

# 盾构设备施工安全隐患增项改造浅析

李 永

( 中铁建大桥工程局集团第二工程有限公司 )

**摘 要:** 随着我国城市化进程的不断加快,城市轨道交通行业迅猛发展,盾构施工法因快速、经济及自动化程度高等特点,成为城市隧道建设的首选方法。但盾构施工为地下作业,专业性强、施工难度大、风险高,同时盾构施工周边环境及地下环境情况复杂,易发生突发性事故。本文结合广州地铁 10 号线,合肥地铁 6 号线等项目施工设备增项改造进行系统分析和探讨。

**关键词:** 盾构机; 施工安全; 增项改造

## 一、盾构施工中存在的风险及对应增项

进仓过程中安全措施不足,监控方式缺乏可增加人仓可视化;人仓内存在的易燃易爆气体有害气体直接影响作业人员安全,可能发生安全事故可增加有害气体检测;无法实时观测土仓前方人员动态,可能造成险情后知,无法实行了解土仓内结泥饼情况可增加土仓可视化;无法准确实时监测出渣,致盾构推进对地层土体的扰动较大,使地表沉降严重可增加渣土计量;盾尾间隙过小,加快盾尾密封刷磨损,影响盾构机行进角度与路线可增加盾尾间隙测量<sup>[1]</sup>。

## 二、针对风险可采取的五项盾构设备安全增项改造浅析

### 1. 人仓可视化

通过人仓智能视频采集装置,将人仓现场信息实时传输至监控主机以及业主平台,现场操作人员以及云平台可通过行为识别等算法分析现场的人状和物状。针对进仓过程中安全措施不足,监控方式缺乏的问题提供了有效的解决方案,解决了现有进仓作业普遍存在的安全隐患。

盾构机人仓的视频监控系统,包括图像系统,数据传输系统,智能控制系统,界面显示系统和数据存储系统。图像系统用于实时拍摄盾构机人仓内的视频图像,目前可通过高速传输交换机实现 1080P 清晰度无延时数据传输,摄像头的分布为主仓一个,副仓一个,均采用耐压红外摄像头,外壳为不锈钢金属防护,可有效保护内部摄像元件,并且在人仓照明损坏时也可通过红外系统观察人仓内部,大大提升人仓内部可观测范围,让相关管理人员心中有底,有足够的智能控制系统用于接收图像系统传输来的视频图像信息并进行分析处理,和其他系统配合实现人仓消防安全。数据传输系统通过交换机对视频图像信号根据传送的目的地进行分组并传输,通过高速可靠传输装置以及高速通讯电缆配合,可实时传输清晰画面。显示存储系统对视频图像信息进行录入,可实时播放,也可存储在相关的设备内,供后期回放或做其他处理,此系统针对现有进仓作业普遍存在的安全漏洞,解决进仓过程中安全措施不足,监控方式

匮乏的问题,能够有效提高进仓作业的安全性,保障施工安全。

### 2. 有害气体检测

盾构机人仓的自动喷淋系统,包括有害气体监测仪,烟雾探测仪,电动控制阀,自动喷淋系统,手动喷淋系统,火灾探测仪实时监测人仓内环境,当人仓内烟雾超过预警值时,会触发人仓自动喷淋系统,第一时间进行人仓喷淋,控制仓内险情。

用于盾构机人仓气体检测的装置包括:气体检测装置元件,相关安装底座,气体检测电缆固定槽,固定安装装置位于人舱内壁上端,设有固定柱,监测装置可通过后端滑动机构进行微调,监测装置两端均有气体检测腔。安全监测数据采集装置会连续智能检测人仓毒有害气体,以及氧气等,包括:一氧化碳,氧气,氨气,二氧化碳,二氧化硫,甲烷,硫化氢的质量,PLC 模块实时读取相关传感器数值,并与上位机界面显示,盾构机人仓作业环境中有害气体实时连续实时监测,实时计算分析,阈值可自定义设置,当有害气体高于预警值,氧气低于有效浓度时,能够将采集到的警情信息发送给预警终端,并实时触发报警装置,相关数据采集系统与控制系统终端可靠通信连接,控制系统终端位于盾构机控制室/盾构机外部数据采集显示箱内,用以实时检测盾构机人仓内警情信息,控制系统终端可增加至地面监控以及业主数据平台。该系统能够根据接收到的相关数据信息判断是否发生事故,若发生事故则向工作人员发送报警信息,相关操作人员以及管理人员可及时有效处置已发生紧急情况。气体智能检测系统能够实时提供施工环境中的各种检测数据,方便施工的安全生产与管理。有利于作业人员人身安全,降低作业风险<sup>[2]</sup>。

### 3. 土仓可视化

土仓可视化技术可在主控室内清晰观察土仓内的刀盘,实时掌握土仓中心结泥饼的情况并及时处理。能够全面掌握盾构长距离施工中,操作人员在土仓内检查和更换刀具或进仓进行维修作业的情况。



土压平衡盾构机土仓可视化装置,在盾构机的前盾的上部按照一体式成型可视化装置构件切割出相应位置的孔位,该装置前面板上设有耐压有机玻璃镜片,镜片安装位于可视化装置内部,上下均安装密封条,防止人仓保压时气体泄漏的同时避免镜片直接接触可视化装置钢结构,有效保护耐压玻璃,不至与钢直接接触而破裂。可视化装置整体通过实焊整体安装固定在前盾,焊接完成后进行探伤工作,确保焊接可靠。装置内部固定安装红外耐压补光摄像机,并可增加一组照明灯,为土仓内部照明,摄像机镜头对准耐压片,并通过高速电缆与显示上位机连接,摄像工装内部设计有两个单向阀通道,可与盾构机内部安接喷淋水以及工业气体,当可视化窗片外部在盾构机掘进时被泥土覆盖无法清晰观察土仓内部时,可通过工装内部向外部镜片喷淋纯净水,后吹出高压工业气致使窗片清洁。摄像机工装为可调节式,可便捷的调整摄像机角度,以便观察土仓内部大范围情况,图像信号传输到上位机上,解决了现有技术中常压摄像头无法满足盾构机要求的问题。

该土仓可视化装置可实时监测土压仓的情况,能够承受土压仓高温、高压的恶劣环境;为土压仓提供光源,改善土压仓照明条件,有利于土压仓监测;对设备进行冷却降温,保证设备的正常运作;配合内循环水冷却,高压水冲洗,工业空气风干等,对窗片进行清洗,避免土压仓渣土污染窗片,可全方位观察土仓内结泥饼情况及作业人员安全情况,提高了掘进效率,保障了安全性。

#### 4.出渣计量

在土压平衡盾构施工中,精确及时地控制出渣对于掌握挖土量与出渣量之间的平衡,减少地层变形,保证顺利掘进十分重要。通过在盾构机内加装皮带称重装置,利用传感器获取实时出渣量动态信息,并由皮带出渣量动态监测系统远程控制,监测皮带出渣,以

此反馈优化盾构掘进参数;该系统具有精确性,实时性,可追溯性。操作手能实时掌握出渣情况指导盾构施工,效果显著。

称重装置整体托架安装于盾构机皮带机下方,重量检测装置和速度检测装置安装于托架上,整体托架根据不同型号的盾构机的皮带架的尺寸可做对应的调整,称重传感器可选用类似渣土重量物品进行精确度调试,皮带机运转时,称重传感器和测速传感器持续工作,相关重量监测和皮带机运行速度数据实时传输给处理系统,并通过通讯电缆传送给上位机并显示在界面上,可实时监测渣土重量及计算每分钟出渣量。渣土称重配制单独的电源,用于给渣土称重,数据采集和数据传输供电。通过检测系统和相应的机械结构实现了渣土重量的自动检测,有效提高了盾构机的工作效率。

#### 5.盾尾间隙测量

盾构机盾尾间隙自动测量系统,是在尾盾内壁上安装在测距传感器测量管片与尾盾的距离,在尾盾上间隔均匀安装多个距离传感器,传感器安装在防护罩内,防护罩厚度和原尾盾厚度一致,防护罩上部安装盖板严密契合,加强防护,测距传感器和控制单元镶嵌在防护罩内,防护罩为中空结构,按照传感器尺寸定制内部凹槽,测距传感器固定该中空结构内,能够全方位的对测距传感器进行防护,防止测量过程中损坏测距传感器,防护罩和盖板为分体结构,便于安装和拆卸测距传感器,可提高测量效率。

测距传感器测量相关数据直接传输至系统内的 PLC 模拟量通道, PLC 实时读取该通道内盾尾距离数值,系统上位机设计盾尾间隙显示软件,按照测距传感器安装点位设计显示画面,在显示圆中标注传感器具体安装角度,并实时显示距离数据。整个尾盾包含有多个测距传感器,沿周向布设在尾盾内壁上,多个测距传感器测量获得的盾尾间隙值进行比对,能够准确分析管片在尾盾中的安装情况。该测量装置能够在施工过程中实时测量出当前间隙值,提高了数据质量,为管环的合适拼装位置提供了有效的数据基础<sup>[9]</sup>。

#### 三、结论

通过上述改造,可大幅提升盾构机掘进过程中的安全性,提高了掘进效率,保证作业人员安全,从侧面提高施工进度,降低掘进风险。

#### 参考文献:

- [1]杜国斌.浅谈“桥式盾构法”施工存在的安全隐患及预防措施[J].建材与装饰,2019(01):254-255.
- [2]王国佳.泥水平衡盾构施工安全风险控制措施研究[J].工程机械与维修,2023(05):169-171.
- [3]高强.盾构设备管理的现状与改进策略[J].北方建筑,2023,8(06):78-81.