

# 关于岩土工程中锚杆挡土墙的设计及作用分析

张 磊 侯惠锦 张 德 王 松 邢 磊

中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司 河北 保定 071000

**摘 要:** 本文深入探讨了岩土工程中锚杆挡土墙的设计及其作用。首先概述了锚杆挡土墙的基本概念和类型,详细分析了相较于传统重力式挡土墙,锚杆挡土墙在轻型化、施工灵活性和经济性方面的显著优势。最后,分析了锚杆挡土墙在岩土工程中的支挡作用、经济性与适用性、轻型化结构和安全性等重要作用。本研究为岩土工程领域的锚杆挡土墙设计提供了理论依据和实践指导。

**关键词:** 岩土工程; 锚杆挡土墙; 设计要点分析

## 1 锚杆挡土墙概述

岩土工程中,锚杆挡土墙是一种重要的支挡结构,它利用锚杆技术,通过钢筋混凝土墙面和锚杆的组合,有效承受土体侧压力,实现边坡的稳定。锚杆的一端与立柱或墙面板连接,另一端则被锚固在山坡深处的稳定岩层或土层中,利用锚杆与岩土层之间的锚固力,即锚杆的抗拔力,使挡土墙获得稳定。锚杆挡土墙按墙面构造的不同,主要分为柱板式和壁板式两种。柱板式挡土墙的墙面由肋柱和挡土板组成,挡土板直接承受墙面后填料产生的土压力,并支撑于肋柱,肋柱再与锚杆相连。而壁板式挡土墙则不设立柱,墙面直接由墙面板构成,墙面板直接与锚杆连接。锚杆作为锚杆挡土墙的主要受力构件,可为普通钢筋、预应力锚杆或预应力锚索等,锚孔直径一般在100~150mm,一般向下倾斜 $10^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$ ,间距不小于2m。锚杆的有效锚固长度在岩层中一般不小于4m,在稳定土层内,应有9~10m。锚杆挡土墙具有结构轻型化、机械化施工、装配化施工方便、节省工程投资、提高劳动生产率等优点。同时,它不需要开挖大量基坑,能克服不良地基挖基的困难,并利于施工安全<sup>[1]</sup>。杆挡土墙广泛应用于地铁隧道、高速公路、桥梁等大型交通工程的挡土墙加固,以及地质灾害治理中的滑坡、崩塌、塌陷等地质灾害的防治。在工程实践中,应根据实际情况和设计要求,选择合适的锚杆类型、墙面构造和施工方法,确保挡土墙的稳定性和安全性。

## 2 锚杆挡土墙相较于传统重力式挡土墙的优势

### 2.1 轻型化: 结构轻盈, 适应性强

相较于传统重力式挡土墙,锚杆挡土墙最显著的优势在于其轻型化的结构。重力式挡土墙主要依赖墙体的自身重量来抵抗土压力,因此墙体一般较为厚重,不仅占地面积大,而且需要大量的建筑材料。而锚杆挡土墙则通过锚杆与岩土层的锚固作用来提供抗滑力,墙体

本身并不需要太重的质量。这种轻型化的结构使得锚杆挡土墙在地质条件复杂、施工空间受限的工程中更具优势。它能够适应各种复杂的地形和地质条件,减少对土地资源的占用,同时也有利于周边环境的保护。

### 2.2 施工灵活: 机械化程度高, 装配化施工

锚杆挡土墙在施工方面同样具有显著优势。传统的重力式挡土墙施工过程繁琐,需要大量的人工挖掘和砌筑工作,不仅施工周期长,而且劳动力成本高。相比之下,锚杆挡土墙的施工更加灵活,机械化程度高,能够实现装配化施工。通过钻孔、注浆、锚杆安装等机械化作业,可以大大提高施工效率,缩短工期。同时,锚杆挡土墙的施工也不受天气和季节的限制,能够在各种环境条件下进行作业。这种施工灵活性使得锚杆挡土墙在紧急工程或需要快速完成的工程中更具竞争力。

### 2.3 经济性好: 节省材料, 降低造价

从经济性的角度来看,锚杆挡土墙也具有明显的优势。由于重力式挡土墙需要依靠自身重量来抵抗土压力,因此需要使用大量的建筑材料,导致工程造价较高。而锚杆挡土墙通过锚杆与岩土层的锚固作用来提供稳定性,墙体本身不需要太重的质量,因此可以节省大量的建筑材料<sup>[2]</sup>。锚杆挡土墙的施工周期短,劳动力成本低,也进一步降低了工程造价。在经济全球化的背景下,成本控制已成为企业竞争的核心要素之一。锚杆挡土墙凭借其良好的经济性,为岩土工程领域的成本控制提供了新的思路和解决方案。

## 3 岩土工程中锚杆挡土墙的设计要点

### 3.1 锚杆直径及钻孔直径

锚杆挡土墙的设计中,锚杆必须承受一定的抗拔力,并且通过注浆连接并固结周围土体或岩体。一般来说,锚杆直径不宜过小,常用的螺纹钢锚杆直径为 $\Phi 25$ ~ $28$ mm,以确保足够的抗拔能力。与此同时,钻孔直

径也需要相应增大,一般范围为 $\phi 68\sim 110\text{mm}$ ,以确保锚杆能够顺利插入并注浆固结。锚杆直径的确定还需考虑其材质和强度。螺纹钢锚杆因其良好的强度和韧性,常被用作锚杆材料。为了确保锚杆能够长期承受土压力而不发生断裂或变形,还需对其进行必要的防锈处理,例如涂防锈油漆和用沥青玻璃纤维缠裹,以提高锚杆的耐久性。钻孔直径的选择则需考虑地质条件和注浆材料;在钻孔过程中,应确保孔壁光滑、无裂纹,以便注浆材料能够充分填充并固结孔壁。

### 3.2 锚杆长度的选择

锚杆长度的选择是锚杆挡土墙设计中的重要环节,它不仅影响挡土墙的稳定性和施工成本。锚杆长度的确定主要基于两个因素:提供足够的抗拔力和加固边坡岩体。第一,锚杆的长度必须足够长,以提供足够的抗拔力。这主要取决于墙后坡面土体或岩体的性质,如土质边坡的密实情况、石质边坡节理和裂隙的产状及发育情况等。通常,锚杆的上下排间距不宜小于 $2.0\text{m}$ ,水平间距不宜小于 $1.5\text{m}$ ,以确保锚杆之间不会产生过大的应力集中。第二,锚杆长度还需考虑加固边坡岩体的需要。对于土质边坡,锚杆的锚固段长度不应小于 $4.0\text{m}$ ,自由段长度不宜小于 $5.0\text{m}$ ,并应超过潜在滑裂面 $1.5\text{m}$ 。对于石质边坡,则应根据岩体的完整性和节理裂隙情况确定锚杆长度。但总的来说,锚杆总长一般不宜超过 $20\text{m}$ ,以免施工困难和成本过高。在实际施工中,还需对锚杆进行必要的测试和检验,以确保其长度和强度符合设计要求。

### 3.3 注浆

注浆是锚杆挡土墙施工中的关键环节之一,它直接影响到锚杆与周围土体或岩体的连接强度和稳定性。注浆材料一般采用水泥砂浆,要求强度等级一般不小于M20。注浆过程中,应确保注浆材料充分填充钻孔,并排除钻孔内的空气和水分。这可以通过调整注浆压力和注浆速度来实现。注浆压力一般控制在 $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ 范围内,以确保注浆材料能够均匀、充分地填充钻孔。同时,注浆速度应匀速注入,以减少浆液中气泡的产生以及发生冲孔现象。注浆材料的配合比也需严格控制;一般来说,水泥砂浆的配合比应根据实际需要和设计要求进行确定。在配合过程中,应确保水泥、砂、水等原材料的质量符合标准,并按比例进行混合。混合后的砂浆应进行充分的搅拌,以确保其均匀性和流动性。注浆完成后,还需对注浆效果进行检查和验收。对于不合格的注浆部位,应及时进行补救和处理,以确保锚杆挡土墙的整体稳定性和耐久性<sup>[3]</sup>。

### 3.4 锚头及锚锭板

锚头和锚锭板是锚杆挡土墙中的重要组成部分,它们直接关系到锚杆的固结效果和挡土墙的稳定性和设计过程中,应充分考虑锚头和锚锭板的材质、尺寸和结构形式。锚头一般位于锚杆的顶端,用于将锚杆与挡土墙结构连接起来。常用的锚头材质包括钢材、铸铁等,这些材料具有良好的强度和耐久性。锚头的尺寸和结构形式应根据实际需要和设计要求进行确定。一般来说,锚头的直径和长度应大于锚杆的直径和长度,以确保其与挡土墙结构的连接牢固可靠。锚锭板则位于锚杆的底部,用于将锚杆锚固在稳定的地层中。锚锭板的材质和尺寸也应根据实际需要和设计要求进行确定。一般来说,锚锭板应采用厚度不小于 $0.15\text{m}$ 的C15混凝土封闭,并设向墙外倾斜的横坡,坡度为 $2\%$ 。这不仅可以增加锚锭板的稳定性,还可以防止地下水对锚杆的侵蚀。在施工过程中,应确保锚头和锚锭板的安装位置和方向正确,且连接牢固可靠。这包括确保锚头与挡土墙结构的连接处无松动、无裂缝等缺陷;确保锚锭板与地层的接触面平整、无杂质等;还需对锚头和锚锭板进行必要的防锈处理,以提高其耐久性。

### 3.5 设计计算

锚杆挡土墙的设计计算是确保其稳定性和耐久性的关键步骤,设计计算过程中,应充分考虑地质条件、荷载大小、建筑材料等因素,并根据实际需要合理的假设和简化。设计计算的内容包括侧向岩土压力计算、挡墙结构内力计算、立柱嵌入深度计算、锚杆计算和混凝土结构局部承压强度以及抗裂性计算等。这些计算内容相互关联、相互影响,必须综合考虑、协调一致。在侧向岩土压力计算中,应根据岩土类别和锚杆类型确定侧向岩土压力修正系数,并根据实际需要和设计要求进行合理的取值。还需考虑锚杆层数、挡墙位移大小、支护结构刚度和施工方法等因素对侧向岩土压力分布的影响。挡墙结构内力计算中,应根据立柱的嵌岩程度和支护结构的刚度确定内力计算方法。常用的内力计算方法包括连续梁法、弹性支点法等<sup>[4]</sup>。在计算过程中,应确保立柱和挡土墙结构的连接处无松动、无裂缝等缺陷,并考虑地基的承载力和变形情况。立柱嵌入深度计算中,应根据立柱下端的嵌岩程度和地质条件确定嵌入深度。常用的嵌入深度计算方法包括等值梁法等。在计算过程中,应确保立柱能够牢固地锚固在稳定的地层中,并考虑地基的承载力和变形情况;锚杆计算和混凝土结构局部承压强度以及抗裂性计算中,应根据锚杆的材质、直径和长度确定其抗拔力和承载力。还要考虑混凝土结构

的局部承压强度和抗裂性要求,以确保锚杆挡土墙的整体稳定性和耐久性;设计计算完成后,还需对结果进行必要的验证和校核。这包括对比设计计算结果与实际施工情况,检查是否存在偏差或误差;对设计计算中未考虑的因素进行必要的补充和完善;对设计计算中存在的问题进行及时的调整和优化。

#### 4 锚杆挡土墙在岩土工程中的作用分析

##### 4.1 支挡作用

锚杆挡土墙的核心作用在于其出色的支挡能力,在岩土工程中,特别是边坡治理和地基加固领域,锚杆挡土墙能够有效抵抗来自土体的侧压力,防止土体滑坡或坍塌。通过合理设计锚杆的长度、直径及注浆强度,锚杆挡土墙能够确保边坡的稳定性,减少因土体变形而导致的安全隐患;锚杆挡土墙还能在一定程度上缓解地震、水流冲刷等外部因素对边坡的破坏,提升整体工程的抗灾能力。锚杆挡土墙在支挡作用上的另一个优势在于其灵活性。它能够适应各种复杂的地质条件,如软土、破碎岩石等,通过调整锚杆布置和注浆工艺,确保结构在不同环境下的稳定性。

##### 4.2 经济性与适用性

从经济角度来看,锚杆挡土墙具有显著的成本优势,与传统的重力式挡土墙相比,锚杆挡土墙结构更轻,施工更简便,因此能够节省大量材料和人力成本。同时,由于其施工过程对地形地貌的破坏较小,能够减少土地征用和环保投入,进一步降低工程成本。锚杆挡土墙的适用性也非常广泛。它不仅能够用于边坡治理和地基加固,还能应用于隧道开挖、基坑支护等领域。在各种地质条件下,锚杆挡土墙都能发挥其独特作用,确保工程的安全和稳定。随着技术的发展和材料的改进,锚杆挡土墙的应用领域还在不断扩大,如城市地铁、高速公路等工程中均可见其身影<sup>[5]</sup>。

##### 4.3 轻型化结构

锚杆挡土墙的轻型化结构是其在岩土工程中备受青睐的另一个重要原因,传统的重力式挡土墙由于其结构笨重,对地基承载力要求较高,且施工周期长,往往会给工程带来诸多不便。而锚杆挡土墙则以其轻便的结构和高效的施工方法,有效解决了这些问题。轻型化结构

使得锚杆挡土墙在施工中更加灵活,能够应对各种复杂地形和地质条件。同时,轻型化结构还有助于减少施工对周边环境的干扰,降低噪音和粉尘污染,提升工程的环境友好性。

##### 4.4 安全性

锚杆挡土墙在岩土工程中的安全性是其最引人瞩目的优点之一,其设计原理基于锚杆与岩土体的紧密连接,通过锚杆提供的拉力来抵抗土压力,从而达到保持边坡稳定的目的。这一原理确保了锚杆挡土墙在承受极端荷载时仍能保持稳定,有效地减少了滑坡、崩塌等地质灾害的风险。锚杆挡土墙在施工过程中的安全性同样值得称赞。传统的挡土墙施工往往需要大量的人力和材料,且施工周期长,增加了事故发生的概率。而锚杆挡土墙的施工则相对简便,机械化程度高,大大缩短了施工周期,降低施工风险。由于锚杆挡土墙的结构轻便,对施工人员的作业环境也更为友好,减少了因施工环境恶劣而导致的安全事故。

##### 结束语

综上所述,锚杆挡土墙作为一种高效、经济的支挡结构,在岩土工程中发挥着越来越重要的作用。通过合理设计,锚杆挡土墙能够有效抵抗土体侧压力,确保边坡稳定,同时减少工程成本 and 环境影响。未来,随着技术的不断进步和材料的创新,锚杆挡土墙的设计和应用将会更加多样化,为岩土工程领域的安全与可持续发展提供有力保障。

##### 参考文献

- [1]王理吉.岩土工程中锚杆挡土墙的设计及作用[J].交通世界,2021(34):31-32.
- [2]申燕.关于岩土工程中锚杆挡土墙的设计及作用分析[J].世界有色金属,2021(03):288-289.
- [3]姚启华.岩土工程中锚杆挡土墙的设计研究[J].资源信息与工程,2021,33(03):101-102.
- [4]赵亮.关于岩土工程中锚杆挡土墙的设计及作用分析[J].越野世界,2023,18(12):271-273.DOI:10.3969/j.issn.1674-0378.2023.12.087.
- [5]邢世潜.岩土工程中边坡加固施工技术探讨[J].房地产世界,2022,(23):152-154.