

# 扩大头预应力锚索在深基坑中的应用

张建国

中煤光华地质工程有限公司

DOI:10.12238/ems.v3i1.3740

**[[摘要]]** 预应力锚索作为一种临时性支护措施,已广泛应用于基坑支护工程中。但在基坑支护功能完工后无法进行回收处理,从而形成地下垃圾,造成地下环境污染,严重影响了周围地下空间的开发利用,对城市的长远规划及可持续发展等造成严重影响。实际工程中扩大头预应力锚索在深基坑支护工程建设中具有良好的经济效益和社会效益,现在以工程实例为基础,对该技术的特点进行分析,研究了该技术在深基坑支护工程中的应用及相关注意事项。

**[[关键词]]** 扩大头;预应力锚索;深基坑支护

**中图分类号:** TV551 **文献标识码:** A

## Application of prestressed anchor cable with enlarged head in deep foundation pit

Jianguo Zhang

Sinocoal Guanghua Geological Engineering Co., Ltd

**[[Abstract]]** as a temporary support measure, prestressed anchor cable has been widely used in foundation pit support engineering. However, after the foundation pit support function is completed, it can not be recycled, so as to form underground garbage, cause underground environmental pollution, seriously affect the development and utilization of the surrounding underground space, and seriously affect the long-term planning and sustainable development of the city. In the actual project, the expanded head prestressed anchor cable has good economic and social benefits in the construction of deep foundation pit support engineering. Now, based on the engineering example, this paper analyzes the characteristics of this technology, and studies the application of this technology in deep foundation pit support engineering and related matters needing attention.

**[[Key words]]** enlarged head; Prestressed anchor cable; Deep foundation pit support

[1] LAN Chaoling. Comparison of the Implementation Approaches of Implicit Ideological and Political Education in Chinese and American Universities [J]. Education Space-time,2007 (185)

[2] Liu Xinxin. Research on Implicit Ideological and Political Education in Universities from the perspective of methodology [D]. University of Science and Technology Beijing,2018 (115-119)

[3] Wu Yinghao, Yu Xiuli, Yu Shenglan. Ecological Thinking on improving the Effect of Ideological and Political Education in Colleges and Universities in the New Era [J]. Science and Technology Wenhui,2020 (1, B)

[4] Huang Zhenhua, Miao Ruidan. On the Construction of Ecological Model of Ideological and Political Education in Universities [J]. Heilongjiang

Higher Education Research,2016 (05)

[5] Chen Fangfang. Ecological Research of Ideological and Political Education [D]. Hunan University,2019

[6] Xu Baicai. Research Object of National Ideological and Political Education [J]. School Party Construction and Ideological and Political Education, 2013 (07)

[7] Liu Tingting. Research Review of College Students' Ideological and Political Education Based on Positive Psychology [J]. Modern Communication, 2018 (07)

[8] Zhang Qian, Zheng Yong. Evaluation of Positive Psychology in the United States [J]. Psychological Exploration,2003 (29)

随着城市规模的不断扩展,地下空间的使用也得到了加强,为此对基坑工程规模、深度等方面有了更加严格的要求。基坑支护方式种类繁多、体系庞大,在众多的支护方式中,预应力锚索被广泛用于深基坑支护工程中。它与其他内部支撑相比,特别是在深基坑和宽基坑中,使用预应力锚索支撑具有明显的优势。使用预应力锚索支座有助于挖掘土壤和建造结构,从而节省了施工时间和项目成本。当在土层中使用时,为了满足设计要求阻力,通常采用增加预应力锚索长度并缩短预应力锚索之间距离的方法。通过研究实验得出扩大头预应力锚索相对于常规锚索的技术优势、经济性能。

## 1 扩大头锚索施工工艺简介

### 1.1 扩大头锚索工作原理

由于高压旋转旋喷灌浆的高压以及灌浆的扩散性和渗透性大,不仅锚固层与土壤层之间的界面上没有隔离层,而且灌浆也渗透到土壤中,增强了土壤粘结强度。高压喷射灌浆头位于锚索主体与喷射灌浆之间的中心,有利于在锚索主体周围形成较大且可控的锚固体。相对于较硬的土壤,高压旋喷灌浆对较软和较疏松的土壤具有较大的扩孔直径,并且锚固段实际上通过不同的土层形成的锚固体将呈蜜饯状。这些因素将使膨胀头锚固体比普通的灌浆锚固体显著增加承载力。这种锚索施工技术可以使井眼平整,锚索,旋喷,铰刀立即完成,大大提高了工作效率。

### 1.2 旋喷扩孔头结构

主体通过缓慢旋转的射流形成一个圆柱形井眼,该井眼受到粘性泥浆的保护。在钻杆的持续压力下,旋转射流扩孔头和锚索逐渐进入设计深度。旋转喷嘴和外壳能够自由旋转,并且在外壳的前端焊接 3~4 个钢刀片以增加旋转阻力,以确保轴承板和安装在轴承板上的钢铰链不会随旋转的旋转喷嘴一起旋转。

### 1.3 高压喷射注浆对锚固段进行扩孔

将射孔扩孔头和锚索推入设计深度后,从底部到顶部对锚固段进行高压射流灌浆。锚固处的高压喷灌铰刀包括技术措施,例如增加喷灌压力,控制转速,增加速度和流量(300~400mm),从而增加锚杆之间的接触面积,并增加锚固物和土壤之间的摩擦。

## 2 基坑支护设计形式

### 2.1 支护方案选择

本工程具有基坑开挖较深,周边环境复杂,工期要求紧等特点。基坑红线范围内可用场地面积非常狭小,北侧学校上课期间对施工噪声非常敏感,东北侧有城市重要建筑物马鞍山档案馆,且距离基坑开挖边线仅 1.5 m。如采用保守设计方案即竖向设置钻孔灌注桩排桩封闭围护,横向内设两层满堂混凝土支撑,不仅施工周期较长,造价较高,且大面积支撑破除过程中产生的噪声

污染将严重影响周边环境特别是学校的正常教学。为此,设计单位经过反复论证、比较、修改,最终确定支护方案如下:

1) 支护挡土结构普遍区域采用钻孔灌注桩。2) 为确保北侧学校及档案馆安全,基坑北侧设置两道临时钢筋混凝土支撑,邻近档案馆区域浅层另增设一道局部附加混凝土角撑。3) 其余区域采用 2 道~5 道扩大头预应力锚索,排桩内侧设置竖向挂网喷浆喷锚防护构造。

此方案的优点在于:

1) 施工速度快。预应力锚索施工基本不影响土方大面积开挖,且施工灵活性较强,可随时根据土方开挖进度及区域进行局部抢工。2) 对环境影响小。扩大头预应力锚索施工及张拉过程基本不产生噪声污染,且后期不需要拆除,不会产生大量的建筑垃圾。3) 造价相对较低。相比满堂混凝土内支撑,扩大头预应力锚索施工更加方便、经济。

### 2.2 扩大头预应力锚索设计

基坑北侧邻近学校区域配合混凝土支撑共设置两道扩大头预应力锚索,东北侧浅层设置一道扩大头预应力锚索,其余区域采用 2 道~5 道扩大头预应力锚索,锚索横向间距 2200 mm,孔径 150 mm,锚固角度 15°,每根锚索由 3 根  $\phi 15.2$  钢绞线组成,强度标准值为 1860 N/mm<sup>2</sup>,第一层锚索锚定在混凝土圈梁上,2 层~5 层锚索锚定在双拼工字钢腰梁上,锚索总量 824 根。

## 3 扩大头预应力锚索施工工艺及技术要点

### 3.1 施工前的准备工作

对深基坑工程项目必须要求了解工程的概况,如基坑所处的地段,周边的环境及地质情况,四周市政道路、管、沟、电力电缆和通讯光缆以及邻近建筑物等情况。掌握工程地质情况及水文地质条件,对工程所处地理位置的地质结构,可根据场地勘察报告查阅,施工区域内建筑基坑的工程地质勘察报告中,土的常规物理试验指标中,土的固结块剪内摩擦角 $\phi$ 、内聚力  $c$ 、渗透系数  $K$  等重要数据对锚索计算产生决定性影响,必须引起高度关注。

### 3.2 扩大头预应力锚索的施工

锚索施工是采用钻孔设备造孔穿越需要加固的位置,安置锚索,并对锚固段注浆,通过张拉锚索锚固不利结构面,有效的增加了深基坑边坡体的整体性和稳固性。

1) 扩大头预应力锚索施工工艺流程钻机就位→锚索成孔→清孔→锚索体制作→安装→一次常压注浆→二次高压注浆→腰梁绑扎钢筋浇筑混凝土→安装锚具→张拉索定。

2) 扩大头锚索成孔钻机就位,利用锚杆钻机钻孔,一般采用正循环钻进。根据地层不同:对于含碎石较多

的地层,采用套管护壁技术施工;对于粘性土层,采用泥浆护壁技术施工,经试验,采用泥浆比重为1.1~1.2,粘度22~23s,失水量小于10mL/30min。钻孔倾角一般在25°~35°范围之内,避免锚索出现交叉和互碰现象。

3)清孔终孔后不能立即停钻,要求稳钻1~2min,防止孔底尖灭、达不到设计孔径。钻孔孔壁必须清理干净。

4)锚索体制作锚索是由钢绞线、定位架、锚板、锚具组成。

锚索的下料长度L应按下列公式计算

$$L=l+a+b$$

式中L—锚索下料长度,m;

l—锚索设计长度,m;a—外锚头厚度,m;

b—锚具总长(垫板、千斤顶),m。下料时钢绞线的切割应采用砂轮切割机,禁止用电焊或气割,以免钢绞线头松散及钢绞线受热损伤而降低抗拉强度。制作时沿钢绞线间距1.5m套上隔离支架和对中支架,并用铅丝绑扎牢固,在绑扎过程中钢绞线要顺直,不要歪扭,更不要出现相互交错的现象。注浆管居中放置前端距锚索端头500mm,并在注浆管前端开设两对注浆孔。钢绞线前端套上导向帽,并将导向帽牢固的固定在钢绞线上。锚索自由段涂防锈漆两道并用塑料波纹管包裹,两端用胶带密封防止时水泥浆液渗入自由段的塑料波纹管。最后在锚索上编号以便对号入孔。

5)锚索的安装安装锚索体前再次认真核对锚孔编号,确认无误后,再将注浆管与锚索同时放入孔内。锚索安装完成后,不得随意敲击,不得悬挂重物。

6)注浆锚索锚固段采用二次注浆法。一次注浆采用水泥砂浆,注浆压力0.3~0.5MPa,待一次注浆初凝后,且强度达到5.0MPa后进行二次注浆;二次注浆压力在2.5~5.0MPa,两次注浆体强度不小于25MPa。注浆完成后,自然养护不少于7天,在浆体硬化前,不能承受外力或有外力引起的锚杆移动。

7)锚具安装锚垫板采用300×300×20钢板,腰梁采用20a#工字钢,腰梁与桩间用细石混凝土填充密实。安装应保证锚具面与钢绞线受力方向垂直。

8)扩大头预应力锚索张拉与锁定锚固体混凝土强度均应大于15.0MPa时,方可进行张拉。锚索张拉时,采用分级张拉。锚索张拉顺序,应考虑邻近锚索的相互影响。锁定时,采用夹片式锚具进行锁定,可对锚索按1.2倍的设计值进行锁定。

9)封锚扩大头预应力锚索为受力构件,外锚头一旦失效就会前功尽弃,故对外锚头要加以保护,防止产生锈蚀。一般情况下采用C20细石混凝土将外锚头(含钢垫板)保护起来。

10)扩大头预应力锚索检测按JGJ120-99《建筑基坑支护技术规程》规范要求,对锚索设计内力值进行张拉

检测,其目的是检验锚索张拉力是否符合设计及规范要求。检测数量为大于5%、不小于3根。

#### 4 扩大头预应力锚索在深基坑支护工程中的应用

##### 4.1 工程概况

五得利大厦及地下车库位于丛台东路与荀子大街交叉口的东北角。采用筏板基础,主楼拟采用桩基。现场自然地坪标高为53.0m,1#商业地下车库基坑深度按10.5m考虑,2#、3#商业地下车库按基坑深度按14.3m考虑。

##### 4.2 工程地质及水文地质条件

该工程地点的地貌是华北冲洪积平原的西部边缘,而山前冲洪积扇的尾部相对平坦。根据该项目的地质勘察研究报告,基坑支护的影响区域强烈,如其他填土,粉质粘土,粉质土壤,中度砂土,残余土壤,完全风化的花岗岩和土壤,以及风化花岗岩。地下水的类型主要是杂土路堤上层的停滞水,中等沙质中的孔隙截留水和花岗闪长岩中的风化裂缝截留水。根据项目现场的情况,基岩和土壤的分布以及地下水的分布,设计采用排桩+内部支撑,排桩+旋转射流作预应力锚索等基坑支护类型。

##### 4.3 扩大头预应力锚索支护施工的工艺流程

施工准备→测量点和位置点→在适当位置钻钻头→将带有旋转喷嘴和锚索的钻杆插入孔的底部→从底部到锚定部分膨胀头的旋转喷孔灌浆→卸下旋转喷孔钻杆,旋转喷头→施工冠状梁或腰梁→锚索预应力→锚固密封和锚头保护处理。

##### 4.4 施工操作技术要点

1)钻孔并推动锚索。在钻进和推压过程中,应根据土层的软硬特性,对钻机,泥浆比,高压注浆泵等工艺参数进行调整。推动设计深度。在钻孔和推动锚索时,使用的水泥浆中掺有42.5普通硅酸盐水泥。水灰比是根据钻井速度和设备能力确定为1.2~1.8且应符合设计要求。当钻进速度缓慢时,将使用较高浓度的水灰比。

2)锚固段采用高压旋喷灌浆。将锚索推入设计深度后,通过从底部到顶部的高压射流注浆对锚固段进行扩孔。为了确保锚固段的孔径扩大到300~400mm,锚固强度达到设计要求,必须严格遵循以下施工工艺参数:钻杆转速为5~15r/min,提升速度为0.1~0.25m/min,水泥浆通常为42.5普通硅酸盐水泥,水灰比为1.0~1.2,高压水泥浆的灌浆压力为20~30MPa,灌浆能力为60至120升/分钟。

3)钻孔和旋喷灌浆的注意事项。①在扩大头预应力锚索的施工过程中,必须控制并记录水泥浆的水灰比,水泥浆的初始养护时间,水泥浆量,压力,钻速等参数。控制管道的施工质量,检查提升速度等。②在该部分中要提升的钻杆的缠绕长度必须为100mm以上。③锚杆的钻孔深度不得超过设计长度,且不得超过设计长度的

500mm。④建议遵循“一钻跳一钻”的施工顺序间隔施工,以免造成相邻螺栓孔的灌浆变成“弦孔”。

4)扩大头预应力土锚索的张紧和锁定。锚固强度超过 15MPa, 顶梁或腰梁的混凝土强度达到设计强度的 75%后,使用液压千斤顶进行张紧和锁定。在拧紧锚索之前,必须使用千斤顶和压力表,以查看固定装置和连接器是否合格。如果锚索在 1.10 和 1.20 之间张紧,则应将载荷保持 15 分钟,然后卸载,然后根据锁定载荷的设计值将其锁定。张紧后,应去除锚固上方 10 厘米以上的钢绞线,并涂上防锈漆或液化沥青以提供保护。

### 5 施工效果

与传统的高压旋喷灌浆锚索相比, 高压旋喷扩大头预应力锚索的承载能力大大提高, 锚杆的长度和数量可以缩短。采用锚索施工技术,可以减少锚杆数量和钻洞数量,能够同时完成锚索敷设和喷浆施工,大大提高了工作效率,缩短了工期,减少了对环境的影响,同时也很大程度上减少了地脚螺栓的数量。

### 6 结束语

与普通锚索相比,扩大头预应力锚索可将锚索的抗拔力提高 3 至 5 倍,缩短锚固段的长度,减少锚索结构对周围建筑物的影响,减少位移并且具有很高的安全性,工程造价低。扩大头预应力锚索中的锚索孔的数量也减少了,从而减少了其对止水带完整性的影响。但是该施工工艺也有其缺点,高压喷射灌浆工艺中的泥浆不能够进行循环利用,这消耗了更多的水泥。对于土壤条件更复杂的地方,在开挖过程中很难将锚索放置到指定位置。为解决此问题需首先用钻机进行钻孔或扩展,之后再 将锚索拉到孔中设计部位,这样会相对延长施工时间。综上所述,扩大头预应力锚索具有抗拔力高,位移小,可靠性高,经济性好,施工工艺成熟等优点,可以有效克服常规锚索的弊端。此锚固技术在深基坑支护工程

中具有广泛的应用前景。对于在实际深基坑支护施工中,采用扩大头预应力锚索技术和灌注桩支护体系共同支护,达到了结构受力合理、节约投资、缩短工期的目的。同时,深基坑锚索支护使施工质量、安全有保障,并且有较好的经济效益。现如今扩大头预应力锚索加固技术已广泛应用于建筑结构物加固、边坡治理、大型地下洞室及深基坑支护等工程,应用前景非常广阔。

### [参考文献]

- [1]张兆强,曹帅,姚勇,等.高压旋喷扩体锚索在膨胀土深基坑工程中的应用[J].施工技术,2019,48(07):13-17.
- [2]朱锦锡.建筑基坑支护中的旋挖灌注桩与预应力锚索的应用[J].工程技术研究,2019,4(01):116-117.
- [3]朱振华,张俊利,杨春发.预应力扩大头锚索在深基坑支护工程中的应用[J].湖南城市学院学报(自然科学版),2019.
- [4]王晓晖.扩大头锚索施工技术在基坑支护中的应用[J].企业技术开发,2019
- [5]邹思源.扩大头锚索在深基坑支护工程中的应用[J].建筑施工,2020.
- [6]刘金,熊爱华,陈□,等.深大基坑中的预应力锚索施工技术[J].建筑施工,2013(8):691-692.
- [7]赵红玲.可回收式预应力锚索(杆)的试验研究[D].西安:西安建筑科技大学,2019:55.
- [8]刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,2019:617-621.

### 作者简介

姓名:张建国(1980.02--),性别:男,民族:汉,籍贯:河北磁县,学历:本科,职称:地质高级工程师,研究方向:微型钢管桩在基坑支护中的应用;从事工作:地基与基础施工、基坑支护。