

# 排涝泵站工程施工技术难点及解决方案

李剑锋

广州市从化区水务工程质量安全监督站

**摘要：**随着国家不断提升基础设施的建设力度，区域防洪、排涝等问题日渐突出，而排涝泵站具有较高的惠民属性，也是水利工程的重要组成部分。排涝泵站应具备改善生态环境与防洪的功能，因此该类工程在建设中结构较为复杂、施工难度较大，对施工人员造成了挑战。基于此本文以老岗松排涝泵站为例，探讨了排涝泵站工程施工的技术难点及相关解决措施，希望为有关部门提供参考。

**关键词：**排涝泵站；施工难点；施工技术；水利工程

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.055

## 引言

为适应经济发展，降低洪涝灾害损失，近年来国家提升了排涝泵站的施工标准要求，且排涝泵站工程质量直接影响着农业生产和人民生活，而在泵站工程中很容易受到水源、地质环境及施工结构等方面的影响，因此为提升施工质量，在建设过程中施工人员应充分运用各类施工技术，解决排涝泵站施工的各项难点问题，为当地农业生产和人民生活提供保障。

## 一、工程概况与施工环境

老岗松排涝泵站位于广州市从化区鳌头镇，月荣村西面的民乐河末段，民乐河为濠江（二）河一级支流，该排涝泵站位于民乐河末段民乐堤左岸0+256.03处，濠江（二）河也是从化区的第二大河流，河流全长约为29.5km，全流域面积约为320km<sup>2</sup>，流域横跨多个镇区，而老岗松泵站原有的设计标准已经不满足当前国家规定的排涝泵站标准，且排涝能力不足，机组出现多次损坏情况，出口河道采砂下切严重，因此需要进行拆除重建（如图1）。

施工场地基岩出露面积较少，地质现象不明朗，也没有较大的断裂构造带通过与分布复杂的褶皱构造，地质构造较为简单，但在水源环境中，施工场地内含有较多的地下水源，且均为第四系孔隙水与基岩裂隙水，其中第四系孔隙水主要埋藏与河流冲积物内，大气降雨、地表水与基岩裂隙水均可以为其提供水源，而基岩裂隙水则分布在山间河谷两岸的山体内，同样会受到大气降雨的水源补充，因此工程施工中很容易受到水环境的影响。

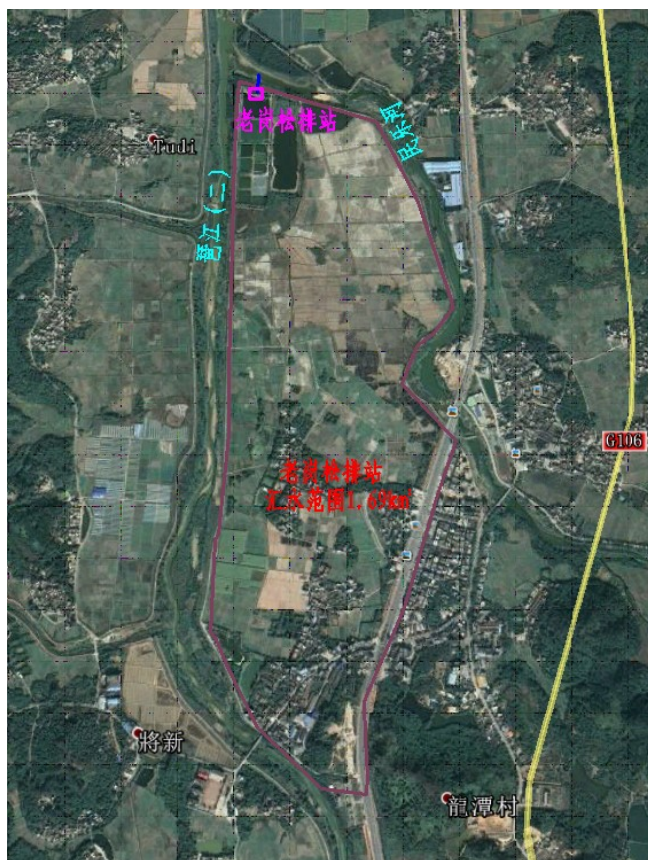


图1 老岗松泵站位置图

由于本工程地处水系为北江水系三级支流民乐水，降水情况很容易受到季节影响，同时该区域内也很容易受到降雨因素而产生洪水，特别是在每年的4~6月的强降雨季，西南低槽较为活跃，流域上空含有大量的西南季风，与南下的冷空气相遇，经常造成锋面性暴雨和大暴雨，而在7月以后还会伴随台风天气，造成台风暴雨，水源环境将会对泵站工程建设造成更大的影响<sup>[1]</sup>。

## 二、排涝泵站工程施工的技术难点

旧老岗松泵站工程中，堤坝施工段原有穿堤建筑物为泵站和水闸，泵站与水闸均布置在相同的桩号，总装机容量为190kW，水闸的设计尺寸为2\*1.6m\*2m，（孔数\*净宽\*净高），由于泵站和水闸老化严重，存在结构安全隐患，排涝能力大幅度下降，已经难以满足使用需求，且机组也经常发生故障损坏，另外出口河道采砂下切严重，再加上受到地质环境、水文环境、施工工期及工序的影响，本工程施工难度较大，需要进行多方面考量。

首先在泵站的围堰工程方面，这项临时性的建筑结构可发挥挡土与挡水的能力，因此在较为恶劣的环境因素下，就应做好对围堰形式及结构的选择，确保安全可靠，能满足稳定、抗渗、抗冲要求，并具有良好的技术经济指标。这样才能为泵站主体工程施工创造有利的先决条件。

其次由于泵站施工场地常年受到水环境的影响，地基土层松软，强度较低，且含水量较高，很容易出现基坑渗水及软化的情况，并且土层具有湿陷性软土成分与淤泥质土成分，厚度变化较大，导致地基的承载能力较低，也给泵站主体工程建设造成较大的施工困难。另外排涝泵站的电机与水泵等设备在安装过程中也拥有严格的要求，需要在确保工程稳定的情况下，保证各项设备安装的精准性，降低后续使用过程中的故障发生概率，若该项环节出现差错，就很容易对泵站的使用造成直接影响。工程中还包括模板施工，排涝泵站的模板包括内墙模板、外墙模板与顶模板等，受到施工环境的影响，各结构在安装与拆除过程中也有一定的难度。

本工程项目由于地处广东省水土流失重点监督区，施工中很容易受到水力侵蚀因素，该区域地貌多为冲积平原，地势较为平缓，还容易由于风蚀现象出现水土流失情况，且原有的河道还会由于水流冲击的因素，出现岸边的局部坍塌等问题，从而对工程造成一定的挑战，为此施工人员应从多方面进行施工，采用合理的施工措施，缓解或避免各类问题的发生，提升施工质量与安全性<sup>[2]</sup>。

### 三、排涝泵站工程施工难点的解决措施

#### (一) 围堰结构设计

围堰结构是排涝泵站工程中的重要项目，首先应根据水面基准线，结合历史最高视为确定围堰的高程与断面设计，并应保证机械碾压的压实度和防渗达到设计要求。同时为降低水体冲刷对结构的影响，可在围堰结构外侧设置土工膜，并通过土袋进行防护。其次应做好导流工作，由于围堰处于水流冲击区域，应结合上下游水流情况，做好合理的导流措施，适当选择围堰类型。

再次就应结合防渗堵漏工作，做好围堰的填筑施工，施工中应清除围堰结构周边的杂物，并不断对围堰结构进行碾压，确保顶宽应符合相关规范要求，并达到设计压实度90%以上。填筑中若仅采用一侧河床截留，就会导致出现较大的水流缺口，为此就应做好全面的截留工作，并及时修复防渗设施，还应注意基坑的排水速度与排水质量，避免排水过快导致基坑周边应力增加，对基坑造成不良影响。为此就可采用浮动式排水，在排

水工作结束后就可对围堰进行拆除，拆除中应根据水位情况，结合相关机械设备进行处理，而对于部分残存在水面下的墙体，则应等到水位下降后再进行剩余的拆除工作<sup>[3]</sup>。

#### (二) 防渗工程设计

排涝泵站的防渗工程质量将会直接对施工结果造成影响，为此施工中就应采用多种防渗措施，例如高喷防渗墙、碾压混凝土防渗、劈裂灌浆防渗等，而考虑到施工效率与经济性需求，本项目采用高喷防渗墙的方式进行作业，首先工作人员应提前熟悉图纸要求，并确保施工场地的整洁平整，校准施工器械等，其次应进行钻孔作业，钻孔中应确保桩体中心线与钻头重合，钻进过程中还应密切注意土壤结构变化，并及时做好土质记录，若发现异常情况，应及时向现场监理工程师或项目主管人员进行汇报及处理，以保证钻进作业的连续性，同时避免钻进速度变化过快导致对土层产生影响。

钻孔后的喷浆过程中应依靠泵体与空压机提供压力，并应严格控制浆液灌注速度与流量，该过程中应严格确保浆液的水灰比满足设计要求，还应确保喷浆高度稍高于设计高度，若压力突然降低出现冒浆现象时，则应及时停止灌注，并查明浆液异常原因，等到高喷墙体灌浆完成后还应进行静止养护处理，同时应用清水清洗灌注设备，只有墙体强度到达施工要求标准后，方可进行验收与后续使用。

#### (三) 运用钻孔灌注桩

由于该项工程的基坑挖掘施工难度较高，且地下土质常年受到水环境影响，地基土层还伴随部分的粉质黏土、淤泥质粉砂等（如表1），地基承载力较低，难以确保支撑强度要求，为此可采用钻孔灌注桩的处理方式，桩基可选用摩擦端承群桩体，桩底可被钻入风化岩层内部。桩体在选择过程中应严格按照土体的实际情况进行选取，例如针对土质不均匀、稳定性较差的淤泥质粉砂与中风化花岗岩等土体可采用桩径为500mm的深层灌注桩，复合地基承载力可按照公式：

$$f_{spk} = \beta_p m R_a / A_p + \beta_s (1-m) f_{sk}$$

其中 $f_{spk}$ 代表复合地基承载力特征值（kPa）； $m$ 代表面积置换率，桩的截面积除以设计要求每一根桩所承担的处理面积； $R_a$ 代表单桩竖向承载力特征值（kN）； $A_p$ 代表桩的截面积（ $m^2$ ）； $f_{sk}$ 代表桩间土天然地基承载力特征值（kPa）； $\beta_p$ 代表桩体竖向抗压承载力修正系数，施工过程中应通过试桩选择桩型与桩长，再确定桩基的竖向与水平方向的承载力，并验证桩基施工工艺与钻孔机的合理性，提高钻孔灌注桩的成桩质量。

表1 地基土体与边坡坡度

土层土质	素填土及耕土	粉质黏土	细砂	中砂	淤泥质粉砂	粗砂	砂质黏性土	中风化花岗岩	微风化花岗岩
永久坡比	1:2.5	1:2.0	1:2.5	1:2.0	1:2.5	1:2.0	1:1.8	/	/
临时坡比	1:2.0	1:1.5	1:2.0	1:1.5	1:2.0	1:1.5	1:1.3	/	/

#### (四) 改进大体积混凝土施工工艺

排涝泵站施工中,应改进较大体积的混凝土施工工艺,例如泵室流道可按照设计结构分成六个浇筑块,并通过先浇筑对角,再浇筑中间块的顺序,确保泵站整体应力的均衡性。流道应呈现出空间异形曲面,并确保支模结构的安全性及稳定性,为满足设计规范,可采用木模与钢结构内衬的方式,提升结构的支撑强度。首先应合理设计流道承重模板的支撑结构,并应反复进行压力测算,确保承重模板的支撑结构符合标准,再通过施工现场的放样位置,合理设置龙骨的拼装结构,并在架体上应覆盖二层板,进一步提升结构的稳定性。整体施工过程中应确保内衬钢结构设置的牢固性,避免出现跑模、漏浆现象,同时可降低底板混凝土浇筑的厚度,流道内的混凝土与底板混凝土在浇筑中应控制好间隔时间,避免对渐变圆弧段的模板造成较大的应力,避免出现施工错台的情况,从而提高工程施工质量和效率。

#### (五) 模板施工技术

排涝泵站的模板施工应分为外墙、内墙模板、顶模板与梁模板等,其中内外墙模板施工中应选用足够厚度的复合模板,且安装前就应做好放线测量定位,模板下方应粘贴泡沫胶条进行保护,避免出现漏浆情况,且应均匀涂抹水性脱模剂,再向其中放入钢筋网等设施,为模板提供稳固性,避免出现错位等情况。而顶模板与梁模板的施工过程中,应采用双排设置的方式,且按照图纸要求进行平铺对缝,确保接缝处不出现错台现象,并应保证与立杆、横杆的间距,再利用支撑结构进行固定,确保整体结构的稳定性。

模板作业后还应安放导流墙设施,可采用找平方木,并结合一定规格的钢管,将模板与板块等进行平整拼接,降低水源环境对工程的影响,最后待混凝土满足强度后,方可进行模板拆除工作,拆除中应分段拆除模板,且在细小结构拆除中应运用小锤轻轻击打,而对于危险部位模板的拆除则应配合安全网或安全带等,提升施工过程的安全性。

#### (六) 水土保持设计

水土流失情况会对施工工程造成影响,因此项目前期规划中应对水土流失特点,对地表的破坏程度进行预

估。首先由于工程占压原有植被,会导致土体缺乏稳定性,破坏土壤结构,导致占地区侵蚀情况严重,促进了土体的荒漠化。由于地表的裸露与暴雨的作用,还会加剧水土流失情况,为此应设置基坑临时排水沟,有效避免水土流失情况,施工期排水主要是在施工期针对项目区地形及高低走向以及临时道路特点,修建临时排水明沟,并沿排水明沟分段设置沉砂池,还可以新增设置施工清洁池与临时堆渣防护带等设施。施工期间还应加强对排水沟和沉砂池的巡查维护工作,一旦发现排水系统出现损坏情况,则应及时进行修补工作,并定期清理排水沟和沉砂池内淤积的泥沙。另外还应做好覆盖保护,避免施工中的抛洒及携带等,对施工区外造成新的水土流失及污染,整体水土保持措施应保证与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用<sup>[4]</sup>。

#### 结语

总而言之,在排涝泵站施工中,很容易受到水环境的影响,进一步增加施工难度,为此施工中,工作人员应做好围堰结构设计、防渗工程设计,合理运用钻孔灌注桩、改进大体积混凝土施工工艺和模板施工技术,并做好水土保持设计,提高排涝泵站的建设质量,降低对水源的影响,促进我国水利工程的发展。

#### 参考文献

- [1] 陈惠达, 阮耀源. 大型排涝泵站工程施工技术重点难点与对策措施[J]. 陕西水利, 2022, (03): 160-161.
- [2] 金成国. 排涝泵站工程施工项目基坑降水与围堰防渗方案研究[J]. 水利技术监督, 2021, (06): 215-218+222+231.
- [3] 陈先全, 周祥. 4号排涝泵站工程施工技术难点及解决方案[J]. 城市道桥与防洪, 2020, (08): 225-227+244+23-24.
- [4] 吴丽燕. 水闸及泵站类水利工程项目施工风险评价与防范[D]. 浙江大学, 2020.

作者简介: 李剑锋(1980-), 男, 广东从化人, 汉族, 本科学历, 水利技术管理工程师, 主要研究: 水利工程施工技术及工程质量与安全管理。