

南乌拉尔黄铁矿型矿田 火山碎屑岩图册

С. Г. 格列什涅尔 著

109
2-1)
527

地质部南京地质矿产研究所

南乌拉尔黄铁矿型矿田 火山碎屑岩图册

C. Г. 格列什涅尔 著

吴南连
王文斌 译
秦元喜

地质部南京地质矿产研究所

1980. 南京

内 容 提 要

本图册系作者1964—1973年期间对南乌拉尔一系列黄铁矿型矿田的火山碎屑岩所作野外观察和实验室研究的总结,它以一系列图版照片综合反映了大量的实际资料,对所述地区各种火山碎屑岩的鉴别作了专门的阐述。该图册的实际意义在于它所述及的是南乌拉尔一些大型黄铁矿型矿床的容矿火山碎屑岩,鉴于强烈的近矿蚀变,对其进行相分析尤为困难,但这对正确地认识其形成条件,对火山活动类型以及控矿火山构造的恢复是必不可少的。本图册提供了有关黄铁矿型矿床近矿蚀变火山碎屑岩的鉴别实例和某些经验,这对于火山岩地区矿床学和古火山碎屑岩岩石学的研究具有一定的参考价值。

本书系根据 С. Г. Грешнер 所著 “Атлас вулканических обломочных пород колчеданных рудных полей Южного Урала” 一书译出,原书系苏联《科学》出版社1976年出版。翻译时,原书第一章“乌拉尔火山碎屑岩研究史”未译,其它部分也有些删节。本书第19页至第33页由王文斌同志翻译,第36页至第39页由秦元喜同志翻译,其余部分由吴连南同志翻译,全书由吴连南同志校对,在定稿过程中陶奎元同志对译稿提出了一些宝贵的意见。

序 言

向读者提供的这本“南乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩图册”，以照片的形式综合和反映了大量的实际资料，它具有不可磨灭的科学价值。这本图册不仅应引起从事黄铁矿型矿床研究的研究工作者的注意，而且应引起从事地槽型火山作用发展史研究的所有研究工作者的重视。作者对火山生成物所作出的解释在许多地方有争议，然而这并不降低此书的科学价值。

虽然C. Г. 格列什涅尔在本著作中对自己所描述的各种火山产物得以形成的物理—地理条件未作专门研究，但从正文中不难看出，这些条件按作者的意见即是浅海和陆地环境。这个问题是复杂的，还远未得到解决。我作为本著作的责任编辑和乌拉尔黄铁矿型矿田研究者认为，读者能注意到作者有些片面地热衷于他所揭示的浅水和陆地环境的特征，那是有益的。为要可靠地解释火山喷发的环境，必须确信那些被认为是陆上喷发产物的特征标志不可能也产生于水下环境，然而在本图册所指出的特征标志方面却缺少这种信念。C. Г. 格列什涅尔对放射虫碧石、枕状熔岩和矿石中硫化物呈海洋生物化石假象没有予以重视，因为他认为它们在时间上要早于或晚于熔结凝灰岩形成作用。

作者在将分布于容矿层中的似熔结凝灰岩岩石划为典型的陆相熔结凝灰岩时，没有充分地阐述高温焊接现象与随后的成岩作用和变质作用现象的区别特征。他也没有分析研究水下形成似熔结凝灰岩的可能性，虽然依他手头掌握的实际资料似乎可以作出这样的分析研究。

C. H. 伊万诺夫

目 录

序 言	
概 论	(1)
主要的名词和概念	(3)
南乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩	(10)
南乌拉尔黄铁矿型矿田地质概述	(11)
南乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩	(19)
乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩研究方法的若干问题	(36)
结束语	(39)
南乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩化学分析表及注释	(40)
图版 (I—LV) 描述	
晚第三纪—第四纪火山作用区的火山碎屑岩 (图版 I—V)	(45)
锡拜式黄铁矿型矿田火山碎屑岩 (图版 VI—XXXVI)	(47)
上乌拉尔式黄铁矿型矿田火山碎屑岩 (图版 XXXVII—XLIV)	(59)
阿舍布塔克式黄铁矿型矿田火山碎屑岩 (图版 XLV—L)	(63)
其它地区的火山碎屑岩 (图版 LI—LV)	(66)
图 版	(69)

概 论

乌拉尔是一个典型的黄铁矿型矿省。大多数黄铁矿型矿田分布于东坡火山岩延伸带即有名的乌拉尔主火山带范围内。

在南乌拉尔，主火山带由西向东分为几个较高级别的火山带：巴伊马克火山带、伊连迪克火山带、锡拜—盖伊火山带、磁山火山带、上乌拉尔—阿舍布塔克火山带和古姆别伊火山带。在巴伊马克火山带、锡拜—盖伊火山带和上乌拉尔—阿舍布塔克火山带范围内，已知赋存具工业意义的黄铁矿型矿床。

在这些火山带的地层剖面上，可划分出上、下两部分：上部系由成分相同的辉绿岩和细碧岩岩层组成，下部则分布着从辉绿岩到石英钠长斑岩在内的所有岩石。辉绿岩和细碧岩岩层以几乎不间断的面型分布为特点，而组成上部的那些岩层则有限，分布在彼此相距一般不超过几十公里的、范围较小的一些地段内。南乌拉尔所有大型黄铁矿型矿田在空间上均与这些地段有关。

很久以来人们就认为，矿田分布地段乃是被侵蚀切割所揭露的短背斜的核部或地垒—背斜构造，这里酸性火山岩和被控制在这些构造内的黄铁矿型矿体出露于地表。С. Н. 伊万诺夫、В. А. 普罗金和Г. К. 多勒马托夫（1962）以及В. И. 斯克里皮利（1961）以盖伊矿床为例，都成功地说明了南乌拉尔最大的黄铁矿型矿床都赋存于为侵蚀切割所揭露的古火山机构残留体内。对于这一点，无论从容矿层的有限分布（容矿层在其被揭露于地表的分布范围外从剖面上消失）方面，还是从组成容矿层的岩石之多样性、粗粒火成碎屑的占优势、岩石的明显相变以及不同成分的次火山岩和脉岩在矿田内的集中分布等方面，均可予以证实。矿田分布地段的突出特点是，常常存在有通常直接含黄铁矿型矿体的酸性火山碎屑岩。

近十年来的研究完全证实了这些观点，现在已几乎谁也不怀疑诸如锡拜矿田、乌恰林矿田、盖伊矿田、“十九大”矿田等等这样一些大型黄铁矿型矿床乃是原火山机构（层火山）在不同程度上受较晚的火山构造所侵夺和破坏而剩下的残留体。

这些古火山机构被揭露于地表的部分在成分上和组成这些火山机构的岩石产出条件上都明显不同于其周围的、局部复盖于其上的较新的沉积岩层和火山—沉积岩层，也明显不同于其基底—均一的辉绿细碧岩岩层。由此可见，构成古火山的岩石之分布范围，也就是黄铁矿型矿田的自然范围³。

目前越来越多的从事黄铁矿型矿床工作的研究者认识到А. Н. 查瓦里茨基关于黄铁矿型矿化作用与火山作用密切相关这一论点的正确性。这两种作用在时间上的近似，是以它们处于相同的地质环境和相同的物理—地理条件为前提的。查明矿化作用所处的条

* 这种情况主要是对南乌拉尔而言，仅阿舍布塔克区的一些小矿则是例外，这些小矿被控制在由区域性裂隙式喷发所形成的火山岩层中。对于中乌拉尔和北乌拉尔的许多大型黄铁矿型矿床而言，它们与中心式火山机构的关系尚未查明，还有问题。

件，过去是，现在仍然是矿床学的主要课题之一。可以有把握地认为，为了搞清上述问题，不仅要研究矿石，而且要研究直接容矿的岩石，这样就比较容易取得成果。正是因为如此，A. H. 查瓦里茨基约在四十年前就提出了一个卓越的论点，那时他就一再地指出了对容矿火山岩层进行相研究的必要性（查瓦里茨基，1941）。

近十年来在乌拉尔的这一地区取得了大量的成果。如果说在六十年代初乌拉尔地质工作者只掌握诸如凝灰岩、凝灰砂岩、凝灰砾岩、凝灰角砾岩等等这样一套有限的古火山学词汇的话，那末现在，主要通过对黄铁矿型矿田的研究，在火山岩层中业已查明和研究了熔结凝灰岩、浮石凝灰岩、炽热浮石流沉积物、豆状凝灰岩、爆发角砾岩和自岩浆角砾岩、凝灰熔岩、火山渣、岩渣集块岩、火山弹、火山泥崩流堆积物、结晶凝灰岩和其它许多火山产物变种。

主要的名词和概念

在属于火山碎屑岩的这一部分岩石名词中，如同其他任何一部分岩石名词一样，存在着许多含混的现象，这是由于各类岩石的成因问题没有得到解决，以及研究者们对岩石名词问题并非经常地持严谨态度所造成的。至于古火山作用碎屑产物的名词，就更不那么令人满意了，因为正确地鉴别和查明其原始性质常常是一项难以解决的任务。

这些情况促使我们有必要撰写这一篇幅不大的章节来阐明对理解本著作极为重要的一系列岩石名词。这些岩石名词的解释就内容和规模来说份量不等。因为作者的注意力稍侧重于乌拉尔的一些较新的岩石名词术语。

火山碎屑岩 系完全或基本上由被熔岩胶结、焊接或经水化学胶结的喷发物和火山碎屑物所组成，有时含有少于50%沉积物的这样一些岩石群的综合性名词。这一说法几乎原封不动地引自B. И. 弗洛达维茨（1962）和E. Ф. 马列也夫（1963）的著作。

火成碎屑岩 由与较粗粒碎屑性质相同的细粒碎屑物作为胶结物的火山碎屑岩。在经焊接的火成碎屑岩（焊接凝灰岩、岩渣集块岩〔агглютинаты〕）中，胶结物可能没有，或者数量甚少。属于这一亚类型的，是那些成分不同的火山凝灰岩、灼热火成碎屑流沉积物（熔结凝灰岩、焊接凝灰岩）、岩渣集块岩、火山集块崩塌堆积物和一些火山管道角砾岩变种。

火山凝灰岩 系由火山喷发的刚性产物（火山灰、火山砂、浮石、晶体、火山渣和火山弹）组成的、在多数情况下经水化学作用胶结的火成碎屑岩。它们常常具有少量先前喷发的岩石碎屑和火山基底岩石的碎屑，这些岩石碎屑是在火山爆发时与同源火山物质一起被喷出来的。火山凝灰岩可按化学成分划分（酸性凝灰岩、基性凝灰岩等等），可按相应的喷出岩之名称划分（石英钠长斑岩凝灰岩、安山玢岩凝灰岩等等），可按其组份性质划分（玻屑凝灰岩等），可按主要碎屑的大小划分（集块凝灰岩、砾状凝灰岩等等）。在按主要碎屑大小划分凝灰岩方面，在研究者中间没有一个统一的意见。我们同意E. Ф. 马列也夫的下列见解，即应归属于凝灰岩的岩石，并不取决于组成这种岩石的碎屑大小。马列也夫按主要碎屑的大小将凝灰岩分为下列七种（Малеев, 1963, 第73页）：

	碎屑大小（毫米）
块状集块凝灰岩	200以上
集块凝灰岩	30—200
火山砾凝灰岩	10—30
细砾（粗粒碎屑）凝灰岩	2—10
砂质（中粒碎屑）凝灰岩	0.1—2
粉砂质（细粒碎屑）凝灰岩	0.01—0.1
泥质（微粒碎屑）凝灰岩	小于0.01

这一划分，我们觉得是完全可以接受的，并建议：当没有必要详细划分或者这样做感到困难时，把后三种合并，统称为火山灰凝灰岩。同时，我们很难同意E. Ф. 马列也夫（1963, 第8、9页）和其他一些作者的下列看法，即他们把“火山角砾岩”（同

义词“凝灰角砾岩”）和“火山集块岩”这两个名词看作是多余的、不必要的，并提议停止应用。这两个岩石名词是人们所熟悉的，它们被广泛地应用于地质界，尤其在古火山活动区应用更为广泛。这两个岩石名词既形象又确切。看来，这恰好是说明不仅要注意到文字表达形式，而且要注意到保持我们地质语言的丰富。如果这是合理的，那应当把主要碎屑粒度由2—30毫米的凝灰岩称为火山角砾岩，而对更大碎屑的凝灰岩则应称之为集块岩。

熔结凝灰岩系由同源的浮石碎屑、火山玻屑、已凝固熔岩团粒和晶屑组成的火成碎屑岩，由于焊接作用，有些地方火成碎屑的构造特征已部分或全部消失，变成了具条纹斑杂状、假流状、似熔岩状和其它一些特征构造的岩石。常常含有由火山玻璃或浮石组成的典型的饼状（横切面呈透镜状）包体—火焰石（图版I）。

把熔结凝灰岩作为火山生成物的一种新类型，系由P. 马歇尔在对新西兰北岛大片流纹岩地区（一万多平方公里）研究之后，于二十世纪三十年代初提出的（Marshall, 1935）。对于酸性成分的似熔岩状岩石所特有的、极为多样和复杂的构造特征，在P. 马歇尔论述之前，早已为许多研究者所注意（Fritsch, Reiss, 1868; абих, 1889; Левинсон-Лессинг, 1928; 等等）。然而，却正是P. 马歇尔首先查明：新西兰流纹岩不是熔岩被，而是火成碎屑沉积物，由于焊接作用，在很多地方它们已失去自己原有的碎屑结构，变成了几乎是块状岩石，而与熔岩往往没有区别。熔结凝灰岩的发现，被认为是二十世纪最巨大的地质成就之一（Вильямс, Тернер, Гилберт, 1957）。虽然近四十年来世界各地对熔结凝灰岩作了大量的研究，但其成因在颇大程度上至今仍然是一种假设。

熔结凝灰岩成因问题所以复杂难解，还由于有这样一个情况，即在历史时期实际上任何人都没有直接观察到得以形成熔结凝灰岩的喷发作用，虽然据记载至少有过三次这样的喷发作用，且对其生成物也作过详细的研究。这三次火山喷发是：1702年的佩克图桑火山喷发（Денисов, 1963, 1966），1783年的浅间火山喷发（Aramaki, 1957）和1912年的卡特迈火山喷发（Fenner, 1920, 1937; Bordet等, 1963）。

C. N. 芬纳是1912年卡特迈火山喷发之后首批到该地考察的人员之一。他曾推测，万烟谷凝灰岩沉积不是通过通常的途径——火成碎屑物从空中掉落下来沉积形成的，而是以充填于谷底、延伸23公里长的运动的“砂流”形式沉积而成的。

P. 马歇尔在说明新西兰熔结凝灰岩的成因时应用了C. N. 芬纳提出的沉积机理。后来，马歇尔—芬纳观点由诸如威廉斯（1941, 1965）、A. H. 查瓦里茨基（1947）、D. 雷诺兹（1954）、B. И. 弗洛达维茨（1959, 1964）、E. K. 乌斯季耶夫（1961）、K. Г. 希里尼扬（1961）、Ф. Р. 鲍依德（1963）、K. C. 罗斯和P. Л. 施密特（1963）、G. 潘托（1962）等这样一些研究者在详细研究和实验的基础上作了补充和修改，现今已成为多数火山学者所支持的、合乎逻辑的假说。对这一假说可作如下简要的叙述：被挥发份所饱和的酸性粘稠岩浆在接近地表时由于外压力急剧下降而起泡，解体成细小颗粒，同时增大体积，并呈由气体、塑性熔岩细小颗粒、浮石和斑晶组成的灼热的易动悬浮体从火山管道（或许多裂缝）内喷出。它像水一样，具强烈的活动性，流动很快，展布很远，充填于整个地形低凹处，运动停止后，逐渐冷却下来。同时，岩流的下部由于承受其上物质的压力，在保持一段时间的塑性状态之后渐渐被压实，团粒被压成饼状，且彼此焊接在一起。岩流的上部由于冷却快和未承受压力，仍保持着凝灰岩

的碎屑状结构。因冷却速度和承压大小不一，就产生熔结凝灰岩所固有的各种特殊构造（条纹斑状构造，假流状构造，等等）和一定的垂向带状构造。可见，得以形成熔结凝灰岩的火山喷发作用是一种介于凝灰岩爆发作用和熔岩喷溢作用之间的过渡型喷发作用。

在大多数场合，熔结凝灰岩是一种酸性或较少为中性成分的岩石。这是由于酸性岩浆的特点——粘度和气体饱和程度所决定的。在熔结凝灰岩的成分中，同源物质占多数。分选性和成层性不明显，这是由喷发机理——以流体紊流形式喷发所决定的，岩流的巨大活动性还决定着熔结凝灰岩的另一个特点——熔结凝灰岩的表面往往是水平的（当然是指原始产状）。上面我们所提到的垂向带状构造，它的出现也是由这一形成机理决定的。

在距埃里温城五十公里处的埃里温—列宁纳坎公路边的塔利什村旁，在被冲沟揭露出来的熔结凝灰岩流中，作者曾观察到呈现极清晰的这种带状构造。这里，熔结凝灰岩流的一般厚度为25米左右，在其底部，在1.5—2米间距内为碎屑状黑曜石，而向上，黑色玻璃很快被含有上述黑曜石尖棱角碎屑的红色熔结凝灰岩所替代。在5—15米间距内，见有红棕色条纹斑状火焰石-熔结凝灰岩，它们是由火山灰、火山玻璃碎屑、长纤维状浮石碎片以及石英和长石的晶屑组成。透镜状火焰石由常具珍珠状微裂隙的黑曜石或长纤维状浮石组成。采自这一间距内的熔结凝灰岩标本和薄片的显微照片示于图版I。在此间距以上，红棕色致密熔结凝灰岩逐渐变为淡红—褐色（图版I，4），而在岩流的最上面，则呈淡绿—褐色，具土状外貌，用锤子轻轻一击即破碎。

经一系列工作表明，熔结凝灰岩流剖面中的清晰带状构造并不是经常能见到的，它是否出现取决于熔结凝灰岩流的厚度、火成碎屑物的温度、异源岩石的碎屑和斑晶之数量，以及其它一些原因。

上述关于熔结凝灰岩及其成因的概念，主要是基于对与造山型火山作用有关的、较新（白垩纪、第三纪）建造熔结凝灰岩的研究。P. Л. 施密特（1963），随后H. M. 斯别兰斯卡娅（1964）均将它们称为“巨大体积熔结凝灰岩”。它们是在产出不深的酸性岩浆源之盖层支持不了岩浆中挥发组份的内压力而产生大量的裂缝，起泡岩浆通过这些裂缝大量喷发于地表而形成面型火山喷发情况下形成的。H. 威廉斯（1941）指出，熔结凝灰岩的喷发伴有火山构造凹地（破火山口、地堑）的形成，这是由于岩浆喷出而使岩浆房腾空，其上面的盖层发生塌陷所致。

在中心式火山喷出酸性岩浆情况下，形成象万烟谷“砂流”以及象日本诸岛（Arakamaiki, 1963）、意大利（Rutten, 1959）和在其它一些地区所发现的岩流这样一些面积不大的熔结凝灰岩区和岩层。

乌拉尔黄铁矿型矿田（Грешнер, 1966; Бородаевская, 1966）、西班牙里奥京托县黄铁矿型矿床的容矿层（Williams, 1965）和澳大利亚的凯普斯-弗列特黄铁矿型矿床（Oldershaw, 1965）中的准地槽火山作用产物中的熔结凝灰岩，几乎是在同一个时候被发现的。

在外国和我国文献中广泛应用“火成碎屑流”、“火山灰流”、“浮石流”等这些名词术语。这些岩石名称反映出近十年来所查明的大多数酸性火山岩在形成上的一个共同的重要特点，即火成碎屑物以灼热易动的岩流和雪崩形式喷发和堆积的。“集块流”这一

名词术语出现于苏联地质界(Горшков, Богоявленская, 1965), 用来说明呈灼热状态喷出的、未焊接的粗碎屑流。这些岩流是安山质岩浆喷发的特征。

浮石 系火山喷发时由于熔融体(岩浆)急速脱气作用的结果而形成的一种酸性、较少为中性的多孔状火山玻璃, 是酸性岩浆喷发碎屑产物的一种极为独特的组份。浮石结构的首批分类之一系由Г. 阿比赫(1899)研究拟订的, 他将浮石分为两种: 长纤维-发状浮石和圆孔-多孔状浮石。第一种浮石具管状孔隙, 为较酸性熔岩所特有, 第二种浮石为英安质熔岩所特有。拉克罗依克斯(Lacroix, 1930, 第437页)把长纤维状浮石称为凸纹状浮石, 并指出: “……具长管状孔隙的浮石具丝绸光泽, 它们是流纹质浮石的突出的特征”。И. Я. 米克伊(1930)在阐述浮石结构分类的文章中也把浮石分为两类: 流纹浮石和多泡-多孔状浮石。

由于大多数浮石变种的管状孔径不超过0.03毫米, 其管孔的特征常常只能在镜下研究时才能判别。用肉眼观察, 具这种孔隙的浮石好象是一种具细纤维状结构或发状结构的生成物。在流纹质浮石和流纹-英安质浮石当中, 常常见有具多泡-纤维状结构的变种, 在这类变种中, 大的圆形空洞好象是破坏了浮石或质骨架的细纤维状结构(图版Ⅱ)。无细管状孔隙或这类孔隙有也不多的多泡状结构浮石, 是在粘度较小于酸性岩浆的安山质熔融体喷发时形成的。如果严格地看待, 则不应当将它们看作是浮石, 而应当将它们视为浮石和火山渣之间的过渡型生成物。

人们把以浮石碎屑为主的灼热火成碎屑物堆积称为如我们在上面涉及的“浮石流”。对于这种堆积的固结沉积物, 人们则应用“浮石流凝灰岩”这一名称。这些堆积物无分选性, 浮石碎屑粒度的变化幅度大, 由1毫米至50—100毫米。浮石流沉积物在强烈焊接和塑性变形的情况下, 可被视为浮石碎屑熔结凝灰岩变种。

同源火山物 系同一火山喷发的物质。通常是熔岩崩裂的产物(熔岩团粒、浮石、火山灰、火山渣、晶体)。

异源火山物 系先前火山喷发的岩石碎屑和火山机构基底的岩石碎屑。

火山灰 系火山爆发时抛出的、粒度约为2毫米的细碎屑物。火山灰中既有同源物, 又有异源物。当有可能做到时, 必须指出火山灰组份的性质。火山灰可由浮石碎屑、起泡沫熔岩被破碎而成的、形态突出的月牙形和菱形碎屑、晶屑和各种岩石碎屑等组成。按粒度大小, 有时还可区分出火山尘(约0.5毫米)和火山砂(0.5—2毫米)。

熔岩团粒 系同源熔岩碎屑, 具独特的浑圆形, 这种形态说明它们在形成时处于塑性状态。这一术语在我们现有的地质词汇中是没有的, 然而缺了这一名词术语, 那在描述熔结凝灰岩的构造特征时就难以处理, 因为未起泡沫的熔岩团粒同浮石一样, 常常是熔结凝灰岩的组份之一。有时见焊接凝灰岩和熔结凝灰岩中的浮石碎屑以及岩渣集块岩中的火山渣碎屑也具有这种团粒状形态。

团粒构造 系由同源物(熔岩、浮石和火山渣物质)团粒所组成的岩石(熔结凝灰岩或岩渣集块岩)之构造。具有这种构造特征的岩石常常以其组成部分彼此平行排列为特点。

熔岩碎屑物 系以熔岩团粒和碎片为代表的火成碎屑物, 它不同于以岩石碎屑为代表的“岩屑”。

浮石碎片 系同源浮石碎屑, 由于内部具多孔状(管状、多泡状等)构造, 呈独特的

撕裂状形态，其末端常常稍微裂开。较常见的“碎屑”这一名词术语在这里不适用，因为它既不能正确地反映出碎片的形态，又不能正确地反映出它们在喷发时从粘性硅酸盐熔体中崩解出来而形成的特点。

火山渣 系火山喷发时从火山管道中抛出、尚在空中飞行时业已凝固或几乎凝固的液态玄武质或安山—玄武质熔岩碎片，由于喷发时气体从中迅速逸出而具多孔状结构。与浮石不同之处在于孔隙较大，而且形态不规则，孔隙间壁较厚，比重大于1。见于火山渣锥堆积物中，而这种渣锥乃是未经分选的、局部经烧结的碎屑物之堆积；或是在火山坡上和火山岛屿的近海岸部分形成分选的层状沉积（图版Ⅲ）。有时形成于液态熔岩流的表面（火山渣流）。

同源火山物碎屑的焊接——塑性碎屑彼此联结、粘结。焊接作用主要取决于下列三个因素：温度、塑性和负载压力。负载压力和取决于温度的塑性促使碎屑变形、彼此紧密连接和形成统一面，并在此统一面上发生焊接作用。温度以及挥发份的存在决定物质的粘度，由于物质具粘性，就有可能发生焊接。焊接的物理概念是，相连碎屑边界层以原子和分子进行置换。同时在边界层中形成新生玻璃薄膜。焊接作用的强度也有赖于上述因素，当物质碎屑相互粘结，但它们之间的界线明显时，焊接作用较微弱；当这种界线甚至在显微镜下也难以辨别和岩石具熔岩状外貌时，焊接作用就相当强烈。高温的来源通常是所喷出熔岩的原生热能，或者是在沉积物中产生的氧化反应热能。前一种热能可在火成碎屑物沉积之后还能保持一段足以焊接的时间，后一种热能乃是玄武质火山渣块所具之特征，因其中含大量铁，铁经氧化便产生大量的热。经焊接的渣块被称为岩渣集块岩，这在火山渣锥堆积物中极为常见（图版Ⅲ，1、2）。在P. Ф. 鲍伊德（1963）、P. Л. 斯密特（1963）、K. C. 罗斯和P. Л. 斯密特（1963）的著作中，以地质和物理的观点对酸性火成碎屑物的焊接作用作了研究。

火山弹 系从火山口抛出的液态或塑性状态的熔岩块体，它们在空中飞行时由于旋转和凝结而具有一定的塑像形态。火山弹的形态取决于抛出物的粘度和在空中飞行的时间。液态玄武质熔岩形成的火山弹以具纺锤状、球状、梨形和旋转状为特征。粘性熔岩常常形成面包型火山弹——表面具纲状开口裂缝的浑圆状或棱角状熔岩块体。稀液状态的熔岩抛出物因跌落时来不及凝固而砸在地上形成饼状火山弹。除了上述火山弹之外，A. H. 西林（1968）还分出一种岩块型火山弹，这种火山弹乃是火山口中的熔岩表面在爆发间歇期所形成的一层皮壳，经又一次喷发作用的冲击而遭破坏的碎块。这种火山弹的特点是具棱角状形态，有时，若落地时物质尚保持某种塑性程度的话，则具有如同面包型火山弹所具之开口裂缝。

对于鉴别老地层中的火山弹，通常只能观察其断面，据此很难而且常常不可能判别它们的常见形态，在这种情况下，研究火山弹的内部构造特征就具有一定的意义。遗憾的是，文献中对这一问题几乎没有阐述，这里引用的资料也有限。这些有限的资料是我们在对观察亚美尼亚格姆山原火山时采集的火山弹进行研究后取得的（图版Ⅳ、Ⅴ）。首要的、看来也是主要的内部构造特征，即是火山弹内部的孔隙相对于表面作有规则的分布。在大多数情况下，孔隙带平行于表面。此外还见到，在火山弹玻质外壳中晶体平行于表面作定向排列（图版Ⅴ，5）。

火山弹往往具有玻质淬火壳，但其厚度通常不超过一毫米。与文献中所记载的关于

多孔状核的存在往往是火山弹的特征这一见解相反，我们经常见到的却是核部较致密而边缘部孔隙较多的火山弹，以及孔隙分布不均匀的火山弹。孔隙有规则的定向排列，这一现象也见于岩块型火山弹中。这里，孔隙呈面型分布，它与火山口中的熔岩壳面相平行。在这种火山弹的断面上，我们观察到孔隙呈线性分布，孔隙带平行于一个或两个彼此平行的面——原有的熔岩壳面。熔岩壳的碎块即是这类火山弹。

凝灰熔岩 这一名词术语系由Г. 阿比赫（1899）为分布于亚美尼亚阿拉加茨火山周围的、含大量类似物碎屑和包体的、独特的多孔状熔岩而命名的。关于这种岩石的成因及其名称，曾有过许多争论，特别是在发现了熔结凝灰岩之后。一些意见认为，凝灰熔岩乃是焊接火成碎屑岩，因此是熔结凝灰岩（Заварицкий, 1947）。Е. Ф. 马列也夫（1963）则认为“凝灰熔岩”这一名词术语含糊不清，是多余的，建议停止引用。但事实上，在最近10—15年内，尤其是在古火山学的实践中，已开始将那些成因还不清楚的、构造和成分都不一的似熔岩岩石，不论其化学成分如何，一律被称为凝灰熔岩。这种含糊不明的情况也反映在部际联合委员会（1962）提出的分类中。在这分类中，凝灰熔岩被定为“性质尚不明、以胶结熔岩的流动性和具有粒度约为10毫米的碎屑为一般特征的、各种不同类型的熔岩碎屑岩”。同时，В. П. 彼得罗夫（1957, 1961）、К. Г. 希林尼扬（1961）和其他许多研究者令人信服地证明了阿尔季克凝灰熔岩具熔岩性质及其与熔结凝灰岩的基本差别，后者同凝灰熔岩一样，广泛分布于阿拉加茨火山的周围。В. П. 彼得罗夫（1957, 1961）在探讨阿尔季克凝灰熔岩成因时认为，它们是由于熔岩流上部膨胀而形成的。К. Г. 希林尼扬（1961）则将凝灰熔岩视为一种为挥发份所饱和的、独立的酸性熔岩流。匈牙利火山学家 Г. 潘托（Panto, 1962）对熔结凝灰岩和凝灰熔岩的成因提出了一些耐人寻味的观点。根据他的观点，酸性岩浆还在喷发之前，在升向地壳上层的途中就分离成被挥发份饱和的熔融体和为液体所饱和的熔融体，成为非均质的岩浆。当压力随熔融体接近地表而逐渐下降和熔融体宁静地溢流时，形成非均质的多孔状岩石——凝灰熔岩。Г. 潘托建议把这种岩石称为“熔结泡沫岩”（игниспумиты）。在强烈喷发时，外压力的迅速下降和熔融体的剧烈起泡，导致喷出的熔融体蜕变成炽热的火成碎屑流，并沉积形成熔结凝灰岩或浮石凝灰岩。因而，基于喷发的特点，同一种酸性熔融体可形成均质的流状熔岩（流纹岩、英安岩），抑或可形成局部崩解的多泡状熔岩（熔结泡沫岩），抑或可形成炽热的火成碎屑流沉积（熔结凝灰岩、浮石凝灰岩）。Г. 潘托（1963）在其另一著作中指出，“熔结泡沫岩”是起泡而未崩解的熔岩，能在水下喷发情况下生成，因为水柱的静压力将有助于熔融体的宁静溢出。

由此可见，凝灰熔岩是实际存在的一种火山岩，乃是酸性和弱酸性熔融体喷发的产物，其特点是具流动构造，孔隙度高，局部具有因喷出的熔融体部分地崩解而产生的碎屑状结构。

爆发角砾岩 系呈形态复杂的交错体或层间体产出，粒度不一和具似霏细状细碎屑胶结物的碎屑状次火山岩。在苏联，М. В. 塔申宁娜和Б. Л. 切普拉索夫（1955）在鲁德纳依阿尔泰地区的列宁山矿田首先将这种岩石作为“特殊的火成角砾岩”加以确定、研究和描述。在这里，在许多地下坑道中，见到了这种岩石，并对其作了素描，它们呈交错体（有时具层间枝叉）产出，其规模：沿走向和倾向延伸10—30米至90—100米，

厚5米至10米，未见碎屑按粒级分选。碎屑系来自围岩和那些在泥盆系容矿层中未被发现，大概分布于剖面较深层位中的岩石。碎屑的形态为尖棱角状和浑圆状。在角砾岩中未见位于剖面上部的岩石之碎屑。М. В. 塔申宁娜和Б. Л. 切普拉索夫将 他们自己所描述的角砾岩看作是 由于地下爆发破碎的岩石碎片贯入那些未达当时古地面的裂缝之结果，并将它们与Т. С. 洛维林格(1951)提出的“结核状岩墙”以及爆发岩筒相提并论。在乌拉尔，爆发角砾岩至今已在好几处黄铁矿型矿田内被查明，并在Ю. С. 鲍罗达耶夫(Бородаев等, 1965)、В. А. 科祖林(Козулин等, 1969)、М. Б. 鲍罗达耶夫斯卡娅(Бородаевская等, 1973)、С. Г. 格列什涅尔(1972)以及Т. Б. 麦利尼科娃、С. Г. 格列什涅尔和А. В. 戈沃罗娃(1974)的著作中均有叙述。

呈脉状形态产出和成分上的某些特征是爆发角砾岩的重要标志，根据这些标志能把它们同其相类似的其他碎屑状岩石区别开来。在某些成分特征上应予以指出的是，在大多数场合不存在同源浮石物质，以及胶结物呈独特的显微碎屑状。大多数研究者认为，挥发份从升向地壳上层的酸性熔体中爆炸性地释放出来，乃是爆发角砾岩生成的原因。根据碎屑的岩石成分判断，这种地下爆发发生于火山区1—2公里深部。同源的浮石和火山灰物质的缺失，说明这种地下爆发不同于一般的火山爆发，在后一种火山爆发情况下，酸性熔体会起泡、崩解而形成浮石。在爆发角砾岩中则甚少能找到浮石(Борсук、Масуренков, 1964)，看来这应认为是与有碎屑物侵入那同地表相勾通的裂隙(通道)有关。

在我们现有的火山碎屑岩分类中，爆发角砾岩目前还未得到应有的位置。在最近(1973)出版的地质辞典中，把这种岩石作为“火山贯入角砾岩”。我们认为，对这种岩石保留用“爆发角砾岩”这一术语是合理的，理由是：1)“爆发角砾岩”这一名字术语较辞典中的“火山贯入角砾岩”一词简要，应用较方便；2)它完全符合于内容，因为这种岩石是地下爆发的产物；3)这一名词术语无论在乌拉尔或在国外文献中业已得到广泛的应用；4)在地质辞典(第一卷第87页)中，这一术语实质上仍未得到充分的反映。

南乌拉尔黄铁矿型矿田火山碎屑岩

组成南乌拉尔黄铁矿型矿田的火山岩层，乃是一些分异火山杂岩，根据岩石化学特征，这些杂岩属于钙—碱质组合，实质上是钠质组合。这些分异杂岩的基底是地槽型火山作用初期水下条件下形成的、成分相同的辉绿岩层和球状熔岩层。

对各种火山岩的性质、岩相特征和数量比例的研究表明，南乌拉尔的黄铁矿型矿田是不一样的，在某种程度上可细分为三种型式：锡拜式、上乌拉尔式和阿舍布塔克式。属于锡拜式的有锡拜矿田、乌恰林矿田、盖伊矿田以及其它一些黄铁矿型矿田。被我们列为上乌拉尔式的有“十九大”矿田、奥泽尔矿田、乌泽利金矿田、莫洛杰日矿田和阿列克桑德林矿田。属于阿舍布塔克式的有规模不大的西阿舍布塔克矿田和伊西尔古任矿田（图1）。

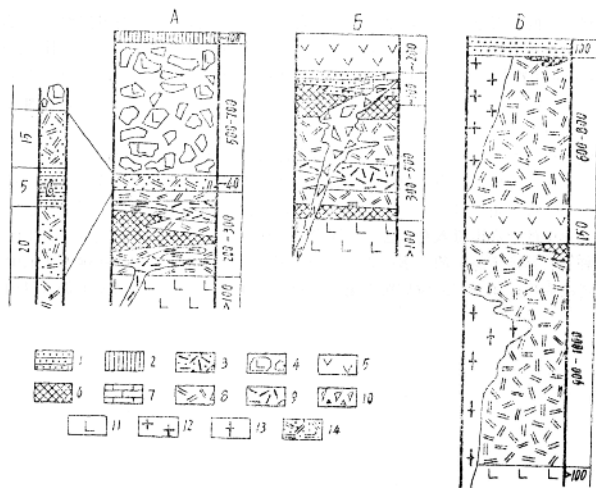


图1 黄铁矿型矿田地质柱状剖面示意图

A—锡拜式黄铁矿型矿田的，B—上乌拉尔式黄铁矿型矿田的，B—阿舍布塔克式黄铁矿型矿田的。

1—基性火山渣和火山灰凝灰岩；2—碧玉、硅质页岩；3—基性集块岩和火山角砾岩；4—安山玄武质凝灰岩和玢岩；5—黄铁矿型矿石；6—石灰岩；7—酸性凝灰岩和熔结凝灰岩；8—次火山石英钠长斑岩；9—爆发角砾岩；10—辉绿岩、细碧岩、火山渣凝灰岩；11—花岗岩；12—斜长花岗岩；13—浮石流凝灰岩；14—含黄铁矿型矿石碎屑的浮石凝灰岩。

上述各型式矿田的重大差别之一，是酸性火山岩在数量上明显不同。例如，如果说锡拜式矿田内的酸性火山岩占组成该矿田火山岩总量的10—15%，那末上乌拉尔式矿田内酸性火山岩的相对数量已达25—30%，而在阿舍布塔克式矿田中则达60—70%。在矿石成分上也可看出有显著的差别：锡拜式矿田的矿石实质上为铜-锌矿石，上乌拉尔式矿田中铅的数量显著，而阿舍布塔克地区的矿床矿石则为黄铁矿-多金属矿石。

读者从下面黄铁矿型矿田地质概述中可看出，各型式矿田在构造、地质剖面、火山岩相和其它许多特征上也有所差别。这些情况也就决定了书后所附图册的编排结构，碎屑岩的结构和构造图版是按上述三种矿田型式分别予以编排的。这三种型式看来还没有全部包括南乌拉尔所有已知的黄铁矿型矿床，但大型矿床大多已包括在内，在这些大型矿床矿田内，南乌拉尔地区的各种火山碎屑岩实际上多多少少均有分布。

南乌拉尔黄铁矿型矿田地质概述

锡拜式黄铁矿型矿田 在空间上与水下古火山有关(Скрипиль, 1961; Иванов, Прокин, Долматов, 1962)。根据现有资料推断,这些火山原先不是规则的锥状体,极可能是一些长达15—20公里并间有一些高峰的火山垅,而火山垅上的这些高峰是在火山活动末期呈火山岛高出海面(Иванов, 1962; Greshner, 1969; Грешнер, 1969, 1974; Грешнер, чувашов, Богданова, 1970; Бородаевская等, 1968, 1973)。在优地槽带内这种火山带大概有十来个,它们彼此相距数十公里,呈断续链状分布。现今,这些火山岛受到强烈侵蚀,并被较晚的火山构造所破坏,局部为较新的沉积物所覆盖。

锡拜矿田 平面上呈不规则矩形,面积为 12×4 公里,系由科布林茨-艾斐尔阶(?)火山岩所组成,四周几乎受陡倾构造断裂所控制(图2)。这些断裂把矿田内的火山杂岩与分布在矿田范围之外的吉维齐阶火山沉积岩分隔开。在内部,矿田也被构造断裂所破坏,具复杂的断块构造。矿田内岩层走向近于南北,各断块上的岩石倾向由西向东变化,由几乎呈水平状到 $60-70^\circ$ 。矿田以西和以南所打的钻孔表明,构成矿田的火山杂岩迅速尖灭,这就证实了С. Н. 伊万诺夫、В. А. 普罗金和Г. К. 多尔马托夫(1962)关于这些杂岩在分布上具局限性的说法。在矿田地质剖面上,明显可分出三个部分(图3、4):下部(矿下部分)、中部(容矿部分)和上部(矿上部分)。剖面的下部,其厚度不少于800—1000米,主要由辉绿岩和球状细碧熔岩组成,其间仅上部夹有厚15—25米的焊接浮石凝灰岩和个别几条以石英为基质的钠长斑岩流。矿田剖面的中部为各种酸性火山岩岩层,其厚度由矿田中央的200—250米到北部的400—500米。该层中数量上占优势的为熔结凝灰岩、各种酸性成分的凝灰岩和次火山石英钠长斑岩。该层底部有一不稳定的火山角砾岩和凝灰岩夹层,厚3—5米,系由非浑圆的、成分不同的岩石碎屑所组成。直接产于容矿层之上的,是一厚约40—50米的过渡层,此层绝大部分是灼热的浮石流沉积物(图5),这从浮石碎屑的同源性、物质无分选性、塑性形变和焊接特征上均可予以证实(Грешнер, 1970)。熔结凝灰岩本身含块状黄铁矿型矿层,而在浮石凝灰岩中则到处见有这类矿石的碎块。局部地方,矿石碎块占浮石凝灰岩碎屑物总量的30—50%,在这种场合就成为具工业价值的铜矿(锡拜老矿)。从整个

来说,浮石凝灰岩层整合于下伏熔结凝灰岩之上,但B. A. 普罗金和B. M. 鲁达科夫(1959)指出,浮石凝灰岩进行沉积的场所,其地形是不平坦的,有凹有高。这可证明,在过渡层浮石凝灰岩沉积之前,容矿层业已受到某种程度的冲刷作用²。

容矿层岩石和过渡层浮石凝灰岩主要分布在矿田东北部的南北向狭长(一公里)断块范围内。该断块仅是古火山体系的一个部分,因此难以估计熔结凝灰岩和浮石凝灰岩的原有分布面积。只能推测,熔结凝灰岩流的原有长度不少于十公里,宽2、3公里,而浮石流所占面积则相对减少2/3—3/4。矿上层火山角砾岩和玄武质集块岩盖于过渡层之上,而有些地方则直接分布于容矿层之上。

锡拜矿田地层剖面的最上部为古雷格尔层—硅质页岩和碧玉层,层厚达一百米。组成该层的岩石呈断续的窄带从西面、南面和东南面环绕矿田分布,产于下伏火山杂岩各层之上(见图2)。

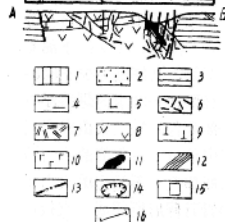
乌恰林矿田 位于锡拜矿田以北180公里处,但剖面结构上的许多主要特征(容矿火山岩层剖面的组成和层序,黄铁矿型矿床在该剖面上的位置,等等)确与锡拜矿床相似。

矿田内反序分异的辉绿-石英钠长斑岩杂岩体之火山岩出露地段,其四周几乎均被陡倾构造断裂所控制,使之与周围的中泥盆统吉维齐阶地层相分隔(图6)。容矿杂岩体岩石相当于中泥盆统艾斐尔阶。



图2 锡拜矿田地质略图(据锡拜地质勘探队资料,并经作者作了补充)。

- 1—上泥盆统地层; 2—上泥盆统弗蓝阶硅质岩; 3—中泥盆统吉维齐阶火山岩和火山-沉积岩; 4—布古雷格尔层碧玉和硅质页岩; 5—矿上层的集块岩和火山角砾岩; 6—一次火山石英钠长斑岩; 7—容矿层的熔结凝灰岩和凝灰岩; 8—矿下层的细碧岩和辉绿岩; 9—以石英为基质的钠长斑岩; 10—辉长辉绿岩; 11—黄铁矿型矿石; 12—层状凝灰岩和凝灰砂岩; 13—构造断裂; 14—锡拜矿床露天采场范围; 15—图3所示区的范围; 16—剖面线。



² 在过渡层上盘附近的碎屑状矿石中,不至一次地见有含放射虫化石的绿色和红色碧玉薄层。在矿石本身保存着具泥盆纪动物化石假像的硫化物(Иванов, 1974; Иванов, Рокачев, 1986; 等等)。