

国家计委专项资助项目

献给第三十届国际地质大会

地质科学研究 论文集

国家计委国土司 编
地矿部科技司



中国经济出版社

前 言

为了迎接第三十届国际地质大会在北京召开，更好地推动地球科学的发展，开展学术交流活动，展示中国地质科学的最新研究成果，提高中国在国际地学中的地位与作用，国家计委国土司于1993年决定拨出专款资助有工作基础的、能在二三年内提出高水平科研成果的一批地质科研项目。经过论证、筛选后，共确定52个项目，其中地矿部45项，冶金部地质总局1项，中国建材地勘局1项，中国煤田地质总局1项，化工部1项，核工业总公司2项，中国有色金属总公司1项。这批项目由国家计委国土司委托地矿部科技司进行统一管理，为此专门成立了项目办公室。

在国家计委国土司的关怀和地矿部科技司的组织协调下，经过三年来的努力，较为圆满地完成了这批地质科研项目研究任务，取得了重要成果并有新突破、新发现和新认识。据不完全统计，提交的论文约120篇、专著12部，绝大多数研究成果居国内领先水平，有17篇科研成果达国际先进水平或国际领先水平。同时，还向30届国际地质大会提交了高水平的英文论文摘要59篇，均被录用。

为了交流、宣传和推广这批项目的科研成果，我们对各单位报来的86篇科研论文，经过筛选后将78篇编辑成论文集。本论文集分为基础地质、矿产地质、环境地质和其它四个部分。其主要反映了地层古生物、构造地质、沉积学、金属矿产与非金属矿产以及水文地质、岩溶地质、环境地质等学科或领域的前沿性研究成果，有许多重要的新发现、新进展、新认识和新突破，对推动地质科学的发展具有重要意义。

本论文集对科研、勘查、教学工作将发挥重要作用，对从事地质科学技术事业的广大科技人员、教育工作者和研究生都有重要的参考价值。由于水平和时间所限，在编辑中难免有错漏，敬请批评指正。

同时，由于篇幅所限，省略了各篇论文的参考文献，请各作者和阅读者谅解。

目 录

前 言

第一篇 基础地质

二叠—三叠系界线问题	李子舜等 (1)
三峡地区二叠—三叠系界线地层与地质事件	姚华舟等 (4)
非史密斯地层学的试验研究	郭宪璞等 (11)
自然年代学原理	季 强等 (19)
祁连山东部早古生代地层学研究的新进展	周志强等 (26)
中国北部晚侏罗世—早白垩世地层层序及地质对比	于青珊等 (33)
中国非海相二叠—三叠系界线层型剖面研究	周统顺等 (45)
北京周口店东岭子洞与新洞和山顶洞的对比	程 捷等 (54)
北京周口店新发现的洞穴堆积物综合研究	田明中等 (59)
长江三峡地区中三叠世植物群、古生态及植物分布与海陆变迁	孟繁松等 (64)
四川龙门山区下泥盆统以腕足动物为主的介壳毯之成因模式	陈源仁 (71)
华北蓟县团山子组 (1700Ma) 中的古元古代后生植物	朱士兴等 (78)
马门溪龙 (蜥脚类恐龙) 的新发现	何信禄等 (83)
四川自贡蜥脚类——新种	皮孝忠等 (87)
祁连山东部早古生代沉积相及环境分析	赵江天等 (92)
中国晚新生代孢粉植物群与环境变迁	童国榜等 (97)
晚古生代特提斯区热带、亚热带植物群的东西分异	江新胜等 (104)
北川金宝石老哇岩早中泥盆世海平面变化速率的古生物化石标志	王洪峰 (110)
中国及邻区各地块中、新生代运动学特征与构造应力场	万天丰等 (119)
地球自转速度变化与全球构造应力场演化	王成金等 (124)
构造应力场控矿原理与应用	王成金等 (130)
吉黑东部地壳形成演化	赵春荆等 (138)
西藏特提斯喜马拉雅的沉积演化	王成善等 (146)
滇西澜沧江缝合线研究	张翼飞等 (150)
东特提斯多弧-盆系统演化模式	潘桂棠等 (157)
东特提斯板块会聚边缘与岛弧造山作用	罗建宁等 (167)
秦祁昆交界区地质构造特征及演化模式	徐强等 (176)
秦岭形成的新模式和抽拉-逆冲岩片构造	杨志华 (184)
秦岭-大别造山带中段的结构及其演化	彭练红等 (192)
矿物表面微形貌及其表面结构的扫描隧道显微镜 (SIM) 研究	马哲生等 (198)
华北地台北缘早元古时期的构造格架	王惠初等 (208)

中国早元古代陆壳的破裂和焊接	白 瑾等 (213)
胶东早元古代活动带构造演化	修群业等 (219)
试论地球历史早期陆壳形成的动力学机制-涡旋构造	白 瑾等 (228)
中国煤变质作用	杨 起等 (232)
中国东部火山岩带特性与地球动力学讨论	陶奎元等 (241)
滇西早石炭世科马提岩的发现、洋底高原序列的建立及其 大地构造意义	方念乔等 (249)
中国南大陆古地理与 Pangea 对比	许效松等 (256)
内蒙古大青山造山变质杂岩及下地壳演化	李树勋等 (265)
河北平山晚太古代阜平群一些主要变质岩类深熔特征的初步研究	程裕淇 (273)
桐柏-西大别高压-超高压变质杂岩的变形与变质演化	熊保成等 (284)
东秦岭大别高压-超高压变质带的时空分布与成因	游振东等 (293)
大别山高压和超高压变质带的岩石学和年代学研究	张泽明等 (300)
东秦岭大别高压超高压变质带中绿辉石超微结构的透射电镜研究	吴秀玲等 (307)
安徽碧溪岭榴辉岩中绿辉石的显微构造特征及其流变学意义	韦必则等 (311)
河南熊店榴辉岩稀土元素特征及其成因模拟	刘 嵘 (315)
大别山西段熊店地区韧性剪切构造带中榴辉岩的化学成份变化 特征	韦必则等 (318)
大别山高压超高压变质带榴辉岩中的熔融包裹体和原生流体 包裹体	韩郁菁等 (324)
南淮阳高压-超高压变质地体的变质作用特征及其 P-T-t 轨迹	周高志等 (329)
华中高压变质带的形成时代	康维国等 (337)
华中东部熊店和石马地区高压-超高压变质岩的 U-Pb 年代学	韩郁菁等 (343)
滇西高原隆升问题的研究	张绪教等 (347)

第二篇 矿产地质

中国中条山铜矿峪早元古代变斑岩铜矿复合成矿作用	陈文明等 (353)
中国陆(板)内地台活化型玉龙斑岩铜矿带地质特征及形成机制	陈文明等 (359)
中国扬子地台西缘内带大型铜矿床的“叠加裂谷-多源-热水” 成矿	吴健民等 (365)
扬子地台西缘海相火山岩控矿特征	黄永平等 (368)
扬子地台西缘及邻区裂谷(陷)成矿特征	刘肇昌等 (371)
扬子地台西缘及邻区地体构造与金属成矿	刘肇昌等 (377)
扬子地台西缘构造-成矿系列组合与大陆边缘构造成矿模式	刘肇昌等 (381)
大陆边缘构造成矿模式-以扬子地台西缘铜多金属矿床为例	黎功举 (388)
金牙金矿有机包裹体的发现及成矿作用探讨	马秀娟 (392)
扬子地台周边及其邻区优质锰矿成矿规律	侯宗林 (400)
中国非金属矿床成矿规律	陶维屏 (407)
中国北方高岭岩及其工业利用	郑 直 (413)

中国含煤盆地演化和聚煤规律	王仁农等 (418)
华南大陆构造与铀矿省	周维勋 (425)
燕辽地区火山热液型铀—金—多金属矿床成矿特征及分布规律	罗毅等 (430)

第三篇 环境地质

青藏大冰盖及其对高原隆升和全球变化的贡献	韩同林等 (437)
中国 4Ma 来气候的多重旋回模型	童国榜等 (450)
当今全球增温的过去区域型	陈 云等 (458)
郑州邙山晚更新世黄土地层与古环境	蒋复初等 (465)
利用中国黄土中的碳同位素估计古温度	李同录等 (472)
黄土碳同位素组成与古气候	孙建中等 (478)
黄土替代性气候指标之一——全铁含量之转换	孙建中等 (484)
晚更新世以来高分辨率的磁性地层学及环境磁学研究	孙知明等 (492)
中国大陆区域稳定工程地质分区与评价	杜东菊等 (499)
滨海区承压水开采压力场二次转换系统分析	崔光中等 (511)

第四篇 其 他

第三十届国际地质大会的信息管理系统	戴爱德等 (517)
-------------------------	------------

第一篇 基础地质

二叠—三叠系界线问题

李子舜 詹立培 (地矿部地质研究所)

张舜新 (中国地质大学)

近期二叠—三叠系界线研究进入了界线层型选择阶段,已遴选出长兴煤山、广元上寺、色龙西山及克什米尔谷里尔(Guryul Ravine)四个候选层型进行比较与评定。但是仍有争议集中于界线定义或界线点(Point)上,而不是优选哪一个剖面为全球界线层型。这种情况表明,迄今为止,我们仍然存在着一些涉及较深的科学理念(原理与概念)的问题,没有解决。笔者认为一个根本问题是:如何分析二叠纪和三叠纪海生动物群的序列(Successive)和周期(Periodic),什么是古生代与中生代动物群的分界线(Demarcation)或区分线(Dividing line),在动物群及其集群的演化中,怎样确定绝灭与新生(New born, Rise or Spring up)点(Point)。

三个具体问题值得我们进一步讨论:(1)二叠—三叠的定义问题;(2)冈瓦纳、特提斯及北方区的对比;(3)关于二叠—三叠系界线多标志建议。现概略表述我们的见解。

(1) 二叠—三叠系界线定义问题

1993年国际二叠—三叠系界线工作组(PTBWG)建议以Hindeodus parvus首次出现为二叠—三叠系界线点(GSSP),并推荐长兴煤山等上述四个剖面为层型候选剖面。

笔者认为:尽管PTBWG所建议的GSSP已在1994年贵阳及Albrechtsberg分别召开的两次工作组会议上,得到多数投票委员的同意(非正式投票),但是实际上仍然存在一些牙形石分类、谱系及年代地层学问题,影响二叠—三叠系界线确定,需要专家们尽快研讨、解决。首先,*H. parvus*作为一个器官种它的6分子(Pa、Pb、M、Sa、Sb、Sc)尚未正式公布。Dr. W. C. Sweet坚持认为此种应叫*Isarcicella parva*,除非其他枝形分子一同发现(Dr. W. C. Sweet同殷鸿福教授的通讯)。其次*H. parvus*的定义与特征未被明确限定、涵盖过宽、从而鉴定不一致、有分歧。例如,①张克信(1987)在长兴煤山27层首次发现的*H. parvus*,H. kozur认为是*H. latidentatus*(H. kozur给王成源的私人通信);Shonlaub(1991)鉴定的*H. parvus*(奥地利Gatnerkofel—1钻孔和地面标本)王成源认为“均非真正的*H. parvus* Morphotype 1,而是*H. latidentatus*”;同样,王义刚等(1989)图示的色龙西山的*H. parvus*(王志浩鉴定)也是*H. latidentatus*;戴进业、张景华建立的*H. decre-*

sense (广元上寺), 丁梅华认为是 *H. parvus*, 王成源却“不能接受”。第三, *H. parvus* 带的性质与含义需要进一步厘定, 虽然已有 *H. kozur* (先后提出过 *latidentatus-parvus-isarcica* 谱系, 丁梅华等建议 *latidentatus-parvus-twigida-isarcica* 谱系 (in press)。实际上, *H. parvus* Zone 作为一个延限带 (Taxon Range Zone)、特别是位于 P/T 界线上的三叠系第一带, 它的下限是否确定还需要再论证, 特别是证实 *H. parvus* 或其形态种首次出现位置。例如王成源同意 Matsuda (1981) 意见, 即由 *H. laticentatus* M1 进化到 *H. parvus* M. 1 和 *H. latidentatus* M. 2 进化到 *H. parvus* M. 2, 但又说“两者是否同布仍然不清楚”。此外, *H. turgidus* 可能与 *H. parvus* 同时出现或稍早也未可知, *H. parvus* 与 *H. decresense*, *H. sichuanensis* 等二叠纪早期分子的演化关系也需要查明。总之, *Hindeodus* 属有自晚石炭世至早三叠世漫长的演化历史, 在二叠—三叠世演化低分异阶段内确定与 *H. parvus* 有关的谱系, 并非易事, 需要牙形石专家们深入研究。

(2) 冈瓦纳、特提斯及北极区对比问题

众所周知, 早在十九世纪末叶, E. V. 莫西索维等 (Mojsisovics, E. V., Waagen, W. and Diener C. 1995) 将 *Otoceras woodwardi* Zone 置于三叠系底部。这是传统的 Permian-Triassic 界线之由来。当时, Noetling (1901) 认为 *Woodwardi* Zone 可以自上而下分为: *Meekoceras noetlingi* Zone Triassic, *Ophiceras tibeticum* Zone P/T (Transitional), *Otoceras woodwardi* Zone (seisu, stricto) Permian. Diener (1909, 1912) 反对将 *O. woodwardi* Zone (S. Str.), 置于二叠纪。理由是其中缺乏二叠纪腕足类及可同三叠纪的维尔芬层对比。

从上述的历史中可知, 争论从一开始便存在, 而且包含了两个内容即: (1) *Otoceras* beds 的层位; (2) 冈瓦纳相与特提相的对比。这两项争议一直持续到二十世纪今天的 IGCP 活动中, 包括 IGCP106 项 (二叠—三叠系界线), IGCP203 项 (东特提斯二叠—三叠纪事件及其洲际对比) 及 IGCP359 项 (“Tethyan, Circum-Pacific and Marginal Gondwanan Late Paleozoic and Early Mesozoic Correlation”)。

关于 *Otoceras* bed 的层位问题, 我们注意到 IGCP203 项工作会议 (布列西亚) 的三种观点:

——*Otoceras* bed 的三叠纪年代无可怀疑。Diener 氏的把它放在三叠纪的意见仍然是正确的, “至今并无新的发现可以使 Diener 氏的推论失效 (Tozer, E. T., 1986)”;

——*Otoceras* bed 的年代必需改为二叠纪, 因为具压倒之势的证据是二叠纪的腕足类广泛分布于其中, 不论在北方区还是特提斯区都如此。南阿尔卑斯的维尔芬群也发现了二叠纪的有孔虫、介形类、牙形石、腕足类。*Otoceras* bed 显示了二叠纪的面貌或特征 (Kozur H., 1980; Newell, N. D., 1978, 李子舜、姚建新, 1984;

——*Otoceras* 通常被认为是三叠纪成份, 它同二叠纪的腕足类、牙形石、介形类、甲壳类等产出可以视为一个 Permian-Triassic 混生动物群 (王义刚, 1984; 殷鸿福、吴顺宝, 1985)。

近几年人们普遍接受了上述的最后一种观点, 这是由于研究了 *Hindeodus parvus* 在 Pan-Tethys 区的同时性 (Synchronicity) 及二叠—三叠系牙形石谱系 (*latidentatus-parvus-isarcicella*) 后, 获得了冈瓦纳陆缘区的 *Otoceras* bed 的一部分 (*Oto. woodwardi* Zone) 的上部可归入三叠系的证据。

PTBWG 选择这一标准 (Criterion), 即 *Hindeodus parvus* 的同时性, 已成功地建立了 Pan-Tethys 区的对比 (详见 PTBWG Newsletter, No. 4, 1995) 但还存在一些取证不足、有待进一步论证的问题, 主要是: (1) 华南的 *Hypophiceras* 层曾被认为相当于冈瓦纳北部的 *Otoceras* 层 (王义刚等, 1989), 现在根据特提斯区的 *Hindeodus latidentatus* 带同时性, 将它置于长兴阶最上部, 或仅与 *Otoceras woodwardi* 带下部对比。但是, 确切说特提斯区无论华南、前高加索或伊朗阿巴德都无 *Otoceras* 层。为此需要在北方区进一步论证 *Hypophiceras* 层与 *Otoceras* 层的同时性关系; (2) 华南的 *Hypophiceras* 层与 *Ophiceras* 层之间, 即相当于长兴煤山剖面 26 层、27 层, 广元上寺剖面的 28 层下部及上部, 应是 *Hindeodus parvus* 带及其下的前 *H. parvus* 带的 level, 应再予以详细研究, 因为涉及完善 *latidentatus-parvus*-*Isarcicella* 谱系问题。过去 IGCP203 会议上曾经讨论过前 *parvus* 的若干分子—*H. typicalis*, *H. decresense*, *H. turgidus*, 都可能成为“失去的链环”(前 *parvus*) 带; (3) 北方区与特提斯区对比问题—格陵兰的 *Hypophiceras* 层底部发现了早长兴期的 *Neogondolella subcarinata*, *N. orientalis*, *Otoceras boreat* 层的相当层位中发现了晚长兴期的 *Hindeodus typicatus* *H. latidentatus*, *Ophiceras* 层中发现了 *H. parvus* (*H. kozur* 在 PTBWG Calgary 会议上的口头报道)。这些发现尚未得到适当的解释。如果不能解释为穿时现象, 就需要做更深入的牙形石生物地层、年代地层研究, 提出牙形石 successive appearance 依据, 进一步证实北方区与特提斯的有关层的同时性问题。

(3) 关于二叠—三叠系界线多标志建议

鉴于全球对比, 特别洲际的或是冈瓦纳区、特提斯区与及北极区的对比的需要, Dr. Dickins (1994) 及 Dr. Newell, N. D. (1994) 分别提出可否考虑多种选择多种标准 (Criterion) 如 $\delta^{13}\text{C}$ Carbon 作为 Permian-Triassic 界线标志的建议, 殷鸿福教授则专文论述了二叠—三叠系界线多种标准一体化的建议 (Yin Hongfu, 1995)。

我们过去曾经分析过华南的海浸事件及与之相关的地台内部的火山喷发事件及可能的地外事件的关系 (Li Zhshun, et al., 1990)。从总体说来, 认为生物演化事件, 特别是二叠纪生物群的大量绝灭 (Mass Extinction) 与地质事件不同步, 地质事件先发, 生物绝灭于后, 对此徐桂荣等、王成源也作过详细讨论。最近几年泛特提斯地质事件得到更为深入研究: 分析华南二叠系层序提出了海浸始于晚二叠世末期的新见解 (吴顺宝, 1992); 以精确的同位素年龄资料论证了二叠纪末期强烈的西伯利亚暗色玄武岩流喷溢与华南台区广布的火山灰雾层沉积的同时性 ($250 \pm 0.2\text{my}$, 二叠纪最末期), 以及二叠—三叠纪灾变事件与西伯利亚火山岩流成因关系 (Renne, et al., 1995); 综合研究泛特提斯域二叠纪末 (end-Permian) 及三叠纪最早期的 $\delta^{13}\text{C}$ 衰减及 C/S 值剧降情况, 提出了广泛的缺氧事件的证据等。这些新的泛特提斯区地质事件研究成果表明, 二叠纪末火山活动 (富 S, C/S 值剧降)、地外灾变 (Ir spike)、缺氧事件 ($\delta^{13}\text{C}$ 负衰减) 等一系列地质事件虽是顺序发生的, 但都是临近 P/T 界线的, 因此可以做为 GSSP 的辅助标志 (Auxilliary Marker)。可是它们并不能确定地标志 P/T 界线, 在临近台地边缘地区例如广西、贵州与湖南东部及四川西北部, 不但多峰值而且延续于三叠纪底部, 如在广元上寺, 临近 P/T 界线 $\delta^{13}\text{C}$ 多次衰减, 至少延续 3 万年之久。

参考文献略

三峡地区二叠—三叠系界线地层 与地质事件

姚华舟 张仁杰 (地矿部宜昌地质矿产研究所)

长江三峡地区是指川东鄂西交境的长江中上游地区,具体包括川东之奉节、巫山、巫溪和鄂西之巴东、秭归、兴山、利川、建始、长阳等地。这里二叠—三叠系界线地层发育完整、出露好、类型多,是研究二叠—三叠系界线地层的理想地区。但与华南其他地区相比,该区这方面的研究还十分薄弱。长江三峡地区二叠—三叠系界线地层研究,是对华南这方面研究的一个重要补充。

一、二叠—三叠系界线划分与过渡层

二叠—三叠系界线的划分,目前主要有四种意见:1. 划在 *Otoceras* 带和 *Ophiceras* 带之间; 2. 划在 *Otoceras woodwardi* 带之底; 3. 划在过渡层即 *Hypophiceras*—*Waagenites barusiensis*—*Towapteria scythicum*—*Hindeodus parvus*—*Hollinella tingi* 组合带之底; 4. 划在 *Hindeodus parvus* 带之底。我们不同意第一种划分,即不同意把三叠系底界置于 *Otoceras* 带或过渡层之上,因为 *Otoceras* 带或过渡层中已出现较多“三叠型”新生分子,它们总体上划入三叠系更合适。第二种划分与第三种划分的差别在于其界线位置稍低但很可能已跨入二叠系顶部的 *Pseudotiroliolites* 带,亦不宜采纳。除利川上磁外(王志浩等,1981),本区其他地段尚未发现 *Hindeodus parvus*,即第四种划分不适宜于三峡地区。本区的情况更适于第三种划分方案。

目前三峡地区尚无 *Otoceras* 发现,但已找到二叠—三叠系过渡层的一些重要分子,即本区存在二叠—三叠系过渡层,它标志着本区三叠纪的开始。综合各剖面资料,本区过渡层厚度一般数十公分,多介于 0.3~0.7m 之间,厚者可达 1.5m 以上,如奉节硫磺厂为 1.6m。其岩性主要为薄层状泥灰岩、灰质泥岩,夹粘土层,与上、下层位岩性一致或呈连续变化。其底界常以二叠纪的菊石 *Pseudotiroliolites* 带或牙形石 *Neogondolella xintanensis*, *N. deflecta* 等的结束为标志;顶界则以双壳类 *Claraia*, *Eumorphotis*, 菊石 *Lytrophiceras*, *Ophiceras* 等的大量出现为标志。根据我们的工作成果并结合对前人资料(地矿部宜昌地矿所,1987;王志浩等,1981)的分析,本区二叠—三叠系过渡层中已共发现各类化石 13 属 20 种,这些化石绝大部分已发现于华南其他地区,其中腕足类 *Crurithyris speciosa*, *Wangenites barusiensis*; 双壳类 *Towapteria scythicum*; 牙形石 *Anchignathodus* 等是过渡层划分对比的最重要分子。

达 28 属 36 种以上 (小新滩剖面第 1 层), 显示了水循环好、盐度正常的浅水开阔碳酸盐台地环境的特点。对照 Wilson (1975) 的标准相带模式, 这一灰岩型沉积应相当于其 6—7 相带。

2) 硅质岩—泥岩型: 晚二叠世晚期为硅质岩—泥岩型沉积组合。湖北建始县牯力坪、咸丰县沙子坡, 四川巫山县白鹤坪、城口县双河大岩门等地为这类沉积, 其厚度为 15—50m, 较上述灰岩型沉积厚度小。硅质岩、硅质泥岩是这类沉积的特征组分, 但它们的累积厚度一般不到剖面总厚度的 20%。沉积物粒度细, 普遍含炭质, 主要为炭质泥岩、炭质硅质泥岩、泥岩、硅质泥岩、硅质岩, 夹层状或透镜状泥晶灰岩、泥灰岩; 岩石颜色深, 以灰黑色、黑色为主体, 部分为深灰色, 总体上反映了静水低能、滞流缺氧的环境条件。化石稀少, 且均为具一定游泳能力或可营漂游、假漂游生活的菊石如 *Pseudotirolites*, *Hunanoceras*, 壳体薄小的腕足类如 *Chonetes*, *Acosarina*, 放射虫等, 未见上述灰岩型沉积中大量产出的蜓、珊瑚、大型腕足、钙藻等, 亦显示了底层水滞流缺氧的较深水环境的特点。根据其毗邻上述灰岩型沉积即毗邻于碳酸盐台地边缘的古地理位置和所含化石为广海型生物组合的特点, 它显然应为深水盆地相, 与 Wilson 标准相带模式的第一相带相当。

3) 炭质灰岩—泥岩型: 见于奉节硫磺厂、建始磺厂坪一带, 厚达 60m 以上, 亦为深水盆地环境产物。主体岩性组合与上述硅质岩—泥岩型相似, 颜色深、粒度细、含炭质高, 可含丰富黄铁矿, 主要为灰黑—黑色灰质泥岩、炭质灰岩、炭质灰质泥岩、炭质泥岩; 化石生态组合与前者亦相仿, 化石少, 主要为具一定游泳能力及可营漂游或假漂游生活的菊石, 如 *Pseudotirolites*, *Pseudogastrioceras*, 壳体薄小的腕足如 *Cathaysia*, *Chonetes*, 箭石如 *Palaeobolemnopsis* 等, 属广海深水型化石群。二者的主要差别在于这类沉积中灰岩多, 达 35% 以上, 而硅质沉积缺乏, 推测其沉积水体相对较浅。

4) 灰岩→硅质岩—泥岩型及灰岩→炭质灰岩—泥岩型: 这两种沉积在空间分布上分别位于上述灰岩型与硅质岩—泥岩型、炭质灰岩—泥岩型沉积之间, 前者如秭归两河口、簸箕滩, 后者如兴山大峡口, 显示为碳酸盐台地与盆地过渡带即台前斜坡带产物, 总体相当于 Wilson (1975) 相带模式的 3—4 相带。这两种沉积的下部单元即早期沉积均为灰岩且主要为厚层状泥晶灰岩。与前述灰岩型沉积的灰岩相比, 其颜色较暗, 为深灰—灰色; 沉积物粒度较细, 以灰泥为主, 含生屑、碎屑少, 反映了台前斜坡带较台地水体相对较深、能量较低的特点。可见少量生物碎屑灰岩角砾, 如秭归两河口, 为来自碳酸盐台地边缘的崩积物。底栖生物组合与前述灰岩型中相似, 主要有蜓类、非蜓有孔虫、牙形虫、海百合、腹足等, 并共生少量具一定游泳能力或营浮游、假浮游生活的菊石如 *Pseudotirolites*, *Rotodiscoceras* 和壳体薄小的腕足类如 *Waagenites*, *Paracrurithyris*, 显示了碳酸盐台地与盆地过渡带台地型底栖生物群与盆地型游泳—浮游—假浮游生物群交融的特点。这两种沉积的上部单元即晚期沉积, 其岩性组合和生物组合分别与上述硅质岩—泥岩型、炭质灰岩—泥岩型相似, 代表台前斜坡带晚期滞流缺氧环境产物。前者主要为灰黑—黑色炭质泥岩、硅质炭质泥岩, 产菊石、薄壳腕足、放射虫, 后者主要为灰黑色炭质灰质泥岩、炭质泥岩、深灰—灰黑色炭质泥灰岩, 产菊石和薄壳腕足类。在秭归两河口、簸箕滩, 上部单元沉积厚度分别为 3.55m、0.5m, 兴山大峡口则为 2.03m。

除上述五种主要沉积类型外, 在湖北利川见天坝厚达 190m 的生物礁, 为 Wilson 标准相带产物。该生物礁形成于晚二叠世晚期之后期阶段, 也是本区晚二叠世唯一的一处生物

礁。造礁生物为海绵、苔藓虫，附礁生物有腕足、腹足、头足、双壳、介形等。

2. 晚二叠世末—早三叠世早期

相当于过渡层之下 0.1—0.4m 至 *Lytophicerias-Ophiceras* 带下部即上二叠统长兴阶顶部至下三叠统格里斯巴赫阶上亚阶下部的一段地层，厚 1.5—3m。整个三峡地区这段地层的岩性组合基本一致，岩石组合为泥灰岩—灰质泥岩—灰岩（白云质灰岩）—粘土岩，为底形起伏不大的统一陆表浅海沉积。

下伏地层即上述晚二叠世晚期的沉积格格局，对这段地层的底部的沉积特征影响较大。在早期为碳酸盐台地的地区，广盐性生物 *Lingula* 可以多量出现，如利川瑞坪，可能反映海水一定程度的淡化。有的地段近底部含较多砾石和砂泥质，如秭归小新滩；或为砾岩层：如远安龙凤乡。砾石成分为灰岩、胶磷矿、燧石、硅质岩、粉砂质泥岩，具较好的磨圆度。砾质层之上尚可出现介屑层，如秭归小新滩，这种组合显示了滨岸环境特点。部分地段近底部具微波状岩性界面，其间具数公分厚的铁质粘土，如松滋县刘家场，似为古侵蚀风化面。综合这些特征，说明台地区部分地段存在短期侵蚀与沉积间断，即晚二叠世近末期本区海平面曾一度下降，这在华南乃至全球亦普遍存在。早期为深水盆地及台前斜坡带下部的地区受这次海平面下降影响较小，未见上述砾岩或含砾层、侵蚀风化面，亦未见广盐性生物 *Lingula*，地层为正常海连续沉积，其与下伏地层岩性上的显著差异是炭质硅质沉积消失而泥质灰质沉积增多。早期处于台前斜坡带上部的地区受这次海平面下降影响的程度居上述二者之间，表现为部分地段近底部可含少量砾石，如兴山大峡口、秭归两河口，但未见侵蚀风化面和广盐性生物 *Lingula*，应为正常海连续沉积。

经过台地区部分地段的侵蚀夷平、盆地—斜坡区的连续沉积充填并可能伴有盆地区一定程度的抬升之后，整个三峡地区的沉积底形趋于一致，起伏不明显，海水深度差别不大，因而形成了全区基本一致的岩石组合，即上述泥灰岩—灰质泥岩—灰岩（白云质灰岩）—粘土岩。岩石成层薄，为薄层状、微层状，少达中层状。沉积物粒度细，为泥质和灰质，含少量粉砂，多见水平层理；颜色浅，为灰—灰黄色；此外局部地段如利川瑞坪广盐性生物 *Lingula* 较多出现，而区域上广泛分布的窄盐性生物 *Ophiceras* 等少见，反映仍存在局部淡化且水体较浅。综合这些特点，说明沉积环境水能量低且水体不深。结合上述下伏地层、底部地层的沉积特征及其变化特点，这套岩石组合特征全区基本一致的地层应代表全区统一宽阔的陆表浅海环境。

三、二叠—三叠纪之交的地质事件

1. 界线粘土层与火山活动事件

华南二叠—三叠纪之交的火山活动事件前人已有系统论述（殷鸿福等，1989；杨遵仪等，1991）。其主要证据及物质组成为二叠—三叠系界线地层中所夹多层粘土岩为火山凝灰岩成因。我们的工作表明，长江三峡地区二叠—三叠系界线地层中所夹粘土岩亦为火山凝灰岩成因，且部分其它岩性层中亦含火山物质，它们集中代表了本区二叠—三叠纪之交的火山地质事件。

本区二叠—三叠系界线地层中一般含 3—5 层粘土岩，最长达 7 层（秭归两河口），为灰黄色、黄褐色、黄白色或黄白略带兰色伊利石粘土岩、蒙脱石粘土岩。单层厚 3—7cm，最厚达 14cm（利川瑞坪，三叠系底部）。它们集中分布于二叠—三叠系界线上下厚 3—4m 的地层中，以界线之上即三叠系底部更发育。

粘土岩中未见保留有凝灰岩的组构特征，其作为火山凝灰岩成因的证据是粘土岩及有关岩层中保留的特殊组分——晶屑（图 2）、玻屑。

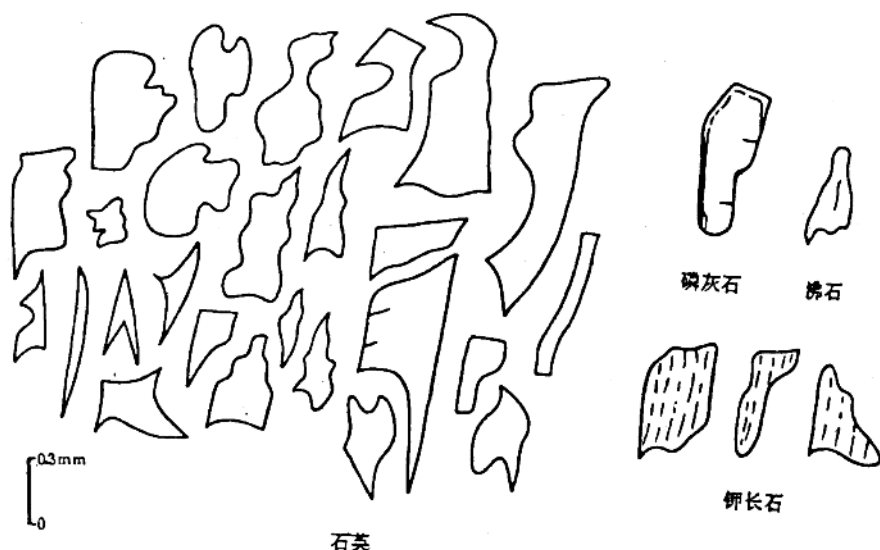


图 2 三峡地区二叠—三叠系过渡层中火山晶屑

晶屑是本区二叠—三叠系界线地层中常见的火山物质，它在粘土层及近邻的上、下层位岩层中均有发现。秭归两河口界线上下 0.6m 地层中夹 5 层粘土岩，均含多量火山晶屑。秭归小新滩的含砾粉砂质泥岩兴山大峡口二叠系顶部的灰质泥岩中亦含较多火山晶屑。岩石切片中晶屑含量可高达 15%。主要成分为石英，占 85% 以上，显示为酸性火山活动；其次为钾长石，约占 9%，其它为沸石、磷灰石、锆石。晶屑长度一般为 0.15—0.6mm，长者达 1.2mm 以上，呈尖棱状、凹折状、港湾状、碎裂状，为较典型火山晶屑型形态组合。

玻屑不多见，仅少量见于兴山大峡口和秭归两河口，且多已脱玻化为微晶长英质屑。呈枝叉状、不明显撕裂状、条带状，未见典型鸡骨状玻屑，最大长度为 0.6mm。

2. 碳氧稳定同位素与地质事件

迄今世界上已有至少 30 多条二叠—三叠系界线地层剖面作过碳氧稳定同位素研究。三峡地区曾获得三个剖面的分析数据（孟繁松等，1994，97 页），其总的特点与世界上其他地区一致，即在二叠—三叠系界线附近 $\delta^{13}\text{C}$ 值和 $\delta^{18}\text{O}$ 值出现大的波动（图 3）。对其事件地层意义分析如下：

$\delta^{13}\text{C}$ 值在二叠—三叠系界线之下为正值, 跨过界线后显著降低(秭归北沱)以致变为负值(兴山大峡口)或总体变为负值(秭归小新滩), 之后又逐渐回升到正值。 $\delta^{13}\text{C}$ 值的急剧降低意味着海水中轻碳同位素 $\delta^{12}\text{C}$ 相对含量的急剧增加。对此有两种可能的解释: 1. 慧星

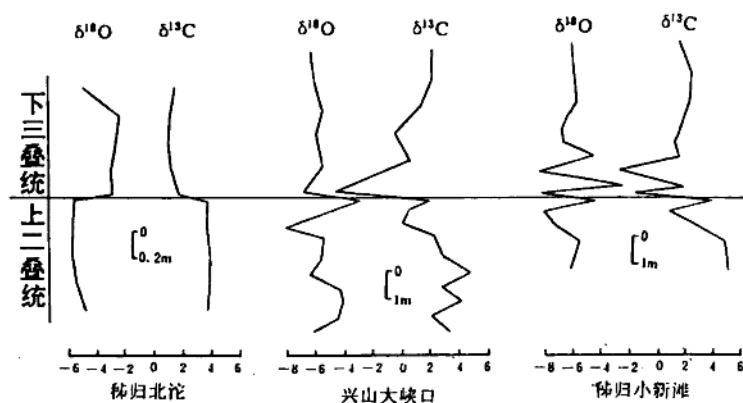


图3 三峡地区二叠—三叠系界线地层中 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值在剖面上的变化
(据孟繁松等, 1994, 综合、改编)

陨击效应(许靖华, 1980), 即慧星陨落海洋后因其组份的加入而改变了海水中 ^{12}C 和 ^{13}C 的相对含量。慧星核中的 CO_2 代表一种分馏组分, 其同位素成分较陨石的平均成分轻得多, 因此一定质量的慧星陨落海洋后可以较大程度地改变 ^{12}C 和 ^{13}C 的相对含量, 使 $\delta^{13}\text{C}$ 值降低; 2. 生物绝灭效应: 植物吸收 CO_2 进行光合作用或动物骨骼生长时优先吸取轻碳同位素 ^{12}C 。因此当这些生物大量繁盛时 ^{12}C 被吸收的多, 相应地沉积物中 ^{12}C 则相对增加即 $\delta^{13}\text{C}$ 值较高; 生物大量消亡绝灭时则 ^{13}C 被吸收的少, 相应地沉积物中的 ^{13}C 就相对增加即 $\delta^{13}\text{C}$ 相对降低。从二叠纪末的生物集群绝灭(详见后文)和早三叠世生物界复苏与 $\delta^{13}\text{C}$ 值的升降情况总体一致的特点看, 这种解释是有一定说服力的。但二叠—三叠纪之交是否存在慧星陨击事件目前还没有可靠证据。

$\delta^{18}\text{O}$ 在二叠—三叠系界线处亦出现大的波动但各剖面变化特点不同。北沱剖面上 ^{18}O 值在二叠系近顶部降至最低点, 跨入三叠系后回升; 大峡口剖面上 $\delta^{18}\text{O}$ 值在二叠系近顶部达到最大值, 其上下均出现极低值; 而小新滩剖面在界线附近 $\delta^{18}\text{O}$ 值频繁变动。一般认为, $\delta^{18}\text{O}$ 值与温度呈线性相关(Epstein, 1961); 这就是说, 上述处于同一地区、相距不远的剖面在二叠—三叠纪之交曾出现步调颇为不同温度变化, 这显然是不能解释的。因此二叠—三叠纪之交的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化不能完全用全球性或区域性温度升降事件去解释, 应同时存在着其他地方性、区域性事件的影响, 如海水污染事件; 可能还存在一些非事件性因素的影响。

四、二叠—三叠纪之交的生物绝灭事件

显生宙以来, 地球上发生过多次生物集群绝灭事件, 其中规模最大、影响最显著的为二叠—三叠纪之交的集群绝灭, 造成了海洋无脊椎动物 52% 的科和 90% 种的绝灭(Sepkos-

ki, 1982), 其中蜓、四射珊瑚、床板珊瑚、软舌螺、三叶虫等全部绝迹。华南的反应尤为强烈, 海洋无脊椎动物各主要门类都有突变式的更替, 种的绝灭率多数达 95—100% (殷鸿福等, 1984)。

长江三峡地区对这次绝灭事件的反应十分强烈。对各剖面资料的统计表明, 本区晚二叠世长长期生活的 59 属 112 种海洋无脊椎动物中, 仅 10 属 7 种延入早三叠世, 属、种绝灭率分别达 83.1%、93.8%。而且, 除长延限、广盐性生物 *Lingula* 可局部较多出现外, 延入三叠系的其它属种产出丰度极低, 以致三叠纪之初形成了死寂荒凉的海洋, 沉积了化石十分贫乏的二叠—三叠系过渡层。兹对各门类绝灭更替的具体情况阐述如下:

蜓类就其自身演化历程来说进入晚二叠世长长期后无疑已渐入低潮, 本区长长期仅见 *Codonofusiella*、*Reichelina*、*Palaeofusulina*、*Ziguiella* 4 属共 20 种 (林甲兴, 1984), 它们均于二叠纪结束之前陆续绝灭。延限最高的为 *Ziguiella*, 产于 *Palaeofusulina* 带之上, 其最高层位距二叠系顶界至少 0.26m (秭归小新滩)。非蜓有孔虫的绝灭率较低。已知的 9 属 21 种中尚有 3 属 3 种即 *Brunsia*、*Nodosaria*、*Glomospira regularis*、*G. pseudosepta*、*G. elegans* 延入早三叠世, 属、种绝灭率分别为 66.7%、95.7%。

本区晚二叠世长长期的四射珊瑚较丰富, 主要包括 *Waagenophyllum*、*Lophocarino-phyllum*、*Lophophyllidium*、*Plerophyllum* 等, 并伴生床板珊瑚 *Michelinia*、*Protomichelinia* 等 (许寿水, 1984), 二者共 8 属 17 种, 它们与蜓类各属种相似, 均于二叠纪结束之前渐次绝灭。在秭归小新滩其最高产出层位距二叠系顶界估计达 0.5m 以上。

腕足类虽未全部绝灭但亦遭到毁灭性打击。寒武纪出现, 历经奥陶纪至泥盆纪几度兴衰之后的腕足类在石炭—二叠纪达到极盛, 但它们于二叠末几乎全部绝灭, 并从此一蹶不振。本区长长期腕足类已知 21 属 27 种, 仅 4 属 2 种进入早三叠世并构成前述过渡层的重要分子, 其属、种绝灭率分别为 81.0%、92.6%。

牙形石的绝灭率低。长长期已知的 *Neogondolella*、*Hindeodus* 等 3 属 6 种中有 2 属 2 种即 *Neogondolella carinata*、*Hindeodus minutus* 等延入三叠纪。但从牙形石自寒武纪出现, 经历漫长古生代演化, 进入三叠纪不久 (中三叠世) 即宣告绝灭这一总的变化特点看, 二叠—三叠纪之交的绝灭事件对其门类的绝灭可能产生过致命影响。

双壳类、头足类的绝灭有所不同。表现为二叠纪类型绝灭后三叠纪又陆续出现新类型并迅速繁衍。似乎这次绝灭事件对它们不仅仅是灾难, 对其系统发育还有着大的促进作用。本区长长期双壳类已知 5 属 7 种, 仅 *Bakevella* 延入三叠纪。三叠纪接着兴起大量新的双壳类, 仅早三叠世早期即印度期即已发现 17 属 35 种之多 (阴家润, 1984), 其丰度、分异度远大于二叠纪, 其中 *Claraia* 分异达 10 余种并可构成介壳层。长长期头足类已知 9 属 12 种, 仅 *Pseudogastrioceras* 一属可延至三叠系底部并成为过渡层组成分子。紧接着三叠纪菊石大量出现, 仅早三叠早期即已鉴定出 16 属 30 余种 (包括相似种、亲近种), 其中 *Lytosphiceras*、*Ophiceras* 常大量出现并构成壳质层。

参考文献略

非史密斯地层学的试验研究

郭宪璞 刘羽 (地矿部地质研究所)

王绍芳 (北京自然博物馆)

地层学产生至今已有 300 年历史,同其它学科一样也处在不断发展、完善当中。近 150 年来地层学研究内容及思维格架基本上属于史密斯地层学 (Smith Stratigraphy) 的范畴。史密斯地层学是指研究那些层序正常,横向上可以远距离追索对比,构造简单,无变质或变质轻微,海相火山岩系不发育,具较广地理分布的地层的学科。这一学科的产生和发展与全球大陆覆盖着广泛的地台型沉积密切相关,是地层学早期研究的必然产物,它的研究始于被称为“英国地质之父”的威廉·史密斯 (W. Smith, 1769—1839),史密斯是将地层学真正立于科学基础之上的第一人。嗣后,地层学的研究蓬勃发展,引起了地质学家的极大兴趣,全球地层系统随之诞生。史密斯地层学的形成和发展功不可没,它的原理和法则在地台区和稳定区无疑是正确的。近数十年来,随着古大陆造山带研究的深入,史密斯地层学在研究造山带地层学中面临着严重挑战。

一、非史密斯地层学的提出

传统的史密斯地层学已难以适应和满足造山带地层研究的需要。要通过典型剖面建立地层系统和地层单位并加以追索,恢复其总体地层展布和格架,首先必须进行高精度的地质填图,恢复构造轮廓和性质,搞清楚各类岩片所处的构造期次和构造部位,重塑古地貌和沉积环境。这样就要更新观念,我们认为有必要引入非史密斯地层学 (Non-Smith Stratigraphy) 这一新的地层学概念。

非史密斯地层学作为一种地层学新概念是许靖华积多年在非史密斯地层区工作经验提出的。从我们在非史密斯地层区工作的实践中,深感非史密斯地层学理论和方法势在必行,传统的史密斯地层学法则和方法在非史密斯地层区已显得力不从心并导致地层划分的混乱。

非史密斯地层学是指研究那些地层层序紊乱,横向、垂向上不易追索,构造关系复杂,变质变形普遍,火山岩系发育,分布范围不规则的以深水相和深海、半深海相为主的地层性质的科学。简言之,非史密斯地层学就是研究造山带地层性质的科学。国内尚未对此进行过专题性研究和探索,属于空白。开展非史密斯地层学研究,不仅是探索新的地层学理论的需要,也可以为寻找与造山带有关的矿产提供高分辨率的地质资料。

沿袭了百余年的史密斯地层的三原则:(1) 地层侧向延伸法;(2) 地层纵向时代渐新法;(3) 标准化石法已不适应非史密斯地层区。随着大陆动力学和板块内部构造机制研究的深入,在造山带遇到的首要问题便是地层问题。近年来的地质工作对构造格局及构造演化的综合分析给予了应有的重视,这是大好事,但有时反而对基本的地层证据有些忽略,因