

# 预应力锚固技术在岩土工程施工中的应用

陈启超 陆菊青

1. 江苏省南京工程高等职业学校; 2. 南京工业科技技工学校

DOI: 10.12238/ems.v6i11.9973

**[摘要]** 随着我国经济的快速发展, 基础设施建设规模不断扩大, 岩土工程在各类工程项目中的应用日益广泛。在岩土工程施工过程中, 如何提高工程结构的稳定性、降低施工成本、缩短施工周期成为亟待解决的问题。本文探讨了预应力锚固技术在岩土工程施工中的应用, 详细阐述了该技术的原理、特点及其在岩土工程中的具体应用, 分析了其施工过程中的关键环节和注意事项, 为岩土工程施工中预应力锚固技术的应用提供了参考依据。

**[关键词]** 预应力锚固技术。岩土工程。施工应用

## Application of Prestressed Anchoring Technology in Geotechnical Engineering Construction

Chen Qichao, Lu Juqing

1. Nanjing Engineering Vocational College, Jiangsu Province;

2. Nanjing Industrial Technology Vocational School

**[Abstract]** With the rapid development of China's economy and the continuous expansion of infrastructure construction scale, the application of geotechnical engineering in various engineering projects is becoming increasingly widespread. In the process of geotechnical engineering construction, how to improve the stability of the engineering structure, reduce construction costs, and shorten the construction period has become an urgent problem to be solved. This article explores the application of prestressed anchoring technology in geotechnical engineering construction, elaborates on the principles, characteristics, and specific applications of this technology in geotechnical engineering, analyzes the key links and precautions in its construction process, and provides a reference for the application of prestressed anchoring technology in geotechnical engineering construction.

**[Keywords]** prestressed anchoring technology. Geotechnical engineering. Construction application

预应力锚固技术是通过在岩土体中预应力锚杆, 使锚杆与岩土体形成整体, 从而提高岩土体的承载能力和稳定性。本文针对预应力锚固技术在岩土工程施工中的应用进行研究, 为岩土工程施工提供理论依据和技术支持, 提高工程结构的稳定性和施工效率。

### 一、预应力锚固技术原理及特点

#### (一) 预应力锚固技术原理

##### 1. 锚固力的产生机制

预应力锚固技术是通过锚具将预应力材料(如钢筋、钢绞线等)锚固在混凝土结构中, 从而在结构中产生预应力。当预应力材料被锚固在混凝土中时, 由于锚具与混凝土之间的摩擦作用, 使得预应力材料在受到拉力时, 锚具与混凝土之间产生一定的摩擦力, 从而产生锚固力<sup>[1]</sup>。预应力材料与混凝土之间的粘结力也是锚固力产生的重要因素。当预应力

材料与混凝土接触时, 由于材料表面粗糙度、化学成分等因素, 使得两者之间产生一定的粘结力, 从而产生锚固力。

##### 2. 预应力的施加方法

预应力锚固技术中, 张拉锚固法通过张拉预应力材料, 使其产生一定的预应力, 然后将其锚固在混凝土结构中。这种方法适用于钢筋、钢绞线等预应力材料的锚固。后张法在混凝土浇筑完成后, 通过张拉预应力材料, 使其产生预应力, 然后将其锚固在混凝土结构中。这种方法适用于预应力混凝土结构。先张法在混凝土浇筑前, 先张拉预应力材料, 使其产生预应力, 然后将其锚固在模板上, 待混凝土浇筑凝固后, 预应力材料与混凝土结构形成整体。

##### (二) 预应力锚固技术特点

预应力锚固技术通过在岩土体内部施加预应力, 使岩土体结构更加紧密, 从而提高其整体稳定性, 有效防止滑坡、

塌陷等地质灾害的发生。预应力锚固技术能够有效控制岩土体的变形,减少因地质条件变化引起的结构破坏,延长工程设施的使用寿命<sup>[2]</sup>。预应力锚固技术适用于各种地质条件,如软土地基、岩石地基、滑坡体等,具有广泛的适用范围。预应力锚固技术施工简便、工期短、成本低,能够有效降低工程投资,提高经济效益。

## 二、预应力锚固技术在岩土工程中的应用

### (一) 边坡加固工程中的应用

#### 1. 边坡稳定性分析

边坡稳定性分析是预应力锚固技术在边坡加固工程中应用的基础。通过对边坡地质条件、地形地貌、水文地质、工程地质等方面的调查与分析,评估边坡的稳定性,为锚固方案的设计提供依据。边坡岩土体物理力学性质分析包括岩石的强度、变形模量、抗剪强度等。边坡地质构造分析包括断层、节理、裂隙等地质构造对边坡稳定性的影响。边坡水文地质分析包括地下水分布、渗透系数、地下水位等对边坡稳定性的影响。边坡地形地貌分析包括坡度、坡向、坡高、坡长等对边坡稳定性的影响。

#### 2. 预应力锚固方案设计

根据边坡稳定性分析结果,结合工程实际情况,选择合适的预应力锚固方案。锚固类型选择根据边坡地质条件、岩土体性质、工程要求等因素,选择预应力锚杆、锚索、锚梁等锚固类型。锚固长度、间距、倾角等参数设计根据锚固类型、岩土体性质、工程要求等因素,确定锚固长度、间距、倾角等参数。根据锚固类型、岩土体性质、工程要求等因素,选择合适的锚固材料,如锚杆、锚索、锚梁等。根据锚固类型、岩土体性质、工程要求等因素,确定锚固施工工艺,如钻孔、锚杆安装、锚固力施加等。

#### 3. 施工工艺及要点

根据锚固方案设计,进行钻孔作业,确保钻孔质量。将锚杆、锚索、锚梁等锚固材料安装到位,确保安装质量。通过张拉设备对锚杆、锚索、锚梁等锚固材料施加预应力,确保锚固效果。对锚固效果进行检验,确保锚固质量。确保钻孔垂直度、孔径、孔深等符合设计要求。确保锚固材料安装到位,无偏移、松动现象。根据设计要求,合理控制锚固力,确保锚固效果。严格遵守施工安全规范,确保施工人员安全。

### (二) 基坑支护工程中的应用

#### 1. 基坑支护结构设计

基坑支护结构设计应遵循安全性、经济性、合理性和可操作性原则,确保基坑施工过程中结构稳定,防止坍塌事故发生。设计内容包括支护结构类型选择、结构尺寸、材料选择、施工工艺等<sup>[3]</sup>。常见支护结构类型有土钉墙、锚杆支护、钢板桩支护、地下连续墙等。根据地质条件、基坑深度、周边环境等因素,进行力学计算,确定支护结构的设计参数,如锚杆长度、锚杆间距、锚杆倾角等。

#### 2. 预应力锚杆的布置与施工

预应力锚杆的布置应遵循以下原则:锚杆长度、间距、倾角等参数应满足设计要求。锚杆布置应均匀,避免局部应

力集中。锚杆布置应避开地下管线、构筑物等障碍物。根据设计要求,选择合适的钻孔设备,进行钻孔作业。根据锚杆类型,制作锚杆,包括锚杆钢筋、锚杆垫板、锚杆锚具等。将锚杆插入钻孔中,固定锚杆垫板,安装锚杆锚具。对锚杆进行张拉,达到设计要求的预应力值。

#### 3. 监测与控制

监测内容主要包括基坑周边地表沉降、支护结构变形、锚杆应力、地下水位等。监测方法采用自动化监测系统、人工观测等方法,对监测数据进行实时采集、处理和分析<sup>[4]</sup>。根据监测数据,及时调整支护结构设计参数,确保结构安全。对异常数据进行预警,采取相应措施,防止事故发生。加强施工管理,确保施工质量,降低施工风险。

### (三) 地下洞室工程中的应用

#### 1. 洞室围岩稳定性分析

洞室围岩稳定性分析是地下洞室工程中预应力锚固技术应用的基础。通过对洞室围岩的力学性质、地质条件、地下水等因素进行综合分析,评估围岩的稳定性,为预应力锚固技术的应用提供依据。分析方法包括现场调查、室内试验、数值模拟等。现场调查主要了解洞室围岩的地质构造、岩性、地下水分布等情况。室内试验主要测试围岩的力学参数,如抗压强度、抗拉强度、弹性模量等。数值模拟则通过有限元等方法,模拟洞室围岩在施工过程中的应力、应变分布,预测围岩的稳定性。

#### 2. 预应力锚索的支护作用

预应力锚索是一种主动支护措施,通过施加预应力,提高围岩的承载能力,增强围岩的稳定性。预应力锚索施加的预应力可以改善围岩的应力状态,提高围岩的强度,降低围岩的变形。预应力锚索可以调整围岩的应力分布,降低围岩的应力集中,减少围岩的破坏。预应力锚索可以加固围岩,提高围岩的整体稳定性。

#### 3. 施工技术与质量控制

锚索施工主要包括锚索钻孔、锚索安装、锚索张拉等环节。施工过程中,要确保锚索的钻孔质量、锚索安装的垂直度和锚索张拉力符合设计要求。锚杆施工主要包括锚杆钻孔、锚杆安装、锚杆张拉等环节。施工过程中,要确保锚杆的钻孔质量、锚杆安装的垂直度和锚杆张拉力符合设计要求。施工前,对施工人员进行技术培训,确保施工人员掌握预应力锚固技术的施工要领。施工过程中,加强现场监督,确保施工质量符合设计要求<sup>[5]</sup>。施工完成后,对预应力锚固效果进行检测,包括锚索、锚杆的锚固力、锚固长度、锚固深度等指标,确保预应力锚固技术的应用效果。

## 三、预应力锚固技术施工过程中的关键环节

### (一) 锚孔钻进

#### 1. 钻进设备的选择

根据工程地质条件、锚固深度、锚杆直径等因素,选择合适的钻机。钻机类型包括:冲击钻、回转钻、绳索取心钻等。确保钻机性能稳定,满足施工要求。钻机应具备足够的钻进能力、稳定性、可靠性、操作简便等特点。

## 2. 钻进工艺参数的确定

根据钻机性能、地质条件、锚杆直径等因素,合理确定钻进速度。钻进速度过快可能导致孔壁不稳定,过慢则影响施工进度。根据钻机性能、地质条件、锚杆直径等因素,合理确定钻压。钻压过大可能导致孔壁破坏,过小则影响钻进效率。根据地质条件、锚杆直径等因素,选择合适的钻头类型。钻头类型包括:钢钎头、合金钻头、金刚石钻头等。

## 3. 钻进过程中的质量控制

确保孔位偏差在允许范围内,避免锚杆偏位。根据设计要求,严格控制孔深,确保锚杆长度满足设计要求。根据锚杆直径,严格控制孔径,避免孔径过大或过小。确保孔壁稳定,避免塌孔、卡钻等现象发生。实时监测钻进过程中的各项参数,如钻进速度、钻压、钻头磨损等,及时调整施工参数。

### (二) 锚筋制作与安装

#### 1. 锚筋材料的选择

锚筋材料应选用高强度、低松弛、耐腐蚀的钢材,如HRB400、HRB500等。锚筋材料应满足设计要求,确保锚固效果。锚筋材料应经过严格的质量检验,确保其性能符合国家标准。

#### 2. 锚筋的制作工艺

根据设计要求,对锚筋进行切割、弯曲、焊接等加工。对锚筋进行防腐处理,如镀锌、涂油等,以提高其耐腐蚀性能。将锚筋与锚具组装成锚固单元,确保锚固单元的尺寸和形状符合设计要求。

#### 3. 锚筋的安装方法及注意事项

根据设计图纸,确定锚筋的位置,确保锚筋与混凝土结构紧密贴合。采用锚具将锚筋固定在混凝土结构上,确保锚筋与混凝土结构之间的连接牢固。按照设计要求,对锚筋进行张拉,确保锚筋的预应力达到设计值。锚筋安装前,应检查锚筋材料、锚具、锚筋加工质量等,确保符合设计要求。锚筋安装过程中,应确保锚筋与混凝土结构之间的连接牢固,避免出现松动、脱落等现象。锚筋张拉过程中,应严格按照设计要求进行,确保锚筋的预应力达到设计值。锚筋安装完成后,应对锚固效果进行检查,确保锚筋与混凝土结构之间的连接牢固,预应力达到设计要求。

### (三) 预应力张拉与锁定

#### 1. 张拉设备的选择与校验

张拉设备应选择符合国家标准和工程要求的设备,如油压千斤顶、液压泵站等。设备应具备足够的张拉力和精度,以满足预应力筋的张拉要求。张拉设备在使用前必须进行校验,确保其性能稳定、准确。校验内容包括设备的张拉力、油压、油泵流量等参数,以及设备的操作性能。

#### 2. 张拉程序与控制应力

张拉程序应根据设计要求和施工规范制定,包括张拉顺序、张拉速度、张拉时间等。张拉程序应确保预应力筋均匀受力,避免因张拉不均导致结构变形或损坏。控制应力是预应力筋张拉过程中的关键参数,应严格按照设计要求执行。控制应力过高或过低都会影响结构的安全性和耐久性。

## 3. 锁定方法及锁定力的确定

锁定方法主要有锚具锚固、夹片锚固、楔块锚固等。选择合适的锁定方法,应考虑预应力筋的类型、结构形式、施工条件等因素。锁定力是确保预应力筋在锁定后不发生滑移的关键参数。锁定力应根据设计要求和施工规范确定,确保预应力筋在锁定后能够承受设计荷载。

### (四) 锚固体灌浆

#### 1. 灌浆材料的选择与配比

灌浆材料应具有良好的流动性、可灌性、强度、耐久性和抗腐蚀性。常用的灌浆材料有水泥浆、水泥砂浆、化学灌浆材料等。根据工程要求、地质条件和锚固材料的特性,合理选择灌浆材料的配比。一般而言,水泥浆的配比可参考以下范围:水泥:水=1:0.4~1:0.6。水泥砂浆的配比可参考以下范围:水泥:砂:水=1:2:0.5~1:2:0.7。

#### 2. 灌浆工艺与质量控制

灌浆工艺主要包括灌浆前的准备工作、灌浆过程和灌浆后的养护。灌浆前检查锚固孔的尺寸、深度和倾斜度,确保符合设计要求。清理锚固孔内的杂物和积水。检查灌浆设备和材料,确保其性能良好。灌浆过程中设计要求,将灌浆材料搅拌均匀后,通过灌浆泵将浆液注入锚固孔。灌浆过程中,应保持灌浆压力稳定,防止浆液外溢。灌浆结束后,应立即进行封孔处理。灌浆完成后,应严格按照设计要求进行养护,确保灌浆材料充分硬化。养护期间,应避免灌浆体受到振动、撞击和温度变化等不利因素的影响。

## 四、结论

预应力锚杆适用于加固软弱地基、滑坡、边坡等工程,普通锚杆适用于加固岩体、加固地基等工程。预应力锚杆的施工工艺主要包括钻孔、锚杆安装、锚杆张拉、锚杆锁定等环节。在施工过程中,应严格控制钻孔质量、锚杆安装质量、锚杆张拉质量等,确保锚杆的加固效果。预应力锚固技术在岩土工程施工中可以提高工程结构的稳定性,降低施工风险。缩短施工周期,提高施工效率。降低施工成本,节约工程投资,有利于环境保护,减少对周边环境的影响,值得在工程实践中推广应用。

### [参考文献]

- [1]彭军. 预应力锚固技术在岩土工程施工中的应用[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(23): 181-184.
  - [2]董志民, 周晔, 刘海龙, 等. 复杂条件下岩土预应力锚固技术研究[J]. 房地产世界, 2023, (02): 145-147.
  - [3]金圣权. 悬索桥锚碇预应力锚固系统施工关键技术[J]. 中国高新科技, 2021, (07): 114-115.
  - [4]张华, 王建元. 边坡预应力锚索施工技术探讨[J]. 人民黄河, 2020, 42(S2): 185-186.
  - [5]韦庆华. 1000 kN级预应力新型锚杆在边坡深层支护施工中的应用[J]. 红水河, 2020, 39(04): 29-32.
- 作者简介: 陈启超(1988.04—), 男, 汉族, 江苏省南京市人, 工学学士, 江苏省南京工程高等职业学校助教, 研究方向: 岩土工程、环境工程教学法。