

# 渐开线螺旋花键的滚压加工

沧州天硕联轴器有限公司, 是专业从事胀紧联结套、机械传动和机械密封研究、生产的企业。

韩洪涛

开封大学 机械工程系, 河南 开封 475004

摘要: 阐述了渐开线螺旋花键的滚压原理、坯料计算、工装设计及材料的选择, 对滚压加工进行了很好的研究。实践表明, 采用滚压技术加工的渐开线螺旋花键, 不仅极大地提高了生产效率, 且制件的质量也大为提高。

关键词: 滚压; 渐开线; 花键

中图分类号: TG376.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-2265(2002)09-0005-02

## Research on the rolling involute spiral spline process

HAN Hongtao

**Abstract:** This article expounds the rolling principle of the involute spiral spline, the calculation of semifinished product, the design of equipment and the selection of material, which conducts the research of the rolling machining. It is proved that the involute which is adopted by rolling technology can not only improve the production, but also improve the quality of the work piece.

**Key words:** rolling; involute; spiral spline

## 1 引言

对工件采用滚压加工, 具有生产率高、尺寸精度高、表面粗糙度细、强度高、表面硬度好等优点。随着滚压工具材料使用和制造精度的提高, 滚压在批量生产中已被广泛应用。渐开线螺旋花键的滚压成形, 就是基于这一背景开展的。

## 2 渐开线螺旋花键滚压原理

渐开线螺旋花键滚压是根据金属塑性变形原理, 在冷态下加强力滚压成形。即滚压工具(滚轮)和坯料一面转动, 滚压工具一面压入坯料, 使坯料表面层产生塑性变形, 从而形成所要求的加工形状。

渐开线螺旋花键滚压成形的实质是使毛坯体积重新分配, 使坯料从一个位置转移到另一个位置, 满足成形的需要。当滚轮对毛坯施加压力时, 金属沿着滚轮齿面垂直轴线方向向齿间流动, 而制成所需齿形。

当材料塑性变形时, 金属晶粒产生滑移, 纤维只有弯曲, 而不会被切断, 仍然保持着连续状态, 其抗剪强度比切削齿形增高 4~8%, 疲劳强度比切削齿形增高 40~100%, 确保了制件的强度。同时, 塑性变形使齿形表面材质较致密, 产生冷做硬化层。

随着滚压力的增加, 金属内部的缺陷得到弥补, 从而使制件强度进一步提高。此外, 滚压过程中金属表面在高压下受到滚压工具(滚轮)光滑表面的压平, 工

件表面粗糙度将得到改善, 一般可达到  $Ra0.8 \sim 1.6 \mu m$ 。

## 3 渐开线花键滚压前坯料直径的确定

图 1 为起动机轴的零件图(无关尺寸略)。材料为 45 钢, 硬度 HB179-235, 其螺旋花键位于该轴的左前端, 长度见图。渐开线螺旋花键的各种参数为: 模数  $m = 1.5$ , 齿数  $z = 15$ , 齿形角  $\alpha = 25^\circ$ , 螺旋角  $\beta = 26^\circ 56' 37''$ , 分度圆直径  $D_{分} = 25.24mm$ , 齿顶圆直径  $D_{顶} = 27 \pm 0.15mm$ ; 齿根圆直径  $D_{根} = 23.4mm$ , 齿根圆弧为  $0.4mm$ 。

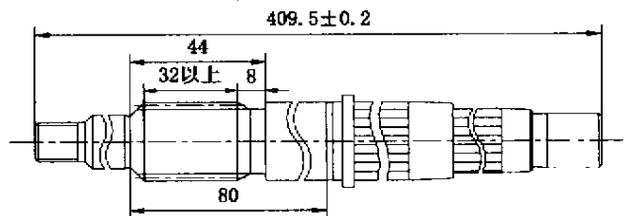


图 1 起动机轴零件图

由于滚压工艺是坯料金属体积的重新分配, 因此滚压前后可以看作体积不变或横截面积不变, 据此来确定其坯件直径。

首先以法面齿形为准, 分别计算出渐开线与齿顶圆及齿根圆的交点坐标, 然后用积分法求得单齿面积, 通过螺旋角再折算为端面单齿面积。其端面单齿面积为  $4.432158 (mm^2)$ 。

则 15 齿面积和为： $= 15 \times 4.432158 = 66.482381$   
( $\text{mm}^2$ )

沧州天硕联轴器有限公司，是专业从事胀紧联结套、机械传动和机械密封研究、生产的企业。

根据面积相等原则：

$$\text{坯料直径为：} \frac{\pi d_{\text{坯}}^2}{4} = \text{齿根圆面积} + F$$

$$d_{\text{坯}} = 25.143748\text{mm}$$

由于多种因素的影响，确定坯件直径的计算方法很多。但坯件最后直径的确定，必须通过生产、测量、调试后方可确定。本例中，经试生产工艺验证后的  $d_{\text{坯}}$  控制在  $\varnothing 25.08 \pm 0.025\text{mm}$  较合适。

## 4 滚压工装设计

根据起动机轴渐开线螺旋花键导程大，滚制部分长度短的特点，滚压方式采用两滚轮轴线平行于工件轴线。工件在夹具中的定位依靠起动机轴两端的顶尖孔，可使工件在两滚轮之间保持正确位置，该种定位方式滚压精度高，操作较方便。机床使用 Z28-100，在滚压过程中，工件和滚轮的接触可设想成：工件和滚轮各有一个互相纯滚动着的“滚园”，滚园直径随滚压深度的增加而发生变化。滚轮沿径向进给，滚轮上又有螺旋线，不可避免的轴向分力，将使工件产生少量的轴向位移。并且工件随滚压深度的增加，也会沿径向进给方向有一定的偏移。因此夹具的结构设计必须能实现径向和轴向的少量移动。

滚轮速度过低，坯件不易进入，且在坯件端部产生毛刺；滚轮速度过高，滚轮部件则受力较大。现场生产以  $20 \sim 30\text{m}/\text{min}$  为宜。

## 5 摩擦力的影响和冷却润滑油的选择

螺旋花键滚压过程中，毛坯是在冷态、低速、强力作用下成形，滚轮与变形金属接触表面之间产生摩擦力，由于外摩擦作用引起应力和变形，使制件内产生附加应力和残余应力，降低产品质量，同时还增加了克服摩擦力的附加变形。使工作应力增加，能量消耗大，并

加重滚轮负载，引起滚轮磨损，寿命降低。因此选择适当的润滑油和提高滚压工具的耐用度是十分重要的。滚压时为维持工具寿命和保证工件精度，采用能起摩擦和冷却作用的耐高压润滑剂。

影响滚压工具耐用度的因素很多，主要有工具材料的化学成份与晶粒结构的均匀性，工具热处理的质量，滚压坯料的晶粒组织与硬度，坯料的直径误差与几何形状，机床与滚压工具调整，滚压用量及坯料与滚压工具的倒角等。可以说，提高滚压工具的耐用度，是一个综合性很强的问题。

## 6 对滚压材料的相关要求

材料的滚压性能主要取决于工件材料的屈服极限  $\sigma_s$ 、延伸率  $\delta$ 、强度极限  $\sigma_b$  和弹性模量  $E$ 。一般情况下，延伸率不应小于 8%，这是因为延伸率 8% 以下的材料齿顶要产生龟裂而不适于滚压。对于金属流动性较大的渐开线螺旋花键，其延伸率应不小于 12%，材料硬度不超过 HB200—300 的碳钢及表面渗碳钢，都适于滚压。

此外，还要求材料有小的加工硬化性能和内摩擦系数。

## 7 结束语

由于采用滚压加工，使制件由原来的每班平均 30 ~ 40 件，提高到每件 7 ~ 10s，且可以获得较好的表面粗糙度，耐磨性也大为提高。同时由于无削加工，降低了工人的劳动强度，工位器具与工件也较清洁。

[参考文献]

- [1] 孟少农. 机械加工工艺手册 第 2 卷. 北京: 机械工业出版社. 1991
- [2] 沈 莲. 机械工程材料. 北京: 机械工业出版社. 1999  
收稿日期 2002-04-01  
作者简介: 韩洪涛(1951-), 男, 河南开封人, 开封大学机械工程系副教授。

(编辑 苏伯光)

(上接第 4 页)人翁责任感，把每个职工的利益、前途和人生价值与企业发展紧密相连，充分调动人的积极性、创造性，增强凝聚力。

(4) 发挥高校所具有的学科齐全、人才密集的优势，联合培养数控产业发展所急需的创新人才资源，推进数控技术研究的源头创新。

[参考文献]

- [1] 周延佑. 数控系统的发展与机床数控化改造[J]. 机械制造, 1999, 37(7): 6~8
- [2] 周凯. 数控技术与产业发展途径探讨[J]. 中国机械工程,

- 1999, 10(10): 1084~1089
- [3] 国家经贸委经济信息中心. 我国企业信息化总体应用水平 [N]. 中国机电日报, 2002-03-21(第 1 版)
- [4] 杨学桐, 李冬茹. 我国数控产业的现状与发展举措[J]. 中国机械工程, 1999, 10(10): 1081~1083
- [5] 中国机床工具工业协会数控系统分会. 国产数控系统出路何在 [N]. 中国机电日报, 2001-11-27(第 4 版)  
收稿日期 2002-04-17  
作者简介: 杨皖苏(1964-), 女, 安徽枞阳人, 合肥工业大学预测与发展研究所副研究员, 硕士研究生导师。

(编辑 何钢)