

# 中国区域地质志

## 浙江志

浙江省地质调查院 编著

二〇一八年十月

## 《中国区域地质志·浙江志》编纂委员会

主 任：张金根

副 主 任：王功逸 徐 刚

委 员：邱鸿坤 吕晓澜 孙乐玲 龚日祥 姚洪华  
严庆良 王国武 颜洪鸣 闫金宝 周育坤  
王海平 王孔忠 陈忠大 黎明碧

顾 问：张永山 钱鼎兴 姚道坤

## 《中国区域地质志·浙江志》编辑委员会

主 编：陈忠大

副 主 编：袁 强 吴小勇

项目负责：余盛强 袁 强（前期） 吴小勇（副）

编 者：龚日祥 陈忠大 余盛强 吴小勇

唐增才 董学发 赵旭东 袁 强

马宏杰 林清龙 汪建国 过 剑

胡 宁 周宗尧 郑 洁 傅俊鹤

# 前 言

浙江省区域地质志的修编是浙江省地质工作中的大事。

上世纪八十年代原浙江省地质矿产局组织编纂了第一代浙江省区域地质志，全面总结了 1984 年以前浙江省区域地质调查研究的成果，系统构建起浙江省区域地质的基础与格架，多年来不仅一直为浙江省区域地质调查研究工作提供指导，也在地质找矿、工程建设、城市布局和环境治理等方面为政府的规划部署提供了重要的决策依据，是迄今为止浙江省地质工作研究最重要的成果和最主要的参考文献。

自上一轮浙江省区域地质志完成出版至今已经将近三十年，浙江省的地质工作本身取得了极大的发展。首先，基础理论认识上已由早期的槽台学习发展为板块构造理论，地质工作者也普遍将板块构造理论运用到浙江省的地质工作中。并且，随着板块构造理论的进一步丰富和发展，在其基础上诞生了大陆动力学、洋板块地质和多岛弧盆系等多种先进的学说理论，亦不断被运用到浙江省的地质工作中，并取得一系列重大的突破。其次，区域地质调查工作获得了长足的进展。在原来 1:20 万区调的基础上，相继开展了 1:5 万和 1:25 万的区调工作，并在部分地区开展造山带地质填图，不仅大大提高了区域地质调查研究的精度和准确度，同时获得大量重大的发现，一定程度上突破传统的系统框架。再次，地质工作的内容有极大地拓展。进入二十一世纪以来，除了传统的基础地质、矿产地质之外，城市地质、农业地质、海洋地质、工程地质、环境地质和旅游地质等新地质工作也获得了蓬勃发展，极大地丰富了浙江省地质工作的内涵，也进一步推进基础地质的发展。此外，随着社会经济的发展，地质工作的任务目标也发生极大的变化。基础地质在服务找矿的同时，亦不断为政府部分在环境保护、旅游开发、城市规划、工程建设、地下空间开发和科普教

育等诸多方面的决策部署提供依据，在社会经济中的作用越来越大。

作为浙江省地质工作最重要的参考文献，浙江省区域地质志应能反映最新的理论进展、工作成果，更适合地质工作和社会经济的需要，同时具有时代感、符合时代潮流、具有指导性和前瞻性，因此，在时隔近三十年后，有必要对其及时进行更新。

2008 年中国地质调查局启动了重编中国区域地质志的任务，计划项目名称为“中国地质构造区划综合研究与区域地质调查综合集成”，其总体目标任务是：通过对区域地质调查资料和地学研究成果的综合研究与集成，全面总结 30 多年来我国区域地质调查、矿产勘查和专题研究所取得的成果，特别是地质大调查实施以来的新资料、新进展、新成果。浙江省区域地质志的修编工作亦于 2014 年适时启动。

浙江省国土资源厅对浙江省区域地质志的修编工作高度关注和大力支持，特别成立了以浙江省国土资源厅副厅长张金根为主任的“两志（浙江省区域地质志和浙江省矿产地质志）”编纂委员会，对地质志的修编工作进行领导和管理，同时聘请了对省内区域地质和矿产调查研究具有丰富经验的专家进行技术指导。浙江省地质调查院作为本轮浙江省地质志修编的承担单位，对项目高度重视，本着对历史负责、经得起历史考验的态度，组织了一批长期从事基础地质调查研究并具有较高理论水平的技术骨干专门负责相关工作。

围绕项目的目标任务和工作部署，项目组认真贯彻执行《<中国区域地质志>工作指南》的各项规范和要求，以第一代浙江区域地质志为基础，开展新一代地质志的研编，有序推进各项工作安排，历时五年，终于完成第二代浙江省区域地质志的修编工作，同时编制完成新版 1:50 万浙江省地质图以及 1:50 万地质构造图、1:50 万火山岩图和 1:50 万侵入岩图等 6 幅系列专题图件。

本次浙江省区域地质志以及相关附属图件修编以板块构造理论和大陆动力学理论为基础，以洋板块地质思想为指导，应用地质工作和编图制图的新技术和新方法，对浙江省近三十年来在区域地层、火山岩、侵入岩、俯冲增生杂岩、

变质岩、第四纪地质、深部构造和区域地质构造等方面所取得的进展和观点进行系统的总结，是现阶段对浙江省基础地质调查研究的最新成果和最新认识。

本次浙江省区域地质志修编秉持“写实为主、兼容并包，思路清晰、承前启后，突出重点、做出特色”的编写原则，在尊重事实、包容分歧的基础上，大量收集整理现有地质资料，充分展示各家各派观点。同时，以板块构造理论和洋板块地质思想为纲，统筹全书，构建全新的地质格架，对全省性、基础性和关键性的重大地质问题进行研究和探讨，为后人的进一步工作提供依据和启发。本轮志书尤其是重点对省内存在的洋板块地质体的分布特征、物质组成、形成时限、变质变形、构造演化过程和地质意义等内容进行了详细研究，对洋板块地质体在不同比例尺下的图面表达等编图工作进行有意的探索，填补了省内洋板块地质研究的空白，对进一步开展洋板块地质调查研究工作具有重要的指导意义。

新一轮浙江省区域地质志的完成，极大地提高了我省区域地质研究的程度和水平，更好地实现了地质调查资源共享，提升地质大调查和科研成果的应用效果和影响，为地质调查研究、矿产勘查、城市规划、工程建设、经济布局、旅游开发和灾害防治等工作提供基础地质资料支持。

本轮地质志修编工作工程浩大，内容繁杂，历史较长，涉及单位众多，参与人员广泛。通过本轮地质志修编工作，提高了参与单位之间的沟通交流和协作程度，也使参与人员得到极大的锻炼，不仅增加了知识，开阔了视野，也提高了工作能力和理论水平，为我省基础地质工作培养了大量的地质人才，在一系列领域形成一批有较大影响的专家学者，将在更高水平上推进我省区域地质工作的发展。

在项目实施过程中，中国地质调查局基础部、中国地质科学院地质研究所和南京地质调查中心等对项目给予了高度关怀和大力的支持，浙江省地质勘查局及其他兄弟地勘单位提供了丰富的资料和热诚的帮助，是地质志修编工作得以顺利完成的重要保证。

# 目 录

总序言.....	I
前 言.....	i
绪 言.....	1
第一篇 区域地层.....	11
概 述.....	11
第一章 古元古代地层.....	14
第一节 地层分区概述.....	14
第二节 岩石地层划分.....	15
第三节 地层对比.....	17
第二章 青白口纪地层.....	18
第一节 地层分区概述.....	19
第二节 岩石地层划分.....	19
第三节 古生物群特征.....	22
第四节 地层对比.....	23
第三章 南华纪地层.....	25
第一节 地层分区概述.....	25
第二节 岩石地层划分.....	26
第三节 古生物群特征.....	27
第四节 地层对比.....	28
第四章 震旦纪地层.....	29
第一节 地层分区概述.....	29
第二节 岩石地层划分.....	30
第三节 古生物群特征.....	33
第四节 地层对比.....	34
第五章 寒武纪地层.....	36
第一节 地层分区概述.....	36
第二节 岩石地层划分.....	37
第三节 古生物群特征.....	40
第四节 地层对比.....	44
第五节 江山碓边寒武系江山阶底界全球界线层型.....	45
第六章 奥陶纪地层.....	49
第一节 地层分区概述.....	49
第二节 岩石地层划分.....	50
第三节 古生物群特征.....	56
第四节 地层对比.....	66

第五节 常山黄泥塘奥陶纪达瑞威尔阶底界全球界线层型 .....	67
第七章 志留纪地层 .....	72
第一节 地层分区概述 .....	72
第二节 岩石地层划分 .....	73
第三节 古生物群特征 .....	75
第四节 地层对比 .....	77
第八章 泥盆纪地层 .....	79
第一节 地层分区概述 .....	79
第二节 岩石地层划分 .....	80
第三节 古生物群特征 .....	81
第四节 地层对比 .....	83
第九章 石炭纪地层 .....	84
第一节 地层分区概述 .....	84
第二节 岩石地层划分 .....	85
第三节 古生物群特征 .....	89
第四节 地层对比 .....	91
第十章 二叠纪地层 .....	93
第一节 地层分区概述 .....	93
第二节 岩石地层划分 .....	94
第三节 古生物群特征 .....	99
第四节 地层对比 .....	105
第五节 长兴煤山二叠系长兴阶底界全球界线层型 .....	106
第十一章 三叠纪地层 .....	112
第一节 地层分区概述 .....	112
第二节 岩石地层划分 .....	113
第三节 古生物群特征 .....	116
第四节 地层对比 .....	118
第五节 二叠系—三叠系界线 (PTB) 全球层型剖面 .....	119
第十二章 侏罗纪地层 .....	133
第一节 地层分区概述 .....	133
第二节 岩石地层划分 .....	134
第三节 古生物群特征 .....	136
第四节 地层对比 .....	137
第十三章 白垩纪地层 .....	138
第一节 地层分区概述 .....	139
第二节 岩石地层划分 .....	139
第三节 古生物群特征 .....	159
第四节 地层对比 .....	160
第十四章 古近纪地层 .....	163



第一节	地层分区概述.....	163
第二节	岩石地层划分.....	163
第三节	古生物群特征.....	164
第四节	地层对比.....	165
第十五章	新近纪地层.....	167
第一节	地层分区概述.....	167
第二节	岩石地层划分.....	167
第三节	古生物群特征.....	168
第四节	地层对比.....	169
小 结	.....	171
参考文献	.....	173
第二篇	沉积岩和沉积作用.....	178
概 述	.....	178
第十六章	青白口纪.....	184
第一节	沉积作用与沉积类型.....	184
第二节	主要沉积岩岩石类型.....	185
第三节	沉积盆地及盆地建造.....	186
第四节	岩相古地理.....	187
第十七章	南华纪—晚奥陶世早期.....	190
第一节	沉积作用与沉积类型.....	190
第二节	主要沉积岩岩石类型.....	192
第三节	沉积盆地及盆地建造.....	195
第四节	岩相古地理.....	206
第十八章	晚奥陶世晚期—中志留世.....	215
第一节	沉积作用与沉积类型.....	215
第二节	主要沉积岩岩石类型.....	217
第三节	沉积盆地及盆地建造.....	220
第四节	岩相古地理.....	224
第十九章	晚泥盆世—早三叠世.....	227
第一节	沉积作用与沉积类型.....	227
第二节	主要沉积岩岩石类型.....	228
第三节	沉积盆地及盆地建造.....	231
第四节	岩相古地理.....	237
第二十章	晚三叠世—白垩纪.....	242
第一节	沉积作用与沉积类型.....	242
第二节	主要沉积岩岩石类型.....	244
第三节	沉积盆地及盆地建造.....	245
第四节	岩相古地理.....	249
第二十一章	古近纪—新近纪.....	253

第一节	沉积作用与沉积类型 .....	253
第二节	主要沉积岩岩石类型 .....	254
第三节	沉积盆地及盆地建造 .....	255
第四节	岩相古地理 .....	256
第二十二章	沉积作用与沉积矿产 .....	258
第一节	南华纪—晚奥陶世早期沉积作用与沉积矿产 .....	258
第二节	晚奥陶世晚期—中志留世沉积作用与沉积矿产 .....	260
第三节	晚泥盆世—早三叠世沉积作用与沉积矿产 .....	260
第四节	晚三叠世—白垩纪沉积作用与沉积矿产 .....	262
第五节	古近纪—新近纪沉积作用与沉积矿产 .....	262
小 结	.....	264
参考文献	.....	268
第三篇	火山岩及火山作用 .....	272
概 述	.....	272
第二十三章	新元古代火山岩 .....	277
第一节	岩石学特征 .....	277
第二节	岩石地球化学特征 .....	280
第三节	新元古代火山岩成因 .....	297
第二十四章	中生代火山岩 .....	300
第一节	岩石学特征 .....	302
第二节	岩石地球化学特征 .....	315
第三节	火山岩相 .....	326
第四节	火山构造 .....	335
第五节	火山作用特征及其形成的构造环境 .....	371
第二十五章	新生代火山岩 .....	379
第一节	岩石学特征 .....	379
第二节	岩石地球化学特征 .....	380
第三节	火山岩相 .....	391
第四节	火山构造 .....	392
第五节	火山作用特征及其形成的构造环境 .....	393
第二十六章	火山作用与成矿 .....	396
第一节	火山喷发旋回与成矿关系 .....	396
第二节	火山地层的含矿性 .....	398
第三节	火山岩相与成矿关系 .....	399
第四节	火山构造与成矿关系 .....	399
小 结	.....	402
第四篇	侵入岩与深成作用 .....	1
概 述	.....	404
第二十七章	侵入岩区带与时代期序 .....	411

第一节	侵入岩区带划分 .....	411
第二节	侵入岩时代格架及期序 .....	413
第三节	岩石组合、岩石构造组合、岩石系列及成因类型 .....	420
第二十八章	古元古代侵入岩 .....	425
第一节	基性-超基性侵入岩 .....	425
第二节	中-酸性侵入岩 .....	428
第二十九章	新元古代侵入岩 .....	434
第一节	青白口纪早中期侵入岩 .....	434
第二节	青白口纪晚期侵入岩 .....	443
第三十章	古生代侵入岩 .....	447
第三十一章	早中生代侵入岩 .....	453
第一节	早三叠世侵入岩 .....	453
第二节	中晚三叠世侵入岩 .....	454
第三节	早侏罗世侵入岩 .....	459
第四节	成因类型及构造环境 .....	460
第三十二章	晚中生代侵入岩 .....	463
第一节	基性侵入岩 .....	463
第二节	中晚侏罗世花岗岩类侵入岩 .....	465
第三节	早白垩世早期花岗岩类侵入岩 .....	472
第四节	早白垩世晚期花岗岩类侵入岩 .....	479
第五节	晚白垩世花岗岩类侵入岩 .....	486
第六节	晚中生代岩浆活动构造环境 .....	490
第三十三章	新生代侵入岩 .....	492
第三十四章	岩浆侵入活动总体特征及演化规律 .....	497
第一节	岩浆侵入活动与岩石圈发展演化 .....	497
第二节	岩浆成因探讨 .....	503
第三节	侵入岩时空分布演化规律 .....	507
第四节	岩浆侵入活动与火山活动的关系 .....	509
第三十五章	岩浆侵入活动与成矿作用 .....	514
第五篇	俯冲增生杂岩 .....	520
概 述 .....		520
第三十六章	江山-绍兴俯冲增生杂岩带 .....	522
第一节	空间结构及其变形特征 .....	522
第二节	岩石构造组合 .....	525
第三节	陈蔡增生杂岩时代讨论 .....	540
第三十七章	丽水-余姚俯冲增生杂岩带 .....	549
第一节	空间结构及其变形特征 .....	549
第二节	岩石构造组合 .....	552
第三节	龙泉增生杂岩时代讨论 .....	566

第三十八章 俯冲增生杂岩带的构造演化.....	568
小 结.....	570
参考文献.....	571
第六篇 变质岩与变质作用.....	575
概 述.....	575
第三十九章 古元古代变质岩与变质作用.....	582
第一节 八都—遂昌变质地带.....	582
第二节 鹤溪—衢山变质地带.....	591
第三节 古元古代变质作用特征.....	598
第四十章 新元古代变质岩与变质作用.....	610
第一节 龙门山变质地带变质岩系特征.....	610
第二节 新元古代变质作用特征.....	613
第四十一章 早古生代变质岩与变质作用.....	616
第一节 溪口—陈蔡变质地带.....	616
第二节 龙泉—上虞变质地带.....	620
第三节 早古生代变质作用特征.....	625
第四十二章 晚古生代变质岩与变质作用.....	636
第四十三章 其它变质作用.....	637
第一节 动力变质作用.....	637
第二节 接触变质作用.....	639
第三节 气液变质作用.....	641
参考文献.....	643
第七篇 岩石圈结构构造.....	650
第四十四章 区域地球物理场特征.....	650
第一节 区域物性特征.....	650
第二节 区域重力场特征.....	656
第三节 区域磁场特征.....	659
第四十五章 岩石圈结构.....	663
第一节 地壳结构特征.....	663
第二节 上地幔结构特征.....	669
第八篇 构造地质.....	672
概 述.....	672
第四十六章 构造单元及其主要特征.....	679
第一节 构造旋回和构造单元划分.....	679
第二节 构造单元特征分述.....	689
第四十七章 构造变形.....	712
第一节 褶皱构造.....	713
第二节 断裂构造.....	718
第三节 韧性剪切带.....	733

第四节 推覆构造.....	740
第五节 构造盆地.....	746
第四十八章 构造与成矿作用.....	759
第一节 主要构造单元与成矿.....	759
第二节 区域构造与成矿.....	763
第九篇 第四纪地质与地貌.....	769
第四十九章 第四纪地层.....	769
第一节 地层分区概述.....	770
第二节 古生物群组合.....	778
第三节 地层划分对比.....	780
第五十章 第四纪沉积物成因类型.....	783
第一节 第四纪沉积物成因类型划分及简述.....	783
第二节 第四纪沉积物成因类型时、空分布规律.....	785
第五十一章 第四纪沉积物岩石性质.....	788
第一节 第四纪沉积物岩性划分及简述.....	788
第二节 第四纪沉积物岩性时、空分布规律.....	789
第五十二章 第四纪地貌成因、形态类型.....	803
第一节 第四纪地貌成因、形态类型划分及简述.....	803
第二节 第四纪地貌成因、形态类型分布规律及地貌区划略图.....	805
第三节 第四纪微地貌.....	813
第五十三章 第四纪新构造运动及活动构造.....	818
第一节 第四纪新构造及活动构造划分及简述.....	818
第二节 第四纪新构造及活动构造时、空分布特点简述.....	820
第五十四章 第四纪冰川遗迹与争议.....	824
第十篇 地质发展史.....	830
第五十五章 古元古代时期.....	830
第五十六章 青白口纪时期.....	831
第五十七章 南华纪—中奥陶世时期.....	833
第五十八章 中奥陶世—早泥盆世时期.....	835
第五十九章 晚泥盆世—早叠世时期.....	838
第六十章 三叠纪—早侏罗世时期.....	841
第六十一章 中侏罗世—白垩世时期.....	843
第六十二章 新生代时期.....	847
结 语.....	849
摘 要.....	850
图 版.....	851

## 第十三章 白垩纪地层

浙江省地处中国东部濒西太平洋活动大陆边缘火山岩带，白垩纪构造—岩浆活动频繁，堆积了巨厚的火山沉积地层，是研究晚中生代大陆边缘形成演化动力学过程的重要窗口之一，历来备受中外学者关注。

一直以来，以江山—绍兴断裂带为界，浙江省白垩系被分为浙西北区和浙东南区开展地质调查和区域对比研究。

浙西北区白垩系研究始于上世纪二十年代，刘季辰、赵亚曾（1927）在浙西建德、寿昌等地创建“建德系”，时代归属晚白垩世；同年将金衢盆地砾岩层创名“衢江红砂岩”，时代置于早第三纪。对于“建德系”，乐森瑀、蒋溶（1930）、朱庭祜（1930）、舒文博（1930）、孟宪民（1930）、盛莘夫（1934）、高平（1935）、吴磊伯、李铭德（1948）、盛莘夫、汪龙文（1950）等人在不同的区域对该套地层展开了研究；1959年，中国科学院组织召开了浙西地层现场会议，对本区晚中生代火山岩作了初步总结；顾知微等（1963）将建德系解体为砚岭组、蔡郎岗组和寿昌组，时代归为晚侏罗世；邹鑫祜和陈其奭（1964）将其改称为风畈组、黄尖组、寿昌组和永康组；浙江省区域地质编写组（1979）则称为劳村组、黄尖组、寿昌组和横山组。对于“衢江红砂岩”，浙江省石油地质队（1960）在其下部创建“金兰组”，上部仍称“衢江红砂岩”；邹鑫祜和陈其奭（1964）将“金兰组”改称金华组；浙江省区域地质测量大队（1966）将该套岩系划为五段，下部一至二段引用方岩组，上部三至五段称衢江群；浙江省石油地质大队（1979）认为“方岩组”与“衢江群”为横向变化关系，应统称衢江群，时代为晚白垩世；陈其奭（1981）将衢江群划分为中戴组、金华组和衢县组。《浙江省区域地质志》（1989）和《浙江省岩石地层》（1996）均沿用上述方案，即建德群和衢江群。

浙东南区白垩系划分为磨石山群、永康群和天台群，其区域地层对比研究一直颇受争议。浙江省石油地质队（1959）在缙云、永康两县交界处的磨石山和永康盆地分别创建磨石山组和永康组，磨石山组层位位于永康组之下，时代归属晚侏罗世；对于磨石山组，浙江省区域地质测量大队（1962）改称“括苍山群”；汤文权（1983）创桥山组、西坑源组、余庄组和老竹组，陈其奭（1989）创白岩村组；《浙江省区域地质志》（1989）改称磨石山群，自下而上划分为大爽组、高坞组、西山头组、茶湾组、九里坪组和祝村组，《浙江省岩石地层》（1996）沿用该方案。对于永康组，李春昱（1961）认为永康组与浙西北区寿昌组层位相当，顾知微（1980）对此方案持有异议，认为两者所产软体动物化石不能对比；浙江省区域地质测量大队（1962）改称馆头组和朝川组，将其上覆地层称之为方岩组和壳山组；鞠天吟和陈其奭（1980）将馆头组、朝川组和方岩组合并称为永康群；《浙江省区域地质志》（1989）沿用永康群方案；浙江省区域地质调查大队（1995）年在仙居县城东南创建小平田组，层位与朝川组相当；《浙江省岩石地层》（1996）将馆头组、朝川组、方岩组、壳山组和平田组全部归入永康群。南京地质矿产研究所（2003）认为壳山组实为侵出相岩穹，将其弃用。本志书亦同。

陆逊等（1959）在天台县城南创建“天台层”，时代为晚侏罗世；与“天台层”不同，邹鑫

祐和陈其奭（1964）在天台县城南创建天台组，时代为早白垩世；浙江省区域地质调查大队（1978）创建塘上组和赖家组，时代归于晚白垩世；陈丕基和沈炎彬（1979）建议将天台组改称天台群；翁世劼等（1987）沿用天台群，包括塘上组和赖家组，置于永康群之上，时代为早白垩世晚期至早白垩世；《浙江省区域地质志》（1989）沿用塘上组和赖家组划分方案；《浙江省岩石地层》（1996）将赖家组解体为两头塘组和赤城山组，并与塘上组合称天台群。

上世纪八十年代以来，叶伯丹（1987）、李坤英等（1989）、张自超（1994）、陈小明等（1999）、李祥辉等（2011）、Liu（2014）、王加恩等（2016）和浙江省地质调查院（2014、2015）开展了详实的同位素年代学研究，为本志地层划分奠定了坚实的基础。

## 第一节 地层分区概述

浙江白垩纪地层区划与侏罗系保持一致，同属西北—华南地层大区，分属华南地层区（II 6）之浙西北地层分区（II 6-1）和东南地层区（II 7）之浙东南地层分区（II 7-1）（图 13-1）。

浙西北地层分区早白垩世早主要发育建德下亚群劳村组、黄尖组，早白垩世中晚期接受上亚群寿昌组、横山组沉积，早白垩世晚期一晚白垩世沉积地层为衢江群中戴组、金华组、衢县组和桐乡组。

浙东南地层分区早白垩世早主要发育磨石山群大爽组、高坞组、西山头组、茶湾组和九里坪组，早白垩世中晚期为永康群馆头组、朝川组和小平田组，早白垩世晚期一晚白垩世为天台群塘上组、两头塘组、赤城山组和小雄组。

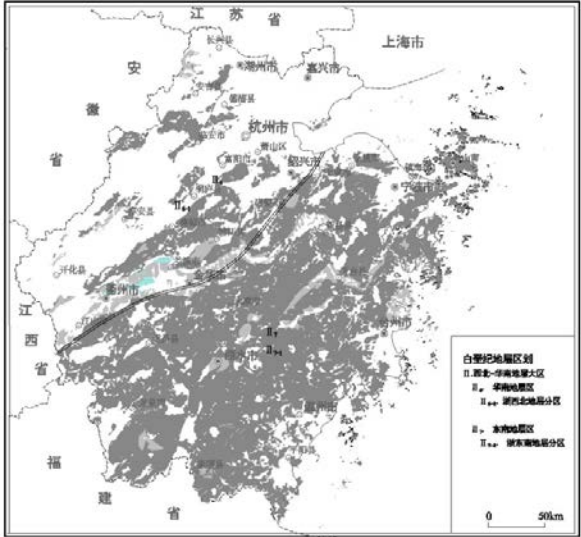


图 13-1 浙江省白垩纪地层区划

## 第二节 岩石地层划分

### 一、浙西地层小区

#### （一）建德群（ $K_1J$ ）

系刘季辰、赵亚曾（1927）创名，创名地点在浙江省建德市。原称建德系，指建德至寿昌一带被掩于流纹岩高山之下的紫红色砂岩、页岩、凝灰质砾岩、凝灰岩及绿色砂岩、页岩互层组成一套岩性组合，按这一层序，建德系之上是流纹岩层。浙江区测队（1965）完成 1:

20 万建德幅区调, 将上述内容重新厘定, 自下而上依次建立劳村组、黄尖组、寿昌组、横山组、方岩组层序。《浙江省区域地质志》(1989) 将方岩组之下的 4 个组合并称建德群、时代置于晚侏罗世, 将方岩组归属永康群, 时代为早白垩世。《浙江省岩石地层》(1996) 依此层序划分, 但将建德群中劳村组、黄尖组、寿昌组时代置于晚侏罗世, 将横山组时代置于早白垩世。一直以来, 寿昌组与下伏黄尖组的整合接触关系未被质疑。然李祥辉等(2011) 获取黄尖组与寿昌组之间的安山岩年龄为  $150.9 \pm 1.1 \text{Ma}$ , 与上、下层位年龄相矛盾, 指示两者之间为断层接触。此外, 临安平山剖面寿昌组以砂砾岩与下伏黄尖组流纹质晶屑凝灰岩接触, 兰溪横溪梅坑剖面寿昌组以凝灰质砾岩与下伏黄尖组流纹岩接触, 指示两者间为不整合接触。本书将建德群划分为上、下亚群, 下亚群包括劳村组和黄尖组, 而将寿昌组和横山组置于上亚群, 时代统置于早白垩世。

建德群分布于区内宋村盆地、淳安盆地、横村埠盆地, 寿昌—马剑盆地和姚家盆地内, 主体岩性是一套陆相火山—沉积岩, 总厚大于 4000m, 与下伏同山群或更老的地层呈不整合接触。寿昌组产生生物化石, 与热河群、永康群馆头组对比, 时代为早白垩世。

### 1. 劳村组 ( $K_1l$ )

系浙江区测队(1965)创名, 命名地点在浙江省建德市劳村。在此之前, 顾知微等(1959)称砚岭组; 邹鑫祐、陈其奭(1964)称风畈组。但经浙江区测队(1965)实地调查并无风畈村名, 故重新创名劳村组, 沿用至今。本书继续采用劳村组名称, 时代置于早白垩世。

劳村组主要岩性为暗紫色泥质粗砂岩、砂岩夹不稳定的流纹质凝灰岩、流纹岩和少量砾岩、黄绿色砂岩、粉砂岩。劳村组主要分布于淳安、寿昌、浦江、姚家等早白垩世盆地内, 一般在盆边出露, 代表盆地最早的沉积。正层型为浙江省建德市劳村剖面( $119^{\circ}05'$ ,  $29^{\circ}18'$ ), 由浙江区测队(1963)测制。

本组岩性和厚度有一定变化, 在寿昌—临浦一带, 以建德梅城寿峰山一线为界, 以西以红色沉积岩为主夹火山岩, 以东火山岩急剧增多, 以火山岩为主夹沉积岩。淳安—临安一带, 劳村组岩性仍以碎屑岩沉积为主夹火山岩, 上部夹安山玄武岩或玄武岩。

本组产腹足类 *Amplovalvata* aff. *suturalis*, *A. sutralia anjipgensis*; 介形类 *Rhinocypris* sp.; 植物 *Cladophlebis* sp.; 昆虫 *Lycorimima mictis*, *Mesopanorpa yaojiashanensis*, *Linicorixa odota*, *Tinactum solusum*, *Viduata otiosa* 等。

李祥辉等(2011)获取寿昌盆地劳村组锆石 U-Pb 年龄为  $132.3 \pm 1.6 \text{Ma}$ ~ $130.3 \pm 3.3 \text{Ma}$ ; Liu et al.(2014)获取寿昌盆地劳村组锆石 U-Pb 年龄为  $136 \pm 1 \text{Ma}$ ~ $131 \pm 1 \text{Ma}$ , 浦江盆地劳村组锆石 U-Pb 年龄为  $136 \pm 1 \text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄, 劳村组地质时代为早白垩世早期。

### 2. 黄尖组 ( $K_1h$ )

系邹鑫祐等(1964)创名, 命名地点在浙江省建德市寿昌镇南黄尖山。在此之前, 浙西地质队、顾知微等(1959)曾创名蔡郎岗组, 后将蔡郎岗组解体, 其下部的火山岩重新命名为黄尖组, 一直沿用至今。本书依此沿用。

黄尖组主要分布于浙西北中生代火山构造盆地内, 正层型为浙江建德黄尖山剖面( $119^{\circ}11'$ ,  $29^{\circ}20'$ ), 由浙江区测队(1963)重测。

本组岩性主要为灰白、灰紫、灰黄色流纹斑岩、流纹岩、晶屑熔结凝灰岩、流纹质凝灰熔岩、凝灰岩夹灰绿、紫红色砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩, 厚 173-943m。底部流纹(斑)



岩与下伏地层劳村组紫红色粉砂岩呈整合接触,在乌详、汤坞、淳安等地与下伏地层劳村组安山玄武岩整合接触。

区域上,黄尖组的厚度和岩性变化较大。寿昌—临浦一带,岩性以流纹斑岩为主,其次为酸性凝灰岩、熔结凝灰岩、沉凝灰岩及沉积岩;在浦江八角尖—寿峰山及建德大岩山一带,自下而上为中基性—中酸性—酸性火山岩的喷发韵律;在诸暨、萧山、临浦等地,主要为中酸性—酸性火山碎屑岩,夹少量中性、酸性熔岩及砂岩、粉砂岩;在桐庐县庐横村埠及富阳市新登一带,为英安质晶屑熔结凝灰岩。厚度变化较大,在黄尖剖面,本组厚度 943m,以北相距 10km 的枣园剖面,厚度仅 175m。总的趋势是自西南向东北方向变厚,如向东北延伸到绍兴江塘王家大山,该组厚度可达 1551m。淳安—临安一带,黄尖组构成天目山的主体,岩性主要为酸性,中酸性火山碎屑岩夹流纹(斑)岩及少量沉积岩,中部还夹有辉石安山岩、英安岩及石英粗安斑岩,最大厚度大于 4389.5m。由天目山向西南延伸,厚度明显变薄,如临安上腰铺厚 1375m,向西南逐渐减为 939m,至淳安县甘坞盆地,黄尖组变为偏碱性流纹斑岩和集块角砾熔岩,夹少量中酸性火山碎屑岩,厚度为 765.6m。

本组化石稀少,仅在浦江大岭脚剖面本组下部的沉积夹层(厚 64m)产植物化石 *Cladophlebis cf. parva*, *Desmiophllum* sp 等。

李祥辉等(2011)获取寿昌盆地黄尖组锆石 U-Pb 年龄为  $133.0\pm 2.4\text{Ma}$ ; Liu *et al.* (2014) 获取寿昌盆地黄尖组锆石 U-Pb 年龄为  $130\pm 1\text{Ma}$  Ma~ $127\pm 1\text{Ma}$ , 浦江盆地黄尖组锆石 U-Pb 年龄为  $130\pm 1\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄,黄尖组地质时代为早白垩世早期。

### 3. 寿昌组 ( $K_1s$ )

系顾知微等(1962)创名,命名地点在浙江省建德市寿昌。本组自创名后一直被沿用至今。本次继续沿用。

寿昌组主要分布在寿昌、檀溪、汾口、淳安、临安和兰溪—浦江一带。层型剖面为浙江省建德市岩下一枣园剖面( $119^{\circ}14'$ ,  $29^{\circ}21'$ ),由浙江区测队(1962)测制,浙江区调队(1994)重测。

本组主要岩性为灰绿、浅灰、黄绿、紫红等杂色砂岩、页岩,中—上部往往夹有 1-2 层厚度不稳定的酸性火山岩。区域上,本组的岩性和厚度有一定变化,在寿昌—临浦一带,寿昌盆地寿昌组可分四个岩性段,一、三段为湖相沉积岩,二、四段为火山岩,但厚度不大,自寿昌盆地往东经兰溪市墩头、浦江县至诸暨市等地,寿昌组中的火山岩明显增厚。淳安—临安一带寿昌组不甚发育,仅于淳安甘坞和临安平山及长兴仙山等地有少量出露。在平山盆地为河湖相的火山—沉积岩,产植物、叶肢介、双壳类、鱼类和昆虫化石。据钻孔揭露,厚度为 893.9m,并赋存有较大规模的钙、钠基膨润土矿。在长兴泗安仙山剖面岩性上部浅灰色泥岩、灰绿色粉砂质泥岩夹粉砂岩,产植物化石,厚 84m;下部灰绿、紫红色厚层状含砾岩屑砂岩夹含砾岩屑晶屑凝灰岩,厚 285.6m。淳安甘坞盆地,本组为杂色砂页岩,上部有少量凝灰岩、沉凝灰岩;下部夹铁质泥岩及泥灰岩。产植物和鱼类化石,厚 19m。

寿昌组产有丰富的化石计有:腹足类 *Probaicalia gerassimovi*, *P. vitimensis*, *P. prinadae*; 鱼类 *Mesoclupea shovchagensis*, *Sinamia* sp., *Ganoid indet*, *Teleostei indet*; 介形类 *Cypridea* sp., *C. unicostata*, *C. (cypridea) yumenensis*, *C. (cypridea) cf. latiovata*, *C. (cypridea) aff. multispinosa*, *C. (pseudocypridina) ellipselloides*, *Darwinula* sp., *D. cf. sarytirmenensis*, *D.*

*impudica*, *Lycoperocypris*? sp., *Mongolianella* sp., *M. cf. zerussata*, *Origoilyocypris* sp.; 叶肢介 *Bairdetheria* sp., cf. *B. chekiangensis*, cf. *B. sinensis*, *Brachygrapta intermedid*; 双壳类 *Batissa* sp., *B. ex. gr. antiqua*, *Corbicula* sp., *C. (Mesocorbicula)* sp., *Sphaerium*? sp., *Sibireconcha* sp., *Unio* sp., *U. cf. ogamigoensis*, *Nakamuranaia chingshanensis*, *Pseudocardinia* sp., 以及 *Ferganoconchidae* (费尔干蚌科); 植物 *Brachyphyllum* sp., *B. cf. obesum*, *Baiera* sp., *Cladophlebis* sp., *C. cf. albertsii*, *C. cf. exkiliformis*, *C. cf. browniana*, *C. cf. distaus*, *C. cf. falcata*, *C. cf. parva*, *Cupressinocladus* sp., *C. cf. gracilis*, *C. cf. elegans*, *Cycadocarpidium*?, *Coniopteris* sp., *Desmiophyllum* sp., *Klukia browniana*,? *Otozamites* sp., *Onychiopsis* sp., *Pagiophyllum* sp., *P. cf. peregrinum*, *Pterophyllum* sp., *Pityophyllum* sp., *Podozamites* sp., cf. *Ruffordia goepperti*, *Sphenolepidium* sp., *Sagenopteris* sp., *Thyrsopteris* sp., aff. *Williansoniella* sp., cf. *Czekanowskia rigida*, *Nilssonsonia* sp., *Carpolithus* sp.等化石。

李祥辉等(2011)获取寿昌盆地寿昌组锆石 U-Pb 年龄为  $123.8 \pm 1.0\text{Ma}$ ; Liu *et al.* (2014) 获取浦江盆地寿昌组锆石 U-Pb 年龄为  $123 \pm 2\text{Ma}$ 。根据上述生物组合和同位素年龄, 寿昌组地质时代为早白垩世中、晚期。

#### 4. 横山组 ( $K_1hs$ )

系浙江区测队(1965)创名, 命名地点在浙江省建德市横山。本组自创名后一直被沿用。

本组主要岩性为紫红色中一薄层状, 粉砂岩、粉砂质泥岩、粗粒杂砂岩, 夹酸性凝灰岩、黄绿色泥质粉砂岩(局部含钙质结核), 主要分布于淳安盆地、浦江盆地、寿昌盆地内。层型剖面为浙江省建德市横山剖面( $119^\circ 12'$ ,  $29^\circ 33'$ )由浙江区调队(1962)测制。

区域上, 本组岩性和厚度在区内变化较大, 寿昌—临浦一带, 横山组岩性粗细变化明显, 如: 常山县朱家一带, 为紫红色砂岩, 厚度大于 1000m; 兰溪市墩头盆地, 厚度超过 1000m, 岩性为紫红色钙质粉砂岩, 夹钙质细至中粒砂岩及凝灰质砂岩, 下部夹凝灰质含砾砂岩; 兰溪市梅大坂村以南, 相当本组上部, 有厚约 14.3m 的砾岩; 墩头盆地东端的上木坑、虞街附近, 本组底部夹 20-100m 的气孔状玄武玢岩。淳安—临安一带, 横山组分布于新安江水库的西北侧, 紫红色层岩性明显变粗。淳安甘坞剖面, 厚度大于 370.4m, 紫红色粗碎屑岩中, 含有火山灰物质, 夹钙质结核细砂粉砂岩; 金峰农中剖面, 厚度为 196.3m, 蒋岭脚附近厚度为 409.4 m。

本组化石稀少, 主要有双壳类 *Sphaerium*? sp., *S. shouchangensis*, *S. pujiangense*, *Nakamuranaia elongata*, *N. chingshanensis*, *N. zhejiangensis*, *Plicatounio*? sp., *P. naktongensis*; 植物 *Cladophlebis* sp., *Frenelopsis parcaramosa*, ? *Otozamites* sp., *O. linguifolis*, *Coniopteris* sp.; 腹足类 *Mesoneritina pustula*, *Viviparus hengshanensis*, *Lioplacodes stenotes*, *Probaicalia vitimenensis*, *P. tricarinata*; 介形类 *Cypridea*(*Morinia*) *hengshanensis*, *Monosuclypris* cf. *gunlongensis*; 叶肢介 *Orghestheria intermedia*, *Migransis serratula* 等。

李祥辉等(2011)获取寿昌盆地横山组锆石 U-Pb 年龄为  $120.9 \pm 1.2\text{Ma}$ ; Liu *et al.* (2014) 获取浦江盆地横山组锆石 U-Pb 年龄为  $121 \pm 2\text{Ma} \sim 118 \pm 1\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄, 横山组地质时代为早白垩世中、晚期。

## (二) 衢江群 (K<sub>2</sub>Q)

系刘季辰、赵亚曾(1927)创名,命名地点在金衢盆地衢江附近,原称衢江红砂岩,时代定为早第三纪。浙江省石油地质队(1960)将下部地层划出称“金兰组”时代晚白垩世,上部地层称衢江红砂岩,时代为早第三纪。邹鑫祐、陈其爽(1964)建议将金兰组改称金华组。浙江区测队(1966)将金衢盆地红层划分五个岩性段。陈其爽(1981)将衢江群的第一、第二段命名为中戴组,第三段引用金华组,第四、五段划归衢县组,时代为晚白垩世。《浙江省区域地质志》(1989)将第一、二段称方岩组、第三、四、五段称金华组。《浙江省岩石地层》(1996)依陈其爽(1981)的划分方案,将衢江群划分为中戴组、金华组、衢县组,中戴组时代为早白垩世晚期,金华组、衢县组时代为晚白垩世。本次工作依次划分沿用。

衢江群分布于金衢盆地之内,是一套河湖相成因的红色碎屑岩地层,厚度可达 5000 余米,其底分别不整合于磨石山群、永康群或更老的地层之上。本群下部中戴组,局部地区可见夹不稳定的玄武岩,代表板内拉张阶段火山活动的产物。

### 5. 中戴组 (K<sub>2</sub>Z)

系陈其爽(1981)创名,命名地点在浙江省金华市中戴。指金衢盆地红层所划分的五个岩性段中的第一、二段岩性,以紫色砾岩为主,夹砂岩、粉砂质泥岩、玄武岩的岩性组合,时代为晚白垩世。李龙通、甄金生(1981)、徐克定(1989)、浙江区调队(1989)称方岩组。《浙江省岩石地层》(1996)改称中戴组,时代定为早白垩世晚期,本次工作依此划分沿用。

本组岩性主要为紫红色、浅棕色薄层至块状砾岩、砂砾岩、夹砂岩、粉砂岩、泥岩。正层型为浙江省金华市中戴剖面(119°20', 29°01'),由浙江省石油地质大队(1979)测制。

上覆地层: 金华组 咖啡色粉砂质泥岩

整合

中戴组

总厚度 247.60m

- |   |         |
|---|---------|
| 8 紫红色含钙质粉砂质泥岩夹薄层含钙粉砂岩及钙质结核层,粉砂岩具斜层理及波痕                        | 43.10m  |
| 7 紫红色含粉砂质砂岩夹中至薄层粉砂岩。含恐龙 <i>Chilanitaisaurus zhejiangensis</i> | 4.20m   |
| 6 浅紫灰色中粒砂岩与紫红色钙质泥岩夹薄层粉砂岩互层,中砂岩具斜层理                            | 8.00m   |
| 5 紫红色砂质泥岩夹中至薄层粉砂岩,偶夹含砾中至粗砂岩透镜体,顶部含钙质结核                        | 18.00m  |
| 4 棕褐色含砾中至细砂岩与紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩互层,上部夹含钙质结核泥岩                        | 19.70m  |
| 3 砖红色含砾中至薄层粉砂岩夹多层含砾中砂岩或砂砾岩透镜体,顶部夹粉砂质泥岩                        | 47.00m  |
| 2 浅紫灰色砾岩与砖红色含砾粉砂岩互层,砾岩呈透镜体                                    | 28.00m  |
| 1 紫红色、浅紫灰色砾岩夹少量浅绿色砂砾岩与紫红色粉砂岩透镜体                               | 79.60 m |

不整合

下伏地层: 磨石山群 浅紫色酸性晶屑岩屑凝灰岩

本组下部以砾岩、砂砾岩、含砾砂岩为主夹砂岩、细砂岩,从下往上,砾岩由多变少,单层由厚变薄,发育大型交错层理、楔状层理和斜层理;上部以含钙粉砂岩、岩屑砂岩、中—细砂岩为主,偶夹含砾粗—细砂岩。本组总厚度 201-800m。本组地层成因以河流相为主,在龙游以南上圩头,本组下部夹有玄武岩。与下伏地层磨石山群西山头组或高坞组为不整合

接触。据钻孔资料显示,金衢盆地之下伏地层受江绍断裂的控制,断裂以北,本组与下伏地层古生界呈不整合接触;断裂以南,本组与下伏地层磨石山群呈不整合接触。

金衢盆地向东延至义乌、东阳一带,本组主要为一套紫红色砂砾岩层,在个别地段,如东阳市孔子山夹一、二层浅紫红色含砾沉凝灰岩,义乌市三角店一带夹厚约 5m 的安山玄武岩。在嵊县盆地,嵊县一长乐一带,下部为砂砾岩、含砾砂岩,在前王村附近,尚见有厚约 8m 的玄武岩夹层。浦江盆地为一套砂砾岩、砾岩,超覆不整合覆于寿昌组之上。长兴—嘉兴一带中戴组出露零星,见于昌化和泗安盆地内。其岩性主要为紫红色砂岩、砾岩及砂砾岩。临安吉化白牛桥一带出露的砂砾岩,厚度大于 197.8 m。泗安盆地该组在盆地东侧空山—赵村一带,局部夹砖红色钙质砂岩。在安吉县障吴村以北地区,下部为暗紫、紫红色厚层块状砾岩夹含砾砂岩透镜体,上部为暗紫、灰白色砂砾岩、中粒砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩互层。金衢、嵊县盆地见夹少量中、基性熔岩;上部多为紫红色砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩。金衢盆地中戴组受下章断层控制,断层南部段厚度为 500-700 m,断层北侧只有 89-300 m。中戴组上段,在龙游县以西厚度为 600-800 m,盆地中部的兰溪—龙游一带,厚度为 340-460 m。

本组化石稀少:产恐龙 *Chilantaisaurus zhejiangensis*; 双壳类 *Trigonioides (Pseudohyria?)* sp. indet.; 植物 *Pseudofrenelopsis* cf. *papillosa* 等。

浙江省地质调查院(2014)获取龙游上圩头本组英安质玻屑熔结凝灰岩锆石 U-Pb 年龄值为  $94.0 \pm 2.2$  Ma,地质时代为晚白垩世早期。

## 6. 金华组 (K<sub>2j</sub>)

系邹鑫祐、陈其爽(1964)创名,命名地点在浙江省金华市。顾知微(1980)采用金华组名称,专指金衢盆地衢江群第三段岩性。浙江区调队(1989)将金衢盆地衢江群中第三、四、五段合称金华组。《浙江省岩石地层》(1996)的金华组指第三段岩性的地层,本书依此划分,时代为晚白垩世早期。

金华组主要分布于金衢盆地中部。主要岩性为浅灰紫色、暗紫色中—薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,夹细砂岩、粗砂岩,偶见含砾粗砂岩。选层型剖面为龙游高仙塘剖面(119°14′, 29°01′),由浙江区调队(1993)测制。

本组下部岩石中普遍含钙质,局部见钙质结核和岩屑,指示滨湖—浅湖环境;上部主要见有水平纹层,为深湖环境。在金衢盆地北部地区,本组偶夹泥灰岩、白云岩、白云质泥岩,局部含沥青质,厚度在 800-2125m 之间。在盆地南部,钻孔揭露本组厚度可逾 3000m。在兰溪沈店—龙游高仙塘一带,厚度较薄,仅 260-450m 之间。与下伏地层中戴组呈整合接触。

本组主要产双壳类 *Sphaerium shantungense*, *S. xuanchongensis*, *Pseudohyria* cf. *gobiensis*; 介形类 *Cristocypridea triangulata*, *Cypridea (Pseudocypridina) aversa*, *C. (P.) lera*, *C. (P.) extenuata*, *C. (P.) corpulenta*, *C. (P.) tenla*, *C. (P.)* sp., *Cypridea obscura*, *Crestocypridea lanxiensis*, *Candona jiangshangangensis*, *C. glaber*, *Candoniella canclida*, *Ziziphocypris simakovi*, *Z. pulchra*, *Darwinula longyouensis*, *Eucypris angulata*, *E. profunda*, *Tangxiella tangxiensis*, *T. prgacantha*, *T. extrana*; 叶肢介 *Zhesteria tenuis*, *Z. nemestheriformis*, *Z. gracilis*, *Z. zhumaguanensis*, *Tenusetheria tenuis*, *T. hrevis*, *Sinoestheria jinhuaensis*, *Migransia serratula*; 昆虫 *Siculicorixa extria*; 植物 *Pseudofrenelopsis* cf. *tholistoma*, *Manica (Changlingia) tholistoma*, *Manica* sp., *Sequoia* cf. *concinna*, *Frenelopsis* sp., 轮藻 *Euaclislochara mundula*, *Obtusochara cylindrica*, *Maedleriphera carellacea*, *M. corollacea*, *Charites sadleri*; 在兰溪金家

插、姚塘下、沈店、梅坞等地产恐龙蛋化石。

根据上述化石组合，金华组地质时代为晚白垩世。

## 7. 衢县组 (K<sub>2</sub>q)

系李龙通、甄金生(1981)创名，命名地点在浙江省衢县。原指金衢盆地衢江群第五段岩性的地层。陈其奭(1981)、徐克定(1989)也采用衢县组名称，但指衢江群第四、五段岩性的地层。本次工作采用衢县组名称，指衢江群第四、五段的地层。

本组分布于金衢盆地，为棕红色、砖红色中层一块状砾岩、砂砾岩、粗、细砂岩、粉砂岩。选层型剖面为龙游县曹垄剖面(119°14′, 29°05′)，浙江省区调队(1993)测制。

衢县组 未见顶	总厚度 1798.70m
20. 紫红色厚层块状泥岩夹中一薄层状粉砂岩，泥岩中见方解石细脉	7.00m
19. 上部砖红色厚层块状细砂岩、细粉砂岩，局部夹紫红色薄层状粉砂岩或泥岩，水平层理发育；下部灰白色含砾粗砂岩，中粗粒砂岩夹紫红色薄层状细粉砂岩	38.50m
18. 灰白色厚层块状粗砂岩，向上过渡为细中粒砂岩、细砂岩和粉砂岩，下部砂岩中常见紫红色泥岩和团块，水平层理发育	57.60m
17. 上部砖红色中薄层状粉砂岩与泥岩互层，之下为灰黄色细中粒砂岩、细砂岩，含紫红色泥岩砾；中部砖红、紫红色中层状粉砂岩与细砂粉砂岩、泥岩互层，其底有 1.1m 的含砾粗砂岩；下部紫红色、砖红色中厚层状细砂岩、粉砂岩，粉砂质泥岩。水平层理发育	31.50m
16. 砖红色厚层一块状细砂岩、细粉砂岩，上部夹紫红色薄层状粉砂质泥岩，水平层理及小型砂纹交错层理发育	168.80m
15. 上部砖红色中厚层状细砂岩、细粉砂岩夹紫红色薄层状泥岩，水平层理发育；中下部砖红色厚层一块状细砂岩和细粉砂岩	319.70m
14. 灰白色含砾粗砂岩、砖红色细中粒砂岩，细砂岩及细粉砂岩组成一个韵律层，夹少量紫红色薄层状粉砂质泥岩，砂岩中见大型板状交错层理	26.70m
13. 上部砖红色细砂岩、细粉砂岩夹紫红色粉砂质泥岩，水平层理发育；下部砖红色厚层一块状中一细粒砂岩，局部见中粗粒砂岩透镜体	55.50m
12. 砖红色中厚层状细砂岩与细粉砂岩互层，上部夹少量紫红色薄层状粉砂质泥岩，含泥质条带和团块，下部为块状中粗粒砂岩	56.10m
11. 砖红色厚层一块状细砂岩及细砂粉砂岩，具水平层理	233.70m
10. 灰黄色砂砾岩、含砾粗砂岩、砖红色中细粒砂岩、细砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩或泥岩组成韵律层，具大型板状交错层理及水平层理	31.30m
9. 砖红色厚层块状中粒砂岩、细砂岩及细粉砂岩，底部灰白色含砾粗砂岩中夹透镜状粗砂岩，顶部见紫红色粉砂质泥岩	40.90m
8. 灰黄色块状含砾粗砂岩、砖红色细中粒砂岩、细砂岩、细粉砂岩及泥岩组成韵律层，下部大型板状交错层理发育，顶部具水平层理	94.20m
7. 由灰黄色含砾粗砂岩、粗砂岩、砖红色中粒砂岩、细砂岩、粉细砂岩、紫红色薄层状粉砂质泥岩组成 2 个厚度不等的韵律层，水平层理发育，局部具小型交错层理	85.20m
6. 砖红色块状细砂岩、粉砂岩夹粉砂质泥岩，底部为灰色粗砂岩，具大型板状交错层理	64.20m
5. 灰白、砖红色含砾粗砂岩，细砂岩，细粉砂岩及紫红色薄层状泥岩组成多个韵律层粗砂岩	

中具大型板状交错层理	82.60m
4. 砖红色厚层块状细中粒砂岩, 夹紫红色薄层状泥岩, 底部有薄层含砾粗砂岩, 具大型板状交错层理	76.60m
3. 灰白色、砖红色含砾粗砂岩、细中粒砂岩、细砂岩、细粉砂岩和粉砂质泥岩组成多个韵律层, 在含砾粗砂岩中, 具槽状、板状交错层理, 粉砂质泥岩中, 具水平层理	102.40m
2. 灰白、砖红色含砾粗砂岩、细砂岩、细粉砂岩及紫红色薄层状泥岩组成多个韵律层, 在砂岩中具紫红色泥岩砾及不规则的大型交错层理	73.20m
1. 上部砖红色细砂岩、粉砂岩夹紫红色泥岩; 中部紫红色细砂岩、粉砂岩夹中粗粒砂岩; 下部灰白色含砾粗砂岩, 砖红色细砂岩, 粉砂岩及紫红色中薄层状泥岩, 具小型交错层理	53.00m

本组下部以砾岩、砂砾岩为主, 夹细砂岩、粉砂岩、泥岩, 在砾岩中常见大型交错层理, 在粉砂岩、泥岩中常见水平层理; 上部以粉砂岩、泥岩、细砂岩为主夹含砾粗砂岩、砂砾岩。下部砾石大, 砾岩层厚, 砾石成份复杂; 上部砾石小, 含量少, 砾岩层较薄, 砾石成份以泥砾、粉砂岩砾为主。本组厚度 1000-2361m 之间, 均未见顶, 其顶被更新统或全新统不整合覆盖, 底部与金华组呈整合接触关系。

本组化石稀少, 产介形类 *Cristocypridea zhejiangensis*, *C. quxianensis*, *Cypridea cavernosa*, *Tangxiella tangxiensis*, *Candoniella candida*, *C. porrecta*, *Limnocypridea cf. bucerusa*, *cypridea cavernosa*, *Metacypris kaitunensis*; 轮藻 *Mesochara sp.*, *Obtusochara cylindrica*; 以及恐龙蛋和恐龙骨化石。

根据上述化石组合, 衢县组的地质时代为晚白垩世。

#### 8. 桐乡组 ( $K_2t$ )

系浙江省石油勘探处 (1988) 创名, 命名地点在浙江省桐乡县白马庙双桥。本组自创名后一直被沿用。本次工作继续沿用。

本组仅见于桐乡凹陷的斜桥向斜 (杭 33 井)、洲泉向斜 (杭 34 井)、濮院向斜 (杭 38 井)。层型为浙江省桐乡县白马庙双桥杭 31 井剖面 ( $120^{\circ}27'$ ,  $30^{\circ}40'$ )。浙江省石油勘探处 (1988) 资料。岩性自上而下为:

上覆地层: 第三系 上部和中部为青灰色泥岩、细砂岩夹砂砾岩, 下部为灰色砂砾岩

不整合

桐乡组	总厚度 757.0m
13 棕红、紫红色泥质粉砂岩和粉砂岩	70.0 m
12 浅棕、灰紫色泥质粉砂岩、细砂岩互层, 夹粉砂质泥岩。产介形类、轮藻和孢粉化石	113.0m
11 浅棕色粉细砂岩为主夹少量棕色粉砂质泥岩。产轮藻、孢粉化石	95.5 m
10 灰色砂砾岩、砾岩夹粉细砂岩	16.5m
9 浅棕、棕灰色粉一细砂岩为主夹少量粉砂质泥岩和混质粉砂岩。产轮藻、孢粉化石	99.5 m
8 浅棕、灰紫色粉一细砂岩与泥质粉砂岩、粉砂质泥岩互层。产介形类、轮藻和孢粉化石	53.5m
7 灰紫也砂砾岩夹灰紫色粉一细砂岩。产介形类化石	16.0m
6 棕色粉一细砂岩为主, 夹灰紫色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩。产介形类、轮藻化石	96.0m
5 灰紫色砂砾岩夹少量灰紫色粉砂岩和古砾粗砂岩	24.5m
4 灰棕色粉一细砂岩、细中砂岩夹灰紫色粉砂质泥岩、泥岩	28.8m

3 灰紫色砂砾岩夹浅棕色粉细砂岩夹灰紫色泥岩	27.7m
2 浅棕、灰紫色粉—细砂岩、中—粗砂岩、粉砂质泥岩、泥岩呈不等厚互层。产介形类化石	
1 紫灰色砂砾岩夹少量中—粗砂岩、混质砂岩	65.5m

### 整合

下伏地层：衢县组浅棕、棕红色粉砂岩、粉砂质泥岩与中—粗砂岩互层。

本组产介形类 *Crestocypridea* sp., *Cypridea* sp., *Mongolianella* sp., *Lycocypris* sp., *Ziziphocypris* sp., *Cyprinotus* sp.; 轮藻 *Obusochara* sp., *Maedlerisphaera* sp., *Aelistochara* sp., *Sphaerochara* cf. *parrula*, *Stellatochara mundula*; 植物 *Frenelopsis* sp.; 孢粉 *Brachyphyllum*, *Taxodiaceae*; 蕨类 *Schizaeosporites*, *Certes* 等。

区域上，桐乡组下部岩性为灰紫、浅棕色泥岩、粉—细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩、细砾岩，厚 287.4-450.5m；中部岩性为浅棕色、灰紫色泥质粉砂岩、细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩夹泥岩或粉砂质泥岩，厚 178-235.5m；上部岩性以浅棕、粉红色泥质粉砂岩，粉—细砂岩为主夹灰紫色泥岩及粉砂质泥岩，底部为含砾砂岩或砂砾岩，厚度 100m 左右。

根据上述生物组合，桐乡组地质时代为晚白垩世早期。

## 二、浙东地层小区

### （一）磨石山群（JKM）

系浙江石油地质队（1959）创名，命名地点在浙江省永康市和缙云县交界处的磨石山。原称磨石山组，指一套酸性为主的陆相火山岩系。此后，该组泛指浙东南地区上侏罗统的火山沉积岩系，划分为 a、b、c、d 四个岩性段。

该组自创名以来，不同单位和个人曾有多种命名。浙江区测队（1962）称括苍山群；《浙江省区域地层表》（1979）沿用磨石山组，但划分为 5 个岩性段；汤文权（1983）创名桥山组、西坑源组、余庄组、老竹组；《浙江省区域地质志》（1989）改称磨石山群，时代为晚侏罗世，自下而上依次划分为大爽组、高坞组、西山头组、茶湾组、九里坪组、祝村组等 6 个组级单位。俞云文和胡开明（2011）将祝村组解体为西山头组、茶湾组和九里坪组；刘磊等（2017）获取三门地区祝村组凝灰岩锆石 U-Pb 年龄为  $128 \pm 1\text{Ma}$ ，也将其重新归入西山头组。本书继续沿用磨石山群，弃用祝村组，地质时代置于晚侏罗世—早白垩世。

#### 1. 大爽组（JKd）

系浙江区调队（1989）创名，命名地点在浙江省东阳市大爽。本组自创名后沿用至今。本书继续沿用，时代为早白垩世早期。

本组主要岩性为流纹质含角砾熔结凝灰岩、流纹质晶玻屑凝灰岩、玻屑弱熔结凝灰岩，底为沉角砾凝灰岩，局部地区夹沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩、灰黑色页岩，主要分布于衢县抱珠龙—金华箬阳、东阳大爽、嵊县三界—慈溪地区（北带）和龙泉皂口—丽水吴源—新昌儒岙至舟山本岛（南带）等地。正层型为浙江省东阳市罗山剖面（ $120^{\circ}23'$ ， $29^{\circ}27'$ ），浙江区测队（1982）测制。

区域上，本组岩性、厚度变化较大。北带抱珠龙附近，下部为灰紫色安山玢岩、安山质

凝灰熔岩，上部为酸性熔岩及酸性火山碎屑岩，夹凝灰质粉砂岩，厚仅 238m。箬阳地区岩性主要为酸性火山碎屑岩，夹流纹岩及珍珠岩，有时可见沉积岩及火山集块角砾岩，厚约 2000m。义乌尚阳附近为凝灰质砾岩和酸性角砾凝灰岩。向北东至义乌后宅地区，岩性特点与大爽剖面近似，但厚度剧增到 2000m 以上，其下都主要为粗碎屑沉积岩，间夹安山岩及上部为中性、中酸性熔岩，间夹角砾凝灰岩及少量沉积岩。诸暨斯宅一带，下部为中性、中酸性火山岩，间夹沉积岩，上部主要是酸性火山碎屑岩，夹英安岩和凝灰质砂岩。绍兴土鹅山一带，下部因断层切割出露不全，其岩性为酸性火山碎屑岩，夹少量酸性熔岩及沉积岩，厚度>740m。嵊县三界至四明山一带出露岩性为酸性火山岩间夹沉积岩，厚度>1000m。慈溪历山一伏龙山、余姚临山及至杭州湾，其岩性为沉积岩间夹酸性火山碎屑岩。其中于伏龙山及观城东山，见大量酸性集块岩及集块角砾岩。余姚临山为中性熔岩夹中性火山碎屑岩，厚达 500m。杭州湾玉盘湾中诸岛，为深灰色中酸性火山碎屑岩夹中性熔岩，局部夹硅质岩。

南带在皂口、吴源一带连片分布。一般下部以中性，中酸性熔岩居多；上部酸性火山岩类发育，沉积夹层常见，顶部为流纹岩。岩性变化因地而异，如龙泉花桥一带，本组下部为紫红色含砾砂岩、砂砾岩，夹薄层凝灰岩，厚度 100-500m。毛弄—高溪一带，下部沉积岩中夹炭质页岩或煤线，顶部变为偏碱性的粗面流纹岩。在白麻、王庄桥等地，下部以中酸性火山碎屑岩为主，间夹砂页岩和薄层煤；上部为酸性熔岩夹沉积层或玻屑凝灰岩。

本组化石稀少，仅产植物化石 *Ptilophyllum* sp., *Otozarnites linguifolius*, *Sphenoiepis?* (*Pagiophyllum?*) sp., *Brachyphyllum* cf. *obesum*, *Coninpteris* sp.等。

Liu et al. (2012) 获取义乌盆地大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $140\pm 1\text{Ma} \sim 138\pm 1\text{Ma}$ ；南京地质调查中心 (2014) 年获取嵊州东园大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $154.5\pm 1.7\text{Ma} \sim 145.5\pm 1.8\text{Ma}$ ；王加恩等 (2016) 获取云和南坑大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $154.9\pm 5.5\text{Ma} \sim 152.0\pm 7.0\text{Ma}$ ；浙江省地质调查院 (2017) 获取龙泉黄茅尖地区大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $162.7\pm 4.1\text{Ma} \sim 145.2\pm 2.0\text{Ma}$ ；东阳大爽地区大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $158.3\pm 2.4\text{Ma} \sim 155.2\pm 3.5\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄，大爽组地质时代为晚侏罗世—早白垩世早期。

## 2. 高坞组 ( $K_1g$ )

系浙江区调队创名，命名地点在浙江省诸暨市斯宅高坞。相当于原磨石山组的 b 段，岩性由单一的中酸性、酸性熔结凝灰岩组成，石英、长石晶屑含量大于 35%，宏观外貌似“花岗岩体”。本组自创名以来一直沿用至今，本书继续沿用，但时代置于早白垩世。

高坞组主要分布于龙泉—奉化一带，正层型为浙江省诸暨市斯宅清秀田—嵊县雾露尖剖面 ( $120^\circ 27'$ ,  $29^\circ 35'$ )，由浙江省区测队 (1983) 测制。本组主要岩性为浅肉红色流纹质晶屑熔结凝灰岩为主夹 (晶) 玻屑熔结凝灰岩偶夹沉凝灰岩和流纹岩。

区域上，本组岩性有一定的变化。东阳三单等地本组火山碎屑岩从中酸性开始，酸性结束，属正向演化序列；余姚四明山一带本组由酸性演化为中酸性的火山碎屑岩，呈反向序列；镇海大榭岛全为酸性熔结凝灰岩，奉化大堰为中酸性熔结凝灰岩。此外，局部地区尚夹少量沉积岩和中性、酸性熔岩。如丽水魏村、衢州大山岗、金华罗芳桥、镇海大岭脚等地，见夹有 6-70m 厚的凝灰质砂页岩；义乌双尖及东阳李宅一带，熔结凝灰岩中的玻屑、岩屑含量高，沉积夹层多，个别沉积岩层厚约 100m，偶见流纹岩和安山岩夹层。

本组化石稀少，产叶肢介 *Yanjiestheria* sp.; 植物 *Otozamites linguifolius*, *Pagiophyllum* sp., *Brachyphyllum obesum*, *Cladophlebis browniana*, *Coniopteris* sp.等。



Liu *et al.* (2012) 获取义乌盆地高坞组锆石 U-Pb 年龄为  $133\pm 1\text{Ma}$ ~ $132\pm 1\text{Ma}$ ; 段政等 (2013) 获取庆元地区高坞组锆石 U-Pb 年龄为  $136.0\pm 0.8\text{Ma}$ ~ $133.2\pm 0.6\text{Ma}$ ; 南京地质调查中心 (2014) 年获取东阳横锦水库高坞组锆石 U-Pb 年龄为  $135.4\pm 1.9\text{Ma}$ ~ $131.0\pm 1.9\text{Ma}$ ; 王加恩等 (2016) 获取莲都黄寮坑大爽组锆石 U-Pb 年龄为  $131.6\pm 2.7\text{Ma}$ ; 浙江省地质调查院 (2017) 获取舟山田涂地区高坞组锆石 U-Pb 年龄为  $135.3\pm 1.5\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄, 高坞组地质时代为早白垩世早期。

3. 西山头组 ( $K_1x$ )

系浙江区调队 (1989) 创名, 命名地点在浙江省天台县西山头。相当于原磨石山组 c 段下部的地层。本组自创名后一直沿用至今。本书继续沿用, 时代置于早白垩世。

西山头组为酸性火山碎屑岩夹沉积岩、酸性基性熔岩。正层型为浙江省天台县西山头村剖面 ( $120^{\circ}53'$ ,  $29^{\circ}03'$ ), 由浙江省区测队 (1976) 测制。

区域上, 龙泉—上虞一带, 本组酸性、中酸性熔岩夹层较多, 中性及基性熔岩少。流纹岩夹层在龙游县白杨坞、武义县乌门、金华市仁坑垄、双溪口、口溪坑厚度 200m 以上, 金华市皂里厚度 650 m; 中酸性熔岩分布于金华市口溪坑与和村、缙云县水口及永康市杏岭等地, 厚度 30-70m, 永康市杏岭厚度大于 400 m; 在武义县乌门、四明山等地超过 100 m。文成一奉化一带, 西山头组以酸性火山碎屑岩占主导地位, 沉积岩夹层所在部位也不尽相同。本组厚度一般 700-1500 m, 最薄仅 446 m。

Liu *et al.* (2012) 获取天台西山头组锆石 U-Pb 年龄为  $130\pm 1\text{Ma}$ ~ $128\pm 1\text{Ma}$ ; 段政等 (2013) 获取庆元地区西山头组锆石 U-Pb 年龄为  $131.9\pm 1.9\text{Ma}$ ~ $127.9\pm 0.8\text{Ma}$ ; Li *et al.* (2014) 获取永康和东阳地区西山头组锆石 U-Pb 年龄为  $129\pm 2\text{Ma}$ ; 南京地质调查中心 (2014) 年获取东阳和磐安西山头组锆石 U-Pb 年龄为  $131.0\pm 1.9\text{Ma}$ ~ $130.2\pm 1.7\text{Ma}$ ; 王加恩等 (2016) 获取莲都枫树湾西山头组锆石 U-Pb 年龄为  $133.0\pm 2.5\text{Ma}$ 。

根据同位素年龄, 西山头组地质时代为早白垩世早期。

4. 茶湾组 ( $K_1c$ )

系浙江区调队 (1989) 创名, 命名地点在浙江省天台县茶湾。相当于原磨石山组 c 段上部的地层。《浙江省区域地质志 (1989)》和《浙江省岩石地层 (1996)》沿用之。

本书认为天台茶湾地区茶湾组底部为一套砾岩, 且见有花岗岩砾石, 与下伏西山头组系不整合接触。然一直以来, 茶湾组与西山头组的整合接触关系已成为共识, 兼之原层型剖面茶湾组的地质时代为  $122\pm 1\text{Ma}$ ~ $120\text{Ma}$  (Liu *et al.*, 2012), 与区域馆头组地质时代 ( $121.1\pm 1.3\text{Ma}$ ~ $116.05\pm 0.99\text{Ma}$ ) 同期 (Li *et al.*, 2014; 钱迈平等, 2015)。故本书拟以丽水祝村地区茶湾组剖面 ( $120^{\circ}00'$ ,  $28^{\circ}27'$ ) 为代表 (俞云文和胡开明, 2001; 王加恩等, 2015), 由浙江区调队 (1982) 测制 (图 13-2), 简述如下:

九里坪组: 灰白色流纹质含角砾玻屑凝灰岩。

~~~~~ 火山喷发不整合 ~~~~~

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 茶湾组:                         | 69.30m |
| 35.浅灰色薄层状凝灰质硅质岩, 单层厚 5-15 cm | 5.20m  |
| 34.灰、灰绿色块状流纹质玻屑凝灰岩           | 10.20m |
| 33.浅灰、灰紫色块状沉凝灰岩              | 4.20m  |
| 32.灰紫、灰色薄层状粉砂岩与泥岩互层          | 1.90m  |

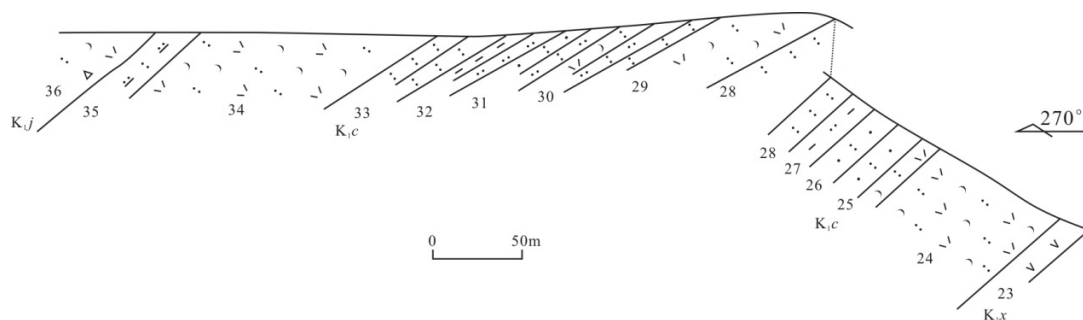


图 13-2 丽水市祝村茶湾组 (K<sub>1c</sub>) 剖面

|                                                                               |        |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 31.灰色薄层状凝灰质细砂岩夹薄层状凝灰质粉砂岩                                                      | 2.30m  |
| 30.灰色中厚层状凝灰岩，夹薄层状凝灰质粉砂岩、粉砂岩                                                   | 3.70m  |
| 29.灰黄色厚层至块状流纹质玻屑凝灰岩，顶部夹一层厚 30 cm 的灰紫色沉凝灰岩                                     | 9.20m  |
| 28.灰黄色厚层状沉凝灰岩，顶部层理清楚                                                          | 3.60m  |
| 27.灰色薄层状粉砂质泥岩与泥岩。含叶肢介 <i>Yajiestheria sinensis</i> , <i>Y. kyongsangensis</i> | 2.60 m |
| 26.暗绿色中厚层状含钛磁铁矿长石不等粒砂岩，上部夹两层含砂钛磁铁矿                                            | 2.00m  |
| 25.上部灰绿色中层状凝灰质长石不等粒砂岩；下部黄色薄层状流纹质玻屑凝灰岩                                         | 6.50m  |
| 24.灰绿、浅灰黄色块状流纹质玻屑凝灰岩                                                          | 17.90m |

整合

西山头组：深灰色块状杏仁状玄武安山岩，具杏仁状构造。

茶湾组为火山洼地沉积，由于洼地的形成条件不同，洼地的形态复杂，当时火山活动处于相对平静状态，局部地方仍有微弱火山喷发。因此，茶湾组火山岩夹层在不同的火山洼地中，存在一定差异。龙泉上虞一带分布零散，火山喷发物较少，如丽水市老竹、东阳市羊岩尖等火山洼地沉积了青灰色、灰绿色砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩等正常沉积岩。文成一奉化一带火山洼地较多，且有微弱火山活动，因此岩性则有较大的变化，如缙云县水口以沉积岩为主，夹少量中酸性、酸性火山碎屑岩；临海市五尖山一鹰窝尖茶湾组下部以凝灰质碎屑沉积岩为主夹少量酸性火山碎屑岩；上部以酸性火山碎屑岩为主夹含凝灰质碎屑沉积岩。

王加恩等（2015）获取上覆九里坪组流纹岩锆石 U-Pb 年龄为  $129 \pm 2.5\text{Ma}$ ，时代属早白垩世早期。

#### 4. 九里坪组 (K<sub>1j</sub>)

系浙江区调队（1989）创名，命名地点在浙江省天台县茶湾。相当于原磨石山组 c 段上部的地层。《浙江省区域地质志（1989）》和《浙江省岩石地层（1996）》沿用之。

本书认为天台九里坪组的地质时代为  $120 \pm 1\text{Ma}$  (Liu et al., 2012)，与区域永康群馆头组地质时代 ( $121.1 \pm 1.3\text{Ma} \sim 116.05 \pm 0.99\text{Ma}$ ) 基本同期 (Li et al., 2014; 钱迈平等, 2015)。故本书拟以丽水祝村地区九里坪组剖面 ( $120^{\circ}00'$ ,  $28^{\circ}27'$ ) 为代表 (俞允文和胡开明, 2001; 王加恩等, 2015)，由浙江区调队（1982）测制（图 13-3），简述如下：

塘上组：紫红色块状砾岩。

~~~~~不整合~~~~~

九里坪组

304.70m

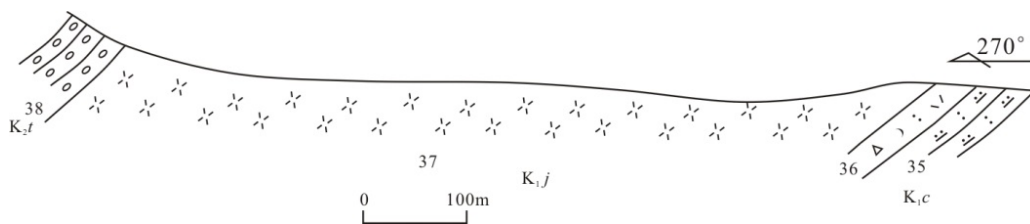


图 13-3 丽水市祝村九里坪组 ( $K_{1j}$ ) 剖面

- |  |         |
|--|---------|
| 37.灰色块状流纹岩，底部流纹构造清楚                    | 300.90m |
| 36.深灰色、风化后为棕黄色松脂岩，底部厚 0.5m 流纹质含角砾玻屑凝灰岩 | 3.80m   |

—— 整 合 ——

茶湾组：浅灰色薄层状凝灰质硅质岩。

本组以流纹岩为其特征，岩性相对比较稳定，局部地区略有变化。龙在泉—上虞一带出露较少，仅分布于衢县龙宫头、龙游县上圩头西北、永康市五指岩、诸暨市东部叶大山等地，主要由酸性熔岩、凝灰熔岩等组成。九里坪组大多出露不全，一般厚度 200-400 m。

王加恩等（2015）获取本组流纹岩年龄为  $129 \pm 2.5\text{Ma}$ 。浙江省地质调查院（2017）获取武义沈宅九里坪组锆石 U-Pb 年龄为  $125.5 \pm 1.6\text{Ma}$ ；永康五指山、飞龙寺九里坪组锆石 U-Pb 年龄分别为  $128.9 \pm 1.8\text{Ma}$  和  $126.9 \pm 1.6\text{Ma}$ 、东阳湖口九里坪组锆石 U-Pb 年龄为  $126.0 \pm 2.0\text{Ma}$ 。地质时代属早白垩世早期。

## （二）永康群 ( $K_1Y$ )

系浙江省石油地质队（1959）创名，命名地点在浙江永康一带。原称永康组，包括上部的朝川层和下部的馆头层两个地层单位。浙江区测队（1962）改称馆头组和朝川组，其上为方岩组和壳山组。鞠天岭、陈其爽（1980）改称永康群，指馆头组、朝川组、方岩组，不包括壳山组，并被《浙江省区域地质志》（1989）沿用。《浙江省岩石地层》（1996）将馆头组、朝川组、方岩组和浙江仙居、新昌一带出露的壳山组、小平田组合称永康群。本书仍采用永康群名称，地质时代为早白垩世，置于建德群或磨石山群之上。

### 1. 馆头组 ( $K_{1gt}$ )

系浙江省石油地质队（1959）创名，命名地点在浙江省永康县馆头村，原称馆头层。浙江区测队（1962）将馆头层改称馆头组，时代改为早白垩世，沿用至今。本书继续沿用。

馆头组为暗紫色中厚层砾岩、砂砾岩、含钙质结核中粗粒岩屑砂岩、灰绿、黄绿色细粒长石砂岩、粉砂质泥岩，夹薄层黑色页岩、钙质泥岩，间夹浅绿色流纹质含岩屑晶屑凝灰岩，含鱼、双壳类、介形类化石。正层型为浙江省永康市朝川村剖面( $120^{\circ}07'$ ,  $28^{\circ}49'$ )，由浙江区测队（1962）重测。

本组与下伏地层西山头组、与上覆地层朝川组均呈不整合接触。在武义—诸暨一带，东北部新昌、武义、水口等盆地岩性类似于永康盆地，以灰绿、黄绿色细碎屑沉积岩为主，火山岩夹层较少；丽水—余姚断裂东侧，馆头组中火山岩夹层明显增多，如缙云县大园盆地，馆头组厚度为 453 m，而安山岩厚度已达到 363 m，另有少量中性及酸性的火山碎屑岩；丁

家畈、宁波盆地、鄞县玄坛盆地，馆头组厚度 560.3m，具紫红、灰绿色的沉积岩仅有 173.6m，火山岩为 386.7m，剖面下部为橄榄玄武岩，中、上部则主要是酸性火山碎屑岩。

本组生物化石主要有：鱼类 *Chetungichthys brevicephalus*, *Yongkangichthys hsitanensis*, *Paralycoptera wui*；双壳类 *Trigonioides yongkangensis*, *Plicatounio multiplicatus*, *Nipponoia zhejiangensis*；腹足类 *Brotiopsis wakinoensis*, *B. (Songyangospria) multicostata*, *B. (S.) kobayashi*, *Galba yongkangensis*；介形类 *Cypridea linghaiensis*, *C. yangtuensis*, *C. (Morinia) monosulcata zhejiangensis*, *Eucypris houyelingensis*。

Liu *et al.* (2012) 获取天台馆头组(茶湾组)锆石 U-Pb 年龄为  $122 \pm 1\text{Ma}$ ；Li *et al.* (2014) 获取嵊州地区馆头组锆石 U-Pb 年龄为  $119 \pm 4\text{Ma}$ ；~~钱迈平等 (2015) 获取象山石浦馆头组锆石 U-Pb 年龄为  $121.1 \pm 1.3\text{Ma}$ – $116.05 \pm 0.99\text{Ma}$ 。~~马之力 (2016) 获取丽水盆地馆头组锆石 U-Pb 年龄为  $122 \pm 1\text{Ma}$ ；浙江省地质调查院 (2017) 获取永嘉枫林地区长石石英砂岩锆石 U-Pb 年龄区间为  $168.5\text{Ma}$ – $116.6\text{Ma}$ ，标明其形成时间不早于  $116.6\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄，本组地质时限为早白垩世晚期。

## 2. 朝川组 ( $K_1cc$ )

系浙江省石油地质队 (1959) 创名，命名地点在浙江省永康县朝川村，原称朝川层。浙江区测队 (1962) 将朝川层改称为朝川组，时代改为早白垩世。自改名后沿用至今。本书继续沿用。

本组下部为紫红色中厚层状凝灰质粉砂质泥岩、凝灰质砂岩、砂砾岩，间夹沉凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩、晶屑玻屑凝灰岩；上部为灰紫、紫红色中厚层状含钙中粗粒砂岩、钙质粉砂岩、细砂岩，常有钙质结核。本组与下伏地层馆头组、与上覆地层方岩组呈整合接触关系。正层型为浙江省永康市朝川村剖面 ( $120^{\circ}07'$ ,  $28^{\circ}49'$ )，由浙江区测队 (1962) 重测。

在武义—诸暨一带，红色碎屑沉积岩中火山岩夹层在不同盆地存在一定差异。如丽水市老竹盆地，下部有较多的玄武岩；松阳盆地夹粗面安山斑岩、杏仁状安山岩和玄武岩。向南到横山，夹碱流质角砾熔结凝灰岩。在松阳县古市一带还夹辉石安山玢岩（五木村东）；柳城（宣平）盆地，朝川组玄武岩或杏仁状安山玄武岩分布也甚广；在遂昌县湖山盆地，朝川组为紫红色粉砂岩、细砂岩，间夹紫灰色砾岩，含砾粗砂岩，有时尚夹有安山玢岩及角砾凝灰岩；另在龙游县西南部官潭头附近的北北东向断裂带内，有小块朝川组出露，岩性以暗紫、紫灰色粉砂岩为主，间夹少量砂砾岩及灰黄色粉砂岩，产腹足类、双壳类及介形类化石。朝川组厚度变化范围在  $500\text{--}832.9\text{m}$  之间，厚度最大者达  $1353.9\text{m}$ （金华县后岭山）。

在文成一镇海一带，岩性与武义—诸暨一带类似，而火山岩在火山构造盆地中则更为发育。如泰顺县莒江—泗溪洼地，本组为红色粗碎屑沉积岩，间夹酸性和少量中酸性火山碎屑岩；而文成火山洼地内，中性火山岩则较发育，在水银尖附近，有较厚的安山集块岩，周墩一带还见有厚度极不稳定的橄榄玄武岩和杏仁状玄武岩等基性火山岩；苍南县矾山洼地，朝川组红层中夹有较多的酸性火山岩；望州山破火山口内，朝川组安山岩、安山质集块岩、凝灰角砾岩、凝灰岩等中性火山岩占优势，紫红色沉积岩仅呈夹层出现。本区朝川组厚度变化大，如平阳县山门火山洼地，本组厚  $880.6\text{m}$ ，但横坑剖面上，厚仅  $190.7\text{m}$ ，矾山洼地厚度达  $1083.1\text{m}$ 。

龙游县官潭头本组产双壳类 *Trigonioides (Fujianotrigonioides) subscalaris*, *Plicatounio* (*P.*) *cf. naktongensis*, *Naka muranaia chingshanensis*；新昌山头产腹足类 *Lioplacodes aff. cholnokvi*,

*Campeloma jousseaume*, *Viviparus onogoensis*; 上虞何岙含介形类 *Cypridea* (*Morini*) *houyelingensis*, *C. (M.) heauensis*, *Cypridea shauxingensis*, *C. ampullacea heauensis*。

王学寅等(2012)获得象山石浦群(与朝川组层位相当)锆石 U-Pb 年龄为  $114\pm 2\text{Ma}$ ; 王加恩等(2015)和马之力等(2016)分别获取丽水盆地朝川组锆石 U-Pb 年龄为  $111\pm 3\text{Ma}$  和  $118\pm 1\text{Ma}\sim 112\pm 1\text{Ma}$ 。

根据上述生物组合和同位素年龄, 本组地质时限为早白垩世晚期。

### 3. 方岩组 ( $K_1f$ )

系浙江省石油地质队(1959)创名, 命名地点在浙江省永康市方岩, 原称方岩砾岩, 指永康地区的一套山麓堆积相的砾岩层, 时代为早白垩世。李春昱(1961)曾以赤石组取代方岩砾岩, 时代改为晚白垩世。浙江区测队(1962)改称方岩组, 时代为晚白垩世。《浙江省岩石地层》(1996)沿用方岩组, 时代为早白垩世。本次工作依此沿用。

本组主要岩性为紫、灰紫色块状砂砾岩、砾岩、细砾岩, 偶夹粉砂岩。正层型为浙江省永康市石柱村剖面( $120^{\circ}06'$ ,  $28^{\circ}49'$ ), 浙江区测队(1962)测制。

本组与下伏地层朝川组呈整合接触。区域上, 本组岩性较为稳定, 略有变化, 主要表现有时砂岩夹层加多, 有的盆地尚夹有层数不定的火山岩。如东阳市后岭山以东, 方岩组砂岩夹层较多, 遂昌高坪等地, 方岩组砾岩之上尚有数十米厚的灰色粉砂质泥岩, 产叶肢介化石。新昌县镜岭至壳山一带的方岩组, 夹有两层较稳定的酸性角砾凝灰岩。

本组化石极为稀少, 新昌县壳山含叶肢介 *Neodiestheria curta*, *N. urbana*, *N. jinkengensis*, *Yanjiestheria* sp., *Ortheastheria* sp.; 遂昌县高坪含叶肢介 *Yanjiestheria sinensis*; 新昌县壳山含植物化石 *Pseudofrenelopsis* cf. *parceramosa*, *Pagiophyllum* sp.。

根据上述生物组合, 方岩组地质时代为早白垩世。

### 4. 小平田组 ( $K_{1xp}$ )

系浙江区调队(1995)创名, 命名地点浙江省仙居县东南约 5km 的白岩—小平田一线。原义为一套中酸性、酸性火山碎屑岩为主夹中性及酸性熔岩、紫红色砂岩、砂砾岩地层, 时代为早白垩世。浙江省第五地质大队(1991)认为其与朝川组层位相当, 系“火山岩型朝川组”。《浙江省岩石地层》(1996)沿用小平田组, 本次工作从之。

本组主要为流纹质玻屑熔结凝灰岩、流纹质含角砾玻屑凝灰岩、英安质玻屑熔结凝灰岩、英安质含角砾玻屑凝灰岩, 夹玻屑凝灰岩、钙质粉砂质泥岩、凝灰质砂岩和沉凝灰岩等。与下伏朝川组呈整合接触, 与上覆塘上组砾岩或紫红色砂岩为不整合接触。正层型为浙江省仙居县白岩村剖面( $120^{\circ}47'$ ,  $28^{\circ}48'$ ), 浙江区测队(1992)测制(图 13-4)。

白岩村—小平田村地层剖面岩性自上而下为:

上覆: 塘上组 ( $K_2t$ ) 紫红色砂岩、粉砂岩

~~~~~不整合~~~~~

小平田组 ( $K_{1xp}$ ) 厚 1112.00m

15. 灰紫色块状流纹质玻屑熔结凝灰岩夹球泡流纹岩, 底部为厚 3.8m 灰褐色珍珠岩。 115.90m

14. 灰紫色块状凝灰角砾岩夹厚约 5m 的灰紫色凝灰质砂岩, 顶部有 2.10m 的紫红色中厚层状沉凝灰岩及粉砂岩。 84.50m

13. 灰绿色中厚层—块状流纹质含角砾玻屑凝灰岩。 90.30m



12. 紫红色薄层状含钙质粉砂质泥岩，夹泥质粉砂岩、砂砾岩透镜体及玻屑凝灰岩。 23.10m
11. 上、下部为暗紫、紫红色厚层—块状英安质含角砾玻屑凝灰岩；中部为流纹质玻屑熔结凝灰岩夹凝灰质砂砾岩和不等粒岩屑砂岩。 61.50m
10. 上部浅紫灰色中厚层状流纹质含角砾玻屑凝灰岩夹凝灰质砂岩；中部灰绿色块状凝灰角砾岩；下部紫红色薄至中厚层状安山质凝灰质砂岩，夹灰绿色沉凝灰岩。 67.50m
9. 灰绿色块状流纹质含角砾玻屑凝灰岩。 30.00m

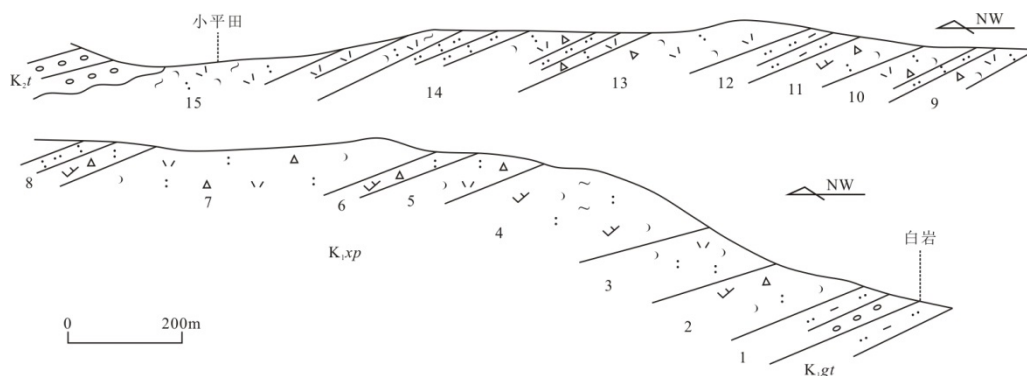


图 13-4 仙居县下各镇白岩-小平田村小平田组 ( $K_{1xp}$ ) 剖面

8. 上部紫灰色块状流纹质玻屑强熔结凝灰岩，夹厚约 6.5m 紫色或灰色珍珠岩；下部灰色块状英安质角砾凝灰岩。 55.60m
7. 灰绿、浅灰色块状流纹质角砾凝灰岩及含角砾玻屑凝灰岩。 157.60m
6. 顶部黄绿色长石砂岩及青灰色沉凝灰岩；上部灰绿色块状安山质含角砾晶屑玻屑凝灰岩；下部紫灰色块状英安质含角砾玻屑凝灰岩及晶屑玻屑凝灰岩。 20.00m
5. 上部紫灰色流纹质晶屑玻屑凝灰岩；下部灰绿色流纹质含角砾玻屑凝灰岩。 55.10m
4. 浅紫灰色块状英安质玻屑熔结凝灰岩。 167.10m
3. 紫灰色块状玻屑弱熔结凝灰岩，向上过渡为英安质玻屑凝灰岩。 94.50m
2. 紫灰色块状英安质含角砾玻屑凝灰岩。 89.30m
1. 灰紫色块状砾岩，砾石呈次棱角状一次滚圆状，砾石含量可达 80%，局部夹泥岩。 63.37m

~~~~~ 火山喷发不整合 ~~~~~

下伏：馆头组 ( $K_{1gt}$ ) 灰色中层状砂砾岩、砂岩。

小平田组主要分布于文成镇海一带的文成、山门及天台九里坪等地。小平田组层型剖面厚度达 1112.0 m，文成县孔龙厚 371.3 m，周墩厚度大于 459.9m，平阳县双失山厚 746.5 m。

段政等 (2013) 获得泰顺小平田组锆石 U-Pb 年龄为  $114.9 \pm 1.2$  Ma；唐增才等 (2018, 2019) 获取仙居神仙居小平田组锆石 U-Pb 年龄为  $113.4 \pm 1.4$  Ma~ $114.4 \pm 1.5$  Ma；宁波咸祥小平田组锆石 U-Pb 年龄为  $117.1 \pm 3.1$  Ma，象山归云洞小平田组锆石 U-Pb 年龄为  $118.4 \pm 4.3$  Ma，横溪小平田组锆石 U-Pb 年龄为  $118.0 \pm 2.0$  Ma。

根据上述同位素年龄，本组地质时限为早白垩世晚期。

### (三) 天台群 ( $K_2T$ )

原称天台层，由陆逊、杨柳舒、陈陟阳 (1959) 创名于天台县城南，意指一套“紫色及酱

色凝灰岩、熔岩夹绿色凝灰岩”。邹鑫枯、陈其爽(1964)称天台组，浙江区调队(1978)在天台盆地红层中发现恐龙蛋化石，创建塘上组和赖家组，陈丕基、沈炎彬(1979)改天台组为天台群。翁世劼等(1987)沿用天台群，包括塘上组、赖家组。《浙江区域地质志》(1989)沿用塘上组、赖家组；《浙江岩石地层》(1996)采用天台群，同时将赖家组解体为两头塘组和赤城山组，即自下而上包括塘上组、两头塘组和赤城山组。本书沿用之。

### 1. 塘上组 ( $K_2t$ )

浙江区调队(1978)创名于浙江省天台县西南侧塘上村。其后一直沿用。

塘上组为一套喷发沉积相和空落相为主的酸性火山碎屑岩夹熔岩和沉积岩。主要岩性有流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩、流纹质含角砾玻屑凝灰岩、流纹质含角砾玻屑熔结凝灰岩、流纹质晶屑玻屑凝灰岩、英安(玢)岩、安山质角砾熔岩及沉角砾凝灰岩、凝灰质砂岩和砂砾岩等。正层型为浙江省天台县塘上村剖面( $121^{\circ}00'$ ,  $29^{\circ}07'$ )，由浙江区调队(1977)测制。

区域上，塘上组岩性、岩相和厚度横向变化规律清楚。在壶镇盆地南部马鞍山一带，以喷溢相流纹岩、珍珠岩、松脂岩夹凝灰岩为主，底部偶见紫红色砂砾岩，厚度大于 2400m；盆地北部则以空落相流纹质含角砾玻屑凝灰岩为主，中上部夹三层流纹岩(总厚约 73.4m)，流纹岩向西变薄，至大山脚处已尖灭，厚度小于 257m。上述变化规律显示，火口位于盆地南部，熔岩多次溢出，自南向北、向西溢流。在临海上盘一带，产有鸟类化石，经中科院古脊椎动物与古人类研究所鉴定为 85Ma 前的晚白垩世鸟类化石。

本组含植物化石 *Pseudofrenelopsis parceramosa*, *P. papillosa*, *Pagzophyllum* sp.; 孢子花粉以 *Classopollis* 含量最多，伴有少量 *Exesipollenites*, *Sphaeripollenites* 等及 *Schizaeoisporites*, *Cicatricosisporites* 等孢子。

目前，层型塘上组尚未获取同位素年龄，Liu et al.(2012)获取其下伏流纹岩锆石 U-Pb 年龄为  $111\pm 1$ Ma，He et al.(2012)获取其上覆凝灰岩锆石 U-Pb 年龄为  $99.4\pm 1.1$ Ma，将塘上组地质时代限于早白垩世末期。余明刚等(2007)获取乐清雁荡山地区流纹质火山岩地质时限为 105.6Ma~97.2Ma，温岭、楚门、甌江和苍南等地测火山岩年龄均在 110~94Ma 之间，由此沿海存在早、晚白垩世之交的火山岩带，与塘上组时代一致，均暂归入塘上组。

### 2. 两头塘组 ( $K_2l$ )

系浙江区调队(1995)创名于浙江省天台县两头塘。《浙江岩石地层》(1996)沿用两头塘组，本书亦从之。

两头塘组岩性为紫红色砂岩、粉砂岩夹砂砾岩和砾岩，上部夹多层流纹质玻屑凝灰岩。正层型为浙江省天台县两头塘村剖面(上部与清溪赤城山剖面相接)( $121^{\circ}01'$ ,  $29^{\circ}09'$ )，由浙江区调队(1993)测制(图 13-5)。简述如下：

上覆：赤城山组 ( $K_2c$ ) 紫红色厚层状泥质粉砂岩夹砾岩

整合

|  |             |
|--|-------------|
| 两头塘组 ( $K_2l$ )  | 总厚度 691.10m |
| 17.紫红色厚层状泥质粉砂岩夹砾岩  | 67.90m      |
| 16.紫红色薄至中厚层状泥质粉砂岩夹钙质腔结中细粒砂岩和砾岩透镜体。底部产恐龙蛋 <i>Paraspheroolithus</i> cf. <i>irenensis</i> | 152.20 m    |
| 15.紫红色厚层状砾岩  | 3.90m       |

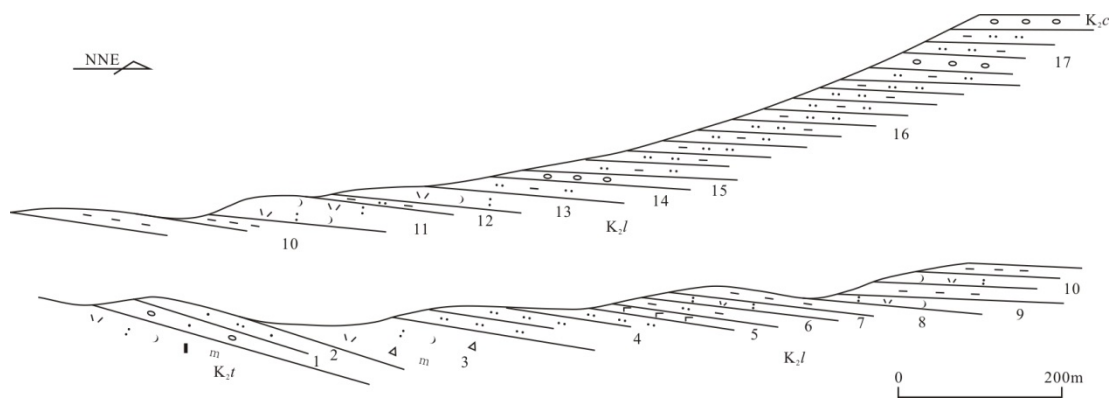


图 13-5 天台县赖家两头塘组 ( $K_2l$ ) 剖面

|   |         |
|---|---------|
| 14.紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩，下部夹厚约 1m 的流纹质玻屑凝灰岩及砂砾岩  | 20.00 m |
| 13.浅灰色块状流纹质玻屑凝灰岩，下部夹数米厚紫红色粉砂岩           | 37.80m  |
| 12.紫红色粉砂质泥岩                             | 11.40 m |
| 11.浅灰、浅紫灰色块状流纹质玻屑凝灰岩                    | 29.50 m |
| 10.紫红色中薄层状粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩，中部夹 1m 厚的流纹质玻屑凝灰岩 | 77.30m  |
| 9.浅紫灰色厚层块状流纹质玻屑凝灰岩                      | 20.80m  |
| 8.紫红色粉砂质泥岩，上部夹薄层粉砂岩及厚 1 m 的深灰色安山岩       | 47.10m  |
| 7.浅灰紫色薄层状沉凝灰岩及中厚层状流纹质玻屑凝灰岩              | 3.90m   |
| 6.紫红色粉砂质泥岩，上部为紫红色粉砂岩                    | 28.10m  |
| 5.深灰色玄武岩，单层厚 20-25cm，有气孔                | 2.80m   |
| 4.紫红色粉砂岩，下部夹紫红色砂岩、砂砾岩，中上部夹含砾砂岩          | 80.30m  |
| 3.浅灰、浅紫灰色块状流纹质角砾玻屑熔结凝灰岩，具假流纹构造          | 87.20m  |
| 2.紫红色砂砾岩夹紫红色粉砂岩                         | 11.10m  |
| 1.紫红色粉砂岩、砂砾岩                            | 9.80m   |

整合

下伏：塘上组 ( $K_2t$ ) 浅紫灰色块状流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩

本组底部为紫红色粉砂岩、砂砾岩，向上紫红色粉砂岩夹砂岩、砂砾岩，与流纹质角砾玻屑熔结凝灰岩、玻屑凝灰岩互层，夹 2.8m 的气孔状玄武岩，再上紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩增多，流纹质玻屑凝灰岩夹层渐少，产恐龙蛋化石，顶部紫红色厚层状泥质粉砂岩夹砾岩。区域上，火山岩夹层数不定，天台盆地火山岩夹层较多，仙居、壶镇、舒洪、丽水等盆地则较少。两头塘组厚度变化较大，天台盆地最厚大于 691.1 m，壶镇盆地仅大于 175 m。

本组产恐龙蛋 *Paraspheroolithus* cf. *irenensis*；恐龙骨片及椎体 *Ornithischia Sauropoda*, *Ankylosauridae*。He et al. (2012) 获取天台盆地两头塘组火山岩夹层锆石 U-Pb 年龄为  $99.4 \pm 1.1\text{Ma} \sim 96.1 \pm 0.9\text{Ma}$ 。

根据上述恐龙蛋和恐龙骨片化石和同位素年龄数据，本组地质时限为晚白垩世。

### 3. 赤城山组 ( $K_2c$ )

系浙江区调队(1995)创名于浙江省天台县赤城山。《浙江岩石地层》(1996)沿用两头塘



组，本书从之。

赤城山组岩性主要为紫红色砾岩、砂砾岩夹含砾粉砂岩、粉砂岩及少量流纹质含角砾玻屑凝灰岩。正层型为浙江省天台县赤城山剖面(121°02′, 29°11′)，由浙江区调队 (1977)测制 (图 13-6)。简述如下：

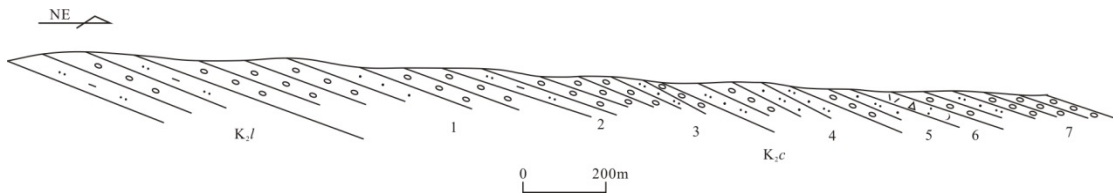


图 13-6 天台县清溪赤城山组 (K<sub>2</sub>c) 剖面

|   |             |
|---|-------------|
| 赤城山组  | 总厚度 660.10m |
| 7.紫红色中厚层状砾岩夹钙质粉砂岩或含砾粉砂岩                     | 160.00m     |
| 6.灰紫红色厚层至块状流纹质含角砾凝灰岩                        | 29.90m      |
| 5.紫红色中厚层状钙质粉砂岩与砾岩互层                         | 49.60m      |
| 4.紫红色中厚层状细砂粉砂岩夹中厚层状砾岩                       | 118.00m     |
| 3.紫红色厚层状钙质胶结砾岩夹 3 层薄层细砂粉砂岩                  | 52.60m      |
| 2.紫红色中厚层状泥质粉砂岩，局部含钙质结核                      | 13.50m      |
| 1.紫红色中厚层状砾岩夹薄层细砂粉砂岩                         | 236.50m     |
| 整合  |             |
| 下伏地层 两头塘组 (K <sub>2</sub> l) 紫红色厚层状泥质粉砂岩夹砾岩 |             |

本组底部为紫红色中厚层状砾岩，其上以紫红色厚层状钙质胶结砾岩为主，夹紫红色中厚层细砂粉砂岩和泥质粉砂岩，上部夹厚度为 29.9m 的流纹质含角砾凝灰岩。产恐龙蛋化石。本组在天台、仙居、缙云舒洪等盆地都有分布，由于砾岩与砂岩差异风化明显，常形成有大小溶洞的丹霞地貌。

He *et al.* (2012) 获取天台盆地赤城山组火山岩夹层锆石 U-Pb 年龄为 94.4±0.7Ma~91.1±0.7Ma。故本组地质时代为晚白垩世早期。

4. 小雄组 (K<sub>2</sub>x)

系翁祖山等 (1999) 创名于三门县小雄盆地，意指临海、三门东部的小雄盆地发育的一套偏碱性的火山岩。本志沿用之。

小雄组仅见于三门小雄和临海杜门等地，层型剖面以三门小雄盆地剖面 (121°33′, 29°02′) 为例 (图 13-7)，岩性自上而下为：

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 小雄组 (K <sub>2</sub> x)            | 厚 >1840.43m |
| 23.灰紫色流纹斑岩。                       | >306.66 m   |
| 22.暗紫色流纹质含角砾含晶屑玻屑熔结凝灰岩。           | 2.81m       |
| 21.浅灰带肉色石英碱长粗面斑岩，下部为自碎集块石英碱长粗面斑岩。 | 65.21m      |
| 20.灰带肉色石英碱长粗面斑岩，底部为自碎集块石英碱长粗面斑岩。  | 97.87m      |
| 19.灰带肉色碱长流纹斑岩。                    | 170.25m     |

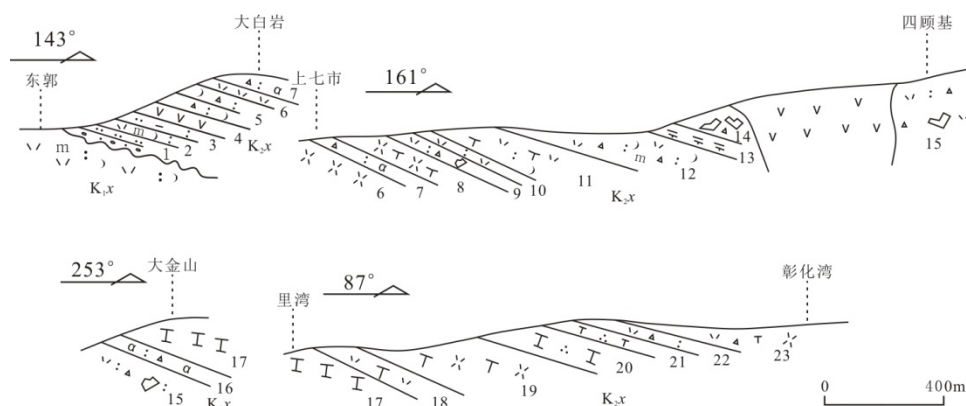


图 13-7 小雄盆地上白垩统小雄组 ( $K_{2x}$ ) 剖面图

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| 18.灰紫带肉色碱长流纹斑岩。                    | 53.99m   |
| 17.灰紫带肉色粗面斑岩。                      | >153.42m |
| 16.灰色沉含角砾凝灰岩。                      | 10.50m   |
| 15.浅灰绿色流纹质含集块角砾凝灰岩。                | >112.07m |
| 14.灰紫色火山角砾集块岩。                     | >132.02m |
| 13.深灰色安粗岩。                         | 25.93m   |
| 12.灰紫色流纹质含角砾晶屑玻屑熔结凝灰岩。             | 171.53m  |
| 11.浅灰白色流纹质玻屑凝灰岩。                   | 102.67m  |
| 10.灰紫色流纹质凝灰熔岩。                     | 14.68m   |
| 9.浅灰绿色流纹质含集块角砾凝灰岩。                 | 25.78m   |
| 8.灰紫色碱长流纹岩。                        | 85.53m   |
| 7.灰黄带绿色中厚层状含集块角砾凝灰岩。               | 14.72m   |
| 6.灰紫色流纹岩。                          | >10.80m  |
| 5.浅灰绿色沉角砾凝灰岩。                      | >90.13m  |
| 4.浅灰绿色安山岩。                         | 85.38m   |
| 3.砖红色凝灰质泥质粉砂岩。                     | >20.57m  |
| 2.灰紫色流纹质含晶屑玻屑熔结凝灰岩，上部为灰白色流纹质玻屑凝灰岩。 | 61.67m   |
| 1.砖红色凝灰质砂砾岩、含砾砂岩、粉砂岩。              | 26.41m   |

不整合

下伏：西山头组 ( $K_{1x}$ ) 浅灰白色流纹质晶屑玻屑弱熔结凝灰岩

本组下部主要为流纹质凝灰岩、沉凝灰岩和碱长流纹岩，底部以砖红色砂砾岩、砂岩超覆于磨石山群西山头组、永康群馆头组、朝川组和小平田组之上；上部主要为(石英)粗面斑岩、碱长流纹斑岩和(碱长)流纹质凝灰岩，与上覆上白垩统赤城山组砾岩呈整合接触或被上新统嵊县组玄武岩呈不整合覆盖。

本组产浙江翼龙(*Zhejiangpterus* Cai (M3) gen, nov.), 属 *Pteranodontidae* 科，时代属晚白垩世。Liu et al.(2012)和刘磊等(2017)获本组流纹质凝灰岩、流纹岩的锆石 U-Pb 年龄为  $93.8 \pm 0.6\text{Ma} \sim 96 \pm 1\text{Ma}$ ，地质时代属晚白垩世。

### 第三节 古生物群特征

#### 1. 建德生物群

由鱼类、双壳类、腹足类、昆虫、叶肢介、介形类和植物组成。鱼类 *Sinamia huananensis*, *Mesoclupea shouchangensis*, *Fuchunkiangia chesiensis*, *Ikechaoamia meridionalis*, *Paraclupea chetungensis*; 双壳类 *Ferganoconcha shouchangensis*, *F. subcentralis*, *Nokamuranaia elongata*, *Mengyinaia pujiangensis*; 腹足类 *Amplovaluata* aff. *suturalis*, *Probaicalia gerassimovi*, *Viviparus shouchangensis*, *V. hengshanensis*, *Mesoneritina pustula*, *Reesidella concentrica*; 昆虫 *Mesopanorpa yaojiashanensis*, *Lycorimima mictis*, *Linicorixa odota*, *Tinactum solusum*, *Viduata otiosa*, *Ephemeropsis trisetalis*, *Clypostemma xyphiale*, *Coptoclava longipoda*, *Notocupes undatabdominus*; 叶肢介 *Yanjiestheris chekiangensis*, *Y. sinensis*, *Ortheastheria intermedia*; 介形类 *Darwinula sarytirmenensis*, *Damonella extenda*; 植物 *Coniopteris* sp., *Otozamites linguifolius*, *Frenelopsis parceramosa*。上述生物群主要分布于浙西北区寿昌组。

根据鱼类和昆虫，建德生物群时代主要为早白垩世。

#### 2. 永康生物群

由鱼类、双壳类、腹足类、叶肢介及介形类等组成。鱼类 *Yongkangichthys hsitanensis*, *Chetungichthys brevicephalus*, *Paralycoptera wui*; 双壳类 *Trigonioides* (T.) *yongkangensis*, *Plicatounio* (P.) *multiplicatus*, *Nipponoia zhejiangensis*, *Nakamuranaia chingshanensis*; 腹足类 *Brotopsis*(*Brotzopsis*) *wakinoensis*, *Galba yongkangensis*, *Lioplacodes* aff. *cholnoky*, *Campeloma jousseaume*, *Viviparus onogoensis*; 叶肢介 *Neodiestheria curta*, *Yanjiestheria sinensis*, *Yanjiestheria kyongsangensis*, *Ortheastheria* sp.; 介形类 *Cypridea* (*Morinia*) *heauensis*, *Cypridea* (C.) *shauxzngensis*, *Cypridea linghaiensis*, *Eucypris houyuelingensis*; 植物 *Pseudofrenelopsis* cf. *parceramosa*, *Pagiophyllum* sp.。上述生物群主要分布于浙东南区的馆头组、朝川组中，少量产于方岩组中。鱼类经张弥曼、周家健(1977)和魏丰(1976)研究，其时代属于早白垩世。双壳类据马其鸿(1980)研究认为属于早白垩世。

因此，永康生物群时代为早白垩世。

#### 3. 衢江生物群

由翼龙、恐龙、恐龙蛋及介形类、双壳类和植物等组成，包括翼龙 *Pteranodontidae* 科；恐龙 *Chilantaisaurus zhejiangensis*; 恐龙蛋 *Paraspheroolithus* cf. *irenensis*; 恐龙骨片及椎体 *Ornithischia*, *Saropoda*, *Ankylosauridae*; 介形类 *Cypridea cavernosa*, *C. (Pseudocypridea) aversa*, *Tangxiella tanxiensis*, *Candoniella candida*, *Cristocypridea triangulata*; 双壳类 *Sphaerium shantungense*, *S. xuanchangense*, *Trigonioididae* (*Pseudohyria*?) sp. indet.; 植物 *Pseudofrenelopsis parceramosa*, *P. papillosa*, *P. cf. thalictoma*, *Pagiophyllum* sp.; 昆虫 *Siculicorixa extria*; 其中恐龙产于中戴组中，翼龙产于塘上组中，恐龙蛋和骨片产于衢县组、两头塘组和赤城山组，双壳类、介形类和叶肢介产于金华组，根据恐龙和植物化石，其时代属于早白垩世晚期，翼龙研究时代为晚白垩世早、中期(穆治国等，1992)，其它化石多属于晚白垩世。因此，衢江生物群时代为早白垩世晚期至晚白垩世。

#### 4. *Crestocypridea* - *Candona* - *Eucypris* – *Cyprois* 组合

本生物组合产于浙北桐乡组，主要包括介形类 *Crestocypridea* sp., *Cypridea* sp., *Mongolianella* sp., *Lycocypris* sp., *Ziziphocypris* sp., *Cyprinotus* sp.; 轮藻 *Obtusochara* sp., *Maedlerisphaera* sp., *Aelistochara* sp., *Sphaerochara* cf. *parrula*, *Stellatochara mundula*; 植物 *Frenelopsis* sp.; 孢粉 *Brachyphyllum*, *Taxodiaceae*; 蕨类 *Schizaeposprites*, *Certes* 等。时代属晚白垩世坎潘期。

## 第四节 地层对比

浙江白垩纪地层同位素年龄数据见表 13-1。

表 13-1 浙江白垩纪地层年龄一览表

| 地理位置 |    | 层位   | 测试对象          | 年龄数据                        | 测试方法                               | 资料来源                                  |
|------|----|------|---------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 浙西北  | 江山 | 中戴组  | 玄武岩           | 98.84±1.02Ma                | <sup>40</sup> Ar- <sup>39</sup> Ar | 秦社彩, 2007                             |
|      | 安吉 | 黄尖组  | 流纹质凝灰岩        | 130.0±0.7Ma~128.0±0.8Ma     | 锆石 U-Pb                            | 马芳等, 2017                             |
|      |    | 劳村组  | 粗安岩           | 136±1 Ma                    | LA-ICP-MS                          |                                       |
|      | 建德 | 横山组  | 凝灰岩           | 120.9±1.2Ma                 | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | 李祥辉等, 2011                            |
|      |    | 寿昌组  | 熔结凝灰岩         | 123.8±1.0Ma                 |                                    |                                       |
|      |    | 黄尖组  | 凝灰岩           | 133.0±2.4Ma                 |                                    |                                       |
|      |    | 劳村组  | 凝灰岩           | 132.3±1.6Ma~130.3±3.3Ma     | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Liu <i>et al.</i> , 2014              |
|      |    | 黄尖组  | 流纹岩           | 130±1Ma~127±1Ma             |                                    |                                       |
|      |    | 劳村组  | 熔结凝灰岩         | 136±1Ma~131±1Ma             |                                    |                                       |
|      | 浦江 | 横山组  | 英安岩、玄武岩       | 121±2Ma~118±1Ma             | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Liu <i>et al.</i> , 2014              |
|      |    | 寿昌组  | 凝灰岩           | 123±2Ma                     |                                    |                                       |
|      |    | 黄尖组  | 流纹质凝灰岩        | 130±1Ma                     |                                    |                                       |
|      |    | 劳村组  | 熔结凝灰岩         | 136±1Ma                     |                                    |                                       |
| 浙东南  | 三门 | 小雄组  | 流纹质凝灰岩<br>流纹岩 | 93.8±0.6Ma<br>95±1Ma~96±1Ma | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Liu <i>et al.</i> , 2012<br>刘磊等, 2017 |
|      | 天台 | 赤城山组 | 凝灰岩           | 94.4±0.7Ma~91.1±0.7Ma       | 锆石 U-Pb                            | He <i>et al.</i> , 2012               |
|      |    | 两头塘组 | 凝灰岩           | 99.4±1.1Ma~96.1±0.9Ma       | SIMS                               |                                       |
|      | 乐清 | 塘上组  | 流纹质凝灰岩        | 105.6±4.3Ma~97.2±2.3Ma      | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | 余明刚等, 2007                            |
|      | 泰顺 | 泰顺组  | 流纹质凝灰岩        | 112.7±1.2Ma~111.2±1.5Ma     | 锆石 U-Pb                            | 段政等, 2013                             |
|      |    | 小平田组 | 流纹质凝灰岩        | 114.9±1.2 Ma                | LA-ICP-MS                          |                                       |
|      | 仙居 | 小平田组 | 流纹质凝灰岩        | 113.4±1.4Ma~114.4±1.5Ma     | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | 唐增才等, 2018                            |
|      | 丽水 | 朝川组  | 玄武岩           | 114.40±2.02Ma               | <sup>40</sup> Ar- <sup>39</sup> Ar | 秦社彩, 2007                             |
|      |    | 朝川组  | 凝灰岩           | 111±3Ma                     | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | 王加恩等, 2015                            |
|      |    | 西山头组 | 流纹质凝灰岩        | 128.6±1.7 Ma                |                                    | 王加恩等, 2016                            |
|      |    | 高坞组  | 流纹质凝灰岩        | 131.6±2.7Ma                 |                                    |                                       |
|      |    | 大爽组  | 流纹质凝灰岩        | 154.9±5.5 Ma~152.0±7.0Ma    |                                    | 马之力等, 2016                            |
|      |    | 朝川组  | 凝灰岩           | 118±1Ma~112±1Ma             | 锆石 U-Pb                            |                                       |
|      | 象山 | 馆头组  | 凝灰岩           | 122±1Ma                     | LA-ICP-MS                          | 王学寅等, 2012                            |
|      |    | 朝川组  | 凝灰岩           | 114±2 Ma                    | LA-ICP-MS                          |                                       |
|      |    | 馆头组  | 玄武岩           | 121.1±1.3 Ma~116.1±1.0Ma    | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | 钱迈平等, 2015                            |
|      | 嵊州 | 馆头组  | 凝灰岩           | 119±4Ma                     |                                    | 锆石 U-Pb                               |
|      |    | 西山头组 | 凝灰岩           | 129±2Ma                     | LA-ICP-MS                          |                                       |
|      | 永康 | 西山头组 | 凝灰岩           | 129±1Ma                     | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Li <i>et al.</i> , 2014               |
|      | 东阳 | 高坞组  | 凝灰岩           | 136±1Ma                     | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Li <i>et al.</i> , 2014               |
|      | 天台 | 小平田组 | 流纹岩           | 120.7±0.9Ma                 | 锆石 U-Pb<br>LA-ICP-MS               | Liu <i>et al.</i> , 2012              |
|      |    | 馆头组  | 沉凝灰岩          | 122±1Ma                     |                                    |                                       |
|      |    | 西山头组 | 流纹质凝灰岩        | 130±1Ma~128±1Ma             |                                    |                                       |
|      |    | 高坞组  | 流纹质凝灰岩        | 133±1Ma~132±1Ma             |                                    |                                       |
|      | 庆元 | 西山头组 | 流纹质凝灰岩        | 131.9±1.9Ma~127.9±0.8Ma     | 锆石 U-Pb                            | 段政等, 2013                             |
|      |    | 高坞组  | 流纹质凝灰岩        | 136.0±0.8Ma~133.2±0.6Ma     | LA-ICP-MS                          |                                       |
|      | 义乌 | 高坞组  | 凝灰岩           | 135.4±0.9Ma                 | 锆石 U-Pb                            | Liu <i>et al.</i> , 2012              |
|      |    | 大爽组  | 流纹质凝灰岩        | 140±1 Ma~138±1Ma            | LA-ICP-MS                          |                                       |

## （一）建德下亚群与磨石山群

对于建德下亚群的底界,通常以生物化石和 K-Ar、Rb-Sr 同位素年龄来限定其地质时代。近年来,随着高精度锆石 U-Pb 同位素定年技术的发展,建德群下部劳村组的地质时代被限定于  $136\pm 1\text{Ma}$ ~ $131\pm 1\text{Ma}$  (李祥辉等, 2011; Liu et al., 2014; 王加恩等, 2016),即磨石山群底界时限为 136Ma 左右。而建德群顶界,一直以来被置于横山组顶部,本书认为寿昌组和横山组无论生物化石,还是同位素年龄均与浙东南永康群可以对比,故以黄尖组顶部定为建德下亚群之顶。黄尖组的锆石 U-Pb 同位素年龄为  $133.0\pm 2.4\text{Ma}$ ~ $127\pm 1\text{Ma}$  (李祥辉等, 2011; Liu et al., 2014; 马芳和薛怀民, 2017),浙江省地质调查院 (2016) 获取黄尖晚期流纹斑岩锆石 U-Pb 同位素年龄为  $125.4\pm 1.2\text{Ma}$ ,即建德下亚群顶界时限为 125Ma 左右。

二十一世纪以来,作为浙东南地区晚中生代下岩系的磨石山群通常置于早白垩世,其底界与大爽组底界一致。近年,浙东南多数地区发现中、晚侏罗世火山岩 (南京地质调查中心, 2014; 高万里, 2014; 浙江省地质调查院, 2014, 2017; 邢新龙等, 2017); 对于这套侏罗纪的火山岩地层归属问题,不同单位、学者持有不同意见。本书认为,该套火山岩与浙东南地区大爽组在岩石组合的界线尚不明确,野外难以区分,故将其暂置于大爽组,亦即磨石山群的底界时限置于中、晚侏罗世。对于磨石山群的顶界,越来越多的学者倾向于解体祝村组,并以九里坪组为其顶界 (俞允文和胡开明, 2001; 王加恩等, 2015; 刘磊等, 2017)。王加恩等 (2015) 获取丽水祝村九里坪组流纹岩年龄为  $129\pm 2.5\text{Ma}$ ; 浙江省地质调查院 (2017) 获取武义沈宅九里坪组锆石 U-Pb 年龄为  $125.5\pm 1.6\text{Ma}$ ,永康五指山、飞龙寺九里坪组锆石 U-Pb 年龄分别为  $128.9\pm 1.8\text{Ma}$  和  $126.9\pm 1.6\text{Ma}$ ,东阳湖口九里坪组锆石 U-Pb 年龄为  $126.0\pm 2.0\text{Ma}$ 。据此,本书将磨石山群的顶界时限为 125Ma 左右。

综上所述,建德下亚群和磨石山群的底界虽有不同,但顶界均以早白垩世中期 (Ca. 125Ma) 为限。

## （二）建德上亚群与永康群

浙西寿昌盆地建德上亚群寿昌组锆石 U-Pb 年龄为  $123.8\pm 1.0\text{Ma}$ ,横山组为  $120.9\pm 1.2\text{Ma}$ ; 浦江盆地寿昌组年龄为  $123\pm 2\text{Ma}$ ,横山组年龄在  $121\pm 2\text{Ma}$  ~ $118\pm 1\text{Ma}$  及以后 (李祥辉等, 2011; Liu et al., 2014)。地质时代属早白垩世中晚期。

浙东永康群的地质时代获取了大批数据,丽水地区馆头组年龄为  $122\pm 1\text{Ma}$ ,朝川组年龄为  $118\pm 1\text{Ma}$ ~ $111\pm 1\text{Ma}$ ; 泰顺地区小平田组年龄为  $114.9\pm 1.2\text{Ma}$ ; 仙居白塔地区小平田组年龄为  $113.4\pm 1.4\text{Ma}$ ~ $114.4\pm 1.5\text{Ma}$ ; 天台大地林地区馆头组年龄为  $122\pm 1\text{Ma}$ ,小平田组为  $120\pm 1\text{Ma}$ ; 象山石浦地区馆头组年龄为  $121.1\pm 1.3\text{Ma}$ ~ $116.1\pm 1.0\text{Ma}$ ,朝川组为  $114\pm 2\text{Ma}$ ; 嵊州盆地馆头组年龄为  $119\pm 1\text{Ma}$  (Liu et al., 2012; 王学寅等, 2012; 段政等, 2013; Li et al., 2014; 王加恩等, 2015; 马之力等, 2016; 唐增才等, 2018)。地质时代属早白垩世中晚期。

综上所述,浙西建德上亚群的地质时代底限为 124Ma,浙东馆头组的时代底限为 122Ma,基本等时。

### （三）衢江群、天台群及小雄组

对于衢江群的地质时代，浙江省地质调查院（2012）获取龙游上圩头中戴组玄武岩锆石 U-Pb 年龄为 104.8Ma，英安质玻屑熔结凝灰岩年龄为  $94\pm 2.2$  Ma；秦社彩（2007）获取江山中戴组玄武岩 Ar-Ar 年龄为  $98.84\pm 1.02$ Ma。地质时代属早白垩世末期至晚白垩世初期。

相对于衢江群，天台群和小雄组的同位素年龄资料较为丰富。He Huaiyu et al.(2012)获取天台盆地两头塘组（原赖家组）锆石 U-Pb 年龄为  $99.4\pm 1.1$ Ma~ $96.1\pm 0.9$ Ma，赤城山组的年龄为  $94.4\pm 0.7$ Ma~ $91.1\pm 0.7$ Ma；王加恩等(2015)丽获得水盆地塘上组火山岩年龄为  $95\pm 1$ Ma；余明刚等（2007）将乐清雁荡山地区火山岩的时代限定在  $105.6\pm 4.3$ Ma~ $97.2\pm 2.3$ Ma 之间；浙江省水文地质大队(2018)获得仙居盆地塘上组凝灰岩年龄为  $102.2\pm 1.2$ Ma。Liu et al.(2012)和刘磊等（2017）获取小雄盆地小雄组流纹岩的年龄在  $96\pm 1$ Ma~ $93.8\pm 0.6$ Ma。地质时代属早白垩世末期至晚白垩世初期。

综上所述，浙江衢江群和天台群的地质时代置于早白垩世末期至晚白垩世初期。