薄壁件扇形齿零件控制变形加工工艺

■ 青海华鼎齿轮箱有限责任公司 （西宁 810021） 王爱军

摘要：针对航空薄壁异形齿轮件扇形齿在加工过程中由于形状特殊、热处理变形及加工过程中装夹等因素造成的变形，通过工艺方案调整、热处理控制变形及设计工装夹具来控制零件的弹性变形，取得了很好的效果。

我公司为某航空发动机公司配套生产的薄壁齿轮件（见图1）扇形齿如图2所示，此零件加工难点是属异形薄壁件，最薄处只有5 mm，刚性差，变形严重。其材料采用18Cr2Ni4WA，属低碳合金钢，热处理要求渗碳淬火，碳层深0.2～0.4 mm，表面硬度≥58 HRC，齿轮精度要求为6EG。

1. 工艺性分析

分析零件的加工工艺性，有以下几方面问题：

（1）考虑零件外形特殊，又是薄壁件，最薄处只有5 mm，刚性较差，加工过程中极易变形，因此要避免产生让刀和振纹。

（2）该零件以5个ϕ5.6H8孔及2个ϕ6H7孔作为在炮架组件装配时的基准孔，以$\phi480^{+0.1}_{0}$ mm孔作为零件的定位基准。

（3）由于热处理渗碳淬火后变形大，会对后序精磨及磨齿加工造成无法磨出或磨量过大。

（4）线切割时零件发生弹性变形，整体会向两边胀出，出现中间磨量大、两边没有磨量的情况，影响磨齿加工。

（5）控制扇形齿磨齿及基准孔的加工是本产品加工中的难点。

针对以上问题进行了反复研究和试验，最终确定了可行性高、经济实用的加工方案。

2. 加工方案

考虑零件外形特殊，又是薄壁件，无论是在装夹过程、还是在热处理过程中都极易变形，则先以两个整圈共同加工为最初加工基础，即热处理工序完成后进行切断，分别对两个整圈进行精磨加工，再对整圈进行线切割外形成形为3片扇形齿，让应力充分释放。磨齿时靠两销孔定位、5个ϕ5.6H8孔辅助定位进行。

采用的工艺方案为：正火→粗车→调质→精车→预磨→滚齿渗碳→去碳层→淬火、回火→磨平面→镗孔→切断磨内孔平面→线切割→钻孔→磨齿→强力喷丸。

针对热处理渗碳淬火后变形大、对后序加工造成困难的问题，在渗碳和淬火后分别对零件的一个端面进行研磨，保证其0.05 mm的平面度，并消除内应力，再以研磨后的平面为基准去磨另一端面，减小变形后磨量不均的现象。

为消除零件在装夹过程中的变形和提高加工精度，线切割后让零件的应力充分释放，并设计了专用钻孔夹具（见图3）。在夹具上先装入零件，平面压紧后利用侧面的螺栓对零件进行三点压调，保证装配基准孔与外齿的节圆跳动小于0.04 mm，反复找正节圆跳动，确

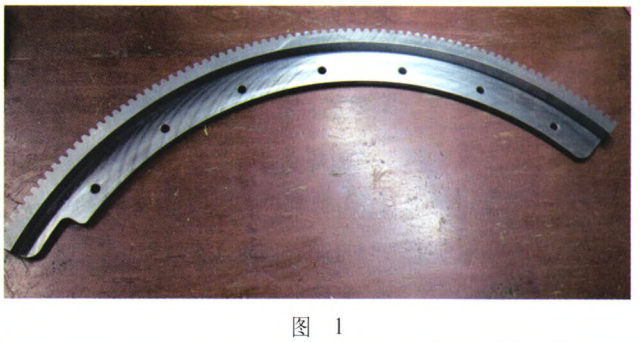

图 1

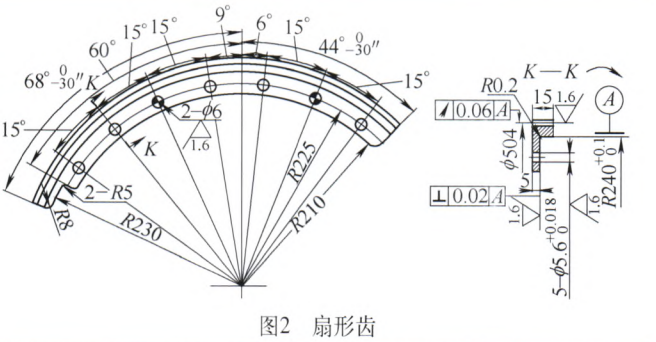

图2 扇形齿

管段类零件密封环槽及环形锥面的加工方法

■ 陕西柴油机重工有限公司 （咸阳 713105） 贠虎臣 李美娟

摘要：对于管段类零件，尤其是三通管段环槽或锥面，利用卧式车床一次装夹即可完成零件端面环槽的加工，减少零件变形，实现“一具多用”，改立式车床（或卧式加工中心）为卧式车床加工，新加工方法可提高效率，降低成本。

1. 问题的产生

我公司是生产船用柴油机的专业厂家，在柴油机零部件的生产过程中，进、排气管段的环、锥面密封槽形（见图1、图2）的加工比较麻烦，常用的加工方法有两种：一种是采用普通立式车床，加工时工作台采用较低的转速（一般30 r/min左右），有时必须采用专用的成形车刀（图3中是一类成形车刀），必须装夹、找正，费时，加工时每次进给量小，效率低下，而且环槽或锥面的加工至少需要两次装夹、找正，才能完成一个零件的整体加工。进、排气管段材料一般采用铸铁件（QT400-18、QT500-7等）或铸铝件（ZL104、ZL107等）。另一种加工方法是使用立式铣床或卧式镗床，采用圆弧插补，利用成形铣刀（见图4）加工环槽或密封槽，铣刀加工端面，但环槽或锥面的加工至少需要两次装夹，才能完成一个零件的整体加工。

以上两种常规加工方法，不仅需要定制成形的专用刀具，加工时较大切削极易发生振刀，被加工表面粗糙度质量不易保证。刀具不能大进给，且加工效率比较低，不能满足大批量生产需求。

2. 解决办法

分析该类零件，首先，其锥面及环槽为密封所用，某一端面及锥面或环槽的中心必须垂直，在同一工位加工即容易保证；其次，利用卧式车床刀架可任意改变切削角度，采用普通外圆及断面车刀即可加工密封环槽，这样方便提高切削参数，减少专用刀具的设计，达到降本增效的目的。为此我们设计了保平面跳动及定位止口跳动小于0.03 mm后进行压紧，即可加工5个ϕ5.6H8孔及2个ϕ6H7销孔，这样可消除因线切割后的弹性变形导致磨齿时磨削不全的现象。

磨齿时设计了专用磨齿夹具（见图4）。用扇形齿两端的2个ϕ6H7销孔作为定位基准，将平面用螺钉压紧，磨齿前需检测公法线的变动量是否均匀，如果不均匀，可用5个ϕ5.6H8销孔进行辅助定位，将弹性变形用销子定位强行收回，确保其状态与装配时的状态是一致的。这样磨齿时余量就较为均匀，不会出现中间磨量大、两边没有磨量的情况。

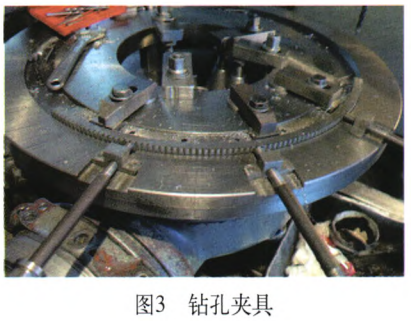

图3 钻孔夹具

图4 磨齿夹具

3. 结语

该零件的加工难点在于如何实现可靠的装夹定位。本方法解决了异性薄壁件的弹性变形问题，通过两个批次生产，零件合格率由30%提高至90%。不足之处是由于热处理时齿的变形不规律，在钻孔时如果校正不到工艺要求的范围内，就会造成磨齿时磨不全的现象，这就要求热处理时的充分稳定处理。

参考文献：

[1] 齿轮制造加工速查手册编委会. 齿轮制造加工速查手册 [M]. 北京：机械工业出版社，2012.

MW（收稿日期：20140509）