

市政道路施工中的路基路面压实技术研究

王 泉

太原市政建设集团有限公司, 山西 太原 030000

[摘要]市政道路作为城市交通网络的核心组成部分,其工程质量直接关系到城市交通的通行效率与安全稳定性。路基路面压实技术作为市政道路施工中的关键环节,能够显著提升道路结构的承载能力、抗变形能力与耐久性,有效减少道路建成后的早期病害。文章围绕市政道路施工中的路基路面压实技术展开研究,首先分析了影响压实效果的主要因素,包括材料特性、压实机械选型、压实参数控制及施工环境条件等;其次详细阐述了路基压实与路面各结构层(基层、底基层、面层)压实的具體技术要点与操作规范;最后提出了压实质量控制的有效措施,并对压实技术的未来发展趋势进行展望,旨在为市政道路施工实践提供科学的技术参考,推动市政道路工程质量的整体提升。

[关键词]市政道路;路基路面;压实技术;质量控制;施工规范

DOI: 10.33142/ec.v8i8.17798

中图分类号: U291

文献标识码: A

Research on Roadbed and Pavement Compaction Technology in Municipal Road Construction

WANG Xiao

Taiyuan Municipal Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: As the core component of urban transportation network, the engineering quality of municipal roads directly affects the traffic efficiency, safety and stability of urban transportation. As a key link in municipal road construction, roadbed and pavement compaction technology can significantly improve the bearing capacity, deformation resistance, and durability of road structures, effectively reducing early diseases after road construction. The article focuses on the research of roadbed and pavement compaction technology in municipal road construction. Firstly, the main factors affecting compaction effect are analyzed, including material characteristics, selection of compaction machinery, control of compaction parameters, and construction environmental conditions; Secondly, the specific technical points and operational specifications for roadbed compaction and compaction of various structural layers (base layer, sub base layer, surface layer) of the pavement were elaborated in detail; Finally, effective measures for compaction quality control were proposed, and the future development trend of compaction technology was discussed, aiming to provide scientific technical reference for municipal road construction practice and promote the overall improvement of municipal road engineering quality.

Keywords: municipal roads; roadbed and pavement; compaction technology; quality control; construction specifications

1 影响市政道路路基路面压实效果的关键因素

路基路面压实效果受多种因素共同影响,若某一环节控制不当,将直接降低压实度,影响道路结构稳定性。以下从材料、机械、参数、环境四个维度,分析影响压实效果的核心因素:

1.1 材料特性: 压实质量的基础前提

路基与路面各结构层的材料类型不同,其物理力学特性(如颗粒级配、含水率、黏聚力、内摩擦角)存在显著差异,直接决定了压实的难易程度与最终效果。

路基填料:市政道路路基填料多为土类材料(如黏性土、砂性土、碎石土),其中砂性土与碎石土因颗粒间黏聚力小、透水性好,压实后强度高、稳定性好,是理想的路基填料;而黏性土因含水率敏感,若含水率过高,压实过程中易出现“弹簧”现象,若含水率过低,则颗粒间难以紧密结合,均无法达到设计压实度。

路面基层材料:基层多采用水泥稳定碎石、石灰稳定土等半刚性材料,此类材料的压实效果与水泥(或石灰)

剂量、集料级配密切相关。若集料级配不合理(如细集料过多或过少),易导致压实后基层出现裂缝或强度不足;若水泥剂量过低,材料黏结能力弱,难以形成整体结构,若剂量过高,则会增加基层的干缩性,引发收缩裂缝。

路面面层材料:沥青混凝土面层的压实效果受沥青标号、集料级配、沥青含量等因素影响。沥青标号过低(黏度大),易导致混合料在压实过程中难以流动,形成空隙率过高;沥青含量过高,则易出现“泛油”现象,影响路面抗滑性能与耐久性。

1.2 压实机械选型: 压实作业的核心工具

压实机械的类型、吨位、工作性能直接决定了压实能量的传递效率,需根据材料类型与结构层厚度合理选型,才能确保压实能量与材料特性相匹配。

压实机械类型:常见的压实机械包括静力压路机、振动压路机、轮胎压路机等。静力压路机(如光轮压路机)依靠自身重量产生的静压力压实材料,适用于黏性土路基或路面基层的预压;振动压路机通过高频振动使材料颗粒

重新排列,压实效率高、深度大,适用于砂性土、碎石土路基及沥青混凝土面层的主压;轮胎压路机依靠轮胎的弹性变形与揉搓作用,能有效消除材料颗粒间的空隙,适用于沥青混凝土面层的终压,可提升路面的平整度与密实度。

机械吨位与振幅:压实机械的吨位需与结构层厚度相匹配,若结构层较厚(如路基填土厚度超过30cm),需选用大吨位振动压路机(如20t以上),以确保压实能量传递至深层;若结构层较薄(如沥青面层厚度小于5cm),则需选用小吨位振动压路机(如10~15t),避免因吨位过大导致面层出现推移或裂缝。此外,振动压路机的振幅需根据材料类型调整,对砂性土等颗粒材料,可选用较大振幅(2~3mm),增强颗粒振动效果;对黏性土或沥青混合料,需选用较小振幅(1~2mm),防止材料结构破坏。

1.3 压实参数控制: 压实工艺的关键环节

压实参数(包括压实遍数、压实速度、压实顺序)是压实作业的核心控制指标,需通过现场试验确定最优参数组合,避免因参数不合理导致压实不足或过度压实。

压实遍数:压实遍数过少,材料颗粒无法充分紧密排列,压实度不足;遍数过多,不仅增加施工成本与工期,还可能导致材料结构破坏(如沥青混合料过度压实易出现泛油,半刚性基层过度压实易出现裂缝)。通常情况下,路基填料的压实遍数为6~8遍,沥青混凝土面层的压实遍数为3~5遍(初压1遍、复压2~3遍、终压1遍),具体需通过现场压实试验确定。

压实速度:压实速度过快,压路机与材料接触时间短,压实能量传递不充分,易导致压实度不均匀;速度过慢,虽能提升压实效果,但会降低施工效率,影响工期。一般而言,振动压路机的压实速度控制在2~4km/h,静力压路机控制在1.5~3km/h,轮胎压路机控制在3~5km/h。

压实顺序:合理的压实顺序可确保压实均匀性,避免出现局部压实不足。通常遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中、先低后高”的原则:路基压实先采用轻型压路机预压,再用重型压路机主压;路面压实先从道路两侧(边缘)向中间压实,避免中间材料向两侧推移;对有横坡的道路,先从低侧坡向高侧坡压实,确保压实度均匀。

1.4 施工环境条件: 压实效果的外部影响

市政道路施工多在城市建成区进行,环境条件(如温度、湿度、地下管线)对压实效果的影响不可忽视。

温度:温度对沥青混凝土面层的压实效果影响最为显著。沥青混合料的最佳压实温度范围为120~160℃(不同沥青标号略有差异),若温度过高,混合料易出现推移、泛油;若温度过低,混合料黏度增大,难以压实,易形成空隙率过高。此外,冬季施工时,路基土易受冻,含水率升高,压实后易出现冻胀沉降;夏季高温时,路基土含水率易蒸发,需及时洒水保湿,确保压实效果。

湿度:雨天或地下水位较高时,路基土含水率易超标,

压实过程中易出现“弹簧”现象,需采取排水、晾晒或换填等措施降低含水率;路面基层施工时,若环境湿度过大,水泥稳定碎石的水化反应易受影响,需及时覆盖养护,防止基层强度不足。

地下管线:市政道路下方多铺设给排水、燃气、电力等地下管线,管线周边的路基压实需特别注意,避免压路机直接碾压管线导致损坏。通常采用小型夯实机械(如冲击夯、平板夯)对管线周边30cm范围内的路基进行分层夯实,确保压实度达标。

2 市政道路路基路面压实技术要点

根据路基与路面各结构层的材料特性与功能要求,需针对性采用不同的压实技术,确保各结构层的压实质量满足设计标准。以下分别阐述路基、基层、面层的压实技术要点:

2.1 路基压实技术要点

路基是市政道路的承载基础,其压实质量直接决定道路的整体稳定性,需严格按照“分层填筑、分层压实”的原则进行施工,具体技术要点如下:

填料选择与处理:优先选用级配良好的砂性土、碎石土作为路基填料,禁止使用淤泥、腐殖土、冻土等劣质填料。对黏性土填料,需通过试验确定最佳含水率(通常为最优含水率 $\pm 2\%$),若含水率过高,采用晾晒、掺加石灰(或水泥)等措施降低含水率;若含水率过低,需洒水湿润,确保填料含水率达到最佳压实状态。

分层填筑厚度控制:路基填筑分层厚度需根据压实机械类型确定,采用重型振动压路机(20t以上)时,分层厚度控制在30~40cm;采用轻型压路机(10~15t)时,分层厚度控制在20~30cm。每层填筑前需在路基两侧设置标高控制桩,标注分层厚度,确保填筑厚度均匀。

压实机械组合与操作:路基压实采用“轻型预压→重型主压→轻型收压”的机械组合方式。首先采用轻型静力压路机(8~10t)进行预压,平整填料表面,消除局部高低差;然后采用重型振动压路机(20~25t)进行主压,振动频率控制在25~30Hz,振幅控制在2~3mm,碾压次数为4~6遍,确保深层填料充分压实;最后采用轻型压路机(8~10t)进行收压,消除主压产生的轮迹,提升路基表面平整度。

特殊部位压实处理:对路基边坡、桥台背、涵洞两侧等特殊部位,因压路机难以直接碾压,需采用小型夯实机械(如冲击夯)进行分层夯实,分层厚度控制在15~20cm,压实遍数为8~10遍,确保特殊部位的压实度与路基主体一致,避免出现桥头跳车、涵洞周边沉降等问题。

2.2 路面基层压实技术要点

路面基层位于路基与面层之间,主要起承载、扩散荷载的作用,多采用半刚性材料(如水泥稳定碎石、石灰稳定土),其压实技术要点如下:

材料拌和与摊铺:水泥稳定碎石基层采用集中厂拌方式拌和,确保水泥剂量、集料级配、含水率均匀;摊铺采用摊铺机分层摊铺,摊铺厚度根据设计厚度确定(通常为15~25cm),摊铺速度控制在1~2m/min,避免因速度过快导致摊铺厚度不均匀。

压实时机控制:半刚性基层材料的压实需在水泥初凝前完成(通常为拌和后3~4h内),若压实过晚,水泥已发生水化反应,材料强度上升,难以压实,易出现裂缝。因此,需合理安排拌和、运输、摊铺、压实的工序衔接,缩短从拌和到压实的时间间隔。

压实机械与参数选择:基层压实优先选用重型振动压路机(20~22t),振动频率控制在20~25Hz,振幅控制在1.5~2mm。压实顺序遵循“先轻后重、先边后中”,初压采用轻型压路机(10~12t)碾压1~2遍,复压采用重型振动压路机碾压3~4遍,终压采用静力压路机碾压1~2遍,消除轮迹。压实过程中需及时检测压实度,若未达到设计要求,需增加压实遍数(最多不超过8遍),避免过度压实。

压实后养护:基层压实完成后,需及时覆盖土工布或洒水养护,养护时间不少于7d(水泥稳定碎石基层)或14d(石灰稳定土基层),养护期间禁止车辆通行,防止基层表面损坏,确保基层强度稳步增长。

2.3 路面面层压实技术要点

路面面层直接承受车辆荷载与环境作用,需具备良好的平整度、抗滑性与耐久性,沥青混凝土面层的压实技术要点如下:

混合料温度控制:沥青混凝土面层的压实需严格控制混合料的温度,初压温度不低于130°C(普通沥青),复压温度不低于110°C,终压温度不低于80°C。混合料运输过程中需采用保温篷布覆盖,减少温度损失;摊铺过程中需检测混合料到场温度,若温度低于规定值,禁止使用。

压实机械组合与操作:沥青面层压实采用“初压→复压→终压”的三段式压实工艺,机械组合通常为“双钢轮振动压路机(初压+复压)+轮胎压路机(复压)+双钢轮静力压路机(终压)”。

初压:采用双钢轮振动压路机(10~12t)进行,振动频率控制在30~35Hz,振幅控制在1~1.5mm,碾压速度2~3km/h,碾压1遍,目的是稳定混合料,防止后续碾压出现推移。

复压:采用轮胎压路机(20~25t)与双钢轮振动压路机组合碾压,轮胎压路机依靠揉搓作用消除空隙,双钢轮振动压路机进一步提升压实度,碾压次数为2~3遍,速度3~4km/h,确保面层压实度达到设计要求(通常不低于96%)。

终压:采用双钢轮静力压路机(10~12t)碾压1遍,速度4~5km/h,消除复压产生的轮迹,提升路面平整度。

特殊部位压实处理:对路面边缘、检查井周边、交叉

口等压路机难以碾压的部位,采用小型振动压路机(5~8t)或手扶式压路机进行压实,确保这些部位的压实度与路面主体一致,避免出现局部破损。

3 路基路面压实质量控制措施

为确保市政道路路基路面压实质量达标,需建立“事前预防、事中控制、事后检测”的全过程质量控制体系,具体措施如下:

3.1 事前预防:明确质量标准与技术看案

制定专项压实方案:施工前根据工程地质条件、材料类型、机械配置等,编制专项压实技术方案,明确各结构层的压实机械选型、压实参数(遍数、速度、温度)、质量标准及检测方法,经监理单位审批后实施。

现场压实试验:在正式施工前,选择代表性路段(长度不小于100m)进行现场压实试验,通过调整压实遍数、速度、含水率等参数,确定最优压实工艺,并以此作为后续施工的依据。例如,对路基填料,通过试验确定最佳含水率与最大干密度;对沥青混合料,通过试验确定最佳压实温度与压实遍数。

人员培训与技术交底:对压实作业人员进行专项培训,使其熟悉压实机械的操作规范、压实技术要点及质量标准;施工前召开技术交底会,向作业人员明确各环节的控制要求,确保施工过程按方案执行。

3.2 事中控制:加强施工过程动态监测

实时参数监控:施工过程中安排专人对压实参数进行实时监控,包括压实机械的型号、吨位、振动频率、压实速度、压实遍数,以及材料的含水率(路基)、温度(沥青面层)等,确保参数符合方案要求。对沥青面层,采用红外测温仪实时监测混合料温度,若温度低于规定值,立即停止压实,待温度回升后再继续。

过程质量检测:每层压实完成后,及时进行质量检测,检测项目包括压实度、平整度、厚度等。压实度检测采用环刀法(路基土)、灌砂法(基层、路基碎石土)或钻芯法(沥青面层),检测频率为每1000m²不少于3点;平整度检测采用3m直尺(基层)或连续式平整度仪(面层),确保平整度符合设计标准(市政道路面层平整度通常要求≤3mm/3m);厚度检测采用钻芯法或超声波厚度仪,确保结构层厚度偏差在允许范围内(通常为+10mm、-5mm)。

3.3 事后验收:确保整体质量达标

分部工程验收:路基、基层、面层施工完成后,分别进行分部工程验收,验收内容包括外观质量、实测项目、资料完整性等。外观质量需检查有无裂缝、沉降、推移等病害;实测项目需确保压实度、平整度、厚度等指标全部合格;资料完整性需检查施工记录、检测报告、隐蔽工程验收记录等是否齐全。

竣工验收:市政道路整体施工完成后,组织竣工验收,邀请建设、设计、监理、勘察等单位参与,对道路的压实

质量、通行性能、外观质量等进行全面验收。验收合格后，方可交付使用；若验收不合格，需制定整改方案，限期整改，整改完成后重新验收，直至合格。

4 结语

市政道路路基路面压实技术是决定道路工程质量与使用寿命的关键环节，其受材料特性、压实机械选型、压实参数控制、施工环境条件等多因素综合影响。本文的研究成果可为市政道路施工企业提供切实可行的技术参考，助力解决施工中面临的压实质量问题。后续研究可进一步结合具体工程案例，开展智能化压实技术的现场应用验证，以及绿色化压实技术的经济性分析，推动压实技术在市政道路工程中的广泛应用。

[参考文献]

- [1]倪金发.市政道路施工中路基路面压实技术与应用研究[J].模型世界,2025(18):25-27.
 - [2]郑楚兵.关于市政道路施工中路基路面压实技术的运用探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2025(4):181-183.
 - [3]朱斌露.市政道路施工中路基路面压实技术[C].人工智能与经济工程发展学术研讨会:论文集,2025.
 - [4]徐钉.市政道路施工中路基路面压实技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(3):36-38.
- 作者简介：王泉（1996.11—），性别：男，学历：本科，毕业院校：太原科技大学，所学专业：交通工程，目前职称：助理工程师。