线层型的标准种 *Oryctocephalus indicus* (Reed) 及其完整的演化序列,不仅解决了同期地层全球对比问题,而且对在我国确立全球下、中寒武统界线层型剖面具有极重要意义。

本书与已发表的同类论文和专著相比,剖面资料更齐全,三叶虫序列完整,三叶虫标本保存精美,既有底栖类型的属种,又有浮游类型的属种;既有属种描述,又讨论了它们之间的演化关系;此外,在阐明凯里组三叶虫动物群系统演化规律的基础上,将黔东南的凯里组与全球范围内的同期地层进行了精确对比。本书是广大地质工作者、地层古生物学家研究早寒武世晚期至中寒武世早期三叶虫的分类、起源、扩散、演化、灭绝和复苏、洲际间地层对比、古地理、古气候、古环境的重要参考资料,对各大图书馆,高等院校有关专业的系级图书室,地质古生物研究所、地质生产单位的图书馆,都有很好的收藏价值。

本书相关工作由国家自然科学基金(49772085, 40162002)、国家攀登专项(95-专-01)、国家科技部基础性研究工作专项(G99-A-04b-10)和中国科学院南京地质古生物研究所知识创新工程基金(000409)、贵州省科技基金、贵州省省长基金、贵州省委组织部知工办基金联合资助。

前 言

本书根据近几年来在黔东南凯里地区丹寨县平寨、岩英剖面,台江县革东镇八郎村乌溜至曾家崖剖面,革东镇屯州村苗板坡剖面,革东镇川硐剖面所发现的数以千计头胸尾保存完好的三叶虫标本新材料,对凯里组及同期地层的三叶虫的分带和系统分类等方面进行了较全面的修订。较重大的变动有:在深入研究掘头虫类三叶虫系统演化的基础上用掘头虫类三叶虫的种进行分带,代替原来用褶颊虫类三叶虫或用掘头虫类三叶虫属来分带,自上而下分为:*Oryctocephalus orientalis* 带, *Oryctocephalus indicus* 带, *Ovatoryctocara granulata-Bathynotus holopygus* 带,这种分带更有利于洲际间的地层对比;将过去在描述凯里组三叶虫时所用过的属和建的不确当新属(新亚属)进行合并,其中包括以下 18 属和亚属排除在凯里组三叶虫动物群以外:*Alokistocare* Lorenz, 1906, *Elrathiella* Poulsen, 1927, *Ptychoparia* Hawle & Corda, 1847, *Modocia* Walcott, 1924, *Ehmaniella* Resser, 1937, *Elrathina* Resser, 1937, *Onchocephalus* Resser, 1937, *Pachyaspis* Resser, 1939, *Eoptychoparia* Rasetti, 1955, *Schopfaspis* Palmer & Gatehouse, 1972, *Kootenia* Walcott, 1888, *Chengshanaspis* Chang, 1963, *Mengzia* Lo, 1974, *Meitania* Yuan in Yin *et al.*, 1978, *M.* (*Promeitania*) Yuan & Zhao in Yuan *et al.*, 1997, *Wuxunaspis* Yuan in Zhang *et al.*, 1980a, *Jiumenia* Yuan in Zhang *et al.*, 1980a, *Danzhaiaspis* (*Nangaocephalus*) Yuan in Zhang *et al.*, 1980a, 以这些属和亚属所建立的种,目前的分类位置将在“系统古生物学”一章内作详细说明。凯里组三叶虫动物群共包括 4 个目:球接子目(*Agnostida* Salter, 1864)、莱得利基虫目(*Redlichiida* Richter, 1932)、耸棒头虫目(*Corynexochida* Kobayashi, 1935)、褶颊虫目(*Ptychopariida* Swinnerton, 1915),其中褶颊虫目和耸棒头虫目三叶虫最为丰富。这 4 目的三叶虫有 17 科, 62 属和亚属, 145 种,其中有新亚科一个,新属和新亚属 8 个,新种和新亚种 53 个。

本书是以赵元龙为首的贵州凯里生物群研究小组全体成员多年来野外工作的第一次系统总结。全书共分 8 章,其中第 1 章“凯里组地层”由赵元龙、袁金良、李越执笔,第 5 章“凯里组的沉积环境、三叶虫的埋藏学和古生态学”由李越、袁金良执笔,第 7 章“早寒武世末期三叶虫的大灭绝和中寒武世早期三叶虫的复苏”由袁金良、李越执笔,第 8 章“系统古生物学”中的莱得利基虫目和耸棒头虫目由赵元龙、袁金良执笔,球接子目由袁金良、黄友庄执笔,褶颊虫目由袁金良、赵元龙执笔,其余章节和全书的编排由袁金良、赵元龙负责。曾先后参加野外工作的有贵州工业大学资源工程系的杨瑞东教授,毛家仁、龚显英、陈笑媛、戴新春副教授,郭庆军、周震博士,参加野外工作的还有杨兴莲、伍孟银、杨根兰、潘玉、李燕等,以及中国科学院南京地质古生物研究所的朱茂炎研究员,台江县化石办公室的郇通树先生和台江县革东镇八郎村的刘峰先生等,此外还有美国乔治华盛顿大学的 Frederick A. Sundberg 博士,美国东华盛顿大学地质系的 Linda B. McCollum 教授。

图版所用照片由南京地质古生物研究所胡尚卿高级工程师和陈周庆工程师摄制,任玉皋高级工程师清绘部分插图;国家自然科学基金委员会对本书的研究和出版工作给予了财

政上的大力支持;中国科学院南京地质古生物研究所的周志毅研究员、林焕令研究员和南京大学地球科学系的林天瑞教授对本书的文稿提出了诚恳的修改意见;中国科学院南京地质古生物研究所的卢衍豪研究员、张文堂研究员对凯里动物群和凯里组三叶虫的研究给予了极大的关心和支持;在野外工作期间得到台江县人民政府、革东镇人民政府和八郎村民委员会的热情帮助,向他们表示最深切的谢忱。

作 者

2002 年 5 月

目 录

第 1 章 凯里组地层	1
§ 1.1 研究简史	2
§ 1.2 地层剖面	3
第 2 章 凯里组三叶虫属种的地层分布和分带	24
第 3 章 黔东南凯里组与国内外其他地区地层对比	34
§ 3.1 与国内同期地层对比	34
§ 3.2 与国外同期地层对比	36
第 4 章 凯里组三叶虫动物群在世界寒武纪三叶虫动物群分区中的位置	42
第 5 章 凯里组的沉积环境、三叶虫的埋藏学和古生态学	44
§ 5.1 凯里组的沉积环境	44
§ 5.2 三叶虫的埋藏学和古生态学	46
第 6 章 掘头虫超科三叶虫的演化与下、中寒武统界线	49
第 7 章 早寒武世末期三叶虫的大灭绝和中寒武世早期三叶虫的复苏	61
第 8 章 系统古生物学	74
球接子目 Agnostida Salter, 1864	74
球接子亚目 Agnostina Salter, 1864	74
球接子超科 Agnostoidea M'Coy, 1849	74
胸针球接子科 Peronopsidae Westergård, 1936	74
古盘虫亚目 Eodiscina Kobayashi, 1939	75
古盘虫科 Eodiscidae Raymond, 1913	75
莱得利基虫目 Redlichiida Richter, 1933	81
莱得利基虫亚目 Redlichiina Harrington, 1959	81
莱得利基虫超科 Redlichioidea Poulsen, 1927	81
莱得利基虫科 Redlichiidae Poulsen, 1927	81
莱得利基虫亚科 Redlichiinae Poulsen, 1927	81
莱得利基虫超科? Redlichioidea Poulsen, 1927	84

宽背虫科 Bathynotidae Hupé, 1953	84
耸棒头虫目 Corynexochida Kobayashi, 1935	88
耸棒头虫亚目 Corynexochina Kobayashi, 1935	88
耸棒头虫超科 Corynexochidacea Angelin, 1854	88
叉尾虫科 Dorypygidae Kobayashi, 1935	88
怪形虫亚科 Holteriinae Hupé, 1953	88
掘头虫超科 Oryctocephalacea Beecher, 1897	94
掘头虫科 Oryctocephalidae Beecher, 1897	94
掘头虫亚科 Oryctocephalinae Beecher, 1897	94
弯掘头虫亚科(新亚科)Curvoryctocephalinae Zhao et Yuan, subfam. nov. ...	111
掘冠虫科 Oryctocaridae Hupé, 1953	113
掘冠虫亚科 Oryctocarinae Hupé, 1953	113
小东京虫亚科 Tonkinellinae Reed, 1934	120
杷榔虫科 Balangiidae Chien, 1961	127
似手尾虫科 Cheiruroideidae Chang, 1963	129
目未定 Order uncertain	130
布林氏虫科 Burlingiidae Walcott, 1908	130
褶颊虫目 Ptychopariida Swinnerton, 1915	133
褶颊虫亚目 Ptychopariina Richter, 1933	133
褶颊虫超科 Ptychopariacea Matthew, 1887	133
野营虫科 Agrauidae Raymond, 1913	133
阿姆加虫科 Amgaspidae Tchernysheva, 1960	142
纳曼虫科 Namanoiidae Lermontova, 1951	143
褶颊虫科 Ptychopariidae Matthew, 1887	144
安南虫科 Annamitidae Robison, 1971	194
原附节虫科 Proasaphiscidae Chang, 1963	197
纸草虫科 Papyriaspididae Whitehouse, 1939	207
裂头虫科 Crepicephalidae Kobayashi, 1935	209

参考文献	211
SUMMARY	227
图版	287

第 1 章 凯里组地层

早、中寒武世凯里组主要分布在贵州东南部的丹寨、铜仁一线以东 10~30 km 宽,称之为过渡区而邻近江南区的狭长范围内,包括丹寨县以东的兴仁南皋、兴仁平寨、岩英,台江县革东镇东北,屯州村与八郎村一带,向东北延伸到玉屏侗族自治县西南的羊坪,然后向东北延伸至铜仁附近的夜背湾、谢桥等地(图 1-1)。

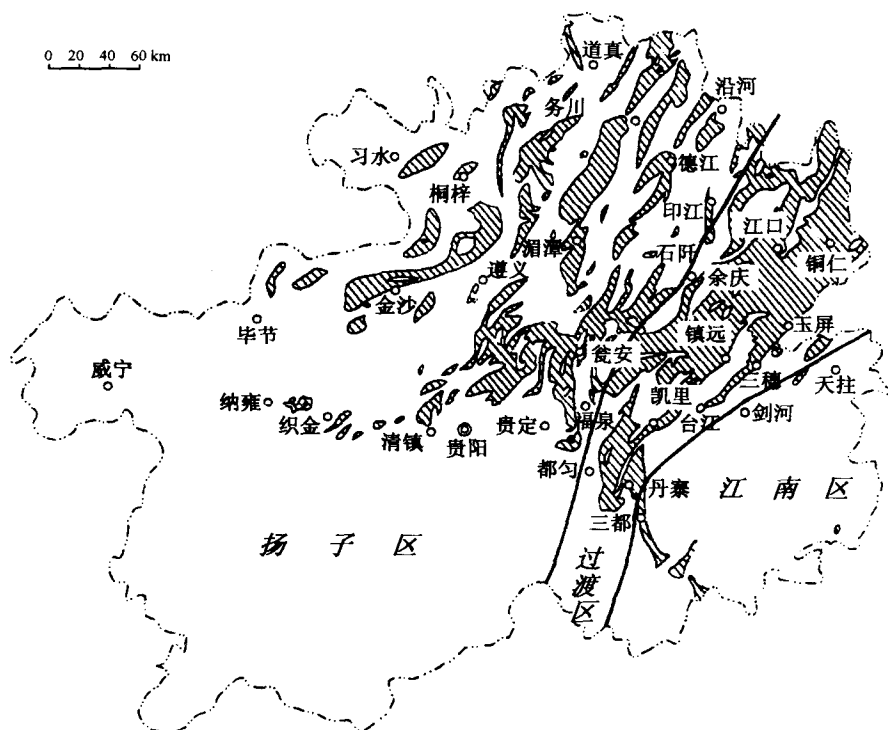


图 1-1 贵州省寒武系露头分布和地层分区图(引自尹恭正,1996;周志毅等,1979)

fig. 1-1 The map of the Cambrian outcrops and biogeographical provinciality in Guizhou
(after Yin,1996 and Zhou *et al.* ,1979)

根据三叶虫动物群的性质,世界寒武纪三叶虫动物群的古地理区系可划分为东方动物群(印度—太平洋动物群)、西方动物群(大西洋动物群)和过渡型动物群(中间动物群),而东方动物群又可再分为华北型、东南型和过渡型三种(卢衍豪等,1974a,37 页)。黔东南早、中寒武世凯里组三叶虫动物群是属于东方动物群中的过渡型动物群。这一三叶虫动物群保存完好,分异度高,序列完整,对它的深入研究不仅奠定了冈瓦纳大陆早寒武世末期至中寒武世早期三叶虫的分类学基础,而且揭示了同时期世界其他地区斜坡相区过渡型三叶虫动物群的演化规律,并为洲际间生物地层分带和对比提供了依据。

凯里组跨越早、中寒武世,具有确定全球下、中寒武统界线层型的标准种 *Oryctocephalus indicus* (Reed, 1910) 完整的演化序列,贵州台江八郎剖面是目前国际上唯一的一条全球下、中寒武统界线候选层型剖面(袁金良等, 1997, 1999; 赵元龙等, 2001), 因此对国际寒武系的再划分和年代地层的建立具有重大的现实意义。

凯里组是中寒武世最早期“凯里动物群”的产出层位,其时代介于早寒武世早期世界著名的“云南澄江动物群”和加拿大中寒武世中期“布尔吉斯页岩动物群”之间,不仅是连接两大动物群之间的纽带,而且它是早寒武世末期全球性生物集群绝灭事件后生物复苏的产物,“凯里动物群”中,三叶虫属的数量是“云南澄江动物群”中三叶虫属的十几倍,“布尔吉斯页岩动物群”中三叶虫属的 5 倍。因此,深入系统地研究黔东南凯里组三叶虫动物群,对于认识地球上早期后生动物的起源、迁移、演化,古生物地理分区以及探讨有用沉积矿产(钾)的分布规律等方面极为重要。

自卢衍豪(1963)建立凯里组并发现凯里组三叶虫以来,卢衍豪等(1974a, 1974b, 1983)、周志毅等(1980)、张文堂等(1979, 1980a)、赵元龙等(1987, 1990, 1991, 1994)、袁金良等(1994, 1997, 1999, 2001)多次研究过凯里组及三叶虫动物群,奠定了凯里组三叶虫的分带和系统分类的基础。

§ 1.1 研究简史

凯里组一名系卢衍豪(1963)根据 1961 年贵州省地质局区域地质测量大队在凯里南皋九门冲所测剖面 and 资料所建,为一套厚约 260 m 的灰绿、黄绿色含云母粉砂质黏土页岩、泥岩,产 *Pagetides* sp., *Pagetia* sp., *Redlichia* sp., “*Ptychoparia*” spp. 等三叶虫,时代为早寒武世。1970 年笔者之一(袁金良)曾与张正华、周志毅等人实测了南皋九门冲剖面,逐层采集了大量的三叶虫化石标本,经研究,将此剖面详细的生物地层资料于“西南地区的寒武系”一文内发表(张文堂等, 1979);三叶虫的命名和描述分别由周志毅(卢衍豪等, 1974b), 袁金良、周志毅(张文堂等, 1980a)完成。文中将原先凯里组含义略有扩大,即在凯里组之上卢衍豪称为高台组产 *Oryctocephalites* ? sp., *Kaotia magna* (Lu) 的 30 多米厚的灰色薄层灰岩、泥质灰岩亦划归凯里组。在这次野外工作中由于没发现 *Redlichia*, 凯里组时代定为中寒武世早期。在《中国的寒武系》(项礼文等, 1981)一书中,曾将凯里组废弃,将其作为敖溪组的同义名。而在《中国寒武纪地层对比表及说明书》(卢衍豪等, 1982)、《贵州省区域地质志, 寒武系》(尹恭正, 1987)、《中国地层典, 寒武系》(项礼文等, 1999)仍保留凯里组,时代为中寒武世早期。随着生物地层研究工作的不断深入,在凯里组下部及其相同的层位中,陆续发现 *Redlichia* 与 *Chittidilla*, *Paragraulos*, *Bathynotus*, *Kunmingaspis*, *Probowmania* (*Mufushania*) 等三叶虫共生(孙振华, 1982; 赵元龙, 1993; 袁金良等, 1997, 1999); 同时,在凯里组内以 *Oryctocephalus indicus* (Reed, 1910) 一种的首现作为中寒武统开始定义的提出后(袁金良等, 1997; Sundberg *et al.*, 1999), 凯里组是一个跨下、中寒武统的地层单位才逐渐为世人所认识。

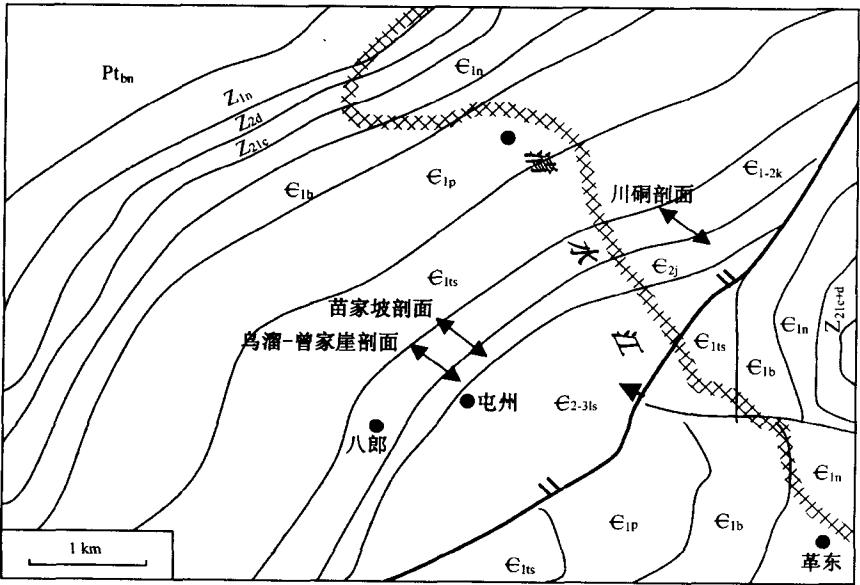
有关凯里组三叶虫的研究工作也在不断的深入,一些新的属种不断被发现(Lu & Qian, 1983; 袁金良等, 1994, 1997, 1999; 赵元龙等, 1990, 1994, 1996; 黄友庄等, 1994; 郭庆军等, 1998, 1999; 孙振华, 1982; 鞠天吟, 1983; 张全忠、李昌文, 1984), 一些老的属种不断被修

订(袁金良等,1999)。关于黔东和黔东南凯里组岩性和厚度横向变化,以往还没有详细研究过。但根据九门冲、平寨、八郎、苗板坡、川硐、铜仁南郊黄家院、夜背湾、谢桥等地所观察到的剖面及收集到的资料来看,凯里组岩性变化如下:自西南凯里南皋九门冲一带经台江革东八郎、玉屏、万山铜鼓坡,向东北至铜仁一带,凯里组下部和上部的灰岩逐渐增多,页岩厚度变薄,灰岩的颜色由浅灰色逐渐变为深灰色,以致到铜仁附近,基本上已由页岩为主的凯里组变为以灰岩为主的夜背湾组(尹恭正、袁金良,1999)。其厚度则由西南向东北变薄,由凯里南皋九门冲剖面的 326 m 至铜仁南郊黄家院剖面的 20 余米。尽管如此,所含动物群的面貌并没有太大的变化。只是凯里组的顶界在各地略有不同,例如在谢桥附近的一些剖面上,在含 *Olenoides jialaoensis* (Lu & Chien) 灰岩层之上,还有近百米的页岩夹薄层灰岩的地层,值得今后进一步做工作。

§ 1.2 地 层 剖 面

1.2.1 台江县革东八郎村后山乌溜-曾家崖剖面

此剖面位于贵州台江县革东镇八郎村后山,距八郎村约 1 km;由赵元龙、黄友庄等于 1984 年测制,1989 和 1990 年重新测制,1999 年对各层的厚度进行修订(图 1-2,1-3)。



E_{2-3ls}: 娄山关群; E_{2j}: 甲劳组; E_{1-2k}: 凯里组; E_{1ts}: 清虚洞组; E_{1p}: 杷榔组; E_{1b}: 变马冲组; E_{1n}: 牛蹄塘组; Z_{21c}: 留茶坡组; Z_{2d}: 陡山沱组; Z_{1n}: 南沱组; Pt_{bn}: 板溪群

图 1-2 贵州台江县革东镇附近地质图

fig. 1-2 Geological map of Gedong, Taijiang County, Guizhou Province

上覆地层:中寒武统甲劳组。灰、浅灰色中薄层至中厚层白云质灰岩,白云质、钙质砂岩,粉砂岩和粉砂质白云岩。底部产三叶虫:*Kootenia sanwanensis* Zhou in Lu et al., 1974b, *Parafuchouia prompta* (Zhou)等。

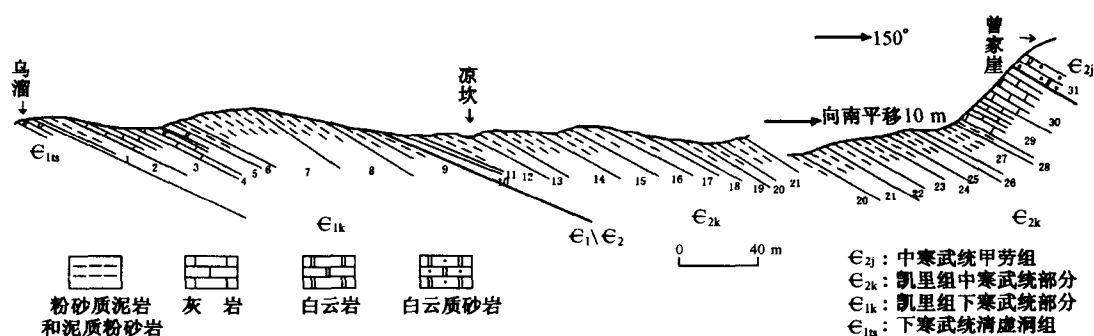


图 1-3 贵州台江八郎乌溜-曾家崖下、中寒武统凯里组剖面图

fig. 1-3 The Wuliu Zengjiaya Section of the Lower-Middle Cambrian Kaili Formation at Balang, Taijiang County, Guizhou Province

下、中寒武统凯里组

总厚度 214.2 m

30. 灰色中厚层含泥质条带泥晶生物屑灰岩, 风化后呈薄层状或中薄层状。产三叶虫化石碎片。 10.1 m

29. 灰、深灰色薄-中厚层细晶灰岩, 夹灰黑色层间页岩, 含黄铁矿; 下部为灰色厚-中厚层生物屑灰岩, 为风暴沉积层。产化石: GTB29 腕足类: *Linnarssonina cf. tumid* Menderson et Mackinnon, 1981; 三叶虫: *Probowmania (Gunnia?) quadrata* (Yuan & Zhou in Zhang et al., 1980a)。 12.8 m

28. 灰色薄层至中薄层泥质灰岩, 夹少量泥岩及层间页岩。产三叶虫及腕足类: GTB28, GTBDII12, 13; *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Pianaspis (P.) subcylindrica* Yuan et Zhao, sp. nov.; *Homotreta* sp. 等。 17.3 m

27. 青灰色、灰绿色中薄层至中层含粉砂质泥岩, 含钙质泥岩及泥质粉砂岩互层。产化石: GTB27-1: 疑源类 *Synsphaeridium* sp., *Acanthodiacrodium* sp., *Leiovalia tenera* Kirjanov, 1974。 1.54 m

26. 青灰色中层-中厚层含粉砂质泥岩, 含钙质泥岩。产化石: GTB26, 三叶虫: *Pagetia danzhaiensis* S. G. Zhang in Zhang et al., 1980a, *Peronopsis cf. taijiangensis* Huang & Yuan, 1994; 疑源类 *Leiosphaeridia* sp.; 遗迹 *Gordia marina* Emmons。 4.46 m

25. 青灰色中厚层含钙质粉砂质泥岩, 含粉砂质泥岩, 水平层理、水平虫迹发育。产化石: GTB25 三叶虫 *Peronopsis taijiangensis* Huang & Yuan, 1994, *P. majiangensis* Lu & Chien in Lu et al., 1974b, *Pagetia* sp.; 遗迹 *Monomorphichnus linearis* Crimes, *Phycodes pedum* Seilacher, 1955, *Ph. coronatum* Crimes et Anderson, *Palaeophycus tubularis* Hall; 疑源类 *Leiosphaeridia* sp.。 4.0 m

24. 青灰、灰色中厚层含粉砂质泥岩, 粉砂质钙质泥岩、泥岩。产化石: GTB24: 疑源类 *Dictyotidium microreticulatum* Hagenfeldt, 1989, *D. priscum* Kirjanov and Volkova, 1979, *Granomarginata prima* Naumova, 1960, *G. squamacea* Volkova, 1968, ? *Goniosphaeridium* sp., *Leiosphaeridia* spp., *Retisphaeridium densum* Paskericiene, 1979, ? *R.* sp.; 三叶虫 *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Pagetia taijiangensis* Yuan & Zhao in Yuan et al., 1997, *Eosoptychoparia (Danzhaina) spinosa* (Yuan in Zhang et al.,

1980a), *Oryctocephalus orientalis* Saito, 1934; 棘皮动物 *Sinoeocrinus minus* Zhao, Huang et Gong, 1994, Homalozoa fam. gen. et sp. indet.; 遗迹 *Planolites montanus* Richter; 软舌螺 *Haplophrentis? carinatus* (Matthew, 1899); 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao & Zhu, 1994)。 5.3 m

23. 青灰、灰色中厚层含粉砂质钙质泥岩, 含粉砂质泥岩夹少量泥质粉砂岩。产化石: GTB23 三叶虫 *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Pagetia* sp. *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *spinosa* (Yuan in Zhang et al., 1980a), *E. (D.) typica* (Yuan in Zhang et al., 1980a), *E. (D.) mesembrina* Yuan et Zhao, sp. nov., *Oryctocephalus orientalis* Saito, 1934, *Majiangia majiangensis* Lu et Qian, 1983; 棘皮动物 *Paragorgia globosa* Zhao, Huang et Gong, 1994, *Sinoeocrinus minus* Zhao, Huang et Gong, 1994; 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao et Zhu, 1994) 遗迹 *Phycodes pedum* Seilacher, 1955; 藻类 *Marpolia spissa* Walcott, 1919, *Paraamphiroa sinensis* Yang et Zhao, 1999; 腕足类 *Lingulella* cf. *bynguanoensis* Roberts et Jell, 1990, *Lingulella taijiangensis* Huang et Wang in Huang et al., 1994, *Nisusia festinata* (Billings); 大型双瓣壳节肢动物 *Canadaspis kailiensis* Yuan et Huang, 1994; 软舌螺 *Hyalolithes* cf. *idahoensis* Resser, 1938。 8.55 m

22. 青灰色中-中厚层粉砂质钙质泥岩, 粉砂质泥岩夹少量薄层泥质钙质粉砂岩。产化石: GTB22 三叶虫 *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Majiangia majiangensis* Lu & Qian, 1983, *Probowmania* (*Gunnia?*) *quadrata* (Yuan & Zhou in Zhang et al., 1980a), *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *mesembrina* Yuan & Zhao, sp. nov.; 棘皮动物 *Sinoeocrinus lepidus* Zhao, Huang et Gong, 1994; 藻类 *Marpolia spissa* Walcott, 1919, *Bosworthia simulans* Walcott, 1919, *B. gyges* Walcott, 1919, *Eolamiaria grandis* Yang et Zhao, 1999, *E. perelegans* Yang et Zhao, 1999, *Fractibeltia formosus* Yang et Zhao, 1999, *F. vein* Yang et Zhao, 1999, *F. fibrillata* Yang et Zhao, 1999, *Palaeodictyota dichotoma* Yang et Zhao, 1999; 腕足类 *Glyptacrothele bohémica* (Barrande); 大型双瓣壳节肢动物 *Chuandianella? linguiformis* Yuan et Huang, 1994, *Ch. ? subovata* Yuan et Huang, 1994; 软舌螺 *Haplophrentis? carinatus* (Matthew, 1899), *H. reesei* Babcock et Robison, 1988, *Cambrovitus balangensis* Mao, Qian et Zhao, 1992; 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994; 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao et Zhu, 1994)。

6.5 m

21. 青灰色中-中薄层粉砂质钙质泥岩, 夹少量薄层钙质粉砂岩。产化石: GTB21: 三叶虫 *Kütsingocephalus qiannanensis* Yuan & Zhao, sp. nov., *Majiangia majiangensis* Lu & Qian, 1983, *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *spinosa* (Yuan in Zhang et al., 1980a), *Metabalangia transversa* Zhao & Yuan, sp. nov., *Euarthricocephalus* (*E.*) *taijiangensis* Zhao & Yuan, sp. nov., *Oryctocephalus* (*O.*) *indicus latus* Zhao & Yuan, subsp. nov., *O. (O.) orientalis* Saito, 1934, *O. (Eoryctocephalus) yui* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *O. (Eoryctocephalus) sinicus* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg & Yuan, 1994; 单板类 *Latouchella taijiangensis* Mao, Zhao et Huang, 1993, *L. sp.*, 棘皮动物 *Sinoeocrinus lui* Zhao, Huang et Gong, 1994; 腕足类 *Glyptacrothele bohémica* (Barrande), *Acrothele* sp., *Lingulella taijiangensis* Huang et Wang in

Huang *et al.*, 1994; 大型双瓣壳节肢动物 *Chuandianella? linguiformis* Yuan et Huang, 1994; 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994; 藻类 *Fractibeltia typica* Yang et Zhao, 1999, *F. vein* Yang et Zhao, 1999; 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao et Zhu, 1994)。 5.95 m

20. 青灰、银灰色中厚层含粉砂质钙质泥岩、泥岩, 局部呈钙质泥岩小团块, 夹少量薄层泥质粉砂岩, 水平层理发育。产化石: GTB20 三叶虫 *Pagetia significans* (Etheridge, 1902), *Kütsingocephalus qiannanensis* Yuan & Zhao, sp. nov., *Majiangia majiangensis* Lu & Qian, 1983, *Eosoptychoparia (Danzhaina) spinosa* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Metabalangia transversa* Zhao & Yuan, sp. nov., *Euarthricocephalus (E.) taijiangensis* Zhao & Yuan, sp. nov., *E. (Microrystocara) similis* Zhao & Yuan, sp. nov., *Oryctocephalus (O.) indicus latus* Zhao & Yuan, subsp. nov., *O. (O.) orientalis* Saito, 1934, *O. (Eoryctocephalus) yui* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg & Yuan, 1994, *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu *et al.*, 1974b, *K. magna* (Lu, 1945), *Nangaoia (Shilengshuia) conica* Yuan & Zhao, sp. nov., *Probowmaniella sanhuangshanensis* Zhang & Zhou in Zhang *et al.*, 1980a, *Xingrenaspis politus* Lu & Qian, 1983, *Danzhaiaspis rarus* Yuan & Zhao, sp. nov.; 单板类 *Latouchella taijiangensis* Mao, Zhao et Huang, 1993; 棘皮动物 *Curtoecrinus guizhouensis* Zhao, Huang et Gong, 1994; 腔肠动物 *Scenella radians* Babcock et Robison, 1988; 腕足类 *Glyptacrotelle bohemica* (Barrande), *Lingulella taijiangensis* Huang et Wang in Huang *et al.*, 1994, *Nisusia katujensis* Andreeva, 1977; 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994, *Triplexa regularia* Zhao *et al.*, 1998; 藻类 *Fractibeltia typica* Yang et Zhao, 1999, *Paramphiroa sinensis* Yang et Zhao, 1999。 6.9 m

19. 青灰、灰色中厚层含粉砂质泥岩、泥岩, 水平层理发育。产化石: GTB19 三叶虫 *Pagetia significans* (Etheridge, 1902), *Kütsingocephalus qiannanensis* Yuan & Zhao, sp. nov., *Majiangia majiangensis* Lu & Qian, 1983, *Eosoptychoparia (Danzhaina) spinosa* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Metabalangia transversa* Zhao & Yuan, sp. nov., *M. yupingensis* Qian et Yuan in Zhang *et al.*, 1980a, *Euarthricocephalus (E.) taijiangensis* Zhao & Yuan, sp. nov., *Oryctocephalus (O.) indicus latus* Zhao & Yuan, subsp. nov., *O. (Eoryctocephalus) sinicus* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *O. (Eoryctocephalus) yui* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *Oryctocephalops ellipsoidal* Zhao et Yuan, sp. nov., *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg & Yuan, 1994, *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu *et al.*, 1974b, *K. magna* (Lu, 1945), *Nangaoia (Shilengshuia) conica* Yuan & Zhao, sp. nov., *Probowmaniella sanhuangshanensis* Zhang & Zhou in Zhang *et al.*, 1980a, *Xingrenaspis politus* Lu & Qian, 1983, *Danzhaiaspis rarus* Yuan & Zhao, sp. nov.; *Olenoides* sp.; 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao et Zhu, 1994); 棘皮动物 *Curtoecrinus guizhouensis* Zhao, Huang et Gong, 1994; 腔肠动物 *Scenella radians* Babcock et Robison, 1988; 腕足类 *Glyptacrotelle bohemica* (Barrande); 遗迹 *Planolites montanus* Richter; 分类位置未定 *Triplexa regularia* Zhao *et al.*, 1998。 4.9 m

18. 青灰、灰绿色中厚层粉砂质泥岩、页岩, 岩石坚硬, 页理发育。产化石: GTB18 三叶

虫 *Kactaia globosa* Chang et Zhou in Lu *et al.*, 1974b, *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Oryctocephalus* (O.) *indicus latus* Zhao et Yuan, subsp. nov., O. (*Eoryctocephalus*) *sinicus* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., *Metabalangia transversa* Zhao et Yuan, sp. nov., *Douposiella guizhouensis* Yuan et Zhao, sp. nov., *Majiangia majiangensis* Lu et Qian, 1983, *Kütsingocephalus qiannanensis* Yuan et Zhao, sp. nov., *Danzhaispis elongatus* Yuan et Zhao, sp. nov.; 水母状化石 *Pararotadiscus guizhouensis* (Zhao et Zhu, 1994); 棘皮动物 *Sinoeocrinus minus* Zhao, Huang et Gong, 1994, *S. lui* Zhao, Huang et Gong, 1994, *S. curtobrachiolus* Zhao, Huang et Gong, 1994; 腕足类 *Glyptacrothele bohémica* (Barrande); 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994; 软舌螺 *Hyolithes*? cf. *idahoensis* Resser, 1938, *H.*? sp. 4. 23 m

17. 灰色中层含粉砂质泥岩, 风化后为灰黄色泥岩, 夹青灰色粉砂质泥岩, 后者风化后多为碎片状。产化石: GTB17 三叶虫 *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu *et al.*, 1974b, *Peronopsis taijiangensis* Huang et Yuan, 1994, *Olenoides transversus* Zhao et Yuan, sp. nov., *Oryctocephalus* (O.) *indicus* (Reed, 1910), O. (O.) *indicus latus* Zhao et Yuan, subsp. nov., O. (*Eoryctocephalus*) *sinicus* Zhao & Yuan, subgen. et sp. nov., O. (*Eoryctocephalus*) *yui* Zhao et Yuan, subgen. et sp. nov., *Metarthriccephalus spinosus* Zhao et Yuan, gen. et sp. nov., *Metabalangia transversa* Zhao et Yuan, sp. nov., *Pagetia taijiangensis* Yuan et Zhao in Yuan *et al.*, 1997, *P. significans* (Etheridge, 1902), *Gedongaspis granulosa* Yuan et Zhao in Yuan *et al.*, 1997, *Douposiella vigilans* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *typica* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Kailiella angusta* Lu et Chien in Lu *et al.*, 1974b, *Danzhaispis elongatus* Yuan et Zhao, sp. nov., *Majiangia majiangensis* Lu et Qian, 1983; 软舌螺 *Haplophrentis*? *reesei* Babcock et Robison, 1988; 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994; 腕足类 *Glyptacrothele bohémica* (Barrande), *Linnarssonina* cf. *tumid* Henderson et Mackinnon, 1981; 大型双瓣壳节肢动物 *Canadaspis* cf. *ovalis* (Walcott, 1912)。7. 6 m

16. 青灰、银灰色中厚层粉砂质泥岩、钙质泥岩, 向上粒度变细, 成为含粉砂质泥岩, 球状风化很发育, 结核中偶有黄铁矿及完整三叶虫。产化石: GTB16 三叶虫 *Kaotia transversa* Yuan et Zhao, 1994, *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg et Yuan, 1994, *Euarthriccephalus* (E.) *taijiangensis* Zhao et Yuan, sp. nov., *Metabalangia transversa* Zhao et Yuan, sp. nov., *Paramgaspis guizhouensis* Yuan et Zhao in Yuan *et al.*, 1997, *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *spinosa* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Douposiella vigilans* (Yuan in Zhang *et al.*, 1980a), *Danzhaispis brevis* Yuan in Zhang *et al.*, 1980a, *Kütsingocephalus balangensis* Yuan et Zhao, sp. nov.; 软舌螺 *Haplophrentis*? *reesei* Babcock et Robison, 1988, *Hyolithes* sp.; 腕足类 *Nisusia* sp.; 遗迹 *Gordia molassica* (Heer)。

8. 2 m

15. 青灰色中厚层粉砂质泥岩、含粉砂质泥岩, 有球状风化和结核, 结核中见有同心纹层及完整三叶虫, 偶见黄铁矿。产化石: GTB15 三叶虫 *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu *et al.*, 1974b, *K. (K.) transversa* Yuan et Zhao, 1994, *Danzhaispis quadratus* Yuan et Zhou in Zhang *et al.*, 1980a, *Paramgaspis guizhouensis* Yuan et Zhao in Yuan *et al.*,

1997, *Metarthricocephalus spinosus* Zhao et Yuan, gen. et sp. nov., *Sanhuangshania longicauda* Yuan et Zhao, sp. nov.; 疑源类 *Pterospermella vitrea* (Volkova, 1974), ? *Liepaina plana* Jankauskas, 1979, *Retisphaeridium howelli* Martin, 1983, *Leiosphaeridia* spp.; 藻类 *Bosworthia simulans* Walcott, 1919; 软舌螺 *Cambrovitus balangensis* Mao, Qian et Zhao, 1992. 9.8 m

14. 青灰、灰色中厚层粉砂质泥岩, 向上粒度变细, 成为含粉砂质泥岩, 前者球状风化及结核发育, 化石稀少, 结核中偶有完整三叶虫。产化石: GTB14 三叶虫 *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu et al., 1974b, *K. transversa* Yuan et Zhao, 1994, *Pagetia significans* (Etheridge, 1902), *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *typica* (Yuan in Zhang et al., 1980a), *Kütsingocephalus qiannanensis* Yuan et Zhao, sp. nov., *Danzhaiaspis quadratus* Yuan et Zhou in Zhang et al.; 疑源类 *Granomarginata prima* Naumova, 1960, *Retisphaeridium* sp., *Leiosphaeridia* sp., *Cymatiosphaera* cf. *favosa* Jankauskas, 1976, *Micrhystridium pallidum* Volkova, 1968, *M. brevicornum* Jankauskas, 1976, *Lophosphaeridium tentativum* Volkova, 1968, *Leiosphaeridia* sp., *Synsphaeridium* sp., *Pterospermella* sp.; 腕足类等。14.2 m

13. 青灰、灰绿色中厚层粉砂质泥岩, 粉砂质向上减少, 变为泥岩, 下部富含棘皮动物化石。产化石: GTB13 三叶虫 *Oryctocephalus* (*O.*) *indicus* (Reed, 1910), *Oryctocephalus* (*O.*) *indicus latus* Zhao et Yuan, subsp. nov., *Oryctocephalina* sp., *Curvoryctocephalus taijiangensis* Zhao et Yuan gen. et sp. nov., *Nangaoia* (*Shilengshuia*) *conica* Yuan et Zhao, sp. nov., *Kailiella convergens* Yuan et Zhao, sp. nov., *Eosoptychoparia* (*Danzhaina*) *typica* (Yuan in Zhang et al., 1980a), *Kaotia* (*K.*) *transversa* Yuan et Zhao, 1994, *Stoecklinia* sp.; 疑源类 *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, 1979, *Leiosphaeridia* spp.; 棘皮动物 *Sinoeocrinus minus* Zhao, Huang et Gong, 1994, *S. lepidus* Zhao, Huang et Gong, 1994, *S. longus* Zhao, Huang et Gong, 1994, *Curtioeocrinus guizhouensis* Zhao, Huang et Gong, 1994; 腕足类 *Glyptacrotchele bohémica* (Barrande), *Linnarssonina* cf. *tumid* Henderson et Mackinnon, 1981, *Kutorgina catenata* Koneva, 1979; 分类位置未定 *Wiwaxia taijiangensis* Zhao, Qian et Li, 1994; 遗迹 *Oldhamia radiata* Forbes, *Phycodes* cf. *palnatum* (Hall), *Lophoctenium comosum* Richter. 12.9 m

12. 青灰、灰色中厚层含粉砂质、钙质泥岩, 局部钙质富集成钙质泥岩, 水平层理发育。产化石: GTB12 三叶虫 *Kaotia globosa* Chang et Zhou in Lu et al., 1974b, *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg et Yuan, 1994, *Oryctocephalus indicus* (Reed, 1910), *Burlingia ovata* Zhou et Yuan in Zhang et al., 1980a, *Sinoschistometopus angustilimbatus* Yuan et Zhao, gen. et sp. nov., *Probowmania* (*Gunnia*?) *ovata* Yuan et Zhao, sp. nov., *Xingrenaspis primus* Yuan et Zhao, sp. nov.; 疑源类 *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, 1979, *Micrhystridium pallidum* Volkova, 1968, *Fimbriaglomerella minuta* (Jankauskas, 1979), *Lophosphaeridium tentativum* Volkova, 1968; 腕足类 *Linnarssonina* cf. *tumid* Henderson et Mackinnon, 1981; 藻类 *Kailiphyton simulans* Yang et Zhao, 1999. 9.7 m

11. 青灰色中厚层含粉砂质泥岩、含粉砂质钙质泥岩, 水平层理发育。产化石: GTB11 三叶虫 *Olenoides paraptus* Zhao, Ahlberg et Yuan, 1994, *O. transversus* Zhao et Yuan, sp.