

公路特殊路基填方段处治技术研究

黄 珍

普洱公路规划勘察设计院有限公司 云南 普洱 665000

摘 要：公路特殊路基填方段处治技术是确保公路安全与稳定的关键。特殊路基，如软土、湿陷性黄土、膨胀土、冻土及盐渍土等，存在多种常见问题，如承载力不足、变形过大、稳定性差等，对公路的通行能力和使用寿命构成严重威胁。本文深入探讨了各类特殊路基填方段的处治技术，包括软土路基的加固、湿陷性黄土的改良、膨胀土的调控及冻土的保温等，旨在为公路设计与施工提供技术参考，确保公路的安全与耐久性。

关键词：公路；特殊路基；填方段处治技术

引言

公路作为连接各地的纽带，其安全与稳定至关重要。在复杂的地质条件下，特殊路基填方段成为公路建设的难点。特殊路基因其独特的物理和化学性质，易导致公路出现沉降、变形、开裂等问题，严重影响公路的通行能力和使用寿命。因此深入研究特殊路基填方段的处治技术，对于提高公路建设的整体水平、保障交通安全具有重要意义。本文将从多个方面探讨特殊路基填方段的处治策略，以为公路建设提供有力支持。

1 特殊路基填方段处治技术对公路的重要性

公路特殊路基填方段处治技术至关重要，这主要体现在对公路质量、安全、使用寿命以及建设发展等多方面的影响上，从公路质量角度来看，特殊路基填方段如软土、湿陷性黄土、膨胀土等，因其特殊性质会对填方质量产生严重影响^[1]。如果不进行有效处治，软土路基会在填方后出现过度沉降，湿陷性黄土路基遇水易产生附加下沉，膨胀土路基则因含水量变化而胀缩，这些都会破坏路基结构的整体性和稳定性，进而影响公路质量。而合适的处治技术能针对性地解决这些问题，如换填法、排水固结法、强夯法等，从根本上改善路基质量，为公路建设奠定坚实基础。在公路安全方面，特殊路基填方段的不稳定会导致路面出现裂缝、坑洼、隆起等病害，严重威胁行车安全。车辆行驶在这样的路面上可能会失控、爆胎等，尤其在高速行驶或重载情况下，危险性更大。有效的处治技术能确保路基的稳固，使路面保持良好状态，避免因路基问题引发交通事故，保障司乘人员的生命财产安全。公路的使用寿命也与特殊路基填方段处治技术密切相关。未经妥善处理的特殊路基在使用过程中容易频繁出现问题，需要不断维修，这不仅增加成本，而且会缩短公路的正常使用寿命。而科学的处治技术能减少路基病害的发生，降低维修频率，延长

公路的服务年限，使公路在长期内稳定发挥作用。我国复杂的地质条件决定了特殊路基广泛存在，掌握这些处治技术是公路建设适应不同地质环境的关键。这有利于公路网络的拓展和完善，促进区域间的经济交流和发展，保障公路建设事业的可持续发展。

2 公路特殊路基填方段常见问题及危害

2.1 软土路基填方段

软土路基填方段是公路建设中极具挑战性的部分，这主要源于软土自身独特的性质。软土的天然含水量高，这使得土体处于一种近似饱和的状态，就像一块吸饱了水的海绵。其孔隙比大，意味着土体内部存在大量的孔隙空间，这些孔隙会在受到外力作用时发生变形。软土的压缩性高，在填方的重压之下，软土很容易被压缩，而且这种压缩往往是不均匀的。在填方过程中，软土路基的这些特性会引发一系列严重问题。由于软土的高压缩性，路基会产生较大的沉降。一开始可能只是轻微的下沉，但随着填方高度的增加和时间的推移，沉降量会不断累积。这种过大的沉降会直接反映在路面上，导致路面出现凹陷，严重影响行车的舒适性和安全性。凹陷处容易积水，进一步加剧路面的损坏，产生裂缝等病害。这些裂缝不仅破坏了路面的完整性，还可能让雨水渗入路基，进一步软化软土，形成恶性循环。更为严重的是，软土的抗剪强度很低。在填方荷载的持续作用下，软土路基无法承受侧向的压力，可能会产生侧向滑动。这种侧向滑动一旦发生，就会破坏路基的稳定性。如果情况得不到及时控制，随着滑动范围的扩大，路堤可能会完全坍塌。路堤坍塌不仅会造成公路的彻底破坏，还可能掩埋周边的设施和物体，对交通和周边环境带来灾难性的影响。

2.2 湿陷性黄土路基填方段

湿陷性黄土路基填方段在公路建设中是需要重点关

注的部分。湿陷性黄土有着特殊的性质,当受到水的浸湿时,其原本相对稳定的土体结构会在短时间内遭受严重破坏,这种破坏会引发显著的附加下沉现象^[2]。在填方施工过程中,如果忽视对湿陷性黄土的特殊处理,那么在后续路基使用期间,一旦遭遇雨水的冲刷渗透或者地下水的影响,问题就会凸显。由于水的浸湿作用,路基不同部位受湿程度可能存在差异,从而产生不均匀沉降。这种不均匀沉降会直观地反映在路面上,形成波浪形的变形。这种变形对于行车有着极大的负面影响,车辆行驶在这样的路面上会产生颠簸,严重降低行车的舒适性,同时也对行车安全构成威胁,例如可能导致车辆失控等情况。这种不均匀沉降对路基结构本身的损害也是不容忽视的。路基的变形可能会导致内部应力重新分布,使原本稳定的结构受力失衡。一些部位可能会因承受过大压力而出现裂缝、坍塌等情况,进一步削弱路基的承载能力。长此以往,整个路基的稳定性会遭到严重破坏,不仅需要高额的修复成本,还可能影响公路的正常使用,甚至导致公路局部或全部瘫痪,影响交通运输的顺畅和区域经济的发展。

2.3 膨胀土路基填方段

膨胀土路基填方段因其特殊的工程性质,给公路建设带来了巨大挑战。膨胀土独特的遇水膨胀、失水收缩特性,决定了它在填方段会随着含水量的波动而产生显著的体积变化。在填方施工中,当遇到雨季时,大量雨水渗入膨胀土路基。由于其遇水膨胀的特性,土体体积迅速增大,产生强大的膨胀力。这种膨胀力会向上顶起路面,导致路面出现隆起现象。膨胀产生的应力超过路面结构的承受极限时,路面就会开裂。这些裂缝不仅破坏了路面的完整性,还会成为雨水进一步下渗的通道,加剧膨胀土的膨胀问题。而在旱季,情况则截然相反。由于气候干燥,膨胀土中的水分不断散失,土体开始收缩。这种收缩会使路基体积变小,从而引起路面下沉。下沉过程中,路面会因为拉伸而产生新的裂缝。随着季节的交替,膨胀土反复经历胀缩过程,每一次的体积变化都会对路面结构造成损害。这些损害会逐渐累积,使路面的平整度变差,承载能力降低。长此以往,路面的破坏会越来越严重,如坑洼增多、裂缝扩大等。频繁的修复工作不仅增加了公路养护成本,而且由于膨胀土的特性难以彻底改变,修复效果往往有限。这一系列问题最终会导致公路使用寿命大幅降低,影响公路的正常运行,给交通运输和经济发展带来不利影响。

3 公路特殊路基填方段处治技术

3.1 软土路基填方段处治技术

软土路基填方段的处治对于公路建设的质量和稳定性至关重要,以下是几种常见的处治技术。(1)换填法作为常用且有效的方式,适用于软土层较薄的情况。通过挖除软土层,换填砂卵石、碎石等强度高、压缩性低的材料,从根本上改变地基土质条件。在换填过程中,材料级配是关键,合理级配可使材料空隙最小化,如不同粒径砂卵石相互搭配,小颗粒填充大颗粒空隙,让填充体更密实。压实度控制不容忽视,足够的压实度能使换填材料为路基提供稳固支撑。施工时需采用合适压实设备和工艺,按规定压实遍数操作,确保换填质量,进而显著提高地基承载力,减少沉降,保证公路路面的平整度和稳定性。(2)排水固结法也是处理软土路基的重要手段。鉴于软土含水量高的特点,设置砂井、塑料排水板等排水系统,为水分排出创造通道。排水系统的间距和深度需合理规划,合适间距确保软土各处水分顺利排出,恰当深度保证不同深度软土有效处理。在路基施加预压荷载,加速软土水分排出,促进土体固结。预压荷载大小和加载时间需科学安排,过小或过短会使软土固结不完全,过大或过长则可能破坏尚未完全固结的土体。该方法能有效提高地基强度,增强路基承载能力。

(3)深层搅拌法利用深层搅拌机将水泥等固化剂与软土强制搅拌,使软土硬结形成复合地基。施工时,搅拌深度要准确控制,深度不足会遗留下部软土处理隐患,深度过大则可能增加成本。搅拌速度需合理,过快导致搅拌不均匀影响固化效果,过慢降低施工效率。固化剂掺入量直接决定软土硬结强度,只有精确控制这些参数,才能保证软土路基达到预期强度和稳定性,保障公路使用安全。

3.2 湿陷性黄土路基填方段处治技术

在湿陷性黄土路基填方段的处理中,强夯法、灰土垫层法和化学加固法是常用且有效的技术手段。第一,强夯法通过重锤的自由下落对黄土强力夯实,从而消除其湿陷性并提升地基承载力。强夯参数的确定是关键环节,夯锤重量、落距和夯击次数都要依据黄土性质和填方高度来综合考量。当黄土湿陷性强且填方高度大时,需增加夯锤重量、加大落距和增多夯击次数。然而强夯产生的巨大冲击力会引发振动和噪声,可能损害周边建筑物、影响居民生活和破坏地下管线。所以在施工中要采取减震、降噪措施,如设置减震沟、使用降噪设备等,最大程度降低不利影响。第二,灰土垫层法是在路基底部铺设灰土垫层,三七灰土较为常用。灰土的吸水性和强度特性使其能防止地表水渗入路基,避免黄土湿陷,同时增强地基承载能力。施工时,灰土配合比和垫

层厚度的严格控制至关重要。以三七灰土为例,石灰和土的比例必须精准,任何偏差都会影响灰土性能。此外,要确保灰土铺设均匀,避免局部石灰含量不均,并且保证压实度符合要求,这样灰土垫层才能为路基提供稳定支撑。第三,化学加固法是向黄土中注入硅酸钠溶液等化学浆液,使黄土颗粒通过化学反应相互胶结,增强土体抗湿陷能力。该方法对化学浆液的控制精度要求高,需精确调整浓度、注入量和注入压力。若浓度不当、注入量不足或过多、压力不合适,都可能导致加固效果差,无法有效提高土体抗湿陷性能,进而影响整个路基质量,增加后期维护成本和安全隐患。

3.3 膨胀土路基填方段处治技术

(1)换土法作为重要手段,是通过挖除膨胀土换填非膨胀性土来改变路基土质,换填深度与膨胀土厚度和特性相关,厚且膨胀性强的膨胀土需要更大的换填深度,以此消除不良影响^[1]。施工时,新填材料与原土过渡极为关键,薄弱界面会引发裂缝、变形等病害。设置过渡层等合理方式能使二者自然衔接,保证路基整体性和稳定性。(2)改良法是添加石灰、水泥等改良剂改变膨胀土性质。由于不同来源膨胀土性质有别,对改良剂反应不同,所以改良剂种类和掺入量需经试验确定。施工中,要利用合适机械设备充分搅拌,让改良剂均匀分布,全面改良膨胀土性质,增强其应对胀缩变化的能力,保障路基稳定。(3)防水保湿法针对膨胀土含水量变化问题。在路基表面设置土工膜防水层可阻止地表水渗入,因为地表水是膨胀土膨胀的主因,防水层能切断水源。草皮等保湿层能保持路基土含水量稳定,减少外界环境变化时土体的胀缩变化。在施工过程中,防水层和保湿层的铺设质量是关键。防水层破损会使地表水渗入,保湿层受损则无法稳定含水量,二者任一方失效都会影响路基稳定性,因此要严格把控铺设质量,确保措施有效。

3.4 冻土路基填方段处治技术

冻土路基填方段在寒区公路建设中是一个重难点问题。对于季节性冻土路基,可采用保温法。在路基填土顶部铺设保温材料,如聚苯乙烯泡沫板等。这种材料具

有良好的隔热性能,能够减少外界热量传入路基,抑制冻土的融化。在施工过程中,要注意保温材料的铺设厚度和连续性,避免出现缝隙,否则会影响保温效果。保温材料的固定要牢固,防止在施工过程中因风吹、机械作业等因素导致其移位。对于多年冻土路基,还可以采用通风管法。在路基中埋设通风管,利用空气的自然对流来调节路基温度。在暖季,热空气通过通风管上升排出,降低路基温度;在冷季,冷空气进入通风管使路基降温。通风管的管径、埋设深度和间距等参数要根据当地的气候条件、冻土特性等因素合理确定。在施工过程中,确保通风管的密封性和畅通性至关重要。这不仅要求我们在埋设通风管时,采取严密的密封措施,防止空气泄漏,还要在施工过程中及后续维护中,定期检查通风管内部是否存在杂物堵塞。一旦发现杂物进入,应立即清理,以确保通风管能始终保持畅通无阻。只有这样,通风管才能正常发挥调节温度的作用,有效降低季节性温差对冻土路基的影响,从而全面提升冻土路基的稳定性和耐久性,为寒区公路建设提供坚实保障。

结语

综上,公路特殊路基填方段的处治技术对于公路的安全与稳定至关重要。针对不同类型的特殊路基,应采取相应的处治措施,如软土路基的加固、湿陷性黄土的改良、膨胀土的调控等,以确保公路的承载能力、变形控制和稳定性。随着科技的进步和工程实践的深入,特殊路基填方段的处治技术将不断完善和创新。未来,我们应继续加强技术研发与应用,为公路建设提供更加安全、高效、环保的技术支持,推动我国公路事业的持续发展。

参考文献

- [1]郝健.公路特殊路基填方段处治技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2016(15):3786-3786.
- [2]江端辉.公路高填方路基设计要点[J].智能建筑与工程机械,2023,5(2):10-12.
- [3]崔斌.膨胀土填方路基变形稳定特性及处治技术研究[J].工程与建设,2023,37(4):204-207.