

高层建筑深基坑支护结构选型与施工安全控制措施探讨

刘欢

吉林省交通建设集团有限公司 吉林 长春 130022

【摘要】：伴随着城市化的快速发展，高层建筑的数量越来越多，深基坑工程是高层建筑施工的关键部分，深基坑工程的支护结构选型是否合理，施工安全控制是否有效，都会直接影响到整个工程的质量、施工人员的安全以及周边环境的稳定。本文根据工程实践经验，对高层建筑深基坑支护结构的选型原则及常用类型进行了分析，并结合不同的地质条件、周边环境提出了相应的选型要点，在施工过程中也给出了相应的安全控制措施，供高层建筑深基坑工程施工使用。

【关键词】：高层建筑；深基坑；支护结构；选型；施工安全；控制措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.042

1 引言

近些年来，城市土地资源越来越紧张，高层建筑向高空、地下两个方向发展，深基坑工程随之增多，而且存在深度大、地质状况复杂、周边环境敏感等特点。深基坑支护结构是用来抵抗基坑侧壁土体的坍塌、防止地下水渗透、保护周围建筑物和地下管线安全的设施，支护结构选型是否合理、施工是否规范，直接影响到工程施工的安全和进度。支护结构选型不合理、施工安全控制不到位，都会造成基坑坍塌、周围建筑物沉降、地下管线损坏等安全事故，造成人员伤亡和经济损失。因此，对高层建筑深基坑支护结构的选择做系统的调查研究，健全施工安全控制体系，对于促进高层建筑工程高质量发展有十分重要的现实意义。本文根据有关规范的要求以及工程实践，对深基坑支护结构的选型和施工安全控制措施做了详细的论述。

2 高层建筑深基坑支护结构常见类型及选型要点

2.1 排桩支护结构

排桩支护结构是由多根钢筋混凝土灌注桩或者预制桩排列而成的，依靠桩体自身的强度和刚度来抵抗土体侧向压力，必要时可以配合使用锚杆、内支撑等构件来提高支护效果。该种支护类型施工工艺成熟，适用范围广，被广泛地应用到各种高层建筑深基坑工程当中。排桩支护结构用于基坑深度在5-15米，地质情况为黏性土、粉土、砂土等的工程，特别适合于周边建筑物密度适中、地下管线少的场合。选型时应根据基坑的深浅、土的力学性质来确定桩径、桩长和桩距，对地下水位较高的地方要配合降水措施或者止水帷幕，防止地下水渗透造成桩体失稳。当基坑周围有重要的建筑物或者地下管线的时候，可以采用排桩加内支撑的形式来减少桩体位移，保护周边设施的安全。

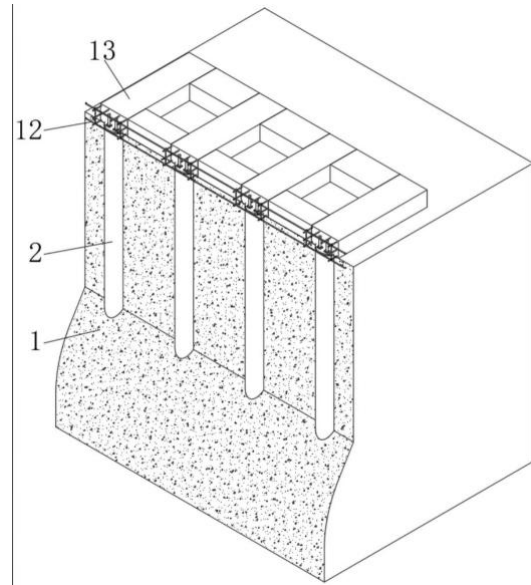


图1 排桩支护结构

2.2 地下连续墙支护结构

地下连续墙支护结构利用专门的设备在地下浇筑连续的钢筋混凝土墙体，具有挡土、止水双重作用，刚度大、整体性好、抗渗性强、对周围环境影响小等特点。该支护形式适合于基坑较深，地质情况比较复杂，周边环境对基坑的要求较高的高层建筑深基坑工程。地下连续墙支护结构适宜于基坑深度大于15米、地质条件为软土、砂土、岩层等的工程，在城市中心区，周边有重要建筑物、地下管线或道路的场所适用。选择时应根据墙体厚度、混凝土强度等级、接头形式等参数来保证墙体的整体性和抗渗性。对软土地质要先做地基处理，提高土体的承载能力，防止墙体沉降或者变形。此种支护形式施工成本高、工期长，在选择时要结合工程造价、工期要求等各方面因素来考虑。

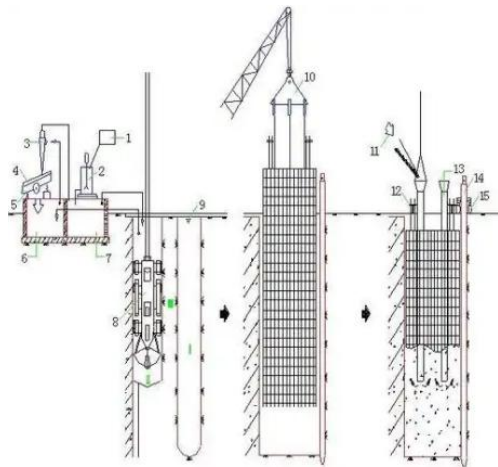


图2 地下连续墙支护结构

2.3 土钉墙支护结构

土钉墙支护结构是由土钉、喷射混凝土面层和土体组成的，土钉把土体和喷射混凝土面层连成一体，依靠土体本身的抗剪强度和土钉的锚固作用来达到基坑侧壁稳定的目的。该种支护形式施工工艺简单、施工速度快、造价低，适合于浅层深基坑工程。土钉墙支护结构适用的基坑深度小于5米、地质条件为黏性土、粉土、风化岩层等，周围无重要建筑物、地下管线的工程。根据土体性质来决定土钉长度、间距、直径以及喷射混凝土面层厚度，从而达到土钉和土体粘结力的要求。该种支护形式抗渗性差，对地下水位高或者有地下水渗透风险的地区要配合降水措施或者止水帷幕，防止雨水或者地下水侵蚀造成支护失效。

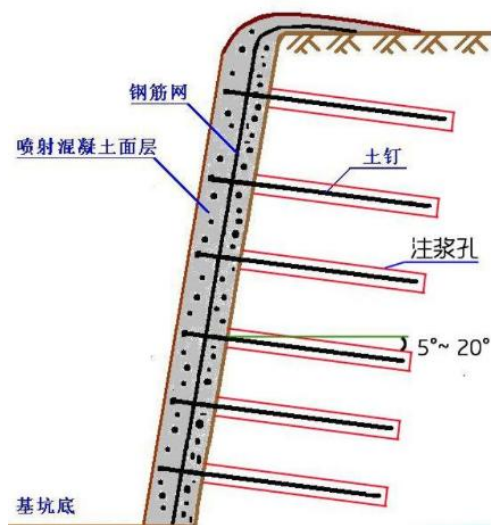


图3 土钉墙支护结构

2.4 SMW 工法桩支护结构

SMW 工法桩支护结构是由水泥土搅拌桩和型钢组成的，水泥土搅拌桩起到止水帷幕的作用，型钢插入搅拌桩内承受侧向压力，具有挡土、止水双重作用，施工速度快、环保性好、

造价适中、可回收利用等特点。SMW 工法桩支护结构适用于基坑深度5~10m、地质条件为软土、粘性土、粉土等的工程，尤其适合于施工场地狭小、环保要求高的一种工法。根据基坑深度、土体力学性质来确定搅拌桩直径、间距、型钢型号、插入深度，以达到支护结构强度和稳定的目的。对地下水位较高处的搅拌桩施工工艺进行改进，提高其止水效果，防止地下水渗漏。该种支护类型型钢可以回收再利用，造价低，适合于造价控制严格要求的工程。

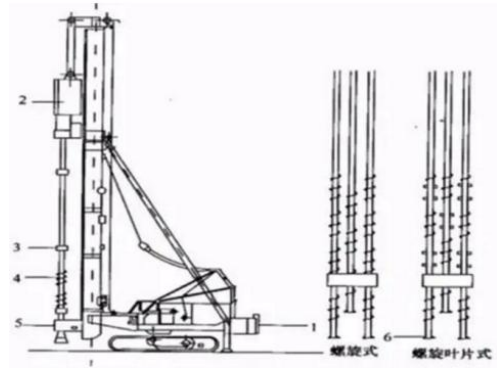


图4 SMW 工法桩支护结构

2.5 选型注意事项

选型时要先做详细的工程地质勘察工作，确定土体的类型、承载能力、地下水位等数据，从而给选型提供依据。第二，根据基坑的深度以及周围环境敏感程度来确定支护结构的安全等级，尽量采用安全可靠且对周围环境影响小的支护方式。还要考虑施工工艺是否可行、经济。不能使用施工难度大、造价高、工期长的支护方式。还需要考虑工程工期的要求，选择施工效率高的支护方式来保证工程的顺利进行。对于地质情况复杂、周围环境要求高、影响较大的深基坑工程，必须进行多方案比较论证后选定最佳的支护方案。

3 高层建筑深基坑施工安全控制措施

3.1 施工准备阶段安全控制

施工准备阶段是保证施工安全的基础，要做好以下几项工作。一是施工技术准备完善，编制详细的施工组织设计和专项施工方案，确定支护结构施工工艺、施工流程、安全技术措施、应急预案，专项施工方案要经过专家论证后才能实施。二是加强地质勘察工作，对基坑周边的地质条件、地下管线、建筑物分布情况做详细的勘察，并编制出详细的勘察报告，给施工提供准确的地质参数，防止由于地质勘察工作不到位造成的安全隐患。三是做好施工现场准备，清理施工现场的障碍物，平整施工场地，合理布置施工设备、材料堆放区，保证施工道路畅通。在危险作业场所设置明显的安全警示标志、划定危险作业区、设置防护围栏，防止无关人员进入作业区。四是加强施工人员的培训工作，对施工人员进行安全技术交底、操作规程培训，提高施工人员的安全意识及操作技能，保证施工人员按照

操作规程施工。还要对施工设备进行检查、调试,保证设备的性能良好,防止因设备故障而造成安全事故。

3.2 施工过程安全控制

施工过程属于安全控制的重要环节,要依照支护结构施工、土方开挖、降水施工等主要工序,采取严格的施工安全控制措施。

支护结构施工时必须按照施工方案和操作规程进行,保证施工质量。对排桩支护,桩位偏差、桩径、桩长均应满足设计要求,混凝土浇筑质量合格,不得出现断桩、缩颈等质量问题;地下连续墙墙体厚度、混凝土强度应符合设计要求,接头施工质量好,不出现渗漏;土钉墙土钉插入深度、间距应符合设计要求,喷射混凝土面层厚度均匀、强度符合设计要求,土钉与土体粘结力大;SMW工法桩搅拌桩垂直度、水泥掺量应符合设计要求,型钢插入到位,搅拌均匀。

土方开挖施工应按分层开挖、分段开挖、先撑后挖的原则进行,不得超挖、乱挖。根据基坑的深浅及土质情况来选定分层开挖的厚度和开挖的先后顺序,开挖时要及时施作支护,防止土体长期暴露而产生坍塌。同时控制土方开挖速度,防止土方开挖过快造成土体扰动,影响支护结构的稳定。土方开挖过程中,要加强对周围建筑物、地下管线的监测,一旦出现异常情况立即停止开挖,采取相应的应急措施。

降水施工要根据地下水位的情况选择合适的降水方式,保证降水效果,降低地下水位至基坑底面以下,防止地下水渗透引起基坑坍塌、管涌等事故。降水期间要加强对地下水位的监测,控制降水速度,防止降水过快造成周边土体沉降,危及周边建筑物和地下管线的安全。对采用止水帷幕的工程,要保证止水帷幕施工质量,防止出现渗漏现象,发现渗漏时要及时进行封堵。

另外,在施工期间要保证施工现场的安全管理,不得违章操作,施工人员应按规定穿戴安全帽、安全带等个人防护用品,高空作业要有相应的安全防护措施。材料堆放应符合要求,不得在基坑周边堆放过重的材料、设备,以免增加基坑侧壁的压力,造成支护结构失稳。施工期间要保证施工现场的排水畅通,防止雨水灌入基坑造成土体软化、支护失效。

3.3 监测预警阶段安全控制

在深基坑施工过程中要创建起完备的监测预警系统,对基坑支护结构、周边建筑物、地下管线、土体沉降、地下水位等实施实时监测,及时察觉到安全隐患并发出预警信号,从而采取相应措施予以应对。监测项目应根据基坑的安全等级、周边环境敏感程度来确定,主要监测支护结构的位移、沉降、应力,基坑周边土体的沉降、位移,地下水位的变化,周边建筑物的沉降、倾斜,地下管线的位移、变形等。监测频率要按照施工

进度以及基坑稳定状况来确定,施工开始阶段可以减少监测频率,但当基坑开挖到关键深度或者出现异常现象的时候,就要加大监测频率,从而达到实时监测的目的。监测数据要及时整理、分析,与设计预警值进行对比,当监测数据接近或者超过预警值时,立即发出预警信号,停止相关作业,组织施工人员撤离到安全区域,组织专家对原因进行分析,采取相应的处理措施,如加固支护结构、调整开挖方案、降水调整等,直到隐患消除,才能恢复施工。监测数据要进行记录,并形成监测档案,供工程验收以及今后的工程使用。同时促进信息化技术的使用来提高监测预警管理的效果。

3.4 应急管理阶段安全控制

深基坑施工期间要创建健全的应急管理体系,防止发生突发安全事故,减小事故造成的损失。在基坑工程中制定出科学合理的应急预案,对可能出现的基坑坍塌、滑坡、地下水渗漏、周边建筑物沉降等突发事件有详细的处理办法和应急救援措施,预案必须经过专家审核才能执行。配置足够多的应急物资,沙袋、钢管、千斤顶、水泵、急救药品等,定期对急救物资进行检查和保养,保证应急物资完好可使用。定期开展施工人员应急演练,提高施工人员应急处置能力、协同配合能力,发生突发情况时能够及时有效地开展应急救援工作。当发生突发安全事故的时候,应立即启动应急预案,组织人员撤离,进行应急救援,并及时向有关方面报告,配合有关部门做好事故处理工作。另外,基坑工程不能及时完工,暴露时间超过支护设计规定使用期限的,应定期进行安全检查,根据检查结果采取相应的措施消除安全隐患。

4 工程实例分析

某高层建筑工程地上32层,地下4层,基坑深度14.5米,工程地质条件复杂,表层为粉质黏土,下层为粉砂,地下水位较高,基坑周边5米处有居民楼,地下管线密集,属于一级基坑工程。根据工程实际情况,经过多方案比选,最终确定采用排桩加内支撑的支护结构形式,排桩采用钢筋混凝土灌注桩,桩径1200毫米,桩长22米,桩间距1.5米,内支撑采用型钢支撑,设3道支撑,配高压旋喷桩止水帷幕,降低地下水位。

严格按照安全控制措施执行,做好施工准备工作,编制专项施工方案,并经过专家论证,加强施工人员的培训和安全技术交底。施工时严格按照分层开挖、先撑后挖的原则进行土方开挖,控制开挖速度和开挖厚度,及时进行支护施工。完善支护结构位移、周边居民楼沉降、地下水位等的监测系统,使监测数据都在预警范围内。做好应急物资的储备工作,组织应急演练,保证施工安全。

工程采用科学的支护结构形式、严格的施工安全控制,顺利完成深基坑施工任务,没有安全事故的发生,周边居民楼和地下管线都没有受到损坏,质量达到设计要求,给类似的高层

建筑深基坑工程提供了一种可行的工程经验。

5 结论

高层建筑深基坑支护结构的选择和施工安全控制,是保证高层建筑工程安全、质量、进度的重要环节。支护结构选型要遵循安全可靠、经济适用、施工方便、环境适应的准则,按照工程地质状况、基坑深度、周边环境等各方面要素来挑选适宜的支护方式,如果有必要的话还需要开展多方案比较工作,并且邀请专家加以论证。施工安全控制要覆盖施工的全过程,从施工准备、施工过程、监测预警、应急处置等各个方面着手,

采取相应的安全控制手段,预防安全事件的发生。

随着高层建筑不断向更深处、更高处发展,深基坑工程的地质情况会变得愈加繁杂,周边环境也会更加敏感,对于支护结构的选择以及施工的安全把控标准也有了更高的要求。未来应该继续推进深基坑支护技术的研究和创新,使用新型支护材料、施工工艺来提高支护结构的安全性和经济性,加大信息化技术在施工安全控制中的应用力度,使监测数据可以实时传输并且进行分析,从而提高安全预警的准确性和及时性,提高高层建筑深基坑工程施工技术的水平,保证高层建筑深基坑工程施工的安全有序进行。

参考文献:

- [1] 顾雁辉.高层建筑深基坑支护结构选型及施工技术实践应用[J].中国房地产业,2026,(03):218-221.
- [2] 杨明.高层建筑深基坑支护结构选型及变形监测技术研究[J].城市建设,2025,(25):77-79.
- [3] 盛建明.高层建筑深基坑支护结构施工质量安全管控分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(02):171-173.
- [4] 林志远.高层建筑深基坑支护结构的选型及施工[J].建筑与预算,2023,(11):71-73.
- [5] 董文田.浅谈高层建筑基坑支护结构选型[J].科技风,2012,(01):204.