

襄樊市基坑降水设计与应用

丁厚炳¹, 涂爱华², 桂 斌¹

(1. 鄂西北工程勘察总公司, 湖北 襄樊 441002; 2. 中国地质大学 工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:襄樊市位于汉江一、二级阶地, 下部砂卵石层赋存丰富的承压水。基坑开挖承压水可能造成底板隆起, 应采取管井降水措施。介绍管井降水的设计方法, 为保证基坑开挖后底板不产生突涌, 要求降水后地下水水位低于基坑最大开挖深度0.5 m以上。分析降水对周边环境的影响。实践证明, 襄樊市区内采取减压降水对周边环境影响较小, 建筑物不会产生较大的沉降。

关键词: 基坑突涌; 管井; 设计; 计算

中图分类号: TU46*3

文献标识码: A

文章编号: 1671-1211(2010)03-0262-03

1 襄樊市水文地质概况

襄樊市位于汉江中游, 近年来随着城市建设的发展, 高层建筑物如雨后春笋般拔地而起, 而地下室基坑开挖及降水面临着许多新的难题。襄樊市属汉江一、二级阶地, 第四系覆盖层厚度 > 50 m, 属冲洪积成因, 沉积物颗粒呈现典型的上细下粗的特征, 上部分布粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉土夹粉质粘土, 厚度一般为8~12 m, 下部为粉细砂、砾砂、圆砾、卵石层。按地下水赋存条件, 可分为填土层中的上层滞水和砂卵石层孔隙承压水, 局部地区分布有潜水。

上层滞水:赋存于填土层中, 含水层厚度不等, 一般 < 2.0 m, 其含水性及透水性取决于填土类型和补给来源。上层滞水的水位连续性差, 无统一的自由水面, 水位埋深0.5~2.0 m, 受大气降水及生活水补给影响, 动态变化明显, 埋藏分布不均匀。

全新统孔隙承压水:赋存于砂砾卵石层中, 含水层顶板为粘性土, 底板为基岩, 含水层厚度 > 40 m, 水位埋藏深度5.0~7.0 m, 水位变幅2 m左右。地下水具承压性, 与汉江水有密切的水力联系, 呈互补关系。含水层富水性较强, 渗透系数为15~100 m/d。

2 基坑支护及降水特点

襄樊市高层建筑物一般设一层地下室, 基坑开挖深度一般为6 m左右, 少数地段可达8 m。基坑支护类型主要有喷锚网和排桩支护, 排桩支护仅在基坑离建筑物较近时采用。由于一级阶地基坑侧壁土质条件较差, 往往采用双排搅拌桩止水并增加基坑侧壁自

稳性。

基坑开挖地下水的作用主要有两点: 一是浅部的上层滞水, 受生活用水及排水管道漏水的影响易泡软土体, 产生流砂和流土现象, 应采取堵排相结合的办法处理; 二是砂卵石孔隙承压水、基坑开挖承压水可能造成底板隆起, 应采取管井降水措施。基坑长时间降水可能引起周边地面沉降和建筑物开裂, 设计中应引起足够重视。

3 工程实例

3.1 工程概况

城中雅苑住宅小区位于原襄樊市医药批发站院内, 由1[#]、2[#]两栋18层住宅楼组成, 规划总用地面积9 648 m², 建筑规模26 143.79 m²。采用框架剪力墙结构, 单柱下最大荷载6 500 kN, 基础采用长螺旋钻孔压灌桩。

建筑物设计±0.000 m相当于黄海高程65.30 m, 自然地面比±0.000标高高低0.30 m。2[#]楼及周围设有地下室车库一层, 地下室底板底面标高-5.20 m, 考虑承台高度基坑的实际开挖深度为5.50~6.30 m。距基坑1~2倍深度范围内有重要建筑物分布, 基坑土质条件较差, 基坑水文工程地质条件较复杂(Ⅱ类), 根据《基坑工程技术规程》DB42/159-2004, 基坑工程重要性等级为二级。根据基坑开挖深度、周边环境状况及场地地质条件, 本基坑采用复合喷锚支护方案, 搅拌桩形成超前帷幕。

3.2 基坑突涌验算

2[#]主楼承台底标高为58.70 m, 基坑底位于粉质粘

土夹粉土层中,其渗透性能为弱透水性,可视为相对隔水层,下部砂卵石层为含水层,具承压性。以隔水层底板最高的钻孔 ZK8 为例,该孔含水层顶板高程为 56.27 m,勘察期间承压水稳定水位高程为 59.00 m,考虑地下水 2 m 的变幅影响,丰水期地下水位高程取 61.00 m,对基坑突涌的临界判别按下式计算^[1]:

$$H \geq r_{ly} \cdot \gamma_w \cdot h / \gamma$$

式中: H ——坑底至承压含水层顶面的厚度(m), H 取 2.43 m; γ_w ——水的重度(kN/m^3),取 $10 \text{ kN}/\text{m}^3$; γ ——坑底至承压含水层顶面土的重度(kN/m^3),取 $18.70 \text{ kN}/\text{m}^3$; h ——承压水位高于含水层顶面的高度(m),枯水期 h 为 2.73 m,丰水期 h 为 4.73 m; r_{ly} ——坑底突涌抗力分项系数,取 1.20。

经计算,基坑在枯水期不会产生底板突涌,在丰水期 $r_{ly} \cdot \gamma_w \cdot h / \gamma = 3.03 \text{ m} > H = 2.43 \text{ m}$,基坑开挖会产生基坑突涌,因此基坑在高水位期开挖前应进行降水措施,基坑开挖产生突涌的临界深度为 5.70 m。

3.3 降水井设计计算

为保证基坑开挖后底板不产生突涌,要求降水后地下水位低于基坑最大开挖深度 0.50 m 以上,降水后水位标高 58.20 m,水位降幅 2.80 m。基坑平面呈矩形,面积为 $53.8 \text{ m} \times 85.5 \text{ m}$,可按“大井法”对基坑总涌水量进行计算。计算模型为均质含水层承压水非完整井,《建筑基坑支护技术规程》JGJ120—99^[3] 提供公式如下:

$$Q = 2.73K \frac{MS}{\lg\left(1 + \frac{R}{r_0}\right) + \frac{M-l}{l} \lg\left(1 + 0.2 \frac{M}{r_0}\right)}$$

式中: M ——含水层有效带厚度,经计算取 12.50 m; S ——水位降深, $S = 2.50 \text{ m}$; R ——影响半径 174.6 m, $R = 10 \times S \sqrt{K} + r_0$; r_0 ——基坑等效半径 41.86 m, $r_0 = 0.29 \times (a + b)$, a 、 b 分别为基坑的长和宽; l ——进水段长度 8.0 m; K ——渗透系数,取抽水试验结果 $45 \text{ m}/\text{d}$ 。

降水管井的出水能力按下式计算:

$$q = 120\pi r l \cdot \sqrt{K}$$

式中: r ——降水井过滤管半径,实际 $r = 0.15 \text{ m}$; l ——降水井进水段长度,实际 $l = 8.0 \text{ m}$ 。

经计算基坑总涌水量 Q 为 $4700 \text{ m}^3/\text{d}$,管井出水能力为 $68 \text{ m}^3/\text{h}$,设计水井下入 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 的潜水泵,降水井数量 $n = 1.1 \times \frac{Q}{q} = 4$ (口),按四口降水井布置,基坑地下水位降幅能达到 2.80 m 以下,水位降幅等值线图如图 1 所示。

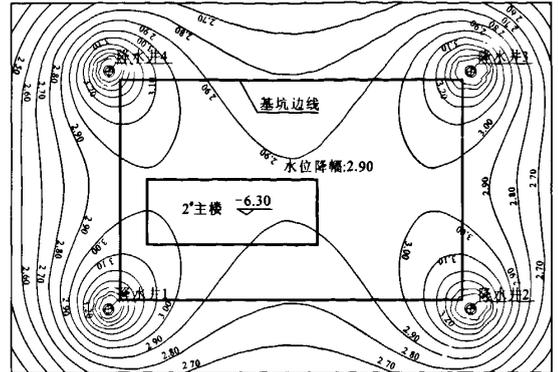


图1 基坑降水水位降幅等值线图

Fig.1 Contour map of water decreasing range about foundation pit

3.4 降水井结构设计

(1) 降水井沿基坑顶边线外侧 2.0 m 布置 4 口,降水井深度 27.0 m,过滤管设置于圆砾层中,深度 17.0~25.0 m,长度 8.0 m,沉淀管长 2.0 m。

(2) 降水井成孔直径 600 mm,滤水井管直径 300 mm,滤料规格为 1~3 mm 连续级配石英砂,孔口 1.0 m 井壁投粘土球捣实。滤水段开孔 $\phi 18 \text{ mm}$,开孔率 $\geq 30\%$,沿井管焊 $\phi 10 \text{ mm}$,竖向间距 100 mm,包三层 600 目滤网。

(3) 每口井配备 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 的深水潜水泵,配上控制井内水位的自动开关,在井口安装阀门以便调节流量大小,基坑井点群应有 1 台备用泵。

(4) 基坑内设水位观测井一口,与降水井结构相同,用电测水位计观测基坑内地下水位变化情况。

3.5 降水井运行与维护

降水井按信息法运行,基坑施工期间需先做好井孔的水位观测,根据水位高程及基坑的开挖深度判断基坑底板是否会产生突涌,以确定是否启用降水井。

本基坑工程于 2009 年 8 月完成,降水维持期不足 3 个月。基坑在开挖至地下室底板过程中未启用降水井,承台开挖前启用降水井,确保基坑不产生突涌。降水期间对设备、排水管及供电系统周密布置,确保降水不间断进行。当承台及地下室底板浇筑完成后,结束降水工程维持阶段,并按有关规定对井孔进行回填,将抽水井割除到地下室底板以下,对抽水井进行封堵和防渗处理,避免地下室底板产生渗漏。

3.6 降水对周边环境的影响

降水引起的某点地面沉降量按《基坑工程技术规程》DB42/159—2004 公式计算^[2]:

$$\Delta_{sw} = M_i \sum \sigma_{wi} \frac{\Delta h_i}{E_{si}}$$

式中: Δ_w ——水位下降引起的地面沉降量(cm);
 M_s ——经验系数, $M_s = M_1 \times M_2$,按规范取值; σ_{wi} ——
 水位下降引起的各计算分层有效应力增量(kPa);
 Δ_{wi} ——受降水影响地层的分层厚度(cm); n ——计算
 分层数; E_{si} ——各分层的压缩模量。

本工程采用减压降水方案,基坑内水位降深2.90 m,基坑外6 m处水位降深为2.0 m,水位以下主要分布粉质粘土、淤泥质粉质粘土、细砂、砾砂,下部卵砾石层可视为不可压缩层。按上述公式计算,地面沉降量 <2 cm,基坑降水对周边建筑物影响不大。降水井过滤管设置在卵石层中,抽水过程中严格控制含砂量,同时在基坑四周设置搅拌桩止水帷幕,可防止基坑浅部细颗粒土流失,避免产生地表沉降。降水井实际运行近3个月,通过对周边建筑物的沉降观测,建筑物沉降量 <1 cm,无裂缝及不均匀沉降现象。

4 结论

襄樊市区内基坑采取管井降水措施,可防止产生基坑底板突涌,保证基坑开挖面干燥,同时有助于提高基坑土体的抗剪强度,减小基坑水土压力,因此降水是基坑成功与否的关键工程。实践证明,襄樊市区内采取减压降水,对周边环境影响较小,只要搞好降水井的施工质量,防止浅层细颗粒土的流失,周边建筑物才不会产生较大的沉降。

参考文献:

- [1] DB42/169—2003,岩土工程勘察工作规程[S].
- [2] DB42/159—2004,基坑工程技术规程[S].
- [3] JGJ120—1999,建筑基坑支护技术规程[S].

(责任编辑:潘 潇)

Application and Design of Foundation Pit Dewatering in Xiangfan City, Hubei Province

DING Houbin¹, TU Aihua², GUI Bin¹

(1. Northwest Engineering Exploration Corporation, Xiangfan, Hubei 441002; 2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract: Xiangfan city is located in I and II terrace of Han River where the lower layer of sand and gravel rich in confined water. The foundation pit should be taken measure of tube well dewatering due to the confined water can cause bottom uplift after excavation. This paper introduces design method of tube well dewatering. To ensure the floor does not cause water-inrush after excavation, it is requirement that the groundwater level below the maximum excavation depth of 0.5m after rainfall. Practice shows that there has little effect on surrounding environment and the building can not cause a greater settlement after adopting decompression in Xiangfan city.

Key words: water-inrush from pit; tube well; design; counting