

软土地基条件下市政道路路基沉降控制与处理措施

钟平贵

湖南松林公路建设工程有限公司 湖南 张家界 427199

【摘要】：在软土地基条件下，市政道路路基沉降问题常常导致道路质量下降和使用寿命缩短。软土具有低承载力和高压缩性，容易在荷载作用下发生较大沉降，影响道路的平整度和稳定性。因此，研究并采取有效的沉降控制与处理措施对于确保市政道路的长期使用至关重要。本文分析了软土地基沉降的成因及其对道路的影响，并提出了一些常见的路基处理技术，如换填法、地基加固、沉降控制监测等。这些技术在不同地质条件下的应用效果及其适应性进行了详细讨论，以期在实际工程中路基沉降问题的解决提供参考和指导。

【关键词】：软土地基；路基沉降；沉降控制；地基加固；市政道路

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.002

引言

在城市基础设施建设中，市政道路作为交通系统的重要组成部分，承载着大量的交通负荷。软土地基由于其特殊的物理力学性质，常常引发严重的路基沉降问题。这种沉降不仅影响道路的平整度与安全性，还可能导致施工费用的增加和道路维护的复杂性。特别是在一些软土地区，沉降现象更为突出，对市政道路的稳定性和长期运营带来巨大挑战。因此，解决软土地基路基沉降问题已成为城市建设中的重要课题。研究在软土地基条件下的沉降控制措施及其实施效果，对于保证市政道路的使用寿命与安全性具有重要意义。

1 软土地基沉降的形成机理与影响因素

在软土地基条件下，沉降的形成主要源于地基土承载力较低以及压缩性较高。软土通常由富含有机质的沉积物、粘土或粘性土组成，其内部含水量较高，颗粒之间的摩擦力较小。在荷载作用下，软土地基中的孔隙水和空气会被挤出，导致土体发生压缩，产生沉降现象。软土地基的沉降往往是一个长期的过程，初期的沉降较为迅速，而随着时间的推移，沉降速度逐渐减缓，最终达到一个稳定状态^[1]。沉降的过程不仅仅与荷载的大小和时间长度相关，还受到多种因素的影响，如土壤的类型、含水量、土体的密实度以及外界环境的变化等。由于软土的物理力学特性，沉降往往不可避免，但其程度和持续时间可以通过合理的设计和处理来加以控制。

在软土地基中，沉降的影响因素主要包括土体的内在性质和外部作用力。土壤的压缩性、流变性以及孔隙比是决定沉降程度的关键因素。压缩性是指土体在受荷载作用下发生形变的能力，软土的压缩性较强，因此在相同的荷载下，软土地基的沉降量通常大于其他类型土壤。软土地基的流变性决定了沉降的速度和持续时间，流变性较强的土体会导致沉降过程较为缓慢。孔隙比的大小也与沉降密切相关，较高的孔隙比意味着土体更容易发生变形。土壤中的水分含量、温度变化以及地下水位的波动等因素，也会影响沉降的速率与幅度。水分的变化会

改变土体的黏性和压缩性，进而影响沉降量。在湿润条件下，软土中的孔隙水更容易被挤出，导致沉降较为明显。

土体的强度和荷载分布也是沉降的关键影响因素。当荷载不均匀或集中作用时，软土地基可能会发生不均匀沉降，造成路基表面出现裂缝、沉陷等不良现象。荷载分布不均通常会导致局部区域的沉降加剧，而其他区域则可能出现相对较小的沉降。这种不均匀沉降对市政道路的影响尤为显著，可能导致道路平整度下降，甚至危及行车安全。在城市建设中，特别是在一些已开发区域，地面荷载的不断增长和土地的过度开发也对软土地基的沉降过程产生了不容忽视的影响。了解和掌握这些影响因素，对于设计和处理软土地基沉降问题至关重要。通过对这些因素的科学分析，可以有效地预测沉降趋势并采取相应的防治措施，从而减小软土地基沉降对市政道路的影响。

2 市政道路路基沉降问题的主要表现

市政道路路基沉降在软土地上尤为显著，沉降问题常常表现为道路表面的不同程度下沉或不均匀沉降。随着路面荷载的持续作用，沉降逐渐加剧，尤其是在交通频繁的道路或在地基处理不当的情况下，沉降现象会更为明显。初期的沉降表现较为平缓，但随着荷载的积累，沉降速率会逐渐增加，甚至出现较大幅度的沉降，特别是在软土层厚度较大、地基承载力较低的区域^[2]。沉降现象常常引起路面表面出现明显的波浪形凹凸不平，造成交通行驶的不舒适感，严重时可能导致车辆发生颠簸或事故。

随着时间的推移，市政道路的路基沉降不仅会影响道路的平整性，还会引发裂缝和裂口的产生。沉降的不均匀性可能导致不同区域出现局部下沉，进而使道路表面形成裂纹。这些裂纹随着不断的交通荷载和外部环境的变化可能进一步扩展，尤其是在温度和湿度变化剧烈的情况下。由于沉降的持续作用，局部区域的沉降幅度可能超过设计的容许范围，导致路面出现纵向、横向裂缝，甚至形成较大的坑洼或沉陷，进一步影响道路的正常使用和结构安全。此外，沉降还会使路基的排水系统

受损,造成积水问题,水流无法顺利排出,长期积水对路基的稳定性和路面质量带来更大的威胁。

在一些情况下,沉降问题的严重程度还表现为道路的结构失效。当软土地基发生较大幅度沉降时,路基的承载能力下降,可能导致道路的整体稳定性下降,甚至发生沉陷塌方。路面变形及其沉降通常伴随有强烈的局部沉降带或坑洞,极大地影响了道路的平整度,直接危害交通安全。在承载能力不足的路段,沉降导致的变形可能导致基层结构不均匀分布荷载,进而使得混凝土路面和沥青路面等上层结构出现开裂或破损。此外,路基的持续沉降还可能引起路面松动、塌陷等现象,这对道路的使用功能造成严重损害,甚至会影响道路的交通流畅性和使用寿命。市政道路路基沉降问题不仅仅是表面形态的变化,更多的是在隐性上逐步影响着路基的承载能力和道路的长期使用安全。



图1 市政道路路基沉降裂缝示意图

3 常用的路基处理与沉降控制技术

在软土地基的处理过程中,常用的技术手段包括地基加固、排水和预压等措施,这些方法能够有效减缓或控制路基沉降的发生。地基加固技术主要通过改善土体的物理力学性能,增强其承载能力,从而降低沉降的程度。常见的加固方法包括深层搅拌法、喷射混凝土法和静力压桩等。这些方法可以在不改变土体本身性质的情况下,提供额外的支持力^[3]。深层搅拌法通过利用机械装置将水泥浆注入土体,形成水泥土桩,从而大幅提高土体的强度和稳定性。喷射混凝土法则是在地基表面喷射混凝土,形成坚硬的支撑层,防止沉降的进一步发生。静力压桩通过将钢桩或混凝土桩打入软土层中,为道路提供更强的支撑力,从而减少沉降的发生。

除了地基加固外,排水措施也是防止软土地基沉降的重要手段。软土由于其高含水量和低渗透性,容易在荷载作用下发生过度的沉降,排水措施可以加速软土层中的水分排出,减少土体的压缩性。常用的排水技术包括竖向排水、加速固结排水等。竖向排水通过在地基中设置垂直排水管或排水板,帮助水分从土体中迅速排出,减少孔隙水的压力,防止地基继续沉降。

加速固结排水技术则是通过施加外部荷载或静压力,使土体中的水分逐渐排出,帮助土体快速固结,达到稳定沉降的效果。

预压法则是通过在路基施工前对软土地基施加一定的预压荷载,模拟实际交通荷载的作用,使土体发生初期沉降并达到一定稳定性。这种方法可以有效减少未来路基沉降的幅度和速度。在预压过程中,土体的孔隙水被排出,土粒间的紧密程度增加,最终使地基的沉降趋于稳定。预压荷载的施加方式通常包括集中荷载和均匀荷载两种形式。预压后的地基会经历一定的沉降期,沉降量主要发生在预压期内,完成后,地基的稳定性和承载力大大提高,从而减少道路建成后的沉降风险。在软土地基的处理过程中,还可以结合其他技术手段,如化学灌浆技术,通过注入化学溶液增强土体的强度,提高沉降控制的效果。

4 软土地基沉降控制措施的应用效果

软土地基沉降控制措施的应用效果在不同项目中得到了广泛的验证与应用。通过采取地基加固、排水、预压等技术,沉降问题得到了有效控制和缓解。地基加固措施,尤其是深层搅拌和静力压桩技术,已在多个市政道路项目中成功实施,取得了显著的改善效果。通过这些技术,软土层的强度和稳定性得到大幅提高,沉降速度大大减缓^[4]。深层搅拌法通过改良土体结构,有效地分散荷载,防止了局部过度沉降的发生。而静力压桩通过增加桩基与土体之间的承载力,有效分担了来自道路交通的荷载,使路基沉降达到预期的控制水平。这些加固措施为道路建设提供了更可靠的基础,确保了路面长期使用中的稳定性。

除了地基加固外,排水措施在控制软土地基沉降方面也发挥了重要作用。通过合理的排水设计,地基中的水分能够快速排除,减少了软土的压缩性,进一步减缓了沉降的速度和幅度。在实际应用中,竖向排水系统通过设置排水管道或排水板,帮助软土地基中的水分迅速排出,避免了水分积聚导致的沉降加剧。加速固结排水技术也被广泛采用,在一些软土层较厚的区域,通过提前施加荷载或使用其他方法加速固结,促使土体更快地稳定下来。这些排水措施不仅减少了沉降过程中的不均匀性,还有效防止了水分过多对地基造成的长期影响,从而进一步提高了软土地基的承载力和稳定性。

预压法的应用在许多软土地区的市政道路建设中也取得了良好的效果。通过模拟道路交通荷载,预压法能够提前使地基完成初期沉降,使得未来的荷载作用下沉降幅度大幅减少。在实施预压法时,荷载的均匀分布和持续时间是关键因素,它们直接影响到沉降的均匀性和稳定性。预压技术不仅能有效减少后期沉降问题,还能够通过加速地基固结的过程,增强土体的自稳性。在一些案例中,预压法与其他加固措施如化学灌浆技术相结合,取得了更为优异的沉降控制效果。软土地基沉降

控制措施的实施,不仅使道路的使用寿命大大延长,也提高了交通的安全性和舒适性,极大地促进了城市基础设施的可持续发展。

5 沉降问题的长期监控与维护策略

沉降问题的长期监控与维护策略是确保市政道路在软土地基上的长期稳定性和安全性的重要环节。随着软土地基的沉降现象通常是渐进性的,其对道路结构的影响往往是长期且持续的。因此,建立系统化的监控体系对于及时发现潜在风险并采取有效措施至关重要。在沉降监控中,常使用现代化的技术手段,如地基沉降监测仪器、地面变形监测系统、以及遥感技术等,这些手段能够实时采集路基沉降数据^[5]。通过定期监测沉降速率和路面变化情况,可以判断沉降是否处于正常范围内,并对可能出现的问题进行预警。特别是在地基加固后,持续的监控可以帮助评估加固效果是否达到预期,从而为后续的路基处理提供数据支持。

为了确保软土地基沉降的可控性,监测工作需要结合道路的运行状况进行定期检查。通过对沉降数据的长期积累与分析,可以获得道路沉降的趋势预测,帮助工程师对未来可能发生的沉降情况进行预判。基于这些预测数据,相关部门可以及时调整道路养护和加固策略,避免因沉降问题引起的交通事故和设施损坏。在监控过程中,路基沉降量与路面裂缝宽度、深度等因素密切相关,定期检查这些指标可以有效识别沉降的早期迹象。结合不同监测结果,采取定期的路面修补、加固或局

部重建等措施,能够确保道路的持续安全性和功能性。

在长期维护策略上,不仅仅依赖监测数据,还应注重维护周期的科学性和针对性。根据沉降监控数据,制定合理的维护周期,保证道路在沉降初期能够得到及时处理。路基沉降往往伴随着水文条件的变化,特别是在软土地区,地下水位的波动会加剧沉降的进程,因此,定期检查地下水位变化,适时调整排水系统,防止水分过多导致土体进一步压缩和沉降。此外,路基沉降控制的长期效果还需要依赖于周边环境的持续维护,如排水管道的畅通、地基加固的完整性等。这些外部条件的持续管理同样会对沉降问题的缓解产生重要影响,只有通过科学的监控和及时的维护,才能确保市政道路路基的稳定性,并有效延长道路的使用寿命。

6 结语

软土地基的沉降问题对市政道路的稳定性和安全性构成了严峻挑战。为了解决这一问题,采取有效的沉降控制与处理措施至关重要,地基加固、排水系统设计和预压法等技术手段在实践中取得了显著效果。这些措施不仅能够有效减缓沉降速度,还能提高地基的承载力,确保道路的长期使用。沉降问题的解决不仅依赖于施工阶段的处理,更需要通过持续的监控与维护来保障其长期效果。定期监测沉降过程并及时进行养护,是确保道路安全的关键。只有建立起科学、全面的沉降监控和维护体系,才能真正实现道路的稳定运行,确保交通安全与市政设施的可持续发展。

参考文献:

- [1] 徐朋.加固方式对箱涵过渡段软土路基沉降的影响分析[J].交通世界,2025,(12):120-122.
- [2] 王宏飞.软土地基处理中土工格栅与水泥搅拌桩应用的对比分析[J].交通世界,2025,(11):98-100.
- [3] 汪奇峰.软土路基边坡稳定性有限元模拟分析[J].宜春学院学报,2024,46(09):40-43.
- [4] 顾凌军.市政道路工程软土地基沉降加固技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(14):197-199.
- [5] 王鑫,张强.软土地基公路加宽路基差异沉降分析[J].天津建设科技,2023,33(03):9-11.