

文章编号:1673-2049(2018)03-0095-09

# 城市与公路桥梁技术状况评定方法对比分析

陈树礼,刘永前

(石家庄铁道大学 大型结构健康诊断与控制研究所,河北 石家庄 050043)

**摘要:**为研究中国城市与公路桥梁技术状况评定方法的差异和适用性,科学选择评定方法,针对《城市桥梁养护技术规范》(CJJ 99—2003)、《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)、《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21—2011)和《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99—2017)的理论基础和实际应用进行了对比分析。首先详细阐述规范中不同桥梁技术状况评定方法的基本理论和实施方法,然后从标准类型、评定方法、评定过程、病害分级、评定层次和等级、适用性和优缺点等方面对几种评定方法进行对比分析,并在多座病害程度不同的各种类型桥梁上开展应用对比研究,最后结合应用情况提出针对不同状况评定方法的改进建议。结果表明:现有公路、城市桥梁状况评定方法大都采用综合评定方法,在本行业的桥梁状况评定和养护管理中都起到了重要作用,但在理论结构、计算模型、评定方法、评分标准、等级划分和实际评定应用方面存在一定差异,每种评定方法均有其适用性,各有优缺点,在使用过程中需要互相借鉴、取长补短;针对不同评定方法在实践应用中出现的问题,需要从桥梁病害源头、评定具体实施细则和信息化、智能化评定等方面进行完善和改进。

**关键词:**城市桥梁;公路桥梁;技术状况评定;对比分析;智能化评定

**中图分类号:**TU446

**文献标志码:**A

## Comparative Analysis of Technical Condition Evaluation of City Bridges and Highway Bridges

CHEN Shu-li, LIU Yong-qian

(Structure Health Monitoring and Control Institute, Shijiazhuang Tiedao University,  
Shijiazhuang 050043, Hebei, China)

**Abstract:** In order to study the difference and applicability of the technical condition evaluation methods of city bridges and highway bridges, comparison analysis of the evaluation methods among *Technical Code of Maintenance for City Bridge* (CJJ 99—2003), *Code for Maintenance of Highway Bridges and Culverts* (JTG H11—2004), *Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges* (JTG/T H21—2011) and *Technical Standard of Maintenance for City Bridge* (CJJ 99—2017) were carried out. Firstly, the basic theories and implementation methods for different bridge technique condition evaluation methods of specifications were completed. Secondly, comparison analysis on standard type, assessment method, assessment process, disease classification, assessment level and grade, applicability, advantages and disadvantages of several evaluation methods were analyzed, and the comparative study on the different applications in various types of bridges was done. Finally, some improvement

收稿日期:2017-11-20

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0802207);国家自然科学基金项目(51678376);

交通运输部建设科技项目(2015 318 814 190)

作者简介:陈树礼(1978-),男,河北沧州人,副教授,工学博士研究生,E-mail:chensl@stdu.edu.cn。

suggestions for different assessment methods were put forward combined with the application situations. The results show that all of the city and highway evaluation methods adopt the comprehensive evaluation method, the evaluation methods play an important role in the industry of bridge condition assessment and maintenance management, but have certain differences in the theoretical structure, calculation model, evaluation method, evaluation standard, hierarchy and actual assessment application, each method has its applicability, advantages and disadvantages, different methods should learn and apply from each other in the use process. According to the practical application problems, relevant measures which include source of bridge diseases, specific implementation details of evaluation, information technology and intelligent evaluation should be improved and perfected.

**Key words:** city bridge; highway bridge; technical condition evaluation; comparison analysis; intelligent evaluation

## 0 引言

桥梁是重要的交通基础设施,桥梁结构安全与社会发展和人民生活息息相关,随着交通量、车辆荷载的快速增加,很多桥梁病害大量出现并迅速发展,对桥梁安全造成巨大影响。为保证桥梁结构安全,首先需要对桥梁结构的使用功能、使用价值和承载能力进行综合评定,而桥梁技术状况评定结果的准确与否则直接影响到后续养修决策及维修加固,因此,选择科学、恰当的评定方法或标准对桥梁状况进行评定尤为重要。

目前,国内外针对城市和公路桥梁技术状况评定方法较多,如层次分析法、加权平均法、模糊评定法和综合评定法等,每种方法都有各自特点。中国桥梁技术状况评定主要依据《城市桥梁养护技术规范》(CJJ 99—2003,2018年2月1日废止)<sup>[1]</sup>、《公路桥涵养护规范》(JTG H11—2004)<sup>[2]</sup>、《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21—2011)<sup>[3]</sup>和《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99—2017,2018年2月1日实施)<sup>[4]</sup>,几个规范的评定方法各不相同。针对公路和城市桥梁技术状况评定方法的适用性和差异性问题,很多学者进行了深入研究并取得丰富成果。文献[5]对比分析了公路和城市桥梁2种规范评定方法的差异性和适用性,并提出不同规范方法的应用建议;文献[6]~[10]总结了国内外不同规范评定方法的优缺点,提出了相应改进建议;文献[11]~[15]对公路行业不同桥梁评定方法的差异和在实际应用中存在的问题进行了详细研究,也提出了很多应用建议;文献[16]在深入分析国内外相关桥梁技术状况评定方法优缺点的基础上,对《公路桥梁技术状况评定标准》的具体应用进行了详细解读,列举了大量

桥梁评定实例;文献[17]~[22]针对《公路桥梁技术状况评定标准》应用中存在的一些问题进行了探讨,提出了很多改进建议;文献[23]~[25]则深入探讨了桥梁评定方法在多座中小桥梁和桁架桥中的实际应用。总体来说,既有研究主要集中在部分评定方法的对比分析和单一评定方法应用方面,以及在公路桥梁状况评定方法的应用方面,有关城市桥梁评定方法分析和应用研究较少,加之新的城市桥梁养护技术标准刚刚发布,目前缺少完整、全面的城市与公路桥梁评定方法对比分析和应用研究,不同规范评定方法应用范围比较模糊,在评定方法的应用中也还有一些问题需要进一步深入探讨。

据此,本文立足于解决城市和公路桥梁技术状况评定中的现实问题,阐述各种评定方法的基本理论和实际操作,分析比较现有桥梁状况评定方法的特点,研究其适用性,结合不同类型桥梁应用案例,总结归纳现有评定方法的优缺点和适用性,指导桥梁管理部门准确评定桥梁技术状况。

## 1 规范解读

### 1.1 《城市桥梁养护技术规范》(CJJ 99—2003)

CJJ 99—2003 为行业标准,2003年12月4日由建设部批准发布,2004年3月1日实施,2018年2月1日废止。该规范是中国第1部针对城市桥梁养护和状态等级评定的规范。CJJ 99—2003 根据城市桥梁在道路系统中的地位和重要性,本着“保证重点,养好一般”的原则,将其划分为5类养护类别,I类养护桥梁和其余II~V类养护桥梁分别采用2种不同的状态等级评定方法。

I类养护桥梁根据桥梁缺陷程度和完好状态分为合格和不合格2个等级;II~V类养护桥梁采用

分层加权法,按照桥梁构件病害类型和严重程度,对桥梁下部结构、上部结构和桥面系分别进行评定打分,固定桥梁各组成部分权重,根据检测结果分别计算3个部位各自的状况指数得分,再综合得出整个桥梁技术状况指数 $I$ [公式(1)],最后根据技术状况指数总得分确定桥梁状况等级。状况等级分为5级,分别为A级(完好状态)、B级(良好状态)、C级(合格状态)、D级(不合格状态)和E级(危险状态);同时规定了14种可以直接评定为D级桥和不合格级桥的情况。

$$I = I_m \omega_m + I_s \omega_s + I_x \omega_x \quad (1)$$

式中: $\omega_x, \omega_s, \omega_m$ 分别为下部结构、上部结构和桥面系的权重; $I_x, I_s, I_m$ 分别为下部结构、上部结构和桥面系的技术状况指数。

### 1.2 《公路桥涵养护规范》(JTJ H11—2004)

JTG H11—2004为行业标准,2004年6月28日由交通部批准发布,2004年10月1日实施,其主要内容是《公路养护技术规范》(JTJ 073—96)中针对桥涵养护部分的细化,是中国第1部针对公路桥梁技术状况评定比较详细的规范,也是中国目前桥梁技术状况评定普遍采用的规范。

JTG H11—2004中规定整个桥梁技术状况综合评定可采用3种方法:第1种方法是考虑桥梁各部件权重的综合评定方法;第2种方法是按照重要部件最差的缺损状况进行评定;第3种方法是对照桥梁技术状况评定标准进行评定,规范建议宜采用第1种方法。

在采用综合评定法进行状况评定时,将桥梁划分为17个结构部件,依据检测结果对各部件进行扣分,固定各部件权重或采用专家评定法调整权重,再根据公式(2)计算桥梁技术状况总评分,最后根据评分值确定评定等级,等级分为一类(完好、良好)、二类(较好)、三类(较差)、四类(差的)和五类(危险)。

$$D_r = 100 - \sum_{i=1}^n R_i W_i / 5 \quad (2)$$

式中: $D_r$ 为全桥技术状况评分; $R_i$ 为第 $i$ 类部件对应的评定标度( $0 \leq R_i \leq 5$ ); $W_i$ 为第 $i$ 类部件的权重, $\sum W_i = 100$ 。

### 1.3 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTJ/T H21—2011)

JTG/T H21—2011为行业推荐性标准,2011年7月19日由交通运输部批准发布,2011年9月1日实施,其主要内容是桥梁一般评定的继承、完善和发展,在桥型分类评定、部件划分、量化指标、单项指

标控制和评定模型等方面都进行了进一步完善和补充,是中国目前针对公路桥梁比较完整细致的评定标准。

JTG/T H21—2011中桥梁技术状况评定采用分层综合评定与单项指标控制相结合的方法,针对常见的梁式桥、拱式桥、悬索桥和斜拉桥4种桥型,细化不同桥型的部件分类,考虑主要部件和次要部件区别,确定不同的权重值和评定指标,针对结构缺失或者未设置情况考虑权重调整,从底往上,按照“构件评定→部件评定→桥面系评定→上部结构评定→下部结构评定→全桥评定”过程进行评定,根据检测结果分别计算构件评分、部件评分、桥面系评分、上部结构评分和下部结构评分,再根据公式(3)计算总体技术状况评分,按评分值确定状况等级。桥梁状况等级分为1类(全新、完好)、2类(轻微缺损)、3类(中等缺损)、4类(较大缺损)和5类(严重缺损)。对于缺陷或病害比较严重的情况,规定了14种可以直接评定为5类桥的情况。

$$D_r = I_D W_D + I_{SP} W_{SP} + I_{SD} W_{SD} \quad (3)$$

式中: $D_r$ 为0~100分; $I_D$ 为桥面系技术状况评分; $I_{SP}$ 为上部结构技术状况评分; $I_{SD}$ 为下部结构技术状况评分; $W_D$ 为桥面系在全桥中权重; $W_{SP}$ 为上部结构在全桥中权重; $W_{SD}$ 为下部结构在全桥中权重。

### 1.4 《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99—2017)

CJJ 99—2017于2017年7月31日由住房和城乡建设部批准发布,2018年2月1日实施,定位为行业标准,正式发布后将替代CJJ 99—2003,是CJJ 99—2003的进一步完善和补充。

CJJ 99—2017中对城市桥梁技术状况评定方法进行了完善,并新增了人行天桥、人行地道、拱桥技术状况评定方法。

根据城市桥梁在道路系统中的地位,城市桥梁养护类别宜分为I~V共5类,根据各类桥梁在城市中的重要性,本着“保证重点,养好一般”的原则,城市桥梁养护等级宜分为I等、II等、III等,根据城市桥梁技术状况、完好程度,针对不同养护类别,其完好状态等级划分及养护要求有相应规定。

I类养护桥梁按照桥梁完好状态分为合格和不合格2个级别;II~V类养护桥梁利用分层加权法,根据桥梁构件病害类型和严重程度,采用扣分制对桥面系、上部结构和下部结构分别进行评定,考虑未出现要素的权重分配,再综合得出整个桥梁技术状况的评定。具体评定时,以桥梁状况指数确定桥梁分部和整体结构的技术状况评定指标[公式(1)],桥

梁不同组成部分的结构状况评定指标由桥梁结构指数确定[公式(4)],根据状况指数和结构指数评分值区间判定状况等级。评定等级分为 5 级,即 A 级(完好状态)、B 级(良好状态)、C 级(合格状态)、D 级(不合格状态)和 E 级(危险状态);也规定了 14 种可以直接评定为 D 级桥和不合格级桥的情况。

$$I_{*}=\min\{I_{\text{m}},I_{\text{s}},I_{\text{x}}\}$$

(4)

式中: $I_{*}$ 为桥梁结构指数。

人行天桥状况评定方法用状况指数  $P_{\text{BCI}}$  表示,

表 1 不同桥梁技术状况评定方法对比

Tab. 1 Contrast of Different Bridge Technique Condition Evaluation Methods

标准编号	CJJ 99—2003	JTG H11—2004	JTG/T H21—2011	CJJ 99—2017
标准类型	行业标准,强制性,2018 年 2 月 1 日废止	行业标准,强制性	行业标准,推荐性	行业标准,强制性,2018 年 2 月 1 日实施
评定方法	分层加权法,单项指标控制	一级加权综合评定,以重要部件最差缺损状况评定,参照状况标准描述凭经验判断	多级加权分层综合评定与单项指标控制相结合	分层加权法,状况指数 $I$ 和结构指数 $I_{\text{c}}$ 。双控,单项指标控制
评定过程	构件具体病害→部件评定→全桥评定	部件病害、缺损→全桥评定	构件具体病害→部件评定→全桥评定	构件具体病害→部件评定→全桥评定
病害分级	3 级	5 级	3,4,5 级	3 级
评定层次	4 层,病害→构件→部件→整体	3 层,病害→部件→整体	5 层,病害→构件→部件→子结构→整体	5 层,病害→构件→部件→子结构→整体
评定等级	A 级[90,100];B 级[80,90);C 级[66,80);D 级[50,66);E 级[0,50)	一类[88,100];二类[60,88);三类[40,60);四类、五类[0,40)	1 类[95,100];2 类[80,95);3 类[60,80);4 类[40,60);5 类[0,40)	A 级[90,100];B 级[80,90);C 级[66,80);D 级[50,66);E 级[0,50)
桥型划分	无划分,但规定了 6 种常见桥型构件权重	无桥型分类	分为梁式桥、拱式桥、悬索桥和斜拉桥 4 种	无划分,规定了 6 种常见桥型构件权重,增加人行天桥、地道桥和拱桥方法
权重分配	固定权重;上部结构 0.40,下部结构 0.45,桥面系 0.15	固定权重;采用专家评定法调整权重(需经批准认可);17 个重要部件均分配权重	全面考虑未出现或者缺失要素权重二次分配;上部结构 0.40,下部结构 0.40,桥面系 0.20	考虑未出现要素权重二次分配;上部结构 0.40,下部结构 0.45,桥面系 0.15
病害描述	分构件描述病害	按部件描述病害	按桥型分类,分构件详细描述病害	分构件描述病害
主要优点	方法简单,主观性小,梁式桥应用较好	概念明确、计算简单,针对性和实用性强	桥型、病害划分和描述细致,评定方法最完善	桥型考虑全面,方法简单,适用性强
主要缺点	重要桥梁评定方法过于简单,严重病害考虑不足	部件划分简单、特殊桥梁适用性不好,主观性较大	计算复杂、现场工作量较大	I 类桥梁评定方法简单,病害分级较少

从标准类型、评定方法、评定过程、评定层次、评定等级、桥型划分、权重分配等方面对不同评定方法的适用性、典型特点及存在问题进行细致对比分析,总结如下:

(1)CJJ 99—2003 适用于城市范围内桥梁状况评定,为科学指导桥梁养护管理和维修提供技术支持。该方法在城市梁式桥中应用较好,但对于地位最为重要的特大桥梁及特殊结构的桥梁,评定等级

适用于钢结构桁架桥、梁式桥和钢筋混凝土梁式桥;人行地道评定方法采用状况指数  $S_{\text{CI}}$  表示,适用于专门的人行地道、行人和非机动车共用通道;拱桥评定方法仍采用桥梁状况指数  $I$  表示,适用于圬工结构或钢混结构的桁架拱、肋拱桥和双曲拱等。

2 不同评定方法对比分析

不同桥梁状况评定方法在应用中都有其各自特点,表 1 为不同桥梁技术状况评定方法对比。

过于简单,不能准确反映桥梁技术状况,主观因素影响比较大;对于其他 II~V 类养护桥梁,构件划分为粗糙,计算模型基于算数平均计算,评分偏高;桥梁常见缺损和病害等级划分偏少且在评分中不能全面反映,严重病害考虑不足,缺少部分桥型评定标准,缺少直接评定为 E 级桥的条件。此外在技术状况评定计算过程中各结构权重固定,给评定结果的准确性造成一定影响。

(2)JTG H11—2004 适用于各级公路桥梁的技术状况评定,按照“17个部件评分→全桥评分”的顺序完成状况评定,具有概念明确、操作便捷、计算简单的优点,是目前应用最广泛的一种评定方法,但该方法部件划分较粗糙,评定等级较少,构件指标不太完善,不适用于技术复杂的桥梁结构,在结构简单的梁式桥中应用较好。该方法过分突出下部结构的重要性,对上部结构考虑不够,实际评定时主要依靠定性分析和经验来评定桥梁状态,不同人员评定结果可能会差异很大,降低了评定准确度。同时,该方法也缺少将桥梁直接评定为四类或五类桥梁的条件。

(3)JTG/T H21—2011 适用于各级公路桥梁的技术状况评定,主要采用目测和仪器设备相结合的方法。该方法按照常见的4种桥型进行桥梁评定分类,根据桥型不同细化部件分类,并制定相应评定细则,细化评定指标并提出相应量化标准,对评定模型也进行了改进,在评定时考虑了未出现或者缺失要素权重二次分配,也提高了三类以上桥梁评分等级。严格来说,该方法是目前比较全面科学的评定方法,完善了JTG H11—2004的很多不足,细化了桥梁状况等级,但在评分顺序、构件数量的确定和病害标度划分与判定等方面应用存在些许问题,有些过多重视病害数量而忽视单一病害严重程度,在病害过多或过少情况下会出现评分偏低或偏高情况,也存在现场检测工作量大、计算复杂等一些使用不便之处。

(4)CJJ 99—2017 在CJJ 99—2003基础上进行了修订,适用于城市桥梁状况评定,是一种比较完善的评定方法。特大桥梁及特殊结构的桥梁状况评定仍然采用原有规范方法,评定等级较简单;Ⅱ~Ⅴ类养护桥梁则采用桥梁状况指数(表征桥梁结构的损坏状况)和桥梁结构指数(表征桥梁不同组成部分的最不利单个要素或单跨(墩)的结构状况)双控的方法,增加了权重变化影响,提高了评定准确性,也降低了对检测人员的要求,但构件划分仍然比较粗糙,桥梁缺损和病害仍旧以文字定性描述为准,也缺少直接评定为E级桥的条件;相对于CJJ 99—2003,CJJ 99—2017中增加了城市桥梁中大量存在的人行天桥、人行地道和拱桥评定方法,按照状况指数标准进行评定,针对性较强。

### 3 典型桥梁技术状况评定

针对城市和公路桥梁中数量最多的简支梁桥以及不常见的连续梁桥、拱桥和斜拉桥,考虑病害严重程度的不同,采用上述4种评定方法分别进行桥梁

技术状况评定,评定结果见表2。

依据不同类型典型桥梁结构评定结果,从城市和公路桥梁不同评定方法的准确性和适用性角度进行深入分析。

(1)在实际应用中,城市和公路中的梁式桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥等类型桥梁均可按照本行业规范规定的相应评定方法进行评定,未规定桥型也需要按照本行业规范规定的类似桥型进行评定,同时也可参考其他行业评定方法进行校核。

(2)对于公路桥梁而言,JTG H11—2004 比较简洁,能够很好地完成常见梁式桥的状况评定,但缺少拱桥、斜拉桥、悬索桥等特殊结构桥梁的评定方法;JTG/T H21—2011 明确给出了梁式桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥共4种桥型的评定方法,适用范围更广。对比同一桥梁2种不同评定方法得分,基本上是采用JTG/T H21—2011方法得分略大于采用JTG H11—2004方法得分。对于病害特别严重桥梁,JTG/T H21—2011 评定结果更准确,病害较轻桥梁,JTG H11—2004 或 JTG/T H21—2011 两种方法评定结果大体相当。对于拱桥、斜拉桥等特殊类型桥梁,JTG H11—2004 缺少相关规定,宜采用JTG/T H21—2011方法。

(3)对于城市桥梁而言,CJJ 99—2017 中规定了梁式桥、人行天桥、地道桥和拱桥的评定方法,评定方法也非常详细。对于城市中日益增多的斜拉桥、悬索桥等大型或复杂桥梁而言,缺少较为详细明确的评定方法,须按照CJJ 99—2017类似桥型进行检查评定,但也可以参考JTG/T H21—2011方法进行校核。因CJJ 99—2017中仅规定了14条直接评定为D级和不合格级桥的情况,也规定了有较大影响的部件损坏时可直接评定为D级和不合格级桥,而对于单一病害特别严重或病害种类非常多的桥梁,可以直接定为D级或不合格级并进行说明,或者可参考JTG/T H21—2011中的单项控制指标进行状况评定,直接评定为5类。

(4)对比城市和公路桥梁技术状况评定方法,JTG H11—2004 年代较早,具有权威性强、工作量小、操作简单的典型特点,但也存在桥型少、构件划分简单、严重病害可能会被掩盖等不足,在实际应用中需要有条件地选择使用。JTG/T H21—2011 克服了JTG H11—2004的多项不足,是JTG H11—2004的继承、完善和发展,考虑了多种桥型,评定结果客观性好,但大大增加了桥梁检查工作量和直接成本,在实际应用中需兼顾准确性和经济性合理选

表 2 典型桥梁状况评定结果  
Tab. 2 Evaluation Results of Typical Bridges

序号	桥梁类型	上部结构形式	跨度/m	桥梁技术状况评分及等级				病害程度
				CJJ 99—2003	JTG H11—2004	JTG/T H21—2011	CJJ 99—2017	
1	简支梁桥	预应力混凝土 T 梁	20	85.3,B 级	81.5,二类	83.2,2 类	85.7,B 级	桥面存在车辙、开裂、锈蚀等轻微病害,梁体混凝土剥离,横隔板渗水;墩身存在水平裂缝,支座有轻微变形。
2	简支梁桥	钢筋混凝土板梁	16	51.5,D 级	39.8,四类	38.4,5 类	52.7,D 级	桥面车辙、裂缝、伸缩缝、泄水孔、栏杆等病害非常严重,混凝土板底纵向开裂和锈蚀严重,桥台身存在严重病害。
3	拱桥	石砌拱桥	22		62.5 二类	65.94,3 类	68.9,B 级	桥面存在铺装、坑槽、开裂等病害,缺少伸缩缝,主拱圈部分结构脱落,墩身有轻微破损。
4	人行天桥	混凝土简支梁	10		58.6 三类	59.2,3 类	53.2,D 级	桥面车辙、裂缝、伸缩缝、泄水孔、栏杆等病害较严重,主梁腹板存在竖向裂缝;墩身轻微倾斜,支座有脱空、变形。
5	人行地道桥		5				78.74,C 级	地道桥两侧混凝土开裂,内部有积水,有个别地方出现钢筋锈蚀和混凝土剥落情况。
6	连续梁桥	连续混凝土箱梁	48+64+48	78.4,C 级	76.5,二类	74.32,3 类	79.5,C 级	桥面车辙、伸缩缝、泄水孔、栏杆等病害比较严重,梁体混凝土有缺损;墩身开裂,护坡破损,部分支座变形严重。
7	钢混组合梁桥	钢混叠合梁	46	83.2,B 级	84.3,二类	88.5,2 类	82.1,B 级	桥面车辙、伸缩缝、泄水孔、栏杆等病害比较严重,主梁混凝土剥离面积小于 1%;墩身存在水平裂纹。
8	钢箱梁桥	连续钢箱梁	独柱式	60.1,D 级	61.4,二类	63.2,3 类	62.4,D 级	桥面存在轻微坑槽、伸缩缝堵塞、桥面开裂及泄水孔堵塞病害,主梁钢板锈蚀;墩身有轻微水平裂缝。
9	斜拉桥	箱形梁	205+460+205	82.93,B 级	79.4,二类	78.62,2 类	81.21,B 级	桥面存在车辙、漏水、护栏锈蚀等病害,支座、箱梁变形和开裂情况较为严重。
10	悬索桥	160.65	616	84.94,B 级	59.2,三类	82.68,2 类	80.42,B 级	桥面存在坑槽、积水情况,墩台基础、锚锭、桥台、主梁等部位有开裂现象。

择。CJJ 99—2017 在保留 CJJ 99—2003 核心内容基础上,提出了  $I$  和  $I_*$  双控和单线指标控制方法,考虑了城市中特有的多种类型桥梁结构,内容更加全面,对人员要求更低,评定方法更加完善,评定结果更加客观。

4 改进建议

几部规范中采用的评定方法都有非常强的适用性,对指导桥梁养护管理都起到了巨大作用,优点突出,但通过不同规范评定方法的对比分析和实桥应

用对比,发现这几种桥梁状况评定方法在实践应用中还有一些方面值得改进。

#### (1)化整为零,逐孔评定。

目前城市和公路桥梁评定方法都是对一座桥梁的整体技术状况进行评定,未明确记录和评定单孔桥梁状况,而单孔桥梁病害严重情况将直接影响全桥最终评定结果,可能会给桥梁后期维护管理决策带来一定误导。因此,建议在具体评定桥梁状况时,增加桥梁逐孔评定结果,最终再形成全桥评定结果,做到桥梁细部和整体状况的准确掌握。

#### (2)建立桥梁病害数据库,细化病害等级并实现定量描述。

不同规范中桥梁病害等级、标度和判定方法各不相同,且评分中存在很大的不确定性,病害描述大都以文字形式表述,不直观且在应用中主观性较大,而病害检查和评分是状况评定最为重要的环节,最好进行定量计算,但目前评定方法中缺少详细的病害分级、描述和相应的病害数据库。因此,建议尽快建立公路和城市桥梁的病害数据库,按地区、桥型分别进行统计,图文并茂地详细描述各种类型桥梁的各种病害类型和扣分等级,病害等级均采用1~5级分类,每级对应相应的扣分标准,加强严重病害扣分,降低轻微病害扣分,争取做到现场检查的桥梁病害在数据库中都能找到对应等级和扣分标准,尽可能避免主观判断,提高病害分类、评定的准确性。

#### (3)制定构件划分规定,规范桥梁检查流程,明确评分顺序。

构件数量划分不同和评分顺序差异将直接导致桥梁状况评定结果离散,而现行的几部规范均缺少此方面规定。因此,针对不同类型桥梁,建议在总结既有规范应用不足的基础上,编制科学、规范的构件划分和编号规定,结合地区实际制定标准化的桥梁检查方法和检查流程,制定固定明确的评分顺序,科学指导检查人员具体实施。

现有规范中缺少桥梁状况检查顺序、流程和具体操作方法方面的规定,造成不同单位、不同人员在具体开展桥梁状况检查时,大都按照自定的检查流程和方法进行,最终可能会导致评定结果的不确定性。因此,建议制定统一、规范的桥梁技术状况检查规程,明确具体实施方法,所有人员均按照统一、规范的方法完成桥梁检查和状况评定。

#### (4)城市和公路桥梁均必须严格执行本行业的规范评定方法。

目前城市和公路桥梁的技术状况评定方法中对

状况等级的分类和评分标准均有所不同,评定等级也各不相同,相同得分时评定等级差别可能会很大,在应用时可能会出现结果不一致情况。CJJ 99—2017 中桥梁状况等级分为 A 级~E 级共 5 级,而 JTG H11—2004 中桥梁状况等级分为一类~五类, JTG/T H21—2011 中则将等级划分为 1 类~5 类, 2 种公路规范的分类等级不同,分值区段也有所区别,针对同一桥梁的评定结果可能会有所差别。

由于城市桥梁和公路桥梁使用功能有差异,同时执行不同的设计标准,虽然其结构形式差异不大,但在实际桥梁检查中必须严格按照本行业的规范要求进行评定。也就是说,目前公路桥梁须按照 JTG/T H21—2011 和 JTG H11—2004 进行评定,而城市桥梁须按照 CJJ 99—2017 进行评定,不明确问题可以参考利用其他行业规范方法的评定结果。另外,在具体应用时,还需重视病害数量和单一病害严重程度对评定结果的直接影响问题,也需要加强对桥梁技术状况评定理论的研究和实践,动态完善评定计算模型。

#### (5)开发行业通用评定软件,实现桥梁技术状况评定的信息化、智能化。

目前,很多公路桥梁管理部门开发了桥梁评定管理系统,实现了评定的自动化,但也存在整个行业不统一等问题,而城市桥梁方面则大多缺少相应的自动化评分系统或软件,或存在应用覆盖面少等问题。因此,为规范桥梁状况评定方法的自动化实现,开发造价便宜、使用简便、行业通用的信息化、智能化评定软件势在必行,并考虑在全国交通系统内推广应用,这将大大提高计算速度和准确度。建议考虑不同规范评定方法的适用性,科学选择评定方法,分别开发适用于梁式桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥、人行天桥等不同类型的专用桥梁技术状况评定软件,考虑数据输入的便捷性、可检查性和可追溯性,降低数据处理工作量。

## 5 结 语

(1)城市与公路桥梁的技术状况评定是桥梁日常检查、维修、加固以及改造的主要依据,而利用中国目前现行有效的规范或标准则是实现状况评定的技术依据,不同规范中的评定方法各不相同,各有其适用性和不足。

(2)城市和公路桥梁均必须严格执行本行业的规范评定方法,但可以考虑应用其他行业方法进行辅助校核。针对城市桥梁而言,所有类型桥梁均须

按照 CJJ 99—2017 方法进行评定,但可以参考 JTG/T H21—2011 进行复核;对于公路桥梁而言,首先须按照 JTG/T H21—2011 进行评定,但在执行时必须明确构件数量、评分顺序和病害等级及判定原则,对同一桥梁也应始终按照相同的判定方法进行评定。

(3)不同规范评定方法的理论结构、计算模型和具体操作都十分完善,但在实践应用中发现的问题还需不断完善与改进,因此,建议抓住影响桥梁状况评定的主要因素,分地区、分桥型建立图文并茂的桥梁病害数据库,制定各种类型桥梁的构件划分方法、评分顺序、检查流程,摒弃不同规范评定等级和评分标准的不一致性,开发行业通用的桥梁评定软件,准确指导桥梁检查与状况评定,推动行业进步。

### 参考文献:

### References:

- [1] CJJ 99—2003,城市桥梁养护技术规范[S].  
CJJ 99—2003, Technical Code of Maintenance for City Bridge[S].
- [2] JTG H11—2004,公路桥涵养护规范[S].  
JTG H11—2004, Code for Maintenance of Highway Bridges and Culvers[S].
- [3] JTG/T H21—2011,公路桥梁技术状况评定标准[S].  
JTG/T H21—2011, Standards for Technical Condition Evaluation of High Way Bridges[S].
- [4] CJJ 99—2017,城市桥梁养护技术标准[S].  
CJJ 99—2017, Technical Standard of Maintenance for City Bridge[S].
- [5] 陈宝春,余印根.公路与城市桥梁技术状况评估方法对比分析[J].中国公路学报,2013,26(3):94-100,109.  
CHEN Bao-chun, YU Yin-gen. Comparative Analysis of Technical Condition Rating of Highway Bridges and City Bridges[J]. China Journal of Highway and Transport, 2013, 26(3): 94-100, 109.
- [6] 赵晓燕.不同规范桥梁技术状况评估方法比较与分析[J].城市道桥与防洪,2014(11):69-71,76.  
ZHAO Xiao-yan. Analysis and Comparison of Different Standard Bridge Technical Condition Evaluation Methods[J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2014(11): 69-71, 76.
- [7] 于晓光.国内、外桥梁养护检测规范对比[J].世界桥梁,2012,42(2):59-62.  
YU Xiao-guang. Comparison of Bridge Maintenance and Inspection Code in China and Overseas[J]. World
- Bridges, 2012, 42(2): 59-62.
- [8] 陈栋梁.桥梁技术状况评定方法比较研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.  
CHEN Dong-liang. Study on Technical Condition Evaluation of Bridges [D]. Chongqing: Chongqing Jiaotong University, 2013.
- [9] 程义,夏琼瑶.浅析桥梁使用期间总体技术状况等级的评定[J].公路,2010(9):220-223.  
CHENG Yi, XIA Qiong-yao. Level Evaluation of Using Bridge General Technical Conditions[J]. Highway, 2010(9): 220-223.
- [10] 耿超.浅析新老规范桥梁技术状况评定方法[J].公路交通科技:应用技术版,2012(7):293-294,310.  
GENG Chao. Explain of the New and Old Standard Bridge Technique Condition Evaluation Method[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development: Application Technology Edition, 2012 (7): 293-294, 310.
- [11] 黄灿.公路桥梁技术状况等级评定方法的探讨[D].成都:西南交通大学,2006.  
HUANG Can. Discussion of the Assessment Method for the Technical Grade of Highway Bridge [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2006.
- [12] 汪莲,左胜,邵亚会,等.公路桥梁技术状况评定标准技术问题研究[J].合肥工业大学学报:自然科学版,2015,38(11):1530-1535.  
WANG Lian, ZUO Sheng, SHAO Ya-hui, et al. Research on Technical Matters in Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges [J]. Journal of Hefei University of Technology: Natural Science, 2015, 38(11): 1530-1535.
- [13] 陈红,钟勇云,金珠,等.《公路桥梁技术状况评定标准》应用及存在的问题[J].公路交通科技:应用技术版,2014(5):128-130.  
CHEN Hong, ZHONG Yong-yun, JIN Zhu, et al. The Application and Existing Problems of Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development: Application Technology Edition, 2014(5): 128-130.
- [14] 郑建交.《公路桥梁技术状况评定标准》(JGT/T H21—2011)与 04 版桥涵养护规范的差异与不同[J].中国水运,2012,12(11):210-211.  
ZHENG Jian-jiao. Differences and Different Between the Code 2004 and Code 2011[J]. China Water Transport, 2012, 12(11): 210-211.
- [15] 张永强.《公路桥梁技术状况评定标准》应用中几个问题探讨[J].中外公路,2012,35(2):129-131.



- ZHANG Yong-qiang. Problems Discussing of *Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges*[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2012, 35(2): 129-131.
- [16] 交通运输部公路科学研究院. 公路桥梁技术状况评定指南[R]. 北京: 交通运输部公路科学研究院, 2012. Research Institute of Highway Ministry Transport. Application Guide of Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Brides[R]. Beijing: Research Institute of Highway Ministry Transport, 2012.
- [17] 王宗林, 高庆飞, 李 钧, 等. 关于现行规范桥梁构件技术状况评定的合理性讨论[J]. 公路, 2015(9): 135-139. WANG Zong-lin, GAO Qing-fei, LI Jun, et al. Rationality Discuss of the Current Specification Technical Condition Evaluation of Bridge Components[J]. Highway, 2015(9): 135-139.
- [18] 高志波. 《公路桥梁技术状况评定标准》中构件评分方法探讨[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2013, 26(1): 64-66. GAO Zhi-bo. Discussion of Bridge Member Score in *Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges*[J]. Journal of Sichuan University of Science & Engineering: Natural Science Edition, 2013, 26(1): 64-66.
- [19] 宋永焕, 韩 帅. 《公路桥梁技术状况评定标准》中关于桥梁构件数  $n$  值的计算确定[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2013(2): 174-177. SONG Yong-huan, HAN Shuai. Calculation of Bridge Components Number  $n$  of *Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges*[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development: Application Technology Edition, 2013(2): 174-177.
- [20] 韩 帅, 陈 刚, 叶 俊, 等. 《公路桥梁技术状况评定标准》中关于桥梁构件病害评定标度的确定[J]. 交通标准化, 2013(11): 10-13. HAN Shuai, CHEN Gang, YE Jun, et al. Conformation of Disease Evaluation Scale of Bridge Components in *Standards for Technical Condition Evaluation of Highway Bridges* [J]. Transport Standardization, 2013(11): 10-13.
- [21] 蒋田勇, 龙 伟. 基于层次分析的石拱桥技术状况评定方法[J]. 公路交通科技, 2015, 32(9): 49-56. JIANG Tian-yong, LONG Wei. A Method for Evaluating Technical Condition of Stone Arch Bridge Based on AHP[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2015, 32(9): 49-56.
- [22] 刘延芳, 周泳涛, 鲍卫刚. 桥梁结构养护方案优先排序方法研究[J]. 公路, 2013(4): 201-204. LIU Yan-fang, ZHOU Yong-tao, BAO Wei-gang. Research of Bridge Structure Maintenance Scheme Prioritization Method[J]. Highway, 2013(4): 201-204.
- [23] 黄志伟, 黄 侨, 任 远. 基于程度分析的中小桥梁评估方法[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2015, 42(2): 358-362. HUANG Zhi-wei, HUANG Qiao, REN Yuan. Assessment Method of Existing Bridge with Mid-small Span Based on Degree Analysis Theory[J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2015, 42(2): 358-362.
- [24] 徐 俊, 王志平, 陈惟珍. 老龄桁架桥的检测评估方法[J]. 桥梁建设, 2010(6): 21-24. XU Jun, WANG Zhi-ping, CHEN Wei-zhen. Inspection and Evaluation Method for Old Steel Truss Bridges[J]. Bridge Construction, 2010(6): 21-24.
- [25] 黄卿维, 余印根, 韦建刚, 等. 钢管混凝土拱桥技术状况检测与评定[J]. 建筑科学与工程学报, 2011, 28(3): 34-39. HUANG Qing-wei, YU Yin-gen, WEI Jian-gang, et al. Technical Detection and Assessment of Concrete-filled Tubular Arch Bridge[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2011, 28(3): 34-39.