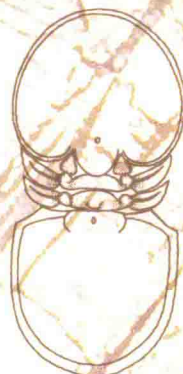


Global Standard Stratotype-sections and Points in China

中国“金钉子”

——全球标准层型剖面 and 点位研究

中国科学院南京地质古生物研究所 主编



中国“金钉子”

——全球标准层型剖面 and 点位研究

中国科学院南京地质古生物研究所 主编



图书在版编目(CIP)数据

中国“金钉子”：全球标准层型剖面 and 点位研究 /
中国科学院南京地质古生物研究所主编. —杭州：
浙江大学出版社，2013. 11
ISBN 978-7-308-12383-9

I. ①中… II. ①中… III. ①地层剖面—研究
IV. ①P53

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第245904号

中国“金钉子”——全球标准层型剖面 and 点位研究 中国科学院南京地质古生物研究所 主编

策 划 徐有智
责任编辑 伍秀芳 许佳颖
封面设计 俞亚彤
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路148号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州林智广告有限公司
印 刷 浙江印刷集团有限公司
开 本 889mm×1194mm 1/16
印 张 21.25
字 数 453千
版 次 2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-12383-9
定 价 168.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

前言

国际地层委员会成立于 20 世纪 60 年代,主要工作目标是精确定义全球地层单元,全力提倡和推动建立年代地层的全球标准层型剖面 and 点位 (Global Standard Stratotype-section and Point, GSSP) (俗称“金钉子”, Golden Spike), 为全球年代地层系统 100 多个基本单位“阶”的底界选定地层记录最完备、研究水平最高的地层剖面作为全球对比和参考的国际标准。这些“金钉子”是定义显生宙全球年代地层单位底界的正式国际标准,是划分对比全球年代地层和构建国际年代地层表的基石,也是探索全球地质发展历史和生物演化历史的共同科学语言。“金钉子”的建立体现出一个国家地层学研究的总体实力和水平,并普遍被各国学者视为国家荣誉。

国际地层委员会自 1972 年在捷克确立了国际上第一个“金钉子”,即志留系—泥盆系“金钉子”,至今,已在全世界建立了 65 枚“金钉子”,分布在 20 个国家和地区。中国从 20 世纪 70 年代后期开始参与全球年代地层界线的国际竞争,重点在古生代地层中开展界线地层剖面研究,在寒武系底界、奥陶系底界、石炭系底界等界线地层研究中取得了重大突破,但由于种种原因都功亏一篑,没有获得“金钉子”。直到 1997 年,中国第一枚“金钉子”——奥陶系达瑞威尔阶的底界界线层型,在浙江常山黄泥塘剖面确立,从而实现了中国“金钉子”零的突破。此后短短 14 年内,中国在激烈的国际竞争中以世界一流的研究水平又获得了 9 枚“金钉子”,成为迄今获得“金钉子”最多的国家,在地层学研究领域为中国赢得了极高的学术声誉。中国获得的这些“金钉子”定义的年代地层单位(自老到新)分别是:寒武系第三统古丈阶(2008 年)、寒武系芙蓉统排碧阶(2003 年)、寒武系芙蓉统江山阶(2011 年)、奥陶系中奥陶统大坪阶(2008 年)、奥陶系中奥陶统达瑞威尔阶(1997)、奥陶系上奥陶统赫南特阶(2006 年),石炭系密西西比亚系中统维宪阶(2008 年)、二叠系乐平统吴家坪阶(2004 年)、二叠系乐平统长兴阶(2005 年)、三叠系下三叠统印度阶(2001 年)。

值第 4 届全国地层会议召开之机,为进一步推动中国全球年代地层界线和全球地层对比研究,中国科学院南京地质古生物研究所倡议系统总结确立于中国的全球标准层型剖面 and 点位,编撰一部

中国已经取得的 10 枚“金钉子”的相关成果专著，得到了中国地质大学（武汉）、国土资源部武汉地质矿产研究所、中国地质科学院地质研究所和本所专家的积极响应。

全书内容分为 11 章，首章“绪论”阐述了“金钉子”研究的理论原理以及中国的研究历史和现状，其他 10 章按照地质年代从老到新的顺序分别阐述建立在中国的 10 枚“金钉子”的地理交通情况和区域地质背景、年代地层单位底界的定义、层型剖面 and 点位的选择和详细描述、区域和全球对比等。

本书的策划和组稿由中国科学院南京地质古生物研究所完成，工作中得到所内外诸多专家学者的关心和大力支持，特此致谢！

杨 群 王向东

中国南京
2013 年 9 月 9 日

- 曹长群 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 陈 清 中国科学院南京地质古生物研究所，
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京，210008
- 陈孝红 国土资源部武汉地质矿产研究所，武汉，430205
- 陈 旭 中国科学院南京地质古生物研究所，
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京，210008
- 陈永安 湖南省地质矿产勘查开发局 405 地质队，吉首，416007
- 樊隽轩 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 方 翔 中国科学院南京地质古生物研究所，南京，210008
- 侯鸿飞 中国地质科学院地质研究所，北京，100037
- 江海水 中国地质大学（武汉），生物地质与环境地质国家重点实验室，武汉，430074
- 金玉玕 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 李志宏 国土资源部武汉地质矿产研究所，武汉，430205
- 林焕令 中国科学院南京地质古生物研究所，南京，210008
- 罗根明 中国地质大学（武汉），生物地质与环境地质国家重点实验室，武汉，430074
- 彭平安 中国科学院广州地球化学研究所，
有机地球化学国家重点实验室，广州，510640
- 彭善池 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008

- 祁玉平 中国科学院南京地质古生物研究所，
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京，210008
- 戎嘉余 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 尚庆华 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所，北京，100044
- 沈树忠 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 童金南 中国地质大学(武汉)，生物地质与环境地质国家重点实验室，武汉，430074
- 汪隆武 浙江省地质调查院，杭州，311203
- 汪啸风 国土资源部武汉地质矿产研究所，武汉，430205
- 王 珮 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008
- 王传尚 国土资源部武汉地质矿产研究所，武汉，430205
- 王 伟 中国科学院南京地质古生物研究所，
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京，210008
- 王向东 中国科学院南京地质古生物研究所，
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室，南京，210008
- 王志浩 中国科学院南京地质古生物研究所，南京，210008
- 吴祥和 贵州省地勘局地质科学研究所，贵阳，550004
- 杨显峰 云南大学，云南省古生物研究重点实验室，昆明，650091
- 殷鸿福 中国地质大学(武汉)，生物地质与环境地质国家重点实验室，武汉，430074
- 詹仁斌 中国科学院南京地质古生物研究所，
现代古生物学和地层学国家重点实验室，南京，210008

张克信 中国地质大学(武汉), 生物地质与环境地质国家重点实验室, 武汉, 430074

张元动 中国科学院南京地质古生物研究所,
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室, 南京, 210008

郑全锋 中国科学院南京地质古生物研究所,
中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室, 南京, 210008

周怀玲 广西壮族自治区地质调查院, 南宁, 530012

朱学剑 中国科学院南京地质古生物研究所,
现代古生物学和地层学国家重点实验室, 南京, 210008

左景勋 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京, 210008;
河南省地质调查院, 郑州, 450001

Loren E. Babcock School of Earth Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA

Gabriella Bagnoli University of Pisa, Pisa, 56126, Italy

Stig M. Bergström School of Earth Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA

François-Xavier Devuyst Carmeuse Coordination Center, Louvain-la-Neuve, 1348, Belgium

Stanley C. Finney Department of Geological Sciences, California State University-Long Beach, Long Beach, CA 90840, USA

Luc Hance Carmeuse Coordination Center, Louvain-la-Neuve, 1348, Belgium

David A.T. Harper Department of Earth Sciences, Durham University, Durham, DH1 3LE, UK

Charles M. Henderson Department of Geoscience, University of Calgary, Calgary, Alberta, T2N 1N4, Canada

Michael J. Melchin Department of Earth Sciences, St. Francis Xavier University, Antigonish, Nova Scotia, B2G 2W5, Canada

Charles E. Mitchell	Department of Geology, University of Buffalo, The State University of New York, Buffalo, NY 14260-1350, USA
Florentin Paris	Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, Rennes Cedex, F-35042, France
Margaret Rees	Department of Geosciences, University of Nevada, Las Vegas, NV 89154-4010, USA
Richard A. Robison	Department of Geology, The University of Kansas, Lawrence, KS 66045, USA
Mathew R. Saltzman	School of Earth Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA
George D. Sevastopulo	Department of Geology, Trinity College, Dublin 2, Ireland
Svend Stouge	Geological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen, DK-1350, Denmark
Bruce R. Wardlaw	U.S. Geological Survey, Virginia, VA 20192, USA
Don Winston	Department of Geosciences, University of Montana, Missoula, MT 59812, USA

	绪 论 艰难的历程 卓越的贡献 ——回顾中国的全球年代地层研究 1
---	--------------------------------------

	1 寒武系第三统古丈阶全球标准层型剖面 and 点位 45
	1.1 地层位置和等级 48
	1.2 地理和地质概况 49
	1.3 层型剖面 and 点位的选择 53
	1.4 地层对比 58
	参考文献 66

	2 寒武系芙蓉统排碧阶全球标准层型剖面 and 点位 73
	2.1 地质和地理背景 76
	2.2 剖面 and 点位的选择动议 77
	2.3 排碧阶 and 芙蓉统: 界线层型描述 79
	2.4 寒武系全球划分展望 87
	参考文献 88

	3 寒武系芙蓉统江山阶全球标准层型剖面 and 点位	95
	3.1 界线的地层等级	97
	3.2 碓边 B 剖面: 地理位置和地质概况	97
	3.3 层型剖面 and 点位的选择动机	103
	3.4 江山阶的全球对比	106
	参考文献	116
	4 奥陶系中奥陶统大坪阶全球标准层型剖面 and 点位及研究进展	123
	4.1 黄花场剖面的地质背景 and 中 / 下奥陶统界线的划分标志	126
	4.2 中奥陶统及大坪阶全球标准层型剖面的特点	130
	4.3 大坪阶的来源及含义	137
	4.4 大坪阶的全球对比	140
	4.5 由黄花场剖面引发的思考	142
	4.6 小 结	144
	参考文献	145
	5 奥陶系中奥陶统达瑞威尔阶全球标准层型剖面 and 点位	153
	5.1 黄泥塘剖面岩石 and 生物地层	155
	5.2 生物地层序列	164
	5.3 生物地层的全球对比	170

5.4 黄泥塘剖面的地理和地质概况	171
5.5 达瑞威尔阶的全球对比	173
5.6 黄泥塘剖面的沉积学研究	175
5.7 黄泥塘剖面达瑞威尔阶底界的主要化石	175
参考文献	179

 6 奥陶系上奥陶统赫南特阶全球标准层型剖面 and 点位	183
6.1 上奥陶统的年代地层与赫南特阶	185
6.2 王家湾北剖面地理和地质概况	188
6.3 赫南特阶的区域对比	194
6.4 赫南特阶的全球对比	194
6.5 王家湾小河边剖面碳同位素的测定	201
6.6 赫南特阶的确立对研究华南奥陶纪末生物大灭绝的意义	203
参考文献	206

 7 石炭系密西西比亚系中统维宪阶全球标准层型剖面 and 点位	215
7.1 历史回顾	217
7.2 地质背景和区域地层划分	220
7.3 碰冲剖面：全球标准层型剖面 and 点位	222
7.4 磁性地层和稳定同位素	233

7.5 生物地层的区域和全球对比 235

7.6 小 结 237

参考文献 237

 8 二叠系乐平统吴家坪阶全球标准层型剖面 and 点位 241

8.1 剖面位置 244

8.2 瓜德鲁普统与乐平统界线附近的沉积序列 246

8.3 化石序列 250

8.4 磁性地层学研究和同位素年代学 251

8.5 化学地层 253

8.6 层型剖面 and 点位的选择 253

8.7 层型剖面 and 点位的国际对比 255

参考文献 257

 9 二叠系乐平统长兴阶全球标准层型剖面 and 点位 263

9.1 研究背景 265

9.2 层型剖面描述 268

9.3 煤山地区吴家坪阶—长兴阶界线附近沉积序列 270

9.4 煤山地区吴家坪阶—长兴阶界线地层化石序列	271
9.5 碳同位素地层	273
9.6 同位素年龄值	273
9.7 长兴阶的国际地层对比	275
参考文献	276

 10 三叠系下三叠统印度阶全球标准层型剖面 and 点位	281
10.1 层型剖面位置	283
10.2 层型剖面描述	283
10.3 岩石地层	292
10.4 牙形石分带与国际对比	295
10.5 层序地层	302
10.6 同位素年代学	303
10.7 二叠纪—三叠纪重大转折期地质事件	305
参考文献	310

 索 引	321
---	-----

艰难的历程 卓越的贡献

——回顾中国的全球年代地层研究

彭善池

绪论 艰难的历程 卓越的贡献——回顾中国的全球年代地层研究

摘要

本章回顾了1977年以来中国开展的全球年代地层研究,详细介绍了1977年以后的20多年里,中国竞争全球前寒武系—寒武系界线(埃迪卡拉系底界)、前寒武系—寒武系界线(寒武系底界)、寒武系—奥陶系界线(奥陶系底界)“金钉子”(全球标准层型剖面 and 点位, GSSP)的艰难而曲折的经历;也记录了1997年以来中国科学家在研究和建立全球适用的年代地层系统进程中做出的卓越贡献,包括确立10枚“金钉子”而使中国位列拥有全球标准层型剖面 and 点位的国家之首,建立或完善《国际年代地层表》中部分系、统的全球划分框架以及创立“芙蓉统”、“大坪阶”、“乐平统”等一系列全球标准年代地层单位。

关键词

全球年代地层研究 全球标准层型剖面 and 点位 “金钉子”

2011年7月11日,国际地质科学联合会(International Union of Geological Sciences, IUGS)(以下简称“国际地科联”)执委会批准了国际地层委员会(International Commission on Stratigraphy, ICS)关于在中国浙江江山碛边建立全球江山阶“金钉子”(Golden Spike)的申请报告。同年8月3日,时任国际地科联主席的Alberto C. Riccardi教授签署了批准书,寒武系江山阶及其底界“金钉子”正式在中国确立(彭善池, 2011; Peng *et al.*, 2012)。这是中国科学家所建立的第10枚“金钉子”。它的建立,使中国在全球年代地层研究领域一跃成为世界上拥有“金钉子”最多的国家。在此之前,中国、英国、意大利各拥有9枚“金钉子”。这个领先地位,迄今仍未被其他国家超越。

“金钉子”是全球标准层型剖面 and 点位(Global Standard Stratotype-section and Point, GSSP)的俗称,它是划分和定义全球年代地层基本单位“阶”的底界的国际标准,由于有些阶的底界与更高等级的年代地层单位如统、系、界的底界一致,进而也是确定这些高等级单位底界的国际标准。“金钉子”的确立,涉及地学领域多个学科长达数年乃至数十年的长期研究,要经历相关国际组织的多次考察和反复讨论、协商,还要经历激烈的国际竞争,以及通过国际有关部门的多轮严格审核、表决和批准。它的获得,确实来之不易。严格地说,“金钉子”的确立是全世界科学家共同努力的结晶,因此被认为是高水平的创新研究成果。每个“金钉子”的确立,都是在研究全球统一的、精确划分的年代地层系统和地质年代系统进程中迈出的重要一步,是对地球科学进步的重要贡献。然而,国际地层委员会并非行政机构,而是国际学术组织,它依靠各国科学家的紧密合作和学术思想的不断创新,促进地球科学在全球范围内取得重大进展;国际地层委员会在全球地球科学界体现了自身的权威性,此非行政机构所能比拟。

中国的全球年代地层研究,由于众所周知的原因,起步比国际同行晚了十多年,在竞争“金钉子”的过程中,又历经艰难、屡遭挫折,最后后来居上,实非易事,充分体现了中国科学家为了科学进步执著追求和不畏挫折的探索精神。

本书总结汇集了中国10枚“金钉子”的综合研究成果。按照国际地层委员会的要求,“金钉子”的研究成果应作为历史文献以英文发表在国际地科联的机关刊物 *Episodes* 或国际地层委员会的机关刊物 *Lethaia* 上;中国的10枚“金钉子”研究成果也主要发表在这两份刊物上(Chen & Mitchell, 1995; Mitchell *et al.*, 1997; Yin *et al.*, 2001; Peng *et al.*, 2004a, 2009, 2012; Jin *et al.*, 2006a, b; Chen *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2005, 2009; Devuyst *et al.*, 2003)。这虽然有助于扩大中国“金钉子”的国际影响,但同时也给国内的部分读者尤其是奋战在区域地质调查生产一线的读者带来了不便。2013年恰逢第4届全国地层会议召开,中国科学院南京地质古生物研究所(以下简称“中科院南古所”)在2013年4月联系国内主持“金钉子”研究的其他单位和个人,建议将这些英文文献直译或改写成中文,汇集出版,以便国内更多的同行全面认识和掌握