

拉萨地区邻河基坑管井降水案例分析

杨冬雪, 李志虎

(北京市地质工程勘察院, 北京 100048)

摘要:管井降水是一种设备简单、排水效率高的降水方法,在地下工程的施工中有广泛的应用。本文结合拉萨京藏交流中心邻河基坑降水项目的施工实践,参考实际施工效果和实际施工条件,研究邻河基坑管井降水的方案优化,分析降水过程中的重点和难点,增强降水方案的科学性,提高降水效率。

关键词:邻河基坑;管井降水;抽水试验;降水优化;应急措施

中图分类号:TU46⁺3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672—7428(2018)07—0090—04

Case Analysis of Tube Well Dewatering of the Foundation Pit Neighboring River in Lhasa Region/YANG Dong-xue, LI Zhi-hu (Beijing Institute of Geological Engineering, Beijing 100048, China)

Abstract: Tube well dewatering is widely used in the construction of underground works for its high drainage efficiency with simple equipment. This paper studied the scheme optimization of the tube well dewatering of a foundation pit by river and analyzed the key and difficult points in the dewatering process in high altitude area based on the constructin practice of dewatering project by river in Lhasa and with the reference of the actual construction effects and the actual construction conditions. As the dewatering scheme is more scientific, the dewatering efficiency is also improved.

Key words: foundation pit by river; pipe well dewatering; pumping test; dewatering optimization; emergency measures

管井降水是一种设备简单、排水效率高的降水方法,在地下工程的施工中有广泛的应用。在拉萨邻近河岸的京藏交流中心基坑工程中,通过实际抽水试验验算修正相关水文地质参数,对设计方案进行优化调整,以实际施工效果结合项目特点,合理对施工工艺和管理进行优化,以增强降水方案的科学性,提高降水效率。

1 工程概况及水文地质条件

1.1 工程概况

拉萨邻近河岸的京藏交流中心工程,基坑西侧酒店区域开挖深度为 6.202~7.206 m,基坑东侧住宅及公寓区域开挖深度为 4.685~7.040 m,场地东南侧邻近拉萨河,最近距离约 45.4 m。

1.2 工程地质及水文地质条件

拟建场地位于拉萨河 I 级阶地,为河流冲(洪)积地貌,地形单一,整体较为平坦,部份场地已平整。拟建场地主要为人工填土、中砂、圆砾及卵石土。

人工填土(Q₄^{ml}),灰色,主要成分为砂土和卵砾

石,结构松散,干,卵砾石粒径 5~90 mm,占 30%~45%,砂含量占 20%~30%,为新近回填。

填土下方均为卵石土底层,灰色,稍湿—饱和,松散,主要成分为卵石夹中粗砂,卵石母岩成分为花岗岩、石英砂岩。卵石磨圆度较好,分选性和级配中等,厚度在 0.5~6.1 m。

勘察场地的地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水,以径流、排泄、蒸发及渗透等方式进行循环。松散岩类孔隙水主要赋存于第四系冲(洪)积地层中,富水性较好,透水性较强,与拉萨河贯通。勘察期间处于相对平水期,没有到达最高的汛期水位,勘察时地下水位埋深为 3.25~4.35 m,地下水位高程为 3654.160~3654.210 m。

2 降水方案初步设计

2.1 降水方案确定

基坑开挖受地下水影响,需将孔隙潜水水位降低至基坑槽底以下 0.5~1.0 m。本项目基坑面积约为 52637 m²,拟采用管井降水方案。根据场地实

际条件及土建工程,本次设计按整体降水考虑,降水井布置沿基坑外侧封闭布置。降水井直径 0.6 m,井间距为 8 m。

2.2 勘察建议设计参数取值

根据场区勘察报告,地下水类型为潜水,且含水层深厚,勘察报告给出渗透系数建议值为 120~150 m/d。考虑到本项目邻近河岸的工程特点,地下水位补给较快,基坑涌水量难以准确估计,为确保水量计算准确和降水施工效率,需在正式施工前进行抽水试验,以对水文参数进行修正。

3 抽水试验及降水优化设计

3.1 抽水试验

3.1.1 抽水试验的目的

场地的地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水,主要赋存于第四系冲(洪)积地层中,富水性较好,透水性较强,与拉萨河贯通。由于基坑开挖过程中需揭穿潜水,因此能否成功控制地下水是该工程顺利完成施工的关键。为此,针对该层需进行专门的水文地质试验,需要利用渗透系数 K 值计算地下水涌水量,从而为基坑降水设计中的井点位置、井数和降水井间距提供基础数据和设计依据。

3.1.2 抽水试验设计

正式施工前,首先进行单井抽水试验,根据试验的目的、设计要求,结合场地的水文地质条件,在深入分析含水层的岩性、厚度、透水性等特性的基础上,抽水试验针对孔隙潜水含水层布置了 1 眼抽水井和不同距离的 2 眼观测井。抽水试验设计方案如图 1 所示。

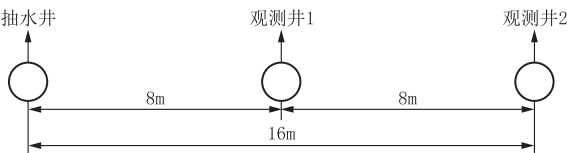


图 1 抽水试验井平面布置图

3.1.3 抽水试验结果

抽水试验共进行了稳定流量的两个落程试验。第一落程延续约 9 h,稳定延续时间超过 7 h,涌水量 76.31 m³/h;第二落程延续约 9 h,稳定延续时间超过 7 h,受水泵质量限制,涌水量为 94.11 m³/h。

抽水试验成果统计如表 1 所示。

3.1.4 水文参数修正

表 1 抽水试验成果统计

观测次数	抽水井 降深/m	观测井 1 降深 S_1 /m	观测井 2 降深 S_2 /m	流量/ (m ³ ·h ⁻¹)
第一次	1.408	0.240	0.200	76.31
第二次	2.082	0.263	0.211	94.11

根据本次试验实际情况,两次降深均为定流量、稳定降深抽水过程,完全符合稳定流抽水试验原理,可依据裘布衣公式原理进行求参数。

参数计算采用了稳定流非完整井公式,公式选择以《供水水文地质勘察规范》(GB 50027—2001)及《供水水文地质手册》为依据,选用 2 个观测井时,将相关试验数据代入后进行求参数。

$$K=\frac{0.366Q(\lg r_2-\lg r_1)}{(2H-S_1-S_2-l)(S_1-S_2)}$$

式中: H ——井底至初始水位高度,m; Q ——主井出水量,m³/d; r_1 、 r_2 ——分别为主井距观测井 1、2 的距离,m; S_1 、 S_2 ——分别为观测井 1、观测井 2 的水位降深,m; l ——过滤器工作段长度,m。

依据现场抽水试验结果,利用上述公式计算出含水层渗透系数,具体计算结果见表 2。

表 2 水文地质参数计算结果统计

项目	渗透系数 K /(m·d ⁻¹)
降深一	246.2
降深二	261.5
平均值	253.9

(1)本次试验为潜水含水层,其岩性主要为卵石②₁层~②₃层,2016 年 7 月勘察期间观测水头标高 3654.210 m(埋深 3.79 m),根据抽水试验结果,渗透系数为 246.2~261.5 m/d。

(2)经综合分析,本场区潜水含水层渗透系数推荐值 $K=260$ m/d。

3.2 降水优化设计

根据勘察资料及结构资料,场地东南侧邻近拉萨河,本次设计采用“岸边降水”计算模型进行基坑涌水量计算,并分别以潜水非完整井和潜水完整井两种方法计算,对计算结果比对分析^[3]。

3.2.1 “岸边降水”潜水非完整井计算

$$Q=1.366KS\left[\frac{l+S}{\lg\frac{2b}{r_0}}+\frac{l}{\lg\frac{0.66l}{r_0}-0.22\operatorname{arsh}\frac{0.44l}{b}}\right]b\geq l$$

式中: Q ——基坑涌水量,m³/d; K ——渗透系数,m/d; S ——基坑水位降深,m; b ——基坑中心到岸

边的距离, m ; r_0 ——基坑等效半径, m ; l ——过滤器长度, m 。

基坑涌水量计算参数见表 3。

表 3 基坑涌水量计算参数

计算方法	含水层厚度/ 度/ m	水位降深/ m	基坑等效半径/ m	过滤器长度/ m	基坑中心到岸边距 离/ m	渗透系数/ $(m \cdot d^{-1})$	基坑涌水量/ $(m^3 \cdot d^{-1})$
非完整井	29.4	4.37	117.1	4	240	260	17442.50
完整井	29.4	4.37	117.1		240	260	136658.45

3.2.2 “岸边降水”潜水完整井计算

由于地下水含水层巨厚, 可将含水层厚度修正后, 采用“岸边降水”潜水完整井计算模型, 公式如下:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - S)S}{\lg(2b/r_0)} \quad b < 0.5R$$

式中: Q ——基坑涌水量, m^3/d ; K ——渗透系数, m/d ; H ——潜水含水层厚度, m ; S ——基坑水位降深, m ; b ——基坑中心到岸边的距离, m ; r_0 ——基坑等效半径, m ; R ——降水影响半径, m 。

基坑涌水量计算参数见表 3。

根据两种水量计算方法所得的基坑涌水量, 结合降水井的布置数量, 得出降水的泵量分别为 10 和 80 m^3/h 。根据场区现场的抽水试验结果, 结合既有施工经验, 以完整井计算所得的较大的水量和泵量为降水设计依据。

4 降水施工重点问题及对应措施

降水施工各步骤需严格按照设计及施工组织要求规范施工, 并建立相应的联系制度, 以保证降水和基坑开挖的顺利进行。结合本工程项目特点和降水施工过程中遇到的难点, 为保证降水工程的圆满完成, 也为总结本工程降水实施经验, 现将工程中遇到的重点问题及对应措施总结如下。

(1) 拉萨雨期降雨时间集中、降水量大, 造成拉萨河水位上涨迅速, 地下水位抬升较快的情况。实际汛期施工过程中, 拉萨河水位上升近 1 m , 基坑底水位标高回涨。针对此种情况, 为确保汛期基坑静水位也在基坑集水坑和电梯井结构底板以下, 对降水方案进行如下补充设计。

①对基坑东侧的 11 眼降水井采取将 80 m^3/h 水泵更换为 200 m^3/h 水泵进行抽水维护, 确保汛期基坑静水位在基坑集水坑和电梯井结构底板以

下;

②对要进行换泵处理的降水井采取逐个处理的原则;

③对计划要换泵的降水井, 将新泵需要的电缆和启动柜安排到现场固定位置, 并与一级配电箱相连接妥当;

④现场对要更换水泵的降水井采取停泵措施, 并利用现场塔吊和吊车将水泵提出, 进行水泵更换, 泵管组装, 相关操作程序完成后, 合闸正常抽水维护。

(2) 基坑周围建筑物较多, 与基坑的距离相对比较近, 部分建筑的基础埋深较浅, 实施降水工程, 如果相关措施不当, 质量控制不到位, 可能会造成原有建筑物地基产生不均匀沉降现象, 达到一定程度从而会影响建筑物的使用安全。为保证周边建筑物的安全采取如下措施。

①用降水方案时, 管井施工优先采用反循环钻机或旋挖钻机, 采用旋挖钻机时, 应注意根据地层变化控制泵量, 防止因泵量过大造成孔壁坍塌;

②做好施工准备和组织工作, 应做到钻孔、成井、洗井连续顺畅完成;

③正式抽水前对相应的降水井逐一进行含砂量检测, 含砂量超标的应做回填和注浆加固处理, 分析原因后移位重新施工井; 加强维护期降水管理, 控制动水位在设计要求的位置, 不应有抽降过大或降深不满足要求的情况发生;

④合理安排抽水工期, 尽量减少抽水时间, 缩短地层固结沉降时间;

⑤加强对相邻建(构)筑物沉降监测工作, 及时向相关单位反馈监测信息, 根据沉降监测预警, 及时分析原因并采取相应的技术措施。

(3) 降水过程中必须保持抽水的连续性, 防止因停电、机械故障等事故, 导致水位上升发生突涌、基底隆起等基坑事故。本项目工程量大, 对电力能力要求较高, 基坑所在区域电力供应不稳定, 降水工程中经常出现停电等现象, 为保证持续抽排水, 应对停电现象, 采取措施如下。

①在施工现场配置备用电源, 共 10 台 350 kW 的发电机, 并配备充足燃料和应急人员, 时刻保证发电机处于优良的状态, 保证现场在停电后能顺利执行备用发电机降水的应急预案;

②降水过程中, 必须有足够的备用泵, 方便在降

水过程中调换;

③必须有专门人员做好降水监测管理工作,随时查看地下水位变化情况。

(4)本基坑降水抽水量巨大,降水井排水管线采用明排方案,管线以明铺为主,局部受场地限制需埋入地下时,也可采用暗埋方式处理。排水口初步选择基坑北侧、西侧的市政道路下方的雨水井及东南侧的拉萨河,考虑到市政雨水设施在雨季排水的需要,本工程的主要排水口以拉萨河为主,市政雨水井为辅,共设置两个排入拉萨河的集中排水口。降水过程中注意保护排水系统,应注意以下事项。

①设备和车辆要远离排水管线,防治碾压破坏排水管线;

②排水管线要做防锈处理和冬季保温措施;

③对开挖引起的排水系统的变形破坏,要及时检查修复。

5 降水效果

降水方案设计过程中,选择了抽水试验算得的渗透系数,进行水量优化计算,经与实际施工情况复核,水量计算基本与实际相符,方案优化确保了工程的有效实施。本方案的降水设计合理可靠,满足施工要求。

降水施工过程中,充分考虑了项目的特点和地域特点,将降、排水方案等尽量优化,建立了一套完善的应急保障机制,降低了降水工程风险系数,降水效果良好,保证基坑开挖安全的同时,也避免了对周边建筑的影响和水资源的浪费。

6 结语

(1)本工程属于邻河降水,基坑涌水量较大,水位恢复能力强,且降水施工过程中遇到汛期,降雨量增大,河水水位上涨,都对降水工程增加了难度。由于本方案设计时充分考虑了这些难点,针对性的进

行了抽水试验,并对水量计算方法进行比选,最终计算得到的计算参数和涌水量与实际施工相符,降水设计配泵满足施工要求,达到了降水的效果。

(2)本基坑南侧邻近建筑物,降水过程不可避免的会造成地层沉降,施工过程中,采取了一系列措施,保证降水施工顺利进行的同时,尽量减少了降水工程对周边建筑的影响。

(3)结合项目的自身特点和现场条件,在施工过程中,有针对性的提出了对于备用电源储备、排水系统管理保护等施工组织管理方案,使降水施工合理高效地进行,达到了降水目的,满足基坑开挖、地下结构施工的要求。

总之,本工程降水面积大,抽排水量巨大,邻近河岸,地下水补给速度快,经过降水方案的优化设计与依照相关规范进行施工管理,稳定、高效、成功地控制了地下水位,为后续类似工程项目的设计实施提供了宝贵的工程经验。

参考文献:

- [1] JGJ 120—2012,建筑基坑支护技术规程[S].
- [2] JGJ 111—2016,建筑与市政地下水控制技术规范[S].
- [3] DB—11/1115—2014,城市建设工程地下水控制技术规范[S].
- [4] 编写委员会.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007:996—1003.
- [5] SL—320—2005,水利水电工程钻孔抽水试验规程[S].
- [6] 姜大力,沿海砂性土质自吸泵井点降水施工技术[J].铁道建筑技术,2015,(2):96—99.
- [7] 刘俊龙.潜水含水层中近河基坑工程降水设计方法探讨[J].岩土工程技术,2007,21(1):21—24.
- [8] 李长明,孙海峰,杜秋雅.深基坑降水的优化分析[C]//第一届水利水电岩土力学与工程学术讨论会论文集,2006.
- [9] 何计彬,潘德元,李炳平,等.深井分层真空抽水试验及机理分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(1):18—23.
- [10] 张家军,雷艳.水文地质深孔抽水试验工艺技术探索[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(5):40—45.
- [11] 王文明,李芳.傍河深基坑降水技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):78—80,84.