

热膨胀修正 — 机床漂移

AP303

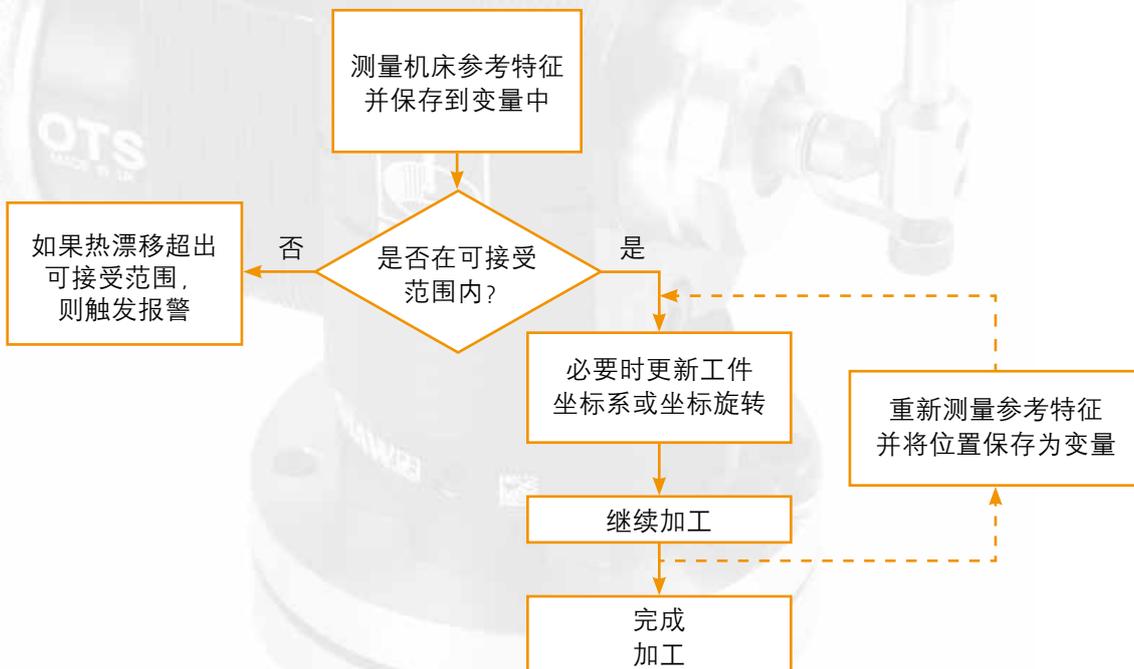
机床部件和工件都可能出现因热效应引起的膨胀和收缩现象。可采用热补偿技术来补偿这些热效应，以消除机床漂移和工件膨胀。但是，对于任何制造环境而言，哪种方法最合适往往取决于多种因素，其中包括机床设计、操作环境、工件属性以及每次加工操作前后其他制造流程。

该Productive Process Pattern™（高效制造过程模式）(AP303) 是描述热膨胀修正的两种模式之一。它解决由机床部件热膨胀引起的位置和尺寸问题。有关热膨胀修正的详细信息，还需参考AP306“热膨胀修正 — 工件膨胀”。

问题

加工环境温度变化所产生的热效应导致机床部件膨胀和收缩。环境温度变化、机床滚珠螺杆和主轴的自生热量、摩擦引起的局部热效应、以及主要电源的吸热都会导致温度变化。

由于机床建造时采用的各种材料和质量具有不同的热膨胀属性，以及机床部件膨胀时形成的膨胀范围，因此温度渐变可导致机床几何尺寸出现不可预测的变化。由于机床部件移动，关键准直和机床几何尺寸受到影响，并可能会导致系统性误差和制程变化。机床的热变形常常改变轴间关系，并可能导致回转轴出现准直偏差或相对线性轴的定位误差。此类机床变形会使机床生产的工件或特征位置和尺寸发生变化。



解决方案

机床内置的温度传感器可向机床控制器报告状况，以便控制器应用热补偿算法。但是，此类补偿基于对机床受热如何变形的正确预测。虽然此类补偿可用于改善机床性能，但对精确的机床行为、局部效应和复杂的相互关系无济于事。因此，需要测量和解释实际的机床行为。

评估和解释实际机床热漂移所采用的方法，可用于以下两个主要任务：

- 机床设定任务（加工循环之前和之中）
- 检查热稳定性的机床验收测试

机床设定任务

使用对刀仪

在适当情况下，可利用机内对刀仪，跟踪热效应引起的机床Z轴运动。通过对一段时间内测量的Z轴长度进行比较，可以确定机床在该轴产生漂移的程度。可使用这些测量值对相关偏置或参数进行更新，以保持加工过程的稳定性。（有关利用对刀仪对刀具状况进行监控的信息，请参见AP304“刀具状况监控”。）

使用工件检测测头

使用工件检测测头是在设定阶段和生产期间，进行机内测量检查的另一种方法。通过测头测量获得的测量值，可用于重新确定可能受热漂移不利影响的主要几何关系。所需的检查类型视机床类型而定，但都涉及以下两方面：利用工件检测测头确定关键机床参考特征的位置，然后跟踪该特征的位置，检测机床漂移。

可在机床的关键工作区域安装多个模型（比如标定球），提供随机床漂移并易于测量的特征。这样可表明热效应发生的范围。可利用局部工件基准或已更新的坐标旋转，计算并补偿几何误差。

热漂移误差具有三个主要影响，需要利用适合影响类型的方法加以解决：

1. 主轴位置漂移意味着无法依靠机床坐标系 (MCS) 来确定工件位置 — 可能会在工件的错误位置上进行任何未修正的加工，从而在错误位置生产特征。利用工件坐标系 (WCS) 和坐标旋转（必要时）可修正主轴位置上的漂移。
2. 热膨胀可导致机床和工件膨胀 — 可能会按错误尺寸测量和生产已加工的特征。利用模型（已标定的“通用标准件”）可补偿比例误差，以生产在标准参考温度下尺寸正确的特征（参见模式AP306“热膨胀修正 — 工件膨胀”）。
3. 热膨胀可导致机床和工件变形 — 会以错误角度，在错误位置生产已加工的特征。回转轴与线性轴之间的准直变化，可利用局部工件基准或已更新的坐标旋转进行补偿。

当制定热膨胀修正策略来解决机床漂移时，必须考虑以下因素：

- 主要几何关系
- 几何变化来源
- 机床设定方法
- 工件属性和热变化特点
- 所需的标定方案

检查热稳定性的机床验收测试

确定机床热漂移特性的测试可纳入参考规格测试中，作为交付或移交前机床评估的组成部分。对机床进行测试，确保其符合用户确定的热稳定性验收标准，从而确保漂移在机床应用或序中控制的可接受范围内，这样才能够对漂移进行修正。此类测试一般包含预热和冷却循环，以及经常利用工件检测测头测量参考特征。

优点

- 扩大安全操作机床的环境条件范围
- 减少热效应导致的已加工工件的变化
- 减少对机床的温度控制需求
- 机床验收测试确保生产机床符合规格，从而了解内在变化范围并能够进行补偿

案例分析

雷尼绍自有的RAMTIC（雷尼绍自动车铣和检测中心）机床，在加工循环开始时确定主要转台位置。同时，采集并存储参考点。粗加工完成后，对这些参考点进行重新测量。与存储值的任何偏差均可用于“偏移”工件坐标系，确保工件几何形状准确。

示例：传统的三轴加工中心包含3个垂直堆叠轴。机床朝一个或两个方向移动，同时主轴朝其他方向移动。主轴可以垂直或水平。

主要几何关系为与机床或工件夹具上基准特征相对的主轴位置。

几何变化来源包括：

- X、Y和Z轴的热膨胀
- 主轴电机生热
- 机床测头和刀具之间的热膨胀差异

机床设定方法包括X、Y和Z轴的基准特征测量，以及特征位置的定期重新确定

Productivity+™测头软件程序实例

 Inspection Cycle: Cycle1  Measured Circle: MeasureReferenceFeature1	参考特征1和2为X和Y轴上已知的相互距离。测量第一个参考特征
 Machine Update: UpdateWCS_XY	利用所测得的特征数据更新工件坐标系
 Inspection Cycle: Cycle2  Measured Circle: MeasureReferenceFeature2	测量第二个参考特征
 Machine Update: StoreRingZXPosition_Variable900	将X位置误差存储在变量中（如#900）
 Machine Update: StoreRingZYPosition_Variable901	将Y位置误差存储在变量中（如#901）
 G-Code Block: MachiningUsing_Variables900_and_901	利用标称XY位置加上相关误差（存储在#900和#901中）进行加工

Inspection Plus增强型工件测量软件程序实例

N10	
T1 M6	
G54 X#902 Y#903	移至所存储的参考特征1坐标
G43 H1 Z100.	
G65 P9810 Z-10. F3000	
G65 P9814 D10.000 S1	测量参考特征；更新G54
G65 P9810 X#904 Y#905	移至所存储的参考特征2坐标
G65 P9814 D10.000	测量参考特征2
#900 = #140	保存X位置误差（作为#140返回#900）
#901 = #141	保存Y位置误差（作为#141返回#901）
	加工
G54 G90 X0 Y0	
G0 X[100. + #900] Y[50. + #901]	移至标称XY位置加上相关误差（#900和#901）

本页空白

关于雷尼绍

雷尼绍是世界工程技术领域公认的领导者，在产品开发和制造技术的创新方面享有盛誉。自1973年成立以来，雷尼绍便致力于为全球不同规模的企业提供创新产品，旨在帮助企业提高生产力、改善产品质量并提供性价比优异的自动化解决方案。

遍布世界各地的子公司及经销商为用户提供优质服务和技术支持。

产品包括：

- 用于设计、原型制作及产品制造的金属快速成型、真空铸造和微注塑成型技术
- 广泛应用于多个领域的高新材料技术
- 用于高精度线性、角度和旋转位置反馈的编码器系统
- 坐标测量机 (CMM) 与比对仪专用夹具系统
- 用于加工件比对测量的比对仪
- 用于恶劣环境的高速激光扫描系统
- 用于机器性能测量和校准的激光干涉仪与球杆仪
- 用于神经外科的医疗设备
- 用于数控机床工件找正、对刀及检测的测头系统和软件
- 用于材料无损分析的拉曼光谱仪
- 坐标测量机 (CMM) 传感器系统和软件
- 坐标测量机和机床测头专用测针

如需查询全球联系方式，请访问我们的网站：www.renishaw.com.cn/contact



RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2010-2012 Renishaw plc 版权所有

Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。

RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。

apply innovation及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。

本档中使用的任何其他品牌名称和产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5650 - 4053 - 02

发布 2012.10 文档编号 H-5650-4053-02-A