

辐射井降水技术在大面积基坑工程中的应用

张治晖¹, 刘德林², 兰晓林²

(1. 中国水利水电科学研究院, 北京 100044; 2. 建设综合勘察研究设计院, 北京 100007)

摘要:辐射井降水技术适用于各种地层,单井控制降水面积大,对疏干含水层有特效,与其它工序干扰小,占地面积少,管理方便,是大面积基坑降水的有效方法。通过中国电影博物馆基坑降水实例,介绍在大面积基坑工程中辐射井降水技术的设计、施工及降水效果。

关键词:辐射井降水;疏不干含水层;大面积基坑

中图分类号:TU46⁺3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)11-0053-03

Application of Radiate Dewatering Well in Large-scale Foundation Pit Engineering/ZHANG Zhi-hui, LIU De-lin, LAN Xiao-lin (1. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China; 2. China Institute of Geotechnical Investigation and Surveying, Beijing 100007, China)

Abstract: Dewatering by radiate well can be applied in various formations with large scale of dewatering by a single well; it is an effective dewatering method with advances of fewer disturbances to construction, less area and convenient management. Based on the dewatering case of foundation pit of China National Film Museum, the design, construction and result of dewatering for large-scale foundation pit were introduced in this paper.

Key words: dewatering by radiate well; drainage of aquifer; large-scale foundation pit

1 工程概况与水文地质条件

中国电影博物馆位于北京市朝阳区黑桥村村南,环行铁路内,拟建天环路南侧、影视城西路东侧。建筑物占地面积 160 m × 72 m,建筑面积 37200 m²,建筑物地上 4 层,钢结构,最大檐高 30.0 m,局部设 1 层地下室,独立基础。拟建工程槽底标高 I 区 -5.55 m、II 区 -7.45 m、III 区 -8.25 m,见图 1。

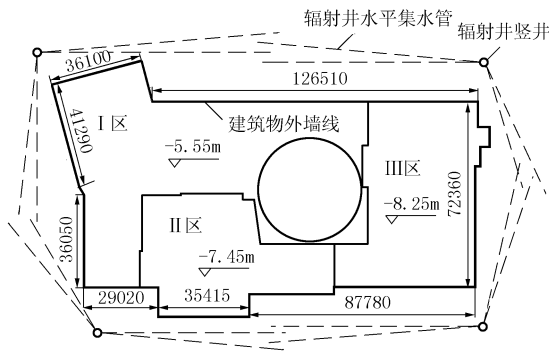


图 1 基坑平面图及辐射井布置图

根据勘察报告,基坑深度范围内地层如下:

①素填土,黄褐色,以粘质粉土、粉质粘土为主,含少量砖渣、灰渣及植物根等,层厚 0.50 ~ 1.70 m,层底标高为 29.10 ~ 29.85 m;

②互层状粘土②₁、粉质粘土②₂、粘质粉土②₃,

层厚 2.00 ~ 5.90 m,层底标高为 23.70 ~ 27.57 m;

③砂质粉土,局部为粘质粉土,局部夹③₁粉质粘土薄层,层厚 0.50 ~ 3.90 m,层底标高为 22.80 ~ 24.92 m;

④互层状重粉质粘土④、粘土④₁、粉质粘土④₂、粘质粉土④₃,层厚 2.20 ~ 5.90 m,层底标高为 18.30 ~ 21.04 m。

基坑深度范围内的地下水主要是上层滞水,含水层为②₃粘质粉土及③砂质粉土,不透水层为重粉质粘土④层。上层滞水静止水位埋深为 2.03 ~ 6.25 m,标高为 23.94 ~ 28.42 m。

2 降水方案分析

本基坑的含水层为弱透水性含水层,不透水层层顶高出基坑底(基坑最深处),这种地层在工程界称为“疏不干含水层”,同时,基坑降水面积大,约 12000 m²,降水方案的选择至关重要。

常规的降水方法为井点降水,在北京地区主要有管井井点和轻型井点方法,前者适合于透水性较好、渗透系数较大的含水层,施工简单是主要优点,但是管井井点降水,形式为水位降低漏斗,即地下水流入管井内是靠水头差来实现的。对于疏不干含水

收稿日期:2008-04-11

作者简介:张治晖(1970-),男(汉族),山东文登人,中国水利水电科学研究院高级工程师,水利水电专业,从事地下水开发利用与防治、工程地质水文地质的科研、设计与施工工作,北京市车公庄西路 20 号,zzh@iwahr.com。

层,用井点降水难以达到较好效果,只能加密井距,而井加密又十分不经济。同时如果用管井井点降水,井位外还要安装排水管道,场地占用大,给主体施工带来不便。

轻型井点适合于深度 ≥ 6 m、渗透系数较小,特别适用于上层滞水。对于本基坑,如果用轻型井点降水,需Ⅱ级井点,场地占用大,同时管道容易漏水,管理困难,降水系统布置相对复杂。

辐射井降水(又称水平井降水)技术是近几年用于工程降水的新技术。辐射井是一口直径为3 m的钢筋砼竖井和自竖井内任何高度和方向打进水平集水管组成,水平集水管将地下水排至竖井内,用泵抽出。辐射井降水主要特点是适用于各种地层,将水平集水管沿含水层打进,并根据基坑及含水层的渗透性、厚度等情况确定水平集水管的层次、每层根数,达到基本疏干含水层的目的。同时采用辐射井技术降水,由于降水井数量少,施工占地少,抽水管理方便,排水管线相对简单^[1,2]。

20世纪80年代末,中国水利水电科学研究院把辐射井技术引入降水工程获得成功,并取得了国家专利,至今已经在北京、石家庄、武汉、太原等地完成降水工程几十处,均达到良好的降水效果。

本基坑含水层渗透系数较小,降水面积大,更主要的是属于“疏不干含水层”,为达到疏干含水层、基坑干作业的降水要求,我们认为,辐射井降水方法是最佳也是最合理的选择。

3 辐射井降水设计计算

3.1 井深确定

根据水文地质条件和基坑深度,初步确定辐射井井深9.0 m,水平集水管布置于埋深7.5 m左右(即含水层③层与不透水层④层交接处)。

3.2 基坑涌水量计算

基坑涌水量 Q 的计算是以裘布依集水井涌水量计算方程为基础的,即把基坑看成为一个“大井”来代替集水井抽水的含义。为了便于计算,我们把基坑视为一个圆形面积,在这个圆形面积地下水位降到一定的深度就成为一个大直径的集水井,计算公式^[3]为:

$$Q = [1.366k(H^2 - h^2)] / \lg(R/r)$$

式中: Q ——涌水量, m^3/d ; k ——综合渗透系数, m/d ; H ——地下水位至不透水层顶面距离, m ; h ——要求降水深度至不透水层顶面距离, m ; R ——基坑的影响半径, m , $R = R' + r$, $R' = 2(H - h_1) \sqrt{kH}$; h_1 ——

降水井抽水动水位至不透水层顶面距离, m ; r ——把基坑看成是圆面积的半径, m , $r = [\sqrt{A/2} + (B/2\pi)]/2$; A ——基坑面积, m^2 ; B ——基坑周长, m 。

计算得: $Q = 152.8 m^3/d = 6.4 m^3/h$ 。

3.3 确定辐射井单井排水量和辐射井数量

3.3.1 辐射井单井出水量按下式^[4]计算:

$$q = \alpha q_0 n$$

式中: q ——辐射井出水量, m^3/d ; α ——干扰系数, m^3/d , $\alpha = 1.609/n^{0.6864}$; n ——水平集水管根数,设计 $n = 4$; q_0 ——单根水平集水管出水量, m^3/d , $q_0 = [1.366k(H^2 - h_1^2)] / \lg[R_0/(0.75L)]$; R_0 ——辐射井影响半径, m , $R_0 = R' + L$; L ——每根水平集水管长度,设计 $L = 60 m$ 。

计算得: $q = 105.7 m^3/d = 4.4 m^3/h$

实际辐射井的影响范围超过基坑,故取折减系数0.6,则设计单井水量为:

$$q' = 0.6q = 2.6 m^3/h$$

3.3.2 设计井数的计算

$$n = Q/q' = 2.4 \text{ 眼}$$

根据辐射井降水的原理和经验,设计辐射井数取为4眼。

4 辐射井降水方案

设计辐射井4眼,竖井直径3 m,竖井深度9.0 m左右,辐射井布置见图1。水平集水管布置于不透水层(即重粉质粘土④层)顶部,埋深7.5 m左右,每根长度50~80 m,每眼井布置4根,见图2。

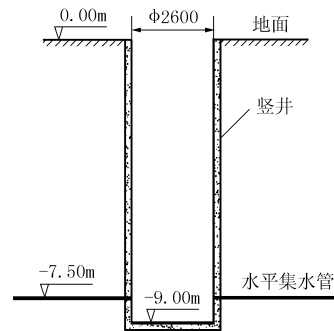


图2 水平集水管布置图

5 降水辐射井的施工

5.1 竖井施工

采用反循环回转钻机成孔,漂浮下管法成井。竖井井管是由不透水的钢筋砼做成,外径2.90 m,内径2.60 m,事先在场外预制,1 m一节,井座外径2.90 m,内径2.60 m,底厚20 cm,高1 m,亦是预制。

反循环钻进时,要保持井孔内的静水压力 15 kPa 以上,井孔内泥浆密度在 1.04 ~ 1.08 kg/L 之间,并要保持一定的钻进速度,不能过快。成孔后,将井座吊装到井孔中漂浮起来,再将井管吊装到井座上,一节接一节地落下,直到井座下到预定深度,并确保井管直立,井管接头采用防水卷材封闭接口,最后在井管周围填土密实。

5.2 水平集水管施工

水平集水管的施工机械选用中国水利水电科学研究院自行研制的 SPZY-2 型全液压水平钻机,滤水管选用 $\varnothing 50$ mm 的 PVC 双螺纹波纹管,用套管钻进法成孔。先将 $\varnothing 89$ mm 套管打进含水层中,再从套管中插进滤水管,然后脱掉钻头,拔出套管,把滤水管留在含水层中。

5.3 降水效果

降水施工人员和机械于当年 12 月 12 日进场,共施工 20 天。随后的基坑开挖中,基坑范围内的含水层基本疏干,没有产生流砂,达到降水要求。

6 结语与建议

(1) 辐射井降水技术适用于各种地层,单井控制降水面积大,同时与其它工序干扰小,占地面积少,管理方便,维修便利,其具有的独特功效,是传统降水方法所不及的。无论从造价上还是技术上都适合于大面积基坑降水。但对于小面积基坑,采用辐射井降水造价偏高。

(2) 由于辐射井水平集水管能在任意高程含水

层中打进,在疏不干含水层中,将水平集水管沿含水层底面打进,并根据基坑及含水层的渗透性、厚度等情况确定水平集水管的层次、每层根数,达到疏干含水层的目的。因此辐射井降水技术是解决“疏不干含水层”降水问题的一种有效方法。

(3) 目前我国现行规范对辐射井降水中水平集水管的布置未给出定量的设计依据,设计主要源于技术人员的经验。设计中水平集水管的布设是关键,因此单个水平管的出水量是关键,目前设计计算主要是半经验半理论公式。

(4) 辐射井降水方案的确定,必须全面分析水文地质条件、周围环境、地下结构等特点,切不可千篇一律。辐射井的水平集水管在施工过程中应根据现场的实际调整层次、根数及长度,特别是地质勘察资料与实际情况有一定的出入时,以达到降水目的。

参考文献:

- [1] 张治晖,伍军,等. “疏不干含水层”辐射井降水技术[J]. 岩土工程技术, 2000, (3).
- [2] 张治晖,赵华. 辐射井技术及其应用研究[A]. 中国水利水电科学研究院第七届青年学术交流会议论文集[C]. 2002.
- [3] JGJ/T 111-98, 建筑与市政降水工程技术规范[S].
- [4] 编写组. 供水水文地质手册[M]. 北京:地质出版社,1977.
- [5] 伍军,智一标,等. 在粉细砂层中打辐射井的试验研究[A]. 水利水电科学研究院科学研究论文集(第 25 集)[C]. 北京:水利电力出版社,1986.
- [6] 水利部农村水利司. 机井技术手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,1995.

(上接第 37 页)

(3) 结构简单,拆装方便;

(4) 大部分部件采用标准件,特别是易损件都采用标准件,易采购;

(5) 体积小,质量轻,易实现高速运转,特别适合小口径金刚石绳索取心钻进。

该水龙头易损件采用标准件如下:

水封为 V 型 35 mm × 55 mm × 12 mm 橡胶密封圈;轴承 7 为 109 向心轴承;轴承 9 为 8209 滚动轴承;骨架油封 12 为 P45 mm × 72 mm × 12 mm;骨架油封 13 为 P45 mm × 65 mm × 12 mm。

主轴(8)、芯管(5)的材质选用 40Cr,其它部件用普通 45 钢材,水封压紧程度用调节螺栓(3)使压盖(4)压紧水封,调节非常方便、易掌握,易操作。芯管(5)体积小,加工方便、省材。

3 使用效果

我队机修厂加工了 4 套水龙头在我单位机台钻探施工中使用,至今我单位每个机台钻机(包括国产全液压钻机)都使用该水龙头,已完成钻探总进尺达 5 万多米。

在近年来施工中,根据现场机台需要,水龙头个别地方做了改动。如吊环改为卡槽,使之与提引钻杆的提引器通用,方便起下主动钻杆;水龙头芯管选用合金钢材料加工,使其使用寿命更长;进水口加工成公扣,直接连接高压水管等。

总之,这种轻便实用高速水龙头在使用中不断完善,其优良的性能在当前生产中发挥了很好作用,许多兄弟单位施工队了解了其性能后,争相使用我队加工的水龙头。