

矿山起重机吊重防摆控制研究关键分析

史瑞鹏（西山煤电（集团）有限责任公司机电处，山西 太原 030053）

摘要：在我国各个领域当中都能够发现起重机的的身影，起重机作为一种大型特种机械，正确的使用可以起到事半功倍的效果，尤其是在电厂、水电站、码头当中，起重机更是成为了重要的现代化搬运机械。但是在实际操作的过程中，起重机经常会由于外界因素的影响而出现吊重摆动，导致起重机的工作效率受到影响，在严重的情况下，还会出现不必要的安全事故。针对于这一情况，未来为了更好的控制起重机吊重摆动情况，研究人员可以针对于智能防摆控制技术进行研究，从而让其中的工作更加顺利。本文主要针对于起重机在矿山工作过程中可能出现的吊重摆动问题进行研究，希望能够通过本文的研究来提升起重机的工作效率与工作安全性。

关键词：矿山；起重机；吊重；防摆

当下社会发展的背景当中，起重机作为一种大型的特种设备，很多研究人员斗争对于起重机的定位以及防止摆动方面进行了研究，尤其是在控制方式、状态反馈、位置控制等等方面，开展了智能控制摆动的多方面研究。虽然我国针对于这方面的研究已经取得了一定的成果，但是这些计算很多时候对于起重机模型要求较高，实际现实工作过程中影响因素更多，因此控制效果不佳。未来需要针对于系统模型的依赖性方面进行控制，同时还需要防止摆动研究能够精准的处理数据，从而对防止摆动系统进行跟踪控制，改善系统当下的实际性能。

1 起重机吊物摆动现象的原因

起重机当中，比较重要的组成部分就是柔性钢丝绳，钢丝绳的使用可以说是造成起重机吊物摇摆的主要原因。在起重机工作的过程中，如果进行了加速或者减速，那么由于惯性的作用，吊物行走将会比起重机慢一段时间，此时吊物与钢丝绳由于惯性，就会与出绳点之间存在一个角度^[1-2]。这一角度的出现将会导致吊物通过钢丝绳以出绳点为吊点进行来回的摆动。钢丝绳长度越长，那么出现的摆动幅度越大，反之则是钢丝绳长度越短，那么摆动的范围也就越小。如果将风力等等外界因素不进行考虑，很多时候这一摆动可以看作为单摆现象。根据单摆周期公式可以得知，吊物的重量对于吊物摆动的周期不会造成影响，两者之间没有任何的关系，两者的关系只和钢丝绳的长度有关，钢丝绳越长，那么吊物摆动周期也就越大。在对起重机吊重防摆方面进行研究的过程中也可以针对于这方面进行研究与加强^[3-4]。

2 起重智能防摆控制技术

2.1 机械防摆一般采取的措施

2.1.1 加大小车处钢丝绳出绳角度

这种处理方式属于较为简单的操作方式，同时无需太多的成本投入，比如说在起重机吊具的四个角上，通过滑轮将钢丝绳进行牵引，这种方式就形成了一个倒过来的八字结构。这样一来，在水平移动重物的过程中，左右两侧的钢丝绳同时受力，因此钢丝绳的吊物摆动也就能够得到很好的限制，不会像单一钢丝绳一样剧烈摆

动。这种处理方式不仅防摆效果比较好，同时在很多起重机防摆技术加强过程中都得到了使用。

2.1.2 交叉钢丝绳防摆动

施工人员可以依据小车运行的方向来在小车架上设置两组交叉悬挂的减摇钢丝绳和驱动装置，这一驱动装置在液压系统的驱动下，钢丝绳将会产生一定的张力，此时就可以控制吊物的摆动节奏。因此这种方式可以控制吊物的摆动问题，但是这种方式在不同的起吊荷载式操作下将会得到不同的差异。

2.1.3 分离小车式防摇摆

一般来说，这种方式可以让小车在行走的过程中逐渐分离，也就是两组小车通过驱动结构来逐渐向两侧分离。那么此时钢丝之间的结构就形成了一个V形，这一形状能够在某种程度上控制摆动。小车停止运动之后，两组小车形成的V形将会逐渐转变成成为一条直线，也就是两组小车两会逐渐靠拢。此时再执行上升或者下降的命令即可，但是相对来说这种方式更加复杂，同时也会增加小车的负载重量^[5-6]。

2.1.4 跷板式防摇摆

跷板式防摇摆系统当中系统的结构非常复杂，具体来说包括跷板梁和安装起重机的液压缓冲缸，在小车加速的过程中，小车将会受到惯性的作用与影响，荷载此时将会沿着小车运动的方向进行反方向运动，这将会导致跷板梁出现向一侧倾斜的情况，那么产生的能量就可以被液压缓冲缸吸收。如果在小车运行的过程中，荷载向反方向的摆动出现了阻碍，那么就会自动改变方向进行摆动。在这样的反复状态下，液压缸将会吸收所有的能量，从而更好的控制荷载摆动。除此之外，这种方式操作起来非常简单，获得的效果非常明显，唯一的缺陷就是这一结构较为复杂，比较消耗时间来进行搭建^[7]。

2.2 电气防摇摆措施

2.2.1 电气防摇摆类型

在我国当下的起重机防摇摆系统当中，有非常多的种类，比如说不同类型的控制器、变频器等等，这些技术的出现有效的带动了电气防摇摆控制系统的发展与提

升。电气防摇摆控制系统的原理就是小车在加速的过程中,可以先测量吊钩摆动的角度,随后使用合理的方式来控制小车进行加速或者使用加速动作控制吊钩摆动。如果小车在这一过程中达到了某一设定的速度,那么吊钩摆动的角度就会非常小,甚至不会再摆动,因此也可以使用这一方式抵消偏角。电器防摇摆控制技术可以使用开环控制系统或者闭环控制系统来完成相关操作,开环控制系统属于比较方便的一种方式,在操作的过程中无需测量偏角就可以完成,只需要根据测量好的数据来控制起重机进行防摇摆。一般来说,使用开环控制系统可以抵消大多数的摇摆度,同时也非常稳定,可以满足现场的实际需求,降低施工人员控制偏角的难度以及所需要消耗的成本。而闭环控制系统相对来说就要更加模仿,施工人员需要在这过程中增加偏摆角测量的相关装置,虽然这种方式控制精度比较高,稳定性也比较好,但是相对来说控制起来更加复杂,并且需要投入的成本非常高。因此,对于起重机来说,智能防摆动控制技术大多数还是使用了开环控制的方式。如果在实际工作的过程中设置的防摇摆辅助功能参数正确,那么相对来说变频器就可以测量出吊钩的实际高度,同时通过通讯来将数据传输给变频器。

2.2.2 电气防摇摆控制原理

一般来说,电气控制的原理较为多样,但是思路比较单一,具体来说可以分为一下内容:首先就是在小车运行刚刚启动或者刚刚加速的过程中,根据小车运行加速度来计算出钢丝绳出现的偏摆角大小,随后使用编码器来测量并且计算钢丝绳实际长度。计算完成之后,就可以根据钢丝绳长度以及偏摆角来精确的计算重物偏摆距离以及偏摆周期,让小车能够在固定的距离内进行减速运行,这能够始终保证钢丝绳中心与吊物的中心在竖直方向上处于重叠的状态。此时催动小车进行加速运动,那么速度与吊物的速度基本处于相同的状态,就能够有效的避免吊物出现摇摆的情况,让吊物稳定的运行。除此之外,减速停止的过程中,想要控制摇摆与加速的过程原理相同,技术人员只需要进行对应的操作即可,结构就会使用同样的方式来进行减速。

2.2.3 电气防摇摆技术的现状及发展

除了本文提出的几种方式之外,当下研究人员也提出了一些不同的控制方式:双脉冲前馈控制属于一种将二阶理论为基础的控制方法,在防摇摆控制系统当中再加入了一些比较先进的其他控制技术,经过多次尝试之后就能够得到最终的控制方法。比如说这种叠加控制方式可以得到模糊控制、神经网络控制等等技术,这些技术对于起重机防摇摆来说都有着重要的意义。模糊控制是指模仿起重机实际操作人员的操作经验,通过模仿这些经验来建造处一个模糊控制规则库。这种控制方式就是利用起重机操作人员的经验来降低防摇摆控制过程中的不确定性、不规则性、不精确性等等困难。当下实际

发展的过程中,模糊控制技术对于起重机的防摇摆实验以及仿真方面得到了实际使用。除此之外,模糊神经网络控制则是需要使用网络控制器进行控制,站在原理上来讲,这属于一种四层的神经网络,不同层面代表不同的含义。首先第一层代表输出,第二层代表模糊化成层,第三层代表规则层,第四层代表输出层。模糊神经网络控制器的出现能够有效的解决模糊控制过程中的各项难题,比如说模糊规则的提取以及计算等等,可以说这一技术的出现极大的提升了控制系统当下的适应能力。模糊神经网络控制系统由于需要大量的实验数据以及真实理论模型,研究人员只能站在长期工作经验当中进行分析,因此这项技术当下依旧处于起步的阶段。

3 结束语

总而言之,在当下实际发展的过程中,起重机防摇摆技术正处于发展的过程中,各项技术不断的进行革新,未来可以对这一技术的发展前景抱有乐观的态度。起重机对于我国的各行各业来说都属于非常重要的设备,这种特种设备能够极大的降低人力的消耗,同时也能够保证安全。因此未来发展的过程中,研究人员需要针对于这一技术进行进一步的加强与提升,从而更好的保证我国各行各业使用起重机的安全性。

参考文献:

- [1] 王华荣,谢海智.基于 IPSO 的桥式起重机吊重防摆系统模糊 PID 控制研究[J].机电工程,2021,38(05):623-627.
- [2] 刘春桐,李卫华,何祯鑫,王欣,何春平.基于联合仿真的桥式起重机吊重动态特性分析与消摆控制研究[J].机电工程,2021,38(03):356-362.
- [3] 杨斌,刘振兴,刘惠康,李湘文,林森.基于广义预测控制 PID 算法的桥式起重机吊钩防摆控制器设计[J].制造业自动化,2020,42(03):117-121+142.
- [4] 孙友刚,董达善,强海燕,滕媛媛.海上浮式集装箱起重机的吊重位置跟踪和吊重消摆控制研究[J].振动与冲击,2018,37(11):207-215+245.
- [5] 钟斌,程文明,马莉丽.基于状态重构的铁路门式起重机状态反馈力控制吊重防摆系统的设计[J].起重运输机械,2008(03):21-25.
- [6] 钟斌,程文明,吴晓,马莉丽.起重机吊重防摆 CAN 控制系统智能节点设计[J].微计算机信息,2007(35):1-3.
- [7] 张晶,陈春俊,钟斌,胡迎春.基于 DSP 的桥门式起重机吊重防摆控制系统设计[J].中国测试技术,2007(05):53-55.

作者简介:

史瑞鹏(1989-),男,运城平陆县人,本科,2015年6月毕业于长沙理工大学,电气工程及其自动化专业,机电中级工程师,从事特种设备管理及检验工作,职务科员。