

高速公路智能机电设备运维管理系统的研究与应用

谷城安

(广西路桥工程集团有限公司, 广西 南宁 530000)

摘要:近年来, 社会经济的蓬勃发展, 促使高速公路建设工作迎来了全新的发展契机。现如今, 高速公路不仅能够方便广大人民群众出行, 还能承担起国家经济发展的职责。现阶段, 高速公路虽然对机电设备采取了相应的维护保养措施, 但仍存在维护力度差、机电事故频发等问题。本文针对高速公路机电设备运维管理的特点, 根据目前营运管理的功能实现策略, 提出了一种信息化、智能化的机电设备运维管理解决方案。该方案通过监测设备状态, 与设备信息采集措施相结合, 提高了管理流程自动化程度, 并通过系统平台的方式实现了高效的机电设备运维管理。

关键词: 高速公路 智能机电设备 运维管理 应用

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2023.03.145

一、引言

高速公路监控中心是保障高速公路畅通、安全、服务的指挥中枢, 其主要行使路网运行监测以及应急事件处置的职能。现阶段, 监控中心主要存在着监测及分析方法有限、报警信息不集中、处理不及时以及对收费广场车道调配欠合理等问题, 因此, 采用信息化、智能化方法提升交通事故管理水平以及突发事件的处理能力, 具有较大的现实意义。

二、高速公路机电设备管理定义与特点

(一) 定义

高速公路的机电系统包含四大部分, 分别为通信、电力、收费和监控系统, 这四种系统的配合与结合, 为高速公路使用人员提供了十分便利且现代化、信息化与人性化的服务支持, 是目前管理高速公路相关部门中最为重要的工具类型。在整个机电系统中, 所使用的技术涵盖电子通信、自动化控制、计算机计算和交通工程等各个方面, 所以在实际工程建设期间, 其本身的投资规模相对较大。在多种先进技术的支持下, 也为高速公路的稳定运营、管理效率提升奠定重要基础。在高速公路日常运行期间, 机电设备系统中的各项设备和技术与其实际运营的效果息息相关, 同时也在影响着整个高速公路投资管理部门的经济效益。所以做好高速公路机电设备监管系统的标准化设计是促进与实现高速公路稳定运行的重要保障。目前, 以信息化管理、监控系统和视频图像为主的现代化高速公路管理是主要方式, 根据不间断传输的实时信息来保障机电系统的正常运转, 也为防止通行费流失、失控管理等方面做出一定的保障。而基于这些内容的分析, 需要在法律法规、技术与经济等各个方面来实现高速公路机电设备的标准化

管理, 规范各项操作流程, 细化考核具体办法, 实现高速公路稳定长期运营的重要目标^[1]。

(二) 特点

1. 供配电系统特点。将供电系统应用在高速公路工程建设中, 能够持续为各部分系统运作进行配电, 此系统主要是由低压供电模块和高压供电模块两个部分组成, 可以为整个机电工程的顺利运行提供充分保障。所以, 供配电系统在高速公路建设过程中, 也成了推动工程良好运行的主要动力。

2. 收费系统特点。通常情况下, 高速公路工程项目中的收费站系统主要是由计算机、监控器和对讲机等新型技术设备组成的, 可以将整个系统划分为收费站、收费车道与收费中心三个部分。而为了确保收费站工作流程的安全性, 避免非法人员入侵, 可以利用计算机技术针对各级管理人员展开差异化权限管理, 确保每个环节都有专门人员进行负责, 从而提高高速公路收费系统运行的合理性。

3. 通信系统特点。作为高速公路机电工程中的重要组成部分, 通信系统能够将机电工程系统中的价值信息及时准确地利用相关技术传输到特定环节当中, 以此为工作人员提供相应的维护, 确保整个高速公路工程建设质量能够得到提升, 维持高速公路运转的安全性和稳定性。

三、高速公路机电工程现状及需求分析

(一) 高速公路监控系统

1. 监测及分析方法有限。传统的高速公路监测更多地依赖设备, 一是通过新增各种感知设备, 如环境检测设备、事件检测设备、车流检测设备等。二是通过对视频图像进行实时监测, 通过人工从视频中发现路况异常。由于各类检测设备仍然依赖传感器的准确性和人工纠偏, 时间一长

就会出现误报的现象，最终只剩下视频资源，因此高速公路的监控管理更多依赖监控员对视频的轮巡管理^[2]。

2.业务系统分散和报警信息不集中导致处理不及时。传统的机电系统软件分散而且无法整合，形成“信息孤岛”。目前，监控中心日常管理中各类专用软件越来越多，而且软件之间缺乏有效协作，业务报警信息相互独立以及分散，比如视频事件监测报警、设备类报警、紧急电话、业务类报警不能融合，处置效率低，无法相互印证。另外，监控员开展监控业务时，除了对视频实时监测还需同时在三台电脑上打开路况填报、设备控制、机电运维等超过五个以上的机电软件开展工作，工作量较大，工作效率较低。

（二）高速公路收费站机电工程

收费站系统由收费计算机系统、闭路电视监视系统、入口拒超系统、ETC专用车道系统、ETC/MTC混合车道系统、内部对讲及紧急报警系统、供配电系统、防雷系统、接地系统、ETC门架系统、联网收费系统、信息安全保护系统等组成。随着现代社会城市化的加快和汽车普及率的提高，汽车保有量逐年上升，高速公路交通量日趋增大，因此采用固定卡口式收费方式的收费站面对日益增大的交通量导致拥堵现象日趋严重，节假日更加显得力不从心。高速公路收费站是智能交通的重要载体和展示窗口，日趋严重的堵车现象使得高速公路收费工作压力逐渐增大，收费和保畅工作矛盾突出，收费站服务形象受到影响。因此，采取有效措施提高收费站的收费能力，提升车辆的通行速度，提高收费站的运营效率，缓解收费站的通行压力，进而提升收费站的整体形象，迫在眉睫。因此，需从完善收费站设施建设、采用新型收费设施等方面，通过对现有收费站进行车道改造、探索新型收费模式等方法来提高车道的车辆通过率，进而减少收费站的拥堵现象，确保收费顺畅的同时提升收费站的服务形象^[3]。

四、管控现状

（一）建设与运营脱节严重

新时期背景下，我国愈发重视交通运输建设工作，这就需要施工企业重视公路建设的整体质量。然而，从实际情况而言，虽然公路建设的整体质量得到了进一步提升，但并没有充分满足广大人民群众的各类出行需求，也难以为我国物流运输行业发展提供更优质的保障，造成这种状况的主要原因在于在实际开展公路建设时，还存在诸多问题，致使公路的整体质量难以达到预期标准。

（二）振动对设备损坏故障的影响

从广义上来说，振动就是设备系统状态的参量在其基准值上下交替变化的过程。而狭义的振动主要指的是机械

振动，就是传统的力学系统发生的振动。振动是自然界中非常普遍的现象，其对于仪器设备造成的影响主要是如下几点：一是设备无法正常工作，如果振动过大，直接造成设备和仪器的损坏。二是仪器设备的精度无法满足工作要求，给设备运行产生负面影响。三是数据精度受到影响，尤其是对高精度的仪器设备会产生很大的影响。总之，振动给仪器设备产生很大的影响，造成设备无法正常工作，使用寿命大幅缩短，内部结构部件出现严重磨损，结构部件损坏更加严重。因为设备长期受到振动影响，极易出现机械电路的接触不良等问题。随着技术的改革与发展，当前很多硬盘都是高精密的，振动和灰尘都会对其产生严重的负面影响。因此，机电设备对于环境要求较高，必须加强振动保护处理，消除振动产生的负面影响，以提升系统运行的安全性和稳定性。

（三）管控人才水平较差

现如今，人才已经成为影响机电系统实现蓬勃发展的重要因素，然而，部分事业单位并没有重视人才的作用价值，仍然运用较为传统的人才招聘制度，并没有在第一时间注入鲜活血液，即便事业单位有着工作经验较为充足的人才，在面对更新换代速度极快的工程设备，并不能根据实际情况，制定出更加科学合理的应对措施。另外，单位内的部分青年骨干缺少相应的工作经验，导致在实际工作中极易发生各类问题，致使事业单位难以实现可持续发展。

五、高速公路智能机电设备运维管理系统应用

（一）系统框架

按照数据采集及应用模块逻辑，高速公路智能机电设备管理平台从下到上分为数据采集层、数据传输层、数据存储层、应用模块层、展示层五个应用模块。所有网络和设备均需进行网络安全管理。应用模块由多个子模块/子系统构成，其数据和管理业务互相交叉共享，形成一个集机电设备管理、设备状态监测、工单管理、知识库、报表展示于一体的平台。从底层到上层主要包括五个层级。数据采集层使用分布式、高可用、高并发IT基础架构监控机电设备（车检器、NVR、摄像机、情报板）、监控主机（硬件、操作系统、中间件、应用服务）、网络设备（交换机、防火墙、堡垒机、漏洞扫描、日志审计）。数据传输层主要包括工业以太网、Wi-Fi、4G/5G、LoRa、串口等通信方式。数据存储层采用MySQL、MongoDB、Dynamo数据库。应用模块层通过状态监测模块实时监测机电设备状态，超过阈值报警并实时通知相关人员；通过机电设备管理模块、工单管理模块等实现机电设备及养护流程电子化管理；通过趋势分析、数据可视化模块，提供辅助决策分析功能，实现提

升管理水平的目的,完成“监、管、治”管理闭环。

(二) 主要功能

1.机电设备及仓库管理子系统。在设备上粘贴二维码作为设备唯一识别码,记录所有设备出库信息,跟踪设备去向;明确设备所属负责人;设置余量告警、报废年限告警、设备保洁提醒;实现快速盘点。

2.设备监测子系统。通过直接对接设备或其所属系统,采集设备信息、运行状态、运行数据,根据设备类型为机电设备配置特定的指标阈值并实时监测,超过阈值则产生预警并通过多种方式通知相关人员。针对机电设备监测数据覆盖不足的问题,基于物联网技术,使用多种传感技术并结合数据分析方法对设备状态进行全面监测,通过在原有设备设施上增加智能传感器,定时检查设备的健康状况,通过物联网,平台系统实时告警通知,减少人工巡检频次和巡检强度。

3.养护管理子系统。养护计划管理用于设置和录入巡检计划、检测计划、保洁计划等,并与移动端配合实施打卡和完成情况审核,同时可以实时输出和展示计划完成情况。养护人员结合故障关键词记录修复故障过程,生成经验库知识记录;养护部门定期总结经验,生成该类问题标准处理步骤文档,形成专家库知识记录,养护人员再碰到类似问题可根据关键词筛查。

4.系统分析子系统。系统分析子系统基于其他子系统生成的基础数据,对机电设备系统状态、故障原因、养护质量、成本效益等进行数据分析,根据不同用户角色提供定制化多维数据报表查询,如品牌故障率、根据设施类型展示同类设施设备故障数量以及百分比、在用设备与库存设备数量与百分比、根据故障关键词统计平均处理时长、养护服务评价得分等多类型、多维度统计图,支撑养护方案的制定与决策^[4]。

5.多视图展示。利用GIS地图展示路面上设备地理位置以及所属设施;通过拓扑结构展示当前机电系统状况;提供设备设施详情展示;室内设备通过虚拟机柜、配电柜管理;将设备情况关联养护管理数据库,为营运管理人员和养护人员提供养护事件展示。

6.移动、电脑端运维。平台可在移动端设备或个人电脑上运行,保证养护人员可以在外随时使用现场故障上报、故障处理过程记录、定位、工作打卡、工单实时填报、知识库查询、设备信息查询等功能。例如,使用移动端摄像头扫描设备二维码实现快速盘点;处理工单可通过移动端拍摄视频、图片作为附件上传到平台,交由领导审批。

(三) 系统实施与使用过程的注意事项

第一,实施阶段要有切合实际的实施方案,要与使用方在基础数据采集录入方面密切配合。台账分类与编码标准要准确,尽量不产生歧义;设备台账清理和设备标记工作量大,但要保证质量,否则会影响平台的使用效率。第二,合理选择设备状态参数和指标。设备状态基础数据、养护过程基础数据收集后,关联提取相关信息,通过设备状态评价模型形成设备画像。模型主要有参数和指标两个层次,参数是指需要的数据类别;指标是指该数据类别人为设定的有效阈值、性能阈值和告警阈值,有效阈值以内代表设备运行完好,性能阈值以内代表设备状态下降但可接受,告警阈值范围代表设备运行结果已不可接受和使用。第三,应利用设备全周期寿命理论,合理选择设备状态预测参数和指标。选择依据包括故障率/时间函数,设备残值、运行维护费用和设备总费用的关系,折旧年限标准,厂家设备产品生命周期信息(包括停止销售日、停止全面支持日、停止服务日)等。第四,使用过程中,应转变管理者和养护人员的思维习惯和流程习惯,遵守数据及时更新的工作要求。第五,平台的建设是一个动态的过程,不是在实施阶段就结束,应从管理制度和平台优化角度,对监测的覆盖范围及准确度、系统互通等方面进行定期检查和优化^[5]。

六、结语

随着高速公路机电设施技术状况评定的普遍实施,机电设施智能化水平不断提高,高速公路机电设备运维管理系统建设日益重要,复杂被动的定期人工评定正在转变为高效的评定指标实时采集、即时分析。结合“监、管、治”理念,构建高速公路智能机电设备管理服务体系,可以实现预防性维护和主动式运维,从根本上提高设备养护效率,提升设备管理水平。

参考文献

- [1]黄觉,秦鸿,关小杰.高速公路监控中心智慧交通平台应用研究[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(6):300—303.
- [2]牛犇.高速公路监控中心智慧交通平台分析[J].低碳世界,2021,11(8):180—181.
- [3]戴海卿.分析高速公路中智慧交通平台建设和初步应用情况[J].建材与装饰,2017(35):230—231.
- [4]翟泽,钟磊,王欣.高速公路智慧云平台安全架构研究[J].网络安全技术与应用,2020(11):127—128.
- [5]黄周平.浅谈智慧营运管理平台在高速公路运营管理中的应用[J].广东通信技术,2022,42(1):70—72.