

古火山图编制方法

北京市地质局一〇一地质队

一九八一年一月

编 者 说 明

科学上的互相借鉴是科学发展的必要条件之一。知己知彼，方能百战不殆。

这个专辑是苏联第三届（1977.10.31—11.2）古火山会议上一些资料的汇编。它是在苏联各地古火山研究中所取得的成就和经验总结的基础上，就古火山图的编制方法进行了介绍和论述。就古火山编图来说，这个专辑反映了苏联七十年代的水平，并指出了今后发展方向。

这个专辑所介绍的古火山图编图原则和方法，对我国从事科研、教学和生产的广大地质工作者来说，是可以借鉴的，尤其是对于在火山岩发育地区从事火山研究和矿产普查的同志来说，有更大的现实意义。但苏联和我国情况不同，借鉴必须从我国实际情况出发。

这个专辑，由于我们水平所限，错误和缺点是难免的，热情欢迎读者批评指正。

在这个专辑的编译过程中，得到了中国地质科学院情报所的热情帮助，这里一并表示感谢。

编者 张秀生

周末岁

——张志强——

1980.12

前 言

1977年10月31日至11月2日在新西伯利亚召开了第三届全苏古火山学讨论会，会上讨论的主要问题有二个：古火山图的编制方法和全球古火山再造。会议资料也依此二个专题出版。

收入本专辑的文章共二十篇，这些文章探讨了各地区火山作用特点各异的古火山图的一般编图原则和编图方法。大多数文章是以苏联各地编制古火山图的经验为基础的。

前四篇文章是概略古火山图以及小、中和大比例尺古火山图编制原则的概述。这些文章注意到了与作者观点和次要内容（古地理和古构造情况）无关的古火山的原始资料在图上表现的特点。此外，Г. М. 弗列姆德强调指出，上构造层和下构造层的古火山编图，在方法原理上应有所不同。

其他文章，以苏联不同地区（乌拉尔、阿尔泰、哈萨克斯坦、外贝加尔和远东）为例叙述了中、大比例尺古火山图编制的原则和方法。对单个古火山体在图上表示的方法也有所论述。

讨论会的报告、发言以及本专辑的文章关于古火山制图方法的讨论表明，编制古火山图无论在理论上还是在实用方面（揭示火山成因矿床的普查远景）都有良好的效果。

出版第三届全苏古火山讨论会资料的目的，是为今后出版古火山图在内容和形式方面统一要求提供方法基础。讨论会的许多发言都强调，迫切需要国家出版古火山图，这一点已写入了讨论会的决议。

目 录

1. 古火山图编制方法的一般问题.....Г. М. 弗列姆德 (1)
2. 小比例尺古火山图和概略古火山图的编制原则
.....Б. Б. 沃尔科夫等 (6)
3. 古火山图图例编制的一般原则.....В. С. 沙尔弗曼等 (10)
4. 古火山图的内容及编图的某些方法前提.....В. Ф. 别雷依 (16)
5. 西南阿尔泰黄铁矿-多金属成矿省区域古火山
图的编制原则.....М. Ф. 米库诺夫等 (19)
6. 局部含矿火山构造的古火山图的编制方法 (以
鲁德内依阿尔泰为例).....В. В. 阿夫多宁等 (23)
7. 南乌拉尔布里拜-马康矿区古火山填图的方法
和成果.....Н. Б. 舍拉夫金等 (29)
8. 中比例尺古火山作用图的编图经验.....В. А. 卡罗捷夫等 (37)
9. 中比例尺古火山再造的方法和使用的范围 (以
乌拉尔为例).....Т. Н. 弗罗洛娃等 (42)
10. 中哈萨克斯坦被剥蚀的古生代火山岩体及其在
地质-火山图和古火山图
上的表示方法.....Б. Я. 茹拉夫列夫等 (48)
11. 大比例尺古火山图的编制原则 (以西北普里巴
尔喀什某一地区为例).....А. В. 杰维列夫 (52)
12. 在编制古火山图基础上研究外贝加尔中生代火
山系和火山构造的经验.....Ж. В. 谢明斯基 (56)
13. 造山火山杂岩填图和地层划分的原则 (以鄂霍
次克-楚科奇火山带乌利
英斯克拗陷中部为例).....Л. Ф. 米申 (62)
14. 前朱格采尔火山带火山构造填图时航空地球物
理测量资料的利用.....В. М. 施米吉里洛夫等 (65)
15. 中元古代贝辰加火山构造填图的特点.....П. К. 斯库伏茵等 (68)
16. 西伯利亚地台西北部铜-煤-硫化物矿床预测中
火山岩层研究和填图的经
验.....О. А. 久日科夫等 (74)
17. 塔吉克拗陷志留纪酸性火山作用的特点.....В. С. 沙尔弗曼等 (78)
18. 外贝加尔鄂毕-土腊带中古火山的恢复.....Б. П. 拉宾 (85)

19. 鲁德内依阿尔泰上乌宾斯克地区的泥盆纪火山作用

(大比例尺古火山填图经验)

.....C. M. 克罗帕契夫 (91)

20. 白俄罗斯早前寒武纪古火山再造问题.....H. B. 阿克萨明托娃等 (96)

古火山图编制方法的一般问题

Г. М. 弗列姆德

随着古火山学研究的发展,专门的古火山图的意义越来越大。无论是在大范围内对古火山学进行总结所需要的资料,还是解决与地质历史上火山活动有关的比较局部的理论和实际问题所需要的资料,都可以由编图而获得。古火山图有助于查清诸如:火山活动在空间和时间上的演化、火山作用与构造的关系、火山和火山沉积的建造及岩相的分布规律、火山层的内部结构、火山活动和火山构造的类型及特点、喷发活动的特点、矿化富集的条件和规律等等这样一些重要的问题。

要解决如此广泛而多样的问题,就需要运用地质学,地球物理学,计算技术,控制论,宇航照片以及其他许多相邻学科的各种方法。

古火山制图是一项创新的工作,它的成就在许多方面取决于研究者个人的本领、才干和热忱。实际上,应该把古火山图看作是符合专门规范硬性要求(比例尺、路线网度,单位面积上观察点的数量及其他的标准)的各种古火山再造的综合。因此,我们研究古火山制图问题时,实际上涉及到的是古火山再造问题的全部。当然,每一张古火山图都限于一定的区域(空间)和一定的时间。大比例尺的古火山图是较短时间内的单个火山或火山构造的再造,小比例尺的古火山图是广阔区域、地区或地带内的古火山再造,所表现的是很长时间内(有时相当于地质上的一个世)的火山活动。

虽然研究古火山的兴趣在古希腊罗马时期就已萌芽,并且在二十世纪初这方面已取得重大成就,但是,古火山学成为一门独立的地质学科还是新近的事。最先是 A. H. 扎瓦茨基在 1947 年提到了古火山学,他把它看作一门有关古代火山的科学。稍后, L. 格兰绍发表了一封信,宣布在国际火山协会中成立国际古火山委员会。

1959 年,在亚美尼亚召开的第一届全苏火山学会议的决议中曾强调指出,必须进一步发展古火山学研究。

1963—1964 年出版了如“古火山学的基本问题”,“古火山学和火山建造问题”和“古火山再造,古火山的熔岩和矿产”等专著。这些著作对作为地质学中一门独立学科的古火山学作了总结,并首次叙述了古火山学的基本任务。

为了协调飞速发展的古火山研究,1973 年在苏联科学院岩石学委员会中设立了古火山学委员会。为此,每两年举行一次全苏古火山学讨论会。

近年来,古火山制图得到了广泛的发展。如果说 20 年前在地质图上所表现的古火山信息仅局限于基性的、酸性的或成分混杂的喷出岩和凝灰岩,那么现在已经有了具有详细图例和复杂的古火山再造的各种比例尺的古火山图。已为这些图制订了专门的规范和指南(1:5 万地质测量方法指南,1974;火山岩区的地质测量,1971,等等),并将继续完善。编制苏联

统一的古火山图已成了刻不容缓的任务。

迄今为止，在古火山研究（再造和制图）中主要注意力放在研究上构造层的火山产物上。对于火山岩层的内部结构、火山岩相的变化、火山及火山期后活动产物的岩石和岩石化学、火山构造的组构等研究得比较细致，而对研究下伏于火山岩或局部插入火山岩中的褶皱基底的结构和成分则不大注意。上构造层火山岩与下伏的基底岩石及地球深部岩层之间的关系问题分析得也很不够。

同时，在地壳和上地幔里发生的作用，对火山和火山期后作用的发展来说，其影响现在比以往任何时候看得都清楚。时至今日，在进行任何古火山研究、再造和制图时，不仅要研究上部的古火山，而且必须注意地壳和地幔的结构。对于解释火山产物的性质、火山构造的性质，以及它们的成矿特性来说，也必须注意这一点。

看来至少可分别三种情况——上构造层（火山构造层）、中部基底（地槽基底）和下构造层（构造圈）——概括地谈谈古火山再造的方法。

上构造层的制图方法

现在古火山制图主要是在上部的火山构造层范围内进行，那里直接分布着制图所必需的火山对象，即古火山、火山构造、喷气硫田、火山和火山沉积的相及建造。

但是，正如后面将要讲到的那样，古火山学的许多重要问题，特别是涉及到深部作用和岩浆产物成分（尤其是火山构造的成矿特性）的问题，只有考虑三个构造层的相互作用才能顺利地加以解决。

正如过去有人指出的那样，地质学方法仍然是上部构造层制图方法的基础，其中，构造-地貌、岩石-岩性、岩相和厚度、地层学等方法都具有特殊的意义。利用这些方法可以划分不同时代的火山和火山-沉积的建造，各种火山岩相（火山颈相、近火山颈相、边远相，等等），可以对比它们详细的岩石特征和岩石化学特征。要特别注意剖面的研究和对比，查清火山岩层结构和相变的特点。以此确定成分不同的火山活动的同时性和非同时性，找出长期活动的中心。查明火山构造的特点和类型。

此外，岩石和岩石化学的研究可以确定演化方向（顺向的、逆向的）、侵入岩和喷出岩的岩浆同源性、火山锥遗址和火山根的关系。

宇航照片对于判断大型火山构造（穹窿和洼地、深断裂、玄武岩盖层，等等）具有越来越重要的意义。

应该特别注意喷硫期产物（次生石英岩和青盘岩）的制图。研究这些岩石的分布区有助于查清火山喷发中心及其类型，以及矿化富集的规律。

绝对年龄的测定方法还需要改进，并应该与生物地层学方法平行使用。

制图方法在许多方面取决于地质测量的目的、任务和比例尺。在某种情况下，火山构造在图上具有重要的意义，在另一种情况下，为了查明火山活动演化方向，通常为比较窄的断面编制较为一般的古火山图。

在制图中不仅定性参数，而且定量参数（喷出物质的数量、熔岩和火山碎屑的比例，等等）也具有重要的意义。

古火山制图的定量方法研究得还很不够，需要进一步完善。H. B. 鲁契茨基等人 1964 年编制的阿尔泰-萨彦地区的古火山图就是这方面的一个很好的例子。作者使用了单个剖面上成分不同的喷发物和火山碎屑比例的假定公式。

上构造层制图方法的细节在本专刊的许多文章中都作了研究。

中构造层的制图方法

正如 E. K. 乌斯季耶夫 (1959) 首次指出的那样，火山带的基底是地槽褶皱产物，由于后来的活化而破碎成深度不同的断块。

基底的断块结构是基底的一个重要特性，它使得岩浆与岩浆期后产物能沿着断块周围的断裂进入上构造层。

在许多情况下，基底表面的起伏决定了上构造层火山岩的厚度，而断块的外形则决定了火山活动中心、火山构造的规模、形态和类型。这些因素和基底岩石的物理化学性质对岩浆产物的成分、矿化的分布及火山构造的成矿特性有重大的影响。在金属矿化方面，火山岩和基底岩石的接触带最有前景，它是与成矿作用有关的置换反应最活跃的反应带。

在进行中构造层制图时，除了地质学方法外，还广泛采用了地球物理学方法（重力、地震、电法勘探）和控制钻。

选择由火山构造和分隔它们的基底断块有规律地结合而成的火山构造系作为研究对象最为适宜。对比研究这样的火山构造系可以解释在不同水平上岩浆和成矿作用的规律提供有用的资料。

下面我们以东锡霍特-阿林火山带南段的卡瓦列罗夫和中帖提尤辛两个火山构造系为例进行讨论。

卡瓦列罗夫火山构造系包括四个大型的火山构造洼地：雅康金、别列左夫斯克、巴索斯克和奥罗津斯克。这个火山构造系的基底是早白垩世的陆源砂页岩层，原先为陡倾斜的褶皱，而后又为断裂网破碎成沉陷深度不同的断块，断块位移的幅度为 3—4 公里（图 1）。

上构造层是赛诺-达宁期喷发火山碎屑岩层，中、酸性成分，氧化铝含量稍高，这是由于岩浆同化基底的粘土质岩石所造成的。在成矿方面，卡瓦列罗夫火山构造系因火山构造洼地边缘的基底岩石中有锡矿化而著名。

中帖提尤辛火山构造系以深大断裂与卡瓦列罗夫火山构造系相隔，它由尼古拉耶夫、索



图 1 卡瓦列罗夫和中帖提尤辛火山构造系
1—组成基底断块的陆源层；2—上构造层的火山陆源产物；3—
火山口；4—火山构造的界线；5—火山构造系的界线。

隆楚夫、帖提尤辛和基辛斯克火山构造以及分割它们的中生代褶皱基底的莫诺马霍夫、帖提尤辛等断块所组成。基底岩石除砂页岩外灰岩也很重要。上构造层的岩石是奔诺-达宁期的喷发火山碎屑岩层，成分近似于卡瓦列罗夫火山构造系喷发火山碎屑岩层。但是，它们以含钙量较高为特点，显然，这与岩浆同化基底岩石有关。中帖提尤辛火山构造系的成矿特点是：在洼地边缘以砂卡岩型多金属矿床为主。

总之，上述两个火山构造系的比较清楚地证明，基底岩石和岩浆产物的相互作用对成矿和岩石化学的特性有重要的意义。所有这一切表明，可以把火山构造系看作是火山带的重要构造要素，它对古火山制图和随后的成矿分析都很有用。

在进行中比例尺和大比例尺古火山制图时，使用综合的地质-地球物理方法特别重要。例如，在兴安岭-鄂霍次克火山带南部的兴安岭-巴扎里火山构造系的范围内进行的地质-地球物理立体分区就是这方面的一项很有意义的工作。

构成兴安岭-巴扎里火山构造系上构造层的各种成分的巨厚白垩纪火山岩层产出在褶皱变质基底的不同部位上，基底被断裂分割成不同深度的断块。最深的基底断块充填有厚达1.5—3公里的火山岩，构成大型的一级火山构造，在一级构造中又分布着较小的二级构造，也就是下垂的破火山口。

利用上述方法对两个大型的一级构造(兴安岭-奥洛诺伊和卡姆努辛斯克)研究的结果，查明了基底内部和外部下降断块的规模和形状，断块之间的阶梯状断层，下降的深度，覆盖基底的火山岩的厚度，划分出了三类断层(穿透性断层、隐伏的基底断层、上构造层的断层)，最终查明构造结和矿结是一致的(图2)。还获得了一些重要的资料，它证明基底构造活动为上构造层的火山岩所继承，也就是相对于火山活动来说，构造作用(断块运动)是第一性的。

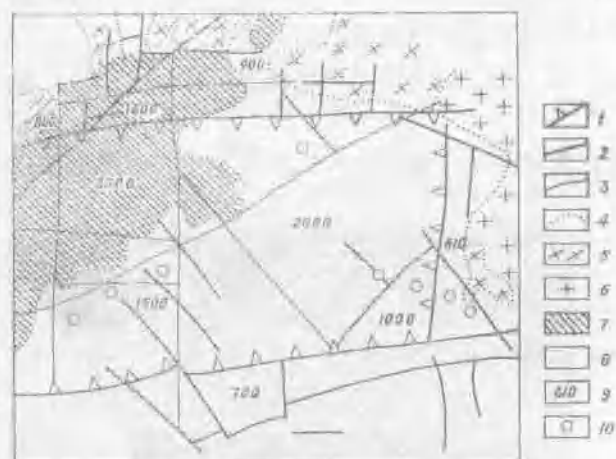


图2 兴安岭-奥洛诺伊火山构造不同深度的基底断块分区图(根据重力勘探资料)。断块的界线：1—基底内部的断层；2—1级基底断层；3—1级受；4—岩石界线；5—元古代的变质岩；6—古生代的花岗岩类；7—第四纪玄武岩；8—上构造层的火山岩；9—根据重力勘探资料测得的基底深度；10—矿床。

下构造层的研究方法

下构造层或者构造圈(地壳和上地幔)的研究方法研究得还很不够。但毫无疑问，要查明火山活动在空间和时间上的演化和规律，就不能不考虑在构造圈即在地壳和深达700公里的地幔范围内发生的作用。

苏联及国外许多学者在这方面建立了假想的模式。研究地壳和上地幔(它们的厚度、成

分、不同的密度带等)的各种方法是众所周知的。在各个区域中有可能划分出厚度和成分各不相同的地壳的巨型断块,这种情况无疑会影响到在地表附近发生的作用。例如,据知在远东B. B. 布林格等人作了有意义的编图工作,他们根据地球物理资料划分出厚 25—40 公里的地壳巨型断块。在这些巨型断块范围内又划分出一些成分和厚度彼此不同的较小的断块。查明了强烈花岗岩化的地段(岩石圈的不同密度)及其厚度(上下界线)。Э. Л. 烈因连布(1977)划分出地壳均衡状态的类型——补偿的和未补偿的。

对于整个构造圈来说,现在只有一些假设的构造圈模式,划分出了软流层和毕乌夫带。在构造圈的模式中大体上反映了地壳和上地幔的结构。

太平洋环带远东弧段的震源带是相当肯定的,它由千岛群岛深海槽向大陆缓倾(33°)。这个带在 60—470 公里范围内穿过四个岩流层而无位移。千岛群岛弧的火山其补给来源就是地下 100 公里深处的震源带范围内动荡着的岩浆。薄的洋壳分布在千岛群岛深海槽以东。在海槽以西直到大陆,洋壳变为带有很厚的花岗岩层的过渡性洋壳。从千岛群岛到萨哈林分布着带有亚洋壳的鄂霍次克海板块,亚洋壳朝着萨哈林方向逐渐变厚,在萨哈林变为亚陆型的地壳。

可以认为,在鄂霍次克海盆地西部曾有一个晚白垩世-早第三纪的震源带,它从这里缓缓地下插到萨哈林和亚洲大陆下面。供给萨哈林火山活动的岩浆来自该带 100—120 公里深处。在日本海盆地也可推测有过一个晚白垩世的震源带,东、西锡霍特-阿林火山带的火山活动即与它有关(图 3)。这个震源带可以从 160—200 公里深处供应兴安岭-鄂霍次克带的火山。同时不排除可能有一个从大陆上巨断块的结合部位开始的震源带。

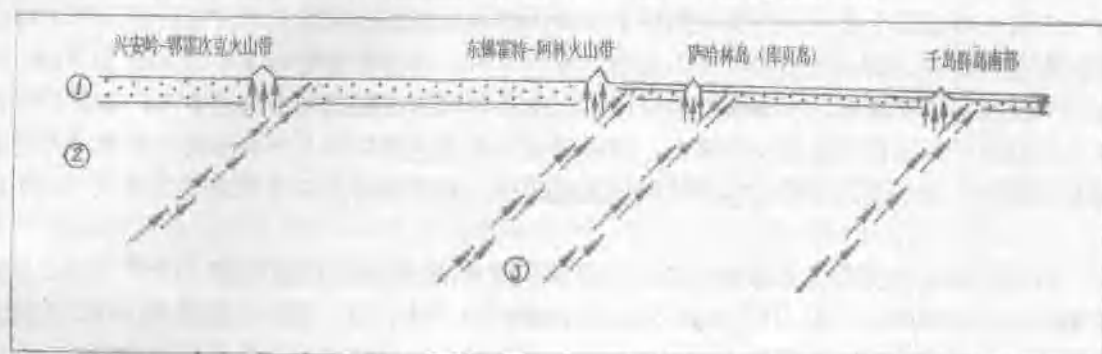


图 3 远东南部深部构造的假想略图
1—地壳；2—上地幔；3—古震源带。

最后必须指出反映古火山带现代发展水平的某些基本情况。

1. 古火山制图的对象曾经是,现在也是地质历史上由于各种构造-岩浆活动形成的具体的地质体或者构造。古火山学与火山学的原则性区别,正是它们的研究对象不同。火山学研究确定的不是地质体和地质构造,而是其形成的作用。

2. 古老的火山和火山构造是古火山学的基本研究对象,它们相互结合,互相作用形成火山带、火山区和火山地段。

3. 现实主义原则是古火山研究的主要方法,在古火山带中可以看到现代岛弧的类似物。在古地质构造中相应可以找到深海沟、震源带(即毕乌夫带)等等。

4. 在分析地质历史时期的火山活动时,火山作用这个词应作广义的理解,也就是从岩浆的出现直到岩浆期后的最终阶段(喷硫期)都包括在内。

5. 在进行这种广义的古火山再造时,必须研究构造圈的全部(地壳和上地幔)和其间发生的复杂作用。在三个相互联系的构造层(上构造层是火山层,中构造层是地槽褶皱层,下构造层为构造圈,即地壳和上地幔)范围内在三个水平上进行古火山再造较为适宜。

研究这三个构造层的相互关系,是研究和分析地质历史上的火山活动和整个构造-岩浆活动的一种新的有远景的方法。

张秀生译 戴德信校

小比例尺古火山图和概略 古火山图的编制原则

B. B. 沃尔科夫等

古火山图实际上是一种反映地质历史上火山作用出现条件和特点的古地质图。图上可以包含有各种资料,如古火山和古火山活动产物的分布、火山喷发物的成分、火山机构的形态、喷发的特点和类型、火山爆发的时间、火山活动时的古地理和古构造条件,等等。所有这些资料均可不同程度地反映在图上,同时编者的观点也能在图上反映出来。总之,古火山图显然是内容和编制方法极为多样的一套古地质图,其主要特点主要取决于所要研究的任务。

例如,收集在头几卷《苏联地质学》汇编中的 A. Д. 阿尔汗格尔斯基(1923、1932年)主编的小比例尺略图、A. И. 马扎罗维奇(1938年)和 И. И. 斯特拉霍夫(1948年以后)主编的古地理略图可作为现代古火山图的范例。虽然上述研究者都没给自己提出编古火山图的任务,但是这些图上反映的有关古火山区在一定古地理条件下的空间分布资料却是进行古火山分析的重要资料。

由 A. И. 维诺格拉多夫(1960、1961年)主编、以图册形式出版的俄罗斯地台岩性古地理图,以及苏联岩性古地理图册(1967—1969年),对于解决古火山问题无疑是十分重要的。特别是这些图件可以帮助我们揭示出各种酸性、基性和混合的火山岩及其碎屑岩在时间和空间上的分布规律。因此,它们可以用于研究古火山问题,作为恢复古火山的基础资料。

另一类图件——构造图、古构造图和构造-建造图同样也具有重要的意义。这里可以举 И. А. 什特列依斯(1951年)编制的图件为例,其上即示有火山产物在乌拉尔绿岩带古构造中的位置。

更严格地说,凡在图上用专门的符号标出古火山资料的各种地质图均可列为古火山图。

K. H. 帕费戈里茨 1937 年编制的。后来由 Д. В. 肖利夫金 (1962 年) 发表在《苏联地质学》汇编中的亚美尼亚谢万湖盆地西部的地质图就是这类图件中最早的实例之一。实际上, 在这种普通地质图上已标出岩石学资料, 指出火山喷发的中心, 以及熔岩活动和凝灰物质搬运的可能途径, 也就是说图上有专门的古火山内容。这些资料可以再造古火山体的结构和空间分布的主要特征, 也正是这一点决定了该图对古火山研究有着重要的作用。

上述最早编制的含有古火山资料的图件可用迄今为止作者所编制的其他许多图件进行补充。这些图件更完善, 实际资料研究得更深入, 古火山资料在图上也反映得更全面, 等等。在苏联的许多大区, 如乌拉尔、卡累利阿、科拉半岛、高加索、中亚、哈萨克斯坦, 以及西伯利亚和远东的某些地区, 都在编制专门的古火山图方面进行了大量的工作。

目前古火山学研究制图方法进一步发展的最主要任务, 是制定编制古火山图的某些一般方法和原则, 以便最大限度地提高反映原始资料的客观性和准确性。因为这些有价值的原始资料往往融汇在研究者的结论中, 变为结论性的观点, 大大地降低了研究的意义。总之, 图上所有的原始资料, 就其表现形式而言, 并不决定于编者掌握的理论的广度和深度, 因此我们认为, 原始资料的客观性和完整性是对编制任何比例尺和任何用途的古火山图都应提出的必不可少的最重要条件。在这方面, 那些含有地质信息最充分的普通地质图似乎都可以作为制图方法严谨, 图例说明简洁, 最富有表现力的最好范例。

制订编制古火山图的一般原则并不意味着所有图例要完全严格的统一。古火山图作为旨在解决范围有限的地质问题的专门图件, 在编制中服从于研究的任务。依据最终的任务选择比例尺和原始资料, 以及资料反映的程度等, 无疑这些图彼此之间会有很大差异。为此, 首先应该拟定与图的比例尺有关的某些一般的原则。

古火山图根据比例尺可以划分为: (1) 大比例尺的和详细的——1:5 万以上; (2) 中比例尺的(区域的)——1:20 万、1:50 万; (3) 小比例尺的——1:100 万、1:250 万; (4) 概略的——1:500 万、1:1000 万, 甚至更小。

大、中比例尺的古火山图要查明单个火山体、火山区或火山带的形态, 并主要利用构造-岩相法来编制。供制图选择的年代间隔是依据区域性火山作用的年代特点来确定的。小比例尺和概略的古火山图是为巨大的火山区编制的, 这种巨大的火山区涉及的面积极大, 可包括几个地区甚至整个大陆。不言而喻, 在编制这类图件时, 年代的间隔将相当大, 可能包括一个、两个或者几个火山活动期。由此可见, 编制没有年代间隔限制的概略古火山图也是可能的。但是在一般情况下, 按不同年代间隔依次编制的一套古火山图, 无疑要比一张汇集该区不同地质时期整个火山作用资料的古火山图更有优越性。

本文旨在以我们编制的一些具体图件为例, 研究一下概略古火山图和小比例尺古火山图的编制方法。其中有些图件在第一和第三届全苏古火山会议上展示过, 另一些图件是早期发表过的。这里将详细介绍这些图件的图例, 因为图例能反映出实际的制图方法。

我们以简化后出版的 1:1500 万 (1:3000 万) 早古生代全球古火山图作为概略图的实例来研究一下图例问题。在这张图上标明了在现代大陆上一定古地理环境下, 早古生代(寒武纪、奥陶纪、志留纪)火山作用的空间分布。虽然图上反映的地质时间很长(约 1.7 亿年), 但这一时期所有的整个古地理变化情况用某些图例成功地表示出来了。划分出稳定的陆区和以海为主的地区, 后一地区在早古生代古地理条件发生过变化, 也就是说发生过海退或海

侵。古地理环境不稳定的地区，除个别例外情况，均为浅海或陆缘海，其地形平坦，切割微弱，与稳定的陆地一起形成早古生代大陆。此外，海相环境稳定的地区一般为深海，地形切割剧烈，具有个别的岛弧链。

早古生代火山作用的特点在图例上不按比例尺表示。图例的形式要与在有时标志资料时确定的火山作用的年代相适应。图例内部的线条表示火山岩组合的成分，它可以分为：

(1) 玄武岩、安山岩-玄武岩组合；(2) 依次分异的流纹岩-安山岩-玄武岩组合；(3) 两极分异的流纹岩-玄武岩组合；(4) 流纹岩组合，其中中性和基性成分的岩石数量不多。最后，如果火山岩在该区的分布相当广泛，还要根据火山岩层的厚度大于或小于 200—500 米，用图例的大小来表示火山喷发规模的大小；分布面积不到 100 平方公里的火山岩系，即使厚度很大也划为弱火山作用。

综上所述，在编图时我们只用了一套最简单的图例。同时，按这套图例编出的全球古火山图，已成为进行各区域间对比和初步推断早古生代火山作用全球发育特点的依据。利用该图件进行古火山研究所取得的成果，有些已经发表了。在评价用上述方法编制的图件用于古火山研究的可能性时，要着重指出的是，该图反映了原始资料，也就是说在该图件基础上得出的某些结论是能经得起检验的。

概略古火山图的特点是这样表现出来的，即该图件除保持区域性特点之外，归根结底还是反映全球的火山作用特征。尤其在图上清楚地显示出绝大多数火山出现在具有线性特征并延伸上千公里的一个狭窄的海相沉积拗陷中。它们组成全球规模的火山带，这些火山带往往环绕古大陆（例如北美洲或北欧）分布，或者产于分割古大陆块的复杂的褶皱带中（如中亚）。在某些情况下，绵延不断的火山岩带在现代大陆的边界上突然中断了，这种现象使我们不能不设想它们的延伸范围超出了大陆边界。

概略古火山图还展现了早古生代火山作用极为突出的一个特点，即古大陆区包括沉没在海底的那部分实际上根本没有火山活动。只是在澳大利亚古陆上见有早寒武世的暗色岩。从而该图揭示了早古生代火山作用分布的一般特点，以及火山作用与狭窄的线形深海沉积拗陷带的极为明显的空间联系，这里的拗陷带是地壳的改造作用（差异性构造运动、沉积作用和变质作用，等等）的集中点。火山作用的这种空间关系，无疑也具有成因上的联系。

火山作用的另一重要规律——火山空间分布的“保守性”也在图上反映得十分明显，因为至少在 1.7 亿年内，火山区总的分布范围没有发生重大的变化。各个火山区的空间变化在每个具体的地区表现得相当明显，都具有局部的区域性特点，但并不影响火山带的全球分布。火山作用在地球史中演化的这一重要特点就是根据全球概略古火山图发现的。

由此可见，尽管图例简单，并且对区域性资料研究得也不那么深入，但是我们所编绘的全球古火山图却可以作为查明火山作用演化的一般特点的依据，因为在有限的区域范围内，即使对资料进行最深入的分析，也不可能弄清楚古火山作用演化的特点。这正是小比例尺概略古火山图所具有的特点，而这一特点要在图的图例上反映出来。

小比例尺区域古火山图（例如 1:250 万或 1:500 万）可以十分详细地反映出火山作用的区域特征。特别是在早先出版的 1:250 万的萨彦-阿尔泰地区的古火山图上，圈出了泥盆纪火山作用发育区，列举出说明火山堆积物的成分及其横向变化特点的各种资料，标示出喷流活动发育区，以及已查明的火山机构和控制火山的断裂。线条状图例代表成分不同的熔岩

出,火山碎屑物所堆积地段和凝灰熔岩出。火山作用的特点,火山作用的时空分布以及与火山岩共生的沉积岩的特点是用添加某些线条符号的办法来表示的。此外,对火山岩和火山沉积岩的标准剖面采用了假定公式,按剖面厚度的百分比示出岩石主要类型之间具体的相关关系,以及火山爆发率。所有上述古火山资料都反映在古地理环境的总背景上。

根据这一整套图例,可以在图上恢复已强烈分割开来的大陆块上的火山区,大陆块上的各个火山作用区均呈复杂的镶嵌分布,主要产于盆地中。图上还示出了火山建造横向联系的特点,从而有可能分析火山作用和构造的复杂的空间关系。

在编绘另一张中亚小比例尺区域火山图时也使用了类似上述的一套图例。该图是为早寒武世编绘的,早寒武世是早古生代火山作用最强烈的时期,在这一地质时期里,年代间隔是相当短的,但编图时使用的决定沉积组合的年代界线并非总是等时的。这一点不仅与对比问题(在䇒地地层情况下特别困难)有关,而且与在同类地质组合中力图保持自然的界线有关。

在该图上,对古地理环境只用几个综合性标志——大陆、浅海、大陆架、陆缘海、深水环境、海底隆起来表示。在这个背景上填绘有专门的古火山内容,其中包括下列资料:(1)早寒武世地层的现代出露范围,并将其分为含有或不含有火山岩的地层;(2)区域上孤立分布的火山岩带的界线;(3)火山岩组合的成分用带碎点花纹的图例来表示。仅仅根据孤立分布的火山岩划分出来的每一个火山岩带,通常只有一个火山岩组合(玄武岩,安山岩-玄武岩组合;依次分异的流纹岩-安山岩-玄武岩组合,流纹岩组合),很少有二个火山岩组合;(4)在时代上与火山岩系相近的超基性岩和辉长岩侵入体;(5)在各个点上用分数标出沉积-火山岩的厚度,分子代表火山岩厚度,分母代表(完整或不完整的)剖面总厚度。

用这种图例编绘的古火山图能反映出分布于部分已沉没海底的大陆边缘上的已被切割得很乱的火山岩区的全貌。各火山区在空间上是彼此孤立的,都集中在面积不大的地带。绝大多数火山带的线状特征,其空间分布的特点,次火山侵入体和超基性岩的分布情况,都表明有一个复杂共轭的渾大断裂系统,这些断裂破坏了北亚大陆边缘并控制了火山的分布。空间上孤立存在的火山带的构造,尽管是根据既与构造资料无关、也与火山作用的岩石化学成分无关的一些标志圈定的,但却具有内在的统一性。火山带可分为若干构造类型,火山岩组合的成分与火山带的构造类型明显无关。这就是通过分析所编制的图件能够得出的一些极为简要的和不全面的结论。而作者自己的观点在图上不占有特殊的地位,图上主要反映的是原始资料。

本文所介绍的所有图件、图例和原始资料反映的完整程度,无疑还可以进行一定的补充或修改,但根据上述实例,我们大体上可以为编制概略古火山图和小比例尺古火山图规定以下几条基本原则:

1. 原始资料必须尽可能比较完整地反映在图上,不得按结论性观点任意取舍。以原始资料反映在图上的编者观点能否经得起检查和验证,这是对任何比例尺古火山图的基本要求。

2. 古火山图可以编成一套时代连续变化的时间间隔短的图,也可以编成时间间隔大的或没有时代限制的图。但在一般情况下,一套按时代顺序编制的图件具有明显的优越性。由

此可见,区域古火山图只适合按每个火山期来编制。图的时代界限要依据研究区内火山活动的一般规律来选择。在必要的情况下,其时代界限可依具体情况灵活选定,以保持同一火山岩系的统一性。

3. 图上的所载的资料必须有主(古火山资料)、次(火山活动的条件)之分,而且要分别加以表示。古火山资料可以包括:岩石现在出露的范围;火山岩系(组合、建造)的成分;岩石和岩相的标准数量比,火山沉积物的厚度;火山区的原始界限;已查明的火山机构和古火山;时代上与火山作用相近的次火山岩和侵入体;火山作用的年代,成因上与火山作用有关的矿化。古地理条件适合作为次要的资料内容,因为与古构造相比,其反映的情况更接近于原始的实际情况。同时,图上的许多古构造要素都能更充分地揭示出火山作用分布和发育的特点。

以上所述就是编制概略古火山图和小比例尺古火山图的基本原则,但这些原则都是作者根据个人的经验和过去在学术会议上的讨论的意见提出来的。

张秀生译 秦祖谦校

古火山图图例编制的一般原则

B. C. 沙尔弗曼等

近十年来,苏联大大地扩大了古火山的研究,研究既包括单个的地段和地区,也包括大陆范围内的大型火山省。研究工作表明,必须系统而有计划地编制古火山图,特别是各种矿床与火山产物有关的那些地区。目前,在古火山图的编制过程中也还有很大的困难,这是因为缺乏这种图的标准图例,并且编制古火山图及其图例的方法的理论基础研究得不够。因此,我们利用乌拉尔地区(一个典型的陆相火山作用区)区域研究和详细研究的经验,试图制定一些基本准则,做为编制图例的基础。不管研究程度和古火山图的比例尺如何,在图例中应该反映出下列主要的情况和资料:古火山图的时间、古地理、古构造、建造-岩相、岩性-岩石、古火山再造、深部构造、可定量评价各种古火山作用的资料、矿产和成矿规律。

必须指出,并非所有的研究者对这一点认识都一致。在编制图例和图时它常常起着不同的作用,这种情况在全苏第三届古火山讨论会报告的提纲中也有所反映。

我们认为上述准则是必不可少的,它必须反映在图例和相应的古火山图上。但同时,必须考虑三个主要的特点:1. 它们的可靠程度(可靠的和推测的两种资料);2. 某些地区或构造岩相带中火山作用的特点(这一点特别重要);3. 图的比例尺。第三点对图例的特点具有特殊的影响,因为众所周知,古火山图的比例尺越大,它所载的各个地段构造细节的信息量就越多。小比例尺的和概略的古火山图图例容纳不了这样的负载,但是图例中可以包

含区域和全球火山作用规律的信息。考虑到这些图应该清晰易读并具有丰富的信息量，所以不同比例尺的图上同一个信息不可能得到同样的反映，据此，我们认为，作为标准的准则来说，应该具有适用于小、中、大三种比例尺（即 1:5 万以上，1:10 万—1:50 万和小于 1:100 万）图的三种图例才是合适的。这些图的图例所能包含的内容列于表中。表中没有列概略图（比例尺小于 1:1 千万）负载内容的资料，因为这种图可容纳小比例尺图所要求的大部分信息。

古火山图和图例的负载内容

资 料	小比例尺 1:100万和小于1:100万	中 比 例 尺 1:5 万—1:20 万	大 比 例 尺 1:5 万和大于 1:5 万
时间阶段	为全球性火山作用的构造-岩 浆 旋回和为相当于一或几个纪的时间间隔编制的	为纪和世范围内区域火山作用的大的阶段编制的	为纪、世和期范围内区域性或局部性火山作用的一、二个阶段编制的
古地理	划分出地面的、岛屿的和水下的火山作用区，以及无火山作用的地区		
	划分出在不同的古地理环境中形成的各个区域地段、火山体或它们的一部分		
古构造	划分出大型构造、构造-岩相带以及限制它们的深大断裂		
	划分出地台和地槽（优地槽和冒地槽）发育区及褶皱区固结后的活化带。在这些构造范围内圈定火山活动区。	指出区域的构造（火山构造洼地和隆起，破火山口，等等）导岩浆的断裂和断裂系统。	划分出所有类型的火山构造、包括与火山同生的构造。
深部构造	划分出在大洋壳、大陆壳及过渡型壳上出现的火山作用区	列出关于基底成分和产出深度、以及基底内过渡性岩浆源和深大断裂带的位置和投影等方面的资料	
建造— 岩相	划分出地台、优地槽、冒地槽、褶皱区固结后的活化带的岩浆建造的类型或组，以及建造属性不明的火山产物	划分出具体的火山建造及其构成（例如玄武岩、流纹岩、粗面岩等火山作用区）	
	划分出喷发相、火山碎屑相，次火山相、爆发相和火山颈相	划分出岩石的各种相：喷发的、火山碎屑的、次火山的、爆发的和火山颈的	

资 料	小比例尺 1:100万和小于1:100万	中比例尺 1:5万—1:20万	大比例尺 1:5万和大于1:5万
岩 性	划分出各种岩石及其变种的主要的岩性-岩石组合,但要考虑图面清晰		
	指出火山碎屑产物粒度的变化,并标出大块角砾		
古 火 山 再 造	由喷出和爆发活动形成的主要火山体(武耳卡型、佩累型、斯特朗博利型、夏威夷型和冰岛型)。		
	大型的古火山和古火山链		
	裂隙型、中心型和面型火山作用区 该种比例尺的图可以反映的那些突出的古火山构造的细节。指出所有主要的古火山类型,这些类型划分的依据是:1. 火山活动的特点(多次的和单次的); 2. 上升通道(中心型的和裂隙型的); 3. 火山产物演化的特点(火山产物顺向的、逆向的和重复的演化); 4. 上升通道的数量(单轴的和多轴的); 5. 火山机构的形状(单一的火山锥、复杂的火山体,具有破火山口的火山,等等),此外还考虑岩浆源的特点(具有幔型、穹型和混合型岩浆源的火山)。指出古火山结构的特点:火山颈带、火山颈—近火山颈带、边远带、粗火山碎屑发育区、单个火山岩流的范围和界线,岩流流动的主要方向,火山碎屑喷出的方向,热液源和热液田,等等。		
定量资料	厚度明显增加和减少的资料(等厚线或数字),爆发率的近似资料、过渡岩浆源产出深度的资料。		
	在某些地段各种岩性-岩石比例变化的资料、地球物理异常的强度和断裂位移的幅度等。 对古火山再造有意义的局部地球物理异常的强度		
其他符号	成矿省	成矿带和热液蚀变岩石分布区	

十分清楚,古火山图不同于地质图,它是为一定的年代界限(时间间隔)编制的,这个界限符合自然的或假设的地层界线,并与区域和大陆构造-岩浆发展的一定阶段相一致。当编制火山作用和发展历史不同的那些区域的概略图和小比例尺图时,就会遇到选择编制图例的那个阶段的界限问题,因为,在不同地区和不同省一定的构造-岩浆发展阶段可能是不一致的。在这种情况下,选择年代界限则带有某种程度的不真实性。小比例尺的图和图例是为相当于区域的或者全球的巨大构造-岩浆旋回的时间间隔而编制的,或者是为相当于国际地槽