

# 浅论轨道式集装箱门式起重机防摇装置

马钺

秦皇岛市众馨热力有限公司

**[摘要]** 本文以齐齐哈尔36t轨道式集装箱门式起重机和哈尔滨41t轨道式集装箱门式起重机为例,对两种常用的防摇装置性能进行一个简要的分析与对比。

**[关键词]** 门式起重机; 八绳防摇; 智能防摇

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.1124

## 引言

随着全球经济贸易的发展,在港口、铁路转运站等地点的集装箱集疏运业务增长迅速。随着港口吞吐量的增加,新港口的不断运营和铁路转运站的技术改造,我国对大型、先进、高效的轨道集装箱门式起重机(以下简称集装箱门式起重机)的需求将逐年增加。集装箱门式起重机在进行装卸和吊运作业时,司机需要进行集装箱对位,此过程需要精准的移动集装箱门吊和吊具,起重机小车的移动会造成吊具的摇摆,从而影响集装箱装卸的效率和安全性,且易导致驾驶员疲劳作业。根据数据统计,在装卸集装箱时,无防倾功能的装卸设备平均花费在定位集装箱上的时间超过总吊运时长的20%。通过添加防摇功能,装卸设备在吊运、定位时可将摆动幅度控制在±100mm以内,集装箱落点更为准确,操作时长控制在总吊运时长的10%左右,从而保证集装箱装卸的效率和安全性。

## 一、常见的集装箱门吊防摇方式

### (一) 传统的力矩电机防摇

机械防摇装置由力矩电机、卷筒、制动器、摆线针轮减速机、力矩限制器传动链和减摇钢丝绳组成,防摇装置安装在小车机架下。在运行过程中,通过力矩电机的运转,使防摇钢丝绳拉紧滚筒轴,并通过制动器对滚筒施加制作用力,使防摇钢丝绳摆动方向出现逆向阻力,减小集装箱和吊具的摆动范围,从而起到防摇作用。

### (二) 八绳防摇

八绳防摇装置包括卷筒、滑轮设备。作业时,将起升机构的4根起升钢丝绳从卷筒到吊具架上的滑轮间交错缠绕,然后经过过渡轮和转向轮返回到吊具倾斜机构,此结构避免了小车上滑轮吊点向外侧倾,从而增加起重钢丝绳在小车运行方向的水平力,此水平力用来限制吊具和集装箱的摆动,从而实现防摇功能。

### (三) 智能防摇装置

智能防摇装置包括防摇电机、绝对值编码器与重量传感器、减速机、防摇钢丝绳卷筒、变频器和相应的PLC系统等。防摇钢丝绳长度相同且在现场布设上互不干预。防摇钢丝绳的一端固定在吊具的角上,另一端缠绕在卷筒上。这种防摇装置可以布置大交叉或小交叉,对大车和小车的运行具备良

好的防摇作用。

## 二、八绳防摇装置的受力分析

当小车匀速直线运动时,成锐角的钢丝绳产生两个方向力 $P_1$ 和 $P_2$ ,此时 $P_1=P_2$ ,在水平方向的分力相等,所以集装箱水平未发生位移,保持静止。

当小车行走时,所吊运的集装箱质量 $P$ 在加速度下产生惯性力 $F$ , $F$ 使集装箱向前发生水平位移 $O$ 、 $O'$ ,倒成锐角的钢丝绳产生分力 $F_1$ 、 $F_2$ 。 $F_1$ 与 $P$ 产生水平力为集装箱向原位置方向,而 $F_2$ 的水平力与 $F_1$ 相反,抵抗 $F$ 与 $P$ ,多重作用下,部分力相互抵消,从而其位移变小,并迅速衰减。除此之外,设置在钢丝绳悬挂端滑轮处的阻尼装置增加了摩擦力,通过惯性的作用,摆动位移变小,衰减时间变短,如图1所示。

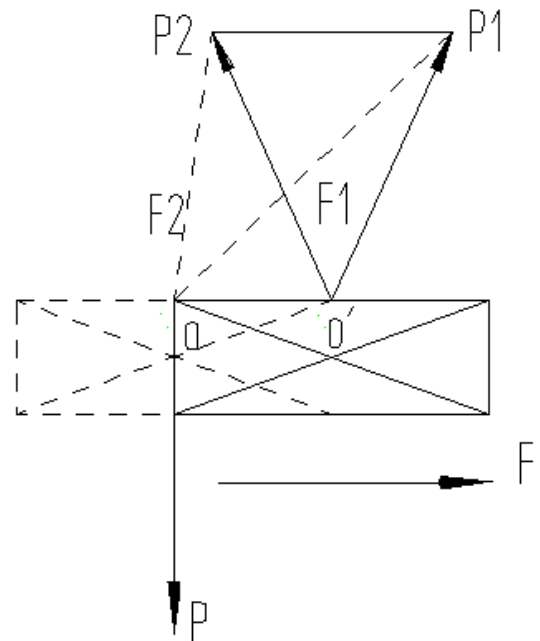


图1 小车启动时受力分析

## 三、智能防摇装置的系统控制

常规防摇装置仅在小车启动、停止、加速和减速时控制钢丝绳的摆动,智能防摇装置可根据集装箱门吊的运行情况进行实时防摇。智能防摇装置的司机室操作台上设有控制开关,操作者可选择三种控制方式:不防摇、常规防摇、智能防摇。

智能防摇装置具有智能检测与控制功能，通过对作业方式（吊装荷载信号、集装箱高度信号）的收集与识别，在实时智能控制系统中进行比照，得出防摇变频器给定的输出转速和转矩，并通过实时收集变频器输出转矩值，使防摇钢丝绳达到最佳防摇作用力，实现吊运过程的实时防摇控制。控制流程如图2所示。

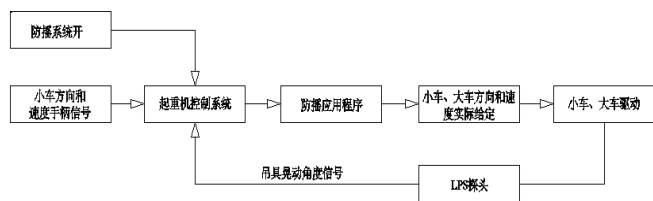


图2 智能防摇系统控制流程

#### 四、八绳防摇与智能防摇装置的性能特点

##### （一）八绳防摇装置的性能特点

优点：八绳防摇装置通过将钢丝绳沿小车运行方向左右对称设置，从而减弱运行过程中的晃动，对降低司机的劳动强度有明显的作⽤；提高了悬挂刚性，大大减小了集装箱在吊运过程中的晃动，提高了平稳性。

缺点：小车及配套设备重量增加，小车结构复杂，制造成本较高。起升钢丝绳经过滑轮时使用交叉环绕方式，操作时钢丝绳易产生正反缠绕现象，从而降低钢丝绳使用寿命，钢丝绳维修成本和使用成本较高，不利于成本控制。

哈尔滨站41t集装箱门吊采用八绳防摇装置，如图3所示。

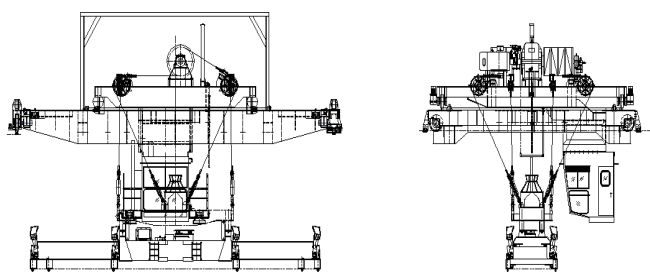


图3 哈尔滨41t集装箱门吊小车示意图

##### （二）智能防摇装置的性能特点

优点：智能防摇装置综合了机械防摇装置和电子防摇装置的特点，既具备足够的机械防摇拉力，防摇扭矩可以根据起升高度、起升重量和吊具的摆动幅度等因素进行实时智能调节，还可以通过智能控制系统的调整，测算出放摇变频器给定的扭矩和速度，确保防摇钢丝绳获得适合的防摇拉应力。智能防摇装置还具有重量轻、维护方便、提高起升钢丝绳寿命、自动化能力强等特点。

缺点：控制理论较复杂，控制设备的投资成本和维护成本较大，降低了智能防摇系统的可靠性。

齐齐哈尔36t集装箱门吊采用此种防摇装置，如图4所示。

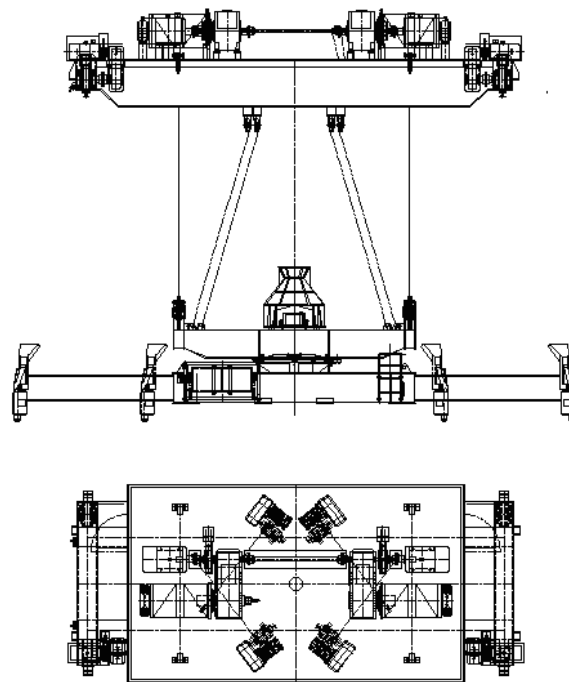


图4 齐齐哈尔36t集装箱门吊小车示意图

#### 五、结束语

综上所述，八绳防摇装置实现小车、大车两个方向的防摇，减少了大车和小车的晃动，减轻司机的劳动强度；但小车结构复杂，吊运和装卸过程中钢丝绳易存在正反缠绕现象，从而降低钢丝绳的使用寿命，钢丝绳维修成本和使用成本较高，目前八绳防摇装置在市场上的使用频率逐渐减少。智能防摇装置有操作简单，延长钢丝绳使用寿命，维护方便、自动化强等优点，现阶段在市场上应用较为广泛。近年来，我国在基础建设上的投资逐年增加，起重机作为基础建设的主要设备，市场需求不言而喻，相信随着技术的不断突破，起重机的防摇能力将会进一步提高，智能防摇装置将会得到更加广泛的应用。

#### 参考文献：

[1]宋德星. 集装箱装卸桥减摇系统发展情况简介[J]. 集装箱化, 1994 (11): 26-30.  
 [2]单磊, 费国. 防摇控制系统在集装箱起重设备中的研究与应用[J]. 起重运输机械, 2011 (10): 51-55.  
 [3]林志树. 轮胎式集装箱龙门起重机的几种防摇系统[J]. 起重运输机械, 2007, 2007 (6): 30-31.