

武汉地质调查中心 科研成果集锦

Collections of Scientific Research and Works of Wuhan Center of Geological Survey

(2000–2012)

武汉地质调查中心 编著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

武汉地质调查中心 科研成果集锦

**Collections of Scientific Research and Works
of Wuhan Center of Geological Survey**

(2000—2012)

武汉地质调查中心 编著

图书在版编目(CIP)数据

武汉地质调查中心科研成果集锦:2000—2012/武汉地质调查中心编著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2012. 10

ISBN978-7-5625-2985-9

I. ①武…

II. ①武…

III. ①地质调查-科技成果-武汉市-2000~2012

IV. ①P622

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244201 号

武汉地质调查中心科研成果集锦：2000—2012

武汉地质调查中心 编著

责任编辑：潘 娜

责任校对：张咏梅

出版发行：中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮编：430074

电 话：(027) 67883511 传真：(027) 67883580 E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销：全国新华书店 Http: //www. cugp. cug. edu. cn

开本：787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数：544 千字 印张：21. 25

版次：2012 年 11 月第 1 版

印次：2012 年 11 月第 1 次印刷

印刷：武汉教文印刷厂

印数：1—1 000 册

ISBN978-7-5625-2985-9

定价：68. 00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

编写委员会名单

主 任：姚华舟

副主任：潘仲芳 张旺驰 鄢道平

成 员：（以姓氏笔划为序）

万勇泉 牛志军 王建雄 陈开旭

陈孝红 邹棣华 杨红梅 胡光明

段其发 赵 欣 徐德明 崔 放

黄长生 魏道芳

主 编：魏道芳 牛志军

编写人员：宋 芳 陈 荣 汤质华 邓爱云

杨 博 李福林 各项目组人员

序

1999年6月,武汉地质调查中心(原宜昌地质矿产研究所,以下简称中心)整体划归中国地质调查局,自此中心进入了一个新的发展阶段。10余年来,在国土资源部、中国地质调查局的正确领导下,中心全面贯彻中央关于地质工作的系列重要指示精神,认真落实国务院《关于加强地质工作的决定》,紧紧围绕国家战略目标,落实“新机制”,推进“358”,以学科建设为主线,以科技创新、地质找矿突破、服务经济社会发展为主要目标,积极面向国民经济建设主战场,不断拓宽服务领域,提升业务能力,初步建立了适应国家公益性地质工作要求的管理体系与运行机制。

目前,中心业务发展形成了以基础地质调查、资源评价、水工环地质调查为主体,以实验测试、物化遥为支撑,逐步向油气地质、地质遗迹保护、岩矿综合利用等领域拓展的良好格局。

1999年以来,中心共承担国家自然科学基金、国土资源大调查、地质矿产调查评价、国土资源部行业基金专项、国土资源部百人计划、科技部、商务部、全国地层委员会、境外风险勘查基金、中央及湖北省地勘基金及横向科研等项目共300余项,年度项目经费从不足200万元增加到超过1亿元;获得国家科技进步特等奖1项(参加)、国家科技进步二等奖2项(参加)、国土资源部科学技术进步奖一等奖2项(参加)、二等奖5项、湖北省自然科学奖二等奖1项、湖北省科学技术进步奖三等奖1项、中国地质调查局优秀图幅一等奖2项、发明专利2项;发表论文930多篇,出版专著26部。地调科研成果显著,地质调查组织实施能力增强。

13年来,在中国地质调查局的正确领导下,武汉地调中心发挥项目管理和业务中心两个优势,统筹部署中南地区地质调查工作,与地方各相关部门、地勘单位、高校和有关企业协调联动,加强管理,形成了富有生机活力的地质找矿工作新机制,大调查成绩斐然。新增的“钦—杭”、“湘西—鄂西”、“武当—桐柏—大别”相继被纳入国家级成矿区(带),“锡田找矿模式”成为业内的重要品牌,湖南花垣—凤凰整装勘查区新增铅锌远景资源量1000万t,广西扶绥—龙州地区整装勘查区铝土矿远景资源量1.4亿t。

水工环地质工作取得长足进步。三峡库区干流与支流、鄂西及渝东山区的地质灾害调查取得重要区域性成果,预测并在第一时间发现了巫山龚家方崩塌。在汶川抗震救灾中发挥了应有的作用。近年来,研究领域走出山川河谷,拓展至长江中游城市群、珠江三角洲、北部湾等地区,并开展了环境监测及涌浪灾害研究。涌浪实验室也在建设之中。

中心的传统优势学科地层古生物专业通过长期科研积累,使得国际奥陶系最后一枚“金钉子”落户于宜昌黄花场,这是国土资源部系统迄今获得的“以我为主”的唯一一枚“金钉子”。此外,关岭生物群、长江源区三叠纪伟齿蛤、华南奥陶纪几丁虫、青海二叠纪笔石类、海南岛泥盆纪生物群等方面的研究也取得了一批重要成果。

2007年,中心以全球地质视野,在地调局系统率先成立了境外地质研究室,先后在埃塞俄比亚、厄里特立亚、印度尼西亚、蒙古等7个国家开展了或正在开展地质矿产调查研究

工作，取得重要进展。目前已成为中国地质调查局最受关注的“走出去”技术力量。

同位素地球化学和实验测试管理工作迈上新台阶。自主研发的实验信息管理系统(LIMS) 2004年投入全面应用，在全国同类型实验室中率先实现了自动化、网络化实验信息管理，目前已在地勘系统普遍推广。

油气地质调查工作和队伍建设初见成效。物探、地理信息、遥感专业的组建形成了地质调查技术支撑体系。地质资料和技术服务能力提升，面向全行业和社会公众提供了各类资料的查询、借阅、复制等服务。地质遗迹评价、地质公园建设、龙化石博物馆建设与开放，有效地推动了重要地质遗迹的保护，拉动了地方旅游经济，促进了地球科学知识的普及。

值此建所50周年到来之际，我们将2000年以来中心完成的主要项目成果及中南大区地质调查主要工作进展简要汇编成册，作为武汉地调中心建所50周年巡礼与阶段性工作总结。但由于时间仓促，部分项目成果未能收录齐全。在成果的剪辑、取舍中也难免有失偏颇，或存在纰漏。

当前，中国地质工作仍处在重要的机遇期：国家高度重视，社会需求旺盛，地质工作者受到广泛关注。但随之而来的深化改革已迫在眉睫！面对新的挑战与机遇，我们必须坚定不移地贯彻“事业立所，业务兴所”的方针，牢牢把握住业务发展这条主线，积极面向经济建设主战场，立足中南，放眼世界，进一步加强学科建设，加强地质科技创新，把中心的地质事业不断推向新的高度。

姚华舟

2012年9月30日

目 录

上篇 地质科研成果汇编

一、地层古生物	(3)
中国震旦系及显生宇若干年代地层单位的划分及其时限研究	(3)
震旦纪年代地层划分的界线标志和时限的研究	(4)
全球界线层型剖面——宜昌黄花场金钉子剖面的内涵和启示	(5)
全球中/下奥陶统界线层型候选剖面(GSSP)的研究	(9)
华南奥陶系几丁虫序列及其年代地层界线标志	(11)
华南奥陶纪几丁虫生物地层、生物相和生物古地理	(13)
不同相区中/下奥陶统界线的精确对比及相关笔石、牙形石和几丁虫的分类、分带和对比问题的研究	(17)
中国各时代地层划分与对比表——奥陶系	(18)
中国奥陶系与下志留统下部统与阶的划分与对比	(21)
中扬子及邻区志留系多重地层划分对比与岩相古地理	(22)
海南岛泥盆纪—杜内期地层及生物群	(23)
青海南部二叠纪笔类生物群与火山事件响应关系研究	(25)
关岭生物群研究	(27)
关岭生物群特征及其环境演化研究	(30)
关岭生物群的地球化学特征及其环境意义	(31)
义敦岛弧带早/中三叠世地层序列与构造演化	(32)
长江源区晚三叠世伟齿蛤类的分类、演化及古生态	(34)
中国古大陆环境变化及其年代、生物、层序、事件、化学和构造地层响应	(36)
中国西部地区地层、生物古地理与构造演化	(37)
华北—东北地区地层划分与对比	(38)
中国各地质时代地层划分与对比表	(39)
中国南华纪—新近纪地层划分与对比研究	(41)
二、区域地质调查与综合研究	(42)
湖北 1:5 万长梁子幅、龙潭坪幅区域地质调查	(42)
重庆 1:5 万巫山幅、官渡河幅区域地质调查	(43)
西藏 1:25 万赤布张错幅区域地质调查	(45)
青海 1:25 万直根尕卡幅区域地质调查	(51)
青海 1:25 万曲麻菜县幅区域地质调查	(57)
海南 1:25 万乐东县幅、陵水县幅区域地质调查	(61)

湖北 1:5 万火烧坪幅、贺家坪幅、资丘幅、都镇湾幅区域地质调查	(64)
湖北 1:5 万分乡场幅、莲沱幅、三斗坪幅、宜昌市幅区域地质调查	(67)
湖北 1:5 万汪家营幅、利川市幅、忠路幅、黄泥塘幅区域地质调查	(70)
三峡库区基础地质综合研究	(74)
中南地区基础地质综合研究(中期)	(77)
中南地区基础地质综合研究	(81)
制约海南岛大地构造格局的南碧沟组构造地层问题	(84)
三、油气地质调查研究	(87)
雪峰山西侧地区黔江走廊大剖面油气地质调查及地层研究	(87)
四、花岗岩地质与矿产资源调查研究	(90)
中国花岗岩重大地质问题研究	(90)
刘山岩等块状硫化物矿床变形改造及铜富集机理研究	(90)
云开造山带元古宙变基性超基性岩成因及构造演化	(92)
湘南西山花岗岩质碎斑熔岩中的超镁铁质岩包体的研究	(94)
鄂豫陕相邻区综合找矿预测	(96)
华南成矿区成矿规律和找矿方向综合研究	(99)
三江蛇绿岩带中斜长花岗岩的研究	(102)
南岭地区锡矿选区评价与成果集成	(102)
南岭地区锡矿成矿规律研究	(106)
上扬子地块及其周缘铅锌多金属矿综合评价	(108)
新藏公路沿线矿产资源远景调查	(110)
湖南省桂阳县白沙子岭锡矿普查	(111)
湖南省沅陵县池坪矿区铅锌矿普查	(112)
湖南桑植—湖北宜都地区矿产资源远景调查	(113)
西藏雅鲁藏布江西段铬铁矿资源远景调查	(115)
湘西—鄂西地区铅锌多金属矿勘查选区研究	(117)
广西—湖南灌(阳)县—下参铺地区矿产远景调查	(120)
湖北鹤峰—湖南龙山地区矿产远景调查	(121)
广东省阳山县保耳垌—长龙锡铅锌矿普查	(122)
湖北省孝昌县小河—青山口矿区铜多金属矿普查	(123)
湖南桑植县细砂坪铅锌矿普查	(124)
广东省韶关大宝山钨多金属矿综合研究	(125)
广东省韶关市凡口铅锌矿找矿综合研究	(126)
湖北省利川市柏杨地区后河石膏矿普查	(128)
河南省南阳市大河铜矿矿产预测	(129)
湖北省郧西县石板沟钒矿区普查	(131)
湖北省长阳县向家岭矿区钒矿详查	(132)
湖北省宜昌市五峰县仁和坪地区高岭土矿普查	(133)

湖北省大冶市金山店铁矿床成矿规律及远景预测研究·····	(134)
湖北省鹤峰县沙园高岭土矿普查·····	(135)
云开地区综合找矿评价·····	(138)
中南地区不同类型矿产开发环境地质研究·····	(140)
湖北省竹山县银洞沟银金矿矿产预测·····	(142)
北祁连地区花岗岩岩浆作用与钨多金属矿成矿作用的关系研究·····	(143)
纳米级新材料制取研究·····	(144)
五、境外地质调查研究·····	(145)
埃塞俄比亚 Asosa-Gimbi 地区优势金属矿产成矿规律研究·····	(145)
埃塞俄比亚 Gimbi—Nejo 地区 1:25 万地球化学调查·····	(148)
巽他群岛—新几内亚岛地区地质矿产综合图件编制·····	(149)
六、水文地质与环境地质调查研究·····	(153)
三峡库区兴山县地质灾害综合调查及监测预警系统建设报告·····	(153)
洞庭湖—江汉流域多目标区域地球化学系列图编制·····	(155)
北部湾经济区地质环境综合调查评价与区划综合研究·····	(157)
珠江三角洲经济区重大地质环境问题与对策研究·····	(159)
长江中游环境地质调查综合研究·····	(160)
湖北省长阳县地质灾害详细调查·····	(162)
湖北省远安县地质灾害详细调查·····	(164)
清江流域建始县地质灾害详细调查·····	(166)
清江流域利川市地质灾害详细调查·····	(167)
清江流域地质灾害详细调查·····	(168)
香溪河流域岸坡稳定性调查评价·····	(172)
大宁河流域环境工程地质调查评价·····	(174)
长江上游宜昌—江津段环境工程地质调查·····	(176)
中国西部地质灾害区域调查评价·····	(179)
七、同位素地质与实验测试方法研究·····	(182)
La-Ce 法标准物质研制·····	(182)
新疆全区优势金属矿产成矿作用同位素年代学研究·····	(183)
新疆北部与北美块状硫化物矿床的对比研究·····	(184)
新疆北部主要地质事件和成矿事件年代学研究·····	(186)
准噶尔盆地西北缘石炭系构造岩相与火山岩油藏相关地质体时代及同位素地球化学 参数测定与研究·····	(188)
南岭贵金属成矿规律研究和资源潜力评估·····	(189)
金属矿床同位素年代学方法及关键技术研究·····	(191)
金属矿床精确定年技术方法及地质应用研究·····	(193)
主要农产品中铅来源的同位素示踪技术研究·····	(195)
地质调查 LIMS 的完善与推广·····	(195)

西湖龙井茶中重金属铅来源的同位素示踪研究·····	(197)
硫化物矿物 Rb-Sr 定年机理与方法研究·····	(198)
八、资料管理与信息化建设 ·····	(200)
1 : 25 万区域地质图空间数据库建设(中南)·····	(200)
国内外地质调查情报资料综合分析及管理·····	(200)
成果地质资料涉密清理(宜昌)·····	(201)
地调局门户网站资源目录标准规范体系研究·····	(201)
地质调查基础网络应用支撑系统建设·····	(202)
地质调查数据资源分级体系与容灾技术研究·····	(204)
广域网门户系统建设试点·····	(206)
中国地质调查局网络系统建设工程(宜昌)·····	(207)
国家地质调查业务网宜昌地质调查中心节点网络系统建设·····	(207)
南岭锡多金属成矿带综合分析系统应用与选区试点研究·····	(210)
青藏高原地质资料开发利用与服务(宜昌地质调查中心)·····	(211)
地质调查数据资料社会化服务基础建设·····	(213)
基于我国卫星的野外地质调查服务与管理大区中心(武汉)节点建设·····	(214)
国家基础地质数据库更新与维护·····	(216)
地质调查工作部署专题图空间数据库·····	(217)
境外地质矿产图件编译及数字化·····	(218)
区域地质图空间数据库建设(中南)·····	(219)
青藏高原 1 : 25 万区域地质图空间数据库建设(宜昌)·····	(220)
数字填图地质资料汇交研究·····	(221)
九、地质公园 ·····	(223)
湖北清江(长阳)地质公园·····	(223)
长江三峡国家地质公园(湖北)·····	(223)
大别山地质遗迹保护项目·····	(225)
大别山(黄冈)国家地质公园·····	(226)
应城矿山地质公园规划项目·····	(228)
神农架自然保护区地质遗迹调查评价及国家地质公园·····	(228)
十、规划部署和组织实施 ·····	(230)
长江中下游区国土资源综合调查项目质量监控·····	(230)
鄂豫陕相邻地区矿产资源调查评价项目质量监控与效益分析·····	(231)
南岭优势矿产调查项目质量监控及效益·····	(231)
中南地区地质工作部署及规划·····	(232)
中南地区地质调查项目质量、经费监督和效益评估·····	(232)
粤西—桂东地区矿产资源调查评价项目质量监控与效益分析·····	(233)

下篇 中南地区国土资源大调查主要进展与成果简介

一、基础地质调查.....	(237)
二、矿产资源调查评价.....	(249)
三、水工环地质调查.....	(257)
四、科学研究工作.....	(262)
五、地质工作信息化建设.....	(265)
附件 1 武汉地质调查中心 2000—2012 年公开发表成果目录.....	(267)
附件 2 武汉地质调查中心 2000—2012 年工程项目一览.....	(315)

上 篇

地质科研成果汇编

一、地层古生物

■ 中国震旦系及显生宇若干年代地层单位的划分及其时限研究

项目来源：中国地质调查局国土资源大调查专项

起止时间：1999—2000 年

项目负责：汪啸风

报告编写人：陈孝红¹，汪啸风¹，王传尚，陈立德¹，周志强²，张录易²，曹芳³（1. 武汉地质调查中心，2. 西安地质调查中心，3. 天津地质调查中心）

成果概况：本项目主要研究震旦纪、奥陶纪和志留纪地层及其内部具有代表性的统与阶的界线剖面，应用多学科的研究手段，提出或厘定上述各系及其内部统与阶的界线层型剖面和界线点（或层）的生物对比标志和时限。项目组通过剖面系统测制，岩石和化石标本的采集与鉴定以及地球化学和同位素样品的测试等，取得了重要进展，其中有关中下奥陶统界线和奥陶系与志留系界线的研究成果达到国际领先水平，主要成果如下。

（1）在系统测制和研究湖北宜昌莲沱和泗溪、秭归庙河、湖南桃源理公港、陕西北强高家山、李家沟原上震旦统剖面基础上，提出了中国南方不同相区震旦纪岩石地层和层序地层划分对比方案。

（2）对峡东震旦系陡山沱组下部大型复杂疑源类、庙河生物群、西陵峡生物群、湘西理公港震旦系留茶坡组武陵山生物群和陕西南部北强高家山生物群进行了系统地采集与研究。初步查明了上述各生物群的产出层位、组合特征、时代及其对比意义，提出并厘定了震旦系生物地层序列，系统描述了本次新发现的一些碳质印膜化石新属种，为重新厘定的震旦系与国际新元古代末期相当地层的对比，提供了新的依据。

（3）对秭归庙河陡山沱组、宜昌泗溪灯影组进行了 C、O 稳定同位素地球化学的系统研究，阐明了三峡地区震旦系碳同位素组成特点及其地层对比意义，并采用 Rb-Sr 法对峡东寒武系水井沱组和震旦系陡山沱组顶部的黑色页岩中的自生黏土矿物进行了同位素地质测年。

（4）在震旦系岩石地层、生物地层、层序地层和碳同位素地层的综合研究基础上，以地质事件序列和相关生物群的出现为依据和划分与对比标志，率先提出了重新厘定的中国震旦系年代地层单位划分方案。建议以南沱冰期结束后的海侵为标志，将震旦系自下而上划分为下统田家园子阶、庙河阶和上统泗溪阶、龙灯峡阶，并与国外同期地层进行了对比。

（5）根据国际奥陶系与下志留统年代地层研究的动向，通过对湖北宜昌黄花场、王家湾、普溪河和远安苟家垭及四川城口廖子口奥陶系与下志留统笔石、三叶虫、牙形石和几丁虫的系统研究，重新厘定了中国奥陶系和下志留统下部年代地层系统，并为《中国地层指南说明书》所引用；针对奥陶系生物地层研究的薄弱环节，修订并重新建立了该区上奥陶统三

叶虫生物地层序列；与中国古大陆环境重建项目中有关若干年代地层界线研究课题以及中国地层委员会的相关课题的研究相结合，向国际上提出了宜昌黄花场剖面为全球中下奥陶统界线层型的建议，并在宜昌王家湾全球奥陶系与志留系界线候选剖面 and 远安苟家垭剖面进一步研究基础上，重新修订了奥陶系与志留系界线的划分标准。

(陈孝红 汪啸风 编)

■ 震旦纪年代地层划分的界线标志和时限的研究

项目来源：国家自然科学基金委员会，中国地质调查局

起止时间：2001—2003 年

项目负责：汪啸风

主要完成人：汪啸风，陈孝红，王传尚，陈立德等

成果概况：

(1) 该项研究主要针对我国乃至全球震旦系内部年代地层研究滞后的情况而开展。在对扬子板块盆地、斜坡和台地相 20 多条震旦系剖面岩石、层序和年代地层的综合研究基础上，先后发表了《震旦系底界及内部年代地层单位划分》(汪啸风等, 2001); *Precambrian evolution of the Huangling Arch, China and its relation to the Rodinia breakup and assembly* (Wang 等, 2001) 等多篇成果。

(2) 指出三峡地区上震旦统至下寒武统可以划分出 5 个三级层序(层序 1~5)，并识别出 5 次海退/海进事件(图 1)。每一个层序的转换和生物复苏均与高位域白云岩之后出现的海侵域黑色岩系(黑色页岩、硅质岩、白云岩、灰岩)密切相关。据此在灯影组已分出 4 个岩性段的基础上，将陡山沱组也划分为 4 个岩性段。

(3) 在讨论当前全球前寒武系和中国震旦系年代地层划分中存在问题的基础上，根据三峡地区震旦纪和寒武纪生物地层学、层序地层学和年代地层学的综合研究，提出：

1) 中国传统的震旦系底界和后来建立的陡山沱阶和灯影峡阶的底界是不合适的。前者位于不整合面上，而后两者的底界分别位于相对动荡的低位域的开始和由海退所形成的高位域的开始，不仅横向变化大，而且很难保存和发现可供对比的生物和化学标志。

2) 建议将中国震旦系划分为二统四阶，底界分别位于陡山沱组第二段近底部，即靠近陡山沱组第二段黑色页岩与第一段灰白色白云岩之间，以出现分异度高、个体较大、构造复杂的疑源类为标志，该界面与南沱冰期后所形成的海侵生物面基本一致；第二个阶底界以陡山沱组第四段黑色页岩中庙河生物群的出现为标志；第三个阶的底界以灯影组石板滩段文德生物群的辐射为标志，同时主张将原灯影峡阶的底界要么下移到陡山沱组第 4 段产庙河生物群的黑色页岩底部，要么上移到灯影组产文德生物群的石板滩段黑色页岩夹炭质灰岩底部，因为这两个界面分别与南沱冰期后形成的层序 2 和层序 3 的最大海泛面基本一致。

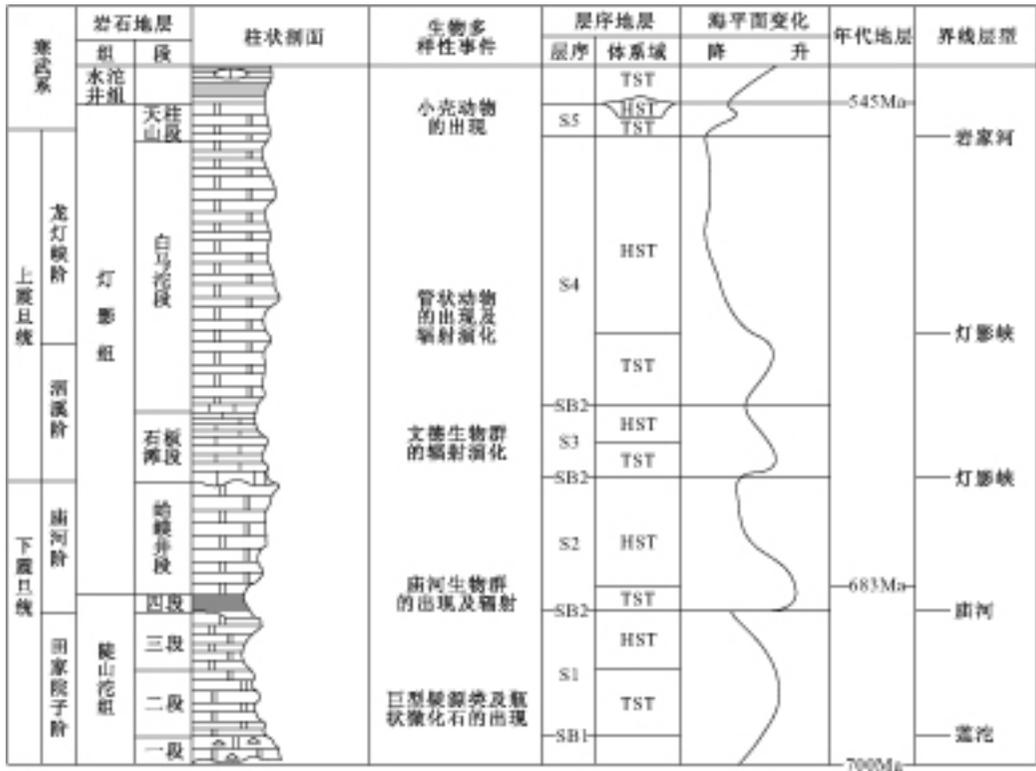


图1 对三峡地区震旦系内部生物、年代、层序地层划分的建议 (汪啸风等, 2001)

(汪啸风 编)

■ 全球界线层型剖面——宜昌黄花场金钉子剖面的内涵和启示

项目来源: 中国地质调查局, 全国地层委员会

起止时间: 2008—2010 年

项目负责: 汪啸风

主要完成人: 汪啸风, Stouge S., 陈孝红, 李志宏, 王传尚等

成果概况: 经国际奥陶系地层分会和有关专家近 20 年的调查与评述, 我国湖北宜昌黄花场剖面得以在与全球其他地区相当剖面的比较与竞争中脱颖而出, 最终经国际奥陶系分会 (ISOS)、国际地层委员会 (ICS) 和国际地质科学联合会 (IUGS) 批准和认定为中奥陶统暨大坪阶底界的全球界线层型剖面和点位 (GSSP), 即金钉子, 其主要原因如下。

(1) 黄花场剖面交通方便, 距宜昌市仅 22km, 剖面位于宜昌至兴山主干公路旁, 坐落于三峡国家地质公园奥陶系园内, 并建有保护区和金钉子剖面指示碑和保护标志, 一直受到国家和各级政府的保护。

(2) 所建议中/下奥陶统界线上下剖面出露完美, 厚度适中, 构造简单, 未见任何构造破坏; 牙形石色变指数 (CAI) 和有机壳化石反射率的研究表明 (Wang *et al.*, 1993), 该剖面适宜开展古地磁和化学地层的研究。

(3) 界线处于海侵的序列中, 岩性、岩相均一, 尤其是在连续的下/中奥陶统界线地层中保存了世界上最早出现的 *Baltoniodus triangularis*, 并有此种和其他多种类型牙形石 (*Gothodus*, *Microzarkodina*, *Periodon* 和 *Paroistodus* 谱系演化系列) 佐证, 这是世界其他地区相当剖面所不能媲美的 (表 1, 图 1); 并有笔石和保存完美的几丁虫伴生, 故而使所确定的界线易于在北大西洋牙形石生物地理区和大西洋笔石生物地理区进行精确对比; 亦可在北美中大陆牙形石生物地理区和太平洋笔石生物地理区识别和对比。

表 1 黄花场剖面牙形石分带及其与相关笔石带的对比

全球的统	笔石生物带	牙形石生物带
中奥陶统 大坪阶	<i>Oncograptus</i>	<i>Baltoniodus norrlandicus</i>
	<i>Isograptus maximodivergens</i>	<i>Baltoniodus navis</i>
	<i>Isograptus (v.) maximus</i>	<i>Microzarkodina flabellum</i>
	<i>Isograptus (v.) victoriae</i>	<i>Baltoniodus triangularis</i>
下奥陶统 弗洛阶	<i>Isograptus (v.) lunatus</i>	<i>Microzarkodina russica</i>
	<i>Didymograptellus bifidus</i>	<i>Perioderm flabellum</i>
	<i>Pendrograptus fruticosus</i>	<i>Oepikodus evae (s. l.)</i>
	<i>Tetragraptus approximatus</i>	<i>Oepikodus communis</i>

黄花场金钉子剖面所确定的中奥陶统和大坪阶底界界线生物层和点位, 位于大湾组底界之上 10.57m 处, 即 SHod16 层底部, 与 *Baltoniodus triangularis* 首次出现的点位一致, 较牙形石 *Microzarkodina flabellum* 首现层位低 0.2m, 与上下 *Azygograptus suecicus* 笔石生物带的界线接近, 与 *Belonechitina cf. henryi* 几丁虫生物带的底界基本一致, 较几丁虫 *Lagenochitina combazi* 首现层位低 0.5m, 易于在全球识别和进行精确对比; 此外, 界线之下 0.6m 处所显示的从高位到低位的层序转换面和碳同位素最大偏移, 与全球此时所发生低位事件密切相关, 可作为识别该界线的物理和化学标志。

值得提出的是, 黄花场“金钉子”的建立仅仅为我国中/下奥陶统界线研究挤入世界先进行列开了个头。通过对黄花场和相邻陈家河、丁家坡等剖面中下奥陶统界线高精度生物地层学的研究, 以及不同国度奥陶系专家对该剖面及界线层所采集主要门类化石的检查、评述和相互交流, 加上近两年来笔者等对我国江南过渡区北缘湖北通山和湖南桃江等地下与中奥陶统界线剖面的研究, 在肯定黄花场金钉子剖面作为全球中奥陶统与下奥陶统界线对比标准的同时, 笔者等深深地感到, “金钉子”的建立仅仅是奥陶系研究的冰山一角, 由此引伸出下列一些更深层次的, 或以往尚未重视的问题, 亟待进一步研究和解决, 否则, 就违背了研究和建立“金钉子”的初衷。

(1) 黄花场金钉子剖面的建立为全球中奥陶统与下奥陶统界线的划分与对比树立了通用的时间标尺, 但不同相区中奥陶统与下奥陶统界线识别与精确对比问题, 即 *Baltoniodus triangularis* 生物带与深水盆地相区相当笔石带的精确对比问题还值得进一步深入研究。这个问题实质上就是在当时处于低纬暖水型 (或太平洋型) 的笔石相区, 如何识别和划分中下奥陶统界线问题。这也是长期以来全球不同生物地理区和生物相区中/下奥陶统界线划分对