

探讨复杂边界条件下的基坑支护设计

黄维

中交第四航务工程勘察设计院有限公司

摘要：随着时间的推移，当前的基坑支护存在较强的复杂性，要想保障基坑支护的安全性，那么就需要制定科学合理的基坑支护设计方案，在最大程度上降低基坑支护对周边生态环境产生的负面影响。许多基坑支护都面临着复杂边界条件，对设计人员的专业素质水平提出了严格要求，设计人员需要在不影响基坑支护质量的基础上加强对周边生态环境的保护力度，充分了解施工现场的实际情况，深入分析工程条件。本文主要对基坑支护的技术方法和数值模拟进行探讨，分析了复杂边界条件下基坑支护设计技术特点，为设计人员面对复杂边界条件下的基坑支护提供了更多方案。

关键词：复杂边界；基坑支护；设计

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.10.102

引言：当前基坑工程的广度和深度不断增加，随着城市化进程的推进，高楼大厦的数量不断增多，导致基坑工程的施工难度不断上升。大部分基坑工程所面临的施工现场土质构造十分繁杂。需要开挖的深度不断增加，施工范围过于狭小，基坑工程施工的复杂性较大。为了降低不确定因素对基坑工程施工的影响，工程管理人员需要在前期准备阶段加强对施工设计方案的重视，设计人员需要凭借自身的专业素质水平和工作经验，保障施工设计方案的高效安全。

一、基坑支护的技术方法和数值模拟

（一）基坑支护的技术方法

根据调查显示，基坑支护的方法种类十分多样。当前基坑开挖的主要方法有暗挖技术，明挖技术，盾构技术，注浆技术，冻结技术等等^[1]。随着时代的发展和进步，如今施工水平正处于不断提升的过程中，施工方法不仅包括全过程机械化开挖支护方法，预切槽方法，而且包括计算机化掘进方法和盾构施工方法。在传统的基坑支护工程施工过程中，施工人员在一般情况下都会选择土钉墙技术和钢板桩支护技术。当前高层建筑的数量不断增多，为了在原来的基础上不断提升基坑支护的安全性，工程管理人员开始将目光放在更多新技术核心方法上，并且将新技术和新方法广泛应用到实际的基坑支护施工过程中，例如逆作法。逆作法的应用范围较广，在方法应用过程中，施工人员在施工过程中会选择连续墙的支护结构，实现地上与地下的同步施工，不仅可以起到挡土作用，而且可以挡水，为此地下连续墙工艺受到了广泛的关注和应用，这项工艺主要应用于砾石和软黏土的土层当中^[2]。在实际的施工过程中，施工管理人员可以

加强对传感器技术的重视，在技术使用的过程中，通过碾磨机在原来的基础上不断提升自动化施工水平。

（二）基坑支护的数值模拟

为了便于后续的计算工作，设计人员在设计基坑支护方案的过程中需要进行数值模拟，保障结果的准确性。数值模拟可以帮助设计人员对支护结构进行深入分析，充分了解支护结构的变形和沉降情况^[3]。大多数设计人员在数值模拟的过程中会结合计算机方法，在模拟软件的帮助下，充分了解不同支护方式下基坑的具体特征。倘若设计人员想要对基坑工程的变形问题进行深入研究，那么可以采取有限元法，这种方法可以帮助设计人员解决土体非线性问题。

二、复杂边界条件下基坑支护的技术优点

（一）施工条件的复杂性较高

与一般的工程相比，基坑支护所面临的施工条件十分复杂，以人防工程为例，这类工程在施工过程中不仅需要满足工程需求，而且需要加强对经济发展和城市建设问题的重视。大多数人防工程已经成了重点工程，因为这类工程为实现城市经济的长远发展作出了杰出的贡献，在一般情况下位于城市的商业中心。由于人流量十分密集，因此需要保障人防工程的稳固性。人防工程的面积较大，基坑开挖的深度随之增加，在实际的施工过程中，施工现场周边存在大量的高层建筑。在施工准备阶段，工程管理人员需要考虑较多因素，例如需要对区域内存在的老旧管道进行改迁^[4]。倘若施工现场建筑物的密集度较高，那么不可避免会出现变形控制的情况。工程管理人员需要在最大程度上降低施工对周边建筑的不利影响，并且需要加大对噪音和扬尘污染的控制力度。由于基坑支护在施工过程中受气候和地形的影响，工程管理人员在施工准备阶段需要充分考虑这类因素，避免出现突发状况。

（二）支护安全级别要求较高

人防工程的施工条件十分复杂，与周边的建筑物相比，基坑开挖深度较大。由于人防工程的基坑开挖深度不断增加，此时支护结构可能会失效，土体可能会出现变形沉降的情况，对周边环境产生严重的不利影响。为了确保人防工程的施工安全性和质量，工程管理人员需要在原来的基础上提升支护安全等级^[5]。由于人防工程位于市中心，交通十分发达，周围环境的复杂性较高，此时工程管理人员需要加强对位移和地面沉降的重视。由于基坑支护施工会受施工现场水文和地质条件的影响，因此工程管理人员需要对施工水位进行严格控制，

在选择支付方法的过程中需要将地质和水文条件纳入考虑范围之内。人防工程的施工环境条件比较复杂，而且面临的安全风险较大，对实际的施工提出了更加严格的要求。在基坑支护结构的设计过程中，设计人员需要进行防护和加固，加强对安全管理工作的重视，确保施工安全等级为一级。

（三）施工技术重点

在施工前期的准备阶段，工程管理人员需要将检测和现场勘察工作落实到具体的行动当中，在调查过程中需要加强对施工现场地质条件和周边环境的重视。不仅如此，设计人员在计算过程中需要将土层天然重度和内摩擦角等参数纳入考虑范围之内，加深对施工工程地质条件的认识与了解。在实际测试过程中，工程管理人员可以采取原位测试，为了保障参数数据的真实性和准确性，工程管理人员需要采取多种方法重复进行测试，只有得出的结果一致时，那么此时参数的可靠性较强。工程管理人员需要加强对支护工具的重视，避免出现工具损害的情况。倘若工具出现了变形，那么便会对周围的环境产生严重的破坏。工程管理人员在施工过程中需要采取相应的措施避免地下水侵害。在施工前期需要落实排水工作，不断提升地基的稳定性，同时需要加强对地表水渗透的重视，及时进行有效处理。在实际施工过程中，工程管理人员需要将边坡安全纳入管理范围之内，在原来的基础上加高防护栏杆的高度。以及排水沟的深度，在最大程度上避免出现超挖现象。设计人员在实际施工过程中需要设计防护专项方案，采取相应的安全措施。

三、基坑支护施工方案和方法的选择

（一）支护方案选择

在选择支付方式的过程中，工程管理人员需要将基坑周边环境的实际情况纳入考虑范围，当基坑周围环境的复杂性较高时，此时工程管理人员可以采用多种联合支护方式。倘若这类支护方式无法满足放坡条件，那么在实际的施工过程中，工程管理人员可以进行桩锚支护。在制定施工方案的过程中，工程管理人员需要将基坑的安全等级，技术要求和周边环境纳入管理范围之内，以人防工程为例^[6]。倘若人防工程的施工单位需要满足建设需求，在使用逆作法进行施工时，可以将混凝土排桩作为主要的支护结构。由于基坑深度较大，施工单位管理人员在设计过程中需要加强对各个参数的重视，不断提升基坑的稳定性。

（二）顺作法施工

部分工程管理人员在考虑施工现场的环境条件之后会采取顺作法，顺作法的主要优点在于成本较低，施工流程简单，结构具备较强的可靠性和防水性。然而顺作法也存在许多不足，甚做法会对周边的环境产生较大的影响。在实际的施工过程中，工程管理人员需要首先进行支护，然后再进行开挖，由下而上进行施工，加强

对各主体结构的重视，此时的施工重点在于土方开挖和结构性施工。为了在最大程度上避免出现变形和沉降情况，工程管理人员需要加强对边坡支护技术的重视。在应用顺作法的过程中，工程管理人员需要注重放坡开挖技术的应用范围，这类技术对地质条件提出了比较严格的要求，在实际的开挖过程中，施工人员需要做好边坡的清理工作，边坡清理工作完成之后需要积极开展护坡工作，在施工过程中所采用的原材料一般为水泥黏土。在应用混凝土灌注桩支护技术的过程中，工程管理人员需要根据不同的成孔工艺采取不同的施工方式。在应用连续墙支护技术的过程中，工程管理人员需要保障土层的含水性。在应用土钉墙支护技术的过程中，工程管理人员需要分层进行土方开挖工作，采取相应的方法实现与土地施工的紧密结合，加强对基坑边坡施工和防护工作的重视。

（三）逆作法施工

针对周边区域存在较多建筑物的基坑支护工程，工程管理人员可以采取逆作法进行施工，之所以采取这种方法，主要是为了加大对地面沉降的控制力度，逆作法与传统方式存在明显的差异，这类方法不会对周围建筑物产生较大的影响^[7]。在实际的施工过程中，工程管理人员可以让结构顶板替代临时路面，为了在原来的基础上提高系统的稳定性，工程管理人员需要建立相应的内部支撑体系。在实际的施工过程中，施工人员可以实现地上与地下结构的同步施工，在整体浇筑方法的帮助下，充分利用地下楼板完成水平支撑。

（四）支护方案验算结果

工程管理人员需要开展基坑支护的稳定性验算，形成相应的安全系数。在稳定性验算的过程中，工程管理人员需要将支护结构的内力位移和水平位移纳入管理范围之内。当工程管理人员采取顺作法进行施工时，需要加强对材料性能的重视，并且不断改进施工技术和方法。逆作法的主要优势在于可以获得较多的经济效益，倘若工程管理人员可以不断提升逆作法的技术成熟度，那么在未来的施工过程中可以扩大逆作法的应用范围。

四、基坑支护施工方案的优化策略

（一）技术安全保障措施

在基坑支护的施工过程中，工程管理人员在一般情况下都会采用机械开挖方案，在反铲挖土机的作用下进行分层开挖^[8]。倘若开挖的深度已经远远超出了周边建筑物的基础深度，那么此时工程管理人员需要保持适当的距离和坡度，在提升边坡稳定性的过程中可以利用坡脚，将坡脚作为支撑。在实际的开挖过程中，施工管理人员需要时刻注意是否存在断层和裂缝，倘若发现存在断层和裂缝，那么需要在第一时间进行处理，在基坑处理工作完成之后，施工人员需要抄平坑底。为了避免出现坑体扰动的情况，施工人员在开挖工作完成之后

需要减少暴露时间，及时进行下一道工序。倘若此时松土坑的水位较高，那么施工人员需要对松土进行去除，然后完成回填工作。针对不存在放坡条件的基坑，此时施工人员在开挖过程中可以采取分层开挖方法，在支护过程中需要加强对施工层级的重视。在基坑的周围。施工人员需要加强对排水沟的重视，并且将排水沟进行连接，形成一个排水管网。为了不断提升基坑的排水能力，此时施工人员需要严格控制排水井之间的距离。施工人员在实际的施工过程中需要严格按照规定的施工流程进行作业，在坑口周边需要设置相应的警示标志，在夜间施工过程中，工程管理人员需要注重整个施工现场的照明。为了保障施工的安全性，工程管理人员需要制定科学合理的局部地方坍塌处理方案，在提升堆砌高度的过程中，需要将实际情况纳入管理范围之内。工程管理人员需要加大对施工工程和施工人员的安全保护力度，避免出现任何安全隐患。

（二）利用新技术保障支护结构稳定性

工程管理人员需要充分利用新技术，例如基坑换撑技术。在基坑换撑技术的应用过程中，工程管理人员需要加强对桩锚和桩撑的重视，当基坑支护的施工条件复杂性较高，水文地质条件存在明显的差异时，此时工程管理人员可以利用两墙合一的方式，在临时支护的帮助下实现应力的转移，将应力转移到其他构件中。在选择支撑技术的过程中，工程管理人员可以选择斜撑，因为与其他技术相比，这类技术的经济成本较低，但是在实际的施工过程中难度较高。工程管理人员可以选择水平刚性构件换撑^[9]。这类技术对操作方式并未提出更高的要求，而且结构安全性较高，工程管理人员需要加强对构件强度的重视。钢筋混凝土换撑梁技术比较适用于复杂边界条件下的基坑支护工程，在应用这项技术的过程中，设计人员需要设计更加复杂的施工方案。在回填石料换撑技术的应用过程中，工程管理人员需要充分利用装配式技术，才可以达到节能环保的目的。这类技术对工期的要求较低，而且有利于提升构件的标准水平。工程管理人员在选择逆作法进行施工时需要不断提升工艺技术的精细化水平，加强对支护结构稳定性的重视。在应用新技术的过程中，工程管理人员需要招聘专业技术人员，让专业技术人员可以负责技术工作，将先进技术应用到工程管理过程中，不断提升基坑支护工程的管理水平。

（三）加强基坑支护工程的监测

由于基坑支护工程的地质条件复杂性较高，而且周边区域存在较多的建筑物，工程管理人员仅仅通过计算无法充分了解工程的变化情况和未知情况，不能有效满足工程的施工需求。为此，工程管理人员需要加强基坑支护工程的监测，确保可以在第一时间内充分了解施工进度。加强监测工作可以在最大程度上避免出现基坑

失稳的情况，并且可以让工程管理人员及时对施工方案进行调整。在实际的施工过程中，工程管理人员需要将支护结构和周边建筑纳入检测范围，加强对整体变化总量的重视，倘若整体变化总量超过了预期范围，此时工程管理人员需要对方案进行调整。为了不断提升监测水平，工程管理人员在实际监测过程中需要加强对信息化技术的重视，充分发挥信息化技术的作用，将周边环境的位移状况和地下水的变化情况纳入监测范围。不仅如此，工程管理人员需要适时增加观测次数和观测点。在加强基坑支护工程的监测过程中，工程管理人员可以配备专业的监测人员，让监测人员充分发挥自身作用，对工程出现的异状及时进行深入分析，并且上报给工程管理人员。

结束语

倘若基坑工程出现了安全事故，那么施工单位将会面临严重的经济损失和生命财产损失。为了保障基坑工程的顺利施工，工程管理人员需要做好充足的准备工作，在原来的基础上不断提升基坑支护的安全等级，加大对施工人员的安全保护力度，实现基坑支护施工流程的优化，不断提高基坑支护施工效率。在实际的施工过程中，工程管理人员需要加强对新技术的应用，充分发挥新技术的作用，不断提升基坑施工的监测水平，为基坑支护的稳定性提供保障。

参考文献

- [1] 谢弘帅, 孙朋杰, 何林南, 等. 复杂边界条件下软土地区深大基坑组合式支护设计与应用[J]. 建筑施工, 2021, 043(010): 2026-2029, 2033.
- [2] 佟健. 杭州市某铁路顶进框架桥临河基坑支护设计[J]. 交通科技与管理, 2022(013): 000.
- [3] 孙未尧. 复杂环境条件下深基坑支护方案设计[J]. 2021.
- [4] 何坤. 某旧城改造项目复杂环境下深基坑支护设计[J]. 城市勘测, 2023(4): 191-195.
- [5] 罗开泰, 赵其轩, 李彦初. 复杂边界条件下的某综合管廊深基坑支护选型[J]. 城市道桥与防洪, 2020(4): 5.
- [6] 谢弘帅, 李正阳, 何林南, 等. 软土地区复杂边界条件下深大基坑钢前撑支护应用研究[J]. 建筑施工, 2021, 43(11): 3.
- [7] 张慧. 复杂环境下多种支护型式共用的基坑设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2017, 000(011): 1673-1673.
- [8] 齐燕祁. 基于岩土工程中的深基坑支护设计问题和对策探讨[J]. 商品与质量, 2017.
- [9] 陈晓飞. 采空区条件下的基坑支护设计和地基处理实例分析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(8): 3.