

自动化集装箱码头桥式起重机大车定位系统



黄矩源, 王黎明, 吴尚

(上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

摘要: 自动化集装箱码头是世界集装箱码头的发展趋势。分析了自动化集装箱岸桥大车的精确定位, 比较当今所使用的各种定位技术, 使用扫描磁钉进行大车定位的方式是最优的选择。对大车定位系统的组成、原理、安装、通讯技术进行了探讨。

关键词: 自动化集装箱码头; 岸桥; 磁钉; 大车定位系统

中图分类号: U 652.7⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0111-05

The gantry locating system of the STS in automatic container terminal

HUANG Ju-yuan, WANG Li-ming, WU Shang

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

Abstract: Automation is the development tendency of terminals all over the world. This article analysis the gantry of STS(ship to shore crane) how to precisely locate. By comparing the locating system technology and taking all aspects into account, it is preferable to use the transponder technology for the gantry system to precisely locate. This paper discusses the locating system's composition, principle, installation and communication technology.

Keywords: automatic container terminal; STS; transponder; gantry locating system

随着集装箱运输船的大型化发展, 为适应集装箱吞吐量快速增长的需要, 进一步提升作业的高效性成为码头未来发展的目标之一。自动化码头最终的结果不只是作业高效, 更是集智能、环保、低成本于一身的新型码头。

岸桥作为集装箱码头的一线设备, 其自动化的实现是自动化码头实现正常运行必不可少的部分。实现岸桥自动化, 使岸桥各机构能够正确到达运输船和集卡上集装箱位置, 与 AGV 小车进行配合联动, 实现大车、小车、起升机构精确定位是岸桥自动化的关键技术之一^[1]。

在洋山四期自动化码头项目中, 码头管理系统(TOS)发出指令, 司机接收到指令后, 会将大车行至指定位置, 通过定位系统得到当前位置, 以方便 AGV 与其进行配合, 实现装卸自动化。

1 定位系统比较分析

在国内外有着很多定位控制技术, 如直接坐标定位、电磁定位、磁钉定位、光学定位、DGPS 差分全球定位系统定位和图像识别定位。本文对直接坐标定位、磁钉定位和 DGPS 差分定位进行分析比较。

直接坐标定位就是将桥吊的行驶区域分成若干坐标小区域, 通过对小区域的计数实现定位。其优点是定位的可靠性好, 对环境无特别要求。但缺点是地面测量安装复杂、工作量大、定位精度和定位精度较低^[2]。

DGPS 差分全球定位系统利用已知精确三维坐标的差分 GPS 基准台, 求得伪距修正量或位置修正量, 再将这个修正量实时或事后发送给用户(GPS 导航仪), 对用户的测量数据进行修正, 以

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 黄矩源(1991—), 男, 助理工程师, 从事港口设备管理工作。

提高 GPS 定位精度。其优点是：全天候、不受任何天气的影响，全球覆盖(高达 98%)，三维定点定速定时高精度，快速、省时、高效率，应用广泛、多功能，可移动定位。缺点是：系统结构复杂，建设费用较高，其精度取决于卫星在空中的定点水平及控制对象周围环境等因素。

磁钉定位，就是在岸桥轨道路径上埋设磁钉，并对每个磁钉进行编程设置一个绝对位置，通过一个扫描接收装置扫描磁钉中的信息来确定大车位置。其优点是：安装隐蔽，不易污染和损坏，原理简单可靠，便于控制和通讯，对声光无干扰，制造成本较低。缺点是：测量安装复杂，工作量大。

对比 3 种定位方式，综合经济、施工、可靠性因素，洋山四期自动化码头选用了磁钉定位技术。大车的精确定位就是依靠 BTG 的大车定位系统 RFM100 来实现的，该大车定位系统基于无线射频技术的单轴无线绝对测量系统，并且为轨道式起重机专门设计。

2 RFM100 大车定位系统组成

2.1 组成结构

大车定位系统由 RFM100、脉冲 (HTL 型) 或绝对值 (SSI 型) 编码器、磁钉、安装支架组成，见图 1。

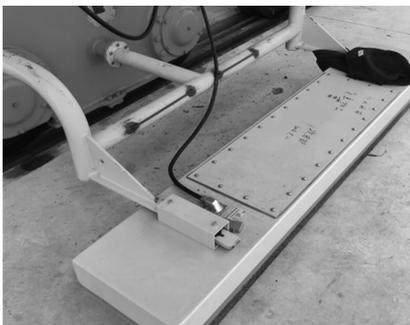


图 1 RFM100

RFM100 是一个单轴的无线绝对测量系统(图 2)，这个系统基于无线射频技术 (RFID)。RFM100 在系统中相当于天线，可以接收磁钉中的位置信号，从而反馈给 PLC。磁钉相当于一个收发装置，可以对其进行编程，基于一个参考点对每个磁钉定

义一个绝对位置。编码器必须连接到天线上，根据两个相邻磁钉的读数，编码器的位置数据可以进行更新。

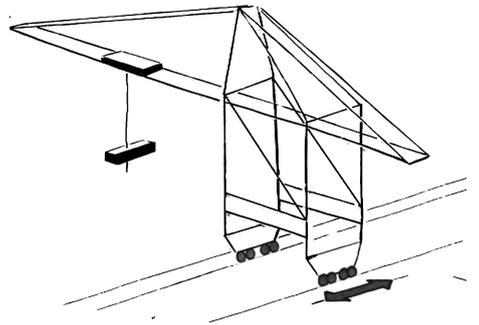


图 2 单轴向测量

2.2 布线结构

洋山四期自动化码头岸桥使用的 RFM100 上配有一根电缆、一个便于安装替换的 16 针接口和一个接线盒。接线盒用来连接单独的信号如电源、通讯接口和脉冲编码器信号，并配有连接至 RFM 系统的接口。接线盒中接线排用来连接电源、脉冲编码器通讯线和 Profibus 通讯线。系统结构见图 3。

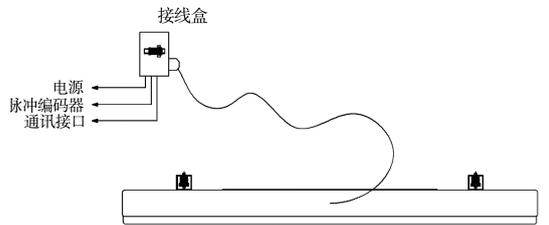


图 3 大车定位系统布线结构

3 RFM100 作业原理

本系统基本原理是通过天线向起重机的控制系统传输大车在轨道上的绝对位置，其精度可达 ± 2 mm。整个装置安装位置相对于大车中心点会有一偏移，因为大车中心位置通常安装有锚定装置。因此在 PLC 中需要输入一个正的或负的偏心距离。

3.1 RFM100 功能

RFM100 用磁钉来计算大车当前位置。磁钉可用于进行编程，编程到磁钉中的值就是该磁钉在轨道上的绝对位置。通过选择最大磁钉间距为 $\pm 1\ 400$ mm，RFM100 可以消除溜车而产生的误差。该间距保证了至少有一个磁钉在测量范围内，通

过读取磁钉的绝对位置可以对大车位置进行纠正。除此之外, 脉冲编码器作为计算当前位置的一个辅助系统。

磁钉并没有连续不断的电源, 因此要从磁钉中读取其绝对位置, 首先要进行充电。RFM100 对其进行充电和读数。整个过程首先是系统发射电场(RF 信号)用来对磁钉充电, 充电后, 磁钉发射编程数据中的绝对位置; 系统对该数据进行解码, 得出磁钉在轨道上的位置。

磁钉在 18 ms 内完成充电, 之后通过天线进行读数, 总周期为 50 ms。在这个周期内, 大车位置数据无法进行更新。因此这期间, 脉冲编码器负责位置更新工作。脉冲编码器最好连接在大车从动轮上或者安装在电机后面, 见图 4。这时候, 位置数据每毫秒都在更新。脉冲编码器同时可以用来在如下期间填补空白: 1) 由于环境原因并未安装磁钉的(如锚定或防风拉锁处); 2) 磁钉发生故障, 无法进行读数。

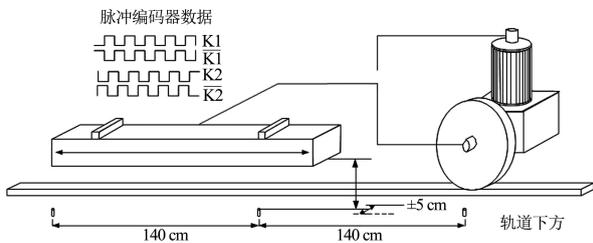


图 4 大车定位装置原理

3.2 RFM100 测量范围

RFM100 的有效测量部分比它的真实尺寸要小。由于 RFM100 是一个单轴的绝对测量系统, 装置下测量磁钉的感应部分为沿轴方向的一个长方形区域。

从天线的中心点开始, 它的测量范围以 X 轴为轴线时, 如图 5 所示, 系统 X 轴方向长度为 ± 780 mm, 垂直方向 ± 5 mm 的偏心距离。

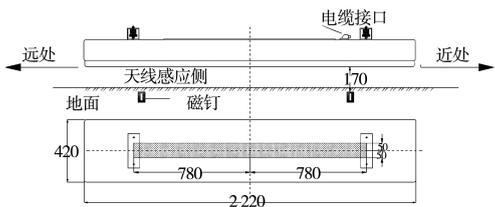


图 5 大车定位装置感应区域 (单位: mm)

3.3 RFM100 测量方法

每 50 ms 至少 18 ms RFM100 装置下方放射出能量, 用来对地下的磁钉进行充电。在充电完成后, 新充电周期前, 磁钉会立刻发送其编程在其中的代码。RFM100 收到信号, 读取这个代码并确定该磁钉处于天线下方相对 X 轴的位置。这个磁钉的绝对位置以及其在天线下的相对位置会通过通讯传送到 PLC, 其误差不大于 2 mm。

4 大车定位系统磁钉的安装方式

4.1 磁钉

码头所使用的磁钉像胶囊一样, 装在一个树脂浇注的容器中。磁钉是一个读写收发器, 它的运行频率为 134.2 kHz, 并且可对其进行自由编程(图 6)。

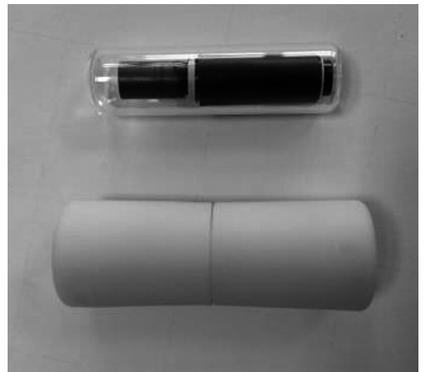


图 6 磁钉

4.2 磁钉安装

按要求 RFM100 感应侧即下表面到磁钉上表面距离为 17 cm, 磁钉安装在码头现场钻的孔内, 上表面涂有约 1 cm 的保护层, 因此 RFM100 安装在地面上 16 cm 处, 将磁钉安装在地下保证了磁钉的安全, 见图 7。



图 7 磁钉的安装

4.3 磁钉传输格式

天线接收到的磁钉代码包含一个绝对的 X 轴位置，以 mm 为单位。该代码为一个 16 进制代码：AAAAAAAAXXXXXXXX，其中 AAAAAAAAA 代表未使用的数据，8 个 A。XXXXXXXX 代表绝对 X 轴位置，也为 8 个字符数。例：代码 AAAAAAAAA00001500 代表位置 = 1.500 mm，AAAAAAAAA00038500 代表位置 = 38.500 mm，AAAAAAAAA00234567 代表位置 = 234.567 mm。

5 系统与岸桥控制系统通讯方式

5.1 通讯方式

RFM100 系统有 3 种通讯方式将大车位置信息告知起重机的控制系统。但是只可选择其中一种方式进行通讯，不能同时进行通讯。通过软件和跳线设置可以改变通讯接口。3 种通讯方式分别为：Profibus 接口、Current Loop Port、SSI 从机接口。洋山自动化码头岸桥 PLC 与各个设备之间的通讯主要使用的是 Profibus 通讯方式，因此 RFM100 也选用 Profibus 通讯与系统进行数据传输，见图 8。

系统的状态以及位置信息。RFM100 通过 profibus 会传输 3 个字到 PLC，第 1、2 个字表示其位置信息，第 3 个字是系统的状态。系统几个常见状态见表 1。

表 1 RFM 系统常见状态

状态 Bit	描述
0	区间内未找到磁钉
1	脉冲编码器错误
2	传输错误

在系统启动或重新启动后，在读取有效的磁钉信息之前，其位置信息会置为“-1”。也就是说，系统启动后若没有检测到磁钉，那岸桥必须向一个方向移动，直到读取到磁钉为止。读取数据后，位置信息得到更新并传输到 PLC。

若大车在行走过程中没有扫到磁钉，即超过了最大距离，系统会将第一个状态位值置“1”，同时位置信息会置为“-1”。在读取有效的磁钉信息后，这个错误会被复位，位置信息也会随之更新。因此这个状态也可以用来检测损坏的磁钉，但是只有当系统连接脉冲编码器时才会有效。因为当没有磁钉感应到时，编码器可以传输大车的位置信息。

系统中也有一个参数用来检验编码器是否损坏。系统设定了一个最大距离编码器错误参数，这个参数定义了一个计算好的绝对位置值左右的区间。上文所说的脉冲编码器所传输的数据值必须要在这个区间内。若超出区间，那第一个状态位会置 1 表示脉冲编码器可能出现问题。这时候，系统会根据检测到的磁钉信息不停地汇报位置，但是如果扫描到了一个损坏的磁钉，那系统就接收不到位置信息。系统重启后，这个状态位值依旧为 1。只有当编码器修复或更换好以后才会恢复正常。

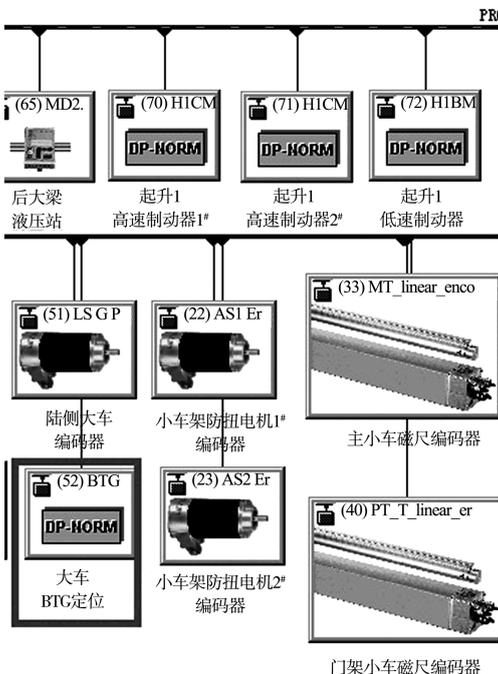


图 8 硬件组态中大车定位系统 Profibus-DP 站点

5.2 系统状态

通过 Profibus 通讯，系统会接受到大车定位系

6 岸桥大车定位系统与小车定位系统比较

岸桥小车的位置检测应采用线性编码器，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

