

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2023.04.008

基于德尔菲法的高速公路交通安全设施 技术状况评定方法优化

张乐

(四川高路建设咨询有限责任公司, 四川 成都 610041)

摘要: 高速公路交通安全设施技术状况评定过程中,人为因素的影响较普遍且存在漏项现象。文中采用德尔菲法,通过专家调查,在 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》评价项目的基础上,增加防落网和防眩设置两个评价项目,同时考虑安全设施的实体检测数据,对高速公路交通安全设施技术状况评定方法进行优化。

关键词: 公路交通;交通安全设施;技术状况评定;高速公路;德尔菲法

中图分类号: U491.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)04-0041-04

2021 年中国高速公路通车里程突破 16 万 km, 稳居世界第一。在享受高速公路带来的便捷交通的同时,由道路交通事故导致的安全问题日益凸显。道路安全事故发生后,交通安全设施往往成为事故调查方向之一。1994 年交通部颁布 JTJ 074—94《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》,这是中国第一部高速公路交通安全设施的“行动指南”。2004 年交通部颁布 JTG/T F83—01—2004《高速公路护栏安全性能评价标准》,2006 年颁布 JTG D81—2006《公路交通安全设施设计规范》,2013 年交通运输部颁布 JTG B05—01—2013《公路护栏安全性能评价标准》^[1],2017 年颁布 JTG D81—2017《交通安全设施设计规范》^[2],2018 年颁布 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》^[3]。随着人们对高速公路交通安全设施管理重视程度的不断加大,交通安全设施的养护管理面临全新的挑战,对检验评定结果的运用也需进一步优化。

1 现行高速公路交通安全设施技术状况评定方法及存在的问题

目前高速公路交通安全设施技术状况评定按 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》执行,公路工程沿线设施的技术状况根据沿线设施技术状况指数 I_{TCI} [计算公式见式(1)] 评定,按照 I_{TCI} 的得分划分为优、良、中、次、差 5 个等级(见表 1)。

$$I_{TCI} = \sum_{i=1}^{i_0} \omega_i (100 - D_{GDiTCI}) \quad (1)$$

表 1 高速公路交通安全设施技术状况评定等级^[3]

评定等级	I_{TCI}	评定等级	I_{TCI}
优	≥ 90	次	$[60, 70)$
良	$[80, 90)$	差	< 60
中	$[70, 80)$		

式中: i 为损坏类型; i_0 为沿线设施损坏类型总数, $i_0 = 5$; ω_i 为第 i 类设施损坏的权重,按表 2 取值; D_{GDiTCI} 为第 i 类设施的累计扣分,按表 2 取值,最高扣分为 100。

表 2 高速公路沿线设施扣分标准^[3]

损坏类型 i	损坏名称	计量单位	单位扣分	权重
1	防护设施缺损	轻	10.0	0.25
		重	30.0	
2	隔离栅损坏	处	20.0	0.10
3	标志缺损	处	20.0	0.25
4	标线缺损	m	0.1	0.20
5	绿化管护不善	m	0.1	0.20

注:绿化管护不善中,每 10 m 扣 1 分,不足 10 m 时按 10 m 计。

根据 JTG 5210—2018《公路技术状况评定标准》,高速公路沿线设施损坏分为防护设施缺损、隔离栅损坏、标志缺损、标线缺损和绿化管护不善,一般以 20 km 为路段单元划分长度,计算段落内评定指标,对全部段落评定指标加权平均得出整条高速公路交通安全设施技术状况得分,并对照表 1 得到

评定等级。该评定方法简单、明确,具有很好的操作性和适应性。但实际应用中存在以下问题:1) 人为经验影响较大。在是否列入损坏或划分损坏程度时经验往往不可避免地成为主要因素,不同检测人员得出的结果偏差较大,人员个人能力素质成为关键因素。2) 5 个损坏项目不足以全面覆盖高速公路沿线全部交通安全设施的损坏类型,需增加部分未覆盖项目。3) 在有实体检测数据的条件下,未能体现交通安全设施实体检测结果,对既往设施的质量水平没有反馈^[4-5]。

为保证交通安全设施技术状况评定体系的科学性、适应性和可操作性,在 JTG 5210—2018 的基础上,采用德尔菲法,利用专家评估确定的交通安全设施种类划分权重后进行评定,进一步提升评定结果的准确性和可靠性^[6-7]。

2 基于德尔菲法的交通安全设施技术状况评定

德尔菲法又称专家调查修正法,主要针对预测参数通过问卷调查获取专家意见,根据专家意见对参数进行增减,并赋予参数相应的权重,通过计算,确定最终指标^[8-9]。

2.1 德尔菲法计算 I_{TCI} 的总体思路

德尔菲法在缺陷部位和分项权重设计方面与 JTG 5210—2018 基本一致,增加规范中未包含的防落网、防眩设施及对应类别划分,增设实体检测指标以避免不同时期采用不同规范带来的质量、安全指标不统一的现象,获得高速公路交通安全设施基于现行标准的实际状况。各类缺陷的扣分标准采用专家调查法,由专家对各类缺陷的重要程度进行估计和判断,对专家意见进行整理、统计分析和综合,得出各类缺陷的扣分标准。接受调查的专家均具有丰富的理论知识和实践经验,且不受任何干扰,调查结果以统计概率形式反映专家意见的集中程度,德尔菲法的匿名性、反馈性和统计性可充分保证各类缺陷扣分标准的可靠性和科学性。评定指标由现场抽查和实体检测两部分组成,权重分别为 0.6、0.4。

表 4 防护设施缺损的扣分标准

缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重	备注
1	防护设施缺损	轻	处	5	0.20
		重	处	15	0.20
2	防护设施防护等级不足	轻	处	10	0.20
		重	处	30	0.20

I_{TCI} 计算公式如下:

$$I_{TCI} = r_1 \sum_{i=0}^i w_i \cdot I_{TCI_i} + r_2 \sum_{n=0}^n w_n \cdot I_{DCI_n} \quad (2)$$

式中: r_1 、 r_2 分别为现场抽查与实体检测的权重系数,分别取 0.6、0.4; i 为沿线设施损坏类型总数, $i=7$; w_i 为现场抽查中第 i 类设施损坏的权重; I_{TCI_i} 为现场抽查中各类交通安全设施的得分; n 为路段实体检测项目总数, $n=3$; w_n 为实体检测中第 n 类设施损坏的权重; I_{DCI_n} 为实体检测中各类设施的得分。

2.2 现场抽查得分

现场抽查中各类交通安全设施的得分按下式计算:

$$I_{TCI_i} = \sum_{i=1}^{i_0} w_i (100 - D_{GD/TCI}) \quad (3)$$

根据专家调查结果,将交通安全设施现场抽查项目由 5 项调整为 7 项,在 JTG 5210—2018 的基础上增加防落网和防眩设施,扣分标准见表 3。在权重方面,防护设施(主要为护栏)缺损和隔离栅损坏的权重不变;标志缺损的权重调整为与标线缺损一致,均为 0.2;防落网缺损的权重为 0.05;防眩设施和绿化管护均为对向车辆灯光防眩措施,权重均为 0.1。7 个子项目的扣分标准和权重见表 4~10。

表 3 基于德尔菲法的高速公路沿线设施扣分标准(现场抽查)

缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重
1	防护设施缺损	轻	10.0	0.25
		重	30.0	
2	隔离栅损坏	处	20.0	0.10
3	标志缺损	处	20.0	0.20
4	标线缺损	m	0.1	0.20
5	防落网缺损	处	20.0	0.05
6	防眩设施缺损	处	20.0	0.10
7	绿化管护不善/m	m	0.1	0.10

注:绿化管护不善中,每 10 m 扣 1 分,不足 10 m 时按 10 m 计。

续表 4					
缺陷类型	缺陷名称		计量单位	单位扣分	权重
3	防护设施外展设置不规范		处	20	0.25
4	防护设施过渡段设置不规范		处	20	0.25
5	防护设施立柱加密不规范		处	20	0.10

表 5 隔离栅损坏的扣分标准					
缺陷类型	缺陷名称		计量单位	单位扣分	权重
1	隔离栅	轻	处	5	1
	缺损	重	处	15	

表 6 标志缺损的扣分标准					
缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重	备注
1	标志缺损	轻	处	5	标志污染、遮挡,可变情报板故障
		重	处	20	标志残缺、位置不当、颜色不鲜明

表 7 标线缺损的扣分标准					
缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重	备注
1	标线缺损	处	10	0.5	10 m/处,不足
	标线施划错误	处	20	0.5	10 m 计为 1 处

表 10 绿化管护不善的扣分标准					
缺陷类型	缺陷名称		计量单位	单位扣分	权重
1	中分带稀松,夜间影响对向行车		处	5	0.5
				15	
2	路侧绿化茂盛,遮挡视线		处	5	0.5
				15	

表 11 抽检路段实体检测评分标准					
类型	安全设施	检测项目	权重	评分标准	
1	波形梁钢护栏	护栏中心高度	0.25	按合格率评分,合格率 1%得 1 分,以此类推。 每项总分均为 100 分	
2		护栏厚度	0.25		
3		立柱埋置深度	0.25		
4	交通标线	标线逆反射系数	0.25	按照路段平均合格率评分,平均合格率为 1%得 1 分,以此类推。满分 100 分	

3 某高速公路交通安全设施技术状况评定

2021 年对四川省道 S32 绵西(绵阳—西充)高

表 8 防落网缺损的扣分标准				
缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重
1	防落网缺损	处	10	1

表 9 防眩设施缺损的扣分标准					
缺陷类型	缺陷名称	计量单位	单位扣分	权重	备注
1	防眩设施缺损	轻	处	5	≤4 m
		重	处	15	>4 m

2.3 实体检测得分

由于规范的更迭和历史的原因,不同时期设计的交通安全设施的防撞等级、质量要求等均有所不同,有必要将实体检测结果纳入评定范围,以现行标准审视既往规范下交通安全设施的安全性。交通安全设施的实体检测项目主要包括波形梁钢护栏质量和交通标线质量两项,分为 4 个分项,重点为波形梁钢护栏质量水平,各类设施实体检测得分为 I_{DCI} 。按照专家意见,4 个项目同等重要,权重均为 0.25,单项总分 100 分,采用扣分制,评分标准见表 11。

速公路 K0+000—K20+000 上行方向交通安全设施进行安全抽检,抽查长度为 20 km,主要检测结果见表 12、表 13。

表 12 西绵高速公路交通安全设施

现场抽查结果		单位:处	
缺陷名称	抽查结果	缺陷名称	抽查结果
护栏缺损	0	标志缺失、损坏	0
护栏防护等级不足	0	标线缺损	0
护栏外展设置不规范	9	标线施划错误	1
护栏过渡段设置不规范	2	防落网缺损	0
护栏立柱加密不规范	0	防眩设置缺损	0
隔离栅缺损	0	绿化管护不善	0
标志污染、遮挡	1		

注:所有缺陷的严重程度均为一般;标线施划错误 1 处,长度 30 m。

表 13 西绵高速公路实体检测结果

检测项目	合格率/%
护栏厚度	98.00
护栏中心高度	100.00
立柱埋置深度	100.00
左侧虚线	56.90
右侧实线	96.86
路段平均	76.88

采用上述基于德尔菲法优化的高速公路交通安全设施技术状况评定方法对该路段安全设施进行评定, $I_{TCI}=88.3$,对照表 1,该路段交通安全设施的技术状况综合评定为“良”。

4 结语

高速公路交通安全设施的技术状况评定受人为因素影响较大。本文在 JTG 5210—2018《公路技术

状况评定标准》要求的基础上,采用德尔菲法,通过专家调查进一步优化高速公路交通安全设施评定标准和方法,将交通安全评定划分为现场抽查和实体检测两部分,并结合实际赋予不同权重,对高速公路交通安全设施的技术状况进行评定,评定结果可为高速公路养护决策提供参考。

参考文献:

- [1] 北京深华达交通工程检测有限公司.公路护栏安全性能评价标准:JTG B05—01—2013[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2013.
- [2] 交通运输部公路科学研究院.公路交通安全设施设计规范:JTG D81—2017[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.
- [3] 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.
- [4] 董旭明.公路交通安全设施技术状况评定体系研究[J].山西建筑,2014,40(11):139—141.
- [5] 孙鹏.高速公路交通安全设施评价方法探究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(8):209—211.
- [6] 龙小强,谭云龙.基于模糊综合评价的城市道路交通拥堵评价研究[J].交通标准化,2011,39(11):114—117.
- [7] 付俊俊.基于德尔菲法的轨道交通桥梁关键检测指标研究[J].公路与汽运,2022(1):147—150.
- [8] 张国立,张辉,孔倩.模糊数学基础及应用[M].北京:化学工业出版社,2011.
- [9] 寇震,旷远许.基于模糊综合评价方法的中国道路交通安全评价研究[J].交通标准化,2013,41(11):81—83.

收稿日期:2022—09—01

(上接第 40 页)

- [4] LEITAO S, SOLTEIRO PIRES E J, DE MOURA OLIVEIRA P B. Road tunnels lighting using genetic algorithms[C]//2009 15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems. IEEE, 2009:1—6.
- [5] 叶飞,龚波.基于瞳孔变动的隧道群区段视觉明暗适应特性研究[J].公路与汽运,2018(2):40—44.
- [6] 李俊德,冉涛,廖疆平,等.基于瞳孔直径变化的隧道明暗适应距离分析[J].公路交通科技(应用技术版),2019,15(8):197—200.

- [7] 王健,潘福全,王铮,等.基于明暗适应的隧道出入口照明改善方法[J].交通工程,2019,19(6):19—22.
- [8] 赵郁.公路隧道出入口遮阳棚对驾驶人明暗适应能力的影响[J].中国公路,2022(6):114—115.
- [9] 孟庆茂,常建华.实验心理学[M].北京:北京师范大学出版社,1999.
- [10] 杜志刚,潘晓东,郭雪斌.公路隧道进出口行车安全评价指标应用研究[J].同济大学学报(自然科学版),2008,36(3):325—329.

收稿日期:2022—07—29