

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.03.015

某台车式启闭机车轮打滑原因分析及解决方案

Cause analysis and solution for bogie wheel skidding
of a platform hoist

尚力阳,张智勇,季艳茹,吕志斌
SHANG Liyang,ZHANG Zhiyong,JI Yanru,LÜ Zhibin

(黄河水利委员会黄河机械厂,郑州 450006)
(Yellow River Water Conservancy Commission, Yellow River Machinery Factory, Zhengzhou 450006, China)

摘要:针对某台车式启闭机行走过程中出现的车轮打滑问题,通过分析启闭机结构及安装形式,判断车轮打滑原因是轮对较多,缺少自调节功能,轮子踏面与轨道接触不良,造成轮压不足。设计了一套台车式启闭机车轮辅助运行机构,在主动轮装置加装齿圈、轨道旁增设齿条,较好地解决了台车式启闭机运行时的车轮打滑问题。

关键词:台车式启闭机;车轮;打滑;辅助运行机构

中图分类号:TV 664⁺.4 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2019)03-0056-03

Abstract:To solve the problem of wheel skidding in a few working platform hoist bogies,by analyzing the structural form and installation form of the hoist, it is judged that the wheel skidding is caused by excessive wheel pairs, lack of self-adjusting function, poor contact between the wheel tread and the track, resulting in insufficient wheel pressure. Aiming at the wheel skidding problem of individual trolley hoist when it is running, a set of auxiliary running mechanism of platform hoist is designed. By adding a ring gear to the drive wheel device and adding a rack beside the track, the problem of wheel skidding when the trolley hoist is running is solved.

Keywords:platform hoist;bogie wheel; skidding; auxiliary running mechanism

0 引言

台车式启闭机是水利水电工程中的一种常用起重机械,多用于控制闸门、拦污栅,实现水工机械设备的升降^[1]。在实际应用中,受水工建筑物沉降、车轮组制造安装误差及台车运行轨道安装误差等多种因素影响,启闭机的轮子踏面会出现与轨道不能充分接触的情况,特别是当从动轮组较多时,制造安装精度不能保证所有车轮踏面都处在一个平面上。主动轮与轨道不能有效接触,当所承受的静载荷变小时,驱动轮所受摩擦力降低,就会出现打滑现象。本文针对这一问题展开研究,结合项目现场应用情况,探索了一套结构简单、有效的辅助行走装置。

1 项目背景

在某水利工程金属结构和机电设备的运行维护

过程中,发现个别台车式启闭机行走时出现车轮打滑的现象,空载时尤为突出,严重影响了启闭机的正常运行,在一定程度上影响了工程的正常运行和应对突发事件的响应速度,因此,解决台车式启闭机车轮打滑问题十分必要。

本文涉及的台车式启闭机位于该水利工程某进口检修闸,该台车式启闭机主要由起升机构、行走机构、台车架、轨道附件、电缆卷筒、抓梁、梯子等组成^[2]。其中起升机构的主要技术参数为:额定起重量,2×250 kN;起升速度,1.71 m/min;扬程,12 m。运行机构的主要技术参数为:行走吊重,2×150 kN;行走速度,15.0 m/min;轨距,2.7 m;轮距,2.24/0.94/2.24 m;车轮直径,400 mm;机构工作级别,Q2;三合一减速电机,GKA87。

2 故障排查及原因分析

通过现场了解和查看故障记录,发现该台车式启闭机在空车运行时打滑现象较频繁。经统计,空

车运行时平均每 10 m 打滑 4 次,打滑时需要借助外力(如人工推或用撬棒)才能够继续行走。在吊起闸门时,打滑现象明显减少,平均每 5 m 打滑 1 次。

2.1 行走机构结构形式

行走机构主要包括行走支撑装置、行走驱动机构以及夹轨器、缓冲器等附属装置。行走机构运行速度为 1.7 ~ 17.0 m/min,质量为 1 941 kg,轨距为 2 700 mm。车轮直径为 400 mm,共 8 个车轮,主动轮 2 个,轨道型号为 P43。

2.2 车轮检查

- (1) 车轮踏面磨损未超过轮圈厚度的 25%,车轮踏面无凹陷、气孔、砂眼等缺陷。
 - (2) 车轮轮缘磨损未超过原厚度的 50%。
 - (3) 车轮表面未发现局部裂纹。
 - (4) 轴承内外环及珠架均无裂纹,液珠表面正常无蜕皮。
- 经检查,车轮质量合格。

2.3 轨道检测

- (1) 用小锤敲击轨道紧固螺栓,无松动;检查永久性固定焊缝,未发现裂纹。
 - (2) 检查轨道表面。用钢板尺放置于轨道表面,用塞尺检测钢板尺与轨道之间的间隙值,均在 ± 1.00 mm 误差范围内。
 - (3) 检查打滑处轨道与轮子间隙。所有打滑位置的主动轮与轨道间均有 0.15 ~ 2.00 mm 的间隙。
 - (4) 检查轨道接头处沉降及错位,测量尺寸在允差范围内^[3]。
- 经检查,轨道质量符合技术要求。

2.4 台车车轮静压力分析

台车质量为 23 884 kg,额定起重量为 500 kN,行走吊重为 300 kN,每个轮子承受的载荷为 29.75 ~ 92.25 kN。空车运行时单个轮子承受的载荷小,打

滑现象频繁;负载运行时单个轮子承受的载荷大,打滑现象明显减少。

现场检查结果显示,车轮组及轨道不是造成车轮打滑的主要原因。通过分析台车行走机构的结构形式,初步判定该台车式启闭机车轮组在安装时没有保留一定的调整空间,运行过程中车轮不能根据轨道公差范围内的不平度进行适时调整,轮对与轨道接触存在过定位,个别轮子踏面与轨道支承面“接触不良”,造成轮压不足,从而出现打滑现象。

3 解决方案

根据以上分析结果,结合现场情况,采用在主动轮装置及轨道旁增设一套齿圈齿条机构的方案,以解决台车打滑问题(如图 1 所示)。该方案是将设计的齿圈固定在主动轮的外侧,与主动轮同心同轴,齿条在轨道旁布设并与齿圈相啮合。当 2 个主动轮不能同时接触轨道时,通过齿圈齿条的啮合,实现启闭机的正常行走。该装置结构简单、安装方便、便于维修。

为便于安装和维护,齿轮采用分节制造,在不拆卸主动车轮组的情况下可完成安装和更换;齿条设计主要考虑安装方便和制造成本,采用非金属材料为基体进行加工制造。为验证钢齿圈与聚苯醚(PPO)齿条的啮合性能,建立数字模型并进行分析验算。

3.1 齿轮受力分析

开式齿轮传动的主要失效形式是磨损,往往由于齿面过度磨损或轮齿磨薄后弯曲折断而失效,因此,采用降低许用应力的方法,按齿根弯曲强度进行设计计算,不必验算接触强度。齿轮齿条有侧隙和顶隙,车轮承受的载荷可由轨道承担,齿轮齿条只提供水平方向辅助动力。

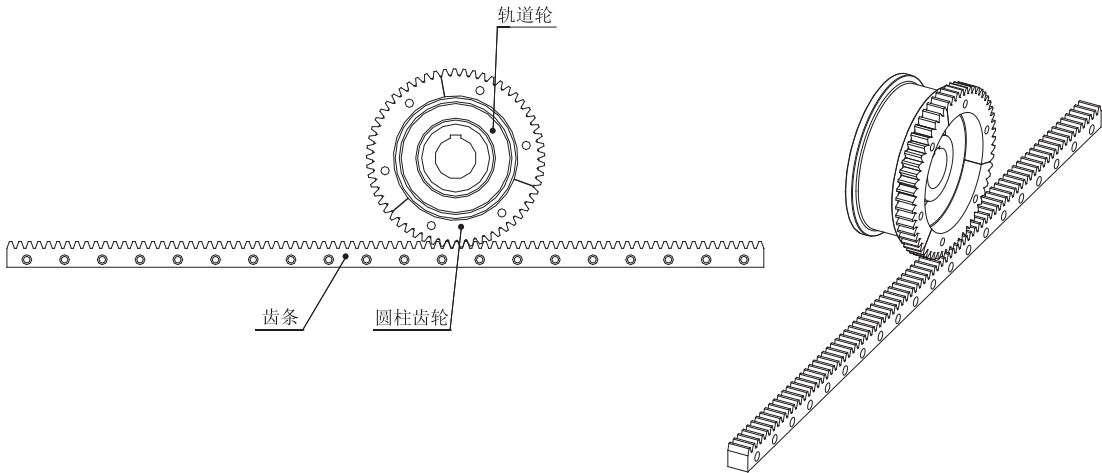


图 1 辅助行走装置布设方式示意

Fig. 1 Schematic of the layout of auxiliary walking device

齿圈做回转运动,齿条做直线运动,齿条可以看作齿数无穷多的齿圈的一部分,这时齿圈的各圆均变为直线,作为齿廓曲线的渐开线也变为直线。齿条直线的速度 v (mm/s) 与齿圈分度圆直径 d (mm)、转速 n (r/min) 之间的关系为^[4] $v = \pi dn/60$ 。

啮合线与齿圈的基圆相切,由于齿条的基圆无穷大,所以啮合线与齿条基圆的切点在无穷远处。齿圈与齿条啮合时,不论安装是否标准(齿圈与齿条安装的标准为齿圈的分度圆与齿条的分度圆相切),其啮合角恒等于齿圈分度圆压力角,也等于齿条的齿形角,齿圈的节圆也恒与分度圆重合;只是在非标准安装时,齿条的节线与分度线不再重合^[5]。

齿面啮合强度较小,在此忽略不计,只计算齿根弯曲应力。根据齿圈齿条弯曲应力计算公式,得到齿根最大弯曲应力为 45 MPa。根据齿圈齿条材料、

载荷、尺寸等参数建立模型进行有限元分析,在齿圈上施加约束模拟实际情况(如图 2 所示),结果表明:齿圈和齿条的齿根应力相对较小,齿圈的啮合强度满足要求。

3.2 齿条的材料选择

台车式启闭机自身质量大,紧急停车时会形成较大的冲击力,如果选择刚性齿圈齿条装置,将会出现碰齿、齿圈折断等情况,因此选择 PPO 工程塑料材质以增加其韧性。

PPO 具有优良的综合性能,在长期低负荷下具有优良的尺寸稳定性和突出的电绝缘性,可在 $-127 \sim 121\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内长期使用。具有优良的耐水、耐蒸汽性能,较高的拉伸强度和抗冲击强度,较好的抗蠕变性、耐磨性及介电性能,在机电工程中运用广泛。

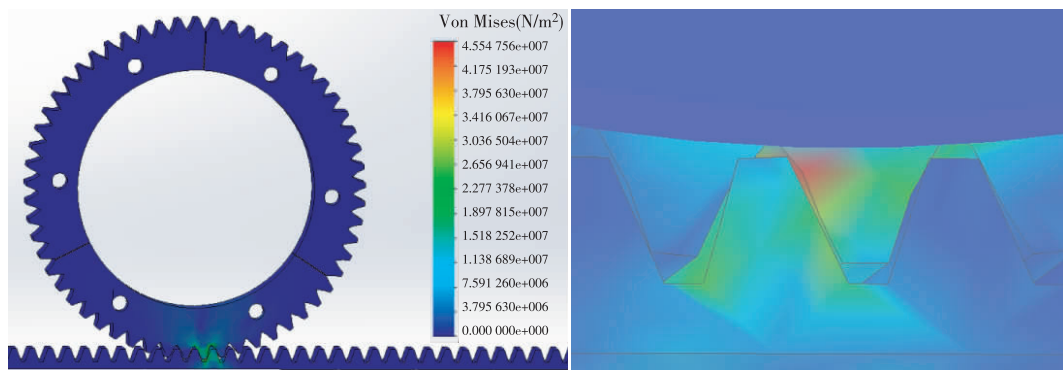


图 2 齿圈受力分析

Fig. 2 Ring gear force analysis

4 安装方案设计

安装过程中,为了降低施工难度,将齿圈平均分成 3 等份。大齿圈找正时通常等分 18 个测量点进行测量,并借助安装工具对大齿圈进行精细找正;借助百分表并通过旋转主动轮来测量大齿圈 18 个等分测量点的数据(即大齿圈的外圆径向、轴向跳动值和主动轮的窜移量);根据测量的数据调校大齿圈,直至齿圈外圆径向跳动公差 $\leq 1.5\text{ mm}$,轴向跳动公差 $\leq 1.0\text{ mm}$,达到合格要求。

齿条部分安装在启闭机轨道一侧,通过螺栓与混凝土预制梁固定。为了进行水平方向的调整,轨道压板上的孔通常做成长孔,可在钢轨下加调整垫板,实现垂直方向的调整,检查合格后,利用轨道下支承板用螺栓将齿条固定。

5 结束语

本文针对某台车式启闭机存在的打滑问题,设计了一套台车式启闭机车轮辅助运行机构,该机构具有安装方便、操控简单的特点,具有一定的通用

性,可为水利水电工程台车式启闭机运行维护及检修改造提供参考。

参考文献:

- [1]王韵京. 闸门运行工[M]. 郑州:黄河水利出版社,1996.
- [2]柏林,饶英定. 柘林水库泄水放空洞台车式启闭机行走装置改造设计[J]. 江西水利科技,2010,36(2):122-124,135.
- [3]陈道南. 起重运输机械[M]. 北京:冶金工业出版社,1988.
- [4]刘泽深. 机械基础[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1996.
- [5]雷娜,常玉连,边城,等. 齿轮齿条钻机起升系统啮合特性分析[J]. 机械传动,2015,39(11):106-109.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

尚力阳(1973—),男,河南开封人,高级工程师,从事水工金属结构及机电产品施工运行、水质保护方面的工作(E-mail:1163066697@qq.com)。