**考虑经济效益的农村公路安全防护实施技术评估方法**

熊琴1，张旭华2，胡敏琦2，项乔君2\*

（1. 江苏省苏交科集团股份有限公司，江苏 南京，210000；

2. 东南大学，交通学院，江苏 南京，210000）

**摘要**：随着公路线网日益完善，交通安全管理任务随之加大，特别是技术等级较低的农村公路。据统计，发生在农村公路的交通事故占全国交通事故总量的近一半，因此开展农村公路安全生命防护工程显得尤为重要。但面广量大的农村公路要实施安防工程，相关部门面临资金不足的重大难题，为了缓解该问题，本文提出农村公路安防工程实施技术的经济效益分析方法，为更好利用安防资金，合理选用农村公路安全生命防护技术提供经济决策依据。

**关键词**：农村公路；安全生命防护工程；经济效益分析

**中图分类号：U4-9 文献标识码：B**

**0 引言**

截止2018年底，全国公路里程总数为484.65万公里，其中三、四级及等外的农村公路占比超八成，其断面形式以双车道或单车道为主，安全设施缺乏，急弯、陡坡、路侧险要路段多，交通安全问题较为突出。对此，交通运输部2015年发布了《公路安全生命防护工程实施技术指南（试行）》，各地根据实际情况，分级分步实施农村公路安全生命防护工程。虽然近年农村地区交通事故死亡人数减少，但由于农村公路面广量大，且山区或江河密布地区安防工程实施点多，相关部门面临资金不足的难题，造成贵州、江苏等地发生在农村公路三人以上死亡的重大交通事故占比仍超过所有重大交通事故的一半。因此，本文提出对安防措施进行经济性分析的方法，通过对比选出在经济上适用于不同地区农村公路的安全防护技术，利用有限的资金获得更大的效益。

|  |
| --- |
|  |
| 图1 截止2018年底各等级公路占比 |

1. **农村公路隐患排查及防护技术选用**

隐患排查是确定公路各路段是否存在安全隐患，并判断隐患所属类型与风险等级的过程，包括数据采集与风险评估两项主要工作。隐患类型分为单隐患和组合隐患，在排查过程中，若遇到交叉口或桥梁隧道等区域，应合理缩小或扩大研究范围，确保隐患路段的完整性和独立性。通过采集并判断路段的交通事故指标、公路路线指标、公路路侧指标以及交通量指标是否符合标准规范，综合路段的主要功能特点及地域特色对隐患点进行风险评估[1]。

防护技术是针对不符合相关标准规定的设计参数临界值，能够采取的经验性且符合相应规范的补救措施。其制定应根据隐患类型及风险等级的不同，以主动预防交通事故发生和被动防护减轻交通事故的损伤程度为原则，具体的操作仍需结合道路实际情况，并可参考交通运输部或地方交通部门颁布的农村公路安全生命防护工程实施技术指南。

1. **安全防护技术成本构成及指标选取**

本文中安全防护技术成本指为了防范农村公路区域发生交通事故，交通安全设施投资费用总和。安全防护技术的成本可分为四部分，包括了安防工程实施准备阶段费用、实施阶段费用、实施后维护费用和设施寿命周期终止回收价值[2]。

1. 实施准备阶段费用是安防工程实施之前所做的准备工作的总费用，主要包括勘察设计费、土地购置费、规划设计费用。其计算方法如下：

项目简介：江苏省交通运输科技项目；项目编号：2019Y29；项目名称：江苏农村公路安全生命防护工程实施技术指导手册（含图集）。

作者简介：熊琴（1981.08—），女，湖北黄冈市人，高级工程师，硕士；研究方向：交通规划。

通讯作者简介：项乔君（1964.05—），男，湖北武汉人，教授，博士；研究方向：交通安全。

式中：— 安防工程实施准备阶段费用；

— 其中i=1~3，分别表示勘察设计费、土地购置费、规划设计费。

1. 实施工程阶段费用指在施工过程中所需的交通安全设施购置费用、设施运输费用、设备及工器具购置费、施工人员劳动费、建设单位管理费等。计算方法如下：

式中：— 安防工程实施阶段费用；

— 其中i=1~5，分别表示交通安全设施购置费用、设施运输费用、设备及工器具购置费、施工人员劳动费、建设单位管理费。

1. 安防工程项目运营阶段，需要在安防工程寿命周期内重复投入，主要包括养护费用、管理费用、人员劳动费用及再投资费用。计算该阶段费用需将其折算成现值，计算方法如下：

式中： — 安防工程实施后整个寿命周期内总的维护费用现值；

— 第j年安防工程实施后维护费用现值； — 其中i=1~4，分别表示第j年的养护费用、管理费用、人员劳动力费及再投资费用；

— 折现系数。

1. 安防设施寿命周期终止回收价值与安全设施选用的材料有关，即回收利用报废材料的费用。鉴于安防设施寿命周期终止时一般发生了破损，回收价值不高，为简化计算，这一部分费用忽略不计。

参照一般投资项目成本指标选取的方法，满足指标选取的全面性和实用性，本文采用初始投资和年均费用现值两项来衡量安防技术费用。

**2.1 初始投资**

初始投资主要包括实施准备阶段费用和实施阶段费用，其计算公式为：

通过计算初始投资指标可以初步判断安防措施的费用是否超出预计的安防费用，若初始投资大于预计的安防费用，则该安防措施在经济上不可行；反之，则可行，接下来再进行其他指标的计算。

**2.2 年均费用现值**

年均费用均值是指安防工程寿命周期内，每年平均需要投入的费用。主要包括初始投资年均费用和维修养护年均费用两部分，其计算公式为：

1. **安全防护技术成本构成及指标选取**

选用安全防护技术的目的是为了保障道路运输安全、提高交通运输服务水平。其直接经济效益表现为减少道路交通事故的发生，保障道路使用者的生命和财产安全，即采用安防措施后带来的事故减少率及事故经济损失减少量；间接经济效益表现为减少道路运输时间损失、提高道路运输能力，本文重点分析研究安防技术产生的直接经济效益。

**3.1 事故减少率**

事故减少率是交通系统中采取某一项安全防护措施后所引起的交通事故数减少的百分率，该数值可通过试验获得，本文借鉴美国的事故折减系数（CRF）的统计数值[3]。一般情况下，在处置隐患路段时，综合采取多项改善措施，此时某个方案的CRF取值是几种改善措施的综合值，其计算公式为：

式中： — 多项安防措施综合事故折减系数；

— 第i项安防措施事故折减系数。

常用的安防设施CRF值和购置费用见表1。

表1 常用安防设施事故折减系数与购置费用

| 类型 | 名称 | 适用条件 | 单价 | CRF |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标志 | 铝合金标志 | 大型指路标志 | 2000/个 | 20% |
| 铁板、木板标志 | 小型标志 | 1000/个 |
| 石头、砖墙面标志 | 村名标志 | 300/个 |
| 标线 | 常温型标线 | 农村公路 | 10/m | 15% |
| 减速  设施 | 橡胶式减速带 | 穿越村镇和学校路段、长下坡和急弯路段 | 35/m | 40% |
| 水泥台式减速带 | 50/m | 50% |
| 减速标线 | 10/m | 30% |
| 视线  诱导  实施 | 示警桩 | 一般路段 | 76/个 | 30% |
| 道口标注 | 交叉口路段 | 76/个 | 15% |
| 凸面镜 | 急弯路段 | 260/个 | 20% |
| 轮廓标 | 路侧危险路段 | 25/个 | 25% |
| 线形诱导标 | 路侧危险路段 | 120/个 | 25% |
| 防撞  设施 | 木质护栏 | 路侧危险系数不高路段 | 35/m | 40% |
| 桶装集料护栏 | 45/m |
| 城墙式护栏 | 90/m |
| 波形护栏 | 山区公路、路侧高风险系数路段 | 160/m | 50% |
| 缆索护栏 | 160/m |
| 混凝土护栏 | 160/m |

**3.2 事故减少经济损失**

交通事故经济损失分为直接经济损失和间接经济损失[4]，直接经济损失包括了车辆损失、交通设施损失以及运载货物损失，间接经济损失则包括人员伤亡损失、时间损失以及服务机构损失。其计算公式为：

式中： — 全年交通事故经济损失费用；

— 全年交通事故直接经济损失费用；

— 全年交通事故间接经济损失费用；

— = 1~3，分别表示车辆损失、设施损失、运载货物损失；

— = 1~3，分别表示伤亡人员医疗损失、劳动价值损失、精神损失；

— = 1、2，分别表示驾乘人员时间损失和运载货物时间损失；

— = 1~4，分别表示消防机构、警务机构、医疗机构和司法鉴定机构服务损失。

那么，每起交通事故造成的经济损失，可由一年中全部交通事故经济损失与全部交通事故数的比值求得。计算公式为：

其中，为全年交通事故数，并假设在实施生命安全防护工程前隐患点的年平均事故数为，由此可算出安防工程实施后交通事故减少的经济损失为：

接下来，可采用效益费用比法进行方案分析。

1. **经济效益分析实例**

隐患路段示例：某山区道路，行政等级为三级，双向两车道，车道宽度6.3m，无交通标线，且交通设施设置不齐全，全段存在急弯隐患点3处，4处与支路交叉，临水路段1处；陡坡接急弯隐患2处，弯道视距不良隐患2处，交叉口视距不良隐患1处。该道路使用期限为15年，目前已投入使用5年，过去5年的年均交通事故数为2起[5]。

根据上述隐患类型提出了改善措施，所需的安防设施见表2。

表2 隐患路段所需安防设施数量

| 安防设施 | 数量 |
| --- | --- |
| 交通标线 | 600m2 |
| 交通标志 | 20个 |
| 凸面镜 | 2个 |
| 减速带 | 3处 |
| 示警桩 | 23个 |
| 墙式护栏 | 100m |
| 混凝土护栏 | 230m |
| 轮廓标 | 7 m2 |

购置安防设施所需费用约175224元，再考虑勘察设计、运输安装等费用，该路段的安防工程初始投资约30万元。假设折现系数i = 0.06，每年的维护费用为初始投资3%，由此可以计算经济性分析结果见表3。

表3 隐患路段经济效性分析结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 隐患路段 | 初始投资（万元） | 年均费用现值（元） | CRF |
| 急弯路段 | 1.5 | 6524 | 71.2% |
| 陡坡接急弯路段 | 2.5 | 10081 | 77.5% |
| 陡坡路段 | 6.0 | 24371 | 87.1% |
| 路侧险要路段 | 2.0 | 8416 | 79.9% |
| 支路口 | 1.2 | 5247 | 69.3% |
| 道路中心线 | 6.5 | 27483 | 20% |

年均费用现值总和=82122元，CRF=69.4%；依据前五年发生的交通事故，计算得到事故平均成本约为30万元，由此可得=416400元。效益成本比值为5.07，表明该道路安防工程的实施经济效益显著。

[1]王立国.农村公路安全生命防护工程隐患排查方法研究[J].江苏交通科技,2016,(4):20-23.

[2]竺海波.北京既有住宅“平改坡”工程经济性分析[D]清华大学：硕士学位论文，2010．

[3]陆键，张国强，项乔君．公路平面交叉口交通安全设计理论与方法[M]．科学出版社，2009．

[4]易俊．道路交通事故经济损失分析与评价[M]．哈尔滨工业大学，2006．

[5]许庆盼.山区农村公路客运安全保障技术经济性分析[D].江苏:东南大学,2013.

**Abstract:** With the improvement of the road network, the task of traffic safety management is increasing, especially for the rural roads with low technology level. According to statistics, traffic accidents on rural roads account for nearly half of the total traffic accidents in the country, so it is particularly important to carry out life safety protection projects on rural roads. However, in order to carry out the security project for a large number of rural roads, the relevant departments are facing a major problem of insufficient funds. In order to alleviate this problem, this paper puts forward the economic benefit analysis method of the implementation technology of the rural road security project, which provides the economic decision basis for the better use of the security funds and the rational selection of the rural road safety life protection technology.

**Key words:** rural road; safety life protection project; economic benefit analysis