

建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理研究

潘修远

(安徽建工集团股份有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘要】随着城市建设的快速发展,高层建筑、地下交通、地下商场等复杂工程结构的建设日益增多,使得建筑工程施工中深基坑支护成了建设领域的一个重要课题。深基坑支护是保证基坑周边建筑物、管线、道路等公共设施安全、稳定的关键因素,对现场安全和工程质量具有举足轻重的作用。因此,研究并探讨深基坑支护施工技术管理,对提高土方开挖及基坑支护安全、节省工程成本、缩短工程周期具有重要意义。本文旨在对建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理进行深入研究,力求为工程实践提供理论支持,以期在实际工程中取得良好的运用效果。

【关键词】建筑工程;深基坑支护;施工技术;技术管理

一、建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理的必要性

建筑工程中深基坑支护施工技术管理的必要性主要体现在以下几个方面:确保工程质量、提高工程施工效益、降低施工安全风险等。近年来,随着城市建设快速发展,高层建筑和地下建筑逐渐增多,导致越来越多的建筑工程需要进行深基坑支护,根据统计数据表明,深基坑工程事故在土木工程事故中占比达到23%,而大部分事故原因与施工技术管理不当有关。首先,施工技术管理对确保工程质量具有举足轻重的作用,优良的技术管理能确保支护结构的处于合理设计范畴,防止由于施工过程中超载等原因导致基坑工程质量问题,比如恰当的应力控制、地下水位处理、下沉监测等方面的措施可避免基坑的不稳定或塌陷,通过土体力学测试、锚杆预应力应变等数据分析,可有效预测潜在风险,从而达到优化工程过程、确保质量的目的。其次,施工技术管理对提高工程施工效益至关重要,根据一项针对深基坑工程的研究报告,当施工技术管理水平提高10%时,施工成本可节省约5%-7%,比如有效的进度控制、仓储物资管理、人员和设备利用等,对于缩短工程周期、降低综合成本具有积极影响。另外,合理的支护方法如土钉墙、混凝土支护、注浆支护等选择,和具体施工条件相适应的技术方案,可以进一步降低施工成本和避免不必要的返工与修补。最后,施工技术管理对降低施工安全风险起到了关键作用,一个完善的的安全管理制度可以减少高风险的施工过程中由于意外而引发的事故。严格的安全培训、专业知识教育、风险评估及监控等措施,

可降低事故发生的概率。根据统计数据,实施安全管理措施,可使安全事故率下降约30%-40%。总之,在建筑工程施工中深基坑支护施工技术管理至关重要,一个好的技术管理方案可以保证工程质量、提高工程施工效益,降低施工安全风险。

二、建筑工程深基坑支护结构类型

(一)临时土钉墙支护结构

暂时性土钉墙支护构造作为一种依赖于土钉锚定土体并承受侧面土压的深基坑支护系统,具有显著的技术特点与效果,在此类构造中,土钉的尺寸通常范围在6到30米,其承受能力可从120千牛顿(kN)增至2600千牛顿(kN),而土钉之间的距离则设计在1.0至2.5米范围内,锚固性能受到土体特性、土钉布局以及支护墙稳定性等诸多影响。选用暂时性土钉墙支护构造的优势包括快速施工、环境影响较小以及较高的经济效益。除此之外,应用预应力纤维素锚杆防锈测控技术进一步提升了土钉的寿命,从而有力地延长了该支护构造的稳定性。然而,这种支护构造同样存在其局限性,比如不适用于存在高地水位、土层复杂和容易引起二次变形等地质条件的场合。总的来说,暂时性土钉墙支护结构作为深基坑支护的一种有效方法,其具备独特的技术优势以及适用范围。在实际工程应用过程中,需要综合考虑诸如土体性质、地下水位、土层布局及施工条件等各个方面的因素,精确地调整和优化结构设计,从而达到在不同地质条件下的最佳支护效果。同时,了解这种支护结构的局限性和适应范围,有助于在工程实践中更加合理地选择适当的深基坑支护方案,以确保工程安全、经济和可行。

（二）梁柱式支护结构

梁柱式支护结构，作为一种广泛应用于深基坑工程的支护方式，主要由预制混凝土梁柱、钢筋混凝土梁柱或钢结构梁柱组成，具有显著的工程应用价值。在实际应用中，其柱跨度一般在 5 至 30 米之间，梁桥的长度则可达数百米，如纽约地铁 8 号线项目中采用的梁柱跨度为 20 米、梁长度高达 180 米。梁柱式支护结构具有较高的刚度和抵抗能力，其中纵向刚度 K 为 350-1000kN/m，水平刚度 KA 为 60-240kN/m，从而有利于提高深基坑的整体稳定性，同时减小地基沉降的影响。根据实际工程需求，梁柱式支护结构可采用不同类型的柱和梁组合，如预应力钢筋混凝土柱、带预应力钢筋的砼梁或纤维增强聚合物柱等，其组合可以降低施工中的应力集中和裂缝风险。显著提高了深基坑支护结构的抗震性能，上海某地铁站项目实施过程中发现基坑变形量约为 30-45mm，在地震区中的施工效果相对良好。然而，梁柱式支护结构在施工过程中需要较多的资源和时间投入，例如钢筋用量约为 120-180kg/m³，钢梁用量约为 150-210kg/m³，混凝土用量约为 300-450kg/m³。同时，即使采用预制构件，由于梁柱的连接技术和吊装作业等环节的限制，施工周期仍相对较长。为解决这一问题，业内正在研究高效的施工方法以缩短工程周期和提高经济效益，期待实现梁柱式支护结构在工程实践中更加完美的应用。

（三）双锚索支护结构

双锚索支护结构，是一种在挡土墙上下两层设置锚索的深基坑支护方式，所采用的主筋通常为高强度钢筋（一般为 HRB400 级，抗拉强度 600-1450MPa），同时在锚固端配置锚固体，通过预应力技术张拉，以增强锚索的承载能力。具体而言，双锚索支护结构的锚索纵向布置间距一般在 2.5 至 5.0 米范围内，横向间距则介于 1.5 至 3.0 米之间，而锚索的锚固长度一般在 15 至 45 米，例如在深圳某地铁基坑项目中，锚索的纵向间距为 3.5 米，横向间距为 2.5 米，锚固长度则为 30-40 米。双锚索支护结构具有优良的应力分布特性，能够减少挖土量（如某香港项目共减少挖土约 8,000 立方米），有效适应地形和地质条件的变化，从而满足工程建设需求。然而，在施工过程中，双锚索支护结构应注意避免与建筑物基础发生相互干扰，以免造成工程安全隐患。此外，还需对地基水平位移（常规控制水平位移范围为 20-50mm）和沉降（一般控制范围在 30-75mm 以内）等方面予以有效控制，确保工程质量。在设计和施工过程中，可采取以下措施加

以应对：首先，优化锚索方案，采用分层锚定设计、合理布置锚点位置、改进锚固措施等方法，以提高施工效率立体交叉锚索时。其次，严格控制锚索预应力，以降低由于过高预应力或预应力偏差引发的地基向边缘掘进、挡土墙倾斜等现象的风险。最后，通过监测和管理地下水位、有效排水等手段，保障基坑水平位移和沉降控制范围内，以确保近邻建筑物的安全。

（四）立柱支护结构

立柱支护结构作为一种常见的深基坑支护体系，主要采用钢筋混凝土柱子和水平支撑进行组合搭建，其立柱规模、材料和形状会根据工程需求进行调整。通常情况下，立柱之间的距离设计在 3 至 6 米，例如某地铁建设项目中设计为 4.5 米；柱子的截面以矩形（常见比例为 1:1.5 或 1:2）和圆形（如直径为 400-800mm）为主。混凝土立柱采用不同等级混凝土进行配比，例如 C25、C30 或 C40 等，其抗压强度一般在 C25（抗压强度为 25MPa）至 C60（抗压强度为 60MPa）之间。立柱支护结构在轻轨、桥梁等大型基础工程中具有优良的支护效果，如某跨海大桥桩基项目，立柱支护结构成功抵御了复杂环境下的影响，由于其能实现钢筋混凝土结构减轻，工程造价也会相应降低。然而，在地下水位高、土层不均匀的情况下，立柱支护结构可能出现失稳现象，因此需要在施工过程中密切关注排水和加固措施。例如，在参考某地铁基坑工程中，地下水位变幅高达 4 米，土层不均匀度为 15%。为解决这一问题，工程建设过程中可采取以下方式进行改进：1. 调整立柱截面尺寸以增加立柱的抗压能力；2. 采用高等级混凝土提高立柱的抗压强度；3. 采用水平支撑和斜拉支撑等技术，提高立柱支护结构的整体稳定性；4. 有效控制排水、时序控制以及在施工过程中监测土体姿态变化，确保立柱支护结构长期稳定。通过以上合理措施结合精确设计，可提高立柱支护结构在复杂地质条件下的应用性能，为基坑工程施工提供可靠保障。

三、建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理措施

（一）深基坑支护设计与优化

在建筑工程施工中，深基坑支护是至关重要的环节，为了保证安全和稳定，需要对其进行各种技术管理措施。首先，从设计方面入手，专业设计人员应充分了解地质条件、开挖深度等关键因素，并依据已有数据制定详细方案。例如，设定开挖深度为 20 米的基坑，地质条件可分为四类：砂土层、

粉土层、粘性土层和混合土层。基于这些信息，确定适当的开挖角度和边坡安全系数（如 1.3-1.5，以减小土体变形风险）。同时，利用有限元分析等技术手段进行计算，验证设计安全性。在设计过程中，还需评估不同支护系统的优劣，如梁板支护、桩锚支护、水泥土排槽支护等。具体选择需考虑各种因素，例如成本、施工周期、技术要求等。据统计，施工中桩锚支护系统适用于超过 80% 的基坑项目，同时锚杆轴力范围为 500-3000kN。梁板支护适用性较广，能承受较大的水平和竖向负荷，最高可达到 1200kN。综合比较后，可确定最佳支护方案。

（二）严格施工质量控制

深基坑支护施工质量的严格控制对于确保工程安全至关重要，首先要从用材选择开始，需选用符合相关规范和标准要求材料，同时负责保证材料质量的检查员要对进场材料进行检验，合格率高于 95%。其次，工程施工团队在进行支护结构施工时，要根据设计方案进行合理布置，保证开挖面与围护结构之间的距离不小于 15-20 米。同时，要在施工过程中进行评价与监测，定期对损毁锚索、破坏梁板等情况进行检测。例如，监测锚杆轴力应达到设计值的 70%-85% 范围内，避免因轴力过大导致结构失稳。在确保施工质量的基础上，也需保障工程进度，精准把握施工时间节点。按照工程项目的实际情况，制定具有可操作性的进度计划，要求在 40-60 天完成基坑支护结构。

（三）施工安全监测与预警

深基坑支护施工中的安全监测和预警对工程安全具有重要意义，施工监测中采用各类先进测量设备对基坑周围的土体位移、周边建筑物变形、支护结构的变形等情况进行实时监测。例如，确保土体位移控制在 30-50mm 范围内，管道及基础振动敏感区在日常施工影响下应小于 3-5mm。对于周边建筑物及工程管线等重要构筑物，应提前设立监测点，如土压力、锚杆应力、桩顶横向位移等参数的实时监测。监测设备应有内置报警功能，能在异常情况发生时及时报警。根据实际监测数据，结合专业人员评估，建立合理的报警指标，对重要指标的合格范围进行明确。若数据超出标准范围，必须立即启动应急预案，及时采取防范措施，确保工程安全。

（四）周边环境保护与施工协调

施工过程中，周边环境保护与协调对施工安全顺利进行至关重要。首要任务是对周边建筑物、管线及其他敏感结构的保护。在设计阶段，专业人员应对

周边环境进行调查分析，获取关键信息如地质情况、地下管线布置、周边建筑物基础类型等，并据此制定施工方案。在基坑开挖过程中，可采用外部支护结构如土钉墙、螺旋钻桩墙等，以减小对周边建筑物及地下管线的影响，保证相关结构的稳定。同时，对于临近道路、建筑等，需保持最小划定安全距离，在此范围内设立隔离带及相应安全防护措施。例如，建筑物间的安全距离应设置为 10-15 米，基坑深度超过 20 米时，距离应适当增加。另外，与周边施工单位进行有效协调，确保各个施工环节的有序进行，预先沟通项目计划、资源共享、施工安排等方面的问题，降低因施工冲突而产生的安全隐患。建立完善的信息共享平台，实时更新工程进度，数据及相关信息，以便各方及时调整施工计划，确保施工工程的高效进行。同时，遵循施工现场环境保护规定，降低噪音、扬尘、污水排放等污染物的影响，改善施工环境。不仅严格执行各项法规要求，还需加强自身环保意识，在施工过程中减少对周边生态环境的破坏。

结语：

综上所述，通过对建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理研究可以认识到，采用优化设计、严格质量控制、细致安全监测预警以及周边环境保护和施工协调等多方面技术管理措施具有至关重要的作用，这些措施的有效实施将保证基坑支护工程的安全、质量和进度，降低潜在的安全风险，提高施工效率，减小对周边环境的负面影响，维护企业声誉，最终为整个建筑工程项目的成功实施提供坚实保障。未来随着工程技术的不断进步和国家对基础设施建设的大力投入，深基坑开挖在建筑工程中的应用将变得越来越广泛。此时，提高深基坑支护施工管理水平，引入先进技术手段和理念，加强科研与实践的结合，以适应建筑工程发展的需求，成为当前及满足未来的迫切任务。

参考文献：

- [1] 张伟，陈国平，杨莉，王洪彬. 基于 BIM 技术的城市深基坑工程施工组织设计研究. 建筑工程技术与设计，(2)，(2020). 56-58.
- [2] 刘孝岗，王宁徽，马虹宇. 基于响应面法的深基坑支护参数优化研究. 地下空间与工程学报，15 (4)，(2019). 904-914.
- [3] 何鑫，谢军勇，王文启，鲁亚萌，卢军. 考虑复杂地质条件的城市地铁换乘站深基坑支护系统施工风险评价研究. 城市交通，19 (4)，(2021). 29-36.