

三坐标测量机测量形位公差问题分析

Application Problem Analysis for Measure Geometrical Tolerancing With Three Axis Coordinate Measure Machine

邱玉刚

(哈尔滨飞机工业集团, 黑龙江 哈尔滨 150066)

摘要: 本文介绍了利用三坐标测量机测量形位公差时容易出现的问题及其解决办法。

关键词: 三坐标测量机; 形位公差; 公差带; 基准; 被测要素。

三坐标测量机因其方便、效率高、精度高已被广泛用于机械零件的检测中。我单位许多机型的关键件都要在三坐标测量机上检测。但在检测过程中也容易出现一些问题, 影响了检测结果, 尤其是在检测形位公差的过程中。

形位公差包括直线度、平面度、圆度、圆柱度、轮廓度、平行度、垂直度、倾斜度、同轴度(同心度)、对称度、位置度、跳动等。由于形位公差本身的特性, 在实际检测中最容易出现问题。

根据被测要素的特征和结构尺寸, 公差带有下述几种主要形式:

- (1) 圆内的区域。
- (2) 两同心圆之间的区域。
- (3) 两同轴圆柱面之间的区域。
- (4) 两等距曲线之间的区域。
- (5) 两平行直线之间的区域。
- (6) 圆柱面内的区域。
- (7) 两等距曲线之间的区域。
- (8) 两平行平面之间的区域。
- (9) 四棱柱内的区域。
- (10) 球内的区域。

测量直线度或平面度时, 一般不建议在三坐标测量机上测量, 因三坐标测量机采点方式和采点数量的限制, 误差较大。可以光隙法利用平尺(圆柱母线的直线度)、刀口尺(平面度)测量。方法简单, 不确定度较小。

在三坐标测量机上检测圆度和圆柱度时, 由于一般采点是在水平与竖直方向上采集 4 点模拟圆, 通过两个圆模拟圆柱。问题在于采集点时随机性比较大, 可能会漏掉影响测量值的点。出现误差导致测量结果小于实际值。因此在实际检测工作中要根据公差带大小的要求和零件本身几何元素的情况来确定检测方法。一般在加工情况比较好的情况下, 公差在 0.03mm 以上的圆度或圆柱度值在三坐标测量机上测量, 但必须大量密集采点, 以确保测量结果的准确性。公差在 0.03mm 以下时应在圆

度仪上进行测量。

在三坐标测量机上检测平行度时, 注意基准和实际作用平面的影响。如图 1a、b 所示, 基准较短被测元素较大时, 测量确定基准有误差, 被测结果就会成倍增加。(图 1a)所以测量基准时一定注意采点位置的选择。基准与被测表面形状也会直接影响测量结果(图 1b)。

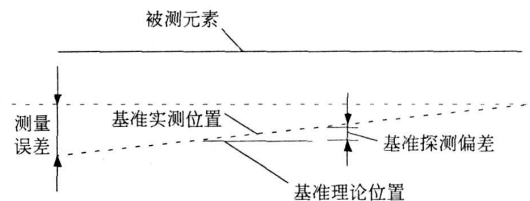


图 1a

采点位置随机在波峰与波谷之间选择, 随机性较大。此时最好利用高精度平台与平行平晶配合测量。此方法能直接拟合出被测工件的实际工作状态。

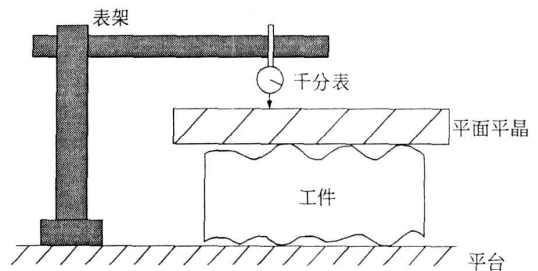


图 1b

测量垂直度时应注意所测基准的长短。如果所测基准过短, 测量误差引入的不确定度会对测量结果影响非常大, 所以测量基准时应尽可能大范围测量。如果基准所在位置不利于采点测量, 可以考虑和被测要素互换测量, 但要求基准与被测要素长度相当。

同轴度在三坐标测量机上进行测量时, 应注意当被测要素在零件内部较深处时, 普通方法很难测量同轴度,

(下转第 21 页)

于10mm, $f'(x_0)$ 小于0.8时, 对焦误差可以忽略, $f'(x_0)$ 大于0.8时, 应该按式(11)作误差补偿。由于电感传感器外形尺寸的限制, 不适合曲率半径小于5mm的凹曲面对焦, 具体分析见表1。

表1 300 μ m~500 μ m景深光学测量系统曲面对焦误差分析

凸函数	曲率	无限制		
	$f'(x_0)$	小于0.8时, 对焦误差可忽略; 大于0.8时, 需补偿		
凹函数	曲率	$K \geq 10\text{mm}$	$5\text{mm} \leq K < 10\text{mm}$	$K < 5\text{mm}$
	$f'(x_0)$	小于0.8时, 对焦误差可忽略; 大于0.8时, 需补偿	小于0.7时, 对焦误差可忽略; 大于0.7时, 需补偿	不适合该对焦方法

4 结束语

该系统适合对微小尺寸的准确对焦, 通过误差补偿, 能有效的抑制由于电感测头几何尺寸的影响。文章主要对300 μ m~500 μ m景深光学测量系统在电感测头半径为1.5mm的误差做了详细分析, 在不同的测头半径和不同

的光学系统以及对二维任意曲面的误差分析根据具体情况进行分析, 但思路一样。

参考文献

[1] 张广军. 光电测试技术. 北京: 中国计量出版社. 2002.
[2] 冈萨雷斯. 数字图像处理(第二版). 北京: 电子工业出版社. 2003.
[3] 雷玉唐, 罗辉, 马娟. CCD 摄像机的误差及校验. 光学与光电技术, 2004 4(2): 48~49.
[4] 郑玉珍, 吴勇等. 实时自动对焦的研究光电工程. 2004. 4 No. 4 vol (31).
[5] 李奇. 数字自动对焦技术的理论及实现方法研究. 浙江大学, 2004: 20~25.
[6] 杨维川. 曲面孔位非接触测量及图像处理技术应用研究. 四川大学硕士论文, 2004.

作者简介: 潘南红, 女, 高级工程师. 工作单位: 贵州省凯里学院理学院. 通讯地址: 556011 贵州省凯里市经济开发区开元大道3号.
张文军, 中航工业北京长城计量测试技术研究所(北京 100095). 收稿时间: 2010-05-05

(上接第17页)

5 结论

- (1)由上述公式计算与实验验证结论如下:
 - (2)柯氏干涉仪在量块检定过程中, 其箱体内空气温度波动不应大于0.06 $^{\circ}$ C。
 - (3)柯氏干涉仪在量块检定过程中, 量块本身温度差不得大于0.02 $^{\circ}$ C。
- 量块与平晶研合时, 应在灯光下反复观察其研合面, 应反映出量块工作面的原貌, 可排除由于气隙的存在而使得测量结果不真实。

参考文献

[1] JJG 146-2003《国家量块检定规程》。
[2] 程育才编著. 量块. 中国出版社。
[3] 王承钢, 边长才编著. 量块计量技术。
[4] 李小亭等编. 几何量计量。
[5] JJF1059-1999《测量不确定度评定与表示》。
[6] JJG 371-2006《量块光波干涉仪》。

作者简介: 何晓延, 男, 高级工程师. 工作单位: 陕西省计量科学研究院. 通讯地址: 710065 陕西省西安东仪路3号。
冯斐, 陕西省计量科学研究院(西安 710065). 收稿时间: 2010-05-26

(上接第18页)

只有用三坐标测量机进行测量, 而普通的三坐标测量机探针根本无法探测到大于200mm的距离, 只能用加长杆手动探针测量, 选择加长杆时, 应尽量选取短加长杆, 满足测量要求即可。加长杆过长, 一方面校准探针时标准偏差大, 直接影响测量结果。另一方面, 加长杆过长, 三坐标测量机测头所受扭矩过大, 也影响测量结果。

在测外圆同轴度时, 一般将零件固定在V型铁上, 此时探针探测圆时, 下面一点无法探测到, 只能探测三点, 此时就容易使圆心的位置与实际情况相比要向上偏移, 产生较大的误差, 测量时应尽可能防止此种情况的发生。

位置度的测量在三坐标测量机上进行最为方便, 在测量时情况也最为复杂。

(1)如图2: 测4个小孔对中心孔的位置度。测量时千万不要把圆心A和中心孔作为基准, 此种情况产生误差最大。应把四个小孔模拟圆的圆心和其中的一小孔圆心连线作为基准。如果把圆心A和中心孔连线作为中心基准, 假设中心孔位置有偏差, 就会造成其它四个孔整体偏移。

他的三个孔的角度向同一个方向偏, 如上图。此种情况可在数据处理中把四个孔同时向相反方向转一角度, 因为位置度的小孔无定向要求, 偏转一小角度后不会影响装配使用, 故可用。

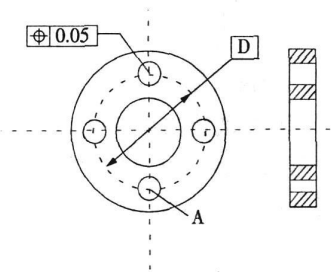


图2

参考文献

[1] GB/T 1182-1996《形状和位置公差》。
[2] GB/T 1958-2004《产品几何量形状和位置公差检测规定》。
[3] HB7779-2006《形状和位置公差检测方法的一般要求》。
作者简介: 邱玉刚, 男, 工程师. 工作单位: 哈尔滨飞机工业集团计量检测中心. 通讯地址: 150066 哈尔滨市平房区友协大街15号。
收稿时间: 2010-04-27