



主编 汪贻水
彭 觥
肖垂斌

矿 山 地 质 选 集

第九卷 铜金矿山找矿新突破



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



主编 汪贻水
彭 觥
肖垂斌

矿山地质选集

第九卷 铜金矿山找矿新突破



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

矿山地质选集第九卷:铜金矿山找矿新突破/汪贻水,彭觥,肖垂斌
主编. —长沙:中南大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5487-1848-2

I. 矿... II. ①汪... ②彭... ③肖... III. 矿山地质-文集②金铜
矿床-找矿-文集 IV. ①TD1-53②P618.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 183853 号

矿山地质选集第九卷:铜金矿山找矿新突破

主编 汪贻水 彭 觥 肖垂斌

☐责任编辑 刘石年 胡业民

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 湖南地图制印有限责任公司

☐开 本 880 × 1230 1/16 ☐印张 16.75 ☐字数 570 千字

☐版 次 2015 年 8 月第 1 版 ☐印次 2015 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1848-2

☐定 价 138.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容简介

《矿山地质选集》是值中国地质学会矿山地质专业委员会成立 35 周年之际，根据“国务院关于加强矿山地质工作的决定”，将我国各矿山地质工作者及中国地质学会矿山地质专业委员会 35 年来在做好矿山地质工作方面所取得的成绩、进展和突破，以其阶段性总结、著作、论文形式集结出版，以达到承前启后，促进提升的作用。选集共分十卷，内容包括矿山地质实用手册，实用矿山地质学理论与工作，六十四种有色金属及中国铂业，矿山地质与地球物理新进展，工艺矿物学研究及矿山深部找矿，3DMine 在矿山地质领域的研究和应用，尾矿库设计、施工、管理及尾矿资源开发利用技术手册，铅锌矿山找矿新成就，铜金矿山找矿新突破，矿山地质理论与实践创新。

本书为《矿山地质选集第九卷：铜金矿山找矿新突破》，是由《矿山地质选集》丛书主编汪贻水、彭觥、肖垂斌选编自《中国古铜都深部找矿新进展》（主编：汪贻水，副主编：王建青、柏林、彭觥、李万亨，冶金工业出版社 2009 年出版）及《紫金矿业矿山地质工作成就》（主编：陈景河，副主编：汪贻水，顾问：彭觥，冶金工业出版社 2011 年出版）。另外还有一些选自其他会议文集和公开刊物发表的论文。凡引用在公开刊物发表的论文均作了脚下注。本卷论文主要反映了几家大型铜金矿山企业——铜陵集团、紫金矿业、山东黄金的找矿新思维、新方法、新突破以及企业的高速发展。全书内容丰富，启发性强，是一本不可多得的好书。

本书主要供矿山地质工程师使用，对从事矿山地质领域的科研、设计、教学、矿山管理人员也是一部极为重要的参考书。

《矿山地质选集》编委会

顾问	何继善	孙传尧	沃廷枢	王道隆	陈景河	王京彬	
主编	汪贻水	彭 觥	肖垂斌				
委员	(按姓氏笔画排序)						
	王玉往	王建青	王建国	王 峰	王海龙	王静纯	文美兰
	邓金灿	申 萍	叶樟良	史海燕	冯晓元	巩恩普	刘石年
	刘代喜	刘全坤	刘金平	刘建军	刘建雄	刘铁兵	刘慎波
	江新华	孙信牙	孙振家	杜运斌	杨志刚	杨 兵	杨昔林
	杨保疆	李万亨	李义邦	李广斌	李升福	李克庆	肖仪武
	邱小平	何军生	邸明明	汪 宏	沈远超	沈建忠	宋晓军
	张小华	张木毅	张吉龙	张会琼	张锦章	陈军峰	陈 进
	陈锡廉	陈新旺	范其明	范洪海	罗已翀	罗先熔	周尚国
	郑小礼	屈绍东	胡业民	胡建明	胡祥昭	饶玉学	姚 曙
	袁怀雨	聂荣峰	莫江平	贾国相	党新生	高 林	陶 勇
	黄明然	黄 诚	常玉刚	梁新权	彭建堂	彭润民	韩秀丽
	韩润生	程 春	雷时斌	樊继平	潘 才	魏俊浩	
编辑部成员	汪贻水	彭 觥	肖垂斌	胡业民	刘石年	范其明	邸明明
	史海燕						

前言

今年是中国地质学会矿山地质专业委员会成立 35 周年。35 年来,全国矿山地质找矿、勘探和开发取得了巨大成就,矿山地质学的理论研究和矿山地质找矿的新技术、新方法也有了长足的进展,发表的地质论著数以千计。此次就中国地质学会矿山地质专业委员会成立 35 周年之际,我们选择了部分论文著作编辑出版这套《矿山地质选集》,共分为十卷。第一卷为矿山地质实用手册,第二卷为实用矿山地质学理论与工作,第三卷为六十四种有色金属及中国铂业,第四卷为矿山地质与地球物理新进展,第五卷为工艺矿物学研究及矿山深部找矿,第六卷为 3DMine 在矿山地质领域的研究和应用,第七卷为尾矿库设计、施工、管理及尾矿资源开发利用技术手册,第八卷为铅锌矿山找矿新成就,第九卷为铜金矿山找矿新突破,第十卷为矿山地质理论与实践创新。

自中华人民共和国成立特别是改革开放 30 多年以来,广大地质工作者在全国范围内开展了大规模的矿产勘查工作,作出了巨大贡献,有力地为我国工农业生产及国民经济增长提供了矿产资源保障。矿业的发展,也给矿山地质工作带来了极为繁重的任务,但意义也极为重大。2006 年 1 月 20 日国发[2006]4 号文《国务院关于加强地质工作的决定》指出:“矿山地质工作对合理开发利用资源、延长现有矿山服务年限意义重大。按照理论指导、技术优先、探边摸底、外围拓展的方针,搞好矿山地质工作。加强矿山生产过程的补充勘探,指导科学开采。加快危机矿山、现有油气田和资源枯竭城市接替资源勘查,大力推进深部和外围找矿工作。开展共伴生矿产和尾矿的综合评价、勘查和利用。做好矿山关闭和复垦的地质工作。”

为贯彻上述宗旨,中国地质学会矿山地质专业委员会及其有关矿山 35 年来,竭尽全力,将扩大矿山接替资源、延长矿山服务年限作为首要任务,为发展矿山地质工作作出了重要贡献,为许多大、中型矿山提供了大量的补充资源,例如中国铂业——金川大型铜镍(铂)硫化物矿床;中国古铜都——铜陵及周边地区找矿理论及实践;紫金矿业及山东玲珑金矿的找矿进展;戈壁明珠——锡铁山铅锌矿和西南麒麟——会泽铅锌矿以及广东凡口铅锌矿的深边部找矿突破,均使这些大矿山获得了新的生命,全国矿山地质工作也取得了宝贵的经验。

为适应建设资源节约型、环境友好型社会的总体要求,必须以科技进步为手段,以管理创新为基础,以矿产资源节约与综合利用为重要着力点,全面提高矿产资源开发利用效率和水平。多年实践证明,工艺矿物学研究在矿产资源评价和矿产综合利用过程中起到了极其重要的作用,尤其在低品位、共伴生、复杂难选等矿产资源及尾矿资源的开发利用过程中取得了明显的效果。许多矿山在这一方面取得了重要进展和可观的效益。

加强矿山管理和环境地质工作,合理规划地质资源的开采,防止乱挖滥采,提高采、选回收率,减少贫化损失和浪费,也是矿山地质的一项重要工作,要大力开发利用排弃物质,变废为宝,增加矿山收益。

矿产资源是矿业发展的基础,人才资源是矿业发展的保障。中国地质学会矿山地质专业委员会成立 35 年来,一直得到我国老一辈地质学家的关心和支持。一方面是他们学会和对矿山地质发展的关心和支持,另一方面,在他们的培养和帮助下,大批年轻的矿山地质工作者不断成长、崛起。在大家共同努力下,开创出今天的矿山地质事业的大好局面。《矿山地质选集》所收录的部分论文著作,反映了我国老一辈和新一代地质工作者在矿山地质理论研究、矿山地质地球物理找矿新方法新技术、计算机技术和 3DMine 软件在矿山地质中的应用、矿山深边部找矿等方面的新进展、新突破。只是鉴于选集篇幅所限,无法将 35 年来矿山地质工作者的论文全部选入,敬请谅解!

展望未来,虽形势大好,但任务仍然艰巨。唯有以此为新的起点,努力攀登新的高峰!

让我们共同努力吧!

《矿山地质选集》编委会
2015 年 3 月

目 录

一、中国古铜都

长江中下游成矿带成矿比较	裴荣富(1)
宋修明:谱一曲铜业新篇章	李白薇(4)
铜陵及周边地区深部找矿理论与实践	吕才玉 肖福权(6)
对铜山铜矿深部找矿的几点地质认识	王建青(9)
岩体接触带-断裂扩容构造控矿模式及其在铜山铜矿深部找矿中的应用	刘亮明 王建青 詹德光(12)
三维地质建模及可视化系统在安庆铜矿勘查中的应用	丛威青 潘懋 吕才玉 王建青 李长庆(15)
安徽深部矿产资源勘查的思考	储国正(21)
安徽铜陵矿集区及狮子山矿田成岩成矿作用研究现状及进展	徐晓春 褚平利 谢巧勤 尹滔(25)
黄狮涝金矿床成矿控制因素及深部找矿前景	蒋其胜 石秀华 方七林(35)
生产矿山找矿依据、技术路线与进展	王静纯(38)
危机矿山深部、边部隐伏矿体的三维可视化预测——以安徽铜陵凤凰山矿田为例	
..... 毛先成 邹艳红 陈进 赖健清 彭省临 邵拥军 疏志明 吕俊武 吕才玉(47)	
发展铜陵矿业循环经济的探讨	李万亨(59)

二、紫金矿业

从矿床地质向经济地质的跨越——福建省上杭紫金山金铜矿勘查与开发的思考	陈景河(61)
福建紫金山矿田中生代岩浆岩演化序列研究	
..... 于波 裴荣富 邱小平 陈景河 黎敦明 张文慧 刘文元(65)	
矿山补充地质勘查是高收益低风险的投资	陈景河(74)
紫金山金铜矿勘查与开发的思考	陈景河(76)
紫金山铜(金)矿床成矿模式	陈景河(80)
福建省紫金山铜金矿床原生晕地球化学特征及深部找矿前景	刘光永 戴茂昌 祁进平 张锦章(87)
创新地质工作方法 提高地质找矿效果	张锦章(94)
紫金山热液矿床大型矿集区深部成矿界面初步研究	邱小平(100)
紫金山新一轮以企业为主导的地质科研新尝试	祁进平 苏建平 胡惟和 张锦章(104)
高精度磁法在萝卜岭斑岩铜钼矿勘探中的应用	王乾杰 李晶 张锦章(113)
福建上杭温屋铜多金属矿区成矿条件、矿化信息及找矿方向	时明河 孙荣良(121)
龙江亭铜矿综合工业指标确定方法	林连宝(126)
紫金山矿田五子骑龙铜矿床矿化分带及找矿标志	薛凯(132)
紫金山矿集区地质特征、矿床模型与勘查实践	张锦章(140)
再论紫金山铜金矿床地质特征及成因	林元鑫 王新彦 叶孔凯 蓝文强 龙煜辉(151)
紫金山铜矿矿床特征 变化及找矿意义	张锦章(155)
紫金山矿区金矿床次生富集规律初探	周友清(158)
紫金山东矿段大型斑岩型铜钼矿床的发现与勘查	张锦章(165)

三、山东黄金

胶东玲珑金矿田地质与成矿规律	吕古贤 武际春 胡宝群 郭 涛 张迅与 张迎春 刘为民 杨桂彬(173)
山东玲珑式金矿床矿体空间定位形式及其形成机制的探讨	刘石年(175)
胶东玲珑金矿田 175 号脉群深部勘探进展	朱随洲 孔令芝 张 龙 顾延景 闵祥吉 金 刚 李新年 徐 建 储照波(183)
胶东焦家金矿田地质特征、成矿规律与深部预测	吕古贤 孙之夫 赵 海 赵欣荣 张迎春 郭 涛 张迅与(187)
胶东焦家金矿田构造形迹的分形研究	丁式江 翟裕生(189)
山东三(山岛)一仓(上)断裂带金矿床深部盲矿预测的构造叠加晕模型	李 惠 禹 斌 李德亮 李 成 王善飞 李 威 贺容华 马久菊 魏 江 赵佳祥 李思玲 杨清泉 原东成 刘日富 司淑云 樊 勇(194)
对胶东金矿床寻找隐伏矿体的启示——以新城金矿找矿实践为例	王龙振 赵 海(196)
山东平度大庄子金砂构造叠加晕深部预测效果	王义春 李 惠 于向波 任晓明 王召敏 满雪峰 王京聪 李德亮 赵佳祥 魏 江 徐善成(200)
山东招远栾家河断裂金矿普查区多种化探新方法综合找矿研究	唐志祥 罗先熔(205)
山东西泊金矿床构造特征研究与深部找矿方向	柳玉明 柳 楠 宋玉波 宫隆吉 勇国栋(213)
山东蓬莱明金浅析	宫秀文(218)
齐家沟式金矿床地质特征及找矿意义	郭利华(224)
河西金矿区裂隙密集蚀变带成矿规律研究	刘青国 王宝红 薛天喜(232)
山东平度旧店金矿床的成矿特点及深部盲矿预测标志	姜文峰 张 彬(236)
山东海阳沙旺金矿区矿床地质特征及找矿标志	周京仁 柴少波 刘贤玉 邹宗强 陆军波(239)
牟平—乳山金矿带构造特征及成矿预测	李旭芬 刘建朝 张学仁 于 虎(242)
招平断裂带地质特征及成矿预测浅析	刘晓煌 张效智 哈本海 宋泉吾 戴立新 高池兴(248)
山东沂沭断裂带中段金矿床地质特征及找矿方向	王来明 熊 乐 郭瑞朋 田京祥 李秀章 李 强 王旭春(253)

一、中国古铜都

长江中下游成矿带成矿比较

裴荣富

(中国地科院, 北京, 100037)

摘 要: 阐述了比较矿床学的含义以及鄂东南、九瑞、铜陵和宁芜矿集区的成矿对比, 指出长江中下游成矿带是中国东部社会经济可持续发展所需矿产资源的重要区带, 提出建立“双控论、合理域”与“5R”循环经济的合理矿产勘查模拟及矿业活动决策支持系统。

关键词: 长江中下游成矿带; 比较矿床学; “双控论、合理域”; “5R”循环经济

1 比较矿床学的科学意义

鄂东南、九瑞、铜陵和宁芜矿集区成矿对比, 实际上是当代比较矿床学理论在长江中下游主要矿集区的具体实践。比较矿床学是发展成矿学 DECUT 研究思维的重要环节之一。D 为 description 字头, 即对矿床地质野外观察的描述, 是能否正确认识客观地质体的基础; E 为 experiment 的字头, 即在正确描述客观地质体基础上, 进行的取样实验, 目的是使描述的客观地质体“锦上添花”, 如描述基础不佳, 实验再好, 也等于“鲜花插在牛粪上”; C 为 correlative 的字头, 即对已正确描述和深化实验认识的矿床客观地质体进行国内外比较, 通过比较才能达到 U, U 为 understanding 的字头, 即达到理解, 从知其然到理解其所以然; 最后才能发展到 T, T 为 theory 的字头, 即形成理性(论)认识。比较矿床学是对矿床描述基础、实验深化过渡到理解和理性认识的纽带, 具有发展成矿学的重要科学意义。

2 鄂东南、九瑞、铜陵和宁芜矿集区成矿对比

就整个长江中下游成矿带而言, 成矿具有统一

性, 而大量的铜、铁、金(硫)矿床(点)偏在该带集中产出, 形成鄂东南、九瑞、铜陵和宁芜等大型矿集区, 显示成矿具有偏在性, 而各个矿集区成矿既有诸多共性, 也各具特点, 对比如下。

2.1 成矿与燕山期侵入岩具有密切相关性

无论是铜陵、九瑞和鄂东南等以 Cu、Au、S、Fe 矿床为主的矿集区还是宁芜以 Fe 矿床为主的矿集区, 矿床一般均围绕侵入岩体分布, 而且成岩成矿时限具有高度统一性, 显示成矿与燕山期侵入岩关系密切。成矿岩浆岩可分为高钾钙碱性系列和橄榄玄粗质系列。其中, 鄂东南和九瑞矿集区成矿也均与高钾钙碱性系列侵入岩有关; 铜陵矿集区以 Cu 为主的矿床均与高钾钙碱性系列侵入岩有关, 而部分以 Au 为主的矿床则与橄榄玄粗质系列侵入岩关系密切; 宁芜铁矿的成矿母岩均为橄榄玄粗质系列的玢岩。因此, 在不同的矿集区, 与成矿有关的侵入岩是有一定差别的。

2.2 与成矿有关的岩浆侵入活动具有一定的时限跨度

长江中下游成矿带成矿曾经历海西期和燕山期两个时代, Cu、Fe、Au(S)矿床的成矿年龄集中于 290 ~ 328 Ma、135.5 ~ 146.4 Ma 和 122.90 ~ 124.89 Ma 三个时间段。其中, 铜陵和九瑞矿集区曾经历海西期成矿作用; 而从鄂东南→铜陵的燕山期成矿时间具有高

度统一性,鄂东南、九瑞和铜陵矿集区 Cu、Fe、Au(S)矿床高精度年龄相近,其平均值分别为 141.4 Ma、141.6 Ma 和 139.2 Ma;宁芜矿集区的形成稍滞后,矿床年龄均值为 123.9 Ma。可见,长江中下游成矿带燕山期成矿是由西向东发展的。

与成矿有关的岩浆侵入活动时代主要集中于 120 ~ 130 Ma 和 130 ~ 150 Ma 两个年龄段,但在侵入岩的时代分布上,从鄂东南→宁芜矿集区,总体上具有由西向东由早到晚的变化趋势。当然,在具体的矿集区并不一定趋同,侵入岩形成时代有早有晚,总体上反映了岩浆活动的多期多阶段性。

2.3 赋矿层位具有一定时代演化的沉积相

从鄂东南矿集区至铜陵矿集区,Cu、Au、S、Fe 矿床(点)主要赋存于上石炭统一中三叠统的一套滨、浅海相碳酸盐岩中,然而不同矿集区的主要赋矿层位却有所差异。其中,鄂东南矿集区 Cu、Fe(Au、S)矿床主要赋存于下三叠统;九瑞矿集区 Cu、Mo、Au(S、Pb、Ag)矿床和铜陵矿集区 Cu、Au、S、Fe 矿床的赋矿层位为上石炭统一中三叠统,两个矿集区赋存于上石炭统矿床的 Cu 储量均占各矿集区的 50% 以上。可见,从鄂东南矿集区→九瑞矿集区→铜陵矿集区,矿床赋存层位从以下三叠统为主→以上石炭统为主,赋矿层位呈下降趋势。

2.4 控矿构造依构造演化构成特定的空间配置

铜陵、九瑞和鄂东南等矿集区均以具有较为发育的岩浆侵入接触控矿构造为特点,但各矿集区的控矿构造及其配置又各具特色。其中,鄂东南矿集区成矿均受岩浆侵入接触构造控制,铜陵和九瑞矿集区还发育对似层状块状硫化物矿床具有重要控制作用的“隆中凹”构造,铜陵则更是具有较为独特的“行-列-汇”控矿构造,并构成由“隆中凹”构造、岩浆侵入接触构造体系、“行-列-汇”构造样式配置而成的较为完整的矿田构造垂直分带。而宁芜矿集区的玢岩铁矿则是受“隆中凹”和“行-列-汇”构造控制。

2.5 成矿元素组合、矿化和围岩蚀变具有统一演化特征

整个长江中下游成矿带以 Cu、Fe 矿床为主,而具体到各个矿集区的成矿元素及其组合又不完全一致。各矿集区金属矿床大多与燕山期侵入岩有关,而且多数矿床有着较为类似的围岩蚀变,但不同矿集区的矿床类型、矿化特征和围岩蚀变又不完全相同。

铜陵矿集区以似层状块状硫化物 Cu、S 矿床和矽卡岩型 Cu、Au、Fe(S)矿床为主,兼有热液脉型 Au、Ag 矿床和斑岩型 Cu、Au 矿床等,Cu 矿床普遍伴生

Au、Fe、S 元素,Au 矿床伴生 S,S 矿床普遍共(伴)生 Cu、Au(Pb、Zn)等元素;矿化具有分带特征,由岩体向外,矿化一般依次呈 Cu(Mo)→Cu(Au)→Au(Cu)→Ag、Au、Pb、Zn 变化;矽卡岩型矿床围岩蚀变发育,矽卡岩化分带明显。九瑞矿集区主要由似层状块状 Cu、Pb、Ag 硫化物矿床和斑岩型 Mo 矿床构成,矿床中一般共(伴)生有 Au、S、Pb、Ag 等元素;成矿元素分布在空间上具有明显的分带特征,随远离侵入岩体矿化呈 Cu、Mo→Cu、Au→Pb、Zn、Ag 变化;矽卡岩型矿床围岩蚀变较强,并具有明显的分带现象。鄂东南矿集区以矽卡岩型 Cu、Fe 矿床为主,Cu 矿床普遍共(伴)生有 Au、S 等成矿元素;Cu(Au、Fe)矿床矿化分带一般较发育,即从岩体向远离岩体,矿化具有 Cu(Fe)→Au(S)的分带特征。宁芜矿集区以产出 Fe 矿床为主,围岩蚀变发育,而且矿化和围岩蚀变均具有分带性。总的来讲,长江中下游成矿带成矿在空间分布上具不均匀性,西段成矿以 Cu、Fe 为主,中段主要为 Cu、Au、S 矿化,东段则多产出 Fe 矿床。金属矿床一般均具有矿化分带现象,围岩蚀变较发育,且普遍显示出明显的蚀变分带。

2.6 成矿流体具多源混合及沸腾特征

长江中下游成矿带 Cu、Fe、Au(S)矿床的成矿流体均来源于岩浆,并有一定比例大气降水或地下水参与。铜陵、九瑞和鄂东南矿集区成矿流体的气液相成分相近,而且铜陵和九瑞矿集区的石英样品观测表明,包裹体被捕获时可能曾发生流体沸腾,据此推测长江中下游成矿带大型矿集区 Cu、Fe、Au(S)矿床成矿过程中可能均发生过流体沸腾。

最后通过对长江中下游铜、铁、金(硫)成矿带的鄂东南、九瑞、铜陵和宁芜四个矿集区成矿对比研究,提出长江中下游成矿带是中国东部重要的工业走廊,是华东社会经济可持续发展所需矿产资源的重要区带。但是,该带 20 世纪 60 ~ 70 年代建设的矿山均已进入老年期,如何对该带老矿山深部和外围开展找矿已成当务之急。虽然长江中下游地区的地质矿产研究程度很高,但是找矿难度也很大。然而,人们对客观地质体及成矿规律的认识是无限的,只要对该成矿带研究总结出新的“认知”,结合地质工作的投入,应用合理的地质勘查与开发的新技术方法,以及“5R”的循环经济(rediscovery 再发现、reduce 再减量、reuse 再利用、recycle 再回收和 reclaim 再复垦)的新认识,是完全能够促使该矿带矿业可持续发展的。在本次已有研究成果的基础上建议对该带加强下列研究工作:

(1)深部构造过程(作用)是发动成矿的“引擎”,表壳有利控矿构造场地是成矿“温床”,两者在成矿构

造聚敛场中的相互响应是成矿的主要机制。不响应不成矿，一般响应成中小矿，最佳响应成大矿，研究最佳响应的机制是对该区找矿突破的重要科学问题。

(2)开展长江中下游固体矿产合理勘查、开发与矿业循环经济的研究，建立“双控论、合理域”与

“5R”循环经济的合理矿产勘查模拟以及矿业活动决策支持系统的模拟，这是对该区矿业可持续发展的重要举措。

参考文献(略)

宋修明：谱一曲铜业新篇章^{*}

李白薇

(《中国科技奖励》编辑部, 北京, 100036)

摘要：本文由《中国科技奖励》期刊记者李白薇记述铜陵有色金属集团公司总经理宋修明在继承中创新，在创新中发展，全力打造国际一流企业的事迹。

关键词：宋修明；铜业新篇章；安徽铜陵；中国古铜都

在“绿色”“低碳”成为时代发展主旋律的今天，传统的资本密集型产业的发展道路在哪里？众多企业在不断思索、抉择，而“创新”则成了这些企业在发展中的必然选择。15年前，在中国的古铜都，新中国第一炉铜水的诞生地——安徽铜陵，金隆铜业有限公司（以下简称“金隆铜业”）悄然落户，投产运营，为这座古铜都焕发新颜带来转折契机。15年后，金隆铜业通过管理挖潜、指标改善、适当投入，一座具有国际竞争力、清洁无污染的创新型冶炼企业巍然屹立。这是一个以创新立身的企业，总经理宋修明更是一个勇于创新、善于创新的企业管理者，他兼具着学者的专业精神与管理者的敏锐眼光，带领着这个创新型企业在中国乃至世界铜工业发展的快车道上加速前行。

让科技与管理的两只轮子转起来

有色金属冶金专业出身的宋修明，通过多年的实践与积累，具有丰富的专业技术与企业管理经验，他的成长、成熟与集大成正好与金隆铜业充满坎坷、奋斗、创新与持续发展的经历相契合。

金隆铜业创立之时便遭遇了铜价持续下滑的境况，且持续多年。然而金隆人并没有丧失信心，而是不懈探索着发展的道路。在董事会的正确决策和股东各方的强力支持下，宋修明和他的管理团队准确把握市场风云，积极采取应对措施，同时通过管理创新、挖潜改造和技术进步，降低生产成本，提升竞争能力，从困境中奋力崛起，在坚持中求得发展。

面对高负债率和连续亏损的压力，金隆人迎难而上，经反复评估论证，毅然决然地踏上分期挖潜改造的扩产之路，在追求投资效益最优化的同时，实现了规模效益，增强了企业的抗风险能力。金隆铜业初期

规模为年产阴极铜 10 万 t，建设投资 20 多亿元，2003 年将规模扩大到 15 万 t 时，仅增加投资 1.4 亿元；2005 年形成 21 万 t 规模时，又增加投资 3.8 亿元，相当于追加初期 26% 的投资却使产能提高了一倍，实现了再造一个金隆铜业的目标。2005 年后，国际铜价大幅上涨，金隆铜业继续抢抓机遇，挑战自我，克服了人员少、场地狭窄、生产与改造交叉等困难，相继进行了闪速炉冷修、再挖潜扩建工艺对接，将产能提高到 40 万 t。

十几年来，公司在发展过程中遇到的一系列困难和问题都能得到解决并实现新的突破，金隆铜业员工无不对领导层的每一次正确决策交口称赞。这是宋修明与历任总经理敏锐洞察、深刻分析、果敢践行的结果。

作为公司的总经理，宋修明深知在科技革命日新月异的今天，因循守旧或粗放式经营的企业固然要被淘汰，而有一定技术含量但创新不足的企业也难以保持长久发展。寻求创新，寻求可持续发展是企业的责任，更是企业的出路。如何在倡导绿色环保的时代背景下探索企业发展的创新之路，这是宋修明在管理理念上始终思考的命题。从员工的筛选、培训到科技人才队伍的形成，从创新氛围的营造到科技体系的构建，从课题攻关到项目实施，金隆铜业始终坚持在挖潜改造和攻坚克难的生产与科技实践中，勇于探索，持续创新，始终让科技与管理两只轮子同步快速转动。

在科技管理中，金隆铜业通过分析、研究，适时确立了以“自主创新，科技进步”为公司发展的根本途径，形成了“领导带头、专家指导、员工参与、制度健全、程序规范”的具有金隆铜业特色的科技工作管理

^{*} 本文引自：李白薇. 宋修明：谱一曲铜业新篇章[J]. 中国科技奖励, 2012(5).

本卷收入时增加了摘要和关键词——编者注

模式。

在生产经营管理中,金隆铜业率先提出的辅助生产协力制和劳务用工派遣制方式,不仅引领了全新的铜冶炼行业辅助工序用工模式,精干了企业主体,降低了生产成本,同时也为缓解地方人员再就业问题发挥了作用,自觉履行了应有的社会责任,并大幅度拉动了地方经济的发展;宋修明提出的“价值文化”“先付法则”等管理理念已成为冶炼企业经典管理案例。在企业的发展谋划方面,坚持以环境保护为己任,注重经济、环境和社会效益的和谐发展,持续推进企业走“绿色环保、科技创新、节能减排、循环利用”之路,他和企业的决策者们带领员工在实现金隆铜业阴极铜产能翻两番的同时,也完成了企业成本的再降低、资源的再利用、环境的再优化、技术的再提升。闪速炉单位容积处理量、热负荷、电解电流效率、冶炼综合能耗等主要技术经济指标达到国际领先水平。自他担任公司领导以来,公司主产品产量翻番,利税超过20亿元/年,销售收入近300亿元/年,全员劳动生产率超过4000万元/人·年。

“一把手”更是科技攻关“领头雁”

总经理既是生产经营的“一把手”,也是科技攻关的“领头雁”。宋修明说:“金隆铜业的领导者不仅要成为管理专家也要成为专业行家,在驾驭科研之翼上既要大胆从容又要不失慎重”。在金隆铜业历次重大技术改造及科技攻关项目中,总经理不仅是方案制定者,更是全过程的参与者,甚至是课题直接主导人。但“引领而不武断,懂行却不替代”。

宋修明作为有色冶金行业专家、安徽省“115”产业创新团队带头人,他长期工作在冶炼生产、科研一线。他在理论上勇于探索与创新,实践上注重新技术

开发、系统集成以及新产品新工艺的应用,富有创造、创新和团队精神,并具有重大工程组织能力。

他主持完成了国家“八五”重点工程——金隆工程,安徽省“861”行动计划等重大工程和国家高新技术研究发展计划、安徽省十大产业技术攻关、安徽省重点科技计划等科研项目;实现了“金豚”牌高纯阴极铜在伦敦金属交易所注册,让产品成为国际知名品牌。他创造性提出的“J/A”活动(JinLong Improve Action)和“用心、务实、阳光、和谐”的工作理念,成功地促进了企业技术、科研、管理的进步与发展。

多年来,宋修明组织、牵头或参与了几十项科研活动,取得了丰硕成果。金隆35万t挖潜改造工程获国家优质工程奖,他个人获得国家科技进步奖一等奖1项,省部级科技进步奖4项,国家发明及实用新型专利10多项,发表专业论文20余篇,出版《炼铜企业管理探索与实践》专著及获得8项管理创新成果。

由他提出的“常温变量喷射闪速炼铜技术与烟气动力波洗涤净化工艺组合”“高强度闪速炼铜立体强化冷却”等多项关键创新技术,被认为是我国铜冶炼技术方面的重大突破;提出了企业循环经济发展理念,主持了多项矿产资源综合利用课题研究,为促进铜陵有色循环经济产业化,提升铜陵及全国铜冶炼企业资源综合利用技术水平做出了贡献。目前,宋修明还在带领团队从事两项国家“十二五”科技计划项目和多项省市级项目的研究、应用。既是管理上的“一把手”,又是科研创新中的“领头雁”,他的以身作则带动鼓舞了公司全体员工的士气。

在继承中创新,在创新中发展,全力打造国际一流企业,这是宋修明为企业未来发展描绘的蓝图。而在这张蓝图上,他也将用自己的学识与经验,继续创造企业发展的无限可能。

铜陵及周边地区深部找矿理论与实践

吕才玉 肖福权

(铜陵有色金属集团控股公司, 安徽铜陵, 244000)

摘要: 根据铜陵及周边地区成矿地质条件及成矿规律, 运用地区典型的找矿理论, 进行深部找矿实践, 取得较好找矿效果。

关键词: 铜陵地区; 深部找矿; 理论; 实践; 效果

铜陵及周边贵池、怀宁地区是我国著名的矿集区之一, 区内蕴藏着丰富的铜、铁、硫、铅、锌、金、银以及石灰石等矿产资源, 其中铜矿开采的历史可以追溯到商周时代。中华人民共和国成立后, 国家投入了大量的人、财、物在铜陵及周边地区进行矿产资源勘探和开发, 勘探出一大批金属矿床和非金属矿床, 但经多年开发, 矿山资源大都行将耗尽。但该地区-500 m深度以上的勘探工作程度已经很高, 为了寻找新的接替矿产资源, 铜陵有色金属集团控股公司结合国家危机矿山接替资源找矿项目在铜陵及周边地区运用该地区典型成矿理论开展深部找矿实践, 取得了较好的效果。

1 铜陵及周边地区成矿区域地质背景

1.1 地区范围及区域地质背景

铜陵及周边的贵池、怀宁成矿区位于国内著名的三大成矿带之一的长江中下游成矿带的中部, 是安徽省最重要的铜金等金属矿产赋存区域。

本成矿区位于扬子地块北缘的前陆带, 在碰撞造山阶段形成多个前陆盆地, 其北侧为大别山造山带和华北地块, 该区经历了漫长的活动→稳定→再活动的演变过程。晋宁运动形成了褶皱基底之后, 本区处于相对稳定时期, 形成巨厚层的海相(间夹海陆交互相)沉积, 为本区矿化奠定了一定的基础。三叠纪中期, 华北地块和扬子地块发生碰撞, 形成东西向的基底构造并联合成统一板块, 铜陵及其周边地区位于其前陆部位, 其后, 太平洋板块向亚洲板块俯冲和大别山造山带向南挤压, 使得本区在东西向的基底构造背景上, 叠加了北东向的褶皱和断裂。随着燕山期碰撞的进一步发展, 构造与岩浆活动异常活跃, 本区向上隆起并沿东西向—北西西向的基底断裂发生了大规模的岩浆侵入活动, 带来了丰富的成矿物质并形成了有利的成矿空间。

1.2 地层

本地区地层出露有寒武系—第四系地层, 沉积厚度较大, 大部分没有变质或仅有微弱变质。奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系层位等与成矿作用密切相关的碳酸盐岩广泛分布, 经多年勘查, 赋存在石炭系、二叠系、三叠系等层位的矿体被陆续发现, 同时在奥陶系地层也已发现有矿体存在。

1.3 构造

本区大地构造单元属扬子准地台下扬子台坳; 盖层构造为一系列北东走向而排列相间的背斜及复式向斜。本区断裂构造发育, 不同方向、不同时代、不同性质的断裂构成了复杂的断裂系统, 这些断裂不仅是深部岩岩浆上升的通道, 而且其交汇形成的网格控制着本区岩浆活动及矿床的空间分布, 区内几个较大的铜金矿田(床), 如铜官山铜田、冬瓜山铜田、新桥硫铁矿矿床、凤凰山铜矿田、安庆铜矿矿床、铜山矿田等均位于网格构造交汇点或其附近。

1.4 岩浆岩

区内岩浆活动主要发生在燕山期, 燕山期不仅断裂活动显著, 而且发生大规模的岩浆活动, 形成本区内分布广泛的侵入岩、次火山岩和喷出岩。该期岩浆活动一般分为早晚两期, 早期岩性为闪长岩、石英闪长岩、辉石闪长岩等偏中性岩类; 晚期岩性为偏酸性的石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗斑岩等。这两期岩浆活动在本区是相互重叠并具有一定的相关性的, 且对成矿有明显的控制作用。

2 铜陵及周边地区成矿理论和矿床类型

2.1 矽卡岩矿床类型

当岩浆上升侵位遇到碳酸盐岩时, 极易交代形成矽卡岩带, 含矿岩浆所携带成矿物质和热液, 迁移富集在接触带的矽卡岩中而形成矿体, 在受接触带构造

和断裂构造双重控制时,矿体往往会变得肥大。典型矿床有铜官山铜矿床、凤凰山铜矿床、安庆铜矿等。

2.2 层控矽卡岩成矿类型

物理化学性质差异较大的地层在构造褶皱运动中容易在核部或转折部位等滑脱部位形成虚脱空间,当含矿热液上升并在此聚集充填,使围岩矽卡岩化并充分交代其间的碳酸盐岩,则形成层位稳定、规模较大的层状—似层状矿体,如著名的狮子山矿田中,冬瓜山矿床、花树坡矿床、老鸦岭矿床、大团山矿床、狮子山矿床的主矿体均分别赋存于不同层位的滑脱构造中,形成“多层楼”式的壮观景象。

2.3 层控热液叠加成矿类型

若虚脱空间的岩性组合不利于形成矽卡岩带,则充填其中的含矿热液富集成矿或与含矿化地层叠加改造成矿,如天马山硫金矿床。

2.4 斑岩成矿类型

含矿岩浆中的成矿物质在岩浆本身内部分异、聚集和冷凝成矿,则形成斑岩型矿床。这一类成矿类型的矿床在本地区不多见,典型矿床有铜陵舒家店斑岩铜矿床。舒家店斑岩铜矿床位于舒家店背斜轴部,矿体主要赋存于蚀变辉石闪长岩、闪长岩、闪长斑岩中,该矿床的发现为今后在本地区寻找斑岩型矿床提供了线索。

3 铜陵地区深部找矿的理论及依据

根据成矿地质条件和国内外类似地区成果来分析,铜陵及周边地区应该存在巨大的找矿潜力,其依据如下:

(1)从世界一些超深钻探了解,深部存在矿化层。如俄罗斯科研深钻孔达 12262 m,在 10000 m 左右见 Fe、Ti、Au 矿层;南非钻探孔深 5000 m 左右,矿体埋藏深度 3000 ~ 4000 m;中国东海深钻 5000 m 左右,深部见到矿化层。

(2)从国内外的找矿勘查成果看,在许多勘查工作程度相当高的成矿区和矿集区,开展更深层次的找矿勘查,所取得的新的找矿成果也是相当可观的。俄罗斯拉乌尔地区原探明的矿床资源开采枯竭后,新一轮找矿勘查中所新增加的矿产资源储量远大于原来已探明的矿产资源储量。澳大利亚 Mt Isa 成矿区也是一个勘查和研究都相当高的地区,在 20 世纪 90 年代相继发现了 Ernst Henry、Century 和 Canington 等大型和超大型矿床;具有上百年开发历史的加拿大 Sudbery 矿集区在深部也相继发现了多个大型矿床^[1]。这些找矿成果都在勘察工作程度高的大型矿集区,显示出

老矿区具有巨大的找矿潜力,因此,铜陵及周边地区也不例外。

(3)铜陵及周边地区现有矿床勘探深度有限,更深的部位具有较大的找矿潜力。除了冬瓜山和安庆铜矿的部分地段勘探深度已到 700 ~ 1000 m,绝大多数矿山的勘探深度都在 500 m 左右。同时有不少矿体在倾向上并没有完全控制,沿倾向向更深部位施工勘探工程有望增加矿床储量^[2]。

(4)深部成矿地质条件分析。

铜陵及周边区深部成矿地质条件与浅部成矿地质条件有很多的相似性,有的成矿地质条件优于浅部。主要表现为以下几个方面:

1)地层条件。铜陵及周边区浅部有利成矿地层主要是石炭系至三叠系地层岩性,特别是石炭系为主要成矿层位,而这些层位深部都广泛分布,另外还有奥陶系地层也是有利成矿层位。

2)构造条件。区域构造复杂,褶皱构造决定了地层层位的空间位置,断裂构造起了控岩控矿作用,也形成了有利的储矿空间。而深部断裂构造更强烈、更复杂,也有利于成矿。

3)岩浆岩条件。岩浆岩是从深部上升并侵位的,所以深部岩浆岩同样也会侵入到不同层位中,也有分异和相变,同样也有利于成矿。

综上所述,铜陵及周边地区金属矿床成因反映了成矿过程中成矿元素随着岩浆和热液上升并沿着一定的空间迁移与富集,显示了多期性和多样性,但深部也有同样的条件,也有利于成矿。

4 铜陵及周边地区深部找矿实践与效果

4.1 找矿思路与方法

根据矿山开采的情况,我们首先在老矿山的深部采取就矿找矿的方法,用坑道与坑下钻探相结合手段对现有矿体向下进行追索,控制矿体的延深,如:凤凰山铜矿深部找矿、安庆铜矿深部找矿、天马山硫金矿深部找矿等。

结合铜陵及周边地区成矿特征,采用模式找矿方法,如在铜山矿上部没有 C_{2+3} 层位矿体,根据铜陵地区层控矽卡岩成矿地质条件和找矿经验,我们采取物探和钻探手段在铜山深部寻找 C_{2+3} 层位矿体;在金口岭铜矿的宝山深部和罗村矿段深部采取钻探手段寻找 C_{2+3} 层位矿体。

4.2 找矿效果

铜山铜矿深部找矿:在铜山矿区 9 ~ 21 线施工了 14 个孔,合计 14000 m,坑道 636 m。钻探最深控制

深度 950 m。发现了石炭系中下统层控铜矿体和铜铁矿体。矿体产状随着地层产状变化而变化,厚度局部肥大,矿体有继续向下延伸的趋势。同时,由于岩体穿插,与二叠系下统地层接触,深部也见到类似上部的矿体。经普查和详查,估算获得铜资源量 13.6 万 t,铜平均品位 1.14%。

凤凰山铜矿深部找矿:在凤凰山铜矿矿区 28~40 线施工了 15 个钻孔,合计 6130.92 m,坑道 923.45 m。钻探控制深度 1050 m。对上部矿体沿接触带向下进行追踪,除了 341 线可能因断层原因使钻孔未见矿外,其他线均发现矿体向下延伸。通过普查工作,初步估算获得铜资源量 6 万 t,铜平均品位 1.05%。

安庆铜矿深部找矿:在安庆铜矿区 38~50 线施工 4 个钻孔均见矿,合计 2517 m,坑道 1489 m;钻孔控制深度 1150 m。经初步估算,探获铜金属量约 4 万 t,品位约 0.9%,探获铁矿石量约 300 万 t,全铁品位为 47%。同时研究发现接触带矿体随着闪长岩体向南、向深部延伸。

金口岭铜矿深部找矿:金口岭矿分宝山矿段、金口岭矿段和罗村矿段进行深部找矿。目前在宝山矿段施工完 1 孔,控制深度 825 m,发现石炭系中下统层位矿体随着铜官山背斜北西翼向深部延伸而延伸。

天马山硫金矿深部找矿:在矿区 39 线施工了 ZKT3921 孔,钻孔控制深度 390 m,在 123.84~149.09 m 发现石炭系中下统层位赋存的层控热液叠加型含金硫铁矿体继续向下延伸。

5 结束语

铜陵及周边地区深部找矿效果是很好的,说明铜陵及周边地区深部有着很大找矿潜力,需要进一步加强深部找矿工作。为了更好地开展深部找矿工作,建议如下:

找矿重点应放在老矿山的深部,采取就矿找矿方法,追踪矿体的延深;从背斜两翼成矿层位向向斜核部探索层位;寻找掩伏岩体,以求找盲矿体;在大岩体周边的小岩体,寻找斑岩型矿床。

加大对深部找矿的投入,为了做好找矿工作,国家应加大对东部地区的深部找矿的资金投入、矿权配置、找矿技术和手段的创新;矿山企业也要成为深部找矿的主体,发挥矿出企业的优势,推进深部找矿工作。

参考文献

- [1] 吕才玉,刘亮明,疏志明,等.论铜陵地区铜工业持续发展的资源勘查战略[J].矿产与地质,2008,21(5):495-498

对铜山铜矿深部找矿的几点地质认识^{*}

王建青

(铜陵有色金属集团控股有限公司地质勘察分公司, 安徽铜陵, 244000)

摘要:在对铜山铜矿区及矿床矿体地质特征深入研究的基础上,提出了对铜山铜矿深部找矿的地质认识及接替资源勘查项目,项目实施后找矿效果显著,对该地区的深部找矿具有重要指导意义。

关键词:铜山铜矿;地质特征;深部找矿;找矿效果;地质认识

前言

安徽省铜陵市铜山铜矿位于铜陵市西南,距铜陵市90 km,坐落在池州市境内,其行政区划隶属铜陵市郊区铜山镇管辖。

铜山铜矿始建于1959年,是铜陵有色金属集团控股有限公司下辖一座老矿山,主产铜精矿。地质勘探时期累计探获铜金属量199001 t,经几十年的开采,资源储量濒临枯竭,2003年依据国家有关政策,实施了政策性关闭破产。截至2003年末,矿山保有矿石量282.57万t,按75%的资源利用,仅可服务五年。

1 矿区地质特征

铜山铜矿大地构造位置处于江南地轴和淮阳古陆之间的下扬子拗陷皱褶带中的铜陵—贵池断褶束贵池向斜的西端,褶皱构造线整体呈北东向展布,是长江中下游铜铁硫金(多金属)成矿带安徽部分的西南段,成矿条件有利。主要矿产有铜、铁、铅锌、金、硫、钼、钨、锑等。

1.1 地层

矿区内出露的地层为志留纪—第四纪地层,其中以志留纪—早三叠世地层发育较齐全。

主要地层有:三叠系扁担山组、和龙山组、殷坑组,二叠系大隆组、龙潭组、孤峰组、栖霞组,石炭系船山组、黄龙组,泥盆系五通组,志留系茅山组、坟头组、高家边组等。

区内与成矿关系密切的地层为早三叠世殷坑组、中二叠世栖霞组以及晚石炭世黄龙组—船山组,在其与岩体接触带发育矽卡岩化和矿化,主要矿体4号矿体即受控于栖霞组层位,29、32号矿体则受控于黄龙

组—船山组。

1.2 构造

矿区发育两个褶皱,由北向南依次为姥山背斜、铜山向斜。姥山背斜在矿区为其西段倒转部位,北翼向南倒转,轴面倾向南,倾角中等。轴面自西向东,由近东西向转向北东,向南凸出,构成地层为志留纪—三叠纪地层,北翼产状较陡,南翼较缓;铜山向斜位于矿区南部。核部为三叠纪地层,两翼为二叠纪地层,轴向变化与姥山背斜基本相同。北翼地层倾向南,倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。向斜内次级褶曲较发育。

断裂构造主要有北东向、东西向和北西向三组,其中前二者较为发育,主要有 F_1 、 F_2 、 F_{14} 三条断层,均为逆冲断层,是矿区内的主要控矿构造,主要矿体赋存于沿断层带、地层(栖霞组和五通组顶部)及岩体侵入的复合部位。

1.3 岩浆岩

矿区内主要出露铜山岩体,呈岩株产出,出露面积约 2 km^2 ,同位素年龄为1.39亿年,总体形态呈北东向延伸,其岩性为石英二长闪长岩—花岗闪长斑岩,前者构成内部相(深部相),后者构成边缘相(中浅部相),且二者之间呈过渡关系。铜在岩体中分布不均匀,内部相石英二长闪长岩含量相对较低,边缘相花岗闪长斑岩中显著增高,在岩体与围岩接触带出现最大峰值。岩体铜丰度值为 35×10^{-6} ,比维氏值高出 15×10^{-6} ,是较好的含矿岩体。

1.4 变质作用和热液蚀变

矿区内的变质作用和蚀变作用主要有热变质作用、接触交代作用、角砾岩化作用和热液蚀变作用等。

^{*} 本文有作者同名的另一篇文章:王建青.铜陵生产矿山深部找矿成就[C].孟宪来主编.论提高生产矿山资源的保障能力[A].北京:冶金工业出版社,2011:1-4.