

伺服齿轮曲线导向槽加工工艺研究

李小宾 刘翠芳 董彦萍 覃卫文 陈 健
(长治清华机械厂, 长治 046012)



摘要: 通过三种不同的工艺路线加工伺服齿轮曲线导向槽, 摸索出伺服齿轮在切削加工和热处理中的变形规律, 得出了合理的工艺加工方法, 解决了伺服齿轮渗氮后精密加工工艺难题。

关键词: 伺服齿轮; 曲线导向槽; 加工工艺

Research on the Processing Technology of Curvilinear Guide Groove of Servo Gear

Li Xiaobin Liu Cuifang Dong Yanping Tan Weiwen Chen Jian
(Changzhi Qinghua Machinery Factory, Changzhi 046012)

Abstract: The text obtains the distortion rule of the curvilinear guide groove during the course of cutting and thermal treatment, gets the reasonable processing method and solves the difficult problems of the precision machining after the servo gear nitridation, by researching on three different kinds of processing routes of the curvilinear guide groove.

Key words: servo gear; curvilinear guide groove; processing technology

1 引言

用于某车转向控制系统的伺服齿轮, 是保证车辆高速行驶时平稳性和车辆转向时前后桥同步的重要元件。其上的曲线导向槽形状复杂, 尺寸和形位精度要求高, 且表面要求渗氮, 加工难度非常大。为确保该产品的生产研制任务, 我们对伺服齿轮曲线导向槽的加工工艺进行重点研究, 找到了一种合理的工艺方法, 解决了伺服齿轮渗氮后精密加工工艺难题, 取得

了很好的实际应用效果。

2 产品简介

2.1 产品情况

伺服齿轮曲线导向槽形状复杂, 槽上各面加工精度要求高, 且需整体渗氮, 渗氮层厚度 0.4~0.6mm, 表面硬度大于 HV600。具体伺服齿轮曲线导向槽如图 1、图 2 所示。

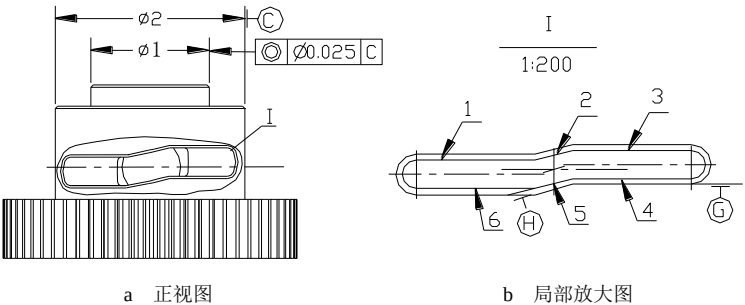


图 1 伺服齿轮曲线导向槽

作者简介: 李小宾 (1974-), 高级工程师, 焊接专业; 研究方向: 产品加工工艺及质量技术研究。
收稿日期: 2010-05-31



图 2 伺服齿轮实物照片

2.2 技术要求

伺服齿轮曲线导向槽各面技术性能要求见表 1。

表 1 齿轮导向槽各面技术性能要求

性能要求 曲面	平面度/mm	平行度/mm	垂直度/mm	粗糙度/ μm
1	0.02	0.03 (G)	0.01 (C)	0.8
2	0.02	0.03 (H)	—	0.8
3	0.02	0.03 (G)	0.01 (C)	0.8
4	0.02	—	0.01 (C)	0.8
5	0.02	—	0.01 (H)	0.8
6	0.02	0.03 (G)	0.01 (C)	0.8

3 工艺试验

3.1 试验条件

伺服齿轮材料选用 40Cr 圆钢，共计 6 件试验件。机加设备选用先进的铣镗加工中心，刀具： $\Phi 10\text{mm}$ 、 $\Phi 12\text{mm}$ PVD 涂层硬质合金立铣刀；轨迹磨床，砂轮： $\Phi 10\text{cm}$ 立方氮化硼砂轮。热处理设备：辉光离子氮化炉。

3.2 工艺路线选择

共投入 6 个试验件，设计了三种不同的工艺加工路线，每 2 件为一组，按不同的工艺路线进行试验。

3.2.1 三种工艺加工路线

- 路线一：精铣曲线导向槽→渗氮→抛光。
- 路线二：半精铣曲线导向槽（留较大余量）→渗氮→精铣成曲线导向槽。
- 路线三：半精铣曲线导向槽（留较小余量）→渗

氮→轨迹磨精磨曲线导向槽。

3.2.2 三种工艺加工路线分析

- a. 方案一立足于齿轮导向槽渗氮前加工和渗氮时能克服导向槽的变形，渗氮前完成全部的精加工，渗氮后仅进行抛光即可达到设计精度要求。此方案为比较理想的方案；
- b. 方案二主要考虑渗氮后变形超过要求，再利用加工中心进行精加工达到设计要求。此方案为比较快捷、先进的方案；
- c. 方案三主要考虑渗氮后变形超过要求，在加工余量比较小的情况下，采用轨迹磨来完成要求。此方案为中性的方案。

3.3 工艺试验

3.3.1 渗氮前精加工（装卡位置）

试件的装卡位置不同，将影响试件导向槽的加工质量。具体压紧位置见图 3。

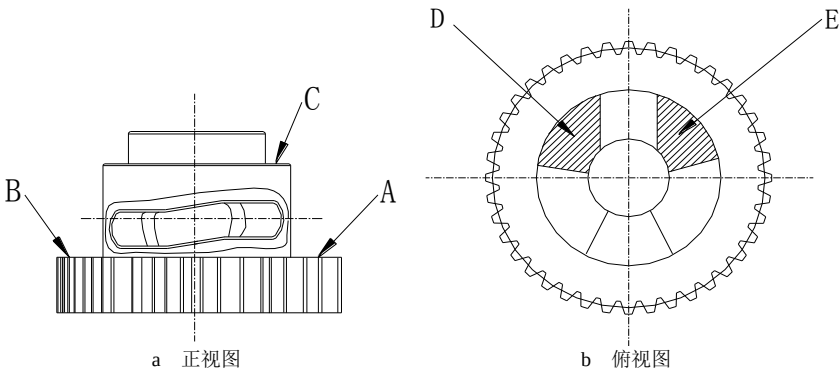


图 3 齿轮装卡不同的压紧位置

加工后用坐标测量机对曲线导向槽进行了平行度和平面度等形位公差测量，槽宽尺寸用内径千分表

表 2 曲线导向槽测量数据

试件编号	压紧位置	槽宽 20H8/mm	平面度 0.02mm	平行度 0.03mm	对称度≤0.03mm	粗糙度 $R_a\leq 0.8\mu\text{m}$
1	C 面	20.030~20.080	0.040~0.050	0.040~0.045	合格	
2	A、B 点	20.042~20.350	内侧有台阶	—	合格	
3	C 面	20.020~20.150	0.030~0.045	0.010~0.025	合格	
4	A、B 点	19.600~19.630	0.042~0.055	0.025~0.045	合格	
5	D、E 点	19.708~19.730	0.010~0.020	0.020~0.030	合格	合格
6	D、E 点	19.915~19.940	0.015~0.020	0.015~0.025	合格	合格

从表 2 的数据可以看出，在 C 面上 D、E 点位置压紧，加工精度较高，满足设计要求。

3.3.2 渗氮（时效处理）试验

对精加工后的 6 件试验件，分 2 组进行渗氮，第 1 组（2 件）未经时效处理，第 2 组（4 件）时效和未经时效处理各半。采用的渗氮参数见表 3。

表 3 齿轮渗氮层厚度

组别	试件编号	炉温/℃	时间/h	渗层厚度/mm	硬度 HV
1	1、4	550±20	15	0.40	650
2	2、3、5、6	550±20	20	0.45	650

渗氮后对试件尺寸进行测量，发现渗氮后试件都产生了不同的变形。具体变形情况见表 4。

表 4 渗氮前后曲线导向槽变化表

试件编号		槽宽 20H8/mm	平面度 0.02mm	平行度 0.03mm	备注
1	渗前	20.030~20.080	0.040~0.050	0.040~0.045	未时效处理
	渗后	20.012~20.115	0.045~0.070	0.040~0.075	
2	渗前	20.042~20.350	/	/	内侧有台阶
	渗后	20.020~20.380	/	/	
3	渗前	20.020~20.150	0.030~0.045	0.010~0.025	时效处理
	渗后	20.017~20.040	0.030~0.050	0.015~0.035	
4	渗前	19.600~19.630	0.042~0.055	0.025~0.045	未时效处理
	渗后	19.650~19.705	0.045~0.075	0.030~0.065	
5	渗前	19.708~19.730	0.010~0.020	0.020~0.030	未时效处理
	渗后	19.690~13.780	0.025~0.045	0.035~0.055	
6	渗前	19.915~19.940	0.015~0.020	0.015~0.025	时效处理
	渗后	19.990~20.045	0.020~0.035	0.020~0.028	

由表 4 的数据可以看出，试件渗氮后均有不同的变形，但时效处理后再进行渗氮的试件变形量较小，所以渗氮前一定要进行时效处理。

3.3.3 渗氮后精加工

渗氮后实际硬度 HV650。选择数控铣削加工中心和轨迹磨床磨削两种方法进行。通过试验得出，前者由于试件硬度高，铣削中出现啃刀现象，无法完成加

工；后者由于机床本身固有的特性，顺利完成加工，但加工效率低，经检测数据显示，各项均达到设计要求。

4 试验结果

（下转第 4 页）

