



中国地质调查成果

CGS 2017-074

神农架

中新元古代沉积地质景观

◎ 柳永清 旷红伟 等著



地质出版社



中国地质调查局神农架地层专题组 (121201102000150010-1)

湖北省国土资源厅与神农架国家公园

国家自然科学基金项目 (41472082)

国家重点研发计划深地资源勘查开采重点专项 (2016YFC0601001)

联合资助

神农架

中新元古代沉积地质景观

柳永清 旷红伟 彭楠 杨宏伟 朱志才

范正秀 王能盛 许欢 刘海 安伟

章朋 王玉冲 夏晓旭 宋换新 唐永

王昌勇 耿元生 王泽九 王志先

著



地质出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

野外观察、识别和描述沉积岩特征是沉积学研究的基础与核心。本图册以野外拍摄的大量精美露头照片为重点,结合沉积矿产、观赏石、显微镜下照片等,通过简练的文字,图文并茂地介绍了鄂西北中新元古界神农架群和南华系-埃迪卡拉系沉积岩、沉积构造特征,对读者更好地观察和识别不同类型沉积岩具有重要的指导意义。

本图册适用于高等院校及科研院所沉积、地质学及相关专业的学生、教师与科研人员在学、教学及沉积岩区野外地质工作中参考。同样也适用于对沉积岩、前寒武纪沉积学、地质公园与地质科普感兴趣的地学爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

神农架中新元古代沉积地质景观 / 柳永清等著.

—北京:地质出版社, 2017.5

ISBN 978-7-116-10314-6

I. ①神… II. ①柳… III. ①新元古代—沉积环境—地质—景观—研究—神农架 IV. ①P588.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 078227 号

Shennongjia Zhongxinyuangudai Chenji Dizhi Jingguan

责任编辑:李凯明

责任校对:李 玫

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) 66554646 (邮购部); (010) 66554581 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554582

印 刷:北京顺诚彩色印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm $\frac{1}{16}$

印 张:11.25

字 数:200 千字

版 次:2017 年 5 月北京第 1 版

印 次:2017 年 5 月北京第 1 次印刷

定 价:98.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-10314-6



(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)



前言

2015 年,湖北省国土资源厅安排了“神农架群岩石地层序列和年代格架研究”项目,由神农架国家公园管理局与全国地层委员会签订了项目合同,项目实施单位为全国地层委员会。中国地质科学院地质研究所作为项目承担单位之一,受托完成“神农架群地层格架和沉积特征调查研究”专题研究任务。本研究工作也得到中国地质调查局的大力支持,专门设立了“神农架地层”专题组(121201102000150010-1)和配套的资金,国家重点研发计划深地资源勘查开采重点专项(2016YFC0601001)与国家自然科学基金项目(41472082)也同时对该专题给予了资助。在国家、部委和地方政府的大力支持与资助下,通过将近两年野外和室内系统工作,截至 2016 年 12 月底,中国地质科学院地质研究所超额完成了专题合同中规定的实物工作量,圆满完成了各项研究任务。

为进一步梳理和总结神农架群和南华系-埃迪卡拉系研究成果,并充分展现神农架群和南华系-埃迪卡拉系地层学、沉积学和古生物学,特别是沉积岩石学,沉积相及沉积环境等方面丰富多彩、美轮美奂的自然现象和地质景观,服务神农架国家公园科普教育,体现本研究成果的科学性、社会性、公益性宗旨,本专题研究人员基于神农架群和南华系-埃迪卡拉系两年研究工作所取得的巨量实际资料,通过精心策划,周密部署,科学选材和合理分工,在有限时间内完成了本图册的编撰工作。图册内容以图片为主,附以简单、通俗的描述,主要展现神农架地区神农架群和南华系-埃迪卡拉系地层、沉积、岩石、沉积构造,以及其他具有明显神农架特色的岩石类型、地质景观与矿产资源等,重点是神农架群和南华系-埃迪卡拉系的形成、演化过程中具代表性的滨浅海或海相潮坪环境的岩石、沉积构造和地质景观特征,微生物与微生物岩(叠层石)的特点,雪球地球事件及其产物特征,岩石和地层构造变形以及后期改造等特征。

本图册前言、第1篇、第2篇和第4篇由柳永清研究员撰写，第3篇由杨宏伟高级工程师和刘海工程师撰写；旷红伟教授组织了初稿，撰写了前言、绪论和正文的部分内容，并完成全书的统稿、修改和校订工作；耿元生研究员不仅参加了本研究的野外工作，而且提供了技术指导，并对本图册提出了修改意见和建议，同时对图册进行了部分校订。在图册编撰过程中，彭楠、许欢、安伟、王能盛、范正秀、朱志才等参加了初稿的撰写，柳永清、旷红伟、彭楠、朱志才、范正秀、许欢、安伟、王能盛、章朋、宋换新、唐永等人参加了所有或大部分野外工作及室内工作，易治宇、王昌勇、王玉冲、夏晓旭、宋昌贵、蔡娜娜等参加了部分野外和室内工作；此外，长江大学的十余名师生参加了本项目的研究工作，分别是：长江大学的胡勇副教授及周文、陈梁、凌睿、薛伟、刘杨、黄劲风、周立夫、李忠岩、程弘飞、李林翰、杨振瑞、张永新，中国矿业大学（北京）宋昌贵，以及成都理工大学张懿等研究生。

本研究 and 图册由湖北省国土资源厅与神农架国家公园，中国地质调查局“神农架地层”专题组（121201102000150010-1），国家自然科学基金项目（41472082）与国家重点研发计划深地资源勘查开采重点专项（2016YFC0601001）联合资助。专题研究工作和图册编撰得到湖北省地质调查院瞿乐生研究员，中国地质科学院王泽九先生、马秀兰研究员、尚新研究员，中国地质科学院地质研究所姚建新研究员和湖北省国土资源厅曹微同志的指导和帮助；神农架国家公园与原神农架世界地质公园、世界自然遗产保护区管委会及神农架林区林业局等单位的领导和同志对本专题工作、业务的协调和帮助，特别是野外考察工作中给予了大力帮助和便利，在此一并致谢！此外，研究生陈骁帅、郑行海参加了部分校对工作。

本图册既可作为高等院校师生沉积岩与沉积构造学习的实验实习材料，也可为区域地质调查、沉积地层研究、前寒武纪沉积岩研究等方面的科研院所科研人员提供参考，特别是为神农架地区神农架群地层学、沉积学研究提供了良好的素材。

由于时间仓促，作者水平有限，图册难免存在错误或疏漏之处，敬请读者批评指正。

作者

北京，2017年1月

// 目 录 //

前 言

绪 论	1
0.1 神农架自然地理背景	1
0.2 神农架群地层地质背景	1
0.3 本书结构	5

第 1 篇 沉积岩

1.1 碎屑岩	8
1.1.1 砾岩	8
1.1.2 砂岩	22
1.1.3 粉砂岩	27
1.1.4 泥(页)岩	33
1.2 碳酸盐岩	37
1.2.1 化学成因的白云岩	37
1.2.2 砾屑白云岩	60
1.2.3 鲕粒白云岩	65
1.2.4 叠层石白云岩	69

第 2 篇 沉积构造

2.1 流水成因的沉积构造	92
2.1.1 流水成因的层面构造	92
2.1.2 流水成因的层理构造	96
2.2 生物成因的沉积构造	114
2.2.1 叠层石	114
2.2.2 宏观藻类	119
2.3 准同生成岩或变形构造	121
2.4 暴露成因的沉积构造	129
2.5 寒冷气候成因的沉积构造	132
2.6 构造变形或改造	134

第 3 篇 沉积矿产	139
第 4 篇 其他岩类与地质景观	149
4.1 岩浆岩	150
4.2 观赏石	158
4.3 宇宙尘颗粒	167
主要参考文献	168
研究团队风采	169
自然风光集锦	171

绪 论

——神农架地区中新元古代神农架群地质背景

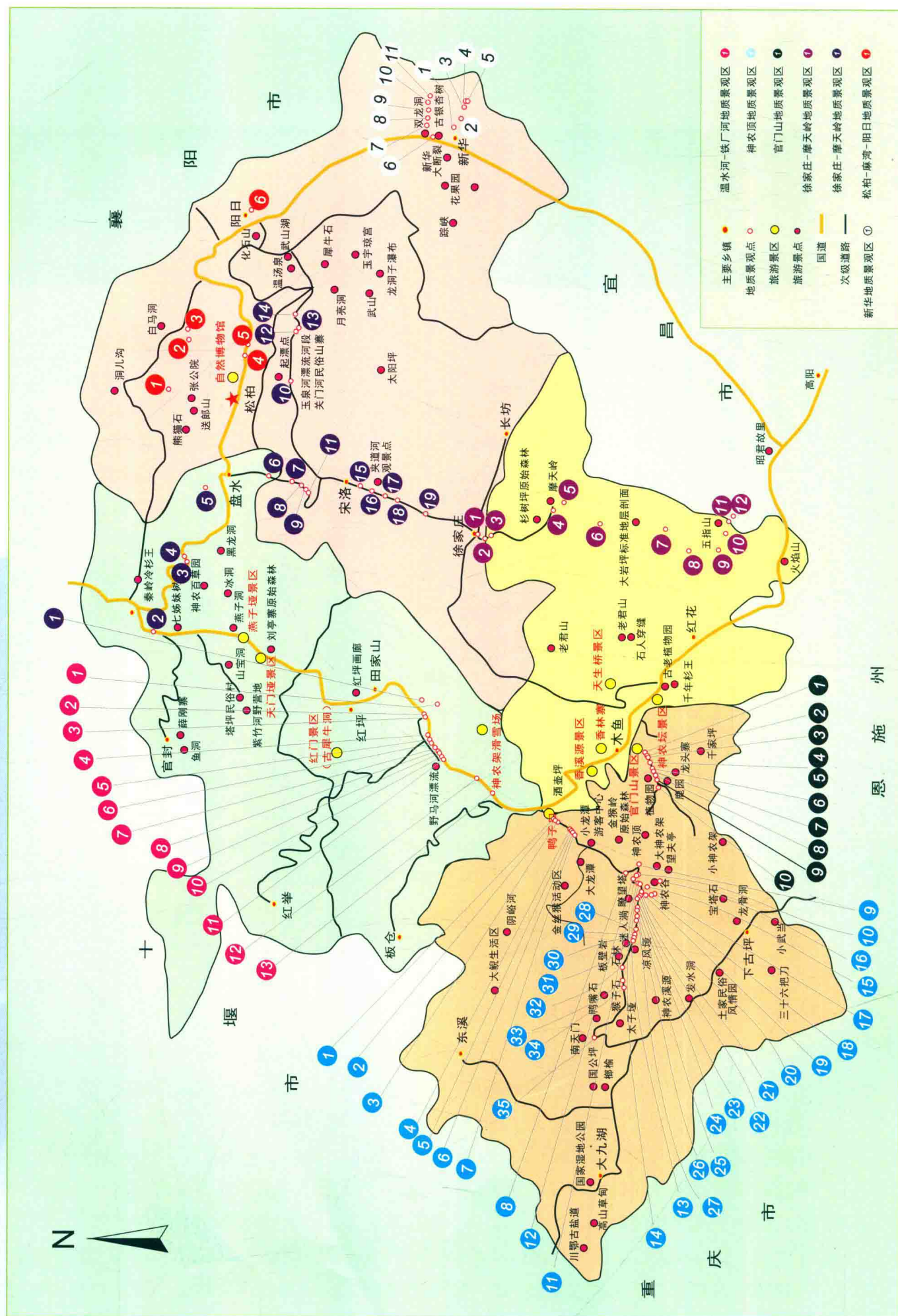
0.1 神农架自然地理背景

神农架位于鄂西北边陲,东接保康,西邻重庆巫山,南依兴山、巴东而濒三峡,北倚房县、竹山且近武当。神农架林区系印支运动末至燕山运动奠定的地貌格架。第四纪气候的冷暖变化,在部分地段残留了冰川地貌,致使区内地貌复杂多样。神农架山脉呈近东西向横亘于神农架林区西南部,神农顶最高海拔为 3106.2m,是华中地区最高峰。区内具有构造溶蚀地貌、侵蚀溶蚀地貌、侵蚀剥蚀地貌与堆积地貌等四种地貌形态。神农架属于北亚热带季风气候区,为亚热带气候向温带气候过渡区域,也是长江和汉江的分水岭,林区内共有四大水系,分别为香溪河、沿渡河、南河、堵河。

2016 年国家正式批准神农架林区建立国家公园,湖北神农架是中国首个被联合国教科文组织世界遗产名录、世界地质公园网络、世界人和生物圈计划共同记录在案的多头衔国际保护地。湖北神农架世界自然遗产地面积约 733.18 km²,分为西部的神农顶、巴东片区和东部的老君山片区,遗产地缓冲区面积为 415.36 km²。目前,神农架遗产地内有 3767 种维管束植物,已记录脊椎动物 600 多种,已发现昆虫 4365 种。其中有 205 个本地特有种、2 个特有属和 1793 个中国特有种,旗舰物种神农架金丝猴数量达 1300 多只。通过 2 年来的研究和填图,我们在神农架地区主要景区采集地质景观观点并记录整理 101 个(见“神农架地区主要景区及地质景观观点采集实物材料图”),为本书的撰写提供了大量基础资料和素材,后续工作还在继续进行,景区主要旅游路线地质点地质信息将另文出版。

0.2 神农架群地层地质背景

长期以来,华北克拉通北缘燕辽地区中元古代(1800~1000Ma)地层被认为是我国北方发育最完整的地层序列,且一直作为我国中元古代标准地层。但近年来该地区中新元古代地层年代学研究取得的一系列重要进展揭示,燕辽地区中元古代地层序列并不完整,底部年龄仅为 1650Ma,顶部年龄也只有 1370Ma,因此,华北北部 1370~1000Ma 的中元古代地层需要在我国其他地区重新研究确定。在扬子西缘和北缘发育有这一时代的地层,但扬子西缘构造复杂,地层被断裂破坏肢解严重,不利于标准地层层序的建立,而地处扬子北缘神农架地区的中元古代神农架群成为填补中国地层表中 1370Ma 以上的中新元古界空缺的理想对象。神农架群同时也是神农架国家公园地质科学建设、观光旅游和科普



神农架地区主要景区及地质景观点采集实物材料图 (底图来自神农架景区宣传图)

教育的核心内容。因此，在神农架地区研究中国中元古代地层，遴选中国中元古代标准剖面层型不仅具有重要的科学研究意义与实际应用价值，也能充分体现科研成果的大众科普教育功能。

神农架群系 1962 年在湖北省神农架地区创建，但一直缺乏可靠的年代学数据，不同学者对神农架群的定义及其地层划分对比分别提出了不同的方案。1：20 万神农架幅区调报告（1974）、《湖北省岩石地层》（1996）将神农架群划分为 8 个组，后来天津地质矿产研究所和湖北省区域地质调查队合作开展综合研究，划分为 11 个组。2004 年湖北省地质调查院 1：25 万区调不仅将神农架群划分为 4 个组，还将之前的地层顺序重新定义和调整。此外，与神农架群有关的马槽园群也存有争议。1：20 万神农架幅区调报告（1974）认为是新元古代地层磨拉石建造，近几年依据该群内火山岩夹层中获得（1165±14）Ma 和（1139±14）Ma 的锆石 U-Pb 年龄数据，将其划归为中元古代神农架群，有关马槽园群与神农架群地层关系以及成因还在继续争论中，本研究也提出了新的划分方案（见“神农架群历史划分沿革与本课题划分方案”）。同时，神农架群上覆南华系和埃迪卡拉系的研究近年来也取得重要进展，不仅进一步确认和深化了它们与扬子三峡地区南华系特征的可对比性，而且在冰川期次划分、冰碛岩地层层序、冰后期地层层序，以及沉积环境、沉积相和区域大地构造环境等方面的研究也都取得了重要进展。

神农架群历史划分沿革与本课题划分方案

湖北省地调局综合队 (1965)		1:20 万区调 (1974)		神农架上前寒武纪专题 (1984)		刘成新 (2004)		本课题 (2016)		
震旦系伍子坪群	灯影组	震旦系	灯影组	震旦系	灯影组	震旦系	灯影组	灯影组		
	陡山沱组		陡山沱组		陡山沱组		陡山沱组			
	冰碛岩		南沱冰碛岩		南沱组	南华系	南沱组	南沱组		
					大塘坡组		大塘坡组	大塘坡组		
	砂岩		南沱砂岩		坪阡组		坪阡组	古城组		
	黑色硅质岩 高桥河组 石槽河组 羊圈河组 红河组	神农架群	马槽园群	马槽园群	青白口系		凉风垭组			
			上亚群		瓦岗溪组	中元古界	神农架群			瓦岗溪组
					送子园组					送子园组
			中亚群		石槽河组					石槽河组
下亚群	台子组			台子组	野马河组					野马河组
	矿石山组			矿石山组	台子组					
	韭菜垭子组		下亚群	大窝坑组	大窝坑组					大窝坑组
乱石沟组				乱石沟组	乱石沟组					乱石沟组
大岩坪组				大岩坪组	大岩坪组					大岩坪组
		鹰窝洞组		鹰窝洞组	鹰窝洞组					鹰窝洞组

因此,神农架群自建群以来虽然取得巨大研究进展,但仍存在许多有待解决的重要地质问题。神农架群是我国中元古界沉积层系出露最好的地区之一,作为中国地层表中距今 1000~1370Ma 时期空白的候选层型剖面具有非常大的潜力。当前应充分利用现有资料成果,加强多学科综合研究,理顺神农架群地层关系,开展神农架群地层学与沉积学研究,力争把神农架群作为中国地层表中待建系的立典剖面,为神农架地质公园地质科普提供科技支撑与基础材料,并服务于神农架国家地质公园科普教育。

0.3 本书结构

本书共分 4 篇,以图册的形式展示了神农架地区中新元古代主要沉积岩类型和主要沉积构造类型,同时兼顾沉积矿产及特殊岩石类型与景观的展示。

(1) 主要沉积岩类型划分

在本图册编撰中,考虑到非专业性质和科普需求,没有严格按照经典沉积岩石学专业分类方法进行沉积岩的分类划分,而是尽可能通俗易懂地对沉积岩做大致的划分,以易于公众理解或掌握。特别指出的是,第 1 篇的“神农架地区中新元古代主要沉积岩石类型一览表”列出了神农架中新元古代常见沉积岩类型,后续沉积构造、沉积矿产和特殊沉积岩类也按此原则划分。

神农架地区中新元古代主要沉积岩类型首先按化学成分和矿物成分区分为碎屑岩和碳酸盐岩两大类,进一步将碎屑岩按照碎屑颗粒大小分为砾岩、砂岩、粉砂岩与泥(页)岩(专业意义的划分标准请查阅相关参考材料)。同时按照岩石中颗粒矿物和化学组分或粒度的差异再进一步细分。研究区的碳酸盐岩基本为白云岩,因此仅按白云岩的颗粒结构、化学成分、矿物成分与生物或有机质等进一步区分。其中叠层石白云岩的细分是按照叠层石的不同形态划分的,都代表着同一种微生物岩大类。其划分详见第 1 篇“神农架地区中新元古代主要沉积岩类型一览表”及“沉积岩碎屑粒径划分一览表”。

(2) 主要沉积构造类型划分

本图册对神农架地区中新元古代主要沉积构造类型划分并非专业尺度的,而是尽可能通俗易懂地进行分类(见第 2 篇的“神农架地区中新元古代主要沉积构造类型表”)。本图册所列出的仅是神农架地区中新元古代沉积岩中最常见的沉积构造类型代表,同时在后续的图片展示中也仅做了简要的文字说明,涉及更专业更详细的内容和专业知识请查阅有关沉积学方面的文献。

(3) 其他特殊沉积岩类

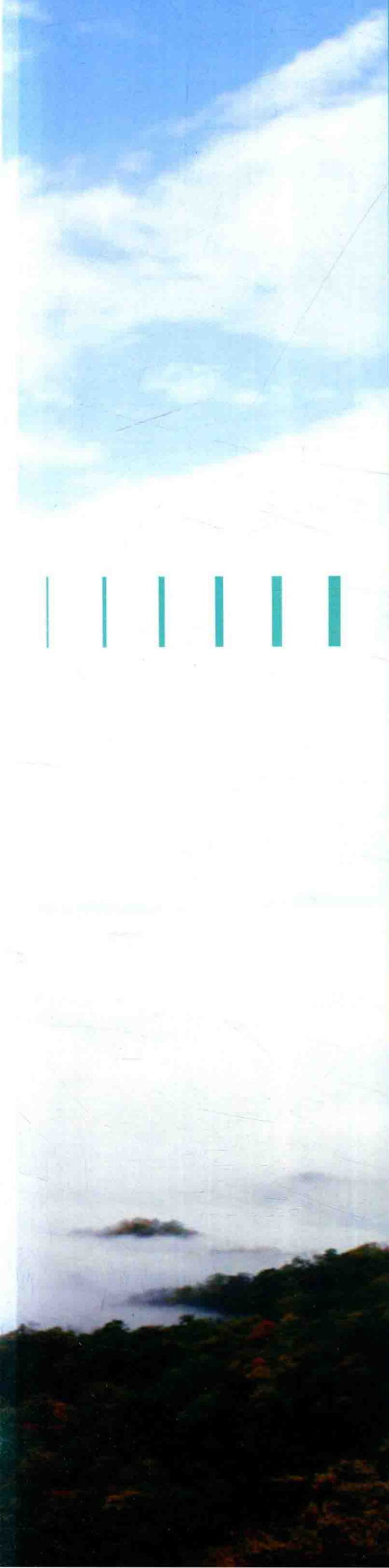
包括玛瑙砾岩,经络石,蜂窝石,蜡石,神农“鸡血石”,熔积岩等。

(4) 主要含矿岩石与矿产

包括能源矿产:石煤;黑色金属矿产:铁矿,锰矿和钒矿;非金属矿产:磷矿和白云岩、石灰岩矿等。



天燕云海



第 1 篇 沉积岩

沉积岩 (sedimentary rocks) 是组成地球岩石圈三大岩类 (沉积岩、岩浆岩和变质岩) 之一, 也是地层学和古生物学, 特别是古地理、古环境和古生态研究的基础。沉积岩形成于海洋或陆地环境, 将其他岩石的风化产物和一些火山喷发物, 经过流水或风力、冰川以及生物等地质营力的搬运、沉积、成岩作用形成的岩石, 称为碎屑沉积岩 (如砾岩、砂岩、粉砂岩等); 由母岩风化产物中的溶解质通过化学作用沉积而形成的岩石, 称为化学沉积岩 (如碳酸盐岩、石膏、铝土矿等); 由大量生物体的堆积, 经过成岩作用形成的岩石, 称为生物沉积岩 (如硅藻土、磷块岩等)。这三种沉积岩以前两类为主, 占沉积岩总量的 95% 左右。这些沉积岩之间并没有截然的界限, 它们之间常常有过渡类型。沉积岩在陆地上出露的面积占有所有岩类的 75% 左右, 沉积岩中所含的矿产占世界全部矿产资源量的 80%, 包含绝大部分能源、非金属、金属和稀有元素矿产, 同时还可以产古生物化石。

神农架地区沉积岩类非常发育, 以碎屑岩类和碳酸盐岩类为主。碎屑岩类按照碎屑的粒度, 进一步划分为砾岩、砂岩 (包括粉砂岩) 和泥 (页) 岩, 其中砾岩则可按形成条件, 进一步划分为滨岸砾岩、冲积砾岩、河成砾岩、冰碛砾岩、滑塌砾岩等。神农架地区的碳酸盐岩主要是由白云石组成的白云岩类, 可以进一步划分为结晶碳酸盐岩、颗粒碳酸盐岩和生物碳酸盐岩。

神农架地区中新元古代主要沉积岩类型一览表

沉积岩	碎屑岩	砾岩	底砾岩、河床（潮沟）砾岩、冰川砾岩、滑塌或重力流砾岩、岩溶角砾岩、断层角砾岩等	
		砂岩	按粒度（见“沉积岩碎屑粒径划分一览表”），可分为粗砂岩、中砂岩、细砂岩	
			按所含主要碎屑物成分，可分为石英砂岩、长石砂岩、岩屑砂岩	
		粉砂岩	按所含碎屑物、矿物或胶结物成分，可进一步细分，如钙质粉砂岩等	
		泥（页）岩	按所含碎屑组分、矿物成分或胶结物，可进一步细分为钙质泥（页）岩、白云质泥（页）岩、碳质泥（页）岩、凝灰质泥（页）岩等	
		冰碛岩、冰水沉积岩	冰水河流冰碛岩、冰湖—冰海纹泥冰碛岩、冰筏砾岩、大陆冰川底碛岩	
	碳酸盐岩	白云岩（灰岩）	结晶白云岩（灰岩）	粗—中—细晶白云岩（灰岩）、粉晶白云岩（灰岩）、泥晶白云岩（灰岩）
			颗粒白云岩（灰岩）	按碎屑物类型和粒度，可划分为砾—砂—粉—泥屑白云岩（灰岩），以及核形石白云岩（灰岩）、鲕粒白云岩（灰岩）等
			硅质白云岩（灰岩）	硅质（条带，结核，团块）白云岩（灰岩）
			生物白云岩（灰岩），主要为叠层石白云岩（灰岩）	层状、穹状、柱状、锥状叠层石白云岩（灰岩），生物丘白云岩（灰岩）

沉积岩碎屑粒径划分一览表

粒度/mm	碎屑岩中的碎屑		碳酸盐岩中的内碎屑		碳酸盐岩中的晶粒	
	砾		砾屑		砂屑	
2.0	极粗砂	砂	极粗砂屑	砂屑	极粗晶	砂晶
1.0	粗砂		粗砂屑		粗晶	
0.5	中砂		中砂屑		中晶	
0.25	细砂		细砂屑		细晶	
0.1	极细砂		极细砂屑		极细晶	
0.05	粗粉砂	粉砂	粗粉屑	粉屑	粗粉晶	粉晶
0.01	细粉砂		细粉屑		细粉晶	
0.005						
	泥		泥屑		泥晶	

1.1 碎屑岩

1.1.1 砾岩

根据组成岩石的碎屑颗粒大小，将碎屑物形成的沉积岩分为四类，其中碎屑物颗粒直径在 2mm 以上、含量大于 50% 的碎屑岩，称为砾岩（conglomerate）。因此，砾岩中所含砾石的粒度大小可从 2mm 到几米或更大。砾岩中砾石的圆度可以变化很大，以棱角状者为主的又称为角砾岩（breccia）。砾岩中砾石颗粒的岩石组分取决于被剥蚀区的岩石组合类型，而且一般被搬运距离较近，因此，砾石可用来研究和追索物源区和构造背景。砾岩也可按成因，分为滨海砾岩、冲积扇砾岩、河流砾岩、冰川砾岩、岩溶（角）砾岩或构造（角）砾岩等类型。



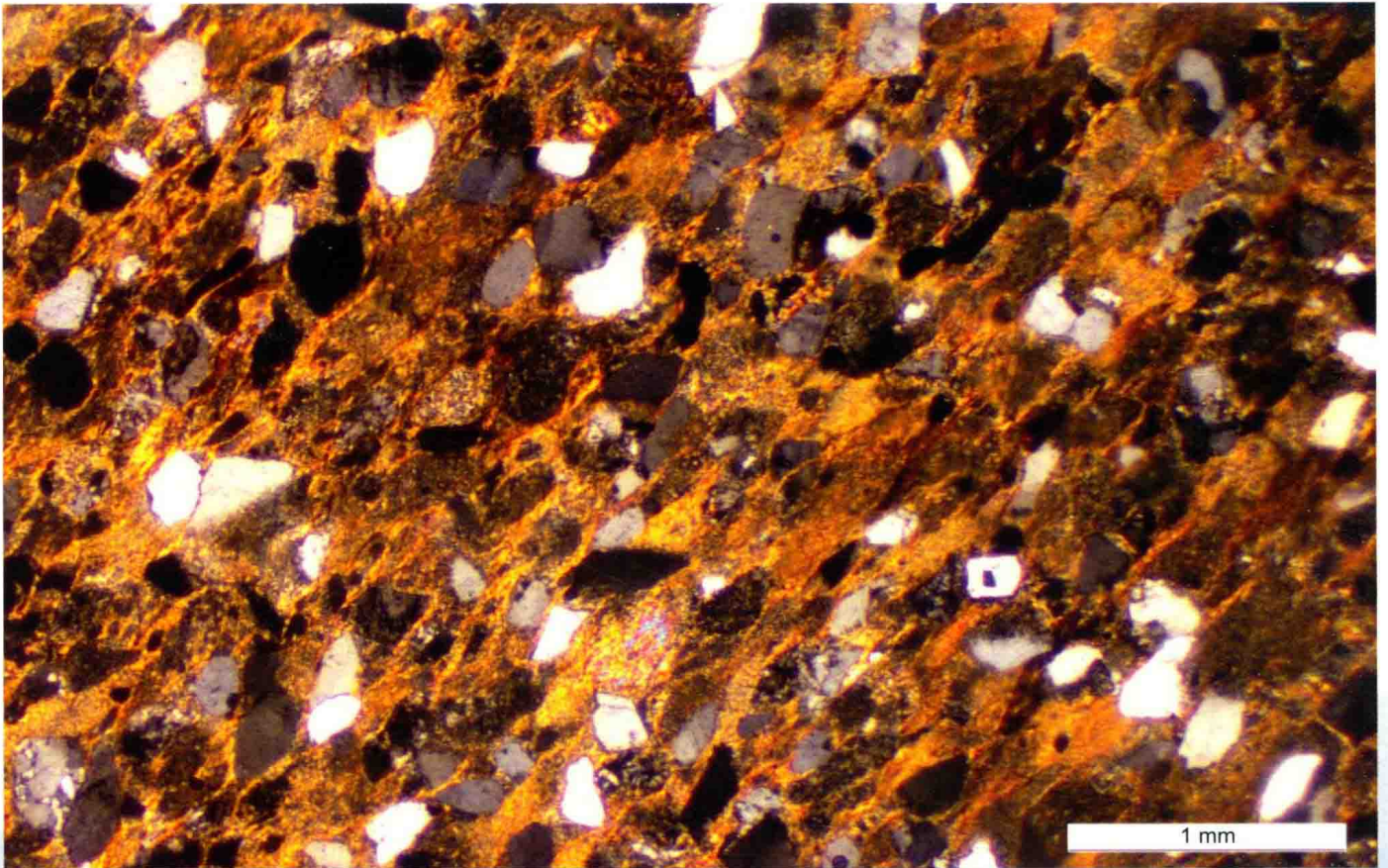
冲积砾岩中的筛余沉积物 (sieve pebble sediments): 残留在冲积扇表层粗碎屑物, 由于孔渗性较好, 携带细粒物质的洪水在流经粗碎屑物时容易通过孔隙渗透到粗碎屑物之下, 不能形成地表流水, 导致冲积扇表层存留了这些粗粒物质。兴山县咸水乡马槽园原马槽园群



砂质砾岩 (sandy conglomerate): 紫色夹灰绿色条带或团块, 砾石组分复杂, 大小混杂, 棱角状为主, 为洪泛河流沉积物。宋洛后山坪南华系莲沱组



砂泥质砾岩 (sandy-muddy conglomerate): 紫色夹灰绿色条带或团块, 砾石组分复杂, 大小混杂, 棱角状为主, 为洪泛河流沉积物。宋洛后山坪南华系莲沱组



砂质角砾岩 (sandy breccia) : 显微镜下照片, 橘黄色者为泥粉砂质物质, 灰白或白色为石英等颗粒, 显示棱角状和平行排列特点。神农顶板壁岩莲沱组



紫红、肉红色粗中砾岩 (purplish red coarse-medium grained conglomerate) : 质地坚硬, 砾石成分复杂, 主要由大小不匀、圆度很好的硅质砾石组成, 是在滨海、岸边水流长期冲刷、簸选条件下形成的。神农顶神农营大窝坑组底部。由于打光后色彩鲜艳, 具有观赏价值, 故被称为“宝石砾岩”或“玛瑙砾岩”