

井管与井点相结合的降排水方案 在降低地下水位中的应用 ——以滁河三汊湾水利枢纽改建工程中的应用为例

汪 亮¹, 吴 达², 李 盛³

(1. 江苏省鸿源招标代理股份有限公司, 江苏 南京 210001; 2. 南京市水利建筑工程有限公司, 江苏 南京 210001; 3. 南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011)

摘要: 针对拟建水工建筑物位于六合区滁河中上游, 其河床基本为淤泥质粉质壤土夹粉质砂壤土层, 河道的水文地质特征为地下水位高、透水强、力学强度较低易液化的特点。为确保拟建水工建筑物安全及满足实施过程中重型机械对作业面负荷的需求。根据地基土的地质条件与施工可操作性的原则, 提出了井管施工与井点施工相结合切实可行的降水方案, 并取得了预期的效果。

关键词: 降低地下水; 井管降水法; 井点降水法

中图分类号: TV523 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 09-0009-04

Application of the drainage scheme combined with well pipe and well point on reducing the underground water level

WANG Liang¹, WU Da², LI Sheng³

(1. Jiangsu Hongyuan Bidding Acting Co., Ltd., Nanjing 210001, Jiangsu;
2. Nanjing Water Conservancy Construction Co., Ltd., Nanjing 210001, Jiangsu;
3. Nanjing Yangtze River Management Division, Nanjing 210011, Jiangsu)

Abstract: The hydraulic building is located in Luhe District of Chuhe River upstream. The riverbed is muddy silty loam with silty sandy loam soil. The hydrogeological characteristics of the river are high underground water level, strong permeable, low mechanical strength and easy liquefaction. According to those features and the geological conditions of foundation soil and the principle of feasibility of construction, to ensure the safety of the hydraulic building and meet the demand for heavy machinery operation load, drainage scheme combined with well pipe construction and well point construction is put forward. The expected effect has been achieved.

Key words: groundwater lowering; well pipe dewatering method; well point dewatering method

0 引言

水利工程建筑物其基础处理和基础施工处于地面以下, 均受到外水位和地下水位的影响, 致使遭受围堰渗水、基坑范围内的降雨和地下水位的

影响。本文针对位于六合区滁河干流上三汊湾闸施工过程中, 如何针对该枢纽工程基坑以下持力层土质为河床淤泥质粉质壤土夹粉质砂壤土层的特点, 通过井管为主与轻型井点排水为辅的降排水方案的结合, 确保该水利枢纽工程的施工质量

收稿日期: 2016-04-15

作者简介: 汪亮 (1983-), 男, 工程师, 主要从事水利工程建设管理、造价管理、监理与招、投标工作。

能满足设计要求。

1 工程概况

三汊湾水利枢纽位于南京市六合区滁河龙池段主干河道上(距马汊河分洪道入江口 8.2 km),由节制闸、船闸、交通桥等组成,是滁河苏、皖两省跨境的重要水利枢纽工程之一。该枢纽为拆除重建工程,其节制闸设计流量为 $400 \text{ m}^3/\text{s}$,共 3 孔,单孔净宽 12.0 m;船闸为Ⅵ级航道,设计按 100 T 级驳船通过,其最高通航水位为 8.5 m,最低通透水位为 6.2 m;交通桥设计荷载为公路Ⅱ级,并采用闸桥结合的方式,其桥梁上部结构采用预制大孔板,基础处理采用灌注桩形式。

该枢纽工程等别为Ⅲ等,其主要建筑物均为 3 级水工建筑物,次要建筑物为 4 级;防洪标准采用 30 年一遇设计,100 年一遇校核;抗震标准采用抗震烈度为 6 度。

2 水文地质与建筑物条件分析

2.1 地质条件情况

根据水文地质资料揭示:该枢纽基础部分以下的持力层土质为③_s层淤泥质粉质壤土夹粉质砂壤土,属微~中等透水,力学强度较低;工程区域内地下水为孔隙性潜水,场地地下水水位变幅主要受滁河水位高低的影响甚大,其年度变幅可高达 3~5 m。该枢纽基坑开挖时,发现局部存有流沙层,且渗透系数 K 值较大,故相应的地下水的出水量较为丰富^[4]。

2.2 建筑物设计情况

(1)本工程建筑物基底高程范围为 0.1~1.5 m(吴淞高程,下同),节制(船)闸室和下游消力池基础部分均坐落在③_s、④层粉土质砂土上,其相应的渗透系数 K 值为 $4.04 \times 10^{-3} \sim 4.16 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 之间,表明该土层的地下水赋存量多且出水量大。相应的地基允许承载力③_s层为 140 Kpa,④层为 190 Kpa,其粉土质地基的渗透系数 K 值为 $3.84 \times 10^{-3} \sim 4.16 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 之间。

(2)因区域内水文、地质条件差,以至于该枢纽的基础处理较为繁杂,其基础处理的方法,主要采用有灌注桩 24 根、高压旋喷桩 1047 根、封闭地下连续墙总长度 113 m,且这些基础处理均集中布置在占地面积约 1500 m^2 的主体工程的基础部分以下^[4]。

3 降排水分析计算

该枢纽的基础部分所涉及到的基础处理形式,均需采用降低地下水位的方法,方能进行相应的基础处理,即该枢纽实施过程中的核心是基础处理,而基础处理的前提是如何对枢纽基坑部分的地下水进行有效地控制。如何有效地设计出适合实际情况的地下水降排水方案,并在实施过程中具有一定地可操作性,这些均是该枢纽实施成败的关键。

3.1 含水层参数的率定

含水层厚度 H 的确定:当地下水位位于相对高程 4.9 m 时,第③淤泥质粉质壤土夹粉质砂壤土层的厚度约为 25 m,其相应的相对高程为 -23.2 m,则相应的其含水层 r 的厚度可确定为 28.1 m。

3.2 基坑水位下降深度计算

基坑水位降深 S 的确定:若按地下水降至基坑面下 0.5 m 的最低要求计算,则地下水位下降深度确保为 $4.9 - (-0.4) = 5.3 \text{ m}$ 。

3.3 基坑降水等效半径计算

基坑等效半径 r_0 的确定:依据水文地质资料并结合实地,并参照相关类似工程的经验,拟定:

$$r_0 = 0.29 \times (a+b) = 0.29 \times (70+100) = 49.3 \text{ m}$$

式中:

a —代表闸室及上下游连接段基坑开挖范围的宽度, m;

b —代表闸室及上下游连接段基坑开挖范围的长度, m。

3.4 降水井的影响半径计算

降水井影响半径的确定:根据经验取 $R+r_0=100 \text{ m}$ 。由于本工程基坑范围内所涉及的水文地质条件不存在承压水,故可以按潜水非完整井计算:

$$Q = 1.366k \frac{H^2 - h_m^2}{\lg\left(1 + \frac{R}{r_0}\right) + \frac{h_m - l}{l} \lg\left(1 + 0.2 \frac{h_m}{r_0}\right)}$$

$$R = 2s\sqrt{HK}$$

$$h_m = (H + h) / 2$$

式中:

H —含水层的厚度, m;

k —渗透系数(取 3.59), m/d;

h —降水后水位标高到隔水地板的距离, m;

h_m —降水高度与含水层厚度的平均值((28.1+

22.8)/2=25.45), m;

l —降水井包纱网的长度值,本枢纽工程取值为2 m。

故: $Q=1.366 \times 3.59 \times$

$$\frac{28.1^2 - 25.45^2}{2} \lg \left(1 + \frac{100}{49.3} \right) + \frac{25.45 - 2}{2} \lg \left(1 + 0.2 \times \frac{25.45}{49.3} \right)$$

$$= 1132.07 \text{ m}^3/\text{d}$$

4 降水方案的选择

4.1 排水量情况

根据计算结果本区总涌水量较大,考虑到控制降水区域为不完整井,同时由于该潜水层埋深较大,并受上部水量的补给及天气等其他因素的直接影响,故应考虑采用管井的降低地下水的方式。

单井出水量计算: $q=120\pi r l \sqrt{k}$

式中:

r —降水井过滤器半径

计算得: $q=173.09 \text{ m}^3/\text{d}$

根据工程经验,单井出水量井效取30%, $q=51.93 \text{ m}^3/\text{d}$,确定相应的管井的井眼数: $1132.07 \div 51.93=21.8$ 眼 ≈ 22 眼。

4.2 从现场和经济情况分析

(1) 现场实际情况:考虑到该枢纽工程主体部分位于滁河河道中央,且占地约为1500 m²以上,同时还应充分考虑到该枢纽工程基础部分实施期间,施工机械设备的行走、井管的排水与供电线路互有交叉重叠等的影响,所以如何通过控制主体工程范围内的井管间距以降低对施工机械设备行走的影响,但若一味地考虑上述因素的影响,则无非要通过降低施工机械设备的效率。但若单一考虑到降低施工机械设备效率是很不理想,在兼顾与局部地段遭遇流沙土层这一实际情况下。经充分考虑,通过开挖后采用轻型井点降水围封的方案,既可迅速地降低地下水,同时,由于其它浅部结构基本均处在微~弱透土层上,可通过在位于河道边坡上采取井点围封,予以一并考虑的降排水的方法。

(2) 经济分析比较:在充分考虑满足地下水降排水先决条件,在单独考虑井管降水与轻型井点降水条件下的经济分析比较,宜优先考虑采用井管降水为主和轻型井点降水为辅的方案,作为该枢纽工程基坑降低地下水的方案。

(3) 综合情况选择:降水的方法一般常用的有:井管、轻型井点、喷射井点、电渗井点及深井井点等。在具体的施工过程中,应根据该枢纽工程现场基坑土质的渗透系数,要求降低地下水的深度、分布情况、涌水量,施工设备条件等技术分析论证后,并通过相应的经济分析比较。在此基础上查阅了规范,井管降水适用范围和特点为:其适用于土层渗透系数为0.5~80 m/d,且具有排水量大、降水深可达(15~50 m)、并不受土质类别等限制的特点,适用于地下水丰富,基坑深(>10 m),基坑占地面积大的工程地下降水;流砂地区和重复挖方地区使用这种方法,效果更佳^[3]。同时,对轻型井点适用范围和特点为:适用于土层渗透系数为0.1~0.5 m/d,便于施工,施工工艺灵活,且效率高。综合以上种种因素并结合本工程的特点,故确定降水施工采用井管为主与轻型井点为辅的施工工艺,并作为该枢纽工程实施期间地下水的降排水的最终方案。

5 降水工艺施工

降水工艺的具体做法为:当一期土方开挖至▽3.2 m时,首先布设井管,并保持呈梅花型布置的方式进行施工,因通过上述分析计算,拟建工程基坑共需布置22眼井管,并严格控制各井管间的间距为15 m,这样方能达到最佳降水效果。当水位降至▽0.2 m时,进行二期土方开挖,并开挖至▽0.4 m处,然后进行轻型井点施工,通过对地下水文资料的分析计算,共需轻型井点长度为400 m,并需配备5套相应的轻型井点设备,方能满足拟建工程基坑的降排水要求。

5.1 井管施工

5.1.1 工艺流程

井位放样→做井口、按护筒→钻机就位→钻孔→回填底砂垫层→吊放井管→回填管壁与孔壁间的滤层→洗井→井管内下设水泵、安装抽水控制电路→试抽水降水井正常工作→降水完毕拔井管→封井。

5.1.2 施工操作

(1) 施工采用回旋钻机钻孔,孔径为40 cm。钻机利用水平仪抄平,以保证成孔的垂直度,并指定技术人员全天候随机测定泥浆的比重、粘度、含砂率和胶体率,并及时进行调整。既要防止泥浆比重小造成塌孔,又要防止因泥浆比重大,造成钻

孔周边土体孔隙堵塞,影响降排水的效果,实践表明其泥浆比重应控制在1.05以内。

(2) 泥浆排出后,应采用泥浆泵输送至排泥场指定集合点。成孔后的清孔应采用反循环的方式进行。清孔后应及时安放井管,井周边应采用扶正木,以控制井周边滤水层的厚度和井管的垂直度。选用标准透水井管,外裹两层100~120目滤网,现场取水样试验,控制含泥量在0.05%以内。

(3) 滤层应采用级配良好的绿豆砂沿井管周边均匀灌注上升。滤层一旦灌注完成后,试抽时务必要严格控制其降水速率,因其抽水过程也是周边滤料密实的过程。如抽水过快,周边土体可能渗进滤料层,严重时甚至会堵塞井管。一般试抽时宜采用小型井泵,分节进行,使井底水位均匀缓慢地降低。

(4) 当试抽到使周边滤料密实后,方可进行洗井,采用橡皮活塞反复抽拔进行,定时测定出降排水相应的含泥量,如超过标准,则应及时进行调整滤网。在深井抽水的全过程中应安排专人24 h值班监视,并及时处理异常情况。为掌握实际降排水的动态情况,必须加强对观测井中水位的观测,尤其应对承压水水头进行连续观测、记录、整理,并及时调整水泵的高度,以满足地下水降至施工设计要求。

(5) 封井方法:先将井内渗水快速抽干,然后在井内填入一定深度的粘土,最后顶部1 m用素混凝土将井口封闭。

5.2 轻型井点施工

轻型井点是一种人工降低地下水位的方法,通过在其基坑外围或一侧、二侧埋设井点管深入含水层内,井点管的上端通过连接弯管与集水总管连接,集水总管再与真空泵和离心水泵相连,启动抽水设备,地下水便在真空泵吸力的作用下,经滤水管进入井点管和集水总管,排出空气后,由离心水泵的排水管排出,使地下水位降低到基坑底以下。本法具有机具设备简单,使用灵活,装拆方便,降水效果好。可提高边坡的稳定,防止流砂现象的发生,降水费用较低等优点^[2]。但需配置一套井点设备。

5.2.1 井点降水设施的布设

为确保该枢纽工程基础部分施工的万无一失,在井管降水的同时,在基础底板外侧2 m范围布设轻型井点,共计需要5套。轻型井点呈环形布置,

井点降水每根井点管长6 m,间距1 m,开挖至标高+0.8 m向下开始布设。

5.2.2 工艺流程

(1) 定位:根据现场情况,确定井点布置方位;

(2) 开沟:一般深度为1.5 m,为排放冲孔用水,若表面是杂填土,必须清除到原土以方便井点的插入;

(3) 冲孔:用高压水枪冲孔,孔径约0.3 m,孔深超过井点管(连滤头)长度0.5 m;

(4) 置管:成孔后迅速放入支管,放入后以管口出水为合格;

(5) 填砂:井点管放入后四周及时填砂,以粗砂为宜,每孔约350 kg;

(6) 安装:井点管和总管用弹簧软管连接,两端宜采用12 #铁丝扎紧,以防漏气,总管和机组连接,其机组位置以设在总管中部为好。若考虑排水位置或场地具体情况,亦可放在端处(每组总管各自分开);

(7) 铺设排水管道(排放口应在沉淀池),抽去沟内明水,并用粘土填封孔口,以防漏气;

(8) 开机抽水^[1]。

6 结束语

在该枢纽工程施工中,根据降水记录显示,地下水位按0.6 m/d匀速下降,因此上述降排水方法既满足了规范要求的地下水下降速率,同时,经观测河道及基坑边坡在实施与运行期均无位移变化。该枢纽工程基坑地下水位由4.9 m降至-0.5 m,一期与二期工程降水合计共用15 d完成任务,比原降排水计划工期30 d,提前了15 d,为主体工程的提前开工既赢得了宝贵的时间,同时在满足设计要求的前提下又为工程建设节约了相应的投资。

参考文献:

- [1] 陈浩涛.真空井点降水法在深基坑支护中的应用[J].中国给水排水,2003.12.
- [2] 杨根芳.深基坑真空井点降水技术的应用与研究[J].工程技术,2009.
- [3] 符敏.深基坑降水理论研究及方案设计[J].山西建筑,2004.
- [4] 董小卓.南京市六合区滁河防洪治理近期工程三汊湾水利枢纽改建工程地质勘察报告[R].南京:南京水利规划设计院,2012.08. (责任编辑:王宏伟)