

小直径、大导程新型滚珠丝杠副的研究

■ 大连连城数控机器股份有限公司 (辽宁 116036) 侯 贺

摘要: 研发了一种小直径、大导程的滚珠丝杠副结构。为了完成小直径大导程螺母内侧螺旋沟槽的加工, 设计了新型磨杆, 将磨杆由直变弯, 应用钢丝软轴来解决磨杆与螺母干涉问题。



1. 滚珠丝杠副生产的国内外现状及发展趋势

自1964年我国自主研发第一套滚珠丝杠副以来, 随着产品应用范围的不断扩大, 以及制造技术和水平的不断发展和提高, 其功能随着主机产品的不断发展、

提高, 已从最初的“敏捷省能传动”到“精密定位”, 再从“大导程快速驱动”到“精密高速驱动”。尤其是进入21世纪以来, 随着数控技术的迅速发展与广泛应用, “速度”与“精密”已成为数控产品先进性的一个重要指标。高速精密滚珠丝杠副和直线电动机成为能够满足上述两大指标的核心功能部件。高速、大导程、静音、耐用成为国内外滚珠丝杠副产业的热门发展方向。日本NSK公司、THK公司, 德国Rexroth公司及中国台湾HIWIN公司的产品在高速、静音等方面处于世界领先水平。国内的关键功能部件在“速度”和“精密”上

与发达国家存在很大差距。

近年来, 国内自动化设备及电子机械行业迅速发展, 一些小型精密测试装置、小型机器人、绕线机、电子行业的注胶机以及小型桁架结构不断涌现。小型机械多数要求线速度较高, 运行平稳, 定位精度高。

滚珠丝杠副具有优良的滚动摩擦特性和高的传动效率 ($\eta=90\%\sim 95\%$), 传动敏捷、灵活。提速共有三种途径: ①加大导程 P_n 。就是人们常说的大导程滚珠丝杠副。由于 P_n 增大, 导程精度容易降低, 所以加大 P_n 要适当。②提高转速 n , 或增加螺纹头数, 但受临界速度的制约, 过

效率。

另一方面, 检测功能还体现在数控程序上, 例如江苏一重为日本某企业研制的数控钻床, 实现了无人化加工, 机械手上料定位, 液压夹具夹紧等过程都由程序代码控制, 钻孔及攻螺纹过程中, 实时监测主轴扭矩, 加工过程中如果发生丝锥断裂, 主轴扭矩值就会发生变化, 系统宏程序会发出报警, 提示操作人员更换

丝锥, 体现了数控系统的检测功能在智能制造中的重要作用。

4. 结语

随着《中国制造2025》制造强国战略的实施, 企业只有提高制造过程的智能水平, 才能保证产品质量, 降低人工成本。为满足客户需求, 数控系统厂商只有不断丰富系统功能, 在编程仿真、数据互通及实施检测等方面深入研究, 为用户量身定制个性

化的数控系统, 才能取得长足的发展。

参考文献:

- [1] 陈宏均. 实用机械加工工艺手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

MW (收稿日期: 20180102)

高的转速也是很难实现的。③从产品结构上革新，丝杠空心化、螺母小径化以及滚珠轻量化等。综合以上三点，我们研发了一种直径小、大导程的滚珠丝杠副结构，以满足高速驱动的要求。

2. 结构与原理

这种小直径、大导程的滚珠丝杠副节圆直径 $D_{pw}=15.7\text{mm}$ ，导程 $P_n=20\text{mm}$ ，其结构如图1所示。

工作原理：滚珠丝杠作为主体运动，螺母就会随丝杠按照对应的导程转化成直线运动，运动部件通过螺母座与螺母联接，实现相对应的直线运动。滚珠在螺母内循环滚动，循环方式有循环导管式、循环器式和端盖式三种。该结构选用端盖式，即钢球利用两端端盖中的反向器，从丝杠轴的螺旋槽中被掏取到螺母的通孔中，通过通孔又通过反向器回到螺旋槽中，做无限循环运动。

3. 工艺分析

这种小直径大导程滚珠丝杠副的研发，结构并不复杂，现对丝杠和螺母的加工工艺进行简单分析。丝杠的加工与以往丝杠的加工方法无显著区别，只是在磨削螺旋槽时，调整磨头的角度以满足螺旋角的要求。然而小直径大导程螺母在加工过程中却遇到了难题。一般螺母螺旋槽的加工选用内螺纹磨床，将磨头转一个螺旋角度，完成螺旋槽的磨削。磨削时磨头与轴线的夹角与螺旋角相等，该小直径大导程螺母的螺旋角为 17° ，因为角度大而内径小，导致加工时磨杆与螺母内径发生干涉，如图2所示。

为了完成这种小直径大导

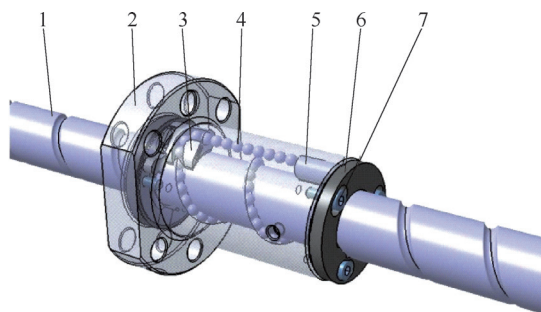


图 1

1.丝杠 2.螺母 3、5.反向器 4.滚珠 6.端盖 7.螺钉

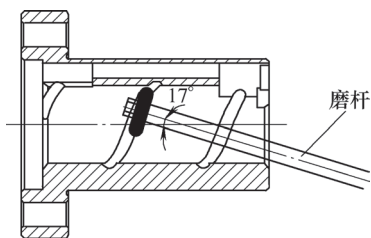


图 2

程螺母内侧螺旋沟槽的加工，解决磨杆与螺母干涉问题，打破常态设计了新型磨杆，将磨杆由直变弯，使用钢丝软轴解决这一难题。新型弯磨杆结构如图3所示。由联轴器1联接电动机主轴与心轴，将动力传递给心轴，再通过联轴器7将心轴与钢丝软轴8

联接，将动力传递给轴承端盖，再传递给压盖，将砂轮压紧。将砂轮用金刚石滚轮修整器修成 $R1.389\text{mm}$ 圆弧，即可完成螺旋槽的加工，进而完成螺母的加工。

4. 结语

该产品主要适用于一些小型精密测试装置、小型机器人、绕线机、电子行业的注胶机以及小型桁架结构等。以本文设计为基础，现样件生产已完成，经性能测试及样件检测，满足行业用户的各项要求，预计在2018年北京国际机床展展出，为提高市场占有率，该产品正在规划大批量生产。

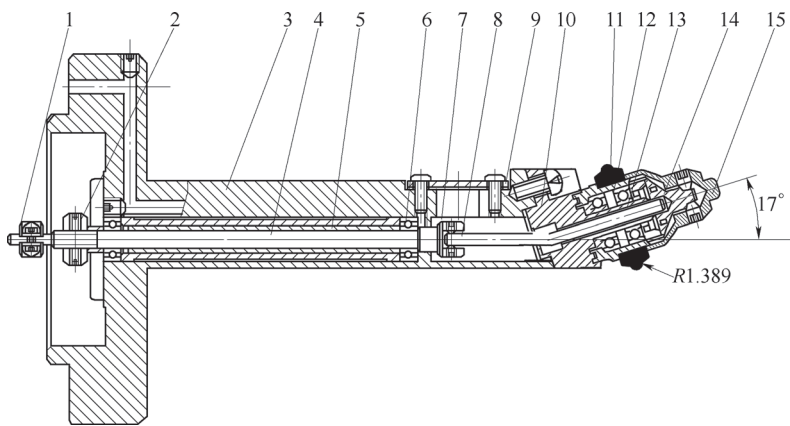


图 3

1、7.联轴器 2.锁紧螺母 3.磨杆 4.心轴 5.隔套 6.轴承 8.钢丝软轴 9.盖 10.角度联接体 11.金刚石砂轮 12.隔套 13.轴承 14.轴承端盖 15.压盖

参考文献：

- [1] 王文斌. 机械设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2008.
- [2] 杨叔子，李斌，张福润. 机械加

工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2010.

MW (收稿日期：20171228)