



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109623295 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811542970.9

(22)申请日 2018.12.17

(71)申请人 南京高精船用设备有限公司

地址 211100 江苏省南京市江宁区科学园  
宝鼎路1号

(72)发明人 占雄辉 武彬华 赵燕春 李赛力

(74)专利代理机构 北京思创大成知识产权代理  
有限公司 11614

代理人 尹慧晶

(51)Int.Cl.

B23P 15/14(2006.01)

B23F 17/00(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法

(57)摘要

本发明提供一种高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法,前述人字齿轮的工艺包括:车滚工序、热处理工序、内孔磨削工序以及磨齿工序;车滚工序时,首先对齿面进行对中划线,使得磨齿余量分配均匀;内孔磨削工序后,使用锥度规进行内孔吃色和尺寸检查,使得内孔及锥度的吃色面积达到90%以上;磨齿工序包括压装步骤和磨齿步骤,在压装步骤中,使用组合工装保证磨齿时齿轮的状态与装配状态一致,确保齿部在加载试验时各项评价指标符合IS01328 3级精度要求。

1. 一种高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 前述人字齿轮的工艺包括: 车滚工序、热处理工序、内孔磨削工序以及磨齿工序, 其特征在于:

车滚工序时, 首先对齿面进行对中划线, 使得磨齿余量分配均匀;

内孔磨削工序后, 使用锥度规进行内孔吃色和尺寸检查, 使得内孔及锥度的吃色面积达到90%以上;

磨齿工序包括压装步骤和磨齿步骤, 在压装步骤中, 使用组合工装保证磨齿时齿轮的状态与装配状态一致。

2. 根据权利要求1所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 内孔磨削工序在恒温车间完成。

3. 根据权利要求1所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 内孔磨削工序中, 吃色层厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 锥度规使用步骤包括:

先在锥度规上涂一层蓝油, 膜厚 $\leq 1.5\mu\text{m}$ , 将锥度规轻放置内孔中吃色, 吃色面积 $\geq 90\%$ , 检测内孔锥度与图纸的符合性;

待完成内孔吃色检查后, 清洗干净锥度面上的蓝油准备尺寸检查。

5. 根据权利要求4所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 锥度规下放高度 $h$ 为25mm, 确保锥度内孔贴合且不致于将零件内孔撑大。

6. 根据权利要求1所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 组合工装包括液压螺母(1)和磨齿芯棒(2), 所述的人字齿轮(3)套装在磨齿芯棒(1)的外侧, 人字齿轮(3)的一端与磨齿芯棒(1)的轴肩端面相抵靠, 另一端为螺纹端, 液压螺母(1)的活塞端朝向人字齿轮(3)的前述螺纹端, 且与之螺纹配合, 前述磨齿芯棒(2)设有径向打压螺孔(4), 液压螺母(1)上设有轴向打压螺孔(5)。

7. 根据权利要求1或6所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 压装步骤包括:

S1、把人字齿轮(3)套入磨齿芯棒(2)上, 轻轻敲实, 在磨齿芯棒(2)的径向打压螺孔(4)内插入接头;

S2、将液压螺母(1)的行程归零, 然后将其活塞端朝向人字齿轮(3), 旋进磨齿芯棒(1)的螺纹端, 在液压螺母(1)的轴向打压螺孔(5)上安装接头;

S3、将两只手动泵分别与人字齿轮(3)、磨齿芯棒(2)的接头连接;

S4、先对液压螺母(1)的手动泵泵压, 使得人字齿轮(3)在轴向有预紧力, 再对与人字齿轮(3)连接的手动泵泵压, 径向涨开齿轮;

S5、使用两个手动泵交替泵压将人字齿轮(3)缓慢压入磨齿芯棒(2), 将与齿轮连接的手动泵油压升至22.5MPa-24MPa, 与液压螺母连接的手动泵油压升至2MPa-4MPa, 直至人字齿轮(3)的端面与轴肩端面贴紧, 停止加压;

S6、用塞尺检查人字齿轮(3)的齿轮端面与磨齿芯棒(2)的轴肩端面间隙 $X$ , 直到该间隙 $X$ 小于0.02, 确认齿轮安装到位。

8. 根据权利要求7所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法, 其特征在于, 步骤S6确认齿轮安装到位后, 拆除手动泵及接头, 若干小时后再次确认人字齿轮(3)的齿轮

端面与磨齿芯棒(2)的轴肩端面的间隙值是否小于0.02,保证齿轮安装到位。

9.根据权利要求7所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法,其特征在于,步骤S4中,实时检测锥面的漏油情况和液压螺母(1)的油压。

10.根据权利要求1所述的高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法,其特征在于,磨齿步骤中最小磨齿余量0.05mm。

## 高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及多种工艺方法及工装,尤其是用于符合ISO1328 3级精度的薄壁人字齿轮加工方法。

### 背景技术

[0002] 该人字齿轮的特点:1、齿部精度要求ISO1328 3级精度;2、该零件属于薄壁齿轮,加工过程中易变形;3、人字齿对中要求高;4、内孔锥度吃色要求大于等于90%。客户要求加载试验时要求进一步降低噪声内孔且使用锥度测量时高度方向的误差 $\pm 0.03$ 。因此,需要设计一种能够确保齿轮精度的同时又能保证加载时低噪声的人字齿轮工艺。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于:针对目前在手项目精度要求高的、零件薄、装配精度高且加载试车时低噪声等特点,为该齿轮加工过程提供工艺方法及工装。

[0004] 本发明的技术方案是:

[0005] 本发明提供一种高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法,前述人字齿轮的工艺包括:车滚工序、热处理工序、内孔磨削工序以及磨齿工序;

[0006] 车滚工序时,首先对齿面进行对中划线,使得磨齿余量分配均匀;

[0007] 内孔磨削工序后,使用锥度规进行内孔吃色和尺寸检查,使得内孔及锥度的吃色面积达到90%以上;

[0008] 磨齿工序包括压装步骤和磨齿步骤,在压装步骤中,使用组合工装保证磨齿时齿轮的状态与装配状态一致。

[0009] 进一步地,内孔磨削工序在恒温车间完成。

[0010] 进一步地,内孔磨削工序中,吃色层厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ ,

[0011] 进一步地,锥度规使用步骤包括:

[0012] 先在锥度规上涂一层蓝油,膜厚 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ,将锥度规轻放置内孔中吃色,吃色面积 $\geq 90\%$ ,检测内孔锥度与图纸的符合性;

[0013] 待完成内孔吃色检查后,清洗干净锥度面上的蓝油准备尺寸检查。

[0014] 进一步地,锥度规下放高度 $h$ 为25mm,确保锥度内孔贴合且不致于将零件内孔撑大。

[0015] 进一步地,组合工装包括液压螺母和磨齿芯棒,所述的人字齿轮套装在磨齿芯棒的外侧,人字齿轮的一端与磨齿芯棒的轴肩端面相抵靠,另一端为螺纹端,液压螺母的活塞端朝向人字齿轮的前述螺纹端,且与之螺纹配合,前述磨齿芯棒设有径向打压螺孔,液压螺母上设有轴向打压螺孔。

[0016] 进一步地,压装步骤包括:

[0017] S1、把人字齿轮套入磨齿芯棒上,轻轻敲实,在磨齿芯棒的径向打压螺孔内插入接头;

[0018] S2、将液压螺母的行程归零,然后将其活塞端朝向人字齿轮,旋进磨齿芯棒的螺纹端,在液压螺母的轴向打压螺孔上安装接头;

[0019] S3、将两只手动泵分别与人字齿轮、磨齿芯棒的接头连接;

[0020] S4、先对液压螺母的手动泵泵压,使得人字齿轮在轴向有预紧力,再对与人字齿轮连接的手动泵泵压,径向涨开齿轮;

[0021] S5、使用两个手动泵交替泵压将人字齿轮缓慢压入磨齿芯棒,将与齿轮连接的手动泵油压升至22.5MPa-24MPa,与液压螺母连接的手动泵油压升至2MPa-4MPa,直至人字齿轮的端面与轴肩端面贴紧,停止加压;

[0022] S6、用塞尺检查人字齿轮的齿轮端面与磨齿芯棒的轴肩端面间隙X,直到该间隙X小于0.02,确认齿轮安装到位。

[0023] 进一步地,步骤S6确认齿轮安装到位后,拆除手动泵及接头,若干小时后再次确认人字齿轮的齿轮端面与磨齿芯棒的轴肩端面的间隙值是否小于0.02,保证齿轮安装到位。

[0024] 进一步地,步骤S4中,实时检测锥面的漏油情况和液压螺母的油压。

[0025] 进一步地,磨齿步骤中最小磨齿余量0.05mm。

[0026] 本发明的有益效果:

[0027] 本发明中,车工序时划线保证人字齿滚齿时的对中偏差确保热处理后磨齿时左右两齿的齿面余量能够均匀分配且保证精磨齿时有最小磨齿余量0.05mm,通过划线对中,能在滚齿机不具备人字齿滚齿程序时只靠钳工划线保证人字齿对中偏差 $\pm 0.05$ 。

[0028] 本发明中:磨削内孔时采用锥度规来保证内孔在恒温自然状态下符合图纸要求且保证吃色面积大于等于90%。使用国外进口蓝油保证蓝油吃色层厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ ,保证吃色时与装配状态一致,反应真实的接触面积。。

[0029] 本发明中,由于该齿轮的特征是齿部较薄,装配过程中又采用了压装,薄齿轮对过盈量较为敏感,从而会对已达精度的齿轮出现公差线超差等使齿轮精度不达标的情况,因此磨齿工序采用芯棒与液压螺母组合工装,使工件通过预设的打压压力值及制定专门的压装规范来保证在磨齿状态下与工作状态下零件的涨大量保持一致,从而确保齿部在加载试验时各项评价指标符合ISO1328 3级精度要求。

[0030] 本发明的其它特征和优点将在随后具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0031] 通过结合附图对本发明示例性实施方式进行更详细的描述,本发明的上述以及其它目的、特征和优势将变得更加明显,其中,在本发明示例性实施方式中,相同的参考标号通常代表相同部件。

[0032] 图1示出了本发明的工装结构示意图。

[0033] 图中:1、液压螺母;2、磨齿芯棒;3、人字齿轮;4、径向打压螺孔;5、轴向打压螺孔。

## 具体实施方式

[0034] 下面将参照附图更详细地描述本发明的优选实施方式。虽然附图中显示了本发明的优选实施方式,然而应该理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施方式所限制。

[0035] 本发明提供一种高精度低噪声薄壁双分流人字齿轮的工艺方法,前述人字齿轮的工艺包括:车滚工序、热处理工序、内孔磨削工序以及磨齿工序;

[0036] 车滚工序时,首先对齿面进行对中划线,使得磨齿余量分配均匀;

[0037] 内孔磨削工序后,使用锥度规进行内孔吃色和尺寸检查,使得内孔及锥度的吃色面积达到90%以上;

[0038] 磨齿工序包括压装步骤和磨齿步骤,在压装步骤中,使用组合工装保证磨齿时齿轮的状态与装配状态一致;磨齿步骤中,通过优化磨齿机过滤系统、检查砂轮平衡系统、更换金刚滚轮保证齿面粗糙度,使用齿轮计量仪P150反馈修正磨齿机来确保磨齿达三级精度。

[0039] 本发明中,车工序时保证人字齿滚齿时的对中偏差确保热处理后磨齿时左右两齿的齿面余量能够均匀分配且保证精磨齿时有最小磨齿余量0.05mm。滚齿机未安装人字齿滚齿程序,只能通过钳工划线来保证人字齿对中偏差。为确保对中偏差只需在滚齿之前的粗车工序中将紧靠的两齿齿端倒角暂不车削,从而方便钳工划线测量即可,待滚车完成后再将齿端倒角车出即可。这样能在滚齿机不具备人字齿滚齿程序时只靠钳工划线保证人字齿对中偏差 $\pm 0.05$ 。

[0040] 本发明中:磨削内孔时使用锥度规来保证内孔在恒温自然状态下符合图纸要求且保证吃色面积大于等于90%。使用国外进口蓝油保证蓝油吃色层厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ ,保证吃色时与装配状态一致,反应真实的接触面积。锥度规采用GCr15钢材料保证锥度规经过淬火回火后具有较高的硬度、均匀的组织、良好的耐磨性,零件在淬火后经过深冷处理及两次低温人工时效处理保证规尺寸的稳定性。规的尺寸通过三坐标测定保证锥度在 $\pm 2''$ 的误差之内且对规进行研合检验,涂色层厚度不大于 $1.5\mu\text{m}$ ,接触面积 $\geq 95\%$ 。经过以上工序能够保证塞规检查的人字齿内孔及环规检查的磨齿芯棒能够研合时接触面积 $\geq 90\%$ 。在粗磨内孔时使用锥度规吃色检查磨床角度是否调整到位。

[0041] 该人字齿轮的零件特征是壁厚较薄,使用锥度规时工人的手法不同对于轴向测量尺寸影响较大,经过对比不同工人的手法轴向尺寸误差 $\pm 0.05$ 。考虑到轴向尺寸误差较大,影响内孔尺寸,因此通过锥度规使用规范来控制锥度规的下落高度能够大大消减手法不一致导致的轴向尺寸误差。锥度规使用规范的特征是:锥度吃色与内孔尺寸(转化为轴向尺寸)测量分开(考虑到蓝油厚度的影响)。先在锥度规上涂一层进口蓝油,膜厚 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ,锥度规轻放置内孔中吃色,吃色面积 $\geq 90\%$ ,保证内孔锥度符合图纸要求。待完成内孔吃色检查后,清洗干净锥度面上的蓝油准备尺寸检查。锥度规使用规范中增加锥度规下放高度 $h=25\text{mm}$ (经过设计核算,规定锥度规大端里零件端面的高度为25mm往下放置能够确保锥度内孔贴合而不致于将零件内孔撑大)消减人工误差。

[0042] 本发明中,由于该齿轮的特征是齿部较薄,装配过程中又采用了压装,薄齿轮对过盈量较为敏感,从而会对已达精度的齿轮出现公法线超差等使齿轮精度不达标的情况,因此磨齿工序采用芯棒与液压螺母组合工装,使工件通过预设的打压压力值及制定专门的压装规范来保证在磨齿状态下与工作状态下零件的胀大量保持一致,从而确保齿部在加载试验时各项评价指标符合IS01328 3级精度要求。

[0043] 本压装步骤如下:

[0044] 把齿轮套入芯棒上,轻轻敲实;将NPT3/8快速接头缠上胶带,拧紧到齿轮NPT3/8螺

纹接口上。

[0045] 将液压螺母的行程归零(挤压出液压螺母中的液压油,保证螺母活塞行程归零),然后把液压螺母的活塞端朝向齿轮,旋进芯棒的螺纹端,在液压螺母上安装NPT3/8快速接头。

[0046] 将两只手动泵分别于齿轮、液压螺母的快速接头连接。

[0047] 先对液压螺母的手动泵泵压,保证齿轮在轴向有预紧力,再对与齿轮连接的手动泵泵压,径向涨开齿轮,然后两个手动泵交替泵压将齿轮缓慢压入芯棒(此过程锥面不可以漏油,且液压螺母油压必须保持不得下降),与齿轮连接的手动泵油压升至22.5MPa-24MPa,与液压螺母连接的手动泵油压升至2MPa-4MPa,直至齿轮端面与轴肩端面贴紧,停止加压。用塞尺检查齿轮端面与轴肩端面的间隙 $X$ ,该值应 $<0.02$ 。

[0048] 确认齿轮安装到位后拆除手动泵及快换接头等,一小时后再次确认齿轮端面与轴肩端面的间隙值 $X < 0.02$

[0049] 本发明中,磨齿步骤大致过程包括:检查机床状态----标定机床----上工件进行余量分配----粗磨----送齿轮计量检测----根据报告再次修正机床参数----粗磨----送齿轮计量检测----根据报告再次修正机床参数----精磨留0.05mm量-----送齿轮计量检测----精磨----送齿轮计量检测合格。

[0050] 在提升机床状态方面内容是提高磨齿粗糙度方面采取更换成人工排列的金刚滚轮,检查磨齿机的砂轮及滚轮的动平衡系统,提高过滤纸的性能等措施。通过磨削标定轮并计量齿轮精度来确保整个磨齿系统处于能够磨削三级精度的状态。由于齿轮在齿向存在修形且齿轮斜率大因此使用公法线千分尺测量时几乎只能卡到左右两齿端,这样造成的误差经过对比在0.01丝左右,对于3级精度的齿轮是不可以接受的。因此使用齿轮计量仪来评定公法线最为准确。通过反复磨削然后上齿轮计量仪计量来确保系统的稳定性。

[0051] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。

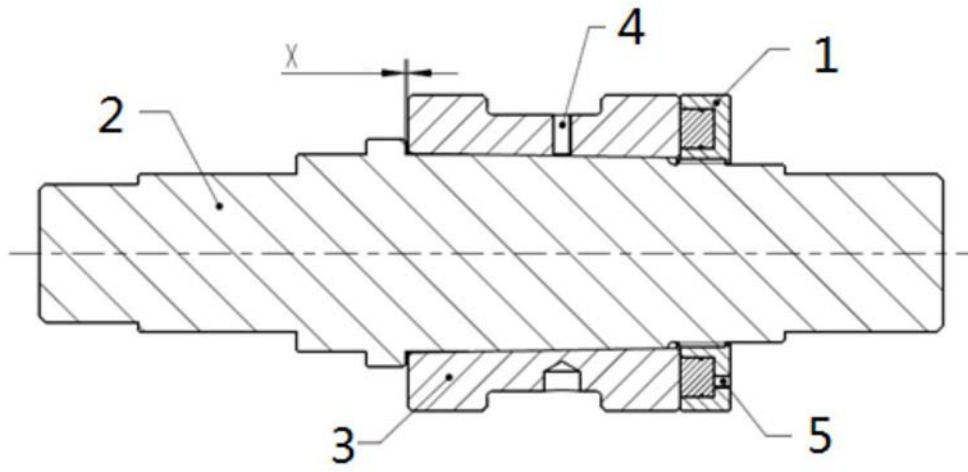


图1