轴承支座内花键跨棒距尺寸稳定性攻关

陕西法士特工艺研究所 （宝鸡 722409） 韩文静

摘要：本文以轴承支座的内花键加工为例，对影响跨棒距尺寸精度的因素进行全面分析，确定拉刀未开侧隙是导致跨棒距尺寸不稳定的主要原因，并采取返修拉刀的方法来满足产品设计要求。

跨棒距*M*的测量间接地反映了内花键分度圆齿槽宽和外花键分度圆齿厚，因其测量准确、量具简单且测量方法容易，故广泛应用于渐开线花键的测量。

1. 提出问题

我公司生产的轴承支座12JS16T-1701124（见图1）在拉床上加工花键后，跨棒距尺寸总是超过产品设计要求0.15mm左右（产品要求跨棒距最大43.71mm，实际加工测量达到43.86mm），耽误后续工序的执行，导致生产线停滞，严重影响公司的生产进度。

2. 查找原因

查找造成跨棒距尺寸超差的原因，认为可能有以下几点：

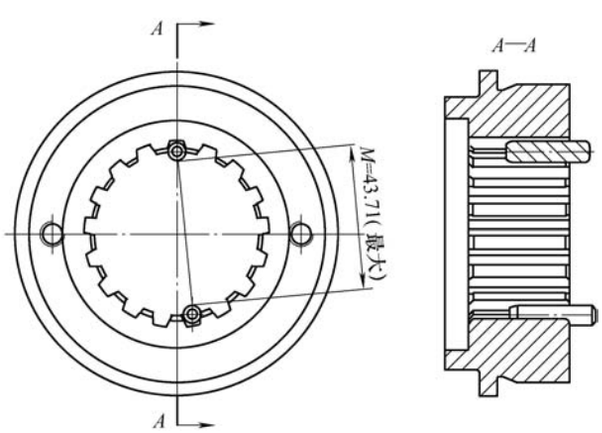


图1 12JS160T-1701124产品简图

（1）通常要用量棒测量花键跨棒距。在检验以齿侧配合定心的渐开线花键时，测量*M*以控制内花键实际齿槽宽最大值或外花键实际齿厚最小值，在单项检验方法中，测量棒间距是为了控制内花键实际齿槽宽或外花键实际齿厚最大值和最小值。在*M*的测量中，*M*的计算方法涉及到测量精度的问题。

（2）测量误差。该轴承支座为奇数齿内渐开线花键，目前通过量棒与游标卡尺测量。由于受人为因素的影响，存在一定的测量误差，重复性误差亦很大，测量精度难以达到要求。不同的操作工人测量的跨棒距有0.02～0.04mm的读数差异。对工作人员的测量技术水平和手法要求很高。

（3）拉刀跨棒距的设计是否合理，刀具的制作是否满足图样要求，也是影响跨棒距尺寸精度的因素。

3. 原因分析及解决措施

针对以上可能造成跨棒距不合格的原因，逐个分析，对症解决问题。

（1）查TESS IN0803017-2

花键标准，实际齿槽宽最大值＝0.194 6×25.4＝4.942 84（mm），实际齿槽宽最小值＝0.193 2×25.4＝4.907 28（mm），齿厚＝π*m*－齿槽宽＝（4.925 06±0.018）mm。

通过齿厚换算软件进行参数验证（见图2），计算的齿厚为4.921 1mm。

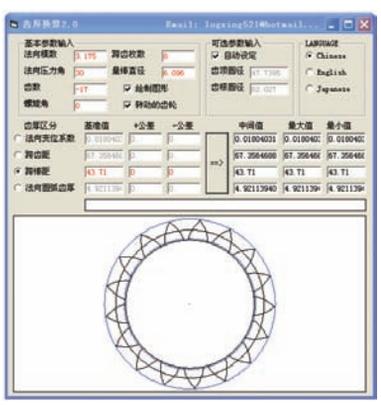


图2　齿厚换算软件计算结果

通过验证得出如下结论：产品给出的跨棒距符合花键标准，设计数据中*M*的计算方法不是造成跨棒距不合格的主要原因。

（2）目前采用的测量方法分析。跨棒距的测量是将量棒置入花键齿槽，通过跨越一定数量的齿数，利用量具测出具体值来反映花键参数合格与否。量棒的选择和制作精度影响着跨棒距的测量值。量棒直径精度一般在0.001mm。直径的选择一般是让量棒和齿轮齿面接触点压节圆附近，并且量棒要高出齿顶，经验为模数的1.732倍（内齿为1.414倍），可以在此尺寸附近选用已有的量棒。特殊情况下如果量棒和齿根有干涉的话，需将量棒的一半削扁，即做成大半个圆柱，只要接触齿面的位置是圆柱面就可以了，削扁厚度根据具体情况确定。

现场使用的量棒直径为6.096mm，编号为SX39-02006，经鉴定，其在有效使用期限内，符合量棒使用要求。

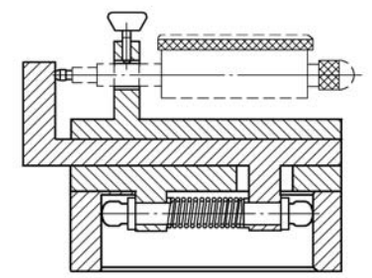
检测方法一：将两个相同直径的量棒分别置入被测内花键相应的内齿槽内，然后将各种不同尺寸的标准块规分别置入两量棒间，逐步叠加或减少，多次试凑和调整，若恰好与两量棒接触，这些标准块规之和即为该内花键棒间距。该方法虽精确，但效率太低，不适用于批量生产的检验。

检测方法二：将相同直径两量棒置入被测内花键相应的齿槽，直接由游标卡尺测量两量棒之间的距离。由于受人为因素的影响，存在一定的测量误差，重复性误差亦很大，测量精度难以达到要求。

结论：因产品已经进入批量生产阶段，主要是按照方法二执行检测，方法一作为校对检测。因此，本工序的合格率控制受人为因素影响过多，不同的检测者测得的结果各异。鉴于此，设计了跨球距检具（见图3）。通过对跨球距检具的验证，可知检测结果值唯一，但是测量结果还是不符合设计要求，故检测方法不是造成跨棒距不合格的主要原因。

（3）在专业刀具设计人员的配合下，相关人员在车间现场对SX17-02011拉刀进行分析认为：现生产使用的渐开线花键拉刀一直沿用的是传统的同廓切削法，齿侧无隙角，无后角，拉削过程中在齿高的中部产生齿侧挤压，导致拉削力增大，齿侧对已拉削表面进行重复拉削，使切削出的内花键棒间距超差。发现在拉刀的制作过程中，因制作单位的设备原因，未严格按照刀具图样制作，拉刀未开侧隙。这样，量棒和齿轮齿面接触点偏离节圆靠近齿根部分，测量的跨棒距数值不能准确地反映实际情况。

发现拉刀存在未开侧隙的问题后，相关人员积极返修现有拉刀，根据拉刀校准留有的侧隙（见图4），修磨砂轮形状（见图5），具体工作如下。



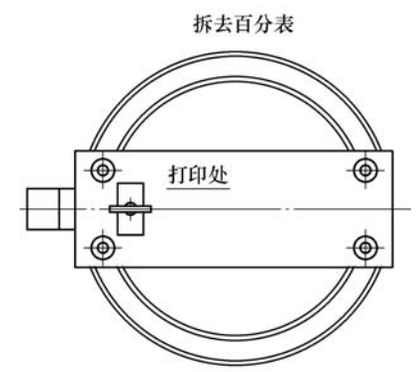


图3　跨球距检具

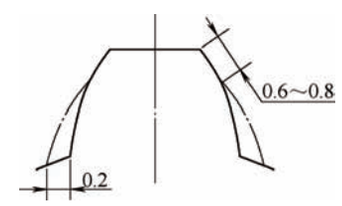


图4　拉刀校准齿留有的侧隙

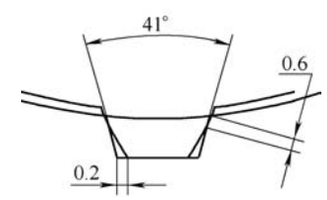


图5　砂轮修磨简图

修磨成形砂轮（见图6）。

找正未开侧隙的拉刀（见图7），并抬高后顶尖。

拉刀涂色（见图8）。

通过操作师傅的一系列动作，得到了和刀具图样一致的样刀（见图9）。

对已修磨侧隙的拉刀进行试切，获得如附表所示的试切数据。

通过小批量切削验证，开侧隙后的拉刀拉出的产品的跨棒距基本满足设计要求。由此，可以得出结论：拉刀未开侧隙是造成轴承支座跨棒距不稳定的主要原因。

在既要保证齿形精度、又要提高拉刀寿命的条件下，将拉刀后顶尖抬高后磨制渐开线齿形。由于渐开线刀齿上窄下宽，因此抬高磨制后，可同时获得一定的侧刃后角和侧刃偏角，即消除了侧刃与已加工表面的摩擦，改善了切削条件。

为了减少渐开线花键拉刀齿侧面与工件被加工表面间的摩擦，应该磨去刀齿形上不参加形成花键孔齿槽侧面的渐开线齿形部分，即磨出齿形的侧隙角。齿侧单面一般磨去0.2mm。先将渐开线花键拉刀的齿形尺寸磨好，并经测量后再磨齿形侧隙角。

具体做法是操作师傅将未开侧隙的已编号刀具进行涂色，以便观察磨削后还有多少渐开线齿形，磨时用已计算出和修磨好锥角的砂轮从拉刀校准齿部分进刀，向切削齿部分磨削，逐齿降低砂轮的位置高度，以保证每个刀齿保留0.6～0.8mm长的渐开线部分。

试切数据表

拉刀编号	工件序号	跨棒距（两个方向）/mm		备注
3#	①	43.74	43.74	量棒直径为6.096mm，和产品设计人员沟通后该跨棒距合格。
	②	43.72	43.74	
	③	43.72	43.70	
	④	43.72	43.70	
5#	⑤	43.68	43.68	
	⑥	43.70	43.70	
	⑦	43.68	43.70	
	⑧	43.70	43.68	

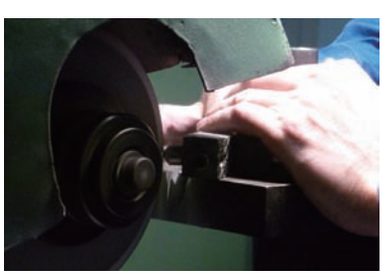


图 6

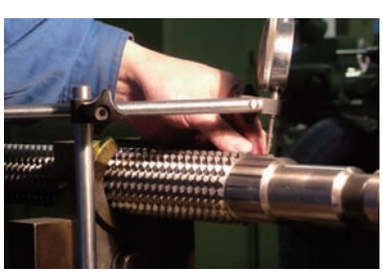


图 7

图 8

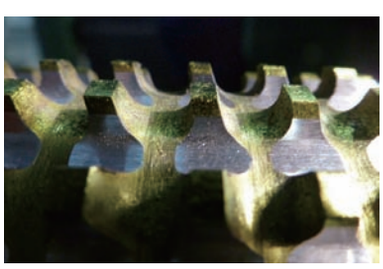


图9 开侧隙后的拉刀

4. 结语

经过一段时间的跟踪观察，对所有拉刀采用抬高后顶尖修磨侧隙，加工的产品跨棒距基本合格。同时，所设计的跨球距检具在使用中测量方便、检测精确。将此工艺方案推广至其他产品，效果明显。

参考文献：

[1] 楼希翱. 拉刀设计与使用[M]. 北京：机械工业出版社，1990.

[2] 周泽华. 金属切削原理及刀具设计[M]. 上海：上海科学技术出版社，1979.

MW（收稿日期：20160203）

专家点评

作者针对渐开线花键的加工误差展开理论分析，指出拉刀未开侧隙是造成轴承支座跨棒距不稳定的主要原因，并通过返修拉刀来满足产品设计要求。文章的实践性很强，针对可能造成跨棒距不合格的原因逐个分析，自己动手解决难题，为此类零件的加工检验提供了一条捷径，很值得我们学习。