

配油轴深孔加工表面硬化的解决办法

■ 中船重工集团第七二二研究所（湖北武汉 430079） 宋立军 徐家品 秦晓红 胡焱修

摘要：为了解决配油轴深孔加工时散热差、排屑难和加工精度不易保证的难题，创造性地设计了一套特制工装，较好地解决了多种同类型配油轴深孔加工中的散热和排屑等问题，极大提高了加工效率和产品质量。

1. 现状

机械零件上的孔，当其长度和直径比 ≥ 5 时，通常称为深孔。深孔加工一般难度都比较大，尤其是随着长径比的增大，加工难度也越高，在机加工行业这历来是一项难题。

现有配油轴，材料为0Cr17Ni4Cu4Nb，在该轴上有4个深孔，其孔径和孔深分别为 $\phi 14\text{mm}$ 、深403mm（长径比28.8）； $\phi 14\text{mm}$ 、深387mm（长径比27.6）； $\phi 14\text{mm}$ 、深170mm（长径比12.1）； $\phi 9\text{mm}$ 、深300mm（长径比33.3）。其中有3个孔的长径比在30左右，属于特殊深孔，加工难度极大。配油轴如图1所示。

2. 加工难度

（1）材料方面。配油轴的材料为0Cr17Ni4Cu4Nb，其与45钢的材料性能对比如表1所示，这种不锈钢材料对加工造成的困难如下：①金相组织为马氏体，在加工过程中极易形成加工硬化，从而造成刀具的严重磨损。②热强度高，这与其他材料恰恰相反，因而温度越高，切削力就越大，

消耗的功率也就越多，从而形成恶性循环。③塑性非常好，钻削时极易形成积屑瘤，使刀具寿命急剧降低。④导热系数非常低，导致钻削产生的热量难以散发出去，进一步恶化了钻削环境。⑤线膨胀系数比45钢大，在冷却后会出现孔径比钻头尺寸小的情况，这在深孔加工中会产生严重

的后果。

（2）加工方面。①钻削过程中充满了摩擦，随着钻孔深度的不断增加，这种摩擦不断加大。在钻削过程中，内外摩擦力反映在钻头上就是钻削力，将产生大量的热量。②由摩擦和钻削力所消耗的热量，又转化为切削热，进一步恶化了钻削环境。③深孔

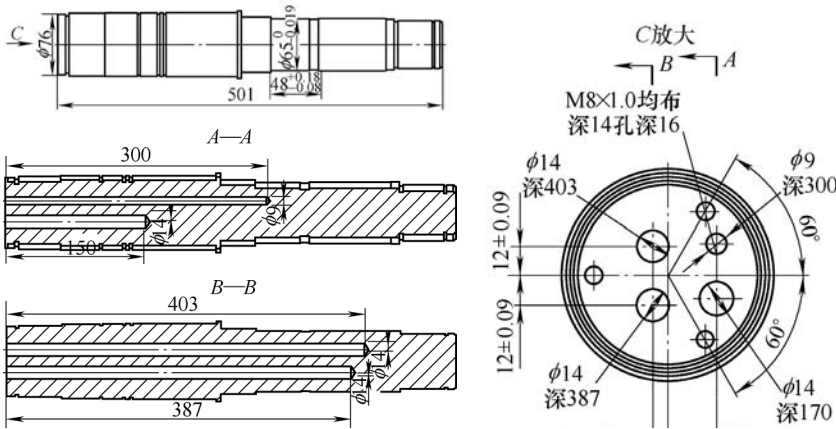
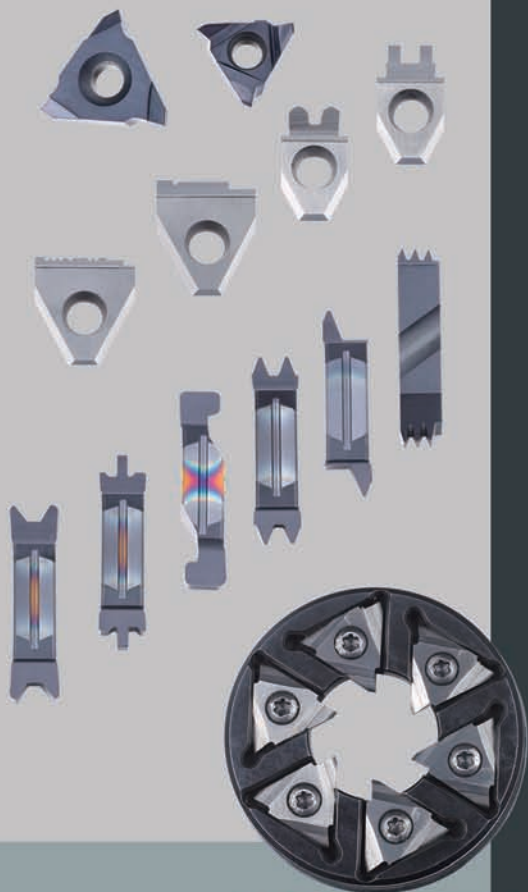


图1 配油轴示意图

表1 0Cr17Ni4Cu4Nb与45钢材料性能对比表

	0Cr17Ni4Cu4Nb	45钢
屈服强度	1 000MPa（截面尺寸 $\leq 100\text{mm}$ ）	370MPa（截面尺寸 $\leq 100\text{mm}$ ）
伸长率	$\geq 12\%$ （截面尺寸 $\leq 100\text{mm}$ ）	$\geq 18\%$ （截面尺寸 $\leq 100\text{mm}$ ）
热导率	100℃时，17W/(m·K) 300℃时，20W/(m·K) 500℃时，23W/(m·K)	48W/(m·K)
线膨胀系数	20~100℃时， $16.6 \times 10^{-6}/\text{K}$ 20~200℃时， $17.0 \times 10^{-6}/\text{K}$ 20~300℃时， $17.2 \times 10^{-6}/\text{K}$	20~100℃时， $10.6 \times 10^{-6}/\text{K}$ 20~200℃时， $11.3 \times 10^{-6}/\text{K}$ 20~300℃时， $12.1 \times 10^{-6}/\text{K}$

非标刀片定制



让您的生产效率全面提速



东莞市锐锋精密刀具有限公司

地址：东莞市长安镇乌沙李屋第一工业区沙梨坝6号

电话：0769-85350968

传真：0769-85350917

网址：www.ruifeng-tools.com

邮箱：ruifeng@ruifeng-tools.com

高精度
专业化

拥有德国五轴数控磨削中心，专业技术团队，提供高品质非标刀片的定制



◆广告 查询编号：2600

加工时，排屑非常困难，孔中要么始终充满着细粒状切屑，要么始终缠绕着螺旋带状切屑，对钻头的磨损很大。④加工深孔时，由于钻头过长，其刚性较差，极易产生振动，导致钻头崩刃或折断。

加工难度的核心就是散热、冷却及润滑问题。

3. 解决办法

(1) 刀具：以前刀具采用以钨、钒、钼和钴为主要合金元素的高合金工具钢，现采用德国进口含钴高合金钻头HSS-E。其硬度、耐热性、耐磨性及允许的切削速度远高于一般高合金工具钢。

(2) 工装：研制一套特制的工装，如图2所示。即为配油轴专门做一个直径300mm、高360mm的圆筒，钻孔加工时，将配油轴插入圆筒中，圆筒底部与配油轴通过O型密封圈进行密封。然后将切削液注入圆筒内，液面超过配油轴顶部，加工过程中，切削

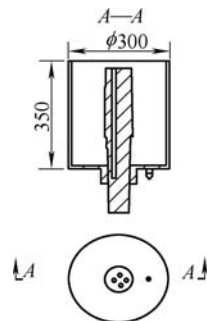


图2 工装示意图

液可以重复使用。该圆筒底部设有泄水孔，加工完后可以方便地泄水。

在钻孔过程中，配油轴外部始终浸泡在切削液中，切削液能够充分带走配油轴上的热量。另外，切削液会自动流入已钻的孔中，从而对孔内进行实时冷却。在内外双重冷却的条件下，大量的切削热被切削液带走，配油轴的深孔加工环境得到极大的改善，从而避免了配油轴深孔加工过程中表面硬化的产生。并且切屑在流体环境中变得更容易排出。

(3) 切削参数方面。不同直径钻头的切削参数如表2所示。

表2 不同直径钻头的切削参数差异

钻头直径/ mm	钻头长度/ mm	改进前钻速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	改进前进给速度/ ($mm \cdot \min^{-1}$)	改进后钻速/ ($r \cdot \min^{-1}$)	改进后进给速度/ ($mm \cdot \min^{-1}$)
9	$L_1=200$	220	2	350	6
	$L_2=350$	200	2	250	4
14	$L_1=200$	180	1	250	4
	$L_2=450$	150	1	200	3

4. 结语

通过刀具、工装以及切削参数方面的改进，较好地解决了多种同类型配油轴深孔加工中的散热和排屑等问题，极大提高了加工效率和产品质量，使得深孔加工后的尺寸精度达到H8~H10级，表面粗糙度值达到 $R_a=6.3 \sim 12.5 \mu m$ 。这对于类似不锈钢产品的深孔加工具有参考价值。

参考文献：

- [1] 张文武，钱琳. 浅谈孔径两端小中间大的深孔加工[J]. 民营科技，2013 (4) : 5.
- [2] 何定健，李建勋，王勇. 深孔加工关键技术及发展[J]. 航空制造技术，2008 (21) : 90-93.
- [3] 关世玺，范国勇，常兴. 深孔加工关键技术研究[J]. 新技术新工艺，2007 (8) : 29-31.

MW (收稿日期：20170210)