



## GF阿奇夏米尔将亮相EMO 挖掘客户潜力

### Products Show of GF AgieCharmilles at EMO

瑞士 GF 阿奇夏米尔集团

2013年9月16~21日,德国汉诺威市将举办2013德国汉诺威国际机床展(EMO 2013),期间作为面向模具制造工业和精密零件制造商的机床、自动化解决方案和服务领域中全球领先的供应商,瑞士GF阿奇夏米尔集团将通过大型画面的形式帮助业界专业人士发现各种新的机会。

在瑞士GF阿奇夏米尔集团的展位(27展厅, C44展位)上,将展示客户成功故事、介绍创新的新产品、解决方案和服务,并展示集团的应用和工艺资质,向客户揭示在快速增长的市场领域中拓展业务活动的新途径。

展台将分为5个部分:其中用3个部分展示集团在模具制造工业、高质量零件制造领域中客户的成功故事;1个部分用于展示瑞士GF阿

奇夏米尔集团 Customer Services 计划为客户带来的增值服务;在位于展位中心的部分展示的重点是瑞士GF阿奇夏米尔集团在5个快速增长市场领域中的资质能力和技术诀窍。无论客户是想降低加工成本,还是想开拓新的业务领域,或者是想从实际例子中获得新的启迪,瑞士GF阿奇夏米尔集团的展位都会给访客以新的启发。

在EMO 2013展会期间,瑞士GF阿奇夏米尔集团将在其展位展示其全套技术产品和服务内容——包括铣削加工、电火花加工、激光加工、自动化和 Customer Services。参观集团展位的观展者们可以在此了解到业界加工解决方案、应用和工艺技术的广泛产品和服务。

(责编 良辰)

接触式三坐标测量机以其通用性、高精度成为几何尺寸与形位公差测量的首选设备,广泛应用于航空航天与发电设备透平叶片的型面与叶根尺寸与形位公差的检测。叶片作为透平机械的关键部件之一,在检测方面有非常显著的特点与独特的要求。而三坐标测量机作为一种通用测量设备,能否完全贴合透平叶片检测的特点一直是一个疏于探究的课题。或者说,从三坐标测量的原理上目前还没有找到一个完美的方案来解决叶片测量所遇到的问题。

叶片型面测量一般以特征截面(控制截面)的轮廓偏差与位置度偏差来评定,这些特征截面以某一平面为基准,具有特定的截面高度。截面与叶身型面的交线形成一组闭合的平面三维曲线,这组闭合曲线即为叶身型线,也就是叶片型面测量的对象。虽然每一条型线都处于平面内,但由于型线上每一个测点的法线方向都在做三维变化,因此它们不能被当做二维曲线来处理。正是由于这个原因,才造成了叶片型线测量中的一个难点,即测针半径补偿误差(余弦误差)的引入。

为了量化这个余弦误差,分别以 $15^\circ$ 和 $30^\circ$ 倾角以及 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 测针来进行模拟计算。结果发现,在使用相同测针情况下,叶身的倾斜角度越大,所产生的余弦误差也越大;而在相同叶身倾角情况下,测针直径越大,余弦误差也越大。 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 测针是测量叶片最经常选用的测针规格,当叶身倾角达到 $30^\circ$ 时,产生的余弦误差甚至可以达到 $0.3\text{mm}$ 之多,已经超出型线公差带的整体宽度,更是远远超出三坐标测量机本身的精度。

以上是将型线作为未知曲线来扫描的情况下会产生问题。

# 接触式三坐标测量透平叶片 精度问题与解决方案

## Non-Contact CMM for Precision of Turbine Blade

温泽测量仪器(上海)有限公司 王焱安

为了克服余弦误差带来的影响,另一种方法是将型线作为已知曲线,沿理论测点的矢量方向  $i, j, k$  来进行接触式采点。同样以  $15^\circ$  和  $30^\circ$  倾角来进行模拟计算,当以法线方向进行采点时,测针直径不影响结果,因此不考虑测针直径。结果表明,这样测得的型线不是一条三维平面曲线,而是三维空间曲线。这样的型线无法对其一系列的叶型参数做出评价,除非软件对其进行投影等一些处理,将三维空间曲线转换成平面曲线,但是转换的过程势必会对实测曲线的精度造成影响。

除了上述在叶片型线测量过程中出现的误差之外,在某些条件下还会出现型线形状失真的情况。

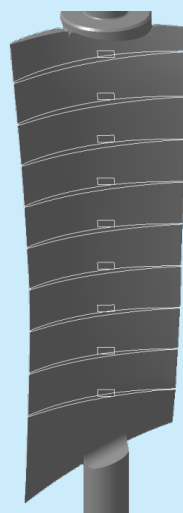
一种情况是实际型线与理论型线位置偏差较大时,一部分测点的补偿方向会发生错误。有些软件会根据距离最近的理论点来做出测针补偿,从而使用了相反的矢量方向,造成了叶片型线边缘出现“钝头”的形状。另一种情形是测点的序号不连续而发生跳跃,原本的测点顺序在某一个位置突然改变,造成测点序号不按曲线走向发展,而是来回变化,这样生成的型线会发生“打结”的现象。这种情况通常也是发生在型线偏差较大,测针在叶片边缘丢失较多测点的情况下。

综上,接触式三坐标测量机虽然本身精度较高,但在测量透平叶

片,尤其是型面倾斜扭转较大的航空叶片时,会产生较多问题。这些问题产生的原因与三坐标本身的精度关系并不大,而是从接触式测量的原理上就决定了它是无法避免的。针对这些问题就两种方案来分析。

第一种方案还是从接触式三坐标测量机入手,探究如何规避余弦误差的方法。首先需要对叶片型面做一个增厚处理,沿着型面上每个点的法线方向增加所使用测针的球头半径厚度,得到新的叶片型面。形象地说,就是用一个直径为测针球头半径的小球在叶身上滚过,小球形成的外包络面即为新的型面。然后在测量型线时,关闭测量软件中的测针补偿功能,其效果相当于使用了球头直径为0的尖测针,以水平矢量方向来进行测量。这种方法在先期的理论型面增厚处理过程中,就已经考虑了余弦误差的存在,并消除了其带来的影响。

这个方法虽然解决了余弦误差带来的测量精度损失,但也并非完美的解决方案。首先,叶片型面做了增厚处理后,新得到的型线已不是原先的设计型线了。后续测量以及得出的结果也是以处理后型线为参考。虽然处理前后的理论型线有唯一的对应关系,并可用增厚型线来反映设计型线的偏差情况,评价其轮廓度与位置度,但所有的叶型参数评价都不再有意义。



第二种方案是跳出接触式三坐标测量机的范畴,诉诸于其他测量方法。现今,光学测头正越来越多地应用到测量中,如果采用光学点测头来替代接触式测针,那从测量原理上就不存在半径补偿,那余弦误差和半径补偿方向错误等问题就可以迎刃而解。而且,以水平矢量方向进行测量得到的型线可以保证固定的测点高度,最终得出的也是基于理论设计的型线。

如果采用光学测头来测量透平叶片,又会引发一系列新的针对光学测头的考量。首先,光学测头对于物体表面状态一般都有所要求,太过光亮或颜色过深的表面都会对反光造成负面影响。第二,由于叶片几何形状的特殊性,对光学测头的工作距离要有一定的要求。第三个需要关注的是表面入射角的范围,在测量零件过程中,如果一直以法线方向去采点,难免会碰到盲区,在这种情况下就需要改变入射光的矢量方向。如果光学测头的入射光允许角度范围较小的话,会给测量造成不便。最后也是非常重要的一点,光学测头的精度及验证方法,这是整个测量过程及其结果可信度的基础。

(责编 良辰)