

微小扭矩动态测量*

贾宏光 吴一辉 王立鼎 唐九华

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 首先提出一种对微小扭矩进行非接触、动态测量的新方法,在各种原理实验的基础上,设计了一套测试装置,应用本实验装置对一种微小电机进行了实际测量。

关键词 微扭矩 非接触测量

1 引言

具有一定输出扭矩的微驱动器是各种微机械、微操作系统的动力源,在微机械研究领域占有重要位置。微驱动器的输出特性—扭矩特性对各种微机械、微操作系统的整体性能有重要影响。由于微驱动器的尺寸小(一般输出轴直径小于1mm)等原因,对中、小型电机扭矩特性的各种测试方法不适于微驱动器。现有的几种微驱动器扭矩特性的测试方法是基于接触的、间接的方式进行的,只能测量大于 10^{-5}Nm 以上的输出扭矩,并且常为堵转扭矩。也有一些学者应用计算方法对微驱动器的输出扭矩进行估算。以上各种方法都存在测量(或计算)精度低、应用范围小等缺点。

各国学者在从事微机械、微驱动器的研究过程中,已深切体会到对微驱动器扭矩特性精确测量的必要性和迫切性。结合多年来对此领域研究的经验,本文提出一种非接触的、直接的微驱动器扭矩特性的测试方法,并研制了一套自动测试装置。理论和初步实验表明,应用本方法可测量出输出扭矩在 10^{-4}Nm 到 10^{-7}Nm 量级范围内的微驱动器的扭矩特性,并且测量精度高。

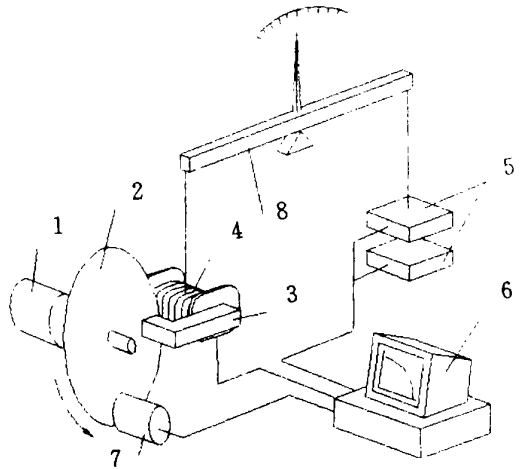
2 基本测量原理

本测试装置由电磁制动器、等臂天平、零位及转速检测、自动加载、三维调节工作台及计算

* 国防科工委微米/纳米预研及863资助课题

收稿日期: 1997- 12- 12

机控制系统等六部分组成。测量装置的基本结构如图1所示,被测微驱动器带动薄圆铝盘旋转,在由坡莫合金构成的制动磁极上缠绕励磁线圈。当励磁线圈通以一定电流时,两制动磁极缝隙间产生一定强度的磁场。旋转的铝盘切割磁力线,其内部产生涡电流,涡电流在磁场的作用下使圆盘受到一个与运动方向相反的力。同时,制动磁极将受到一个大小相等的反作用力,调节天平右端砝码(在图1中以加载线圈5表示)的数量,使天平重新平衡,则反作用力的大小可精确测出。此力与磁极到微驱动器轴心的距离的乘积即为微驱动器在此转速下的输出扭矩。改变励磁线圈中电流的大小,微驱动器的输出扭矩与转速随之改变。如此测出微驱动器在各种不同转速下的输出扭矩,即可得到其扭矩特性。



1. micromotor 2. aluminium plate
3. brake magnet 4. coil 5. load coil
6. computer 7. velocimeter 8. balance

Fig. 1 The basic principle of micro-torque measurement

3 相关技术的开发

为尽量排除人为因素的影响,提高测量精度,开发出零位及转速检测和自动加载两项技术,为实现高精度、自动检测提供了保证。

3.1 零位及转速检测

如图2所示,在三维调节工作台和制动磁极上分别加一光电管,铝圆盘上同光电管相对应的位置钻两个小孔,天平平衡和不平衡两种状态下两光电管输出波形的相位是不同的。测出此相位差,当调节天平使相位差为零时,天平为平衡状态。

3.2 自动加载

为使天平右端能够自动、均匀地加载,调节天平平衡,在天平右端采用两种方式实现自动加载:当需加载荷在 $1\text{mg} \sim 1\text{g}$ 之间时,采用同分析天平毫克级砝码相似的加载方式;当需加载荷在 $0.01\text{mg} \sim 1\text{mg}$ 之间时,采用事先标定

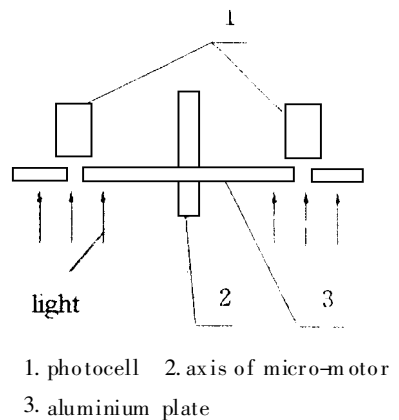


Fig. 2 The zero and velocity measure

1. photocell 2. axis of micro-motor
3. aluminium plate

的两通电线圈(图一中5)之间的排斥力加载。控制上、下两通电线圈中的电流大小,可获得不同的排斥力。

4 实际测量结果

应用本测试方法对一种BP机用微驱动器进行了实际测量。该微驱动器的外形尺寸为:外径6mm,输出轴直径1mm,总长12mm,测量结果如图3所示。

5 结 论

1) 应用本测量方法首次实现了对 10^{-4} Nm到 10^{-7} Nm量级范围内的微驱动器扭矩特性的直接测量;

2) 由于本测量方法属于直接测量,需要测量的两个量—力和距离都能达到很高的测量精度,因此总的测量精度比较高;

3) 如将天平的等臂结构改为不等臂结构,理论上还可以提高测量精度或进一步扩大测量范围。

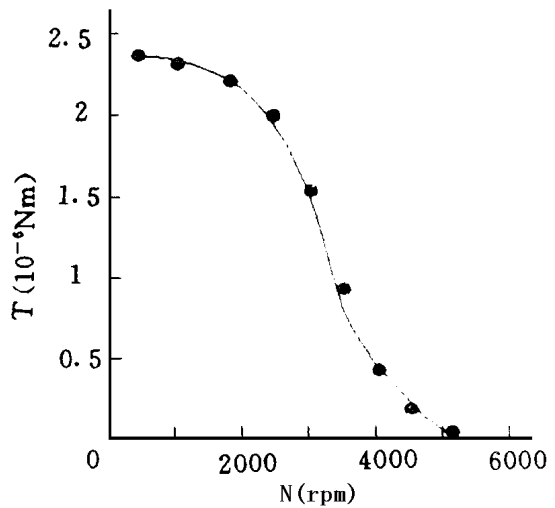


Fig. 3 Curve of torque and velocity

参 考 文 献

- 1 胡文彬等. 电度表设计、制造及应用. 北京: 机械工业出版社, 1984
- 2 Mathieson Robertson B J, et al. Micro torque measurements for a prototype turbine. J Micromech. Microeng, 1994, 4: 129 ~ 139
- 3 McConnell Robert. Noncontact Torque Sensing in All Environments. Measurements & Control, 1995, 5: 120 ~ 125
- 4 Juckenack D, Molnar J. Sensor zur Drehmomentmessung mit amorphen Metallen. Technisches Messen Tm, 53. Jahrgang, Heft6/1986

Micro Torque Dynamic Measurement

JIA Hong-Guang, WU Yi-Hui, WANG Li-Ding
(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper presents a new, noncontact and dynamic method to measure micro torque. The measure instrument is designed on the base of the fundamental experiments. Using this instrument, the results of the torque and velocity characters of a micro-motor are obtained.

Key words: Micro torque, Noncontact measurement

贾宏光 男,汉族,1971年11月生于黑龙江省五常县,在读博士生,主要从事微观测试技术的研究。