

基坑支护结构选型与优化设计研究

何 超

武汉武建机械施工有限公司 湖北黄冈 430030

【摘要】 本论文深入研究了基坑支护结构的选型与优化设计，着重考虑了地质条件、工程规模和材料选择等关键因素。在支护结构选型方面，放坡、土钉墙、悬臂桩支护等多种结构形式得到详细探讨，以适应不同地质条件。地质条件的分析揭示了其对基坑稳定性、水文特征以及周边环境的直接影响。支护结构优化设计综合考虑了工程要求、施工效率和经济性，充分利用先进的施工技术。通过灵活调整结构类型和材料，确保设计方案在实际施工中的可行性。这一过程需要设计团队具备丰富的实践经验和专业知识，以确保最终设计方案成功应对复杂多变的工程环境。

【关键词】 基坑支护；支护结构选型；优化设计；地质条件；工程规模；材料选择；施工效率；经济性；安全稳定性

1 引言

随着城市化进程的不断推进，建筑业的发展也愈加迅猛。在城市建设过程中，随之而来的基坑工程成为了不可或缺的一环。基坑作为建筑物地下部分的基础，其支护结构的选型与设计显得尤为重要。合理的基坑支护结构既关系到工程的安全可靠性，也直接影响到施工效率和成本控制。传统的基坑支护结构设计常常受到地质条件、周边建筑物和地下管线等多方面因素的制约，因此，对于基坑支护结构的选型与优化设计需要综合考虑各种复杂因素。同时，随着工程技术的不断发展和创新，新型的支护结构和设计方法也在不断涌现，为基坑工程提供了更多的选择和可能性。本文旨在深入研究基坑支护结构的选型与优化设计，通过对现有文献的综述、案例分析和实地调查，探讨不同类型基坑支护结构的特点、设计原理以及优化设计的方法。通过这一研究，我们旨在为基坑工程提供更科学、经济和可行的支护方案，促进基坑施工的安全、高效进行，为城市建设的可持续发展贡献力量。

2 基坑支护结构选型

基坑支护结构的选型是基坑工程设计中的关键环节，各种结构形式的选择应根据工程具体条件进行科学合理的判断。以下是对不同类型基坑支护结构选型的详细阐述：

2.1 放坡

放坡是一种简单而经济的基坑支护方法，其核心思想是通过在基坑周边设置一定的坡度，使土体自然坠落，从而减轻土体的压力。这种方法适用于浅基坑，地质条件相对较为稳定的情况。然而，放坡对周边用地有一定的要求，且占用空间较大。在设计时需要考虑土体的稳定性和坡度的设置，以确保工程的安全进行^[1]。

2.2 土钉墙

土钉墙是通过在基坑周边埋设钢筋土钉，再结合混凝土的喷射形成的墙体来进行支护。这种结构适用于地质条件较差，土体容易塌方的情况。土钉墙具有较好的灵活性，能够适应不同坡度和地质条件。在设计时需要考虑土钉的布置密度、长度和深度，以确保土体的稳定性和支护效果如图1^[2]。

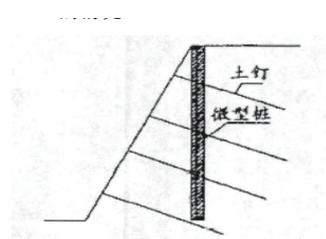


图1 土钉墙剖面示意图

2.3 悬臂桩支护

悬臂桩支护是一种通过设置垂直的桩墙来支撑土体的结构形式。这种支护方式适用于较深且边坡稳定性较差的基坑。在设计时，需要考虑桩的布置间距、深度以及桩体的承载能力。悬臂桩支护结构稳定性较好，能够有效地抵御较大的土压力，但也需要考虑施工时的技术难度和成本^[3]。

2.4 桩锚支护

桩锚支护是通过在基坑边缘设置锚杆，并结合混凝土桩墙进行支护的结构形式。这种支护方式适用于处理较大土体位移、抗土压能力要求较高的情况。在设计时需要考虑锚杆的布置深度和角度、桩墙的强度等因素。桩锚支护具有较好的适应性，适用于不同地质条件的基坑工程。

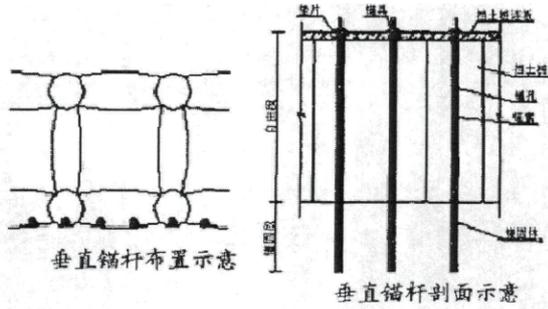


图2 垂直锚杆剖面示意图

2.5 地下连续墙

地下连续墙是一种垂直于地表深埋的连续墙体，通过深基坑开挖时形成的钢筋混凝土墙体来支撑土体。这种结构适用于较深的基坑，对于限制土体位移有着显著的效果。在设计时需要考虑墙体的深度、厚度以及墙体间的连接方式，以确保墙体的稳定性和支护效果。

2.6 双排桩支护

双排桩支护是通过在基坑周边设置两列相互交叉的桩来构建支撑结构的方法。这种支护结构具有较好的抗土压和抗位移能力，适用于土体较松软，抗压能力要求较高的情况。在设计时需要考虑桩的直径、深度以及桩体的布置密度，以确保支护结构的稳定性。

2.7 重力式水泥土墙

重力式水泥土墙是一种通过垂直于地表设置的重力式土墙，通过墙体的自重来抵抗土体的压力。这种结构适用于一些基坑边缘较狭窄的情况，具有占地面积小的优势。在设计时需要考虑墙体的高度、厚度以及土壤的承载能力，以确保墙体的稳定性和支护效果。

上述几种是基本的支撑体系，可以演变成其他支撑形式。如“中心岛”方案等。一般在基坑开挖面积较大时，可以采用环梁内支撑形式。当基坑平面接近方形，可以采用圆形环梁。当基坑平面呈狭长状时，可以采用椭圆环梁或者设置多道环梁的形式。由于这种内支撑形式可以充分利用主体工程，加强基坑支护结构的整体刚度，方便支撑布置和施工，节省支撑材料，因此近年来应用逐渐增多。深基坑一般应该优先考虑。

表1 水平支撑数量与开挖深度关系表

基坑开挖深度 (m)	水平支撑数量 (道)	
	软土地区	一般地区
<8	1-2	I
8-12	2-3	1-2
12-15	3-4	2-3
15-18	4-5	3-4

基坑支护结构的设计是一个综合考虑多方面因素的复杂过程，其中地质条件作为设计的基础性要素，直接影响着支护结构的选型和设计原理。地质条件的多样性和变化性使得基坑支护结构的设计需要充分考虑不同地质特征的影响，以确保工程的安全稳定性^[4]。

地质条件首先影响着基坑的稳定性。不同的地质条件可能导致土体的性质差异，包括土层的稠密程度、土壤的类型、含水量等。在软弱土层中，土体的抗压能力较差，容易发生沉陷和位移，因此需要采取更加强化的支护结构设计。而在硬质土层或岩石层中，支护结构的设计可以相对简化，但需要考虑岩体裂隙和岩性的影响。

其次，地质条件对基坑支护结构的水文特性有着直接影响。地下水位、水质等因素都是地质条件对支护结构设计的重要考虑因素。当地下水位较高或者存在临时性的水体时，需要采取相应的防水措施，如设置防水屏障或排水系统，以防止土体的液化和基坑水浸。

此外，地质条件还对基坑周边环境产生影响。例如，邻近建筑物、交通道路等因素会影响基坑的开挖方式和支护结构的设计。在密集城市中，基坑支护结构的设计需要更加灵活，以适应有限的工作空间和减小对周边环境的影响^[5]。

综合考虑地质条件的多方面影响，基坑支护结构的设计原理需要具备针对性和灵活性。对于软弱土层，可能需要采用加固桩墙、悬臂桩等强化结构；对于岩石地质，可以考虑简化的支护结构。在设计中需要进行详细的地质勘察和分析，了解地质条件的多样性，从而制定出更为科学合理的基坑支护结构设计原理，以确保工程在复杂多变的地质条件下能够安全可靠地进行。

3 基坑支护结构优化设计

基坑支护结构的优化设计是一个综合考虑工程要求、经济性和可操作性的过程。在进行优化设计时，首先要充分了解地质条件，包括土体的稳定性、水文特征等。通过地质勘察，可以准确获取地下土体的性质，为后续的设计提供基础。例如，在软弱土层中，可以考虑采用土钉墙等结构来强化土体；而在岩石地质中，则可以选择简化的支护结构。

其次，在考虑工程规模时，需要根据基坑深度和周边环境因素调整支护结构的类型。对于较大规模的基坑工程，可以选择更稳定、承载能力更强的支护结构，如混凝土墙或悬臂桩。而对于较小规模的基坑，可以考虑相对简化的结构，如土钉墙或放坡，以降低成本和提高施工效率。

在优化设计中，材料的选择是关键的一步。支护结构所

使用的材料应具备足够的强度和稳定性，同时要考虑经济性和可施工性。例如，在土钉墙的设计中，选择合适的土钉材料和喷射混凝土，以确保整体结构的牢固性。考虑到可持续性，还可以选择环保材料，以降低对环境的影响。基坑支护清单组价建议值及各止水方式清单组价建议值如下表所示，为前文各典型截面支护形式组价的依据。该建议值随时间、地区以及施工条件方法等有一定浮动，当有项目经验时可根据实际情况进行调整。

表2 水平支撑数量与开挖深度关系表

单项工作名称	单价	单位	说明
灌注桩	1050	元/m	合成桩、混凝土材料及资筑
	5.4	元/kg	含钢量75kg/m, 合材料、运输、加工、安装
混凝土冠梁	950	元/m	含混凝土材料、模板及资筑
	5.4	元/kg	含钢量B5kg/H, 合材料、运输、加工、安装
流凝土内支撑	1100	元/m	含混凝土材料、模板及资筑(不含拆除费用)
	5.4	元/kg	含钢量135kg/日, 合材料、运输、加工、安装
管桩	200	元/m	含材料(PHC400 AB9)、运输、安装
钢格构柱	5500	元/t	含材料、运输、加工、安装、拆除
钢围楼	2320	元/t	租赁120天, 含运输、加工、安装、拆除
钢支撑	2500	元/t	租赁120天, 含运输、加工、安装、拆除
拉森钢板桩	224D	元/t	租赁120天, 含施工插拔
SM工法桩日型钢	254D	元/t	租赁120天, 含施工插拔
喷射砼护坡	85	元/m	80m厚喷射混凝土、钢筋网片
土钉車20	42	元/m	土钉往蒙均采用素水泥蒙, 水泥采标号R.0 42.5
钢筋辅杆	65	元/m	成孔直径4110. 往水灰比D.5素水泥浆
花管	85	元/m	中铝钢管, 整厚49-含村先运单-年再。字势- 储杆形式, 2S 15. 2186级”
预应力辅索	130	元/m	

此外，优化设计需要综合考虑施工过程中的安全性和效率。通过引入先进的施工技术和自动化设备，可以提高工程的施工效率，减少人工成本。在设计中要考虑支护结构的可操作性，确保设计方案在实际施工中能够得以顺利实施。综上所述，基坑支护结构的优化设计需要在多个方面进行权衡和考虑，以寻找最佳的平衡点。通过深入了解地质条件、灵活调整支护结构的类型和材料，以及引入先进的施工技术，可以实现基坑工程的安全、高效、经济的施工目标。这一过程需要设计团队具备丰富的实践经验和专业知识，以确保最终设计方案能够在复杂多变的工程环境中得以成功实施^[6]。

4 总结

综合论文内容，基坑支护结构的设计与优化涉及多方面因素，包括地质条件、工程规模、材料选择等。在支护结构选型方面，放坡、土钉墙、悬臂桩支护等各具特点，适应不同地质条件。地质条件直接影响基坑稳定性，水文特征和周边环境也需考虑。支护结构优化设计应综合考虑工程要求，充分利用先进施工技术，降低成本，提高效率。在实践中，灵活调整支护结构类型和材料，确保设计方案的可行性。通过深入了解地质条件、材料选择、规模因素等，基坑支护结构的设计和优化可实现工程的安全、高效、经济施工目标。这一过程需要设计团队具备专业知识和实践经验，以确保最终设计方案成功应对复杂多变的工程环境。

参考文献:

- [1] 孙静. 我国基坑工程发展现状综述[J]. 黑龙江水专学报, 2010, 37(1): 50.
- [2] 郭院成. 基坑支护[M]. 黄河水利出版社, 2012.
- [3] 董明刚, 杨峰. 我国深基坑工程的现状和亟待解决的问题[J]. 建筑技术, 2004, 35(5).
- [4] 高大钊, 陈忠汉. 深基坑工程[M]. 机械工业出版社, 2003.
- [5] 刘国彬, 王卫东. 基坑工程手册(第二版)[M]. 中国建筑工业出版社, 2009.
- [6] 龚晓南. 基坑工程发展中应重视的几个问题[J]. 岩土工程学报, 2006, (S1): 1321-1324.