

陆相火山岩区填图方法研究新进展

——“火山构造-岩性岩相-火山地层”填图方法

傅树超¹, 卢清地²

FU Shu-chao¹, LU Qing-di²

1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 福建省地质调查研究院, 福建 福州 350013

1. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;*

2. *Fujian Institute of Geology Survey and Research, Fuzhou 350013, Fujian, China*

摘要:近 10 年来,福建省地质调查研究院对陆相火山岩区填图方法进行了不断的探索与试验,特别是对福安市幅等 4 幅 1:50000 区域地质调查项目进行全面系统的调研与总结,取得了重要进展,将火山岩区“火山地层-岩相(岩性)”双重填图法发展完善成为“火山构造-岩性岩相-火山地层”三位一体的填图方法。将该填图方法作一简单的总结,以求共同提高新一轮区调填图的质量。

关键词: 陆相火山岩区; 区域地质调查; 填图方法

中图分类号: P588.14; P623.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2010)11-1640-09

Fu S C, Lu Q D. New progress of mapping method in the nonmarine volcanic terrain—“volcanic construction-lithologic rock facies-volcanic strata” mapping method. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(11):1640-1648

Abstract: In recent ten years, Fujian Institute of Geology Survey and Research explores continually the mapping methods in the non-marine volcanic terrain Fu'an and other three breadths 1:50000-scale regional geological surveying item obtained important progression in mapping methods of volcanic terrain, which was developing “volcanic sequence-rock facies(lithology)” duplex mapping method into “volcanic construction-lithologic rock facies-volcanic sequence” triune mapping method in the volcanic terrain. We sum up the mapping method in order to improve the mapping quality in new round regional geological surveying together.

Key words: nonmarine volcanic terrain; regional geological survey; mapping method

20 世纪 60 年代以前,中国的火山岩区基础地质工作基本上采用生物地层学和单一的岩类描述,此后,创立了“火山地层-岩性岩相”双重填图法^[1],陆相火山岩区的区域地质调查工作取得了飞速的发展。由于地质科学技术发展的突飞猛进,近年来陆相火山岩区 1:5 万区调填图在取得进步的同时,也遇到了许多新的问题,尤其是连片分布的火山岩区火山构造研究中的问题更为突出。因此,如何改进火山岩区的填图方法,提高火山地质研究程度,

是火山岩区区调填图面临的重要问题。

10 余年来,陆相火山岩区地质填图方法经过 5 个测区 20 个 1:5 万图幅的探索、尝试,在闽东北福安测区进行全面系统的研究,取得了重要的进展,总结出“火山构造-岩性岩相-火山地层”的填图方法^[2]。

1 火山岩区填图方法的理论基础

上述填图方法是根据现代火山地质学理论、火

收稿日期:2010-04-20; 修订日期:2010-05-07

地调项目:中国地质调查局国土资源大调查项目《纯池、上白石、周宁县、福安市幅 1:5 万区域地质调查》(编号:200013000123)资助

作者简介:傅树超(1963-),男,高级工程师,从事区域地质调查与矿产勘查工作。E-mail: lhc_0591@163.com

山活动的规律和火山岩区独特的地质特征而确定的,其理论基础有以下几条。

1.1 火山产物具有旋回性和韵律性

火山活动的发生和演化常具有阶段性,具体表现为火山产物具有旋回性、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,而且在成分、喷发性状、岩相结构和火山构造特征上既有成因联系,又有区别,并具有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,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导致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。

1.2 火山产物和火山构造在时空与成因上具有一致性

火山机构是火山岩区的基本构造单元,火山产物主要从火山通道以喷气式喷发、喷溢、爆溢及侵出-溢流等形式喷出地表并覆盖于地表,其空间分布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、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的火山构造单元——火山喷发盆地、破火山口组合体、火山群、火山喷发带等。因此,火山构造是火山产物的渊源和堆积场所,而火山产物是火山构造存在的物质基础。一个大型或巨型的火山构造往往是由不同时期的火山产物构成的,它们按时间顺序在空间上堆叠及演化。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。

1.3 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;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、同一地区的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和差异性。火山活动的不均一性导致火山岩产状多变,先后不同次火山喷发的方式、类型、喷发物性质和特征不同,不同火山机构的喷发物相互叠置,导致上、下岩层堆积产状不一致;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;同一火山机构在不同喷发次,早期火山强烈喷发造成塌陷,晚期喷发物叠置于其上,出现晚期喷发的火山岩层产状呈外倾、早期喷发的火山岩层产状内倾的不协调现象。

1.4 火山岩区的不整合具有复杂性、特殊性和多样性

火山地层中,因原始地形起伏和各次喷发物的数量、性质、流动性能的变化等,在不同岩层之间会形成超覆或间断,或由某种机械作用、局部构造变动引起褶皱与错动,分割同一阶段的火山产物形成不整合,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,在不同阶段形成的地层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。

1.5 层状火山岩系与非层状潜火山岩密切共生

火山岩按产出方式可分为层状火山岩系和非层状潜火山岩2种。前者形成于地表,后者发生于地下,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。若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。

2 火山岩区填图工作的思路、程序、重点和基本任务

2.1 填图工作思路

近 20 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,从对单个火山构造的研究扩展到对多个、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,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。因此,火山岩区填图工作的思路是将火山产物与火山构造形迹作为地质整体同时研究。

2.2 填图程序

在分析、综合研究前人资料的基础上,以遥感地质解译为先导,以填制火山岩相构造图、恢复火山(古火山)面目和火山活动历史为主体,与地球物理方法相结合,最终解决火山构造的模式、空间格局、演化和火山基底构造型式、深部构造等问题。

2.3 填图重点

查明单个火山构造单元喷发物的分布范围,环状、放射状断裂及岩脉,进而研究火山构造单元之间喷发物的叠置关系、火山断裂的交切关系,火山构造群居、组合、空间分布格局及其与区域构造(深部构造)的关系。填绘和编制出能全面反映不同时期、不同阶段火山作用特点和演化规律,客观反映古火山面貌,层次分明、具较强立体感的火山岩区地质图和火山构造岩相图。

2.4 填图工作的基本任务

①在火山构造单元范围内建立火山岩系地层序,确定火山岩的形成时代,划分火山喷发韵律和火山活动旋回,并进行区域对比,查明火山地层的时空演化规律。②正确划分火山岩相类型,查明各岩相的时空分布规律,研究各种岩相的形成环境、相序结构、岩相组合,进行相分析,恢复火山活动的演变历程,提供寻找火山矿产的信息。③正确划分和确定火山构造的级别和类型,在划分研究五级火山机构的基础上,重点研究火山构造的空间组合方式和时空分布格局、火山构造与区域构造的关系,探讨测区火山活动的迁移演化规律和火山活动的大地构造背景。④综合运用遥感、地球物理资料研究火山构造。

3 填图技术方法

3.1 收集分析前人资料、捕捉火山构造信息

通过对前人资料的系统清理和综合研究,对火山产物的空间分布特征,一些特殊的岩石(如碎斑熔岩等)、某些断裂、岩墙(脉)的产出形态,火山岩产状变化等蛛丝马迹进行仔细分析与研究,预测火山构造。对这些能反映火山构造和火山口位置的地质体、地质要素及喷发物,用规定的花纹图例表示于地质草图上。

3.2 遥感地质解译

卫片上蕴含着十分丰富的火山作用信息,在地质填图前应对遥感资料进行系统解译,解译应从已知到未知,先宏观后局部,先易后难,逐步推广至全区。由于火山构造规模大小悬殊,宜采用不同比例尺的航片和卫片进行解译,大型或巨型火山构造采用卫片或小比例尺的航片。重点判别环形和线形断裂的分布、环形影像之间的相互关系,找出不同时代地层、岩石、火山构造影像的特征和判别标志。对卫片上反映的火山地质信息,用已规定的图例编制卫片解译图,并在地质草图上作标记,以便实地验证。

3.3 地球物理资料的应用

岩浆上升的通道是受火山基底构造、深部构造制约的,物质运动的结果是以地球物理、化学场显示分布特征的。重磁异常从总体上反映地壳内密度体和磁性体的分布状态,也是火山活动结果地质体空间位置的反映。

大型或巨型环状火山构造往往在地球物理、化学场上有明显的表现。如位于福建南部的平和环状火山,其重磁异常反映十分清楚(图 1),布格重力异常以中间重力低、周围重力高为特征;航磁 ΔT 异常上延 1km,异常中心为负异常,周围呈放射状分布 6 个正异常,航磁异常等值线呈同心环状分布的地区往往是火山机构(喷发中心)所在;有 Ag、Pb、Zn、Sn、Mo、Bi 等元素水系沉积物异常分布;地貌上中心为负向,出露晚侏罗世南园组酸性火山岩及潜火山岩,周围断续出露晚侏罗世花岗岩闪长岩、花岗岩,多组不同方向的断裂交会于重力低范围内,环内有 Ag、Pb、Zn 矿点多处。从大地电磁测深资料获悉,在环状构造范围内有高导层明显上拱的现象(经计算在距地表深度 10km 左右)。这种环状构造形成的深部机制可能是上地幔的底辟作用使岩浆喷发和侵入

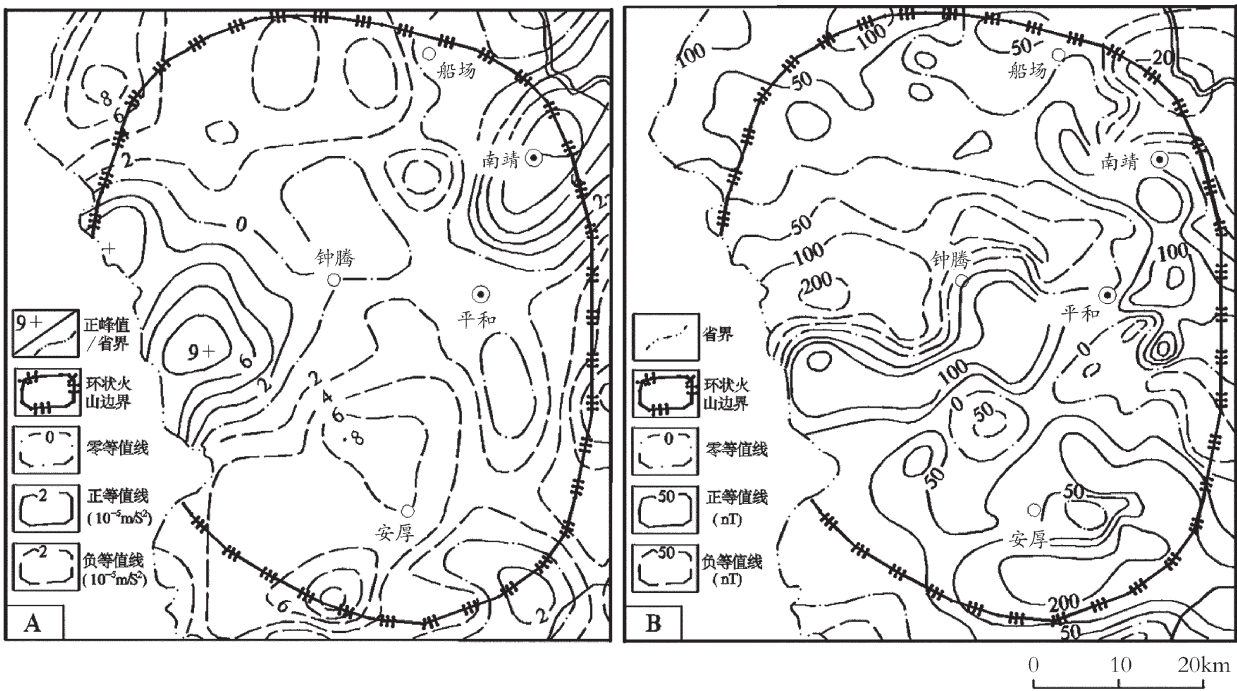


图 1 福建省平和县环状火山重磁异常图

Fig. 1 Gravity and magnetic anomaly of annulate volcano in Pinghe County, Fujian
A—平和环状火山剩余布格重力异常;B—平和环状火山航磁(ΔT)上延 1km 平面图

的结果,环圈代表隆起(或凹陷)构造的边界,地球物理资料表明其下有隐伏的花岗岩基存在。据平和环状火山重、磁和电磁测深资料研究结果,可以认为福建境内存在的一系列大型或巨型环状火山构造可能是上地幔的底辟(底侵)作用造成的^[2]。

3.4 野外踏勘、统一地质术语、规范地质填图

在收集分析前人资料和卫片解译的基础上,选择、部署野外踏勘路线,踏勘路线要穿越主要的火山岩带,踏勘代表性剖面,以了解掌握测区不同时代火山地层的层序、岩石组合特征、地层的划分标志、火山构造及区域构造的概貌,注意收集沉积夹层的特征及分布规律,收集确定标志层资料,初步建立测区岩石地层层序,提出火山地层的划分方案,初步厘定地质填图单位。有目的地验证航卫片上的环形影像,了解环形影像内岩石和构造的特征。采集一套具代表性的标本,或难于识别的岩石标本,并做薄片鉴定,以掌握岩石微观、宏观特征。

由于火山岩区岩石类型多,岩性复杂多变、结晶细小,难以准确定名,地质填图必须统一地质术语,排除异名同物和同物异名的错误。野外调查中岩石的分类命名统一采用国际地科联(IUGS)火成岩分

类委员会推荐的《火成岩分类方案》,并参考《火山岩区区域地质调查方法指南》^[1]所采用的分类命名方案。据东南沿海火山岩带的实际情况,结合翁世劼等^[3]的研究成果,综合考虑,可将火山岩划分为熔岩、碎斑熔岩^[4]、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩、沉积火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩、潜火山岩 7 种岩石类型,火山岩相可划分为爆发相(崩落堆积、空落堆积、碎屑流堆积、涌流堆积)、爆溢相、喷溢相、侵入-溢流相、喷发-沉积相、火山通道相、潜火山相、火山-侵入相等。

鉴于东南沿海火山岩带火山碎屑岩和火山碎屑熔岩极为发育,其中火山碎屑物的含量和成分变化大,且呈大面积连片分布,同时还广泛分布有特殊成因的碎斑熔岩,福安测区的做法是:综合考虑火山碎屑物的成分、含量、粒级、基质或胶结物的结构构造等,做进一步分类命名,地质填图时,统一规范路线记录,规范野外观察描述的内容、格式、图式图例、地质体代号、样品代号等,规范资料整理。

3.5 野外地质填图

3.5.1 火山岩地层、岩相剖面测制

火山岩地层、岩相剖面的测制是通过地质填

图,在基本查明火山构造面貌的基础上进行的。剖面线应选择露头好、岩相发育齐全、火山构造面貌清楚、穿越火山机构或火山群体中心的部位。对重点解剖的火山机构做到有 1~2 条岩相剖面控制(如果通行条件困难可作路线剖面),最好测制“十”字形剖面控制(图 2)。测制剖面的比例尺为 1:5000~1:10000。剖面施测前,要进行详细踏勘、分层,对于沉积岩夹层、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。火山碎屑岩分层:注意观察火山碎屑的粒度、不同颜色、特殊的结构及构造、接触关系;熔岩分层: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。

对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。研究火山喷发旋回和韵律,建立地层层序,确定划分岩石地层单位、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,必要时采集同位素年龄样。

3.5.2 标志层的选择确定

利用标志层进行火山地层的划分、对比和火山构造的恢复是一种行之有效的手段。因此,无论是剖面测制,还是填图过程中都应注意选择岩性比较特殊、有一定层位、区域分布比较稳定、易鉴别的岩层作为标志层。

3.5.3 火山岩地质填图和连图

野外地质填图首先是进行岩性层填图,路线填图应将不同岩性层逐层填绘出来,查明其层序、岩石组合特征,收集火山作用现象的资料和其他地质作用的资料。由于火山岩区岩性岩相变化大,同一时期的火山构造或同一火山构造的不同部位火山喷发物往往悬殊较大,一条路线所划分的岩性岩相,在相邻路线有时也可能不同。因此,火山岩区的地质连图首先是进行岩性层连图;二是据岩石组合特征、层序、产状、接触面性质、区域构造等,进行火山地层连图;三是考虑火山构造,根据岩相分布特征和产状变化进行岩相连图;四是利用标志层连图。但由于古火山地形复杂,或古火山的存在使岩层产状、地质界线与

区域构造线不符,所以火山岩区连图要综合考虑地层、岩性、岩相、产状、接触关系、火山作用特点、地形地貌等因素。同时尽可能在野外据岩石露头所反映的地形、地貌特征勾绘地质界线,并充分利用航片和卫片资料,保证填图质量,以使填绘的地质图的地层、岩相(岩性)空间分布特征与区域构造协调一致、层次分明,火山构造轮廓清楚(图 2)。

3.5.4 火山岩产状测量

火山岩产状测量,要充分利用沉积夹层和成层性好的凝灰岩、沉凝灰岩、不同粒度构成的韵律层,由气孔、杏仁体、斑晶、玻屑等定向排列或由颜色、成分差异形成的条带、条纹、流面等系统准确地测量火山岩层的产状。要利用皱纹状流动构造、气孔形态等特征来判断和测量岩流的流动方向。火山岩的节理产状也不能忽视,特别是柱状节理更不能忽视,火山机体的中心部位更要系统测量。要求凡能测量产状的地质体必须定点定距离测量。

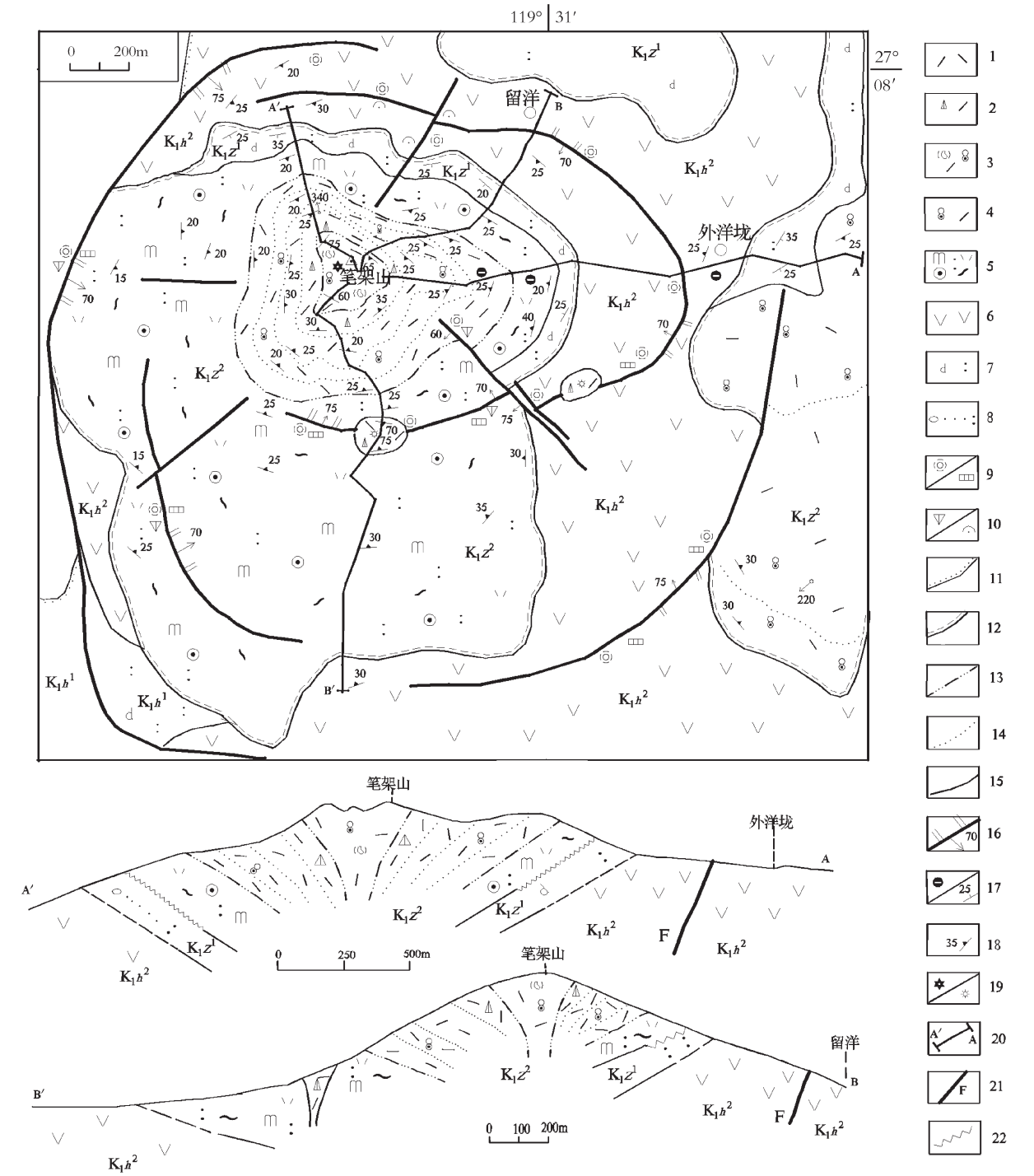
3.5.5 火山构造的调研

火山构造是火山岩区填图的关键问题,尤其是火山通道相的确定。应尽力查明火山通道的位置,火山通道相岩石的产状、岩相特征、流动构造特征、蚀变(带)、节理的变化特征、近火山通道相的岩石特征等。在通过地层岩相填图恢复和圈定具体火山机构的基础上,着重研究火山构造群居和火山构造组合关系(图 3),火山构造空间分布规律及其与区域构造的关系。选择典型代表性的火山机构或群体进行剖析,以研究不同时期火山作用的特点和岩浆演化规律,探讨火山构造的成因机制和演化历程,建立火山构造模式,主要用于填制大比例尺的岩相构造图和测制岩相剖面。岩相构造图的比例尺视火山构造的复杂程度和范围大小而定,一般比例尺为 1:1 万或 1:2.5 万。通过填图,在查明火山构造轮廓的基础上进行岩相剖面测制,岩相剖面需通过火山机构或火山群体中心,要求有 1~2 条火山岩相剖面,最好用“十”字型剖面控制。并采集代表性的测试样品。

4 成果总结与图件编制

4.1 资料的综合研究

根据野外调研资料和样品测试成果进行综合研究,正确划分与确定火山构造。总结测区火山岩石学、岩石化学、地球化学特征,探讨其岩石组合、系列的归属和火山活动的区域构造背景,编制具有特色



的 1:10 万火山岩相—构造图。其中三、四级火山构造的划分不能跨越不同构造岩浆活动期,而要以同一构造岩浆活动期形成的各种火山机体为基础,据火山岩的岩石系列、岩性、岩相分布、五级火山构造的分布及其相互关系、火山基底构造等合理划分;五级火山构造要根据火山岩的岩性、岩相分布、产状、火山通道、火山断裂等实际资料予以确定;火山喷发中心除火山通道的位置未确定外,其他实际资料都应该具备。

4.2 火山岩区的地质制图

4.2.1 地质图表示的内容

为使图面上能比较清晰地反映区域地质构造和古火山构造面貌,火山岩区地质图应表示:地层单位及其界线、岩性层的花纹及其界线、岩相界线(特殊岩层或岩石可扩大表示)、火口或推测火口、火山机构类型、火山产物来源地及空间分布范围、区域断裂及火山断裂、岩层产状、流面产状、熔岩流动方向、岩脉、矿化蚀变、同位素年龄等。火山构造单元的边界应表示到五级火山机构、火山群体,尽可能表示到四级火山喷发盆地、破火山口组合体、火山喷发亚带。

4.2.2 火山岩相构造图的编制

和表示的内容

编图比例尺拟编 1:10 万,以 1:5 万地质图为底图编制,后缩绘成 1:10 万。编图前要根据表示的内容精心设计一套简单形象的花纹图例。编图以突出火山构造为原则,其他火山基底地质内容,一些范围小、与火山构造关系不甚密切的地质体和分布范围小的岩性岩相可作进一步归并简化。

火山岩相构造图表示的主要内容:①主要的岩性、岩相及其界线,标志层;②不同时期火山地层(旋回)及其界线;③不同级别、类型的火山构造及其产物的分布范围;④侵入状地质体——岩穹、潜火山岩、隐爆角砾岩、同期不同类的侵入体;⑤环状、放射状断裂、区域断裂;⑥岩层产状、流面产状、熔岩流动方向、侵入状地质体接触面产状;⑦

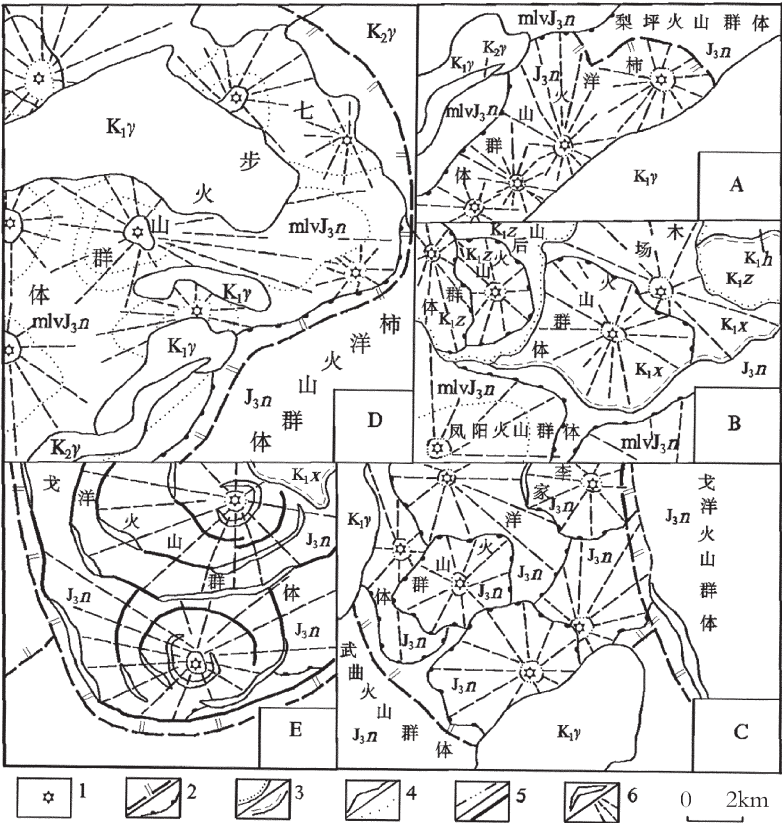


图 3 福安测区火山构造空间组合形式示意图

Fig. 3 Sketch map of spacial combined fashion of volcanic construction in Fu'an surveying district

A—串珠状空间组合形式;B—叠置式空间组合形式;C—镶嵌式空间组合形式;D—卫星式空间组合形式;E—切割式空间组合形式;J_{3n}—南园组;mlvJ_{3n}—南园组碎斑熔岩;K_{1x}—小溪组;K_{1h}—黄坑组;K_{1z}—寨下组;K_{1γ}—早白垩世侵入岩;K_{2γ}—晚白垩世侵入岩;1—古火山或火山喷发中心;2—火山群体边界、火山机构边界;3—角度不整合界线、平行不整合界线;4—地质界线、岩性分界线;5—岩相分界线、断层;6—环状岩脉、火山喷发物来源

同位素地质年龄;⑧矿化蚀变带;⑨火山基底地层与岩石;⑩对研究程度不同的古火山口(通道)用不同的图例表示。

上述火山岩相构造图表示的内容,在编图过程中或成图时可根据图面负担和布局略加取舍,以求图面清晰、合理,且能客观正确地反映火山地层(旋回)、岩相和火山构造(图 4)。

4.3 火山岩区地质报告的编写

报告编写必须以当前火山地质学的新理论、新方法为指导,如实客观地总结测区火山地质特征及其规律,全面反映测区的地质成果和调研水平,探讨当前火山地质学领域的深层次地质问题。报告编写

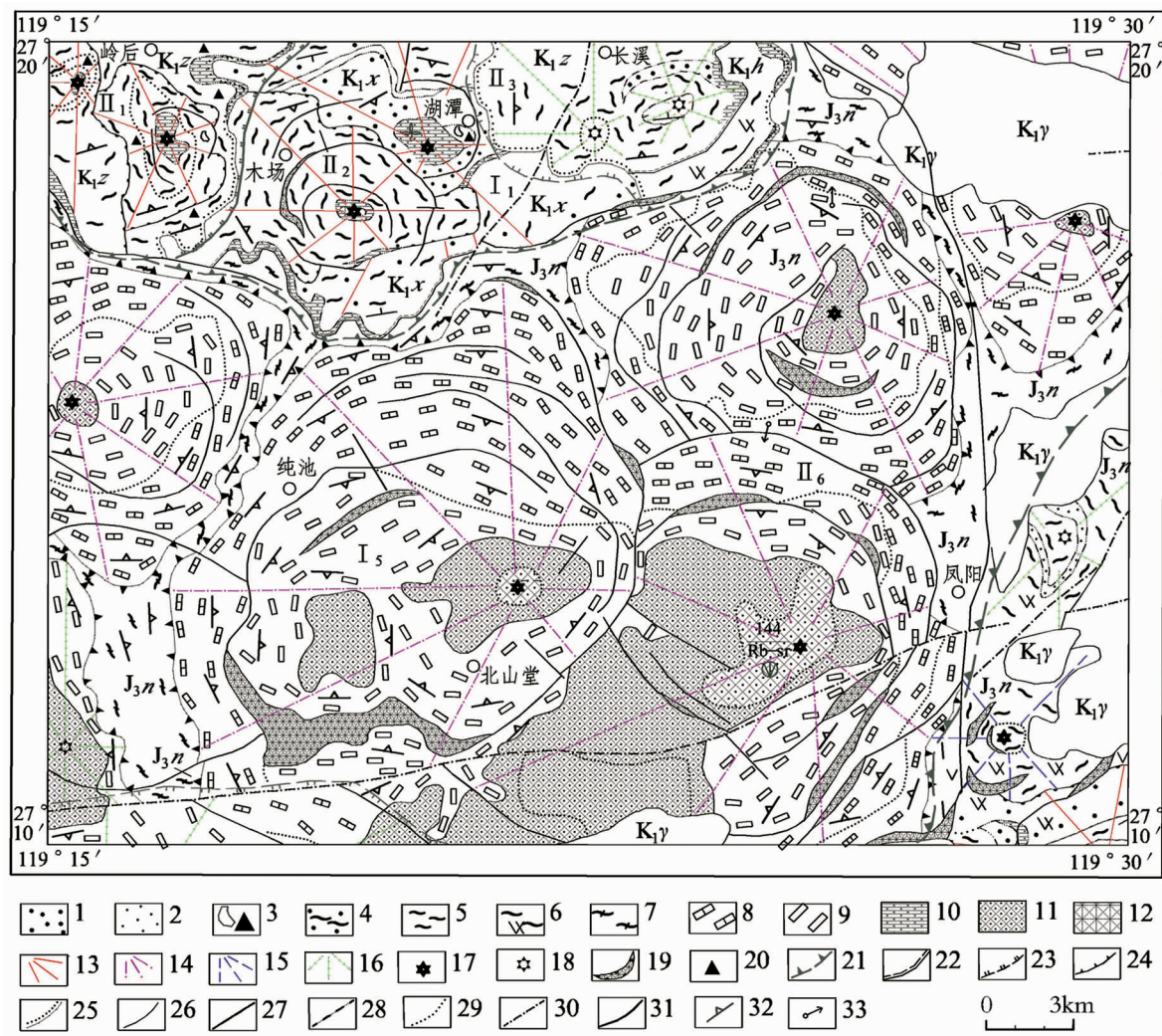


图 4 福安测区火山岩相构造图

Fig. 4 The lithic facies construction of volcanic rocks in Fu'an surveying district

I₁—湖潭火山喷发盆地; I₅—纯池-李墩北东向火山喷发侵入亚带; II₁—岭后火山群体; II₂—木场火山群体; II₃—长溪火山群体; II₆—凤阳火山群体; 1—空落堆积相流纹质晶屑(玻屑、岩屑)凝灰岩; 2—空落堆积相火山灰凝灰岩; 3—崩落堆积相集块火山角砾岩; 4—空落堆积相流纹质熔结凝灰岩; 5—火山碎屑流堆积相流纹质熔结凝灰岩; 6—火山碎屑流堆积相英安质(流纹英安质)熔结凝灰岩; 7—爆溢相岩浆熔离型流纹质熔结凝灰岩; 8—溢流相酸性霏细状碎斑熔岩; 9—侵入—溢流相酸性粒状碎斑熔岩; 10—喷发—沉积相(凝灰质)粉砂岩、砂岩、泥岩、沉凝灰岩等; 11—潜火山相二长花岗斑岩、二长斑岩; 12—火山侵入相斑状微细粒石英闪长岩、花岗闪长岩; 13—破火山; 14—锥状火山; 15—层状火山; 16—火山喷发中心; 17—古火山口; 18—推测古火山口; 19—环状岩脉; 20—角砾; 21—火山喷发亚带界线; 22—火山喷发盆地边界; 23—火山群体界线; 24—火山机构边界; 25—角度不整合界线; 26—地质界线; 27—脉动侵入界线; 28—岩相分界线; 29—岩性分界线; 30—区域性断裂; 31—火山断裂; 32—流面产状; 33—熔岩流或碎屑流流动方向;
K_{1z}—寨下组; K_{1h}—黄坑组; K_{1x}—小溪组; J_{3n}—南园组; K_{1γ}—早白垩世深成岩体

前, 要组织报告编写人员认真讨论测区的火山地质问题, 统一认识和观点, 在此基础上编写报告提纲, 然后根据各人特长分工编写有关章节。报告内容包括火山岩地层、岩石、岩石化学、地球化学、副矿物、火山岩相、火山构造、火山作用特征、区域构造背景、

岩浆来源及成因、火山构造的空间。

5 应用实例

20 世纪 70 年代以来, 中国东南沿海火山岩区地质工作者吸收了国内外先进的工作方法、工作经

验,在 1:20 万区调填图过程中,创立了“火山地层-岩性岩相”双重填图法,明显地提高了火山岩区的地质研究程度。然而,随着地质工作的深入和 1:5 万区调工作的开展,逐步发现中国东南沿海火山岩带的火山作用过程复杂,喷发时间长,具有多旋回、多时期、多阶段和继承、迁移演化的特点,火山构造彼此叠覆现象屡见不鲜。因此,福建省区域地质调查队早在 1:5 万九峰幅等 3 幅区调联测工作中(1977),就借鉴了美国圣胡安火山岩区先进的工作方法,对火山构造的空间组合关系做了重点研究,提出了火山机构环状组合体的概念,划分、研究了崎坑、钟腾、欧寮、龙伞寨等大型火山机构环状组合体。与此同时,在福建省火山岩专题调查和福建省区域地质志编写的过程中,对区域火山构造作了较深入的研究,划分了火山岩相和火山构造级别、类型,对火山构造空间组合作了分析研究,剖析了崎坑破火山口组合体。此后,由于遥感技术的应用,东南沿海各地陆续报道了许多大型或巨型环状火山构造;1:5 万平和县幅等 3 幅区调联测工作中(1983),提出了按火山喷发区(带)建立火山岩地层层序的新方法,在研究单个火山机构的同时,注意研究火山构造的空间组合规律。20 世纪 80 年代后期,以南京地质矿产研究所为主所做的“中国东南大陆火山地质及矿产”研究,全面阐述了中生代火山作用的特征,在火山构造研究方面,特别是在火山构造组合及其空间组合方式方面作了较深入的研究,随后陶奎元等^[5]提出了将旋回-岩相-火山构造进行一体化研究的思路。接着,在福建省 1:5 万中仙幅等 2 幅、尤溪县幅等 4 幅、闽清县幅等 4 幅、白沙镇幅等 2 幅区调联测工作中,对“火山构造-岩性岩相-火山地层”填图方法进行探讨和尝试,取得了显著的效果。

在 1:5 万福安市幅等 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,项目设计系统阐述了该填图方法体系,具体部署了实施方案,详细制定了技术路线。经 1:5 万

福安市幅等 4 幅区调联测项目实践,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 万地质图和火山岩相构造图(图 4),火山构造面貌清楚、层次分明、具较强的立体感,能全面反映不同时期、不同阶段火山作用的特点和演化规律,建立的火山岩地层格架客观、合理,显著提高了火山地质的研究程度。

6 结 语

“火山构造-岩性岩相-火山地层”填图方法与“火山地层-岩性岩相”双重填图法比较优点是:首先,强调研究火山岩地层必须与火山构造单元相结合的原则,只有以火山构造单元为范围,建立火山岩系地层层序,才能合理地建立起火山岩区的地层格架,正确地阐述火山作用的时空演化规律;第二,加强火山岩区的火山构造研究,将研究单一的火山机构扩展到对多个、多种火山机构之间相互关系、组合、空间分布格局的研究,进而探讨其与区域构造的关系;第三,强调遥感地质解译在火山岩区地质填图中的作用,航片和卫片蕴含着极其丰富的火山作用信息,对预测古火山、解译地质体、提高工作效率、保证成果质量具有重要作用,能够使地质填图工作有的放矢;第四,重视将火山岩与同期侵入岩作为岩浆作用产物的整体统一研究。

致谢:在成文过程中得到福建省地质调查研究院副总工程师许美辉、林亨财的悉心指导与帮助,在此深表谢忱。

参考文献

- [1]地质矿产部区域地质矿产地质司.火山岩地区区域地质调查方法指南[M].北京:地质出版社,1987.
- [2]卢清地.“火山构造-岩相岩性-火山地层”填图方法研究报告[M].福州:福建省地图出版社,2004.
- [3]翁世劼,孔庆寿,黄海,等.浙闽赣粤中生代晚期火山地质[M].北京:地质出版社,1987.
- [4]福建省地矿局.福建省区域地质志[M].北京:地质出版社,1985.
- [5]陶奎元.火山岩相构造学[M].南京:江苏科学技术出版社,1994.