

地质调查项目成果报告
中国地质调查局
地质调查专报A13号

福建东部、浙江西南部地区 中生代火山岩石地层划分与时代对比 研究报告

卢清地 编著

福建省地图出版社

地质调查项目成果报告
中国地质调查局
地质调查专报 A13 号

福建东部、浙江西南部地区 中生代火山岩石地层划分与时代对比 研究报告

卢清地 编著

福建省地图出版社

2008 年 5 月 福州

图书在版编目(CIP)数据

福建东部、浙江西南部地区中生代火山岩地层划分与时代对比研究报告/卢清地编著. —福州:福建省地图出版社,2008.5

ISBN 978-7-80516-965-1

I. 福… II. 卢… III. 中生代—火山岩—地层学—研究报告—华东地区 IV. P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 063597 号

福建东部、浙江西南部地区中生代火山岩石地层划分与时代对比研究报告
编 著: 卢清地

出 版: 福建省地图出版社
地 址: 福州市华林路 205 号
印 刷: 福建省地质印刷厂
地 址: 福州市塔头路 2 号
开 本: 880 × 1230 毫米 1/16
印 张: 6.75
字 数: 160 千字
插 页: 2
版 次: 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷
印 数: 1-1 000
定 价: 48.00 元

前 言

中国东南大陆中生代火山活动规模大、持续时间长，形成了长 1 200 km、宽 500 km 的巨型火山岩带以及丰富的火山岩型矿产，是环太平洋火山岩带的重要组成部分，福建省和浙江省则是区内中生代火山岩及其矿产的集中分布区。历经多年的地质调查和研究，区内各省已建立了省境内的中生代火山地层系统，但省际之间仍缺乏统一的地层对比标准，直接制约了全区性火山活动及其成矿作用的深入调查与研究。

1:250 000 周宁县幅、莆田市幅、福州市幅、泉州市、三沙镇幅区调修测项目位于闽浙两省交界地区，是解决闽浙两省中生代地层划分与对比问题的理想地区，项目组应用新的地学理论、新技术、新方法，解决了一些历史遗留重要地质问题，获得了许多新的进展和认识，取得了丰硕的成果，尤其是在火山岩地层研究方面取得了重要进展，为闽浙两省晚中生代火山地层建立了统一的地层对比标志，解决了闽浙两省中生代地层对比的关键问题，是近年来中国东南大陆中生代火山地层区域对比研究的重要进展，为最终在浙闽赣苏皖粤琼诸省沿海地区建立全区性统一的晚中生代火山地层系统起到了重要的示范和推动作用。同时，新建了晚白垩世泰顺组，重新厘定了南园组、小溪组的地层层序和岩性组合，确定了地层时代归属，建立起南园组新层型剖面；首次在福建仙游圆庄剖面南园组火山岩中发现了玄武岩，并认为是闽浙两省晚中生代火山岩区喷发最早的形成于拉张环境的玄武岩流，具有重大的地质构造意义。

人类对自然的认识是无限的，火山岩区地质研究将是地质工作者的永恒课题。推动这一领域研究的深入，就是本书正式出版的初衷。

福建省地质矿产勘查开发局总工程师：



2007 年 8 月于福州

内 容 提 要

本书运用以岩石地层划分为主的多重地层划分对比方法,通过系统的剖面研究及路线调查,根据火山岩石地层的接触关系性质、沉积—喷发旋回、岩石组合、岩浆演化特点及古生物数据等,采用统一的方案、统一的标志进行火山岩石地层划分,厘定出福建东部、浙江西南部地区中生代火山岩石地层层序,并分别建立起其火山岩石地层系统。将福建东部地区中生代火山岩石地层划分出1个群级、11个组级、15个段级(非正式岩石地层单位)岩石地层单位,浙江西南部地区中生代火山岩石地层划分出2个群级、10个组级、10个段级(非正式岩石地层单位)岩石地层单位,通过综合研究、系统的对比,建立全区统一的火山岩石地层系统。其中新建了晚白垩世泰顺组,重新厘定了南园组、小溪组的地层层序和岩性组合,确定了地层时代归属;建立了闽浙晚中生代火山地层统一的划分对比标志,解决了闽浙两省晚中生代地层对比的关键问题,在火山岩地层研究方面取得了重要进展。

全书共分六节,约8万字,即绪论、地质构造背景及构造岩浆活动区划分、中生代火山地层的研究历史及存在的主要问题、中生代火山岩石地层的划分与时代对比研究、中生代火山活动的基本特征和中生代火山岩石地层的控矿意义。插图41张、表18个,并附有1:500 000福建东部、浙江西南部地区中生代火山构造岩相图一张。本书对火山岩区区域地质调查工作具有重要的指导意义,同时对从事火山岩区的普查勘探、科研和教学都具有参考价值。

目 录

第一节 绪 论	1
一、国内、外火山地层的研究现状	1
二、陆相火山地层的特征	3
三、陆相火山地层的研究方法	5
第二节 地质构造背景及构造岩浆活动区划分	11
一、主要构造单元及其特征	11
二、火山岩系基底断裂或深部断裂	12
三、构造岩浆活动区划分	14
第三节 中生代火山地层的研究历史及存在的主要问题	17
一、火山地层的研究历史	17
二、火山地层存在的主要问题	19
第四节 中生代火山岩石地层的划分与时代对比研究	20
一、中生代火山岩石地层的划分、代表性剖面及时序研究	20
二、中生代火山岩石地层的区域对比	68
三、中生代火山岩石地层的时空分布规律	73
第五节 中生代火山作用的基本特征	77
一、中生代火山活动旋回的划分	77
二、中生代构造岩浆旋回的划分	78
三、中生代火山活动的基本特征	79
第六节 中生代火山岩石地层的控矿意义	82
一、晚侏罗世—早白垩世早期火山岩石地层与成矿关系	82
二、早白垩世中期—晚白垩世火山岩石地层与成矿关系	84
参 考 文 献	86
附图:福建东部—浙江西南部中生代火山构造岩	

第一节 绪 论

“中生代火山岩石地层划分与时代对比研究专题”是福建省地质调查研究院开展“福建 1:250 000 周宁县 (G50C001004)、福州市 (G50C002004)、莆田市 (半幅) (G50C003004)、泉州市 (半幅) (G50C004004)幅区域调修测”项目设立的一个专题。任务下达后,项目成立了专题组,全面系统地收集前人数据,运用新理论、新方法、新技术重新审视研究已有的资料。同时,邀请长期从事火山岩区工作的老专家一起研究、讨论火山岩区的重要地质问题,部署了中生代火山岩石地层划分与时代对比研究的实施方案,拟定出该专题的调研重点及技术路线。

该专题经过项目组全体人员三年的努力,通过系统的剖面研究和路线调查,在中生代火山岩石地层划分与时代对比研究方面取得了重要进展,正确厘定中生代火山岩石地层层序,为闽、浙两省中生代火山岩石地层建立了统一的地层对比标志,解决了闽、浙两省中生代火山岩石地层对比的关键问题,为最终在浙、闽、赣、苏、皖、粤、琼诸省沿海地区建立全区性统一的晚中生代火山岩石地层系统起到了重要的示范和推动作用。由于测区仅涉及福建省东部地区和浙江省西南部地区的陆相火山岩(图 1),因此,专题报告名称为《福建东部、浙江西南部地区中生代火山岩石地层划分与时代对比研究报告》,本文对测区外分布的中生代火山岩石地层未予论述。

本报告由卢清地执笔编写,报告编写过程中马金清副院长给予悉心指导和帮助,林亨才副总工程师、徐维光高级工程师审阅全文,并提出宝贵意见。参加本专题调研工作人员有卢清地(项目负责兼专题负责)、黄家龙、张正义、聂童春、周国武、林敏、郑平、陈珍宝、陈宝山、韩胜康、罗志兴、蔡明荣。

一、国内、外火山地层的研究现状

火山地层调查是火山岩区地质调查的基础工作之一,是了解火山喷发物的层序,查明火山活动历史,同时,也是火山岩区普查找矿的重要手段。火山作用的特点决定其调查方法与沉积地层有重大区别,在调查和研究火山地层时,一定要与地质填图、火山岩相及火山机构调查结合起来,火山地层剖面必须在火山机构内选测,否则,将不可避免地出现层序与厚度的差错。实践证明,火山地层的研究必须与火山岩相、火山构造研究相结合,以火山构造单元为范围来研究火山地层,才能准确厘定火山岩区的地层层序,合理建立火山岩区的地层格架。

20 世纪 50 年代以来,国外火山岩区地质工作,抛弃了长期象对沉积岩区那样对待火山岩区的传统做法,制订出专门研究火山地层、火山构造、火山岩相的一系列方法。在火山地层研究方面,前苏联与美国等西方国家的做法有所不同:前苏联在 1:5 万区调填图时,对火山岩相和火山构造研究特别重视,对火山地层研究虽然也划分出段,但没有划分到具体岩性层,地层研究比较粗略,这样做对查明火山岩相特征和火山岩的横向变化及其与火山构造的关系是有利的,但由于火山地层研究较薄弱,因而不可避免地把同时期不同阶段喷发的火山产物合并到一个层位级别内,不利建立详细的地层层序,当然也就不能正确阐明区内的地质发展历史和构造演变规律;美国等西方国家则特别重视火山地层和火山构造的研究,在 1:5 万区调填图时,对火山地层研究不仅划分到段,而且划分到具体岩性层,这样做有利于查明火山构造范围,阐明火山岩区的地质发展历

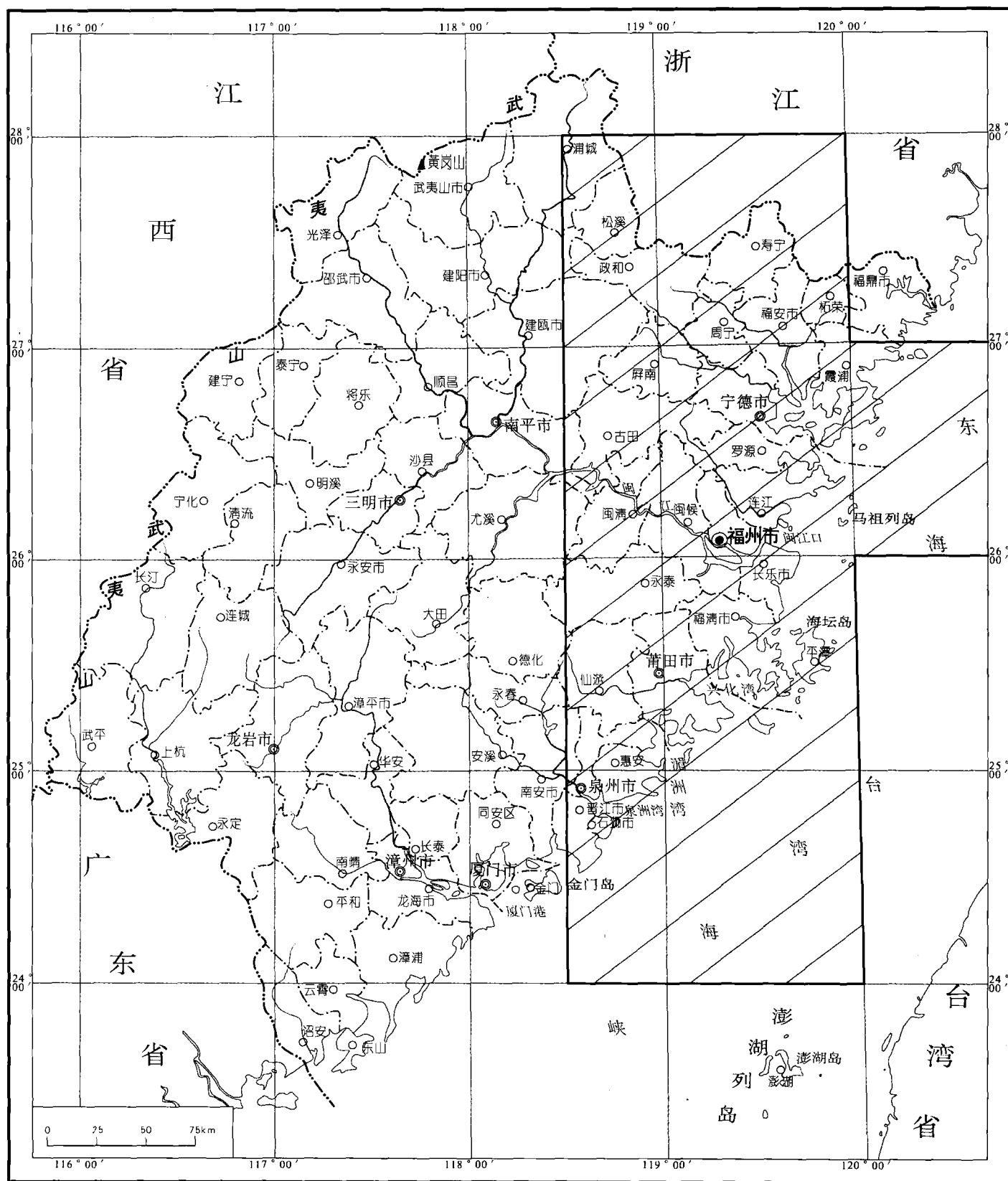


图1 调查区域行政区划位置图

史,揭示火山构造的演化规律。近几十年来随着世界各地的许多火山岩区相继发现了大量破火山口构造,通过进一步工作确认破火山口不一定是单个存在,不只是简单的复活作用,而是可以复杂地迭覆起来,可以经历多次喷发、多阶段、多旋回、多时期的发展过程。实践证明,火山构造的彼此迭覆,是许多火山岩区构造复杂性的重要表现形式之一,如美国科罗拉州圣胡安、英国苏格兰等地火山岩区都相继发现复杂迭覆的破火山口组合体,使人们对火山岩区地质构造基本特征的认识有了极大的变化,这一发现使火山岩区的火山地层层序和地层格架的建立又有了新的突破。

我国在 20 世纪 60 年代以前,对火山地层的研究工作基本上采用生物地层学和单一的岩类描述。至 70 年代,在开展 1:200 000 区域地质调查过程中,创立了“火山地层—岩性岩相”双重填图法,使火山地层、火山岩相、火山构造的研究得到了飞跃发展,并出版了《火山岩地区区域地质调查方法指南》^[1]。

近二十年来,东南沿海火山岩区的地质工作者经过长期的探索和实践,从以单个火山构造研究扩展到多个、多种火山构造之间相互关系、组合形式、空间分布格局及其与区域构造关系的研究,将火山地层研究与火山构造、火山岩相研究紧密结合起来,提出了按火山构造单元为范围建立火山地层层序和格架,并逐步形成了火山构造—岩性岩相—火山地层的综合研究趋势,出版了《“火山构造—岩性岩相—火山地层”填图方法研究报告》^[2]。中国东南大陆火山地层的探索研究大致经历如下过程:

1983 年,福建省区域地质测量队在开展 1:50 000 平和县等 3 幅区调联测工作中,首次提出了按火山机构环状组合体(破火山口组合体)为范围建立火山地层层序及地层格架的新方法,将火山地层剖面研究与火山构造、火山岩相研究结合起来,并得到省内、外地地质专家的认可;接着,1992 年,陶奎元等在编写《火山岩地区工作方法 with 找矿思路》教材中提出了将旋回—岩相—火山构造进行一体化研究思路;福建省区域地质测量队在开展 1:5 万尤溪县等 4 幅(1991)、闽清县等 4 幅(1993)、白沙镇等 2 幅(1997)区调联测工作中,对“火山构造—岩性岩相—火山地层”填图方法进行探讨和尝试,并取得显著的效果。1999 年,在 1:5 万福安市等 4 幅区调联测立项报告中,提出全面实施“火山构造—岩性岩相—火山地层”填图方法研究;下达的项目任务书也明确应用“火山构造—岩性岩相—火山地层”法进行区域地质调查方法研究(2000 年),项目设计系统阐述该填图方法体系,具体部署了实施方案,详细制定了技术路线。经 1:5 万福安市等 4 幅区域地质调查联测项目的研究,证明该方法在火山岩区区调填图中行之有效,填制的火山岩区 1:5 万地质图及火山岩相构造图,火山构造面貌清楚、层次分明、具较强立体感,全面反映不同时期、不同阶段火山作用特点和演化规律,建立的火山地层格架客观、合理,显著提高了火山地质研究程度。

二、陆相火山地层的特征

(一) 陆相火山地层的特点

1. 火山产物具有旋回性和韵律性

在火山活动的发生及演化过程中,常具有阶段性,具体表现为火山产物的旋回性、韵律性。火山旋回是某一时期一定构造岩浆演化阶段的火山活动及其产物的总和,不同岩浆演化阶段或火山活动阶段有不同的火山产物,组成不同旋回。同一旋回由早至晚,不仅是简单的重复,而是在成分、喷发性状、岩相结构及火山构造特征上,显示既有成因联系、又有区别,并向一定方向演

化的趋势。一个火山活动旋回具有不同的火山作用阶段，不同的火山作用阶段常形成不同的岩石组合和岩相，而同一火山作用阶段的不同次喷发和堆积，往往形成不同的韵律。从而在火山活动过程中，形成火山产物在旋回和韵律上的可分性。因此，火山地层的划分只有根据火山活动及其产物的这一特点，才能合理有效地确定火山地层层序和恢复火山活动史。

2. 火山产物与火山构造在时空分布与成因上具有密切联系

火山机构是火山岩区的基本构造单元，火山产物主要是从火山通道以喷气式喷发、喷溢、爆溢及侵出一溢流等形式喷出地表，并覆盖于地表上，其空间分布特点有围绕火山机构中心呈环状、半环状、弧状分布。在特定时期内，同一火山机构形成的产物及其配套发育的环状、放射状断裂和岩脉等，构成该时期火山构造的基本单元—火山机构。由若干个火山机构组成更大一级火山构造单元—火山喷发盆地、破火山口组合体、火山群及火山喷发带等。因此，火山构造是火山产物形成的渊源和堆积场所，而火山产物是火山构造存在的物质基础。一个大型或巨型火山构造往往是由不同时期火山产物构成，它们按时间顺序在空间上堆栈及演化的结果。故火山地层的研究方法不能采用沉积岩区那种先地层、后构造或以地层学为主的研究顺序和方法，否则必然出现火山地层划分与火山构造不协调的现象。

3. 火山活动的不均衡性导致火山产物的多变性

一般地说构造背景不同，形成的火山产物也不同。处于相同构造条件下的不同火山岩区或同一地区的不同地段，能形成大体相似的火山岩。然而，由于火山活动的不均衡性、复杂性，往往在不同地区或不同旋回中，形成十分相似的火山产物；而不同地区、同一地区不同火山构造单元中相同旋回的火山产物又常常具有某些相似性及差异。

火山活动的不均一性导致火山岩产状的多变，先后不同次火山喷发的方式、类型、喷发物性质及物征的不同，不同火山机构的喷发物相互迭置，导致上、下岩层堆积产状的不一致；火山岩层的原始产状一般都处于不同程度的倾斜状态，围绕着其喷发中心、火口呈围斜状内倾或外倾，随火山机构的不同而不同，造成同一阶段火山活动的相邻火山机构火山岩层产状往往不协调；同一火山机构中不同喷发次，由于早期火山强烈喷发造成塌陷，晚期喷发物迭置于其上，导致晚期喷发火山岩层产状呈外倾、早期喷发火山岩层产状内倾的不协调现象。

4. 火山岩区的不整合具有复杂性、特殊性及多样性

火山地层中，有时因原始地形起伏、各次喷发物的多少、性质及流动性能的变化等，在不同岩层之间形成超覆或间断，或由于某种机械作用、局部构造变动而引起一些褶皱与错动，将同一阶段的火山产物分割而形成不整合，这均是局部的火山不整合，不占重要地位。火山活动过程中，常伴有火山地体的隆起和沉陷作用，在不同阶段形成的岩相和旋回之间存在比较重要的不整合，例如旋回早期形成的火山碎屑沉积岩与下伏岩系的角度不整合，旋回中期喷发相产物与旋回早期火山碎屑沉积岩的超覆或喷发不整合，旋回晚期火山地体的下陷形成的火山碎屑沉积岩与下伏喷发相火山岩的火山沉积不整合或平行不整合等。

5. 层状火山岩系与非层状潜火山岩密切共生

火山岩按其产出方式，可分为层状火山岩系和非层状潜火山岩两种。前者形成于地表，后者发生于地下，而侵出岩丘则是两者之间的过渡类型，它们紧密地伴生于同一火山岩系之中。如火山岩层未受变动或剥蚀较浅，层状火山岩系与非层状潜火山岩呈纵向共生关系，但在古火山岩地区，由于经历了不同程度的剥蚀与变形作用，它们往往会同时呈现在一个平面上。在进行火山地

层研究时，只研究层状火山岩系的层序和时代，需要将非层状潜火山岩区分出来；而在恢复火山活动史时，则应将同期、同成因的非层状潜火山岩与层状火山岩系有机地联系起来。

（二）陆相火山地层的结构类型

在不同地质构造环境、不同岩浆成分和不同喷发方式下形成的火山地层结构类型至少可归纳为五种，其工作方法与划分精度相应地有所不同。

1. 以沉积岩层为主，火山岩在其中仅呈夹层出现的类型

这种类型在一些陆相火山沉积盆地中常见，其地层研究方法基本上同沉积岩层相似。在进行火山地层划分时，要考虑到火山作用的阶段性，但更要重视沉积岩层特点及其中的化石数据，这类地层可以划分到组，甚至段。

2. 火山岩与沉积岩互层的类型

对于互层频繁，且火山岩厚度不大，亦可沿用沉积岩层的研究方法。若火山岩层厚度较大，可以恢复火山机构或推测火山喷发中心者，应当以下述 3、4 类型相同以火山构造单元为范围，建立火山地层层序和格架。

3. 熔岩与火山碎屑岩互层类型

这种类型比较常见，在基性、中性、中酸性和酸性火山岩地区都可以见到，它们往往形成层状火山。从地层学将它们划分到组与段是不太困难的，喷发韵律与旋回分析法是常用的方法。

4. 以火山碎屑岩为主的类型

这种类型在中酸性、酸性火山岩地区最为发育，它们常组成锥状火山和破火山。由于这种类型火山岩层交错迭加，岩相横向变化大。因此，在进行火山地层研究时，必须特别注意火山产物的来源及相互关系，必须在查明火山构造面貌的基础上，在火山机构内选测剖面。否则，建立火山地层层序与划分火山地层单位将相当困难，这种类型的火山岩石地层一般划分到组与段。

5. 泛流玄武岩类型

泛流玄武岩类型常分布于火山高原或平原，其岩流虽然厚度不大，但分布面积较广。对于这种类型的火山地层，则应用岩石学、矿物学、古地磁学等方法，可以划分到组与段。

三、陆相火山地层的研究方法

（一）火山地层剖面测制

火山地层剖面的部署原则：火山地层调查要进行以岩石地层为主的多重地层划分研究。要按火山构造单元测制控制性基准剖面，剖面应尽可能控制所有火山岩层位，按不同火山喷发带、火山喷发盆地或火山喷发区分别建立火山地层层序。每个火山喷发带（盆地或区）中的各个岩石地层单位应有 1 条以上剖面控制，每个 1：50 000 或 1：250 000 图幅的每个岩石地层单位亦应有 1 条以上剖面控制。剖面线应选择通过火山喷发中心，且火山地层、岩性岩相发育较全的地段布置。剖面线应尽可能垂直地层走向，夹角一般不小于 60°，掩盖地段应充分利用剖面线两侧 50m 内的露头资料，据其产状投影于剖面上，如重要地质界线被掩盖，必要时可动用少量轻型山地工程加以揭露。剖面比例尺为 1：2 000-1：5 000。

剖面的踏勘、分层：剖面施测前，要进行详细的踏勘、分层。分层精度为相应比例尺图面 1 mm 代表的单层，对于特殊岩层如沉积岩夹层、火山碎屑岩中的熔岩夹层、熔岩中的火山碎屑岩夹层、粗碎屑岩中的细碎屑岩夹层及氧化顶、氧化底、烘烤边、含矿层等要单独分层，其厚度小于相应

比例尺分层厚度时可放大表示。火山碎屑岩的分层需注意观察火山碎屑的成分、粒度、含量、不同颜色、特殊的结构及构造、接触关系；熔岩的分层需注意观察岩石的成分特征、结构及构造、层面构造、接触关系、熔岩层顶部氧化带、烘烤式蚀变现象、侵蚀面等。

剖面研究的内容：剖面应详细研究各岩层的岩性特征，各岩层间的相互关系，纵横向的变化等。要尽可能多测产状，观察记录各种火山作用现象。收集各岩相的实际资料，观察各岩相间的关系。研究火山喷发旋回及韵律、建立地层层序，划分确定岩石地层单位、岩石组合、火山岩岩相类型及相序特征。此外，应系统采集各类分析测试样品，对沉积岩夹层要注意采集化石、孢粉，以确定喷发时代，必要时应采集同位素年龄样。

剖面的测制方法：火山地层剖面的测制应在路线填图中基本查明火山构造面貌、火山地层时空展布、层序、产状及接触关系的基础上，进行剖面的详细研究。剖面的测制方法与沉积地层测制方法相同。

（二）火山喷发韵律的划分

韵律是火山喷发表现出的周期性变化，韵律是就一座火山而言，这种周期性变化包括喷出的物质成分、喷发强度、喷发方式及喷发物厚度等的规律性变化。因此，韵律的特点各不相同，无固有的“模式”，应据某一座火山中喷发物的特征来划分韵律。一般地说，一个韵律是由一层或多层岩石组成，薄的仅几十厘米，厚者达数百米。通过韵律的划分研究，可了解火山喷发的规律，在一定程度上能帮助我们预测覆盖地段可能出现的矿产。

韵律的类型很多，常见的有：①熔岩或火山碎屑岩或火山碎屑熔岩中各岩层明显可分，而岩性基本相同，其厚度有周期性变化的火山中，其韵律多表现为薄—较厚—厚或薄—较厚—厚—较薄—薄；②熔岩、碎屑岩、碎屑熔岩中岩石化学成分上出现规律性变化，韵律常表现为酸性—中酸性（—中性）或（中性—）中酸性—酸性或中性—中酸性；③在爆发相系列堆积物中的韵律，理想的冷却单元或流动单元一般为涌流堆积相的凝灰岩—碎屑流堆积相的熔结凝灰岩—空落堆积相的凝灰岩，但涌流堆积相分布较局限、厚度较薄，常缺失，则出现碎屑流堆积相的熔结凝灰岩—空落堆积相的凝灰岩；④熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩及沉积岩互层的韵律，常表现为火山碎屑岩—火山碎屑熔岩—熔岩—火山碎屑沉积岩—沉积岩；⑤火山碎屑岩及沉积岩互层的韵律，火山碎屑岩—火山碎屑沉积岩—沉积岩；⑥熔岩或火山碎屑熔岩与火山碎屑岩组成的韵律，多为熔岩或火山碎屑熔岩—火山碎屑岩的韵律；⑦熔岩中基本岩性相同，而结构构造发生规律性变化时，其韵律划分应据结构、构造规律性变化来确定，如石泡流纹岩—流纹岩或球粒流纹岩—流纹岩等。各测区可据某座火山中喷发物的特点进行划分，1：50 000 福安市等四幅区调联测区的甲峰顶—上洋坪剖面韵律划分如表 1、图 2。

（三）火山旋回的划分

火山旋回是在一个火山喷发区内或更大范围内进行划分，是指一个火山活动期中不同火山喷发阶段形成，并与一定火山构造形式相联系的火山产物的周期性变化，一般情况下有若干个火山机构或火山群（喷发盆地）。划分、研究火山活动旋回，具有区域的对比意义，不仅可获得火山活动机理及其发展演化的重要数据，而且对指导找矿具有实际意义。一个火山旋回的晚期，常伴有潜火山岩和气液活动，有利于形成工业矿床。

火山旋回划分原则是：①一个旋回内虽然有多次、多阶段的火山喷发，但火山活动基本是连续，但不存在着区域的构造不整合面；②同一旋回火山产物在火山岩岩石类型、岩石组合、岩相、

表 1 福安市甲峰顶—上洋坪晚侏罗世—早白垩世南园组第四段(J₃-K₁n⁴)实测剖面地层层序及韵律划分简表

岩石地层单位		层号	岩 性	分层厚度 (m)	组段厚度 (m)	形成方式	岩石化 学成分	韵律 划分	韵律厚 度(m)
组	段								
南园组	J ₃ -K ₁ n ⁴	22	浅灰色流纹质集块角砾熔结凝灰岩	311.34	1 661.11	火山通道	酸性	六	250.05
		21	浅灰色流纹质含集块角砾晶屑弱熔结凝灰岩	90.85		碎屑流			
		20	浅灰色流纹质凝灰岩	20.13		空落			
		19	浅灰色流纹质含集块角砾晶屑凝灰岩	139.07		碎屑流		五	49.38
		18	浅灰色流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩	15.48		空落			
		17	浅灰色流纹质含角砾晶屑凝灰岩	33.90		碎屑流	中酸性	四	552.46
		16	浅灰色流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩	173.36		空落			
		15	浅灰色流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩	241.31		火山通道			
		14	浅灰色流纹英安质晶屑熔结凝灰岩	98.21		碎屑流			
		13	浅灰色流纹质含角砾晶屑凝灰岩	39.58		空落			
		12	浅灰白色绢云母化集块角砾流纹岩	108.50		火山通道	酸性	三	374.71
		11	浅灰白色含集块角砾流纹岩	79.05		喷溢			
		10	浅灰白色角砾流纹岩	35.85		喷溢			
		9	浅灰白色含角砾流纹岩	14.57		空落		二	131.79
		8	浅灰白色流纹岩	104.28		喷溢			
		7	浅灰色角岩化流纹岩	50.14		空落		一	302.72
		6	浅灰白色流纹岩	53.23		空落			
		5	浅灰色流纹质多晶屑凝灰岩	37.59		喷溢			
		4	浅灰白色流纹岩	87.5		空落			
		3	浅灰色流纹质晶屑凝灰岩	44.29		喷溢			
		2	浅灰色绢云母化流纹岩	26.69		空落			
		1	深灰色流纹质含角砾晶屑凝灰岩	276.03		喷溢			
		0	深灰色英安质晶屑熔结凝灰岩			空落			
	J ₃ -K ₁ n ³	0	深灰色英安质晶屑熔结凝灰岩				中酸性		

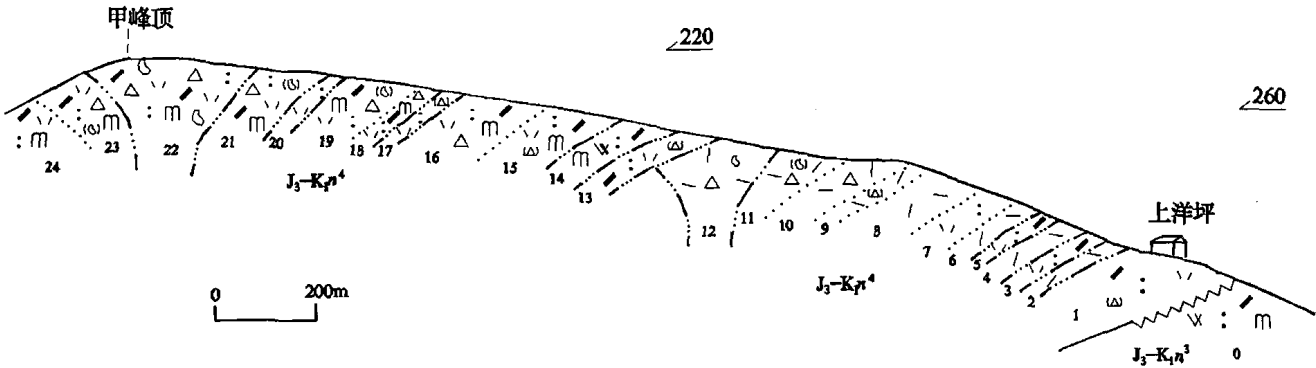


图 2 福安市甲峰顶—上洋坪晚侏罗世—早白垩世南园组第四段(J₃-K₁n⁴)实测剖面图

J₃-K₁n⁴-晚侏罗世—早白垩世早期南园组第四段 J₃-K₁n³-晚侏罗世—早白垩世早期南园组第三段 0.英安质晶屑熔结凝灰岩 1.英安岩 2.流纹岩 3.流纹质晶屑凝灰岩 4.流纹岩 5.流纹质晶屑凝灰岩 6.流纹岩 7.流纹质凝灰岩 8.流纹岩 9.含角砾流纹岩 10.角砾流纹岩 11.含集块角砾流纹岩 12.集块角砾流纹岩 13.流纹质含角砾晶屑凝灰岩 14.流纹英安质晶屑熔结凝灰岩 15.流纹质含角砾晶屑熔结凝灰岩 16.流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩 17.流纹质含角砾凝灰岩 18.流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩 19.流纹质含集块角砾晶屑熔结凝灰岩 20.流纹质凝灰岩 21.流纹质含集块角砾晶屑熔结凝灰岩 22.流纹质集块角砾晶屑熔结凝灰岩 23.流纹质含集块角砾晶屑熔结凝灰岩 24.流纹质晶屑熔结凝灰岩

岩石化学、地球化学特征及与火山岩有关的矿产等方面有一定的相似性；③不同旋回间有火山活动间断期分开，一般由区域性沉积事件、不整合面表现出来；④不同旋回火山产物在火山岩岩石类型、岩石组合、岩相、岩石化学、地球化学特征及与火山岩有关的矿产有一定差异；⑤不同旋

回在古生物组合、同位素地质年龄上则表现出时差性；⑥不同旋回火山产物及火山构造虽有共性，但由于火山作用方式及所处的构造环境的变异，火山构造的空间分布格局、火山构造的类型也有不同的特征，一般晚期旋回火山构造迭置、切割早期旋回火山构造。一般情况下，一个火山旋回相当于岩石地层单位的一个组；如若岩石地层划分较细的地区，一个旋回可相当于岩石地层单位的2~3个组或更多组，包含有多个喷发韵律。如1:250 000周宁县等四幅区调联测区中生代火山活动始于晚三叠世，结束于晚白垩世，均为陆相火山喷发，可将其划分为10个火山旋回（表2）。

（四）火山地层的划分、对比

火山地层划分、对比是论证地层位置的对应关系及区域性的变化规律，火山地层划分、对比所依据的特征不同，划分、对比的方法也不同。因此，在进行火山地层划分、对比时，必须采用共同的标志，否则就失去意义。

火山地层划分：剖面测制过程中，对火山岩层作了划分后（分层），即可进行地层单位的划分。由于火山喷发具有多次、多阶段、多时期的特点，并且具有不均一性、突发性特征，造成火山产物的复杂多变。因而，进行火山地层划分不宜过细。否则，将会造成同一旋回、同一阶段、同一火山构造的产物分开，最终导致火山构造面貌不清。当然，火山地层划分也不能太粗，划分过粗往往会把不同旋回、不同阶段的火山产物划归同一岩石地层单位内，从而又导致火山构造空间格局不清，无法研究区域火山活动特征及迁移规律。因此，火山地层划分应适可而止，恰如其分，要根据火山地层接触关系性质、岩石组合、沉积—喷发旋回、岩浆演化特点等综合考虑。据长期以来火山岩区的实践经验，划分到组或旋回为宜，一个组大体上相当于一个火山旋回。如若一个组厚度较大，分布较广，可据岩浆演化特点及岩石组合特征划分到段。如1:250 000周宁县等四幅区调联测区中生代火山地层的划分，据火山岩岩石组合、不整合接口和沉积—喷发特点，将其划分为晚三叠世焦坑组、早侏罗世梨山组、中侏罗世漳平组、晚侏罗世长林组、晚侏罗世—早白垩世初期南园组、早白垩世小溪组、黄坑组、寨下组、晚白垩世石牛山组、泰顺组及崇安组，据岩石组合特征和岩浆演化特点，将各组进一步划分出2~5个岩性段（见表2）。

火山地层对比：火山地层对比是论证地层位置的对应关系，探讨地层的区域变化规律。地层对比所依据的特征不同，对比的方法也不同。应当指出火山地层的对比是有条件的，且较困难。对比的可靠程度取决于调查区的范围和地质填图比例尺的大小，取决于火山构造单元的级别。一般情况下，在同一火山岩区范围内的IV、V级火山构造单元的火山地层，可以直接按岩石地层单位对比，在大比例尺的地质调查中，不仅可以进行组（或旋回）的对比，且可以进行段（或甚至韵律的对比）。地层对比方法归纳起来有如下几种：①火山喷发旋回对比法，火山喷发旋回对比是火山地层普遍采用的对比方法之一，在同一火山岩区或同一火山喷发带内可以进行岩浆演化的旋回性对比，从火山活动过程中岩浆成分的规律性变化入手，据划分出的火山活动阶段来进行对比。如1:250 000莆田市幅区域地质调查项目按沉积—喷发旋回和岩浆成分的规律性变化来划分与对比火山地层（图3）；②标志层对比法，这种方法是比例尺地质填图中常采用的方法之一，无论是剖面测制，还是在填图过程中都应注意选择岩性比较特殊、有一定层位、区域展布比较稳定、易鉴别的岩层作为标志层。这种对比方法关键在于标志层的选择，通常采用火山地层中岩性和厚度较稳定的沉积岩夹层、特殊火山岩层或一套岩石组合，如福安测区选择分布较稳定的黄坑组、寨下组下段的沉积层，南园组中采用沉凝灰岩、安山岩、石英粗面岩、火山碎屑岩中致密块状熔

表 2 中生代火山地层、火山旋回、构造岩浆旋回及火山岩系划分表

年代地层		测区岩石地层			福建东部岩石地层			浙江西南部岩石地层			火山活动旋回划分	同位素年龄	构造岩浆旋回划分	火山岩系划分					
系	统	群	组	段	群	组	段	群	组	段									
新近系			佛昙组			佛昙组													
白垩系	上统		崇安组			崇安组					X								
			泰顺组	上段 下段				泰顺组	上段 下段	IX	Rb-Sr: 84.29Ma								
		石帽山群	石牛山组	上段 下段		石牛山组	上段 下段		小平田组		VIII	Rb-Sr: 88、91、88Ma K-Ar: 78、77.8、86.7Ma U-Pb: 93.8Ma(电子探针)							
	寨下组		上段 下段		石帽山群	寨下组	上段 下段	永康群	朝川组	VII	Rb-Sr: 104.1、107.46、 110.0、112Ma K-Ar: 103.3、106.8、107.9、 113.5Ma	燕山晚期构造岩浆旋回	上火山岩系						
			黄坑组	上段 下段							馆头组			上段 下段	VI	Rb-Sr: 114.4、121、125Ma 锆石SHRIMP: 102Ma Sm-Nd: 111、114Ma K-Ar: 113.2、113.5Ma			
	下统			小溪组	第五段 第四段 第三段 第二段 第一段		小溪组	第五段 第四段 第三段 第二段 第一段		磨石山群		九里坪组 茶湾组 西山头组	V	Rb-Sr: 136、137、142Ma	燕山中期构造岩浆旋回	中火山岩系			
			南园组		第四段 第三段 第二段 第一段			南园组	第四段 第三段 第二段 第一段			高坞组					第三段 第二段 第一段	IV	Rb-Sr: 157.9、140.8、160.3、 156、151、154、149、149.4、 158、151、144、148、154.1、 150、154Ma 锆石SHRIMP: 142.3、162.3、 149.8、138.8、130.1Ma K-Ar: 149—151Ma
					长林组						长林组								大爽组
			中统	漳平组			漳平组			毛弄组	III								
			下统	梨山组			梨山组			枫坪组	II	Rb-Sr: 180 Ma	燕山早期构造岩浆旋回	下火山岩系					
	三叠系	上统		焦坑组、 文宾山组			焦坑组、 文宾山组				I								
前寒武系																			

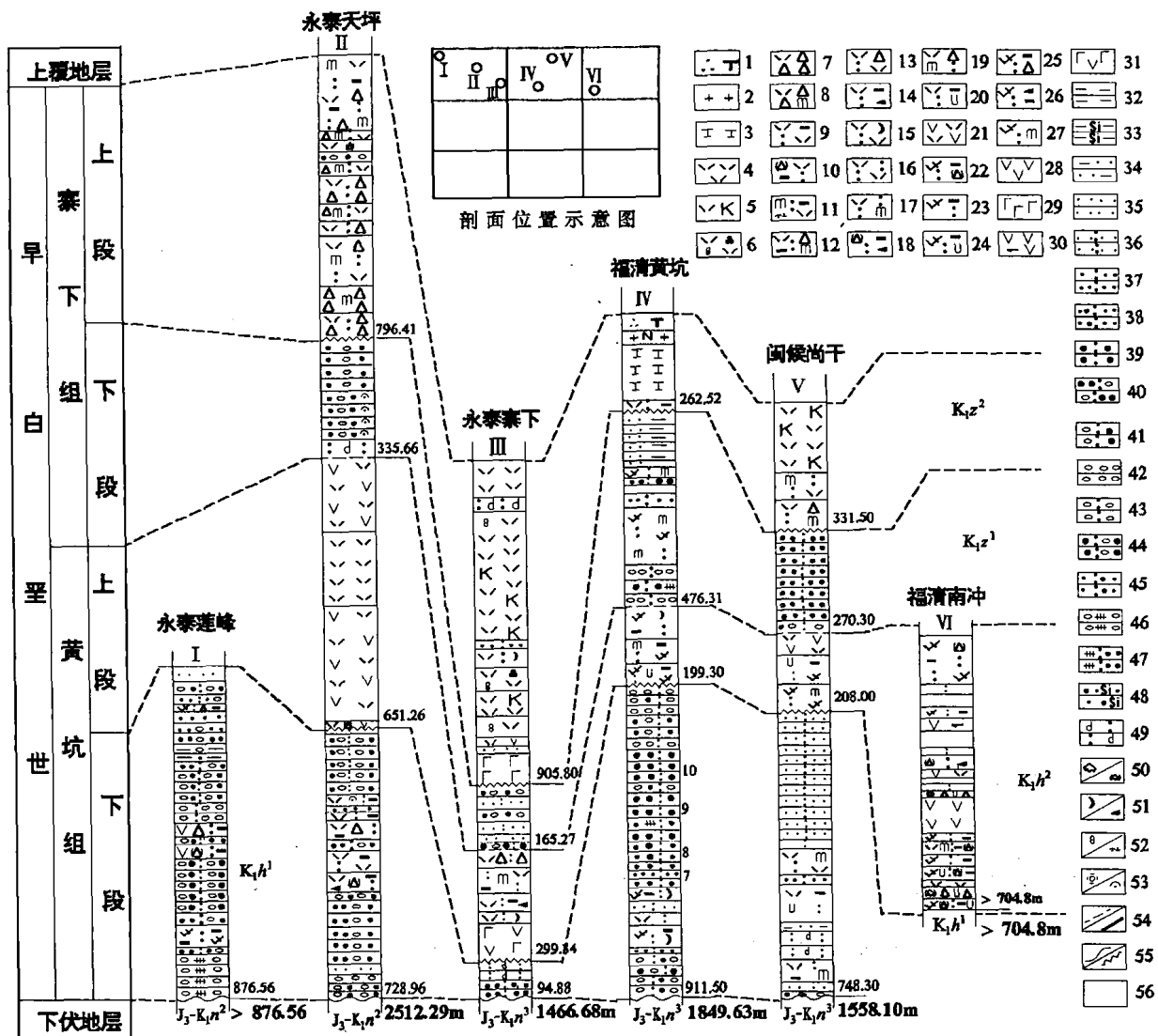


图3 1:25万莆田市幅早白垩世石帽山群柱状对比图

1、石英正长斑岩 2、花岗斑岩 3、粗面岩 4、流纹岩 5、钾长流纹岩 6、珍珠状石泡流纹岩 7、流纹质角砾岩 8、流纹质熔结角砾岩 9、流纹质晶屑凝灰岩 10、流纹质含角砾晶屑凝灰岩 11、流纹质熔结晶屑凝灰岩 12、流纹质角砾晶屑熔结凝灰岩 13、流纹质角砾凝灰岩 14、流纹质晶屑岩屑凝灰岩 15、流纹质玻屑凝灰岩 16、流纹质凝灰岩 17、流纹质熔结凝灰岩 18、含角砾岩屑晶屑凝灰岩 19、流纹质角砾熔结凝灰岩 20、流纹质晶屑凝灰熔岩 21、英安岩 22、英安质含角砾晶屑凝灰岩 23、英安质晶屑凝灰岩 24、英安质晶屑凝灰熔岩 25、英安质角砾晶屑凝灰岩 26、英安质晶屑岩屑凝灰岩 27、英安质熔结凝灰岩 28、安山岩 29、玄武岩 30、辉石安山岩 31、安山玄武岩 32、泥岩 33、硅质泥岩 34、粉砂质泥岩 35、粉砂岩 36、凝灰质粉砂岩 37、凝灰质细砂岩 38、凝灰质中细粒砂岩 39、凝灰质粗粒砂岩 40、凝灰质含砾粗砂岩 41、凝灰质砂砾岩 42、砾岩 43、凝灰质砾岩 44、凝灰质含砾砂岩 45、凝灰质中细粒砂岩 46、复成分砾岩 47、凝灰质杂砂岩 48、硅质中细粒杂砂岩 49、沉凝灰岩 50、集块、含集块 51、玻屑、岩屑 52、球粒、弱熔结 53、硅化、叶蜡石化 54、平行不整合线、断层线 55、角度不整合线、喷发不整合界线 56、掩盖。注：代表性剖面资料来源 I：永泰莲峰喷发盆地(1:5万长庆、永泰幅区调，永泰莲峰剖面)；II、III、IV：云山喷发盆地(II 1:5万长庆、永泰幅区调，永泰铁场、天坪剖面)；V：五虎山喷发盆地(1:5万福州、长乐等四幅区调，闽侯尚干剖面)；VI：梨仓喷发盆地(1:20万福清幅区调，福清南冲剖面)

结凝灰岩等。对比的范围不同，选择的标志层也不同，它可以是一个单层，也可以是一个岩组，对比过程中最好选择若干标志层进行对比，标志层间的火山岩层可视为相当的地质体或地层单位，但它们不一定等时；③古生物组合对比法，无论是在海相或陆相火山地层中，对富含古生物化石的沉积岩层都要仔细研究，那些具有划分地质时代意义的古生物分子及其组合，是进行火山地层

区域性对比的重要依据。对比时,首先要进行单门类的生物对比,然后推广到共生的其它生物;
④同位素年龄对比法,是通过测定火山地层的年龄,一方面与国际常用同位素地质年代表比较,另一方面是据各火山岩地区火山地层的同位素年龄值,划分若干个同位素年龄的等时面进行对比。

上述4种对比方法在火山地层对比中较常用,此外还有构造运动接口对比法、古地磁法、放射性对比法、人工地震对比法、矿物学、岩石学与地球化学对比法等。

(五) 构造岩浆旋回的划分

构造岩浆旋回的划分、研究,是探讨区域岩浆动力学模式、岩浆活动背景的一个重要手段,它是在火山地层、火山旋回划分基础上,综合区域构造运动、区域岩石系列及组合、区域岩石化学及地球化学、区域同位素地球化学特征进行划分。如1:250 000周宁县等四幅区调联测区将中生代火山活动划归燕山构造岩浆旋回,燕山构造岩浆旋回据区域构造运动、区域岩石系列及组合、区域岩石化学及地球化学等特征,可进一步划分为燕山早、中、晚3个构造岩浆亚旋回(见表2)。

第二节 地质构造背景及构造岩浆活动区划分

一、主要构造单元及其特征

测区位于南华活动带之东南沿海中生代火山断陷带中段^[3],处于闽西北隆起带与闽东火山断拗带的交汇部位^[4],著名的政和-大埔、福安-南靖、长乐-南澳、松溪-宁德、闽江口-永定及八都-三魁北西向断裂带斜贯测区。以政和-大埔、长乐-南澳断裂带为界可划分为闽东火山断拗带、闽西北隆起带及闽东南滨海断隆带三大构造单元。

(一) 闽东火山断拗带

该带可能在中元古代与闽西地区断开,古生代由于政和-大埔断裂带的强烈活动,大部分地区长期处于隆起剥蚀状态。印支运动之后测区处于相对松弛的状态下而发生区域性拗陷,其拗陷中心与福安-南靖断裂带的位置大体相当,在这个拗陷带中主要接受了陆源碎屑沉积,形成了晚三叠世一中侏罗世沉积地层。晚侏罗世,在大量岩浆沿断裂上侵之际,该带一度隆起,但大规模火山喷发之后,在巨厚火山堆积物的重力作用下,加之地下岩浆房的抽空,从而再度沉陷,燕山晚期的构造运动使该带发生区域性挠曲、断折、隆起。本带以中生代陆相酸、中酸性火山岩及燕山期花岗岩类大面积分布为特色,局部地带发育有晚三叠世一中侏罗世沉积地层,零星见有老变质岩基底出露。该带燕山期断裂活动强烈,岩浆侵入与喷发明显受断裂控制,自西向东可划分为三个次级构造单元,自西向东分别划为屏南-默林断陷带、周宁-华安断隆带和福鼎-云霄断陷带。

(二) 闽西北隆起带

以广泛分布的元古代变质岩为主,地层分布受政和-大埔北东向断裂带控制较为明显,古一中元古代大金山岩组、南山岩组分布于该带及其以西地区,东岩组、大岭组、龙北溪组主要分布于该带及其东侧。变质岩层间多以韧性断层接触。中生代地层受断裂带控制较为明显,呈北东或北西向展布。该带侵入岩主要为燕山早期花岗岩类,在政和、浦城、龙泉等地零星发育有新元古代的中酸性和超基性小岩瘤。该带构造形态总体表现为北东—北北东向的脆性、韧性断裂及剪切带,其中段为松溪-宁德北西向断裂带切断。据孙大中等研究,认为大金山岩组原岩为陆缘海域陆内广