

高等级公路路基沉降控制方法与施工工艺分析

杨鏊飞

身份证号码: 4105221998****935X

摘要: 高等级公路路基沉降控制直接关系到公路的使用寿命与行车安全, 精准把控沉降控制方法与施工工艺是工程建设的关键。本研究通过对路基沉降机理深入剖析, 系统阐述沉降控制设计与监测评估技术, 并详细探讨地基处理、路基填筑、排水防护等施工工艺。在此基础上, 提出施工过程沉降控制措施与工艺优化策略, 旨在为高等级公路路基工程提供科学有效的技术参考, 保障公路建设质量与运营安全。

关键词: 高等级公路; 路基沉降; 沉降控制; 施工工艺; 优化策略

Analysis of Settlement Control Methods and Construction Techniques for High-grade Highway Subgrade

Zhanfei Yang

ID No.: 4105221998****935X

Abstract: The settlement control of high-grade highway subgrade is directly related to the service life and driving safety of the highway. Accurately controlling the settlement control method and construction technology is the key to engineering construction. This study thoroughly analyzes the mechanism of roadbed settlement, systematically elaborates on settlement control design methods and monitoring and evaluation techniques, and explores in detail construction processes such as foundation treatment, roadbed filling, and drainage protection. On this basis, settlement control measures and process optimization strategies during the construction process are proposed, aiming to provide scientific and effective technical references for high-grade highway subgrade engineering, and ensure the quality and operational safety of highway construction.

Keywords: high-grade highway; roadbed settlement; settlement control; construction technology; optimization strategy

0 前言

随着交通运输需求的持续增长, 高等级公路在国家交通网络中的地位愈发重要。路基作为公路的基础结构, 其稳定性直接影响公路整体性能。然而, 受地质条件、荷载作用、施工质量等因素影响, 路基沉降问题频发, 不仅导致路面平整度下降、结构损坏, 还威胁行车安全, 增加养护成本。因此, 深入研究高等级公路路基沉降控制方法与施工工艺, 对提升公路建设质量、延长公路使用寿命具有重要的现实意义。

1 高等级公路路基沉降控制方法

1.1 路基沉降机理分析

路基沉降源于土体内部应力状态改变引发的压缩变形。在自重应力与交通荷载共同作用下, 地基土颗粒间孔隙逐渐减小, 土体产生竖向位移。软土地基中, 由于土体含水量高、压缩性大, 沉降现象更为显著。同时, 填土材料特性、压实度以及地下水活动等因素, 也会对路基沉降产生影响。填土颗粒级配不良、压实不足会导致土体后期持续压缩; 地下水水位波动改变土体有效应力, 加剧沉降过程。此外, 季节性冻融作用下, 土体冻胀融沉交替, 致使路基产生不均匀沉降,

破坏路面结构整体性。

1.2 沉降控制设计方法

沉降控制设计需综合考虑地质条件、公路等级、交通荷载等因素。在设计阶段, 通过地质勘察获取详细的地层资料, 运用数值模拟软件对路基沉降进行预测分析。针对不同地质条件, 选择合适的地基处理方案, 如软土地基采用排水固结法、复合地基法, 以增强地基承载能力, 减少沉降量。优化路基断面设计, 合理确定填土高度与边坡坡度, 降低土体自重应力。同时, 根据交通流量与荷载等级, 设计合适的路面结构层, 分散荷载传递, 减小路基附加应力, 实现对路基沉降的有效控制。

1.3 监测与评估技术

路基沉降监测是掌握沉降发展趋势、评估控制效果的重要手段。采用全站仪、水准仪等传统测量仪器, 结合 GPS、InSAR 等先进监测技术, 对路基表面及深层位移进行实时监测。通过建立沉降监测网, 定期采集数据, 绘制沉降-时间曲线, 分析沉降速率与累计沉降量变化规律。运用数理统计方法与有限元分析模型, 对监测数据进行处理与评估, 判断路基沉降是否处于可控范围。一旦发现异常沉降, 及时调整施工方案或采取补救措施, 确保路基工程安全。

2 高等级公路路基施工工艺

2.1 地基处理施工工艺

地基处理是保障路基稳定性的首要环节。对于软土地基,真空预压法通过抽真空形成负压,加速土体孔隙水排出,实现土体固结;水泥搅拌桩法利用水泥与软土强制搅拌,形成具有一定强度的桩体,提高地基承载力。施工过程中,严格控制搅拌深度、水泥用量与搅拌均匀性,确保桩体质量。对于湿陷性黄土地基,采用强夯法或灰土挤密桩法,消除土体湿陷性。强夯施工时,根据土质条件确定夯击能量、夯击次数与夯击间距,使土体密实度达到设计要求。地基处理施工工艺相关要求可见表 1。

2.2 路基填筑施工工艺

路基填筑质量直接影响路基沉降性能。选用级配良好、透水性佳的填土材料,严格控制填土含水量与压实度。分层填筑过程中,每层填土厚度不超过规范要求,采用重型压实

机械进行碾压,遵循先轻后重、先慢后快的原则,确保压实均匀。对于高填方路基,采用冲击碾压技术增强土体密实度,减少工后沉降。同时,注意不同填料之间的衔接处理,避免因填料差异导致不均匀沉降。在填挖交界处,设置过渡段,采用土工格栅等加筋材料,增强土体整体性与稳定性。路基填筑施工工艺相关要求可见表 2。

2.3 排水与防护施工工艺

完善的排水与防护系统可有效降低路基沉降风险。路基排水包括地表排水与地下排水。地表设置边沟、截水沟、排水沟等排水设施,及时排除路面积水;地下采用盲沟、渗沟等设施,疏导地下水,降低地下水位。防护工程方面,坡面采用植物防护、浆砌片石防护、混凝土防护等形式,防止雨水冲刷与风化侵蚀。在沿河路段,设置挡土墙、驳岸等防护结构,抵御水流冲刷。排水与防护工程施工需与路基填筑同步进行,确保其功能性与耐久性。

表 1 地基处理施工工艺相关要求

地基类型	处理方法	施工工艺要点	要求
软土地基	真空预压法	铺设砂垫层,埋设垂直排水管道,用密封膜密封,抽真空	砂垫层厚 30~50cm,膜下负压 $\geq 80\text{kPa}$
	水泥搅拌桩法	搅拌桩机喷水并搅拌土体	加固深度:湿法 $\leq 20\text{m}$ 、干法 $\leq 15\text{m}$;桩径(单轴)500~600mm;水泥掺量 12%~20%;水灰比 0.45~0.55
湿陷性黄土地基	强夯法	重锤高处落下夯击地基土	夯锤重 8~30t,落距 6~30m;单击夯击能:碎石土、砂土 1000~3000 $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}^2$,粉土等 1500~4000 $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}^2$;夯击遍数 2~3 遍,后低能量夯 1 遍;夯点间距 5~9m
	灰土挤密桩法	成孔后填灰土并夯实	桩径 300~600mm,桩距 2~3 倍桩径;灰土配合比 2 : 8 或 3 : 7;压实系数 ≥ 0.97

表 2 路基填筑施工工艺相关要求

施工工艺要点	具体数据要求
填土材料	级配良好,透水性佳;液限小于 50%,塑性指数小于 26
含水量控制	最佳含水量 $\pm 2\%\sim\pm 3\%$
分层填筑厚度	一般松铺厚度不超过 30cm,最小压实厚度不小于 10cm
压实机械	重型压实机械,如振动压路机,激振力一般为 30~50t;冲击压路机,冲击能量一般为 25~40kJ
碾压原则	先轻后重,先慢后快,碾压速度一般初压为 1.5~2km/h,复压和终压为 2~4km/h
轮迹重叠	每边轮迹重叠不少于 40cm,两填筑段重叠不少于 1m
高填方路基处理	采用冲击碾压技术,冲击碾压遍数一般为 10~20 遍
填挖交界过渡段	过渡段长度一般不小于 20m,土工格栅抗拉强度不小于 80kN/m

3 沉降控制与施工工艺优化

3.1 施工过程沉降控制措施

施工过程中,严格执行沉降监测制度,根据监测数据动态调整施工进度与工艺参数。当沉降速率超过预警值时,暂停填土施工,待沉降稳定后再继续作业。加强压实质量控制,采用先进的压实度检测技术,如核子密度仪、无核密度仪等,实时监测压实效果。对于特殊地质路段,采取针对性措施,如在冻土区设置隔热层,防止土体冻融循环;在膨胀土地区,做好防水保湿措施,避免土体吸水膨胀。同时,合理安排施工顺序,减少相邻作业面的相互影响,降低不均匀

沉降发生概率。

3.2 施工工艺优化策略

基于工程实践经验与新技术发展,对施工工艺进行优化创新。引入智能化施工设备,如智能压实机械、自动化监测设备,提高施工精度与效率。在地基处理方面,探索新型复合地基处理技术,如多桩型复合地基,发挥不同桩型优势,提升地基处理效果。优化路基填筑工艺,采用分层智能压实技术,根据填土厚度与压实度要求自动调整压实参数。加强排水与防护工程设计,运用生态防护理念,将植物防护与工程防护相结合,提高防护工程的生态效益与景观效果。通过

工艺优化,实现路基沉降控制与施工质量的全面提升。

4 结语

高等级公路路基沉降控制与施工工艺是一项系统工程,涉及沉降机理分析、控制设计、施工技术与监测评估等多个环节。通过对路基沉降机理的深入研究,采用科学的沉降控制设计方法与先进的监测技术,能够显著降低路基沉降风险,保障公路工程质量与运营安全。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,高等级公路路基沉降控制与施工工艺将朝着智能化、绿色化方向持续发展,为交通运输事业提供更坚实的基础保障。

参考文献:

- [1] 王冠.高速公路路基沉降及施工控制技术研究[J].建设科技,2018(5):1.
- [2] 高占升.高等级公路路基加宽差异沉降处治对策[J].广东建材,2011,27(7):3.
- [3] 马海明.高等级公路路基沉降原因分析与防治措施探讨[J].科技信息,2012(26):2.
- [4] 鲍明伟,杜艳军.公路风吹雪雪害的防治研究[J].森林工程,2005,21(4):2.
- [5] 宋殿国,张稳柱,耿小义.高速公路改扩建工程横断面结构形式取定方法及标准的分析[J].辽宁交通科技,2004(4):1-3+9.
- [6] 王少华.国道207线锡盟段拓宽改造技术要点[J].内蒙古公路与运输,2004(1):32-33.
- [7] 高翔,刘松玉,石名磊.软土地基上高速公路路基扩建加宽中的关键问题[J].公路交通科技,2004,21(2):29-33.
- [8] 李仁植,杜艳军,陈峰.浅谈桥头路堤沉降的成因分析及防治措施[J].黑龙江交通科技,2003(2):11-12.
- [9] 刘俊彦,罗强.采用土工合成材料作软土地基浅层处理的试验研究[J].铁道建筑技术,2002(5).
- [10] 李晨明.高速公路改扩建中路基拓宽的处理问题[J].辽宁交通科技,2002(5):20+3.

作者简介:杨玺飞(1998-),男,中国河南安阳人,硕士,助理工程师,从事道路设计方面的研究。