基于人工智能的高速公路病害自动检测系统浅谈

李 镇 孙砚涛 刘 亮

（山东高速股份有限公司 山东省济南 250100）

摘要：公路巡查能够及时全面地发现问题，是避免问题发生的方法之一。传统的人工巡查主要依靠人眼识别高速公路病害，然后停车拍照进行病害数据的采集与上报人工巡查过程常存在病害采集不全面、方法不规范，采集不及时，导致效率低下，影响高速公路状态的及时监控与养护。并且存在很大的安全隐患，每年都有路养护人员在巡查过程中出现危险事故，而且上报流程不通畅、不易追踪事件解决过程、路祝隐患缺乏外界有效沟通。

关键词：事业单位；人力资源管理；创新发展策略

由于大量早期建成的公路相继步入改建设和大中修养护阶段,维护任务逐渐加大。采用最新的信息技术,将自动化大数据收集技术和人工智能技术紧密结合,进行了路面上典型病害例的全过程准确收集、人工智能甄别、处理、大数据分析,从而能够更全面准确的识别隐患,提高了巡查质量和安全性,并为智慧高速公路养护者提供了高效的信息保障。

一、高速公路常见病害分析与处置

（一）高速公路常见病害类型及原因

路面的一般损伤,一般分成明显和隐蔽损伤两大类,其中显性损伤一般包含:不同的横、纵、斜向、交错裂纹,或者修补、龟裂、坑槽、松散老化、泛油、磨光和波浪拥包等;隐性症状一般包含:板底脱空、内部裂纹、不均匀沉降、富含水、地基疏松等[1]。

高速公路上产生裂缝或显性疾病的重要原因,为由于长期、高负荷或过载的各类机动车的强烈碾压,造成柏油水泥产生构造劳损而破裂[5]。此外,由于极端气候而造成高速公路施工的异常胀缩、修建中施工人员操作的不正确(路基压实度欠缺或不均衡等)也会路面疾病的发生;关于泛油情况,主要是由于前期施工中,黏层油、混合料等选用错误,致使在高负荷碾压产生泛油或高温时产生沥青混凝土面层迁移情况。关于隐蔽疾病,其重要原因有:由于地下水等地质原因,造成地下基础的大面积脱空、松动等;雨水及在高速公路清洁时,地表水渗透裂缝,长时间侵蚀地基,也会造成地基的损伤;此外,高速公路二侧的抗冲刷装置一旦损坏,不能稳定行使其功能,还可能造成隐蔽疾病的发生[2]。

（二）病害处置方法

对较细小的显性病害若不进行适当处理,就可以迅速增大病害范围,从而照造成更广泛的高速公路损害,例如在路面裂缝处受到地表水侵蚀以及对汽车的碾压,就容易产生坑槽。

对于面积小于 5mm 的裂痕,要采用热沥青或灌筑撒料方法修补,而对于面积超过 5mm 的裂痕并且出现错台和啃线等情况,则可以采用开沟式沥青或铺层玻璃隔栅后再铺砌在上面基层。对坑沟则要采用电子辐射板预热后再摊铺热料,进行有效的压实处理。关于泛油现象,要进行瓦砾压铺和重新拌料摊铺等处理。关于脱空、松动等病害现象,应根据严重情况对地板角弯沉处进行压实砼并加以回填,使其能均匀支撑在表面;关于地面下沉现象,应铣刨出表面的沥青混凝土后,利用碎(砾)岩,干砖或浆砌条石等材料进行回填加固,使土基与基层问题全部根治后,再摊铺面层[3]。

（三）公路路面病害智能分析系统定义

路面病害智能分析系统最主要的作用是代替必须由人工完成的路面病害标注工作,改为由人工智能算法进行分析标注,且可达到 95%的路面病害分析准率,大大有效降低人工成本,提高检测公司的效率,亦可解决每个人的路面病害判别标准是不一致问题。

二、国内外研究现状

采用了传统图像处理算法的路面监测模型,从九十年代开始就受到了国内的普遍关注。通过传统图像处理的技术,进行了对路面裂缝病害的全面监测。但是由于高速公路病害类型较多,且同一类病害常常出现各种形态特点,尤其是在不同的光照、天气等情况下的效果,鲁棒性并不高。而近年来的人工智能科技进展得很快,在视觉辨识能力和语音的某些方面已经开始超过人工。因此国内研究者也开始由采用传统图像处理算法的零点五自动化监测研究,转为采用深度知识的全面智能化病害监测研究。

三、人工智能的高速公路病害自动检测技术

（一）弯沉检测技术

高速公路弯沉也是表现高速公路结构整体能力的指标。早期是采用对贝克曼梁采用杠杆机制完成的人工测试,测量结果为单点静式回弹弯沉,虽然该种方式工艺简便、容易推广,但是试验准确性受人力和环境的限制较大、工做效果低。其后,又陆续发展制造出自动弯沉仪、稳态动能弯沉仪等。但因其发生的动能负荷比较小,无法充分反应高速公路真实行驶状况的缺陷,后又被落锤式弯沉仪(FWD)所代替。目前,FWD 已被世界各国普遍用作高速公路动力学弯沉检测和构造性能评估[4]。

FWD 的作用机理,是在电脑操控下把规定品质的重锤经过液压传动装置上升至规定标高,随后再松开,让它自然地下降,落于某个刚性圆盘上(荷载盘),从而对高速公路形成了一种脉冲荷载,其工作时的振幅值十分类似于汽车运行中的汽轮负载,在这

种压力作用下,高速公路发生扭曲,从而产生弯沉盆。弯沉盆部位的形状和最大位移数值,由分布于弯沉盆各个部位上的多个位置感应器测量。负载的影响可以透过改变落锤品质,使提升长度可在足够宽的范围内改变,或利用刚性圆盘提升在高速公路上,高速公路的变化由 5~9 的位移传感器测量。利用弯沉盆数据反演路面结构层模数也是 FWD 研究的重点。

（二）路面结构缺陷及隐患检测技术

传统的混凝土结构缺口无损检验技术一般是超声法,但由于科技的蓬勃发展有些新型的无害检验技术如红外线法、雷达法、冲击回波法、声辐射法等也陆续运用于混凝土结构缺口的无害检验。因不同方法的技术特点和适用范围而存在差异,目前中国国内外在路面结构测试中使用最为普遍的测试技术手段一般为探地雷达测试技术手段和冲击回波测试技术手段。

（三）探地雷达检测技术

雷达波也隶属于电磁波的一类,其一般基本原理是当雷达波在水泥中传递时,其传递速率与介质的介电常数直接有关,因此当碰到水泥边界、内部结构瑕疵、钢筋结构等介电常数变动较大的对象时产生反光、散射现象等,即可根据反光信息的波形、传递周期等技术参数判别水泥内部结构情况[5]。

针对非磁性介质,电磁波的反射特点仅与元素的介电常数相关。探地雷达所发出的电磁波在地面中传递的进程中,如果碰到该反射界面就会形成反射波,因而探地雷达依据各种类型的反射波的振幅、相位以及频率特征做出了比较,以便判断高速公路的结构层厚度以及路基病害。

（四）冲击回波检测技术

冲击回波法的工作原理是由强度撞击所导致的瞬时应力波理论。由钢球短暂地敲打水泥表层,形成低频应力波(70kHz 以下),该应力波流入构件体内并在缺陷或其它边界处进行反光。由反光波所导致的结构表面移动将被感应器所记录下来,从而形成了压力－时间信息,即波形。该信息叙述了由构件内部应力波的几次反光所导致的瞬时震动。在这种震动中,占主导的频段同是从构件体内从各个深处反射出来的应力波所致。而由于缺口的出现,波的传播方式及其在实心构件中所出现的辐射现象均被修改。而这种变化规律在冲击回波测试中的波形及其频谱图上均有体现。冲击回波方法在路面检测中一般用作对路面厚度、裂纹等的检测分析。

（五）路面应力应变检测技术

高速公路在长期使用流程中要不断地经受着负荷、环境温度等的不利影响,在构造里面形成应力,上述各种因素均能导致高速公路构造内在的破坏,进而直接危害到了高速公路的总体运行性能。常规的一般有电阻式和振弦式等多种,但是这种传统的感应器技术,由于深受原理和材料性质所限,常为重点传感,收集的数据量受限,难以适应目前土木工的监控需要,而传感器材耐久性较差,不易于替换缺陷,更直接危害到了检测结果和科学技术的发展。

光纤传感器,基于光纤优良的物理化学特性及其优良的导电、热感应特点,使其在近年来获得了迅猛发展。可广泛用作路面内部热应力与高温测量、建筑构件内应力与应变测量、裂纹监测,以及建筑构件稳定性分析等多个领域。其传感器具备长期监控、信息传输能力高、耐久性好、抗干扰能力强、轻细柔韧和检测准确度高等特点,使之显示出优良的技术特性和良好的发展趋势。

（六）路面破损状况检测技术

高速公路破损监测智能化技术始终是高速公路监测技术的重点研发领域,目前以采用照相/录像和模式识别技术的图片监测技术使用较为普遍。交通部公路设计研究院发展的“高速公路图像识别信息系统”CiAS (Cracking Image Analysis System)。CiAS 系统还可以对高速公路损伤(裂纹、坑槽等)实行手动数据分析和处理过程,确认裂纹部位,测量裂纹长短和宽窄,并根据国家现有技术规范的划分准则实行手动归类,数据分析结论还可实时发送给高速公路系统(CPMS)。目前的高速公路损伤自动检测设备都是采取现场检查、离线分离的检查模式,其具有图像识别能力、鉴定准确率较低、数据处理能力极大的不足,一定程度上影响了的应用。

结束语：

综上所述，针对传统人工和车载仪器对路面虫害巡检方法效率和准确度均较低的弊端,文中重点分析了典型的路面虫害种类、原因及其处理方法,并介绍了利用探地雷达对虫害实施监测,并明确虫害种类和程度的可行性。在此基础上,系统设计了一种路面病害检测机器人系统,并先后从机器人运动及位置、病害检测原理和控制系统的总体工作前与后台系统等三个方面开展了相应的设计研究和介绍。最后,在实际测试场景中开展了验证和应用,并详尽介绍了检测结果,对隐性虫害开展了取芯检测,进一步证实了该型机械人系统的设计在日常路面病害检测中实用、准确和有效。

参考文献：

[1]屈洁. 基于多功能检测车的路面病害自动识别系统[J]. 城市建设理论研究（电子版）,2013(18).

[2]杨晶,王丽园,刘兴东,等. 高速公路全生命周期智慧巡养管理系统设计与实现[J]. 公路,2021,66(11):328-334.

[3]姚金挺. 高速公路病害的治理问题研究[J]. 交通世界(下旬刊),2022(7):123-125.

[4]袁玉亮. 高速公路病害特征及养护措施[J]. 交通世界(上旬刊),2022(3):90-91.

[5]苗丽. 高速公路病害及养护维修施工研究[J]. 运输经理世界,2021(25):119-121.