

高杆灯结构安全检测与评估方法研究

尹 伟

(上海市城市综合管理事务中心 上海市 200000)

摘 要: 高杆灯结构安全检测在业内尚无类似工程项目经验,在现有方法基本空白的情况下,从高杆灯基本情况调查、技术状况检查、加载试验、倾斜监测和评级分类方法等方面分别进行了阐述分析,总结形成了高杆灯结构安全检测和评估方法研究成果,为业内后续开展类似工程检测项目提供一定的参考借鉴。

关键词: 高杆灯;灯盘;升降系统;检测

中图分类号: TU113.6+66

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0133-04

1 概 述

目前上海内环、中环等地区的高杆灯运营已经超过20年,由于周围环境的影响,材料的老化和退化,以及风荷载的往复作用,使高杆灯结构各部位出现不同程度的缺陷和损伤。特别是在台风季风荷载较大的期间,存在钢丝绳断裂后灯盘下坠的隐患,以及在由于结构顶部杠杆效应的往复疲劳荷载作用下,容易导致螺栓锚固的基础不稳固、失效,甚至整体倒塌倾覆,从而发生设备损毁、人身伤亡等严重事故。

文中针对高杆灯的结构安全进行检测与评估方法研究,形成的成套技术包含现场根据结构特点复核结构基本信息,记录病害分布情况,对高杆灯进行常规无损检测以及专项加载试验,对高杆灯技术状况进行评定分级,综合评估分析后给出养护及维修加固建议。

2 基本情况调查

首先应依据高杆灯现场实际情况,调查以下基本状况:

(1)搜集高杆灯原设计资料、施工资料,升降、机电等各系统的组成;

(2)分析管养单位在高杆灯以往维护管理中记录的维修、养护、更换配件、病害处治等过往数据及资料;

(3)现场采用游标卡尺、钢卷尺、激光测距仪、超

声波测厚仪等设备,现场实测高杆灯主要截面尺寸、钢构件厚度等几何参数以进行复核,并与已有资料进行校对。

高杆灯总体结构示意图如图1所示。



图1 高杆灯总体结构示意图

3 技术状况检查

升降式高杆照明设施主要由灯杆、灯盘、灯具、升降系统、配电和控制设备、接地和避雷装置等组成。现场应对各高杆灯各构件展开全面检查,评定各部件的缺损状况,进行总体技术状况评定。

3.1 灯杆、灯盘及灯具检查

(1)外观缺陷检查

钢结构构件是否锈蚀、屈曲、涂装是否完好;节点及连接构造是否完好、锈蚀、变形、移位等,灯盘及灯具零部件是否缺失,升降过程中,灯盘是否始终处于平衡状态。

(2)运行状态检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第4.3.7和4.3.8条^[1],对高杆灯的整体运行状况进行检查,如图2所示,确保灯盘的平衡状态。

(3)灯杆垂直度检测

收稿日期: 2021-04-13

作者简介: 尹伟(1981—),男,硕士,工程师,从事基础市政设施管理工作。



图2 灯盘整体升降检查

根据《港口高杆灯通用技术要求》(JT/T 1214—2018)第6.1条^[2]对立杆相对于水平的垂直度进行测试,立杆的垂直度误差不应大于0.3%。对于存在明显倾斜现象的立杆及其基础,后续重点对其稳定性进行评估。

采用激光全站仪对高杆灯杆体壁面进行整体倾斜率检测,如图3所示。



图3 灯杆整体倾斜率检测

(4)检修门(口)检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.1.9条,检修门下沿不低于650 mm,并设有防盗措施;根据《港口高杆灯通用技术要求》(JT/T 1214—2018)第5.4.5条和《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.1.9条,门开口的周边应采取结构加固措施,强度不应低于未开检修口时。

(5)涂层检测

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.5.1.1条和5.5.1.3条对灯杆表面涂层进行检查,热浸镀锌层表面应平滑,无滴瘤、粗糙和锌刺,无起皮,无漏镀,无残留的溶剂渣,在正常工作条件下,没有明显的剥落和起皮现象。

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.5.1.2条对涂层厚度进行测试,当钢结构厚度大于6 mm时,镀层局部厚度最小为70 μm ,平均厚度最小为85 μm 。

涂层检测包含两个方面:一是涂层及其本体的

外观技术状况,二是涂层厚度。涂层厚度采用涂层厚度仪进行检测,重点检查部位为结构主要受力构件,抽样比例按钢结构相关施工验收规范进行。现场检测示意如图4所示。



图4 灯杆表面涂层厚度检测

(6)焊缝检测

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.1.5、5.1.7条和第6.7条,采用金属超声波探测仪检测,要求灯杆和灯盘焊缝不应有影响强度的裂纹、夹渣、焊瘤、烧穿、弧坑和针状气孔,并且无褶皱和中断等缺陷。插接式灯杆管体纵向焊缝为60%熔透焊,插接段外管部分为一级焊缝全熔透焊。

3.2 升降系统检查

(1)卸载装置检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.3.10条,对卸载装置进行检查,要求灯盘上升到位后,应具备自动挂、脱钩卸载装置,要求挂、脱自如,使灯盘牢固可靠的挂置在灯杆上。

(2)下限位设置检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第5.3.9条,对下限位设置情况装置进行检查,要求灯盘升降系统必须具备下限位,下限位应高于基础平面2.5 m以上。

(3)失电制动装置检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第4.6.3条,对失电制动装置进行检查,要求升降电动机应具有失电制动装置,转速应与减速器的规格相匹配。

(4)钢丝绳检查

根据《不锈钢钢丝绳》(GB/T 9944—2015)第5.2条^[3],对钢丝绳的直径进行测试,查看是否满足设计要求。同时根据《不锈钢钢丝绳》(GB/T 9944—2015)第6.2.1条,对钢丝绳的表观缺陷进行检测,要求钢丝绳表观均匀、捻制紧密,不得有凸起、锈蚀、断丝和错乱交叉的钢丝。

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 5.3.8 条,钢丝绳在正常运行和维护条件下完全伸展时,卷筒上应保留 4 圈以上。

同时根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 6.11 条,通过查看钢丝绳破断拉力检测报告对钢丝绳的设计安全系数进行检查和确认。

(5)防坠落装置检查

根据《港口高杆灯通用技术要求》(JT/T 1214—2018)第 5.6.3 条,高杆灯应设置灯盘防坠落装置和防冲顶装置,并根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 5.3.6 条对防坠落保护装置的工作性能进行检查。

(6)动载试验

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 5.3.11 条和 6.18 条,对高杆灯进行超载 10% 动载试验。将配重与灯盘连接,灯盘在动载试验过程中应运行平稳,无异常现象。

3.3 接地和避雷装置检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 5.7 条,杆顶是否有效设置避雷针,现场示意如图 5 所示,灯杆检修门内是否有设置专用的接地螺栓,并应大于等于 8 mm。



图 5 杆顶应有效设置避雷针

3.4 配电和控制设备检查

根据《高杆照明设施技术条件》(CJ/T 457—2014)第 5.6 条,升降式和倾倒式设施的驱动方式包括手动和电动驱动,应具有自锁功能,当系统失去动力时,灯盘或杆体应能停在任意位置。配电线路和灯盘线路的各支架同层横档应在同一水平面上,其高低偏差不应大于 5 mm。

现场检测排查驱动系统的自锁设置情况,以及内部线路的布置情况及其是否仍处于正常工作的状态,具体包括箱体、箱内电器、箱内电缆等部件。

3.5 基础连接专项检测

高杆灯依靠底部的螺栓与底座连接固定,锚固螺栓可靠性是确定高杆灯结构可靠性的重要指标。首先对螺栓的设置和外观进行全面检查,重点检查

基础结构是否开裂、破损,然后凿除外包混凝土,检查螺栓锚固位置处是否存在锈蚀、松动等病害,然后对高杆灯底部的螺栓与底座的连接进行专项检测。

采用扭力扳手检测螺栓的施工扭矩,现场示意如图 6 所示。最后检测完成后应采用外包混凝土对螺栓部位进行修复。



图 6 采用扭力扳手检测螺帽扭矩

4 加载试验和倾斜监测系统

4.1 加载试验

(1) 试验内容

对高杆灯结构展开加载试验,通过对高杆灯施加设计荷载的等效荷载(高杆灯设计最大风强为 800 Pa),测试出结构的静态位移、应变等结构参数,从而推断出高杆灯结构在荷载作用下的工作状态和使用性能。

(2) 理论计算

结构所受外力主要考虑风荷载的影响,按照风荷载对灯盘、立柱的作用转换计算对基础的作用效应,主要包括弯矩 M 和水平剪力 F 等。水平剪力 F 由螺栓抗剪承受,弯矩 M 则由多个螺栓形成拉压体系共同承受。

(3) 外荷载确立

基于根据《户外广告设施钢结构技术规程》(CECS 148—2003)第 4.2 条规定^[4],施加在户外标志牌上高度 z 处的单位面积风荷载标准值为 w_k ,所受的风载计算公式如下:

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (1)$$

式中: μ_s 为风荷载体型系数,按照第 4.2.4 条,对于迎风面立柱(圆形)和灯盘(回转结构加框架)分别取用 0.8、0.9; μ_z 为高度 z 处的风压高度变化系数,按照第 4.2.2 条,35 m 高灯杆分为四节,分别为灯盘(35 m)、30 m、20 m、10 m,按 C 类地面粗糙度则分别取用 1.06、1.00、0.84、0.74; β_z 为高度 z 处的风振系数,按照前述规范第 4.2.6 条取用,35 m 高灯杆分为四节

分别为灯盘(35 m)、30 m、20 m、10 m,按C类地面粗糙度则分别取用1.471、1.478、1.387、1.194; w_0 根据设计图纸取0.8 kPa。

(4)高杆灯立柱内力计算

首先根据受风面积计算各分段的风荷载作用力 F_k ,计算公式如下:

$$F_k = \omega_k \cdot S_j \quad (2)$$

式中: F_k 为高灯杆所受风荷载作用力,kN; S_j 为受风面积, m^2 ; ω_k 为高灯杆单位面积所受风荷载标准值,kN。

然后根据高灯杆高度大小分别计算各分段在立柱根部的风荷载总弯矩,进行模拟加载试验。

(5)现场加载试验

现场抽取部分灯杆采用水平拉力进行加载,如图7所示,加载结果显示,杆底钢板实测应力为50 MPa、变形为0.5 mm,未发现应力超限、变形异常等情况,总体受力状况良好。



图7 采用水平拉力加载杆体

4.2 倾斜监测系统

在风荷载的往复作用下,高杆灯会发生来回晃动,晃动的角度和位移越大,说明高杆灯存在的安全隐患越大。

如图8所示,可在高杆灯杆体上安装倾斜传感

器对杆体的倾斜位移状况进行长期监测,特别是在台风季大风天气,监测高杆灯杆体是否存在较大的异常晃动,并将各高杆灯的监测数据进行比对分析,排查隐患。



图8 在杆体表面焊接安装倾斜监测传感器

5 结 论

高杆灯主要病害包含杆体局部锈蚀、螺栓锈蚀、自锁器开裂、导轮弹簧失效等方面。应汇总高杆灯结构各分项检测结果,进行综合分析、评定,针对性提出总体结论,并根据总体结论针对高杆灯现有缺损及典型病害分门别类提出处治措施的建议如下:完好状态(A),则应进行日常保养;良好状态(B),则应进行日常保养和小修;合格状态(C),则应进行专项检测后保养、小修;不合格状态(D),则应检测后进行中修或大修工程;危险状态(E),则应检测评估后进行大修、加固或改扩建工程。

参考文献:

- [1] CJ/T 457—2014,高杆照明设施技术条件[S].
- [2] JT/T 1214—2018,港口高杆灯通用技术要求[S].
- [3] GB/T 9944—2015,不锈钢钢丝绳[S].
- [4] CECS 148:2003,户外广告设施钢结构技术规程[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com