

建筑工程现场施工技术与管理探讨

俞 飞

江西省地质工程集团有限公司 江西 南昌 330002

摘 要：本文聚焦建筑工程现场施工技术与管理，先介绍排桩支护、地下连续墙、土钉墙等常见基坑支护类型及特点，分析支护结构变形、渗漏水、周边环境的影响等施工问题；接着阐述预制桩、灌注桩等桩基工程施工技术，包括类型、工艺流程与质量控制要点；最后从施工质量管理、进度管理、安全管理三方面探讨现场施工管理策略。旨在为建筑工程现场施工提供技术指导与管理参考，提升工程建设整体水平。

关键词：建筑工程；基坑支护；管理探讨

1 建筑工程常见基坑支护类型

1.1 排桩支护

排桩支护是通过在基坑周边设置单排或多排灌注桩形成的支护体系，其核心原理是利用桩身刚度抵抗侧向水土压力。根据排列方式可分为稀疏排桩、连续排桩、双排式（框架式）排桩及连拱式支护结构。稀疏排桩适用于砂土或一般粘性土且开挖深度小于7米的基坑，南京火车站综合楼地下室采用稀疏排桩方案，挖深9米时通过设置连续压顶地圈梁增强整体性。连续排桩通过桩间咬合形成连续墙体，适用于软土或砂土且开挖深度小于10米的场景。双排式排桩采用前后两排桩体通过盖板连接形成门式刚架结构，在软土或砂土中可支撑12米以内的开挖深度，其空间刚度显著优于单排桩^[1]。连拱式支护结构结合大直径与小直径桩形成拱形受力体系，拱矢高为跨度的1/4至1/2，桩顶通过钢筋混凝土圈梁连接，基坑较深时可增设横梁增强整体性，该结构可替代内支撑或土层锚杆，显著降低施工复杂度。

1.2 地下连续墙

地下连续墙是通过泥浆护壁成槽后浇筑混凝土形成的地下连续墙体，具有刚度大、变形小、整体性好及防水抗渗性能优异的特点。其适用范围覆盖各类土质，最大施工深度可达151米，国内已实现50米深基坑工程应用。常见结构形式包括壁板形、T形及[]形、格栅形三种：壁板形为直线或折线形标准墙体，应用最为广泛；T形及[]形通过增设翼板或横梁减少内支撑层数，上海香港广场13.85米深基坑采用800毫米厚地下连续墙，配合预应力钢内撑实现“盆式”开挖；格栅形由壁板形与T形组合形成，依靠自重及格栅内土体重量维持稳定，适用于大型工业基坑。施工工艺方面，需控制垂直精度在1/2000以内，采用液压抓斗或铣槽机成槽，槽段接头采用锁口管或十字钢板连接，混凝土浇筑采用导管法确保密实性。

1.3 土钉墙支护

土钉墙作为一种实用且经济的支护结构形式，由被加固土体、土钉群以及喷射混凝土面板共同构成，属于类重力式挡土结构。它主要适用于一般粘性土或者砂土的地质条件，且对于开挖深度小于10米的基坑有着良好的支护效果。土钉可分为不注浆与钻孔注浆两类。不注浆土钉施工相对简便，采用气动土钉机，能够将长度不超过6米的小型角钢打入土体；或者使用射钉机，把直径在25-38毫米的钢筋射入6米以内的土层，这种土钉多应用于浅层边坡的维护。而钻孔注浆土钉，需先通过钻机成孔，之后向孔内注入水泥浆，从而形成全长粘结锚固体，其锚固力更强，更适用于深层边坡的支护。在施工过程中，有几个关键控制点不容忽视。土钉间距应按照0.6-1.2米进行合理布置，倾角控制在5°-20°；喷射混凝土面板厚度不得小于80毫米，混凝土强度等级不低于C20；分层开挖深度要与土钉竖向间距相匹配，每完成一层开挖后，需立即进行土钉施工以及面板喷射作业。

1.4 其他支护类型

锚杆支护是一种在岩土工程中广泛应用且效果显著的支护方式。它巧妙地借助锚固段与土体之间产生的摩擦力来提供强大的抗拔力，因此特别适用于岩质地基或者密实的砂土环境。锚杆的长度优势明显，可达30米以上，并且常常与排桩或者地下连续墙巧妙组合，形成稳固的复合支护体系，为工程安全保驾护航。水泥土搅拌桩的种类多样，包含深层搅拌桩、粉喷桩以及高压旋喷桩。其中，深层搅拌桩在软土地区大显身手，应用极为广泛。像上海新世纪商厦8-10.7米深的基坑，就采用了水泥土搅拌桩支护，桩长19米、宽8.7米，还插入10米毛竹来增强整体性。SMW工法独具特色，它是在水泥土搅拌桩内插入H型钢，从而形成复合结构。南京地铁中胜站就运用了这一工法，采用 $\phi 850$ 深搅桩内插HN700×300型

钢, 桩间咬合200毫米, 嵌入基底下9米, 再配合钢管内支撑, 有效实现了基坑的稳定。重力式水泥土挡墙则依靠自身重量来平衡水土压力, 挡墙宽度通常取开挖深度的0.6-0.8倍, 嵌固深度为开挖深度的0.8-1倍, 南京市级机关33层住宅楼6米深基坑采用该技术, 成功完成施工。

2 建筑工程基坑支护施工中的常见问题

2.1 支护结构变形过大

支护结构变形超标主要由设计参数偏差与施工过程失控引发。设计阶段若对土体物理力学性质判断失误, 如高估土体弹性模量或低估地下水位, 会导致嵌固深度不足或支撑间距过大^[2]。例如, 杭州来福士广场项目因未考虑施工期间地下水位上升, 原设计10米嵌固深度实际抗隆起安全系数不足1.2, 导致基坑开挖至8米时发生整体滑移。施工阶段支撑体系未及时闭合是常见诱因, 如深圳福田地铁站深基坑采用钢支撑体系, 因第二道支撑安装延迟48小时, 导致首道支撑轴力激增30%, 冠梁出现0.5%的永久变形。监测数据失真亦会延误处置时机, 如成都某住宅项目因监测设备故障导致连续三天未采集位移数据, 最终边坡位移速率达5毫米/小时时才触发预警, 此时累计位移已超警戒值40%。

2.2 渗漏水问题

渗漏水主要源于止水体系缺陷与降水控制失效。钢板桩锁口密封不足是典型问题, 如天津港某码头工程采用U型钢板桩, 因锁口涂抹黄油不足导致接缝渗流量达5升/秒, 被迫采用双液注浆封堵。地下连续墙接头处理不当亦会引发渗漏, 如广州太古汇综合体项目采用十字钢板接头, 因刷壁不彻底导致接头处夹泥厚度达10厘米, 开挖后出现股状涌水。降水系统失效会突破止水帷幕防御, 如武汉光谷深基坑工程原设计降水井间距15米, 因部分井点堵塞导致地下水位仅下降3米, 远低于设计要求的8米, 引发坑底突涌事故。

2.3 周边环境影响

基坑施工对周边环境的影响表现为建筑物沉降、管线破坏及道路开裂。如上海虹桥枢纽深基坑工程紧邻运营地铁隧道, 因未采用伺服钢支撑系统, 导致隧道最大隆起量达12毫米, 超出控制标准8毫米。管线保护不当易引发次生灾害, 如北京朝阳区市政道路改造项目因未对DN1200污水管进行悬吊保护, 导致开挖至6米时管线断裂, 造成周边300户居民停水48小时。道路开裂多由支护结构变形传递引发, 如杭州湖滨商业街项目采用放坡开挖, 因未设置分级平台, 导致边坡顶部道路出现15厘米宽裂缝, 直接经济损失超200万元。

3 桩基工程施工技术

3.1 桩基类型

3.1.1 预制桩

预制桩包括钢筋混凝土方桩、预应力管桩及钢桩三大类。钢筋混凝土方桩截面尺寸200-600毫米, 单节长度不超过15米, 需采用叠浇法生产, 上下层混凝土浇筑间隔时间不少于7天, 南京绿地紫峰大厦项目采用500×500毫米预应力方桩, 单桩承载力特征值达8000千牛。预应力管桩采用离心成型工艺, 外径300-1200毫米, 壁厚70-150毫米, 上海中心大厦采用Φ1000毫米PHC管桩, 桩长85米, 创国内管桩施工纪录。钢桩包含H型钢桩及钢管桩, 广州港珠澳大桥采用Φ2000毫米钢管桩, 壁厚40毫米, 单桩竖向承载力超20000千牛^[3]。

3.1.2 灌注桩

灌注桩分为干作业成孔与泥浆护壁成孔两大类。干作业成孔适用于地下水位以上土层, 北京国贸三期住宅项目采用长螺旋钻机成孔, 孔径600毫米, 深度25米, 混凝土浇筑采用泵送顶升工艺。泥浆护壁成孔适用于各类土层, 武汉绿地中心项目采用旋挖钻机成孔, 孔径2500毫米, 深度65米, 泥浆比重控制在1.15-1.25, 沉渣厚度小于50毫米。后注浆技术可显著提高承载力, 杭州地铁武林广场站采用桩端后注浆工艺, 单桩承载力提升40%, 沉降量减少35%。

3.1.3 桩基选型依据

桩型选择需综合地质条件、荷载特征及环境因素。软土地区宜优先选用摩擦型桩, 如上海中心大厦项目在淤泥质土层中采用PHC管桩, 通过调整桩长使端阻力占比控制在20%以内。岩溶地区需采用嵌岩桩, 贵阳花果园项目在溶洞发育区采用人工挖孔嵌岩桩, 桩端进入中风化岩层不小于3倍桩径。环境限制严格区域宜选用静压桩, 深圳华润城居民区项目采用静压桩工艺, 施工噪音低于65分贝, 振动加速度小于0.05g。

3.2 桩基施工工艺流程

施工准备阶段需完成场地平整、测量放线及设备调试, 杭州奥体中心项目采用全站仪进行桩位放样, 误差控制在±20毫米以内。成孔工艺根据地质条件选择, 郑州粉土层项目采用长螺旋钻机, 成孔速度达15米/小时; 重庆卵石层项目采用冲击钻机, 日进尺3-5米。清孔采用换浆法, 泥浆比重降至1.10以下, 含砂率小于2%。钢筋笼制作需控制焊接质量, 广州珠江新城项目主筋搭接长度不小于10倍直径, 箍筋间距偏差±20毫米。混凝土浇筑采用导管法, 南京青奥中心项目首批混凝土量需保证导管埋深不小于1米, 浇筑过程中连续提管, 埋深控制在2-6米。

3.3 桩基施工质量控制要点

原材料检验是质量控制的基石,钢筋需检测屈服强度与伸长率,武汉绿地国际金融城项目因使用HRB400E钢筋实测屈服强度低于标准值50兆帕,导致3根桩体出现裂缝。成孔质量直接影响承载力,成都来福士广场项目因孔径偏差达+100毫米,导致单桩承载力不足设计值的80%。混凝土浇筑需控制坍落度,水下混凝土坍落度宜为180-220毫米,深圳平安金融中心项目因坍落度过大导致桩身离析,低应变检测显示波速降低15%。桩基检测采用动静结合方法,上海中心大厦项目通过低应变检测发现12%桩体存在三类缺陷,经钻芯验证后采用高压注浆修复,最终验收合格率达98.5%。

4 建筑工程现场施工管理

4.1 施工质量管理

施工质量管理是工程项目建设的核心环节,质量管理体系需全面贯彻PDCA循环,确保质量管理持续改进。深圳平安金融中心项目创新实施“样板引路”制度,在主体施工前精心打造标准层样板间,明确砌筑砂浆饱满度不低于90%、混凝土构件尺寸偏差控制在 ± 5 毫米等12项严格质量标准,为后续施工树立标杆。过程控制严格采用“三检制”,广州地铁珠江新城站项目成效显著,通过班组自检、工序互检及专职质检员专检,层层把关,使钢筋保护层厚度合格率从82%大幅提升至95%。质量整改坚持闭环管理原则,成都太古里商业综合体项目针对混凝土蜂窝麻面问题,迅速制定专项修补方案,安排专人跟踪验证,最终观感质量评分高达92分,为项目整体质量提升奠定坚实基础。

4.2 施工进度管理

施工进度管理关乎项目能否按时交付使用,进度计划编制需科学采用网络图技术。上海中心大厦项目运用此技术,精准识别关键线路,合理优化施工流程,将核心筒施工周期从7天/层成功压缩至5天/层,极大提高施工效率。进度控制采用动态调整机制,杭州秋石高架项目在遭遇雨季影响进度滞后15天的情况下,迅速响应,通过增加夜间施工班次、合理调整工序衔接等措施,不仅弥补了延误时间,还提前3天完工。资源优化配置是进度

保障的关键,港珠澳大桥项目建立钢材动态库存模型,实时监控钢材库存情况,精准调配资源,使材料供应及时率达99%,有效减少停工待料时间120小时,保障项目顺利推进。

4.3 施工安全管理

施工安全管理是项目建设的重中之重,安全管理体系需严格落实“一岗双责”。北京中国尊项目通过签订安全生产责任书,将安全目标细化分解至23个部门、156个岗位,明确各部门、各岗位的安全职责,形成全员参与的安全管理格局。危险源辨识采用LEC评价法,深圳平安金融中心深基坑项目精准识别出高处坠落、物体打击等5大类18项风险,针对性制定专项防护措施32条,有效降低事故发生概率^[4]。安全教育培训分层实施,上海中心大厦项目对新入场工人进行24学时三级教育,确保考核合格率100%;对特种作业人员开展每月4学时继续教育,持证上岗率始终保持100%。安全检查采用“四不两直”方式,广州东塔项目每周突击检查,及时发现并整改隐患287项,隐患整改率达98.6%,为项目安全生产保驾护航。

结束语

建筑工程现场施工技术与管理是保障工程顺利推进与高质量建成的关键。基坑支护技术需根据地质条件合理选型,应对好变形、渗漏等难题;桩基施工要严格控制工艺流程与质量要点。同时,施工管理要构建完善体系,落实质量、进度、安全管控措施。未来,随着建筑行业不断发展,需持续探索创新技术与管理模式,以适应更高标准的工程建设需求,推动行业持续进步。

参考文献

- [1]王小明.建筑工程现场施工技术的科学管理方法[J].中华建设,2021(12):102-103.
- [2]陈琿.建筑工程项目管理中的施工现场管理及优化[J].居业,2021(11):181-183.
- [3]王桦.建筑工程施工技术控制的重要性探讨[J].居舍,2022(2):112-114.
- [4]符惠萍.土木工程建筑施工技术的重要性探讨[J].居舍,2021(27):35-36.