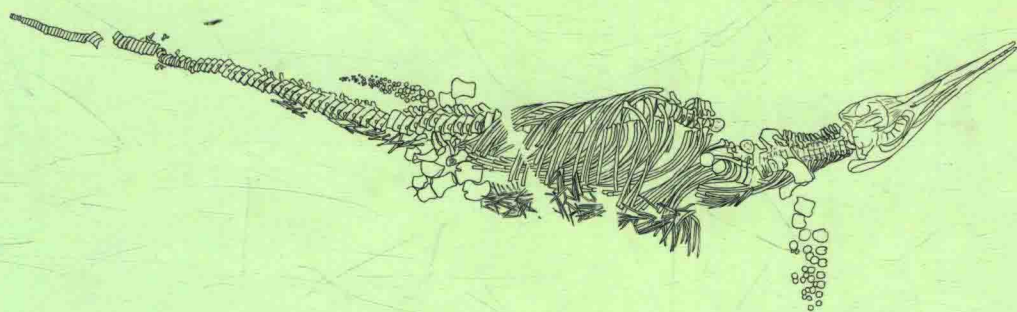


中上扬子地区三叠纪 海生爬行动物群及其环境协同演化

◎ 陈孝红 程 龙 王传尚 张保民 著



地质出版社

中国地质调查局 (1212010611603) 资助

中上扬子地区三叠纪 海生爬行动物群及其环境协同演化

陈孝红 程 龙 王传尚 张保民 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书通过对中上扬子地区三叠系典型剖面和含海生爬行动物群地层剖面的岩石、生物、年代、层序和稳定碳同位素化学地层的系统调查与研究,首次系统论述了中上扬子地区三叠纪古海洋环境变化的特点,以及区内三叠纪不同时期以海生爬行动物群繁盛为特色的南漳-远安动物群、盘县-罗平动物群、兴义动物群、关岭生物群的地质地理分布和时代、生物类型和组合特点以及埋藏环境;详细介绍了上述海生爬行动物群中呈超常埋藏的棘皮动物(海百合和海参)和海生爬行动物(湖北鳄类、鱼龙类、海龙类、鳍龙类)等化石的比较解剖学特点及系统古生物学特点。

本书可供从事基础地质调查和研究人員、地层古生物工作者、大专院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中上扬子地区三叠纪海生爬行动物群及其环境协同演化/陈孝红等著. —北京:地质出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-116-09412-3

I. ①中… II. ①陈… III. ①扬子板块-三叠纪-海
洋生物-爬行动物-动物群落-环境演化 IV.

①Q911.651

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 220465 号

Zhongshang Yangzi Diqu Sandieji Haisheng Paxing Dongwuqun Jiqi Huanjing Xietong Yanhua

责任编辑:祁向雷 郁秀荣 田野

责任校对:韦海军

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 66554528 (邮购部); (010) 66554692 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554686

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889 mm×1194 mm 1/16

印 张:15.25

字 数:451 千字

版 次:2016 年 7 月北京第 1 版

印 次:2016 年 7 月北京第 1 次印刷

定 价:88.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09412-3

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前言

《中上扬子地区三叠纪海生爬行动物群及其环境协同演化》系中国地质调查局实施的“我国重要生物群的起源与演化研究”中“关岭生物群特征及其环境演化研究”工作项目的研究成果之一。项目研究的起止时间是2006年1月至2010年12月。工作项目的总体目标是：发掘和详细研究关岭生物群各门类生物化石，尤其是海生爬行动物和海百合化石的分类，进一步查明关岭生物群的生物类型、组合特征和演化趋势；采用多学科相结合的研究方法，重建关岭生物群的埋藏环境与古生态特点，并与黔西南地区其他三叠纪重要生物群落生态环境的综合研究与对比相结合，揭示关岭生物群起源和演化的环境机制。

围绕上述目标任务，项目组在对贵州关岭晚三叠世海生爬行动物化石进行系统挖掘、修理、鉴定和分类描述的同时，还开展了贵州兴义和云南富源中三叠世拉丁期晚期、贵州盘县和普安以及云南罗平中三叠世安尼期和湖北远安早三叠世海生爬行动物化石的挖掘；含化石地层剖面的精细测量和沉积相资料以及地球化学样品的采集与分析测试；分析和讨论了关岭生物群及与之相关的分布于中—上扬子地区三叠纪，以海生爬行动物繁盛为特色的南漳-远安动物群、盘县-罗平动物群、兴义动物群和关岭生物群形成的地质背景、海生爬行动物组合特征与埋藏环境；并对重要的古生物化石，包括海百合和海参、湖北鳄类、鱼龙类、海龙类、鳍龙类、原龙类和软骨鱼微体化石进行了比较解剖学和系统古生物学研究，取得了一系列重要成果。

(1) 在生物群研究方面：首次系统论述了中上扬子地区三叠纪海生爬行动物群——南漳-远安动物群、盘县-罗平动物群、兴义动物群和关岭生物群的地层分布与时代、化石组合特点与埋藏环境；确认南漳-远安动物群的出现标志着二叠纪生物大灭绝之后的海洋生态环境的恢复和中生代生态系统的形成。

(2) 在层序地层与海平面变化研究方面：以关岭永宁三叠系标准剖面为基础，在关岭组近顶部、杨柳井组近顶部发现了指示地层缺失的古喀斯特记录；在关岭组一段顶部发现指示陆上暴露的根土岩。据此，重新厘定了区内三叠系层序地层划分序列；分析和讨论了每一个层序的海平面变化与三叠纪海生爬行动物群分布的关系，指出三叠纪各个海生爬行动物化石群的地层分布位置与海平面变化直接相关，主要出现在全球海平面下降晚期。

(3) 在碳同位素地球化学特征及其环境意义研究方面：以关岭永宁三叠系标准

剖面为基础,首次系统建立了区内下三叠统奥伦尼克阶至上三叠统卡尼阶碳酸盐岩地层的碳、氧同位素组成变化曲线,并在此基础上获得了区内海水含氧量、温度和盐度的变化特点,指出区内在奥伦尼克期晚期发生过海洋氧化事件,拉丁期曾经发生过海水温度的突然下降和淡水注入事件;分析和讨论了三叠纪碳、氧同位素变化的原因,指出早三叠世碳、氧同位素组成的波动与古地理、古气候环境变化及与此相关的生物生产率变化相关,而中、晚三叠世碳同位素的负偏离则与火山活动或地震引起的海底甲烷气体释放有关。

(4) 在地震与火山事件研究方面:在确认火山凝灰岩在南漳-远安动物群、盘县-罗平动物群、兴义动物群分布层位中的存在的同时,首次在区内关岭组二段上部、竹竿坡组上段上部发现可靠的地震记录,识别出两次具有区域对比意义的地震-海啸和地震-火山事件。据此,并结合碳、氧同位素地球化学特征,分析和讨论了区内南漳-远安动物群、盘县-罗平动物群、兴义动物群和关岭生物群的埋藏环境,指出南漳-远安动物化石群的出现与中上扬子地区下—中三叠统界线附近广泛的火山活动有关,盘县-罗平动物化石群的形成与当时区内发生的地震-海啸事件相连,而兴义动物化石群的形成则是当时地震-火山和持续的海水温度下降和海底甲烷释放的结果。后者甚至造成了当时一度走向全面繁荣的海生爬行动物遭受了严重生存危机,发生了一次规模较大的海生爬行动物灭绝事件,导致鳍龙类和部分海龙类以及浅海鱼龙类消失。

(5) 在棘皮动物化石研究方面,在国内首次发现并描述了三叠纪浮游型海百合 1 属 2 种 (*Osteocrinus spinosus* Kristan-Tollmann, 1970 和 *O. cf. virgatus* Kristan-Tollmann, 1970)、全海百合 1 属 1 种和海参化石 2 属 2 种;系统讨论了许氏创孔海百合的个体发育特征,并对相关属、种进行了厘定和描述。

(6) 在鱼龙类研究方面:①系统研究和描述了南漳-远安、盘县-罗平、兴义和关岭化石群中特异埋藏的鱼龙类化石 8 属、11 种,其中 5 个新种,1 个未定种。它们是 *Chaohusaurus zhangjiawanensis* sp. nov., *Xinminsaurus catactes* Jiang, *Mixosaurus xindianensis* sp. nov., *Mixosaurus kuhnschnyderi* (Brimkmann), *Mixosaurus xinzhaiensis* sp. nov., *Mixosaurus* sp., *Qianichthyosaurus zhoui* Li, *Panjiangsaurus epicharis* Chen, *Callawayia wolonggangenensis* sp. nov., *Shastasaurus gangwuensis* sp. nov. 和 *Guizhouichthyosaurus tangae* Cao et Luo。②首次在湖北远安嘉陵江组发现了原始的鱼龙类 *Chaohusaurus zhangjiawanensis* sp. nov., 并据此认为早三叠世晚期出现了鱼龙类的辐射演化。③重新研究并讨论了全球三叠纪鱼龙类内群演化关系,指出我国卡尼期出现的 *Qianichthyosaurus*, *Panjiangsaurus* 和 *Callawayia* 构成一个介于 *Mixosaurids* 与 *Shastasaurids* 之间的独立的演化支,而 *Shastasaurus gangwuensis* 则与北美和加拿大地区卡尼期的鱼龙类较为相似。上述成果极大地丰富了全球三叠纪鱼龙类的资料,对于研究鱼龙类的起源和早期演化以及鱼龙的生物古地理特点

具有重要的意义。④研究并分析了鱼龙类的胃石和胃容物,指出鱼龙类偶然吞食卵石,但并非为了增强胃的消化功能,很有可能与增加鱼龙类身体重量,便于深潜有关。⑤以 *Qianichthyosaurus* 为对象开展了鱼龙类的个体发育研究,指出鱼龙类的骨化顺序,并据此分析讨论了鱼龙类的生殖特点。

(7) 在海龙类研究方面:①通过对正型标本及新修理的另外2件标本的详细描述和研究,重新厘定了巴毛林新铺龙骨骼特征。②在贵州兴义中三叠统竹竿坡组发现并描述了海龙类安顺龙属一新种——黄泥河安顺龙 *Anshunsaurus huangnihensis* sp. nov., 并与其他 *Askeptosauridae* 属种骨骼特征的比较,发现了 *Askeptosauridae* 内群演化趋势。③通过对在滇黔地区发现的所有海龙类属种的性状分析,重新建立了海龙类演化谱系,认为新铺龙属与海龙属构成姊妹群, *Askeptosaurus* 与 *Endennasaurus* 构成姊妹群,而安顺龙属(3个种)与 *Miodentosaurus* 的关系不能明确,需要进一步研究。

(8) 在鳍龙类研究方面:①发现并描述了一系列具有分类或重要演化意义的化石新属、种。其中主要包括在湖北下三叠统迄今为止最早的鳍龙类欧龙属的一新种 *Lariosaurus sanxiaensis* sp. nov.; 云南罗平发现欧洲之外似楯齿龙属的唯一代表 *Paraplagodus luopingensis* sp. nov.; 迄今鳍龙类肿肋龙亚目最基部分子 *Largocephalosaurus polycarpon* gen. et sp. nov. 和迄今为止最早的纯信龙一新属新种——*Qujingsaurus wangi* gen. et sp. nov.。此外,在云南罗平钟山拉丁期晚期发现纯信龙的一新种——*Yunguisaurus zhongshanensis* sp. nov.。②在此基础上,结合国内外鳍龙类研究最新进展,分析和讨论了对华南鳍龙类的生物多样性特点,指出华南鳍龙类最早出现在早三叠世晚期,在安尼期中期达到其辐射演化的鼎盛时期,之后,从拉丁期开始走向衰亡,至拉丁阶—卡尼阶界线附近走向灭绝的道路,在卡尼期进入残存的发展过程。

(9) 在三叠纪海生爬行动物群与环境协同演化研究方面:①基于上扬子地台西南缘安尼期、拉丁期和卡尼期岩相古地理和上述不同时期海生爬行动物埋藏环境研究,指出三叠纪海生爬行动物群起源于早—中三叠世近岸局限台地环境,在经历中三叠世台地环境生活之后,在晚三叠世迁移至深水盆地生活。②基于对三叠纪海生爬行动物的多样性变化与古地理、古环境变化关系的研究,指出中三叠世时期的海生爬行动物化石与西特提斯生物群关系密切,但晚三叠世卡尼期的海生爬行动物中出现了北美和加拿大地区同期地层中出现的大型鱼龙类化石 *Callawayia*, *Shastasaurus* 等,证明中三叠世末期的印支运动可能引起了上扬子地台西南缘构造古地理的重大变化。③基于碳、氧同位素的系统研究,获得盘县、兴义和关岭生物群生活海洋的表层水温分别为 17℃、13℃ 和 22℃,与近代亚热带附近海洋表层海水温度接近。其中拉丁期晚期还随温度的下降和与此相伴出现的地震和火山活动曾引起了海生爬行动物分异度的急剧下降,以及鳍龙类及部分海龙类和鱼龙类的灭绝事件的发生。

本书的前言、第1章、第2章、第4章、第5章由陈孝红执笔，第3章由王传尚执笔，第6章和第7章由程龙执笔，第8章和参考文献由张保民和程龙执笔，第9章由张保民执笔。报告完成后，由陈孝红和张保民统稿。

致 谢

本项目是在中国地质调查局项目（1212010611603）支持下完成的。在项目执行过程中始终得到中国地质调查局、武汉地质矿产研究所和关岭县人民政府领导的大力支持和关心。在野外调查期间，得到贵州地矿局王立亭教授级高级工程师，关岭化石群国家地质公园管委会蔡涛主任、张大鹏副主任，以及管委会的各部门负责人谢家林、邹琼辉、罗华等同志的热情帮助。稳定碳、氧同位素和地球化学样品测试由中国地质大学（武汉）地质过程与成矿国家重点实验室完成，并得到中国地质大学（武汉）周炼副教授的大力协助。在此一并表示衷心的感谢。

目 录

前 言

第 1 章 海生爬行动物群特征	1
1.1 南漳-远安动物群	1
1.1.1 以往研究回顾	2
1.1.2 地层分布与时代	3
1.1.3 古地理与古环境	10
1.1.4 生物类型与化石组合特点	10
1.2 盘县-罗平动物群	13
1.2.1 以往研究回顾	13
1.2.2 地层分布与时代	13
1.2.3 地质地理分布与埋藏环境	17
1.2.4 生物类型与化石组合特点	18
1.3 兴义动物群	19
1.3.1 以往研究回顾	20
1.3.2 地层分布与时代	20
1.3.3 地质地理分布与埋藏环境	24
1.3.4 生物类型与化石组合特点	27
1.4 关岭生物群	27
1.4.1 地层分布与时代	27
1.4.2 地质地理分布与埋藏环境	30
1.4.3 生物类型与化石组合	31
1.4.4 海生爬行动物化石的古生物地理分区	33
第 2 章 古环境演变及其对海生爬行动物群的制约	35
2.1 海平面变化及其对海生爬行动物群的制约	35
2.1.1 层序地层的划分与对比	35
2.1.2 海平面变化与海生爬行动物群的关系	40
2.2 海洋环境变化及其对海生爬行动物的制约	41
2.2.1 奥伦尼克期	41
2.2.2 安尼期	46
2.2.3 拉丁期	50
2.2.4 卡尼期	55
2.3 古地理演变及其对海生爬行动物群的制约	58
2.3.1 地震记录与地震成因分析	58
2.3.2 古地理演化及其对海生爬行动物群的制约	60

第3章 海百合与海参..... 62

3.1 创孔海百合 62

3.1.1 研究概况 62

3.1.2 个体发育 63

3.1.3 形态功能分析 65

3.1.4 系统古生物学 69

3.2 漂泊海百合类 73

3.2.1 研究概况 73

3.2.2 形态特征 73

3.2.3 生活方式 75

3.2.4 属种描述 76

3.3 全海百合 77

3.3.1 研究概况 77

3.3.2 系统古生物学 78

3.4 海参 79

3.4.1 概述 79

3.4.2 系统古生物学 80

第4章 湖北鳄类 83

4.1 湖北鳄..... 83

4.1.1 系统古生物学 83

4.1.2 标本描述 86

4.2 似湖北鳄 92

4.2.1 材料与方法 92

4.2.2 系统古生物学 93

4.2.3 标本描述 94

4.3 孙氏南漳龙 98

4.3.1 材料与方法 98

4.3.2 系统古生物学 98

4.3.3 标本描述 98

第5章 鱼龙类..... 101

5.1 原始鱼龙类 101

5.1.1 洋坪鱼龙 101

5.1.2 新民鱼龙 107

5.2 混鱼龙类 110

5.2.1 新店混鱼龙 111

5.2.2 库恩携得雷混鱼龙 117

5.2.3 新寨混鱼龙（新种） 122

5.2.4 混鱼龙（未定种） 125

5.3 黔鱼龙 126

5.3.1 系统古生物学 126

5.3.2 标本描述	127
5.3.3 个体发育	127
5.4 萨斯特鱼龙类	132
5.4.1 萨斯特鱼龙	132
5.4.2 卡洛维鱼龙	140
5.4.3 盘江鱼龙	149
5.4.4 贵州鱼龙	151
5.5 支序分析与内群演化	158
5.5.1 材料和方法	158
5.5.2 结果与讨论	158
第6章 海龙类	162
6.1 概况	162
6.1.1 以往研究回顾	162
6.1.2 基本骨骼特征	163
6.2 新铺龙	165
6.2.1 孙氏新铺龙	165
6.2.2 巴毛林新铺龙	166
6.2.3 巨型新铺龙 (新种)	174
6.3 阿斯克普图龙	176
6.3.1 黄果树安顺龙	176
6.3.2 黄泥河安顺龙	183
6.3.3 乌莎安顺龙	188
6.3.4 短吻贫齿龙	188
6.4 内群演化关系	189
6.4.1 材料和方法	189
6.4.2 结果与讨论	190
6.5 骨骼形态功能初析	192
第7章 鳍龙类	193
7.1 概况	193
7.1.1 主要分布	193
7.1.2 基本骨骼特征	193
7.2 楯齿龙类	194
7.2.1 罗平似楯齿龙 (新种)	194
7.2.2 多板砾甲龟龙	199
7.3 三峡欧龙 (新种)	202
7.3.1 系统古生物学	203
7.3.2 标本描述	204
7.3.3 比较与讨论	206
7.4 汪氏曲靖龙 (新种)	206
7.4.1 系统古生物学	207

7.4.2 标本描述	207
7.4.3 比较与讨论	209
7.5 钟山云贵龙（新种）	209
7.5.1 系统古生物学	209
7.5.2 标本描述	210
7.5.3 比较与讨论	211
7.6 鳍龙目内群演化关系	211
第8章 原龙类	214
8.1 概述	214
8.2 属种描述	214
8.2.1 巨脰龙	214
8.2.2 恐颈龙	218
第9章 软骨鱼类鳞片	221
主要参考文献	227

第1章 海生爬行动物群特征

三叠纪是二叠纪末全球生物大灭绝之后,生态系恢复和重建的重要时期,也是脊椎动物中爬行动物由陆地向海洋环境适应辐射,以及鳍龙类、鱼龙类和海龙类出现和辐射发展的重要时期。因此,自早三叠世晚期出现原始海生爬行动物以后,鳍龙类和鱼龙类在早三叠世末期之后迅速扩展到整个东、西太平洋和古特提斯海域,广泛出现在我国安徽、湖北和西藏以及加拿大的不列颠哥伦比亚,美国的加利福尼亚、内华达和俄勒冈,墨西哥的所罗那,欧洲的奥地利、瑞士、德国以及俄罗斯等地。虽然对海生爬行动物的研究在国外有200多年的研究历史,并在化石的分类、演化、古生态、古地理特点和动物生活习性等方面取得了大量的研究成果(Maisch and Matzke, 2000; Ripple, 2000; Sander, 2000; McGowan and Montani, 2003)。但由于资料所限,目前对海生爬行动物起源与演化、生殖与个体发育、生物地层序列与古生物地理分区等方面尚存许多有待研究与探索的问题。

我国对海生爬行动物群的研究最早可以追溯到20世纪中期,杨钟健(1958)有关贵州兴义地区胡氏贵州龙(*Kuizhousaurus hui* Yang)的首次研究和报道开创了区内海生爬行动物化石研究的先河。但直到20世纪90年代后期,随着关岭地区上三叠统小凹组大量海生爬行动物化石的发现,才引起古生物学家的注意。并先后掀起了对关岭、兴义、盘县、罗平等地三叠纪以海生爬行动物繁盛为特点的“关岭生物群”(汪啸风等, 2000)、“贵州龙(兴义)动物群”(李锦玲和金帆, 2003)、“盘县动物群”(郝维城等, 2006)和“罗平生物群”(张启跃等, 2007)的研究热潮,发现了大量海生爬行动物化石的新属、种(刘俊, 1999, 2001; 李淳, 1999, 2000; Liu & Rippel, 2000; Rieppel et al., 2000; 尹恭正等, 2000; 李淳等, 2002, 2007; 罗永明和俞姜艺, 2002; 陈孝红等, 2003, 2007, 2009, 2010; 程龙, 2003, 2007; 赵丽君等, 2008; Maisch et al., 2006; Jiang et al., 2007, 2008, 2010; Liu et al., 2011; Cheng et al., 2007; Rieppel, 2007; Sander et al., 2011, 等)。由于上述化石新、属种中的绝大部分是基于特异埋藏化石标本的研究而建立的,因此它们的发现和研究不仅填补了国内、外海生爬行动物的空白,为海生爬行动物化石序列的建立提供了难得的资料,而且极大地提高了海生爬行动物骨骼解剖学特点,是海生爬行动物起源和早期演化研究难得的资料。

1.1 南漳-远安动物群

南漳-远安动物群系指分布在湖北远安鹰子山-南漳古井一带下三叠统嘉陵江组上部以富产湖北鳄类化石为特点,湖北鳄类、鳍龙类、鱼龙类等多门类海生爬行动物共同繁盛的动物群。

南漳-远安动物群主要分布在湖北远安与南漳交界一带下三叠统嘉陵江组三段上部厚约30m的纹层状灰岩中,层位稳定。在远安鹰子山、洋坪,以及南漳巡检、松树沟、白鹤船和古井阴坡、李家湾等地均有发现。该地区位于湖北省西部,在大地构造位置上位于扬子地台北缘。北部与秦岭多岛洋相连。区内地层以三叠系-侏罗系地层发育为主。由于受印支造山运动的影响,区内褶皱、断裂较发育(图1.1)。南漳-远安动物群中的化石除上述海生脊椎动物外,共生的其他无脊椎和脊椎动物化石极其稀少,证明该环境不利于其他无脊椎动物,特别是底栖生物生活。由于含化石地层主要为嘉陵江组三段顶部黑色薄层泥晶灰岩、纹层状灰岩夹火山泥灰岩,上覆地层为含膏盐的角砾白云岩、夹(互)黄色泥岩,因此,南漳-远安化石群的海生爬行动物应该是生活在周围陆地存在间歇性火山活动,海底缺氧的局限海盆中。此后,伴随早三叠世末期的海退和生态环境的恶化以及局限盆地的填

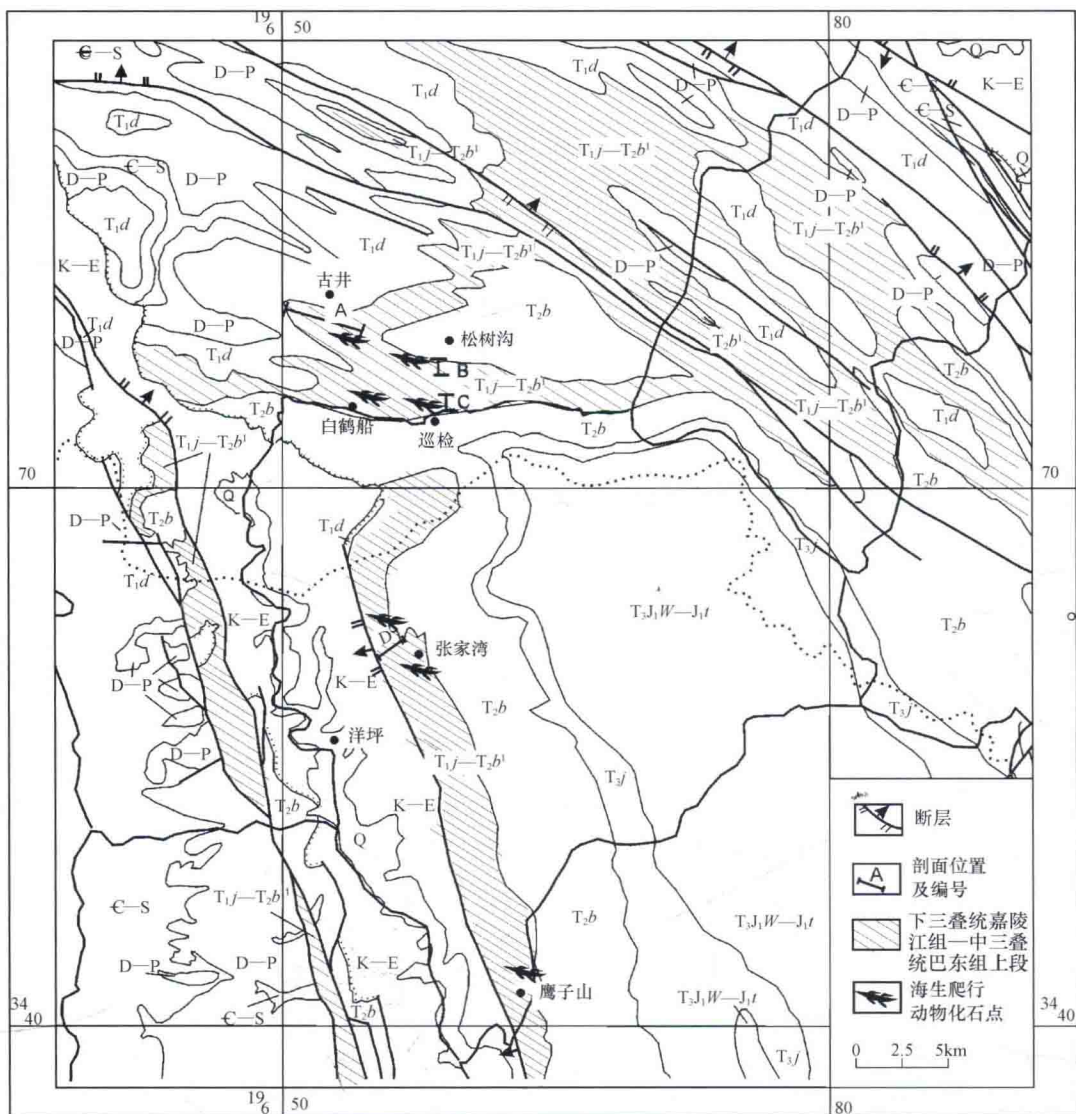


图 1.1 湖北南漳-远安地区地质略图
示海生爬行动物化石的地质、地理分布

平补齐而迁移或消失。

南漳-远安动物群是我国已知最早的含有多门类海生爬行动物化石的超常埋藏化石群之一，由于它出现在二叠纪生物大灭绝之后，三叠纪生态系统重建和生物复苏的重要时期，同时也是海生爬行动物群起源和早期演化的重要阶段，因此，南漳-远安动物群的研究对于探索生物与环境的协同演化，揭示三叠纪生物复苏的过程和时限以及海生爬行动物的起源和早期演化等均具有十分重要的意义。

1.1.1 以往研究回顾

对湖北南漳至远安地区三叠纪海生爬行动物化石的研究最早要追溯到 20 世纪 50 年代。王睦奎（1959）最早在南漳巡检发现并命名了 *Nanzhangosaurus suni* Wang，时代定位早三叠世早期。杨钟健（1965）、杨钟健、董枝明（1972）先后在湖北远安、南漳巡检白鹤船和松树沟等地三叠系嘉陵江组分别发现并命名了 *Kueichosaurus yuananensis* Young, *Hupehsuchus nanzhangensis* Yang and Dong 和 *Hanosaurus hupehensis* Young and Dong 等，时代定为中三叠世。由于此前所描述和报道的上述海生爬行

动物化石标本均由当地农民提供,无具体的化石产出层位,不同学者对上述海生爬行动物化石的时代看法不一。Carroll and Dong (1991) 重新研究了 *N. suni* 和 *H. nanzhangensis* 的模式标本后认为 *N. suni* 的时代虽然早于 *H. nanzhangensis*, 但它与后者一样同属于中三叠世的产物。李锦玲等 (2002) 通过对湖北鳄类及相关化石的产地的考察,认为早先在南漳-远安一带发现的海生爬行动物中,除 *Nanzhangosaurus suni* 可能产于大冶组-嘉陵江组界线附近外,其他海生爬行动物化石均分布在下三叠统嘉陵江组中。此外, Rieppel (1998) 将 *Hanosaurus hupehensis* 的分类位置厘定为鳍龙类。Rieppel (2000) 认为 *Kueichousaurus yuananensis* Young 的标本保存太差,特征不清,应该是无效名称。李西兴 (2003a, b) 研究了远安城郊至洋坪一带湖北鳄类的新材料,命名了 *Yuanansaurus yingzishanensis* 以及 *Nanzhangosaurus yuananensis* 等。Chen et al. (2013, 2014) 依据远安洋坪嘉陵江组海生爬行动物化石新材料,描述并报道了与湖北鳄类化石共生的鱼龙类 *Chaohusaurus zhangjiawanensis*, 湖北鳄类新属、种 *Parahupehsuchus longis*, 并对南漳龙的特征和分类位置进行了讨论。综上所述,对湖北南漳-远安地区三叠纪海生爬行动物化石的研究虽然受到国内外专家的高度重视,但总体尚处于研究的起步阶段,迄今为止,尚没有将上述地区的海生爬行动物作为一个生物群来整体研究其时、空分布和埋藏环境,探索其在海生爬行动物起源和演化,特别是它在三叠纪生物复苏中的地位和作用。生物群中化石的生物类型和组合特征也有待于进一步揭示。为此,本次研究对分布在远安鹰子山、洋坪镇以及南漳古井、李家湾、巡检和松树沟等地含海生爬行动物化石的地层和海生爬行动物化石的分布情况进行了系统调查,对武汉地质调查中心过去十几年中在上述地区发现的海生爬行动物化石新材料进行了重新观察和研究。结果表明南漳-远安一带三叠纪海生爬行动物化石的分布层位稳定,分布时代和埋藏环境接近,化石组合类型多样,从而不仅进一步确定了南漳-远安一带海生爬行动物化石的地层分布和时代特点,而且极大地丰富了这一地区海生爬行动物化石的组合特点,进而初步揭示了它们在二叠纪生物大灭绝之后,三叠纪生物复苏过程中的重要指示意义。

1.1.2 地层分布与时代

由于湖北南漳-远安地区富产海生爬行动物化石的下三叠统嘉陵江组所含无脊椎动物化石稀少,且受印支造山运动和中生代晚期华南板块内部拉张作用等构造活动的影响而缺乏完整地层剖面,因此,目前对区内下三叠统,特别是嘉陵江组的划分与对比存在不同的看法(张仁杰等, 1982; 湖北省地质矿产局, 1990, 1996), 直接影响了对区内海生爬行动物化石分布层位和时代的认识(王睦奎, 1959; 杨钟健, 董枝明, 1972; Carroll and Dong, 1991; 李锦玲等, 2001; Chen et al., 2013), 进而制约了对上述海生爬行动物化石在中生代海生爬行动物的起源与演化, 以及它们在三叠纪生物复苏的作用与地位的确定。为了进一步确定海生爬行动物化石的地层分布位置与时代特点, 厘定南漳-远安一带下三叠统嘉陵江组的含义, 笔者对湖北南漳-远安一带重要海生爬行动物化石, 包括鱼龙类 *Chaohusaurus zhangjiawanensis* Chen, 2013, 湖北鳄类 *Nanzhangosaurus suni* Wang, 1959 和 *Hupehsuchus nanzhangensis* Yang, 1972 的典型产地远安洋坪、南漳古井和巡检一带的嘉陵江组剖面进行了系统测量和海生爬行动物化石的观察与采集(图 1.2), 从而不仅获得了区内完整的嘉陵江组沉积序列和形成时代证据, 而且证明上述三个地区海生爬行动物化石的产出层位一致, 纠正了前人关于孙氏南漳龙以及南漳-远安动物群时代的模糊认识, 对于进一步认识南漳-远安海生爬行动物群的地史地理分布和组合特点, 进而分析和讨论该动物群的科学意义具有十分重要的意义。

1.1.2.1 重要海生爬行动物化石典型产地剖面介绍

(1) 远安洋坪嘉陵江组三段-巴东组一段剖面(图 1.2C)

远安洋坪采石场是鱼龙类 *C. zhangjiawanensis* 的典型产地, 与此相伴还有丰富的湖北鳄类 *H. hubeiensis*, *N. suni* 等 (Chen et al., 2013)。该地沿远安洋坪至河口公路完整出露有下三叠统嘉陵

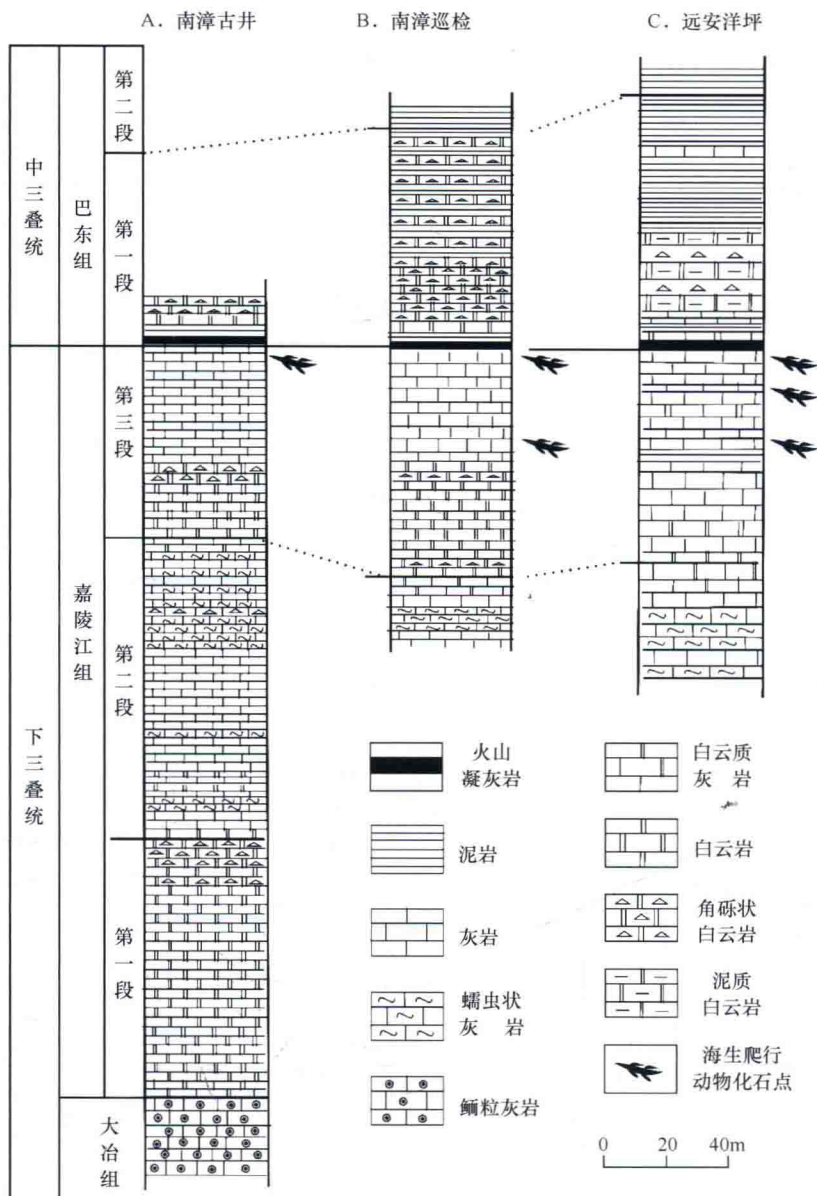


图 1.2 湖北南漳-远安地区下三叠统嘉陵江组划分与对比图

江组二段上部至中三叠统巴东组一段剖面，海生爬行动物化石分布层位清楚。

上覆地层 中三叠统巴东组二段

>10m

26. 灰绿色薄层泥岩与紫红色薄层泥岩互层

>10m

—— 整合 ——

中三叠统巴东组一段

84.58m

25. 灰白色薄层白云质泥岩夹灰黄色—灰绿色泥岩

3.13m

24. 灰绿色薄层泥岩

12.45m

23. 灰白色薄层角砾状白云质泥岩夹黑色薄层泥岩，上部夹薄层灰岩或泥质白云岩

14.0m

22. 灰绿色—灰黄色的薄层泥岩夹灰色薄层灰岩

3.0m

21. 灰白色薄层角砾状白云质泥岩夹灰色薄层泥岩

10.35m

20. 底部为 1.2m 灰白色薄—中层泥质白云岩、泥岩

7.2m

19. 灰白色薄—厚层泥质白云岩与块状盐溶角砾岩互层，顶部凹凸不平	22.7m
18. 灰色纹层状灰岩，风化严重	2.2m
17. 青灰色薄层灰岩，偶夹灰绿色的薄层泥岩，上部2.5m纹层较发育	4.8m
16. 灰色薄层白云质灰岩与灰绿色薄层泥岩互层	2.03m
15. 黄色极薄层白云质泥岩、泥质白云岩，底部为一薄层火山凝灰岩	2.7m

————— 整 合 —————

下三叠统嘉陵江组三段	71.2m
14. 深灰色中厚层泥晶灰岩夹极薄层、薄层纹层状泥晶灰岩	1m
13. 深灰色纹层状泥晶灰岩夹薄层泥晶灰岩，产鱼龙类 <i>Chaohusaurus zhangjiawanensis</i> Chen and Cheng, 湖北鳄类 <i>Hupehsuchus nanzhangensis</i> Young and Dong, <i>Parahupehsuchus longius</i> Chen et al.	12m
12. 深灰色中厚层泥晶灰岩与纹层状泥晶灰岩互层。产湖北鳄类 <i>Hupehsuchus nanzhangensis</i> Young and Dong	1.2m
11. 深灰色纹层状泥晶灰岩夹白云质泥晶灰岩	12.3m
10. 深灰色纹层状泥晶灰岩，产湖北鳄类 <i>Hupehsuchus nanzhangensis</i> Young and Dong	5m
9. 黑灰色薄—中层泥晶灰岩夹极薄层泥岩，发育水平纹理	10m
8. 灰白色厚层白云质灰岩夹米黄色、灰白色中厚层细晶白云岩，发育水平纹理	26.8m
7. 米黄色、灰白色中厚层夹厚层白云岩，水平纹理弱发育，白云岩与下伏泥晶灰岩界面不清	2.9m

————— 整 合 —————

下伏地层 嘉陵江组二段	>38.5m
6. 灰色、浅灰色中—厚层白云质泥晶灰岩	9.4m
5. 灰色中厚层一块状泥晶灰岩，发育楔状层理及水平纹理	4.7m
4. 灰色中厚层蠕虫状泥晶灰岩，水平纹理发育，夹数层厚层泥晶灰岩，水平纹理不发育，蠕虫状泥晶灰岩中可见少量海百合茎化石	6.0m
3. 灰色厚—巨厚层蠕虫状灰岩、泥晶灰岩，下部发育楔状层理，中上部发育水平纹理，产少量海百合茎及极少量双壳类	9.0m
2. 下部灰、浅灰色中厚层泥晶灰岩，上部紫红色薄—中层砂屑灰岩与灰色薄层泥晶灰岩互层	5.3m
1. 灰色厚—巨厚层蠕虫状灰岩，下部偶夹极薄层泥岩，局部产海百合茎、绿藻类化石。该层下部与白垩系呈断层接触	>4.1m

(2) 南漳古井阴坡嘉陵江组剖面 (图 1.2A)

南漳古井村委会所在地是 *N. suni* 的典型产地 (王睦奎, 1959)。该地最初被确定为大冶组与嘉陵江组界线地层，但经本次调查发现村委会所在阴坡山脚简易公路切割出的地层是区内出露最完整的嘉陵江组剖面。*N. suni* 的层位清楚，为嘉陵江组三段上部。

上覆地层 中三叠统巴东组一段	>11.3m
28. 灰色块状角砾状白云岩、白云质泥岩 (以上未测)	>5m
27. 灰白色薄层泥质白云岩，水平状纹层发育	4.00m
26. 灰绿色薄层白云质泥岩	2.00m
25. 灰黄色—灰绿色黏土岩	0.30m

————— 整 合 —————

嘉陵江组三段	64.75m
24. 深灰色纹层状灰岩，产湖北鳄类化石 <i>Nanzhangosaurus suni</i> Wang, 1959	23.8m
23. 灰色纹层状泥晶灰岩，风化面上往往呈薄板状	2.75m
22. 灰色中层灰岩与纹层状灰岩互层	2.2m

21. 浅灰色—灰黄色薄层灰岩	11. 2m
20. 灰白色角砾白云岩。白云岩角砾棱角状，周围为方解石充填，推测该层为断层角砾岩	6. 7m
19. 灰白色纹层状泥晶白云岩	8. 0m
18. 灰黄色厚层白云岩，局部藻纹层发育	3. 8m
17. 灰色薄—中层白云岩	6. 3m

————— 整 合 —————

嘉陵江组二段	99. 8m
16. 浅灰色中—厚层白云质灰岩、泥晶灰岩，偶夹生屑条带层	4. 5m
15. 灰色厚层泥晶灰岩与灰色中层蠕虫状灰岩互层，底部发育角砾灰岩	21. 05m
14. 灰色薄—中层蠕虫灰岩	10. 3m
13. 灰色偶夹肉红色中层生屑条带泥晶灰岩，发育水平纹层	22. 9m
12. 灰色薄—中层泥晶灰岩，中部夹 0. 8m 厚的灰色薄层蠕虫灰岩	13. 3m
11. 灰色薄—中层泥晶灰岩	5. 4m
10. 灰白色纹层状白云岩与灰白色薄—极薄层灰岩互层	8. 4m
9. 灰色薄层夹中层蠕虫状泥晶灰岩夹砂屑灰岩。顶部发育硅质条带	5. 05m
8. 灰色中—厚层云质灰岩，水平纹层发育	7. 2m
7. 浅红色薄—中层泥晶白云岩夹浅灰色—灰白色薄层白云质灰岩泥晶白云岩发育水平纹层	1. 71m

————— 整 合 —————

嘉陵江组一段	88. 3m
6. 灰白色块状角砾白云岩，局部发育滑塌构造	9. 7m
5. 灰白色—淡红色中薄层白云岩	14. 4m
4. 灰白色厚层角砾白云岩，发育滑塌构造	1. 4m
3. 灰白色中薄层白云岩，顶部 1m 地层略显红色	46. 7m
2. 灰白色中薄层灰质白云岩	7. 6m
1. 灰白色中厚层白云质灰岩	9. 5m

————— 整 合 —————

下伏地层 下三叠统大冶组	88. 3m
0. 灰白色块状角砾状白云岩、鲕粒灰岩	>5m

(3) 南漳巡检镇松树沟巴东组一段剖面（图 1. 2B）

南漳巡检白鹤船（白河川）、土岭一带是 *Hupehsuchus nanzhangensis* 的典型产地（杨钟健，董枝明，1972），松树沟老湾是 *Hanosaurus hupehensis* 的典型产地。该地下三叠统分布在一个近东西向的背斜核部，主要出露嘉陵江组二段上部至巴东组地层。本次沿巡检镇至巡检松树沟村公路，在巡检镇采石场实测嘉陵江组二段上部至嘉陵江组三段剖面，在松树沟实测了嘉陵江组三段上部至巴东组一段剖面，两个剖面分别指示 *Hupehsuchus nanzhangensis* 和 *Hanosaurus hupehensis* 等海生爬行动物化石均分布在嘉陵江组三段上部。综合上述两个剖面描述如下：

上覆地层 巴东组二段	
17. 紫红色薄层泥岩	>10m
————— 整 合 —————	
巴东组一段	60m
16. 灰绿色薄层泥岩与青灰色块状角砾白云岩互层	44. 2m
15. 青灰色中厚层角砾状白云岩，角砾成分复杂，包括灰岩、白云岩和少量黑色硅质岩，分选磨圆差，大小不一	18. 3m
14. 青灰色薄—中厚层白云岩泥质，发育水平纹层	7. 13m