

<<数控机床高速主轴系统>>

图书基本信息

书名：<<数控机床高速主轴系统>>

13位ISBN编号：9787030305299

10位ISBN编号：7030305299

出版时间：2012-1

出版时间：科学出版社

作者：吴玉厚，李颂华 著

页数：294

字数：371000

版权说明：本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问：<http://www.tushu007.com>

## <<数控机床高速主轴系统>>

### 内容概要

本书在分析数控机床电主轴单元关键技术及其国内外研究现状和发展趋势的基础上,针对作者设计开发的一种无内圈式高速陶瓷电主轴单元,介绍了陶瓷轴承技术、润滑与冷却技术、主轴电机设计及驱动控制技术、精密加工和装配技术等陶瓷电主轴单元关键技术以及相关配套技术等;讨论和分析了陶瓷电主轴单元的动态性能、静态性能和热态性能,阐述了陶瓷电主轴综合性能测试方法。

本书可供从事机械设计、制造和管理的科技工作者使用,也可供高等院校机械工程相关专业的教师和学生参考。

# <<数控机床高速主轴系统>>

## 书籍目录

前言

### 第1章 绪论

#### 1.1 数控机床主轴系统概述

##### 1.1.1 机床主轴的类型

##### 1.1.2 电主轴概述

##### 1.1.3 电主轴的分类及发展

#### 1.2 数控机床电主轴单元技术发展概况

##### 1.2.1 国外电主轴技术现状及发展趋势

##### 1.2.2 我国机床电主轴技术发展概况

##### 1.2.3 我国电主轴技术领域存在的差距

##### 1.2.4 我国电主轴技术领域发展的方向

#### 1.3 数控机床电主轴关键技术及研究现状

##### 1.3.1 高速精密主轴轴承技术

##### 1.3.2 高速主轴电机设计及驱动技术

##### 1.3.3 精密加工和精密装配技术

##### 1.3.4 主轴轴承系统的动力学特性

##### 1.3.5 电主轴单元的可靠性技术

##### 1.3.6 电主轴系统综合性能测试技术

#### 1.4 陶瓷电主轴单元技术研究内容及意义

##### 1.4.1 研究内容

##### 1.4.2 研究意义

### 第2章 陶瓷电主轴单元的创新设计与关键技术

#### 2.1 数控机床电主轴工作原理及基本要求

##### 2.1.1 电主轴基本结构

##### 2.1.2 电主轴的工作原理

##### 2.1.3 电主轴的基本参数

##### 2.1.4 数控机床电主轴设计的基本要求

#### 2.2 无内圈式全陶瓷电主轴的创新设计

##### 2.2.1 全陶瓷电主轴单元的开发目标

##### 2.2.2 全陶瓷电主轴单元研制的技术路线

.....

### 第3章 主轴电机及驱动控制技术

### 第4章 陶瓷主轴零部件的制备及其加工机理

### 第5章 陶瓷主轴零件的精密加工工艺

### 第6章 陶瓷电主轴的动特性分析

### 第7章 陶瓷电主轴综合性能测试

### 第8章 陶瓷电主轴的应用及其维护保养

### 参考文献

## &lt;&lt;数控机床高速主轴系统&gt;&gt;

## 章节摘录

版权页:第1章 绪论以高切削速度、高进给速度、高加工精度为主要特征的高速加工技术是当代四大先进制造技术之一,是制造技术产生第二次革命性飞跃的一项高新技术。

各国都竞相发展自己的高速加工技术,高速加工技术的成功应用产生了巨大的经济效益。

发展和应用高速加工技术的前提是必须有性能优良的高档数控机床。

而高速主轴单元是数控机床的核心功能部件之一,其性能好坏在很大程度上决定了整台数控机床的加工精度和生产效率。

1。

1 数控机床主轴系统概述大多数材料都需要通过机械加工来获得所要求的几何结构和形状。

在加工过程中,机床主轴发挥着重要的作用。

机床主轴通过给刀具和工件提供相对运动,从工件去除材料,以获得加工成品。

每一种类型的加工过程(如钻孔、车、铣、磨、镗等)都有特定的进给速度和切削速度。

在基本的车削过程中,主轴令工件旋转以提供切削速度,通过驱动器的驱动使刀具获得进给速度以去除材料。

在钻孔和铣削时,主轴通过刀具旋转来提供切削速度。

在钻孔过程中,进给运动的方向是主轴的轴线方向。

在铣削加工时,进给运动通常垂直轴线移动。

在磨削过程中,主轴是给砂轮提供切削速度的部件。

一个主轴系统的典型元件包括工具接口、拉杆、转轴、轴承、电机及驱动系统、冷却系统、箱体等。

图1。

1介绍了一种内置电机主轴的主要组成部件。

1。

1。

1 机床主轴的类型机床主轴系统指机床上带动工件或刀具旋转的轴,通常由主轴、轴承和传动件(齿轮或带轮)等组成。

除了刨床、拉床等主运动为直线运动的机床外,大多数机床都有主轴部件。

主轴部件的运动精度和结构刚度是决定加工质量和切削效率的重要因素。

一般来说,根据传动类型的不同,可分为四种不同类型的主轴:皮带传动主轴、齿轮传动主轴、直接驱动主轴和内置电机驱动主轴(Quintanaetal,

,2009)。

衡量主轴性能的指标主要有旋转精度、刚度和速度适应性等;此外,还包括如运动、受力、转矩、功率和速度方面的传动性能,热扩散及热变形,各种速度下的振动、噪声,维护成本等其他因素。

下面简单介绍每种主轴在不同的驱动条件下的一般特点。

1。

皮带传动主轴这类主轴通过V型皮带传动来传递外部电机和主轴之间的运动。

由于皮带传动主轴的成本低、性能好,它被广泛应用于常规加工。

皮带传动主轴的效率约为95%,这比电主轴直接传动的效率(接近100%)低,但是很明显的比齿轮传动主轴的效率(小于90%)高(Arnone,1998)。

皮带传动可以达到中等转速(15000r/min),并且具有良好的性能,在低转速下(1000r/min)可以提供很大的转矩,当然这取决于皮带及其传动比。

相比较而言,在低速下,齿轮传动可以提供很好的转矩;在高速下,电主轴直接传动表现得更佳,这主要是因为电主轴所产生的振动和噪声更小。

然而,由于皮带传动适用范围广,它广泛用于大转矩、低转速和小转矩、高转速的各种工况中(deLacalleetal,

,2004)。

皮带传动主轴系统的主要缺点如下:(1)相比较于其他传动系统,由于皮带不断地接触,皮带的受

## &lt;&lt;数控机床高速主轴系统&gt;&gt;

热膨胀很明显。

(2) 皮带的振动、噪声很大。

(3) 由于皮带传动需要张紧, 会对轴产生一个径向压力, 此压力会抵消一些轴承的预应力。由于电机和主轴是相互独立的, 因而皮带传动主轴系统的安装需要更大的空间, 但是这类主轴的安装和维护却是比较简单的。

2. 齿轮传动主轴  
齿轮传动主轴在低转速下可以获得很高的转矩, 并有多种速度范围。

但是, 齿轮传动会导致振动, 这对产品的表面加工有不利的影响。此外, 由于其结构上的特点, 当齿轮传动把电机的动力转变为切削刀具的切削力时, 其效率并不理想。

这部分损失的能量转化成热量, 而热量的产生是很不利的, 例如, 热膨胀会降低加工工件的加工精度。

尽管齿轮传动能胜任重型加工, 但是由于以上这些原因, 齿轮传动主轴并不适合高速加工。

图1。  
2为带有两级齿轮变速箱的齿轮驱动主轴。

3. 直接驱动主轴  
直接驱动主轴从电动机到加工刀具的传动效率而言, 直接驱动方式几乎可以实现100%的传动效率。直接驱动主轴可以在低转矩下实现高转速工作。

由于不存在皮带或齿轮等中间传动链, 直接驱动主轴的转矩不会随着电机转速的下降而增加。就振动而言, 这种传动系统表现良好, 也就是说能够达到高速转动, 并保持良好的表面加工质量。

4. 内置电机驱动主轴  
这种主轴也被称为电主轴。集成在主轴上前后轴承之间的电机可以是同步电机也可以是异步电机, 如图1。

3所示。  
这种驱动方式可以有效地减少振动和噪声, 实现15000r/min乃至更高的工作转速, 而且其结构更为紧凑, 这就是电主轴能在高速加工机床中普遍应用的原因。

本书将重点论述数控机床陶瓷电主轴的相关设计理论与制造技术。

1. 电主轴概述  
众所周知, 随着电气传动技术(变频调速技术、电动机矢量控制技术)的迅速发展和日趋完善, 高速数控机床主传动系统的机械结构已得到极大的简化, 基本上取消了带轮传动和齿轮传动。

机床主轴由内置式电动机直接驱动, 从而把机床主传动链的长度缩短为零, 实现了机床的“零传动”。

这种将电动机与机床主轴“合二为一”的传动结构形式, 称为内置电机驱动主轴, 俗称“电主轴”。它在英文中有多种称谓, 如electric spindle, motor spindle, motorized spindle等。

由于当前电主轴主要采用的是交流高频电动机, 故也称为“高频主轴”(high frequency spindle)。电主轴是一种智能型功能部件, 采用无外壳电动机, 将带有冷却套的电动机定子装配在主轴单元的壳体内, 转子和机床主轴的旋转部件做成一体, 主轴的变速范围完全由变频交流电动机控制, 使变频电动机和机床主轴合二为一。

电主轴具有结构紧凑、重量轻、惯性小、振动小、噪声低以及响应快等优点, 它不但转速高、功率大, 还具有一系列控制主轴温升与振动等机床运行参数的功能, 可确保其高速运转的可靠性与安全性。

使用电主轴可以减少带轮传动和齿轮传动, 简化机床设计, 易于实现主轴定位。

电主轴是数控机床高速主轴单元中的一种理想结构, 可以说, 它是高速、高效、高精度机床技术发展的核心, 它的出现使以往在金属切削机床技术发展过程中出现的诸多问题迎刃而解。

在高速加工时, 采用电主轴几乎是唯一的选择, 也是最佳的选择。

电动机内置于主轴部件后, 不可避免地将会产生发热的问题, 从而需要设计专门用于冷却电动机的油

## &lt;&lt;数控机床高速主轴系统&gt;&gt;

冷或水冷系统。

高频电动机要有变频器类的驱动器，以实现主轴转速的变换。

高速轴承有时要有专门的润滑装置。

为了保证高速回转部件的安全，还要有报警及停车用的传感器及其控制系统等一系列支持电主轴运转的外围设备和技术。

因此，“电主轴”的概念不应简单地理解为只是一根主轴套筒，而是一个完整的、在机床数控系统监控下的子系统，如图1。

4所示。

1。

1。

3 电主轴的分类及发展机床电主轴按所采用的轴承类型可分为滚动轴承（角接触球轴承、滚子轴承）电主轴、液体轴承（动压轴承、静压轴承、动静压轴承）电主轴、气体轴承电主轴和磁悬浮轴承电主轴等。

电主轴按照电机的类型又可分为异步型电主轴和永磁同步型电主轴等。

从机床行业的客观需求来看，角接触球轴承电主轴、液体（动）静压轴承电主轴和气体轴承电主轴是市场开发的重点，也是学术研究的热点。

角接触球轴承是最适宜高速化的滚动轴承，具有摩擦阻力小、功耗小、成本低、便于系列化和标准化等优点，其极限转速高、精度高、刚度高，在加工中心、数控铣床、数控车床、数控内（外）圆磨床和高速雕铣机中获得了广泛应用。

角接触球轴承研究的主要技术难点在于提高精度寿命和可靠性。

液体（动）静压轴承电主轴以液态“油膜”作为支承，具有显著的“误差均化效应”和阻尼减振性，其回转精度远高于滚动轴承式电主轴，具有刚度高、磨损小、寿命长的特点，在精密超精密机床上已获得了广泛应用。

液体（动）静压轴承电主轴研究的主要技术难点在于控制高速时主轴的温升和热变形。

气体轴承电主轴以“气膜”作为支承，其回转精度和极限转速高于液体（动）静压电主轴和滚动轴承式电主轴，其热稳定性好，是超精密机床和印刷电路板（PCB）钻床不可或缺的核心部件。

气体轴承电主轴的不足之处在于承载能力低，工艺要求高。

目前，电主轴在国内外的应用主要涵盖磨削、铣削、车削、钻削、木工、离心、旋辗和试验机用电主轴等8大类（徐同申、余篷，2010）。

其中，数控机床用电主轴主要分为以下4大类：（1）磨削用电主轴。

它是目前国内最主要应用的电主轴类型，也是国内外最早研发应用的类型，主要用于轴承行业套圈内磨工序。

洛阳轴研科技股份有限公司将磨削用电主轴分为DZ、GDZ、2GDZ、3GDZ四代产品。

其中，2GDZ系列是当今国内广泛使用的磨削用电主轴，其支承刚度、功率均相当于国际20世纪90年代水平，电主轴的输出根据磨削加工的特点设计为恒转矩制，它在国内市场上所占份额为75%~85%。

（2）铣削用电主轴。

这类电主轴分精密雕铣用电主轴、大型数控铣用电主轴以及加工中心用电主轴三大类。

雕铣用电主轴转速偏高，一般在24000r/min以上，通常选用ER弹簧卡头来夹持刀具，其电动机输出可分恒功率和恒转矩两种，市场占有率为70%~80%。

大型数控铣用电主轴由于不设刀库，无需换刀，因此可选用开环控制。

加工中心用电主轴通常采用闭环编码控制，可实现低速大扭矩输出，其恒功率转速比大于1/8。

加工中心用电主轴通常选用高速油脂润滑或油-气润滑以减少油雾对环境的污染。

（3）车削用电主轴。

这类电主轴是工件电主轴。

由于消除了皮带传动的弊端，车削用电主轴能适应高速、高精度旋转，并且高速旋转振动极小，这对高精度车加工及工件表面粗糙度的提高是十分有利的。

在有色金属高速、高精度车削工序中，应用此类电主轴是解决技术难题的关键。



## <<数控机床高速主轴系统>>

### (4) 钻削用电主轴。

这类电主轴主要是指PCB板高速孔化所使用的电主轴，常规速度等级分60000r/min、80000r/min、90000r/min、105000r/min、120000r/min、180000r/min六档。

后三种为空气静压轴承支承的电主轴，可用来钻削 $\phi$ 。

1~ $\phi$ 。

15mm的小孔；前三种为油脂润滑型滚动轴承支承的电主轴，其加工范围为 $\phi$ 。

2~ $\phi$ 。

7mm。

近年来，由于材料科学技术的进步，越来越多的新型材料在机床主轴-轴承系统中得到了应用。

其中，陶瓷电主轴是指支承轴承、旋转主轴以及其他主要零部件应用高性能结构陶瓷材料的一类电主轴。

目前，国内外研究及应用的陶瓷电主轴。

## <<数控机床高速主轴系统>>

### 编辑推荐

《数控机床高速主轴系统》介绍了数控机床高速主轴系统的研究、发展和应用情况。在论述陶瓷电主轴工作原理和机构设计的基础上，进行了陶瓷轴承技术、润滑与冷却技术、主轴电机设计及驱动控制技术、精密加工和装配技术等陶瓷电主轴关键技术的研究。完善和提高了陶瓷电主轴用陶瓷轴承和陶瓷主轴的设计和制造技术。对陶瓷电主轴单元的动态、静态性能及热态性能进行了讨论和分析，并在此基础上进行了陶瓷电主轴综合性能测试方法的研究，实现了高速陶瓷电主轴单元在数控机床及加工中心上的应用。



<<数控机床高速主轴系统>>

版权说明

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

更多资源请访问:<http://www.tushu007.com>