

# 道路工程路基土石方计量中虚方与实方换算误差分析

蒋思毅 吴泽斌 丁倩 解立远 魏慧荣

成都理工大学工程技术学院 四川 乐山 614000

**【摘要】**：道路工程路基施工中，土石方工程量计量普遍采用虚方与实方换算方式，但在实际操作中易产生不同程度的误差，直接影响工程造价控制与合同结算结果。围绕虚实方换算误差问题，从土体物理特性、施工压实过程及计量方法等方面入手，对误差形成机理进行分析，梳理常见误差类型及其变化规律，并结合工程实践探讨误差控制思路。研究表明，通过合理确定换算系数、规范计量流程并加强施工过程管理，可有效降低虚实方换算误差，为道路工程路基土石方计量的科学性和合理性提供参考。

**【关键词】**：道路工程；路基土石方；虚方实方；换算误差；计量控制

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.093

## 引言

在道路工程建设中，路基土石方工程量通常占据较大比重，其计量结果直接关系到工程投资控制和施工管理的合理性。虚方与实方作为土石方计量中常用的两种表达方式，需通过换算实现统一，但在不同地质条件和施工工艺下，换算结果往往存在明显偏差。换算误差的积累不仅影响工程结算的准确性，也容易引发管理与技术层面的争议。围绕这一问题，对虚实方换算误差进行系统分析，有助于理清误差来源并明确控制路径，为后续研究和工程实践奠定基础。

## 1 虚实方换算误差的形成机理

虚方与实方换算误差的形成，与路基土石方在开挖、运输、摊铺及压实全过程中的物理状态变化密切相关<sup>[1]</sup>。土体在天然状态下具有一定孔隙比和含水量，开挖后结构被破坏，颗粒重新排列，体积随之发生膨胀，形成虚方状态。在随后的填筑与压实过程中，外力作用使土颗粒趋于密实，孔隙体积减小，最终形成实方体积。这一体积变化并非固定比例，而是受土质类别、颗粒级配及天然密实度影响，不同土石材料在松散与压实过程中的体积变化差异明显，为换算误差的产生奠定了基础。

施工工艺对虚实方换算误差具有显著影响。碾压机械类型、压实遍数及压实控制指标不同，会导致路基实际密实程度存在偏差。当压实度未达到设计要求时，实方体积被低估，换算结果偏小；反之，在过度碾压或重复施工条件下，土体密度异常增大，实方体积可能偏大。此外，填筑分层厚度控制不均、施工组织不连续等情况，也会使土体压实效果产生空间差异，增加虚实方换算的不确定性。

计量方式和参数选取同样是误差形成的重要因素。工程中

常采用经验换算系数对虚方与实方进行折算，但该系数多基于典型条件或既往工程经验，难以全面反映现场实际情况。当土源发生变化或施工条件调整时，原有换算系数仍被沿用，容易造成系统性偏差。同时，测量基准面选取、断面测量精度及计算方法差异，也会在计量过程中引入附加误差，使换算结果偏离真实工程量。自然条件变化进一步放大了虚实方换算误差。降雨、地下水位变化会改变土体含水量，进而影响压实特性和体积稳定性。含水量偏高时，压实过程中孔隙水难以排出，土体表现体积增大；含水量偏低则不利于颗粒重新排列，密实度难以达到设计水平。这种随时间变化的物理特性，使虚实方之间的体积关系呈现动态特征，加大了换算精度控制难度。

## 2 虚实方换算误差的控制路径

虚实方换算误差的控制应贯穿路基土石方工程的全过程，其中基础环节在于对土石材料工程特性的准确把握。通过现场取样试验获取天然密度、最大干密度、最佳含水量及压缩系数等参数，可为换算系数的合理确定提供数据支撑<sup>[2]</sup>。不同填料在松散、填筑及压实状态下体积变化规律存在差异，依托试验成果对土石类别进行分区管理，有助于避免统一系数带来的系统性偏差，使虚实方换算更贴合实际工程条件。施工过程的精细化管理是控制换算误差的重要路径。填筑作业中对分层厚度、碾压机械组合及压实遍数的严格控制，能够有效提升压实均匀性，减少实方体积在空间上的波动。通过对压实度、干密度等关键指标的过程检测，及时调整施工参数，可防止局部欠压或过压现象的发生，从而降低因密实程度差异引起的换算偏差。施工连续性的保障同样关键，避免因停工或重复作业导致土体结构发生二次扰动，使体积变化更加稳定可控。

论文来源：成都理工大学工程技术学院 2025-2027 年度教学改革研究项目。

项目名称：《道桥工程计量与计价“真项目贯穿、全过程模拟”项目化教学改革与实践》。

项目编号：2025-JYJG-0137，

项目负责人：解立远

计量方法的规范化对虚实方换算误差控制具有直接影响。断面测量过程中,测点布置密度、测量精度及计算模型的统一,有助于减少人为操作差异带来的误差。采用数字化测量技术对填筑前后地形进行对比分析,可提高体积计算的客观性和准确性。同时,在计量过程中将施工阶段与计量节点相结合,确保虚方测量与实方确认处于相对稳定状态,避免因时间差造成土体状态变化而影响换算结果。换算系数的动态调整是误差控制的重要技术手段。随着施工推进,土源条件、施工设备及气候环境可能发生变化,原有换算系数不再适用时,应结合现场检测结果及时修正。通过建立换算系数与压实指标之间的对应关系,可使虚实方折算更加具有针对性。将试验数据、施工参数与计量结果进行综合分析,有助于形成具有工程适应性的换算控制体系,减少经验性判断带来的不确定性。

自然条件的影响需要在控制路径中予以充分考虑。施工期间对含水量变化的实时监控,可为填筑和压实工艺调整提供依据。在含水量偏离最佳范围时,通过翻晒、洒水等技术措施改善土体状态,有助于稳定压实效果,降低体积变化幅度。对雨季施工条件下的土石方作业进行针对性安排,减少水分波动对虚实方关系的干扰,使换算结果保持相对稳定。管理层面的协同同样是控制换算误差的重要组成部分。技术、施工与计量环节之间的信息共享,有助于形成闭环管理机制。通过将试验成果、施工记录及计量数据进行系统整合,可及时发现虚实方换算中存在的偏差趋势,并进行针对性调整。这种以数据为基础的管理方式,有利于提升换算精度控制的整体水平,使路基土石方计量更加符合工程实际。

### 3 虚实方换算精度提升的综合思路

虚实方换算精度的提升依赖于技术手段、管理措施与工程实践的协同作用,其核心在于构建与施工实际高度匹配的计量

控制体系。在路基土石方施工中,通过将室内试验成果、现场检测数据与施工参数进行系统整合,可形成多维度的体积变化认知基础,使虚方与实方之间的对应关系更加清晰<sup>[1]</sup>。基于不同填料压实特性的差异化管理方式,有助于减少换算过程中因材料属性混合而产生的偏差,使换算结果更具针对性和稳定性。信息化技术的引入为换算精度提升提供了新的支撑条件。利用三维地形建模与数字测量成果对填筑前后地貌变化进行对比分析,可直观反映土石方体积变化情况,降低人工计算带来的不确定性。施工过程中实时采集压实度、含水量及碾压参数等关键数据,并与计量结果进行关联分析,有助于及时发现虚实方关系异常,使换算调整具有数据依据,从而提升计量结果的可信度。

制度层面的完善同样对精度提升具有积极影响。通过明确虚实方计量的技术流程与控制要求,将换算系数的确定、调整及复核纳入统一管理框架,可减少因操作随意性引起的误差。技术交底与过程记录的规范化,使施工行为与计量结果之间建立可追溯关系,有利于维持换算精度的长期稳定。工程实践中对施工环境变化的主动应对,是提升换算精度的重要补充。针对气候条件变化对土体状态的影响,通过施工组织调整和技术措施优化,使压实效果保持相对一致,降低体积波动幅度。

### 4 结语

围绕道路工程路基土石方计量中虚实方换算问题,从误差形成机理、控制路径及精度提升思路等方面展开分析,可以看出虚实方换算并非单一技术问题,而是受材料特性、施工工艺、计量方法及管理水平共同影响的综合过程。通过强化参数获取的针对性、施工与计量的协同性以及数据支撑的完整性,虚实方换算结果能够更加贴近工程实际,为路基土石方计量的合理性与稳定性提供可靠支撑。

### 参考文献:

- [1] 刘韶春.道路工程土石方路基与沥青路面施工技术要点[J].四川建材,2025,51(02):146-148+155.
- [2] 段霞霞.道路工程路基土石方常用施工技术[J].四川建材,2023,49(07):88-90.
- [3] 张立飞.道路工程路基土石方常用施工技术[J].黑龙江交通科技,2022,45(05):56-58.