

海洋石油工程相关设备设施升级改造

张龙 吴治昕 翟照明 张森 刘学旺
海洋石油工程股份有限公司
DOI:10.12238/pe.v3i1.11438

[摘要] 在海洋石油平台建造过程中,履带式起重机由于长期使用,设备有磨损,最终采用阶梯轴的形式修复。公司空压站为场地源源不断输送压缩空气的同时,造成了热量损失,对此我们通过给压风机加装通风道,将热能输送到喷砂车间加热系统,从而节省了大量的热能损失。公司所购龙门吊在吊装作业过程中,四个吊钩均出现升降超速故障,PLC对速度传感器反馈数据作出故障报警,造成停机,吊装工作停止,龙门吊设备报修。针对这一问题,最终决定在控制屏前加装四组自复位按钮作为超速继电器的启动按钮,使系统程序能够检测到闭合信号,达到操作人员和设备安全的目的。

[关键词] 履带式起重机; 空压站; 龙门吊

中图分类号: TG233.1+3 **文献标识码:** A

Upgrading of equipment and facilities related to offshore oil engineering

Long Zhang Zhixin Wu Ximing Zhai Sen Zhang Xuewang Liu
Offshore Oil Engineering Co., LTD.

[Abstract] In the construction process of offshore oil platform, the equipment of crawler crane is worn due to long-term use, and it is finally repaired in the form of step shaft. The company's air compressor station continuously delivers compressed air for the site, which causes heat loss. In this case, we transfer the heat energy to the heating system of the sandblasting workshop, thus saving a lot of heat loss. During the lifting process of the gantry crane purchased by the company, the four hooks had lifting and overspeed failure. PLC made a fault alarm on the feedback data of the speed sensor, resulting in shutdown, lifting work stopped, and the gantry crane equipment for repair. In view of this problem, it is finally decided to install four sets of self-reset buttons in front of the control screen as the start button of the overspeed relay, so that the system program can detect the closing signal and achieve the safety of operators and equipment.

[Key words] crawler crane; air pressure station; gantry crane

引言

在大型海洋石油平台建设中,需要用到各种各样的设备设施,如履带式起重机、龙门吊、空压站等,由于长期使用会造成设备损耗,因此需要对其进行升级改造,以保证生产作业正常进行。

1 履带式起重机改造

此次升级的设备是从国外引进的大型履带起重机,由于长时间使用,其两侧的履带和驱动轮齿磨损严重,对设备的正常运作造成了影响。过去,国产起重机的履带板一旦磨损至报废程度,通常会更换新的部件。然而,购买国外的原装履带板不仅需要超过半年的时间,而且成本高昂,远远超出了公司的维修预算。为了确保设备的稳定运行和安全,我们对故障进行了详尽的分析、检测和试验,并最终决定采用阶梯轴修复方案。这一方案不仅实现了预期的效果,还为公司节省了大量资金,并且可以在类似环

境下的大型履带式起重机中推广应用。

该设备故障表现为:该履带式起重机正常行驶时,突然发出剧烈的撞击声,并且行驶不稳定,导致吊臂摆动不定。特别是在起重作业时,设备移动过程中的这种状况尤为突出,严重妨碍了正常生产作业。经过细致的检查,发现问题出在驱动轮和履带板的啮合上。起初,两者的啮合仅为一半,但随着继续行走和受力的增加,履带板突然完全啮合,导致了齿面的啃咬,同时产生了巨大的噪音和震动^[1]。

通过对故障原因分析得出结论:设备在持续运作过程中,不可避免地会出现正常的损耗现象;这种损耗主要体现在驱动轮齿、履带板齿、履带板的销孔以及履带的销子上;尤以驱动轮齿侧面较为明显,单侧磨损量高达30mm,导致其与履带板齿的啮合缝隙增加,啮合不严密;履带板的销孔与履带销轴的磨损情况也相当严重,其间隙已经超过了规定的报废规定。履带板销孔

的直径从原来的50mm增加至55mm,履带销轴的直径则从49mm增加至48mm。这种磨损导致缝隙增大,使履带板与驱动轮齿的咬合松动,进而引起异常声响和振动,最终导致磨损进程的加速进行。综上所述,导致故障的直接原因是履带板齿与驱动轮齿间的咬合缝隙增大。通过对磨损尺寸的测量及分析,最终确定主要原因是履带板销孔与履带销的磨损^[2]。

履带板节距的修复过程如下:

(1) 确定履带板销轴的直径: 原先测量得到的履带板销孔直径为55mm,而履带销轴直径为48mm,两者相差7mm,与原始设计销孔与销轴尺寸偏差1mm相比,增加了6mm。因履带板销孔较难恢复到预先的尺寸,因此决定通过增加销轴直径来恢复节距。原设计销轴直径为49mm,增加5mm至54mm用以补偿磨损量。考虑到履带板会在长期重压下发生不可逆形变,而且销轴需要穿过两块板的6个销孔,为确保同心度,最终确定销轴直径为53mm,用以恢复预先节距。

(2) 设计阶梯轴: 在检查履带板销孔的变形情况时,履带板中央的孔径经测量横向为53-54mm,纵向为50mm,形状为椭圆形,而且履带板的齿部与支重轮交接区域磨损较严重。同时因销孔的位置限制,常规的加工方法无法对其进行修复,因此采用阶梯轴这种方式对其进行修复。即在变量较大的一端,轴径为50mm,其它部分轴径为53mm,这样做的目的是确保销轴均匀受力、履带板可以自由活动^[3]。

(3) 选择销轴材料: 销轴是一种标准化的紧固件,用于连接两个部件。常见的材料有Q235、20号钢、35号钢、45号钢和40CR调质钢等。根据销轴的性能需求,最终决定将销轴的材料定为45号钢。45号钢的抗拉强度为600Mpa、屈服强度为350Mpa、延伸率为16%、断面收缩率为40%以及39J的冲击能量,因其优良的理化性能常将其运用于链条销轴等部件的制备中。适当热处理后,可以增强其韧性、塑性和耐磨性,且这种材料易于获取。

主要创新点:

(1) 采用45#钢作为该销轴用材,45#钢作为一种广泛应用于制造链条、销轴等部件的材料,因其出色的强度和切削加工性能而备受青睐。

(2) 销轴加大尺寸,将配合间隙缩至2mm,从而缩短两块履带板从动齿的间距;考虑到今后使用过程中的磨损问题,采用车削不淬硬方式达到销轴硬度要求,这样在后期使用过程中不会对履带板产生磨损问题而严重影响寿命,只需更换销轴即可。

(3) 根据各孔磨损不同,确定采用阶梯销轴,支重轮着力点部位采用老尺寸,其余加大3.5mm,先期定制20根销轴进行更换行走试验,效果良好,从而确定销轴尺寸。

解决办法如下:

(1) 试验阶段的小批量生产。为验证更换销轴的效果,计划先加工20根销轴,用以将履带板10块相邻的销轴进行替换,以此初步验证改造方案的可行性。结果表明,更换销轴后,明显改善了行走时的噪音及振动情况。但经过一段时间的使用,销轴向外移动,定位螺栓最终断裂。进一步发现在大小轴径的结合处大轴

径的轴面发生了较严重的磨损。经测量,履带板变形后的宽度为50mm,内部孔径经挤压变形呈圆锥形。同时由于阶梯轴小轴径的长度不足,在履带板相互运动时销轴会被挤出,进而导致定位螺栓的断裂。针对这一问题,对阶梯轴的小径进行二次加工,将其增加至70mm,其与支重轮压过的履带板销孔长度相匹配,以确保销轴可以在孔径中自由运动。

(2) 尺寸确认与全面更换。二次改进后,确认了阶梯销轴的尺寸。除了最初的20根销轴外,我们还一次性生产了188根销轴,用于整车的更换。履带板的节距恢复正常,因此整套履带的总长度缩短,解决了即使在最紧状态下履带仍然过松的问题。经过国产化改造,共更换208根履带销,将销轴的直径增加4mm,使得单根履带销孔间缝隙恢复至1-2mm,最终履带板整体缩短204mm,达到设备技术要求,经过跟踪检验,使用效果良好。

2 空压站升级改造

公司空压站每天源源不断的向场地输送压缩空气,每台电空压缩机在产生压缩空气的同时,其风冷系统产生了大量的热空气,直接排放到室外,约占总热量的72%。

而喷砂车间由于没有集中供热设施,喷漆一般要求夜间作业环境温度不低于8度,个别项目要求20度以上,每到冬季或环境温度较低时都需要使用柴油加热炉为车间加温,这样才能保证车间喷漆施工的温度要求,每加热24小时就要消耗1吨多柴油。喷砂车间与空压站距离不足百米,却存在着能源利用不合理,一方面压风机通过散热系统将热能散在空气中浪费,另一方面喷砂车间还要消耗燃油对空气进行加热,对此我们通过给压风机加装通风道,将热能输送到喷砂车间加热系统,从而节省了大量燃油消耗。

解决办法如下:将原喷砂车间加热系统和压风站的5台压风机通风管道连接,在不改变原有设备结构的情况下,针对空压机出风口吹出的热风进行了余热回收,将空压机5个出风口加装风阀,并通过一个经过保温的管道连接到抛丸车间燃油加热炉的进风口,实现用空压机的热风给A、B车间加温的效果。同时在压风站通风管道末端加装单向阀门,避免在所有风阀关闭状态时启动风机产生负压对管道的影响。

3 工程机械升级改造

公司50余台履带吊、汽车吊、叉车、拖车等各类工程机械在使用过程中,经常出现由电瓶老化、由于外部温度差异引起的电量意外消耗等原因,可能会导致蓄电池电量不足,进而使得发动机无法顺利启动。所谓的“借电启动”,是指将一台能够正常启动的工程设备与一台无法启动的设备并排放置,通过使用两根连接线(正极对正极,负极对负极)将两台设备的蓄电池连接起来,以此来启动无法自行启动的工程设备。

传统方法难以保证电缆的金属插头与电瓶接线柱充足的接触面积和连接的稳定性,经常在电缆插头与电瓶接线柱连接处出现高温电弧,进而危及作业人员的人身安全,损坏电瓶接线柱。

在有限的空间内安装、拆卸工程机械电池的保护装置是一

项耗时费力的作业任务;对于在启动前需要持续供电以维持检测的机械,操作人员需手动连接电缆插头,极大地阻碍了作业效率。

解决办法如下:

①在各工程机械上永久加装插接器,通过电缆使插接器与工程机械原有的电瓶接线柱连接。电缆以螺栓紧固形式与电瓶接线柱连接,确保了连接的可靠性,能够防止在发动机启动时,由于电流突然增大而产生高温电弧。

②操作此设备时,可以便捷地将工程机械上的插头和移动控制盒的插头快速连接起来,这样做不仅减少了人力消耗,还提升了工作效率。

③利用自复位按钮的开关来控制接触器的电路连接,可以有效避免因电路突然导通而在连接点产生高温电弧。

④利用电器盒上的电压表,可以监测借用电瓶的电压是否达到启动标准,以及被启动的工程机械电瓶的电压状况。

⑤利用电器盒上的电流表,可以监测启动电路接通时的电流波动,其有助于进一步诊断分析发动机启动困难的原因。

此项目的实施效果明显,保证了借电启动跨接电缆的金属插头与工程机械电瓶接线柱充足的接触面积和连接的稳定性,有效消除了传统作业方法中在电缆插头与电瓶接线柱连接处出现危及作业人员人身安全、损坏电瓶接线柱的高温电弧,省去了在较为狭小的空间里拆装工程机械电瓶保护装置的工作。实施结果显著,成功排除了对工作人员和工程设备构成威胁的安全风险,简化了操作流程,提升了工作效率,并确保了工程机械在项目生产中的稳定运行。

4 龙门吊升级改造

公司购买的二手龙门吊正式投入使用,与原设备所适配的场地需求存在不同,造成其在功能上存在故障不足和安全隐患。在吊装作业过程中,龙门吊四个吊钩均出现升降超速故障,PLC对速度传感器反馈数据作出故障报警,造成故障停机,吊装工作停止,龙门吊设备报修。

经过维修人员分析故障原因,发现问题是当龙门吊主电源断电时,这四个吊钩的超速继电器全部因断电释放,导致PLC读取到的输入信号复位,系统显示超速报警,要恢复超速继电器的吸合状态,必须由操作人员打开控制柜门,用手强制使继电器吸合,此种操作方式,不仅操作不便,可能会给操作人员带来触电、弧光灼伤等伤害,严格意义上来说属于违章操作,无电工证人员

禁止打开配电控制柜。

临港龙门吊配电系统引入10KV高压电,配电室内存在高压区域,要求非专业人员严禁入内,我们通过龙门吊电气原理图,对此故障及现场作业困难问题作如下分析:

通过分析龙门吊电气原理图,发现四个吊钩超速继电器因断电释放,当电源恢复后无法自动吸合,吊机控制系统PLC检测四个吊钩超速继电器为常开状态,系统程序无法执行,系统显示报警信息,经过对系统状态进行检查,查看现场原设计要求,故障主要原因为设计缺陷。

针对这一问题,在不改变原车设计的基础上,设计安装安全控制装置,既要保障操作人员的人身安全,又要保证设备功能的完整性、安全性。后经仔细研究设计图纸,最终决定在控制屏门明面处加装四组自复位按钮作为超速继电器的启动按钮,当主电源断电并再次合闸后,在不开控制屏门、不接触高电压部件的情况下,即可按下与超速继电器对应的按钮使其吸合接通并自锁,使系统程序能够检测到闭合信号,使吊机使用恢复正常运转,达到保证操作人员安全和设备安全的目的。

5 结语

本文介绍了海洋石油工程相关设备设施升级改造示例,如履带式起重机、空压站及龙门吊。在海洋石油平台建设中,履带式起重机因服役年限较长而磨损,采用阶梯轴修复。公司空压站输送压缩空气时产生热量损失,通过加装通风道至喷砂车间加热系统,减少热能损失。龙门吊在吊装时吊钩出现超速故障,PLC故障报警导致停机,后决定在控制屏前加装自复位按钮,以确保人员及操作安全。

[参考文献]

[1]相吉阳,杨全,李信锋,等.履带式起重机履带架维修改造[J].设备管理与维修,2023(3):75-76.

[2]宋总涛.浅谈空压站能耗管理系统设计[J].中国新技术新产品,2020(4):25-26.

[3]张波.龙门吊传统防风锁车工艺的设计改造[J].科技资讯,2014(32):61-61.

作者简介:

张龙(1977--),男,汉族,天津人,高级工程师,大专,从事海洋石油工程相关研究。

吴治昕(2000--),男,汉族,山西朔州人,助理工程师,硕士,目前从事海洋石油平台称重相关研究。