同轴度与同心度的测量方法

■ 陕西柴油机重工有限公司　（兴平　713105）　李　蕾

摘要：同轴度和同心度都属于形位公差里的一种，通过对同轴度与同心度测量原理的分析研究，明确不同测量方法的优缺点，使用者可以结合现场实际零件的测量部位和测量要求，选用合适的测量方法对零件进行测量。

在机械加工中，轴、孔是加工零件的加工要素，这种情况十分普遍。同轴度与同心度的计量是此类加工要素恒久不变的计量对象。但由于两者间不论从名称上，还是从测量方法上都存在很大的相似之处，所以在实际应用中经常会被搞混。而对于结构差异比较大的零件，在弄清测量原理的基础上，选用合适的测量方法，是本文讨论的目的。

1. 同轴度与同心度的定义

同轴度是被测圆柱（孔）的轴线对基准圆柱（孔）的轴线的偏差。基准轴线可沿其轴线方向无限延长。由于被测轴线对基准轴线的不同点可能出现在空间的各个方向上，故其公差带为以基准轴线为轴线的圆柱体（见图1）。

同心度是同轴度的特殊形式。当被测要素为圆心（点）、薄型工件上的孔或轴的轴线时，可视被测轴线为被测点，它们对基准轴线的同轴度即为同心度。故对同心度的测量可以进行投影测量（见图2）。

如图3所示零件，其结构特点是被测部位的可测量部位较小，而基准的测量部位较大，这类零件就可以将同轴度的测量转化为同心度的测量。

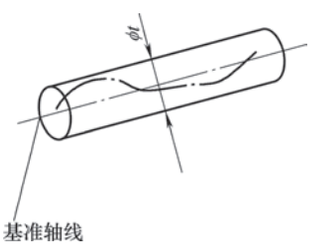


图　1

来，最后留0.05～0.1mm余量将整个槽反车出来，该刀片的刀尖圆弧为*R*0.4mm，有精加工的断屑槽，切削力小，振动小，能保证加工的稳定性，从而使工件尺寸精度、表面粗糙度值达到设计要求。

最终汽封档及轴承档加工效果如图11所示，各档尺寸经过检验都符合图样设计要求。

5. 结语

此次攻关成功标志着我公司在工业汽轮机的加工能力上又上了一层新台阶，为今后同类型汽缸的加工积累了经验。



（a）



（b）

图11　轴承档加工效果图

参考文献：

[1] 王先逵. 机械制造工艺学［M］. 北京：机械工业出版社，2006.

[2] 侯曼西. 工业汽轮机［M］. 重庆：重庆大学出版社，1995.

[3] 陈日曜. 金属切削原理［M］. 北京：机械工业出版社，2006.

[4] 杨叔子. 机械加工工艺师手册［M］. 北京：机械工业出版社，2001.

MW（收稿日期：20150302）

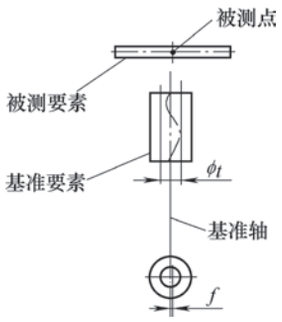


图 2

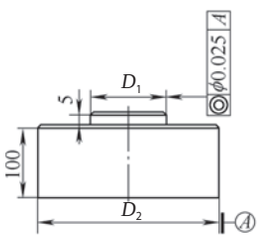


图 3

2. 同轴度的测量原理

在基准圆柱上测量两个截面圆，用其连线作为基准轴。在被测圆柱上也测量两个截面圆，构造一条直线，然后计算同轴度。假设基准上两个截面的距离是10mm，基准第一截面与被测圆柱的第一截面的距离是100mm，如果基准的第二截面圆的圆心位置与第一截面圆的圆心位置有5μm的测量误差，那么基准轴线延伸至被测圆柱的第一基准面时已偏离50μm=5μm×100/10，此时即使被测轴线与基准轴线完全同轴，其测量结果也会有100μm的误差（同轴度公差值为直径，50μm为测量半径），如图4所示。

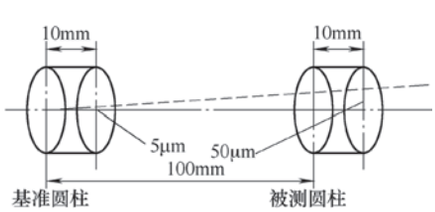


图 4

3. 同轴度的普通测量方法

（1）壁厚测量法：对于小型套筒类零件（无圆柱度要求），可以将内外圆的同轴度测量转化为壁厚测量（见图5）。当2（$a-b$）≤t时，被检要素符合要求。

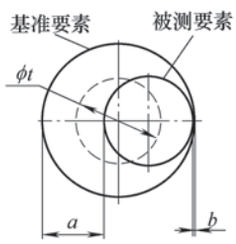


图 5

例如图6所示的垫片类零件，此类零件在装配中一般起到密封的作用，在压紧力的作用下，内外圆一起向内或外变形，变形量的多少直接影响密封的效果，所以可以将它检测内外圆同轴度的要求用壁厚测量法来解决。

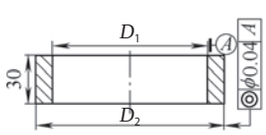


图 6

（2）同轴度量规：当最大实体原则应用于被测要素和基准要素时，先检验零件上各部位尺寸的合格性，再使位置度量规进入被测和基准部位，能同时进入者为同轴度合格件（见图7）。

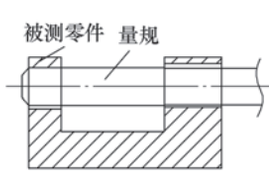


图 7

例如图8所示的零件，该检测要素为间断孔，从其结构上分析，此类要素一般有定位、导向的作用，但零件孔径较小，用测表检测受到测针的限制，所以这种情况下一般采用同轴度量规来测量（见图9）。

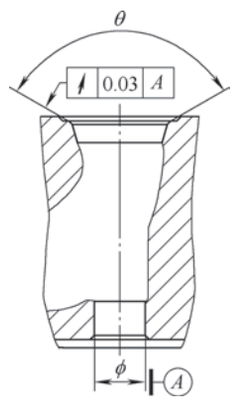


图 8



图 9

4. 同轴度的三坐标测量法

当被检件形状复杂或被测要素为孔对孔、轴对轴时，如图10所示零件，壁厚测量法将显得无能为力，而同轴度塞规制作起来会很笨重，不适宜人工操作，这时就需要用三坐标测量仪（见图11）来进行测量。

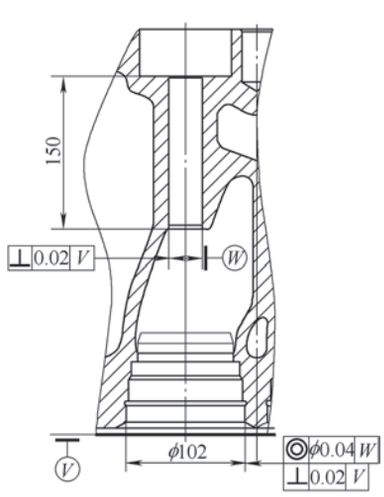


图 10



图 11

（1）公共轴线法（见图12）：在被测要素和基准要素上测得多个横截面的圆的中心收集起来，将这些圆心（每个圆的直径可以不一致）构造成3D直线，作为公共轴线，作为其同轴度评价的基准，然后分别计算基准圆柱和被测圆柱对公共轴线的同轴度，取其最大值为该零件的同轴度误差值。这条公共轴线近似于一个模拟心轴，因此这种方法接近零件的实际装配过程。

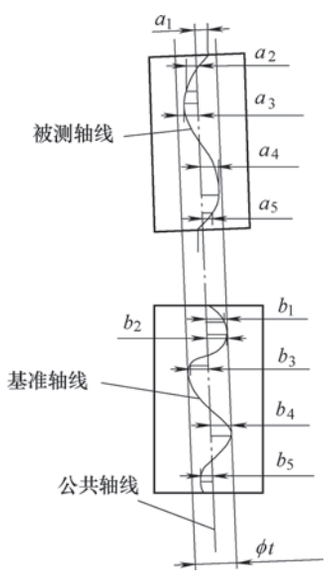


图 12

（2）直线度法（见图13）：在被测要素和基准要素的截面上测量几个圆，然后将这几个圆的圆心（a_1，a_2，…，a_n；b_1，b_2，…，b_n）连接起来，构成“连接轴线”，计算其直线度，应用最大实体边界来限定被测要素的实体。随着孔或轴的实际尺寸偏离其最大实体尺寸的程度不同会产生相应的同轴度误差。

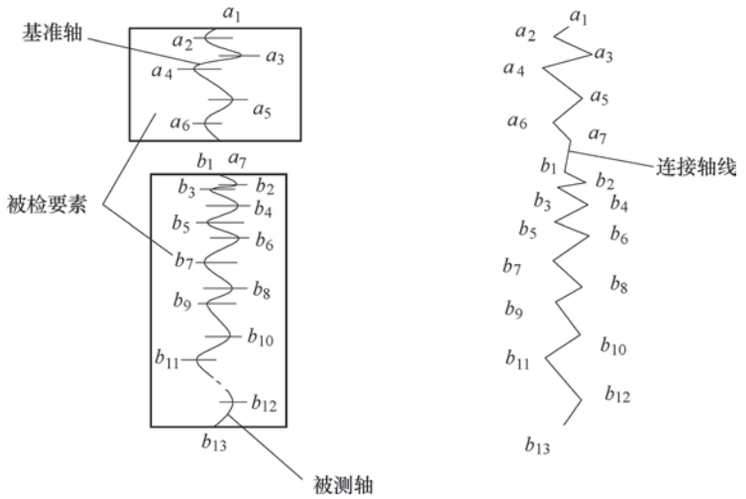


图 13

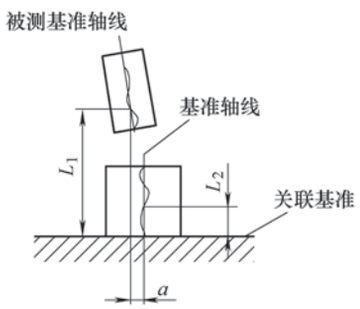


图 14

（3）求距法（见图14）：改测同轴度为测量同心度，通过测量被测要素与基准要素距离来计算同心度误差。将被测要素和基准要素投影到基准平面上（间距为a），然后进行计算，同轴度为aL_2/L_1。这种方法要求零件的关联要素基准要好。

图10所示零件可以用三坐标测量法中的任意一种进行测量，具体选用何种可以根据操作人员的习惯来选择。但当零件只有同轴度要求，而缺少被测轴线和基准轴线对同一平面“V”的垂直度 ⊥ 0.02 V 要求时，三坐标测量法中的求距法将不能使用。

在实际操作中，我们要先根据具体情况判断出被测要素的测量种类，然后根据要求选用合适的计量手段进行测量。

参考文献：

[1] 全国产品尺寸和几何技术规范标准化技术委员会. GB/T 1182－2008产品几何技术规范（GPS）几何公差形状、方向、位置和跳动公差标注 [S]. 北京：中国标准出版社，2008.

[2] 海克斯康测量技术（青岛）有限公司. 海克斯康3DFI操作手册[Z].青岛：海克斯康测量技术（青岛）有限公司，2013.

MW（收稿日期：20150408）

专家点评

该文对同轴度与同心度的关系分析透彻，并有实际的应用举例，让读者一目了然。对不同类型同轴度的测量采用不同的方法，讲述清晰明了，具有比较强的现场实用性。