

中国地质调查局国土资源大调查项目资助研究
云南省技术创新人才培养基金资助出版

云南金平龙脖河 铜矿成矿规律 及综合信息研究

 崔银亮 等 著

云南出版集团公司
云南科技出版社



云南金平龙脖河 铜矿成矿规律 及综合信息研究

 崔银亮 等 著

云南出版集团公司
云南科技出版社
· 昆明 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

云南金平龙脖河铜矿成矿规律及综合信息研究 / 崔银亮等著. —昆明: 云南科技出版社, 2008. 10

ISBN 978 - 7 - 5416 - 3031 - 6

I. 云… II. 崔… III. 铜矿—成矿规律—研究—云南省
IV. P618.410.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162175 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南省地矿测绘院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 889mm × 1 194mm 1/16 印张: 17.375 字数: 502 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1 000 册 定价: 46.00 元

内容简介

本书以“科技为先导、科研与实践相结合”为宗旨，在简述区域地质和矿区地质的基础上，较系统地阐述了矿床地质特征，综合应用地质、物探、化探找矿方法与手段，建立了地质、地质-地球化学、地质-地球物理、地质-遥感、地物化遥综合找矿模型。引入比较矿床学的概念，首次开展了与国内外同类典型矿床对比研究，指出了新的找矿类型和方向。应用新的找矿理念和新技术、新方法，研究了矿床成因和成矿规律，建立了成矿模式，并进行了成矿预测，所提出的找矿标志与优选的找矿靶区经工程验证取得了显著找矿成果，技术集成研究方法对同类矿床勘查与研究具有重要参考价值。

本书是基础理论应用于矿产勘查实践紧密结合的研究成果，可供从事地质学、矿床学、矿产资源勘查的科技人员及高等院校相关专业师生阅读参考。

序

龙腩河铜矿是云南省有色地质局（原西南有色地质勘查局）于20世纪90年代中后期发现的，目前是滇东南地区一个新的重要铜多金属矿基地。但对该矿床成因的认识还存在较大分歧，深部勘查找矿受阻；在矿区地层研究方面，根据区域地层资料对组段划分，野外地层剖面的测量、对比，个旧组第三段下部的一套浅变质火山岩系的归属等都存在着不同看法；对矿区火山成矿作用及综合成矿预测基本上未开展。这些都是关系到本区成矿理论和找矿方向的重大问题，很有必要进一步深入研究。现代海底热水喷流-沉积矿床的发现和对其逐渐完善起来的热热水喷流-沉积成矿理论对解释许多矿床的成因和指导成矿预测发挥了很大的作用，为寻找铜多金属矿指出了更广阔的前景。

该书是作者从矿床成矿的不同认识和多学科综合运用于矿产勘查研究的发展中，对云南龙腩河铜矿床提出其在成矿学上的新观点和在矿产勘查地质学上的科学技术论证，以及在其多年研究工作的基础上，应用现代喷流-沉积成矿观点和火山成矿理论对该矿床地质特征、矿床成因和成矿规律进行的系统论证。并根据大量矿床地球化学资料率先把火山成矿和热水喷流沉积成矿理论引入到该地区的矿床研究中，提出的矿床成因的新认识具有科学依据，确定的成矿预测准则和靶区优选，对扩大矿区远景和成矿理论认识有新贡献。特别应提出的是，作者首次引入比较矿床学的概念，系统地开展了龙腩河铜矿与国内外同类典型矿床的对比研究，认为该区是寻找云南“大红山式”铁铜矿床和越南“生权式”铜矿的极有利地区，不但丰富了成矿理论，拓展了找矿思路，而且对区域找矿和科研工作有重要指导意义。我相信《云南金平龙腩河铜矿成矿规律及综合信息研究》专著的出版，无疑将对龙腩河铜矿成矿的基础理论研究、矿区远景评价和区域找矿勘查部署都具有重要意义，也是对龙腩河铜矿不同成矿观点的有益探索。在此，我推荐该书给矿床地质学界，共同讨论，不断深化认识，将为我国成矿学和矿产勘查事业作出新的贡献。

中国工程院院士
裴荣富

2008年9月8日

摘 要

随着经济建设的迅速发展,我国对矿产资源的需求量与日俱增,而目前我国主要矿种的资源保障程度低,矿产资源形势非常严峻。为了改变这种形势,我们必须依赖于科技进步,积极探索新的、更有效的现代成矿预测理论,提升我国矿产资源勘查水平和科学预测能力,以寻找和发现新的矿产资源品种和类型,增加矿产资源储备,为我国经济安全、高效、持续发展提供资源保证。

铜长期被列为我国的紧缺矿产,国家对紧缺矿产的找矿开发成为了矿业的热点。我国实施西部大开发战略,矿业是云南省的支柱产业之一,云南地质研究和矿产开发再次出现新热潮。龙脖子河铜矿床位于滇东南地区,区域大地构造位置处于扬子板块与青藏滇板块之交接部位的红河缝合线上。矿区以红河断裂为界,可划分为东西两个矿带,东矿带矿化产在一套浅变质火山岩系中;西矿带矿化产于哀牢山群中深变质岩系中。在对前人勘查和研究成果充分借鉴和吸收的前提下,经过了广泛的野外地质调查和室内综合研究工作,取得了以下主要成果:

一、理论成果

1. 率先全面系统地对区域地质条件进行了总结,将该地区所产出的多种成因类型的矿床(点)联系起来,对成矿地质背景进行了综合性的整体研究,指出它们是在统一的大地构造背景下地质演化不同阶段的产物。

2. 龙脖子河铜矿床东矿带浅变质火山岩系根据矿物组合可分为变安山岩、变次火山岩和变基性火山岩。在地球化学分类图解上,其样品主要位于碱性玄武岩区域,此套岩石绝大部分应为一套富钠质碱性玄武岩系列。不同构造环境玄武岩的判别图解显示其属于板内玄武岩环境。各种地球化学证据表明,它们为同源岩浆不同演化阶段的产物,其原始岩浆为大陆板内拉张构造环境交代富集地幔部分熔融的产物,结晶分异作用在岩浆演化过程中具有重要地位。它们的形成与板块俯冲岩浆上涌和拉张作用有关。同时,证实了此套浅变质火山岩系时代不是以往推定的三叠纪,而应为中晚元古代,初步确定其年龄为16亿年左右。

3. 本文详细地总结了矿床地质特征,对矿床进行了合理的、新的分类,研究了成矿类型,并建立了矿化模型。东矿带有四种矿化类型:变质基性火山岩型、变质火山-热液型、热水沉积型和构造破碎带型,它们具有“五楼一梯”的矿化模式。西矿带主要有3种矿化类型:含铜磁铁矿型、含铜黄铁矿沉积变质岩型、石英脉型。

4. 矿床稳定同位素研究表明:硫主要来源于火山岩;铅基本属正常铅范围;成矿物质来自上地壳与上地幔的混合源。成矿溶液是岩浆水、地下热卤水、变质水混合型。首次全面研究了矿床包裹体地球化学特征,认为成矿流体总体上具中温、中高盐度和中偏高密度特征,属高矿化度的 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 氯化物型。火山沉积成矿期的温度、盐度、压力高于热液改造成矿期的温度、盐度、压力。

5. 首次引入比较矿床学的概念,系统地开展了龙脖子河铜矿床与国内外同类典型矿床的对比研究,不但丰富了成矿理论,拓展了找矿思路,而且对区域找矿和科研工作有重要的战略指导意义。

①龙脖子河铜矿东矿带与大红山铁铜矿的对比取得了显著的研究成果,拓宽了矿区及区域铁铜矿找矿思路。研究成果证明了大红山群含铁铜变钠质火山岩系在岩石组合特点、岩石学、岩石化

学、地球化学特征基本一致；在形成时代、岩石组合和主微量元素以及同位素体系特征上十分相似，这一相似性使该区成为寻找大红山式铁铜矿床的极有利地区。两个矿床矿化类型和构造环境也十分相似，同属变质火山块状硫化物型矿床。

②龙脖河铜矿西矿带地层岩性、构造、岩浆岩等地质特征与越南生权铜矿床地层岩性、构造、岩浆岩等地质特征具有诸多相似性，其矿化作用和特征相似，它们大致同时是异地同相产物。因此，在龙脖河铜矿西矿带具有寻找越南生权式大型铜矿的找矿前景，预测龙脖河铜矿西矿带深部有隐伏矿体存在的可能性。

6. 通过近几年来年的勘查和科研工作，详细分析了控矿因素，基本查明了主、富、大矿体的矿化规律和赋存部位，全面总结了各种找矿标志，建立了矿床控矿模式、成矿模式。东矿带控矿模式是“两断夹一背”，两断为红河断裂、阿龙古—龙山断裂；一背为龙达背斜（南部）或老新街背斜（北部）。西矿带控矿模式是“变质地体+两组断裂交汇+层间破碎带”。龙脖河铜矿床成矿模式可概括为“裂陷槽环境—喷溢（流）沉积—热液叠加—改造富化”。

7. 率先把火山成矿理论和热水喷流沉积成矿理论引入到该地区的矿床研究中，提出了该矿床成因理论的新认识，认为龙脖河铜矿床属受变质的火山喷流（溢）—沉积+热液叠加改造+后期构造富化再造的中温多因复成矿床。成矿时代从中晚元古代延续到中生代，原生铜矿床的形成时代大致为1 650~1 750Ma，之后经历了以晋宁运动为主以及印支运动、燕山运动和喜山运动的改造富化。成矿作用具长期性、多期次、多来源、多阶段、多成因特征。

8. 通过勘查实践，提出了新的找矿技术思路。建立的东矿带找矿技术思路概括为：“追索层位岩性→识别火山机构→辨认含矿构造→找寻围岩蚀变→查证物化异常→实施工程验证”。西矿带的找矿技术思路概括为：“寻找有利地层（哀牢山群乌都坑组）→辨别最佳容矿构造（北西向逆断层）→圈定长英质脉岩→观察蚀变矿化迹象→开展物化探扫面（磁法+电法）→进行有望异常查证→工程验证解剖”。

9. 明确提出了成矿预测区的确定原则与划分依据，系统地进行了矿区综合成矿预测，指明了找矿方向，优选了10个找矿靶区，其中Ⅰ级找矿靶区4个，Ⅱ级找矿靶区3个，Ⅲ级找矿靶区3个。最后，指出龙脖河铜矿是一个以铜为主，伴生铁、金的大型矿区，并给地质生产部门提出了下一步找矿工作部署建议。

10. 金矿体（化）和稀土矿化的发现是本文的创新点之一，应引起特别注意。

二、方法成果

通过综合运用各种方法与手段进行了系统研究，技术集成，取得了显著成果。率先建立了地质找矿模型、地质—地球化学找矿模型、地质—地球物理找矿模型、地质—遥感找矿模型，首次建立了地物化综合找矿模型，这些模型能为本区成矿预测提供科学依据，为寻找同类矿床提供方法指导。实践证明，地质、物探、化探、遥感、钻探等方法 and 手段有机组合是行之有效的找矿方法，可以找到工业矿体，同时，在组织和管理方面也积累了经验。

三、应用效果及储量成果

1. 本次所优选出的3个找矿靶区首期提供给生产部门使用，经采用坑探和钻探验证后，新发现铜矿产地1处、铁矿点2处、金矿化点1处，本次新增铜334₁资源量20.08万吨，取得了很好的找矿效果。另外，估算整个矿区333+334₁类资源量已达100万吨。

2. 经中国地质调查局审查核实，龙脖河铜矿床东矿带共提交了333+334₁类铜资源量41.2838万吨，平均品位1.47w%。该矿床潜在经济价值超过280亿元。

Abstract

Demand of mineral resources grows increasingly in China, with the rapid development of economy. However, the guarantee of major minerals resources is quite low, and situation of supply for mineral resource is quite severe in China. In this case, in order to ensure economic safety, high – efficient, continuously developing of our country, we should discover more mineral resources of varieties and type, depending on the scientific and technological progress, with the effective modern mineralizing theory and prediction.

Copper resources has been lack as one of mineral resources of our country long-term. It has become a hotspot of the mining for our country to seek those mineral resources of lack. Since our country carried out the stratagem of west development, the mining has become the key industry of Yunnan province, and the new upsurge of geological research and mining exploitation have appeared again in Yunnan province. Longbohe copper deposit locates the southeast region of Yunnan, its region geo-structure position is in the Red River suture line connected with the Yangzi tectonic plate and the QingZangDian tectonic plate. The mining area may be divided into two ores zones bounded Red River fault. The mineralization of east ore zone lay in a suit of low metamorphism volcanic rock series, and the mineralization of west ore zone lay in the AilaoShan group deep metamorphism rock series.

Basing on the investigation and research results of the predecessor, the author has Carried out the widespread field geological investigation, inside synthetic research, and gained the following main achievements:

1 The theory achievement

1.1 To Summarize overall systematically regional geological condition first time, and study synthetically metallogenic geological background related with the many kinds of genesis deposits in this area, and point out that they are the product of the different stages geological evolution in the united geo – structure background.

1.2 By mineral compages, the low metamorphic volcanic rock series consist of the metamorphic andesite, metamorphic sub – volcanic rock and metamorphic base volcanic rock in east ore area of Longbohe copper deposit. In the categorised diagram of geochemistry, the samples of the low metamorphic volcanic rock series mainly lie in the area of alkaline basalt, so the rocks should be most a set of sodic – rich and alkaline basalt series. The discrimination diagram of the different tectonic environment basalt reveals that basalts belong to a intraplate basalt environment. Various geochemistry evidences indicate that the basalts are results of the homologous magma at different evolvement stages. Their primary magma is the result of metasomtic and enriched mantle melting in the tectonic environment of the continental intraplate setting. The fractional crystallization has important position during magma evolution. Their formation relate with plate dive, magma upwelling and draw function. We also proved the era of this low metamorphic volcanic rock series is not Triassic, but is Meso-Neoproterozoic, and confirm its age as 1 600 million years.

1.3 This article summarized the geological characteristic of the deposit in detail, classifieded rea-

sonably and newly the deposit, studied the metallogenic types, and established the metallogenic model. East ore zone includes four kinds of metallogenic types: the metamorphogenic base volcano rock type, the metamorphogenic volcano-hydrothermalism type, the hot water sediment deposit and the structure crushed zone type. They have the metallogenic model of 5 floors and a ladder. West ore-zone includes three kinds of metamorphogenic types: contains copperish magnetite type, copperish pyrite sediment and metamorphosed rock type, the quartz pulse type.

1.4 Stable isotope research of the deposit indicated : Sulfur mainly comes from volcanic rock; lead is basically in normal lead scope; metallogenic matter comes from the mix source of lithosphere and the upper mantle. The metallogenic solution is mixed flow of magma water, subterranean heat bittern, metamorphogenic water. Researching geochemistry characteristic of the fluid inclusion, metallogenic fluid is considered as middle temperature, middle-high salinity, and middle-high density which belongs to the high metallogenic $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ chloride type. Temperature, salinity, pressure in volcanic and sediment metallogenic period is higher than that in hydrothermal and modified metallogenic period.

1.5 Concept of comparison deposit is handled first time to contrast with Longbohe copper deposit and some typical, similar domestic and foreign deposits. It not only enriches metallogenic theory, develop prospecting thinking, but also has important strategic significance to the regional prospecting and the researching.

① Contrasting between the east ore zone of Longbohe copper deposit and Dahongshan iron-copper deposit, remarkable research results are obtained, prospecting thinking of iron and copper is broadened in the ore area and the region. The research proves: the low metamorphic sodium volcanic rock series extend to north-west; the two deposits resemble each other in combined character of rock, lithology, petrochemistry, geochemistry, form era and character of main microelements and isotope. The comparability makes this area to become the most advantaged area to discover Dahongshan model iron-copper deposit. The two mineral deposits are also extremely similar in the mineralized types and the structure environments, and both belong to the metallogenic and volcanic massive sulphide deposit.

② The west ore zone of Longbohe copper mine is much similar to Shengquan copper mine (Vietnam) in character of lithology, structure, magma and mineralization. The two mines are considered as products of the different zone and the same lithofacies. So there is prospecting potential to explore big copper deposit of Vietnam shengquan model in the west ore zone in Longbohe copper mine, and it is possible to explore potential ore bodies in the depth of the west ore zone in Longbohe copper mine.

1.6 By the exploration and research recent years, we analysed ore – controlling factors, and basically found out metallogenetic law and places of occurrence of rich and big ore bodies. We general concluded all kinds of ore prospecting indicators, and established the controlling model and the metallogenetic model of deposit. The controlling model is two faults to nip one anticline in the east ore zone. The two faults are Honghe fault and Alonggu – Longshan fault, and one anticline is Longda (south) or Laoxinjie anticline (north). The controlling model in the west ore zone is the metallogenic geological bodies, the join of two faults, and the interlayer fracture zone. The metallogenetic model can be concluded as environment of taphrogeosyncline, sedex, hydrothermal superimposition and structure reworking.

1.7 At first, we introduce the volcanic metallogenetic theory and the hydrothermal sedex metallogenetic theory to the research of deposits in the ore area. We propounded a new academic cognition about deposit genesis. We consider Longbohe copper mine as a middle temperature, composite polygenetic deposit of the metallogenic volcanic sedex, hydrothermal superimposition and reworking, late tectonic re-

working. Metallogenetic time extended from Meso – Neoproterozoic to Mesozoic. Form time of the original copper deposit is approximate 1 650 ~ 1 750Ma, then the original copper deposit suffered from reworking of Jinning movement, Yinzhi movement, Yanshan movement and Xishan movement. Metallogeny has characters of the long term, multi – stages, multi – source, multi – phases, multi-genesis.

1.8 By exploration and the practice, we present a new prospecting technology thought. In the east ore – zone, it is generalized to trace stratum and lithology → to identify volcanic organ → to distinguish ore – bearing structure → to seek for wall – rock alteration → to check the anomaly of geophysical prospecting, geochemical prospecting → to put engineering means in practice. In the western ore – zone, it is conclude to explore the advantaged stratum (Wudoukeng formation of Ailaoshan group) → to identify the best ore – containing structure (the north – west reverse fault) → to enclose the felsic dikes → to observe the mineralized and altered evidence → to carry out the geophysical and geochemical exploration (the magnetic method and the electrical method) → to evaluate anomaly → to verify.

1.9 Presenting circle principle and divisiory reason of metallogenic prognosis, we carried out the metallogenic prognosis with synthetic information in this ore area, and then pointed out prospecting direction, selected 10 prospecting targets. They are four I level prospecting targets, three II level targets and three III level targets. Finally, we has pointed out that Longbohe copper deposit is a big copper deposit associated iron and gold, and put forward proposal for next step prospecting work deployment to the geological production department.

1.10 It is one of innovation for the article to discovered gold ore body (mineralization) and thulium mineralization in the study area, to which special attention should be caused.

2 Methods results

The outstanding achievements were obtained by applying various methods and means to carry out systematical research and integrated technologies to the topic. A comprehensive model of the geological exploration is built on the first time on the basis of synthesis of geological prospecting model, geological-geochemical prospecting model, geological-geophysical prospecting model and geological-remote sensing model, etc. These models can provide some scientific foundation for the metallogenetic forecast in this area and give methodological guide on searching for the same type of deposit. Practice has proved that the organic optimum of geology, geophysical prospecting, geochemical prospecting, remote sensing and drilling methods are effective on ore-prospecting, which can find more industrial ore-body. Simultaneously, experience on organization and management are gained in the process of study.

3 The appliance effective and reserves results

3.1 The three optimized prospecting targets obtained by applying the comprehensive model were firstly provided to the production department during the study. With certifications by pit and drilling test, one copper deposit, two iron deposits and one gold mineralized site are founded lately. The newly increased 334₁ copper resource are 200 800 tons, the prospecting results are very good. Furthermore, in the whole deposit area, 333 + 334₁ copper resource can be estimated to 1 000 000 tons.

3.2 In the eastern ore-belt of Longbohe copper deposit, 333 + 334₁ copper resource are 412 838 tons totally with the 1.47w% average grade, the data has been investigated and checked by CGSB (China Geological Survey Bureau). The latent economical value of the deposit costs more than 28 000 000 000 RMB.

目 录

第一章 前 言	(1)
1 选题目的及研究意义	(1)
2 矿区勘查和研究现状	(2)
2.1 矿区勘查和研究现状	(2)
2.2 存在的主要问题及解决思路	(4)
3 主要工作量	(4)
第二章 区域地质	(7)
1 地 层	(9)
2 构 造	(11)
2.1 断 裂	(12)
2.2 褶 皱	(12)
3 岩浆岩	(12)
3.1 印支期岩浆活动及岩浆岩	(12)
3.2 燕山期岩浆活动及岩浆岩	(13)
4 变质作用	(13)
5 地球物理	(13)
5.1 磁力场特征	(13)
5.2 重力场特征	(16)
6 地球化学	(18)
6.1 地层和岩浆岩元素丰度	(18)
6.2 区域次生晕异常特征	(18)
6.3 地球化学区的划分及特征	(18)
7 遥感地质特征	(21)
8 矿 产	(23)
第三章 矿区地质	(25)
1 地 层	(25)
1.1 东矿带	(25)
1.2 西矿带	(26)
2 构 造	(27)
2.1 断 裂	(27)
2.2 褶 皱	(28)
3 岩浆岩	(30)
3.1 中-酸性侵入岩	(30)
3.2 基性-超基性岩	(30)
4 矿床地质特征及矿化模式	(31)
4.1 矿化类型及赋矿层位	(32)

4.2	矿石特征	(38)
4.3	围岩蚀变	(39)
第四章	变火山岩地球化学及成因	(40)
1	基本特征及岩相学	(41)
1.1	基本特征	(41)
1.2	岩相学研究	(41)
2	岩石地球化学特征	(46)
2.1	东矿带	(46)
2.2	西矿带	(72)
2.3	结 论	(74)
3	变火山岩系年代学研究	(75)
3.1	变火山岩系形成年代	(76)
3.2	哀牢山群和瑶山群的形成年代	(82)
3.3	结 论	(90)
4	变火山岩成因	(91)
4.1	成岩构造环境	(91)
4.2	地幔源区特征分析	(91)
4.3	岩浆演化与变火山岩成因	(92)
第五章	矿床地球化学	(93)
1	矿物包裹体地球化学	(93)
1.1	成矿流体包裹体特征	(93)
1.2	成矿流体包裹体成分	(101)
1.3	结 论	(104)
2	同位素地球化学	(104)
2.1	硫同位素	(104)
2.2	铅同位素	(104)
2.3	氢氧同位素	(110)
3	稀土元素地球化学	(111)
3.1	东矿带稀土含量及配分特征	(111)
3.2	西矿带稀土含量及配分特征	(112)
4	微量元素地球化学	(116)
4.1	地层及岩石中元素含量	(116)
4.2	构造单元微量元素分布	(118)
4.3	元素组合特征	(119)
第六章	矿床物、化、遥特征及异常模型	(121)
1	矿床地球物理特征及异常模型	(121)
1.1	磁性特征	(121)
1.2	电性特征	(123)
1.3	重力特征	(126)
1.4	矿床地球物理异常模型	(126)
2	矿床地球化学特征及异常模型	(126)
2.1	东矿带	(126)

2.2	西矿带	(134)
2.3	地球化学异常模型	(142)
3	矿床遥感影像特征及模型	(143)
3.1	遥感图像处理	(143)
3.2	遥感地质解译	(145)
3.3	成矿环境遥感地质分析	(149)
3.4	遥感找矿模型的建立	(150)
4	矿床综合信息模式	(150)
4.1	矿床综合信息模式的构建	(150)
4.2	矿床综合信息模式的应用	(154)
第七章	矿床成因与成矿模式	(156)
1	控矿因素分析	(156)
1.1	东矿带控矿因素	(156)
1.2	西矿带控矿因素	(160)
2	成矿规律的新认识	(160)
2.1	东矿带	(160)
2.2	西矿带	(163)
3	与国内外同类矿床的对比研究	(164)
3.1	东矿带与大红山铁铜矿对比研究	(164)
3.2	西矿带与越南生权铜矿对比研究	(172)
3.3	小 结	(176)
4	成矿时代讨论	(177)
4.1	晋宁期成矿作用	(177)
4.2	印支期成矿作用	(177)
4.3	燕山期成矿作用	(177)
4.4	喜山期成矿作用	(178)
5	矿床成因	(178)
5.1	成矿物质来源	(179)
5.2	流体演化及成矿机理	(180)
5.3	红河裂陷槽的形成与演化过程	(182)
5.4	成矿作用	(182)
5.5	成矿机制	(185)
6	成矿模式	(186)
7	找矿新思路	(187)
7.1	东矿带	(188)
7.2	西矿带	(189)
8	找矿标志	(189)
8.1	东矿带	(189)
8.2	西矿带	(192)
第八章	成矿预测与靶区优选	(193)
1	成矿预测方法	(193)
2	预测区级别确定及预测依据	(194)

2.1	预测区级别确定	(194)
2.2	成矿预测依据	(194)
3	靶区优选	(196)
3.1	铜矿潜在远景和找矿方向	(196)
3.2	靶区优选	(199)
第九章	结 论	(207)
1	主要成果及存在的主要问题	(207)
1.1	理论成果	(207)
1.2	方法成果	(209)
1.3	储量及经济成果	(210)
1.4	主要特色和创新点	(210)
1.5	问题及努力方向	(211)
2	找矿工作建议	(212)
2.1	找矿最佳类型	(212)
2.2	找矿技术方法	(213)
2.3	工程技术手段	(213)
2.4	科研找矿工作	(213)
参考文献		(214)
后 记		(232)
附 图		
附录：照片及照片说明		

第一章 前言

1 选题目的及研究意义

龙脖河铜矿位于云南省红河哈尼族彝族自治州，金平县勐桥乡及河口县莲花滩乡，南西侧与越南社会主义共和国接壤。地理坐标： $103^{\circ}30'35''\text{E} \sim 103^{\circ}39'00''\text{E}$ ； $22^{\circ}47'30''\text{N} \sim 22^{\circ}57'30''\text{N}$ ，属哀牢山脉中国境内最南端。矿区呈北西向延伸，走向长40千米、宽2~6千米，矿区面积约120平方千米（图1-1）。按所处区域大地构造位置及成矿特征，矿区以红河断裂为界，划分为东、西两个矿带：①西矿带：位于红河断裂以南的哀牢山变质地体东缘，矿化发生在哀牢山群中深变质岩系中；②东矿带：位于红河断裂以北红河裂陷槽中，矿化发生于一套浅变质火山岩系中。矿区海拔100~450米，相对高差350米，属中等切割中低山区，交通便利，水电资源丰富，工业基础薄弱，地方经济不发达，属少数民族贫困地区。

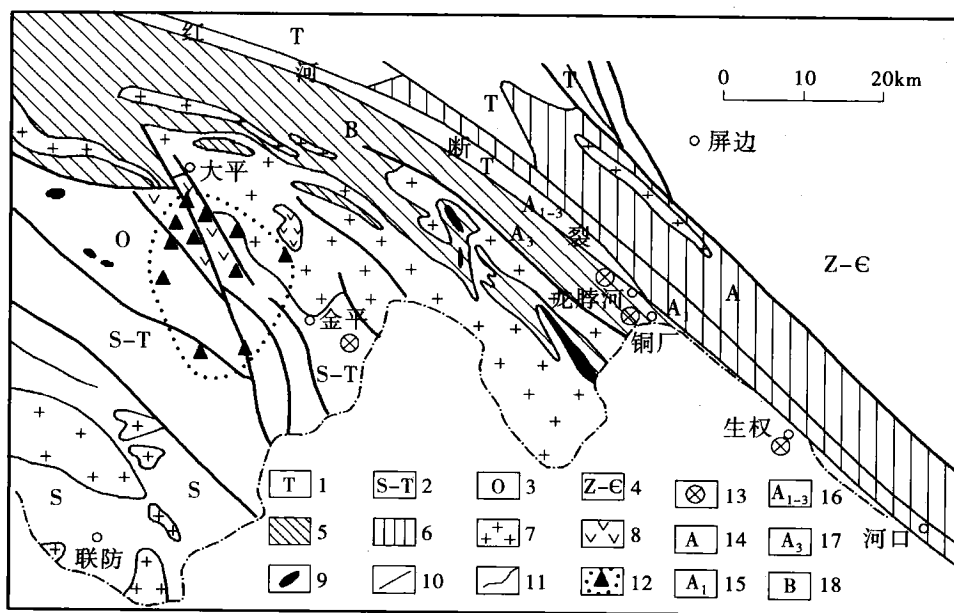


图1-1 云南龙脖河铜矿床地质简图（依朱炳泉，1998，略改）

Fig. 1-1 The Geological sketch map of Longbohe copper deposit, Yunnan

1. 三叠系
2. 志留系—三叠系
3. 奥陶系
4. 震旦—寒武系
5. 元古界哀牢山群
6. 元古界瑶山群
7. 花岗岩
8. 闪长岩
9. 超基性岩
10. 断层
11. 地层界线
12. 金矿
13. 铜矿
14. 扬子板块
15. 个旧—右江盆岭区
16. 红河裂陷槽
17. 哀牢山地体
18. 青藏滇板块

铜是既古老而又年轻的金属。说其古老，是因为铜作为一种金属被人类认识和开发利用的时间，比金略滞后，但比铁、锰、铝等早得多，应归功于地表自然铜、自然金和一些铜、金的天然合金等易被五六千年以前祖辈识别和利用，且比从坚硬的岩石中开采和冶炼铁、铝、锰等金属要

容易得多。说其年轻,是因为铜的新用途还在不断拓展,铜矿床新类型、新产地也层出不穷。随着国家经济建设迅速发展、重点向西转移,我国实施西部大开发战略,云南地质研究和矿产开发再次成为新的热潮,对铜的需求量和消耗量逐年增长,供求矛盾日益严峻,铜长期被列为我国最主要的急需、紧缺矿产,对紧缺资源的深勘更成了矿业热点。龙脖河铜矿是西南有色地质勘查局于20世纪90年代中后期发现的,研究工作相对薄弱。然而,作为红河缝合线上的典型矿床,进行基础研究无疑具有十分重要的意义。

笔者有幸主持完成地质调查局国土资源大调查项目《云南景谷—金平地区铜矿评价》(编号:200010200112)及云南省有色地质局“十五”重点区带项目《云南省金平—元阳—绿春地区金铜多金属矿找矿评价》(编号:2002-011)。为配合项目的实施,尽早取得好的找矿效果,针对该矿区地质研究的主要问题和不足,我们选取成矿条件优越、地质工作程度相对较低的龙脖河铜矿床作为研究对象和研究重点。在充分了解前人工作成果的基础上,笔者以现代成矿理论为指导,以区域大地构造环境及区域成矿地质背景为基础,系统归纳和总结矿床地质特征,且侧重于火山岩及其成矿作用研究。通过矿床学、矿床地球物理学、矿床地球化学、遥感地质学、同位素、包裹体、微量元素、稀土元素等综合研究手段或技术路线,旨在建立成矿与控矿模式,探讨矿床成因。据此,进行了综合成矿预测和靶区优选,提出工作建议和远景目标,为全面开展找矿勘探工作提供科学依据。

现代科学活动的重要特色就是“预测”、“创新”和“实践”。矿业是云南省支柱产业之一,铜既是云南的优势矿种,又是我国的紧缺矿种,开展龙脖河铜矿成矿预测工作,不仅对云南及我国铜矿资源的勘查找矿具有重要现实意义,也为西部大开发提供新的资源基地。另一方面,地处祖国边陲的云南,素有“有色金属王国”的美誉,但矿产资源的可持续发展状况不容乐观。响应西部大开发战略,探索矿产资源快速评价方法,摸清矿产资源潜力,科学研究对政府矿产资源产业政策的制定及实现找矿工作新突破具有重要意义。

2 矿区勘查和研究现状

2.1 矿区勘查和研究现状

20世纪50年代后期,云南开展正规而系统的区域地质调查和矿产地质普查工作,滇东南地区正是从那时起逐渐积累了丰富的基础地质资料和专项地质资料。资料表明:区内岩浆作用、沉积作用、变质作用、构造活动发育广泛,形成的矿产资源丰富多样:成因上,有外生矿产、内生矿产,还有变质矿产,更有介于三者之间的改造矿产;成矿作用上,有单一成矿作用形成的矿产,还有较多的两种或两种以上成矿作用共同形成的矿产;形成时代上,前寒武纪、古生代、中生代、新生代均有产出;矿种上,锡、铜、锑、镍、金、铅、锌等应有尽有;成矿组合规律上,有共生矿种,也有共生矿床类型。

2.1.1 矿区东矿带

矿区内系统的地质工作始于1970年。早在1898~1919年龙达矿段就先后有法国人莱考利(M. Leclere)、佛罗马格(J. Fromaget)等从越南高平到个旧、滇西等地进行地质矿产调查时,曾在老硐一带开采过铜矿。新中国成立前,冯景兰、曾庆民等曾对龙脖河铜矿南部王勇岛块状硫化物铜矿进行过调查。1970~1972年云南省地质局第二区域地质测量大队开展了1:200 000金平幅、河口幅区域地质调查工作,对区域地层、构造、岩浆活动及矿产概况进行了基础调查,为后人研究成矿地质背景提供了丰富的基础资料。

矿床勘查工作集中在1990~1998年间。西南有色地质勘查局在该区开展大量地质物化探工

作。1991~1992年西南有色地质勘查局物探队在该区开展1:100 000分散流扫面及部分地段1:20 000化探次生晕详查。1990~1992年西南有色地质勘查局地研所在矿区进行地质概查,同期,西南有色地质勘查局三〇六队在矿区开始踏勘。1992~1993年西南有色地质勘查局物探队在本区开展激电、中精度磁法、放射性测量等物探工作。1992~1994年西南有色地质勘查局三〇八队在龙达矿段开展概查找矿工作,同期,西南有色地质勘查局三〇六队在新街一二道河地段开展了概查找矿工作。1995年西南有色地质勘查局三〇六队、三〇八队分别在区内开展1:50 000黑白航片地质解译、1:50 000TM卫片图像地质解译工作。1996~1998年西南有色地质勘查局三〇八队在龙达矿段继续开展地质普查,同期西南有色地质勘查局三〇六队亦在新街一二道河地段开展地质普查。经过普查后,全矿区共求获D+E级铜金属储量为33.60万吨,其中三〇八队工作的龙达矿段求获D+E级铜金属储量为20.04万吨,Cu平均品位1.65w%;三〇六队工作的新街一二道河地段求获D+E级铜金属储量为13.56万吨,Cu平均品位0.80w%。

开展上述勘查找矿的同时,1993~1994年,桂林工学院隐伏矿床预测研究所在矿区北段分别开展了土壤离子电导率测量法、土壤吸附相态汞测量法、地电提取测量法、元素形势测量法等4种新方法的找矿研究,在新街、老新街矿化地段发现两个较好的地电化学异常靶区,并根据测出的异常种类、强度、规模等资料,将其划分为三类异常靶区,推测在I类异常靶区的几种新方法异常重合性较好的部位是寻找隐伏铜矿的有利地段。1994~1996年,中国科学院广州地球化学研究所与西南有色地质研究所共同承担完成“云南河口—金平县龙脖河与水源铜矿化集中区成矿远景评价”科研项目,认为龙脖河地区的浅变质火山岩系形成时代应为早二叠世,并经历绿片岩相区域变质作用;而深变质岩系为外来系统,是推覆作用的产物,包括哀牢山群和瑶山群,均推覆在晚古生代地层之上。认为浅变质火山岩系是一套完整的海相火山岩系,可能的产出环境为小洋盆岛弧环境,火山喷流作用明显。还认为龙脖河铜矿床控矿地层为中元古代钠质火山岩与大理岩,其深部有赋存大型铜矿床的可能性。朱炳泉等提出铅同位素三维空间拓扑投影特征的数据处理方法,根据滇中地区矿石铅同位素填图,龙脖河铜矿石铅同位素矢量 V_1 值大于111,明显富Th-Pb和U-Pb,属华南块体,即位于华南—扬子地球化学界线偏华南块体一侧;通过对中国大陆铅同位素填图和块体边界元古界基底地球化学特征研究认为,中国大陆超大型矿床以及著名的大型矿床产出与地球化学边界(急变带)(Zhu Bingquan, 1996)的关系密切,龙脖河铜矿位于印支—扬子两大块体界线转折端部位,应是进一步发现超大型铜矿和银矿极有利地段(朱炳泉等, 1993, 1995, 1998; Zhu Bingquan, 1995, 1998; 常向阳等, 1997)。邹日等(1997)认为北西向的红河成矿带属于印支块体,龙脖河铜矿属于在元古界形成的矿床,且受印支—扬子块体边缘的铅同位素地球化学场急变带制约。杨金富、刘继顺等(1999)研究云南老新街铜矿地质特征、矿床成因及找矿标志;冯开平(1998)研究地球物理地球化学异常模式;满昆良、赵嘉琪(1997)、杨昌华(2003)研究龙脖河矿区东矿带火山岩特征及含矿性;邹日等(1997)研究红河成矿带壳幔演化与成矿作用的年代学;常向阳等(1998)也对金平龙脖河铜矿区变钠质火山岩系地球化学与年代学进行过研究;曹以恒(1997)等探讨过GPS技术在龙脖河矿区的应用;崔银亮等(2004)、高俊等(2004)研究矿区火山岩地质及岩石化学特征及东矿带成矿条件、控矿规律;崔银亮等(2004, 2005)、Cui Yinliang et al. (2005)将该铜矿与越南生权铜矿、新平大红山铁铜矿床进行对比研究。

2.1.2 矿区西矿带

西矿带勘查工作和研究程度均低,1960年,红河州地质队对金平县茅草坪铁矿进行普查评价,同年云锡普查队亦对茅草坪铁矿进行过检查。1965年,云南省地质局十五地质队对金平县六区茅草坪—龙脖河一带进行过地质踏勘。1970年,云南省地质局第二区测队矿普分队开展金平县大坪台—金水、桥头—茅草坪地区的地质测量及铁、铜矿点普查。1972年,云南省地矿局