

基于构造-岩性结构指数法的煤系砂岩富水性 预测

尹会永¹⁾, 魏久传¹⁾, 郭建斌¹⁾, 李新风²⁾

1) 山东科技大学地质科学与工程学院, 山东青岛, 266590;

2) 山东省煤田地质局物探测量队, 山东泰安, 271021

砂岩含水层普遍存在于煤系中, 常常作为煤层开采的直接充水含水层, 是影响矿井安全高效生产的重要因素之一。岩层富水性研究是水文地质学工作的主要内容之一, 也是寻找饮用水源、矿井水害防治的基础工作。长期以来, 富水性的划分、研究一直受到水文地质工作者的重视和研究, 除了传统的水文地质分析方法以外, 许多物探技术应用较多(武强等, 2007; 刘运启等, 2009)。除此之外, 一些评价方法如单因素分析法(李新风等, 2012)、多因素综合分析法(陈香菱等, 2010)、基于 GIS 的信息融合方法(武强等, 2011)、模糊聚类方法(武旭仁等, 2011)、脆性岩石含量指数(任智德等, 2011)、模糊层次分析法(韩超等, 2012)等方法来对含水层富水等级进行划分, 获得了许多认识。但在实际矿井工作中, 尤其是新建矿井, 水文地质勘探程度较低, 而地质勘探程度一般较高。针对这种状况, 如何利用以往地质勘探成果对砂岩含水层富水进行预测, 成为矿井防治砂岩水害工作中的一个难题。本文提出利用地质勘探信息对砂岩富水性进行预测的思路和方法, 对指导矿井防治水工作提供基础, 也为寻找基岩区富水区提供借鉴。

1 构造-岩性结构指数法概述

构造主要包括断层和褶皱, 是决定砂岩含水层富水性规律的主要因素。系统分析以往钻探、三维地震勘探控制的断层、褶皱。主要研究断层的性质、构造复杂程度、构造控水规律, 然后利用分形理论确定断层分形分维值, 建立构造定量评价指标, 再

考虑断层水文地质效应对分形分维特征值进行修正, 同样条件下, 分维特征值越高, 富水性越好, 反之越差。

岩性结构指数是指建立一个指标来综合反映煤层顶底板一定范围内的岩性、厚度及砂泥岩组合(结构)特点。这是含水层富水性的物质基础。通过分析主采煤层顶、底板的岩性及结构特征, 寻求定量指标来表示其对岩层富水性的影响。这里的砂岩是指粗砂岩、中砂岩、细砂岩、灰岩、断层破碎带等含水介质的统称。岩性结构指数的计算方法: 将中砂岩、细砂岩、灰岩、岩浆岩、断层破碎带等的厚度分别乘以一个等效系数, 从而折算成粗砂岩的厚度, 然后再乘以结构系数。结构系数是指由岩层砂泥岩组合结构所决定的系数。当岩层中砂岩总厚度大于 80% 时, 结构系数为 1; 当砂岩总厚度大于 55%, 小于等于 80% 时, 结构系数为 0.8; 当砂岩总厚度大于 45%, 小于等于 55% 时, 结构系数为 0.6; 当砂岩总厚度大于 20%, 小于等于 45% 时, 结构系数为 0.4; 当砂岩总厚度小于等于 20% 时, 结构系数为 0.2。岩性结构指数计算公式如下:

$$L = (a \times 1 + b \times 0.8 + c \times 0.6 + d \times 0.6 + e \times 0.2 + f \times 1) \times g$$

式中: L —岩性结构指数; a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f —含水介质厚度, 分别为粗砂岩、中砂岩、细砂岩、灰岩、岩浆岩、断层破碎带的厚度; g —结构系数。

岩性结构指数考虑了砂岩颗粒大小、不同介质富水性差异、岩性组合结构对于富水性的影响, 因此可用它的大小作为评价含水层富水性程度的因素之一。

由于岩性结构指数仅考虑了含水层富水性的

注: 本文为国家自然科学基金项目项目(编号 41072212)的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 刘恋。

作者简介: 魏久传, 男, 1962 年生。博士, 教授。主要从事矿井地质及水害防治研究和教学。Email: jcwee@126.com。

基础因素,即岩性及其组合特征,但含水层富水性还与构造发育状况密切相关,单从某一个方面进行富水性评价具有一定的局限性,因此,利用结合两者对顶、底板砂岩含水层进行富水性预测,在一定程度上弥补了单个因素进行富水性分区的不足。

构造-岩性结构指数预测法综合考虑了影响含水层富水性的多个因素,包括岩性、厚度及其结构,构造发育状况等。用来预测砂岩含水层的富水性。该方法将砂岩厚度、岩性组合特征用岩性结构指数来表征,构造复杂程度则用构造分维数来表征,将两者结合,较好地表现出含水层富水性的影响因素的共同作用。

具体做法是:将岩性结构指数和构造分维值标准化后,按其富水性影响的程度赋予一定的权值,加权求和后做等值线,然后进行富水性分区。煤层顶、底板岩性及结构特征对富水性的影响很大,砂岩厚度是富水性强的前提条件,因此岩性结构指数的权值定为 0.4;构造对砂岩类含水层的富水性影响也很大,已发生的突水事故大多与构造有关,因此其权值定为 0.6,由于断层易为突水通道,断层取 0.4,褶皱取 0.2。

若岩性结构指数标准化值、断层分维标准化值和褶皱修正分维标准化值分别用 m 、 n 、 f 表示,将其带入公式 $D=0.4m+0.4n+0.2f$,即可得出 D 值——构造-岩性结构指数值。

2 构造-岩性结构指数法在煤层顶板砂岩富水性预测的应用

研究区属于典型的华北型沉积建造,地层系统自上而下分别为:第四系、新近系、二叠系、石炭系和奥陶系。主要含煤地层为石炭-二叠系太原组和山西组,地层走向 W~NW,倾向 SW~NE,倾角 5° ~ 14° 。研究区在单斜基础上发育了次级褶皱,褶皱构造走向 NW~近 NWW。区内地质构造较复杂,主要为断裂构造。根据以往钻探和三维地震勘探资料,共有 12 条正断层,最大落差达到 120m。主要含水层为第四系砂砾层、新近系砂砾岩、石盒子组砂岩、山西组砂岩、太原组薄层灰岩、本溪组徐灰和奥灰。以太原组 7[#]煤为例,应用构造-岩性结构指数法对其顶板砂岩富水性进行预测。

依照构造-岩性结构指数的概念及计算方法,对研究区 7[#]煤顶板一定范围内的岩性结构指数、构造

分形分维修正特征值进行了分析计算和统计。通过计算研究区 7[#]煤顶板砂岩构造-岩性结构指数值 (D) 为 0.1~0.65,综合考虑各因素,按以下标准对砂岩含水层进行富水性分区:富水性强区: $D \geq 0.45$;富水性中等区: $0.25 < D < 0.45$;富水性弱区: $D \leq 0.25$ 。最终得到研究区 7[#]煤顶砂岩含水层富水性预测图(图 1)。

由图 1 可以看出:7[#]煤顶砂岩含水层富水性强区主要沿断层分布;富水性弱区主要分布在研究区西北部、西南部和东部较小区域;在研究区的西北、西南和东北区域富水性弱,其余区域为富水性中等区。总体上,研究区东部富水性明显好于西部。经现场验证,效果较好。

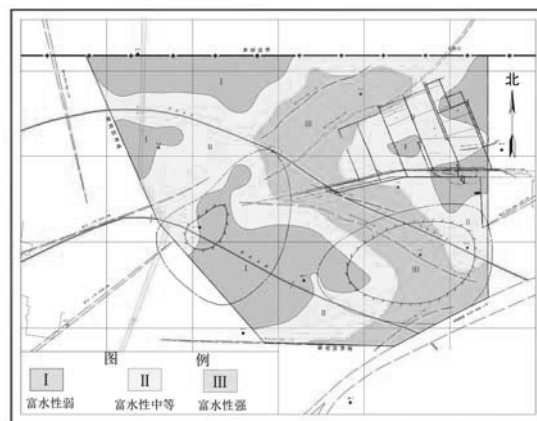


图 1 研究区 7[#]煤顶板砂岩富水性预测分区图

参考文献 / References

- 武强,王龙,李树文.2007.砂页岩地区的富水带激电异常研究.勘察科学技术, (2) 54~56
- 刘运启,李小明,李永军.2009.顶板砂岩富水性的矿井瞬变电磁法探测.华北科技学院学报, 6 (4) 39~42
- 李新风,魏久传,隋岩刚.2012.煤层顶板砂岩含水层富水性单因素分析.山东煤炭科技, (5) 128~130
- 陈香菱,魏久传,郭建斌.2010.砂岩富水性的多因素复合分析法预测.陕西煤炭, (5) 49~52
- 武强,樊振丽,刘守强.2011.基于 GIS 的信息融合型含水层富水性评价方法——富水性指数法.煤炭学报, 36 (7) 1124~1128
- 武旭仁,魏久传,尹会永,张迎秋.2011.基于模糊聚类的顶板砂岩富水性预测研究.山东科技大学学报(自然科学版), 30 (2) 14~18
- 任智德,吕玉广,郑纲.2011.利用脆性岩石含量指数预测裂隙型含水层富水区.煤田地质与勘探, 39 (8) 34~37
- 韩超,洋晓华,李国梁.2012.基于 GIS 多源信息集成的含水层富水性模糊层次分析法.水文地质工程地质, 39 (4) 19~25