

文章编号 :1001 - 3997(2006)03 - 0042 - 02

金属平面塑性滚压实验设备及控制系统的研究

刘治华^{1,2} 刘云清² 隋振³

(¹中国科学院长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 长春 130033)

(²中国科学院研究生院, 北京 100039)

(³吉林大学通讯学院, 长春 130025)

Development of plastic - rolling experiment device to metal - plane and its control system

LIU Zhi - hua^{1,2}, LIU Yun - qing, SUI Zhen³

(¹The State Key Lab of Applied Optics, Changchun Institute of Optics,
Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

(²Graduate school of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

(³College of Communication Engineering, Jilin University, Changchun 130025, China)

【摘要】研制了金属平面塑性滚压实验设备及其控制系统,该设备能够很好地适应被滚压工件大小和厚度的变化,又能精确地调整滚压进给量,实现了金属平面滚压实验设备及滚压加工过程的自动化。文中阐述了滚压实验设备及其进给装置的机械结构和工作原理,进行了控制系统的软硬件结构设计。经实际应用该设备和控制系统具有通用性强、精度和可靠性高等优点。

关键词: 滚压;进给;伺服控制;连续局部塑性精密成形

【Abstract】 A plastic - rolling experiment device to metal - plane and its control system was researched; which can not only adapt the changes of the thickness and size of the work piece, but also adjust the feed - in accurately. The automation of the process of rolling was realized. The mechanical - structure and work - principle of the equipment and its feed - in device was described; the servo - motor close - loop control system diagram which is used to control feed - in device was given and the software and hardware structure of the control system was designed. Through the experiment, the experiment - device and control - system have the character of generosity and highly precision and reliability.

Key words: Ball rolling ; Feed - in ; Servo - controller ; Continual partial plastic precise de - forming

中图分类号 :TH122 文献标识码 :A

1 引言

滚压加工是一种对机械零件表面进行光整和强化的工艺,它不仅能够提高工件表面的质量,而且能够对铜铝等有色金属进行滚压加工以克服磨削加工中砂轮粘附堵塞的不足。其工作原理是:根据金属变形理论,工件表面在外力的作用下,被滚压金属的原子间距离会暂时发生变动。当外力达到一定数值时,被加工表面金属除产生由原子间距产生的弹性变形外,还会因晶面的滑移产生塑性变形。由于塑性变形,不仅零件被加工表面的形状发生变化,而且,其组织结构和物理性能也发生了变化,使金属被滚压层的组织变得紧密,晶粒变细、晶粒形状也沿着变形最大的方向延伸。同时,在被滚压金属表面层内产生极大压应力,使金属表面得到强化,提高了表面层的硬度;熨平了微观不平度,大大降低了零件的表面粗糙度。被滚压金属表面的强度极限、屈服极限和疲劳极限等也都有所提高,但其相对延

伸率和冲击强度则有所降低。这就使零件的抗腐蚀能力有所增加,使用性能也得到了改善[3]。

文中以金属平面滚压加工原理及滚压加工工艺为指导,设计和研制了金属平面塑性滚压实验设备及其控制系统,给出了该设备的机械传动原理简图,着重分析了其关键部件 - 滚压头轴进给装置及其控制系统的组成和工作原理。

2 金属平面塑性滚压实验设备基本组成及其传动原理[4]

金属平面塑性滚压实验设备的基本组成及传动原理如图 1 所示,主要由计算机伺服控制系统、Z 轴进给装置、X 和 Y 方向液压传动系统、蜗轮蜗杆机构和传动丝杠等组成。它的工作原理是这样的:在金属平面塑性滚压实验设备对工件进行滚压加工过程中,需要 X、Y、Z 三个方向的运动相互协调来实现;X 方向运动是通过液压缸的主运动来推动滑枕作往复直线运动实

现的；Y 方向的进给运动是在滑枕返回工作行程的瞬间进行的，当滑枕返回行程至末端时，操纵阀、换向阀左移，压力油进入进给油缸下腔，推动齿条向上移动。转动齿轮丝杠 11 使工作台实现进给。当滑枕工作至行程末端时，操纵阀、换向阀右移，压力油进入进给油缸上腔，下腔的油回油池，活塞复位，为下一次进给作准备；Y 轴方向移动也可以通过手柄转动 Y 向移动丝杠 11 来实现；工作台升降移动可以通过手柄转动工作台升降丝杠 10 来实现，也可以起动电机通过蜗杆 7 带动蜗轮 5，进而通过齿轮传动带动工作台升降丝杠 10 来实现。

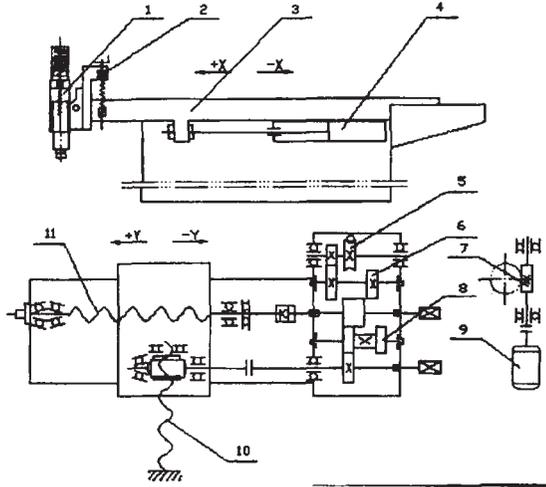


图 1 金属平面塑性滚压实验设备传动原理图

Fig. 1 The move schematic of the plastic - rolling experiment device to metal plane

- 1. Z 轴自动进给装置 2. Z 轴手动进给装置 3. 滑枕 4. 液压缸
- 5. 蜗轮 6. 齿轮 7. 蜗杆 8. 双联齿轮 9. 交流电机
- 10. 工作台升降丝杠 11. Y 轴移动丝杠

当工作台调整完毕，工件固定于工作台上之后，Z 向进给运动通过 Z 轴自动进给装置 1 和 Z 轴手动进给装置 2 来实现。当滚压轮距离工件距离较高时，通过手动调节，使滚轮向下移动；当距离工件较近时，通过自动进给来进行零点确定和微量的精确进给。X 向滑枕的往复运动及工作台的 Y 向进给运动和工作台的升降运动是通过金属平面塑性滚压实验设备的液压系统来实现的，Z 向进给装置的上下运动是通过伺服电机驱动滚珠丝杠及将旋转运动转化为直线运动的机械装置来完成的。

3 滚压头轴进给装置及其控制

金属平面塑性滚压实验设备对工件的加工是通过滚压头对工件表面进行滚压加工来实现的，因此在保证设备整体刚度的情况下，滚压头轴进给装置的精确进给及其控制就显得尤为重要。

3.1 轴进给装置结构及其工作原理

图 2 是轴进给装置结构示意图，主要由弹性联轴器、滚珠丝杠、直线运动工作台和其它相关辅助部件构成。



图 2 进给装置结构示意图

Fig. 2 The structure sketch of feed - in device

它的工作原理是这样的，当伺服电机接收到来自计算机控制系统发出的指令脉冲后，根据脉冲指令个数进行相应的角位

移，由于伺服电机与滚珠丝杠是通过弹性联轴器以直连的方式连接到一起的，从而滚珠丝杠与伺服电机转动相同的角度，通过移动套及导向柱等将伺服电机的角位移转化为直线运动工作台的直线进给运动，其运动量 Δl 可以通过下式计算出来：

$$\Delta l = \frac{\theta}{2\pi} \times \varepsilon = \frac{k \cdot n}{2\kappa} \times \varepsilon \quad (1)$$

式中： θ 为伺服电机角位移； ε 为丝杠导程； n 为指令脉冲个数； k 为伺服控制系统比例系数，与伺服控制系统的硬件结构有关。

3.2 控制系统硬件构成

图 3 是该金属平面滚压实验设备滚压头轴进给装置的控制系统的硬件结构图，它主要由滚压设备用计算机系统、PCI-8134 伺服控制卡、AC 伺服电机系统和外围辅助部件四部分构成。计算机系统包括控制计算机和控制软件，在金属平面塑性滚压实验设备中，计算机主要承担控制器作用，在控制软件的运行管理下，实现对滚压力和滚压速度的采集、分析，从而根据采用的控制规律发出运行命令来实现对滚压进给量的精确进给和调整，控制软件在伺服进给控制系统中起着灵魂作用，它关系到整个控制系统的正常运转，同时可以提高系统柔性，提供友好的人机界面。PCI-8134 伺服控制卡是台湾 ADLINK 公司生产的具有 PCI 接口的四轴运动控制卡，它能够产生高频率脉冲信号来驱动伺服电机，同时还能接收来自于机械传动机构末端增量编码器传送来的信号，从而可以纠正机械传动部分的位置误差。外围辅助部分主要包括开关按钮、变压器、空气开关及继电器等元件，用于给控制系统提供所需的交流电和直流电及便于操作者进行安全操作的电源开关。

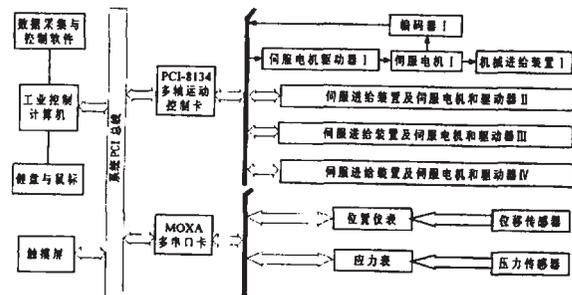


图 3 伺服进给装置及控制系统结构图

Fig. 3 The sketch of servo feed-in device and control system

3.3 控制系统软件设计

由于本控制系统是为滚压实验服务的，控制滚压过程中的滚压力和滚压余量及滚压速度。因此，根据控制过程和控制任务确定了图 4 所示的控制流程图。

在控制过程中，伺服电机采用位置控制模式，首先调节金属平面塑性精加工机，将滚轮调整到被滚压工件上方。启动伺服电机，调节压下量，当滚轮上部的传感器指示压力小于标定压力值 $F_{压}$ 时，正向调节伺服电机至压力为 $F_{压}$ ；如果压力大于标定压力值 $F_{压}$ ，则反向调节伺服电机降低压力至标定压力 $F_{压}$ 。此时可以认为滚压器的滚轮与被滚压工件零间隙接触，滚压轮运动到位。此时，根据工艺实验要求，在工控机触摸屏控制面板输入窗口输入压下量 0.01mm，通过控制软件及 P8134 控制卡将压下量转化为相应的脉冲数发送给伺服电机驱动器，进而控制

工程系统设计指标的最优分配方法

魏宏艳 李为吉 张科施 (西北工业大学, 西安 710072)

Optimum allocation method of design indexes in engineering systems

WEI Hong - yan, LI Wei - ji, ZHANG Ke - shi

(Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

【摘要】概述了工程系统设计指标最优分配的三类方法,直接法,分解协调法和协同分配法。其中,协同分配法已经初步证明是一种有效的新方法。并简要的分析了它们的优缺点及适用范围。

关键词:设计指标;最优分配;直接法;分解协调法;协同分配法

【Abstract】Three methods for optimum allocation of design indexes in engineering systems, Direct method, Decomposition - Coordination method and Collaboration Allocation method, were summarized in this paper. Among them, Collaboration Allocation method has been preliminary proved to be an effective new method. A brief analysis was made on advantages, disadvantages and applicability of these methods.

【Keywords】Design indexes optimum allocaton; Direct method; Decomposition - Coordination method; Collaboration Allocation method

中图分类号: P593

文献标识码: A

1 前言

工程系统设计指标的最优分配问题,即系统总体如何合理地将总体“设计条件”、“设计余量”等指标分配给分系统,以使整个系统的设计达到全局协调的总体优化。在诸如飞行器等工程

* 来稿日期: 2005 - 04 - 26 * 基金项目: 国家自然科学基金(10377015)

伺服电机及机械机构,从而实现调整压下量 0.01mm 的目的。当调整好压下量以后,开始滚压的过程,在滚压过程中由于所选材料的不均匀性、机械系统的刚性、工件材料表面的粗糙度等因素的影响,势必会引起压力的波动及变化,从而影响加工表面的质量。因此在滚压过程中对压力要进行监测,确保压力处于设定值范围之内,如果采样得到的压力超越了规定的极限数据,则进行压力调整。压力调整包括上限压力调整、下限压力调整等。上限压力调整指压力大于 $F_{压} + \Delta F$, 此时调整伺服电机向反向运转,降低压力;下

大系统的顶层设计过程中,如何合理的分配重量、可靠度和造价等设计指标是众多决策者和设计者非常关心的问题。设计指标分配的好坏不仅对设计周期长短有很大影响,还与设计成功与否直接相关。

限压力调整是指压力小于 $F_{压} - \Delta F$ 时,此时调整伺服电机正向运转,增加压力,从而实现通过上下限压力调整保持压力的恒定。同时将滚压过程中的力、滑枕位移、时间等数据采集下来。

4 结束语

金属平面塑性滚压实验设备已成功地用于实验。采用该样机,通过精确调整滚压量,控制滚压力,实现了对金属平面的塑性滚压。通过对铝合金和黄铜进行滚压加工后的显微组织分析得到,金属件经过滚压加工后,工件表面显微组织发生了很大变化,晶粒变细,弥散硬化效果显著,塑性变形抗力增加。

实际表明,该实验设备和控制系统能够用于金属平面塑性滚压实验的研究,这对提高金属工件表面质量和探究滚压加工过程中被滚压件外表面的质量与滚压参数之间的关系有重要的意义。

参考文献

- 1 王三武, 张和平, 王晓光. 球体滚压参数对表面质量的影响[J]. 机械科学与技术, 2001, 20(7): 561 ~ 562.
- 2 黄旭辉. 不锈钢的磨削加工[J]. 机械工程师, 1999, 8(3): 43 ~ 44.
- 3 程通模. 滚压和挤压光整加工[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.
- 4 刘治华. 金属平面塑性精加工机及其控制系统的研究和制造[D] 吉林: 吉林大学, 2003.

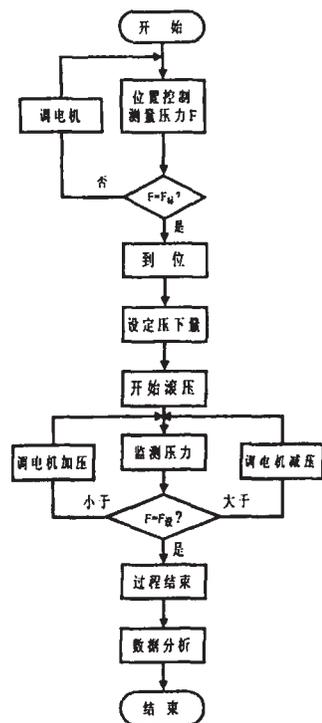


图4 滚压加工程序框图

Fig. 4 The diagram of roll processing