

六盘山地区早白垩世砂页岩型铜矿 及其形成条件的初步探讨

刘 霄 祥

(宁夏地质局研究队)

六盘山一带早白垩世的“含铜砂岩”，虽于一九五八年群众报矿中就已发现，当年北京地质学院宁夏找矿队进行了检查，圈出一批矿点。六十年代初期，原宁夏地质局宁南地质队、甘肃地质局陇东队，曾对黄草沟、通边一带矿点进行检查评价，对含铜砂岩分布及含矿层位都有进一步认识。然而结论往往是“赋存于一定层位，分布广，层数多，但单层薄，品位低，近期不具工业价值”。尔后十多年来，虽然仍对一些点作过工作，也仅限于矿点范围，未能对全区含矿岩系及沉积古地理环境作区域性的对比研究，因而该带仍处于“满天星星，不见月亮”的状态。近读《地质科技动态》所载“关于砂页岩型铜矿”、“非洲早白垩世砂岩铜、铅、锌矿化的古地理和沉积作用控制”等资料，结合部分实践，感到该带成矿地质条件与非洲早白垩世砂页岩型铜矿有许多类似之处。以六盘山群下部三个组作为目的层，通过全面、系统地工作，有发现富集地段的可能性。

目前，砂页岩型铜矿在国内外仍是铜矿的重要类型之一，其世界总储量仅次于斑岩型。地质工作要提前一、二十年为国民经济的发展准备矿产资源，随着冶炼技术的提高，该类铜矿应为实现四个现代化发挥作用。

(一)六盘山早白垩世古地理特征

成矿带位于祁吕贺兰山字型脊柱西侧与陇西旋扭构造的复合部位。侏罗纪末，陇西系承袭山字型脊柱北北西方向于西侧形成一南北狭长的内陆断陷盆地，西以隆德—通边断裂为界，北起同心，南至宝鸡，东达同心青山—固原店子洼—华亭一带（图1）。

盆地以西，为陇山褶皱带，以往称为“陇西地块”、“秦祁地轴”，由一套局部混合岩化的变质火山岩组成，该套老地层曾与前寒武系皋兰群对比（原称“牛头河群”或“陇山系”），近年来于静宁、秦安一带发现早古生代化石，故该套混合岩化变质火山岩可能解体。但是可以肯定，该褶皱带没有晚古生代—中生代的沉积，较长时期处于隆起剥蚀状态。

陇山褶皱带岩浆岩相当发育。据甘肃省207工程指挥部资料，陈家庙淡肉红色斑状黑云母花岗岩同位素年龄值为2.23亿年，关山—牛头山肉红色似斑状黑云母花岗岩为1.57—2.4亿年，这些分布于盆地边缘的华力西晚期—印支期中酸性岩体，普遍含铜较高，与铁铜等内

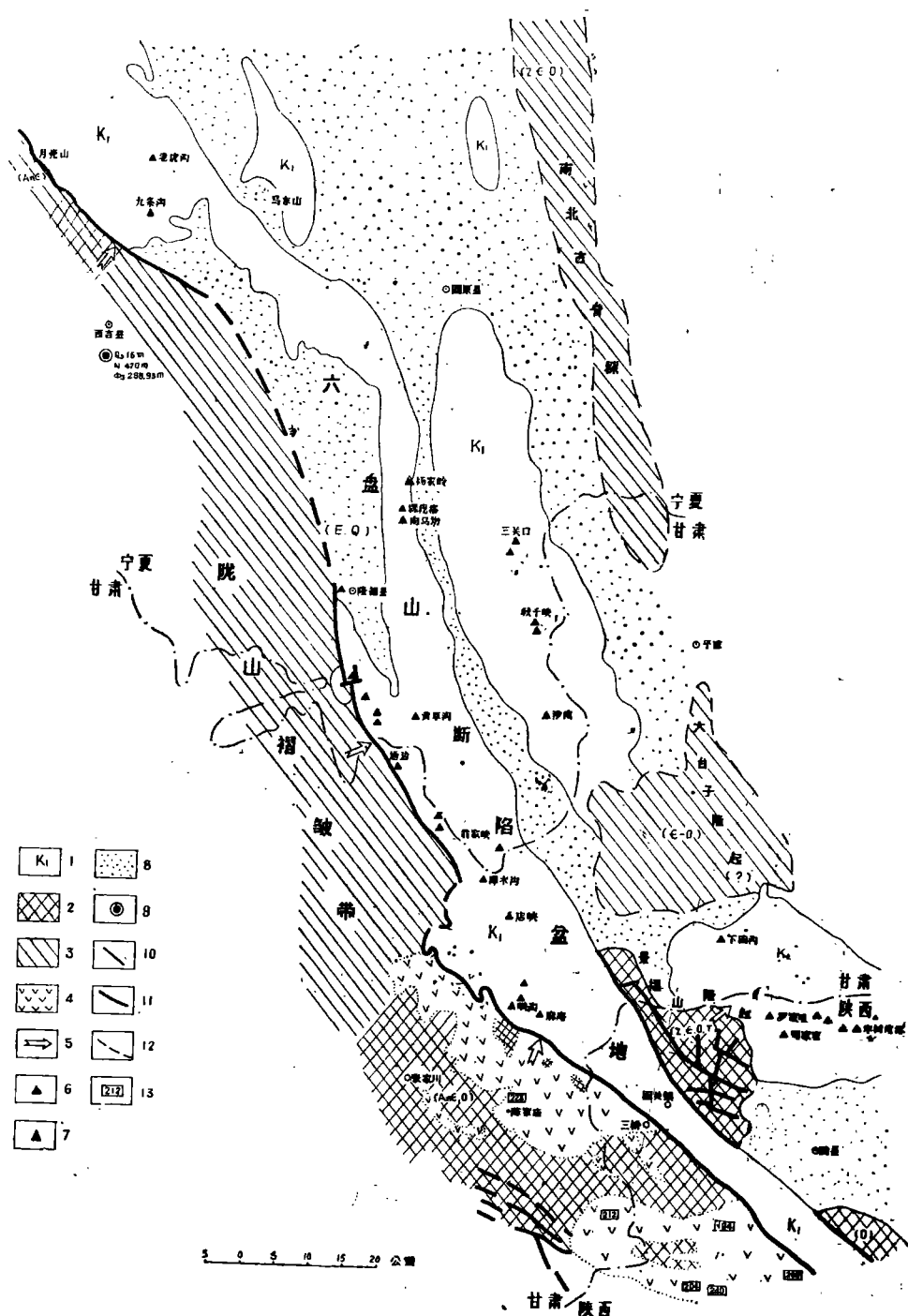


图1 六盘山早白垩世古地理和砂页岩型铜矿分布图

1—早白垩世六盘山群沉积区；2—隆起剥蚀区；3—推测隆起区（新生界覆盖）；4—华力西期侵入期；5—剥蚀区供给物质方向；6—砂页岩型铜矿产地；7—多金属矿点；8—推测早白垩世沉积区（新生界覆盖）；9—钻孔；10—断层；11—湖盆界线；12—推测湖盆界线；13—同位素年龄数值（百万年）

生矿产关系密切，如陈家庙混合岩化变质热液交代型铁铜矿、与寒武奥陶系火山岩有关的黄铁矿型铜矿等等。

早白垩世六盘山断陷盆地所沉积的六盘山群为一套河流—湖泊相杂色含石膏钙泥质碎屑建造，由砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、泥灰岩、白云质灰岩、而状灰岩、石膏等组成，由下而上总的构成一正旋回，分为三桥组、和尚铺组、李洼峡组、马东山组、乃家河组，总厚213米—3040米。东西方向岩性厚度变化很大。

六盘山群底部明显地、区域性地不整合于前白垩系老地层之上，为燕山运动最强幕后新生盆地沉积。据含狼鳍鱼综合生物群等资料，其时代为早白垩世。

据含铜岩系碎屑成分分析，陇山褶皱带应为六盘山群的主要物质供给区。如甘肃华亭麻庵铜厂沟含铜砾岩及含铜砂岩的碎屑成分，主要由花岗岩、闪长岩、石英、角闪岩、片岩、片麻岩等组成，一般圆度均差，多为次棱角状，系陇山褶皱带的“陇山系”及侵入其中的华力西期—印支期中酸性侵入岩。

(二)六盘山群砂页岩型铜矿的分布

已知砂页岩型铜矿带南起陕西陇县，北至宁夏西吉月亮山，呈北北西向延展，在长170多公里，宽约30公里，面积约5000余平方公里范围内，陆续见矿点和矿化点30多处，小型矿床3处，分布于宁夏固原、西吉、隆德、泾源，甘肃庄浪、华亭及陕西陇县一带，有的矿点间矿层时断时续，或矿层相连，连绵不断。

从含矿层位及分布规律看，由西而东可分两个亚带：

华亭县麻庵，向北的峡沟，庄浪县潭木沟、通边，隆德县黄草沟，固原县南马场直至西吉县老虎沟、九条沟等为第一亚带，距盆地边缘5—10公里，含矿层位主要为和尚铺组，该带特点是近湖盆边缘，含矿层位较低，其陆源区明显地为陇山褶皱带。

第Ⅱ亚带由陇县罗家咀西沟、二家沟、苟家寨、陈家沟、枣树疙瘩及泾源野猪沟—秋千峡至固原三关口等地，距湖盆西部边缘约20—30公里，其含矿层位较前带稍高，主要为李洼峡组。该亚带铜元素的来源有两种可能：一是随着盆地的发展，含铜沉积向中心推移；另一种可能是东侧以震旦亚界—奥陶系组成的“南北古脊梁”、大台子隆起（？）、景福山隆起形成新的供给区，沉积物质由东而西供给。后一种可能性很大，如泾源秋千峡含铜层位为六盘山群李洼峡组，底部砾岩不整合于中下奥陶统中厚层灰岩之上（图2），砾岩成分为灰岩及白云岩组成，砾径1—3厘米，个别达10厘米，半滚圆—次棱角状，这些碳酸盐岩是组成“南北脊梁”寒武系—奥陶系的主要岩性。

上述矿带分布的古地理位置，与国内外该类型铜矿形成的古地理条件相似，如美国近年来发现的贝尔特铜矿带，位于北美克拉通边缘盆地中，西非摩洛哥早白垩世博谢拉姆、梅里亚等铜矿，位于大阿塔拉斯褶皱带边缘；江西中泥盆世含铜砂页岩，广泛分布于JG岛和古陈山岛边缘带；滇中晚白垩世马头山组砂页岩型铜矿分布于元谋高山剥蚀区边缘15—35公里范围内。

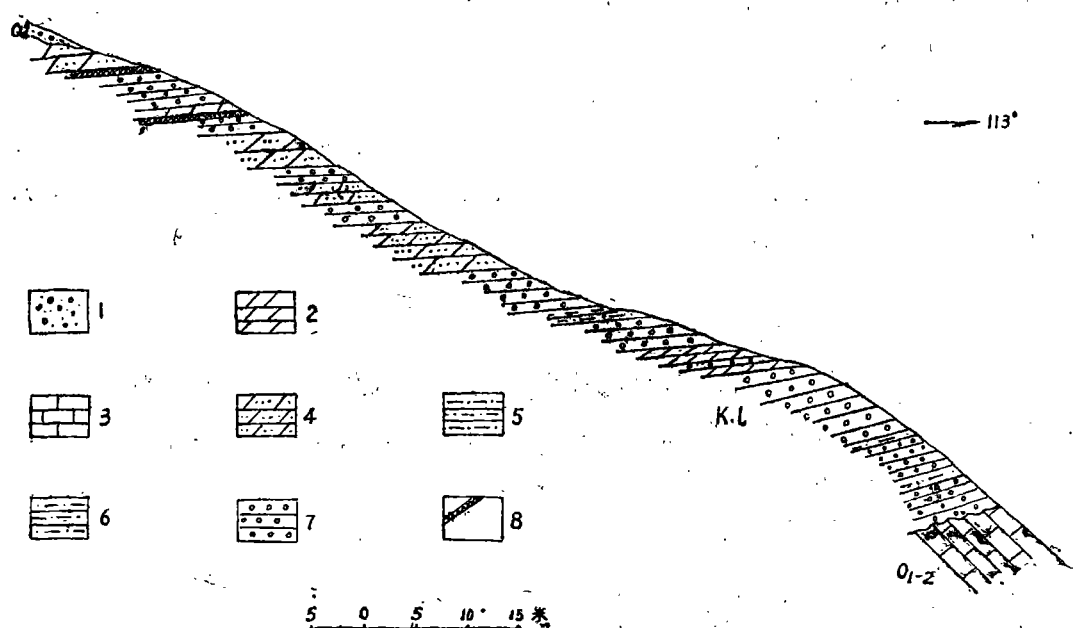


图2 泾源县秋千峡六盘山群 (K₁1) 李洼峡组含铜岩系剖面图

1—残坡积砂砾岩；2—泥灰岩；3—石灰岩；4—含砂质泥灰岩；5—泥质粉砂岩；6—粉砂质泥岩；7—砾岩；8—含铜砂岩

(三)六盘山群中的含矿层位

六盘山群是一套连续沉积的地层。下部以泥质碎屑为主，色调偏红或杂色，具交错层理，上部泥灰岩及碳酸盐岩类逐渐增多，色调转为兰灰色为主，反映了由河流相为主逐渐转变为以湖泊相为主的一套沉积。其顶部马东山组及乃家河组中，普遍有石膏夹层出现，并偶尔夹有薄层状菱铁矿及星点状黄铁矿，如固源海家庄。

目前所知，六盘山群除顶部马东山组及乃家河组尚待进一步工作外，其余各组均有砂页岩型铜矿分布。现由上而下，简述如下：

1、三桥组：如华亭县峡沟，铜矿化赋存于三桥组顶部黄褐色粗一中粒砂岩及深灰色细砂岩中，有两层，厚分别为0.1米、0.5米。

若果砂页岩型铜矿“是泛指在沉积岩系中顺层产出的浸染状铜矿床（在层内可以有些细脉）；是指在外生作用为主条件下形成的，受一定地层部位控制的矿床”，那么产于三桥组内，前人认为属于“低温热液型”的泾源沙南铜矿及固原杨家岭铜铅锌矿很可能也属于三桥组层位控制的砂页岩型。在这些地方，矿体呈脉状或似层状于三桥组底部不整合面上或穿插于三桥组砾岩和泥岩中，蚀变现象不明显，整个区域根本找不到可以作为矿液母岩的侵入体。

2、和尚铺组：为该区主要含矿层位。据统计已知34处产地中，17处赋存于该组中，占50%，且多分布于靠近陇山褶皱带5—10公里的第I亚带中。

固源黄草沟含铜砂岩位于和尚铺组顶部，自下而上包括四个含矿层位，含矿8层，即：

(1) 紫红色砂岩与泥质砂岩互层，含矿于灰绿色粗粒长石砂岩中，平均厚0.98米，铜平均品位0.43%。

(2) 褐色石英长石砂岩夹少量长石砂岩和粘土质泥岩。含矿三层。依次厚1.19米，铜平均0.34%；厚0.57米，长660米，铜平均0.4%；厚0.5米，长650米，铜平均0.45%。

(3) 紫色长石砂岩和砾状长石砂岩互层。含矿两层。下部灰绿色中粗粒含铜长石砂岩，长650米，平均厚0.5米，铜平均0.45%；上部为灰绿色细粒含铜长石砂岩，长78米，平均厚0.35米，铜平均1.37%。

(4) 紫红色中厚层状细粒长石砂岩夹泥岩、砾岩。含矿两层。灰绿色细粒含铜长石砂岩，长50米，平均厚0.58米，铜平均0.53%；灰褐色铜矿化细粒长石砂岩，长41.5米，平均厚0.7米。

庄浪县通边含矿于和尚铺组中部及上部。

中部杂色砂岩中含矿(化)三层，即：

(1) 暗灰色中细粒薄层砂岩夹砾岩透镜体及含铜泥质砂岩，铜品位小于0.2%。

(2) 杂色砂砾岩，中部灰绿色砂岩厚5—15米，内夹含铜砂岩2—6层，厚0.3—1.5米。

(3) 紫红色砂砾岩层，在泥质砂岩中见有孔雀石薄膜，铜品位约0.15%。

上部为灰绿色中细粒砂岩，中部有一层灰绿色长石砂岩，厚0.5—0.8米，延长近百米，见孔雀石及兰铜矿呈胶结物产出，另一层灰绿色泥质砂岩中见铜矿化。

3、李洼峡组：为该区又一重要含矿岩组。现以西吉九条沟及泾源县秋千峡含矿剖面为例简述如下：

西吉县九条沟剖面：

早白垩世六盘山李洼峡组：

4、黄绿色细砂岩，厚>50米。

3、灰色假而状灰岩，顶部为钙质长石砂岩，厚0.4米。

2、浅灰色砂岩、砂质泥岩，中部夹砂砾岩，厚3.5米。

1、灰色、兰灰色岩夹结核状灰岩、隐晶质灰岩，断续出现似层状及透镜状矿化体，长200米，厚度变化于0.6—2.2米之间，铜品位0.17—0.18%，厚7米。

下部为和尚铺组紫红色砂砾岩。

泾源县秋千峡剖面：

早白垩世六盘山群李洼峡组：

4、灰绿色、浅紫色泥灰岩夹薄层而状泥灰岩、砂岩、粉砂质泥岩(未见顶)。

3、下部为紫红色粉砂质泥岩夹浅灰色薄层泥灰岩及长石石英粉砂岩，见含孔雀石泥灰岩一层。中部为紫红色白云质泥灰岩夹粉砂质泥灰岩及薄层砂岩，上部为紫红色泥岩夹白云质泥灰岩，见含孔雀石泥灰岩一层，厚约60米。

2、下部为灰黄色白云质泥灰岩夹薄层黑色页岩及数层砾岩透镜体，上部夹假而状泥灰岩及砾岩。含矿四层。厚32.8—42米。

1、灰色、浅黄色砾岩，上部夹薄层细砂岩及粉砂质泥灰岩(未见底，附近见该层

：不整合于奥陶系灰岩之上）。

(四)矿床地质特征

矿层或矿化层多呈似层状、层状、透镜状产出，产状与围岩一致，矿体界线与围岩呈渐变关系。矿体一般长度小于100米，厚度在1米以内。

隆德黄草沟含铜砂岩，长42—600米，厚0.35—1.19米。庄浪县通边水泉湾采石场据钻孔资料延长350米，含矿层厚1.5—8米。固原海英岔含矿于紫红色砂岩夹少量灰绿色砂质页岩和砾岩中，一般厚数十厘米，最厚达1.65米。泾源县西峡杂色含铜粘土页岩及含铜长石砂岩，共四层，厚0.3—0.6米，长30—300米不等。铜品位一般小于1%。

隆德县黄草沟个别样品达1.37%。固原县原疙瘩铜最高达2.1%。固原南马场含孔雀石、兰铜矿泥质页岩，厚1—10厘米，最厚35厘米，长100米，层位较稳定，铜品位一般0.5%左右，局部达2%。据五八年北京地质学院宁夏找矿队分别于十四个点三十九个不同层位块状样品分析，铜品位在0.004—9.15%间。

原生铜矿物计有辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、兰铜矿，常见孔雀石、铜兰等次生矿物。

矿石类型目前仅能以含铜矿物的岩石类型分为：①含铜砾岩及含铜砂砾岩；②含铜砂岩、含铜长石砂岩和含铜泥质砂岩；③含铜页岩；④含铜泥灰岩；⑤含铜石英方解石脉等。

黄草沟含铜岩石为灰绿色长石砂岩、灰绿色泥质砂岩及灰绿色细粒长石砂岩。通边含铜岩石为泥质砂岩及中粗粒砂岩；秋千峡一带为砾岩、砾质泥岩、泥灰岩、浅绿灰色含粉砂质白云质泥灰岩。华亭武村铺南沟为页岩。含铜石英方解石脉及含铜铅锌石英方解石脉主要分布于前述受六盘山群层控、前人认为“中低温热液型”产地中，如泾源县沙南、固原县杨家岭等地，铜铅等金属矿物呈浸染状及块状产出，含铜1%左右。

产于碎屑岩中的铜矿物，多呈星点状、浸染状、微条带状于胶结物中，页岩中铜矿物常呈薄膜状附于表面。

铜品位与含铜岩石结构、构造关系甚为密切，如秋千峡一带，含铜岩石具泥质条带和微层理发育部分，孔雀石、兰铜矿呈薄膜状富集于层理表面或裂隙间，铜含量显著增高，一般为0.4—1.14%，最高可达2.76%。

除铜矿物外，含铜岩系中尚含铅、锌、铀、磷等伴生或富集于铜矿层附近，干墩子、流石沟、李洼峡一带李洼峡组泥灰岩节理中，普遍含有方铅矿石英脉。秋千峡胡家庙北沟含铜砂岩中， P_2O_5 含量达0.37%；在长90米，厚0.6—100米含孔雀石砾岩中，伽玛强度为54—102，与铜含量呈正比关系。这种多元素共生关系是否可划出铜—铅—锌组合、铜磷组合及铜—铀组合，尚待进一步研究。

(五)有关形成条件的初步认识

综上所述，对六盘山地区早白垩世砂页岩型铜矿的形成条件，有下面几点初浅认识：

1、早白垩世六盘山断陷盆地为燕山运动最强幕形成的新生盆地，盆地西部为早古生代—中生代较长时期隆起的陇山褶皱带，早白垩世盆地沉积作用、古隆起的剥蚀作用及成岩

成矿作用同时进行。三桥组、和尚铺组沉积物及铜元素主要由陇山褶皱带供给。李洼峡组沉积时，盆地扩大，沉积物及铜元素有可能是由东缘“南北古脊梁”、大台子隆起(?)和景福山隆起所供给。

2、该区砂页岩型铜矿由西而东可分为两个北北西向延伸近于平行的亚带，华亭应庵—西吉九条沟为第Ⅰ亚带，陇县罗家咀—泾源县秋千峡为第Ⅱ亚带，前者层位较低，形成较早，铜质来源亦较丰富。

3、矿(化)层多含于红色碎屑岩层色调变浅、呈灰色或灰绿色夹层中，含较多炭质或植物化石碎片及星点状黄铁矿、薄层菱铁矿，反映铜元素析出于炎热干旱氧化条件下的暂时潮湿的还原环境。秋千峡一带均见炭素及植物碎片丰度与铜元素富集呈正比关系。炭素不仅对铜起富集作用，对磷、铀也吸附富集，这种关系可作为找矿标志之一。

4、六盘山群为一连续沉积地层，铜矿(化)主要赋存于下部三组，上部两组有石膏层出现，铜矿形成于蒸发盐类出现之前。

5、金属矿物多呈星点状、浸染状分布于碎屑岩的胶结物中，成岩与成矿是同时进行的。该区有呈脉状、细脉状，或含矿薄膜于节理裂隙富集者，可能因成岩后构造变动铜铅再次被溶解，随着地下水运移、沉淀，改变了原来沉积矿床的面貌。

上述形成条件，与非洲摩洛哥的梅里雅(铜—锌)、博谢拉姆(铅锌)、阿尔及利亚的安—赛弗腊(铜)、安哥拉的卡希韦腊斯(铜)等早白垩世层状铜、铅矿床有许多相似之处(图3，表1)，值得我们工作中借鉴。

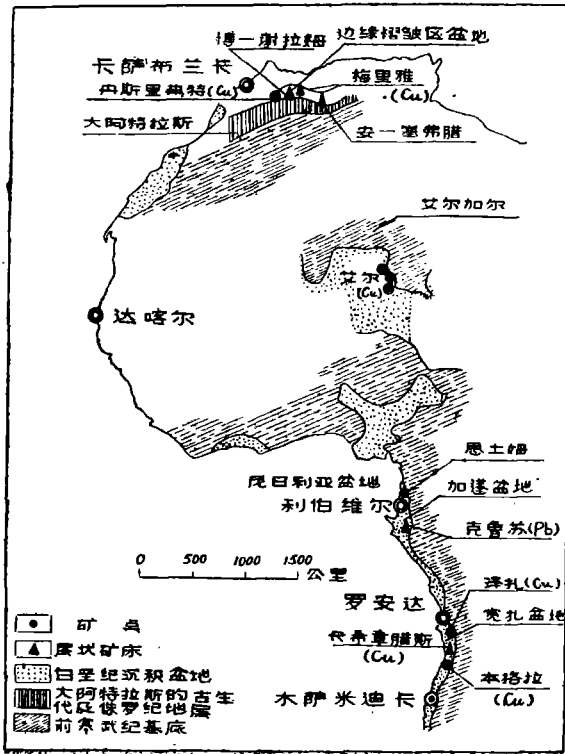


图3 非洲早白
垩世沉积盆地中
主要层状铜和铅
矿床
(据《地质科技
动态》，1977年
第7期)

表 1 六盘山早白垩世砂页岩型铜矿与典型矿床对比表

地区 含矿岩系	摩洛哥梅里亚(铜—铅)	阿尔及利亚安—塞弗腊(铜)	本 区
时 代	外赛诺曼期 (相当早白垩世)沉积。	亚普第期和阿尔必期(早白 垩世晚期)沉积。	早白垩世六盘山群。
陆 源 区	阿塔拉斯高原剥蚀区。	阿塔拉斯高原剥蚀区。	陇山褶皱带。
沉 积 岩 相	泻湖—三角洲相。矿化主要 受古地形和古河床控制。	同 左	湖泊—河流相。矿化主要为 下部以河流相为主的湖泊—河流 相。
岩 性	上组:红色泥质砂岩。下 组:砾岩、白色砂岩。钙质胶 结。上部有蒸发岩。	大陆碎屑沉积。	下部以红色为主,上部蓝灰 色、杂色砾岩、砂岩、泥岩、白云 质灰岩、而状灰岩、泥岩、石膏。
与下伏地层 关 系	角度不整合于前白垩系之 上。造山运动后的沉积。	同 左	角度不整合于前白垩系 之上,燕山运动最强幕后退积。
矿 床 特 征	铜矿物主要为辉铜矿、孔雀 石、铅矿物主要为方铅矿、白铅 矿。 (1) 层理矿化:矿化层厚1— 数米。铜品位1—4%。 (2) 云雾状矿化:厚度和侧向 延伸均为0.1米至数米。 铜品位1—1.5%,铅为 1—3%。 (3) “箭头”矿化:平均长15 —20厘米,厚5厘米。	铜矿化主要为辉铜矿及孔雀石。 (1) 分布在1—3层薄的绿色泥 页岩层中,辉铜矿化每层 厚10—60厘米,铜品位达 5—6%。 (2) 辉铜矿:孔雀石斑点,于 厚1—2米的白色砂岩中, 铜一般小于1%,但也可以 达2—3%。 (3) 矿化透视镜体:长1—50米, 厚0—1.6米。铜的矿化与 植物丰度有关。	矿化体呈似层状、透镜状产 出。 一般长小于100米,厚小于1 米,一些地方长达660米,单层厚 1.19米。 主要矿物有辉铜矿、斑铜 矿、黄铜矿、蓝铜矿、黄铁 矿、常见为孔雀石、铜蓝。铜 一般1%(±),个别可达2% (±)。

(六)有关在该区砂页岩型矿床实践——再认识的几点建议

六盘山地区处于陕甘宁三省(区)接壤地带,由于岩浆活动微弱,老地层多被覆盖,往往给人的印象是寻找金属矿产没有多大希望。据前述资料分析,早白垩世砂页岩型铜矿,应为该区前景较可观的铜和金属类型,在以往工作基础上,觉得尚应开展下述工作:

1、该区矿床的许多资料表明,铜矿往往与铅、锌、银、钴、钒、磷、铀和铂族等矿产伴生产出,相互之间在空间和时间关系都很密切,目前该区已证明铜矿与铅、磷、铀关系密切,其富集状态有呈正比关系,有呈互补关系,因而应在该区进行综合性矿产普查工作。

2、以常规地质工作方法为主,以层控的观点去认识矿产的形成条件,不受省(区)界线限制,对整个六盘山早白垩世岩相古地理、古气候、古构造进行详细研究,尤其应注意富集地段的上述特征。据该类一些典型矿床看,古河床相碎屑物较细地段最利于铜元素的富集。

3、对六盘山群出露地区系统地作原生晕及次生分散晕测量及物探工作,寻找富集地段,为进一步工作提供依据。

这个读书心得性质的“探讨”,在孟庆珠工程师、程群、潘行适及编图组同志的支持鼓励下写成,高肇温同志给清绘部分图件,笔者在此致以谢意!

(参考文献从略)

(接36页)凡此种种,已作为我们划分新构造单元的重要依据。

主要参考文献

- ① 黄汲清 中国主要地质构造单位 地质出版社 1954
- ② 李春昱 试谈“板块构造” 《西北地质科技情报》 1973 增刊1
- ③ 李春昱 再谈“板块构造” 《西北地质科技情报》 1973 5
- ④ 黄汲清等 对中国大地构造若干特点的新认识 《地质学报》 1974 1
- ⑤ 李春昱 从地质构造探讨地震预测 《地球物理学报》 1978 21 1
- ⑥ 李四光 《地质力学概论》科学出版社 1973
- ⑦ 张文佑等 “断块”与“板块” 《中国科学》 1978 2
- ⑧ 叶洪等 喜马拉雅弧形山系及邻近地区现代构造应力分析 《地质科学》 1975 1
- ⑨ 中国科学院地质研究所 《中国大地构造纲要》科学出版社 1959
- ⑩ 北京地质学院区域地质教研室 《中国区域地质》中国工业出版社 1963
- ⑪ 国家地图集编纂委员会 《中华人民共和国自然地理图集》 1965
- ⑫ 中国科学院地学部中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录 科学出版社 1957
- ⑬ 陈国达等 中国大地构造简述 《地质科学》 1975 3
- ⑭ 中国科学院地质研究所 《中国地震地质概论》科学出版社 1974
- ⑮ 李春昱 地槽概念的演变和我们对地槽概念的新认识 《西北地质科技情报》 1977 3