

南斯拉夫斑岩铜矿

冶金部赴南斯拉夫地质科技合作组

根据中国和南斯拉夫两国政府科技合作协议，冶金部赴南斯拉夫地质科技合作组于1981年5月间访问了南斯拉夫塞尔维亚共和国地质局（Geoza vod）及其所属金属矿物原料研究所和地球物理探矿研究所，以及贝尔格莱德大学地质采矿系，考察了塞尔维亚共和国的波尔、大克利维利、马伊丹佩克和马其顿共和国的布奇姆铜矿。本文介绍南斯拉夫斑岩铜矿的成矿地质特点。

矿带的区域地质环境

大地构造上，南斯拉夫属于古地中海大地槽的一部分，地处阿尔卑斯褶皱区。它是新褶皱山地与古陆残片相结合的区域。古地中海大地槽在早古生代晚期变为地台，到侏罗—白垩纪该地台开始活化，白垩纪末到第三纪初，阿尔卑斯造山运动奠定了构造轮廓，整个造山过程至今仍在继续。

南斯拉夫大地构造划分为东部阿尔卑斯东西向构造带、狄纳利山地北西向构造带、塞尔博—马其顿地块、喀尔巴阡—巴尔干弧形构造带、潘诺盆地和亚德里亚盆地六个构造单元。

南斯拉夫的铜矿是特提斯—喜马拉雅斑岩铜矿成矿域的西延部分，分属喀尔巴阡—巴尔干矿带和塞尔博—马其顿矿带（图1）。喀尔巴阡—巴尔干矿带随同名弧形构造带延伸。喀尔巴阡—巴尔干弧形构造带的基底为元古界片麻岩，古生界碳酸盐—泥质砂岩层沉

积之后，在白垩纪末至早第三纪发生地槽型沉降，发育安山质火山—侵入杂岩。蒂莫克铜矿成矿区，位于这个弧形构造带的中段，呈北北西方向分布。塞尔博—马其顿矿带叠合在同名地块上，走向北西。塞尔博—马其顿地块的下构造层由元古界结晶片岩组成，第二构造层为古生界沉积，海西晚期形成地台。第三纪以来，受隆起作用影响，断块构造发育，为一地垒—复背斜构造，安山质火山—侵入杂岩沿平行切割该地块的深断裂分布。

两个矿带所在的大地构造单元上，海西期的岩浆活动以花岗质岩浆的侵入作用为主体，而铜矿和铅锌矿的成矿作用与晚白垩世至第三纪安山质火山—侵入作用有关。

喀尔巴阡—巴尔干矿带

该矿带从匈牙利、罗马尼亚经南斯拉夫

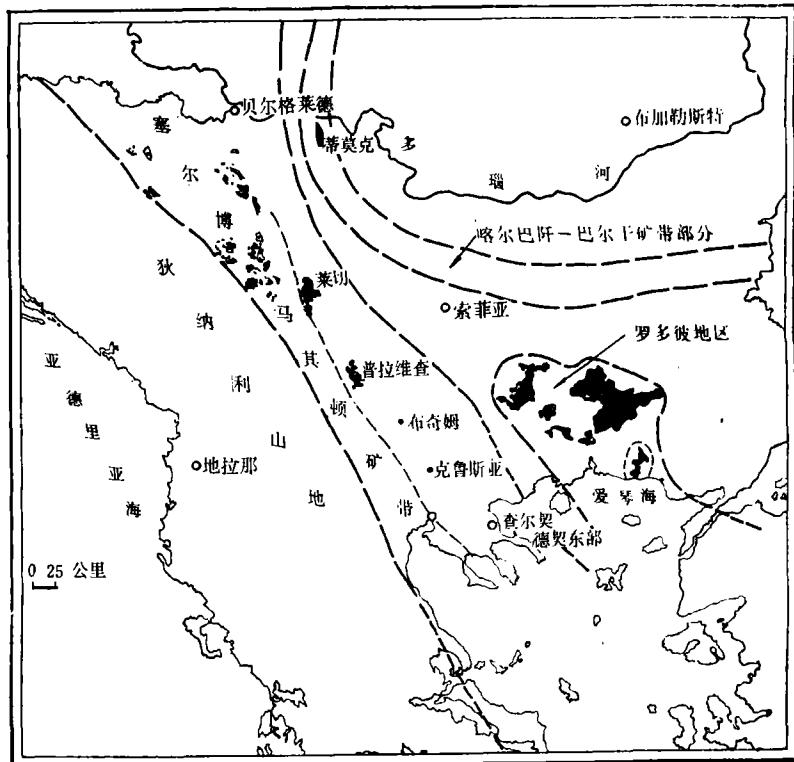


图1 喀尔巴阡—巴尔干矿带和塞尔博—马其顿矿带示意图

塞尔维亚共和国东部向保加利亚、土耳其方向延伸。蒂莫克成矿区是欧洲铜矿的重要产地之一，1903年即着手开发，70多年来铜的总产量占欧洲产铜量的10~15%。其中最重要的矿床有马伊丹佩克、塞罗沃、大克利维利、小克利维利和波尔等矿床。马伊丹佩克和波尔矿山年产矿石185万吨，年产铜10.5~11万吨。五个矿床保有矿石量见表1。

蒂莫克成矿区保有矿石量 表1

矿床名称	矿石量(亿吨)	铜品位(%)
波尔	0.8	1
大克利维利	7.0	0.412
小克利维利和塞罗沃	2.0	1左右
马伊丹佩克	5.5	0.5

波尔矿床的矿石量系指上部含铜硫化物矿石，不包括下部的斑岩型铜(钼)矿石。

蒂莫克成矿区是一个火山—侵入杂岩区(图2)。该杂岩区是一个大陆内部的裂谷型向斜，长70公里，宽20公里。岩浆活动始于晚白垩世，持续到早第三纪，最强烈时期在90~60百万年。可分三期：

第一期火山活动，火山碎屑岩超过熔岩。先有角闪黑云安山岩、角闪安山岩和英安岩形成，岩石中的角闪石和黑云母常呈显著的聚斑，Breithaupt称角闪黑云安山岩为蒂莫塞特(Timocite)，然后有辉石安山岩形成。火山沉积岩系包括互层的页岩和凝灰质泥岩。多数沉积于浅水环境，陆相喷发也有断续出现。

第二期的火山岩以角闪辉石安山岩和辉石安山—玄武岩为代表，火山碎屑岩也超过熔岩。火山沉积岩除页岩和砂岩外，偶尔夹灰岩。

第三期火山岩为小规模安粗岩和粗安岩，熔岩是此期的主要产物。富含二氧化硅，明显地富钾质。

侵入岩，除前两期为火山管道充填和呈岩墙状产出外，主要在早第三纪初期沿复活的基底断裂分布。大多数为二长岩型；二长岩、闪长岩、石英闪长岩、正长岩、花岗闪长岩和正长辉长岩；二氧化硅从饱和至过饱和，岩石系列从钙碱性至富钾。

蒂莫克火山—侵入杂岩区裂谷型向斜的两翼由元古界片麻岩构成，向内分布古生界的泥砂质片岩和板岩、千枚岩，其中奥陶系

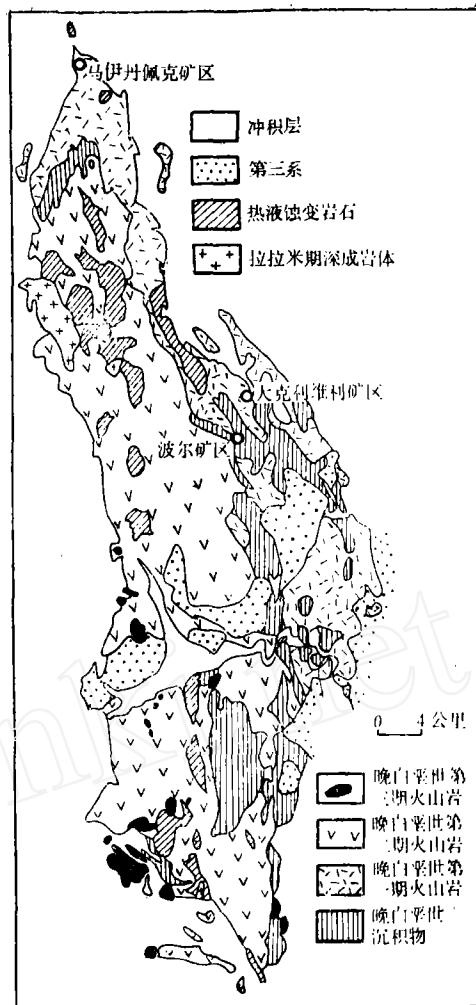


图2 蒂莫克火山—侵入杂岩地质图

和石炭系夹有灰岩。该杂岩区周围古生代的岩浆活动，以海西期最强烈，侵入花岗闪长岩和辉长岩。

蒂莫克火山—侵入杂岩区铜矿化最强，有块状硫化物型、网脉状铜型、斑岩铜(钼)型和层状铜型四类，此外，还已查明夕卡岩型铁矿和铅锌矿和钨矿化。成矿作用与该火山—侵入杂岩区岩浆活动同时发生，控矿构造主要是北北西向断裂。

1. 波尔铜矿床 矿床位于蒂莫克火山—侵入杂岩区中部、波尔断层西侧，产在上盘安山质火山岩层与下盘砾岩之间的蚀变角闪黑云安山岩中。由蒂尔瓦罗絮、蒂尔瓦伦敦、科卡杜尔堪、谢斯梯克、卡缅甸雅和“A”、“B”、“C”、“D”、“E”、“F”、“G”、“H”和“V”等14个矿体组成。四种铜矿化类型齐全。

块状硫化物矿体位于矿床上部，其下发育网脉铜型矿石（图3）。后者具相当大的规模。块状硫化物型矿石由黄铁矿、辉铜矿、铜蓝、斑铜矿、黄铜矿、蓝辉铜矿、硫砷铜矿等组成，而以黄铁矿最多。早期黄铁矿为致密块状，粗晶黄铁矿和多数铜矿物在致密块状黄铁矿中呈网脉状或团块状分布；大多数辉铜矿和铜蓝，可能是次生富集沉积的。方铅矿稀少，偶见硫磺。铜矿物、特别是硫砷铜矿富含硒和锗。黄铁矿偶而富

含镍（少数样品大于1%），但钴含量非常低。矿石含银、金和铂。赋矿角闪黑云安山岩广泛蚀变，以硅化和高岭石化为主，伴随少量绢云母化。石膏化普遍，并有重晶石和白云石；某些部位出现叶腊石、硬水铝石。局部发育明矾石。

斑岩铜（钼）型矿石，近几年才发现，位于块状硫化物型和网脉状铜型矿石之下，彼此逐步过渡。深部钴深已揭露石英闪长斑岩岩枝体。黄铁矿（6%）、黄铜矿以及深部

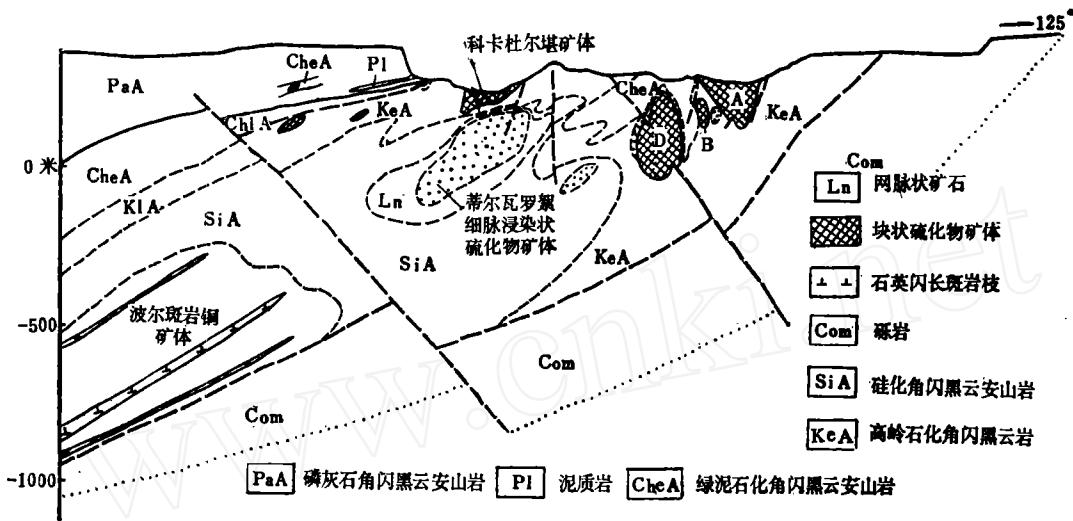


图3 波尔矿床区地质剖面图

的辉钼矿是此类矿石的重要金属矿物，并与磁铁矿，少量磁黄铁矿、硫砷铜矿和斑铜矿伴生，蚀变以硅化和伊利石化为代表，还有绿泥石化、明矾石化和碳酸盐化，硬石膏分布广泛。

“V”矿体为层状型块状硫化物矿体，1978年新发现，产于波尔矿区南部西缘与泥岩互层的安山岩内。厚度超过20米，近似水平产出（图4）。含矿层位包括火山角砾岩，横向很快尖灭。除黄铁矿显著减少外，矿石组成与波尔矿床的其他块状硫化物型矿体类似，但蚀变轻微。铜品位6%，含金10克/吨，含银35克/吨。

2. 大克利维利铜矿床 位于波尔矿床以北3公里。成矿作用与闪长岩和石英闪长斑岩侵入杂岩有关。钾交代是其主要的热液蚀变，黑云母化向外是绢云母化、泥岩化以及沸石±黑云母±绿泥石±绿帘石组合。硅化分布广泛，数量不多的石膏和硬石膏均匀分布。细脉浸染状矿石主要由黄铜矿、黄铁矿

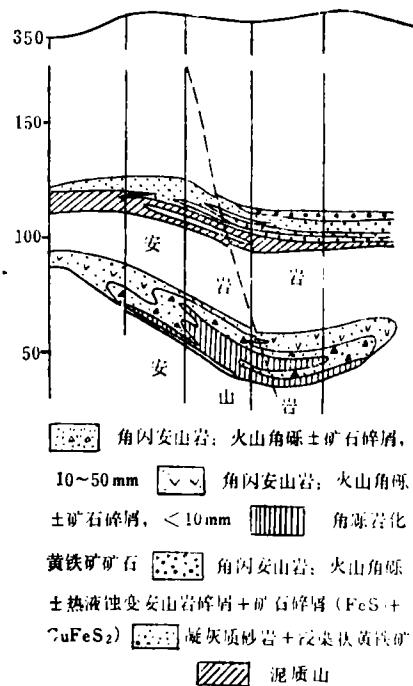


图4 波尔矿区“V”矿体地质剖面图

和辉钼矿组成，伴生磁铁矿，局部见白钨矿、镜铁矿和萤石。

3. 马伊丹佩克铜矿床 位于蒂莫克火山一侵入杂岩区的北端，北北西向展布(图5)。赋矿角闪安山岩呈条状产于元古界片麻岩中，在矿区东北角与灰岩接触，受同向断裂控制，长3公里，宽300~600米，产状近乎直立。部分矿化扩及周围的片麻岩中。

矿石具细脉浸染状构造，黄铜矿是其主要铜矿物，还伴生斑铜矿，黄铁矿丰富，并见辉钼矿。辉钼矿含铼超过2000ppm。金属硫化物形成温度290~240℃。蚀变作用以黑云母化、绢云母化和硅化最重要。

该矿床上部赋存规模不大的块状硫化物型矿体。矿区东北角接触带上有夕卡岩型矿化(磁铁矿、赤铁矿、磁黄铁矿和闪锌矿)以及铅锌硫化矿脉。

塞尔博—马其顿矿带

该矿带位于巴尔干半岛中部，展布在狄纳利山地与喀尔巴阡—巴尔干区域性构造单元之间，塞尔博—马其顿地块上。多年来，该矿带一直是铅锌和铋的重要产区，铜只作为脉状铅锌矿和夕卡岩铁矿的副产品。六十年代以后，随着地质工作的深入，在矿带南部的希腊的查尔契德契东部首先发现斯科莱斯斑岩铜矿床，接着又在南斯拉夫的斯科普里东南部发现布奇姆斑岩铜矿床。已知斑岩铜矿化出现在一个北西向窄长的火山—侵入杂岩带中(图1)。矿带从莱切火山—侵入杂岩区，经布奇姆铜矿区，至希腊的查尔契德契东部地区，长数百公里。

矿带受切割塞尔博—马其顿地块的深断裂控制，在成因上与一套钙碱性的从玄武岩经过安山岩和英安岩到流纹岩过渡为安粗岩的岩浆杂岩系有关。这套火山杂岩系富钾，贫钙，二氧化硅多数过饱和，侵入岩普遍呈岩株状和岩墙状，常为石英闪长斑岩和花岗闪长斑岩。矿带的某些地区，如希腊的多伊兰南部，火山—侵入岩杂岩区的中心部位产出闪长岩和闪长玢岩，侧翼发育石英闪长斑岩和花岗闪长斑岩。

矿带内的矿田和矿区受似穹窿状构造控制。岩浆活动常常发生在不规则圆形或椭圆形构造中心部位。这些控矿构造的边缘被第三纪的湖相沉积物所覆盖。

该矿带，从西北至东南出现下列五个成矿区：

1. 莱切成矿区 莱切安山质火山—侵入杂岩区面积约1000平方公里，原先已发现火山成因的脉状铅锌矿，其中莱切铅锌金矿已投产。近10年来，在安山岩中揭露出几个细脉浸染状铜(钼)矿。初步勘查矿石铜品0.25~0.3%，但规模较大。成矿侵入体正在查明中。

2. 兹拉蒂察—普拉维察成矿区 兹拉蒂

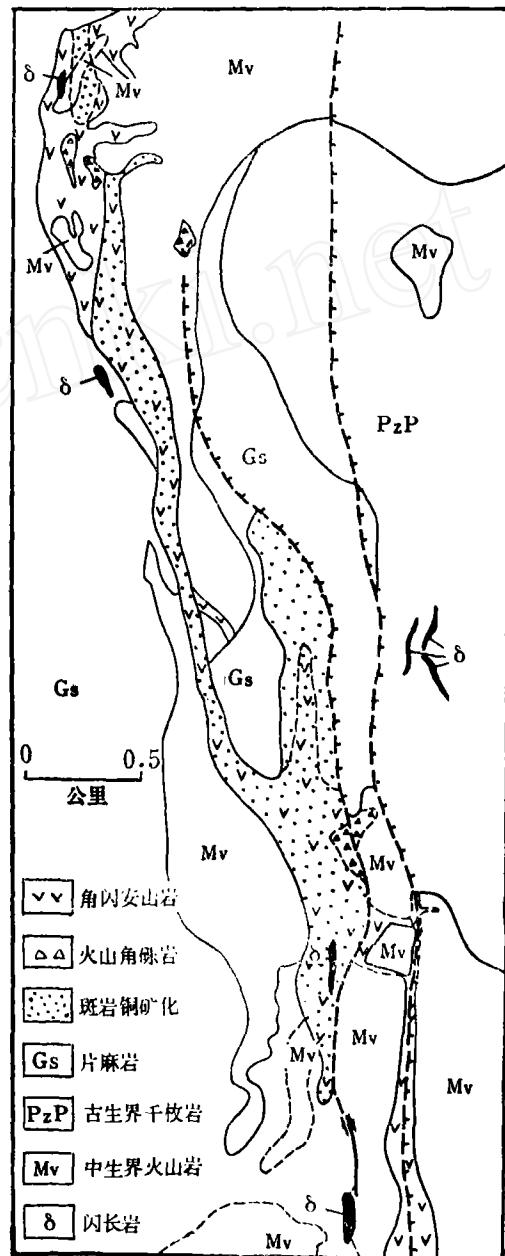


图5 马伊丹佩克铜矿地质略图

察大型脉状铅锌矿附近，在北西向延伸的断裂带内，最近发现类似斑岩型细脉浸染状铜矿化。

兹拉蒂察—普拉维察安山质火山—侵入杂岩区面积约数百平方公里，火山杂岩厚度超过1500米，晚第三纪形成。火山岩系包括英安岩和安山岩、大量熔结凝灰岩和火山碎屑岩，并夹泥质沉积物。侵入岩有粗安岩岩墙和岩株，还有石英安粗斑岩。

细脉浸染状铜矿化赋存在早期火山通道中或其附近，厚度40~200米。金属矿物有黄铜矿，其次为辉铜矿和黄铁矿，再次为斑铜矿、硫砷铜矿、辉铋矿和闪锌矿等。热液蚀变强烈，矿床中部发育次生石英岩和明矾石，周围被硅化和叶腊石化围绕，向外为绢云母、碳酸盐和泥质蚀变矿物组合，外部为青盘岩化带。

3. 布奇姆斑岩铜矿区 布奇姆斑岩铜矿床产在前寒武系夹角闪片岩、黑云片岩和二云片岩的片麻岩中(图6)。成矿安粗岩近乎直立侵入，平面上呈圆形或椭圆形，直径数百米。具斑状结构，斑晶由中长石、角闪石和黑云母组成，偶见石英；成岩年龄钾—氩法测定为 25 ± 1 百万年。

铜矿化分两种类型：一是原生黄铜矿体，金属矿物呈细脉浸染状分布，赋存在安粗岩与片麻岩裂隙发育的接触带上，赋矿接触带宽50~60米至数百米。另一类是次生辉铜体矿，铜矿化富集在片麻岩中。矿区面积 1.5×2 公里，已探明矿石量1.7亿吨。由四个矿体组成：

(1) 环状矿体：似环状，形成于安粗岩体周围，矿环宽100~250米，矿化垂深超过300米。矿石主要由黄铜矿和黄铁矿组成，并含2.8%的磁铁矿。金属矿物以细脉充填为主，部分呈浸染状分布，两者比值约为7:3；铜品位0.4%，含金0.48克/吨。

(2) 丘卡矿体：近于水平的似板状，产于中等倾斜的片麻岩中。安粗岩岩墙交切片麻岩片理侵入。

该矿体发育典型的次生氧化富集带。表层氧化带厚15米，次生富集带厚30~50米；深部过渡为细脉浸染状原生矿石。

似板状次生富集带矿体由辉铜矿和铜蓝组成，包含自然金，并残留黄铁矿和被辉铜矿或铜蓝包裹的黄铜矿。辉铜矿与铜蓝的比

值约为1:1。原生矿石分细脉状和浸染状两类。细脉状原生矿石发育带上，铜的次生氧化富集显著，辉铜矿—铜蓝取代黄铜矿—黄铁矿组成的细脉和微脉，或呈团斑状集合体附着在裂隙面上。矿体平均铜品位0.8%，含金0.38克/吨，钼含量很低。

(3) 沃新尼克矿体：成矿特点属于上述两个矿体的综合类型。原生矿产在安粗岩体东缘与片麻岩接触带上，但主要发育在安粗岩体内。细脉浸染状矿石由黄铜矿、黄铁矿和少量辉铜矿组成，并含2%磁铁矿。次生富集比较显著，次生氧化矿石的矿物组分和矿石构造类型同丘卡矿体。矿石平均铜品位0.56%，含金0.2克/吨。

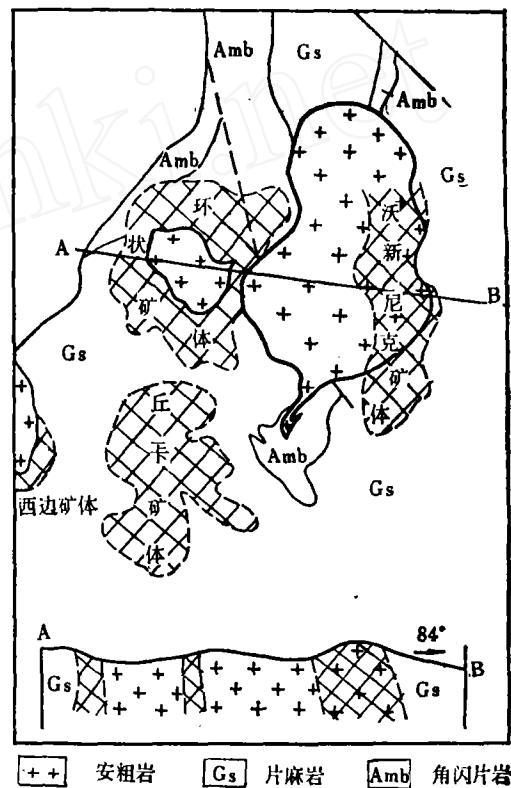


图6 布奇姆铜矿地质略图

(4) 西边矿体：目前正在勘探中。其特点类似上述环状矿体。

布奇姆斑岩铜矿床热液蚀变作用、钾硅酸盐蚀变(钾长石和黑云母)和硅化在成因上、空间上与矿化关系密切。硅化发育部位是矿化的浓集部位，并被宽达100~300米绢云母化带和高岭石化带所围绕。成矿作用的第一阶段形成磁铁矿和赤铁矿，温度近于

400℃；第二阶段形成辉钼矿、磁黄铁矿、方黄铜矿、墨铜矿、黄铜矿及黄铁矿；黄铜矿主要在第三阶段形成，微量方铅矿形成于成矿作用的末期阶段。

黄铁矿 δS^{34} 数值小而且均匀，平均值为+1.06‰（从0.00~+2.53‰），表明硫化物属于岩浆成因。

矿石中主要元素是铜、钼、金、银，伴生钨、锡、镍、钴、锌、铅、铋、砷和钼。

4. 克鲁斯亚成矿区 位于南斯拉夫—希腊边境，有许多闪长岩—石英闪长岩—花岗岩闪长岩岩株体，沿北西向深断裂带侵入于前寒武系结晶片岩中，并伴生有北西向和北东向宽达50米的超基性岩墙。中酸性岩株体出露面积大多数小于0.5平方公里，常见绢云母化、泥岩化，也有硅化，蚀变晕扩及周围的片岩。在瓦蒂和庞托克拉西亚等地已发现斑岩型铜矿。瓦蒂矿床勘查结果已证明其经济价值，矿石量约0.07亿吨。庞托克拉西亚矿床产于岩墙体周围，蚀变范围超过15平方公里，浅钻揭露矿石铜品位0.2~0.6%。

5. 查尔契德契东部成矿区 位于希腊境内，那里有若干岩株和岩墙，最常见的是闪长岩和花岗闪长斑岩，侵入于结晶片岩中。其中的某些岩株体及其接触片岩中发育斑岩型蚀变和矿化。地表可见泥岩化围绕绢云母化。黄铜矿和黄铁矿与绢云母化关系密切，方铅矿和闪锌矿细脉产于泥岩化蚀变带中。正在生产的奥姆匹亚斯大型铅锌矿床位于这个成矿区内，成因上都同第三纪钙碱性杂岩具成因联系。

该区已知的斯科莱斯斑岩铜矿床，成矿作用与花岗闪长斑岩株有关，矿体赋存在斑岩体及其周围破碎的片岩中，呈椭圆形柱体，延深大于300米。矿石铜品位0.2~2%，并含相当数量的金。该区其他四个矿点，也已做了蚀变和地球化学异常的研究。

成矿特点和找矿启示

1. 成矿时代 南斯拉夫境内斑岩铜矿的成矿时代，已知者为90~60百万年和25百万年，系白垩纪末至第三纪形成，并与同时代的安山质火山—侵入作用有关。

2. 构造—岩浆杂岩 蒂莫克火山—侵入杂岩区，最新的研究成果认为是晚白垩—早第三纪发生的一个裂谷型向斜。其依据是：

平行或近乎平行的相邻构造带方向，轮廓清楚的槽形，火山沉积岩厚度2~3公里，其下的地壳厚度大约29公里，与明显的线状航磁异常吻合；安山质火山—侵入杂岩的分布，杂岩区中心部分重力极小值，叠瓦式的纵向断裂，其中一些切割深度较大。波尔矿床铂含量较高，黄铁矿含镍，含矿岩浆可能来自上地幔，但混染陆壳成分，在浅海环境下喷发和侵入；岩浆杂岩具钙碱性特征，并从偏基性的安山岩向硅过饱和并富钾的安粗岩演化。波尔矿床的侵入杂岩 Sr^{87}/Sr^{86} 比值为0.710~0.714。

塞尔博—马其顿矿带的安山质火山—侵入杂岩带分布在北西向深断裂北东侧。成矿火山—侵入杂岩区等间距展布，矿田构造常呈似穹窿状。从成矿火山—侵入杂岩区的岩浆岩岩性上看，控制矿带的深断裂切割深度可能较大。

3. 控岩和控矿构造 蒂莫克火山—侵入杂岩区北北西向断裂占主导地位，成矿岩体常呈同向的岩墙状，或者与其配套的北西向断裂相一致；矿化富集在岩墙体内部或其上方。布奇姆矿区位于刚性地块上断块构造的交汇处。成矿岩体似等轴状，矿化富集受接触带构造控制；沿单向断裂侵入的岩墙体群，矿化面状分布，构成似层状矿体。

4. 地球化学环境 矿带和成矿区内的金属矿化组合表现出高硫的地球化学环境。已查明的夕卡岩铁矿和脉状金矿规模有限，但铜矿和铅锌矿规模很大。蒂莫克火山—侵入杂岩区的某些铜矿床还发育含铜块状黄铁矿体。两个矿带的成矿地球化学环境类同我国内生铜矿成矿区。

5. 热液蚀变 两个矿带的斑岩铜矿床，黑云母化都较显著，并为绢云母化和高岭石化围绕，矿化富集与硅化关系密切。块状硫化物矿体发育绿泥石化、高岭石化和硅化。石膏和硬石膏的分布都较普遍，并见明矾石化和重晶石化，特别是含铜块状硫化物矿体内更为常见，另外还有白云石化。

6. 矿化分带和矿床成因 通常情况下，锌铅矿（化）围绕铜的浓集中心分布或者区域共生。波尔矿床和马伊丹佩克矿床，斑岩铜（钼）型矿石在下，块状硫化物型矿石在上，两者之间是网脉状铜型矿石。斑岩型铜（钼）矿化垂直延伸600~1000米；块状矿

蒂莫克火山—侵入杂岩区硫化物硫同位素组成
表 2

矿床及矿石类型	硫化物	δS^{34} 变动范围 (%)	δS^{34} 平均值 (%)
波尔矿床块状硫化物型矿石	黄铁矿(5)	+0.29~-1.97	-1.02
	黄铜矿(4)	+0.31~-5.24	-1.69
	斑铜矿(8)	-3.36~-5.14	-3.95
	硫砷铜矿(3)	+0.51~-3.44	-1.71
马伊丹佩克矿床斑岩铜(钼)型矿石	黄铁矿(13)	+4.83~+1.98	+1.50
	黄铜矿(6)	+2.96~+0.59	+1.67
	闪锌矿(1)		+4.33
大克利维利矿床斑岩铜(钼)型矿石	黄铁矿(18)	+1.82~-0.09	+0.88
	黄铜矿(1)		+0.38

体常常不超过200米;网脉状矿化可达数百米。

块状硫化物型矿石和斑岩铜(钼)型矿石硫同位素测定结果列于表2。 δS^{34} 绝对值都不大,但块状硫化物矿石的硫化物都为负值,而斑岩铜(钼)型矿石的硫化物为正值,两者之间存在一定差别。成矿岩体具斑状结构,手标本可以明显地观察到角闪石、黑云母和斜长石斑晶,前人对此种角闪黑云安山岩赋予专用名称,称之为Timocite。因此这种成矿角闪黑云安山岩很可能是次火山岩相,原始熔浆并未喷溢出海底,喷气成因的硫(含铜),在安山质熔浆顶部沉积,加入海水中部分沉积硫,形成矿床上部的块状硫化物矿体。波尔矿床的“V”矿体由块状硫化物型矿石组成,呈似层状产出,蚀变微弱,可能反映此类矿石成因的客观面貌。蒂莫克火山—侵入杂岩区铜矿床地质研究成果一致强调,块状硫化物型矿石、网脉铜状型矿石和斑岩铜(钼)型矿石三者之间是逐步过渡的。有关文献上虽然记载了波尔矿床深部钻孔岩芯中发现石英闪长斑岩枝,但仍不能圆满解释上述三类矿石相互过渡的事实。石英闪长斑岩枝很可能是角闪黑云安山岩向深部岩性相变的结果,角闪黑云安山岩命名也值得商榷。斑岩铜(钼)型矿石是在次火山岩相下部浅成环境下形成的,块状硫化物型矿石属于海底火山喷气沉积成因,三类矿石可能是同一岩浆活动在不同高程的环境下发生的成矿系列。因此蒂莫克火山—侵入杂岩区的铜矿床可以认为是海相火山岩型铜矿和斑岩型铜矿两位一体的矿床。由于剥蚀程度不同,波尔铜矿床保存两位一体的“三层”矿

石最为完整,大克利维利铜矿床斑岩型矿化显得明显,已无块状硫化物型矿石,而波尔矿床的“V”矿体就是海相火山岩型铜矿的单一成因。

塞尔博—马其顿矿带上的布奇姆矿床,具斑岩铜矿的地质和地球化学基本特征,矿床上部没有出现块状硫化物矿石,斑岩型矿体主要赋存在接触带上。成矿岩体的岩石命名,需要商榷。该矿带的其他四个火山—侵入杂岩区细脉浸染状铜矿化通常与网脉状铅锌矿共生,成矿岩体尚未查明,或者有待研究。

7. 找矿启示 我国东部地区在寻找夕卡岩铜矿和斑岩铜矿时,非常注意同时代火山岩盆地外侧部位,而夕卡岩和玢岩铁矿则注意火山岩盆地内部的找矿工作。这是根据我国长江中下游地区地质—地球化学环境,在长期找矿实践中总结出来的规律。当成矿区为铜—铁金属矿化组合,火山岩盆地内部硫浓度较弱,这个规律仍然可以作确定铁矿和铜矿找矿部位的重要准则。如果类似上述南斯拉夫铜矿成矿区的地质—地球化学环境,成矿火山—侵入杂岩区或火山盆地内部高硫、富铜和适度富铁,铅锌矿化比较强,那末,它们的内部也值得认真注意寻找斑岩铜矿、火山岩铜矿以致夕卡岩铜矿。这种火山—侵入杂岩区或火山岩盆地安山质岩浆分异良好,一般富含钾质。例如,江西的乐德火山岩盆地内缘已探明银山铜铅锌矿床,盆地外缘发现德兴斑岩铜矿田,表明该火山岩盆地高硫、富铜,在其内部可以进一步注意铜矿的找矿工作。长江中下游地区和海拉尔地区那些中生代火山岩盆地内部或火山—侵入杂岩区具有铜矿成矿的地质—地球化学环境,值得注意分析研究。此外,我国东南沿海地区,与中生代火山岩有关的铅锌矿发育区,能否发现细脉浸染状铜矿也是值得注意的。

块状硫化物和细脉浸染状铜矿两位一体的矿床,在西藏中生代和新生代海相火山—侵入杂岩区内有可能发现。在我国,古生代含铜黄铁矿床下部是否可能发现网脉状铜矿石和斑岩型铜矿石,需要注意研究。

物、化探找矿

1. 地球化学找矿 1959年开始在蒂莫克

火山一侵入杂岩区进行地球化学找矿。首先使用水沉积物测量,点距200米,每个样点两侧相距50米处同时采集沉积物样品。已知铜矿床和矿点都有异常,并发现未知区异常;异常上都见黄铁矿,Cu的异常值 $>0.1\%$ 。后来,又选择Mo作为寻找斑岩铜矿指示元素,以便缩小找矿靶区,但Cu与Mo异常不一定完全吻合。异常的详查采用 50×50 米测网进行土壤地球化学测量扫面。

土壤地球化学测量采样深度以20厘米和60厘米最佳,样品加工到80网目,分析结果比较稳定;选择Mo、Cu、Zn、Ag作为指示元素;背景值根据2.5%样品的异常中值确定。

近年来,在构造破碎带上曾进行土壤汞找矿试验。Hg的异常区(0.1ppm)布钻见矿。

2. 地球物理找矿 蒂莫克火山一侵入杂岩区的区域物探采用1:2万比例尺路线重力测量和磁法,大体上每公里布置一个测点。研究了该区地质构造,并总结出火山一侵入杂岩异常模式:酸性岩区,重力为负异常,磁法为正异常;基性岩区,重力为正异常,磁法为负异常;热液蚀变区,重力为负异常,磁法为负异常。蒂莫克火山一侵入杂岩区有两个明显的重力低值区:一个在马伊丹佩克矿区南部;一个在波尔矿区南部。这两个重力低值区火山一侵入杂岩厚度都较大,块状硫化物型铜矿大都在重力低值区东

部;斑岩型铜矿大都在重力低值区西部,说明火山一侵入作用从西向东迁移。

根据矿点的分布和重力低值区的位置,选出重力、磁法、自然电流和激发极化法详查区。测网为 200×100 米,有些地方加密到 60×40 米。

波尔矿区,1903年就开始采矿,地表炉渣和废石很多,矿区范围内化探找矿效果较差;电法找矿也不大成功,因而选用重、磁法找矿。

重力工作使用美国环球牌重力仪扫面,用乐卡斯特重力仪进行日变校正,取得的数据精度较高。然后,通过电子计算机求重力位垂直二次导数。

利用重力位垂直二次导数在波尔矿区找到了两个块状硫化物矿体。此法发现的“V”矿体,产在角闪黑云安山岩内火山碎屑岩与泥质岩互层岩石中,块状黄铁矿矿石中含有丰富的铜蓝和辉铜矿,含铜高达6%;矿体埋深250米左右,厚度10~23米。地表形成40多艾维二次导数异常。这样的矿体地质方法是很难找到的,而在地形较好的条件下,拥有1000万吨矿石量的块状硫化物矿体,埋深250米,开展精密重力找矿工作,可以取得良好效果的。此外,剥露于地表的塞罗沃斑岩铜矿床也发现60多艾维的二次导数异常。上述反映矿体的异常位于重力低值区中的相对高值区。

***** 龋病与铅矿 *****

龋病是一种分布很广的疾病,其发病与甜食和甜饮料及不讲究口腔卫生有关,但亦与饮食中的磷酸盐、钙及痕量物质有很大关系。当饮水中氟离子的含量约1毫克/升时,此种饮用水便有防龋病的效益。在巴布亚一新几内亚,据确定,食物中磷、钨、锰、铝和钒对防龋病是有益的,而铅、铜、锌、铬和硒则是有害的。在英国,据调查,居住在富含铅地区的儿童,龋病较少。

近几年来,英国的地质学家对英格兰和威尔士等地区进行了调查。他们在农田和菜园中取土样,取样深度为10~15厘米,对作物如土豆、小萝卜中的痕量元素进行测试,以了解食物中铅等元素的状况。在取得地方行政及医药卫生部门合作的条件下,对12周岁或15周岁的儿童进行调查并作图比较。

调查结果表明,那些因开采贱金属而受到污染,使土

壤富含铅的地区,所生长的蔬菜的金属含量比相邻不受污染地区的高,这些地区常住户中的儿童,龋病的发病率也较高。

当然,在分析时要考虑其他干扰因素。因为此类矿区的含氟量有时也较高,对龋病便起了抑制作用。但氟的保护作用又受到其他元素含量的抑制。据统计,在同是高氟地区,居住在含硒区的儿童,其永久齿的龋病发病率较之无硒区的儿童高出70%。

医学地质学是一门新学科。从上述资料中,我们可以得到一些启示,在找矿工作中应注意某些疾病的分布与矿产的关系。

李志锋摘自《地质协会杂志》,1980,137卷,5期



书海拾贝