

技 术 文 件

技术文件名称：单相计量芯 SOC RN2025(B64/C64)用户手册

技术文件编号：

版 本： V 1.5

共 页

(包括封面)

拟 制 _____

审 核 _____

会 签 _____

标准化 _____

批 准 _____

深圳市锐能微科技有限公司

修改记录

版本号	发布日期	更改人	主要更改内容
V1.0	2020-3-10	客服部	首次发布。 该文档是 RN2025 升级版的用户手册，版本代号为 B64；原有版本代号为 A64，以便于做区分。 两个版本的型号不做更改。
V1.1	2020-6-3	客服部	修改以下问题： 1、Sar ADC 新增的 PGA 实际为 0.25 倍，手册写为 0.2 倍； 2、通用 ADC 的 GAIN_GPADC 寄存器，当配置为“1xx”时，增益实际为 0.2 倍，手册误写为“0.25 倍”。 3、通用 ADC 的 GAIN_GPADC 寄存器，当配置为“1xx”时，增益实际为 0.2 倍，手册误写为“0.25 倍”。 4、将 EMUCFG 的 bit15 名称，由“SAG_INTCFG”和“SAGINT_CFG”，统一成“SAGINT_CFG”。 5、修改 SPI0_DMA_CTRL 的 bit0~bit6 寄存器描述错误。 6、DMA_WAVE_CH_SEL 的 CH0_SEL 描述，“仅在模式 1 下有效”，修改为“仅在模式 1、模式 2 下有效”； 7、修改了“RTC_IOMODE”的描述，修改点为 RTC_IOMODE 的时间基准设置为 2ms 时，配置 bit8:4 为 0，滤波时间由原描述 4ms，修改为实测值 23ms；时间基准设置为 250ms，配置 bit8:4 为 0~3，实际滤波都是 500ms 左右，原公式（时间设置寄存器+1）*250ms 有误。 8、开放了 UADC_SEL 寄存器； 9、将通用 ADC 的管脚名称统一为了“SDAIN”； 10、通用 ADC 模块，增加描述“使用通用 ADC 模块，要求系统主频最低为 8.192Mhz，不支持更低频率下的应用。” 11、修改 DMAWAV_CH_SE 寄存器说明，对不需要做波形缓存的通道，“DMAWAV_CH_SEL 中通道设置要求配置为 7”，原有描述“仅在 DMA_WAVE_CH_SEL 选择的通道总数大于 n 有效。”有误。 12、删除了 CFCFG 的“CFSELAB”位寄存器描述，芯片不支持该功能。
V1.2	2020-8-17	客服部	修改以下问题： 1、更新了推荐原理图，修改地方：RP 管脚对地电阻由 3K Ω 修改为 6.2K Ω ； 2、修改了不用误差自检功能的两处错误描述：将 UASP_400 管脚描述内容，由“不用误差自检功能，要接地”，修改为“要悬空或者按带误差自检功能设计”；删除了 RP 管脚“不使用误差自检功能，该引脚接地”的错误描述；增加要调用 WriteUEdtVBCtlReg 函数的说明。 3、增加芯片从 A 版到 B 版的“升级说明”，对芯片硬件资源、硬件设计、软件兼容性、库函数及例程升级都做了说明。

			4、修改了 Checksum 校验和寄存器描述错误，芯片实际为“0x1cc~0x1c8 不参与校验和计算，0x1b8, 0x600~0664 参与校验和计算”
V1.3	2020-9-28	客服部	1、修改了引脚说明里，关于 P21 管脚的复用描述，应该是 TC0_P[0]功能，写成了 TC1_P[1]。 2、修改了“4.5.3 有效值寄存器”中有效值更新时间的描述，由“64ms”，修改为 250ms； 3、修改了“3.2.1 中断向量表”中“FLK”和“谐波 FFT”位置的的反的错误。 4、修改了“hosc 管脚 P16/P17 实际具备输入输出功能，有些地方描述为只读”的问题。 5、修改了 GPADC_CTL1 的寄存器描述，将推荐基准由 Vrep_op6 修改为 Vref。 6、增加了 GPADC 测量范围的说明。 7、“20.3.2.3” Sram 的 Data[30:28]用于控制校验和计算，而不是 Data[31:28]。
V1.4	2021-8-31	系统部	1、修改版本升级说明。 2、修改概述。 3、管脚排列，HOSC 引脚标注 32.768MHZ 晶振使用说明，将 RP 引脚外接电阻有 3K 修改为 6.2K。 4、EMU 章节，增加过零检测 ZXOT、ZXOTU 寄存器使用说明，增加 SAGCFG、UADC_SEL、OI2、OV2 寄存器配置注意事项，修改功率和有效值更新时间 C 版为 64ms，修改超链接描述错误。 5、模拟外设章节，修改 LVD_CTL 寄存器阈值描述，删除 LVD DOWN 功能，以及 SYS_PD 相关寄存器描述。 6、RTC 章节，增加 KEY 功能使用注意事项。 7、NVM 章节，增加校正公式描述，以及稳定时间配置注意事项。 8、EDT 寄存器描述修订。 9、增加软件复位调用函数说明。 10、其他一些描述错误。
V1.5	2021-12-14	客服部	1、增加了 C 版相对 B 版，GPADC 内阻更小的描述。 2、增加了 B 版切换到 C 版，需要更新库函数的描述。 3、修改了文档名称，把文档名称中的“RN2025”修改为“RN2025B64_RN2025C64”。

目录

(包括封面).....	1
版本升级说明	2
修改记录	5
1 概述.....	18
1.1 简介.....	18
1.2 芯片特性.....	18
1.3 系统框图.....	21
1.4 管脚排列.....	21
1.5 电气特性.....	28
1.6 应用推荐电路.....	31
2 系统控制.....	34
2.1 电源域划分.....	34
2.2 掉电处理.....	34
2.3 时钟源.....	35
2.4 时钟切换.....	36
2.5 MCU 的低功耗模式.....	38
2.6 复位.....	39
2.6.1 外部 PIN 复位	39
2.6.2 上下电复位.....	39
2.6.3 软件复位.....	39
2.6.4 看门狗复位.....	39
2.7 寄存器.....	39
2.7.1 OSC_CTL1 (0x00).....	40
2.7.2 SYS_MODE (0x04)	41
2.7.3 SYS_PD (0x08).....	41
2.7.4 ADC_CTL (0x0C).....	43
2.7.5 CTT_CTL (0x18)	43
2.7.6 OSC_CTL2(0x1C)	44
2.7.7 SYS_RST(0x20)	45
2.7.8 SYS_MAPCTL(0x24).....	47
2.7.9 MOD0_EN(0x28)	47
2.7.10 MOD1_EN(0x2C).....	49
2.7.11 INTC_EN(0x30)	50
2.7.12 KBI_EN(0x34).....	50
2.7.13 SYS_PS(0x3C).....	51
2.7.14 IRFR_CTL (0x40).....	51
2.7.15 TRIM_CFG1(0xA0)	52
2.7.16 TRIM_START(0xA4)	53
2.7.17 DMA_PRI 0xC0.....	53

2.7.18	DMA_RST 0xC4.....	54
3	处理器架构.....	56
3.1	概述.....	56
3.2	CORTEX-M0 处理器.....	56
3.2.1	中断配置.....	57
3.3	MCU 存储映射.....	58
3.3.1	SRAM.....	60
3.3.2	FLASH.....	60
3.4	中断应用.....	61
4	单相计量单元.....	62
4.1	特点.....	62
4.2	系统框图.....	63
4.3	功能说明.....	64
4.3.1	采样通道.....	64
4.3.2	ADC 波形缓存及 DMA.....	64
4.3.3	有功功率.....	71
4.3.4	无功功率.....	72
4.3.5	视在功率.....	72
4.3.6	电能输出.....	72
4.3.7	启动潜动.....	73
4.3.8	电压电流有效值.....	75
4.3.9	半波有效值.....	75
4.3.10	过零检测.....	76
4.3.11	电压线频率.....	76
4.3.12	电压暂降检测.....	76
4.3.13	过压检测和电压半波峰值.....	76
4.3.14	过流检测.....	77
4.4	寄存器列表.....	77
4.4.1	计量参数寄存器列表.....	77
4.4.2	计量配置和状态寄存器列表.....	79
4.5	寄存器说明.....	85
4.5.1	EMU 写使能寄存器 SPCMD (0x2FC).....	85
4.5.2	波形采样寄存器.....	85
4.5.3	有效值寄存器.....	85
4.5.4	功率寄存器.....	86
4.5.5	快速脉冲计数寄存器.....	87
4.5.6	电能寄存器.....	87
4.5.7	电压线频率寄存器 UFreq (0x450).....	87
4.5.8	半波有效值寄存器(0x574~0x584).....	88
4.5.9	高频脉冲常数寄存器 HFCONST(0x00~0x04).....	88
4.5.10	启动阈值寄存器 Start(0x08~0x0C).....	89
4.5.11	过零阈值寄存器 ZXOT(0x14).....	90

4.5.12	相位补偿区域设置寄存器 PRTHx(0x18~0x24)	91
4.5.13	通道相位校正寄存器 PHSU/I	91
4.5.14	通道增益寄存器 GSU/I	93
4.5.15	通道直流 OFFSET 校正寄存器 DCOSx (修改)	93
4.5.16	有效值 OFFSET 校正寄存器	94
4.5.17	功率增益寄存器	94
4.5.18	功率相位校正寄存器	95
4.5.19	功率 OFFSET 校正寄存器	96
4.5.20	电压暂降阈值寄存器 SAGCFG(0x160)	97
4.5.21	过压阈值寄存器 OVLVL(0x164)	97
4.5.22	过流阈值寄存器 OILVL(0x168)	98
4.5.23	CF 脉冲配置寄存器 CFCFG(0x180)	98
4.5.24	计量单元配置寄存器 EMUCFG(0x188)	100
4.5.25	计量控制寄存器 EMUCON(0x18C)	102
4.5.26	EMU 中断寄存器	103
4.5.27	功率方向寄存器 PQSign(0x198)	104
4.5.28	潜动状态标志寄存器 Noload(0x19C)	105
4.5.29	相电压电流状态寄存器 PHASES(0x1A4)	106
4.5.30	校验和寄存器 EMU_CKM (0x1A8)	107
4.5.31	读校验寄存器 Rdata(0x1AC)	108
4.5.32	写校验寄存器 WData(0x1B0)	108
4.5.33	电压过零阈值寄存器 ZXOTU(0x1B4)	108
4.5.34	直流 OFFSET 自动校正使能寄存器 AUTODC_EN(0x1B8)	108
4.5.35	过零计算配置及标志寄存器 ZXOTCFG(0x1BC)	109
4.5.36	自定义功率/HFCONST3/D2F/能量寄存器	110
4.5.37	短路停电阈值寄存器	113
4.5.38	过压和电压峰值寄存器	113
4.5.39	计量单元配置寄存器 2 EMU_CFG2(0x270) (B0 修改)	114
4.5.40	EMU 中断 2 寄存器	115
4.5.41	DMA 波形缓存配置寄存器	117
4.5.42	同步采样通道校正和配置寄存器 (新增)	125
5	全失压测量	127
5.1	主要特点	127
5.2	工作过程	128
5.3	全失压测量时直流 OFFSET 校正过程	129
5.4	寄存器	129
5.4.1	寄存器列表	129
5.4.2	NVM 中断	130
5.4.3	LS_CFG(0x08)	130
5.4.4	LS_DCOS_Ix(0x0C~0x10)	131
5.4.5	LS_THOx(0x18~0x1C)	131
5.4.6	RMS_Lx(0x24~0x34)	132
5.4.7	NVM_PSW(0x3C)	132

6	谐波计算引擎.....	134
6.1	特点.....	134
6.2	计算引擎基本原理.....	134
6.2.1	单精度浮点数表示.....	134
6.2.2	特殊数值.....	134
6.2.3	浮点数舍入处理.....	135
6.2.4	IEEE754 标准 rounding 模式.....	135
6.2.5	本芯片的 rounding 模式.....	135
6.2.6	整数转浮点数原理.....	135
6.2.7	浮点数转整数原理.....	136
6.2.8	浮点数乘法原理.....	136
6.2.9	浮点数加法原理.....	136
6.2.10	蝶形运算原理.....	136
6.3	运算指令.....	137
6.3.1	整数转浮点数 (int2fp/int2fp_dma)	137
6.3.2	浮点数转整数 (fp2int/fp2int_dma)	138
6.3.3	浮点数乘法 (fp_mult)	139
6.3.4	浮点数加法 (fp_add)	139
6.3.5	浮点数减法 (fp_sub)	140
6.3.6	浮点数乘加运算 (fp_mlad)	140
6.3.7	浮点数蝶形运算 (单次) (btfy /btfy_dma)	141
6.3.8	正弦余弦计算 (sin_cos)	143
6.3.9	均方根和反正切 (fp_sqrt/ fp_atan)	144
6.3.10	浮点数除法器 (fp_div)	144
6.4	实现说明.....	144
6.4.1	整数转浮点数.....	144
6.4.2	浮点数转整数.....	144
6.4.3	FFT 说明.....	145
6.4.4	Cordic 说明.....	146
6.5	寄存器.....	147
6.5.1	寄存器列表.....	147
6.5.2	MAC_CTL0 (0x0)	148
6.5.3	MAC_CTL1 (0x04)	150
6.5.4	MAC_IN0 (0x08)	150
6.5.5	MAC_IN1 (0x0C)	150
6.5.6	MAC_IN2 (0x10)	150
6.5.7	MAC_IN3 (0x14)	150
6.5.8	MAC_IN4 (0x18)	151
6.5.9	MAC_IN5 (0x1C)	151
6.5.10	MAC_OUT0 (0x20)	151
6.5.11	MAC_OUT1 (0x24)	151
6.5.12	MAC_OUT2 (0x28)	151
6.5.13	MAC_OUT3 (0x2C)	151

6.5.14	DIV_IN0 (0x30)	151
6.5.15	DIV_IN1 (0x34)	152
6.5.16	DIV_OUT0 (0x38)	152
6.5.17	DMA_SRBADR (0x3C)	152
6.5.18	DMA_SIBADR (0x40)	152
6.5.19	DMA_PRBADR (0x44)	152
6.5.20	DMA_PIBADR (0x48)	152
6.5.21	DMA_TRBADR (0x4C)	153
6.5.22	DMA_TIBADR (0x50)	153
6.5.23	DMA_LEN (0x54)	153
6.5.24	FFT_IE (0x58)	153
6.5.25	FFT_FLG (0x5C)	154
6.5.26	ALU_STA0 (0x60)	154
6.5.27	ALU_STA1 (0x64)	155
6.5.28	CRD_CTL (0x68)	155
6.5.29	CRD_XIN (0x6C)	155
6.5.30	CRD_YIN (0x70)	155
6.5.31	CRD_AMP (0x74)	155
6.5.32	CRD_PHASE (0x78)	156
6.5.33	CRD_ANGLE (0x7C)	156
6.5.34	CRD_COSINE (0x80)	156
6.5.35	CRD_SINE (0x84)	156
6.5.36	CRD_IE (0x88)	156
6.5.37	CRD_FLG (0x8C)	156
6.6	软件操作流程.....	157
6.6.1	完整方案说明:	157
6.6.2	操作流程:	157
7	计量自检测功能.....	159
7.1	功能描述.....	159
7.1.1	电流通道精度自检测功能.....	159
7.1.2	电压通道精度自检测功能.....	159
7.2	寄存器.....	160
8	RTC	161
8.1	概述.....	161
8.2	特点.....	161
8.3	按键事件记录功能说明.....	162
8.4	I2CM 功能说明	162
8.5	寄存器.....	163
8.5.1	RTC_CTL(0x00).....	168
8.5.2	RTC_SC(0x04).....	169
8.5.3	RTC_MN(0x08).....	170
8.5.4	RTC_HR(0x0C)	170

8.5.5	RTC_DT(0x10)	170
8.5.6	RTC_MO(0x14)	170
8.5.7	RTC_YR(0x18)	170
8.5.8	RTC_DW(0x1C)	171
8.5.9	RTC_CNT1(0x20).....	171
8.5.10	RTC_CNT2(0x24).....	171
8.5.11	RTC_SCA(0x28).....	172
8.5.12	RTC_MNA(0x2C).....	172
8.5.13	RTC_HRA(0x30)	172
8.5.14	RTC_IE(0x34).....	172
8.5.15	RTC_IF(0x38).....	173
8.5.16	RTC_TEMP(0x3C)	174
8.5.17	RTC_DOTA0 (0x48)	175
8.5.18	LOSC_CFG1(0x6C)	175
8.5.19	RTC_TEMPOS(0xC4).....	175
8.5.20	RTC_TPSIN(0xC8).....	176
8.5.21	I2CMEEP_CTL (0x180)	176
8.5.22	I2CMEEP_CPASS (0x184)	177
8.5.23	I2CMEEP_CBYTE (0x188)	177
8.5.24	I2CMEEP_ABYTE (0x18C)	178
8.5.25	KEYOUT 功能说明	178
8.6	RTC 时钟读写步骤	178
8.7	RTC 校准步骤	178
8.8	RTC 定时器操作步骤	178
9	WDT	180
9.1	主要特点.....	180
9.2	看门狗定时器的配置.....	180
9.3	寄存器.....	181
9.3.1	看门狗使能寄存器 WDT_EN(0x00).....	181
10	定时器.....	182
10.1	特性.....	182
10.2	功能框图.....	183
10.3	寄存器.....	183
10.3.1	当前计数值寄存器 TC_CNT(0x00)	184
10.3.2	预分频寄存器 TC_PS(0x04).....	184
10.3.3	目标计数值寄存器 TC_DN(0x0C).....	184
10.3.4	捕获比较通道 0 数据寄存器 TC_CCD0(0x14).....	185
10.3.5	捕获比较通道 1 数据寄存器 TC_CCD1(0x18).....	185
10.3.6	时钟配置寄存器 TC_CCFG(0x1C).....	185
10.3.7	控制寄存器 TC_CR(0x20).....	186
10.3.8	捕获比较通道 0 模式寄存器 TC_CM0(0x24).....	187
10.3.9	捕获比较通道 1 模式寄存器 TC_CM1(0x28).....	188

10.3.10	中断使能寄存器 TC_IE(0x2C).....	189
10.3.11	状态寄存器 TC_STA(0x30).....	189
10.4	典型应用.....	190
10.4.1	自动运行模式, 定时功能.....	190
10.4.2	输入捕获模式, 脉宽测量功能.....	190
10.4.3	比较输出模式, 方波输出功能.....	190
10.4.4	比较输出模式, PWM 输出功能.....	191
10.4.5	从模式, 外部清零和门控功能.....	193
11	模拟外设.....	194
11.1	特点.....	194
11.2	寄存器.....	194
11.2.1	SAR_CTL(0x00).....	195
11.2.2	SAR_START(0x04).....	196
11.2.3	SAR_STATUS(0x08).....	196
11.2.4	SAR_DAT(0x0C).....	197
11.2.5	LVD_CTL(0x10).....	197
11.2.6	LVD_STAT(0x14).....	197
11.2.7	SAR_CTL1 0x18.....	198
11.3	ADC 电压检测步骤.....	198
11.4	VBAT 电压检测.....	199
11.5	低电压检测应用.....	199
12	GPIO.....	201
12.1	概述.....	201
12.2	功能描述.....	201
12.3	应用注意事项.....	203
12.4	寄存器.....	203
12.4.1	寄存器列表.....	203
12.4.2	GPIO-AHB 寄存器.....	204
12.4.3	GPIO-APB 寄存器.....	219
12.5	GPIO 操作步骤.....	224
13	外部中断控制器.....	225
13.1	特性.....	225
13.2	寄存器.....	225
13.2.1	INTC_CTL(0x00).....	225
13.2.2	INTC_MODE(0x04).....	225
13.2.3	INTC_MASK(0x08).....	226
13.2.4	INTC_STA(0x0C).....	227
14	KBI.....	228
14.1	特性.....	228
14.2	寄存器.....	228

14.2.1	KBI_CTL(0x00).....	228
14.2.2	KBI_SEL(0x04).....	228
14.2.3	KBI_DATA(0x08).....	228
14.2.4	KBI_MASK(0x0C).....	229
14.3	KBI 操作步骤.....	229
15	通用 DMA 控制器 (SPI1/SPIS/SPI3/SPI4/UART2 增加)	230
15.1	特点.....	230
15.2	实现原理.....	230
15.3	模式选择.....	230
15.3.1	只使能 DMA 发送	230
15.3.2	只使能 DMA 接收	230
15.3.3	同时使能接收和发送.....	230
15.4	SRAM 发送 BUFFER.....	230
15.4.1	起始地址和长度配置.....	230
15.4.2	Buffer 中数据发送顺序	231
15.4.3	UART 接口数据位宽小于 1Byte.....	232
15.5	SRAM 接收 BUFFER.....	232
15.6	单次模式和循环模式.....	233
15.6.1	DMA 单次模式	233
15.6.2	DMA 循环模式	233
15.7	DMA 中断	233
15.7.1	DMA 发送半空中断	233
15.7.2	DMA 发送全空中断	234
15.7.3	DMA 接收半满中断	234
15.7.4	DMA 接收全满中断	234
15.7.5	DMA 接收错误中断	234
16	UART	235
16.1	概述.....	235
16.2	寄存器.....	235
16.2.1	寄存器列表.....	235
16.2.2	控制寄存器 UARTx_CTL (0x00).....	236
16.2.3	波特率配置寄存器 UARTx_BAUD (0x04)	237
16.2.4	状态指示寄存器 UARTx_STA (0x08).....	238
16.2.5	发送数据寄存器 UARTx_TXD (0xC).....	238
16.2.6	接收数据寄存器 UARTx_RXD (0x10)	238
16.2.7	波特率小数分频配置寄存器 UARTx_FDIV (0x14)	239
16.2.8	UART2_DMA_CTL(新增, 0x18).....	239
16.2.9	UART2_DMA_TBADR(新增, 0x1C).....	239
16.2.10	UART2_DMA_RBADR(新增, 0x20).....	239
16.2.11	UART2_DMA_TLEN(新增, 0x24).....	240
16.2.12	UART2_DMA_RLEN(新增, 0x28).....	240
16.2.13	UART2_DMA_TADR(新增, 0x2C).....	240

16.2.14	UART2_DMA_RADR(新增, 0x30).....	240
16.2.15	UART2_DMA_IE(新增, 0x34).....	240
16.2.16	UART2_DMA_FLG(新增, 0x38).....	241
16.2.17	UART2_DMA_TO (新增, UART2 模块专有, 0x3C)	241
16.3	UART 数据接收及发送操作步骤	241
17	SPI 1/3/4 (支持普通 DMA)	244
17.1	概述.....	244
17.2	功能描述.....	244
17.3	寄存器.....	245
17.3.1	寄存器列表.....	245
17.3.2	SPIX 控制寄存器 SPI_CTL (0x00)	246
17.3.3	SPIX 状态标识寄存器 SPI_STAT (0x04).....	248
17.3.4	SPIX 数据发送寄存器 SPI_TXDATA (0x08)	249
17.3.5	SPIX 数据接收寄存器 SPI_RXDATA (0x0C).....	249
17.3.6	SPIX 默认发送数据寄存器 SPI_TXDFLT (0x10).....	249
17.3.7	SPIX_DMA_CTL(新增, 0x14).....	249
17.3.8	SPIX_DMA_TBADR(新增, 0x18).....	249
17.3.9	SPIX_DMA_RBADR(新增, 0x1C).....	249
17.3.10	SPIX_DMA_TLEN(新增, 0x20).....	250
17.3.11	SPIX_DMA_RLEN(新增, 0x24).....	250
17.3.12	SPIX_DMA_TADR(新增, 0x28).....	250
17.3.13	SPIX_DMA_RADR(新增, 0x2C).....	250
17.3.14	SPIX_DMA_IE(新增, 0x30)	250
17.3.15	SPIX_DMA_FLG(新增, 0x34).....	251
18	高速 SPIS (支持普通 DMA)	252
18.1	概述.....	252
18.2	功能描述.....	252
18.3	时序描述.....	253
18.4	寄存器.....	254
18.4.1	寄存器列表.....	254
18.4.2	SPIS_CTL (0x00).....	254
18.4.3	SPIS_STIF (0x04).....	255
18.4.4	SPIS_STIE (0x08).....	257
18.4.5	SPIS_STIFE (0x0C).....	257
18.4.6	SPIS_RXDATA (0x10)	257
18.4.7	SPIS_TXDATA (0x14).....	258
18.4.8	SPIS_TXDFLT (0x18)	258
18.4.9	SPIS_FFCNT	259
18.4.10	SPIS_FFCLR (0x24)	259
18.4.11	SPIS_DMA_CTL(新增, 0x28)	259
18.4.12	SPIS_DMA_TBADR(新增, 0x2C).....	260
18.4.13	SPIS_DMA_RBADR(新增, 0x30).....	260

18.4.14	SPIS_DMA_TLEN(新增, 0x34).....	260
18.4.15	SPIS_DMA_RLEN(新增, 0x38).....	260
18.4.16	SPIS_DMA_TADR(新增, 0x3C).....	260
18.4.17	SPIS_DMA_RADR(新增, 0x40).....	261
18.4.18	SPIS_DMA_IE(新增, 0x44).....	261
18.4.19	SPIS_DMA_FLG(新增, 0x48).....	261
19	SPI0(支持专用 DMA).....	262
19.1	SPI0 概述.....	262
19.2	普通 DMA 传输.....	262
19.2.1	特点.....	262
19.2.2	详细说明.....	262
19.3	专用 DMA 模式.....	264
19.3.1	特点.....	264
19.3.2	详细描述.....	264
19.4	CRC 校验或校验和计算.....	267
19.4.1	特点.....	267
19.5	寄存器定义.....	267
19.5.1	寄存器列表.....	267
19.5.2	SPI 控制寄存器 SPI_CTL (0x00).....	268
19.5.3	SPI 状态标识寄存器 SPI_STAT (0x04).....	270
19.5.4	SPI 数据发送寄存器 SPI_TXDATA (0x08).....	271
19.5.5	SPI 数据接收寄存器 SPI_RXDATA (原有, 0x0C).....	271
19.5.6	SPI 默认发送数据寄存器 SPI_TXDFLT (原有, 0x10).....	271
19.5.7	SPI0_DMA_CTRL(新增, 0x14).....	271
19.5.8	SPI0_DMA_BADR(新增, 0x18).....	273
19.5.9	SPI0_DMA_ADDR(新增, 0x1C).....	273
19.5.10	SPI0_DMA_LEN(新增, 0x20).....	273
19.5.11	SPI0_DMA_FLAG(新增, 0x24).....	273
19.5.12	SPI0_DMA_IE(新增, 0x28).....	273
19.5.13	SPI0_CRC_INIT(新增, 0x2C).....	274
19.5.14	SPI0_CRC(新增, 0x30).....	274
19.6	软件配置流程.....	274
19.6.1	普通 DMA 模式.....	274
19.6.2	专用 DMA 模式.....	274
19.6.3	CRC DMA 模式.....	274
20	IIC 接口.....	276
20.1	概述.....	276
20.2	功能描述.....	276
20.3	寄存器.....	276
20.3.1	I ² C 控制寄存器 I ² C_CTL (0x00).....	276
20.3.2	I ² C 时钟配置寄存器 I ² C_CLK (0x04).....	277
20.3.3	I ² C 状态指示寄存器 I ² C_STAT (0x08).....	278

20.3.4	I ² C 从设备地址寄存器 I ² C_ADDR (0x0C).....	279
20.3.5	I ² C 收发数据寄存器 I ² C_DATA (0x10).....	279
21	通用 ADC.....	280
21.1	主要特点.....	280
21.2	寄存器.....	280
21.2.1	寄存器列表.....	280
21.2.2	GPADC_CTL0 (0x00)	281
21.2.3	GPADC_CTL1 (0x04)	282
21.2.4	GPADC_RATIO (0x08).....	283
21.2.5	GPADC_IE (0x0C)	284
21.2.6	GPADC_IF (0x10)	284
21.2.7	GPADC_OUT (0x14).....	285
21.2.8	GPADC_R2RBUF_CTL (0x18)	285
22	选项字节.....	287
22.1	芯片保护设置.....	287
22.2	WDT 设置.....	287
22.3	RTC 设置.....	288
23	编程支持.....	289
23.1	概述.....	289
23.2	FLASH 保护机制	289
23.3	在系统编程 (ISP)	289
23.3.1	ISP 通讯协议.....	290
23.3.2	使用的资源.....	291
23.3.3	ISP 命令	291
23.3.4	ISP 返回代码.....	295
23.4	在应用编程 (IAP)	296
23.4.1	IAP 命令	296
23.4.2	IAP 使用	296
23.5	量产平台.....	297
24	焊接条件.....	298
25	封装尺寸.....	299

1 概述

1.1 简介

RN2025 是一款高集成度、宽电压、高精度、高可靠性、低功耗单相计量 SOC 芯片，针对下一代 IR46 智能电表计量芯设计，并广泛适用于能源管理与能耗分析、电力监控、电气安全等领域多种表型设计。

RN2025 提供 RN2025 (A64e04)、RN2025 (B64e04)、RN2025 (B64e05)、RN2025 (C64e05) 这几种封装型号，主要是版本与封装形式的不同，其中 RN2025 (A64e04) 已逐步停产，必须向其他版本进行升级。版本升级注意点如下：

RN2025 (B64e04) 与 RN2025 (A64e04) 硬件及软件向下兼容。

RN2025 (C64e05) 与 RN2025 (B64e05) 硬件及软件向下兼容。

1.2 芯片特性

✓ 基本特点

- 高集成度：集成 ARM Cortex-M0 核、256KB FLASH、32KB SRAM、3 路 Σ - Δ ADC、单相计量及故障检测模块、计量精度自检测模块、6 路复用的 SAR ADC、6 路复用的 GP-ADC、独立供电硬件温补 RTC、各种外设等
 - 宽电压：
 - VCC 供电域保证测量精度的电压范围为 2.8V~5.5V
 - VCC 供电域 CPU 小系统可运行的典型电压范围为 1.9V~5.5V
 - VBAT 供电域为 RTC 独立电源域，时间保持电压范围为 1.8V~5.5V
 - 高性能：
 - 32768HZ 晶振+PLL 条件下，PLL 下 CPU 最高工作频率可达 32.768MHz
 - HOSC 晶振条件下，CPU 最高工作频率可达 32.768MHz
 - 内部高频 RC 最高可工作在 32.768Mhz 下，全温度范围可保证 $\pm 1\%$ 精度，可用作备份时钟。
 - 高精度：
 - 在 8000:1 动态范围内，有功/无功/视在电能误差小于 0.1%；
 - RTC 在 -25 $^{\circ}$ C ~70 $^{\circ}$ C 内秒脉冲误差小于 ± 5 ppm，最小校正刻度为 0.0305175ppm
 - 低功耗：
 - 典型工作电流：10mA(CPU 运行在 16.384MHz，计量开启)
 - CPU 子系统工作在 32Khz 下功耗：<18 μ A (with cache)；
 - 休眠功耗：8 μ A(RTC 自动温补；RAM 保持；CPU 不掉电；电源监测开启；中断唤醒)
 - VBAT 域功耗：典型值 1.5 μ A；
 - 封装形式 1: LQFP64 (7.00 \times 7.00 \times 1.40 e=0.40)，与 RN2025A64 硬件兼容；简称：RN2025B64e04
 - 封装形式 2: LQFP64 (10.00 \times 10.00 \times 1.40 e=0.50)，简称：RN2025B64e05/RN2025C64e05
- 即：RN2025B64 有两种封装，一种是 (7.00 \times 7.00 \times 1.40 e=0.40)，另外一种是 (10.00 \times 10.00 \times 1.40 e=0.50)。在研发阶段，我司会同时提供两种封装的芯片。RN2025B64e04 可以与 RN2025A64e04 直接替换，方便做软件调试。
- RN2025C64 只有一种封装，即：(10.00 \times 10.00 \times 1.40 e=0.50)，可与 RN2025B64e05 直接替换。

考虑到 0.4 间距的封装对于生产工艺要求较高,而且 RN2025 是计量类产品,我们优先推荐 0.5 间距的封装。建议客户在新设计上采用 0.5 间距的封装,未来 0.4 间距的封装将逐步停产。

✓ 计量精度自检测功能

- 可检测电流采样通道外围器件变化引起的精度漂移,检测精度为 0.2%
- 可检测电压采样通道外围器件变化引起的精度漂移,检测精度为 0.2%; 优化电压通道自检测性能。
- 可检测计量芯片自身故障引起的精度变化(比如基准电压变化、电路失效等)

✓ 事件上报

- 过压、过流事件;
- 电压骤降事件;
- 漏电事件;
- 短路事件;

✓ 高级功能

- 支持 41 次谐波分析,谐波计算由硬件加速引擎完成,可实现每周波连续计算。
- 支持非侵入式用电负荷识别所需要的波形数据,支持灵活的帧格式,支持硬件自动计算校验和,支持灵活的校正手段,支持 DMA 从 RAM 将数据外发到 SPI 口。
- 支持正负总谐波电能计算,可从 CF0~CF4 任意一个 IO 口输出。谐波电能计算由硬件加速引擎完成,可实现连续计算。
- 支持分次谐波电能计算,相关内容不在手册开放,请直接调用锐能微库函数。
- 支持 S 级电能质量分析功能。包括谐波、间谐波、不平衡度、电压波动、电压闪变、骤升、骤降等,以上功能分散在本手册各个章节中,主要运算均有硬件完成,其中电压闪变在手册中未开放。如果需要完整的电能质量分析功能,请直接调用锐能微相关库函数实现。
- 支持故障录波功能。

✓ 计量

- 提供全波、基波有功电能,8000:1 动态范围内,非线性误差<0.1%,满足 0.5S 和 0.2S 级有功电能表精度要求
- 仅提供基波无功电能,8000:1 动态范围内,非线性误差<0.1%
- 提供全波、基波视在电能
- 提供有功、无功功率方向,支持无功四象限判断
- 具有潜动启动功能,启动阈值可调
- 电表常数可调
- 提供有功、无功、视在的快速脉冲计数
- 提供全波、基波的有功、无功和视在脉冲从 CF0~CF4 任意一个 IO 口输出

✓ 测量

- 提供全波和基波有功、视在功率,以及基波无功功率
- 提供全波、基波三相电压电流有效值
- 提供电压线频率,测量误差<0.02%
- 提供过零检测,过零阈值可设置
- 提供灵活的电压、电流波形缓存数据及 DMA 功能

- 提供电压暂降检测
- 提供过压、过流检测
- ✓ 防窃电
 - 提供零线电流测量，零线电流 ADC 的 PGA 倍数最大支持 16 倍；
 - 提供一种低功耗模式 NVM，实现低功耗电流有效值测量，功耗小于 2mA
- ✓ 软件校表
 - 提供三路 ADC 通道增益校正
 - 提供三路 ADC 通道相位校正，其中 A、B 两路电流通道支持分段相位校正
 - 提供功率增益校正
 - 提供有功、无功功率分段相位校正
 - 提供有功、无功、有效值 Offset 校正
- ✓ 内置 1.25V ADC 基准电压，温度系数典型值 10ppm/°C；支持外接基准电压。

- ✓ 处理器相关
 - ARM Cortex-M0 内核，最高运行频率可达 32.768Mhz，典型运行频率 16.384Mhz
 - 256KBytes FLASH 存储器，擦写次数 10 万次，数据保持时间大于 10 年
 - 32KBytes SRAM，其中 2KBytes 作为 Cache 使用，客户可使用 30KBytes。
 - 波形缓存专用 DMA 控制器
 - CM0 内嵌系统定时器
 - 单 cycle 乘法器 (32bit*32bit)
 - 硬件看门狗
 - 支持外部中断等多种唤醒方式
 - 提供完善的集成开发软硬件环境

- ✓ SAR ADC
 - 10bit SAR ADC，内部温度传感器（用于 RTC 温度补偿）、6 路外部引脚输入 AIN 分时复用
 - PGA 支持 0.25 倍/0.5 倍/1 倍/1.5 倍/2 倍，输入信号只要不高于电源电压即可；

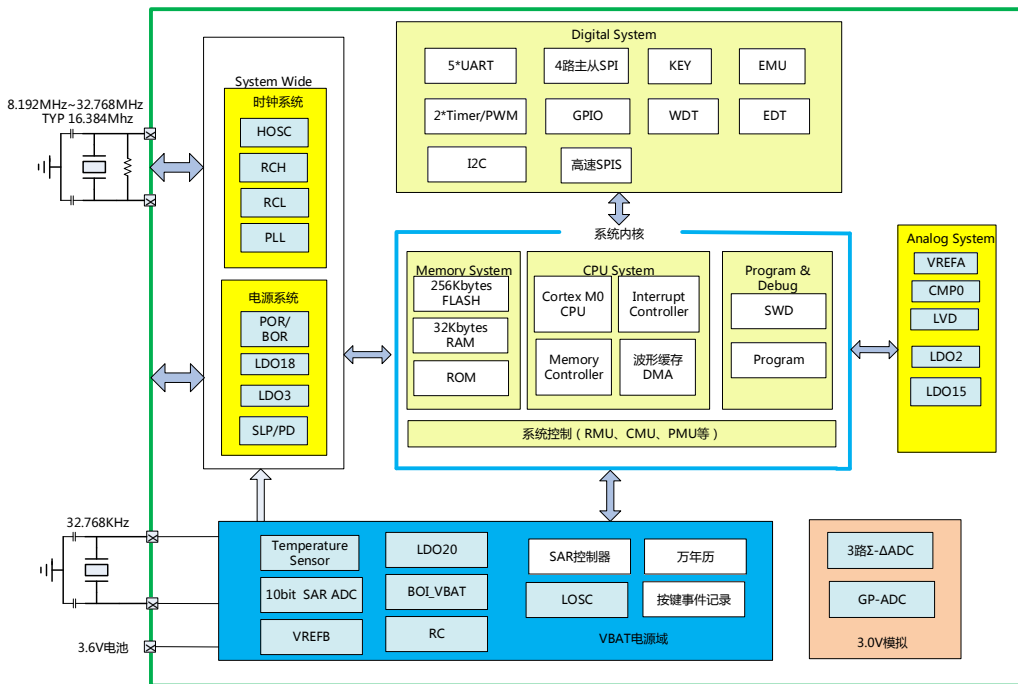
- ✓ GP-ADC
 - 16bit Sigma-Delta ADC，支持内部温度传感器测量（用于提升 RTC 打分精度）、支持 6 路外部引脚输入（用于支持端子温度测量）。
 - PGA 支持 0.2 倍/1 倍/2 倍/4 倍

- ✓ VBAT 域电路
 - RTC 硬件自动温补，在-25°C ~70°C 内秒脉冲误差小于 ±5ppm，最小校正刻度为 0.0305175ppm，满足国家标准的精度和功耗要求；
 - 温度传感器：提供准确的温度值，-25°C ~70°C 范围内测温精度为 ±1°C
 - 典型功耗为 1.5μA，全温度范围功耗优于 2uA；
 - 独立电源域，通过 VBAT 引脚独立供电
 - VBAT 引脚与 VCC 引脚可支持不同的供电电压，注意 VBAT 域的四个 IO 口电源为 VBAT
 - VBAT 域的两个按键支持无 CPU 参与情况自动冻结万年历时间，并支持自动通过 IIC 接口将万年历写入外部 EEPROM。

✓ 其他外设

- CF 输出口：5 个
- 高速 GPIO：31 个（**新增 1 个**），支持与不同电压外设器件的接口
- 低速 GPIO：**6 个（新增 2 个）**，在 VBAT 域，建议 VBAT 域的 IO 口不要应用在高速场合。
- 扩展定时器：2 个 32bit 定时器；4 路 PWM 输出；
- 按键中断：8 个，管脚复用
- 外部中断：8 个，管脚复用
- UART：5 路，支持红外调制，支持 UART 唤醒，支持电平反转。**其中 UART2 支持普通 DMA 模式，并且 UART2 还支持在线升级。**
- SPI 口：5 路，其中 1 路专用从模式，4 路主从模式，均支持 DMA 传输。
- SPI2 为高速 SPI 从机模式，支持 10Mbps 传输速率，支持 32*8bit FIFO，**支持 DMA 操作；**
- **SPIO、SPI1、SPI3、SPI4 为主从模式 SPI M/S，其中 SPIO 支持负荷识别专用 DMA 模式；SPI1、SPI3、SPI4 支持普通 DMA 模式。**
- I2C：1 路
- 电压检测 LVD：检测芯片电源电压；一路低功耗比较器 CMP0：检测外部电压，可用于系统掉电及上电检测

1.3 系统框图



1.4 管脚排列

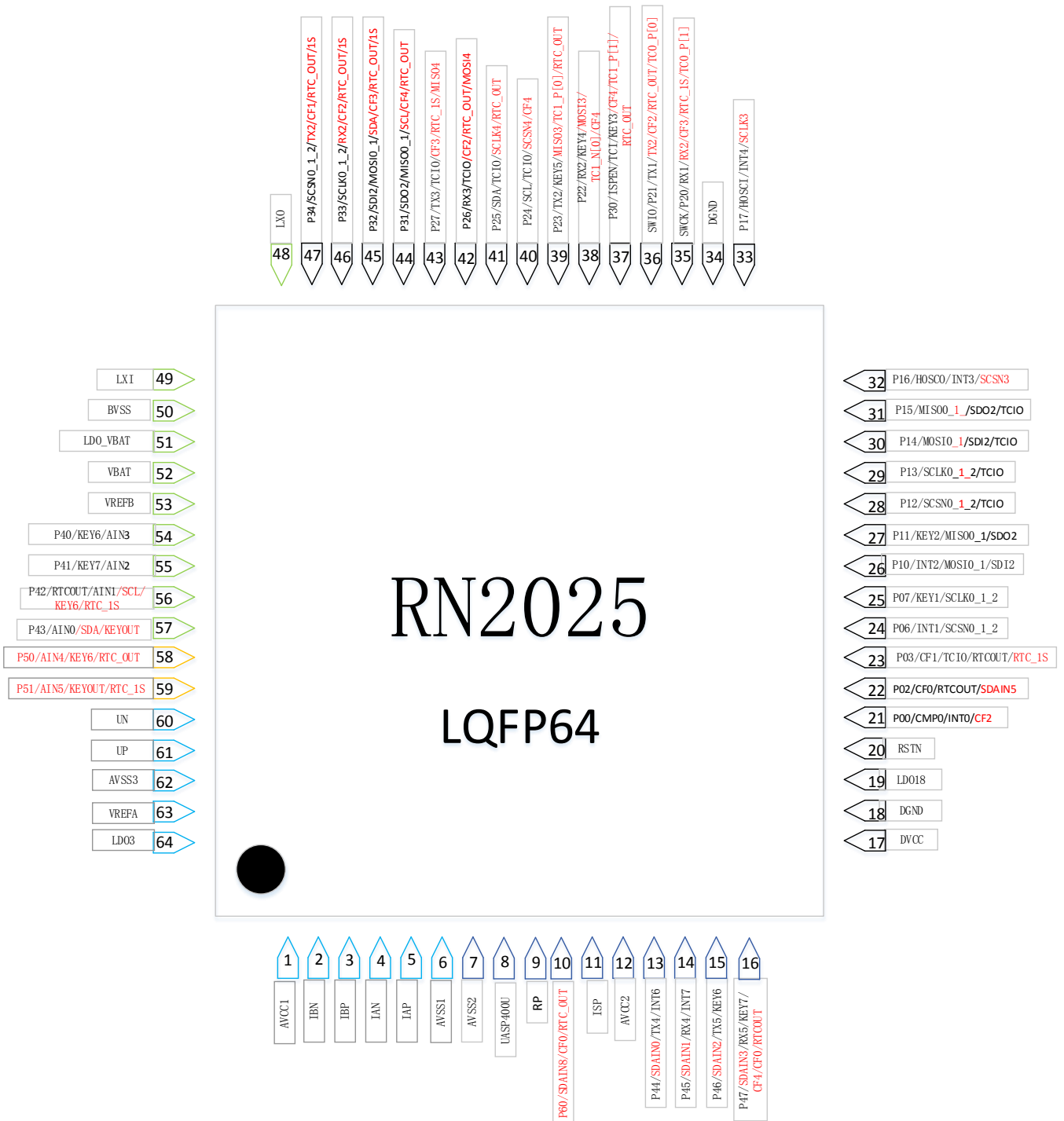


表 1-1 引脚类型说明

类型	模拟	数字								
	模拟	IO			输入特性			输出特性		
		双向	输入	输出	上拉	施密特 CMOS	施密特 TTL+CMOS	OpenDrain	驱动 (mA)	晶振
	A	B	I	O	U	S	L	D	N	X

PABULD6	√	√			√		√	√	6	
PIU			√		√	√				
PUXI		√			√	√				√

表 1-2 引脚说明

引脚	标识	特性	功能描述
1	AVCC1	电源	计量 ADC 电源输入，与 AVCC2 之间应使用 10 欧姆电阻隔离。外接 1uF 电容并联 0.1uF 电容去耦。
2,3	IBN, IBP	模拟输入	电流采样通道 B 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入峰值 V_p 为 $\pm 1000\text{mv}$ (PGA=1)。 使用误差自检功能，外围电路请参照手册推荐电路，包括抗混叠 RC 的参数。下同。
4,5	IAN, IAP	模拟输入	电流采样通道 A 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入峰值 V_p 为 $\pm 1000\text{mv}$ (PGA=1)。
6	AVSS1	地	内部计量 ADC 的模拟地
7	AVSS2	地	自检测电路模拟地
8	UASP_400	参考电流源	A 相电压故障检测基准 400 μA 电流源方波输出。 如果不使用误差自检功能，此引脚可浮空，或者按照带误差自检功能的硬件设计（软件不开启误差自检功能）。 但不管采用哪种硬件设计方式，软件都必须调用锐能微库函数文件<sysctl.c>中的 WriteUEdtVBCtlReg 函数，具体见《锐能微 RN202X_RN7326_应用笔记 002-库函数使用说明 v1.2》
9	RP	参考电压	RP 典型输出电压 1.25V，外部应接 6.2K 电阻到地，产生电压通道自检测电路的基准电流。6.2K 电阻要求与电压通道电阻分压电阻采用同类电阻。
10	P60/SDAIN8/CF0/RTC_OUT	IO	P60、SDAIN8、CF0、RTC_OUT 复用引脚。其中 SDAIN 引脚为 GPADC 测量输入（下同），用于直流测试。
11	ISP	参考电压	电流通道自检测电路 P 端的 2V 方波的输出引脚，外接一个 49.9 欧姆左右的低温漂电阻。 如果不使用误差自检功能，此引脚应浮空。
12	AVCC2	电源	自检测电路电源，应外接 220 μf 电容并联 10uF+0.1 μF 去耦电容。要求供电能力不低于 50mA。

13	P44/ SDAIN0 /TX4/INT6	PABULD6	P44、 SDAIN0 、TX4（不能配置成红外调制输出）、INT6 输入复用；其中 SDAIN 引脚为 GPADC 测量输入（下同），用于直流测试。
14	P45/ SDAIN1 /RX4/INT7	PABULD6	P45、 SDAIN1 、RX4、INT7 输入复用；
15	P46/ SDAIN2 /TX5/KEY6	PABULD6	P46、 SDAIN2 、TX5（不能配置成红外调制输出）、KEY6 输入复用；
16	P47/ SDAIN3 /RX5/KEY7/ CF4/CF0/RTCOUT	PABULD6	P47、 SDAIN3 、RX5、KEY7、 CF4 、 CF0 、 RTCOUT 输入复用；
17	DVCC	电源	数字电源输入，应外接 1uf 电容并联 0.1μF 电容去耦，与 AVCC2 之间应使用 10 欧姆电阻隔离。
18	DGND	地	内置 LDO18 数字地
19	LDO18	LDO	内置 1.8V LDO 的输出，可给芯片 1.8V 数字域供电，应外接 1μF 电容并联 0.1μF 电容去耦；
20	RSTN	PIU	外部复位引脚，低电平有效，内置约 50K 上拉电阻；
21	P00/CMP0/INT0/ CF2	PABULD6	P00、比较器 CMP0 输入、外部中断 INT0、 CF2 复用； 外围电路需要注意，默认配置下比较器内部有 600K 对地电阻。
22	P02/CF0/RTCOUT/ SDAIN5	PABULD6	P02、计量脉冲输出 CF0、RTC 秒脉冲 RTCOUT0、 SDAIN5 复用，6mA 驱动能力
23	P03/CF1/TCI/TC0_P[0] /RTC_OUT/RTC_1s	PABULD6	P03、计量脉冲输出 CF1、定时器 0 输出、定时器输入、 RTC_OUT 、 RTC_1s 复用，6mA 驱动能力。其中 RTC_OUT 为每秒准确的秒脉冲信号， RTC_1s 是与万年历同步更新的秒脉冲信号。
24	P06/INT1/SCSN0_1_2	PABULD6	P06-P11: IO 口、INT/KEY、SPI0、SPI1、SPI2 口复用的管脚。上拉电阻可选、TTL/CMOS 输入可选、漏极开路可选； SPI 口可以选择为 SPI0、SPI1 和 SPI2，其中 SPI0 和 SPI1 支持主从模式，SPI2 仅支持从模式。
25	P07/KEY1/SCLK0_1_2	PABULD6	
26	P10/INT2/MOSI0_1/SDI2	PABULD6	
27	P11/KEY2/MISO0_1/SDO2	PABULD6	
28	P12/SCSN0_1_2/TCI/TC0_P[0]	PABULD6	P12-P15: IO 口、SPI0/1（注：SPI0/1 支持主从模式）/SPI2（注：SPI2 仅支持从模式）、定时器 0 输出、定时器输入复用；
29	P13/SCLK0_1_2/TCI/TC0_N[0]	PABULD6	
30	P14/MOSI0_1/SDI2/TCI/TC0_P[1]	PABULD6	

31	P15/MISO0_1/SDO2/TCI/TC0_N[1]	PABULD6	上拉可选、TTL/CMOS 电平可选、漏极开路可选。
32	P16/HOSCO/INT3/SCSN3	PUXI	P16-P17: IO 口/高频晶体/中断口/SPI3 复用。高频晶体典型频率: 8.192Mhz/16.384Mhz/32.768Mhz。 高频晶体端口外部应串接一个 10M 欧的电阻, 并联两个 15pf~22pf 的电容。 需要选择负载电容小于 15pF 的晶振。 注: 选择 32.768Mhz 晶振时, 不推荐使用外接 22pF 电容, 且要求晶振的 ESR<60Ω。
33	P17/HOSCI/INT4/SCLK3	PUXI	
34	DGND	地	数字地
35	SWDCLK/P20/RX1 /RX2/CF3/RTC_1s/TC0_P[1]	PABULD6	SWD 时钟、P20 口、RX1、RX2、CF3、RTC_1s、TC0_P[1] 输入复用引脚。
36	SWDIO/P21/TX1 /TX2/CF2/TC0_P[0]/RTC_OUT	PABULD6	SWD 数据口、P21 口、TX1、TX2、CF2、TC0_P[0]、RTC_OUT 输入复用引脚。
37	P30/ISPEN/TCI/KEY3/ CF4/TC1_P[1]/RTC_OUT	PABULD6	IO 口、定时器输入、KEY 口、CF4、TC1_P[1]、RTC_OUT 复用; 上拉可选、施密特输入、6mA 驱动能力。发生复位后, BOOTROM 会检测该端口的状态, 如果输入低电平, 系统会进入 ISP。实际应用时需要注意该问题。
38	P22/RX2/KEY4 /MOSI3/TC1_N[0]/CF4	PABULD6	IO 口、RX2、KEY4、MOSI3、TC1_N[0]、CF4 输入复用;
39	P23/TX2/KEY5 /MISO3/TC1_P[0]/RTC_OUT	PABULD6	IO 口、TX2、KEY5、MISO3、TC1_P[0]、RTC_OUT 输入复用;
40	P24/SCL/TCI/TC1_P[0] /SCSN4/CF4	PABULD6	P24-P25: P2 口、I2C、定时器 1 输出、定时器输入、CF4、RTC_OUT 复用。 上拉电阻可选、TTL/CMOS 输入可选、漏极开路可选;
41	P25/SDA/TCI/TC1_P[1] /SCLK4/RTC_OUT	PABULD6	
42	P26/RX3/TCI/TC1_N[0] /CF2/RTC_OUT/MOSI4	PABULD6	P26-P27: IO 口、UART3、定时器 1 输出、定时器输入、CF、RTC、SPI4 复用; 上拉可选、TTL/CMOS 电平可选、漏极开路可选。
43	P27/TX3/TCI/TC1_N[1] /CF3/RTC_1s/MISO4	PABULD6	
44	P31/SDO2/MISO0_1/ SCL/CF4/RTC_OUT	PABULD6	P31-P34: IO 口与 SPI0/1 (注: SPI0/1 支持主从模式)、SPI2 (注: SPI2 仅支持从模式) 及 CF/RTC/IIC 等复用; 上拉可选、TTL/CMOS 电平可选、漏极开路可选。
45	P32/SDI2/MOSI0_1/ SDA/CF3/RTC_OUT/RTC_1S	PABULD6	
46	P33/SCLK2/SCLK0_1/ RX2/CF2/RTC_OUT/RTC_1S	PABULD6	
47	P34/SCSN2/SCSN0_1/	PABULD6	

	TX2/CF1/RTC_OUT/RTC_1S		
48	LXO	时钟	32.768KHz 无源晶振输出和输入。
49	LXI	时钟	不需要外接电阻和电容，需要用地线将之隔离。
50	BVSS	地	VBAT 域地
51	LDO_VBAT	电源	VBAT 域 LDO 输出，外部需接 0.22μf 电容；
52	VBAT	电源	3.6V 电池或超级电容输入引脚；仅给 RTC 部分供电。同时也是 SAR ADC 的输入，对该引脚做测量时内部有两个 300K 的电阻做分压，并使用 0.5 倍增益。建议外接 RC 滤波，R:10Ω，C:1μF。
53	VREFB	参考电压	SAR ADC 的内置基准输出，典型值为 1.25V，外部需接 0.22μf 电容；
54	P40/KEY6/AIN3	PABULD6	VBAT 域 P40、KEY6、SAR-ADC 模拟输入 AIN3 复用。 AIN3 可以支持直接对输入 3.6V 的信号进行测量，类似 SAR ADC 对 VBAT 引脚电压的测量。启动测量时，内部使用两个 300K 的电阻将 3.6V 分压到 1.8V，并使用 0.5 倍 PGA，只有在测量时才会有功耗。该引脚做为 KEY6 功能时可在没有 cpu 参与的情况下，记录按键事件发生的年月日时分秒，详见 RTC 章节。
55	P41/KEY7/AIN2	PABULD6	VBAT 域 P41、KEY7、SAR-ADC 模拟输入 AIN2 复用。 AIN2 的输入范围不能超过 1.25V (PGA=1) 或者 2.5V (PGA=0.5) 或电源电压 (PGA=0.2 倍)。在外部接 0.1uF 电容到地的情况下，输入阻抗约为 5 兆欧姆；如果外部不接电容，输入阻抗约为 600K 欧姆。 该引脚做为 KEY6 功能时可在没有 cpu 参与的情况下，记录按键事件发生的年月日时分秒，详见 RTC 章节。
56	P42/RTCOUT2/AIN1/ SCL/KEY6/RTC_1S	PABULD6	VBAT 域 P42、RTCOUT、SAR-ADC 模拟输入、SCL、KEY6、RTC_1S 复用。 AIN1 的输入范围不能超过 1.25V (PGA=1) 或者 2.5V (PGA=0.5) 或电源电压 (PGA=0.2 倍)。 在外部接 0.1uF 电容到地的情况下，输入阻抗约为 5 兆欧姆；如果外部不接电容，输入阻抗约为 600K 欧姆。

			<p>注意：该引脚不建议接电池测量。原因：VBAT 域单独上电时，该引脚默认输出 RTCOUT，对外有驱动；当 vcc 上电后，该引脚被修改为 P42（高阻态）。</p>
57	P43/AIN0/SDA/KEYOUT	PABULD6	<p>VBAT 域 P43、SAR-ADC 模拟输入、SDA、KEYOUT 复用。AIN0 的输入范围不能超过 1.25V (PGA=1) 或者 2.5V (PGA=0.5) 或电源电压 (PGA=0.2 倍)。</p> <p>在外部接 0.1uF 电容到地的情况下，输入阻抗约为 5 兆欧姆；如果外部不接电容，输入阻抗约为 600K 欧姆。</p> <p>备注：KEYOUT 为按键触发输出，用于在按键事件发生时控制外部设备的电源（比如 EEPROM 的电源，低有效），事件记录完毕后会自动关闭电源（高阻态）。</p>
58	P50/AIN4/KEY6/RTC_OUT	PABULD6	<p>VBAT 域 P50、SAR-ADC 模拟输入、KEY6、RTC_OUT 复用。AIN4 的输入范围不能超过 1.25V (PGA=1) 或者 2.5V (PGA=0.5) 或电源电压 (PGA=0.2 倍)。</p> <p>在外部接 0.1uF 电容到地的情况下，输入阻抗约为 5 兆欧姆；如果外部不接电容，输入阻抗约为 600K 欧姆。</p>
59	P51/AIN5/KEYOUT/RTC_1S	PABULD6	<p>VBAT 域 P51、SAR-ADC 模拟输入、KEYOUT、RTC_1S 复用。AIN0 的输入范围不能超过 1.25V (PGA=1) 或者 2.5V (PGA=0.5) 或电源电压 (PGA=0.2 倍)。</p> <p>在外部接 0.1uF 电容到地的情况下，输入阻抗约为 5 兆欧姆；如果外部不接电容，输入阻抗约为 600K 欧姆。</p> <p>备注：KEYOUT 为按键触发输出，用于在按键事件发生时控制外部设备的电源（比如 EEPROM 的电源，低有效），事件记录完毕后会自动关闭电源（高阻态）。</p>
60,61	UAN, UAP	模拟输入	<p>电压采样通道 A 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入峰值 V_p 为 $\pm 1000\text{mv}$ (PGA=1)。</p>
62	AVSS3	地	<p>内置参考电压模拟地</p>
63	VREFA	参考电压	<p>ADC 的参考基准，典型值为 1.25V，需外接 0.1uF 和 1uF 电容。</p>
64	LDO3	LDO	<p>计量 ADC 的供电 LDO，典型值为 3V，需要外接 0.1uF 和 1uF 电容。</p>

1.5 电气特性

表 1-3 电气特性

测量项目	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件和注释
有功电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
无功电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
视在电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
有效值测量误差	Err			±0.2%		2000:1动态范围
功率测量误差	Err			±0.1%		2000:1动态范围
测量带宽	BW		4		kHz	
全失压电流测量误差				±0.5%		400:1动态范围
频率测量误差	Err			0.02%		
频率测量范围		40		75	Hz	
相角测量误差	YErr		0.02		°	电流通道50mV输入， 相角 60° 120° 240° 300°
电能脉冲输出						
最大频率	Hz			20KHz		
占空比	%		50%			
高电平脉宽	ms		84ms			
Sigma-Delta ADC性能						
最大信号电平	V _{xn}			±1000	mVp	PGA=1, 差分信号
ADC 失调误差	DC _{off}		1		mV	
-3dB 带宽	B _{-3dB}		4		kHz	
电流通道串扰			-110		dB	UA=UB=UC=800mVpp
基准电压						
(VCC=3V~5.5V, 温度范围: -40°C~+85°C)						
输出电压	V _{ref}	1.25	1.26	1.27	V	
温度系数	T _c		10	15	ppm/°C	
计量自检测精度						
(VCC=3.3V±10%, 温度范围: -40°C~+85°C)						
电流通道自检测精度1 (幅度)	IedtA1		0.3%			40mA检测电流 30 秒测量时间 5A(2mA)CT, 2*10Ω 采样电阻
电流通道自检测精度2 (幅度)	IedtA2		0.2%			40mA检测电流 60 秒测量时间 5A(2mA)CT, 2*10Ω 采样电阻
电流通道自检测精度	IedtP1		0.03度			40mA检测电流

(相位)						30 秒测量时间 5A(2mA)CT, 2*10Ω采样电阻
电流通道自检测精度 (相位)	IedtP1		0.03度			40mA检测电流 60 秒测量时间 5A(2mA)CT, 2*10Ω采样电阻
电压通道自检测精度1 (幅度)	UedtA1		0.5%			400uA检测电流 30 秒测量时间
电压通道自检测精度2 (幅度)	UedtA2		0.1%			10uA检测电流 20 秒测量时间
电压通道自检测精度 (相位)	UedtP1		0.03度			10uA检测电流 20秒测量时间
模拟外设(温度范围: -40℃~+85℃)						
SAR ADC 输入范围	SAR-IN	0		BGR	V	BGR 为内部低功耗基准, 典型值为 1.25V
SAR ADC 采样率			1		KHz	系统时钟 Mhz
低功耗比较器 LVD 阈值	LVD	2.3		4.9	V	LVD 的阈值是可配置的, 从 2.3V 到 4.9V
低功耗比较器 CMP0 阈值 Vil1	CMP0	1.23	1.28	1.33	V	Vil 为默认配置下比较器输出低电平的阈值; 输出高电平比较结果的阈值 Vih 比 Vil 高 220mv
低功耗比较器 CMP0 阈值 Vil2	CMP0	0.8	0.84	0.88	V	当选择 0.9V 档并且选择有迟滞时, 该阈值为比较器输出低电平比较结果阈值; 输出高电平比较结果阈值比该阈值高 140mv。
VBAT 测量	VBAT D	0	3.6	5	V	SAR ADC 对 VBAT 引脚电压的测量范围;
温度测量			1		℃	
每次温补时间	Ttps		2		ms	
时钟参数(温度范围: -40℃~+85℃)						
输入低频时钟频率范围	XI		32.768		KHz	
输入高频时钟频率范围	HOSI	4.096	16.384	32.768	Mhz	
内部PLL时钟频率范围	PLL		8.192	16.384	MHz	fosc=32.768Khz
高频时钟XI输入电容	Cxi	15		22	pf	
高频时钟XO输入电容	Cxo	15		22	pf	
高频时钟晶振ESR	ESR		80		欧姆	5倍起振裕度
内部高频RCH	RCH	2.6	2.9	3.2	MHz	用于芯片复位后默认

						时钟
内部低频RCL	RCL	20	32	40	KHz	用于WDT时钟
电源(温度范围: -40℃~+85℃)						
主电源	VCC	2.4	3.3/5	5.5	V	建议主电源选择为3.3V±5%或者5V±5%
CPU 最低工作电压	Vil	1.8	1.9	2.0	V	全温度范围
VBAT 供电	VBAT1	2.5	3.6	5.5	V	RTC 温补电路正常工作, RTC 精度保证的电压工作范围
	VBAT2	1.8	3.6	5.5	V	RTC 万年历翻转正常, 温补电路不保证
工作电流	Idd1		8.5		mA	CPU运行在8.192MHz(PLL), 计量开启
	Idd2		10		mA	CPU运行在16.384MHz(PLL), 计量开启
	Idd3		15		mA	CPU运行在32.768MHz(HOSC), 计量开启
VCC 休眠功耗	SIdd		8		μA	RAM保持; CPU及数字外设不掉电; WDT开启; 电源监测开启; 中断唤醒 典型条件: Vcc=3.6V; Tc=25度
VBAT 供电功耗	SIdd		1.5	2	μA	典型条件: Vbat=3.6V; Tc=25度; 极限条件: Vbat=3.6V; Tc=85度;
瞬间温补功耗	TPSIdd		300		uA	典型条件: Vbat=3.6V; Tc=25度;
LDO18	V1P8	1.62	1.8	1.98	V	CPU内核电压
LDO3	V3	2.85	2.9	2.95	V	Σ-Δ ADC电压
LDO_VBAT	V2	1.9	2	2.2	V	VBAT域数字电压
极限参数(温度范围: -40℃~+85℃)						
主电电压	Vvcc	-0.3	--	+7	V	
电池输入电压	Vvbat	-0.3	--	+7	V	
DV _{DD} to DGND		-0.3	--	+7	V	
DV _{DD} to AV _{DD}		-0.3		+0.3	V	
IAP, IAN, IBP, IBN, ICP, ICN, INP, INN		-6		+6	V	
VAP, VAN, VBP, VBN, VC		-6		+6	V	

P,V,VCN						
数字IO输出高电平	VOH		--	DV _{DD} +0.3	V	
数字IO输出低电平	VOL	-0.3	--		V	
数字IO输入高电平	VIH		0.7VCC			CMOS
数字IO输入低电平	VIL		0.3VCC			CMOS
数字IO输入高电平	VIH		0.4VCC			TTL
数字IO输入低电平	VIL		0.2VCC			TTL
数字IO的I _{source}	I _{source}	5		10	mA	6mA类型
数字IO的I _{sink}	I _{sink}	7		15	mA	6mA类型
模拟输入电压相对于AGND	V _{INA}	-0.3	--	AV _{DD} +0.3	V	
工作温度范围	T _A	-40	--	85	°C	
存储温度范围	T _{stg}	-65	--	150	°C	

测量项目	符号	测试条件	值	单位
静电放电	ESD	人体模型（HBM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-A114,在所有引脚上进行	4000	V
		机械模型（MM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-A115C, ,在所有引脚上进行	200	V
		充电器件模型（CDM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-C101F,在所有引脚上进行	500	V
闩锁试验	LatchUP	按照标准JEDEC STANDARD NO.78D NOVEMBER 2011,在所有引脚上进行	200	mA
湿度敏感性	MSD	按照标准IPC/JEDEC J-STD-020D.1评定	3级	/

1.6 应用推荐电路

图 1: RN2025（A64）推荐图:

说明 1: RN2025（B64e04）跟 RN2025（A64）硬件兼容，可直接替换使用。

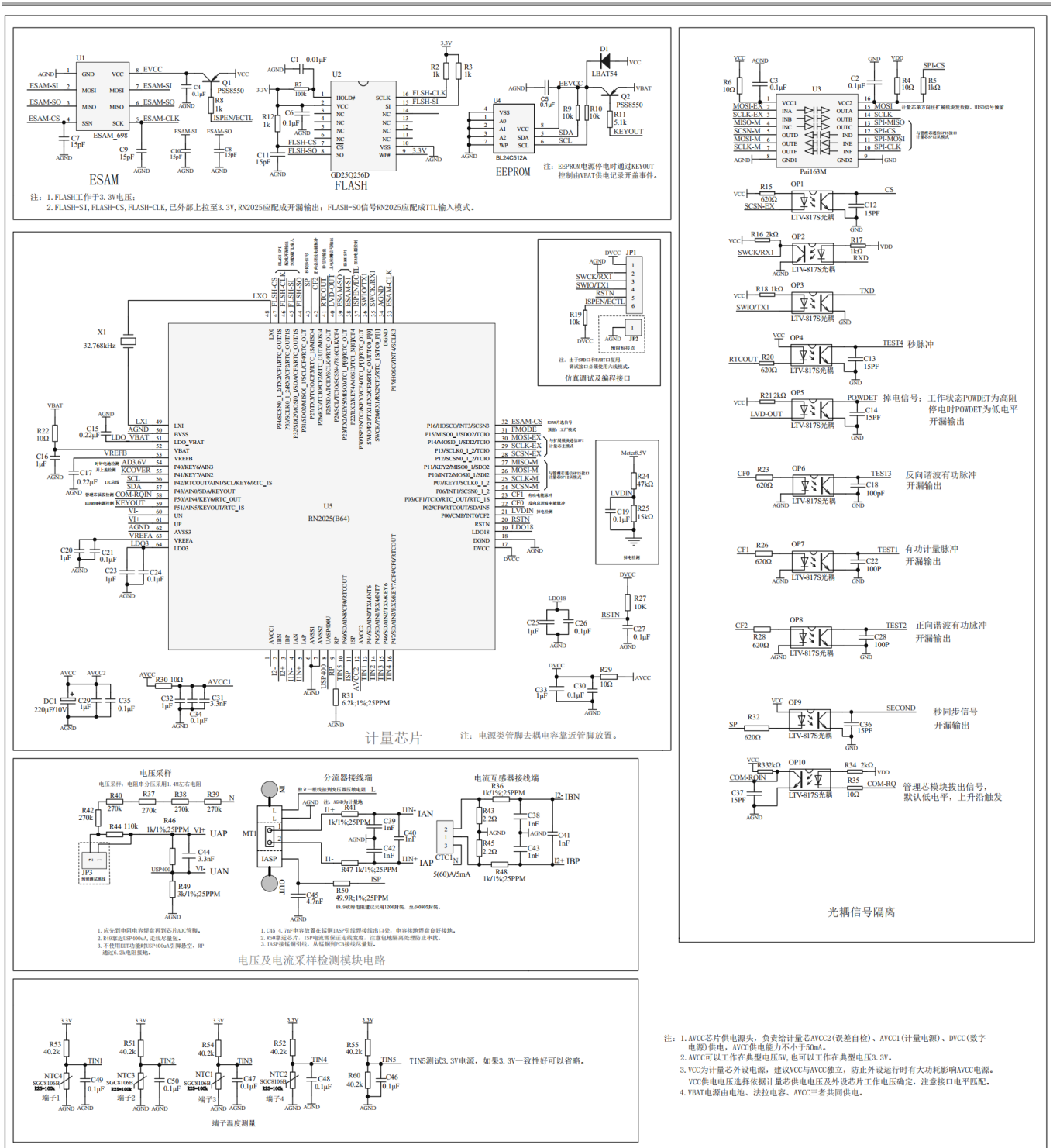
说明 2: RN2025（B64e05）跟 RN2025（C64e05）硬件兼容，可直接替换使用。

图 2: RN2025（B64/C64）推荐图:

RN2025（B64/C64）推荐电路图做了如下改进:

- 1) ESAM 与 Flash 的 spi 口不再需要复用;
- 2) 不再需要外接模拟开关，可直接使用 RN2025（B64/C64）的多路复用 GP-ADC 实现端子测温的测量;
- 3) RP 管脚对地电阻 R29,推荐阻值由“3kΩ”，修改为“6.2kΩ”

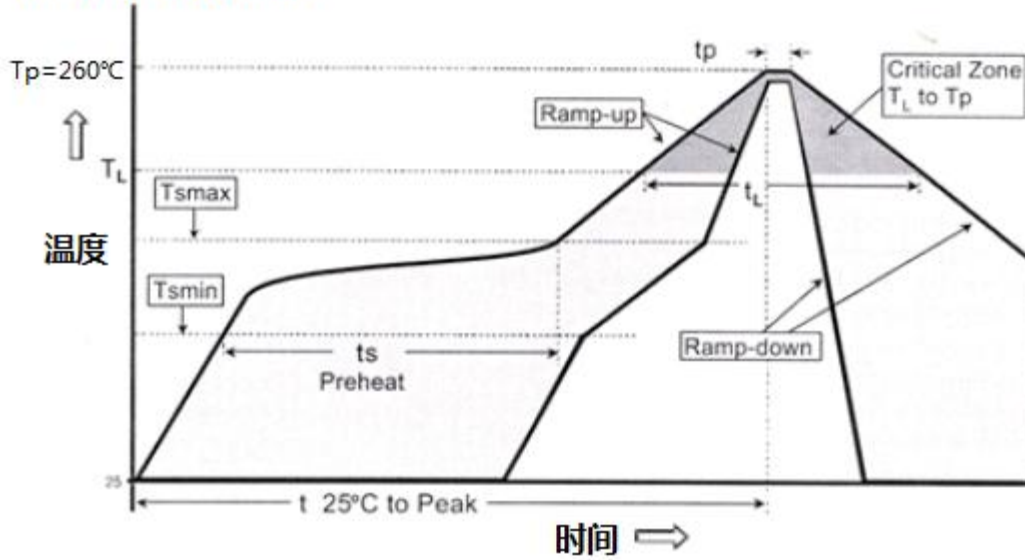
图 2: RN2025 (B64/C64) 推荐图



24 焊接条件

回流焊炉的温度设定条件

回流焊炉温度设定条件

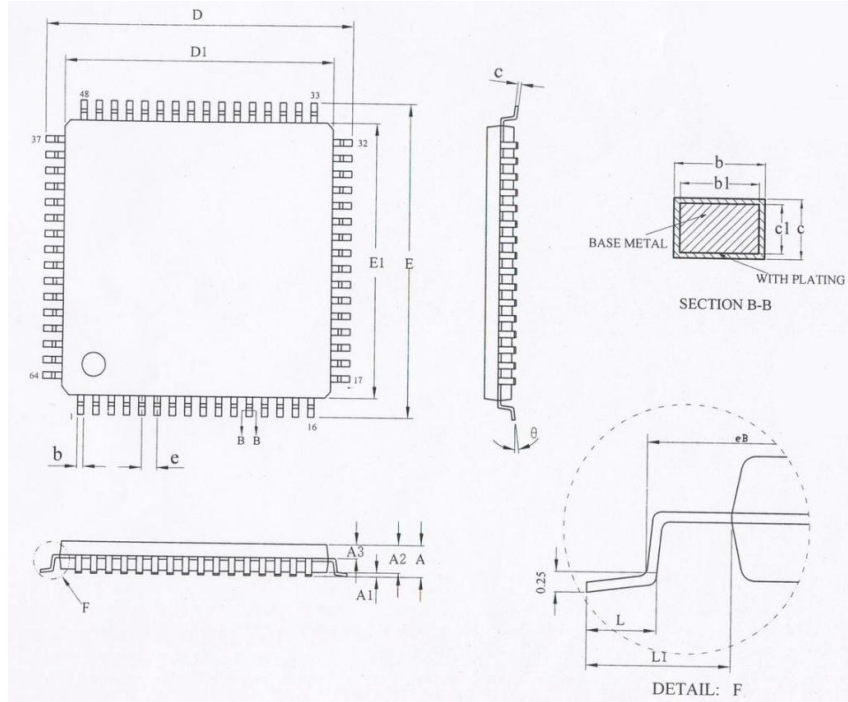


回流焊炉的温度设定曲线


分布图特征	值
平均倾斜上升率 (TL to Tp)	最大 3°C/秒
预热 最小温度 (Ts min)	150°C
最大温度 (Ts max)	200°C
时间 (最小-最大) (ts)	60-180 秒
Ts max - TL 倾斜上升率(Ts max to TL)	最大 3°C/秒
保持以上时间 -温度 (TL)	217°C
-时间 (tL)	60-150 秒
峰值温度 (Tp)	260+5/-0°C
实际峰值温度 5°C 内的时间 (tp)	20-40 秒
倾斜下降率	最大 6°C/秒
25°C 到峰值温度的时间	最大 8 分钟
保温温度 TL	217°C
峰值温度 Tp	260°C
平均倾斜上升率(TL to Tp)	最大 3°C/秒

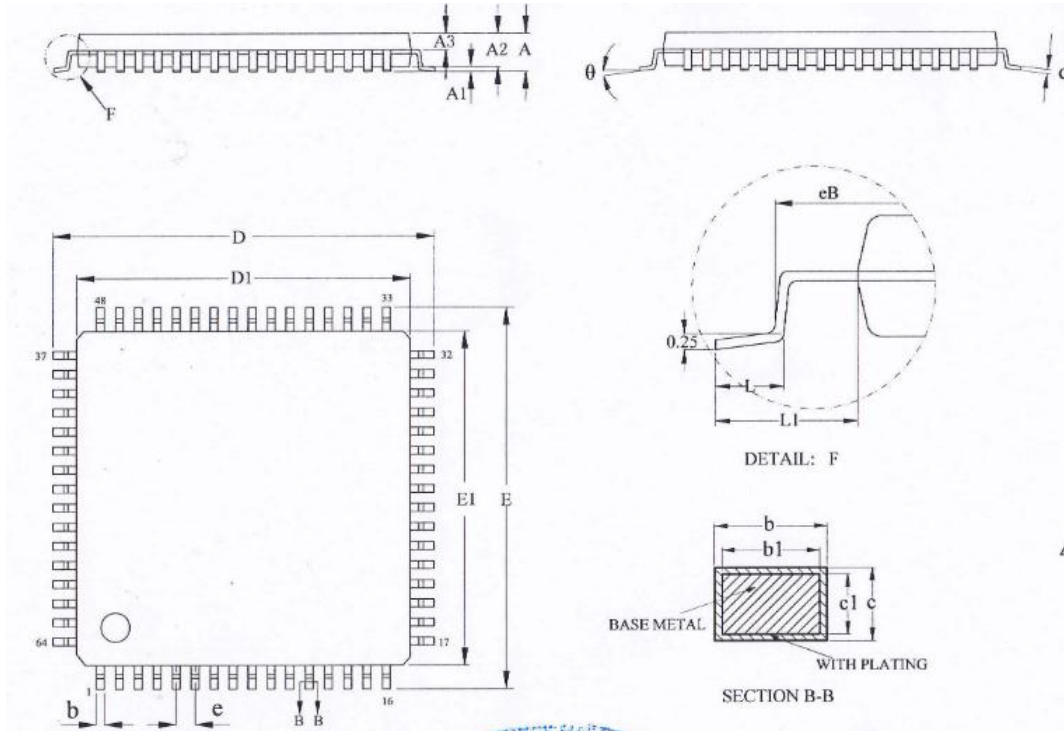
25 封装尺寸

LQFP64L (0707×1.4)		7.00×7.00×1.40	e=0.40
-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------	--------



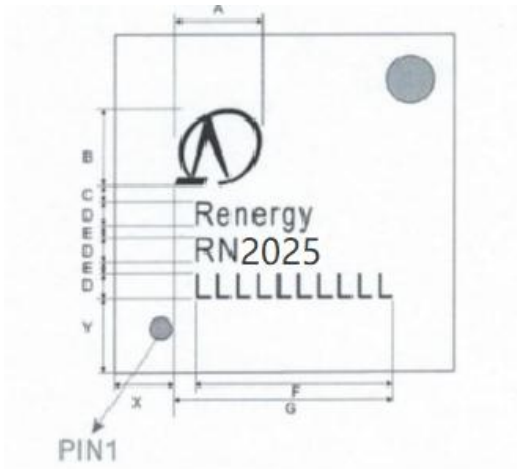
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	---	---	1.6
A1	0.05	---	0.20
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.17	---	0.25
b1	0.16	0.18	0.20
c	0.13	---	0.18
c1	0.12	0.127	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	---	8.25
e	0.40BSC		
L	0.40	---	0.65
L1	1.00BSC		
θ	0	-----	7°

LQFP64L (1010×1.4)		10.00×10.00×1.40	e=0.50
-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------	--------



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	---	---	1.6
A1	0.05	---	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	---	0.26
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	---	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
eB	11.05	---	11.25
e	0.50BSC		
L	0.45	---	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	-----	7°

产品外观图如下，以 RN2025 为例，其他产品类似：



- 第一行为锐能微 Logo;
- 第二行 Renergy 为锐能微英文简称;
- 第三行 RN8xxx 为锐能微产品型号;
- 第四行为产品批号
- 左下脚的小点为 PIN1 标志。

扫一扫加微信



【技术咨询】

姓名：王昌根
手机：18025490897（微信同号）
邮箱：Wang.Changgen@ireader-opto.com