

浅谈集装箱码头ARMG设备监造检验要点

王远长

中国船级社实业有限公司南京分公司 江苏 南京 210011

摘要: 本文着重介绍集装箱码头所配套的自动化轨道式起重机 (ARMG) 的前期技术检查要点和在现场安装、调试等工序阶段的检验工作要点。

关键词: ARMG; 自动化

1 绪论

随着社会经济的高速发展和经济全球化的趋势, 各国大宗货物的交易量大量增加, 对集装箱码头的要求越来越高。我国对于集装箱自动化码头的建设十分重视, 专门出台了行业标准《自动化集装箱码头设计规范JTS/T174-2019》。自动化轨道式龙门起重机 (ARMG) 是港口自动化设备的重要组成部分, 与常规轨道式龙门起重机 (RMG) 比较, 自动化程度十分先进, 在人力成本和作业效率上可以说是上了一个大的台阶。笔者参与了江苏省南通港吕四作业区码头工程项目的建设, 亲身体验了整个ARMG的制造、装配、调试等整个过程, 深有体会, 特进行了总结, 现与大家分享, 抛砖引玉, 望得到各位同行的指正。

2 ARMG 前期技术检查要点

在项目开展之初, 我们深度分析了该项目的装卸工艺。该码头采用的是远程控制岸边起重机 (简称STS) +无人集卡水平运输 (ACT) +自动化轨道式龙门起重机 (ARMG) 模式。

ARMG在设计之初我们需要考虑一下几个问题:

a.关于ARMG定位的问题, 当TOS (自动化码头交换式作业管理系统), ARMG如何才能准确地自动准备地行驶到相应的贝位, 准确地装卸集装箱?

针对上述问题, 我们采取了机构定位+目标定位+负载定位+吊具上架微动的技术措施实现ARMG的自动着箱功能。

b.关于集卡对位的问题, 如何能够保证集卡 (ACT) 能够行驶到准确的位置, 保证ARMG可以准确无误的装卸作业?

我们通过安装在ARMG上的集卡引导系统扫描装置对内外集卡进行车身扫描定位和对内外集卡上的集装箱进行扫描定位, 并通过集控位置显示集卡前进或者后退方向、距离等信息, 引导集卡快速、准确的停靠到正确位置。通过上述操作, 提高整体的作业效率。这里另外

需要考虑集卡防吊起的问题, 需要配置具有多级安全保护功能的集卡防吊起系统, 确保集卡与提升的集装箱连接在一起时, 该防吊起系统可以有效地防止挂车意外起吊。该系统需要快速执行停止, 防止将集卡从地面吊起。由于现场环境变化, 集控防吊起系统需要具备防止反射阳光、日出、日落、雨水及雾的影响。为了具备多层的有效安全保护, 要求在远程控制器上安装视频监控系统, 便于查看20英尺、40英尺、45英尺集装箱锥形锁销是否已经释放。

C.关于集装箱识别和集卡识别的问题? 怎样做才能保证ARMG可以从正确的集卡上装卸正确的集装箱?

首先通过ARMG上安装的若干摄像机, 获取堆场任务箱各方位的图像资料, 利用图像识别技术识别集装箱箱号、箱门方向、车牌号等信息, 以及多面箱图片信息供破损检验。箱号、车号识别系统参与控制系统, 利用图像识别技术检测箱门异常。当在作业过程中, 当ARMG检测到堆场或集卡上的集装箱箱门意外打开时, ARMG应暂停执行工作, 并自动报给远程控制中心。

d.关于防止碰撞的问题, 一是两台ARMG之间的防撞; 二是ARMG吊装集装箱时, 集装箱的防撞问题。

针对第一个问题, 应通过自动控制系统软件及本地PLC实现“智能自动减速、停止功能”避免发生碰撞。当在远程操作时, 首先通过路径控制器生成ARMG的运动路径来控制ARMG的运动, 同时碰撞保护 (自动减速、停止) 应自动被激活。需要注意ARMG大车行驶的各个方向都有探测保护。防撞装置应有使用记录, 其安装位置不受直接影响, 距离设定应可调。其中, 第一个设定点应与大车减速联动, 第二个设定点应与具有报警功能的大车限位器联动。

针对第二个问题, 应在ARMG安装激光扫描技术, 融合小车及起升编码器信息, 实时获取堆场集装箱堆码信息及ARMG小车和吊具的位置与运动状态。在ARMG进入堆场作业时, 系统自动检测ARMG所在贝位的集装

箱码放轮廓信息，通过控制小车的移动与吊具的升降操作，避免吊具或者吊具吊着集装箱与场内的码放集装箱发生碰撞事故。

3 ARMG 现场制造、装配、调试检验要点

在整个自动化设备监理过程中，我们注重了材料进场、设备安装、电缆敷设、电缆接线、功能性试车等重点环节。

a.材料进场注意针对电缆的规格型号进行确认，对电气房变频设备的规格型号进行确认，对高压电缆卷车及滑环箱的规格型号进行确认。

b.设备安装方面注意点需要考虑防护，维修空间，以及与其他设备之间是否有干涉。轨道吊安装方面，有这么几个关注点：

1) 高压电缆卷盘的安装。高压电缆卷盘安装后，需要对上下左右四个点进行检查，首先使用全站仪建立好基准点，然后检查上述四个点的偏差量。左右端尽量保证在同一水平面，上下端偏差保持在12-15mm较宜（卷盘直径为5米情况下，倘若是直径6米，上下端偏差保持在16-20mm较宜），上端向内偏差，下端向外偏差，这样做的目的是当上电缆后保证整个电缆卷盘在正方向。另外，需要检查整个电缆卷盘的开档，（倘若开档为45mm，保持在44-46mm为宜），这样做的目的是为了保证高压电缆能够顺利收放自如。高压电缆卷盘滑环箱光旋转传输器安装光纤连接和计数器调整。光信号是通过光缆旋转传输器内部的特殊螺旋体的旋转实现移动设备和陆地之间的数据传输。光缆旋转传输器安装于滑环箱旁，转子与卷盘同步运转，定子固定不动。定子部分主要有固定带、计数器和弹性螺旋体组成，转子部分主要有连接头和连接螺栓组成。关注点有：①卷盘进线与光缆旋转传输器的连接，所有操作必须小心，以防光纤损伤。首先拧开两侧的螺钉，打开防护罩，将已经做好接头的光纤细心地穿进箱子里，按照序号将光纤对应于接头连接，多余的光纤应盘绕在里面，并用扎线带固定，然后将防护罩重新按照，用螺钉拧紧固定，完成安装。②设备端光纤与定子端连接，步骤是首先拧开两侧的螺钉，打开防护罩，将已经做好接头的光纤细心地穿进箱子里，按照序号将光纤对应与接头连接，多余的光纤线应盘绕在里面，并用扎线带固定，然后将防护罩重新按照，用螺钉拧紧固定，完成安装。③计数器的调整；计数器的数值与实际光圈书之间有一定比例关系，现场调试务必以计数器上显示圈数为基准。如果电缆卷盘顺时针（从滑环箱后朝卷盘方向看）收取电缆，则计数的圈数调整到 $N1-N_{act} - (N1-N2) / 2$ N1-耦合器允许最

大旋转圈数（耦合器铭牌上有标注）N2-电缆卷盘上电缆的最大圈数 N_{act} -电缆卷盘上电缆的实际圈数。如果电缆卷盘逆时针（从滑环箱后朝卷盘方向看）收取电缆，计数器的圈数调整到 $N_{act} + (N1-N2) / 2$ 。计数器调整完毕后将耦合器后端部的皮革带与箱体安装支架用螺栓相连接。

2) 小车机构磁尺的安装。小车磁尺安装时，需要注意磁尺编号，以远侧轨道中心点为零位，中心点的零位点确认，正常的做法是用激光点扫描，我们在进行主尺度测量时提前做了准备工作，打出了样冲点，磁尺向近侧延伸，磁尺间距离保证一致，用卡尺进行确认，保证磁尺的高度和水平度在同一方向。安装后，磁尺注意不能踩踏。

3) 小车机构的停止位和极限停止位确认。小车机构的绝对值编码器安装后，零点位确认后，启动小车机构确认小车机构的减速点、停止点和极限停止位置。极限停止位置需要保证近侧远侧距离点一样，我们正常确定为距离缓冲器位置9CM左右。

4) 高压电缆及高压设备耐高压测试。测试人员资质和测试设备有效期需要检查。设备主要有：全自动变比测试仪；直流电阻测试仪；5000D高压兆欧表；直流高压发生器；高压试验控制箱和高压试验变压器等。测试过程中，高压电缆需要直流耐压测试，测试电缆一般为额定电缆的2倍以上，譬如：10kV电缆耐压测试需要打到24kV，测试时间为5分钟；高压设备需要交流耐压测试，测试时间为1分钟；变压器设备需要进行变比检测和绕组内电阻测试。

5) 大车FLAG板安装。ARMG大车定位依靠的FLAG板定位。检查时注意相邻两个FLAG板间距为大约1个40尺贝位；FLAG安装位置和20尺贝位中心线相距大约四分之一20尺贝位距离，遇到特殊情况，需要避免FLAG板安装位置正好处于20尺或者40尺作业时的大车停留位置。碰到某个FLAG板安装位置和其他位置有干涉，例如正好锚定坑的位置，可就近选择一个方便的位置，每个FLAG板位置，都需要进行测量，软件中补充误差值。

6) 单机调试，需要对整个吊机的保护报警功能进行测试。首先上电前需要对中压柜的继电保护功能进行测试。测试范围包括过流保护、过压保护、欠频保护、过频保护、接地保护等。需要对PT（电压互感器）的极性进行测试。当进行汇流排耐压测试时，一般需要将PT拆开。需要考虑五防连锁的测试环节。在电气房上电之前，需要进行光纤熔接检查和衰减度测试。吊机的常规测试包括电机堵转测试、电机超速测试（一般在穿钢丝

绳之前)等。需要考虑大车与起升机构电机之间的旁路功能测试。需要分别进行大车机构、小车机构、起升机构的降速、电气停车、机械停车等测试环节。需要进行大风报警和大风停车保护的测试功能环节。需要进行避雷器和防浪涌回路的测试。需要进行电气房温湿度监控报警功能的测试。需要进行照明系统功能测试。需要进行门紧联锁功能的测试、电话功能测试和火灾报警功能测试。在小车运行阶段需要检查电缆拖链或者拖令小车的运行情况。这里需要考虑到电气房空调的冗余备份问题,因为变频器对温湿度有着严格的要求,如果温度湿度超过限值,将影响变频器的运行。另外需要注意火灾报警与空调风机的联锁。

7) 自动化联调联试。在自动化码头交换式作业管理系统(TOS)的管理下,可实现集装箱装卸船自动化作业。TOS是用于管理和控制码头作业各个环节的计算机管理系统,主要包括船舶计划、堆场控制、装卸船控制、检查、计费、受理等,是码头生产管理的核心。集装箱码头采用了先进的动态实时TOS系统,可实时反映系统中箱信息,为码头计划和控制作业,收发箱提供最优方案。TOS首先根据受理船代给出的船舶信息,靠泊方式、装箱量等相关信息制定相应的装卸船作业计划,然后根据作业计划对控制的STS、ACT和ARMG发出相应的指令,完成相应的作业任务。

以卸船作业流程为例。TOS首先发出指令给STS移动到相应的船舶贝位,STS收到指令后大车行走机构动作,根据大车磁钉定位或者绝对值编码器系统,行走到相应的贝位,小车机构,根据磁尺定位或者绝对值编码器系统,起升机构,根据吊具定位系统或者绝对值编码器系统行走到相应的等待位。TOS收到STS大车到位信息反馈后,发出抓箱指令,远控司机操纵手柄使得STS小车机构行走到相应的箱位,进行抓箱作业。由于岸桥的起升高度及前伸距的加大,吊具相对于小车系统的悬垂量增大,对司机对箱产生了非常不利的影响,严重的影响作业效率。为了提高作业效率和防止“打保龄球”,确保作业路径的安全,作业效率的优化。STS船型扫描系统(SPSS)开始起作用。司机手动抓箱成功后,提升到一定的安全高度以上,小车机构自动移动到相应的车道线

上方。在这之前,STS岸桥系统CPS集卡引导系统激活,引导无人集卡到相对应的位置,无人集卡到达位置后,发出“F”信息反馈至TOS系统,同时锁定车位。TOS系统收到后发现放箱指令,司机手动放箱至无人集卡车,着箱完成后STS岸桥起升吊具开锁,上升至安全高度以上,发出“指令完成”信息反馈至TOS系统。无人集卡收到TOS发出的驶出指令,按照计划路线驶出码头到堆场。进入堆场闸口时,闸口RFID系统和OCR系统分别对无人集卡车号和集装箱箱号进行识别,无人集卡同时发出“arriving”信息反馈至TOS系统,TOS系统对ARMG轨道吊发出指令,轨道吊自动行驶到相应的贝位,进行自动抓箱作业。为了满足精确抓箱作业,ARMG的LPS系统和TPS系统起作用。LPS系统为负载定位系统,TPS为目标定位系统。ARMG自动抓箱完成后,小车机构自动运行至等待位,等待无人集卡。无人集卡到达相应贝位附近,ARMG轨道吊CPS系统对无人集卡进行信息交互式引导,位置到达后,无人集卡进行位置锁定并发出“arrived”信息反馈至TOS系统。TOS系统对ARMG轨道吊发出放箱指令,ARMG进行自动放箱作业,着箱完成后,ARMG起升吊具上升到安全高度以上,ARMG向TOS系统发出“指令完成”信息反馈,TOS系统发出指令给无人集卡,无人集卡驶离。整个卸船流程结束。

4 结论

ARMG设备的使用大大降低集装箱堆场的人力成本,大大提升了集装箱装卸效率。设备的使用反映了我们国家科学技术的进步。作为电气工程师的本人,需要持续学习,不断进步,才能紧跟时代的步伐。需要详细梳理好各个阶段的工作要点,这样才能在日常工作中有的放矢,不犯错误。由于本人能力有限,上述肯定有不对的地方,烦请指正。

参考文献

- [1] 自动化集装箱码头设计规范JTS/T174-2019北京:人民交通出版社
2020
- [2] JTJ 244-2005港口设备安装工程质量检验标准北京:人民交通出版社2006