

海上平台吊机上 RCM 风险分析技术运用

李明月

中海油能源发展装备技术有限公司 天津市 300452

摘要: 吊机是海上平台的重要设备,其运行的可靠性和安全性是影响海洋平台安全生产的重要因素。以 RCM 为理论基础,对海上平台吊机进行风险分析,实现对设备风险的有效控制。本文以某海上平台吊机为研究对象,在综合考虑该设备结构特点和运行环境特点的基础上,采用以可靠性为中心的维修风险分析技术。

关键词: 海上平台吊机; 风险管理; RCM; 分析技术; 应用

Application of RCM risk analysis technology on offshore platform crane

Li Mingyue

Cnooc Energy Development Equipment Technology Co., LTD. Tianjin 300452

Abstract: Hoist is an important equipment of offshore platform, and its reliability and safety of operation are important factors affecting the safety production of Marine platform. Based on RCM, risk analysis of offshore platform crane to achieve effective control of equipment risk. This paper takes an offshore platform crane as the research object, and comprehensively considers the characteristics of the equipment structure and operating environment.

Keywords: offshore platform crane; risk management; RCM; analysis technology; application

海上平台吊机是海洋工程设施的关键设备,在海上工程设施的建设中发挥着重要作用。它是一种在海洋工程设施中起起重和运输作用的特种设备,其运行状况直接影响海洋工程设施的安全。因此,必须对吊机进行风险分析,以确保其运行的可靠性和安全性。RCM 是一种基于可靠性的维修管理方法,它以系统为分析单元,基于故障模式和影响分析(FMEA),根据系统自身特点制定系统的维修策略。通过分析吊机各部分组成系统及其相互关系,识别出吊机关键部件与子系统。针对吊机关键部件及子系统存在的故障模式及影响,制定相应的维修策略和预防性维修计划。以提高设备运行可靠性、安全性和经济性为目标,以风险评估为基础,采用预防性维修、优化维修和故障预测等手段对吊机进行维修。RCM 方法能够将系统中所有部件和子系统都纳入到分析范围内,通过对系统中的每个部件和子系统进行风险分析,确定各部件或系统所处状态的危险程度,从而制定出科学合理的维修计划。同时 RCM 方法还能分析出故障发生的概率及故障对系统整体运行可靠性和安全性产生的影响,确定出系统发生故障时可能产生的后果以及能够承受的最大风险,为优化决策提供科学依据。

1、RCM 技术的特点

RCM 技术是当前国内外广泛应用的一项系统工程,它被用来决定设备的预防性维护需求和优化维护制度^[1]。其基本思想是:首先,对系统展开功能与故障的分析,然后,对每一种故障所产生的影响做出清晰的判断,利用标准化的逻辑

决策方式,对每一种故障所产生后果,做出相应的防范措施,最后,采用现场故障统计、量化建模、专家评估等多种方式,在确保安全与完整的基础上,以最大限度地降低维护停机造成的损失为目的,对系统的维护方案进行了优化^[2]。依据其影响程度,RCM 将其划分为 4 类:安全与环境方面的影响、隐蔽性影响、使用方面的影响、以及不使用方面的影响。RCM 方法相信:失效结果的严重性会对进行预防维护的决定产生影响^[3]。也就是说,当一个失效对安全与环保造成了重大影响时,应该尽可能地去避免它的出现;对于非用途引起的失效,可能没有必要进行防范。RCM 分析是对装备进行 LSA 的重要手段。RCM 分析不但可以决定维护保障的工作和所需要的支持(如:备件、人员、专用设备、保障设备和资金等),它还可以作为一种检测和改进设计缺陷的方法,从而提高产品的固有安全性和可靠性。数据显示,在维护工作中使用 RCM 技术可将日常工作量减少 40%至 70%,以确保生产安全和设备可靠性^[4]。因此,RCM 技术非常重视设备的安全和环境保护结果,是构建安全生产的科学管理体系,达到安全生产长效机制、降低维修成本、增强产品竞争力的一个关键的手段和选择。

2、海上平台吊机上 RCM 风险分析技术运用

RCM 风险分析技术是一种系统的维修决策分析方法,将其应用于海上平台吊机,对其进行风险评估,实现对吊机的风险控制。海上平台吊机主要由液压系统、机械系统、电气系统等组成,各部分相互关联,相互影响。对吊机的风险

分析与评估需要将该设备整体结构、功能及运行环境进行综合分析,按照可靠性要求,利用故障树分析法(FTA)将其故障模式进行逐一排查,以确定造成吊机失效的主要原因及影响程度。海上平台吊机作为重要设备,其风险评估应综合考虑结构特点、运行环境等因素。根据海上平台吊机结构特点及运行环境,对其进行风险分析的步骤如下:通过查阅海上平台吊机相关资料,了解该设备的结构、运行环境等情况;根据海上平台吊机的结构特点及运行环境特点,确定各部分部件之间的逻辑关系;利用故障树分析法对吊机各部件进行可靠性分析,以确定造成吊机功能失效的主要原因;根据吊机各部件的逻辑关系对其进行逻辑可靠性计算;利用故障树分析法对各部件进行风险评估,以确定各个部件所处的风险等级。

通过上述步骤对海上平台吊机进行 RCM 风险分析。通过分析发现该吊机液压系统存在以下缺陷:液压系统存在高压溢流阀工作不可靠、安全阀流量压力调节失灵、溢流阀回油管路堵塞等问题;液压系统压力控制元件失效,导致压力调节失灵;液压系统回油管路堵塞严重;液压系统运行压力过高。因此,对该吊机进行 RCM 风险分析时需要采取如下措施:将各部件之间的逻辑关系进行重新梳理;对各部件进行失效模式分析。将各部件所处的风险等级由低到高依次分为 A、B、C 三个等级。其中:A、B 两级风险为可维修性较差的部件;C 级为需优先维修的部件;对于 C 级风险设备进行优先维修。

3、RCM 分析技术在吊机上的应用

船用石油 162 平台 15 吨起重机型号 YQHG2240-10T-15M(5T-33M),制造时间为 2012 年,以该起重机为例,RCM 分析步骤包括高中低风险部件的识别、起重机设备的功能划分、故障模式风险矩阵和影响分析,基于逻辑最终计数图,有针对性地制定该起重机的维修策略。

3.1 吊机 RCM 的分析过程

在展开 RCM 分析之前,必须首先定义设备边界,然后对数据进行收集,构建设备树,构建设备树之后,展开 RCM 分析,分析过程具体包括设备边界、FMEA 分析、设备单元划分、逻辑决策分析、制定维修策略、编写报告等。分析后,可以在现场进行实践和应用。

3.1.1 数据收集

根据《石油天然气工业设备可靠性和维修数据的采集与交换》GB/T20172-2006/ISO14224 标准,将起重机的工作范围限定在底座之上^[5]。根据 RCM 的分析需要,在限定的

区域中搜集资料,包括下列资料:起重机的基本情况。比如,起重机的结构、设备树的层次、功能(包括隐藏功能)、该起重机的故障情况等。

3.1.2 设备树划分

以边界的划分为基础,构建了设备树,将起重机分为起升系统、结构系统、变幅系统、液压系统、回转系统、动力系统、电气控制系统。在此基础上,对可维护零件的故障方式和故障原因进行研究。

以 10 t 级的 HYSY162 型起重机为实例,按照以下几个基本原理进行了设备树的划分:根据装置的作用与构造,对其进行分类;在日常工作计划中,装备树中装备结点为维修目标;根据故障数据,对故障进行了统计,并进行了故障诊断,并对故障诊断提出了相应的维修对策;如果某一组件具有多种功能,或从多个角度看其隶属于多个子系统,则按照其基本功能将组件分为多个子系统。

3.2 故障模式与影响分析

通过对该吊机设备的运行状态进行全面分析,确定了该吊机存在的故障模式,并针对不同的故障模式,分析了故障对吊机安全生产的影响程度。通过对该吊机进行故障模式分析,得到以下结论:设备结构特点:该吊机的主要部件有三个,分别为液压系统、控制系统和电气系统,分别由两个液压泵、一个交流电机、一个变频器组成。在工作时,三个部件共同作用于吊机上,对吊机起到了支撑和平衡作用;环境因素:设备运行在海上平台,与周围海水的温差较大,所以设备的工作环境对设备运行的可靠性有很大影响;信号电缆:吊机的信号电缆是整个系统的关键部件之一,一旦出现问题将导致整个系统无法正常工作;机械部件:吊机上的主要机械部件为液压缸、电机等,这些机械部件在工作过程中都会受到影响;电气元件在吊机上是最关键、最容易发生故障的零部件之一,其运行状态直接影响吊机的安全性能;操作人员是吊机正常运行和安全使用的重要因素;维修与保养:在设备使用过程中,需要对吊机进行定期检查和保养,以保证设备正常运行。此外,设备还需进行定期维修、更换部件等工作;应急准备:吊机作为一种大型设备,在其运行过程中经常会遇到紧急情况或者发生故障,所以在日常工作中需要对设备进行定期维护保养和应急准备工作。一旦出现紧急情况时可以及时处理。

根据以上分析结果,对该吊机可能发生的故障模式进行了风险排序并制定相应的风险控制措施。针对该吊机可能出现的故障模式和故障影响,分别制定了预防措施和维修策略。对于预防措施主要是通过改变吊机结构设计、对吊机头进行

定期维护保养等措施来减少设备出现故障的可能性;而对于维修策略则主要是通过对吊机进行定期维护保养和更换部件来提高设备使用寿命。

3.2.1 失效原因分析

失效原因是指造成该装置运行失败的事故。FMECA 在对某项功能进行了详细的功能分类、功能故障和故障类型的分类后,对各功能故障的具体成因进行了分析和记载。对起重主机提升机构损坏的分析。故障方式:第一,变速器故障,主要提升减速钥匙的连接破损以及行星齿轮的断开;第二,震动,主要提升减速机轴承断裂卡滞主提升减速机齿轮断裂,轴承断裂,缺少润滑,齿表面出现了严重的磨损,造成了机油泄漏,润滑不好的现象;第三,不正常的噪音:没有润滑的主要提升机构

3.2.2 逻辑决算分析及维修策略制定

通过逻辑操作分析方法,在 HYSY162 平台起重机的 RCM 分析中,维修任务分为不同类别,如:故障方法为发动机过度振动,其维修策略应为状态监测,故障方法应为轴承磨损,其操作方法应为大修时的检查处理。对于不同的故障原因,并根据适用的维修策略,定义维修任务,确定维修工作内容、维修工作类型和维修间隔。HYSY162 平台 10 吨起重机维修后,汇编了每种作业类型的作业数量数据,包括 217 项机械维护作业、29 项电气维护作业和 198 项安全和控制维护作业。

4、结论

海上平台吊机是海洋平台重要的设备之一,其可靠性和安全性是海洋平台安全生产的重要保障。以某海上平台吊机为例,以 RCM 风险分析为基础,结合该海上平台吊机的结

构特点和运行环境特点,建立了该吊机的故障树。通过计算分析得出该吊机各功能单元的故障概率,对故障原因进行分析。结合分析结果制定了该吊机的维修策略和预防性维修计划,并提出了相应的预防措施。通过对海上平台吊机进行 RCM 风险分析与优化,能够实现对海上平台吊机的科学维护,提高设备运行的可靠性和安全性。以 RCM 为理论基础,对海上平台吊机进行风险分析,有利于确定影响其可靠性和安全性的关键因素,优化设备结构设计、提高设备运行的可靠性和安全性,对保障海洋平台安全生产具有重要意义。通过 RCM 技术,可以识别设备故障风险、失效模式及其影响,确定维修工作的优先次序;能够进行设备状态监测、故障诊断、维修决策等维修活动;能够对维修工作进行实时监控,使维护人员及时掌握设备运行状态。该研究为海上平台吊机 RCM 技术在实际工程中的应用提供了借鉴。

参考文献:

- [1]孟庆鹏,高连焯,时均莲.海上平台吊机上 RCM 风险分析技术的应用[J].中国设备工程,2020(17):246-247.
- [2]彭勇.工业控制系统信息物理跨域风险分析技术和应用[D].北京邮电大学,2020.
- [3]陈群,陈肇强,侯博议,王丽娟,罗雨晨,李战怀.人工智能风险分析技术研究进展[J].大数据,2020,6(01):47-59.
- [4]郑秋红,贾婧,高惠瑛,杨树桐,李蓓.基于空间分析技术的海岛地震灾害风险分析研究[J].世界地震工程,2019,35(03):168-176.
- [5]李娜.面向不同对象的洪水风险分析技术研究与应用.北京市,中国水利水电科学研究院,2018-01-01.