ISSN 1005 - 2763
CN 43 - 1215/TD

矿业研究与开发 第 26卷 第 6期
MINNG R &D, Vol 26, No. 6

2006年 12月
Dec. 2006

利用冲洗液消耗量求水文地质参数*

周笑绿[1], 杨国勇[2], 郑世书[2]

(1. 上海电力学院, 上海 200090; 2. 中国矿业大学, 江苏 徐州市 221008)

摘 要:为了获取东滩煤矿二迭系 3煤顶板砂岩含水层水文地质参数,在水文地质资料极少的情况下,通过对大量地质钻孔资料的分析对比,找到了钻孔冲洗液消耗量与抽水孔水文地质参数之间的相关关系,建立了相关方程。利用相关方程求出了全东滩矿 3煤砂岩顶板含水层的水文地质参数。计算结果与实际突水点资料的对比表明,求得的水文地质参数具有一定的实用参考价值。

关键词:水文地质参数;抽水试验;冲洗液消耗量

中图分类号: TD163. 1 **文献标识码**: A

文章编号: 1005 - 2763(2006)06 - 0057 - 03

Using Wash Water Quantity of Geological Log to Calculate Hydro - geological Parameter

Zhou Xiaolu[1], *Yang Guoyong*[2], *Zhen Shishu*[2]

(1. Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China; 2. China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: For the purpose to get the hydro - geological parameters of Triassic age coal bed 3 of Dongtan Coal Mine, the author analyzed geological and drill log materials, under the condition of being short of the hydro - geological material, found the relationship between wash water quantity in geological log and the hydro - geological parameters, and set up their correlation equation. The hydro - geological parameters of Triassic age coal bed 3 of Dongtan Coal Mine be calculated with it. The comparison of calculated results with the actual data of water irruption quantity showed that the calculated hydro - geological parameters are of practice value.

Key Words: Hydro - geological parameter, Pumping test, Wash water quantity

0 引 言

含水地层的水文地质参数是水量计算和水文地质条件评价的的重要依据。水文地质参数的获取方法一直是水文地质领域的难点之一。最近,笔者在对东滩煤矿进行水害研究时,在资料欠缺、时间有限的情况下,尝试利用钻孔冲洗液消耗量来推求含水层水文地质参数,弥补了条件的不足。

东滩煤矿是一大型现代化矿井。其主采 3煤厚度大,煤质好。但近几年发生了几次较大的顶板突水事故,曾导致工作面淹没停产,对生产造成了不同程度的影响。为了避免类似事故再次发生,对 3煤顶板含水层水文地质条件进行重新评价,是非常必要的。

由于 3煤顶板含水层在勘探阶段投入的水文地质工程量很少,全矿区仅个别孔进行过 3煤顶板砂岩含水层抽水试验。对于一个 60 km^2 面积的矿井水文地质条件评价,这显然是远远不够的,它无法客观地反映该含水层富水性和渗透性在整个井田的变化情况。若进行补充勘探,时间上和经费上都不允许。面对这一难题,在作了许多尝试后,发现全井田有 48个钻孔柱状在 3煤顶板含水层段有详细的简易水文观测资料,特别是冲洗液消耗量曲线比较完整。最后决定采用地质勘探孔冲洗液消耗量与单位涌水量 q和渗透系数 k的相关关系来获取 q和 k的值。

1 相关方程的建立

在地质钻探过程中,一般都需要随时观测冲洗液消耗量。如发现冲洗液的性质及消耗量有变化,则说明地层的渗透性和漏水性发生了变化,可能是揭露了新的含水层(带)。而某一层段的冲洗液消耗量大小,也在一定程度上表征了该层段的渗透性和涌水量大小。因此,二者之间应具有一定的相关关系。而地质孔的冲洗液消耗量资料井田内覆盖面较广。通过对资料的统计分析,发现它们之间确实存在相关关系,这无疑为下一步的工作奠定了基础。

* **收稿日期**: 2006 - 02 - 17
基金项目:上海市重点学科建设项目资助(P1304).
作者简介:周笑绿(1956 -),女,河南人,硕士,教授,主要从事矿井防治水、废水处理等方面的教学与科研工作.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.1 资料筛选

为了保证所选用资料的有效,确定了以下原则:代表性;一致性;独立性。所谓代表性,是指选用资料应能代表这一地区的一般情况;一致性表示资料应来源于相同的空间范围,即信息应代表同一区域和同一含水层的情况;独立性是指选取的各资料对,应是互不影响、相互独立的。

根据以上原则,在兖州矿区(含邻矿边界处)内,共收集到既有3煤顶板砂岩含水层水文地质参数(k、q),又有同层段冲洗液消耗量观测记录的3煤顶板砂岩含水层抽水孔5个,其相应的原始数据见表1。

为了与抽水试验的单位涌水量资料相匹配,将钻孔冲洗液消耗量资料也统一以单位含水层深度上的冲洗液消耗量来表示,即采用$(\Sigma W_i/\Sigma m_i)$[1]与$q=Q/M$[3]和k进行相关匹配(见表1),以使二者之间更具有可比性。$\Sigma W_i/\Sigma m_i$由冲洗液消耗量计算,其中m_i为每一钻探回次的钻探厚度,m;W_i为冲洗液消耗量,(m^3/h);q,K由抽水试验3次水位降深资料计算所得的平均值。Q为含水层抽水量,m^3/h,M为含水层段厚度,m。

表1 兖州煤田3煤顶板砂岩含水层段水文地质参数及冲洗液消耗量原始数据

抽水孔号及所属井田	抽水层段厚(m)	$\Sigma W_i/\Sigma m_i$[1] $(m^3/h\,m)$	q[2] (l/s m)	K[2] (m/d)
丁97(南屯井田)	20.24	0.0325	0.00239	0.0127
167(鲍店井田)	11.89	0.0384	0.0127	0.1113
鲍2(鲍店井田)	15.02	0.0704	0.0137	0.2150
兴37(兴隆井田)	31.49	0.1920	0.0162	0.0390
丁102(南屯井田)	26.16	1.0833	0.0398	0.2733

1.2 相关计算

首先根据表1中数据,以k、q为纵坐标,$(\Sigma W_i/\Sigma m_i)$为横坐标作散点图,确定曲线型状。然后根据散点图勾绘的曲线形态,经分别对相关关系的计算,在可能的抛物线型$\Sigma W_i/\Sigma m_i=a\cdot q+b\cdot q^2$,幂曲线型$q=a\cdot(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^b$,半对数型$q=a+b\cdot\log(\Sigma W_i/\Sigma m_i)$,及指数曲线型$q=a\cdot\exp(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^{-1}$等4种线型中,确定最为符合的类型。

通过计算,在4种线型中,$q\sim\Sigma W_i/\Sigma m_i$以半对数型相关关系最为显著;$k\sim(\Sigma W_i/\Sigma m_i)$则以幂曲线$K=a\cdot\exp(b\cdot(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^{-1})$相关关系最为显著。故按半对数型和幂曲线型分别计算参数,得到曲线方程为:

$$q'=0.03673+0.02087\cdot\lg(\Sigma W_i/\Sigma m_i) \quad (1)$$

和

$$K'=0.2717\cdot\exp(-0.0345(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^{-1}) \quad (2)$$

1.3 效果检验

(1)计算相关系数。分别计算(1),(2)式的相关系数得:

$$r_q=0.9473>0.876=r_{\alpha=0.05}$$

$$r_K=0.9566>0.9500=r_{\alpha=0.05}$$

说明q与$\lg(\Sigma W_i/\Sigma m_i)$,$\ln K$与$(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^{-1}$均在$\alpha=0.05$水平上相关显著。

(2)计算绝对误差δ,剩余平方和$\Sigma\delta^2$和相对误差$100\times(\delta/Y)$,见表2和表3。

表2 (1)式的δ,$\Sigma\delta^2$和$100\times(\delta/Y)$计算结果

孔号	$\Sigma W_i/\Sigma m_i$	q	q'
167	0.0384	0.0127	0.00756
鲍2	0.0704	0.0137	0.01268
兴37	0.1920	0.0162	0.02089
J102	1.0833	0.0398	0.03522
$\delta=q-q'$	δ^2		$100\times(\delta/q)$
0.00514	26.419×10^{-6}		40.47
0.00112	1.254×10^{-6}		8.18
-0.00469	21.996×10^{-6}		28.95
0.00458	20.976×10^{-6}		11.51
Σ	70.645×10^{-6}		

表3 (2)式的δ,$\Sigma\delta^2$和$100\times(\delta/Y)$计算结果

孔号	$\Sigma W_i/\Sigma m_i$	$(\Sigma W_i/\Sigma m_i)^{-1}$	K
167	0.0384	26.0417	0.1113
鲍2	0.0704	14.2045	0.2150
J102	1.0833	0.9231	0.2733
K'	$\delta=K-K'$	δ^2	$100\times(\delta/K)$
0.1106	0.0007	0.49×10^{-6}	0.63
0.1664	0.0486	2361.96×10^{-6}	22.60
0.2631	0.0102	104.04×10^{-6}	3.73
Σ		0.002466	

(3)计算剩余标准差S和曲线相关指数R:

$$S(q)=\sqrt{\frac{1}{n-2}\Sigma\delta^2}=\sqrt{\frac{1}{5-2}78.767\times10^{-6}}=0.0015124$$

$$S(K)=\sqrt{\frac{1}{n-2}\Sigma\delta^2}=\sqrt{\frac{1}{3-2}0.002466}=0.04966$$

$$R^2(q)=1-\frac{1}{Lyy}\Sigma\delta^2=1-\frac{76.767\times10^{-6}}{763\times10^{-6}}=$$

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$0.8994 \approx 1$$

$$R^2(K) = 1 - \frac{0.002466}{0.4326} = 0.9917 \approx 1$$

由以上检验可见,无论是直线相关系数或曲线相关指数均符合在 $\alpha = 0.05$ 水平上相关显著,剩余标准差 S 也不大,故得求参相关方程为(1)、(2)式。

2 相关方程的应用

2.1 应用原则

由数理统计知识,利用相关方程(1)和(2)进行水文地质求参时,一般适用于观测数据的变动范围内,所以相关方程的应用原则是:

(1) 同比含水层的厚度,原则上应在 11.89～31.49 m 之间,当含水层厚度在 11.89～31.49 m 时,推求的 q、k 值被认为是较可靠的,超出此范围的预测值则应作为参考值;

(2) 冲洗液消耗量的统计值在 0.0325～1.0833之间时,应用效果是较为可靠的,而超出此范围的预测值只能作参考。

2.2 求 参

在上述原则下,利用已建立的相关方程式(1)、(2),在地质钻孔柱状中,只要同比层段有完整的冲洗液消耗量记录,就可以推求出 q 和 k 值。在东滩井田内,共收集到有完整消耗量记录的钻孔 28个,井田邻界 20个,共计 48个。按公式(1)、(2)分别推求了 q 和 k 值。其结果是:基本可靠的数据有 37个,占总数 77%;可供参考的数据有 11个,占总数的 23%。

2.3 参数可靠性检验

(1) q 值与突水点水量对比。东滩煤矿 3煤顶板在巷道掘进过程中,发生过几次顶板出水,现选择其中的 4次(T19、T23、T24、T27)突水进行宏观对比分析(见表 4)。

由表 4可见,突水点涌水量 Q 与突水处含水层 q 之间虽无确定的函数关系,但呈明显的正比关系,说明推求的 q 值可大体反映含水层的富水性。

(2) k 值的应用效果。利用式(2)推求了水文地质单元内 48个孔的 k 值,用这些数据进行水文地质单元的导水系数分区后,用数值法计算 T_{27} 点的涌水量为 38 m^3/h,与实测涌水量 50 m^3/h的相对误差为 24%,这样的相对误差对于水文地质计算是完全可以接受的。

表 4 q 值与突水点水量对比

突水地点及编号	突水时间	突水点标高(m)
东翼采区轨道石门(T19)	1998 ∶5 ∶31	-652.00
14309东运顺(T23)	1999 ∶8 ∶7	-544.90
14309东运顺(T24)	1999 ∶10 ∶27	-567.00
东翼一采回风上山(T27)	2001 ∶7 ∶8	-520～-534

最大涌水量 Q(m^3/h)	突水处 q((l/s·m))	说明
21.12	0.01	石门穿越 3煤顶板砂岩
66.00	0.21	巷道冒顶暴露 3煤顶板砂岩
500.00	0.24	巷道冒顶暴露 3煤顶板砂岩
50.00	0.06	巷道冒顶暴露 3煤顶板砂岩

3 结 语

(1) 通过钻孔冲洗液消耗量与抽水孔水文地质参数之间的相关关系建立的相关方程,给出了东滩矿 3煤顶板含水层的水文地质参数(q、k),弥补了水文地质资料的短缺,为分析 3煤顶板含水层的水文地质特征提供了依据。

(2) 通过对比分析,求得的参数与实际情况虽然没有确定的函数关系,但显示出明显相关性,说明利用钻孔冲洗液消耗量求东滩矿 3煤顶板含水层水文地质参数的方法是可行性的。

(3) 利用钻孔冲洗液消耗量求水文地质参数,虽然是不得已而为之,但在无法克服客观条件的困难时,它仍不失为一种较好地解决问题的办法,具有一定的实用意义,可在水文地质资料奇缺、短时间无法获取或计算精度要求不高的情况下使用。

参考文献:

[1] 于显泉. 利用测井法确定水文地质参数的探讨[J]. 地下水, 1993, 15(3): 103～105.

[2] 刘正林. 利用电侧深资料确定水文地质参数探讨[J]. 勘察科学技术, 1991(1): 59～60.

[3] 柴登榜. 矿井地质工作手册[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1984: 642～650.

[4] 杨成田. 专门水文地质学[M]. 北京:地质出版社, 1981: 69～70.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net