

# 公路工程软基加固碎石桩施工技术的应用

吕高学

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 本文主要对公路工程软基加固中碎石桩施工技术的应用进行深入探讨。首先,介绍软基加固的必要性及碎石桩技术的原理与特点;其次,详细阐述碎石桩的设计计算、施工方法、施工步骤及注意事项;最后,对碎石桩施工技术在公路工程软基加固中的应用效果进行分析评价,旨在为类似工程提供技术参考。

**关键词:** 公路工程;软基加固;碎石桩;施工技术

## 引言

随着交通基础设施建设的不断发展,公路工程建设面临着越来越多的软基问题。软基具有承载能力低、压缩性高、稳定性差等特点,给公路工程施工和运营带来诸多挑战。因此,采用有效的软基加固技术,提高地基承载能力和稳定性,对于保障公路工程的安全性和耐久性具有重要意义。碎石桩技术作为一种常见的软基加固方法,在公路工程中具有广泛的应用前景。

## 1 碎石桩技术概述

### 1.1 碎石桩技术原理

碎石桩技术,作为一种先进的地基处理方法,广泛应用于各类工程中。其基本原理是在软土地基中成孔,并紧密填入碎石,从而构建出大直径的密实桩体。这些桩体与周围的土体紧密结合,共同形成坚固的复合地基。这种技术的加固原理主要体现在三个方面:首先是置换作用,新填入的碎石桩体替换了部分软土,显著提高了地基的承载力;其次是排水固结作用,碎石桩的存在为地基土壤提供了良好的排水通道,有助于土壤的固结和稳定;最后是垫层作用,碎石桩与土体的复合结构形成了一个坚固的垫层,有效分散了上部结构的荷载,增强了地基的整体稳定性。通过这三大加固原理,碎石桩技术能够显著提升地基的承载能力和稳定性,为工程的安全与稳固提供有力保障。

### 1.2 碎石桩技术特点

碎石桩技术以其独特的优势在地基加固领域占据了一席之地。该技术最显著的特点在于其施工周期短,这意味着工程可以更快地进入下一阶段,从而节省大量时间和成本。与此同时,碎石桩技术的成本相对较低,但加固效果却十分显著,这无疑为工程项目带来了更高的性价比。除了上述优势外,碎石桩还因其良好的排水性能而受到青睐。在地基处理过程中,排水是至关重要的一环。碎石桩的设计能够有效地加速地基的固结速率,

进而减少地基的沉降,提高地基的稳定性。这些特点共同使得碎石桩技术在公路工程软基加固等领域具有广阔的应用前景,成为工程师们信赖的地基加固方法之一。

## 2 碎石桩设计计算

碎石桩的设计计算是软基加固工程中的核心环节,其涉及参数众多,包括桩径、桩间距、桩长以及桩位布置方式等。这些参数的确定不仅关乎加固效果,还直接影响工程的经济性和施工效率。首先,桩径的选取是设计计算中的基础。桩径的大小直接影响碎石桩的承载能力和加固效果。一般来说,桩径的选取应根据地基土质情况和成桩设备等因素进行综合考虑。在土质较软、承载力较低的地基中,为了确保碎石桩的稳定性,通常需要采用较大的桩径。同时,成桩设备的性能也是决定桩径大小的重要因素。在实际工程中,常见的碎石桩直径范围一般在300mm至800mm之间。其次,桩间距的确定也是设计计算中的关键环节。桩间距的大小直接影响碎石桩的加固效果和地基的整体稳定性。桩间距过小,可能导致碎石桩之间的相互作用增强,造成资源浪费;桩间距过大,则可能无法形成有效的复合地基,影响加固效果。因此,桩间距的确定需要通过现场试验来确定,对于不同的地基土质,应采用不同的桩间距<sup>[1]</sup>。再者,桩长的设计也是至关重要的。桩长的确定应确保碎石桩能够穿透软弱土层,达到承载力较高的土层。在实际工程中,软弱土层的厚度和分布情况是决定桩长的重要因素。为了确保碎石桩的加固效果,通常需要将桩长设计得足够长,以确保其能够穿透软弱土层并嵌入到承载力较高的土层中。最后,桩位布置方式也是设计计算中需要考虑的因素之一。为了确保地基受力的均匀性,通常采用等边三角形或正方形布置方式。这种布置方式可以确保碎石桩在地基中均匀分布,形成有效的加固体系。同时,在实际工程中,还需要根据具体情况对桩位布置方式进行调整和优化,以确保加固效果达到最佳。

### 3 碎石桩施工方法

#### 3.1 振冲法

振冲法,作为一种高效且广泛应用的 地基处理技术,利用高频振动器和高压水流在地基中打孔并填入碎石,以改善地基的承载性能和稳定性。在实施振冲法时,首先,高频振动器会产生强大的振动力,使周围土壤颗粒重新排列,土壤体积减小、密度增加。同时,高压水流被引入振动器中,水流以极高的速度冲出,对土壤进行切割和冲刷,形成孔洞。这个过程不仅可以快速打孔,而且可以对周围的土壤进行一定程度的预加固。接着,碎石被填入这些孔洞中。碎石的粒径和级配都是经过精心设计和挑选的,以确保其能够紧密堆积,形成稳固的桩体。填入碎石后,再利用振动器对碎石进行振实,使其与周围土壤紧密结合,形成一个整体,从而增强地基的承载能力。此外,振冲法的优点还包括施工速度快、加固效果显著以及对环境影响小等。通过振冲法处理的地基,不仅承载能力得到显著提升,而且整体稳定性也大大增强<sup>[2]</sup>。因此,在公路工程、建筑工程以及水利工程等领域中,振冲法都得到了广泛的应用。同时,振冲法的适用性也非常强。无论是在软弱地基还是在较硬的地层中,都可以通过调整振动频率和水流压力来达到最佳的加固效果。这使得振冲法成为了一种非常灵活和高效的地基处理技术,为各类工程的地基处理提供了有力的技术支持。

#### 3.2 振动挤密法

振动挤密法是一种在地基处理中常用的技术,它主要利用干法振冲器在地基上打孔,随后再填入碎石,以达到加固地基的目的。在施工过程中,干法振冲器发挥着关键作用。这种设备通过振动的方式在地基上打孔,其振动频率和振幅可以根据地基的土质情况和工程要求进行调节。打孔时,振冲器的振动作用会使地基土壤颗粒重新排列,土壤体积减小,密度增加,形成固结的土体。打完孔后,紧接着进行碎石的填充。碎石的选择也是至关重要的,需要选用质地坚硬、粒径合适的碎石,以确保填充后的桩体具有足够的强度和稳定性。在填充过程中,还需要注意碎石的均匀性和密实性,避免出现空洞和松散现象。振动挤密法的优点在于其施工简便、快速且经济高效。通过振动挤密法处理的地基,其承载能力和稳定性都能得到显著提升。此外,这种方法还可以有效改善地基的排水性能,加速地基的固结过程,减少地基的沉降量。在实际应用中,振动挤密法适用于处理各种类型的地基,尤其是对于那些土质较软、承载力较低的地基更为有效。在公路工程中,振动挤密法常被

用于加固路基和桥墩基础等部位,以提高其承载能力和稳定性,保障道路的安全畅通。

#### 3.3 强夯置换法

强夯置换法是一种地基处理技术,其核心原理是利用夯锤的强大冲击力在地基中打孔,并随后填入碎石,从而显著提升地基的承载能力和稳定性。在施工过程中,夯锤被提升到一定高度后自由落下,其产生的巨大冲击力能够瞬间对地基土壤进行压缩和排挤,形成固结的土体和孔洞。这种冲击力不仅能够有效改善地基的密实度,还能在地基中形成一定深度的加固区域。紧接着,碎石被填入这些由冲击力形成的孔洞中。碎石的填充进一步增强了地基的承载能力和稳定性,同时也改善了地基的排水性能。在填充过程中,需要确保碎石的粒径和级配与孔洞大小相匹配,以达到最佳的填充效果。强夯置换法的优点在于其施工速度快、加固效果显著且适用范围广泛。无论是砂土、粉土还是黏性土等地基,强夯置换法都能取得良好的加固效果。此外,这种方法还能有效处理地基中的软弱土层和不均匀沉降等问题<sup>[3]</sup>。在实际应用中,强夯置换法常被用于处理公路、桥梁、建筑等工程的地基问题。通过强夯置换法处理后的地基,其承载能力和稳定性都能得到显著提升,从而保障了工程的安全性和耐久性。

#### 3.4 沉管法

沉管法是一种在地基处理中广泛应用的技术,它主要依靠沉管打桩机在地基上打凿成孔,随后填入碎石,以达到加固地基的目的。在施工过程中,沉管打桩机发挥着核心作用。这种设备具有强大的打桩能力,能够根据不同的地质条件和工程要求,在地基上打凿出符合设计要求的孔洞。打桩机的沉管部分在打入地基的过程中,会对周围的土壤进行挤压和密实,从而增加地基的密实度和承载能力。打完孔后,紧接着进行碎石的填充。碎石的选择至关重要,需要选用质地坚硬、粒径合适的碎石,以确保填充后的桩体具有足够的强度和稳定性。在填充过程中,还需要严格控制碎石的填充量和均匀性,避免出现空洞和松散现象,确保碎石与周围土壤紧密结合,形成一个整体。沉管法的优点在于其施工效率高、加固效果显著且适用范围广泛。通过沉管法处理的地基,其承载能力和稳定性都能得到显著提升,有效改善地基的变形和沉降问题。此外,这种方法还可以在在一定程度上改善地基的排水性能,加速地基的固结过程。在实际应用中,沉管法适用于处理各种类型的地基,尤其是对于那些土质较软、承载力较低的地基更为有效<sup>[4]</sup>。在公路工程中,沉管法常被用于加固路基和桥墩

基础等部位，以提高其承载能力和稳定性，保障道路的安全畅通。在未来的公路工程建设中，沉管法将继续发挥重要作用，为提升道路质量和安全性贡献力量。

#### 4 碎石桩施工步骤及注意事项

##### 4.1 施工前的地基勘察

在施工碎石桩之前，进行详细的地基勘察是至关重要的一步。这一步骤旨在全面了解地基的土质情况，包括土壤的类型、含水量、有机质含量等关键参数。同时，对地下水位进行准确探测也是必不可少的，因为地下水位的高低直接影响到碎石桩的施工方法和效果。此外，地基的承载力也是勘察的重点之一，它决定了碎石桩的设计方案和施工要求。通过地基勘察，可以为碎石桩的设计提供科学、准确的依据，确保施工方案的合理性和可行性。因此，在施工前务必进行细致、全面的地基勘察工作，为后续施工奠定坚实的基础。

##### 4.2 进行试验施工

在进行正式的碎石桩施工前，进行试验施工是极为关键的一步。试验施工的主要目的是确定碎石桩的施工参数和施工工艺，确保在实际施工中能够达到预期的加固效果。通过试验施工，可以初步了解地基对碎石桩施工的反应情况，如地基的变形、沉降等。同时，还可以对碎石桩的成桩质量、桩径、桩长等参数进行实际验证和调整，确保这些参数符合设计要求。此外，试验施工还可以帮助施工人员熟悉和掌握碎石桩的施工工艺，提高施工效率和质量。因此，在进行碎石桩施工前，务必进行充分的试验施工工作，为后续施工提供有力的技术保障。

##### 4.3 正式施工过程中的质量控制

在正式进行碎石桩施工时，质量控制是确保工程效果的关键环节。施工过程中，必须严格控制碎石桩的成桩质量，从桩径、桩长到桩间距等每一项参数，都必须严格按照设计要求执行。这是因为这些参数直接关系到碎石桩的承载能力和整体稳定性，任何偏差都可能导致工程质量的下降<sup>[5]</sup>。为了确保质量，施工过程中应定期进行质量检查，发现问题及时整改。同时，施工人员应经过专业培训，熟练掌握施工技能，确保每一步操作都准确无误。只有这样，才能确保碎石桩施工的质量，为工程的安全和稳定提供坚实保障。

##### 4.4 施工完成后的质量检测

当碎石桩施工完成后，质量检测是不可或缺的一

步。这一环节的主要目的是确保碎石桩的承载力和稳定性能够达到设计要求，从而保障整个工程的安全性和稳定性。在质量检测过程中，应对碎石桩的桩径、桩长、桩间距等关键参数进行全面检查，确保其满足设计要求。同时，还需要对碎石桩的承载力进行实际测试，以验证其是否能够达到预期的承载效果。此外，稳定性检测也是质量检测的重要内容之一，包括碎石桩的位移、沉降等方面的监测。只有通过严格的质量检测，才能确保碎石桩的施工质量，为工程的后续使用提供坚实的保障。

##### 4.5 铺筑碎石垫层的重要性

在完成碎石桩的主体施工后，最后一步是铺筑碎石垫层。这一步骤虽然看似简单，但实际上对提升地基的整体稳定性至关重要。碎石垫层能够有效分散上部结构的荷载，将其均匀传递到下方的碎石桩和地基土壤中，从而避免应力集中和局部沉降的问题。同时，碎石垫层还能起到排水和透气的作用，有助于地基的固结和稳定。因此，在铺筑碎石垫层时，应严格控制碎石的粒径和质量，确保其满足设计要求，并采用合适的铺筑方法和压实工艺，以保证垫层的密实度和均匀性。只有这样，才能充分发挥碎石垫层的作用，提升地基的整体稳定性。

#### 结语

本文对公路工程软基加固中碎石桩施工技术的应用进行了深入探讨。通过阐述碎石桩技术的原理与特点、设计计算方法、施工方法、施工步骤及注意事项以及在公路工程中的应用效果评价，旨在为类似工程提供技术参考。实践表明，碎石桩施工技术在公路工程软基加固中具有广泛的应用前景和较高的实用价值。

#### 参考文献

- [1] 武丽丽.软基处理施工技术在公路工程施工中的应用[J].城市建筑,2020,17(32):176-178.
- [2] 韩耀华.软基处理施工技术在公路工程施工中的应用[J].建筑技术开发,2020,47(21):149-150.
- [3] 罗理云,刘敏.公路软基压密注浆碎石桩技术应用[J].交通世界,2020(30):79-80.
- [4] 刘长茂,章文峰.公路工程软基碎石桩加固施工分析[J].交通世界,2020(25):100-101.
- [5] 张富山.分析软基处理施工技术在公路工程施工中的应用[J].建材发展导向,2020,18(16):76-77