

抓斗式卸船机与链斗式卸船机智能防撞研究

陈一铭

海港集团宁波舟山港股份有限公司北仑矿石码头分公司 浙江 宁波 315800

摘 要:介绍了抓斗式卸船机与链斗式卸船机之间智能防撞系统的实现,采用两台卸船机的绝对值编码器对大车位置进行实时监测,然后根据绝对值编码器安装位置、链斗机回转角度、俯仰角度等计算出链斗式卸船机最东边位置,再与抓斗式卸船机计算的最西边位置进行比较。并且由于各机构都已安装了绝对值编码器,所以用绝对值编码器来计算链斗机位置可以节省很多硬件的成本,而且绝对值编码器本身精确度也比较高。从而实现抓斗式卸船机与链斗式卸船机之间的智能防撞功能。

关键字: 抓斗式卸船机; 链斗式卸船机; 绝对值编码器

引言

连续卸船机具有作业效率高、能耗低、自重轻、对环境污染小、货损少、可自动化运行等优点^[1]。中宅码头的链斗机位于5#抓斗式卸船机西边且相邻，大车防撞系统作为保护链斗机与5#抓斗式卸船机的机构，在作业中起着至关重要的作用，一旦失效就会造成重大的安全隐患或严重机损事故。而链斗机机构存在着特殊性，使传统的卸船机大车防撞系统已无法适用于该设备。为提高码头上卸船设备的卸船效率、降低卸船成本、缩短船舶在港时间、加快船舶周转等问题，变得日益突出^[2]，所以对大车防撞系统进行重新设计。实现了故障时间的减少、提高工作效率的目的，解决巨大的安全隐患。

1 存在问题

中宅码头抓斗式卸船机间防撞系统采用的是施耐德的光电感应传感器（XUK1ARCNL2），安装于大车门腿位置，通过反射板进行接受感应。该光电感应传感器的距离约为10米左右，而停止和极限限位则是采用斯曼赛的摇臂限位，通过机械支架碰到限位摇臂使限位动作，该限位动作距离约为1-2米。而链斗机臂架回转到东边或西边时，其悬臂距离大大超出大车的距离。所以传统的防撞系统无法满足抓斗式卸船机与链斗式卸船机之间的防撞需求。

2 智能检测原理

在现代化港口作业中，为了有效实现抓斗式卸船机与链斗式卸船机之间的智能防撞，保障作业安全与高效，采用了一种基于先进传感技术的智能防撞方案。该方案通过在两台卸船机上分别安装绝对值编码器，对大车位置进行实时、精准的监测。绝对值编码器能够精确捕捉大车的位移信息，为后续的计算与分析提供键数据支持。

在获取大车位置数据的同时，系统还会同步采集卸船机的回转角度数据。根据回转角度以及绝对值编码器

所反馈的值,经过一系列复杂而精密的算法,计算出配重及司机室所在的最东边位置。这一计算过程需要综合考虑卸船机的机械结构、回转半径等多种因素,以确保计算结果的准确性。随后,将计算得出的配重及司机室最东边位置,与大车本身的最东边位置进行详细对比。通过这一对比分析,进一步精确计算出链斗式卸船机最东边点的位置。与此同时,依据绝对值编码器所提供的数据,采用同样严谨的计算方法,得出抓斗式卸船机大车的最西边位置。这两个关键位置数据的准确获取,是实现智能防撞功能的核心前提。为了实现两台卸船机之间的数据交互与协同工作,需要建立可靠的数据通讯链路,对两者的数据进行通讯交换。通过这一通讯机制,抓斗式卸船机与链斗式卸船机能够实时共享彼此的位置信息。最后,系统将抓斗式卸船机最西边位置点与链斗式卸船机最东边位置点进行实时比较。依据预先根据实际作业环境 and 安全标准设定的减速及停止距离,当两者之间的距离接近或达到设定阈值时,自动触发相应的减速或停止指令,从而实现两者之间的智能防撞功能,有效避免因设备碰撞而引发的安全事故和经济损失。

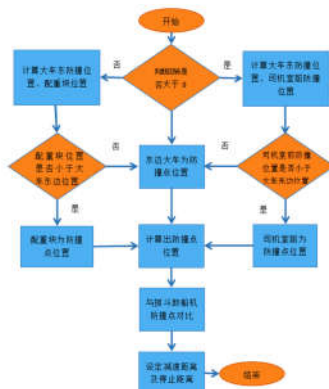


图1 智能防撞检测系统结构示意图

3 智能检测的实现

3.1 位置计算

大回转机构、大车机构、俯仰机构都安装有绝对值编码器。大车编码器安装在大车机构车轮上，可以记录大车车轮的运转圈数，结合车轮机械尺寸就能测算出大车行走的距离。大回转编码器安装在回转中心可以测算出回转的角度。俯仰编码器安装在俯仰机构铰点，能够测量出臂架的俯仰角度。这样各运动机构的位置和角度值是已知的，根据各机构的机械尺寸，就可以计算出任意位置的坐标值^[3]。

对于位置的准确性，也做了同步点进行位置及角度的同步，以提高位置的准确率。臂架回转同步点位于回转0度位置；俯仰同步点位于俯仰10度位置。大车由于每次作业完都停在最西边停止位置，所以将大车的同步位置设定在西停止位置。

3.1.1 臂架位于东侧（即回转角度大于等于0度）

$\angle a$ 为臂架回转角度（垂直于码头面的位置为0度），影响链斗机和五号卸船机间距离的主要是平行于码头面方向（垂直方向不影响）。

此时需要判断判断哪个部位处于最东侧位置为防撞点，可能的防撞点主要有2个：司机室前方位置A、大车最东边位置B。通过判断哪个处于最东边位置，其沿码头面水平距离就是防撞距离

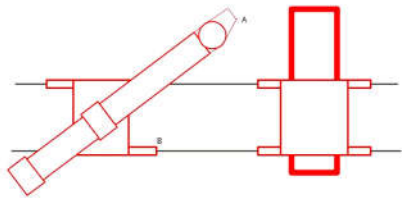


图2 链斗机和UL5结构俯视图

- (1) 通过分析大车最东侧位置：大车总长度的1/2，为18.375米。
- (2) 司机室前方位置： $Y1 = X1 \sin \angle a$, 其中X1为臂架水平方向的长度， $\angle c$ 为俯仰角度。

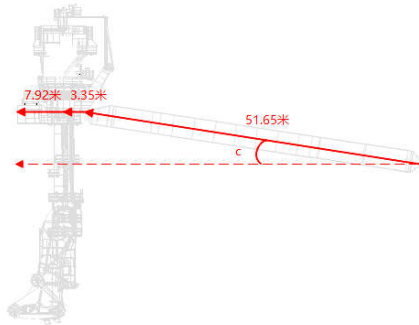


图3 臂架结构图

臂架水平方向的长度随着俯仰角度的变化而变化（如图），所以还要考虑俯仰角度，计算司机室的位置 $X1 = 51.65 \cos \angle c + 3.35 + 7.92$ 。

防撞位置计算如公式（1）所示：

$$Y = \begin{cases} 18.375 & Y1 < 18.375 \\ (51.65 \cos \angle c + 11.27) \sin \angle a & Y1 > 18.375 \end{cases}$$

3.1.2 臂架位于西侧（即回转角度小于0度）
此时只需考虑配重块的位置。

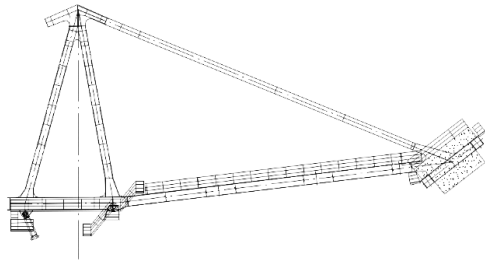


图4 后大梁结构图

后大梁总的水平长度为 $Y2 = 3.6 + 38 \cos \angle (6.8 - c)$ (其中6.8度为俯仰水平时，后大梁的角度)

防撞位置计算如公式（2）所示：

$$Y = \begin{cases} 18.375 & Y2 < 18.375 \\ 3.6 + 38 \cos \angle (6.8 - c) & Y2 > 18.375 \end{cases} \quad (2)$$

3.2 数据交换

硬件方面，这里采用的是西门子的DP/DP耦合器模块，可以发送和接受各16字节的数据，采用profibus DP的通信模式，为了减轻以太网的工作压力，PLC1与PLC32之间采用DP/DP耦合器将两个DP网络连接在一起，相当于给各PLC增加了一个远程I/O站^[4]。符合卸船机的通信需求，安装简单。

该方式简化了原先通过外部进行开关量或模拟量进行数据交换时所采用的结构。通过DP/DP耦合器模块,可以替代原先数字量输入输出与模拟量输入输出的所有元器件。

按照以下原理图进行安装接线。

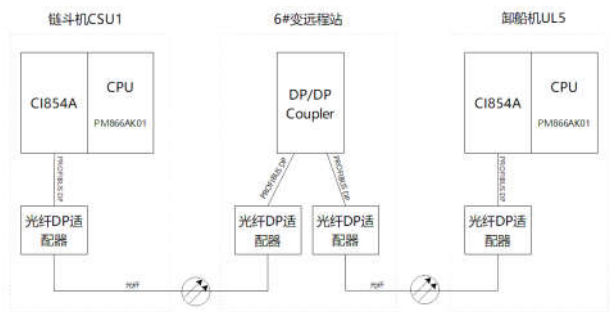


图5 链斗机和5#卸船机通信原理图

编程方面，先对硬件进行组态，然后根据计算的位置公式在链斗式卸船机和抓斗式卸船机ABB编程软件里

面根据上述组织的公式进行编程,最终实现链斗式卸船机与抓斗式卸船机间的智能防撞功能

结束语

在港口繁忙的装卸作业场景中,该智能防撞系统凭借创新技术,成功实现了链斗式卸船机与抓斗式卸船机之间的智能防撞功能,为港口作业安全筑牢了坚实防线。在对链斗机防撞位置的检测上,系统别具匠心地选取了针对性的3个点位进行精准计算。这种方式巧妙避开了链斗机复杂结构带来的计算难题,既简化了运算流程,又大幅提高了计算精度,让防撞判断更加准确及时。同时,系统深度挖掘原有的位置数据价值,通过对这些数据的进一步整合与利用,不仅避免了购置额外设备的高昂成本,还极大提升了数据的利用率。如此一来,设备故障时间显著减少,工作效率大幅提高,成功消除了可能引发严重事故的巨大安全隐患,有力推动港口作业向安全、高效迈进。

本文也只是提供一种解决链斗式卸船机与抓斗式卸船机间防撞的方法和思路,可以应用到其它设备上,有很大的推广价值。

参考文献

- [1]郑见粹,张振雄.连续卸船机的使用与发展[J].港口装卸,2005(5):40-43.DOI:10.3963/j.issn.1000-8969.2005.05.012.
- [2]赵虹.悬链式链斗卸船机的特点及其应用现状[J].交通科技,2000(3):29-30.DOI:10.3963/j.issn.1671-7570.2000.03.011.
- [3]郭洪利.链斗式连续卸船机的改造及管理[D].燕山大学,2014.
- [4]张秀丽.DP/DP耦合器在网络通信中的应用[C]//中国计量协会冶金分会2010年会暨全国第十五届自动化应用学术交流会论文集.2010:895-899.