Keysight InfiniiMax 探头焊接指南

引言

测试仪器的探头可以通过多种方式连接到被测器件 (DUT)。焊接是其中常用的一种方式，它可以尽量缩短导线和连接的长度，从而在提供可靠连接的同时，最大限度减少寄生探测效应。是德科技的许多高性能示波器探头都采用焊接连接。随着探头和器件尺寸不断缩小，要避免出现损坏和连通性问题，使用合适的工具以及精通焊接技能就变得越来越重要。本指南介绍了使用是德科技探头的实用技巧、推荐工具和方法，旨在帮助测试工程师充分发挥焊入式探头和连接的优势。

工具

烙铁

是德科技建议使用能够控制烙铁头温度的优质烙铁。不同的焊料合金，其熔点也各不相同。为了尽量延长探头附件的使用寿命，在熔融焊料合金时温度越低越好。此外，烙铁可以支持的烙铁头越小越好。JBC NANE 纳米焊接工作站是一个非常好的选择。在焊接探头时，您只需要一个尖头烙铁即可。有些烙铁的烙铁头是镊子状的，可以用于其他被测器件的再加工。



图 1: JBC 纳米焊接工作站

通常情况下，同一个烙铁头最好不要使用不同的焊料合金。另外，焊接完成后，在给烙铁断电之前最好在烙铁头上留下一点焊料，以防烙铁头腐蚀。使用湿海绵清洁烙铁头会加速腐蚀，最好使用铜丝球或硅胶垫将烙铁头擦拭干净（上面提到的烙铁中包含烙铁头）。

使用大一点的烙铁头有时可能有助于缩短驻留时间，但缺点是有可能影响视线。凿形烙铁头的角通常很容易把热量传递到焊接点。

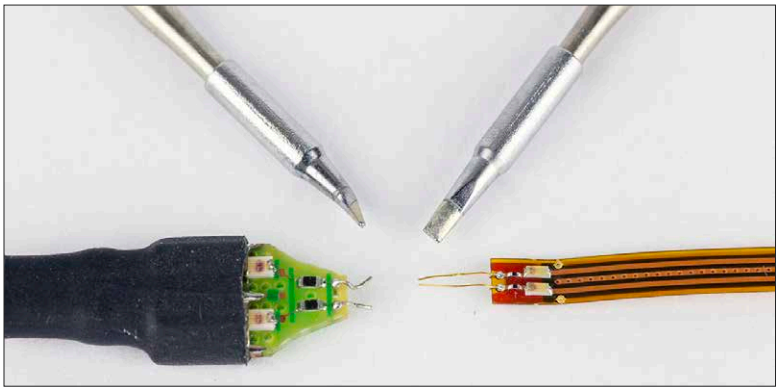


图 2: 应当针对探头前端选择大小合适的烙铁头。

烙铁头

最好准备多个不同形状和大小的烙铁头，以适应不同的被测器件和探头。不同的操作人员也可能偏好选用不同形状的烙铁头。进行焊接时，最好选择较小的烙铁头（直径 0.1 mm，总长度 > 5 mm）。如果是焊接较大的物体，则需要选择较大的烙铁头。以下烙铁头适用于探头焊接，并且兼容前面提到的烙铁：

- JBC 凿形烙铁头 C105113
- JBC 圆锥形烙铁头 C105101

助焊剂

助焊剂是一种化学品，用于在焊接过程中清理待焊接表面，不仅能让焊接点更加稳固，还能加快焊接速度。许多焊料都掺有助焊剂，助焊剂既可以掺杂在焊膏中，也可以涂抹在焊锡丝上。是德科技建议使用助焊剂笔（如 CircuitWorks CW8100），它可以很方便地将助焊剂涂到被测器件和探头导线上，而不会涂得到处都是。用于电子器件再加工的各类液体助焊剂都能胜任这一需求。即使焊料中已经掺入了助焊剂，您在焊接探头时仍可以添加助焊剂。助焊剂残留物可以用助焊剂清洁剂来清除，但是，只要注意不在探针元器件上或其周围留下过多助焊剂，通常就不需要加以清理，也不影响探测。

焊料

许多焊料合金都可用于电子产品的焊接。鉴于大多数客户和产品都已经开始采用无铅/符合 RoHS 标准的焊料，因此是德科技也只推荐这种类型的焊料。

针对一般的焊接，可以使用 SAC（锡、银、铜或 Sn/Ag/Cu 合金）焊料。SAC305 是一种常见的无铅合金，很容易获得，熔点为 220 °C。

对于比较细致或是有一定难度的焊接作业（例如小型探针的焊接），是德科技建议使用锡铋焊料。这种低温焊料的熔点为 138 °C，并且可以添加到现有的高温合金中。由于其熔点非常低，焊接点可以非常快速、轻松地回流，因此探头和被测器件承受的热应力比较小。Chip Quik 公司销售锡铋焊膏，是德科技提供 0.010 英寸直径的焊锡丝，部件编号为 MX0102-21303。

焊料分为几种不同的形式，每种形式都各有优缺点：

- 最简单的焊料是焊锡丝。您可以从分销商处获得许多不同合金材质的电子器件焊锡丝。焊锡丝通常掺有助焊剂，但您也可以在焊接时再添加额外的助焊剂。是德科技建议使用直径尽量小的焊锡丝来焊接探头。乐泰公司 (Loctite) 使用 SAC387 合金制造的 0.009 英寸直径焊锡丝是非常理想的选择。是德科技也供应这款焊锡丝，部件编号为 MX0102-21302。
- 焊料合金也能够以“预成型件”的形式购买。这些是预先切削（通常为定制）的焊料，可以放到焊接点上，然后使用烙铁或是在热风炉中进行回流焊。它们可以切削成各种形状，譬如圆盘形、圆环形、正方形等等。预成型件使用户可以非常精细地控制添加到焊接点上的焊料量。
- 焊膏使您可以方便地将定量焊料添加到焊接点上。但是，焊膏很容易涂得到处都是，清理起来非常麻烦。大多数焊膏也掺有助焊剂。是德科技不建议使用焊膏来焊接探头。涂抹焊膏的时候一定要非常小心，注意不要将焊膏抹到不需要焊接的点上，可以使用有尖头的牙签或是专用刀片来涂抹焊膏。往探头上涂抹焊膏时，建议不要使用焊膏管直接涂抹，因为这样很容易涂得太厚。要清除多余的焊膏，最好是使用超声波浴，但是，如果已经连接了探头的话，这种办法就行不通了。您也可以选择用纸巾或刷子擦除多余的焊膏。同样出于这个原因，是德科技不建议使用焊膏。尽管市面上可以找到能精确涂抹焊膏的设备，这些设备也有一定的实用性，但是在是德科技探头的用户中并不常见。

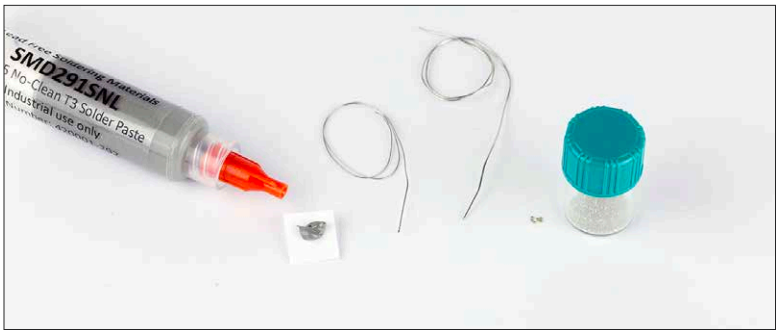


图 3: 焊膏、两种规格的焊锡丝和预成型焊料

夹具和固定装置

在加热之前固定好元器件，可以降低焊接任务的难度。台钳可以很好地固定探头 PCB、被测器件 PCB 和焊锡丝，很多分销商处都有售。使用台钳时，应注意避免它在焊接过程中吸收热量。例如，夹住被测器件 PCB 的接地面，这样烙铁头就没那么容易将热传导到接地面上。您也可以用聚酰亚胺胶带缠住台钳的夹子，这样台钳与焊接件之间不容易导热。Keysight N2787A 探头定位器能够在焊接操作期间非常有效地固定探头。

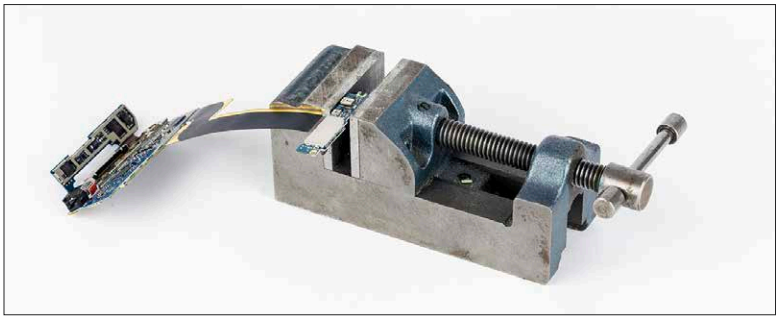


图 4: 台钳能在焊接期间很好地固定 PCB。

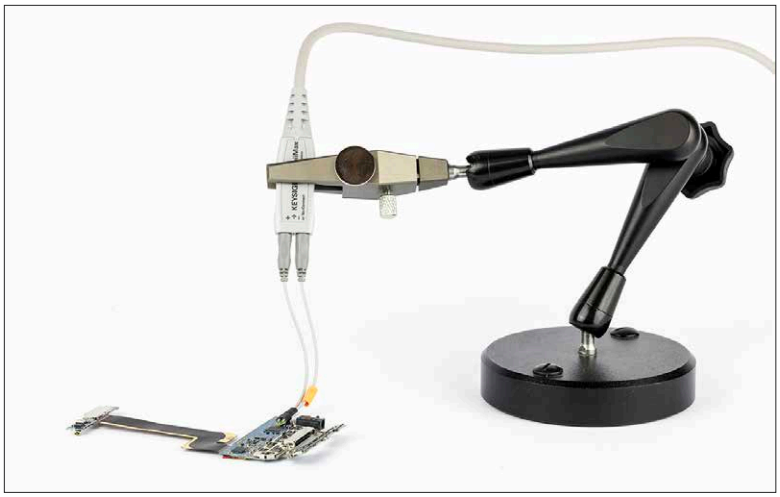


图 5：Keysight N2787A 探头定位器可以固定焊入式探头。

在进行焊接前，可以用各种胶带将探头前端或探针固定到被测器件 PCB 上。双面发泡胶带的效果非常好，您可以买到各种厚度的发泡胶带以适应不同的表面。在焊接过程中，您可以用单面聚酰亚胺胶带缠住探头电缆，将电缆固定在适当的位置。在柔性电路探头和用户被测器件上，应当注意尽量避免在受控阻抗线上使用胶带。

钳形镊子（反向镊子）非常适合用于在焊接过程中夹持小元器件。这类镊子通常需要用台钳固定，以解放用户的双手。选择尖头镊子可以降低其热质量，使镊子可以尽量靠近焊接点。



图 6：夹持探头前端的钳形镊子

镊子和牙签

通用型镊子在夹持微小探头部件时非常有用。您可以使用它们调整探针导线，在焊接时固定导线，定位预成型件，以及夹持探针等等。不同的操作最好使用不同大小的镊子。是德科技建议使用尖头金属镊子（如部件编号 8710-2837）来完成大多数任务。

切割镊子适用于精准切割细小的探针导线，尤其是对于高性能探头而言，缩短探针导线的长度对于改善性能（带宽、负载效应等）至关重要。切割镊子还可以非常平整地切断导线。是德科技提供切割镊子，部件编号为 8710-2838。

牙签可用来推动探针导线以及涂抹助焊剂，您可以在事先用刀将牙签削尖。



图 7：各种镊子在焊接探头时都能够发挥很大作用。从左到右依次是：切割镊子、通用镊子、尖头镊子、削尖的牙签、钳形镊子。

显微镜

在对微小的电子器件进行操作时，一定要使用高质量显微镜。如果没有合适的显微镜和良好照明的话，很多探头/被测器件焊接任务根本无法执行。尽管简单的放大镜或放大罩确实也能起到一定的帮助作用，但是德科技发现，这类工具的放大倍率不够，使用起来也不方便。

好的显微镜应当具有以下特点：双目目镜，可调节放大倍率（至少 20 倍），与样本之间有足够的操作距离（至少 4 英寸），可调操作臂，物镜周围有一体式灯圈。

显微镜最好配备悬臂式可调操作臂，这样就能将桌面当作工作表面，比使用一体化显微镜支架更加灵活。

是德科技工程师使用明治 (Meiji) 和徕卡 (Leica) 出品的显微镜。



图 8: 理想的显微镜配置

通用焊接技巧和方法

请务必记住，许多工具和方法都可以用于焊接，只要遵循了一些通用规则，那么不一定非要严格按照本指南进行操作。

焊接热敏器件时，最关键的一点是让温度尽量低，同时仍能让焊接点的焊料回流。最好选择能够控制温度的烙铁来进行这样的焊接。如果使用标准无铅焊料，烙铁的温度设置不得超过 350 °C；如果使用锡铋焊料，烙铁的温度设置不得超过 150 °C。

为了在焊接过程中将被测器件和探头保持在较低的温度，务必要限制热量向焊接点之外的其他部位传导，有几种方法可以做到这一点：

- 驻留时间：烙铁放到探头焊接点上的时间不得超过几秒钟（除非热质量非常大，如射频连接器）。尽量缩短驻留时间！ 熟练的操作员在一秒钟内就可完成对探针焊接点的回流焊。
- 如果您不能将驻留时间控制在较短长度，那么务必要使用大小合适的烙铁头。虽然连接细小的探针可能比较方便，但如果焊接点的热质量过大的话，烙铁头传递热量的速度可能不够快。
- 此时使用辅助加热有助于缩短驻留时间。通常可以采用加热板来辅助加热。焊接目标（通常为 PCB）放置在加热板上，加热板设置为低于焊料熔点的温度。由加热板预热被测器件，再用烙铁熔融焊接点。由于无需过多的额外热量，因此焊接点可以更快回流。热风枪也可以用来辅助加热，但它比加热板难以控制。
- 即使焊料中已包含助焊剂，您也可以再添加大量助焊剂。这样可以清洁焊接点，提高焊料的流动性，缩短驻留时间。

消除应力

将探头前端或探针焊接到被测器件上形成电气连接之后，最好还通过机械方式进一步将其固定。这样可以保护电气连接免受意外撞击和震动的影响。消除应力的方式有很多种：



图 9：可以使用各种应力消除材料固定探头。

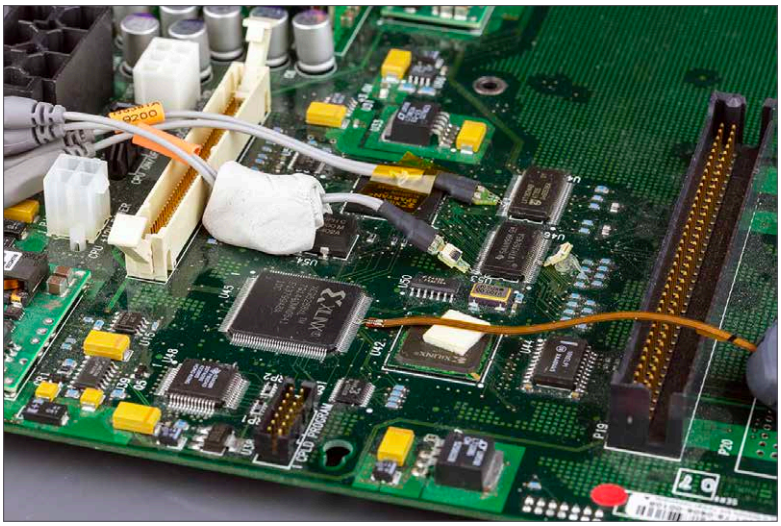


图 10：采用多种应力消除方法固定的探头前端。

- 胶带可以半永久性地消除应力。市面上有很多种胶带，其粘合力和发泡厚度各不相同，分别适合不同的应用。前文讲过，可以使用双面发泡胶带缠住探头前端和探针下方。
- 您也可以使用“批墙”腻子固定探头前端电缆，并且清除起来很方便。有些腻子可能会有残留物，Keysight N5439-65201 腻子不会留下残留物，而且粘合力还非常强。

- 胶水也可以很好地消除应力，但需要注意以下几点。首先，无论使用哪种类型的胶水，这几乎都是一种永久性的解决方案。胶水残留物无法完全从被测器件 PCB 或探头上清除。胶水的好处在于，其应力消除性能比其他方法都要好。是德科技建议用于探头的唯一一种胶水是低温热熔胶。这种胶水通常称为“工艺”胶，熔点低于 100 °C。温度一定要保持在探头的最高非工作温度以下。这种低温胶水也可以使用热风枪或吹风机软化，方便重新使用胶合过的探头。不要在探针周围使用胶水，以免影响信号完整性；可以在电缆上使用胶水。

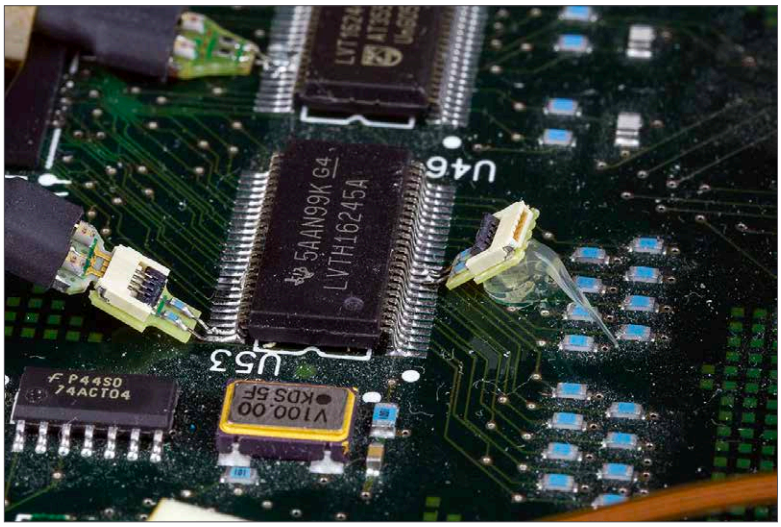


图 11：将低温热熔胶涂到 ZIF 探针上。

- 对于各种消除应力的方法，首先应在被测器件的非关键区域测试胶水粘合力，确保不会在被测器件上形成多余的残留或造成其他损伤。另外，确保探头在被测器件上的位置不会干扰到被测器件的工作，例如位于受控阻抗线或热敏元器件上方。

专门用于 Keysight Infiniimax 产品的方法

将探头前端连接到电路

是德科技提供了各种探头前端，以适应不同几何形状和性能要求的被测器件。焊入式探头前端通常提高最高的性能和最可靠的连接，但缺点是在进行连接前需要多花点时间做准备。

是德科技建议所有焊入式探头都采用相同的通用连接步骤：

1. 准备好器件。在被测器件导线上将要连接焊入式探头的部位涂抹少许焊料。在添加焊料之前涂抹助焊剂有时会很有帮助。

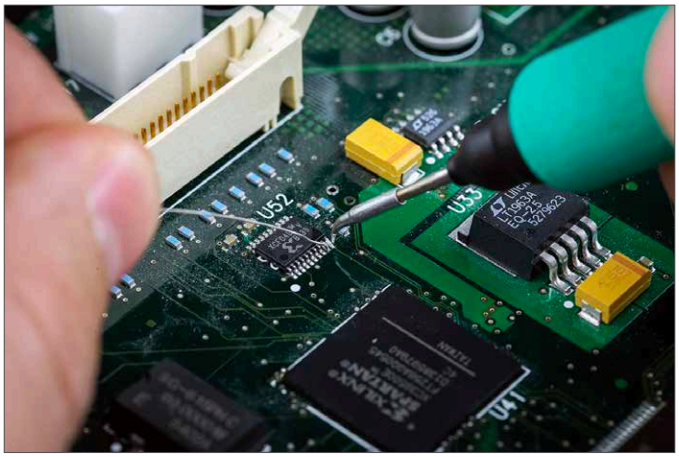


图 12：将焊料添加到目标导线上。

2. 准备好探头前端。尽量截短探针或阻尼电阻器的导线，以便获得最佳的测量性能。用镊子修整探针导线的形状，使其与被测器件导线匹配。



图 13：必要时，使用镊子调整探针导线。

3. 在被测器件和探针导线上再涂点助焊剂（可以使用助焊剂笔）。

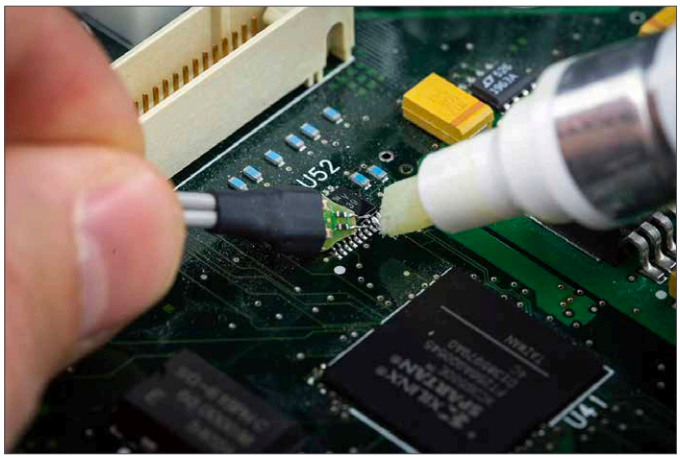


图 14：涂助焊剂。

4. 放好探头前端，使探针导线与被测器件焊盘/导线对齐。用大小合适的烙铁以最快的速度对焊接点的两个部分进行回流焊。对第二根探针导线重复这一过程。

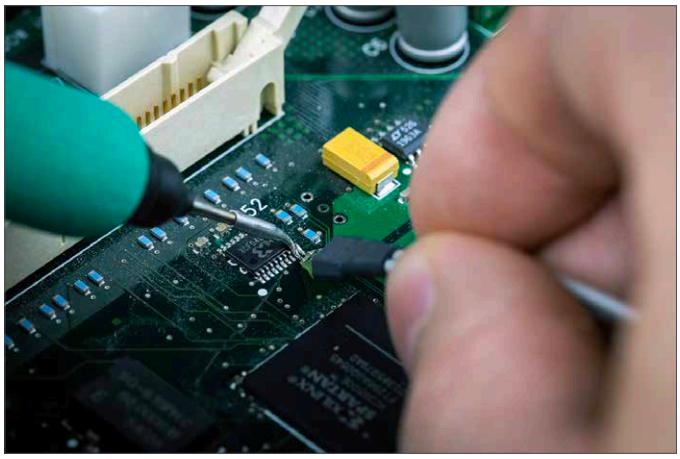


图 15：对焊接点进行回流焊，以固定探头前端。

5. 使用上面介绍的应力消除方法之一消除探测系统对焊接点施加的应力。

上述步骤非常适合使用以下是德科技探头前端进行的差分测量：N5381B、N2836A、E2677B、E2679B、MX0100A。

如果使用接地连接进行 InfiniiMode 测量，可以遵循类似的过程（如 N2836A）：

1. 准备好器件。在被测器件导线上将要连接焊入式探头的部位涂抹少许焊料。在添加焊料之前涂抹助焊剂有时会很有帮助。

2. 将接地线接到探头前端。为了尽量缩短导线长度，最好让导线从探头前端的底部伸出。将足够长的新导线插入接地孔，并添加少许焊料固定导线。用切割镊子剪掉从孔顶部伸出来的多余导线。

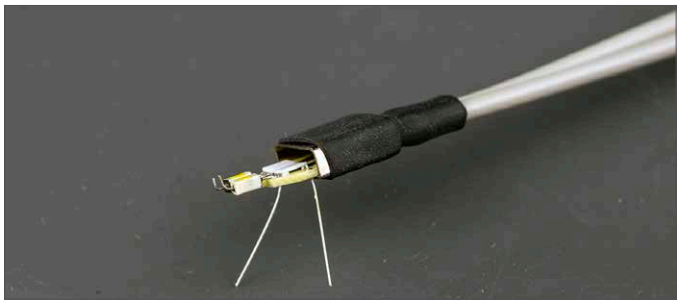


图 16：将接地线连接到探头前端上。

3. 准备好探头前端。尽量截短探针导线，以最大程度地提高测量性能。用镊子修整探针导线的形状，使其与被测器件导线匹配。在这一步骤中，接地线要留出足够的长度。
4. 在被测器件和探针导线上再涂点助焊剂（可以使用助焊剂笔）。
5. 放好探头前端，使探针导线与被测器件输入焊盘/导线对齐。用大小合适的烙铁头以最快的速度对焊接点的两个部分进行回流焊。对第二根探针导线重复这一过程。
6. 放好探头前端（此时已连接到探头输入端的被测器件），使接地线与被测器件接地垫对齐。尽量缩短接地线的长度。

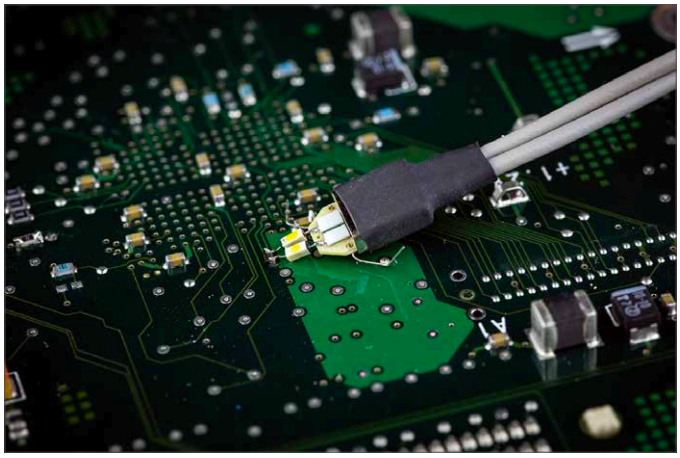


图 17：已焊接好信号输入端、没有接地线的探头前端。

7. 将接地线焊接到被测器件的接地垫上。用切割镊子切除多余的导线。

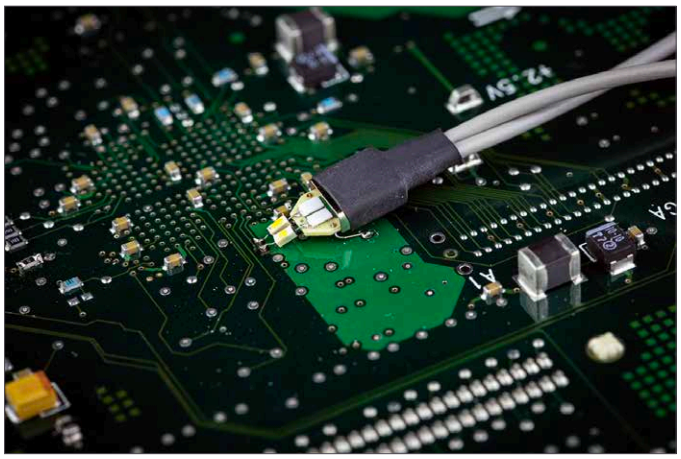


图 18：已焊接好全部导线的探头前端。

8. 采用上面介绍的应力消除方法之一，消除探测系统给焊接点带来的应力。

更换探针的导线和电阻器

是德科技的许多焊入式探头都配有可由用户更换的探针导线或阻尼电阻器。尽管这项工作看起来非常有难度，但只要使用合适的工具和方法，您可以对大多数探头前端进行多次维修，而不会损坏探头前端。

产品手册提供了更详细的信息，以下介绍的是使用集成在 PCB（N5381B、MX0100A）上的阻尼电阻器更换探头前端探针导线的通用步骤：

1. 用钳子轻轻夹住探针放到显微镜下，进行细致观察。

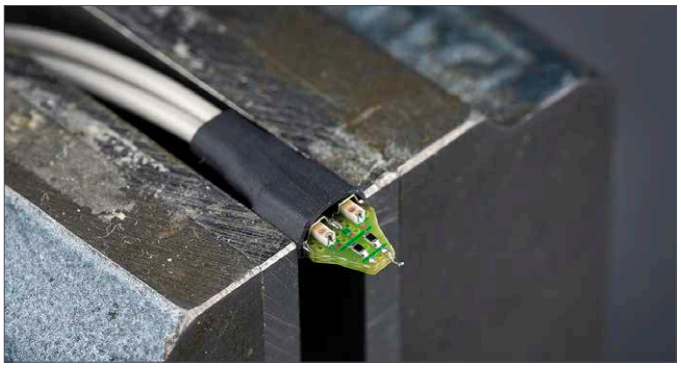


图 19：钳子夹住的探头前端。

2. 用镊子夹住剩余的导线，然后用细烙铁头从下方快速接触焊接点，取出导线。切割镊子可以夹持非常短的导线。如果导线的长度短到无法用镊子夹住，可以用新导线将旧导线从孔中顶出。

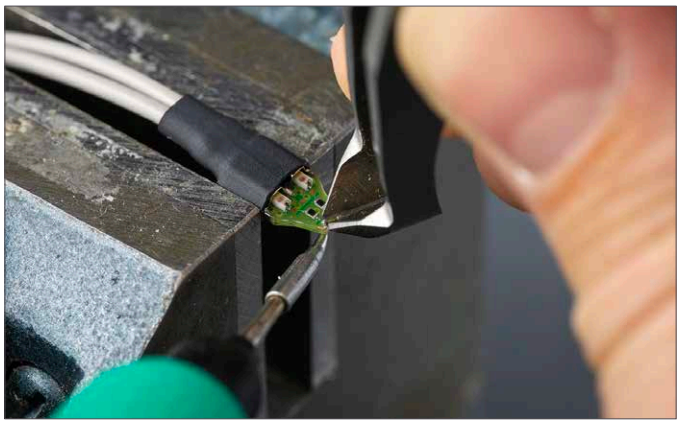


图 20：在对过孔进行回流焊时扯出断掉的导线。

3. 使用助焊剂笔将助焊剂点到过孔区域。

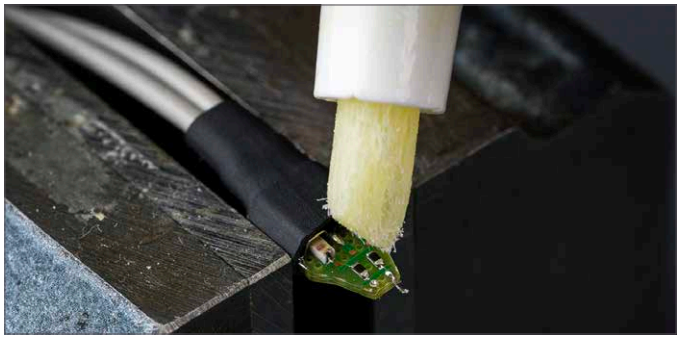


图 21：涂抹助焊剂。

4. 将新导线插入过孔，同时对过孔进行回流焊。先从较长的导线开始，方便之后修整多余的导线。注意，这一步的驻留时间不要太长。如果有难度的话，可以在某些探头前端上使用焊芯将过孔中的焊料全部清除干净。但是，这种操作很可能损伤探头前端。

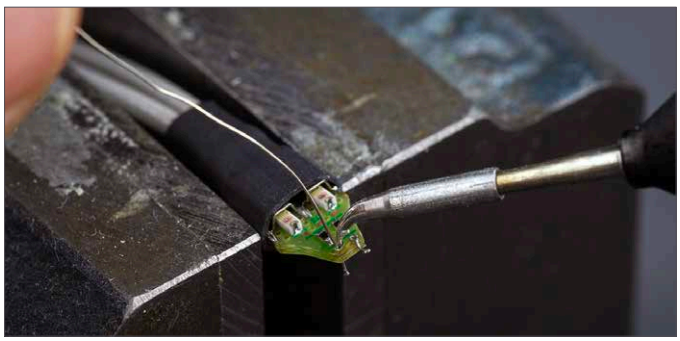


图 22：对过孔进行回流焊并插入新导线。

5. 用烙铁头蘸上少许焊料，然后接触过孔和导线进行焊接，以加固焊接点。

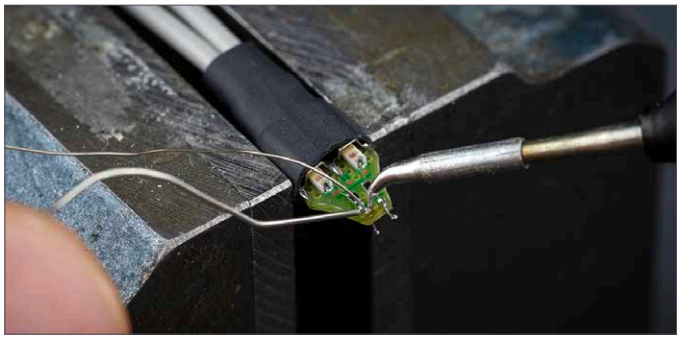


图 23：额外用焊料加固焊点。

6. 用切割镊子将多余的导线剪掉，使之与探头前端 PCB 的底部齐平。剪掉足够长（1/4 英寸左右）的输入导线。

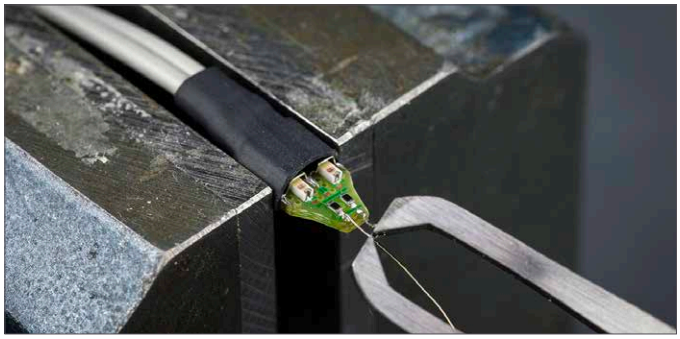


图 24：修整底部（齐平）和顶部（根据修整规格）的多余导线。

7. 如有必要，在另一个过孔上重复更换导线的步骤。

8. 使用切割镊子将两根探针导线修剪为同样的长度。探头前端配有一个物理量规或模板，用途是确保正确的长度。

更换探针的微型轴向电阻器

微型轴向电阻器的用途是在几款是德科技探头 (N2836A、E2677B、E2679B) 上提供阻尼电阻。损坏的电阻器可以更换，步骤与前面更换探针线的步骤大致相同，只是增加了在焊接过程中正确放置新阻尼电阻器这一步。某些阻尼电阻器看起来具有对称性，它们可以通过探头过孔中的任一根导线来确定方向。一侧带有黑色环氧树脂的阻尼电阻器应将环氧树脂一侧朝向探头前端，这样可以在反复焊接/解焊被测器件时，保护环氧树脂免受导线输入端的高温影响。

固定是德科技探头前端

如前所述，有很多方法可以固定探头元器件或消除其上的应力。固定探头前端不仅可以防止精细的探针导线受到意外损伤，还可以让探头保持一致的方向和位置，以便进行更多重复测量。对于 Keysight InfiniiMax，建议使用双面发泡胶带或腻子将其固定到探头前端的同轴电缆上。如果需要更持久地固定，也可以使用低温热熔胶。最好在探头前端的同轴电缆上也使用低温热熔胶。探针周围不建议使用胶粘剂，因为这可能会影响探头性能。固定好探头前端后，最好再使用上述方法加固一下探头放大器。

柔性电路探头前端 (例如 MX0100A) 只能在其下方进行固定，这类探头前端的上表面有受控的阻抗微带线，如果有异物会导致阻抗发生变化，可能造成测量误差。

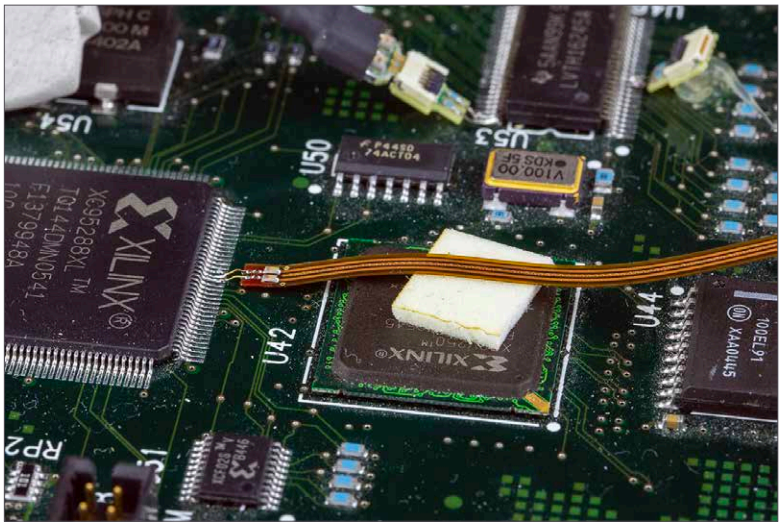


图 25：适当消除了应力的扁平柔性探头前端。

使用是德科技探针的场景

是德科技的某些探测产品（例如 ZIF 探头前端/探针或 QuickTip 探头前端/探针）包含一个探头“耗材”部分，这一部分将永久性留在被测器件上，以便被测器件连接更大、更结实耐用的探头前端。将探头前端分成两部分可以降低探测解决方案的总成本，对于需要在被测器件上重复探测多个点的用户尤其重要。

上面介绍的关于常规焊入式探头前端的技巧和步骤也适用于探针，但您需要注意其他一些事项：

- 如果探针套件包含用于在焊接时帮助定位探针的固定器，请使用这些固定器。这些探针（N2838A、N5440A、N5447A）的握持和定位有一定的难度，而固定器能够帮助您完成固定且不会造成损坏。
- 是德科技不建议您更换探针耗材上的导线或电阻器，N5451A 长导线 ZIF 探针除外。
- 只有 N5426A 探针应当在探头前端下方使用双面胶带直接消除应力。是德科技的所有其他探针都嵌在相应的探头前端中，大多数的应力消除方法会对这种连接形成干扰。
- 有些 InfiniiMax 探针支持 InfiniiMode 操作（例如 N2838A 和 N2849A）。为了获得最佳的信号保真度，在进行单端或共模测量时，最好连接接地线。

结论

为了获得最佳的连接保真度，是德科技建议您使用焊入式探头。焊接不仅可以形成可靠的接合点，让被测器件在移动时仍然保持稳定的电气连接，同时还可以尽量缩短导线长度，从而降低寄生效应。探头的焊接可能有点棘手，但只要使用合适的工具和方法，并稍加练习一下，每个人都可以进行高质量的探头连接。只要您遵循本应用指南中的指导，就应当能够使用 Keysight InfiniiMax 探测系统进行高质量的测量，并尽量延长探测系统的使用寿命。

如欲了解更多信息，请访问：www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。
如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

此信息如有更改，恕不另行通知。© 是德科技，2018 年，2018 年 10 月 7 日，印于北京，5992-3350CHCN