

湿陷性软土区公路路基加固施工处理技术

张蝉龙

西安方舟工程咨询有限责任公司 陕西 西安 710075

摘要: 湿陷性软土地区的公路路基加固施工是一项具有较高难度和复杂性的任务,需要综合考虑地质条件、软土性质和工程要求等因素。本文通过地质勘察与软土性质评价、加固处理方案设计、施工工艺与方法选择等方面的研究与实践,总结了湿陷性软土地区公路路基加固的相关技术和方法,旨在为交通运输领域提供有效的技术支持和指导。

关键词: 湿陷性软土区;公路路基;加固施工技术

1 湿陷性软土的特点与危害

湿陷性软土是指在特定条件下,由于水分含量的改变而引起体积变化的土壤。它具有以下特点:第一,湿陷性软土具有水分敏感性。其水分含量是影响软土性质的关键因素。随着水分增加,软土颗粒之间的粘聚力会减小,导致土体松散,体积增加。而当水分减少时,粘聚力增加,土体收缩,并伴随着体积缩小。这种特性使得湿陷性软土对水分的变化非常敏感,其稳定性和工程性能容易受到水分变化的影响。第二,湿陷性软土的机械性能会发生显著变化。在饱和状态下,湿陷性软土的强度较低,易发生塑性流变现象。土体含水量较高,土粒间的分散力较小,导致软土呈现较大的压缩性和塑性变形性。而在较干燥的状态下,湿陷性软土的强度增加,但刚度较高,较难进行较大的变形。第三,湿陷性软土在受力过程中会产生固结沉降。在水分变化的影响下,土体体积发生变化,导致固结沉降的发生。当软土在加荷作用下固结沉降时,由于含水量的变化,土体颗粒重新排列,导致路基沉降和变形,严重影响道路的使用寿命和安全性。

2 湿陷性软土区公路路基加固的重要性

湿陷性软土区公路路基加固是公路工程中至关重要的环节。湿陷性软土区域的路基经常受到湿润季节的降雨和地下水位的波动等因素的影响,导致土壤发生体积变化和力学性质的改变。首先,湿陷性软土的不稳定性会增加公路路基的沉降和变形风险。湿陷性软土在含水量变化的作用下,容易发生固结沉降,导致路基沉降过大。这不仅会影响公路的平稳性和舒适性,还会对行车安全造成威胁。加固处理能够通过改善软土的稳定性,防止或减少沉降和变形的发生,从而确保公路的平稳性和安全性^[1]。其次,湿陷性软土的机械性能不稳定会影响公路的承载力和变形性能。湿陷性软土在含水量变化

的影响下,其强度和刚度会发生显著变化。路基在荷载作用下,软土的强度和刚度的不稳定性会导致路基的变形过大,进而影响行车的平稳性和公路的使用寿命。通过加固处理,可以提高湿陷性软土的强度和刚度,确保公路具有足够的承载力和变形性能。另外,湿陷性软土在施工过程中易发生变形和失稳,给施工带来了困难和风险。施工过程中,容易发生土壤流失、坍塌等问题,影响工程的进度和安全。合理选择湿陷性软土区公路路基的加固处理技术,可以提高施工的可行性和安全性,减少施工风险,保证工程的顺利进行。湿陷性软土区公路路基加固处理对于公路工程的经济性也具有重要的影响。湿陷性软土区的路基处理需要投入大量的人力、物力和财力,而加固处理可以提高工程的质量和可靠性,延长公路的使用寿命,降低维护成本和频率。因此,加固处理不仅可以提高公路的安全性,还对公路工程的长期经济效益具有积极的促进作用。

3 湿陷性软土路基加固处理技术

3.1 传统路基加固处理方法

湿陷性软土路基加固处理技术是为了改善湿陷性软土路基的稳定性和工程性能而采取的一系列措施。除了传统的加固处理方法外,还有一些新兴的路基加固处理技术在应对湿陷性软土的挑战上具有更好的效果。(1)土工合成材料加固法:利用土工合成材料如土工格栅、土工布等,在湿陷性软土路基上进行铺设,通过土工合成材料的增强作用提高软土的抗拉强度和抗剪强度,增加路基的稳定性和承载能力。(2)桩基加固法:采用灌注桩或钢筋混凝土桩等桩基工程技术在湿陷性软土路基中进行打桩,将荷载有效传递到更深层的稳定土层。这种方法可以增加路基的承载能力和抗沉降能力。(3)土压桩加固法:利用打入地下的密集土压桩在湿陷性软土路基中形成桩土体系,通过桩土相互作用提高软土的

稳定性和承载能力。这种方法适用于较深的湿陷性软土层,在抗沉降和抗变形方面具有较好的效果^[2]。(4)土工合成材料加固加桩法:结合土工合成材料和桩基加固两种方法的优点,采用土工合成材料与灌注桩或钢筋混凝土桩等组合应用,相互补充优势,达到更好的加固效果。(5)深层固化法:通过注浆、冲孔排浆和深层加固等方法,针对湿陷性软土进行深层固化处理。这种方法可以提高软土的固结性和抗渗性,增加路基的整体稳定性。

3.2 新兴路基加固处理技术

湿陷性软土路基加固处理技术是为了改善湿陷性软土路基的稳定性和工程性能而采取的一系列措施。除了传统的加固处理方法外,还有一些新兴的路基加固处理技术在应对湿陷性软土的挑战上具有更好的效果。通过在软土路基中注入化学物质或矿物质,利用化学反应或物理吸附作用改变土体的结构和性质。例如,利用硫酸铝盐注入软土中,通过反应生成硬质胶凝结晶,提高软土的强度和稳定性。采用钢管灌注桩、复合浆体桩等形式的桩柱,通过钻孔注浆的方式将固化剂注入软土中,形成具有较高强度和刚度的桩柱,提高路基的承载能力和稳定性。运用注浆、冲击固结和挫响固结等方法,改善软土的固结性能。通过注入固结材料形成胶结体,改善软土的工程性质,提高抗沉降和抗变形能力。通过采用注浆、振动法等方式,对软土路基进行土压增密处理。通过挤实土体,改变土体的结构,提高软土的密实度和强度。利用特定菌种和微生物改善软土的工程性能。通过菌种代谢产生的胶结剂,增加土体的胶结力和抗剪强度,提高软土的稳定性。通过不断探索和创新,我们可以进一步提升湿陷性软土路基加固处理的效果和可持续发展。

3.3 湿陷性软土路基加固处理技术的选择原则

湿陷性软土路基加固处理技术的选择应基于以下原则:(1)地质特征:了解湿陷性软土的地质特征,包括土层的组成、水分含量、固结性和变形特性等。根据软土的特点选择合适的加固技术,以解决软土路基的问题。(2)工程需求:根据路基工程的要求和承载能力需求,选择适当的加固技术。考虑到路基的稳定性、沉降限值和变形要求等,选择能够满足工程需求的加固方法^[3]。(3)经济可行性:比较不同加固技术的成本效益,在保证工程质量的前提下选择经济可行的加固方法。考虑加固技术的投资和运营成本,以及后续运营和维护的综合成本。(4)环境影响:考虑加固技术对环境的影响,选择对生态环境和周边环境影响较小的加固方法。优先选择环保材料和技术,减少对环境的污染和破坏。(5)施

工可行性:考虑加固技术的施工难度和可行性,根据施工条件和时间限制选择适合的加固方法。评估加固工程的可控性和施工风险,确保施工过程的安全和高效。在实际工程中,可能需要进行试验和监测,评估加固效果并根据实际情况进行调整和优化。同时,科学的项目管理和合理的施工方案也是确保加固工程成功的关键。

4 湿陷性软土地区公路路基加固技术研究与实践

4.1 地质勘察与软土性质评价

湿陷性软土地区的公路路基加固技术是一项具有较高复杂性和技术难度的工作,为了确保加固效果和提高路基的稳定性,必须进行地质勘察和软土性质评价。地质勘察是为了了解工程所涉及的地质条件和地层情况。在湿陷性软土地区,地质勘察应重点关注以下内容:土壤类型、土层分布、地下水位、土层厚度、岩土性质、断层和裂缝等。通过地质勘察,可以了解土地的基本情况,为后续的加固设计提供可靠的基础数据。软土性质评价是为了深入了解湿陷性软土的物理性质、工程性质和机理。常用的评价指标包括土壤湿陷性、塑性指数、液限和塑限、抗剪强度等。通过土壤取样进行实验室试验,可以获得土壤的物理性质和力学性能参数,为加固设计提供可靠的依据。地质勘察和软土性质评价是湿陷性软土地区公路路基加固技术研究与实践的基础,只有对土地进行细致的调查和评价,才能制定合理的加固方案,并提供可靠的技术支持。在实践中,还需要根据具体情况采取合适的试验方法和测试设备,确保测试结果的准确性。通过深入的研究和实践经验的积累,可以不断提高加固技术在湿陷性软土地区的应用水平,为保障交通运输安全提供有力支撑。

4.2 加固处理方案设计

湿陷性软土地区公路路基加固技术的研究与实践中,加固处理方案的设计是非常关键的一环。针对不同的软土地质条件和工程要求,可以采用以下几种常用的加固处理方案:通过土方加固改善软土的稳定性和承载能力。常用的方法包括加厚路基、修建排水沟、土方填筑等。加厚路基可以提高路基的承载能力,减小变形;修建排水沟可以有效排除地下水,减少软土的湿陷性。在软土路基上设置隔离层,将软土与上部结构隔离开来,减小软土的变形对上部结构的影响。隔离层可以采用钢筋混凝土板、防渗膜等材料。通过增加软土的强度和刚度来提高路基的承载能力^[4]。常用的增强加固方法包括加筋土墙、灌浆加固、土体固结等。加筋土墙可以增加软土的抗剪强度和抗变形能力;灌浆加固通过注入固化剂改善软土的工程性质;土体固结可以通过振动或预

压等方式提高软土的密实度和强度。通过改变软土的物理和化学性质来提高路基的稳定性。常用的地基改良方法包括灰扬（混凝土）桩、水泥土和石灰土在软土中的夯实、土壤固化、深层桩等。还需要进行详细的工程计算和分析，评估不同方案的效果，并根据实际情况进行必要的调整和优化。

4.3 施工工艺与方法选择

湿陷性软土地区公路路基加固技术的研究与实践中，施工工艺与方法的选择是至关重要的一环。（1）振动法：通过利用振动设备将性质相似的颗粒物质输送到软土中，实现土体的振实和增密，提升软土的承载能力和抗沉降能力。振动法适用于软土厚度较大、土体有自稳性和较大孔隙度的情况。（2）注浆法：通过注入固化材料或化学药剂，实现软土的固结和胶结，提高土体强度和稳定性。注浆法适用于软土层厚度较小、土质松软、存在基坑或沉降问题较为严重的情况。（3）灌浆法：将固化材料与水混合后经泵送、喷射或灌注等方式注入软土中，形成灌浆体。灌浆法适用于软土层较厚、存在严重沉降和抬升、孔隙度大、容易发生液化的情况。（4）预压法：通过施加预压载荷，使软土发生压缩变形，增加土体的密实度和强度。预压法适用于软土层较厚、存在明显变形问题以及需要迅速提高路基承载能力的情况。（5）土体固结法：通过运用振动或加压等手段，使软土发生固结和压实，提高土体密度和承载能力。土体固结法适用于软土厚度较大、存在较大变形和沉降问题的情况。在选择施工工艺与方法时，需要综合考虑工程实际情况、地质特征、软土性质、工程要求和施工条件等因素，确保施工工艺与方法的适用性和可行性。

4.4 加固效果评估与优化改进

湿陷性软土地区公路路基的加固技术在实施后，需要对加固效果进行评估与优化改进，以确保加固效果的可靠性和持久性。加固效果评估主要包括以下几个方面：（1）路基稳定性评估：评估加固后路基的稳定性和承载能力是否得到明显改善。可以通过现场监测软土沉

降、变形等指标，以及进行相关的运载试验和振动台试验等来评估加固效果。（2）地下水位监测：对加固后的路基进行地下水位的监测，以评估地下水对软土的影响程度。如果地下水位较高，可能导致软土湿陷性增加，需要进一步优化加固措施。（3）加固材料和结构监测：对加固材料和结构进行监测，以评估其性能和稳定性。例如，对灌浆材料的固化时间和强度进行监测，对加筋土墙的位移和变形进行监测，以确保加固结构的可靠性。

基于加固效果评估的结果，可以进行优化改进，包括：（1）根据实际加固效果，进一步优化加固设计方案。可以调整加固材料的种类和比例，优化施工工艺和方法，以提高加固效果和工程质量。（2）根据实际施工情况，进行施工控制的优化。例如，在注浆施工中，可以调整注浆压力和注浆孔距，以获得更好的灌浆效果；在振动法施工中，可以调整振动参数，以提高土体的密实度。（3）加固后的路基仍需要进行后期的维护和修补工作。及时处理软土发生的沉降和变形问题，通过补充材料、修补结构等方式，确保加固效果的持久性和可靠性。

结束语

湿陷性软土地区的公路路基加固工程是一项复杂而重要的任务。在加固处理方案的设计中，需要充分考虑地质特征、软土性质、工程要求和施工条件等因素，以确保设计方案的科学性和可行性。通过持续不断地研究和实践，湿陷性软土地区公路路基加固技术将得到不断的改进和完善，为交通运输安全提供可靠保障。

参考文献

- [1] 韦正茂.公路工程湿陷性黄土路基地基处理的施工措施探讨[J].城市建设理论研究:电子版,2019(1):2.
- [2] 刘美麟.探讨公路工程湿陷性黄土路基的处理措施[J].大科技,2015,000(029):171-171,172.
- [3] 郭强.市政道路中湿陷性黄土路基的处理方法研究[J].交通科技与管理,2022(24):3.
- [4] 李磊,王刚.湿陷性软土区公路路基加固处理技术现状与发展趋势[J].公路工程,2021,46(3):45-50.