

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2025.01.027

引用格式:孙满,郭建华,高俊启.固定视频养护事件巡查覆盖率计算方法[J].公路与汽运,2025,41(1):137-139.

Citation:SUN Man, GUO Jianhua, GAO Junqi. Calculation method of inspection coverage of road maintenance events with fixed position video[J]. Highways & Automotive Applications, 2025, 41(1): 137-139.

## 固定视频养护事件巡查覆盖率计算方法\*

孙满<sup>1</sup>, 郭建华<sup>2,3</sup>, 高俊启<sup>4</sup>

(1.徐州市公路事业发展中心, 江苏 徐州 221006; 2.中华人民共和国交通运输部综合交通运输理论交通行业重点实验室(南京现代综合交通实验室), 江苏 南京 211135; 3.东南大学, 江苏 南京 210096;  
4.南京航空航天大学, 江苏 南京 210016)

**摘要:**为将固定视频引入道路养护中,通过分析调查,对不同养护事件进行分类,提出基于固定视频的养护事件巡查覆盖率计算方法。对于不同养护事件,研究路段中各固定视频的可视距离,从而计算其对养护事件的覆盖率。以 G104 徐州段为例,以坑槽为研究对象,对该路段的每个摄像头进行可视距离标定,计算得该路段固定视频对坑槽养护巡查的覆盖率为 57%,固定视频设备数量少,通过视频不能看到路面上所有坑槽,须增加固定视频设备数量。

**关键词:** 工程管理; 公路; 固定视频; 覆盖率; 养护事件; 可视距离

中图分类号:U415.12

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2025)01-0137-03

国省道公路养护存在点多、线长、面广等特点,在目前养护流程下,定期安排人员到现场巡查和督查,需要花费大量人力、物力和财力,工作效率较低<sup>[1]</sup>。而当前国省道路网中已建设有很多固定视频<sup>[2-3]</sup>,这些固定视频基本可满足路网运行监控要求,将其引入公路养护巡查流程,可进一步发挥路侧固定视频的价值。为达到该目标,需要根据养护事件巡查要求,对基于固定视频的养护事件覆盖率进行研究,给出计算方法,并确保计算结果的可靠性。

视频巡查手段在道路养护及相关领域已得到广泛应用。张家松等结合隧道自动化监测数据、洞内支护情况和地表巡查结果,准确预警了隧道超限形变<sup>[4]</sup>。李家辉利用图像边缘检测获取垃圾物轮廓,通过灰度化处理,将图片上像素点的灰度值设置为 0~255,对处理完成的图片中像素点的灰度值进行遍历,计算得到垃圾物占路面清扫面积的比例即路面垃圾物覆盖率<sup>[5]</sup>。储志伟提出采用双摄像头二次标定的扫地机器人覆盖率检测方法,通过统计测试区域的像素总数和扫地机器人清扫轨迹的像素数,计算运动轨迹的像素数与测试区域总像素数的比值,得到扫地机器人的清扫覆盖率<sup>[6]</sup>。杨光等针对秸秆覆盖率自动识别准确率低的问题,提出秸秆图

像畸变校正与 Otsu 算法阈值分割相结合的图像处理算法,并采用该方法计算田间秸秆覆盖率<sup>[7]</sup>。俞武扬以最大、最小临界覆盖距离度量应急服务设施对需求点的应急服务质量,通过定义覆盖水平等级,设计嵌入线性规划算法的模拟退火算法,计算应急服务设施的覆盖率<sup>[8]</sup>。目前对不同养护事件的固定视频覆盖率计算的研究较少,限制了固定视频在普通国省道日常养护中的应用。本文研究基于固定视频的养护事件巡查覆盖率计算方法,并以 G104 徐州段为例,基于固定视频计算该路段坑槽养护巡查覆盖率。

### 1 养护事件分类

对于不同养护事件类型,由于其破损程度不同,参照标准不同,通过固定视频能观察到的可视距离也不同。结合 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》<sup>[9]</sup>、苏交公养〔2020〕236 号《江苏省普通国省道养护手册》等相关标准规范及实际情况,本文主要研究道路工程养护事件,不研究桥涵工程、隧道工程、机电工程养护事件。对道路工程养护事件进行分类,分为路基损坏事件、路面损坏事件、沿线设施损坏事件、绿化损坏事件等。结合固定视频能查看

\* 基金项目:2023 年度徐州交通运输科技创新项目

到的养护事件实际情况,常见养护事件见表 1。

表 1 常见道路工程养护事件

结构/设施类型	养护事件类型
沥青路面	龟裂、块状裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、沉陷、车辙、波浪拥包、坑槽、松散、泛油、修补
路基	路肩边沟不洁、路肩损坏、边坡坍塌、水毁冲沟、路基构造物损坏、路缘石缺损、路基沉降、排水系统淤塞
沿线设施	防护设施缺损、隔离栏损坏、标志缺损、标线缺损
绿化	整枝、修剪、扶正、绿化管护不善

## 2 覆盖率计算方法

### 2.1 可视距离

可视距离是通过固定视频摄像头可以看到的特定养护事件的最大距离。根据不同类型养护事件的尺寸标准,选取相应参照标准或参照物对所有摄像头对于不同养护事件的养护巡查可视距离  $S_{ij}$  ( $i$  为养护事件类型; $j$  为公路沿线摄像头数量)进行标定。 $S_{ij}$  为在每个监控视频里可以清楚地看到的不同养护事件的最远距离。

### 2.2 覆盖率计算

某路段摄像头对某养护事件的可视距离之和与该路段总长度的比值为该养护事件的覆盖率。由于固定监控间距不尽相同,对不同养护事件类型的可视距离也不尽相同,养护事件巡查覆盖率  $R_i$  计算公式为:

$$R_i = \frac{B \sum S_{ij}}{BS} = \frac{\sum S_{ij}}{S} \times 100 \quad (1)$$

式中: $B$  为道路宽度; $S$  为巡查路线全长。

对于  $i$  类养护事件,标定试验路段每个摄像头的养护事件可视距离后,即可通过式(1)计算摄像头对试验路段该养护事件的覆盖率(见图 1)。某种养护事件尺寸标准越小,该养护事件的覆盖率越小,通过摄像头看到该种养护事件的概率越低。

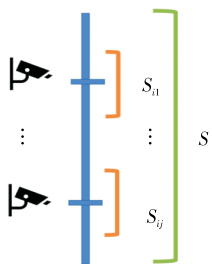


图 1 养护事件覆盖率计算示意图

## 3 实例分析

以 G104 徐州段为例进行养护事件覆盖率计算。该路段监控起点桩号为 K775+700,终点桩号为 K799+970,全长 24.27 km。根据 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》,坑槽应按面积计算,面积小于  $0.10 \text{ m}^2$  (半径  $r=0.18 \text{ m}$ ) 的为轻度,面积大于或等于  $0.10 \text{ m}^2$  的为重度<sup>[9]</sup>。本文以面积为  $0.13 \text{ m}^2$  (半径  $r=0.20 \text{ m}$ ) 的坑槽作为养护事件,以重度坑槽养护事件为例,对该路段固定视频可视覆盖率进行统计计算。通过统计每个固定监控能看清坑槽的最远距离(见表 2),计算该路段的累积可视距离为 9.79 km,利用式(1)计算得到该路段固定监控对坑槽的覆盖率为 57%。该路段固定视频设备数量少,通过视频不能看到路面上所有坑槽。如果将该路段固定视频设备数量增加 1 倍,则基本上任何部位  $0.13 \text{ m}^2$  大小的坑槽都能看到,覆盖率为 100%。

表 2 不同摄像头的可视距离

视频桩号	可视距离/m		设备类型	可视总长/m
	上行	下行		
K775+481	—	—	—	—
K775+750	250	250	300 万 px	500
K776+570	—	—	200 万 px	—
K776+700	200	350	200 万 px	550
K777+100	100	200	200 万 px	300
K777+450	—	—	200 万 px	—
K777+650	330	270	200 万 px	600
K778+700	300	130	300 万 px	430
K779+950	250	450	300 万 px	700
K780+800	400	300	300 万 px	700
K781+650	100	150	300 万 px	250
K782+400	100	450	300 万 px	550
K783+900	300	800	高空	1 100
K784+750	150	150	300 万 px	300
K785+900	400	300	300 万 px	700
K786+420	220	330	200 万 px	550
K786+600	—	—	200 万 px	—
K787+000	—	—	200 万 px	—
K787+400	500	350	300 万 px	850
K788+600	350	900	300 万 px	1 250

续表 2

视频桩号	可视距离/m		设备类型	可视总长/m
	上行	下行		
K788+690	240	210	300 万 px	450
K790+100	100	0	200 万 px	100
K791+435	—	—	300 万 px	—
K791+550	300	50	—	350
K793+100	200	60	300 万 px	260
K794+000	—	—	高空	—
K794+440	100	60	300 万 px	160
K795+400	100	450	300 万 px	550
K796+580	180	70	300 万 px	250
K797+150	500	350	400 万 px	850
K798+150	350	200	300 万 px	550
K799+280	380	120	300 万 px	500
K799+890	490	210	400 万 px	700

4 结语

本文基于固定视频进行公路养护事件巡查覆盖率计算,通过调查分析,将道路工程养护事件分为沥青路面损坏事件、路基损坏事件、沿线设施损坏事件和绿化损坏事件。对利用固定视频进行道路养护的可视距离和覆盖率进行定义,提出基于固定视频的覆盖率计算方法。通过对不同养护事件可视距离的标定,计算路段视频覆盖率,为利用固定视频进行道

路养护巡查提供数据支撑。以 G104 徐州段为例,以坑槽为研究对象,对该路段每个摄像头进行可视距离标定,计算得到该路段固定视频对于坑槽的覆盖率为 57%,固定视频设备数量少,通过视频不能看到路面上所有坑槽,须增加固定视频设备数量。

参考文献:

[1] 姚佩林,路畅,赵李军,等.高速公路日常养护市场化管理模式研究[J].公路与汽运,2022(6):144-148.

[2] 刘发水,林晓威,张玲,等.福州市公路网智能巡查技术体系构建与应用[J].公路,2017,62(11):165-167.

[3] 浙江公路系统首架公路路网监测无人机投用[J].中外公路,2015,35(5):173.

[4] 张家松,黄洲,冷志明.自动化监测预警技术在公路隧道工程中的应用[J].公路,2021,66(6):416-418.

[5] 李家辉.某型清扫车路面垃圾识别及上装系统节能策略研究[D].长春:吉林大学,2020.

[6] 储志伟.采用双摄像头二次标定的扫地机器人覆盖率检测方法研究[D].杭州:杭州电子科技大学,2022.

[7] 杨光,张洪熙,方涛,等.基于改进 AdaBoost 算法的秸秆识别与覆盖率检测技术[J].农业机械学报,2021,52(7):177-183.

[8] 俞武扬.服务能力受损情景下的应急设施选址模型[J].控制与决策,2016,31(11):1979-1984.

[9] 交通运输部公路科学研究院.公路技术状况评定标准:JTG 5210—2018[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.

收稿日期:2023-11-29

(上接第 77 页)

[9] 苏卫国,张旺.厂拌热再生中老化沥青有效再生率的研究[J].公路工程,2017,42(6):194-198.

[10] 兰青,徐伟,赵劲松,等.高比例 RAP 厂拌热再生沥青混合料在广惠高速公路试验与评价[J].公路工程,2013,38(4):79-83.

[11] 韩丁丁,张金喜,魏连雨.沥青混合料不同配合比设计方法设计效果的试验研究[J].公路,2015,60(10):204-208.

[12] 陈梓宁,程培峰.基于流变学原理的热再生沥青混合料旧料掺配比例[J].公路交通科技,2016,33(3):24-30.

[13] 梅朝阳,吴超凡,梁勇.厂拌冷再生沥青混合料生产工艺与质量控制[J].公路工程,2017,42(5):256-261.

[14] 徐日辉,黄红明.厂拌冷再生技术在佛山一环高速中的应用研究[J].公路与汽运,2021(1):83-86.

[15] 郝林,王文路,吴建灵,等.乳化沥青冷再生混合料成

型方法优化研究[J].公路,2023,68(1):333-344.

[16] 陈宇,曾俐豪,刘威勤,等.冷再生水性环氧树脂乳化沥青混合料路用性能研究[J].新型建筑材料,2023,50(6):127-130.

[17] 李正中,田克,柴东然,等.不同热再生拌和工艺对混合料再生效果的影响研究[J].中外公路,2019,39(2):227-231.

[18] CHEN T, MA T, HUANG X M, et al. The performance of hot-recycling asphalt binder containing crumb rubber modified asphalt based on physiochemical and rheological measurements[J]. Construction and Building Materials, 2019, 226: 83-93.

[19] 李雪连,郭甲林,崔之靖,等.再生 SBS 改性沥青的蠕变与松弛性能研究[J].交通科学与工程,2022,38(2):7-12+53.

收稿日期:2024-03-05