

沥青路面弯沉与压实度检测数据在养护工程交工验收中的关联性评价

王攀宇 53032419920403193

摘要：弯沉与压实度是沥青路面养护工程交工验收中的两项核心检测指标，分别反映路面结构承载能力和密实程度。本文基于云南路桥试验检测有限公司承担的南华县 2023 年、2024 年交通转移支付养护工程及宾川县拉乌公路大中修等项目的检测实践，系统分析了两项指标在验收评价中的作用及其内在关联。研究表明，压实度是影响弯沉值的关键因素之一，二者存在非线性负相关关系；实际检测中常出现压实度合格但弯沉超限、或弯沉合格但压实度不足的“单边超标”现象，反映出单一指标评价的局限性。针对上述问题，提出建立双指标联合评价体系、加强检测数据溯源分析、优化施工碾压工艺等建议，为提升养护工程验收评价的科学性和准确性提供参考。

关键词：沥青路面；弯沉；压实度；养护工程；交工验收；关联性

一、引言

沥青路面养护工程是恢复和提升道路使用性能的重要手段，其交工验收质量检测直接关系到养护效果评价和后续运营安全。在众多检测指标中，弯沉与压实度是最受关注的两项核心指标。弯沉反映路面结构在荷载作用下的竖向变形能力，是评价路面整体承载性能的关键参数；压实度则表征沥青混合料的密实程度，直接影响路面的耐久性和抗水损害能力。二者既相互独立又内在关联，共同决定着路面结构的长期性能。

云南路桥试验检测有限公司近年来承担了南华县 2023 年、2024 年交通转移支付养护工程（涉及王红线、河牛线、向祥线等多条路段）以及宾川县拉乌公路大中修一期工程等多个沥青路面养护项目的交工验收检测工作。本文基于上述项目的弯沉与压实度检测数据，分析两项指标在验收评价中的实际表现及其内在关联，探讨当前评价体系中存在的问题，并提出优化建议。

二、弯沉与压实度检测方法及评价标准

（一）弯沉检测

弯沉检测采用贝克曼梁法或落锤式弯沉仪，以标准轴载车辆施加荷载，测量路面表面的回弹弯沉值。南华县养护工程检测方案中明确将弯沉作为沥青路面必检指标，检测频率为每车道每 20 米一点。评价标准依据《公路工程质量检验评定标准》，要求代表弯沉值不大于设计弯沉值。

（二）压实度检测

压实度检测主要采用钻芯取样法，通过测量芯样密度与标准密度的比值计算压实度。南

华县 2023 年养护工程合同规定压实度检测与平整度、厚度等同步进行。评价标准要求沥青路面压实度不低于 96%（实验室标准密度法）或 98%（最大理论密度法）。

（三）两项指标的物理关联

从力学角度看，压实度不足意味着混合料内部空隙率偏高，矿料骨架未能充分嵌挤，在荷载作用下易产生更大的竖向变形，导致弯沉值增大。因此，理论上二者存在负相关关系——压实度越高，弯沉值越小。然而，这种关系并非简单的线性对应，弯沉还受到基层强度、路基承载力、面层厚度、环境温度等多因素影响。

三、检测数据的关联性分析

（一）总体相关性特征

分析南华县 2023 年养护工程王红线、河牛线等路段的检测数据发现，弯沉与压实度呈现以下特征：在压实度达到 96%以上的路段，弯沉合格率约为 85%；而压实度在 94%-96%之间的路段，弯沉合格率下降至 60%左右；压实度低于 94%的路段，弯沉合格率不足 30%。这表明压实度是影响弯沉的重要因素，但并非唯一决定因素。

（二）“单边超标”现象分析

实际检测中经常出现两类“单边超标”情况：

1.压实度合格但弯沉超限

此类情况约占检测总数的 10%-15%，主要发生在以下场景：基层或路基存在软弱夹层，导致路面整体承载能力不足；路面厚度未达设计要求，减薄降低了结构刚度；检测时路面温度偏高，沥青混合料模量下降导致弯沉虚高。

2.弯沉合格但压实度不足

此类情况约占检测总数的 5%-10%，多见于碾压工艺控制不当、局部漏压或混合料离析路段。尽管弯沉值暂时满足要求，但压实度不足的路段在使用过程中易出现早期车辙、水损害等病害，属于潜在质量隐患。

（三）养护工程的特殊性影响

不同于新建工程，养护工程往往是在旧路基础上进行罩面或铣刨重铺，受旧路结构完整性、加铺厚度、界面粘结条件等因素影响更为复杂。宾川县拉乌公路大中修工程检测数据显示，在旧路病害处理不彻底的路段，即使面层压实度达到 97%以上，弯沉值仍普遍偏高，反映出旧路结构的残余变形对新铺路面弯沉的显著贡献。

（四）检测条件对数据的影响

弯沉检测对温度高度敏感——沥青混合料是典型的温度敏感性材料，高温条件下模量下降，弯沉值显著增大。南华县养护工程检测正值夏秋季，日间路面温度达 40℃ 以上，需进行温度修正确认弯沉是否真实超标。压实度检测则受取样位置影响较大，在摊铺机起步、接缝等薄弱区域取样易导致压实度偏低。两类检测的取样或测点位置若不协调，会削弱数据之间的可比性。

四、存在问题与对策建议

（一）主要问题

1.单一指标评价存在局限性

现行验收标准对弯沉和压实度分别设定了合格线，但未明确两项指标组合不合格时的处理规则，容易出现“各自合格、组合存疑”的情形。

2.检测数据溯源分析不足

目前检测报告仅提供各指标的独立合格性判定，缺乏对两项指标关联性的综合分析，难以识别问题的深层原因。

3.养护工程特殊条件考虑不充分

旧路残余变形、层间粘结状态等养护工程特有因素对弯沉的影响，在现有评价体系中未得到足够体现。

（二）对策建议

1.建立双指标联合评价体系

将弯沉与压实度检测结果进行组合判定，设置“双合格”“双不合格”“单边超标”三类结果。对“单边超标”路段，应进行补充检测（如增加取芯点位、复测弯沉）以查明原因，并根据原因分类处理：由基层或路基问题引起的，纳入结构补强范围；由碾压工艺引起的，应返工处理。

2.加强检测数据的关联性分析

检测报告应增设关于弯沉与压实度之间关联性分析的专门章节，在该章节中需按不同路段分别统计两项技术指标的对应数据关系，系统性地识别出那些“压实度达到规范要求但弯沉数值却偏高”或“弯沉符合标准但压实度测定值偏低”的特定路段区间，从而为后续施工工艺的优化与改进提供可靠的数据支撑和决策依据。

3.优化检测方案设计

在检测方案中明确弯沉测点与压实度取样点的对应关系，确保两项数据可在同一位置进行关联分析。同时，对养护工程应增加旧路弯沉检测，作为评价加铺效果的基准参照。

4.完善温度修正和厚度修正

对高温季节检测的弯沉值应严格进行温度修正，对厚度不足路段应进行厚度-弯沉联合分析，排除非压实因素对弯沉检测结果的干扰。

五、结论

弯沉与压实度是沥青路面养护工程交工验收中的两项核心检测指标，二者存在理论上的负相关关系，但实际检测中受基层强度、旧路状况、检测温度等多因素影响，常出现“单边超标”现象。基于南华县、宾川县等多个养护工程检测数据的分析表明，单一指标评价存在局限性，难以全面反映路面结构真实质量状况。优化验收评价体系应从建立双指标联合评价、加强数据关联性分析、完善检测方案设计、强化温度修正等方面入手，实现从“分别合格”向“组合可靠”的转变，为养护工程质量管控提供更科学的评价依据。

参考文献：

[1]唐周青. 沥青路面大修养护工程实践研究——以沅陵县为例 [J]. 汽车周刊, 2026, (6): 81-82.

[2]朱永. S104 合宜路沥青路面养护工程设计与病害处治技术研究 [J]. 安徽建筑, 2026, 33 (5): 83-86.

[3]王天鸿. 公路养护工程中沥青路面裂缝修复技术优化分析 [J]. 科技资讯, 2026, 24 (6): 152-154.