

## 高精度冷拔钢管模具的磨削工艺研究

王家聪 陈 章 张 睿

(230011 合肥钢铁公司钢研所)

**摘 要** 介绍了用于冷拔高精密钢管的高光洁度模具的加工工艺试验情况。试验结果表明,改进磨削工艺,采用普通磨床可以生产高光洁度模具,这种模具可显著提高冷拔管的光洁度,降低模耗。

**关键词** 高精密钢管 冷拔模具 加工工艺

### RESEARCH ON TECHNIQUE FOR GRINDING OF DIES FOR HIGH-PRECISION COLD-DRAWN STEEL TUBE

Wang Jiacong Chen Zhang Zhang Rui

(Steel Tube Technology Institute, Hefei Iron & Steel Co.)

**Abstract** Described in the paper is the processing technique for hi-finish dies for high-precision cold-drawn steel tube. Relevant pilot operation shows that it is practical to produce hi-finish dies with ordinary grinding machine, but employing the improved grinding process. Dies processed with the said technique can improve finish of cold-drawn steel tubes considerably with less tool consumption.

**Key words** High-precision steel tube Die for cold-drawing process Processing technique

#### 1 前言

高精密冷拔钢管由于内表面光洁度满足  $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$ , 尺寸公差满足 GB8713-88《液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管》的要求,因此可直接用于气缸或油缸筒。高精度管的冷拔不同于普通管冷拔,其主要特点是通过等径拉拔减壁来达到精密缸筒管的几何尺寸要求。精密拉拔时的拔制力最大可达 3 500kN。在冷拔过程中,模具要承受很大的挤压力和摩擦力,因此,不仅要求冷拔模具具有较高的硬度和耐磨性能,而且还要具有很高的光洁度。

过去,我们一直采用普通磨床加工模具,由于加工的模具光洁度差,每次试用新模具时都要先试拔一定数量的钢管,通过冷拔时的摩擦来改善模具的光洁度。这种方法不仅会造成 1~2t 钢管拉伤报废,而且也增大了模具的磨损。经这种方式处理的模具,每只模具拔制 5t 成品管后便因尺寸超差而报废。按年产 1 000t 成品管计算,每年模具消耗 10 余万元,吨管模具费近百元。另外,由于新模具无法正常使用,给新产品开发带来很大的困难;若增添精密机床,因其价格昂贵和实际使用率较低而很不划算。为此,我们从 1996 年开始进行了用普通磨床磨削模具的试验,取得了较好的效果。

## 2 模具表面的缺陷及分析

在冷拔精密管的生产中,我们采用的模具为中式内模和苏式外模。内模的外表面在磨削加工时易产生波形纹,产生该缺陷的主要原因是在磨削时砂轮相对于工件有振动,而引起振动的根源是砂轮不平衡、砂轮电机不平衡或三角皮带长短不一致等。内模表面波纹可用以下方法来判别和计算。

在工件表面涂一层薄薄的红油,调整工作台速度,使其在工件旋转一周的时间内移动的距离略大于砂轮宽度的 2/3;砂轮作横向进给,使其刚好与工件的红油层接触并立即开动工作台;纵向走刀一次,快退砂轮架,此时即可在圆柱形工件表面观察到波纹;测出波距后,可用下式计算波频

$$\text{波频} = \pi \cdot D_w \cdot n_w / 60 \text{ 波距}$$

式中  $n_w$ ——工件速度;

$D_w$ ——工件直径。

依据波频的大小,可以分析出产生振动的根源,并采取相应措施消除。

## 3 磨削表面的微观分析

### 3.1 残余应力

工件经磨削后,其表面存在残余应力,这种应力分为拉应力和压应力。残余拉应力会降低工件的疲劳强度,使其易于疲劳破坏;残余压应力则可以提高工件的疲劳强度,减小其疲劳损坏。

### 3.2 冷硬强化

工件磨削时要经受塑性变形,发生冷硬强化。由于磨床磨削的速度比较高,因此,表面层金属的变形速度极高,冷硬程度也很大,其表面层的显微硬度可提高 80%~100%,冷硬层深度约为 30~60 $\mu\text{m}$ 。另外,由于磨削热的作用,金属将发生软化,又使冷硬程度下降。被磨工件表面的最终冷硬程度由磨削力和磨削热共同决定<sup>[1]</sup>。

磨削淬火钢时,磨削表面层的残余应力

和冷硬程度将由金属的塑性变形、磨削热及因磨削热而使金属发生相变的程度等因素决定,因此它们与磨削量和磨削条件密切相关。要想获得较好的磨削表面,合理选择磨削量和磨削条件是非常重要的。

## 4 试验方案及模具表面状况的微观分析

### 4.1 试验方案

以 GCr15 钢内模具为例,其制造工艺流程如下:锻造→球化退火、正火→车床粗加工→淬火→磨床精磨削→车床高速抛光。

与原加工工艺相比,新工艺减少了车床粗加工时预留的磨削量(仅预留 0.3~0.5mm),以保证外层淬火硬度达到  $\text{HRC} \geq 60$ ;并且增加了一道抛光工序,使用车床与 600 号砂纸,在 1400r/min 的速度下抛光(普通磨床磨削时预留的 0.01~0.02mm 余量在抛光时被磨去)。经检测,模具的表面粗糙度 ( $R_a \leq 0.63\mu\text{m}$ ) 达到设计要求。

### 4.2 模具表面的微观分析

模具表面的显微硬度采用显微硬度计测量,其值的大小与表面硬化层的深度有关<sup>[2]</sup>。磨削后模具表面层的显微硬度显著提高。图 1 是表面层残余应力的分布。磨削后,在距表面 6~7 $\mu\text{m}$  处有一很小的残余拉应力区。

用新工艺加工的内模,其表面层的显微

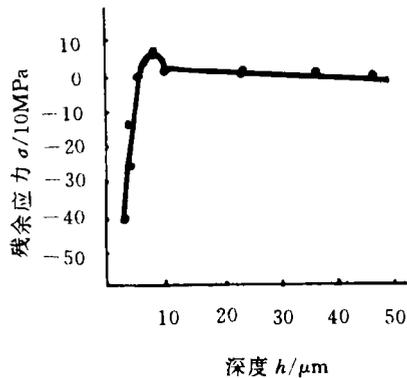


图 1 GCr15 钢模具表面层残余应力分布

硬度提高, 残余应力为压应力。

已降至 10 元, 全年可节约费用 9 万元。

## 5 使用效果

近两年的生产试验表明, 采用砂纸高速抛光的模具, 其表面光洁度提高, 由于抛光时承受了较大的挤压力, 因此表面层的硬度有所提高, 使用寿命有所延长。采用这种模具拔管, 钢管表面的拉伤划道大大减少, 光洁度与尺寸精度也有较大提高。两种工艺的模具对比如表 1 所示。

表 1 两种工艺加工的模具对比

工 艺	每只模具拔管数 /t	吨管模具费用 /元	年产 1 000t 钢管 的模具费用/元
原工艺	5	100	100 000
新工艺	50	10	10 000

采用新工艺生产的模具, 吨管模具费用

## 6 结语

在冷拔无缝钢管的生产中, 模具的质量和使用寿命是生产的关键因素之一。采用普通磨床与砂纸快速抛光的模具加工工艺既简便易行, 又可显著提高产品质量和降低生产成本。该工艺可供高精度冷拔钢管生产企业与普通冷拔管厂参考。

## 7 参考文献

- 1 何秀寿, 李兆高. 高精度高光洁度磨削. 北京: 机械工业出版社, 1981
- 2 王树勋等. 实用模具设计与制造. 湖南: 国防科技大学出版社, 1992

(收稿日期: 1997-09-08)

## ● 信 息

### Cavaney 先生当选为 API 会长

#### MR. CAVANEY ELECTED AS CHAIRMAN OF API

据报道, 资深贸易专家, 曾在白宫尼克松、福特、里根三届政府中任职的 Red·Cavaney 先生当选为美国石油学会 (API) 新会长, 任期从 1997 年 10 月 1 日起。Cavaney 先生是 API 第 13 任会长。其前任 Charles J·Di Bonq 先生在该职已工作了 19 年。

1964~1969 年, Cavaney 先生在美国海军服役, 获上尉军衔; 1985~1994 年任美国纸张协会会长; 1994~1997 年任美国塑料协会会长, 并在 1997 年被 "Association Trends" 杂志评选为年度最优秀的协会会长。

(成都无缝钢管有限责任公司 余志刚)