



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

有色金属

理论与技术前沿丛书
SERIES OF THEORETICAL AND TECHNOLOGICAL FRONTIERS OF
NONFERROUS METALS

隐伏矿体三维可视化预测

THREE-DIMENSIONAL VISUAL PREDICTION OF CONCEALED OREBODIES

毛先成 邹艳红

陈进 赖健清 彭省临 著

Mao Xiancheng Zou yanhong

Chen Jin Lai Jianqing Peng Shenglin



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



中国有色集团



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

有色金属理论与技术前沿丛书

隐伏矿体三维可视化预测

THREE-DIMENSIONAL VISUAL PREDICTION OF CONCEALED OREBODIES

毛先成, 邹艳红, 陈进, 赖健清, 彭省临 著

Mao Xiancheng, Zou Yanhong, Chen Jin, Lai Jianqing, Peng Shenglin

藏书章



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



中国有色集团

图书在版编目(CIP)数据

隐伏矿体三维可视化预测/毛先成等著. —长沙:中南大学出版社,2011.2

ISBN 978-7-5487-0153-8

I. 隐... II. ①毛... III. 隐伏矿床-定位法 IV. P612

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 257203 号

隐伏矿体三维可视化预测

毛先成 邹艳红 彭省临 著
陈 进 赖健清

☐责任编辑 陈海波

☐责任印制 文桂武

☐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 长沙化勘印刷有限公司

☐开 本 720 × 1000 B5 ☐印张 11.75 ☐字数 230 千字

☐版 次 2011 年 2 月第 1 版 ☐2011 年 2 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0153-8

☐定 价 60.00 元

总序

Preface

当今有色金属已成为决定一个国家经济、科学技术、国防建设等发展的重要物质基础,是提升国家综合实力和保障国家安全的关键性战略资源。作为有色金属生产第一大国,我国在有色金属研究领域,特别是在复杂低品位有色金属资源的开发与利用上取得了长足进展。

我国有色金属工业近 30 年来发展迅速,产量连年来居世界首位,有色金属科技在国民经济建设和现代化国防建设中发挥着越来越重要的作用。与此同时,有色金属资源短缺与国民经济发展需求之间的矛盾也日益突出,对国外资源的依赖程度逐年增加,严重影响我国国民经济的健康发展。

随着经济的发展,已探明的优质矿产资源接近枯竭,不仅使我国面临有色金属材料总量供应严重短缺的危机,而且因为“难探、难采、难选、难冶”的复杂低品位矿石资源或二次资源逐步成为主体原料后,对传统的地质、采矿、选矿、冶金、材料、加工、环境等科学技术提出了巨大挑战。资源的低质化将会使我国有色金属工业及相关产业面临生存竞争的危机。我国有色金属工业的发展迫切需要适应我国资源特点的新理论、新技术。系统完整、水平领先和相互融合有色金属科技图书的出版,对于提高我国有色金属工业的自主创新能力,促进高效、低耗、无污染、综合利用有色金属资源的新理论与新技术的应用,确保我国有色金属产业的可持续发展,具有重大的推动作用。

作为国家出版基金资助的国家重大出版项目,《有色金属理论与技术前沿丛书》计划出版 100 种图书,涵盖材料、冶金、矿业、地学和机电等学科。丛书的作者荟萃了有色金属研究领域的院士、国家重大科研计划项目的首席科学家、长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、全国优秀博士论文奖获得者、国家重大人才计划入选者、有色金属大型研究院所及骨干企

业的顶尖专家。

国家出版基金由国家设立，用于鼓励和支持优秀公益性出版项目，代表我国学术出版的最高水平。《有色金属理论与技术前沿丛书》瞄准有色金属研究发展前沿，把握国内外有色金属学科的最新动态，全面、及时、准确地反映有色金属科学与工程方面的新理论、新技术和新应用，发掘与采集极富价值的研究成果，具有很高的学术价值。

中南大学出版社长期倾力服务有色金属的图书出版，在《有色金属理论与技术前沿丛书》的策划与出版过程中做了大量极富成效的工作，大力推动了我国有色金属行业优秀科技著作的出版，对高等院校、研究院所及大中型企业的有色金属学科人才培养具有直接而重大的促进作用。

王注佑

2010 年 12 月

前言

Foreword

国内外已有矿山的勘探开发经验表明,矿山深部存在巨大的资源潜力,但是深部潜在资源的寻找仍然面临着巨大的困难和风险,这是由老矿山具有勘探开发程度高、预测评价及找矿向深部三维空间发展、矿山生产对物化探异常信息产生干扰等固有特点所决定的。

作者针对危机矿山及老矿山深部找矿预测的问题,在多年开展隐伏矿体立体定量预测探索性研究的基础上,结合由中南大学负责承担的国家“十一五”科技支撑计划课题“铜陵地区危机铜矿山大比例尺定位预测技术开发”(课题编号:2006BAB01B07)、国家973计划前期研究专项课题“危机矿山接替资源大比例尺定位预测基础研究”(课题编号:2007CB416608)和铜陵有色金属集团股份有限公司校企合作科研课题“铜陵地区凤凰山铜矿深边部隐伏矿体立体定量预测”,以安徽铜陵铜多金属矿集区内资源紧缺的凤凰山矿田为研究对象,引入三维地质建模(3DGM)及三维可视化技术,研究探索隐伏矿体预测的三维化、量化及可视化技术,重点突破了复杂地质体三维形态分析、控矿地质因素场模拟、成矿信息三维定量提取等关键技术,初步形成了隐伏矿体三维可视化预测的理论与方法体系。

该研究采用经验模型(数据驱动)与概念模型(知识驱动)相结合的技术思路,追求预测评价过程及成果的三维化、定位化、量化、精细化和可视化。研究以安徽铜陵凤凰山矿田为例,通过综合地质分析和成矿规律总结,构建了矿体定位预测概念模型。在地质勘探数据和物化探数据集成的基础上,采用三维地质建模技术,对地层、构造、岩浆岩、矿体等地质体进行了推断和圈定,构建了地质体的线框模型与块体模型。基于定位预测概念模型和地质体三维块体模型,通过地质空间定义和立体单元划分,建立了岩体及其表面形态起伏、接触带、地层及褶皱构造、

断层等控矿地质因素的三维栅格场模型。在定量分析控矿地质因素与矿化分布的关联关系的基础上,建立了反映这种关联关系的矿体立体定量预测模型。利用预测模型,得到了矿田深部立体单元的品位、金属量和含矿概率的预测结果,并建立了预测成果数据库。采用科学计算可视化技术,实现了预测成果的三维可视化呈现,建立了预测成果的三维栅格模型,开发了预测成果三维可视化查询系统,绘制了分层单元矿化指标预测成果图及等值线图。基于预测成果数据库,圈定了深部找矿立体靶区,为深部找矿工程的设计布置提供未知矿体的位置、品位和金属量等信息的指导。

本专著即是上述研究成果的归纳和总结,按照“地质信息集成—成矿信息定量提取—立体定量预测”的主线撰写,涵盖了著者开展隐伏矿体三维可视化预测研究的基本思路、技术路线、工作过程、工作内容和研究成果等。隐伏矿体三维可视化预测技术在危机矿山深部找矿工作中的应用和推广,可有效地提高危机矿山隐伏矿体预测的精度和成功率,大幅度地降低危机矿山深部找矿勘探的成本,对于解决我国当前面临的危机矿山可接替资源问题具有重要的现实意义。我们期待,该专著的出版能够帮助地质找矿领域的广大地质科研工作者、教育工作者和生产第一线的地质人员掌握隐伏矿体三维可视化预测技术,促进我国隐伏矿体定位定量预测理论与方法的研究和实践,推动矿山深部找矿工作。同时,书中提供了大量的隐伏矿体三维可视化预测研究相关的大量插图和表格,可作为原始素材供相关研究和教学工作直接使用,具有一定的实用和参考价值。

本专著由毛先成主笔,邹艳红、陈进、赖健清、彭省临参加共同撰写完成,最后由毛先成统稿、修改和定稿。参加研究工作的主要人员还有:邓浩、周胜、陈春、唐艳华、曾文波、汪凡云、潘勇、赵莹、胡超。中南大学邵拥军为本研究提供了热情的帮助和指导,杨斌、胡斌、杨牧、王雄军、席振铎、彭先定为本研究提供了帮助。铜陵有色金属集团股份有限公司在课题立项、资料收集、野外工作、研究经费、技术人员等方面提供了全面的支持和帮助。在研究工作整个过程中,得到了铜陵公司吕才玉、吕俊武、疏志明、王勇、俞沧海、王建青、袁新洪、汪宏等提供的各种帮助。在现场、野外和坑道地质调查工作中,得到了铜陵公司凤凰山铜矿詹德光、汪齐全、杨文、毛荐新、魏代焕、唐树平的大力

支持和协助。在原始资料的收集与整理工作过程中，铜陵公司凤凰山铜矿唐树平、魏代焕等提供了全方位的协调、指导和帮助。本研究还利用了铜陵凤凰山铜矿二轮找矿项目的部分资料。中南大学出版社及陈海波、唐少军、汪凡云为本专著的出版提供了选题申报、出版基金申请、审稿编辑等方面的支持和帮助。中南大学戴塔根教授仔细地审阅了全文，并提出了宝贵的修改意见。在此一并向以上为本研究及专著出版提供支持和帮助的单位及个人表示衷心的感谢。

本书为国家出版基金项目 and “十二五”国家重点图书出版规划项目图书。

由于研究深度和水平所限，书中难免存在疏漏、不足和错误之处，敬请广大读者批评和指正。

毛先成
2010 年 12 月

目录

Contents

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 研究意义	1
1.1.2 国内外研究现状	2
1.2 研究目标与工作内容	4
1.2.1 研究目标	4
1.2.2 工作内容	4
1.3 技术路线与工作流程	6
第2章 地质资料数字化与综合地质数据库建立	8
2.1 资料现状与数据需求	8
2.2 综合地质数据模型与地质勘探工程数据模型	9
2.2.1 综合地质数据模型	9
2.2.2 地质勘探工程数据模型	10
2.3 地质矿产资料数字化	13
2.3.1 地质矿产资料数字化与原始数据构建流程	13
2.3.2 地质资料的扫描数字化	13
2.3.3 编码数字化方案	14
2.4 勘探工程原始地质编录数字化软件开发	20
2.4.1 软件开发思路	21
2.4.2 软件体系结构	21
2.4.3 软件主要功能实现	21
2.5 结合地质数据的逻辑结构设计	27
2.5.1 资料分类体系的关系模式	28
2.5.2 编码数字化数据的关系模式	30
2.6 综合地质数据库的建立	32

2 / 隐伏矿体三维可视化预测

2.6.1 数据库原始数据构建	32
2.6.2 数据库的建立	32

第3章 凤凰山矿田控矿规律与矿体定位模型 34

3.1 矿田矿床基本特征	34
3.1.1 凤凰山矿床	34
3.1.2 宝山陶矿床	36
3.1.3 铁山头矿床	37
3.1.4 仙人冲矿床	37
3.1.5 江家冲矿床	38
3.1.6 清水塘矿床	38
3.2 矿田成矿地质条件分析	38
3.2.1 地层及其与成矿的关系	38
3.2.2 矿田构造特征及成矿构造分析	40
3.2.3 新屋里岩体及其与成矿的关系	43
3.3 矿床矿体定位规律与定位预测概念模型	44

第4章 地质体三维建模与可视化 47

4.1 地质体三维可视化建模流程	47
4.2 地质建模数据的导入	48
4.2.1 勘探工程数据的构建导入	48
4.2.2 勘探线数据的构建导入	52
4.2.3 地面高程数据的构建导入	52
4.3 地质体界线的圈定	53
4.3.1 矿体界线的圈定	54
4.3.2 岩体界线的圈定	54
4.3.3 地层界线的圈定	56
4.3.4 断层面界线的圈定	56
4.4 地质体线框模型的建立	58
4.4.1 线框模型的数据表结构	58
4.4.2 矿体线框模型的建立	59
4.4.3 岩体线框模型的建立	59
4.4.4 地层线框模型的建立	62
4.4.5 断层线框模型的建立	63
4.5 地质体块体模型的建立	64

4.5.1	块体模型的数据表结构	64
4.5.2	地质体块体模型的构建	66
第5章	物化探技术有效性评价与三维地质推断	69
5.1	物化探技术有效性评价的方法	69
5.1.1	有效性评价的概念	69
5.1.2	有效性评价的基本方法	70
5.2	可控源音频大地电磁法(CSAMT)有效性评价	74
5.2.1	凤凰山铜矿勘探剖面样本区的确定及处理	74
5.2.2	有效性评判计算	77
5.3	基于CSAMT的三维地质推断	82
第6章	成矿信息三维定量分析与提取	85
6.1	地质空间定义与立体单元划分	85
6.1.1	地质空间定义	85
6.1.2	立体单元划分	86
6.1.3	立体单元取值	87
6.2	成矿信息三维定量分析关键技术研究	89
6.2.1	地质体三维形态分析技术	89
6.2.2	控矿地质因素场建模技术	92
6.3	控矿地质因素三维场模型	96
6.3.1	岩体热力场因素(dG)	96
6.3.2	岩体形态因素($wr1G$ 、 $wr2G$)	96
6.3.3	接触带因素(dI)	101
6.3.4	接触面构造因素(aIT)	103
6.3.5	横向张性断层因素(dF)	105
6.3.6	区域挤压远应力场因素(aIP)	106
6.3.7	褶皱构造因素($DD3$)	106
6.4	控矿因素分析与控矿指标提取	107
6.4.1	单元矿化指标计算	108
6.4.2	控矿因素定量分析与控矿指标提取	111
第7章	隐伏矿体立体定量预测与可视化	125
7.1	隐伏矿体立体定量预测模型	125
7.2	预测模型的边界条件	127

4 / 隐伏矿体三维可视化预测

7.3	预测成果及统计	129
7.3.1	预测成果数据库	129
7.3.2	预测结果统计	130
7.4	预测成果可视化	133
7.4.1	预测结果三维栅格模型	133
7.4.2	预测结果三维可视化查询	135
7.4.3	分层单元矿化指标预测成果图	137
7.4.4	分层单元矿化指标预测等值线图	138
7.5	找矿靶区圈定	164

参考文献	167
-------------	------------

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 研究意义

国内外已有矿山的勘探开发经验表明,已有矿山深边部存在巨大的资源潜力,历来都是矿业公司找矿勘探的重要目标区,是新增资源量的主要途径(彭省临,2004)。尽管危机矿山及老矿山深边部具有巨大的资源潜力,但必须看到,深部潜在资源的寻找面临着巨大的困难和风险,这是由老矿山具有勘探开发程度高、预测评价及找矿向深部三维空间发展、矿山生产对物化探异常信息产生干扰等固有特点所决定的:(1)危机矿山及老矿山的研究、勘探和开发程度较高,地表和浅部易于发现的矿产资源已基本被开发完毕,预测评价对象以深部和外围隐伏矿及难识别矿为主,同时,矿山生产对物化探方法及异常(如矿山生产电力和巷道设施对电法探矿的干扰、土壤和水污染对地化探测的干扰等),传统预测评价缺少可供有效利用的地表指示标志及直接利用的找矿信息;(2)预测评价工作的范围相对狭小,预测必须在三维空间范围内展开,这与传统的以二维平面延伸为主的区域性评价的工作空间有很大的差别,传统的预测评价技术与方法不能适应向三维空间展开的要求;(3)危机矿山及老矿山在历年的勘探和开发过程中,积累了大量甚至海量的与地质矿产相关的矿床勘探、生产地质等基础资料,这些资料是矿山多年积累的宝贵的数据财富,是开展进一步预测评价和二轮找矿工作的基础,但传统预测评价方法对历史地质资料尤其是对历年的地质勘探与生产地质资料利用不充分,难以满足危机矿山深边部找矿的精密空间定位的要求。因此,采用适合危机矿山找矿特点的预测评价新方法,是老矿山深边部资源评价找矿取得突破的关键。

自20世纪80年代以来,通过面向危机矿山深边部找矿的预测评价新方法的研究与实践(彭省临等,2004),发展出了适合于危机矿山深边部找矿的“隐伏矿体立体定量预测”新方法(毛先成、陈国琰,1988a,1988b;Mao,1991;毛先成、戴塔根等,2006,2009,2010)。该方法属于数据驱动与知识驱动相结合的三维定量评价方法,它强调预测评价的客观化、精细化、三维化和定量化,以数据驱动

的三维、定量、非线性建模为核心技术,追求矿化定位机制内在规律的探寻和三维空间中精细的定量预测评价。隐伏矿体立体定量预测把矿山历年积累的地质、勘探和生产方面的地质资料及以这些地质数据为内涵的综合地质数据库作为预测评价的数据前提,可充分挖掘和提取隐含在综合地质资料与数据中的成矿信息,保证建立的预测模型是客观的、定量的和三维的。隐伏矿体立体定量预测较好地解决了直接指示信息少、干扰大、向三维空间发展、资料挖掘不充分等固有问题,适应危机矿山及老矿山深边部找矿的新需要,是老矿山深边部找矿取得突破的有效方法。

本研究针对危机矿山及老矿山深部找矿预测的上述问题,在多年开展隐伏矿体立体定量预测探索性研究的基础上,结合国家“十一五”科技支撑计划课题“铜陵地区危机铜矿山大比例尺定位预测技术示范研究”(课题编号:2006BAB01B07)、国家973计划前期研究专项课题“危机矿山接替资源大比例尺定位预测基础研究”(课题编号:2007CB416608)和铜陵有色金属集团股份有限公司校企合作科研课题“铜陵地区凤凰山铜矿深边部隐伏矿体立体定量预测”,以安徽铜陵铜多金属矿集区内资源紧缺的凤凰山矿田为研究基地,通过三维地质建模(3DGM)及三维可视化技术的引入,研究探索隐伏矿体立体定量预测的三维化和可视化技术,重点突破成矿信息三维提取等关键技术,形成隐伏矿体三维可视化预测的理论与方法体系,实现危机矿山深边部资源的三维可视化预测评价(毛先成、邹艳红、陈进等,2010)。在找矿实践上,本研究的实施,完成了凤凰山铜矿深边部资源的三维可视化定位定量预测评价工作,不仅可以帮助准确地查明凤凰山铜矿深边部的资源潜力和实现深边部找矿的快速有效突破,还可为铜陵地区其他矿山的资源评价与找矿工作提供示范,对铜陵有色公司资源控制战略的实施具有重要的意义。

1.1.2 国内外研究现状

随着人类对矿产资源需求的不断发展,找矿工作已由地表矿、浅部矿、易识别矿转向寻找隐伏矿、难识别矿,找矿勘探的难度日益增大,矿产勘查的成功率越来越依赖于深入的成矿规律研究和科学的矿产资源预测评价理论与方法。矿产资源预测与评价经过约50年的发展,经历了起步、发展和成熟等阶段后,目前已进入科学化、定量化和数字化阶段。

在起步和发展阶段,许多地质学家主要从资源总量评价、远景区评价、评价方法、计算机程序等方面进行了开创性的理论研究和应用工作(Allais et al., 1957; Slicher et al., 1960; Harris et al., 1970; Barry et al., 1970; Sinclair et al., 1970; Agterberg et al., 1971; Griffiths, 1975; Singer, 1976; McCammon, 1976),在此基础上,逐步形成了较完善的矿产资源定量评价系列理论和方法,突出的代

表性成果是国际地科联 IGCP 98 专题推出的 6 种矿产资源定量预测评价方法：国际国内广泛推广应用的矿床统计预测理论及方法 (Agterberg, 1974; Zhao 1992; 赵鹏大等, 1994)、美国地质调查局倡导的“三部式”资源评价法 (Singer, 1993)、我国学者提出的综合信息预测 (王世称等, 1989, 2000) 和致矿地质异常预测方法 (赵鹏大等, 1991, 1993)。

自 20 世纪 90 年代开始, 随着 GIS 空间信息技术的发展, 矿产资源预测与评价进入数字化阶段, 形成了以空间数据库和 GIS 空间分析为技术支撑、以“多元地学空间数据集成—多元成矿信息提取与融合—矿产资源潜力制图”为核心流程的矿产资源数字化预测评价方法体系 (Borham - Carter et al., 1990; Katz et al., 1991; Rencz et al., 1994; Knox - Robinson et al., 1997; Cheng et al., 1999; Harris et al., 2000, 2006; Asadi et al., 2001; Chen et al., 2004; Zhou et al., 2007; Carranza et al., 2008; Cassard et al., 2008; 池顺都等, 1999; 肖克炎等, 2000; 王全明等, 2001; 叶天竺等, 2007), 其理论和方法日趋完善和实用。

上述理论和方法, 尤其是基于 GIS 技术的矿产资源定量评价方法, 已成为目前开展矿产资源与评价的主流方法而广泛应用于区域矿产资源远景预测评价工作中。但上述方法在应用于危机矿山深部找矿预测时, 由于需要向深部三度空间发展, 会遇到矿产资源预测评价的三维空间问题, 即无论是预测评价范围, 还是评价模型及评价结果等, 都不得不考虑真三维空间的要求。上述矿产资源定量评价方法形成和发展主要源于中小比例尺的全球性和区域性矿产预测评价, 且其赖以依靠的 GIS 技术及软件仍然属于 2 维或 2.5 维的, 因而, 尚不能完全适应和满足危机矿山和老矿山可接替资源找矿向深部三度空间发展的要求。为了将矿产资源定量评价理论和方法有效地应用于危机矿山和老矿山深部找矿预测, 需要对上述理论和方法进行三维空间扩展或改造, 以便满足矿山真三维空间下的隐伏矿体立体定位定量预测要求。

自 20 世纪 90 年代以来, 由于计算机进行三维数据处理和表达能力的大幅度提高, 真三维空间下的地质建模理论、方法和软件得到了飞速发展并已进入实用化阶段 (Turner, 1992; Houlding, 1992, 1994; Fisher et al., 1992; Moore et al., 2001; Sirakova et al., 2002; Wu et al., 2003; Wu, 2004; Gong et al., 2004; Arens et al., 2005)。其中, 最引人瞩目的成果集中体现在: (1) 北大西洋公约组织 (NATO) 和美国地质调查局 (USGS) 联合资助的“地学信息系统三维建模”高级研究专题讨论会 (ARW) 的论文集 (Turner A K 等); (2) Houlding S M 的研究成果及其专著“3D Geoscience Modelling, Computer techniques for Geological Characterization” (三维地学建模——地质描述的计算机技术)。Houlding S M 将地质三维数据模型概括为孔数据、图件数据、体元数据和三维格网数据, 三维地质建模即地质描述可用以这些数据为数据源的数据流来表示, 而著名的 Lynx 软件就是基于该

理论实现的。随着三维地质建模理论的推广和三维建模市场需求的增长,逐步产生形成了三维地质建模的商用矿业软件,著名的商用矿业软件主要有加拿大 Kirkham Geosystems 公司的 MicroLynx + 系统、英国 Datamine 公司的 Studio 系统,澳大利亚 Maptek 公司的 Vulcan 系统、澳大利亚 Micromine 公司的 MicroMine 系统、澳大利亚 Surpac Minex 公司的 Surpac Vision 系统、法国 Nancy 地质学校的 GoCAD、美国 Dynamic Graphics 公司的 EarthVision 等。三维地质建模(3DGM)技术的实用化,为矿产资源定量评价的三维化和可视化奠定了技术基础。

针对矿区深边部隐伏矿体预测和危机矿山深边部可接替资源找矿对预测方法与成果的真三维要求问题,毛先成等(1988a, 1988b, 1991, 2006, 2009, 2010)将传统的矿产资源定量评价方法与地质三维建模技术结合起来,在湖南香花岭锡矿、湖南清水塘铅锌矿、广西大厂锡矿等开展了深边部隐伏矿体立体定量预测研究等探索性工作。目前,已初步实现了隐伏矿体的三维可视化预测(毛先成、邹艳红、陈进等, 2010)。

1.2 研究目标与工作内容

1.2.1 研究目标

选择安徽铜陵凤凰山铜矿作为示范矿山。

(1)通过选择安徽铜陵凤凰山铜矿作为示范矿山,已有地质勘探、生产地质、物化探、综合研究等方面资料的收集、编码、数字化和数据集成,建立综合地质数据库,为隐伏矿体立体定量预测模型建立提供数据平台支持。

(2)建立地质体三维可视化模型,研究开发控矿地质因素三维建模关键技术,分析提取控矿地质因素定量指标集及找矿标志定量指标集,构建隐伏矿体立体定量预测模型,对凤凰山铜矿的深边部隐伏矿体进行三维可视化定位定量预测。

(3)提交三维预测图、预测剖面图、预测水平图、预测单元表格等成果图件与表格,为找矿验证工程的布置提供建议,为铜陵地区其他矿山的深边部隐伏矿体三维可视化预测工作提供示范。

1.2.2 工作内容

(1)全面收集矿山地质资料,建立综合地质数据库,为立体定量预测建模提供数据驱动支持。

①铜陵凤凰山铜矿历年积累的地质原始资料是矿山宝贵的数据财富,客观地记录着矿床地质空间中的矿化定位与分布规律,是立体定量预测建模的数据驱动,是隐伏矿体立体定量预测可实施的数据前提。

②调查、整理和收集凤凰山铜矿历年积累的区域地质、地质勘探、生产地质、物化探、综合研究等方面的原始地质资料。

③按照立体定量预测要求,设计地质对象(地质体、矿化、找矿矿标志等)编码方案。

④完成探矿工程、地质编录、取样化验等表格资料和勘探线剖面图、综合地质图等图件的编码、录入和数字化。

⑤按照地质资料分类体系,设计和建立综合地质数据库,开发数据库管理系统。

⑥在综合地质数据库基础上,按照地质编码分类提取地质对象的数据集。

⑦预测专题用多元信息综合集成。

(2)建立地质体及找矿标志的三维几何模型与数字化模型,提取控矿地质因素定量指标集及找矿标志定量集,建立反映控矿地质因素、找矿标志到矿化分布的非线性映射关系的矿床三维数学模型与立体定量预测模型。

①总结归纳凤凰山铜矿的成矿规律,建立矿床概念模型。

②以综合地质数据库为数据平台,建立组成矿床的各种地质体及找矿标志(岩浆岩体、地层岩性、褶皱、断层、接触带、矿化与矿体、物化探异常等)的三维几何模型与数字化模型,实现地质体与找矿标志的三维可视化表达。

③采用空间分析、统计分析、最优化分析、非线性分析等三维定量空间分析手段,分析控制矿化(矿体)在地质空间中的定位、富集及分布的地质因素,建立控矿地质因素的定量化模型,进行模型的三维数字化表达。

④通过正反演方法研究评价物化探方法的有效性和有效度,分析物化探异常等找矿标志对地质条件或矿化矿体的指示作用,建立找矿标志的定量化模型,进行模型的三维数字化表达。

⑤提取控矿地质因素定量指标集及找矿标志定量指标集。

⑥开发控矿地质因素、找矿标志定量化分析、三维可视化表达软件。

(3)建立反映控矿地质因素、找矿标志到矿化分布的非线性映射关系的隐伏矿体立体定量预测模型,开展深边部隐伏矿体立体定量预测。

①采用空间统计分析方法,析取和构建控矿地质因素、找矿标志到矿化分布的非线性映射关系。

②建立反映控矿地质因素、找矿标志到矿化分布的非线性映射关系的隐伏矿体立体定量预测模型。

③评价和解释立体定量预测模型,开展凤凰山铜矿深边部隐伏矿体的立体定量预测评价,生成立体定量预测成果数据。

④凤凰山铜矿深边部隐伏矿体立体定量预测成果的可视化建模表达。

⑤绘制凤凰山铜矿深边部隐伏矿体立体定量预测成果图件,设计绘制找矿验