



自动化双小车岸桥光学定位系统新技术

顾沁¹, 茹鹏², 黄秀松¹, 吴尚¹

(1. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080; 2. 上海振华重工(集团)股份有限公司, 上海 200125)

摘要: 自动化双小车岸桥由门架小车系统和主小车系统协作完成装、卸船工作。如何实现门架小车系统全自动抓、放箱及主小车系统半自动抓、放箱, 并避免可能发生的吊具与集装箱之间的碰撞是一个难题。因为激光打到目标物体就会返回, 通过计算就能得到物体的距离和角度信息。所以通过在自动化双小车岸桥中运用 SPSS、TDS、SDS 光学定位系统, 成功地实现了对吊具和目标集装箱的定位, 实现了吊具对集装箱的自动抓、放功能。同时, 由于可以对空间障碍物进行定位, 还使得吊具具备智能防撞的功能。

关键词: 自动化岸桥; SPSS; TDS; SDS

中图分类号: U 653.92

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0102-05

New technology of optical positioning system on automatic double-trolley quay crane

GU Qin¹, RU Peng², HUANG Xiu-song¹, WU Shang¹

(1. Shanghai International Port(Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China;

2. Shanghai Zhenhua Heavy Industries Co., Ltd., Shanghai 200125, China)

Abstract: The automatic double-trolley quay crane completes loading and unloading by the cooperation of the frame trolley system and the main trolley system. It is a conundrum to make the frame trolley system loading and unloading total-automatically and the main trolley system loading and unloading semi-automatically and avoid collision between the spreader and containers. The laser returns when it hits the target object, then we can receive the distance and the angle information of the object by calculating. Using the optical position systems SPSS, TDS and SDS, we can position the spreader and the target container successfully and implement the spreader's function of automatic loading and unloading. Moreover, because of the function of positioning for the spatial obstacle, the spreader possesses the function of avoiding collision.

Keywords: automatic quay crane; SPSS; TDS; SDS

自动化双小车岸桥与传统岸桥的显著区别在于, 岸桥司机在整个岸桥装、卸船过程中的参与程度显著减少。在常规岸桥作业中, 岸桥司机观察集装箱和吊具的位置^[1], 并对两者的位置差做出判断, 驾驶岸桥进行装、卸集装箱的工作。但是在自动化双小车岸桥中, 现代光学传感器——“光电眼”、PLC(可编程逻辑控制器)代替岸桥司机, 发出各类信号驱动岸桥完成装、卸作业。从

广义上讲, 自动化双小车岸桥就是现代工业机器人, 而这种机器人的“光电眼”是非常重要的组成部分, 对于自动化双小车岸桥能否准确高效地完成装、卸作业至关重要。在自动化双小车岸桥上, 有3种“光电眼”, 分别是船型扫描系统(ship profile scanning system, 简称SPSS), 目标检测系统(target detection system, 简称TDS), 吊具检测系统(spreader detection system, 简称SDS)。

收稿日期: 2015-06-16

作者简介: 顾沁(1993—), 女, 工程师, 从事港口设备机械与电子专业。

1 自动化双小车岸桥的基本作业流程

自动化双小车岸桥有2个相对独立的抓、放箱系统:一个是主小车、主起升和主吊具系统;另一个是门架小车、门架起升和门架吊具系统。其基本卸船流程是,主小车自动运行至船只上方,主起升自动下降至集装箱上方,司机在远控台介入控制岸桥抓起箱子,之后主起升自动上升,同时主小车自动向中转平台方向运行,并根据上层管理软件的指令,将箱子放至中转平台指定的箱位。然后主小车继续去船上抓箱。之后门架小车自动运行至中转平台,自动抓起对应箱位的集装箱,然后自动运行至命令指定的AVG上方并将集装箱自动放在AGV上,完成一个卸集装的循环(图1)。

相反,装箱过程则是门架小车系统从AGV抓箱放置在中转平台,然后由主小车系统从中转平台抓箱放置在船只上(图1)。

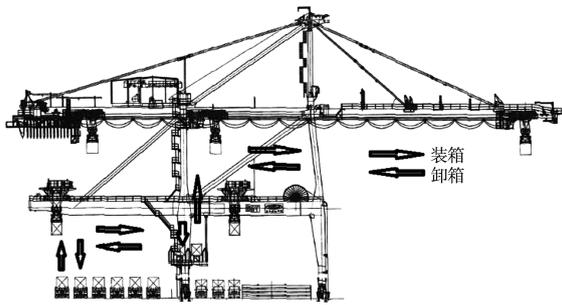


图1 自动化岸桥卸船流程

2 SPSS、TDS、SDS 在系统中的作用

2.1 SPSS 在主小车系统中的作用

从上述流程可以看出,主小车系统在中转平台抓、放箱,是执行机构直接按照在控制程序中设置的位置参数运行。但是主小车系统在船上作业的时候情况复杂得多。首先,每条船只的结构,容量不同;其次,每次作业并不是按照固定顺序装卸集装箱,导致主起升遇到的障碍物情况会变化;再次,船只在岸边随着潮水升降会发生位移。这样使得主小车系统在船上作业的时候,执行机构不能按照一成不变的参数运行,必须根据船上集装箱实时数据做出调整并执行。而

SPSS正是使用激光器实时检测主小车下方的堆箱轮廓、建立基于小车坐标系的轮廓地图,通过与PLC之间的通讯,控制机构实时减速,避免可能的碰撞危险,实现主小车系统防撞与智能软着箱功能。

2.2 TDS 和 SDS 在门架小车系统中的作用

在整个装卸流程中,门架小车系统都是自动运行的,自始至终没有人员参与。要完成这样的工作,门架小车系统必须知道2个位置——目标集装箱、AGV或者目标贝位的实际位置和门架吊具的实际位置,然后控制门架小车系统的各机构到达目标位置进行抓、放箱动作。TDS在门架小车系统中主要用于检测目标集装箱的位置,当前列位集装箱箱高、箱长。同时检测旁边集装箱离当前列集装箱最小距离,用于做安全保护。另外,还检测当前贝位每一列箱高。SDS的作用,顾名思义是检测吊具的姿态、实时追踪吊具位置,根据吊具的姿态数据对吊具进行定位,并实现防摇功能。

3 SPSS 系统

SPSS又称为船型扫描系统,使用3个高精度和扫描频率的激光器,实现小车当前贝位和相邻贝位的防撞保护和智能减速功能。并使用触摸屏提供人机交互界面,显示轮廓地图和系统的运行状态。同时配置DP从站实现SPSS系统和控制系统的数据交换。

3.1 SPSS 的系统配置

SPSS的系统组成可以分为3大部分:1)扫描激光器,包括激光器、激光器参照物及支架、激光器支架各3套,安装在小车平台。2)控制器,包括控制箱,内部有SPSS控制器、以太网交换机、DP从站、开关电源、滤波器、电源开关、温控加热器、端子排。还有控制箱支架,安装在司机室顶部。3)触摸屏,安装在司机室内。

激光器通过专用的以太网线和电源线,与控制箱中的以太网交换机和开关电源连接。激光器和SPSS控制器依靠以太网线通讯。激光器扫描得

到数据, 传送给 SPSS 控制器, 经过 SPSS 控制器处理, 将最终数据传输给 PLC。

3.2 SPSS 激光器的安装位置

小车方向扫描激光器有 2 个, 分别位于司机室过道最海侧、小车平台右前侧; 小车方向扫描激光器镜面朝下、与地面平行, 海侧激光器接线端子朝左, 陆侧激光器接线端子面向海侧, 激光扫描线与小车方向平行; 大车方向扫描激光器有 1 个, 安装在小车平台最海侧, 大车方向位于小车中心线上; 接线端子朝向海侧, 激光扫描方向与大车方向平行 (图 2)。

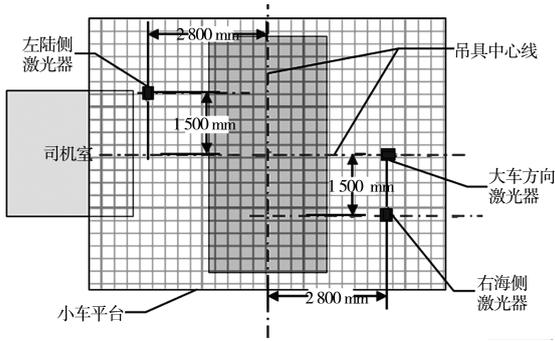


图 2 SPSS 的激光器的安装位置

SPSS 系统每一个激光器都有一个外部参照物, 主要用来对激光器数据的可靠性进行校验, 保证激光器数据的安全可靠。

3.3 SPSS 系统的功能

3.3.1 小车方向防撞保护

系统具有小车方向防撞保护功能, 包括当前贝位障碍物的检测和相邻贝位障碍物的检测功能。

在小车前进方向上, 如果空吊具底部 (吊具无箱) 或者集装箱底部 (吊具邮箱) 的位置低于当前贝位或相邻贝位障碍物时, SPSS 会计算小车坐标系上的障碍物和起升或者集装箱之间的距离, 小车将在障碍物位置前的设定安全距离位置自动减速, 到达安全保护距离时, 速度减到最小速度, 此时 SPSS 系统输出小车减速信号, 只有当操作员将吊具或者集装箱提高于障碍物时, 小车防撞功能才解除 (图 3)。

3.3.2 智能软着箱

当吊具在船上下降时, 系统将以当前吊具长

度范围作为起升的保护范围, 当检测到吊具及其负载物体的底部与目标操作对象 (通常是集装箱) 的高度距离达到计算的安全距离时, 将通过岸桥控制系统自动减速至 5% 额定速度, 并一直以此速度下降至着箱 (图 4)。

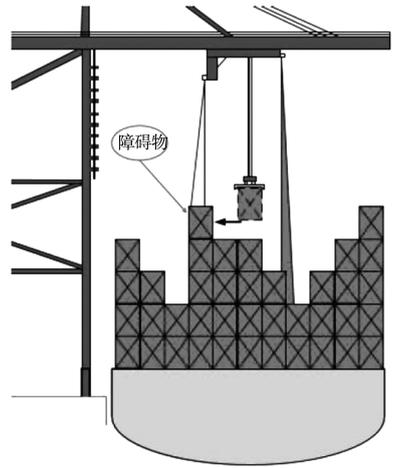


图 3 小车方向防撞保护

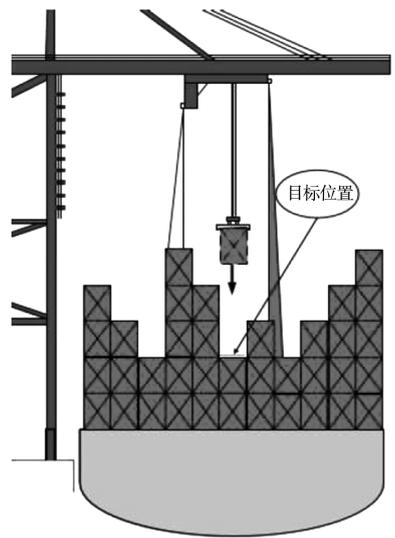


图 4 起升方向软着箱功能

4 TDS 系统

4.1 TDS 系统的配置

岸桥中的 TDS (目标检测系统) 主要构成为在小车架上一侧安装的转动机构, 转动机构通过以太网和 CAN 通信来实现与电气房中的工控机进行数据传输, 并由工控机进行数据处理, 同时工控机还通过 CAN 模块与贝加莱 PLC 进行通信 (图 5)。

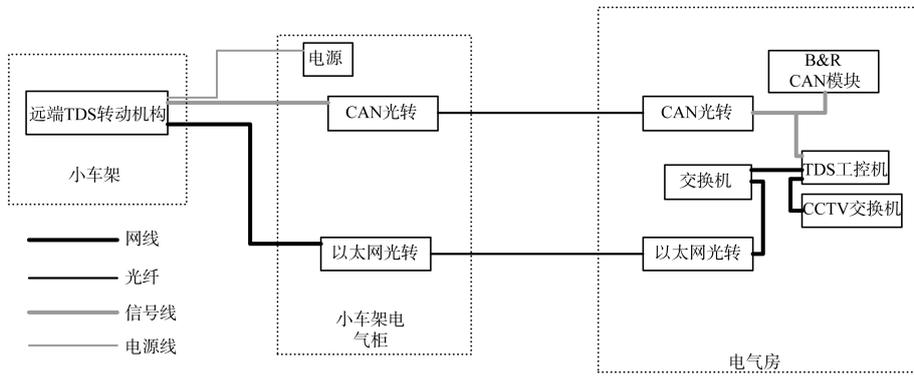


图 5 TDS 系统构成原理

4.2 TDS 系统的安装要求

激光扫描单元在安装过程中注意事项如下：在吊具长度方向上，激光器发射点在吊具中心线上对称；在吊具宽度方向上，距离吊具中心线 2 000~3 000 mm 范围内，最佳位置是 2 200 mm；激光扫描定位单元长度方向 X 与大桥方向平行（吊具归零后也平行于吊具长度方向），Y 方向与小车方向平行；注意激光扫描定位单元接线端的朝向（图 6）。

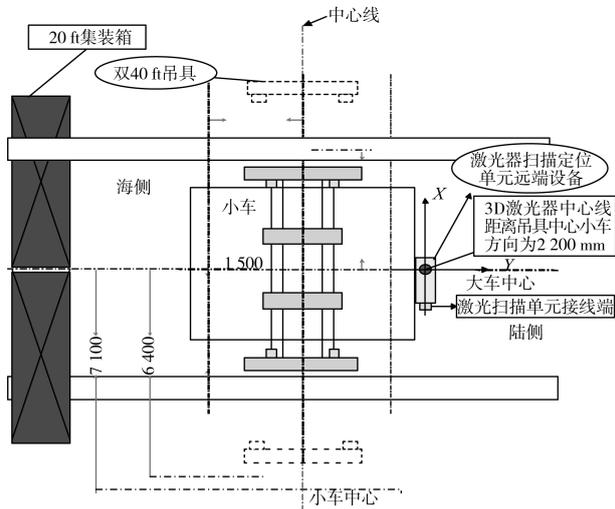


图 6 扫描定位单元俯视图（单位：mm）

4.3 TDS 系统的功能

主要用于检测目标集装箱的位置，当前列位集装箱箱高、箱长。同时检测旁边集装箱离当前列集装箱最小距离，用于做安全保护。另外，还检测当前位每一列箱高。岸桥 TDS 的主要功能如下：1) TDS 能够实现 AGV 导航；2) 目标集装

箱识别，识别集装箱的箱长，箱高；配合 SDS 系统实现自动抓箱。3) 目标 AGV 识别，识别 AGV 的位置；配合 SDS 系统实现在 AGV 上自动放箱。

4.4 TDS 的标定

在初次安装或者在如下情况下，TDS 需要重新标定：1) TDS 转动机构用一段时间发生松动后；2) SDS 系统重新标定后；3) 更换 TDS 转动机构后；4) 更换激光器、编码器、马达驱动器等设备后。

TDS 的标定需要 1 个 40 ft (12.2 m) 箱子和 1 台 AGV。在下大雪、下大暴雨或者刮大风时，因外界干扰太大，TDS 不能进行标定。

TDS 的标定有 3 个步骤：设置马达零点；中转平台标定；AGV 的标定。

5 SDS 系统

SDS 系统，用于检测门架小车上的吊具位置^[2]。SDS 系统硬件主要包括主控制器、红外机构光源、摄像头控制箱、SDS 恒压电源及通信模块组成。

5.1 SDS 系统的配置

SDS 主要由 2 部分组成：摄像头和 3 个红外灯。在小车架上安装：1 个摄像头，该摄像头通过以太网与电气房中的工控机进行数据传输，再通过工控机对数据进行处理，并将处理所得数据通过串口通信模式传给贝加莱 PLC（图 7）。

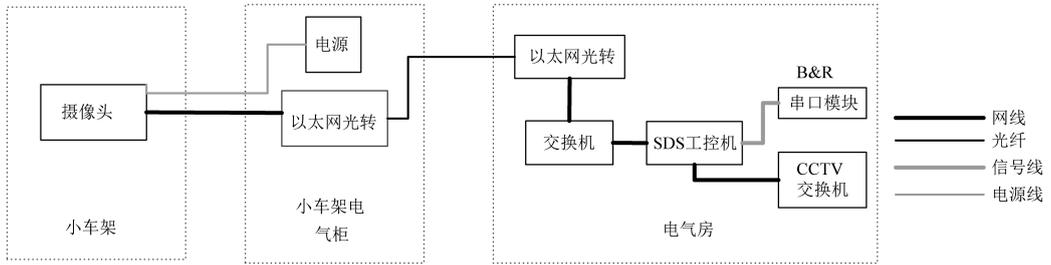


图7 SDS系统配置

5.2 SDS系统的安装要求

SDS灯在安装排列时，要注意旁边物体对灯的干扰，影响 SDS 系统的使用。主要是顶杆、吊具上架电气柜等等。理想情况下，SDS 灯旁边比灯高的物体在吊具长度方向和宽度方向都要保持 15 cm 以上的间隙（图 8）。

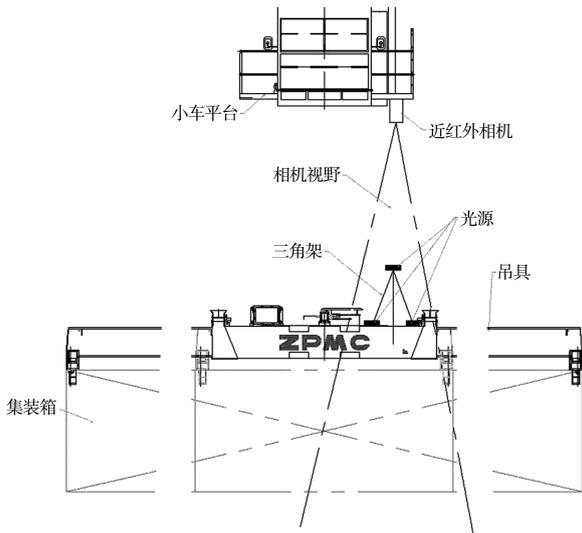


图8 SDS灯安装位置

门架小车平台上摄像机单元距离大车中心最远 1 500 mm，越靠近中心越好。

5.3 SDS系统的功能

用于检测吊具的姿态、实时追踪吊具位置，有根据吊具的姿态数据对吊具进行定位和防摇的功能。

6 结语

全球的港口都致力于建设绿色、智能、高效的港口^[3]。为实现这一目标，自动化岸桥是必不可少的设备。而在自动化岸桥上应用的以光学传感器为基础，整合了控制器及通讯元件的 SPSS 船型扫描仪、SDS 吊具扫描仪、TDS 目标扫描仪此类系统发挥了重要的作用。SPSS 船型扫描仪、TDS 目标扫描仪、SDS 吊具扫描仪在岸桥自动化作业中，起到如下重要作用：

- 1) SPSS 船型扫描仪实现小车当前贝位和相邻贝位的防撞保护和智能减速功能。
- 2) TDS 目标扫描仪主要用于检测目标集装箱的位置，当前列位集装箱箱高、箱长。同时检测旁边集装箱离当前列集装箱最小距离，用于做安全保护。另外，还检测当前贝位每一列箱高。
- 3) SDS 吊具扫描仪用于检测吊具的姿态、实时追踪吊具位置，有根据吊具的姿态数据对吊具进行定位和防摇的功能。

参考文献：

[1] 刘晔.谈自动化集装箱码头[J].港工技术, 2014(2): 8-12.
 [2] 倪菲.基于机器视觉的吊具位姿检测系统[J].起重运输机械, 2011(10): 43-47.
 [3] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.上海国际航运中心深水港区四期工程初步设计[R].上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2014.

(本文编辑 郭雪珍)