

# PBT223 直流降压模块 用户手册

## 22VDC/3A, 可编程, 带 OLED 显示

### 产品简介

- PBT223 系列是一款可通过 UART 串口程控的直流转直流降压电路 (DC-DC Buck)
  - **PBT223-Fixed**: 仅支持恒电压 (CV) 模式
  - **PBT223-ADJ**: 支持恒电压 (CV), 恒功率 (CP) 和 12-bit DAC 模式
- DC-DC Buck 同步降压电路
  - $V_{in} = 3.8 - 30\text{ V}$
  - $V_{out} = 0.8 - 22\text{ V}$  (固定输出 & 可调输出)
  - $I_{out} = 0 - 3\text{ A}$
  - 开关频率: 默认 500kHz, 支持 200kHz – 2.2MHz
  - 最大占空比: 98%
  - 软起动时间: 默认 4.8ms
- **UART 串口读取数据**: 输出状态,  $V_{in}$ ,  $V_{out}$ ,  $I_{out}$ ,  $P_{out}$ , 温度传感器数值, EEPROM 数据 等
- **UART 串口写入数据**: 打开/关闭输出, 设定  $I_{out\_max}$ ,  $P_{out\_max}$ , EEPROM 数据, 等
- **OLED 屏幕**: 展示实时数据  $V_{in}$ ,  $V_{out}$ ,  $I_{out}$ ,  $P_{out}$ , 温度传感器数值
- **软硬件保护电路**: 输入欠压保护 UVLO, 输入/输出过压保护 OVP, 输出过压保护 OCP, 输出过流保护 OCP, 输出过功率保护 OPP, 输出短路保护, 过温保护 OTP, 输入/输出防反接保护, 静电保护 ESD
- **Python API & 例程代码**: Python 语言, 支持 windows 和 Linux 系统
- **工作温度范围**: -40 - 85 °C



Figure 1 PBT223-Fixed



Figure 2 PBT223-ADJ



## 产品选型

功能	PBT223-0V8	PBT223-3V3	PBT223-5V0	PBT223-12V	PBT223-22V	PBT223-ADJ
UART 编程	✓	✓	✓	✓	✓	✓
输出电压 Vout	0.8V	3.3V	5V	12V	22V	1 - 22V 可调节
输出电流 Iout	0 - 3A	0 - 3A	0 - 3A	0 - 3A	0 - 3A	0 - 3A
输入电压 Vin	2 - 30V	5 - 30V	7 - 30V	14 - 30V	24 - 30V	Vout + 2V
输出纹波 Vpp	<150mV	<150mV	<150mV	<150mV	<150mV	<400mV
开关频率 f_sw	200 - 2200kHz	200 - 2200kHz	200 - 2200kHz	200 - 2200kHz	200 - 2200kHz	200 - 2200kHz
工作温度	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C	-40 - 85 °C
保护电路： 输入/输出防反接， OVP, OCP, OTP, UVP	✓	✓	✓	✓	✓	✓



## 应用场景

- 工业自动化产线
- 自动化测试机
- 嵌入式电子设备
- 高精度电源系统
- 电池管理系统
- 大学、科研机构、实验室
- 科创教育、培训机构

## 版本控制

版本号	发布时间	版本说明与变更
1.0	2024 年 5 月 1 号	初始发布版本
2.0	2024 年 6 月 1 号	更新 PBT223 通讯协议 添加 PBT223-ADJ 的详细介绍



## 目录

1 电气参数 .....	6
1.1 直流同步降压 DC-DC Buck.....	6
1.2 PBT223-Fixed 测试数据.....	7
1.2.1 线性调整率 .....	7
1.2.2 输出纹波 Vout_pp.....	9
1.2.3 负载调节率 .....	10
1.2.4 转换效率 (%).....	11
1.2.5 脉宽调制信号 PWM.....	12
1.3 PBT223-ADJ 测试数据.....	13
1.3.1 输出线性度 .....	14
1.3.2 线性调整率 .....	15
1.3.3 输出纹波 Vout_pp.....	17
1.3.4 负载调节率 .....	18
1.3.5 转换效率 (%).....	19
1.3.6 脉宽调制信号 PWM.....	20
1.4 旋转编码器（带按键） .....	21
1.5 UART 串口 .....	22
1.6 温度传感器 .....	22
1.7 开关按键 .....	23
1.8 EEPROM 数据映射 .....	23
1.9 OLED 1.3" 显示屏 .....	25
1.10 LED 指示灯.....	25
1.11 看门狗 .....	26
1.12 工作温度.....	26
2. 通讯协议 .....	27
2.1 读指令 .....	27
2.2 写指令 .....	29



2.3 故障信息 .....	30
3. 保护电路 .....	31
3.1 软件保护：出厂设定值.....	31
3.2 输入保护 .....	31
3.3 输出保护 .....	32
3.4 过温保护 .....	33
3.5 ESD 保护 .....	33
4. 功能方框图 .....	34
5. 产品图片 .....	34
5.1 实物图 .....	34
5.2 图纸 2D .....	35
5.3 模型 3D .....	36
6. 例程代码和 API .....	37
7. 联系我们 .....	37



## 1 电气参数

### 1.1 直流同步降压 DC-DC Buck

参数	数值																					
芯片型号	<ul style="list-style-type: none"><li>PN: TPS62933 (美国 德州仪器 TI)</li></ul>																					
输出电压 $V_{out}$	<ul style="list-style-type: none"><li>支持 <math>V_{out} = 0.8 - 22\text{ V}</math></li><li>PBT223-Fixed: 0.8V, 3.3V, 5V, 12V, 15V, 22V (支持定制其他 <math>V_{out}</math>)</li><li>PBT223-ADJ: 可调节 <math>V_{out} = 1 - 22\text{ V}</math></li></ul>																					
输出电流 $I_{out}$	<ul style="list-style-type: none"><li><math>I_{out} = 0 - 3\text{ A}</math></li></ul>																					
输入电压 $V_{in}$	<div><ul style="list-style-type: none"><li>支持 <math>V_{in} = 3.8 - 30\text{ V}</math></li><li>固定输出: <math>(V_{out} + 2) &lt; V_{in} &lt; 30\text{V}</math></li><li>可调输出: <math>(V_{out} + 5) &lt; V_{in} &lt; 30\text{V}</math></li></ul><table><tr><th>型号</th><th>输出电压 <math>V_{out}</math></th><th>输入电压 <math>V_{in}</math> 范围</th></tr><tr><td>PBT223-0V8</td><td><math>V_{out} = 0.8\text{V}</math></td><td><math>V_{in} = 2 - 30\text{ V}</math></td></tr><tr><td>PBT223-3V3</td><td><math>V_{out} = 3.3\text{V}</math></td><td><math>V_{in} = 5 - 30\text{ V}</math></td></tr><tr><td>PBT223-5V0</td><td><math>V_{out} = 5.0\text{V}</math></td><td><math>V_{in} = 7 - 30\text{ V}</math></td></tr><tr><td>PBT223-12V</td><td><math>V_{out} = 12\text{V}</math></td><td><math>V_{in} = 14 - 30\text{ V}</math></td></tr><tr><td>PBT223-22V</td><td><math>V_{out} = 22\text{V}</math></td><td><math>V_{in} = 24 - 30\text{ V}</math></td></tr><tr><td>PBT223-ADJ</td><td><math>V_{out} = 1\text{-}22\text{V}</math> 可调</td><td><math>V_{in} = (V_{out} + 5)\text{ V} - 30\text{ V}</math></td></tr></table></div>	型号	输出电压 $V_{out}$	输入电压 $V_{in}$ 范围	PBT223-0V8	$V_{out} = 0.8\text{V}$	$V_{in} = 2 - 30\text{ V}$	PBT223-3V3	$V_{out} = 3.3\text{V}$	$V_{in} = 5 - 30\text{ V}$	PBT223-5V0	$V_{out} = 5.0\text{V}$	$V_{in} = 7 - 30\text{ V}$	PBT223-12V	$V_{out} = 12\text{V}$	$V_{in} = 14 - 30\text{ V}$	PBT223-22V	$V_{out} = 22\text{V}$	$V_{in} = 24 - 30\text{ V}$	PBT223-ADJ	$V_{out} = 1\text{-}22\text{V}$ 可调	$V_{in} = (V_{out} + 5)\text{ V} - 30\text{ V}$
型号	输出电压 $V_{out}$	输入电压 $V_{in}$ 范围																				
PBT223-0V8	$V_{out} = 0.8\text{V}$	$V_{in} = 2 - 30\text{ V}$																				
PBT223-3V3	$V_{out} = 3.3\text{V}$	$V_{in} = 5 - 30\text{ V}$																				
PBT223-5V0	$V_{out} = 5.0\text{V}$	$V_{in} = 7 - 30\text{ V}$																				
PBT223-12V	$V_{out} = 12\text{V}$	$V_{in} = 14 - 30\text{ V}$																				
PBT223-22V	$V_{out} = 22\text{V}$	$V_{in} = 24 - 30\text{ V}$																				
PBT223-ADJ	$V_{out} = 1\text{-}22\text{V}$ 可调	$V_{in} = (V_{out} + 5)\text{ V} - 30\text{ V}$																				
输入电流 $I_{in}$	<ul style="list-style-type: none"><li>最大 3A</li></ul>																					
输出电压纹波 $V_{out\_pp}$	<ul style="list-style-type: none"><li>PBT223-Fixed 固定输出: &lt;100mV</li><li>PBT223-ADJ 可调输出: &lt;350mV</li></ul>																					
工作频率 $f_{sw}$	<ul style="list-style-type: none"><li>默认 500kHz</li><li>支持 200 kHz - 2.2 MHz</li></ul>																					
输出软起动时间 $t_{ss}$	<ul style="list-style-type: none"><li>默认 5ms</li><li>可定制 <math>\geq 1\text{ms}</math></li></ul>																					
转换效率 $\eta$	<ul style="list-style-type: none"><li>85 - 97%</li></ul>																					



## 1.2 PBT223-Fixed 测试数据

以下实验数据是在以下测试环境中获得：

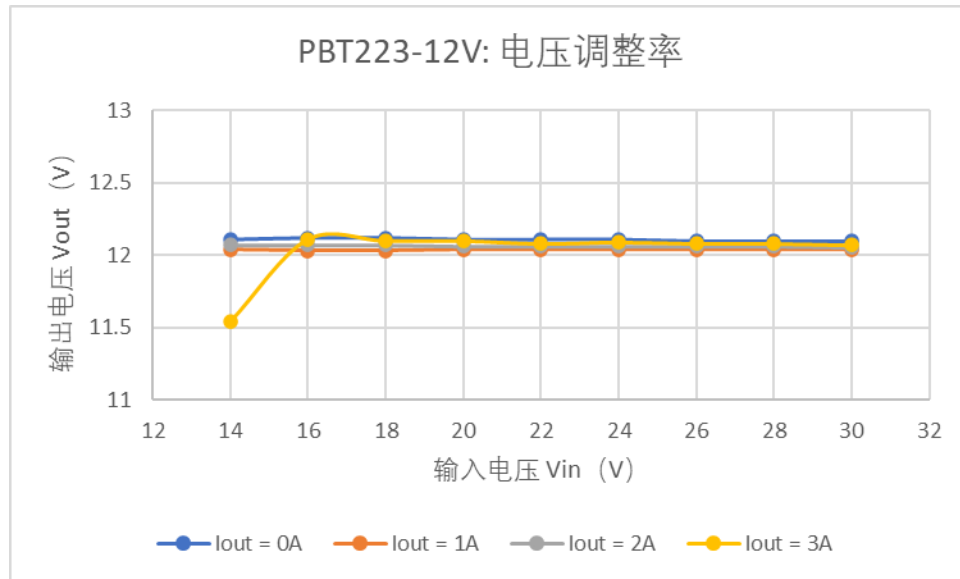
- PBT223-12V 模块
- 室温 25 摄氏度
- 1 个标准大气压

### 1.2.1 线性调整率

**测试目标：**当输入电压  $V_{in}$  变化时，输出电压  $V_{out}$  应该保持稳定。

PBT223-12V：线性调整率		
Iout (A)	Vin (V)	Vout (V)
0	14	12.11
	16	12.12
	18	12.12
	20	12.11
	22	12.11
	24	12.11
	26	12.1
	28	12.1
	30	12.1
1	14	12.04
	16	12.03
	18	12.03
	20	12.04
	22	12.04
	24	12.04
	26	12.04
	28	12.04
	30	12.04
2	14	12.07
	16	12.07
	18	12.07
	20	12.06
	22	12.06
	24	12.06
	26	12.06
	28	12.06
	30	12.05
3	14	11.54
	16	12.11

	18	12.1
	20	12.1
	22	12.08
	24	12.09
	26	12.08
	28	12.08
	30	12.07



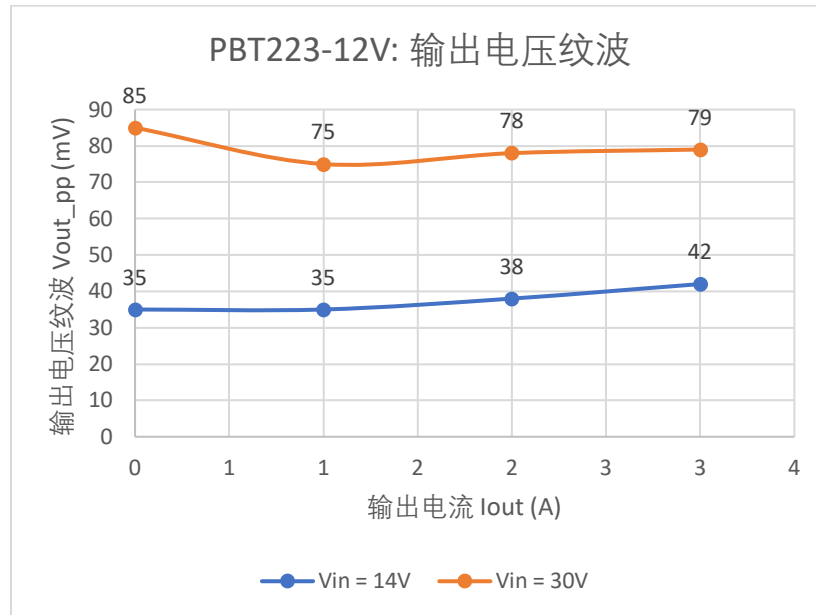


### 1.2.2 输出纹波 Vout\_pp

**测试目的：**当输入电压  $V_{in}$  变化时，在不同负载  $I_{out}$  情况下，输出电压纹波  $V_{out\_pp}$  应该小于 100mV。

PBT223-12V 电压纹波: $V_{in} = 14V$			
负载电流 $I_{out}$ (A)	输出电压纹波 $V_{out\_pp}$ (mV)	合格要求	测试结果
0	35	$\leq 100mV$	PASS
1	35	$\leq 100mV$	PASS
2	38	$\leq 100mV$	PASS
3	42	$\leq 100mV$	PASS

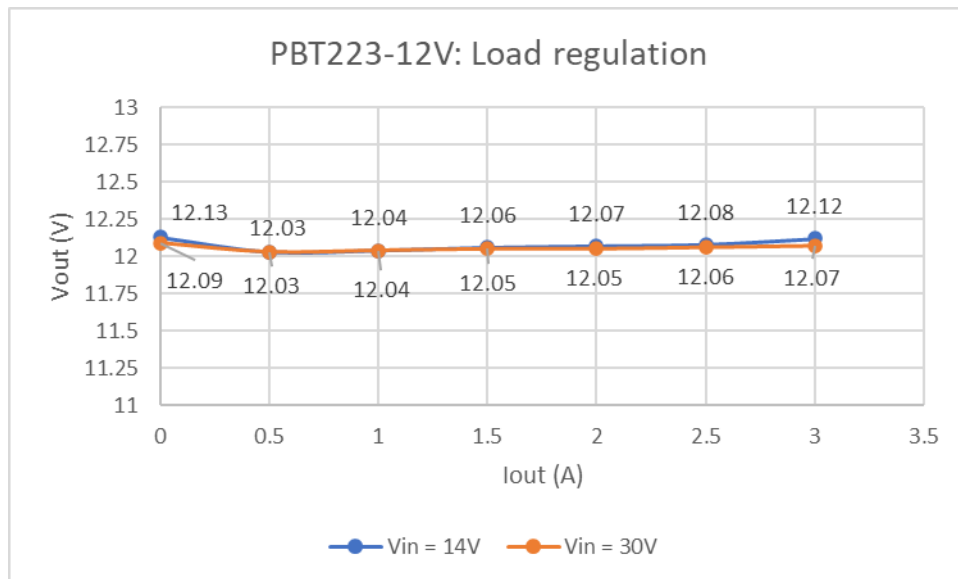
PBT223-12V 电压纹波: $V_{in} = 30V$			
负载电流 $I_{out}$ (A)	输出电压纹波 $V_{out\_pp}$ (mV)	合格要求	测试结果
0	85	$\leq 100mV$	PASS
1	75	$\leq 100mV$	PASS
2	78	$\leq 100mV$	PASS
3	79	$\leq 100mV$	PASS



### 1.2.3 负载调节率

**测试目的：**在不同负载  $I_{out}$  情况下，输出电压  $V_{out}$  应该保持稳定。

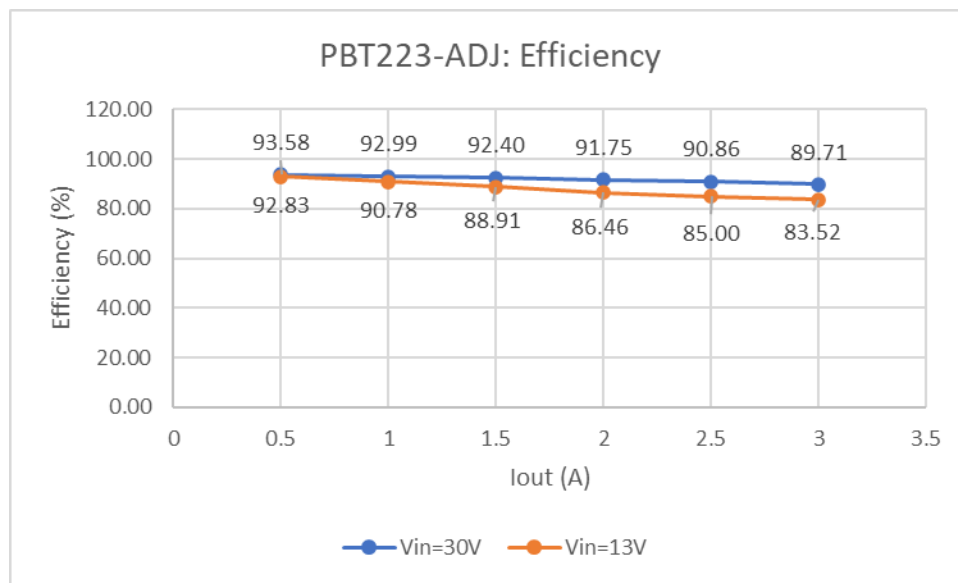
PBT223-12V: 负载调节率		
$V_{in}$ (V)	$I_{out}$ (A)	$V_{out}$ (V)
14	0	12.13
	0.5	12.03
	1	12.04
	1.5	12.06
	2	12.07
	2.5	12.08
	3	12.12
30	0	12.09
	0.5	12.03
	1	12.04
	1.5	12.05
	2	12.05
	2.5	12.06
	3	12.07



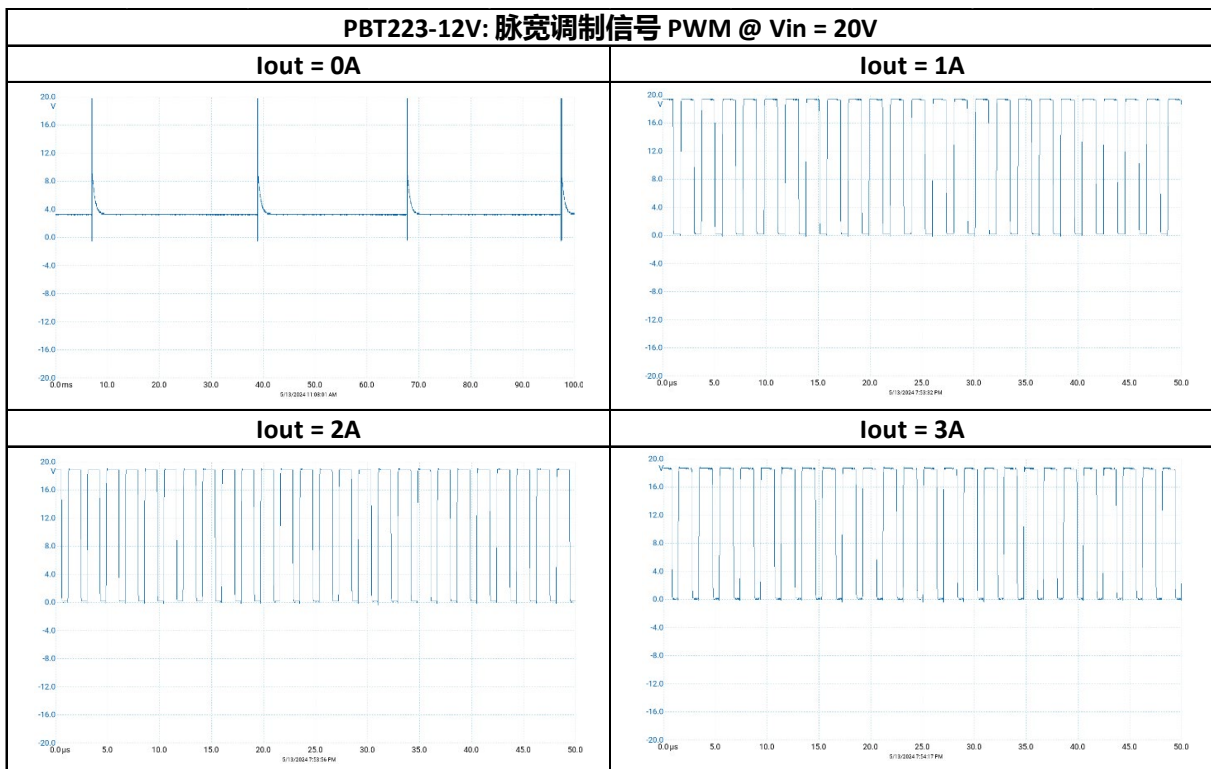
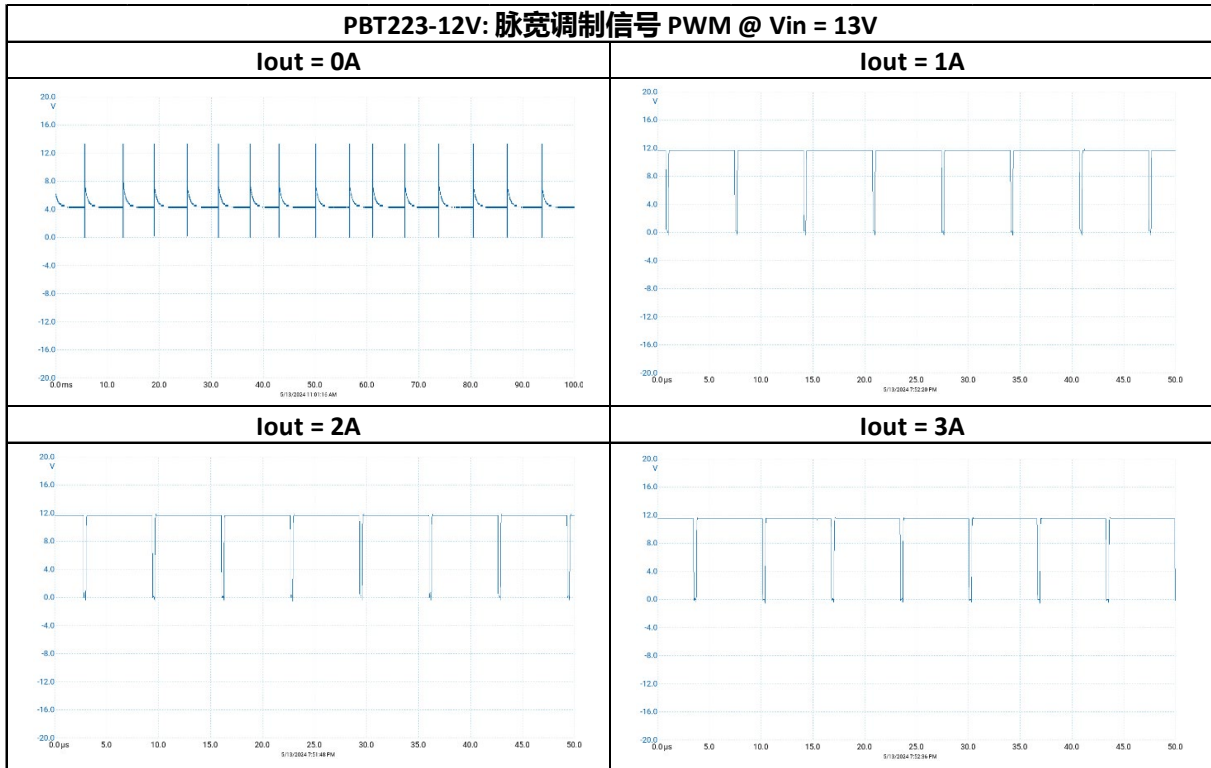
#### 1.2.4 转换效率 (%)

**测试目的：**当转换效率越低，buck 芯片发热量越高；当转换效率越高，buck 芯片发热量越低。

PBT223-12V: 转换效率 ( $\eta$ )		
Vin (V)	Iout (A)	Efficiency (%)
13V	0.5	92.83
	1	90.78
	1.5	88.91
	2	86.46
	2.5	85.00
	3	83.52
30V	0.5	93.58
	1	92.99
	1.5	92.40
	2	91.75
	2.5	90.86
	3	89.71



### 1.2.5 脉宽调制信号 PWM



### 1.3 PBT223-ADJ 测试数据

PBT223-ADJ 支持 3 种工作模式：恒电压（CV），恒功率（CP）和 DAC 模式。

- **恒电压（CV）模式：**通过 PID 算法，在 2 秒内把 Vout 调节到目标电压。
  - Vout 范围 = 1 – 22V
- **恒功率（CP）模式：**通过 PID 算法，在 2 秒内把 Pout 调节到目标功率。
  - Pout 范围 = 0 – 66 W
  - MCU 会实时监控 Pout，实时调节，确保 Pout 当负载变化导致 Pout 变化时，
- **DAC 模式：**将整数 0 – 4095 映射到 Vout\_min 到 Vout\_max。

以下实验数据是在以下测试环境中获得：

- PBT223-ADJ 模块
- 室温 25 摄氏度
- 1 个标准大气压

### 1.3.1 输出线性度

**测试目的：**当 12-bit DAC（0-4095）数值从小到大变化时，Vout 也应该线性增加。

$R^2$  越接近与 1，说明输入与输出之间的关系越线性。

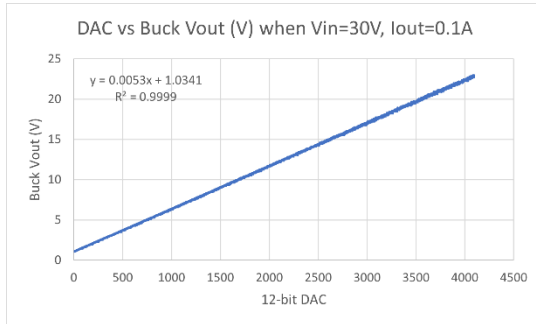


Figure 3 DAC vs Vout when Vin=30V, Iout=0.1A

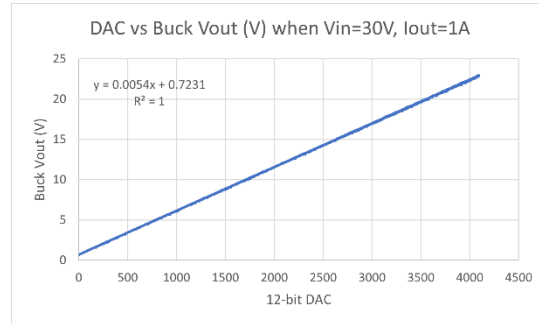


Figure 4 DAC vs Vout when Vin=30V, Iout=1A

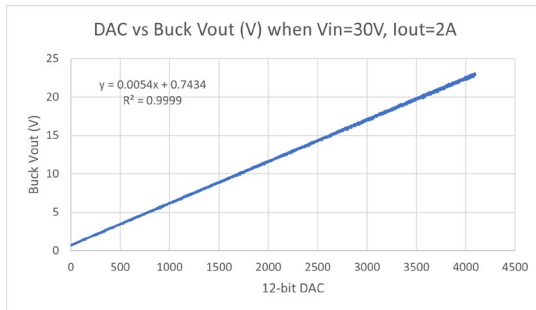


Figure 5 DAC vs Vout when Vin=30V, Iout=2A

### 1.3.2 线性调整率

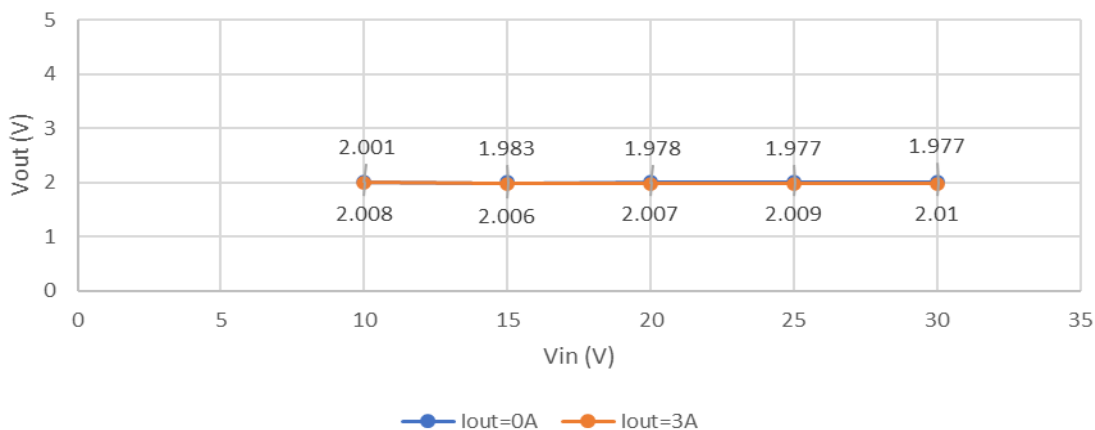
**测试目标：**当输入电压  $V_{in}$  变化时，输出电压  $V_{out}$  应该保持稳定。

PBT223-ADJ: 负载调节率 $V_{in}=30V$ , $V_{out}=2V$		
Iout (A)	Vin (V)	Vout (V)
0	10	2.008
	15	2.006
	20	2.007
	25	2.009
	30	2.01
3	10	2.001
	15	1.983
	20	1.978
	25	1.977
	30	1.977

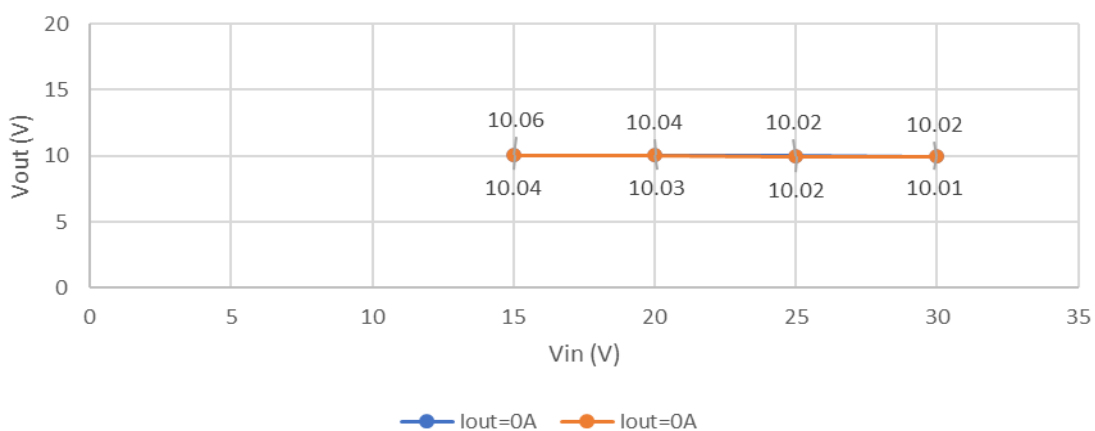
PBT223-ADJ: 负载调节率 $V_{in}=30V$ , $V_{out}=10V$		
Iout (A)	Vin (V)	Vout (V)
0	15	10.04
	20	10.03
	25	10.02
	30	10.01
3	15	10.06
	20	10.04
	25	10.02
	30	10.02

PBT223-ADJ: 负载调节率 $V_{in}=30V$ , $V_{out}=20V$		
Iout (A)	Vin (V)	Vout (V)
0	24	20.01
	27	20
	30	20
3	24	20.1
	27	20.08
	30	20.06

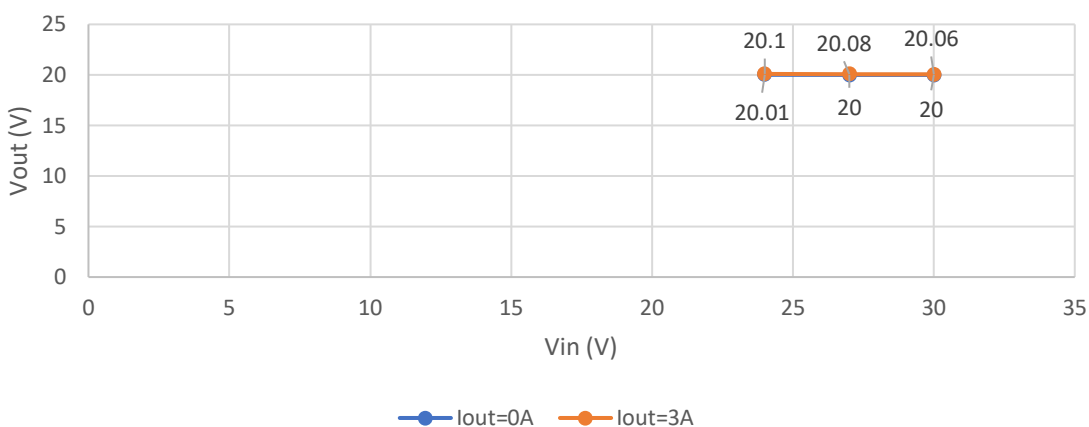
PBT223-ADJ: 负载调节率  $V_{in}=30V$ ,  $V_{out}=2V$



PBT223-ADJ: 负载调节率  $V_{in}=30V$ ,  $V_{out}=10V$



PBT223-ADJ: 负载调节率  $V_{in}=30V$ ,  $V_{out}=20V$

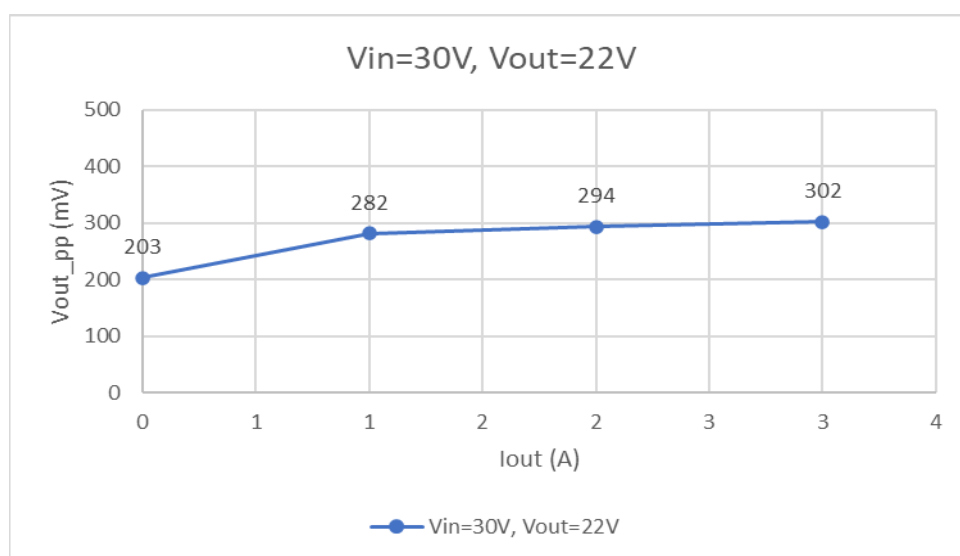




### 1.3.3 输出纹波 Vout\_pp

**测试目的：**当输入电压  $V_{in}$  变化时，在不同负载  $I_{out}$  情况下，输出电压纹波  $V_{out\_pp}$  应该小于 100mV。

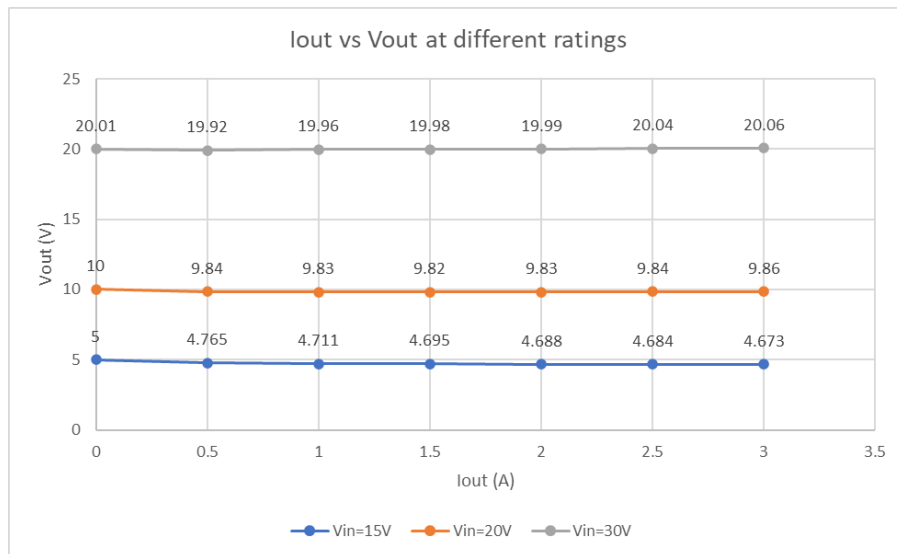
PBT223-ADJ: $V_{in} = 30V$ , $V_{out}=22V$			
负载电流 $I_{out}$ (A)	输出电压纹波 $V_{out\_pp}$ (mV)	合格要求	测试结果
0	203	$\leq 350mV$	PASS
1	282	$\leq 350mV$	PASS
2	294	$\leq 350mV$	PASS
3	302	$\leq 350mV$	PASS



### 1.3.4 负载调节率

**测试目的：**在不同负载  $I_{out}$  情况下，输出电压  $V_{out}$  应该保持稳定。

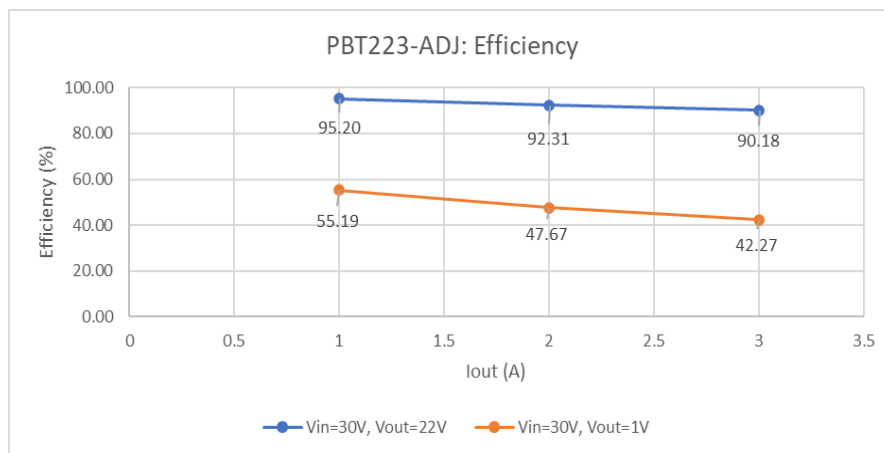
PBT223-ADJ: 负载调节率		
$V_{in}$ (V)	$I_{out}$ (A)	$V_{out}$ (V)
15	0	5
	0.5	4.765
	1	4.711
	1.5	4.695
	2	4.688
	2.5	4.684
	3	4.673
20	0	10
	0.5	9.84
	1	9.83
	1.5	9.82
	2	9.83
	2.5	9.84
	3	9.86
30	0	20.01
	0.5	19.92
	1	19.96
	1.5	19.98
	2	19.99
	2.5	20.04
	3	20.06



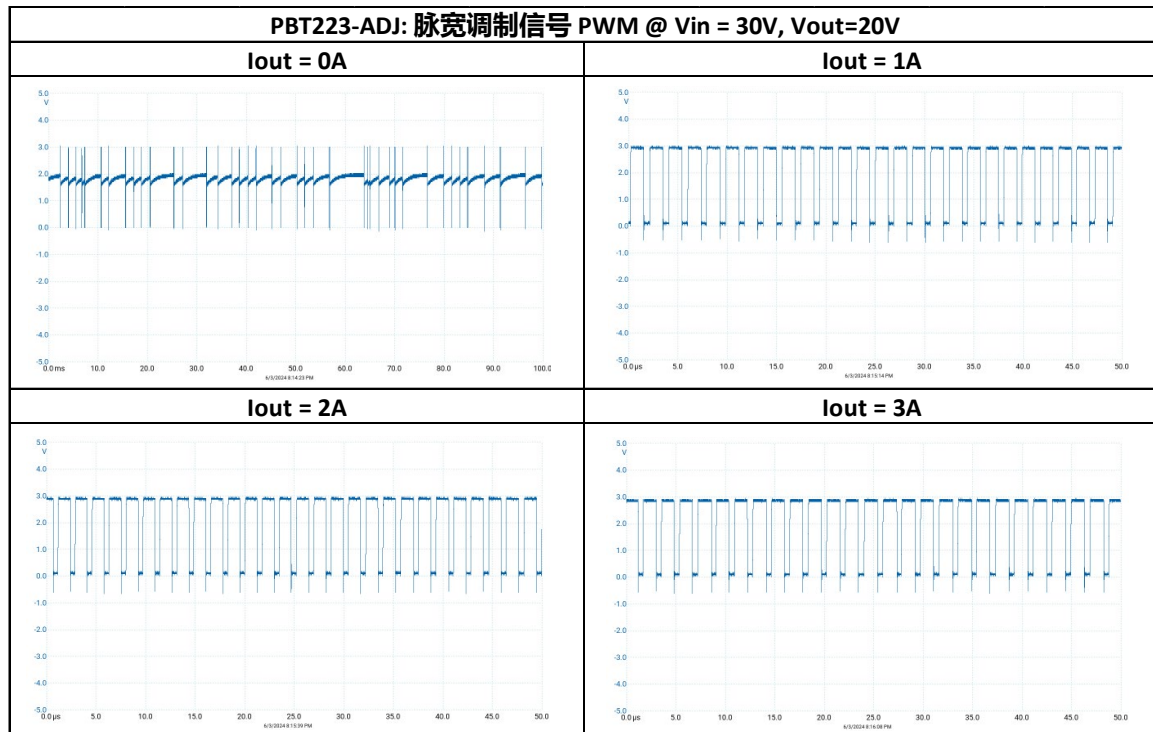
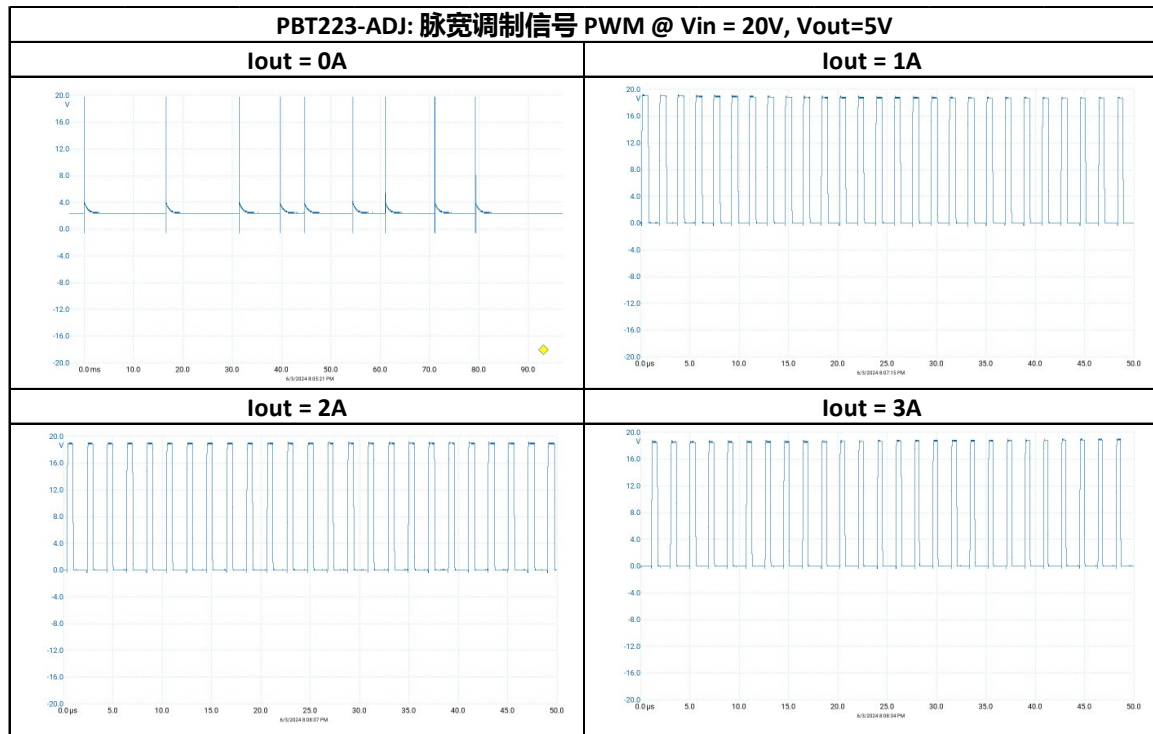
### 1.3.5 转换效率 (%)

**测试目的：**当转换效率越低，buck 芯片发热量越高；当转换效率越高，buck 芯片发热量越低。

Vin (V)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Efficiency (%)
30	1	1	1.83	1.01	55.19
		2	3.72	1.7733	47.67
		3	5.55	2.3461	42.27
	22	1	23.1	21.992	95.20
		2	47.67	44.006	92.31
		3	73.14	65.96	90.18



### 1.3.6 脉宽调制信号 PWM



## 1.4 旋转编码器（带按键）

仅 PBT223-ADJ 款含有旋转编码器。

- 旋钮可以正/反旋转。旋转一格时，会有齿轮感。
- 手松开按键时，按键会自动复位。
- **短按：**按下<1 秒时，认为是短按。短按用于调节挡位，便于快速准确地调节日标电压/功率或 DAC 数值。

挡位调节	恒电压 CV 模式 1 – 22V	恒功率 CP 模式 0 – 66W	DAC 模式 0 - 4095
1 档调节	0.01 V	0.01 W	1
2 档调节	0.1 V	0.1 W	10
3 档调节	1 V	1 W	100
4 档调节	10 V	10 W	1000

- **长按：**按下>1 秒时，认为是长按。长按用于切换 DC-DC 工作模式：恒电压（CV），恒功率（CP）或 DAC 模式。



Figure 6 PBT223-ADJ CV 模式 = 1V



Figure 7 PBT223-ADJ CV 模式 = 22V

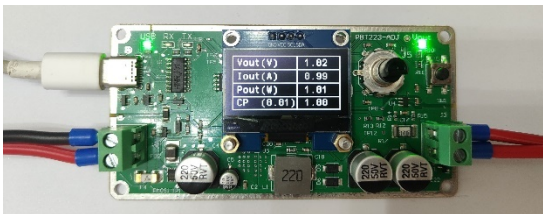


Figure 8 PBT223-ADJ CP 模式 = 1W

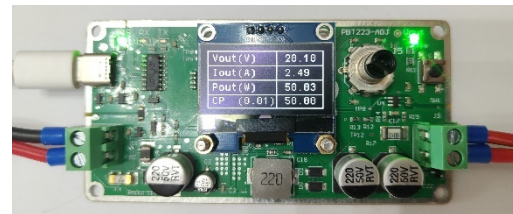


Figure 9 PBT223-ADJ CP 模式 = 50W



Figure 10 PBT223-ADJ DAC 模式 = 0



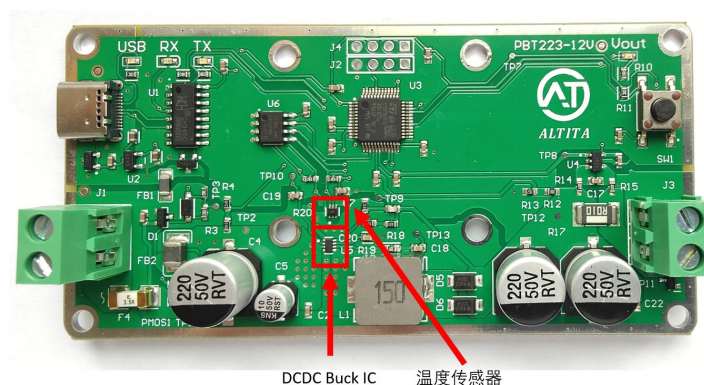
Figure 11 PBT223-ADJ DAC 模式 = 4095

## 1.5 UART 串口

参数	数值
通信模式	USART
波特率 Baud rate	115200
数据位数 Data bits	8
停止位数 Stop bits	1
奇偶校验 Parity	奇校验
流控制 Flow Control	无

## 1.6 温度传感器

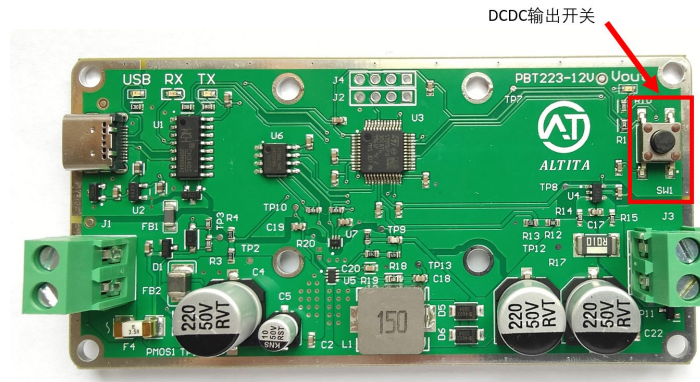
参数	数值
芯片型号	<ul style="list-style-type: none"> <li>PN: TMP102 (美国德州仪器 TI)</li> </ul>
温度范围	-40 – 125 °C
温度分辨率	0.0625 °C
温度精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>-25 – 85 °C 时, 额定精度 <math>\pm 0.5^{\circ}\text{C}</math>, 最差精度 <math>\pm 2^{\circ}\text{C}</math></li> <li>-40 – 125 °C 时, 额定精度 <math>\pm 1^{\circ}\text{C}</math>, 最差精度 <math>\pm 3^{\circ}\text{C}</math></li> </ul>
温度刷新率	4Hz





## 1.7 开关按键

按键位于 PCBA 电路板右侧，用于打开或关闭 DC-DC 输出。



## 1.8 EEPROM 数据映射

- 用户可以通过串口 API 读写 EEPROM
  - EEPROM 地址：0x00 – 0xFF
  - EEPROM 每个地址可以读/写 1 byte 数据：0x00 – 0xFF
  - 用户自定义范围：0x00 – 0xDF
  - 预保留范围：0xE0 – 0xFF

EEPROM 数据映射		
EEPROM 地址	EEPROM 数据	单位
0x00 - 0xDF	用户自定义	/
0xE0	PBT233-ADJ 工作模式	0: 恒电压 CV 模式 1: 恒功率 CP 模式 2: DAC 模式
0xE1	仅 PBT233-ADJ 支持： 恒电压 CV 模式的目标 Vout (整数部分)	目标 Vout = <b>XX.XX</b> (V)
0xE2	仅 PBT233-ADJ 支持： 恒电压 CV 模式的目标 Vout (小数部分，2 位小数)	目标 Vout = <b>XX.XX</b> (V)
0xE3	仅 PBT233-ADJ 支持： 恒功率 CP 模式的目标 Pout	目标 Pout = <b>XX.XX</b> (W)



	(整数部分)	
0xE4	仅 PBT233-ADJ 支持： 恒功率 CP 模式的目标 Pout (小数部分，2 位小数)	目标 Pout = XX.XX (W)
0xE5	仅 PBT233-ADJ 支持： DAC 模式的目标 DAC (12 位 DAC 数值的高 4 位)	/
0xE6	仅 PBT233-ADJ 支持： DAC 模式的目标 DAC (12 位 DAC 数值的低 8 位)	/
0xE7 - 0xEF	保留，未使用	/
0xF0	软件保护：Vin_max 整数部分	XX.XX (V)
0xF1	软件保护：Vin_max 小数部分 (2 位小数)	XX.XX (V)
0xF2	软件保护：Vout_max 整数部分	XX.XX (V)
0xF3	软件保护：Vout_max 小数部分 (2 位小数)	XX.XX (V)
0xF4	软件保护：Iout_max 整数部分	X.XX (A)
0xF5	软件保护：Iout_max 小数部分 (2 位小数)	X.XX (A)
0xF6	软件保护：Pout_max 整数部分	XX.XX (W)
0xF7	软件保护：Pout_max 小数部分 (2 位小数)	XX.XX (W)
0xF8 - 0xFF	保留，未使用	/



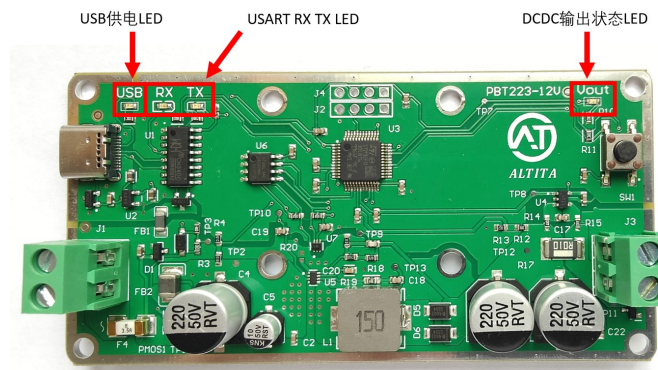
## 1.9 OLED 1.3" 显示屏

- 尺寸：1.3 英寸
- 屏幕刷新速度：5 Hz



## 1.10 LED 指示灯

LED 灯	指示信息
PCBA 电路板左侧，绿色 LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 亮起时，代表 USB 有供电正常</li> <li>• 不亮时，代表 USB 没有供电。</li> </ul>
PCBA 电路板右侧，绿色 LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 亮起时，代表 DC-DC 打开输出。</li> <li>• 不亮时，代表 DC-DC 关闭输出。</li> </ul>
USART RX 接收端，黄色 LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 闪烁或常亮时，代表正在接收通讯</li> <li>• 不亮时，代表没有接收通讯</li> </ul>
USART TX 发送端，蓝色 LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 闪烁或常亮时，代表正在发送通讯</li> <li>• 不亮时，代表没有发送通讯</li> </ul>

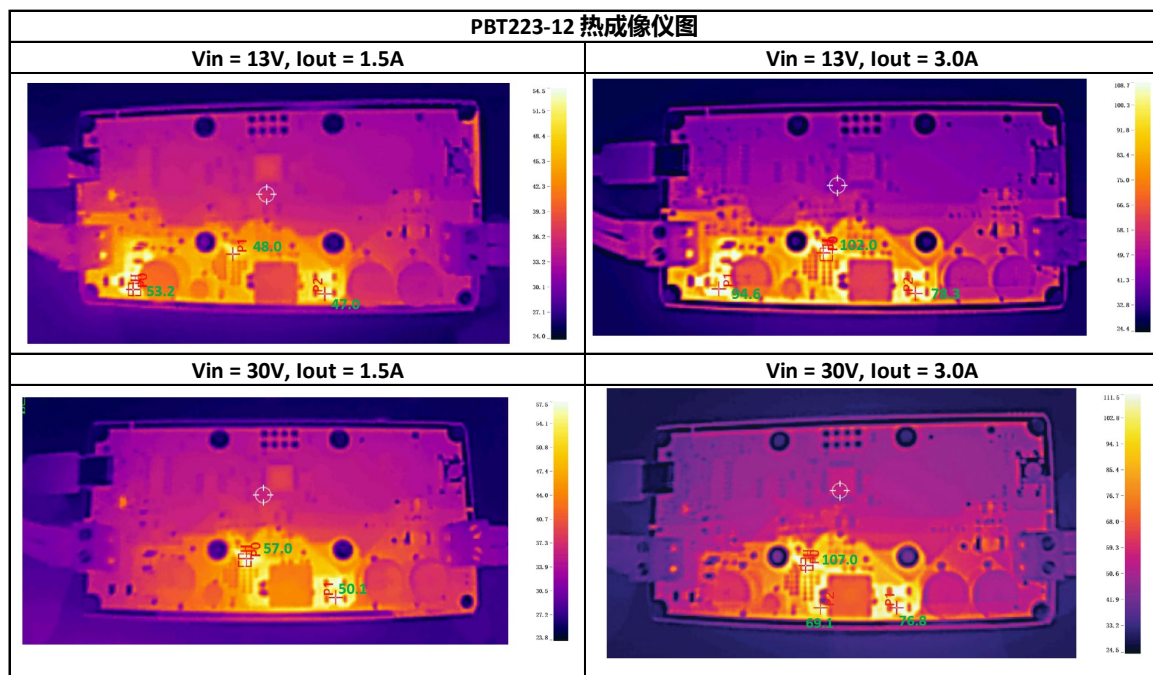


### 1.11 看门狗

- MCU 含有看门狗功能。正常情况下，MCU 会每 500ms 喂一次狗，避免 MCU 重启。
- 当 MCU 超过 2000ms 没有喂狗时，MCU 会自行重启，并通过 UART 串口发送 1 次字符串：“Buck is started”。

### 1.12 工作温度

- 产品工作温度范围 -40 to 85 °C。





## 2. 通讯协议

### 2.1 读指令

读指令			
字节	指令	功能	备注
第 0 字节	0x00	代表读指令	/
第 1 字节	0x00	读取降压状态：ON/OFF	1: DCDC 已打开 0: DCDC 已关闭
	0x01	读取 Vin	2 位小数 (V)
	0x02	读取 Vout	2 位小数 (V)
	0x03	读取 Iout	2 位小数 (A)
	0x04	读取 Pout	2 位小数 (W)
	0x05	读取 PBT223-ADJ 模式	仅适用于 PBT223-ADJ，模式包含： 1) 恒电压 Constant Voltage (CV) 2) 恒功率 Constant Power (CP) 3) DAC 模式：0 - 4095
	0x06	读取 CV 模式目标电压	2 位小数 (V)
	0x07	读取 CP 模式目标功率	2 位小数 (W)
	0x08	读取 DAC 值：0 - 4095	* 仅适用于 PBT223-ADJ
	0x09	读取 Vin_max 软件保护	2 位小数 (V)
	0x10	读取 Vout_max 软件限制	2 位小数 (V)
	0x11	读取 Iout_max 软件限制	2 位小数 (A)
	0x12	读取 Pout_max 软件限制	2 位小数 (W)
	0x13	读取 LDO VDDA 电压	3 位小数 (V)
	0x14	读取 MCU 温度	2 位小数 (°C)
	0x15	读取温度传感器	2 位小数 (°C)
	0x16	读取 OLED 状态：ON/OFF	1: OLED 已打开 0: OLED 已关闭
	0x17	读取 EEPROM 指定地址里的数据	1) EEPROM 地址范围 = 0x00 - 0xFF 2) 数据范围 = 0x00 - 0xFF



	0xF0	读取 PN	PN 包含: PBT223-0V8 PBT223-3V3 PBT223-5V PBT223-12V PBT223-22V PBT223-ADJ
	0xF1	读取 SN	96 位 UUID
	0xF2	读取硬件版本	HW: X.Y.Z X = 主要硬件更改, 例如添加/ 删除组件 Y = 次要硬件更新, 例如 PN 更 改 Z = 补丁, 例如错误修复
	0xF3	读取固件版本	FW: X.Y.Z X = 主要固件更改, 例如新功能 或算法 Y = 次要固件更新, 例如次要功 能改进 Z = 补丁, 例如错误修复
第 2 字节	如果第 1 字节 是 0x17	读取 EEPROM 任意地址 (0x00 - 0xFF) 中的数据	该 EEPROM 地址的数据 0x00 - 0xFF
	其他情况	未定义, 可使用任意字节填 补	/
第 3 字节	未定义, 可使 用任意字节填 补	/	/
	其他情况	未定义, 可使用任意字节填 补	/



## 2.2 写指令

写指令			
字节	指令	功能	备注
第 0 字节	0x01	代表写指令	/
第 1 字节	0x00	关闭 DC-DC	/
	0x01	打开 DC-DC	/
	0x02	设定恒电压 CV 模式的目标 Vout 值	仅适用于 PBT223-ADJ Vout 范围 = 1 - 22 (V), 2 位小数 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x03	设定恒功率 CP 模式的目标 Pout 值	仅适用于 PBT223-ADJ Pout 范围 = 0 - 66 (W), 2 位小数 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x04	设定 DAC 模式的目标 DAC 值	仅适用于 PBT223-ADJ DAC 范围 = 0 - 4095, 整数 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x05	设定 Vin_max 软件保护	2 位小数 (V) 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x06	设定 Vout_max 软件保护	2 位小数 (V) 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x07	设定 Iout_max 软件保护	2 位小数 (A) 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x08	设定 Pout_max 软件保护	2 位小数 (W) 需要第 2, 3 字节补充完整指令
	0x09	打开 OLED 屏幕	/
	0x10	关闭 OLED 屏幕	/
	0x11	打开数据流模式	有 2 种方式可以查看数据流 1) 可通过串口助手超看数据, 数据格式为: /*Vin,Vout,Iout,Pout,温度*/ 保留 2 位小数  2) 您可以下载“Serial Studio”软件来查看实时的数据曲线图 详情请参考《用户手册》
	0x12	关闭数据流模式	/

	0x13	将数据写入 EEPROM 地址	/
第 2 字节	如果第 2 字节是 0x02 - 0x08	写入数值 <b>XX.XX</b> 的整数部分	/
	如果第 2 字节是 0x13	选择 EEPROM 地址，保存用户自定义数据：0x00 - 0xDF	EEPROM 地址 0xE0 - 0xFF 已被占用，用于指定功能
	其他情况	未定义，可使用任意字节填补	/
第 3 字节	如果第 2 字节是 0x02 - 0x08	写入数值 <b>XX.XX</b> 的小数部分	2 位小数
	如果第 2 字节是 0x13	写入 EEPROM 数据：0x00 - 0xFF	/
	其他情况	未定义，可使用任意字节填补	/

## 2.3 故障信息

故障信息		
字节 0 错误	/	返回字符串“Error byte 0: unknown read / write command”
字节 1 错误（读）	/	返回字符串“Error byte 1: unknown read command”
字节 1 错误（写）	/	返回字符串“Error byte 1: unknown write command”

### 3. 保护电路

#### 3.1 软件保护：出厂设定值

型号	$V_{in\_max}$ (V)	$V_{out\_max}$ (V)	$I_{out\_max}$ (A)	$P_{out\_max}$ (W)
PBT223-0V8	33.0	1.5	3.5	5.25
PBT223-3V3	33.0	4.5	3.5	15.75
PBT223-5V0	33.0	6.0	3.5	21.0
PBT223-12V	33.0	13.0	3.5	45.5
PBT223-22V	33.0	25.0	3.5	75.0
PBT223-ADJ	33.0	25.0	3.5	75.0

#### 3.2 输入保护

保护功能	硬件保护	软件保护
输入过压保护 (OVP)	TVS 二极管 36V 过压保护。	当 $V_{in} > V_{in\_max}$ 超过 300ms 时，MCU 会关闭 DC-DC 输出，并通过串口和 OLED 报错。  用户也可以通过串口 API 自行设定最大输入电压 $V_{in\_max}$ 值，并把数据存储在 EEPROM 中。
输入过流保护 (OCP)	当 $I_{in} > 3.5$ A 时，会熔断一次性保险丝（品牌：美国 Littlefuse）。	/
输入防反接保护	PMOS 防反接电路	/

### 3.3 输出保护

保护功能	硬件保护	软件保护
输出过压保护 (OVP)	当 $V_{out}$ 大于 115%的额定值时, DC-DC 会关闭输出。此时, $V_{out}$ 会下降。当 $V_{out}$ 下降到 110%的额定值时, DC-DC 会自动打开输出。  输出有 TVS 二极管, 可接阻性和感性负载。	当 $V_{out} > V_{out\_max}$ 超过 300ms 时, MCU 会关闭 DC-DC 输出, 并通过串口和 OLED 报错。  用户也可以通过串口 API 自行设定最大输出电压 $V_{out\_max}$ 值, 并把数据存储在 EEPROM 中。
输出欠压保护 (UVP)	当 DC-DC 出现故障或负载异常时, $V_{out}$ 会下降。当 $V_{out}$ 低于 65%的额定值时, DC-DC 会关闭输出, 自动进入 DC-DC 打嗝模式。此时 DC-DC 会周期性的尝试重启以恢复正常操作, 就像打嗝一样。周期时间为 10.5 个软启动时间。DC-DC 会一直保持打嗝模式, 直到 $V_{out}$ 恢复正常。	/
输出过流保护 (OCP)	/	当 $I_{out} > I_{out\_max}$ 超过 300ms 时, MCU 会关闭 DC-DC 输出, 并通过串口和 OLED 报错。  用户也可以通过串口 API 和自行设定最大输出电压 $I_{out\_max}$ 值, 并把数据存储在 EEPROM 中。
输出短路保护 (SCP)	DC-DC 芯片自带短路保护。	/
输出过功率保护 (OPP)	/	当 $P_{out} > P_{out\_max}$ 超过 300ms 时, MCU 会关闭 DC-DC 输出, 并通过串口和 OLED 报错。  用户也可以通过串口 API 和自行设定最大输出电压 $P_{out\_max}$ 值, 并把数据存储在 EEPROM 中。





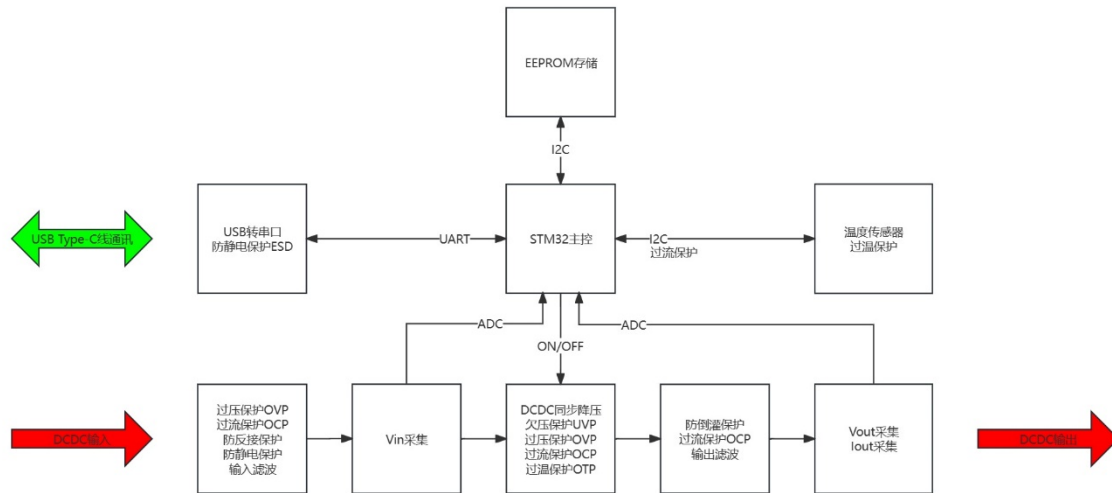
### 3.4 过温保护

- 当以下任一条件满足时，MCU 会启动过温保护，关闭 DC-DC 输出：
  - MCU 内部温度传感器，持续 300ms 超过 80℃
  - DC-DC 附近的温度传感器，持续 300ms 超过 120℃
  - DC-DC 芯片温度超过 165℃
- 当以下所有条件都满足时，MCU 会取消过温保护，打开 DC-DC 输出：
  - MCU 内部温度传感器，持续 300ms 低于 70℃
  - DC-DC 附近的温度传感器，持续 300ms 低于 110℃
  - DC-DC 芯片温度低于 135℃

### 3.5 ESD 保护

ESD 保护区域	电路	备注
USB	TVS 二极管和电容保护	/
输入连接器	TVS 二极管和电容保护	/
输出连接器	TVS 二极管和电容保护	可接阻性和感性负载。
PCBA 板边缘	PCBA 外围接地和打孔	/

## 4. 功能方框图



## 5. 产品图片

### 5.1 实物图

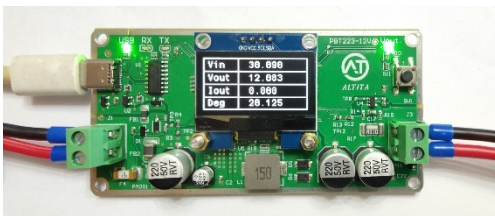


Figure 12 PBT223-Fixed



Figure 13 PBT223-ADJ

- [点击下载 2D 图纸](#): DWG, DXF
- 单位: mm



### 5.3 模型 3D

- [点击下载 3D 模型](#): STEP, STL, PDF 3D

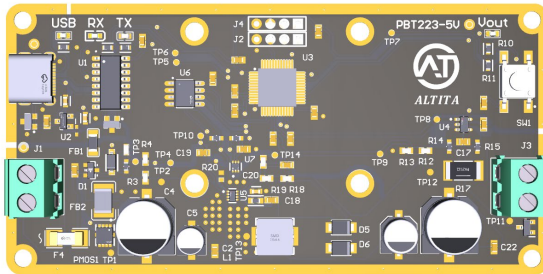


Figure 18 PBT223-fixed

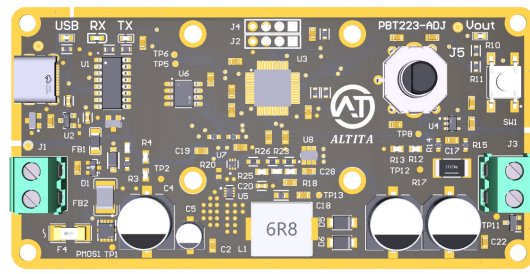


Figure 19 PBT223-ADJ

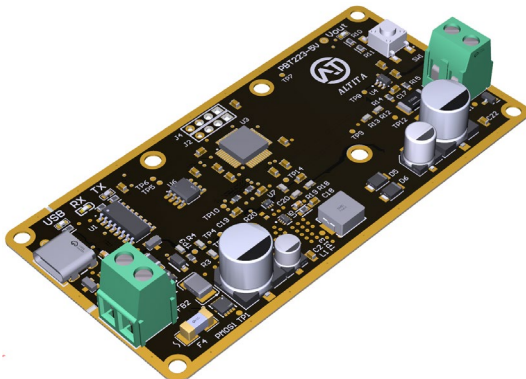


Figure 20 PBT223-fixed

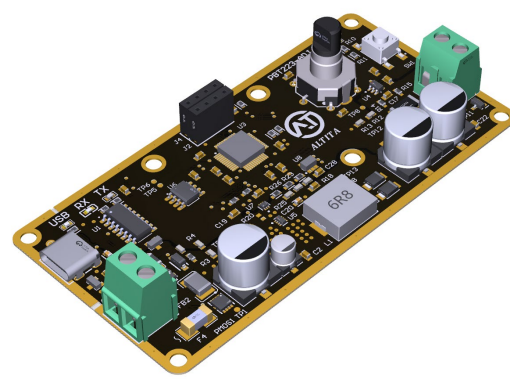


Figure 21 PBT223-ADJ

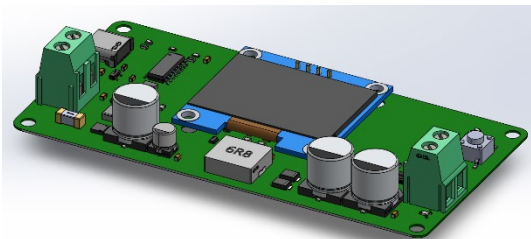


Figure 22 PBT223-fixed

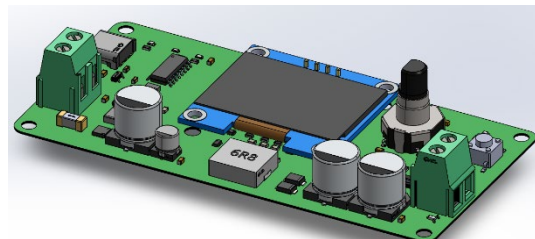
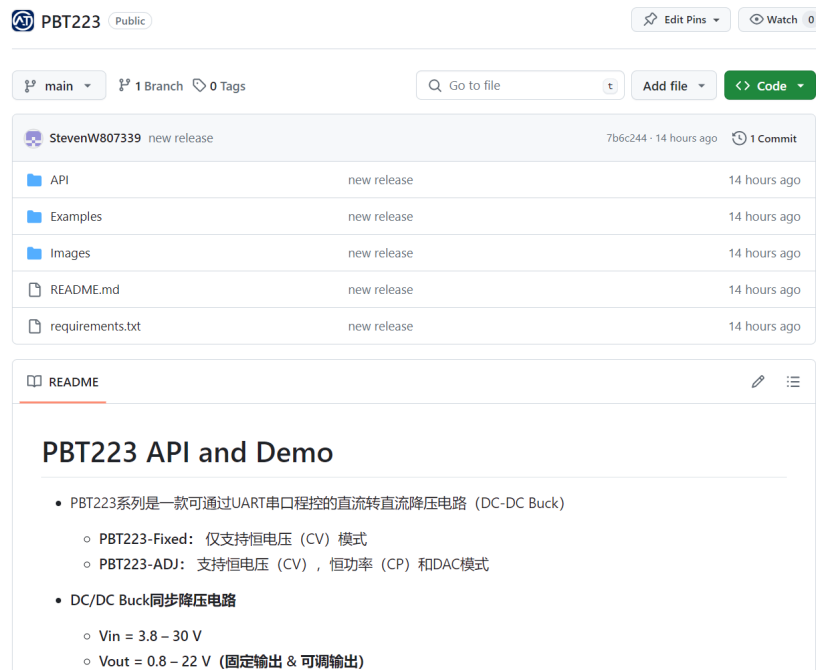


Figure 23 PBT223-ADJ

## 6. 例程代码和 API

- [点击进入 GitHub 链接](#)



## 7. 联系我们

- 公司官网: <https://altita-tech.com/>
- 电话: +86 13512122992 (销售董小姐)
- 微信: DL13512122992 (销售董小姐)
- 销售邮箱: [sales@altita-tech.com](mailto:sales@altita-tech.com)
- 技术支持邮箱: [tech@altita-tech.com](mailto:tech@altita-tech.com)