

公路路基沉降及施工控制技术

陈冬柏

温州筑诚交通工程监理有限公司 浙江 温州 325000

摘要: 本文针对公路路基沉降问题,分析了沉降产生的原因,并对现有施工控制技术进行了综述。结合工程实例,探讨了施工控制技术在工程中的应用效果。最后提出了针对公路路基沉降的防治措施及施工控制技术的发展方向。

关键词: 公路路基; 沉降; 施工控制; 防治措施

1 引言

公路路基沉降是公路工程中常见的一种病害,严重影响道路的使用寿命和交通安全。近年来,随着我国高速公路、城市道路建设的快速发展,公路路基沉降问题日益凸显。公路路基沉降的原因复杂多样,包括地质条件、气候变化、车辆荷载等多种因素。在我国,公路路基沉降问题尤为严重,这主要与我国公路建设的快速发展和大规模基础设施建设有关。针对公路路基沉降问题,本文旨在对公路路基沉降的原因以及施工控制技术进行深入研究,以期为我国公路建设提供有益的参考和指导。通过对公路路基沉降问题的探讨,有助于提高我国公路建设的质量,延长公路使用寿命,提高交通安全水平。

2 公路路基沉降原因分析

2.1 地质条件

地质条件是公路路基沉降问题中的首要因素。不同地区的地质条件差异显著,对路基的稳定性和沉降性能产生直接影响。地基土的性质,如粘性土、砂性土等,其承载力和压缩性各不相同,直接决定了路基在荷载作用下的变形程度。此外,地基土的分布规律、层厚及夹层等因素也会对路基沉降产生影响。如在软土地区,由于土壤含水量高、压缩性大,路基在受到车辆荷载或自重作用时,易发生显著沉降。湿陷性黄土地区,由于土壤在遇水时结构失稳,同样会导致路基沉降。而在岩溶地区,由于地下岩溶发育,存在空洞、裂隙等,路基在荷载作用下可能产生塌陷式沉降。

2.2 路基结构设计

路基结构设计是公路工程中至关重要的环节,其合理性直接关系到路基的稳定性和沉降性能。路基填土高度、宽度以及结构层厚度等设计参数,都需要根据地质条件、车辆荷载等因素进行精确计算。如果设计不合理,如填土高度不足、宽度不够、结构层厚度不合理等,都可能导致路基在荷载作用下产生不均匀沉降。此外,路基的排水设计也是结构设计中不可忽视的一环。如果排水设施不完善,

雨水或地下水容易渗入路基,导致土壤含水量增加,从而降低路基的承载力,引发沉降问题。

2.3 施工质量

施工质量对公路路基沉降的影响同样不容忽视。在路基施工过程中,如果填土压实度不足,土壤颗粒之间的空隙较大,路基在荷载作用下容易发生压缩变形,导致沉降。此外,如果路基排水设施施工不到位,也会导致路基内部积水,加剧沉降问题。同时,施工工艺的选择和施工质量的控制也是影响路基沉降的重要因素。如果施工工艺不合理,如填土速度过快、压实方法不当等,都可能对路基的稳定性造成不利影响。因此,在施工过程中需要严格控制各个环节的质量,确保路基的稳定性和沉降性能。

2.4 车辆荷载

车辆荷载是公路路基沉降的又一个重要原因。随着交通运输业的快速发展,重型车辆的数量不断增加,这些车辆对公路路基的压力也随之增大。长期大量的车辆通行,尤其是重型车辆的频繁通行,会使路基结构产生疲劳破坏,导致沉降问题。此外,车辆荷载的分布也会对路基沉降产生影响。在公路的某些部位,如路基边缘和桥头等部位,由于车辆荷载的集中作用,容易产生不均匀沉降。这种不均匀沉降不仅会影响公路的行车安全,还会对公路的使用寿命造成严重影响。

2.5 气候变化

气候变化是公路路基沉降的又一不可忽视的因素。不同地区的气候条件差异显著,对路基的稳定性和沉降性能有着深远的影响。

首先,雨水浸泡会使路基土壤含水量增加,导致土壤软化、强度降低,进而引发沉降。特别是在雨季,连续的大雨或暴雨会使路基受到更严重的浸泡,沉降问题更为突出。此外,降雨还可能影响路基的排水系统,导致排水不畅,加剧路基内部积水,进一步加大沉降风险。

其次,在寒冷地区,冬季的低温会导致路基土壤冻结,而春季融化时,土壤中的水分重新分布,可能导致路基不

均匀沉降。这种冻融循环作用会使路基土壤结构发生破坏,降低其承载能力,从而加剧沉降现象。

此外,长期的风吹日晒会使路基表面土壤逐渐流失,导致路基高度降低,进而引发沉降。而河流、溪流等水体的侵蚀作用也可能对路基造成破坏,使其产生沉降。

2.6 养护管理

养护管理是公路工程中至关重要的环节,对于预防和控制路基沉降具有不可忽视的作用。有效的养护管理能够及时发现并处理路基存在的问题,从而延缓沉降的发展,确保公路的安全和畅通。

2.7 其他因素

除了上述主要因素外,还有一些其他因素也可能对公路路基沉降产生影响。例如,地下水位的变化可能导致路基土壤含水量的变化,从而影响其稳定性和沉降性能。人为破坏也是导致路基沉降的原因之一,如非法挖掘、超载行驶等行为都可能对路基造成损害。此外,施工机械振动也可能对路基产生不利影响,尤其是在施工过程中未能有效控制机械振动的情况下。

3 公路路基施工控制技术

3.1 施工监测技术

施工监测技术是公路路基施工中不可或缺的一环。通过实时、精确地监测路基施工过程中的各项参数,可以及时发现并处理潜在问题,确保施工质量和安全。水准测量是施工监测中的基本手段,通过对路基的高程进行测量,可以了解路基的沉降情况。光电测距技术则能够精确测量路基的宽度和长度,确保施工尺寸的准确性。此外,随着无人机遥感技术的发展,其在路基施工监测中的应用也越来越广泛。无人机能够高效获取施工区域的影像数据,通过图像处理和分析,可以提取出路基的几何信息和变形情况。地面三维激光扫描技术也是近年来兴起的一种高效监测手段,它能够对路基进行快速、高精度的三维扫描,获取详细的几何信息和表面形态,为施工质量控制提供有力支持。

3.2 压实控制技术

压实控制技术是公路路基施工中的关键环节,直接关系到路基的密实度和强度。合理的压实控制能够有效提高路基的承载能力和稳定性,减少沉降风险。沉降板法是一种常用的压实控制技术,通过在路基中埋设沉降板,可以监测路基在压实过程中的沉降变化,从而判断压实效果。核子密度湿度仪法则利用核子密度仪测量路基填料的密度和湿度,从而评估其压实质量。动态变形模量法则通过测量路基在动态荷载作用下的变形模量,来评估其承载能力和稳定性。在压实控制过程中,需要根据工程实际情况

选择合适的压实机械和工艺,并严格控制压实速度和压实遍数,确保达到设计要求的压实度。同时,还需要对压实后的路基进行质量检测,包括密实度、强度等指标,以确保其满足设计要求。

3.3 排水控制技术

排水控制技术是预防公路路基沉降的重要措施之一。通过合理设计排水系统,能够有效防止水分在路基内部积聚,减少水对路基的侵蚀和破坏,从而提高路基的稳定性和耐久性。排水沟是常见的排水设施之一,通过设置合适的排水沟,可以将路基表面的雨水迅速排出,防止水分渗入路基内部。暗沟则用于处理地下水,通过将其引入暗沟并排出路基范围外,可以减少地下水对路基的影响。渗井是一种利用土壤渗透性进行排水的设施,通过设置渗井,可以将路基内部的水分通过土壤层排出。此外,土工合成材料如土工布、土工膜等也在排水控制中发挥着重要作用,它们能够隔离水分、防止渗漏,提高路基的排水性能。在排水控制技术的实施过程中,需要根据工程所在地的气候条件、水文地质条件等因素进行综合考虑,选择合适的排水设施和排水方案。同时,还需要定期对排水系统进行维护和检查,确保其畅通有效,防止因堵塞或损坏导致的排水不畅问题。

4 公路路基沉降防治措施

4.1 沉降预防措施

(1) 充分考虑地质条件

在公路建设前,必须进行详细的地质勘察,全面了解地基土的性质、分布规律、层厚及夹层等情况。特别是对于软土地区、湿陷性黄土地区及岩溶地区等易发生沉降的地区,要制定针对性的预防措施。例如,在软土地区,可以通过地基处理、增加路基填土高度等方式来提高路基的稳定性;在湿陷性黄土地区,可以采取换填、夯实等措施来减少湿陷性对路基的影响;在岩溶地区,应对岩溶发育情况进行详细调查,采取注浆、填充等处理措施,确保路基的稳定。

(2) 合理设计路基结构

设计时应根据公路的使用要求、地形地貌、地质条件等因素,综合考虑路基的填土高度、宽度、结构层厚度等参数。通过合理的结构设计,可以减小路基在荷载作用下的不均匀沉降。同时,还应考虑路基的排水设计,确保排水设施完善,防止水分在路基内部积聚,导致路基沉降。

(3) 提高施工质量

在施工过程中,应严格控制填土压实度,确保土壤颗粒之间的空隙被充分压实,提高路基的密实度和承载能力。同时,还应完善路基排水设施,确保排水畅通,防止水分

对路基的侵蚀。此外，施工工艺的选择也至关重要，应采用合理的施工工艺，避免对路基造成破坏。

(4) 控制车辆荷载

随着交通运输业的快速发展，重型车辆的数量不断增加，对公路路基的压力也越来越大。因此，应加强对车辆荷载的管理，限制重型车辆的通行，减小对路基结构的影响。同时，还应合理规划交通流量，避免车辆拥堵和超载现象的发生。

(5) 考虑气候变化与水文地质条件

气候变化会对路基产生显著影响，如雨水浸泡、冻结融化等自然现象都可能导致路基沉降。因此，在设计和施工过程中，应充分考虑气候变化对路基的影响，采取相应的防护措施。同时，还应关注水文地质条件的变化，如地下水位上升、河流改道等都可能对路基稳定性造成威胁。因此，应加强对水文地质条件的监测和评估，及时采取应对措施。

(6) 选用优质材料

填筑材料的质量和性能直接影响路基的稳定性和承载能力。因此，在选材时应严格把关，选用合格、强度足够的填筑材料。同时，还应加强材料的质量检测和控制，确保材料符合设计要求。

(7) 加强养护管理

定期对公路进行巡查、养护，及时发现并处理病害，可以防止路基状况的恶化。同时，还应建立完善的养护管理制度和应急预案，确保在出现突发情况时能够及时采取有效措施进行处理。

4.2 沉降整治措施

首先，针对软土地基导致的沉降问题，我们可以采取堆桩和地基加固等方法进行整治。堆桩是一种通过向地基中打入桩体，利用桩体的承载能力来增强地基稳定性的方法。这种方法可以有效地分散荷载，减小地基的沉降。而地基加固则包括注浆、夯实等多种技术手段，旨在提高地基的密实度和强度，从而防止沉降的发生。

其次，对于湿陷性黄土地区出现的沉降问题，我们可以采用换填和夯实等整治措施。换填法是将地基中的湿陷性黄土挖除，并换填以稳定性更好的土壤或材料。这种方法可以从根本上消除湿陷性黄土对路基稳定性的影响。夯实法则是通过机械或人工的方式对地基进行压实，提高地基的密实度和承载能力，减少沉降的发生。

此外，对于路基结构本身的问题导致的沉降，我们需要对路基结构进行加固。这包括采用加筋土、混凝土板、预应力混凝土等加固方法。加筋土是在土体中加入钢筋或其他增强材料，以提高土体的整体稳定性和承载能力。混

凝土板和预应力混凝土则可以用于加强路基的面板和支撑结构，防止其因荷载作用而发生沉降。

最后，对于不均匀沉降较大的区域，我们可以采用局部注浆和地基处理等方法进行整治。局部注浆是通过向地基中注入浆料，填充地基中的空隙和裂缝，提高地基的密实度和承载能力。地基处理则包括多种技术手段，如土壤改良、地基加固等，旨在改善地基的物理力学性质，防止沉降的发生。

4.3 沉降监测与评估

在沉降监测体系的建设中，我们需要制定详细的监测计划，明确监测的时间、频率和监测点的布置。监测点的选择应考虑到公路的地理位置、地质条件、交通流量等因素，确保监测数据的准确性和代表性。同时，我们还需要选择合适的监测设备和技术手段，如沉降仪、位移计等，以满足不同监测需求。

为了提高监测精度和工作效率，我们可以采用先进的监测技术。例如，红外线监测技术可以通过非接触式测量，实时获取路基表面的变形信息；激光扫描技术可以获取高精度的三维地形数据，为路基沉降分析提供有力支持；无人机航拍技术则可以快速获取公路沿线的影像数据，便于进行沉降趋势的分析和判断。

在获得监测数据后，我们需要对路基稳定性进行评估。通过对比历史数据和当前数据，分析路基沉降的速率、范围和趋势，结合地质勘察资料，综合判断路基的稳定性状况。对于稳定性较差的路段，我们需要及时采取整治措施，防止沉降问题进一步恶化。

同时，我们还需要根据监测结果，及时调整养护策略。通过对监测数据的分析，我们可以了解公路路基的实际状况，确定养护的重点和难点。在此基础上，我们可以制定针对性的养护计划，采取相应的养护措施，确保公路的安全畅通。

5 结语

本文针对公路路基沉降问题进行了深入的探讨，提出通过合理的设计、施工和养护管理，可以有效降低公路路基沉降的风险，保障公路的稳定性和使用寿命。希望本文的研究成果能为我国公路建设提供有益的借鉴和参考。

参考文献

- [1] 杨磊鑫. 高速公路路基沉降及施工控制技术[J]. 大众标准化, 2023(21): 47-49.
- [2] 李聪. 公路路基沉降及施工控制技术应用研究[J]. 运输经理世界, 2023(6): 43-45.
- [3] 徐壬. 高速公路路基沉降及施工控制技术研究[J]. 工程建设与设计, 2023(7): 187-189.