

一种直齿锥齿轮啮合检测工装设计 以及啮合分析

赵亚洲, 彭友泉, 刘冰

(益阳橡胶塑料机械集团有限公司, 湖南 益阳 413000)

摘要:设计这个工装的起因源于对于锥齿轮装配间隙的测量。直齿锥齿轮加工件单件检测有许多的检测项目,例如,齿形检测、公法线长度、齿厚、齿高、等等,但是对于另一些描述齿轮啮合的检测项目,没有办法通过单件检测进行测量,必须对锥齿轮进行配对后才能进行检查。所以,为了满足直齿锥齿轮在正式装配前的配对检测需要,我们需要设计一种简单易操作的齿轮啮合的检测工装,再配合一定的检测方法就可以对齿面啮合情况做出判断,例如齿面啮合的侧隙、齿顶间隙、接触斑点等等。

关键词:直齿锥齿轮;工装;检测

中图分类号: TQ330.41

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)01-0021-04

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2024.01.005

直齿锥齿轮是重要的机械零部件,它的主要作用和一般圆柱齿轮一样,都是通过齿轮齿形轮廓的相互啮合来传递扭矩。相比直齿圆柱齿轮,锥齿轮有以下几个方面的优点:①锥齿轮安装轴可以是任意 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 夹角;②锥齿轮相比于圆柱直齿轮运行更平稳且传递扭矩也更大;③直齿锥齿轮的模数从全齿宽的一端到另一端是变化的。直齿锥齿轮也是成对使用的,在针对齿轮零部件进行检测时,有一些检测参数要求是针对齿轮单件进行检测的,像齿高、公法线长度、弦齿厚等等,而有另外一些参数我们必须在齿轮配对相互啮合时才能进行检测,像分锥角检测、轴交角检测、接触斑点检测、齿面侧隙检测以及齿顶间隙检测等等。配对的齿轮如果没有经过配对检查就装配在产品上的话,一旦发现齿面啮合有问题的话,拆卸就比较麻烦了,因为一般直齿锥齿轮和相配套的传动轴都是过盈配合或者过渡配合通过热装或者冷装装配在一起的,配合比较紧凑,二次拆卸比较麻烦。所以这就要求我们设计一种用于锥齿轮啮合的工装,来对齿轮啮合情况下的检测要素提前进行检查。

1 产品介绍

我公司是国内主要的橡胶塑料机械生产厂家之一,包含密炼机、双螺杆挤出机、平板硫化机、轮胎硫化机等等。这里我们研究的对象就是双螺杆挤出机上的主要传动零部件,同步锥齿轮,具体型号为416

单挂双锥双螺杆挤出机。如图1所示,它属于等顶隙直齿锥齿轮,齿数48个,压力角 20° ,分锥角 7° ,大端模数为20 mm,设计公法线长度338.14 mm,装配侧隙0.5 mm。我们在实际的装配过程中经常会出现这样的情况,两个配合的锥齿轮在装配以后,用塞尺检查啮合面与非啮合面侧隙时,发现锥齿轮大端的侧隙和锥齿轮小端的侧隙不一样,而且差异比较大。因此当齿轮啮合传动时,在齿宽方向上不能充分接触,接触斑点比设计要求的要小。这就会造成配合锥齿轮齿面磨损会不一样,接触部分磨损会加剧,而没有接触的地方则不会磨损或者轻微磨损,严重影响锥齿轮传动效果和工作寿命。而对于这种影响装配质量的问题,我们单靠单件的锥齿轮质量检查是不能把所有不合格项排除在装配环节之外的,而且一旦不合格的锥齿轮装在产品上的话,想要把锥齿轮拆卸下来对装配工人来说是比较费时费力的,而且容易损伤调心滚子轴承或者传动轴,这就是我们设计锥齿轮啮合工装的缘由。

2 工装结构

文中设计锥齿轮啮合工装如图2、图3所示:

作者简介:赵亚洲,(1983-),男,本科,中级工程师职称,主要从事工艺方面研究工作。

收稿日期:2022-12-08

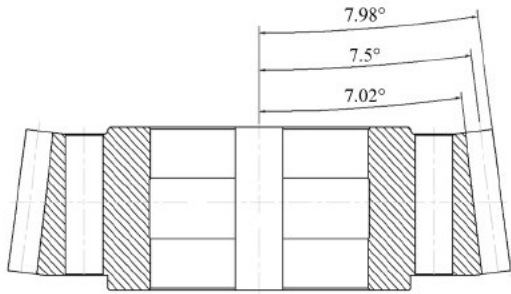


图1 锥齿轮示意图

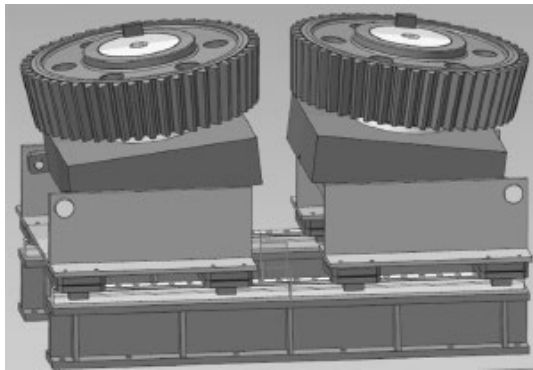
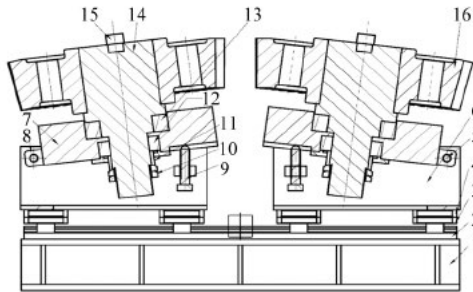


图2 工装三维设计示意图



1—底座；2—导轨；3—滑块；4—安装板；5—销轴；6—支架；
7—固定块；8—定距套；9—支撑螺栓；10—圆螺母；
11—定距环；12—圆柱调心滚子轴承；13—圆柱推力滚子轴承；
14—安装轴；15—键；16—锥齿轮

图3 工装平面设计示意图

3 工装操作步骤

(1) 安装锥齿轮前先把固定块恢复至水平状态。

(2) 安装锥齿轮(序号16)。这里需要注意,安装前锥齿轮内孔配合面需要涂抹润滑油;另外,作为检测工装,这里我们要把安装轴外径与锥齿轮内孔配合尺寸由图纸设计的过盈或者过渡配合修改为间隙配合,要适当减小安装轴外径尺寸。这些步骤都有助于我们顺利安装、拆卸锥齿轮。

(3) 安装键(序号15),以便固定锥齿轮与安装轴,防止单个锥齿轮绕安装轴自由转动。

(4) 检查预紧安装轴尾部的圆螺母(序号10)防

止工装下面定位用的调心滚子轴承内外圈装配松动。

(5) 按照锥齿轮图纸设计的分锥角,通过调节支撑螺栓(序号9)带动固定块(序号7)绕销轴(序号5)转动来实现分锥角。当分锥角为 0° 时,就可以配对检查直齿圆柱齿轮。

(6) 沿导轨移动支架(序号6)使两个锥齿轮顺利啮合在一起。

(7) 锁死锁紧滑块(序号3),使支架固定,防止出现支架沿导轨(2)横向进行位移。

(8) 通过安装轴(序号14)端面的六角扳手内孔,两个啮合的齿轮可以轻松实现手动绕轴啮合转动。

4 主要参数以及应用范围

- (1) 整机尺寸: $2\ 000\ \text{mm} \times 1\ 020\ \text{mm} \times 1\ 300\ \text{mm}$
- (2) 工装应用范围: 直齿圆柱齿轮、直齿锥齿轮
- (3) 工装可调节的分锥角范围: $0 \sim 20^\circ$
- (4) 齿轮直径范围: $\Phi 800 \sim \Phi 1\ 200$
- (5) 承受最大齿轮重量: $5\ \text{t/件}$

5 锥齿轮啮合检测分析

直齿锥齿轮啮合,除去齿形这个因素以外,它主要受两个参数的影响一个是锥距,另一个重要参数就是分锥角。锥距决定了啮合的一对锥齿轮在转动轴上的位置,它就像是圆柱齿轮的中心距参数一样,所不一样的是圆柱齿轮中心相互平行,而锥齿轮中心形成一定夹角。锥距是设计赋予的参数值,我们可以通过调整锥距来实现调整啮合齿面的侧隙,往锥齿轮小端方向移动,侧隙变小,反之则侧隙变大,但是这仅仅实在两个锥齿轮分锥角一致的情况下才可以起到调节齿轮啮合侧隙的作用,如果配对的锥齿轮分锥角不一致,那通过调整锥距来调节齿面侧隙的作用将消失。分锥角就是反应锥齿轮中心与分度圆直线夹角的参数,它直接决定了两个已知锥齿轮齿面接触斑点面积的大小,从而决定了啮合面传递动力的好坏。实践表明,分锥角在锥齿轮装配过程中会出现以下四种情况;

第一种,理想状态下的锥齿轮啮合,如图4所示两个锥齿轮分度圆直线会重合,齿面侧隙完全消除,齿面啮合面和非啮合面侧隙都是零。这一情况在实际应用中,考虑到加工误差的存在以及啮合齿在零侧隙情况下容易卡死的情况,基本不会采用这种情况。

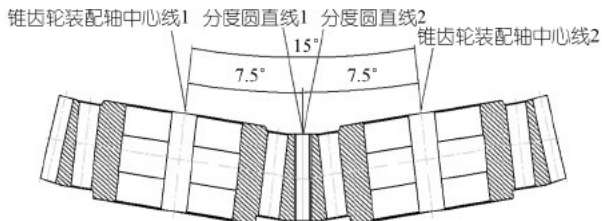


图4 理想状态下锥齿轮啮合示意图

第二种, 平行状态下锥齿轮啮合, 如图5所示。它指的是齿轮啮合面侧隙前后都为零, 而非啮合面留有一定侧隙且锥齿轮沿齿宽方向前后位置侧隙值相等。具体侧隙值是由设计者根据齿轮自身的加工精度等级以及使用工况决定。如果锥齿轮实际配对测出的侧隙值比设计要求的大, 那就说明两个齿轮需要沿轴向往里移动一定距离; 反之如果测出的侧隙值比设计要求的小, 那两个齿轮需要沿轴向位置向外移动一定距离。这种距离调整一般我们都是通过调整锥齿轮前后位置安装的两个定距套宽度来实现的。

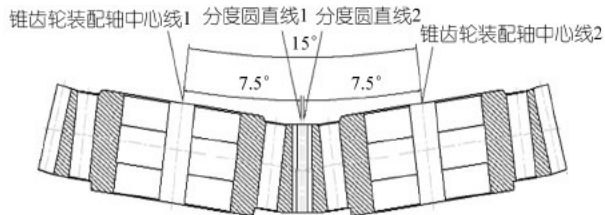


图5 平行状态下锥齿轮啮合状态示意图

第三种, 分锥角偏大情况下锥齿轮啮合状态, 如图6所示。此种状态下, 我们用塞尺测量的锥齿轮小端侧隙值要小于锥齿轮大端的侧隙值, 且大端齿侧啮合面和非啮合面侧隙值都不为零。这就说明了这样的配对锥齿轮啮合情况根本就不理想, 只有锥齿轮小端一部分齿面能有效传递动力, 这必将导致接触部分齿面磨损加剧, 大大降低锥齿轮使用寿命, 且运行过程中会出现不规律的锥齿轮啮合异响。一旦出现这种情况, 锥齿轮只能直接报废处理, 或对于部分侧隙值偏差不大的可以人为进行修配, 然后作为次品进行降级使用。

第四种, 分锥角偏小情况下锥齿轮啮合状态, 如图7所示。此种状态刚好和前面一种情况相反, 我们用塞尺测量的锥齿轮小端侧隙值要大于锥齿轮大端侧

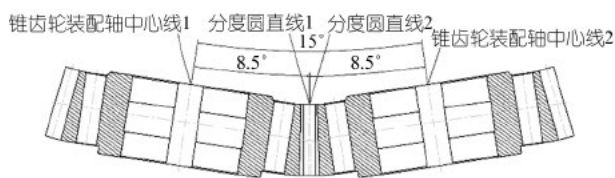


图6 分锥角偏大状态下锥齿轮啮合状态示意图

隙值, 且小端齿侧啮合面和非啮合面侧隙值都不为零。这就说明只有锥齿轮大端一部分齿面是正常接触的, 这同样会造成和图6所示情况一样的问题, 处理方式也可参照第三种进行处理。

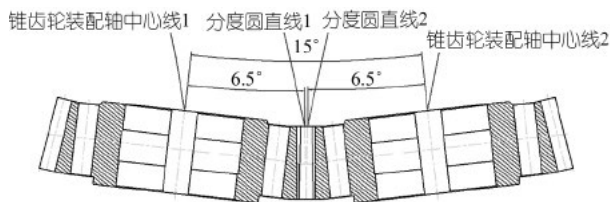


图7 分锥角偏小状态下锥齿轮啮合状态示意图

6 总结

齿轮配对啮合检查是非常有必要的, 它的结果不能直接反映齿轮加工过程中某一单项质量要求合格与否, 它只是对齿轮啮合的装配质量的检验。锥齿轮啮合检测除去受齿形本身直接影响之外, 主要就是受锥距和分锥角的影响。齿形我们可以通过齿形样板进行单件检查排除; 锥距是设计赋予的定值, 一旦确定就不对锥齿轮本身产生任何影响; 剩下的只有分锥角这一个决定因素了。我们分度圆是一个虚拟的圆, 在实践当中很难测出其具体尺寸, 更不要说是建立在分度圆基础上的分锥角了。这个工装不但能帮助我们在正式装配前检测出两个锥齿轮啮合的齿面侧隙大小, 还可以根据实际测得侧面间隙值大小计算并调整锥齿轮截距, 以达到理想的齿轮啮合状态。

参考文献:

- [1] 赵波, 李宝生, 魏金龙. 等. 简述通用数控设备加工小模数直齿锥齿轮的方法. 新技术新工艺, 2022, 2.
- [2] 轴承目录. 瓦房店冶金轴承集团有限公司. 2017.
- [3] 王小玲. 浅议直齿圆锥齿轮的加工. 甘肃冶金. 2004, 3.
- [4] 张艳娟, 王芬. 缩齿等间隙铸齿轮的测量. 有色冶金, 2014, 4.

Design and meshing analysis of a spur bevel gear meshing detection fixture

Zhao Yazhou, Peng Youquan, Liu Bing

(Yiyang Rubber and Plastic Machinery Group Co. LTD., Yiyang 413000, Hunan, China)

Abstract: The design of this fixture originated from measuring the assembly clearance of bevel gears. There are many testing items for single piece inspection of straight bevel gear machined parts, such as tooth profile inspection, common normal length, tooth thickness, tooth height, and so on. However, for other detection items that describe gear meshing, it is not possible to measure them through single piece testing, and bevel gears must be paired before inspection can be carried out. So, in order to meet the pairing detection needs of spur bevel gears before formal assembly, we need to design a simple and easy to operate gear meshing detection fixture, and combined with certain detection methods, we can make judgments on the meshing situation of the tooth surface, such as the backlash, tooth tip clearance, contact spots, and so on.

Key words: spur bevel gear; workwear; detection

(R-03)

泰国、巴西、土耳其三国对华轮胎等产品发起反倾销调查

Thailand, Brazil and Türkiye launched anti-dumping investigations against Chinese tires and other products

近日，泰国、巴西、土耳其三国对华轮胎、橡胶产品发起相关反倾销调查程序。

泰国发起对原产于中国的摩托车橡胶内胎发起第二次反倾销日落复审调查

2023年11月14日，泰国倾销和补贴审查委员会发布公告称，对原产于中国的摩托车橡胶内胎发起第二次反倾销日落复审调查。涉案产品的泰国海关编码为4 013.90.20。公告自发布次日起生效。

2011年7月4日，泰国对华涉案产品启动反倾销调查。2012年11月28日，泰国对该案作出反倾销肯定性终裁，决定对华涉案产品征收30.34%~112.51%的反倾销税，有效期为5年。2017年11月29日，泰国商业部外贸厅对进口自中国的摩托车橡胶内胎启动第一次反倾销日落复审调查。2018年11月30日，泰国对该案作出第一次日落复审终裁，决定继续对华涉案产品征收反倾销税，维持原审税率不变，有效期5年，自2018年11月30日至2023年11月29日。

巴西对华卡客车轮胎反倾销，重启评估程序！

12月4日，巴西发展、工业、贸易和服务部外贸秘书处发布2023年第49号公告，启动对2021年GECEX第198号决议和GECEX第176号决议确定的反倾销税适用范围的评估程序，涉案产品为原产于中国、韩国、日本、俄罗斯和泰国的轮胎尺寸为20"、22"和22.5"的轮胎。

评估内容为是否将与税号4 011.20.90项下涉案产品特性相同的税号8 716.90.90、8 708.70.10和8 708.70.90项下的轮胎尺寸为20"、22"和22.5"的轮胎组件纳入征税范围。公告自发布之日起生效。

土耳其对涉华硫化橡胶传送带反倾销案启动反规避调查

2023年11月28日，土耳其贸易部发布公告，应土耳其国内企业申请，对原产自中国、印度和越南的硫化橡胶传送带反倾销案启动反规避调查，审查中国涉案产品是否经由马来西亚出口至土耳其以规避反倾销税。本案调查期为2020全年、2021全年、2022全年及2023年1~9月。涉案产品为梯形横截面（V型凹槽除外）硫化橡胶传送带，涉及土耳其税号4 010.32、4 010.34和4 010.39项下的产品。

2006年5月13日，土耳其对原产自中国、印度和越南的硫化橡胶传送带启动反倾销调查。2007年3月31日，土耳其开始对上述国家涉案产品分别征收5.04美元/kg、3.5美元/kg、4.55美元/kg的反倾销税。2012年3月20日，土耳其对该案启动第一次日落复审调查。2013年3月15日，土耳其对该案作出日落复审终裁，第一次延长上述国家涉案产品的反倾销税。2018年3月2日，土耳其对该案启动第二次日落复审调查。2018年10月16日，土耳其对该案作出第二次日落复审终裁，继续对中国、印度和越南硫化橡胶传送带征收反倾销税，税额均为3.15美元/kg。2023年10月7日，土耳其对该案启动第三次日落复审调查。

摘编自“聚胶”

(R-03)