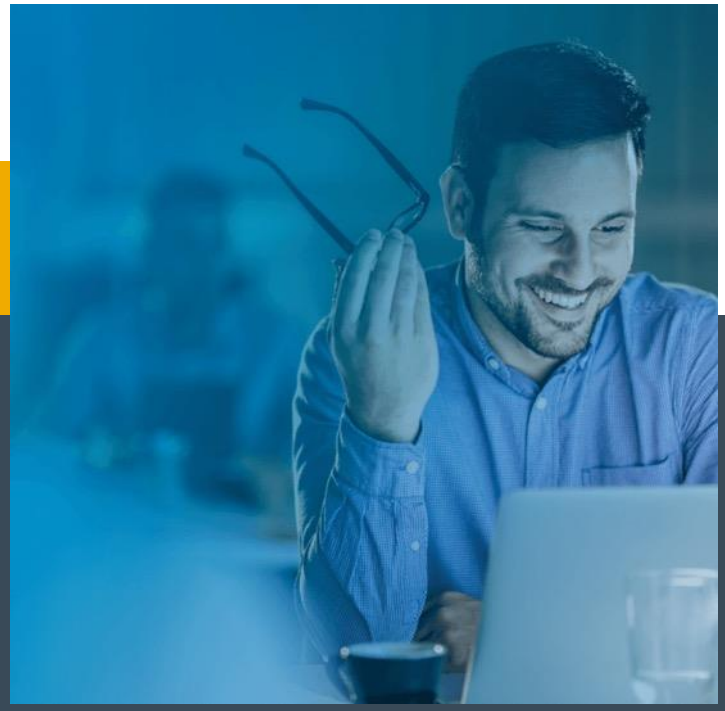
BUILD ELECTRONICS BETTER

IPC – 9797
符合汽车应用要求及其他高可靠性应用要求的压接标准 介绍



Leo

Standard Development Manager

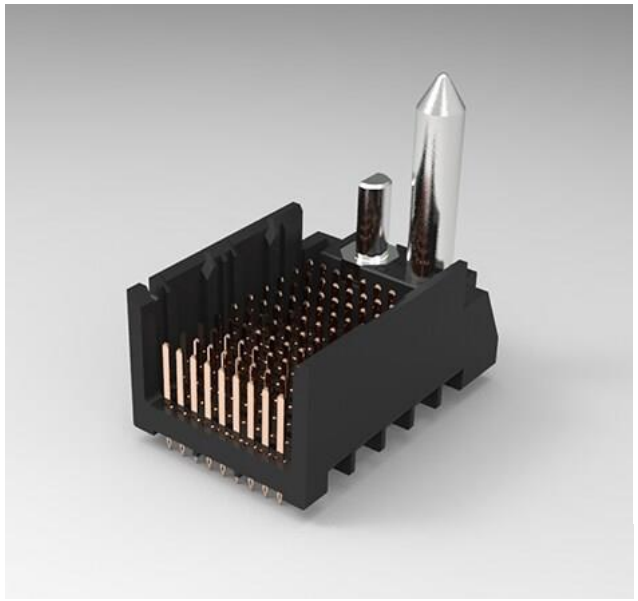
ipc.org

IPC – 9797 标准介绍 内容

- 什么是压接
- 压接工艺的优点
- 压接在汽车行业的应用
- IPC-9797 标准介绍
  - 相关要求
  - 测试
  - 验收

什么是压接

- 一种电子电气连接方式，只限于通孔连接方式
  - 焊接连接，压接连接，键合等...
- 通常用于连接器和PCB（PCBA）的连接
- 通过手动或自动压接机将连接器压入PCB (PCBA)
- 压接连接器的针有固态和柔性两种
- 针与孔壁接触，实现电气和信号的连接



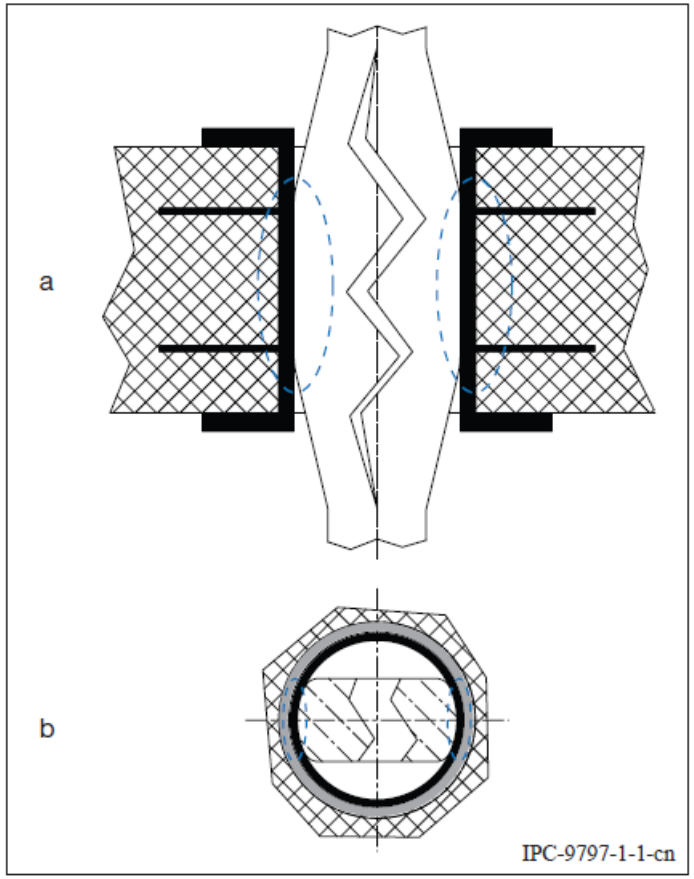
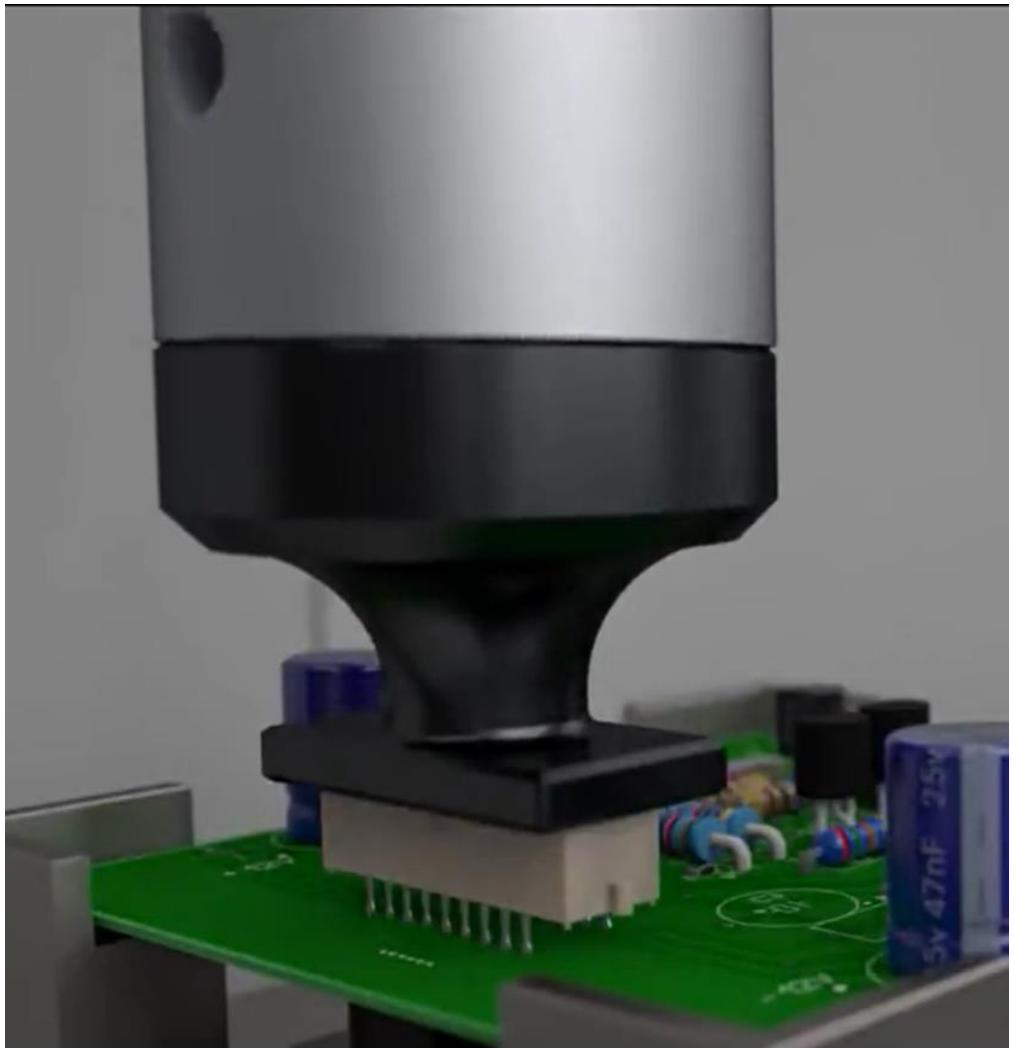
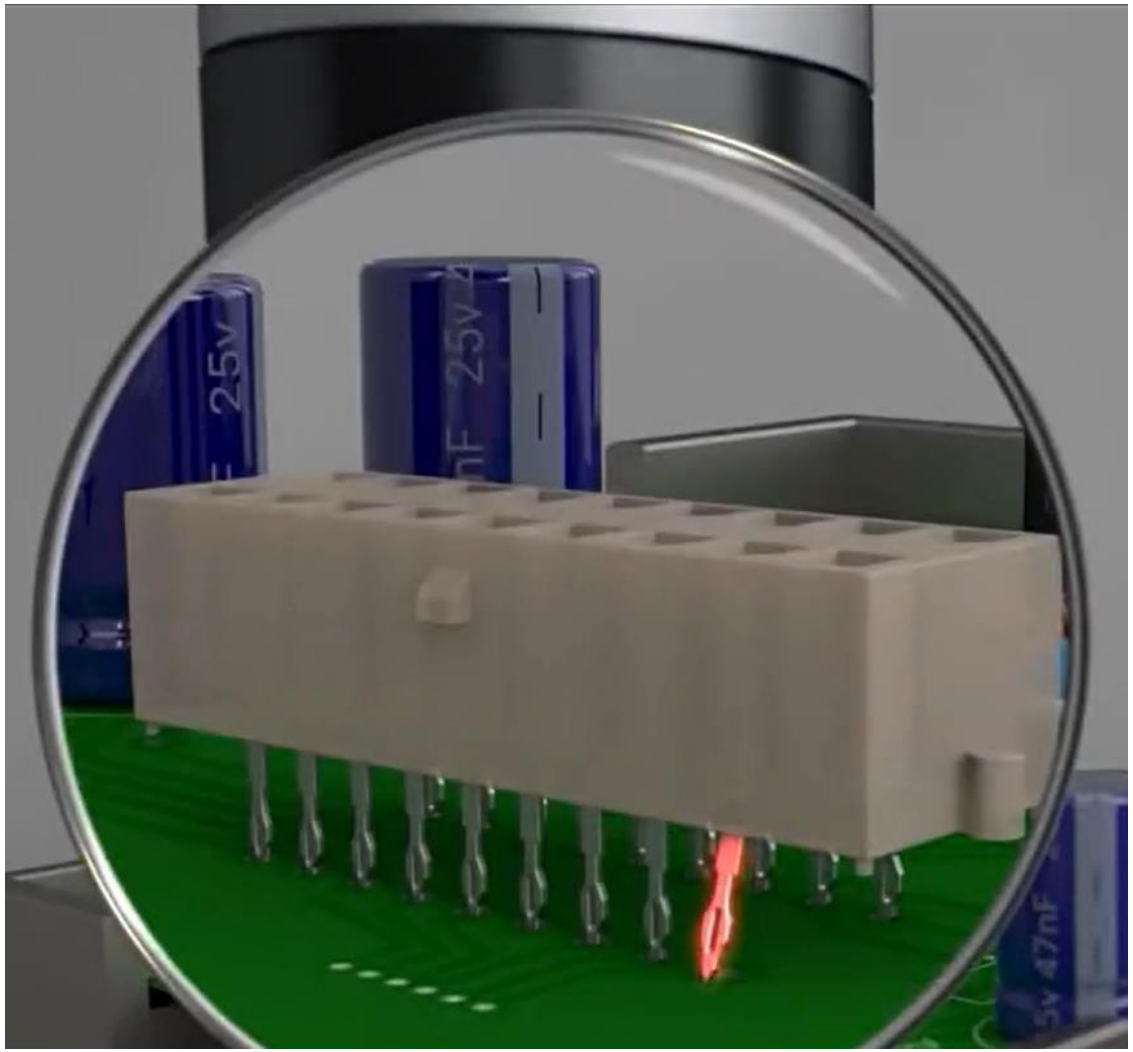


图 1-1　柔性压接连接的纵向（a）和横向（b）截面示意图。
接触线以椭圆虚线突出显示。

什么是压接





2. 压接工艺的优点

压接连接可靠性更高

- 不会由于长时间工作而产生性能下降
- 工作温度范围更宽：零下40度到零上150度
- 对PCB无热损伤
- 无焊接的缺陷及助焊剂残留
- 金属间的紧密连接

工艺窗口更宽

- 无关板厚度
- 只需要考虑针尺寸及PTH孔径
- 更简单的检验手段

低成本

- 更少的设备（无需AOI, 波峰焊/选择焊，）
- 更少的材料（无焊锡及助焊剂）及影响
- PCB布局更方便

压接在汽车行业的应用

- 汽车行业的电子部件成本占比：
  - 30% - 60%+
  - EV 电子部件占比比常规乘用车商用车的电子部件更高
- 压接连接逐步替代了部分通孔焊接连接工艺
- 汽车电子压接应用
  - 引擎控制单元，安全气囊控制器、传感器、刹车控制系统
- 压接工艺将会在汽车及高可靠性行业应用越来越多

BUILD ELECTRONICS BETTER

IPC-9797
符合汽车应用要求及其他高可靠性应用要求的压接标准

IPC-9797标准介绍

- 范围： 规定了印制板柔性压接技术的特性、鉴定和验收要求的实践方法。涵盖了旨在诸如用于汽车及航空航天的恶劣环境下的高可靠性应用的制造性和可靠性需求。

- 目的： 标准规定了印制板柔性压接技术的特性、鉴定和验收要求的实践方法。

- 标准由压接相关的要求、测试、验收这几个方面构成

- 推出力　以恒定的位移速率从插入侧推柔性压接区尖端，使柔性压接区从其指定的插入位置向插入的反方向不可逆地退出所需的轴向力。

- 拉出力　以恒定的位移速率从插入侧拉针，使柔性压接区从指定的插入位置向插入的反方向不可逆地退出所需的轴向力。

IPC-9797 相关要求

压接针的要求

- 设计要求
  - 压接针柔性截面对角线/宽度，插入深度，合金成分，基材厚度及公差，表面镀层厚度、合金成分及公差、电镀方式…
  - 按照IPC-TM-650 测试方法2.6.27，经过两次再流处理的参考印制板上获得的推入力的最小值和最大值
  - 按照IPC-TM-650 测试方法2.6.27，经过两次再流处理的参考印制板上获得的最小推出力
  - 按照测试TG-A4 获得的弹力曲线（见4.2.4，图4-2，典型弹力图和修正曲线）

表 3-1　常见压接应用示例

标称带材厚度，mm [in]	标称镀覆孔直径（经表面处理），mm [in]
0.4 [0.016]	0.6 [0.024]
0.6 [0.024]	1.0 [0.039]
0.8 [0.031]	1.5 [0.059]
1.2 [0.047]	2.0 [0.079]

IPC-9797 相关要求

印制板要求

- 参考IPC-2221, IPC-2222, IPC-6012标准相关要求
- 印制板设计要求
  - 板厚
  - 孔粗糙度
  - 最小孔环
  - 镀通孔铜厚
  - 钻孔的相关要求
- 材料要求
- 表面处理

- 柔性压接区鉴定和测试的印制板要求
  - 印制板材料：FR4 或聚酰亚胺，整体厚度1.6 mm [0.063 in] ± 10%。
  - 印制板 Tg ≥ Tmax + 20 K
  - c）印制板铜层
  - d）PTH 铜厚：平均厚度33 - 42µm [0.0013 - 0.0016 in]。
  - e）最小镀孔尺寸及最大镀孔尺寸
  - f）最小、标称和最大镀孔直径的目标公差： ± 0.015 mm [0.0006 in]。
  - g）钻头尺寸必须经过调整以达到最小、标称和最大PTH 尺寸。
  - h）印制板测试布局必须支持4.3.4 中规定的电气阻抗测量。
  - i）蚀刻后典型孔环：0.15 - 0.30 mm [0.006 - 0.019 in]。

IPC-9797 相关要求

Alloy	UNS No.	Temper (strength)	Min. Yield Strength [MPa]	Electrical Conductivity [MS/m] ([%IACS])	Relaxation Resistance
Phosphor Bronze					
CuSn4	C51100	R480-R540	440-510	7.5 – 13 (13 – 22)	Fair
CuSn5	C51000	R490-R540	450-520		Fair
CuSn6	C51900	R420-R640	360-610		Fair
Highly Conductive Alloys					
CuCrSiTi	C18070	R460-R530	400-460	46 – 50 (79 – 86)	Excellent
CuCrAgFeTiSi	C18080	TR08-R540	500-520		Excellent
CuCrZr	C18150/ C18400	R480-R540	440-500		Excellent

压接连接器常用的铜合金及其性能

PCB孔径要求

Nominal Drill Diameter, mm [in]		Hole Diameter Prior to Plating, mm [in]		Average Copper Thickness, mm [in]		Calculated Finished Diameter Range (w/o surface finish), mm [in]	
		Upper Tolerance	Lower Tolerance	Lower Specification	Upper Specification	Upper Tolerance	Lower Tolerance
	1.15 [0.0453]	1.16 [0.0457]	1.14 [0.0449]	0.033 [0.0013]		1.094 [0.0431]	1.074 [0.0423]
1.10 [0.0433]		1.11 [0.0437]	1.09 [0.0429]		0.042 [0.00165]	1.026 [0.0404]	1.006 [0.0396]

IPC-9797 测试

- TG-A：未组装，针和印制板级的检查
- TG-B：力和截面
- TG-C：温度循环
- TG-D：气候，包括腐蚀
- TG-E：振动
- TG-F：晶须
- 表4-1 以不同测试组及其不同步骤，展示了一个完整的鉴定测试序列。

表 4-2 初始鉴定和生产变更所要求的鉴定测试

	TG-A 未组装，针和印制板级的检查	TG-B 力和截面	TG-C 温度循环	TG-D 气候，包括腐蚀	TG-E 振动	TG-F 晶须
柔性压接区的初始鉴定	X	X	X	X	(X)	X
合格的柔性压接区的新材料（成分）	X	X	X	X	(X)	X
合格的柔性压接区的新表面镀层（成分）	X	X	X	X	(X)	X
印制板的新表面镀层	X	X	X	(X)	(X)	(X)
带材供应商变更	X	X				
电镀供应商或电镀化学品供应商变更	X	X				X
电镀位置或生产线变更	X	X				(X)
重新定位冲压工具（不同地点）	X	X				
合格的压接区的新冲压工具	X	X				

X= 测试组是必需的。

(X) = 测试组是可选的。

IPC-9797 测试

表 4-1　测试序列

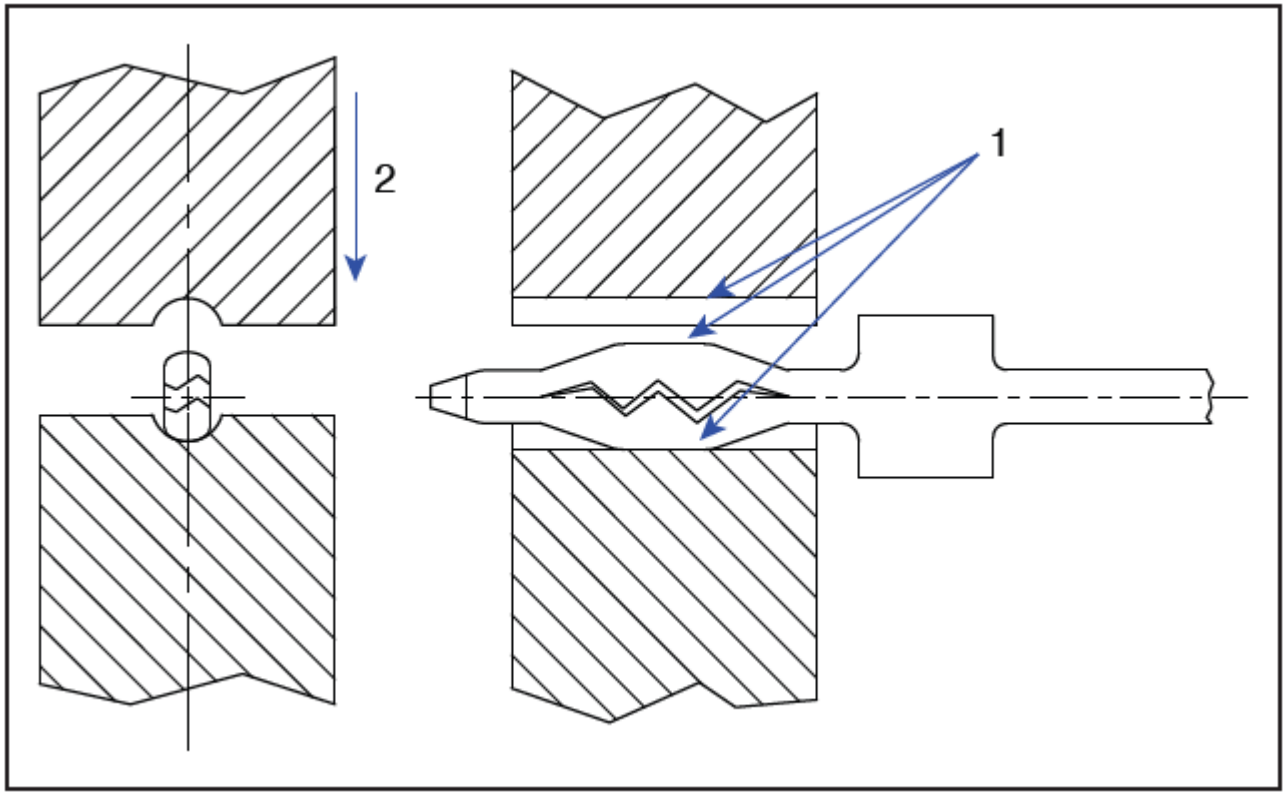
TG A	TG B	TG C	TG D	TG E	TG F
未组装 25 根针 2 块印制板	力和 截面 ≥105根针 ≥ 35，最小/标称/最大PTH	温度 ≥70根针 ≥ 35，最小/最大PTH	气候，包括腐蚀 ≥70根针 ≥ 35，最小/最大PTH	振动 ≥70根针 ≥ 35，最小PTH	晶须试验 ≥200根针 标称孔
A1 *尺寸检查* 5 根针 2 块印制板	**B1** 推入力	**C1** 推入力	**D1** 推入力	**E1** 推入力	**F1** 推入力
A2 *光学检验* 25 根针 2 块印制板	**B2** *贮存* min：室温下24小时 max：室温下168小时	**C2** *贮存* min：室温下24小时	**D2** *贮存* min：室温下24小时	**E2** *贮存* min：室温下24小时	**F2** *贮存* min：室温下2000小时
A3 *附着力测试* 10根针	**B3** *光学检验* 所有的针	**C3** *光学检验* 所有的针	**D3** *光学检验* 所有的针	**E3** *光学检验* 所有的针	**F3** *晶须探测*
A4 *弹性测试* 10根针	**B4** *接触电阻* ≥5，最小/标称/最大PTH	**C4** *接触电阻* ≥5，最小/最大PTH	**D4** *接触电阻* ≥5，最小/最大PTH	**E4** *接触电阻* ≥5，最小/最大PTH	
A5 *截面* 5根针 2块印制板	**B5** *推出力* 20，最小/标称/最大PTH	**C5** *温度循环* 250个循环 T_{min}条件下15分钟 T_{max}条件下15分钟 转换时间＜10 s	**D5** *温度循环* 250个循环 T_{min}条件下15分钟 T_{max}条件下15分钟 转换时间＜10 s	**E5** *耐温性* 250个循环 T_{min}条件下15分钟 T_{max}条件下15分钟 转换时间＜10 s	
	B6 *截面* 最小/标称/最大PTH n = 5 横向 n = 5 纵向	**C6** *光学检验* 所有的针	**D6** *交变湿热* *带霜* 5个循环 95%RH下24小时 T = 25/55/-40 °C [77/131/-40 °F]	**E6** *振动* 参数按ISO16750-3，4.1.2.1.2 z轴正弦和随机振动22小时， 温度按ISO16750-3，4.1.1 T_{max} 作为通用鉴定的约定的长期测试温度	

IPC-9797 测试

- 4.2 未组装检测
  - 尺寸检查 **A1**
  - 表面光学检查 **A2**
  - 附着测试 **A3**
  - 弹力测量 **A4**
  - 针和印制板的截面 **A5**
- 4.3 组装测试
  - 推入力和推出力测试 **B1、C1、D1、E1、F1**
  - 贮存 **B2、C2、D2、E2**
  - 伸出侧和插入侧的光学检验 **B3、C3+C6、D3+D10、E3+E7**
  - 接触电阻 **B4、C4+C7、D4+D11、E4+E8**
  - 推出及推出力测量 **B5、C8、D12、E9**
  - 横向和纵向截面 **B6、C9、D13、E10**

IPC-9797 测试

> 弹力测试



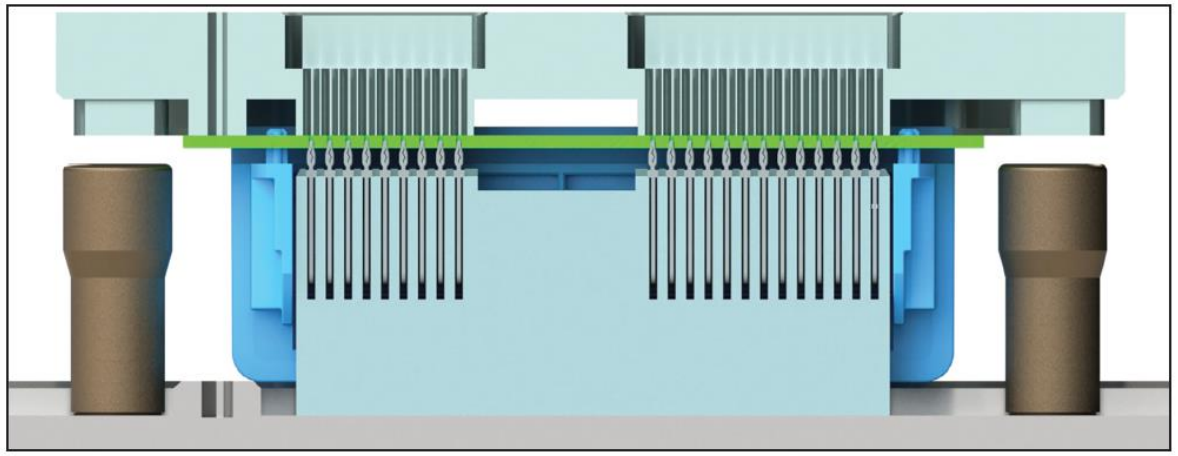
1. 接触面
2. 测试夹具行进方向

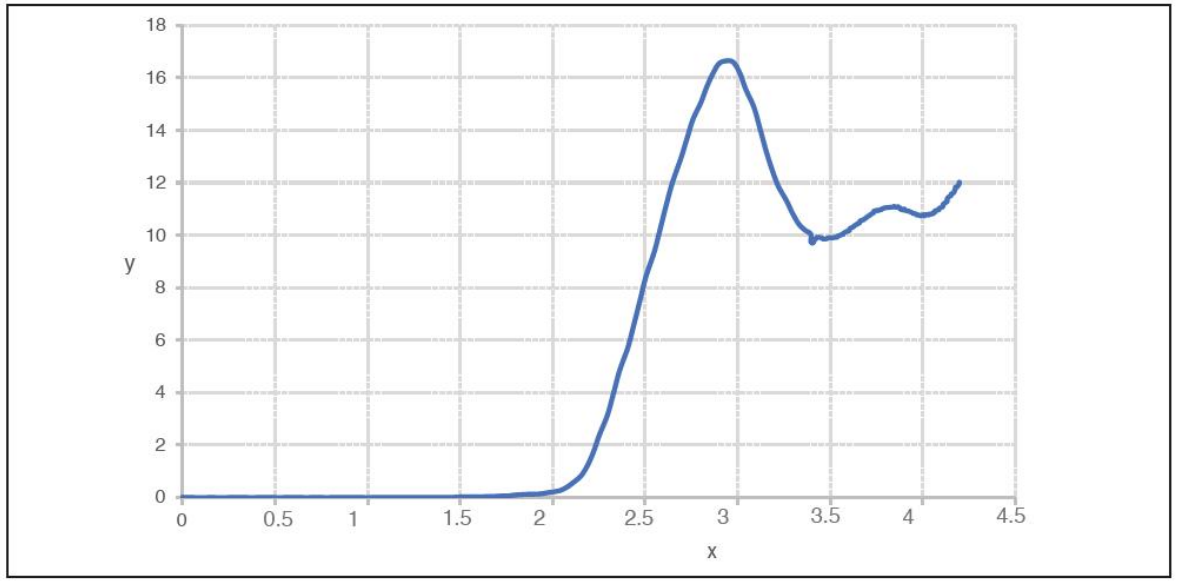
IPC-9797 测试

- 推入力测试

- 上图为匀速推入设备
- 下图为典型的推入力曲线

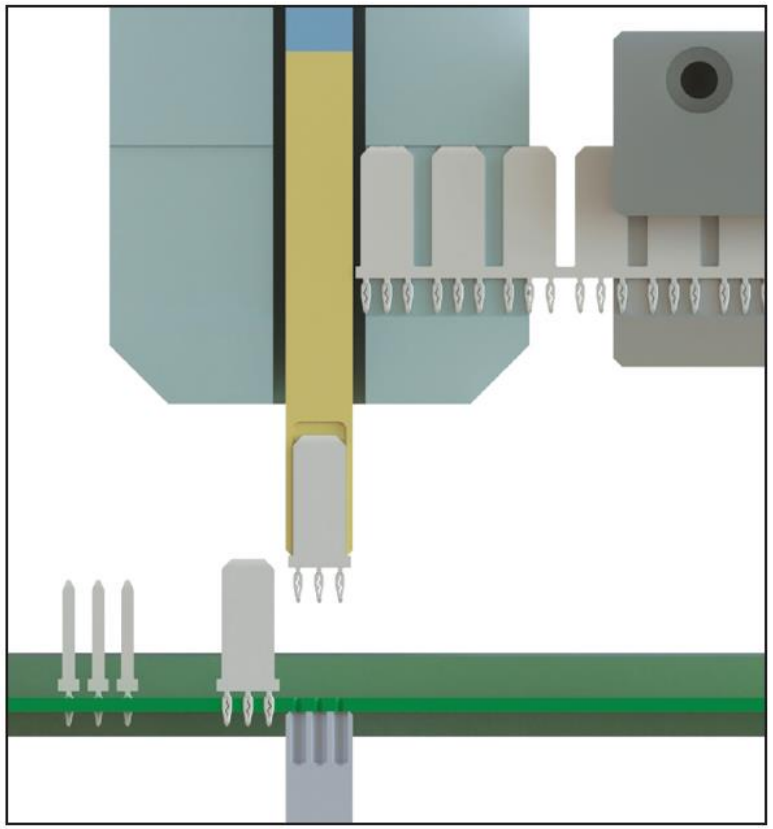
- 下图中的：
  - X为行进距离
  - Y为推入力



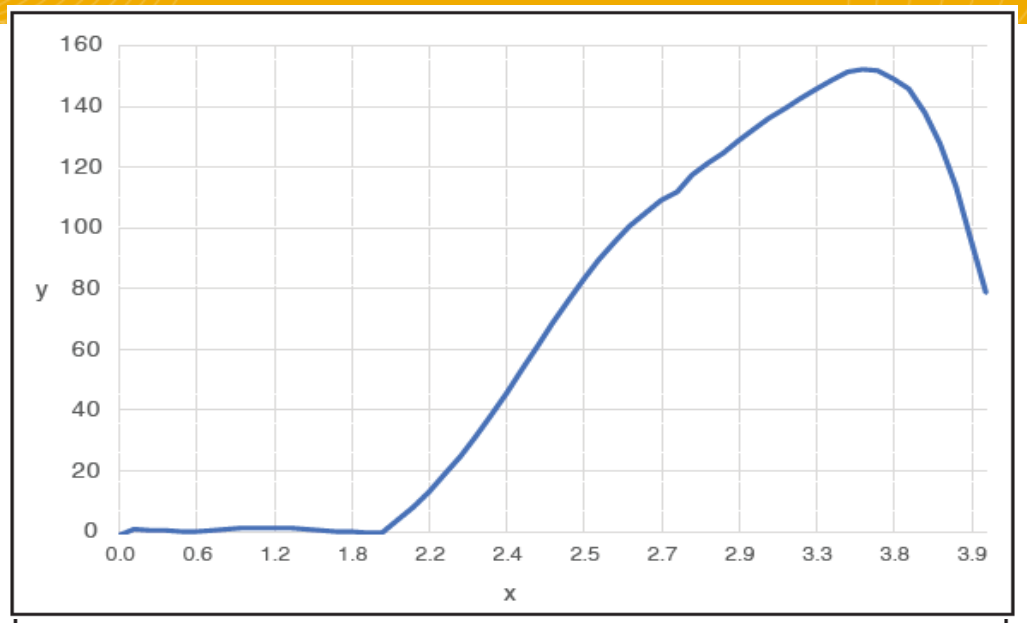


IPC-9797 测试

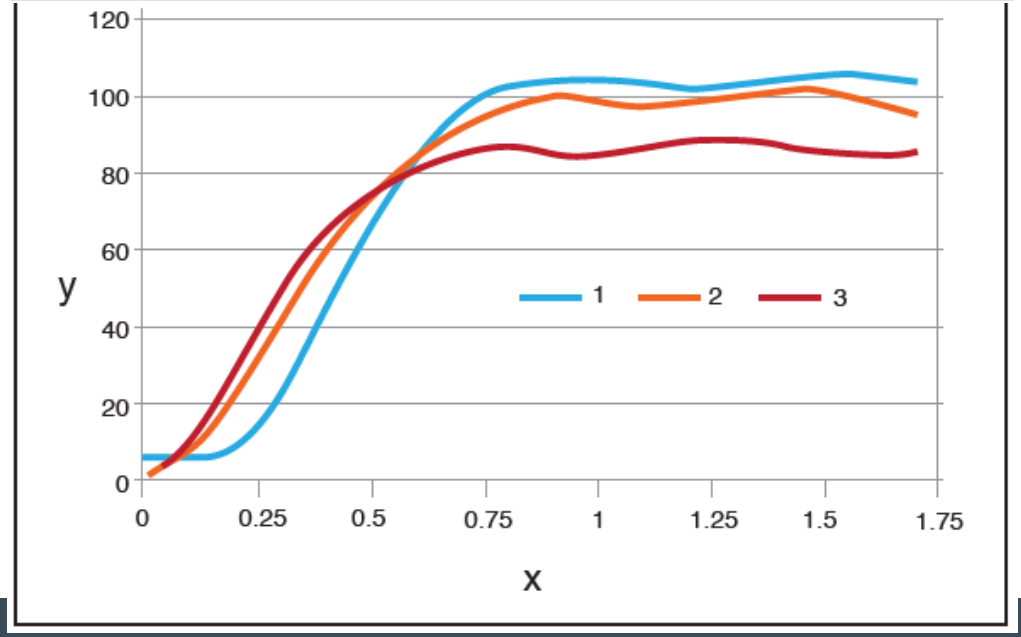
> 推出力测试



快速推出测试设备



典型的推出力曲线
X：行进距离
Y：推出力



三种不同表面镀层所显示的推出力
1. 化学锡
2. OSP1
3. OSP2
X. 行进距离
Y. 推出力

IPC-9797 测试

- 4.4 环境测试
  - 温度循环 **C5、D5、E5**
  - 气候试验顺序 **D6**
  - 高温贮存 **D7**
  - 流动混合气体腐蚀试验 **D8**
  - 振动试验 **E6**
- 4.5 晶须测试
  - 2000 小时存储 **E2**
  - 晶须试验 **D9、F3**

IPC-9797 验收 - 针对各测试组的验收条件

测试组A

> 附着力

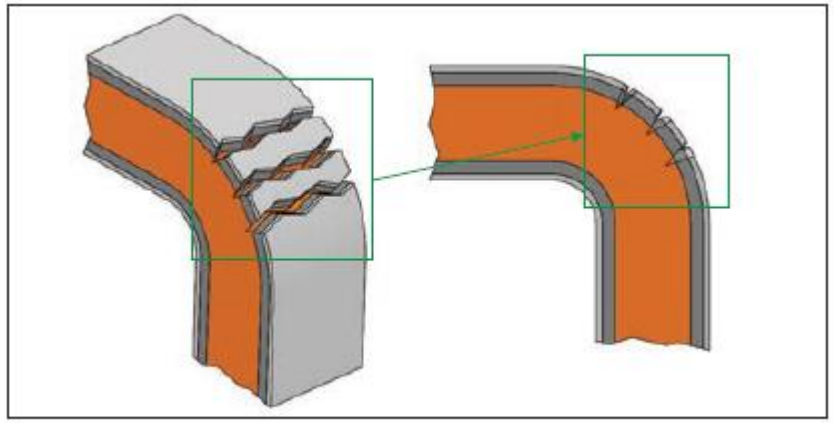


图 5-1

测试组B-E 的验收准则

> 光学检验

图 5-7

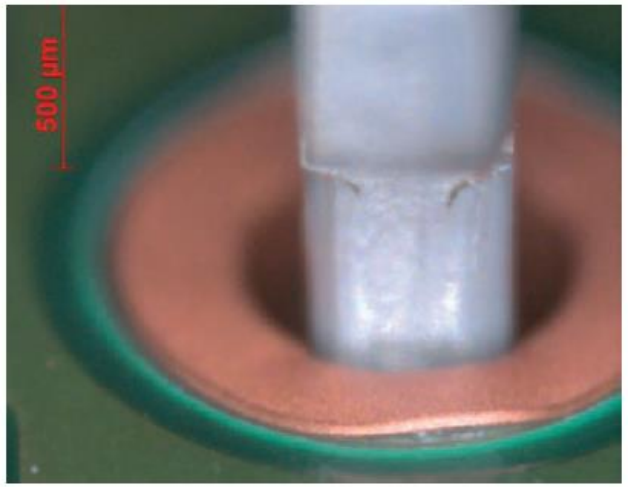


图 5-8

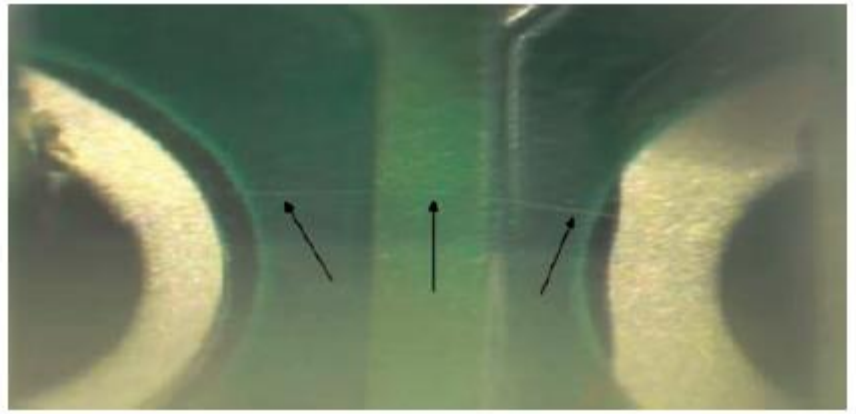
IPC-9797 验收 - 针对各测试组的验收条件

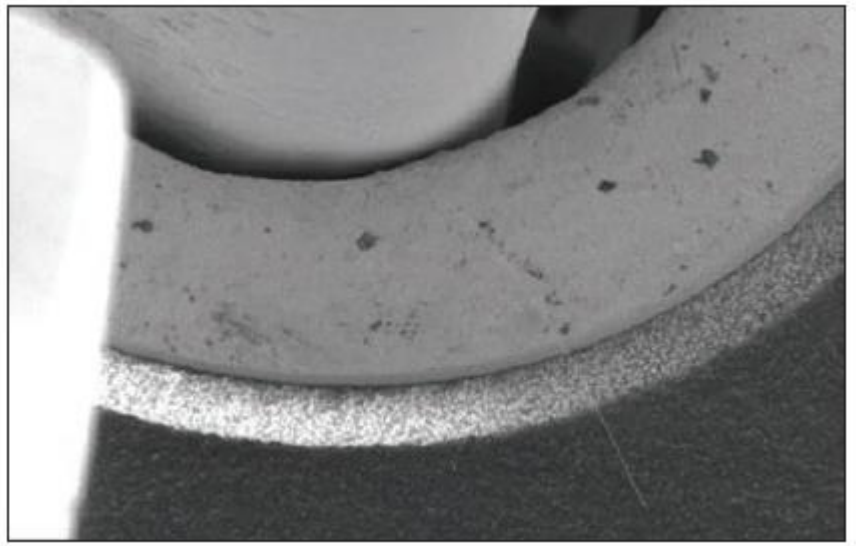
测试组B-E 的验收准则

> 晶须

表 5-1　晶须记录

类别	单个晶须长度	200 根针的晶须数	可接受的 200 根针的晶须数 *
类别 0	<25 μm [984 μin]	如果采用统计分析，则必须记录晶须数	无准则
类别 1	≥ 25 μm [984 μin] <50 μm [0.0019 in]	如果采用统计分析，则必须记录晶须数	无准则
类别 2	≥ 50 μm [0.0019 in] <100 μm [0.0039 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定
类别 3	≥ 100 μm [0.0039 in] <200 μm [0.0079 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定
类别 4	≥ 200 μm [0.0079 in] <400 μm [0.0157 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定
类别 5	≥ 400 μm [0.0157 in] <600 μm [0.0236 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定
类别 6	≥ 600 μm [0.0236 in] <1 000 μm [0.0393 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定
类别 7	≥ 1 000 μm [0.0393 in]	必须记录晶须数	由制造商和供应商协商确定

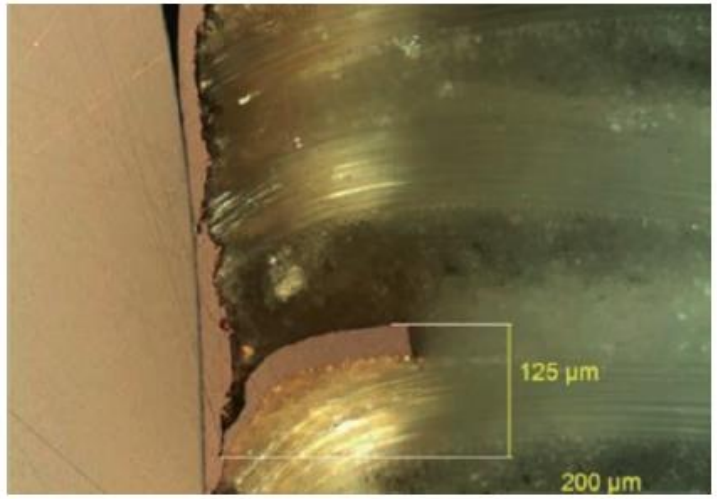


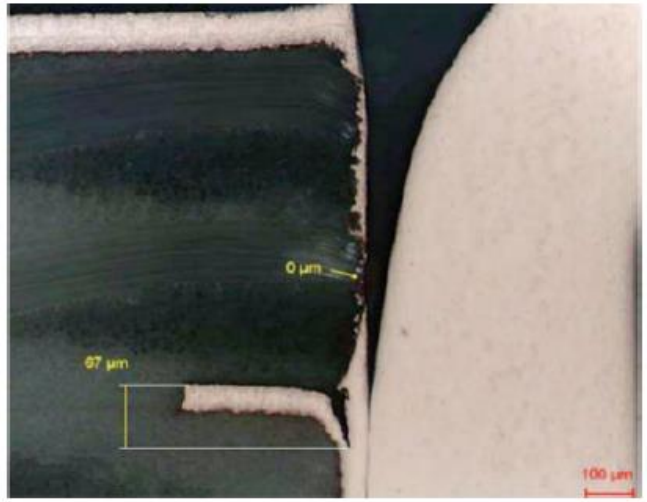


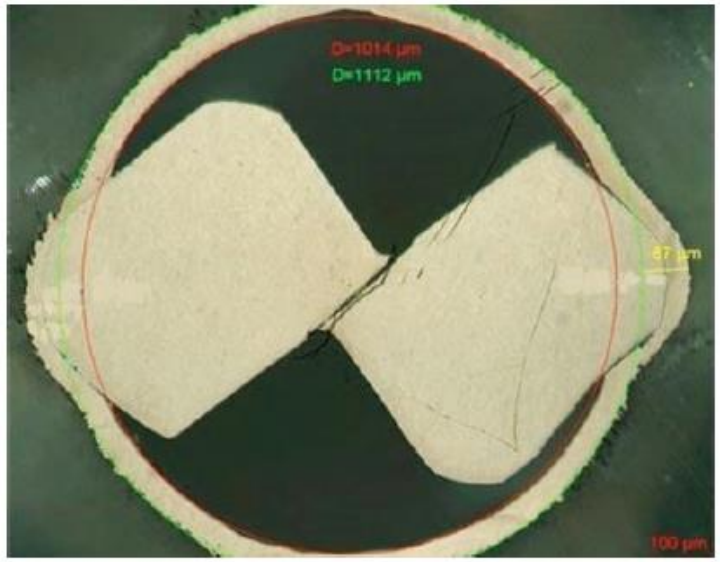
IPC-9797 验收 - 针对各测试组的验收条件

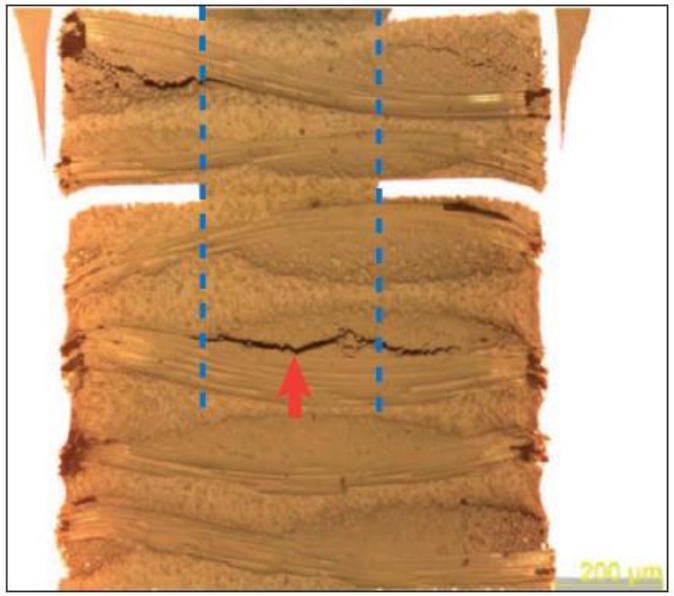
测试组B-E的验收准则

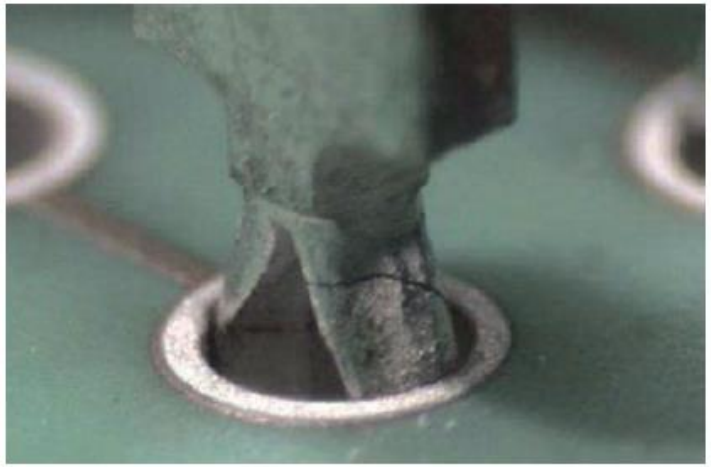
- 截面标准 （通常通过切片观察）
  - 射流效应
  - 横向与纵向铜厚
  - 镀覆孔变形
  - 层压板裂纹
  - 针的柔性压接尾部的裂纹











IPC-9797 验收

推入力和推出力

表 5-2　与标称孔径相关的不同带材厚度的柔性压接区的典型最小推出力

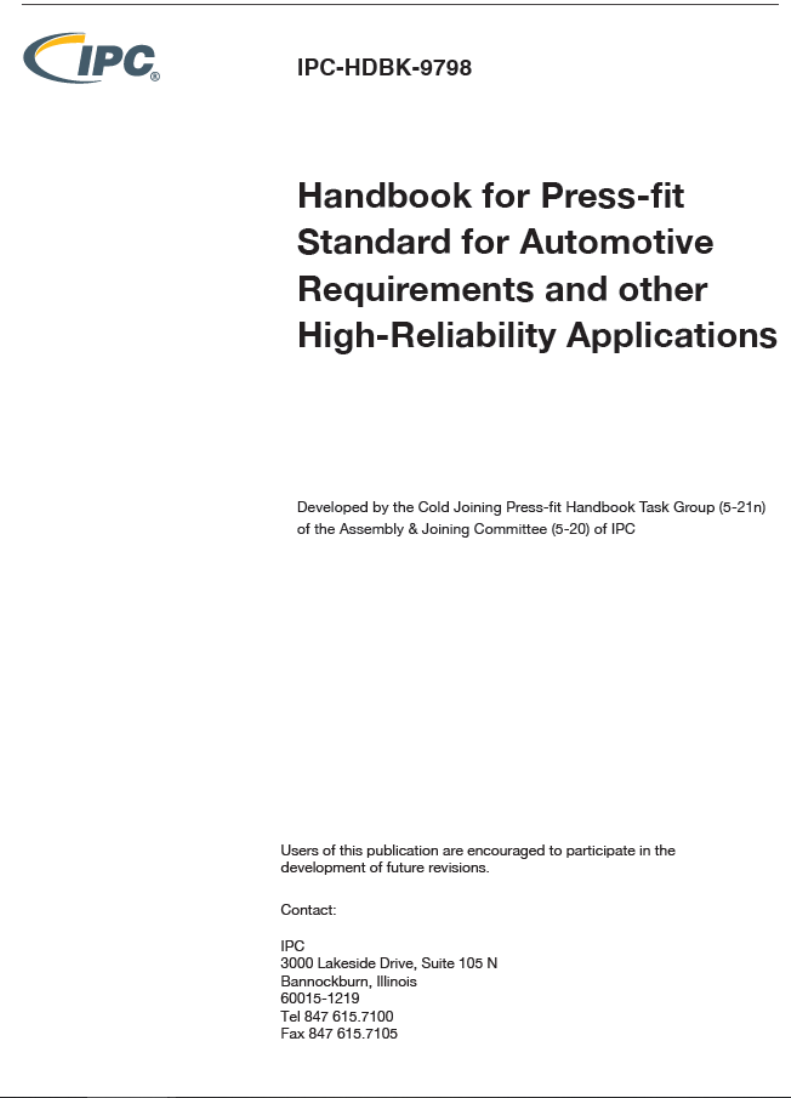
针的带材厚度 [mm]	最小推出力 [N] - 初始（测试组 B）	最小推出力 [N] - 测试后（测试组 C-E）
0.4	15	10
0.6	30	20
0.8	40	25
1.2	50	30

接触电阻

不超过300 μΩ

IPC-HDBK-9798

- 更多压接工艺在汽车及高可靠性的产品应用要求，请参考IPC-HDBK-9798



IPC-HDBK-9798

Handbook for Press-fit Standard for Automotive Requirements and other High-Reliability Applications

Developed by the Cold Joining Press-fit Handbook Task Group (5-21n) of the Assembly & Joining Committee (5-20) of IPC

Users of this publication are encouraged to participate in the development of future revisions.

Contact:

IPC
3000 Lakeside Drive, Suite 105 N
Bannockburn, Illinois
60015-1219
Tel 847 615.7100
Fax 847 615.7105

感谢！

Leo Yang

Standard Development Manager

mailto: leoyang@ipc.org