

# 港口门式起重机故障及维修措施研究

黎永康

南沙集装箱码头分公司 广东广州 511466

**摘要:** 门式起重机是港口作业的主要生产设备, 对其实施高效故障诊断与维修, 是港口安全生产和成本控制的关键。本文在简介港口门式起重机结构组成基础上, 从港口门式起重机机械故障与电气故障两个层面分析, 并深入分析影响故障的原因, 最后针对这些故障提出了维修措施, 并通过智能设备管理系统更注重起重机的保养与维修, 并分析智能诊断与维护流程, 极大提高了故障维修的效率与精准性。

**关键词:** 港口门式起重机; 机械故障维修; 电气故障维修; 智能诊断

## Study on failure and maintenance measures of port gantry crane

Yongkang Li

Nansha container terminal branch company, Guangzhou, Guangdong, 511466, China

**Abstract:** The Gantry crane is the main production equipment in port operation. The efficient fault diagnosis and maintenance of the gantry crane is the key to safe production and cost control in port. Based on the brief introduction of the structural composition of the port gantry crane, this paper analyzes the mechanical and electrical faults of the port gantry crane, and deeply analyzes the causes of the faults. Finally, it puts forward maintenance measures for these faults, pays more attention to the maintenance and repair of the crane through the intelligent equipment management system, and analyzes the intelligent diagnosis and maintenance process, which greatly improves the efficiency and accuracy of fault maintenance.

**Keywords:** Port gantry crane; Mechanical fault maintenance; Electrical fault maintenance; Intelligent diagnosis

### 引言:

随着集装箱运输需求不断提高, 港口门式起重机成为了重要设备, 在提高运输效率中作用巨大。而随着电气化、智能化的发展, 港口门式起重机也愈发多样复杂化, 为了提高效率、安全和社会生产力, 在使用的时候, 也难免会发生一些故障, 因此在作业需求前, 必须对门式起重机进行安全防护, 提高生产效率与安全性。

### 1 港口门式起重机

本文所研究港口门式起重机主要为轨道式集装箱门式起重机。轨道式集装箱门式起重机具体包括大车行走、龙门架、梯子平台、电缆卷盘、小车总成、吊具上架以及吊具等元件构成, 结构示意图如图1所示。

### 2 港口门式起重机机械故障分析

#### 2.1 大车、小车轨道情况及大车、小车行走机构故障分析

在起重机的工作中, 车轮和轨道在运行过程中最常

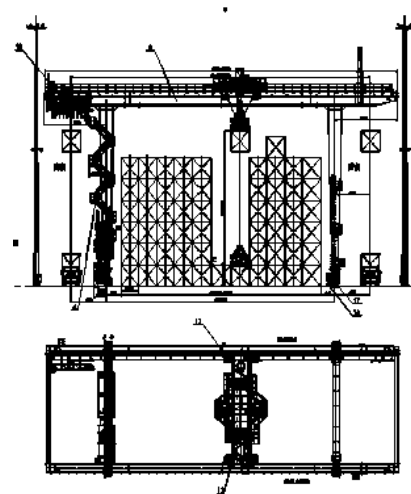


图1 港口门式起重机结构示意图

见的一种故障就是车轮啃轨, 引起车轮啃轨的原因主要有: 在运行时大车的轨道没有足够的平衡度; 两根轨道由于高低差超过规定的范围; 大车在运行时两侧电机驱

动机构没有同步等。轨道的高低不平以及短距离断层使得大车行走机构中轴承损坏情况急剧突显,轨道存在不良因素后续延伸的则是大车行走机构故障,如图2所示为大车轨道断层故障。



图2 轨道断层

该现象主要由地基沉降情况、受力状况不佳导致。当操作起重机向右边运行时,大车沿起重机右侧的轨道运行。当大车到达终点时,大车停下来,驱动轮被刹车。当大车惯性继续向右滑动时,其驱动轮的制动力将使终端车的轨道向右偏,如图3(a)所示。当操纵起重机从右侧向左侧行驶时,其驱动轮的驱动力会对末端轨道产生向右的作用力,如图3(b)所示。结合现场机型分析以下三点:①当轨道出现断层或断裂时,轨道已不在同一平面,车轮运行至断层或断裂处时,车轮运行时踏面没有连续,导致车轮总成瞬间承受碰撞冲击,其中大车总成最容易出现轴承断裂。对损坏情况进行进一步分析,轴承为调心滚子轴承具有两列滚子,主要承受径向载荷,同时也能承受任一方向的轴向载荷。高的径向载荷能力,特别适用于重载或振动载荷下工作,承受过大轴向载荷会导致轴承内圈和外圈碎裂。②若门式起重机是单悬臂结构,悬臂侧的轮压大于非悬臂侧。根据计算书中得到,运行方向的第一个大车轮压要大于其余车轮,综合分析悬臂侧两端首个车轮承受载荷较大,是导致大车机构两

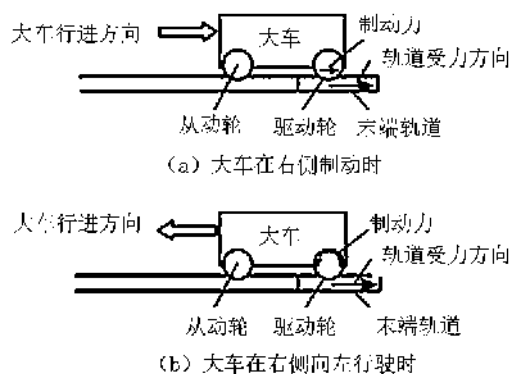


图3 轨道受力分析

端车轮损坏易发重要因素之一。③若起重机采用柔性支腿门框结构,小车在运行过程中车轮在小车方向的晃动幅度较大,由于作业车道侧为刚性支腿,非作业车道侧为柔性支腿,使得作业车道侧在结构受到的力全部传递到车轮上,使得轴承的承受一定的轴向载荷,此种载荷对轴承的损害比较大。

### 2.2 钢丝绳使用寿命

门式起重机的钢丝绳是根据负荷工况而定的,它的受力状况比较复杂,缺乏均匀度。在受力时,钢丝绳会产生拉伸、弯曲、残余和积压等各种应力,从而使钢丝绳产生弯曲,并伴随着卷曲次数的增多而增大。此外,工作环境,维护条件,滑轮和线轴的直径和工作方式都可能损坏钢丝绳。

### 2.3 齿轮故障

减速齿轮是起重机的关键部件,它的作用是利用齿轮的啮合来驱动电机的力矩,将电机的转速调节到一个适当的位置,但是在传递力矩的过程中,齿轮会出现一些问题,比如齿轮断裂、齿轮塑性变形、齿面粘连等。齿面和点蚀是导致齿轮断裂的主要原因,通常是因为齿轮产生了疲劳裂纹和瞬时载荷过大。

## 3 港口门式起重机电气故障分析

### 3.1 手柄档位与限位开关故障

主指令把驾驶员所发出的机械运转速率信号通过电缆传送到PLC和传动装置,以实现对各机械电机转速的控制。在门式起重机操作中,如果主令手柄出现问题,会使某个机构电机无法按操作员的控制正常工作。一般情况下,手柄的失效都是由于触点短路或者手柄编码器失效造成的,可能会造成机损甚至人身伤亡。

行程限位开关主要是由机械活动部件进行接触来有效地控制门式起重机的工作行程。因为在工作过程中,行程限制开关会持续地接触,所以很容易出现转向问题,从而使触点不能复位,从而使开关失效。如果冲程极限开关出现故障,就会导致门式起重机不能正常停止制动,从而造成安全问题。因此,如果出现了行程限制开关的损坏,必须对其进行分析,并制定相应安全的限制措施。

### 3.2 通讯故障

在现今自动化门式起重机系统中,各个电气元件多采取PROFIBUS-DP总线方式通讯。DP通讯故障,由于PROFIBUS总线是通过主站询问从站、从站对主站进行通信,在主站发生故障时,整个系统会处于瘫痪状态。主站可以通过冗余的方式来实现,以增加系统的可靠性。

最常见的故障有：DP接头接触不良、导线接触不良、通讯端口接触不良、终端电阻失效。

### 3.3 驱动单元与PLC故障

驱动单元是门式起重机的核心，它为各种机械的运行提供动力。如果传动装置的控制模块发生故障，将导致门式起重机的一个或多个机械无法正常工作，修理周期也比较长。导致驱动装置失效的原因主要有：电阻烧损、过流、过热、积尘等。

PLC是门式起重机的大脑，它的各个机构之间的通信网络、各机构的运行控制、现场所有的开关量和模拟量控制都依赖于它。如果PLC的系统发生故障，就会造成门式门式起重机一种机械甚至整个装置都不能正常工作。造成该系统失效的主要原因有：外部强电信号干扰、电源模块异常、内存卡电池失效、输入/输出、扩充模块异常等。

## 4 港口门式起重机故障维修措施

### 4.1 机械故障维修措施

#### (1) 轨道故障维修措施

在生产过程中，由于大车轨道异常情况，门式起重机很有可能会发生打滑，极易造成机械失效，这是因为设备启动过猛、轨道不够干净、车轮呈椭圆形等原因。针对上述问题，可以从五个方面进行检修：一是对车轮进行细致的检测和处理，是否存在裂纹等等情况，如果发现有问题，则要及时进行更换。第二，在轮子安装时，要严格地检查轮轴，防止发生偏转。第三，电机驱动机构的连接部分检查，键连接方式、锁紧盘连接方式需认真检查，电气方面的防水密封处理，避免进水烧坏电机线圈。第四，制动器的刹车片的调整与维护，刹车片磨损及时更换，保证检测打开限位功能正常工作。第五，减少传动装置中的主动轮间的偏差，对轮轴或者轴承进行替换。

#### (2) 钢丝绳维护与更换措施

门式起重机作业时，严禁载重超过标称，须在门式起重机上安装称重单元装置，并根据门式起重机的工作环境和种类，合理选用钢丝绳。钢丝绳与卷筒、滑轮和吊具是最密切的关系，吊具姿态的水平最能体现钢丝绳的受力情况，当发现吊具姿态不平时需要适当的调节。平时还要进行定期的维护与更换，称重单元定期进行校正，保证起重机钢结构保证支撑。通过设备称重单元装置做出偏载限制、超载限制，使起重机规范安全生产作业。

#### (3) 齿轮故障维修措施

在日常动态巡检中，细心观察门式起重机机构制动后是否稳定，并没有出现来回晃动，也在起动和刹车过程中，要平稳、缓慢地进行操作。其次，要定期检查门式起重机的润滑状况，一旦发现所用的齿轮油出现铁粉、乳化、进水现象，应立即进行更换。第三种是润滑油的选用要依据实际情况选用，同时要定期进行润滑油的更换，以确保门式起重机减速箱内外清洁。

### 4.2 电气故障维修措施

#### (1) 手柄档位与行程限位开关故障维修

为了保障大车、小车行走机构和起升机构安全运行，手柄档位是司机最直接的操控部件。设备长时间参与作业生产，司机的手汗会渗透手柄电路板内部，出现信号异常，无法有效控制设备运行，是极大的安全隐患，需要定期的检修与维护。行程限位开关故障也是设备高频次出现的病因，行程限位活动部件需要引起维修人员的注意，限位的防水密封是需要十分注重的，行程限位的机械寿命必须考虑在内。

#### (2) 通讯故障维修处理

若通信接口有问题，将无法存取个别网口。如果发生了这样的事情，可以插拔，固定，或更换连接件，一般都可以解决这个问题。若线路连接不良，其后方的从站将会时而中断、时而运行，甚至是整个系统的间断运行，导致通讯中断情况。通过将总线中间的连接端子电阻器的选择开关设为ON，从而断开后的线路。若前端回复到正常状态，则表明该故障点位于后方的网路中。如果网络失效通信失败，那么失败的那一部分应该是在之前的网络中。不管在前方或后方网络中出现了问题，该方法仍能持续下去，直至发现问题所在。二分法每次使用一次，可以减少一半的搜索范围，从而极大地减少了查找次数。

#### (3) 轨道吊远程连接PLC故障维修措施

门式起重机通过技术改造，实现自动化运行，故障检测也日益增加在远程连接故障中，具有如下步骤的诊断方式：

第一，根据OAS界面远控操作台连接后显示设备的信息状态都为COM，存有无法获取当前设备的实时状态故障现象。

第二，对网络通讯回路排查，如图4所示。整体排查线路为：单机设备电气房机上汇集交换机→卷盘侧大车电缆光缆转接器→拆装箱→机房核心交换机→中控室接入交换机。检查单机设备电气房的机上交换机时发现交换机的光口不亮，初步怀疑此次故障为网络通讯回路。



图4 排查流程

第三，对整个回路进行打光，打光结果为1, 3, 8, 11, 12芯光纤通路外，其余全部不通，内部缠绕折断。

第四，在确定光缆转接器存在问题后，为验证剩下

的光纤回路是否还存在问题，从光缆转接器旋转端直接打光至机房核心交换机，光纤通路正常，由于光缆转接器内部折断较多。最后更换光缆转接器，更换光缆转接器时需留意圈数，不可调错，至此故障排查与维修完毕。

### 5 港口门式起重机故障智能诊断

如果出现故障，难以对设备进行故障诊断，单靠技术和经验，难以对故障进行快速、精确的定位。因此，针对港口门式起重机故障采用了远程监控诊断，从而提高诊断与维修效率。港口装卸设备的实时监控是一种实时监控设备运行状态的指标，它能实时地记录各种设备的运行状况，从而方便地获得设备的历史和目前的工作状况。由于故障的突发性，事后维修不仅存在极大的人员伤亡风险，而且维修和购置备件所带来的停机时间往往造成巨大的经济损失。定期检修又被称为预防性维修，是指以一定的时间间隔对港口设备进行停机检查，查看零部件的健康状态，同时更换磨损的设备。定期检修的目的性不明确，具有盲目性，难以处理突发故障，且不必要的停机检修会造成资源的浪费，大幅影响港口效率。振动故障监测系统收集以轨12小车电机情况为例，如下图：



图5 港口装卸设备振动监测报告

表1 机组诊断结论及其建议

轨道吊编号 (调度号)	起重机构	小车机构	俯仰机构	诊断	建议
轨道吊9#	优秀 优秀		/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊10#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊11#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊12#	优秀	良好	/	小车机构存在明显冲击, 其中1、3电机振动值达11mm/s, 主要由18.25-21.75Hz频率引起, 轨道已经进行打磨, 现场检查发现小车刹车导致振动值增大。	根据现场情况, 后续会协同海西共同检查一下电机的变频器及刹车系数
轨道吊13#	优秀	良好	/	小车机构存在明显冲击, 振动值达7mm/s, 主要由21.75Hz频率引起	问题与轨12一致, 需协同解决
轨道吊14#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊15#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊16#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊17#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊18#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/
轨道吊19#	优秀	优秀	/	无明显机械故障迹象	/

根据表1中统计设备实时状态数据分析, 通过采集系统等手段送入实时数据库, 再通过读取实时数据库的数据, 把信息反映在人机界面等设备上。根据各个采集点的传感器等监测到的数据实时的存入设备实时状态数据库, 其中记录了时间、对象名、当前值等信息。基于信号处理的故障快速响应算法, 能够及时发现故障。

## 6 总结

港口设备工况复杂, 长期处于重载、转速高、启停急的非平稳状态下, 从而导致了设备的结构越来越趋于复杂, 故障诊断的难度也越来越大。本文以港口门式起重机为例, 重点分析了机械、电气常见故障, 并提出了相关维修诊断措施, 最后分析了智能化设备管理系统来进行对门式起重机的保养与维修, 结合门式起重机故障诊断的案例, 为相关从业人员提供一定的参考价值。

## 参考文献:

- [1]朱有福, 于海波.港口门式起重机的常见故障及维修方法分析[J].中国设备工程, 2018(13): 3.  
[2]王松.港口门式起重机的常见故障及维修方法分

析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2016(6): 00210-00210.

[3]孙家樑.港口门式起重机的常见故障及维修方法探讨[J].设备管理与维修, 2022(8): 3.

[4]唐方雄.港口门式起重机RCM分析及其应用研究[D].武汉工程大学, 2015.

[5]徐振超.集装箱港口龙门吊配置优化研究[J].科学与信息化, 2017(33): 2.

[6]苏龙波.铁路货场门式起重机故障分析方法及维修策略研究[J].驾驶园, 2019.

[7]Rui L I . Study on the Fault Analysis Method and Repair Strategies of Portal Crane in Railway Freight Yard[J]. Railway Freight Transport, 2017.

[8]Feng Y J . Study on Common Fault Analysis and Maintenance Measures of Hydraulic Support in Coal Mine[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2018.

[9]李益波, 肖炳林, 李帅杭, 等.港口机械智能故障诊断平台[J].港口科技, 2022(4): 7.