

联益科技Semi-Flex PCB产品介绍

2025/12

目录

- 1.半挠性(Semi-Flex)PCB介绍
- 2.控深锣流程介绍
- 3.UG控深锣技术能力参数
- 4.控深锣PCB可靠性测试
- 5.UG控深锣PCB展示

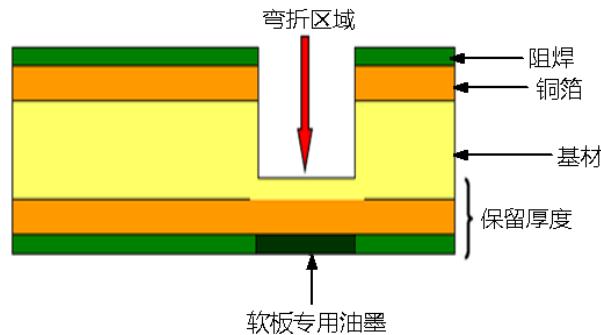
1) 半挠性(Semi-Flex)PCB介绍

1. 定义：

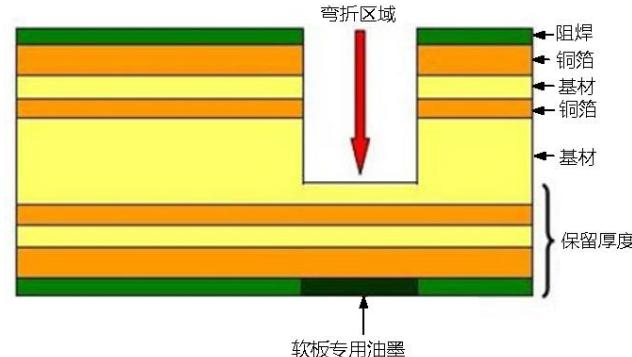
Semi-flex半柔性PCB制造使用的基材为传统刚性FR4，是在标准的硬板加工过程中结合控深铣削加工或刚挠板加工技术（铣开盖或开通窗等）把中间需要弯折的地方铣薄，获得的一种用于静态弯折领域的PCB。

2. 常见类型：

a) 弯折区保留一层铜



b) 弯折区保留二层铜

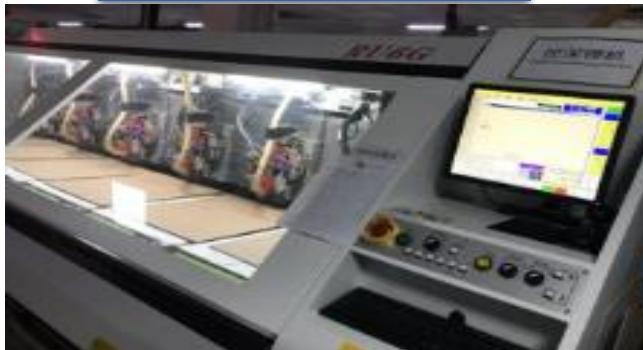
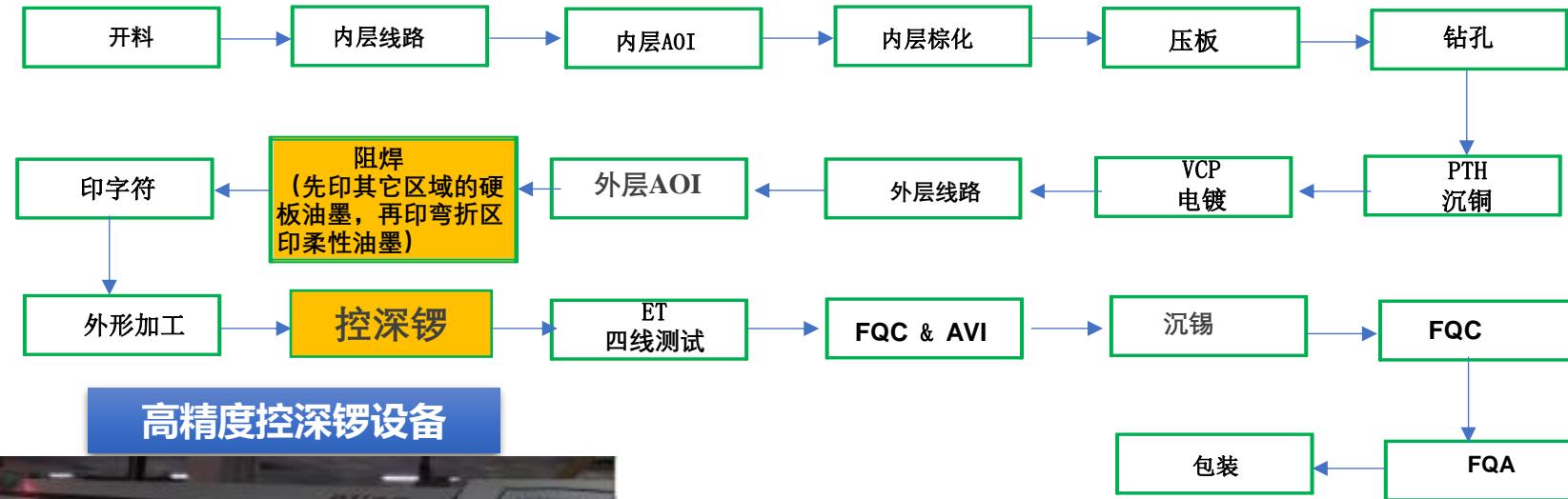


3. 制作方法：(具体流程见下页)

采用控深锣工艺：先按正常流程加工出PCB，然后把中间需要弯折的地方采用专用控深锣机铣薄，保留需要的厚度。

2) 控深锣流程介绍

控深锣：先按正常流程加工出PCB，然后把中间需要弯折的地方采用专用高精度控深锣机铣薄，保留需要的厚度，生产流程比传统硬板PCB多了控深锣流程。

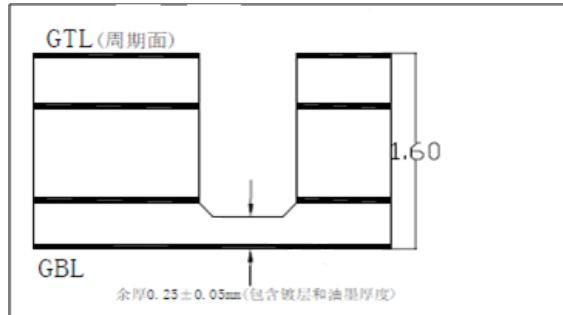


3) 联益半软板技术研究

- 试板基板信息

图示	上层	下层	连通	上残铜	下残铜	代号	规格	数量
	L1						CU0078 HDZ 宽幅51inch/1295m 1	
							PP0848 2116 RC58% 49.5*300m 1	
							PP0847 1080 RC68% 49.5*300m 1	
							PP0848 2116 RC58% 49.5*300m 1	
	L2	L3	57	57			NC2530 FR4 0.70mm 1/1 41*491	
							PP0848 2116 RC58% 49.5*300m 1	
							PP0847 1080 RC68% 49.5*300m 1	
							PP0848 2116 RC58% 49.5*300m 1	
	L4						CU0078 HDZ 宽幅51inch/1295m 1	

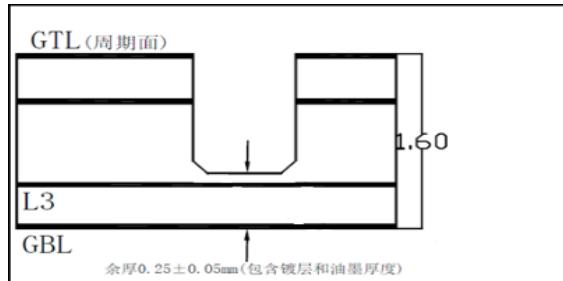
弯折区单层铜
→



余厚:0.25+/-0.0mm

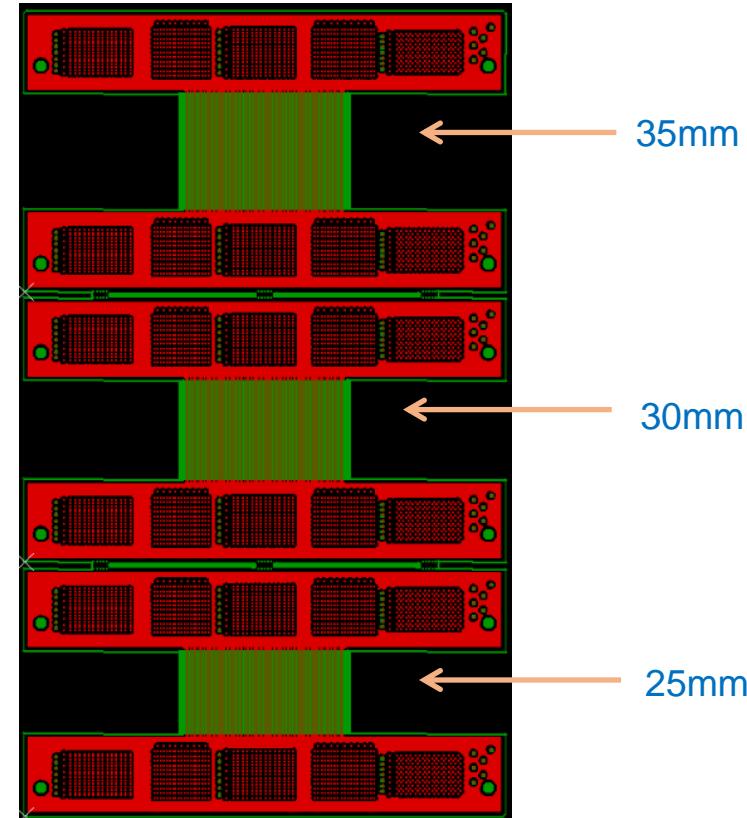
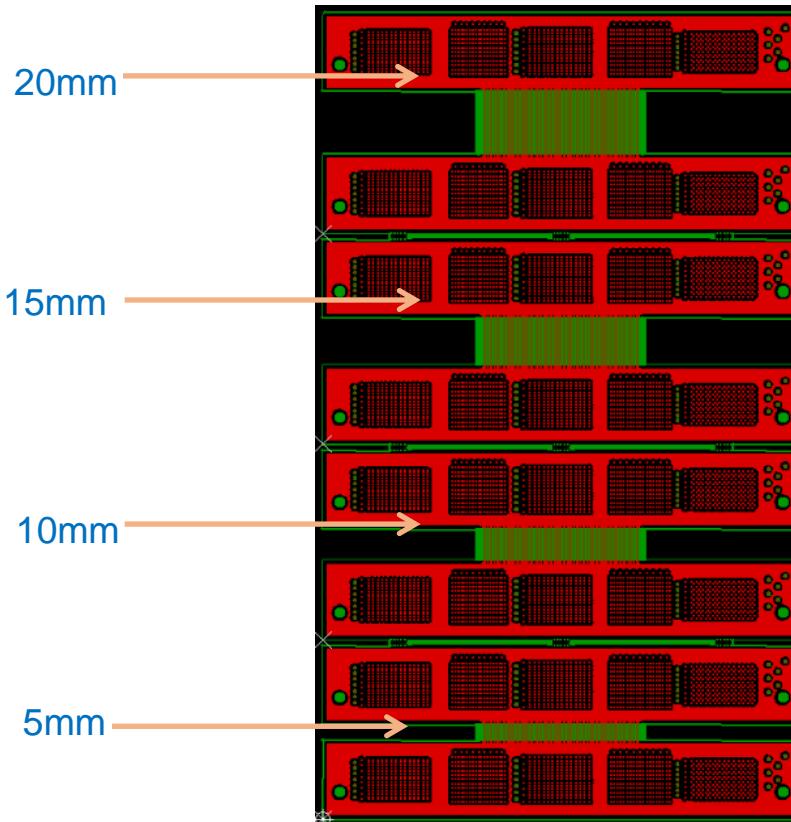
外部导入								
< 左翻页 > 右翻页								
图示	上层	下层	连通	上残铜	下残铜	代号	规格	数量
	L1						CU0078 HDZ 宽幅51inch/1295m 1	
							PP0916 106 RC70% 49.5*300m 1	
							PP0916 106 RC70% 49.5*300m 1	
	L2	L3	50	64			NC2537 FR4 1.30mm 2/2 41*491	
							PP0916 106 RC70% 49.5*300m 1	
							PP0916 106 RC70% 49.5*300m 1	
	L4						CU0078 HDZ 宽幅51inch/1295m 1	

弯折区双层铜
→



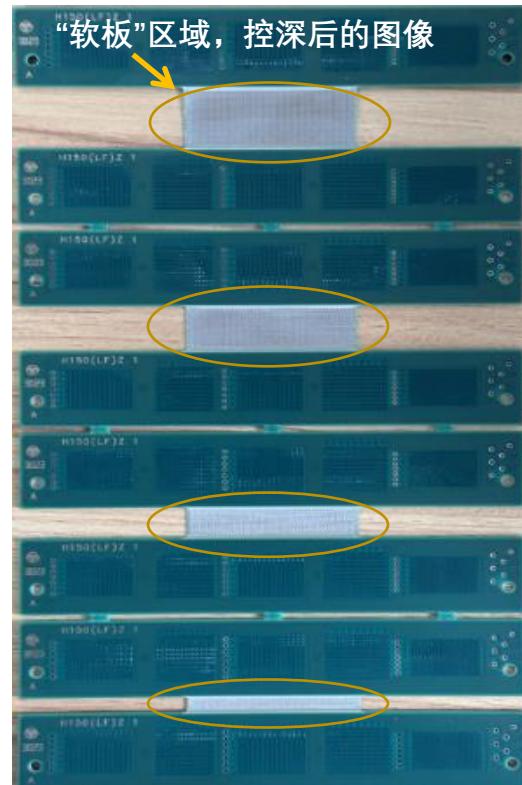
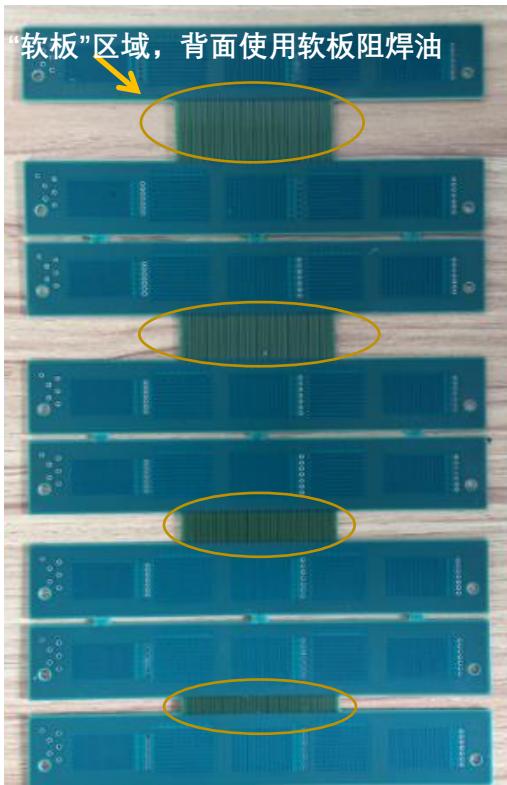
3) 联益半软板技术研究

Gerber设计图形



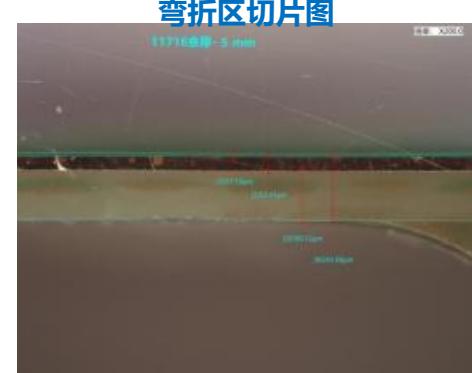
3)联益半软板技术研究

- 关键控制—弯折区控深

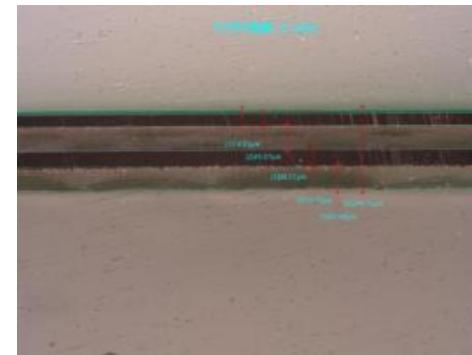


深圳联益精密线路有限公司

单层铜



双层铜



3)联益半软板技术研究

• 弯折区余厚CPK数据

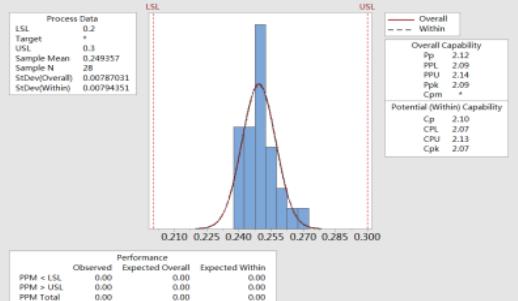
余厚 (0.25±0.05mm)	料号					
	11716	11717	11757	11758	11760	11761
1	0.243	0.253	0.246	0.256	0.260	0.264
2	0.250	0.267	0.252	0.249	0.251	0.263
3	0.251	0.253	0.245	0.247	0.259	0.259
4	0.254	0.260	0.256	0.254	0.254	0.261
5	0.269	0.270	0.262	0.259	0.269	0.258
6	0.266	0.264	0.257	0.267	0.261	0.263
7	0.258	0.257	0.265	0.261	0.253	0.256
8	0.248	0.252	0.252	0.242	0.243	0.245
9	0.249	0.255	0.268	0.258	0.235	0.252
10	0.256	0.248	0.258	0.262	0.238	0.260
11	0.252	0.245	0.256	0.264	0.256	0.249
12	0.255	0.238	0.248	0.256	0.258	0.248
13	0.248	0.244	0.256	0.255	0.262	0.256
14	0.245	0.255	0.253	0.248	0.248	0.252
15	0.238	0.248	0.254	0.249	0.250	0.262
16	0.245	0.242	0.262	0.256	0.252	0.260
17	0.252	0.240	0.258	0.252	0.260	0.258
18	0.260	0.258	0.245	0.255	0.249	0.252
19	0.249	0.245	0.252	0.248	0.248	0.255
20	0.248	0.252	0.260	0.245	0.245	0.248
21	0.245	0.239	0.249	0.238	0.260	0.245
22	0.242	0.238	0.248	0.246	0.262	0.238
23	0.238	0.245	0.245	0.238	0.252	0.245
24	0.243	0.252	0.252	0.243	0.255	0.238
25	0.239	0.260	0.255	0.244	0.248	0.236
26	0.248	0.249	0.248	0.252	0.245	0.240
27	0.238	0.248	0.245	0.248	0.238	0.242
28	0.253	0.245	0.238	0.245	0.245	0.245
最小值	0.238	0.238	0.238	0.238	0.235	0.236
最大值	0.269	0.270	0.268	0.267	0.269	0.264
Cpk	2.07	1.90	2.23	2.12	1.92	1.86

*** 以上数据表明标称值范围在0.235mm至0.270mm之间，最大差值为0.035mm，验证了设备工艺能力满足±0.05mm公差要求。

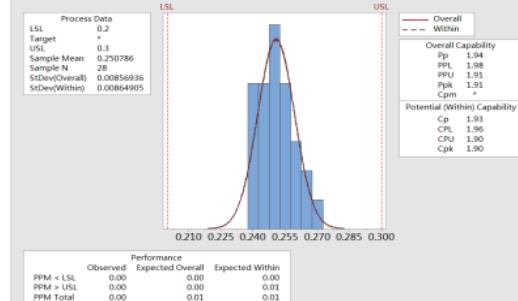
3) 联益半软板技术研究

- 弯折区余厚CPK数据

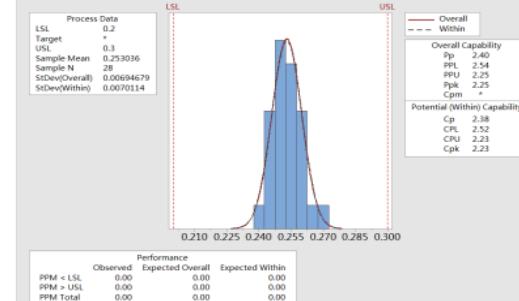
Process Capability Report for 11716



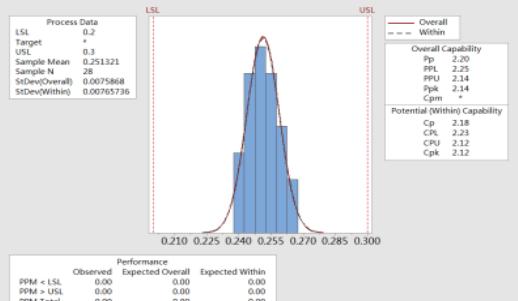
Process Capability Report for 11717



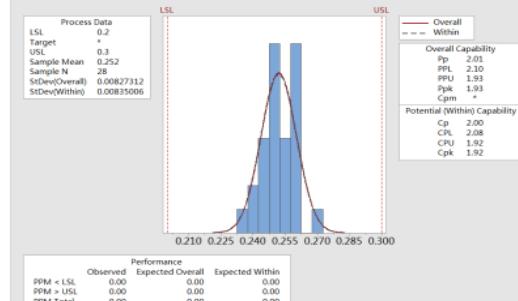
Process Capability Report for 11757



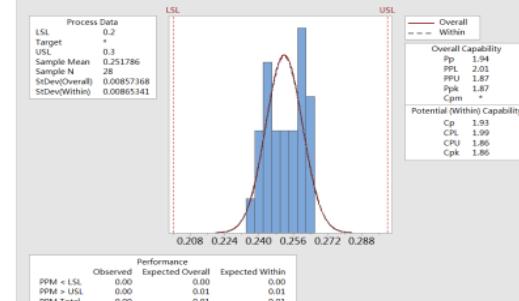
Process Capability Report for 11758



Process Capability Report for 11760



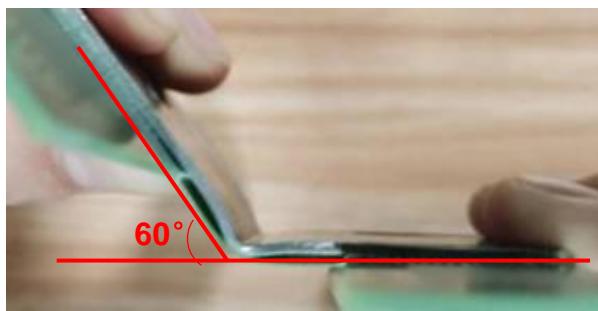
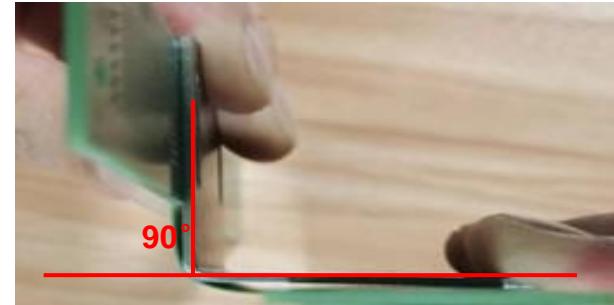
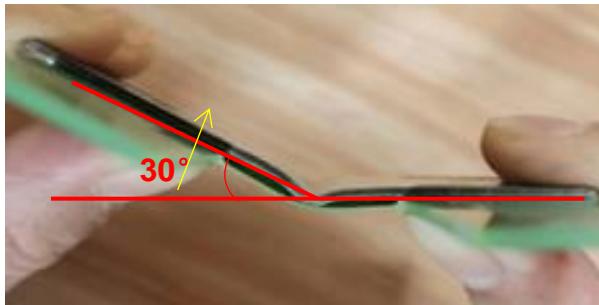
Process Capability Report for 11761



注:Cpk数据显示弯曲区剩余厚度可以满足要求。

- 弯折测试

如下图所示，分别使用 30° 、 60° 、 90° 和 120° 四种模具进行测试。



弯折方法：

先将PCB一侧紧贴在模具上，将另一部分PCB从水平线用手紧贴在模具的另一侧，开始弯曲，如图所示，即完成一次弯折。

3)联益半软板技术研究

- 弯折测试



Item 序号	PN 型号	Laminate 板材	Conductive Layer 铜层	Remain thickness part prepreg structure 余厚度部分 + 固化片结构	Bending Angle 弯曲角度	5mm	10mm	15mm	20mm	25mm	30mm	35mm	
1	11716	A	One Conductive layer 一层铜	Copper +2116+1080	30°	40	45	50	50	50	50	50	
					60°	32	50	50	50	50	50	50	
					90°	18	35	50	50	50	50	50	
					120°	0	20	36	50	50	50	50	
2	11717		Two Conductive layer 二层铜	Copper+ 106+106+ 20Z copper +106	30°	25	/50	50	50	50	50	50	
					60°	7	50	50	50	50	50	50	
					90°	0	15	50	50	50	50	50	
					120°	0	8	16	50	50	50	50	
3	11757	B	One Conductive layer 一层铜	Copper + 2116+1080	30°	38	50	50	50	50	50	50	
					60°	30	50	50	50	50	50	50	
					90°	8	50	50	50	50	50	50	
					120°	0	32	40	50	50	50	50	
4	11760	B	Two Conductive layer 二层铜	Copper + 106+106+copper +106	30°	22	50	50	50	50	50	50	
					60°	8	50	50	50	50	50	50	
					90°	0/0	50	50	50	50	50	50	
					120°	0	15	28	50	50	50	50	
5	11758	C	One Conductive layer 一层铜	Copper + 2116+ 1080+	30°	32	50	50	50	50	50	50	
					60°	11	50	50	50	50	50	50	
					90°	0/0	50	50	50	50	50	50	
					120°	0	10	22	50	50	50	50	
6	11761	C	Two Conductive layer 二层铜	Copper + 106+106+2 OZ copper +106	30°	13	33	50	50	50	50	50	
					60°	2	14	50	50	50	50	50	
					90°	0/0	0/0	50	50	50	50	50	
					120°	0/0	0/0	13	50	50	50	50	

备注：弯折结果由人判断

深圳联益精密线路有限公司

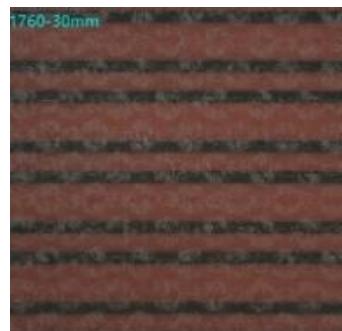
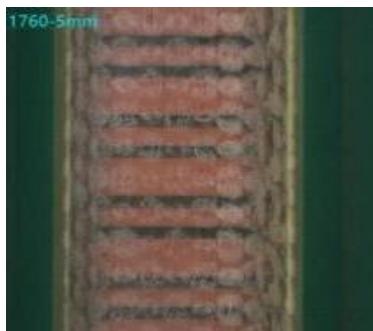
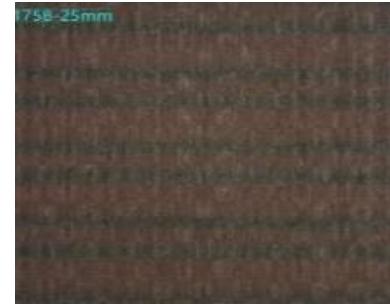
3)联益半软板技术研究

弯曲试验注意事项

- 1、弯曲试验的合格判断:弯曲时无声音，弯曲后裸眼观察无裂纹。
- 2、相比于15毫米的弯曲长度，弯曲长度为5mm、10mm的弯曲次数大大降低; 弯曲角度越小，抗弯曲次数越多。
- 3、弯曲部分中的固化片类型，对弯曲性能至关重要。如果是双面PCB板，其叠构通常由7628半固化片组成，其弯曲性能不及由 2116、1080或106等较薄的固化片组成的余厚，需要通过加长弯折区宽度即弯折半径来提高弯折角度。
- 4、弯曲测试借助于弯曲工具。理论上越大的工具内角越有利于弯曲结果。此测试当中的工具不是通过精确设计和制作所得，弯曲方向是为了配合工具。实际应用中需要注意弯曲过程中的有效支撑有利于良好的弯曲结果的获得。

3)联益半软板技术研究

弯折后玻纤布外观检查



弯折测试后，目视检查未发现基材表面有折断或裂纹迹象。

3) UG控深锣技术能力参数

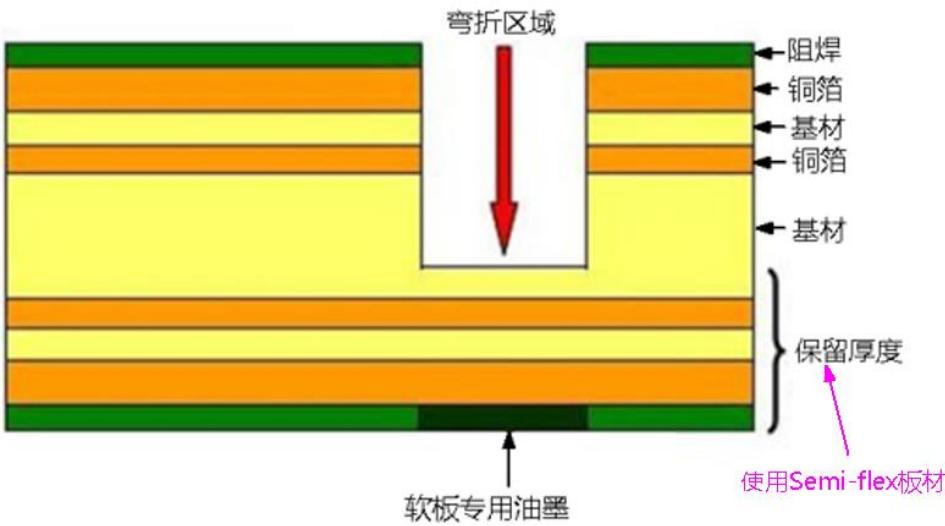
1. Semi-Flex PCB技术能力

Semi-Flex PCB 控制点	Semi-Flex PCB 技术能力
层数	$\leq 16L$, 弯折区1-2层
材料	FR4 + 弯折区域所在的层使用Semi-flex板材（弯折次数 > 10次时建议使用）+软板油墨(弯折部分使用) FR4 + Flex solder mask软板油墨
弯折能力	根据不同的板材及叠层P片设计可实现弯折 0-180°, 弯折次数最大50次.
弯折区厚度公差	$\pm 0.05\text{mm}$, $\text{CPK} \geq 1.67$
表面处理	OSP, ENIG, Gold finger, 沉银, 沉锡, HAL

3) UG控深锣技术能力参数

2. 弯折次数 > 10次时弯折区域所在的层使用Semi-flex板材

弯折区域所在的层使用Semi-flex专用板材（其它层还是使用普通FR4的材料），再印刷一层软板专用油墨，增强弯折能力



我司使用的Semi-flex板材为生益SB170G，具体规格书截图如下供参考：

Test Items	Treatment Condition	Unit	Typical Value
Tg	DMA	°C	170
Peel strength (HOz)	A	N/mm	1.2
Flammability	C-48/23/50 and E-24/125	Rating	V-0
Td	Wt5% loss	°C	370
T288	TMA	min	>60
Thermal Stress	288°C, solder dip	Sec.	>300
Tensile strength	A	Mpa	486
Tensile modulus	A	Gpa	22.8
Water Absorption	D-24/23	%	0.4
CTE (Z-axis)	Before Tg	PPM/°C	80
	After Tg	PPM/°C	300

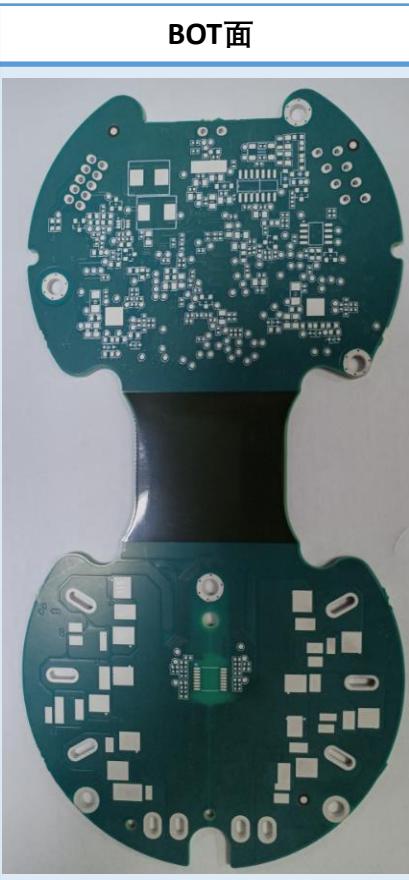
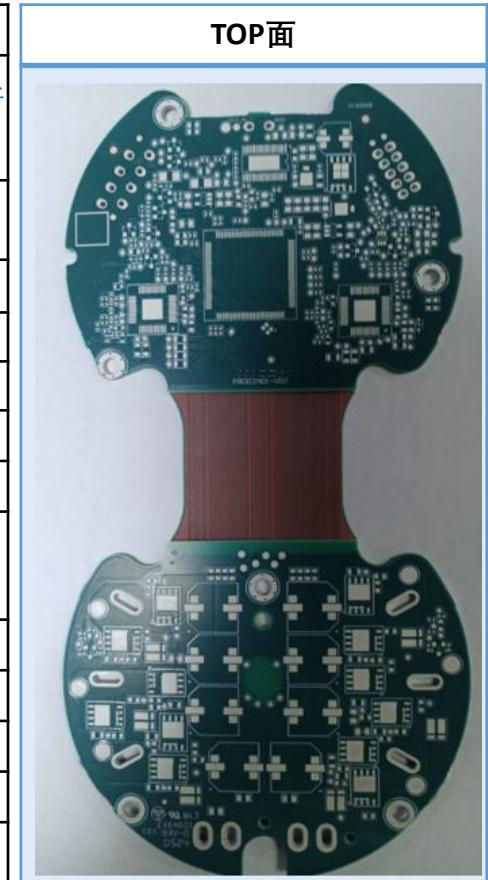
Test specimen: 0.6mm RC74%)

生益科技@copyright

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

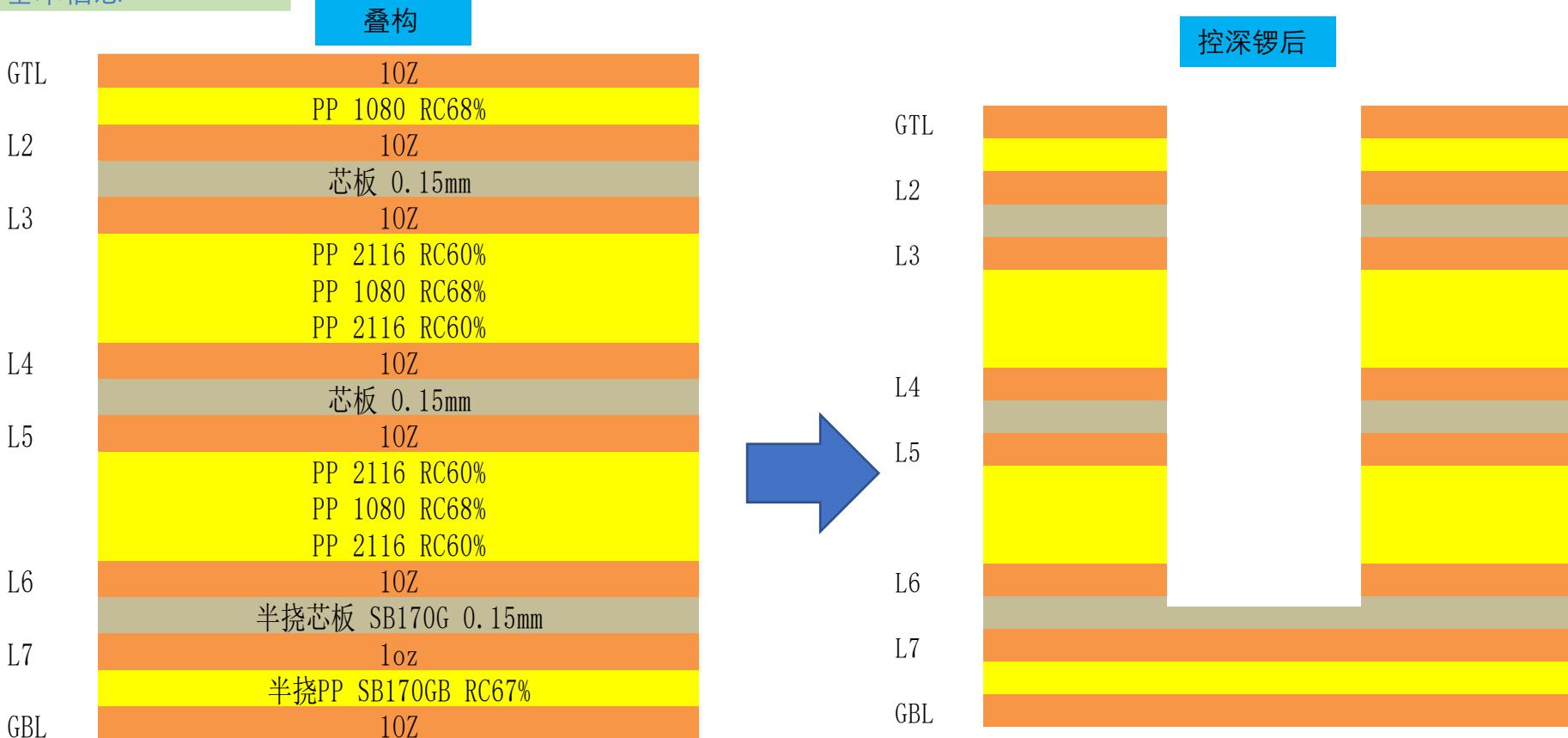
1. 基本信息

项目	设计信息	设计参数
材料	板材及型号	生益S1000H+生益SB170半挠材料混压（弯折保留层）
	防焊油墨型号	PSR-4000MH哑绿，半挠区使用PSR-9000 FLX501软板油墨
结构	保留层	L7层, L8层
	余厚	0.25+/-0.05mm (使用控深锣工艺)
	安全弯折承受次数	≥20次
	PCB厚度	1.6mm±10%
	PCB层数	8L
	PCB铜厚	内层: 1OZ 外层: 1OZ (完成) 孔铜: ≥20um (EQ确认)
通孔	最小孔径	0.20mm
线宽线距	内层	0.20/0.15mm
	外层	0.20/0.15mm
表面处理	类型	化锡
	规格	0.8-1.2um



4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

1. 基本信息



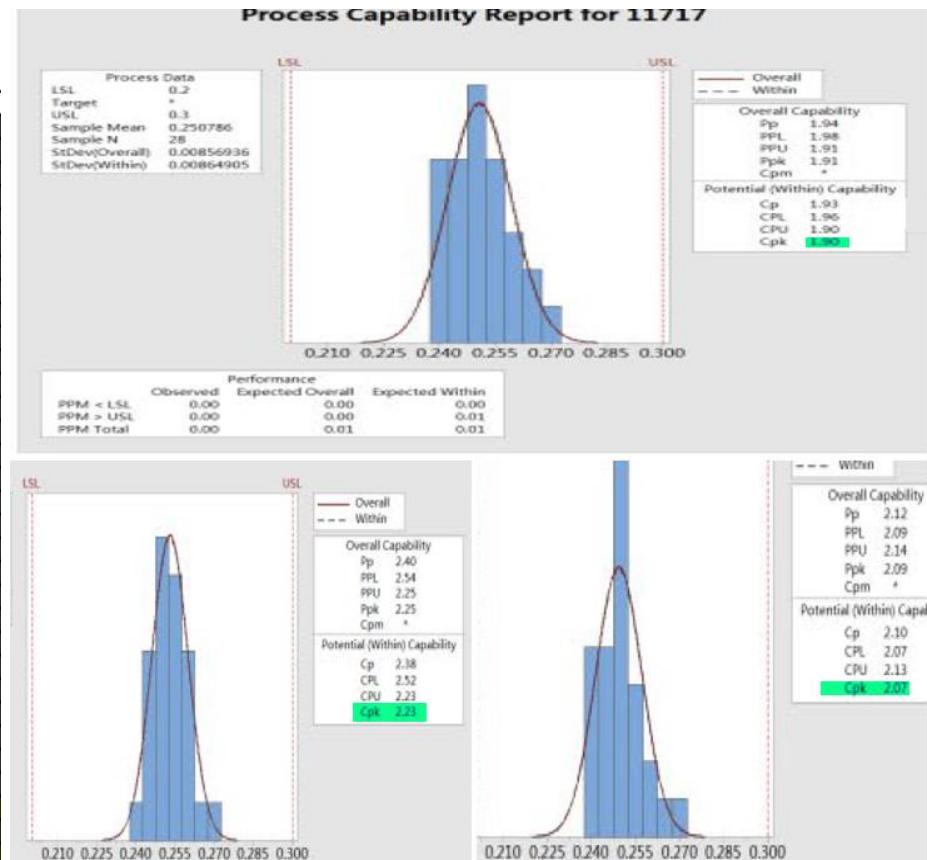
Key message: L7-L8层为半弯折区域，设计使用生益SB170G半挠材料，其余层使用生益S1000H的板材

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

2. 控深锣余厚能力: 余厚公差 $+/-0.05\text{mm}$, CPK ≥ 1.67

如下图是我司控深锣余厚测量数据供参考:

余厚 ($0.25\pm0.05\text{mm}$)	11716	11717	11757
1	0.243	0.253	0.246
2	0.250	0.267	0.252
3	0.251	0.253	0.245
4	0.254	0.260	0.256
5	0.269	0.270	0.262
6	0.266	0.264	0.257
7	0.258	0.257	0.265
8	0.248	0.252	0.252
9	0.249	0.255	0.268
10	0.256	0.248	0.258
11	0.252	0.245	0.256
12	0.255	0.238	0.248
13	0.248	0.244	0.256
14	0.245	0.255	0.253
15	0.238	0.248	0.254
16	0.245	0.242	0.262
17	0.252	0.240	0.258
18	0.260	0.258	0.245
19	0.249	0.245	0.252
20	0.248	0.252	0.260
21	0.245	0.239	0.249
22	0.242	0.238	0.248
23	0.238	0.245	0.245
24	0.243	0.252	0.252
25	0.239	0.260	0.255
26	0.248	0.249	0.248
27	0.238	0.248	0.245
28	0.253	0.245	0.238
最小值	0.238	0.238	0.238
最大值	0.269	0.270	0.268
Cpk	2.07	1.90	2.23



4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

3.耐弯折性能测试

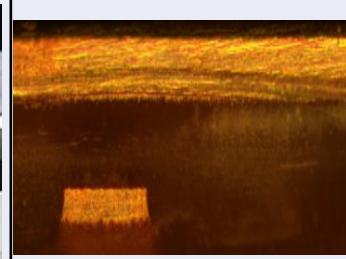
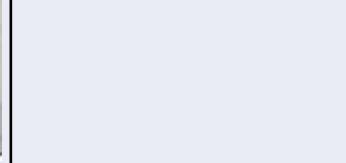
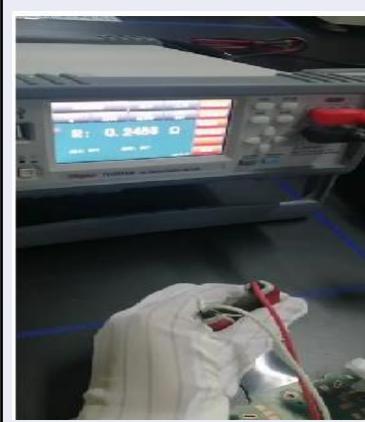
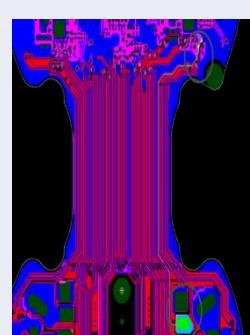
1. 测试方法：5次回流焊后，分别使用角度装置手动弯折90°和180°，20次/30次/40次/50次后检查半挠区域有无开裂、弯折前后导通阻值变化率

2 测试数量：每种弯折角度各取样20pcs

3. 接受标准：弯折次数≥20次（客户要求）

弯折后，同一网络线路导通阻值变化率 < 10% (按照IPC-TM 650)，弯折区域外观无开裂(40X放大镜&SEM切片检查)

4. 测试过程：

回流焊测试	弯折测试	切片	导通阻值测量
		 	 

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

3.耐弯折性能测试

5 测试结果：

编号	弯折角度	阻值变化 (Ω)						外观 (40X放大镜 & SEM切片 检查)	判定
		弯折前	20次	30次	40次	50次	变化率		
1	90°	0.2513	0.2533	0.2519	0.2518	0.2523	0.40%	无开裂	ACC
2		0.2461	0.2479	0.2479	0.2479	0.2479	0.73%	无开裂	ACC
3		0.2499	0.2507	0.2520	0.2511	0.2508	0.36%	无开裂	ACC
4		0.2469	0.2477	0.2479	0.2503	0.2490	0.85%	无开裂	ACC
5		0.2491	0.2455	0.2455	0.2455	0.2458	-1.32%	无开裂	ACC
6	180°	0.2522	0.2510	0.2515	0.2522	0.2522	0.00%	无开裂	ACC
7		0.2536	0.2543	0.2533	0.2538	0.2531	-0.20%	无开裂	ACC
8		0.2484	0.2483	0.2483	0.2485	0.2479	-0.20%	无开裂	ACC
9		0.2470	0.2473	0.2479	0.2476	0.2485	0.61%	无开裂	ACC
10		0.2524	0.2464	0.2451	0.2440	0.2438	-3.41%	无开裂	ACC

Key Message：使用半挠材料SB170G，测试弯折50次后线路及基材无开裂，导通阻值变化率 < 10%

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

4.高温高湿耐久测试

1 测试要求：

高温高湿耐久试验

环境条件：温度19–27°C；湿度35–65%RH

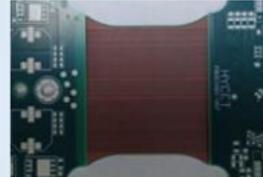
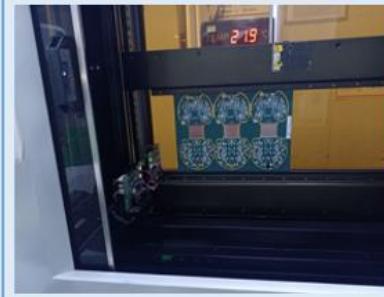
附件3：检测过程 Test course

1. 对样品进行试验后外观检查；
2. 将样品放入温箱开展高温高湿耐久试验，试验条件：温度 85°C / 湿度 85% RH，全程不通电循环进行300 小时；
3. 对样品进行试验后外观检查。

附件4：判定要求 Requirement

1. 高温高湿耐久试验期间和之后，检查样品外观，应满足焊接质量不可开裂、器件不可变形或翘曲、ICT 和飞针无异常。

2 测试过程：

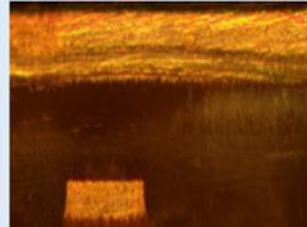
恒温恒湿试验箱 (85°C&85%RH, 300h)	外观检查	测试前后导通阻值测量	飞针测试
 	 		

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

4. 高温高湿耐久测试

3 测试结果：

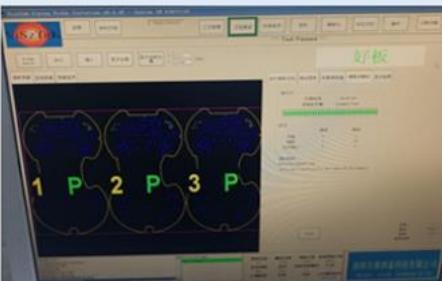
1) 外观检查：

正面	反面	切片	外观要求	判定
			不开裂, 不变形	合格

2) 导通阻值测量：

编号	阻值变化 (Ω)			判定 (标准 : < 10%)
	测试前	测试后	变化率	
1	0.2513	0.2523	0.40%	合格
2	0.2461	0.2479	0.73%	合格
3	0.2499	0.2508	0.36%	合格
4	0.2469	0.2490	0.85%	合格
5	0.2491	0.2458	-1.32%	合格

3) 飞针测试：

飞针测试	判定
	合格

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

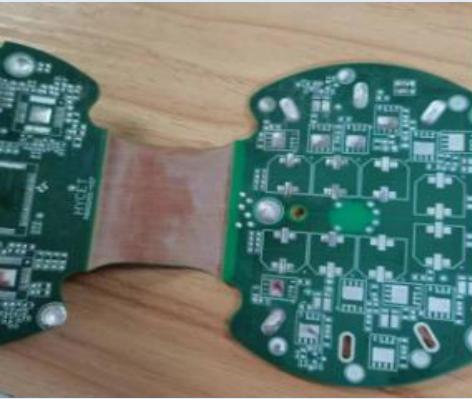
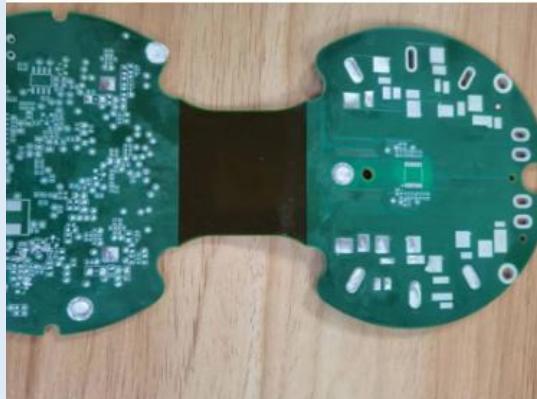
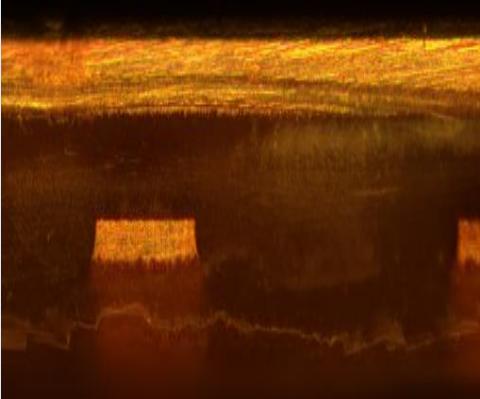
5.热应力测试

1.1. 测试方法：288°C无铅锡炉，热冲击10S/3次

1.2 测试数量：5pcs

1.3. 接受标准：无起泡、无断裂

1.4 测试结果：**无起泡、无断裂** (40X放大镜检查 & SEM切片检查) -----合格

正面	反面	切片
		

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

6.耐低温测试

1. 测试要求：

低温工作

环境条件：温度19-27°C；湿度35-65%RH

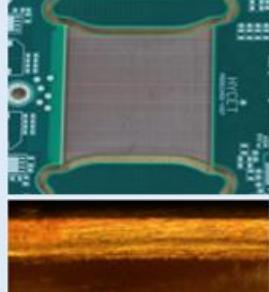
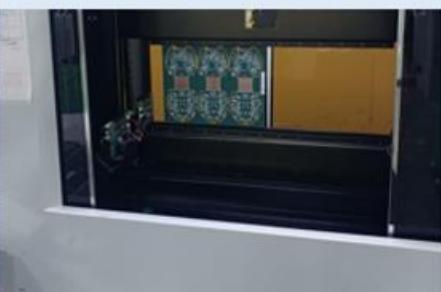
附件3：检测过程 Test course

1. 对样品进行试验后外观检查；
2. 将样品放入温箱开展低温工作试验，试验条件：设置温箱参数（温度-40°C，全程不通电循环工作300h）；
3. 对样品进行试验后外观检查；

附件4：判定要求 Requirement

1. 低温工作试验期间和之后，检查样品外观，应满足焊接质量不可开裂、器件不可变形或翘曲、ICT和飞针无异常；

2. 测试过程：

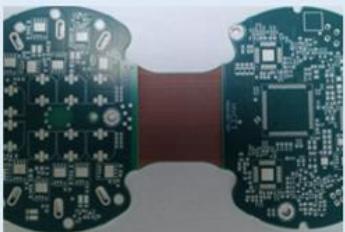
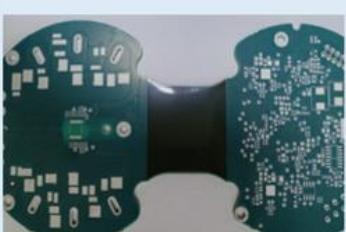
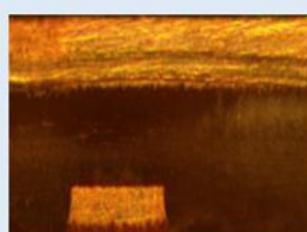
(恒温存储箱：-40°C, 300h)	外观检查	测试前后导通阻值测量	飞针测试
			

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

6.耐低温测试

3 测试结果：

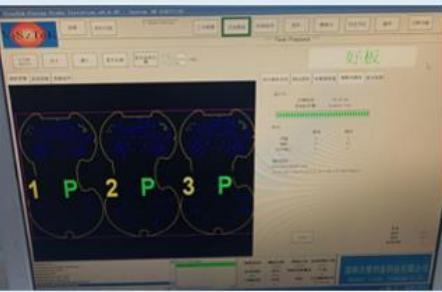
1) 外观检查：

正面	反面	切片	外观要求	判定
			不开裂，不变形	合格

2) 导通阻值测量：

编号	阻值变化 (Ω)			判定(< 10%)
	测试前	测试后	变化率	
1	0.2482	0.2510	1. 13%	合格
2	0.2526	0.2543	0. 67%	合格
3	0.2474	0.2483	0. 36%	合格
4	0.2486	0.2473	0. 13%	合格
5	0.2524	0.2564	1. 58%	合格

3) 飞针测试：

飞针测试	判定
	合格

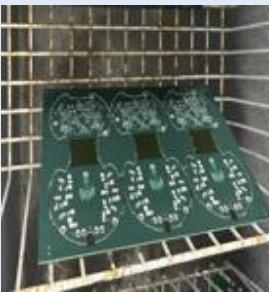
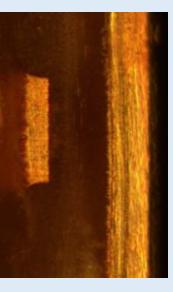
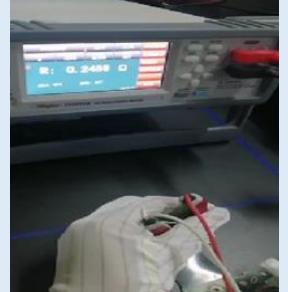
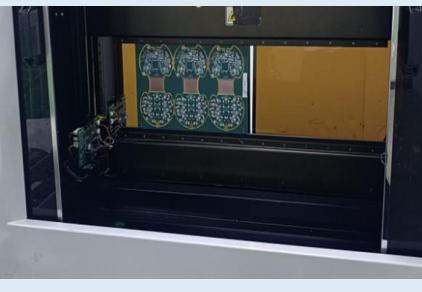
4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

7. 冷热冲击测试

1) 测试要求

1. 测试仪器:	冷热冲击试验箱、10倍镜、低阻计
2. 测试数量:	5pcs
3. 测试方法:	参照IPC-TM-650 2.6.7.1
4. 测试条件:	A: 低温: -40°C, 停留15分 B: 高温: +125°C, 停留15分 C: 循环次数: 1000次
5. 测试标准:	A: 阻值变化率小于10% B: 外观在10倍镜下目检无物理性损伤、爆板、白点及甩油等,孔内无断裂或分层 (切片检查). C. 飞针测试无异常
6. 测试日期:	2024/3/2-2024/3/25

2) 测试过程

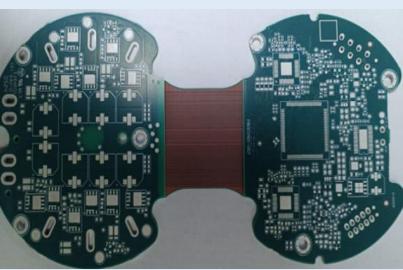
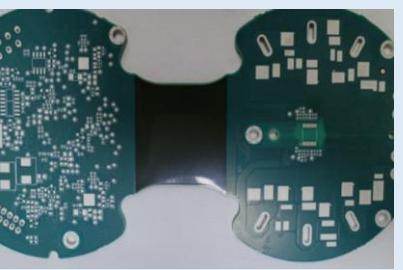
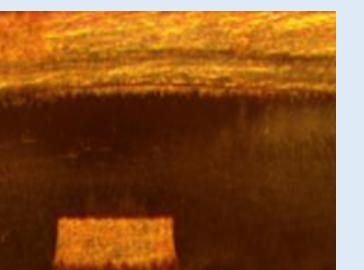
冷热冲击试验箱(-40-----+125°C, 1000cycle)	外观检查	测试前后导通阻值测量	飞针测试
 	 		

4) PPU-控制板PB002A01-A07性能测试

7. 冷热冲击测试

3) 测试结果:

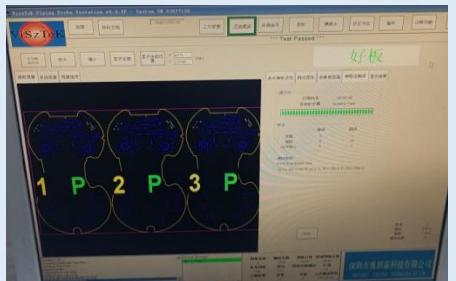
1) 外观检查 (测试后) :

正面	反面	切片	外观要求	判定
			不开裂, 不变形	合格

2) 导通阻值测量:

编号	阻值变化 (Ω)			判定: ($< 10\%$)
	测试前	测试后	变化率	
1	0.2513	0.2527	0.56%	合格
2	0.2477	0.2503	1.05%	合格
3	0.2511	0.2522	0.44%	合格
4	0.2498	0.2513	0.60%	合格
5	0.2489	0.2519	1.21%	合格

3) 飞针测试:

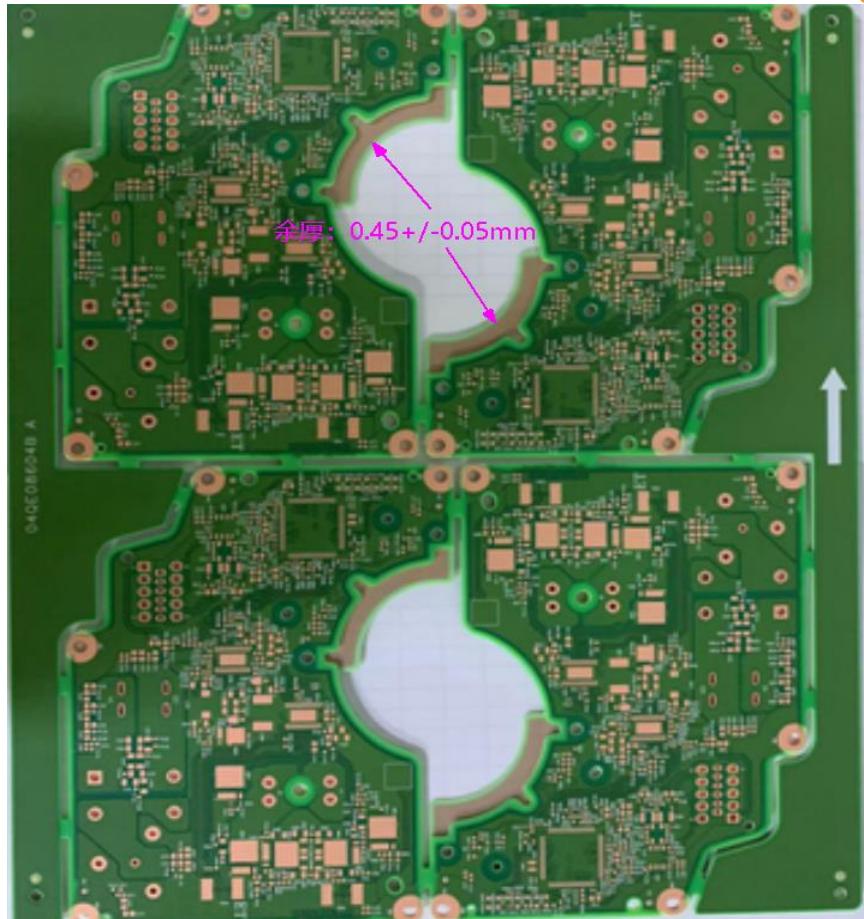
飞针测试	判定
	合格

5) UG控深锣PCB展示



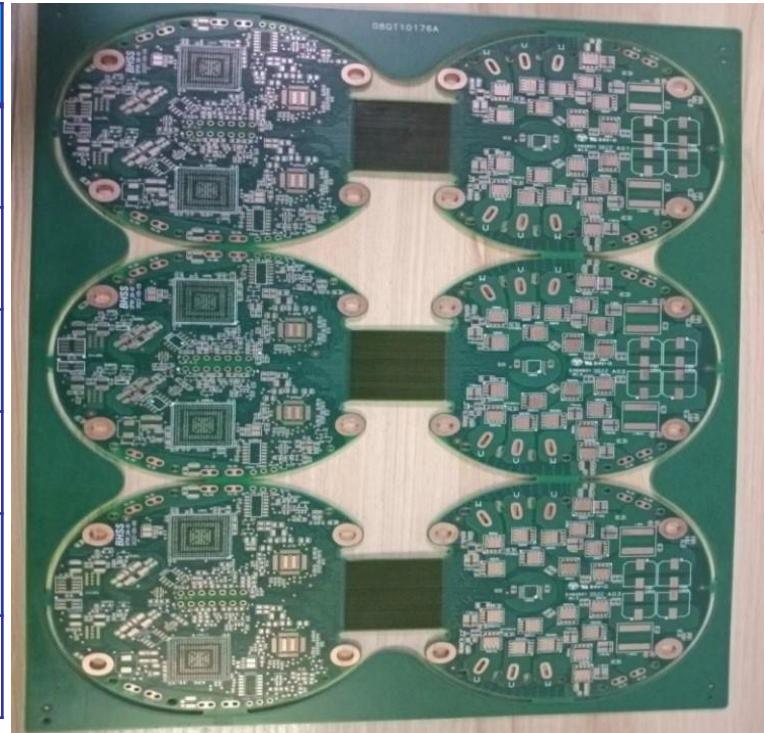
控深锣产品

层数	6L
应用	GM汽车转向系统
控深锣余厚	$0.45 \pm 0.05\text{mm}$



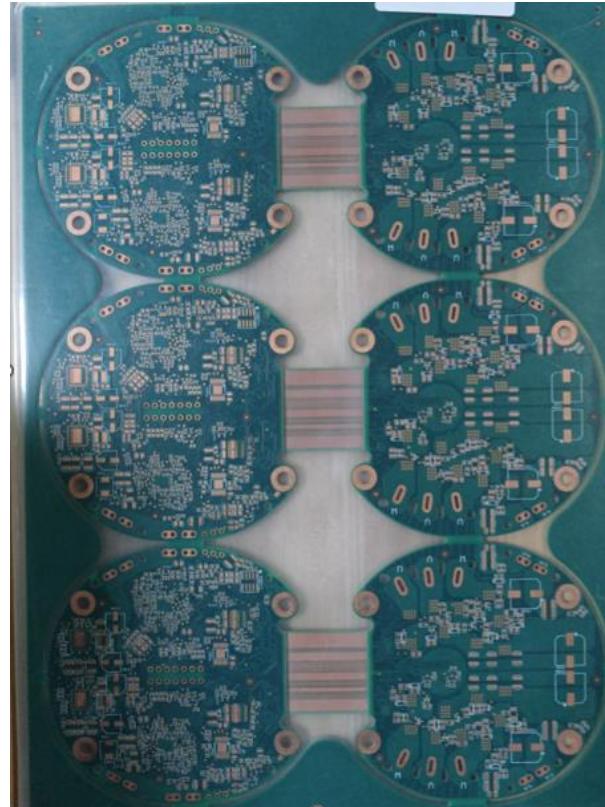
Semi-Flex PCB(控深锣工艺)

层数	8L
应用	GM汽车转向系统
弯折区铜层	2
弯折角度及弯折次数	90°, 20次max
弯折宽度	26+/-0.2mm
余厚	0.25±0.05mm



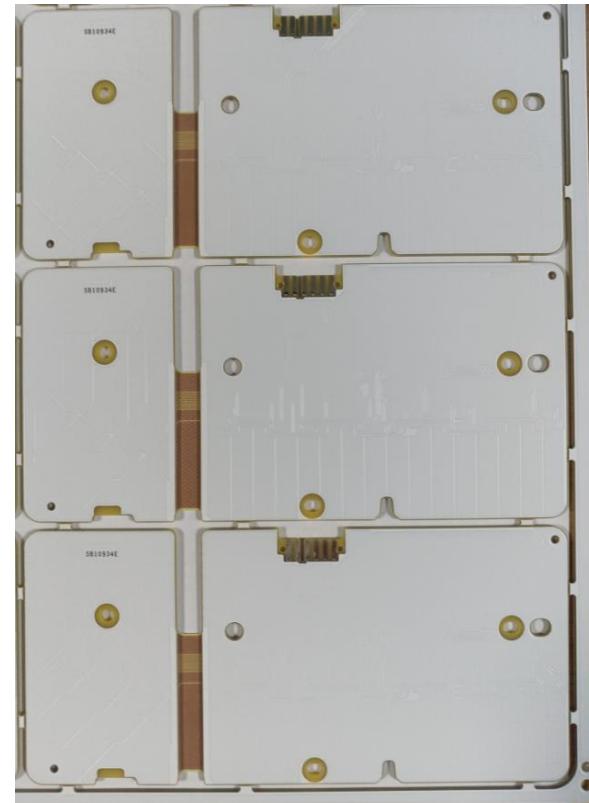
Semi-Flex PCB(控深锣工艺)

层数	8L
应用	VW汽车转向系统
弯折区铜层	2
弯折角度及次数	90°, 20次max
弯折宽度	20+/-0.2mm
余厚	0.25±0.05mm



Semi-Flex PCB(控深锣工艺)

层数	4L
应用	车灯控制
弯折区铜层	1
弯折角度	30°, 5 次 max
弯折宽度	10+/-0.1mm
余厚	0.25±0.05mm



5) UG控深锣PCB展示

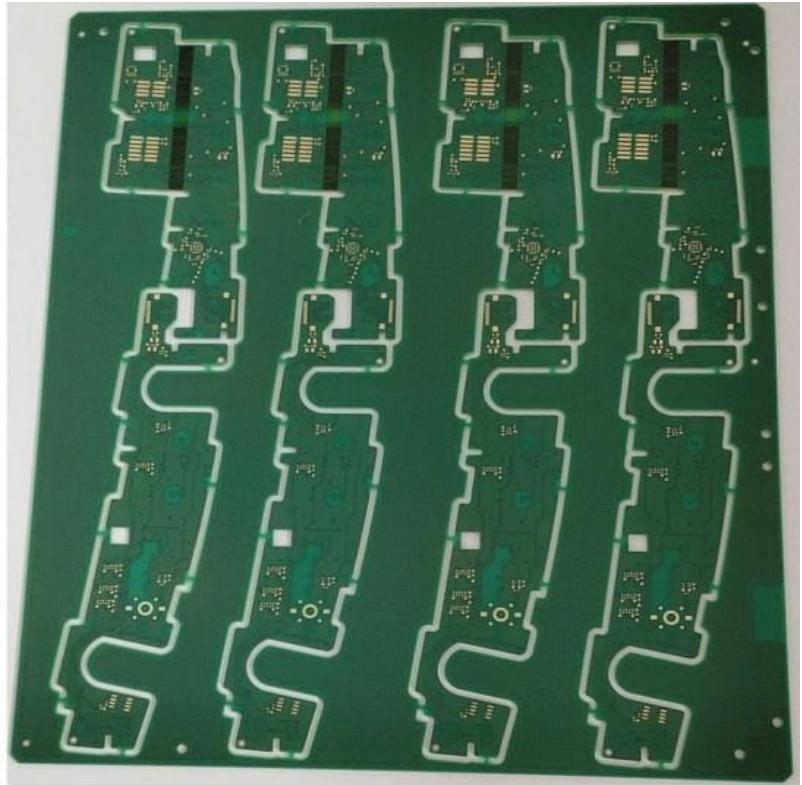
Semi-Flex PCB(控深锣工艺)

层数	4L
应用	车灯
弯折区铜层	1
弯折角度	25° ,5 次 max
弯折宽度	5+/-0.1mm
余厚	0.25±0.05mm



Semi-Flex PCB(控深锣工艺)

层数	4L
应用	汽车扶手侧边指示器
弯折区铜层	1
弯折角度	24° ,5 次 max
弯折宽度	5+/-0.1mm
余厚	0.25±0.05mm



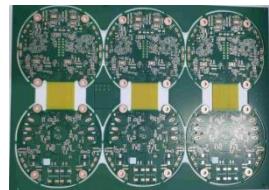
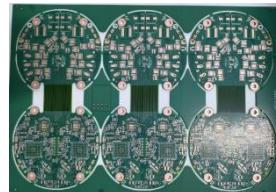
5) UG控深锣PCB展示

Semi-Flex PCB	
Layer Count 层数	8L (15219)
Application 应用-客户	Automotive Application
Bending Portion Conductive Layer 弯折区铜层	2
Bending Angle 弯曲角度	180°, 10times max (正反弯折)
Bending Width 弯曲宽度	30mm+/-0.2mm
Remaining Thickness 余厚	Max: 0.28mm
Laminate Type 层压板类型	IT-158
Bending Portion Solder Mask Type 弯折区油墨类型	PSR-9000 FLX501
Bending Area PP Type and Structure 弯折区PP类别和结构	1027

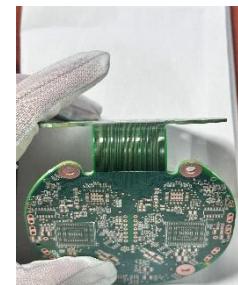
- Physical Board 实体版

正面

反面



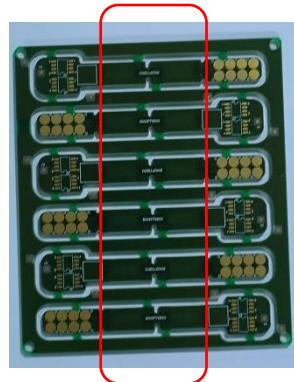
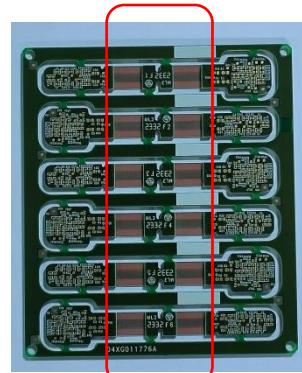
- bended picture 弯折图



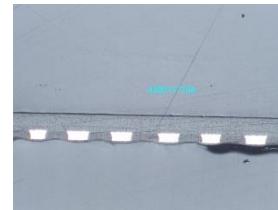
5) UG控深锣PCB展示

Semi-Flex PCB	
Layer Count 层数	4 L(11776)
Application 应用	Chassis Control System
Bending Portion Conductive Layer 弯折区铜层	1
Bending Angle 弯曲角度	90°, 10times max
Bending Width 弯曲宽度	10.56+/-0.15mm
Remaining Thickness 余厚	0.20±0.1
Laminate Type 层压板类型	S1000H
Bending Portion Solder Mask Type 弯折区油墨类型	PSR-9000 FLX501
Bending Area PP Type and Structure 弯折区PP类别和结构	1080+2116

Physical Board 实体版



Micro section 切片图



bended picture 弯折图



您的全球绿色PCB合作伙伴

謝 謝