

贵州开阳磷矿层状磷矿体三维矿床数字模型

杨 勇, 陈发吉

(贵州开磷集团矿业总公司, 贵州 贵阳市 550302)

摘要:应用地质统计学的原理和方法,利用美国 Mintec 公司 Minesight 软件,建立了贵州开阳磷矿洋水矿区磷矿体三维矿床数字模型,该模型实现了三维矿床的数字化、信息化和可视化。可以在任意方向同时绘制多个剖面图,在任意高程绘制平面图。可以非常方便地进行储量计算,为矿山高效合理利用矿产资源提供了依据。

关键词:开阳磷矿;三维矿床数字模型;层状磷矿体;Minesight

开阳磷矿洋水矿区磷矿床位于鄂湘黔中隆起洋水背斜上,背斜轴向北东 25° ,为不对称背斜,东翼地层倾角 $25^\circ \sim 45^\circ$,西翼地层倾角 $45^\circ \sim 75^\circ$,核部为前震旦系板溪群清水江组地层组成,向两翼依次出露震旦系、寒武系、二迭系、三迭系地层,部分第四系地层缺失奥陶系、志留系、泥盆系地层,矿区含磷层位有两个,即震旦系上统陡山沱组磷矿层(下磷矿层)和寒武系牛蹄塘组底部的磷矿层(上磷矿层)。下磷矿层为浅海相沉积规模巨大的层状矿床,厚 $3 \sim 5$ m,品位含 P_2O_5 33% 以上,为磷酸盐富矿,是矿区的开采对象。上磷矿层一般厚 $0 \sim 0.4$ m,含 P_2O_5 18% \sim 22%,不具工业价值。目前,大规模开采的矿段为牛赶冲、马路坪、用沙坝、极乐、沙坝土矿段^[1]。矿石组分单一,以低碳氟磷灰石为主,次为碳磷灰石。矿石以凝胶结构为主,内碎屑结构次之。矿石构造有致密块状及条带状两种。

1 数字模型的建立

1.1 地质数据库的建立

数据采集和数据库建立是矿山数字化建设中最基础、最重要、工作量最大的工作。

1.1.1 勘探钻孔数据

本次地质数据库的建立是根据美国 Mintec 公司专业矿用软件 Minesight 的要求建立 3 个数据文件:孔口文件、化验文件和测斜文件。钻孔数据分两类:地质勘探钻孔数据和生产勘探钻孔数据。所收集数据的内容包括孔口坐标数据、钻孔测斜数据、岩芯样品化验数据及地质描述。钻孔数据用来生成钻孔柱状图,圈定矿体形态,估计矿石储量。数据输入完毕,利用 Scan DH 程序对钻孔进行合理性、一致性

检查,进行有效性验证,其目的是检查孔口坐标、最大孔深是否缺少;样品间距是否存在错误;样品是否存在重叠等。

1.1.2 地质剖面图数据

本次使用的剖面图是地质报告中所附的 1:2000 勘探线剖面图。在利用该部分图件时,需要对图件进行预处理:比例尺缩放和坐标平移。根据地质报告中提供的勘探线坐标起始点坐标,计算勘探线斜长,以斜长为比例缩放的标准,剖面起点为坐标平移的基准点。

由于是在二维平面上处理剖面图,为了反映剖面的 Z 坐标,需要在 MineSight 下对图件进行处理,以 X 坐标轴为旋转轴,旋转 90° ;以 Z 坐标为旋转轴,将剖面图旋转到勘探线方向。

1.1.3 地质地形图数据

对本区地质地形图进行了矢量化工作,在 AutoCAD 下对其进行校正、调整比例为 1:1,给等高线赋值,最后把各张图纸拼接起来,调整衔接部分后形成一个整体的地表地形图。根据图纸的网格线进行拉伸、校正、拼接和等高线标高赋值后,最终形成矿区的地质地形总图,通过对比钻孔测量成果表中的坐标值和同图件上量取坐标对照,地质地形图的精度均满足地表工程设计要求,可以作为地表地形的基础资料。在 Minesight 平台下,将导入 MineSight 软件的地表数据生成三维地表几何实体。

1.1.4 地质数据库的建立

在 MinSight 平台 Compss 程序下新建地表数据文件,在 MinSight 下建立对应的地表数据文件夹,在此文件夹下建立视图文件,将三维地表几何实体赋值给视图文件,形成数字化栅格三维地表。同时,将

孔口文件、化验文件和测斜文件生成三合一文件,然后将该三合一文件载入相应的钻孔数据库文件中,形成钻孔数据库。用程序对钻孔数据库的数据列表显示、检查,以确认载入钻孔数据的正确性。

1.2 钻孔数据的统计分析

通过以上步骤完成数据库的所有验证后,即可对钻孔数据进行统计分析。由于地质统计学的计算要求有效数据必须确定在同等大小的载体上,以保证每个样品的权大小一致,达到数据的等效支撑。为此,以原始样品为基础,对化验样品进行组合,得到新的组合样个数,组合样样长为 1 m。

在 Minesight 平台根目录下新建钻孔视图文件夹,在该文件夹中新建原始化验样钻孔视图,填好钻孔属性对话框中内容。用同样方法再建一个组合化验样钻孔视图。若要修改钻孔的某些数据,可直接使钻孔视图处于编辑状态。

钻孔赋值:打开钻孔属性对话框,将钻孔数据库中相关的数据赋值给钻孔视图。对原始样及组合样的计算和统计分析均在 MineSight 软件下的 Compass 程序下进行。

1.2.1 原始样计算及统计分析

运行原始样计算及统计分析程序,进行原始化验样统计分析。其结果为:沙坝土矿共有 465 个样,最小值为 15.76%,最大值为 39.32%,平均品位为 33.499%,标准差为 3.9177。用沙坝矿共有 216 个样,最小值为 17.91%,最大值为 38.90%,平均品位为 36.003%,标准差为 3.259。

1.2.2 对组合样进行统计分析

在“Comapss”中新建组合样数据库文件,通过相应程序,将三合一文件经过组合运算的结果赋值到组合样数据库文件,运行组合样统计分析程序,进行组合化验样统计分析,分析结果为:沙坝土矿共有 468 个样,最小值为 16.22%,最大值为 38.64%,平均品位为 33.356%,标准差为 3.875。用沙坝矿共有 216 个样,最小值为 19.01%,最大值为 38.62%,平均品位为 36.003%,标准差为 2.9637。根据统计分析结果,验证了本矿区矿石品位变化小的结论。

1.3 圈定矿体边界

根据矿山生产实际情况和地质队提供勘探线剖面图及钻孔数据进行矿体边界的圈定。

2 三维实体建模

根据上述矿体边界的圈定,以 MineSight 为平

台,建立矿体实体地质模型,本次建立了两个实体模型,一个是利用地质队详勘资料建立的地勘地质模型,其作用是用该模型计算的地质储量和地质队提供的的地勘阶段储量进行对比,对传统储量计算方法和地质统计学储量计算方法进行相互验证、比较、评估,同时为采矿专业建立采矿模型提供三维矿体形态。另一个模型是利用地生产过程实测的中段平面、分层平面地质图中的矿体界线及构造形态,用连接两中段、分层平面上矿体的闭合边界线,形成一个空间上的实体,相邻平面图形的矿体全部用此种方法连接完成后,再把连接的相邻实体全部连接成一体,此实体即为所连接的矿体(见图 1)。该生产勘探三维矿体模型的作用,是为了对生产过程中地质储量和三级矿量、贫化损失进行有效管理,以高效合理地利用矿产资源。

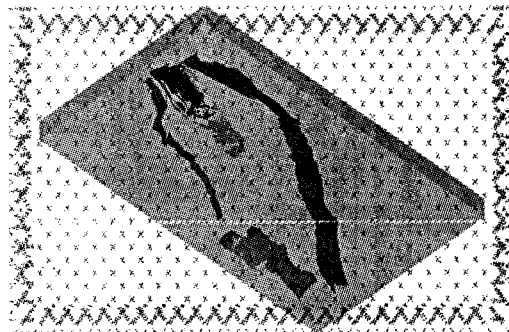


图 1 全矿区矿体三维实体模型

3 模型估值与应用

3.1 估值方法选择

根据开磷洋水矿区矿体层位稳定、品位、厚度变化小的特点,选用距离反比法对矿体模型进行估值。该方法的基础是任何一点的矿石品位与它周围一定范围内的各点之间都存在一定的空间相关性,即两者距离之间存在函数关系。因此,该方法的原理就是根据距离的远近给定不同的权数,距离待估值点越近,作用越大,所占权数也就越多,反之越少^[2]。

3.2 参数设置

以沙坝土矿段为例,矿体形态简单,完整性好,以地勘阶段地质队计算的地质储量为依据,确立的估值参数见表 1。

从表 1 中可看出,由于本矿段在局部地段勘探网度过稀,程序在对块段进行估值运算时在给定参数范围内找不到样品,导致在三维矿体模型范围局部地段无法估值。放大搜索范围后,估值范围增大,

表1 估值参数调整表

次数	搜索距离			椭球体范围			椭球体参数			储量 (万 t)
	X	Y	Z	major	minor	vert	rot	dipn	dipe	
1	800	800	800	500	300	200	0	0	-30	5051.70
2	800	800	800	600	300	200	0	0	-30	5244.40
3	800	800	800	600	400	200	0	0	-30	5931.00
4	800	800	800	600	500	200	0	0	-30	6387.00
5	800	800	800	600	500	300	0	0	-30	6420.10
6	800	800	800	600	500	400	0	0	-30	6579.90
7	800	800	800	600	500	400	0	0	-30	6615.00
8	800	800	800	800	500	400	0	0	-30	6641.00
9	800	800	800	800	600	400	0	0	-30	6642.60
10	100	1000	100	1000	1000	1000	0	0	-30	6642.60

储量值增加,当估值参数取到一定值后,储量不再增加。由此可以看出,对于品位变化小的矿体,对矿床储量可信度影响最大的因素是矿体三维模型的精度。估值完成,就可以绘制出任意纵、横剖面及任意高程平面磷品位分布图。

3.3 储量计算与对比

根据贵阳市国土资源局筑国土资环通(2003)138号文及开阳县国土资源局开国土资通(2003)13号文要求,贵州开磷有限责任公司委托中化地质矿山总局贵州地质勘查院对采矿范围内磷矿资源储量进行了核实,以此核实储量为比照数据。沙坝土地勘地勘核实储量与模型计算储量对比见表2。

表2 沙坝土矿储量对比

块段	核实储量	模型储量	差值	误差率(%)
上盘矿	41020000	40332000	688000	0.016772306
下盘矿	25374200	26094000	-719800	-0.028367397
合计	66394200	66426000	-31800	-0.000478957

通过计算对比,可以看出,对于矿体厚度、品位变化小,构造简单的块段,使用模型计算的地质储量和核实储量误差很小。使用模型计算时,矿体形态、厚度由三维矿体模型控制,使储量值更接近真实值。

3.4 矿石损失管理

合理地降低矿石损失,既保护了矿产资源,也变相地延长了矿山服务年限。在以往的损失管理中,应采工业矿量一般由各单位进行计算,一些单位为了保住生产指标,在损失指标超标的情况下,人为减少应采工业矿量,从而使损失率指标达标,应用三维数字模型进行统一管理后,在矿石生产过程中,根据各单位月末上传的回采边界,确定本月回采距离,以分层平面图底板高程为依据,在 Minesight 中切割出本月消耗矿块,并计算出消耗矿块矿量即应采工业矿量。根据各矿块实际出矿量,可以计算出回采地

段实际的损失率。使矿石损失量计算值更接近真实损失值。

3.5 为采矿设计服务

利用建立起来的矿体模型,依据采矿、测量专业提出的要求,快速提供相关的任意方位、倾角的平面、剖面及纵投影图。同时,采矿专业在三维实体模型上进行三维采矿设计。

4 结 论

(1) 通过三维数字模型的建立,可以在任意方向同时绘制多个剖面图,在任意高程绘制平面图。

(2) 通过三维数字模型的估值计算,可以快速提交地质储量、三级矿量、消耗矿量报告。利用三维数字化地质储量模型,强化矿产资源地质储量的管理,研究建立磷矿资源储量消耗模型,建立矿山储量管理系统。

(3) 在国内磷矿山,首次引入了地质统计学的概念,对矿藏的储量估算更加合理、准确。

(4) 地质、测量、采矿各专业实现了真正意义上的计算机化,甩掉了传统手工作图的图板,使地质、测量、采矿各专业之间的数据传递实现了无纸化,各专业的工作效率大大提高。

(5) 三维数字模型建立以后,可以清晰直观地观测矿体形态特征及空间分布规律,为矿山高效合理利用矿产资源提供了依据。

参考文献:

- [1] 杨 勇. 贵州开阳磷矿洋水矿区环境地质问题分析[J]. 地球与环境, 2005, 33(增刊): 624~626.
- [2] 邹 扬. 矿山地下开采与露天开采技术标准规范及安全评价实施手册[M]. 天津: 天津电子出版社, 2005.

(收稿日期: 2006-10-17)

作者简介: 杨 勇(1966-), 男, 工程师, 主要从事矿山数字化方面的研究, E-mail: sbtsck@163.com.