

## 宁夏铜矿成矿地质特征与成矿规律

陆茂欣, 向连格, 王红, 汪栋刚, 马风华, 李通

(宁夏回族自治区基础地质调查院, 宁夏 银川 750000)

**摘要:** 这是一篇地球科学领域的论文。宁夏铜矿资源相对贫乏, 现已基本查明铜矿产地 15 处, 其中做过勘查工作的矿床有 6 个, 累计查明铜金属量 29 210.71 t。铜矿床类型有浅成中-低温热液型矿床和砂矿型矿床两类, 成矿作用为岩浆作用、沉积作用、含矿流体作用(非岩浆-非变质作用)。铜矿产地主要分布于卫宁北山地区、香山地区、南西华山地区及六盘山南部地区, 成矿时代为加里东期、华力西期、印支期、燕山期, 其中以加里东期和燕山期为主。根据对现有矿床(点)的成矿地质规律的研究, 将岩浆热液型和陆相沉积型作为重点预测类型。依据矿床成矿系列的物质组成, 厘定出 5 个与铜相关的矿床成矿系列, 总结了铜矿成矿谱系, 提升了铜矿成矿规律研究的程度, 为宁夏铜矿资源的潜力评价预测工作提供了理论依据。

**关键词:** 地球科学; 铜矿; 预测类型; 成矿规律; 成矿系列; 成矿谱系

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2024.01.004

中图分类号: TD11; P612 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2024)01-0027-05

**引用格式:** 陆茂欣, 向连格, 王红, 等. 宁夏铜矿成矿地质特征与成矿规律[J]. 矿产综合利用, 2024, 45(1): 27-31.

LU Maoxin, XIANG Liange, WANG Hong, et al. Geological characteristics and metallogenic regularity of copper deposits in Ningxia[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2024, 45(1): 27-31.

铜是我国仅次于铁和铝之后居第三位的重要金属。我国是全球最大的铜消费国, 但铜供应短缺, 长期依赖进口已成定局。近年来, 随着全国矿产资源潜力评价、中国矿产地质志等一批全国性项目的部署实施, 全国在区域成矿规律研究方面取得了重大突破<sup>[1-3]</sup>。虽然宁夏的铜矿资源较为贫乏, 历年来宁夏地质工作者在典型矿床、成矿地质背景和资源潜力研究方面取得了一些进展和成果<sup>[4-7]</sup>。但针对全区铜矿成矿规律方面研究不全面不深入, 其原因是受资料和技术方法限制, 致使在成矿区带划分、成矿规律综合研究、成矿系列划分等不系统, 本文在《中国矿产地质志·宁夏卷》基础上, 系统总结了宁夏铜矿矿产资源的特征及其成矿规律。

### 1 宁夏铜矿资源概况

宁夏迄今为止发现了若干铜矿产地(表1), 但规模较小, 其中做过勘查工作的矿床有 6 个, 累计查明铜金属量 29 210.71 t。除腰峁子铜银矿有

表1 宁夏铜矿区数量与储量情况

Table 1 Quantity and reserves of copper mining areas in Ningxia

| 序号 | 矿区名称        | 规模 | 查明资源储量/铜吨 | 查明资源储量/矿石千吨 |
|----|-------------|----|-----------|-------------|
| 1  | 双圈铜矿        | 小型 | 1423.00   | 140.60      |
| 2  | 腰峁子铜银矿      | 小型 | 3461.54   | 632.92      |
| 3  | 峡子沟铜矿       | 小型 | 6400.60   | 516.18      |
| 4  | 卫宁北山大铜沟铜钴矿  | 小型 | 10912.45  | 354.42      |
| 5  | 土窑(铜铁沟)铜矿   | 小型 | 6461.12   | 436.10      |
| 6  | 二人山—黄石坡沟银铅矿 | 小型 | 552.00    | 150.63      |
| 7  | 正谊关沟铜矿      | 矿点 | —         | —           |
| 8  | 红石堆铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 9  | 狼嘴子铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 10 | 茶树沟铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 11 | 小西沟多金属矿     | 矿点 | —         | —           |
| 12 | 簸箕掌铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 13 | 窝宝沟铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 14 | 海英岔铜矿       | 矿点 | —         | —           |
| 15 | 黄草沟铜矿       | 矿点 | —         | —           |

数据来源: 宁夏回族自治区矿产资源国情调查报告, 数据截止日期2020年底

收稿日期: 2023-03-18

基金项目: 中国矿产地质志项目(DD20221695、DD20190379、DD20160346)

作者简介: 陆茂欣(1990-), 男, 硕士, 工程师, 从事区域地质调查、矿产勘查、区域成矿规律方面研究。

过生产历史外，其余铜矿均未开发利用。由于近些年未对铜矿进行过勘查投入，查明资源储量已多年没有增加。因此，对铜矿的成矿规律重新进行深入的研究总结，具有重要的理论和现实意义。

2 铜矿类型

2.1 铜矿床类型

宁夏铜矿床类型划分依据“中国矿产地志”

矿床类型划分方案。此方案的划分是综合考虑已有矿床成因分类和工业分类，并参照《重要矿产和区域成矿规律研究技术要求》<sup>[8]</sup>、《矿床学》<sup>[9]</sup>等提出的矿床类型划分方案，遵循删繁就简、整体包容、多类合一、共识通用的基本原则，以矿床的成矿作用为主导，突出了成矿主岩（便于野外辨认和找矿），共分出 18 个矿床类型。在上述基础上，对宁夏的铜矿划分为两个类型（表 2）。

表 2 宁夏铜矿成因类型及地质特征  
Table 2 Copper genetic types and geologic characteristics in Ningxia

| 矿床成因类型 |                       |              | 矿床式       | 产出部位                               | 矿体形态及规模   | 主要矿物组合                         | 结构构造                                       | 典型矿床       |
|--------|-----------------------|--------------|-----------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| 一级     | 二级                    | 三级           |           |                                    |           |                                |                                            |            |
| 内生作用   | 含矿流体作用矿床（非岩浆-非变质作用矿床） | 浅成-中-低温热液型矿床 | 土窑式热液型铜矿  | 产于断裂或断裂破碎带中                        | 脉状、不规则状   | 孔雀石、蓝铜矿、斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿、铜兰、黑铜矿、黝铜矿 | 碎裂状结构、填隙结构、交代结构、等粒结构等；碎裂状、角砾状、薄膜状、土状、粉末状构造 | 土窑（铜铁沟）铜矿床 |
|        |                       |              | 西华山式热液型铜矿 | 产于断裂或断裂破碎带中                        | 脉状、不规则状   | 黄铜矿、孔雀石为主，次为辉铜矿、褐铁矿、黄铁矿、蓝铜矿    | 变晶结构、粒状结构、交代结构、碎裂结构；片状构造、浸染构造、块状构造         | 簸箕掌铜矿      |
| 外生作用   | 沉积作用矿床                | 砂矿型矿床        | 香山式砂岩型铜矿  | 泥盆系含石英砂岩、粉砂岩及页岩中                   | 透镜扁豆体或似层状 | 兰铜矿、辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿                | 中细粒砂状结构、变余中细粒砂状结构；块状构造                     | 腰峁子铜矿床     |
|        |                       |              | 六盘山式沉积型铜矿 | 白垩系粗粒长石砂岩、细粒泥质砂岩、泥岩、石英长石砂岩、砾状长石砂岩中 | 层状或似层状    | 辉铜矿、孔雀石、蓝铜矿                    | 细-中粗粒砂状结构；块状构造                             | 黄草沟铜矿床     |

2.1.1 浅成中-低温热液型矿床

2.1.1.1 土窑（铜铁沟）式热液型铜矿

以中宁县土窑铜（铜铁沟）矿床为代表。该类型矿床产于上奥陶统香山群狼嘴子组，上泥盆统中宁组，下石炭统前黑山组、臭牛沟组、靖远组地层中，受燕山期热液活动的影响，受断裂构造控制明显，属热液型铜矿，在卫宁北山等地区分布。矿石矿物有孔雀石、蓝铜矿、斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿、铜兰、黑铜矿、黝铜矿。脉石矿物有黄铁矿、毒砂、石英、绢云母、水云母、方解石、玉髓等。成矿物质来源为香山群和泥盆纪地层及含矿热液，控矿构造为北北东向断裂破碎带附近近东西向及北西向的断层。成矿热液受深部热力的驱动沿断裂破碎带上升，在容矿构造内沉淀富集为矿体，之后在表生氧化作用下又形成氧化矿石。

2.1.1.2 西华山式热液型铜矿

以海原县簸箕掌铜矿床为代表。该类型矿床产于海原群园河组、西华山组地层中，成矿期为加里东晚期，受断层构造控制明显，属热液型铜矿。矿石矿物以黄铜矿、孔雀石为主，次为辉铜矿、褐铁矿、黄铁矿、蓝铜矿；脉石矿物以石英、钠长石为主，次为绢云母、方解石。

2.1.2 砂矿型矿床

2.1.2.1 香山式砂岩型铜矿

以中卫市腰峁子铜矿床为代表。该类型矿床产于晚古生代泥盆系和石炭系地层中，受华力西—印支期热液活动的改造，属砂岩型铜矿，在香山、卫宁北山等地区分布。矿石矿物以孔雀石为主，次为兰铜矿，少量辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿；脉石矿物以石英为主，次为长石白云母、高岭石、方解石、水云母。矿体呈透镜扁豆体或似层状分布于含石英砂岩、粉砂岩及页岩中。砂岩型铜矿床在表生条件下，铜一般呈  $\text{CuSO}_4$  溶液从风化壳中被搬运出去，当其汇聚到盆地中的还原环境中时，铜易发生沉淀和集中，由这种方式沉淀的矿质与泥、砂伴生，成岩后形成含铜砂页岩或砂页岩型铜矿床。在矿区东部有早古生代辉绿岩侵入在香山群中，辉绿岩中铜背景较高，在狼嘴子地区已形成辉绿岩型铜矿床。为该铜矿提供成矿物质来源，印支-燕山运动为铜矿的形成提供了有利地形条件，矿源含铜的硫酸盐溶液经过搬运至具有还原环境下的内陆湖盆地中聚集沉淀，形成铜矿床或含铜地层。经过后期构造运动，热液活动砂页岩中铜再富集成矿，形成矿体。矿床形成后又经历了构造改造期及表生改造期，其中

成岩作用期是主要的成矿时期。

2.1.2.2 六盘山式沉积型铜矿

以固原市黄草沟铜矿床为代表。该类型矿床产于下白垩统中粗粒长石砂岩、细粒泥质砂岩、泥岩、石英长石砂岩、砾状长石砂岩地层中，成矿期为早白垩世，属沉积型铜矿。矿石矿物为辉铜矿、孔雀石、蓝铜矿；脉石矿物主要有长石、石英，次为绿泥石、绢云母、黑云母、炭质碎屑、褐铁矿，有极少量锆石、磷灰石、电气石、白钛石、屑石、金红石等。

2.2 铜矿预测类型

前述矿床类型是对已知矿床的分类，对于不同区域内待发现的前述矿床类型是对已知矿床的分类，即矿产预测类型<sup>[10]</sup>。宁夏铜矿资源预测类型划分参考《重要矿产预测类型划分方案》<sup>[11]</sup>中铜矿的预测类型划分方案。由于本次铜矿矿床类型是依据“中国矿产地质志”矿床类型划分方案进行划分，与《重要矿产预测类型划分方案》中矿床类型划分有一定差别，根据对现矿床（点）的成矿地质规律的研究，本次将宁夏铜矿分为陆相砂岩型和浅成中-低温热液型 2 种矿产预测类型（表 3）。香山式砂岩型铜矿重要的预测要素为①成矿

区带：IV-20③香山褶断带 Fe-Cu-煤-石灰岩-石膏-粘土成矿亚带；②赋矿地层：上泥盆统中宁组、下石炭统前黑山组；③成矿时代：晚泥盆世、早石炭世沉积及印支期热液改造；④沉积相：上泥盆统中宁组为河流相及河流—湖泊相，下石炭统前黑山组为滨海—泻湖相（中段为泻湖相）。六盘山式沉积型铜矿重要的预测要素为①成矿区带：IV-21①南、西华山-六盘山冲断带 Au-Cu-Pb-Zn-硫铁-泥炭-岩盐成矿亚带；②赋矿地层：早白垩世六盘山群；③成矿时代：早白垩世；④沉积相：滨浅湖相和湖成三角洲相。土窑式热液型铜金矿重要的预测要素为①成矿区带：V-20①a 卫宁北山 Fe-Au-Ag-Cu-Pb-Zn 多金属矿集区；②成矿时代：燕山期；③主要控矿构造：背斜及倒转背斜之翼部，断裂破碎带，近东西向及北西向断层，岩层节理、裂隙或层面。西华山式热液型铜矿重要的预测要素为①成矿区带：V-21①a 南、西华山 Au-Cu-硫铁矿矿集区②成矿时代：加里东期；③赋矿层位：长城系西华山岩组及园河岩组；④主要控矿构造：北西向构造破碎带及北东向、近南北向次级节理、裂隙、破碎带，轴向北西的向斜转折端。

表 3 宁夏铜矿预测类型划分  
Table 3 Classification of copper prediction type in Ningxia

| 序号 | 预测类型      | 典型矿床      | 预测工作区范围      |
|----|-----------|-----------|--------------|
| 1  | 陆相砂岩型     | 香山式砂岩型铜矿  | 中卫市腰峁子铜矿床    |
| 2  |           | 六盘山式沉积型铜矿 | 固原市黄草沟铜矿点    |
| 3  | 浅成中-低温热液型 | 土窑式热液型铜金矿 | 中宁县土窑（铜铁沟）铜矿 |
| 4  |           | 西华山式热液型铜矿 | 海原县簸箕掌铜矿点    |

3 铜矿时空分布规律

宁夏铜矿分布于Ⅲ-20 河西走廊 Fe-Mn-萤石-盐类-凹凸棒石-石油成矿带，Ⅲ-21 北祁连 Cu-Pb-Zn-Fe-Cr-Au-Ag-硫铁矿-石棉成矿带（Pt2；Pt3-Pz1），Ⅲ-59 鄂尔多斯西缘（陆缘拗褶带）Fe-Pb-Zn-磷-石膏-芒硝成矿带（Ar3；Pt；Pz；Kz）三个成矿区带，且集中在 V-20①a 卫宁北山 Fe-Au-Ag-Cu-Pb-Zn 多金属矿集区及 V-21①a 南、西华山 Au-Cu-硫铁矿矿集区（图 1）。成矿时段以加里东期和燕山期为主（表 4）。

4 铜矿成矿系列与成矿谱系

矿床的成矿系列（简称成矿系列）理论是我国地质学家在长期地质找矿勘探工作和矿床地质

研究过程中总结提出来的。它将在一个区域中与某一地质成矿作用有关，在空间、时间、成因上有联系的一组矿床，作为一个整体加以研究<sup>[1]</sup>。依据宁夏的 15 处铜矿产地，根据矿床成矿系列的物质组成，选取有铜矿种的成矿系列共计 5 个，并将典型矿床及成矿相关地质体见表 5。

矿床成矿谱系是矿床成矿系列理论的组成部分，区域矿床成矿谱系是一个区域内地质构造演化过程中成矿作用的演化及时空结构特征，体现了一个特定的区域内所经历的全部地质历史过程中成矿作用的演化过程及成矿产物的时空分布、内在联系的规律。中国成矿体系是指中国境内各个地质历史时期所形成的矿床及其与成矿作用密切相关的地质要素所共同构成的整体。此处的地质要素包括成矿时代、成矿时的大地构造背景、

| 构造<br>旋回 | 成矿环境             |                 |                                                    | IV级成矿亚区 (带)                          |        |        |                                                    |                                             |                                      |        |        |                                    |  |
|----------|------------------|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|------------------------------------|--|
|          | 北祁连<br>造山带       | 阿拉善<br>微陆块      | 鄂尔多<br>斯地块                                         | IV—59①                               | IV—59② | IV—59③ | IV—60①                                             | IV—20①                                      | IV—20②                               | IV—20③ | IV—21① | IV—21②                             |  |
| 燕山<br>期  | 伸展-挤压            |                 |                                                    |                                      |        |        |                                                    | 热液作用有关 Fe-Cu-Au-Ag-Pb-Zn- 硫铁矿<br>-重晶石矿床成矿系列 |                                      |        |        |                                    |  |
| 印支<br>期  |                  |                 |                                                    | 沉积作用有关 Cu-石英砂岩-煤-油气-<br>油页岩-粘土矿床成矿系列 |        |        |                                                    |                                             | 沉积作用有关 Cu-石英砂岩-煤-油气-<br>油页岩-粘土矿床成矿系列 |        |        |                                    |  |
| 华力<br>西期 | 造山后伸展-<br>陆内挤压造山 | 板内<br>盆地<br>伸展陷 | 热液作用有关 Au<br>Cu-Pb-Zn-Ag-重<br>晶石矿床成矿系列             |                                      |        |        |                                                    |                                             |                                      |        |        |                                    |  |
|          |                  |                 | 沉积作用有关 Cu-Ag-灰岩-石膏-<br>石英砂岩-煤-天然气-粘土-<br>油页岩矿床成矿系列 |                                      |        |        | 沉积作用有关 Cu-Ag-灰岩-石膏-石英<br>砂岩-煤-天然气-粘土-油页岩矿床成矿<br>系列 |                                             |                                      |        |        |                                    |  |
| 加里<br>东期 | 挤压碰<br>撞造山       |                 |                                                    |                                      |        |        |                                                    |                                             |                                      |        |        | 热液作用有关 Cu-Au-Ag-<br>硫铁矿矿床成矿亚系列     |  |
|          | 伸展-<br>挤压        |                 | 岩浆作用有关 Cu-<br>Au-Ag-辉绿岩<br>矿床成矿亚系列                 |                                      |        |        |                                                    |                                             |                                      |        |        | 岩浆作用有关 Cu<br>-Au-Ag-辉绿岩<br>矿床成矿亚系列 |  |
|          |                  |                 | 伸展<br>陆缘                                           |                                      |        |        |                                                    |                                             |                                      |        |        |                                    |  |

1

2

3

1-沉积作用；2-岩浆作用；3-含矿流体作用（非岩浆-非变质作用）

1- sedimentation; 2- magmatism; 3- Ore-bearing fluid action (non-magmatic - non-metamorphic)

图 1 宁夏铜矿成矿谱系

Fig.1 Metallogenic lineage figure of copper ore deposits in Ningxia

表 4 宁夏铜矿时空分布谱系

Table 4 Temporal and spatial distribution of copper deposits in Ningxia

| 成矿时段<br>成矿区带 | 加里东期              | 泥盆纪        | 石炭纪 | 印支期 | 三叠纪                               | 燕山期<br>侏罗纪 | 白垩纪        |
|--------------|-------------------|------------|-----|-----|-----------------------------------|------------|------------|
| III-20       | 狼嘴子<br>茶树沟<br>小西沟 | 腰峁子<br>峡子沟 |     |     | 双圈、土窑（铜铁沟）、大铜沟<br>红石堆、二人山—黄石坡沟银铅矿 |            |            |
| III-21       | 簸箕掌<br>窝宝沟        |            |     |     |                                   |            | 海英岔<br>黄草沟 |
| III-59       | 正谊关沟              |            |     |     |                                   |            |            |

表 5 宁夏矿床成矿系列划分

Table 5 Metallogenic series of ore deposits in Ningxia

| 序号 | 矿床成矿系列                                                          | 矿床式                            | 矿产地实例                                        | 相关地质体                          |
|----|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | Pz1-I(F) 加里东期岩浆-热液作用有关的<br>铜、金、银、硫铁矿成矿系列                        | 簸箕掌式铜                          | 中卫市簸箕掌铜矿                                     | 海原岩群                           |
| 2  | Pz2-S晚古生代沉积作用有关铜、银、灰<br>岩、石膏、石英砂岩、煤、天然气、粘土、<br>油页岩矿床成矿系列        | 中宁式铜、银                         | 中卫市腰峁子铜矿、中卫市峡<br>子沟（拐门沟）铜矿                   | 中宁组碎屑岩建造                       |
| 3  | III51-Mz1-F鄂尔多斯地块印支期热液作用有<br>关金、铜、铅、锌、银、重晶石矿床成矿<br>系列           | 灯影子式铜                          | 石嘴山市正谊关沟铜矿                                   | 贺兰山岩群                          |
| 4  | Mz-S中生代沉积作用有关铜、石英砂岩、<br>煤、油气、油页岩、粘土矿床成矿系列                       | 六盘山式铜                          | 固原市黄草沟铜矿                                     | 六盘山群杂色碎屑岩建造                    |
| 5  | III41-Mz2-F腾格里早古生代增生楔燕山期热<br>液作用有关铁、铜、金、银、铅、锌、硫铁<br>矿、重晶石矿床成矿系列 | 铜铁沟-大铜沟式铜<br>二人山式银、铅、<br>铜、硫铁矿 | 中卫市铜铁沟（土窑）铜矿、<br>中卫市大铜沟铜（钴）矿<br>中卫市二人山硫铁多金属矿 | 石炭纪碎屑岩建造<br>晚泥盆世-早石炭世碎屑<br>岩建造 |

成矿地质环境、与成矿有关的地质作用及其过程等<sup>[1]</sup>。

以IV级成矿亚区（空间）为横轴，以时间为纵轴，以宁夏铜矿的矿床成矿系列为单元，建立宁夏铜矿的成矿谱系图（图 1）。宁夏铜矿成矿时期排序为加里东期→华力西期→印支期→燕山

期。铜矿的成矿作用为岩浆作用、沉积作用、含矿流体作用（非岩浆-非变质作用）。

## 5 结 论

（1）在分析宁夏 15 处铜矿产地资料的基础

上,总结了矿床类型。划定了铜矿预测类型,分为2个类型,岩浆热液型最重要。集中形成于加里东期和燕山期,分布于卫宁北山地区及南、西华山地区。

(2) 根据矿床成矿系列的物质组成,厘定出与铜相关的成矿系列共计5个。

(3) 铜矿成矿时期排序为加里东期→华力西期→印支期→燕山期。铜矿的成矿作用为岩浆作用、沉积作用、含矿流体作用。

(4) 基于对宁夏铜矿成矿规律的新认识,认为铜矿找矿以卫宁北山地区及南、西华山地区的热液型矿床为主导方向,以期推动找矿突破。

## 参考文献:

- [1] 陈毓川,王登红,朱裕生,等.中国成矿体系与区域成矿评价[M].北京:地质出版社,2007:1-1005.  
CHEN Y C, WANG D H, ZHU Y S, et al. Chinese mineralization system and assessment of regional mineralization (upper and lower volumes) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007: 1-1005.
- [2] 唐慧,刘顺,钱永超,等.四川拉拉铜矿构造变形与成矿的关系[J].矿产综合利用,2022(4):87-93.  
TANG H, LIU S, QIAN Y C, et al. Relation between structural deformation and mineralization in Lala Copper Deposit, Sichuan [J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2022(4): 87-93.
- [3] 王登红,徐志刚,盛继福,等.全国重要矿产和区域成矿规律研究进展综述[J].地质学报,2014,88(12):2176-2191.  
WANG D H, XU Z G, SHEN J F, et al. Progress on the study of regularity of major mineral resources and regional metallogenic regularity in China: a review[J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(12):2176-2191.
- [4] 李红宇,郭合伟,孙文坤.宁夏香山地区泥盆系砂(页)岩型铜矿地质特征及找矿标志研究[J].地质与勘探,2009,45(1):13-17.  
LI H Y, GUO H W, SUN W K. Geological features and criteria for ore prospecting of devonian Sandstone and shale-hosted

copper deposits in Xiangshanarea, Ningxia[J]. 2009, 45(1): 13-17.

[5] 刘建兵,张永庭,褚小东.宁夏中宁县土窑铜矿矿床地质特征及找矿标志[J].宁夏工程技术,2010,9(1):75-78.

LIU J B, ZHANG Y T, CHU X D. Geology characteristics and prospecting mark of Tuyao copperdeposit in Zhongning, Ningxia Province[J]. Ningxia Engineering Technology, 2010, 9(1):75-78.

[6] 侯培林.宁夏广武山铜矿特征及成矿规律[J].宁夏工程技术,2010,9(3):289-292.

HOU P L. Copper characteristics and metallogenic regularity in Mt. Guangwu, Ningxia[J]. Ningxia Engineering Technology, 2010, 9(3):289-292.

[7] 毛自力,李莉英,艾宁,等.宁夏香山地区铜矿资源潜力分析[J].宁夏工程技术,2014,13(3):212-214+219.

MAO Z L, LI L Y, AI N, et al. Potential analysis of copper resources in Ningxia Xiangshan area[J]. Ningxia Engineering Technology, 2014, 13(3):212-214+219.

[8] 陈毓川,王登红,陈郑辉,等.全国重要矿产和区域成矿规律研究技术要求[M].北京:地质出版社,2010:1-183.

CHEN Y C, WANG D H, CHEN Z H, et al. Technique requests on the study of major mineral resources and regional metallogeny around China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010: 1-183.

[9] 翟裕生,姚书振,蔡克勤.矿床学[M].北京:地质出版社,2011.

ZHAI Y S, YAO S Z, CAI K Q. Mineraldeposit geology[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2011.

[10] 王登红,陈毓川,徐志刚,等.矿产预测类型及其在矿产资源潜力评价中的运用[J].吉林大学学报(地球科学版),2013,43(4):1092-1099+1110.

WANG D H, CHEN Y C, XU Z G, et al. Prediction type of mineral resources and its application in the assessment work of mineral resources potential[J]. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2013, 43(4):1092-1099+1110.

[11] 陈毓川,王登红,李厚民,等.重要矿产预测类型划分方案[M].北京:地质出版社,2010.

CHEN Y C, WANG D H, LI H M, et al. Division for prediction types of important mineral resources in China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.

# Geological Characteristics and Metallogenic Regularity of Copper Deposits in Ningxia

LU Maoxin, XIANG Liange, WANG Hong, WANG Donggang, MA Fenghua, LI Tong  
(Ningxia Institute of Basic Geological Survey, Yinchuan 750000, Ningxia, China)

**Abstract:** This is an article in the field of earth sciences. The copper resources in Ningxia are relatively poor, and 15 copper producing areas have been basically identified, of which 6 deposits have been explored, and

(下转第40页)

## Structural Research of Taka Dome Based on Geophysical Electrical Characteristics

YAO Wen<sup>1</sup>, CAO Renliang<sup>1</sup>, TAN Hongqi<sup>2</sup>, ZHANG Hongchao<sup>1</sup>, YAN Bo<sup>1</sup>

(1.Sichuan Institute Geological Survey and Research, Sichuan Institute of Metal Geological Survey, Chengdu 611730, Sichuan, China; 2.Sichuan Geology and Minerals (Group) Co., Chengdu 610031, Sichuan, China)

**Abstract:** This is an article in the field of earth sciences. Taka dome and Jianglang dome are located in the southern margin of Songpan-Ganzi block, and their geological characteristics indicate similar composition and metamorphic-deformation characteristics. Liwu, Heiniudong and Zhongsui deposits have been found in Jianglang Dome, while no similar deposits have been found in the same horizon of Taka Dome. To investigate the medium-deep part structure characteristics and mineralization of the Taka Dome, the geophysical electrical parameters and audio magnetotelluric sounding profiles of different strata of different ages were measured to obtain the electrical characteristics of the middle and deep subsurface. The results show that the overall characteristics of the dome are low and medium resistance on both sides, and high resistance in the core is mainly mixed with low resistance. The overall electrical characteristics are consistent with the spatiotemporal law of the dome structure. There are three main low-resistivity anomaly zones in the deep electrical profile, which are inferred to reflect the low-resistivity lithology, fault or structural fracture zone. The three main high-resistivity anomaly belts are inferred to be reflected by the upper member of the Mesoproterozoic Liwu Group (Pt<sub>2</sub><sup>l</sup>) with complete medium-high resistivity characteristics in the Taka dome. The above understanding provides geophysical evidence for exploring the medium-deep geological spatial structure of the Taka Dome.

**Keywords:** Earth sciences; Taka dome; Medium-deep part structure characteristics; Geophysics; Audio magnetotelluric; Electrical characteristic

////////////////////////////////////  
(上接第 31 页)

the accumulative amount of copper metal has been identified as 29210.71 tons. There are two types of copper deposits: epigenetic medium-low temperature hydrothermal deposit and placer deposit. The mineralization process is magmatism, sedimentation, ore-bearing fluid process (non-magmatic-non-metamorphic process). Copper deposits are mainly distributed in Weining Beishan area, Xiangshan area, South West Huashan area and the southern area of Liupan Mountain. The metallogenic ages are Caledonian, Varissian, Indosinian and Yanshanian, mainly Caledonian and Yanshanian. According to the study on the metallogenic geological law of the existing deposits, the magmatic hydrothermal type and continental sedimentary type are taken as the key prediction types. According to the material composition of the ore-forming series, five ore-forming series related to copper are determined, and the ore-forming genealogy of copper ore is summarized. The research on metallogenic regularity of copper ore is improved. It provides a theoretical basis for the potential evaluation and prediction of copper resources in Ningxia.

**Keywords:** Earth sciences; Copper mine; Prediction type; Metallogenic regularity; Metallogenic series; Metallogenic lineage