

802394

57

44130.2

去毛刺与表面光整加工技术

专 集



7
4130.2

机械工业部
仪器仪表工业局

工艺技术推广咨询服务中心

前 言

当采用切削、冲压、铸造、注塑等方法加工时,零件不可避免地会出现各种形式的毛刺和飞边。毛刺像影子一样伴随着加工过程而产生。由于毛刺的存在,常对零件加工、检验、组装以及产品质量带来不良的影响。

毛刺技术长期以来被人们所忽视,零件毛刺的去除一般均采用手工劳动,效率低、质量差,限制了生产的进一步发展。

随着科学技术的进步和生产的不断发展,对零件的加工精度提出了更高的要求。仪器仪表行业是一个高技术的生产部门,产品品种多,更新速度快,零件精度要求高。目前,仪器仪表精密零件的加工精度达到微米级甚至更高。使得过去不予理会的微细毛刺,其合法存在受到了冲击。在仪器仪表中,带有毛刺的冲制和切削加工零件所占的比例很大,其中小模数齿轮、异型孔喷嘴、交叉孔气路板等零件对毛刺提出了严格的要求。如果我们对零件去毛刺技术不引起重视,不认真进行研究和解决,那么终将严重影响仪器仪表产品的性能和使用寿命。

按加工工艺方法的不同,仪器仪表零件的毛刺形式主要有冲压毛刺、切削毛刺、铸造毛刺、塑压毛刺、锻压和焊接类毛刺等五种。其中,冲压去毛刺件数约占40~50%;切削去毛刺件数约占20~25%。根据统计资料,手工去毛刺的作业费用约占零件工时费用的5~30%。对于精密零件来说,去毛刺费用和加工费用相比相差无几。国内开封仪表厂流量计产品中,关键零件的去毛刺费用约占零件加工工时的20%,个别气路多孔件达到100%。据报道,美国工业去毛刺的作业费每年达到60亿美元之多。

目前,开发和应用的去毛刺工艺方法已达近五十种,但按其作用原理大致可分成五类:机械、磨削、化学、电化学和热能加工。每类又彼此综合,形成了多种工艺方法。常用的去毛刺工艺方法有:手工工具去毛刺、圆筒翻滚去毛刺、电化学刷光、砂轮研磨去毛刺、火焰去毛刺、热冲击超声波去毛刺、液体珩磨去毛刺、水喷射去毛刺等。

为了推动仪器仪表行业毛刺技术的进展,我们汇编了这本《去毛刺与表面光整加工技术专集》。《专集》主要叙述了国内外毛刺技术的现状及发展趋向;国外毛刺技术的学术组织;去毛刺工程标准;毛刺的形成机理及其去除方法;去毛刺的工艺和设备;工业机器人去毛刺等内容。本资料可供仪器仪表、机器制造和其他行业从事零件加工、检测等工作的工程技术人员、管理干部及操作工人参考。

本《专集》由翁善臣同志主审并任责任编辑。

由于编辑过程时间仓促,不当之处在所难免,恳请读者批评斧正。

机械工业部仪器仪表工业局工艺技术推广咨询服务中心

1986年7月

前 言

为适应轻工业迅速发展的需要，我们编写了《轻工业工厂机械装备》一书。本书详细介绍了轻工业工厂常用机器与设备的工作原理、结构和设计方法，可供在各类型轻工业工厂从事机器与设备的管理、维修、设计及技术改造工作的技术人员参考，亦可作为中等专业学校、职工大学等的轻工机械装备专业试用教材或教学参考书。

全书共分九章，由四川省轻工业学校编写，其中第一、二、三、九章由梁熙正同志编写，第四、五、六、七、八章由马在智同志编写。在本书编撰过程中，曾得到刘振亚、管诚、王世鹏等同志的支持与帮助，邹德群同志、刘首健同志承担了全书插图的绘制工作，在此一并表示谢意。

由于我们水平有限，本书中难免存在缺点和错误，请读者惠予批评指正。

编 者

1986年3月

目 录

前言

国外去毛刺技术发展概况.....	(1)
仪器仪表行业去毛刺技术现状及发展.....	哈尔滨科技大学毛刺技术调查组 (11)
国外毛刺技术学术组织及其活动.....	哈尔滨科技大学 金东燮 (21)
去毛刺工程标准——棱边质量表示法.....	哈尔滨科技大学 金东燮 (24)
棱边质量检测技术.....	哈尔滨科技大学 张国林 (31)
切削毛刺形成原理的探讨.....	郑州仪表厂 柴岗 (33)
冲压加工的毛刺形成和去除.....	西安仪表厂 张莲峰 (37)
磁力研磨过程的研究.....	哈尔滨科技大学 金东燮 张国林 (41)
喷射去毛刺.....	哈尔滨科技大学 张国林 (47)
微型喷砂设备与工艺.....	北京分析仪器厂 唐朝碧 (51)
干式喷射去毛刺方法 (译文)	(55)
振动光饰加工.....	哈尔滨科技大学 李庆平 张国林 (58)
振动光饰去毛刺技术的应用.....	开封仪表厂 廖蜀得 王学俭 (64)
磨料流光整去刺加工工艺.....	哈尔滨科技大学 李庆余 (67)
不锈钢毛细管的电化学切断.....	北京分析仪器厂 唐朝碧 (74)
电解去毛刺及其加工机床 (译文)	(78)
仪表零件去毛刺工艺及设备.....	沈阳市精密仪表厂 杨 柳 (80)
用工业机器人去毛刺.....	哈尔滨科技大学 金东燮 (82)

国外去毛刺技术发展概况

一、概 述

在机械加工过程中,毛刺象影子一样地伴随一些加工过程而产生。由于各种形式的毛刺存在,给加工、装配、检验、产品性能、使用寿命以及安全和外观上都带来一定问题。因此毛刺的去除问题越来越引起人们的重视。特别是原始的手工去毛刺方法,已大大限制了现代化生产的进一步提高。当前,数控技术、计算机管理在生产中的应用,使几十秒生产节拍的生产线和无人化车间等不断出现。因此,迫使去毛刺工艺也要有一个相应的发展和深入研究。

国外有人做过统计,手工去毛刺的作业费用约占零件工时费用的5%~30%,对于高精度小零件来说,去毛刺的费用与加工费用相差无几。据报导,美国工业去毛刺的作业费每年达60亿美元之多。因此,毛刺去除技术不提高、原有工艺水平不改进、新技术不开发,将直接影响产品的经济效益。目前这项技术在国外(美国、西德、日本、苏联等)已得到了很大的重视。

随着科学技术的不断进步,对加工精度也提出更高的要求。例如,仪器仪表的精密零件都要求在0.001毫米级甚至更高,因而使得过去认为很微细的毛刺,其合法存在受到了冲击。对一些复杂零件、内腔表面以及仪器仪表上使用的小模数齿轮、喷嘴异型孔、交叉孔、宇航工业零件等的毛刺都提出了严格的要求,所以去除毛刺技术的研究不仅仅是提高生产率和降低成本问题,也是解决产品质量和性能的问题。在国外,把去毛刺作为与切削加工、磨削加工等一样的重要工序之一来对待,而且在图纸上除了有尺寸精度、几何精度、表面质量的技术要求之外,还增加了一个“棱边质量”要求,并有相应的标注方法与规定。基于这些原因,毛刺技术在国外得了迅速的发展。

在国际上首先重视并开始研究毛刺技术的是美国Bendix公司的工程师L·G·格里列斯皮,并形成了以他为首的国际性毛刺技术研究组织。该组织从1975~1983年间,召开了五次关于去毛刺技术的国际学术会议。在这些会上,各国学者发表了上百篇的论文,交流了关于毛刺技术的情报,探讨了去毛刺的各种新工艺方法和装备等。这些活动对促进毛刺技术的研究推广新技术,应用新设备,都作了不少工作。许多国家也相应成立了“毛刺技术研究协会”,如在美国生产工程师协会(SME)内设有去毛刺工艺学部机构;在日本精机协会内设置了“去毛刺技术调查研究分会”;在西德、瑞士等西欧国家,以及苏联、保加利亚等东欧国家,也都成立有相应的专门研究机构和实验室。各国从事毛刺技术研究的专家和教授们,每年平均有60多篇专著发表,对毛刺工艺的理论、新方法、新设备和实践中的成果等经验,发表了见解。西德F·沙费尔教授首先发表了去毛刺技术的专著——“去毛刺的工艺理论、方法和设备”。西德瓦根内尔博士发

表了用电子计算机选择最佳去毛刺方法的程序设计文章，最近又编制出E·D·P程序语言。日本高泽孝哉教授编著了“毛刺工艺学”，书中对毛刺的理论与工艺方法都作了较系统的阐述。在日本还定期出版“去毛刺和精加工技术”刊物，经常介绍关于毛刺工艺的理论与实践以及研究动态等消息。在美国有200多家企业专门从事去毛刺设备的研制与生产。总之在国际上，毛刺技术研究活动异常活跃，研究这一技术的队伍也不断扩大，迄今为止所开发并稳定应用在实际中的去毛刺方法已达46种之多。美国去毛刺工艺研究公司经理R·纳瑞恩先生说到：“时至今日，在业已开发的各种设备和可以信赖的人们面前，不要再害怕去毛刺工序的难度及其改进措施了，假如现在还是踌躇不前的话，岂不是采取鸵鸟政策——把头埋在沙堆里回避困难、无所作为吗？”格里列斯皮工程师也曾说到：“毛刺是制造技术中一个长期性的棘手难题，是技术工作者必须埋头苦干的课题，现在全歼毛刺的时机已经来到了”。

二、国外毛刺技术研究的内容

1. 毛刺的定义与表示方法

毛刺这个术语，英语叫Burr，是芒刺、锯齿状物、粘附着不掉的东西，表示讨厌之物。日语中叫“バリ”，是凸出物的意思。但在英语中切削毛刺叫Burr，锻造、塑料分型面毛刺叫feash，铸件毛刺叫Seam或castfin，焊接毛刺叫bead...等，在脆性材料上产生的“缺损”也有叫负毛刺的，所以有必要研究一个确切的定义为大家所接受。

过去人们在谈论毛刺问题时都是定性地用肉眼和手摸来判断。美国首先提出了“棱边质量”这一术语，沙费尔还提出其定量的表示方法：

按照毛刺的尺寸大小，分成9个标定等级代号，然后将等级代号按毛刺允许出现在所划分的四个象限的位置上记入在内。这种方法是表示毛刺尺寸，位置的一种尝试。由于它对毛刺的形状、根部的厚度、毛刺的刚度和体积等参数（这些都是与清除毛刺难度直接有关的指标）还都没有涉及到，所以这种方法还未被国际所承认。如何标注毛刺，仍是当今值得继续研究的课题。

2. 切削毛刺形成原理的研究

为了使在加工中不产生毛刺或少产生毛刺，人们都在对毛刺形成的原理进行研究。日本奥岛教授进行了二维切削过程中毛刺形成原理的试验研究（如图1所示）。刀刃宽度大于切削宽度，刀刃垂直切削方向，在垂直刀刃的任何断面上的切削情况都相同。当切屑受挤压时的转移线若都过刀尖水平线的

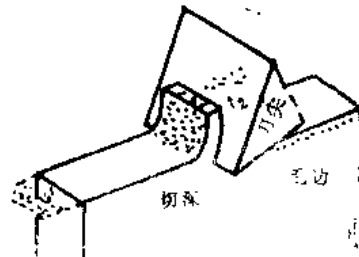


图1 二维切削模型

上方产生时,被切金属在横向就不会产生流动。事实上,刀刃并不可能达到理论上的锋利状态,对一把新刀刃来说,刀尖至少也要有10~20微米的圆角,过这个小圆弧各点的切线与基面的夹角便是圆弧各点的切削前角,倘在图2上a点的前角恰是临界负前角时,那么a点以下的刀刃便不能进行正常切削,而是塑性区域内的挤压变形,使被挤压的金属横向溢出便生成了毛刺。随着加工过程的进行,刀尖磨损增加,使刀具后隙面摩擦力增大,

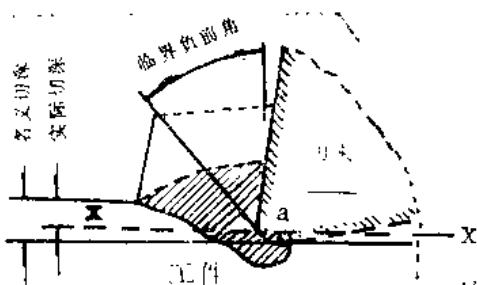


图2 在刀尖处产生塑性挤压变形

则使塑性变形继续向下扩大,所产生的毛刺也将增大。由此可见,为减少毛刺,特别是在精加工中,则应采用韧性好、易磨锋利的刀具材料。同时应注意刀刃的磨损情况和切削速度的合理选择(防止切屑瘤的产生,因它也是毛刺的一种,且对挤压变形也有影响)。在这个分析基础上,美国格里列斯皮工程师,运用塑性理论的圆柱压入模型建

立了切削加工中毛刺尺寸大小的理论公式。另外还对材料的性质在加工中产生毛刺的大小进行了实验,找出材料不同硬化指数和不同延伸率对毛刺的影响关系。

根据切削加工毛刺在不同方向产生的原因,可分成四种形态:

(1) 柏松毛刺(横向变形毛刺); (2) 翻卷毛刺; (3) 撕裂毛刺; (4) 切断毛刺。

3. 对毛刺存在危害性的认识

认识毛刺存在所造成的危害性,是进行去除毛刺研究的前题,由产品设计所提出的“棱边质量”要求是去除毛刺应达到的指标和出发点。国外学者们认为,毛刺的存在会造成下列危害:

(1) 毛刺会影响下道工序基准面的正常使用,也影响正确地测量与检查。

(2) 在装配工艺中,毛刺会影响正确配合(装不进、接触不良、导向误差等),特别是自动装配工序中尤为重要。

(3) 在加工过程中或产品使用中,毛刺会对人体产生刺伤和刮伤等不安全问题。

(4) 带有毛刺的产品,在使用过程中,毛刺因振动或疲劳而脱落并进入运动表面,会造成零件间的加速磨损或产生噪音、或咬死,致使产品降低使用寿命,或毛刺的脱落可能造成电器系统控制的短路。

(5) 毛刺的存在,可能造成热处理时的裂纹,降低疲劳强度。

(6) 因毛刺的存在使产品性能大大降低,如汽液通道内存有毛刺使流体阻力增加;刀刃棱边有毛刺,要影响切削性能及寿命等。

(7) 毛刺会影响外部美观。

三、去毛刺工艺的途径

1. 去毛刺前应考虑的问题

为了更经济地达到去毛刺的要求，一般要考虑如下几方面的问题：

(1) 毛刺的存在会带来哪方面的危害？从而确定毛刺去除的必要性和所选择的方法。

(2) 能否通过改变工艺顺序来防止毛刺的产生，或使毛刺出现在没有危害的方向，或易于去除的方向。

如图3所示，不同的进给方向，使毛刺产生的方向不同。图3中a，齿轮毛刺产生在大平面一边（右侧），比产生在台阶面（左侧）易于去除。图3中b则希望毛刺产生在不带圆柱的平面一侧，有些零件不希望毛刺产生阶梯面上，否则将给去毛刺带来很多不便。这些，只要注意进给方向便可解决。

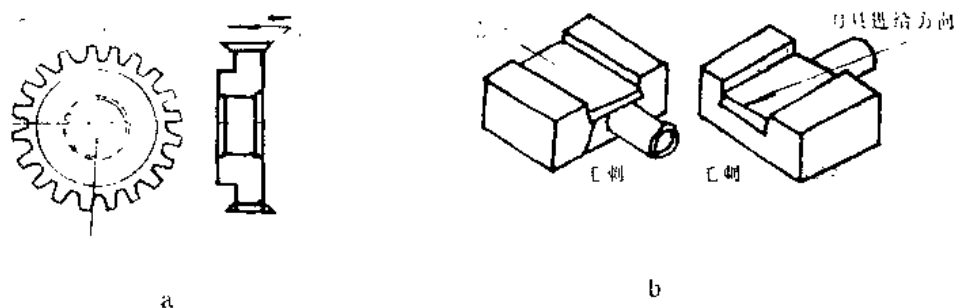


图3 零件毛刺与加工进给方向的关系

如图4所示，为保证AB两件配合精度，在B件尖角处加工有一空刀槽，若ab两面加工的次序不同，则所产生的毛刺于AB配合的影响也不同。先加工b槽，最后加工a面，使所产生的毛刺出现在没有危害的方向上。

(3) 能否通过改变刀具和加工条件，使其不产生或少产生毛刺，或可去除很困难部位的毛刺。

如图5所示，是日本楢三教授在对冲裁加工产生毛刺的原理进行了研究之后，提出了可防止毛刺产生的上下冲剪加工方法。

拉削花键孔时，易在交接处产生毛刺，倘在拉刀齿根部增加一倒角刃，便可将所产生毛刺去除。

有人提出一种独特设计的“BRADRAD”工具，它可在已有预制孔的薄板件上，用一把刀具扩钻出多种不同的孔径且又能同时将毛刺去掉。

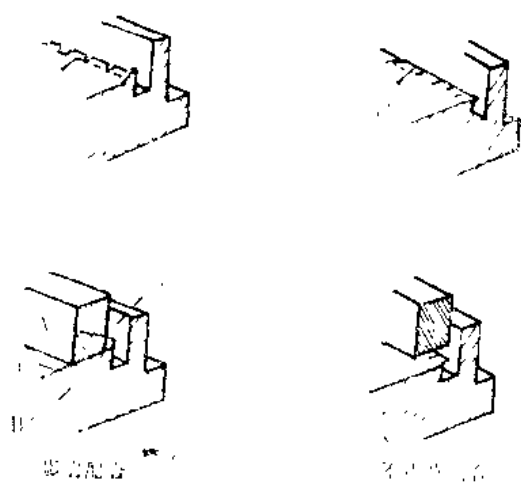


图4 加工顺序对毛刺方向的影响

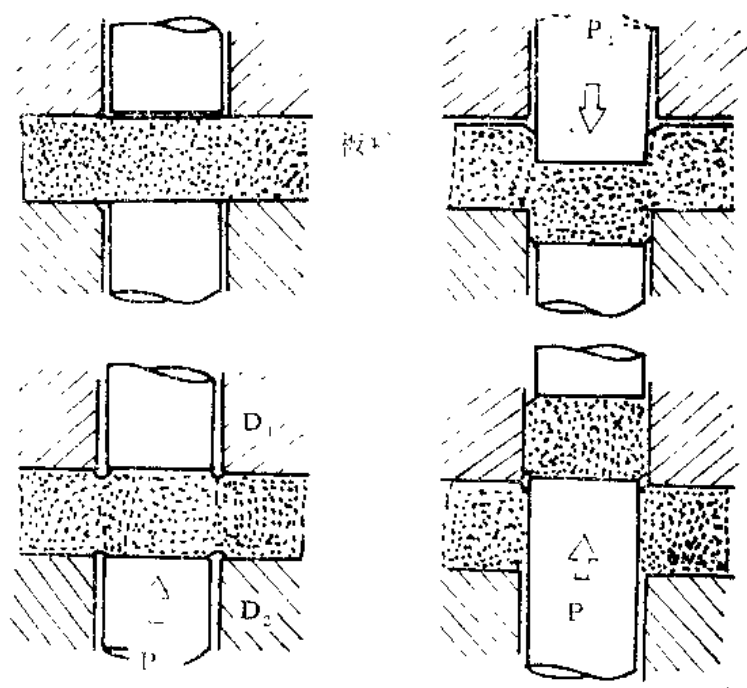


图5 不产生毛刺的上下冲压方法

美国考古斯泰勒公司研制了各种孔边去毛刺的专利工具。在一次加工过程中,可进行两面孔或交叉孔的倒角及去毛刺。其特点是:主轴在加工中可按一个方向不停地转动,加工尺寸大小,在一定范围内可借刀片自由摆动量调节,而且对管子上的横向孔、交叉孔内的毛刺都能去除。该工具可象使用钻头一样的方法工作,能对各种材料进行加工。

(4) 能否通过工艺措施,使其在加工过程的同时把所产生的毛刺去除。采用在丝锥、钻头中附加有一副铰工具,在工作时借其自重或弹簧压力进行孔边毛刺的去除加工。也可在下道工序加工时,将上道工序产生的毛刺去掉的工艺设计方法。

(5) 能否通过适当的夹具结构来避开由毛刺给本工序带来的障碍。例如,利用夹具上的空刀槽办法来避开前工序所产生毛刺的影响,这样可使毛刺尽量放到零件加工的最后阶段集中去掉。

(6) 所产生的毛刺是否必须马上去掉?或设置在生产中那个部位去掉他们更为适当?

(7) 毛刺去除后,如何测定所达到的棱边要求?

(8) 可否用强迫换刀时间,以控制刀具钝化产生的毛刺影响。

(9) 必须以手工去毛刺时,如何选择轻便、高效、省力的工具。

国外采用一种通用性较强的微型强力风动磨削头,它象手指尖一样灵敏,每分钟可达2.5万转,且可变换转速,噪音小,轻便,适用于金属模具加工修整以及形状复杂的铸锻毛坯件的倒角、毛刺加工。美国宇宙飞船的不少精密零件,其毛刺去除是在显微镜观察下用牙科医生型的微型研磨工具进行的。

国外还有一种手提式倒角刨,它适用对切断、切削加工在端面上所产生的夹角、卷边、毛刺等的去除。倒角大小可调,重量仅有2公斤,刀头采用硬质合金,转数达26000转/分,对所有材料均可加工。

对于深孔内部和交叉孔等毛刺的去除,可采用日本藤居制作所产生的“内切削刀具”。根据加工要求,刀头和接杆的直径大小、长度都可以更换,刀头位置可沿圆周任调角度。

2. 从产品设计方面来考虑防止或减少毛刺

产品设计人员很少考虑与毛刺有关的问题,然而一系列毛刺技术研究的结果表明,不同的材料和结构形状都影响毛刺的产生、大小和方向,所以在满足零件工作性能的前提下,设计中毛刺因素予以考虑也是必要的。如前所述,尽量应采用冷作硬化性低和延伸率适合的材料,以减少毛刺的产生。

国外有的学者研究了零件形状与产生毛刺的关系,如图6所示。零件不同的棱边角度 ϕ ,在同样的加工条件下,所生产的毛刺大小不同,其中以 $\phi \approx 150^\circ$ 为最佳, ϕ 角越小则所生毛刺越大。基于这种道理,我们可以对一些零件形状在设计时予以运用。

在切削内、外螺纹前,先在端部倒一个角以减少螺纹加工时所产生的毛刺。又如在管子上铣槽,在终点容易产生较大的翻卷毛刺,若事先能加工出V形槽或划窝,则可减小毛刺。

3. 去毛刺工艺方法简介

到目前为止,各种去毛病的工艺方法已达46种之多。其加工原理可分为五大类,经类又彼此综合,形成了各种工艺方法(如图7所示)。每类方法中又有手工、半机械化和自动化几种。目前正处在实验阶段的方法甚多,不久将成熟位

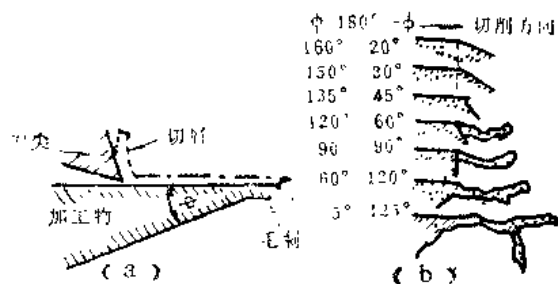


图6 棱边角与毛刺的关系

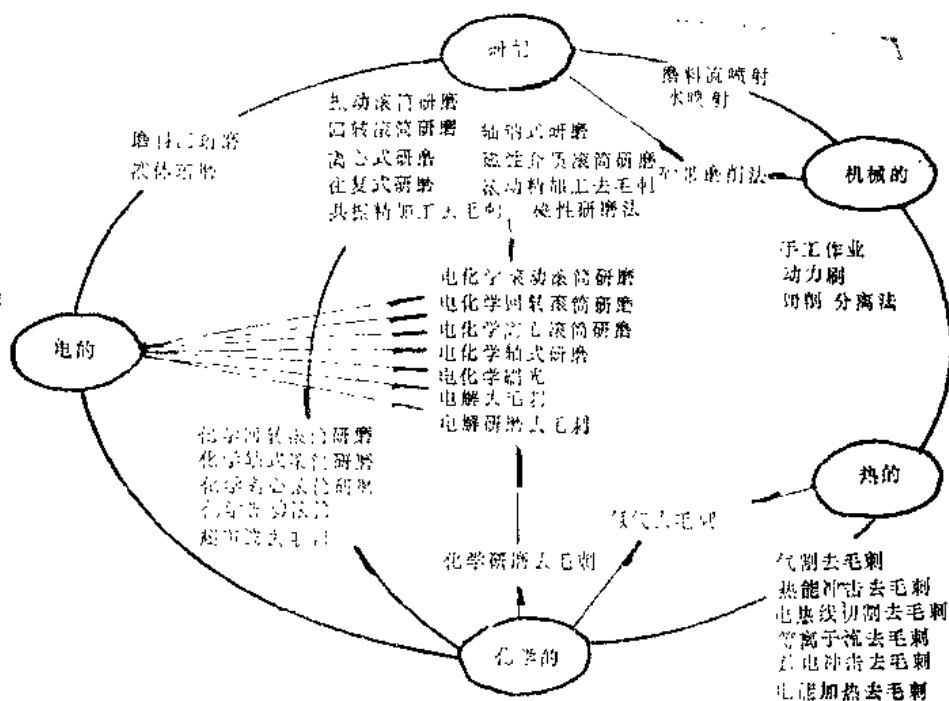


图7 按加工原理分类的毛刺方法

(1) 滾筒去毛刺方法

这是应用最早、最普及的方法。它是将工件磨料和填加剂装入筒内，使之转动。借以磨料在填加剂的配合下对工件的冲撞、磨蚀作用，实现去掉毛刺、倒缘和抛光作用。近几年来，国外对这种设备的性能采取了防噪音措施、自动装卸料、自动控制 and 无人化操作等方面的改进。另外对磨料材质，形状、配比、化学填加剂的作用及有关加工参数等作了大量试验并找出其规律，以确定不同工况下的最佳值。

$$\text{滚筒转数: } n = K \frac{1}{\sqrt{D}}$$

D—滚筒直径(米);

K—与加工精度有关的系数。

一般 $K = 8 \sim 32$ 。粗加工取大值, 精加工取小值。

装入量: 工件与工质之和占滚筒容积50%为宜。若过小, 由于空间容积大, 受冲击大易使工件变形; 反之加工精度高, 生产率低。工件与磨料之比: 一般在 $1/2 \sim 1/3$ 为宜, 具体应由精度要求而定。

这种滚筒去刺方法简便易行, 且同时可消除材料残余应力。但对于内表面和凹坑处的毛刺无法去除。

(2) 振动去毛刺

通常可在滚筒法的基础上或振动斗内, 施以一定频率和振幅的振动, 这样使工质具有对工件穿透深入凹穴部位的作用, 所以它可对于内表面的毛刺去除。

美国White Labrator—Frge公司研制一种振动去毛刺机床, 它是将工件固定在振动杆两端的夹具上, 使夹具进入装有工质的槽内, 以75~100赫芝的频率振动, 这样可对工件上的毛刺去除和对其他表面精整, 然后将工件提出工质槽, 仍借振动将工质抖掉。此外, 还有加入化学剂, 形成化学振动研磨去毛刺装置, 也有以石墨作介质并通电, 振动时, 往振动斗内加入水及煤油混合物, 起冷却润滑作用, 形成电化学振动滚筒研磨机。这样作的结果可比一般滚筒法提高效率4~10倍。对于小型精密零件的细小毛刺去除, 也可采用超声波振动法, 即将工件置于混有化学剂和磨料的混合液中, 然后工件加以超声振动, 使毛刺和表面均得到加工。

日本敷岛株式会社生产的CLR—225—FA型振动滚筒研磨机, 从装料、研磨、清洗、吹干、防锈全部实现自动化。瑞士抛光公司生产的TYPP—60HFS型振动光机, 使用各种类型和粒度的磨料, 零件去毛刺光整效果很好。

(3) 刷光去毛刺工艺

这是一种用不同结构和不同材料作成的刷子将毛刺刷除的方法。通常用钢丝、铜丝作的刷子清除尺寸大的毛刺, 对于精加工后产生的细微毛刺, 可用尼龙丝刷或将磨料熔于尼龙丝的磨料刷, 或用把磨粒粘在尼龙丝顶部, 成一个个磨料小球的磨粒刷子来刷除。图8是粘有磨粒的弹性纤维刷。去刺刷还可根据工件形状作成相适应的形状, 以适应

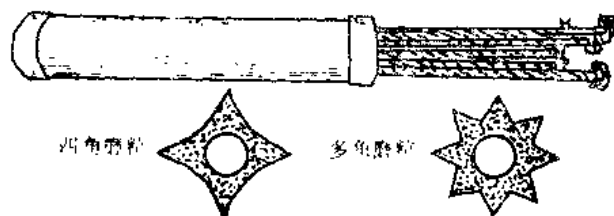


图8 粘有磨粒的刷子

加工异形曲面上的毛刺。

美国Osborn公司是世界上最大的刷子制造厂，生产适应各种孔型、内表面毛刺用的刷光加工机。西德MEZ公司生产KADLA金刚石刷子，瑞士Berney公司生产B72型精密刷光机。日本制造的オズボーン型工业用强力精密刷，可刷除齿轮毛刺。

刷子去刺工艺法具有对去刺表面不产生残余应力、不损伤无刺表面、成本低、可自由的安装在任何机床上工作以及与工件形状适应性强等优点。越是形状复杂的工件，越能发挥刷子的效果，所以刷光工艺正在不断扩大。

（4）砂带研磨去除毛刺工艺

将磨粒粘在纤维带上，工件在运动的纤维带下通过，借与磨料的研磨作用将毛刺去掉。它主要用于冲压薄板件的毛刺加工。

国外亦有采用磁带记忆的砂轮仿形磨削来去除复杂零件的毛刺。

（5）电解去除毛刺工艺

这种去毛刺方法是电解加工的一种应用，作用原理如图9所示。使电极与工件的去毛刺部位保持一定距离（一般为0.5~1.0毫米），在其间通入（或喷射）电解液。电解液通常采用10~20%重量百分比的硝酸钠溶液。当通入电极为阴极、工件为阳极的直流电压时，则使靠近电极处的工件毛刺尖端之电流密度最大，使毛刺尖端的金属发生溶解，而达到去刺作用。为保证非刺表面不被电蚀，应采用与电极绝缘。

（6）水喷射去毛刺工艺

用高压水清理附件和清砂可以追溯到很久以前，但用高压水喷射来清除毛刺则是不久的事。这种方法由专用泵抽水，从专用喷嘴射出去，产生巨大的冲击能。利用这种能量产生的碰撞作用，将零件上的毛刺去掉。这种方法对去除深孔、小孔的毛刺非常有利，由于所用介质是水，所以经济、无污染。

（7）热能冲击去毛刺工艺

这种方法的原理如图10所示。将要去除毛刺零件置于密闭的高压容器内，按所要求的比例与数量分别通入氢、氧气体，使其混合后点火爆炸，所产生的热冲击波以8马赫的气流冲击所有部位的毛刺，瞬间温度可达几千度，使毛刺冲掉或熔化。这种方法适用

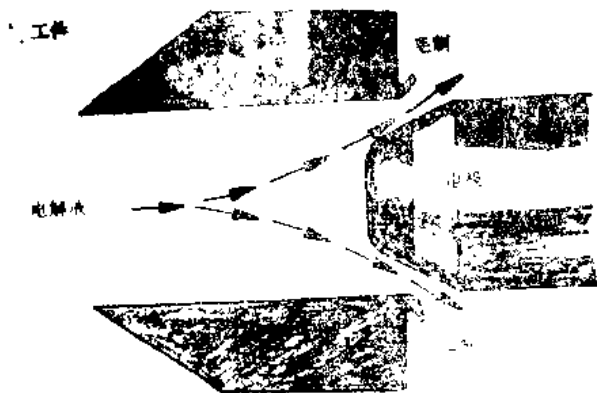


图9 电解去毛刺示意图

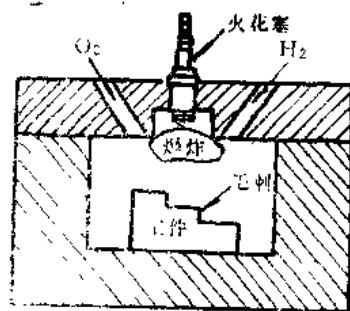


图10 热能去毛刺原理

于各种金属材料的工件，特别是铅锌合金，具有效率高、质量好、成本低等优点。目前国外又广泛用天然气代替氢气，使成本进一步降低。

苏联研制了一种新型热冲击毛刺设备。该装置有一带有装卸料口和通风口的圆形机架，去毛刺室(密封的高压容器)固连在上面，去毛刺室的底板做成套筒式，并用密封垫补充密封，其底板通过连杆机构与可传动装置联接。在去毛刺室上端装有阀门，并通过管道与氢氧计量器连接。火花塞点燃混合气体，爆炸产生的高温燃烧掉零件上的毛刺。打开去毛刺室，燃烧产物(气体)从通风口和强制通风系统逸出，已清除毛刺的零件从装卸口取出。

(8) 磁力研磨去毛刺工艺

这种方法是由保加利亚马克顿斯基博士研究成功的。在苏联东欧使用较多。它们加工原理是：将磁性磨料与工件置于磁场内，磨料在磁场作用下，按其磁力线方向形成“磁力刷”，且对工件表面有一定作用力。当被去除毛刺工件一边回转，一边沿轴线振动时，使磨料与工件表面形成均匀的相对运动，以此达到去除毛刺和表面光整的效果。当然这种方法要有足够的磁场强度，适宜的磨料，最佳的磁极形状和加工参数等。目前这种去刺方法已用在：手表外壳、不锈钢冲压料、液压元件阀芯，油泵齿轮、丝锥铰刀、拉刀以及轴承的内外滚道等的加工。这种加工具有无粉尘、无腐蚀、效率高、质量好，并易于实现自动化的特点。

东德1978年研制的磁力平面研磨去毛刺机，工件安装在回转的两极之间的振子前端，在两极间投入磁性研磨材料，磁极回转产生强力磁场，工件在此变化的磁场中摇动，磨粒与毛刺的凸棱产生喷射碎裂作用，使毛刺下落。用该装置一分钟便可将不锈钢冲压件的毛刺彻底除去，并倒成较好的圆角，获得光亮的外表。

(9) 磨料流加工去毛刺工艺

磨料流加工又可叫粘性磨膏挤压加工，它是1965年美国开始研制的。这种去毛刺方法的原理如图11所示，被加工零件被夹固在上下板之间，下板与下磨料介质油缸固定，上板与上磨料介质油缸可视夹具工件系统尺寸进行上下调整。工作中使磨料在上下油缸的作用下，以一定压力上下往复流经工件各表面，以实现工件各表面的去刺加工和提高表面精度。这种去刺方法是适用于精密零件，交错孔的毛刺及复杂曲面精加工后的细微毛刺的去除。

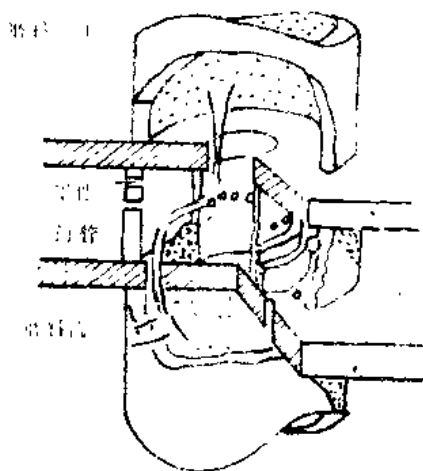


图11 磨料流加工示意图

(10) 金刚石工具去毛刺

金刚石工具去毛刺方法是近几年来新发展起来的一种方法，它的特点是：工具简单、生产率高、去刺质量好、工具寿命长及适应加工范围广等。西德卡迪亚

(KADIA) 金刚石工具公司生产有种类繁多的金刚石去毛刺工具,下面介绍其中两种:

1) 金刚石弹性刷

是由几条带有电镀金刚石的钢条相互交错地嵌在两个套环上,套环一个固定在心轴上,另一个活套在心轴上可沿心轴轴线移动。当此工具进入工件孔内去刺时,由于弯曲钢条本身的弹性,使外形成鼓形的金刚石钢条变成了两端呈锥形的圆柱。当工具旋转时,借钢条的弹力作用将孔壁上的毛刺清除,该工具适用在孔内有沉割槽或横向贯穿交叉孔的毛刺去除。

2) 金刚石弹性轴

金刚石弹性轴的前端有球形和圆柱形的两种。球形主要用来清除交叉孔内的毛刺,圆柱形主要用来清除盲孔(或通孔)内沉割槽密封圆槽等的毛刺,适用在半精加工后的孔,通常将其装夹在风动、电动工具上使用。

仪器仪表行业去毛刺技术现状及发展

哈尔滨科技大学毛刺技术调查组

为了掌握了解我国仪器行业零件去毛刺技术的基本状况,找出在毛刺技术领域内与国外先进技术的差距,确定仪器仪表行业去毛刺技术的开发研究方向,机械工业部仪器仪表工业局委托哈尔滨科技大学组织对仪器仪表零件去毛刺技术的行业调查。

1984~1985两年期间,调查组对国内仪器仪表行业的六十三个生产企业发出了“毛刺技术问题调查提纲”,并对二十七七个重点厂家和五个研究所进行了实际调查。在有关单位的领导和技术人员的大力支持下,收集到一定的素材与资料,经过调查组的汇总、分析和整理,编写了关于国内仪器仪表行业毛刺技术现状及发展建议这份资料。

由于时间较仓促,收集材料有限,难免有不少缺点和错误,欢迎批评指正。

一、概 述

毛刺技术是长期被人们忽视的工艺问题。随着科学技术的不断发展,对产品零件精度要求愈来愈高,过去曾被忽视的零件毛刺,现在却成了影响零件质量的关键问题之一。特别是数控技术,计算机以及柔性制造系统,在零件加工中的广泛应用受到了工序间零件去毛刺质量的影响,因此,目前对研究和解决零件去毛刺问题,已引起各国机械加工人员普遍重视。

仪器仪表是工业的耳目,它的发展水平是衡量一个国家工业先进程度的重要标志之一。目前,我国仪器仪表行业约有一万一千七百余种产品,零件品种繁多,数量很大,其中带毛刺的冲制零件和切削加工的精密微小零件,所占有的比例很大。如果我们对零

件毛刺技术不引起重视,不认真加以研究和解决的话,那么,将严重地影响仪器仪表产品的质量,经济效益,以及产品在国际市场上的竞争能力。

二、我国仪器仪表行业零件去毛刺的技术现状

(一) 毛刺的种类及影响

零件材料不同,加工工艺方法的多样性,决定了产生不同形式的毛刺。通过仪器仪表局系统三十一个厂家调查的统计数字表明,目前我国仪器仪表零件的形式按加工工艺方法,大体可分为五大类:即铸造毛刺、冲压毛刺、切削毛刺、塑压毛刺以及锻压焊接等毛刺。其中,铸造毛刺件数约占总去毛刺件数的20.29%;冲压去毛刺件数约占45.8%;切削去毛刺件数约占20.6%;塑压去毛刺件数约占6.45%;其它各种类型去毛刺件数约占6.86%。在各种类型的毛刺中,冲压和切削加工中产生的毛刺尤为突出,清除这些毛刺所花费的工时和费用也最多,在这方面具有代表性的厂家情况,见表1所示。

调查还表明:铸造件毛刺多表现为低熔点合金压铸产生的毛刺,如各种表壳、表架等;冲压件毛刺多表现为中等精度冲制或精密冲压过程中产生的毛刺,如各种板、叉、垫类及精冲齿轮等;切削件毛刺多表现为加工工序间产生的毛刺,尤其是精密微小零件加工中所产生的毛刺为最多,如照相机、电影机、流量仪表等零件上的毛刺。

毛刺虽小,但对产品的精度和可靠性影响很大。在调查中,江西光学仪器总厂、苏州照相机厂均反映,由于相机转动零件毛刺清除不净,不仅影响相机的正常动作,甚至会出现卡死现象。南京电影机厂反映,由于电影机片门零件存有毛刺,会造成划坏片子质量问题。哈尔滨影响机厂也反映,过去由于电影机输片齿轮毛刺去除达不到要求,出现划伤片子或使片子画面抖动的质量问题。外商评价我国显微镜产品存在四项质量问题中,“毛刺抛光”问题是其中之一。

虽然就整个仪器仪表行业所花费在去毛刺方面的工时和费用,目还难于准确统计。但从我国当前的工艺水平,特别是去毛刺工艺技术落后的情况来看,与国外对比分析,可以看出,我国用于去毛刺的工时和费用不会低于国外。一九七〇年,日本“去毛刺协会”副理事长高泽孝哉教授曾对日本十七个厂进行去毛刺调查,每天花在去毛刺的工时为四万三千一百九十三小时。美国每年用于去毛刺作业费高达六十亿美元,上述可作为我们的借鉴。

目前,毛刺技术已引起仪表生产厂家普遍关注。虽然,鉴于目前我国生产管理中存在的问题,多数厂家一时还难于对本企业去毛刺所耗费的工时和费用作出准确统计。但从调查几个重点企业中,通过与工程技术人员的座谈,大致认为:一般产品的零件,去毛刺工时约占加工工时的 $1/7 \sim 1/5$;精密度较高的小零件或复杂零件,去毛刺工时与加工工时相差无几,甚至更高。开封仪表厂对该厂六种主要流量计中的重点零件作了统计,其中去毛刺工时与加工工时的比值为0.083~1.0,平均比值为0.1969(详见表2)。据沈阳市电表厂统计,每年仅电度表产品去毛刺工时费用就需一万元。天津电

部份厂家零件毛刺种类及百分比

表 1

序号	企业名称	产 品	毛刺种类及百分比 (%)				
			铸造毛刺	冲压毛刺	切削毛刺	型压毛刺	其它毛刺
1	西安仪表厂	10种仪器仪表	25	40	15	20	
2	青岛电表厂	DD16电表	11.1	18.5	18.5	11.1	40.8
3	兰州仪表厂	万用表板	80	10		5	5
4	承德市仪表厂	13种仪器仪表	20	30	10	5	35
5	大连仪表厂	调速器 变速器		60	40		
6	四川仪表二厂	TDY-37516 永磁式电动机		39	33	6	22
7	四川仪表七厂	力平衡变速器		25	15	50	
8	江西光学仪器总厂	205照相机	1.77	22.12	48.6	1.77	25.68
9	苏州照相机厂	HQ351照相机 JQ304A照相机	0.5	63	30		1.5

注：百分比指该种毛刺零件数与全部需去毛刺零件数的百分比

影机械制造厂对二十种齿轮去毛刺工时费用统计，每年至少需一万元左右。南京电影机厂对02103螺旋轮，09701小蜗杆等九种电影机小型零件去毛刺工时为45.2分，该产品年产量为2.4万台，那么每年耗费去毛刺总工时为一万八千零八十小时，工时费约为七万二千三百二十元。哈尔滨电影机械厂对年产二千台的5505型35毫米放映机去毛刺工时费用作过统计，每台去毛刺工时为12.71小时，那么全年耗费总去毛刺工时为二万五千四百二十小时，工时费用约为十万一千六百八十元。江西光学仪器总厂205照相机去毛刺工时统计为427.45分，如果全国每年按生产150万台相机计算，则需工时二百六十七万一千五百六十二小时，工时费约为一千零六十八万元左右。仪器仪表行业现有一万一千七百多种产品，每年用在零件去毛刺的费用就相当可观了。目前，我国零件去毛刺工艺落后、设备不足，开展去毛刺新技术的研究和应用将可大大提高产品的质量。

(二) 我国去毛刺设备及工艺技术水平

调查表明，我国仪器仪表行业各厂家，不仅去毛刺专用设备数量不多，而且设备陈旧、精度差、效率低。我们调查三十五个厂家，共有去毛刺专用设备七十三台，平均每厂占2.1台。在这些设备中进口设备仅占10台，占设备总数的13.7%（见表3），其它都为各厂自制设备。在去毛刺设备中，滚动、振动去毛刺设备最多，为40台，占设备总数的54.8%，平均每厂占1.1台；砂盘、砂带去毛刺设备16台，占设备总数的21.9%，每厂约占0.46台；其它手持工具等去毛刺设备17台，占设备总数的23.5%，平均每厂约