

# 影响市政道路路基压实施工质量的因素分析

叶颂荣

440682\*\*\*\*\*4312

**摘要:** 路基压实是市政道路施工的关键环节,其质量直接关系到道路的整体强度、稳定性和使用寿命。本文系统分析了影响市政道路路基压实施工质量的主要因素,涵盖填料特性、含水量控制、压实机械选择与组合、压实工艺参数、基底处理质量以及施工环境条件等六个方面。研究表明,路基压实效果是内因与外因共同作用的结果,各因素之间相互关联、相互影响。文章还针对各类影响因素提出了相应的质量控制要点,为市政道路路基压实施工提供理论参考和实践指导。

**关键词:** 市政道路; 路基压实; 质量控制; 影响因素; 含水量

**DOI:** 10.69979/3029-2727.26.04.010

## 引言

市政道路作为城市基础设施的骨架,其工程质量直接关系到城市功能的正常发挥和居民出行的安全舒适。在道路工程结构中,路基是路面的基础,承担着由路面传来的行车荷载,并将其扩散分布于地基土层。因此,路基必须具备足够的强度、稳定性和耐久性,而这些性能的达成在很大程度上依赖于路基的压实质量。

路基压实是通过机械外力使路基填料颗粒重新排列,减少孔隙率,增加密实度的工艺过程。其本质在于压实使土颗粒重新组合,彼此挤紧,孔隙减少,土的单位重量提高,形成密实的整体,内摩阻力和粘聚力大大增加,从而使土基强度增加、稳定性增强。然而,在市政道路工程建设实践中,路基压实不足或质量控制不严的现象时有发生,导致路面出现不均匀沉降、早期开裂、车辙等病害,严重影响道路的使用寿命和服务水平。因此,深入分析影响市政道路路基压实施工质量的各种因素,探索相应的控制措施,对于提高市政道路工程质量具有重要的理论价值和实践意义。

## 1 影响路基压实质量的主要因素分析

### 1.1 填料特性的影响

填料是路基压实的物质基础,其物理力学性质直接影响压实效果。不同土质具有不同的压实特性,这主要体现在颗粒组成、矿物成分、塑性指数等方面的差异。

从颗粒组成来看,粗粒土与细粒土的压实特性明显不同。砂性土颗粒粗、呈松散状,内摩阻力大,但透水性强,水分易于散失,故最佳含水量对其影响相对较小。粘性土则由于颗粒细、比表面积大,土粒表面的水膜厚,加之含有亲水性较高的胶体物质,其最佳含水量较高而

最大干密度较低。试验表明,一般塑性土的最佳含水量(按轻型击实标准)大致相当于该种土液限含水量的0.58~0.62倍,平均约0.6倍<sup>[1]</sup>。

填料中若含有有机物质,将对压实质量产生不利影响。当路床土层内含有树根、杂草、垃圾等有机物质时,这些物质在长期潮湿状态下会腐烂,形成土体中的空洞,失去对路面结构层的支承力,导致路面结构沉陷变形。因此,规范明确规定不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥、冻土块或盐渍土作为路基填料,填土内不得有草、树根等杂物。

此外,填料的粒径大小及级配也影响压实效果。粒径过大的土块难以破碎,在压实过程中易形成局部松散或架空,影响压实均匀性。规范要求粒径超过100mm的土块应打碎,以保证压实质量。

### 1.2 含水量的影响与控制

含水量是影响路基压实效果的最敏感因素之一。在同等压实功下,土的干密度随含水量变化呈现规律性变化:一定含水量以下,土的干密度随着含水量增加而提高,这主要是由于水在土颗粒之间起润滑作用,使得土粒间摩阻力减小,外力施加后,孔隙减小,土粒挤紧,干密度提高;干密度至最大值后,含水量再继续增大,土粒孔隙为过多水分占据,而水一般不为外力所压缩,因而土的干密度随含水量增加反而降低。这个使干密度达到最大值所对应的含水量,即为最佳含水量。

当土含水量过小时,土粒间内摩阻力大,难以挤紧,压实效果不佳,表现为土体松散、难以成型。当含水量过大时,土粒受到水的润滑作用,内摩擦力降低,在相同压实功作用下干密度有所增加,但若超过最佳含水量

过多,孔隙中充满的水分因不可压缩而阻止土粒进一步靠拢,反而使干密度下降。更严重的是,过湿土体会在碾压时出现“弹簧”现象,即土层发生弹软变形,无法达到要求的压实度。

在市政道路施工实践中,含水量控制往往面临诸多挑战。雨季施工时,雨水浸入路床松土层,使含水量增大;地下水位过高或浅层滞水渗入路床土层,也会导致含水量超标;干燥季节水分蒸发快,土层干燥,若不采取洒水措施,同样难以达到压实要求。因此,施工过程中必须动态监测填料含水量,使其接近最佳含水量。当含水量过大时,应采取晾晒风干或换土措施;当含水量过小时,需均匀洒水至接近最佳含水量方可碾压。

### 1.3 压实机械与压实功的影响

压实机械是提供压实功的载体,其类型、吨位和工作参数直接影响压实效果。压实机具按作用原理可分为静力式、夯击式和振动式三大类。不同类型的压实机具,其压力传布作用深度不同,压实效果也有差异。通常夯击式作用深度最大,振动式次之,静力碾压式最浅<sup>[2]</sup>。

静力光面压路机依靠自身重量产生静压力,使土体产生永久变形而密实。其优点是压实表面平整,适用于各种填料的预压整平和最终收面,但压实深度有限。重型光轮压路机(18~21t)适用于细粒土、砂类土和砾石土。羊足碾通过羊足对土体的戳入和挤压作用,能将压实力传递到较深层,特别适用于粘性土的压实。振动压路机具有滚压和振动的双重作用,连续高频冲击荷载使土壤颗粒发生高频振动,消除颗粒间内摩擦力,配合静压力使小颗粒挤入大颗粒间隙,排出空气和水分,适用于砂类土、砾石土和巨粒土,但对细粒土的压实效果相对较差。

压实功的大小取决于压路机吨位、碾压遍数和碾压速度。通常对同一种土,随着压实功的增大,最佳含水量会随之减小而最大干密度随之增加。因此,增大压实功是提高土基密实度的有效方法。然而这种方法存在一定局限性,因为压实功增加到一定程度后,土的密度增长逐渐趋于平缓,继续增加遍数不仅效率低下,还可能造成土体剪力破坏或表面翻松。因此最经济的办法是严格控制工地现场含水量,使碾压在接近最佳含水量时进行,这样便能容易地达到规定的压实度。

### 1.4 压实工艺参数的影响

压实工艺参数包括碾压层厚度、速度、遍数、顺序等,合理确定这些参数对保证压实质量至关重要。

碾压层厚度影响压实效果,压实作用随深度增加而衰减。铺层过厚,下层土压实度不足;过薄则影响效率且易土层分离。通常,夯击不超20cm,8-12t光面碾不超20-30cm,施工中每层松铺厚度不超30cm,路床顶面最后一层最小压实厚度不小于8cm<sup>[3]</sup>。

碾压速度直接影响有效压实时间,压实作用时间越长,土密实度越高,但增长幅度会渐小。因此,压实机具应低速行驶以积累能量,达到预期效果。一般碾压速度控制在2-4km/h,振动碾压宜用低速。

碾压遍数以达到设计压实度为准,过少无法使土体充分密实,过多则浪费机械和能源。合理的碾压遍数应通过试验段确定技术参数来指导生产。

碾压顺序遵循“先边缘后中间、先慢后快、先轻后重”原则。先轻后重可避免表面裂缝,先慢后快利于土体变形,先边缘后中间可防止侧向挤出。有超高的弯道路段应先低后高,保证压实均匀。碾压时轮迹重叠0.4-0.5m,确保无漏压、无死角。

### 1.5 基底处理与作业面的影响

基底处理是路基压实的首要工序,其质量直接影响上部填筑层的压实效果和路基的整体稳定性。若基底处理不到位,即使上层压实良好,也难以避免不均匀沉降的发生。

基底处理的核心内容包括原地表清理、软弱层处理、台阶开挖等。施工前应排除地面积水,清除树根、杂草、淤泥等,妥善处理坟坑井穴,并分层填实。当路堤填土高度小于80cm时,对原地表面清理与挖除后,应将表层翻松30cm,然后平整压实后再填筑;当路堤填土高度大于80cm时,对原地表面清理与挖除后,将路堤基底整平处理并在填筑前进行碾压。

对于地面横坡较陡的情况,必须采取防滑移措施。当地面坡度陡于1:5时,需修成台阶形式,每层台阶高度不大于300mm,宽度不小于1.0m,台阶顶面应向内倾斜。这样可增加新旧填土的接触面积,提高抗滑移能力。

作业面的平整度也影响压实均匀性。不控制土路床的平整度,虽经碾压,但凹凸部分的峰、谷长度小于碾轮接触面,形成“疙瘩坑”表面,会导致密实度不均匀——突起部分密实度高,低洼部分密实度差,这种状况会反射到路面结构层上来,造成路面结构层的密实度和强度也不均匀。因此,碾压前应用平地机按照试验段测定的松铺系数摊平,保持每一土层的填筑保持一定的路

拱,以确保施工期内路基的排水通畅<sup>[4]</sup>。

此外,路基边缘往往是压实的薄弱环节。由于压路机难以驶至边缘,或者边线控制不准,常常出现碾压宽度不足的问题。规范要求每层填土应超过相应标高下路基宽度,每侧至少宽出50cm,以保证路基边缘的压实度满足要求-7。对于检查井周围、雨水支管等大型压实机械无法作业的部位,应采用小型夯实机具或石灰土等材料专门处理。

### 1.6 环境因素与施工条件的影响

市政道路路基施工多为露天作业,受气象、水文等环境因素影响,这些因素是压实质量波动根源。气温与蒸发影响在干燥季节突出,高温使水分蒸发快,填料含水量易低于最佳值,不及时补水会“干碾压”致压实度不足,盛夏水分蒸发速率达每小时1%-2%,项目部应根据天气调整计划,必要时洒水、覆盖。降雨与地下水使含水量增大,雨季雨水浸入路床松土层、地下水位高或浅层滞水渗入路床土层,都会使含水量超标,过湿土质可降低压实度标准2%-3%控制,或掺加生石灰改善填料性质。施工场地限制是市政道路与公路工程显著区别,市政道路施工场地狭小、周边建筑密集、地下管线多,大型机械作业受限,压实机具选择要兼顾通过性和压实效果,必要时用小型机具配合大型机械;管线沟槽回填空间狭窄,应用中粗砂或石灰土等易夯实材料并分层夯实。

## 2 路基压实质量控制的关键要点

基于上述影响因素分析,市政道路路基压实施工质量控制应把握以下关键要点:

做好试验段。在路基填筑前,应选择有代表性的路段作为试验段,通过试验确定土的松铺系数、达到不同压实要求所需的压实遍数、设备的最佳组合、每台班最大完成工作量等技术参数,用以指导后续施工。试验段是连接室内试验与现场施工的桥梁,对于保证压实质量具有不可替代的作用。

控制填料质量与含水量。严格把关填料来源,不得使用腐殖土、生活垃圾土、淤泥等不合格材料。在摊铺碾压过程中,应动态监测填料含水量,使其接近最佳含水量。当含水量过大时,应摊开晾晒;含水量过小时,需均匀洒水。工地含水量的检查常采用酒精燃烧法和烘

干法,快速准确的检测是及时调整的基础。

规范碾压作业。严格按照确定的松铺厚度摊铺,保持表面平整,形成路拱。碾压时遵循先轻后重、先慢后快、先边缘后中间的原则,控制碾压速度,保证轮迹重叠,不得漏压。对边角、检查井周围等特殊部位,辅以小小型机具夯实处理。

加强压实度检测。压实度是路基压实的核心控制指标,应与弯沉值共同作为主控项目进行验收。检测频率应满足规范要求,取样位置应是随机的,对存在疑问的地方应补检或多检。压实度不足时应认真分析原因,采取补压、换填或调整含水量等补救措施,直至达到设计要求。干密度通常采用环刀法、灌砂法、水袋法和核子密度仪等方法测定,各种方法有其适用条件和精度范围,应根据实际情况合理选用。

## 3 结语

市政道路路基压实质量受多重因素综合影响,这些因素相互作用、相互制约,形成一个复杂的系统工程。填料特性是基础,决定了压实的难易程度和潜在效果;含水量是关键,敏感地影响着压实过程的即时效果;压实机械和工艺是手段,决定着压实功能否有效传递给土体;基底处理和作业面是前提,为均匀压实创造条件;环境条件是变数,增加了质量控制的复杂性和不确定性。

提高路基压实施工质量,必须树立系统思维,在充分理解压实机理的基础上,把握各因素之间的内在联系,采取针对性的控制措施。从施工准备到过程控制,从填料选择到碾压作业,每一环节都不可偏废。同时,应注重试验先行,通过试验段确定合理的工艺参数,避免经验主义和盲目施工。

### 参考文献

- [1]刘成武.市政道路机械化施工中的路基压实质量控制[J].建筑机械化,2026,47(02):161-164.
- [2]汪雷.市政道路施工中智能压实技术的应用分析[J].山西建筑,2026,52(05):112-115.
- [3]魏育青.市政道路路基压实度的检测方法分析及控制要点[J].散装水泥,2025,(06):248-250.
- [4]赵蕾蕾.基于多特征融合的市政道路路基压实度检测[J].交通科技与管理,2025,6(20):115-117.