

地质研究论文集(一九八五)

地质研究论文集

The Records of Geological Research

北京大学地质学系

1985

北京大学出版社

地质研究论文集

出版社

庆祝北京大学地质学系恢复招生卅周年

地质研究论文集

The Records of
Geological Research

北京大学地质学系

1985

北京大学出版社

内 容 简 介

本文集是为纪念北京大学地质学系恢复三十周年而编辑，书中汇集了我系师生1983—1984年期间的部分研究成果。内容涉及我国南方的古生物地层、华北早前寒武系、形变的力学分析、矿物、岩石、矿床、地球化学、成矿实验以及地热研究等领域。可供有关地质专业的生产、科研人员及地质院校师生参考。

289

地质研究论文集

北京大学地质学系

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 16开本 13.25印张 330千字

1985年4月第一版 1985年4月第一次印刷

印数：0,001—4,000册

统一书号：13209·112 定价：2.65元

前 言

从1955年北京大学地质地理系地质学专业恢复招生至今已整整三十个春秋了。北京大学地质学系创办于1909年,是我国最早的培养地质人才的摇篮。在旧中国极其动荡和十分艰苦的条件下,经过何杰、王烈、丁文江、李四光、葛利普、孙云铸等一批有识之士的努力奋斗,为培养地质人才、开创我国自己的地质事业作出了突出的贡献。1949年全国解放后,为适应经济恢复和建设的急需,北京大学地质学系立即成倍地扩大招生,从1949到1952短短的三年中就有117人毕业。1952年全国院系调整。地质学专业师生和图书、设备全部调出。

随着经济建设的迅猛发展,对理科地质人才的迫切需求,国家决定自1955年起北京大学地质学专业恢复招生,并调乐森珣、王嘉荫两位教授来主持恢复工作。在当时师资和设备十分缺乏的条件下,经过近十年的努力,到1964年已设置了地球化学、古生物地层学和构造地质学三个专业,在校学生200人,并建设了一批基础教学实验室。北京大学地质学系的恢复工作已基本上完成。

为结合国家开发新能源及抗御六十年代后期的强烈地震灾害的需要,1970年成立了地热研究组,1972年增设了地震地质学专业。七十年代中在地震的数字模拟、早前寒武纪铁矿地质和牙形石微体古生物的研究中取得了一批突出的成果,反映了这一阶段以王仁教授为代表的数学、力学、化学和地球物理学等系的一批教师参加地质学领域、发展边缘学科、开拓新兴领域的特色。

1978年党的十一届三中全会以来,地质学系和全国一样,也进入了新的发展时期。目前已拥有教师105人,其中出国进修过的占四分之一强。先后开出专业基础课和专业课30门,选修课26门,研究生课约35门,从一个侧面反映出教学的发展。三十年来共培养出本科大学生1,521人。1982年以来三届毕业生的研究生录取率都超过50%,1984年更高达61.8%。1982年我国建立学位制度后,古生物及地层学专业、构造地质学专业和地球化学专业先后成为硕士研究生招生单位。前两个专业又先后被批准为博士研究生招生专业。目前已毕业硕士生40人,在校研究生达65人。预计近期内研究生的培养规模还将有较大的发展,以适应国家对高级科技人才的需求。

在过去建设的基础上,六年来新建成轻稳定同位素实验室,配备有红外光谱仪、原子吸收光谱仪,等离子光量计等大型设施的化学分析室、X光衍射实验室,岩石力学实验室,光弹实验室,电算室等。即将建成的还有铀系法,钾氩法及其他方法的年龄实验室,电子探针,磁性地层模拟及地震模拟实验室等。这对于新技术的渗透,边缘学科的开发及测试手段的现代化无疑是十分重要的。

在七十年代的基础上科研工作正逐步形成具有一定特色、综合性较强的研究方向和课题。如在地震地质、早前寒武系、区域构造、矿床地质和地球化学二级课题基础上综合成的“华北岩石圈的结构构造和物质组份及其与矿产资源和地震活动性的关系”,以牙形石为主要对象的微体古生物研究已扩大到放射虫等领域;稳定同位素的研究一方面不断开拓新的化

学处理方法，另一方面更广泛地应用于地质学的各个领域。西藏和横断山脉地热资源的系统调研正近于完成。在上述工作基础上，从1978年到1984年5月的不完全统计，正式出版的教科书、教学参考书、专译著达29种，论文254篇，反映出地质学系正在办成教育和科研两个中心的征途上快步前进。

为纪念北京大学地质学系恢复三十周年，我们编辑了本文集，收录了本系近年来的部分研究成果。在出版过程中，承北京大学出版社的热情指导和帮助，并得到中国科学院地质所、地球化学所、国家地震局地质所等单位的大力协助。本系绘图室、暗室、化学分析室及磨片室的同志也全力配合，才得以顺利出版。在此一并致以深切的谢意。

本文集是在系学术委员会领导下完成。编辑组的成员有：马文璞（主编）、王关玉、王新平、金凤英和魏绮英。本文集的论文都经过正式审定。

北京大学地质学系学术委员会

1984年10月

目 录

前 言	(1)
-----	-----

古 生 物 地 层 学

泥盆纪牙形石 <i>Pandorinellina midudenta</i> 构造形态分析	白顺良 (3)
杭州余杭荆山岭奥陶纪牙形石及其地层意义	丁连生 安太庠 (11)

构 造 地 质 学

内蒙、冀东太古界麻粒岩相岩带的演化	钱祥麟 崔文元 王时麒 (20)
沂沭断裂带峨山口韧性剪切带内的岩石成分变化和矿物显微构造	陈亚平 刘昂昂 (30)
贺兰山裂堑演化特征	崔广振 张 臣 王士政 (39)
岩土系统弹塑性应力变形分析和稳定性分析的NOLM 程序	殷有泉 张 宏 (48)
旋卷构造的粘性解析解	孙荀英 (57)
倒转褶皱的弹塑性有限元模拟	兰腊保 王 仁 (67)
对华北中北部地区的航磁资料用逐次滑动平均法进行滤波处理	林万智 关振岳 赵章元 (75)

矿 物 及 岩 石 学

某些天然磁铁矿本征磁性的研究	包亚男 曹正民 (84)
宽甸黄椅山碱性玄武岩中巨晶矿物和巨晶矿物中陨硫铁的发现及研究	臧启家 (95)
承德黑山苏长岩中斜长岩研究	阎国翰 郭立鹤 钱 彬 (106)
矾山杂岩体富钙单斜辉石研究	牟保磊 王凤珍 (114)
碳酸盐岩准同生成岩作用的特点及其意义	王英华 (125)
河北省抚宁县柳江盆地下古生界碳酸盐岩岩石学特征及沉积环境	张秀莲 王英华 (133)

矿 床 及 地 球 化 学

河北寿王坟铜矿含钼钙矽卡岩形成的某些物理化学条件	艾永富 (142)
矾山铁磷矿床含矿岩体岩浆演化的某些物理化学条件	江培谟 (148)
鞍山弓长岭铁矿床的氧同位素组成特征	魏菊英 王关玉 强德美 莫志超 (158)
热液条件下氯化物溶液中磁铁矿石岩溶解的初步实验	艾瑞英 陈月团 (168)

关于原始太阳星云冷凝前元素在星云盘径向分馏的一个定态描述

.....陈肃中 张淑媛(173)

地 热 研 究

中国西南新生代火山与地热活动.....廖志杰 佟 伟 张宝山(177)

西藏热水化学特征及活变质带.....张知非 佟 伟(186)

滇藏高温地热田内现代矿化作用.....朱梅湘 魏绮英(191)

前 言

从1955年北京大学地质地理系地质学专业恢复招生至今已整整三十个春秋了。北京大学地质学系创办于1909年,是我国最早的培养地质人才的摇篮。在旧中国极其动荡和十分艰苦的条件下,经过何杰、王烈、丁文江、李四光、葛利普、孙云铸等一批有识之士的努力奋斗,为培养地质人才、开创我国自己的地质事业作出了突出的贡献。1949年全国解放后,为适应经济恢复和建设的急需,北京大学地质学系立即成倍地扩大招生,从1949到1952短短的三年中就有117人毕业。1952年全国院系调整。地质学专业师生和图书、设备全部调出。

随着经济建设的迅猛发展,对理科地质人才的迫切需求,国家决定自1955年起北京大学地质学专业恢复招生,并调乐森珣、王嘉荫两位教授来主持恢复工作。在当时师资和设备十分缺乏的条件下,经过近十年的努力,到1964年已设置了地球化学、古生物地层学和构造地质学三个专业,在校学生200人,并建设了一批基础教学实验室。北京大学地质学系的恢复工作已基本上完成。

为结合国家开发新能源及抗御六十年代后期的强烈地震灾害的需要,1970年成立了地热研究组,1972年增设了地震地质学专业。七十年代中在地震的数字模拟、早前寒武纪铁矿地质和牙形石微体古生物的研究中取得了一批突出的成果,反映了这一阶段以王仁教授为代表的数学、力学、化学和地球物理学等系的一批教师参加地质学领域、发展边缘学科、开拓新兴领域的特色。

1978年党的十一届三中全会以来,地质学系和全国一样,也进入了新的发展时期。目前已拥有教师105人,其中出国进修过的占四分之一强。先后开出专业基础课和专业课30门,选修课26门,研究生课约35门,从一个侧面反映出教学的发展。三十年来共培养出本科大学生1,521人。1982年以来三届毕业生的研究生录取率都超过50%,1984年更高达61.8%。1982年我国建立学位制度后,古生物及地层学专业、构造地质学专业和地球化学专业先后成为硕士研究生招生单位。前两个专业又先后被批准为博士研究生招生专业。目前已毕业硕士生40人,在校研究生达65人。预计近期内研究生的培养规模还将有较大的发展,以适应国家对高级科技人才的需求。

在过去建设的基础上,六年来新建成轻稳定同位素实验室,配备有红外光谱仪、原子吸收光谱仪,等离子光量计等大型设施的化学分析室、X光衍射实验室,岩石力学实验室,光弹实验室,电算室等。即将建成的还有铀系法,钾氩法及其他方法的年龄实验室,电子探针,磁性地层模拟及地震模拟实验室等。这对于新技术的渗透,边缘学科的开发及测试手段的现代化无疑是十分重要的。

在七十年代的基础上科研工作正逐步形成具有一定特色、综合性较强的研究方向和课题。如在地震地质、早前寒武系、区域构造、矿床地质和地球化学二级课题基础上综合成的“华北岩石圈的结构构造和物质组份及其与矿产资源和地震活动性的关系”,以牙形石为主要对象的微体古生物研究已扩大到放射虫等领域;稳定同位素的研究一方面不断开拓新的化

学处理方法，另一方面更广泛地应用于地质学的各个领域。西藏和横断山脉地热资源的系统调研正近于完成。在上述工作基础上，从1978年到1984年5月的不完全统计，正式出版的教科书、教学参考书、专译著达29种，论文254篇，反映出地质学系正在办成教育和科研两个中心的征途上快步前进。

为纪念北京大学地质学系恢复三十周年，我们编辑了本文集，收录了本系近年来的部分研究成果。在出版过程中，承北京大学出版社的热情指导和帮助，并得到中国科学院地质所、地球化学所、国家地震局地质所等单位的大力协助。本系绘图室、暗室、化学分析室及磨片室的同志也全力配合，才得以顺利出版。在此一并致以深切的谢意。

本文集是在系学术委员会领导下完成。编辑组的成员有：马文璞（主编）、王关玉、王新平、金凤英和魏绮英。本文集的论文都经过正式审定。

北京大学地质学系学术委员会

1984年10月

泥盆纪牙形石 *Pandorinellina midudenta* 构造形态分析

白 顺 良

本文为中国科学院科学基金资助课题

根据广西及云南材料, *Pandorinellina midudenta* 可分为 α 、 β 、 γ 、 δ 四个型, 形态虽相异, 然而均属于同一种而代表着不同发育阶段的个体。其时代为兹利柯夫阶, 但其 α 型 (幼体) 却与下洛考夫阶的 *Ozarkodina remscheidensis repetitor* 相似; β 型则与上洛考夫阶的 *Pandorinellina optima* 相似。 *P. midudenta* 在其系统演化中可能经过了 *repetitor* 与 *optima* 阶段。本文还介绍了构造形态分析在古生物研究中的意义。

一、地 层 简 介

本文所述材料主要采自那艺剖面 (编号 Y)。剖面位于广西南部崇左县左州公社那艺村西约 500 米。此剖面由白顺良等^[2] 测制, 王成源等^[1] 所描述的 *Pandorinellina midudenta* 正型标本也采自于此。现将剖面 (图 1) 描述如下:

崇左组 底部

Y6 灰色中层状泥晶灰岩夹薄层状钙质页岩和硅质岩, 厚 13.0 米。下部含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, *Pe. perbonus*, *Pandorinellina midudenta*, 大量竹节石: *Viriatellina hercynica*。

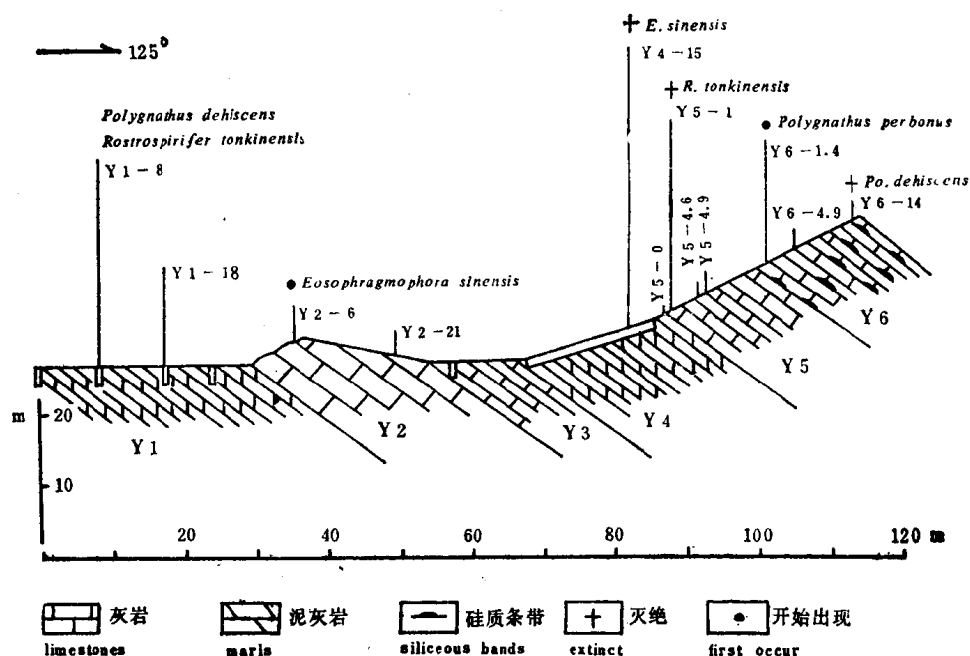


图1 广西崇左县左州公社那艺村下泥盆统剖面

郁江组 上段

Y5 灰色中层状含泥质条带细晶灰岩, 厚9.5米。含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, *Pandorinellina midudenta*。

腕足动物: *Rostrospirifer tonkinensis*, *Eosophragmophora sinensis*。腕足动物仅产于本层底部, 数量极少。

Y4 深灰色薄层状泥灰岩, 富含黄铁矿晶体, 厚14.0米。含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, *Pandorinellina midudenta*。大量腕足动物: *Eosophragmophora sinensis*, 少量 *Rostrospirifer tonkinensis*, *Dicoelostrophia* 等。竹节石: *Viriatellina hercynica*。

Y3 黑灰色薄至中层状细晶灰岩, 厚7.0米, 含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, *Pandorinellina midudenta*。腕足动物: *Eosophragmophora sinensis*, *Dicoelostrophia punctata*。

Y2 深灰色厚层状细晶灰岩, 厚18.4米。含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, *Pandorinellina midudenta*。腕足动物: *Cymostrophia quadrata*, *Eosophragmophora sinensis*。

郁江组 下段

Y1 紫红色、黄绿色页岩夹深灰色薄层状泥晶灰岩, 厚16.8米, 未测到底, 含牙形石: *Polygnathus dehiscens*, 大量腕足动物: *Rostrospirifer tonkinensis*, *Dicoelostrophia punctata*等。

本文所述标本除采自那艺剖面外, 还采自广西天等县巴荷公社富新村, 横县六景以及云南镇康县。

二、化石描述及讨论

无中刺斑脱牙形石 *Pandorinellina midudenta* Wang & Ziegler, 1983

图版 I, 图1—11; 插图2, 3, 4。

1969 *Spathognathodus exiguus* Philip.-Klapper, p.16—18, pl. 5, fig. 1, 2, 7.

1978 *Spathognathodus optimus* Moskalenko.-Wang & Wang, p. 343, pl. 41, fig. 27, 28, 34.

1979 *Pandorinellina exigua philipi* (Klapper).-Lane & Ormiston, p. 59, pl. 6, fig. 1-3, 8, 9.

1983 *Pandorinellina exigua midudenta* n. subsp.-Wang & Ziegler, p. 88, pl. 4, fig. 15.

1983 *Pandorinellina optima optima* (Moskalenko).-Wang & Ziegler, pl. 4, fig. 10.

1983 *Pandorinellina optima postexcelsa* n. subsp.-Wang & Ziegler, p. 88, pl. 4, fig. 12.

? 1983 *Pandorinellina steinhornensis steinhornensis* (Ziegler) .-Wang & Ziegler, pl. 4, fig. 16.

特征: 原描述为“前端刺很大, 上缘锐, 中部缺乏显著的刺, 后端刺小”。为了与其它一些种区分, 兹补充如下: 叶位于齿片中部, 上视近椭圆形。基腔在前部及后部收缩呈窄缝。

讨论: 由幼年至成年期其形态有变化, 见图5。

1. alpha型: 个体小, 侧视轮廓近于对称, 刺均一, 排列规则。
2. beta型: 侧视轮廓很不对称, 前端1/3的刺很高大。
3. gamma型: 侧视轮廓很不对称, 前端1/3的刺很高大, 但中部的刺融合, 不显著。
4. delta型: 个体很大。前端1/3的刺稍高大, 但远不如 β 、 γ 型, 中部的刺融合, 不显著。后部刺短。

Klapper (1969) 描述的加拿大育空地区标本 (图版5, 图1, 2, 7) 以及 Lane & Ormiston (1979) 所述美国阿拉斯加标本 (图版6, 图1, 2, 3, 8, 9) 可归于 *Pandorinellina midudenta* gamma型, 它们的层位也都在 *Polygnathus dehiscens* 带。

P. midudenta alpha型与 *Pandorinellina steinhornensis steinhornensis* (Ziegler, 1956) 的差别显著, 前者的基腔在前端收缩呈窄缝。

P. midudenta alpha型与 *Ozarkodina remscheidensis repetitor* (Carls & Gandle, 1969)

的形态极相似，难以区分。

P. midudenta beta型与 *Pandorinellina optima* (Moskalenko, 1966) 只有微小差别，即后者的主刺稍显著，刺与刺之间的间沟较深长。

P. midudenta delta型与 *Pandorinellina steinhornensis miae* (Bultynck, 1971) gamma型差别甚小，但前者中部刺不显著，且前者叶的位置更靠前。

O. r. repetitor 在西班牙产于d1c—d2a层，即 *Icriodus postwoschmidtii* 至 *Icriodus angustoides alcoleae* 的层位^[4, 8]。在苏联产于 *Monograptus uniformis brevis* 的层位^[11]。*O. r. repetitor* (= *Pandorinellina preoptima*) 在捷克波希米亚产于兹利柯夫阶下部^[6]，可见其产出层位很低。*P. midudenta* 幼年体与 *O. r. repetitor* 成年体极相似，因而推测它在演化中经

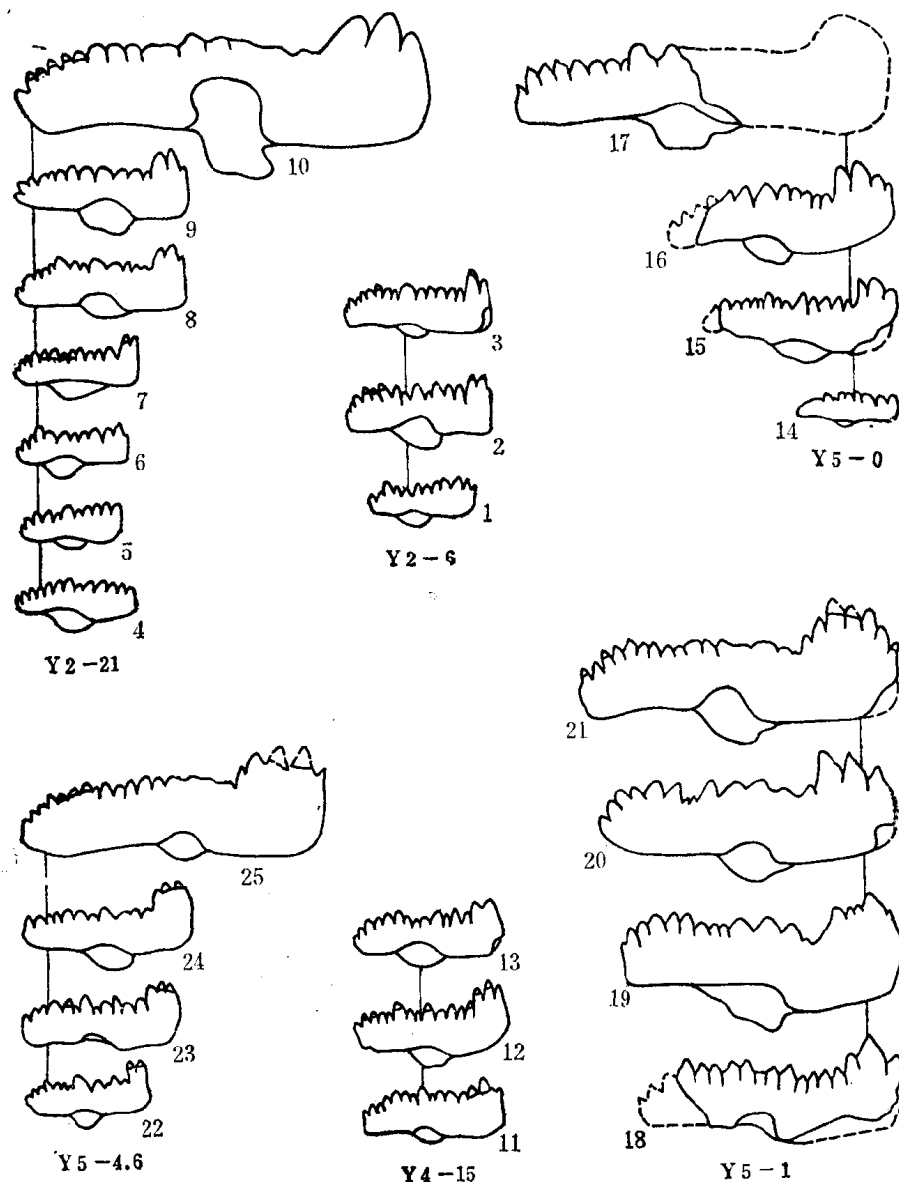


图2 *Pandorinellina midudenta* 个体发育。×30 1, 2, 4, 5, 6, 11, 14为 alpha 型; 3, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 18, 22, 23为 beta 型; 19, 20, 21, 24为 gamma 型; 10, 17, 25为 delta 型。样品都采自崇左那艺 *Polygnathus dehiscens* 带。

过了repetitor阶段。

*Pandorinellina optima*在苏联、美国内华达和阿拉斯加产于 *Pedavis pesavis* 带^[11, 13, 9], 在捷克产于洛考夫阶上部^[6], 其层位也较老, 推断*P. midudenta*在演化过程中经过了*optima*阶段。

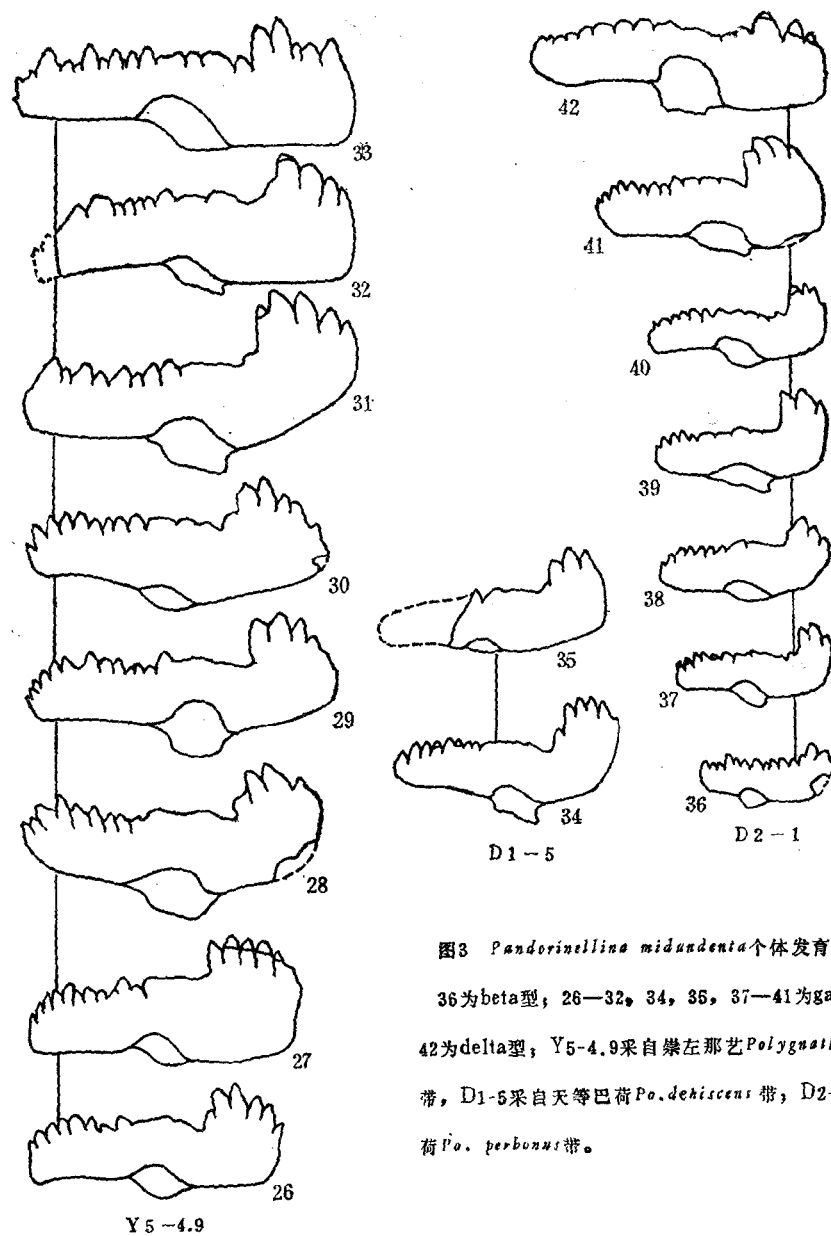


图3 *Pandorinellina midudenta*个体发育。×30

36为beta型; 26—32, 34, 35, 37—41为gamma型, 33, 42为delta型; Y5-4.9采自崇左那艺*Polygnathus dehiscens*带, D1-5采自天等巴荷*Po. dehiscens*带, D2-1采自天等巴荷*Po. perbunus*带。

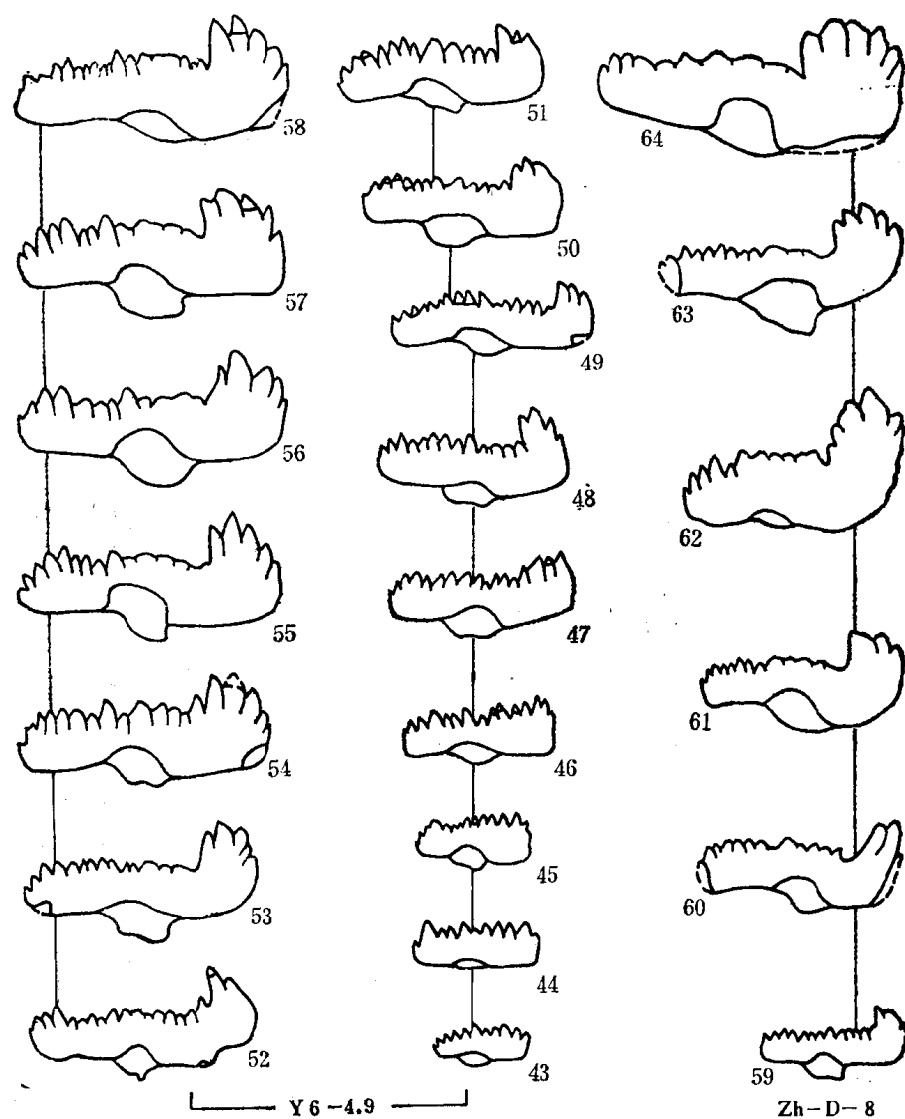


图4 *Pandorinellina midundensis*个体发育。×30

43—47为alpha型；48—54，59为beta型；55—58，60—64为gamma型。Y6-4.9采自崇左那艺 *Po. perbonus* 带；Zh-D-8采自云南镇康 *Po. perbonus* 带。

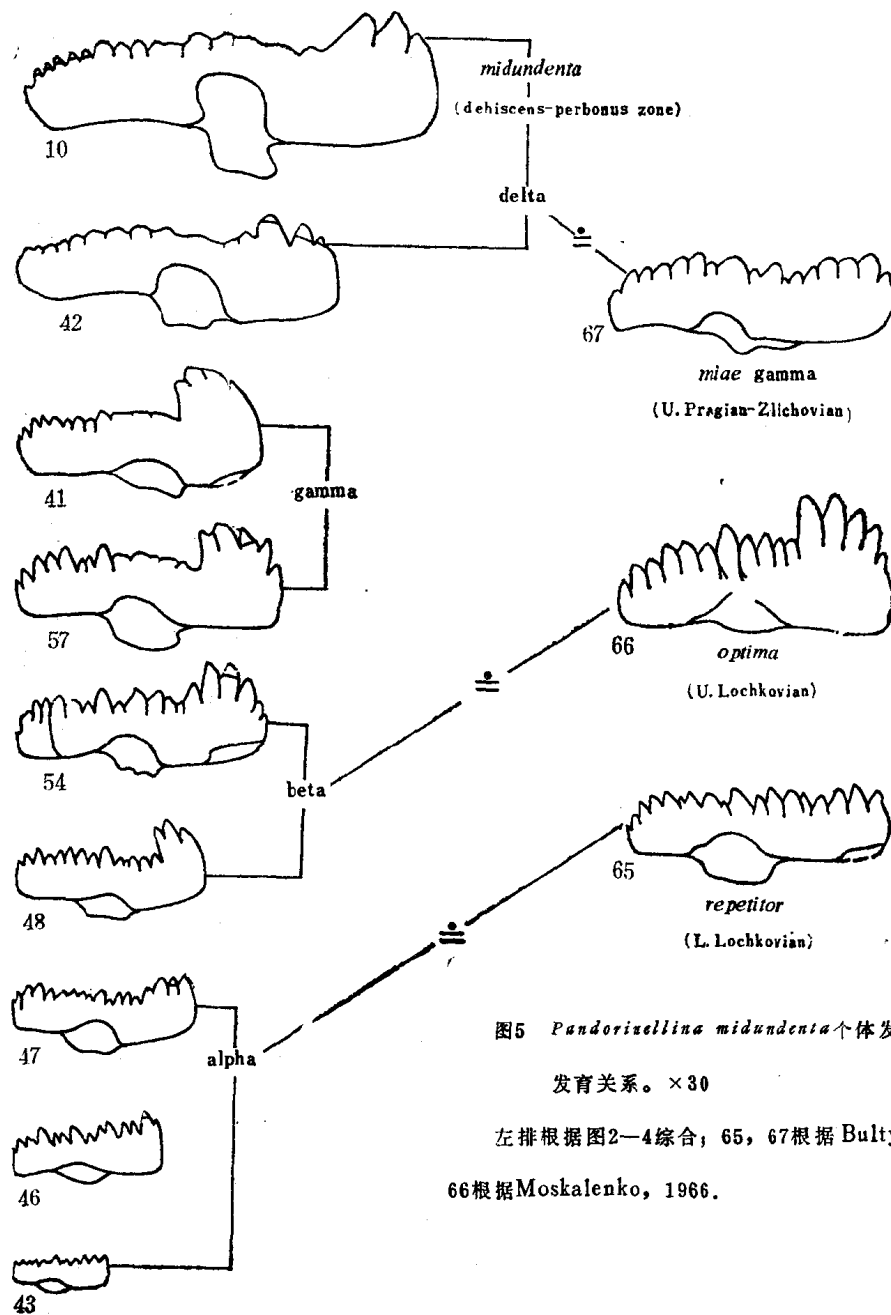


图5 *Pandorixellina midudenta* 个体发育与系统发育关系。×30

左排根据图2—4综合；65，67根据 Bultynck, 1971，66根据 Moskalenko, 1966。

三、构造形态分析的意义

有些动物脱壳生长,有些动物的器官,如本文所讨论的 *Pandorinellina midudenta*, 其生长过程为改造 (modification) 过程。而幼年至成年阶段的形态往往有显著差别。生物的个体发育往往会再现其祖先的演化进程^[15]。有一种意见认为牙形石的形态型 (morphotype) 可以穿不同种^[14], 即不同种的个体可属于同一形态型 (见图6)。由此可见, 在鉴定化石时古生物工作者经常会遇到一个难题, 即某个种的幼体往往与同一系列而时代更老的种难以区别。因此在鉴定时首先应选择成年个体。但是多大的个体才算成年个体? 每个种只能有大致标准, 随环境的改变或其它因素差异, 标准往往有变化。因此就需要研究每个样品中化石从小到大的形态变化, 与此同时, 考虑它们与同系列更老的种的关系。

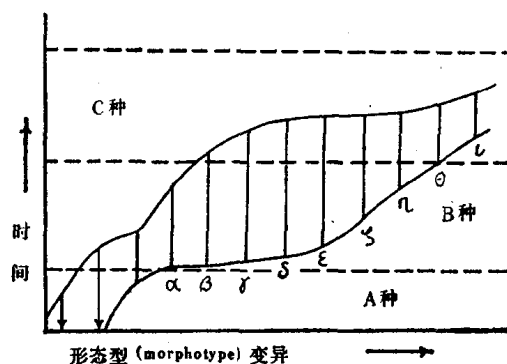


图6 同系列种的形态型划分。据Murphy等1981

本文化石插图系采用Wild-8 描绘镜绘制, 图版用电子显微镜照相。

参 考 文 献

- [1] 王成源、王志浩, 1978, 广西云南早、中泥盆世的牙形刺。华南泥盆系会议论文集, 334—345页, 图版39—41。
- [2] 白顺良、金善燾、宁宗善等, 1982, 广西及邻区泥盆纪生物地层, 203页, 图版37。
- [3] Bultynck, P., 1971, Le Silurien Supérieur et le Devonien Inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne Centrale). Deuxième partie, Assemblages de Conodontes à *Spathognathodus* (1). *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.* 47 (3), 43 p., 4 pl.
- [4] Carls, P., 1969, Die Conodonten des tieferen Unter-Devons der Guadarrama (Mittel Spanien) und die Stellung des Grenzbereiches Lochkovium/Pragium nach der rheinischen Gliederung. *Senckenbergiana lethaea*, 50 (4), 303—355, 4 pl.
- [5] Carls, P. & Gandle, J., 1969, Stratigraphie und Conodonten des Unter-Devons der Östlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 132 (2), 155—218, 3 pl.
- [6] Chlupac, I., Kriz, J. & Schönlaub, H. B., 1980, Field Trip E, Barrandian. In Schönlaub, H. B., (ed.), Second European Conodont Symposium. Guidebook & Abstracts.
- [7] Klapper, G., 1969, Lower Devonian conodont sequence. Royal Creek, Yukon Territory, and Devon Island, Canada. *J. Paleont.*, 43 (1), 1—27, 6 pl.
- [8] Klapper, G. & Ziegler, W., 1979, Devonian Conodont biostratigraphy. In House, M. R., Scrutton, C. T. & Bassett, M. G. (ed.), *The Devonian System*, p.199—224.
- [9] Lane, H. R. & Ormiston A. R., 1979, Siluro-Devonian Biostratigraphy of the Salmontrout River Area, East-Central Alaska. *Geologica et Palaeontologica*, 13, 39—96, 8 pl.
- [10] Mashkova, T. V., 1972, *Ozarkodina steinhornensis* (Ziegler) apparatus, its conodonts and biozone. In Lindström, M. & Ziegler, W. (ed.), Symposium on conodont taxonomy. *Geologica et Palaeontologica*, SB 1, 81—90, 2 pl.
- [11] —1979, Conodont zones of the Lower Devonian in the U.S.S.R. *Geologica et Palaeontologica*, 13, 97—102, 2 pl.

- [12] Moskalenko, T. A., 1966, Pervaya nakhodka Pozdnesiluriyskikh konodontov v Zeraevshanskom khrebt. *Paleont. Zh.*, 2, 81—92, 1 pl.
- [13] Murphy, M. A. & Berry W. B. N., 1983, Early Devonian Conodont-Graptolite Collation and Correlations with Brachiopod and Coral Zones, Central Nevada. *Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geol.*, 67, 371—379.
- [14] Murphy, M. A., Matti, J. C. & Walliser, O. H., 1981, Biostratigraphy and evolution of the *Ozarkodina remscheidensis-Eognathodus sulcatus* lineage (Lower Devonian) in Germany and Central Nevada. *J. Paleont.*, 55 (4), 747—772, 3 pl.
- [15] Osche, G., 1979, Evolution. Grundlagen-Erkenntnisse Entwicklungen der Abstammungslehre, 116 p.
- [16] Wang, C. Y. & Ziegler, W., 1983, Devonian conodont biostratigraphy of Guangxi, South China, and the correlation with Europe. *Geologica et Palaeontologica*, 17, 75—107, 8 pl.

MORPHOLOGIC ANALYSIS OF A DEVONIAN CONODONT

SPECIES *Pandorinellina midudenta*

Bai Shun-liang

Abstract

Study on specimens from Guangxi and Yunnan province reveals that *Pandorinellina midudenta* may be subdivided to four forms, alpha, beta, gamma, and delta. Even they differs morphologically, though they belong to one species, representing different ontogenic stages. Form alpha has resemblance to *Ozarkodina remscheidensis repetitor*, while form beta is similar to *Pandorinellina optima*. The evolution trend is supposed as follows: *Ozarkodina remscheidensis repetitor* (Early Lochkovian) → *Pandorinellina optima* (Late Lochkovian) → *Pandorinellina midudenta* (Late pragian and Zlichovian). In this paper morphologic analysis is emphasized for paleontological study.

图版说明

放大倍数均为×40，侧视或斜侧视。标本存于北京大学地质系。

1—11 *Pandorinellina midudenta* Wang & Ziegler, 1980

- 1a, 1b, 2a, 2b, 3: alpha型，相当于插图小号43, 46, 47, 野外号Y6-4.9, 统一号84010, 84011, 84012, 广西崇左那艺，下泥盆统 *Polygnathus perbonus* 带下部。
- 4a, 4b, 5: beta型，相当于插图小号48, 54, 野外号Y6-4.9, 统一号84013, 84014, 产地层位同上。
- 6a, 6b: gamma型，相当于插图小号57, 野外号Y6-4.9, 统一号84015, 产地层位同上。
- 7a, 7b: gamma型，相当于插图小号41, 野外号D2-1, 统一号84016, 广西天等县巴荷富新村，下泥盆统 *Polygnathus perbonus* 带下部。
- 8a, 8b: delta型，相当于插图小号42, 野外号D2-1, 统一号84017, 产地层位同上。
- 9a, 9b: delta型，相当于插图小号10, 野外号Y2-21, 统一号84018, 广西崇左那艺，下泥盆统 *Polygnathus dehiscens* 带。
- 10: delta型，相当于插图小号33, 野外号Y5-4.9, 统一号84019, 产地及层位同上。
- 11a, 11b, 12: gamma型，相当于插图小号53, 28野外号Y6-4.9, 统一号84020, 84021, 广西崇左那艺，下泥盆统 *Polygnathus perbonus* 带下部。