

使用XK10激光校准仪测量垂直度详述

概述

XK10激光校准仪可测量机器的两条名义上垂直的轴之间的垂直度偏移量。本文件旨在说明使用传统方法和使用XK10激光校准仪在测量垂直度方面的差异。

垂直度

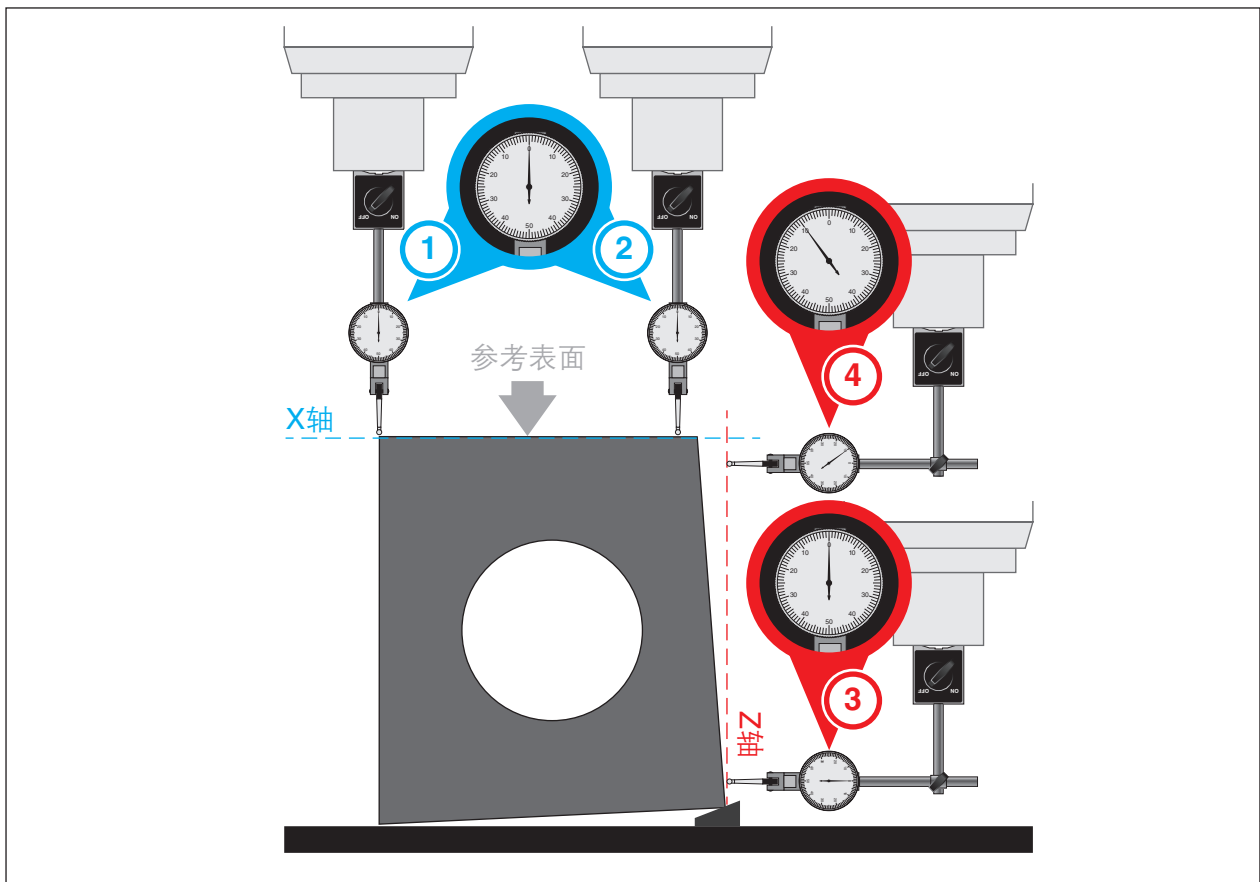
- 在机床装配和维护过程中，垂直度被定义为两条名义上垂直的轴之间的角度。

传统方法

传统方法是使用花岗岩方箱和千分表测量垂直度。测量过程如下：

- 将花岗岩方箱的一个参考表面与一条待测轴对齐
- （有时需要使用垫片）调整花岗岩方箱，直至在点1和点2位置时，千分表的读数均为0
- 在点3位置重新定位千分表并设定基准

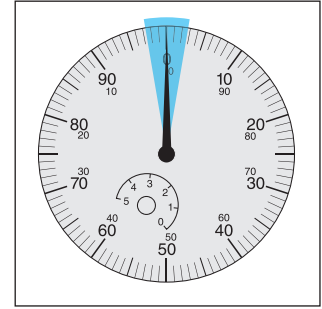
点4位置的读数就是两条轴之间的垂直度。



需要考虑的因素

千分表

- 即使是最高精度的千分表也具有大约 $\pm 3 \mu\text{m}$ 的整体不确定度, 即便其重复性为 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 。
- 这意味着, 当用户看到千分表读数为 $0 \mu\text{m}$ 时, 实际误差可能在 $-3 \mu\text{m}$ 至 $+3 \mu\text{m}$ 之间。

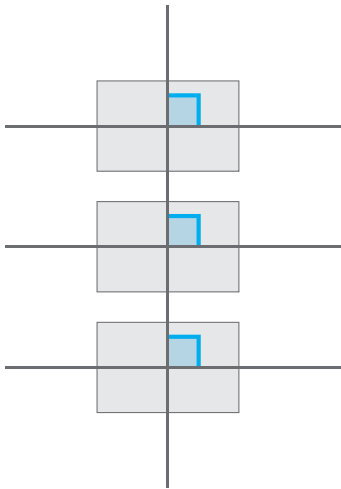


花岗岩方箱误差

- 操作员很少能够从最终结果中去除花岗岩方箱误差 (α)。
- 花岗岩方箱误差 (α) 的测量也具有不确定度, 因为它是使用数字水平仪测量的。

对齐误差

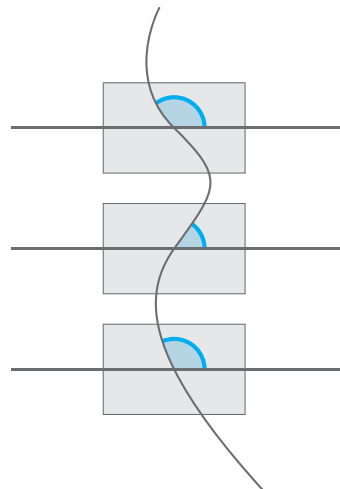
基准参考表面与被测参考轴从一开始就需要完美准直对齐, 以确保结果精确。然而, 由于千分表自身的不确定度, 而且基准参考表面存在直线度变化, 因此无法做到完美对齐。



如果X轴和Y轴是笔直的, 那么这两条轴在整个机器行程范围内其垂直度保持一致。

直线度误差

沿每条轴仅取两个点的方法忽略了每条轴在整个机器行程范围内的直线度误差, 其假设两条轴均完全笔直。实际上, 每条轴均存在直线度误差, 这意味着垂直度在整个轴方向上并不是恒定不变的, 因此垂直度结果会随着测量位置及直线度误差的大小而变化。



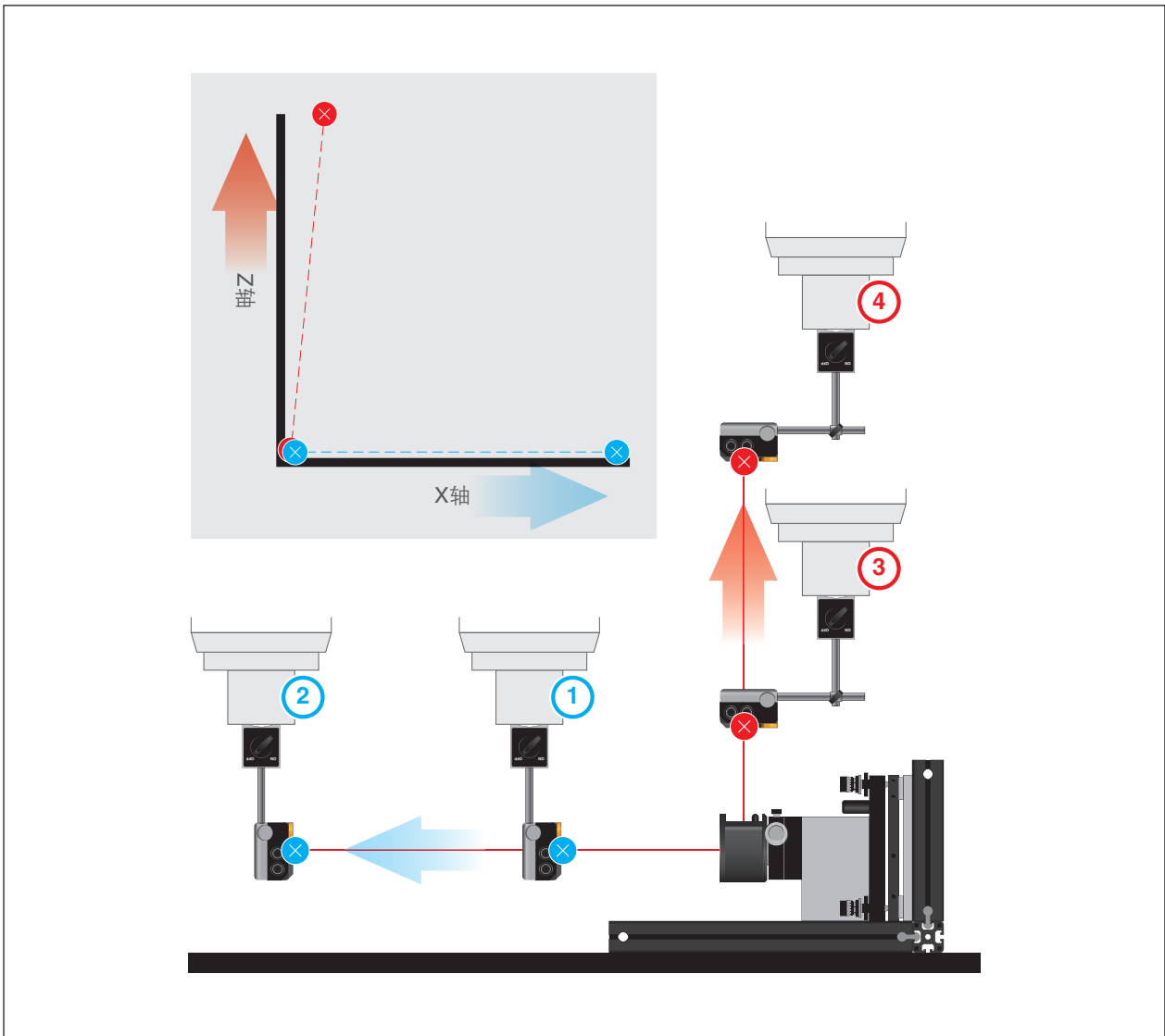
如果Y轴存在直线度误差, 那么X轴和Y轴在整个机器内的垂直度不一致。

使用XK10激光校准仪测量垂直度

XK10激光校准仪测量垂直度的方法是，将XK10安装在一个固定位置，旋转内部五棱镜将其切换到主光程中，使光束偏转90°。所有测量数据均以数字化方式采集。

四点法垂直度测量

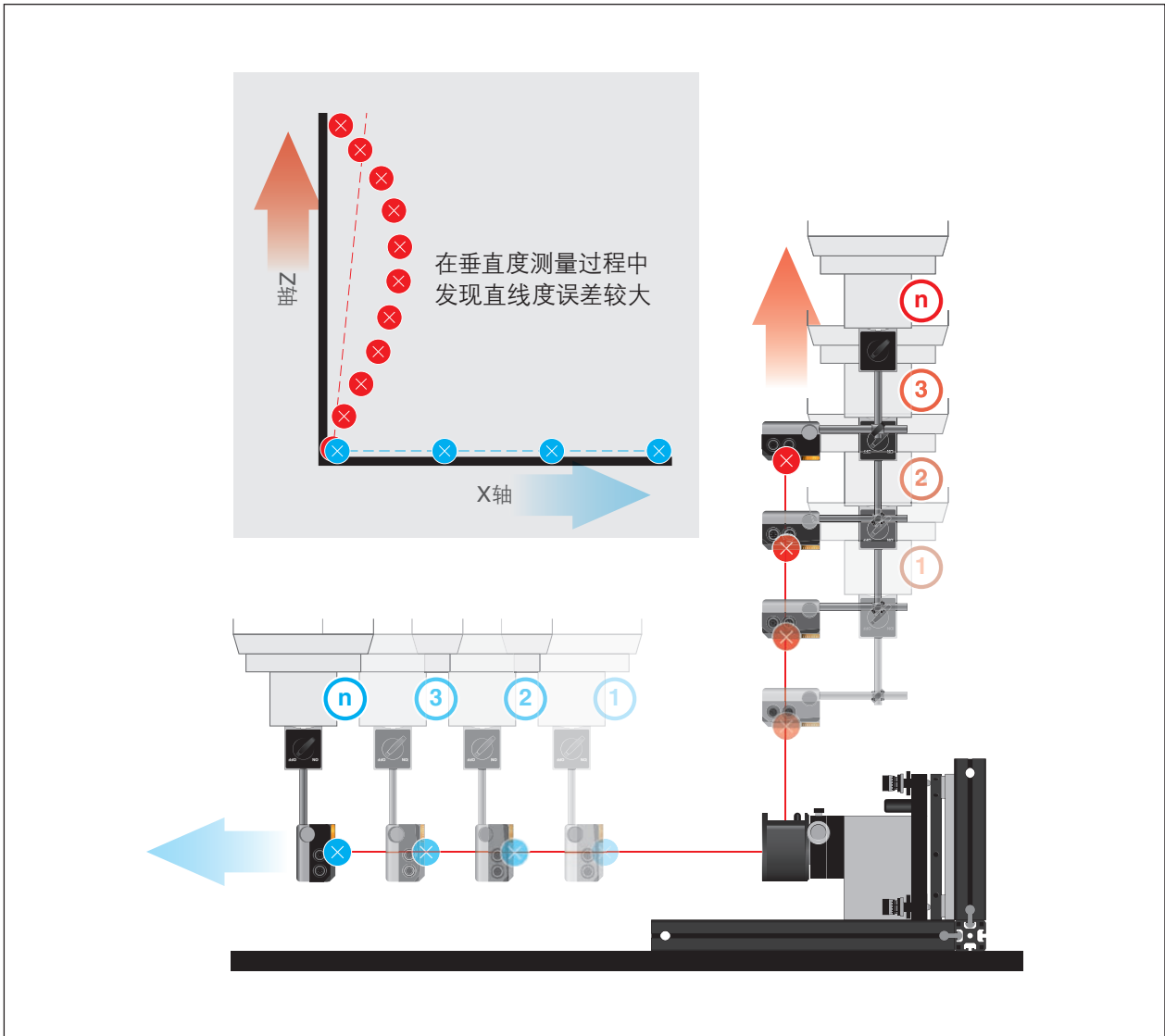
- 与传统方法的测量过程类似，区别在于：
 - 使用激光光束对齐参考轴（点1和点2）
 - 使用激光光束进行对齐并不像使用花岗岩方箱进行对齐那样要求严格



使用XK10激光校准仪测量垂直度

多点法垂直度测量

- 沿每条轴采集多个点的直线度读数，并基于所有点绘制一条最佳拟合线，从而得出斜率。利用每条轴的斜率计算垂直度。
- 因此，利用这种方法可以查看每条轴的直线度误差，并确定此误差是否会影响垂直度结果。
- 例如，如果轴上有一个很大的弧形，就需要先处理直线度问题，否则会导致整个机器工作空间内不同位置的垂直度不一致。



分析 — 垂直度



推算误差

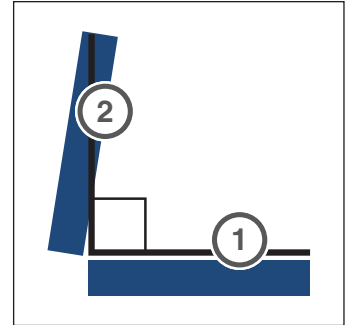
结果应输出为“ μm /轴长”（例如，对于500 mm x 500 mm的两条轴，应为 $\mu\text{m}/500\text{ mm}$ ），否则系统将根据结果进行推算，其假定在更大的轴长上也存在完美的直线度。

报告 — 多点法垂直度测量

测试设置和结果

1. **测试设置** — 在测量开始时设定, 并且应尽可能精确, 因为需要基于轴1和轴2的轴长以及测得的角度计算垂直度。

轴长	
轴1的轴长	812 mm
轴2的轴长	812 mm
轴1上的测量点数	15
轴2上的测量点数	15



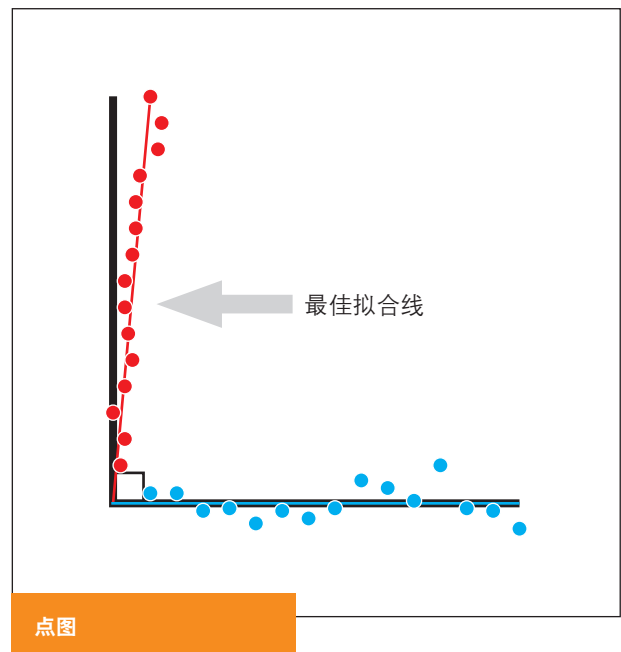
2. **角度** — 这是基于被测轴长, 计算得出的两条轴之间的角度。

垂直度结果		
角度	-0.014/1000 mm	在公差范围内

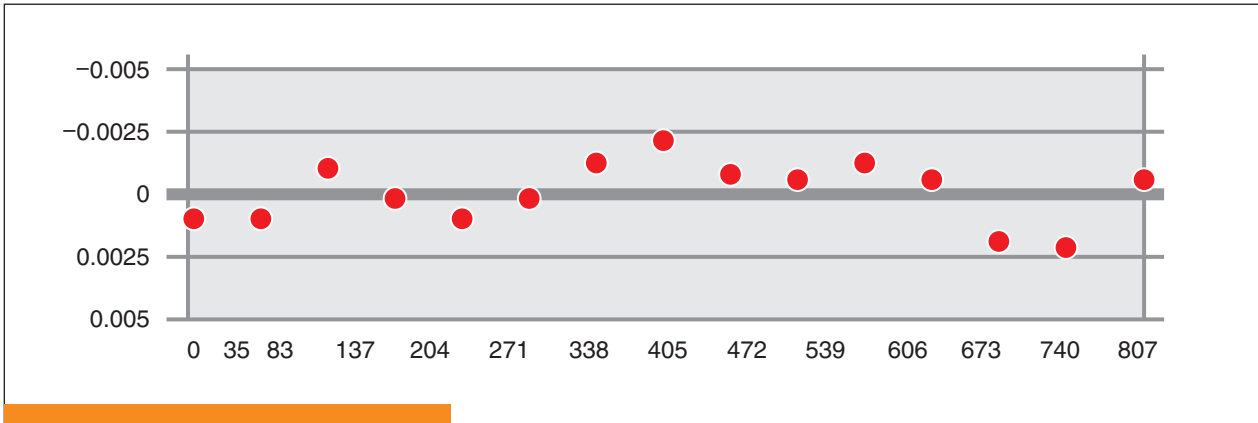
3. **公差** — 这是用户设定的允许误差, 默认采用ISO标准规定的垂直度公差。

公差	
自定义公差	0.020/1000 mm

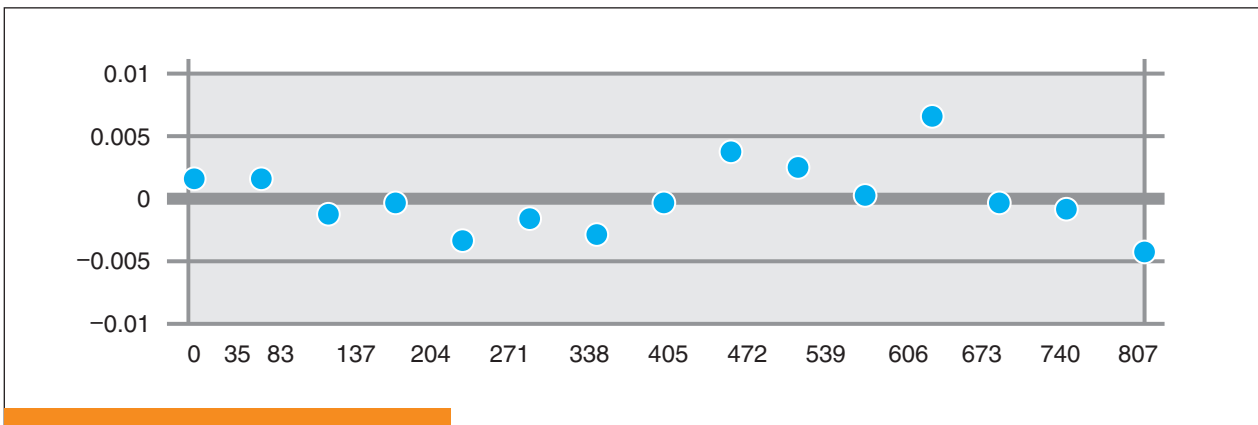
右图显示了沿每条轴的直线度结果, 以及用于计算两轴间角度的最佳拟合线。



报告 — 多点法垂直度测量



轴2上的测量点分布图



轴1上的测量点分布图

上方的两张分布图显示了直线度测量点沿主图中的最佳拟合线的“分布”（斜率已去除），其目的是突出显示影响垂直度结果的任何噪点或任何主要直线度误差。

注：理想情况下，应在测量垂直度之前测量直线度。

为什么使用XK10激光校准仪和使用传统方法获得的结果可能存在细微差异？

- 四点法与多点法之间的算法差异
- 机器工作空间内的不同测量位置/潜在的直线度误差
- 千分表误差
- 花岗岩方箱误差
- XK10垂直度误差
- 空气扰动
- 推算误差

www.renishaw.com.cn/xk10

#雷尼绍

© 2022 Renishaw plc. 版权所有。RENISHAW®和测头图案是Renishaw plc的注册商标。
Renishaw 产品名、型号和“apply innovation”标识为Renishaw plc或其子公司的商标。
其他品牌名、产品名或公司名为其各自所有者的商标。
Renishaw plc. 在英格兰和威尔士注册。公司编号：1106260。注册办公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。
在出版本文时，我们为核实本文的准确性作出了巨大努力，但在法律允许的范围内，无论因何产生的所有担保、条件、声明和责任均被排除在外。



扫描关注雷尼绍官方微信
文档编号：H-9936-9099-02-A

上海 T +86 21 6180 6416 E shanghai@renishaw.com	天津 T +86 22 8485 7632 E tianjin@renishaw.com	青岛 T +86 532 8503 0208 E qingdao@renishaw.com
北京 T +86 10 8420 0202 E beijing@renishaw.com	成都 T +86 28 8652 8671 E chengdu@renishaw.com	西安 T +86 29 8833 7292 E xian@renishaw.com
广州 T +86 20 8550 9485 E guangzhou@renishaw.com	重庆 T +86 23 6865 6997 E chongqing@renishaw.com	宁波 T +86 574 8791 3785 E ningbo@renishaw.com
深圳 T +86 755 3369 2648 E shenzhen@renishaw.com	苏州 T +86 512 8686 5539 E suzhou@renishaw.com	郑州 T +86 371 6658 2150 E zhengzhou@renishaw.com
武汉 T +86 27 6552 7075 E wuhan@renishaw.com	沈阳 T +86 24 2334 1900 E shenyang@renishaw.com	