

1绪论

1.1设计的目的和意义

材料是人类生产和生活的物质基础，它可以直接反映出人类文明的程度。金属材料 的力学性能不仅与它的化学成分有关，也与它的组织结构有着密切的关系。了解它 们之间的关系并掌握它们之间的变化规律，进行正确的金相分析是有效使用材料所必 需的。

要进行金相分析，就必须制备能用于微观观察检验的样品一金相试样。通常，金 相试样制备要经过以下几个步骤：取样、镶嵌、磨光（粗磨和细磨）和抛光。每项操作 都必须严格细心因为任何阶段的失误都可能影响以后的步骤，在极端的情况下，不正 确的制作可能造成假组织，从而得出错误的结论。金相试样的制备是通过切割机、镶 嵌机、磨/抛光机来完成的。

金相试样的最终质量是由抛光工顺序决定的，抛光是金相制取试样过程中至关重 要的一环。抛光是将试样上磨制产生的磨痕及变形层去掉，使其成为光滑镜面的最后 工序。抛光试样的方法有机械抛光、电解抛光、化学抛光以及复合抛光等。机械抛光 是现阶段应用最为广泛的抛光方法，其正确的工艺和操作方法是在保证获得优质的试 样和其他条件（如边缘保留及石墨和夹杂物保留等）的情况下具有最高的抛光速率选 择可靠性高的金相试样抛光机，可以提高制样效率和质量，减少试样废品率，从而降 低成本，提高经济效益，获得样品质量的高度一致性。

1.2金相试样抛光机的国内外研究状况

1.2.1国外抛光机的性能与特点

目前，国外生产金相设备的厂家主要有丹麦的struers公司和美国的buehler公司. 抛 光机是他们的主要产品之一。struers公司为金相制备和分析提供了一种全新的高效、高

再现性自动控制系统。它的主募研磨抛光产品有MAPS、AbraPol—10、AbraPlan—i0、Abramin辞。不同的系统可以适应不同的操作环境。这些系统一般由一个或几个制备单元 组成，每个单元包括研磨平台、清洁平台、干燥平台，可以高效快速的完成制备任务。buehler公司的产品从研磨到最后抛光整个过程全自动完成，可以设置50个常用工作程序， 操作界面友好，彩色液晶显示，触摸式操作，整个过程的每个工序之间都进行夹持器和 样品的清洗与烘干，充分保证了样品制备的高效与高质性，操作过程的全自动化模式，节省了人工并有效的提高了效率与质量。上述两家公司的产品价格昂贵，每台价值均在10000美元以上，耗资巨大且配件消耗和材料仍需进口，不适合我国国情。

1.2.2国内抛光机的性能与特点

国内目前其它厂家的产品多为手工操作，生产效率低、安全性差。多数机型的抛光盘为单盘或双盘，有水龙头，但冷却条件差，由于冷却条件差，试样表面易发热变灰暗，而且会继续增厚形变扰动层，对快速抛光好试样带来麻烦；抛光盘转速固定不变。而金相试样制备过程不允许组织变形，软相（石墨）脱落，硬相（碳化物）浮雕。抛光后试样表面应光亮如镜，无磨痕，为此不同性质的材料，需采取不同措施。如：抛光铸铁试样时，试样在抛光过程中应不断旋转，尽量缩短抛光时间。而抛光铝制试样时，需采用较轻的压力和适当的转速（400r / min）方可保证不出现变形层〔有的机型则采取变频无级变速1000r / min~50r/min，转速数字显示，但抛光为手动操作，在手工操作中，压力的大小仅凭手感控制，没有被量化，因此制样效率，准确性和再现性均不易保证。如南京测控科学器材 设备有限公司的变频调速抛光机，上海金相机械设备有限公司PW-I金相试样抛光机。

1.2.3讨论

纵观国内外抛光机的状况，国内研发的抛光机在性能和外观等方面还存在一定差距。例如，国内研制的抛光机多数机型的抛光盘为单盘或双盘，有水龙头，但冷却条件差。由于冷却条件差，试样表面易发热变灰暗，而且会继续增厚形变扰动层，对快速抛光好试样带来麻烦；抛光盘转速固定不变，而金相试样制备过程不允许组织变形，软相（石墨）脱落，

硬相（碳化物）浮凸，抛光后试样表面应光亮如镜、无磨痕。为此，不同性质的材料，需采取不同措施。而国外研制的全自动抛光机，能够自动控制冷却液的流量，整个操作过程采用全自动化模式，节省了人工并有效地提高了研究效率与质量。

2金相试样抛光机设计思想及方案确定

2.1设计要求

金相试样抛光机对机械设计的要求有：精度高、运行平稳、工作可靠，具有良好的伺服性能。面对传动机构则要求：转动惯量小，以减小机械负载，避免对系统造成不良影响；刚度大，有利于减小动力损失，提高固有频率，增加闭环伺服系统的稳定性；阻尼合适。

金相试样抛光机对控制系统的要求有：能对压力进行控制。因为试样抛光过程要求动力头能带动夹具上升和下降，实现压力增大和减小；能够按设定压力在夹具上产生弹性力；磨抛一定时间后能自动降低夹具上的弹性力。能对时间进行控制。抛光时间过长，试样质量无法保证，时间过短达不到抛光质量。能对抛光速度控制。对不同材质的试样，需不同的抛光速度，方可保证材料的真实组织。

2.2金相试样抛光机整体方案的确定

2.2.1金相试样抛光机类型分析

抛光按其原理可以分为机械抛光，电解抛光，化学抛光，以及复合抛光。

(1) 机械抛光

机械抛光是现阶段应用最为广泛的抛光方法，其正确的工艺和操作方法是在保证获得优质的试样和其他条件(如边缘保留及石墨和夹杂物保留等)的情况下具有最高的抛光速率。

(2) 电解抛光

电解抛光是对于难以用机械方法抛光的金属试样进行抛光的重要手段，它可以克服金属干扰层和机械孪晶假象等问题，对于用极低负荷的显微硬度实验的样品或透射电镜的薄膜试样特别有用。但每种金属和合金所使用的抛光液和电解规范不同，因此需要进行相当数量的试验工作来确定电解抛光规范。

(3) 化学抛光

化学抛光是完全依靠化学药剂的腐蚀作用而得到光亮的抛光表面。这种方法操作简便，不需要复杂的机械和电解设备，只需要选择适合的化学抛光液和试验最佳抛光规范。化学抛光的速度低，抛光后的磨面，表面光滑但形成起伏的波形，不能达到十分平整的要求。

综合考虑各种抛光的优缺点，本系统采用机械抛光。

2.2.2 金相试样抛光机方案比较

第一种设计方案：自动减加压机机械装置的设计，利用步进电机作为此装置的动力源，通过一个比例为1:1的齿轮箱与动力头相接。动力头采用滚珠螺旋传动，即在由螺母和螺杆的近似半圆形螺旋凹槽拼合而成的滚道中装入适量的滚珠，并用螺母上制出的通路及导向辅助件构成闭合回路，以备滚珠连续循环。当步进电机逆时针转时，带动齿轮转动，齿轮转动带动固定在其上的螺母旋转，从而使螺杆下移，按设定压力在夹具上产生弹性力；压力在一定范围内自行调节；驱动夹具旋转，实现对工件的加压。当电机顺时针转时，带动螺杆上移，实现对工件的减压。

抛光装置的设计，因为本次设计的目的是实现抛光的完全自动化，所以选择直流伺服电机作为抛光盘的动力源，为保持抛光质量，抛光速度不宜太快，一般为300-500r/min，而电机速度一般比较快，所以利用V带传动，以达到减速的目的。

控制系统的控制部分采用DSP模糊控制系统 数字信号处理器DSP采样位置传感器 信号，获得当前位置信息，从而得到电机的当前速度，通过与给定速度值比较，得到转速 误差值，经模糊控制器计算推理后，输出PWM脉冲信号，经功率放大后，对直流电机进行控制。

第二种设计方案：直接用步进电机与一个带有内花键的丝杠相连，丝杠与主轴通过花键连接，使主轴能上下移动。当电机逆时针转动时，丝杠带动丝杠螺母转动，只能向下运动压缩弹簧，使主轴下降并产生弹性力，实现对工件的加压。当电机顺时针转动时，带动螺母上移，不再压缩弹簧，主轴上移，从而实现对工件的减压。

抛光装置的设计，直接用电机带动抛光盘转动。

控制系统的控制采用模糊PID控制，模糊PID控制器由多种结构形式，但基本原理基本一致，即运用模糊数学的基本原理和方法，把规则的条件、操作用模糊集表示，并把这些模糊控制规则以及有关信息作为知识存入计算机的知识库中，然后计算机根据系统的实

际响应情况运用模糊推理，即可自动实现对PID参数的最佳调整，以达到自动控制的目的。

2.2.3 综合考虑选出最佳设计方案

参考各种形式的抛光机，为满足设计要求本次设计的系统定为机电一体化系统。机械部分是采用步进电机为动力源，通过一个比例为1:1的齿轮箱与动力头相接。动力头采用滚珠螺旋传动，当步进电机逆时针转时，带动齿轮转动，齿轮转动带动固定在其上的螺母旋转，从而使螺杆下移，按设定压力在夹具上产生弹性力；压力在一定范围内自行调节；驱动夹具旋转，实现对工件的加压。当电机顺时针转时，带动螺杆上移，实现对工件的减压。

控制部分采用PID模糊控制系统，利用此系统实现自动调压，调速和对加工时间控制的目的。

3金相试样抛光机机械设计

机电一体化机械系统要求精度高、运动平稳、工作可靠，具有良好的伺服性能。金相试样抛光机机械制样是采用夹具夹持试样，夹具带动试样与磨盘相对摩擦，并在夹具上施加一定的压力，夹具可以装夹多块试样以提高制样效率，在夹具上所施加的压力可以灵活调整。

机械部分主要包括动力头、夹持盘、抛光盘、主体和外观设计。

3.1动力头的设计

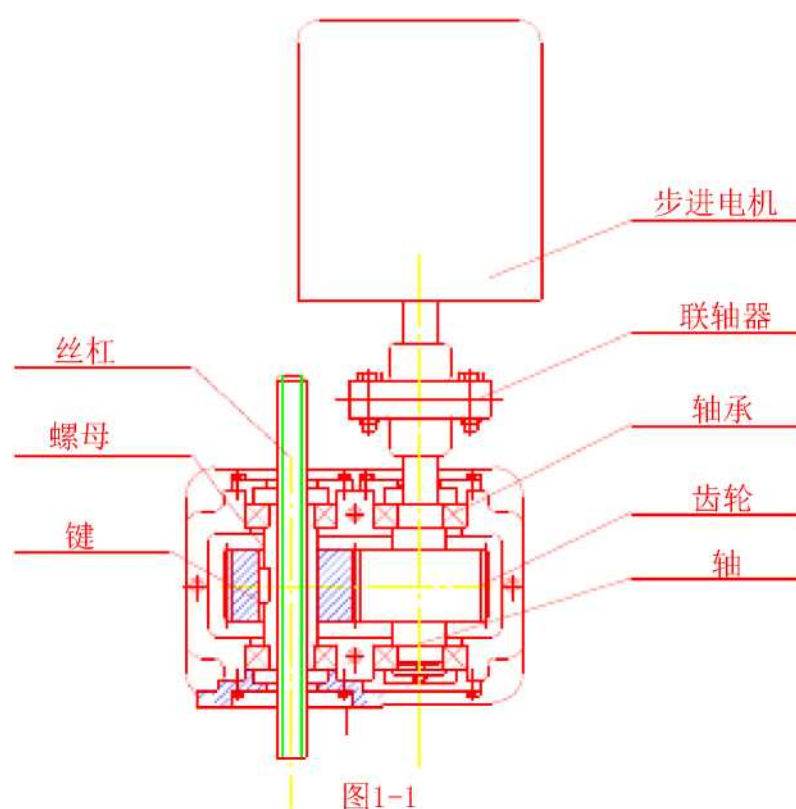
在试样抛光时，抛光运动轨迹应能保证工件加工表面和抛具表面上各点均有相同或相近的被切削条件和切削条件。对抛光运动轨迹的基本要求如下：

工件相对抛光盘作平面平行运动，能使工件上各点具有相同或相近的抛光行程。

工件上任一点，尽量不出现运动轨迹的周期性重复。

抛光运动平稳，避免曲率过大的运动转角。

保证工件走遍整个抛光盘表面，使抛光盘均匀磨损，保证工件表面的平面度。及时变换工件的运动方向，使抛光纹路复杂多变，有利于降低表面粗糙度并保证表面均匀一致。



因此动力头是抛光机设计的技术关键，动作要求：带动夹具上升和下降；按设定压力

在夹具上产生弹性力：压力在一定范围内自行调节：驱动夹具旋转；磨抛一定时间后能自动降低夹具上的弹性力。具体的设计如图3-1所示：电机通过连轴器安装在齿轮箱上，齿轮箱内两个齿轮的大小相等，另一齿轮与丝杠相连，丝杠通过固定在齿轮上的螺母转动上下移动从而达到增压减压的效果。当步进电机逆时针转时，带动齿轮转动，齿轮转动带动固定在其上的螺母旋转，从而使螺杆下移，按设定压力在夹具上产生弹性力；压力在一定范围内自行调节，实现对工件的加压。当电机顺时针转时，带动螺杆上移，实现对工件的减压。使主轴下降并产生弹性力，当达到指定位置时，输出一个信号，使主轴上的压力得到保持。当到达设置时间的2/3时，电机顺时针转动，在脉冲信号作用下，每隔一定时间，压力释放一次，螺杆缓慢向上移动，逐步释放主轴上的弹性力，当压力低于20牛顿时停止释放，并一直保持到设定时间到达，抛光机动力头产生的压力曲线如图3—2压力曲线图所示。工作结束后，输出一个信号使丝杠连续上升，到达上限后切断电源停止运转。



图2压力曲线图

图中可以看出 $P_1=P_2=P_3=P_4=P_5$ ，而 $t_1 < t_2 < t_3 < t_4 < t_5$ ，这是由于压力铁释放时间是要受压力 P 的影响，压力与丝杠的位移量有关，齿轮将丝杠的位移量传递给传感器，传感器将位移量转变成电磁铁释放的电信号，所以在压力大时释放时间短，压力小时释放时间间隔长。这样则使试样在所限制时间内有效地保持了试样在抛光盘内摩擦，动力头释放压力为 $1/5s \cdot 1r/8 \cdot 6mm/r \cdot 2/3 \cdot 100N/mm=5N$ ，释放压力最小间隔为10秒钟。

3. 2加、减压机构的机械设计

加减压机构是抛光机机体的关键组成部分，对抛光机的性能有很大影响。加减压回路机械结构的工作原理为：步进电机通过法兰安装在套筒上. 电机轴上安装一个带有内花键 的丝杠. 与主轴通过花键连接，使主轴能上下移动。丝杠螺母铣出沿直径方向的键槽。通 常有一控制杆插入键槽内. 当步进电机逆时针转动时. 丝杠螺母向下运动压缩弹簧，当达 到指定位置时，输出一信号，使电磁铁将控制杆从键槽中拉出，使丝杠螺母失去限制，随 丝杠一起转动。

在丝杠螺母与动力头之间装有弹簧以实现弹性力的加载。弹簧服从虎克定律，即它受到的压力与压缩重为线性关系，因此压力的测量可以转化为位移的测量，位移的大小与电机的转速和压缩时间有关，在电机转速给定的情况下，位移与时间里正比，可通过测量时间达到位移的测量。

其理论计算如下：

式中：

$$f(x)=kx;$$

(3-1)

$$t=f(x)/n.s.k$$

(3-2)

- Z ---步进电机转子齿数；
- N ---运行拍数；
- N——电机的转速；
- S——丝杠的螺距；
- T——电机反方向转动的时间； f (x) ——抛光时所设定的压力；

由 $M=6^{\wedge} \cdot s \cdot k$; $Q=m.f$ 得 $t=^{\wedge}$;因为M与f的乘积Q可由软件得出，Q和 NZR Q
 $f(x)$ 是程序求解t时的两个输入值，程序将求出的t送入微处理器处理，就可以控制抛 光机的压力。

3.3 齿轮箱的设计

3.3.1 齿轮设计

摩擦力与步进电机所受力相等即：

please contact Q 3053703061 give you more perfect drawings

按设计选用直齿圆柱齿轮传动。

精度等级：由表10-8（该节中所指的表均指《机械设计》一书中的表）选6级精度

因齿轮要求较低，受力很小。所以材料选择为塑胶：主动齿轮、从动齿轮都用，选用两齿轮都为 $Z_1 = 29, Z_2 = iZ_1 = 1 \times 29 = 29$

计算如下：

关于主轴传动齿轮齿面接触疲劳强度计算

(1) 初步计算：

转矩： $T_1 = 82.8 \text{ Nmm} = 0.0828 \text{ Nm}$

齿宽系数： ϕ_d 由表10-7取 $\phi_d = 1.0$

接触疲劳极限： σ_{Hlim} 可取

$\sigma_{Hlim1} = 50 \text{ MPa}$ $\sigma_{Hlim2} = 110 \text{ MPa}$

初步计算的许用接触应力：

$[\sigma_H] = 0.9 \sigma_{Hlim} = 0.9 \times 110 = 99 \text{ MPa}$

初步计算的小齿轮直径：

$$d_1 \geq 5.81 \sqrt[3]{\frac{K T_1 (u+1) (Z_E)^2}{\phi_d u [\sigma_H]^2}} \quad (3-3)$$

其中 $u = i = 1$ ，载荷系数 $K_1 = 1.3$ ，材料的弹性影响系数 $Z_E = 189.8 \text{ MPa}^{-0.5}$ ，所以，

$$d_1 = 5.81 \sqrt[3]{\frac{1.3 \times 82.8 \times (1+1) \times 189.8^2}{1.0 \times 1 \times 99^2}} = 54 \text{ mm}$$

结合齿轮箱的结构取 $d_1 = 54 \text{ mm}$

初取齿宽： $b=50\text{mm}$

(2) 校核计算：

圆周速度：

$$V=\frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 40 \times 60}{60 \times 1000} = 0.022m/s \tag{3-4}$$

齿数Z和模数m：

模数 $m = \frac{d_1}{Z_1} = \frac{40}{29} = 1.38 \text{ 取 } m=2$

则 $Z_2 = i Z_1 = 29 \times 2 = 58$

使用系数 K_A ：由表10-2取 $K_A=1.5$ 动载系数 K_V ：由图10-8取 $K_V=1.1$ 齿间载荷分配系数 $K_{H\alpha}$ ：

先求 端面重合度：

$$\epsilon_\alpha = \frac{1.88 - 3.2 \times \cos \alpha}{2} \tag{3-5}$$

$$\epsilon_\alpha = \frac{1.88 - 3.2 \times \cos 20^\circ}{2} = 1.77$$

重合度系数： $Z_\beta = \sqrt{(4 - \epsilon_\alpha)/2} = 1.49$

由此得： $K_{H\alpha} = \frac{K}{Z_\beta} = \frac{1.5 \times 1.1}{1.49} = 0.45$

齿间载荷分布系数 K_H ：由表10-4（非对称支撑）

$$K_H = A + B \frac{I}{b} + C \frac{b}{d} = 1.09 + 0.16 \times \frac{12}{50} + 0.30 \times \frac{50}{120} = 1.265$$

载荷系数： $K = K_A K_V K_{H\alpha} K_H = 1.5 \times 1.1 \times 0.45 \times 1.265 = 3.78$

弹性系数 Z_E 由表10-6查得材料的弹性影响系数 取 $Z_E=189.8$ 节点区域系数 Z_H ：由图

10-30可取 $Z_H=2.5$

总工作时间：t「10 X300X8X 20%=4800h

应力循环次数N「估计：10₇<N_L<10₉

则指数：m=8.78

$$N = N = 60 \sum_{i=1}^n \sigma_{hi}^m \sigma_{vi}^m t_i \left(\frac{T}{T_{hi}} \right)^m \quad (3-6)$$

$$=60 \times 1 \times 631 \times 4800 \times (18.78 \times 0.2 + 0.58.78 \times 0.5 + 0.28.78 \times 0.3) = 3.65 \times 10^7$$

接触寿命系数:由图10-19可取

$$K_{HN} \text{「} 1.13 \quad K_{HN2}=1.18$$

许用接触应力 [σ_H]:

接触最小安全系数S:取失效概率为1%, 安全系数取S = 1.05由式(10-12)得

$$[\sigma_{H1}] = \frac{710 \times 1.13}{10^6} = 764 \text{ Mpa} \quad (3-7)$$

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{Hlim}}{S} K_{HN2} = \frac{710 \times 1.18}{1.05} = 798 \text{ MPa} \quad (3-8)$$

验算:

$$\sigma_H = \frac{2KT(u+1)}{bd_2^2 u} \quad (3-9)$$
$$= 189.9 \times 2.5 \times 0.74 \times \frac{2 \times 3.78 \times 82.8 \times 1 + 1}{\sqrt{50 \times 542}} \times \frac{1}{1}$$
$$= 32.55 \text{ MPa}$$

计算结果表明，接触疲劳强度较为适合，齿轮齿寸无需调整。

(3) 齿根弯曲疲劳强度验算:

重合度系数Yc:

$$Y = 0.25 + \frac{0.75}{\epsilon_a} = 0.25 + \frac{0.75}{1.77} = 0.67$$

齿间载荷分配系数、: 由表12.10

$$K_F Y_\epsilon = \frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{0.67} = 1.49$$

齿向载荷分布系数K_{FP}:

$$b \leq 50$$

$$\frac{h}{2.25 \times 3} = 7.4$$

由表10-3 $K_F=1.25$

载荷系数 $K: K=K_A \times K_V \times K_{H\beta} \times K_{H\alpha}$
1.25=3.07

齿形系数Y: 由表10-5 $Y_{Fa1}=1.59$

弯曲疲劳强度极限由表10-5 $\sigma_{FE1}=380$

$$\sigma_{FE1}=380\text{ MPa} \qquad \sigma_{FE2}=380\text{ MPa}$$

弯曲最小安全系数S:取 $S=1.25$

应力循环次数N : 估计 $3 \times 10^6 < N_L < 10^{10}$

材料指数m=40

$$N_{L1}=N_V=60 \times 10^3 \times \left(\frac{\sigma_{FE1}}{\sigma_{FE2}} \right)^{\frac{1}{m}} \times \left(\frac{N_L}{10^7} \right)^{\frac{1}{m}} \qquad (3-10)$$
$$=60 \times 10^3 \times \left(\frac{380}{380} \right)^{\frac{1}{40}} \times \left(\frac{3.63 \times 10^7}{10^7} \right)^{\frac{1}{40}} = 3.63 \times 10^7$$

原估计应力循环次数正确。

$$\frac{N}{10^7} = 3.63 \times 10^7 = 3.63 \times 10^7$$

弯曲疲劳寿命系数 K_{FN} : 由图10-18 $K_{FN1}=0.90$ $K_{FN2}=0.90$

许用弯曲应力 $[\sigma_F]$:

$$\frac{0.90 \times 380}{1.25} = 273.6\text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{FE2}}{S} \times K_{FN2} = \frac{380}{1.25} \times 0.90 = 273.6\text{ MPa}$$

验算:

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b d m} \times Y_{Fa1} \times Y_{Sa1} = 273.6\text{ MPa}$$

$$\frac{2 \times 3.07 \times 82.8 \times 2.62 \times 1.59}{50 \times 54 \times 2}$$

$$=0.39\text{MPaM [a]}$$

$$\frac{0.39 \times 2.62 \times 1.59}{2.62 \times 1.59}$$

$$=0.39\text{MPa}$$

传动无过载，故不作静强度校核。

(4) 确定传动主要尺寸：

计算实际分度圆直径d
计算中心距

$$d_i = mZ_i = 2 \times 29 = 58 \text{ mm}$$

$$d_2 = mZ_2 = 2 \times 29 = 58 \text{ mm}$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{58 + 58}{2} = 58 \text{ mm}$$

计算齿轮宽度

$$b = \varphi_d d_i = 1 \times 58 = 58 \text{ mm}$$

由表10-3先求：

$$F_t = \frac{F}{d} = \frac{54}{50}$$

$$\frac{KF}{b}$$

合适
 $\sigma = 0.1 \text{ N/mm}^2 < 100 \text{ N/mm}^2$

以上内容仅为本文档的试下载部分，
 为可阅读页数的一半内容。如要下载
 或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/127042101043006066>