

借助福禄克微距热成像技术， 执行近微观水平的红外诊断

在过去的 20 年里，热成像技术几乎在每个行业的维护、故障排查、质量控制以及研发领域都掀起了一场变革。细节查看和性能的巨大提升加上成本的降低以及界面的简化，让热像仪在越来越多的应用领域成为了常见的日常工具选择。热像仪能够以放射测定的方式提供详细信息，即红外图像内各个测量点的温度数据，而无需接触被测物体。因此，对于使用接触式测量可能导致损坏或污染，或者由于体积过小而无法通过接触式工具进行测量的检测目标而言，热像仪是一款理想的测量工具。

福禄克微距 红外镜头的

三大应用

1. 以接近微观的细节查看发现故障
2. 精确地找出加工异常
3. 测试产品的可靠性和服务寿命

福禄克现提供多款微距镜头，这些镜头均与我们专业热像仪兼容，可在您检查极小的器件时提供所需的细节。这些产品包括用于 Fluke TiX1000、TiX660 和 TiX640 热像仪的三款微距镜头，以及用于 Fluke TiX560 和 TiX520 热像仪的 25 微米微距镜头。这款 25 微米的微距镜头提高了空间分辨率，能够以 25 微米的极致细节显示温度差异。当搭配 Fluke TiX560 或 TiX520 热像仪使用时，这款 25 微米微距镜头能够以普通镜头所不及的热成像细节帮助您查找问题。

图 1. 金属涂层不均匀表明加工工艺不良。相信您不会愿意使用这块电路板。

对于尺寸越来越小的印刷电路板和电子元器件而言，这种细节查看对于确保设计完好性以及生产质量至关重要。

微距视图在整个产品寿命中所具有的价值

福禄克的这款 25 微米微距红外镜头在检查小型被测器件时聚焦极为精确，它在以下几种分析应用中具有巨大的价值：

材料完好性/质量

25 微米的微距红外镜头所显示的热图像能够显现接点分离、晶格失配或其它不均匀性状况。若有多个样品均出现热成像异常，就可以表明存在加工缺陷。

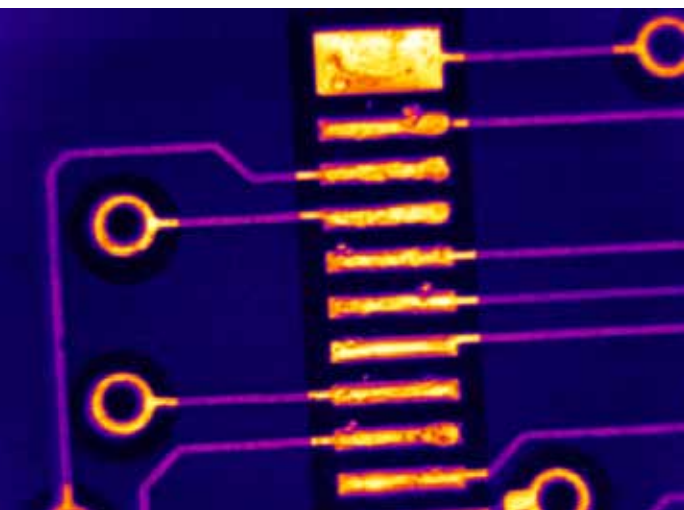
例如，图 1 所示的电路板就存在金属化不良问题。由于金属化工艺不良，接头焊盘不是呈矩形，而留下了易于导致故障的金属珠。

材料性能参数

所有材料和元器件对工作温度范围和湿度等参数都有要求。热图像可以显现某一器件或材料在这些规定的条件下能否按预期的那样工作。这种细微至 25 微米的细节热差异分析能力能够帮助您发现近微观元器件内存在的潜在故障。

材料的生命周期与可靠性

采用微距镜头在较长的测试期内采集材料的热图像能够帮助研发工程师确定元器件的预期寿命，发现可能导致过早失效的问题区域。



了解近微观细节的独特之处

福禄克 25 微米微距镜头让您能够看到近微观细节，进而通透地把握完整状况。然而，从视觉的角度看，这意味着什么呢？

让我们眼见为实。下面是 Fluke TiX560 热像仪配备标准镜头和 25 微米微距镜头时所拍摄的一些常见物品的热图像。细节的提升最大的不同之处在于只需几分钟即可发现问题，而不用花数小时或数天进行故障排查。

熄灭的火柴



图 4. 这是使用 TiX560 热像仪搭配标准镜头拍摄到的火柴刚刚熄灭后的图像。

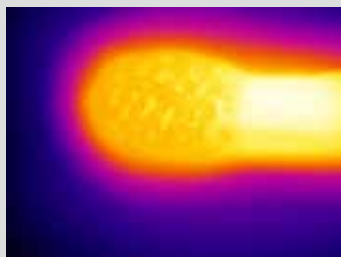


图 5. 这是使用 Fluke TiX560 热像仪搭配 25 微米微距红外镜头拍摄到的火柴熄灭后的图像。

一枚英国硬币



图 6. 这是使用 TiX560 热像仪搭配标准镜头拍摄到的 1 便士硬币的图像，它的直径大约为 20.3 mm。

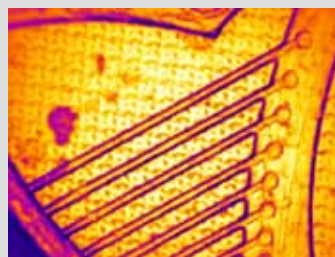


图 7. 这是使用 Fluke TiX560 热像仪搭配 25 微米微距红外镜头拍摄到的 1 便士硬币的图像，它与图 6 中所示的硬币是同一枚。上图表明微距镜头可以提供极为精细的细节。

让微距镜头为您效力

无论您是在设计新装置、对元器件或完全装配好的电路板执行质量控制检测，还是对成品装置进行故障排查，能够在微观电子器件的热图像中发现细微差异都可帮助您更加快速地诊断问题点或是将电路板或元器件放行。以下实例说明了在电子装置的设计、测试和加工中微距镜头如何帮助您节约时间和金钱，以及如何让您少走弯路。

精密电阻

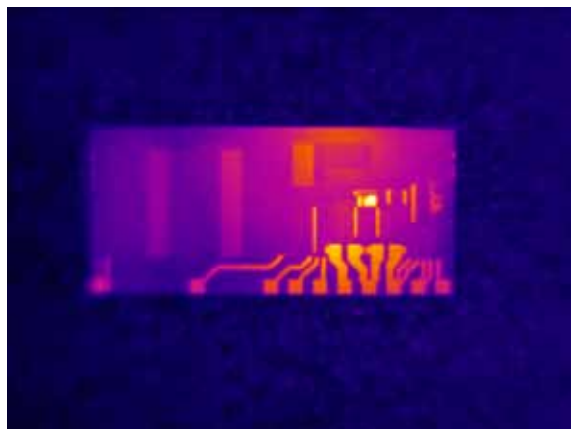


图 2. 使用 Fluke TiX560 搭配标准镜头拍摄到的精密电阻片的图像。

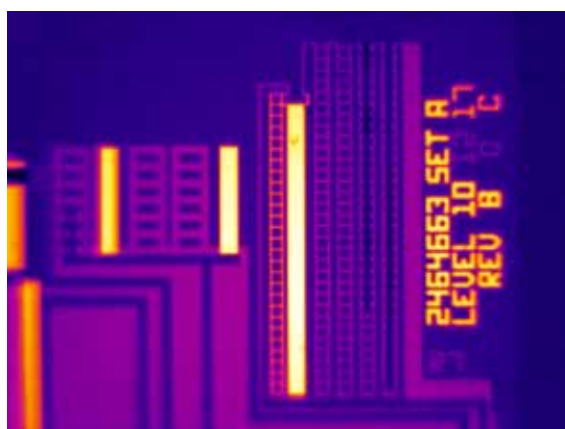


图 3. 使用 TiX560 搭配 25 微米微距镜头拍摄到的精密电阻片更为精细的热像图。

在部件内发现您使用标准镜头无法看到的故障

在第一个例子中（图 8），我们使用 Fluke TiX560 搭配标准镜头扫描了一个电路板，并发现了一个热点。

使用福禄克 25 微米微距镜头后，我们能够看出该潜在问题点实际上是一个集成电路内的两个独立的电路（图 9），二者都工作正常。

如果其中一个电路出现故障，您可以通过微距图像清晰地看出。在这种情况下，其中一个矩形应显示为热点，而另一个为暗点。使用标准镜头拍摄的图像无法充分细致地显示这两个电路。因此，如果其中一个比另一个更热或更冷（表明存在故障），您将无法看出差异，然后会继续检测电路板的其它区域。

快速精确地找出加工异常

诊断和解决加工问题对于最大限度地提高成品收率至关重要，我们福禄克自己在某一加工作业中也遇到过同样的问题。我们在对陶瓷热电探测器进行测试时，曾经遇到过故障率远高于平均水平的情况。由于加工问题，导致我们的成品收率降低了 50%。通过简单的功率测度，我们发现该探测器的电流消耗量过高，这表明存在短路。问题是该如何找出短路位置。

我们决定使用 TiX560 热像仪对处于通电状态的探测器执行红外扫描。使用标准镜头拍摄的图像未显现任何异常。然而，当我们装上了 25 毫米的微距镜头后，所得到的图像表明在一块相当均匀的表面存在一处明显的热点（图 10）。

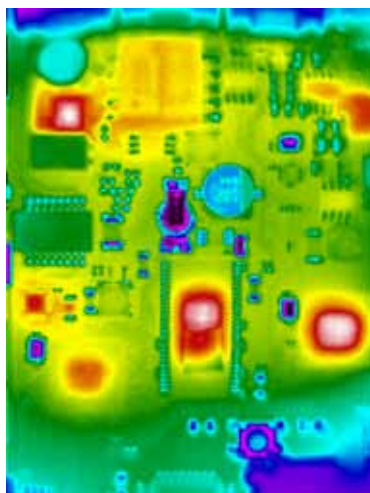


图 8. 使用 Fluke TiX560 搭配标准镜头得到的印刷电路板的局部图像。

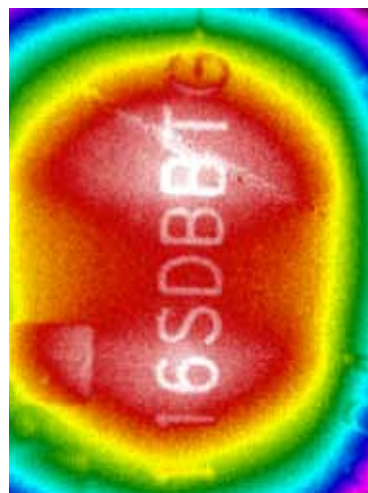


图 9. 这个图像由 Fluke TiX560 搭配 25 微米微距镜头拍摄，它表明该热点实际上是两个电路。

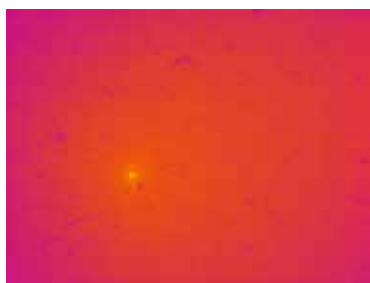


图 10. 使用 Fluke TiX560 热像仪搭配 25 微米微距镜头得到的热电探测器扫描图像。

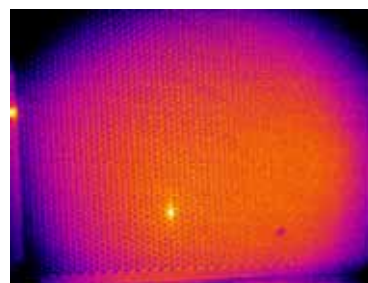


图 11. 清除掉陶瓷材料后使用 Fluke TiX560 热像仪搭配 25 微米微距镜头得到的硅读取芯片的扫描图像。

发现问题所在位置后，我们将陶瓷材料从探测器上拆下，然后使用微距镜头对硅读取芯片重新扫描了一次。这次扫描发现了一处直径大约为 100 微米的边界明晰的热点（图 11）。

找到问题区域后，我们使用扫描电子显微镜 (SEM) 对硅芯片上的问题区域进行了检查。检查结果表明，硅材料中存在一处压痕，形成了裂缝，这导致供电电路的正极和负极之间出现短路。追溯到加工工艺，我们发现在工艺的某一点上丝网板与硅芯片发生了接触，形成了压痕。

我们调整了丝网板，以防止再发生接触，问题得到了解决。产品收率恢复到了原先水平。如果我们未能通过微距红外镜头缩小问题区域，要发现问题会需要更长的时间。为了发现问题，本来我们需要使用 SEM 对整个芯片进行检查，这将需要花数小时的时间，而使用安装了 25 微米微距镜头的 TiX560 热像仪几分钟就发现了问题。

拍摄最佳图像的快速指南

拍摄出高品质的红外图像是艺术与科技的双重体现。首先，您要选择正确的热像仪和镜头。然后，您可以通过注意以下几项关键的技术要素来提高红外图像及其所提供的信息的质量：

物距

物距取决于您所使用的热像仪和镜头。例如，如果使用 TiX560 热像仪和福禄克 25 微米镜头，您可以在距离物体大约 10 mm 的位置精确对焦。请记住，导航装置所连接的探头或较大的部件可能导致您无法离物体太近，因此，一定要选择正确的热像仪和镜头以保证所需的物距。

工作范围

镜头的工作范围决定了物体的对焦距离。例如，福禄克 25 微米微距镜头的最佳工作范围是 8 mm 至 14 mm。

热像仪的稳定性

为了实现最佳性能，您要保证热像仪在拍摄图像时能够保持稳定不动。我们建议您使用 TiX560 或 TiX520 上的三角架安装螺丝将相机固定到台面安装系统上。TiX560 还具有远程控制功能，因此您能够通过电脑而无需操作热像仪即可捕捉图像。

补偿冷反射

冷反射是指由于图像与镜头之间存在的前后热反弹，有时会在图像中出现镜头本身的像。这时，热像仪不是拍摄被检查的物体，而是拍摄其自身镜头的图像。为避免这种效应，请移动一下热像仪，使其与物体之间的夹角稍稍偏离 90 度。

远心镜头与非远心镜头

使用远心镜头时，镜头工作范围内的所有物体看起来都是平的，也就是说与热像仪之间的距离看起来都是相同的。这意味着如果您有一个元器件距离热像仪 8 mm，另一个距离 14 mm，那么二者都将显示在距离 10 mm 的焦点上。如果使用非远心镜头，当您检查离镜头距离不同的元器件时，就需要您重新对焦，这会花费更长时间，而且需要更加精密的调节。用于 TiX560 的福禄克 25 微米微距镜头属于远心镜头，因此位于其工作范围（8 mm 至 14 mm）内的所有元器件看起来都是相同的距离，并且位于焦点上。

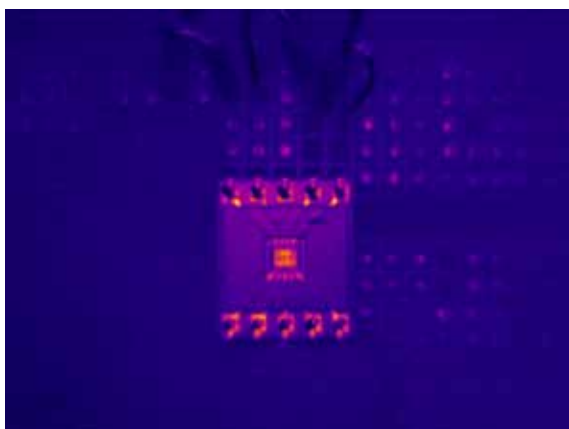


图12：采用 TiX560 热像仪搭配标准镜头拍摄到的未通电电阻器的图像。

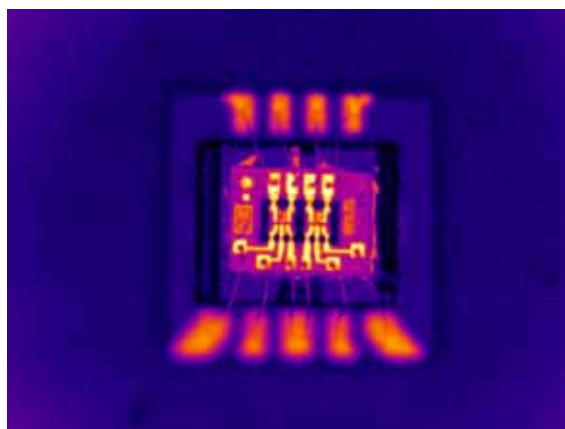


图 13. 与图 12 所示为同一电阻器，不过是由福禄克 25 微米微距镜头拍摄的。

检测产品的可靠性和服务寿命

为了确保产品在特定状态下能够按照预期的方式工作以及确定其典型的服务寿命，每家电子元器件供应商都必须要对产品进行检测。例如，生产表面贴装电阻器（尺寸约 1mm）的厂家会希望自己所提供的元器件的性能、可靠性和典型预期寿命能够得到保证。要实现这一目标，最好的办法就是在设计和开发阶段的关键点对电阻器进行检测。

电阻器主要用于限流或限压，根据所施加的电流或电压，电阻器会散发热量。搭配标准镜头的热像仪有时无法提供区分热点所需的细节。

然而，通过查看安装了微距镜头的热像仪所拍摄的电阻器的典型热图像，制造商可以得到有关电阻器设计及在散发热量时电阻器所具性能的极为有用的数据。这些热图像可以显现出与加工有关的问题。

例如，图 12 所示就是使用标准镜头拍摄到的 AC/DC 变流器上一个未通电的 400 欧姆电阻器的图像。图 13 为使用 25 毫米微距镜头拍摄同一元器件得到的图像。我们可以看出，即使该电阻器处于未通电状态，微距图像也能够提供电阻器的更多详细信息。

然后，我们将变流器通电，并先后使用标准镜头（图 14）和微距镜头对其进行扫描。

使用标准镜头拍摄的图像未能显现出任何明显问题。然而，使用 25 微米微距镜头拍摄的图像要详细很多，图像显示电阻器右侧的电流要远小于左侧电流。

温度测量对于预期寿命的计算至关重要。这些电阻器的热图像提供的细节足以显示热点。此类热点极有可能超出元器件规定的工作温度，并会加快材料内的应力形成速度，导致元器件过早失效。借助通过热图像获得的信息，工程师将能够更改设计或加工工艺，以缓解那些形成热点的应力点。

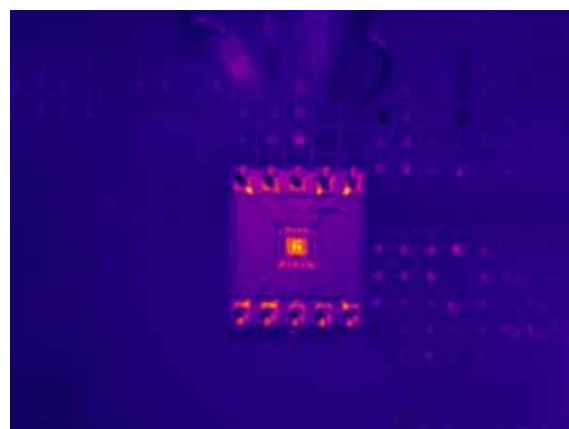


图 14. 使用标准镜头拍摄的已通电电阻器的图像未能显现出任何明显异常。

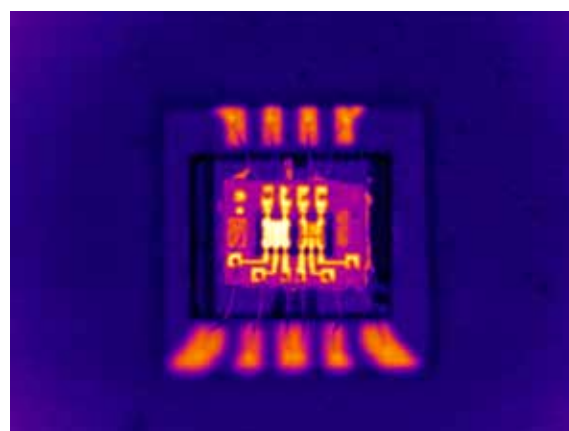


图 15. 使用福禄克 25 微米微距镜头拍摄的已通电电阻器的图像显现出了明显的异常。这图像表明右侧电流远小于左侧电流。

福禄克红外镜头一览表

镜头	TiX560/ TiX520	Ti400/ 300/200	Ti32/ 29/27	TiX1000/ 660/640	适用范围	适用对象
微距镜头	25MAC2 25 微米			XLens/Macro1 81 微米 (TiX1000) 或 119 微米 (TiX660/640) XLens/Macro2 32 微米 (TiX1000) 或 47 微米 (TiX660/640) XLens/Macro3 35 微米 (TiX1000) 或 50 微米 (TiX660/640)	极小到微小目标， 从极近距离查看	从事以下行业的工程师和科学家： • 研究和开发 • 电子产品设计与验证 • 显微成像 受众来自于以下领域：大学和研究组织、过程开发以及微 电子设计公司
2x 长焦镜头	TELE2	TELE2	TELE1	XLens/Tele	中小型目标，从远 距离查看	• 维护、电气和过程技术人员 - 当设备过高、难以接近或 靠近不安全时 • 建筑检查 - 从远距离观察细微的细节
4x 长焦镜头	4XTELE2	4XTELE2		XLens/SupTele	小型目标，从远距 离查看	与以下行业人员最相关 • 石油化工 - 高烟道 • 电力公司的发电与输电 - 长距离 • 金属精炼 - 温度过高，无法接近；可能需要检查靠近精 炼炉的设备
广角 镜头	WIDE2	WIDE2	WIDE1	XLens/广角镜头 XLens/SupWide	大型目标，从相对 较近的距离查看	• 维护、电气和过程技术人员 - 在狭小空间工作或需要查 看较大区域时 • 建筑检查 - 适用于屋顶和工业建筑检查，可一次查看更 大区域，从而节省时间



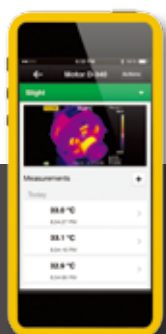
TiX560 热像仪搭配 25 微米微距镜头可能是满足 您微距成像需求的理想解决方案

- 5.7 英寸响应式触摸屏** - 让您能够快速、轻松地更改设置。
- 连接式镜头** - 可将屏幕调节至舒适的视角。
- 4 倍分辨率** - 选择 SuperResolution 模式时，您可以将 320 x 240 图像变为 640 x 480 图像，以提升图像质量和温度测量精度。
- 三角架安装螺丝** - 将相机可靠地固定到台面安装系统上。
- 远程控制** - 您能够通过电脑控制热像仪，这样您从电脑上就可以拍摄图像和调节设置，而无需直接操作热像仪。
- 一键对焦** - 安装微距镜头后，按下 LaserSharp® Auto Focus（自动对焦）按钮，即可为镜头设置最佳焦点距离，这样，您可以将热像仪置于工作物距（约 8 至 14 mm）以内并调节物距直到获得清晰的物体焦点。
- Fluke Connect™ 无线兼容性能** 可以让您查看、保存并与其智能手机上安装了 Fluke Connect™ 移动应用程序的同事在线共享视频、静态图像和测量数据。只要按下快捷键即可连接。
- 智能镜头** - 微距镜头都已针对特定的热像仪进行了预先校准，而且可以在兼容热像仪之间互换。



小物体的优质图像

随着电子装置变得越来越小，要在近乎达到微观尺寸的元器件中找出存在过热问题的物体变得越来越困难。搭配 25 微米微距红外镜头的 Fluke TiX560 或 TiX520 热像仪能够在您查找热点以及细微至 25 微米的细节之间的细微温度差异时为您提供所需的分辨率和热灵敏度。这些工具为电子元器件设计、开发和生产所提供的丰富详细信息可帮助您提升质量、最大限度地缩短产品上市时间、避免产品召回以及降低成本。想要了解最适合您的红外系统的更多信息，请咨询您的福禄克销售代表或访问网站 www.fluke.com/infraredcameras。



使用 Fluke Connect® 无线功能使您的资源翻倍

您可以使用 Fluke Connect 移动应用程序将图像和测量数据从福禄克专家系列热像仪实时传送到安装了 Fluke Connect 移动应用程序的授权智能手机或平板电脑。您还可以通过 ShareLive™ 视频电话功能将结果分享给授权的远程团队成员，以增强合作并帮助您更加快速地做出调整。您还可以使用所有福禄克热像仪均随附的 SmartView® 软件在包括热图像和数据的报告中快速记录结果。

Fluke Connect® 并非在所有国家/地区均有提供。

*在提供商无线服务区内。

购买设备时不含智能手机。

Fluke. 让您的工作畅通无阻®

福禄克测试仪器（上海）有限公司

电话：400-810-3435

京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司

电话：400-615-1563

福禄克测试仪器（上海）有限公司上海维修中心

电话：021-54402301, 021-54401908 分机 269

福禄克测试仪器（上海）有限公司深圳第一特约维修点

电话：0755-8633722

©2015 福禄克公司

06/2015 6005423a_CNZH

未经许可，本文档禁止修改