某工程钻孔抽水试验与结果分析

余金煌　　范沛军

（安徽省·淮委水利科学研究院　蚌埠　233000）　（山东黄河勘测设计研究院　济南　250033）

[摘　要] 本文介绍某工程钻孔抽水试验情况及试验过程中应注意的问题。并通过计算分析得出各试验点渗透系数。

[关键词] 渗透系数　涌水量　降深

1　引言

水利水电工程钻孔抽水试验的主要任务是测定含水层的渗透系数。为计算基坑涌水量和坝(闸)基、库区、渠道渗漏量提供依据。在抽水试验前，根据试验地段的工程地质及水文地质条件做好设计工作至关重要。在某工程中，我们对地基下的一层砂层进行了三组多孔钻孔抽水试验，从而测定了该含水层的渗透系数。

2　试验技术

2.1　试验场地地质条件及试验点选取

据原位钻孔资料表明，该砂层含水层厚 3.0～8.0m。上覆一层厚 2.0～9.0m 重粉质壤土、粉质粘土层，透水性较弱，室内渗透试验渗透系数 K_{20} 为 5.21E06cm/s；含水层底板下亦为重粉质壤土、粉质粘土层，室内渗透试验渗透系数 K_{20} 为 3.76E07cm/s。从埋藏条件分析，该含水层为承压含水层。考虑到含水层厚度不同，故在含水层厚度为 4.30m、6.50m、3.80m 处选取三组试验点进行试验。

2.2　试验原理

试验时，抽水孔以设计的流量向外抽水时，在抽水孔影响半径以内会形成一降落漏斗。通过布置在观测线上的观测孔，在规定时间内观测到水位。利用稳定流理论，依据裘布衣计算完整孔多孔抽水计算公式计算出渗透系数。

2.3　试验技术要求

2.3.1　观测孔至抽水孔距离的确定。观测孔至抽水孔距离，第一个观测孔控制在 2～3m，第二个观测孔为含水层厚度的 1～1.5 倍，第三个观测孔为含水层厚度的 2～3倍。抽水孔与观测孔布置示意图见图 1。

P—从消力池底板算起的坎高()m；

h—坎上水深(m)；

v—行近流速(m/s)；

H_0—坎上水头，$H_0 = h + \frac{v^2}{2g}$。

2.1.1　第一级跌水

第一级跌水在 0+158.5 处尾槛高程分别为原布置方案 22.6m 和终结布置方案 22.2m 时，各工况主要水力参数计算成果见表 2。

从表 2 中可以看出，终结方案将 0+092 处尾坎高程选定为 22.2m 较为合理。

2.1.2　第二级跌水

0+092 处尾槛槛高对第二级消力池内的水跃有一定影响，现比较 0+092 处尾槛槛顶高程分别为 22.6m 和 22.2m 时，0+158.5 处尾槛槛顶高程为 19.0m 时的主要水力参数，见表 3。

从表 3 的计算结果可见，随着前端槛顶高程的降低，第二级消力池内水跃淹跃没度有变大的趋势，须进一步降低第二级消力池的尾槛高程，以降低该消力池池后尾水深度。试验中实测了 0+158.5m 处尾槛降为 18.6m 时第二级消力池的尾水深度，在 P.M.F、500 年一遇洪水、百年一遇洪水时分别为 4.72m、4.28m、3.47m，相应的淹没度分别为 1.08、1.10、1.43，消能效果得以改善。

2.1.3　第三级跌水

第二级跌水尾槛槛顶高程为 18.6m；第三级消力池底板高程为 14.0m，池深为 0.5m。此时本级消力池内各工况时的主要水力参数见表 4。

2.1.4　第四级跌水

溢洪道出流经 0+583.5～0+603.5 段后引渠高程由 14m 急速减为 10m，各级水位形成表面漩滚，且最大垂线平均流速已很小，不需进行验证。

3　试验成果

经试验验证，各工况时护砌段及护砌段末端的最大垂线平均流速均小于允许抗冲流速。

4　结语

4.1　各级跌水消力池尾槛高程的变化不仅影响上一级消能工消能效果，对下一级消能工也有一定的影响。通过水工模型试验，可选定较合适的尾槛高程。

4.2　对于选定的各级跌水消能工，各工况时不可能均达到消能最优，可通过水工模型试验进行细部修改，以达到各工况消能最佳。本方案确定设计洪水作为评价标准，使该工况各级消力池中的水跃淹没度在 1.06～1.10 之间■

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

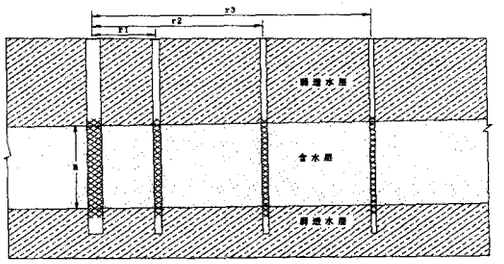


图1 抽水孔与观测孔布置示意图

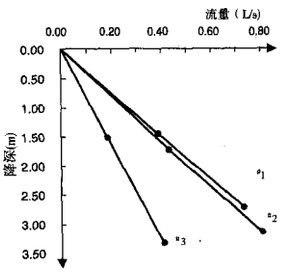


图2 #1、#2、#3试验点 Q－S 关系曲线

表1 #1试验点基本数据

降深次序	1				2			
孔号	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3
降深(m)	1.51	0.58	0.39	0.32	2.73	0.88	0.6	0.46
流量(L/s)	0.405				0.710			
含水层厚度(m)	4.3							
距主孔距离(m)		2.5	6.8	15.8		2.5	6.8	15.8

表2 #2试验点基本数据

降深次序	1				2			
孔号	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3
降深(m)	1.81	0.19	0.16	0.12	3.14	0.47	0.36	0.29
流量(L/s)	0.450				0.794			
含水层厚度(m)	6.5							
距主孔距离(m)		3.0	8.0	14.0		3.0	8.0	14.0

表3 #3试验点基本数据

降深次序	1				2			
孔号	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3	抽水孔	观测孔1	观测孔2	观测孔3
降深(m)	1.57	0.29	0.25	0.1	3.34	0.55	0.45	0.25
流量(L/s)	0.19				0.4			
含水层厚度(m)	3.8							
距主孔距离(m)		3.2	5.2	10.6		3.2	5.2	10.6

2.3.2 动水位与涌水量观测及动水位稳定标准。试验过程中定时观测动水位和渗水量。开始观测时，每隔5～10min观测一次，出现稳定趋势后，改为20min观测一次，直至结束。动水位稳定标准：抽水孔的水位流动值不大于3cm，观测孔的水位流动值不大于1cm。抽水结束后，立即观测恢复水位，观测时间为1、2、3、5、7、10、15、20、30、40、60、100min，以后每30～60min观测一次，直至稳定。

2.3.3 考虑试验降深较小，整个试验分二次降深连续进行。每次降深稳定延续时间均为4～8h。

3 试验结果及分析

3.1 试验过程中实测基本数据如表1、表2、表3。

3.2 根据实测的流量与计算的降深绘制Q～S关系曲线如图2。由上述曲线看出，随降深增大，流量亦增加。三组Q～S关系曲线均呈近似直线型。符合承压水Q～S关系。

3.3 渗透系数的计算

依据上述现场抽水试验的资料，用裘布衣公式计算各试验点渗透系数：

$$K=\frac{0.00366Q}{M(S_1-S_2)}\lg\frac{r_2}{r_1}$$

式中：K—渗透系数，cm/s

Q—流量，L/s

r_1，r_2—观测孔至抽水孔距离，m；

s_1，s_2—观测孔水位降深，m；

M—含水层厚度，m

计算结果如表4

表4 #1、#2、#3、试验点渗透系数计算结果

试验点	#1	#2	#3
渗透系数 K_{cp}(cm/s)	1.21E－02	1.92E－02	7.26E－03

4 结论

4.1 从试验成果可知，在其它条件相同的情况下，渗透系数随含水层厚度增大而增大；对承压水而言，流量与降深呈线性关系。

4.2 在钻孔抽水试验过程中，应注意做好以下工作：

4.2.1 试验前应注意洗孔。洗孔应达到水清砂尽无沉淀。洗孔工作没作好，会造成测得的渗透系数偏小甚至导致试验失败。

4.2.2 试验过程中，应边测读流量和降深，边绘制Q～S曲线，一旦发现Q～S曲线反常，如Q～S曲线呈反抛物线型，应查明原因，必要时重做。

4.2.3 试验中抽水设备及电力设备要有富余，以防出现意外，影响试验进行■

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