

# 通過優化焊膏範本開孔來擴大連接器的選擇範圍

在高密度電子系統中，通過對開孔形狀進行精心設計，設計師現在可以將共面度為 0.15 mm 的連接器與厚度為 0.10 mm 焊膏範本匹配使用

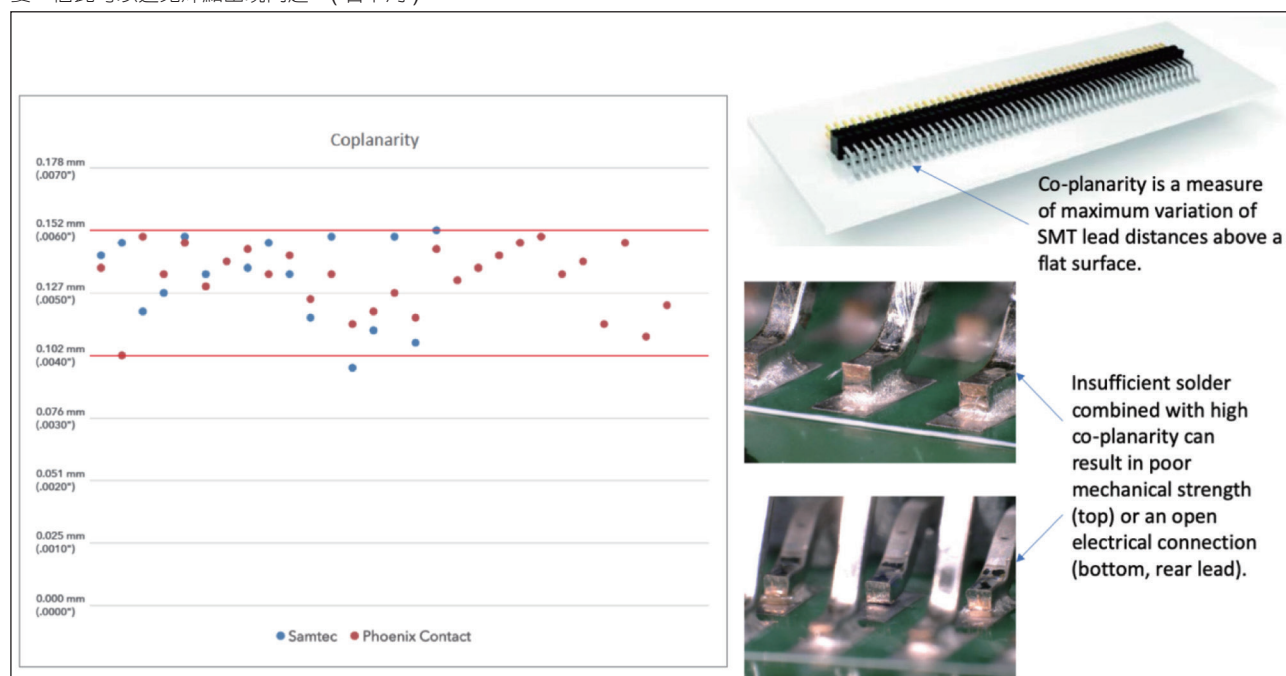
■作者：David Decker  
Samtec 互聯製程部總監

隨著電子系統中元器件密度的提高，設計師通常為了和印製電路板 (PCB) 上厚度為 0.10 mm 的焊膏範本配套，而選擇共面度不超過 0.10 mm 的、同等精密的連接器。然而，市場上有很多共面度值為 0.15 mm 的連接器，同時共面度值為 0.10mm 的連接器也由於引腳數量的增加以及特型引腳、直角連接器的引入等原因而難度越來越大。這因此限制了設計師的連接器選擇範圍；或者在本可以優先使用

單個連接器時，卻不得不使用多個連接器，或者被迫使用階梯焊膏範本。這兩種選項都增加了系統設計和生產的成本與複雜度。

然而，Samtec 和 Phoenix Contact 的一項研究表明，通過優化焊膏範本的開孔形狀，設計師就可以選擇已廣泛提供的、價格更低的、共面度為 0.15 mm 的連接器來與更精細的 0.10 mm 焊膏範本配合使用，同時在良品率為 100% 的情況下也能滿足

圖 1：共面度是指在一個平面上測量到的不同引線高度之間的最大差值；對表面貼裝 (SMT) 器件的引線而言，將該項差值降至最低至關重要，借此可以避免焊點出現問題。(右下角)。



圖片來源：Samtec Inc.

IPC-J-STD-001 Class 2 標準的要求。

本文將討論焊膏範本與連接器共面度之間的關係，以及設計師面臨的取舍和制約因素等話題。然後本文將介紹此項研究的情況和相應的結果，以及這些結果在優化設計的時候對成本、空間、性能和可靠性產生的影響。

### 焊膏範本與連接器共面度之間的關係

利用精密加工的焊膏範本來精準地施放一小塊焊膏並不太困難。但隨著連接器引腳數量的不斷增加，同時連接器上的一些引腳需要被做成特定形狀和被做成諸如直角連接等特定的連接類型，連接器與採用精密焊膏範本來施放成形的焊料之間出現了越來越大的匹配困難。主要問題是由於連接器引腳的共面度引起。

簡而言之，“共面度”這一術語是指當連接器被置於平面上時，其高度最高的和高度最低的引線（或引腳）之間的最大距離。該距離的數值通常可用光學測量設備測得（圖 1，左圖）。

好的共面度對於好的焊點至關重要：如果一條引腳或引線的位置太高，它可能就無法與焊膏形成充分的接觸，從而導致焊點在機械上出現虛焊或出現完全電氣連接開路的漏焊。大多數規範都要求共面度在 0.10mm 和 0.15mm 之間。

通過利用正確的工藝和工具，就能夠為多數應用持續地構建共面度為 0.15 mm 的連接器。然而，由於引腳數量的增加，特別是一些連接器的引腳發展成為了特定的形狀，或者它們需要以特定角度（如雙排、直角）來進行連接時，要達到 0.10 mm 的共面度就更為困難。維持這種較低的共面度會增加連接器成本。

如今的大型電路板都包括超過 3000 個元件和體積更小的、更高集成度的電子器件，使得本已緊張的板上空間變得更加密集，其結果是元器件引腳之間的間距也越來越小，設計師現在也在更多地考慮採用厚度為 0.10 mm 的焊膏範本。如果使用更厚的焊膏模版，那麼引線或焊盤之間就會存在較高的

焊橋風險。然而，設計師很難找到既滿足 0.10mm 共面度規格要求，同時又具有足夠引腳數及合適外形尺寸的連接器。

當然，設計師的確也可以選擇其他解決方案。如他們可以採用階梯化焊膏範本，用薄一點的焊膏範本來應對小節距元件，而用更大一些的範本來支援連接器。這就解決了問題，但焊膏範本成本就會變得更高，同時還有可能無法適用於焊錫階梯兩側元器件之間空間不足的應用。根據通常的經驗來看，兩個階梯開孔之間的距離應該為階梯厚度的 36 倍。

另一種選擇是使用多個連接器。連接器的引腳數量越少，就越容易使其滿足更為緊密的共面度規格。但是多個連接器又增加了成本，同時增加了佈局複雜性並帶來可靠性問題。此外，儘管連接器可能滿足 0.10 mm 共面度要求，但厚度為 0.10 mm 的焊膏範本意味著更低的焊料高度，從而導致焊點機械強度可能不夠高。

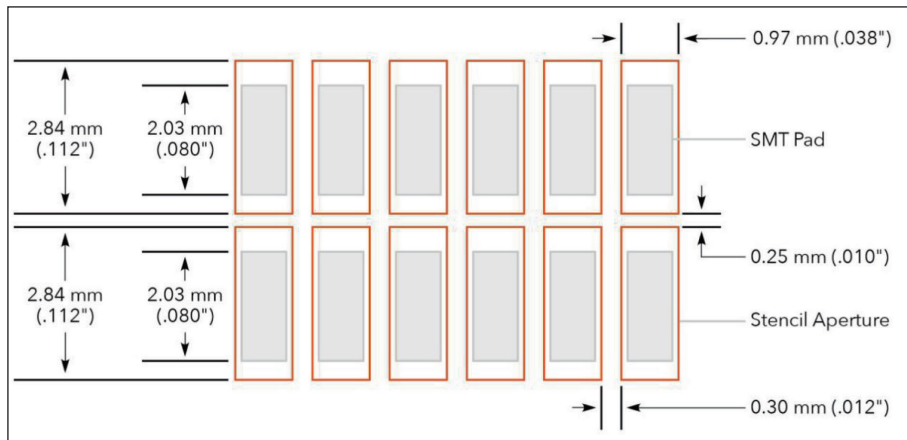
### 如何優化焊膏範本的開孔

為了最低限度地採用這些折衷方案，Samtec 和 Phoenix Contact 針對三個系列的連接器研究了通過修改焊膏範本開孔所產生的效果。這些研究使用了一個厚度為 0.15 mm 和 1:1 開孔的範本，從而使沉積焊料的尺寸和形狀與銅焊盤一致。隨後在這些實驗中增加了兩種厚度為 0.10mm 的、但開孔更大的範本，並在接下來的研究中製作並選用了共面度在 0.10 mm 和 0.15 mm 範圍內的連接器。

這項研究涉及將焊膏範本開孔的大小調整到超出焊盤尺寸來進行套印，以增加焊料量並形成更好的連接，但不多到導致焊橋或在電路板表面留下焊球。為實現這一目標，這項研究依賴於回流焊過程中的焊膏在達到其液化溫度後，在加熱的焊盤上形成凝結的趨勢。當然，必須為每種連接器類型確定正確的開孔大小（圖 2）。

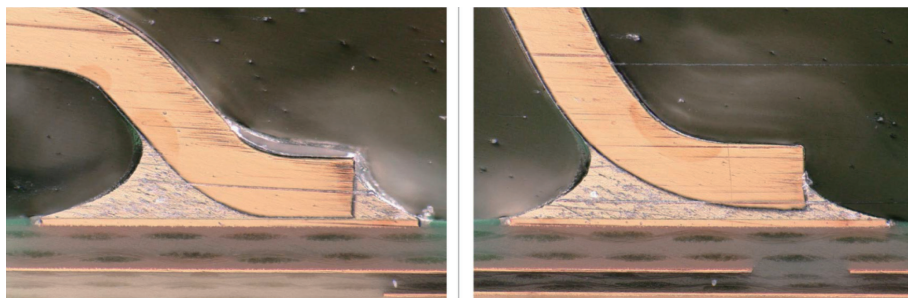
例如，為了確保在共面度為 0.152 mm 的 FTSH 連接器樣品與厚度為 0.10 mm 焊膏範本之間形成良好的焊點，最佳開孔為 2.84 mm x 0.97

圖 2：橙色輪廓顯示了 FTSH 連接器的最佳開孔尺寸。



圖片來源：Samtec Inc.

圖 3：共面度為 0.152 mm 的 FTSH 连接器樣品在使用了厚度為 0.10 mm 的、具有優化開孔的焊膏範本後形成的焊接結果，可以看到其內排（左圖）引腳和外排引腳（右圖）都是高品質的焊點。



圖片來源：Samtec Inc

mm。這樣就可以面向 100% 良品率去實現滿足 IPC-J-STD-001 Class 2 標準要求的高品質焊點 (圖 3)。

基於這些結果，可以清楚地看到設計人員在使用厚度為 0.10 mm 的焊膏範本時，應當再次考慮採用最大共面度值為 0.15mm 的连接器。如果已經確定了用最佳範本開孔來支援組合模式，就可以採用衆多現成可用的连接器而擴大了選擇範圍，並可避免在受到限制的範圍內選用昂貴的替代品。如果最佳開孔無法在網上獲得或尚未確定，那麼很重要的是在設計流程之初就要去聯繫连接器製造商來確定最佳開孔，或為任何已確定的應用找出更合適的解決方案。

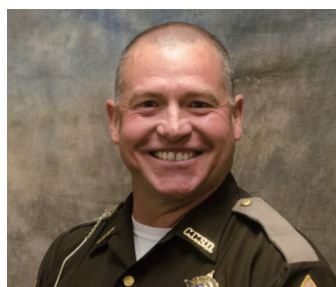
早期介入極為關鍵，隨著設計流程逐漸深入，其選擇面就越來越窄。

## 結論

由於充分瞭解各種取捨權衡，並聽到客戶對更加精密的焊膏範本和更加緊致的共面度的渴望，Samtec Inc. 與 Phoenix Contact 兩家公司的研發團隊攜手開發了優化焊膏範本開孔的途徑，它可使共面度為 0.15mm 的连接器能與厚度為 0.10mm 的焊膏範本配合使用。該項研究帶來了全球最佳成果：厚度為 0.10mm 的精密焊膏範本、更大的连接器選擇範圍、低成本、低複雜度、滿足 IPC-J-STD-001 Class 2 標準中機械強度要求的高品質焊點。

## 關於作者：

David Decker 於 1993



年獲得了路易斯維爾大學 Speed 科學學院 (University of Louisville's Speed Scientific School) 的機械工程工學碩士學位，並於 1998 年獲

得了專業工程執照。其職業生涯始於在 Lexmark, Inc. 擔任的注塑模具工程師，其後任職於通用電氣家電產品部 (General Electric Appliances)。隨後，David 加入了 Samtec 並在該公司工作了 22 年，曾在新產品設計、定制化產品設計等部門擔任重要職務，並在過去 15 年中一直擔任互聯製程部總監。

CTA