

特提斯欧亚成矿带的铜矿床和地质构造背景

本文论述了有关斑岩铜矿床和块状硫化物铜矿床之间的关系，以及特提斯欧亚成矿带的大地构造环境。特提斯欧亚成矿带位于非洲—阿拉伯板块和欧亚板块之间，长近一万公里，它连接欧洲阿尔卑斯成矿系和太平洋成矿系。板块构造模式提出了在空间和时间上该成矿带的构造演化，并着重于各个地段的主要构造。

序 言

加强铜矿床勘探，特别在最近十年间，加强对欧洲东南部、土耳其、美国、伊朗和缅甸一些地区铜矿的评价，已揭露了许多一般性特征。利用情报进行成矿预测分析，可能得出全球性成矿单元的认识，在这里称它为特提斯欧亚成矿带。

该成矿带位于南为非洲—阿拉伯—印度板块、北为欧亚板块、前特提斯海地区之间。其延伸从欧洲东南部，经过东庞廷山脉、小高加索、伊朗、阿富汗东南，达到喜马拉雅地区，继续向东南延伸到缅甸和苏门答腊以外，而与太平洋成矿带相连结。该带北西延伸经阿尔卑斯向中欧（如图），但仍没有明显的证据所说明。我认为这就是特提斯欧亚成矿带现在的位置。

从经济观点来看，这个带很重要，就其矿产潜力而言，比早已证明了的铜矿贮藏量更多。

除正在工作的铜矿床，如南斯拉夫的马伊丹佩克和博尔，保加利亚梅德提、佛拉伊科夫、弗尔赫、拉德卡和埃尔西卡斑岩 Cu/Mo 矿和块状硫化物铜矿外，还有苏联的亚美尼亚、亚格尔斯科、达斯塔凯尔特、德泽达林和安卡兰斑岩 Cu/Mo 矿和块状硫化物矿床，而几个其它的大型斑岩铜矿床处于开发之中。从一部分早已证明的经济（工业）矿床看，大多数铜矿和少量矿点以及斑岩型和块状硫化物型矿床的产出已成为同一体。在该成矿带内铜为主要金属矿，而且这里还产其它矿床和铅锌、金矿化。

特提斯欧亚成矿带各个地段的大地构造发展，已用传统地槽概念见解作过大概讨论，而以新的全球构造讨论就更少了。本文作者拟讨论成矿带的大地构造演化和进行解释，一般来说，是根据板块学说解释这个带各个地段的某些主要特征。将成矿带大地构造演化的详细改造作为一个整体汇集在一张完整的图上是困难的。但考虑到这篇文章的目的——编制一张铜矿床大地构造背景的一般特征图——很简单的轮廓线是完全必要的。

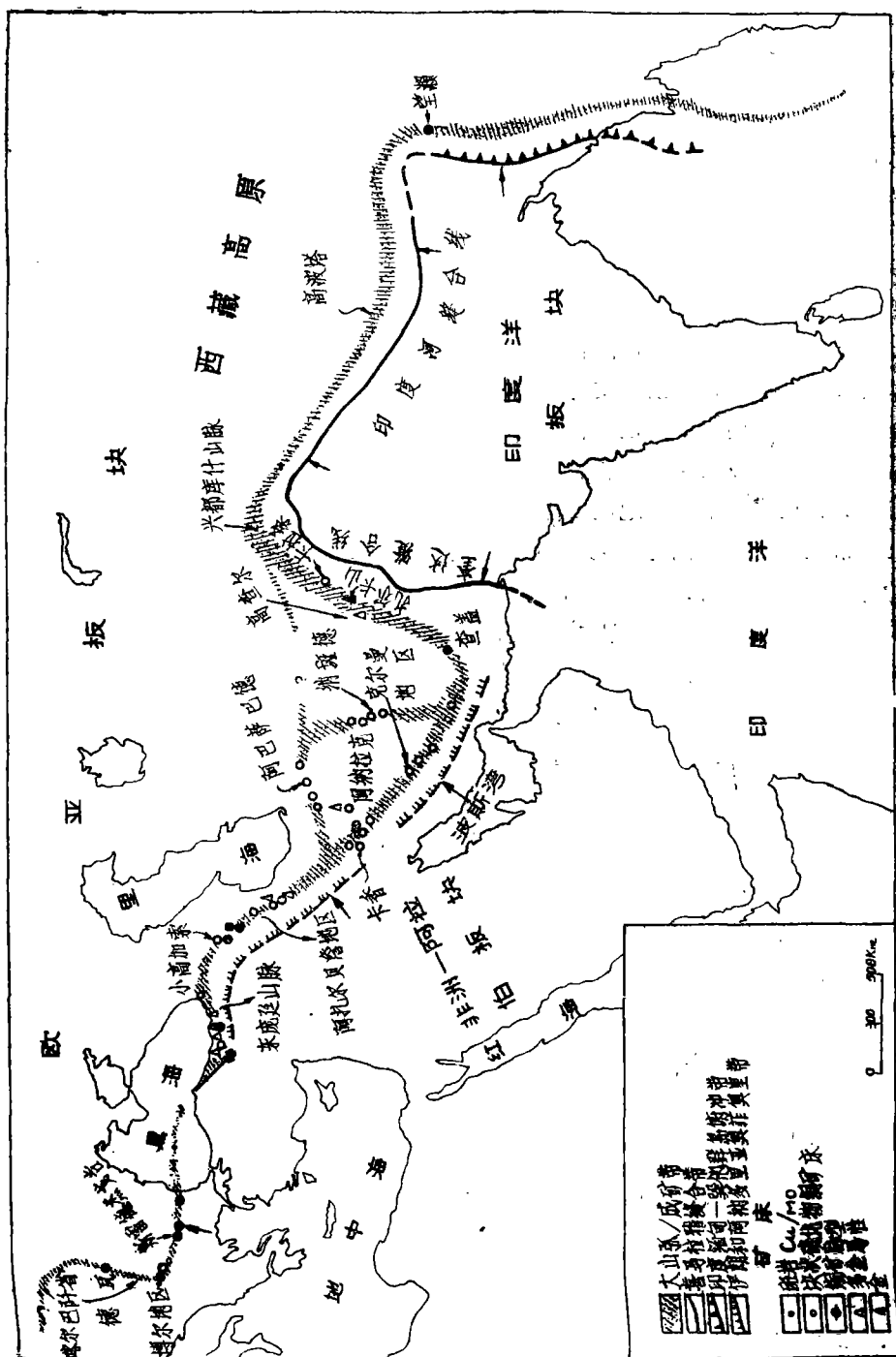


图 1 特提斯欧亚成矿带

特提斯欧亚带的一般成矿特征

这个带的铜矿床，为斑岩型和块状硫化物型两种类型。在区域和局部的特征上，如大地

构造位置、矿石金属来源和母岩浆、矿石金属从岩浆分离出来的机制、成矿类型以及围岩蚀变相都具有相似的特征。

（一）区域大地构造控制：

本成矿带与很狭窄的（最宽20—80公里）但非常破碎的延长构造（主要特征？）有关，而这个构造几乎与欧亚板块边缘平行。含矿构造沿成矿带成不连续发育。

（二）岩浆控制：

该成矿带位于似地堑构造中，其产生与火山—侵入岩带有关，在地堑构造地凹处充满了火山—沉积建造。

火山活动具陆地和海底喷发特征。在成矿带内某些地区岛弧拉斑玄武岩是继钙碱性火山作用之后，开始海底喷发的。安山岩发育最广泛，而英安岩和安粗岩通常很少。

侵入体往往局限于火山岩中，很少在似地堑构造周围的岩石里。侵入岩通常成岩株，并由花岗岩、花岗闪长岩、二长岩到闪长岩以及辉长岩分化的过渡岩浆所组成，其中二长岩和花岗岩闪长岩最广泛。在成矿带某些地区安山岩—流纹岩的隐伏火山侵入体也伴随产生。

这些岩墙分布很广泛。它们与Cu/Mo矿化的关系是特殊的（前期和中间矿化阶段），所以岩墙能作为勘探某些斑岩铜矿床的标志。

母岩浆很可能是来自俯冲板块或大陆壳的最下部。然而在这个带的某些地区，如伊朗克尔曼、南斯拉夫博尔岩浆杂岩、保加利亚布尔加斯的详细勘探资料是可利用的，从整体来看成矿带母岩浆成因仍然是个公开的疑问。克尔曼地区侵入岩中 Sr^{87}/Sr^{86} 比值和博尔岩浆杂岩迄今已查明为0.704—0.714的范围内。这些 Sr^{87}/Sr^{86} 比值说明原上地幔物质被再熔融地壳物质所混杂。在母岩浆成因未解决前，沿特提斯欧亚成矿带系统研究和分析该带某些地区岩浆杂岩中 Sr^{87}/Sr^{86} 是必要的，从而能得到这些岩浆从主要来源到侵位的演化特征。

（三）岩浆活动时代：

形成成矿带这个地区的大地构造演化，几乎沿着白垩纪的整个带同时开始，然而在该带区内，其演化强度和特征各个地区有所不同。在森诺曼世（晚白垩世）时，开始出现欧洲东南部的岩浆活动，而且延续到早第三纪（近于50—90百万年），向东更远到小高加索，岩浆活动在晚白垩世开始，到始新世（歪辉岩）、渐新世（35—40百万年：辉长岩和二长岩）、中新世（28—18百万年：花岗闪长岩、花岗岩）时达最高峰。往东南在伊朗克尔曼地区，浅处水平侵入体的侵位（花岗闪长岩、次火山似英安质安山岩）大约开始于中渐新世，到中中新世时达到极点；在晚中新世到早上新世时完全冷却。缅甸火山弧就更年青了（中新世或更晚）。

岩浆作用发展中的时间变化说明岩浆作用在这个带西部比东部地区发育较早的特征，而且封闭的也较早。

（四）矿石金属来源：

矿石金属铜和钼明显的与二长岩—花岗闪长岩浆有关。虽然母岩浆的 Sr^{87}/Sr^{86} 比值没有明显的说明岩浆杂岩来自上地幔，但很可能矿石金属来自很深处，从南斯拉夫地区成矿带内几个斑岩铜矿床的黄铁矿和黄铜矿硫同位素比值，说明 δS^{34} 值近于千分之零点几，并在一个狭窄范围内变动。

矿 床	由	到	平均 δS^{34}
Majdanpek	- 1.98	+ 4.83	+ 1.70
Dumitri potok	+ 0.93	+ 2.79	+ 1.92
Veliki krivelj	- 0.09	+ 1.82	+ 0.88

克尔曼地区某些其他的铜矿床显示相似的值。这些 δS^{34} 值说明作为硫化物的硫和矿石金属的基本来源。从千分之零点几的 δS^{34} 值的微小正偏差，可以得出与结晶硫有些混杂的结论。

(五) 矿床类型:

本成矿带铜矿床有以下几种类型:

1、斑岩Cu/Mo矿 矿床与侵入体顶部有关,并位于侵入体或周围的歪辉熔岩之中,特别是在周围的结晶片岩中。

部分矿石,具垂直和水平带状分布特征,Cu/Mo的富集常常与深部矿床有关,并被Pb/Zn和金矿化所覆盖;因此,Pb/Zn和金矿化的带状分布和产出,常是作为良好的勘探标志。

2、交代块状硫化物矿床 通常产于该带的火山杂岩中。这类矿床更年青,后成于围岩。在成因上这类矿床如同斑岩铜矿床一样,与深部来源有关,然而它们的矿物组合是不同的。

交代块状硫化物矿床和斑岩铜矿床之间的关系特别重要,关于这个问题几个报告中曾阐述过,但一般仍没有结论。两种类型的矿床都在这个带内,或富集于主要构造成矿带中,或者在空间和成因上很密切,以致彼此之间不能分开。例如,保加利亚弗拉吉科夫弗尔赫斑岩铜矿床,逐渐进入埃尔西卡块状硫化物矿床(它们之间的水平距约1.0公里),南斯拉夫博尔交代块状硫化物铜矿床中有些矿体类似斑岩铜矿化。

3、层状火山—沉积块状硫化物矿床 已知大部分矿都在东庞廷山脉中。该类矿床主要与火山穹丘和火山口有关,并沉积在火山杂岩一定的水平面中。矿床常常显示逐渐迁移到上盘,很少进入下盘。矿石金属部分的水平分布特征:从以铜为主经过Cu/Zn进入到以锌矿化为主。

东庞廷山多金属矿床显示与其它主要成矿带有许多不同,有点类似库罗科型矿床。

4、脉状铜矿床 产于成矿带的许多地区,这类矿床在保加利亚布尔加斯地区特别有意义。

5、矽卡岩矿床 一般产于侵入体边缘。这类矿床作为斑岩铜矿床的勘探标志比作为矿石金属来源更有意义。

板块构造学说论该区成矿带的地质构造背景

特提斯欧亚铜矿成矿带的成因,无疑是与火山—侵入岩带的成因和大地构造演化有密切连系。由于这个成矿带产生的原因很多,而且是发生在一亿年前很复杂的过程,以及对长约一万公里的带的不同成矿环境还没有系统研究的缘故,所以目前认为关于控制铜矿成矿单元和辉长质的火山—侵入杂岩,以及花岗闪长岩浆分布的全球构造形成过程,就只能作简单地

叙述。

似乎必须把成矿带的形成和其性质特征与地质构造的成因和空间上的联系搞清以前,才可能对特提斯欧亚成矿带中某些部分大地构造背景的主要特征作出评价。

(一)喀尔巴阡—巴尔干地带:

矿床形成与位于似地槽构造中的白垩纪—早第三纪火山—侵入杂岩有关,常为明显的纵断层所控制。向东该火山—成矿带从喀尔巴阡跨过东瑟比阿、保加利亚斯雷德杰戈吉、黑海再向土耳其东庞廷山延伸

在该成矿带的这个区内有几个重要铜矿床,如马伊丹佩克、维利基克里维尔吉和博尔,其次有麦德蒂、弗拉吉科夫弗尔赫、阿萨瑞尔和埃尔西卡等,还有罗马尼亚德瓦。

在区域上,该成矿带位于沿特提斯带北部边缘。在火山弧的形成和产生铜矿沉积之中,这个地区晚三迭世大地构造演化,确实是比较复杂的。因此,较大的单个大地构造单元之间相互关系的解释仍然是个争论。

东塞尔维亚大地构造演化的实验模拟,是根据板块构造观点提出的,对于形成该带的一种有益溶液是从喀尔巴阡到黑海,以至向东更远的地方而来。

按格拉比克的意见,小海洋(micxocean)—多脑河槽地—在莫西安地台中间形成于晚侏罗世,这个地台是欧亚大陆板块南部边缘上晚侏罗世—早白垩世地层的部分,小海洋的封闭由上阿普第期开始,终结于阿尔必期。在博尔—斯雷德杰戈吉—布尔加斯带内火山弧的成因,一般与“同时期的多脑河槽地以及在岛弧之下的莫西安地台大陆壳”的古洋壳和陆缘壳俯冲有关。罗多皮小板块可能向北运动,最大可能引起多脑河槽地全部俯冲,在地面上仅仅剩一小部分。这些运动使罗多皮小板块部分冲在巴尔干上变为欧洲板块的一部分。

火成杂岩的形成与其伴随铜矿床的产生是由于俯冲洋壳部分熔化和岩浆沿毕乌奥夫带断裂侵入的结果所形成。

(二)东庞廷山—小高加索地区:

位于东庞廷斯山和小高加索地区特提斯欧亚成矿带的这一部分,由于形成它的大地构造发展条件相当复杂,所以本地区具有相对于该成矿带其它部分的某些成矿专属性。

火山活动从侏罗纪开始至中新世结束,其发生与矿床的形成有关。在空间上,火山—侵入杂岩的侵入是在许多相互近于平行的火山弧内,在形成时代上它们各有不同。侏罗纪—巴欧克姆阶(早白垩世早期)拉瓦玄武质岩浆的变岩,为更晚的弧内钙碱性杂岩的产物所继承。

块状火山—沉积铜和Pb/Zn矿床在东庞廷山矿床中广泛分布,而纯粹的斑岩铜矿床则更少。铜矿床也发现在具有混染块状的和斑岩特征的一些地方,如屈雷和穆尔加尔部分。

矿床空间位置表现出一种明显的横(水平)带状排列,这已为现在近于互相平行的少数构造成矿带所验证。成矿时代在个别构造成矿带内是不相同的,其范围是从侏罗纪到中新世,有的地方甚至更年青。Cu、Pb/Zn和硫铁矿床主要位于沿海岸一带,而Cu/Mo矿化的产出被控制在南部狭窄边缘带。有几个成矿带在小高加索地区也发现,它们中的每个特殊矿床类型形成于中生代和第三纪不同时代之间。

特提斯欧亚成矿带这部分的大地构造演化,大概在小高加索地区,已在地槽基础上进行了改造。最近,斯米尔诺夫(1974)以地槽学说和有关成矿学说详细写出并指出主要成矿带

和高加索火山弧与毕乌奥夫带有成因联系,且从北向南移。

板块构造学说提供了对东庞廷山、小高加索的成因和大地构造演化以及铜的成矿带和Zn/Pb矿化最全面的解释。蛇绿岩带表现出洋壳的残余(安纳托利亚海洋板块),并向南延伸从更早的古生代大陆的庞廷斯山—格鲁扎小板块跨过安纳托利亚,向东更远进入伊朗。北部火山弧和南部蛇绿岩带之间产生了一条混杂堆积带平行蛇绿岩带。

米特契尔和贝尔(1973)及佩贾托维克(1974)根据一般原则提出了在东庞廷山存在有火山弧和复杂岛弧上典型的Cu、Zn/Pb矿床。这些混杂作用可划分为几个阶段,开始是安纳托利亚洋壳俯冲在庞廷山脉—格鲁扎小板块之下,最后是几个弧的形成。

在某种意义上说,东庞廷山—小高加索铜矿床的形成和大地构造背景,与特提斯欧亚成矿带的其它部分基本相似,都是洋壳俯冲作用及其部分熔化的结果,火山弧伴有不同类型矿床,且产于毕乌奥夫带上俯冲发生处不同距离的地方。

(三) 伊朗—阿富汗地区:

伊朗的许多铜矿床中,最主要的是在克尔曼地区的铜矿床。巴基斯坦西部的铜矿床未作过系统的勘探。虽然认为在阿富汗东南矿床潜力很大,但系统勘探和成矿研究仍然是不够的。

特提斯欧亚成矿带的这个地区大地构造背景的发展,以板块构造学说解释显然是合适的。

该成矿带的伊朗地区大地构造背景的主要构造要素特征为:

1. 扎格罗斯褶皱带。
2. 晚白垩世蛇绿岩带作为特提斯海残余从安纳托利亚延伸,并进入到喜马拉雅地区。
3. 混杂堆积带与蛇绿岩带平行,沿其边缘深槽作为先前(古)海成分的痕迹。
4. 火山弧,在空间和成因上与铜矿床有关。火山弧部分呈线状,并与蛇绿岩带平行,部分位于卢特小大陆周围。

对伊朗—阿富汗—喜马拉雅地区大地构造演化的更详细分析不属于本文范围和目的。本文只着重于该区大地构造发展,而位于邻近欧亚板块南部边缘的大地构造是很复杂的,不同的运动不但影响到阿富汗—阿拉伯和印度板块,而且也影响到欧亚板块。

位于卢特小大陆和部分火山弧的大地构造演化是发展很复杂的,但现在还未完全弄清楚。

阿曼莱恩火山弧的位置和走向向东,而喜马拉雅山受印度板块运动的强烈影响,因此,论及到阿曼莱恩以东火山弧的走向与伊朗西部和扎格罗斯带走向不同。该火山弧与查曼(巴)断裂系统平行,它很可能是印度板块和大部分欧亚板块之间的主要缝合线。

火山弧在欧亚板块中的空间位置,由于特提斯的封闭和在早第三纪时就有些小海盆的原因,所以其形成是在洋壳俯冲之前。因此,火山弧走向与俯冲前的方向平行。

(四) 西藏—缅甸地带:

在西藏高原地区,铜矿化没有显露,最大的可能是由于勘探程度低。缅甸火山弧中产有几个铜矿床。因此这个大范围内成矿报导很少,这种论述应看作是推测的和初步的。

西藏高原火成杂岩的大地构造位置、时代、成因和成分,与缅甸火山弧之间是不同的。

西藏高原的火成杂岩主要由英安岩、含碱高的(碱的总含量约为8%)和次要的安山

岩组成。火成岩具K/Na比值高的特点。这些火成杂岩，在第三纪时形成于印度缝合线以北，并与它平行。

该火山杂岩与其说主要来自“下沉岩石圈板块中角闪岩/榴辉岩的部分熔融体，倒不如说是来自下部地壳熔融体和部分熔融体。”该火成杂岩的矿床成因很可能与成矿带其他地区的成因不同。铅锌矿床比铜（主要矿物组合）更容易发现。

缅甸中央洼地的火山弧位于邻近亚州板块东南大陆边缘西部，其延伸超过2000公里。向南连续经过安达曼海中的巴伦岛和纳康达姆岛的活火山，并进入苏门答腊巽他群岛山弧。由此可见，特提斯欧亚成矿带与太平洋地区成矿系连结。

在火山弧内的火山杂岩大部分由中新世到第四纪的安山岩、部分玄武岩及流纹岩组成，其时代为中新世到第四纪。

火山弧的成因与亚洲板块东南部之下的俯冲洋壳板块熔融体有关。

结 论

邻近以前的欧亚板块南部边缘的全球成矿带，称特提斯欧亚成矿带，长近一万公里，它连结欧洲阿尔卑斯成矿系和太平洋成矿系。

特提斯欧亚成矿带与火山—侵入岩和火山—沉积杂岩有成因上的联系，而这些岩石是由发生于俯冲板块和/或大陆壳较下部的钙碱性岩浆而来。在局部，岛弧拉斑玄武岩与火山—沉积型矿床有成因上的联系。岩浆活动大部分在晚森诺曼世（晚白垩世），并说明时间是从成矿带的西部地区向东部地区变化，而结束于中新世（在缅甸中央洼地的火山弧中）。

这个成矿带主要包括有火山—沉积和交代块状硫化物铜矿床及斑岩铜/钼矿床型，同时还有矽卡岩型和脉型矿床。铅—锌和金矿床是单一矿床。在毕乌奥夫带俯冲之前形成了该矿床，并与火山—侵入岩带有成因上的联系。

从整体来说，大地构造演化沿特提斯欧亚成矿带是很复杂的，即从俯冲在大陆壳之下的洋壳，经过两个大陆板块间的碰撞，到复杂岛弧和俯冲于小板块之下的各个地段中大地构造的演化是不同的。所以，特提斯欧亚成矿带的大地构造演化，包括破裂板块边缘的几种类型（安第斯型、碰撞型和复杂岛弧型）。

特提斯欧亚成矿带创建模式的提出仅仅是初步的。要得到本成矿带大地构造演化和矿床的更全面的叙述，对阿富汗、西藏高原和缅甸作系统的研究是很必要的。这种研究从经济观点看也是有价值的，认为在这些地区的铜矿床和小规模的铅—锌和金矿床是很有希望的。

（程淑兰译自美国《矿床学》1977, N01
许原道校）