

锥齿轮副误差测量成组夹具设计*

Design of Group Fixture for Vice Error in Bevel Gear Measurement

黑龙江农业工程职业学院 宋奇慧 卢铁钢

[摘要] 本文重点讨论了锥齿轮副齿圈跳动误差、背锥及面锥相对零件中心线的位置误差、齿根余量误差和齿轮啮合中心距误差测量专用夹具解决的技术难点,提高锥齿轮副的误差检测的精度,为测量夹具提供思路。

关键词: 齿轮误差 成组夹具 正弦台式角度分度机构

[ABSTRACT] Technical difficulties in the group clamping device for the error of radial runout of pitch circle, positional error between back cone, surface cone and parts centerline, allowance error of dedendum and gear mesh center distance error in bevel gear are focused on. The way that can improve bevel gear pair of error detection precision is also discussed, which can offer some elicitation to the measurement fixture.

Keywords: Gear error Group fixture Sine desktop angle mechanism

锥齿轮副在机械传动中的应用越来越广,对其各项检测要求也越来越高,由于锥齿轮的几何形状比较复杂,因此锥齿轮的误差理论和测量技术一直落后于圆柱齿轮,如何提高锥齿轮测量的精度,设计针对锥齿轮的误差测量夹具工装设备,一直困扰着我们。本文以某系列航空减速器中的尾传系列锥齿轮及尾桨轴大锥齿轮等为例对锥齿轮测量的成套夹具工装设计进行研究,提出一套完整的锥齿轮测量的解决方案。

1 锥齿轮误差测量

为确保某航空发动机使用过程中的低噪声、平稳性、安全性等性能,需要对航空减速器中的尾传系列锥齿轮及尾桨轴大锥齿轮等锥齿轮副进行误差检测,其中绝大部分的误差可以采用专用量仪测量(见图1),测量精度能达到技术要求,但对锥齿轮齿圈跳动误差、背锥

及面锥相对零件中心线的位置误差、齿根余量误差和齿轮啮合中心距误差等误差测量时存在如下的技术难点:

(1) 误差测量不仅要满足较高的测量精度,还有多方向自由度的要求,误差测量难以保证;

(2) 测量时标准对表样件的制造水平与检测要求之间的矛盾很难保证;

(3) 普通正弦台用块规垫角度的方式测量(尤其是大角度情况)时稳定性不足。

为了解决以上问题,采取专用量仪结合设计测量用专业成套夹具的方式^[1],取得了很好的效果。

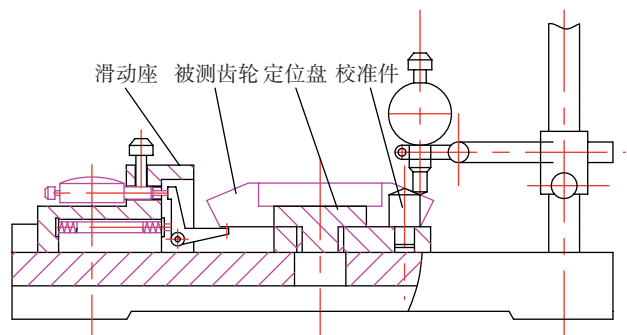


图1 锥齿轮专用量仪

Fig.1 Measuring instrument of bevel gear

2 锥齿轮误差测量成组夹具设计

2.1 齿圈跳动误差专用夹具设计

齿圈跳动误差测量要求如下:

(1) 齿圈跳动误差的测量精确度要求在 0.05 ~ 0.2 之间的锥齿轮零件;

(2) 为保证多个尺寸系列的通用要求,测具测头与零件间应能保证左右及上下的相互运动关系;

(3) 为了保证测头轴线与零件分度圆母线垂直,应有保证测头轴线转动的角度分度机构;

(4) 为保证测头从一齿到另一齿的相对运动,需弹性压紧装置^[2];

(5) 为了保证测量精确度要求,需量表测量。

基于以上要求我们设计了锥齿轮齿圈跳动专用夹具(见图2、图3),夹具由标尺、转轴、滑座、支座、丝杠手

* 黑龙江省新世纪高等教育教学改革工程项目(11535031)资助。

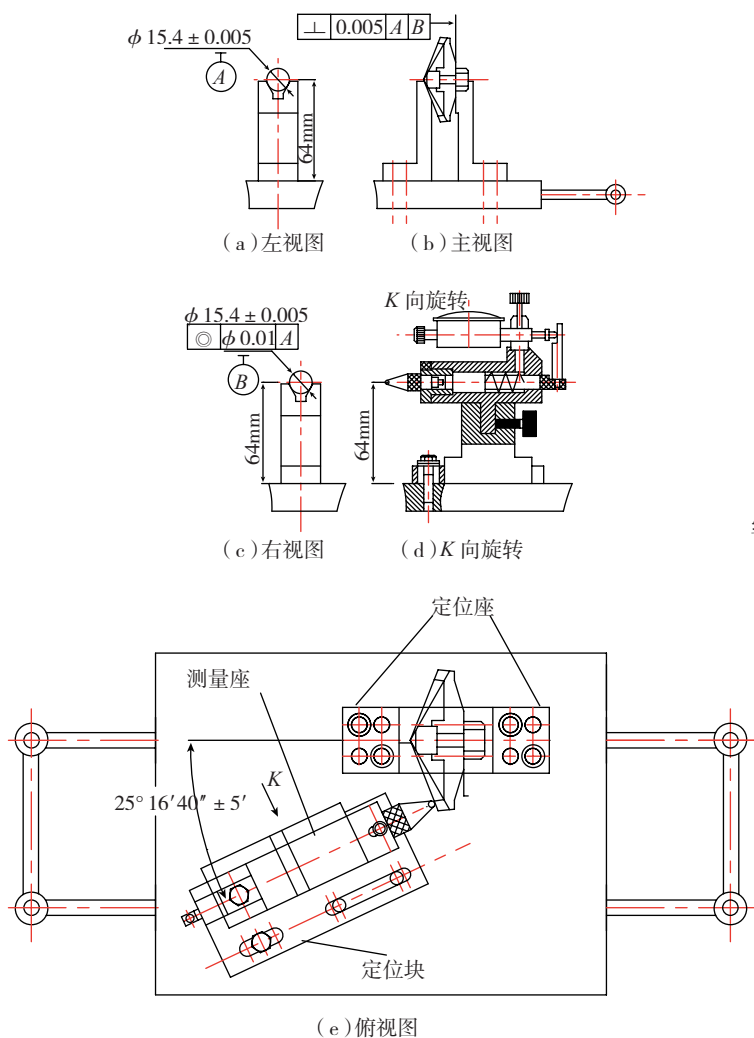


图2 齿圈跳动专用量具

Fig.2 Measuring instrument for gear ring movement

摇式移动装置、可升降定位套装置、底座等部分组成。标尺和转轴组成以转轴为中心的角度分度机构；滑座是保证测头从一齿到另一齿的相对运动的装置，它靠弹簧的弹性力保证测头的复位；支座、丝杠手摇式移动装置、可升降定位套装置是保证测具测头与零件之间左右及上下的相互运动关系的装置。齿轮齿条式升降机构见图3。

2.2 背锥及面锥相对零件中心线的位置误差的测量

2.2.1 小齿轮背锥及面锥测量的技术难点

小锥齿轮示意如图4所示。

(1) 检验夹具相对于理论尺寸和理论角度位置的偏差不大于 0.003；位置 1 锥面的允许变动范围： $+0.000 \sim -0.100$ ；

(2) 位置 2 锥面的允许变动范围： $+0.000 \sim -0.050$ 。检验时，在位置 1 调零。位置 1、2 区间的测量值应呈线性变化；

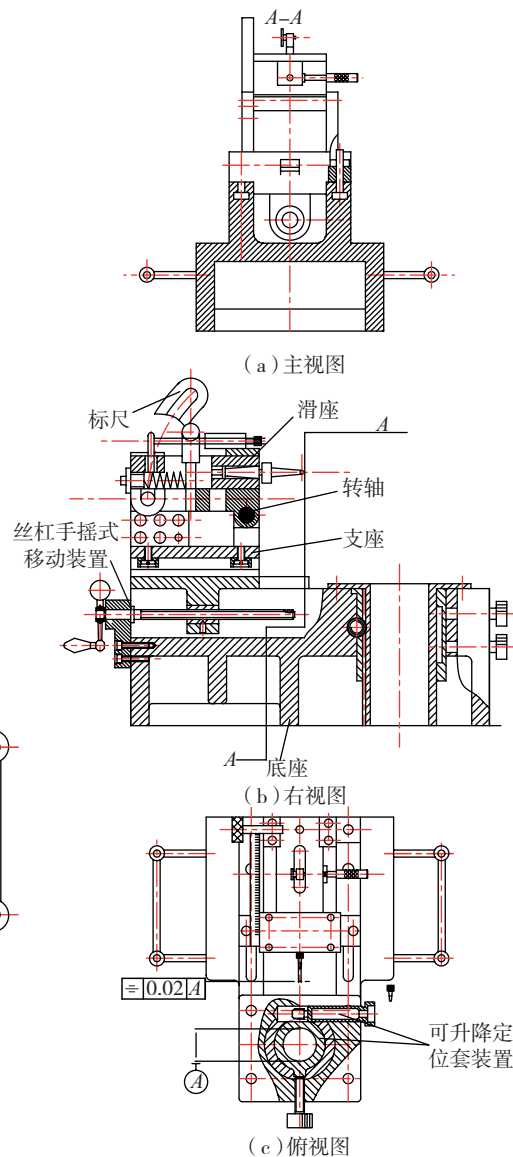


图3 锥齿轮齿圈跳动专用夹具

Fig.3 Fixture instrument for bevel gear ring movement

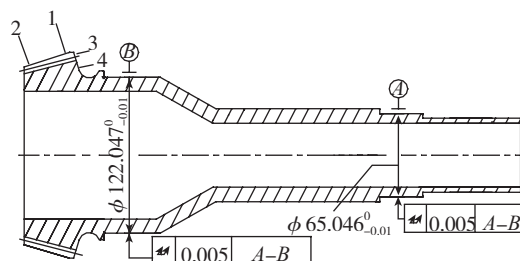


图4 小锥齿轮

Fig.4 Small bevel gear

(3) 位置 1-2-3-4 锥面所有读数必须在 0.05 范围内(相对于以外圆 A、B 定义的零件中心线)。

2.2.2 夹具设计的主体思想

(1) 选择零件外圆 A、B 做为定位基准，夹具设计时

选用两 V 型块分别用于定位 A、B 基准,这样就确定了以外圆 A、B 定义的零件中心线,(两 V 型块同轴度确定在 $\phi 0.005$ 以内)两 V 型块固定于同一倾斜角度的底座上(倾斜角度同被摆平面的角度一致),以利于将被测面摆水平,方便线性读表测量。

(2)对于检验夹具,相对于理论尺寸和理论角度位置的偏差不大于 0.003,是车间制造水平无法保证的。因此,在设计标准对表样件(见图 5)时,在设计图纸上

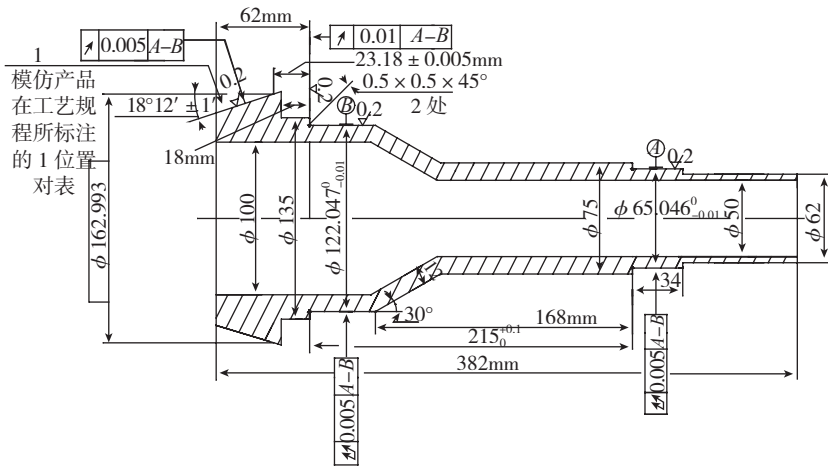


图5 小锥齿轮样件
Fig.5 Sample of small bevel gear

注明模仿产品在工艺规程所标注的清零位置进行对表,即使制造误差(如角度误差、线性尺寸误差等)稍大一些也不会影响到测量误差,由此解决了制造水平与检测要求之间的矛盾。

(3)采用针对单一零件的单一测量要求使用单一测量的方式,将问题简单化,夹具比较容易制造,因而可大大提高测量精度,最终满足测量要求^[3]。

锥齿轮面锥位置误差专用夹具(见图 6),因背锥的设计原理同面锥,设计图省略。

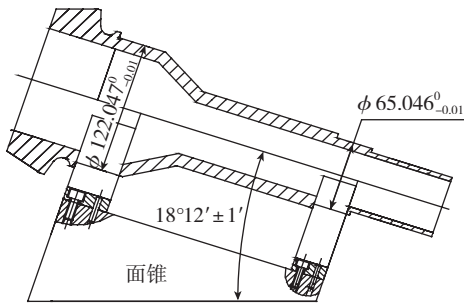


图6 测量面锥位置误差专用夹具
Fig.6 Measurement fixture of face cone

2.3 齿根余量的测量

2.3.1 小齿轮齿根余量的检测要求

(1)位置 6 锥面的允许变动范围: $+0.000 \sim -0.030$;

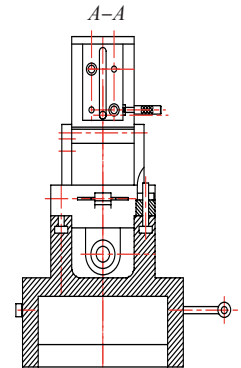
(2)位置 5 锥面的允许变动范围: $+0.015 \sim -0.015$ 。检验时,在位置 5 调零。位置 5、6 区间的测量值应呈线性变化;

(3)在位置 5-6 锥面读数必须在 0.015 范围内(相对于以外圆 A、B 定义的零件中心线)。

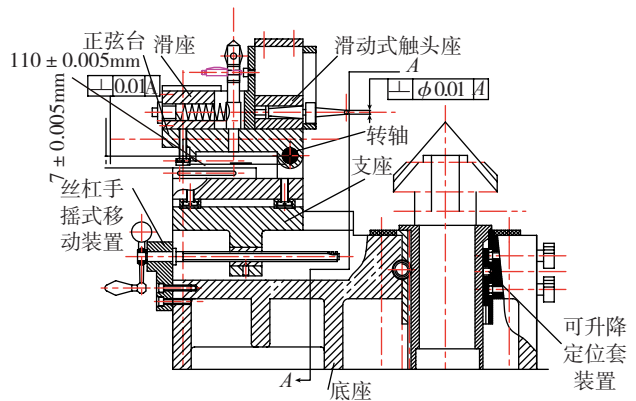
2.3.2 锥齿轮齿根余量误差测量夹具技术要点

锥齿轮齿根余量通用夹具如图 7 所示。

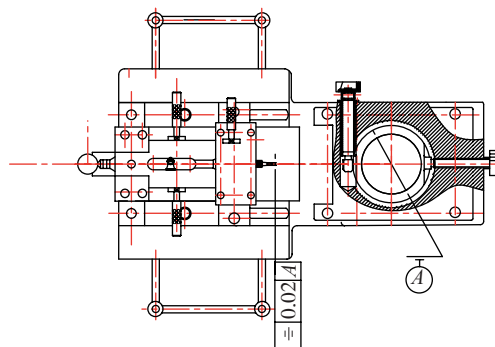
(1)角度块、正弦台和转轴组成以转轴为中心的角度分度机构,可根据不同的角度要求确定不同的角度块高度尺寸,此角度分度机构精确度极高,大大降低测具系统误差。



(a) 左视图



(b) 主视图



(c) 俯视图

图7 锥齿轮齿根余量通用夹具

Fig.7 Measurement fixture of bevel gear dedendum allowance

(2) 正弦台式角度分度机构和滑动式触头座的设计部分属于创新,其中角度块的设计也较理想,克服了普通正弦台原理中用块规垫角度的方式应用于测具设计中(尤其是大角度情况)时显得不够稳定的状态。

2.4 齿轮啮合中心距的测量

啮合机夹具及安装距样品的设计时值得注意的几点如下:

(1) 大轮用啮合检验机夹具在设计时应注意夹具体与测量设备相匹配,与设备相配部分(与设备主轴孔配合的定位轴的外锥径、与设备螺纹孔配合的转接套、螺纹拉杆及套等)的尺寸、结构是固定不变的,只是前部定位体随齿轮实际尺寸的变化发生相应尺寸结构的变化(见图8);小轮用啮合检验机夹具在与设备相配部分(与设备联结的四螺钉、与设备主轴孔配合的啮合

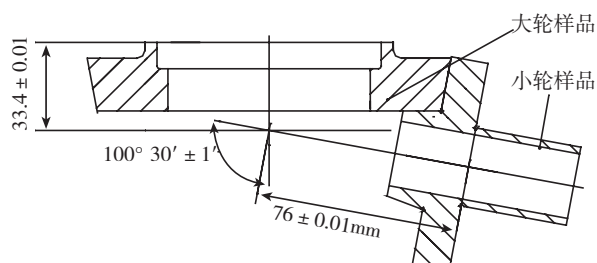


图10 锥齿轮啮合安装图

Fig.10 Installation of bevel gear mesh

机夹具外锥径、与设备螺纹孔配合的转接套、螺纹拉杆及套等)的尺寸、结构是固定不变的,只是夹具体前部定位部分随齿轮实际尺寸发生相应尺寸结构的变化(见图9)。

(2) 安装样品在设计时应注意保证啮合齿轮副的轴交角及啮合中心距的精确度,一般取产品齿轮啮合副尺寸的1/5~1/10左右;并考虑加工的工艺性,如轮盘直径尺寸过大的应考虑分体,安装距样品角度面应设计成容易加工的钝角、直角等(见图10)。

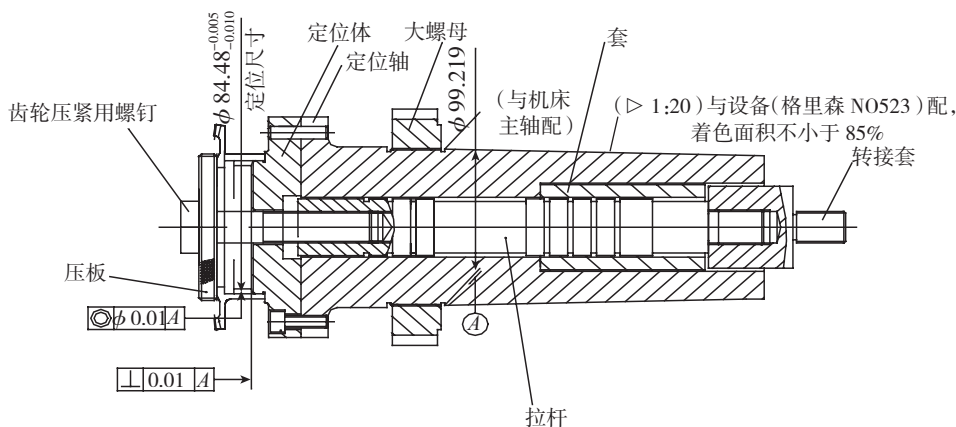


图8 大齿轮啮合夹具

Fig.8 Measurement fixture of big bevel gear mesh

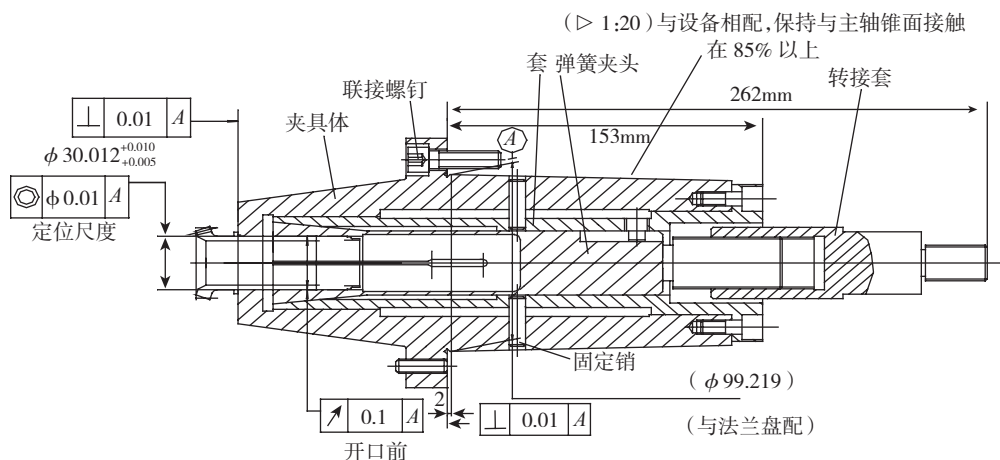


图9 小齿轮啮合夹具

Fig.9 Measurement fixture of small bevel gear mesh

3 结论

锥齿轮副误差测量成组夹具的应用解决了齿轮测量的技术难题,提高了齿轮测量精度和稳定性,为企业齿轮测量技术水平提供了借鉴之处,在日常应用中产生了非常大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 刘兴富. 相关参数测量夹具的设计. 机械工业标准化与质量, 2000(7):31-33.
- [2] 谢友宝, 吴竹溪. 夹具夹紧方案优化设计. 现代制造工程, 2005(6):67-69.
- [3] 王海岩. 汽车零件高标准检具的设计制造. 上海汽车, 2001(9):34-37.

(责编 夏宛)