

无人机在桥梁检测中的应用

伍克勋

上海市市政公路工程检测有限公司 上海 201108

摘要: 改革开放以来,国家基础设施建设迅猛发展,随着技术工艺的不断更新,桥梁跨径也越来越大,尤其是大跨径斜拉桥,悬索桥,越来越常见。近几年桥梁结构安全事故也在频频出现,为保证桥梁结构安全,进行相应检测,及时发现桥梁病害,进行针对性维修,显得极为重要。采用无人机对桥梁检测评估已得到积极的应用,更好保证桥梁检测服务质量。为后续桥梁检测评估工作提供一点借鉴。

关键词: 无人机;桥梁检测评估

引言:从上世纪八十年代以来,随着国家经济的高速发展,我国公路建设也得到很大发展,其中跨越江河等障碍的桥梁数量迅速增长。根据国家相关部门统计,到2022年7月,我国公路桥梁已有73.53万座,总长度有3977.80万米。我国部分桥梁建设较早,由于各种原因,甚至出现部分桥梁缺少图纸资料,对桥梁管养比较不利,存在一定安全隐患。根据交通行业有关标准规范要求,需对桥梁进行检测及养护,因此需对桥梁进行检测,从而掌握桥梁基础数据和目前的技术状况等级,查明存在安全隐患的桥梁,为管养单位后续工作的开展提供决策依据。

做好检测桥梁工作,建立桥梁结构长效管养机制,按交通行业及地方有关标准规范对桥梁的技术要求,确保桥梁始终处于良好状态,更好保障人民群众出行安全和经济社会高效运转。

1 桥梁检测评估的作用

通过桥梁检测,查明存在安全隐患的桥梁,出具完整的检测报告,可以为管养部门尽快落实养护、维修、加固提供决策依据。

通过桥梁检测,可以评定桥梁结构现状的技术状况等级,了解桥梁实际运营情况,实地判断各部位损坏程度,分析判断原因,查找存在的安全隐患,提出维修范围和方案及可能的概算,对危及安全的桥梁提出限载以至限制交通的建议,为桥梁的使用及维修加固提供科学依据。

通过桥梁检测,可以检验桥梁结构的实际质量,确定工程的可靠度。对于危桥,在检测之后进行桥梁技术状况的评价,能够清楚桥梁的实际运营情况,为后续具体如何实施管养桥梁提供技术支持。

通过桥梁检测,可以获得桥梁实际运营情况的相关技术资料,随着逐年的桥梁检测,根据收集的技术资料,可以预判桥梁结构病害的发展程度,有针对性进行

管养,更好地保障桥梁的安全。

桥梁的表面状况往往反映了结构的健康状况,桥梁的结构病害往往体现在结构的外观上,通过结构的外观检查可以分析病害产生的原因,判断结构的技术状况,这也是我国《公路桥梁技术状况评定标准》根据外观病害程度对桥梁技术状况评定的原因,根据外观检测,统计桥梁外观病害数量,按照标准规范进行评分,确定桥梁结构现状所处等级,为管养提供依据。近年来,各桥梁检测单位均对对桥梁的检测进行了大量研究,积累了许多经验。

2 桥梁检测传统检测手段

桥梁外观检查主要以目测结合卷尺、激光测距仪等仪器,接近或进入各部件,仔细检查其功能并确定缺失位置、尺寸,通过拍照方式记录缺失实况;通过裂缝宽度观测仪或裂缝显微镜等仪器测量典型裂缝宽度,用非金属超声检测分析仪测量典型裂缝深度,现场手绘裂缝分布图,并标明裂缝相关信息。

桥梁常规检测,为了更好地接近各部件对其检详细查,到达各检测部位的手段有桥梁车、登高车、移动支架、检测船等工具。

采用登高车、移动支架需要桥下有硬化地面,才能进行,为保证能覆盖整个桥下检测,桥下地面要求尽量平整,具有一定强度。

采用桥梁车需要占用桥面其中一条行车道,才能实施,桥面上需配合围封,已保证桥检车及作业人员安全。

采用船只检测,一般要求桥梁净空不能太高,否则一般船只无法实施,且需先到河道管理部门提前办理河道作业备案或许可,再选择河道水流尽量平静时,开展实施。

桥下情况往往比较复杂,很难满足采用登高车、移动支架、检测船等的实施条件,进行低近检测。采用桥检车检测必须进行围封,随着安全的需要,围封作业实施要求已越来越高,每天围封时间较短,且费用也比较高。

随着国民经济的高速增长和交通事业的蓬勃发展,轿车使用量已普及家庭,车流量的不断增大,特别是高速公路,车辆行驶速度较高。所以桥梁桥面系检测,则需要围封其中一条行车道路,才能更抵近检测,保证检测任务实施,保证检测人员安全。

3 桥梁检测存在的问题

3.1 落后的检测手段,较低的机动性。工程技术人员只能通过在桥梁下面搭设脚手架的方法对旱地上的桥梁进行检测。对于在河面上的桥梁,检测工程更为繁琐,只能通过在船上搭设脚手架连接桥梁或采用桥检车的方法对其进行检测。若出现无法接近桥梁的情况,目前没有比较好的方法解决这个问题。

3.2 高额的检测的费用,无论进行哪种检测手段花费都较大,这无疑增大了检测的成本。

3.3 较高的作业危险系数。工程技术人员在脚手架上或桥检车上对桥梁进行检测会提高作业的危险系数。

3.4 不全面的检测范围。如果只依靠搭设脚手架或桥检车对桥梁进行检测,检测的范围必然会相对较小,检测的速度相对较慢,无法全方位、大范围快速的对桥梁进行检测。

3.5 低效率检测导致交通不便。如果要进行桥梁的局部或整体检测就会对必然要对桥梁进行部分或全部的交通管制。如果检测的时间较长,管制的时间也必然增加,这将严重影响交通的顺畅运行,为市民的出行带来不便,增加了社会成本。

4 采用无人机检测桥梁

随着遥感技术、航拍技术的发展,无人机技术也已成熟,由于无人机能很好解决高墩、大跨径桥梁传统检测方法存在难以到达隐蔽部位、病害位置描述不具体、检测成本高等问题^[1]。因此无人机应用于桥梁检测有很好的前景。

无人机检测桥梁系统结构是一个复合型系统,主要有无人机、拍摄系统、数据传输系统及地面处理系统,一般选用起降平稳,有利于采集和观测,地面系统能够有效监控的多旋翼无人机^[2]。采用的桥梁检测无人机还应满足在任何位置可以悬停,用高清拍摄系统进行拍照,收集、存储相关数据,为桥梁检测人员提供桥梁现状信息,以便对桥梁结构进行分析,评估。

通过无人机对桥梁进行全方位无死角探查,采集高清图像数据,通过计算机分析自动识别病害及位置。同时将病害状况可视化、量化形成检测报告,低耗高效^[3]。

4.1 采用无人机系统进行桥梁检测,可实现以下任务:

4.1.1 全方位、无死角:可实现对桥梁底部、侧面、

桥墩、悬索等部位的全外观病害检测;

4.1.2 效率高:利用桥梁检查智能识别测量软件,实现数据智能自动采集,快速处理;

4.1.3 量化:可定量给出各类结构缺陷的大小及位置;

4.1.4 可视化:构建数据平台,可实现桥梁病害缺陷的可视化。

4.2 无人机系统检测桥梁病害具体情况:

4.2.1 桥面系的检查

桥面系主要病害有:

(1)坑槽:路面破坏成坑洼深度大于20mm,面积在0.04m²以上。(2)车辙:路面上沿行车轮迹产生的纵向带状凹槽,深度15mm以上,面积按实有长度乘以0.4m计。(3)裂缝:包括纵向裂缝、横向裂缝、网状裂缝。

(4)拥包:路面局部隆起,坡峰坡谷高差在15mm以上。(5)伸缩缝:有异常变形、破损、脱落、漏水、失效,锚固区有缺陷,存在明显的跳车。(6)栏杆、护栏:有缺失、破损。(7)防排水系统:不顺畅,泄水管、引水槽有明显缺陷,桥头排水沟功能缺失。(8)交通设施:有损坏、失效。

在不影响交通正常运行情况下,无人机可飞行在桥面一定高度范围,进行桥面系检测,寻找相关病害,通过无人机拍摄系统对桥梁结构病害进行拍照,并记录,对应局部较大病害可重复进行检测,收集完整桥面系病害情况,绘制桥面系病害平面图,以便更好进行桥梁管养。

4.2.2 上部、下部结构的检查

桥梁上部、下部结构主要病害有:

(1)钢筋混凝土主梁结构:蜂窝麻面、剥落、空洞或孔洞、钢筋锈胀、裂缝、混凝土碳化、铰缝渗水等。

(2)钢梁结构:锈蚀,涂层脱落,防腐油脂失效,焊缝裂纹,连接螺栓松动等。(3)支座:橡胶支座脱空、偏位、变形过大、转角超限;盆式橡胶支座钢板锈蚀、螺栓松动锈蚀等。

采用无人机进行检测,可不受桥下环境影响,对上部结构、下部结构进行检测,寻找相关病害,通过无人机拍摄系统对桥梁结构病害进行拍照,并记录,对应局部较大病害可重复进行检测,收集上部结构、下部结构病害情况,绘制桥梁上部结构、下部结构病害图,根据桥梁结构缺损状况进行技术状况评定,确定桥梁现状所处等级,同时分析判断结构缺损原因,建议后续维修范围及方式,以便更好进行桥梁管养。

4.2.3 桥梁突发情况检测

(1)桥梁受到车、船外力的撞击破坏,特别是城市

立交桥梁,一部分运输驾驶员安全意识不够,对超限货物,冒险运输,在通过限高立交桥,抱有侥幸心理,自认为可以通过,或勉强能够通过,危险行驶,对桥梁造成一定撞击破损。对损坏严重、可能影响被幢桥梁安全运行情况下,需立即采取限制交通或封闭交通处理,同时尽快安排检测人员对被幢桥梁结构的检测,评估,再考虑下一步处理方式。(2)桥下往往空间较大,常常被加以临时利用,尤其是城市中,土地资源紧张,桥下会加以利用或堆放杂物,而消防防范不到位,发生火灾,在火灾作用下,造成桥梁结构不同程度的破坏,严重的有倒塌危险。采用无人机进行检测,检测人员可迅速赶到现场,快速实施展开检测作业,收集结构病害情况,完成病害统计,在最短时间对桥梁现状给定初步判断结果,以便管养单位积极采取相应交通管理措施,保证桥梁安全,及行车安全。

5 无人机检测桥梁的优势

5.1 无人机具有较强的机动性、自身重量轻、飞行时间较长、无人员危险。

5.2 无人机检查范围大,基本实现无死角检测,采集桥梁病害照片。尤其在检测高墩、大跨径桥梁,采用无人机进行检测基本可克服传统检测方法效率低,危险性较高的不足之处。

5.3 随着无人机技术、拍摄技术、传感技术的融合,桥梁检测过程中收集病害更快,数据采集处理效率更高。

5.4 无人机与桥检车、登高车比较,长期下来无人机使用成本更低,可降低检测费用,且对交通正常运营无影响。

6 无人机在桥梁检测评估应用中还需完善解决的问题

6.1 现场环境影响

无人机受气候、风速、电磁干扰等的影响明显,无法保证桥梁检测正常作业,且无人机的安全也很难保证。

6.2 无人机结构系统

桥梁检测采用的无人机系统结构是一个复合型系统,不同配置系统的无人机其稳定性、续航能力、抗风等级等差别较大。目前采用的无人机系统均有一定局限性,所以还需找到最佳的硬件设备,同时也需加大研发出更先进、更易操控的相关软件,考虑到无人机系统结构属于多专业的集成,桥梁检测人员应将无人机检测现有问题的真实情况,说清楚,以便和无人机系统其他专业人员进行有效沟通,与相关领域企业进行合作研究,以提高优化新系统进度,以满足实际检测中的安全、易操作、便携、高效等现场使用要求。如检测斜拉桥、悬索桥时,索台往往较高,需要选飞行高度较高,飞行时

间更长的无人机;桥梁宽度较宽,桥梁净空较低,需要进行补光,以便无人机观测结构病害,同时要求GPS信号更加稳定,以便保证检测数据正常传输。

6.3 对操作人员要求高

无人机操控需要安排专业人员,而桥梁检测的专业性较强,所以要求操作员有操控无人机职业资格相关证书,同时具有一定的桥梁专业素养,能判断桥梁结构病害的能力。

6.4 采集数据还需优化

采用无人机对桥梁进行检测,采集桥梁病害数据,优势明显,但对桥梁病害的自动判断识别,还没实现完全自动化,还需检测人员进行最终甄别^[4]。

如桥梁混凝土结构裂缝的检查,混凝土结构裂缝情况,直接关系到混凝土结构的安全,所以混凝土结构裂缝的检查一定是桥梁结构的关键检测项目。如主梁正弯矩区下缘是否存在横向裂缝,主梁支点处与L/4断面间是否有斜裂缝存在,统计梁体裂缝的位置、长度、宽度、走向、分布形式,绘制裂缝分布平面图。非结构裂缝,对桥梁的耐久性有影响,也进行检测统计,对非结构裂缝宽度超过标准规范限制,也应该安排管养单位进行及时处理。所有桥梁混凝土结构裂缝检查十分重要,而当前无人机桥梁检测系统仍无法满足裂缝宽度的量化识别要求,尚需检测人员进一步复核、判断,所有无人机采集数据还需改善优化,满足桥梁检测评估重要参数要求。

无人机在桥梁检测中,主要是检测桥梁结构表观病害,同时也有一定局限性,对进一步需要采用专业检测仪器设备判断的病害还没有办法实施。

结束语:随着无人机技术,计算机技术、摄影技术、传感器技术等共同发展,无人机在桥梁检测评估领域应用将从定性到定量发展,更能满足检测评估需求。无人机在桥梁检测过程中成本也会下降,同时提高桥梁检测效率、保证检测质量和检测效果,为桥梁安全运营提供有利保障。

参考文献

- [1]徐小国.公路桥梁病害成因与养护管理对策[J].交通世界,2019(32):88-89.
- [2]方留杨,陈华斌,吴晓南,等.基于无人机三维建模技术的桥梁检测方法研究[J].中外公路,2019,039(001):109-113.
- [3]蒋佑灵.无人机在桥梁检测中的应用[J].西部交通科技,2019(2):87-89.
- [4]吕福瑞.新型无人机检测技术在桥梁检测工程中的应用[J].工程建设与设计,2018(20):156-157.