煤矿竖井井筒涌水量预测影响因素分析

肖有才[1]　赵保生[2]　刘汉湖[3]
(1 河南城建高等专科学校,平顶山,467001 ;2 郑州煤田职工地质学院,450053 ;
3 中国矿业大学环境与测绘学院,徐州,221008)

摘　要 概括介绍了井筒涌水量预测工程实例,对井筒涌水量预测的影响因素进行了分析,提出了提高井筒涌水量预测精度的途径。

关键词 井筒涌水量 影响因素 井检孔 流量测井
中图分类号 :TD163+.1　　文献标识码 :B　　文章编号 :1002-6029(2001)01-0026-03

井筒开挖前定量评价井筒穿过含水层的涌水量,对于合理确定防治水措施,优选施工方案是极其重要的。井筒涌水量预测的准确与否,直接关系到建井工期、施工安全和经济效益。

1　井筒涌水量预测实例

1.1　平顶山煤业集团六矿北翼进、回风井(实例 1)

平顶山煤业集团六矿井筒穿过的主要含水层为二叠系顶部的石千峰砂岩和平顶山砂岩,岩性为紫红、肉红色厚层中粗粒石英砂岩,局部为含砾砂岩,并有少量细砂岩和砂质泥岩。含水层埋深 45 ~ 220m,厚度超过 145m,静止水位埋深 20m,井筒工作面实测裂隙率 3.8%。检查孔采用稀泥浆钻进,然后进行第 1 次单孔抽水试验,单位涌水量 $q = 0.359L/(s.m)$,计算出渗透系数 $K = 1.21m/d$,据此预计全井筒涌水量 $Q = 186.0m^3/d$。

1985 年 12 月,在井筒地面预注浆前,对这个检查孔实施孔内爆破,进行第 2 次抽水试验复检,结果钻孔单位涌水量 $q = 0.87L/(s.m)$,计算出渗透系数 $K = 2.93m/d$,据此预计全井筒涌水量 $Q = 450m^3/d$。显然,由于钻孔揭露裂隙的多少导致同一钻孔两次抽水结果不同,由此预计的全井筒涌水量差异也非常大。可见,用单个检查孔的抽水资料预计全井筒涌水量可能具有一定的片面性和随机性。

1.2　安徽省某新建矿井(实例 2)

安徽省某新建矿主井、副井和中心风井均穿过前寒武系花岗岩和花岗片麻岩裂隙承压含水层,含水层埋深 152 ~ 620m,最大厚度 475.52m。矿井范围内有 32 个钻孔(包括井检孔)揭穿此层,钻进时只有 5 个钻孔漏水,其中风井检查孔漏水较严重,其余钻孔漏水量均很小。根据风井检查孔抽水结果计算,预计井筒最大涌水量为 $398.0m^3/h$。后来副井和风井工作面探水时钻孔实际涌水量为 4.0 和 $13.0m^3/h$,与预计的相差较大。这可能是由于地质和水文条件复杂,使检查孔失去了代表性,结果实际涌水量远小于预计值。

1.3　平顶山煤业集团十三矿主、副井筒(实例 3)

平顶山煤业集团十三矿主、副井筒穿过

收稿日期 :2000-04-10

万方数据

的主要含水层为平顶山砂岩，施工了 3 个井检孔，其中主井 2 个孔。主检孔采用钻机正常钻进，使用低固相化学泥浆；主检补采用空气潜孔锤技术钻进。抽水试验结果见表 1。

表 1　主井抽水试验结果

井检孔	井筒荒径 /m	钻孔孔径 /mm	含水层埋深 /m	水位降深/m	单位涌水量 /L·(s.m)$^{-1}$
主检孔	6.0	150	17.30～113.03	36.15	0.0533
				23.10	0.0698
主检补	6.0	110	17.30～113.03	12.17	1.0964
				8.54	1.2781
				5.38	1.2781

主检孔和主检补抽水结果差异较大，用其计算出的井筒涌水量相差较大。经凿井验证，用主检补孔抽水结果计算出的井筒涌水量与实际涌水量比较接近。主检孔单位涌水量小的原因可能是钻进时使用了低固相化学泥浆，并且未严格按有关规范洗孔，造成裂隙堵塞。而主检补孔钻进时采用空气潜孔锤技术，空气潜孔锤冲击岩石，有利于岩石裂隙扩张，使钻孔尽可能多地揭露岩石裂隙，因而预计结果更接近实际情况。

2　影响井筒涌水量预测可靠性的因素

2.1　岩石裂隙的不均一性

在自然界中，岩石裂隙或岩溶发育是不均一的，而且也并非所有裂隙均含水。井下开挖证明，在揭露的含水层中，只有少数裂隙是充水的，因而井检孔在很大程度上不能反映整个含水层的特征。钻孔打到充水裂隙或岩溶上，则涌水量大，反之则涌水量小或无水。相距很近的两井检孔抽水所得参数往往相差很大，如前面提到的实例 2——安徽省某新建矿井就属于这种情况。这种岩石充水裂隙的不均匀分布，单靠 1 个井检孔往往是无法查清的。

2.2　单孔抽水试验在理论和实践中的缺陷

目前井筒涌水量预测均采用井检孔单孔抽水资料。由于单孔抽水试验没有观测孔和其他条件制约，不能准确确定某些水文地质参数(如有效降深、影响半径等)，抽水试验的数据解释存在多解性，没有制约条件，在解释和选择试验参数时可以因人而异，如渗透系数 K，在同一地点的均质含水层中理论上应该是 1 个常数，但抽水中不同降深 S、不同钻孔半径 r、不同抽水机具和不同钻孔结构所求得的 K 值均不一致。一般情况下，S 越大，K 值越小；r 越大，K 值越大。并且同一抽水试验用不同方法求参，其结果也是不一致的。稳定流理论在实践中有其不足和局限性，应用稳定流和非稳定流抽水求得的参数明显不同，如豫东某煤田用上述两种方法进行单孔和群孔求参对比，结果求得的渗透系数相差近 10 倍。

2.3　水文地质勘探精度的影响

井筒涌水量预测离不开对区域水文地质的分析，精查阶段勘探重点放在储量的获得上，对开采技术条件，特别是水文地质条件勘探程度是不够的，仅凭 1～2 个抽水钻孔就试图定量评价含水层，其精度是不可想象的。即使是这些已获得的资料，由于施工单位技术管理水平不同，其质量也相差很大，尤其因施工单位对区域情况了解不够，致使含水层错判、漏划，抽水区段划分不合理，抽水质量差等问题很突出，如前面提到的实例 1 就属于这种情况。

2.4　井检孔施工工艺的影响

现行的《矿井井巷工程施工及验收规范》明确规定，井检孔施工过程必须采用清水钻进。然而，由于具体操作过程中存在一系列困难，这项规定并没有真正彻底地贯彻执行。

万方数据

尤其是随着液态 CO_2 洗井技术的发展,以后要执行这项规定将更加困难。化学泥浆最大优点是密度小、粘度大、结皮薄、钻探效率高,但致命弱点是结皮强度大,不利于洗井,对含水层出水量影响大。前面提到的实例 3 就是属于这种情况。

3 提高井筒涌水量预测精度的途径

综上所述,井筒涌水量预测不准的原因是多方面的,提高井筒涌水量预测精度主要有以下途径。

(1)对区域资料进行综合分析。进行井筒涌水量预测时,应考虑区域或井田水文地质情况,有条件时还应借鉴邻近生产矿井的经验。因为井检孔只能反映局部情况,而众多钻孔资料的综合分析对比,才能从整体上准确评价含水层的富水性,进而消除或减少各种因素对抽水试验结果的影响。尤其对于岩石裂隙或岩溶裂隙含水层,富水性具有明显方向性和块段性,一些钻孔的抽水量很大,而另一些钻孔的抽水量很小。如果不考虑这些因素,而仅仅依据井检孔抽水试验结果进行井筒涌水量预测,则不可避免地产生误差,从而给矿井生产建设带来负面影响。

(2)大力提倡并推广潜孔锤钻探工艺。目前潜孔锤钻探深度还很有限,仅 200m 左右,尚不能满足需要。使用潜孔锤钻探不仅进尺快、垂直度高,而且彻底消除了泥浆对含水层出水的影响,一次完成钻探和洗井全过程,并且,可以根据钻进过程中孔口出水量的变化大致判断出含水层的位置、厚度、层数等。可见,潜孔锤钻探技术具有极大的使用价值。今后应研究开发深孔潜孔锤钻探技术。

(3)推广和使用流量测井技术。流量测井技术已经有近 20 年的开发和使用历史,但并没有得到广泛应用。它能够准确地判断抽水孔中含水层的厚度、深度及抽水过程中各层段水位、水量等基础参数,为准确求参和井筒涌水量预测提供保证。上述的平顶山煤业集团十三矿主、副井筒地面预注浆之所以能够取得‘干打井’的效果,与流量测井技术的应用密不可分。主副井单位井段浆液注入量的差异证明了流量测井技术的可靠性(表 2)。

表 2 平顶山煤业集团十三矿主、副井筒注浆量变化情况

深 度 /m	注浆量/m^3		流量测井出水量 /$m^3 \cdot h^{-1}$
	主井	副井	
50.0~63.4	36.36	43.37	5.0
83.0~93.05	79.02	88.38	15.0
96.0~100.80	54.11	70.03	7.0

4 结 语

井筒涌水量预测准确与否对井筒设计、准备和施工等方面有重要影响,对其应进行深入细致的研究。一方面要充分收集并研究邻近矿井或水文地质条件类似的矿井在相同条件下的建井经验;另一方面,在井检孔施工和抽水试验过程中,推广使用流量测井技术,消除人为因素的影响。此外,要严格按照有关规范施工,尽可能使用清水钻进,如特殊条件下必须使用泥浆钻进,应按有关规范要求洗孔。同时应推广应用潜孔锤钻探技术。

(上接 15 页)

进行了井筒装备和部分二期工程掘进施工,共计节约工期 10 个月,如按该矿井设计能力日产 500t 矿石计算,效益是相当可观的。同时,该方案也为条件相近的同类工程积累了经验。目前,171 主井工程已近尾声,早一日投产就早一日见效。随着该矿井的交付使用,将会给建设单位带来良好的经济效益。

万方数据