

# 白马提灌站基坑开挖施工技术

唐飞 尚文秀

新乡市中原水利设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5438

**[摘要]** 提灌站是水利工程中的重要设施之一,用于抽取地下水或引入外部水源供给灌溉需求。泵站的基坑开挖往往是泵站建设的重要环节,在水利工程中实际应用的分析研究意义重大。文章以河南省人民胜利渠白马提灌站为例,全面阐述了基坑开挖过程中的施工要点,并提出有效的应对措施,为今后类似的水利工程施工提供借鉴。

**[关键词]** 提灌站; 基坑开挖; 施工技术

**中图分类号:** TU74 **文献标识码:** A

## Excavation and construction technology of foundation pit of Baima irrigation station

Fei Tang Wenxiu Shang

Xinxiang Zhongyuan Water Conservancy Design and Research Institute

**[Abstract]** Pumping station is one of the important facilities in the water conservancy system, which is used to pump groundwater or introduce external water supply irrigation demand. The foundation pit excavation of pumping station is often an important link in the construction of pumping station, and the analysis and research of its practical application in water conservancy engineering are of great significance. Taking Baima Pumping Station in RenMinShengli Canal of Henan Province as an example, this paper comprehensively expounds the construction key points in the process of foundation pit excavation, and puts forward effective countermeasures, which provides reference for similar water conservancy engineering construction in the future.

**[Key words]** construction; support; earthwork excavation

### 引言

做好泵站工程的基坑开挖施工质量,是保障泵站工程项目顺利进行的基础。在基坑开挖施工过程中,会受到环境、地理等各种复杂因素的影响,从而制约泵站基坑开挖施工质量。在具体实践中,要根据工程地域地质情况科学选择开挖、支护、降水方案,并进行全过程安全监测,才能确保工程顺利进行。

### 1 工程概况

1.1建设概况。白马提灌站位于河南省武陟县詹店镇,设计流量为 $2\text{m}^3/\text{s}$ ,装机功率165KW,建筑物级别为4级;通过引水建筑物将河南省人民胜利渠总干渠水源抽提至白马支渠进行农田灌溉。白马提灌站设计洪水标准为20年一遇,校核洪水标准为50年一遇。

1.2建设内容。白马提灌站主要施工内容为新建提灌站1座(进水闸、前池、泵室、出水池、下游连接段、金属结构及机电设备),配套控制室1座。

1.2.1进水闸。提灌站进水闸上游进口段长1.5m,两岸采用C25混凝土八字墙,渠底采用30cm厚混凝土进行护砌;闸室段顺水流方向长3m,闸室设1孔,孔净宽1.5m,高1.9m;闸墩及闸底板

为钢筋混凝土结构,闸室前后设齿墙,深0.5m,闸墩上设排架柱,高2.9m,启闭平台厚15cm,平台上设启闭机房;闸后为长22m,直径1500mm承插式混凝土涵管,出口与前池挡墙连接。

1.2.2前池。前池长16.85m,宽7.2m~11.8m,边墙为混凝土扶壁式挡墙,底板采用混凝土结构,设排水孔。前池末端与泵室相连接。

1.2.3泵室。泵室为钢筋混凝土整体结构,是泵站工程的主体工程,净高14m,共分3孔,单孔宽3m。底板长11.5m,宽12.2m,泵室上部为泵房,长7.4m,宽12.2m,该段开挖深度最大,基坑周围施工环境最为复杂。

1.2.4出水池及下游连接段。出水池长6m,宽10.6m,底板为钢筋混凝土结构,重力式混凝土挡墙;下游连接段长15m,边坡采用浆砌石扭面,混凝土护底。

1.2.5金属结构及机电设备。金属结构包含泵室拦污栅、进水闸铸铁闸门及启闭机一套;机电设备包含水力机械设备、电气设备、消防设施等。

1.2.6控制室。控制室为地上一层,建筑面积 $73.57\text{m}^2$ (长14.04m,宽5.24m,高3.72m)分为4间。

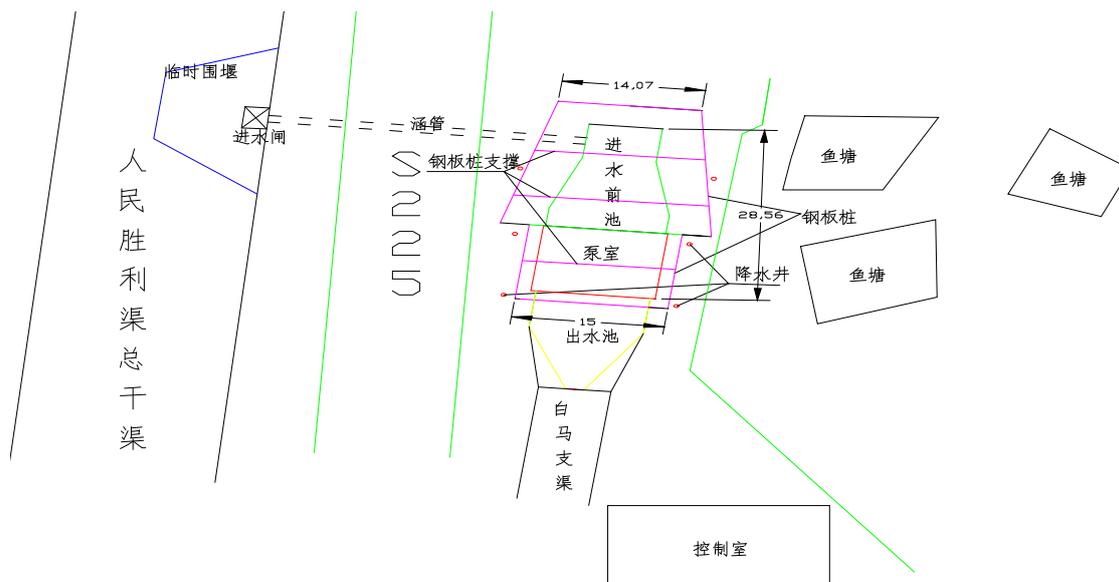


图1 白马提灌站前池及泵室基础开挖支护降水平面布置图

## 2 总体布置

2.1 场外道路。工程紧邻省道225, 主要施工机械及材料均可通过现有道路直接进入施工现场, 对外交通十分便利。

2.2 场内道路。工程场地两侧毗邻省道225和鱼塘, 场地狭小, 为方便人员及材料运输, 需修建2m宽环绕基坑的临时道路。填土利用开挖土方压实后铺设30cm厚砂石基层, 面层用2cm厚粗砂保护层。

2.3 生产生活区。生产区需设置一钢筋加工区及一木工加工区, 钢筋加工区铺设10cm厚混凝土垫层, 四周开挖排水沟, 流入白马支渠; 砂石料及混凝土采用商品混凝土供应; 为节约占地, 生活区可利用控制室作为临时生活用房。

## 3 施工方案

按照“先深后浅, 先重后轻”的施工原则, 尤其以前池及泵室的开挖深度最大, 结构最复杂, 应先对泵室及进水前池进行施工, 并对基础进行支护降水方可正常施工。前池及泵室的施工按照打钢板桩→挖去表层土体→安装钢围檩和支撑→基坑降水→基坑开挖→主体结构施工→基坑回填→拆除支撑围檩→拔出钢板桩→在桩的缝隙处用细砂回填密实的环节进行施工。待前池及泵室完成后即可对上下游连接段及建筑物进行开挖施工。

3.1 支护与降水方案的选择。前池与进水闸分别位于省道225两侧, 由涵管连接, 结合地勘报告及设计图纸, 地下水位埋藏较浅, 开挖较深, 根据实际施工需要, 需采取降水措施将基坑内地下水位降至施工作业面以下0.5 m。由于泵室与前池左岸紧邻鱼塘, 右岸紧邻省道, 无法进行放坡, 必须采取基坑支护处理。

根据地勘报告, 场区地质主要为粉质壤土及沙壤土, 渗透系数较大, 边坡不稳定, 开挖深度3~7m, 工期较紧, 故采取井点降水与钢板桩支护的形式进行施工。降水井与钢板桩支护详见图1。

3.2 钢板桩施工。本工程钢板桩主要作用是为了隔绝地下水

流入基坑, 同时支护边坡防止流砂涌动, 起到支护边坡的作用。

施工顺序如下:

首先在基坑边上定出轴线, 留出以后施工需要的工作面, 确定钢板桩施工位置, 并洒出灰线, 采用32#b槽钢板桩, 桩长分别为9m、12m, 采用单独打入法振动打入土中; 钢板桩打入时有一人专门指挥, 随时调整钢板的垂直度, 保证垂直度控制在1.5%, 桩顶标高比自然地面略高, 第一根桩用水准仪控制桩顶标高, 后面的桩参照前面桩的标高, 每隔5m距利用水准仪复核一次桩顶标高; 最后, 沿钢板桩周长102m方向上设置一道连续的工字钢或槽钢围檩以加强刚度及整体性, 为稳妥起见, 在钢板桩墙8个转角上另用角钢做角撑, 横向支撑采用H350×350型钢支撑的形式, 支撑着力处的围檩应局部焊加劲板; 围檩与钢板桩之间连接采用焊接, 焊缝质量等级为3级。

3.3 基坑降水。

3.3.1 降水计算。由于基坑两侧紧邻水源(人民胜利渠及鱼塘), 地下水补充丰富, 查看地勘报告, 求出渗透系数与含水层厚度, 根据基坑边界条件计算降水井影响半径及基坑等效半径, 求出基坑的总涌水量, 然后按照单井30cm直径, 深度20m, 过滤管长度4m, 计算出单井的出水量; 最后验算过滤器长度, 考虑到群井抽水, 会产生相互影响, 最终确定井点个数为6个, 满足施工要求。

3.3.2 降水施工。采用6个管井进行降水, 分别布设左右岸各3个, 间距约10m, 管井直径30cm, 深20m, 管下端配有与井点管同径的滤管和管尖, 滤管长度为4m, 滤管壁上钻有呈梅花状的直径为 $\phi 12$ 的滤孔, 滤孔面积一般为滤管表面积的15%~20%, 滤管壁处包两层滤网内层采用网眼为30~50孔/ $\text{cm}^2$ 的尼龙丝布细滤网, 外层采用网眼为3~10孔/ $\text{cm}^2$ 的尼龙丝布粗滤网; 抽水采用潜水泵(1.5KW), 排水采用尼龙水带抽至河道下游。

井点管的施工应在钢板桩施工结束后进行, 井点管的位置

在钢板桩围护的基坑外侧约2m的距离,井点管理设完毕,在地面以下0.5m深度内用粘土填实,以防止漏水;再接通总管与抽水设备进行试抽水,检查有无漏水,漏气现象,出水是否正常,有无淤塞现象,如有异常情况应及时进行修理。井点管工作后,应保证连续不断的排水,正常出水规律是“先大后小,先浑后清”,如不上水,或水一直较浑或出现清后水浑等情况,应立即查明原因检查纠正。一切正常后进行昼夜不间断降水,工作人员观察水位变化情况,每日记录。

3.4 基坑开挖。基坑开挖的总体原则:水位降至基坑下0.5m以上时开挖,过程中掌握好“分层、分步、平衡、限时”四个要求,遵循“竖向分层、纵向分段、快速封底”的原则,并做好基坑降排水,减少基坑暴露时间。

由于场地内布置有钢板桩支撑,大型挖掘设备无法进入,只能采用小型机械配合人工进行作业。小型挖掘机用25t汽车吊入基坑,采取自下游向上游逐层开挖的方式将弃土倒至前池上游段,在由大型挖掘机将土方从基坑取走,直接装车,运出场外,需保留一定土方作为后续回填料备用,在开挖过程中,临时弃土及回填备料土的堆放应远离基坑,以免基坑因局部荷载较大,产生变形,影响安全。基坑开挖过程中,若发现局部漏水现象,应立即停止开挖,用人工堵漏或注浆方法进行封堵;还应防止土方开挖设备碰撞支护结构、工程桩,避免扰动基底原状土。

3.5 基坑安全监测。在整个施工过程中应对地下水位的变化进行量测,对基坑内外情况监测,对临近道路、基坑周围地表沉降监测,对围护结构顶面水平位移等进行全方位监测,及时预报和提供准确可靠的变形数据,如发现异常应立即停止下一道工序施工,连续监测并采取相应措施,确保施工安全。通过对监测结果的分析,使施工单位掌握工程的安全性,并可对施工过程中的缺失加以改进,以监测信息指导施工的速度、顺序。

3.5.1 基坑变形观测。基坑水平位移观测,在基坑边坡顶上布置基线(每基坑边一条),每条基线上设1~3个变形观测点,同时又作为沉降观测点。

表1 主要监测项目

序号	监测项目	监测设备	测点布置	目的要求	监测频率
1	水平位移	精密水准仪、水准尺	水平间距10m布置,相邻两组测点间间距20m	监测基坑开挖引起的地表变形情况,确保施工安全	围护结构施工中1次/天 开挖过程2次/天,主体施工1次/周
2	基坑沉降		每次开挖后立即进行,每20m一断面		围护及开挖时1次/2天,主体施工时2次/5天 拆撑时频率适当加密

基坑沉降观测,利用远离场区的高程系水准控制点或独立

水准点作为沉降观测的起算点,与以上点联测,构成基坑支护沉降观测网。四面围墙周边附近各布置四个沉降观测点,与基坑周边浅埋基础建(构)筑物、重要管线监测点一起构成监测周边环境的沉降观测网。

主要检测项目见表1。

3.5.2 观测方法。地层观察:每次开挖后技术人员对工作面地层进行肉眼观察,并记录结果。如果水文、地质情况没有变化,每10m做一次观测记录;如果水文、地质情况有变化,包括水位、水量、水质、地层性质、厚度等,根据地质情况变化及时记录。若渗漏的地下水含有泥砂,立即报警。

水平位移观测:分别在基线点四个角上设站,用J2型经纬仪观测四边网的水平角度(四边形内角),并与大地控制网三角点联测水平夹角,检查基线点是否发生位移,在基线点正确无误的情况下,同时在地角测端上分别以对应的相邻角点定向,并观测定向基线上各预埋点的水平位移量初始读数;监测结果存入计算机监测管理系统绘制水平位移曲线图统一管理,并进行回归分析,判断基坑开挖对地表变形的影响。

沉降观测:首先自远离基坑的水准控制点开始观测,引测至基坑周围后,按编定的各点观测次序依次观测,最后测至另一水准控制点符合,观测仪器采用S3型精密水准仪。沉降监测紧随开挖进行,沉降值存入计算机监测管理系统绘成沉降曲线图统一管理,并绘制报表。

3.6 制定应急预案。深基坑施工安全事故应急预案是为了预防和控制潜在的风险,做出应急抢救,最大限度的减少事故后果。所以,针对突发性机械伤害、基坑渗漏、坍塌、管涌等事故,制订相应的应急处理方案,能尽量减少人员伤亡和财产损失。

#### 4 结论

文章以河南省人民胜利渠灌区白马提灌站为研究对象,对前池及泵室基坑开挖支护与降水进行了施工技术的研究与方案的制定,为整个泵站的顺利实施提供了保障。工程完工后,将大大改善白马支渠的取水条件,恢复灌溉面积1.5万亩,有效的提高了灌溉供水能力,完善基础设施,为灌区工程安全运用和灌溉效益的充分发挥打下坚实基础,助力乡村振兴快速发展。同时也能为同等规模、地质条件相似的泵站提供技术参考。

#### [参考文献]

[1]谭志锋.白蕉联围排涝泵站施工技术[J].河南水利与南北水北调,2023,52(5):60-61.

[2]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑与市政工程地下水控制技术规程 JGJ111-2016[S].

[3]齐春明.取水井基坑开挖支护及顶管管道敷设施工技术[J].智能城市,2024,10(2):126-128.

#### 作者简介:

唐飞(1984--),男,汉族,河南新乡人,本科,工程师,从事水利工程施工的设计及监理工作。