

# 工业建筑施工中深基坑支护施工技术探讨

王乐宇

河北省安装工程有限公司 河北 石家庄 050031

**摘要：**工业建筑深基坑支护施工须满足稳定性控制、承载能力保障与施工可行性三项核心要求。本文系统阐述了排桩支护、地下连续墙支护及土钉墙支护三种常用技术的构造特点、适用范围与施工质量控制要点，并从施工前期地质勘察与方案优化、过程中排桩成桩质量与墙体接头处理、基坑安全防护与降水管理等关键环节提出了管控措施。针对施工中常见的支护结构变形、地下水渗漏及土体坍塌等问题，分析了各自成因并给出了加固封堵、分段开挖等处理方案，对保障工业建筑深基坑支护工程的安全与质量具有实践指导意义。

**关键词：**工业建筑；深基坑支护；施工技术

**引言：**工业建筑深基坑工程因柱网跨度大、设备荷载集中、地下管线密集等特征，对支护体系的刚度与变形控制提出了更高要求。支护施工一旦出现结构变形、渗漏或坍塌等问题，将直接威胁工程安全与周边环境稳定。本文围绕排桩支护、地下连续墙及土钉墙三种常用技术，系统分析其适用条件与施工要点，并从施工前期准备、过程质量控制及安全管理三个关键环节提出具体管控要求，同时针对支护结构变形、地下水渗漏及土体坍塌等常见问题给出了处理方案，以期工业建筑深基坑支护工程的安全高效实施提供技术参考。

## 1 工业建筑深基坑支护施工的核心要求

工业建筑深基坑支护施工的核心要求可从稳定性控制、承载能力保障与施工可行性三个维度加以系统阐述。工业建筑普遍存在柱网跨度大、设备基础荷载集中、地下管线密集等特点，相较于民用建筑，其对支护体系在刚度、变形控制及工期配合方面均提出了更为严格的技术标准。（1）在稳定性控制层面，支护方案须保证基坑侧壁在土方开挖、降水运行及底板浇筑的全施工周期内维持有效的力学平衡，防止局部塌落或整体滑移等失稳模式的发生。与此同时，基坑开挖引起的周边地表沉降及邻近建（构）筑物的差异沉降须被控制在规范允许值以内，以免因沉降量过大而危及既有结构安全，或对后续基础工程的定位精度与施工质量产生不利影响。（2）在承载能力层面，支护结构须具备足够的抗弯、抗剪及抗压性能，能够有效抵抗坑壁土体主动土压力、静止土压力、孔隙水压力以及施工机械动荷载、堆载等多源荷载的叠加效应。各工况组合下，支护构件的内力分布与位移响应均不得超出设计限值，以确保结构整体不发生功能性破坏。（3）在施工可行性层面，支护技术的选取需综合权衡场地工程地质特征、可利用作业空间、总工期节点及工程

造价等约束条件，优先采用工艺成熟、操作便捷、施工效率较高且经济合理的支护形式，在满足安全储备的前提下实现工期与成本的最优平衡，并确保支护施工与基础施工、上部主体结构施工之间形成顺畅的工序衔接<sup>[1]</sup>。

## 2 工业建筑深基坑支护常用施工技术

### 2.1 排桩支护技术

排桩支护是工业建筑深基坑工程中采用频率较高的支护形式，其构造核心在于沿基坑周线按设计间距布置钢筋混凝土灌注桩或预制桩，使各桩体协同受力，共同构成连续的挡土结构以平衡坑壁土体的侧向土压力与水压力。该技术对场地地质条件的适应性较强，尤其在粉质黏土、粉细砂及一般黏性土分布区域，能充分发挥承载力高、整体稳定性优良、布桩方式灵活可调等技术优势。设计阶段，桩径、桩长与桩间距须依据基坑开挖深度、各土层的物理力学指标及荷载组合工况综合确定，桩间净距的合理选取直接影响支护墙体的整体刚度与止水效果。施工中应重点把控成桩质量，涵盖混凝土灌注的连续性、钢筋笼的定位偏差以及保护层厚度的准确性，严格防范断桩、夹泥、露筋等常见缺陷。当基坑开挖深度较大时，往往还需配合设置多道内支撑或锚拉体系，与排桩共同工作以有效约束桩体水平位移，保障支护结构在各施工阶段均处于安全可控状态<sup>[2]</sup>。

### 2.2 地下连续墙支护技术

地下连续墙支护技术主要面向开挖深度较大、地质条件复杂的工业建筑深基坑工程。该技术借助专用液压抓斗或铣槽机在泥浆护壁条件下沿基坑周边分段开挖沟槽，随后下放钢筋笼并浇筑水下混凝土，使各槽段混凝土在硬化后连接为一体，形成刚度大、整体性强的地下挡土止水结构。地下连续墙兼具支护与止水双重功能，其墙体刚度远高于常规排桩，抗渗性能突出，尤其适合地下

水位偏高、基坑深度超过10米且周边环境敏感的工业厂房基础工程。施工中,槽段开挖的垂直度与槽位精度直接决定成墙质量,须借助导墙定位与实时纠偏手段严格把控,防止槽壁坍塌或超挖。混凝土浇筑环节应确保导管理深合理、供料连续,使墙体混凝土密实均匀,杜绝蜂窝、麻面、夹泥等常见缺陷,从而保证墙体的承载性能与抗渗等级。此外,槽段之间的接头处理是该技术的施工难点与质量控制重点,工程中常采用接头管法、铰接头法等工艺,须确保接头部位密封可靠、传力连续,避免因接头渗漏或刚度折减而引发墙体局部变形及地下水涌入等问题。

### 2.3 土钉墙支护技术

土钉墙支护技术是工业建筑深基坑工程中一种经济适用、施工便捷的支护形式,主要面向开挖深度较浅、地质条件相对良好的基坑。该技术以土钉、喷射混凝土面层及原位土体为三大核心组成部分,通过在坑壁土体中按一定间距斜向设置钢筋土钉并注浆锚固,同时在坡面喷射混凝土形成薄壁护面,使土钉、面层与土体共同构成一个受力整体,有效提升土体的内聚力与抗剪强度,从而实现基坑的自稳与支护。该技术的突出优势在于施工速度快、工程造价低、对作业空间需求小,尤其适合场地狭窄、周边环境要求不高的工业厂房基坑。设计阶段需依据土层物理力学参数合理确定土钉的长度、间距及直径,保证土钉的锚固段长度嵌入稳定土层且满足抗拔承载力要求。施工中应严格控制成孔角度与注浆饱满度,喷射混凝土面层则须保证厚度均匀、密实度达标,与土钉及坡面紧密贴合,防止面层开裂或脱落。此外,工程中还应定期开展土钉抗拔试验,以验证实际锚固力是否达到设计值,为支护结构的长期稳定性提供可靠的检测依据。

## 3 工业建筑深基坑支护施工的关键环节控制

### 3.1 施工前期准备控制

施工前期准备是工业建筑深基坑支护工程得以有序推进的根本前提,其控制重心在于地质勘察的深化与施工方案的系统性优化。(1)地质勘察环节应围绕基坑影响范围内的地层结构、地下水位动态变化规律、各土层的物理力学指标以及周边地下管线分布等关键信息展开,勘察成果的完整性与准确性直接决定了后续支护方案的合理性,若勘察深度不足或数据偏差较大,极易造成支护选型失当,埋下结构失稳或渗漏等安全隐患。(2)施工方案的编制须充分结合工业建筑自身的结构特征,包括柱网跨度、设备基础布局、荷载分布特征以及基坑开挖深度等约束条件,在此基础上明确支护形式、施工工序、关键技术参数、质量检验标准及安全防护措施,使

方案兼具科学性与现场可操作性。与此同时,现场准备工作同样不可忽视,须提前完成场地清理与地面平整,合理规划施工道路与材料堆放区域,搭建临时排水及用电设施,并对进场设备与材料进行逐项核查,确认其性能与规格满足设计及规范要求,为后续施工连续作业创造有利条件<sup>[3]</sup>。

### 3.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制是确保工业建筑深基坑支护体系达到设计性能的核心环节,其管控范围须覆盖支护施工的各个阶段与关键工序。(1)在排桩施工中,应严格控制桩位放线偏差与桩身垂直度,混凝土浇筑须保证导管理深合理、灌注连续,杜绝断桩与夹泥缺陷,同时通过抽芯检测与静载试验验证桩身强度及单桩承载力是否满足设计要求。(2)在地下连续墙施工中,槽段开挖的平面位置与垂直度须控制在允许偏差范围内,水下混凝土浇筑应确保供料均匀、无冷缝,接头部位须按设计采用铰接头或接头管等工艺处理,保证接缝处的防水性能与结构整体性。(3)在土钉墙施工中,成孔角度、注浆压力及注浆量须严格执行工艺标准,喷射混凝土面层的厚度与密实度应通过实测实量加以验证,确保土钉与面层、土体三者之间的协同受力性能。此外,施工全程须同步开展基坑监测工作,对坑顶水平位移、周边地表沉降、地下水位变化及支护结构内力等指标进行动态跟踪,一旦监测数据接近或超出预警值,须立即启动应急预案,采取加固或卸荷等针对性措施,防止险情进一步发展。

### 3.3 施工安全控制

工业建筑深基坑支护施工涉及大深度土方开挖、重型机械作业及地下水处理等高风险工序,安全控制须覆盖坍塌、高处坠落、地下水突涌及机械伤害等主要风险源。(1)施工现场应在基坑边缘设置高度不低于1.2米的刚性防护栏杆,并在醒目位置悬挂安全警示标识与夜间反光标志,严格划定施工作业区与非作业区的边界,禁止无关人员进入危险区域。(2)全体施工人员须按规定佩戴安全帽、安全带、防滑鞋等个人防护装备,特种作业人员应持有效证件上岗。各工序操作须严格遵循经审批的施工方案与安全技术交底内容,杜绝违章指挥与违规作业。地下水控制是安全管理重中之重,须依据场地水文地质条件选用管井降水、深井降水或帷幕截水等措施,将坑内水位降至开挖面以下不少于0.5米,有效消除因水压力过大导致的坑底突涌或侧壁渗漏风险。(3)针对地质条件复杂、土层自稳性差的区域,应采取分段跳挖、分层开挖的施工策略,每层开挖深度严格控制在设计允许范围内,严禁超挖或无序开挖。同时须建立常

态化安全巡检制度,发现异常工况应立即停止作业并启动应急处置程序,最大限度降低事故发生概率。

#### 4 深基坑支护施工中的常见问题及处理措施

##### 4.1 支护结构变形

支护结构变形是工业建筑深基坑施工中发生频率较高的质量通病,其典型表现包括排桩桩体倾斜偏移、地下连续墙墙体水平位移超限以及土钉墙面层鼓出或土钉松脱等。产生变形的原因通常涉及支护方案设计参数取值偏小、成桩或成墙施工质量存在缺陷、土体侧压力超出预期等多重因素。处理此类问题时,应首先结合监测数据与地质条件明确变形诱因。若系设计方案刚度储备不足所致,须及时调整支护参数,增设内支撑或锚索以提高结构整体刚度与承载力;若属施工质量缺陷引发,则应对问题部位实施针对性加固,如补桩、注浆加固土钉或增设型钢支撑等。施工期间须持续跟踪坑壁水平位移与地表沉降数据,依据监测反馈动态调整开挖节奏与支护措施,将变形控制在设计允许范围之内<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 地下水渗漏

地下水渗漏在工业建筑深基坑支护中属于高发性质量缺陷,集中出现在地下连续墙槽段接头、排桩桩间缝隙及止水帷幕薄弱处。渗漏若未及时封堵,将造成坑壁土体长期浸泡软化、承载力下降,进而引发地表不均匀沉降甚至坑壁失稳坍塌。处理时须先行排查渗漏点并判定成因。若系接头施工质量不达标,应凿除问题部位后采用遇水膨胀止水条或聚氨酯密封胶重新封堵;若因排桩间距过大导致止水效果不足,则需在桩间补设旋喷桩或注浆帷幕以提升抗渗性能。同时应强化坑内外降水与排水体系,将地下水位降至开挖面以下,减小水头差产生的渗透压力,有效遏制渗漏范围进一步扩大。

##### 4.3 土体坍塌隐患

土体坍塌隐患主要源于开挖速度过快、开挖深度过

大、地质条件复杂等因素,表现为基坑侧壁土体松动、滑落,严重时会引起整体坍塌。针对此类问题,需严格控制开挖速度和开挖深度,采用分段、分层开挖的方式,开挖一段、支护一段,确保基坑侧壁土体的稳定性;同时,加强对土体的监测,若发现土体有松动、沉降迹象,及时采取加固措施,如增设土钉、喷射混凝土、设置临时支撑等,消除坍塌隐患,保障施工安全<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

工业建筑深基坑支护施工是一项技术要求高、风险因素多的系统性工程,支护方案的合理选取与施工过程的精细化管理是保障工程安全的关键所在。本文所涉及的排桩、地下连续墙及土钉墙三种技术各有其适用条件,实际工程中应依据场地地质特征、基坑规模及周边环境约束进行综合比选。施工过程中须坚持动态监测与信息化管理相结合,及时识别并处置变形、渗漏及坍塌等风险隐患。随着智能监测与数值模拟技术的持续推广,深基坑支护施工的精准化水平将不断提升,为工业建筑工程的安全建设提供更加可靠的技术保障。

#### 参考文献

- [1] 冀绍伟.工业建筑施工中深基坑支护施工技术探讨[J].漫科学(下旬刊),2025(10):124-126.
- [2] 李根胜,李培绍,胡荣慕.建筑施工技术中的深基坑支护技术探讨[J].散装水泥,2025(1):163-164+167.
- [3] 韩豪.探讨建筑施工中的深基坑支护施工技术与监理方法[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(6):037-040.
- [4] 沈永泉.深基坑支护技术在建筑施工中的创新应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(3):143-146.
- [5] 杨清建.深基坑支护技术在工业与民用建筑施工中的应用[J].门窗,2025(14):238-240.