

矿业软件在矿山资源评价与管理中的应用

汪德文, 曾庆田, 李 德

(云南玉溪矿业有限公司, 云南 玉溪市 653100)

摘 要:采用矿业软件进行矿山资源评价及管理如何同传统资源评价与管理相结合,能否满足矿山资源管理的要求是矿山企业当前面临的重要问题。从资源管理和评价的特点、目标和意义出发,以一个实际矿山为例,对应用三维可视化矿业软件进行矿山资源评价和管理的实际应用技术进行了系统研究。研究结果表明,合理运用三维可视化矿业软件能够满足矿山对资源评价和管理的要求。

关键词:资源评价;矿业软件;资源级别;块段尺寸;变异函数

矿山企业的资源评价与管理是矿山生产中一项十分重要的工作。矿山资源评价与管理主要以前期的勘探工程和生产过程中的探矿和开采工程为依据,运用各种地质和数学方法对已经消耗和保有的资源储量的数量、品质、分布部位和控制程度进行评价,为矿山生产组织、中长期规划和资源管理提供基础。随着计算机技术、矿业软件和企业自身的不断发展进步,传统的资源评价和管理手段已经不能满足现代矿山资源评价管理信息处理量大、计算复杂、三维可视化、数字化、简单化和程序化的要求,因此,亟需引进先进的三维可视化矿业软件,实现对矿山资源评价、管理手段和方法的全面革新。

1 矿山资源评价和管理

生产矿山资源条件的复杂性、空间性、动态性、评价目的多样性、要求结果的实时性以及评价管理资料的多样性,导致在资源评价、预测、管理过程中要处理的信息量非常庞杂,运用传统的处理方式显得非常困难,有时甚至无能为力^[1]。因此,要对矿山资源进行准确和合理的评价,必须引进先进的技术和管理手段。

矿山资源评价和管理的主要目的是能方便、快捷地掌握矿山资源储量的空间分布、数量、品位、可靠程度,合理评价矿山的资源保有状况,为矿山近期持续、中长期规划和资源综合利用提供依据。

矿山资源评价和管理工作可通过分析现有资源勘探程度和勘探工程情况,采用合理的技术手段,达到如下目标。

(1) 掌握矿床目前已消耗资源储量的数量、品

质、分布部位和与勘探资源储量的关系,合理计算矿山资源利用率,为矿山下一步的生产和资源的高效、合理开发利用研究提供基础资料。

(2) 掌握矿床当前保有资源储量的数量、品质、分布部位、控制程度及与勘探资源储量的关系,为矿山下一步的生产组织、资源管理和开采综合研究创造有利条件。

(3) 分析研究矿床当前保有储量的控制程度和可靠性,指导矿山下一步探矿设计的布置和实施。

(4) 在对现有资源进行估算和评价的基础上,对矿山当前保有资源储量进行科学管理和合理开发利用,及时开展矿山接替资源勘查,提高矿山企业的资源保障程度,增强矿山企业的竞争力,延长矿山企业的生命周期。

2 矿业软件在资源评价和管理中的应用

2.1 三维可视化矿业软件

三维可视化矿业软件是根据地质统计学原理,采用定量化、自动化和可视化的方式对客观地质体进行快速解析。通过矿业软件的应用,能够快速掌握矿体的厚度、品位及组分的三维空间分布特点和规律;及时反映矿体的矿化程度、空间形态及品位-矿量的变化情况;实现矿体的数字化、可视化及矿山生产技术动态管理。它是矿山开采设计优化的基础,也是矿山生产计算机管理的基础^[2~3],具有强大的矿山资源评价与管理功能及矿山优化设计功能。

国外矿业软件的研究和开发始于20世纪70年代,当前的矿业软件已经形成了相当的规模和相对较完善的功能。历届 APCOM 会议资料显示,以矿

床模型为代表的矿业软件发展迅速,西方采矿大国相继推出了用于地质资料处理、矿床建模、采矿设计、计划编制、测绘图形处理等方面的商业矿业软件,如: Datamine、Surpac、Micromine、Mintec、Lynx、MinCom、Vulcan、MineMap 等,这些软件都具备进行矿山三维可视化建模和资源评价与管理的功能,相比之下,国内类似软件就显得相对落后。

2.2 三维可视化软件在资源评价管理中的应用

在矿山生产过程中,地质技术人员需要及时为开采设计、生产管理提供准确的地质剖面图、平面图、生产资源储量和设计损贫指标。传统方法通过对已有地质资料进行地质解译,绘制相应的地质平、剖面图,然后根据采矿设计和生产管理的需要,绘制相应的分段平面图和生产加密剖面图,同时根据测量人员实际测量得到的采矿工程布置的位置数据,在中段平面图和地质剖面图上描绘出实测工程布置情况^[4]。根据上述资料估算生产资源储量和设计损贫指标,并对矿山资源进行评价和管理。这种工作方法工作量大、时间长、效率低,且不同方案对比的工作难度大、可操作性差,难以进行设计优化。

三维可视化软件的应用改变了这种传统工作方法。新方法通过对已有地质资料进行地质解译,应用三维可视化矿业软件对地表、矿体、构造、岩层和开采工程进行模型创建,根据矿体特征创建块段模

型,采用普通克立格法或距离幂反比法进行品位估值,实现对地质体和工程的三维可视化及矿体的数字化。矿山工程技术人员通过矿业软件可进行任意方向的地质平、剖面图切制,快速将实测工程创建为三维工程模型,及时根据采矿设计和生产管理的要求估算生产资源储量和设计损贫指标,利用三维可视化矿业软件对矿山资源进行动态管理。新方法具有矿体和工程三维可视、资源储量估算简捷、资源评价快速、资源管理简单、开采设计易于优化、资源综合利用率、矿山生产与技术管理工作简捷高效等突出特点。

3 三维可视化软件应用技术研究

三维可视化软件在矿山资源评价和管理中应用时,如何与传统方法类比并依据现行资源储量分类标准划分资源储量级别,是矿山资源评价和管理需要进行探讨和研究的核心问题。本文针对这些问题采用具有代表性的三维可视化软件 MicroMine,选取云南某铜铁金银多金属矿进行系统研究。

3.1 三维可视化软件资源级别划分研究

该矿山是铜铁金银多金属矿山,从上至下共分为7个矿层,分别是: I_c 、 I_3 、 I_b 、 I_2 、 I_a 、 I_1 、 I_0 。其中 I_c 、 I_b 、 I_a 、 I_0 是含铜铁矿体,而 I_3 、 I_2 、 I_1 是含铁铜矿体,整个矿床铜铁矿带交替出现。矿床模型见图1。

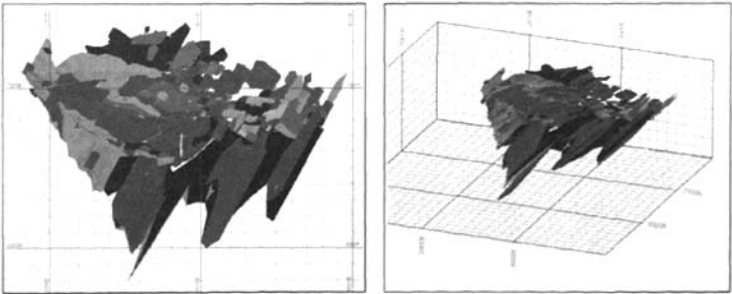


图1 矿床实体模型图(左为俯视图;右为三维任意方向图)

本研究建立了该矿山的矿床实体模型和块段模型,采用距离幂反比法和普通克里格法对该矿床进行品位估值。

在估值过程中,新建一个“控制程度”字段来记录不同的资源储量级别。经过认真分析研究资源储量分类标准和 MicroMine 软件的品位估值原理,发现采用 MicroMine 软件的不同估值参数设置可与传统的资源储量分类相对应。具体参数设置与控制程度的划分见表1。

表1 不同控制程度估值邻域参数设置对应

控制程度及资源级别	搜索半径(m)	参与估值工程数	扇区数
探明的(331)	≤50	≥5	4
控制的(332)	50~100	≥3	4
推断的(333)	100~200	≥2	4
预测的(334)?	>200	≥1	1

研究表明,矿业软件估算资源储量可采用搜索半径、搜索探矿工程数目和搜索扇区数结合矿床勘探网度确定资源储量级别。对于《铜矿地质勘查

规范》中的铜矿第Ⅱ、Ⅲ类过渡勘查类型,采用不同控制程度估值邻域参数估算不同级别的资源量^[5-6]。

3.2 合理的单元块尺寸研究

合理的单元块尺寸要求既能尽量满足品位和矿量计算的精度,又能满足块段模型在计算机上快速计算和显示的要求。有人错误地认为,单元块越小,品位和矿量计算结果就越精确。而从地质统计学理论可知,在已知数据(即样品数与样品在空间的分布)一定的条件下,单元块越小,对其品位的估计误差越大^[7]。本研究表明,在单元块尺寸大小选择上,需要考虑如下一些因素:矿床和矿体的赋存特征和空间分布规律;不同的开采方式及相应的矿块划分尺寸;矿区的勘探网度,单元块段的大小一般为勘探网度的1/2~1/4;变异函数的特征,单元块段的大小一般为变程的1/4左右;资源评价与管理的目的及要求精度,为了能够比较精确地控制及圈定矿体边界,宜选择相对较小的单元块;其他因素,如尺寸需要更有利于零星小矿体的圈定和资源综合评价与回收。综合上述诸多因素,本项研究选择的单元块尺寸见表2。

3.3 变异函数分析与估值方法研究

本研究通过对原始样品和组合样品统计分析后,按照走向、倾向和厚度3个方向计算该矿床的实验半变异函数,并在其基础上拟合出符合该矿床的

理论变异函数,作为普通克立格法品位估值的数学模型。模型参数见表3。

表2 块段模型范围及单元块尺寸

方向	最小值 (m)	最大值 (m)	原始块尺寸 (m)	细分方法 (次)	单元块最小尺寸 (m)
东	1800	4000	8	4	2
北	5700	7500	8	4	2
高程	-150	800	2	4	0.5

表3 变异函数参数

方向	方位(°)	倾角(°)	块金	基台	变程
走向方向	120	0	0.033	0.136	50
倾斜方向	210	-26	0.033	0.136	40
垂直(厚度)方向	210	64	0.033	0.136	20

在估值过程中,结合矿床特征和样品数据量及统计规律,采用了普通克立格法和距离幂反比法,资源储量级别划分见表1,按照搜索半径从小到大进行品位估值。在对Cu品位进行估值时,采用的是距离立方反比法。研究结果表明,当已知样品数据量较大,统计规律较明显时,采用普通克立格法的估值精度较高;当已知样品数据量较少,统计规律不明显时,采用距离幂反比法的估值精度较高。

3.4 资源储量估算结果分析

资源储量估算结果是评价三维可视化方法准确与否的标准,传统方法和三维可视化块段模型方法估算出来的资源储量的对比结果见表4。

表4 资源储量对比

估算期次	工业矿体			低品位矿体			总计		
	矿石量 (万t)	品位 (%)	金属量 (t)	矿石量 (万t)	品位 (%)	金属量 (t)	矿石量 (万t)	品位 (%)	金属量 (t)
详勘提交量	9780.26	0.81	792242	859.39	0.42	35836	10639.65	0.78	828078
详勘模型估算量	9347.12	0.68	638299	2609.11	0.45	117901	11956.23	0.63	756200
三一二估算量	6689.65	0.96	642247	3461.15	0.38	132995	10150.8	0.76	775242
最新模型估算量	8854.36	0.72	633095	2947.34	0.44	129687	11801.7	0.65	762782

注:表中详勘模型估算量指按照详勘资料建立的模型估算出的资源量,最新模型估算量指按照当前最新资料建立的模型估算出的资源量。

以上资源储量对比分析说明,随着生产的不断深入,资源储量(铜金属量)越来越接近模型估算出的资源量。因此,在资源储量的估算方面,合理利用三维可视化矿业软件,可以估算出符合相关地质规范要求 and 满足矿山生产需要的资源储量结果,能够准确、快速地指导和服务矿山的生产。

4 结 论

(1) 利用三维可视化矿业软件能方便设置搜索

半径、搜索工程数、搜索扇区数的功能,结合矿床勘查类型和矿产资源储量/分类标准,进行矿山资源储量级别划分是合理可行的。

(2) 运用三维可视化矿业软件的块段模型估算资源储量时,当已知样品数据量较大,统计规律较明显时,采用普通克立格法作为主估值方法,距离幂反比法作为辅助估值法,对普通克立格法进行校核;当已知样品数据量较少,统计规律不明显时,采用距离

(下转第30页)

(8) 注重人才引进培养。充分发挥“盘活”和“压担”效应,引进和培养相结合。引进大学本科生9人,并加大培养力度,以提高他们的专业技术水平和工作技能。对在职科技人员,有针对性地组织学习,强化考核,以提高技术和管理水平。通过这些工作,使2名近年毕业的大学生走上了重要岗位,使3名科技人员晋升为省高级工程师。

4 取得的效果

2002年以来,在科研所平均人员仅为16人的情况下,取得了如下效果。科研项目:合计开展科研项目102项,全部按质按量完成,平均每年14.3项。其中省科技厅重大项目5项、玉矿和达亚公司重点项目53项,其它企业委托的项目44项。

科技成果:取得科技成果15项,其中省级2项、云铜集团3项。

科技资质:2005年被省科技厅认定为云南省高新技术企业。

人才培养:通过培养,有1人被省科技厅选拔为云南省技术创新人才,1人被云铜集团选拔为学科带头人、1人被玉溪矿业选拔为第一届学科带头人。

著作方面:科研人员发表专著1本,在省部级杂志上发表科技论文18篇。

5 几点体会

(1) 体制是关键。近年来在科研上取得的成

绩,机制转换是关键因素。科研所从企业内部事业单位转型为自主经营、自负盈亏的公司,主要科技力量出资入了股,同时收入从过去等着拿固定工资转变为到市场上自己挣收入。增加了危机意识,提升了紧迫感,激发了科技人员的潜能,提升了研发综合能力。

(2) 机制是基础。在适合的体制下,还必须制定科学合理的运行机制,科研工作才能取得发展。公司在机制转换后,首先从分配入手,打破计划经济的工资机制,按多劳多得的原则确定科技人员收入,同时制订项目目标奖惩、科研带头人、学科带头人等制度,提高了科研人员的积极性。

(3) 核心是管理。有了好的机制和体制,没有有效的管理也难以取得理想的科研效果。在近年的实践中,公司总结出了一套科研项目实施管控的办法和措施,以目标管理为龙头,中间按进度、试验研究内容、指标等进行逐项分解,指定人员专门进行考核,及时进行奖惩,使科研项目的管理落在实处,确保了项目实现率达95%以上。

企业科技开发机构在公司制体制下,会产生一对矛盾,也就是科研和当期经营效果之间的矛盾。强调提升科研综合实力,加大投入,本身会降低当期生产经营效果。这就要求领导有长远的眼光,合理调配科研与经营的关系,重视培育科研实力,提升技术含量,才能产生高质量的科研成果。

(收稿日期:2008-11-02)

(上接第26页)

幂反比法进行品位估值,估算得到的资源储量具有较高的可信度。

(3) 运用三维可视化矿业软件可合理有效地对储量审批资源储量进行评价和管理,并可及时掌握矿山消耗资源储量、变级增减情况和矿山不同时期保有资源储量的关系,从而为矿山资源储量的评价与管理提供基础,并为矿山的后续开发利用创造有利条件。

(4) 运用三维可视化矿业软件进行矿床的资源储量评价与管理,能够充分反映矿床从勘探至生产期的矿体认识的变化过程,能客观真实地反映矿床的最新探矿成果、生产消耗与保有资源状况,还能根据最新掌握的资源保有状况和地质控制程度,合理

确定下一步的探矿网度和方案。

参考文献:

- [1] 汪应宏,汪云甲. 基于GIS矿山资源评价与管理决策支持系统探讨[J]. 测绘通报,2000,(5):18~20.
- [2] 姜华,秦德先,陈爱兵,等. 国内外矿业软件的研究现状及发展趋势[J]. 矿产与地质,2005,(4):422~425.
- [3] 张幼蒂. 矿业系统工程的发展与展望[J]. 金属矿山,2003,(1):1~3.
- [4] 江家谱. 金川三维矿山模型的研究与建立[D]. 昆明:昆明理工大学,2005.
- [5] 曾庆田,王李管,李德,等. 云南××铜矿资源及开采环境评价可视化建模技术研究[J]. 矿冶工程,2007,(3):15~19.
- [6] 张渭军,王文科. 基于钻孔数据的地层三维建模与可视化研究[J]. 大地构造与成矿学,2006,(2):108~113.
- [7] 王青,史维祥. 采矿学[M]. 北京:冶金工业出版社,2007.

(收稿日期:2008-11-02)