

简介

以激光波长为已知长度、利用迈克耳逊干涉系统(见激光测长技术)测量位移的通用长度测量工具。激光干涉仪有单频的和双频的两种。单频的是在 20 世纪 60 年代中期出现的,最初用于检定基准线纹尺,后又用于在计量室中精密测长。双频激光干涉仪是 1970 年出现的,它适宜在车间中使用。激光干涉仪在极接近标准状态(温度为 20℃、大气压力为 101325 帕、相对湿度 59%、CO₂ 含量 0.03%) 下的测量精确度很高, 可达 1×10^{-7} 。



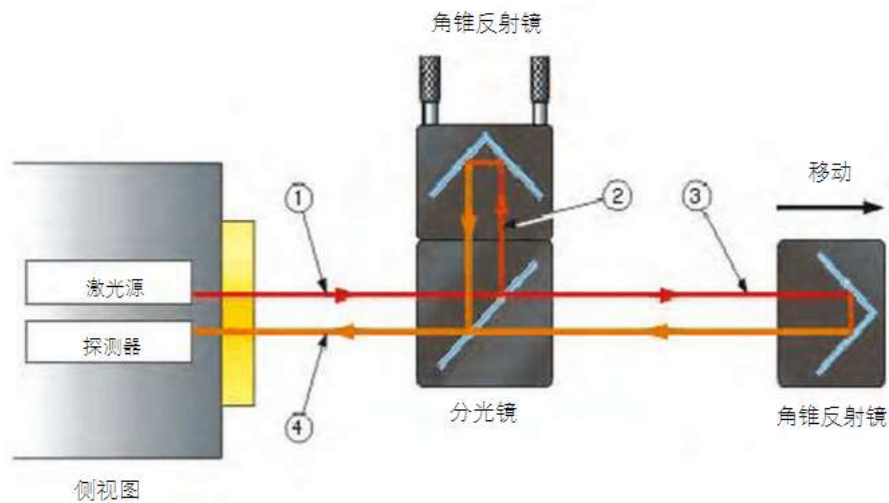
工作原理

一个角锥反射镜紧紧固定在分光镜上,形成固定长度参考光束。另一个角锥反射镜相对于分光镜移动,形成变化长度测量光束。

从激光头射出的激光光束(1)具有单一频率,标称波长为 $0.633\mu\text{m}$,长期波长稳定性(真空中)优于 0.05ppm 。当此光束到达偏振分光镜时,被分成两束光—反射光束(2)和透射光束(3)。这两束光被传送到各自的角锥反射镜中,然后反射回分光镜中,在嵌于激光头中的探测器中形成干涉光束。

如果两光程差不变化,探测器将在相长干涉和相消干涉的两端之间的某个位置观察到一个稳定的信号。如果两光程差发生变化,每次光路变化时探测器都能观察到相长干涉和相消干涉两端之间的信号变化。这些变化(条纹)被数出来,用于计算两光程差的变化。测量的长度等于条纹数乘以激光波长的一半。

应当注意到,激光波长将取决于光束经过的空气的折射率。由于空气折射率会随着气温、压力和相对湿度的变化而变化,用于计算测量值的波长值可能需要对这些环境参数的变化进行补偿。在实践中,对于技术指标中的测量精度,只有线性位移(定位精度)测量需要进行此类补偿,在这种情况下两束光的光程差变化可能非常大。



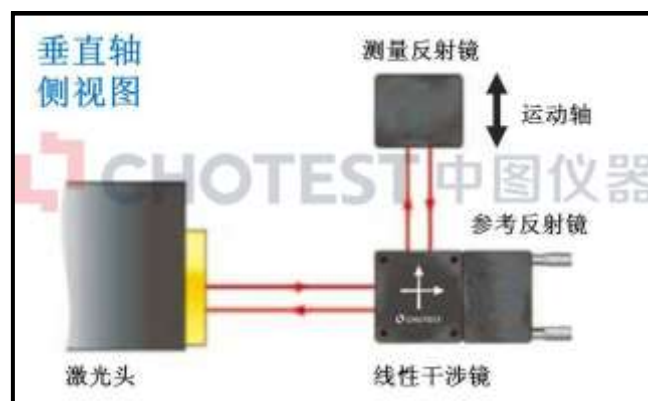
产品用途

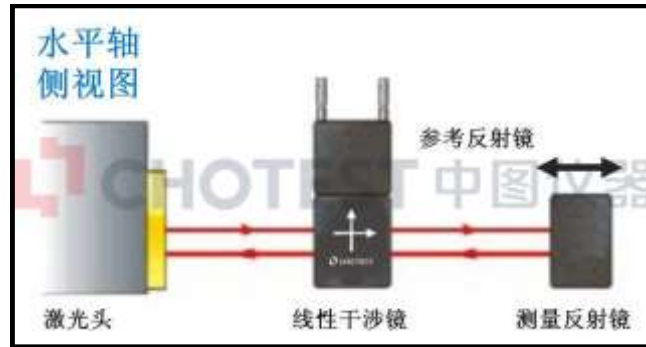
1. 激光干涉仪是检定数控机床、坐标测量机位置精度的理想工具。检定时可按照规定标准处理测量数据并打印出误差曲线，为机床的修正提供可靠依据。

2. 激光干涉仪配有各种附件，可测量小角度、平面度、直线度、平行度、垂直度等形位误差，在现场使用尤为方便。

2.1. 线性测量

要对线性测量进行设定，使用随附的两个外加螺丝将其中的一个线性反射镜安装在分光镜上。这个组合装置称为“线性干涉镜”，它形成激光光束的参考光路。线性干涉镜放置在激光头和线性反射镜之间的光路上，如下图所示。





线性测量的应用

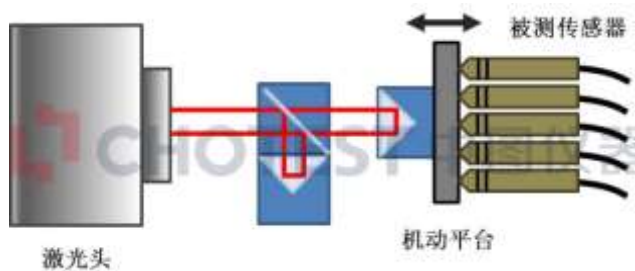
✦ 线性轴测量与分析

中图仪器为多种机床控制器提供了机床误差自动补偿软件包。控制器制造商提供了一种功能，允许您通过指定每个机床轴的补偿值来消除机床定位系统中的任何误差。线性及回转定位误差都可以进行补偿。通过进行补偿，您可以将误差降低到几乎为零的程度，显著提高了机器精度。这是一个完美的设想，但必须知道要获得误差补偿值，您必须首先在轴上的不同点测量移动工件的预期位置和实际位置之间的微小差异。幸运的是，已经有了一个解决方案：**中图仪器**激光干涉仪系统和定位误差补偿软件包配合使用。需要测量的误差可能被认为很小，即微米左右，然而这种误差在一个轴上的累计结果可能会相当大。使用激光干涉仪测量这些误差，并用补偿软件进行记录，可以轻松获取在轴上多点测量的误差表。这些误差能够被转译成补偿值，控制器可在移动工件沿轴移动时使用这些补偿值。**中图仪器**定位误差补偿软件作为标准校准软件提供。软件提供“循序渐进”的用户界面，指导您完成误差补偿的各个步骤。



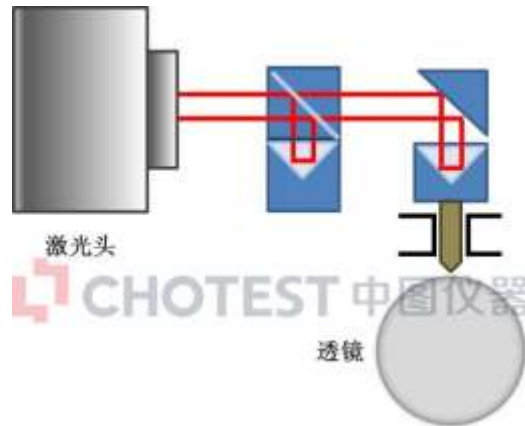
高精度传感器校准

只需要【线性测量光学镜组】。



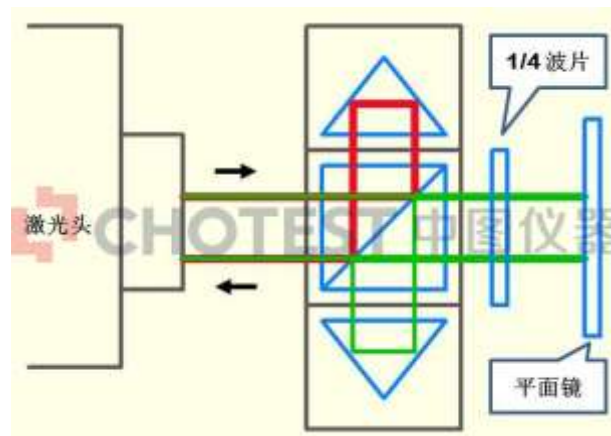
✦ 用于精密透镜测量（直径）的极坐标测量系统

需要【线性测量光学镜组】和【固定 90 度转向镜】。



✦ 平面镜干涉测量法

面干涉镜使用平面镜而不是角锥反射镜返回测量光束测量线性位移。平面镜的优势在于比中图仪器标准角锥反射镜重量轻，这就使得平面干涉镜适合于振动分析的应用场合。另外，它允许测量光学镜组沿与测量方向成 90 度方向移动，因此非常适合测量 XY 坐标工作台。



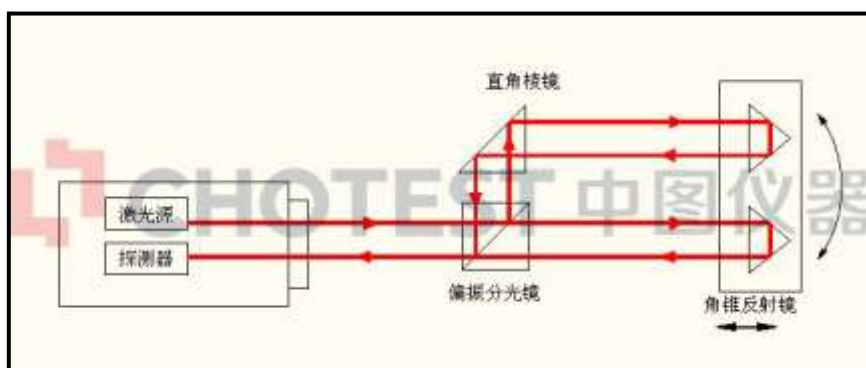
✦ 小型光学镜组件

对于光学镜重量或尺寸可能影响机器动态性能或光学镜安装遇到困难的应用场合，中图仪器还提供小型光学镜组件，最大限度降低重量对机器动态性能的影响。详见下图：



2.2. 角度测量

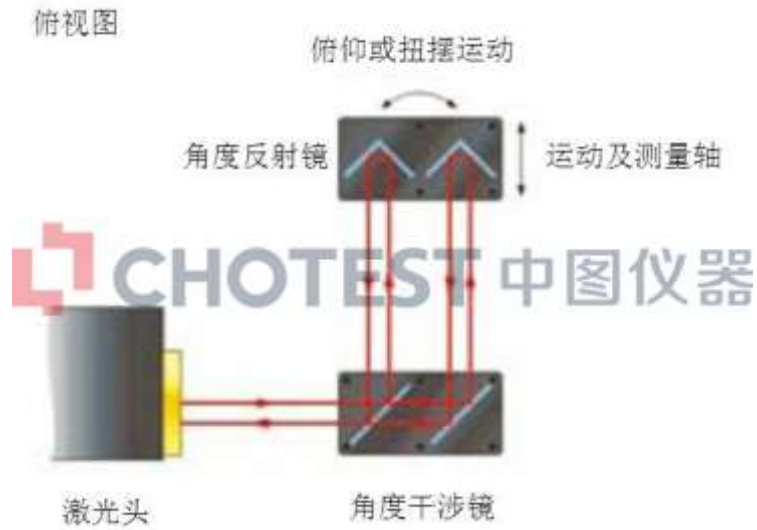
与线性测量原理一样，角度测量需要角度干涉镜和角度反射镜，并且角度反射镜和角度干涉镜必须有一个相对旋转。相对旋转后，会导致角度测量的两束光的光程差发生变化，而光程差的变化会被 SJ6000 激光干涉仪探测器探测出来，由软件将线性位置的变化转换为角度的变化显示出来。



水平轴



垂直轴

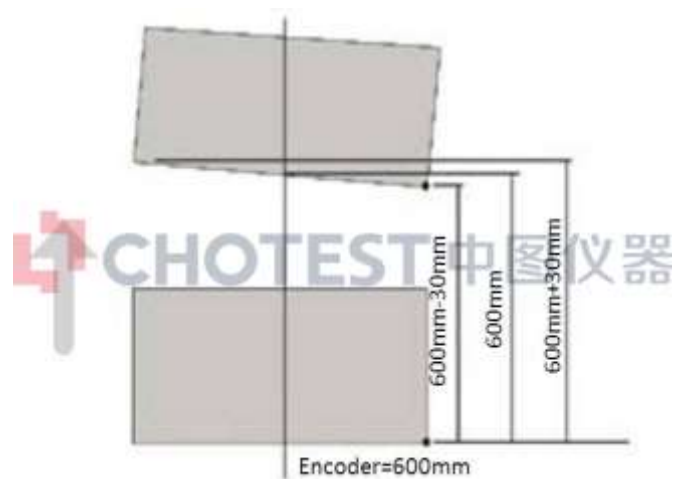


角度测量的应用

- ✚ 倾斜工作台/准直平台的测量/（切片机/校正机等）

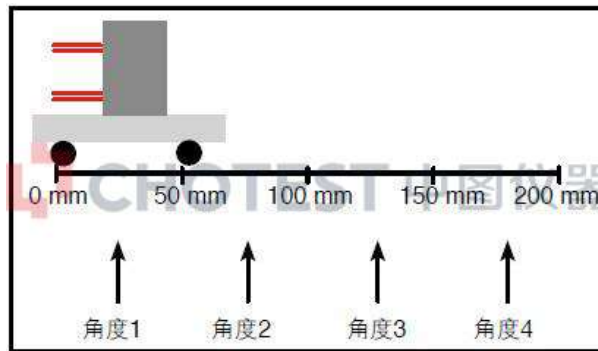


- ✚ XY工作台的俯仰（印刷电路板钻床、LCD校正机）



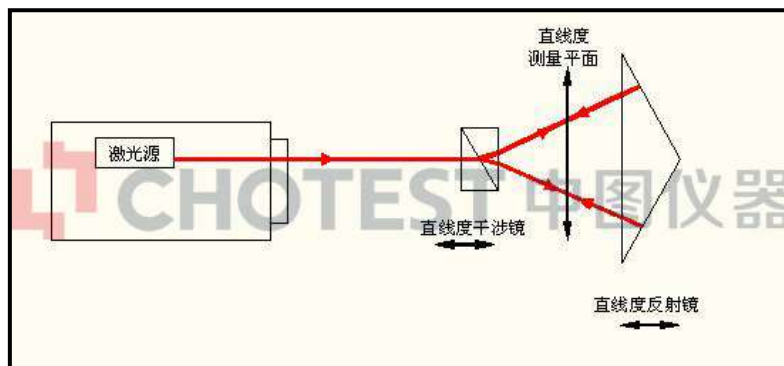
- ✚ 测量导轨在垂直方向上的直线度

角度反射镜记录下导轨在不同位置时的角度值，由软件分析出导轨的直线度信息。



2.3. 直线度测量

SJ6000 激光头出射后的激光由直线度干涉镜以一定的小角度分为两束，并入射到直线度反射镜中。经直线度反射镜反射后，沿着新光路返回到直线度干涉镜中，经直线度干涉镜合束后返回激光头的进光口，有光电探测器、分析器完成计数和测量。



在直线度测量过程中，可以由直线度干涉镜或者直线度反射镜运动所产生相对于运动轴的横向移动来进行测量，一般尽可能的采用直线度干涉镜相对于直线度反射的运动，这样操作有利于提高测量的准确性和精度。直线度测量可以对水平面和垂直面进行测量，这取决于

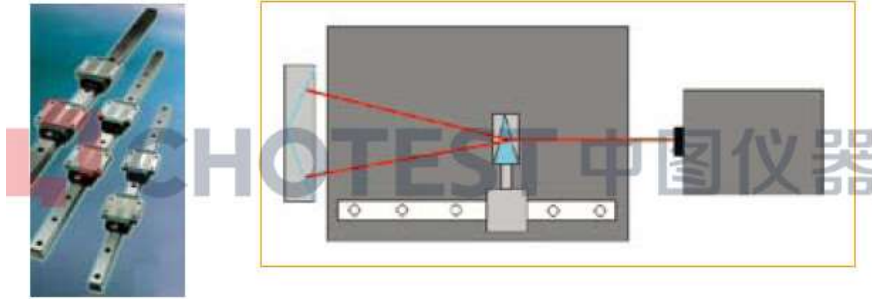
直线度干涉镜和反射镜安装的方法。

直线度测量应用

✦ 机器轴直线度误差的测量（数控机床、坐标测量机等）

由于导轨磨损、事故造成的导轨损坏以及地基不牢导致的导轨弯曲等，会对机器的定位、加工精度带来直接的影响。直线度测量可以显示出机器导轨的弯曲或直线度的情况，并可由生成的直线度误差对机器的性能做出评价和补偿。

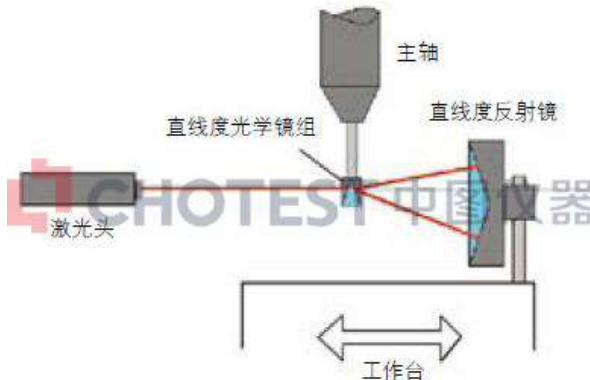
✦ 机器轴、直线导轨组件



当需要测量导轨较长时，传统的直角测量方法无法提供这样的测量长度和精度，测量时较重的角锥反射镜的移动可能会对测量的准确性产生影响，所有一般建议将质量较轻的直线度干涉镜作为移动部件。

✦ 机床工作台直线度测量

测量时，直线度反射镜固定在机床的工作台上，直线度干涉镜安装在移动的刀具位置，通过刀头的移动就可以记录下机床刀头的直线度。



2.4. 垂直度测量

垂直度的测量是直线度测量在二维方向上的延伸，进行垂直度测量就是在同一基准上对

两个标称正交轴分别进行直线度的测量。然后对两个轴的直线度进行比较，得出两个轴的垂直度。

共同的参考基准通常指的是两次测量时反射镜的光学准直轴，在两次测量过程中既不移动、也不调整，光学直角尺用于至少一次测量中，允许调整激光束与直线度的准直，而不动直线度反射镜。



垂直度测量应用

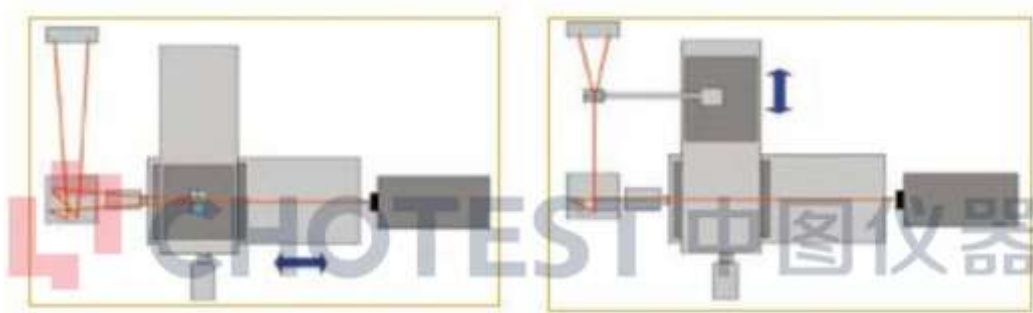
✚ 机器轴垂直度误差测量（数控机床、坐标测量机等）

垂直度测量通过比较直线度值从而确定两个标称正交坐标轴的非直角度。垂直度误差可能是导轨磨损、事故造成导轨损坏或机器地基差或龙门双驱动机器上的两原点传感器未准直造成的。垂直度误差将对机器的定位精度及插补能力产生直接影响。

典型情况下对于超过 1.5 米长的机器轴，像使用激光干涉仪这样的光学方法是唯一的选择，因为传统的实物基准，如直角尺（金属或大理石等）的长度一般局限于 1 米的范围内。

✚ X, Y 轴垂直度对准

X, Y 工作台和水平面垂直度测量光学镜组的设定如图所示。不管是什么类型的 XY 平台，包括龙门型或者混合型或者其他类型的 XY 平台，无论是大型或者小型平台，重要的是有一个共同的参考基准，就如图中所示的直线度反射镜。测量过程中直线度反射镜保持不动。



第1步：用直线度光学镜组测量X轴斜度

第2步：用直线度光学镜组测量Y轴斜度，无需移动直线度反射镜或垂直度光学镜组或激光头

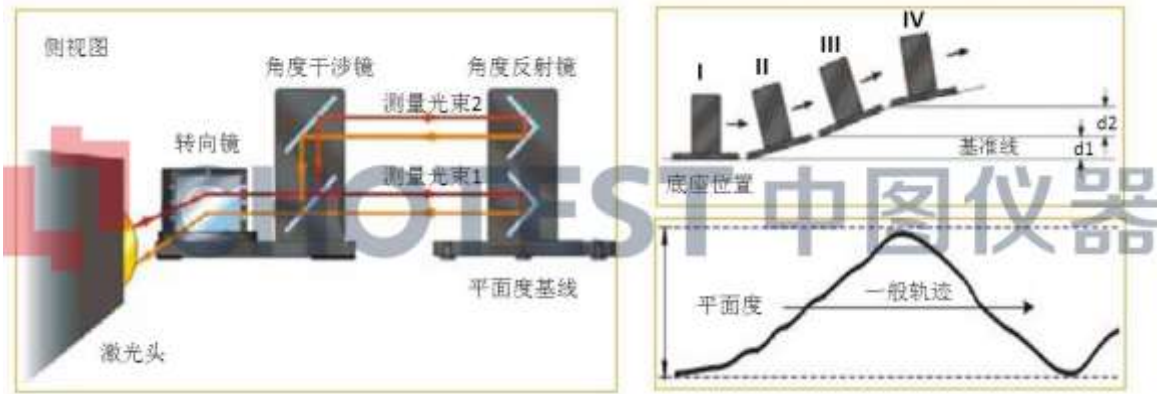
坐标测量机垂直度和水平轴之间的垂直度测量

对于涉及垂直轴的垂直度测量，需要额外的增加直线度的附件，主要包括一个将光束偏转 90° 的光束转向镜。



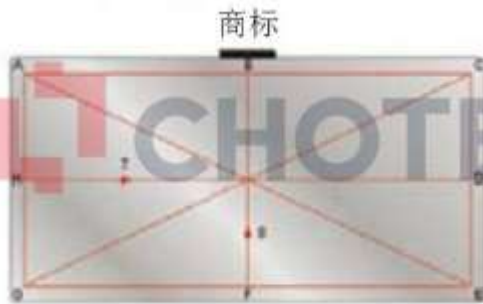
2.5. 平面度测量

平面测量是在角度测量的基础上做的延伸，利用角度测量的附件记录下一系列平面位置角度，转化为高度的变化，按照对角线的方法测量出平台上不同位置的高度变化值，就可以得到整个平台的平面度。

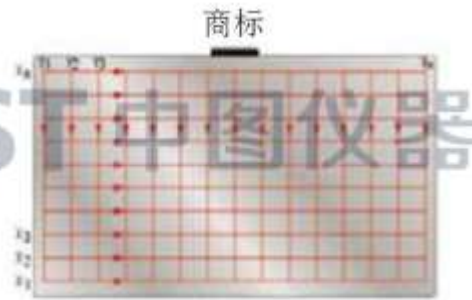


测量一个平面的平面度，需要在平面上采集若干条测量直线，平面度测量有两种标准的方法：

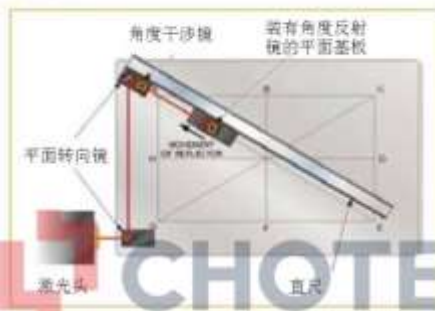
对角线(Moody法)：



网格法：



第1步



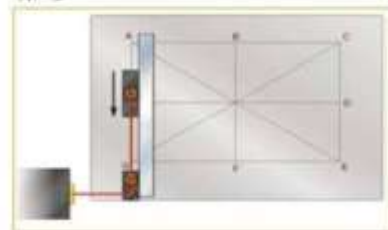
第2步



第3步



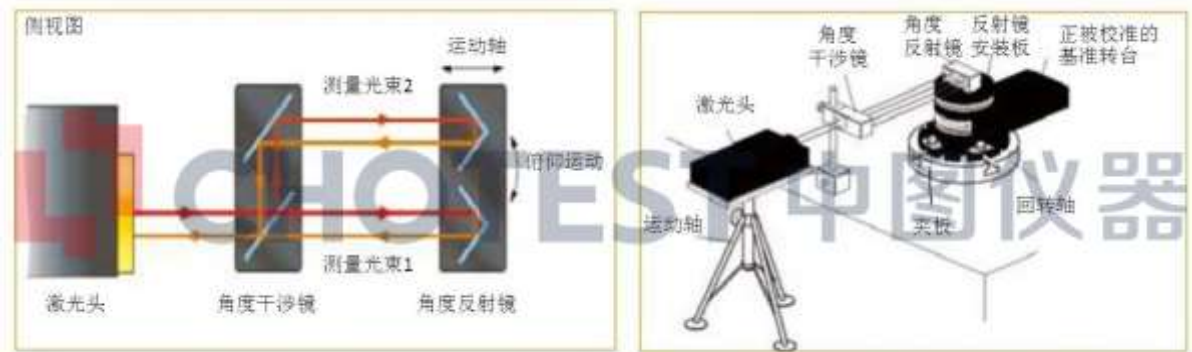
第4步



2.6. 回转轴测量

利用 SJ6000 激光干涉仪的角度测量附件，结合高精度零级多齿分度台，便可以对回转轴进行校准。高精度零级多齿分度台可以旋转并锁定到 0° 到 360° 中 72 个位置中的任何一

个，每个位置的间隔为 5° ，定位误差在 $1''$ 。



用激光头、角度干涉镜和角度反射镜测量转台的角度位置。软件将转台的角度位置与来自激光头和角度光学镜的读数合并在一起，显示被校准轴的真实转角位置。

3. 激光干涉仪可方便地安装在测长机上，取代原测长机的坐标系统，作为一般计量室中的长度基准。

4. 激光干涉仪又是一种高精度的位移传感器，可直接安装于坐标镗、螺丝磨等精密机床及坐标测量机上作为坐标系统，使定位精度大为提高。

5. 激光干涉仪具有对光栅、磁栅、线纹尺、感应同步器等精密测量元件的检测和刻划功能，仪器可按预定的间距自动完成检测和刻划工作。

6. 激光干涉仪与圆分度器结合使用是一套高精度长度—角度比相计，可作为机床传动链，丝杆螺旋线等误差的测量系统。