

矿井通风系统三维模型的构建与应用

聂建永 (山西吕梁离石西山亚辰煤业有限公司, 山西 吕梁 033000)

摘要: 文章依托于巷道间的拓扑关系, 完成定位点的采集工作, 确定此类点的具体信息; 引入中心线加载断面的算法, 通过对数据的应用, 构建矿井三维巷道模型。结果显示, 模型具有较强的信息表达能力, 能够以直观的方式呈现出煤矿巷道的实际情况, 并基于汇总的数据生成完善的数据库, 随着工作的开展而持续更新数据, 有利于矿井通风网络解算等工作的高质化开展。

关键词: 矿井通风系统; 三维建模; 网络解算

随着经济的转型升级, 煤矿的开采水平随之提升, 在技术升级路径中, 对三维建模的需求更为迫切, 例如建立矿井通风系统的三维模型, 给矿井生产提供安全保障, 以便管理、生产活动的高效开展。

1 工程概况

某煤业采用分区与中央并列混合式通风的模式, 于1990年投产。矿井通风建设设施方面, 包含4处进风井(水平主井、水平副井、北一副井、北二副井), 用于进风; 2处回风井(北一风井、北二风井), 用于回风。

2 三维巷道模型构建流程及方法

2.1 构建流程

按照特定的流程建立三维巷道模型, 实际操作中, 先采集导线点数据和巷道断面及参数; 而后, 由导线点逼近中心线处理, 确定巷道断面图元, 并在巷道底板中心线上予以加载, 依托于巷道的拓扑关系, 明确具体的坐标点位信息, 由此“以点构面”, 形成三维巷道模型。

2.2 基础数据来源

煤矿工程平面图是重要的信息呈现途径, 能够反映煤矿生产实体, 其涉及到的信息具有全面性, 包含井下巷道、工作面状况及参数等。以巷道断面形状和巷道物理位置为主要的內容, 共同构成三维巷道模型。在采集巷道底板中线点的坐标后, 沿中心线轨迹形成的断面做加厚处理, 由此则产生矿井巷道模型, 而诸如此类数据均可以借助煤矿工程平面图得以获取。

2.3 巷道网络结构模型

2.3.1 定位点约定

为全方位地展现出巷道三维模型, 需全面考虑模型中的各点, 对其做分类处理。定位点必须具有足够的精度, 由此准确呈现出巷道的形态, 定位点的坐标将被完整存储, 即逐步汇总在定位点数据表内。

定位点: 主要类型包含基准点和巷道点, 其基本功能在于确定巷道模型的参考位置以及巷道方位。

基准点: 以不易移动、不易变化的点较为合适, 通过基准点的设置, 能够有效保证更换图纸时方位的准确性(此时无需改变方位)。

巷道点: 细分为两种形式, 一是端点, 其指的是巷道的起点和终点; 二是伪点, 具体分为变坡点、变形点及设施点, 通常将其布设在断面存在变化处、标高存在

差异处以及通风设施所在的区域。

2.3.2 定位点的采集原理

软件采用的是 AutoCAD, 实现交互式采集, 在此过程中识别巷道底板中线点三维坐标, 再进一步采集巷道线的定位点。在多种类型巷道元素的共同组合下, 构成特定的拓扑结构, 如图1所示。

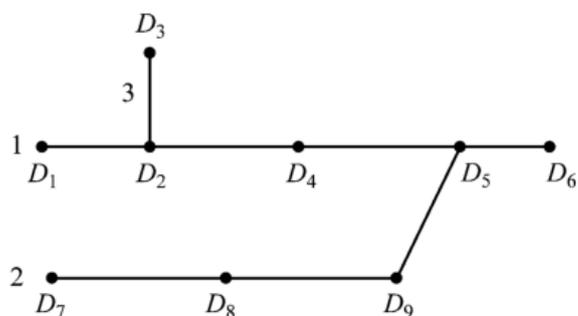


图1 巷道各元素的拓扑关系

图中, 1、2、3均为巷道线; D1~D7均为巷道1、2、3的端点, 同时D2、D5为巷道1的伪点。图元的形状主要有两类, 即拱形和梯形, 具体视巷道形状做灵活的选择, 采集相适配的巷道尺寸, 构建三维立体巷道模型, 而各项相近的井巷信息均可以借助三维立体图形的形式予以呈现。

2.4 中心线加载断面算法的实现

巷道三维建模算法的选择较为关键, 宜采用中心线加载断面算法。在该算法的思路下, 首先沿着中心线移动巷道断面, 而后做加厚处理, 经前述流程后生成三维巷道模型。将巷道视为一条线, 导线点相连时将产生折线, 其构成的三维立体图形伴有一定程度的弯曲问题, 显然此类形态缺乏合理性。对此, 依托于现有的导线点坐标、巷道宽度等相关数据, 用巷道底板中线代替导线, 此时存在于巷道中的各导线点均会被逼近至巷道中心线上, 在该方式下, 基于导线点生成的巷道有较高的精度。

矿井中的巷道交错分布, 各自的形态也存在差异, 此处取颇具代表性的半圆拱形巷道, 围绕断面加载的相关特点展开探讨。在加载过程中, 巷道断面沿中心线移动, 期间巷道在形态方面类似于连贯整体, 产生的巷道移动轨迹, 经过加载操作后, 呈现为线条图, 而为了构成完整的三维立体巷道模型, 有必要做加厚处理。经过加载后, 将得到巷道实体模型。根据前述思路, 以真实

的三维坐标为出发点,进行建模,所构建的巷道模型具有更高的品质,可呈现出巷道的交错关系,并且也能够对模型做放大、缩小、旋转操作。

2.5 拓扑关系的精准识别

拓扑关系是通风系统研究中必须考虑的内容。模型成型后,需对其做连通性判断,而对应至图形拓扑关系中,则着重考虑的是分支与巷道端点的关系。根据通风系统的基本特性,将其抽象为空间有向图,其中的端点则指的是三维模型的空间关键点,图中各边的方向也具有重要的指导意义,即指的是风流方向。为确定通风网络图中两端点的通路,引入深度优先收缩算法,其应用流程为:

Step1: 根据需求,向数据库调取巷道端点、支路数据。

Step2: 从数据中提取有价值的部分,判断中端点和边的关系,在此基础上,填充临接矩阵。

Step3: 确定所有度为0的端点,对其做相应的标记与储存操作,此外以特定的颜色标记连通支路,避免混乱。

Step4: 若存在度不为0的端点,则进一步按照流程启用深度优先搜索算法,明确具体的连通分支,同时将此部分内容完整存储在内存中。

巷道中形成特定流向的风流,即A1指向A2,对应的是始端点指向末端点。若遇到通风网络变化或是绘制错误的问题时,将直接对巷道的方向造成影响,此时的结果则是该方向与实际风流方向存在差异。经通风网络解算后,系统自动识别风流方向发生变化的巷道,在确定主要的变化之处后,通知巷道对象改变方向,此时始端点和末端点发生对调,此后风流标注符号对象将接收到“旋转180°”的信息,并将该部分信息做完整的显示。

3 矿井通风系统三维建模方法

①以三维巷道模型为“工具”,对通风网络的拓扑结构展开分析;依托于煤矿工程平面图,从中识别具有价值的信息,例如通风机、风门等数据,而后构建与通风系统具有紧密关联的参数数据表,准确呈现出风速、风压、风流等相关参数;②用四边形构造实体模型,同步到三维系统中,进而构建相应的三维模型。为了更为准确地做出分析,对矿井通风系统图做抽象处理,即形成有向网络图,在通路判断时遍寻各定位点,以明确定位点的通风网络连通性;③矿井资源数据库的建立。数据库中的资源丰富,存在风门属性表、巷道定位点表等。通过与矿井资源数据库的联动,能够对建立的矿井通风系统三维模型做相应的操作,例如根据实际需求重绘、删除。

4 模型在项目中的具体应用

在本矿项目中,采用前述提及的矿井通风系统三维建模思路及方法。具体而言,以AutoCAD为主要的平台,打开工程平面图,根据图中呈现出的信息,确定合适的参考点和井田边界,在此前提下,执行巷道端点和伪点

的采集操作,形成端(伪)点号并存储于信息采集数据库内,生成的巷道会被统一转至巷道集合中。在确定定位点点号后,于对应三维图上建立三维巷道模型。在该矿中,采集的数据主要有6个井巷工程及风门、通风机的数据,再根据所确定的数据建模,包含巷道模型、风门模型及通风机模型三大类。

引入-100m大巷局部通风系统网络图,以此为载体,呈现出矿井的拓扑结构,具体内容如图2所示。对于图中所给的信息,反映的是北一副井到北二风井的回风路线,形成“①至⑤”个测点,能够用于风速、断面等重要参数的测量,而确定的测量参数极具参考价值,能够作为立体图绘制时的关键依据。

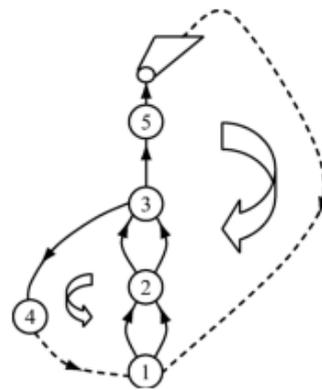


图2 局部通风网络

依托于建模原理以及三维巷道图,对进风巷至回风巷是否存在串并联巷道的情况作出判断。合理应用前述提及的建模方法后,可突破传统手工绘图流程繁琐、精度低的局限性,二维图向三维图的转变高效而便捷,能够更为全面地呈现出巷道信息,也有利于工程人员判断工作面的实际情况。巷道资源数据库所蕴含的价值丰富,可提供井巷模型的属性数据,而此类数据具有兼容与独立相并行的特点,给数据的查询以及数据库的更新创设了更多便捷的条件。

5 结论

从实际应用效果来看,在合理采用该通风系统建模方法后,建模效果得到充分的保证,建模效率大幅度提高,模型的真实特征突出,可用于呈现煤矿巷道信息。后续存在某些需求时,可对矿井巷道信息做灵活的处理,即增添、修改、删除,而在夯实模型基础后,能够为通风网络解算工作的开展提供良好的条件,产生深远的影响。

参考文献:

- [1] 马晨霞,陈日辉,兰林,等.基于模糊灰关联投影法的矿井通风系统方案优选[J].化工矿物与加工,2020.
- [2] 陈圆超,戴剑勇,谢东.矿井通风系统的组合赋权云模型综合评价[J].系统工程,2020,v.38;No.312(06):39-46.

作者简介:

聂建永(1980-),男,山西原平人,本科学历,2012年毕业于河北工程大学采矿工程专业,主要从事矿井通风管理工作。