

成果与方法

微山湖二线船闸基坑涌水量计算

胡红文¹, 胡玉禄¹, 韩金芳²

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

摘要: 以微山湖二线船闸基坑降水计算为例, 把地表水发育地区、含水层和隔水层互层交错的水文地质条件, 近似为无限均质含水层。基坑降水时基坑降水与均质含水层、设定降深、长期稳定开采时地下水资源计算雷同, 理想大井法适用于基坑涌水量估算。

关键词: 基坑降水; 理想大井; 涌水量; 微山湖

中图分类号: P641.4⁺1 文献标识码: A

国家南水北调工程沿线船闸建设已迫在眉睫, 船闸均位于现有航道地表水系相对发育的地区。就基坑开挖后涌水量计算, 为设计施工提出了一个新的问题。笔者结合所在单位承担的一个船闸施工抽水试验项目, 论述在地表水发育地区基坑开挖涌水量计算问题。该工程是我国南水北调工程二线船闸改建项目, 受山东省济宁市航运管理局委托, 山东省地质环境监测总站承担了微山湖拟建二线船闸工程船闸段地下水抽水试验工作。主要目的是计算将来船闸基础基坑涌水量。

1 拟建工程概况

1.1 自然地理位置

场区位于山东省济宁市微山县欢城镇张白庄东北300 m, 微山湖东岸东侧, 处于湖东山前冲洪积扇前沿地带。场区地面标高在33.5 m左右, 地势北部略高, 南部略低。场地以北和以西两个方向是微山湖水, 场地内鱼塘水沟密布, 基坑开挖降水难度较大。

1.2 基坑概况

船闸基础施工开挖基坑规模为: 南北长314 m, 东西宽64 m, 深10 m, 坑底开挖至标高23 m左右。基坑开挖过程中抽排降水, 水位降深与开挖深度保持一致。

2 工作场区水文地质条件

2.1 场区地层

工作场区地层是一套第四系陆相山前冲洪积沉积形成的松散地层, 主要岩性为粉质粘土、粗砾砂含粉质粘土、中砂、粗砂及其互层。

2.2 地表水系

场区及其附近地表沟渠分布密集, 系人工造田、造池所致。沟渠、池塘水位标高一致, 低于微山湖水位1 m左右, 勘察发现地表沟渠与湖水连通口已封堵。北西两个方向距基坑距离100~200 m左右, 湖水通过含水层与基坑处地表和地下水发生联系。

2.3 地下水补径排条件

地下水水位北高南低, 场区内相差0.4 m, 天然水力坡度1.33‰, 与湖水相差0.6~1 m, 地下水自北向南径流。场区内以蒸发排泄为主。遍布人工沟渠、池塘加剧了自然蒸发排泄。由于以上原因, 造成了地下水补给地表水, 地下水位高于地表水。

2.4 地下水动态

地下水位动态类型为径流补给降水入渗—蒸发型, 年内地下水位随枯—平—丰水期变化而呈现降—升—降规律。根据实地调查, 地下水位年变幅0.5 m。

收稿日期: 2004-04-05; 修订日期: 2005-08-09; 编辑: 孟舞平

作者简介: 胡红文(1964-), 女, 江苏徐州人, 工程师, 主要从事水文地质与地理信息系统建设工作。

山东省地质环境监测总站, 微山湖二线船闸基坑涌水量抽水试验, 2002年。

3 含水层水力联系与抽水试验方法

区内地下水与地表水水力联系密切,地表水系人工开挖形成,地表水即潜水,潜水即地表水。由于地下含水砂层分布呈层叠交错的特点,地下潜水与承压水无法严格界定,因此在进行抽水试验资料整理和水文地质参数计算时,把所有地下水含水层统一作为潜水对待。见图 1。

所有施工钻孔完成后,根据单孔抽水取得的水文地质参数进一步设计进行了双孔干扰抽水试验,所得参数与单孔抽水参数对比,起到了相互弥补验证作用。

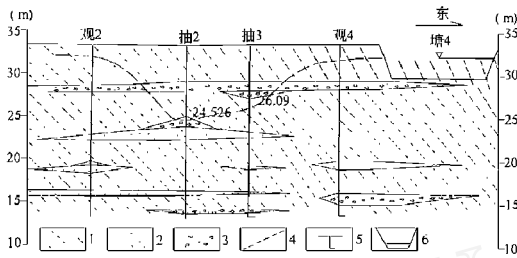


图 1 干扰抽水降位漏斗剖面图

1—粉质粘土;2—砂层;3—粗砾砂含粉质粘土;4—干扰抽水降位漏斗;5—钻孔;6—鱼塘

4 水文地质参数计算成果

4.1 计算公式

(1) 单井抽水试验 K 值计算公式:

$$K = \frac{0.733 Q \lg \frac{r_{观}}{r}}{(2H - S - S_{观})(S - S_{观})}$$

式中: K —地层渗透系数 (m/d);

Q —单井出水量 (m³/d);

H —含水厚度(实测值) (m);

r —抽水主井半径(实测值) (m);

$r_{观}$ —观测孔至主井的距离(实测值) (m);

S —主井降深(实测值) (m);

$S_{观}$ —观测孔降深(实测值) (m)。

(2) 干扰抽水试验 K 值计算公式:

$$\text{求 } \frac{S_1}{S_2} = \frac{(H + h_2) \sum_{i=1}^n Q_i \ln \frac{2.25 a t_i}{r_i^2}}{(H + h_1) \sum_{i=1}^n Q_i \ln \frac{2.25 a t_i}{r_i^2}}$$

$$\text{求 } T \quad T = \frac{1}{2 (H^2 - h^2)_{i=1}^n} Q_i \ln \frac{2.25 a t_i}{r_i^2}$$

$$\text{求 } K \quad K = \frac{T}{H}$$

式中: K —地层渗透系数 (m/d)

Q_i —单井出水量 (m³/d)

H —含水厚度(实测值) (m)

h_1 — t_1 时刻观测孔观测含水厚度(实测值) (m);

h_2 — t_2 时刻观测孔观测含水厚度(实测值) (m);

r_i —观测孔至主井的距离(实测值) (m);

S_1 — t_1 时刻观测孔降深(实测值) (m);

S_2 — t_2 时刻观测孔降深(实测值) (m);

a —含水层导压系数 (m²/s);

T —含水层导水系数 (m²/d)。

4.2 计算成果

根据抽水实验时具体情况和岩心钻探岩土分析,渗透系数大部分采用平均值,个别取小值。结果见表 1。

表 1 渗透系数计算结果

抽水主孔	观测孔	渗透系数 (K)	
		(m/d)	备注
抽 1	观 6	8.38	取小值
抽 2	抽 3、观 1、观 3	16.03	平均值
抽 3	抽 2	10.98	独立值
抽 4	观 7、观 8	13.06	平均值
抽 5	抽 4、观 7、观 8	22.49	平均值
抽 2、抽 3	观 1、观 2、观 3	17.23	平均值
抽 4、抽 5	观 8、观 9	9.89	平均值

4.3 参数选取

充分考虑到抽水实际和地层岩性及水文地质条件,依据工程开挖情况,各排渗孔平面布置位置等,场地综合渗透系数采取加权平均法求得, $K = 13.77$ m/d。

5 基坑涌水量计算

5.1 估算原则

基坑开挖涌水量计算采取以下原则:

(1) 根据地层岩性、含水层分布特征,分不同开挖深度估算基坑涌水量,在 5 m 以上一般分布有第 1 层潜水,并与地表沟渠、池塘水相连通,适合于在 5 m 以上计算 1 次基坑涌水量。再在开挖至 10 m 深时计算 1 次涌水量。

(2) 所计算的涌水量,不是指在开始降水时的涌水量,而是在降深稳定、漏斗上部地下水完全疏干后,完全是从外围径流过来的水量,与水源地的补给资源量概念一致。

(3) 渗透系数 K 值的选取,利用的是综合渗透系数,因为含水砂层在不同深度均有分布,层叠交错,采用综合渗透系数。

(4) 由于枯、丰水期地下水位有明显变幅,分枯、丰水期分别进行涌水量估算。

5.2 涌水量估算(大井法)

5.2.1 估算方法

把基坑降水理想成为在基坑周边施工密度足够的若干降水井,同时抽水,水位交叠降深至基坑底^[1]。将周边虚设的抽水井概化为一个理想的大井在工作,而把钻孔所围闭(基坑)的面积等价于一个理想大井的面积,则整个周边钻井的涌水量就相当于大井的涌水量,称之为大井计算法。该法主要用来评价稳定开采量,即有稳定补给的水量,正适应于基坑长期施工开挖后,涌水量全部是远处径流补给的这一特点。

5.3 基坑降水参数计算

5.3.1 大井半径计算

理想钻井分布呈示意的矩形,大井半径采取以下计算公式:

$$r = n \frac{L+B}{4}$$

式中: r —理想大井半径(m);

L, B —矩形长宽(m),其中 $L = 314 \text{ m}$, $B = 64 \text{ m}$;

n —与 B/L 有关的系数。当 $B/L = 0.203$ 时取值 1.12。

经计算得 $r = 105.84 \text{ m}$ 。

5.3.2 涌水量估算

根据稳定流抽水计算公式:

$$Q = 4r \cdot s \cdot k$$

式中: Q —理想大井(基坑)涌水量;

r —大井半径(m)

s —大井(基坑)中的降深,基坑开挖 5 m 深,

枯水期时 $s = 4 \text{ m}$, 丰水期时 $s = 9 \text{ m}$;当基坑开挖 10 m 时,枯水期时 $s = 9 \text{ m}$, 丰水期时 $s = 9.5 \text{ m}$ 。

k —地层渗透系数($k = 13.77 \text{ m/d}$)。

经计算得:开挖深 5 m 时涌水量:枯水期 $Q_5^{\text{枯}} = 23\,318.67 \text{ m}^3$, 丰水期 $Q_5^{\text{丰}} = 26\,233.5 \text{ m}^3$ 。开挖深 10 m 时涌水量:枯水期 $Q_{10}^{\text{枯}} = 52\,467 \text{ m}^3$, 丰水期 $Q_{10}^{\text{丰}} = 55\,381.83 \text{ m}^3$ 。

5.3.3 基坑降水影响半径计算

根据大井理论影响平均半径计算公式:

$$R = r + 10S \sqrt{K}$$

式中: R —大井(基坑)降水影响平均半径;

r —大井半径;

s —大井(基坑)降深;

K —地层渗透系数。

经计算开挖 5 m 时 $R_5 = 254.27 \text{ m}$, 开挖 10 m 时 $R_{10} = 439.81 \text{ m}$ 。

基坑开挖 5 m 深时,基坑降深漏斗影响半径已接近现在的北部湖水边缘;当基坑开挖 10 m 时,基坑降深漏斗影响半径已进入现在北部湖面之下。

2004 年 7 月 11 日,该基坑实际开挖到设计深度时,笔者应邀到该基坑工地指导基坑降水工作,经实测实际涌水量为 $54485 \text{ m}^3/\text{d}$,与抽水试验计算的基坑涌水量相差 1.62%,该抽水试验和计算方法得到了验证。

6 结语

微山湖水、地表水体发育,基坑开挖采用降水施工法,符合当地水文地质条件。基坑范围及附近均属第四系松散地层,各砂层和粘土层为相对含水层和相对隔水层,含水层与隔水层互层交错。地表水与地下水联系较密切,可以近似为无限均质含水层。理想大井地下水资源计算方法,适用于无限均质、定降深地下水资源的稳定开采量计算,与基坑降水特点相近,估算基坑涌水量可利用大井法计算。基坑实际开挖时降水排水量与抽水试验估算的涌水量相符。

参考文献:

- [1] 贺细坤,唐毅辉. 基坑工程中管井并点降水的应用实例[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(2): 80-82.

(下转第 64 页)

Characteristics and Origin Analysis of Karst Collapse in Linyi City

LI Qing - chun¹ , FENG Ke - yin² , ZHENG Ting - ming² , DONG Qiang²

(1. Linyi Bureau of Land and Resources , Shandong Linyi 276000 , China ; 2. Shandong Monitoring Center of Geological Environment , Shandong Jinan 250014 , China)

Abstract : Quite a few of Karst collapses have happened in Linyi city since 80 's of 20 century. They have the characteristics of abruptness , repetition and differential distribution. Karst collapse was formed by two sides origins: one is basic condition for forming collapse , the other is the change of hydro - dynamic condition which was caused by irrational exploitation of groundwater in city area.

Key words : Karst collapse ; present condition of development ; characteristics of karst collapse ; distribution law ; origin ; Linyi in Shandong province

(上接第 60 页)

Discharge Rate Calculation of Foundation Pit in Second Line Lock Gate in Weishanhu Lake

HU Hong - wen¹ , HU Yu - lu¹ , HAN Jin - fang²

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment , Shandong Jinan 250014 , China ; 2. No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources , Shandong Jinan 250014 , China)

Abstract : Set foundation pit precipitation in second line lock gate in Weishanhu lake as an example , surface water developing area , hydrogeological condition of water - bearing and water - resisting layer interbedded are approximated to boundless homogeneous water - bearing layer. Calculation of foundation pit precipitation is approximate with homogeneous water - bearing layer , designed precipitation depth , and underground water amount under long - time stable mining. Ideal large - well method is suitable for calculating discharge rate of foundation pit.

Key words : Foundation pit precipitation ; ideal large well ; discharge rate ; Weishanhu lake