

doi: 10.3799/dqkx.2010.006

贵州青岩地区早—中三叠世生物地层

陈晶¹, 童金南¹, 牛志军², 周士钦¹, 宋海军¹, 易飞¹

1. 中国地质大学生物地质与环境地质教育部重点实验室, 湖北武汉 430074

2. 宜昌地质矿产研究所, 湖北宜昌 443003

摘要: 贵州青岩地区下—中三叠统发育齐全, 化石丰富, 尤其是中三叠世“青岩动物群”, 具有生物辐射性质。为了研究二叠纪末生物大灭绝事件后的生物复苏及辐射过程, 对该区下、中三叠统剖面进行了实测, 并从沉积学、古生物学上进行了系统研究。识别出 5 个牙形石带: *Neospathodus dieneri* 带、*Neospathodus waageni* 带、*Neospathodus pingdingshanensis* 带、*Neospathodus homeri* 带、*Chiosella timorensis* 带, 建立 2 个有孔虫组合和 6 个双壳类组合。并根据牙形石化石初步确定出印度阶与奥伦尼克阶及奥伦尼克阶与安尼阶的界线。多门类化石的分布和生态组合结构表明, 大灭绝后的复苏—辐射第一幕发生于安尼期早期, 安尼期中期雷打坡页岩段的化石组合具有典型辐射后期的生态繁荣景象。古环境研究表明, 本区从三叠纪初到中三叠世安尼期沉积水体总体上震荡式变浅, 表现为盆地—陆棚—台缘斜坡—台地—盆地—台缘斜坡—陆棚的演变过程。

关键词: 下—中三叠统; 生物地层; 生物复苏与辐射; 贵州青岩。

中图分类号: P534.51

文章编号: 1000-2383(2010)01-0051-11

收稿日期: 2009-07-15

Lower-Middle Triassic Strata in Qingyan, Guizhou Province, South China

CHEN Jing¹, TONG Jin-nan¹, NIU Zhi-jun², ZHOU Shi-qin¹, SONG Hai-jun¹, YI Fei¹

1. Key Laboratory of Biogeology and Environmental Geology of the Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang Centre of Geological Survey, Yichang 443003, China

Abstract: The Lower-Middle Triassic strata in Qingyan, Guizhou are well exposed and have abundant fossils. In particular, the Qingyan fauna in Middle Triassic shows biota radiation. The stratigraphical sequence has been studied extensively for a better understanding of the course and pattern of the biotic recovery and radiation following the End-Permian mass extinction. Five conodont zones including *Neospathodus dieneri* zone, *Neospathodus waageni* zone, *Neospathodus pingdingshanensis* zone, *Neospathodus homeri* zone, and *Chiosella timorensis* zone, 2 foraminifer assemblages and 6 bivalve assemblages are recognized. The boundaries of Induan-Olenekian and Olenekian-Anisian have been defined by the conodonts. Various fossils and their ecological assemblages indicate that the first episode of recovery-radiation after the End-Permian extinction happened in the early Anisian, and the fossil assemblages in Leidapo Member (Middle Anisian) reveal a typical prosperous biotic ecosystem after radiation. The brachiopod assemblages, *Madoia* sp. assemblage and *Rhaetina angustaeformis* assemblage, from the Middle Anisian Qingyan Formation represent the first radiation of brachiopod faunas from the recovery. In addition, the sedimentary evidence indicates two up-shallowing cycles of paleoenvironmental setting, basin-slope-platform-basin-slope-shelf.

Key words: Lower-Middle Triassic; biostratigraphy; recovery and radiation; Qingyan of Guizhou.

青岩位于贵州省贵阳市花溪区南约 10 km 处, 交通便利, 有公交及旅游专线往返于贵阳和青岩之间(图 1)。该区出露较好的三叠纪地层, 其沉积环境处于台地与斜坡交接处(刘宝珺等, 1987; 童金南和

黄思骥, 1992; 陈金华等, 2001)。它是全球三叠纪化石最丰富的地区之一, 尤其是三叠世极其丰富多样的化石记录是研究古生代大灭绝后生物复苏—辐射最好的地区。早在 1900 年, 德国人科肯(Koken,

基金项目: 国家自然科学基金项目(Nos. 40830212, 40621002); 国家“973”科学研究计划(No. 2006CB80640); 中石化“十一五”前瞻性研究项目(No. G0800-06-ZS-319)。

作者简介: 陈晶(1983—), 女, 博士研究生, 主要从事三叠纪生物复苏及古环境、古生态研究。E-mail: chenjing_cug@163.com

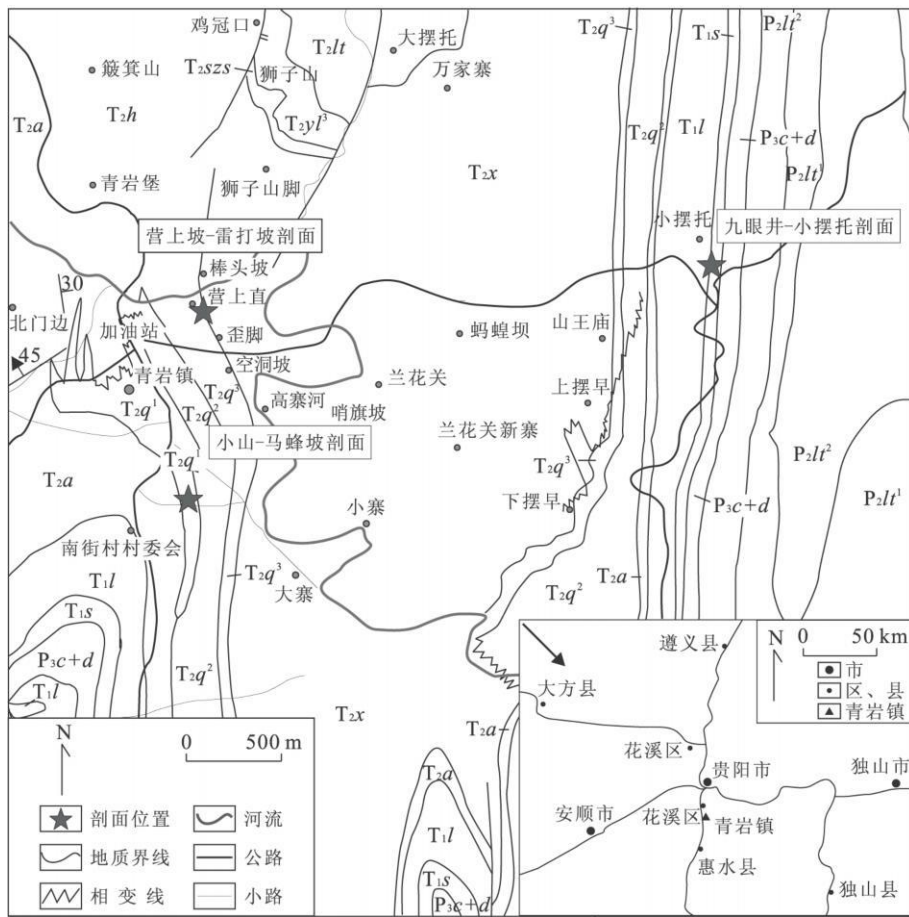


图 1 贵州青岩地区地质图及研究剖面位置图

Fig. 1 Geological map of Qingyan, Guizhou and location of studying sections

P_2l_1 . 龙潭组; P_3c+d . 长兴组和大隆组; T_{1s} . 沙堡湾组; T_{1l} . 罗楼组; T_{1a} . 安顺组; T_{2q} . 青岩组; T_{2h} . 花溪组; T_{2szs} . 狮子山组; T_{2yl} . 杨柳井组; T_{2x} . 新苑组; T_{2l} . 歪头组

1900)就描述了青岩地区的部分三叠纪腕足类化石。其后, Hsu (1943)系统描述了青岩营上坡、狮子山的三叠纪腕足类 5 属 24 种。在过去的几十年里, 该区各门类化石先后得到较好的研究 (Hsu and Chen, 1943; 杨遵仪和徐桂荣, 1966; 甘修明和殷鸿福, 1978; Kristan-Tollmann, 1983a, 1983b; Yin and Yochelson, 1983a, 1983b, 1983c; 何炎, 1984; 刘宝珺等, 1987; 童金南和黄思骥, 1992; Stiller, 1995, 1999, 2000; 陈金华等, 2001, 2003; Stiller and Chen, 2004, 2006; Toshifumi *et al.*, 2004)。这些研究工作基本上展现了本区复苏—辐射期的生物群面貌。不过目前所有关于青岩地区化石的资料研究都集中在中三叠统青岩组, 代表辐射期的生物群面貌, 但没有从生物和生态系演化的角度认识这一生物群, 也没有对二叠纪末—三叠纪中期生物序列进行系统研究, 没有将其与大灭绝事件及其后生态系演变过程联系起来, 即没有将整个早—中三叠世地

质事件及生物演变过程联系起来进行系统认识和研究。近年来的研究工作表明, 通过对海相三叠系的研究, 对于全面认识二叠纪、三叠纪之交灭绝事件后环境的持续恶化造成整个生态系迟缓复苏及其后的生态系恢复具有重要意义 (童金南和王德辉, 2005)。

为探讨古生代末大灭绝事件之后生物复苏及辐射的过程、形式, 笔者对位于贵州省青岩地区的下一中三叠统剖面进行了系统的研究。本文拟重点对该区地层剖面及化石群的初步研究结果进行介绍, 并依据沉积和化石资料对该区早—中三叠世沉积环境作初步分析, 为进一步认识中生代初的生态系重建和生物复苏—辐射过程提供基本格架和研究基础。

1 剖面描述

研究剖面由 3 部分构成, 包括下三叠统“九眼井—小摆托”剖面 (GQJ), 中三叠统“小山—马蜂坡”剖

面(GQX)和“营上坡—雷打坡”剖面(GQY), 3条剖面均位于青岩镇附近。“九眼井—小摆托”剖面(图1)位于青岩镇以东约6 km处摆托村九眼井桥公路旁, 近EW走向, 出露有大隆组、沙堡湾组、罗楼组及安顺组(综合剖面第1~37层)。下部主要为泥岩、页岩, 上部主体为灰岩, 厚度303.52 m, 含双壳类及菊石。“小山—马蜂坡”剖面位于青岩镇南面约0.5 km处小山和马蜂坡两座小山坡上, 呈NW67°走向, 出露安顺组顶部及青岩组下部小山灰岩段和马蜂坡页岩段(剖面第38~60层)。下部以角砾灰岩为特征, 上部以薄层灰岩夹页岩为特征, 厚度223.5 m, 含较丰富的双壳类、腕足类及菊石化石。“营上坡—雷打坡”剖面位于青岩镇北东方向约0.5 km处, 呈NE40°走向, 出露青岩组上部营上坡灰岩段和雷打坡页岩段(剖面第61~81层)。下部以薄层灰岩为主, 上部以页岩为主, 厚度262.79 m, 含极其丰富的腕足类及双壳类化石。贵州省区调队曾对该剖面中的青岩组地层进行过实测, 将青岩组划分为5段, 即小山灰岩段、马蜂坡页岩段、营上坡灰岩段、雷打坡页岩段和渔庆泥灰岩段, 记录有较丰富的生物化石名单, 但当时未进行牙形石研究, 故确切的年代地层定义尚不完善(贵州省地层古生物工作队, 1977; 贵州省地质矿产局, 1987)。

由于该区具有对三叠纪初生物复苏及生态系演化的最佳条件, 为后续研究工作方便, 现将该综合剖面的地层序列叙述如下(带*号的化石引自贵州省地质矿产局区域地质调查大队, 1987, 贵阳幅, 燕楼幅):

- 青岩组(T₂q) 总厚度> 486.29 m
- 雷打坡页岩段(T₂q⁴)(未到顶) 厚度> 87.74 m
- 81 底部为灰色薄层状泥灰岩, 上部为土黄色页岩。含丰富的腕足类化石: *Crurirhynchia subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Mentzelia mentzeli*, *Lepismatina hsui*, *Paralepismatina semiconica* 和菊石: *Beyrichites khankofi* 6.97 m
- 80 灰色薄层状泥灰岩与黄色页岩互层。含大量腕足类化石: *Crurirhynchia subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Mentzelia mentzeli*, *Pseudospiriferina multicostata*, *Nudispiriferina minima*, *Neoretzia fuchsi*, *Lepismatina hsui* 和双壳类: *Myophoria elegans*, *Bakevellia cf. costata*, *Plagiostoma sp.*, *Cassianella sp.*, *C. eeki sulcata*, *Bakevellia cf. costata*, *Eumorphotis (Asoella) sp.*, *Protostrea sp.*, *Entolium sp.*, *Posidonia sp.* 11.29 m

- 79 黄绿色页岩, 中部与灰色中层状灰岩呈互层状产出。含丰富的腕足类: *Crurirhynchia subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Mentzelia mentzeli*, *Lepismatina hsui*, *Paralepismatina semiconica*, *Aulacothyris angustaeformis*, *Pseudospiriferina multicostata*, *Sepetaliphorioidea paucicostata*, *Neoretzia wachangpoensis n. sp.*, 和双壳类: *Myophoria elegans*, *Leptochondria sp.*, *Cassianella sp.* 7.91 m
- 78 土黄色页岩。产丰富的腕足类: *Crurirhynchia subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Mentzelia mentzeli*, *Pseudospiriferina multicostata*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Nudispiriferina minima*, *Neoretzia fuchsi*。伴生双壳类: *Posidonia sp.* 和菊石: *Hollandites hidimba*, *Sibirites pandya* 24.77 m
- 77 土黄色页岩。产双壳类: *Posidonia sp.*, *Myophoria sp.*, *Entolium sp.*, *Ornithopecten sp.* 13.98 m
- 76 黄绿色钙质页岩。产双壳类: *Leptochondria sp.*, *Posidonia sp.*, *Entolium sp.* 13.33 m
- 75 黄绿色钙质页岩, 底部见有薄层灰岩。含双壳类: *Posidonia sp.*, *Daonella sp.*, 顶部有腹足类化石 9.49 m
- 营上坡灰岩段(T₂q³) 厚度 175.05 m
- 74 青灰色泥质条带灰岩, 泥质条带宽1~1.5 cm, 呈黄绿色 6.54 m
- 73 灰色薄层灰岩, 局部地层发生强烈扭曲。产腕足类: **Spiriferina sp.*, **Aulacothyris sp.* 9.65 m
- 72 青灰色厚层含生物碎屑角砾灰岩。生物碎屑含量5%, 有海百合茎、腹足类和双壳类: **Ornithopecten subarcoidea*, **Entolium sp.*, **Myophoria sp.*, **Costatoria sp.* 等 9.65 m
- 71 底部覆盖, 上部出露6.5 m厚的灰色巨厚层状角砾灰岩 29.2 m
- 70 青灰色薄层灰岩。产枝型牙形石 19.73 m
- 69 中、下部为薄层灰岩, 灰岩单层厚度7~9 cm; 上部为灰色厚层生物碎屑灰岩。含腹足类、腕足类: **Mentzelia sp.*, 海百合茎: **Cyclocyclicus sp.* 和海绵等 20.15 m
- 68 灰色薄层灰岩与页岩互层 36.94 m
- 67 灰色中薄层灰岩。产腕足类: *Mentzelia mentzeli*, *M. multicostata*, *M. subspherica*, *Crurithyrus subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Leilepismatina semiconala*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Lissorhynchia triloba*, *Pseudospiriferina variabilis*, *Neoretzia fuchsi* 4.64 m
- 66 深灰色薄层灰岩, 层间夹灰色薄层页岩。产枝型牙形石 13.32 m

- 65 深灰色薄层含泥质生物碎屑灰岩. 生物丰富, 有海百合、腹足类和腕足类: *Mentzelia mentzeli*, *Aulacothyris* sp., *Diholcorhynchia sinensis*, *Crurirhynchia subfissicostata* 和双壳类: * *Leptochondria* sp., * *L. graciosus* * *Mysidioptera* cf. *vixcostata striosus* 等 4.24 m
- 64 深灰色厚—巨厚层砾屑灰岩, 角砾呈带状平行层面或斜交层面. 沿带状角砾间平行分布有许多小型角砾, 大小为 5~10 mm, 椭圆形. 含腕足类: * *Spiriferina* sp., * *Mentzelia* sp., * *Aulacothyris angustaeformis*, * *Crurirhynchia subfissicostata*, * *Pseudospiriferina* sp. 和双壳类: * *Leptochondria* sp., 腹足类: * *Naticopsis* sp. 等. 产枝型牙形石 5.61 m
- 63 深灰色薄层灰岩. 化石非常丰富, 含腕足类: *Crurirhynchia subfissicostata*, *Rhaetina angustaeformis*, *Mentzelia mentzeli*, *Madoia* sp., *Sinuocosta* sp., *Nudispiriferina minima*, *Pseudospiriferina* sp., *Aulacothyris angustaeformis*, *Septaliphoria oidea paucicostata*, *Costinorella* sp., *Diholcorhynchia sinensis* 和双壳类: ? *Unionites* sp., *Cassianella* sp., *Modiolus* sp., *Myophoria* sp., *Palaeonucula qingyanensis*, *Bakevella guizhouensis* 及遗迹化石: *Planolites* sp. 5.78 m
- 62 深灰色巨厚层状角砾灰岩. 产腕足类: * *Aulacothyris* sp. 1.24 m
- 61 青灰色薄层灰岩, 层间夹多层极薄层状钙质页岩. 顶部向下约 2 m 为一层厚约 5~20 cm 的介壳灰岩, 产双壳类、腕足类、腹足类等 8.36 m
- 马蜂坡页岩段(T₂q²) 厚度 135.39 m
- 60 青灰色巨厚层状含生物碎屑角砾灰岩. 产枝型牙形石 15.12 m
- 59 下部薄层泥灰岩与页岩互层, 偶夹灰色薄层灰岩. 上部为土黄色页岩, 含腕足类: * *Aulacothyris* sp. 14.5 m
- 58 下部覆盖, 上部出露 2.5 m 厚的灰色薄层灰岩与页岩互层, 产双壳类: *Protostrea sinensis* 11.65 m
- 57 灰岩中薄层灰岩与页岩互层. 底部 15 cm 为灰色中层含生物碎屑角砾灰岩, 向上灰岩厚度变薄, 泥质成分增多, 厚约 3~5 cm. 产海百合茎、腕足类: *Leopismatina semiconata*, *Septaliphoria xingyiensis*, *Mentzelia multicostata*, *Neoretzia fuchsi*, *N. subcircularis*. 双壳类: *Plagiostoma beyrichi* 6.96 m
- 56 土黄色页岩, 上部为灰色薄层泥晶灰岩. 产腕足类和菊石 17.37 m
- 55 灰绿色薄层泥灰岩与黄绿色页岩互层. 见水平层理. 产菊石、双壳类: *Posidonia ussurica*, *Cassianella simplex*, 腕足类: * *Diholcorhynchia sinensis*, * *Athyris subquadrata* 和牙形石: *Neogondolella* cf. *bulgarica* 16.1 m
- 54 底部为一层厚 20 cm 的灰色中层灰岩, 见波状层理. 向上为青灰色中薄层角砾灰岩. 角砾含量 5%, 向上逐渐减少, 磨圆很好, 大小 1~3 cm. 产枝型牙形石 3.88 m
- 53 灰黑色薄层灰岩与暗黄色页岩互层. 底部为一层角砾灰岩(20 cm), 角砾为椭圆形, 大小 1~20 cm 5.02 m
- 52 青灰色薄层灰岩与暗灰绿色页岩互层, 下部灰岩含量较页岩多, 向上页岩含量增多. 产双壳类: * *Ornithopecten* sp., * *O. cf. subarcoidea*, * *Pteria* sp., * *Palaeolima* sp. 7.91 m
- 51 青灰色巨厚层灰岩. 溶蚀构造明显, 灰岩裂缝中含透镜状角砾 7.19 m
- 50 下部为灰色巨厚层含生物碎屑角砾灰岩, 砾石磨圆较好. 产腕足类: *Diholcorhynchia sinensis*, *Mentzelia mentzeli*, *Mentzelia subspherica*, *Rhaetina angustaeformis*, *Pseudospiriferina variabilis*, *Paralepismatina semiconica*, *Lissorhynchia triloba*, *Septaliphoria oidea paucicostata*, *Septaliphoria xingyiensis* 和枝型牙形石 29.69 m
- 小山灰岩段(T₂q¹) 厚度 88.11 m
- 49 底部之上 3 m 处见角砾灰岩, 角砾大小为 6~7 cm, 夹少量黄绿色页岩; 顶部见 1.5 m 厚的黑色页岩与薄层灰岩互层, 水平层理发育. 其余部分覆盖. 顶部黑色页岩中采有丰富的菊石: *Sibirites pandya*, *Balatonites* sp., *Hollandites hidimba*, *Danubites ambika*. 双壳类: *Leptochondria albertii*, *L.* sp., *Entolium* sp., *Myophoria elegans*, *Ornithopecten* sp. 14.24 m
- 48 青灰色厚层灰岩与暗灰绿色页岩、泥灰岩互层. 顶部见有灰色厚层含砾灰岩, 砾屑大小约 3~5 mm. 含腕足类: * *Nudirostralina subtrinodosi*, * *Athyris subquadrata* 和双壳类: * *Ornithopecten* sp., * *O. subarcoidea* * *Pteria* sp., * *Chlamys* sp., * *Leptochondria* sp. 19.51 m
- 47 深灰色含角砾生物碎屑灰岩与灰绿色页岩互层. 产丰富的双壳类: * *Leptochondria* sp., * *Pleuronectites* sp., * *Amonotis* sp., * *Entolium discites*, 腕足类: * *Athyris subquadrata*, * *Rhaetina* sp., * *Mentzelia* sp. 和牙形石: *Neospathodus gondolelloides* 及枝型分子 7.82 m
- 46 深灰色薄层角砾灰岩与暗紫红色页岩互层. 产菊石: * *Balatonites* sp. 和枝型牙形石 13.07 m
- 45 灰色薄层灰岩与暗紫红色页岩互层, 中部夹一层灰色中层生物碎屑灰岩. 产双壳类: *Leptochondria albertii*, *L.* sp., *Entolium discites*, 菊石: *Danu-*

- bites kansa*, *Hollandites hidimba*, *Sibirites pandya* 和枝型牙形石 17.58 m
- 44 灰色薄层灰岩与暗黄绿色页岩互层, 页岩含量较高。底部为一层灰色中层生物碎屑角砾灰岩。产遗迹化石, 双壳类: *Posidonia ussurica*, **Leptochondria* sp., **Ostrea* sp., 菊石: **Danubites* sp., **Gymnotoceras* sp., **Judicrites* sp., 腹足类、腕足类: *Lingula* sp., *Septaliphoria sinensis*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Mentzelia mentzeli*, *Mentzelia subspherica*, “*Athyris*” sp., *Crurithyris?* sp., *Rhaetina angustaeformis* 和牙形石: *Chiosella timorensis*, *Neospathodus abruptus*, *N. pusillus*, *N. qingyanensis*, *N. sp.* 及枝型分子 15.89 m
-
- 整合
- 安顺组(T₁a) 总厚度 117.74 m
- 43 青灰色中厚层白云岩, 见缝合线。产牙形石 *Neospathodus brochus*, *N. abruptus*, *N. triangularis*, *N. pusillus*, *N. clinatus*, *N. brevissimus*, *N. homeri*, *N. spathi*, *N. sp.* 及枝型分子 11.84 m
- 42 暗紫红色厚层含砾灰岩, 砾屑大小为 1~3 cm, 磨圆较好。产腕足类 **Crurithyris?* sp., **Septaliphoria?* sp. 和牙形石 *Neospathodus symmetricus*, *N. homeri*, *N. triangularis* 及枝型分子 10.28 m
- 41 肉红色厚层白云岩。产牙形石 *Cypriodella* sp., *Neospathodus pingdingshanensis*, *N. abruptus*, *N. conservativus*, *N. homeri*, *N. sp.* 及枝型分子 19.01 m
- 40 灰色薄层生物扰动灰岩, 向上逐渐加厚, 瘤粒含量逐渐减少(扰动呈瘤状, 瘤粒含量约 75%, 大小为 0.5~1 cm, 整体上呈条带状分布)。见双壳类 **Mysidipter* cf. *striatus* 2.92 m
- 39 青灰色中厚层灰岩, 见缝合线构造 2.01 m
- 38 深灰色薄层灰岩, 缝合线构造明显 3.56 m
- 37 深灰色中厚层白云岩。富产双壳类 **Eumorphotis* cf. *inaequicostata*, **Pteria* cf. *murchisoni*, **Entolium discites*, **Claraia* sp., 菊石 **Tirolites* sp. 和枝型牙形石 1.65 m
- 36 灰色厚层含砾灰岩, 砾屑形状不规则, 有椭圆形、长条形, 1~3 cm 不等, 磨圆较好。产双壳类 **Pteria* cf. *murchisoni*, **Entolium* sp., 菊石 **Prophychitoides* sp. 和牙形石: *Cratognathodus kochi*, *Neospathodus homeri*, *N. pingdingshanensis*, *N. spathi*, *N. triangularis*, *N. sp.* 及枝型分子 9.22 m
- 35 灰色厚层砾屑灰岩, 砾屑大小为 0.5~3 cm, 见明显的泥质条带。底部夹 50 cm 厚的深灰色页岩。产枝型牙形石 7.33 m
- 34 灰色、青灰色中厚层角砾屑灰岩, 磨圆较好, 大小 0.5~5 cm 不等。产牙形石 *Cratognathodus kochi*, *Neospathodus bulgarica*, *N. abruptus*, *N. crassatus*, *N. pingdingshanensis*, *N. pusillus*, *N. waageni*, *N. homeri*, *N. sp.* 及枝型分子 27.79 m
- 33 灰色中厚层灰岩, 具缝合线构造, 见明显的泥质条带。产牙形石 *Icriospathodus collinsoni*, *Neospathodus crassatus*, *N. gondolelloides*, *N. sp.* 及枝型分子 7.74 m
- 32 灰色薄层灰岩为主, 中间夹 3 层灰色厚层灰岩。见泥质条带。产枝型牙形石 11.44 m
- 31 灰色中层砾屑灰岩。砾屑大小 0.5~1 cm, 含量约 40%。产双壳类 **Leptochondria* sp. 和枝型牙形石 2.95 m
-
- 整合
- 罗楼组(T₁l) 总厚度 186.4 m
- 上段 厚 104.68 m
- 30 灰黑色巨厚层灰岩。产枝型牙形石 10.1 m
- 29 深灰色薄层灰岩与暗黄绿色页岩互层。具水平层理。产牙形石: 枝型牙形石 *Neospathodus pingdingshanensis*, *N. homeri* 28.1 m
- 28 灰色中厚层瘤状灰岩为主, 底部为一层灰色厚层白云质灰岩, 具刀砍纹。产牙形石: *Icriospathodus collinsoni*, *Cratognathodus kochi*, *Neospathodus brevissimus*, *N. brochus*, *N. bicuspidatus*, *N. crassatus*, *N. homeri*, *N. pingdingshanensis*, *N. triangularis*, *N. sp.* 及枝型分子 19.89 m
- 27 底部为一层灰色中层灰岩, 向上以灰色薄层灰岩为主。产牙形石: *Neohindeodella triassica* 及枝型分子 6.53 m
- 26 深灰色薄层灰岩与灰色极薄层页岩互层。见缝合线构造。产牙形石: *Cratognathodus kochi* 及枝型分子 6.54 m
- 25 深灰色薄层灰岩。距底部 1 m 处见明显的尖棱状缝合线 9.1 m
- 24 深灰色中层灰岩。产枝型牙形石 12.61 m
- 23 青灰色薄层灰岩与灰黑色页岩互层, 向上页岩含量增多。产双壳类: *Claraia stachei*, *Posidonia circularis*, *Bakevella* sp., *B. aff. tealei*, 菊石: *Flemingites* sp., 牙形石: *Neospathodus cristagalli*, *N. pakistanensis*, *N. waageni*, *N. sp.* 及枝型分子 11.81 m
- 下段 厚 81.72 m
- 22 灰黑色薄层—中层灰岩与极薄层页岩互层。缝合线发育, 层间褶皱非常发育, 偶见生物扰动构造。产双壳类: *Claraia concentrica*, *C. aurita*, *Posidonia circularis*, 牙形石: *Neospathodus dieneri* M3, *N. waageni*, *Neohindeodella triassica* 及枝型分子 15.57 m

- 21 灰黑色中薄层灰岩, 中部夹薄层页岩. 褶皱强烈, 缝合线发育. 产枝型牙形石 14.61 m
- 20 灰色薄层灰岩与灰绿色薄层页岩互层. 中部发育缝合线 9.25 m
- 19 灰黑色薄层灰岩为主, 近顶部单层厚度增加. 挠曲构造及缝合线发育, 见弱的水平层理. 产牙形石: *Neospathodus bransoni*, *N. cristagalli*, *N. dieneri* M3, *N. spitiensis*, *N. waageni*, *N. sp.* 及枝型分子 10.47 m
- 18 青灰色灰岩与黄绿色页岩互层. 产双壳类: *Posidonia circularis* 及枝型牙形石 7.59 m
- 17 灰色中薄层灰岩. 缝合线构造发育. 产枝型牙形石 10.23 m
- 16 灰色中薄层灰岩与暗黄绿色页岩互层. 产枝型牙形石 5.16 m
- 15 深灰色中薄层灰岩与黄绿色钙质页岩互层. 见缝合线构造 4.07 m
- 14 深灰色中层灰岩, 偶夹黄绿色钙质页岩. 缝合线构造发育. 产枝型牙形石 4.77 m

整合

- 沙堡湾组 (T_{1s}) 总厚度 46.66 m
- 13 覆盖 11.87 m
- 12 暗红色页岩为主, 偶夹黑色页岩, 底部 80 cm 处夹一层灰色灰岩透镜体, 厚 24 cm; 顶部为一层灰色薄层灰岩, 厚 6 cm. 产菊石和枝型牙形石 1.56 m
- 11 页岩. 底部黑色页岩, 厚约 40 cm; 向上为暗红色页岩; 顶部为 2 层深灰色中层灰岩, 分别为 10 cm、18 cm. 产牙形石 *Neospathodus dieneri* M1, *N. dieneri* M2 及枝型分子 3.04 m
- 10 土黄色页岩, 顶部为两层灰色中层灰岩. 产双壳类: *Claraia aurita*, *Eumorphotis inaequicostata*, *E. sp.* 和菊石化石 3.80 m
- 9 黑色页岩与暗红色页岩互层. 顶为一层灰色中层灰岩, 产牙形石: *Neospathodus dieneri* M2 及枝型分子 3.95 m
- 8 暗紫红色页岩, 中部夹 2 层灰岩透镜体, 厚度分别为 5 cm 和 11 cm 3.98 m
- 7 灰绿色页岩. 底部及中部出现滑塌, 顶部为一层灰色薄层灰岩. 产双壳类: *Claraia concentrica* 8.02 m
- 6 覆盖 2.02 m
- 5 深灰色薄层泥岩与灰黑色页岩互层. 产双壳类: *Claraia wangi*, *C. stachei*, *C. humanica* 菊石: *Ophiceras sp.* 和枝型牙形石 1.74 m
- 4 灰绿色薄层泥岩. 风化面呈土黄色, 由下至上泥质含量增多. 顶部为灰色中层具瘤状灰岩. 产枝型牙形石 1.30 m
- 3 下部覆盖 40 cm. 上部黄绿色页岩以 4~12 cm 厚与暗黄绿色泥岩 (8~30 cm 厚) 互层 1.85 m

- 2 青灰色含泥质灰岩与灰黑色页岩互层. 泥质灰岩层厚 5~12 cm 不等, 灰质含量向上逐渐减少; 页岩厚度 6~30 cm, 风化面呈土黄色. 产菊石: *Ophiceras sp.*, *Lytophiceras sp.* 和双壳类: *Claraia wangi* 3.53 m

整合

大隆组 (P_3d)

- 1 灰黑色中薄层泥灰岩与灰黑色页岩互层. 页岩厚度 3~8 cm, 风化面呈黄绿色. 向上灰质减少. 产双壳类、小型腕足类、菊石和枝型牙形石 2.34 m

2 沉积学特征及其环境分析

青岩剖面(图 2)包括 5 个岩石地层单元, 其中大隆组未测到底, 实测厚度 2.34 m, 以深灰色、黑色灰岩、页岩为主. 横向追踪到公路边, 见二叠纪顶部的灰黑色薄层硅质岩及褐色薄层凝灰岩层, 采有小型腕足类化石. 第 1 层中部见小型腕足类, 属于大隆组. 虽然笔者没有获得下三叠统的牙形石标准化石分子 *Hindeodus parvus*, 但在第 2 层采获的 *Ophiceras sp.*, 以及与华南其他剖面上界线地层岩相组合特征对比, 暂将二叠系—三叠系界线置于第 1 层与第 2 层之间. 第 2 个岩石地层单位为沙堡湾组, 总厚度 46.66 m, 以黄绿、灰绿、褐灰色页岩, 钙质页岩、粉砂质页岩为主, 夹灰岩透镜体. 富含双壳类 *Claraia wangi*, *C. griesbachi*, *C. stachei*, *Eumorphotis inaequicostata* 及菊石 *Ophiceras sp.* 等. 第 3 个岩石地层单位为罗楼组, 总厚度 186.4 m, 总体岩性以深灰、灰色泥晶灰岩、薄层灰岩为主, 中部夹一段黄绿色钙质页岩, 富含双壳类 *Claraia wangi*, *Claraia aurita*, *Claraia concentrica*, *Eumorphotis cf. multiformis* 和菊石. 第 4 个岩石地层单位为安顺组 (下部位于 GQJ 剖面, 上部位于 GQX 剖面), 实测厚度 117.74 m, 岩性上以白云岩、白云质灰岩及角砾灰岩为特征. 第 5 个岩组为青岩组, 实测厚度 486.29 m, 由 4 个岩性段构成, 灰岩段—页岩段—灰岩段—页岩段, 富含腕足类、双壳类、腹足类、菊石等大化石, 有孔虫、牙形石等微化石, 但本次实测未到青岩组之顶.

早—中三叠世时期, 青岩地区的古地理位置是处于碳酸盐台地边缘与盆地交接处, 造就其特殊的沉积特征.

青岩剖面在上二叠统大隆组顶部到下三叠统沙堡湾组 (1~13 层) 出露的 49.0 m 地层中, 底部 (1~

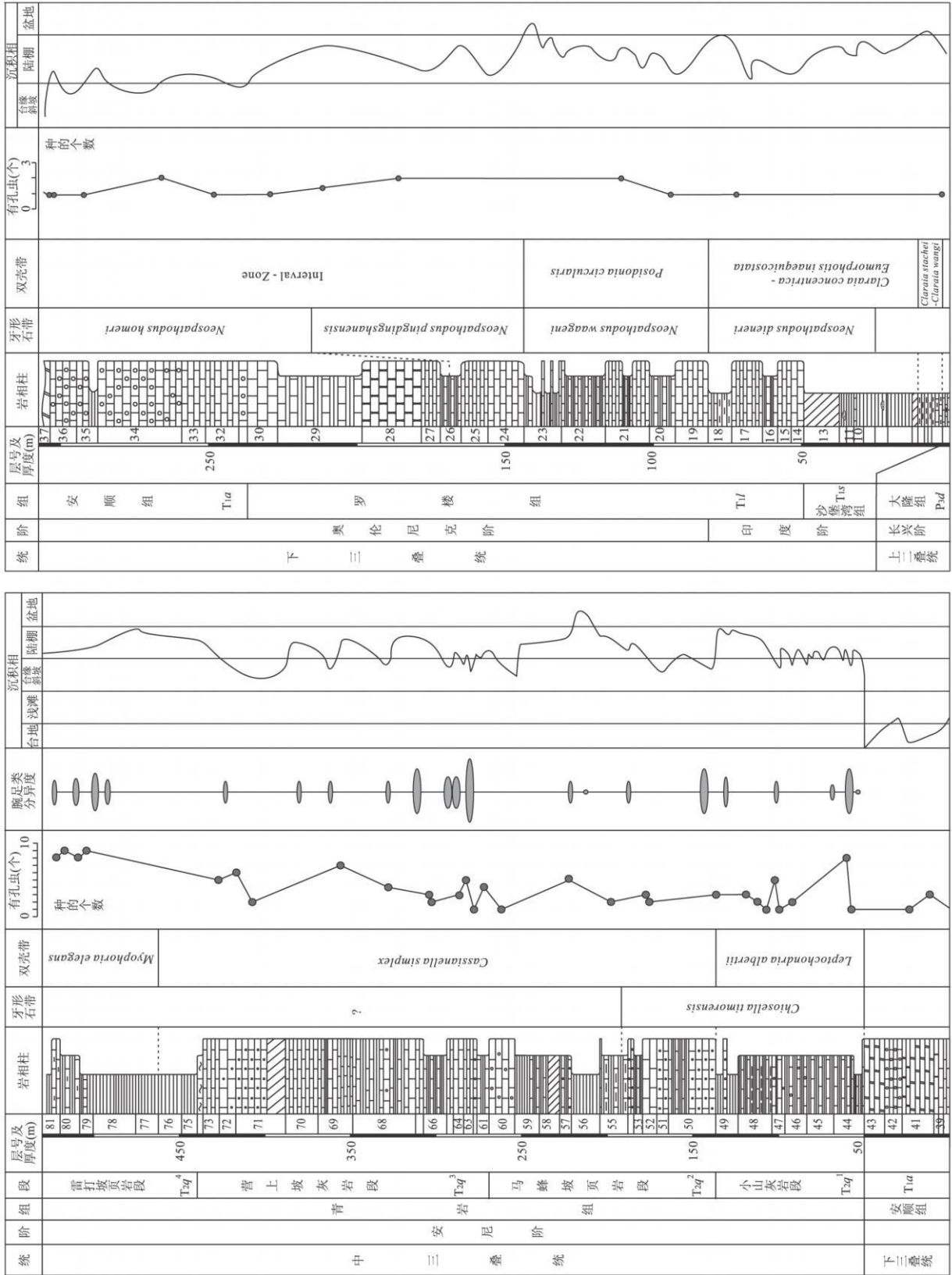


图 2 青岩地区下—中三叠统综合柱状剖面
Fig. 2 Integrated Lower-Middle Triassic columnar graph in Qingyan, Guizhou

3层)为黑色中—薄层灰岩、含泥质灰岩夹薄层泥岩,水平层理发育,含黄铁矿;中部(4~5层)为深灰色、黑色薄层泥岩夹薄层瘤状灰岩;上部(6~13层)深灰色薄层泥岩夹中薄层泥晶灰岩,泥岩见水平层理。产菊石、薄壳双壳类等化石。第1层下部含较多白云质,上部主要为灰岩夹泥岩,代表了一次海水加深过程;第2~3层是在第1层基础上的海水进一步加深,沉积物以薄层瘤状灰岩及水平层理发育的暗色薄层泥岩为特征,应属深水陆棚相。第5层在露头上仅见泥岩,镜下为极细的泥晶基质支撑类型,应代表最大水深处,可能为盆地相。第6~13层岩性组合特征相似,其中灰岩相对较厚,较纯,为深水陆棚相或略浅,泥岩相对较厚处代表海水略深。显微结构为泥晶基质支撑,见粒序层理。

罗楼组出露地层 186.4 m,可分为两段。下段(14~22层),以中薄层泥晶灰岩为主,重力挠曲构造及缝合线发育,显微结构主要为粘土级泥晶基质支撑。顶部为一段 20.83 m 厚的黄色泥岩,水平层理发育。产双壳类等,中下部见遗迹化石,均为水平方向的潜穴。该段地层总体属斜坡边缘陆棚相,中部泥岩属盆地相。上段(23~30层),下部灰色中薄层灰岩为主夹少量钙质泥岩,镜下主要为泥晶基质支撑类型,偶见颗粒支撑及冲刷层理、粒序层理;上部灰色中层灰岩夹厚层角砾屑灰岩、钙质泥岩,显微结构既有泥晶基质支撑类型,又有方解石颗粒支撑类型,镜下见鲕粒,含介形虫、有孔虫。该沉积为上陆棚—台缘斜坡环境。安顺组(31~43层),以灰色、浅灰色中厚层细晶白云岩夹厚层白云质灰岩、生物扰动灰岩、砾屑灰岩为特征,显微结构见波状层理、冲刷层理,属碳酸盐局限台地相—台地边缘浅滩相沉积。

中三叠统青岩组小山灰岩段(44~48层),为灰色中薄层泥晶灰岩、块状角砾屑灰岩夹中层砂屑灰岩、钙质泥岩,为动荡水与静水交替环境。显微结构既有颗粒支撑类型,又有泥晶基质支撑类型,且泥质含量较少。普遍含角砾,砾石较小,分选一般至好,磨圆好。含白云石。镜下见藻纹及有机质团块,生物较丰富,有海百合、介形虫和有孔虫。以上特征表明,该处经常受到波浪扰动,部分泥质被水流带走,所含角砾是由波浪从较远处浅滩搬运而来。因此,该段地层应属台缘斜坡与陆棚交互相。

马蜂坡页岩段(49~60层),深灰色、灰色钙质泥岩、泥岩夹灰色中薄层泥晶灰岩(或互层)、灰色中层角砾屑灰岩,中部层位泥岩层较厚。水平层理发育,显微结构以泥晶基质支撑为基本特征。有机质团

块含量高,偶见双瓣壳,有孔虫丰富。该段中出现多层角砾屑灰岩,磨圆好,为重力流沉积物。该段地层为陆棚至盆地相。

营上坡灰岩段(61~74层),灰色薄层泥晶灰岩夹块状角砾屑灰岩、中层砂屑灰岩,偶夹钙质泥岩。下部为较深水沉积,泥晶基质支撑,含少量有机团块,向上泥质逐渐减少,成为颗粒支撑,团块及生物含量变得丰富,见腕足类、双壳类、菊石及腹足等。颗粒分选差—中等,磨圆好,表明经过水动力较大的远距离搬运。整体为陆棚至台缘斜坡环境。

雷打坡页岩段(75~81层),实测地层仅到雷打坡段中部,未见顶。下部灰色、黄绿色泥岩、钙质泥岩为主,含丰富的腕足类、双壳类化石,见水平潜穴的遗迹化石 *Planolites* 等。中上部夹灰色薄层泥灰岩、生物屑灰岩,双壳类化石丰富,腕足类特富。显微结构为粉砂级泥质支撑,镜下见丰富的腕足、双壳壳体,壳内被方解石充填。该段地层主体为陆棚相。

3 古生物组合特征及地质时代讨论

笔者详细收集了青岩剖面的古生物方面的资料,包括宏体化石和微体化石。对各层双壳类、菊石、腕足类等大化石进行了系统采集与鉴定,所采集的化石标本达数千枚。并逐层采集和分析了微化石样品(431块),单层厚度较大者,野外以 50~100 cm 为一个微体化石样品连续采集单元。室内工作中,大化石重点对腕足动物群进行了较详细鉴定与研究,其他大化石目前仅根据地层学需要做了初步研究。对采集的微化石样品进行了全部处理与鉴定分析,尤其对牙形石和有孔虫动物群进行了详细研究。现将各动物群特征详述如下。

3.1 牙形石

对采自青岩剖面下—中三叠统 431 块牙形石样品进行了全面处理,获得牙形石标本 1 497 枚,经鉴定得到 4 属 28 种。总体来看,印度期地层中获得的牙形石化石较少,从 Induan/Olenekian 界线处开始,牙形石分子变得较为丰富。罗楼组中部和中三叠统底部层位,牙形石特别富集。但青岩组中相对较少,尤其是青岩组中部在反复工作后仍仅获得很少带化石。共识别出 5 个可与国内外同时期地层进行对比的牙形石带,自下而上分别为:(1) *Neospathodus dieneri* 带;(2) *Neospathodus waageni* 带;(3) *Neospathodus pingdingshanensis* 带;(4) *Neospathodus homeri* 带;(5) *Chiosella timorensis* 带。根

据关键牙形石分布特征, 将 Induan/Olenekian 界线确定在 18/19 层之间, 即牙形石 *Neospathodus waageni* 首现处; 将 Olenekian/A nisian 的界线置于 43/44 层之间, 牙形石 *Chiosella timorensis* 的首现处(图 2)。

3.2 腕足类

在青岩剖面下三叠统中未发现腕足类化石, 直到中三叠统底部层位, 才采到较丰富的腕足类化石。中三叠统青岩组第 44、50、63、67、79 和 81 层形成腕足类的介壳层, 这几层的腕足类丰度、分异度均较高, 其余层位也连续分布有腕足类化石, 丰度及分异度较前者稍低。笔者重点对该剖面青岩组的腕足类化石进行了较细致的研究。研究表明, 该区大多数腕足类别都在二叠纪末大灭绝后, 未能在早三叠世很快恢复过来, 而是经历了一个长的萧条—复苏过程, 直到安尼期早期才开始新的辐射, 并在安尼期中期达到辐射高峰。复苏后的腕足动物群面貌与绝灭前有非常大的差异, 所有的二叠纪属都消失了, 两者仅在科级或更高级别上有联系。辐射期的腕足类, 其多样性虽然在整个三叠纪达到极致, 却无法再恢复到二叠纪腕足类的分异度水平。

第 63 层(中安尼阶)及第 79 层(上安尼阶)为该剖面辐射期腕足类的代表。这两层腕足动物群的面貌不同, 前者称为 *Madoia* sp. 组合, 产于台缘斜坡环境, 该组合中 *Madoia* sp. 占优势。根据 Gilinsky and Bennington(1994)对于丰度的计算方法, 其绝对丰度为 25%。壳体无磨蚀痕迹, 破碎度低(18.2%), 铰合度低, 这些埋藏学特征表明, 该腕足群落生活于静水环境, 死后经历了长期的埋藏过程(沉积速率慢); 后者为 *Rhaetina angustaeformis* 组合, 产于陆棚浅海环境, 该组合中 *Rhaetina angustaeformis* 特别占优势(43%)。从埋藏学角度看, 该组合中的化石个体堆积紧密, 壳体破碎度较高(34.8%), 铰合度低, 壳体大小频率分布为“钟型”(bell shaped, Fagerstrom, 1964)。这就表明, 该化石组合不是原地的, 而是经过动荡的水流搬运而来, 并在一个相对较短的时间内迅速埋藏而成(沉积速率快)。经鉴定得到的腕足分子主要有 *Crurirhynchia subfissicostata*, *Septaliphorioidea paucicostata*, *Madoia* sp., *Neoretzia wachangpoensis* n. sp., *Nudirostralina subtrinodosi*, *Diholkorhynchia sinensis*, *Septaliphoria sinensis*, *Neoretzia fuchsi*, *Paralepismatina semiconica*, *Thecocyrtelloidea tubulosa*, *Pseudospiriferina pinguis*, *Nudispiriferina min-*

ima, *Lepismatina hsui*, *Mentzelia mentzeli*, *Aulacothyris angustaeformis*, *Sulcatinella sulcata*, *Rhaetina angustaeformis* 等。

3.3 双壳类和菊石

该剖面中双壳类化石产出较多, 从下三叠统底部到中三叠统(剖面顶部)均采获有双壳类化石。比较富集的层位主要在下三叠统沙堡湾组泥、页岩, 罗楼组中部页岩及中三叠统青岩组页岩中。下三叠统地层中采获的双壳类分子有 *Claraia wangi*, *Claraia aurita*, *Claraia concentrica*, *Eumorphotis* cf. *multiformis*, *Claraia stachei*, 它们是早三叠世典型的新生分子, 但具有灾难生物的特征。从双壳类类别组成和生态特征来看, 本区双壳类于中三叠世安尼期早期开始复苏—辐射, 直到晚安尼期早期达到辐射高峰, 其分异度才达到顶峰(陈金华等, 2001)。

该剖面的菊石化石往往与双壳类共生产出, 菊石丰富的层位均可采到较丰富的双壳化石, 如沙堡湾组页岩、罗楼组中部页岩, 青岩组底部一层页岩中也发现有丰富的菊石和双壳类化石。但该剖面所获得的菊石化石多为印模, 确切的鉴定常有一定的困难, 典型代表性分子包括沙堡湾组中常见的 *Ophiceras* sp., 青岩组下部的 *Danubites kansa*, *Hollandites hidimba*, *Sibirites pandya* 等。

3.4 有孔虫

通过对青岩剖面早、中三叠世 431 件样品进行有孔虫化石系统切片观察, 共鉴定出有孔虫化石 22 属 33 种。整体上看, 下、中三叠统的每个组(段)均含有孔虫化石, 但分布极不均匀。在下三叠统的 3 个组内有孔虫丰度和分异度极低, 特别是在沙堡湾组仅在一个层位发现一个种。与沙堡湾组相比罗楼组和安顺组的丰度和分异度稍有增高。但中三叠统青岩组有孔虫丰度和分异度上升比较显著(图 2)。

根据贵州青岩地区结合全球其他地区资料(Kristan-Tollmann, 1983a; 何炎, 1984, 1988, 1993; Heath and Apthorpe, 1986; 童金南, 2004; Kobayashi *et al.*, 2006), 将下、中三叠统的有孔虫可以大致归纳为两个组合, 即“*Lingulina*”组合和“*Pilammia*”组合。“*Lingulina*”组合以“*Lingulina*” sp. 为特征, 主要产于早三叠世地层中, 代表了二叠纪末大灭绝后本区残存和复苏期的有孔虫动物群面貌; *Pilammia* 组合产于中三叠统下部, 在本区消失于中三叠统上部, 该组合包含的有孔虫化石较为丰富, 以 *Pilammia densa* 为特征, 代表了三叠纪生物复苏后辐射期的有孔虫动物群面貌。

4 结论

(1) 对于青岩剖面的牙形石的研究, 笔者识别出 5 个可以与国内外同期对比的牙形石带, 并认定印度阶—奥伦尼克阶界线位于罗楼组下部, 奥伦尼克阶—安尼阶界线位于青岩组近底部。

(2) 腕足类与双壳类的初步研究表明, 研究区的生物复苏—辐射的第一幕始于安尼期早期, 于安尼期中期雷打坡页岩段中的各类化石群都显示大辐射后的繁荣面貌。

(3) 古环境研究表明, 本区从三叠纪初到中三叠世安尼期沉积水体总体上震荡式变浅, 表现为盆地—陆棚—台缘斜坡—台地—盆地—台缘斜坡—陆棚的演变过程。

致谢: 腕足类和牙形石化石鉴定分别得到陈中强博士和赵来时教授的帮助, 熊鑫琪老师和伍孟银老师协助野外和室内研究工作, 在此一并致以衷心感谢。

References

Bureau of Geology and Mineral Exploration of Guizhou Province, 1987. Regional geological survey battalion of Guizhou Province. Geological Publishing House, Beijing, 1—500 (in Chinese).

Chen, J. H., Cao M. Z., Stiller, F., 2001. Preliminary palaeo-synecological analyses on the Upper Anisian (Middle Triassic) Qingyan fauna. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40(2): 262—268 (in Chinese with English abstract).

Chen, J. H., Stiller, F., Komatsu, T., 2003. A bivalve radiation after the End-Permian extinction. *Science Technology and Engineering*, 3(5): 415—416, 420 (in Chinese with English abstract).

Fagerstrom, J. A., 1964. Fossil communities in paleoecology: their recognition and significance. *Geological Society of America Bulletin*, 75: 1197—1216. doi: 10.1130/0016-7606(1964)75[1197:FCIPTR]2.0.CO;2

Gan, X. M., Yin, H. F., 1978. Bivalves. Paleontology Atlas in the southwest area of China, Guizhou (Volums 2). Geological Publishing House, Beijing, 305—393 (in Chinese).

Gilinsky, N. L., Bennington, J. B., 1994. Estimating numbers of whole individuals from collections of body parts: a taphonomic limitation of the paleontological record. *Paleobiology*, 20(2): 245—258.

Guizhou Working Group of Stratigraphy and Palaeontology, 1977. Regional strata in the southwest area of China. Geological Publishing House, Beijing, 1—384 (in Chinese).

He, Y., 1984. Middle Triassic foraminifera from central and southern Guizhou, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 23(4): 420—431 (in Chinese with English abstract).

He, Y., 1988. Early and Middle Triassic foraminifera from Jiangsu and Anhui Provinces, China. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 5(1): 85—92 (in Chinese with English abstract).

He, Y., 1993. Triassic foraminifera from Northeast Sichuan and South Shanxi, China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 32(2): 170—187 (in Chinese with English abstract).

Heath, R. S., Apthorpe, M. C., 1986. Middle and Early (?) Triassic foraminifera from the Northwest shelf, western Australia. *Journal of Foraminiferal Research*, 16(4): 313—333.

Hsu, T. Y., 1943. Triassic formations of Kweichow. *Bulletin of the Geological Society of China*, 23(3—4): 121—128.

Hsu, T. Y., Chen, K., 1943. Revision of the Chingyen Triassic fauna from Kweichow. *Bulletin of the Geological Society of China*, 23(3—4): 129—138.

Kobayashi, F., Rossana, M., Roberto, R., et al., 2006. Triassic foraminifers of the Lamang Group (northern Thailand). *Journal of Asian Earth Sciences*, 27(3): 312—325. doi: 10.1016/j.jseaes.2005.04.003

Koken, E., 1900. Über triassische Versteinerungen aus China, neues Jahrb. Min. Geol. Paleont., Bd. 1.

Kristan Tollmann, E., 1983a. Foraminiferen aus dem oberanisan von Leidapo bei Guiyang in Suedchina. *Mitteilungen der Oesterreichischen Geologischen Gesellschaft, Vienna*, 76: 289—323.

Kristan Tollmann, E., 1983b. Ostracoden aus dem oberanisan von Leidapo bei Guiyang in Suedchina. *Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen*, 5: 121—176.

Liu, B. J., Zhang, J. Q., Ye, H. Z., 1987. Shelf-slope sedimentary environment of Middle Triassic in Southwest Guizhou. *Acta Sedimentologica Sinica*, 5(2): 1—13 (in Chinese with English abstract).

Stiller, F., 1995. Palaeosynecologie einer oberanisanischen flachmarinen Fossil vergesellschaftung von Leidapo, Guizhou, SW-China. *Muenstersche Forschungen zur Geologie und Palaeontologie*, 77: 329—356.

Stiller, F., 1999. Neoretziid brachiopods from the Upper Anisian (Middle Triassic) of Qingyan, south-western China. *Muenstersche Forschungen zur Geologie und Palaeontologie*, 86: 51—68.

Stiller, F., 2000. Two early Millericrinids and an unusual crinoid of uncertain systematic position from the lower Upper Anisian (Middle Triassic) of Qingyan, south-

- western China. *Journal of Palaeontology*, 74(1): 32—51. doi: 10.1666/0022-3360(2000)074<0032:TE-MAAU>2.0.CO;2
- Stiller, F., Chen, J. H., 2004. Eophilobryoidella sinoanisia new genus and species: an early philobryid bivalve from the Upper Anisian (Middle Triassic) of Qingyan, southwestern China. *Journal of Paleontology*, 78(2): 414—419. doi: 10.1666/0022-3360(2004)078<0414:ESNGAS>2.0.CO;2
- Stiller, F., Chen, J. H., 2006. New *Mysidiellidae* (Bivalvia) from the Anisian (Middle Triassic) of Qingyan, Southwest China. *Palaeontology*, 49(1): 213—227. doi: 10.1111/j.1475-4983.2005.00524.x
- Tong, J. N., 2004. Paleozoic-Mesozoic foraminifera evolution in South China. In: Rong, J. Y., Fang, Z. J., eds., Mass extinction and recovery: evidences from the Palaeozoic and Triassic of South China. Science and Technology of China Press, Hefei: 701—718, 1070 (in Chinese).
- Tong, J. N., Huang, S. J., 1992. The development of the Middle Triassic buildup in Guizhou and its geochemical facies. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 17(3): 319—327 (in Chinese with English abstract).
- Tong, J. N., Wang, D. H., 2005. Triassic chronostratigraphy and biotic recovery. *Advance in Earth Sciences*, 20(12): 1321—1326 (in Chinese with English abstract).
- Toshifumi, K., Chen, J. H., Cao, M. Z., et al., 2004. Middle Triassic (Anisian) diversified bivalves: depositional environments and bivalve assemblages in the Leidapo Member of the Qingyan Formation, southern China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208(3—4): 207—223. doi: 10.1016/j.palaeo.2004.03.005
- Yang, Z. Y., Xu, G. R., 1966. Triassic brachiopods of Central Guizhou (Kweichow) Province, China. Geological Publishing House, Beijing: 1—151 (in Chinese).
- Yin, H., Yochelson, E. L., 1983a. Middle Triassic Gastropoda from Qingyan, Guizhou Province, China. 1. Pleurotomariacea and Murchisoniacea. *Journal of Paleontology*, 57: 162—187.
- Yin, H. F., Yochelson, E. L., 1983b. Middle Triassic Gastropoda from Qingyan, Guizhou Province, China. 2. Trochacea and Neritacea. *Journal of Paleontology*, 57: 515—538.
- Yin, H. F., Yochelson, E. L., 1983c. Middle Triassic Gastropoda from Qingyan, Guizhou Province, China. 3. Eumorphalacea and Loxonematacea. *Journal of Paleontology*, 57(5): 1098—1127.

附中文参考文献

- 陈金华, 曹美珍, Stiller, F., 2001. 中三叠世青岩生物群的群体古生态学初步研究. *古生物学报*, 40(2): 262—268.
- 陈金华, Stiller, F., 小松俊文, 2003. 二叠纪末大灭绝后双壳类新的辐射. *科学技术与工程*, 3(5): 415—416, 420.
- 甘修明, 殷鸿福, 1978. 瓣鳃纲. 西南地区古生物图册, 贵州分册(二). 北京: 地质出版社.
- 贵州省地层古生物工作队, 1977. 西南地区区域地层表, 贵州省分册. 北京: 地质出版社, 1—384.
- 贵州省地质矿产局, 1987. 贵州省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1—500.
- 何炎, 1984. 黔中、黔南中三叠世有孔虫的发现. *古生物学报*, 23(4): 420—431.
- 何炎, 1988. 苏、皖早、中三叠世有孔虫. *微体古生物学报*, 5(1): 85—92.
- 何炎, 1993. 川东北及陕南三叠纪有孔虫. *古生物学报*, 32(2): 170—187.
- 刘宝珺, 张锦泉, 叶红专, 1987. 黔西南中三叠世陆棚—斜坡沉积特征. *沉积学报*, 5(2): 1—13.
- 童金南, 2004. 华南古生代—中生代之交有孔虫的类群演替. 生物大灭绝与复苏——来自华南古生代和三叠纪的证据. 见: 戎嘉余, 方宗杰. 生物大灭绝与复苏——来自华南古生代和三叠纪的证据. 合肥: 中国科学技术出版社, 701—718, 1070.
- 童金南, 黄思骥, 1992. 贵州中三叠世岩隆沉积史及地球化学相. *地球科学——中国地质大学学报*, 17(3): 319—327.
- 童金南, 王德辉, 2005. 三叠纪年代地层与生物复苏. *地球科学进展*, 20(12): 1321—1326.
- 杨遵仪, 徐桂荣, 1966. 贵州中部中上三叠统腕足类. 北京: 中国工业出版社, 1—151.