

# 准变位渐开线花键双齿的加工

□汪祥支

摘要 对准变位渐开线花键双齿加工进行分析与计算, 并给出正确解决这种类型花键齿加工的方法。

关键词 准变位 渐开线花键 正变位 齿廓

中图分类号: TG61 文献标识码: B 文章编号: 1671-313X(2002)02-0030-02

汽车变速器中一种固定齿座的花键加工相当复杂。其图样(内孔有改动)见图 1, 设计参数见表 1。

了变化。所以称齿圈 1 是在齿圈 2 基础上准变位获得, 又由于两种齿廓位于一个零件上, 故称该零件为准变位渐开线花键双齿。

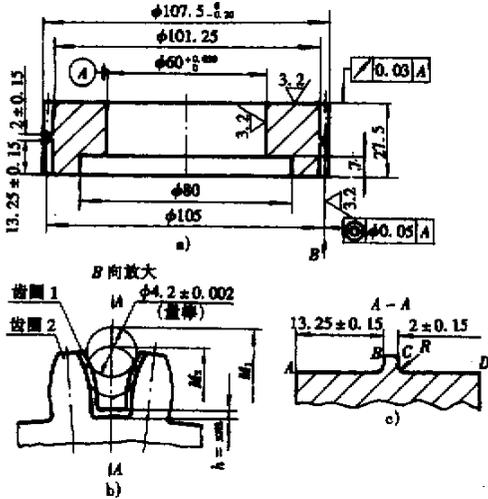


图 1 渐开线花键双齿

表 1 双齿参数

参 数		齿圈 1	齿圈 2
齿数	Z		42
模数	m		2.5
压力角	$\alpha_D$		30°
公差等级及配合类别 6(GB/T3478.1-1995)			
渐开线起始圆直径最大值	$DF_{max}$	φ102.76	φ102.76
作用齿厚最大值	$S_{vmax}$	3.891	3.541
实际齿厚最小值	$S_{min}$	3.764	3.414
作用齿厚最小值	$S_{vmin}$	3.817	3.467
实际齿厚最大值	$S_{max}$	3.838	3.488
齿根圆弧曲率半径最小值	$R_{emin}$		R0.5
齿距累积公差	$F_p$		0.077
齿形公差	$f_f$		0.040
齿向公差	$F_\beta$		0.010
量棒跨距	$M_{max}$	110.616	110.029
	$M_{min}$	110.493	109.903

如图 1 所示, 齿圈 1 似乎是在齿圈 2 的基础上正变位获得。根据渐开线齿廓变位理论可知, 变位后的齿廓其齿根圆、齿顶圆及齿厚均要同时变化, 而本图中齿圈 1 齿顶圆与齿圈 2 齿顶圆相同, 其余部位均发生

## 一、准变位渐开线花键双齿的加工

### 1. 第一次滚切加工过程及误差分析

由于这种花键是双齿且尺寸要求较严格, 如齿圈 1 齿形长度仅 2mm。所以工艺上安排在 CNC—YB3150 数控滚齿机上加工。其试切工艺为: 滚刀自图 1c 中 A 点为计算尺寸起点, 向右滚切 13.25mm 即 B 点时, 刀具外移  $h$  ( $h = xm$  为正变位量), 同时再向右滚切 2mm, 复位后继续进行滚切, 直至结束。如此滚切达  $M_2$  后, 测量齿圈 1 棒间距  $M_1$ , 发现与齿圈 2 棒间距  $M_2$  仅差 0.02 ~ 0.04mm。而表 1 中给定设计参数两棒间距差为 0.59mm, 目测齿圈 1 齿廓只是微观凸起。所以不符合设计要求。

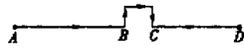


图 2 滚刀移动过程

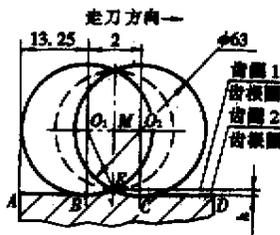


图 3 齿圈 1 的齿根形状

对于出现上述情况, 分析原因如下: 沿齿长方向从齿根圆处作轴剖面(见图 1c)为研究对象, 具体分析滚刀移动 2mm 时齿圈 1 齿廓滚切情况。根据试切工艺, 整个滚切过程可用图 2 示意。但实际滚切时, 由于齿轮滚刀本身直径(φ63mm)的存在, 其齿圈 1 齿根形状如图 3 剖面图中凸起部位。其齿圈 1 齿根高度(指正变位获得的高度, 下同)可以通过几何关系计算, 图 3 中虚线表示正变位后刀具位置。

在图 3 中, 设凸起高度  $h$  ( $h = xm$ , 具体数值见下述计算)为所求齿圈 1 在正变位后获得的齿根高度。从图中几何关系有:

$$ME = \sqrt{O_1 E^2 - O_1 M^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{63}{2}\right)^2 - 1} = 31.484\text{mm}$$

则  $h = 31.5 - 31.484 = 0.016\text{mm}$ 。这说明齿圈 1

正变位所得齿根高微小, 与实际滚切结果一样。所以不论从实际滚切, 还是理论计算均说明这样试切不符合图中规定。

但根据图 3 分析可知: 其原因是滚切齿圈 1 时变位( 刀具外移) 起、止点位置选定不正确, 造成在滚切齿圈 2 时, 滚刀自身直径的干涉作用切去了齿圈 1 正变位后应该获得的齿根高度。因此必须对滚切齿圈 1 时变位起、止点位置进行修正( 起止点均以刀具中心计算)。

2. 第二次滚切加工过程及分析

根据上述分析, 对滚刀在加工过程中起、止点进行修正。其分析过程如图 4 所示。设图 4 中  $L$  即为满足图样加工要求所需的起、止点之间移动距离( 即刀具外移起、止点距离)。

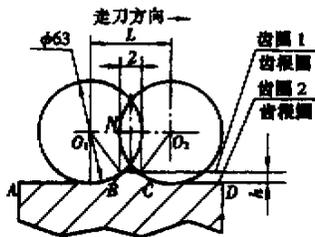


图 4 设  $L$  为刀具起、止点距离

1) 推导移动所需距离  $L$  的计算公式

在图 4 中, 设凸起部位为滚切齿圈 1 时齿根形状及高度, 根据图中几何关系有:

$$L = 2 + 2O_1N \quad O_1N = \sqrt{R^2 - (R - h)^2}$$

$$L = 2 + 2\sqrt{R^2 - (R - h)^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中  $R$  —— 滚刀半径 此处为 31.5mm  
 $h$  —— 齿圈 1 正变位后齿根高度

2) 计算  $L$  实际值

根据图 1 及表 1 中给定的跨棒距及齿厚数值, 具

体分析它们与正变位量  $h$  ( $h = xm$ ) 之间的关系。依据渐开线展成加工变位理论, 齿圈 1 可以看成是在齿圈 2 基础上正变位获得, 所以从变位齿厚理论分析: 标准齿厚与变位齿厚之间有下列关系:

$$2xmtg\alpha_D = S_{变} - S_{标} = \Delta S \dots\dots\dots (2)$$

式中  $x$  —— 变位系数  
 $m$  —— 齿轮模数  
 $\alpha_D$  —— 分度圆压力角

化简公式 (2) 并计算得:

$$2htg\alpha_D = 0.35 \quad h = 0.303mm$$

这就是说: 齿圈 1 在齿圈 2 基础上正变位( 刀具外移) 0.303mm 时, 跨棒距从  $M_2$  变为  $M_1$ , 齿厚从  $S_2$  变位  $S_1$ 。于是将  $h = 0.303mm$  代入公式 (1) 得:

$$L = 2 + 2\sqrt{31.5^2 - (31.5 - 0.303)^2} = 10.717mm$$

因此, 第二次试切时, 变位起、止点实际距离应为 10.717mm。

3) 对上述求得的  $L$  进行工艺处理后试切, 结果完全达到图 1 及表 1 规定, 说明上述分析计算正确。

二、结论

通过二次试切与分析计算, 终于解决了这种准变位渐开线花键双齿的加工, 同时从本次加工中获得分析这种类型花键加工的一般思路。最后对工艺进行了修正: 滚刀以图 1c 中 A 点为基点计算尺寸, 向右滚切到 8.892mm 时, 刀具外移( 正变位) 0.303mm, 同时向右滚切 10.717mm 后, 复位继续滚切, 直至图样要求。

作者通讯地址: 安徽省马鞍山市传动机械厂( 243013 )  
 收稿日期: 20010614

· 书讯 ·

《机械工业企业工艺管理》介绍了机械工业企业工艺管理的基础知识和新的发展趋势, 主要内容有工艺管理的基本概念; 工艺管理在企业中的地位和作用; 工艺管理体系责任制; 工艺发展规划的制订与实施; 工艺情报与工艺信息管理; 工艺标准化管理; 工艺技术进步的管理; 生产现场的工艺管理; 工艺管理的新技术和新方法; 电子计算机在工艺管理中的应用等。

该书由戴可德同志任主编, 郭志坚同志任主审, 陆燕荪同志任顾问。

全书共分十四章, 60 万字, 16 开本, 每本售价 16 元( 含邮费, 一次订购 20 本以上 9 折优惠)。

《电气维修实用技术手册》( R001 ) 一书包括电气维修常用技术资料、三相交流电动机维修、直流电动机维修、电力变压器维修、机床电气设备维修、电焊机维修、数显数控技术、电梯电气设备的维修、电气设备节电技术、电气安全等 12 章。是广大工矿企业及科研单位的电气维修人员的工具书和参考书。本书约 170 万字, 精装 16 开本, 1998 年版, 定价为 120 元/册( 含邮费)。

《新编中小微型电机技术数据大全》一书, 汇集国内外已定型生产的各类三相、单相、交流、直流、通用、专用、派生和特殊的中小微型电动机、发电机、弧焊机、变压器 8000 多项。技术数据均采用国家标准。该书还详细介绍了电机万用绕线模、数控电动绕线机及电机故障诊断仪表等。该书邮购价, 精装每册 38 元, 平装每册 30 元。

欲购者, 请将书款由邮局汇至: 北京市右安门内大街 10 号( 邮编 100054 )《现代制造工程》原《机械工艺师》杂志社发行组收。电话( 010 ) 63012618、83167135、63520163 务请写清购书者姓名、详细地址和邮编。