

# 建筑基础工程中深基坑支护的应用

吕国钊

中远海运资产经营管理有限公司

**摘要:**如今实现项目高速、高质量的进展,已是深基坑施工普遍关心的目标焦点,但在实施的过程中仍有弊端。尤其是对于建筑基础工程而言,需要打好基础才能够实现工程项目的稳步上升。本文对深基坑支护工程的方法和主要技术加以分析,并针对工程特点,提出深基坑支护正确、合理的规划布置及管理提升的要点。

**关键词:**建筑工程; 支护技术; 施工分析; 施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.024

## 引言

我国正处于大力发展面向市场、技术创新的新兴产业时期,针对深基坑支护形式与布置方面产生了多项重要技术变革。深基坑支护技术也是一个相当复杂的科技过程与经营活动,有着所占线路长、流动性强、协同高、周期长、受外部影响小和自身环境因素影响大等特征,同时还受多方面的社会主体因素和复杂多样的社会自然原因影响,施工及工程管理难度均较大。如何做好、管好深基坑工程,也是建筑基础工程中极其重要的研究工作。

### 一、深基坑支护的重要性和特点

#### (一) 深基坑支护的重要性

深基坑工程地下土层不确定性因素较多,极易容易受到现场的施工质量以及突发情况的影响,所以在实际施工当中,深基坑工程相对于其他工程人员事故较多、突发性强,造成人员损失惨重,且对周围环境具有较大的影响,因此具有极大的风险。

深基坑工程安全风险大,社会影响广泛,故在基坑支护在设计中,安全性必须完全保证,且预留有充足的余量。现场质量控制、风险报警系统和抢险措施等工作也缺一不可。

#### (二) 深基坑支护的特点

深基坑支护是基础施工中的技术难点,也是安全、成本和工期的综合控制要点。它主要根据自身基本特性,确定具体的施工技术和方案。通过监测检测技术的反馈,形成动态性的保护措施,进而确保了深基坑支护项目的长期稳定的实施。

基坑开挖期间,支护结构和周边建筑、地面均在持续变形。延期和停工会进一步增加基坑变形的累计,对基坑自身及周边环境和建筑的安全影响较大。除安全因素外,基坑开挖工期对基坑工程成本影响较大,并影响整个项目的工期,故需在基坑方案及设计过程中,对成本、工期、安全性的诸多因素进行综合平衡。

### 二、深基坑支护选型和应用技术

基坑支护结构是综合受力的整体,其受力体系主要

包括竖向围护支挡结构和横向支撑体系两部分。竖向体系主要包括各种形式的板、墙、桩等构件,主要承担基坑开挖后坑外水、土和地面荷载产生的压力外,此外还需要考虑基坑止水功能。横向支撑体系主要包括斜抛撑、水平支撑等形式,部分水平支撑需要设置立柱桩等构件。

基坑围护结构在进行方案选择时,应考虑各方面综合因素,主要因素包括基坑深度、周边环境、地质勘察条件和水文环境、所在地区的施工要求和材料成本、项目的工期进度等因素,应经各项综合比选后最终确定。

#### (一) 钻孔灌注桩技术

钻孔灌注桩是一种施工工艺成熟的围护形式,其施工时噪音和振动较小,地面隆起或侧移情况较轻微,对环境和周边建筑物危害小,施工安全性好。桩径选择性多,直径约600~1300mm,桩长可调节,适用范围较大。一般结合内支撑使用,抗侧移刚度大,对控制基坑变形有利。造价相对较高,此外泥浆排放污染环境,需要进行相应处理工作。

#### (二) SMW工法桩技术

SMW桩是采用搅拌设备形成水泥土挡墙,然后在插入H型钢等形成的复合结构。其施工速度相对钻孔灌注桩快,且可以兼做止水帷幕,故造价也相对经济。其型钢可以在施工完成后拔出回收再利用,故多采用租赁形式,工期对租赁成本有较大影响。一般在不超过两道支撑中采用,开挖深度不超过10m。

#### (三) 锚杆支护技术

锚杆支护技术主要是利用锚索,将水土压力传递至基坑外土层或岩层中,从而支撑基坑围护结构的技术。主要优点是施工便捷,工期短,造价经济。但因锚索大多数工况需要打至红线以外,对场地条件有较高要求。变形控制效果相对较差,故大多数用于郊区及新开土地。

锚杆支护设计施工前需充分了解当地地质情况,对锚索的主要参数进行正确的判断。对周边自然环境进行详尽检查,避开周围的设备管线和相邻建筑的基础及地下结构,进而确定钻孔的距离与方向。施工中应尽量降低误差的产生,确保施工质量。在钻孔阶段,如发现障碍物,必须及时阻止实施和清除。

#### (四) 钢板桩围护结构

钢板桩适用于基坑地块比较小、或者工期很短的项目,其经济性好、设备轻便、且施工快捷,打设、拔除方便、可反复使用。此外,该形式还经常应用于基坑抢险。相对而言,钢板桩的缺点是抗侧刚度相对较小,止水效果差,基坑不可长期暴露。此外打拔施工对土体扰动较大。为保证止水效果,大多配合以水泥土搅拌桩等

止水做法。

### （五）地下连续墙

地下连续墙工效高、工期短、质量可靠，可承受很大的土压力。多应用与开挖深度超过10米的深基坑工程或者邻近存在保护要求较高的建（构）筑物，对基坑本身的变形和防水要求较高的工程。相对而言，成本最高，工期最长。在城市施工时，还需要对废泥浆进行的处理。

地下连续墙多于水平支撑组合使用，根据工况不同，可采用混凝土支撑和钢支撑，其中，钢支撑工期相对较短，因钢支撑可回收，故成本较低。但混凝土支撑形式稳定性和刚度更大，周边变形较小，故一般钢支撑用于深度较浅或者换撑工况，混凝土支撑用于较深基坑工况。

## 三、深基坑支护工程的设计要点

### （一）基坑支护结构的极限状态

与主体结构类似，基坑支护设计也需满足两种极限状态的要求，即承载能力极限状态和正常使用极限状态。

承载能力极限状态主要分三种破坏情况，即支护结构自身的破坏，基坑内部土体和周边土体的破坏，以及基坑的止水失效三种。

1) 基坑自身破坏主要包括起挡土作用的地连墙滑移及破坏、桩体断裂、锚杆拔出等情况，还包括水平支撑、斜抛撑等支撑体系的破坏、拱起等。该类型破坏突发性强，发展迅速，极易造成大面积基坑坍塌和人员损伤。

2) 基坑内部土体和周边土体的破坏主要包括基坑内外部土体整体滑移、坑底隆起等情况，除基坑自身危害外，更可能产生周边建筑倾斜、倒塌等情况，且对周边建筑的影响较难恢复，容易造成大量人员财产损失。

3) 基坑的止水失效主要指指基坑局部出现管涌及水土流动等情况，该问题一旦出现，应立即采取有效措施进行修复，否则可能迅速导致基坑自身破坏和土体变形的情况。

正常使用极限状态主要是要求不出现影响基坑自身施工、主体结构施工及周边建筑、道路、管线等正常使用和外观的情况。

4) 对基坑自身和主体结构施工的影响，主要包括基坑变形导致地下室外墙无法施工，工程桩移位或者破坏，栈桥破损或倾斜过大等情况。

5) 对周边建筑物、道路、管线的影响，主要是指因基坑施工或者降水，导致周边地面沉降，相邻建筑物、道路和管线出现破裂、倾斜等无法安全使用的情况。

### （二）基坑支护结构的设计内容

基坑支护的设计内容，主要包括分成三个部分。首先是基坑支护结构自身的强度、变形和基坑自身和周边土体的稳定性设计，上述设计均要从多方面进行支护结构体系的比选，并考虑各种可能出现的不利工况进行验算；其次是对基坑地下水的控制设计，包括地下水控制

方式的选择，降水、止水、隔水方式等；第三是施工期间的监测要求，主要包含对支护结构自身的主要参数的监测和周边环境、建筑物的监测，要明确监测的要求和频率，并制定相应的应急措施。

### （三）支护结构设计的计算方法

影响支护结构变形和地面变形的因素复杂，目前尚无实用的理论计算方法可用于工程实践，在工程设计中主要依据设计经验和工程类比及采取控制性措施解决。必须根据基坑支护的具体方法，分析支护结构各部分与土的相互作用条件，选取适当的算法，才能比较符合实际。目前常见的计算方法如下。

1) 实体重力式支护结构按重力式挡土墙的设计原则计算其自重下的地基承载力和稳定是否满足要求，其稳定验算可以采用条分法。

2) 桩、墙式支护结构必须按土与支护结构共同作用的原则进行设计计算，即结构内力与支护结构的刚度、岩土体变形有关。

3) 对地层条件及环境条件较好的小型基坑，桩、墙式支护结构多采用静力平衡法和等值梁法。

4) 对主要土层相对软弱、周边环境保护要求等级较高的基坑工程，宜采用侧向弹性地基反力法。

## 四、深基坑及支护施工重点和难点分析

### （一）施工条件相对复杂

在深基坑支护工程中，经常出现了一些较为复杂的施工条件。工程建设会由于受地质结构和基础岩层状况等各种因素的影响，极易产生基础地表的下沉变化量和水平位移。当变化量差过大时，则非常容易造成基础建（构）筑物的不平衡下沉，从而导致裂缝，严重时可能造成基础建筑的坍塌等。因此在深基坑支护工程建设实施期间，必须对各种施工环境进行全面的了解分析，避免突发的不可预见情况的产生，保证深基坑支护工程建设的稳定性和经济效益。

### （二）设计方案不合理或落实难度大

根据对基坑工程的设计研究情况进行分析统计，我们看到了在实际基础工程项目中，出现了部分基础工程项目的施工方案无法落实，建设工作无法按时保质完成的现象。除一些施工单位存在推诿畏难情况外，部分设计方案也存在落地性较差，施工难度、成本、工期不合理等情况。施工单位在开挖过程中，往往难以根据施工要求做好做到位，从而影响深基坑的安全性。

对施工单位来说，因为盲目要求工期，也存在会忽略了对支护工程施工质量的监督管理的情况，也会直接影响深基坑支护工程的施工质量。

### （三）土层勘探不准

基坑工程对土层情况要求较高，从设计到施工全过程均基于对所在土层的性质及不良地质环境的处理。在工程建设过程中，工作人员应注重土层结构的变化，防止土层变形的情况发生。土层变形一旦发生，就需要及时告知设计单位，对考虑其支护方式、设备数量、型号的进行调整。

### （四）边坡处理不当

在深基坑支护施工中，边坡支护意义重大。对于较深基坑的边坡进行开挖的同时，也必须根据有关规范进行作业。不合理的施工技术问题往往会直接造成坡脚的产生更为陡峭、不稳定等危险情况。在边坡开挖之后，也需要对其进行合理的操作，避免补缀过程不能达到设计规范的要求。在边坡修理过程中产生的超开挖甚至是欠开挖的情况，极易造成边坡不稳固，产生施工安全隐患。

### （五）施工人员技术水平较低

施工的第一线工作人员普遍并未受到过先进的施工相关训练，工作多凭借自身的经验，所以在进行较深基坑保护施工时，存在工作人员对图纸认识错误的状况，从而无法严格科学施工。

深基坑支护施工工程中的最大特征就是复杂性，必须随时按照气候、土质或者是湿度的变化来调节工作方法，但由于第一线的工作人员大都并非工程技术出身，根本就无法正确掌握这种信息并加以分析，也没有科学合理的技术引导，所以也就很容易在施工的过程中忽略了隐患的产生，甚至酿成大祸。

## 五、提升深基坑支护系统施工技术水平的优化对策

### （一）提高对现场的监管能力

从安全生产、高效落实设计、施工方案等诸多角度出发，现场的监管工作都是至关重要的。随着科技的发展，可以使用数据化的现代摄像技术对现场人员实施监护及对材料质量的监管，有利于施工现场的正常维护，也能够防止了部分非工作人员的进入。提高现场监管能力有助于完成建设过程中的相应检查，提高了对建设的结果和流程等方面的控制能力。

由于场地土层的变化、地下管线等突发情况会对深基坑支护施工质量产生较大的影响，所以现场施工单位及设计单位都需要及时了解施工现场的各种变动状况。通过监测的手段，有效收集地下相关的数据，有利于进行后期的信息汇总与数据分析。如果发现场地土层等结构出现变化迹象，就需要针对性地调整施工方法，对已施工完成的支护结构部分加强和修补。上述观察靠肉眼是无法完成的，需要相应的仪器与设施配合。施工单位应设有专业的设备与专门的工程人员，方可对变化情况作出精确观察，获取准确数值，以便设计单位及时进行分析调整。

### （二）提高工作人员的专业水平

对设计、工程、建设单位任何一方而言，技术管理的关键的就是管理人员的素质。企业都是由人构成的，人才就对管理队伍来说具有关键的作用。企业在提出了经营的方针与策略之后，就需要加强关于先进科技人员的培训与招募工作等，重中之重是做好关于人才的培养，包括自身培养及招募高级技术人员等。很多公司已经在时代的发展当中，完成了加强科技培训的教育体系和有关知识的内部培训工作制度，提升了企业内部人员的文化武装与相应能力。

深基坑的支护技术需要较高的技术和知识积累，施工一线人员不能根据自己的设想来实施。对施工人员必

须加以相应的培训，通过聘请专门的工作人员来加以授课，完整的掌握实施中的操作要领及遇到的突发情况的解决方式。优秀的企业应囊括来自全行业、全社会的优良培训资源，提高自己的施工水平和队伍，提升基坑工程的技术整体水平。

### （三）落实标准及规范要求

为保证深基坑工程的质量，确保深基坑工程的顺利实施，从安全性、综合经济性等多方面完善基坑工程作业，必须要加强各项标准及规范的落实工作。

首先应确保基坑设计方案及施工方案中各项参数的落实，保证基坑工程自身各项构件的施工质量和养护要求，确保不存在偷工减料，及未经设计允许的所谓“优化”工作。

其次应保证围护主要尺寸的控制，确保不影响主体结构功能。应特别注意与地下室外墙的净间距的保持，避免桩及地连墙的过度内凸，影响后期防水工程的施工和地下室外墙的砌筑。

第三应保证各项施工机械、材料均满足相关规范及设计要求，同时要加强安全操作培训和监管，避免出现事故。

最后，应保证现场各项监测及控制参数符合设计要求，如有突发情况应及时与设计单位沟通协调，并应做好抢险方案和措施。

## 六、结束语

综上所述，深基坑的支护施工在工程建设整个的过程中，具有非常关键的意义，须予以高度关注。应对整个深基坑设计、施工的关键点进行深入分析，并进行相应的培训教育工作。在施工前，应进行充分的施工准备，并于设计单位深入交流技术方案。施工中，应严格按照相应法律法规和设计要求进行施工，如有突发状况应及时汇报并采取相应补救和抢险措施。施工后应及时进行总结分析，对不足之处进行加强培训，提高自身的工作能力。

只要大家努力学习总结经验，进而提高团队的技术能力，就可以提高施工质量，保证深基坑支护工程的顺利完成，进而促进工程行业的健康持续蓬勃发展。

## 参考文献

- [1] 庄志勇. 深基坑支护施工技术探讨[J]. 江西建材. 2020(12)
- [2] 郑锐国. 深基坑支护施工技术在基础施工中的应用[J]. 建材与装饰. 2020(02)
- [3] 张贺硕. 岩土工程深基坑支护施工技术探讨[J]. 住宅与房地产. 2019(25)
- [4] 王占科. 建筑工程中深基坑支护施工技术的应用探讨[J]. 门窗. 2019(21)
- [5] 林圣芳. 工程深基坑支护施工技术的措施探究[J]. 四川水泥. 2019(12)
- [6] 王渝. 建筑工程中深基坑支护施工技术的应用[J]. 工程技术研究. 2020(01)
- [7] 李巍, 宋亚喆. 岩土工程深基坑支护施工技术的相关研究[J]. 工程建设与设计. 2020(04)