短基准孔的同轴度测量

山西经纬纺织机械股份有限公司 （晋中 030601） 乔建胜

三坐标测量机在测量零件时，首先在被测表面采点计算出该几何元素，通过数学找正或转换，可以得到被测几何元素的尺寸或相互位置关系，减少了零件的辅助基准和检测量具的设计、加工，而测量的精度和效率也提高了，所以三坐标测量机在工业测量中得到了广泛应用。但是点测量和计算平均值得出的几何元素与实际元素总存在一些差异，有时会造成零件的测量失准，特别是一些位置误差，如同轴度、对称度在特殊零件的测量中存在较大的误差。

例如在我公司的产品中，有这样一种箱体零件（如图 1 所示），基准孔 A 和被测孔 B 都很短，而两者的跨距很大，图样要求被测孔 B 对基准孔 A 的同轴度为 $\phi0.01$mm，没有其他辅助测量基准。用三坐标测量机进行检测，按常规在基准孔 A 内测一圆柱，将其空间旋转、置零，在被测孔 B 上测一圆柱，调用同轴度程序进行评定，得到的同轴度大约在 $\phi0.1$mm。采用仪器生产厂家推介的方法，即在孔 A 中均匀分布地扫描三个圆，将三个圆心连成一条线，作为基准线，在孔 B 中均匀分布地扫描三个圆，计算出各圆心的同心度，取其最大值作为孔 B 的同轴度，测量结果也在 $\phi0.03 \sim \phi0.04$mm。这样的测量结果与实际加工能力不符，经常与工艺人员、操作者有异议，影响了正常的检验工作。反之，采用同轴度量规（同轴度为 $\phi0.003$mm）进行检验，同轴度都合格。

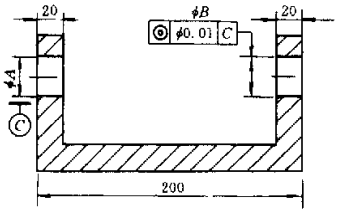

图 1

分析其中原因，首先是三坐标测量机在测量时，由于被测几何元素上存在形状误差，采集有限的点不能真实反映出被测元素；其次，三坐标测量机是用最小二乘法计算圆柱轴心线，而实际使用和量规检测时，轴心线是最大内接圆的轴心线，二者有很微小的差别，所以计算出的基准轴心线与实际轴心线存在偏差，即使是采用扫描的方法，采集大量的点，计算出的轴心线也很难与实际值一致；三是在测量这种基准短而跨距长的零件时，轴心线要延伸出去，会将误差成倍放大（如图 2 所示），导致测量结果失真。

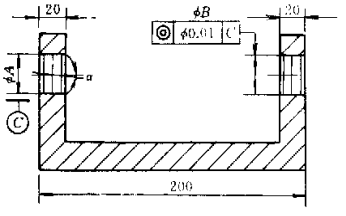

图 2

根据同轴度量规的检测原理，在基准孔 A 和被测孔 B 内各测量一个圆，将圆心连线作为基准轴线，然后在孔 A 和 B 内均匀的测几个圆，取各圆的同心度中最大值作为同轴度。经试验、比较，这种方法将两孔的偏心误差缩小，测得结果明显偏小。受此启发，将基准孔 A 和被测孔 B 作为一个圆柱进行测量，发现结合圆柱度进行分析，轴心线的直线性能够反映出同轴度的变化（如图 3 所示），即当两孔的同轴度合格时，圆柱度和直线性都好；当两孔存在偏心时，圆柱度会显著增大。由于同轴度的公差带不同于直线度的公差带，是围绕基准轴线对称分布的，所以近似用轴心线的直线性乘以 2 来表示同轴度（如图 4 所示，其中 t_0 表示同轴度的公差带，t_1 表示直线度的公差带）。经过多次试验，测量结果比较可信。以这个零件为例，圆柱度为 0.009mm，轴心线的直线性实测为 0.004mm，即同轴度为 $\phi0.008$mm。测量结果与量棒检验结果一致。

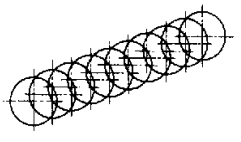
图 3

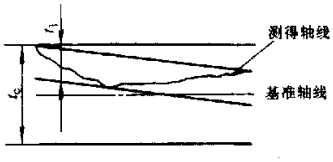

图 4

综上所述，对于这类零件的同轴度测量，当被测孔与基准孔大小一致时，可将二者作为一个圆柱测量，用其轴心线的直线性的二倍来表示同轴度，能获得可信的测量结果。 （收稿日期：20030328）