

依靠地质科技 促进地质找矿

—— 2010年河北省地矿局科技大会论文集

河北省地矿局 编

地质出版社

依靠地质科技 促进地质找矿

——2010 年河北省地矿局科技大会论文集

河北省地矿局 编

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

河北省地矿局近年在地质找矿、水工环地质及拓宽服务领域等方面取得了重要成果,特别是在深部找矿、就矿找矿、新理论新方法找矿中有重大突破。为了系统总结所取得的一系列成果,在河北省地矿局科学技术大会召开之前编辑了这本论文集。论文集共包括六个部分:地质·矿产,物探·化探·遥感,水文·工程·环境地质,测量,分析测试及其他,共84篇论文。希望本文集的出版,能为在河北省从事地学研究的广大工作者提供一定的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

依靠地质科技 促进地质找矿:2010年河北省地矿局科技大会论文集/河北省地矿局编. —北京:地质出版社,2010.6

ISBN 978-7-116-06707-3

I. ①依… II. ①河… III. ①找矿-河北省-学术会议-文集 IV. ①P624-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第104378号

YIKAO DIZHI KEJI CUJIN DIZHI ZHAOKUANG

责任编辑:李惠娣 李凯明

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京长宁印刷有限公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:26.75

字 数:800千字

版 次:2010年6月北京第1版·第1次印刷

定 价:88.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06707-3

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

依靠地质科技
促进地质找矿

刘鹤峰

编委会组成

主 任：刘鹤峰

副 主 任：靳海河 李春生

主 编：韩玉丑

委 员：韩玉丑 马友谊 李永峰 杨志宏

赵宗壮 刘明辰 段日升 郭海全

李惠忠 刘志刚 吴 毅

序

当前,我国正处于加快实现工业化、城镇化的重要时期,增强矿产资源的保障能力、加强地质环境保护是现阶段国家现代化建设对地质工作的根本要求,而实现这一目标则必须加快科技创新步伐,不断提高地质科技水平。

河北省地矿局作为河北省从事矿产资源勘查及水工环地质工作的主力军,成立 50 多年来,紧紧依靠科技创新,围绕国家和河北省经济建设开展地质勘查工作,取得了一大批重要的成果,提交各类地质报告 3653 份,其中矿产勘查报告 1803 份,水文工程勘查报告 431 份,区域地质调查报告 133 份,物化探(含遥感)报告 508 份,环境地质勘查报告 115 份,地质科研报告 663 份。共发现各类矿种 128 种,提交矿产地 515 处,其中大、中型矿产地 231 处,提交特大型水源地 2 处,大型水源地 12 处及大批中、小型水源地。在取得丰硕地质成果的同时,还有一大批成果获得省部级以上奖励,仅 1986 年至 2009 年,全局就有 299 项地质科研成果和 942 人获得国家或省部级科技奖励。这些成果奠定了河北资源大省的地位,同时也为经济建设和政府决策提供了有力的技术支撑。

近年来,河北省地矿局依靠科技创新在地质找矿、水工环地质及拓宽服务领域等方面均取得了辉煌业绩。特别是在深部找矿、就矿找矿、新理论新方法找矿中取得重大突破,如沙河白涧铁矿、隆化大鸟苏南沟 M24 钕铁磁铁矿、承德东大洼及黑山铁矿、滦县司家营铁矿大贾庄矿、青龙当杖子铁矿、涞源木吉村铜矿、张北公会煤矿。这些找矿成果有的是对老矿区的新认识,有的属于新理论新方法,体现了科技创新的巨大作用。河北省地质环境监测、河北平原地面沉降监测网建设、河北平原地下水资源可持续利用调查、河北省深部地热资源和浅层地温能调查、河北省农业地质调查、海岸带地质调查、海滩治理、地质灾害防治和预警预报等,也都是依靠地质科技的进步。

为了系统总结属地化以来河北省地矿局地质科技取得的成就,我们在河北省地矿局科学技术大会召开之前编辑了这本论文集,汇集了河北省地矿局近年来在矿产地质、地球物理、地球化学、水文地质及工程地质、环境地质等方面的论文共 84 篇。该论文集的出版,充分体现了河北省地矿局广大地质科技工作者勤于实践、勇于探索创新的求实精神,代表了河北省地矿局当前的地质科技水平,也必将对我们今后更好地开展地质工作具有重要参考意义。

今后一个时期仍然是地质工作大发展的时期,我们将进一步坚持科技创新,积极引导和鼓励更多地质技术人员投身于地质工作的伟大实践和探索创新之中,推动全局地质科技水平不断提高,努力推进地质工作的全面发展,实现地质找矿新的更大突破,为河北的科学发展、富民强省做出地质工作者应有的贡献!



2010. 5. 18

目 录

第一部分 地质·矿产

木吉村铜(钼)矿床地质特征

..... 马国玺 陈志宽 陈立景 马晓凤 马金虎 提云生 窦玉峰 (1)

蔡家营铅锌银矿地质特征及成矿规律初探 陈树清 郝世云 刘建国 全素桃 董凤霞 (7)

河北省承德市大庙式含钒钛磁铁矿床成矿规律及找矿方法研究

..... 孙 静 王德忠 杜维河 范会杰 (12)

赤城县黄土梁金矿地质特征及找矿远景分析

..... 魏明辉 李玉红 李秀花 刘建国 胡志强 代钰煊 (17)

河北省沙河市某铁矿三维模型的建立及应用 白 明 (21)

幔枝构造不同部位的成矿作用——以张宣幔枝构造控矿为例

..... 牛树银 郝梓国 韩玉丑 魏明辉 孙爱群 王宝德 马宝军 (28)

核幔成矿物质与深部找矿研究 孙爱群 牛树银 王宝德 张晓飞 张福祥 刘 成 (38)

河北峪耳崖金矿成矿规律及成矿远景分析 郭 东 吴再忠 冀 萍 (44)

因子分析在确定矿化过程及化探综合异常中的应用

..... 李随民 韩玉丑 魏明辉 陈树清 李玉红 (48)

关于需选贫铁矿石工业类型划分的认识 梁国华 高孝敏 刘俊德 (55)

河北省涞源县独山城铁矿地质特征 李星梅 窦玉峰 邓志东 刘春艳 赵雪朋 (57)

丰宁县四岔口盆地油页岩成矿环境探讨 王瑞权 孙 静 张立剑 (62)

河北省矿产资源综合利用与地质找矿 韩玉丑 张英群 李永峰 (66)

大河南—大海坨构造岩浆岩带成岩控矿规律探讨

..... 胡世光 许华起 谷文杰 刘成维 宋瑞先 (69)

河北省西北部细石器文化遗存及其特征 胡醒民 廖云峰 班长勇 (76)

浅谈邯邢地区膨润土矿成矿地质条件及找矿方向 王 红 张庆红 (82)

河北宽城孤山子超基性岩铜矿成矿预测研究 刘海龙 吴再忠 贾春燕 李玉振 (86)

河北省迁西县钓鱼岩一带锰矿地质特征 李玉振 吴再忠 贾春燕 冀 萍 李书娥 (93)

浅谈奥陶系中统磁县组标准剖面及遗迹保护意义 贾立芹 赵书梅 陈建军 高立建 (97)

大河南岩体北段成矿条件分析及找矿模型探讨 刘海田 (100)

无底柱分段崩落采矿法在隆尧双碑石膏矿床的应用试验

..... 李胜利 田文法 杜登峰 赖燕玲 (106)

华北克拉通典型地幔岩及成因与成岩成矿专属性

..... 仲立刚 刘庆新 马志军 王琴廷 李英军 (111)

河北平原第四纪地层划分的再研究	刘立军	徐海振	崔秋苹	王 娟	(116)
藏西南什布奇聂拉木岩群的 SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄及其地质意义	张桂凤	李金和	高 雄		(122)
内蒙古东乌珠穆沁旗花哈勒金多金属矿点的地质特征	李金和	倪克庆	张桂凤		(127)
西藏札达县底雅一带聂拉木岩群变质矿物特征	倪克庆	李金和	高 雄	吴连亨	(134)
新疆北塔山构造混杂岩带的发现及问题讨论	胡醒民	孟宪锋	廖云峰		(141)

第二部分 物探·化探·遥感

河北平原土壤重金属污染评价	郭海全	马文静	李天刚	刘树兴	(148)
太行山北段遥感环形影像成因分析	高 珏	马文静	郝 晨		(153)
霸州市 LUCC 遥感动态监测及变化分析			高自强		(157)
冀东铁矿新一轮找矿中对低缓磁异常的综合分析	张秀东	高孝敏	马广海		(166)
河北省多目标区域地球化学调查成果及拓展应用前景	张秀芝	马忠社			(170)
沧州金丝小枣产地生态地球化学评价	马忠社	李宏亮			(175)
河北平原土壤、地下水氟地球化学特征及其与地氟病的关系	张秀芝	王三民	郗洪强	王会敏	(179)
RGIS 重磁数据处理软件在铁矿普查中应用实例	张立剑	沈志清	孙 静	王瑞权	付荣钦 (187)
隆化县卜头沟铁矿地球物理特征	张立剑	孙 静	王瑞权	沈志清	(193)
频谱激电法在铁矿勘探中的应用	张晓明	谢 博			(198)
国际地磁参考场在高斯投影坐标系下的计算	赵卫东	刘俊芳	郝晓东	高立建	(202)
张家口市活动构造遥感解译及地壳稳定性研究	郝跃生				(207)

第三部分 水文·工程·环境地质

地下连续墙技术在深基坑围护中的应用	刘永杰				(212)
岩土灌浆技术在滑坡治理中的应用	刘永杰	谷凤林	刘彦林		(220)
河北平原地面沉降现状及成因分析	陈英杰	褚立峰	范建民	张进才	卢泽昌 沈荣辉 (226)
廊坊市杨税务垃圾场包气带有机组分污染探讨	谷明旭	王新友	唐立强	韩 冲	(232)
保定市浅层地热能与地源热泵技术应用研究	李琛曦	吕彩云	王永强	田 德	李凤林 (237)
唐山市平原区主要开采层地下水质量评价	宋利震	付林平	马丙太	赵文莲	(242)
唐山市主要地质灾害分析及防治措施	马丙太	宋利震	邢 颖	庞国兴	翟 星 (247)
沧州市地裂缝分布规律及成因探讨	邢忠信	张 熟	白永辉		(252)
四川省安县桑枣镇梓潼沟泥石流灾害特征及防治对策	邢忠信	刘和民	崔国树	黄云龙	曹鼎鑫 (259)
沧州金丝小枣与地质环境条件关系的初探	迟秀成	田小伟	田俊花		(266)
地热井合理井距确定方法研究	白永辉	张岩峰	刘新伟	刘普峰	孙志广 (272)
河北省崩塌 - 滑坡及泥石流灾害风险评价研究	邢忠信	张成兵	曾令海	田小伟	蓝任远 (276)

河北平原咸水动态演化规律及相关因素分析

..... 张 熟 王计欣 王彦静 高 维 田小伟 贾进军 杜 泉 (281)	
河北平原土壤养分肥力分级及其分布特征	张秀芝 李宏亮 王志军 (289)
河北平原层状热储合理井距计算方法探讨	张德忠 (294)
河北平原有咸水区地下咸水对深层淡水入侵模式研究	寇秋焕 (297)
河北省地热钻井技术及成井工艺	李砚智 张长茂 (300)
衡水湖成因探讨	申景转 钱慧英 张志刚 耿世明 王 健 (304)
浅层地热能换热系统联合应用探讨	方连育 (309)
深州地热田水位下降成因分析及可持续开发策略	张素娥 李志军 康清普 龙高峡 (314)
邢台市百泉岩溶水的开发利用及发展	牟永忠 王占辉 (320)
中关铁矿帷幕注浆工程质量监控重点分析	周明杰 白凤怀 刘国义 (324)
四川灾区平武县麻园子滑坡群现状及防治对策研究	朱新建 刘永涛 袁 烨 (329)
煤矿下伏富水多层采空区注浆地基处理技术研究	刘国华 (334)

第四部分 测 量

对国家 2000 坐标系统转换工作的初步探讨	高孝敏 崔 伟 褚 亮 (339)
基于 RS 的背景地图制图综合基本要求与方法	夏 江 郭中社 (342)
正射影像 DOM 中关于影像分辨率与成图比例尺的一种计算方法	王会然 (345)
GPS 信号的小波包阈值去噪方法	沈荣辉 刘齐芬 卢泽昌 褚立锋 高 森 (348)
GIS 技术在鱼鳅浩滑坡勘查中的应用与研究	徐丹梅 徐海振 (352)
如何提高 54 坐标与 80 坐标转换精度问题的探讨	李 勇 何金钢 安永建 (357)

第五部分 分析测试

GC-MSD 分析土壤中痕量残留多氯联苯	河北省地矿中心实验室有机分析室 (359)
电感耦合等离子体质谱仪测定植物样品中多种微量元素	郭小彪 (363)
电弧浓缩法测定地质样品中的铪和钽	高希娟 杨红国 李 星 魏 利 王 莉 (368)
矿石可选性试验样品的采取	郭秀平 (371)
石墨矿中固定碳的测定	支云川 赵良成 (377)
锰银矿湿法冶金分离新工艺研究	李朝晖 郭秀平 徐 麟 (379)
冀东地区含金矿物中金的分析方法综述	王秀芬 李艳双 (383)
化学需氧量检测方法分析	张亚力 (387)
土工试验质量控制与成果综合分析	韩康琴 冯敏英 段媛媛 段日升 (390)
水质分析的质量控制与质量评估	齐占虎 段日升 段媛媛 (395)
解析抗剪强度指标的选用问题	张永辉 尹红云 张云肖 (398)

第六部分 其 他

基础性地质工作应纳入四万亿投资中	马友谊 马文静 (401)
肃宁县地热资源开发与可持续利用研究	邢忠信 邢一飞 王维州 (403)
矿泉水在沧州地区的开发利用可行性研究	姜 勇 孙志广 刘新伟 王文岩 (407)
河北省利用地下水库实施水资源优化配置的可行性	张增勤 冯创业 (413)

第一部分 地质·矿产

木吉村铜（钼）矿床地质特征

马国玺 陈志宽 陈立景 马晓凤 马金虎 提云生 窦玉峰

（河北省保定地质工程勘察院，保定 071051）

摘 要 河北省涞源县木吉村铜（钼）矿目前已探明为一大型斑岩型铜（钼）-矽卡岩型铁铜-热液脉型铅锌三位一体多金属矿床。作者结合最新勘查成果对矿床的成矿地质背景、矿床地质特征进行总结，探讨了矿床的成因和成矿模式。研究表明：木吉村铜（钼）矿位于山西断隆与燕山台褶带过渡地带，乌龙沟—上黄旗深断裂带中。矿床的主要控矿构造为 F_4 ，成矿母岩闪长玢岩与古火山构造关系密切。矿床具有典型面型蚀变分带性及矿化分带性。矿床成因主要为斑岩-矽卡岩型高（中）温热液矿床，以“多位一体”和成矿多阶段为特点。

关键词 木吉村铜（钼）矿；成矿地质背景；矿床特征；矿床成因；成矿模式

1 成矿地质背景

木吉村铜（钼）矿床位于太行山北段山西断隆与燕山台褶带过渡地带、乌龙沟—上黄旗深断裂带中。本区经历了地槽（Ar—Pt₁）、地台（Pt₂—Pz）、大陆边缘活动带（Mz—Kz）三个大地构造演化阶段。深部构造为地幔陡坡带（莫霍面埋深由36km到39km），位于大兴安岭—太行山—武陵山重力梯度带上。基底主要由中新太古界阜平群、五台群片麻岩组成，盖层主要由中新元古界和古生界碳酸盐岩、碎屑岩组成，中生界主要由陆相火山岩和碎屑岩组成。

矿床目前已探明为大型铜（钼）矿床。为斑岩型铜（钼）-矽卡岩型铁铜-热液脉型铅锌三位一体的多金属矿床。

1.1 地层

区内地层受断裂切割和岩浆岩侵蚀，多呈断块状分布（图1），主要有太古宇五台群片麻岩、中新元古界、下古生界碳酸盐岩及碎屑岩、中生界火山岩，中元古界与下伏太古宇为不整合接触。下古生界及中元古界碳酸盐岩是主要赋矿围岩。

1.2 构造

区内构造以断裂构造、古火山构造为主。

断裂构造有NNE、NE、NEE、近SN、NW向等多组，以NNE、NE向乌龙沟断裂系为主，大多具多次活动历史。主要控矿（岩）断裂为 F_4 。

F_4 断层位于矿区中部小立沟—磨石沟一带，长5~6km，断距超过2km，走向NNE，倾向南东，倾角50°~70°，向深部变缓。断层破碎带发育。其上盘为寒武—奥陶系灰岩、侏罗系火山岩，下盘为中元古界白云岩，为中生代火山断陷盆地的“边缘断裂”。

古火山构造位于矿区东侧绵胡坨一带，属爆发型火山构造，熔岩型灰流相—元结构，周围环以碎屑型灰流相（喷（爆）溢相）和断续分布的闪长玢岩、隐爆角砾岩等次火山岩。

1.3 岩浆岩

区内岩浆岩是涞源杂岩体的一部分，绕北、东、南三面呈虎口状嵌布。主要岩石类型有黑云母石

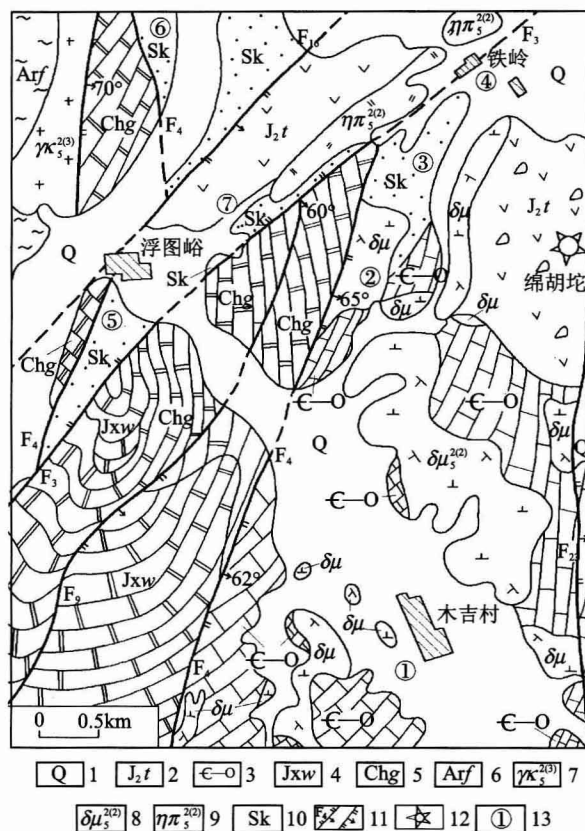


图1 木吉村矿田地质略图

(据马国玺, 1996)

1—第四系；2—侏罗系髫髻山组安山岩；3—寒武—奥陶系灰岩；4—蓟县系雾迷山组白云岩；5—长城系高于庄组白云岩；6—太古宇阜平群片麻岩；7—钾长花岗岩；8—闪长玢岩；9—二长斑岩；10—砂卡岩；11—逆、正断层；12—古火山口；13—矿床（段）；

①木吉村铜钼矿，②鸽子岭铁铜矿，③小立沟铁铜矿，④铁岭铁铜矿，⑤浮图峪铁铜矿，⑥茅儿峪铁铜矿，⑦东沟铁铜矿

英闪长岩、花岗闪长岩和斑状花岗闪长岩、粗粒斑状花岗岩、钾长花岗岩、二长斑岩和闪长玢岩。闪长玢岩体呈“蘑菇状”，是古火山构造的组成部分，是矿田主要成矿母岩。

岩石呈灰绿色，全晶质斑状结构，斑晶占30%~40%，矿物组成主要为奥长石（占90%），次为角闪石及石英等，角闪石大多为黑云母所交代，斑晶形态有自形、半自形，以半自形为主。

2 蚀变类型与分带性

区内蚀变及蚀变岩异常发育，主要与闪长玢岩有关。根据其蚀变类型及矿物组合可分为岩体内、外两个蚀变带，斑岩型铜（钼）矿化主要受内蚀变带控制，砂卡岩型铁铜及热液脉型铅锌矿化主要受外蚀变带控制，自岩体到围岩，由深而浅，其蚀变分带为：

2.1 内蚀变带

内蚀变带为典型斑岩热液蚀变带，发育强硅化、钾化、硅化、青磐岩化及泥化等面型蚀变，钾化、硅化与斑岩型铜（钼）矿化关系密切，尤其是前者。

强硅化带（Qn）：见于“岩颈”深部中央，埋深距地表约750~950m，主要由石英及正长石组成。核部为宽大次生石英脉，其外围为石英细网脉，与钾化带呈渐变关系。

钾化带：发育于强硅化带外侧。特征蚀变矿物为钾长石、黑云母及石英、石膏、水云母等。此带可细分为钾长石—石膏亚带（Kf—Gy）、黑云母亚带（Bi），前者与强硅化带相连，后者位于其外。钾长石呈云雾状环边交代斜长石或石英，呈脉状交代原岩，黑云母选择交代角闪石、原生黑云母等暗色矿物。

钾长石石膏亚带（Kf-Gy）：非金属矿物组合为石英、绢云母、黑云母、水云母、钾长石、石膏；主要硫化物为黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿。

黑云母亚带（Bi）：非金属矿物组合为石英、绢云母、黑云母、水云母，金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、少量辉钼矿组成。

硅化带（Q-Ser）：发育于“岩颈”与“岩盖”过渡部位，位于钾化带之外，地表出露南北长800m，东西宽600m，特征蚀变矿物为石英、绢云母、白云母、黄铁矿等，局部风化呈“火烧皮”状。

青磐岩化带（Pro）：发育于“岩盖”及枝体部位，出露于岩体边部，位于硅化带之外，局部在泥化带之外，特征蚀变矿物为绿泥石、绿帘石、方解石、石英等。

2.2 外蚀变带

闪长玢岩与寒武系灰岩及灰质白云岩接触形成一套钙质矽卡岩，沿 F_4 断裂带与中元古界白云岩接触形成一套镁质矽卡岩，以渗滤交代钙（镁）质矽卡岩为主，内矽卡岩不发育，其分带为：

矽卡岩带：分布于青磐岩化带外缘，主要沿 F_4 断裂带上盘断陷盆地内侧发育，厚度可达数百米，以钙矽卡岩为主，受青磐岩化叠加而成为“绿化”钙（镁）矽卡岩带。主要矿物组合为石榴子石、透辉石、透闪石及绿帘石、绿泥石、方解石、石英等。含铜磁铁矿化与透闪石化相伴，镜铁黄铜矿化与绿泥石、绿帘石化关系密切。

蛇纹石化大理岩带：发育于矽卡岩带外侧，特征蚀变矿物为蛇纹石、方解石及白云石、透闪石，可伴有磁铁矿化、黄铜矿化。

铁锰碳酸盐化带：呈线型发育于矿区外围白云岩、灰岩裂隙中，特征蚀变矿物为方解石、白云石、石英、铁锰质岩等，局部伴随脉状铅锌矿化。

灰岩（白云岩）带：分布于最外带，有重结晶现象，蚀变微弱。

3 矿床地质特征

受古火山构造、断裂等地质条件控制，区内发育有斑岩型铜钼矿床（木吉村）、矽卡岩型铜铁矿床（铁岭、东沟、浮图峪等）热液叠加矽卡岩型铜（铁）矿床（小立沟、浮图峪、鸽子岭）、热液脉型铅锌矿床（合儿沟），共有矿体260余个，分布于闪长玢岩体及其相关的构造—矽卡岩带中，总体绕古火山构造呈带状展布。

3.1 斑岩—矽卡岩型铜钼矿

矿床位于木吉村一带，受闪长玢岩控制，产于其主体“蘑菇柄”及其接触带矽卡岩中。共有斑岩—矽卡岩型铜、钼、铁、硫、锌等矿体108个，以斑岩铜（钼）矿体为主。矿体分布受蚀变带控制，具明显分带性，可分为上、下两个矿带。

上部矿带为一斑岩型铜钼共生矿体，分布于钾质蚀变带中。其中钼（铜）矿段主要分布在钾长石—石膏亚带，铜（钼）矿体主要产于黑云母亚带。目前控制南北长900余米，东西宽180~790m，厚度18.39~343.51m，平均厚度218.41m。矿体形态为一厚大的不规则透镜体。矿体走向NNE，倾向SE，倾角20°~30°。

下部矿带由斑岩型钼矿—矽卡岩型铜矿组成，富集在玢岩体下部钾质蚀变带及矽卡岩带中。矿带目前控制长度400余米，宽度460~700m，厚度67.4~393m，平均厚度247.82m。矿体形态亦为厚大的不规则透镜体。矿体产状与上部矿带基本一致，长轴近SN向，略向南东倾伏，倾角30°~40°。矿石有铜矿、铜钼矿、钼矿三种矿石类型，矿石中金属矿物主要有黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、辉银矿等。铜矿石中黄铜矿含量高，辉钼矿含量少，钼矿石则与之相反。非金属矿物主要有石英、绢云母、水云母、钾长石、斜长石等。矿石呈细粒结构，细脉浸染状构造。主要成矿元素为Cu、Mo，共伴生有S、Fe、Zn等。平均品位Cu 0.26%~0.49%、Mo 0.038%~0.142%。

木吉村铜（钼）矿床主要受闪长玢岩蚀变矿化体系控制，斑岩铜钼矿化受内带斑岩型热液蚀变系统（子系统）控制，从早到晚，由高温到低温可划分为钾交代（钾化）和氢交代（硅化、青磐岩化）两个成矿阶段，钾交代阶段是铜钼矿主要成矿期。

3.2 矽卡岩型含铜磁铁矿

矿体分布受闪长玢岩“蘑菇顶盖”外带的钙（镁）矽卡岩带控制，产于透辉透闪石矽卡岩带，覆于热液叠加矽卡岩型铜（铁）矿之上，沿舌状、分支状青磐岩化闪长玢岩，矽卡岩带展布于鸽子岭—铁岭、浮图峪—茅儿峪一带。

矿体主要受裂隙及层间构造控制，多呈似层状、脉状、透镜状、瘤状。矿体分支复合、膨缩剧烈，长度一般 100~500m，宽 50~200m，厚数米至数十米不等。矿体走向一般 $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，多向南东倾斜，倾角 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 左右，受断裂控制者倾角可达 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ （如茅儿峪矿体）。

矿石有磁铁矿石、磁铁—黄铜矿石、铜矿石三种类型，以前两种为主。具条带状、团块状、浸染状等构造。主要金属矿物为磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、自然铜、斑铜矿、闪锌矿，方铅矿少量。脉石矿物有透闪石、透辉石、石榴子石、蛇纹石、绿帘石、绿泥石、石英、方解石、滑石等，主要有用组分为 Cu、Fe，其品位 Cu 为 0.64%~0.76%，Fe 为 30.89%~34.98%。

3.3 热液叠加矽卡岩型镜铁黄铜矿

矿体受“绿化”（绿泥石、绿帘石）矽卡岩带控制，伏于矽卡岩型含磁铜铁矿之下，沿 F_4 断裂带产出于鸽子岭—小立沟、浮图峪—茅儿峪一带。

矿体呈脉状、囊状、不规则状，多膨缩分支复合。最大延长可达 800 余米，一般 50~360m，延深一般数十米至 200m，厚度由不足 1m 到 32.96m 不等。矿体产状受 F_4 及派生裂隙控制，走向一般 $10^{\circ}\sim 37^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。

矿石类型有镜铁矿—黄铜矿石、镜铁矿石、黄铜矿石三种，以前者为主，具晶粒状、乳滴状、束状、交代等结构，条带状、块状、细脉浸染状构造。主要金属矿物为黄铜矿、镜铁矿、黄铁矿、磁铁矿及少量硫钴矿、辉银矿、白钨矿等；主要非金属矿物为绿泥石、透辉石、绿帘石、石榴子石、透闪石、石英、方解石及蛇纹石、阳起石等。

外带铁铜多金属矿化受接触交代系统（子系统）控制，可划分为两个成矿期（矽卡岩期、热液叠加期），五个成矿阶段（矽卡岩阶段、磁铁矿阶段、镜铁矿阶段、石英—方解石—硫化物阶段、碳酸盐阶段）。矽卡岩期成矿组合为黄铜矿—磁铁矿，以铁为主，主要形成于磁铁矿阶段，与透辉石化相伴；热液叠加期成矿组合为镜铁矿—黄铜矿，以铜为主，主要形成于石英—方解石—硫化物阶段，与“绿化”相伴。

4 矿床成因及成矿模式

4.1 成矿时代

区内蚀变、矿化与古火山机构相伴和次火山相闪长玢岩有成因联系，闪长玢岩全岩 Rb—Sr 等时线年龄为 170Ma（马国玺，1992）。其成岩年龄可大致代表成矿年龄，约为中侏罗世。

4.2 流体包裹体

（1）成矿温度

1）斑岩蚀变矿化系统（内带）：石英、绢云母及碳酸盐化温度范围为 $167\sim 488^{\circ}\text{C}$ ，由于具工业意义的斑岩铜钼矿化主要与钾质蚀变相伴，其成矿温度应更高些，属高（中）温阶段。

2）接触交代系统（外带）：①矽卡岩期：温度范围为 $300\sim 450^{\circ}\text{C}$ ，磁铁矿阶段为 $300\sim 403^{\circ}\text{C}$ （高温）。②热液叠加（“绿化”）期：温度范围为 $177\sim 386^{\circ}\text{C}$ ，镜铁矿阶段为 $328\sim 386^{\circ}\text{C}$ （高温）、硫化物阶段为 $127\sim 350^{\circ}\text{C}$ （中温）。 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ （高温）、 $177\sim 350^{\circ}\text{C}$ （中温）两个温度阶段是外带成矿主期。因此，矿区主要成矿期为高温（内带斑岩型铜钼、外带矽卡岩型含铜磁铁矿化）和中（高）

温（外带热液叠加矽卡岩型镜铁黄铜矿化）期，低温期在矿床外围发生热液脉型铅锌矿化。从早到晚，从岩体到围岩，由高温至低温，从斑岩型铜钼矿—矽卡岩型铁（铜）—热液叠加矽卡岩型铜（铁）—热液脉型铅锌，构成正向矿化序列。

（2）包裹体成分及成矿介质条件

矿区内带斑岩型热液蚀变系统硅化石英的包裹体热液相成分，阳离子以 K^+ 及 Na^+ 为主，阴离子以 SO_4^{2-} 及 Cl^- 为主，气相成分以 H_2O 及 CO_2 为主。成矿介质为富含硫酸根和二氧化碳的高温（340℃）盐水体系，推测早期钾交代铜钼矿化阶段 K^+ 浓度会更高，这是钾化带异常发育的本质原因。外带接触交代系统矽卡岩阶段石榴子石包裹体成分以富钙（钠）、氯和水为特征，成矿介质为高温（450℃），中等盐度（12%）的弱酸性（ $pH = 6.55$ ）盐水体系，热液叠加期之镜铁矿、黄铜矿（方解石）包裹体成分更趋富钙、钠、氯，水仍是较主要组分，在镜铁矿、方解石中 HCO_3^- 上升为最主要组分。镜铁矿阶段成矿介质为高温（332℃）、高盐度（72%）的弱碱性（ $pH = 7.58$ ）溶液；硫化物阶段为中温（240 ~ 315℃）、中高盐度（7% ~ 64%）的中—弱碱性溶液（ $pH = 6.75 \sim 7.75$ ），由包裹体成分及介质条件演变可以看出，接触交代系统从矽卡岩期到热液叠加期，介质成分中钙和碳酸氢根明显增加，钾、钠、氯、氟成分减少，总盐度明显增加，碱性增强。介质条件变化受内带蚀变系统及围岩影响明显。

4.3 物质来源

（1）硫同位素

不同产状的黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、方铅矿、石膏等硫化物同位素测定表明，矿区斑岩铜钼矿床（段）硫化物 $\delta^{34}S = 0.4\text{‰} \sim 2.6\text{‰}$ ，矽卡岩含铜磁铁矿硫化物 $\delta^{34}S = -3.3\text{‰} \sim 0.6\text{‰}$ ，热液叠加镜铁黄铜矿硫化物 $\delta^{34}S = 1.3\text{‰} \sim 3.2\text{‰}$ ，接近零值，在频率直方图上呈高塔式分布，显示单一深源岩浆硫特征，晚期热液铅锌矿的硫可能有沉积硫加入。

（2）氢、氧、碳同位素

根据矿区氢、氧、碳同位素分析资料统计，矿物包裹体的 $\delta D = -94.1\text{‰} \sim 148.4\text{‰}$ ， $\delta^{18}O_{H_2O} = -0.72\text{‰} \sim 2.20\text{‰}$ ，与岩浆水有一定偏离。

矿物的氧、碳同位素：外带矽卡岩成矿期 $\delta^{18}O_{H_2O} = -0.35\text{‰} \sim 5.70\text{‰}$ ，平均 3.01‰ ，与岩浆水接近；热液叠加成矿期镜铁矿阶段 $\delta^{18}O_{H_2O} = -0.27\text{‰} \sim -6.54\text{‰}$ ，平均 -4.53‰ ；硫化物阶段方解石（与黄铜矿共生） $\delta^{18}O_{H_2O} = -8.92\text{‰} \sim -10.64\text{‰}$ ，平均 -9.57‰ ； $\delta^{13}C = -2.18\text{‰} \sim -2.94\text{‰}$ ，平均 -2.62‰ 。随成矿阶段推移，趋于降低，说明大气降水成分逐渐增加。

4.4 成矿模式

木吉村矿床（田）是一个典型的斑岩型矿床，根据其成矿地质地球化学特征，矿床形成过程和机制分析如下：

在强烈的燕山运动（I 幕）影响下，太行山隆起加剧，乌龙沟深断裂复活，受其影响，在地下壳形成含幔源物质的安山质岩浆房，在构造应力作用下，沿深断裂系上侵至多组构造交汇部的木吉村断陷盆地，发生强烈火山喷发，并形成本区安山质火山岩建造（ J_2t ），在火山喷发期后（或间歇期），次火山岩侵位，受深断裂及层间构造带控制，形成“蘑菇状”闪长玢岩体。与深部岩浆房保持联系的火山机构多次溢出含矿气液对玢岩体及其围岩进行强烈交代，形成以闪长玢岩为中心，以岩浆水为主，有天水逐渐加入的蚀变—矿化体系，受斑岩型热液蚀变系统（子体系）控制，在“岩柄”的钾质蚀变带形成细脉浸染型铜钼矿体，在“岩柄”与“岩盖”过渡部位的硅化—青磐岩化蚀变带形成脉型硫铁矿体；受接触交代系统（子体系）控制，在“岩体”接触带及层间构造系形成含铜磁铁矿体（矽卡岩期），受体系青磐岩化热液叠加，主要沿层间构造系及盆地边缘断裂带（ F_4 ）形成镜铁—黄铜矿体，在矿区外围形成“远温”热液脉型铅锌矿体（化）。矿床以闪长玢岩为中心，由内向外，形成斑岩型铜（钼）—矽卡岩型铁铜、热液叠加矽卡岩型铜（镜铁）—热液脉型铅锌“三位一体”、

具有正向分带鲜明特色的矿床组合，其成矿模式归纳总结如图2。

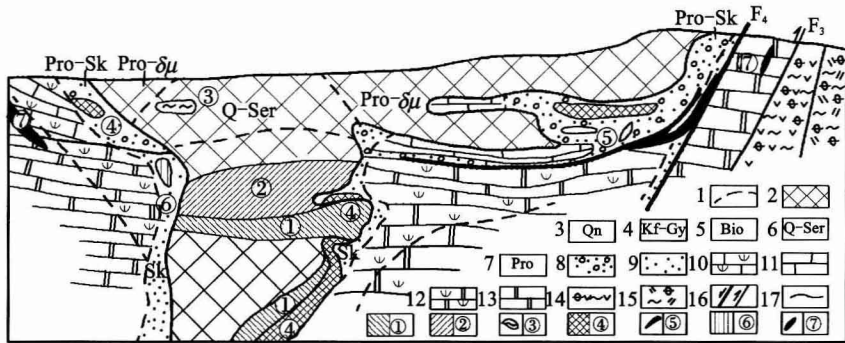


图2 木吉村铜钼矿床成矿模式图(空间分布模式)

1—蚀变带界线; 2—蚀变闪长玢岩; 3—石英核; 4—钾长石—石膏亚带; 5—黑云母亚带; 6—石英绢云母化带; 7—青磐岩化带; 8—绿帘钙矽卡岩带; 9—绿帘镁矽卡岩带; 10—蛇纹石化灰岩; 11—石灰岩; 12—蛇纹石化白云; 14—绿帘绿泥石化安山岩; 15—绿帘绿泥石化二长斑岩; 16—正、逆断层; 17—构造不整合面

①斑岩铜(钼)矿; ②斑岩铜(钼矿); ③斑岩硫铁矿; ④矽卡岩含铜磁铁矿; ⑤热液叠加矽卡岩型镜铁、黄铜矿;
⑥矽卡岩锌矿; ⑦热液铅锌矿

参考文献及资料

- 区域地质矿产调查报告(司格庄幅、王安镇幅). 1978.
- 季克俭等. 1989. 热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律. 北京: 北京科学技术出版社.
- 马国玺. 1992. 河北省涞源县南屯乡大湾锌钼矿地质特征及成矿规律, 矿床专著. 有色金属矿产, 54. 10.
- 马国玺. 1997. 河北省涞源县木吉村铜矿地质特征及成矿模式. 华北地质矿产杂志, 12 (1): 52~66.
- 牛树银, 陈路, 许传诗等. 1994. 太行山区地壳演化及成矿规律. 北京: 地震出版社.
- 芮宗瑶等. 1984. 中国斑岩铜(钼)矿床. 北京: 地质出版社.
- 石准立等. 1964. 涞源地区岩浆期后矿床成矿规律科研报告.
- 王庆隆, 张俊华, 刘生等. 1987. 河北省涞源县木吉村铜钼矿普查评价地质报告. 河北省地质矿产局第六地质大队.
- 章百明, 赵国良, 马国玺等. 1996. 河北省主要成矿区带矿床成矿系列及成矿模式. 北京: 石油工业出版社.
- H. L. Barnes. 1979. 热液矿床地球化学. 北京: 地质出版社 (1987).

蔡家营铅锌银矿地质特征及成矿规律初探

陈树清¹ 郝世云¹ 刘建国² 全素桃¹ 董凤霞¹

(1. 河北省地矿局第三地质大队, 张家口 075000; 2. 河北省地质调查院, 石家庄 050081)

摘 要 本文介绍了河北省张北县蔡家营铅锌银矿区的基本地质条件、矿床地质特征及矿带与矿石类型的划分; 分析了地层、断裂构造、岩浆岩、围岩蚀变与成矿的关系; 总结了成矿基本规律; 初步探讨了铅、锌、银多金属热液矿床形成的机理, 为进一步寻找该类矿床提供依据。

关键词 蔡家营; 铅锌银矿; 地质特征

1 引 言

蔡家营铅锌银矿区位于河北省张北县东北部, 地处华北地台北缘, 内蒙地轴中部, 系冀西北铅、锌、银多金属热液矿床之一。该矿区是一个以铅、锌、银为主的多金属热液矿床, 锌和伴生金、银均达大型规模, 铅达中形规模。本矿床矿脉受羽状断裂控制且成群密集分布, 它既有典型的岩浆热液特征, 又有层控改造型矿床迹象, 还有火山岩型矿床的特点。它的发现是华北地台北缘有色金属找矿工作的一个重大突破。

2 区域地质背景

蔡家营铅锌银矿区位于华北地台北缘中段, 处于北部的康保—围场与南部的尚义—平泉两条东西向深断裂的挟持地带, 即内蒙地轴中部。其Ⅲ级构造单元是冀北断陷束, Ⅳ级构造单元属沽源台凹, Ⅴ级构造单元为蔡家营凸起。区域出露地层简单, 仅有古元古界红旗营子群变质岩系, 中生界侏罗系上统及白垩系和新生界古近系、新近系、第四系。区域岩浆活动比较剧烈、频繁, 侵入时代有太古宙、元古宙、海西期和燕山期, 其中以海西期和燕山期为主。多以酸性及中酸性岩体产出。

3 矿区地质特征

3.1 地层及岩性

区内出露的地层简单, 仅有古元古界红旗营子群变粒岩及中生界侏罗系上统白旗组、张家口组火山岩。新生界第四系松散堆积物覆盖广而厚。古元古界红旗营子群地层自下而上分为四个岩组, 分别为砂线石斜长变粒岩 (G_1)、石榴斜长变粒岩 (G_2)、黑云斜长变粒岩 (G_3)、绿泥石化角闪斜长变粒岩 (G_4)。其中角闪斜长变粒岩是本矿床的潜在矿源层。

3.2 主要断裂构造

断裂构造在本区非常发育, 主要为燕山期形成, 与矿化最为密切。根据走向可分为五组, 其中NEE向断裂最为发育, 成矿作用最佳。该组断裂有 F_{17} 、 F_{45} 号 (图1), 属铅锌银多金属矿床的导矿构造。特别是受 F_{17} 和 F_{45} 两条导矿断裂多期活动的影响, 在其旁侧产生了两组剪切裂隙或断裂群, 形成羽状断裂带。其一组为北北东向, 另一组为北西西向, 两组大致垂直。羽状断裂的成群出现, 为 I—V 矿带的形成提供了有利的容矿场所。羽状断裂严格控制着矿体的规模、产状及空间展布, 是成矿热液充填和交代的场所。经长期多次交代作用改造后的羽状断裂已面貌全非, 它的空间多被充填交代成为矿体和蚀变带, 断裂形迹已模糊不清。根据各种迹象综合分析, F_{17} 和 F_{45} 两条导矿断裂构造旁的羽状裂隙即为容矿断裂构造。

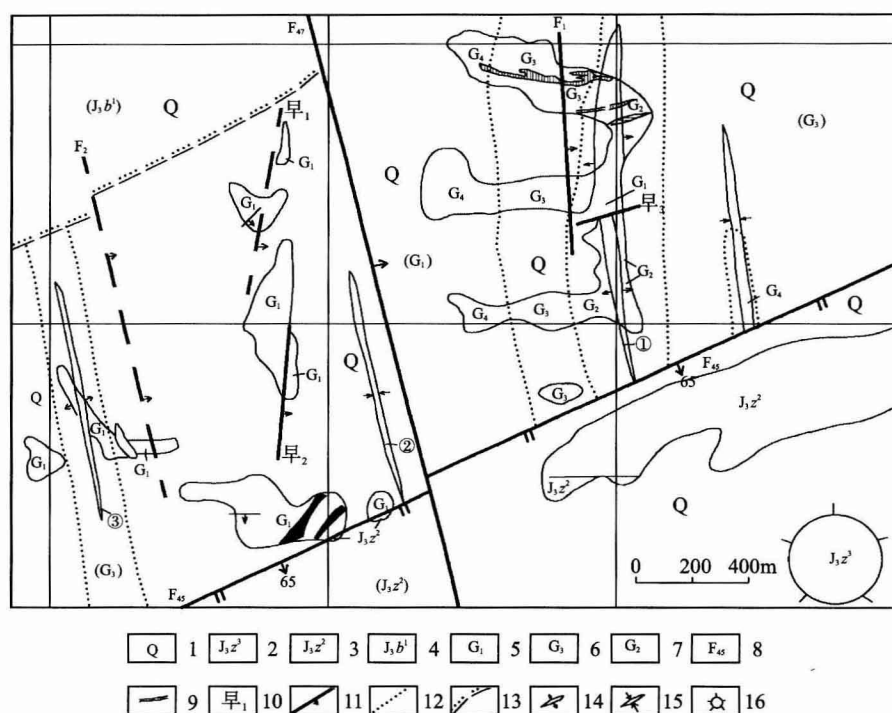


图1 蔡家营矿区构造纲要图

- 1—第四系；2—张家口组三段；3—张家口组二段；4—白旗组一段；5—角闪斜长变粒岩；6—黑云斜长变粒岩；
7—石榴斜长变粒岩；8—断层编号；9—矿脉；10—早期断层编号；11—断层位置及倾向；12—岩性过渡线；
13—不整合线；14—背斜轴；15—向斜轴；16—火山口

火山机构（何包沟火山穹隆）位于矿区东南部，包括四部分：火山口、火山锥、火山颈、火山翼，其中火山口已被夷尽。火山口平面为圆形，被球粒流纹岩充填，面积约 0.7km^2 ，火山锥不仅遭到剥蚀，也遭到断裂构造的破坏，面积约 15km^2 ，火山锥范围内可见流纹岩、粗面岩及相应的火山碎屑岩、熔结火山凝灰岩；火山翼部岩层向外渐趋尖灭，只有张家口组粗面岩和石英粗面岩超覆各岩层，岩层厚度较薄，岩层内流动构造指向东或东南，据此可以推测火山口处于盆地西缘，也说明 F_{45} 、 F_{17} 导矿断裂构造深部勾通了该火山机构，所以何包沟火山作用与蔡家营铅、锌、银矿有密切关系。

3.3 岩浆岩

矿区侵入岩、次火山岩种类、期次均比较简单，只有燕山期花岗斑岩及其派生的岩枝——石英斑岩。

花岗斑岩（ $\gamma\pi$ ）：是矿区主要的侵入岩，为燕山期产物。主要侵入于红旗营子群及白旗组地层中，多呈岩株状。包括薛家沟花岗斑岩（亦称蔡家营岩体）及白水淖花岗斑岩，分布于矿区东北及南西，面积分别为 10km^2 及 2km^2 。花岗斑岩呈浅肉红色，斑晶约占 20%~30%，主要是钾长石和石英，粒径为 3~9mm，基质为细晶石英及钾长石，副矿物有锆石、磷灰石、萤石、石榴子石、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等。

石英斑岩（次火山岩）：浅肉红色—灰白色。斑晶主要由他形石英组成，偶见钾长石，含量约占 5%~10%，粒径 1~3mm，基质为隐晶质的长石和石英。很多石英斑岩体（脉）的边缘相为流纹岩，具明显的流动构造，无斑晶。副矿物与花岗斑岩相同。相对于成矿期分为早期石英斑岩、成矿期石英斑岩、晚期石英斑岩三种。