

## Method and Device for Controlling Curved Pipe Variable Section Milling

Linhong MAO Yuyang MA Kaiqi XU

Aviation Industry Harbin Aircraft Industry Group Co., Ltd. Heilongjiang Harbin 150000

### Abstract

This article is a method and equipment for controlling variable section milling, which can control the milling amount, milling speed and cross-section shape. The device can be used to change the bent pipe or the part with the curved pipe. Sectional milling. The milling and milling equipment adopts the method of variable section milling, so that each cross section on the elbow remains parallel to the liquid surface when it reaches the surface of the milling machine, thus ensuring the same milling amount of the same cross section of the elbow. Forming a profile having a profile such as a cone, a concave shape, or a convex shape.

### Key Words

curved pipe parts, variable section chemical milling, taper milling, equipment

DOI:10.18686/xdhg.v1i2.414

## 一种控制弯管变截面化铣的方法与设备

毛琳虹 马宇阳 许凯淇

航空工业哈尔滨飞机工业集团有限责任公司, 黑龙江哈尔滨, 150000

### 摘要

本文章是一种控制变截面化铣的方法与设备, 该方法可以控制铣切量、铣切速度以及横截面的形状, 该设备可以用来对弯管或带弯管的零件进行变截面化铣。化铣工装设备通过变截面化铣的方法, 使弯管上每个横截面在到达化铣液面时保持与液面平行, 因此保证了弯管的同一横截面的各处铣切量相同, 形成剖面为锥形、凹形或凸形等异形的零件。

### 关键词

弯管类零件; 变截面化学铣切; 锥度化铣; 设备

### 1. 引言

对于变截面类的化学铣切, 是将零件慢慢放入和提出溶液, 根据变截面厚度的要求调整下降速度和距离, 变截面分为斜度变截面和锥度变截面两种, 斜度变截面需要在零件一面涂覆保护层, 另一面在铣切中变形一定的斜度, 锥度化铣不需要在铣切的面涂覆保护层。

最早的关于锥度化铣的报道在 1939 年, 一篇美国专利 US2157845。是将方形薄板悬挂于一点, 慢慢放入和提出腐蚀溶液, 沿着垂直方向形成厚度连续、锥度一致的薄板<sup>[1-3]</sup>。由于这种方法只能形成简单的统一锥度的截面, 于 1956 年和 1954 年 Whittier C. 等人报道一篇关于薄板类零件可形成不同形状截面的化铣专利和控制这个过程的仪器专利<sup>[4-5]</sup>。由单点栓挂改为两点栓挂,

可分别控制两点的速度。悬挂点设为 A 和 B, 零件底面与液面不平行而成一定的角度, A 和 B 以相同的匀速缓慢下降和提出腐蚀溶液, 经过一定时间, 可把平板状零件铣切成最开始进入溶液的点成放射状的形状; 零件底面与液面平行, A 和 B 两点变速运动, 则可以形成凸形变截面和凹形变截面。

上面综述的文献都是锥度铣切和变截面铣切薄平板类零件, 对于弯管类零件的铣切, 目前国内暂无报道。

### 2. 试验原理

#### 2.1 锥度化铣原理

化铣的基本原理是材料在碱性溶液中受到的化学、电化学腐蚀<sup>[5]</sup>。锥度化铣的原理是将零件缓慢浸入铣切

溶液中, 在缓慢移出铣切溶液, 使垂直液面的每一点的厚度减小与零件在溶液中浸泡的时间长短成正比。由于垂直于液面的每一点在溶液中的时间不同, 因此形成锥度<sup>[4]</sup>。

### 2.2 弯管变截面化铣原理

根据锥度化铣原理, 使弯管上每一点的横截面在通过液面时与液面平行, 此时可以保证弯管同一横截面的厚度一致。

### 3. 试验过程

本文设计一个对弯管或弯管类零件进行变截面化铣的设备, 根据变截面化铣的方法, 设备可绕固定点旋转和升降。如图 1, OA、OB 为可绕 O 点在 OAB 平面旋转的伸缩臂(可根据具体零件的形状进行伸缩臂个数的增加或减少), OA 和 OB 是利用电缸的伸缩运动来调节长度的, A 和 B 配有可固定零件的夹具; O 点处可由旋转平台进行旋转运动, OE 由伺服电机带动滚轴丝杆实现上下升降运动。O 点固定为弯管类零件需要变截面化铣的弯管的圆心, A 点固定在弯管类零件的弯管处, 则 OA 长度为半径; B 点可根据零件具体形状和稳定性等因素来选择。

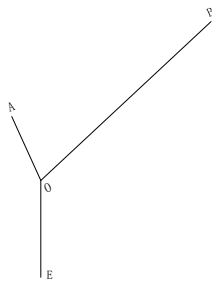


图 1 设备示意图

例: 零件为如图 2 所示的圆管, 弯管 AC 半径为 R, 圆心为 O。零件的铣切部位为从 D 到 A, 进行锥度化铣, 其中包括直管 CD 和弯管 CA 两部分, ①→②→③→②→①完成一半的锥度化铣过程, 另一半重复此过程。如图 3, O 点固定在圆弧圆心处, OA 长为圆弧半径 R, (B 点可不固定)。仪器装卡零件后下降到 D 点接触槽液。然后以 O 点带动零件以

$$V = \frac{2(\widehat{AC} + CD)}{t}$$

的速度匀速下降到 C 点接触槽液, 如图 4。第三步, 如图 5, OA 和 OB 绕 O 点逆

时针匀速旋转, 旋转角速度  $\omega =$

$$\frac{V}{R}, \text{ 直到旋转角}$$

$$\theta = \frac{180\widehat{AC}}{\pi R}, \text{ 旋转时间为 } \frac{\omega}{\theta} \text{ 时, 一半铣切}$$

完毕。出槽时 OA 和 OB 绕 O 点顺时针匀速旋转后 OE 再匀速上升即完成一个铣切周期。可根据铣切量和铣切周期确定速度 V。如果速度 V 不为匀速, 零件的剖面可形成凹形或凸形等异形。

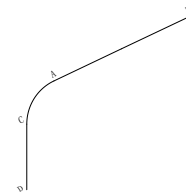


图 2 零件示意图

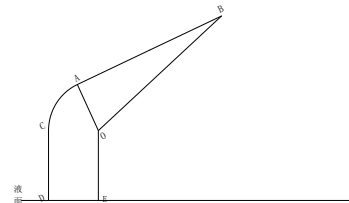


图 3 ①状态 (起始状态)

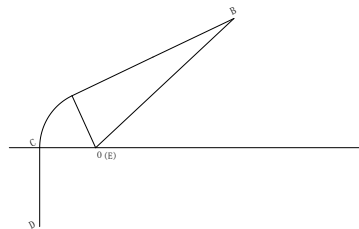


图 4 ②状态

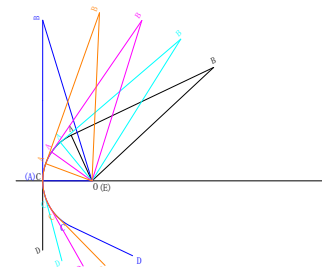


图 5 从②状态→③状态

注: a 黑色为②状态;

B 天蓝色为旋转  $\theta_1$  时的状态;

c 粉色为旋转  $\theta_2$  时的状态;

d 橘色为旋转  $\theta_3$  时的状态;

e 蓝色为旋转  $\theta_4$  时的状态 (③状态);

#### 4. 结束语

本文研究了弯管锥度化铣工艺方法及原理, 并根据工艺方法设计出变截面化铣的设备。通过对试片的锥度化铣、直管的锥度化铣试验, 弯管的锥度化铣设计、计算及模拟, 得出了弯管变截面化铣的过程, 并为弯管的变截面化铣设计了简单方便的设备。变截面化铣设备理论上可以使零件的剖面形成凸形或凹形等异形。

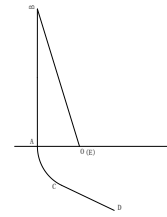
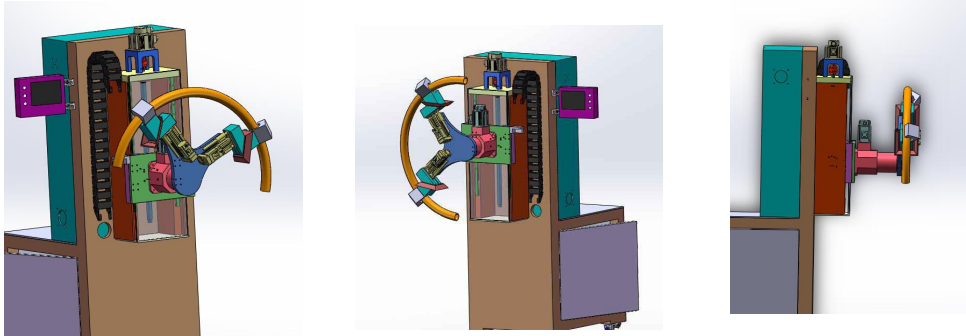


图 6 ③状态

#### 5. 作品图片



#### 参考文献

- [1] Henry L. METHOD OF MAKING MEASUR INSTRUMENT POINTERS[P].US2157845,1939-5-9.  
[2] Whittier C. TAPER CHEMICAL MILLING APPARATUS[P]. US2724918,1959-10-4.

- [3] SYNTHESIS OF TAPERS FOR FIBER OPTICSENSORS[P]. US5290398,1994-5-1.  
[4] CHEMICAL TAPER MILLING PROCESS[P]. US2881059,1959-4-7.  
[5] Yukimasa Ishida.ETCHING MRTHOD,TIN FILM TRANSISTOR MATRIX SUBSTRATE,AND ITS MANUFAYURE[P]. US6338290,2002-1-1.