

国防工业技术丛刊 71

四軸自动研磨机

国营新都机械厂

(内部资料·注意保存)

国防工业出版社

四轴自动研磨机

国营新都机械厂

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092¹/₃₂ 印张13¹/₁₆ 23千字

1970年7月第一版 1970年7月第一次印刷 印数: 0,001—2,000册

统一书号: N15034·(活)-71 定价: 0.12元

毛主席语录

我国有七亿人口，工人阶级是领导阶级。要充分发挥工人阶级在文化大革命中和一切工作中的领导作用。工人阶级也应当在斗争中不断提高自己的政治觉悟。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

毛主席语录

我們必須打破常規，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期內，把我国建設成为一个社会主义的現代化的強国。

在生产斗爭和科学实驗範圍內，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结經驗，有所发现，有所发明，有所創造，有所前进。

目 录

前言

一、小孔研磨的基本原理及工艺参数的选择	3
1. 小孔研磨基本原理.....	4
2. 工艺参数的选择.....	8
二、四轴自动研磨机的构造与使用	14
1. 构造.....	15
2. 电气自动控制系统.....	26
3. 使用与维护.....	31
4. 主要配合件介绍.....	34

前 言

在毛主席“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针指引下，我們满怀革命的豪情壮志，于国庆二十周年前夕，自行設計、制造了一台四軸自动研磨机。

四軸自动研磨机的試制成功，是经历了两条路綫的斗争。过去，在叛徒、內奸、工賊刘少奇所推行的洋奴哲学、爬行主义以及专家治厂等修正主义路綫影响下，一些所謂的技术权威也設計过研磨机，由于他們搬洋教条，套洋框框，理論脱离实际，所以按他們的設計制成的研磨机，既洋又笨，根本不实用，只不过是一堆廢鉄。

我們遵照毛主席“**独立自主、自力更生**”的伟大方针，高举“**鞍鋼宪法**”的光輝旗帜，組成了由工人、革命干部和革命技术人員参加的三結合技术革新小組。大家怀着对毛主席的无限忠心，对帝、修、反的深仇大恨，个个干劲冲天，大搞技术革新。在一无图紙，二无資料的情况下，群策群力，充分利用廢旧材料，經過反复試驗，终于在二十年大庆前夕試制成功。生产实践証明，这台研磨机不但能得到很高的研磨质量和生产效率，而且操作方便，大大減輕了工人的劳动强度。

我們遵照毛主席“**要認真总结經驗**”的伟大教导，編写出版了这本資料，以达到互相交流經驗的目的。由于我們的水平有限，书中难免有缺点和錯誤，請同志們批評指正。

国营新都机械厂

一九七〇年六月

目 录

前言

一、小孔研磨的基本原理及工艺参数的选择	3
1. 小孔研磨基本原理.....	4
2. 工艺参数的选择.....	8
二、四轴自动研磨机的构造与使用	14
1. 构造.....	15
2. 电气自动控制系统.....	26
3. 使用与维护.....	31
4. 主要配合件介绍.....	34

毛主席語錄

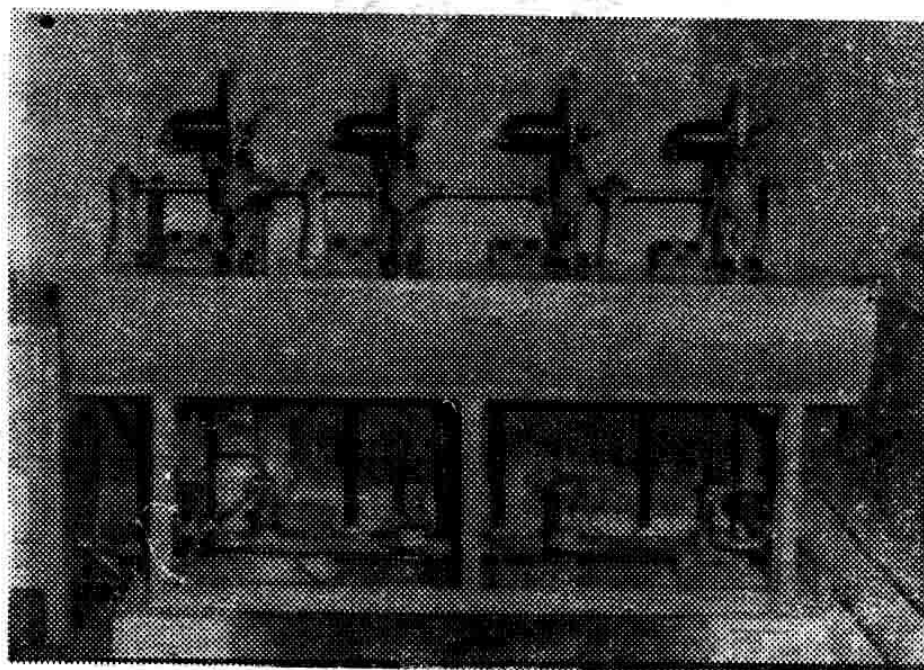
无产階級認識世界的目的，只是為了改造世界，此外再无別的目的。

認識从实践始，經過实践得到了理論的認識，还須再回到实践去。

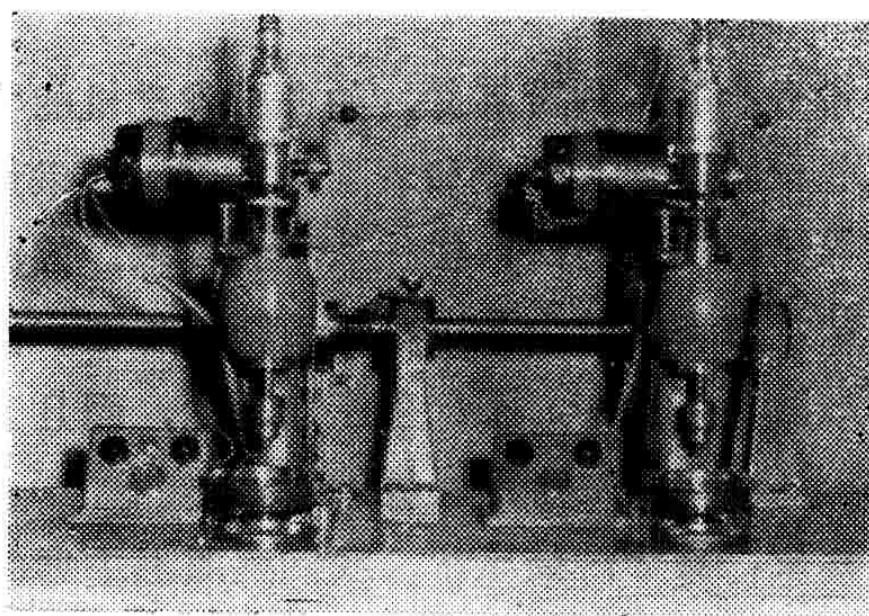
一、小孔研磨的基本原理 及工艺参数的选择

很多帶有小孔的精密零件，如各种发动机的噴油嘴等，一般要求有較高的加工精度和表面光洁度，而采用通常的精磨或精鉸等机械加工方法，往往达不到要求，因此，多采用研磨的方法，对零件的小孔进行最后精細加工。但目前研磨大都是落后的手工操作，不仅生产效率低，而且工人的劳动强度又大，远不能滿足生产发展的需要。

穷則思变，要干，要革命。我們遵照毛主席“我們能够学会我們原来不懂的东西”的教导，“自力更生”、“艰苦奋斗”，打破洋框框，大搞技术革新，在很短的時間內，設計、制造了一台适合研磨小孔的四軸自动研磨机(见图1)。利用这台研磨机对小孔进行加工，不但大大提高了生产效率，而且能得到很高的加工精度(0.002~0.005毫米)和表面光洁度($\nabla\nabla\nabla\nabla 10 \sim \nabla\nabla\nabla\nabla 12$)。加工范围为0.5~5毫米(孔径)。



(a)



(b)

图 1 四轴自动研磨机外观图

(a) 研磨机全貌；(b) 研磨机局部。

1 小孔研磨基本原理

毛主席教导说：“每一物质的运动形式所具有的特殊的本质，为它自己的特殊的矛盾所规定。”（《矛盾论》）小孔研

磨是由高速旋轉的研磨棒（加以适量的研磨膏）与工件作相对运动的复合运动，均匀地研去上道工序所遺留下的微觀不平度，而得到高精度、高光洁度小孔的一种方法。

复合运动的組成：

- 1) 研磨棒高速旋轉运动；
- 2) 研磨棒的上下往复运动；
- 3) 工件对研磨棒作相对旋轉运动；
- 4) 工件作进退刀平行移动。

除以上四种基本运动之外，研磨棒和工件还分別作軸向和徑向浮动。图 2 是小孔研磨机床的运动示意图。

小孔研削的过程：在工件与研磨棒之間加入适量的

研磨膏，研磨膏中的研磨微粒在受工件平行移动的压力下，部分嵌入研磨棒的表面，形成了千万个微小的刀刃，如同砂輪一样对工件表面的微觀不平度产生切削作用。由于工件与研磨棒的相对复合运动，致使每一个研磨膏的微粒在工件表面形成近似菱形状的正弦波交織軌迹（見图 3）。在研磨膏中，还含有大量的油酸，它不仅起到潤滑作用，还可以活化零件金屬表面的氧化层，从而加速了研削作用。由以上过程可以看

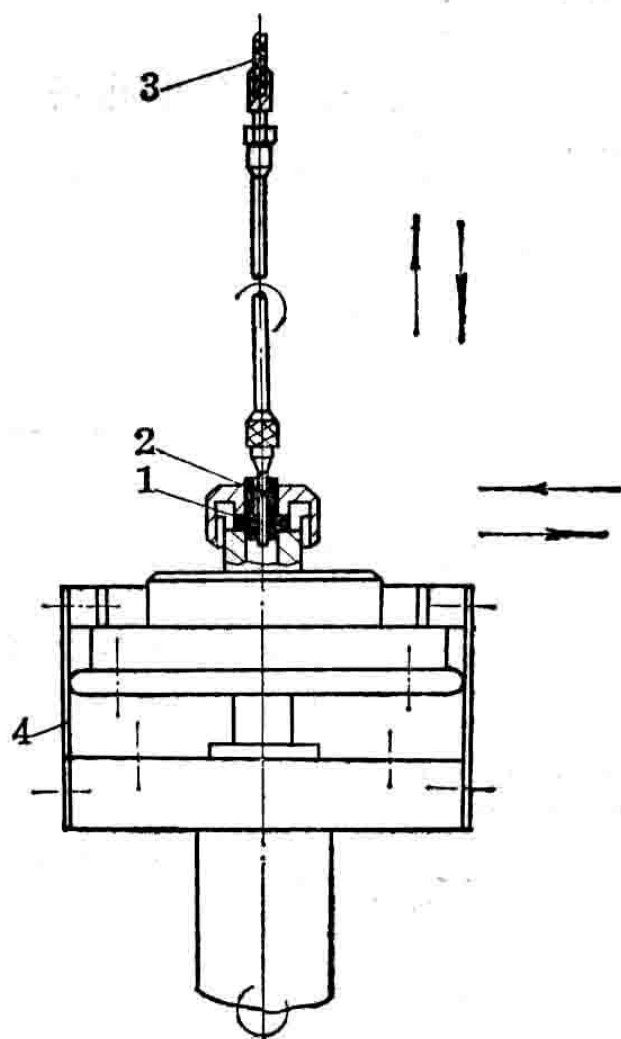


图 2 小孔研磨运动示意图

1—工件；2—研磨棒；3—弹簧；
4—弹簧片。

出，小孔研磨实质上是机械研削和化学研削（效应）的联合加工。

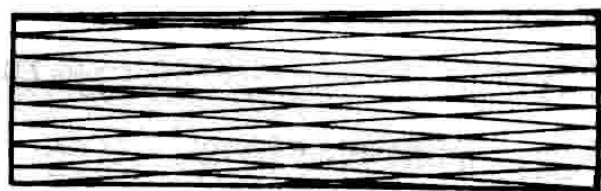


图3 研磨微粒运动轨迹

为了进一步理解小孔研磨的原理，特作以下的近似计算：

1) 工件与研磨棒的相对速度为：

$$V_{\text{相}} = \frac{\pi D n}{1000},$$

式中 D ——工件被研磨孔直径，设为 2.2 毫米；

n ——研磨棒与工件的相对转速，设为 $(8000 + 200)$ 转/分。

代入上式得：

$$V_{\text{相}} = \frac{3.1416 \times 2.2 \times 8200}{1000} \approx 56.6 (\text{米/分}).$$

对小孔研磨，一般 $V_{\text{相}}$ 选为 50~60 米/分 较合适。

2) 研磨棒上下往复运动速度为：

$$V_{\text{往}} = \frac{2ab}{1000},$$

式中 a ——研磨棒往复行程，一般为 5~12 毫米，选为 8 毫米；

b ——研磨棒每分钟往复次数，设为 120 次/分。

代入上式得：

$$V_{\text{往}} = \frac{2 \times 8 \times 120}{1000} = 1.92 (\text{米/分}).$$

3) 根据三角函数关系求研削角 α ；

因为
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{\text{往}}}{V_{\text{相}}} = \frac{1.9}{56.6} \approx 0.0338,$$

所以
$$\alpha = 1^{\circ}56'.$$

研削角 α 就是研磨膏微粒运动的方向角。其大小对研磨效率和质量有很大影响， α 值越大，则研磨效率越高，但加工光洁度差。因此，当进行粗研或加工余量大时， α 值要选得大些；当进行精研或加工余量小时， α 值要选得小些。一般 α 值常在 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间选取。

决定 α 值的因素：

毛主席教导我们：“所谓了解矛盾的各个方面，就是了解它们每一方面各占何等特定的地位，各用何种具体形式和对方发生互相依存又互相矛盾的关系。”（《矛盾论》）影响 α 值的因素是多方面的，它们之间既是互相依存又是互相矛盾的，所以必须进行全面的考虑。现将影响 α 值的因素分析如下：

1) 研磨棒往复次数 b ：当 b 值增加时， α 值也增加，这不仅使加工光洁度降低，同时又使机构复杂化；

2) 研磨棒往复行程 a ：当 a 增加时， α 值也有所增加， a 值过大会降低加工光洁度；

3) 研磨棒与工件的相对速度 $V_{\text{相}}$ ：当 $V_{\text{相}}$ 增加时， α 值减小，它虽然使研磨效率降低，但可以提高加工光洁度。

我们遵照毛主席在《矛盾论》中关于“研究所有这些矛盾的特性，都不能带主观随意性，必须对它们实行具体的分析”的教导，结合加工零件的实际要求，对以上诸参数的矛盾特性和相互关系进行了具体的分析，从而选用了大的 $V_{\text{相}}$ ；由于机构中有轴向浮动作用，所以选用了小的 b 值；并且打

破了历来采用大 α 值的框框，而选用了非常小的 α ，即 $\alpha = 1^\circ 56'$ 。生产实践证明，选择这样的数值，既得到了高的生产效率，又能得到高精度、高光洁度的零件。

2 工艺参数的选择

毛主席教导说：“必须从客观的实际运动所包含的具体的条件，去看出这些现象中的具体的矛盾、矛盾各方面的具体的地位以及矛盾的具体的相互关系。”（《矛盾论》）在研磨中为了得到优质高产的零件，除了机床的因素之外，还必须合理地选用加工余量、研磨棒、研磨膏以及研磨压力等工艺参数。此外，研磨的效率和质量还与上道工序的加工方法和加工光洁度、精度有关。为了说明这样的关系，现以表1中四种零件为例加以说明。

1) 加工余量

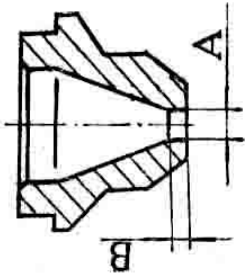
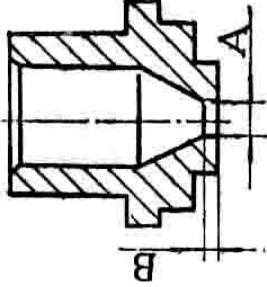
研磨加工余量的大小，主要取决于上道工序的加工方法和加工光洁度、精度。从表1中可看出，当研磨前采用铰孔加工，光洁度为 $\nabla\nabla 6 \sim \nabla\nabla\nabla 7$ 、研磨长度为1厘米以下时，则研磨加工余量选用0.03~0.05毫米较合适。假若研磨前采用磨削加工，其光洁度在 $\nabla\nabla\nabla 8$ 以上，孔的精度为Ⅱ级时，则研磨余量选取0.005~0.02毫米即可。

从表1中还可以看出，在同样的条件下，研磨效率与工件材料本身的切削性能也有关，材料越硬，则研磨效率越低。

2) 研磨棒

研磨棒是研磨加工的基本工具。合理选用研磨棒对提高研磨效率和产品质量有很大关系。表2列出了几种研磨棒材料的特性及应用范围。

表 1 四种零件工艺参数

序号	图 形	工 件				研磨棒	研 磨 膏	单件 工时	备注
		研 磨 前	研 磨 后	余 量	材 料				
1		$A = 2.15^{+0.02}$ $\nabla \nabla_6 \sim \nabla \nabla_7$ 铰 孔	$A = 2.2^{+0.02}$ $B = 0.5 \pm 0.1$ $\nabla \nabla \nabla_7 \nabla_{11}$	0.05	CrW5 $HRC \geq 65$	$\phi 2.12$ $L = 40$ 不锈钢	米黄色, 用白刚玉、 油酸、硬脂 酸自配	60 分 钟	
2		$A = 2.15^{+0.02}$ $\nabla \nabla_6 \sim \nabla \nabla_7$ 铰 孔	$A = 2.2^{+0.02}$ $B = 0.5 \pm 0.1$ $\nabla \nabla \nabla_7 \nabla_{11}$	0.05	CrWMn $HRC \geq 60$	同 上	同 上	40 分 钟	

(续)

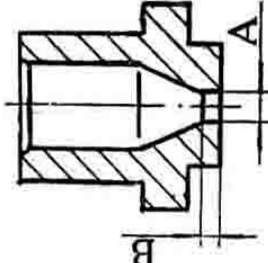
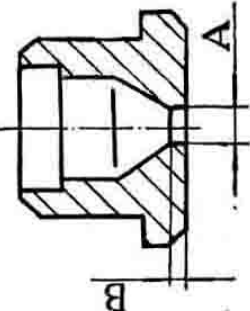
序号	图 形	工 件				研磨棒	研 磨 膏	单件 工时	备注
		研 磨 前	研 磨 后	余 量	材 料				
3		$A = 2.15 \pm 0.02$ $\nabla \nabla 6 \sim \nabla \nabla \nabla 7$ 铰 孔	$A = 2.2 \pm 0.02$ $B = 1 \pm 0.1$ $\nabla \nabla \nabla \nabla 10$	0.05	$4\text{Cr}10\text{Si}2\text{Mo}$ $\text{HR}_c \geq 48$	同 上	同 上	50 分 钟	表面氧化
4		$A = 0.57 \pm 0.02$ $\nabla \nabla 6$ 铰 孔	$A = 0.6 \pm 0.025$ $B = 0.4 \pm 0.1$ $\nabla \nabla \nabla 9$	0.03	$4\text{Cr}14\text{Ni}14\text{W}2\text{Mo}$ $d = 3.7 \sim 4.5$ (如图 4)	同 上	同 上	30 分 钟	

表 2 几种研磨棒材料比較

序 号	研磨棒材料	特 性 及 应 用 范 围
1	灰 生 铁	因含有石墨而耐磨，研磨效率高，光洁度好；但脆性大易折断，不适合研磨 3 厘米以下的小孔。
2	软钢或不锈钢	剛性好，較耐磨，研磨的光洁度高；但效率低。
3	銅或紫銅	研磨效率高；但一般研磨的光洁度較低，而且易磨損，剛性差。适于研磨硬度低的零件。

选用研磨棒材料的原則：

(1) 研磨棒材料的硬度要比被加工零件低；

(2) 研磨棒材料越硬，則研磨效率越低(因嵌入的研磨膏粒度少)，但所研磨零件的精度和光洁度高，适于精研；反之則研磨效率高，但所研磨零件的精度和光洁度低，适于粗研；

(3) 研磨棒表面应光整，不应有砂眼、坑疤和伤痕等。对于軟鋼制作的研磨棒，若条件許可，最好先用无心磨方法将其磨到所需要尺寸；

(4) 在研磨直徑为 1 厘米以下的孔时，要特別注意研磨棒要有足够的剛性，絕不可用等直徑的金屬絲代替，以防折断和被研孔形成喇叭口。最好做成如图 4 所示的形状。

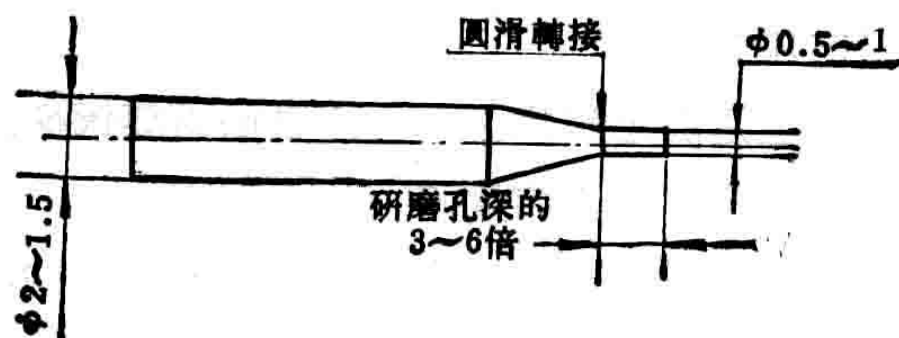


图 4 小孔研磨棒示意图

3) 研磨膏

研磨膏在研磨中主要起切削刃和潤滑作用，它对研磨效率和质量也有很大影响，所以要合理选配。

我們在实际生产中选用的是米黄色研磨膏，配方見表 3。

表 3 研 磨 膏 配 方

序号	成 份	規 格	重量比	作 用
1	白剛玉	1200#(M5)	40%	研 削
2	油 酸		40%	潤滑并帮助研削（化学效应）
3	硬脂酸	二 压	20%	粘结和潤滑

調配方法：

- (1) 按重量比取出各种材料；
- (2) 将称好的白剛玉微粉倒入容器內；
- (3) 将二压硬脂酸放到炉內熔化，直到气泡消失为止；
- (4) 用 8~12 层沙布过滤熔化的二压硬脂酸和油酸（若油酸是化学純的可不过滤），最好是直接过滤到盛有白剛玉微粉的容器內，并連續攪拌直到冷却成硬糊状为止。

$M_1 \sim M_3$ 的氧化鉻研磨膏，用作精、光研磨加工效果也很好。

4) 研磨压力

研磨压力也是决定研磨效率和质量的重要因素。压力越大則研磨效率越高，但光洁度差，同时易使研磨棒弯曲或折断。尤其对于小孔研磨來說，由于受研磨棒剛性的限制，所以压力不能过大。压力較小时，虽然研磨效率低，但加工光洁度高。因此必須选用适当。