

# 提高公路桥梁基础稳定性的 钻孔灌注桩施工方法

刘基发

(核工业长沙中南建设集团有限公司, 湖南 长沙 410000)

**摘要** 在不断增加的交通负荷下, 公路桥梁基础的稳定性显得尤为重要。本文深入研究了提高公路桥梁基础稳定性的方法, 重点关注了钻孔灌注桩施工技术, 强调了地质条件、桥梁设计的匹配, 以及施工质量控制和监测的关键作用。通过综合考虑这些要素, 桥梁基础能够在多样的环境下实现可靠的支撑, 确保长期的稳定性和安全性。这对于公路交通的顺畅运行和基础设施的可持续发展至关重要。

**关键词** 公路桥梁基础稳定性; 钻孔灌注桩; 施工方法

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0046-03

## 1 钻孔灌注桩的概述

### 1.1 钻孔灌注桩的工作原理

钻孔灌注桩是一种基础加固技术, 其工作原理基于通过钻孔在地下形成坚固的桩体, 以提供支撑和承载结构荷载的能力<sup>[1]</sup>。这种桩通常由混凝土或钢筋混凝土制成, 具有高强度和耐久性。在施工过程中, 首先选择合适的桩径和深度, 然后使用钻机将孔洞钻入地下。接下来, 桩体内部充填预制的混凝土, 形成一个坚固的柱状体。这个过程振动和压实确保桩体与周围土壤有效结合, 形成一个稳定的基础支撑。钻孔灌注桩的工作原理使其适用于多种地质条件, 包括沙土、泥土和岩石, 为桥梁和其他结构提供可靠的基础<sup>[2]</sup>。

### 1.2 钻孔灌注桩的材料和设备

钻孔灌注桩的材料通常使用混凝土或钢筋混凝土, 这些材料具有高强度和耐久性, 能够承受结构荷载。施工所需的设备包括钻机、搅拌机、输送设备和钢筋加固工具。这些设备协同工作, 确保桩体在施工过程中能够满足设计要求, 同时保证施工效率和质量<sup>[3]</sup>。钻机用于钻孔, 搅拌机用于混凝土的准备, 输送设备用于将混凝土输送到孔洞中, 而钢筋加固工具用于增加桩体的强度和稳定性。这些材料和设备的选择和使用对于钻孔灌注桩的质量和性能至关重要。

### 1.3 施工前的准备工作

施工前的准备工作在钻孔灌注桩施工过程中至关重要。这些工作包括地质勘测, 以确定地下地质条件和土壤性质, 以及确定桩的规格和位置。此外, 需要编制施工计划, 包括钻孔顺序、深度和直径的选择。

还需要准备施工现场, 确保安全设施和施工设备就位, 以便顺利进行钻孔灌注桩的施工。地质勘测提供了有关土壤和岩石性质的重要信息, 有助于确定最佳的施工方法和桩的尺寸。施工前的准备工作确保了施工的有序进行, 有助于避免潜在的问题和延误, 同时提高了施工的效率 and 安全性<sup>[4]</sup>。

### 1.4 钻孔和灌注过程

施工过程的核心是钻孔和灌注。钻孔时, 钻机根据设计要求在地下形成孔洞, 通常通过旋转和冲击来穿透土层和岩石。一旦孔洞达到设计深度, 就进行灌注。混凝土通过输送设备输送到孔洞中, 并在适当位置加固钢筋。随着混凝土的灌注, 振动和压实确保混凝土充分填满孔洞, 同时保证与周围土壤的良好粘结。这样形成的桩体能够承受结构荷载并分散至地下。

### 1.5 质量控制和监测

在施工过程中, 质量控制和监测至关重要。监测设备可以用于测量桩体的垂直度、深度和直径, 以确保其符合设计规范。此外, 还需要监测混凝土的强度和质量, 以确保桩体的可靠性。质量控制也包括定期检查施工设备的性能, 以减少潜在的故障和延误。

### 1.6 施工安全考虑

施工安全是钻孔灌注桩施工的关键要素。工作人员必须接受培训, 熟悉施工设备的操作, 同时必须遵守安全规定。在钻孔过程中, 要防范地下设施和管道的破坏风险, 以及挖掘过程中的坍塌和振动对周围环境的影响。采取适当的安全措施, 如使用防护装备、安全标志和临时隔离措施, 以确保施工现场的安全性。

## 2 钻孔灌注桩在桥梁基础中的应用

### 2.1 钻孔灌注桩的桥梁基础应用

钻孔灌注桩在桥梁基础中的应用广泛而重要。首先, 钻孔灌注桩在桥梁基础中常用于河流和沼泽地区, 因为这些地方土壤条件较差, 传统的浅基础难以满足荷载要求。桥梁基础的稳定性对于长跨度桥梁特别关键, 而钻孔灌注桩能够提供深度支撑, 增加基础的稳定性。其次, 在城市环境中, 桥梁通常需要跨越道路、铁路和建筑物, 这就要求基础结构能够穿越各种地下设施<sup>[5]</sup>。钻孔灌注桩的施工过程相对非侵入性, 使其成为解决城市桥梁基础挑战的理想选择。最后, 钻孔灌注桩的直径和深度可根据具体需求进行调整, 使其适用于不同桥梁设计和地质条件。这种灵活性使其成为满足各种工程要求的可行选择。

### 2.2 钻孔灌注桩对桥梁基础的优势

钻孔灌注桩在桥梁基础中的应用具有多重优势。首先, 它提供了可靠的承载能力, 能够应对高荷载和复杂地质条件, 这对于跨越河流、峡谷或支撑重型交通的桥梁至关重要。其次, 钻孔灌注桩可以在有限的工作空间内施工, 不仅降低了对周围环境的干扰, 还减少了施工时间, 这在城市和交通密集地区尤为重要。最后, 钻孔灌注桩的设计灵活性和可调性使其能够适应不同的桥梁设计要求, 包括桥墩、桥台和锥坡等各种基础结构。

## 3 公路桥梁基础稳定性分析

### 3.1 基础工程稳定性的基本原理

公路桥梁的基础工程稳定性是确保桥梁安全运行的基础。基础工程的稳定性取决于地下土壤和岩石的力学性质, 以及荷载传递的能力。基础稳定性的基本原理包括: 首先, 土壤或岩石的承载能力必须足够高, 以支持桥梁及其所承受的荷载。其次, 基础的稳固性是确保桥梁不会下沉或倾斜的关键因素, 这要求基础与土壤或岩石具有良好的粘结性。最后, 基础的稳定性还与基础结构的设计和施工质量密切相关, 包括基础的深度、形状和布局。理解这些基本原理对于评估公路桥梁基础的稳定性至关重要, 有助于确定合适的加固方法, 如钻孔灌注桩。

### 3.2 地质勘测和土壤力学特性

地质勘测和土壤力学特性的分析对于公路桥梁基础稳定性至关重要。地质勘测可以提供地下土层和岩石的分布、性质和厚度信息, 这有助于确定基础的设计和施工策略。土壤力学特性包括土壤或岩石的抗剪

强度、承载力、变形特性等参数。这些特性对于计算基础的稳定性和荷载传递至关重要。通过深入了解地质条件和土壤力学特性, 工程师可以更准确地评估公路桥梁基础的稳定性, 从而选择适当的加固措施。

### 3.3 钻孔灌注桩对基础稳定性的影响

钻孔灌注桩作为一种基础加固技术对公路桥梁基础稳定性产生显著影响。通过将钻孔灌注桩嵌入地下, 可以改善基础的承载能力, 并提高基础的稳定性。这些桩体能够有效分散荷载, 降低沉陷风险, 并适用于不同地质条件下的加固。钻孔灌注桩还可以提供垂直和水平支持, 从而有助于减轻基础的倾斜和沉陷问题。通过深入研究钻孔灌注桩的施工和设计, 工程师可以更好地理解其在提高基础稳定性方面的潜力和限制。

### 3.4 桥梁荷载和交通流量分析

分析桥梁荷载和交通流量对公路桥梁基础稳定性至关重要。荷载分析包括评估桥梁所承受的静态和动态荷载, 包括车辆荷载和自然荷载 (如风荷载、地震荷载等)。交通流量分析则考虑了不同时间段内的车辆流量, 包括高峰和非高峰时段。这些分析有助于确定桥梁基础所需的承载能力, 并为基础稳定性评估提供关键数据。通过综合考虑荷载和交通流量, 工程师可以更准确地评估公路桥梁基础的稳定性, 确保其能够在不同工况下安全运行。

## 4 提高稳定性的施工方法

### 4.1 地质条件和桥梁设计的匹配

提高公路桥梁基础稳定性的一个重要因素是将地质条件与桥梁设计相匹配。地质条件的复杂性对于桥梁基础的设计和施工具有挑战性, 因为不同地质条件会对基础稳定性产生不同的影响。因此, 在设计之初, 必须详细了解工程所在地的地质特征, 以便确定合适的施工方法。

例如, 如果桥梁位于沿海地区, 可能会面临海水侵蚀和土壤腐蚀的问题。在这种情况下, 可以采用特殊的混凝土配方, 以提高混凝土的抗腐蚀性能。此外, 可能还需要考虑桥梁基础深度的增加, 以降低海水侵蚀的影响。另外, 如果桥梁跨越泥质土壤, 可能需要更深的基础以提供足够的承载能力。在这种情况下, 可以选择使用钻孔灌注桩, 因为它们可以深入更稳定的土层中, 提供更可靠的支撑。

### 4.2 钻孔灌注桩的优化布局

在提高公路桥梁基础稳定性的施工方法中, 优化钻孔灌注桩的布局是至关重要的。合理的桩布局可以确保桥梁基础充分满足设计要求, 同时降低成本和施

工复杂性。考虑桥梁的结构特点和荷载传递路径,以确定桩布局。例如,在大跨度悬索桥的主塔下方,可能需要更密集的桩布局来分散荷载;地质条件可能在桥梁的不同部位发生变化。优化布局应考虑不同地质条件下的桩密度变化。例如,在穿越河流时,河床的地质条件可能与陆地不同,需要相应的布局调整;考虑到预期荷载的性质,例如静态荷载和动态荷载,以确定桩的分布密度。例如,在地震活跃区域,可能需要增加桩的密度以提高抗震能力;考虑土壤类型和地下水的影响,以调整桩布局。在高地下水位地区,可能需要更密集的桩以提供额外的浮力和稳定性;考虑环境和社会因素,如生态保护区、历史遗址或居民区域,以确定桩布局,减少对周围环境和社区的不良影响。

例如,对于一座桥梁跨越河流并位于地震活跃区的情况,优化的桩布局可以在主塔下采用更密集的桩布局,以提供额外的抗震支持,而在桥梁两侧则采用较为疏松的桩布局。这种布局不仅能够提高基础的稳定性,还能够有效分散荷载,降低施工成本和复杂性,从而提高整体的工程效率和可持续性。

#### 4.3 特殊地质情况下的处理方法

在某些情况下,公路桥梁可能会面临特殊的地质条件,如软土地区、泥质地基、沼泽地或岩溶地质。这些地质条件对桥梁基础的稳定性提出了额外的挑战,因此需要采用特殊的处理方法。在软土地区,桥梁基础可能会出现沉降问题。一种处理方法是使用地下桩基础,如搅拌桩或预制桩,以增加承载能力和稳定性。例如,在低湿地区,可以采用预制混凝土桩,通过桩的深度和间距的合理设计,提高承载能力并减少沉降;桥梁建设在泥质地基上时,需要采用地基加固技术,如地下灌浆或地下加固桩。这些方法可以改善地基的稳定性和抗沉降性。例如,沉积性泥质地基可以通过注浆技术进行加固,将土壤与水泥浆混合以提高地基的坚固性;沼泽地通常具有高含水量和低承载能力,可能需要采用悬浮桥或桥梁基础与浮箱结构相结合的方法。这种方法允许桥梁浮在水面上,减少对沼泽地的影响。例如,著名的威斯康星州大桥(Wisconsin's Big Bridge)是一座悬浮桥,跨越沼泽地,采用了浮箱结构以分散荷载;在岩溶地质条件下,需要采用特殊的地基处理方法,如地下喷射灌浆,以填充岩溶洞穴或裂缝,这有助于减少地基的不均匀沉降和稳定性问题。例如,中国的遵义贞观大桥就建在岩溶地质中,采用了地下喷射灌浆技术以填充岩溶洞穴。

#### 4.4 施工过程中的质量控制和监测

在提高公路桥梁基础稳定性的施工过程中,质量控制和监测起着至关重要的作用。这确保了施工符合设计要求,并降低了潜在的缺陷风险。一种有效的质量控制方法是实施严格的施工监督和质量检查。例如,钻孔灌注桩施工中,监测可以包括对桩的垂直度、深度和直径的实时测量,以确保它们符合设计规范。此外,监测混凝土的强度和重量是确保桩体的可靠性的关键。通过实时监测和检查,可以及早发现施工中的问题,并采取纠正措施,从而提高基础的稳定性和质量。

#### 4.5 维护和长期稳定性考虑

公路桥梁基础稳定性不仅取决于施工过程,还与维护和长期监测密切相关。维护是确保桥梁长期稳定性的关键,包括定期检查和维修。例如,钻孔灌注桩需要定期检查以确保没有腐蚀或损坏,维修工作要及时进行,以防止进一步恶化。此外,长期稳定性需要考虑桥梁的寿命和预期维护需求。工程师必须预测未来荷载和地质变化,以确定基础是否需要升级或加固。例如,如果交通流量预计会增加,可能需要增加支撑结构以应对更大的荷载。因此,维护和长期稳定性考虑是确保公路桥梁基础在其整个寿命内保持稳定和可靠的重要环节。

### 5 结论

综合而言,提高公路桥梁基础稳定性的关键在于合理应用钻孔灌注桩等施工方法,考虑地质条件与桥梁设计的匹配,以确保可靠的承载能力。质量控制和监测在施工过程中至关重要,可确保施工符合要求。此外,长期稳定性和维护需求的考虑不容忽视,以保障桥梁的寿命和性能。通过综合这些因素,可以提高公路桥梁基础的稳定性,确保其在各种地质和荷载条件下安全可靠地运行,为交通运输和基础设施的可持续发展做出贡献。

#### 参考文献:

- [1] 宋安庆. 关于桥梁工程中钻孔灌注桩基础施工技术的探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023(29):134-136.
- [2] 刘世臣. 公路桥梁钻孔灌注桩组合压浆设计与应用[J]. 中外公路,2022,42(06):113-117.
- [3] 肖浩亮. 旋挖钻孔灌注桩施工技术探析[J]. 中国建筑金属结构,2022(12):40-42.
- [4] 闻剑. 混凝土钻孔灌注桩施工要点及质量控制对策分析[J]. 中国建筑装饰装修,2022(23):152-154.
- [5] 王越. 桥梁长大直径钻孔灌注桩施工中PHP泥浆的应用[J]. 交通世界,2022(34):111-113.