

# 土建基础施工中深基坑支护施工技术

王玉超

苏能建设服务(镇江)有限公司 江苏镇江 212000

**摘要:**随着城市化进程的加速推进,火电建筑工程向着更高、更大、更深、更重的方向发展,深基坑工程在土建基础施工过程中起着至关重要的作用。深基坑支护施工技术既直接影响着基坑周围环境与地下结构的施工安全,同时对于整个工程项目质量与稳定性也起着重要的影响。所以,对深基坑支护施工技术进行深入的探讨与研究,对确保建筑工程顺利实施,提升工程质量与安全性有着十分重要的作用,文章就此展开了探讨。

**关键词:**土建基础工程;深基坑支护;施工技术

## 引言

火电建设行业中的深基坑施工通常涉及到较大的开挖深度和复杂的地质条件,施工难度较大,风险较高。尤其在一些软土、砂土及地下水位较高的地区,基坑开挖可能会引发一系列的工程问题,如地面沉降、周边建筑物变形等。因此,如何合理设计和实施基坑支护技术,确保基坑稳定性与周边环境安全,成为土建工程技术研究的重点之一。

## 一、深基坑支护施工技术的概述

### (一)深基坑的定义与分类

深基坑指的是开挖深度较大的土方工程,通常是指基坑深度超过5米的工程项目。基坑深度对工程施工复杂程度及技术要求有直接的影响。深基坑工程中因地下水位较高、土质条件较为复杂及周围建筑物或者地下管线等因素,其施工期支护与稳定性控制就成了关键环节。深基坑按其形状及使用情况可分为矩形基坑,多边形基坑和圆形基坑几种;根据开挖方法与支护形式,可进一步划分为明挖基坑,半明挖基坑与暗挖基坑。每一种分类方式相应的施工技术及支护要求也不尽相同。矩形基坑内边界形状规整,支护结构作用力均匀且比较容易控制,多边形基坑与圆形基坑由于边界条件的复杂性给支护设计与施工带来了一定的困难。对开挖方式而言,明挖基坑在地面空旷且可达性较好的情况下较为合适,半明挖与暗挖基坑多用于受到场地条件制约或者周边建筑物密集情况下。实际工程对深基坑进行分类设计时,要充分考虑地质条件、环境影响以及工程要求等因素,才能保证施工安全以及结构稳定。

## (二)深基坑支护的基本原理

深基坑支护最基本的原则就是通过合理结构设计与施工技术来保持基坑开挖时土体稳定,避免基坑周围土体不稳定,发生滑移或者产生过大变形。支护结构的功能是在基坑开挖完成后抵抗土压力和地下水压力等外界荷载,以保证基坑内部施工安全。支护结构设计中需考虑土压力计算问题,主动土压力与被动土压力分布,地下水位变化对支护结构影响及土体物理力学性质等均为关键要素。计算土压力时,利用库仑理论或者朗肯理论可得到支护结构需要承担的侧向土压力。地下水的存在对于基坑稳定性有显著影响,常需配合降水措施以降低水压力影响、避免水土流失或者基坑底部发生突涌等。支护结构设计中刚度与强度是2个重要参数,刚度的大小决定着支护结构变形控制能力的强弱,强度与支护结构极限状态承载能力有关。常用支护形式有排桩、土钉墙和锚杆,这些支护形式通过悬臂,嵌固和拉力等不同力学机制共同抵抗土体侧压力以维护基坑稳定和安全。

## (三)深基坑支护施工技术的发展历程

深基坑支护施工技术在发展过程中体现出土木工程领域在不断地进步和革新,在城市化进程不断加快的今天,人们对地下空间的开发要求也在不断提高,深基坑支护技术历经由简到繁,由经验性设计走向科学化设计。早期深基坑支护大多为单纯木板桩或者砖石结构,主要靠工匠经验与手工操作进行施工,存在很大不确定性与风险性。伴随着钢材与混凝土在20世纪中叶的大量使用,深基坑支护也进入到一个新的阶段,排桩、悬臂式支护技术渐趋成熟,计算工具不断提高使土压力分析与支护设计日趋科学化。在这期间,锚杆、土钉墙这一新支护技术的引进为解决复杂地质条件深基坑施工问题提

供了一种较为可靠的方案。21世纪信息技术发展使深基坑支护施工由传统的手工操作走向自动化和智能化,有限元分析软件在支护结构设计和仿真中被广泛采用,施工过程中的安全和精度得到了实时监测技术的保障。同时,高强度钢筋、预应力锚索以及复合土钉的使用等新材料使支护结构性能得到进一步改善。深基坑支护技术在发展过程中体现出工程技术和科学研究深度结合的特点,对当代复杂地下工程施工的成功开展提供了扎实的技术支持。

## 二、土建基础施工中深基坑支护施工技术实际应用

### (一) 工程概况

在某百万机组火电建设项目的施工阶段,基坑的挖掘深度已经达到了16米,周围环境异常复杂,与之相邻的建筑物数量众多,同时地下水位也相对较高。场地土质以粉质黏土及砂层为主,存在一定渗透性及可塑性,致使基坑开挖过程中面临着巨大侧向土压力及地下水压力。为保证施工安全和有效地控制基坑变形,采取排桩支护和锚杆支护联合支护方案。

### (二) 排桩支护技术的应用

排桩支护技术在深基坑施工中的应用需要综合考虑地质条件、基坑深度以及周边环境,以确保支护结构的稳定性和抗侧力能力。

1. 选择适合的桩型与桩径:在本项目中,基坑深度达16米,地质条件复杂,桩径选定为1000毫米,采用钢筋混凝土灌注桩。这种桩型具有较高的强度和耐久性,能够有效抵抗开挖过程中产生的侧向土压力和其他外部荷载。

2. 桩间距的设计:桩间距设计为1.8米,考虑到土层的力学特性和基坑深度,通过合理的间距分布,可以保证桩与桩之间形成连续的支护结构,有效分散和抵抗土体的侧向压力,减少支护结构变形。

3. 桩体嵌固深度:嵌固深度的确定对于支护结构的稳定性至关重要。桩的嵌固深度设定为基坑深度的1.6倍,即25.6米,这一深度确保桩体能够牢固地嵌入到稳定的持力层中,大大提升了桩体的抗倾覆和抗滑移能力。

4. 冠梁的设置:为增强排桩结构的整体刚度,桩顶通过冠梁连接,冠梁的宽度与桩径一致,厚度为1.2米,通过混凝土浇筑使其与桩体形成一体化结构,这种连接方式不仅提高了支护结构的整体性,还有效限制了桩顶的水平位移。

5. 施工质量控制:在施工过程中,严格控制桩身的垂直度,确保垂直度偏差控制在1%以内,同时对灌注混

凝土的密实度进行监测,防止出现孔隙或夹杂物影响桩体强度。每根桩体完成施工后,通过声波透射法等无损检测手段,检查桩体的完整性和质量,确保桩体达到设计要求。

6. 环境影响的考虑:施工过程中采取降水和排水措施,防止地下水对基坑稳定性造成不利影响,同时,施工噪音和震动的控制也被纳入管理,确保对周边建筑物和居民的影响降至最低。

通过以上措施的综合应用,排桩支护技术在本项目中成功实现了基坑的稳定性和安全性,有效抵御了施工过程中复杂地质条件下的各种不利因素。

### (三) 锚杆支护技术的应用

锚杆支护技术在深基坑施工中的应用以增强支护结构的整体稳定性和抗侧力能力为核心,通过锚杆与土体的相互作用,有效控制基坑的水平位移和变形。在本项目中,基坑深度达到16米,地质条件复杂,土体中含有大量粉质黏土和砂层,具有较高的侧向压力和渗透性。为了确保支护结构的稳定性,锚杆长度设计为15米,其中锚固段长度为5米,锚固段深入坚硬持力层以提供足够的抗拔力。锚杆的倾角设置为20度,利用理论分析结合实践经验,选择了该角度来优化拉力与土压力的平衡,防止锚杆失效。

锚杆的设计以主动土压力理论为基础,采用库仑土压力理论进行计算,公式为: $P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$ ,其中 $P_a$ 为主动土压力, $\gamma$ 为土体重度, $H$ 为基坑深度, $K_a$ 为主动土压力系数。在锚杆预应力设计中,通过计算确定了预应力值为350千牛,这一数值是通过考虑锚杆的屈服强度和基坑周边土体的黏聚力、内摩擦角等参数确定的,预应力的施加确保了锚杆在土体与支护结构间形成有效的协同作用,从而控制基坑的水平变形。

锚杆之间的距离被设计为水平方向的1.5米和垂直方向的2.5米,这种配置确保了每根锚杆都能有效地分散土壤的侧向压力,从而构建了一个网状的支撑系统,有效地阻挡了土壤的侧向移位。锚杆在施工时严格控制钻孔质量并利用高压注浆技术对孔内进行充填,从而保证锚杆对土体密贴性及锚固效果,避免锚杆由于空隙而发生滑动或破坏。施工结束后对锚杆进行拉拔试验以测试锚杆承载力,保证每根锚杆都能满足设计要求承载标准。经过准确计算及严格施工管理后,锚杆支护技术成功运用于该工程,有效地加强了基坑稳定性及安全性,对整个工程顺利进行起到了扎实的保证。

#### (四) 地下水控制措施

深基坑建设中地下水控制措施非常关键,尤其对于高地下水位、渗透性强的土质条件,对地下水进行合理处理可以有效预防基坑失稳、突涌现象。在这个项目里,基坑的深度高达16米,地下水位相对较高,因此主要实施了一系列综合措施,包括降水井和疏干排水。降水井的设计是围绕基坑的周围进行的,井的深度是基坑底部以下4米,这样做是为了确保地下水位能够降到基坑底部以下大约1米,这种设计是通过降低水位来实现的,降低地下水在基坑底部及边坡上的浮托力及渗透压力。

降水井施工采用深井井点降水方式,通过潜水泵连续抽水确保地下水位施工期间一直在安全可控范围。在保证降水效果的前提下,在施工期实时监控并调整井点布置,并结合现场情况及时增减降水井,处理水文地质条件变化。疏干排水系统主要用于处理基坑内的积水问题,它通过建立集水坑和排水渠来迅速排除基坑中的地下水渗漏,从而避免水位升高导致基坑的边坡不稳定。

另外,在降水期间考虑可能发生地面沉降,利用精密监测设备实时监控地面沉降,保证降水井抽水速度及排水量同地质条件及周围建筑物稳定性协调一致,避免因抽水过快而造成大面积地面沉降。为了避免土层中由于降水而造成颗粒的损失,对井点周围采取滤层防护措施,用粗砂、砾石等滤料进行过滤,不仅使水流通畅,还能有效地阻止土体中颗粒的损失。

该工程经过科学降水及排水设计,严格施工控制及实时监控等措施,地下水控制措施成功落实,对基坑稳定及施工安全起到了强有力的保证。

#### (五) 实时监控与动态调整

深基坑施工期实时监控及动态调整,是保证基坑安全及施工顺利进行的关键环节,特别是复杂地质条件及高风险环境,其重要性更为突出。为了确保施工安全及基坑稳定,该工程应用各种先进监测技术对基坑位移、支护结构变形、锚杆拉力及地下水位变化等重要参数实施综合连续监测。

为了确保基坑位移监测的准确性和代表性,使用了高精度的全站仪和自动化变形监测系统。监测点被布置在基坑的周围和支护结构的关键位置,测点之间的距离大约是10米。每日的监测数据将会被实时传送至监控中心,并通过自动化系统进行深入的数据分析。如果检测到基坑的位移超出了预警范围,例如水平位移达到或超过了10毫米,则会进行相应的处理,随即启动预警机制

指挥现场适时调整施工方案、降低施工速度或者对支护结构进行加固,防止继续发生位移及可能失稳。

支护结构变形监测也是利用自动化监测设备进行,尤其注意排桩及锚杆变形。通过设置于支护结构中应变计与倾斜仪对结构变形量进行实时监控,如果检测到排桩倾斜角度大于 $1^\circ$ ,或者锚杆拉力变化大于预设安全范围,例如,当预应力超过350千牛时,应立刻进行施工调整,例如加固锚杆或增加排桩的嵌固深度,以确保支护结构的整体稳定性。

地下水位的变动是通过设置在基坑内外的水位监测井来进行监测的,每一个监测井的深度都超过了基坑底部的2米,以确保能够准确地反映地下水的动态变化。根据监测的数据,如果地下水位出现不正常的上升,例如超出基坑底部的0.5米,那么应立刻激活降水系统,提高抽水的速度,或者根据实际情况增加降水井的数量,为了控制水位和防止地下水压力升高引起基坑边坡的不稳定。

#### 结束语

总之,火电建设项目土建基础施工过程中深基坑支护施工技术的合理运用对增强结构稳定性,降低基坑坍塌及边坡倾斜具有十分重要的意义,并为顺利施工提供基本保障。针对目前深基坑支护技术类型较多,为了发挥技术优势需要结合实际情况,选择合适的支护技术和制定相关施工方案。与此同时,还需要重视对深基坑支护施工中各个环节的控制,从而保证其成效可以达到土建基础施工中的所有要求。

#### 参考文献

- [1] 孙玉龙, 李汝兵. 深基坑支护施工技术在土建施工中的运用研究[J]. 工程建设与设计, 2024(4): 153-155.
- [2] 吕作龙, 杨勇方, 周鹏鹏. 土建基础施工中深基坑支护施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2023(15): 197-199.
- [3] 覃业艳, 黄光辉, 肖尧. 深基坑支护施工技术在土建工程施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 77-79.
- [4] 李庆林. 论深基坑支护施工技术在土建施工中的应用难点与对策[J]. 中国建筑金属结构, 2022(2): 88-89.
- [5] 张勇明. 土建基础施工中深基坑支护技术工艺分析[J]. 工程建设与设计, 2021(17): 173-175.