



杭州万高科技股份有限公司

V9240

数据手册



功能

- 电源
 - 芯片采用 3.3V 电源供电，电压输入范围 2.6V~3.6V
- 基准电压：1.21V（典型温度系数 10ppm/°C）
- 低功耗设计
 - 正常工作时芯片典型功耗约 1.7 mA（系统时钟为 6.5536 MHz）
- 计量特点：
 - 支持一路电流同时进行有功与无功电能计量
 - 计量精度：
满足 IEC 62053-21:2020/ IEC 62053-22:2020/IEC 62053-23:2020 和 IEC 62053-24:2020 的要求
5000:1 动态范围内，有功、无功计量误差小于 0.1%
 - 提供各种测量数据：
电压/电流信号直流分量
全波电压/电流瞬时值/平均值
全波有功/无功功率瞬时值/平均值
全波视在功率瞬时值/平均值
基波无功功率瞬时值/平均值
频率
相位
 - 支持软件校表
支持角差校正，最小调整步长 $\pm 0.02\%$ （PF=0.5L）
支持有效值/功率比差校正
支持有功/无功功率/有效值二次补偿（offset 校正）
支持小电流加速校表
- 支持波形缓存
- 电流输入：支持锰铜或 CT
- 波特率自适应 UART 接口，支持的波特率 1200bps~19200bps
- 无需外部晶振
- 工作温度：-40~+105°C
- 储存温度：-55~+150°C
- 封装：SOP8

目录

功能.....	2
目录.....	3
表目录.....	5
图目录.....	6
历史版本.....	7
1 引脚分布.....	8
1.1 管脚描述.....	8
2 电气参数.....	9
2.1 性能参数.....	9
2.2 绝对最大额定值.....	10
3 复位.....	11
3.1 RX 复位.....	11
3.2 软件复位.....	11
4 电源系统.....	12
4.1 掉电监测电路.....	12
4.2 数字电源电路.....	12
5 电压基准电路 (Bandgap).....	13
6 UART.....	14
6.1 字节结构.....	14
6.2 通信协议.....	15
6.3 写操作.....	16
6.4 读操作.....	17
6.5 块读操作.....	18
6.6 广播写操作.....	20

7	测量数据处理单元	22
7.1	模拟信号输入	22
7.2	模拟数字转换	23
7.3	角差校正	23
7.4	有效值计算和校正	24
7.5	有功功率计算和校正	24
7.6	无功功率计算和校正	25
7.7	视在功率计算	25
7.8	线电压频率测量	26
7.9	相位测量	26
7.10	波形缓存	27
8	包装信息	28
9	回流焊工艺	29
10	芯片标识	30
11	封装尺寸图	31

表目录

表 1.	历史版本	7
表 2.	管脚描述	8
表 3.	UART 通讯错误	14
表 4.	UART 接口时序参数说明	15
表 5.	写操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	16
表 6.	写操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	17
表 7.	读操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	17
表 8.	读操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	17
表 9.	块读操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	19
表 10.	块读操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	19
表 11.	广播写操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）	20
表 12.	波形缓存数据格式.....	27
表 13.	回流曲线条件	29

图目录

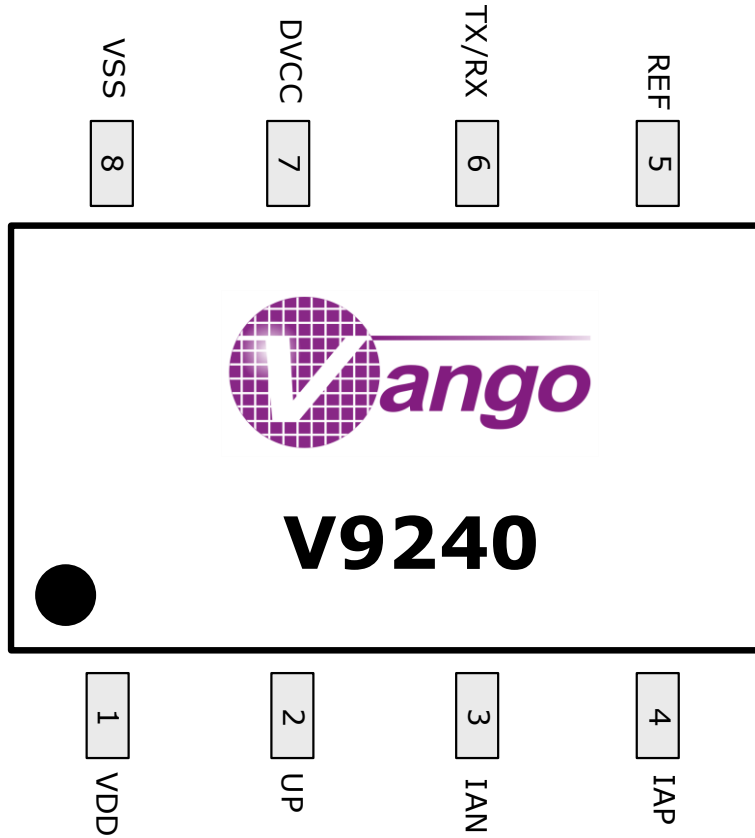
图 1. UART 通讯时 RX 复位时序图	11
图 2. 掉电监测	12
图 3. 11-Bit 字节数据格式 (LSB 到 MSB)	14
图 4. V9240 的 UART 接口接收与发送一个字节帧的时序	15
图 5. 写操作通讯协议	16
图 6. 读操作通讯协议	17
图 7. 块读地址映射	18
图 8. 块读操作通讯协议	18
图 9. 广播写操作通讯协议	20
图 10. 采用 CT 输入电流	22
图 11. 采用锰铜电阻分流网络输入电流	22
图 12. 电压输入方式	22
图 13. 角差校正原理图	23
图 14. 线电压频率测量原理	26
图 15. SOP8 编带信息	28
图 16. 典型无铅回流模式	29
图 17. V9240 的标识	30
图 18. V9240 封装尺寸图	31

历史版本

表1. 历史版本

日期	版本	表述
2025.03.07	V1.0	初始版本
2025.05.06	V1.1	增加波形缓存功能;
2025.08.13	V1.2	增加瞬时值; 增加电流相位测量;
2025.12.09	V1.3	增加 UART 块读操作;
2026.01.14	V1.4	删除模拟模式频率测量
2026.03.09	V1.5	更新电气参数, 增加 VDD 上电速率;

1 引脚分布



1.1 管脚描述

表2. 管脚描述

管脚编号	管脚名称	类型	功能描述
1	VDD	电源	3.3V 电源输入。外部应连接一个 $\geq 0.1\mu\text{F}$ 解耦电容。
2	UP	输入	电压采样信号 P 端输入
3	IAN	输入	A 路电流采样信号 N 端输入
4	IAP	输入	A 路电流采样信号 P 端输入
6	TX/RX	输入/输出	UART 通信 TX/RX 管脚芯片内部带上拉电阻，上拉电阻大小约 50K 欧姆。
7	DVCC	电源	内部数字电源输出。 外部应连接一个 $0.1\mu\text{F}$ 解耦电容。
8	VSS	地	地
5	VREF	输入/输出	片上基准电压。应连接一个 $1\mu\text{F}$ 解耦电容后再接地。

2 电气参数

2.1 性能参数

如无另外说明，表中所有最大/小值规格适用于整个推荐工作范围内（ $T=-40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD}=3.3\text{V} \pm 10\%$ ）。所有典型值规格在 $T=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD}=3.3\text{V}$ 条件下测得。如无特别说明，所有电压值均为对地（VSS）的相对值。

参数	最小	典型	最大	单位	说明
通道间相差					
PF=0.8 容性		±0.05		度	
PF=0.5 感性		±0.05		度	
有功功率计量误差		0.1		%	动态范围 5000:1 @ 25°C 基波频偏±25%以内
有功功率计量带宽		3.2		kHz	
无功功率计量误差		0.1		%	动态范围 5000:1 @ 25°C 基波频偏±25%以内
无功功率计量带宽		1.6		kHz	
秒平均电压有效值误差		1		%	动态范围 2000:1 @ 25°C 基波频偏±25%以内
电压有效值带宽		3.2		kHz	
秒平均电流有效值误差		1		%	动态范围 5000:1 @ 25°C 基波频偏±25%以内
电流有效值带宽		3.2		kHz	
瞬时值刷新时间		10/20		ms	有效值
		20/40		ms	功率值
瞬时值稳定时间		3*瞬时值刷新时间		ms	
频率测量					
范围	40		70	Hz	
误差		0.01		Hz	
模拟输入信号					
单端输入信号			±200	mV	峰值
ADC 性能					
直流失调			10	mV	
有效位数		23		BIT	包括符号位
片上参考电压					
偏差	-20		20	mV	@ 25°C
输出电压		1.208		V	
电源抑制比		92		dB	
温度系数		10	30	ppm/°C	

电源输入	2.6	3.3	3.6	V	
掉电检测门限	2.6	2.8	3.05	V	
数字电源输出 (DVCC)					
电压		1.5		V	可编程, 偏差为±10%
CTI					
内部高频 RC 时钟		6.5536		MHz	偏差在±20%以内
外灌时钟模式下, 外部输入高频时钟频率		6.5536		MHz	
数字 IO, 输出 TX					
输出高电平, V _{OH}	2.4		V _{DD}	V	
输出低电平, V _{OL}	0		0.4	V	
数字 IO, 输入 RX					
输入高电平, V _{INH}	2.0		V _{DD} +0.3	V	
输入低电平, V _{INL}	-0.3		0.8	V	
输入电流, I _{IN}			1	μA	
输入电容, C _{IN}			10	pF	
UART 通信速率	1200		19200	bps	波特率自适应

2.2 绝对最大额定值

超出下列最大/最小值的工作条件可能会造成计量芯片的永久性损伤。

参数	最小	最大	单位	说明
数字电源电压	-0.3	1.98	V	相对于地
模拟电源电压	-0.3	4	V	相对于地
电流采样通道输入电压	-0.3	+3.3	V	相对于地
电压采样通道输入电压	-0.3	+3.3	V	相对于地
VDD 上电速度	3.3V/s	1V/μs		
工作温度	-40	+105	°C	
存储温度	-55	+150	°C	

3 复位

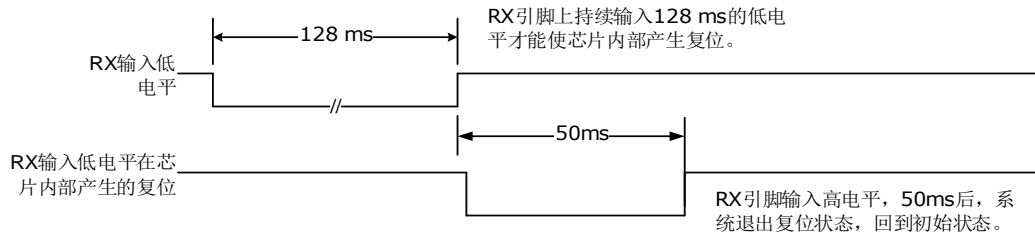
计量芯片有 2 个复位来源：RX 复位和软件复位，都可以复位计量芯片中的全部电路。

3.1 RX 复位

当“RX”引脚持续输入大于 128 ms 的低电平时，芯片内部会产生复位。之后，“RX”引脚输入高电平大于 50ms 完成芯片复位。

注1: 芯片上电后需做一次 RX 复位操作。

图1. UART 通讯时 RX 复位时序图



3.2 软件复位

运行软复位函数可以使芯片内部产生复位，20 ms 后完成复位。

确保系统通信正常才可执行软件复位函数。

4 电源系统

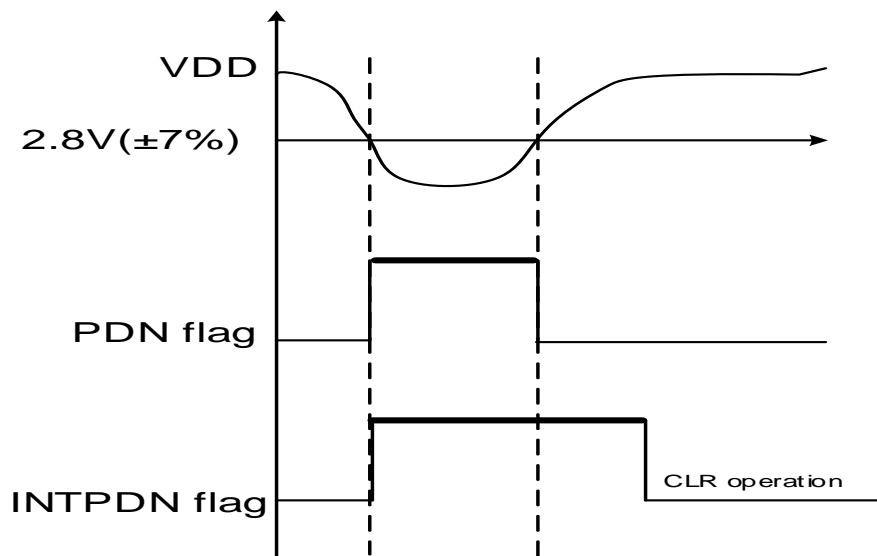
V9240 电源系统有以下几个特点：

- 3.3V 单电源供电，电压输入范围：2.6~3.6V；
- 支持掉电监测；

4.1 掉电监测电路

V9240 内置掉电监测电路，可以实时监测引脚 VDD 的输入信号。当 VDD 引脚上的电平低于 2.8V ($\pm 7\%$) 时，系统发生掉电，并产生掉电中断。掉电监测电路始终工作。

图2. 掉电监测



4.2 数字电源电路

V9240 内部集成了一个 LDO（数字电源电路 DVCCLDO）。该电路可以在输入电源变化的情况下稳定地为数字电路供电。此 LDO 始终工作。

数字电源电路具有 35mA 的驱动能力，即当数字电路上的负载电流小于 35mA 时，该电路能保持稳定的电压输出；当负载电流大于 35mA 时，该电路的输出电压会随着负载电流的增加而明显下降。

5 电压基准电路（Bandgap）

电压基准电路（Bandgap）输出一个随温度变化较小的（典型温度漂移 10 ppm/°C）约 1.21V 的基准电压，为芯片提供基准电压。Bandgap 电路默认开启。

6 UART

计量芯片支持通过 UART 串行端口与外部 MCU 通信。UART 端口具有如下特点：

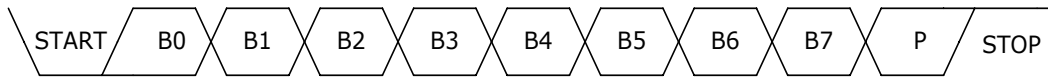
- 异步半双工通信；
- 接收或发送的字节组成：1-bit 开始位，8-bit 数据，1-bit 校验位（奇校验）和 1-bit 停止位；
- 不管接收还是发送，都是最低位（LSB）在前；
- 波特率自适应，支持的波特率 1200bps~19200bps；

当发生 RX 复位或软件复位时，UART 串行端口被复位。

6.1 字节结构

UART 串行端口采用固定长度的字节进行通信。如下图所示，UART 接收和发送的每个字节都包括 11 位，由 4 部分组成，从低位到高位分别是开始位（“0”，1-bit，START）、数据（8-bit，B0~B7）、奇校验位（1-bit，P）和停止位（“1”，1-bit，STOP）。无论发送还是接收，总是最低位（LSB）在前，最高位（MSB）在后。

图3. 11-Bit 字节数据格式（LSB 到 MSB）



UART 协议是一个半双工协议，MCU 发送命令结束之后 1ms（与系统时钟的准确度有关），V9240 才会上传数据。

UART 支持波特率自适应，推荐使用 1200bps~19200bps 的波特率。V9240 通过接收到的第一个帧头来自动适应通信波特率。该波特率也会通过接下来的通信进行微调。如果通信波特率变动较大，则需要重新进行波特率自适应。

在下面条件下，V9240 的 UART 接收会被停止，回到 IDLE 状态。

表3. UART 通讯错误

编号	条件	UART_ERR 置 1
1	UART 接收的帧头错误。	否
2	UART 接收超时，连续两个字节的時間间隔大于 20ms（与系统时钟的准确度有关）。	是
3	UART 接收的奇校验位错误。	是
4	UART 接收的校验和字节错误。	是

6.2 通信协议

外部 MCU 对 V9240 内一个或多个 32-bit 的寄存器进行读/写/广播操作均需要发送一个由多个字节组成的命令帧。各个字节的说明详见“写操作”、“读操作”和“广播写操作”。

帧头	控制字节	地址字节	数据字节0	数据字节1	数据字节2	数据字节3	校验字节
----	------	------	-------	-------	-------	-------	------

进行读/写操作时，在收到外部 MCU 发送的命令帧后，V9240 会针对不同的操作向外部 MCU 发送不同结构的应答帧，各个字节的说明详见“写操作”和“读操作”。进行广播写操作时，在收到外部 MCU 发送的命令帧后，V9240 不会向外部 MCU 发送应答帧，以免发生通信冲突。

下图是 V9240 的 UART 接口（RX 和 TX）接收与发送一个字节帧的时序。

图4. V9240 的 UART 接口接收与发送一个字节帧的时序

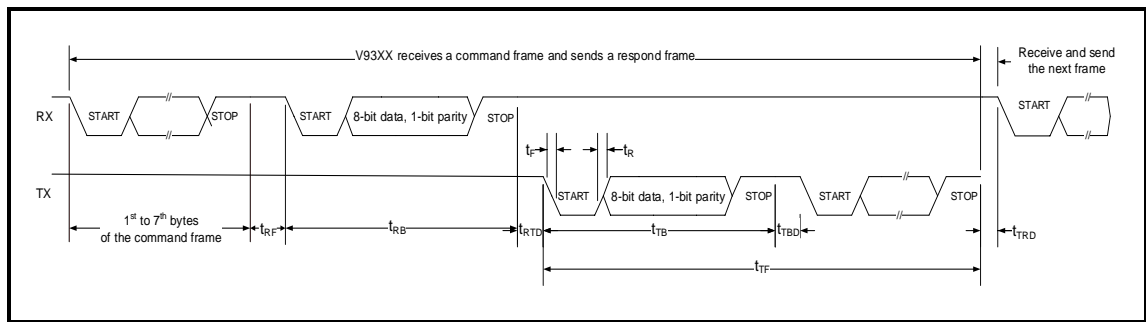


表4. UART 接口时序参数说明

时序参数	说明
t _{RB}	V9240 的 RX 引脚接收完一个字节实际所需的时间。 $t_{RB} = \frac{11}{\text{baudrate}}$ 其中，baudrate 为 V9240 的 UART 接口实际的波特率。
t _{RF}	V9240 的 RX 引脚接收时两个字节间的最大间隔时间： $t_{RF} = \frac{16}{\text{baudrate}}$ 其中，baudrate 为 V9240 的 UART 接口实际的波特率。当理想波特率为 4800bps 时，t _{RF} =3.33ms。如果 RX 引脚接收一帧数据字节之间，存在大于等于 t _{RF} 的时间间隔，则认为发生字节超时。发生超时后，UART 接口进入 IDLE 模式，等待下一个命令帧。
t _{RTD}	V9240 的 RX 引脚完成一个命令帧的接收与 TX 引脚开始发送应答帧之间的延时。 $2 \text{ ms} \leq t_{RTD} \leq 20 \text{ ms}$ 注意：广播写操作时，不发送应答帧。外部 MCU 对 V9240 进行连续两次广播写操作之间，建议至少等待 2ms。
t _{TF}	V9240 的 TX 引脚发送一个应答帧实际所需的时间。进行读操作或写操作时，t _{TF} 由读操作与写操作的应答帧的结构决定。广播写操作时，不发送应答帧。

时序参数	说明
t _B	V9240 的 TX 引脚发送完一个字节实际所需的时间。 $t_B = \frac{11}{\text{baudrate}}$ 其中, baudrate 为 V9240 的 UART 接口实际的波特率。
T _{TBD}	V9240 的 TX 引脚发送的一个应答帧里连续两个字节之间的延时。 $0\text{ms} \leq t_{TBD} \leq 20\text{ms}$
t _{TRD}	V9240 的 TX 引脚完成一个应答帧的发送与 RX 引脚开始接收下一个命令帧之间的延时。 建议大于 2ms。
t _R	波形上升沿的时间, 约为 300ns。
t _F	波形下降沿的时间, 约为 300ns。

6.3 写操作

- 支持对 1 个寄存器进行写操作。
- V9240 会应答。

外部 MCU 对 V9240 内 1 个寄存器进行写操作需要发送一个由 8 个字节组成的命令帧; 收到信息后, V9240 会向外部 MCU 发送一个由 1 个字节组成的应答帧。

图5. 写操作通讯协议

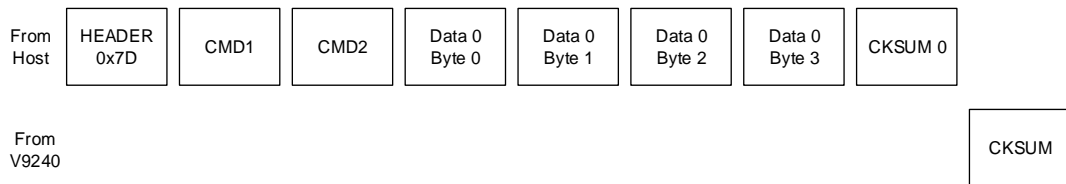


表5. 写操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构 (仅列出各字节的数据位 B7:B0)

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	HEADER	0	1	1	1	1	1	0	1
2	CMD1	0: 写 1 个 32 Bits 数据。				0	0	1	0
3	CMD2	写操作起始地址 (D ₀)							
4	Data 0 Byte 0	写入寄存器 (地址 D ₀) 的目标数据的 Bit[7:0]							
5	Data 0 Byte 1	写入寄存器 (地址 D ₀) 的目标数据的 Bit[15:8]							
6	Data 0 Byte 2	写入寄存器 (地址 D ₀) 的目标数据的 Bit[23:16]							
7	Data 0 Byte 3	写入寄存器 (地址 D ₀) 的目标数据的 Bit[31:24]							
8	CKSUM 0	校验和 0。计算方法: 将上述 4 个目标数据字节 (Data 0 Byte 0~3) 与 CMD1 和 CMD2 按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下: $CKSUM\ 0 = 0x33 + \sim (CMD1 + CMD2 + Data\ 0\ Byte\ 0 + Data\ 0\ Byte$							



顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
		1 + Data 0 Byte 2 + Data 0 Byte 3)							

表6. 写操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	CKSUM	校验和（来自 V9240）。用于检验写操作是否成功。 CKSUM 与 CKSUM 0（来自 MCU）相等，则本次写操作成功。 CKSUM 与 CKSUM 0（来自 MCU）不相等，则本次写操作失败。							

6.4 读操作

- 支持 1 个地址的寄存器进行读操作。
- V9240 会应答。

外部 MCU 对 V9240 内一个 32 位数据进行读操作需要发送一个由 4 个字节组成的命令帧；收到信息后，V9240 会向外部 MCU 发送一个由 5 个字节组成的应答帧。

图6. 读操作通讯协议

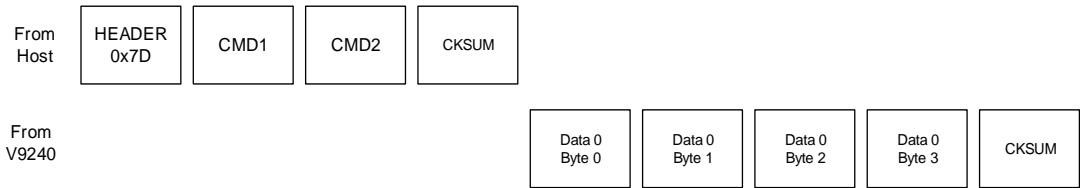


表7. 读操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	HEADER	0	1	1	1	1	1	0	1
2	CMD1	0: 读 1 个 32 Bits 数据。				0	0	0	1
3	CMD2	读操作起始地址 (D ₀)							
4	CKSUM	校验和。计算方法：将 CMD1 和 CMD2 按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下： CKSUM = 0x33 + ~ (CMD1 + CMD2)							

表8. 读操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	Data 0 Byte 0	从寄存器（地址 D ₀ ）读出的目标数据的 Bit[7:0]							
2	Data 0 Byte 1	从寄存器（地址 D ₀ ）读出的目标数据的 Bit[15:8]							
3	Data 0 Byte 2	从寄存器（地址 D ₀ ）读出的目标数据的 Bit[23:16]							



顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
4	Data 0 Byte 3	从寄存器（地址 D ₀ ）读出的目标数据的 Bit[31:24]							
5	CKSUM	校验和。计算方法：将上述 4 个目标数据字节（Data 0 Byte 0~3，来自 V9240）与 CMD1 和 CMD2（来自 MCU）按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下： $CKSUM = 0x33 + \sim (CMD1 + CMD2 + Data\ 0\ Byte\ 0 + Data\ 0\ Byte\ 1 + Data\ 0\ Byte\ 2 + Data\ 0\ Byte\ 3)$							

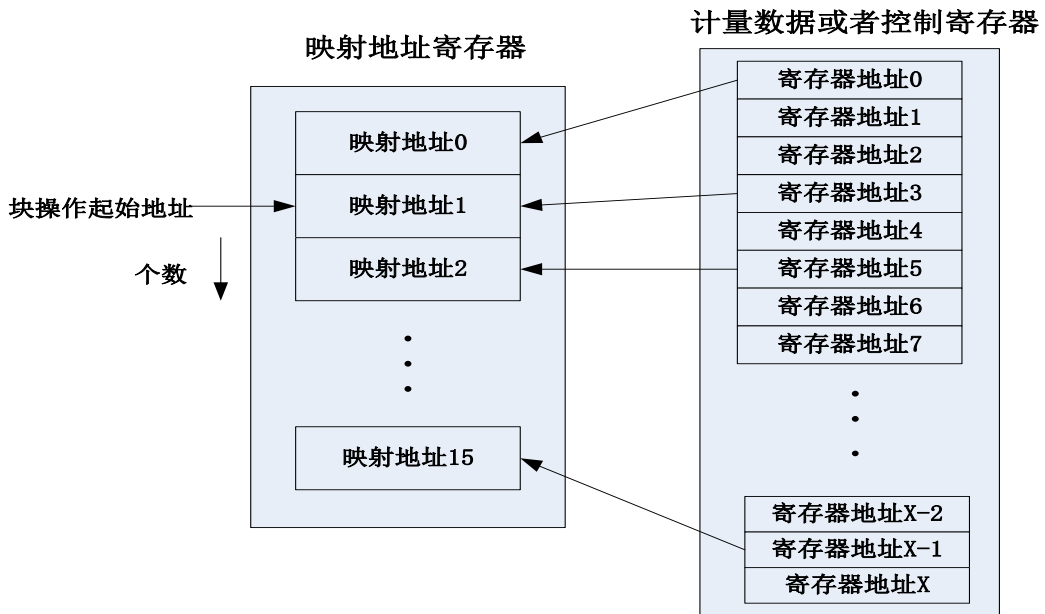
6.5 块读操作

为了方便用户一次性读取所需要的数据，提高通信效率，V9240 提供地址映射功能：用户将需要连续操作的数据项的地址映射到地址寄存器中，这样用户可以通过对地址寄存器进行操作来实现对不同地方的数据进行块读操作的功能。

最多可以映射 16 个数据寄存器的地址。

块读操作可以从映射地址寄存器的任意位置开始，如果地址加上读取个数超过缓存空间，则从头开始读取。比如从映射地址第 13 个开始读取 10 个数据，到了第 16 个地址之后，再从第 1 个开始继续读取 6 个地址的数据。

图7. 块读地址映射



特点如下：

- 支持对 1~16 个地址不连续的寄存器通过地址映射进行块读操作。
- V9240 会应答。

图8. 块读操作通讯协议



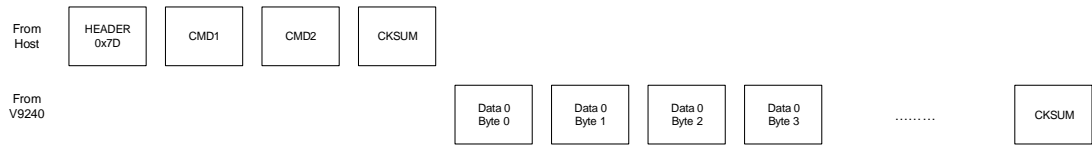


表9. 块读操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	HEADER	0	1	1	1	1	1	0	1
2	CMD1	块读操作长度选择（N） 0: 读 1 个 32 Bits 数据。 1: 读 2 个 32 Bits 数据。 ... 15: 读 16 个 32 Bits 数据。				0	0	1	1
3	CMD2	X*	X*	X*	X*	块读操作的起始地址选择（M） 16 个块读地址通过 4 个 SYS_BLKX_ADDR 寄存器进行设置。 例如：若 N=4（长度为 5），M 为 4 （起始地址设置），则从 SYS_BLK1_ADDR 寄存器的 Bit7~0 ADDR4 中的地址开始读。则块读操作 的 5 个寄存器地址如下： 1: SYS_BLK1_ADD Bit7~0 ADDR4 存储的地址 2: SYS_BLK1_ADD Bit15~8 ADDR5 存储的地址 3: SYS_BLK1_ADD Bit23~16 ADDR6 存储的地址 4: SYS_BLK1_ADD Bit31~24 ADDR7 存储的地址 5: SYS_BLK2_ADD Bit7~0 ADDR8 存储的地址			
4	CKSUM	校验和。计算方法：将 CMD1 和 CMD2 按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下： $CKSUM = 0x33 + \sim (CMD1 + CMD2)$							

表10. 块读操作 V9240 向 MCU 发送的应答帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	Data 0 Byte 0	从寄存器（地址：{ ADDR _M }）读出的目标数据的 Bit[7:0]							
2	Data 0 Byte 1	从寄存器（地址：{ ADDR _M }）读出的目标数据的 Bit[15:8]							
3	Data 0 Byte 2	从寄存器（地址：{ ADDR _M }）读出的目标数据的 Bit[23:16]							
4	Data 0 Byte 3	从寄存器（地址：{ ADDR _M }）读出的目标数据的 Bit[31:24]							
...							
4xN+1	Data N Byte 0	从寄存器（地址：{ ADDR _{M+N} }）读出的目标数据的 Bit[7:0]							



顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
4xN+2	Data N Byte 1	从寄存器（地址: { ADDR _{M+N} }）读出的目标数据的 Bit[15:8]							
4xN+3	Data N Byte 2	从寄存器（地址: { ADDR _{M+N} }）读出的目标数据的 Bit[23:16]							
4xN+4	Data N Byte 3	从寄存器（地址: { ADDR _{M+N} }）读出的目标数据的 Bit[31:24]							
4xN+5	CKSUM	校验和。计算方法：将上述 4x (N+1) 个目标数据字节（Data 0~N Byte 0~3, 来自 V9240）与 CMD1 和 CMD2（来自 MCU）按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下： CKSUM = 0x33 + ~ (CMD1 + CMD2 + Data 0 Byte 0 + Data 0 Byte 1 + Data 0 Byte 2 + Data 0 Byte 3 + + Data N Byte 0 + Data N Byte 1 + Data N Byte 2 + Data N Byte 3)							
读操作长度 N 等于 0 时，V9240 只会向 MCU 发送 5 个字节的应答帧。									

6.6 广播写操作

- 支持对 1 个地址连续的寄存器进行写操作。
- V9240 不应答。

MCU 可以通过广播写对多个 V9240 设备进行批量的寄存器写操作，这个模式可节省参数配置时间。

外部 MCU 对 V9240 进行连续两次广播写操作之间，建议至少等待 2ms。

下图是这种模式的命令帧结构。

图9. 广播写操作通讯协议

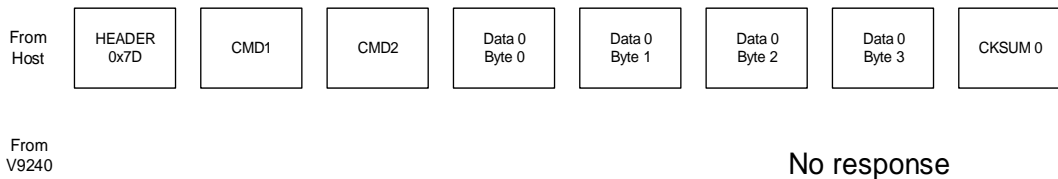


表11. 广播写操作 MCU 向 V9240 发送的命令帧结构（仅列出各字节的数据位 B7:B0）

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
1	HEADER	0	1	1	1	1	1	0	1
2	CMD1	0: 写 1 个 32 Bits 数据。				0	0	0	0
3	CMD2	广播写操作起始地址 (D ₀)							
4	Data 0 Byte 0	写入寄存器（地址 D ₀ ）的目标数据的 Bit[7:0]							
5	Data 0 Byte 1	写入寄存器（地址 D ₀ ）的目标数据的 Bit[15:8]							
6	Data 0 Byte 2	写入寄存器（地址 D ₀ ）的目标数据的 Bit[23:16]							

顺序	字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
7	Data 0 Byte 3	写入寄存器（地址 D ₀ ）的目标数据的 Bit[31:24]							
8	CKSUM 0	校验和 0。计算方法：将上述 4 个目标数据字节（Data 0 Byte 0~3）与 CMD1 和 CMD2 按照字节累加并对累加和进行取反操作再加 0x33 后得到。公式如下： $CKSUM\ 0 = 0x33 + \sim (CMD1 + CMD2 + Data\ 0\ Byte\ 0 + Data\ 0\ Byte\ 1 + Data\ 0\ Byte\ 2 + Data\ 0\ Byte\ 3)$							

7 测量数据处理单元

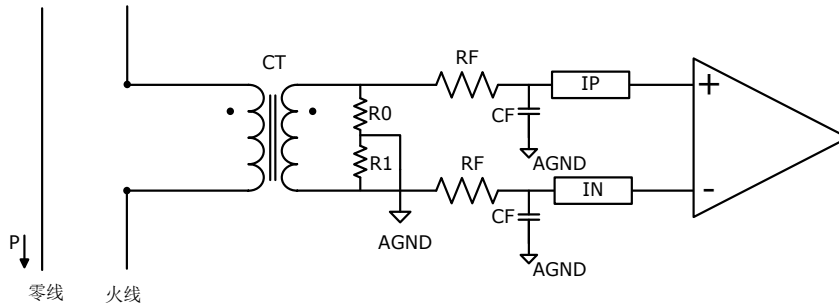
测量数据处理单元主要用于计算全波有功功率、全波和基波无功功率（二选一）、全波视在功率、全波有效值，并提供波形缓存功能。

7.1 模拟信号输入

V9240 支持 1 路电流信号输入。

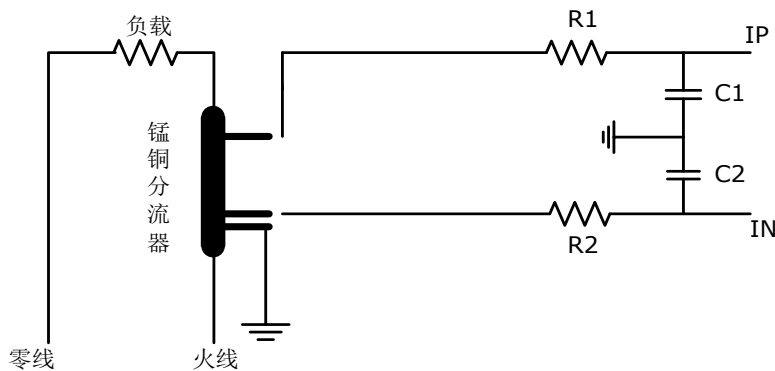
电流可以采用电流传感器（CT, Current Transformer）输入信号，采用双端完全差动输入方式，接线方式如下图所示；也可以采用锰铜电阻分流网络输入电流，采用 AGND 接地。

图10. 采用 CT 输入电流



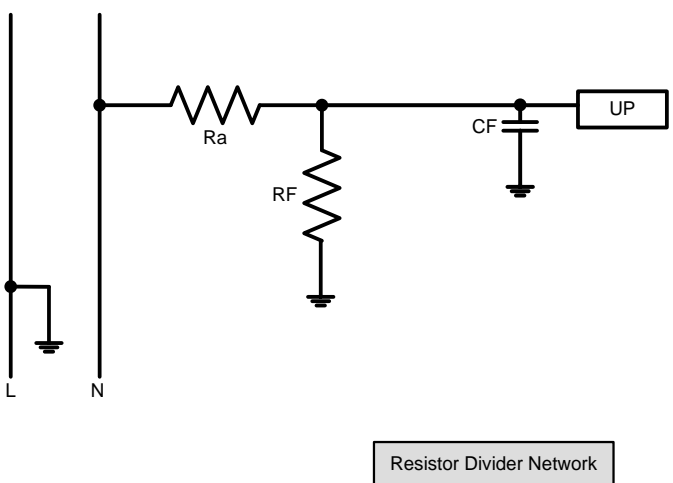
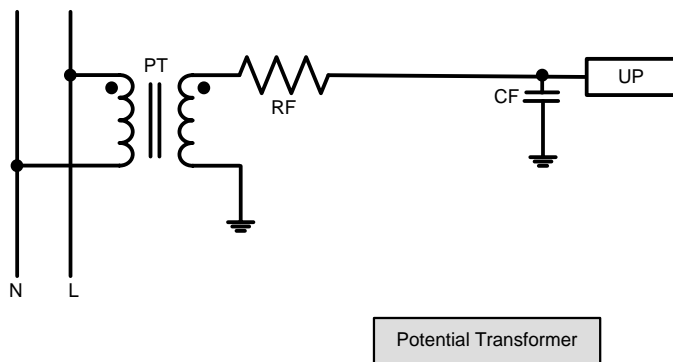
也可以采用锰铜电阻分流网络输入电流，采用 AGND 接地。

图11. 采用锰铜电阻分流网络输入电流



V9240 支持采用电压互感器方式或电阻分压方式输入电压信号，采用伪差分输入方式，UN（在芯片内部接地）为负端，UP 为正端。

图12. 电压输入方式

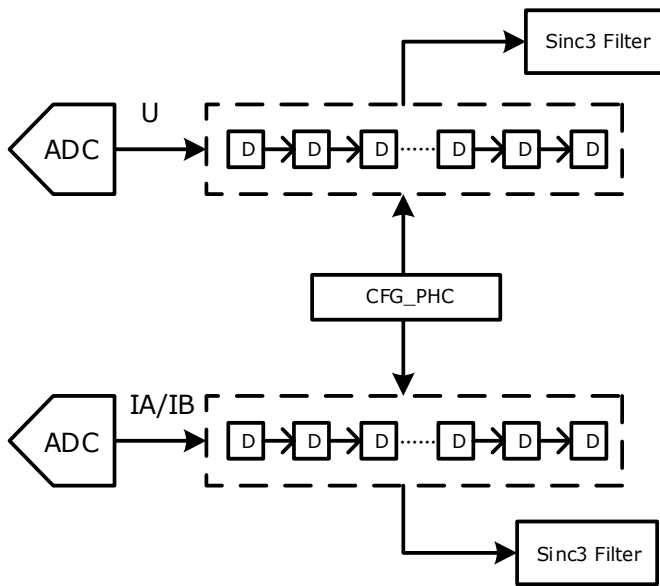


7.2 模拟数字转换

V9240 中的电压/电流通道 ADC 都采用的是二阶的 Σ/Δ ADC 结构，其满量程输入范围是 $\pm 1100\text{mV}$ 。用户可开启或关闭各路通道的 ADC。

7.3 角差校正

图13. 角差校正原理图



角差校正的原理是在电压和电流通路上引入固定长度的延迟链，根据电压和电流之间的相位超前或滞后关系，选择电压被延迟或电流被延迟，因此角差校正的最小分辨率就是延迟链上两个相邻单元之间的相位差，而总的角差校正角度是最小分辨率与延迟链的长度之积。

角差校正默认关闭。用户可通过配置开启角差校正功能。

在 V9240 中，当角差校正电路的采样频率 (f_{smp}) 为 6.5536MHz 时，角差校正的分辨率是 0.0055°/lsb，总校正量为±4.21875°。不同 fsmpl 下的角差分辨率和校正范围

DSP_MODE	fsmpl	calibration_accuracy degree)	Calibration_range degree)
0x00	6.5536MHz	0.005493164	±4.21875

IA 角差校正值 $phc_ia = \text{待校正角度}/\text{calibration_accuracy}$

IB 角差校正值 $phc_ib = \text{待校正角度}/\text{calibration_accuracy}$

IA 角差校正值和 IB 角差校正值以补码形式组合后写入角差校正寄存器。

7.4 有效值计算和校正

用户可在有效值比差寄存器中设置电压/电流有效值的比差校正值。比差校正后的有效值数据存于电压/电流有效值寄存器，该数据会进行平均，平均后的值存于电压/电流有效值平均值寄存器。提供 10 个周波或 12 个周波的平均有效值用于电压闪变检测。上述所有寄存器均为 32 位补码数据。

7.5 有功功率计算和校正

电流和电压原始波形信号相乘，其乘积经过低通滤波器后可滤除谐波和噪声引起的纹波，得到 32

位有功功率数据，该数据经过 **offset** 校正后，再经过比差校正。

比差校正后的有功功率数据会进行平均，存于功率平均值寄存器。

7.6 无功功率计算和校正

电流原始波形信号经过希尔伯特滤波器滤波调整 90°相位后和电压原始波形信号相乘，其乘积经过低通滤波器后可滤除谐波和噪声引起的纹波，得到 32 位无功功率数据。

无功功率来源是全波数据和基波数据两种（二选一）。

比差校正后的无功功率数据会进行平均，存于功率平均值寄存器。

7.7 视在功率计算

视在功率有两种计算方法：通过有效值计算，通过功率值计算。

瞬时电压/电流有效值用于视在功率计算：

$$S = I_{rms} \times U_{rms}$$

其中，

S 为视在功率；

I_{rms} 为瞬时电流有效值；

U_{rms} 为瞬时电压有效值。

瞬时有功功率和无功功率用于视在功率计算：

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

其中，

S 为视在功率；

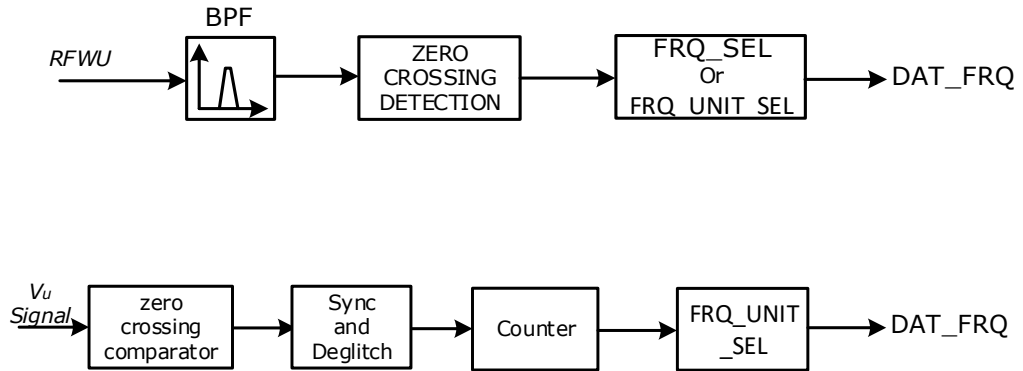
P 为瞬时有功功率值；

Q 为瞬时无功功率值。

计算得到的瞬时视在功率，存于瞬时视在功率寄存器 S 中，可以参与后续的能量累加。瞬时视在功率经过求平均运算，得到平均视在功率，存于平均视在功率寄存器 S1 中。上述寄存器为 32 位补码数据。

7.8 线电压频率测量

图14. 线电压频率测量原理



V9240 支持线电压频率测量，频率的测量范围是 35Hz~75Hz，支持数字模式频率测量。

数字模式频率测量实现原理是电压原始基波波形信号经过一个中心频率为 50Hz 的带通滤波器（该滤波器在 150Hz 有 25dB 衰减）进行滤波，然后对滤波输出的信号做过零点检测，经过 16 个信号周期平均后输出频率测量结果。

根据线电压频率，用户可直接计算得到信号频率：

$$f = \text{wave_cnt} * \text{freq_const} / \text{DSP_DAT_FRQ}$$

其中，

f: 信号频率，Hz;

wave_cnt: 周波个数;

freq_const: 频率常数，Hz;

DSP_DAT_FRQ: 频率值寄存器的值（以十进制计）。频率值寄存器的值为 16 位无符号正数。

7.9 相位测量

V9240 支持电压相位和一路电流相位测量功能。工作原理：通过启动相位测量命令，V9240 开始以一定频率进行计数，直到判断该信号过零点事件发生，停止计数，将此计数值写入相位寄存器，并且记录过零点前后两个信号采样值以便于用户做插值运算，获得更高精度的相位值。

7.10 波形缓存

波形缓存功能开启之后，波形数据存储于 RAM 中，支持单通道波形数据存储和双通道波形数据同时存储模式。配置波形缓存相关配置以及开启和结束条件选择。波形缓存的点数可配置为 32 点、64 点或 128 点。波形缓存配置完成后，用户可以通过系统中断寄存器查看波形缓存是否完成。完成后，用户可以通过重复读取波形数据寄存器获取波形缓存数据，每次最多可读取 309 个数据。

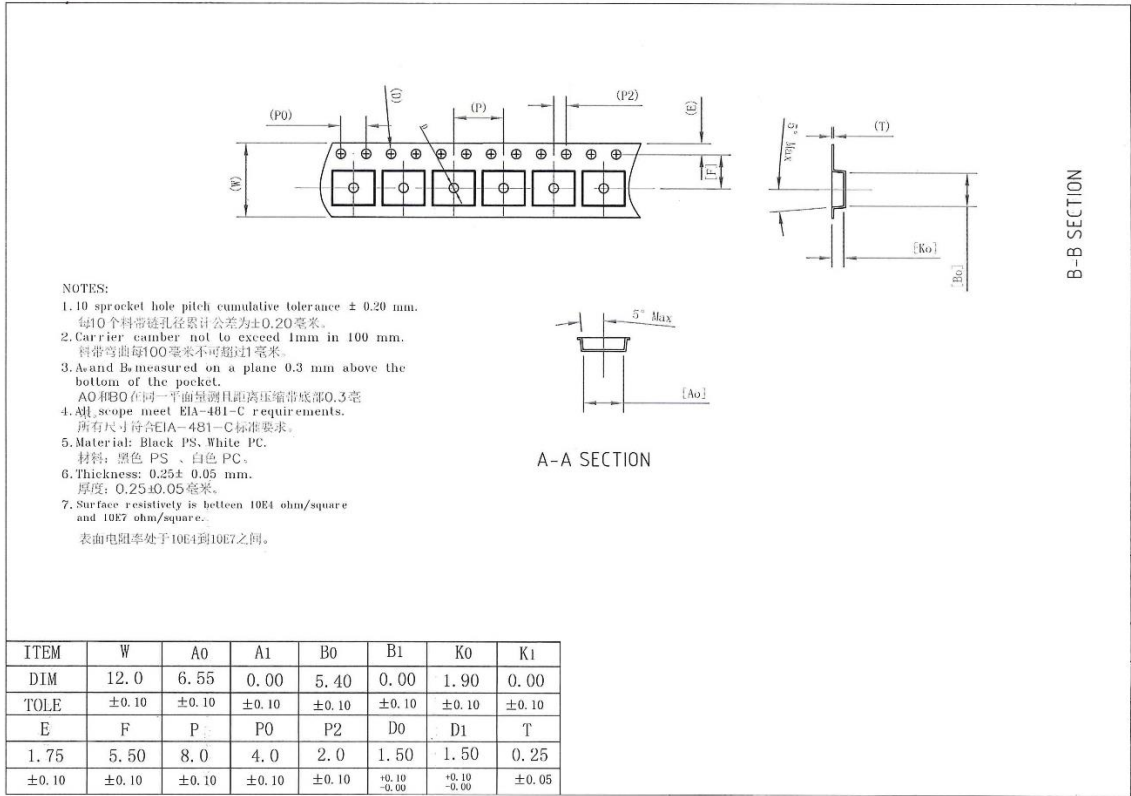
表12. 波形缓存数据格式

通道	高 16Bit	低 16Bit
IA	IADATA _{2n+1}	IADATA _{2n}
U	UDATA _{2n+1}	UDATA _{2n}
IA+U	IADATA _n	UDATA _n

其中：n 值范围：0~308

8 包装信息

图15. SOP8 编带信息



9 回流焊工艺

为客户提供的所有万高芯片均为无铅 RoHS 兼容产品。

本文推荐的回流焊工艺为无铅回流焊工艺，适用于无铅焊膏的纯无铅工艺。如果客户需要使用铅焊膏，请与智能芯片 FAE 联系。

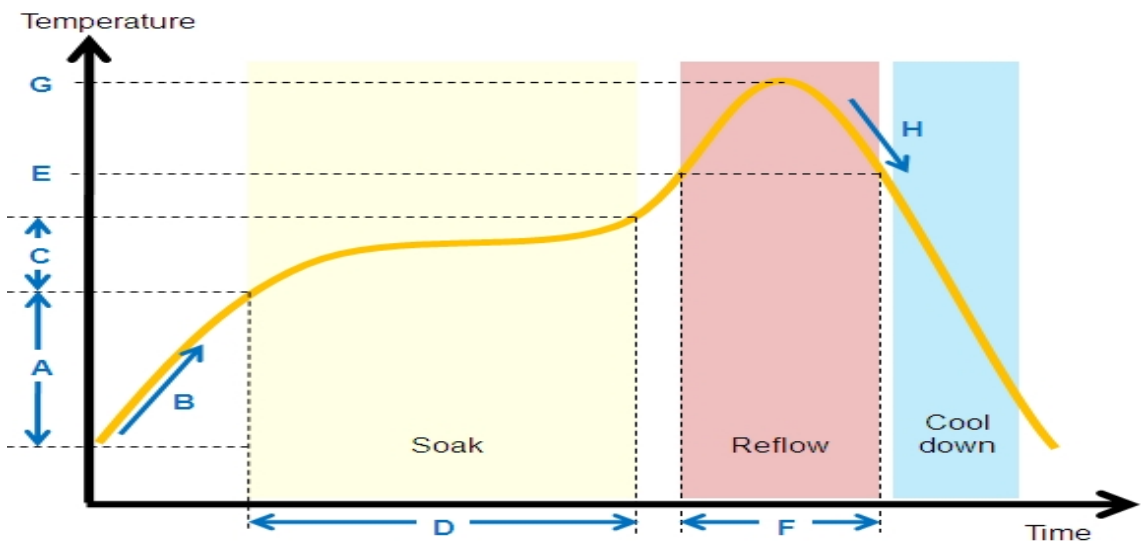
无铅回流曲线条件见表 13。该表仅供参考。

表13. 回流曲线条件

	QTI typical SMT reflow profile conditions (for reference only)	
	Step	Reflow condition
Environment	N2 purge reflow usage (yes/no)	Yes, N2 purge used
	If yes, O2 ppm level	O2 < 1500 ppm
A	Preheat ramp up temperature range	25°C -> 150°C
B	Preheat ramp up rate	1.5~2.5 °C /sec
C	Soak temperature range	150°C -> 190°C
D	Soak time	80~110 sec
E	Liquidus temperature	217°C
F	Time above liquidus	3-6 sec
G	Peak temperature	255-265°C
H	Cool down temperature rate	≤4°C /sec

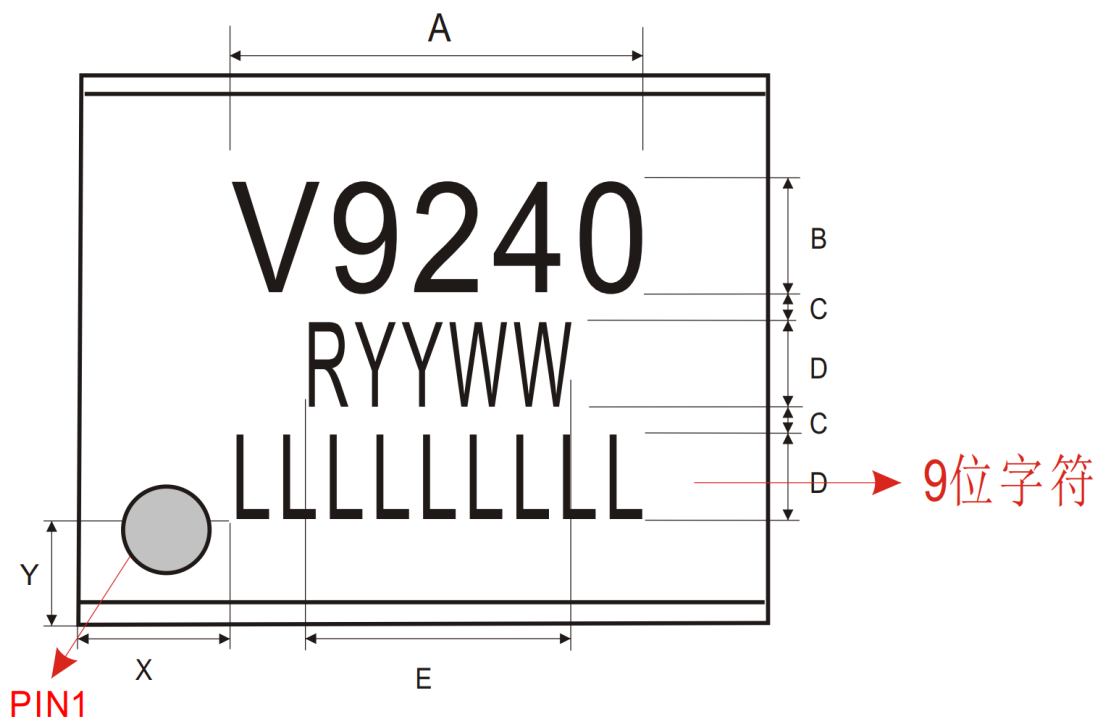
下图为典型的无铅回流模式。

图16. 典型无铅回流模式



10 芯片标识

图17. V9240 的标识



其中：

“V9240”为芯片型号；

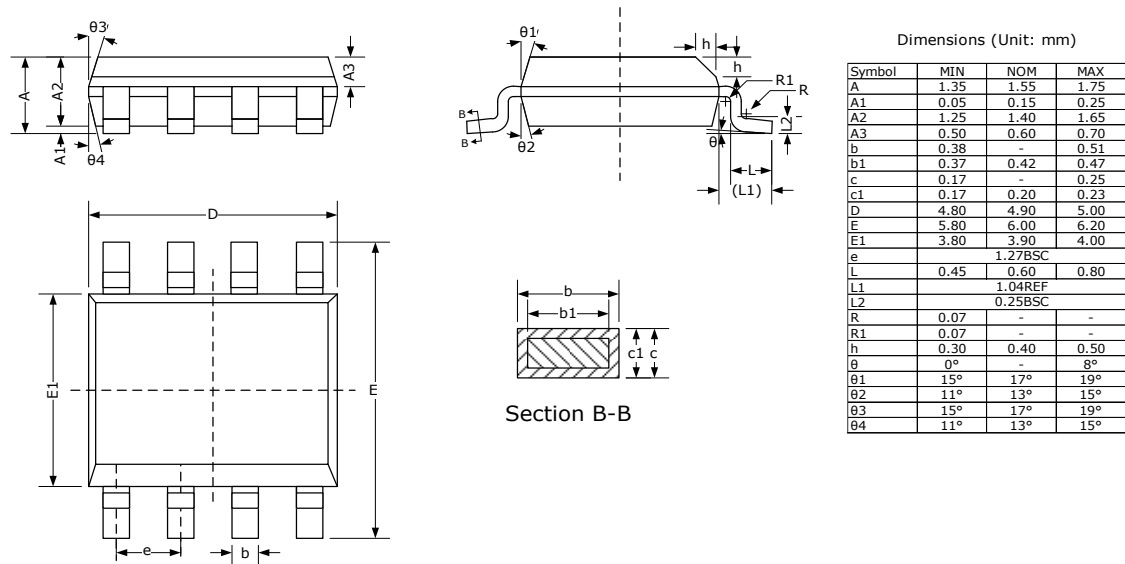
“R”为版本号；

“YYWW”代表实际年周号；同一委工单年周号相同；

“LLLLLLLLLL”代表打印批号，客户订单中给定；

11 封装尺寸图

图18. V9240 封装尺寸图



Innovates for the Internet of Energy

杭州万高科技股份有限公司

地址:杭州市滨江区六和路 368 号海创基地北楼 A4070室

电话: +86-571-88157065

传真: +86-571-88157067

邮箱:service@vangotech.com

网址:<http://www.vangotech.com>

微信公众号

