

## 优化焊接模板孔径以增加连接器选择

Samtec 公司互连处理小组主管 David Decker

随着电子系统元件密度的增加，设计人员通常会将印刷电路板上精细的 0.10 mm 厚的焊膏模板与同样精细的连接器匹配，且共面性不超过 0.10 mm。然而，数值 0.15mm 的连接器共面性并不罕见，并且随着连接器引脚数量的增加，以及成形引脚直角连接器的采用，0.10mm 变得越来越难以实现。这限制了设计人员的连接器选择，并且当首选单个连接器时，要么会强制使用多个连接器，要么需要使用阶梯式模板。这两种选择都增加了系统设计和生产的成本和复杂性。

然而，Samtec 公司和 Phoenix Contact 公司的一项研究表明，通过优化焊接模板孔径，设计人员可以使用更广泛的、更便宜的 0.15 mm 共面性连接器和更精细的 0.10 mm 模板，同时仍然符合 IPC-J-STD-001 第 2 类标准，产率 100%。

本文将讨论模板和连接器共面性之间的关系以及设计者面临的权衡和限制。然后，它将概述该研究、其结果，以及这些结果对成本、空间、性能和可靠性的设计优化的影响。

### 模板和连接器的共面性关系

使用精确加工的模板要精确地放置一块精细的焊膏砖并不太难。然而，随着连接器引脚的数量增加以及连接器引脚（例如用于直角连接）需要成形和成型，这导致连接器与精细模板焊接的相匹配变得越来越困难。主要问题源于连接器引脚的共面性。

粗略地说，术语“共面性”是指当连接器坐落在平坦表面上时，最高和最低引线或引脚之间的最大距离。通常需要使用光学测量设备测量（图 1 左）。

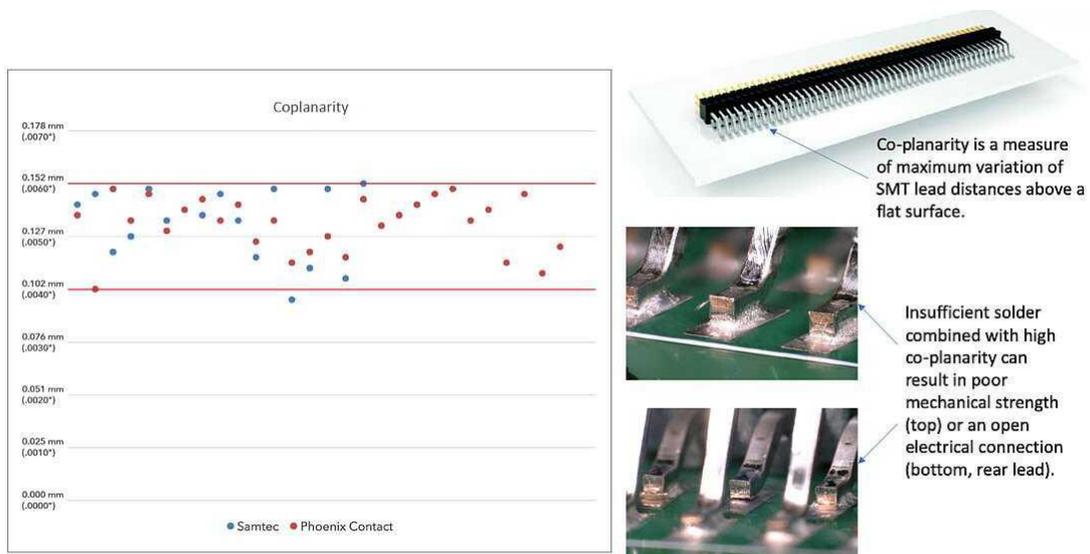


图 1. 共面性是测量平坦表面上方的最大引线高度变化，对于 SMT 器件引线保持最小变化以避免问题接头至关重要（右下）。

良好的共面性对于良好的焊点至关重要：如果引脚或引线位置过高，则可能无法与焊膏充分接触，从而导致出现机械弱接合或完全断开的电连接。因此，大多数规格要求共面性在 0.10 mm 和 0.15 mm 之间。

使用正确的工艺和工具，可以始终如一地为大多数应用构建共面性为 0.15 mm 的连接器。然

而，随着引脚数量的增加，尤其是随着连接器引脚的高级成形和形成到特定角度（例如双行、直角），更难以实现 0.10mm 的共面性。而且保持这种较低的共面性会增加连接器的成本。

现在，大型电路板包含超过 3000 个元件和更小、更集成的电子器件，从而迫使空间限制（以及更精细的间距元件）为更严格，设计师需要更频繁地考虑使用 0.10mm 厚的模板。如果模板厚度较厚，则引线或焊盘之间存在较高的焊料桥接风险。然而，他们很难找到满足 0.10mm 共面性规格的连接器的，这些连接器需要具有足够的引脚数和合适的外形尺寸。

然而，设计师确实有其他选择。它们可以采用阶梯式模板方法，对于细间距组件使用较薄的模板，为连接器使用较大的模板。这可解决共面性问题，但是模板成本较高，而且可能不适用于台阶两侧部件之间没有足够空间的应用。而且一般经验法则要求阶梯孔之间的距离为阶梯厚度的 36 倍。

另一种选择是使用多个连接器。较少的引脚使连接器更容易满足更紧密的共面性规范。但是，更多的连接器也增加了成本以及布局复杂性和可靠性问题。此外，虽然连接器可能满足 0.10 mm 的共面性要求，但 0.10 mm 的模板会导致较少的焊料体积，从而导致出现可能较弱的机械接头。

### 如何优化模板孔径

为了确定这些权衡是否可以最小化，Samtec 和 Phoenix Contact 研究了修改三个连接器系列的模板孔径的效果。他们使用 0.15mm 的 1:1 孔径的模板，因此沉积的焊料与铜垫的尺寸和形状相同。然后，他们增加了两种 0.10mm 的模板，并增加了孔径。然后基于 0.10mm 和 0.15mm 之间的共面性值建立并选择连接器用于研究。

该研究涉及将孔尺寸调整到超过焊盘尺寸（套印），以增加焊料的体积并创建更好的连接，但不会多到使它导致桥接或在焊盘表面留下焊球。为了实现这一点，该研究依赖于焊料在加热垫上聚结的趋势，一旦它在回流期间达到其液相线温度。但是，必须为每种连接器类型确定正确尺寸的孔径（图 2）。

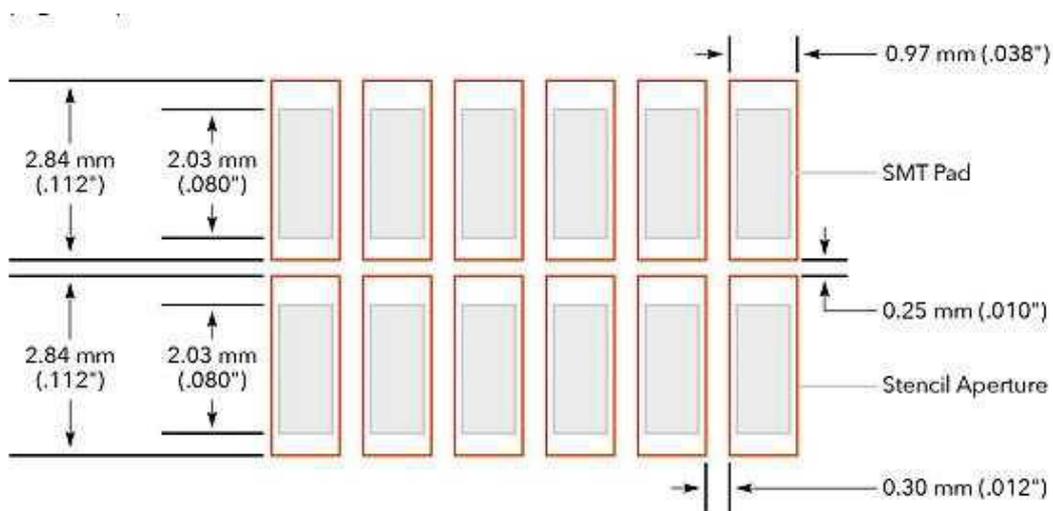


图 2. 橙色轮廓显示 FTSH 连接器的最佳孔径尺寸。

例如，确保样品 FTSH 连接器（共面性为 0.152 mm）和 0.10 mm 模板之间良好焊点的最佳孔径为 2.84 mm X 0.97 mm。这样就形成了符合 IPC-J-STD-001 Class 2 标准的高质量接头，

产率达到 100%（图 3）。

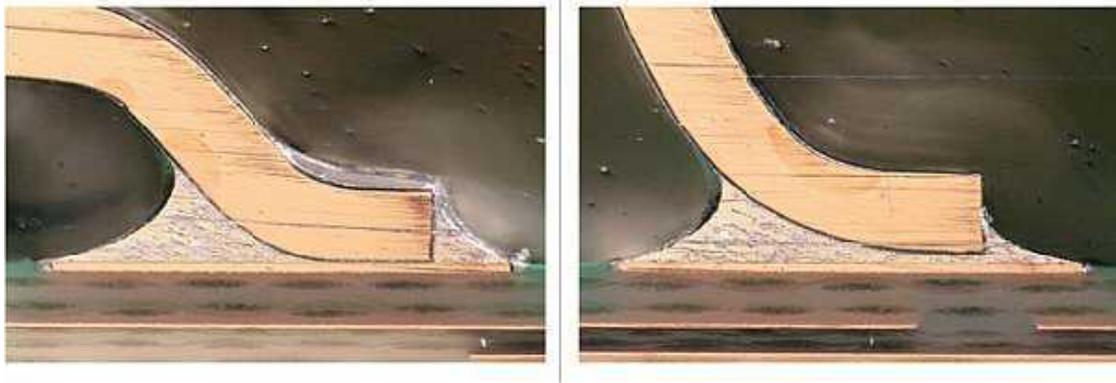


图 3. FTSH 连接器的共面性为 0.152 mm，使用厚度为 0.10 mm 的模板焊接，并具有优化的孔径，内（左）和外（右）排显示出高质量的接头。

很明显，基于这些结果，使用 0.10 mm 模板的设计人员应该为连接器提供 0.15 mm 的最大共面性值。如果确定最佳模板孔径允许组合，则可以打开一系列现成的连接器选项，并避免限制性或昂贵的替代品。如果无法在线获得最佳孔径或尚未确定，则在设计过程早期联系连接器制造商以确定最佳孔径或为任何给定应用找到更合适的解决方案非常重要。

关键是尽早参与。设计越走越远，选择越有限。

Samtec 和菲尼克斯电气公司的研发团队知道这些权衡，同时听到客户要求更精细的模板和更紧密的共面性，因此他们聚集在一起，找到了一种优化模板孔径的方法，使得具有 0.15 mm 共面性的连接器可以与 0.10 毫米模板一起使用。这个结果是世界上最好的：精细的 0.10 模板，更多的连接器选项，低成本，低复杂性，以及符合 IPC-J-STD-001 Class 2 标准的机械强度接头。