道路桥梁技术状况评估方法比较

余印根[1]，陈宝春[2]
（1.福建省永正工程质量检测有限公司，福建 福州，350012;
2.福州大学土木工程学院，福建 福州，350108; ）

摘要：对一座钢筋混凝土简支梁桥进行了检测，应用《公路桥涵养护技术规范》JTG H11-2004和《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99-2003 规范开展了技术状况评估。对两本规范评估结果进行了对比分析。结果表明，两本规范的评估方法各有优缺点，两本规范方法得出的桥面系、上部结构和下部结构三个部位的评估结果相近，但上下部结构的权重差异较大，使得桥梁全桥技术状况等级评估结果存在较大的差异，并由此导致养护对策的重大差别。建议综合开展两本规范对桥梁不同部位的权重取值研究。

关键词：桥梁养护；技术状况评估；评估方法；养护规范

1 引言

在桥梁建设事业飞速发展的同时，我国桥梁的养护管理任务越来越繁重。由于反复承受汽车荷载、环境因素和交通事故的侵害，尤其是交通量和重载汽车的不断增长，以及设计施工中遗留的某些缺陷，大量的在役桥梁的质量日渐恶化，耐久性下降。如果桥梁的缺损不能及时发现和维修，任其发展，将会逐渐丧失原有的通行能力，难以保证行车安全和道路畅通。因此，制定科学合理的桥梁评估体系，在桥梁技术状况定期检查的基础上正确地评估桥梁技术状况是保证桥梁能够安全运营的前提条件。

在当前我国的建设体系下，道路桥梁虽然均以承受汽车荷载为主，但根据所属道路的功能不同，分为公路桥梁与城市桥梁。它们从建设到使用阶段的管理均隶属于不同的行政部门，规范体系也不相同，分别有交通部颁发的行业标准《公路桥涵养护技术规范》JTG H11-2004[1]（以下简称JTG H11-2004）和建设部颁发的行业标准《城市桥梁养护技术规范》CJJ 99-2003[2] (以下简称CJJ 99-2003)。两本规范的实施，大大提升了我国桥梁养护的管理水平。但两本规范的评估方法不尽相同，对于同一座桥梁（特别是兼具公路与城市桥梁功能的桥梁），应用两本规范对检测结果进行的桥梁技术状况评估是否一致，并不清楚。为此，本文以一座钢筋混凝土简支梁桥为例开展对比分析。

2 背景工程介绍

某城市桥梁为一座三跨简支斜交梁桥（图 1）。斜交角 21°，四车道，桥面净宽 18.0m，设计荷载为城－A。主梁为钢筋混凝土 T 梁，20m 跨径，水泥混凝土桥面。重力式浆砌块石桥台，桩柱式墩。养护等级为城市桥梁III类。如图 1 所示。

福建省永正工程质量检测有限公司

图 1（a） 桥梁立面布置图（单位：cm）

图 1（b）桥梁实景图

3 技术状况检测

1）桥面铺装：全桥桥面铺装出现多条纵向贯通裂缝；局部桥面出现交错裂缝，形成网裂，网裂面积占整个桥面的 1%。部分现场照片如图 2。

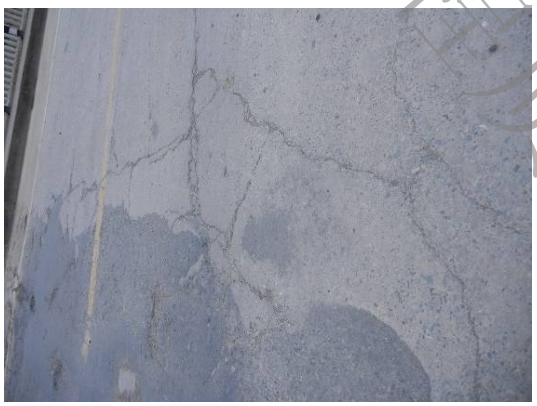

图 2（a） 桥面铺装网裂

图 2（b） 桥面铺装纵向贯通裂缝

2）桥头平顺：南侧桥头桥面破损严重，存在多处坑槽，桥梁与道路连接不平顺，高差 2mm；北侧桥头与道路连接平顺。部分现场照片如图 3。

图 3（a） 南侧桥头

图 3（b） 北侧桥头

福建省公正工程质量检测有限公司

3）伸缩缝：全桥共设置 4 条伸缩缝。伸缩缝内均存在沉积物堵塞现象，部分伸缩缝被沥青覆盖。部分现场照片如图 4。

图 4（a）伸缩缝内杂物堵塞

图 4（b）伸缩缝被沥青覆盖

4）排水系统：全桥两侧各设 4 个泄水孔，下游侧两泄水孔过滤网缺失，部分泄水孔局部堵塞，桥面排水基本顺畅；部分泄水孔引水管设置不当，雨水侵蚀横隔板。部分现场照片如图 5。

图 5（a）泄水孔过滤网缺失、局部堵塞

图 5（b）部分泄水管设置不当

5）人行道栏杆及块件：全桥人行道栏杆技术状况良好。上游侧人行道出现 1 条横向裂缝，南侧桥头上游侧人行道板横向断裂；下游侧人行道块件技术状况良好；路缘石局部破损。

6）PC 梁式构件：部分 T 梁两侧腹板、梁底及翼缘板存在蜂窝麻面、露筋锈蚀现象；T 梁梁底均存在明显横向裂缝，部分裂缝延伸至两侧腹板，裂缝宽度最大测读值为 0.19mm。部分现场照片如图 6。

图 6（a）T 梁腹板蜂窝麻面、梁底露筋

图 6（b）T 梁腹板裂缝

福建省公路工程质量检测管理公司

7）横向联系：部分横隔板连接处混凝土剥落，焊接钢板外露锈蚀；部分横隔板受雨水侵蚀。部分现场照片如图 7。

图 7 横隔板间接缝处钢板外露锈蚀

8）桥墩台： 1#墩有轻微冲刷，1#墩盖梁上杂物堆积；0#、3#台均为重力式浆砌块石桥台。0#台帽局部存在长草、渗水现象；3#台上游侧垃圾堆积。部分现场照片如图 8。

图 8（a）0#台长草、渗水

图 8（b）1#墩局部有轻微冲刷

9）支座：0#台部分支座处杂物堆积、影响支座正常工作；第一跨 1#墩上 1#梁处支座发生明显剪切变形；第二跨 2#墩上 3#梁处支座变形不均匀。部分现场照片如图 9。

图 9（a）1#墩上 1#梁处支座剪切变形

图 9（b）2#墩上 3#梁处支座挤压变形不均匀

10）基础：该桥桥面铺装层及盖梁、台帽未出现因地基不均匀沉降、倾斜等病害产生的开裂现象，可间接说明该桥的基础处于正常工作状态。

福建省公路桥梁质量检测有限公司

11）耳背翼墙：0#台翼墙局部生长杂草，上游侧翼墙局部破损，墙体表面出现 6 条竖向裂缝，裂缝宽度最大测读值 0.72mm；3#台翼墙整体技术状况良好。部分现场照片如图 10。

图 10（a）0#台翼墙破损

图 10（b）0#台翼墙竖向开裂

12）其他：灯具、标志完好无缺，设置合理；桥梁未设置调制构造物及防撞设施。

4 技术状况评估

4.1 根据 JTG H11-2004 的评估结果

JTG H11-2004 将桥梁分为 17 个部件，对其缺损状况进行判定并给出评分，加权后所有构件缺损标度$\Sigma R_i W_i$均为最差等级的总分值为 500，除以 5 得到 100。以完好为 100 分减去该值得出桥梁技术状况评分值D_r，见式（1）。根据评分值D_r评出从完好到危险五个技术状况等级，见表 1。

$$D_r = 100 - \Sigma R_i W_i / 5 \tag{1}$$

式中：R_i为各部件的评估标度（0～5）；W_i为各部件的权重，$\sum W_i = 100$。

应用 JTG H11-2004 进行技术状况评估的结果见表 1。将表 1 的数值代入式（1），得 Dr 值为 62.6，对照 JTG H11-2004 中表 3.5.2-2，该桥为二类桥，处于较好状态，养护对策为小修。

表 1 JTG H11-2004 评估的各部件权重及评定结果

部件		部件名称	权重W_i	评定标度R_i	$W_i R_i$
	1	翼墙、耳墙	1	2	2
	2	锥坡、护坡	1	1	1
下部	3	桥台及基础	23	1	23
结构	4	桥墩及基础	24	1	24
	5	地基冲刷	8	1	8
	6	支座	3	1	3
上部	7	上部主要承重构件	20	4	80
结构	8	上部一般承重构件	5	3	15
桥	9	桥面铺装	1	5	5
面	10	桥头与路堤连接部	3	3	9
系	11	伸缩缝	3	4	12
	12	人行道	1	1	1
	13	栏杆、护栏	1	1	1

福建农工程质量检测有限公司

14	灯具、标志	1	1	1
15	排水设施	1	2	2
16	调治构造物	3	0	0
17	其他（防撞设施）	1	0	0

4.2 根据 CJJ 99-2003 的评估结果

CJJ 99-2003 首先根据桥梁的重要性将其分为五类，Ⅰ类养护的桥梁（简称Ⅰ类桥梁）和Ⅱ～Ⅴ类养护的桥梁（简称Ⅱ～Ⅴ类桥梁）采用两种不同的技术状况评估方法。Ⅰ类桥梁直接根据桥梁结构构件缺陷评为合格与不合格两个级别。Ⅱ～Ⅴ类桥梁则是采用“分层加权法”，该方法采用层次分析法(AHP)把影响桥梁状态的因素条理化、层次化，建立起多层的层次关系结构模型[3]，将桥梁分解为“全桥—3 个部分—15 个构件—75 个具体损坏形式”四个层次，采用扣分百分制由底层开始按照加权综合的方法逐层综合得到上层直至整座桥梁的技术状况指数 BCI ，见式（2）。并由此评出从完好到危险五个桥梁完好状态等级。

$$BCI = BCI_m \times \omega_m + BCI_s \times \omega_s + BCI_x \times \omega_x \qquad (2)$$

式中：BCI_m、BCI_s、BCI_x 分别为桥面系、上部结构和下部结构的技术状况指数；

ω_m、ω_s、ω_x 分别为桥面系、上部结构和下部结构的权重。

采用 CJJ 99-2003 对该桥三大部分的评估结果见表 2。将表 2 所得的三大部分的桥梁技术状况指数值代入式（2），得该桥的整体技术状况指数为 63.65，对照 CJJ 99-2003 中表 4.5.2-5，该桥评为 D 级，处于不合格状态，养护对策为中修或大修。

表 2 某简支梁技术状况评估表

部件及权重			MDP_i	$(100-MDP_i)*\omega_i$	部件及权重				MDP_i	$(100-MDP_i)*\omega_i$
序号	评估要素	权重 Wi				序号	评估要素	权重 Wi		
1	桥面铺装	0.30	80.42	5.87	桥墩	1	盖梁	0.3	15.00	8.50
2	桥头平顺	0.15	15.00	12.75		2	墩身	0.3	25.00	22.50
3	伸缩装置	0.25	40.71	14.82		3	基础	0.2	15.00	25.50
4	排水系统	0.10	76.53	2.35		4	冲刷	0.1	15.00	17.00
5	人行道	0.10	22.50	7.75		5	支座	0.1	40.71	5.93
6	护栏	0.10	15.00	8.50	桥台	1	台帽	0.1	15.00	8.50
桥面系状况指数 $BCI_m = 52.04$ （D 级）						2	台身	0.3	18.64	24.41
						3	基础	0.3	15.00	25.50
1	主梁	0.60	55.96	26.43		4	翼墙	0.1	26.70	7.33
2	横向联系	0.40	43.59	22.56		5	锥坡	0.1	0	10
上部结构状况指数 $BCI_s = 48.99$ （E 级）						6	支座	0.1	40.71	5.93
					下部结构状况指数 $BCI_x = 80.55$ （B 级）					

5 评估结果对比分析

两本规范采用的都是考虑了不同部件（分）权重的评估方法。JTG H11-2004 中采用推荐的标度法，CJJ 99-2003 则采用分层加权法[4]由于桥梁部件划分较多且不一致，对两本规范从部件层面上进行比较较为困难。因此，本文将在桥梁部位层面上进行比较。具体做法是将JTG H11-2004 中各部件参照CJJ 99-2003 分为桥面系、上部结构及下部结构三个部分，给出以CJJ 99-2003 方式表现的JTG H11-2004 评估方法。在此基础上，进行两本规范评估方法

福建顺达工程顺达有限公司

的比较。

由 JTG H11-2004 中表 3.5.2-2 的 17 个部件权重由式（3）可求得桥面系、上部结构和下部结构等三大部分的权重 ω_j，分别为 0.15、0.25 和 0.60。与 CJJ 99-2003 权重比较可见，两本规范规定的桥面系权重是一致的，均为 0.15；对上、下部结构的权重，二者均考虑下部结构大于上部结构，但二者之间的相差值有较大不同。JTG H11-2004 中，下部结构的权重达 0.60，远大于上部结构的 0.25；而 CJJ 99-2003 中，下部结构的权重为 0.45，仅比上部结构的 0.40 略大一些。

$$\omega_j = \sum_{i=1}^{n} W_i R_i / \sum_{i=1}^{17} W_i R_i \tag{3}$$

式中：ω_j 为三大部分的权重（j＝m，s，x分别代表桥面系、上部结构和下部结构）；R_i、W_i 符号意义见式（1）；n为各部分的部件数，桥面系、上部结构和下部结构的部件数分别为 9、2 和 6。

同样将 JTG H11-2004 中的 17 个部件按下部结构、上部结构和桥面系三大部分，得出其技术状况指数 BCI_j，见式（4）。

$$BCI_j = 100 \times (1 - \sum_{i=1}^{n} W_i R_i / \sum_{i=1}^{n} 5 \times W_i) \tag{4}$$

式中：BCI_j 为三大部分技术状况指数（j＝m，s，x 分别代表桥面系、上部结构和下部结构）。

全桥技术状况指数 BCI 计算公式见式（2）。

应该指出的是上述 JTG H11-2004 评估方法转化成以 CJJ 99-2003 方式表现的评估方法，只是表现形式的转化，并不是要按 CJJ 99-2003 的分层法进行评估，因此所求得的全桥技术状况指数 BCI 与公式（1）所得到的 Dr 结果是一致的。

将 JTG H11-2004 评估结果以式（3）和式（4）的计算结果和 CJJ 99-2003 的技术状况评估结果（表 2）进行比较（表 3）。从表 3 可见，两本规范对桥梁上部结构、桥面系及下部结构技术状况等级评估结果一致性较好。然而由于两规范对桥梁不同部位的权重差异较大，导致了应用两本规范所得的桥梁全桥技术状况等级评估结果存在较大的差异。由于该桥的上部结构技术状况较差，这一部分在 JTG H11-2004 中权重仅为 0.25，而在 CJJ 99-2003 中则达到了 0.40，因此前者的评估等级较高，而后者较低。

表 3 某简支梁桥两本规范评估结果比较

评估要素	JTG H11-2004			CJJ 99-2003		
	权重	状况指数	状况等级	权重	状况指数	状况等级
桥面系	0.15	58.67	三类	0.15	52.04	D 级
上部结构	0.25	24.00	四类五类	0.40	48.99	E 级
下部结构	0.60	79.67	二类	0.45	80.55	B 级
全桥	-	62.60	二类	-	63.65	D 级
养护对策		小修			中修或大修工程	

福建省公路工程质量检测有限公司

6 结语

对一座钢筋混凝土简支梁桥进行检测，应用 JTG H11-2004 和 CJJ 99-2003 的方法进行了技术状况评估。从对比分析可知，两本规范均有较好的适用性，对简支梁桥的上部结构、桥面系及下部结构技术状况等级评估结果一致性较好，但由于两规范对桥梁不同部位的权重差异较大，使得桥梁全桥技术状况等级评估结果存在较大的差异，并由此导致养护对策的重大差别。因此，建议综合开展两本规范对桥梁不同部位的权重取值研究。

参考文献：

[1] 公路桥涵养护技术规范(JTG H11-2004)[S]．北京：人民交通出版社，2004.

[2] 城市桥梁养护技术规范(CJJ 99-2003)[S]．北京：建筑工业出版社，2003.

[3] 谭金华，陈惟珍，徐俊，桥梁外观调查状态评估方法的比较和应用[J]．桥梁建设，2004，(6)：73—76

[4] 曾胜男．等．基于构件的桥梁缺损状况分层加权评价方法．同济大学学报．2006．34(11)：1475—1478

福建省长正工程质量检测有限公司