

公路改扩建预测评估及既有公路评价

周小军

云南交投公路建设第一工程有限公司 云南 昆明 650200

【摘要】：对既有公路进行改扩建是社会经济发展的需要，也是现有我国交通建设的需要。充分研究公路改扩建的相关理论及技术问题，可以顺利实现公路等级的升级改造，降低公路改扩建工程的费用，加快公路改扩建工程进程，节约资源，保护环境，也为今后公路工程及其他交通工程的升级改造积累理论知识和经验技术，促进交通事业的发展。基于既有公路的调查与评价的目的，讨论了全面掌握公路改扩建前既有公路目前的交通运营现状、交通量、车型组成、路桥隧结构功能和强度现状、防排水能力状况等要素，为公路改扩建总体方案研究与论证提供数据支撑。

【关键词】：山区公路；改扩建；既有公路；调查与评估

1 前言

目前我国在早期建成投入使用的公路中，受建设时期社会经济水平、技术水平和思想观念的制约，普遍存在着建设标准偏低，病害较多等问题，有相当一部分公路已不能适应当前交通量迅速增长和社会发展的要求，公路的整体技术等级偏低，承载能力不足等，不能满足现在和将来的社会、经济的现实需求和发展要求。

公路改扩建工程是指在原有公路的基础上，提高公路的等级、营运服务能力以及增强公路结构物承载能力而进行的改扩建工程^[1]。主要原因基本是由于现有公路设施不适应部分地区区域交通量快速增长的现状或需求，需进行的必要公路技术等级的提升，即针对旧路几何线形指标改造提升的工程建设；其次是因国民经济发展，目前多数公路交通流已远远超过设计预期，为满足交通服务需求而进行的公路设施改造的建设项目^[2-6]。

经过多年的经验积累和理论研究，对新建公路已形成了一套较为完善的设计、施工体系且已较为完善，国家出台的相关技术标准、规范也较为齐全。而对于公路的改扩建工程，虽然国内一些已完成改扩建的项目也积累了一定的经验和教训，但是无论从方案的论证、建设规模的确定还是设计、施工来看尚没有一套完整、成熟的理论和技术体系^[7-8]。因此，对公路改扩建的设计和施工理论及技术进行深入研究和总结，具有重要的学术价值和现实意义。

本文基于既有公路的调查与评价的目的，讨论了全面掌握公路改扩建前既有公路目前的交通运营现状、交通量、车型组成、路桥隧结构功能和强度现状、防排水能力状况等要素，为公路改扩建总体方案研究与论证提供数据支撑，在公路改扩建之前，应对旧路进行系统的调查和评价。

2 改扩建公路的情况调查

公路改扩建工程一般是指通过设计阶段的主动干预提高或部分提升既有公路的技术指标，达到改变公路等级的目

的，依此在一定程度上缓和交通量膨胀导致的公路运行矛盾和减少交通事故的目的。

公路改扩建工程规模大小与工程改建目的、路段在国家公路运输网中地位息息相关。依据地区远景经济发展规划的交通规模发展要求，除新建项目以外，最佳手段即对既有公路运行线路进行合理的改造，以期提高公路等级来解决和缓和部分地区交通流紧缩、营运环境恶劣导致的交通事故频发情况，使得既有公路能及时发挥路网板块的作用。

而既有公路项目在使用过程中由于运营期重载因素及地形、不良地质、水文、恶劣气候等复杂因素影响，会不同程度上出现破损、缺失或者结构失效等服务功能丧失的情况。因此，极有必要对拟原有公路项目进行深入地、系统地调查、关键资料采集。

改扩建公路设计前应调查目前交通运营现状、交通量、车型组成等情况，原有公路的几何线形、路基高度、构造物（检测）的结构强度等。尤其重视对原有公路交通安全问题隐患、事故多发位置和路段的综合调查，调查明确事故形态和致因。综合来讲，公路改扩建调查中对旧路路基、路面、桥梁、隧道的强度、整体性与稳定性的调查是最重要的。

旧路改造的要求往往是由于建设初期 20 年内的预测交通量偏差较大，对于地区和经济增长速率估计不足导致。同时，超载、结构物老化损害等因素致使很多旧路路面在未达到设计使用年限时就提前破坏。因此，改扩建设计关键即是在前期针对旧路进行深入细致的调查和测试。旧路调查重点注意以下几个方面^[9]：

(1) 勘察或核实原有老路的平立面线形指标；着重应针对急弯陡坡路段，分析事故频发路段的线形指标，在改建设计中进行重点优化。

(2) 重点调查旧路路基沉陷情况，旧路路面可能历经多次大修，破损严重，应对现有路面的破损情况及路表回弹弯沉值进行检测，设计时尽量考虑旧路路基的充分利用。

(3) 对原有公路工程在雨季的水毁情况进行收集取证,着重针对路基、沿河挡墙防护损毁情况开展深入全面的调查,同时记录段落级上边坡的滑塌、冲刷情况,设计时采用合理的措施加以改善。

(4) 对老路路基边沟、排水沟、涵洞等排水系统的运营现状进行充分调查,分析沿线不同段落排水系统中淤积、结构损坏的基础原因,便于改扩建设计中排水系统进行优化设计。

(5) 收集旧桥梁的相关资料,包括勘察设计阶段、竣工阶段以及历年维修加固设计、验算等方案。同时应有专人进行梁体及墩台的裂缝情况及强度的现场检测,以便获取桥梁使用状况评估基础数据。

(6) 重点现场勘察老旧涵洞使用状况。主要调查洞身盖板的裂缝情况,洞口沉陷及裂缝等破损情况,涵洞淤埋情况等。

3 交通量预测及服务能力分析

3.1 交通量预测

公路改扩建设计中对于改建项目必要性和可行性需提前做好论证,其中的最主要依据即是交通量预测流程及相关结果数据。

对于公路改扩建交通量预测而言,目前常用的方法主要有OD调查法、四阶段法^[6]。实际研究研究中主要采用生长曲线模型、灰色残差GM(1,1)模型预测远景交通量,评估交通量随时间变化趋势。

生长曲线预测模型可以将年平均增长率r和起始年平均日交通量N₀视为线性关系,通过最小二乘拟合求取拟合参数。考虑高峰小时交通系数K和方向分布系数D后可以获取主要方向设计小时交通量N_h,见公式(1)。

$$N_h = N_d \times K \times D \quad (1)$$

另,也可以采用三阶段模型来考虑诱增交通量的影响,其模型见下图1。

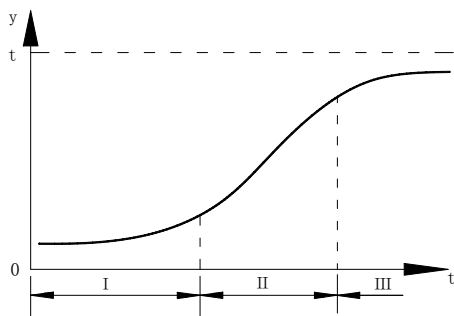


图1 诱增交通量生长曲线示意图

其中,横坐标x为时间变量t,纵坐标y为交通量预测交通量上限k。

3.2 公路通行能力及服务水平分析

3.2.1 通行能力分析

通行能力表征的是道路工程设施疏导交通流的基本能力特征,定义为在一定时段和正常运行状态下道路、交通、管制后,通过道路某一断面上单位时间内的最大车辆数;可分为基本通行能力、可能通行能力和设计通行能力三种^[10-11]。其中理论通行能力是在理想情况下的预测,实际通行能力是对实际或预计情况下的评估;而考虑选用服务水平条件,则对应的是设计通行能力。

统计公路通行能力需顺序分析汽车代表车型和车辆折算系数、理论通行能力、理想条件下每车道最大服务流率、单向服务流率、匝道通行能力、公路交织区通行能力、收费站通行能力并依据《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)预估高速公路通行能力。

3.2.2 服务水平

服务水平一般是指公路工程营运中交通流运行环境以及参与人(包含驾驶员和乘客)心生理感受的质量评定标准。其中的条件因素可以用行驶速度、里程耗时、驾驶自由度、交通间断、人员感官舒适度和便捷度等因素来描述。而选用车流密度或车道占有率、平均运行速度和交通流状态比作为高速公路衡量服务水平的主要指标,其中缺少交通安全因素的原因主要是因为交通安全程度与众多复杂因素有关。

3.2.3 通行能力计算

基本通行能力是指在“理想条件”或“基准条件”下所能通行的最大小时交通量。可能通行能力是指某已知公路的一个组成部分在实际或预计的道路、交通、控制及环境条件下,该组成部分一条车道或一车行道对上述诸条件有代表性的均匀段上或一横断面上,不论服务水平如何,1小时所能通过的车辆最大数目^[7]。由于实际道路和交通条件与理想运营条件之间存在非常大的不同,因此前期设计中有必要根据基本通行能力从道路和交通条件中确定合理的修正系数k。

另可参照现行工程技术标准规范来对通行能力及服务水平评估,一般选择技术指标是基本路段车道可能小时通行能力、可能日通行能力以及设计通行能力。

4 既有结构物评价

4.1 改造前路基路面结构评价

原有道路确定改扩建目标后,大部分均关心既有路基路面结构性能是否适应改扩建项目建设需求。旧路基路面结构强度、破损情况均需要在前期完成适当的调查、必要的现状

数据采集。充分了解旧路路基路面的中修或大修历史，充分清楚路面各结构层厚度、材料以及病害等现场情况后，方能针对公路改扩建项目提出周密的处置以及完备的设计方案。主要应在大修历史基础上，获取旧路路面面层、基层、底基层等各结构层实际材料组成、厚度、路基回弹模量等基础数据，辅助旧路路面性能检测结果，复核计算改建公路路面结构层厚度。

4.2 改造前桥隧结构物评价

4.2.1 改造前桥涵检测与评价

旧桥加宽前期的准备工作主要在于旧桥的测量和检测，对全线桥涵构造物进行全面调查，对桥涵构造物进行桥位环境调查、桥面系构造调查、上部结构主要承重构件调查、下部结构调查、构造物调查。其它还有地形测量、地质钻探、水文调查等项目^[6]。

旧桥的地理环境、桥梁结构性能和设计资料应是首先收集的对象。应专人对旧桥桥面控制点坐标及标高进行观测（包括墩台边缘点标高、桥面系关键点标高、不同类型桥梁上部结构控制点标高等）。着重关注旧桥施工图设计、竣工图设计以及桥头既有通讯管线位置埋设情况。其次，评估中如有必要需应现场实地进行荷载试验，对旧桥外观检查并完成力学承载性能试验。

既有道路桥梁评估对象一般是基于桥梁构件区分为桥梁上下部结构、桥面系和全桥构件。改扩建设计前需要技术人员对目标桥梁的桥梁状况指数、结构混凝土强度、钢筋锈蚀情况等关键只报进行全深度评估。

4.2.2 改造前隧道检测与评价

现有规范中已规定针对隧道土建结构、机电设施、其他工程设施和总体评定进行公路隧道技术状况评定。上述状态评定时采用综合评定与5类隧道单向控制指标相结合的方法，首先完成隧道工程各检测项目进行评定，然后对隧道土建结构、机电设施、其他工程设施分别进行评定，最后进行隧道总体技术状态评定，评定等级见下表^[9]。

表1 公路隧道总体技术状况评定等级

| 评定等级 | 隧道总体技术状况描述 |
|------|--------------------------------------------------|
| 1类 | 优良状态。无异常情况，或虽有异常情况，但非常轻微。 |
| 2类 | 轻微破坏状态。存在轻微破坏，现阶段趋于稳定，总体对交通安全不会有影响，但应进行必要的监测或观测。 |
| 3类 | 一般状态。存在破坏，发展缓慢，可能会危及行人、行车安全，应准备采取对策措施。 |

| | |
|----|--------------------------------------------------|
| 4类 | 严重破损。存在较严重破坏，发展较快，将会危及行人、行车安全，应尽早采取对策措施。 |
| 5类 | 危险状态。存在严重破坏，发展迅速，已危及行人、行车安全，必须立即采取紧急对策措施，及时关闭交通。 |

4.3 改造前道路安全评价

道路存在安全问题是一些公路项目进行改扩建的原因，或者是某些路段进行改扩建的原因。为此，旧路进行安全性评估是公路改扩建项目前期的另外一项主要调查评估项目。目前常用的宏观道路安全评价方法有综合事故率法、时间序列法、回归分析法、综合评价法以及相对事故率法；业内人员把绝对值法、矩阵法、预测法、TCT法等一般归类于路网及路段交通安全评价。

国内公路安全性评价内容分为政策评价、设计一致性评价和事故预测三个方面。一般改扩建工程需要对旧路线形设计只报、高危路段的事故发生率、路段运行速度检验等进行符合性评价。另需要基于旧路路段平面曲线、圆曲线半径等线形参数进行政策性评价。第三类则是在既有道路线形模型上通过车辆运行速度进行运行速度检验，依此评价安全水平。过程中还需收集安全影响要素，基于数据对平均事故模型、预测模型进行回归拟合。

对于山区公路改扩建工程中常见的连续长纵坡路段，在项目实施前应重点进行运行速度检验，目的在于务必保证改扩建工程的运营安全性。具体方案设计时，可考虑针对原道路不同平纵横指标，有区分的进行原有公路线性利用或基于线性的扩建方法。例如采用“编辫子”的方法将新建指标较高的半幅作为下坡幅、利用既有指标较低的半幅作为上坡幅，解决了长大纵坡路段的行车安全和施工保通等问题，同时设置必要的横向联络道，以满足养护、维修或抢险需要。

5 结论

(1) 公路工程改扩建不同于新建公路工程，原有公路的建设和运行已经引起了一定的社会和自然环境的变化，且公路工程改扩建需要考虑既有公路的利用，受到既有公路的约束和限制。因此，公路工程改扩建涉及到对既有公路路线、工程结构及设施的评价与利用，并需考虑对社会和自然环境的影响。

(2) 公路工程改扩建需要对公路所在区域的交通量、车辆类型及其车型组成进行调查和预测，对改扩建工程对社会经济效益和生态环境的影响进行评估，以确定公路改扩建的必要性和应采取的措施；也需要对既有公路的交通能力、线路、结构及设施等的安全性、可靠性进行评价，以判定既有道路、或某些路段、或某些结构和设施是否可以利用，或

者是进行加固处理以后是否可以利用, 以及确定应采取的加固处理对策。

(3) 目前仍需要进一步研究及总结公路改扩建工程设计、施工与管理的相关理论及技术方法, 以期建立适应高原

山区等环境条件复杂多样的公路改扩建综合技术, 并及时总结归纳国内外公路改扩建综合技术, 形成完整系统的公路改扩建综合技术体系。

参考文献:

- [1] 杨炎坤.石河子市沙钟公路改扩建项目管理研究[D].石河子大学,2014.
- [2] 苏常礼.对公路改建建设方法的研究分析[J].价值工程,2010,29;No.206(18):121.
- [3] 高艳玲.高速公路改扩建的模式选择、项目评价与相关政策研究[D].长安大学,2009.
- [4] 李洪春,李江涛,肖瑞.云南山区高速公路常见展线设计方案探析[J].公路交通科技(应用技术版),2019,179(11):277-280.
- [5] 金永兴.旧路改扩建设计的研究,哈尔滨工业大学硕士学位论文[D],2010,6.
- [6] 陈胜营,刘祖祥.高速公路改扩建方案思考[J].公路,2001(7).
- [7] 黄荣校.高速公路改扩建优势分析及方案选择[J].中外公路,2009,29;No.183(03):4-6.
- [8] 徐大伟,彭怡,杨文臣,李薇,卢英志.山区高速公路小半径连续下坡路段交通安全整治探讨[J].公路交通科技(应用技术版),2017,13(12):297-299.
- [9] 白国权,李志厚,张涛.改扩建公路增幅新建隧道救援横通道设置探析[J].现代隧道技术,2019,56(S2):21-27.
- [10] 高翔.高速公路新老路基相互作用分析与处理技术研究[D].东南大学博士学位论文,2006.6.
- [11] 马年祖.高速公路加宽改建软弱地基处理的相关技术分析[C].2007年全国高速公路改扩建技术研讨会论文集,2007.