

某悬索桥定期检查及技术状况研究

杨秋娥, 丁念明

(湖南省高速公路集团有限公司, 湖南 长沙 410022)

摘要: 依托湖南省某单跨简支钢桁架悬索桥, 介绍悬索桥定期检查内容, 并对吊索进行恒载索力测试; 根据各构件检查结果, 对该桥上部、下部结构和桥面系的部件进行技术状况评分, 得出全桥的总体技术状况评分为 82.67, 技术状况等级综合评定为二类, 处于“有轻微缺损, 对桥梁使用功能无影响”的状态, 能满足桥梁使用功能, 但需进行必要的维修; 最后提出相应安全健康养护管理意见和建议, 为大桥的长期安全运营提供保障。

关键词: 桥梁; 悬索桥; 定期检查; 技术状况评定

中图分类号: U445.7

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)01-0114-04

悬索桥在运营过程中因“刚度小”的特点, 在车辆荷载作用下会产生较大变形和振动。加上悬索桥常处于潮湿、复杂和恶劣的山区环境, 这种环境会不可避免地桥梁各部件特别是缆索造成不同程度的损伤, 而对于悬索桥这种特殊桥型, 轻微的损伤都会造成其永久危害。因此, 对悬索桥进行定期检查和状况评定极其重要。针对某运营 25 年的钢结构悬索桥, 杨健等通过外观检查、主缆线形和钢桁架变形测量等, 分析、评估其性能状态, 并提出建设性的养护管理措施; 肖辉等对四川印把子沟跨线悬索桥进行定期检测, 为桥梁养护管理提供参考。该文对湖南高速公路某悬索桥进行客观、详实的检查, 了解其总体技术状况, 提出有针对性的养护、维修或加固处治建议, 为下一步的养护施工提供工作范围及技术支持, 确保桥梁的安全运营。

1 工程概况

某悬索桥横跨峡谷, 谷顶宽约 420 m, 谷顶与谷底高差达 280 m 左右, 是湖南省内高速公路上一座特大型桥梁。桥梁全长 1 194.20 m, 两座主塔高度分别为 137.488、123.192 m, 跨径布置为 (200+856+190) m。钢桁梁全长 854 m, 桁高 6.5 m, 桁宽 28 m, 节间长度 6 m (见图 1)。桥塔下横梁处设

竖向支座及横向抗风支座, 跨中设柔性中央扣。全桥共 69 对吊索, 吊索标准间距为 12 m, 端吊索至索塔的距离为 20 m。索塔采用门式框架结构, 两岸锚碇均采用重力式锚碇。其标准横断面见图 2。

2 桥梁定期检查

为全面掌握该桥使用状况, 评估其结构性能, 从而校核桥梁基本数据信息、完善和更新桥梁管理系统数据库, 并为桥梁管养提供基础数据和安全养护运营措施, 于 2017 年 12 月—2018 年 3 月对该桥进行细致检查及变位测量, 评定其技术状况。

2.1 检查内容

对桥梁主体结构及其附属构造物的技术状况进行全面检查, 其中目测对象主要为主缆、吊索、索塔、钢桁加劲梁、锚碇、支座、桥面系及伸缩缝等。此外, 根据该桥结构特点, 进行桥面线形、主缆线形及索塔倾斜度测量, 检查砼材质状况 (包括砼强度、碳化深度、钢筋保护层厚度和钢筋锈蚀等)。

2.2 桥梁外观检查

分别对该桥上部、下部结构和桥面系进行外观检查。上部结构检查结果见表 1。

下部结构检查如下: 1) 两侧锚碇存在的问题。前、后锚室锚坑内存在较深积水; 前锚室洞门内的地

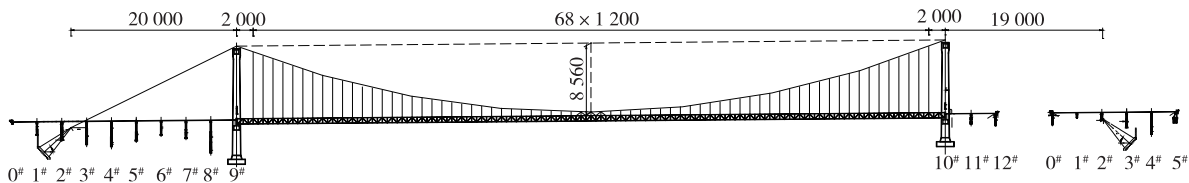


图 1 某悬索桥桥型布置示意图 (单位: cm)

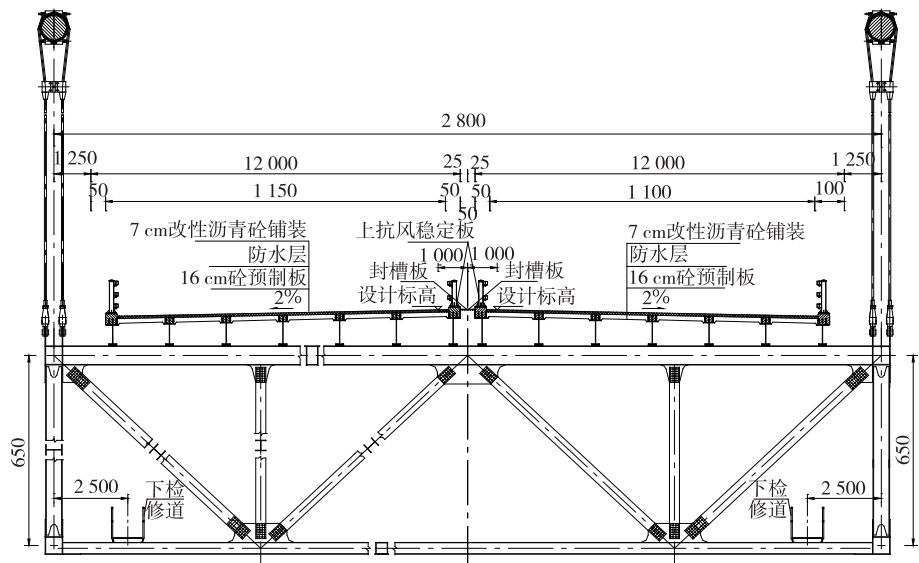


图 2 某悬索桥标准横断面示意图(单位:cm)

表 1 桥梁上部结构检查结果

检查构件	检查状态描述
主缆	状况良好,未发现明显异常
吊索	状况良好,个别吊索涂层局部剥落 [见图 3(a)]
索塔	外观良好,未发现明显病害
钢桁加劲梁	整体外观状况良好,但各部位存在轻微损伤
支座	主桥的个别支座存在钢锈蚀现象[见图 3(b)]
主鞍	状况良好,未发现明显异常
索夹	状况良好,未发生滑移现象



(a) 吊索涂层局部剥落



(b) 支座钢构件严重锈蚀

图 3 桥梁上部结构典型图片

面有积水、杂物堆积;通风除湿系统未正常运转;锚碇室内砼表面有大面积水蚀痕迹,局部存在纵横泛白、钟乳现象;锚室内钢模板未拆除,存在锈蚀情况[见图 4(a)]。前锚面部分锚头防护帽出油孔处油杯或盖子缺失[见图 4(b)],个别锚头防护帽内防腐油脂溢出。后锚面个别锚头经常被积水淹没,锚头防护帽锈蚀。2) 其他构件如索塔基础、散索鞍及河床等状况良好,未发现明显异常。

桥面系检查结果见表 2。



(a) 前、后锚室锚坑积水



(b) 锚头防护帽油杯缺失

图 4 桥梁下部结构典型图片

表 2 桥面系检查结果

检查构件	检查状态描述
桥面铺装	全桥铺装基本完好,右幅桥面存在一处沉陷 [见图 5(a)]
伸缩缝	全桥伸缩缝型钢主体及橡胶条均完好,伸缩缝锚固区砼出现较多纵桥向裂缝
护栏	护栏撞击、刮蹭、变形、错位、基座开裂破损
排水系统	3 处 PVC 管接头松动或开裂,21 处 PVC 管与铸铁泄水管脱开[见图 5(b)]
照明、标志	状况良好,未发现明显病害
附属设施	状况良好,未发现明显病害



(a) 桥面铺装局部沉陷



(b) 排水管与泄水管脱开错位

图 5 桥面系典型图片

2.3 桥梁线形及主塔偏位检查

依据 JTG H11—2004《公路桥涵养护规范》,大

跨径或特殊结构桥梁需进行桥面线形、主缆线形及主塔偏位测量。

(1) 桥面线形。此次测量为该桥的第二次测量,由于没有竣工线形测量数据,将线形测量结果与

2016年首次测量结果进行对比,两次测量结果的误差见图6。由图6可知:两次桥面线形误差在6mm以内,线形基本一致,说明桥梁线形从2016年4月至今未发生明显变化,桥梁线形状态良好。

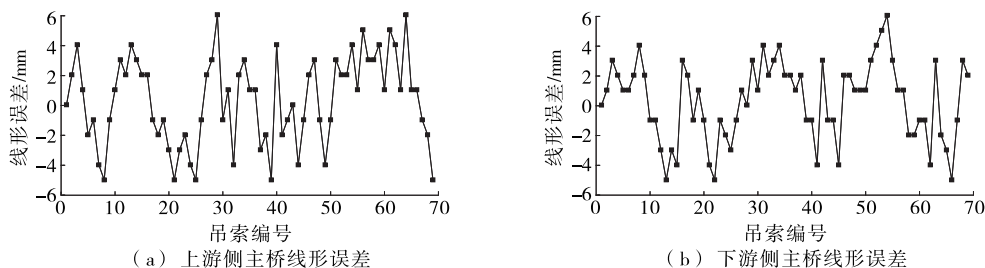


图6 主桥线形误差

(2) 主缆线形。主缆线形两次测量结果的误差见图7。由图7可知:上、下游侧主缆线形误差在3

cm以内,测量结果与2016年首次测量结果基本一致,说明主缆线形从2016年4月至今未发生明显变

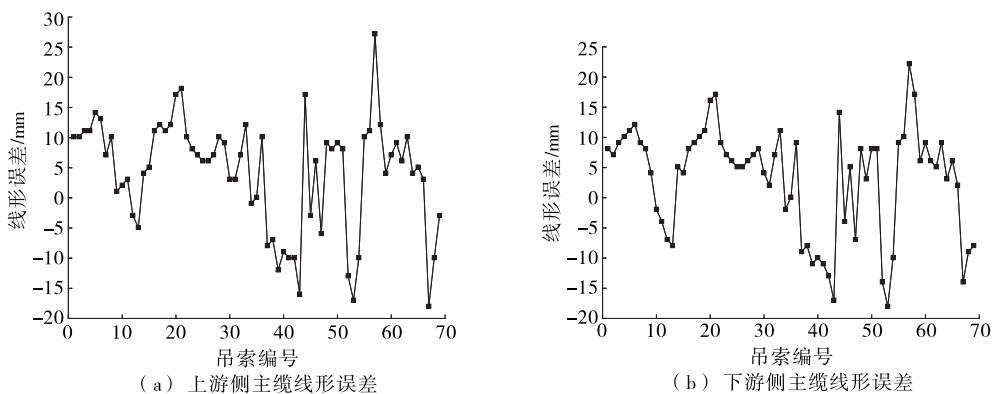


图7 主缆线形误差

化,主缆线形较平顺。

(3) 主塔偏位。主塔纵横向偏位测量结果见表3。由表3可知:桥塔纵横向偏位量均在规范允许范围的0.3H%以内;测量结果与2016年首次测量数据基本一致,桥塔未出现明显变位。

表3 主塔横、纵向测量结果

索塔	塔高 H/m	横桥向偏位量/%	纵桥向偏位量/%
1	137.488	0.017	0.016
2	123.192	0.012	0.018

2.4 砼材质状况检查

(1) 砼强度。依据 JTG/T J21—2011《公路桥梁承载能力检测评定规程》中砼强度检测评定标准,该桥上、下部结构的砼强度评定标度值基本为1,个别测区为2,说明所选测区砼强度均处于良好或较好的状态。

(2) 砼碳化深度。该桥砼碳化深度与保护层厚度的比值 K_c 均小于0.5,砼碳化深度对保护层保护钢筋的效能无影响或影响轻微。

(3) 钢筋保护层厚度。该桥钢筋保护层厚度评定标度值基本为1,根据 JTG/T J21—2011,所选测区砼保护层对结构耐久性影响不显著;个别T梁底板或腹板所选测区的钢筋保护层厚度评定标度值为2,对结构耐久性有轻度影响。

(4) 钢筋锈蚀电位。该桥测区测点的电位值均大于-200 mV,根据 JTG/T J21—2011,测区的钢筋锈蚀状态属于无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定,评定标度值为1,满足要求。

2.5 吊索恒载索力检查

采用索力仪对主桥吊索索力进行测试,方法如下:在恒载状态下,采用弦振法通过无线索力测试分析系统测试吊索的自振频率,由测得的基频及吊索

长度、线容重等参数计算吊索索力。共对全桥 138 根吊索的恒载索力进行测试,测试结果与计算值的误差见图 8。由图 8 可知:上、下游侧吊索索力与计算值的误差在 0.1% 左右,在恒载作用下吊索的实测索力与计算值基本吻合,没有出现明显偏差,吊索受力基本正常。

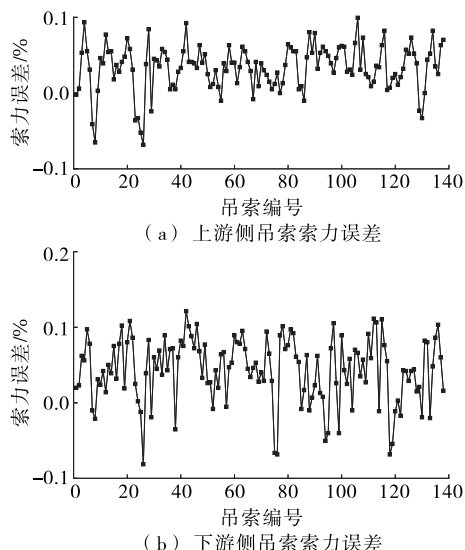


图 8 吊索索力与计算值的误差

3 桥梁技术状况评定

3.1 桥梁技术状况评价分析依据及方法

采用 JTG/T H21—2011《公路桥梁技术状况评定标准》推荐的分层综合评定与五类桥梁单项控制指标相结合的方法进行全桥技术状况评定,评定流程为评定桥梁各构件→评定桥梁各部件→分别评定桥面系、上部结构和下部结构→根据式(1)计算全桥总体技术状况评分 D_r , 评定桥梁的总体技术状况。

$$D_r = I_D W_D + I_{SP} W_{SP} + I_{SD} W_{SD} \quad (1)$$

式中: I_D 、 I_{SP} 和 I_{SD} 分别为桥面系、上部结构和下部结构的技术状况评分; W_D 、 W_{SP} 和 W_{SD} 分别为桥面系、上部结构和下部结构的权重。

根据全桥总体技术状况评分确定桥梁状况等级,共分为五类,分别为全新状态和功能完好的一类等级($D_r=95\sim100$)、具有轻微缺损且对桥梁使用功能无影响的二类等级($D_r=80\sim94$)、具有中等缺损但还能维持正常使用功能的三类等级($D_r=60\sim79$)、主要构件有较大缺损且严重影响桥梁使用功能的四类等级($D_r=40\sim59$)、主要构件存在严重缺损且不能正常使用的五类等级($D_r=0\sim39$)。

3.2 桥梁总体技术状况评定

采用以上评价方法,根据桥梁定期检查结果分别对桥面系、上部结构和下部结构进行部件评分,进而对全桥进行总体技术状况评分,结果见表 4。

表 4 桥梁技术状况评定结果

部件	权重	评分	评定等级
上部结构	0.40	88.80	二类
下部构件	0.40	75.16	三类
桥面系	0.20	85.42	二类
全桥		82.67	二类

由表 4 可知:该桥的总体状况评分为 82.67,综合评定为二类,处于“有轻微缺损,对桥梁使用功能无影响”的状态,能满足桥梁使用功能,但需进行必要的维修。

4 处治建议

(1) 对于主桥预制桥面板盆式支座的钢构件锈蚀,建议整体顶升钢纵梁及桥面板,更换锈蚀严重的支座,对局部锈蚀的支座除锈后进行防腐涂装。

(2) 及时抽干 4 个锚碇前、后锚室内的积水,恢复锚室内通风和抽湿设备的运转,保持锚室内干燥无积水;针对锚碇渗漏水问题进行专题研究,确定永久处治措施。

参考文献:

- [1] JTG H11—2004,公路桥涵养护规范[S].
- [2] JTG/T H21—2011,公路桥梁技术状况评定标准[S].
- [3] JTG/T J21—2011,公路桥梁承载能力检测评定规程[S].
- [4] 杨健,董振平,南航,等.钢桁架悬索桥检测与评估[J].公路,2010(2).
- [5] 肖辉,吴刚.悬索桥定期检测与养护实例研究[J].河南工程学院学报:自然科学版,2011,23(4).
- [6] 魏初材.单塔悬索桥检测与技术状况评估[J].福建建材,2016(6).
- [7] 黄祖华,郑霞,陈叶.钢筋混凝土加劲桁架悬索桥检测与评估[J].福建建设科技,2016(2).
- [8] 陈树礼,刘永前.城市与公路桥梁技术状况评定方法对比分析[J].建筑科学与工程学报,2018,35(3).
- [9] 宋伟伟,杨永富.公路桥梁技术状况评定方法研究[J].山东交通科技,2016(6).
- [10] 黄应征.高速公路桥梁定期检查及常见病害[J].山西建筑,2010,36(2).