矢量方向在三坐标测量中的应用

山东滨州渤海活塞股份有限公司　（256602）　郑　亮　王秀金　赵春芝

摘要：探讨使用PC-DMIS软件对样件空间尺寸测量时，面与面相交其交线方向的判定、圆与圆相交点的判定、线与圆相交点的判定和几种夹角的评定原理，总结出PC-DMIS软件使用过程中的一些规律。

矢量方向在特征构造中的应用

1. 平面与平面相交

平面与平面相交时得到一条直线，此直线的方向怎么确定呢？根据经验得到一个规律，即此直线方向的确定符合“右手定则”。

如图1所示是一个V形块。看一下平面间的交线情况。

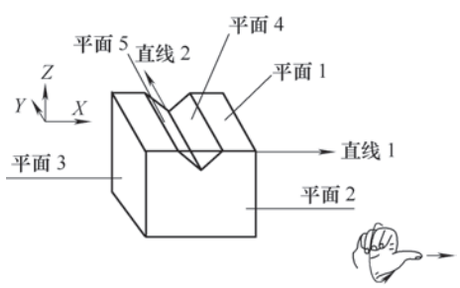


图　1

（1）平面1与平面2相交得直线1，平面1的矢量方向为$Z+$，平面2的矢量方向为$Y-$，按“右手定则”，四指由$Z+$到$Y-$旋转，拇指所指方向为直线方向，则能确定直线1的方向为$X+$。若平面2与平面1相交，按“右手定则”得到的直线方向正好相反，则为$X-$。

（2）相同道理可得平面1与平面3相交，得直线方向$Y-$；平面2与平面3相交的直线方向为$Z-$；平面3与平面2相交的直线方向为$Z+$。

（3）平面4与平面5相交的直线方向如图2所示。用“右手定则”判定平面4与平面5相交的直线2方向为$Y+$。

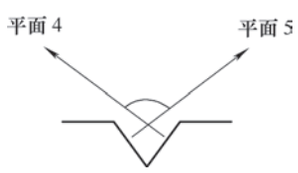


图　2

应用实例：样件销孔铜套缺口位置度的测量。样件销孔衬套图样要求如图3所示。测量时，将工件放在平板上，缺口朝向$X+$方向并露出（见图4），便

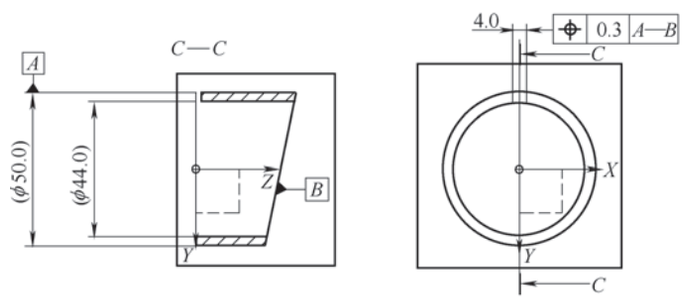


图　3

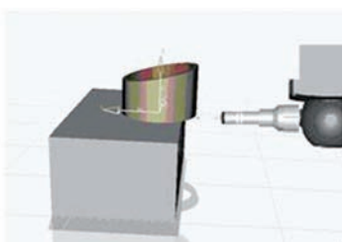


图4　测量示意图

于测量。测量平板作为平面1，斜平面为平面2，再测量外圆1，建坐标系时用平面1作为找正轴，平面1与平面2的交线作为旋转轴。为了直观，使工件坐标系与机器坐标系方向一致。为此先要确定交直线的方向。在构造直线时，要使得到的直线方向与机器坐标系*Y*+一致，根据“右手定则”，应选择平面2到平面1的相交直线（见图5）。建坐标系时，用平面1找正*Z*+并归*Z*原点，直线1旋转到*Y*+，圆1原点在*XY*平面。这样建好的坐标系与机器的坐标系一致(见图6)。然后测量缺口小圆，看其*Y*坐标值就行了。

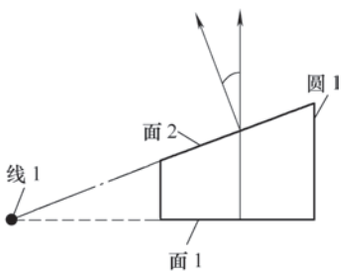


图　5

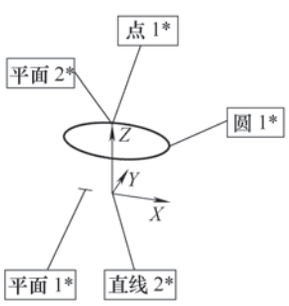


图　6

部分程序如下：

直线1=特征/直线，直角坐标，非定界，否

理论值/<-135.4869，0.2649，0>，<0.0069439，0.9999759，0>

实际值/<-135.0906，7.5584，0>，<0.0616133，0.9981001，0>

构造/直线，相交，平面2，平面1

A2 =坐标系/开始，回调：A1，列表=是

建坐标系/找平，Z正，平面1

建坐标系/平移，Z轴，平面1

建坐标系/旋转，Y正，至，直线1，关于，Z正

建坐标系/平移，X轴，圆1

建坐标系/平移，Y轴，圆1

坐标系/终止

移动/点，常规，<-19.9925，-13.0149，69.4574>

移动/点，常规，<180.0599，-11.5814，68.1633>

测尖/T1A90B-90，柱测尖IJK=1，0.0069，-0.0001，角度=-89.9964

移动/点，常规，<30.5912，-0.2487，1.558>

工作平面/X正

圆2=特征/圆，直角坐标，内，最小二乘方

理论值/<24.1993，0.0373，1.7435>，<1，0，0>，3.9204

实际值/<24.1993，0.0373，1.7435>，<1，0，0>，3.9204

测定/圆，6，工作平面

触测/基本，常规，<24.1023，1.4917，3.0006>，<0，-0.4063598，-0.9137132>，<24.1559，1.2307，3.303>，使用理论值=是

触测/基本，常规，<24.2309，-0.5169，3.2334>，<0，0.6187715，-0.785571>，<24.1766，0.5713，3.6222>，使用理论值=是

触测/基本，常规，<24.2464，-0.9139，2.9593>，<0，0.7530521，-0.6579609>，<24.1915，0.0609，3.7048>，使用理论值=是

触测/基本，常规，<24.2717，-1.1625，2.5346>，<0，0.8790354，-0.4767565>，<24.2065，-0.403，3.6542>，使用理论值=是

触测/基本，常规，<24.2816，-1.4438，2.8382>，<0，0.7343389，-0.6787831>，<24.2247，-1.0323，3.3917>，使用理论值=是

触测/基本，常规，<24.3029，-1.7338，2.2719>，<0，0.8395681，-0.5432545>，<24.2405，-1.5461，2.894>，使用理论值=是

终止测量/

以上程序中，圆2的*Y*值0.037 3×2=0.074 6即为所求位置度。

2. 圆与圆相交

圆与圆相交时得到两个交点，而这两个交点需要分两部构造，如图7所示，圆1与圆2相交得到的交点也可以由“右手定则”判定，掌心朝向纸面，将右手拇指由圆1指向圆2，四指指向纸面一侧的交点1为圆1与圆2的交点。同样得到圆2与圆1的交点2。

应用实例：样件销孔减压腔角度的测量。样件减压腔是在样件销孔内对称地铣两个圆弧，要求测量45°与10°（见图8）。需要分别测得销孔圆2和

减压腔圆弧圆3、圆4，再用圆2和减压腔圆弧圆3、圆4构造交点点1、点2、点3和点4（见图9），然后用这四个点分别与圆2连线，评价直线的角度。

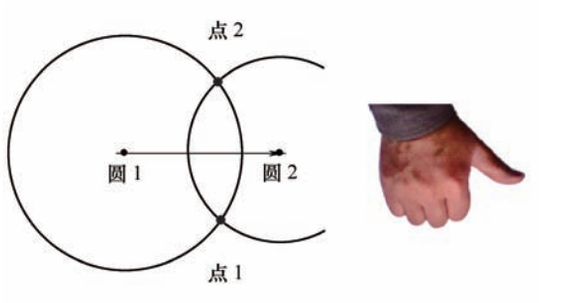


图 7

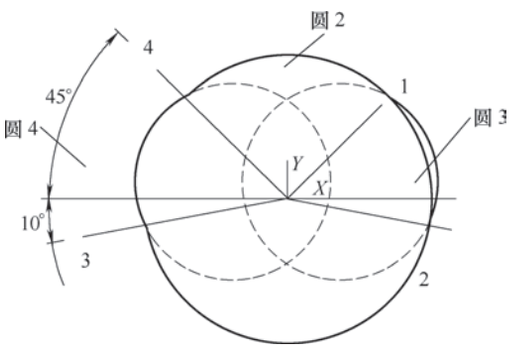


图 8

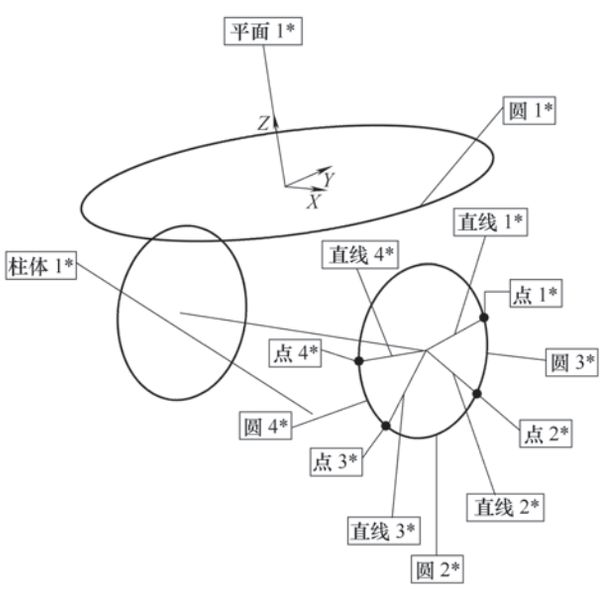


图 9

其部分测量程序如下：

点1=特征/点，直角坐标，否

理论值/<55.7058，25.6852，-42.6699>，<1，0，0>

实际值/<55.7013，25.6684，-42.3551>，<1，0，0>

构造/点，相交，圆3，圆2

点2=特征/点，直角坐标，否

理论值/<55.7615，18.4612，-64.847>，<1，0，0>

实际值/<55.7611，18.4475，-64.5091>，<1，0，0>

构造/点，相交，圆2，圆3

点3=特征/点，直角坐标，否

理论值/<55.8373，-18.5005，-64.8498>，<1，0，0>

实际值/<55.841，-18.542，-64.5001>，<1，0，0>

构造/点，相交，圆4，圆2

点4=特征/点，直角坐标，否

理论值/<55.7615，-25.7199，-42.6156>，<1，0，0>

实际值/<55.7611，-25.7531，-42.342>，<1，0，0>

构造/点，相交，圆2，圆4

直线1=特征/直线，直角坐标，非定界，否

理论值/<55.7336，25.6852，-42.6699>，<0，-0.9887373，-0.1496618>

实际值/<55.7312，25.6684，-42.3551>，<0，-0.988845，-0.1489485>

构造/直线，最佳拟合，2D，点1，圆2，

局外层_移除/关，3

过滤器/关，波长=0

直线2=特征/直线，直角坐标，非定界，否

理论值/<55.7615，18.4612，-64.847>，<0，-0.7108762，0.7033172>

实际值/<55.7611，18.4475，-64.5091>，<0，-0.7111272，0.7030633>

构造/直线，最佳拟合，2D，点2，圆2，

局外层_移除/关，3

过滤器/关，波长=0

直线3=特征/直线，直角坐标，非定界，否

理论值/<55.7994，-18.5005，-64.8498>，<0，0.7107571，0.7034376>

实际值/<55.8011，-18.542，-64.5001>，<0，0.7114542，0.7027325>

构造/直线，最佳拟合，2D，点3，圆2，

局外层_移除/关，3

过滤器/关，波长=0

直线4=特征/直线，直角坐标，非定界，否

理论值/<55.7615，-25.7199，-42.6156>，<0，0.9884188，-0.1517509>

实际值/<55.7611，-25.7531，-42.342>，<0，0.9887691，-0.1494514>

构造/直线，最佳拟合，2D，点4，圆2，

局外层_移除/关，3

过滤器/关，波长=0

格式/，选项，，，，，；测定值，，，，，，

DIM 角度1

A 171° 26′ 02″

DIM 角度2

A -135° 19′ 36″

DIM 角度3

A -44° 38′ 48″

DIM 角度4

A 8° 35′ 42″

3. 线与圆相交

线与圆相交得到两个点。如图10所示，线1与圆1的交点应为穿进去的点1。

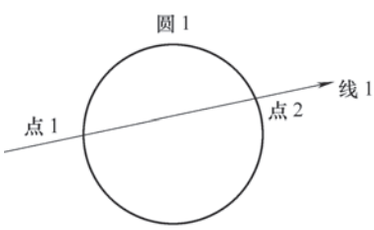


图 10

应用实例：如图11所示样板，如果要测量106.3°这个值，要先测量*R*100.0mm的圆弧，再测量一条直线，用直线与圆刺穿得到一个交点，当然这个交点与直线的方向有关，这个点是直线方向上穿进去的点。然后构造这条直线的反向直线。用构造的这条反向直线与圆刺穿得到另一个交点。然后用这两个交点分别与圆心连线评价这两条直线的夹角。

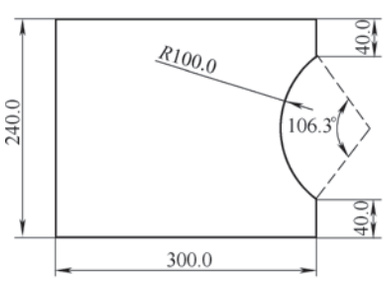


图 11

矢量方向在角度评价中的应用

1. 面与面的夹角

面与面的夹角为两平面法线的夹角。

应用实例：如果要测量一量块的两垂直平面间的角度。在PC-DMIS中直接评价两平面间的三维夹角，所得的结果应该是哪一个角度呢？如图12所示，平面1的矢量方向是垂直于平面1向上，平面2的矢量方向是垂直于平面2向上。在PC-DMIS中，评价平面1与平面2间的三维夹角为角1，而我们要测量量块平面1与平面2之间的夹角即角2，所以软件直接评价出的结果与我们想要的结果是互补关系。

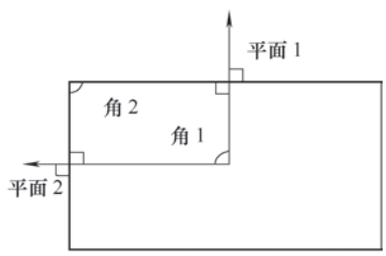


图 12

2. 线与线的夹角

两条线的夹角为在其工作平面上，由一条直线的正方向到另一条直线的正方向组成的角。此角为小于180°的角。如图13所示，直线1与直线2的夹角为角1。

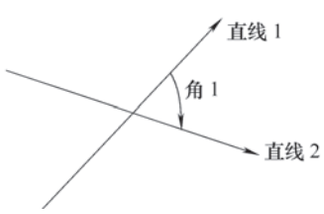


图 13

应用实例：样件内档垂直。内档垂直是指销孔内挡面相对于销孔在样件横截面上应该是垂直的（见图14），工艺要求偏差不大于25′，但是实际加工中不可能正好垂直，比90°或大或小。如果客户问我们内挡面相对于销孔向哪个方向偏的，怎么判

图 14

软橡胶螺纹的磨削加工

■ 北京南口轨道交通机械有限责任公司　（102202）　郑文虎　李秋彤

摘要：由于软橡胶材料的性能与切削特点，在此种材料上切削加工螺纹或螺旋槽极为困难，加工一般小导程螺纹就更加困难。如果采用砂轮磨削出，就非常容易达到要求。本文用实例介绍软橡胶辊的磨削方法与磨削条件。

软橡胶除具有一般非金属材料所共有的强度低（σ_b=19.6～24.5MPa）、导热性差［热导率k=0.2 W/（m·k）］，分别为一般钢材的1/27和1/350的特性外，其重要性能特点是在－50～150℃内具有良好的弹性、柔顺性和复原性。软橡胶的弹性模量极小，为1.9～3.9MPa，是钢材的1/50 000。它还有良好的延伸率（δ=500%～700%），是钢材的30倍左右。要在以上性能的材料上切削加工各种螺纹，是极为困难的。如果采用砂轮来磨削加工，却是十分容易的事，而且加工效率高。磨削加工出的螺纹无毛刺飞边，牙型表面粗糙度值也低。磨削时，可在车床上安装一个可调螺旋角的电动或风动磨头来磨削，也可在螺纹磨床或铲齿车床上进行磨削。

1. 在车床上磨削软橡胶螺纹的准备工作

（1）磨头。在车床上磨削螺纹，需要在车床刀架上安装一个可任意调整螺旋角的车床附加磨头。在螺纹精度较低的情况下，可制作一个夹具安装风动磨头来代替。磨头砂轮速度v_c=15～20m/s。采用磨料为

定呢？

我们在分析偏斜角度时，是用测得的内挡面与止口面相交构造直线，然后看它按X轴（测销孔轴线作为X轴）的角度。PC-DMIS中有逆时针为正、顺时针为负的规定。在实际工作中笔者总结规律，测得的结果不外乎附表所示的4种情况，只看结果就能知道怎么偏。

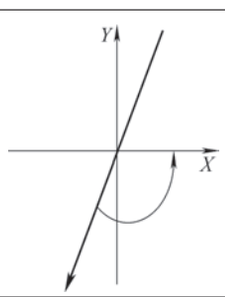
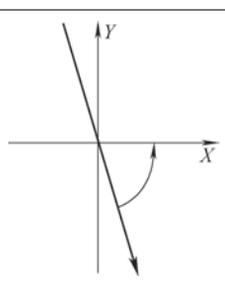
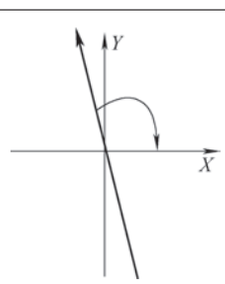
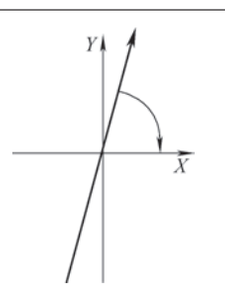
明白了销孔相对于内挡的偏转情况，就为操作者调整工装提供了理论依据。

参考文献：

[1] 郝建忠. 机械测量技术[M]. 北京：电子工业出版社，2011.

[2] 徐学林. 互换性与测量技术基础[M]. 长沙：湖南大学出版社，2007.

测量结果表

角度为正值，大于90°，内挡面偏在一、三象限	角度为正值，小于90°，内挡面偏在二、四象限	角度为负值，绝对值大于90°，内挡面偏在二、四象限	角度为负值，绝对值小于90°，内挡面偏在一、三象限
			

MW（收稿日期：20150803）