

多维度道路交通监控设施布局 评价体系及应用研究

熊文华, 周沛, 胡少鹏

(广州市交通规划研究院, 广东 广州 510030)

摘要:科学的道路交通监控设施布局能以最小的建设成本满足交通管理需求。文中基于交通管理者对监控系统的使用需求,从设施覆盖率、合理性和效率等3个维度构建道路交通监控设施评价指标体系,提出了各评价指标的计算公式和使用说明,为科学评估和优化道路交通监控系统设施布设提供量化参考。应用结果表明,利用该评价指标体系能从多个维度找出道路监控设施系统存在的不足,进而有针对性地补充和完善监控设施布局。

关键词:交通管理;交通监控;设施布局;评价指标

中图分类号:U491.4

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2017)04-0052-04

交通监控系统是公安指挥系统的重要组成部分,提供对现场情况最直观的反映,是实施准确调度的基本保障。近年来在平安城市及智慧城市建设的带动下,交通监控系统得到快速发展,北京、上海、广州、深圳、杭州、青岛等经济发达城市的主要道路的交通监控覆盖率在80%以上,东中部省会城市的交通监控覆盖率也超过60%。

随着交通监控设备数量的不断增加,交通监控系统设施面临着如何进一步提高点位设置的规范性和合理性等发展瓶颈,如何对当前交通监控系统进行有针对性和经济性的设施点位优化成为交通管理部门需解决的一大难题。但一直以来,相关行业标准针对交通监控系统外场设施点位设置的衡量标准并不明确,文献[3]仅对监控点的设置提出了定性要求,文献[4]、[5]仅给出了监控设施的布设原则,均未提出具体量化考核指标,难以有效评价系统建设规模与经济性之间的协调性。国内外在该领域的相关研究也很少,文献[6]主要对城市道路交通监控系统效益进行了分析和评价,对监控设施布局的合理性未作研究。该文从交通管理部门业务需求出发,从设施覆盖率、合理性和效率3个维度构建道路交通监控设施评价指标体系,为科学评估和优化道路交通监控系统设施布设提供量化参考。

1 评价思路

交通监控系统是交通管理者视觉感官的延伸,是实现了对交通运行状态非现场远程管理的重要手段,主

要功能包括交通流运行状况监控、历史情境回放、突发事件检测、交通流信息采集及辅助执法(违法停车等)等。交通监控能辅助管理人员实现远程化交通监测,为交通事故管理、交通信号控制、交通执法等提供直观、准确的实景信息,是保障交通平稳运行的重要手段。因此,交通监控系统设施评价体系应以需求为导向,采用量化直观、绩效考核相结合的方法,对设施覆盖率、合理性和效率三方面进行评估。

覆盖率是指交通监控系统设施点位对不同需求的满足程度,它通过对交通监控系统设施进行需求分级,并对各级需求的覆盖率进行统计分析,明确现状设施点位的差距,发现未来的重点发展方向。它是交通监控系统设施布设在空间和时间上的综合评判指标,也是重要量化指标。交通监控系统覆盖率主要考虑不同监控点类型对道路里程的覆盖情况,用于评价监控设备对道路的监控范围。

合理性是指交通监控系统设施的功能是否合理,设施点位是否与道路网络、交通运作状况、交通管理措施等相关因素相匹配,能否对城市道路交通进行有效监控,合理引导交通流和实施交通执法,起到保障道路通行能力和交通安全的作用。交通监控系统合理性主要考虑交通监控设备符合监控需求的情况,用于反映监控设备设置点位是否具有更好的针对性。

效率是指交通监控系统设施对交通管理业务的支持力度,表现在其布设是否能在功能上更好地发挥应有的作用,满足交通管理要求。交通监控系统

设施的效率主要考虑监控系统综合效益情况,用于反映监控设备的功能是否更好地兼顾其他相关系统的需求,发挥了最大效益。

交通监控系统设施布局评价思路见图1。

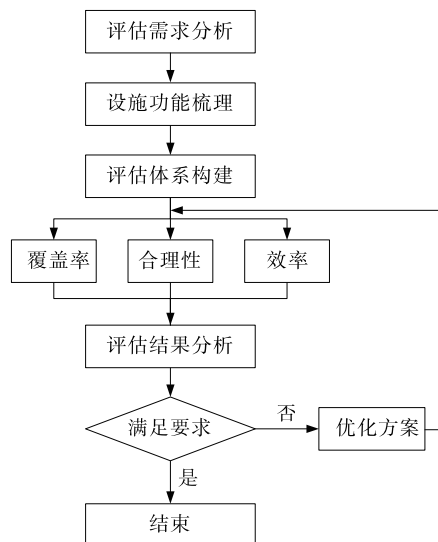


图1 交通监控系统设施布局评价流程

2 评价指标体系构建

2.1 评价指标体系框架

根据上述评价思路,主要从覆盖率、合理性和效率三方面建立交通监控系统设施布局评价体系。结合相关规范和对交通管理者需求的分析,梳理出能较全面反映交通监控系统设施布局合理性和科学性的指标体系(见图2)。

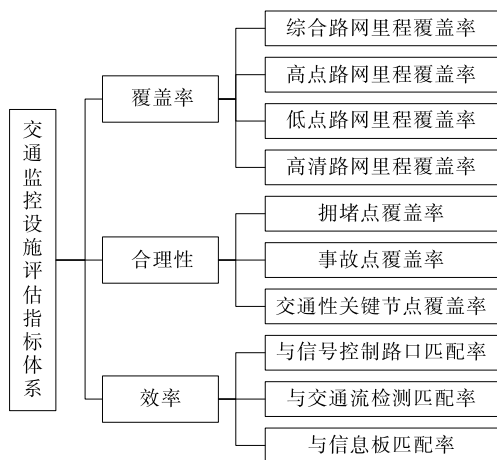


图2 交通监控系统设施布局评价指标体系

2.2 评价指标的计算

2.2.1 覆盖率

(1) 高点路网里程覆盖率。高点路网里程覆盖

率是指安装在高处的交通监控能监视到的路网里程数与道路网总里程数的比率,计算公式为:

$$C_h = \frac{M_h}{M_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: C_h 为高点路网里程覆盖率; M_h 为各高点监控所监视的路网里程总和; M_{total} 为道路网总里程数。

(2) 低点路网里程覆盖率。低点路网里程覆盖率是指正常安装高度的交通监控能监视到的路网里程数与道路网总里程数的比率,计算公式为:

$$C_l = \frac{M_l}{M_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: C_l 为低点路网里程覆盖率; M_l 为各低点监控所监视的路网里程总和。

(3) 路网里程覆盖率。对于城市道路,路网里程覆盖率是高点与低点监控能监视到的路网里程数(剔除重复覆盖部分)与道路网总里程数的比率,计算公式见式(3);对于高快速路,路网里程覆盖率是指交通监控能监视到的路网里程与高快速路网总里程数的比率,计算公式见式(4)。

$$C_r = \frac{M_h + M_l - M_{re}}{M_{total}} \times 100\% \quad (3)$$

式中: C_r 为路网里程覆盖率; M_{re} 为高点与低点监控重复覆盖里程。

$$C_f = \frac{M_f}{M_{total}} \times 100\% \quad (4)$$

式中: C_f 为高快速路网里程覆盖率; M_f 为各监控所监视的高快速路网里程总和。

(4) 高清路网里程覆盖率。高清路网里程覆盖率是指高清交通监控能监视到的路网里程数与道路网总里程数的比率,计算公式为:

$$C_{hd} = \frac{M_{hd}}{M_{total}} \times 100\% \quad (5)$$

式中: C_{hd} 为高清路网里程覆盖率; M_{hd} 为各监控所监视的高清路网里程总和。

2.2.2 合理性

(1) 拥堵点覆盖率。拥堵点覆盖率是指能通过交通监控观测到的交通拥堵点数量与所有拥堵点数量的比率,计算公式为:

$$C_{cp} = \frac{N_{mcp}}{N_{cp}} \times 100\% \quad (6)$$

式中: C_{cp} 为拥堵点覆盖率; N_{mcp} 为交通监控可观测的拥堵点数量; N_{cp} 为所有交通拥堵点数量。

(2) 事故点覆盖率。事故点覆盖率是指能通过交通监控观测到的交通事故点数量与所有事故点数量

量的比率,计算公式为:

$$C_{ap} = \frac{N_{map}}{N_{ap}} \times 100\% \quad (7)$$

式中: C_{ap} 为事故点覆盖率; N_{map} 为交通监控可观测的事故点数量; N_{ap} 为所有交通事故点数量。

(3) 交通性关键节点覆盖率。交通性关键节点覆盖率是指能通过交通监控观测到的交通性关键节点数量与所有关键节点数量的比率,计算公式为:

$$C_{kp} = \frac{N_{mkp}}{N_{kp}} \times 100\% \quad (8)$$

式中: C_{kp} 为交通性关键节点覆盖率; N_{mkp} 为交通监控可观测的交通性关键节点数量; N_{kp} 为所有交通性关键节点数量。

2.2.3 效率

(1) 与信号控制路口匹配率。与信号控制路口匹配率是指能通过交通监控观测到的信号控制路口数与所有信号控制路口数的比率,计算公式为:

$$C_{sc} = \frac{N_{msc}}{N_{sc}} \times 100\% \quad (9)$$

式中: C_{sc} 为与信号控制路口匹配率; N_{msc} 为交通监控可观测的信号控制路口数量; N_{sc} 为所有信号控制路口数量。

(2) 与交通流检测匹配率。与交通流检测匹配率是指能通过交通监控观测到的交通流检测路段数与所有交通流检测路段数的比率,计算公式为:

$$C_{tf} = \frac{N_{mtf}}{N_{tf}} \times 100\% \quad (10)$$

式中: C_{tf} 为与交通流检测匹配率; N_{mtf} 为交通监控可观测的交通流检测路段数; N_{tf} 为所有交通流检测路段数。

(3) 与信息板匹配率。与信息板匹配率是指能通过交通监控观测到的信息板数量与所有信息板数量的比率,计算公式为:

$$C_{tb} = \frac{N_{mtb}}{N_{tb}} \times 100\% \quad (11)$$

式中: C_{tb} 为与信息板匹配率; N_{mtb} 为交通监控可观测的信息板数量; N_{tb} 为所有信息板数量。

2.3 指标使用说明

根据交通监控系统设施评价指标,结合相关规范和交通管理业务需求,参考交通运输部畅通工程评价方法,采用模糊理论,将评价等级按照不及格(60分)、及格(60分以上)、良好(80分以上)和优秀(90分以上)4个档次进行划分,对应建立很好、较好、一般和较差4个评价级别(100%覆盖为100分)。在各级评分的取值方面,参考各指标的实现难度及业务需求的重要性,对部分指标值进行调整,对实现难度较大且非强制性的指标适当降低评分标准(降低10分),对强制性指标如对拥堵点、事故点和关键节点等重要对象的覆盖则适当提高评分标准(提高5分,见表1)。

表1 交通监控点评价标准

%

评价指标	指标子项	各等级评分的取值			
		很好	较好	一般	较差
覆盖率	综合路网里程覆盖率	95 以上	80 以上	60 以上	60 以下
	高点路网里程覆盖率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下
	低点路网里程覆盖率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下
	高清路网里程覆盖率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下
合理性	拥堵点覆盖率	95 以上	80 以上	60 以上	60 以下
	事故点覆盖率	95 以上	80 以上	60 以上	60 以下
	交通性关键节点覆盖率	95 以上	80 以上	60 以上	60 以下
效率	与信号控制路口匹配率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下
	与交通流检测匹配率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下
	与信息板匹配率	90 以上	70 以上	50 以上	50 以下

3 应用示例

3.1 广州监控系统概况

交通监控系统是广州市起步最早的智能交通子

系统之一,于1997年投入使用,主要用于道路交通运行状况监视、警情处置、交警警卫、交通违法行为拍摄、交通事件检测、交通事故录像等。目前中心城区城市道路上共有交通监控点1 076个,其中低

点 946 个、高点 130 个,主要分布于城市主干道、交通“黑点”和事故多发路段。

3.2 监控系统评价

3.2.1 覆盖率评价

经测算,高点监控的平均监测里程约为 1.8 km、低点监控的平均监测里程约为 300 m,高清监控高点监测里程约为 2.5 km、低点监测里程约为 500 m。城市道路干道的总里程为 402 km,则高点路网里程覆盖率为 58%,覆盖率一般;低点路网里程覆盖率为 71%,覆盖率良好;结合高点与低点监控的覆盖情况并剔除重复的里程数,交通监控总里程覆盖率为 81%;结合高清的高/低点监控,高清监控的路网里程覆盖率为 8%,覆盖率较低,未来应重点对交通监控进行高清化改造(见表 2)。

表 2 广州城市道路交通监控设施现状覆盖率评价

监控类型	覆盖里程/km	道路总里程/km	覆盖率/%
高点	234	402	58
低点	284	402	71
高/低点	325	402	81
高清	32	402	8

3.2.2 合理性评价

从交通拥堵点覆盖率上分析,广州市中心城区现状 137 个常发性交通拥堵点中,有监控点覆盖的为 120 个,占常发性拥堵点的 88%(见表 3),覆盖性较好。但未来仍需扩展监控点位设施的数量,进一步提高对常发性交通拥堵点的覆盖率,并实现对环城高速公路以内交通拥堵点的全覆盖。

表 3 广州城市道路交通监控设施现状合理性评价%

合理性评价指标	指标值
拥堵点覆盖率	88
事故点覆盖率	82
交通性关键节点覆盖率	89

从交通事故点的覆盖率上分析,在 60 个城市道路交通事故“黑点”路段中,有监控点覆盖的为 49 个,占比为 82%,仍有 11 个路段没有监控覆盖。未来需进一步完善交通监控点布设,特别是增加具有交通事件检测功能及高清视频功能的点位,提高交通监控对预防道路交通事故、快速处理警情的能力。

从交通关键性节点分析,广州市中心城区目前交通监控点位设置需求规模为 324 个,已设置监控

点 291 个,覆盖率为 89%,交通监控点覆盖率较好;城市道路关键路段和节点未设置监控点或不满足全覆盖设置要求的路段主要位于城市隧道、桥梁、立交和部分主干道重点区段,未来需进一步对重要的桥隧路段加强交通监控。

3.2.3 效率评估

从与信号控制路口的匹配性上分析,目前广州市中心城区共有信号控制路口 998 个,其中交通监控可观测到的路口为 680 个,与信号控制路口的匹配率为 68%,匹配率一般(见表 4)。未来新建交通监控应重点考虑信号控制路口,进一步提高与信号控制系统的匹配率。

表 4 广州城市道路交通监控设施现状效率评价

道路设施类型	设施总数	交通监控覆盖数	覆盖率/%
信号控制路口	998 个	680 个	68
交通检测路段	467 个	317 个	68
交通信息板	123 块	72 块	59

从交通流检测的匹配性来看,目前广州市中心城区道路可分为 530 个路段,其中有交通流检测点的路段为 467 个,有交通监控覆盖的路段为 317 个,交通监控与交通流检测设备的匹配率为 68%。

从交通信息板的匹配性来看,目前广州市中心城区共有 123 块信息板,其中交通监控能监测到的为 72 个,交通监控与信息板的匹配率为 59%。

3.3 发展建议

广州市现有交通监控在城市道路高、低点的里程覆盖率良好,高清化覆盖率仍较低;对道路关键路段和节点的覆盖为 89%,覆盖性较好;对拥堵点和事故点的覆盖率在 80%以上;对信号控制路口、交通流检测及信息板的匹配率在 70%以下,匹配性一般;未覆盖关键路段和节点主要位于白云区和海珠区,以隧道、桥梁、主干道重要区段及路口为主。未来应重点补充隧道、高架桥、匝道出入口处的点位,适当兼顾交通信息板、交通事故和交通违法点的需求,满足信息板显示路段的宏观监控,同时逐步对现有监控进行高清化改造。

4 结语

道路交通监控系统是辅助日常交通管理的主要
(下转第 136 页)

主梁质量根据三维空间实体体积及材料密度得出,主梁应力与挠度的有限元计算结果见图3、图4和表1。

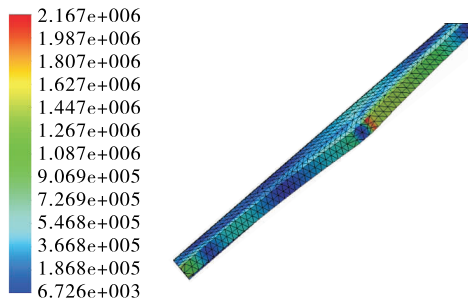


图3 最优设计参数下主梁的应力分布(单位:Pa)

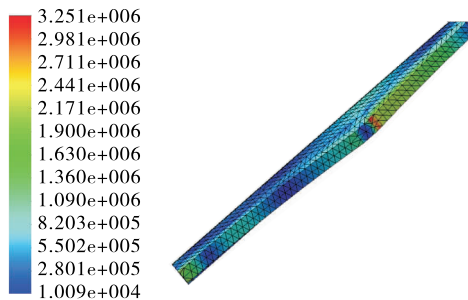


图4 一般设计参数下主梁的应力分布(单位:Pa)

表1 不同设计参数下主梁性能对比

设计参数状态	最大应力/MPa	砼质量/t
最优参数	2.167	39 171
一般参数	3.251	42 630

由图3、图4和表1可知:最优设计参数对应的主梁受力性能与造价均明显优于一般设计参数下的

受力性能与造价,证明文中优化方法有效。

5 结语

该文建立了一种基于多目标粒子群优化算法的连续箱梁桥主梁设计参数优化方法,避免了传统方法的盲目性、随机性。算例表明,该方法所得设计参数可使主梁最大应力更小、造价更低,是一种可靠性较强的预应力砼连续箱梁桥设计参数优化方法。

参考文献:

- [1] 陆尧.基于遗传算法的连续刚构桥主梁设计参数优化研究[D].昆明:昆明理工大学,2015.
- [2] 韩艳,陈政清,李开言.在ANSYS中实现双肢薄壁桥墩参数优化设计的方法[J].铁道科学与工程学报,2005,2(6).
- [3] 李明燕,方志.预应力混凝土连续刚构桥的参数优化[J].公路工程,2008,33(1).
- [4] 胡雄伟.大跨连续刚构桥主梁设计参数的优化研究[D].昆明:昆明理工大学,2008.
- [5] 赵海清.基于正交试验的连续刚构桥主梁设计参数优化研究[D].昆明:昆明理工大学,2010.
- [6] 刘铠诚,何光宇,黄良毅,等.基于非对称势阱的量子粒子群算法及其应用[J].电网技术,2016,40(2).
- [7] 韩敏,何泳.基于高斯混沌变异和精英学习的自适应多目标粒子群算法[J].控制与决策,2016,31(8).
- [8] 谭耀峰,孙婷婷,徐新民.基于动态因子和共享适应度的改进粒子群算法[J].浙江大学学报:理学版,2016,43(6).

收稿日期:2017-03-27

(上接第55页)

工具,科学的监控设施布局有利于更好地发挥系统在监控道路交通运行状况和辅助执法等方面的作用。该文主要基于交通管理者的业务需求,从覆盖率、合理性和效率三维构建评价指标,并提出各指标的计算模型,为交通监控设备布局的科学评价提供参考。但在指标等级划分标准方面由于缺乏更详细的参考数据,目前主要是基于广州的数据和交通管理部门的意见进行划分,未来在进一步收集更多城市相关数据后可进一步完善评估标准,提高评价体系的普适性。

参考文献:

- [1] 吴柯维.浅析城市道路交通监控市场的发展[J].中国安

防,2012(11).

- [2] 华锋.基于系统工程法的交通监控设备管理系统研究与开发[D].广州:华南理工大学,2014.
- [3] GA/T 1047-2013.道路交通信息监测记录设备设置规范[S].
- [4] 公通字[007]54号,公安部关于规范使用道路交通技术监控设备的通知[S].
- [5] GB 50688-2011.城市道路交通设施设计规范[S].
- [6] 刘玲玲.交通监控系统效益综合评价研究[D].重庆:重庆大学,2004.
- [7] 高晓波,雷晨.公路交通监控系统建设现状分析[J].中国交通信息化,2010(11).
- [8] 张婷,郑涛.交通道路监控信号共享方案[J].中国交通信息产业,2004(9).

收稿日期:2017-02-27