

DOI: 10.11779/CJGE2014S2051

# 基坑地下水控制质量管理

瞿成松

(上海长凯岩土工程有限公司, 上海 200070)

**摘要:** 基坑地下水控制是基坑降水工程施工和周边环境安全双指标监控。针对集水明排、轻型井点、喷射井点、疏干真空井、降压管井、回灌井和止水帷幕质量要求, 在基坑工程勘察、设计、施工、运行和封井等阶段, 阐述地下水控制及其与地下水相关的应急预案质量管理。

**关键词:** 地下水控制; 勘察设计; 施工运行; 封井

中图分类号: TU470 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2014)S2-0291-03

**作者简介:** 瞿成松(1964-), 男, 湖北黄梅人, 博士, 高级工程师, 主要从事岩土工程咨询设计施工和水环境研究工作, E-mail: qcs724@126.com。

## Quality management of groundwater control of foundation pits

QU Cheng-song

(Shanghai Changkai Geotechnical Engineering Company, Shanghai 200070, China)

**Abstract:** The groundwater control of a foundation pit is the dewatering engineering of engineering construction safety and protection of the surrounding environment. The quality of light well points, drainage catchments, injection wells, drainage vacuum wells, decompression wells, recharge wells and sealing walls is required. During the investigation, design, construction, operation and well sealing of the foundation pit dewatering, the quality management of groundwater control and emergency plan is given.

**Key words:** groundwater control; survey and design; construction and operation; sealing wall

## 0 引言

基坑降水工程是基坑工程施工和周边环境安全双指标地下水控制。本文在基坑工程勘察、设计、施工、运行和封井等阶段, 科学分析地下水控制及其相关的应急预案质量通病, 提出治理方法。

## 1 工程勘察

### 1.1 承压含水层

勘察应将含水层明确揭露出来。如果孔距大或偏离轴线, 未能揭示局部分布的承压含水层, 应严格按照规范布置勘探工作量, 不符合规范要求在施工前应进行补勘。静力触探孔进入隔水层时, 应按规范要求分次贯入下护套管或测斜, 确保承压含水层埋藏浅的深度揭露, 重视静探曲线分层。野外严格按照规定的操作规程实测承压水水头, 做好被观测承压含水层与其他含水层的隔水措施, 连续观测至承压水水位稳定为止。收集区域承压水水位资料, 以满足基坑突涌评价按最不利组合考虑的要求收集承压水含水层水文资料。综合室内渗透试验和现场注水试验, 以现场抽水试验为

主, 推荐野外 Slug 试验确定土层渗透系数。判断多层承压水的连通性, 并作出评价。

### 1.2 抽水试验

工程降水前由专业单位进行专项水文地质勘察, 进行现场大口径抽水试验, 适当布置回灌试验, 分层沉降、孔隙水压力计或水质监测。基坑降水施工前, 专门水文地质勘察成果作为降水方案评审的主要设计依据之一。根据土性特性及含水层的埋藏条件, 选用合理计算公式及模型。

## 2 基坑地下水控制设计

### 2.1 基坑突涌稳定性验算

对深基坑的承压水降水而言, 基坑突涌稳定性验算安全系数应大于 1.05。基坑围护设计时应按最不条件对承压水突涌可能性进行评价。

### 2.2 止水帷幕设计

基金项目: 上海市科学技术委员会基金项目 (13231200100, 13231202300)

收稿日期: 2014-07-28

止水帷幕应有良好的止水功能。如有可能, 止水帷幕尽量能隔断基坑内外承压水的水力联系。加强对止水结构施工质量检测。一级基坑经过抽水试验, 应做地下水环境评估确定止水帷幕深度。

### 2.3 基坑降水设计

设计人员应全面了解和掌握降水区域的水文地质条件、基坑围护结构、环境及工况等, 选取性价比高的基坑降水方案。对于复杂工程, 降水设计方案应通过专家组的论证或鉴定。

## 3 基坑地下水控制施工

### 3.1 止水帷幕施工

在基坑围护结构施工前, 应挖除围护墙施工区域的地下障碍物。地下连续墙施工时导墙必须筑于坚实的土面上, 不得漏浆。地下墙的槽壁及接头保持竖直。地下墙施工要考虑重型设备动侧压力对槽段坍塌影响。对松散粉、砂性土, 先调整泥浆配比, 必要时采用地基加固措施或降水后再成槽。钢筋笼入槽前, 应采用底部抽汲、顶部补浆方法对槽底泥浆和沉淀物进行置换和清除, 使底部泥浆比重不大于 1.15。

### 3.2 降水井施工

常用降排水方法有集水明排、轻型井点、喷射井点、疏干真空井、降压管井和回灌井。基坑明排水施工全过程应保持坑内开挖面无积水, 满足大雨、暴雨时能及时抽排的能力需求。轻型井点各泵组运行管路系统的真空度不宜大于  $-0.065\text{ MPa}$ 。滤料规格应符合滤料的平均粒径  $d_{50}$  应为降水目的层的平均粒径  $d_{50}$  的 6~12 倍; 滤料不均匀系数不宜大于 3 的规定。井点孔口段应用黏性土分段捣实回填。喷射井点: 成孔直径不应小于 400 mm, 每套喷射井点数不宜大于 30 根, 排水总管直径不宜小于 150 mm, 总长不宜大于 60 m。井点孔口段应用黏性土填实环状柱高不宜小于 1.5 m, 封填黏性土应分段捣实。正式抽水运行前, 应检查高压泵工作水压力、真空度、管路密封性能、封孔效果等。成井结束进行单井试抽时, 地面测定的真空度不应大于  $-0.09\text{ MPa}$ , 降水运行中、后期的真空度不宜大于  $-0.065\text{ MPa}$ 。疏干降水管井井管外壁扶中器的设置间隔宜为 8~10 m。在降水运营期间, 真空疏干管井的负压管路系统的真空度不应大于  $-0.065\text{ MPa}$ 。减压降水管井井管外径不应小于 273 mm, 成孔直径应比井管外径不小于 300 mm 以上。滤管段的扶中器宜设置在滤管顶端上方、滤管底端下方的部位。减压管井滤料围填的料面标高不小于滤管顶端以上 2.0 m。活塞洗井的全程提拉至井内泛水变清。空压机洗井应全部清除沉淀管中的沉渣。承压水水位降深应满足各开挖

工况的安全承压水位控制的按需降水的设计要求。回灌井管外径不应小于 273 mm, 成孔直径应比井管外径大 350 mm 以上, 与减压降水井的水平间距不宜小于 6.0 m。滤管顶、底部须安装扶正器。滤管顶端以上滤料围填的料柱面厚度不小于 2.0 m。回灌管井滤料柱顶面以上黏土球的封填高度, 井管外侧止水封闭层顶至地面之间宜用素混凝土充填密实或压浆。回灌前至少有 3 周的回灌井休止期。回灌运行前进行现场抽灌试验。采取地下水回灌措施后, 基坑内地下水位控制应满足开挖工况的需求, 并定时回扬养护。

## 4 基坑降水运行

监测、电源和降排水系统正常运行。针对基坑降水工程特点制定相应的监测监护系统方案, 合理设置水位、流量、地面沉降和分层沉降监测, 明确监测数据的报警限值, 信息平台沟通顺畅。现场配备双电源, 自动切换, 水泵自动启动。进行专门的排水系统设计, 确保排水系统的排水能力能够满足承压水降水的要求。

降水井井管及降排水系统得到有效的安全保护。井点损伤主要是被挖掘机械碰伤、纵坡滑动和井点暴露后位移, 应设置警示装置, 严格保证纵坡比, 井点与支撑体系可靠连接等。

## 5 降水井封井

当地下结构抗浮稳定性满足设计要求时, 方可采取封井措施。停止降水运营的时间节点与指令应经由结构设计、施工监理、施工总包和专业降水单位参加的专题会议决定, 充分考虑后浇带和变形缝的施工安全延期封井, 由总包出具封井同意书。

实施封井措施前, 应编制完整的封井设计方案与施工组织设计文件。封井作业完成后, 应通过井内渗水试验检验封井质量。混凝土强度等级应比地下结构底板混凝土强度等级高一级。止水钢板与井管焊接部位无裂缝、无渗水。注浆或混凝土回填、养护后, 无地下水渗。

## 6 地下水控制应急预案

地下水控制设计应进行基坑降水和止水帷幕多种方案的性价比对照, 选取最优方案实施。降水运行过程中应严格按设计方案执行。降水运行应对水位、水量和沉降加强监测和分析, 发现问题及时处理。地下水控制过程中须严密监控围护结构的隔水效果、周围环境的显著变化等。必要时可采用局部回灌的方法。

提倡地下水位自动采集、用电异常自动报警、备用电源自动切换智能控制和减压降水井运营自动控制。采用远程实时监测。

**注浆堵漏应急预案:**首先对渗漏水位置、原因和特征进行分析,针对渗漏水特征、原因与渗漏水通道等因素,采取有针对性的治理方案,引水堵漏,根据渗漏水的变化情况,及时调整施工位置与浆液配比,根据监测资料准确分析建筑环境因渗漏水发生的土体流失程度,采用合理的注浆措施补偿土体损失。

## 7 结语

基坑地下水控制是基坑工程质量管控关键节点。本文针对集水明排、轻型井点、喷射井点、疏干真空井、降压管井、回灌井和止水帷幕等施工质量要求,基于地下水控制的基坑工程勘察、设计、施工、运行和封井等各阶段,阐述了地下水控制及其相关应急预案的质量通病和治理方法。基坑工程地下水控制不仅要求基坑内水位到位、止水帷幕质量好确保基坑本身安全施工,而且严格控制基坑外地下水变化对周边环境影响负效应降至最低。

### 参考文献:

- [1] 瞿成松. 上海陆家嘴地区回灌试验分析[J]. 地下空间与工程学报, 2014, 10(2): 295 - 298. (QU Cheng-song. Analysis of the recharge test at Lujiazui area in Shanghai[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2014, 10(2): 295 - 298. (in Chinese))
- [2] 刘军, 潘延平. 轨道交通工程承压水风险控制指南[M]. 上海: 同济大学出版社, 2008. (LIU Jun, PAN Yan-ping. Guide for risk control of confined groundwater in metro engineering[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2008. (in Chinese))
- [3] DG/TJ 08—236—2013 市政地下工程施工质量验收规范[S]. 2013. (DG/TJ 08—236—2013 Code for acceptance of construction quality of municipal underground engineering[S]. 2013. (in Chinese))
- [4] 瞿成松, 徐丹. 基于环控目标的基坑降水围护结构[P]. 中国专利: ZL201220616860.4, 2013-05-15. (QU Cheng-song, XU Dan. Dewatering of foundation pit retaining structure based on the environmental control[P]. Chinese patent: ZL201220616860.4, 2013-05-15. (in Chinese))
- [5] 瞿成松. 基坑降水系统及其应用[J]. 上海地质, 2010, 31(4): 48 - 52. (QU Cheng-song. Dewatering system and application for the foundation pit[J]. Shanghai Geology, 2010, 31(4): 48 - 52. (in Chinese))
- [6] 瞿成松, 陈蔚, 黄雨. 人工回灌控制基坑工程地面沉降的数值模拟[J]. 中国海洋大学学报, 2011, 41(6): 87 - 92. (QU Cheng-song, CHEN Wei, HUANG Yu. Numerical simulation for subsidence of deep foundation pits controlled by artificial groundwater recharge[J]. Periodical of Ocean University of China, 2011, 41(6): 87 - 92. (in Chinese))
- [7] 姚天强, 石振华, 曹惠宾主编.基坑降水手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006. (YAO Tian-qiang, SHI Zhen-hua, CAO Hui-bin. Manual of the foundation pit dewatering[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2006. (in Chinese))
- [8] 瞿成松, 汪发文, 魏鹏飞. 天津津门大厦超深基坑井点降水新技术[J]. 资源环境与工程, 2011, 25(4): 323 - 329. (QU Cheng-song, WANG Fa-wen, WEI Peng-fei. The new dewatering technology for the Jinmen building ultra deep foundation pit in tianjin[J]. Resources Environment and Engineering, 2011, 25(4): 323 - 329. (in Chinese))
- [9] 朱悦铭, 瞿成松, 徐丹. 基于下负荷面剑桥模型分析基坑降水对地铁沉降影响[J]. 上海国土资源, 2013, 34(1): 19 - 22. (ZHU Yue-ming, QU Cheng-song, XU Dan. Analysis of tunnel subsidence caused by foundation pit dewatering using the subloading Cam-clay model[J]. Shanghai Land & Resources, 2013, 34(1): 19 - 22. (in Chinese))

(本文责编 胡海霞)