

激光对桥吊下集卡的立体扫描测距对位的应用与研究

天津联盟国际集装箱码头有限公司 刘杰强

摘要：介绍了激光测距技术在桥吊下吊具与集装箱对位的应用与研究，并从港口集装箱的装卸工艺要求，研究和开发了激光对集装箱及集装箱卡车立体扫描测距的对位系统，解决了桥吊下吊具与集装箱精确对位的难题，该系统特别适用于双吊具桥吊的集装箱装卸作业，在天津联盟国际集装箱码头推广应用并获得了良好的经济效益和社会效益。

关键词：桥吊 集装箱 激光 对位 应用 效益

近几年来，随着集装箱运输的发展和港口建设规模的扩大，为了提高集装箱的船舶装卸速度，集装箱桥吊双箱吊具的使用越来越广泛，桥吊下两个吊具同时与两辆集卡上的集装箱对位，传统的操作极大地影响了集装箱装卸速度，桥吊下吊具与集装箱卡车准确对位成为制约提高集装箱装卸效率的关键。吊具与集装箱的对位传统方法是靠集卡司机自己目测对位，当吊具下降接近集装箱时，集卡司机向后了望，目测吊具与集装箱的位置或集装箱与集卡平板车的位置，进行前后反复移动集卡；桥吊司机反复操作调整吊具位置使吊具与集装箱锁孔对位或吊运的集装箱与集卡平板车对位，如此操作降低了集装箱的装卸速度，增加了司机的操作疲劳，同时会产生了吊具与集装箱的碰撞，吊运集装箱与平板车的碰撞，损坏了设备，带来了诸多安全隐患。

为了提高集装箱桥吊的装卸速度，降低集装箱装卸的能源消耗，防止桥吊在装卸集装箱作业时吊具与集装箱及集装箱与集卡平板车之间的碰撞，确保安全生产，桥吊下吊具与集装箱卡车的准确对位成为港口集装箱装卸中必须攻克的技术难题。

港口集装箱装卸工艺对双吊具桥吊集卡对位的要求是：应满足桥吊下六条车道重载集卡和空载集卡，单 45 英尺、单 40 英尺、单 20 英尺、双 45 英尺、

双 40 英尺、前后两个 20 英尺、四个 20 英尺集装箱的多点对位要求，对位距离信息及时提示集卡司机，做到集卡预先准确停在桥吊起吊位置，改变目前桥吊下集卡司机目测对位的常规操作方式，减轻司机的劳动强度，提高集装箱的装卸效率。

一、激光对集卡立体扫描测距对位系统原理

1、激光对桥吊下集装箱卡车立体扫描测距对位的工作原理：

在集装箱车道上方桥吊的横梁中央安装一个可编程控制转动角度的云台，该云台在桥吊横梁下垂直于集装箱车道的平面内旋转，并在云台上安装一台激光扫描测距仪，激光沿平行于集装箱车道中心线对集装箱及集卡平板车顶面立体扫描测距，激光扫描测距仪跟随云台转动实现对桥吊下六条集装箱车道扫描测距。激光扫描测距原理图见图 1。

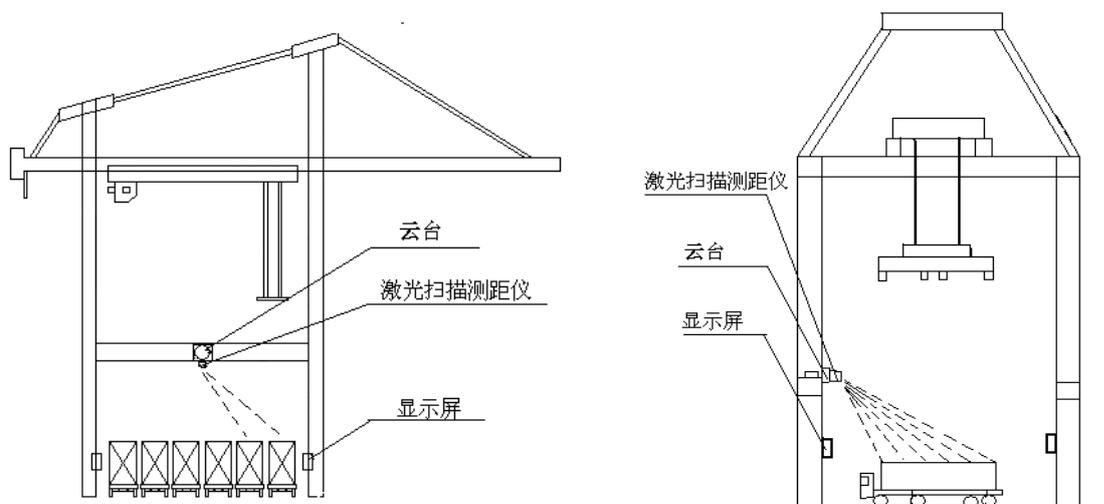


图 1

激光扫描测距仪测得扫描测距点离码头地面的垂直高度及测距点到桥吊起吊点中心的距离，同时设定车道测距范围，将初始设定的数据储存在微处理器中，当激光测距仪对集卡车道进行测距时，微处理器控制云台旋转的角度，云台带动激光扫描测距仪旋转，激光测到车道上物体离激光测距点的距离，通过微处理器的计算，可以得到被测物体的高度及离测距点的距离。通过微处理

器的计算和分析，判断集卡的位置及离桥吊基准起吊点的偏差距离，同时把集卡偏离桥吊起吊点的数据显示在发光二极管显示屏上，提供集卡司机调整集卡停车位置。

集卡司机的座位在集卡正前方的左侧，集卡作业时行驶有两个方向，所以显示屏安装在集卡行驶方向左侧桥吊立柱下的大梁上。激光扫描测距仪能同时对集装箱两条车道测距，因此在集卡行驶方向的左侧桥吊立柱下的大梁上安装了两台显示屏，在桥吊立柱大梁上共安装四台显示屏。

显示屏采用高亮度发光二极管，适应全天候工作，显示与基准起吊点偏差距离为三位数，红色发光二极管显示，其中两位小数，单位为米，显示精确到厘米。显示屏有汉字“向前”、“向后”、“停”中文提示，其中“向前”、“向后”为绿色发光二极管显示，“停”为红色发光二极管显示。为了方便集卡司机区分不同车道上的集卡与起吊点的偏差距离，在显示屏右上角上黄色发光二极管显示车道号。

根据以上测距方法不仅可对集装箱进行测距对位还可对空载集卡的平板车进行测距对位。

激光测距对位系统是由可编程控制转动角度的云台、激光扫描测距仪、微处理器、高亮度发光二极管显示屏、控制器等组成，系统原理图见图 2。系统开机后，微处理器控制云台旋转寻找云台水平位置，当控制器通过开关信号设定工作车道后，微处理器发送脉冲信号控制云台转动的角度，使激光扫描测距仪对准工作车道位置扫描，扫描测距的数据通过 RS422 串行接口传送给微处理器，经过微处理器的计算和分析，将对位信息通过 RS485 串行接口传送给多个显示屏。

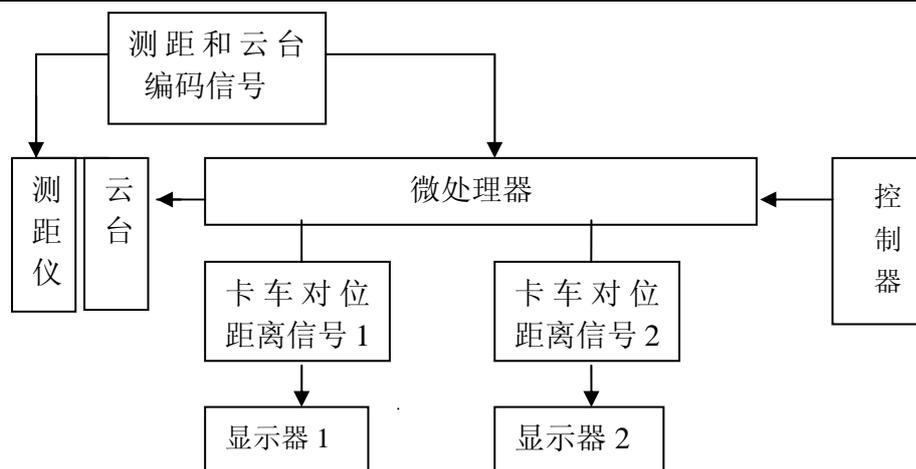


图 2

二、激光对集卡立体扫描测距对位系统功能

- 1、能对桥吊下六条车道上的集卡扫描测距，同时能对单车道和相邻两个车道集卡测距对位显示。
- 2、自动判定重载集卡和空载集卡的准确停车位置。
- 3、无线遥控设定和有线控制设定集卡工作车道。
- 4、显示屏用 LED 显示，绿色 LED 显示“向前”、“向后”，红色 LED 显示“停”，黄色 LED 显示车道号，偏离距离数字红色 LED 显示，精度厘米，亮度满足全天候工作。显示屏显示样式见图 3、图 4。

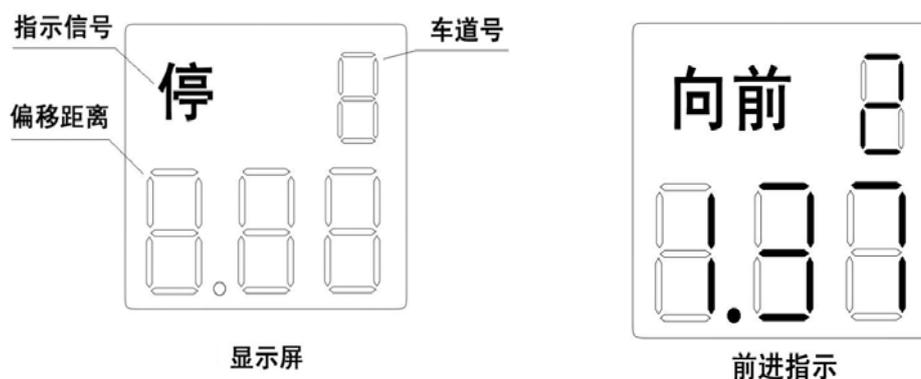


图 3

- a、显示屏显示“向前”表示集卡向前移动，显示屏显示的三位数字表示集卡移动的距离，单位米，小数点后二位表示厘米。

b、显示屏显示“向后”表示集卡向后移动，显示屏显示的三位数字表示集卡移动的距离，单位米，小数点后二位表示厘米。

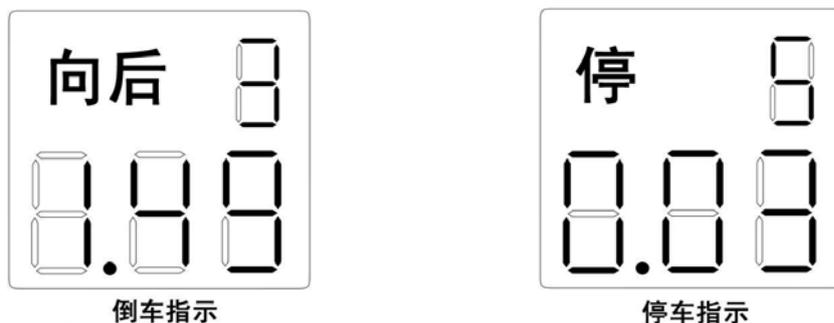


图 4

c、显示屏显示“停”表示集卡停车位置。在停车状态显示的数字表示集卡偏离起吊点的距离，以厘米计数，重载集卡在 ± 5 厘米范围内，空载集卡在 ± 10 厘米范围内。

三、激光对桥吊下集卡立体扫描测距对位的工作过程

激光立体扫描可以对桥吊下六条车道进行集装箱测距定位，桥吊作业前先设置集装箱起吊的工作车道，可以设置单车道作业，也可以设置相邻两条车道同时作业。激光立体扫描可以对重载集卡和空载集卡定位，可以对单 45 英尺、40 英尺、20 英尺及前后双 20 英尺集装箱的多点定位。

当集卡装载集装箱或空载集卡进入测距仪测距范围时，云台带动激光扫描测距仪旋转，激光对测距范围进行扫描，当测到桥吊下有物体时，通过判断程序进行分析，如空集卡平板车或重集卡进入测距范围，微处理器根据其相应的特征作出判断，由于激光扫描测距仪激光扫描测距速度很快，每秒钟可扫描测距 18 次，对测距范围反复循环测距扫描，因此激光扫描测距仪能对六条车道的集装箱进行测距定位。

当测距系统测得单 45 英尺或单 20 英尺集装箱时，微处理器控制系统根据集装箱的中心位置判断定位。当测距系统测得 40 英尺或前后装载两个 20 英尺集

装箱时，为了要区分这两种集卡装载状态，微处理器控制系统根据集卡行驶状态及测得的数据进行分析，判断集卡装载状况，确定集卡的停车位置。当集卡装载前后两个 20 英尺集装箱分别起吊时，集卡进入桥吊测距范围，按照集装箱装卸工艺，先进入前 20 英尺测距范围，前 20 英尺集装箱定位起吊后，后 20 英尺集装箱系统判别中心位置自动定位。集装箱双箱吊具对集卡装载前后两个 20 英尺集装箱一次起吊，定位判断与 40 英尺集装箱大致相同。

桥吊下空载集卡定位判断方法与重载集卡相同，空载集卡平板车不是一个面，有大梁和横梁，激光测到的数据不在一个平面上，通过程序判别寻找平板车上的基准点进行测距定位。

四、激光对桥吊下集装箱卡车立体扫描测距的技术参数

- 1、工作温度范围：-20° ---50° C。
- 2、环境湿度范围：60%---95%。
- 3、工作电压：220V±10% 50 Hz 。
- 4、设备防水、防潮、防风、耐高低温、抗静电、防震动、防海风盐度腐蚀、防电磁干扰、防尘。
- 5、测距范围：桥吊下六条集卡车道，同时显示相邻两个车道集卡位置。
- 6、显示范围：，距离显示基准起吊点±1.5 米内，数字显示三位，左边第一位显示单位米，后两位显示厘米，高亮度发光二极管全天候显示。
- 7、测量精度：重载集卡显示误差在±5 厘米之内，空载集卡显示误差在±10 厘米之内。

五、激光对桥吊下集装箱卡车立体扫描测距对位应用效果

1、减轻集卡司机和桥吊司机的劳动强度

过去，集卡司机将集装箱运送到桥吊下，司机将头伸出窗外向后观看吊具与

集装箱位置是否正确，将集卡向前或向后多次移动调整，即浪费时间，也会带来安全事故隐患。现在使用了激光对位装置，只要看对位数据，集卡司机和桥吊司机一次性就可准确对位，减轻了工人劳动强度。

2、消除不安全因素

由于集卡的准确对位，显示器数据又提供给桥吊司机，知道了集卡停车位置，一次性就能将集装箱吊起，减少了吊具与集装箱之间的撞击，集装箱与卡车之间的撞击，提高集卡使用寿命，确保安全生产。

3、提高装卸工作效率

由于一次性提前准确对位，减少了吊具与集装箱间对位时间，提高工作效率。

我们对桥吊使用激光测距定位系统后，装卸效率的提高做了统计和分析，在同一的时间段，同样的机械设备，同样的桥吊司机和集卡司机，统计从吊具下降至车道上方桥吊横梁，同时抓起两个 20 英尺集装箱，到吊具提升集装箱过桥吊横梁的这一段的时间，我们统计了若干次，效率统计见表 1。

当激光测距定位系统开启正常使用时，集卡司机按照激光对位系统显示屏提供的对位信息，集卡司机预先准确把集卡停在吊具起吊位置，这一时段化费的平均时间是 29.7 秒，当激光测距定位系统关闭使用时，集卡司机向后目测吊架，移动集卡与吊具对位，这一时段化费的平均时间是 41.25 秒，使用激光测距定位系统桥吊每次吊取集箱可节约 $41.25-29.7=11.55$ 秒，以桥吊装卸集装箱 30 箱/时计算，每次约 120 秒/次的速度，效率提高了 $11.55 \div 120 \times 100\% \approx 9.6\%$ 。由此看出，激光对多通道集装箱卡车的定位系统的使用提高了码头集装箱装卸效率约 9.6%。

表 1 激光对桥吊下集装箱卡车立体扫描测距对位效率测试

测试地点	天津联盟国际集装箱码头						
设备编号	116 号桥吊						
工作状态	桥吊吊具一次吊起二个 20 英尺集装箱装船						
测试时间	2007 年 7 月 24 日						
	使用集卡对位系统			关闭集卡对位系统			
序号	时间	卡车号	吊具下降到横梁位置至吊具吊取集装箱上升到横梁位置所用时间 (S)	时间	卡车号	吊具下降到横梁位置至吊具吊取集装箱上升到横梁位置所用时间 (S)	集装箱尺寸(英寸)
1	11:40	320	25	13:05	323	39	20×2
2	11:42	325	30	13:08	307	40	20×2
3	11:50	323	26	13:11	303	42	20×2
4	11:55	307	29	13:15	320	45	20×2
5	12:02	338	33	13:18	338	35	20×2
6	12:10	411	28	13:20	303	40	20×2
7	12:15	320	29	13:22	325	41	20×2
8	12:18	325	31	13:24	323	36	20×2
9	12:24	323	29	13:27	382	50	20×2
10	12:27	307	26	13:29	307	40	20×2
11	12:31	335	40	13:31	335	42	20×2
12	12:37	303	27	13:34	303	37	20×2
13	12:44	411	31	13:36	325	38	20×2
14	12:46	335	26	13:39	338	39	20×2
15	12:50	325	27	13:41	307	42	20×2
16	12:52	303	38	13:44	411	39	20×2
17	12:53	338	30	13:46	335	43	20×2
18	12:55	307	33	13:48	323	52	20×2
19	12:57	411	26	13:52	303	42	20×2
20	12:59	335	30	13:55	307	43	20×2
	平均时间		29.7	平均时间		41.25	
结论	由上表可以看出,当集卡对位系统开启时,桥吊一次吊取两个 20 英尺集装箱平均所用时间 29.7S,而当集卡对位系统关闭时,桥吊一次吊取两个 20 英尺集装箱所用时间 41.25S,使用集卡对位系统桥吊每次吊取集装箱可节约 41.25-29.7=11.55S,以桥吊装卸集装箱约 120S/次的速度计算,效率						

提高了 $11.55 \div 120 \times 100\% \approx 9.6\%$ 。由此看出，集卡对位系统大大提高了码头装卸集装箱的速度。
--

4、降低能耗，降低装卸成本

a、桥吊节省的电能

桥吊吊具传统的对位，吊具与集装箱平均对位 2 次，每吊一箱增加 1 次对位，吊具起升下降一次花费 0.4 度电，平均每度电 0.8 元，每箱节省电费 0.32 元。

b、集卡节省的燃油

集卡司机向后目测对位，集卡反复移动，每次多消耗柴油 0.02 升，柴油每公斤 5 元，集卡每次节约 0.1 元。

5、使用集卡激光对位系统的效益分析（以集装箱吞吐量 200 万箱箱量的码头为例）

a、提高效率，增加收入

使用集卡对位系统增加效率 9.6%，以全码头年箱量 200 万箱计算，增加箱量 19.2 万箱，每箱（扣除成本）收入 250 元，每年增收 4800 万元。

b、节约能耗，减少成本支出

提高效率后，减少桥吊占用的时间节省的电能，按每箱吊运的电能费用为 8.4 元，提高效率 9.6% 计算，每箱节省电能 0.8 元。以全码头年箱量 200 万箱计算，节约电费 160 万元。

减少桥吊重复对位次数，每箱减少电费 0.32 元，以全码头年箱量 200 万箱计算，节约电费 64 万。

减少集卡对位的移动次数，每箱减少油费 0.1 元，以全码头年箱量 200 万箱计算，节约油费 20 万。

以全码头年箱量 200 万箱计算，节约能耗，每年减少成本 244 万元。

c、船舶速遣收入

以每艘船舶速遣收入 0.5 万元，全年 400 艘次，速遣收入 200 万元。

d、效益分析

按以上计算全年合计增加收入 $4800+244+200=5244$ 万元。以现有码头设备配备，集装箱吞吐量 200 万箱的码头，配备桥吊 10 台，按每台桥吊投资集卡激光对位系统 18 万，合计投资 180 万，扣除投资费用当年可增加收入 $5244-180=5064$ 万。

根据以上的分析，只要投资 $180 \div 5064=3.55\%$ ，产生经济效益 96.45%。

激光对桥吊下集卡立体扫描测距对位的应用不仅减轻了司机操作的疲劳，减轻司机的劳动强度；避免或减少了吊具与集装箱和集装箱与集卡平板车的碰撞，延长设备的使用寿命，消除了安全隐患；而且提高装卸效率，增加企业收入，减少了能源消耗，降低企业生产成本，为码头集装箱运输企业带来了一定经济效益和社会效益。

六、结束语

激光对桥吊下多通道集装箱卡车对位系统，我们经过多次探索和实践，激光对集装箱顶面的立体测距的技术方案可以满足港口桥吊下集装箱装卸工艺要求。在激光对集装箱顶面的立体测距技术基础上，我们开发了双箱吊具桥吊的集卡对位系统，达到了现场实际使用要求。目前激光对集卡立体扫描测距对位系统已经在天津联盟国际集装箱码头获得成功应用，并取得了满意的应用效果。我们对激光测距技术在港口集装箱装卸中的应用还要进行不断地研究与探索，确保集装箱装卸中设备和货物的安全，提高集装箱装卸的自动化水平，提高集装箱的装卸效率。