贵州箐口煤矿井筒检查孔涌水量预算方法的探讨

陆 红 丁新民 刘剑峰
(湖南省煤田地质局第二勘探队 湖南 涟源 417100)

摘 要:贵州箐口煤矿拟建立一对立井,采取井筒式开采地下煤炭资源。为了给矿井排水系统的设计、施工和煤炭开采提供可靠的依据,采用地下水动力学中的‘大井法’和‘井组干扰法’预算井筒的涌水量。

关键词:大井法;井组干扰法;井筒涌水量;箐口煤矿

贵州箐口煤矿位于贵州省西部黔西县县城北东方向,距贵阳市 97km。根据对箐口煤矿的初步设计,拟定在黔西县箐口煤矿矿区 -7～8 勘探线之间关房一带兴建一对立井 (主、副井) 采取井筒式开采箐口煤矿地下的煤炭资源。并在井筒附近设计施工 2 个井筒检查孔 (即 JC_2、JC_3),以查明井筒通过的地质剖面、岩土层含水性和稳定程度 (见图 1)。根据井筒检查孔提供的地质、水文地质资料,选择合适的方法预算井筒的涌水量,为煤矿的安全生产提供重要依据,就是本文所要探讨的问题。

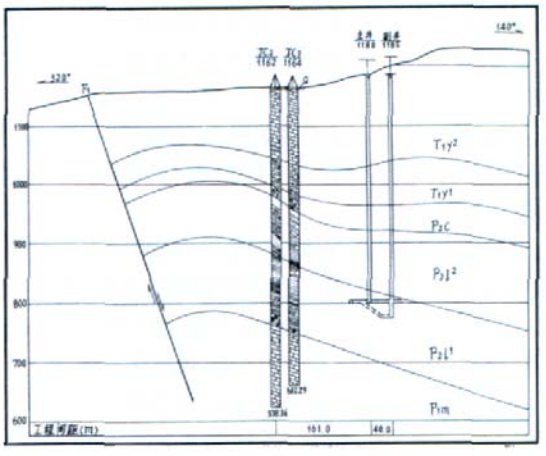


图 1 贵州黔西箐口煤矿井筒工程地质剖面

1 井筒设计概况

箐口煤矿拟采用一对立井开拓,普通钻爆法平行施工。设计主井井口坐标为 X=2996714,Y=35634451,Z=+1162。落底标高为 800m。副井井口坐标为 X=2996643,Y=35634473,Z=+1166,落底标高为 775m。其拟建主井为箕斗状,井筒长 382m,井筒成井直径 40m,掘进直径 4.6m。拟建副井长度为 407m,井筒成井直径 6m,掘进直径 6.8m,拟建主、副井在地面平距约 57m。

2 矿区地层

根据井筒检查孔揭露的地层情况,本区由新至老有新生代第四系 (Q)、三叠系下统夜郎组中段玉龙山段 (T_1y^2)、沙堡湾段 (T_1y^1)、二叠系上统长兴组 (P_2c)、龙潭组 (P_2l) 及二叠系下统茅口组 (P_1m)。

3 井筒及拟建场地水文地质

3.1 矿区水文地质概况

箐口煤矿主要由三叠系、二叠系地层组成,地貌受构造和岩性的控制,为以岩溶地貌为主呈阶梯状分布的中山丘陵地形,属云贵高原的斜坡地带,井筒检查孔及拟建场地位于本区水文地质单元中的补给迳流区。

其拟建井筒场地及检查孔地面标高为 1162～1188m,属云贵高原斜坡地带的中山陵岩溶地貌。井筒拟建场地附近溶蚀漏斗、落水洞多见,无地表迳流。最低侵蚀基准面为煤矿区东侧的鸭池河河床,标高为 720m。

3.2 含、隔水层特征

根据井筒检查孔揭露的情况,拟建井筒场地及检查孔出露的含、隔水层从上至下依次为:

(1) 第四系 (Q)

以残、坡积层的粘土夹灰岩碎块为主, 0～4.10m 为透水层。

(2) 夜郎组 (T_1y)

据岩性及其水文地质特征亦可分为上、中、下三段,本区钻孔仅揭露中、下段。

中段玉龙山段 (T_1y^2) 为灰～灰白色,中厚～厚层细层灰岩,夹薄层泥质灰岩,地表常见串珠溶蚀漏斗、落水洞等岩溶景观,地下溶蚀晶洞多见,岩溶裂隙发育。裂隙段厚 12.65～33.31m,其渗透系数 K 为 0.505m/d。

下段沙堡湾段 (T_1y^1) 为灰～灰绿色,薄～中厚层状泥质灰岩及泥质条状灰岩,底部夹灰绿色含泥灰岩、泥岩及钙质泥岩等。本段岩溶裂隙不发育,仅局部见轻微溶蚀现象,含水

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

微弱，为相对隔水层。

(3)长兴组(P_2c)

该层中上部岩溶裂隙较发育，见裂隙晶孔，计算求得渗透系数K为0.439m/d，说明该层段岩溶发育，富水性中等，是矿床开发时的间接充水含水层。

(4)龙潭组(P_2l)

煤层顶底板砂岩、泥质灰岩等组成一含水性差、富水性弱的高水头承压裂隙～岩溶含水层(组)。经钻孔简易注水试验其渗透系数K为0.00317m/d。

(5)茅口组(P_1m)

由浅灰～灰白色灰岩及泥质灰岩组成。钻探揭露的最大厚度为77.33～120.34m，揭露孔段一般岩溶裂隙较发育，水位埋深大，该组经JC_2、JC_3孔简易注水试验其渗透系数K为0.00921～0.266m/d。

3.3 进水边界条件分析

由于拟建井筒位于煤矿区次一级分水岭附近，F_1断层远离井筒，煤系上段层间滑动规模小，一般未波及长兴组中等岩溶裂隙含水层。因此，其井筒进水边界条件可概化为：浅部为大气降水的垂直渗入补给，四周及深部为各充水含水层的无限补给。

4 井筒涌水量预算

4.1 计算方法及公式的选择

根据初步设计，结合井筒水文地质条件、井筒充水因素分析及井筒检查孔揭露岩层的含水性，选择地下水动力学中的"大井法"及"井组干扰法"预算本区立井井筒(主、副井)落底标高以上(即：+800～+775m)的井筒涌水量。

(1)大井法

在近似计算中，为了简化计算常把沿某一轮廓布置的干扰井群当成一个"大井"，流量就可以按裘布衣公式计算。根据井筒的水文地质条件，可以把主、副井筒概化为一个"大井"，其形状相当于一个不规则圆形，此时井筒的半径用"大井"的引用半径(r_o)代替，影响半径用"大井"的引用影响半径(R_o)代替。可以选用以下公式计算：

$$Q=\frac{1.366K(2H-M)M}{\lg\frac{R_o}{r_o}}$$

$$Q=nQ$$

式中：Q、$Q_{最大}$预算井筒主副井平均落底标高以上的正常、最大的总涌水量(m^3/h)；M含水层厚度(m)，系JC_2、JC_3孔T_Y^2～P_2c～P_2l地层岩芯裂隙检查及钻探判层的裂隙段真厚平均值(m)；H井筒水柱高度(m)，为井筒地面标高减去井筒落底标高再减去含水层的静止水位深度；K含水层渗透系数(m/d)；r_0主、副井筒引用半径(m) $r_o=\frac{F}{\pi}$；F主、副井合并计算范围的水平投影面积(m^2)；R_0引用影响半径(m)：$R_0=r_0+10S\sqrt{k}$；n季节变化系数，据《贵州省黔西县箐口煤矿勘探地质报告》资料。

(2)井组干扰法

根据井筒施工的实际情况(平行施工)，结合井筒的水文地质条件，也可把主、副井筒当做2个干扰井来预算井筒的涌水量，采用井组干扰法。

井组干扰法要求2个井的井径相同，井深一致，条件一致。贵州箐口煤矿的2个井筒井径不同：主井掘进半径2.3m，副井掘进半径3.4m。井深也不同：主井长382m，副井长407m，考虑到2个井井径、井深相差不是很大，因此，仍可用井组干扰法计算。而且选用2种不同的方法，然后把计算结果进行对比，同时参考大井法的计算结果，增加预算结果的可信度。其一：按照主、副井各自掘进半径和井深分别计算主、副井的涌水量；其二：取2个孔井径的平均值(2.85m)、井深的平均值(394.5m)，作为共同的井径和井深进行计算。选用公式和参数相同。

$$Q=\frac{1.366K(2H-M)M}{\lg\frac{R_{中}^2+d^2}{2dr_w}}$$

$$Q_{最大}=nQ$$

式中：Q、$Q_{最大}$预算主、副井落底标高以上单井的正常涌水量和最大涌水量(m^3/h)；2d主、副井之间的水平距离(m)；r_w主、副井井筒掘进断面半径(m)；$R_{中}$井组中心的影响半径(m)；其余符号同前。

(3)井组中心影响半径的求取

①先计算副井单孔抽水时的影响半径$R_{副}$

$$R_{副}=10S_{副}\sqrt{k}$$

式中：$R_{副}$副井影响半径(m)；$S_{副}$副井预计水位降深；$K_{副}$含水层渗透系数(m/d)。

②计算副井抽水时位于井组中心的水位孤深$S_{中}$

$$S_{中}=H-\frac{H}{R_{副}}d$$

式中：$S_{中}$井组中心水位降低(m)；其余符号同前。

③计算井组中心影响半径$R_{中}$

$$R_{中}=10S_{中}\sqrt{k}$$

式中符号同前。

4.2 计算参数确定

计算参数确定见表1。

表1 计算参数确定

参数 \ 层位	T_1y^2	T_1y^2+P_2c	P_2c	P_2l
K	0.505	0.478	0.439	0.00317
K	0.606	0.5736	0.5268	0.0038
H_0	92.93	210.96		347.10～372.10 平均359.6
r_0	670.972	1469.106		213.045
R_0	10.58	10.58		10.58
n	7.7		2	2
2d	57	57		57
r_w	2.30～3.4	2.30～3.40		2.30～3.40 平均2.85
$R_{中}$	F	531.37	531.37	
$S_{中}$	88.919	206.838		321.481
$R_{中}$	631.888	1430.027		181.003

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

由于本区含水层段地下水位埋藏较深，其含水层渗透系数均是通过注水试验取得，而根据水工建筑部门的经验及有关资料验证，对比相应层段的抽水试验，其 K 值偏小 15%～20%。考虑到注水试验中的其它问题（如可能洗孔不彻底等），本次井筒涌水量预算选用的渗透系数均在原渗透系数的基础上增加 20%（K′）。其它水文地质参数依常规确定。

4.3 预算结果及评价

预算结果见表 2，大井法及井组干扰法两种方法计算结果较为接近，而井组干扰法所采用的两种计算方法结果更是相差无几（括号内为取平均值法的结果），说明计算方法和计算参数选择基本合理，与井筒水文地质条件基本吻合。由于大井法只能算出主、副井的总涌水量，因而，箐口煤矿拟采用井组干扰法的预算结果。

表 2 涌水量预算结果

计算方法	含水层	预算结果(m^3/h)					
		主井		副井		主、副井总计	
		正常	最大	正常	最大	正常	最大
大井法	T_1y^2					60	462
	P_2c					89	178
	P_2l					3	6
	合计					152	646
井组干扰法	T_1y^2	36(38)	277(292)	38(38)	292(292)	74（76）	569（584）
	P_2c	55(55)	110(110)	56(55)	112(110)	111(110)	222（220）
	P_2l	2（2）	4（4）	2（2）	4（4）	4（4）	8（8）
	合计	93（95）	393(406)	96（95）	408(406)	189(190)	799（812）
采用结果		93	406	96	408	189	799

值得强调的是：由于贵州箐口煤矿的主、副井筒井径不同，井深不一致(但相差不大)，严格来说并不符合井组干扰法的计算条件，因而算出来的井筒涌水量只是一个近似值。但从 3 种方法的涌水量预算结果来看，相差不是很大，井组干扰法预算结果略大，这更符合煤矿对安全生产的要求。这也是笔者对井径不同、井深不一致的干扰井进行涌水量预算时的一种探索，因为在实际工作中我们很少能碰到井径、井深完全一致的情况。

参考文献

[1] 胡家新. 贵州省黔西县箐口煤矿井筒检查孔地质说明书[R]. 2007.

[2] 薛禹群，朱学愚. 地下水动力学[M]. 北京：地质出版社.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net