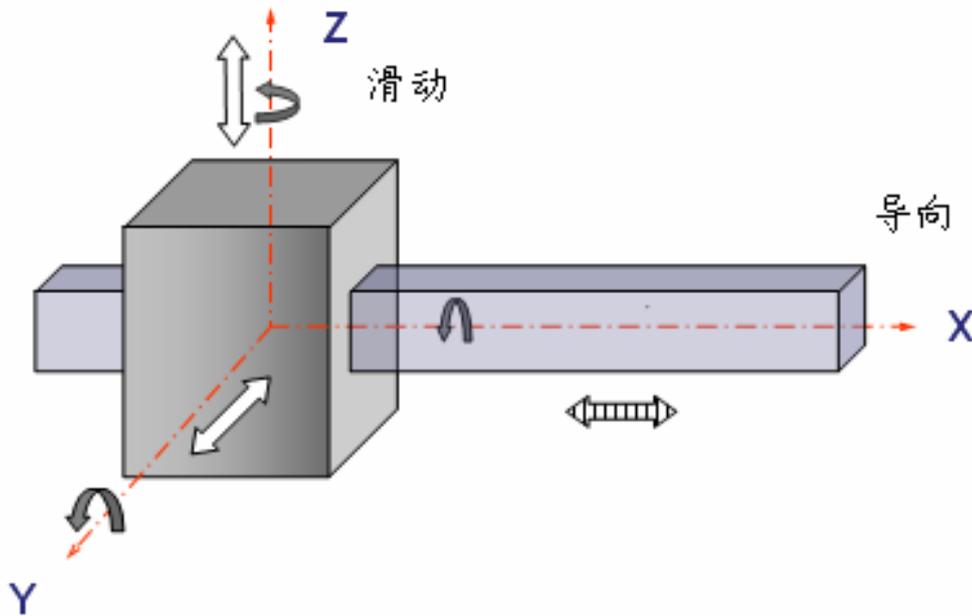


Etalon 激光跟踪仪产品介绍

背景:

数控机床由于其本身的运动比较复杂，因此其运动过程中产生的各种误差相对来说也比较复杂。现以三轴加工中心为例，其共有 21 项误差元素，包括 3 个线性误差，6 个直线度误差，3 个垂直度误差，3 个俯仰角误差，3 个偏摆角误差以及 3 个旋转角误差（见图 1 所示）。传统的测量仪器没有考虑俯仰角、偏摆角和旋转角的误差，精度不高，并且机床的体积定位精度的完整检测非常复杂耗时。Etalon 激光跟踪仪的开发成功解决了这一问题，一台三轴机床所有 21 个误差都能被快速高效的捕捉。



- 线性位移误差: $Dx(x)$ 、 $Dy(y)$ 和 $Dz(z)$
- 水平平面内直线度误差: $Dy(x)$ 、 $Dx(y)$ 和 $Dx(z)$
- 垂直平面内直线度误差: $Dz(x)$ 、 $Dz(y)$ 和 $Dy(z)$
- 旋转角度误差: $Ax(x)$ 、 $Ay(y)$ 和 $Az(z)$
- 俯仰角度误差: $Ay(x)$ 、 $Ax(y)$ 和 $Ax(z)$
- 偏摆角度误差: $Az(x)$ 、 $Ax(y)$ 和 $Ay(z)$
- 垂直度误差: Φ_{xy} 、 Φ_{yz} 和 Φ_{xz}

图 1: 3 轴数控机床的全部 21 个误差

测量原理：

Etalon 激光跟踪仪与传统激光干涉仪测量原理最大不同在于，它采用多步法体积定位测量方法对所有 21 个误差进行测量和捕捉。

按国际标准化组织定义，沿体对角线测得的位移误差是机床 21 项误差的综合反映，我们可以将沿体对角线方向测得的位移误差看成三个运动轴分别运动时产生的位置误差在体对角线方向的投影，沿每个轴的位移误差有三项，沿 X 轴的误差为： $D_x(x)$ 、 $D_y(x)$ 、 $D_z(x)$ ，沿 Y 和 Z 分别为： $D_x(y)$ 、 $D_y(y)$ 、 $D_z(y)$ 、 $D_x(z)$ 、 $D_y(z)$ 、 $D_z(z)$ （如图 1 所示）。上述 9 项位置误差中实际上包含了三个轴运动时产生的所有 21 项误差（线性位移误差、直线度误差、转角误差、垂直度误差，甚至其它一些非刚体运动误差），因此 9 项位置误差反映了机床的空间位置精度。从误差补偿的角度看，对于具有空间位置误差补偿功能的数控系统来说，只要补偿该 9 项位置误差就相当于补偿了机床的所有几何误差元素对机床位置精度的影响，如补偿 X 轴的运动误差时， $D_x(x)$ 由 X 轴补偿， $D_y(x)$ 、 $D_z(x)$ 可分别通过 Y、Z 轴补偿，因此只要将九项位置误差数据经处理按补偿格式传入数控系统即可实现机床的几何误差补偿，来提高机床体积定位精度。由此 **Etalon** 公司采用了多步法体积定位测量。

多步法体积定位测量的最大优点在于其测量方向和运动的方向可以不在同一个方向，这样，测量的结果对多个方向的误差都敏感，从而多个方向的误差都被包含进去，只要通过将误差从整体分离到各个方向，我们就能得到比传统的测量方法更多的数据量，从而可以对误差分离并对其进行补偿。其测量过程如图 2 所示。进行多步测量，必须首先定义对角线起始点 $(0, 0, 0)$ 以及终点 (X, Y, Z) 。由此可知机床的工作空间范围为 $X \times Y \times Z$ 。假设每轴的测量点数为 n ，则所有测量点数为 $3n$ ，各轴的增量分别为 D_x 、 D_y 、 D_z ，其中： $D_x=X/n$ ， $D_y=Y/n$ ， $D_z=Z/n$ 。

如图 3 所示机床共有四条体对角线。这里以一条为例，即 $a \rightarrow g$ 。采用多步测量法对该条对角线测量的路径如下：安装在主轴上的移动光靶从 a 点 $(0, 0, 0)$ 开始，移动 D_x 后，暂停，暂停过程中，软件会自动采集数据，然后在 Y 方向以相同的进给率以及暂停时间移动 D_y ，最后在 Z 轴方向以相同的进给率和暂停时间移动 D_z ，重复上述步骤一直到移动到体对角线的另一点 g 。对于其它三条对角线而言，要分别改变起始点和各轴的增量来进行测量。

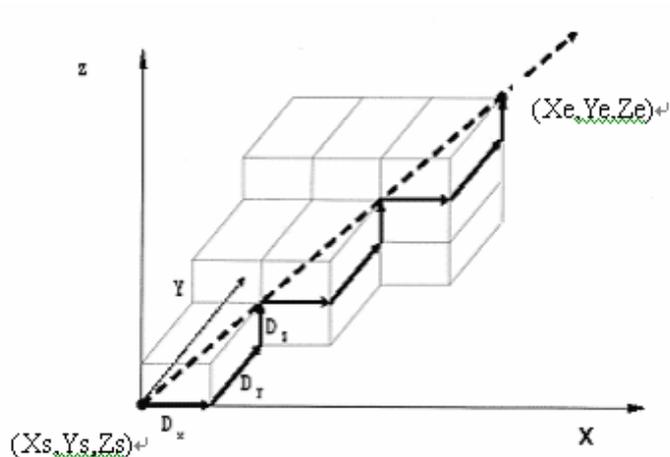


图 2: Etalon 激光跟踪仪测量原理示意图

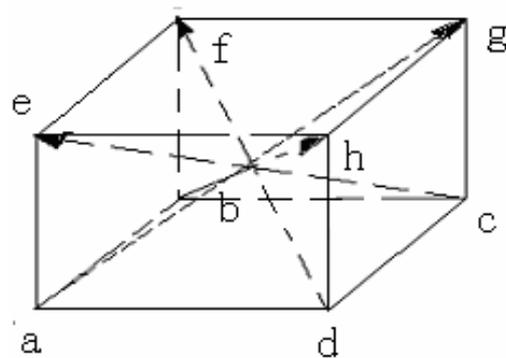


图 3: 机床的 4 条体对角线

从上面的过程可以看到，主轴每次移动到体对角线方向上的一个新的位置，使用多步测量法能够测量出三个位移误差。而且沿每个轴方向测量到的数据仅仅是由于主轴沿该轴方向运动独立产生的，这样就可以将所测量到的误差数据分离为三个轴方向运动独立产生的，从而达到误差分离的目的。

测量前提及补偿前后效果对比：

在下列情况下可采用 Etalon 激光跟踪仪（见图 4,图 5 所示）高效及低成本的测量机床误差：

- 待验收测量的机床
- 二手机床
- 碰撞后的机床
- 待维护及修理的机床
- 待 TPM 测量的机床
- 待客户及供应商审核的机床

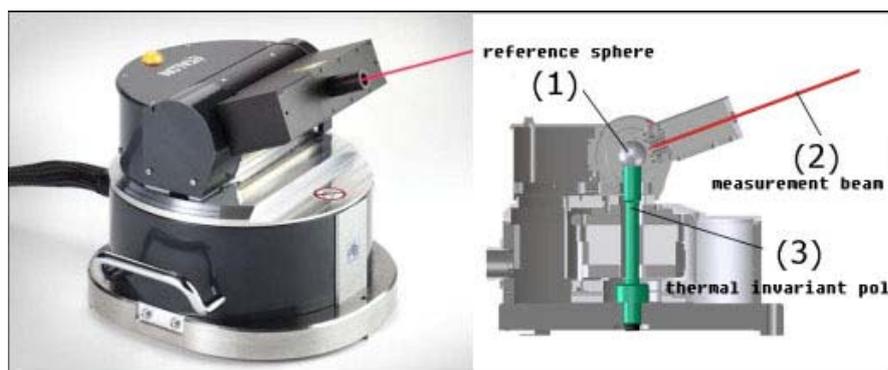


图 4 激光跟踪仪

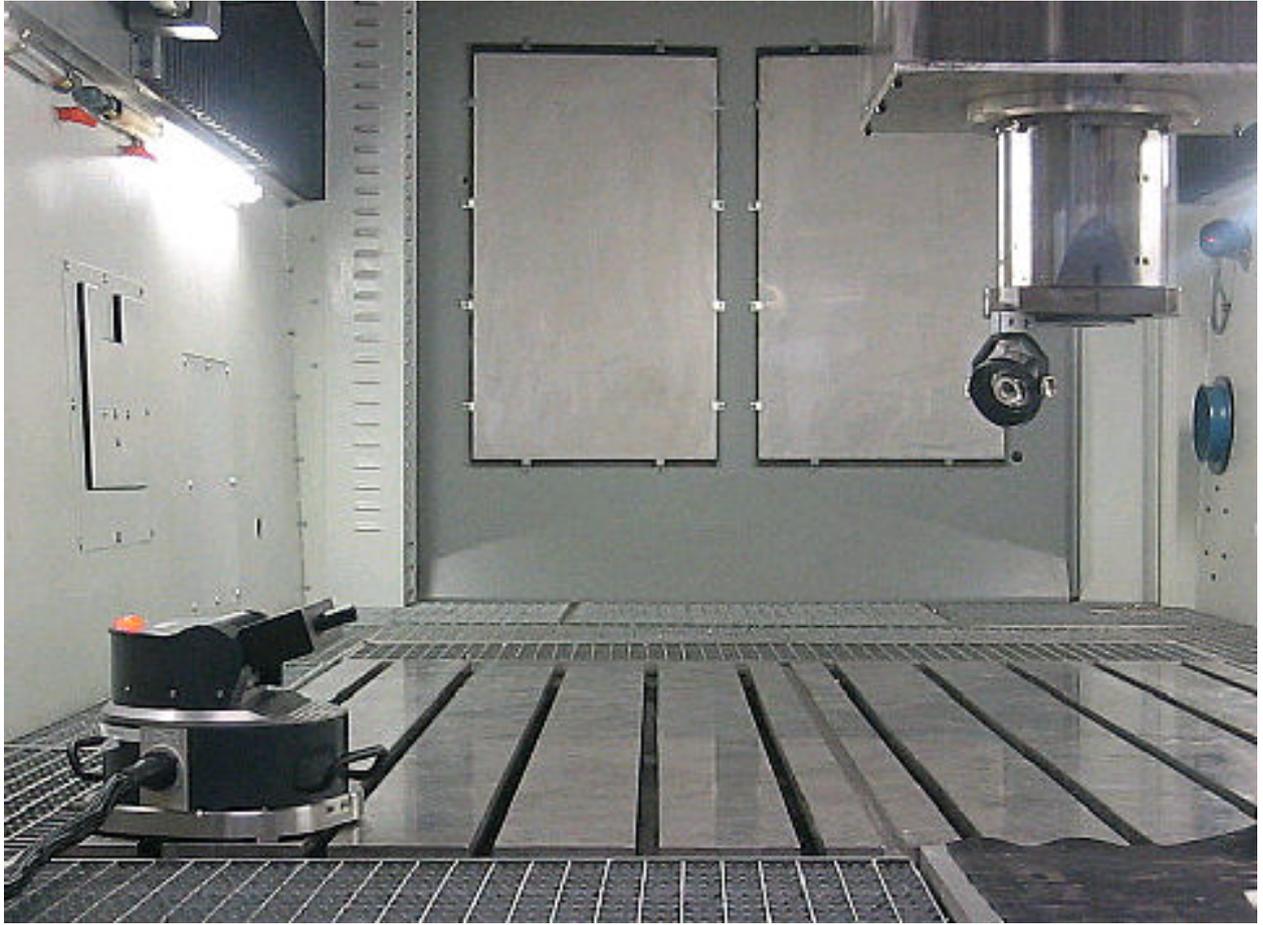


图 5:激光跟踪仪

图 6 和图 7 和图 8 所示的是采用 Etalon 激光跟踪仪捕捉到的误差进行校正前和校正后效果对比图:

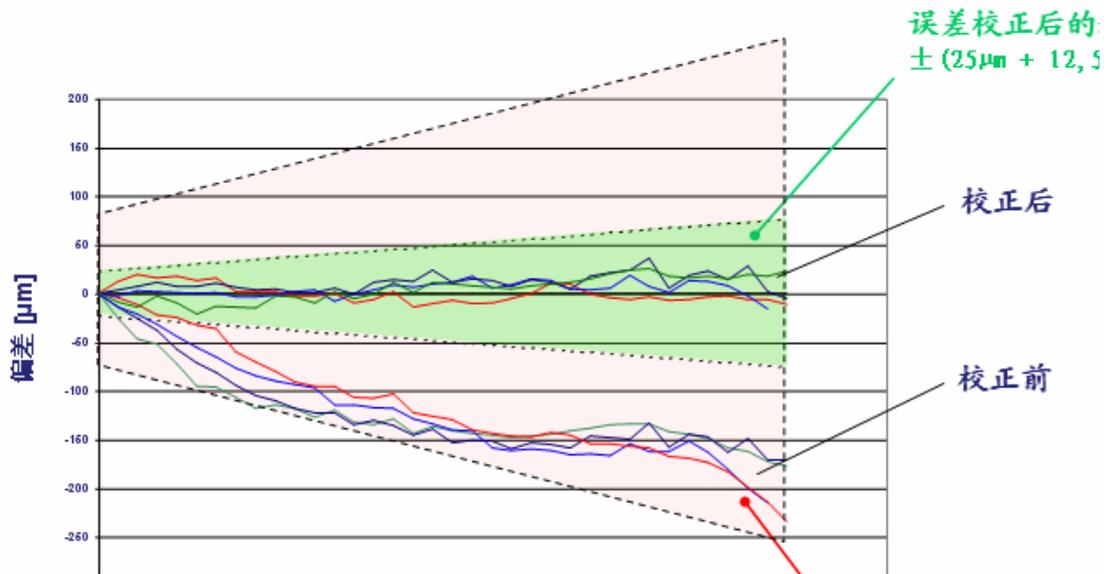
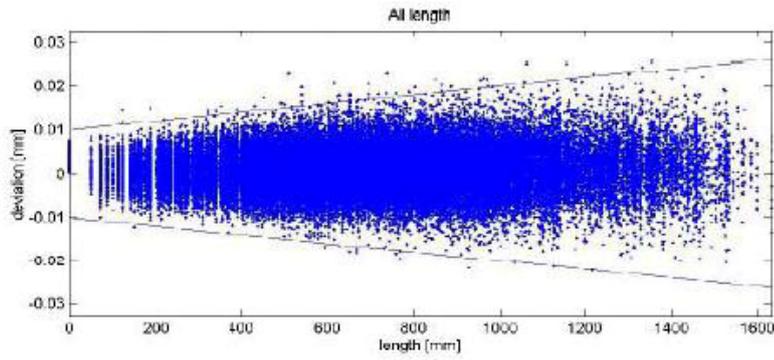
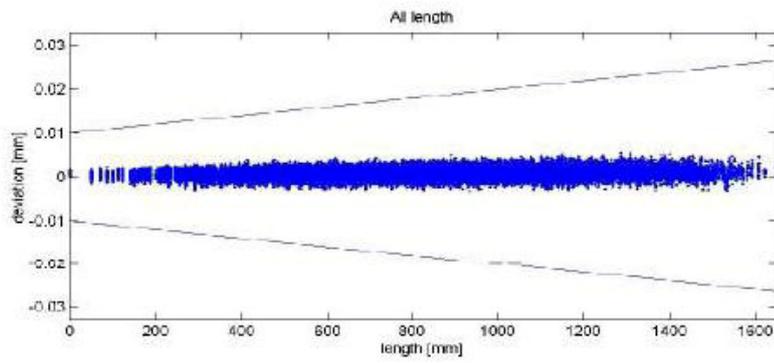


图 6: 校正前和校正后效果对比图

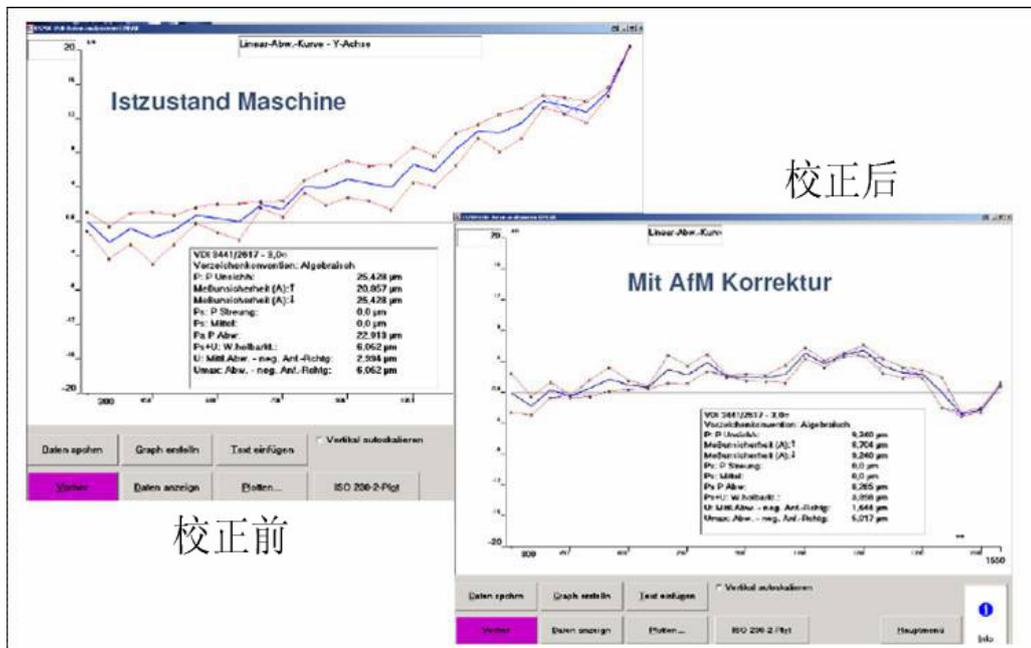


校正前



校正后

图 7：校正前和校正后效果对比图



校正后

校正前

图 8：校正前和校正后效果对比图

Etalon 激光跟踪仪的主要技术参数：

激光跟踪仪是专门为机床及三坐标测量仪而开发的测量仪器。激光跟踪仪是一种具有温度稳定性的跟踪干涉仪。其主要技术参数如下所示：

- 分辨率：0,001 μm
- 长度测量误差：0,2 μm + 0,3 $\mu\text{m}/\text{m}$
- 测量范围：10m，通过数学叠加可以扩展

检测方法的优势：

使用 Etalon 激光跟踪仪进行误差检测及捕捉具有如下优势：

- **高效性：**普通技术对于机械偏差的捕捉通常需要 1 周时间，而使用 Etalon 激光跟踪仪设备，首次校正最多 2 天，以后每次捕捉根据不同环境与条件从 2.5 小时到 8 小时不等，机械偏差的捕捉可以节约 80%的时间。
- **精确性：**通过高精度激光长度测量独立完成对误差的完整分析
- **创新性：**使用激光跟踪仪能在机床或三坐标测量仪整个工作空间内进行完整测量
- **完整性：**所有现存机床几何误差的捕捉、评估及可视化
- **灵活性：**根据客户需求可将测量到的误差转化成 AFM 格式校正数据

数控机床制造商的受益

- 提高现有机床的精度
- 对所有偏差进行自动化捕捉和校正
- 新程序调试时减少零件报废
- 显著缩短 CNC 程序调试的时间，提高程序通用性
- 显著缩短机器验收时间

德国埃佛特工业技术有限公司(中国业务代表机构)

中国上海市浦东新区张江高科技园区科苑路 88 号德国工商中心 E 座 602 室

邮编：201203

电话：021 - 2898 6110 传真：021 - 2898 6812

网址：www.everest-itec.com