

浅谈矿井涌水量预测的常见方法

罗庆, 刘丽红, 周兴军

安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南

Email: 1456068729@qq.com

收稿日期: 2020年9月19日; 录用日期: 2020年10月7日; 发布日期: 2020年10月14日

摘要

矿井涌水量预测是矿井在开采过程中极为重要, 为矿山安全生产和生命安全护航做好理论依据。但是在不同地质条件水文条件情况下运用不同的方法得到的结果是不一样的, 在总结前人经验下, 我们分析矿井涌水量预测中常用的几种方法和特点, 得到了我们在实际条件下矿井涌水量预测应该选择何种方法, 应根据预测精度要求和水文地质特点, 根据实际情况, 对比不同的方法, 选出最为合理的预测参数和方法。

关键词

矿井涌水量, 预测方法

Discussion on Common Methods of Mine Water Inflow Prediction

Qing Luo, Lihong Liu, Xingjun Zhou

College of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui

Email: 1456068729@qq.com

Received: Sep. 19th, 2020; accepted: Oct. 7th, 2020; published: Oct. 14th, 2020

Abstract

The prediction of mine water inflow is very important in the mining process, which provides a theoretical basis for mine safety production and life safety. However, in different geological conditions and hydrological conditions, the results obtained by different methods are not the same. Based on the previous experience, we analyze several methods and characteristics commonly used in mine water inflow prediction, and get the method we should choose in the actual conditions of mine water inflow prediction, according to the prediction accuracy requirements and hy-

drogeological characteristics, according to the actual situation compared with different methods, the most reasonable prediction parameters and methods are selected.

Keywords

Mine Water Inflow, Prediction Method

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

矿井涌水量是指在矿山建设和生产过程中单位时间内涌入井巷中的水量[1]。这是在开采矿石时地下水从裂隙或者空隙中流出,在开采矿石时常见的现象;因为我国是煤炭资源大国,而大部分煤炭深埋在地下深处,我们开采时不得不向地下掘进,而且许多煤田地质和水文条件复杂,在地下煤层中受地下水的危害,我们在开采地下煤矿时经常造成煤矿突水,造成矿井被淹给国家和人民带来了巨大经济损失,甚至导致生命安全事故。基于此,合理准确地预测矿井涌水量,对于促进煤矿安全生产、确保矿工人身安全、搞好矿井防治水工作、合理确定矿井涌水处理规模,均具有十分重要的现实意义[2]。矿井涌水量预测方法大体上有确定性分析法和非确定性分析法。非确定分析法有水文地质比拟法、回归分析法、灰色系统法等;确定性分析法包括水均衡法、解析法、数值法等。

2. 确定性分析方法

1) 水均衡法[3]。它是通过研究某一个地区某个时期的地下水补给,径流排泄和源汇之间的相互关系,建立的地下水均衡方程,但是该方法的运用存在局限性,只有在水文地质单元完整情况下,并且观测的数据准确且连续;并且容易确定排泄区和补给区的矿区。

2) 解析法[4]。它是根据地下水动力学原理,在有确定的初始条件和一定的边界条件下建立的地下水运动解问题。利用解析来预测矿井涌水量。稳定流在已知水位降深情况下可以使用求布衣公式,对于非稳定流使用泰斯公式求解,目前大井法是最常用的解析法。但是解析法也存在局限性,在实际情况中无法满足在水文地质条件复杂的条件,一般要求含水层为均质且各向同性,我们在实际开采中要达到这样的条件是难以满足的。

3) 数值法[5]。数值法近似计算机方法,是基于计算机发展形成的一种矿井涌水量计算方法。是通过微分方程求解,此方法能够运用到相对于复杂的矿井涌水量预测。但是计算值只能是近似解,在对于精度没有较高要求情况下是可取的,但是在精度要求高的矿井我们的多采用其他方法对比,选取最为适宜的方法。

3. 非确定分析方法

1) 水文地质比拟法[6]。是根据已知的水文地质参数求出的矿井涌水量,通过相似比拟关系,近似的预测出矿井涌水量[7]。其前提条件矿井的开拓方式,水文地质参数相似,并且我们要求的矿井有准确的长期观测资料,在这些情况都具备下,我们就可以采用比拟法来推算待测矿井的涌水量。

2) 回归分析法[7]。这是一种数理统计方法,是利用我们在矿井长期观测的数据,对其各影响因素进行分析,在分析过程中我们提取主要因素,得到其内在相互关系,即相关系数。运用相关系数来预测矿井涌水量的变化规律。但是相关系数相对复杂的,这种复杂关系会影响预测的精度。

有这些情况会影响相关系数, 从而影响预测精度。有开采面积, 矿井的生产能力, 大气降雨, 含水层的水位, 水位降深等。

3) 灰色系统法[8]。灰色系统法是由华中理工大学的邓聚龙教授提出, 旨在解决信息不完备系统即灰色系统的理论和方法。在灰色理论中最常用 GM(1,1)预测模型[9]。它是通过微分拟合方法, 对在矿井开采中随机的, 离散的时间序列数据进行动态处理, 在处理过程中运用累加或者累减的动态处理, 在看似无序的数据中找到规律[10]。

4. 案例分析

在淮北某煤矿工作面涌水量预测中, 出现了四舍向工作面充水现象, 其最大涌水量约 238 m³/h。经类比分析认为, 当导水裂缝带未直接波及四舍但四舍底界至导水裂缝带顶界之间尚未遭受采动破坏的岩层厚度较薄且隔水性较差时, 四舍将作为间接充水水源向南部采区 61 煤层 6161、6163 工作面充水, 在南部采区处于谷口冲洪积扇沉积区内的条件下, 其实际情况与 7114 或 3221 工作面比较类似, 渗透系数分别选取各抽水钻孔中的最大值为 3.282 m/d 和 2009 年 2 月在南部采区工业广场内施工的井检 2 孔数值为 1.74 m/d, 采用类比法预计分析的涌水量约分别为 286 m³/h 和 151 m³/h (表 1、表 2)。

Table 1. The water inflow situation of 7₁14 and 3₂21 working faces and the predicted situation of water inflow analogy when the maximum permeability coefficient of the single hole pumping test is selected for the 61 coal seam 6₁61 and 6₁63 working faces in the southern mining area

表 1. 7₁14、3₂21 工作面四舍出水情况及南部采区 61 煤层 6₁61、6₁63 工作面选取单孔抽水试验的最大渗透系数时涌水量类比预计情况

工作面号	最小基岩柱(m)	水头(m)	含水层厚度(m)	渗透系数(m/d)	涌水量(m ³ /h)		出水水源
					实际	类比	
7 ₁ 14	71	290	41	3.282	169		四舍、砂岩
3 ₂ 21	88	299	50	3.282	238		四舍
6 ₁ 61	65	345	55	3.282		286	四舍
6 ₁ 63	124						

Table 2. The water inflow situation in the four working faces of 7₁14 and 3₂21 and the predicted situation of water inflow analogy when the permeability coefficient of the well inspection 2-hole single-hole pumping test is selected in the 61 coal seam 6₁61 and 6₁63 working faces in the southern mining area

表 2. 7₁14、3₂21 工作面四舍出水情况及南部采区 61 煤层 6₁61、6₁63 工作面选取井检 2 孔单孔抽水试验的渗透系数时涌水量类比预计情况

工作面号	最小基岩柱(m)	水头(m)	含水层厚度(m)	渗透系数(m/d)	涌水量(m ³ /h)		出水水源
					实际	类比	
7 ₁ 14	71	290	41	3.282	169		四舍、砂岩
3 ₂ 21	88	299	50	3.282	238		四舍
6 ₁ 61	65	345	55	1.74		151	四舍
6 ₁ 63	124						

当导水裂缝带未直接波及四舍且四舍底界至导水裂缝带顶界之间尚未遭受采动破坏的岩层厚度较厚且隔水性较好时, 则四舍向南部采区 61 煤层 6₁61、6₁63 工作面充水的涌水量一般较小, 甚至可以忽略不计。

当导水裂缝带直接波及四含水体时, 防水煤柱的隔水能力将大大减弱甚至完全丧失, 采动破坏区将成为四含向工作面充水的良好通道。此时四含成为南部采区 6₁ 煤层 6₁61、6₁63 工作面的直接充水水源, 应对工作面的可能涌水量进行分析。在这里, 分别采用大井法和类比法进行预计。

则得出其最大涌水量的计算结果约分别为 $Q_{\text{最大}} = 3929 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $Q_{\text{井检2孔}} = 2252 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

通过类比分析, 得出南部采区 6₁ 煤层 6₁61、6₁63 工作面一旦发生四含突水情况下的涌水量约分别为 $1867 \text{ m}^3/\text{h}$ (最大)和 $890 \text{ m}^3/\text{h}$ 南部采区 6₁ 煤层 6₁61、6₁63 工作面涌水量的类比分析结果明显小于“大井法”预计分析的结果。

需要说明, 上述涌水量预计所采用的计算参数南部采区 6₁ 煤层 6₁61、6₁63 工作面附近现有四含抽水试验所获得的水文地质参数, 其准确性、可靠性和代表性等都有待于生产实践的进一步检验。

5. 结语

以上是矿井涌水量预测中常用的方法, 其方法各有优缺点。水均衡法优点有经济, 简便, 快速。缺点是均衡的各种要素难以确定。解析法的优点和水均衡法一样。缺点是不能在水文地质条件复杂的情况下运用。数值法的优点有, 可以解决边界条件复杂, 非均质且各向异性的水文地质问题。缺点是求出的解只能是近似解。水文地质比拟法优点同水均衡法; 缺点难以找到相同的条件的矿井, 适用性差。回归分析法的优点是不需要具体的地质参数, 可以涵盖多种地质因素; 缺点是需要大量的数据, 计算量大等问题。灰色系统法的优点有对原始的数据要求不高, 可以运用性强; 缺点有不适用在数据不稳定, 波动性强的矿井。

无论是我们运用哪一种方法, 我们应该考虑的情况是与实际相符合, 与工程实际相需要, 选取我们最为合适的方法, 为矿井安全开采做好理论依据。

但是在某些矿床中涌水量的预测是否可以分块段预测, 因为在地下地层的充填和地层在平面的厚度是不一的, 况且在开采掘进过程中对煤层和上下岩层的扰动影响是必要存在的, 这时开采后续煤层的裂隙导通情况必然有所变化, 这样一来涌水量的预测就存在较大差距。

参考文献

- [1] 陈韶知, 刘树才, 杨国勇. 矿井涌水量预测方法的发展[J]. 工程地球物理学报, 2009, 6(1): 68-72.
- [2] 马秀媛, 李逸凡, 张立, 等. 数值方法在矿井涌水量预测中的应用[J]. 山东大学学报(工学版), 2011(5): 86-91.
- [3] 郑世书, 陈江中, 刘汉湖. 专门水文地质学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.
- [4] 周笑绿, 杨国勇. 一种矿井突水量预测的近似方法[J]. 西安科技大学学报, 2005, 25(3): 341-344.
- [5] 潘志. 矿井涌水量的数学模型与预测[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 1998, 19(3): 229-232.
- [6] 徐龙, 葛晓光. 水文地质比拟法的系统处理模型[J]. 煤炭学报, 1995, 20(4): 346-350.
- [7] 黄欢. 矿井涌水量预测方法及发展趋势[J]. 煤炭科学技术, 2002(S1): 127-130.
- [8] 邓聚龙. 灰色理论基础[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1992.
- [9] 王学萌, 聂宏声, 李晋陵. 灰色系统模型[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1991.
- [10] 肖有才, 张秀成, 王宏艳. 灰色理论在预测深埋型矿井涌水量中的应用[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2004, 23(2): 175-177.