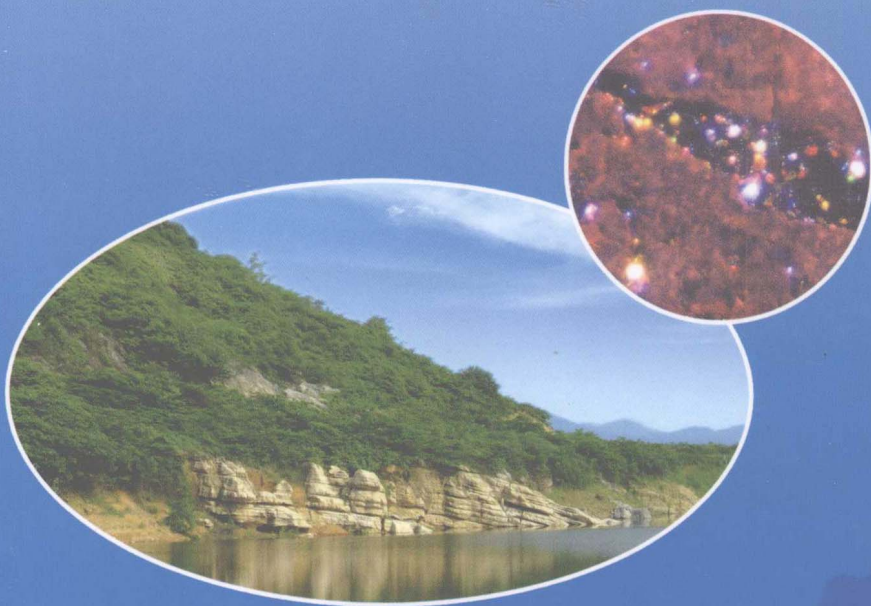


郭福生◎著

浙江江山古生代

沉积演化及其构造控制

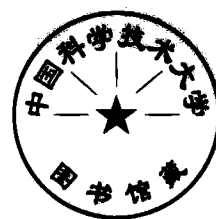
ZHEJIANG JIANGSHAN GUSHENGDAI
CHENJI YANHUA JIQI GOUZAO KONGZHI



地质出版社

浙江江山古生代 沉积演化及其构造控制

郭福生 著



地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

浙皖盆地古生代地层发育较全,是华夏古陆北西段构造演化的晴雨表。本书详细厘定了浙江江山地区古生代岩石地层单位,根据岩石学、古生态学、地球化学和沉积序列特征,结合区域地质资料的系统研究,探讨了该区古生代沉积相和区域古地理格局的演变规律及其构造涵义。从大地构造沉积学原理出发,在研究沉积相序、沉积补偿条件与世界海平面变化相关性的基础上,分析了浙皖海盆东南缘地壳运动状态的变化,进而论述了海盆东侧华夏古陆在古生代时期的存在依据及其构造古地理状况。

本书可供沉积学、区域大地构造等相关领域的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

浙江江山古生代沉积演化及其构造控制 / 郭福生著.

—北京:地质出版社,2008.2

ISBN 978-7-116-05649-7

I. 浙… II. 郭… III. 古生代-沉积构造-研究-浙江省 IV. P548.255

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 024461 号

责任编辑:李凯明

责任校对:韦海军

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)82324576(编辑室)

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:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:6.75 图版:4 面

字 数:160 千字

印 数:1—600 册

版 次:2008 年 2 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:30.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05649-7

(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

大地构造沉积学 (Tectono-sedimentology) 是当代沉积学发展的一个重要方向,也是沉积盆地研究的最活跃领域之一。它是以沉积学和大陆动力学的基本理论为基础,探讨各种大地构造背景中沉积盆地的形成和演化,从而恢复古动力学条件和古构造环境,探讨大陆动力学过程和岩石圈演化规律;通过地层、沉积相和盆地的研究来重塑构造古地理演化阶段及其特征 (刘宝珺等, 2002; 王训练等, 2002)。盆山耦合和盆山转换观点已成为揭示盆地和造山带之间相互作用关系及探索大陆动力学的新思路。沉积地质学家和构造地质学家把盆地和造山带之间的结构型式结合起来,从盆地内的层序结构揭示造山过程的响应,从造山带中探索盆地边缘的性质,研究地壳的形成演化和动力机制,作为恢复古大陆和古大洋的重要依据 (刘宝珺等, 1993; 许效松, 1991, 1997a, 1997b; 侯明才等, 2001)。

层序地层学是一种认识沉积记录新的地层学体系,主要研究地层的旋回性沉积记录及其与海平面变化的关系,以全球海平面升降来建立等时地层格架 (Vail *et al.* 1977; 许效松等, 1997a; 王鸿祯等, 2000; 池秋鄂等, 2001)。许多学者倾向于将层序不整合界面的成因类型和沉积体的组构视为盆地沉积演化和构造演化的耦合响应,从沉积记录中恢复盆地和盆山转换过程,从而为盆地充填演化和盆山转换研究提供了新的思维方式。层序地层和海平面变化研究从 20 世纪 80 年代开始成为进行全球沉积对比和沉积地壳演化的重要手段,并已成为沉积地质学研究的重要领域 (许效松等, 1997a; 赵玉光, 1998; 覃建雄等, 2001)。层序地层学将沉积记录看作是全球海平面变化、构造沉降、气候和沉积物补给等因素的函数 (Haq *et al.*, 1987; Heckel, 1986),而沉积记录所反映的相对海平面变化是由全球海平面和区域构造运动共同控制的 (柳永清等, 1997; 秦玉娟等, 1997; 赵玉光, 1998)。在本书中,笔者始终强调构造控制盆地、盆地控制沉积的观点,试图通过充填物沉积体系域的特征、几何形态的组构,恢复沉积场所的性质,揭示构造沉降、全球海平面变化及物源供给三者的耦合关系。

浙江江山古生代地层发育较全,是 1959 年第一届全国地层会议浙西地层

现场会议所在地（全国地层委员会，1963；韩乃仁，1996）。区内碓边剖面为我国东南区系江南亚区寒武系—奥陶系界线标准剖面，曾列为国际寒武系—奥陶系界线层型候选剖面（卢衍豪等，1980，1985，1989；韩乃仁，1996）。在古生物学、传统地层学方面前人已做过比较详细的工作（全国地层委员会，1963；李蔚稷等，1965；李罗照等，1980，1981；赖才根等，1982；韩乃仁等，1983，1984，1996；Yang *et al.*，1984；林天瑞等，1986；卢衍豪等，1989；张敬礼等，1978，1990，1992）。在该区建立的黄泥岗组、砚瓦山组等7个组已被广泛应用于浙江西部乃至皖南、赣东北。但在沉积岩相演化、化学地层特别是碳氧同位素方面的研究成果很少（Liu *et al.*，1984；Yang *et al.*，1984；Zhao *et al.*，1984）。该区位于扬子地台东南缘，东南以江山—绍兴断裂为界与华夏古陆毗邻。在构造属性上，古生代属于扬子地台与华南地槽系的过渡带，中生代以来成为大陆边缘活动带的一部分，这种特殊地位对认识扬子大陆南缘的陆壳演化及后期改造具有重要意义。该区沉积相序和海平面变化的研究，可以为该陆缘过渡区区域构造和海侵演化史探讨提供重要依据。

自 Grabau (1924) 提出“华夏古陆”一词以来，它的存在与否、范围大小、位移轨迹、变质基底的地质年代及其构造演化历程一直是中国东部大地构造研究中的一个重要课题（Grabau，1924；黄汲清，1945；王鸿祯，1981；刘宝珺等，1993；王剑，2000）。闽、浙变质基底年代学的研究已取得一些较为可信的数据，证明了古、中元古代变质岩系的存在（水涛等，1988）。“华夏古陆”的早期历史及其与 Rodinia 超大陆的离合关系也取得了重大进展（余达淦等，2000；Li *et al.*，1995；王剑，2000）。但由于其上缺乏沉积盖层，中生代火山岩又大面积覆盖，因而对这块古陆显生宙的构造古地理状况了解甚少。

笔者多年来一直关注着浙皖古生代海盆的研究进展和华夏古陆的“沉浮明灭”，曾就古陆边缘岩相古地理特征论证了陆—盆之间存在着依存补偿关系（郭福生，1990，1991，1993，1998；郭福生等，1993a，1993b；梁鼎新，郭福生，1992，1993）。近年来以大地构造沉积学和层序地层学理论为指导思想，对古陆西侧江山地区的古生代地层进行了岩石学、古生态学、同位素地球化学和沉积序列研究，结合区域地质资料探讨该区古生代沉积相、沉积环境的演变规律和浙西皖南岩相古地理格局。在沉积相序、沉积补偿条件与世界海平面变迁相关性研究的基础上，分析了浙、皖地区地壳运动状态的变化，划分了构造发展阶段，结合岩浆活动和构造变形来探索本区构造环境的演变，进而论证了古生代时期华夏古陆的存在，并探讨其构造古地理状况。取得如

下几点新认识:

1) 对碓边剖面寒武纪灰岩和石头山剖面石炭纪—二叠纪灰岩进行了系统的碳、氧同位素分析。在上寒武统下部灰岩中发现了一个明显的 $\delta^{13}\text{C}$ 正漂移, 伴随着三叶虫属种的大量绝灭。石炭纪晚期 $\delta^{13}\text{C}$ 值较高, 其演化趋势与 Veizer *et al.* (1986) 曲线相反, 本区石炭纪末海侵扩大也与 Vail *et al.* (1977) 的全球海平面变化曲线不一致, 这种区域性差异是区域地壳变化状况的反映。这些认识为江南亚区寒武系—奥陶系界线标准剖面的全面描述提供了新素材, 同时对江山古生代地壳发展史探讨和全球古海平面演化对比都具有一定意义 (郭福生等, 2003c, 2004a)。

2) 在江山藕塘底组发现了一个典型的相混合沉积体系, 在研究其特征和成因的基础上, 论证了该混合沉积的控制因素主要是区域构造隆升。首次提出“混积层系”的概念, 用以指陆源碎屑与碳酸盐层相互交替构成的互层和夹层组合, 它反映了海平面变化和区域构造升降特征, 同时又是许多重要沉积—层控矿床的控矿层位。建议将“混积岩”一词用来表征“同一岩层内陆源碎屑与碳酸盐组分相互混杂”这种特殊沉积现象, 它可能代表了一套岩石组合, 而不适用于某一具体岩石的定名。这样做更能体现该词的地质意义, 也更符合人们习惯而方便使用, 如同浊积岩、风暴岩等名词的用途明确一样 (郭福生等, 2003a; 郭福生, 2004)。

3) 在江山藕塘底组上段发现了一种较为特殊的硅质岩, 根据岩石学和地球化学特征, 论证了该类岩石属成岩早期正常地下水交代成因, 原岩可能为亮晶 (或微晶) 生物碎屑灰岩, 为潮下浅滩沉积产物。笔者将这种硅质岩取名为“钙骨假象燧石岩” (郭福生等, 2003b)。

4) 在砚瓦山组具疙瘩状构造外貌的“瘤状灰岩”中, 识别出结构构造和形成机理大不相同的 5 种岩石类型, 即压扁瘤状泥灰岩、揉皱角砾状泥灰岩、压溶瘤状灰岩、干裂角砾状灰岩和粗砾屑灰岩。成岩阶段差异压实作用是形成本区瘤状灰岩的主要因素, 揉皱角砾状构造和粗砾屑结构反映了台地斜坡滑塌堆积环境。通过对压溶瘤状灰岩的统计研究, 得出了缝合线发育程度与原始沉积物泥质含量和层厚的相互关系 (郭福生等, 1993a)。

5) 对位于陆缘过渡区的江山地区开展了系统的古生代沉积相序研究, 藕塘底期混合沉积序列、瘤状灰岩的区域分布规律和长坞期浊积扇模式的确定, 对认识浙西沉积环境和华夏古陆隆升史提供了可信的论证 (郭福生等, 2004b)。

6) 从大地构造沉积学原理出发, 根据沉积相序、盆地水深与补偿状况的关系, 结合岩浆活动、构造变形历史 and 世界海平面演变规律, 探索本区地壳

升降状态的演化历程，划分出加里东陆内裂陷阶段和华力西—印支陆内拗陷阶段。在此基础上论证了华夏古陆（浙东、闽北部分）自震旦纪以来一直处于隆起状态，是晚三叠世以前浙皖海盆南东边缘陆源碎屑的主要供应区。晋宁运动以后，古陆的年轻地貌不断被夷平。古生代期间，华夏古陆只是在加里东中晚期和华力西中期有两次较明显的抬升，内部无重大的构造岩浆活动。加里东期华夏古陆北西缘具被动陆缘性质，晚古生代古陆有稳定大陆特点，中生代末期原古陆范围的构造岩浆活动不断增强，开始形成活动陆缘环境（Guo *et al.* , 2003）。

本书是在导师杜杨松教授的指导下完成的，写作过程中得到于炳松教授、余达淦教授、刘庆成教授、孙占学教授、刘晓东教授、张珂博士、王建平博士、李学军博士的热心指导和帮助；邓军教授、王训练教授、赵省民教授、柳永清教授、周洪瑞教授、吴珍汉教授审阅了本书初稿；刘林清、严兆彬、郭国林、叶张煌参与了野外采样、室内打字和图件清绘等工作；邱郁双、陈培雄、张轼、夏菲、田世洪、胡宝林、聂逢君、潘家永、刘成东、李满根在收集资料方面提供了大量帮助。承蒙中国科学院南京地质古生物研究所戎嘉余院士鉴定部分奥陶纪化石，江西省地矿局魏秀吉教授级高工、浙江省地矿局李广有教授、安徽省地矿局李玉发高级工程师审阅岩石地层单位厘定方案。笔者谨向他们表示由衷的感谢！

邓诗尧先生、张镇海教授、梁鼎新教授和辜骏如教授四位恩师和严父郭志珮先生早年的谆谆教诲，一直鞭策着笔者老老实实做人和认认真真做事，特别是在梁鼎新教授手把手教导下获得的专业技能和共同完成的研究成果，为本书的写作奠定了坚实的基础。与林银山、张敬礼、许玩宏、陈联儿、刘林清、彭花明、饶明辉、李罗照、金玉书、张金城、陈少华、陈跃辉、李浩昌、蒋振频、罗能辉、巫建华、祝民强、薛振华、张展适、张树明、王正其、余修日、吴仁贵、陈家富等老师在江山多年合作结下的深厚友谊，笔者将终生难忘，江山万古以作证。

目 次

前 言

1 区域地质背景	(1)
1.1 地质调查简史	(1)
1.2 地 层	(2)
1.3 岩浆岩	(5)
1.4 区域构造	(5)
2 地层特征	(8)
2.1 岩石地层单位厘定	(8)
2.2 岩石地层特征	(11)
3 岩石学与地球化学特征	(17)
3.1 岩石类型概述	(17)
3.2 混合沉积	(25)
3.3 瘤状灰岩	(30)
3.4 钙骨假象燧石岩	(33)
3.5 寒武纪碳酸盐岩碳氧同位素特征	(41)
3.6 船山组和栖霞组碳氧同位素特征	(48)
3.7 叶家塘组、藕塘底组微量元素和碳氧同位素特征	(52)
4 沉积相及区域古地理格局	(54)
4.1 早古生代	(54)
4.2 晚古生代	(63)
5 区域沉积 - 大地构造演化	(71)
5.1 海平面变化趋势与区域地壳运动状态	(71)
5.2 浙西皖南沉积 - 大地构造演化	(73)
5.3 华夏古陆构造古地理	(79)
6 结论与讨论	(83)
6.1 主要成果与结论	(83)
6.2 问题讨论	(87)
主要参考文献	(89)
英文摘要	(98)
图版	

1 区域地质背景

1.1 地质调查简史

浙江江山地区地质研究开展较早,过去多以生物地层研究为主。1869年德国的李希霍芬,1911~1917年日本地质学者先后来本区进行地质调查。1927年刘季辰、赵亚曾到本区进行矿产调查研究时,对地层作了初步划分,著有《浙江西部之地质》一文,有一定参考价值。1951年盛莘夫在《浙江之地质》一文中,对本区地层作了较详细的划分,首次肯定本区有寒武系存在。1955年卢衍豪、穆恩之、侯祐堂、张日东、刘弟墉等发表《浙西古生代地层新见》一文,对本区古生代(尤其是早古生代)地层作了系统的划分,是该区地层研究的重大进展,其划分方案至今仍为人们乐于沿用(卢衍豪等,1955)。1959年全国地层会议在浙西召开地层现场会议,由刘鸿允、卢衍豪、李星学、顾知微等人对浙西各纪地层作了全面总结,奠定了本区地层研究的基础(全国地层委员会,1963)。1959~1965年北京地质学院和浙江省区测队先后在本区进行1:20万区域地质测量,对本区的地层、构造、岩浆活动及矿产分布规律进行了全面的调查。此外,李捷、张文佑(1937)对煤田构造的研究,侯祐堂(1959)对奥陶介形类的研究,穆恩之与李积金(1958)、葛梅钰(1964)、朱敏达(1965)、穆恩之(1984)、肖承协(1987)对笔石的研究,张日东(1964)对头足类的研究,李蔚秣(1965)对 *Arthricocephalus* (节头虫)的发现,卢衍豪等(1965, 1980, 1985)对三叶虫的研究,赵修祜等(1986)对石炭纪植物群的研究,岳昭等(1989)小壳动物群的发现,卢衍豪等(1984)对寒武系—奥陶系界线的研究,鞠天吟(1989)对浙江寒武纪地层的研究等,均使本区的生物地层研究日趋深入。

1978年张敬礼、韩乃仁、李罗照、金玉书等在《浙江江山古生代地层的几点新认识》一文中,对江山震旦纪及古生代地层补充了大量新资料,对地层的划分与对比提出了新的见解。1980年李罗照、韩乃仁等在江山及其邻近地区采获大量三分贝科化石,发表了《浙西奥陶纪三分贝科腕足动物化石的新材料》一文,补充描述了许多新的属种,引起了国内外古生物学界的重视(李罗照等,1980)。李罗照(1981)对上奥陶统头足类的研究,韩乃仁等(1983, 1985)对下奥陶统三叶虫和笔石的研究,丰富了对奥陶系生物组合的认识。1984年韩乃仁、李罗照、金玉书在《浙江江山下奥陶统宁国组的新认识》一文中提出宁国组底部存在灰岩透镜体。Liu *et al.* (1984), Yang *et al.* (1984), Zhao *et al.* (1984)做了初步化学地层研究。林天瑞、韩乃仁(1986)描述了砚瓦山组的三叶虫化石。1987年韩乃仁、金玉书发表《浙江江山西山地层地质问题》,提出西山为一向南东倾斜的倒转背斜。卢衍豪等(1989)对江山寒武纪三叶虫动物群及其生态特征进行了全

面总结,韩乃仁(1996)对本区古生代地层研究做了综合述评。值得指出的是,1976年华东地质学院师生在江山碓边发现的寒武系剖面,经中国科学院南京地质古生物研究所与该院进行合作研究,已成为我国东南区寒武系—奥陶系界线标准剖面。1985年浙江省人民政府在江山碓边建立寒武系—奥陶系界线地质保护区。蒲心纯等(1993)、赖才根等(1993)、曾允孚等(1993)、张瑛等(1993)、陈宏明等(1994)、冯增昭等(1998, 2001)在中国南方开展的岩相古地理研究中,涉及本区的沉积相特征。

综上所述,前人对该区做了大量古生物学、传统地层学方面的工作,取得了丰硕成果,在该区建立的黄泥岗组、硯瓦山组等7个组已被广泛应用于浙江西部乃至皖南、赣东北地区。在较小比例尺大范围的岩相古地理调查中,对本区沉积相从不同侧面做过不同程度的工作。但在沉积岩石学、沉积相古地理演化和盆山构造相关性等方面的研究工作比较薄弱。

1.2 地 层

按照中国岩石地层区划,研究区浙江江山属华南地层大区扬子地层区江南地层分区(VI_4^5),在浙江省境内又进一步划归江山—临安地层小区(VI_4^{5-1}) (浙江省地质矿产局, 1996)。区内震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系广泛分布,层序齐全,化石丰富;前震旦系、白垩系出露零星。研究区南东侧以江山—绍兴断裂为界,隶属于华南地层大区东南地层区沿海地层分区(VI_5^2) (图1-1)。

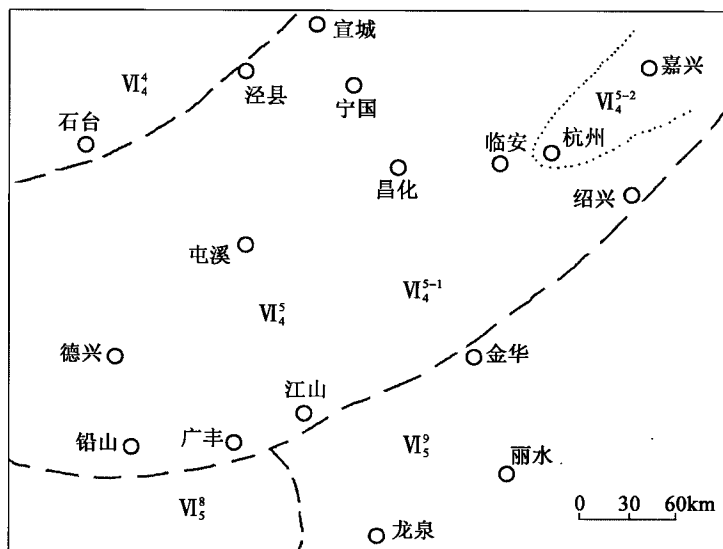


图1-1 浙江江山及邻区岩石地层区划图

(据都洵等, 1998; 浙江省地质矿产局, 1996; 安徽省地质矿产局, 1997; 江西省地质矿产厅, 1997)

华南地层大区(VI) 扬子地层区(VI_4): VI_4^1 —下扬子地层分区; VI_4^5 —江南地层分区(浙江省境内分江

山临安地层小区和杭州嘉兴地层小区, 代号分别为 VI_4^{5-1} 和 VI_4^{5-2})

华南地层大区(VI) 东南地层区(VI_5): VI_5^1 —武夷地层分区; VI_5^2 —沿海地层分区

1.2.1 前寒武系

(1) 上墅组 (Pt_3s)

本组为一套轻微变质的陆相中酸性-酸性火山喷发岩,岩性主要为灰紫色英安质角砾凝灰岩、流纹质凝灰角砾岩、含角砾岩屑凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩,夹流纹斑岩及少量沉凝灰岩。时代属新元古代。分布于江山港东及上余一带,露头良好,厚度大于800m。

(2) 志棠组 (Z_1z)

本组下段岩性为紫红色、灰红色块状砾岩、含砾粗砂岩夹灰紫色、紫红色砂岩,顶部见紫红色层状凝灰质砂岩。底部有一层灰色、灰绿色块状砾岩,砾石多呈棱角、次棱角状,以火山岩为主,与下伏上墅组岩性一致,具底砾岩特征。属河流相沉积,厚309.3m。

本组上段为灰绿色、灰、灰白色含粉砂泥岩、硅质页岩、硅质粉砂岩、沉凝灰岩及凝灰质砂岩。为河口湾相、浅海相沉积,与下段呈连续过渡,厚度为392.8m。

本组主要分布于新塘坞、上余、四都、丰足一带,江山城关之西山及须江公园也零星出露。与下伏上墅组呈角度不整合接触。本组在浙江省内相变不大,但厚度由东向西递减。

(3) 雷公坞组 (Z_1l)

本组为一套冰碛岩。为黄灰色、紫红色含砾泥岩、含砾粉砂质泥岩。砾石大小不一,直径0.2~30cm,砾石含量5%~15%,砾石呈不规则棱角状、饼状、椭球状等,有的砾石,尤其是青灰色碧玉砾石表面常可见到多组冰擦痕和挤压坑。砾石分选性差,无定向排列,不显层理。砾石成分复杂,主要有:红色玉髓、灰岩、含锰灰岩、碧玉、脉石英、硅质岩、石英岩、石英砂岩、粉砂质板岩及泥岩等。为冰筏海洋含砾泥岩相,厚8.5~49.4m。自东向西,厚度逐渐增大。

本组主要分布于新塘坞、黄泥塘一带,城关西山也有零星出露。与下伏志棠组呈整合接触,本组特征清楚,层位稳定,分布广泛,是震旦系划分对比的标志层之一,与峡东地区的南沱组大致相当,属早震旦世晚期沉积。

(4) 西峰寺组 (Z_2x)

本组下段下部为青灰色灰质白云岩、含白云石及燧石团块微晶灰岩、含灰云岩夹灰黑色粉砂质页岩,有时呈不规则互层。中部为一层厚度不大,但层位稳定的紫红色含泥白云岩夹白云岩扁豆体,具水平纹层,可作为下段划分对比标志层。上部为浅灰色、风化后呈土黄色的白云岩,偶夹黑色页岩,本段见微古植物化石: *Protosphaeridium* (原始球藻)、*Brocholaminaria* (六面膜片)等,厚约78.1m。

本组上段灰色、灰白色风化后为黄灰色白云岩、块状叠层石白云岩,上部有时见燧石团块。水平纹层发育。产叠层石 *Conophyton* (锥状叠层石)、*Baicalia* (贝加尔叠层石)、*Gymnosolen* (裸枝叠层石)等及 *Leiosphaeridia* (光面球藻)、*Protosphaeridium* (原始球藻)、*Brocholaminaria* (六面膜片),厚79.2m。

本组主要出露在大陈、新塘坞,城关西山也零星出露。与下伏雷公坞组呈平行不整合接触。

1.2.2 古生界

浙江江山寒武系、奥陶系为盆地-斜坡-陆棚相碳酸盐-硅泥质沉积,下寒武统荷塘组与西峰寺组呈平行不整合接触。石炭系、下二叠统为陆相-海陆交互相碎屑岩、台地相碳酸盐沉积,下石炭统叶家塘组与下伏上泥盆统、上奥陶统为平行不整合接触。岩性岩相特征将在2.2节中论述。

区域上,浙江西北部志留系下统为粉砂质泥岩、粉砂岩和砂岩互层,含少量笔石和腕足类;中统为砂岩、泥岩互层,富含介壳类化石;上部为砂岩,近底部夹沉凝灰岩。厚度为1316~2220m。与下伏上奥陶统为整合接触,与上覆上泥盆统为平行不整合接触。

浙江西北部缺失下-中泥盆统,上泥盆统为陆-滨海相石英砂岩、砾岩夹粉砂岩,产植物化石,厚141~458m。

上二叠统为滨海沼泽-陆相-滨海相中细粒碎屑岩,局部夹煤线,含植物化石。与下伏丁家山组为平行不整合接触,厚160~170m。研究区缺失上奥陶统顶部、志留系、泥盆系和上二叠统。

1.2.3 中生界

下三叠统下部为浅海相泥灰岩、泥岩夹粉砂岩,产腕足类、菊石、瓣鳃类,厚度大于475m。与下伏上二叠统整合接触。缺失早三叠世晚期至早侏罗世地层,下三叠统下部与中侏罗统为角度不整合。

中侏罗统为河湖相砂砾岩、泥岩,夹炭质页岩和煤层,产植物化石,厚度900~3300m。

上侏罗统为紫红色砂砾岩、页岩、凝灰岩、沉凝灰岩,产植物、腹足类、介形类、瓣鳃类等化石,属河湖相红层夹酸性火山沉积岩系。累计最大厚度大于3600m,与中侏罗统呈角度不整合接触。

下白垩统为一套紫红色、杂色内陆河湖相碎屑沉积岩系夹酸性火山岩,厚度横向变化大,累计最大厚度大于5987m。与下伏上侏罗统呈角度不整合接触。研究区缺失三叠系、侏罗系和下白垩统。

上白垩统衢江群(K_2Qj)为棕褐色、紫红色砾岩、砂岩、泥质粉砂岩,砾石成分复杂,可见下伏丁家山硅质岩、石头山灰岩及其燧石结核的碎块。1977年江山市淤头镇陈塘边金交椅衢江群砂岩中发现恐龙骨骼化石,1999年江山市环城西路扩建时挖出一窝近20枚恐龙蛋化石(张金城和郭福生,1999)。为河流相沉积,产状近水平,厚度大于50m。本组分布于新塘边、贺村等地,老虎山、西山一带也有出露。以角度不整合覆于栖霞组和丁家山组之上。

1.2.4 浙东南区

江山-绍兴断裂以东的浙东南区仅出露元古宙陈蔡群变质基底和上侏罗统磨石山组火山岩。

(1) 陈蔡群 ($Pt_{1-2}Ch$)

仅分布于砩河、碗窑一带，为一套变质岩系。岩性主要为灰白色、黄褐色黑云斜长片麻岩、云母石英片岩、变粒岩、斜长角闪岩夹大理岩组成。变质相属角闪岩相和绿片岩相。锆石 U-Pb 年龄 1438 ~ 2004Ma (水涛等, 1988)，目前一般认为，陈蔡群时代为古-中元古代，属华夏古陆的结晶基底。底部出露不全。

(2) 磨石山组 (J_3m)

见于砩河、碗窑一带，为火山碎屑岩系。由紫褐色晶屑玻屑凝灰岩、弱熔结晶玻屑凝灰岩夹褐色层状凝灰岩组成。碗窑所见剖面依层状凝灰岩顶面为界可划分出 2 个喷发旋回。磨石山组与陈蔡群呈断层接触。

1.3 岩浆岩

浙江省岩浆活动十分频繁，是环太平洋岩浆活动带的重要组成部分。其中燕山期、晋宁期、印支期和神功期是主要的岩浆活动期。研究区内岩浆活动微弱，侵入岩仅见滨河岩体出露于江山港两岸，呈岩墙状，受断裂控制沿北东方向延伸，出露面积约 4km²。岩体以石英二长岩为主，夹有少量白岗岩。岩体中部为浅肉红色中-细粒石英二长岩，局部暗色矿物减少，石英增多过渡为白岗岩。边部为砖红色微-细粒石英二长岩，有时出现少量斑晶，暗色矿物增多。边缘相带宽仅 2 ~ 3m。相带界线不明显。

岩体侵入于上墅组中，与栖霞组呈断层接触。破碎带宽 40cm，断层面产状 277°∠75°，接触面附近未见烘烤蚀变现象。岩体侵入时代尚未查明，暂置于燕山期。

上墅组火山岩代表了晋宁末期岛弧型大陆边缘的火山活动，以陆相火山喷发为主。印支运动以后，本区进入大陆边缘活动阶段，火山活动强烈而广泛，其中以晚侏罗世大规模陆相火山喷发为甚，形成浙东南上侏罗统中酸性火山岩带。白垩纪火山活动渐趋减弱，有少量基性熔岩喷溢。

1.4 区域构造

1.4.1 研究区构造变形基本特征

江山位于扬子地台与华南褶皱系的交接部位，是浙皖古生代海盆的东部边缘。印支运动时期，由于太平洋板块向欧亚板块俯冲，本区受强烈的南东方向挤压作用，形成区内北东-南西向的印支期褶皱、断裂以及其他伴生和派生构造，组成了本区的构造格架（郭福生等, 2004b）。

(1) 褶皱构造

本区褶皱为线形平行褶皱群。轴向约北东 30° ~ 45°，轴面倾向南东。从南东向北西褶皱强度逐渐减弱，褶皱类型从等斜褶皱、倒转褶皱、斜歪闭合褶皱依次向直立开阔褶皱转化。区内主要褶皱从东往西依次为西山倒转背斜、石头山-花坟头倒转向斜、伍家弄背

斜、田棚向斜。

西山为一走向北东的倒转背斜,轴面倾向南东,枢纽向南西倾伏,由震旦系、寒武系、奥陶系组成。西山西坡有逆断层切过核部,使褶皱西翼地层出露不全,仅见长坞组。东坡为北东向张性断裂破坏,沿破碎带为硅质脉体充填,交代震旦系、寒武系、白垩系的白云岩、灰岩及砂砾岩,从而形成规模较大的硅化带。硅化岩石呈黄白色,成分以乳白色细粒石英为主,具致密块状、角砾状或交代残余构造。常见叠层石的生物生长构造残余、含砾砂状结构残余,其中的灰岩砾石中见已被硅化的鲕化石、层理构造残余等。

(2) 断裂构造

区内断层较发育。根据它们的走向大致可分为北东向、北西向和北北西向三组。其中北东向断层平行褶皱轴向和岩层总体走向,是一组走向(纵)逆断层;北西向断层是一组以正断层为主的倾向(横)断层;北北西向断层是一组以左行平移为主兼有上盘下降的正-左行平移斜向断层。从东往西依次有西山走向逆断层、何家山走向逆断层、伍家山斜向正-左行平移断层、马家塘斜向正-左行平移断层、店坝头-长毕横向左行平移-正断层、西山横向(包括斜向)断层(走向 $310^{\circ}\sim 340^{\circ}$)。

江山-绍兴深断裂是一条具有长期活动历史、切穿地壳的深断裂带。向西南延至杭州、宜春一带。地表倾向北西,深部转向南东,由许多大致平行的断层组成,宽0.5km至数千米。构造地貌呈河谷盆地。沿断裂带有晋宁期、燕山期及喜马拉雅期多期次基性和酸性岩浆岩侵入。具地磁及重力异常显示。深断裂之东的中山区为古-中元古代陈蔡群变质岩系,上覆中生代火山-碎屑沉积。其西的丘陵区为发育完全的显生宙盖层,基底为中元古代双溪坞群。晋宁期为华夏古陆与扬子地台的碰撞对接带,呈挤压应力状态;加里东期呈右旋张剪运动;印支期华夏古陆向西逆冲,引起浙西盖层褶皱变形;燕山-喜马拉雅期由左行剪切过渡为拉张断陷的构造环境,如形成本区老虎山西侧红层的相对下降,西山东坡的张性硅化角砾岩带等。

1.4.2 区域大地构造环境

本区位于扬子地块东南缘,东南以江山-绍兴断裂为界与华夏古陆毗邻(图1-2)。受深断裂控制,浙江东、西的区域地质面貌表现出极大的差异。浙东变质基底称陈蔡群,为古-中元古代变质岩系(金文山等,1998)。其上为上三叠统一下侏罗统河湖相煤系、中侏罗统一白垩统火山-沉积岩系、上白垩统红层及新近系橄榄玄武岩覆盖。缺失震旦纪-中生代早期的地层记录,中生代酸性火山熔岩大面积覆盖,这是浙东地质发展上的两个重要特点。

浙西基底称双溪坞群,为一套中基性-酸性熔岩、火山碎屑岩系。其上有零星分布的陆相火山-粗碎屑堆积。震旦系-志留系为一套连续的碳酸盐-砂泥质沉积,上泥盆统一下三叠统为砂岩-碳酸盐岩组合,分别构成两个完整的沉积旋回,中生代火山碎屑盆地零星分布。与皖南扬子地台的稳定型沉积相比,浙西早古生代地层厚度较大,碎屑岩具相对优势,且发育浊流沉积为特点。由浙西向南至赣中一带,震旦系-奥陶系为厚逾万米的火山碎屑岩-碎屑岩活动型沉积,具较深的陆缘海沉积特点。由此可见,浙西震旦纪-早古生代沉积具明显的过渡型特征。晚古生代沉积环境在上述各地差异不大(郭福生等,2004b)。

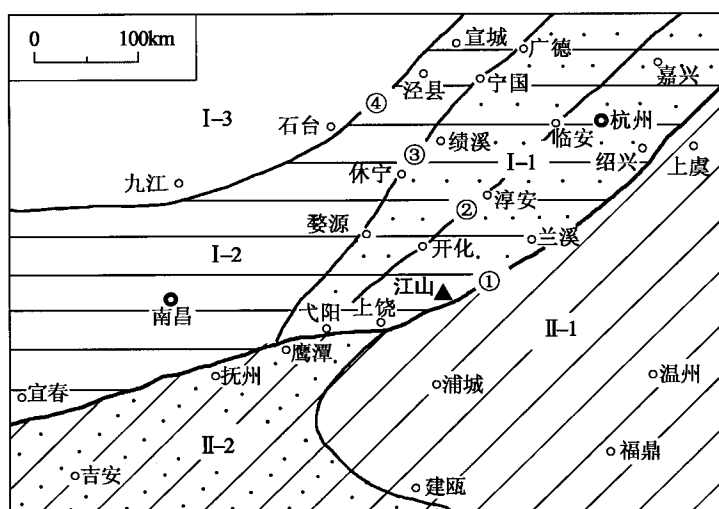


图 1-2 浙西皖南及其邻区大地构造区划

(据金文山等, 1998, 稍作修改)

I-1—扬子地块浙西北构造区; I-2—扬子地块江南构造区; I-3—扬子地块下扬子构造区;

II-1—华夏地块浙东闽北构造区; II-2—华夏地块桂粤湘赣闽构造区

①江山—绍兴深断裂; ②开化—临安深断裂; ③浙皖赣深断裂; ④江南深断裂

在构造岩浆活动方面, 浙东以燕山期的断块活动为主, 出现大面积酸性岩浆的喷出与侵入, 并伴随热—动力变质作用。浙西以印支期褶皱运动为主, 岩浆活动微弱。

对浙、皖、赣相邻地区的大地构造区划, 不同学派有不同的划分意见。黄汲清(1979)以江山—绍兴深断裂为界, 认为浙西属扬子地台, 称浙西台褶皱带, 浙东属华南褶皱系。张文佑(1983)称浙西为扬子块断区, 浙东为华南断褶系。不少学者用板块构造模式来认识本区的构造演化, 王鸿祯(1986)指出, 中、新元古代扬子古大陆南缘为岛弧环境, 洋壳界线大致在绍兴—江山—宜春一线。水涛(1988)认为闽浙变质地块为一漂移的古地体, 早晋宁期沿江山—绍兴一线与江南古陆碰撞拼接。本书在研究了浙西皖南地区显生宙沉积与构造历史之后认为, 自震旦纪至中三叠世该区为板内发展时期, 中生代中期开始受太平洋板块的影响, 向大陆边缘活动带转化。

江山地质构造特征的形成和演化与上述背景密切相关。显生宙以来东部华夏古陆持续性隆起及其隆升幅度的变化, 江山—绍兴深断裂在不同构造环境、不同构造应力场中的运动学和动力学条件的演变, 浙东与浙西地壳结构的差异是 3 个极为重要的构造控制条件。

2 地层特征

2.1 岩石地层单位厘定

2.1.1 岩石地层单位及与其他地层单位对比

江山地区寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系广泛分布，层序齐全，化石丰富。由于受传统地层学理论和原则的束缚，江山地区以往的地层单位——“组”都赋予了特定的时代含义，用化石资料引申出的年代地层概念来限制或肢解组，严重混淆了两种地层单位的概念。因此，有必要根据现代地层学理论重新厘定该区岩石地层单位（A. 萨尔瓦多等，2000；全国地层委员会，2001；张守信，1989）。

笔者在广泛收集前人地层古生物资料的基础上，详细测制了江山地区各时代有代表性的剖面，共实测了6条地层剖面，并按照修正了的岩层真厚度计算公式重新计算了各组地层厚度（郭福生等，1992，1999）。在野外地层宏观特征、化石分带、沉积岩相和区域古地理格局研究的基础上，详细厘定了本区岩石地层单位，阐述了各单位岩性、岩相特征及其与生物地层、年代地层单位的对比关系（郭福生，1994）。

岩石地层单位的建立，应当考虑宏观岩性、岩相特征及其区域稳定性。就其时代而言，普遍具有横向穿时性，纵向跨时性。根据这一原则，将江山地区古生代岩石地层厘定出16个组（表2-1）。本区岩石地层、生物地层和年代地层单位对比关系列于表2-2。

表2-1 江山地区古生代岩石地层单位一览表

名称	符号	厚度/m	备注	名称	符号	厚度/m	备注
丁家山组	P_1d	> 70	~ **	胡乐组 *	$O_{1-2}h$	29.8	原胡乐组 原牛上组
栖霞组	P_1q	62.6	~	宁国组	O_1n	40.6	~
船山组	C_2c	204.6	~	印渚埠组 *	O_1y	57.9	原印渚埠组上部
藕塘底组	C_2o	347.4	~	西阳山组 *	$\epsilon_3 - O_1x$	138.8	原印渚埠组下部 原西阳山组
上段	C_2o_2	195.4		华严寺组	ϵ_3h	134.5	~
下段	C_2o_1	152.0		杨柳岗组	ϵ_2y	91	~
叶家塘组	C_1y	104.0	~	大陈岭组	ϵ_1d	37.3	~
长坞组	O_3c	320.0	~	荷塘组	ϵ_1h	19.1	~
黄泥岗组	O_3h	22.4	~				
砚瓦山组	O_2y	155.2	~				

* 经过修订界线修改了的组；** 原地层单位与现今岩石地层单位名称和界线一致。

表 2-2 江山地区岩石地层、生物地层、年代地层单位的划分与对比

岩石 地层	生物带或重要化石	年 代 地 层			
		阶		统	系
		中国	前苏联/西欧		
衢江群				上统	白垩系
丁家山 组	<i>Parafusulina</i> 带	茅口阶	萨克森阶 Saxonian	下统	二叠系
	<i>Neoschwagerina</i> 带 <i>Cancellina</i> 带 <i>Nankinella</i> 带		奥图阶 Autunian		
栖霞组		栖霞阶			
船山组	<i>Sphaeroschwagerina</i> 带 <i>Triticites</i> 带	马平阶	斯蒂芬阶 Stephanian		
藕塘底组	筴: <i>Fusulina pseudobocki</i> , <i>Profusulinella convoluta</i> , <i>Pseudostaffella ozawai</i> . 腕足类: <i>Wellerella delieatula</i> , <i>Choristites abaormalis</i> 珊瑚: <i>Caninia</i> sp.	威宁阶	维斯发阶 Westphalian	上统	石炭系
			纳缪尔阶 Namurian		
叶家塘组	植物: <i>Archaeocalamites scrobiculatus</i> , <i>Neuropteris gigantea</i> , <i>Rhodeopteridium</i> sp.	大塘阶	韦宪阶 Visean	下统	
长坞组	笔石: <i>Dicellograptus</i> cf. <i>complanatus</i> , <i>Orthograptus truncatus</i> 三叶虫: <i>Dalmanites</i> sp. 腕足类: <i>Kassinella</i> sp. , <i>Trimruellina</i> sp. , <i>Leptellina</i> sp.	五峰阶	阿什极阶 Ashgillian	上统	
黄泥岗组	<i>Nankinolithus nankinensis</i> 动物群	石口阶			
硯瓦山组	<i>Sinoceras chinense</i> 动物群	江阶	卡拉道阶 Caradocian	中统	奥陶系
胡乐组	<i>Dicranograptus sinensis</i> 带 <i>Nemagraptus gracilis</i> 带 <i>Glossograptus hincksii</i> 带 <i>Pterograptus elegans</i> 带 <i>Amplexograptus confertus</i> 带	胡乐阶	兰代洛阶 Llandeilian		
	宁国组	<i>Glyptograptus austrodenlatus</i> 带 <i>Cardiograptus amplus</i> 带 <i>Azygograptus suecicus</i> 带	宁国阶	兰维恩阶 Llanvirnian	下统
阿伦尼克阶 Arenigian					
印渚埠组	<i>Asaphopsis-Birmanites</i> 带				
西阳山组	<i>Adelograptus-Clonograptus</i> 带 <i>Staurograptus dichotomus</i> 带 <i>Hysterolesus asiaticus</i> 带 <i>Lotagnostus hedini</i> 带 <i>Acaroceras endogastrum</i> 带 <i>Lotagnostus punctatus</i> 带	新厂阶	特马豆克阶 (西欧) Tremadocian	下统	寒武系
		凤山阶	席德廷阶 Shidertinian	上统	
华严寺组	<i>Pseudoglyptagnostus clavatus</i> 带 <i>Erixanium</i> 带 <i>Proceratopyge fenhwangensis</i> 带 <i>Glyptagnostus reticulatus</i> 带 <i>Glyptagnostus stolidotus</i> 带 <i>Lejopyge sinensis</i> 带	长山阶	Tuorian		
		崮山阶			