

德厚技高

务实创新

打磨抛光工艺与参数



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

德厚技高

务实创新

一、打磨工艺与打磨参数

二、抛光工艺与抛光参数



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

打磨工艺与打磨参数

打磨工艺

打磨，是表面改性技术的一种，一般指借助磨具（磨削工具）来通过摩擦改变材料表面物理性能的一种加工方法，使其在精度和表面粗糙度等方面达到设计要求的工艺过程，属于光整加工中的固结磨料加工。

磨削过程存在三个阶段。

第一阶段为滑擦阶段，该阶段内切削刃与工件表面开始接触，工件系统仅仅发生弹性变形。随着切削刃切过工件表面，进一步发生形变，因而工件表面法向力稳定上升，摩擦力及切向力也同时稳定增加，即该阶段内，磨力微刃不起切削作用，只是在工件表面滑擦。

打磨工艺与打磨参数

打磨工艺

第二阶段为耕犁阶段，在滑擦阶段，摩擦逐渐加剧，越来越多的能量转变为热。当金属被加热到临界点，逐步增加的法向应力超过了随温度上升而**下降的材料屈服应力**时，切削刃就被压入塑性基体中。经塑性变形的金属被推向磨粒的侧面及前方，最终导致表面的隆起。这就是磨削中的耕犁作用。

第三阶段即切屑形成阶段。在滑擦和耕犁阶段中，并不产生磨屑。要真正切下金属，存在一个**临界磨削深度**。在磨粒切削刃推动与金属材料流动的作用下，切削刃前方的工件表面隆起，两侧面形成沟壑，随后将磨屑沿切削刃前面滑出。

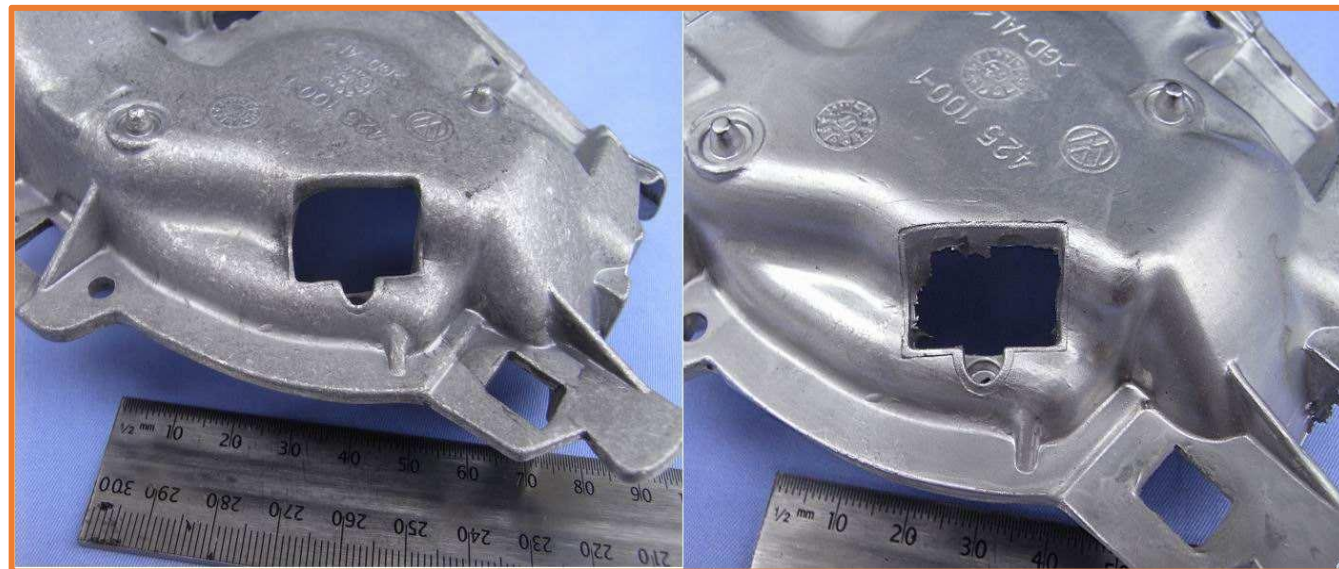
打磨工艺与打磨参数

打磨工艺

按照磨削精度，可以将打磨分为去毛刺、粗磨、半精磨、精磨等。

1. 去毛刺

如图所示，去毛刺即清除工件已加工部位周围所形成的刺状物或飞边。



打磨工艺与打磨参数

打磨工艺

2.粗磨

如图所示，对工件表面进行粗加工，粗磨精度可达到IT9~IT8，表面粗糙度Ra为10~1.25 μm 。

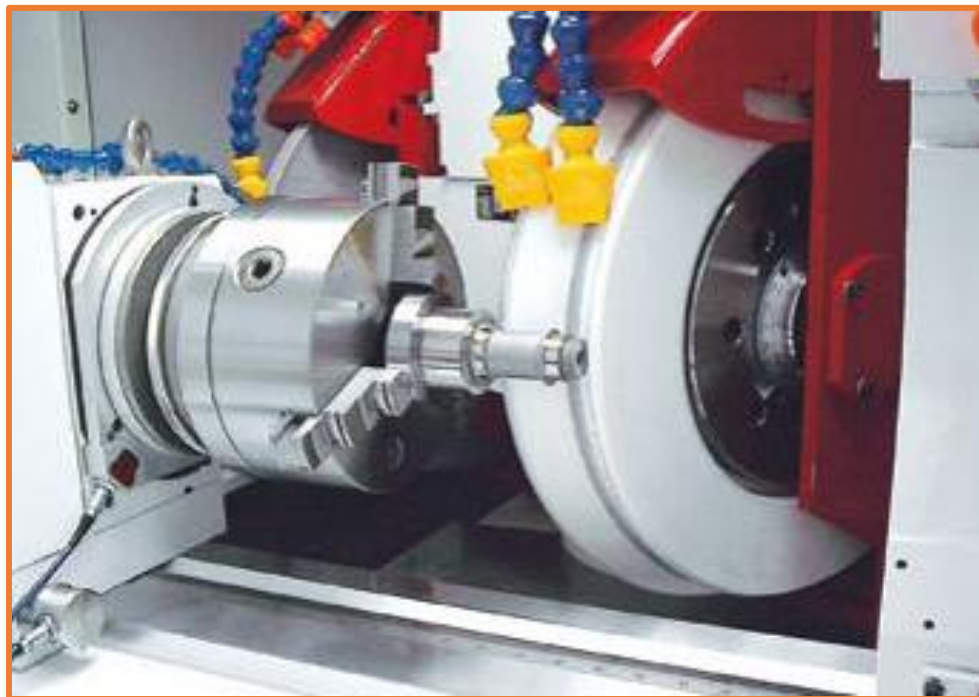


打磨工艺与打磨参数

打磨工艺

3.精磨

如图4- 3所示，对加工表面进行精磨，去除粗磨留下的加工纹路，为抛光、电镀加工等做前序准备。精磨精度可达到 Ra 为 $0.4 \sim 0.2\mu m$ 。

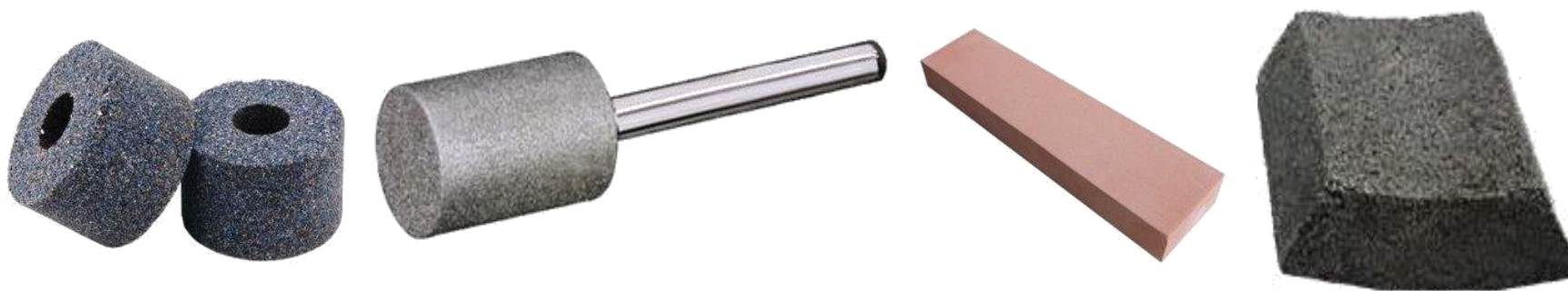


打磨工艺与打磨参数

磨具

磨具是以磨料为主制造而成的一类切削工具，分固结磨具和涂覆磨具（如砂带，又称柔性磨具）两大类。

固结磨具是把磨料用结合剂固结成磨具状的材料，经过一定温度烧制而成，磨料主要起切削作用。该类磨具有三要素：磨料、结合剂和气孔，其中气孔主要起到容屑和排屑作用，亦可容纳冷却液，也有助于在磨削过程散发磨削热。如图4-4所示，固结磨具一般包括砂轮、磨头、油石、砂瓦等。



砂轮

磨头

油石

砂瓦

打磨工艺与打磨参数

磨具

涂覆磨具，又称柔性磨具，是用粘合剂把磨料颗粒均匀粘附在可绕去基材上制成，也可以将涂覆磨具看作为多刃刀具。涂覆磨具结构如左图所示。该类磨具也具有三要素：基材、磨料、粘结剂，其表面定向排列的磨料既能保证磨具磨削的高效率，又能为冷态磨削做准备，同时也可以大幅提升磨料的静电植砂性能。涂覆磨具一般包括砂带（如右图所示）、砂布、砂纸等。



打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

对于一个零件打磨加工的技术要求，通常是从外观及尺寸处来约束，例如：打磨表面的平滑程度、打磨表面的纹路朝向、表面去除深度、有无尖锐棱角等。我们可以通过调整打磨参数来确保最终的打磨质量。打磨参数就是加工中的接触弧长、磨削用量、磨削力以及磨削温度等，不同的打磨方式所选取的打磨参数并不相同，对于选定的参数会有不同的组合适应不同的工艺需求。

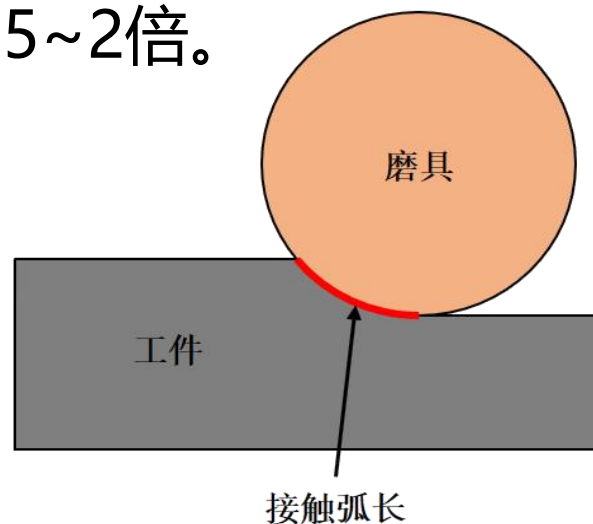


打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

1. 接触弧长

接触弧长也称为磨削长度，是磨削过程中极其重要的基本参数之一，它几乎与所有的磨削参数都有关系，尤其是对磨削区的磨削温度、磨削力、工件的弹塑性变形以及表面完整性均有影响。如图4-6所示，由于工件和磨具在磨屑区的弹性变形、塑性变形、热变形以及磨粒分布的随机性，使得实际的接触弧长是几何弧长的1.15~2倍。

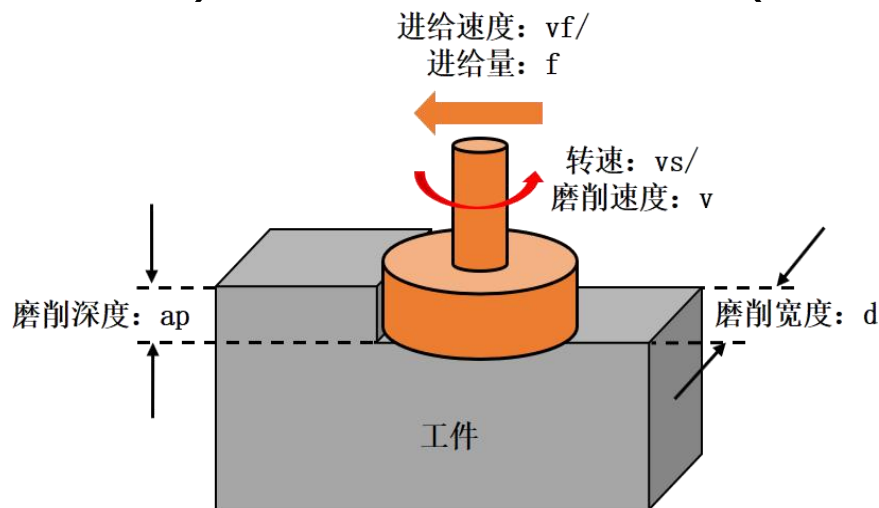


打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

2.磨削用量

如图所示，磨削用量一般包括磨削深度 a_p 、磨削时的打磨头转速 v_s 或打磨线速度 v ，圆周进给速度 v_f 或进给量 f 、纵向进给量 $f_{纵}$ 。不同类型的进给形式包含不同的运动参数，例如在外圆或者内圆打磨中还包含有工件运转的参数，包括工件径向进给速度（或进给量），轴向进给速度（或进给量）、圆周运动转速。



打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

磨削用量各参数的范围见表1。

磨削深度 a_p ：是指砂轮一次走刀切下的金属层厚度。钢件取小值，铸铁件取大值；细长件取小值，短粗件取大值；外圆磨取小值，平面磨取大值。

圆周进给量 V_w ：是指工件在圆周方向的进给速度。

纵向进给量：是指工件每旋转一圈，沿自身轴线方向进给的距离。

磨削速度：是指磨具的最大线速度。提高磨具速度，能有效地降低表面粗糙度 R_a 。对于砂轮而言，其允许的线速度与结合剂性能有关。

打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

表1 磨削用量参数范围

磨削用量	粗磨	精磨
外圆磨削深度 a_p	0.01~0.0025mm	0.005~0.015mm
内圆磨削深度	0.005~0.03mm	0.002~0.01mm
平面磨	0.015~0.15mm	0.005~0.015mm
圆周进给量 V_w	25~30m/min	15~20m/min
纵向进给量 $f_{纵}$	0.5B~0.8B	0.2B~0.3B
磨削速度	20~85m/min	15~50m/min

在粗磨时，以提高生产率为主，宜采用较大的磨削深度和进给速度，选用磨粒较粗、组织较松的磨具。精磨时，以提高磨削质量为主，宜采用较小的磨削深度和进给速度，选用磨粒较细，组织较紧凑的磨具。

打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

3.磨削力

磨削力起源于工件与砂轮接触后引起的弹性变形、塑性变形、切屑形成、磨粒和结合剂与工件表面之间的摩擦作用。磨削力与砂轮耐用度、磨削表面粗糙度、磨削比能等均有直接关系。磨削力具有尺寸效应，即磨粒切深及平均磨削面积越小，单位磨削力或磨削比能就越大。



打磨工艺与打磨参数

打磨工艺参数

4. 磨削温度

磨削加工，由于被切削的金属层比较薄，有60%~95%的热量被传入工件，仅有不到10%的热量被磨屑带走。这些传入工件的热量在磨削过程中来不及传入工件深处而在表面聚集，形成局部高温。可达600~1000℃。如果打磨参数选择不当，容易引起工件表面局部烧伤，打磨过程产生的加工热应力也会使得工件产生尺寸精度和形状精度的误差，甚至产生裂纹。磨削区的磨削热不仅能影响工件，也会影响磨具的使用寿命。

各打磨参数之间也互相影响，不可随意自由组合。在智能制造单元系统集成应用平台中，可以通过工业机器人打磨轨迹点位的示教、运行的速度来调整磨削用量，还可以通过调整末端工具的姿态来调整接触弧长。针对铝合金车轮零件，其余磨削参数均已在系统中固化。



抛光工艺与抛光参数

抛光工艺

抛光是指利用机械、化学或电化学的作用，使工件表面粗糙度降低，以获得光亮、平整表面的加工方法。加工方式可以利用抛光工具和磨料颗粒或其他抛光介质对工件表面进行修饰加工。

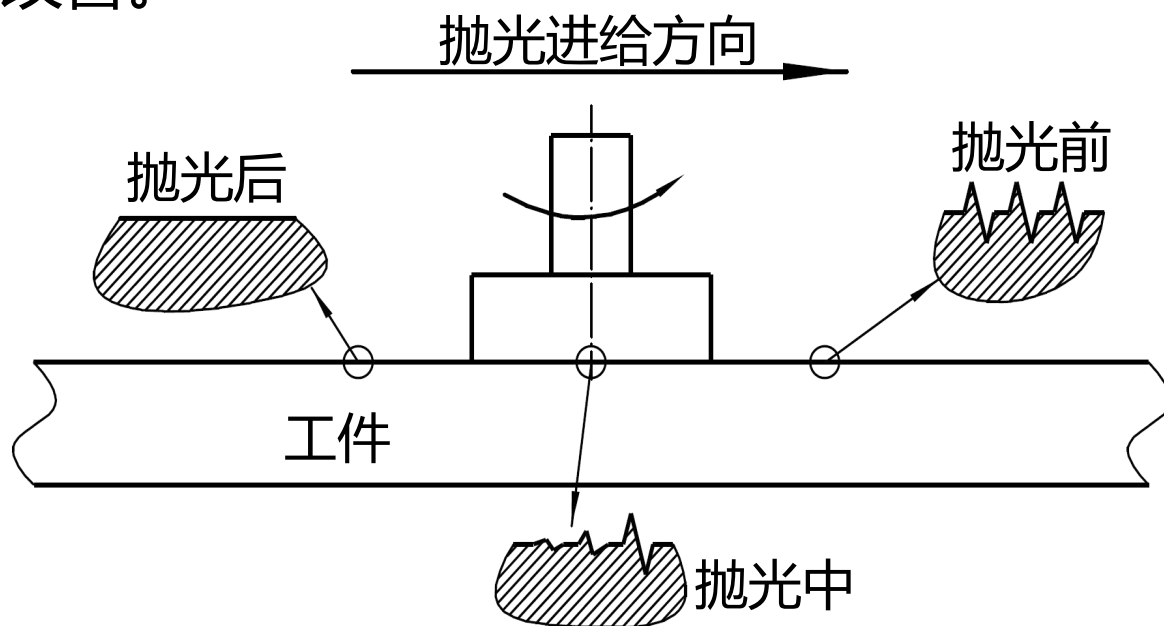
抛光分为**电化学抛光法**、**化学抛光**、**机械抛光**、**磨液抛光**、**超声波抛光**、**电解擦拭抛光**等抛光方式。铝及其合金的表面大都需要进行抛光处理，以消除机械损伤和腐蚀点，常用的抛光形式大体可分为机械抛光、化学抛光和电解抛光三大类。我们将着重介绍应用比较广泛的机械抛光工艺。



抛光工艺与抛光参数

抛光工艺

如图所示，进行工件抛光时，涂有抛光剂的抛光轮高速旋转，工件与抛光轮摩擦产生高温，使工件金属塑性提高。在抛光力的作用下，金属表面产生塑性变形，凸起的部分被压入并流动，凹进的地方被填平，从而使细微不平的表面进一步得到改善。

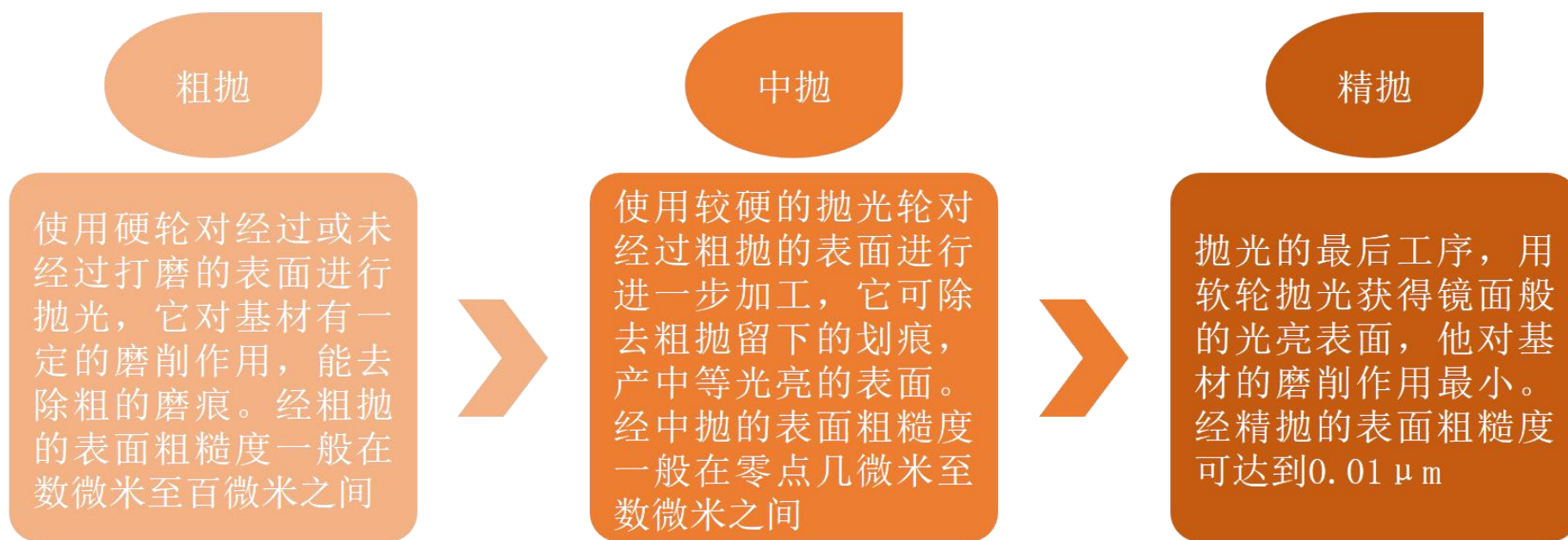


抛光是以得到光滑表面或镜面光泽为目的的机械加工，有时也用以消除光泽（消光），不能提高工件的尺寸精度或几何形状精度。

抛光工艺与抛光参数

抛光工艺

按照机械抛光的流程和精度，抛光加工分为粗抛、中抛和精抛三个等级，如图4- 9所示为不同抛光等级对应的加工质量，可根据对工件的抛光质量要求执行相应的抛光工艺流程。



抛光工艺与抛光参数

抛光工具与抛光膏

1. 抛光工具

如图4-10所示，抛光工具包括抛光轮、抛光盘等，一般用多层帆布、毛毡或皮革叠制而成，不同抛光等级对抛光工具的要求也不同。抛光时，高速旋转的抛光轮（圆周速度在 $20\text{m/s} \sim 30\text{m/s}$ ）压向工件，使磨料对工件表面产生滚压和微量切削，从而获得光亮的加工表面，表面粗糙度一般可达 $Ra0.63 \sim 0.01$ 微米；当采用非油脂性的消光抛光剂时，可对光亮表面消光以改善外观。



手动抛光



抛光轮(帆布)



抛光轮(毛毡)

抛光工艺与抛光参数

抛光工具与抛光膏

根据抛光的工作状态，抛光工具需要满足两个基本要求，即不仅要有合适的弹性和刚性，还要对抛光剂有良好的保持性，这是决定其抛光能力和表面加工质量的重要因素。可以根据抛光工具的用途来选择材质，具体选用规则可参见表2。考虑到使用的灵活程度，作为工业机器人末端的抛光工具，我们选择毛毡式抛光轮。

表2 抛光工具材质的选用

用途	选用材料		
	品名	柔软性	对抛光剂保持性
粗抛	帆布、压毡、硬壳纸、软木、皮革	差	一般
中抛	棉布、毛毡	较好	好
精抛	细棉布、毛毡、法拉绒或其他毛织品	最好	最好
液中抛光	细毛毡、脱脂木材	好	浸含性好



抛光工艺与抛光参数

抛光工具与抛光膏

2. 抛光剂

抛光剂由粉粒状的抛光材料与油脂及其他成分的介质混合而成，分为抛光膏和抛光液。

抛光膏主要分为红色抛光膏、白色抛光膏、黄色抛光膏及绿色抛光膏。抛光液使用的抛磨材料与抛光膏相同，不同之处在于使用的粘结剂在室温下呈液态的油或水乳剂。使用时抛光液由加压供料箱等设备打入喷枪，再喷至抛光轮上。供料箱的压力由抛光液的年度、所需供给量等因素决定，抛光基材与抛光液/膏的对应关系见表3。

抛光工艺与抛光参数

抛光工具与抛光膏

使用抛光液比抛光膏的生产效率高，且由于能持续不断地供给所需的抛光液，可减少抛光轮的磨损和抛光剂在零件表面的停留。

表3 抛光剂选择参考（1）

抛光基材	抛光膏/液
锌、铝、铜及其合金	红色抛光膏
钢铁金属磨光后“油光”	红色抛光膏
一般金属及锌、铝、铜粗抛	红（黄）色抛光膏
铬、镍、不锈钢与硬质合金	绿色抛光膏
塑料胶木、有机玻璃等	白色抛光膏

抛光工艺与抛光参数

抛光工艺参数

对于一个零件抛光加工的技术要求，通常是从外观来约束，我们根据抛光后的不锈钢的光亮程度为例分为不同的等级，具体见表4。

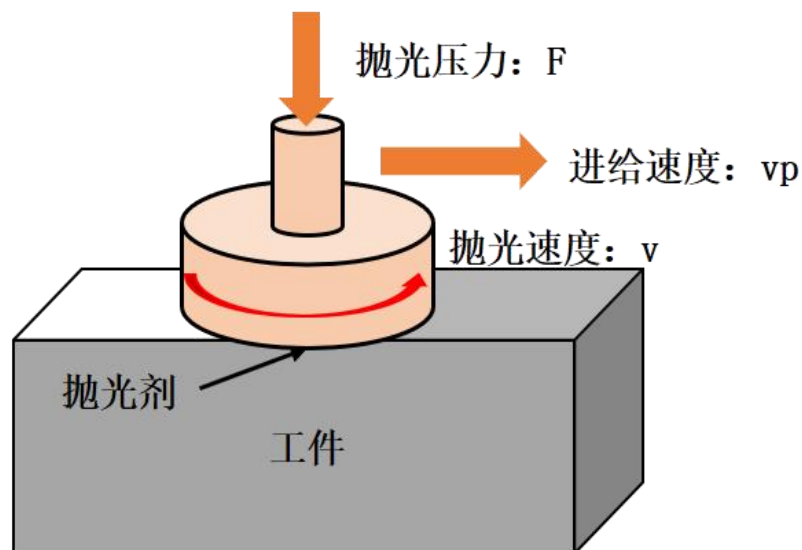
表4 抛光剂选择参考（2）

等级	外观
1	表面有白色氧化膜，无光亮度
2	略有光亮，看不清轮廓
3	光亮度较好，能看出轮廓
4	表面光亮。较清晰看出轮廓
5	镜面般光亮

抛光工艺与抛光参数

抛光工艺参数

我们可以通过调整抛光参数来确保最终的抛光质量，如图4-11所示，抛光参数主要包括抛光压力 F 、抛光线速度 v 、进给速度 v_p 、抛光剂的选用等。不同的抛光方式所选取的抛光参数并不相同，对于选定的参数会有不同的组合适应不同的工艺需求。其中进给速度影响略小，主要与生产中的效率要求关系较大，其直线进给速度一般为 $3\sim 12\text{m/min}$ ，而平板抛光时为 12m/min 。



抛光工艺与抛光参数

抛光工艺参数

1. 抛光压力

首先需要明确的是，并不是抛光压力越大，抛光质量与效率就越高。抛光压力主要影响工件与抛光轮（垫）之间的抛光液层厚度。随着抛光压力的不同，工件与抛光液之间的接触主要分为三种状态：滑动接触状态、半接触状态、直接接触状态。三种状态的抛光效果及效率见表5。一般地，初始抛光时，使用中等偏上压力，使抛光剂有较好的切削力，后续收光可逐渐放松压力。

表5 抛光压力的影响参数

参数	滑动接触状态	半接触状态	直接接触状态
抛光压力	较小	大小适中	过大，且不稳定
抛光液层厚度	间隙较大	间隙适中，模型最佳	无间隙
表面摩擦力	相对较小	适中	很大
抛光效率	较差	较好	易划伤表面

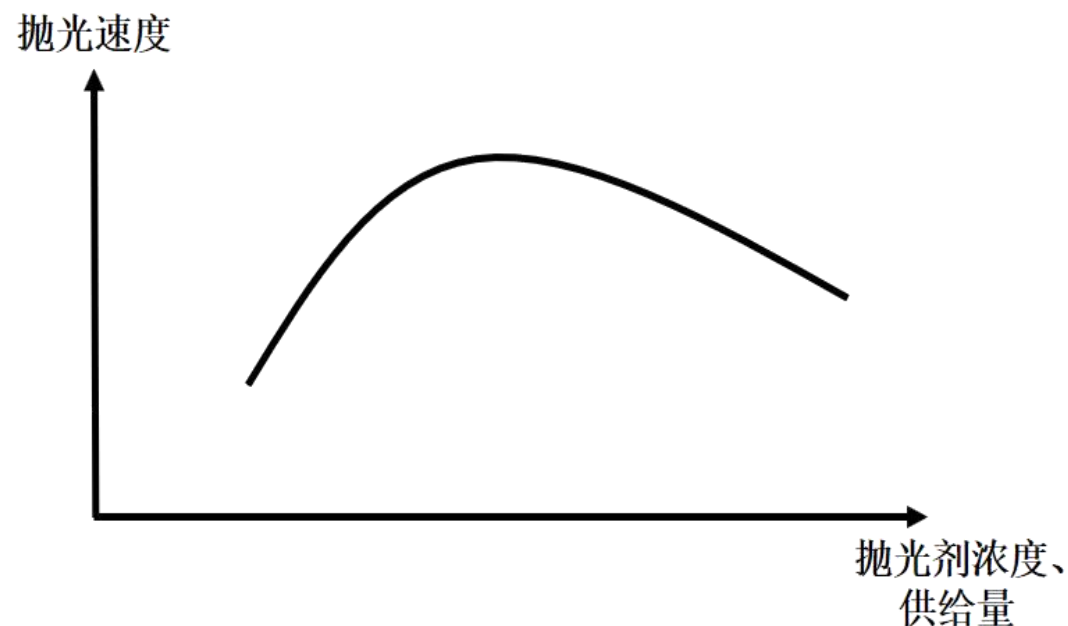


抛光工艺与抛光参数

抛光工艺参数

2. 抛光速度

抛光速度主要与抛光基材、抛光剂的浓度、供给量相关较大。如图所示，在抛光剂小于某一浓度值之前，抛光速度随抛光剂浓度的增加而增加；浓度达到某一数值之后，浓度再增加，抛光速度会随之下降。抛光剂供给量与抛光速度的关系同上。



抛光工艺与抛光参数

抛光工艺参数

需要注意的是，由于抛光速度一般是由回转型抛光工具的转速决定，若线速度过大，抛光剂将会被甩出，因此抛光转速都不宜过大。具体参数见表6。粗抛光时，可选用较大的圆周速度；精抛光时则选用较小的圆周速度。

表6 抛光轮圆周速度参数

抛光基材	抛光圆周速度/ $m \cdot s^{-1}$
钢铁零件（形状复杂）	20-25
钢铁零件（形状简单）	30-35
铸铁、镍、铬	30-35
铜及其合金、银	20~30
锌、铝、锡及其合金	18-25
塑料	10-15

德厚技高

务实创新

本次课程到此结束

谢谢观看



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC