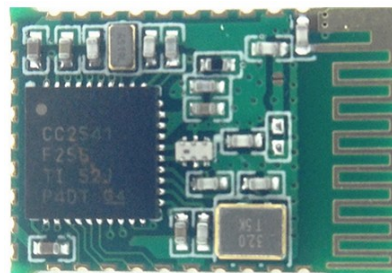


概 要

HET-BT2541 低功耗蓝牙模块，采用 TI 的 CC2541 作为主芯片，其内置高效低功耗的 8051 内核处理器。CC2541 可独立运行蓝牙 4.0 协议栈和应用 profile。**HET-BT2541** 有 256KB FLASH 和 8KB RAM, 并且有丰富的外设接口来满足不同的应用。

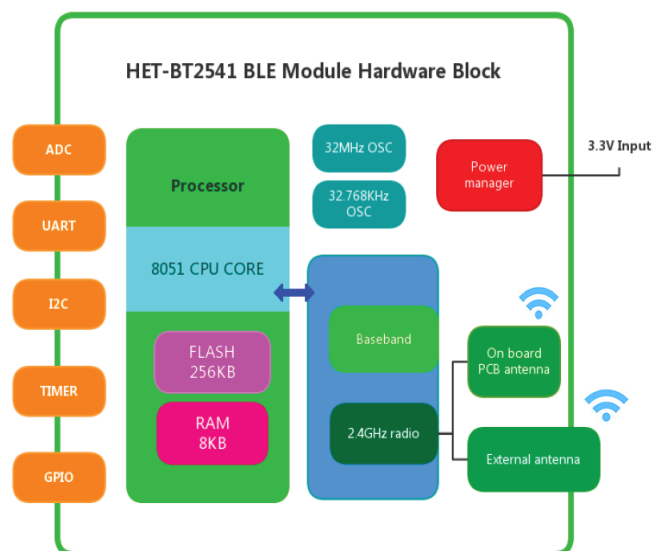
HET-BT2541 是一个开放的平台，用户可以在蓝牙协议栈基础上实现自己的应用。我们同时支持一个最典型应用固件：UART 透传。用户可借此固件，以最短的开发周期整合现有方案或产品，以最快的速度占领市场。



Firmware	Function
HET DTU	Predefine firmware: UART/BLE conversion
Cc2541 firmware Development kit	Cc2541 source codes with GAT ,GATT and GAP.


应用领域

- 健康医疗
- 智能家居
- 运动计量
- 汽车电子
- 休闲玩具
- 仪器仪表
- 物流跟踪



目 录

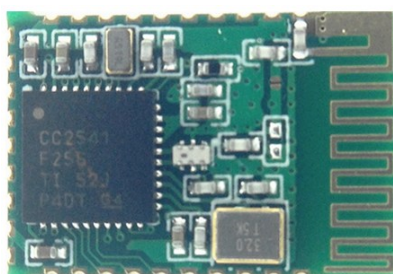
1. 简介	3
2. 产品特性	3
3. 接口定义	4
3.1 引脚分布图	4
3.2 管脚分布说明	4
4. 电气参数	5
4.1 绝对最大额度参数.....	5
4.2 推荐工作条件	6
4.3 电气特性	6
4.4 一般特性	7
4.5 射频接收部分	7
5. 天线	7
5.1 内置天线（PCB 微带天线）连接.....	8
5.2 外置天线连接.....	8
5.3 最大限度地减少无线电干扰.....	8
6. 产品结构尺寸.....	9
7. HET UART 透传固件功能操作说明.....	10
7.1 透传模式和命令模式.....	10
7.2 两种模式的切换.....	11
7.3 休眠与唤醒	11
8. 模组二次过炉炉温曲线.....	11

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 3 页 / 总 12 页	版本: V1.2

1. 简介

HET-BT2541 低功耗蓝牙模块, 采用 TI 的 CC2541 作为核心处理器, 内置 256KB FLASH 和 8KB RAM, 并且有丰富的外设接口来满足不同的应用。模块遵从蓝牙 4.0 协议。运行在 2.4 GHz ISM band, GFSK 调制方式 (高斯频移键控), 40 频道 2 MHz 的通道间隙, 3 个固定的广播通道, 37 个自适应自动跳频数据通道, 2 MHz 间隙能更好地防止相邻频道的干扰。宽输出功率调节 (-23 dBm~0dBm), -93 dBm 高增益接收灵敏度。

此模块的设计目的是迅速连接电子产品和智能移动设备, 可广泛应用于有此需求的各种电子设备, 如仪器仪表, 物流跟踪, 健康医疗, 智能家居, 运动计量, 汽车电子, 休闲玩具等。用户可借此模块, 以最短的开发周期整合现有方案或产品, 以最快的速度占领市场。



2. 产品特性

■ 电源: 3.3V


■ 功耗

- | | | |
|----------------|--------|--------|
| ➤ 发射模式 | 17.9mA | 工作模式 |
| ➤ 接收模式 | 18.2mA | 工作模式 |
| ➤ Power mode 1 | 270uA | 4us 唤醒 |
| ➤ Power mode 2 | 1uA | 睡眠时钟打开 |
| ➤ Power mode 3 | 0.5uA | 外部中断唤醒 |

■ 8051 内核

■ 外设:

- 23 x GPIOs
- 2 x UARTs
- 12bit ADC

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 4 页 / 总 12 页	版本: V1.2

- 1 x I2C
- debug 接口
- 发射功率 -23 ~0db
- 接收灵敏度 -94dBm
- 工作频率 2400~2483.5MHz
- 工作环境温度 -20~70℃
- 传输距离 >15m


3. 接口定义

3.1 引脚分布图



3.2 管脚分布说明

PIN NAME	PIN	PIN TYPE	DESCRIPTION
ANT	1	External antenna	
GND	2	Ground	Connect to GND
P2.2/DD	3	Digital I/O	Port 2.1 / debug data
P2.1/DC	4	Digital I/O	Port 2.2 / debug clock
GND	5	Ground	Connect to GND
P1.7	6	Digital I/O	Port 1.7
P1.6	7	Digital I/O	Port 1.6
SCL_UP	8	I2C clock or digital I/O	Can be used as I2C clock pin or digital I/O. Leave floating if not used. If grounded disable pull up
SDA_UN	9	I2C clock or digital I/O	Can be used as I2C clock pin or digital I/O. Leave floating if not used. If grounded disable pull up

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 5 页 / 总 12 页	版本: V1.2


GND	10	Ground	Connect to GND
V_USB	11	Unused pins	Not connected
P1.5/UART1_TX	12	Digital I/O	Port 1.5
P1.4/UART1_RX	13	Digital I/O	Port 1.4
P1.3	14	Digital I/O	Port 1.3
P1.2	15	Digital I/O	Port 1.2
P1.1	16	Digital I/O	Port 1.1 – 20-mA drive capability
GND	17	Ground	Connect to GND
VCC	18	3V3	power-supply connection
P1.0	19	Digital I/O	Port 1.0 – 20-mA drive capability
P0.7	20	Digital I/O	Port 0.7
P0.6	21	Digital I/O	Port 0.6
P0.5	22	Digital I/O	Port 0.5
P0.4	23	Digital I/O	Port 0.4
P0.3/UART0_TX	24	Digital I/O	Port 0.3
GND	25	Ground	Connect to GND
P0.2/UART0_RX	26	Digital I/O	Port 0.2
P0.1	27	Digital I/O	Port 0.1
P0.0	28	Digital I/O	Port 0.0
RESET	29	Digital input	Reset, active low

4. 电气参数

4.1 绝对最大额度参数

压力超越在“绝对最大评估值”数据的将对该设备造成永久不可恢复性损坏。

以下仅限于压力评估, 对于超越操作部分段规格所标明的功能性操作将不适用以下数据。在绝对最大评估值状况下长期使用将会对设备性能可靠度产生影响。

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 6 页 / 总 12 页	版本: V1.2

		MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	All supply pins must have the same voltage	-0.3	3.9	V
Voltage on any digital pin		-0.3	$V_{DD} + 0.3 \leq 3.9$	V
Input RF level			10	dBm
Storage temperature range		-40	125	°C
ESD ⁽²⁾	All pins, excluding pins 25 and 26, according to human-body model, JEDEC STD 22, method A114		2	kV
	All pins, according to human-body model, JEDEC STD 22, method A114		1	kV
	According to charged-device model, JEDEC STD 22, method C101		500	V


注意：防静电敏感装置。为了防止永久性损坏，应在处理设备时使用注意事项。

4.2 推荐工作条件

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Operating ambient temperature range, T_A	-40		85	°C
Operating supply voltage	2		3.6	V

4.3 电气特性

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{core} Core current consumption	RX mode, standard mode, no peripherals active, low MCU activity		17.9		mA
	RX mode, high-gain mode, no peripherals active, low MCU activity		20.2		
	TX mode, -20 dBm output power, no peripherals active, low MCU activity		16.8		
	TX mode, 0 dBm output power, no peripherals active, low MCU activity		18.2		
	Power mode 1. Digital regulator on; 16-MHz RCOSC and 32-MHz crystal oscillator off; 32.768-kHz XOSC, POR, BOD and sleep timer active; RAM and register retention		270		μA
	Power mode 2. Digital regulator off; 16-MHz RCOSC and 32-MHz crystal oscillator off; 32.768-kHz XOSC, POR, and sleep timer active; RAM and register retention		1		
	Power mode 3. Digital regulator off; no clocks; POR active; RAM and register retention		0.5		
	Low MCU activity: 32-MHz XOSC running. No radio or peripherals. Limited flash access, no RAM access.		6.7		mA
I_{peri} Peripheral current consumption (Adds to core current I_{core} for each peripheral unit activated)	Timer 1. Timer running, 32-MHz XOSC used		90		μA
	Timer 2. Timer running, 32-MHz XOSC used		90		
	Timer 3. Timer running, 32-MHz XOSC used		60		
	Timer 4. Timer running, 32-MHz XOSC used		70		
	Sleep timer, including 32.753-kHz RCOSC		0.6		
	ADC, when converting		1.2		mA

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 7 页 / 总 12 页	版本: V1.2

4.4 一般特性


PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
WAKE-UP AND TIMING					
Power mode 1 → Active	Digital regulator on, 16-MHz RCOSC and 32-MHz crystal oscillator off. Start-up of 16-MHz RCOSC		4		μs
Power mode 2 or 3 → Active	Digital regulator off, 16-MHz RCOSC and 32-MHz crystal oscillator off. Start-up of regulator and 16-MHz RCOSC		120		μs
Active → TX or RX	Crystal ESR = 16 Ω. Initially running on 16-MHz RCOSC, with 32-MHz XOSC OFF		500		μs
	With 32-MHz XOSC initially on		180		μs
RX/TX turnaround	Proprietary auto mode		130		μs
	BLE mode		150		
RADIO PART					
RF frequency range	Programmable in 1-MHz steps	2379		2496	MHz
Data rate and modulation format	2 Mbps, GFSK, 500-kHz deviation 2 Mbps, GFSK, 320-kHz deviation 1 Mbps, GFSK, 250-kHz deviation 1 Mbps, GFSK, 160-kHz deviation 500 kbps, MSK 250 kbps, GFSK, 160-kHz deviation 250 kbps, MSK				

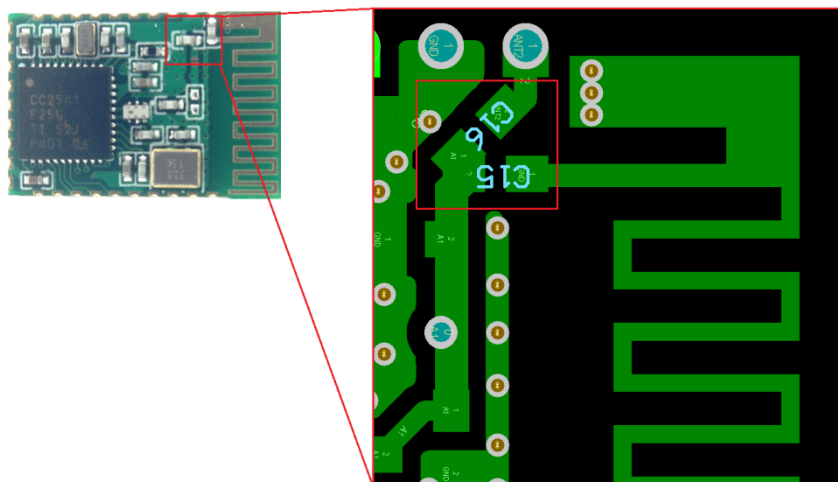
4.5 射频接收部分

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output power	Delivered to a single-ended 50-Ω load through a balun using maximum recommended output power setting		0		dBm
	Delivered to a single-ended 50-Ω load through a balun using minimum recommended output power setting		-23		
Programmable output power range	Delivered to a single-ended 50-Ω load through a balun using minimum recommended output power setting		23		dB
Spurious emission conducted measurement	f < 1 GHz		-52		dBm
	f > 1 GHz		-48		dBm
	Suitable for systems targeting compliance with worldwide radio-frequency regulations ETSI EN 300 328 and EN 300 440 Class 2 (Europe), FCC CFR47 Part 15 (US), and ARIB STD-T66 (Japan)				
Optimum load impedance	Differential impedance as seen from the RF port (RF_P and RF_N) toward the antenna		70 +j30		Ω

5. 天线

本模块对天线的设计考虑到产品应用的多样性，预留了外部天线和模块自带天线供用户选择。

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 8 页 / 总 12 页	版本: V1.2



5.1 内置天线（PCB 微带天线）连接


使用该模块的产品，外部结构和环境良好（如结构上没有大量金属物，天线的空间充足），使用内置天线即可满足设计要求。内置天线连接方法如下：C15 使用 10pF，C16 开路。

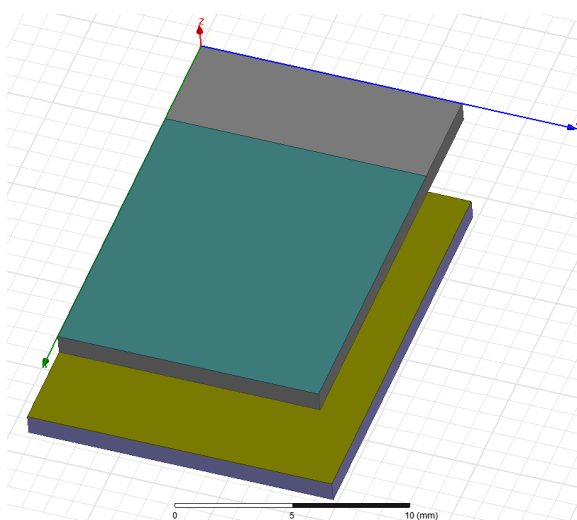
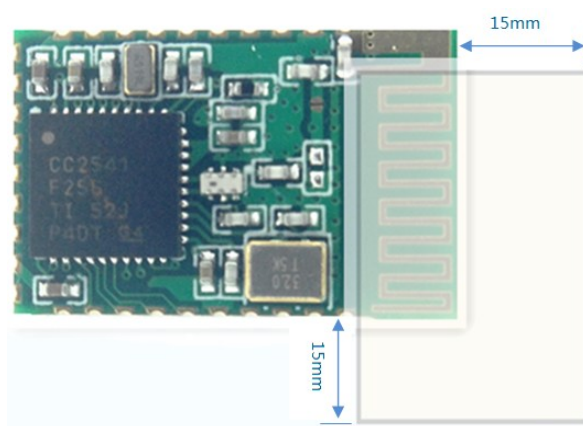
5.2 外置天线连接

使用该模块的产品，外部结构和环境复杂（如结构上大量金属物，天线的空间狭窄），建议使用外置天线。外置天线连接方法如下：C16 使用 10pF，C15 开路。


5.3 最大限度地减少无线电干扰

当使用模块自带PCB印刷天线时, 确保天线部分突出于主板至少 15mm 并且不能有任何金属外壳. 如果限于结构设计, 无法满足上述条件, 请使用外部天线. 使用内置天线（PCB 微带天线）的要求：良好的天线，要求有无限大而薄的平面地。在产品的主板上，PCB 有空间的情况下，推荐在模块的下方铺地，铺地面积：长+宽> 31mm。（注意：天线区域不能铺地，依然要保持该有的净空区）。如下图所示：

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 9 页 / 总 12 页	版本: V1.2



6. 产品结构尺寸

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 10 页 / 总 12 页	版本: V1.2

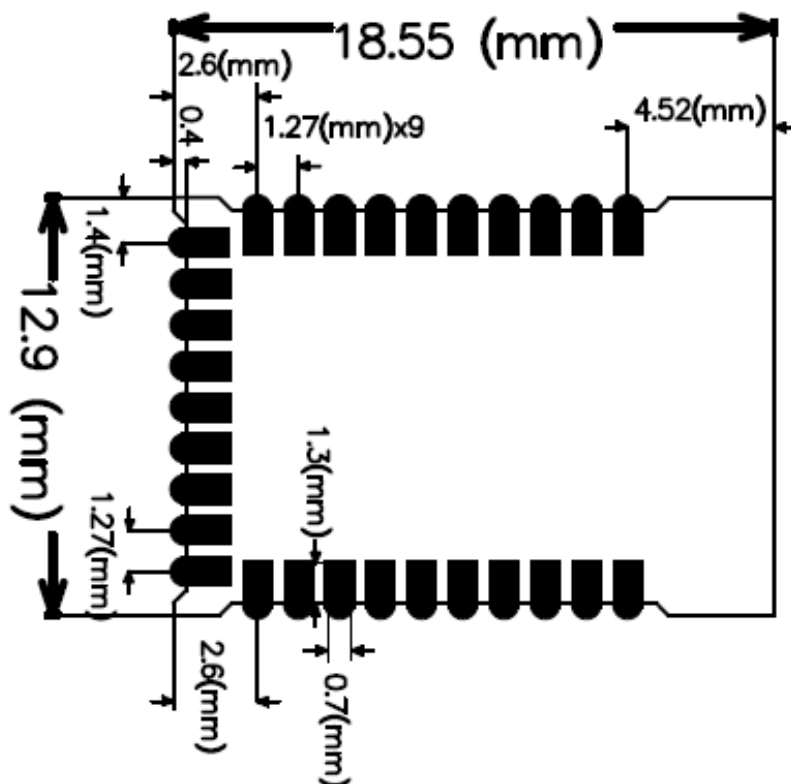


图 6-1 尺寸图

7. HET UART透传固件功能操作说明


7.1 透传模式和命令模式

模块可以工作在透传模式和命令模式。模块启动后会自动进行广播，已打开特定APP的手机会对其进行扫描和对接，成功之后便可以通过BLE协议对其进行监控。

透传模式：在该模式下，用户无需关注复杂的蓝牙协议应用，就可以在短时间内完成BLE产品的开发。用户MCU可以通过模块的通用串口和移动设备进行双向通讯，用户数据的具体含义由上层应用程序自行定义。移动设备可以通过APP对模块进行写操作，写入的数据将通过串口发送给用户的CPU。模块收到来自用户CPU串口的数据包后，将自动转发给移动设备。此模式下的开发，用户必须负责主MCU的代码设计，以及智能移动设备端APP代码设计。

命令模式：在该模式下，用户可以通过特定的串口 AT 指令，对模块的某些通讯参数进行管理控制。

具体详见《H&T BLE Modules Programming Guide》

 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 11 页 / 总 12 页	版本: V1.2

注：该固件使用 UART1 (P1. 5 为 UART1_TX, P1. 4 为 UART1_RX)

7.2 两种模式的切换

模块工作在命令模式时，要保证P1_2为低电平，当P1_2被置为高电平时，模块工作在透传模式。

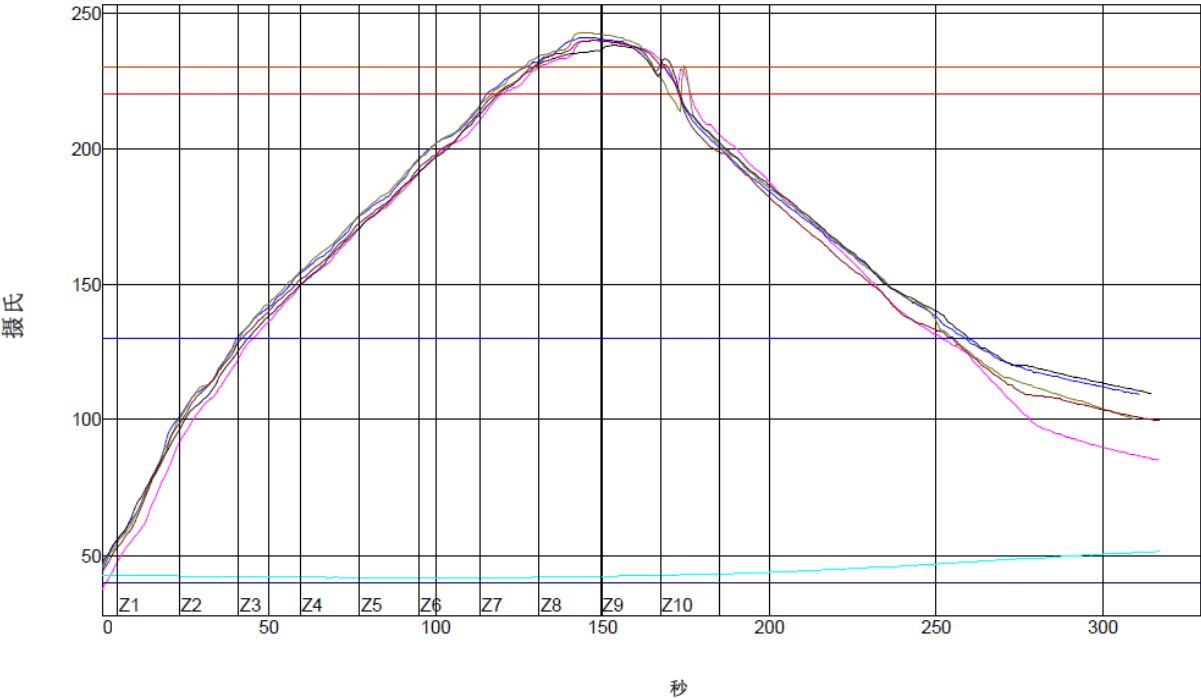
7.3 休眠与唤醒


MCU在向模块发送串口数据前需先拉低P1. 7引脚来唤醒模块，蓝牙模块被成功唤醒后会通过拉低P0. 0引脚来告诉MCU串口已经准备好，可以发送数据。MCU在数据发送期间，P1. 7必须始终保持为低电平，数据发送完成后需要再拉高P1. 7引脚，使其再次进入睡眠，降低功耗。

模块一旦接收到另一端设备的BLE数据后，在转发给MCU之前将自动拉低P0. 2引脚以通知MCU接收数据。数据发送期间P0. 2引脚保持为低电平。待全部串口数据发送完毕后，P0. 2引脚将被拉高。

8. 模组二次过炉炉温曲线

Setpoints (摄氏)										
温区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
上温区	140	160	180	190	210	235	265	270	245	140
下温区	140	160	180	190	210	235	265	270	245	
Conveyor Speed (公分/分): 85.00										



 深圳和而泰智能控制股份有限公司 HET-BT2541 规格书	文件/表格编号:	RD-0917101-001	密级:
	页码:	第 12 页 /总 12 页	版本: V1.2

秒

PWI= 83%	最高上升斜率		最高下降斜率		预热 40至130C		恒温时间130至220C		回流时间 /220C		最高温度		总共 时间 /230C	
7200	2.24	24%	-1.54	73%	44.07	-67%	74.52	-68%	56.60	-48%	240.17	2%	37.26	56%
6913	2.19	19%	-1.47	76%	39.73	-83%	74.84	-67%	57.76	-43%	241.01	10%	39.39	68%
7301	2.16	16%	-1.66	67%	40.39	-80%	75.61	-65%	55.55	-53%	242.89	29%	40.06	72%
6922	1.99	-1%	-1.52	74%	43.27	-70%	74.98	-67%	54.50	-58%	238.11	-19%	38.42	62%
6113	2.20	20%	-1.59	71%	41.33	-77%	76.19	-64%	54.68	-57%	239.99	-0%	39.84	71%
温差	0.25		0.19		4.34		1.67		3.27		4.78		2.79	

制程界限:

统计数名称	最低界限	最高界限	单位
最高温度上升斜率 (目标=2.0) (计算斜率的时间距离= 30 秒)	1.0	3.0	度/秒
最高温度下降斜率 (计算斜率的时间距离= 30 秒)	-5.0	-1.0	度/秒
预热时间 40-130摄氏度	35	90	秒
恒温时间130-220摄氏度	60	150	秒
回流以上时间 - 220摄氏度	45	90	秒
最高温度	230	250	度 摄氏
在230摄氏度以上时间	10	45	秒