

Application of manual hydraulic pump jack in excavator bucket tooth replacement

Xinpeng Liu¹ Yan Mao¹ Xiangfu Chen² Jingyou Lv¹

1. Qingdao Port International Co., Ltd., Qian Port Branch, Qingdao, Shandong, 266500, China

2. Zhejiang Sihan Intelligent Driving Technology Co., Ltd., Huzhou, Zhejiang, 313200, China

Abstract

This study addresses the challenges of traditional bucket tooth replacement operations in excavators, including excessive labor intensity, low operational efficiency, and high safety risks. The research explores technical solutions utilizing manual hydraulic pumps and jacks for bucket tooth replacement, accompanied by the design of specialized tooling fixtures. Field trials validate the feasibility of this approach. Through case studies of practical applications, the effectiveness of the device in bucket tooth replacement is demonstrated, providing both theoretical and practical references for improving maintenance efficiency and reducing physical strain. Not only does this technology enhance the cost-effectiveness and safety of maintenance operations, but more importantly, it establishes reusable technical standards for construction machinery maintenance.

Keywords

manual hydraulic pump jack; excavator; bucket teeth replacement;

手动液压泵千斤顶在挖掘机斗齿更换中的应用

刘新鹏¹ 毛焱¹ 陈祥富² 吕京友¹

1. 青岛港国际股份有限公司前港分公司, 中国·山东 青岛 266500

2. 浙江斯乾智驾科技有限公司, 中国·浙江 湖州 313200

摘 要

本文针对传统挖掘机斗齿更换作业中存在人员劳动强度大、作业效率低、安全风险高的问题, 研究采用手动液压泵千斤顶等装置进行斗齿更换的技术方法, 并设计配套工装夹具, 通过现场试验验证该技术的可行性。同时, 结合实际应用案例分析该装置在斗齿更换中的应用效果, 为提高挖掘机斗齿更换效率、降低劳动强度提供理论与实践参考。该技术不仅提升了维保工作的经济性和安全性, 更重要的是为工程机械维修领域提供了可复用的技术规范。

关键词

手动液压泵千斤顶; 挖掘机; 斗齿更换

1 引言

挖掘机是港口装卸作业中的核心设备, 其斗齿作为直接参与挖掘作业的易损部件, 在持续作业过程中容易因磨损或外力冲击而失效, 需进行周期性更换。当前普遍采用的人工更换方式主要依靠人力配合简易工具, 不仅作业效率低下, 还存在劳动强度高和安全隐患突出等弊端。液压技术在机械维修领域已形成成熟应用体系, 其中手动液压泵千斤顶因其操作便捷、出力稳定等特点备受青睐。将该类液压装置引入斗齿更换作业流程, 可显著优化传统更换工艺的缺陷^[1-2]。实践表明, 液压辅助更换系统能够实现作业效率和安全性双重提升, 为设备维保工作带来实质性改进。因此,

开展液压技术在斗齿更换中的创新应用研究, 对提升港口设备维保水平具有重要价值。

2 研究背景

青岛港国际股份有限公司前港分公司流机队适用于日常船舶清舱、翻垛等作业需要的工程机械 144 台, 其中挖掘机 25 台。因现场作业场景、货种多样, 作业工况复杂, 斗齿长时间接触货种, 且受力复杂、自然损耗、非自然损伤及人为因素等使斗齿成为易损部件。通过调查发现, 当前现场装卸作业压力与日俱增, 导致日常斗齿更换频次提升, 而流机队维修班维修作业人员力量不足, 现有斗齿模式费时费力, 拆卸过程依赖于人工操作, 存在潜在安全隐患。因此, 研究手动液压泵千斤顶在挖掘机斗齿更换中的应用, 提升维修作业效率, 降低安全隐患显得尤为重要。

【作者简介】刘新鹏(1979-), 男, 中国山东青岛人, 本科, 从事绿色设备管理与能效优化研究。

3 挖掘机斗齿更换现状及传统方式的局限性

挖掘机作为港口作业的常用机械，作业货种较多，挖掘机的使用频率不断增加，斗齿的损耗也日益加剧。长期使用中，斗齿与齿座接触部位易受雨水、矿粉侵蚀，产生锈蚀或积垢，就像铁锈会“粘住”零件一样，增加拆卸难度。传统的挖掘机斗齿更换通常需要三人配合，采用一人监护，一人手扶钢钎，另一人用大锤敲击钢钎方式拆卸旧斗齿，然后将新斗齿安装到位。如果遇到斗齿销锈蚀严重等情况时，往往还需要使用气焊加热的方式帮助拆卸，这种方式存在以下问题：

3.1 劳动强度大

在斗齿拆卸过程中需要两名维修工人协同作业，劳动强度较大，需要长时间高强度的敲击钢钎，尤其是在气温较高或较低时人员会更加劳累。

3.2 效率低下

斗齿更换过程中效率低下，尤其是对于锈蚀严重或安装紧密的斗齿，往往需要用气焊加热后再通过铁锤敲击更换，有时可能需要直接用气焊进行切割，拆卸过程往往耗时较长。然而，现在对于动火作业要求非常严格，需要开具动火作业票，还有专人监护，增加人员成本和时间成本，致使效率低下。

3.3 安全隐患突出

传统斗齿更换过程中使用铁锤敲击钢钎时，容易出现飞溅物伤人，以及人员在长时间高强度的敲击作业中，容易出现敲击位置不准确，敲击侧滑、大锤抡空以及两人配合不好造成人员伤害。这种较为粗暴的拆卸方式也可能会损坏齿座的安装孔，影响后续斗齿的安装精度和使用寿命。

4 手动液压泵千斤顶在斗齿更换中的优势

4.1 省力高效

通过杠杆放大效应实现小力输入、大力输出的工作特性。在斗齿拆卸作业中，该装置可有效克服斗齿销与安装座孔间的静摩擦力、长期使用产生的锈蚀结合力、金属变形导致的过盈配合力^[1]。与传统锤击拆卸方式相比，液压辅助系统展现出显著优势，操作力降低80%以上、单次拆卸时间缩短至原来的1/3左右、大约30分钟左右，又避免暴力拆卸导致的部件损伤。相比传统的暴力拆卸方式，手动液压泵千斤顶能够减少对斗齿销孔的损伤，有助于延长设备的使用寿命，降低维修成本。

4.2 工作装置构造简单、操作简便

该装置结构相对简单，操作人员极易掌握操作流程。其工作装置构成由CP-180型号手动液压泵一台，最高压力600kg/cm²，重量3.8kg，长度300mm，高度110mm，1米长高压油管一根，如（图1）；20T液压千斤顶一台，高106mm，行程50mm，外径84mm，活塞杆直径50mm，重量4kg，如（图2）；自制千斤顶底座一个，如（图3）；斗齿

销顶杆，直径20mm，长度有160mm、200mm等若干，如（图4）可根据实际斗齿间距离选用。

各构件的选用是在逐步试验中得到的，在实验中发现大部分斗齿销在更换时，手动液压泵表的压力大致在5Mpa至30Mpa范围内，斗齿销就能够被正常推动；千斤顶的选用主要是考虑了挖斗两斗齿之间的距离，不能选择千斤顶本体高度过大的，因为大多挖掘机斗齿齿距在多在300mm左右，如果过高则不能将千斤顶放入两斗齿间；千斤顶底座U型开口卡在挖斗唇口处能够有效固定千斤顶在两斗齿之间，并且通过调平螺栓的微调能够保证千斤顶活塞与斗齿销在一条直线上，保障千斤顶的压力能够沿直线传递到斗齿销上。

操作人员只需经过简单培训，即可熟练使用手动液压泵千斤顶进行斗齿更换作业。同时，其操作过程相对平稳，不需要复杂的技巧和经验积累，降低了对操作人员的技能要求。操作方便快捷，也可以将这些工具拿到作业现场进行斗齿的更换，减少了需要用拖车将挖掘机托运到维修基地的时间和与作业现场机械调配时的协调麻烦，提升维保的效率。

4.3 安全性高

手动液压泵千斤顶在作业时，通过液压系统进行力的传递和控制，作业过程无金属碎屑飞溅风险，通过压力表实时监控施力大小，采用定向施力机构确保受力方向，该装置将传统维修中的动态冲击作业转变为可控的静态压力作业，从根本上消除了人员在抡大锤冲击时产生的被飞溅物击伤或大锤抡空砸伤的安全隐患。其次能够有效的减少需要用气焊加热次数，以往我们大概每更换10次斗齿就需要动用2至3次气焊加热帮助，使用这套设备后大概每更换15次斗齿才会使用一次气焊。减少了气焊加热次数也可以在消防上减少压力，又减少了开取动火证时间成本。



图1 自制千斤顶底座



图2 装配图



图3 手动液压泵千斤顶装置及配件



图4 应用场景

5 利用手动液压泵千斤顶等装置更换挖掘机斗齿的流程与操作要点

5.1 更换前的准备工作

5.1.1 设备与工具检查

对手动液压泵千斤顶、配套的连接附件、斗齿销顶杆等工具进行全面检查,确保其性能良好,无损坏和泄漏情况。同时,准备好合适型号的新斗齿,并检查斗齿的质量和规格是否符合挖掘机的要求。

5.1.2 挖掘机停放与安全防护

将挖掘机停放于维修作业区域,锁上安全锁并关闭发动机。在挖掘机周围设置封闭隔离区域,严禁无关人员进入作业区域。

5.1.3 斗齿部位清理

使用毛刷、螺丝刀等工具对斗齿安装部位进行彻底清理,去除表面的泥土、油污和锈蚀物,以便更清晰地观察斗齿的拆装情况,并确保拆卸和安装工作的顺利进行。

5.2 拆卸旧斗齿

5.2.1 安装手动液压泵千斤顶

将千斤顶底座开口方向卡在挖斗唇口上,旋转调平螺栓使底座与被拆卸斗齿相邻的斗齿底座平行紧密贴合,安装千斤顶到底座上并连接手动液压泵,调节千斤顶的行程,选择长度合适的斗齿销顶杆,并在顶杆和千斤顶上覆盖铁网防止使用中出現弹射意外。

5.2.2 拆卸操作

缓慢操作手动液压泵千斤顶的手柄,逐渐增加液压力,使千斤顶产生推力,逐渐将斗齿销顶出。在拆卸过程中,要密切观察斗齿销的松动情况和压力表数值,当压力大于30Mpa,斗齿销仍未发现松动,为避免因用力过猛导致斗齿

销突然弹出造成危险,应对斗齿座用气焊进行适当加热,然后再进行操作。不可蛮力强行施压,当斗齿销松动后,缓慢操作千斤顶,直至将斗齿销顶出销孔,然后将旧斗齿完全取下。

5.3 安装新斗齿

5.3.1 检查安装部位

旧斗齿拆卸完成后,再次对铲斗的安装孔进行检查和清理,确保安装孔内无杂物、无损伤,必要时可使用砂纸对安装孔进行打磨处理,保证新斗齿的安装顺利。

5.3.2 安装新斗齿

将斗齿与铲斗安装孔精确对位,然后使用手动液压泵千斤顶对斗齿销逐渐施压,将新斗齿销平稳的压入孔中。也可以在斗齿销表面涂抹适量润滑脂,用小锤轻轻敲击入孔,润滑脂还能够有效防止生锈和粉尘颗粒的进入,为下一次的斗齿更换打好基础,标准化安装流程可确保斗齿安装质量,同时避免部件损伤。

5.4 更换后的检查与调试

对新安装的斗齿进行全面检查,查看斗齿的安装位置是否正确,斗齿与铲斗之间是否存在间隙过大等问题。如有异常,及时进行调整和处理。启动挖掘机,进行空载和轻载试运行,观察斗齿在挖掘过程中的工作情况,检查是否存在异响、振动过大等问题。若发现问题,应立即停机检查,直至斗齿运行正常。

6 应用成效

该液压辅助斗齿更换装置已完成研发并投入青岛港国际股份有限公司前港分公司流机队实际应用。实践数据表明:单次更换耗时从90分钟降至40分钟,作业人员配置由3人减少至2人,实现零事故作业记录,安装合格率达100%。人力成本降低33%,设备利用率明显提高。该技术的成功应用不仅优化了维修工艺流程,更重要的是建立了标准化作业规范,为工程机械维护领域提供了可复制的技术解决方案。通过此次应用,有助于营造更加安全、稳定的维修作业环境,保障职工的生命安全和身体健康。

7 结语

手动液压泵千斤顶等装置在挖掘机斗齿更换作业中具有显著的优势,技术性能提升、安全效益显著。下阶段将结合实际维修需要向智能化升级方向发展,进一步集成压力传感系统,并开发自动对中装置,该技术的持续优化将促进工程机械维修领域向智能化、标准化方向发展,为行业技术进步提供新的解决方案。

参考文献

- [1] 刘静,朱花,常军然,等.机械设计综合实践[M].重庆大学出版社:202006.297.
- [2] 朱双霞,张红钢.机械设计基础[M].重庆大学出版社:201608.292.
- [3] 谢如辉,谢福金,张超前,等.液压千斤顶的工程应用及计量方法的研究[J].仪器仪表标准化与计量,2024,(06):31-33.