

华北古陆

钱迈平 汪迎平 阎永奎 著

东南缘新元古代生物群

HUABEIGULU DONGNANYUAN XINYUANGUDAI SHENGWUQUN



地质出版社

本书相关工作由国家科技部重大基础研究项目(G2000077700), 国家科学技术部专向基础工作基金项目(2001DEB20056)及国家地质调查局基础地质综合研究项目(200113000053)资助。

华北古陆东南缘新元 古代生物群

钱迈平 汪迎平 阎永奎 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

该书介绍了苏皖北部及鲁南地区新元古代宏体碳质化石(megascopic carbonaceous fossils)、微生物化石(microfossils)及叠层石(stromatolites)。将20世纪80年代以来发表的该区200多个化石属种进行厘定,修正、屏弃和归并了许多同物异名、异物同名及不符合国际生物命名法则的属种。

这套化石生物群虽然数量较丰富,但种类却较单调。通常以大量的光球类微生物化石及一些简单的宏体碳质化石为特征,加上异常发育的叠层石礁,这种情况与华北古陆东部的辽南地区新元古代化石生物群十分相似。与之形成鲜明对照的是,华南古陆新元古代南沱冰碛岩之上的末新元古代震旦系陡山沱组的化石生物群,则不但数量丰富而且种类明显多样化,通常以各种具刺的疑源类及较复杂的具分枝或成束构造的宏体碳质化石为特征,同时碳酸盐岩虽发育但叠层石已明显衰退。由此可见,华北古陆东南缘新元古代生物群的时代应早于南华纪大冰期(雪球事件)。

该书可作为地质矿产和地层古生物研究者,以及科研单位和高等院校有关专业人员的参考。

图书在版编目(CIP)数据

华北古陆东南缘新元古代生物群/钱迈平等著. —北京:
地质出版社, 2008.3

ISBN 978-7-116-05658-9

I. 华… II. 钱… III. 元古代—地层古生物学—华北地区 IV. Q911.63 P534.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 036119 号

责任编辑:王大军 汪福昕 白 铁

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324579(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@ gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:787mm×1092mm $1/_{16}$

印 张:8.75

字 数:220 千字

印 数:1—1000 册

版 次:2008 年 3 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:20.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05658-9

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

引 言

新元古代是地球生命演化史上重要的时期之一,其间经历了早期生命多细胞化及后生动物起源等一系列的演化和地球物理化学环境巨大的变迁,为随后的“寒武纪大爆发”这一意义深远的重大生物演化事件,完成了必不可少的物质准备。新元古代的古生物化石作为了解当时地球生物圈最直接的信息源,有着非常重要的研究价值。本项研究主要涉及工作区内较常见的三大类生物化石,即宏体碳质化石(megascopic carbonaceous fossils)、微生物化石(microfossils)及叠层石(stromatolites)。它们由新元古代曾广泛分布于世界各地的主要生物类型形成的遗留物,分别代表了当时地球生物个体由微米级向毫米级大型化、结构由单细胞向多细胞化及由类型单调向多样化的初步演化水平。因此,本项研究对于揭示地球早期生命多细胞化及后生动物起源具有重要的科学意义。

本工作区地处华北板块东南缘,南接扬子板块。其范围包括江苏省徐州地区的铜山及邳州,安徽省淮北地区的宿州及灵璧,淮南地区的寿州及凤阳,还有山东省枣庄地区的兰陵及新兴一带,面积约 30000km²。区内沉积的新元古代海相地层厚度超过 5000m,以碳酸盐岩及碎屑岩为主,基本上未变质并富含古生物化石,是解决我国南北元古宇衔接和对比的关键地区之一。

本工作区新元古宇研究开展较早。1960 年代以前,由于古生物化石发现甚少,主要以岩石地层学研究为主(刘季辰,赵汝钧,1924;李四光等,1939;谢家荣,1947;徐嘉炜,1958;杨志坚,1960;朱兆玲等,1964 等)。1970 年代以后,随着宏体碳质压膜、微古生物及叠层石生物礁等化石的大量发现,古生物学、生物地层学及古环境学研究蓬勃展开(郑文武,1980;Duan [段承华],1982;阎永奎,1982;徐学思等,1982;汪贵翔,1982;汪贵翔,阎永奎,1984;郑文武等,1984,1994;张忠英,阎永奎,1984;邢裕盛,1984;曹瑞骥等,1985;段承华等,1985;邢裕盛等,1985,1994;Sun [孙卫国] et al., 1986;符俊辉,1986,1989;Sun [孙卫国], 1987, 1994;Yin [尹磊明], 1990;钱迈平,1991;Yin [尹磊明] & Sun [孙卫国], 1994;尹崇玉等, 1994;曹瑞骥,2000;钱迈平等,2000 等)。此外,地球化学、古地磁学、同位素年代学及地震岩石学等方法也陆续采用(李尚湘等,1984;方大钧等,1984;乔秀夫等,1996;杨杰东等, 2001 等)。

本书拟以华北古陆东南缘新元古代的这几类化石为对象,通过采用氢氟酸-盐酸浸解及岩石薄片法,对它们的外观形态、微观结构、群落组合特征及埋藏保存状态展开研究。同时,对以往发表的大量化石标本及命名进行全面清理和甄别。由此尽可能真实地再现该生物群面貌,从而深化对地球早期生命多细胞化演化及后生植物起源的认识,为进一步探讨其更深层次的系统演化机理积累知识。

由于目前我国华南和华北新元古代地层的划分及对比存在重大分歧,本文限于篇幅和

资料将不做太多讨论,仅根据已掌握的材料着重讨论以下两个问题:①本区新元古代生物群的进化及多样化程度;②新元古代生物群演化与大冰期的关系。

本书分五章,每章都相对独立,但又与其他各章互相联系。第一章概述了化石产地的地质背景,包括代表性地层剖面,地层划分,古环境特征,以及各化石组合群落与相应环境在这一时期的演化趋势。第二章简述了宏体碳质化石的研究现状,地理及层位分布,对区内的几种宏体碳质化石分别进行了形态描述,并讨论了它们的系统分类,不同埋藏保存状态产生的变形及其可能被误认为不同分类的情况。第三章概括了包括微古植物在内的各种微生物化石在新元古代的地理及层位分布,研究手段及研究进展。对区内一些代表性形态属种进行了描述,并讨论了它们的群落组合划分和系统演化。第四章报道了底栖微生物席及其形成的叠层石研究现状,地理及层位分布,描述了区内叠层石形态类型,并讨论了它们的组合特征及造礁作用。最后在第五章综述了华北古陆东南缘新元古代生物群的特点,并对早期生命的多细胞化演化提出了新的认识。

本项研究的完成得益于中国科学院地质古生物研究所曹瑞骥研究员、薛耀松研究员和尹磊明研究员,美国弗吉尼亚理工大学(Virginia Polytechnic Institute and State University)肖书海副教授及江苏省地质调查研究院厉建华高级工程师的帮助;中国科学院南京地质古生物研究所陈周庆高级工程师为本项目研究的标本摄影。在此一并致以热忱的谢意!

目 次

引 言

第一章 地质背景

- 一、地层 (1)
- 二、淮北地区代表性剖面 (3)
- 三、淮南地区代表性剖面 (8)
- 四、地层划分及特征 (11)
- 五、古环境演变 (15)

第二章 宏体碳质化石 (19)

- 一、早期生命多细胞化和宏体化演进的证据 (19)
- 二、形态学分类 (19)
- 三、化石描述 (22)

第三章 微生物化石 (51)

- 一、早期地球生物圈的主角 (51)
- 二、微生物化石的地层分布特点 (53)
- 三、微生物化石描述及讨论 (63)

第四章 叠层石 (75)

- 一、底栖微生物席的遗留物 (75)
- 二、形态学分类与命名 (76)
- 三、组合面貌及环境分析 (78)
- 四、本叠层石组合的地史背景 (84)
- 五、区域地层对比 (86)
- 六、叠层石描述 (88)

第五章 生物群性质讨论 (95)

- 一、宏体生物化石 (95)
- 二、微生物化石和叠层石 (97)
- 三、在地球早期生命演化上的意义 (98)

结语 (103)

参考文献 (104)

英文摘要 (117)

第一章 地质背景

一、地 层

本工作区新元古界具明显的二分性:下部以碎屑岩为主,上部碳酸盐岩增多。按其发育出露状况,可分为南北两部分。北部以淮北地区为代表,南部则以淮南地区为代表(图 1,图 2)。

淮北地区新元古界露头零星。1924 年,刘季辰和赵汝钧将其划分为“城山石英岩层”和“绵山灰岩层”,并认为“石英岩层”与“北方震旦系石英岩(古元古界长城系)相当”。1978 年,华东地区区域地层表根据 1976~1978 年间苏皖两省地质局开展 1:20 万和 1:5 万比例尺地质普查填图成果,将下部的碎屑岩划分为三个组:“八公山组”、“刘老碑组”及“寿县组”,归属古元古界长城系至新元古界青白口系;将上部的碳酸盐岩细分为 10 个组:“贾园组”、“赵圩组”、“倪园组”、“九顶山组”、“张渠组”、“魏集组”、“史家组”、“望山组”、“金山寨组”及“沟后组”,归属新元古界青白口系至震旦系。1984 年,苏皖北部上前寒武系研究项目协作组通过进一步研究,认为“八公山组”和“刘老碑组”属青白口系,而“寿县组”至“沟后组”的地层则通归震旦系。

淮南地区新元古界出露良好。1939 年,李四光等将下部的碎屑岩划分为“伍山石英砂岩”及“杏山页岩”,上部的碳酸盐岩则分为“管家庵矽质灰岩”及“三尖山灰岩”,并分别属“中、上震旦系”。1947 年,谢家荣将下部碎屑岩分为“刘老碑系”和“棕黄色石英岩”,上部碳酸盐岩则称为“矽质石灰岩”,均归震旦系。1958 年,徐嘉炜将下部碎屑岩划为“下震旦统八公山统”,并细分为“下部石英岩”、“刘老碑页岩”及“上部石英岩”,将上部碳酸盐岩划为“上震旦统四顶山统”,又细分为“泥质灰岩及泥灰岩层”和“矽质石灰岩层”。1960 年,杨志坚又将上震旦统界线下移至相当于“上部石英岩”位置,并命名为“四十里长山组”。1964 年,朱兆玲等又将“泥质灰岩及泥灰岩层”称为“九里桥组”;将“下部石英岩”称为“伍山组”,1978 年,华东地区区域地层表(安徽分册)又以“八公山组”代替“伍山组”,“寿县组”代替“四十里长山组”,并将出露于凤阳及霍邱一带的“八公山组”底部铁质砂砾岩划出建立“曹店组”,并认为“曹店组”及“八公山组”归长城系至震旦系,其上的“刘老碑组”至“四顶山组”则归震旦系。1984 年,苏皖北部上前寒武系研究项目协作组则又将“曹店组”、“八公山组”及“刘老碑组”定为青白口系,而“寿县组”、“九里桥组”及“四顶山组”则为震旦系。

本书在前人工作的基础上,通过近几年野外考察,详测剖面及广泛采集古生物化石进行区域对比,并遵照国际地层命名规范,严格核对各地层建组命名时间及定义后,认为“八公山组”及“寿县组”为重复命名,应该采用命名在先的“伍山组”和“四十里长山组”。

由于该区 20 多年前所测的伍山组、四十里长山组、史家组及金山寨组海绿石 K-Ar 年龄值和刘老碑组全岩 Rb-Sr 等时线年龄值存在上下倒置、误差很大(张世恩等, 1984),故至今尚缺乏可靠的同位素年代数据。1980 年代期间关于刘老碑组、九里桥组、金山寨组及沟

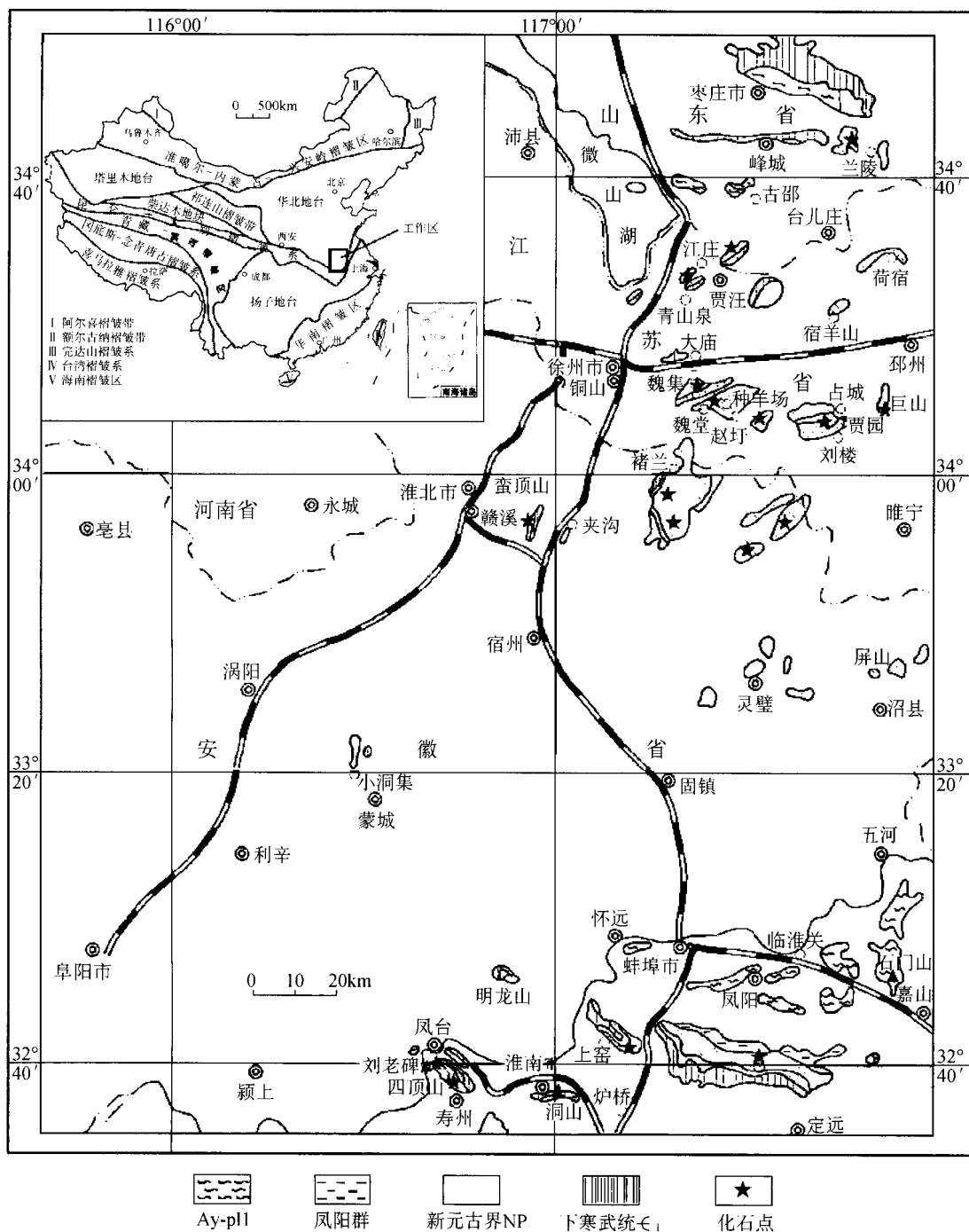


图1 华北古陆东南缘新元古代地层分布及工作区位置图

后组发现以宏体碳质压膜形式保存的“蠕形后生动物化石”的报道(郑文武, 1980; 汪贵翔, 1982; 汪贵翔, 阎永奎, 1984; 邢裕盛, 1984; 段承华等, 1985; Sun [孙卫国] et al., 1986), 以及张渠组发现“海绵骨针化石”的报道, 支持了将下部碎屑岩和上部碳酸盐岩分别与震旦系

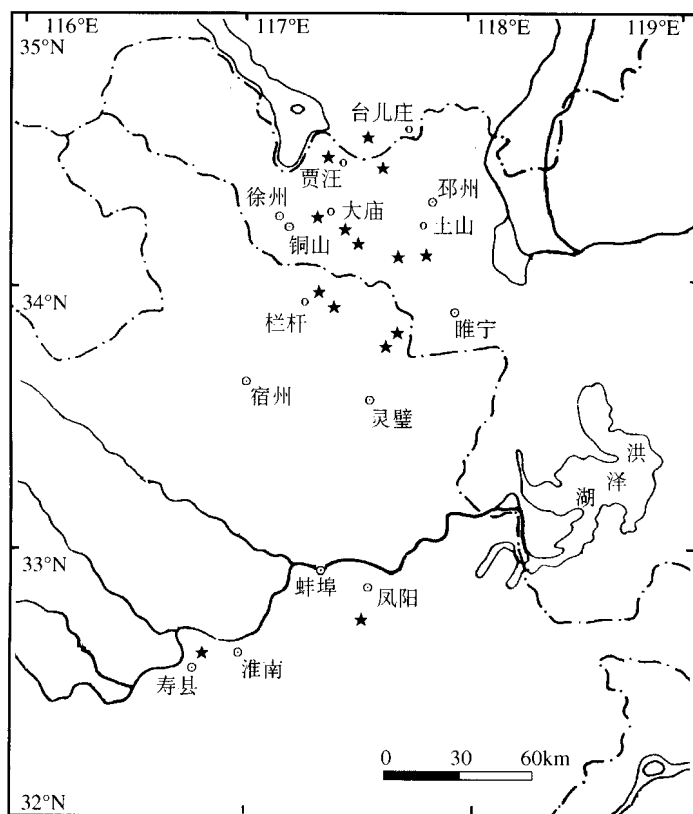


图2 华北古陆东南缘新元古代地层及主要化石点

陡山沱组碎屑岩和灯影组碳酸盐岩相对比的观点(阎永奎等, 1984)。但近年的研究发现, 这些“蠕形后生动物化石”很可能为多细胞藻类化石(钱迈平等, 2000);而在刘老碑组至沟后组许多泥质岩层中广泛分布的宏体碳质化石中, Chuarid-Tawuid 组合占优势(郑文武, 1980; 郑文武等, 1984, 1994; 邢裕盛等, 1985; 符俊辉, 1986, 1989; Sun [孙卫国], 1987), 组合面貌比陡山沱组多样化的宏体藻类化石组合简单原始。此外, 该区碳酸盐岩地层中的叠层石组合也明显比灯影组的发育(曹瑞骥等, 1985; 钱迈平, 1991; 曹瑞骥, 2000), 而更接近华北青白口系(国家地质总局等, 1979; 曹瑞骥, 2000)。综上所述, 该区新元古界在层位上低于震旦系陡山沱组。

尽管该区新元古代地层划分与对比仍存在分歧, 但基本框架业已奠定(表1)。主要代表性的地层剖面有: 宿州市黑土窝-驴山剖面及黑峰岭剖面、灵璧县陡山沱剖面、铜山县魏集-白山剖面及寨山剖面、凤阳县宋集剖面、寿州市店疙瘩-白鹞山剖面。

二、淮北地区代表性剖面

1. 安徽省宿州市黑土窝-驴山剖面

上覆地层: 下寒武统 侯家山组; 深灰色中层砂屑泥灰岩, 纹层发育。底部为灰色薄皮状磷矿层, 产软舌螺 *Hyolithes*, 腕足类 *Obolella* 等。

表 1 华北古陆东南缘新元古界划分简表

地区	淮北地区	淮南地区
地层		
下寒武统	侯家山组, 含磷岩系	
新元古界	沟后组, 页岩, 砂岩及白云岩, 具干裂痕及大颗粒盐晶铸型, 116~119m	
	金山寨组, 含海绿石灰岩, 叠层石灰岩夹页岩, 12~67m	
	望山组, 含燧石结核、条带及干缩裂痕白云岩, 叠层石白云岩或灰岩, 泥灰岩, 达 566m	
	史家组, 叠层石灰岩, 泥灰岩及页岩, 23~384m	
	魏集组, 叠层石灰岩或白云岩及页岩, 211~319m	
	张渠组, 叠层石灰岩、泥岩及页岩, 135~378m	
	九顶山组, 含燧石结核及条带白云岩夹叠层石灰岩, 117~370m	四顶山组, 含燧石结核及条带叠层石白云岩, 102~346m
	倪园组, 含燧石结核及条带叠层石白云岩, 373~552m	
	赵圩组, 灰岩, 泥灰岩及叠层石灰岩, 23~343m	九里桥组, 灰岩, 泥灰岩, 26~71m
	贾园组, 灰岩, 泥岩, 砂岩夹叠层石灰岩, 187~683m	
	四十里长山组, 含海绿石砂岩, 35~420m	
	刘老碑组, 页岩夹泥岩、泥灰岩, 178~1072m	
	伍山组, 含海绿石砂岩, 60~>192m	
	曹店组, 含赤铁矿砾岩, 0~21m	
古元古界—新太古界	凤阳群片岩系及五河群片麻岩系	

新元古界

沟后组(厚 115.5m)

- 17) 灰白色厚层含燧石结核白云岩, 5.0m。
- 16) 灰色薄-中层白云岩。纹层发育, 层面有云母片, 底部为 0.2m 厚的鲕状白云岩, 偶见立方形大颗粒盐晶铸型, 10.8m。
- 15) 灰、灰黄色薄层含云母白云岩, 夹黄色钙质页岩, 含立方形大颗粒盐晶铸型, 22.9m。
- 14) 紫红色页岩、泥质灰岩, 夹紫、灰黄色薄层砂质泥灰岩。底部为紫红色钙质页岩, 含立方形大颗粒盐晶铸型, 32.9m。
- 13) 灰、灰黑、黄绿色粉砂质页岩、粉砂质泥岩。页岩夹灰色薄层石英细砂岩及少量褐铁矿凸镜体。
- 底部为黄绿、灰绿色含灰岩砾页岩。石英砂岩层面具波痕、干裂构造, 富含微生物化石

Leiosphaeridia 及 *Synsphaeriaium* 等,及宏体碳质化石 *Chuarina* 及 *Tawuia* 等,43.9m。

金山寨组(厚 22.6m)

- 12) 灰黄色厚层叠层石礁灰岩,顶部为灰色中层灰岩及黄绿色页岩。产叠层石 *Boxonia*、*Aca-ciella* 及 *Anabaria* 等, 19.6m。
 - 11) 灰、灰黑色页岩、粉砂质页岩,夹薄层石英细砂岩。底部为 0.7m 厚灰红、黑色含金刚石砾岩,砾石主要为燧石,钙质胶结。页岩产宏体碳质化石 *Chuarina* 及 *Tawuia* 等,及微生物化石 *Trachysphaeridium* 及 *Brochoposphosphaera* 等, 3.0m。
-

望山组

上部(厚 189.6m)

- 10) 浅灰色白云质页岩,夹薄层白云岩。顶部夹约 0.2m 厚灰色页岩, 3.0m。
 - 9) 浅灰色薄层白云岩,夹中层泥灰岩。具鸟眼构造,偶见燧石结核。产微生物化石 *Asperatop-sophosphaera*、*Leiosphaeridia* 及 *Laminarites* 等, 11.5m。
 - 8) 浅灰色薄层灰岩,夹薄层泥灰岩及中层灰岩,鸟眼构造及畸形方解石脉发育, 9.7m。
 - 7) 灰色厚层叠层石礁灰岩夹凸镜状砾屑灰岩,厚层灰岩具畸形方解石脉,局部燧石结核发育,产叠层石 *Anabaria*、*Linella*、*Gymnosolen* 及 *Jurusania* 等, 28.2m。
 - 6) 灰色中层灰岩,夹薄层白云质灰岩及砾屑灰岩,燧石结核及条带发育,槽形及楔形层理发育,局部见畸形方解石脉,产叠层石 *Baicalia* 等, 2.2m。
 - 5) 深灰色中层灰岩夹凸镜状白云质灰岩及砾屑灰岩,燧石结核及条带, 35.0m。
-

中部(厚大于 163.2m)

- 4) 灰、深灰色薄—中层灰岩,夹厚层灰岩,局部纹层状, 89.3m。
- 3) 浅灰色薄层灰岩与钙质页岩互层, 55.3m。
- 2) 灰、浅灰色相间条带状薄层灰岩,条带宽约 0.1m,风化后显土黄色肋状突起, 18.6m。
- 1) 大理岩化薄层条带状灰岩。纹层发育,局部含粒状石榴子石(未见底)。

2. 安徽省宿州市黑峰岭剖面

上覆地层:新元古界望山组上部:灰色中-厚层灰岩,含燧石结核。产叠层石 *Jurusania* 等。

中部(厚 179.4m)

- 17) 灰、浅灰色中层白云质灰岩,上部泥质条带发育, 48.3m。
 - 16) 灰色中层白云质灰岩,纹层发育,具龟裂构造, 68.2m。
 - 15) 灰色薄层泥质条带灰岩, 62.9m。
-

下部(厚 197.0m)

- 14) 灰色薄层白云质灰岩与黄绿色钙质页岩互层,有辉绿岩侵入。产微生物化石 *Trachysphaeridium* 及 *Brochoposphosphaera* 等, 57.1m。
- 13) 浅灰、灰色薄层泥质条带白云质灰岩,风化后呈肋状, 13.4m。

- 12) 黄绿色钙质页岩与灰色薄层白云质灰岩互层,下部有辉绿岩侵入, 73.6m。
- 11) 灰色薄层白云质灰岩,夹钙质页岩及碳质泥岩, 44.7m。
- 10) 浅灰色中层泥质灰岩, 8.2m。

史家组(厚大于 102.2m)

- 9) 黄绿、紫红色含铁质结核页岩, 29.3m。
- 8) 黄绿色页岩,夹薄层蚀变粉砂岩, 4.2m。
- 7) 黄绿色页岩,夹薄层含海绿石英细砂岩,底部夹黄色薄层含铁结核蚀变粉砂质泥岩。页岩产宏体碳质化石 *Chuarina* 等, 10.8m。
- 6) 黄绿、灰白色薄-中层含海绿石条带石英细砂岩, 5.3m。
- 5) 紫红色含钙质结核页岩,夹泥质灰岩凸镜体, 13.2m。
- 4) 黄绿色页岩,夹薄层石英砂岩,产微生物化石, 20.8m。
- 3) 灰绿、灰白色薄层条带状石英粉砂岩,底部为厚约 0.1m 褐铁矿层, 17.9m。
- 2) 灰白色薄-中层石英细砂岩, 0.7m。
- 1) 黄绿色页岩,夹皮壳状褐铁矿结核(未见底)。

3. 江苏省铜山县魏集-白山剖面

上覆地层:下寒武统侯家山组 黄灰色中层含砾钙质石英细砂岩。

新元古界 史家组下部(厚 22.8m)

- 15) 灰黄色薄层泥质白云岩,纹层发育, 3.0m。
- 14) 黄灰色中层叠层石礁泥质白云岩,产叠层石 *Katavia* 及 *Gymnosolen* 等, 8.8m。
- 13) 灰色水云母粘土页岩,夹粉砂质页岩及紫红色页岩。产宏体碳质化石 *Chuarina*、*Tawuia* 及 *Anhuella* 等,微生物化石 *Spumiosa*、*Trachysphaeridium*、*Synsphaeridium* 及 *Brochop-sophosphaera* 等, 11.0m。

魏集组(厚 211.4m)

- 12) 灰白、灰黄色薄-中层叠层石礁白云岩,产叠层石 *Colonnella* 及 *Jurusania* 等, 8.3m。
- 11) 浅灰、紫红色中层叠层石礁泥质灰岩,产叠层石 *Baicalia*、*Conophyton*、*Jacutophyton*、*Pitella* 及 *Gymnosolen* 等, 43.3m。
- 10) 灰绿色水云母粘土页岩,夹紫红色页岩及叠层石礁灰岩透镜体。产叠层石, 8.5m。
- 9) 灰色薄层白云岩,顶部为黄灰色叠层石礁泥质灰岩。产叠层石 *Baicalia*、*Tungussia* 及 *Colonnella* 等, 14.7m。
- 8) 深灰色薄层灰岩,夹厚层竹叶状砾屑灰岩,局部纹层发育。产微生物化石 *Trachysphaeridium* 及 *Asperatopsosphaera* 等, 24.3m。
- 7) 深灰色水云母粘土页岩,产宏体碳质化石 *Chuarina* 等, 3.8m。
- 6) 灰色薄-中层白云岩,夹砂砾屑白云岩及叠层石礁白云岩。产叠层石 *Conophyton* 及 *Stratifera* 等, 18.2m。
- 5) 深灰色薄层灰岩,夹白云岩透镜体,粘土页岩及砂砾屑灰岩, 28.4m。
- 4) 灰、深灰色薄-中层白云岩,夹深灰色灰岩及灰绿色页岩,产宏体碳质化石 *Chuarina* 等。48.6m。
- 3) 灰、深灰色薄层灰岩,夹黄绿色页岩及砾屑灰岩透镜体,波状层发育, 7.4m。

2) 灰白色薄层白云岩, 夹薄层灰岩, 3.2m。

1) 青灰色水云母粘土页岩, 2.7m。

下伏地层: 新元古界张渠组: 青灰色中层白云岩。

4. 安徽省灵璧县陇山剖面

上覆地层: 新元古界魏集组: 黄绿、紫红色钙质页岩。

张渠组(厚 377.6m)

19) 灰、浅灰色厚层白云岩, 波状层理发育。产叠层石 *Minjaria* 等, 96.1m。

18) 灰色厚层含白云质灰岩, 夹叠层石礁灰岩透镜体。产叠层石 *Gymnosolen*, 19.3m。

17) 灰色中层灰岩, 夹紫红色页岩, 7.3m。

16) 灰色中层灰岩, 上部夹约 4m 厚浅灰色泥质灰岩, 龟裂纹发育, 27.0m。

15) 浅灰色中层含白云质灰岩, 夹紫红、灰色钙质页岩, 3.1m。

14) 灰色中层灰岩, 夹浅灰色泥质灰岩, 龟裂纹发育, 74.9m。

13) 灰色薄层灰岩, 上部夹约 8m 厚灰紫色钙质页岩, 108.9m。

12) 灰色薄层灰岩、紫红色钙质页岩互层, 风化后呈肋状, 24.5m。

11) 灰色中层灰岩、底部约 0.1m 厚灰色竹叶状砾屑灰岩, 16.5m。

九顶山组(厚 370.6m)

10) 浅灰色厚层灰岩, 夹白云岩透镜体。产叠层石 *Jurusania* 及 *Inzeria* 等, 22.6m。

9) 浅灰色厚层白云岩, 5.0m。

8) 浅灰色中层灰岩, 9.1m。

7) 灰色中层白云岩, 夹厚约 0.2m 石英粉砂岩。白云岩中燧石条带发育。产微生物化石 *Trachysphaeridium* 及 *Eoentophysalis* 等, 20.6m。

6) 灰色中层灰岩, 上部含少量燧石结核, 下部燧石条带发育, 26.8m。

5) 浅灰色中层鲕状白云岩, 底部约 0.5m 厚灰白色石英细砂岩。白云岩燧石条带发育, 17.9m。

4) 灰色中层白云岩、灰岩互层, 10.1m。

3) 灰白色块状白云岩, 夹灰红色泥质灰岩, 产叠层石, 56.4m。

2) 灰色块状灰岩, 产叠层石 *Gymnosolen*、*Inzeria* 及 *Baicalia*, 65.0m。

1) 深灰色块状灰岩, 底部夹 3 层竹叶状砾屑灰岩, 产叠层石 *Baicalia*, 137.1m。

下伏地层: 倪园组: 浅灰色厚层泥质灰岩。

5. 江苏省铜山县寨山剖面

上覆地层: 新元古界九顶山组: 灰黑色中层白云岩。

倪园组(厚 400.9m)

19) 灰色薄-中层白云岩, 燧石条带及纹层发育, 3.5m。

- 18) 灰色薄-中层泥质白云岩,夹白云质泥灰岩及白云岩,白云岩燧石条带发育,59.7m。
- 17) 紫灰、土黄色薄层泥质白云岩,夹灰色中层白云岩,纹层发育,层面见波痕,干裂构造,51.7m。
- 16) 灰色中层白云岩,偶见燧石条带及结核,纹层发育。燧石切片见微生物化石 *Siphonophycus*、*Eozygion* 及 *Globophycus* 等,91.6m。
- 15) 灰色薄层灰岩,夹白云质灰岩及薄层竹叶状砾屑灰岩,层面见雨痕构造,39.6m。
- 14) 灰色中层白云岩,夹薄层竹叶状砾屑灰岩,层面见波痕构造,54.8m。

赵圩组(厚 211.9m)

- 13) 灰色中层泥质灰岩,夹灰色厚层叠层石礁透镜体、砾屑灰岩,含少量黄铁矿结核,层面见波痕、冲刷槽及干裂构造。产叠层石 *Jurusania* 等,105.0m。
- 12) 灰色厚层灰岩,夹灰色薄层泥灰岩及叠层石礁凸镜体,纹层发育。产叠层石 *Jurusania* 等,23.0m。
- 11) 灰色中层泥质灰岩,夹叠层石礁透镜体,下部夹砾屑灰岩,层面见波痕。产叠层石 *Jurusania* 及 *Baicalia* 等,30.1m。
- 10) 深灰色厚层灰岩,夹叠层石礁凸镜体及薄层砾屑灰岩,具小冲刷槽及鸟眼构造。产叠层石 *Gymnosolen* 及 *Inzeria*,35.9m。
- 9) 青灰色厚层灰岩,下部夹泥质砂灰岩及薄层砾屑灰岩,具黑色不规则方解石细脉。产微生物化石 *Synplastosphaeridium* 及 *Monilinema* 等,17.9m。

贾园组(厚大于 254.9m)

- 8) 灰色中层泥质砂灰岩,顶部夹中层砾屑砂灰岩,具波痕、冲刷槽、小型槽状层理及雨痕构造,81.3m。
- 7) 灰黑色中层鲕状灰岩,夹黄灰色薄层泥质灰岩,6.5m。
- 6) 灰色中层粉砂质灰岩,夹泥质砂灰岩,上部夹中层砾屑泥质灰岩,具波状、槽状层理、小冲刷槽及鸟眼构造,23.5m。
- 5) 灰色中层砂泥质灰岩,夹粉砂质灰岩及砾屑泥质灰岩,纹层及小型冲刷槽发育。产微生物化石 *Leiosphaeridia*、*Trachysphaeridium* 及 *Synplastosphaeridium* 等,47.6m。
- 4) 灰色中-厚层粉砂质灰岩,夹薄层砂泥质灰岩,斜层理发育,局部见叠层石礁灰岩,24.0m。
- 3) 灰色薄-中层泥质灰岩与粉砂质灰岩互层,夹紫灰色薄层钙质粉砂岩,偶见叠层石礁灰岩,54.5m。
- 2) 深灰色厚层夹薄层泥砂质灰岩,17.5m。
- 1) 浅灰色厚层粉砂质灰岩,纹层及斜层理发育(未见底)。

三、淮南地区代表性剖面

6. 安徽省凤阳县宋集剖面

上覆地层:新元古界四顶山组:顶部 粉红、土黄色中-厚层白云质砾岩。

上一下部(厚 153.4m)

- 34) 紫红色薄-中层条纹状硅质白云岩,5.2m。

- 33) 灰、灰红色薄-中层白云岩,夹紫红色纹层白云岩,11.7m。
32) 灰色中-厚层条带状白云岩,向上燧石条带及结核发育,32.8m。
31) 灰白、灰黄、粉红色厚层白云岩。下部含小燧石结核,上部夹叠层石礁白云岩,产叠层石 *Gymnosolen*、*Inzeria*、*Tungussia* 及 *Boxonia* 等,42.4m。
30) 灰白色厚层白云岩,夹叠层石礁白云岩,产叠层石 *Jurusania* 等,34.1m。
29) 粉红色厚层白云岩,夹叠层石礁白云岩,产叠层石 *Gymnosolen* 及 *Baicalia* 等,27.2m。
-

九里桥组(厚 88.2m)

- 28) 灰、浅灰色厚层灰岩,夹叠层石礁灰岩,产叠层石,16.6m。
27) 浅灰、灰白色薄层泥灰岩,17.0m。
26) 灰白色厚层钙质石英粉砂岩,4.6m。
25) 灰白色厚层硅质白云质灰岩,12.5m。
24) 灰黄色薄-中层粉砂质灰岩,3.2m。
23) 灰色厚层砂质白云质灰岩,局部纹层发育,15.5m。
22) 浅灰色厚层含钙石英粉砂岩,5.0m。
21) 灰、灰紫、灰绿色。中-厚层灰岩,含钙质粉砂质结核或条带,13.8m。
-

四十里长山组(厚 34.0m)

- 20) 灰白、灰黄色厚层含电气石石英粉砂岩,纹层发育,15.0m。
19) 灰色中层含电气石含钙石英粉砂岩,交错层理发育,19.0m。
-

刘老碑组(厚 693.2m)

- 18) 浅灰色薄层纹层状钙质石英粉砂岩,夹少量黄绿色页岩,57.3m。
17) 黄绿色页岩夹灰绿色薄层粉砂质泥质灰岩,12.4m。
16) 灰白、灰色薄-中层纹层状白云质、砂质灰岩,夹泥灰岩及少量钙质页岩,22.6m。
15) 灰白、浅灰色薄层灰岩,夹少量黄绿色页岩,产微生物化石 *Leiosphaeridia* 及 *Trachysphaeridium* 等,45.1m。
14) 黄绿色页岩夹灰色薄层泥灰岩及浅灰色薄层钙质粉砂岩。页岩产宏体碳质化石 *Chuarina* 等,微生物化石 *Leiosphaeridia* 及 *Trachysphaeridium* 等,55.0m。
13) 黄绿色页岩,夹绿色薄层灰岩。产微生物化石 *Asperatopsophosphaera* 等,77.9m。
12) 第四系覆盖(附近见零星紫红色泥灰岩露头) 161.0m。
11) 灰白色薄层含海绿石电气石石英砂岩,夹黄绿色页岩,上部页岩增多,154.4m。
10) 紫红、黄绿色页岩,夹紫红色薄层泥质灰岩,18.2m。
9) 紫红色薄层泥质灰岩,夹黄绿色泥质灰岩,63.5m。
8) 紫红色薄层灰岩,夹钙质页岩,7.4m。
7) 黄绿色钙质页岩,夹紫红色薄层灰岩,7.3m。
6) 紫红色薄层细砂岩,底部 0.3~0.5m 灰白色薄层含砾石英砂岩,8.1m。
-

伍山组(厚 63.7m)

- 5) 灰白色中-厚层石英砂岩,底部含海绿石及石英砾岩,61.7m。

4) 灰白色中层石英砾岩,砾径 1~2cm,磨圆度良好,硅质胶结, 2.0m。

曹店组(厚 18.5m)

3) 紫色薄层赤铁矿层,上部为紫红色铁质石英砾岩, 3.2m。

2) 紫红色中-厚层铁质石英砾岩,砾石为石英岩、片岩及大理岩,砾径 1~50cm 不等,磨圆度差至中等,铁质、泥质及砂质胶结, 2.1m。

1) 紫红色砂砾岩, 13.2m。

下伏地层:古元古界凤阳群宋集组 紫红色千枚岩。

7. 安徽省寿州市店疙瘩-白鹞山剖面

上覆地层:下寒武统侯家山组:灰黄色薄层白云质粉砂质页岩

四顶山组(厚 267.0m)

36) 粉红色白云质砾岩, 11.8m。

35) 浅灰色中-厚层硅质白云岩,燧石条带发育,产核形石, 2.9m。

34) 灰、灰黑色中-厚层含钙质白云岩,局部含燧石条带及结核,产微生物化石, 18.2m。

33) 浅灰色厚层白云岩,含燧石结核,产叠层石 *Tungussia* 等, 69.6m。

32) 浅灰色厚层白云岩,底部为 1m 厚灰色中层竹叶状砾屑白云岩,产叠层石 *Baicalia* 等, 25.9m。

31) 粉红色中层纹层状白云岩,含少量燧石结核, 5.2m。

30) 浅灰、淡红色中-厚层白云岩,具方解石及硅质细网脉, 10.7m。

29) 浅灰、灰色中-厚层含燧石结核纹层状白云岩,产微生物化石, 22.6m。

28) 灰、灰白色厚层钙质白云岩,含少量燧石结核。产叠层石 *Baicalia*, *Inzeria* 等, 46.6m。

27) 灰白色厚层白云岩,产叠层石 *Baicalia* 等, 13.8m。

26) 浅灰、粉红色中层白云岩, 4.8m。

25) 粉红色厚层白云岩,产叠层石 *Baicalia* 等, 24.8m。

24) 深灰色厚层白云质灰岩,夹厚层钙质粉砂岩及少量页岩,产叠层石 *Inzeria* 等, 10.1m。

九里桥组(厚 71.2m)

23) 深灰色薄层条带状泥质灰岩, 18.1m。

22) 灰色中-薄层灰岩夹薄层泥灰岩,泥灰岩产宏体碳质化石 *Chuaria* 等,灰岩产叠层石 *Minjaria* 等, 1.3m。

21) 黄灰色薄-中层灰岩,产叠层石, 16.2m。

20) 灰色厚层砾屑灰岩, 6.1m。

19) 灰色中层粉砂质泥质灰岩, 20.4m。

18) 青灰色厚层含海绿石粉砂质白云质灰岩,产叠层石, 9.1m。

四十里长山组(厚 45.2m)

- 17) 灰黄色中层纹层状长石石英粉砂岩, 13.7m。
- 16) 浅红色厚层石英粉砂岩, 12.9m。
- 15) 灰黄色中层钙质石英砂岩, 18.6m。

刘老碑组(厚 531.0m)

- 14) 灰黄色薄层粉砂质灰岩、泥灰岩, 夹黄绿色页岩, 26.4m。
- 13) 灰、灰黄色中层钙质石英粉砂岩, 夹薄层粉砂质灰岩, 产微生物化石 *Laminarites* 等, 28.0m。
- 12) 灰黄、黄绿色中层钙质粉砂岩, 粉砂质灰岩, 夹少量钙质页岩, 页岩产宏体碳质压膜 *Chuarina* 等, 29.4m。
- 11) 黄绿、暗绿色页岩, 夹少量薄层泥灰岩。页岩产宏体碳质化石 *Chuarina*、*Tawuia* 及 *Sinosabel-lidites* 等, 18.3m。
- 10) 黄绿色页岩, 夹薄层灰岩及少量钙质粉砂岩, 38.2m。
- 9) 黄绿色页岩, 夹少量泥灰岩。页岩产宏体碳质化石 *Tyrasotaenia* 等, 49.8m。
- 8) 黄绿色页岩, 夹薄层粉砂质泥质灰岩及铁质钙质石英粉砂岩凸镜体, 22.2m。
- 7) 黄绿色页岩, 富产宏体碳质化石 *Chuarina* 及 *Tawuia* 等, 及微生物化石, 3.0m。
- 6) 黄绿色页岩, 夹少量薄层泥灰岩, 产宏体碳质化石 *Chuarina* 等, 及微生物化石, 35.8m。
- 5) 浅灰绿色薄层白云质灰岩, 夹钙质页岩, 上部被第四系覆盖, 263.6m。
- 4) 紫红色中层白云质灰岩, 1.6m。
- 3) 灰紫色薄层泥灰岩, 14.7m。

伍山组(厚大于 22.1m)

- 2) 灰白色中层含海绿石石英砂岩, 9.4m。
- 1) 紫红色含铁石英粗砂岩, 强烈破碎硅化, 大于 12.7m。

断层

下伏地层: 太古宇五河群: 灰白、粉红色细粒黑云母斜长片麻岩, 夹暗绿色斜长角闪岩。

四、地层划分及特征

1. 曹店组

1978 年由安徽省地质局区域地质调查大队, 根据安徽省凤阳县曹店北东的大伍山(曾误称为大邬山)剖面一套不整合覆盖于凤阳群千枚岩上, 伍山组底部的含铁质砂砾岩命名。

特征: 下部为灰白-灰紫色厚层石英砾岩及铁质石英砾岩, 砾石分选较差, 砾径以 10~30mm 者居多, 磨圆度较好, 成分以石英岩为主, 千枚岩、片岩及大理岩为次, 碎屑物源于下伏地层; 上部为紫色薄层铁质砂砾岩及铁质粉砂岩。总体为下粗上细, 铁质增高时可形成透镜状赤铁矿贫矿体, 有时具鲕状结构。

该组厚度 0~21m, 仅分布于凤阳及霍邱一带, 沿走向断续出露。

2. 伍山组

1939 年李四光将安徽省凤阳县曹店北东大伍山一带的石英砂岩称为“伍山石英岩”,