

高速公路改扩建工程中既有路基利用技术研究

张锡林

湖北交投建设集团有限公司 湖北 武汉 430050

【摘要】：随着我国高速公路路网日趋完善，既有高速公路改扩建成为提升路网通行能力、适配交通量增长的重要途径。既有路基作为改扩建工程的核心基础设施，合理利用可有效节约土地资源、降低工程造价、减少生态扰动，同时缩短施工工期。本文结合工程实践，围绕既有路基检测与评价、利用技术分类及工程应用展开研究，分析不同工况下既有路基的利用思路与施工要点，通过工程实例验证技术可行性，为同类高速公路改扩建工程既有路基利用提供技术参考与实践借鉴。

【关键词】：高速公路；改扩建工程；既有路基；利用技术；检测评价

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.046

引言

既有路基经过长期行车荷载作用与自然环境侵蚀，其力学性能、承载能力及稳定性均会发生变化，部分路基可能出现压实度不足、承载力下降、沉降变形等问题，给利用工作带来挑战。当前，既有路基利用的核心难点在于精准掌握其实际性能、制定针对性利用方案，兼顾工程质量与经济性。因此，开展高速公路改扩建工程中既有路基利用技术研究，通过科学检测评价、合理选用利用与加固技术，实现既有路基资源高效利用，具有重要的工程实践价值与经济社会效益，也是推动高速公路改扩建工程绿色化、集约化建设的关键路径。本文结合工程实践，对既有路基利用相关技术进行系统探讨，力求为工程应用提供实用参考。

1 既有路基性能检测与评价

1.1 核心检测项目与方法

结合高速公路路基工作特性，核心检测项目包括压实度、承载力、含水量、沉降特性及病害排查，各项目采用成熟、实用的检测方法，确保检测数据真实可靠，贴合工程实际。压实度是衡量路基密实度的关键指标，直接影响路基承载力与稳定性。检测采用环刀法与核子密度仪法结合，环刀法适用于路基表层土检测，取样深度控制在 0-30cm，每 200m 取样 3 组；核子密度仪法适用于深层土检测，检测深度可达 100cm，可快速获取压实度数据，两种方法相互验证，提升检测准确性。承载力检测针对路基不同深度土层开展，采用重型动力触探法与平板载荷试验结合。重型动力触探法用于初步判定土层承载力，每 100m 检测 1 个断面，每个断面检测 3 个点位；平板载荷试验用于精准测定路基承载力，选取典型路段开展，试验荷载分级施加，记录各级荷载下的沉降量，确定路基极限承载力与容许承载力。

1.2 检测结果评价标准

结合《公路路基施工技术规范》(JTG/T 3610-2019)及高速公路改扩建工程实际，制定既有路基检测结果评价标准，分为合格、基本合格、不合格三个等级，针对不同评价结果制定

对应的利用或处置方案，避免一刀切。具体评价标准见表 1。

表 1 具体评价标准

检测项目	合格标准	基本合格标准	不合格标准
压实度 (%)	≥96 (下路床)、 ≥94 (上路堤)	93-95 (下路床)、 91-93 (上路堤)	<93 (下路床)、<91 (上路堤)
承载力 (kPa)	≥300 (下路床)、 ≥250 (上路堤)	250-299 (下路床)、 200-249 (上路堤)	<250 (下路床)、<200 (上路堤)
含水量 (%)	最佳含水量±2	最佳含水量±3	偏离最佳含水量>±3
沉降稳定性	累计沉降 ≤5mm/月，沉降 速率趋于稳定	累计沉降 5-10mm/月，沉降 速率逐渐减小	累计沉降>10mm/月， 沉降速率无减小趋势
病害情况	无明显病害，局 部微小裂缝可 自行愈合	存在轻微裂缝、 局部沉陷，无发 展趋势	存在严重裂缝、大面 积沉陷或滑坡，病害 持续发展

注：最佳含水量根据路基土种类确定，粉质黏土最佳含水量一般为 12%-15%，砂类土最佳含水量一般为 8%-12%。

1.3 评价流程

既有路基评价遵循“检测取样—数据整理—指标评定—综合评价”的流程，首先完成各核心指标检测，整理检测数据并剔除异常值；然后对照评价标准，对单个指标进行等级评定；最后结合各指标评定结果，开展综合评价，确定既有路基整体利用可行性及后续处置措施。综合评价时，需兼顾各项指标的关联性，例如路基压实度不足可能导致承载力下降，需结合两者结果制定加固方案，避免单一指标评价的局限性。

2 既有路基利用技术

2.1 直接利用技术

直接利用适用于综合评价合格的既有路基，即各项检测指标均满足合格标准，无明显病害，沉降趋于稳定。此类路基无需大规模加固，仅需进行表层处理，确保其与新建路基衔接顺畅，满足改扩建工程设计要求。表层处理核心是清除路基表面

浮土、杂草及杂物,采用压路机进行补充压实,压实度需达到设计要求。补充压实时,选用重型压路机,碾压速度控制在2-4km/h,碾压次数为3-5遍,碾压过程中及时检测压实度,直至达标。同时,对路基边坡进行修整,清理边坡松动土体,补植植被或铺设防护设施,防止边坡冲刷、坍塌。直接利用过程中,需重点关注既有路基与新建路基的衔接问题。衔接处采用台阶式开挖,台阶高度控制在0.5-1.0m,宽度不小于1.0m,开挖后对台阶表面进行压实处理,然后分层铺设填料,分层压实,确保衔接紧密,避免出现沉降差。此外,需设置排水设施,及时排出路基表面积水,防止雨水渗透导致路基含水量升高,影响路基稳定性。

2.2 加固后利用技术

2.2.1 换填加固法

换填加固法适用于路基表层存在软弱土层、压实度严重不足的路段,核心是将不合格的表层土体挖除,换填强度高、稳定性好的填料,分层压实,提升路基表层承载力与密实度。该方法施工简单、成本较低,适用性强,是高速公路改扩建工程中应用最广泛的加固技术之一。施工过程中,首先根据检测结果确定换填深度与范围,换填深度一般为0.5-2.0m,具体结合病害严重程度确定。挖除不合格土体时,采用挖掘机分层开挖,避免超挖或欠挖,开挖后清理基坑,平整基底。换填填料选用级配良好的碎石土、砂砾土或灰土,填料需经过检验,确保其强度、含水量符合要求。换填时分层铺设,每层铺设厚度控制在20-30cm,采用重型压路机碾压密实,压实度达到合格标准后,再进行下一层铺设。换填完成后,对路基表面进行修整,做好排水处理,防止雨水浸泡基底。

2.2.2 注浆加固法

注浆加固法适用于路基深层承载力不足、存在隐蔽病害或无法大面积开挖的路段,核心是通过注浆管将浆液注入路基土体孔隙中,浆液凝固后与土体形成整体,提升路基整体强度与稳定性。该方法施工干扰小,可在不破坏既有路基结构的前提下实现深层加固,适合对通车路段的路基进行加固处理。浆液选用水泥浆或水泥粉煤灰浆液,根据路基土性质调整浆液浓度,确保浆液扩散效果。施工前,进行现场注浆试验,确定注浆压力、注浆量及注浆间距等参数,注浆压力一般控制在0.3-0.8MPa,注浆间距为1.5-2.5m,呈梅花形布置。注浆过程中,采用分段注浆方式,自上而下分段推进,每段注浆完成后,静置一段时间,确保浆液充分凝固。注浆完成后,通过重型动力触探法检测加固效果,直至承载力达到合格标准。

2.2.3 强夯加固法

强夯加固法适用于路基整体压实度不足、沉降不稳定的路段,核心是利用重锤自由下落产生的冲击力,对路基土体进行夯实,提升土体密实度与承载力,减少后续沉降。该方法加固

效果显著,施工效率高,适合大面积路基加固。施工前,根据路基土质及加固要求,确定重锤重量、落距及夯击次数。重锤重量一般为10-20t,落距为3-8m,夯击次数为3-5遍,第一遍夯击采用大落距、少次数,后续夯击逐渐减小落距、增加次数。夯击过程中,及时检测路基沉降量及压实度,根据检测结果调整夯击参数。强夯完成后,对路基表面进行平整压实,避免出现局部凸起或凹陷。需注意,强夯施工可能产生振动,周边有建筑物或通车路段时,需采取减振措施,控制振动影响范围。

2.3 利用过程中沉降控制技术

既有路基利用过程中,沉降控制是关键,若沉降量过大,会导致路面开裂、破损,影响道路使用寿命与行车安全。沉降控制需贯穿检测、加固、施工全过程,结合路基评价结果,采取针对性控制措施。对于沉降稳定的合格路基,重点控制新建路基与既有路基的衔接沉降,通过台阶式衔接、分层压实、设置过渡层等措施,减小衔接处沉降差。过渡层选用级配碎石,铺设厚度为20-30cm,提升衔接部位的整体性与抗沉降能力。对于沉降不稳定的路基,在加固处理后,设置沉降观测点,持续观测路基沉降情况,观测周期不少于6个月,根据沉降数据调整施工进度,待沉降趋于稳定后,再进行后续路面施工。

3 工程实例分析

3.1 工程概况

该高速公路始建于2010年,设计时速100km/h,双向四车道,路基宽度26m。随着区域交通量大幅增长,需改扩建为双向六车道,路基宽度拓宽至34.5m,改扩建路段全长28.6km。既有路基为粉质黏土路堤,使用年限13年,部分路段出现轻微沉降与裂缝,需对既有路基进行检测评价与合理利用,控制工程造价,缩短施工工期。

3.2 既有路基检测与评价

结合工程实际,选取该路段5个典型断面开展既有路基检测,检测项目包括压实度、承载力、含水量、沉降特性及病害排查,检测结果见表2。

表2 检测结果

断面编号	压实度(%)	承载力(kPa)	含水量(%)	沉降稳定性(mm/月)	病害情况	综合评价
1#	96.2	315	13.5	3.2	无明显病害	合格
2#	94.8	286	14.2	6.5	轻微裂缝	基本合格
3#	90.5	192	16.3	11.8	局部沉降	不合格
4#	95.5	302	12.8	4.7	无明显病害	合格

断面编号	压实度(%)	承载力(kPa)	含水量(%)	沉降稳定性(mm/月)	病害情况	综合评价
5#	92.6	238	15.1	8.3	轻微沉陷	基本合格

结合检测结果，1#、4#断面综合评价合格，可直接利用；2#、5#断面基本合格，需进行表层加固处理；3#断面不合格，需进行深层加固处理。

3.3 既有路基利用方案实施

3.3.1 合格路基直接利用

对1#、4#断面所在路段，采用直接利用技术，清除路基表面浮土与杂物，选用20t重型压路机进行补充压实，碾压速度3km/h，碾压次数4遍，补充压实后路基压实度均达到96%以上。对路基边坡进行修整，清理松动土体，铺设植草皮进行防护，完善边沟排水设施，确保路基排水畅通。衔接处采用台阶式开挖，台阶高度0.8m，宽度1.2m，开挖后压实，分层铺设级配碎石过渡层，分层压实，减小衔接沉降差。

3.3.2 基本合格路基加固利用

对2#、5#断面所在路段，采用换填加固法进行表层加固，

换填深度1.0m，挖除表层不合格粉质黏土，换填级配碎石，分层铺设，每层厚度25cm，重型压路机碾压密实，压实度达到95%以上。换填完成后，对路基表面进行平整压实，设置沉降观测点，监测路基沉降情况。

4 结论

既有路基利用的前提是全面、精准的检测评价，通过压实度、承载力、含水量、沉降特性及病害排查等核心项目检测，结合分级评价标准，可科学判定路基利用可行性，为利用方案制定提供数据支撑。针对不同评价等级的既有路基，需选用差异化利用技术：合格路基可通过表层清理、补充压实及衔接处理直接利用；基本合格路基可采用换填加固法进行表层加固；不合格路基可采用注浆加固法、强夯加固法进行深层或全面加固，提升路基性能。沉降控制是既有路基利用的关键，通过台阶式衔接、设置过渡层、完善排水系统及持续沉降观测等措施，可有效控制路基沉降量与沉降差，避免路面病害产生，保障工程质量。工程实例表明，合理利用既有路基可大幅节约工程造价、缩短施工工期、减少生态扰动，所采用的检测评价方法及利用技术具有良好的实用性，可为同类工程提供参考。

参考文献：

[1] 王晓东.泡沫轻质土在山区高速公路改扩建既有挡墙路基拼宽中的应用研究[J].北方交通,2025,(09):41-44.
 [2] 朱绍勇.既有高速公路路基改扩建土石方施工及安全控制措施研究[J].工程技术研究,2025,10(11):159-161.
 [3] 娄绳.既有公路路基改扩建施工关键技术及质量控制研究[J].工程建设与设计,2024,(14):134-136.
 [4] 马金宇.泡沫轻质土在既有公路改扩建工程中的应用[J].路基工程,2024,(04):148-152.
 [5] 赵超,赵星宇,李国维,等.支盘桩加固既有路基的模型试验与分析[J].广东公路交通,2023,49(03):21-25.