

工业机器人用减速器轴承的开发与应用

张振强, 王东峰, 赵洋, 焦春照, 张浩洋, 王宝磊

(洛阳轴研科技股份有限公司, 河南 洛阳 471039)

摘要: 阐述了工业机器人用减速器的现状, 分析了 RV 减速器、谐波减速器以及摆线针轮减速器的不同特点, 指出了机器人用减速器轴承的性能要求, 并分类介绍机器人减速器轴承的种类及特点。

关键词: 工业机器人; 减速器; 轴承

中图分类号: TP 242.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-2333(2015)05-0122-03

Development and Application of Reducer Bearing for Industrial Robot

ZHANG Zhenqiang, WANG Dongfeng, ZHAO Yang, JIAO Chunzhao, ZHANG Haoyang, WANG Baolei

(Luoyang Bearing Science & Technology Co., Ltd., Luoyang 471039, China)

Abstract: This paper describes the current situation of industrial robots reducer, analyzes the different characteristics of RV reducer, the harmonic reducer and the cycloid reducer. The robot reducer bearing performance requirements are proposed. The robot reducer bearing types and their characteristics are introduced.

Key words: industrial robot; reducer; bearing

0 引言

机器人的所有核心零部件中, 减速器最为关键; 而在减速器中, 轴承和摆线轮最为关键。



图 1 减速器

全球 75% 市场份额由两家日本减速器公司垄断, 分别为提供 RV 摆线针轮减速器的日本 Nabtesc 和提供高性能谐波减速器的日本 Harmonic Drive, 国内目前尚无与国外相媲美的减速器产品。

1 机器人减速器轴承的开发

轴承作为减速器的核心零部件, 一直为国内减速器的研发提供强有力的支持。洛阳轴研科技股份有限公司(原洛阳轴承研究所)作为中国轴承行业的鼻祖, 自 20 世纪 80 年代起就开始从事机器人轴承的研究与开发工作, 基金项目: 国家重大专项(2012ZX04004011)

承担了“七五”国家科技攻关项目《机器人专用轴承的开发研究》, 从 2014 年起, 公司又申报并承担了国家的 863 项目《机器人用精密轴承研制及应用示范》, 在机器人轴承的开发与应用方面积累了大量丰富经验, 而洛阳也已成为机器人轴承的产业聚集区。

2 减速器轴承种类及应用

工业机器人用减速器轴承鉴于其有限的安装空间与高承载要求, 往往被设计成薄壁、非标轴承, 又由于减速器运动的高精度要求, 轴承的加工制造要求极为严格。依据其应用不同, 主要分为以下几类: RV 减速器轴承、谐波减速器轴承、摆线针轮减速器用轴承等^[1-4]。

2.1 RV 减速器轴承

RV 减速器是在摆线针轮传动基础上发展起来的, 使用二级减速和中心圆盘支承结构。具有传动比大、传动效率高、运动精度高、回差小、低振动、刚性大和高可靠性等优点, 是机器人的“御用”减速器。其减速器的关键在于轴承的精密定位, 要求轴承输出力矩大、精度高、负载大、体积小、重量轻、刚性高、低噪声、长寿命、运转平稳、安全可靠性等优良性能, 能在恶劣的工作环境长期连续工作, 并具有高的抗冲击能力。主要用于机器人、焊接变位台(翻转台)、数控机床、精密雷达驱动控制等要求空间小、速比大的精密传动行业。RV 减速器轴承包含以下 4 类^[5-7]:

1) 薄壁角接触球轴承, 该类型轴承主要用作减速器的主轴承, 具有较大接触角, 通常为 $40^\circ \sim 50^\circ$, 具有高精度、高刚性, 对减速器的力矩刚性具有重要影响; 轴承内外圈通常不等高, 这一方面是由于减速器紧凑的结构限制, 避免轴承在安装过程中出现干涉; 另一方面也是为了轴承的润滑与散热方便; 轴承保持架通常采用 PA66 注塑成型的冠型保持架^[5]。

2) 薄壁深沟球轴承, 该类轴承主要用在减速器的输

出部位,要求精度高,输出平稳。



3)薄壁圆锥滚子轴承,该类轴承分为曲柄支撑用和主体支撑用两种,曲柄支撑用薄壁圆锥滚子轴承通常较小,置于曲柄两侧,起到支撑曲柄的作用;主体支撑用薄壁圆锥滚子轴承和薄壁角接触球轴承功能类似,用作减速器的主轴承。



4)圆柱滚子(滚针)及保持架组件,该类轴承没有内外圈,使用时将其置于曲柄中间部位,以与之相配套的轴和孔为轴承的内外圈和滚道,起到支撑曲柄摆线轮的作用,结构非常紧凑。



2.2 谐波减速器轴承

谐波减速器^[8-10]曾经是用于机器人关节传动的主要装置,通过柔轮的弹性变形实现运动传递,弹性变形大。由于弹性变形会引起较大的弹性回差,导致机器人运动的准确性受到影响,主要应用于机器人小臂、腕部或手部等部位。谐波减速器在传递负载时,变形的柔轮与刚轮并非共轭齿廓啮合,造成其保证运动精度寿命较低。因此

近年来,在很多高精度机器人传动中有逐渐被RV减速器取代的趋势。谐波减速器所需要的柔性轴承是使其能够运动起来的关键零部件,此类轴承在使用过程中会产生周期性的交变应力,加之轴承壁厚较薄,对轴承材料及加工制造都提出了极高的要求。



2.3 摆线针轮减速器用轴承

摆线针轮减速器是一种应用行星式传动原理,采用摆线针齿啮合的传动装置。在其输入轴上装有一个错位180°的双偏心套,在偏心套上装有两个称为转臂的滚柱轴承,形成H机构,该滚柱轴承没有轴承外圈,两个摆线轮的中心孔充当偏心套上转臂轴承外圈及滚道。



除上述三类减速器之外,还有其它种类的减速器,如行星减速器等,但是工业机器人用减速器要求结构紧凑、输出功率大、传动链短、质量轻并且易于控制等,大量应用在工业机器人减速器上的主要有RV减速器和谐波减速器,这两类代表了目前机器人减速器的最高水平,掌握与之相配套的轴承技术,也就掌握了工业机器人减速器轴承的最高技术。

3 结语

轴承作为减速器的关键零部件,根据各类减速器的性能特点,必须做出相应的优化调整,以满足机器人减速器苛刻的性能要求。洛阳轴研科技股份有限公司作为国内最早研究机器人轴承的科技型公司,现已成功研制多系列工业机器人减速器专用轴承,以及等截面薄壁轴承、交叉圆柱滚子轴承、转台轴承等。

[参考文献]

- [1] 刘成斌.工业机器人轴承的研究与应用建议[J].机器人技术与应用,2013(2):6-7.
- [2] 朱临宇.RV减速器综合性能实验与仿真[D].天津:天津大学,2013.
- [3] 刘鸣熙.摆线针轮传动与小型RV二级减速器的研究[D].北京:北京交通大学,2008.
- [4] 吴俊飞,周桂莲,付平.机器人关节驱动装置研究进展[J].青岛化工学院学报:自然科学版,2002,23(3):54-58.

电动机电流在抽油机平衡调整中的理论研究

曲志冬^a, 刘振^a, 孟翔扬^a, 宋成^a, 赵东阳^b

(东北石油大学 a.机械科学与工程学院; b.计算机与信息技术学院, 黑龙江 大庆 163318)

摘要:油田抽油机电参数平衡检测最常用的方法为电流法,但电流法很难反应抽油机的真正平衡状态,为解决这一问题,实现抽油机电流平衡法向功率平衡法的转换。通过对抽油机电动机工作特性研究,拟合了电动机电流与功率间换算方法,结合抽油机的负载特性,达到了抽油机曲柄平衡重的量化调节方法,为实现推广精确电流平衡法在抽油机上的应用奠定了理论基础。

关键词: 电流平衡; 曲柄平衡重; 量化调节; 电动机

中图分类号: TE 933

文献标志码: A

文章编号: 1002-2333(2015)05-0124-02

0 引言

抽油机的平衡调整是油田采油设备管理中的一项重要工作。由于抽油机电流平衡测试仪器简单便携,所以各大油田一直采用电流平衡法调整抽油机平衡^[1]。但是,学者李炳超、阎海涛、顾永强等^[2-5]在各自文章中指出电流平衡度并不能全面地反映出曲柄轴扭矩在整个周期内的波动情况,导致假平衡现象,因此电流平衡法不能真正反映抽油机的平衡状态。

抽油机电动机功率是反映抽油机真正平衡的有效措施,但是在实际工程操作过程中,采用测量抽油机电动机功率参数繁琐而且存在一定的安全问题^[1]。由于依据功率平衡法进行抽油机平衡调整必须要测量电动机功率,需使用昂贵的功率平衡测试仪器才能够完成,而且也很难实现抽油机曲柄平衡重的量化调整。本文考虑到电流平衡法的便携性与功率平衡法的准确性,以常规游梁抽油机为例,建立抽油机功率平衡法和电流平衡法之间的换算关系,通过测量抽油机电流参数用实现抽油机真正平衡状态。而且根据电动机的功率特性、抽油机冲次及电动机至曲柄轴传动比关系,建立抽油机的曲柄平衡重的量化调整方法。这一理论方法的建立为油田用户管理抽油机的平衡及调整提供了理论分析基础,同时为方便抽油机电流平衡量化调整仪器的开发奠定了基础。

1 电动机工作特性分析

三相异步电动机的工作特性是指定子的电压及频率为额定值时,电动机的转速 n 、定子电流 I_1 、功率因数 $\cos\varphi$ 、

基金项目:2014年黑龙江省大学生创新创业训练项目
(201410220046)

电磁转矩 T_{em} 、电机效率 η 等与输出功率 P_2 的关系曲线。上述关系曲线相互间构成函数关系,可以通过直接给三相异步电动机带负载测得。下面针对游梁式抽油机常用的三相异步电动机:11 kW、18.5 kW、22 kW、37 kW 及 45 kW 进行工作特性分析。主要利用现役三相异步电动机工作特性,拟合各曲线与三相异步电动机输出功率间的关系。由此可以计算得到电动机在不同负载情况下的瞬时输出功率、功率因数、电流等。

关于各电动机的工作特性曲线拟合方法均相同,文中不对上述所有电机的曲线拟合过程进行描述,仅以 Y 系列 22 kW 三相异步电动机为例,其工作特性曲线如图 1 所示。

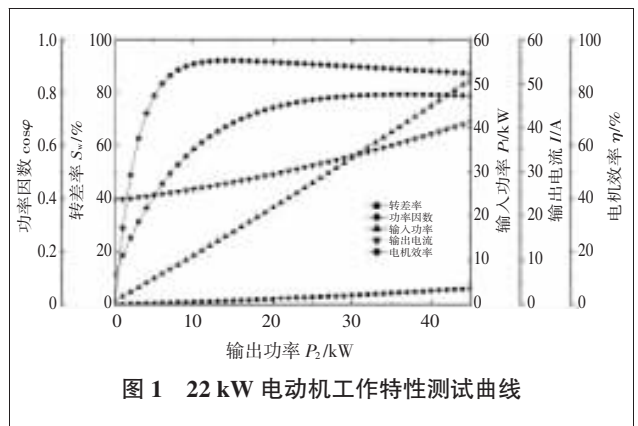


图 1 22 kW 电动机工作特性测试曲线

功率因数为

$$\cos\varphi=8.737\ 45e^{-6}P_2^2+0.000\ 783\ 9P_2^2+0.006\ 635\ 2P_2^2+0.015\ 042\ 4P_2^2+0.005\ 478\ 1P_2^2+0.077\ 894\ 6P_2$$

[5] 贾秋生,王春光,吴红庆,等.RV 减速机非标准超轻系列精密角接触球轴承的研制[J].哈尔滨轴承,2011,32(2):5-7.
[6] 蔡素然,陈原,叶军,等.工业机器人专用薄壁密封轴承结构设计分析[J].轴承,2007(12):10-13.
[7] 曾献智,王献峰,孙立明,等.工业机器人用薄壁四点接触球轴承的设计分析[J].轴承,2010(6):6-8.
[8] 于鹏飞.机器人用短筒柔轮谐波减速器研制与性能测试[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.

[9] 阎昌春,李兴林,郑建华,等.一种柔性轴承研制的关键技术[J].轴承,2010(3):1-4.
[10] 赵滨海,刘正士,宋春磊,等.谐波传动薄壁柔性轴承力学分析[J].轴承,2002(10):1-3. (编辑 浩然)

作者简介:张振强(1987—),男,助理工程师,主要从事轴承的研究、设计及应用工作。

收稿日期:2015-02-05