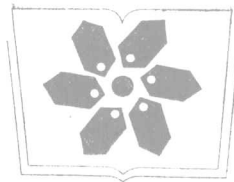


华南元古宙基底演化和 成矿作用

涂光炽 等著

科学出版社





中国科学院科学出版基金资助出版

华南元古宙基底演化 和成矿作用

涂光炽 等 著

国家自然科学基金委员会
中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室
资助项目

科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书作者深入研究和分析了我国华南元古宙基底的地质构造,重点研究了湖南、江西和广东元古宙的岩石学和地球化学,较系统地积累了 25 种微量元素的本底资料,深入讨论了元古宙基底对华南广泛成矿作用的多方面制约。

此书对在华南从事地质、找矿的地质工作者,对从事矿床学、区域地球化学和元古宙工作的研究人员均有重要参考价值,也可供有关地质院校的地质、地球化学专业的高年级学生和研究生参考。

华南元古宙基底演化和成矿作用

涂光炽 等 著

责任编辑 谢洪源

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

北京市怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1993 年 2 月第一次印刷 印张: 12 1/2 插页: 1

印数: 1—6 00 字数: 288 000

ISBN 7-03-003624-7/P·687

定价: 13.00 元



前 言

在有地质记录持续 3 800Ma 的地质历史中,元古宙(2 500—600Ma)占一半多。元古宙中蕴藏着极为丰富的矿产资源:像 Fe、Mn、P、Au、U、Pb、Zn、Cr、Ni、铂族、稀土、菱镁矿等重要金属和非金属的过半储量赋存于元古宙中。若干具绝对优势储量的矿种,如白云鄂博稀土-铁矿、奥林匹克坝铜-金-铀-铁矿、布罗肯山铅-锌矿等也产于元古宙中。在元古宙时,岩石圈、水圈、大气圈和生物圈等都发生了重大的变化,要全面了解地球历史,元古宙无疑是关键的环节。

然而,相对于太古宙和显生宙来说,元古宙的研究程度显得单薄一些。许多元古宙地层缺少生物化石,又受到变质而使地层古生物学家、沉积学家、同位素年代学家望而生畏,而岩石类型多样化程度较差、变质较浅及岩浆岩不及太古宙和显生宙的发育而又使岩浆岩、变质岩工作者裹足不前。

我国对元古宙的研究大体上也处于这种状态;不仅元古宙的造山运动、岩浆活动、沉积演化等研究程度较低,而且在元古宙中找到的矿产也较少,尽管发现了诸如白云鄂博和大石桥等超大型矿床。

相对来说,对我国南方元古宙的认识深度又低于对北方元古宙的认识。一是南方元古宙分布较零星,总体上岩性较单调。二是地层时代经常处于未定和争论状态,最明显的实例是闽浙沿海的建甌群、陈蔡群。它们一时被认为是太古宙,一时是前泥盆系,一时又是中、下元古界。时至今日它们的时限也并未确定。对华南元古宙还缺乏综合研究,如地层系统的建立未能与构造、沉积、岩石的研究配套进行。南方元古宙中发现的矿床也没有大的突破。

上述历史背景促使我们想对华南元古宙出一点力。我们尽量利用前人工作的成果进行分析消化,而在此基础上添砖加瓦,进行综合。野外工作采取以线带面的方式,而对矿床的工作则着重一些研究程度较低的矿床。

“华南元古宙基底演化和成矿作用”课题(1987—1989)历时三年。课题侧重地球化学研究,主要研究内容为四个方面:①元古宙的地质构造轮廓,注意探寻更古老的岩系;②元古宙的沉积特点和微量元素本底;③产于元古宙中的矿床地球化学研究;④元古宙对后期成矿作用的制约。

我们认为,华南元古宙对后期的成矿作用有重要的制约,而制约的方式是多样化的。对这一内容作多方面的探讨是本书力图做到的。其次较系统地积累了 24 种微量元素在元古宙中的本底值,结合岩石学、稀土元素、常量元素资料讨论了元古宙的地球化学演化。铁、锰、磷、金、铅、锌多金属矿床地球化学研究提供了一些新的资料和认识,丰富了元古宙中矿床的研究内容。矿床地球化学研究重视热水沉积作用对成矿的意义。在前人工作资料的基础上分析了元古宙的地质构造轮廓,加上我们对元古宙沉积环境的分析,古流向分析和铁、磷成矿带展布格局提出研究区的东南侧存在一个以结晶岩为主

的古陆（古隆起）。

本书共有四章。各部分的内容及执笔人如下：前言（涂光炽、陈先沛）；第一章华南基底地质构造轮廓（张湖）；第二章华南元古宇的地球化学演化（陈先沛、程景平、张宝贵、陈多福、张乾）；第三章元古宇中的典型矿床及成矿作用（王秀璋、陈先沛、张宝贵、陈多福、张乾、曹裕波）；第四章华南元古宇对成矿作用的制约（涂光炽）；结论（涂光炽）。

冉崇英、李兆麟、刘公民、王永法、张理刚、衣晓云对书稿作了评审，作者根据他们的意见对初稿作了修改和增删。陈先沛对全书作了统编。吴泽霖对书稿进行了编辑加工。

本课题的工作得到湖南、江西、广东、浙江、贵州等有关矿山和地质部门的领导和同志的支持和帮助。

中国科学院地球化学研究所的领导和一室、九室等兄弟室为本课题提供了多方面的支持。

本课题是国家自然科学基金委员会支持的项目（编号：870229），是中国科学院重点课题——东南岩石圈的结构课题前期研究的一个部分。中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室亦为本课题提供了经费。对上述支持、帮助我们的单位和个人，作者表示衷心的感谢。

目 录

前言	
第一章 华南基底地质构造轮廓	1
第一节 前寒武纪地层	4
第二节 基底构造演化	10
第三节 华南基底地质构造与矿产分布	19
第二章 华南元古宇的地球化学演化	24
第一节 元古宇下部地层	24
第二节 元古宇中部地层	35
第三节 元古宇上部地层	47
第四节 华南元古宇的特点和演化	69
第三章 元古宇中的典型矿床及成矿作用	77
第一节 元古宇沉积铁矿床	77
第二节 元古宇沉积锰矿床	89
第三节 元古宇沉积磷矿床	99
第四节 元古宇中的金矿床	113
第五节 元古宇中的多金属矿床	142
第六节 华南元古宇中的成矿作用特点	174
第四章 华南元古宇对成矿作用的制约	180
结论	187
主要参考文献	189
图版说明和图版	

第一章 华南基底地质构造轮廓

华南包括两大地质单元,即扬子地块和东南褶皱带(图1.1)。

扬子地块从晚太古代开始发育,经晋宁运动形成了基底,以后发育了很厚的晚元古代至三叠纪以海相为主的盖层及侏罗纪之后的陆相盖层。晚二叠世在西南部有裂谷活动,中生代以来有较强烈的构造变形和岩浆活动。地块内有几个基底岩系出露较多的地区,如东南缘的江南隆起(有人称为江南古陆)、西缘的康滇隆起、中北部的鄂西隆起等。在晚元古代时,扬子地块位于北半球低纬度区(赵自强等,1988),在古生代时,也基本上位于低纬度区,先在北纬,后在南纬,在晚二叠世时,在赤道附近(张正坤,1984)。以后它与东南褶皱带一齐向北漂移,于晚三叠世与华北地块(以及欧亚大陆)碰撞。

东南褶皱带自晚元古代发育成洋,沉积了巨厚地槽型沉积物,主要由青白口系、震旦系、寒武系组成,在奥陶纪时,沉积区开始收缩,在志留纪时,沉积区仅在粤西桂东等地。主体于早古生代末(广西运动)褶皱造山,之后上覆海相为主的准地台型上古生界和三叠系盖层,内含一些沉积间断。在钦州—玉林一带,没有出现广西运动,从晚元古代到早二叠世保持了地槽相,该区被称为钦州残洋。东吴运动使其褶皱回返,大洋才完全封闭。晚二叠世在右江地区出现裂谷,在三叠纪时演化出再生地槽。自侏罗纪全区转为陆相。中生代有强烈构造-岩浆活动,内部也有一些老岩系的隆起,如浙闽地区由陈蔡群、麻源群构成的浙闽隆起等。东南褶皱带完全褶皱造山于早二叠世末,因而我们不称其为“加里东褶皱带”,而称为“古生代褶皱带”。

本课题的重点在扬子地块东南部分和东南褶皱带中段,主要讨论前寒武纪的问题,但有时会涉及一些寒武纪及更晚地层的情况。

本书对元古宙的时代划分基本遵循1989年12月全国地层委员会在天津召开的“中国元古时期地层分类命名会议”作出的决议(全国地层委员会秘书处,1990),但晚元古代青白口纪和震旦纪的时间界线划在750Ma,以长安组底界为界,把莲沱组划归青白口系。为了便于讨论问题,我们把上元古界各地层单位所代表的时间笼统叫做“期”,相当于“时期”之意,相应地层不算作“阶”(表1.1、表1.2)。

近年来,华南基底地质构造研究有不少进展,有关变质岩地层,同位素地质年代学和同位素地球化学、岩石学,构造运动、大地构造格架、蛇绿岩、科马提岩、火山岩、侵入岩、浊积岩和变质作用等的新资料、新成果不断涌现。当然争论的问题也很多。限于篇幅,我们不能一一列举这些成果,评述各种争论。

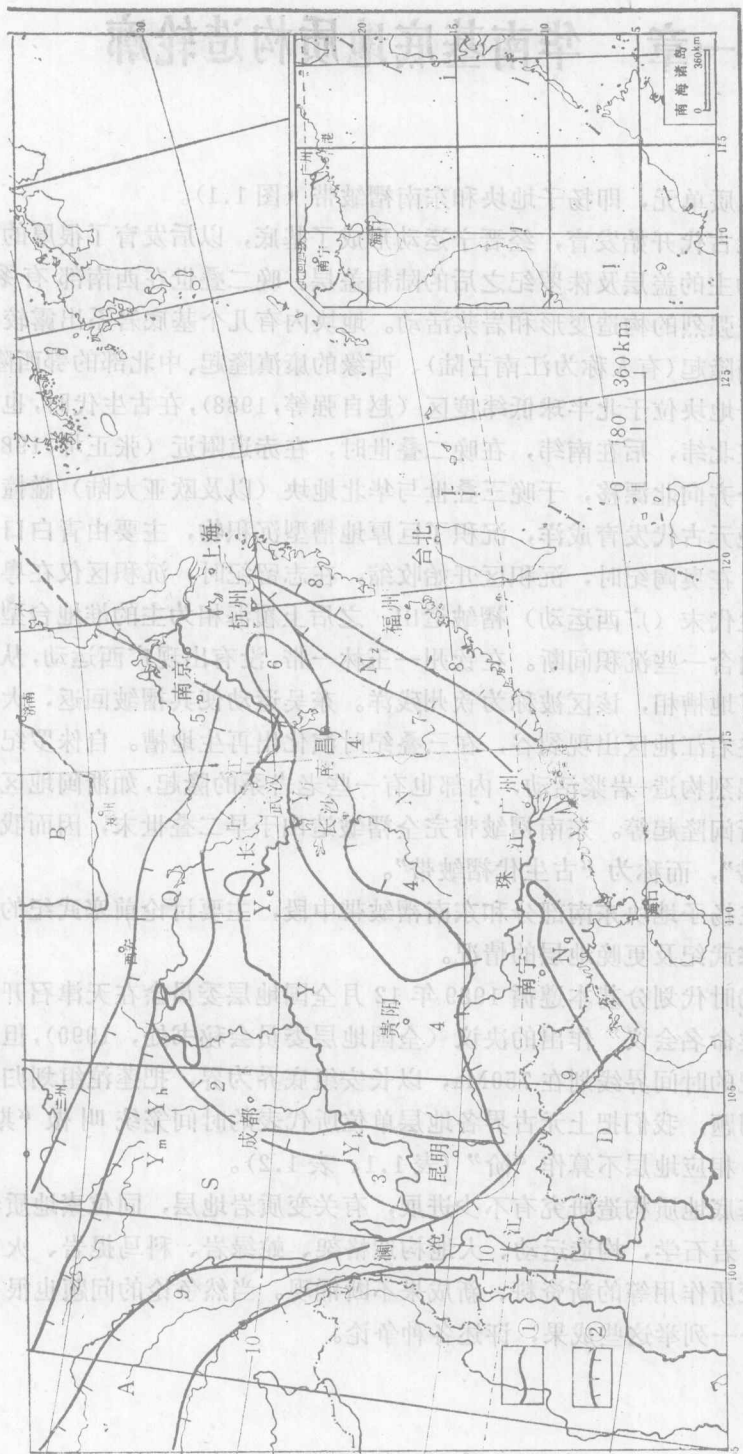


图 1.1 华南地区主要地质单元

Y. 扬子地块 Y₁. 江南隆起 Y₂. 康滇隆起 Y_m-Y_h. 米谷—汉南隆起 Y_z. 黔西隆起 N. 东南褶皱带 N_a. 钦州残洋褶皱带 N_z. 浙闽隆起
Q. 秦岭—大别褶皱带 S. 松潘甘孜褶皱系 D. 滇缅印支褶皱系 B. 华北地块 A. 羌塘地块 主要断裂: 1. 城口—房县—广济深断裂 (扬子北缘
深断裂) 2. 龙门山深断裂 3. 扬子西缘深断裂 4. 绍兴—上虞—蕺乡—开远深断裂 (扬子东南缘深断裂) 5. 邻卢深断裂—6. 弋阳—德兴深
断裂 7. 祁武—石城—河源深断裂 8. 丽水—大埔—莲花山深断裂 9. 红河—金沙江深断裂 10. 班公错—怒江深断裂 ①地质界线 ②深大断裂

1

100

表 1.2 东南褶皱带前寒武系综合地层

宇	界	系	统	地层时期	地 层 单 位	构造运动
显生宇	下元古界	寒武系	下寒武统		牛角河群(赣中、赣南)、水口群(桂东)、八村群(广东)、林田群(闽西)、小烟溪组(湘中)、寒武系下组(湘南)、老堡组上部(桂北)、留茶坡组上部(湘中)	整合
元古宇	上元古界	震旦系	上统	灯影组	灯影组(多数地区)、黄连组(闽西南)、老堡组下部(桂北)、留茶坡组下部(湘中)	600Ma
				陡山沱期	沱山组(多数地区)、南岩组(闽西南)	
				南沱	南沱组(多数地区)、酒里口组(桂北)	
				大塘坡	大塘坡组(湘、黔、鄂)、富禄组(桂北)、英扬关组(桂东)、铁锰层(赣中)、湘锰组(湘)	
			下统	长安	长安组(桂北)、下含砾层(赣中)、含砾砂岩(赣南)	整合
				莲沱期	上施组(赣中)、陈龙组(赣南)	
				神山期	神山组(赣中)	
			青白口系		陈蔡群(浙)、麻源群(闽)、建瓯群(闽)	晋宁运动 1 000Ma
			下、中元古界			

第一节 前寒武纪地层

一、扬子地块的前寒武系(表 1.1)

1. 上太古界

上太古界是扬子地块上的最老地层,有哀牢山群、康定群和普登群,见于滇中北、

川西,由优地槽型中级变质岩(局部深变质岩)组成,如混合岩、黑云角闪片岩、斜长角闪岩、片麻岩、变粒岩、大理岩等,原岩中有大量钙碱性基性火山岩、向上为中酸性火山岩及基性火山岩、碎屑岩和类复理石建造(冯本智,1989),厚约10 000m。哀牢山群底巴都组麻粒岩的同位素年龄为2 800Ma,普登群麻粒岩为2 950Ma(均为全岩 Rb-Sr 等时线年龄,沈远仁,1987)。它与下元古界之间可能存在构造运动,称为“红山运动”(沈远仁,1987)或“康滇运动”(冯本智,1989)。红山运动后,上太古界褶皱固结成陆,即康滇古陆。

根据物探资料,四川盆地之下很可能也有由太古宇构成的古陆(杨森楠,1988),可称为川中古陆。

2. 下元古界及其他老地层迹象

下元古界主要有大红山群、河口群、崆岭群、四堡群。见于滇中、川西、鄂西、桂北,为优地槽型中级或中浅变质岩,如钠长角闪片岩、绿泥黑云片岩、变质熔岩、片麻岩、变粒岩、白云石大理岩、石榴二云片岩、石英岩、集块岩等,出露厚度约3 000m。原岩中有不少中基性火山岩,尤其是钠质火山岩,如细碧角斑岩,以及中酸性火山碎屑岩、碳质板岩、碳酸盐岩和复理石,在四堡群中还有科马提岩(毛景文等,1990)。侵入河口群或大红山群的超基性岩年龄在1 700—1 950Ma(K-Ar法,汤加富,1988);崆岭群中获得2 333Ma(变质锆石 U-Pb 法上交点)、2 010Ma(全岩 Rb-Sr 等时线年龄)的数据(卢良兆等,1988),全岩 Pb-Pb 等时线年龄达1 795—2 922Ma¹⁾;四堡群 Sm-Nd 等时线年龄为2 219±111Ma(毛景文等,1990)。下元古界与中元古界之间为角度不整合,沈远仁(1987)称之为“龙川运动”。

除了上述之外,还有一些老地层迹象,如四堡群中磨圆状锆石年代为2 573—2 935Ma(汤加富,1988)。黔东北梵净山群(中元古界)下部砾岩层中有花岗质砾石,表明有更老地壳存在,成为蚀源区(王砚耕,1988)。

崆岭群中有2 432—2 855Ma的锆石(U-Pb法)²⁾,其原始沉积物为成熟度相当高的陆源碎屑,可能当时附近有一个上太古界陆壳。以崆岭群为代表的下元古界可能伏在汉水、川东一带的震旦系之下构成一个大的陆块。

下扬子和苏北—南黄海也可能有早元古代的中、深变质岩伏于盖层和浅变质岩之下(杨森楠,1988)。

可以认为,龙川运动后已有一些由下元古界和上太古界组成的老陆块,即康滇古陆、川中古陆、鄂西古陆、桂北古陆、苏北古陆等。

3. 中元古界

扬子地块主要的基底岩系为中元古界(表1.1),分为优地槽型和冒地槽型两类。

(1) 优地槽型中元古界 分布于江南隆起及川西等地,以浅变质的千枚岩、板岩、绿泥片岩、变质基性火山岩、碳质板岩、变质砂岩等为主,常含凝灰质,厚度巨大

1) 张树发、张平、张其春、袁海华、李福喜、陈家林,1989,黄陵断隆北部崆岭群全岩 Pb-Pb 等时线年龄,第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

2) 刘观亮、郑维钊、汪雄武,1989,黄陵北部地区崆岭群时代研究,第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

(6 000—13 000m), 主要是深水复理石建造、杂砂岩建造、细碧角斑岩建造和硅质岩建造等。双桥山群、上溪群等含岛弧型钙碱性火山岩、火山碎屑岩并含蛇绿岩; 而梵净山群、冷家溪群含科马提岩(王砚耕, 1988; 肖禧砥, 1988)。

扬子地块西缘的盐边群为复理石和枕状熔岩组合, 厚万余米。

(2) 冒地槽型中元古界 分布于滇中、川西南、鄂西北等地, 以千枚岩、板岩、砂岩、白云岩等为主, 厚度也很大, 由红色碎屑建造、碳酸盐岩建造、深水复理石建造、黑色页岩建造、陆源碎屑建造组成。昆阳群和会理群中有裂谷式富碱的基性和酸性火山岩, 很少安山岩。

中元古界的同位素年龄数据较多, 如双桥山群凝灰质千枚岩为 $1\,410\text{Ma}$, 细碧岩为 $1\,515 \pm 241\text{Ma}$ (均为全岩 Rb-Sr 等时线年龄, 杨明桂等, 1988); 会理群石英斑岩中锆石 U-Pb 上交点为 $1\,466\text{Ma}^{1)}$, 灰岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $1\,540 \pm 92\text{Ma}^{2)}$; 神农架群有 $1\,307\text{Ma}$ 及 $1\,332\text{Ma}$ 的数据(卢良兆等, 1988)。侵入这些岩系的岩体, 如江西的九岭岩体, 皖南的许村、休宁岩体, 川滇的泸定、会理、盐边、峨眉山、泸沽等岩体, 主要年龄数据在 $800\text{—}1\,180\text{Ma}$, 表明受到侵入的岩系的时代更老。

中元古代末发生了晋宁运动。

赣西北修水城北观音阁等地在双桥山群中发育一层砾岩, 有人认为是角度不整合。我们认为这层砾岩属于碎屑流沉积, 不是底砾岩, 故角度不整合不存在。

4. 上元古界 (表 1.1)

(1) 青白口系 青白口系底部以角度不整合与中元古界分开(晋宁运动)。顶部呈平行不整合与长安组接触。下部属神山期地层, 上部属莲沱期地层。

1) 神山期地层: 为碎屑火山岩岩系, 多数限于在深大断裂旁分布, 连续性较差, 有陆相也有海相, 厚 $200\text{—}5\,000\text{m}$, 扬子地块东南缘的神山期地层有沟弧盆型和裂谷型两类。

沟弧盆型发育于皖浙赣交界区一带, 在浙西下部骆家门组为深海-次深海复理石建造; 中部虹赤村组为滨海-浅海硬砂岩建造, 这两组中都夹有细碧岩、火山碎屑岩, 有时有碳酸盐岩; 上部的上墅组主要为钙碱性系列陆相安山-流纹岩夹火山碎屑岩及沉积碎屑岩。在赣北登山群的碎屑火山岩系中的基性成分增多, 构成玄武-安山-英安-流纹岩系列。据刘寿和等(1990)研究, 在皖南屯溪之北的邓家组为磨拉石建造, 铺岭组火山岩以拉斑玄武岩和细碧岩为主, 产生于弧后盆地; 屯溪之南井潭组火山岩以钙碱性系列的安山岩、英安岩、流纹质熔岩及火山碎屑岩组成, 为岛弧环境, 这类岩系向上与莲沱期地层大多为角度不整合或微角度不整合接触。

裂谷型岩系见于赣东北和赣中(余达淦等, 1986; 马新华, 1986), 如重溪组、神山组等。重溪组下部为变质碎屑岩类, 上部为变质的细碧岩、细碧质玄武岩等。神山组将在东南褶皱带的地层中介绍, 它们均含双峰式火山岩、含较多的碳质。向上与莲沱期地层平行不整合或微角度不整合, 甚至整合接触。

1) 覃嘉铭, 1989, 会理群天宝山组锆石 U-Pb 年龄及其地质意义, 第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

2) 覃嘉铭、徐永生、尹国师, 1982, 四川会理地区前震旦系会理群凤山营组及其菱铁矿床 Rb-Sr 年代学的研究, 第二届全国同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

在扬子地块西缘, 神山区地层属裂谷型, 如川西的苏雄组、小相岭组等, 由陆相酸性为主含基性的火山岩及火山碎屑岩组成。

神山区地层时限在 1 000—800Ma。如苏雄组近顶部英安斑岩和登山群顶部变余球粒英安岩的全岩 Rb-Sr 等时线年龄分别为 812Ma¹⁾ 和 817.6Ma (陈思本等, 1988); 登山群下部拔竹坑组蛇绿岩块 Sm-Nd 等时线年龄 915Ma, 沧水铺群火山集块岩 Rb-Sr 等时线年龄 1 043Ma (杨明桂等, 1988), 板溪群下部安山岩 Rb-Sr 等时线年龄 950Ma (杨遵和, 1986)。

2) 莲沱期地层: 主要为紫红色、灰色陆相磨拉石或滨、浅海碎屑岩及浅海类复理石 (如砂岩、砾岩、板岩、含火山岩、火山碎屑岩、硅质岩和少量碳酸盐岩), 分布较广, 常直接与下伏中元古界角度不整合接触 (缺失神山区地层), 厚 450—4 000m。

扬子地块东南缘的赣北、皖南的桐门组、休宁组为陆相-滨海相碎屑岩系, 浙西志棠组先为陆相后为滨海-浅海相类复理石建造, 峡东莲沱组为陆相红色碎屑建造。

扬子地块西缘的开建桥组、澄江组为陆相山间或山前拗陷或河流相沉积, 开建桥组含大量火山碎屑岩、夹基性酸性火山岩。

湘西、黔东、桂北的板溪群、丹洲群、下江群相当于神山区加莲沱期的地层, 均以类复理石或复理石建造为主, 前两者的下部或中部有碎屑火山岩岩系。板溪群为陆缘浅海相、下江群可能为大陆坡相、丹洲群为深海相-次深海相, 后者已属东南褶皱带, 它们向上与江口组、长安组整合或平行不整合。

莲沱期地层同位素年龄的时限为 880—750Ma, 与神山区地层有部分时代重叠, 这可能是因为莲沱组底界在各地不等时。云南罗次澄江组下部玄武岩为 885Ma (全岩 Rb-Sr 等时线年龄, 曹仁关等, 1985), 峨山万和村侵入莲沱组的花岗岩年龄为 861Ma (蔡学林等, 1986), 因而在云南其底界约 880Ma; 在湖北峡东, 被莲沱组不整合的黄陵花岗岩年龄在 860Ma (锆石 U-Pb 法)、842—880Ma (磷灰石 U-Pb 法) 和 819Ma (全岩 Rb-Sr 等时线年龄, 以上均引自孙大中等, 1985), 因而峡东莲沱组底界在 800Ma 左右。

莲沱组的上界, 根据峡东大塘坡组黑色页岩、粉砂质页岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 739Ma (曹仁关等, 1985), 下面还有长安组, 将其上界置于 750Ma 可能较为恰当。

(2) 震旦系 青白口系与震旦系一般为平行不整合, 个别地区如滇东有角度不整合, 通常认为两纪之间有澄江运动, 本书称为澄江冰期海退。

南华冰期由早至晚为长安亚冰期、大塘坡间冰期和南沱亚冰期。有的地方缺失长安期和大塘坡期岩石。冰期主要沉积大陆冰碛岩或冰水沉积岩, 由含砾的砂泥质岩石组成。间冰期沉积了海相石灰岩、碎屑岩, 局部夹白云岩。

向上为晚震旦世陡山沱期地层, 为浅海相碎屑岩、灰岩和白云岩, 有时含碳质。

再向上为灯影期地层, 主要为海相白云岩、硅质岩、灰岩、燧石层或燧石结核, 部分为碎屑岩, 含碳质往往较多, 与寒武系整合或平行不整合。

震旦系厚几百米至 2 000m。在川西不整合伏于观音崖组之下的澄江期花岗岩年龄为 690—717Ma (K-Ar 法, 杨遵和, 1986), 因而陡山沱期与南华冰期的界线约在 690Ma。

1) 刘鸿允、殷继成、戚中林、张任祐, 1982, 川西苏雄组的同位素年龄测定及其对确定震旦系底界年龄的意义, 第二届全国同位素地球化学学术讨论会论文 (摘要) 汇编。

灯影组顶部天柱山段为 $602 \pm 15\text{Ma}$, 峡东和云南晋宁下寒武统底部黑色页岩为 $573-590\text{Ma}$ (均为全岩 Rb-Sr 等时线年龄, 杨逸和, 1986), 因而震旦系顶界年龄约为 600Ma 。

二、东南褶皱带的前寒武系(表 1.2)

1. 下、中元古界及更老地层的线索

东南褶皱带目前已知的最老地层为陈蔡群和麻源群(亦称建瓯群), 出露于浙南、浙西及闽西北, 由片麻岩、片岩、变粒岩、斜长角闪岩、千枚岩、变质砂岩等组成, 含石墨、夹大理岩、变质火山岩等, 变质程度为角闪岩相至绿片岩相, 厚约 2500m 。原岩为优地槽火山砂泥质复理石建造。Rb-Sr 数据均未达到 1900Ma (水涛等, 1988, 1986; 康海南等, 1989); Sm-Nd 年龄达 $2199 \pm 95\text{Ma}^1$, 来自变质岩的锆石(大多为碎屑锆石) U-Pb 年龄为 $1438-2005\text{Ma}$ (水涛等, 1988; 康海南等, 1989; 陈觉民, 1989), 此年龄难以代表地层形成时代, 但可以限制地层时代不晚于碎屑锆石的时代, 看来这些地层可能部分属早元古代, 部分属中元古代。

本区有一些较老岩系的资料, 如温州港外东海大陆架有时代为 1680Ma 的变质岩; 南海西沙群岛永兴岛有 1465Ma 的片麻岩(水涛等, 1988); 赣南粤北和浙闽一些古生代一中生代中酸性岩体、混合岩及震旦系中有锆石 U-Pb(主要为上交点) 年龄 $1382-2713\text{Ma}$ (陈觉民, 1989; 朱玉麟等, 1986; 杨明桂等, 1988; 李献华等, 1989), 反映岩体和震旦系的部分物质来自较老地壳。陈江峰²⁾研究了安徽一些花岗岩类的钨同位素, 发现成岩物质来自 $1100-1600\text{Ma}$ 的古老地壳。王银喜等³⁾对广西花山花岗岩 Sm-Nd、Rb-Sr 和氧同位素研究认为, 它们可能由 $1990-2000\text{Ma}$ 的地壳熔融分化而成(汤加富, 1988)。

2. 上元古界(表 1.2)

(1) 青白口系 下部为神山组, 出露于赣中, 与扬子地块邻近, 主要为千枚岩、碳质千枚岩、变质砂岩、变质玄武岩、细碧岩、角斑岩、英安岩、流纹岩、石英角斑岩、凝灰岩、硅质岩、火山碎屑岩等, 局部有碳酸盐岩。火山岩为双峰式, 属裂谷建造(余达淦等, 1986; 马新华, 1986), 厚度大于 3000m 。与上覆的上施组整合, 下界不明。

上部莲沱期地层为上施组、陈龙组等, 主要岩性为浅变质的砂岩、凝灰岩、千枚岩或板岩, 局部夹碳酸盐岩、火山岩, 常含碳质, 以半深海-深海碎屑复理石建造为主, 向福建方向变质加深、硅质岩和火山物质增多, 厚约 $1000-6300\text{m}$ 。

(2) 震旦系 震旦系与青白口系以冰成岩为界, 普遍为整合或平行不整合关系。

南华冰期时大多数地区为冰海环境, 澄江冰期海退只出现于冰海边缘。两层冰海沉积岩(长安期和南沱期) 主要为弱变质的含砾砂岩、砂岩、千枚岩或板岩。在湘中、桂

1) 王银喜、杨杰东、郭令智、汪新、施央申, 1989, 闽西北地体 Sm-Nd, Rb-Sr 同位素等时线年龄及其地质意义, 第四届全国同位素地质年代学、同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

2) 陈江峰, 1986, 安徽花岗岩类岩石地壳重熔成因的钨同位素证据, 第三届全国同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

3) 根据王银喜等有关资料。

北向大陆冰碛岩过渡。向东到福建一带，变质加深，硅质岩及火山岩增多，出现变粒岩类、黑云母石英片岩类、变流纹岩和变细碧角斑岩等。大塘坡期沉积岩为弱变质的海相砂岩、泥岩，常含碳质，在赣中新余和桂东英扬关有较多变质基性火山岩，含铁矿等，共厚约200—1000m。

在湘、桂一带，陡山沱期地层大多为白云岩、白云质灰岩、板岩、砂岩，含碳质，桂东夹有安山岩；灯影期地层以硅质岩为主，夹碳质页岩等。两期地层合计厚几十米至350m。向东到桂东贺县、赣中、赣南、闽西南，火山岩类（基性和中酸性）及碎屑岩类增多，含碳质及硅质岩，厚度增大到800—3000m。在闽西北和闽东，出现石英岩、变粒岩、云母石英片岩、黑云斜长片岩，含变质中酸性火山岩、火山碎屑岩及大理岩，厚约500—1500m。总的来看，由西向东，由地台边缘浅海变为半深海—深海地槽环境，变质作用和火山活动增强，成为火山砂泥质复理石建造。

(3) 其他上元古界 浙西南的龙泉群为高绿片岩相，如斜长角闪片岩、变粒岩、绿帘钠长阳起片岩、石英片岩等，有变质超镁铁质、镁铁质包裹体，原岩主要为浅海类复理石，在下部的汤源组中有双模式火山岩（康海南等，1989），可能与神山组相当。湘南、广东、海南的上元古界（英扬关群和乐昌峡群、云开群、抱板群）¹⁾主要由含火山岩、火山碎屑岩、硅质岩的变质碎屑—泥质岩系及含碳岩系组成。湘南、粤北、粤东的变质程度较浅，仅为低绿片岩相；粤西、粤中及海南的变质程度较高，可达高绿片岩相。

整个上元古界累计厚度约4000—10000m，多数地区大于6000m。

三、华南前寒武系古水流方向和海进层位

1. 古水流方向

根据实地测量，中元古代时江南隆起地区的古水流相背流动：浏阳、平江、岳阳的冷家溪群古水流向东和南东流（98°—158°），修水以北双桥山群古水流向北及北东流（340°—56°）。可能两者之间有岛弧（图1.2）。

在晚元古代时，古水流都向北流。如江南隆起的修水、益阳、长沙的上元古界的流向是北及北西（276°—3°，图1.3a）；东南褶皱带祁东、兴国、南雄的上元古界和寒武系的流向是北（322°—8°，图1.3b），表明晚元古代和寒武纪时东南方向有一块大陆。

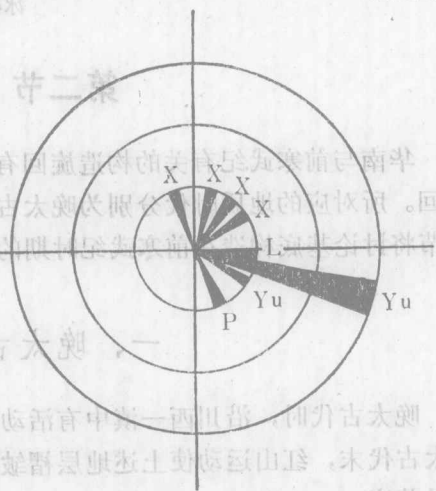
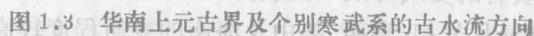


图1.2 江南隆起中元古界的古水流方向

- L. 浏阳七宝山 冷家溪群 槽模 流向98°
- P. 平江黄金洞 冷家溪群 斜层理 流向158°
- X. 修水乌泥坑—观音阁 双桥山群槽模及斜层理 流向340° 15° 36° 56° Yu. 岳阳桃林 冷家溪群 底模 流向102° 107° 109° 120°

1) 据最近同位素年龄资料，抱板群属中元古界，部分云开群也可能属中元古界。

这三个海进层位是莲沱期、大塘坡期和陡山沱期地层。海进出现于扬子地块及其边缘,或者洋中的古陆块上,莲沱期地层总的趋势是先为陆相后为海相,如志棠组、休宁组等,其沉积范围比神山期地层广而稳定,表明是一次海进。一些地方剖面不完全,或位于海侵达不到的内陆,未显露出海相层位(如三峡莲沱组等)的可另当别论。大塘坡和陡山沱两套地层都是海相沉积岩,在它们之下分别是长安、南沱两期陆相为主的冰成岩,由下向上显然发生了两次海进。



(a) 江南隆起带 (b) 东南褶皱带

C. 长沙良金桥 板溪群五强溪组底部 斜层理 流向 359° G. 兴国留龙 神山组 斜层理 流向 8° N. 南雄下洞 寒武系 底模 流向 357° Q. 祁东虎形大屋 南沱组 冰碛砾石长轴 流向 322° Xr. 修水任家埠 莲沱组 斜层理 流向 276° 310° Xh. 修水化肥厂 南沱组 冰碛砾石长轴 流向 3° Yi. 益阳南坝 南沱组 冰碛砾石长轴 流向 348°

华南与前寒武纪有关的构造旋回有四个,即红山旋回、龙川旋回、晋宁旋回和东南旋回。所对应的地质时代分别为晚太古代、早元古代、中元古代和晚元古代—古生代。本节将讨论基底构造在前寒武纪时期的演化梗概,不描述具体的构造,如褶皱、断裂等。

晚太古代时,沿川西一滇中有活动大陆边缘,沉积了哀牢山群、康定群、普登群等。晚太古代末,红山运动使上述地层褶皱固结,出现康滇古陆、川中古陆,成为华南最老结晶基底。

早元古代时,沿大红山—昆明—会理一线在川中古陆和康滇古陆之间发育了活动大陆边缘性质的川滇活动带,沉积了大红山群、河口群等。在川中古陆另一侧可能也有一个优地槽活动带,称为苏桂活动带(图 1.4a),沉积了崆岭群、四堡群等。早元古代末

的龙川运动使上述地层褶皱回返固结，构成一块更大的古陆，称为原扬子古陆。原扬子古陆包括了康滇、川中这两个由上太古界构成的古陆，它的其余部分由下元古界构成（图 1.4b）。

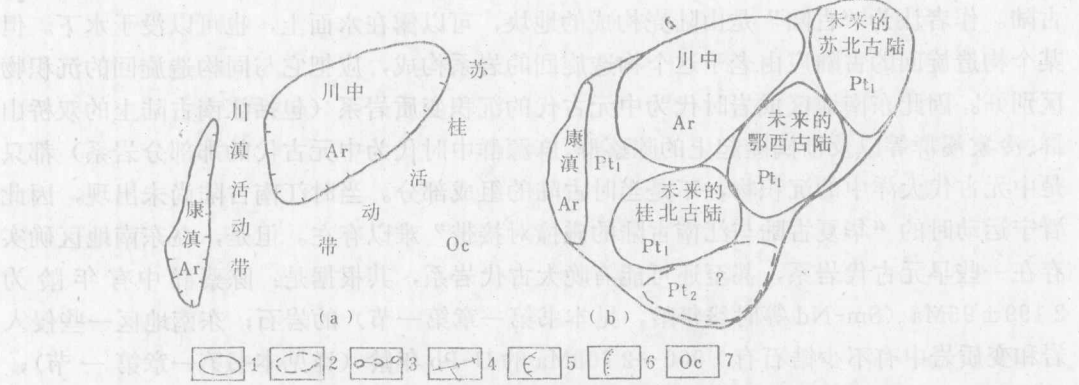


图 1.4 早元古代华南古陆及活动带

(a) 早元古代中期 (b) 早元古代未形成原扬子古陆 1. 古陆 2. 可能的古陆 3. 岛弧 4. 扩张脊 5. 活动大陆边缘 6. 被动大陆边缘 7. 洋 陆壳基底岩系的主要时代: Ar. 太古宙 Pt₁. 早元古代 Pt₂. 中元古代

三、中元古代——晋宁旋回

中元古代时，原扬子古陆受到引张，发生分裂。其根据是：①川西、滇中的昆阳群、会理群中发育了裂谷型沉积，包括双峰式火山岩；②黔东、湘中的梵净山群、冷家溪群中有科马提岩；③物探表明，四川盆地之下有早前寒武纪基底地块，块体之间被可能为中、上元古界的浅变质岩系分割（杨森楠，1988）。

根据多方面资料推测（见本章地层部分），当时至少有康滇古陆、川中古陆、鄂西古陆、桂北古陆、苏北古陆以及下一段要讨论的华夏古陆，还可能存在其他一些尚不知名的古陆，古陆之外发育了活动带（图 1.5）。

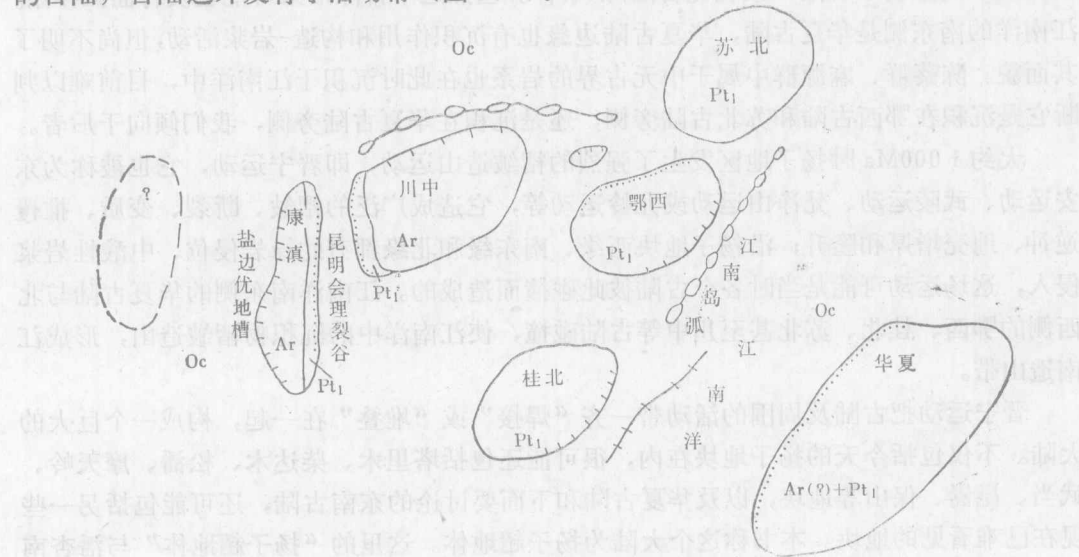


图 1.5 中元古代华南的古陆及活动带

图例同图 1.4