

超声波技术用于金刚石拉丝模抛光*

沈阳铜网厂

近年来,在金钢石拉丝模制造工艺中,采用了激光、电火花、氢氧吹等多种新技术,使这一产品,生产效率大幅度提高,同时降低了成本、降低了消耗。随着我国科研和工业化生产的飞速发展,对金属线材,也就是对金钢石拉丝模的质量提出了新的要求。首先要求金属线材,也就是要求金钢石拉丝模要有极好的表面光洁度(镜面光度)和尺寸精确性;其次是为适应金属线材的大规模连续化生产,金钢石拉丝模具逐步向大规格发展。旧的线材生产工艺 $\phi 0.5 \text{ mm}$ 以下的用金钢石拉丝模, $\phi 0.5 \text{ mm}$ 以上的用硬质合金拉丝模,目前金钢石拉丝模具规格已超过 $\phi 1.0 \text{ mm}$ 以上。过去为达到上述光洁度采用机械磨光方法,一只中规格模具需要研磨几天时间,还达不到理想,而大规格模具用机械方法抛光几乎是做不到的。为了达到上述目的必须在工艺上采取某种突破,超声波磨光就是针对这一需要应用到金钢石拉丝模加工领域中的。我厂在1972年研制成功超声波磨光机,用于金钢石拉丝模模孔压缩区、定径区的精密研磨和抛光。经过一年多的实际使用,初步显示出了超声技术在金钢石拉丝模加工中的优越性,它的特点是效率高,质量好,抛光一只中规格模具只用一、二十分钟即可达到理想的镜面。大规格模具抛光几十分钟可达镜面,这是过去用机械磨光无法达到的效果。

一、磨光原理

利用镍制的磁致伸缩换能器将超声波发生器产生的超声频电振荡转换成机械振动,再通过两段变幅杆进行振幅放大,最后将超声能量传送给研磨钢针,由研磨针带动磨料(金钢石粉)对金钢石拉丝模进行精密研磨和抛光。

研磨粉用水调制成液状,超声研磨除利用其高频率的机械“撞击”作用外,还利用其空化效应使研磨液成为匀化液,对加工表面产生均匀剥蚀。

二、设备主要参数

- 发生器输出功率: 150 瓦。
- 工作频率: 20 千赫。
- 换能器: 由镍带制成,循环水冷。
- 变幅杆: 两段振幅放大,振幅约 30 微米。
- 液压工作台: 压力 0—200 克重。
- 工作台转速: 30 转/每分钟。
- 加工范围: $\phi 0.04$ — $\phi 1.00$ 毫米

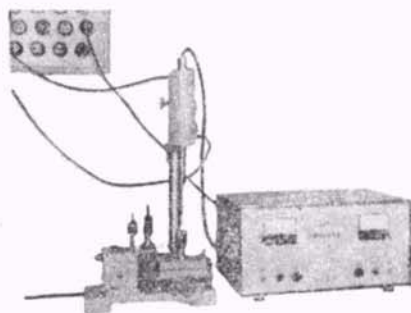


图1 超声波磨光机照片

三、超声波振动系统

1. 换能器

换能器采用磁致伸缩材料冷轧镍带,表面经氧化处理后,叠制烧结而成。端面为正方形。功率密度按 15 瓦/厘米²设计。换能器的几何尺寸根据公式算出。

$$\text{即: } \quad \text{tg } Ka \cdot \text{tg } Kb = \frac{u}{W},$$

$$K = \frac{2\pi f}{c}.$$

* 1974 年 10 月收到。

式中: a 为换能器肢长之半;
 b 为换能器顶板高度;
 u 为换能器的肢宽;
 w 为换能器顶板宽度之半;
 f 为频率;
 c 为换能器材料的声速(镍为 4850 米/秒)。

2. 变幅杆

变幅杆采用两段振幅放大,一段为锥形变幅杆(带法兰盘),起着振幅放大、连接换能器与下段工作变幅杆、将整个振动系统固定在机架之上等作用。一段为工作变幅杆,工作时下端焊接研磨钢针。材料均用 45# 钢。形状分两种,一种为指数形,一种为阶梯形。

换能器及变幅杆的外形如图 2 所示。

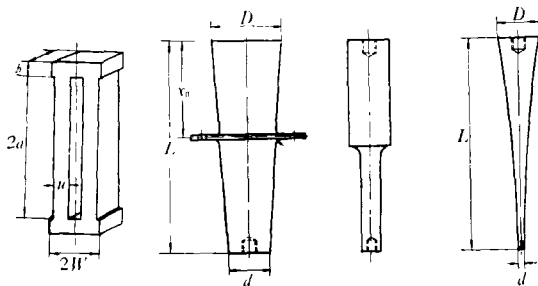


图 2 换能器及变幅杆外形图

锥形变幅杆按下式计算:

$$\text{长度 } L = \frac{c}{2f} \sqrt{1 + \left(\frac{\ln N}{2\pi}\right)^2} \quad N = \frac{D}{d}$$

式中: c 为材料声速, 45# 钢 $c = 5160$ 米/秒。

f 为频率,按换能器实测频率代入公式。

D 为变幅杆大端直径,选择 $D = 2.82w$ 。

d 为变幅杆小端直径选择 $d = 20$ 毫米。

法兰盘位置(波节点)按下式计算:

$$x_0 = \frac{\lambda}{\pi} \frac{\arctg \frac{2\pi DL}{\lambda(D-d)}}{\pi}, \quad \text{式中 } \lambda = \frac{c}{f}.$$

阶梯形变幅杆按下式计算:

$$\text{长度 } L = \frac{c}{2f}, \quad \text{波节点 } x_0 = \frac{L}{2}.$$

指数形变幅杆按下式计算:

$$\text{长度 } L = \frac{\lambda}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{\ln N}{\pi}\right)^2}, \quad N = \frac{D}{d}.$$

式中: D 选为锥形变幅杆的小端直径 = 20 毫米;

d 根据便于焊接针头而定。

四、机座及工作台结构

如图 3 所示,机械振动系统固定于冷却水筒上,冷却水筒通过燕尾槽固定于机座上,可任意升降。拉丝

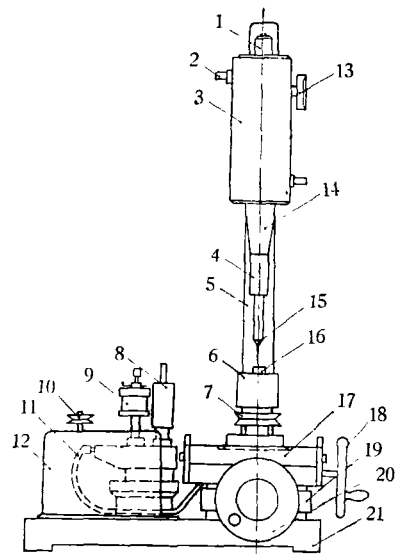


图 3 机械结构示意图

1-电缆引出头; 2-水嘴; 3-冷却水筒; 4-阶梯变幅杆; 5-台座立柱; 6-油压工作台; 7-转动台轮; 8-油压活塞; 9-油杯; 10-电机轮; 11-油管; 12-电机罩; 13-燕尾手轮; 14-锥形变幅杆; 15-工作头; 16-拉丝模; 17-横向行走; 18-横向手轮; 19-纵向行走; 20-纵向手轮; 21-底座

模工作台可纵横向调节,并可上下调角度。压力由液压系统产生。工作台旋转由微电机带动。

五、工艺试验

1. 关于压电式换能器

1971 年我厂反复试验了压电式换能器的抛光性能,采用两片 5×30 毫米的锆钛酸铅压电陶瓷晶片做为超声振动源,变幅杆与上述相同,超声波发生器采用 80—100 瓦。

试验结果表明,使用压电式换能器频率不稳定,谐振频率范围很窄,当工作压力稍有变化时即产生明显的频率漂移现象。在频率超出谐振范围时,工作针头有时产生横向振动(摆动),在瞬时之内将研磨液从模孔(或研磨杯)中全部喷出,有时干脆没有振动。这种压力的变化,由于模孔形状各不相同是无法控制的,因此,使用压电式换能器给操作者带来很大不便。采用声反馈频率跟踪系统,可使这一问题能得到一些解决,但压电式换能器的另外一些问题不能得到彻底解决,例如:压电陶瓷强度不够;使用寿命短;连续工作很容易震裂;无法水冷;同时功率又不能太大,而经过试验,功率 100 瓦是不够的,要增加功率就须要采用较大直径的晶片,这样在传声系统的设计上造成了困难,因为我们要求的工作终端是研磨几十微米的小孔。这些

问题的解决有待于改进压电式换能器材料本身的性能。

2. 磨光试验

利用镍换能器进行磨光试验,效果良好,设备稳定。规格由 $\phi 0.04-1.00$ 毫米的金钢石拉丝模模孔压缩区和定径区均可在很短时间内磨光至镜面。过去采用机械研磨方法,效率很低,一只拉丝模要研磨一、二天时间。现在采用超声研磨一只拉丝模快者5分钟,慢者几十分钟。光洁度质量优于机械磨光。(见图4)。

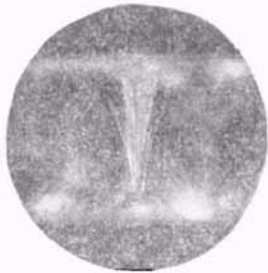


图4 磨光拉丝模侧面孔型照片

3. 磨料与悬浮液

磨料采用1—5微米粒度的天然金钢石粉,用水调和,比例为5%左右,在超声作用下形成匀化悬浮液,达到随时均匀搅拌的目的。实验证明,用水做调和液比用其它液体要好,例如表面粘度大的液体如橄榄油、机油等由于妨碍空化效应的产生,不适用做调和液。流动性好的液体如汽油、酒精等效果较好,但考虑这些液体极易挥发,而且每次研磨用量很少(一、二滴),因此仍然采用水做调和液。磨料试用过人造金钢石粉、碳化硼微粉、氧化铝微粉以及无粉研磨(只用清水),与天然金钢石粉相比较,研磨时间相对延长都能收到一定效果。

总之,工艺试验结果证明,超声波磨光效率高、质量好,还能完成机械磨光无法完成的任务如大模磨光($\phi 0.50$ 毫米以上)。

超声波磨光是纵向研磨,磨光表面无横圈,模孔形状曲线标准,利于拉丝。

经过试验证明,超声波还可以取代钻孔、扩孔、整形等多道工序,是今后发展金钢石拉丝模加工工艺的方向。

(上接第128页)

坚持用辩证唯物主义来认识 和研究相对论

能不能坚持用辩证唯物主义来认识和研究相对论,这是理论科学研究领域中无产阶级和资产阶级谁战胜谁的问题,它关系到相对论本身的命运和发展前途。列宁指出:“**遵循着马克思的理论的道路前进,我们将愈来愈接近客观真理(但决不会穷尽它);而遵循着任何其他道路前进,除了混乱和谬误之外,我们什么也得不到。**”¹⁾十九世纪末期以来,现代物理学在发展过程中所遭遇的种种危机,不正是说明这个问题吗?

爱因斯坦是一位自然科学家,他在前人的研究工作和当时社会实践的基础上建立起来的相对论揭示了时间、空间及其与物质运动的辩证关系。但作为一个资产阶级学者,他时刻受着唯心主义和形而上学的支配。他不仅对相对论中的一些问题作了唯心主义的解释,他晚年还在书斋里狂妄地宣称,在完成了他的理论

后,就可以用一个方程式来描述整个宇宙。这个被唯心主义和形而上学僵化了头脑的资产阶级物理学家把相对论的发展引入了泥坑。

相对论的核心理论在一定程度上正确地体现了人类认识自然界所必须遵循的规律。但是只有继续坚持辩证唯物主义的认识论,不断认识掌握物质运动的客观规律,才能使相对论不断得到完善和发展。

我们必须遵循马列主义、毛泽东思想,对相对论研究领域中的一整套资产阶级观点进行深入的批判,坚持辩证唯物主义的认识论。反对崇洋迷外,反对人云亦云。联系实际地不断掌握和整理大量材料,经过周密的、系统的研究,提出新的问题,作出新的概括,闯出自己新的道路来,真正无愧于我们伟大时代赋予我们光荣的历史使命。

1) 列宁,《唯物主义和经验批判主义》,人民出版社,(1960),135。