

我国海相火山铁铜矿床的成因类型 及其某些成矿特征的讨论

姜 福 芝

(冶金部北京地质研究所)

建国以来,我国在火山矿床的地质勘探和研究工作方面都积累了丰富的资料,并且有不少关于矿床成因和类型划分方面的叙述。作者近几年来有机会接触到一些这方面的工作。这里试将海底火山活动的重要产物之一——海相火山铁铜矿床作一个比较系统的成因类型的划分。限于水平,不当之处请批评指正。

一、海相火山铁铜矿床的成因类型

海相火山矿床与其他类型矿床的差别,就在于矿床的主要物质来源于海底火山岩浆活动,并且与不同的环境下形成的火山岩、火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩等组合一起,分布在火山喷发中心地区、近一远火山地区(见火山建造的划分图表)。

由于形成的具体环境不同,成矿作用亦有差别。如深部火山岩浆活动所形成的含矿岩浆、矿浆或含矿气液等,在没有达到海底的地下环境和喷出海底的水下环境,成矿作用是不同的。前者由于岩浆分异和气化、热液等成矿作用,对封闭或半封闭的围岩或其空隙进行渗透、充填和交代,形成内生的火山矿床。后者由于火山喷发、喷溢堆积,以及喷气、热泉等火山作用和水下的沉积作用的参与而形成外生的火山矿床。

其次,由于火山岩浆活动具有多旋回、多次喷发间断的特点,伴随的含矿岩浆、矿浆或气液活动也具有相似的特点。因此,一般火山矿床,除远离火山喷发中心地区的火山沉积矿床外,或多或少都有两种(次)或两种以上的成矿作用叠加。由于后期强烈的火山成矿作用的叠加和改造,构成了多次成矿作用叠加的火山矿床。

上述各类海相火山矿床多分布于剧烈活动的优地槽或深大断裂的发育部位。因地槽回返期的造山运动、深大断裂的活动,火山矿床(或含矿层位)往往受到区域变质、混合岩化以及岩浆侵入造成的接触变质等地质作用的改造。在古老的地槽区,火山矿床一般都经受了后来地质作用的改造,形成被改造的火山矿床。

因此,海相火山矿床由于形成环境和成矿作用的多样性和复杂性,其矿床的成因类型也是多种多样的。基于上述成矿环境和成矿作用的分析,可把与海底火山岩浆活动有关的矿床划分为六大类和若干亚类。

1. 与次火山岩(斑岩、玢岩、辉绿岩等)侵入体有关的铁铜矿床

它们分布于海相火山建造地区,并与火山杂岩有着密切的时空和成因上的联系,属同源

火山岩浆活动的产物。铁铜矿床与次火山岩体（酸—中性的斑岩、玢岩、辉绿岩等）密切伴生，并分布在它们的内外接触带中。矿化具有斑岩型、玢岩型、辉绿岩型等矿床的一般特征。如公婆泉斑岩铜矿、加多岭玢岩铁矿和磁海辉绿岩铁矿床等。它们多分布于火山喷发中心地区。

2. 火山气液矿床（按成矿作用又可分为火山矽卡岩型矿床和高、中、低温的火山热液型矿床，以及它们的复合类型的矿床）

火山岩浆活动产生的含矿气液向上部运移过程中，对上覆围岩或早期形成的火山岩类，特别是未固结的火山碎屑岩层进行渗透、充填或交代，形成不同成矿温度的矽卡岩型和高温—低温的热液矿床。它们的成矿作用以火山气液的充填、交代为主，附近看不到浅成侵入体分布。矿体多呈透镜状、扁豆状、筒状或不规则状等。伴随有显著的围岩蚀变，以及一般气液矿床的特点。这些矿床多分布于火山喷发中心地区的火山管道附近。

谢尔塔拉铁矿床即属于气成和热液两种成矿作用叠加所造成的典型气液型矿床。从矿物组分看，既有早期赤铁矿（镜铁矿）、绿泥石、石英以及碳酸盐组成的中低温热液矿石，又可见到后期火山活动所形成的磁铁矿、石榴石、辉石以及帘石、黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿等组成的气成期矿石。前组矿石呈脉状或角砾状为后组胶结交代，并使其发生重结晶和磁铁矿化，形成主要矿石类型——含铜锌硫化物的磁铁矿矿石。这里既有早期的热液成矿作用，又有后来的矽卡岩化作用，这种叠加现象在火山成因的矿床中并不罕见。

康滇地轴区产于火山建造之中的落挡铜矿床，属于高温热液型矿床。矿石由中粒的黄铜矿、黄铁矿、少量的辉钼矿和氟碳铈矿等组成，矿物呈细脉浸染状沿凝灰岩或沉凝灰岩充填交代，形成透镜状或似层状矿体。伴随矿化有强烈的黑云母化、白云母化、钾长石化、磷灰石化以及硅化等围岩蚀变。

3. 火山岩浆喷溢矿床

深部岩浆具有良好的分异作用，或熔化深部铁矿层所形成的含矿岩浆或矿浆，在火山管道畅通的条件下喷溢出海底所堆积的矿床。此类矿床在我国仅见于铁矿床，并与火山沉积矿床组成复杂型火山矿床。

4. 火山沉积矿床

含矿的火山岩浆、矿浆或火山气液，在具有良好通道的条件下以含矿的火山碎屑、喷气或热泉等形式喷出海底，进入水下环境，构成含矿的富有活动性组分的热卤水。在火山构造盆地或经过不同距离的搬运，在适宜的海盆地中形成沉积矿床。矿床受一定层位控制，矿体呈层状沿一定层位延伸，矿石具有条带状、层纹状构造和细粒结构等沉积矿床的一般特征。

值得提出的是海底火山喷发的沉积环境比陆地火山更加优越，它所具有的广阔的水下沉积环境使含矿的火山气液全部溶于其中，含矿的火山碎屑（包括吸附的有用组分）在海水的搬运过程中分选和淋滤，提高了海盆地中有益组分的浓度。同时强烈的火山活动有可能形成封闭条件极好的海盆地。因此在海相火山建造中有工业意义的铁、铜沉积矿床是比较发育的。从矿床赋存位置来看，不论是喷发中心地区，还是近—远火山地区，于火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩相发育的层位中都有火山沉积型铁、铜矿床产出。说明海底火山活动对沉积型矿床的形成是有利的。

火山喷发中心地区的火山沉积矿床，大量的熔岩或粗粒级火山碎屑岩为其主要的岩相组

合,矿体多赋存于熔岩之间或熔岩与正常碎屑岩、碳酸盐岩的过渡层位,并与凝灰岩、沉凝灰岩以及各种凝灰质沉积岩相伴生。如镜铁山区珠龙关型火山沉积矿床,铁矿体产于细碧岩层间厚度不大的凝灰岩中,与硅质岩和凝灰质砂岩伴生,构成薄层状的火山沉积矿床。又如惠民铁矿床,矿体呈层状赋存于变质的基性熔岩与凝灰质千枚岩之间,与硅质岩、凝灰质板岩、基性凝灰岩伴生。矿石具层纹状构造和细粒结构,矿物成分以菱铁矿为主,含有少量磁铁矿和黄铁矿等。

近一远火山地区,位于火山中心地区的外围,以火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩组合最为发育。矿床即赋存于火山碎屑岩向正常沉积岩的过渡层位中,与火山碎屑沉积岩(含凝灰质的页岩、砂岩、白云岩、灰岩等)、硅质岩等伴生,呈层状或似层状产出。如大红山铜矿床呈稳定的层状赋存于角斑质凝灰岩向白云岩的过渡层位中,与凝灰质白云岩、含凝灰质菱铁矿层、碳质层等伴生。又如镜铁山区桦树沟铁矿床,矿石由赤铁矿(镜铁矿)、菱铁矿、含赤铁碧玉等矿物组成,并具有薄层状构造,矿体呈稳定的层状分布于凝灰质千枚岩与含白云岩夹层的钙质千枚岩之间。从目前国内外矿床资料来看,近一远火山地区,对形成质量好、规模巨大的铁、铜矿床是有利的。

5. 多种成矿作用叠加的复杂型火山矿床

矿床由两种(次)以上强烈的火山成矿作用叠加所造成,是同源岩浆多次活动的结果。该类矿床的含矿岩石以分异良好和富有碱质为特征,并分布在火山喷发中心地区。最常见的类型为火山沉积气液型矿床(包括黄铁矿型矿床),还有火山喷溢沉积矿床等。

火山沉积气液型矿床,是先期的火山活动所形成的沉积矿层或矿化层,又为后期火山岩浆活动所产生的气液叠加的结果。比较典型的矿床有白银厂黄铁矿型铜矿床及黑峰山铁矿床等。

众所周知的白银厂黄铁矿型铜矿床,具有显著的沉积特征。如沿一定岩性层位分布的层状、似层状矿体;具有与地层产状一致的条带状矿石(由不同矿物成分或粒度差异所构成),并与凝灰岩、沉凝灰岩类呈薄层互层状产出;以及在热液矿化较弱的部位,可以见到有胶状黄铁矿矿石产出等等。同时也见有强烈的围岩蚀变,如硅化、绢云母化、绿泥石化等,并构成一定规模的蚀变带包围铜矿或铜、铅、锌矿体。铜、铅、锌等硫化物呈细脉浸染状沿黄铁矿层的空隙、裂隙或片理分布,构成含铜或含多金属块状黄铁矿矿体,有时也在蚀变围岩中沿片理、裂隙分布构成浸染状矿体。从上述情况看,大量的黄铁矿应为喷硫沉积作用造成,铜、铅、锌等硫化物则属后期热液作用的产物,并产于火山口或火山构造盆地中。因之一般认为黄铁矿型铜(或多金属)矿床属火山沉积和热液叠加成因的火山矿床。

金属的基—中性细碧角斑岩系中。其中部分矿体具有火山岩浆喷溢矿床的特征,其矿石为含铁角斑岩或角砾状矿石。后者由磁铁矿和自形板条状钠长石组成,并具有杏仁构造。而其中的主矿体(Ⅱ号矿体)却具有沉积矿床的特征。如矿体呈层状与含铁硅质岩(部分重结晶为

石英岩)、含铁凝灰岩一起产于角斑质凝灰岩、沉凝灰岩、角斑岩、含铁角斑岩(或矿石)、火山角砾岩(或角砾状矿石)等组成的角斑质火山岩层位中;虽然经过变质作用,矿石普遍发生重结晶和部分赤铁矿还原为磁铁矿,但具有变余硅质胶状结构的石英赤铁矿矿石、含细粒变余砂状钠长石的磁铁矿赤铁矿矿石,以及具有变余凝灰结构的石英钠长石赤铁矿磁铁矿矿石等还清晰可见,普遍存在。这些沉积成因的矿体与岩浆喷溢的矿体一起分布于火山构造盆地中,构成独特的火山喷溢沉积矿床。

6. 区域变质、混合岩化、接触变质的火山矿床

火山矿床不仅具有多种多样的成因类型(如前所述),同时由于时代的古老或地处活动的地槽区等原因,后来地质作用的叠加和改造是很普遍的,这与火山矿床本身受同源火山岩浆作用的叠加和改造是完全不同的。其常见的类型有区域变质的火山矿床、接触变质的火山矿床、混合岩化的火山矿床。由于后来地质作用改造的程度不同,则需要确定它们与一般火山矿床的界限。我们认为以组成矿床的含矿岩石和矿石物质成分的矿物相发生基本上的改变作为划分界线的标志较为合适。从整理我国不同变质程度的火山铁矿床的资料看,浅变质作用对火山矿床含矿岩石和矿石的物质成分影响不大,基本上保持了原矿物相和结构构造特征。只有角闪岩相和麻粒岩相带中的火山矿床才发生根本上的改造,如赤铁矿、菱铁矿转变为磁铁矿,强烈的重结晶,脉石矿物及含矿围岩按其变质深度重新组合,矿体形态改变等等。绿片岩相或绿帘角闪岩相变质岩中的火山矿床,其原矿物相发生显著的变化,但也只有一半左右为新矿物相所代替。因之在一般情况下,我们还把它称之为火山矿床。

区域变质的火山矿床以火山沉积变质矿床最为常见,并广泛分布于前寒武纪的变质海相火山建造之中,如与太古界角闪岩类(一般认为属于变质的拉斑玄武岩)有关的鞍山式贫铁矿床,与元古界变质火山岩——角闪岩相有关的陈家庙火山沉积变质的铁、铜矿床等。它们虽然在矿体形态(层状、似层状等)和矿石构造(条带状、条纹状等)上还保存有沉积矿床的特征,但在矿物成分上却以深变质的矿物相产出。

接触变质的火山矿床,以火山沉积接触变质矿床为主。火山矿床(或矿化层)因岩浆侵入而造成的接触变质(矽卡岩化),以前一般认为属矽卡岩型,但近十几年来认为这些矿床受一定火山碎屑岩层位的控制,应属于火山沉积接触变质型矿床。在华南地槽的东部,石炭系(或石炭—二叠系)中发育有中基—中酸性火山建造,呈北东向带状分布,在其中酸性凝灰岩、沉凝灰岩以及石灰岩等组成的层位中,发育有沉积的铁矿层,由于燕山期花岗岩浆的侵入,发生了接触变质的改造。如该带南段的大顶铁矿床,分布于石炭系安山岩—流纹岩火山建造之中,矿体呈层状产于矽卡岩和残留有中酸性凝灰岩、凝灰质灰岩的角岩或角岩化岩石的层位中;矿石还具有明显的层纹状、条带状构造,但矿物成分则由晶粒状磁铁矿及少量锡石、毒砂、闪锌矿、黄铜矿以及矽卡岩矿物等组成。又如该火山岩带的中北段发育有中基性火山碎屑岩建造,铁矿体的上下盘都分布有细粒酸性长石(粗面质)组成的凝灰岩、沉凝灰岩,部分接触变质为中粒长石角岩,在含矿层中除层状磁铁矿体外,还发现有含铁砂岩层和菱铁矿层;矿石普遍具有条带状构造及极细粒的矿石结构;由于燕山期含钨、钼等元素的花岗岩浆的侵入,形成含钨、钼等元素的层状矽卡岩型铁矿床,也就是火山沉积接触变质矿床。当然目前对此类矿床成因有不同看法,如认为属接触交代、接触变质改造的陆源沉积成因等。但不能否认火山岩层在区域上(空间和时间上)对含铁层位的控制。

混合岩化的火山矿床,多分布于太古代老变质岩区,如鞍山地区樱桃园富铁矿床,尹成俊、刘生石^①认为富铁矿系鞍山群中火山沉积的贫铁矿层混合岩化气液交代的产物。其证据是富铁矿体均产于混合岩化鞍山群贫铁矿层之中,断裂构造不仅控制富铁矿体的分布,同时其中常有混合岩的充填;富铁矿体的内部及外围岩石普遍发生绿泥石化、白云母化以及阳起石化等;恢复含矿岩石的原岩,大部分为基性到中性的火山碎屑岩类。

阿尔泰地槽区,中—深变质的中泥盆统火山建造中的铁矿层,条带状磁铁石英岩或含铁变质凝灰砂岩沿层几十公里呈稳定的层状产出。含矿岩石为变质的或混合岩化的中—酸性的偏碱性火山杂岩,层状矿床就赋存在中酸性熔岩间的凝灰岩和沉凝灰岩中。区域混合岩化强烈,一些矿床亦受到了混合岩化作用。如阿巴宫铁矿床,含矿岩石发生强烈的微斜长石化以及含稀土元素的磷灰石化和矽卡岩化,混合岩化的微斜长石、方柱石、磷灰石等组合的伟晶岩脉发育,并形成粗粒的磁铁矿块状矿石,其成因类型应属混合岩化的火山沉积矿床。

以上矿床成因类型的划分,基本上概括了我国现有的海相火山铁铜矿床,所列举的实例尽量应用一般比较公认的矿床类型。但是这里有争议的矿床类型还是存在的。我们认为有争议是正常的,它有助于火山矿床研究工作的发展,并将在今后资料不断的积累中得到解决。

二、海相火山铁、铜矿床的某些成矿特征的讨论

通过以上海相矿床类型的划分,有几个问题是值得进一步讨论的,特别是含矿火山建造的岩性、岩相,因为它们直接控制着矿床的成因类型和产出部位。

1. 矿床类型与火山岩相组合的关系

海相火山矿床与其火山岩类都是水下火山岩浆活动的产物。随着远离火山口,火山作用逐渐为沉积作用所代替,不仅火山岩相组合有着明显的变化,其伴生的矿床类型亦有所改变。整理我国各地质时代的海相火山建造的岩相组合,以及有关矿床类型的资料,可将火山建造的岩相组合划分为三个类型和相应的三个火山喷发地区,并将各地区产出的矿床类型列于表1。

火山喷发中心地区是指包括火山机构在内的熔岩、粗粒级火山碎屑岩等所能达到的分布范围。由于海相火山建造多属地槽活动早期的产物,经地槽回返期造山运动的破坏,其火山机构多难于辨认,而以岩相种类作为火山活动地区的划分标志应是可行的。在该类地区有距火山岩浆源及成矿来源最近的矿床类型和岩相组合。喷发中心地区外围的近—远火山地区是火山沉积岩和火山沉积矿床的分布区。火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩类是火山沉积矿床的主要含矿岩类,并控制着矿床的分布。因此通过火山建造的岩相组合划分,对掌握它们的区域分布规律和指导在不同火山建造地区寻找相应类型的火山矿床是有意义的。

2. 火山岩碱金属含量和分异程度与铁矿床的类型和产出部位的关系

偏碱性分异良好的火山杂岩(钙碱指数在51—56之间)不仅是形成铁矿床的有利岩性,同时还与铁矿床的成因类型和产出部位密切相关。从整理我国海相火山铁矿床的资料看,在

^① 尹成俊“鞍山地区鞍山式铁矿地质特征及风化壳型富铁矿成矿地质条件”;刘生石“樱桃园—王家卜子一带富铁矿的成矿特征”。

海相火山建造的岩相组合和矿床类型的关系

表 1

项 目 \ 地 区	火山喷发中心地区	近 火 山 地 区	远 火 山 地 区
火山建造的组合类型	熔岩、粗粒级火山碎屑岩组合	火山碎屑岩组合	火山碎屑沉积岩组合
主要岩相种类	熔岩、次火山岩、火山角砾岩、火山集块岩、凝灰岩等	凝灰岩、沉凝灰岩、含凝灰质的沉积岩等	沉凝灰岩、含凝灰质的沉积岩（砂岩、页岩、硅质岩、灰岩、白云岩等）
主要矿床类型	与次火山岩侵入体有关的矿床、火山气液矿床、火山岩浆喷溢矿床、火山沉积矿床、复杂型火山矿床	火山沉积矿床、与次火山岩侵入体有关的矿床、火山沉积变质矿床、火山沉积接触变质矿床、混合岩化火山沉积矿床	火山沉积矿床、火山沉积变质矿床、火山沉积接触变质矿床、混合岩化火山沉积矿床

分异良好的偏碱性火山建造中，不同岩相组合的地区，都有可能见到有工业意义的铁矿床。如天山黑峰山一带火山建造分布区，主要为粗面玄武岩、粗面安山岩以及粗面岩等组成的火山杂岩（钙碱指数50—57之间），岩性分异良好。该区既可看到与辉绿岩有关的铁矿床，亦可见到火山沉积气液型铁矿床（黑峰山等），它们都分布在熔岩、粗粒级火山碎屑岩大量发育区。同时在上述矿区外围的火山碎屑岩组合地区，有火山沉积型菱铁矿床产出。此外在大红山—落垭巨大火山岩带分布区，分异良好的细碧角斑岩广泛分布（钙碱指数在50—53之间），并伴有各种类型的火山铁、铜矿床。在不同的岩相组合中，相应类型的火山矿床发育齐全，特别在火山喷发中心地区有多种多样的与内生火山成矿作用有关的火山矿床产出（在成因类型中已有所叙述）。其原因可能是在火山岩浆活动中，丰富的碱金属和良好的分异作用使岩浆中铁质大量富集，在距火山源最近的喷发中心区，就是矿浆、含矿岩浆以及含矿气液最先到达和沉积的部位。当然，在所有组合类型中都有矿床产出是不多见的，这要视火山活动的规模、物质来源的丰富程度以及沉积环境是否有利等条件而定。

相反，碱金属较低或分异较差的火山建造，在火山喷发中心区，品位高、规模大的火山铁矿床是不多见的，多为质量差的中小型矿床。但在近—远火山地区却有优质的或大型的火山沉积矿床产出。如与变质较深的（角闪岩相）基性火山岩有关的部分太古代火山沉积变质铁矿床，经原岩恢复，多属碱金属较低的拉斑玄武岩类。据目前所知，极少见到与内生火山成矿作用有关的矿床。从铁矿层（含铁石英岩）的沉积特点和火山碎屑岩密切伴生等情况分析，其沉积环境应为近—远火山地区。又如珠龙关型火山沉积铁矿床，与成矿有关的火山岩虽属富有碱金属的细碧岩，但岩性单一，分异较差，虽然产于火山喷发中心地区，但一般属薄层状品位低的中小型火山沉积铁矿床。而在附近的火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩区，却形成质量较好的大型桦树沟火山沉积型铁矿床。

铁矿床这种远离喷发中心地区的原因，除铁质本身沉积的物理化学特点外，一个很重要的原因是铁质的富集形式。在碱金属含量不高或分异较差的火山岩浆中形成丰富矿浆的可能性是不大的，同时来自火山气液的喷气和热泉所带来的铁质恐怕也不会十分丰富，所以在火山口附近难以形成高品位、大规模的铁矿床。而海水对含矿的火山碎屑，也就是对富铁质的基性火山碎屑的淋滤作用，是铁质的重要来源之一，但富集过程则需要火山碎屑在海水中比

较长距离的搬运和稳定的沉积环境。因此在低碱或岩性单一的中基性火山岩地区,应注意火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩组合地区的找矿工作。

3. 海底火山沉积作用的意义

根据我国海相火山铁、铜矿床资料的整理和上述矿床类型的划分,有火山沉积作用参与而形成的铁矿床(如火山沉积型、火山沉积气液型、火山沉积变质型以及火山沉积接触变质型和混合岩化火山沉积型等)在海相火山铁矿床中所占比例可达85%以上;有沉积作用参与而形成的铜矿床在海相火山铜矿床中则占一半左右。这些统计数字可以说明,海底火山活动中沉积作用对成矿的巨大意义。因此,在火山建造地区,不论是火山喷发中心地区,还是近一远火山地区,都应极其重视火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩层位及地区的普查找矿工作。

本文在成文过程中,参阅了有关单位的某些资料,作者一并表示谢意。

A DISCUSSION ON GENETIC TYPES AND METALLOGENIC CHARACTERISTICS OF THE MARINE VOLCANIC IRON AND/OR COPPER DEPOSITS IN CHINA

Jiang Fuzhi

(Beijing Institute of Geology, Ministry of Metallurgical Industry)

Abstract

An investigation into metallogenic environments and ore-forming processes of hundreds of marine volcanic iron and/or copper deposits in China formed in different geologic periods reveals that ore magma and ore-bearing gases or fluids behaved differently in mineralization in two different environments—subterranean environment prior to their reaching sea floor and submarine environment after their effusing outside sea floor. In the former case, endogenic volcanic deposits were formed as a result of such actions as magmatic differentiation or pneumato-hydrothermal processes, while in the latter case volcanic eruptions, effusive accumulations and exhalative hot springs, in conjunction with submarine sedimentation, gave birth to exogenic volcanic deposit. As the volcanic magma had the characteristics of repeated activities and eruptions, complicated volcanic deposits might have been formed in the vicinity of the craters due to the superimposition of several times or multiple kinds of volcanic mineralizations or the transformation related to these activities. Located in age-old geosyncline regions, all of these deposits underwent such geologic activities as regional metamorphism (medium to high grade),

contact metamorphism, and migmatization, forming as a consequence transformed volcanic deposits.

Based on these observations, the author has classified the marine volcanic iron and/or copper deposits into six types and still more subtypes: (1) iron and/or copper deposits related genetically to subvolcanic intrusions (porphyry, porphyrite, diabase, etc.); (2) volcanic pneumato-hydrothermal deposits (volcanic skarn deposits, volcanic hydrothermal deposits, etc.); (3) volcano-magmatic effusive deposits; (4) volcanic sedimentary deposits; (5) complex volcanic deposits (volcanic sedimentary pneumato-hydrothermal deposits, volcanic effusive sedimentary deposits, etc.); (6) volcanic deposits with an affinity to regional metamorphism, migmatization and contact metamorphism. In this paper, general features of these different types of deposits are also illustrated with examples.

The occurrence of these deposits must have had much to do with lithology, alkalic metal contents and differentiation conditions of volcanic rock formations. The well differentiated alkaline volcanic complexes with calc-alkali indexes of 51-56 were favorable for the formation of endogenic and exogenic volcanic deposits. On the other hand, insufficiently differentiated, lithologically monotonous basic volcanic rocks (basalt, spilite, etc.) tended to form gigantic volcanic sedimentary deposits provided that adequate sedimentation played the role of compensation. In addition, the association of volcanic rocks of various petrofacies controlled directly the distribution of different types of ore deposits: endogenic volcanic deposits, volcano-magmatic effusive deposits and complex volcanic deposits constituted the predominant ore types in the petrofacies association of the central part of volcanic eruption; volcanic sedimentary deposits dominated the areas adjacent to or far away from the volcanos and containing mainly volcanoclastic rocks and volcanoclastic sedimentary rocks.

The important role sedimentation played in the ore formation during submarine volcanic activities might be recognized in the fact that, of all the marine volcanic iron and copper deposits, volcanic sedimentary types, volcanic sedimentary pneumato-hydrothermal types to whose formation sedimentation made a contribution, and transformed volcanic sedimentary type possess a substantial proportion.