

# 分级桩锚支护方案在深基坑支护中的应用研究

王旭丽

(广州市净水有限公司, 广东 广州 510655)

**摘要** 社会发展水平的提升, 推动了我国基础设施工程的建设速度, 而随着工程规模和高度的不断增加, 深基坑工程施工也成了多方关注的重点, 本文则是从深基坑支护施工的角度出发, 结合具体的应用案例, 阐述了分级桩锚支护方案的具体应用细节, 并且针对其稳定性进行验算, 确定了该方法对于深基坑支护工程的优化和技术升级有一定的促进作用, 可以维持建筑工程的稳定性, 也能够提升施工效率, 增强经济效益。

**关键词** 分级桩锚支护; 深基坑; 应用细节

**中图分类号:** TU74

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2023)10-0046-03

深基坑是目前建筑工程施工期间的常见内容, 从具体定义的角度来看, 深基坑工程主要指的是开挖深度在5米以上的基坑工程, 另一种则是开发深度在5米以下, 但是由于地下环境较为复杂, 有着较多错综管线和构筑物, 会影响周边环境的安全。这种类型的工程在施工的过程中需要制定精细化管理体系, 并且为了防止基坑出现变形、周边构筑物出现位移, 还需要通过支护方式保持其稳定性<sup>[1]</sup>。目前, 为了应对不同深基坑施工的需求, 支护方案的类型较多, 这就要求施工人员在具体施工期间, 结合不同工程的实际需求打造具备针对性的施工方案, 在维持建筑工程稳定性的同时实现效益的控制。

## 1 分级桩锚支护方案的具体应用案例及细节分析

为了全面提升文章论述的科学性, 进一步增强分级桩锚支护方案的应用价值本文, 从具体工程案例的角度入手, 结合实际施工环境和需求打造具有针对性的分级桩锚支护方案, 确保能够为相关工程的开展提供参考。

### 1.1 工程概况分析

某工程位于市中心, 属于交通枢纽型项目, 工程整体开发面积达到了6.5万m<sup>2</sup>, 基坑深度为14.5m~20m, 顶部的标高为8.7m~14.2m, 结合后续的工程发展需求, 该基坑的支护体系为临时结构, 安全等级确定为一级, 使用年限为两年。从周边

环境的影响因素来看, 该工程北侧临近市政道路, 下部有大量的通信电缆, 埋深大部分为0.4m~0.7m; 排水管道的埋深为2.8m。工程的南侧临近混凝土暗渠, 顶板以及底板的埋深分别为0.8m、3.0m。

经过对施工现场进行详细勘察之后发现, 场地内

部的地下水主要以潜水为主, 局部为承压水, 地下水位高度在2.2m~5.7m。地质结构稳定性较强, 自上至下的土壤结构分别为杂填土、全风化白云岩、强风化白云岩、中风化白云岩、全风化辉绿岩、强风化辉绿岩、中风化辉绿岩, 经过工程试验确定物理力学性质。

### 1.2 工程施工的重难点分析

结合前期的施工方案以及具体施工场地的勘察结果, 确定本次施工期间的重难点有以下几方面。

工程的整体规模较大, 开挖深度大, 由于周边有较多的交通线路, 施工空间较为狭小, 在有限的空间内提升基坑施工质量是施工重点; 由于工程规模较大, 导致不同地区的地质条件, 以及环境因素存在一定差异, 在制定深基坑开挖方案以及支护方案的过程中, 需要考虑不同地区的实际情况, 具体问题具体分析。由于整体工程施工周期较长, 受到当地天气以及季节问题的影响, 可能面临暴雨、暴风、降雪等问题, 不仅会影响施工进度, 也会对工程支护结构造成性能上的影响, 因此, 要严格控制人员伤亡以及经济损失, 避免对工程带来不良影响。

## 2 深基坑支护方案的选择和分析

### 2.1 深基坑支护方案的类别分析

综合目前我国深基坑施工体系的发展情况来看, 支护工程已经较为成熟, 并且形成了以下几个大的类别。

1. 土钉支护。该种结构主要是利用土钉墙进行基坑周边土体结构的加固, 并且配合喷射混凝土面板, 提升加固质量, 能够共同抵抗基坑周边的结构压力, 保证基坑开挖过程具备较强的稳定性和安全性。其优势在于施工速度较快, 所消耗的成本较低, 产生的效果较好<sup>[2]</sup>。

2. 桩锚支护。该种类型的支护方案主要有土层锚

杆、护坡桩、围檩、锁口梁等结构组成,主要应用在软土层较薄,同时土质性能较好的工程中。该项技术的优势在于可以结合具体的变形限制和工程需求进行预应力大小的调整,在避免支护结构出现变形的基础上有着更多的灵活调整空间,是当前绝大部分深基坑工程所使用的典型方案<sup>[3]</sup>。

3. 重力式水泥墙支护。该方案通过水泥浇筑成水泥墙,依托水泥墙自身的自重、水泥墙和墙壁之间的摩擦力形成抵抗力,控制基坑变形。其优势在于提升了基坑土方的利用效率,也可以同时实现挡土、止水。

以上这几种施工方法是目前基坑施工中常用的支护方案,而结合本工程的具体需求和情况来看,以上几种方式的应用可行性较低,主要由于本工程的施工规模较大,且涉及不同环境下的支护施工,为了提升施工效果,全面增强工程的安全性和稳定性,经过专家以及技术人员进行详细探讨之后,确定按照不同区域的实际情况打造分级桩锚支护方案。

## 2.2 分级桩锚支护方案

该方案将整体支护结构分为上下两个部分,上级的土壤结构大部分为杂填土,该结构的支护方案选择钻孔灌注桩配合预应力锚索,钻孔灌注桩的直径确定为 1000mm,部分区域设置悬挂网钢筋来提升结构的稳定性,钢筋直径为 25mm,长度为 2m,水平以及竖向的间距控制为 2m,主要以梅花形进行分布。

下级的地层结构主要为白云岩、辉绿岩,这一部分的结构利用钢管桩配合预应力锚索组成,不需要额外设置悬挂网钢筋,利用预应力锚索、腰梁进行固定。

### 2.2.1 上级结构的施工方案

结合前期的施工方案,进行施工现场的管理,确定上级边坡开挖深度为 4.8m,整体的支付方案制定情况如下。

选择 19m 长的锚索,入射角控制在 25 度,每一根锚索之间的距离为 1m,竖向的间距则为 4.1m。提前施加预应力为 150kN;支护结构的主筋为 hrb400 钢筋,直径控制在 20mm,箍筋,材质相同,直径为 10mm。混凝土灌注桩按照常规的桩体施工方案均匀配筋,螺旋箍筋间距控制在 150mm。

锚索强度设计值为 1320MPa,标准值为 1860MPa,弹性模量  $1.95 \times 10^5$  MPa,抗拔安全系数控制在 1.8。

结合实际需求,利用条分法进行稳定性计算,其中的定量因素包含了土条宽度: 0.4m,刚度折减系数: 0.85,稳定性安全系数:  $5.159 > 1.35$ ,整体的设计规范满足设计要求。经过计算之后,可以确定上级支护结构的安全系数为 38.67,满足标准结果 1.8,确定该结构符合深基坑工程施工的要求。

### 2.2.2 下级结构支护方案

下级边坡开挖深度 15.2m,嵌固深度 5.3m,支护方案的具体设计情况如下。

选择 15.5m 的锚索,入射角度控制在 15 度,平均间距以及竖向间距调整为 1m 以及 1.3m~2m,锚固段长度为 5.5m~8m,支锚刚度为 30MN/m。主筋、箍筋的材质和参数、弹性模量、抗拔安全系数、锚索强度设计值以及标准值与上部结构一致通过最终计算,确定安全系数为 13.952,满足标准的 1.8,确定该结构符合深基坑开挖的需求。

## 3 分级桩锚支护的施工重点分析

为了提升支护结构的安全性和稳定性,在施工的过程中需要严格控制其中的关键技术体系,本工程所使用的技术体系如下。

### 3.1 提升钻孔灌注桩施工质量

在钻孔灌注桩施工的过程中,需要将重点放置在水下混凝土施工领域。本工程选择了导管法进行施工,导管的直径控制在 25cm~30cm,确保导管内壁光滑无杂物,内径大小完全一致,两端通过焊接方式安装法兰盘;在导管组装的过程中要进行密实性检测。为了避免出现卡管以及露筋等事故,粗骨料的粒径控制在 30mm 以下,每立方米的混凝土中水泥的用量要控制在 420 千克以下,混凝土的整体强度数值要比设计值高出 20% 左右。为了确保混凝土的流动性不受影响,在混凝土灌注的过程中,要确保坍落度控制在 160mm~200mm,在钢筋密集处,需要使用小口径的导管进行灌注施工,确保钢筋节点位置质量符合要求<sup>[4]</sup>。

### 3.2 预应力锚索的施工

在预应力锚索施工的过程中,要做好锚索张拉以及防腐防锈作业。本工程的预应力锚索张拉结构见图 1。

由于本工程的施工规模较大,不同地区的土壤结构以及岩层性质有一定差异,针对整体工程采取了三组不同的抗拔试验,分别位于强风化白云岩、强风化辉绿岩、中风化白云岩及中风化灰绿岩区域,每组实验所使用的设备、材料以及施工过程管控体系完全相同。通过该种方式可以得到锚索的安全系数,为后续的工程施工奠定基础。

针对预应力锚索的防腐防锈作业来讲,需要涂抹常规的防腐油脂,但是受到外界施工环境的影响,防腐油脂很容易出现性能失效的现象。本工程则针对这一领域进行了创新,在锚索张拉结束之后,针对裸露在外的区域涂抹防腐油脂,然后,利用热塑管进行包裹,通过汽油灯加热使其牢牢覆盖在锚具及锚索上。这种材质的热塑管为橡胶制品,具有较强的防腐耐磨性,

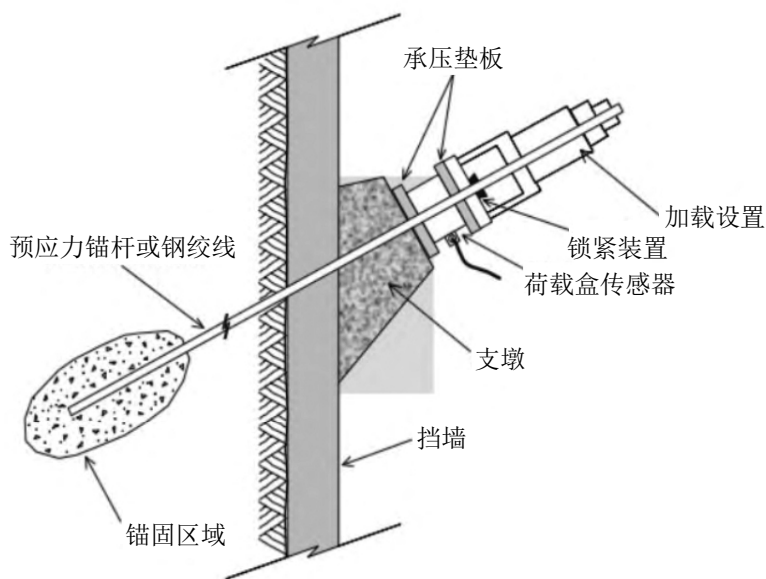


图1 预应力锚索张拉施工结构

也可以确保内层的防腐油脂性能得以延长,有助于提升使用寿命。

### 3.3 钢管桩施工质量管控

本工程地下级支护结构选择了钢管桩作为主要的压力承载体系,在施工过程中需要对其进行重点关注。

首先,要确保钢管桩的垂直度符合标准。在实际作业过程中采取了限位调整方法,进行垂直度分析,利用水井钻冲击器、主钻杆作为核心骨架,利用不同直径的钻头进行多重校正<sup>[5]</sup>。该方式的应用可行性较强,可以结合不同施工现场的实际情况进行针对性调整,同时成本可控,能够产生较好的经济效益。

钢管桩虽然是封闭的筒体结构,但是在下桩的过程中也有可能导底部沉渣堆积,影响浆料的扩散效果,因此在作业过程中,在钢管桩的底部2m范围内,设置了直径为10mm的梅花状孔洞,每一个孔洞的间距为400mm。在注浆时,浆体会通过这些孔洞向外进行扩散,而浆体的自重能够确保钢管桩和周边的岩石结构完整连接起来,从而提升嵌固的效果。

### 3.4 工程位移监测

为了确保分级桩锚支护方案的施工能够达成前期预计的效果,在工程开展期间需要进行持续性的位移监测,主要用于风险预判以及防控。

本工程中的位移监测包含了顶部水平位移监测、竖向结构位移监测。顶部水平结构的位移监测使用全站仪配合及坐标法进行观测,竖向的位移监测则通过电子水准仪配合高精度的水准尺进行观测。开挖深度在5m以下时,每两天进行一次监测;开发深度在5m

到10m之间时每天进行一次监测;开发深度超过了10m之后,每天进行两次检测。由本工程的动态性监测结果,可以发现各项数据的变化情况以及变化速率都符合深基坑开挖的具体标准,确定了分级桩锚支护方案在施工过程中能够为深基坑提供安全防护保障。

## 4 结语

综上所述,本工程针对杂填土区域以及岩层区域,采取了上下级相配合的支护结构,利用钻孔灌注桩、钢管桩、预应力锚索配合悬挂网钢筋打造了组合式的结构,不仅可以扬长避短,实现优势互补,还能够实现低碳节能的目的。整体方案具备较强的安全性和稳定性,有效控制了基坑施工期间的位移,能够保证施工顺利开展。

## 参考文献:

- [1] 张广乾,李向阳,王伟,等. 桩锚支护结构在深基坑支护中计算分析[J]. 广东建材,2023,39(05):80-82.
- [2] 蒋家祯. 桩锚支护结构在深基坑支护中的应用[J]. 中外建筑,2018(04):139-141.
- [3] 杨建山,唐哲. 浅谈桩锚支护深基坑工程监理质量控制[J]. 建设监理,2022(11):69-72.
- [4] 安静. 深基坑支护在工程中的应用探讨——以保定逸品汇商业中心为例[J]. 建设科技,2021(24):25-27.
- [5] 李玉潇,蔡婧. 深基坑桩锚支护结构稳定性计算与分析[J]. 山西建筑,2020,46(04):66-67.