

■ 赣州经纬汽车零部件有限公司/黄小凤 李贵庭 高秀琴 李亚红

分动箱输入齿轮工艺改进

随着公司业务的不拓展, 我公司承接了海外客户一系列零件的开发工作, 其中有一个是分动箱里面的零件, 称为输入齿轮。它与变速器输出端相连接, 是分动箱动力的输入端。此输入齿轮与常见的变速器零件结构差异较大, 结构复杂, 要求较高, 加工中工艺难度较大。

输入齿轮简介

输入齿轮包括内花键、内接合齿轮、外齿轮、内孔和油孔。图1所示所有的几何公差都是以 $\phi 45\text{mm}$ 外圆为基准, 虽然这种特殊结构的产品在之前的工艺中没有接触过, 但从变速器齿轮、轴加工经验来看, 加工此零件不存在工艺难点, 按常规思路考虑, 为了便于加工, 在加工的过程中需要对基准进行转换。

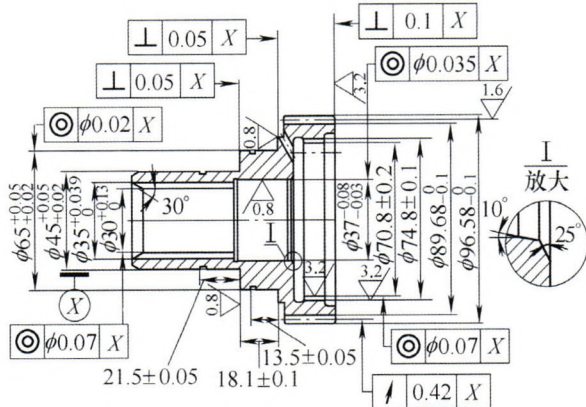


图1 输入齿轮简图

原加工工艺

输入齿轮初次的加工工艺流程为: 粗车坯→精车

小端→精车大端→拉花键→插内结合齿→倒尖角→滚齿→钻油孔→去毛刺→磨棱→剃齿→热处理→热后磨内孔、端面、外圆→检测。

按照以上工艺加工, 没有一个零件能达到成品要求。经分析, 存在的问题为: 滚齿和剃齿及热后磨削径向均以内花键小径定位, 滚齿和剃齿轴向以拉花键时的定位端面定位, 拉花键后定位轴向及径向圆跳动较大, 导致滚齿和剃齿时齿轮径跳均超差, 最终导致成品径跳超差、齿累不合格。工艺中未考虑到加工过程中对定位面造成的变形及加工定位基准面的变换, 影响后面工序的定位和加工, 最终影响成品的精度。

初次改进后的加工工艺

加工工艺经初步改进后, 将X基准面转换为A基准面进行加工(见图2), 尽量统一基准面。工艺流程为: 粗车坯→精车小端→拉花键→磨工艺位置→精车大头→插内结合齿→倒尖角→滚齿→钻油孔→去毛刺→磨棱→剃齿→热处理→热后磨外圆→热后车内孔→检测。

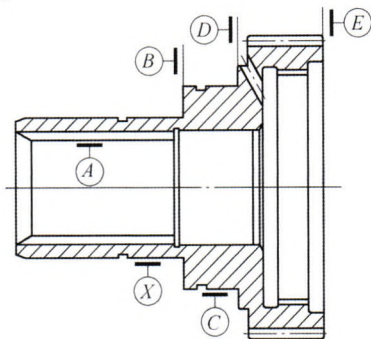


图2 定位基准面

其中，插齿、倒尖角、滚齿使用的基准是相同，即基准C和D，剃齿和磨外圆使用的是基准A和E。为了尽可能减少基准不统一带来的影响，工艺中增加了磨工艺工序，即以A为基准，磨削加工C基准。但在加工中仍存在以下问题：

(1) 磨削工艺位置问题 以A为基准，磨削加工C基准，理论上A基准和C基准几乎统一了，但经过多次加工验证发现，套心轴磨削后C基准相对于A基准的跳动为0.02~0.04mm。从产品结构和加工验证情况看，产品的重心对磨工艺位置这道工序产生了比较大的影响，以A基准来确定C基准的方法不合理。

(2) 拉花键问题 多次加工验证表明，拉花键能达到的要求：X相对于A基准的跳动0.01~0.06mm，B基准相对于A基准的跳动0.01~0.05mm，变动范围比较大；与B基准相比，D基准对于A基准更远，而且外圆大，导致D基准相对于A基准的跳动更大。精车大头是以D为端面基准的，因此E基准也受D基准的影响。

(3) 滚齿问题 滚齿工序是以C、D、E为基准，而检测是以A为基准。从磨工艺位置和拉花键可以得出表1数据。从表1中可以看出，C、D、E三个基准的不稳定和变化范围大直接导致了滚齿径向圆跳动的不稳定。从加工情况来看，以A为基准，滚齿径向圆跳动为0.03~0.08mm，无法保证产品要求。

表 1

相当于A基准的跳动	C	B	D	E
数值范围/mm	0.02~0.04	0.01~0.05	0.02~0.07	0.02~0.07

综上所述，转换基准的思路理论上可行，但实际加工验证中却发现基准面本身的变动较大，导致难于加工出合格的产品，最终使成品合格率极低，无法保证批量生产的要求。

最终优化加工工艺

由于以上工艺加工的产品质量不稳定，成品合格率极低，为了解决这个问题，同时降低成本，我公司决定统一基准，始终以两顶工艺加工所有的尺寸。工艺流程为：粗车坯→精车小端→精车大头→精车外圆→拉花键→插内结合齿→倒尖角→滚齿→钻油孔→去毛刺→磨棱→剃齿→热处理→热后磨外圆→热后车内孔→检测。

首批工艺验证试制加工了50件，全尺寸检测，滚齿后检测的其中10个零件的尺寸见表2，对应基准和(1)~(6)位置如图3所示。

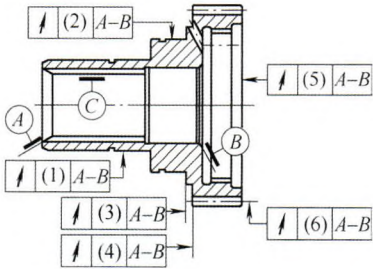


图 3

表2 热处理前试验数据 (单位: mm)

序号	位置						剃齿径向圆跳动
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
1	0.03	0.01	0.005	0.015	0.01	0.06	0.027
2	0.015	0.01	0.01	0.02	0.008	0.03	0.015
3	0.02	0.005	0.01	0.02	0.005	0.03	0.02
4	0.04	0.01	0.008	0.015	0.01	0.04	0.03
5	0.03	0.01	0.008	0.02	0.005	0.07	0.015
6	0.01	0.005	0.005	0.015	0.01	0.02	0.03
7	0.02	0.01	0.01	0.015	0.005	0.03	0.025
8	0.03	0.005	0.008	0.015	0.01	0.05	0.035
9	0.025	0.008	0.008	0.015	0.01	0.04	0.025
10	0.07	0.01	0.01	0.02	0.008	0.04	0.03

从表2中(1)~(5)数据来看，滚齿工序定位基准的精度满足滚齿所需要达到的精度要求，而且数据比较稳定，基本都在0.02mm以下。对比表1和表2数据，新工艺滚齿基准精度的改善还是比较明显。虽然拉花键的跳动还不够稳定，跳动范围0.01~0.07mm，但后续滚齿、剃齿以及磨外圆工序都没有使用该基准，所以对后续加工并没有影响。

表2中(6)尺寸显示，滚齿定位面精度更好，但齿轮径向圆跳动反而更差，这是因为新工艺中滚齿更改了更靠近外圆的定位端面定位(见图3)。更改基准是因为考虑到产品刚性的问题，越靠近滚齿加工位置受力更好，但越大的外圆，精车的精度也会相对更差。

从表2中剃齿径向圆跳动尺寸可以看出，虽然滚齿径向圆跳动偏大，但都被剃齿纠正过来了，所以最终产品热处理前能够达到要求。

热处理后产品抽检了20件，其中10个零件的检测结果见表3，(1)、(2)对应位置如图4所示。

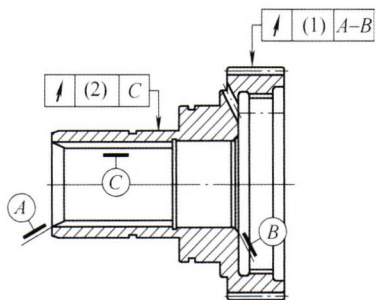


图 4

表3 热处理后试验数据 (单位: mm)

序号	(1) 位置	(2) 位置	序号	(1) 位置	(2) 位置
1	0.03	0.02	6	0.02	0.02
2	0.04	0.035	7	0.01	0.02
3	0.02	0.05	8	0.03	0.01
4	0.02	0.02	9	0.03	0.01
5	0.02	0.05	10	0.04	0.01

从表3可以看出, 热后产品均能满足图样要求。经双啮检测发现, 最终产品能够满足热后数据要求 ($F''_i \leq 0.055$, $F'_i \leq 0.013$)。成品齿形、齿向也能够满足图样要求。

工艺改进后, 批量加工了300件产品, 跟踪发现没出现异常情况, 均能够满足要求。现在我公司已经按此工艺批量在加工, 至目前为止, 已加工约1000件产品, 尺寸均较稳定, 成品合格率较高。

结语

两顶工艺路线为输入齿轮的最终优化工艺, 其优势在于: 精车后的几何公差稳定, 能满足滚齿要求; 滚齿齿圈跳动稳定, 更好地保证了产品质量稳定性; 两顶加工, 剃齿装夹方便, 效率得到提高; 双啮径向综合误差更稳定, 不合格率较低; 成品的齿形齿向较好。

值得一提的是, 由于海外客户不同意将产品两端顶尖孔更改为标准顶尖孔, 否则加工出来的产品稳定性会更好。

关键词:
分动箱 输入齿轮 工艺改进
(收稿日期20130903)

《现代零部件》编辑部征稿

《现代零部件》编辑部特向业内人士征集关于汽车及零部件制造与应用方面的稿件, 您可以: 分析和预测国内外汽车及零部件行业相关市场、技术的发展现状和趋势; 提供汽车零部件制造的技术解决方案; 介绍汽车零部件制造的新技术、新工艺、新装备、新项目等; 对典型汽车零部件加工进行难点解析……或者您可以自选内容进行发挥。

- ◆ 思路清晰、表述简练、观点正确、数据真实、公式正确, 关键词三个。
- ◆ 专业术语、计量单位、插图须符合相应国家标准。
- ◆ 产业透视类文章一般不超过4500字, 技术类文章不超过3500字。
- ◆ 因本刊为全彩印刷, 来稿请同时提供符合本刊报道方向和文章内容的相关照片或图片 (300KB以上)。
- ◆ 本刊对来稿有删改权利, 请勿一稿多投。投稿后, 建议来电确认录用情况。
- ◆ 随文请附加第一作者的联系方式 (邮编、地址、单位、电话、E-mail、职务、职称及身份证号), 出刊后我们会据此邮寄稿费及样刊。
- ◆ 稿件文字及图片如涉及版权问题, 作者责任自负。

网站投稿: <http://tougao.mw1950.cn>

MC作者QQ群: 57275560 期待您的加入!

本刊属于平面杂志, 同时也可在网上浏览电子版杂志 (<http://www.mc1950.com>) !

欢迎汽车业界人士积极投稿或推荐稿件!

如有疑问请拨打编辑部电话010-88379790~98转611~613进行咨询。

