



集装箱码头自动化轨道吊定位技术及参数设定

吴照阳, 金 帅, 戴正辉, 陈志伟
(上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

摘要: 自动化集装箱码头堆场作业的安全和效率, 很大程度上取决于轨道吊定位的精度和速度。针对轨道吊自动定位问题, 结合洋山四期 TMEIC 控制系统轨道吊实例, 重点分析和总结了自动化轨道吊三大机构(起升、小车、大车)、上吊架微动推杆、MAXVIEW 的定位原理和初始参数标定过程, 形成轨道吊定位及参数设定的标准操作流程及规范。

关键词: 自动化集装箱码头; 全自动轨道吊; 定位; 标定

中图分类号: U 652.7⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0116-06

Container terminal AMRG positioning and parameters calibration

WU Zhao-yang, JIN Shuai, DAI Zheng-hui, CHEN Zhi-wei
(Shanghai International Port(Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

Abstract: The safety and efficiency of automatic container terminal stacking yards operation depend largely on the precision of AMRG positioning. Aiming at AMRG automatic positioning, taking the TMEIC control system in Yangshan Phase IV as example, this article studies the positioning principle and initial parameters calibration of AMRG hoist, trolley, gantry, micro motion, MAXVIEW, and forms a stander operation procedure and criterion.

Keywords: automatic container terminal; AMRG; positioning; calibration

近年来随着集装箱自动化码头的兴起, 全自动轨道式集装箱起重机(简称 AMRG)的应用也变得日益普遍^[1]。堆场作业是自动化集装箱码头的核心所在^[2], 自动化堆场的安全和效率, 很大程度上取决于 AMRG 的定位精度和效率。因此, 分析 AMRG 各机构系统的定位原理, 总结相关初始参数的标定方法, 对提高定位的精度具有重要意义。

1 AMRG 定位概述

AMRG 的定位主要由两部分组成: 1) 对轨道吊物理空间位置的定位, 具体体现为 3 大机构(小车、起升、大车)的定位。AMRG 自动接收码头控制系统发出指令后^[3], 按 3 大机构反馈的位置运行到指定的作业箱位。2) MAXVIEW 系统对吊具和目标物体相对位置进行检测, 通过运算后, PLC 发出指令运行上吊架的微动定位(micro motion),

来实现精准的对箱和作业。

2 小车定位

2.1 小车定位原理

小车的位置检测采用线性编码器, 在沿着小车轨道方向的大梁上, 安装一组连续的磁尺, 在小车架的适当位置安装用于连续读取小车磁尺位置信号的读头, 通过读头的数据来确定小车的当前位置 1。另小车电机上还装有一只测速编码器, 通过速度的累积计算出小车的当前位置 2。小车运行的过程中, 实时将位置 1 与位置 2 进行比较, 距离不超过 3 mm 时为位置合法, 超过 3 mm 为位置不合法。合法的情况下, 小车运行停止时自动将位置 1 的值传送至位置 2 的值, 以减小测速编码器的累积误差。小车运行的过程中, 以位置 2 的值作为小车位置值来参与控制系统的小车定位。

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 吴照阳(1979—), 男, 助理工程师, 从事港口设备技术管理专业。

2.2 小车初始位置标定

2.2.1 标定原理

小车的位置是以轨道吊电气房侧大车轨道中心线为零位,以另一侧大车轨道中心线为最大位,小车架前后方向的中心线与零位之间的距离就是小车位置。在轨道吊初次上岸、小车位置不合法、或其它需要重新标定的情况下,需精确测量小车当前的实际位置值,并写入小车的当前位置1,对小车当前初始位置进行标定。

2.2.2 标定工具

小车初始位置标定工具包括:激光自垂直发射器、磁性激光靶、激光测距仪、记号笔、折边直角方尺、直角尺。

2.2.3 标定操作步骤

1) 使用无线操作器,将轨道吊大车运行至海侧交换区的空位,将小车停在中间区域,停到位后,在 PLC 程序内将小车运行允许强制断开。

2) 在小车架下4只滑轮轮缘的中心位置粘贴磁性激光靶,将激光自垂直发射器放在地面上后,再将激光对准靶心,并在地面上对应的标记出4只靶心的位置(图1)。

3) 在地面标记的靶心上,用直角尺和折边直角方尺搭出测距目标,用激光测距仪测量4只靶心与电气房侧大车轨道距离,4个测量值的平均值为测得的小车位置(图2)。



a) 4只靶心参考位与大车轨道的距离



b) 用直角尺和折边直角方尺搭出测距目标



c) 用激光测距仪测量4只靶心与电气房侧大车轨道的距离

图2 小车标定操作步骤3



a) 小车架下4只滑轮轮缘的中心位置, 粘贴磁性激光靶



b) 将激光对准靶心, 并在地面标记对应的激光位置

图1 小车标定操作步骤2

4) 将测得的小车位置值与 PLC 程序中的小车位置反馈值进行比较后,再将差值写入小车测量偏差参数(trolley_laser_offset)中,并通过处理 PLC

程序对小车位置反馈值进行校准，校准后小车位置反馈值与实际测得的小车位置一致。

3 起升定位

3.1 起升定位原理

起升位置的检测方法是在起升卷筒端部轴上安装一只绝对值编码器，通过该编码器的反馈值来计算出起升的当前位置1。在起升卷筒端部还装有凸轮限位，用于起升位置的校验和安全保护。另外，起升电机上还装有一只测速编码器，通过速度值的累积计算出起升的当前位置2。起升动作过程中，实时将位置1与位置2进行比较，不超过5 mm时为位置合法，超过5 mm为位置不合法。合法的情况下，起升动作停止时自动将位置1的值传送至位置2的值，以减小测速编码器的累积误差。起升运行过程中，以位置2的值作为起升位置值来参与控制系统的起升定位。

3.2 起升初始高度标定

3.2.1 标定原理

起升高度是以轨道吊大车轨道上表面为零位，以起升重锤限位为最大位，吊具锁头平面下表面与零位之间的距离即是起升高度。在轨道吊初次上岸、起升位置不合法、或其它需要重新标定的情况下，需精确测量当前起升的实际高度值，并写入当前的起升位置1，再对当前起升初始位置进行标定。

3.2.2 标定工具

起升初始位置标定工具包括激光自垂直发射器、直角方尺、钢尺。

3.2.3 标定操作步骤

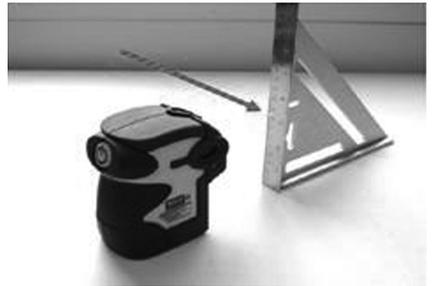
1) 使用手动操作器，将大车移到堆场内的空位置的同时将小车移到中间区域，收起吊具导轨，将起升放到下停止位，关断控制电源。

2) 测量激光自垂直发射器的自身高度(本例中使用的MP3型激光自垂直发射器的自身高度为82 mm)。

3) 用折边直角方尺和钢尺，在吊具锁头平面摆放一只激光靶。

4) 将激光自垂直发射器放在大车轨道上，对

准吊具锁头平面的激光靶，打水平激光，记录钢尺上的读数(可以将发射器放在大车轨道不同的位置，多次测量取平均值，以减小轨道高低造成的误差)。同理，测出吊具另外3只锁头平面的数据。4只锁头所测得的数值的平均值与激光自垂直发射器的自身高度之和即是测量所得的起升高度值(图3)。



a) 测量激光自垂直发射器的自身高度



b) 用折边直角方尺和钢尺，在吊具锁头平面制作一只激光靶



c) 激光自垂直发射器放在大车轨道上



d) 对准吊具锁头平面的钢尺靶打水平激光

图3 起升标定操作步骤4

5) 将测量所得的起升高度值与 PLC 内的起升高度反馈值进行比较,若差值在 $\pm 3\text{ mm}$ 以内即标定完毕,反之,需继续运行以下步骤:将测量所得的起升高度值,写入参数 KHoist_CalibratePos 中,并通过处理 PLC 程序对起升高度反馈值进行校准,校准后起升高度反馈值与实际测量值一致。

4 大车定位

4.1 大车定位原理

根据自动化堆场的箱区定义规则,在轨道吊两侧的大车轨道旁间断布置磁钉,在轨道吊两侧的大车机构上各安装 1 只磁钉读头(transponder),通过读头来读取两侧的磁钉位置。另外两侧的大车电机上各装有一只测速编码器,通过速度的累积分别计算出大车 1 和大车 2 的当前位置。大车行走过程中经过磁钉时,系统实时将磁钉位置与大车当前位置进行比较,不超过 3 mm 时为位置合法,超过 3 mm 时为位置不合法。合法的情况下,自动将磁钉位置的值传送至大车当前位置的值,以减小测速编码器的累积误差。大车运行的过程中,以大车的当前位置的值作为参考值来参与控制系统的大车定位。

4.2 大车初始位置标定

4.2.1 标定原理

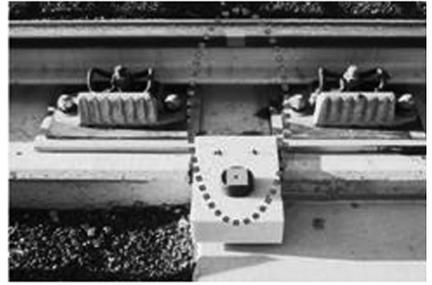
大车的位置以轨道吊大车轨道海侧端部参考位为零位,以另一侧端部参考位为最大位,小车架左右方向的中心线与零位之间的距离即是大车位置。在轨道吊初次上岸或其它需要重新标定的情况下,需精确测量大车当前的实际位置偏差值,并写入大车磁钉读头位置偏差,对大车当前初始位置进行标定。同理可实现大车另一侧的标定操作。

4.2.2 标定工具

大车初始位置标定工具包括激光自垂直发射器、钢尺、胶带、记号笔、折边直角方尺、直角尺。

4.2.3 标定的操作步骤

1) 标记磁钉和大车轨道(图4)。



a) 用胶带来在磁钉和相应的小车轨道上粘帖标记



b) 用轨道作为一条直角参考边,用直角尺标出磁钉的中心线以及轨道上的直角点



c) 用折边直角方尺在轨道上画出位置线



d) 磁钉和大车轨道标记完毕

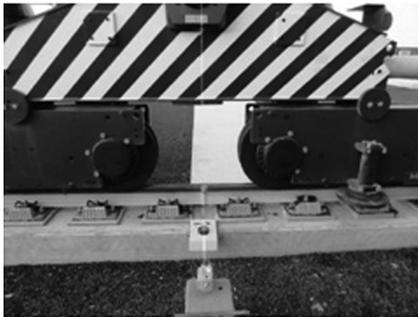
图4 大车标定操作步骤 1

2) 标记出大车垂直中心线。

3) 在程序中将智能减速命令强制接通,将大车最大停止位的值改成所标记的磁钉的位置值。

4) 使用无线操作器将轨道吊从海侧交换区驶出,直到大车行驶至标记的磁钉位置,自动停下。

5) 用激光自垂直发射器对准已标记的磁钉和轨道线打出激光面, 并测量激光与小车中心线的偏移距离(图5)。



a) 对准磁钉和轨道的标记线, 打出激光面



b) 测量激光与小车中心线的偏移距离

图5 大车标定操作步骤5

6) 将测量值写入相应的大车侧磁钉读取偏移量参数(Gantr1_AntCalPosOff)中, 同理可完成另一侧的磁钉读取偏移量的测量。

7) 重复以上步骤, 直至测得的偏移量降到±2 mm以内为止。

5 上吊架微动(micro motion)定位

5.1 定位原理

为了弥补轨道吊在大车和小车方向上的定位误差, 在上吊架上设置4只微动推杆, 微动推杆上装有位置编码器用于测量推杆的相对位移, 该微动推杆可对吊具进行前后或左右4个方向上±200 mm的补偿定位调整。也可实现吊具在水平面内±5°回转。

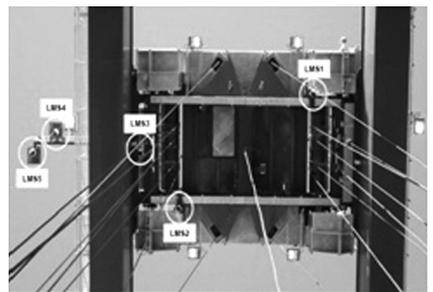
5.2 微动推杆位置标定

微动推杆的位置标定需测量出钢丝绳固定头的中心位与行程中心位之间的相对距离, 并输入PLC内相应的绝对值编码器寄存器中。

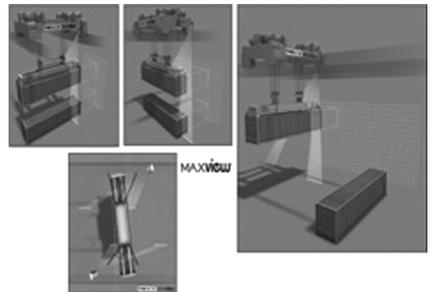
6 MAXVIEW 系统及扫描仪标定和调整

6.1 MAXVIEW 的工作原理及系统组成

TMEIC的MAXVIEW系统通过5只激光扫描仪(laser scanner)不断扫描吊具的位置和箱堆状态信息, 实时发送给MAXVIEW CPU。CPU通过对吊具和箱堆的状态信息进行运算处理, 来指派PLC完成上吊架微动的方向和位移, 以实现精确的对箱、堆箱。另外, MAXVIEW系统中还装有1只监测大车方向的扫描仪, 以避免大车水平方向的碰撞(图6)。MAXVIEW系统的组成见表1。



a) 小车架上的5只扫描仪的安装位置



b) 对应的扫描状态

图6 MAXVIEW 的工作原理

表1 MAXVIEW 系统组成

名称	用途	安装位置
MAXVIEW CPU	MAXVIEW 的运算和控制核心	电气房
激光扫描仪(LMS1/LMS2)	检测吊具的左右旋	小车架下面
激光扫描仪(LMS3)	检测吊具 20 ft(6.1 m)位置	小车架下面
激光扫描仪(LMS4)	检测吊具 40 ft(12.2 m)位置	小车顶外伸支架上
激光扫描仪(LMS5)	检测吊具 45 ft(13.7 m)位置	小车顶外伸支架上
激光扫描仪(LMS6)	大车水平方向的防撞	门腿上
Target1/Target2	LMS1/LMS2 对应的反射装置	上吊架
Target3	LMS3/LMS4/LMS5 对应的反射装置	吊具端部
Target4	LMS6 对应的反射装置	另一台轨道吊的门腿上

6.2 小车架5只激光扫描仪的标定和调整

6.2.1 激光扫描仪标定

1) 用无线操作器将大车停到堆场的空位,小车停到中间区域,断开控制电。

2) 在激光扫描仪上挂上配套的激光靶心。将激光自垂直发射器放在地面上后,再将激光对准靶心,并在地面标记出5只激光扫描仪对应的靶心位置。

3) 按轨道吊大车/小车机构的标定方法,在地面上画出小车架大车方向中心线和大梁方向中心线的投影线,以此为坐标轴(大车方向为X轴、大梁方向为Y轴),测量出各扫描仪靶心的地面投影坐标,再由系统技术人员输入MAXVIEW系统相应的物理参数中。

6.2.2 激光扫描仪的调整

1) 为了安全,扫描仪使用一种微弱的激光,白天肉眼很难看见,为此,扫描仪的调整一般在夜晚进行。调整时,为了更方便地观察到扫描仪发出的激光,需在地面铺上一层蓝色的纸板,以使用夜视仪能比较清楚地观测。

2) 调整扫描仪的角度时,需要达到以下两点要求:①激光线需穿过地面上标记的扫描仪靶心位置,偏差控制在5 mm内;②激光线与X轴的

(小车架大车方向中心线在地面上的投影线)夹角为 45° ,偏差控制在 $\pm 2^\circ$ 内。

7 结语

1) 总结轨道吊3大机构(起升、小车、大车)定位原理、初始值标定的工具、方法和操作流程,有效地提高轨道吊在物理空间位置方面的定位精度和效率。

2) 分析上吊架微动定位原理及微动推杆位置标定方法,突出具体操作细节及需注意事项。

3) 介绍MAXVIEW工作原理和系统组成,总结激光扫描仪调整标定的方法和注意事项,有效地提高了轨道吊对箱、堆箱等作业环节的精度、安全和效率。

参考文献:

- [1] 陆青.全自动轨道式集装箱起重机大车防撞控制[J].起重运输机械,2010(1):69-71.
- [2] 刘晔.谈自动化集装箱码头[J].港工技术,2014(2):8-12.
- [3] 马会军,信毅,王洪亮.集装箱轨道吊远程自动控制系统设计及优化[J].集装箱化,2014(12):43-45.

(本文编辑 武亚庆)

· 消 息 ·

振华重工岸桥全球占有率再创新高

近日,据英国权威杂志《World Cargo News》(《世界货运新闻》)统计,从2015年6月至2016年6月间,全球共有271台岸桥订单,其中222台订单来自中交集团所属振华重工,占比82%。这是振华重工在港口机械市场连续18年位居世界第一,也是自其1992年成立以来的最高峰值。

目前,振华重工产品已经进入全球93个国家和地区的230余个码头,其中包括“一带一路”沿线的47个国家和地区。仅2016年上半年,振华重工新签了增值服务合同约154个,范围包括岸桥加高、维修抢修、设备改造、技术服务和维护保养等。同时,振华重工不断提升“走出去”的内涵,不仅是单个产品的“走出去”,还积极探索技术、标准、资金等走出去,分别在美国、德国、东南亚举办港口机械技术交流论坛,邀请全球用户参加论坛,展示最新研发的港机技术,分享交流未来发展趋势,这类技术推广活动获得了市场的良好反馈。