

浙江省排涝泵站深基坑工程现状 与发展探讨

朱明星

(浙江省水利水电勘测设计院,浙江 杭州 310002)

【摘要】 本文介绍了浙江省排涝泵站深基坑工程发展现状,分析了目前深基坑实施中遇到的问题,并对今后排涝泵站深基坑发展进行了探讨,指明了浙江省排涝泵站深基坑发展趋势。

【关键词】 基坑工程;支护技术;排涝泵站;展望

中图分类号: TV551.4

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)012-0075-05

Discussion on present situation and development of deep foundation pit of drainage pump station in Zhejiang

ZHU Mingxing

(Zhejiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute, Hangzhou 310002, China)

Abstract: In the paper, the present situation of deep foundation pit engineering in drainage pump station of Zhejiang Province are introduced. Problems in current deep foundation pit implementation are analyzed. The development of deep foundation pit of drainage pump station is discussed, and the development trend of deep foundation pit of drainage pump station in Zhejiang is made clear.

Keywords: foundation pit project; support technology; drainage pump station; expectation

1 引言

近年来,暴雨等灾害性天气对浙江人民群众生产生活造成较大影响,水利排涝泵站工程是平原和城市“治涝水”的主要工程措施之一。浙江水利排涝泵站多建设在平原和城市,这些地区多为深厚淤泥质软土地基,具有含水率高、物理力学指标差等特点,同时周边建有不同的地下和地上建筑物,环境条件复杂。特别是近期水利排涝泵站工程规模日益变大,其基坑呈现出开挖深度越来越深、面积越来越大、周边环境条件越来越复杂等特点,水利排涝泵站基坑开挖的安全问

题也日益突出,逐渐成为水利工程安全生产管理重大风险源之一。排涝泵站深基坑支护技术已是泵站工程建设的关键技术之一,是决定泵站工程安全、经济、高效建设的前提条件,已成为排涝泵站工程建设的又一热点。

2 浙江省排涝泵站深基坑工程现状

2.1 基本情况

最近几年,浙江省为了提高城市和平原的排涝能力,先后规划和建设了一批大型水利排涝泵站。已建成的有盐官排涝泵站(200m³/s)、杭州三堡排涝工程

(200m³/s)、陶家路江泗门泵站(100m³/s)等3座泵站,正在建设的有镇海区澥浦闸站工程(250m³/s)、海盐县南台头排水泵站工程(150m³/s)、上虞区姚江上游西排工程(165m³/s)等6座泵站,处于前期阶段的有江干区八堡排涝泵站(200m³/s)、温岭市温岭南排泵

站(150m³/s)、鹿城区卧旗排涝泵站(200m³/s)等7座泵站。这些泵站都建在深厚软基上,基坑开挖深度大都10~20m,最深达23m,基坑大都采用上部放坡,下部采用排桩结合内撑的方案。浙江省大型水利泵站基本情况详见表1。

表1 浙江省大型水利泵站(≥100m³/s)深基本情况统计

| 泵站名称 | 建设地点 | 规模/(m ³ /s) | 建设情况(前期、在建、建成) | 基坑深度/m | 基坑面积/m ² | 地质情况 | 支护型式 |
|-------------|------------------|------------------------|----------------|--------|---------------------|----------------------------------|-----------|
| 温岭南排泵站 | 温岭湖漫水库附近 | 150 | 前期 | 17.50 | 10000 | 以淤泥为主,基岩出露面起伏较大 | 排桩+锚索 |
| 八堡排涝泵站 | 杭州市江干区 | 200 | 前期 | 18.00 | 26000 | 砂质粉土、淤泥质粉质黏土 | 放坡+排桩 |
| 马山闸强排泵站工程 | 绍兴县孙端镇马山闸附近 | 200 | 前期 | 17.00 | 12000 | 淤泥质黏土为主,紧邻曹娥江大堤 | 排桩+内支撑 |
| 卧旗排涝泵站 | 温州卧旗大河入海口 | 200 | 前期 | 15.00 | 17000 | 淤泥为主,紧邻卧旗大闸和大量浅基础民房 | 地下连续墙+内支撑 |
| 黄岩北排工程—永裕泵站 | 台州市黄岩区永裕河与永宁江交叉口 | 100 | 前期 | 12.40 | 5000 | 以淤泥为主,周边为永宁江地方、永裕闸 | 排桩+内支撑 |
| 黄岩北排工程—城西泵站 | 台州市黄岩区城西河与永宁江交叉口 | 100 | 前期 | 12.00 | 5000 | 以淤泥为主,周边为永宁江地方 | 排桩+内支撑 |
| 永宁江强排—新江泵站 | 台州市黄岩区新江与永宁江交叉口 | 100 | 前期 | 11.50 | 5000 | 以淤泥为主 | 排桩+内支撑 |
| 姚江上游西排工程 | 上虞区梁湖镇古里巷村 | 165 | 在建 | 22.00 | 38000 | 淤泥质土为主,周边曹娥江大堤,110kV高压线塔和民房 | 排桩+内支撑 |
| 南台头排水泵站工程 | 海盐县南台头干河入海口 | 150 | 在建 | 18.50 | 21000 | 淤泥质粉质黏土为主,紧邻南台头大闸、钱塘江大堤和海盐气象局 | 排桩+内支撑 |
| 长山河排水泵站 | 海盐县长山河入海口 | 150 | 在建 | 23.10 | 27000 | 以黏质粉土和粉土为主,基坑边有一栋2层浅基础建筑 | 放坡,排桩+锚索 |
| 澥浦闸站工程 | 宁波镇海区骆驼镇 | 250 | 在建 | 12.50 | 25000 | 淤泥质土,紧邻村民道路和民房 | 排桩+内支撑+锚索 |
| 化子闸 | | 150 | 在建 | | | | |
| 慈江闸站 | 宁波江北区慈成镇 | 100 | 在建 | | | | |
| 杭州三堡排涝工程 | 江干区四季青街道 | 200 | 建成 | 17.40 | 20000 | 表层素填土,下层深厚砂质粉土 | 放坡,双排桩 |
| 陶家路江泗门泵站 | 余姚泗门镇镇北村 | 100 | 建成 | 13.50 | 33000 | 上部以黏质粉土和砂质粉土为主,下部深厚淤泥夹粉土、淤泥质粉质黏土 | 放坡 |
| 盐官排涝泵站 | 盐官旅游度假区 | 200 | 建成 | 13.20 | 13000 | 淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土 | 拉锚式带肋地连墙 |

2.2 地质及周边环境条件

浙江沿海及沿江平原地区分布广泛的第四纪屑湖相、溺谷相和滨海相等海相沉积软土层^[1]。软土层主要为淤泥和淤泥质土,工程特性主要呈现高含水率、高压缩性、渗透系数小、物理力学指标差、土层起伏大、不同地区间差异明显等特点。如温州鹿城卧旗泵站基坑工程,工程区分布软土层总厚度达40m,从上到下依次为Ⅲ₁淤泥质粉砂黏土(厚度约7m),Ⅲ₂₋₁淤泥(厚度约13m),Ⅲ₂₋₂淤泥(厚度约11m),Ⅲ₃淤泥质黏土(厚度约9m),给基坑变形控制带来非常大困难。

水利排涝泵站为满足排涝需要,大都紧邻大河,具有地下水位高、地下水补给丰富、水源补给充足等特点,一旦发生涌水,后果非常严重。此外,基坑周边除了存在浅基础民房、交通道路、高压输电线路等设施外,还有已建水闸、堤防等重要水利设施。深基坑支护变形控制中,重要水利设施变形经验积累相对较少,设计施工风险加大。根据浙江水文分析,每年4月16日至10月15日为汛期,汛期受梅雨和台风影响,降雨量较大,容易引起基坑边坡地下水位变化,给基坑施工安全造成极大威胁。

2.3 基坑设计情况

2.3.1 基坑设计方法

水利排涝泵站基坑根据施工开挖方式,主要分为无支护和有支护两种型式。无支护主要采用放坡开挖,有支护主要考虑利用桩(墙)结构形成支护。放坡开挖设计主要考虑边坡的稳定性,目前主要采用极限平衡理论、强度折减有限元技术和极限分析上下限技术等进行分析。桩(墙)结构支护主要包括内力计算、整体稳定、抗倾覆、抗隆起稳定和基坑变形等。内力计算主要包括古典方法、解析方法和有限元法,抗倾覆主要采用转动力矩平衡理论,抗隆起主要采用极限平衡法、极限分析法以及常规位移有限元法,基坑变形主要采用弹性地基梁法和连续介质有限元法。

基坑设计虽然涉及许多种方法,但是不同的方法需要不同经验积累,也需要根据计算结果给出不同标准的安全判断。为了确保基坑设计安全性、合理性和经济性,目前设计主要依据规范规程,对于基坑整体受力复杂、三维特征明显及周边保护要求高的基坑,采用有限元分析技术予以辅助。目前水利行业关于基坑的规范和标准还处于空白状态,浙江省水利排涝泵站基坑设计主要参考《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—1999)、《建筑基坑工程技术规程》(DB33/T 1096—2014)和部分城市基坑支护管理规定。

2.3.2 常用基坑支护结构

目前浙江省水利排涝泵站工程中常用的基坑支护结构有水泥重力式围护墙、灌注桩排桩围护墙和钢板桩围护墙等。

2.3.2.1 水泥重力式围护墙

水泥重力式围护墙是将水泥等固化剂和地基土强行搅拌,形成连续搭接的水泥土柱状加固体挡墙,主要依靠加固后土体强度来抵抗水土压力。

水泥重力式围护墙多适用于基坑开挖深度较浅(<7m),周边环境条件要求一般,地质条件为含水量较高、地基承载力较小(<120kPa)的黏土、粉土、砂土等软土地基。当周边环境有保护要求时,采用水泥土重力式挡墙支护的基坑不宜超过5.0m;当基坑周边1~2倍开挖深度范围内存在对沉降和变形敏感建筑物时,应慎重选用。

2.3.2.2 混凝土灌注桩围护墙

灌注桩围护墙是采用间隔排列的混凝土灌注桩形成围护结构。水利排涝基坑工程中常用的灌注桩排桩的型式主要有分离式、咬合式和双排式。

分离式混凝土灌注桩是目前泵站基坑中应用最多的基坑支护型式。内侧采用混凝土灌注桩,外侧采用搅拌桩或者高压旋喷桩等止水帷幕。此外,为满足基坑变形及稳定需要,在混凝土灌注桩内侧设置单排或者多排混凝土支撑(或锚索)。该结构对地

层适用性广,对于从软黏土到粉砂性土、卵砾石、岩层中的基坑均适用,但在软土地层中一般适用于开挖深度不大于20m的深基坑工程。

咬合式混凝土灌注桩主要是将混凝土灌注桩之间形成咬合形态的排桩围护墙,本身具有止水效果,一般无需在其外侧设置止水帷幕。咬合桩一般适用于淤泥、流砂、地下水富集的软土地区,以及邻近对降水、地面沉降较敏感的建、构筑物等环境保护要求较高的基坑工程。

双排桩结构是利用打设前后两排混凝土灌注桩,并通过在桩顶增设冠梁和连系梁形成的刚性门架结构。双排桩适用于场地空间充足,开挖深度较深,变形控制要求较高,且无法内支撑体系的工程。

2.3.2.3 钢板桩围护墙

钢板桩是一种带锁口或钳口的热轧(或冷弯)型钢,钢板桩打入后靠锁口或钳口相互连接咬合,形成连续的钢板桩围护墙。由于其刚度小,变形较大,一般适用于开挖深度不大于7m,周边环境要求不高的基坑工程。由于钢板桩打入和拔除对周边环境影响较大,邻近对变形敏感的建、构筑物的基坑工程不宜采用。

3 浙江省排涝泵站深基坑实施中遇到的问题

a. 大量放坡开挖和无支护开挖实践,使得排涝泵站基坑设计中习惯继续沿用以前经验。水利工程多大坝、电站、堤防等,相关单位习惯在原始地面上通过加载或者卸载来处理边坡问题,采用支护实施深基坑的经验还需积累,因此,在工程设计和审查时,对于同种情况是采用放坡还是支护存在争议。排涝泵站深基坑设计中,为控制工程总造价,降低工程临时支护部分造价的现象还时有发生。

b. 基坑底部高低不平和坑中坑存在,使得排涝泵站基坑设计施工风险加大。排涝泵站基坑是为了满足泵站施工需要,水利排涝泵站由于流道、进出水池挡墙等限制,基坑基底往往高差变化很大。许多泵站底部还需设置集水井,需要在基坑底部进行坑

中坑开挖。高程多变的基坑底部,在施工过程中,很容易造成坑底超挖,继而诱发基坑安全风险。

c. 水利设施变形控制经验尚需完善。目前省内设计的排涝泵站深基坑,多按照变形控制准则设计。目前基坑设计中通用做法是按照规范推荐算法和规范规定变形值进行比较控制,但参数和规范选择一定程度上依赖于设计经验。造成这种问题主要有两个原因:①目前基坑设计常规方法,对基坑周边变形和沉降准确确定尚存在一定困难,从而造成基坑周边土体变形情况难以精确预测;②浙江多软土地基,基坑变形较大,再加上水利设施变形经验积累不足,使得基坑变形控制风险性加大。

d. 水利深基坑评审制度还需进一步完善。目前水利基坑评审主要依据建设厅相关要求开展,但是由于行业管理等多种原因,使得该项制度的准确落实还存在一定困难。

4 浙江省排涝泵站深基坑发展探讨

4.1 基坑工程向更深、更大、更复杂方向发展

目前,治涝工作已经是浙江水利工程建设重要工作之一。但是随着城市已有土地规划或者开发格局的实施,新增排涝泵站选址和布置更加困难,新增排涝泵站的规模逐渐加大,新增排涝泵站的排涝标准更加严格,必然会推动泵站基坑工程向着更深、更大发展,也正因为如此,新增泵站周边环境更加复杂,除遇到房建、交通和水利设施外,还会涉及铁路、电力、地铁等设施,而基坑设计中除考虑常规因素外,还会涉及爆破、振动等新的问题。例如南台头排涝泵站基坑中包括斜拉公路桥桥墩基坑,设计过程中要考虑桥墩和其桩基施工过程对基坑拆换撑的要求。

4.2 基坑支护型式选型更加合理

基坑支护型式选择不仅需要考虑到地基土层情况、地下水位情况、基坑开挖深度以及周边环境情况,还要考虑主体建筑物结构情况。合理的支护型式,在确保基坑和周边环境安全同时,还兼顾施工方便、造

价经济、环保绿色等。不合理的支护型式,容易造成基坑变形过大,影响基坑和周边环境安全,或者基坑施工过程中困难,延长基坑施工时间等。排涝泵站基坑支护主要用于泵室和进出水池支护,如果基坑支护结构选型能兼顾水工建筑物利用,可以一定程度上降低工程造价,加快施工进度,也是今后水利排涝基坑工程支护型式研究的一个重点。

4.3 基坑绿色支护技术大量应用

目前水利排涝泵站基坑支护主要采用混凝土灌注桩结合混凝土支撑方案和混凝土灌注桩结合预应力锚索方案。混凝土灌注桩施工过程中产生大量泥浆、废弃桩头和废弃支撑等建筑垃圾,混凝土灌注桩也会留在地下成为该区块再次开发的障碍物;混凝土支撑系统拆除过程中产生噪音、振动、粉尘和建筑垃圾;预应力锚索施工时超过红线,且难以完全回收,对临近区域开发产生较大影响。随着土地和矿产资源越来越匮乏,预应力型钢组合支撑和型钢支护体系等深基坑绿色支护技术逐渐将在基坑工程中大量应用^[2]。

4.4 BIM 技术在深基坑设计施工中应用加强

BIM(Building Information Modeling)技术是指利用数字技术进行建设项目设计、施工、运营的过程。将 BIM 技术引入泵站深基坑工程中,通过建立泵站深基坑的 BIM 信息模型,实现项目设计、施工和基坑监测之间的信息共享。通过泵站深基坑 BIM 技术,可以

实现基坑设计阶段基坑设计、三维可视化呈现、基坑立柱和泵站结构自动碰撞检查、施工图设计、工程量核算,可以大大提高泵站基坑表达形式,更加方便地为基坑施工过程进行指导,优化施工工序和步骤,提高水利工程设计施工集成化程度,以利于整个工程质量控制^[3]。

5 结 论

当前正是大量排涝泵站建设时期,深基坑支护技术将会越来越多地应用于大型排涝泵站中。由于水泵站结构自身的特殊性,造成排涝泵站基坑支护体系换撑难度大、立柱布置难度大和泵站结构施工难度大。虽然初期对于基坑支护技术应用,仍存在少部分问题,使泵站工程建设变得稍许复杂化,但是随着传统技术不断优化,新技术不断应用,科学研究不断进步,必会促使浙江省排涝泵站深基坑向着结构更加合理、施工更加安全、材料更加环保、造价更加经济方向发展。◆

参考文献

- [1] 梁国钱,张民强,俞炯奇,等.浙江沿海地区软土工程特性[J].中国矿业大学学报,2002,31(5):435-437.
- [2] 李瑛,唐登,朱浩源.H型钢构建的绿色深基坑支护体系初探[J].科技通报,2017(2):177-180.
- [3] 慕冬冬,付晶晶,胡正欢,等.BIM技术在深基坑工程设计中的应用[J].施工技术,2015(S1):773-776.

(上接第98页)企业发展不忘社会责任,近年来多次参与地方防汛抗灾,为抗洪抢险提供机械设备。2016年7月23日,因受第6轮强降雨影响,长湖(大型湖泊)发生超历史洪水,水位达33.46m,超历史上1981年的33.33m,公司主动无偿提供技术人员、机械和车辆,参与抗洪抢险,组织慰问抗洪军民。公司还相继建立了企业党组织和基层工会,努力为改制

企业党员和群众服务,为维护职工合法权益做了大量工作。

诚信是企业生存之本,公司将在今后的经营管理活动中,进一步加强企业信用管理,深化企业诚信内涵,树立企业诚信形象,努力建设诚信文化,提升诚信品位,为水利水电建设事业做出新的更大贡献。◆