煤田水文地质勘探中水文地质参数的准确性研究①

肖有才②1,李　睿2

(1. 平顶山工学院 土木工程系,河南 平顶山　467001;2. 平煤集团地测处,河南 平顶山　467000)

摘　要: 水文地质参数的准确程度不仅关系到勘探工作的质量,而且关系着矿井安全,为确保煤矿安全,必须首先保证水文地质参数的准确性,如果不能通过抽水试验直接得到准确的参数,则应按照一定的影响程度系数对其进行必要的修正。本文以抽水试验为基础,研究如何获取准确参数的问题,并给出了不同方法的影响程度系数以供参考。

关键词: 勘探;安全;参数;矿井;准确性

中图分类号:TD163　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1672 - 7169(2005)04 - 0022 - 04

煤矿防治水工作的关键环节是水文地质勘探[1],而如何得到真实的水文地质参数则不仅体现勘探工作的质量,而且关系矿井安全。进行水文地质勘探的终极目标是确保在矿井发生大的突水事故时仍能安全运行,预防淹井事故的发生。综观我国煤矿 1985 年以前所发生的大于 1000 m^3/h 的 42 起灾难性岩溶水突水事故(其中大于 5000 m^3/h 者为 15 起),其巨大涌水量根本无法用现有的水文地质参数进行反演计算,从而就有人认为淹井涌水量不能够进行计算的观念,造成这种现象的主要原因是煤田水文地质勘探所采用的不正确的抽水试验方式和求参方法。

不正确的抽水试验方式主要是指目前采用单孔抽水和带观测孔的抽水都没有消除“水跃”的影响,观测孔的布置方法也有问题。

错误的求参方法则主要是指抽水试验求参结果的可靠性,现行的质量标准缺乏精度或误差分析。没有精度分析,如何能够提高质量!

本文根据煤矿安全防治水工作的需要,就现行的煤田水文地质勘探中存在的问题、提高勘探成果精度的方法进行了分析和探讨,并得到了令人满意的研究结果。

1　与煤矿安全防治水有关的问题

对于矿井发生的最大涌水量,能不能预测和如何预测是关系矿井安全的一件大事,其准确性对水仓容积和水泵配置直接相关,如果此二者准备不足,则淹井事故的发生就成为必然。

与最大涌水量计算有关的问题尽管很多,但是,我们不能说最大涌水量不能计算,否则,《地下水动力学》[2]和一些相关学科的严肃性就难免不被怀疑。我国迄今所发生的岩溶水突水淹井事故均表明:所有勘探报告中的含水层参数即影响半径 R 和渗透系数 K、尤其是渗透系数 K 比突水淹井所表现出来的特征值要小许多。与此十分巧合的结果同样发生在实验室[6],相同含水层的室内实验证据和抽水试验计算结果的比较也表明,按抽水试验计算的 K 值比室内实验得到的小 22 %～62 %。而这一特征就必然与水文地质勘探有关,因此,必须对抽水试验进行重新研究。

为确保煤矿安全、在涌水量计算中首先必须保证计算所采用的水文地质参数的准确性,如果不能通过抽水试验直接得到准确的参数,则应按照一定的影响程度系数对其进行必要的修正。

2　现行煤田水文地质勘探中存在的主要问题

现行煤田精查地质勘探以煤炭储量为主,水文地质勘探所占的份额极小即水文地质勘探量不足是其最大缺陷。

在勘探的方式方法上存在的问题[1]有:“①直接充水的灰岩含水层的抽水试验钻孔少,象平顶山矿区、从一矿到十二矿共有 72 次抽水试验,而太原群灰岩(直接充水含水层)只有 21 次。②抽水试验的方法简单,误差很大,且多以单孔抽水试验为主,群孔或大型抽水试验很少或没有,平顶山矿区只有一次群孔抽水”。③水文地质钻探的方法落后,绝大多数采用循环液回转钻进,没有空气潜孔锤冲击钻进或其它能消除循环液对出水影响的先进的钻探方法,致使抽水试验所得单位涌水量明显偏小[7]。④在抽水试验和求参计算中没有消除“水跃”对结果的影响,计算结果没有误差范围、缺乏对比性。而矿井突水淹井后无法计算的巨大涌水量就与水文地质勘探所采用的方法

① 收稿日期:2005-0-10-09

② 作者简介:肖有才(1963 -),男,陕西华县人,大学毕业,平顶山工学院土木工程系高级工程师。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

直接相关,主要是广泛使用的单孔抽水试验。

应该肯定的是:矿井突水淹井后的巨大涌水量必定能够用现有的水文地质勘探资料进行反演计算,不能计算只是暂时的,反映了抽水试验所存在的一些急需改革的普遍性问题。

3　抽水试验方法及其求参[3][4][5]

在稳定流抽水试验中,不论是单孔抽水、还是带有观测孔的抽水,得到的水文地质参数都有很大的差异,并认为这种差异理所当然,几乎没有人对此表示怀疑。

在抽水方法上人们总是直观地认为:单孔抽水的计算结果不可靠;带一个观测孔的抽水结果较可靠;带两个观测孔的抽水结果最可靠。但是,怎样布置观测孔才能使求参结果更可靠?各个求参结果与"理论值"之间的误差到底有多大?什么样的求参结果才是最真实的,依据是什么?

如何认识和评价抽水试验的三次水位降深,更是值得深思的问题,难道它们不是三次平行试验吗?如果把它们当成平行试验结果会是怎样呢?下面根据抽水试验案例对此做一说明。

抽水案例[3]:某水源地 5 号井带观测孔抽水试验资料如下:承压含水层、厚度 20 m,岩性为含砾石的中、细砂,局部夹有亚粘土透镜体,沿 5 号井布置两排观测孔,一排为 A_1、A_2 两个观测孔;另一排为 B_1、B_2、B_3 三个观测孔。现仅用 B 排观测孔资料(见表 1)。

表 1　5 号井抽水试验 B 排观测孔资料[4]

降次	5 号井				B_1		B_2		B_3	
	$Q(m^3/d)$	$s_w(m)$	$r_0(m)$	$M(m)$	$r_1(m)$	$s_1(m)$	$r_2(m)$	$s_2(m)$	$r_3(m)$	$s_3(m)$
1	1402	2.35	0.2	20	5.3	1.170	60	0.57	300	0.16
2	4088	7.40	0.2	20	5.3	3.518	60	1.860	300	0.482
3	5530	10.25	0.2	20	5.3	4.740	60	2.220	300	0.65

5 号井地区水文地质剖面图见图 1

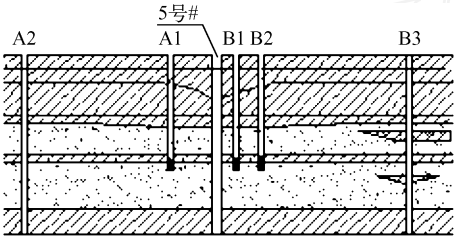


图 1　5 号井地区水文地质剖面图

3.1　渗透系数 K 的求解及误差分析

根据裘布依自流完整井公式分别按照两个观测孔、一个观测孔和单孔抽水等三种方式进行求参,结果和误差如表 2。

由此可以看出,按照 B_1—B_3 所求的三个渗透系数 K 误差最小、仅有 1.897 %,如果把三次降深的抽水当成为三次平行试验,给它们之间赋予相互印证的关系和意义,则 K = 43.75 m/d 便是代表含水层的渗透性能的唯一正确解。

表 2　渗透系数 K 的求参结果及误差分析

K(m/d)	两个观测孔			一个观测孔			单孔
降次	B_1—B_2	B_2—B_3	B_1—B_3	W—B_1	W—B_2	W—B_3	W
1	45.12	43.80	44.58	30.98	35.75	37.26	30.755
2	47.61	38.00	43.25	27.46	33.49	34.39	33.711
3	42.38	45.11	43.43	26.17	31.26	33.52	34.365
平均值	45.04	42.30	43.75	28.20	33.50	35.06	32.944
误差 %	5.90	10.17	1.897	7.21	6.69	4.38	6.64

3.2　影响半径 R 的求解及误差分析

按照带一个观测孔、两个观测孔和单孔,R 的计算结果如表 3。

表 3　影响半径 R 的求参结果及误差分析

降次	公式①			公式②			公式③
	W—B_1	W—B_2	W—B_3	B_1—B_2	B_2—B_3	B_1—B_3	W
1(m)	136.87	392.55	514.09	601.63	562.20	568.59	130.32
2(m)	103.53	408.35	501.17	912.90	526.75	569.38	429.65

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

续表

降次	公式①			公式②			公式③
3(m)	89.02	291.49	493.50	508.82	584.12	569.76	600.87
平均值(m)	109.81	364.13	502.92	674.45	557.69	569.24	386.95
误差(%)	18.93	19.95	1.87	24.56	5.55	0.114	66.32

由此可见,按照 B_1—B_3 的观测结果误差最小、仅为 0.114 %,如果仍然把三次降深的抽水当成为三次平行试验,给它们之间赋予相互印证的关系和意义,则 R = 569.24 m 是代表含水层地下水的补给条件的唯一正确解。

3.3　不同抽水试验方法所求参数的影响分析

表 2 和表 3 的计算结果表明,在稳定流抽水试验中观测孔的布置对准确求参起着决定性的作用,最准确的求参方法是按照 B_1、B_3 孔的布置即抽水孔旁边设一个观测孔(观测水跃),在抽水水位降落漏斗波及的最远处设另一个观测孔;较准确的求参方法是仅在抽水水位降落漏斗波及的最远处设置一个观测;单孔抽水误差最大。

以 B_1—B_3 的计算结果(K,R)为依据,对其余计算结果的影响程度进行分析。

1) 对 K 来说,则按 B_1—B_2 的计算结果,影响程度为 - 3.31 %;按 B_2—B_3,影响程度为 2.95 %;按 W—B_1,影响程度为 35.54 %;按 W—B_2,影响程度为 23.43 %;按 W-B_3,影响程度为 19.86 %,即说明观测孔距离主孔越远,影响程度越小。单孔的影响程度为 24.70 %。

2) 对 R 来说,则按 B_1—B_2 的解答,影响程度为 - 18.48 %;按 B_2—B_3,影响程度为 2.03 %;按 W—B_1,影响程度为 80.71 %;按 W—B_2,影响程度为 36.03 %;按 W—B_3,影响程度为 11.65 %,也说明观测孔距离主孔越远,影响程度越小。单孔求参的影响程度为 88.35 %。

鉴于按照经验公式计算的影响半径 R 具有极大的离散性,因此,实际工作中,许多勘探单位对 R 的选取采用观测孔水位降低值和其到主孔之间距离的 S—log r 关系曲线,由此获得 R 的唯一解。此例按做图法 R = 510 m(S—log r 关系曲线略),比准确值稍小,误差仅有 10.4 %,在使用时值得考虑。

4　对矿井涌水量即安全的影响

以上三组(或多组)计算结果,在矿井涌水量分析计算中所产生的结果和影响各不相同。仍以该抽水案例为题,假设在此建一个井筒,井筒荒半径为 r = 4.0 m,含水层顶板埋深为 50 m,厚度 M = 20 m,承压水头高度 H = 40 m,井筒涌水量计算公式采用:$Q = \frac{2.73\,KMS}{\log R - \log r}$,则有表 4 所列的四种结果。

表 4　井筒涌水量计算结果

抽水方式	B_1—B_3 (2 个观测孔)	W—B_3 (1 个观测孔)	W (单孔)	K 按单孔 R 按做图法
K 的采用值(m/d)	43.75	35.06	32.944	32.944
R 的采用值(m)	569.24	501.16	386.95	510
水位降 S = H(m)	40	40	40	40
井筒涌水量计算值 Q(m^3/h)	1848.96	1520.78	1509.8	1423.84

显然,按照最准确的求参结果即 B_1—B_3 的(K,R),所计算的井筒涌水量比其余三组参数的都大,在进行防治水工程设计时,以 1848.96 m^3/h 为对象和以其余三组数值为对象,不论是作为注浆堵水,还是安全准备,其影响和效果都是不一样的。

5　关于突水淹井后的最大涌水量反演计算

本人在《灰色控制与矿井最大涌水量计算》[8]一文中提出:应按照最不利组合进行矿井最大涌水量计算,并以平煤八矿东风井的淹井涌水量 4200 m^3/h 为参考、用承压完整井公式对此进行了计算,其结果仅为 3255.98 m^3/h(采用参数如下:水位降低值 S = 353 m,渗透系数 K = 7.34 m/d,含水层厚度 M = 30 m,井径 r = 1.925 m,影响半径 R = 1000 m),远小于 4200 m^3/h,如果把该值和表 1 单孔抽水对渗透系数 K 的影响程度系数考虑进去,则最大涌水量的计算值应该为 3255.981.25 = 4069.98 m^3/h,比实际值仅小 130 m^3/h,已经相当的接近。

该例再次说明,以三次平行抽水试验求参结果的误差最小值作为评价参数可靠性依据的做法是可取的。

6　结论

提高煤田水文地质勘探质量即抽水试验的质量必须以准确的求参为基础,它不仅是技术方面的要求,而且是防治水安全工作的需要。有了准确的水文地质参数,就可以对矿井涌水量做出比较准确的预测,矿井防治水的安全才有保证,也可以对矿井突水淹井后的最大涌水量进行反演计算。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

建议在钻孔稳定流抽水试验的规程、规范中,对钻孔稳定流抽水试验的质量评价标准进行修订,增加参数误差分析。

参考文献:

[1] 煤炭资源地质勘探抽水试验规程[S]. 煤炭工业部制订,1980.

[2] 薛禹群,朱学愚. 地下水动力学[M]. 北京:地质出版社,1981.

[3] 石振华,李传尧. 城市地下水工程与管理手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1993.

[4] 地矿部水文地质工程地质技术方法研究队. 水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1980.

[5] 柴登榜. 矿井地质手册[M]. 北京:煤炭工业出版社,1984.

[6] 黄汉盛,鄢泰宁. 城市地下水资源评价中应特别注意的若干问题探讨[J],工程勘察 2005,(2).

[7] 赵保生,肖有才,郑军. 循环液对基岩钻孔抽水试验的影响[J]. 建井技术,2002,(23).

[8] 肖有才,王义明,王小珂. 灰色控制与矿井最大涌水量计算[J]. 工程勘察,2005,(2).

The safety awareness of the prevention and cure of groundwater in mining hydro-geological exploration

Xiao You-cai[1], *Li Rui*[2]

(1. Department of civil engineering Pingdingshan institute of technology Pingdingshan, 467001;
2. Geology And Measurement Department, Ping Coal Mine Group, 467000)

Abstract: The accuracy of the hydro-geological parameters are not only associated with the quality of mining exploration, but also concerning the mining safe。In order to ensure the pit safe, it must first to make sure the accuracy of the parameters, if the accurate parameters were impossible, the amendment ones were insisted upon。This paper studied the problems of how to obtain the accurate parameters based on practice pumping-test, and also obtain some effect coefficients to reference.

Key words: exploration; safe; parameter; mining; accuracy

(上接 18 页)

4　系统应用效果

寺河矿 2301、3302、3301 工作面均应用了三进两回偏 Y 型通风方式,取得了良好效果,上隅角瓦斯始终处于受控状态,瓦斯浓度通常处在 0.4 %～0.8 %之间,最高日产量达到 2.8 万吨。

5　实践经验与教训

1) 三进两回偏 Y 型通风方式是高瓦斯矿井大采高工作面通风的最佳方式,但必须将上隅角回风通道维护好,保证风流顺畅。

2) 在高瓦斯条件下布置大采高工作面,必须进行充分的预抽,以减小风排瓦斯的压力,该通风方式应在大风量情况下应用。

3) 在工作面推进过程中,对尾部开路横川及时封闭,并采用抽放采空区瓦斯等手段综合治理瓦斯。

4) 辅助进风巷与回风巷间横川间距不能大于 50 m,否则上隅角回风通道就难以维护。

5) 机头下隅角老塘悬顶面积不能超过 8 m^2,否则必须采取强制放顶措施。

6) 必须随时注意采面推进度,防止进、回风侧推进错过封闭时间,造成工作面区域瓦斯超限。

7) 工作面仅允许存在一个尾部开路横川,如果超过一个就会造成回风巷瓦斯超限。

参考文献:

[1] 林柏泉,崔恒信. 矿井瓦斯防治理论与技术[M]. 徐州:中国矿业大学出版社.

[2] 于不凡,王佑安. 矿井瓦斯灾害防治及利用技术手册[M]. 北京:煤炭工业出版社.

Application of Three-Down-Two-Up and Inclined to Y Type Ventilation in the once Mining and Complete High Work Surface of Sihe Mine

WANG Zhi-yu

(Sihe Mine　Jincheng Mining Group, Qinshui　Shanxi　048205)

Abstract: The application of three-down-two-up and inclined to Y type ventilation in work surface 2301, 3302, 3301 of Sihe mine has got good effects and the up corner gas is under control. Based on that, the author analyzes the way of arranging, principles and applied effects of three-down-two-up and inclined to Y type ventilation and sums up the management of this system.

Key words: three-down-two-up and inclined to Y type ventilation, application; ventilation gas management

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net