

Reasons and countermeasures for loose nuts of forklift drive wheels

Hao Liu

Baoji Heli Forklift Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721001, China

Abstract

The drive wheel is the core component of forklifts for power transmission, load-bearing, and braking. During trial runs, feedback indicated that some vehicles experienced varying degrees of torque decay in drive wheel nuts during full-load trial operation. If the nuts detach, it could cause tire detachment, posing significant safety hazards to users. To address this issue, we conducted a comprehensive process analysis from the installation perspective, identified the root cause of torque decay, and proposed optimized process control measures. Subsequent follow-up verification confirmed the problem was fully resolved, ensuring product safety and quality stability during factory release.

Keywords

forklift; drive wheel; loose installation nut; causes and countermeasures

叉车驱动轮安装螺母松动原因及对策

刘浩

宝鸡合力叉车有限公司, 中国 · 陕西 宝鸡 721001

摘要

叉车驱动轮是叉车传递动力、承受载荷并实现制动的核心部件。某型叉车驱动轮安装螺栓结构由原先的双头螺栓切换为单头矫制螺栓后, 在试车环节反馈, 部分车辆在满载试车跑合阶段, 驱动轮安装螺母存在不同程度的力矩衰减, 一旦螺母脱落造成轮胎脱落, 将对用户使用带来极大的安全隐患。针对存在问题, 从安装工艺角度进行全流程排查, 找到了导致力矩衰减的原因, 据此提出了完善的过程控制措施。后续跟踪验证结果显示, 问题得到圆满解决, 保障了产品的出厂安全与质量稳定。

关键词

叉车; 驱动轮; 安装螺母松动; 原因及对策

1 引言

叉车驱动轮是叉车传递动力、承受载荷并实现制动的核心部件。叉车在高频短途搬运、满载搬运、急加速、急制动以及凹凸路面行驶时, 车辆驱动轮承受持续冲击和高频振动。若驱动轮安装螺母发生松动, 将增加作业风险, 甚至引发连锁安全隐患, 直接影响作业安全和搬运效率。

2 故障现象

该型叉车驱动轮安装螺栓结构由原先的双头螺栓切换为单头矫制螺栓后, 在试车环节反馈, 部分车辆在满载试车跑合阶段, 驱动轮安装螺母存在不同程度的力矩衰减。通过对生产现场完成整车满载强化跑合的车辆进行取样调查, 发现超过 30% 的车辆中个别驱动轮安装螺母紧固标识线已

发生位移, 拧紧力矩已衰减: 设计要求螺母拧紧力矩值为 480-560Nm, 抽样的车辆螺母实测力矩值在 420-480Nm 之间, 与初始设定力矩值相相比, 力矩存在一定的衰减现象。

3 原因分析

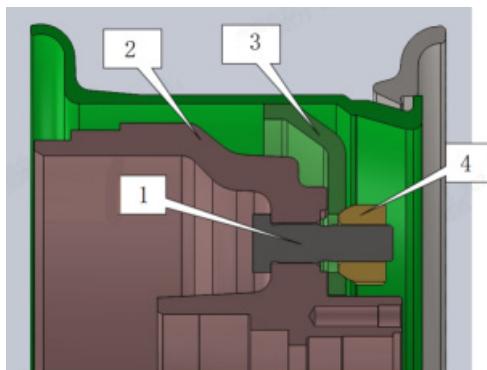
该型叉车驱动轮轮毂与制动鼓采用一体式铸造结构(简称制动鼓), 6 个高强度矫制螺栓在制动鼓安装孔中过盈压装(设计过盈量 0.21-0.32mm), 通过 6 个自定心球面螺母与矫制螺栓的螺纹连接将轮胎总成安装于制动鼓上, 球面接触可有效提升螺栓的受力情况(结构原理见图 1)。

造成叉车驱动轮安装螺母松动有多方面的原因。尤其是叉车在试车环节, 要经受复杂工况考验, 满载高频行驶、进退、加速、制动动作以及路面颠簸试验, 使得车辆驱动轮持续承受冲击和高频振动, 驱动轮轮辋螺栓及螺母也在持续承受交变载荷。

考虑到轮辋螺母力矩衰减非普遍现象, 加之车辆驱动轮辋螺栓设计结构经过严格技术论证, 并经历多轮试验验

【作者简介】刘浩(1987-), 男, 中国陕西咸阳人, 本科, 工程师, 从事机械设计制造及其自动化研究。

证,因此把排查重点放在生产安装环节,对产品结构因素及零件材料疲劳问题不做重点涉及。



1—轮辋螺栓 2—制动鼓 3—轮辋 4—安装螺母

图 1 叉车驱动轮安装结构

3.1 轮胎安装环节

按照产品装配流程,首先对轮胎装配环节进行检查,确认轮胎安装螺母的拧紧力矩。该轮胎装配工序在流水线上采用3轴电动拧紧机分两组拧紧,拧紧机输出力矩值预先设定,力矩达到设定值后设备自动停止,安装完成后操作者用记号笔对螺母做紧固标识。进一步对拧紧机设备参数进行检查,发现拧紧力矩设定在520Nm,工艺文件中对螺母的力矩值要求范围为480-560Nm,实际设定值处于中间值,未设置在上限560Nm。由于各处配合间隙和金属自身的弹性变形等固有特性,在整机强化后螺母力矩会出现正常范围的衰减,如果初始值设定不合理,将会造成衰减后的力矩值不达标。(安装设备见图2)



图 2 轮胎安装螺母拧紧设备

3.2 螺栓压装环节

对矫制螺栓压装情况进行检查,发现6个矫制螺栓在油压机上采用6个刚性连接的压柱一次压装,6根压柱的压装面处于同一平面。对压装后的螺栓进行检查,发现部分螺栓压装后与制动鼓接合面之间存在不同程度的间隙,最大的间隙达到0.5mm。该间隙会造成车辆跑合过程中轮辋带动螺母对螺栓产生轴向牵拉,直至接合面间隙消除,此过程会造成原施加的紧固力矩急剧衰减。进一步分析发现认为,矫制螺栓头部的高度尺寸为自由公差,压装设备设计时未充分考虑螺栓头部的高度误差,6根螺栓中头部高度尺寸小的在该工序没有被完全压装到位,从而产生间隙。(螺栓压装结

构见图3、压装装备见图4)

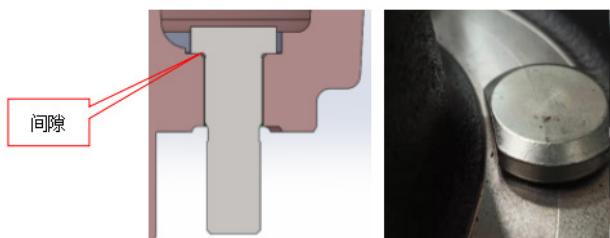


图 3 压装结构



图 4 螺栓压装工艺装备

从以上发现可知,生产安装环节确实存在影响安装螺母力矩稳定的因素,一是设备参数设定值偏小,二是螺栓根部与制动鼓接合面之间存在间隙。尤其是螺栓根部与制动鼓接合面之间间隙的存在,会使得车辆跑合过程中螺母对螺栓轴向牵拉形成位移,造成螺纹连接原施加的紧固力矩急剧衰减。

4 改进措施

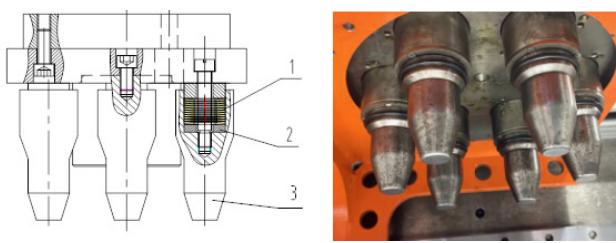
针对以上分析原因,实施针对性改进。

4.1 对拧紧机设备进行参数优化

为消除设备因素带来的质量波动,首先对拧紧机力矩进行了再次校核,并适当上调了设备拧紧力矩设定值,由原设定的520Nm上调为560Nm。

4.2 改进螺栓压装工装

为确保不同头部尺寸的螺栓压装后均能够与制动鼓完全贴合,对压装工装结构实施改进,增加高度补偿功能。在原工装结构不可伸缩的6根压柱底部各增加一个大弹力的碟形压簧,使6根压柱在轴向各自具备一定的浮动量,从而对螺栓的加工误差进行补偿(见图5)。经验证,改进后的压装效果良好,成功消除了结合面间隙。



1—碟形弹簧 2—垫块 3—压柱

图 5 改进后的浮动独立压柱

4.3 调整压装压力机设备参数

轮辋螺栓滚花圆柱面与轮毂制动鼓安装孔过盈配合,设计过盈量 0.21-0.32mm, 过盈量较大, 为消除设备压装力不足的隐患, 在设备能力允许范围内将油压机的压力进行了适当上调, 确定出更合理的压力参数, 既保证质量, 又提高效率。

4.4 加强零部件细节控制

在此基础上举一反三, 对相关配合部位的加工尺寸进行严格检查、控制。对发现的个别制动鼓螺栓压装孔孔周毛刺清理不彻底问题现场进行处理, 同时对图纸进行优化: 在孔口增加 $1\text{mm} \times 45^\circ$ 的倒角, 消除压装过程金属冗余造成孔口堆积的隐患, 确保接合面完全贴合。

5 措施效果

经过上述努力, 力矩衰减现象得到有效控制, 复检发现问题的比例大幅降低, 为彻底解决问题, 查阅相关参考文献、拓宽思路继续改善。

根据查阅结果, 有几篇文献同时提到, 驱动轮轮辋螺母外凸面穿进轮辋总成球形凹面、自定心定位连接的这种结构, 配合精度中等, 轮辋螺栓和通孔间隙较大, 容易出现轮辋上的球形凹面球心与轮辋螺栓轴线偏离、两者联接孔不同心的情况。在此情况下如果强行拧紧, 轮辋球面局部会产生塑性变形或压溃, 或对螺栓产生扭弯力, 导致连接的防松性可能变差。车辆带载运行工作一段时间后, 螺母可能会产生松动, 影响力矩值的稳定。

在对轮胎安装工位进行现场写实中, 也确实发现操作工人将轮胎撬装到桥体上用手逐个旋入螺母后, 没有找正调整, 就直接采用电动拧紧机紧固, 个别车辆螺栓与轮辋安装后孔轴不同心。(见图 6)

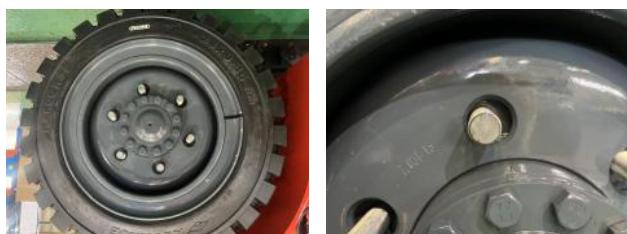


图 6 孔轴不同心

还有几篇文献通过有限元分析及理论计算, 研究了轮辋螺栓拧紧次序对力矩保证及力矩保持的影响, 提出在螺栓组联接中由于被连接件的弹性作用, 螺母的预紧力会相互影响, 从而最终影响到螺母组统一预紧力的可靠性和稳定性。

受此启发, 从轮辋螺栓与轮辋安装孔的同心度保证以及对螺母拧紧后实施二次复紧进行进一步改善。

5.1 确保轮辋螺栓与轮辋安装孔同心度

为确保螺母外球面与轮辋过孔球凹面能够贴合紧密, 要求操作人员在轮胎撬装后, 要先对轮胎进行一次调整, 目视观察轮辋过孔和螺栓轴线基本重合、接触球面能够顺利自动贴合后方可拧紧。(见图 7)。



图 7 调整轮胎位置, 确保孔轴同心

5.2 增加螺母拧紧后的二次复紧操作

要求操作人员在依次将两组 6 个螺母全部拧紧后, 增加对第一组 3 个螺母实施二次复紧的工序, 以抵消被连接件的弹性作用、局部变形、预紧力相互影响造成的力矩衰减。

6 效果验证

通过以上合并措施的实施, 附加车辆满载 400h 强化试验, 以及 30 个工作日、近 3000 台试车车辆的力矩值持续复检, 结果确认该型叉车驱动轮安装螺母力矩值已再无衰减, 100% 合格且再无反复, 已彻底消除质量隐患。

7 结语

通过对该型叉车驱动轮安装螺母松动问题实施细致现状调查, 以及从设备参数、工艺装备、操作手法和零部件细节尺寸等多方面深入剖析问题产生原因, 并参考文献, 逐项采取针对性的改进和预防措施, 有力保障了产品的出厂安全与质量稳定。跟踪验证结果显示, 此次问题解决过程原因分析精准, 改善措施有效。本研究成果已通过图纸、工艺文件、作业指导书和品质标准等形式固化, 并推广应用于后续车型。

参考文献

- [1] 郝凯明.某装载机轮辋螺栓拧紧工艺参数优化[D].广西科技大学,2014
- [2] 王盟.轮式装载机轮辋总成与驱动桥连接结构的改进[J].工程机械,2003(06):15
- [3] 夏柳荫,许定锋.叉车车轮螺栓定位设计优化方案[J].设备管理与维修,2024(02):127-129
- [4] 卓纳麟.某叉车轮辋螺栓松动问题分析与改进[J].机械工程与自动化,2023(04):78-80
- [5] 王欣,杨敏,唐锋,杨苓.工程车辆车轮螺栓预紧力衰减研究[J].起重运输机械,2023(02):74-78
- [6] 武坤,杨帆,王秀健,李皓,郑喜平.某型号车轮螺栓拉长和断裂原因[J].机理化检验-物理分册,2022(11):65-68
- [7] 吴雪峰,宋方方.车轮螺栓螺母可靠性研究[J].汽车实用技术,2017(16):144-146
- [8] 李静,吴秋艳.车轮螺栓及车轮螺母设计优化[J].汽车实用技术,2012(04):91-93
- [9] 周长路,王耿.车轮螺栓压装模具的创新[J].第四届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集,140-141
- [10] 侯明仁.防止车轮螺栓松动的措施[J].汽车技术,1986(03):63-64.