

# 地下水位对地下结构与基础设计的影响分析

王立群\*

新松机器人投资有限公司 北京 100000

**摘要:** 建筑物的地下结构与基础设计是结构力学与土力学的交叉学科, 准确的计算得到荷载作用效应, 是地下结构或基础设计的先决条件。从普通建筑结构的设计使用年限来观察, 地下水位的高低, 不能视为恒定不变的, 这就要求建筑结构设计人员在设计分析时, 选取不利情况进行。论文就建筑物地下结构与基础设计中水位的影响进行了分析, 希望能够为今后结构设计工作提供参考。

**关键词:** 地下水位; 抗浮; 地基承载力; 土压力

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5588-0205-23>

## 引言

在建筑结构不同时间阶段中, 勘察、设计、施工、使用等时期都会存在不一致的情况, 仅按照勘察时期某一时刻的水位进行设计、施工、使用, 从建筑结构的安全来看是不够全面和稳妥的, 对寿命周期内水位变动造成的荷载效应进行分析, 是较为科学的手段。

## 1 地下水位的变化情况

通过相关文献的查询了解, 华北平原自20世纪60年代起, 平原区来水量减少, 地表河流陆续干涸, 70年代以后降水量减少<sup>[1]</sup>, 同时地下水的开采量加大, 地下水位呈逐年下降趋势, 1971-2015年间地下水储量变化速率为 $-17.8 \pm 0.1 \text{mm/yr}$ <sup>[2]</sup>。南水北调后, 地下水出现回升。地下水位变动对埋置地下的结构与基础受力产生直接影响。

### 2 地下水在抗浮设计中的计算方法

(1) 某地下管廊(图1), 抗浮设计乙级, 填土的土粒重度 $\gamma_s = 27 \text{kN/m}^3$ 、孔隙比 $e=0.80$ 、孔隙率 $n=0.44$ 、水重度 $\gamma_w = 10 \text{kN/m}^3$ 、天然重度 $\gamma = 18 \text{kN/m}^3$ 、含水饱和重度 $\gamma_{\text{sat}} = 19.44 \text{kN/m}^3$ , 管廊结构自重折算为 $G_z = 25 \text{kN/m}^2$ 、管廊内部设备自重折算为 $G_g = 8 \text{kN/m}^2$ 。分别按照规范法、干重法、浮重法三种计算方法并取单位面积的管廊, 进行抗浮稳定验算。

规范法: 抗浮力的计算时, 对抗浮水位以上的土体按天然重度、抗浮水位以下的土体按饱和重度; 浮力计算时, 排水体积按管廊体积与饱和土体积之和:

$$W_1 = \varphi_1 G_z + \varphi_2 G_g + \varphi_3 \gamma H_1 + \varphi_3 \gamma_{\text{sat}} H_2; F_{f1} = \gamma_w (H_2 + H_3)$$

干重法: 抗浮力计算时, 对抗浮水位以上的土体按天然重度、抗浮水位以下的土体按干重度; 浮力计算时, 排水体积按管廊体积与土颗粒体积之和:

$$W_2 = \varphi_1 G_z + \varphi_2 G_g + \varphi_3 \gamma H_1 + \varphi_3 \gamma_s (1-n) H_2; F_{f2} = \gamma_w H_2 (1-n) + \gamma_w H_3$$

浮重法: 抗浮力计算时, 对抗浮水位以上的土体按天然重度、抗浮水位以下的土体按浮重度; 浮力计算时, 排水体积按管廊体积:

$$W_3 = \varphi_1 G_z + \varphi_2 G_g + \varphi_3 \gamma H_1 + \varphi_3 (\gamma_s - \gamma_w) (1-n) H_2; F_{f3} = \gamma_w H_3$$

(2) 此地下管廊在不同埋深、不同水位的情况下, 分别按三种浮力计算方法进行抗浮稳定性计算见表-1:

\*通讯作者: 王立群, 1985年10月, 男, 蒙古族, 内蒙古突泉, 北京新松机器人投资有限公司, 工程师, 本科。研究方向: 土木工程专业、建筑与结构设计。

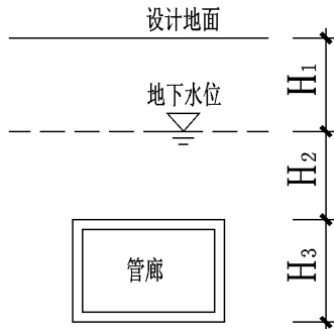


图-1

技术参数	不同埋深情况下的抗浮安全系数							
	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
$H_1$ / m	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
$H_2$ / m	3.80	3.70	3.60	3.50	3.40	3.30	3.20	3.10
$H_3$ / M	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
$W_1$ / kN	110.44	110.31	110.18	110.05	109.92	109.79	109.66	109.53
$F_{f1}$ / kN	108.00	107.00	106.00	105.00	104.00	103.00	102.00	101.00
$W_2$ / kN	95.24	95.51	95.78	96.05	96.32	96.59	96.86	97.13
$F_{f2}$ / kN	91.11	90.56	90.00	89.44	88.89	88.33	87.78	87.22
$W_3$ / kN	76.24	77.01	77.78	78.55	79.32	80.09	80.86	81.63
$F_{f3}$ / kN	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
安全系数 $K_1$	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.08
安全系数 $K_2$	1.05	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11
安全系数 $K_3$	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.16	1.17
$K_2$ 比 $K_1$ 超出	2.22%	2.31%	2.38%	2.46%	2.52%	2.58%	2.64%	2.69%
$K_3$ 比 $K_1$ 超出	6.51%	6.71%	6.90%	7.06%	7.21%	7.34%	7.45%	7.53%

表-1

经对比分析,三种方法计算抗浮稳定时,在相同工程状态下,安全系数不同:规范法<干重法<浮重法,按规范法的计算安全储备最高。

### 3 地下水在地基承载力修正中的计算方法

(1) 某框独立基础(图-2),填土参数同上,  $f_{ak} = 110.00 \text{ kN/m}^2$ ,修正系数  $\eta_b = 0.5$ ,  $\eta_d = 1.6$ ,基础尺寸  $b=4\text{m}$ ,  $d=2\text{m}$ 。修正后的地基承载力特征值:  $f_a$ ; 单个基础的净承载力:  $F = f_a b d$ -基础及其上土体自重+浮力。

(2) 不同地下水位情况下,相关计算数据见表-2:

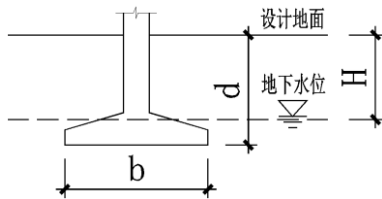


图-2

技术参数	不同地下水位情况下的地基承载力									
	7.00	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00	0.00		
$H$ / m	7.00	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00	0.00		
$\gamma$ / $\text{kN/m}^3$	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	13.72	9.44		
$\gamma_m$ / $\text{kN/m}^3$	18.00	18.00	15.86	13.72	11.58	9.44	9.44	9.44		
$f_{ak}$ / $\text{kN/m}^2$	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00		
$f_a$ / $\text{kN/m}^2$	162.20	162.20	161.13	160.06	158.99	157.92	147.66	137.39		
承载力特征值之比	100%	100%	99%	99%	98%	97%	91%	85%		
$F$ / kN	122.46	122.46	121.39	120.32	119.26	118.19	117.22	115.54		
基础净承载力之比	100%	100%	99%	98%	97%	97%	96%	94%		

表-2

(3) 当地下水位处于基础底面一倍基础宽度以上时<sup>[3]</sup>,随着地下水位的升高,修正后的地基承载力特征值处于下降趋势,地下水位在地表时,达到最低值,下降至最高值的85%。将单个基础承载力扣除自重、压土重、浮力变化影响后,能够提供给上部结构的净承载力也是处于下降趋势,最低值为最高值的94%。

### 4 结束语

(1) 地下结构的抗浮计算时,最终的抗浮稳定性,应严格按照抗浮规范计算方法计算确定。(2) 根据规范,在地下水位下降时修正后的承载力 $f_a$ 是提高的,在提供地基承载力特征值 $f_{ak}$ 时,应考虑这一趋势。在地基设计时,应按地下水位最低的最不利条件进行设计,确保安全可靠。

### 参考文献:

[1]王仕琴等.华北平原浅层地下水水位动态变化[J].地理学报,2008,(05):462-472.  
 [2]李长青,万利勤,王俊桃,等.华北平原地下水动态调查评价报告[DS].全国地质资料馆,2012.DOI:10.35080/n01.c.136147.  
 [3]闰芙蓉.黏性土地基的破坏模式试验研究[J].岩石力学与工程学报,2008,(27):3998-4003.  
 [4]王勇.浅基础地基模型试验研究[硕士学位论文][D].西安:长安大学,2006.  
 [5]赵成刚,白冰,王运霞.土力学原理[M].北京:清华大学出版社,2004.  
 [6]曾虹静.砂土地基中浅基础承载力研究[硕士学位论文][D].大连:大连理工大学,2012.