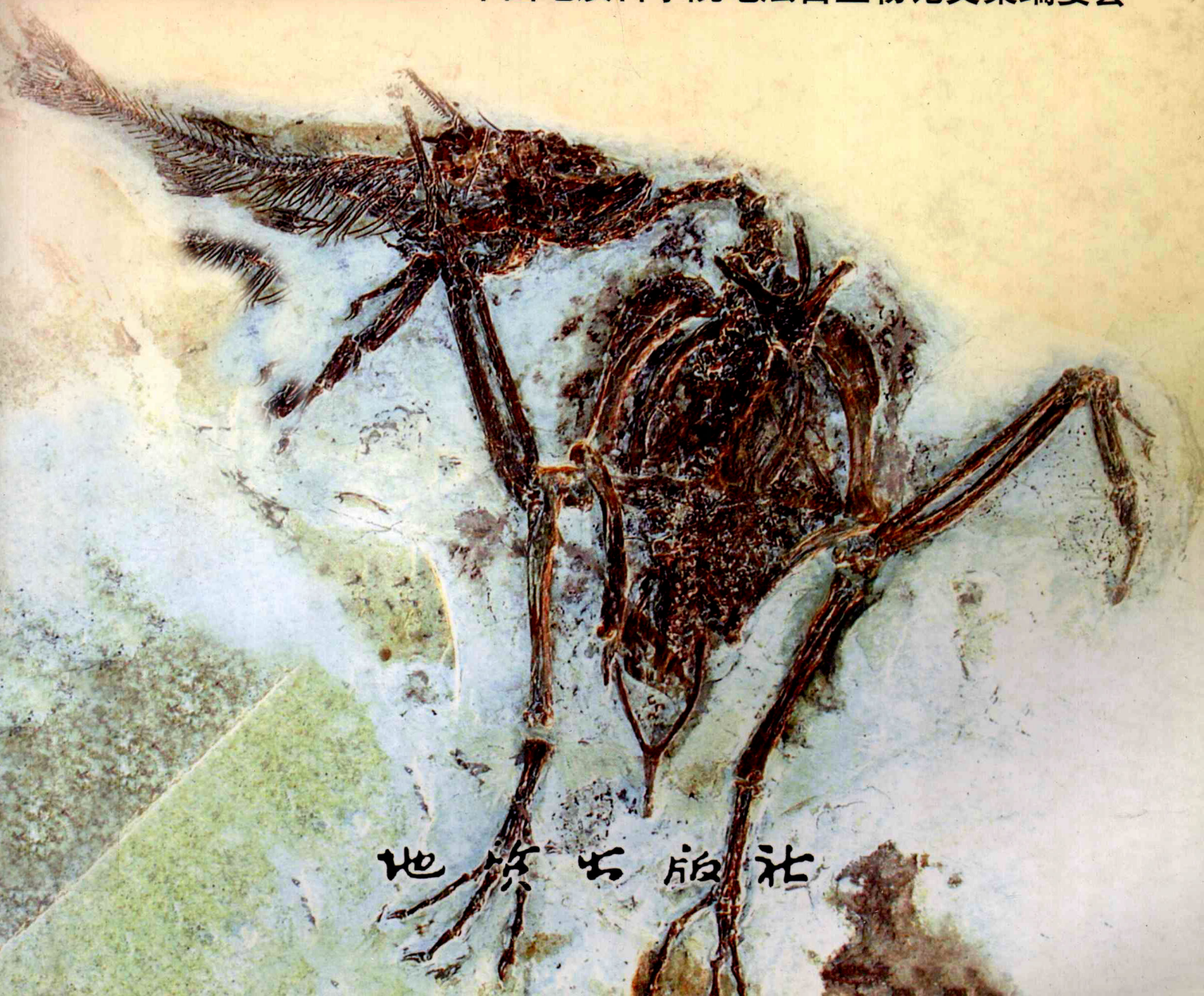


科技部基础性工作专项资金项目
《中国典型地层剖面的立典研究》专刊

第二十八辑

地层古生物论文集

中国地质科学院地层古生物论文集编委会



地质出版社

科技部基础性工作专项资金项目
《中国典型地层剖面的立典研究》专刊

地层古生物论文集

第二十八辑

中国地质科学院地层古生物论文集编委会

地质出版社

· 北 京 ·

前 言

建立和完善全球年代地层系统是地层学研究的重要任务之一，是地球科学研究的重要基础性研究工作。科技部基础性工作专项资金项目《中国典型地层剖面的立典研究》系由中华人民共和国科学技术部支持的地层学领域的一个基础性工作项目。该项目于 2001 年底获批准并下达任务书。研究工作涉及两大方面内容：①基础好的部分海相剖面，争取全球层型和点位的国际竞争与接轨；②建立中国区域性典型地层剖面及完善中国的年代地层系统。项目包括 13 个二级课题：①中国震旦南华系典型剖面的研究（尹崇玉）；②中国寒武纪年代地层及全球界线层型研究（彭善池）；③中国奥陶纪年代地层及全球界线层型（陈旭）；④志留系的底界全球层型修订与再研究（戎嘉余）；⑤华南泥盆系亚阶的层型研究及海陆相对比（郝守刚）；⑥贵州长顺睦化大坡上泥盆系—石炭系界线层型剖面的再研究（季强）；⑦石炭系杜内—维宪阶界线全球层型（侯鸿飞）；⑧上石炭统及二叠系空谷阶和乐平统各阶的全球界线层型（金玉环）；⑨安徽巢湖下三叠统印度阶与奥伦尼克阶界线层型候选剖面研究（童金南）；⑩中三叠统青岩阶建阶及中、下三叠统界线研究（姚建新）；⑪新疆吉木萨尔大龙口非海相二叠系—三叠系界线层型（金小赤）；⑫陆相侏罗系—白垩系典型剖面与界线研究（陈丕基）；⑬河北泥河湾陆相新近系—第四系界线层型研究（邱铸鼎）。项目的承担单位为中国地质科学院地质研究所，项目负责人为尹崇玉研究员。项目的主要参加单位包括：中国地质科学院地质研究所、中国科学院南京地质古生物研究所、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、北京大学地球与空间科学学院和中国地质大学（武汉）地学院。

地质年代系统贯穿于地球科学的各个研究领域，各国地球科学家必须采用统一、精确的年代系统，才能更有效地探索地球历史上同步发生的各种事件和演变规律。20 世纪 60 年代，国际地科联（IGA）成立了下属的国际地层委员会（ICS），动员各国专家组成了 14 个分委员会和诸多工作组。其主要任务就是共同修订地层系统各个断代的统和阶，使之定义更精密，具备更普遍的参照意义。这一工作的基本程序通常分为两个阶段，首先是确立统和阶的理论定义，即标准地层。然后，再选择地质记录最完整、研究程度最高的地层剖面，指定阶与阶的分界，作为客观标准，即全球界线层型剖面 and 点位（GSSP）。这一科学工程的目标是为全球地层系统的 100 多个子单元，包括系、统和阶都选定一个地层记录最完备、研究水平最高的地层剖面作为各国科学家参照的标准。这个国际公认的标准剖面就是全球层型，又称“金钉子”

剖面。它们的产生是经过国际地层委员会工作组长期合作，在全面考察各国专家提出的候选剖面以后，经过投票产生，再提交国际地层委员会和国际地科联投票通过，正式推荐给国际地质学界使用。因此，入选的全球层型的地层剖面必然是地层学的经典之作。目前所开展的全球层型研究，实质上是对地球历史事件的地质记录进行一次大清理，使人们对地球发展规律的认识达到一个新水平。

项目执行两年来，各课题组按照典型剖面的工作规范要求，在已有的研究工作上，强化了多学科综合地层学的研究手段，系统采集了包括古生物、同位素测年、同位素化学地层、岩石学和层序地层等多学科的测试样品，并完成了主要样品的详细分析和测试工作，取得了重要进展。同时加强了国际合作，通过合作研究和召开典型剖面的国际现场讨论会等形式扩大了国际影响，圆满完成了现阶段的研究工作，取得了重要的阶段性成果。其中湖南花垣排碧剖面已被国际地科联批准为全球中—上寒武统界线层型，成为全球上寒武统及其最下一个阶的层型剖面。同时，成为以我国地理名称命名的统级单位和阶级单位纳入“全球地质年代表”。广西碰冲剖面已被国际地层委员会石炭纪分会批准为石炭系杜内阶—维宪阶界线层型。《国际地质年表》已接受了以瓜德鲁普统和乐平统代替传统二叠系的划分方案，首次使用了我国科学家提出的名称和划分方案。另外，广西来宾县蓬莱滩剖面被公认为乐平统底界层型的最佳候选剖面。通过项目全体成员的共同努力，其他时代的典型地层剖面的研究也取得巨大进展。

本论文集就是 13 个课题组经过两年的努力所取得阶段成果的总结。论文集共收入了 13 个课题所提供的 15 篇论文。

项目负责人 尹崇玉

目 录

新元古界南华系及其候选层型剖面研究进展	
..... 尹崇玉 高林志 邢裕盛 王自强 唐 烽 (1)	
湖南花垣排碧剖面——全球寒武系芙蓉统及排碧阶层型剖面	
..... 彭善池 L. E. Babcock 林焕令 陈永安 朱学剑 祁玉平 (11)	
浙江常山黄泥塘奥陶系达瑞威尔阶研究的新进展	
..... 陈 旭 张元动 许红根 俞国华 汪隆武 齐岩辛 (29)	
志留系全球界线层型的“再研究”——志留系底界与温洛克统底界	
..... 戎嘉余 陈 旭 樊隽轩 詹仁斌 (41)	
中国滇东非海相下泥盆统徐家冲组剖面研究	
..... 刘振锋 郝守刚 王德明 刘建波 (61)	
余田桥剖面——中国上泥盆统余田桥阶层型剖面：岩性划分及生物地层	
..... 马学平 白志强 孙元林 张宇波 王君慧 (89)	
泥盆纪—石炭纪之交的牙形类动物群演替与界线层型研究	
..... 季 强 (111)	
杜内阶—维宪阶界线候选层型——柳州碰冲剖面介绍	
..... 侯鸿飞 F. 德维伊斯特 (125)	
二叠系乐平统——一个国际标准年代地层单位	
..... 王 玥 曹长群 尚庆华 金玉玗 (135)	
安徽巢湖下三叠统剖面研究	
... 童金南 左景勋 赵来时 段 冶 张建军 Yuri D. Zakharov Hans J. Hansen (147)	
中三叠统安尼阶底界研究	
..... 姚建新 纪占胜 王立亭 武桂春 (165)	
新疆准噶尔盆地南缘锅底坑组孢粉组合与二叠系—三叠系界线讨论	
..... 侯静鹏 (177)	
新疆吉木萨尔大龙口锅底坑组的介形虫及陆相二叠系—三叠系界线 ... 庞其清 金小赤 (205)	
冀北滦平盆地陆相侏罗系—白垩系界线地层标准层序	
..... 田树刚 李佩贤 柳永清 庞其清 牛绍武 (247)	
河北泥河湾盆地典型剖面地层学研究进展	
..... 蔡保全 张兆群 郑绍华 邱铸鼎 李 强 李 茜 (267)	

CONTENTS

Advances in the Study on the Nanhua System of the Neoproterozoic and Its Stratotype in South China	<i>Yin Chongyu Gao Linzhi Xing Yusheng Wang Ziqiang Tang Feng</i> (9)
The Paibi Section in Huayuan, Northwestern Hunan, a Global Standard Stratotype——Section and Point for Cambrian Furongian Series and Paibian Stage	 <i>Peng Shanchi L. E. Babcock Lin Huanling Chen Yongan Zhu Xuejian Qi Yuping</i> (24)
The Progressive Study to the Ordovician Darriwilian GSSP Section (Huangnitang, Changshan, Zhejiang, China)	 <i>Chen Xu Zhang Yuandong Xu Honggen Yu Guohua Wang Longwu Qi Yanxin</i> (39)
Restudy of Two of Silurian GSSPS: the Base of the Silurian and the Base of the Wenlock Series	 <i>Rong Jiayu Chen Xu Fan Juanxuan Zhan Renbin</i> (60)
Study on the Xujiachong Formation Section of Non—Marine Lower Devonian of Eastern Yunnan, China	 <i>Liu Zhenfeng Hao Shougang Wang Deming Liu Jianbo</i> (83)
Lithologic and Biostratigraphic Aspects of the Shetianqiao Section, the Stratotype Section for the Upper Devonian Shetianqiao Stage of China	 <i>Ma Xueping Bai Zhiqiang Sun Yuanlin Zhang Yubo Wang Junhui</i> (105)
On the Change of Conodonts Near the Devonian—Carboniferous Boundary	<i>Ji Qiang</i> (122)
A Possible Global Stratotype Section and Point of Tournaisian—Visean Boundary——Pengchong Section of Liuzhou	<i>Hou Hongfei F. Devuyst</i> (134)
The Lopingian Series——An International Chronostratigraphic Unit	 <i>Wang Yue Cao Changqun Shang Qinghua Jin Yugan</i> (145)
Study on the Lower Triassic of Chaohu, Anhui Province	 <i>Tong Jinnan Zuo Jingxun Zhao Laishi Duan Ye Zhang Jianjun Yuri D. Zakharov Hans J. Hansen</i> (163)
Research on Biostratigraphy of Bottom Boundary of the Middle Triassic Anisian in Guizhou Area	 <i>Yao Jianxin Ji Zhansheng Wang Liting Wu Guichun</i> (171)
Two Sporo - Pollen Assemblages of Guodikeng Formation and Discussion on the Permo—Triassic Boundary in Junggar Basin, Xinjiang	<i>Hou Jingpeng</i> (192)
Ostracoda of the Guodikeng Formation and the Continental Permo—Triassic Boundary of Dalongkou Section, Jimsar, Xinjiang	<i>Pang Qiqing Jin Xiaochi</i> (235)
Standard Strato - Sequence of Terrestrial Jurassic—Cretaceous Boundary Strata in Luanping, Northern Hebei	<i>Tian Shugang Li Peixian Liu Yongqing Pang Qiqing Niu Shaowu</i> (266)
New Advances in the Stratigraphic Study on Representative Sections in the Nihewan Basin, Hebei	 <i>Cai Baoquan Zhang Zhaoqun Zheng Shaohua Qiu Zhuding Li Qiang Li Qian</i> (285)

新元古界南华系及其候选层型剖面研究进展

尹崇玉¹ 高林志¹ 邢裕盛¹ 王自强² 唐 烽¹

(1 中国地质科学院地质研究所 北京 100037; 2 中国地质大学 北京 100080)

内容提要 新修订的《中国区域年代地层(地质年表)表》中,新元古界由原来的二分变为三分,自下而上3个“系”级年代地层单位分别为:青白口系、南华系和震旦系。新的“南华系”名称来自刘鸿允先生命名的“南华大冰期”,位于新元古界中部。其下与青白口系相连,其上被新厘定的以陡山沱组底界为底界的震旦系所覆盖。笔者根据对华南地区几条南华系地层剖面的考察,推荐湖南石门杨家坪南华系剖面作为南华系的候选层型剖面;并依据该剖面溁水河组和老山崖组的锆石 SHRIMP 定年新结果和其他近年来从板溪群上部获得的同位素年龄,对南华系的底界年龄及其相关问题进行了探讨。

关键词 南华系 华南 层型 杨家坪剖面

全国地层委员会审议通过的我国元古宇划分方案中,新元古界由原来的二分变为三分,自下而上3个“系”级年代地层单位分别为:青白口系、南华系和震旦系。南华系(Nanhuan System)在地质年代表中位于新元古界中部,其下与青白口系相连,其上被新厘定的以陡山沱组底界为底界的震旦系所覆盖。南华系名称取意于刘鸿允先生的“南华大冰期”,所对应的地质年代单位为南华纪(Nanhuan Period)。本文根据最近对华南地区几条南华系剖面的面上踏勘和对湖南石门壶瓶山镇杨家坪南华系剖面的重点研究,推荐湖南石门杨家坪南华系剖面作为南华系的候选层型剖面。并根据该剖面溁水河组和老山崖组的锆石 SHRIMP 定年新结果,结合近年来对板溪群上限同位素年龄研究资料,对新元古界南华系的底界年龄及其相关问题进行探讨。

一、南华系建系背景及存在问题

第28届国际地质大会期间,国际地层委员会通过了由国际前寒武纪地层分会建议的元古宇划分方案,元古宇被分为3个界10个系。其中新元古界被三分为3个系级年代地层单位,即自下而上分为拉伸系(Tonian)、成冰系(Cryogenian)和新元古Ⅲ系(Neoproterozoic Ⅲ)。近年来,新元古界最上部的新元古Ⅲ系(或称末元古系)全球层型的建立已成为国际地层学研究的热点之一(邢裕盛等,1999;孙卫国,1999; Jacobson *et al.*, 1999; Knoll, 2000; Walter *et al.*, 2000; 陆松年, 2002)。由于,国际《末前寒武纪分会》大多数专家赞同以新元古代最后一次广泛发育的冰期结束作为新元古Ⅲ系的下界,来限定广泛发育埃迪卡拉动物群或与之相当生物群的一套地层为新元古Ⅲ系。而这一分界方案基本与我国峡东地区原震旦系上统陡山沱组底界相当。

1999年12月在十三陵召开的第三届全国地层会议预备会期间,第二届全国地层委员会晚前寒武纪工作组及有关专家就我国末元古系划分方案进行了专题讨论。会议认为震旦系名称已长期植根在中国

注:本研究由科技部基础性工作专项资金项目(2001DEA20020-1)和中国地质调查局《中国主要断代地层建阶研究》项目共同资助。



广大地质学家心中,应保留其在中国地质年表中的位置。但是,由于自1982年执行的震旦系底界暂行方案所限定的地层时代范围过大(800~540Ma),与国际地层委员会所建议的新元古代划分方案难以接轨。因此,建议震旦系重新限定为介于寒武系之下至南沱冰碛岩之上的一套地层。把原震旦系的底界上移到陡山沱组下界,以对应国际地层委员会通过的新元古代划分方案中最上部的新元古Ⅲ系。同时建议把含有冰碛岩层序的原震旦系下统另建新系,介于新厘定的震旦系与青白口系之间。鉴于新建系包含了寒冷气候成因的冰川事件,建议其名称取意于刘鸿允先生的“南华大冰期”,命名为南华系。这一新元古代年代地层划分的建议方案已被第三届全国地层委员会审议通过。“南华系”名称已于2001年4月在正式出版的《中国地层指南及中国地层指南说明书》所附的《中国区域年代地层(地质年代)表》中所引用(全国地层委员会,2001、2002)。

但是,在原震旦系标准剖面所在地峡东地区,原震旦系下统仅发育南沱组冰碛岩和莲沱组含凝灰质成分的粗碎屑岩沉积,其下与黄陵花岗岩接触,缺失与下伏沉积地层的接触关系。显然,该地区现有的研究剖面不适宜作为南华系的层型剖面。另外,关于南华系的底界年龄,新出版的《中国区域年代地层(地质年代)表》和说明书中,仅说明该系底界年龄仍沿用原震旦系底界的800 Ma。其上被新厘定的以陡山沱组的底界为界线的震旦系所覆盖,其下与青白口系相连。由于青白口系的标准剖面位于华北地台的蓟县地区,而青白口系的顶界的同位素年龄值,主要参考其顶部灰岩和页岩的海绿石和伊利石K-Ar定年结果。以往获得的年龄结果多集中在800~850 Ma之间,迄今为止尚未获得更精确的锆石U-Pb年龄数据加以确证。另一方面,在峡东地区原震旦系标准剖面所在地,距莲沱组底界40 m处测得凝灰岩锆石U-Pb年龄为 (748 ± 12) Ma,在莲沱组不整合面以下的黄陵花岗岩中测得锆石U-Pb年龄为 (819 ± 7) Ma。综合考虑上述南、北方典型地区的研究结果,并考虑新元古代系级年代地层单位大约2亿年的平均时间间隔,得出目前的800 Ma作为原震旦系与青白口系之间界线的推定年龄。然而,国内学术界对这一界线和界线年龄的认识始终存在分歧意见。长期以来,争论的焦点问题之一就是峡东地区莲沱组是否相当于华南的“板溪群”?由于部分学者认为“板溪群”浅变质岩系与峡东地区莲沱组相当,因此,原震旦系的底界时限应下延到850~900 Ma(刘鸿允,1991)。

随着原震旦系的解体和新建的系级年代地层单位——南华系的提出,我国华南地区长期争论、悬而未决的原震旦系底界问题理所当然地转变为“南华系的底界问题”。因此,南华系层型剖面的选择和底界年龄的确定是当前研究的重要问题之一(全国地层委员会,2003)。为此,全国地层委员把南华系层型剖面的选择和底界年龄的确定作为近期研究的重要目标和任务。

二、主要研究地区和研究剖面

对于南华系候选层型剖面的选择,需要重点考查是否具备以下层型剖面的基本条件:①剖面所在地构造简单,地层沉积记录完整,其上应与震旦系陡山沱组底界的“盖帽碳酸盐岩”接触;②其下应与沉积地层接触,并且具有可识别的相对等时界面;③应包含相对完整的寒冷气候成因的冰川记录和地层层序;④应具有莲沱组或与之时代相当的地层层序;⑤剖面地层出露连续、接触关系清晰、自然条件良好、交通便利,便于国内外研究者考察研究。根据上述原则,课题组先后考察了湖北宜昌莲沱王丰岗剖面、长阳古城剖面、湖南石门杨家坪剖面、大庸四都坪剖面、沅陵风滩剖面、怀化石宝-袁家剖面、重庆秀山溶溪剖面、贵州松桃大塘坡剖面 and 广西三江富禄共9条南华系剖面(图1)。

通过对上述自北向南跨5个省区的9条南华系剖面综合考察和研究比较,认为湖南石门壶瓶山镇杨家坪剖面可作为南华系的候选层型剖面。该剖面的优势在于,南华系沉积的总体厚度虽然不大,但地层层序出露基本齐全,且接触关系清楚。另外,该剖面地处扬子地层分区的东南缘,位于向江南地层分区过渡的转折地带,沉积水深有从北向南逐步加深的趋势,代表了陆坡的转折部位。该剖面发育两套冰期和间冰期的地层层序,更有利于南北不同相区之间的南华系对比。

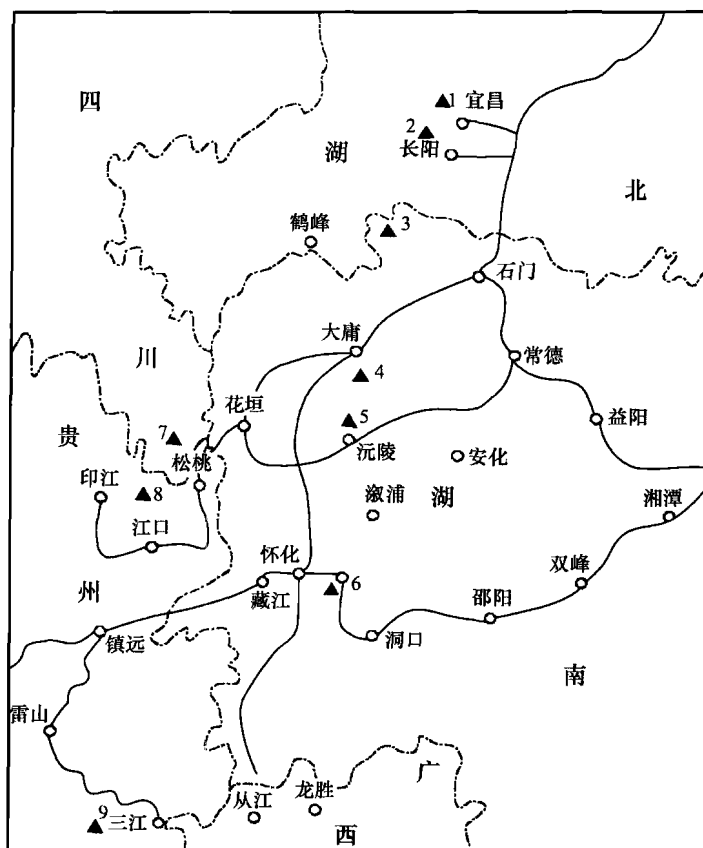


图1 华南地区南华系考察剖面地理位置示意图

1—湖北宜昌莲沱王丰岗剖面；2—湖北长阳古城剖面；3—湖南石门杨家坪剖面；4—湖南大庸四都坪剖面；5—湖南沅陵风滩剖面；6—湖南怀化石宝-袁家剖面；7—重庆秀山溶溪剖面；8—贵州松桃大塘坡剖面；9—广西三江富禄剖面

三、剖面地理位置及概况

湖南石门县壶瓶山镇杨家坪南华系剖面位于壶瓶山自然保护区境内，在壶瓶山镇西通向自然保护区的新建公路旁。剖面一侧被公路切割，另一侧毗邻渫水河河谷，剖面起点距壶瓶山镇仅7 km。该剖面南华系的地层出露连续，接触关系清楚，交通便利，自然地理条件良好。研究剖面地处湘鄂两省交界的东山峰复背斜的北翼，背斜核部出露中元古界冷家溪群深变质细碎屑岩，其上不整合覆盖新元古代地层（赵自强等，1985；湖南省地质矿产局，1988）。新元古代地层自下而上出露青白口系老山崖组；南华系渫水河组、古城组、大塘坡组、南沱组和震旦系陡山沱组及灯影组（图2）。南华系顶界与陡山沱组底界的“盖帽碳酸盐岩”接触，底界与青白口系老山崖组的接触关系被认为属于岩相不连续的假整合。从南华系沉积的古地理格局分析，从北到南构成从古陆、滨海—滨浅海到半深海—深海的古地理轮廓。该剖面地处扬子地层分区的东南缘，位于上述古地理变化的中间部位，南华系发育了两套冰期和间冰期的地层层序，更有利于南北不同相区的地层对比。该剖面的各组划分、主要岩性及接触关系见图3。

四、剖面描述

为深入研究南华系底界及其与下伏板溪群的关系，实测剖面起点从冷家溪群之上的不整合面开始（东经111°13′；北纬29°53′），系统采集了青白口系老山崖组（板溪群）和南华系下部渫水河组凝灰岩

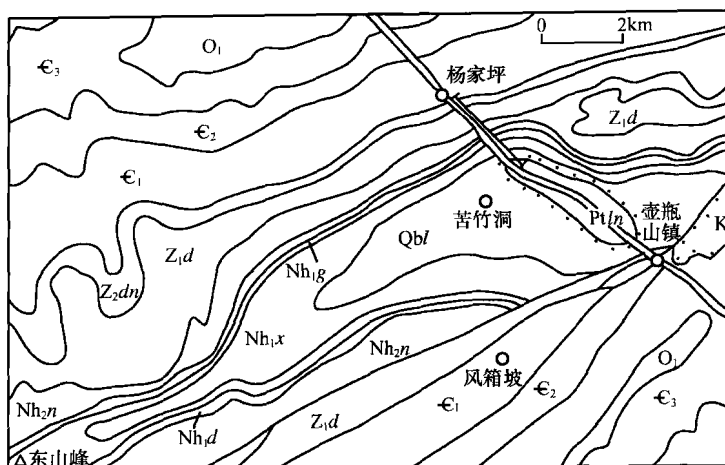


图2 湖南石门县壶瓶山镇杨家坪剖面地理位置及地质概况图

Nh_{2n}—南华系上统南沱组; Nh_{1d}—南华系下统大塘坡组; Nh_{1g}—南华系下统古城组; Nh_{1x}—南华系下统溇水河组;
Qbl—青白口系老山崖组; Ptln—冷家溪群; E—寒武系; O—奥陶系

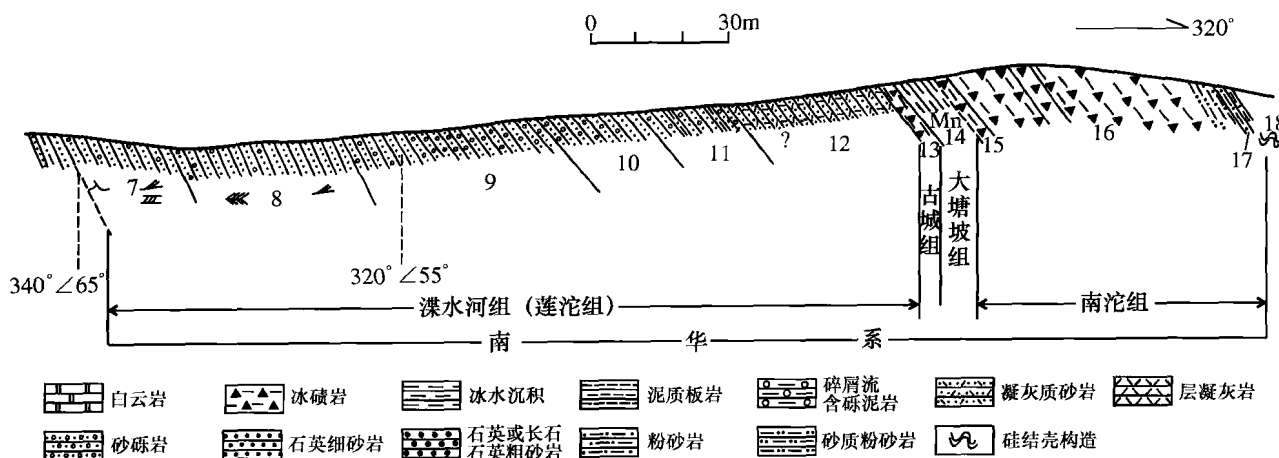


图3 湖南石门县壶瓶山镇杨家坪南华系实测剖面图

夹层的样品。该剖面南华系底界置于老山崖组与溇水河组之间（即实测剖面的第6层与第7层之间，图3），南华系岩性描述自上而下为：

上覆地层 震旦系陡山沱组（仅测 15.62 m，向上未测）

- | | |
|----------------------------|---------|
| 19. 黑色及灰黑色泥岩与泥质白云岩互层 | 14.84 m |
| 18. 灰色—灰褐色具淡水淋滤构造（皮壳层）的白云岩 | 0.78 m |

----- 假 整 合 -----

南华系上统 南沱组（79.05 m）

- | | |
|---|---------|
| 17. 褐灰—灰黑色块状含冰碛砾砂质泥岩，顶部具纹层含钙质砂岩 | 0.78 m |
| 16. 灰绿—灰黑色巨厚层—块状冰碛砾砂质泥岩，砾石成分复杂，砾石含量 10% ~ 20%，砾径一般 0.2 ~ 5 cm，成分为砂岩、板岩、粉砂质、石英岩及白云岩等 | 74.70 m |
| 15. 灰黑—灰绿色含冰碛砾砂质板岩，中层状细纹层泥质板岩及砂质泥板岩，砾石较小，具水平纹层 | 3.57 m |

----- 假 整 合 -----

南华系下统 大塘坡组（5.31 m）

- | | |
|---|--------|
| 14. 灰黑色薄—中层条带状，上部灰—浅灰色具水平层理发育的板岩，偶夹白云岩透镜体 | 5.31 m |
|---|--------|

----- 假 整 合 -----



(南华系下统) 古城组 (1.52 m)

13. 灰黑色中层状含冰碛砾板岩, 砾石含量较少, 成分复杂, 砾径较小

1.52 m

————— 整 合 —————

(南华系下统) 溧水河组 (158.85 m)

12. 灰绿色中厚层中细粒长石石英砂岩, 夹凝灰质砂岩及灰绿色沉凝灰岩, 顶部黄灰色厚层长石石英砂岩

18.46 m

11. 灰绿色夹灰紫色中—薄层细粒石英砂岩, 夹粉砂岩、粉砂质板岩及泥质板岩

10.31 m

10. 紫灰色厚层粗粒石英砂岩, 向上变为中—细粒石英砂岩夹粉砂岩, 不含砾

22.41 m

9. 紫灰色—褐黄色巨厚层—块状粗粒长石石英砂岩夹条带状砂质板岩, 粗砂岩的砂砾磨圆度较好

59.10 m

8. 紫灰色—灰褐色, 底部灰白色, 厚层—巨厚层—块状含砾粗砂岩, 粗粒长石石英砂岩夹砂砾岩透镜体; 磨圆度较好, 具大型交错层理及鱼骨状层理

38.55 m

7. 底部灰褐色—紫灰色块状石英砾岩, 厚层—巨厚层含砾石英砂岩, 长石石英砂岩夹砂质板岩, 含由粗变细的韵律数层; 底部石英砾岩的砾石成分主要为石英, 次为硅质岩及砂岩等, 砾径多为 0.5~1 cm, 磨圆度较好

10.02 m

----- 假 整 合 -----

青白口系 (板溪群) 老山崖组 (147.7 m)

6. 紫红色中厚层粉砂质板岩与灰绿色石英砂岩及泥板岩互层, 具向上变浅的序列; 距顶界 12 m 处为含凝灰质砂岩、粉砂质板岩夹浅灰绿色流纹质玻屑层凝灰岩

28.0 m

5. 紫红色厚层砂质板岩偶夹中—细粒灰绿色杂砂岩及紫红色凝灰质粉砂岩

58.92 m

4. 紫红色中层砂质板岩夹灰绿色中—薄层状粉砂质板岩及灰绿色沉凝灰岩

35.86 m

3. 紫红色中层中—细粒石英砂岩与紫红色粉砂质板岩、板岩组成韵律层

16.02 m

2. 紫红色中—薄层粉砂质板岩夹变质含砾粗砂岩

1.56 m

1. 底部 20~30 cm 灰白色中—厚层变质石英砾岩, 向上渐变为含砾石英砂砾岩, 含砾粗砂岩, 砾石成分复杂, 磨圆度较好

2.34 m

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

## 下伏地层 中元古界冷家溪群

0. 紫红色中层条带状粉砂质板岩夹变质细砂岩

## 五、同位素年代学研究进展

经过对上述湖南石门杨家坪剖面青白口系老山崖组和其上溧水河组的凝灰岩夹层样品的碎样与挑选, 在实测剖面的第 6 层, 距老山崖组顶界 12 m 处凝灰岩样品 (编号 T021023-2A)。和第 12 层, 距溧水河组顶界 10 m 处凝灰岩样品 (编号 T02429-14) 中分别选出单颗粒锆石。两组样品在北京离子探针中心进行 SHRIMP II 锆石 U-Tu-Pb 分析, 老山崖组样品 (编号 T021023-2A) 的 15 个点分析结果 (图 4), 除 1 点结果为约 1900 Ma, 应解释为继承锆石结晶年龄外, 其余 14 个点的分析结果比较集中。扣除 2 点离群值不参加平均值计算, 其余 12 个点的  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  比值年龄的加权平均值结果为  $(809 \pm 16)$  Ma。这一结果应解释为老山崖组上部的沉积年龄。该取样点位置距老山崖组的顶界约 12 m, 根据沉积速率估算, 该界线应为 800 Ma 左右 (尹崇玉等, 2003)。

溧水河组样品 T02429-14 的锆石 13 个点分析结果, 除 9.1 点明显偏低为离群值外, 其他 12 个点明显分为三组。最老的一组共两个点, 年龄约 2450 Ma; 中间一组由 5 个点组成, 年龄约为 1970 Ma; 最年轻的一组由 5 个点组成, 其  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  比值年龄的加权平均值为  $(758 \pm 23)$  Ma ( $2\sigma$ )。两组较老的年龄应为继承锆石的母岩年龄,  $(758 \pm 23)$  Ma 应代表溧水河组沉积上部的沉积年龄 (图 5)。

## 六、南华系的下界和下界年龄的探讨

关于南华系的底界及其底界年龄问题, 如前文所述一直存在着较大争论。由于在原震旦系标准剖

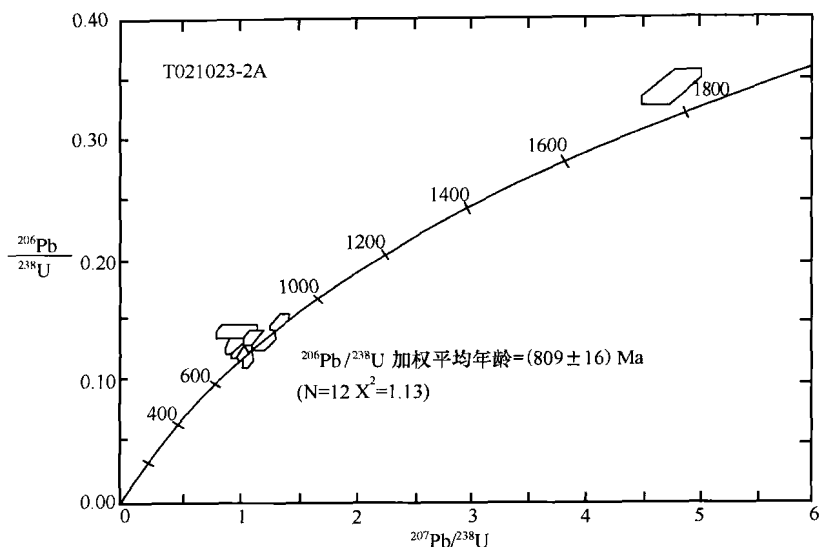


图4 老山崖组凝灰岩样品 T021023-2A 铅石的 U-Pb 一致线图

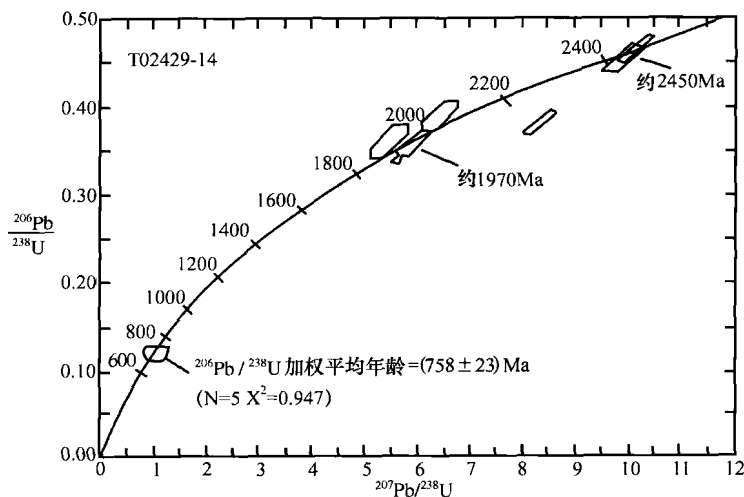


图5 溁水河组凝灰岩样品 T02429-14 铅石的 U-Pb 一致线图

面所在地峡东地区,南华系仅发育南沱组冰碛岩和莲沱组含凝灰质成分的粗碎屑岩沉积,两组不整合在黄陵花岗岩之上。从区域对比来看,二者之间似有缺失,而从同位素年龄数据分析,在黄陵花岗岩中单颗粒锆石 U-Pb 年龄为  $(819 \pm 7)$  Ma,而莲沱组中距底界 40 余米处获得的锆石 U-Pb 下交点年龄为  $(748 \pm 12)$  Ma (马国干等, 1984)。这一组年龄值表明,南华系的底界年龄是清楚的,即介于  $(819 \pm 7)$  至  $(748 \pm 12)$  Ma 之间。本次在湖南石门杨家坪剖面青白口系老山崖组距顶界 12 m 处凝灰岩中测得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄  $(809 \pm 16)$  Ma 的结果,与前述峡东地区黄陵花岗岩中得到的锆石单颗粒 U-Pb 年龄值基本吻合。样品点十分集中,可代表老山崖组上部的沉积年龄。另外,在同一剖面南华系溁水河组上部,得到 5 个  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄的范围从  $(726 \pm 27)$  Ma 到  $(788 \pm 23)$  Ma,加权平均值为  $(758 \pm 23)$  Ma,这个结果与马国干等在峡东地区莲沱组进行的锆石 SHRIMP 法 U-Pb 分析,得出的不一致线下交点年龄  $748 \pm 12$  Ma 结果非常接近。根据葛文春等对桂北侵入三门街组,但不穿过拱洞组的龙胜铁镁侵入体的分析研究,获得了单颗粒锆石 U-Pb 年龄  $(761 \pm 8)$  Ma 的结果。拱洞组被认为与溁水河组可以对比,其上覆为长安组沉积,其下为三门街组火山岩。由上述结果和相关地层的接触关系可以推断,南华系的底界年龄应该  $\geq 760$  Ma (葛文春等, 2001; 郑永飞, 2003)。另外,据李献华最近对三门街组流纹岩的研究,获得 SHRIMP 单颗粒锆石 U-Pb 年龄 780 Ma 的结果 (王剑等, 2003)。本次所测的溁水



河组凝灰岩锆石年龄出自距其顶界仅 10 m 的采样点。由于该层位之下距溧水河组底界尚有近 150 m 的砂岩、砂砾岩夹板岩沉积。因此,溧水河组开始沉积的年龄肯定大于  $(758 \pm 23)$  Ma, 而小于老山崖组上部的沉积年龄  $(809 \pm 16)$  Ma。根据目前已测得的上述结果分析,南华系底界应该介于  $(758 \pm 23)$  Ma 至  $(809 \pm 16)$  Ma 之间。因此,我们认为在没有获得更可靠数据的情况下,目前暂把大约 800 Ma 的时限作为南华系底界的推断年龄是可行的(尹崇玉等, 2003)。

应该指出,我国华南地区新元古代的地层对比,长期存在“莲沱组”是否等于“板溪群”的重大争论问题(赵自强等, 1985; 刘鸿允, 1991; 林树基, 1995)。湖南石门杨家坪剖面的深入研究为彻底解决这一重大争论问题提供了重要证据。1963 年刘鸿允等将李四光等所称的“南沱粗砂岩”改称为“莲沱群”,之后易名为“莲沱组”,命名剖面位于湖北宜昌莲沱镇(刘鸿允等, 1963)。“板溪群”最早由王晓青等(1936)命名,原始命名剖面为湖南桃江县马迹塘南东 22 km 的板溪锑矿路线剖面。目前代表性剖面位于湖南沅陵县马底驿(邢裕盛等, 1996)。湖南石门壶瓶山镇杨家坪剖面刚好位于上述两地之间,刘鸿允等曾将该剖面的溧水河组和下部的老山崖组合称为“泥沙市群”,认为二者共同相当于板溪群。进而,提出峡东地区的“莲沱组”等于华南地区的“板溪群”,并建议把原震旦系下界年龄扩大到 900 Ma。近年来,很多研究者注意到,杨家坪剖面溧水河组碎屑岩基本未遭受变质,而且与古城组基本为连续沉积。它们与下伏老山崖组在岩相、变形构造、变质程度以及形成环境(冯连君等, 2003)等方面均有明显区别,二者为假整合关系,老山崖组应归属青白口系。通过区域的多点观察和横向对比,多数研究者认为溧水河组相当莲沱组,而下伏老山崖组与板溪群(马底驿组)相当,很多研究者更直接以“马底驿组”称之。本次在杨家坪剖面溧水河组和老山崖组测得的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄,进一步证明两者并非等同关系,为“莲沱组”与“板溪群”为上下关系提供了重要证据(尹崇玉等, 2003)。另外,根据张启锐的研究,该剖面的溧水河组曾发现水下冰足刻蚀记录——水下冰推垄,表明溧水河组可能为寒冷气候条件下的沉积记录(张启锐, 1991; Zhang Qirui, 1992)。无独有偶,冯连君等的最新资料也证明该剖面古城组和溧水河组具有相似的化学蚀变指数(CIA),说明两组的原岩在源区具有相近的低等化学风化程度,进一步证明溧水河组同样是寒冷气候环境下的产物。而老山崖组上部的化学蚀变指数(CIA)则完全不同,明显高于前者。表明老山崖组顶部遭受了中等程度的化学风化,处于一个持续的相对温暖时期。因此,老山崖组形成的气候条件与溧水河组完全不同,不应归入南华系范畴(冯连君等, 2003)。总之,湖南石门杨家坪剖面多学科综合研究结果分析,南华系底界放在溧水河组和老山崖组之间是合理的。

## 七、南华系的下冰期及下冰期年龄探讨

我国扬子板块是新元古代冰川发育程度和研究程度比较高的地区。综合前人已发表的资料,多数研究者认为华南新元古代发育两个冰期和一个间冰期,即长安冰期(或古城冰期)、南沱冰期和大塘坡(或富禄)间冰期(刘鸿允等, 1980; 王曰伦等, 1980; Wang Yuelun *et al.*, 1981; Liao Shifan, 1981; 王自强等, 1987; 王剑, 2000)。也曾有人提出过 3 个冰期和两个间冰期的方案(杨遵和, 1987),但支持者不多。湖南石门杨家坪剖面的深入研究有助于解决南华系的冰期划分和对比问题。在华南地区,大塘坡组含锰沉积层位稳定,作为间冰期的标志已成共识。该组以贵州省松桃县杨立掌剖面为代表,定义为“整合在南沱组和铁丝坳组之间的一套炭锰质和细屑沉积,以底部黑色炭质岩或锰质岩与下伏杂砂岩分界”(贵州省地质矿产局, 1987)。一般认为它是处在两个冰期地层单位之间,具有明显温暖气候标志,以含锰碳酸盐岩和黑色炭质页岩为特征,底部的碳酸盐岩相当于下冰碛层的盖帽碳酸盐岩(cap carbonate),属于紧接于冰期之后的温暖气候沉积,是冰期结束的典型标志。在湖南石门杨家坪剖面大塘坡组的下伏地层古城组含砾杂砂岩(冰碛岩)厚度不足 3 m,而且与其下的溧水河组基本为连续沉积,没有明显界面。另外,溧水河组已报道的水下冰足刻蚀痕(张启锐, 1991)和化学蚀变指数研究(CIA, 冯连君等, 2003)均显示其原始沉积环境为寒冷气候条件下的产物。由此看来,湖南石门杨



家坪剖面的南华系下冰期（古城冰期）范畴，不仅仅局限于狭义的古城组，它实际包括了大塘坡组之下，板溪群老山崖组之上的冰成或冰水寒冷气候成因的沉积。换句话说，本文所探讨的古城冰期（或长安冰期）内涵，扩大为古城组和溁水河组的冰成或冰水寒冷气候成因的沉积记录。根据前人的对比方案，古城冰期（或长安冰期）应与国际公认的澳大利亚 Adelaide 地槽区 Sturtian 冰期对比（王曰伦等，1980；刘鸿允，1991；王剑，2000）。

长期以来，冰期的定年问题是一个老大难问题。本次在溁水河组近顶界的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为  $(758 \pm 23)$  Ma 的结果，可以大致限定南华纪古城冰期（长安冰期）的下限年龄，为评估南华系下冰期的年代及其与世界典型剖面的冰期对比提供了依据。根据近年来的研究资料，有关澳大利亚南部新元古代 Sturtian 冰期的年代问题，目前存在着两种不同的观点。一种以 Hill 和 Walter 为代表，认为该冰期的年龄新于以往的推断，为 700 ~ 690 Ma (Preiss, 2000; Hill *et al.*, 2000; Walter, 2000)。另外一些研究者持不同观点，认为 Sturtian 冰期的时代应该在 760 ~ 720 Ma 之间 (Hoffman *et al.*, 1998; Brasier *et al.*, 2000; Wingate *et al.*, 2000; Li Z. X., 2000)。湖南石门杨家坪剖面溁水河组顶部测得的  $(758 \pm 23)$  Ma 年龄值，基本与后者对 Sturtian 冰期的推断年龄一致（尹崇玉等，2003）。

## 八、南华系的上冰期及其顶界年龄探讨

在华南地区南华系的上冰期是以南华系南沱组为代表的南沱冰期。对于南沱冰期的称谓，目前基本上没有多少争议。本次在湖南石门杨家坪剖面南沱组中没有找到适合同位素测年的样品。但是，根据周传明等最近对贵州省松桃县南华系大塘坡组的凝灰岩夹层进行同位素测年研究，获得  $(663 \pm 4)$  Ma 的锆石 U-Pb 年龄结果（通信，《Geology》2004 即将发表）。这一年龄结果至少可以表明南华系上冰期的起始年龄不会小于 660 Ma。另外，根据最近 Barfod 等的报道，他们从贵州瓮安磷矿震旦系陡山沱组 B 矿层分别获得磷灰石  $(584 \pm 26)$  Ma (Lu-Hf) 和  $(599.3 \pm 4.2)$  Ma (Pb-Pb) 的年龄结果 (Barfod *et al.*, 2002)。这一结果至少可以证明陡山沱组的底界年龄不会小于 600 Ma。由上述最新年龄数据推断南华系的上冰期——南沱冰期的时限范围应该为 610 ~ 650 Ma。

## 参 考 文 献

- 全国地层委员会（编著）. 2001. 中国地层指南及中国地层指南说明书（修订版）. 北京：地质出版社
- 全国地层委员会（编著）. 2002. 中国区域年代地层（地质年代）表说明书. 北京：地质出版社
- 全国地层委员会. 2003. 南华系候选层型剖面野外现场讨论会会议纪要. 地层学杂志, 27 (2): 159 ~ 160
- 贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志. 北京：地质出版社
- 冯连君, 储雪雷, 张启锐等. 2003. 化学蚀变指数 (CIA) 及其在新元古代碎屑岩中的应用. 地学前缘, 10 (4): 539 ~ 544
- 葛文春, 李献华, 李正祥等. 2001. 龙胜地区铁镁侵入体：年龄及地质意义. 地质科学, 36 (1): 112 ~ 118
- 湖南省地质矿产局. 1988. 湖南省区域地质志. 北京：地质出版社
- 林树基. 1995. 板溪群和莲沱组对比问题与震旦/前震旦界线. 贵州地质, 12 (42): 22 ~ 29
- 刘鸿允, 董榕生, 李建林等. 1980. 论震旦系划分与对比问题. 地质科学, (4): 307 ~ 321
- 刘鸿允, 沙庆安. 1963. 长江峡东地区震旦系新见. 地质科学, (4): 177 ~ 187
- 刘鸿允. 1991. 中国震旦系. 北京：科学出版社, 1 ~ 388
- 陆松年. 2002. 关于中国新元古界划分几个问题的讨论. 地质论评, 48 (3): 242 ~ 248
- 马国干, 李华芹, 张自超等. 1984. 华南地区震旦纪时限范围的研究. 宜昌地质矿产研究所所刊, 8: 1 ~ 29
- 孙卫国. 1999. 末元古系全球层型的选择：层位、地点和命名. 现代地质, 13 (2): 204 ~ 205
- 王剑. 2000. 华南新元古代裂谷盆地演化——兼论与 Rodinia 解体的关系. 北京：地质出版社, 146
- 王剑, 李献华, Duan T Z 等. 2003. 沧水铺火山岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及“南华系”底界新证据. 科学通报, 48 (16): 1726 ~ 1731
- 王曰伦, 陆宗斌, 邢裕盛等. 1980. 中国上前寒武系的划分和对比. 中国地质科学院天津地质矿产研究所编. 中国震旦亚界. 天津科学技术出版社. 1 ~ 30



- 王自强, 索书田. 1987. 黔、湘、赣上元古界分层及对比. 地质矿产部前寒武纪地质编辑委员会编. 国际晚前寒武纪地质讨论会论文选集. 北京: 地质出版社, 73 ~ 86
- 邢裕盛, 高振家, 王自强等. 1996. 中国地层典·新元古界. 北京: 地质出版社, 27 ~ 28
- 邢裕盛, 尹崇玉, 高林志. 1999. 震旦系的范畴, 时限及内部划分. 现代地质, 13 (2): 202 ~ 204
- 杨遵和. 1987. 中国西南地区的震旦系. 见: 中国地质科学院天津地质矿产研究所编, 中国震旦亚界. 天津: 天津科学技术出版社, 153 ~ 170
- 尹崇玉, 刘敦一, 高林志等. 2003. 南华系底界与古城冰期的年龄: SHRIMP II 定年证据. 科学通报, 48 (16): 1721 ~ 1725
- 张启锐. 1991. 一个晚元古代水下冰足刻蚀作用的记录——水下冰推垄. 地质科学, (4): 396 ~ 398
- 赵自强, 邢裕盛, 马国干等. 1985. 长江三峡地区生物地层学 (1) 震旦纪分册. 北京: 地质出版社, 80 ~ 82
- 郑永飞. 2003. 新元古代岩浆活动与全球变化. 科学通报, 48 (16): 1705 ~ 1720
- Barfod G H, Albarrede F, Knoll A H, *et al.* 2002. New Lu-Hf and Pb-Pb age constraints on the earliest animal fossils. *Earth and Planetary Science Letters* 201 (1): 203 ~ 212
- Basier M, McCarron G, Tucker R. *et al.* 2000. New U-Pb zircon dates for the Neoproterozoic Ghubrah glaciation and for the top of the Huqf Supergroup, Oman. *Geology (Boulder)*, 28 (2): 175 ~ 178
- Hill A C, Walter M R. 2000. Mid-Neoproterozoic (approximately 830 ~ 750 Ma) isotope stratigraphy of Australia and global correlation. *Precambrian Research*, 100: 181 ~ 211
- Hoffman P F, Kaufman A J, Halverson G P. 1998. Comings and goings of global glaciations on a Neoproterozoic tropical platform in Namibia. *GAS Today*, 8 (5): 1 ~ 9
- Jacobson S B, Kaufman A J. 1999. The Sr, C and O isotopic evolution of Neoproterozoic seawater. *Chem. Geol.* 161: 37 ~ 57
- Knoll A. 2000. Learning to tell Neoproterozoic time. *Precambrian Research*, 100: 3 ~ 20
- Li Z X. 2000. New palaeomagnetic results from the "Cap dolomite" of the Neoproterozoic Walsh Tillite, Northwestern Australia. *Precambrian Research*, 100: 359 ~ 370
- Liao Shifan. 1981. Sinian glacial deposits of Guizhou Province. In: Hambrey M J and Harland W B ed. *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, 414 ~ 423
- Preiss W V. 2000. The Adelaide Geosyncline of South Australia and its significance in Neoproterozoic continental reconstruction. *Precam. Res.*, 100: 21 ~ 63
- Walter M R, Veevers J J, Calver C R *et al.* 2000. Dating the 840 ~ 544 Ma Neoproterozoic interval by isotopes of strontium, carbon and sulfur in seawater, and some interpretative modes. *Precambrian Res.* 100: 371 ~ 433
- Walter M R. 2000. Proterozoic Ediacara Member within the Rawsley Quartzite, south Australia. *Precambrian Research*, 100: 65 ~ 95
- Wang Yuelun, Lu Songnian, Gao Zhenjia, *et al.* 1981. Sinian tillites of China. In: Hambrey M J and Harland W B ed. *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, 386 ~ 401
- Wingate M T D, Giddings J W. 2000. Age and palaeomagnetism of the Mundine Well dyke swarm, Western Australia implications for an Australia-Laurentia connection at 755 Ma. *Precambrian Research*, 100: 335 ~ 357
- Zhang Qirui. 1992. Geological models of ice keel scours, with an early Sinian example. *Precambrian Research*, 59: 315 ~ 323

## ADVANCES IN THE STUDY ON THE NANHUA SYSTEM OF THE NEOPROTEROZOIC AND ITS STRATOTYPE IN SOUTH CHINA

Yin Chongyu<sup>1</sup> Gao Linzhi<sup>1</sup> Xing Yusheng<sup>1</sup> Wang Ziqiang<sup>2</sup> Tang Feng<sup>1</sup>

(1 Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;

2 China University of Geosciences, Beijing 100080)

**Abstract** In the newly revised *Regional Chronostratigraphic (Geochronologic) Scale of China*, the original bipartite division of the Neoproterozoic is changed to tripartite division. The three "system" -rank chronostratigraphic units are in ascending order the Qingbaikou, Nanhuan and Sinian systems. The new system "Nanhuan"



come from the “Nanhua big glacial stage” named by Liu Hongyun which is situated at the middle part of the Neoproterozoic. It overlies the Qingbaikou System and underlies the newly revised Sinian system, which is bounded by the lower boundary of the Doushantuo Formation. Based on the investigation of several sections of Hanhuan system in South China, we recommend the Yangjiaping section in Shimen County, Hunan Province as a candidate for the stratotype of the Hanhuan. According to new zircon ages by SHRIMP II from the Xieshuihe and Laoshanya formations and other ages from the upper part of the Banxi Group in recent years, the age of the lower boundary of the Hanhuan system and other questions are evaluated further.

**Key words** Nanhuan System, South China, Stratotype, Yangjiaping section

# 湖南花垣排碧剖面

## ——全球寒武系芙蓉统及排碧阶层型剖面

彭善池<sup>1</sup> L. E. Babcock<sup>2</sup> 林焕令<sup>1</sup> 陈永安<sup>3</sup> 朱学剑<sup>1</sup> 祁玉平<sup>1</sup>

(1 中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008;

2 Department of Geological Sciences, The Ohio State University, Columbus, Ohio, OH43210, USA;

3 湖南省地勘局 405 队 吉首 416000)

**内容提要** 全球寒武系内的首个全球标准层型剖面 and 点位——“芙蓉统”和“排碧阶”的底界层型正式在我国确立。剖面位于湖南省花垣县排碧乡四新村附近,“金钉子”点位在该剖面花桥组内,为网纹雕球接子的首现点,位置在花桥组底界之上 369.06 m 处。本文详细描述了该剖面的含“金钉子”点位层段,并讨论了该层段的生物和年代地层划分及全球对比。

**关键词** 全球标准层型剖面 and 点位 寒武系 芙蓉统 排碧阶 湖南 花垣

我国的寒武系长期存在年代地层和岩石地层概念混淆、在应用中把岩石地层单位的“组”直接作为年代地层的“阶”的现象。由此产生的“年代地层框架”,实质上是以华北、滇东地台相区地层为基础的一个岩石地层序列。笔者等(彭善池等, 2000a, c; 彭善池, 2000)曾指出,这个框架存在诸多弊端,不应继续作为我国的年代地层的划分标准。近 50 年对我国华南寒武纪斜坡相区的古生物和地层学研究表明,相比之下,华南的地质条件远较华北优越,有建立全国标准年代地层框架乃至全球标准年代地层单位的条件。1998 年以来,根据华南所积累的古生物和地层学研究成果,特别是《国际地层指南》1976 年问世以来的最新研究成果,笔者等提出了一个包括 4 统 9 阶的华南年代地层划分方案,建议取代我国以往的“年代地层框架”(Peng *et al.*, 1998; 彭善池等, 1999, 2000a, b, c; Peng & Babcock, 2001; Peng, 2003)。这个方案按《国际地层指南》的建立年代地层的要求,尽可能地采用了国际地层委员会寒武系分会公布的、有较大国际地层对比意义的“纽带点”来确定各个阶的底界,是一个相对规范的方案。这一方案,在第三届全国地层会议 1999 年的预备会议(十三陵)和 2000 年的会议上(香山),经与会专家充分讨论,达成在今后修订的《中国区域地层(地质年代)表》中,与华北的年代地层框架并列列入的意见,分别作为我国华南(斜坡相)和华北(地台相)地方性的年代地层系统。华南方案提出后,迅速得到国际认可,被国际地层委员会寒武系分会列入其官方的《寒武系全球对比表》中(Geyer & Shergold, 2000; Shergold & Geyer, 2003)。然而,令国内、国际寒武系专家意外的是,全国地层委员会在最后公布的《中国地层指南及中国地层说明书(修订版)》和《中国区域地层(地质年代)表说明书》(全国地层委员会, 2001, 2002)中,并未采纳参与第三届全国地层会议专家的意见,与此相反,这个《地层(年代)表》继续维持 20 世纪 50 年代末、60 年代初形成的华北的 3 “统” 10 “阶”的“年代地层系统”。

为了规范我国的年代地层单位,坚持以华南地方性的年代地层框架系统取代华北地方性的年代地层

注:本研究由科技部基础性工作专项资金项目(2001DEA200020-2, G2000077702)、中国科学院(KZCX2-SW-129)、国家自然科学基金(No. 40332018, 40072003, 40023002)联合资助。