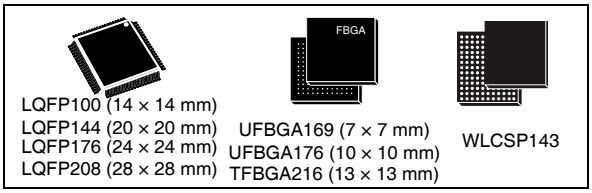
STM32F427xx
STM32F429xx

ARM Cortex-M4 32b MCU+FPU，225DMIPS，高达 2MB Flash/256+4KB RAM，USB OTG HS/FS，以太网， 17 个 TIM， 3 个 ADC， 20 个通信 接口、摄像头 & LCD-TFT

数据手册 - 生产数据

特性

- 内核：带有 FPU 的 ARM® 32 位 Cortex®-M4 CPU、在 Flash 存储器中实现零等待状态运行性能的自适应实时加速器 (ART 加速器 ™)、主频高达 180MHz， MPU，能够实现高达 225DMIPS/1.25DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1) 的性能，具有 DSP 指令集。
- 存储器
  - 高达 2 MB Flash，组织为两个区，可读写同步
  - 高达256+4 KB的SRAM，包括64-KB的CCM（内核耦合存储器）数据 RAM
  - 具有高达 32 位数据总线的灵活外部存储控制器：SRAM、 PSRAM、 SDRAM/LPSDR SDRAM、Compact Flash/NOR/NAND 存储器
- LCD 并行接口，兼容 8080/6800 模式
- LCD-TFT 控制器有高达 XGA 的分辨率，具有专用的 Chrom-ART Accelerator™，用于增强的图形内容创建 （DMA2D）
- 时钟、复位和电源管理
  - 1.7 V 到 3.6 V 供电和 I/O
  - POR、 PDR、 PVD 和 BOR
  - 4 至 26 MHz 晶振
  - 内置经工厂调校的 16 MHz RC 振荡器（1% 精度）
  - 带校准功能的 32 kHz RTC 振荡器
  - 内置带校准功能的 32 kHz RC 振荡器
- 低功耗
  - 睡眠、停机和待机模式
  - V_{BAT} 可为 RTC、20×32 位备份寄存器 + 可选的 4 KB 备份 SRAM 供电
- 3 个 12 位、2.4 MSPS ADC：多达 24 通道，三重交叉模式下的性能高达 7.2 MSPS
- 2 个 12 位 D/A 转换器
- 通用DMA：具有FIFO和突发支持的16路DMA控制器
- 多达17个定时器：12个16位定时器，和2个频率高达 180 MHz 的 32 位定时器，每个定时器都带有 4 个输入捕获 / 输出比较 /PWM，或脉冲计数器与正交 (增量) 编码器输入
- 调试模式
  - SWD & JTAG 接口
  - Cortex-M4 跟踪宏单元 ™



- 多达 168 个具有中断功能的 I/O 端口
  - 高达 164 个快速 I/O，最高 90 MHz
  - 高达 166 个可耐 5 V 的 I/O
- 多达 21 个通信接口
  - 多达 3 个 I^2C 接口 (SMBus/PMBus)
  - 高达 4 个 USART/4 个 UART（11.25 Mbit/s、ISO7816 接口、LIN、IrDA、调制解调器控制）
  - 高达 6 个 SPI （45 Mbits/s）， 2 个具有复用的全双工 I^2S，通过内部音频 PLL 或外部时钟达到 音频级精度
  - 1 个 SAI （串行音频接口）
  - 2 个 CAN （2.0B 主动）以及 SDIO 接口
- 高级连接功能
  - 具有片上PHY的USB 2.0全速器件/主机/OTG控制器
  - 具有专用 DMA、片上全速 PHY 和 ULPI 的 USB 2.0 高速 / 全速器件 / 主机 /OTG 控制器
  - 具有专用 DMA 的 10/100 以太网 MAC：支持 IEEE 1588v2 硬件， MII/RMII
- 8~14 位并行照相机接口：速度高达 54MB/s
- 真随机数发生器
- CRC 计算单元
- RTC：亚秒级精度、硬件日历
- 96 位唯一 ID

表 1. 器件总览

缩写	型号
STM32F427xx	STM32F427VG, STM32F427ZG, STM32F427IG, STM32F427AG, STM32F427VI, STM32F427ZI, STM32F427II, STM32F427AI
STM32F429xx	STM32F429VG, STM32F429ZG, STM32F429IG, STM32F429BG, STM32F429NG, STM32F429AG, STM32F429VI, STM32F429ZI, STM32F429II,, STM32F429BI, STM32F429NI,STM32F429AI, STM32F429VE, STM32F429ZE, STM32F429IE, STM32F429BE, STM32F429NE

这是关于全面投产产品的信息。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com
微信扫码咨询客服

目录

1 前言 12

2 说明 13

2.1 系列之间的全兼容性 16

3 功能概述 19

3.1 ARM® Cortex®-M4，配有 FPU、嵌入式 Flash、 SRAM 19

3.2 自适应实时存储器加速器 (ART Accelerator™) 19

3.3 存储器保护单元 19

3.4 嵌入式 Flash 20

3.5 CRC （循环冗余校验）计算单元 20

3.6 片内 RAM 20

3.7 Multi-AHB 总线矩阵 20

3.8 DMA 控制器 (DMA) 21

3.9 可变存储控制器 (FMC) 22

3.10 LCD-TFT 控制器 （仅 STM32F429xx 可用） 22

3.11 Chrom-ART Accelerator™ (DMA2D) 23

3.12 嵌套向量中断控制器 (NVIC) 23

3.13 外部中断 / 事件控制器 (EXTI) 23

3.14 时钟和启动 23

3.15 自举模式 24

3.16 电源方案 24

3.17 电源监控器 24

3.17.1 内部复位 ON 24

3.17.2 内部复位 OFF 25

3.18 调压器 26

3.18.1 调压器 ON 26

3.18.2 调压器 OFF 27

3.18.3 调压器 ON/OFF 及内部复位 ON/OFF 的可用性 30

3.19 实时时钟 （RTC）、备份 SRAM、备份寄存器 30

3.20 低功耗模式 31

3.21 V_{BAT} 运算 32

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.22 定时器和看门狗 32
3.22.1 高级控制定时器 （TIM1， TIM8） 34
3.22.2 通用定时器 (TIMx) 34
3.22.3 基本定时器 TIM6 和 TIM7 34
3.22.4 独立看门狗 35
3.22.5 窗口看门狗 35
3.22.6 SysTick 定时器 35
3.23 内部集成电路接口 （I^2C） 35
3.24 通用同步 / 异步收发器 (USART) 35
3.25 串行外设接口 (SPI) 36
3.26 内部集成音频 (I^2S) 37
3.27 串行音频接口 (SAI1) 37
3.28 音频 PLL （PLLI2S） 37
3.29 音频和 LCD PLL （PLLSAI） 37
3.30 安全数字输入 / 输出接口 (SDIO) 38
3.31 支持专用 DMA 和 IEEE 1588 的以太网 MAC 接口 38
3.32 控制器区域网络 (bxCAN) 38
3.33 通用串行总线 on-the-go 全速 （OTG_FS） 39
3.34 通用串行总线 on-the-go 高速 （OTG_HS） 39
3.35 数字摄像头接口 (DCMI) 40
3.36 随机数发生器 (RNG) 40
3.37 通用输入 / 输出 （GPIO） 40
3.38 模数转换器 （ADC） 40
3.39 温度传感器 41
3.40 数模转换器 (DAC) 41
3.41 串行线 JTAG 调试端口 (SWJ-DP) 41
3.42 嵌入式跟踪宏单元 ™ 42

4 引脚排列和引脚说明 43

5 存储器映射 84

6 电气特性 89
6.1 参数条件 89
6.1.1 最小值和最大值 89

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.1.2 典型值 . . . 89
6.1.3 典型曲线 . . . 89
6.1.4 负载电容 . . . 89
6.1.5 引脚输入电压 . . . 89
6.1.6 电源方案 . . . 90
6.1.7 电流消耗测量 . . . 91
6.2 绝对最大额定值 . . . 91
6.3 工作条件 . . . 93
6.3.1 通用工作条件 . . . 93
6.3.2 VCAP1/VCAP2 外部电容 . . . 96
6.3.3 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器开） . . . 96
6.3.4 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器关） . . . 96
6.3.5 复位和电源控制模块特性 . . . 97
6.3.6 超载切换特性 . . . 98
6.3.7 供电电流特性 . . . 98
6.3.8 低功耗模式唤醒时序 . . . 114
6.3.9 外部时钟源特性 . . . 115
6.3.10 内部时钟源特性 . . . 119
6.3.11 PLL 特性 . . . 121
6.3.12 PLL 扩频时钟生成 （SSCG）特性 . . . 124
6.3.13 存储器特性 . . . 126
6.3.14 EMC 特性 . . . 128
6.3.15 绝对最大额定值 （电气敏感性） . . . 130
6.3.16 I/O 电流注入特性 . . . 130
6.3.17 I/O 端口特性 . . . 131
6.3.18 NRST 引脚特性 . . . 136
6.3.19 TIM 定时器特性 . . . 137
6.3.20 通信接口 . . . 137
6.3.21 12 位 ADC 特性 . . . 153
6.3.22 温度传感器特性 . . . 159
6.3.23 V_{BAT} 监控特性 . . . 159
6.3.24 参考电压 . . . 159
6.3.25 DAC 电气特性 . . . 160
6.3.26 FMC 特性 . . . 162
6.3.27 摄像头接口 （DCMI）时序规范 . . . 187
6.3.28 LCD-TFT 控制器 (LTDC) 特性 . . . 188
6.3.29 SD/SDIO MMC 卡主机接口 (SDIO) 特性 . . . 190

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.30 RTC 特性 191

7 封装特性 192

7.1 封装机械数据 192

7.2 热特性 215

8 部件编号 216

附件 A 当使用内部复位 OFF 时的建议 217

A.1 工作条件 217

附件 B 应用框图. 218

B.1 USB OTG 全速 （FS）接口解决方案 218

B.2 USB OTG 高速 （HS）接口解决方案 220

B.3 以太网接口解决方案 221

9 修订历史 223

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表格索引

表 1. 器件总览 . . . 1
表 2. STM32F427xx 和 STM32F429xx 的特性和外设数量 . . . 14
表 3. 调压器配置模式与器件工作模式 . . . 27
表 4. 调压器 ON/OFF 及内部复位 ON/OFF 的可用性 . . . 30
表 5. 停止模式下的调压器模式 . . . 31
表 6. 定时器的特性比较 . . . 33
表 7. I2C 模拟和数字滤波器的比较 . . . 35
表 8. USART 的特性比较 . . . 36
表 9. 引脚排列表中使用的图例 / 缩略语 . . . 51
表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 . . . 51
表 11. FMC 引脚定义 . . . 70
表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 . . . 73
表 13. STM32F427xx 和 STM32F429xx 寄存器边界地址 . . . 85
表 14. 电压特性 . . . 91
表 15. 电流特性 . . . 92
表 16. 热特性 . . . 92
表 17. 通用工作条件 . . . 93
表 18. 不同工作供电电压范围的限制 . . . 95
表 19. VCAP1/VCAP2 工作条件 . . . 96
表 20. 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器开） . . . 96
表 21. 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器关） . . . 96
表 22. 复位和电源控制模块特性 . . . 97
表 23. 超载切换特性 . . . 98
表 24. 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码 从 Flash （启用除预取之外的 ART 加速器）或 RAM 运行 . . . 100
表 25. 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码 从 Flash （禁止 ART 加速器）运行 . . . 101
表 26. 睡眠模式的典型和最大电流消耗 . . . 102
表 27. 停止模式的典型和最大电流消耗 . . . 103
表 28. 待机模式的典型和最大电流消耗 . . . 103
表 29. V_{BAT} 模式的典型和最大电流消耗 . . . 104
表 30. 运行模式的典型电流消耗，数据处理代码 从 Flash 或 RAM 运行，调压器 ON （启用除预取之外的 ART 加速器），VDD=1.7 V106
表 31. 运行模式下的典型电流消耗，数据处理代码 从 Flash 运行，调压器 OFF （启用除预取之外的 ART 加速器） . . . 107
表 32. 睡眠模式，调压器 ON， VDD=1.7 V 的典型电流消耗 . . . 108
表 33. 睡眠模式，调压器 OFF 的典型电流消耗 . . . 109
表 34. 切换输出 I/O 电流消耗 . . . 110
表 35. 外设电流消耗 . . . 112
表 36. 低功耗模式唤醒时间 . . . 115
表 37. 高速外部用户时钟特性 . . . 116
表 38. 低速外部用户时钟特性 . . . 116
表 39. HSE 4-26 MHz 振荡器特性 . . . 118
表 40. LSE 振荡器特性 (f_{LSE} = 32.768 kHz) . . . 119

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 41. HSI 振荡器特性 . . . 120
表 42. LSI 振荡器特性 . . . 120
表 43. 主 PLL 特性 . . . 121
表 44. PLLI2S （音频 PLL）特性 . . . 122
表 45. PLLISAI （音频和 LCD-TFT PLL）特性 . . . 123
表 46. SSCG 参数约束 . . . 124
表 47. Flash 特性 . . . 126
表 48. Flash 编程 . . . 126
表 49. 带有 V_{PP} 的 Flash 编程 . . . 127
表 50. Flash 可擦写次数和数据保存期限 . . . 128
表 51. EMS 特性 . . . 128
表 52. EMI 特性 . . . 129
表 53. ESD 绝对最大额定值 . . . 130
表 54. 电气敏感性 . . . 130
表 55. I/O 电流注入敏感性 . . . 131
表 56. I/O 静态特性 . . . 131
表 57. 输出电压特性 . . . 134
表 58. I/O 交流特性 . . . 134
表 59. NRST 引脚特性 . . . 136
表 60. TIMx 特性 . . . 137
表 61. I^2C 特性 . . . 138
表 62. SCL 频率 （f_{PCLK1}= 42 MHz.,V_{DD} = V_{DD_I2C} = 3.3 V） . . . 139
表 63. SPI 动态特性 . . . 140
表 64. I^2S 动态特性 . . . 143
表 65. SAI 特性 . . . 145
表 66. USB OTG 全速启动时间 . . . 147
表 67. USB OTG 全速直流电气特性 . . . 147
表 68. USB OTG 全速电气特性 . . . 148
表 69. USB HS 直流电气特性 . . . 148
表 70. USB HS 时钟时序参数 . . . 149
表 71. 动态特性：USB ULPI . . . 150
表 72. 以太网直流电气特性 . . . 151
表 73. 动态特性：SMI 的以太网 MAC 信号 . . . 151
表 74. 动态特性：RMII 的以太网 MAC 信号 . . . 152
表 75. 动态特性：MII 的以太网 MAC 信号 . . . 153
表 76. ADC 特性 . . . 153
表 77. f_{ADC} = 18 MHz 时的 ADC 静态精度 . . . 154
表 78. f_{ADC} = 30 MHz 时的 ADC 静态精度 . . . 155
表 79. f_{ADC} = 36 MHz 时的 ADC 静态精度 . . . 155
表 80. f_{ADC} = 18 MHz 时的 ADC 动态精度 - 有限测试条件 . . . 156
表 81. f_{ADC} = 36 MHz 时的 ADC 动态精度 - 有限测试条件 . . . 156
表 82. 温度传感器特性 . . . 159
表 83. 温度传感器校准值 . . . 159
表 84. V_{BAT} 监控特性 . . . 159
表 85. 内部参考电压 . . . 159
表 86. 内部参考电压校准值 . . . 160
表 87. DAC 特性 . . . 160
表 88. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR - 读时序 . . . 163

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 89. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 读操作 - NWAIT 时序 164
表 90. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作时序 165
表 91. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作 - NWAIT 时序 166
表 92. 异步复用 PSRAM/NOR 读操作时序 167
表 93. 异步复用 PSRAM/NOR 读 -NWAIT 时序 167
表 94. 异步复用 PSRAM/NOR 写操作时序 168
表 95. 异步复用 PSRAM/NOR 写 -NWAIT 时序 169
表 96. 同步复用 NOR/PSRAM 读操作时序 170
表 97. 同步复用 PSRAM 写操作时序 172
表 98. 同步非复用 NOR/PSRAM 读操作时序 173
表 99. 同步非复用 PSRAM 写操作时序 175
表 100. PC 卡 /CF 读写周期的开关特性 - 在属性 / 通用空间中 179
表 101. PC 卡 /CF 读写周期的开关特性 - 在 I/O 空间中 180
表 102. NAND Flash 读周期的开关特性 182
表 103. NAND Flash 写周期的开关特性 183
表 104. SDRAM 读时序 184
表 105. LPSDR SDRAM 读时序 184
表 106. SDRAM 写时序 186
表 107. LPSDR SDRAM 写时序 186
表 108. DCMI 特性 187
表 109. LTDC 特性 188
表 110. 动态特性：SD / MMC 特性 191
表 111. RTC 特性 191
表 112. LQPF100， 14 × 14 mm， 100 引脚薄型正方扁平封装机械数据 193
表 113. WLCSP143， 0.4 mm 脚间距晶元级芯片尺寸封装机械数据 197
表 114. LQFP144， 20 × 20 mm， 144 引脚薄型正方扁平封装
机械数据 199
表 115. LQFP176， 24 × 24 mm， 176 引脚薄型正方扁平封装
机械数据 202
表 116. LQFP208， 28 × 28 mm， 208 引脚薄型正方扁平封装
机械数据 206
表 117. UFBGA169 - 超薄紧密排列焊球阵列 7 × 7 × 0.6 mm
机械数据 209
表 118. UFBGA176+25 - 超薄紧密排列焊球阵列 10 × 10 × 0.6 mm
机械数据 211
表 119. TFBGA216 - 薄型紧密排列焊球阵列 13 × 13 × 0.8mm
封装机械数据 213
表 120. 封装热特性 215
表 121. 订货代码 216
表 122. 不同工作供电电压范围的限制 217
表 123. 文档修订历史 223

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图片索引

图 1. STM32F10xx/STM32F2xx/STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP100 封装 . . . 16
图 2. STM32F10xx/STM32F2xx/STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP144 封装 . . . 17
图 3. STM32F2xx 和 STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP176 和 UFBGA176 封装 . . . 17
图 4. STM32F427xx 和 STM32F429xx 框图 . . . 18
图 5. STM32F427xx 和 STM32F429xx Multi-AHB 矩阵 . . . 21
图 6. 电源监控器与内部复位 OFF 的互连 . . . 25
图 7. PDR_ON 控制内部复位 OFF . . . 26
图 8. 调压器 OFF . . . 28
图 9. 在调压器 OFF 时启动：V_{DD} 斜率慢 - 当 V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 稳定后，发生掉电复位 . . . 29
图 10. 在调压器 OFF 模式时启动：V_{DD} 斜率快 - 在 V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 稳定前，发生掉电复位 . . . 29
图 11. STM32F42x LQFP100 引脚排列 . . . 43
图 12. STM32F42x WLCSP143 焊球布局 . . . 44
图 13. STM32F42x LQFP144 引脚排列 . . . 45
图 14. STM32F42x LQFP176 引脚排列 . . . 46
图 15. STM32F42x LQFP208 引脚排列 . . . 47
图 16. STM32F42x UFBGA169 焊球布局 . . . 48
图 17. STM32F42x UFBGA176 焊球布局 . . . 49
图 18. STM32F42x TFBGA216 焊球布局 . . . 50
图 19. 存储器映射 . . . 84
图 20. 引脚负载条件 . . . 89
图 21. 引脚输入电压 . . . 89
图 22. 电源方案 . . . 90
图 23. 电流消耗测量方案 . . . 91
图 24. 外部电容 C_{EXT} . . . 96
图 25. 典型的 V_{BAT} 电流消耗 （LSE 和 RTC ON/ 备份 RAM OFF） . . . 104
图 26. 典型的 V_{BAT} 电流消耗 （LSE 和 RTC ON/ 备份 RAM ON） . . . 105
图 27. 高速外部时钟源的交流时序图 . . . 117
图 28. 低速外部时钟源的交流时序图 . . . 117
图 29. 采用 8 MHz 晶振的典型应用 . . . 118
图 30. 采用 32.768 kHz 晶振的典型应用 . . . 119
图 31. $LACC_{HSI}$ 与温度 . . . 120
图 32. ACC_{LSI} 与温度 . . . 121
图 33. 中央扩频模式的 PLL 输出时钟波形 . . . 125
图 34. 下扩频模式的 PLL 输出时钟波形 . . . 125
图 35. FT I/O 输入特性 . . . 133
图 36. I/O 交流特性定义 . . . 136
图 37. 推荐的 NRST 引脚保护 . . . 137
图 38. I^2C 总线交流波形和测量电路 . . . 139
图 39. SPI 时序图 – 从模式且 CPHA = 0 . . . 141
图 40. SPI 时序图 – 从模式且 CPHA = 1(1) . . . 142

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 41. SPI 时序图 – 主模式 (1) . . . 142
图 42. I²S 从模式时序图 （Philips 协议）(1) . . . 144
图 43. I²S 从模式时序图 （Philips 协议）(1) . . . 144
图 44. SAI 主时序波形 . . . 146
图 45. SAI 从时序波形 . . . 146
图 46. USB OTG 全速时序：数据信号上升时间和下降时间的定义 . . . 148
图 47. ULPI 时序图 . . . 149
图 48. 以太网 SMI 时序图 . . . 151
图 49. 以太网 RMII 时序图 . . . 152
图 50. 以太网 MII 时序图 . . . 152
图 51. ADC 精度特性 . . . 157
图 52. 使用 ADC 的典型连接图 . . . 157
图 53. 电源和参考电源去耦 （V_{REF+} 未连接到 V_{DDA}） . . . 158
图 54. 电源和参考电源去耦 （V_{REF+} 连接到 V_{DDA}） . . . 158
图 55. 12 位缓冲 / 非缓冲 DAC . . . 162
图 56. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 读操作波形 . . . 163
图 57. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作波形 . . . 165
图 58. 异步复用 PSRAM/NOR 读操作波形 . . . 166
图 59. 异步复用 PSRAM/NOR 写操作波形 . . . 168
图 60. 同步复用 NOR/PSRAM 读操作时序 . . . 170
图 61. 同步复用 PSRAM 写操作时序 . . . 171
图 62. 同步非复用 NOR/PSRAM 读操作时序 . . . 173
图 63. 同步非复用 PSRAM 写操作时序 . . . 174
图 64. PC 卡 /CF 卡控制器的通用存储器读访问波形 . . . 176
图 65. PC 卡 /CF 卡控制器的通用存储器写访问波形 . . . 176
图 66. PC 卡 /CF 卡控制器的波形 - 属性存储器
读访问 . . . 177
图 67. PC 卡 /CF 卡控制器的波形 - 属性存储器
写访问 . . . 178
图 68. PC 卡 /CF 卡控制器的 I/O 空间读访问波形 . . . 178
图 69. PC 卡 /CF 卡控制器的 I/O 空间写访问波形 . . . 179
图 70. NAND 控制器的读访问波形 . . . 181
图 71. NAND 控制器的写访问波形 . . . 181
图 72. NAND 控制器的通用存储器读访问波形 . . . 182
图 73. NAND 控制器的通用存储器写访问波形 . . . 182
图 74. SDRAM 读访问波形 （CL = 1） . . . 183
图 75. SDRAM 写访问波形 . . . 185
图 76. DCMI 时序图 . . . 187
图 77. LCD-TFT 水平时序图 . . . 189
图 78. LCD-TFT 垂直时序图 . . . 189
图 79. SDIO 高速模式 . . . 190
图 80. SD 默认模式 . . . 190
图 81. LQFP100， 14 × 14 mm 100 引脚薄型正方扁平封装图 . . . 192
图 82. LQPF100 建议封装图 . . . 194
图 83. LQFP100 标记 （封装顶视图） . . . 195
图 84. WLCSP143， 0.4 mm 脚间距晶元级芯片尺寸封装图 . . . 196
图 85. WLCSP143 标记 （封装顶视图） . . . 198
图 86. LQFP144， 20 × 20 mm， 144 引脚薄型正方扁平封装图 . . . 199

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 87. LQFP144 建议封装图 200
图 88. LQFP144 标记 （封装顶视图） 201
图 89. LQFP176， 24 × 24 mm， 176 引脚薄型正方扁平封装图 202
图 90. LQFP176 建议封装图 204
图 91. LQFP176 标记 （封装顶视图） 205
图 92. LQFP208， 28 × 28 mm， 208 引脚薄型正方扁平封装图 206
图 93. LQFP208 建议封装图 207
图 94. LQFP208 标记 （封装顶视图） 208
图 95. UFBGA169 - 超薄紧密排列焊球阵列 7 × 7 mm， 0.6 mm，
封装图 209
图 96. UFBGA169 标记 （封装顶视图） 210
图 97. UFBGA176+25 - 超薄紧密排列焊球阵列 10 × 10 × 0.6 mm，
封装图 211
图 98. UFBGA176+25 标记 （封装顶视图） 212
图 99. TFBGA216 - 薄型紧密排列焊球阵列 13 × 13 × 0.8mm，
封装图 213
图 100. TFBGA176 标记 （封装顶视图） 214
图 101. USB 控制器配置为仅外设，用于全速模式 218
图 102. USB 控制器配置为仅主机，用于全速模式 218
图 103. USB 控制器配置为双模，用于全速模式 219
图 104. USB 控制器配置为外设、主机、双模，用于高速模式 220
图 105. MII 模式，使用 25 MHz 晶振 221
图 106. 带有 50 MHz 振荡器的 RMII 221
图 107. 带有 25 MHz 晶振的 RMII 和带有 PLL 的 PHY 222

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

1 前言

本数据手册提供了 STM32F427xx 和 STM32F429xx 微控制器产品线的说明。有关意法半导体整个 STM32 系列的更多详细信息，请参见*第 2.1 章节：系列之间的全兼容性*。

应将 STM32F427xx 和 STM32F429xx 数据手册与 STM32F4xx 参考手册相结合来阅读。

若需 Cortex®-M4 内核的信息，请参考 Cortex®-M4 编程手册（PM0214），可从 *www.st.com* 获取。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2 说明

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件基于高性能的 ARM® Cortex®-M4 32 位 RISC 内核，工作频率高达 180 MHz。Cortex-M4 内核带有单精度浮点运算单元 (FPU)，支持所有 ARM® 单精度数据处理指令和数据类型。它还具有一组 DSP 指令和提高应用安全性的一个存储器保护单元 (MPU)。

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件集成了高速嵌入式存储器 (Flash 存储器和 SRAM 的容量分别高达 2M 字节和 256K 字节) 和高达 4K 字节的后备 SRAM，以及大量连至 2 条 APB 总线、 2 条 AHB 总线和 1 个 32 位多 AHB 总线矩阵的增强型 I/O 与外设。

所有型号均带有 3 个 12 位 ADC、2 个 DAC、1 个低功耗 RTC、12 个通用 16 位定时器 (包括 2 个用于电机控制的 PWM 定时器)、 2 个通用 32 位定时器。

它们还带有标准与高级通信接口。

- 高达三个 I^2C
- 六个 SPI，两个 I^2S 全双工。为达到音频级的精度，I^2S 外设可通过专用内部音频 PLL 提供时钟，或使用外部时钟以实现同步。
- 四个 USART 及四个 UART
- 一个 USB OTG 全速和一个具有全速能力的 USB OTG 高速 （配有 ULPI），
- 两个 CAN
- 一个 SAI 串行音频接口
- 一个 SDIO/MMC 接口
- 以太网和摄像头接口
- LCD-TFT 显示控制器
- Chrom-ART 加速器 ™。

高级外设包括一个 SDIO、一个灵活存储器控制 （FMC）接口、一个用于 CMOS 传感器的摄像头接口。有关各产品编号可用外设的完整列表，请参考 *表 2: STM32F427xx 和 STM32F429xx 的特性和外设数量*。

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件的工作温度范围是 -40~+105 °C，供电电压范围是 1.7~3.6 V。

若使用外部供电监控器，则供电电压可低至 1.7 V（请参考 *第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）。该系列提供了一套全面的节能模式，可实现低功耗应用设计。

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件有 8 种封装，范围从 100 引脚至 216 引脚。所包括的外设因所选的器件而异。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

这些特性使得 STM32F427xx 和 STM32F429xx 微控制器适合于广泛的应用：

- 电机驱动和应用控制
- 医疗设备
- 工业应用：PLC、逆变器、断路器
- 打印机、扫描仪
- 警报系统、视频电话、 HVAC
- 家庭音响设备

图 4 给出了该器件系列的总体框图。

表 2. STM32F427xx 和 STM32F429xx 的特性和外设数量

外设		STM32F427Vx		STM32F429Vx			STM32F427Zx		STM32F429Zx			STM32F427Ax		STM32F429Ax		STM32F427Ix		STM32F429Ix			STM32F429Bx			STM32F429Nx		
Flash (KB)		1024	2048	512	1024	2048	1024	2048	512	1024	2048	1024	2048	1024	2048	1024	2048	512	1024	2048	512	1024	2048	512	1024	2048
SRAM (KB)	系统	256(112+16+64+64)																								
	备份 (Backup)	4																								
FMC 存储控制器		有(1)																								
以太网		有																								
定时器	通用	10																								
	高级控制	2																								
	基本	2																								
随机数发生器		有																								

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 2. STM32F427xx 和 STM32F429xx 的特性和外设数量 （续）

外设		STM32F427Vx	STM32F429Vx	STM32F427Zx	STM32F429Zx	STM32F427Ax	STM32F429Ax	STM32F427Ix	STM32F429Ix	STM32F429Bx	STM32F429Nx
通信接口	SPI / I^2S	6/2 （全双工）(2)									
	I^2C	3									
	USART/ UART	4/4									
	USB OTG FS	有									
	USB OTG HS	有									
	CAN	2									
	SAI	1									
	SDIO	有									
相机接口		有									
LCD-TFT （仅限 STM32F429xx）		无	有	无	有	无	有	无	有		
Chrom-ART Accelerator™		有									
GPIO		82		114		130		140		168	
12 位 ADC 通道数		3									
		16		24							
12 位 DAC 通道数		有 2									
最大 CPU 频率		180 MHz									
工作电压		1.8 到 3.6 V(3)									
工作温度		环境温度：–40 至 +85 °C /–40 至 +105 °C									
		结温：–40 至 + 125 °C									
封装		LQFP100		WLCSP143 LQFP144		UFBGA169(4)		UFBGA176 LQFP176		LQFP208	TFBGA216

1. 对于 LQFP100 封装，只有 FMC Bank1 或 Bank2 可用。Bank1 只能通过片选信号 NE1 以复用模式支持 NOR/PSRAM 存储器。Bank2 只能通过片选信号 NE2 支持 16 位或 8 位 NAND Flash。由于此封装中未提供端口 G，因此无法使用中断线。
2. SPI2 和 SPI3 接口可以在 SPI 模式和 I2S 音频模式这两种工作方式之间灵活切换。
3. 当器件工作于低温度范围，并使用了外部供电监控器 （请参考*第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）时，可达到 1.7 V 的 V_{DD}/V_{DDA} 最小值。
4. 在 UFBGA169 上，仅支持 SDRAM、 NAND 和复用静态存储器。

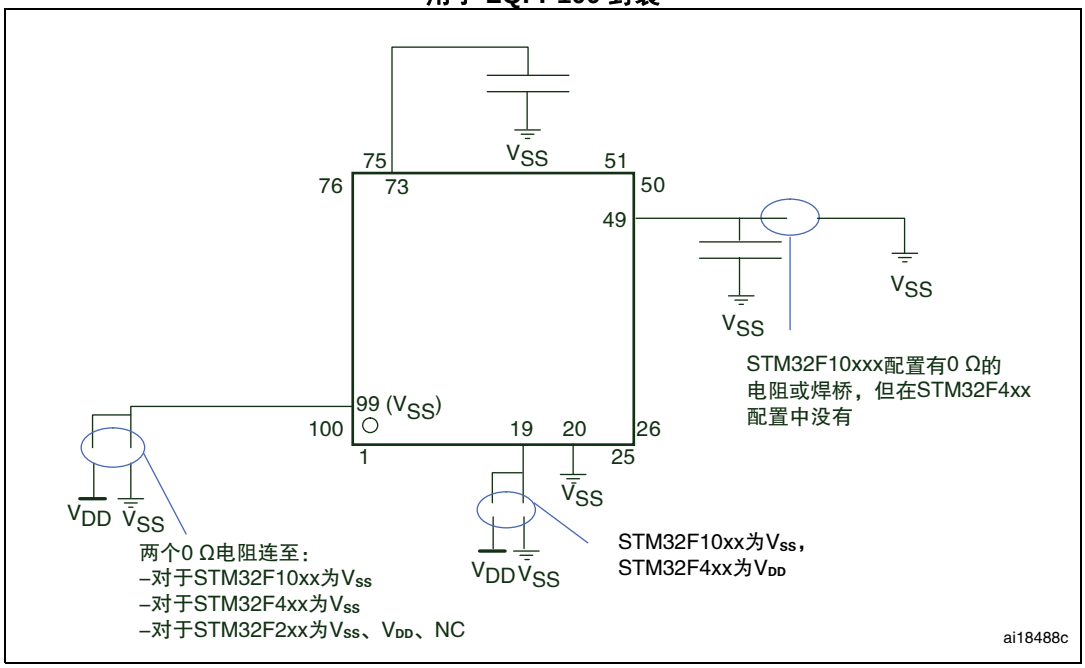
2.1 系列之间的全兼容性

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件是 STM32F4 产品系列的一部分。它们的引脚、软件、特性均与 STM32F2xx 器件完全兼容，使得用户可在开发期间尝试不同的存储器密度、外设、性能 （FPU、更高的频率），获取更大的自由度。

STM32F427xx 和 STM32F429xx 器件与整个 STM32F10xx 产品系列保持兼容。所有功能引脚都引脚兼容。然而，STM32F427xx 和 STM32F429xx 并不能直接替代 STM32F10xx 器件：这两个产品系列的电源方案不同，因此它们的电源引脚不同。虽然如此，但是从 STM32F10xx 到 STM32F42x 产品系列的转换非常简单，仅有少数引脚受到影响。

图 1、*图 2*、*图 3* 给出了 STM32F4xx、 STM32F2xx、 STM32F10xx 产品系列兼容的电路板设计。

图 1. STM32F10xx/STM32F2xx/STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP100 封装



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 2. STM32F10xx/STM32F2xx/STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP144 封装

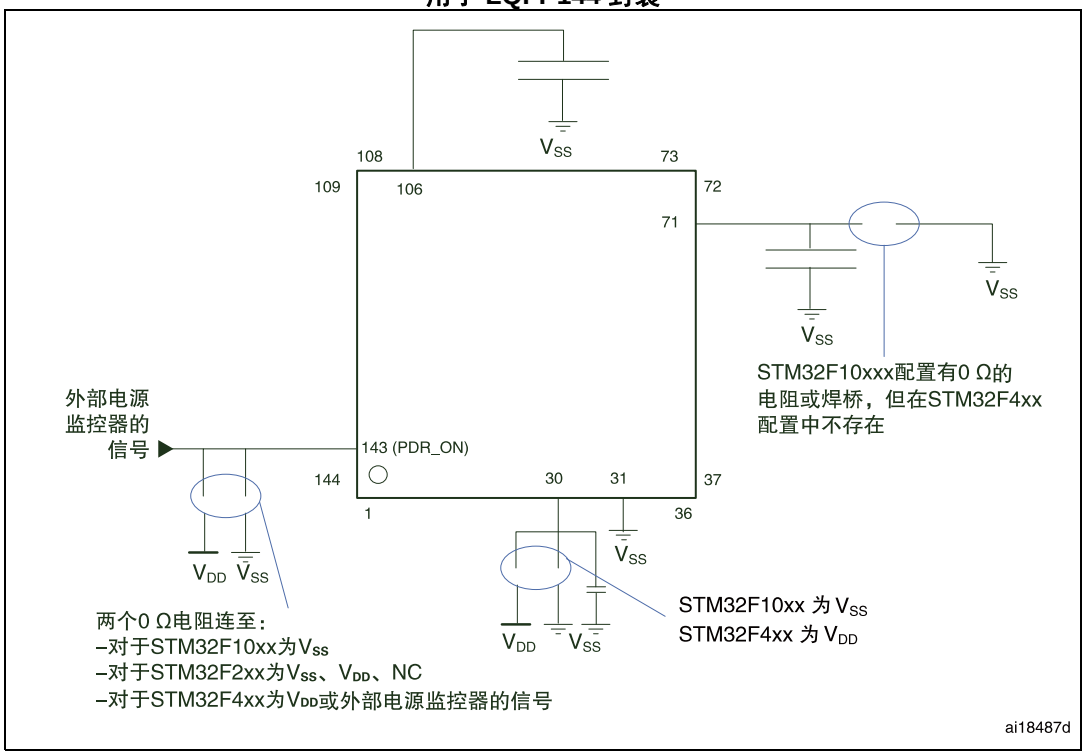
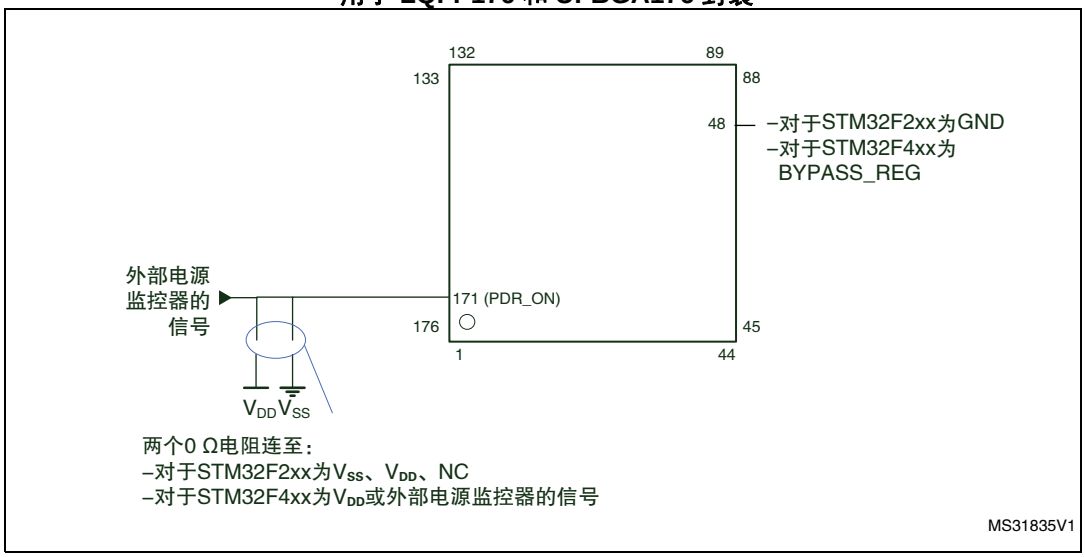
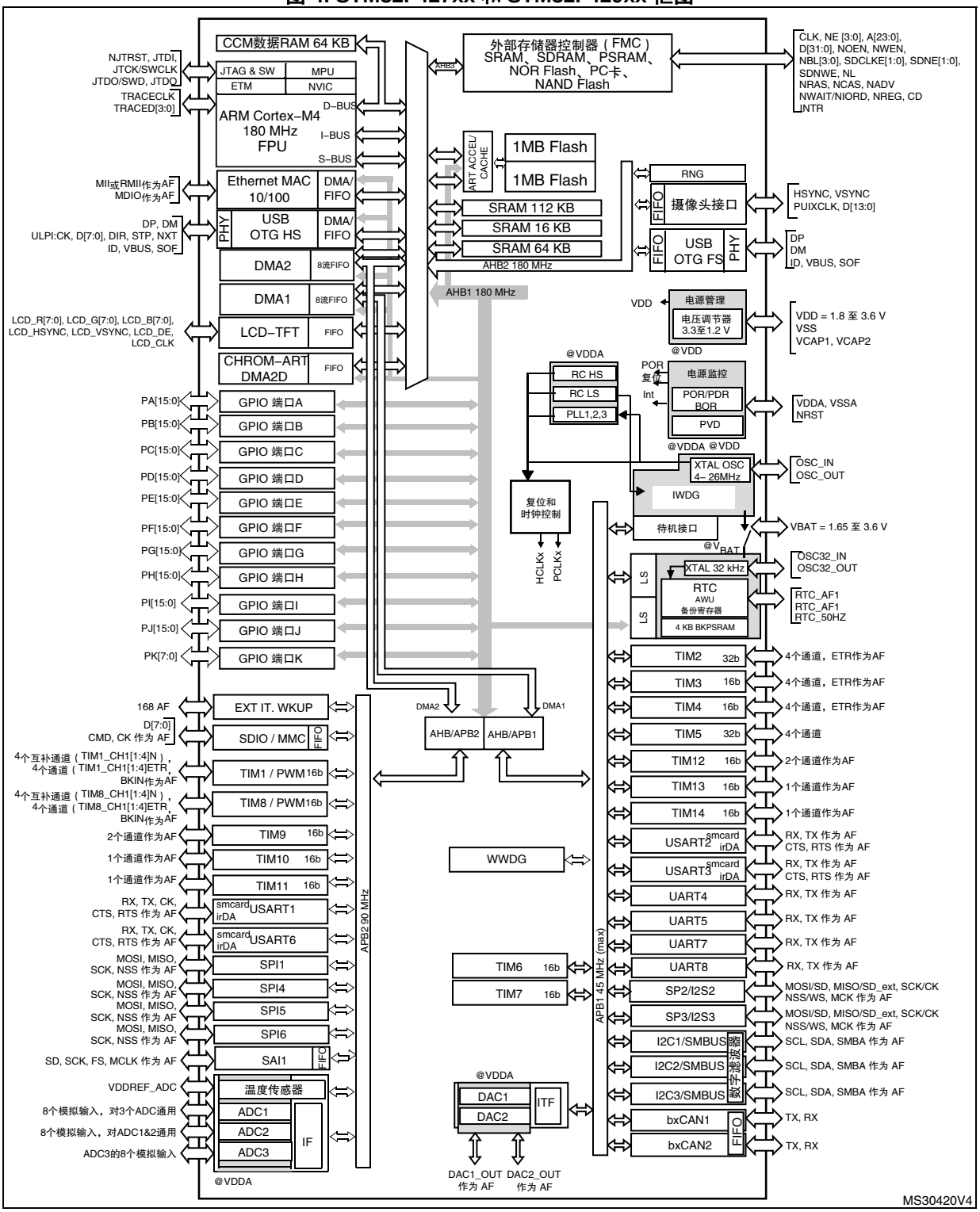


图 3. STM32F2xx 和 STM32F4xx 兼容的电路板设计，用于 LQFP176 和 UFBGA176 封装



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 4. STM32F427xx 和 STM32F429xx 框图



1. 连至 APB2 的定时器从 TIMxCLK 提供时钟（最高 180 MHz），连至 APB1 的定时器从 TIMxCLK 提供时钟（取决于 RCC_DCKCFGR 寄存器中 TIMPRE 位的配置，最高 90 MHz 或 180 MHz）。
2. LCD-TFT 仅适用于 STM32F429xx 设备。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3 功能概述

3.1 ARM® Cortex®-M4，配有 FPU、嵌入式 Flash、 SRAM

带有 FPU 处理器的 ARM® Cortex®-M4 是最新一代的嵌入式系统 ARM 处理器。该处理器引脚数少、功耗低，能够提供满足 MCU 实现要求的低成本平台，同时具备卓越的计算性能和先进的中断响应。

带有 FPU 内核的 ARM® Cortex®-M4 处理器是一款 32 位 RISC 处理器，具有优异的代码效率，采用通常 8 位和 16 位器件的存储器空间即可发挥 ARM 内核的高性能。

该处理器支持一组 DSP 指令，能够实现有效的信号处理和复杂的算法执行。

它的单精度 FPU （浮点单元）通过使用元语言开发工具，可加速开发，防止饱和。

STM32F42x 产品系列与所有 ARM 工具和软件兼容。

图 4 给出了 STM32F42x 系列的总体框图。

注： *配有 FPU 的 Cortex-M4 内核与 Cortex-M3 内核二进制兼容。*

3.2 自适应实时存储器加速器 (ART Accelerator™)

ART 加速器 ™ 是一种存储器加速器，它为 STM32 工业标准的配有 FPU 处理器的 ARM® Cortex®-M4 做了优化。该加速器平衡了配有 FPU 的 ARM® Cortex®-M4 在 Flash 技术方面的固有性能优势，克服了通常条件下，高速处理器在运行中需要经常等待 FLASH 的情况。

为了发挥处理器在此频率时的 225 DMIPS 全部性能，该加速器将实施指令预取队列和分支缓存，从而提高了 128 位 Flash 的程序执行速度。根据 CoreMark 基准测试，凭借 ART 加速器所获得的性能相当于 Flash 在 CPU 频率高达 180 MHz 时以 0 个等待周期执行程序。

3.3 存储器保护单元

存储器保护单元 （MPU）用于管理 CPU 对存储器的访问，防止一个任务意外损坏另一个激活任务所使用的存储器或资源。此存储区被组织为最多 8 个保护区，还可依次再被分为最多 8 个子区。保护区大小可为 32 字节至可寻址存储器的整个 4G 字节。

若应用中有一些关键的或认证的代码必须受到保护，以免被其它任务的错误行为影响，则 MPU 尤其有用。它通常由 RTOS （实时操作系统）管理。若程序访问的存储器位置被 MPU 禁止，则 RTOS 可检测到它并采取行动。在 RTOS 环境中，内核可基于执行的进程，动态更新 MPU 区的设置。

MPU 是可选的，若应用不需要则可绕过。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.4 嵌入式 Flash

该器件内置了高达 2 M 字节的 Flash，可存储程序和数据。

3.5 CRC （循环冗余校验）计算单元

CRC （循环冗余校验）计算单元使用一个固定的多项式发生器从一个 32 位的数据字中产生 CRC 码。

在众多的应用中，基于 CRC 的技术还常用来验证数据传输或存储的完整性。根据 EN/IEC 60335-1 标准的规定，这些技术提供了验证 Flash 完整性的方法。CRC 计算单元有助于在运行期间计算软件的签名，并将该签名与链接时生成并存储在指定存储单元的参考签名加以比较。

3.6 片内 RAM

所有器件都内置有：

- 高达 256K 字节的系统 SRAM，包括 64 K 字节的 CCM （内核耦合存储器）数据 RAM 以 CPU 时钟速度访问 （读 / 写） RAM， 0 等待状态。
- 4 K 字节的备份 SRAM

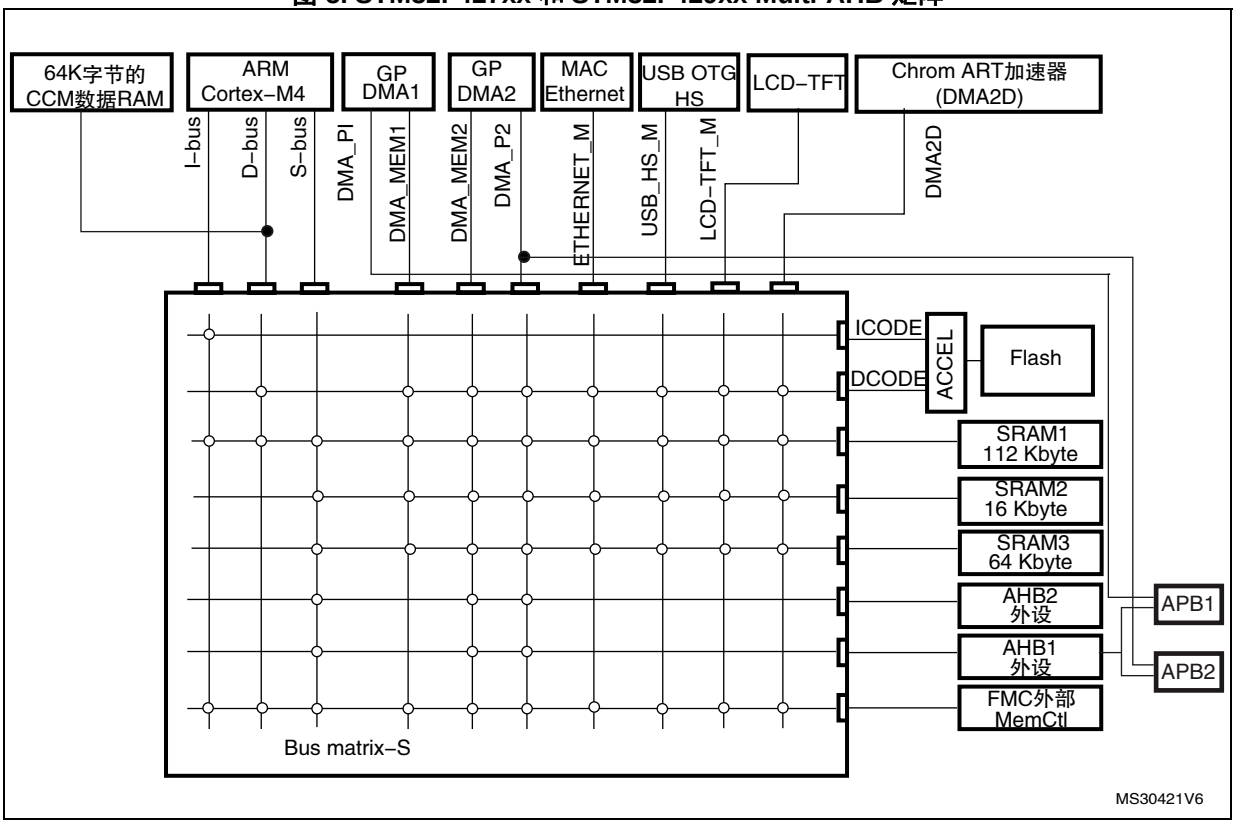
  仅能从 CPU 访问此区域。它的内容受到保护，免受意外的写访问，并保持在待机或 V_{BAT} 模式。

3.7 Multi-AHB 总线矩阵

32 位的 multi-AHB 总线矩阵将所有主设备 （CPU、 DMA、以太网、 USB HS、 LCD-TFT、 DMA2D）和从设备（Flash、RAM、FMC、AHB、APB 外设）互连，确保了即使多个高速外设同时工作时，工作也能无缝、高效。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 5. STM32F427xx 和 STM32F429xx Multi-AHB 矩阵



3.8 DMA 控制器 (DMA)

该器件具有两个通用双端口 DMA（DMA1 和 DMA2），每个都有 8 个流。它们能够管理存储器到存储器、外设到存储器、存储器到外设的传输。它们具有用于 APB/AHB 外设的专用 FIFO，支持突发传输，其设计可提供最大外设带宽 （AHB/APB）。

这两个 DMA 控制器支持循环缓冲区管理，当控制器到达缓冲区末尾时，无需专门代码。这两个 DMA 控制器还有双缓冲特性，可自动使用和切换两个存储器缓冲，而不需要特殊代码。

每个数据流都与专用的硬件 DMA 请求相连，同时支持软件触发。通过软件进行相关配置，并且数据源和数据目标之间传输的数据量不受限制。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

DMA 可与下列主要外设共同使用：

- SPI 和 I^2S
- I^2C
- USART
- 通用、基本和高级控制定时器 TIMx
- DAC
- SDIO
- 摄像头接口 (DCMI)
- ADC
- SAI1.

3.9 可变存储控制器 (FMC)

所有器件都内置有 FMC。它有四个片选输出，支持下列模式：PCCard/Compact Flash、SDRAM/LPSDR SDRAM、 SRAM、 PSRAM、 NOR Flash、 NAND Flash。

功能概述：

- 8 位、 16 位和 32 位数据总线宽度
- 读 FIFO，用于 SDRAM 控制器
- 写 FIFO
- 同步访问的最大 FMC_CLK/FMC_SDCLK 频率为 90 MHz。

LCD 并行接口

FMC 可以和大多数图形 LCD 控制器无缝连接。它支持 Intel 8080 和 Motorola 6800 模式，并且可以灵活适应特定的 LCD 接口。凭借这种 LCD 并行接口功能，可使用带嵌入式控制器的 LCD 模块轻松构建经济高效的图形应用，也可使用带专用加速功能的外部控制器轻松构建高性能解决方案。

3.10 LCD-TFT 控制器 （仅 STM32F429xx 可用）

LCD-TFT 显示控制器提供了 24 位的并行数字 RGB （红、绿、蓝），传送的所有信号可直接与最高 XGA （1024x768）分辨率的广泛的 LCD 和 TFT 面板接口，它具有下列特性：

- 2 个带有专用 FIFO 的显示层 （FIFO 深度 64x32 位）
- 查色表 (CLUT)，每层高达 256 种颜色 （256x24 位）
- 每层有多达 8 个输入颜色格式可供选择
- 使用 alpha 值 （每像素或常数）在两层之间灵活混合
- 每层都有灵活的可编程参数
- 色键 （透明颜色）
- 高达 4 个可编程中断事件。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.11 Chrom-ART Accelerator™ (DMA2D)

Chrom-Art Accelerator™（DMA2D）是一个图形加速器，提供了高级的位渲染、行数据拷贝和像素格式转换。它支持下列功能：

- 可使用固定颜色进行矩形填充
- 矩形拷贝
- 具有像素格式转换的矩形拷贝
- 具有混合及像素格式转换的矩形合成。

支持多种图片格式编码，从非直接的 4bpp 颜色模式至 32bpp 的直接颜色。它内置了专用的存储器以储存颜色查找表。

当操作完成或在编程的水印处可生成中断。

所有操作都为全自动，不依赖于 CPU 或 DMA 独立运行。

3.12 嵌套向量中断控制器 (NVIC)

该器件内置有嵌套的向量中断控制器，可管理 16 个优先级，处理带 FPU 的 Cortex®-M4 内核的最多 91 个可屏蔽中断通道及 16 个中断线。

- 紧耦合的 NVIC 使得中断响应更快
- 直接向内核传递中断入口向量表地址
- 允许对中断进行早期处理
- 处理后到但优先级较高的中断
- 支持中断咬尾功能
- 自动保存处理器状态
- 退出中断时自动恢复现场，无需指令开销

此硬件模块以最短的中断延迟提供了灵活的中断管理功能。

3.13 外部中断 / 事件控制器 (EXTI)

外部中断 / 事件控制器包含 23 根用于产生中断 / 事件请求的边沿检测中断线。每根中断线都可以独立配置以选择触发事件（上升沿触发、下降沿触发或边沿触发），并且可以单独屏蔽。挂起寄存器用于保持中断请求的状态。EXTI 可检测到脉冲宽度小于内部 APB2 时钟周期的外部中断线。外部中断线最多有 16 根，可从最多 168 个 GPIO 中选择连接。

3.14 时钟和启动

复位时， 16 MHz 内部 RC 振荡器被选作默认的 CPU 时钟。该 16 MHz 内部 RC 振荡器在工厂调校，可在全温度范围提供 1% 的精度。应用可选择 RC 振荡器或外部 4-26 MHz 时钟源作为系统时钟。此时钟的故障可被监测。若检测到故障，则系统自动切换回内部 RC 振荡器并生成软件中断 （若启用）。此时钟源输入至 PLL，因此频率可增至 180 MHz。类似地，必要时（例如，当间接使用的外部振荡器发生故障时）可以对 PLL 时钟输入进行完全的中断管理。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

可通过多个预分频器配置两个 AHB 总线、高速 APB （APB2）、低速 APB （APB1）域。两个 AHB 总线的最大频率为 180 MHz，高速 APB 域的最大频率为 90 MHz。低速 APB 域的最大允许频率为 45 MHz。

该器件内置有一个专用 PLL（PLLI2S）和 PLLSAI，可达到音频级性能。在此情况下，I^2S 主时钟可生成 8 kHz 至 192 kHz 的所有标准采样频率。

3.15 自举模式

启动时，通过自举引脚来选择以下三种自举模式之一：

- 从用户 Flash 自举
- 从系统存储器自举
- 从嵌入式 SRAM 自举

自举程序位于系统存储器中。它用于通过串行接口对 Flash 重新编程。请参考应用笔记 AN2606 以获取详细信息。

3.16 电源方案

- V_{DD} = 1.7 至 3.6 V：I/O 和内部调压器（若启用）的外部电源，通过 V_{DD} 引脚外部提供。
- V_{SSA}、V_{DDA} = 1.7 至 3.6 V：ADC、DAC、复位模块、RC、PLL 的外部模拟电源。V_{DDA} 和 V_{SSA} 必须分别连至 V_{DD} 和 V_{SS}。
- V_{BAT} = 1.65 到 3.6 V：当 V_{DD} 不存在时，作为 RTC、 32 kHz 外部时钟振荡器和备份寄存器的电源 （通过电源开关供电）。

注： *当使用了外部供电监控器 （请参考第 3.17.2 章节：内部复位 OFF）时，可达到 1.7 V 的 V_{DD}/V_{DDA} 最小值。请参考表 3: 调压器配置模式与器件工作模式以了解支持此选项的封装。*

3.17 电源监控器

3.17.1 内部复位 ON

在内置了 PDR_ON 引脚的封装上，通过保持 PDR_ON 为高电平来启用电源监控器。在其它封装上，电源监控器一直启用。

该器件具有一个集成的上电复位 （POR）/ 掉电复位 （PDR）电路，与欠压复位 （BOR）电路耦合。当上电时，POR/PDR 一直激活，确保从 1.8 V 开始正常工作。当达到 1.8 V POR 的门限电平后，选项字节加载过程开始，确认或修改默认的 BOR 门限，或永久禁止 BOR。通过设置选项字节，可有三个 BOR 门限。当 V_{DD} 低于指定阈值 $V_{POR/PDR}$ 或 V_{BOR} 时，器件无需外部复位电路便会保持复位模式。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

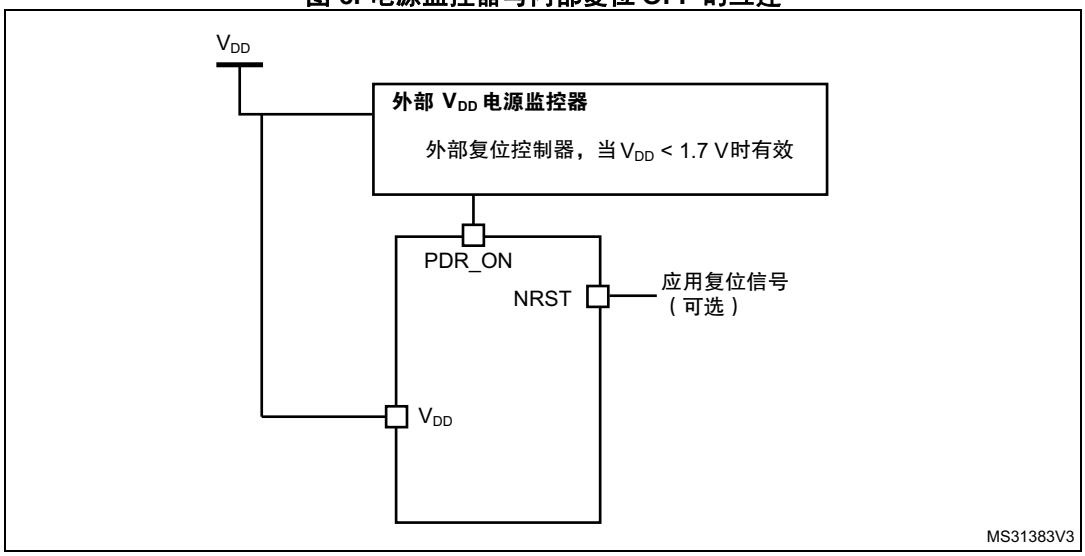
该器件还有一个嵌入式可编程电压检测器 (PVD)，用于监视 V_{DD}/V_{DDA} 电源并将其与 V_{PVD} 阈值进行比较。当 V_{DD}/V_{DDA} 低于 V_{PVD} 阈值和 / 或 V_{DD}/V_{DDA} 高于 V_{PVD} 阈值时，将产生中断。随后，中断服务程序会生成一条警告消息并且 / 或者使 MCU 进入安全状态。 PVD 由软件使能。

3.17.2 内部复位 OFF

此特性仅在具有 PDR_ON 引脚的封装上可用。通过 PDR_ON 引脚可禁用内部上电复位（POR） / 掉电复位 （PDR）电路。

在 V_{DD} 低于指定门限时，外部电源监控器应监控 V_{DD} 并将器件保持在复位模式。 PDR_ON 应连至此外部电源监控器。请参见*图 6: 电源监控器与内部复位 OFF 的互连*。

图 6. 电源监控器与内部复位 OFF 的互连



器件在门限以下时必须保持为复位状态的 V_{DD} 指定门限为 1.7 V （请参见*图 7*）。

适合低功耗应用设计的一组完整的节电模式。

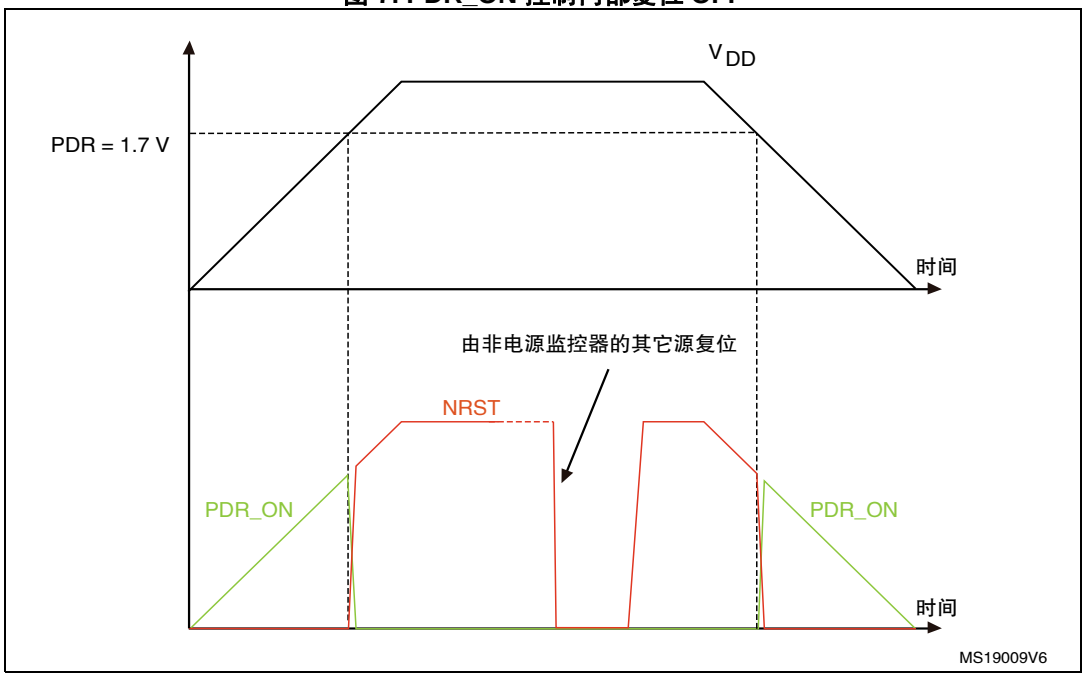
当内部复位为 OFF 时，将不再支持下列集成特性：

- 集成的上电复位 （POR） / 掉电复位 （PDR）电路禁用
- 欠压复位 （BOR）电路必须禁用
- 嵌入式的可编程电压检测器 （PVD）禁用
- V_{BAT} 功能不再可用， V_{BAT} 引脚应连至 V_{DD}。

除了 LQFP100，所有封装都可通过 PDR_ON 信号禁用内部复位。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 7. PDR_ON 控制内部复位 OFF



3.18 调压器

调压器具有四种工作模式：

- 调压器 ON
  - 主调压器模式 （MR）
  - 低功耗调压器 （LPR）
  - 掉电
- 调压器 OFF

3.18.1 调压器 ON

在内置了 BYPASS_REG 引脚的封装上，通过保持 BYPASS_REG 为低电平来启用调压器。在所有其它封装上，调压器一直启用。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

当调压器为 ON 时，可由软件配置三种功耗模式：

- MR 模式用于运行 / 睡眠模式或停止模式
  - 在运行 / 睡眠模式中

    MR 模式用于正常模式 （默认模式）或超载模式 （由软件启用）。提供有不同的电压分级，以达到最大频率和动态功耗之间的最佳折中。对于给定的电压分级，超载模式可工作于比正常模式更高的频率。
  - 在停止模式中

    在停止模式期间， MR 有两种配置：

    MR 工作于正常模式 （MR 在停止模式中的默认模式）

    MR 工作于低载模式 （降低漏电流模式）。
- LPR 用于停止模式：

  当进入停止模式时，由软件配置 LP 调压器模式。

  与 MR 模式类似，在停止模式期间， LPR 有两种配置：
  - LPR 工作于正常模式 （当 LPR 为 ON 时的默认模式）
  - LPR 工作于低载模式 （降低漏电流模式）。
- 待机模式中可使用掉电。

  仅当进入待机模式时，才能激活掉电模式。调压器输出高阻，内核电路掉电，达到零功耗。寄存器和 SRAM 的内容丢失。

请参考*表 3* 以获取调压器模式与器件工作模式的总结。

应在 V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 引脚上连接两个外部陶瓷电容。请参见*图 22: 电源方案*和*表 19: VCAP1/VCAP2 工作条件*。

所有封装都有调压器 ON 特性。

表 3. 调压器配置模式与器件工作模式(1)

调压器配置	运行模式	睡眠模式	停止模式	待机模式
正常模式	MR	MR	MR 或 LPR	-
超载模式(2)	MR	MR	-	-
低载模式	-	-	MR 或 LPR	-
掉电模式	-	-	-	有

1. “-” 意为相应的配置不可用。
2. 当 V_{DD} = 1.7 至 2.1 V 时，超载模式不可用。

3.18.2 调压器 OFF

此特性仅在具有 BYPASS_REG 引脚的封装上可用。保持 BYPASS_REG 为高电平可禁用调压器。调压器 OFF 模式允许 V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 引脚的外部 V_{12} 电压源。

因为内部电压分级并不在内部管理，所以外部电压值必须与目标的最大频率匹配。请参考*表 17: 通用工作条件*。两个 2.2 µF 陶瓷电容应替换为两个 100 nF 去耦电容。请参见*图 22: 电源方案*。

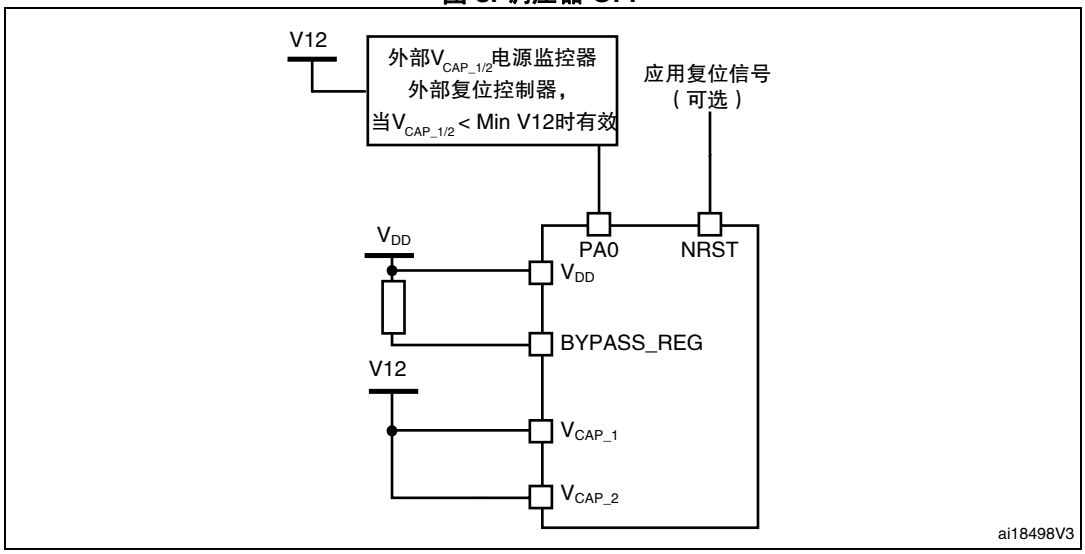
当调压器 OFF 时，V_{12} 上不再有内部监控。应使用外部电源监控器来监控逻辑电源域的 V_{12}。PA0 引脚应用于此目的，作为 V_{12} 电源域上的上电复位。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

在调压器 OFF 模式，不再支持下列特性：

- PA0不能用作GPIO引脚，因为它可复位一部分V_{12}逻辑电源域，而该域不能由NRST引脚复位。
- 当 PA0 为低电平时，不能在上电复位下使用调试模式。因此，若需要复位或预复位下的调试连接，则必须单独管理 PA0 和 NRST 引脚。
- 超载和低载模式不可用。
- 待机模式不可用。

图 8. 调压器 OFF



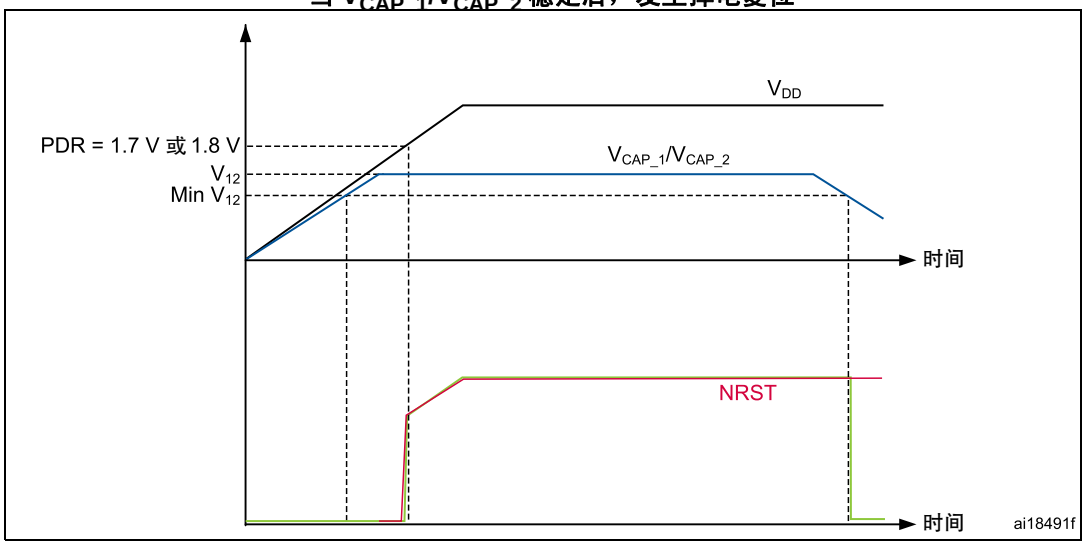
必须考虑以下条件：

- V_{DD} 应一直高于 V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2}，以防止电源域之间的电流注入。
- 若V_{CAP_1}和V_{CAP_2}达到V_{12}最小值的时间比V_{DD}达到1.7 V的时间更快，则PA0应保持为低电平直到满足两个条件：直到 V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 达到 V_{12} 最小值以及直到 V_{DD} 达到 1.7 V （请参见*图 9*）。
- 否则，若V_{CAP_1}和V_{CAP_2}达到V_{12}最小值的时间比V_{DD}达到1.7 V的时间慢，则PA0应外部处于低电平（请参见*图 10*）。
- 若 V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 低于 V_{12} 最小值，且 V_{DD} 高于 1.7 V，则 PA0 引脚上必须复位。

注： *V_{12} 的最小值取决于应用中的目标最大频率（请参见表 17: 通用工作条件）。*

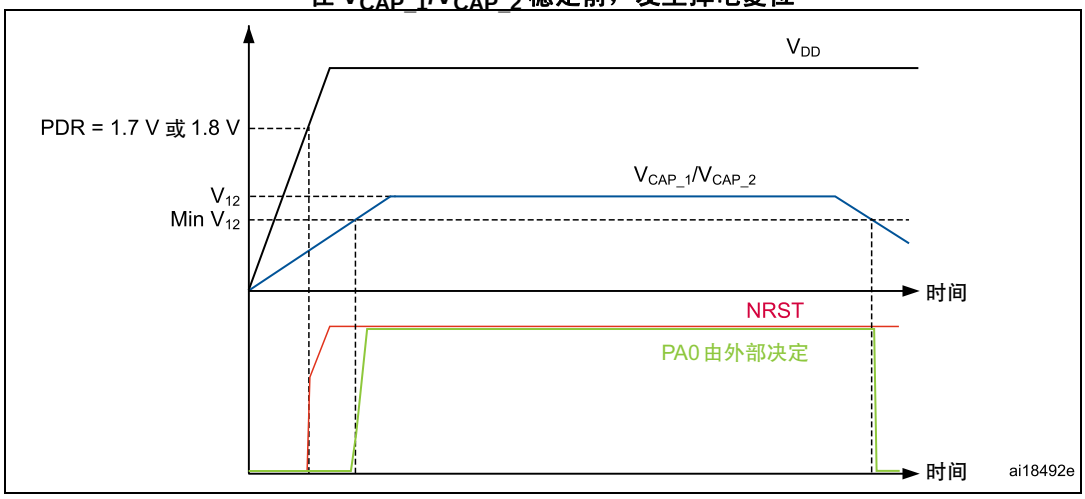
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 9. 在调压器 OFF 时启动：V_{DD} 斜率慢
- 当 V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 稳定后，发生掉电复位



1. 不管内部复位模式如何 （ON 或 OFF），此图都成立。

图 10. 在调压器 OFF 模式时启动：V_{DD} 斜率快
- 在 V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 稳定前，发生掉电复位



1. 不管内部复位模式如何 （ON 或 OFF），此图都成立。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.18.3 调压器 ON/OFF 及内部复位 ON/OFF 的可用性

表 4. 调压器 ON/OFF 及内部复位 ON/OFF 的可用性

封装	调压器 ON	调压器 OFF	内部复位 ON	内部复位 OFF
LQFP100	有	无	有	无
LQFP144			有 PDR_ON 设为 V_{DD}	有 PDR_ON 连至外部电源监控器
WLCSP143, LQFP176, UFBGA169, UFBGA176, LQFP208, TFBGA216	有 BYPASS_REG 设为 V_{SS}	有 BYPASS_REG 设为 V_{DD}		

3.19 实时时钟 （RTC）、备份 SRAM、备份寄存器

备份域包括：

- 实时时钟 (RTC)
- 4 K 字节的备份 SRAM
- 20 个备份寄存器

实时时钟 (RTC) 是一个独立的 BCD 定时器 / 计数器。专用寄存器含有秒、分钟、小时（12/24 小时格式）、星期、日、月、年，格式为 BCD （二进码十进数）。系统可以自动将月份的天数调整为 28、29（闰年）、30 和 31 天。RTC 提供了可编程的闹钟和可编程的周期性中断，可从停止和待机模式唤醒。此外，还可提供二进制格式的亚秒值。

实时时钟由 32.768 kHz 的外部晶振、谐振器或振荡器、内部低功耗 RC 振荡器或者经 128 分频的高速外部时钟驱动。内部低速 RC 的典型频率为 32 kHz。为补偿天然石英的偏差，可通过 512 Hz 的外部输出对 RTC 进行校准。

两个闹钟寄存器用于在特定的时间生成闹铃，可单独屏蔽日历字段以比较闹钟。为生成周期性中断，使用了分辨率可编程的 16 位可编程二进制自动重载递减计数器，可从每隔 120 µs 至每隔 36 小时自动唤醒和周期性闹铃。

20 位的预分频器用于时间基准时钟。默认情况下，它被配置为从 32.768 kHz 时钟生成 1 秒的时间基准。

4K 字节的备份 SRAM 为类似 EEPROM 的存储区。它可用于储存 VBAT 和待机模式需要保留的数据。此存储区默认禁用以降低功耗（请参见*第3.20 章节: 低功耗模式*）。它可由软件启用。

备份寄存器为 32 位寄存器，用于在 V_{DD} 电源不存在时存储 80 字节的用户应用数据。备份寄存器不会在系统复位或电源复位时复位，也不会在器件从待机模式唤醒时复位 （请参见*第 3.20 章节：低功耗模式*）。

其它 32 位寄存器还包含可编程的闹钟亚秒、秒、分钟、小时、星期几和日期。

与备份 SRAM 类似， RTC 和备份寄存器通过开关供电，当 V_{DD} 电源存在时，该开关选择 VDD 供电，否则选择由 V_{BAT} 引脚供电。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.20 低功耗模式

器件支持三种低功耗模式，可在低功耗、短启动时间和可用唤醒源之间取得最佳平衡：

- **睡眠模式**

  在睡眠模式下，只有 CPU 停止工作。所有外设继续运行并可在发生中断 / 事件时唤醒 CPU。

- **停止模式**

  停机模式下可以实现最低功耗，同时保持 SRAM 和寄存器的内容。此时， 1.2 V 域中的所有时钟都会停止， PLL、 HSI RC 和 HSE 晶振也被禁止。

  可以将调压器置于主调压器模式（MR）或低功耗模式（LPR）。两个模式都可如下配置（请参见*表 5: 停止模式下的调压器模式*）：

  – 正常模式 （当启用 MR 或 LPR 时的默认模式）

  – 低载模式。

  可由任何 EXTI 线将器件从停止模式唤醒（EXTI 线的源可为 16 根外部线之一、PVD 输出、RTC 闹钟 / 唤醒 / 入侵检测 / 时间戳事件、USB OTG FS/HS 唤醒或以太网唤醒）。

表 5. 停止模式下的调压器模式

调压器配置	主调压器 （MR）	低功耗调压器 （LPR）
正常模式	MR ON	LPR ON
低载模式	低载模式下的 MR	低载模式下的 LPR

- **待机模式**

  待机模式下可达到最低功耗。此时，内部调压器关闭，因此整个 1.2 V 域将断电。PLL、HSI RC 和 HSE 晶振也会关闭。进入待机模式后，除选择的备份域和备份 SRAM 中的寄存器外， SRAM 和寄存器的内容都将消失。

  发生外部复位（NRST 引脚）、IWDG 复位、WKUP 引脚上出现上升沿或者触发 RTC 闹钟 / 唤醒 / 入侵检测 / 时间戳事件时，器件退出待机模式。

  当旁路嵌入式调压器且由外部电源控制 1.2 V 域时，不支持待机模式。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.21 V_{BAT} 运算

V_{BAT} 引脚允许从外部电池、外部超级电容器为器件的 V_{BAT} 域供电，或当没有外部电池及外部超级电容器时从 V_{DD} 供电。

当没有 V_{DD} 存在时，激活 V_{BAT} 的工作。

V_{BAT} 引脚为 RTC、备份寄存器、备份 SRAM 供电。

注： *当从 V_{BAT} 为微控制器供电时，外部中断和 RTC 闹钟 / 事件并不会将它从 V_{BAT} 的工作退出。*

当 PDR_ON 引脚不连至 V_{DD} 时（内部复位 OFF），V_{BAT} 功能不再可用，V_{BAT} 引脚应连至 V_{DD}。

3.22 定时器和看门狗

器件包括两个高级控制定时器、八个通用定时器、两个基本定时器、两个看门狗定时器。

在调试模式下，可以冻结所有定时器计数器。

表 6 比较了高级控制定时器、通用定时器和基本定时器的特性。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 6. 定时器的特性比较

定时器类型	Timer	计数器分辨率	计数器类型	预分频系数	DMA 请求生成	捕获 / 比较通道	互补输出	最大接口时钟（MHz）	最大定时器时钟（MHz）(1)
高级控制	TIM1 和 TIM8	16 位	递增、递减、递增 / 递减	1 和 65536 之间的任意整数	有	4	有	90	180
通用	TIM2, TIM5	32 位	递增、递减、递增 / 递减	1 和 65536 之间的任意整数	有	4	无	45	90/180
	TIM3, TIM4	16 位	递增、递减、递增 / 递减	1 和 65536 之间的任意整数	有	4	无	45	90/180
	TIM9	16 位	递增	1 和 65536 之间的任意整数	无	2	无	90	180
	TIM10, TIM11	16 位	递增	1 和 65536 之间的任意整数	无	1	无	90	180
	TIM12	16 位	递增	1 和 65536 之间的任意整数	无	2	无	45	90/180
	TIM13, TIM14	16 位	递增	1 和 65536 之间的任意整数	无	1	无	45	90/180
基本	TIM6 和 TIM7	16 位	递增	1 和 65536 之间的任意整数	有	0	无	45	90/180

1. 取决于 RCC_DCKCFGR 寄存器中 TIMPRE 位的配置，最大定时器时钟可为 90 或 180 MHz。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.22.1 高级控制定时器 （TIM1， TIM8）

高级控制定时器（TIM1、TIM8）可被看作是在 6 个通道上复用的三相 PWM 发生器。它们具有带可编程插入死区的互补 PWM 输出。它们也可看作一个完整的通用定时器。4 个独立通道可以用于：

- 输入捕获
- 输出比较
- PWM 生成 （边沿或中心对齐模式）
- 单脉冲模式输出

如果配置为标准 16 位定时器，则功能与通用 TIMx 定时器相同。如果配置为 16 位 PWM 发生器，则具有完整的调制能力 (0-100%)。

高级控制定时器可通过定时器链接功能与 TIMx 定时器协同工作，提供同步或事件链接功能。

TIM1 和 TIM8 支持生成独立的 DMA 请求。

3.22.2 通用定时器 (TIMx)

STM32F42x 器件中内置有十个同步通用定时器 （请参见*表 6* 以了解其差别）。

- **TIM2、 TIM3、 TIM4 和 TIM5**

  STM32F42x 包括 4 个全功能的通用定时器: TIM2、TIM5、TIM3、TIM4。TIM2 和 TIM5 定时器基于一个 32 位自动重载递增 / 递减计数器和一个 16 位预分频器。 TIM3 和 TIM4 定时器基于一个 16 位自动重载递增 / 递减计数器和一个 16 位预分频器。它们都具有 4 个独立通道，用于输入捕获 / 输出比较、 PWM、单脉冲模式输出。在最大的封装中，可提供多达 16 个输入捕获 / 输出比较 /PWM。

  TIM2、TIM3、TIM4、TIM5 通用定时器可共同工作，或通过定时器链特性与其它通用定时器和高级控制定时器 TIM1 和 TIM8 共同工作以实现同步或事件链接。

  任何通用定时器都可用于产生 PWM 输出。

  TIM2、TIM3、TIM4、TIM5 都可生成独立的 DMA 请求。它们能够处理正交（增量）编码器信号，也能处理 1 到 4 个霍尔效应传感器的数字输出。

- **TIM9、 TIM10、 TIM11、 TIM12、 TIM13、 TIM14**

  这些定时器基于一个 16 位自动重载递增计数器和一个 16 位预分频器。TIM10、TIM11、TIM13、 TIM14 具有一个独立的通道，而 TIM9 和 TIM12 具有两个独立的通道，用于输入捕获 / 输出比较、 PWM、单脉冲模式输出。它们可与 TIM2、 TIM3、 TIM4、 TIM5 全功能通用定时器同步。它们也可用作简单时基。

3.22.3 基本定时器 TIM6 和 TIM7

这些定时器主要用于生成 DAC 触发信号和波形。也可用作通用 16 位时基。

TIM6 和 TIM7 支持生成独立的 DMA 请求。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.22.4 独立看门狗

独立看门狗基于 12 位递减计数器和 8 位预分频器。它由独立的 32 kHz 内部 RC 提供时钟；由于内部 RC 独立于主时钟，因此它可在停机和待机模式下工作。它既可用作看门狗，以在发生问题时复位器件，也可用作自由运行的定时器，以便为应用程序提供超时管理。通过选项字节，可对其进行硬件或软件配置。

3.22.5 窗口看门狗

窗口看门狗基于可设置为自由运行的 7 位递减计数器。它可以作为看门狗以在发生问题时复位器件。它由主时钟驱动。具有早期警告中断功能，并且计数器可在调试模式下被冻结。

3.22.6 SysTick 定时器

此定时器专用于实时操作系统，但也可用作标准递减计数器。它具有以下特性：

- 24 位递减计数器
- 自动重载功能
- 当计数器计为 0 时，产生可屏蔽系统中断
- 可编程时钟源。

3.23 内部集成电路接口 （I^2C）

多达 3 个 I²C 总线接口可以在多主模式或从模式下工作。它们可支持标准 （最高 100 KHz）和快速 （最高 400 KHz）模式。该接口支持 7/10 位寻址模式和 7 位双寻址模式 （从模式下）。其中内置了硬件 CRC 生成 / 校验功能。

该接口可以使用 DMA 并且支持 SMBus 2.0/PMBus。

该器件还包括可编程的模拟和数字噪声滤波器 （请参见*表 7*）。

表 7. I2C 模拟和数字滤波器的比较

	模拟滤波器	数字滤波器
抑制的脉冲宽度	≥ 50 ns	从 1 到 15 个 I2C 外设时钟的可编程长度

3.24 通用同步 / 异步收发器 (USART)

该器件内置有四个通用同步 / 异步收发器（USART1、USART2、USART3、USART6）和四个通用异步收发器 （UART4、 UART5、 UART7、 UART8）。

这 6 个接口可提供异步通信、 IrDA SIR ENDEC 支持、多处理器通信模式和单线半双工通信模式，并具有 LIN 主 / 从功能。USART1 和 USART6 接口的通信速率最高为 11.25 Mb/s。其它可用接口的通信速率最高为 5.62 b/s。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

USART1、USART2、USART3 和 USART6 还提供了 CTS 和 RTS 信号的硬件管理、智能卡模式（符合 ISO 7816）和与 SPI 类似的通信功能。所有接口均可使用 DMA 控制器。

表 8. USART 的特性比较(1)

USART 名称	标准特性	调制解调器（RTS/CTS）	LIN	SPI 主设备	irDA	智能卡（ISO 7816）	最大值 波特率，单位 Mbit/s（16 倍过采样）	最大值 波特率，单位 Mbit/s（8 倍过采样）	APB 映射
USART1	X	X	X	X	X	X	5.62	11.25	APB2 (最大 90 MHz)
USART2	X	X	X	X	X	X	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)
USART3	X	X	X	X	X	X	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)
UART4	X	-	X	-	X	-	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)
UART5	X	-	X	-	X	-	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)
USART6	X	X	X	X	X	X	5.62	11.25	APB2 (最大 90 MHz)
UART7	X	-	X	-	X	-	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)
UART8	X	-	X	-	X	-	2.81	5.62	APB1 (最大 45 MHz)

1. X = 支持该特性。

3.25 串行外设接口 (SPI)

该器件有高达六个 SPI，为主从模式、全双工和单工通信模式。SPI1、SPI4、SPI5、SPI6 通信速率可高达 45 Mbits/s，SPI2 和 SPI3 通信速率可高达 22.5 Mbit/s。3 位预分频器可产生 8 种主模式频率，帧可配置为 8 位或 16 位。硬件 CRC 生成 / 校验支持基本的 SD 卡 /MMC 模式。所有 SPI 均可使用 DMA 控制器。

SPI 接口可配置为 TI 模式工作，用于主模式和从模式的通信。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.26 内部集成音频 (I^2S)

可使用两个标准 I^2S 接口 （与 SPI2 和 SPI3 复用）。它们可工作于主或从模式，全双工和单工通信模式，可配置为 16/32 位分辨率的输入或输出通道工作。支持的音频采样频率为 8 kHz 到 192 kHz。当其中一个或两个 I^2S 接口配置为主模式时，主时钟将以 256 倍采样频率输出到外部 DAC/CODEC。

所有 I2Sx 均可使用 DMA 控制器。

注： *对于 I2S2 全双工模式， I2S2_CK 和 I2S2_WS 信号仅可用于 GPIO 端口 B 和 GPIO 端口 D 上。*

3.27 串行音频接口 (SAI1)

串行音频接口 （SAI1）基于两个独立的音频子模块，可作为带有 FIFO 的发射器或接收器工作。每个块都支持多种音频协议：I2S 标准、LSB 或 MSB 对齐、PCM/DSP、TDM、AC’97 和 SPDIF 输出，支持从 8 kHz 至 192 kHz 的音频采样频率。两个子模块都可配置为主或从模式。

在主模式，主时钟能以 256 倍采样频率输出至外部 DAC/CODEC。

当需要全双工模式时，两个子模块可配置为同步模式。

SAI1 可以使用 DMA 控制器。

3.28 音频 PLL （PLLI2S）

器件具有额外的专用 PLL，用于音频 I^2S 和 SAI 应用。它可达到无误差的 I^2S 采样时钟精度，在使用 USB 外设的同时不降低 CPU 性能。

可修改 PLLI2S 配置来管理 I^2S/SAI 采样率变化，而不禁用 CPU、 USB、以太网接口所使用的主 PLL （PLL）。

可将音频 PLL 编程为极低误差，得到 8 KHz 至 192 KHz 范围的采样率。

除了音频 PLL，可使用主时钟输入引脚将 I^2S/SAI 流与外部 PLL （或编解码器输出）同步。

3.29 音频和 LCD PLL （PLLSAI）

当 PLLI2S 被编程为实现另一音频采样频率 （49.152 MHz 或 11.2896 MHz），且音频应用同时需要两个采样频率时，有另外一个专用于音频和 LCD-TFT 的 PLL 可用于 SAI1 外设。

PLLSAI 还用于生成 LCD-TFT 时钟。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.30 安全数字输入 / 输出接口 (SDIO)

提供了 SD/SDIO/MMC 主机接口，它支持多媒体卡系统规范版本 4.2 中三种不同的数据总线模式：1 位 （默认）、 4 位和 8 位。

该接口的数据传输速率可达 48 MHz，符合 SD 存储卡规范版本 2.0。

该接口还支持 SDIO 卡规范版本 2.0 中两种不同的数据总线模式：1 位 （默认）和 4 位。

当前版本每次只支持一个 SD/SDIO/MMC4.2 卡，但支持多个 MMC4.1 或之前版本的卡。

除 SD/SDIO/MMC 外，该接口还完全符合 CE-ATA 数字协议版本 1.1。

3.31 支持专用 DMA 和 IEEE 1588 的以太网 MAC 接口

该器件提供了与 IEEE-802.3-2002 兼容的介质访问控制器 （MAC），通过工业标准的介质独立接口 （MII）或精简介质独立接口 （RMII）进行以太网 LAN 通信。微控制器需要外部物理接口器件 （PHY）以连接到物理 LAN 总线 （双绞线、光纤等等）。 PHY 连至器件的 MII 端口，对于 MII 使用 17 个信号，对于 RMII 使用 9 个信号，并可使用微控制器的 25 MHz（MII）时钟。

该器件包括下列特性：

- 支持 10 和 100 Mbit/s 速率
- 具有专用的DMA控制器，可在专用SRAM和描述符之间高速传输（请参见STM32F4xx参考手册以获取详细信息）
- 支持标记 MAC 帧 （支持 VLAN）
- 半双工 （CSMA/CD）和全双工工作
- 支持 MAC 控制子层 （控制帧）
- 32 位 CRC 的生成和去除
- 物理和多播地址的多种地址过滤模式 （多播和群组地址）
- 每个发送和接收帧的 32 位状态码
- 内部 FIFO 可缓存发送和接收帧。发送 FIFO 和接收 FIFO 都为 2 K 字节。
- 支持符合 IEEE 1588 2008 （PTP V2）的硬件 PTP （精密时间协议），时间戳比较器连至 TIM2 输入
- 系统时间大于目标时间时触发中断

3.32 控制器区域网络 (bxCAN)

两个 CAN 与 2.0A 和 B （主动）规范兼容，比特率最高达 1 Mbit/s。它们可接收和发送包含 11 位标识符的标准帧和包含 29 位标识符的扩展帧。每个 CAN 有三个发送邮箱，两个接收 FIFO，带有 3 级和 28 个共享的可调整筛选器组 （即使只使用一个 CAN，也可使用所有这些）。每个 CAN 都分配有 256 字节的 SRAM。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.33 通用串行总线 on-the-go 全速 （OTG_FS）

该器件内置有一个集成了收发器的 USB OTG 全速器件 / 主机 /OTG 外设。 USB OTG FS 外设与 USB 2.0 规范和 OTG 1.0 规范兼容。它具有可由软件配置的端点设置，并支持挂起 / 恢复功能。 USB OTG 全速控制器需要专用的 48 MHz 时钟，由连至 HSE 振荡器的 PLL 产生。主要特性为：

- 具有动态 FIFO 大小的 320 × 35 比特组合 Rx 和 Tx FIFO 大小
- 支持会话请求协议 （SRP）和主机协商协议 （HNP）
- 4 个双向端点
- 8 个主机通道，支持周期性 OUT
- 内有 HNP/SNP/IP （不需要任何外部电阻器）
- 对于 OTG/ 主机模式，当连接总线供电器件时需要电源开关

3.34 通用串行总线 on-the-go 高速 （OTG_HS）

该器件内置有一个 USB OTG 高速 （高达 480 Mb/s）的器件 / 主机 /OTG 外设。 USB OTG HS 支持全速和高速工作。它集成的收发器用于全速工作 （12 MB/s），具有的 UTMI 引脚数目少的接口 （ULPI）用于高速工作 （480 MB/s）。当使用 HS 模式的 USB OTG HS 时，需要有外部 PHY 器件连至 ULPI。

USB OTG HS 外设与 USB 2.0 规范和 OTG 1.0 规范兼容。它具有可由软件配置的端点设置，并支持挂起 / 恢复功能。 USB OTG 全速控制器需要专用的 48 MHz 时钟，由连至 HSE 振荡器的 PLL 产生。

主要特性为：

- 具有动态 FIFO 大小的 1Kbit × 35 组合 Rx 和 Tx FIFO 大小
- 支持会话请求协议 （SRP）和主机协商协议 （HNP）
- 6 个双向端点
- 12 个主机通道，支持周期性 OUT
- 支持内部 FS OTG PHY
- 外部HS或HS OTG工作支持SDR模式的ULPI。 OTG PHY通过12个信号连至微控制器 ULPI 端口。它可使用 60 MHz 输出的时钟。
- 内部 USB DMA
- 内有 HNP/SNP/IP （不需要任何外部电阻器）
- 对于 OTG/ 主机模式，当连接总线供电器件时需要电源开关

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.35 数字摄像头接口 (DCMI)

该器件内置有摄像头接口，可通过 8 位至 14 位并行接口与摄像头模块和 CMOS 传感器连接以接收视频数据。该摄像头接口可支持的数据传输速率可在 54 MHz 时高达 54 Mbyte/s。它具有以下特性：

- 输入像素时钟和同步信号的可编程极性
- 并行数据通信可为 8、 10、 12、 14 位
- 支持 8 位逐行视频单色或原始拜尔格式、YCbCr 4:2:2 逐行视频、RGB 565 逐行视频或压缩数据 （如 JPEG）
- 支持连续模式或快照 （单帧）模式
- 自动裁剪图像的能力

3.36 随机数发生器 (RNG)

所有器件都内置有 RNG，可由集成的模拟电路生成 32 位随机数。

3.37 通用输入 / 输出 （GPIO）

每个 GPIO 引脚都可以由软件配置为输出 （推挽或开漏、带或不带上拉 / 下拉）、输入 （浮空、带或不带上拉 / 下拉）或外设复用功能。大多数 GPIO 引脚都具有数字或模拟复用功能。所有 GPIO 都有大电流的功能，具有速度选择以更好地管理内部噪声、功耗、电磁辐射。

如果需要，可在特定序列后锁定 I/O 配置，以避免对 I/O 寄存器执行意外写操作。

快速 I/O 处理，最大 I/O 切换可高达 90 MHz。

3.38 模数转换器 （ADC）

内置有 3 个 12 位模数转换器 (ADC)，每个 ADC 可共享多达 16 个外部通道，在单发或扫描模式下执行转换。在扫描模式下，将对一组选定的模拟输入执行自动转换。

ADC 接口内置的其它逻辑功能允许：

- 同步采样和保持
- 交叉采样和保持

ADC 可以使用 DMA 控制器。利用模拟看门狗功能，可以非常精确地监视一路、多路或所有选定通道的转换电压。当转换电压超出编程的阈值时，将产生中断。

为同步 A/D 转换和定时器，可由 TIM1、TIM2、TIM3、TIM4、TIM5、TIM8 定时器的任何一个触发 ADC。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.39 温度传感器

温度传感器必须产生随温度线性变化的电压。转换范围为 1.7 V 至 3.6 V。温度传感器内部连接到 V_{BAT}、 ADC1_IN18 的同一输入通道，该通道用于将传感器输出电压转换为数字值。当同时启用温度传感器和 V_{BAT} 转换时，仅执行 V_{BAT} 转换。

由于工艺不同，温度传感器的偏移因芯片而异，因此内部温度传感器主要适合检测温度变化的应用，而不是检测绝对温度的应用。如果需要读取精确温度，则应使用外部温度传感器部分。

3.40 数模转换器 (DAC)

两个 12 位缓冲 DAC 通道可用于将两路数字信号转换为两路模拟电压信号输出。

该双数字接口支持以下功能：

- 两个 DAC 转换器：各对应一个输出通道
- 8 位或 10 位单调输出
- 12 位模式下数据采用左对齐或右对齐
- 同步更新功能
- 生成噪声波
- 生成三角波
- DAC 双通道单独或同时转换
- 每个通道都具有 DMA 功能
- 通过外部触发信号进行转换
- 输入参考电压 V_{REF+}

该器件中使用 8 个 DAC 触发输入。 DAC 通道通过定时器更新输出来触发，这些输出也连接到不同的 DMA 数据流。

3.41 串行线 JTAG 调试端口 (SWJ-DP)

内置的 ARM SWJ-DP 接口由 JTAG 和串行线调试端口结合而成，可以实现要连接到目标的串行线调试探头或 JTAG 探头。

仅使用 2 个引脚执行调试，而不是 JTAG 要求的 5 个 （可重用 JTAG 引脚，作为具有复用功能的 GPIO）：JTAG TMS 和 TCK 引脚分别与 SWDIO 和 SWCLK 共享， TMS 引脚上的指定序列用于在 JTAG-DP 和 SW-DP 间切换。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

3.42 嵌入式跟踪宏单元 ™

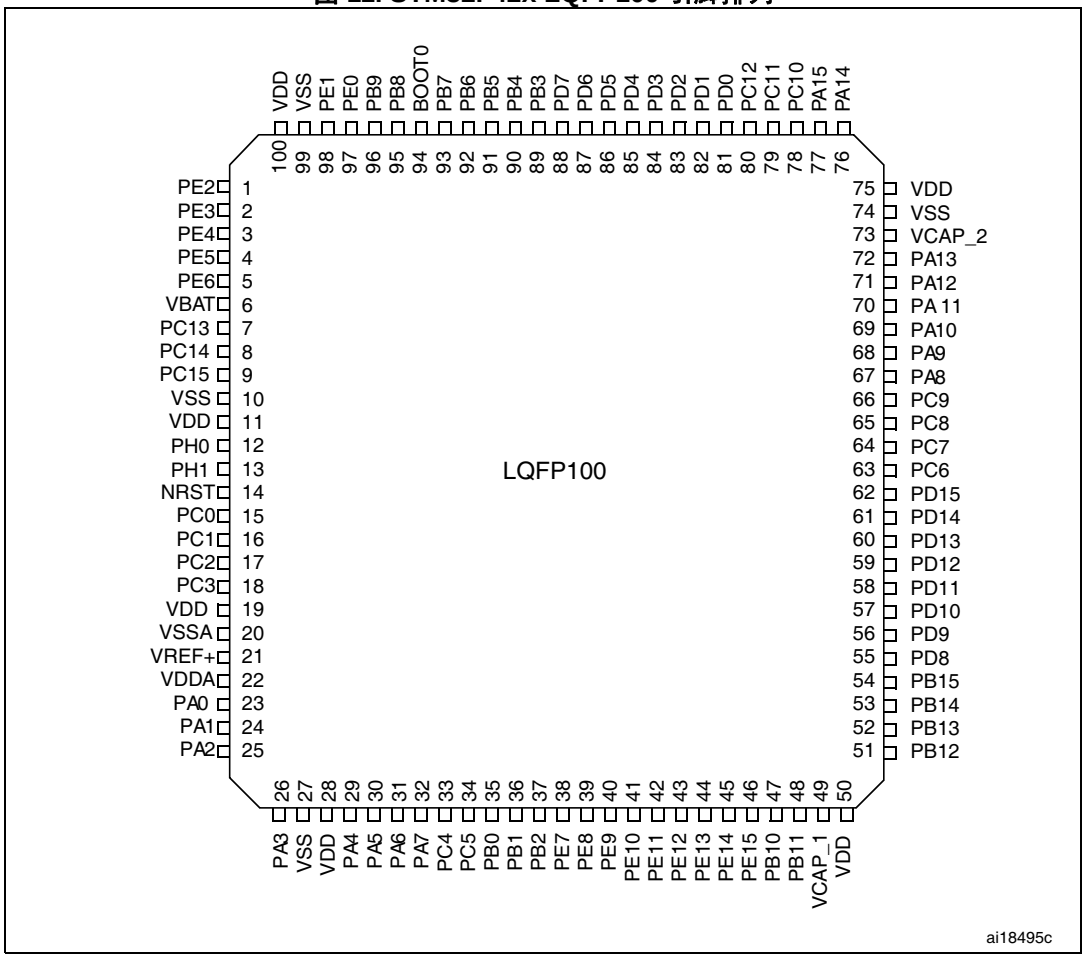
ARM 嵌入式跟踪宏单元能够通过少量 ETM 引脚、以极高的速率将压缩数据流从 STM32F42x 传输到外部硬件跟踪端口分析器 (TPA) 设备中，从而提高了 CPU 内核中的指令和数据流的可见性。TPA 通过 USB、以太网或任何其它高速通道与主机计算机相连。可在运行调试软件的主机计算机上记录实时指令和数据流活动，并将其格式化以供显示。TPA 硬件可从通用开发工具供应商处购得。

嵌入式跟踪宏单元与第三方调试软件工具配合使用。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

4 引脚排列和引脚说明

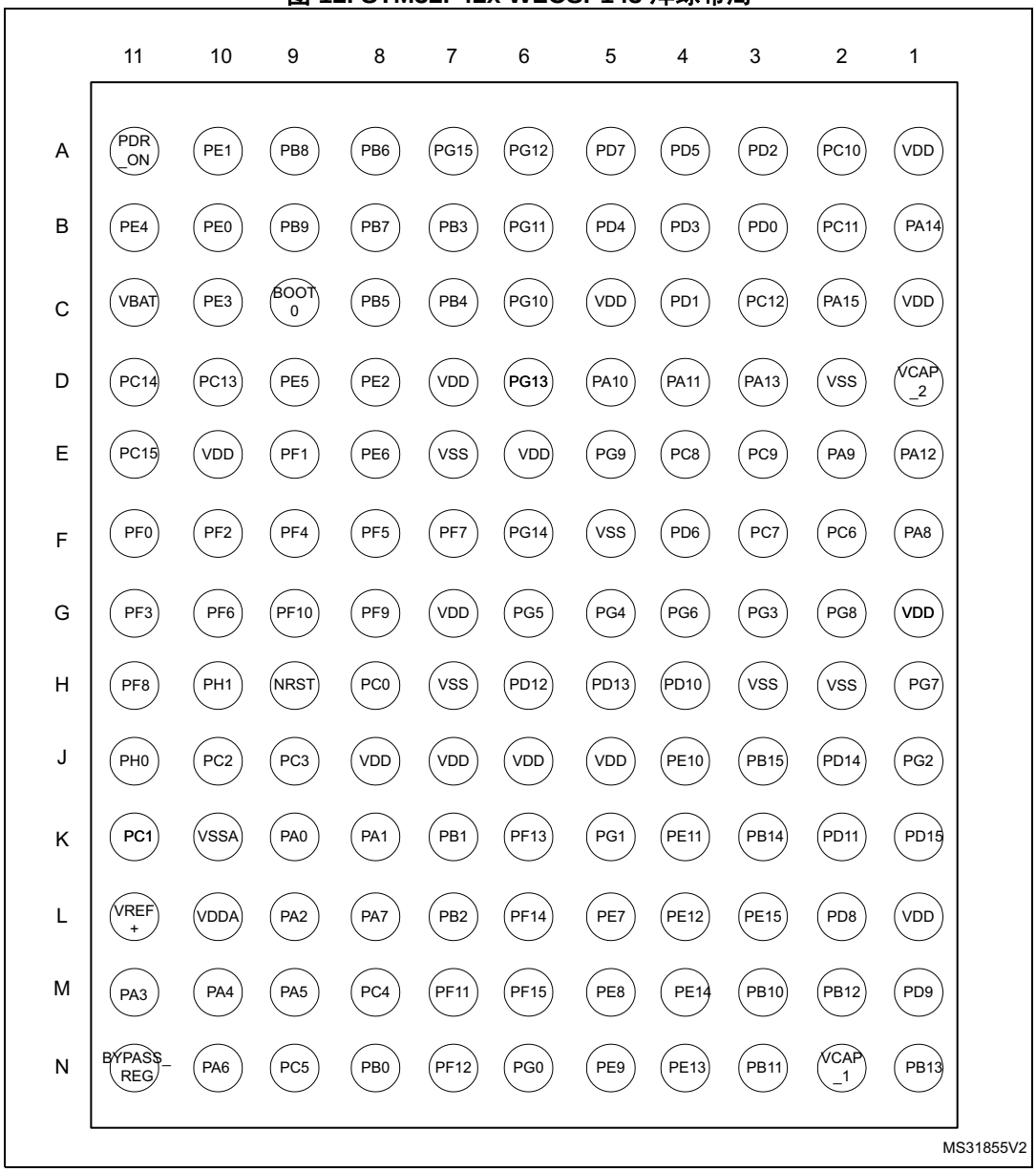
图 11. STM32F42x LQFP100 引脚排列



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

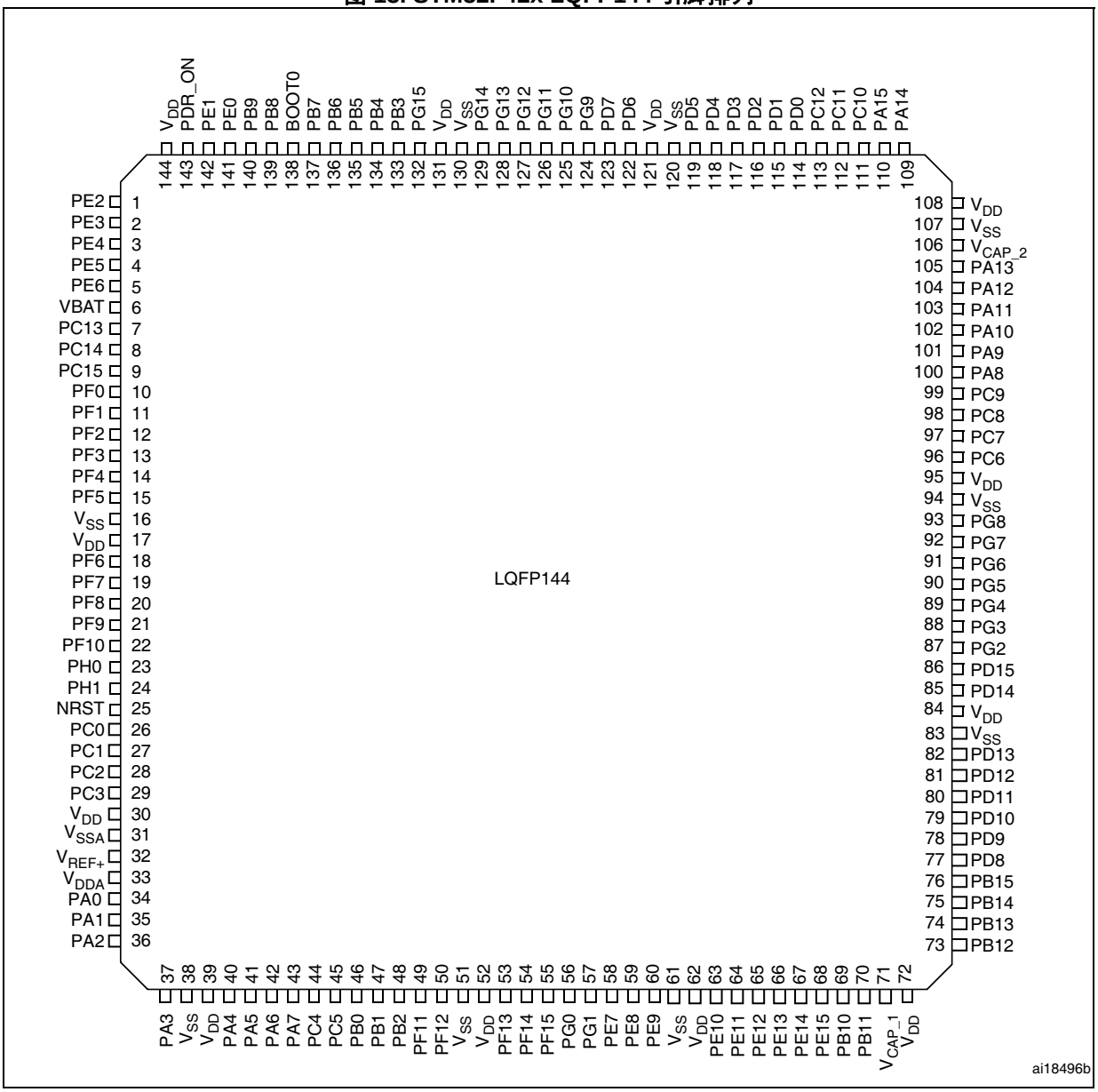
图 12. STM32F42x WLCSP143 焊球布局



1. 上图显示了封装的凸块视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

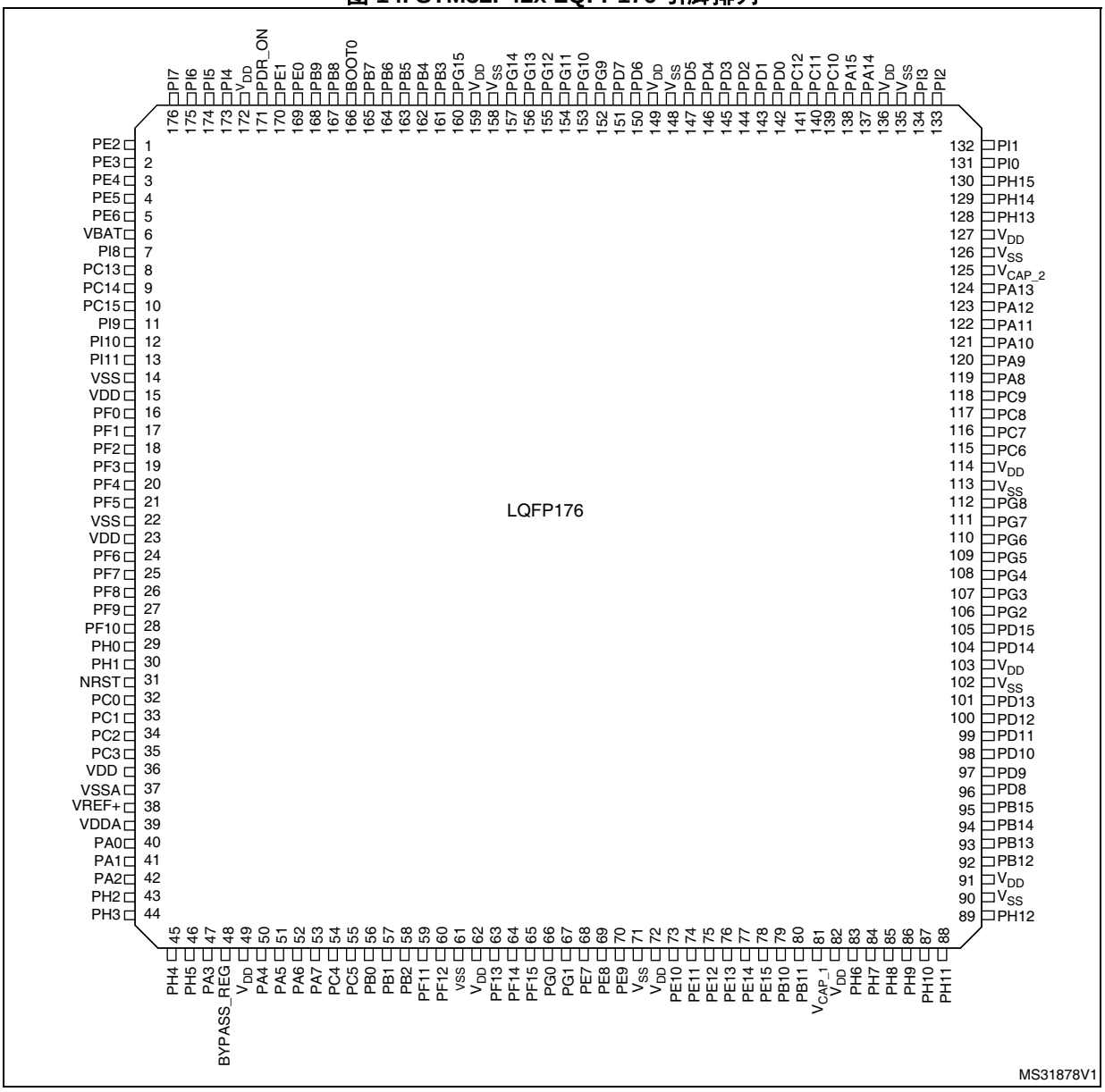
图 13. STM32F42x LQFP144 引脚排列



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

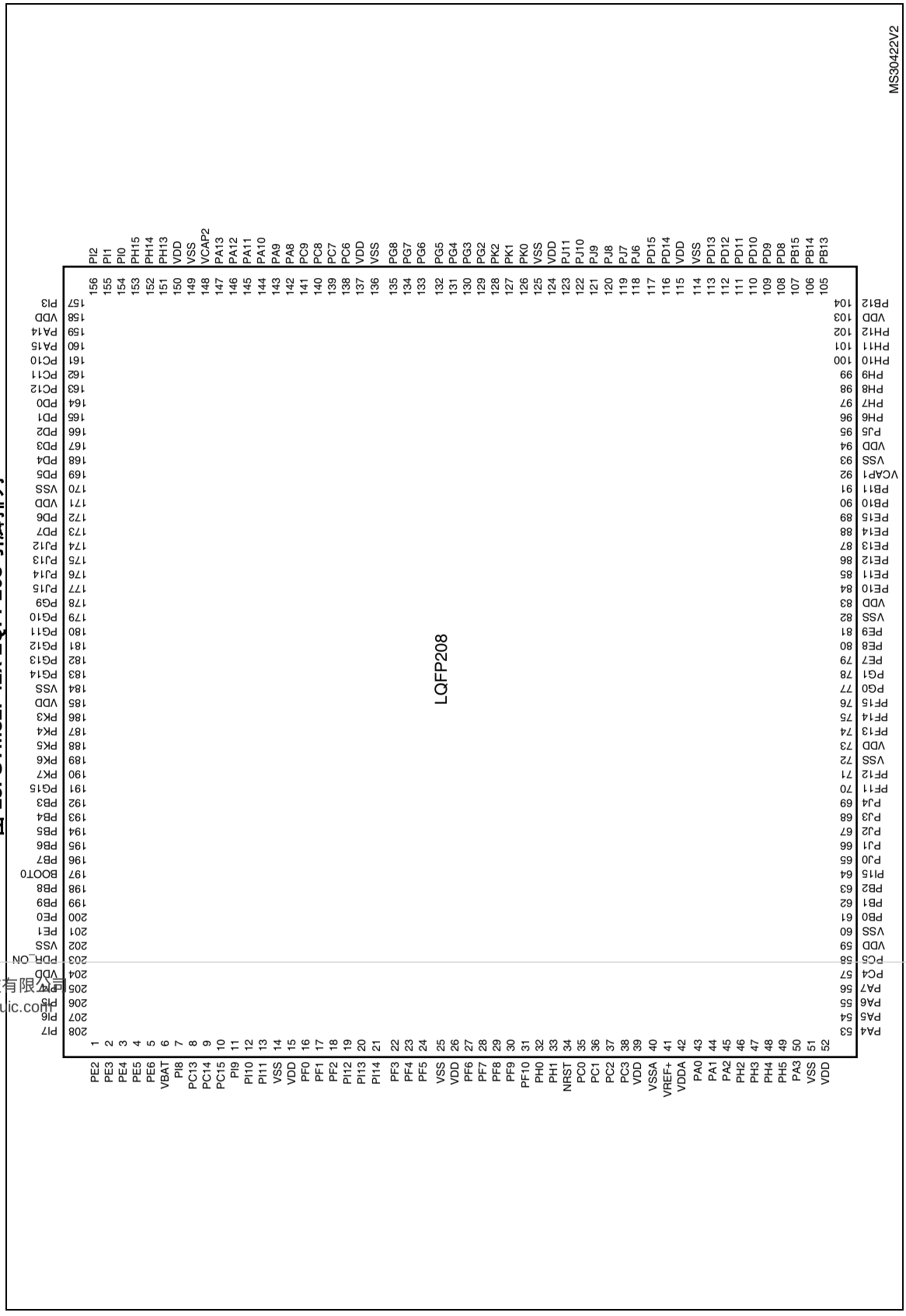
图 14. STM32F42x LQFP176 引脚排列



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

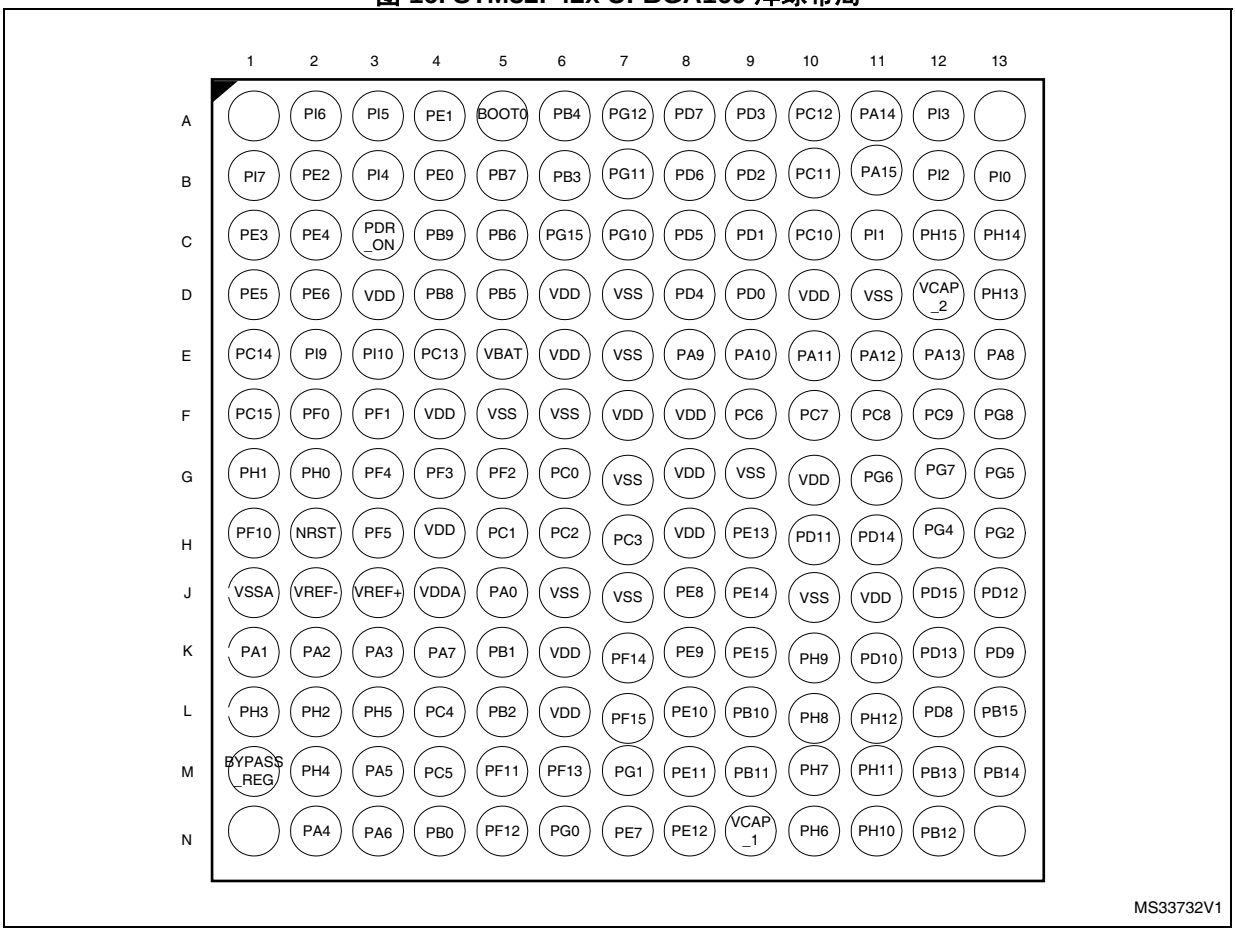
图 15. STM32F42x LQFP208 引脚排列



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

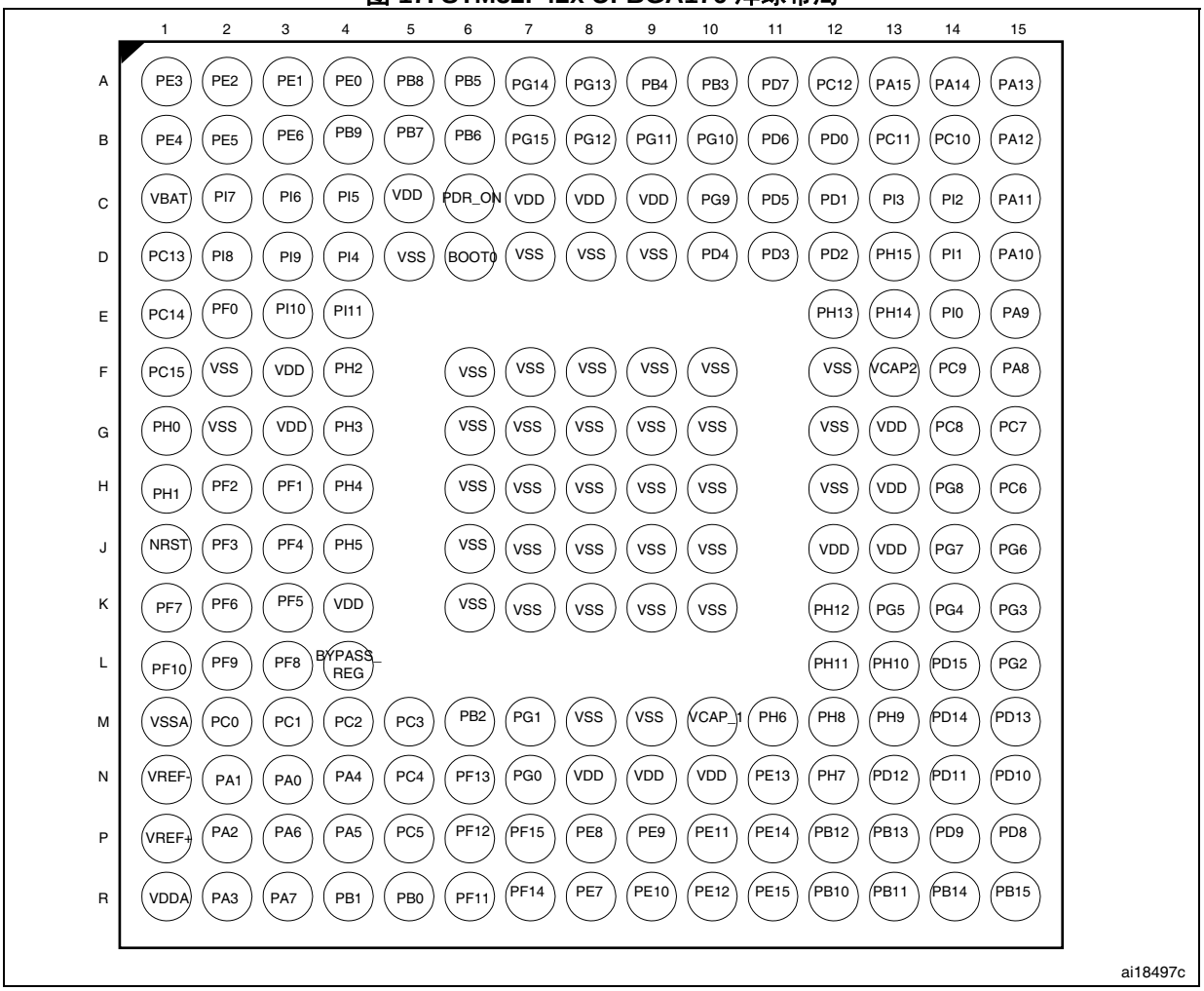
图 16. STM32F42x UFBGA169 焊球布局



1. 上图显示了封装的顶视图。
2. 4 个角的焊球 A1、 A13、 N1、 N13 在内部并未粘合，不应连至 PCB 上。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

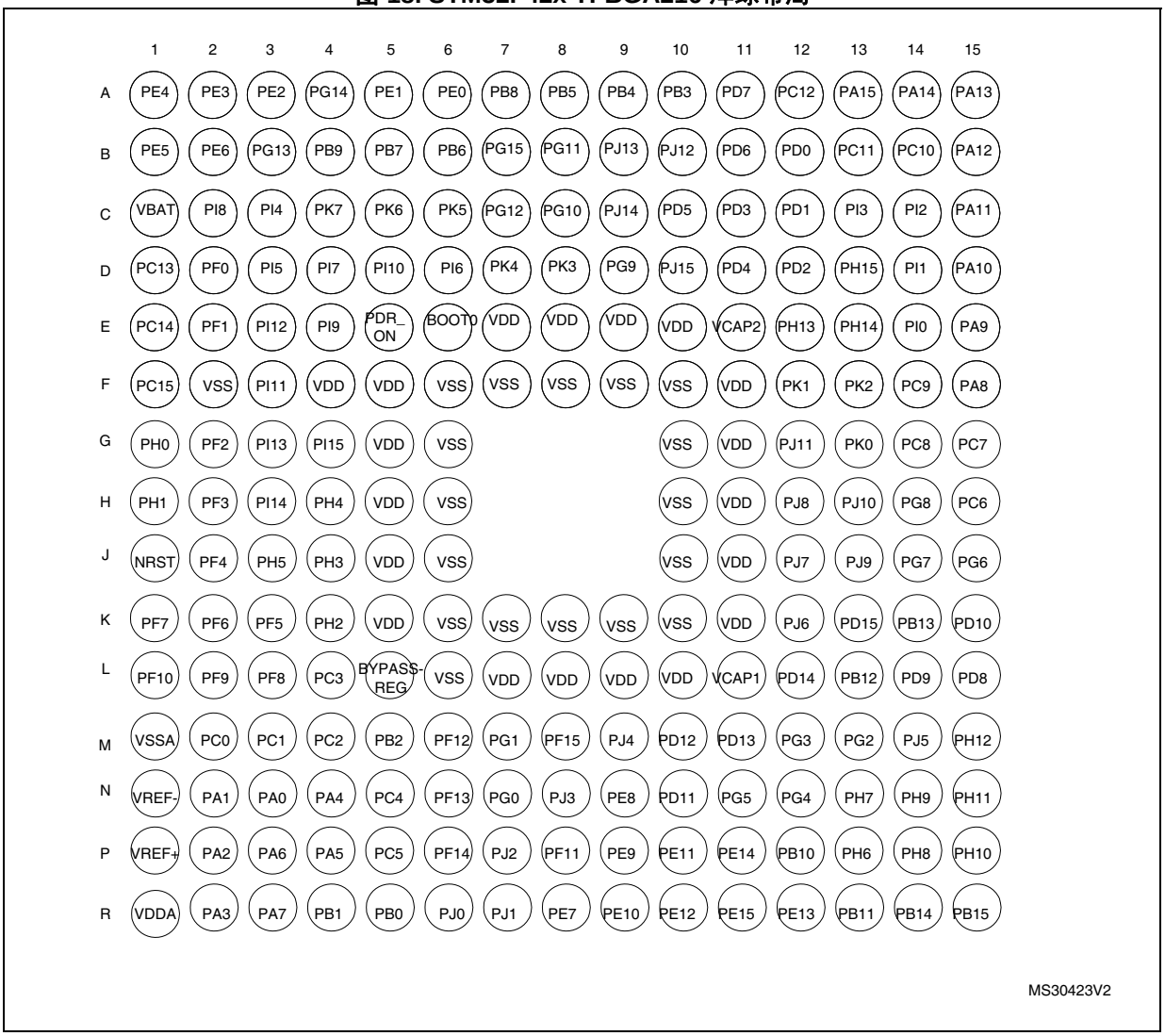
图 17. STM32F42x UFBGA176 焊球布局



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 18. STM32F42x TFBGA216 焊球布局



1. 上图显示了封装的顶视图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 9. 引脚排列表中使用的图例 / 缩略语

名称	缩写	定义
引脚名称	除非在引脚名下面的括号中特别说明，复位期间和复位后的引脚功能与实际引脚名相同	
引脚类型	S	电源引脚
	I	仅输入引脚
	I/O	输入 / 输出引脚
I/O 结构	FT	5 V 容限 I/O
	TTa	3.3 V 容限 I/O 直接连至 ADC
	B	专用 BOOT0 引脚
	RST	配有弱上拉电阻的双向复位引脚
注释	除非特别注释说明，否则在复位期间和复位后所有 I/O 都设为浮空输入	
复用功能	通过 GPIOx_AFR 寄存器选择的功能	
其他函数	通过外设寄存器直接选择 / 启用的功能	

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
1	1	B2	A2	1	D8	1	A3	PE2	I/O	FT		TRACECLK, SPI4_SCK, SAI1_MCLK_A, ETH_MII_TXD3, FMC_A23, EVENTOUT	
2	2	C1	A1	2	C10	2	A2	PE3	I/O	FT		TRACED0, SAI1_SD_B, FMC_A19, EVENTOUT	
3	3	C2	B1	3	B11	3	A1	PE4	I/O	FT		TRACED1, SPI4_NSS, SAI1_FS_A, FMC_A20, DCMI_D4, LCD_B0, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
4	4	D1	B2	4	D9	4	B1	PE5	I/O	FT		TRACED2, TIM9_CH1, SPI4_MISO, SAI1_SCK_A, FMC_A21, DCMI_D6, LCD_G0, EVENTOUT	
5	5	D2	B3	5	E8	5	B2	PE6	I/O	FT		TRACED3, TIM9_CH2, SPI4_MOSI, SAI1_SD_A, FMC_A22, DCMI_D7, LCD_G1, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	-	G6	V_{SS}	S				
-	-	-	-	-	-	-	F5	V_{DD}	S				
6	6	E5	C1	6	C11	6	C1	V_{BAT}	S				
-	-	NC (2)	D2	7	-	7	C2	PI8	I/O	FT	(3) (4)	EVENTOUT	TAMP_2
7	7	E4	D1	8	D10	8	D1	PC13	I/O	FT	(3) (4)	EVENTOUT	TAMP_1
8	8	E1	E1	9	D11	9	E1	PC14-OSC32_IN (PC14)	I/O	FT	(3) (4)	EVENTOUT	OSC32_IN (5)
9	9	F1	F1	10	E11	10	F1	PC15-OSC32_OUT (PC15)	I/O	FT	(3) (4)	EVENTOUT	OSC32_输出 (5)
-	-	-	-	-	-	-	G5	V_{DD}	S				
-	-	E2	D3	11	-	11	E4	PI9	I/O	FT		CAN1_RX, FMC_D30, LCD_VSYNC, EVENTOUT	
-	-	E3	E3	12	-	12	D5	PI10	I/O	FT		ETH_MII_RX_ER, FMC_D31, LCD_HSYNC, EVENTOUT	
-	-	NC (2)	E4	13	-	13	F3	PI11	I/O	FT		OTG_HS_ULPI_DIR, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	-	F6	F2	14	E7	14	F2	V_{SS}	S				
-	-	F4	F3	15	E10	15	F4	V_{DD}	S				
-	10	F2	E2	16	F11	16	D2	PF0	I/O	FT		I2C2_SDA, FMC_A0, EVENTOUT	
-	11	F3	H3	17	E9	17	E2	PF1	I/O	FT		I2C2_SCL, FMC_A1, EVENTOUT	
-	12	G5	H2	18	F10	18	G2	PF2	I/O	FT		I2C2_SMBA, FMC_A2, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	19	E3	PI12	I/O	FT		LCD_HSYNC, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	20	G3	PI13	I/O	FT		LCD_VSYNC, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	21	H3	PI14	I/O	FT		LCD_CLK, EVENTOUT	
-	13	G4	J2	19	G11	22	H2	PF3	I/O	FT	(5)	FMC_A3, EVENTOUT	ADC3_IN9
-	14	G3	J3	20	F9	23	J2	PF4	I/O	FT	(5)	FMC_A4, EVENTOUT	ADC3_IN14
-	15	H3	K3	21	F8	24	K3	PF5	I/O	FT	(5)	FMC_A5, EVENTOUT	ADC3_IN15
10	16	G7	G2	22	H7	25	H6	V_{SS}	S				
11	17	G8	G3	23	-	26	H5	V_{DD}	S				
-	18	NC (2)	K2	24	G10	27	K2	PF6	I/O	FT	(5)	TIM10_CH1, SPI5_NSS, SAI1_SD_B, UART7_Rx, FMC_NIORD, EVENTOUT	ADC3_IN4
-	19	NC (2)	K1	25	F7	28	K1	PF7	I/O	FT	(5)	TIM11_CH1, SPI5_SCK, SAI1_MCLK_B, UART7_Tx, FMC_NREG, EVENTOUT	ADC3_IN5

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	20	NC (2)	L3	26	H11	29	L3	PF8	I/O	FT	(5)	SPI5_MISO, SAI1_SCK_B, TIM13_CH1, FMC_NIOWR, EVENTOUT	ADC3_IN6
-	21	NC (2)	L2	27	G8	30	L2	PF9	I/O	FT	(5)	SPI5_MOSI, SAI1_FS_B, TIM14_CH1, FMC_CD, EVENTOUT	ADC3_IN7
-	22	H1	L1	28	G9	31	L1	PF10	I/O	FT	(5)	FMC_INTR, DCMI_D11, LCD_DE, EVENTOUT	ADC3_IN8
12	23	G2	G1	29	J11	32	G1	PH0-OSC_IN (PH0)	I/O	FT		EVENTOUT	OSC_IN(5)
13	24	G1	H1	30	H10	33	H1	PH1-OSC_OUT (PH1)	I/O	FT		EVENTOUT	OSC_OUT (5)
14	25	H2	J1	31	H9	34	J1	NRST	I/O	RST			
15	26	G6	M2	32	H8	35	M2	PC0	I/O	FT	(5)	OTG_HS_ULPI_STP, FMC_SDNWE, EVENTOUT	ADC123_IN10
16	27	H5	M3	33	K11	36	M3	PC1	I/O	FT	(5)	ETH_MDC, EVENTOUT	ADC123_IN11
17	28	H6	M4	34	J10	37	M4	PC2	I/O	FT	(5)	SPI2_MISO, I2S2ext_SD, OTG_HS_ULPI_DIR, ETH_MII_TXD2, FMC_SDNE0, EVENTOUT	ADC123_IN12
18	29	H7	M5	35	J9	38	L4	PC3	I/O	FT	(5)	SPI2_MOSI/I2S2_SD, OTG_HS_ULPI_NXT, ETH_MII_TX_CLK, FMC_SDCKE0, EVENTOUT	ADC123_IN13

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
19	30	-	-	36	G7	39	J5	V_{DD}	S				
-	-	-	-	-	-	-	J6	V_{SS}	S				
20	31	J1	M1	37	K10	40	M1	V_{SSA}	S				
-	-	J2	N1	-	-	-	N1	V_{REF-}	S				
21	32	J3	P1	38	L11	41	P1	V_{REF+}	S				
22	33	J4	R1	39	L10	42	R1	V_{DDA}	S				
23	34	J5	N3	40	K9	43	N3	PA0-WKUP (PA0)	I/O	FT	(6)	TIM2_CH1/TIM2_ETR, TIM5_CH1, TIM8_ETR, USART2_CTS, UART4_TX, ETH_MII_CRS, EVENTOUT	ADC123_IN0/WKUP (5)
24	35	K1	N2	41	K8	44	N2	PA1	I/O	FT	(5)	TIM2_CH2, TIM5_CH2, USART2_RTS, UART4_RX, ETH_MII_RX_CLK/ETH_RMII_REF_CLK, EVENTOUT	ADC123_IN1
25	36	K2	P2	42	L9	45	P2	PA2	I/O	FT	(5)	TIM2_CH3, TIM5_CH3, TIM9_CH1, USART2_TX, ETH_MDIO, EVENTOUT	ADC123_IN2
-	-	L2	F4	43	-	46	K4	PH2	I/O	FT		ETH_MII_CRS, FMC_SDCKE0, LCD_R0, EVENTOUT	
-	-	L1	G4	44	-	47	J4	PH3	I/O	FT		ETH_MII_COL, FMC_SDNE0, LCD_R1, EVENTOUT	
-	-	M2	H4	45	-	48	H4	PH4	I/O	FT		I2C2_SCL, OTG_HS_ULPI_NXT, EVENTOUT	
-	-	L3	J4	46	-	49	J3	PH5	I/O	FT		I2C2_SDA, SPI5_NSS, FMC_SDNWE, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
26	37	K3	R2	47	M11	50	R2	PA3	I/O	FT	(5)	TIM2_CH4, TIM5_CH4, TIM9_CH2, USART2_RX, OTG_HS_ULPI_D0, ETH_MII_COL, LCD_B5, EVENTOUT	ADC123_IN3
27	38	-	-		-	51	K6	V_{SS}	S				
-	-	M1	L4	48	N11	-	L5	BYPASS_REG	I	FT			
28	39	J11	K4	49	J8	52	K5	V_{DD}	S				
29	40	N2	N4	50	M10	53	N4	PA4	I/O	TTa	(5)	SPI1_NSS, SPI3_NSS/I2S3_WS, USART2_CK, OTG_HS_SOF, DCMI_HSYNC, LCD_VSYNC, EVENTOUT	ADC12_IN4 /DAC_OUT1
30	41	M3	P4	51	M9	54	P4	PA5	I/O	TTa	(5)	TIM2_CH1/TIM2_ETR, TIM8_CH1N, SPI1_SCK, OTG_HS_ULPI_CK, EVENTOUT	ADC12_IN5/DAC_OUT2
31	42	N3	P3	52	N10	55	P3	PA6	I/O	FT	(5)	TIM1_BKIN, TIM3_CH1, TIM8_BKIN, SPI1_MISO, TIM13_CH1, DCMI_PIXCLK, LCD_G2, EVENTOUT	ADC12_IN6
32	43	K4	R3	53	L8	56	R3	PA7	I/O	FT	(5)	TIM1_CH1N, TIM3_CH2, TIM8_CH1N, SPI1_MOSI, TIM14_CH1, ETH_MII_RX_DV/ETH_RMII_CRS_DV, EVENTOUT	ADC12_IN7

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
33	44	L4	N5	54	M8	57	N5	PC4	I/O	FT	(5)	ETH_MII_RXD0/ETH_RMII_RXD0, EVENTOUT	ADC12_IN14
34	45	M4	P5	55	N9	58	P5	PC5	I/O	FT	(5)	ETH_MII_RXD1/ETH_RMII_RXD1, EVENTOUT	ADC12_IN15
-	-	-	-	-	J7	59	L7	V_{DD}	S				
-	-	-	-	-	-	60	L6	VSS	S				
35	46	N4	R5	56	N8	61	R5	PB0	I/O	FT	(5)	TIM1_CH2N, TIM3_CH3, TIM8_CH2N, LCD_R3, OTG_HS_ULPI_D1, ETH_MII_RXD2, EVENTOUT	ADC12_IN8
36	47	K5	R4	57	K7	62	R4	PB1	I/O	FT	(5)	TIM1_CH3N, TIM3_CH4, TIM8_CH3N, LCD_R6, OTG_HS_ULPI_D2, ETH_MII_RXD3, EVENTOUT	ADC12_IN9
37	48	L5	M6	58	L7	63	M5	PB2-BOOT1 (PB2)	I/O	FT		EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	64	G4	PI15	I/O	FT		LCD_R0, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	65	R6	PJ0	I/O	FT		LCD_R1, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	66	R7	PJ1	I/O	FT		LCD_R2, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	67	P7	PJ2	I/O	FT		LCD_R3, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	68	N8	PJ3	I/O	FT		LCD_R4, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	69	M9	PJ4	I/O	FT		LCD_R5, EVENTOUT	
-	49	M5	R6	59	M7	70	P8	PF11	I/O	FT		SPI5_MOSI, FMC_SDNRAS, DCMI_D12, EVENTOUT	
-	50	N5	P6	60	N7	71	M6	PF12	I/O	FT		FMC_A6, EVENTOUT	
-	51	G9	M8	61	-	72	K7	V_{SS}	S				

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注解	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	52	D10	N8	62	-	73	L8	V_{DD}	S				
-	53	M6	N6	63	K6	74	N6	PF13	I/O	FT		FMC_A7, EVENTOUT	
-	54	K7	R7	64	L6	75	P6	PF14	I/O	FT		FMC_A8, EVENTOUT	
-	55	L7	P7	65	M6	76	M8	PF15	I/O	FT		FMC_A9, EVENTOUT	
-	56	N6	N7	66	N6	77	N7	PG0	I/O	FT		FMC_A10, EVENTOUT	
-	57	M7	M7	67	K5	78	M7	PG1	I/O	FT		FMC_A11, EVENTOUT	
38	58	N7	R8	68	L5	79	R8	PE7	I/O	FT		TIM1_ETR, UART7_Rx, FMC_D4, EVENTOUT	
39	59	J8	P8	69	M5	80	N9	PE8	I/O	FT		TIM1_CH1N, UART7_Tx, FMC_D5, EVENTOUT	
40	60	K8	P9	70	N5	81	P9	PE9	I/O	FT		TIM1_CH1, FMC_D6, EVENTOUT	
-	61	J6	M9	71	H3	82	K8	V_{SS}	S				
-	62	G10	N9	72	J5	83	L9	V_{DD}	S				
41	63	L8	R9	73	J4	84	R9	PE10	I/O	FT		TIM1_CH2N, FMC_D7, EVENTOUT	
42	64	M8	P10	74	K4	85	P10	PE11	I/O	FT		TIM1_CH2, SPI4_NSS, FMC_D8, LCD_G3, EVENTOUT	
43	65	N8	R10	75	L4	86	R10	PE12	I/O	FT		TIM1_CH3N, SPI4_SCK, FMC_D9, LCD_B4, EVENTOUT	
44	66	H9	N11	76	N4	87	R12	PE13	I/O	FT		TIM1_CH3, SPI4_MISO, FMC_D10, LCD_DE, EVENTOUT	
45	67	J9	P11	77	M4	88	P11	PE14	I/O	FT		TIM1_CH4, SPI4_MOSI, FMC_D11, LCD_CLK, EVENTOUT	
46	68	K9	R11	78	L3	89	R11	PE15	I/O	FT		TIM1_BKIN, FMC_D12, LCD_R7, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
47	69	L9	R12	79	M3	90	P12	PB10	I/O	FT		TIM2_CH3, I2C2_SCL, SPI2_SCK/I2S2_CK, USART3_TX, OTG_HS_ULPI_D3, ETH_MII_RX_ER, LCD_G4, EVENTOUT	
48	70	M9	R13	80	N3	91	R13	PB11	I/O	FT		TIM2_CH4, I2C2_SDA, USART3_RX, OTG_HS_ULPI_D4, ETH_MII_TX_EN/ETH_RMII_TX_EN, LCD_G5, EVENTOUT	
49	71	N9	M10	81	N2	92	L11	V_{CAP_1}	S				
-	-	-	-	-	H2	93	K9	V_{SS}	S				
50	72	F8	N10	82	J6	94	L10	V_{DD}	S				
-	-	-	-	-	-	95	M14	PJ5	I/O			LCD_R6, EVENTOUT	
-	-	N10	M11	83	-	96	P13	PH6	I/O	FT		I2C2_SMBA, SPI5_SCK, TIM12_CH1, ETH_MII_RXD2, FMC_SDNE1, DCMI_D8, EVENTOUT	
-	-	M10	N12	84	-	97	N13	PH7	I/O	FT		I2C3_SCL, SPI5_MISO, ETH_MII_RXD3, FMC_SDCKE1, DCMI_D9, EVENTOUT	
-	-	L10	M12	85	-	98	P14	PH8	I/O	FT		I2C3_SDA, FMC_D16, DCMI_HSYNC, LCD_R2, EVENTOUT	
-	-	K10	M13	86	-	99	N14	PH9	I/O	FT		I2C3_SMBA, TIM12_CH2, FMC_D17, DCMI_D0, LCD_R3, EVENTOUT	
-	-	N11	L13	87	-	100	P15	PH10	I/O	FT		TIM5_CH1, FMC_D18, DCMI_D1, LCD_R4, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	-	M11	L12	88	-	101	N15	PH11	I/O	FT		TIM5_CH2, FMC_D19, DCMI_D2, LCD_R5, EVENTOUT	
-	-	L11	K12	89	-	102	M15	PH12	I/O	FT		TIM5_CH3, FMC_D20, DCMI_D3, LCD_R6, EVENTOUT	
-	-	E7	H12	90	-	-	K10	V_{SS}	S				
-	-	H8	J12	91	-	103	K11	V_{DD}	S				
51	73	N12	P12	92	M2	104	L13	PB12	I/O	FT		TIM1_BKIN, I2C2_SMBA, SPI2_NSS/I2S2_WS, USART3_CK, CAN2_RX, OTG_HS_ULPI_D5, ETH_MII_TXD0/ETH_RMII_TXD0, OTG_HS_ID, EVENTOUT	
52	74	M12	P13	93	N1	105	K14	PB13	I/O	FT		TIM1_CH1N, SPI2_SCK/I2S2_CK, USART3_CTS, CAN2_TX, OTG_HS_ULPI_D6, ETH_MII_TXD1/ETH_RMII_TXD1, EVENTOUT	OTG_HS_VBUS
53	75	M13	R14	94	K3	106	R14	PB14	I/O	FT		TIM1_CH2N, TIM8_CH2N, SPI2_MISO, I2S2ext_SD, USART3_RTS, TIM12_CH1, OTG_HS_DM, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注解	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
54	76	L13	R15	95	J3	107	R15	PB15	I/O	FT		RTC_REFIN, TIM1_CH3N, TIM8_CH3N, SPI2_MOSI/I2S2_SD, TIM12_CH2, OTG_HS_DP, EVENTOUT	
55	77	L12	P15	96	L2	108	L15	PD8	I/O	FT		USART3_TX, FMC_D13, EVENTOUT	
56	78	K13	P14	97	M1	109	L14	PD9	I/O	FT		USART3_RX, FMC_D14, EVENTOUT	
57	79	K11	N15	98	H4	110	K15	PD10	I/O	FT		USART3_CK, FMC_D15, LCD_B3, EVENTOUT	
58	80	H10	N14	99	K2	111	N10	PD11	I/O	FT		USART3_CTS, FMC_A16, EVENTOUT	
59	81	J13	N13	100	H6	112	M10	PD12	I/O	FT		TIM4_CH1, USART3_RTS, FMC_A17, EVENTOUT	
60	82	K12	M15	101	H5	113	M11	PD13	I/O	FT		TIM4_CH2, FMC_A18, EVENTOUT	
-	83	-	-	102	-	114	J10	V_{SS}	S				
-	84	F7	J13	103	L1	115	J11	V_{DD}	S				
61	85	H11	M14	104	J2	116	L12	PD14	I/O	FT		TIM4_CH3, FMC_D0, EVENTOUT	
62	86	J12	L14	105	K1	117	K13	PD15	I/O	FT		TIM4_CH4, FMC_D1, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	118	K12	PJ6	I/O	FT		LCD_R7, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	119	J12	PJ7	I/O	FT		LCD_G0, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	120	H12	PJ8	I/O	FT		LCD_G1, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	121	J13	PJ9	I/O	FT		LCD_G2, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	122	H13	PJ10	I/O	FT		LCD_G3, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	-	-	-	-	-	123	G12	PJ11	I/O	FT		LCD_G4, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	124	H11	VDD	I/O	FT			
-	-	-	-	-	-	125	H10	VSS	I/O	FT			
-	-	-	-	-	-	126	G13	PK0	I/O	FT		LCD_G5, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	127	F12	PK1	I/O	FT		LCD_G6, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	128	F13	PK2	I/O	FT		LCD_G7, EVENTOUT	
-	87	H13	L15	106	J1	129	M13	PG2	I/O	FT		FMC_A12, EVENTOUT	
-	88	NC (2)	K15	107	G3	130	M12	PG3	I/O	FT		FMC_A13, EVENTOUT	
-	89	H12	K14	108	G5	131	N12	PG4	I/O	FT		FMC_A14/FMC_BA0, EVENTOUT	
-	90	G13	K13	109	G6	132	N11	PG5	I/O	FT		FMC_A15/FMC_BA1, EVENTOUT	
-	91	G11	J15	110	G4	133	J15	PG6	I/O	FT		FMC_INT2, DCMI_D12, LCD_R7, EVENTOUT	
-	92	G12	J14	111	H1	134	J14	PG7	I/O	FT		USART6_CK, FMC_INT3, DCMI_D13, LCD_CLK, EVENTOUT	
-	93	F13	H14	112	G2	135	H14	PG8	I/O	FT		SPI6_NSS, USART6_RTS, ETH_PPS_OUT, FMC_SDCLK, EVENTOUT	
-	94	J7	G12	113	D2	136	G10	V_{SS}	S				
-	95	E6	H13	114	G1	137	G11	V_{DD}	S				
63	96	F9	H15	115	F2	138	H15	PC6	I/O	FT		TIM3_CH1, TIM8_CH1, I2S2_MCK, USART6_TX, SDIO_D6, DCMI_D0, LCD_HSYNC, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
64	97	F10	G15	116	F3	139	G15	PC7	I/O	FT		TIM3_CH2, TIM8_CH2, I2S3_MCK, USART6_RX, SDIO_D7, DCMI_D1, LCD_G6, EVENTOUT	
65	98	F11	G14	117	E4	140	G14	PC8	I/O	FT		TIM3_CH3, TIM8_CH3, USART6_CK, SDIO_D0, DCMI_D2, EVENTOUT	
66	99	F12	F14	118	E3	141	F14	PC9	I/O	FT		MCO2, TIM3_CH4, TIM8_CH4, I2C3_SDA, I2S_CKIN, SDIO_D1, DCMI_D3, EVENTOUT	
67	100	E13	F15	119	F1	142	F15	PA8	I/O	FT		MCO1, TIM1_CH1, I2C3_SCL, USART1_CK, OTG_FS_SOF, LCD_R6, EVENTOUT	
68	101	E8	E15	120	E2	143	E15	PA9	I/O	FT		TIM1_CH2, I2C3_SMBA, USART1_TX, DCMI_D0, EVENTOUT	OTG_FS_VBUS
69	102	E9	D15	121	D5	144	D15	PA10	I/O	FT		TIM1_CH3, USART1_RX, OTG_FS_ID, DCMI_D1, EVENTOUT	
70	103	E10	C15	122	D4	145	C15	PA11	I/O	FT		TIM1_CH4, USART1_CTS, CAN1_RX, LCD_R4, OTG_FS_DM, EVENTOUT	
71	104	E11	b15	123	E1	146	b15	PA12	I/O	FT		TIM1_ETR, USART1_RTS, CAN1_TX, LCD_R5, OTG_FS_DP, EVENTOUT	
72	105	E12	A15	124	D3	147	A15	PA13 JTMS-SWDIO	I/O	FT		JTMS-SWDIO, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注解	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
73	106	D12	F13	125	D1	148	E11	V_{CAP_2}	S				
74	107	J10	F12	126	D2	149	F10	V_{SS}	S				
75	108	H4	G13	127	C1	150	F11	V_{DD}	S				
-	-	D13	E12	128	-	151	E12	PH13	I/O	FT		TIM8_CH1N, CAN1_TX, FMC_D21, LCD_G2, EVENTOUT	
-	-	C13	E13	129	-	152	E13	PH14	I/O	FT		TIM8_CH2N, FMC_D22, DCMI_D4, LCD_G3, EVENTOUT	
-	-	C12	D13	130	-	153	D13	PH15	I/O	FT		TIM8_CH3N, FMC_D23, DCMI_D11, LCD_G4, EVENTOUT	
-	-	B13	E14	131	-	154	E14	PI0	I/O	FT		TIM5_CH4, SPI2_NSS/I2S2_WS(7), FMC_D24, DCMI_D13, LCD_G5, EVENTOUT	
-	-	C11	D14	132	-	155	D14	PI1	I/O	FT		SPI2_SCK/I2S2_CK(7), FMC_D25, DCMI_D8, LCD_G6, EVENTOUT	
-	-	B12	C14	133	-	156	C14	PI2	I/O	FT		TIM8_CH4, SPI2_MISO, I2S2ext_SD, FMC_D26, DCMI_D9, LCD_G7, EVENTOUT	
-	-	A12	C13	134	-	157	C13	PI3	I/O	FT		TIM8_ETR, SPI2_MOSI/I2S2_SD, FMC_D27, DCMI_D10, EVENTOUT	
-	-	D11	D9	135	F5	-	F9	V_{SS}	S				
-	-	D3	C9	136	A1	158	E10	V_{DD}	S				
76	109	A11	A14	137	B1	159	A14	PA14 (JTCK-SWCLK)	I/O	FT		JTCK-SWCLK/ EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
77	110	B11	A13	138	C2	160	A13	PA15 (JTDI)	I/O	FT		JTDI, TIM2_CH1/TIM2_ETR, SPI1_NSS, SPI3_NSS/I2S3_WS, EVENTOUT	
78	111	C10	B14	139	A2	161	B14	PC10	I/O	FT		SPI3_SCK/I2S3_CK, USART3_TX, UART4_TX, SDIO_D2, DCMI_D8, LCD_R2, EVENTOUT	
79	112	B10	B13	140	B2	162	B13	PC11	I/O	FT		I2S3ext_SD, SPI3_MISO, USART3_RX, UART4_RX, SDIO_D3, DCMI_D4, EVENTOUT	
80	113	A10	A12	141	C3	163	A12	PC12	I/O	FT		SPI3_MOSI/I2S3_SD, USART3_CK, UART5_TX, SDIO_CK, DCMI_D9, EVENTOUT	
81	114	D9	B12	142	B3	164	B12	PD0	I/O	FT		CAN1_RX, FMC_D2, EVENTOUT	
82	115	C9	C12	143	C4	165	C12	PD1	I/O	FT		CAN1_TX, FMC_D3, EVENTOUT	
83	116	B9	D12	144	A3	166	D12	PD2	I/O	FT		TIM3_ETR, UART5_RX, SDIO_CMD, DCMI_D11, EVENTOUT	
84	117	A9	D11	145	B4	167	C11	PD3	I/O	FT		SPI2_SCK/I2S2_CK, USART2_CTS, FMC_CLK, DCMI_D5, LCD_G7, EVENTOUT	
85	118	D8	D10	146	B5	168	D11	PD4	I/O	FT		USART2_RTS, FMC_NOE, EVENTOUT	
86	119	C8	C11	147	A4	169	C10	PD5	I/O	FT		USART2_TX, FMC_NWE, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注解	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	120	-	D8	148	-	170	F8	V_{SS}	S				
-	121	D6	C8	149	C5	171	E9	V_{DD}	S				
87	122	B8	B11	150	F4	172	B11	PD6	I/O	FT		SPI3_MOSI/I2S3_SD, SAI1_SD_A, USART2_RX, FMC_NWAIT, DCMI_D10, LCD_B2, EVENTOUT	
88	123	A8	A11	151	A5	173	A11	PD7	I/O	FT		USART2_CK, FMC_NE1/FMC_NCE2, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	174	B10	PJ12	I/O	FT		LCD_B0, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	175	B9	PJ13	I/O	FT		LCD_B1, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	176	C9	PJ14	I/O	FT		LCD_B2, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	177	D10	PJ15	I/O	FT		LCD_B3, EVENTOUT	
-	124	NC (2)	C10	152	E5	178	D9	PG9	I/O	FT		USART6_RX, FMC_NE2/FMC_NCE3, DCMI_VSYNC(8), EVENTOUT	
-	125	C7	B10	153	C6	179	C8	PG10	I/O	FT		LCD_G3, FMC_NCE4_1/FMC_NE3, DCMI_D2, LCD_B2, EVENTOUT	
-	126	B7	B9	154	B6	180	B8	PG11	I/O	FT		ETH_MII_TX_EN/ETH_RMII_TX_EN, FMC_NCE4_2, DCMI_D3, LCD_B3, EVENTOUT	
-	127	A7	B8	155	A6	181	C7	PG12	I/O	FT		SPI6_MISO, USART6_RTS, LCD_B4, FMC_NE4, LCD_B1, EVENTOUT	
-	128	NC (2)	A8	156	D6	182	B3	PG13	I/O	FT		SPI6_SCK, USART6_CTS, ETH_MII_TXD0/ETH_RMII_TXD0, FMC_A24, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	129	NC (2)	A7	157	F6	183	A4	PG14	I/O	FT		SPI6_MOSI, USART6_TX, ETH_MII_TXD1/ETH_RMII_TXD1, FMC_A25, EVENTOUT	
-	130	D7	D7	158	-	184	F7	V_{SS}	S				
-	131	L6	C7	159	E6	185	E8	V_{DD}	S				
-	-	-	-	-	-	186	D8	PK3	I/O	FT		LCD_B4, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	187	D7	PK4	I/O	FT		LCD_B5, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	188	C6	PK5	I/O	FT		LCD_B6, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	189	C5	PK6	I/O	FT		LCD_B7, EVENTOUT	
-	-	-	-	-	-	190	C4	PK7	I/O	FT		LCD_DE, EVENTOUT	
-	132	C6	B7	160	A7	191	B7	PG15	I/O	FT		USART6_CTS, FMC_SDNCAS, DCMI_D13, EVENTOUT	
89	133	B6	A10	161	B7	192	A10	PB3 (JTDO/TRACESWO)	I/O	FT		JTDO/TRACESWO, TIM2_CH2, SPI1_SCK, SPI3_SCK/I2S3_CK, EVENTOUT	
90	134	A6	A9	162	C7	193	A9	PB4 (NJTRST)	I/O	FT		NJTRST, TIM3_CH1, SPI1_MISO, SPI3_MISO, I2S3ext_SD, EVENTOUT	
91	135	D5	A6	163	C8	194	A8	PB5	I/O	FT		TIM3_CH2, I2C1_SMBA, SPI1_MOSI, SPI3_MOSI/I2S3_SD, CAN2_RX, OTG_HS_ULPI_D7, ETH_PPS_OUT, FMC_SDCKE1, DCMI_D10, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
92	136	C5	B6	164	A8	195	B6	PB6	I/O	FT		TIM4_CH1, I2C1_SCL, USART1_TX, CAN2_TX, FMC_SDNE1, DCMI_D5, EVENTOUT	
93	137	B5	B5	165	B8	196	B5	PB7	I/O	FT		TIM4_CH2, I2C1_SDA, USART1_RX, FMC_NL, DCMI_VSYNC, EVENTOUT	
94	138	A5	D6	166	C9	197	E6	BOOT0	I	B			V_{PP}
95	139	D4	A5	167	A9	198	A7	PB8	I/O	FT		TIM4_CH3, TIM10_CH1, I2C1_SCL, CAN1_RX, ETH_MII_TXD3, SDIO_D4, DCMI_D6, LCD_B6, EVENTOUT	
96	140	C4	B4	168	B9	199	B4	PB9	I/O	FT		TIM4_CH4, TIM11_CH1, I2C1_SDA, SPI2_NSS/I2S2_WS, CAN1_TX, SDIO_D5, DCMI_D7, LCD_B7, EVENTOUT	
97	141	B4	A4	169	B10	200	A6	PE0	I/O	FT		TIM4_ETR, UART8_RX, FMC_NBL0, DCMI_D2, EVENTOUT	
98	142	A4	A3	170	A10	201	A5	PE1	I/O	FT		UART8_Tx, FMC_NBL1, DCMI_D3, EVENTOUT	
99	-	F5	D5	-	-	202	F6	V_{SS}	S				
-	143	C3	C6	171	A11	203	E5	PDR_ON	S				
100	144	K6	C5	172	D7	204	E7	V_{DD}	S				
-	-	B3	D4	173	-	205	C3	PI4	I/O	FT		TIM8_BKIN, FMC_NBL2, DCMI_D5, LCD_B4, EVENTOUT	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 10. STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义 （续）

引脚号								引脚名（复位后的功能）(1)	引脚类型	I/O 结构	注释	复用功能	其他函数
LQFP100	LQFP144	UFBGA169	UFBGA176	LQFP176	WLCSP143	LQFP208	TFBGA216						
-	-	A3	C4	174	-	206	D3	PI5	I/O	FT		TIM8_CH1, FMC_NBL3, DCMI_VSYNC, LCD_B5, EVENTOUT	
-	-	A2	C3	175	-	207	D6	PI6	I/O	FT		TIM8_CH2, FMC_D28, DCMI_D6, LCD_B6, EVENTOUT	
-	-	B1	C2	176	-	208	D4	PI7	I/O	FT		TIM8_CH3, FMC_D29, DCMI_D7, LCD_B7, EVENTOUT	

1. 可用功能取决于所选器件。
2. NC （未连接）的引脚并不粘合。它们必须由软件配置为输出推挽并在输出数据寄存器中强制为 0，以防止低功耗模式中的额外电流消耗。
3. PC13、PC14、PC15 和 PC18 通过电源开关供电。由于该开关的灌电流能力有限 (3 mA)，因此在输出模式下使用 GPIO PC13 到 PC15 和 PI8 时存在以下限制：
   - 速率不得超过 2 MHz，最大负载为 30 pF。
   - 这些 I/O 不能用作电流源 （如用于驱动 LED）。
4. 备份域第一次上电后的主要功能。之后，即使复位，这些引脚的状态也取决于 RTC 寄存器的内容 （因为主复位不会复位这些寄存器）。有关如何管理这些 I/O 的详细信息，请参见 STM32F4xx 参考手册中介绍 RTC 寄存器的部分，可从 ST 网站下载该手册：www.st.com。
5. 除了模拟模式或振荡器模式 （PC14、 PC15、 PH0、 PH1）， FT = 5 V 容限。
6. 若器件采用 WLCSP143、UFBGA169、UFBGA176、LQFP176、TFBGA216 封装，且 BYPASS_REG 引脚设为 V_{DD}（调压器 OFF/ 内部复位 ON 模式），则 PA0 被用作内部复位 （低电平有效）。
7. PI0 和 PI1 不能用于 I2S2 全双工模式。
8. 仅在硅版本 3， PG9 上的 DCMI_VSYNC 复用功能才可用。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 11. FMC 引脚定义

引脚名称	CF	NOR/PSRAM/ SRAM	NOR/PSRAM 复用	NAND16	SDRAM
PF0	A0	A0			A0
PF1	A1	A1			A1
PF2	A2	A2			A2
PF3	A3	A3			A3
PF4	A4	A4			A4
PF5	A5	A5			A5
PF12	A6	A6			A6
PF13	A7	A7			A7
PF14	A8	A8			A8
PF15	A9	A9			A9
PG0	A10	A10			A10
PG1		A11			A11
PG2		A12			A12
PG3		A13			
PG4		A14			BA0
PG5		A15			BA1
PD11		A16	A16	CLE	
PD12		A17	A17	ALE	
PD13		A18	A18		
PE3		A19	A19		
PE4		A20	A20		
PE5		A21	A21		
PE6		A22	A22		
PE2		A23	A23		
PG13		A24	A24		
PG14		A25	A25		
PD14	D0	D0	DA0	D0	D0
PD15	D1	D1	DA1	D1	D1
PD0	D2	D2	DA2	D2	D2
PD1	D3	D3	DA3	D3	D3
PE7	D4	D4	DA4	D4	D4
PE8	D5	D5	DA5	D5	D5
PE9	D6	D6	DA6	D6	D6
PE10	D7	D7	DA7	D7	D7

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 11. FMC 引脚定义 （续）

引脚名称	CF	NOR/PSRAM/ SRAM	NOR/PSRAM 复用	NAND16	SDRAM
PE11	D8	D8	DA8	D8	D8
PE12	D9	D9	DA9	D9	D9
PE13	D10	D10	DA10	D10	D10
PE14	D11	D11	DA11	D11	D11
PE15	D12	D12	DA12	D12	D12
PD8	D13	D13	DA13	D13	D13
PD9	D14	D14	DA14	D14	D14
PD10	D15	D15	DA15	D15	D15
PH8		D16			D16
PH9		D17			D17
PH10		D18			D18
PH11		D19			D19
PH12		D20			D20
PH13		D21			D21
PH14		D22			D22
PH15		D23			D23
PI0		D24			D24
PI1		D25			D25
PI2		D26			D26
PI3		D27			D27
PI6		D28			D28
PI7		D29			D29
PI9		D30			D30
PI10		D31			D31
PD7		NE1	NE1	NCE2	
PG9		NE2	NE2	NCE3	
PG10	NCE4_1	NE3	NE3		
PG11	NCE4_2				
PG12		NE4	NE4		
PD3		CLK	CLK		
PD4	NOE	NOE	NOE	NOE	
PD5	NWE	NWE	NWE	NWE	
PD6	NWAIT	NWAIT	NWAIT	NWAIT	
PB7		NADV	NADV		

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 11. FMC 引脚定义 （续）

引脚名称	CF	NOR/PSRAM/ SRAM	NOR/PSRAM 复用	NAND16	SDRAM
PF6	NIORD				
PF7	NREG				
PF8	NIOWR				
PF9	CD				
PF10	INTR				
PG6				INT2	
PG7				INT3	
PE0		NBL0	NBL0		NBL0
PE1		NBL1	NBL1		NBL1
PI4		NBL2			NBL2
PI5		NBL3			NBL3
PG8					SDCLK
PC0					SDNWE
PF11					SDNRAS
PG15					SDNCAS
PH2					SDCKE0
PH3					SDNE0
PH6					SDNE1
PH7					SDCKE1
PH5					SDNWE
PC2					SDNE0
PC3					SDCKE0
PB5					SDCKE1
PB6					SDNE1

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口A	PA0	-	TIM2_CH1/TIM2_ETR	TIM5_CH1	TIM8_ETR	-	-	-	USART2_CTS	UART4_TX	-	-	ETH_MII_CRS	-	-	-	EVENTOUT
	PA1	-	TIM2_CH2	TIM5_CH2	-	-	-	-	USART2_RTS	UART4_RX	-	-	ETH_MII_RX_CLK/ETH_RMII_REF_CLK	-	-	-	EVENTOUT
	PA2	-	TIM2_CH3	TIM5_CH3	TIM9_CH1	-	-	-	USART2_TX	-	-	-	ETH_MDIO	-	-	-	EVENTOUT
	PA3	-	TIM2_CH4	TIM5_CH4	TIM9_CH2	-	-	-	USART2_RX	-	-	OTG_HS_ULPI_D0	ETH_MII_COL	-	-	LCD_B5	EVENTOUT
	PA4	-	-	-	-	-	SPI1_NSS	SPI3_NSS/I2S3_WS	USART2_CK	-	-	-	-	OTG_HS_SOF	DCMI_HSYNC	LCD_VSYNC	EVENTOUT
	PA5	-	TIM2_CH1/TIM2_ETR	-	TIM8_CH1N	-	SPI1_SCK	-	-	-	-	OTG_HS_ULPI_CK	-	-	-	-	EVENTOUT
	PA6	-	TIM1_BKIN	TIM3_CH1	TIM8_BKIN	-	SPI1_MISO	-	-	-	TIM13_CH1	-	-	-	DCMI_PIXCLK	LCD_G2	EVENTOUT
	PA7	-	TIM1_CH1N	TIM3_CH2	TIM8_CH1N	-	SPI1_MOSI	-	-	-	TIM14_CH1	-	ETH_MII_RX_DV/ETH_RMII_CRS_DV	-	-	-	EVENTOUT
	PA8	MCO1	TIM1_CH1	-	-	I2C3_SCL	-	-	USART1_CK	-	-	OTG_FS_SOF	-	-	-	LCD_R6	EVENTOUT
	PA9	-	TIM1_CH2	-	-	I2C3_SMBA	-	-	USART1_TX	-	-	-	-	-	DCMI_D0	-	EVENTOUT
	PA10	-	TIM1_CH3	-	-	-	-	-	USART1_RX	-	-	OTG_FS_ID	-	-	DCMI_D1	-	EVENTOUT
	PA11	-	TIM1_CH4	-	-	-	-	-	USART1_CTS	-	CAN1_RX	OTG_FS_DM	-	-	-	LCD_R4	EVENTOUT
	PA12	-	TIM1_ETR	-	-	-	-	-	USART1_RTS	-	CAN1_TX	OTG_FS_DP	-	-	-	LCD_R5	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司 Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口A	PA13	JTMS-SWDIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PA14	JTCK-SWCLK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PA15	JTDI	TIM2_CH1/TIM2_ETR	-	-	-	SPI1_NSS	SPI3_NSS/I2S3_WS	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
端口B	PB0	-	TIM1_CH2N	TIM3_CH3	TIM8_CH2N	-	-	-	-	-	LCD_R3	OTG_HS_ULPI_D1	ETH_MII_RXD2	-	-	-	EVENTOUT
	PB1	-	TIM1_CH3N	TIM3_CH4	TIM8_CH3N	-	-	-	-	-	LCD_R6	OTG_HS_ULPI_D2	ETH_MII_RXD3	-	-	-	EVENTOUT
	PB2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PB3	JTDO/TRACESWO	TIM2_CH2	-	-	-	SPI1_SCK	SPI3_SCK/I2S3_CK	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PB4	NJTRST	-	TIM3_CH1	-	-	SPI1_MISO	SPI3_MISO	I2S3ext_SD	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PB5	-	-	TIM3_CH2	-	I2C1_SMBA	SPI1_MOSI	SPI3_MOSI/I2S3_SD	-	-	CAN2_RX	OTG_HS_ULPI_D7	ETH_PPS_OUT	FMC_SDCKE1	DCMI_D10	-	EVENTOUT
	PB6	-	-	TIM4_CH1	-	I2C1_SCL	-	-	USART1_TX	-	CAN2_TX	-	-	FMC_SDNE1	DCMI_D5	-	EVENTOUT
	PB7	-	-	TIM4_CH2	-	I2C1_SDA	-	-	USART1_RX	-	-	-	-	FMC_NL	DCMI_VSYNC	-	EVENTOUT
	PB8	-	-	TIM4_CH3	TIM10_CH1	I2C1_SCL	-	-	-	-	CAN1_RX	-	ETH_MII_TXD3	SDIO_D4	DCMI_D6	LCD_B6	EVENTOUT
	PB9	-	-	TIM4_CH4	TIM11_CH1	I2C1_SDA	SPI2_NSS/I2S2_WS	-	-	-	CAN1_TX	-	-	SDIO_D5	DCMI_D7	LCD_B7	EVENTOUT
	PB10	-	TIM2_CH3	-	-	I2C2_SCL	SPI2_SCK/I2S2_CK	-	USART3_TX	-	-	OTG_HS_ULPI_D3	ETH_MII_RX_ER	-	-	LCD_G4	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口B	PB11	-	TIM2_CH4	-	-	I2C2_SDA	-	-	USART3_RX	-	-	OTG_HS_ULPI_D4	ETH_MII_TX_EN/ETH_RMII_TX_EN	-	-	LCD_G5	EVENTOUT
	PB12	-	TIM1_BKIN	-	-	I2C2_SMBA	SPI2_NSS/I2S2_WS	-	USART3_CK	-	CAN2_RX	OTG_HS_ULPI_D5	ETH_MII_TXD0/ETH_RMII_TXD0	OTG_HS_ID	-	-	EVENTOUT
	PB13	-	TIM1_CH1N	-	-	-	SPI2_SCK/I2S2_CK	-	USART3_CTS	-	CAN2_TX	OTG_HS_ULPI_D6	ETH_MII_TXD1/ETH_RMII_TXD1	-	-	-	EVENTOUT
	PB14	-	TIM1_CH2N	-	TIM8_CH2N	-	SPI2_MISO	I2S2ext_SD	USART3_RTS	-	TIM12_CH1	-	-	OTG_HS_DM	-	-	EVENTOUT
	PB15	RTC_REFIN	TIM1_CH3N	-	TIM8_CH3N	-	SPI2_MOSI/I2S2_SD	-	-	-	TIM12_CH2	-	-	OTG_HS_DP	-	-	EVENTOUT
端口C	PC0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	OTG_HS_ULPI_STP	-	FMC_SDNWE	-	-	EVENTOUT
	PC1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MDC	-	-	-	EVENTOUT
	PC2	-	-	-	-	-	SPI2_MISO	I2S2ext_SD	-	-	-	OTG_HS_ULPI_DIR	ETH_MII_TXD2	FMC_SDNE0	-	-	EVENTOUT
	PC3	-	-	-	-	-	SPI2_MOSI/I2S2_SD	-	-	-	-	OTG_HS_ULPI_NXT	ETH_MII_TX_CLK	FMC_SDCKE0	-	-	EVENTOUT
	PC4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_RXD0/ETH_RMII_RXD0	-	-	-	EVENTOUT
	PC5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_RXD1/ETH_RMII_RXD1	-	-	-	EVENTOUT
	PC6	-	-	TIM3_CH1	TIM8_CH1	-	I2S2_MCK	-	-	USART6_TX	-	-	-	SDIO_D6	DCMI_D0	LCD_HSYNC	EVENTOUT
	PC7	-	-	TIM3_CH2	TIM8_CH2	-	-	I2S3_MCK	-	USART6_RX	-	-	-	SDIO_D7	DCMI_D1	LCD_G6	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口C	PC8	-	-	TIM3_CH3	TIM8_CH3	-	-	-	-	USART6_CK	-	-	-	SDIO_D0	DCMI_D2	-	EVENTOUT
	PC9	MCO2	-	TIM3_CH4	TIM8_CH4	I2C3_SDA	I2S_CKIN	-	-	-	-	-	-	SDIO_D1	DCMI_D3	-	EVENTOUT
	PC10	-	-	-	-	-	-	SPI3_SCK/I2S3_CK	USART3_TX	UART4_TX	-	-	-	SDIO_D2	DCMI_D8	LCD_R2	EVENTOUT
	PC11	-	-	-	-	-	I2S3ext_SD	SPI3_MISO	USART3_RX	UART4_RX	-	-	-	SDIO_D3	DCMI_D4	-	EVENTOUT
	PC12	-	-	-	-	-	-	SPI3_MOSI/I2S3_SD	USART3_CK	UART5_TX	-	-	-	SDIO_CK	DCMI_D9	-	EVENTOUT
	PC13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PC14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PC15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
端口D	PD0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CAN1_RX	-	-	FMC_D2	-	-	EVENTOUT
	PD1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CAN1_TX	-	-	FMC_D3	-	-	EVENTOUT
	PD2	-	-	TIM3_ETR	-	-	-	-	-	UART5_RX	-	-	-	SDIO_CMD	DCMI_D11	-	EVENTOUT
	PD3	-	-	-	-	-	SPI2_SCK/I2S2_CK	-	USART2_CTS	-	-	-	-	FMC_CLK	DCMI_D5	LCD_G7	EVENTOUT
	PD4	-	-	-	-	-	-	-	USART2_RTS	-	-	-	-	FMC_NOE	-	-	EVENTOUT
	PD5	-	-	-	-	-	-	-	USART2_TX	-	-	-	-	FMC_NWE	-	-	EVENTOUT
	PD6	-	-	-	-	-	SPI3_MOSI/I2S3_SD	SAI1_SD_A	USART2_RX	-	-	-	-	FMC_NWAIT	DCMI_D10	LCD_B2	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduc.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口D	PD7	-	-	-	-	-	-	-	USART2_CK	-	-	-	-	FMC_NE1/FMC_NCE2	-	-	EVENTOUT
	PD8	-	-	-	-	-	-	-	USART3_TX	-	-	-	-	FMC_D13	-	-	EVENTOUT
	PD9	-	-	-	-	-	-	-	USART3_RX	-	-	-	-	FMC_D14	-	-	EVENTOUT
	PD10	-	-	-	-	-	-	-	USART3_CK	-	-	-	-	FMC_D15	-	LCD_B3	EVENTOUT
	PD11	-	-	-	-	-	-	-	USART3_CTS	-	-	-	-	FMC_A16	-	-	EVENTOUT
	PD12	-	-	TIM4_CH1	-	-	-	-	USART3_RTS	-	-	-	-	FMC_A17	-	-	EVENTOUT
	PD13	-	-	TIM4_CH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A18	-	-	EVENTOUT
	PD14	-	-	TIM4_CH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D0	-	-	EVENTOUT
	PD15	-	-	TIM4_CH4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D1	-	-	EVENTOUT
端口E	PE0	-	-	TIM4_ETR	-	-	-	-	-	UART8_Rx	-	-	-	FMC_NBL0	DCMI_D2	-	EVENTOUT
	PE1	-	-	-	-	-	-	-	-	UART8_Tx	-	-	-	FMC_NBL1	DCMI_D3	-	EVENTOUT
	PE2	TRACECLK	-	-	-	-	SPI4_SCK	SAI1_MCLK_A	-	-	-	-	ETH_MII_TXD3	FMC_A23	-	-	EVENTOUT
	PE3	TRACED0	-	-	-	-	-	SAI1_SD_B	-	-	-	-	-	FMC_A19	-	-	EVENTOUT
	PE4	TRACED1	-	-	-	-	SPI4_NSS	SAI1_FS_A	-	-	-	-	-	FMC_A20	DCMI_D4	LCD_B0	EVENTOUT
	PE5	TRACED2	-	-	TIM9_CH1	-	SPI4_MISO	SAI1_SCK_A	-	-	-	-	-	FMC_A21	DCMI_D6	LCD_G0	EVENTOUT
	PE6	TRACED3	-	-	TIM9_CH2	-	SPI4_MOSI	SAI1_SD_A	-	-	-	-	-	FMC_A22	DCMI_D7	LCD_G1	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口E	PE7	-	TIM1_ETR	-	-	-	-	-	-	UART7_Rx	-	-	-	FMC_D4	-	-	EVENTOUT
	PE8	-	TIM1_CH1N	-	-	-	-	-	-	UART7_Tx	-	-	-	FMC_D5	-	-	EVENTOUT
	PE9	-	TIM1_CH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D6	-	-	EVENTOUT
	PE10	-	TIM1_CH2N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D7	-	-	EVENTOUT
	PE11	-	TIM1_CH2	-	-	-	SPI4_NSS	-	-	-	-	-	-	FMC_D8	-	LCD_G3	EVENTOUT
	PE12	-	TIM1_CH3N	-	-	-	SPI4_SCK	-	-	-	-	-	-	FMC_D9	-	LCD_B4	EVENTOUT
	PE13	-	TIM1_CH3	-	-	-	SPI4_MISO	-	-	-	-	-	-	FMC_D10	-	LCD_DE	EVENTOUT
	PE14	-	TIM1_CH4	-	-	-	SPI4_MOSI	-	-	-	-	-	-	FMC_D11	-	LCD_CLK	EVENTOUT
	PE15	-	TIM1_BKIN	-	-	-		-	-	-	-	-	-	FMC_D12	-	LCD_R7	EVENTOUT
端口F	PF0	-	-	-	-	I2C2_SDA	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A0	-	-	EVENTOUT
	PF1	-				I2C2_SCL	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A1	-	-	EVENTOUT
	PF2	-	-	-	-	I2C2_SMBA	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A2	-	-	EVENTOUT
	PF3	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	FMC_A3	-	-	EVENTOUT
	PF4	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	FMC_A4	-	-	EVENTOUT
	PF5	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	FMC_A5	-	-	EVENTOUT
	PF6	-	-	-	TIM10_CH1	-	SPI5_NSS	SAI1_SD_B	-	UART7_Rx	-	-	-	FMC_NIORD	-	-	EVENTOUT
	PF7	-	-	-	TIM11_CH1	-	SPI5_SCK	SAI1_MCLK_B	-	UART7_Tx	-	-	-	FMC_NREG	-	-	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口F	PF8	-	-	-	-	-	SPI5_MISO	SAI1_SCK_B	-	-	TIM13_CH1	-	-	FMC_NIOWR	-	-	EVENTOUT
	PF9	-	-	-	-	-	SPI5_MOSI	SAI1_FS_B	-	-	TIM14_CH1	-	-	FMC_CD	-	-	EVENTOUT
	PF10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_INTR	DCMI_D11	LCD_DE	EVENTOUT
	PF11	-	-	-	-	-	SPI5_MOSI	-	-	-	-	-	-	FMC_SDNRAS	DCMI_D12	-	EVENTOUT
	PF12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A6	-	-	EVENTOUT
	PF13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A7	-	-	EVENTOUT
	PF14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A8	-	-	EVENTOUT
	PF15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A9	-	-	EVENTOUT
端口G	PG0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A10	-	-	EVENTOUT
	PG1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A11	-	-	EVENTOUT
	PG2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A12	-	-	EVENTOUT
	PG3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A13	-	-	EVENTOUT
	PG4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A14/FMC_BA0	-	-	EVENTOUT
	PG5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_A15/FMC_BA1	-	-	EVENTOUT
	PG6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_INT2	DCMI_D12	LCD_R7	EVENTOUT
	PG7	-	-	-	-	-	-	-	-	USART6_CK	-	-	-	FMC_INT3	DCMI_D13	LCD_CLK	EVENTOUT
	PG8	-	-	-	-	-	SPI6_NSS	-	-	USART6_RTS	-	-	ETH_PPS_OUT	FMC_SDCLK	-	-	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口G	PG9	-	-	-	-	-	-	-	-	USART6_RX	-	-	-	FMC_NE2/FMC_NCE3	DCMI_VSYNC (1)	-	EVENTOUT
	PG10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G3	-	-	FMC_NCE4_1/FMC_NE3	DCMI_D2	LCD_B2	EVENTOUT
	PG11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_TX_EN/ETH_RMII_TX_EN	FMC_NCE4_2	DCMI_D3	LCD_B3	EVENTOUT
	PG12	-	-	-	-	-	SPI6_MISO	-	-	USART6_RTS	LCD_B4	-	-	FMC_NE4	-	LCD_B1	EVENTOUT
	PG13	-	-	-	-	-	SPI6_SCK	-	-	USART6_CTS	-	-	ETH_MII_TXD0/ETH_RMII_TXD0	FMC_A24	-	-	EVENTOUT
	PG14	-	-	-	-	-	SPI6_MOSI	-	-	USART6_TX	-	-	ETH_MII_TXD1/ETH_RMII_TXD1	FMC_A25	-	-	EVENTOUT
	PG15	-	-	-	-	-	-	-	-	USART6_CTS	-	-	-	FMC_SDNCAS	DCMI_D13	-	EVENTOUT
端口H	PH0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_CRS	FMC_SDCKE0	-	LCD_R0	EVENTOUT
	PH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_COL	FMC_SDNE0	-	LCD_R1	EVENTOUT
	PH4	-	-	-	-	I2C2_SCL	-	-	-	-	-	OTG_HS_ULPI_NXT	-	-	-	-	EVENTOUT
	PH5	-	-	-	-	I2C2_SDA	SPI5_NSS	-	-	-	-	-	-	FMC_SDNWE	-	-	EVENTOUT
	PH6	-	-	-	-	I2C2_SMBA	SPI5_SCK	-	-	-	TIM12_CH1	-	-	FMC_SDNE1	DCMI_D8	-	-

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口H	PH7	-	-	-	-	I2C3_SCL	SPI5_MISO	-	-	-	-	-	ETH_MII_RXD3	FMC_SDCKE1	DCMI_D9	-	-
	PH8	-	-	-	-	I2C3_SDA	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D16	DCMI_HSYNC	LCD_R2	EVENTOUT
	PH9	-	-	-	-	I2C3_SMBA	-	-	-	-	TIM12_CH2	-	-	FMC_D17	DCMI_D0	LCD_R3	EVENTOUT
	PH10	-	-	TIM5_CH1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D18	DCMI_D1	LCD_R4	EVENTOUT
	PH11	-	-	TIM5_CH2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D19	DCMI_D2	LCD_R5	EVENTOUT
	PH12	-	-	TIM5_CH3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D20	DCMI_D3	LCD_R6	EVENTOUT
	PH13	-	-	-	TIM8_CH1N	-	-	-	-	-	CAN1_TX	-	-	FMC_D21	-	LCD_G2	EVENTOUT
	PH14	-	-	-	TIM8_CH2N	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D22	DCMI_D4	LCD_G3	EVENTOUT
	PH15	-	-	-	TIM8_CH3N	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D23	DCMI_D11	LCD_G4	EVENTOUT
端口I	PI0	-	-	TIM5_CH4	-	-	SPI2_NSS/I2S2_WS	-	-	-	-	-	-	FMC_D24	DCMI_D13	LCD_G5	EVENTOUT
	PI1	-	-	-	-	-	SPI2_SCK/I2S2_CK	-	-	-	-	-	-	FMC_D25	DCMI_D8	LCD_G6	EVENTOUT
	PI2	-	-	-	TIM8_CH4	-	SPI2_MISO	I2S2ext_SD	-	-	-	-	-	FMC_D26	DCMI_D9	LCD_G7	EVENTOUT
	PI3	-	-	-	TIM8_ETR	-	SPI2_MOSI/I2S2_SD							FMC_D27	DCMI_D10		EVENTOUT
	PI4	-	-	-	TIM8_BKIN	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_NBL2	DCMI_D5	LCD_B4	EVENTOUT
	PI5	-	-	-	TIM8_CH1	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_NBL3	DCMI_VSYNC	LCD_B5	EVENTOUT
	PI6	-	-	-	TIM8_CH2	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D28	DCMI_D6	LCD_B6	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司 Web:www.manduic.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口 I	PI7	-	-	-	TIM8_CH3	-	-	-	-	-	-	-	-	FMC_D29	DCMI_D7	LCD_B7	EVENTOUT
	PI8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EVENTOUT
	PI9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CAN1_RX	-	-	FMC_D30	-	LCD_VSYNC	EVENTOUT
	PI10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ETH_MII_RX_ER	FMC_D31	-	LCD_HSYNC	EVENTOUT
	PI11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	OTG_HS_ULPI_DIR	-	-	-	-	EVENTOUT
	PI12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_HSYNC	EVENTOUT
	PI13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_VSYNC	EVENTOUT
	PI14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_CLK	EVENTOUT
	PI15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R0	EVENTOUT
端口 J	PJ0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R1	EVENTOUT
	PJ1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R2	EVENTOUT
	PJ2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R3	EVENTOUT
	PJ3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R4	EVENTOUT
	PJ4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R5	EVENTOUT
	PJ5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R6	EVENTOUT
	PJ6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_R7	EVENTOUT
	PJ7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G0	EVENTOUT

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduc.com

表 12. STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射 （续）

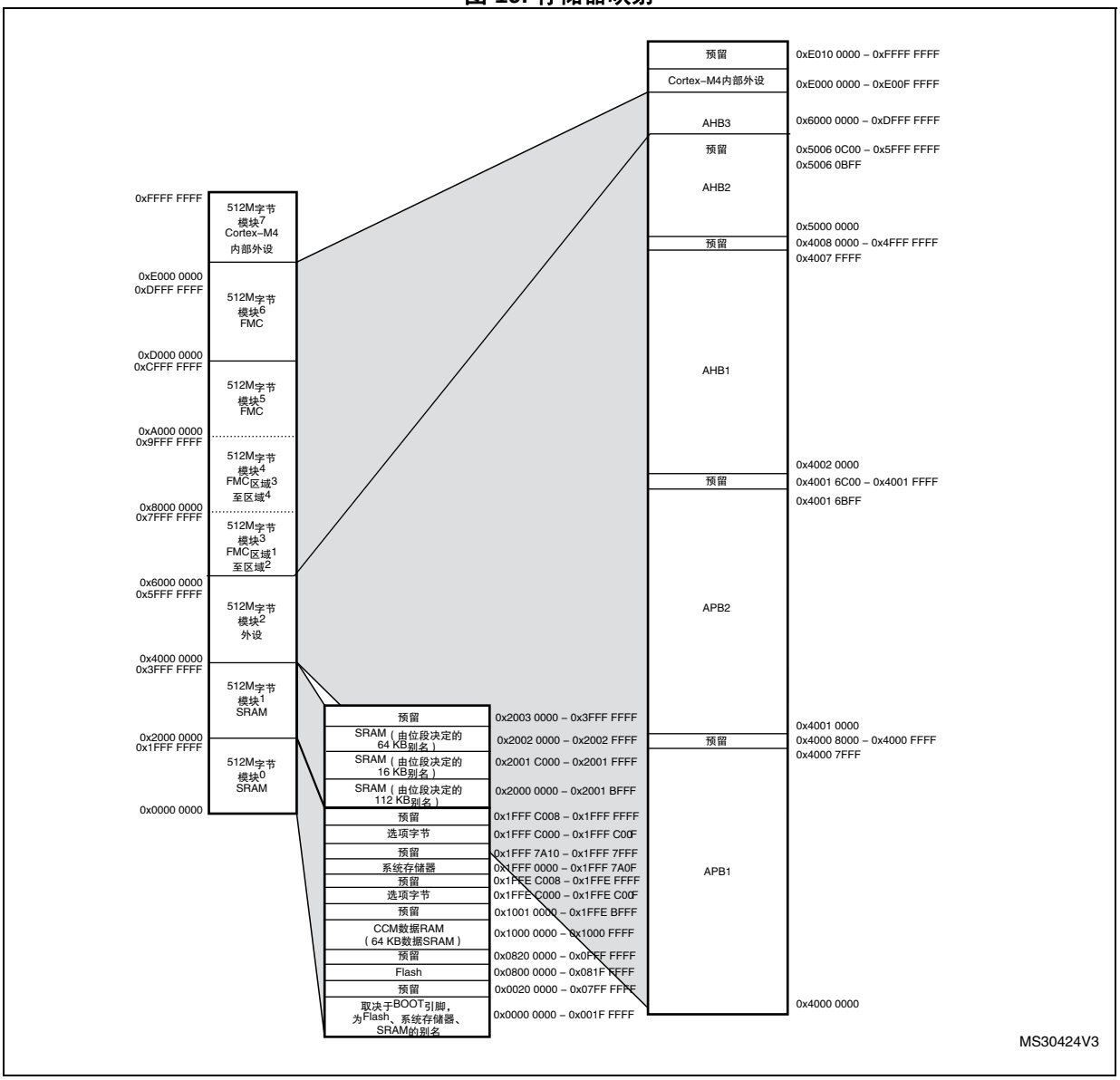
端口		AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
		SYS	TIM1/2	TIM3/4/5	TIM8/9/10/11	I2C1/2/3	SPI1/2/3/4/5/6	SPI2/3/SAI1	SPI3/USART1/2/3	USART6/UART4/5/7/8	CAN1/2/TIM12/13/14/LCD	OTG2_HS/OTG1_FS	ETH	FMC/SDIO/OTG2_FS	DCMI	LCD	SYS
端口 J	PJ8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G1	EVENTOUT
	PJ9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G2	EVENTOUT
	PJ10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G3	EVENTOUT
	PJ11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G4	EVENTOUT
	PJ12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B0	EVENTOUT
	PJ13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B1	EVENTOUT
	PJ14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B2	EVENTOUT
	PJ15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B3	EVENTOUT
端口 K	PK0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G5	EVENTOUT
	PK1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G6	EVENTOUT
	PK2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_G7	EVENTOUT
	PK3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B4	EVENTOUT
	PK4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B5	EVENTOUT
	PK5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B6	EVENTOUT
	PK6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_B7	EVENTOUT
	PK7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LCD_DE	EVENTOUT

1. 仅在硅版本 3， PG9 上的 DCMI_VSYNC 复用功能才可用。

5 存储器映射

存储器映射如*图 19* 所示。

图 19. 存储器映射



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 13. STM32F427xx 和 STM32F429xx 寄存器边界地址

总线	边界地址	外设
	0xE00F FFFF - 0xFFFF FFFF	保留
Cortex-M4	0xE000 0000 - 0xE00F FFFF	Cortex-M4 内部外设
AHB3	0xD000 0000 - 0xDFFF FFFF	FMC 存储区域 6
	0xC000 0000 - 0xCFFF FFFF	FMC 存储区域 5
	0xA000 1000 - 0xBFFF FFFF	保留
	0xA000 0000- 0xA000 0FFF	FMC 控制寄存器
	0x9000 0000 - 0x9FFF FFFF	FMC 存储区域 4
	0x8000 0000 - 0x8FFF FFFF	FMC 存储区域 3
	0x7000 0000 - 0x7FFF FFFF	FMC 存储区域 2
	0x6000 0000 - 0x6FFF FFFF	FMC 存储区域 1
	0x5006 0C00- 0x5FFF FFFF	保留
AHB2	0x5006 0800 - 0X5006 0BFF	RNG
	0x5005 0400 - X5006 07FF	保留
	0x5005 0000 - 0X5005 03FF	DCMI
	0x5004 0000- 0x5004 FFFF	保留
	0x5000 0000 - 0X5003 FFFF	USB OTG FS

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 13. STM32F427xx 和 STM32F429xx 寄存器边界地址 （续）

总线	边界地址	外设
	0x4008 0000- 0x4FFF FFFF	保留
AHB1	0x4004 0000 - 0x4007 FFFF	USB OTG HS
	0x4002 BC00- 0x4003 FFFF	保留
	0x4002 B000 - 0x4002 BBFF	DMA2D
	0x4002 9400 - 0x4002 AFFF	保留
	0x4002 9000 - 0x4002 93FF	以太网 MAC
	0x4002 8C00 - 0x4002 8FFF	
	0x4002 8800 - 0x4002 8BFF	
	0x4002 8400 - 0x4002 87FF	
	0x4002 8000 - 0x4002 83FF	
	0x4002 6800 - 0x4002 7FFF	保留
	0x4002 6400 - 0x4002 67FF	DMA2
	0x4002 6000 - 0x4002 63FF	DMA1
	0X4002 5000 - 0X4002 5FFF	保留
	0x4002 4000 - 0x4002 4FFF	BKPSRAM
	0x4002 3C00 - 0x4002 3FFF	Flash 接口寄存器
	0x4002 3800 - 0x4002 3BFF	RCC
	0X4002 3400 - 0X4002 37FF	保留
	0x4002 3000 - 0x4002 33FF	CRC
	0x4002 2C00 - 0x4002 2FFF	保留
	0x4002 2800 - 0x4002 2BFF	GPIOK
	0x4002 2400 - 0x4002 27FF	GPIOJ
	0x4002 2000 - 0x4002 23FF	GPIOI
	0x4002 1C00 - 0x4002 1FFF	GPIOH
	0x4002 1800 - 0x4002 1BFF	GPIOG
	0x4002 1400 - 0x4002 17FF	GPIOF
	0x4002 1000 - 0x4002 13FF	GPIOE
	0X4002 0C00 - 0x4002 0FFF	GPIOD
	0x4002 0800 - 0x4002 0BFF	GPIOC
	0x4002 0400 - 0x4002 07FF	GPIOB
	0x4002 0000 - 0x4002 03FF	GPIOA

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 13. STM32F427xx 和 STM32F429xx 寄存器边界地址 （续）

总线	边界地址	外设
	0x4001 6C00- 0x4001 FFFF	保留
APB2	0x4001 6800 - 0x4001 6BFF	LCD-TFT
	0x4001 5C00 - 0x4001 67FF	保留
	0x4001 5800 - 0x4001 5BFF	SAI1
	0x4001 5400 - 0x4001 57FF	SPI6
	0x4001 5000 - 0x4001 53FF	SPI5
	0x4001 5400 - 0x4001 57FF	SPI6
	0x4001 5000 - 0x4001 53FF	SPI5
	0x4001 4C00 - 0x4001 4FFF	保留
	0x4001 4800 - 0x4001 4BFF	TIM11
	0x4001 4400 - 0x4001 47FF	TIM10
	0x4001 4000 - 0x4001 43FF	TIM9
	0x4001 3C00 - 0x4001 3FFF	EXTI
	0x4001 3800 - 0x4001 3BFF	SYSCFG
	0x4001 3400 - 0x4001 37FF	SPI4
	0x4001 3000 - 0x4001 33FF	SPI1
	0x4001 2C00 - 0x4001 2FFF	SDIO
	0x4001 2400 - 0x4001 2BFF	保留
	0x4001 2000 - 0x4001 23FF	ADC1 - ADC2 - ADC3
	0x4001 1800 - 0x4001 1FFF	保留
	0x4001 1400 - 0x4001 17FF	USART6
	0x4001 1000 - 0x4001 13FF	USART1
	0x4001 0800 - 0x4001 0FFF	保留
	0x4001 0400 - 0x4001 07FF	TIM8
	0x4001 0000 - 0x4001 03FF	TIM1

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 13. STM32F427xx 和 STM32F429xx 寄存器边界地址 （续）

总线	边界地址	外设
	0x4000 8000 - 0x4000 FFFF	保留
APB1	0x4000 7C00 - 0x4000 7FFF	UART8
	0x4000 7800 - 0x4000 7BFF	UART7
	0x4000 7400 - 0x4000 77FF	DAC
	0x4000 7000 - 0x4000 73FF	PWR
	0x4000 6C00 - 0x4000 6FFF	保留
	0x4000 6800 - 0x4000 6BFF	CAN2
	0x4000 6400 - 0x4000 67FF	CAN1
	0x4000 6000 - 0x4000 63FF	保留
	0x4000 5C00 - 0x4000 5FFF	I2C3
	0x4000 5800 - 0x4000 5BFF	I2C2
	0x4000 5400 - 0x4000 57FF	I2C1
	0x4000 5000 - 0x4000 53FF	UART5
	0x4000 4C00 - 0x4000 4FFF	UART4
	0x4000 4800 - 0x4000 4BFF	USART3
	0x4000 4400 - 0x4000 47FF	USART2
	0x4000 4000 - 0x4000 43FF	I2S3ext
	0x4000 3C00 - 0x4000 3FFF	SPI3 / I2S3
	0x4000 3800 - 0x4000 3BFF	SPI2 / I2S2
	0x4000 3400 - 0x4000 37FF	I2S2ext
	0x4000 3000 - 0x4000 33FF	IWDG
	0x4000 2C00 - 0x4000 2FFF	WWDG
	0x4000 2800 - 0x4000 2BFF	RTC & BKP 寄存器
	0x4000 2400 - 0x4000 27FF	保留
	0x4000 2000 - 0x4000 23FF	TIM14
	0x4000 1C00 - 0x4000 1FFF	TIM13
	0x4000 1800 - 0x4000 1BFF	TIM12
	0x4000 1400 - 0x4000 17FF	TIM7
	0x4000 1000 - 0x4000 13FF	TIM6
	0x4000 0C00 - 0x4000 0FFF	TIM5
	0x4000 0800 - 0x4000 0BFF	TIM4
	0x4000 0400 - 0x4000 07FF	TIM3
	0x4000 0000 - 0x4000 03FF	TIM2

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6 电气特性

6.1 参数条件

若无另行说明，所有电压都以 V_{SS} 为基准。

6.1.1 最小值和最大值

除非特别说明，所有器件的最小值和最大值已在生产期间进行过测试，测试环境温度为 T_A = 25 °C 和 $T_A = T_A max$ （取决于所选器件的温度范围），这些值能在最坏的环境温度、供电电压和时钟频率条件下得到保证。

根据特性分析结果、设计仿真和 / 或技术特性得到的数据在表格的脚注中说明，并未在生产中进行测试。在特性分析基础上，最小值和最大值是通过样本测试后，取其平均值再加上或减去三倍的标准差 （平均值 ±3σ）得到。

6.1.2 典型值

除非特别说明，典型数据都是在 T_A = 25 °C、V_{DD} = 3.3 V 条件下测得的（针对 1.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V 电压范围。这些数据未经测试，仅供设计参考。

典型的 ADC 精度值是通过对一个标准扩散批次采样，在整个温度范围内执行特性分析确定的，其中 95% 的器件的误差小于或等于指定的值 （平均值 ±2σ）。

6.1.3 典型曲线

除非特别说明，否则所有典型曲线未经测试，仅供设计参考。

6.1.4 负载电容

图 20 中显示了用于测量引脚参数的负载条件。

6.1.5 引脚输入电压

图 21 中显示了器件引脚上输入电压的测量方法。

图 20. 引脚负载条件

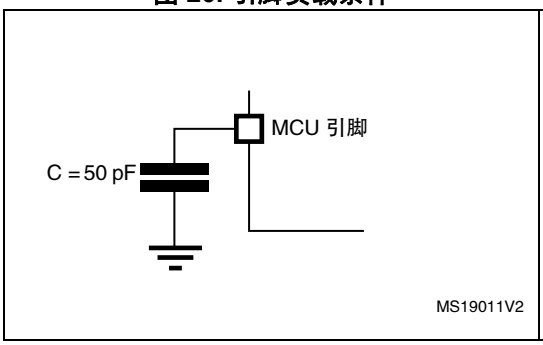
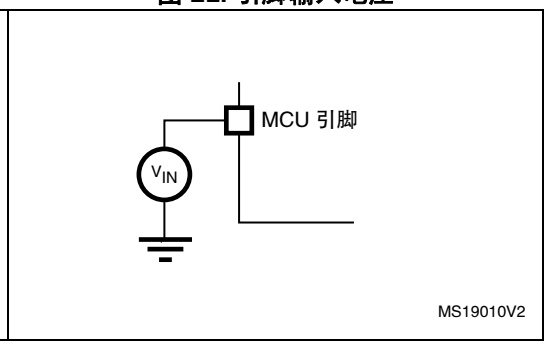


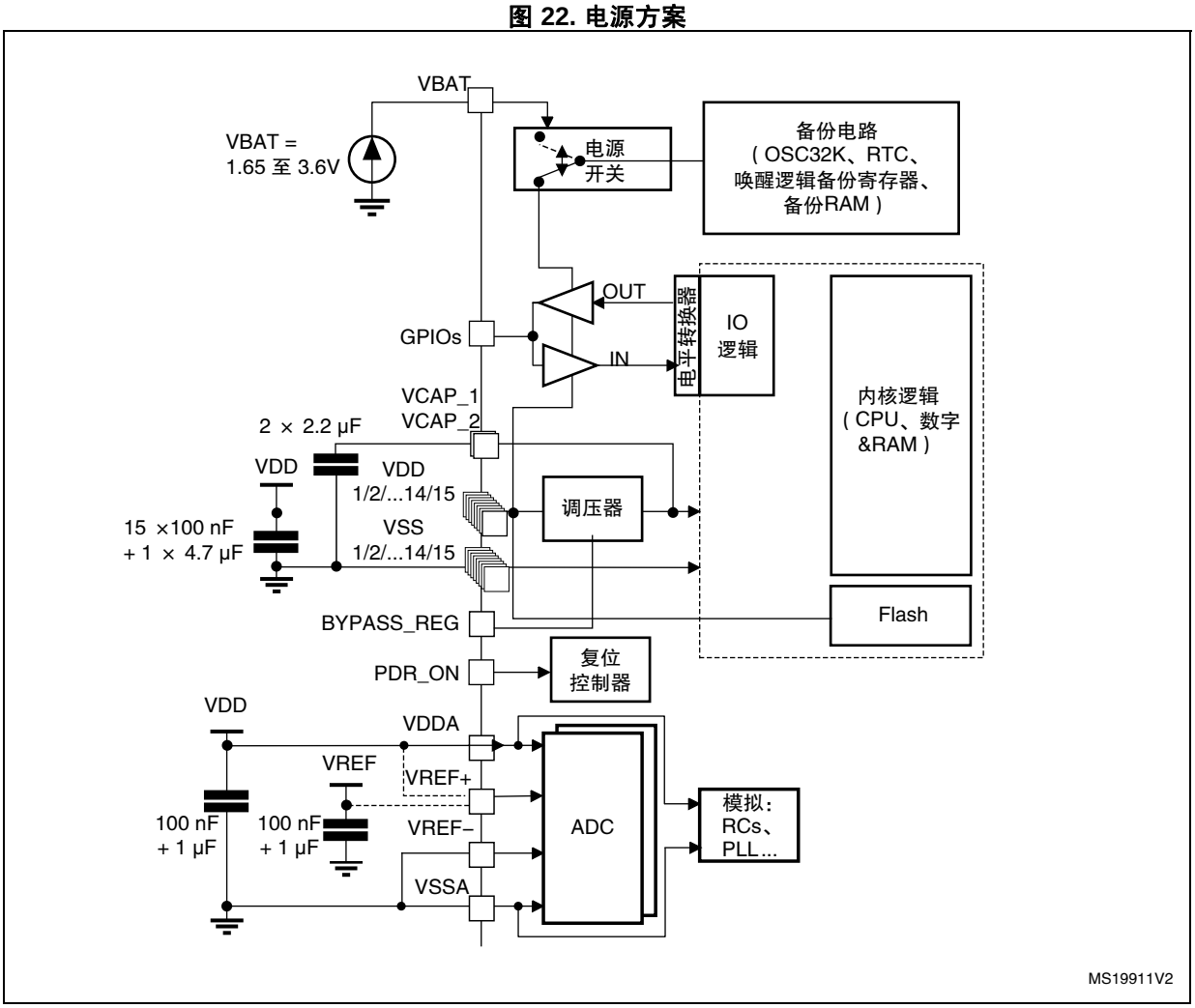
图 21. 引脚输入电压



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.1.6 电源方案

图 22. 电源方案



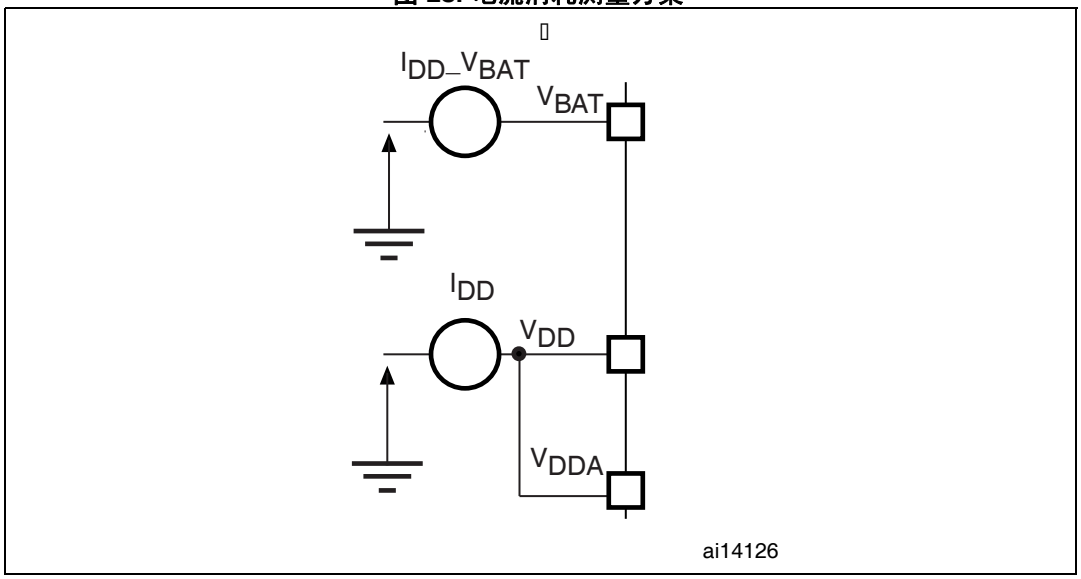
1. 若需连接 BYPASS_REG 和 PDR_ON 引脚，请参考*第 3.17 章节：电源监控器*和*第 3.18 章节：调压器*
2. 当调压器 OFF 时，应将两个 2.2 µF 陶瓷电容替换为两个 100 nF 去耦电容。
3. 4.7 µF 陶瓷电容必须连至 V_{DD} 引脚之一。
4. V_{DDA}=V_{DD} 和 V_{SSA}=V_{SS}。

注意： 每个电源对 （V_{DD}/V_{SS}， V_{DDA}/V_{SSA} ...）必须使用上述的滤波陶瓷电容去耦。这些电容必须尽量靠近或低于 PCB 下面的适当引脚，以确保器件正常工作。不建议去掉滤波电容来降低 PCB 尺寸或成本。这可能导致器件工作不正常。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.1.7 电流消耗测量

图 23. 电流消耗测量方案



6.2 绝对最大额定值

如果加在器件上的载荷超过*表 14: 电压特性*、*表 15: 电流特性* 和 *表 16: 热特性* 中列出的绝对最大额定值，则可能导致器件永久损坏。这些数值只是额定应力，并不意味着器件在这些条件下功能正常。长期工作在最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性。

表 14. 电压特性

符号	额定值	最小值	最大值	单位
V_{DD}–V_{SS}	外部主电源电压 （包括 V_{DDA}、 V_{DD} 和 VBAT）(1)	-0.3	4.0	V
V_{IN}	FT 引脚上的输入电压(2)	V_{SS}–0.3	V_{DD}+4.0	
	TTa 引脚上的输入电压	V_{SS}–0.3	4.0	
	任何其它引脚上的输入电压	V_{SS}–0.3	4.0	
	BOOT0 引脚上的输入电压	V_{SS}	9.0	
ΔV_{DDx}	不同 V_{DD} 电源引脚之间的电压变化	-	50	mV
$\lvert V_{SSX} - V_{SS} \rvert$	不同接地引脚之间的电压变化	-	50	
$V_{ESD(HBM)}$	静电放电电压 （人体模型）	请参见*第 6.3.15 章节：绝对最大额定值（电气敏感性）*		

1. 在允许的范围内，所有主电源 （V_{DD}、 V_{DDA}）和接地 （V_{SS}、 V_{SSA}）引脚必须始终连接到外部电源。
2. 必须始终遵循 V_{IN} 的最大值。有关允许的最大注入电流值的信息，请参见*表 15*。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 15. 电流特性

符号	额定值	最大值	单位
ΣI_{VDD}	流入所有 V_{DD_x} 电源线的总电流 （拉电流）(1)	270	mA
ΣI_{VSS}	流出所有 V_{SS_x} 接地线的总电流 （灌电流） (1)	-270	
I_{VDD}	流入每个 V_{DD_x} 电源线的最大电流 （拉电流） (1)	100	
I_{VSS}	流出每个 V_{SS_x} 接地线的最大电流 （灌电流） (1)	-100	
I_{IO}	任意 I/O 和控制引脚的输出灌电流	25	
	任意 I/O 和控制引脚的输出拉电流	-25	
ΣI_{IO}	所有 I/O 和控制引脚上的总输出灌电流 (2)	120	
	所有 I/O 和控制引脚上的总输出拉电流 (2)	-120	
$I_{INJ(PIN)}$ (3)	FT 引脚上的注入电流 (4)	–5/+0	
	NRST 和 BOOT0 引脚上的注入电流 (4)		
	TTa 引脚上的注入电流(5)	±5	
$\Sigma I_{INJ(PIN)}$(5)	所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流(6)	±25	

1. 在允许的范围内，所有主电源 （V_{DD}、 V_{DDA}）和接地 （V_{SS}、 V_{SSA}）引脚必须始终连接到外部电源。
2. 此电流消耗必须正确分布至所有I/O和控制引脚。总输出电流一定不能在参考高引脚数LQFP封装的两个连续电源引脚间灌/拉。
3. 反向注入电流会干扰器件的模拟性能。请参见*第 6.3.21 章节：12 位 ADC 特性*中的注释。
4. 这些 I/O 上无法正向注入，输入电压低于指定的最大值时也不会发生正向注入。
5. 当 $V_{IN}>V_{DDA}$ 时，会产生正向注入电流；当 $V_{IN}<V_{SS}$ 时，会产生反向注入电流。不得超出 $I_{INJ(PIN)}$。有关允许的最大输入电压值的信息，请参见*表 14*。
6. 当多个输入同时存在注入电流时，$\Sigma I_{INJ(PIN)}$ 的最大值等于正向注入电流和反向注入电流 （瞬时值）的绝对值之和。

表 16. 热特性

符号	额定值	数值	单位
T_{STG}	储存温度范围	–65 到 +150	°C
T_J	最大结温	125	°C

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3 工作条件

6.3.1 通用工作条件

表 17. 通用工作条件

符号	参数	条件(1)		最小值	典型值	最大值	单位
f_{HCLK}	内部 AHB 时钟频率	电源级别 3（PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x01），调压器 ON，超载 OFF		0	-	120	MHz
		电源级别 2（PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x10），调压器 ON	超载 OFF	0	-	144	
			超载 ON		-	168	
		电源级别 1（PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x11），调压器 ON	超载 OFF	0	-	168	
			超载 ON		-	180	
f_{PCLK1}	内部 APB1 时钟频率	超载 OFF		0	-	42	
		超载 ON		0	-	45	
f_{PCLK2}	内部 APB2 时钟频率	超载 OFF		0	-	84	
		超载 ON		0	-	90	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 17. 通用工作条件 （续）

符号	参数	条件(1)	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	标准工作电压		1.7(2)	-	3.6	V
V_{DDA}(3)(4)	模拟工作电压（ADC 限制在 1.2 M 采样）	必须与 V_{DD} 等电位(5)	1.7(2)	-	2.4	
	模拟工作电压（ADC 限制在 2.4 M 采样）		2.4	-	3.6	
V_{BAT}	备份工作电压		1.65	-	3.6	
V_{12}	调压器 ON：V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 引脚上的 1.2 V 内部电压	电源级别 3 （PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x01）， 120 MHz HCLK 最大频率	1.08	1.14	1.20	
		电源级别 2 （PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x10）， HCLK 最大频率在超载 OFF 时为 144 MHz，超载 ON 时为 168 MHz	1.20	1.26	1.32	
		电源级别 1 （PWR_CR 寄存器中的 VOS[1:0] 位 = 0x11）， HCLK 最大频率在超载 OFF 时为 168 MHz，超载 ON 时为 180 MHz	1.26	1.32	1.40	
	调压器 OFF：必须从外部调压器在 V_{CAP_1}/V_{CAP_2} 引脚上提供 1.2 V 外部电压(6)	最大频率 120 MHz	1.10	1.14	1.20	
		最大频率 144 MHz	1.20	1.26	1.32	
		最大频率 168 MHz	1.26	1.32	1.38	
V_{IN}	RST 和 FT 引脚上的输入电压(7)	2 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	–0.3	-	5.5	V
		V_{DD} ≤ 2 V	–0.3	-	5.2	
	TTa 引脚上的输入电压		–0.3	-	V_{DDA}+ 0.3	
	BOOT0 引脚上的输入电压		0	-	9	
P_D	T_A = 85 °C （后缀为 6）或 T_A = 105 °C （后缀为 7）时的功率耗散(8)	LQFP100	-	-	465	mΩ
		WLCSP143	-	-	641	
		LQFP144	-	-	500	
		UFBGA169	-	-	385	
		LQFP176	-	-	526	
		UFBGA176	-	-	513	
		LQFP208	-	-	1053	
		TFBGA216	-	-	690	
T_A	环境温度 （后缀为 6 的版本）	最大功率耗散	-40		85	°C
		低功率耗散(9)	-40		105	
	环境温度 （后缀为 7 的版本）	最大功率耗散	-40		105	°C
		低功率耗散 (9)	-40		125	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 17. 通用工作条件 （续）

符号	参数	条件(1)	最小值	典型值	最大值	单位
T_J	结温范围	后缀为 6 的版本	-40		105	°C
		后缀为 7 的版本	-40		125	

1. 在 1.7 至 2.1 V 的电压范围内不支持超载模式。
2. 使用外部电源监控器时，可达到 1.7 V 的 V_{DD}/V_{DDA} 最小值 （请参考*第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）。
3. 当使用 ADC 时，请参见*表 76: ADC 特性*。
4. 若存在 V_{REF+} 引脚，则必须考虑下述条件：V_{DDA}-V_{REF+} < 1.2 V。
5. 建议使用相同的电源为 V_{DD} 和 V_{DDA} 供电。在上电和掉电期间， V_{DD} 和 V_{DDA} 之间容许的最大差值为 300 mV。
6. 当内部调压器 OFF 时，不支持超载模式。
7. 要使电压保持在高于 VDD+0.3，必须禁止内部上拉 / 下拉电阻。
8. 如果 T_A 较低，只要 T_J 不超过 T_{Jmax} （参见），便允许更高的 P_D 值。
9. 在低功率耗散状态下，只要 T_J 不超过 T_{Jmax} （参见）， T_A 便可扩展到此范围。

表 18. 不同工作供电电压范围的限制

工作供电电压范围	ADC 运算	最大 Flash 访问频率，无等待状态 （$f_{Flashmax}$）	最大 HCLK 频率 vs Flash 等待状态 (1)(2)	I/O 运算	可能的 Flash 操作
V_{DD} =1.7 至 2.1 V(3)	转换时间高达 1.2 Msps	20 MHz(4)	168 MHz，有 8 个等待状态，超载 OFF	– 没有 I/O 补偿	仅 8 位擦除和编程操作
V_{DD} = 2.1 至 2.4 V	转换时间高达 1.2 Msps	22 MHz	180 MHz，有 8 个等待状态，超载 ON	– 没有 I/O 补偿	16 位擦除和编程操作
V_{DD} = 2.4 至 2.7 V	转换时间高达 2.4 Msps	24 MHz	180 MHz，有 7 个等待状态，超载 ON	– 有 I/O 补偿	16 位擦除和编程操作
V_{DD} = 2.7 至 3.6 V(5)	转换时间高达 2.4 Msps	30 MHz	180 MHz，有 5 个等待状态，超载 ON	– 有 I/O 补偿	32 位擦除和编程操作

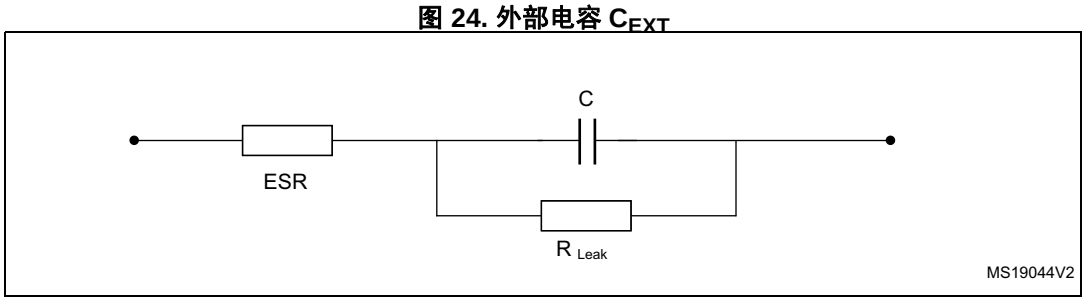
1. 仅当从 Flash 执行代码时可用。当从 RAM 执行代码时，无需等待状态。
2. 得益于 ART 加速器和 128 位 Flash，这里给出的等待状态数目不影响从 Flash 的执行速度，原因是 ART 加速器可达到等效于 0 等待状态程序执行的性能。
3. 使用外部电源监控器时，可达到 1.7 V 的 V_{DD}/V_{DDA} 最小值 （请参考*第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）。
4. 预取不可用。
5. USB 全速 PHY 的电压范围可低至 2.7 V。然而 D- 和 D+ 引脚的电气特性在 2.7 至 3 V 间会变差。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.2 VCAP1/VCAP2 外部电容

主调压器的稳定性是通过将外部电容 C_{EXT} 连接到 VCAP1/VCAP2 引脚实现的。C_{EXT} 在*表 19* 中说明。

图 24. 外部电容 C_{EXT}



1. 图例：ESR 为等效串联电阻。

表 19. VCAP1/VCAP2 工作条件(1)

符号	参数	条件
CEXT	外部电容的电容值	2.2 µF
ESR	外部电容的 ESR	< 2 Ω

1. 当旁路调压器时，不需要两个 2.2 µF 的 V_{CAP} 电容，应将其替换为两个 100 nF 的去耦电容。

6.3.3 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器开）

T_A 服从一般工作条件。

表 20. 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器开）

符号	参数	最小值	最大值	单位
t_{VDD}	V_{DD} 上升时间速率	20	∞	µs/V
	V_{DD} 下降时间速率	20	∞	

6.3.4 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器关）

T_A 服从一般工作条件。

表 21. 上电 / 掉电时的工作条件 （稳压器关）(1)

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t_{VDD}	V_{DD} 上升时间速率	上电	20	∞	µs/V
	V_{DD} 下降时间速率	掉电	20	∞	
t_{VCAP}	V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 上升时间速率	上电	20	∞	
	V_{CAP_1} 和 V_{CAP_2} 下降时间速率	掉电	20	∞	

1. 为在掉电时复位内部逻辑，必须当 V_{DD} 低于 1.08 V 时在 PA0 引脚上应用复位。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.5 复位和电源控制模块特性

表 22 中给出的参数是在*表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

表 22. 复位和电源控制模块特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{PVD}	可编程电压检测器的电平选择	PLS[2:0]=000 （上升沿）	2.09	2.14	2.19	V
		PLS[2:0]=000 （下降沿）	1.98	2.04	2.08	V
		PLS[2:0]=001 （上升沿）	2.23	2.30	2.37	V
		PLS[2:0]=001 （下降沿）	2.13	2.19	2.25	V
		PLS[2:0]=010 （上升沿）	2.39	2.45	2.51	V
		PLS[2:0]=010 （下降沿）	2.29	2.35	2.39	V
		PLS[2:0]=011 （上升沿）	2.54	2.60	2.65	V
		PLS[2:0]=011 （下降沿）	2.44	2.51	2.56	V
		PLS[2:0]=100 （上升沿）	2.70	2.76	2.82	V
		PLS[2:0]=100 （下降沿）	2.59	2.66	2.71	V
		PLS[2:0]=101 （上升沿）	2.86	2.93	2.99	V
		PLS[2:0]=101 （下降沿）	2.65	2.84	3.02	V
		PLS[2:0]=110 （上升沿）	2.96	3.03	3.10	V
		PLS[2:0]=110 （下降沿）	2.85	2.93	2.99	V
		PLS[2:0]=111 （上升沿）	3.07	3.14	3.21	V
		PLS[2:0]=111 （下降沿）	2.95	3.03	3.09	V
$V_{PVDhyst}$(1)	PVD 迟滞		-	100	-	mV
$V_{POR/PDR}$	上电 / 掉电复位阈值	下降沿	1.60	1.68	1.76	V
		上升沿	1.64	1.72	1.80	V
$V_{PDRhyst}$(1)	PDR 迟滞		-	40	-	mV
V_{BOR1}	1 级欠压门限	下降沿	2.13	2.19	2.24	V
		上升沿	2.23	2.29	2.33	V
V_{BOR2}	2 级欠压门限	下降沿	2.44	2.50	2.56	V
		上升沿	2.53	2.59	2.63	V
V_{BOR3}	3 级欠压门限	下降沿	2.75	2.83	2.88	V
		上升沿	2.85	2.92	2.97	V
$V_{BORhyst}$(1)	BOR 迟滞		-	100	-	mV
$T_{RSTTEMPO}$(1)(2)	POR 复位持续时间		0.5	1.5	3.0	ms

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 22. 复位和电源控制模块特性 （续）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{RUSH}(1)	调压器上电时的浪涌电流 （POR 或从待机唤醒）		-	160	200	mA
E_{RUSH}(1)	调压器上电时的浪涌功率 （POR 或从待机唤醒）	V_{DD} = 1.7 V， T_A = 105 °C，I_{RUSH} = 171 mA，持续 31 µs	-	-	5.4	µC

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 复位持续时间的测量方法为从上电 （POR 复位或从 V_{BAT} 唤醒）到用户应用代码读取第一条指令的时刻。

6.3.6 超载切换特性

当超载模式从启用切换到禁用，或从禁用切换到启用时，在内部电压建立期间系统时钟停止。

表 23 中给出了超载开关特性。它们服从 T_A 的通用工作条件。

表 23. 超载切换特性(1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Tod_swen	Over_drive 切换启用时间	HSI	-	45	-	µs
		HSE 最大 4 MHz，最小 26 MHz	45	-	100	
		外部 HSE 50 MHz	-	40	-	
Tod_swdis	Over_drive 切换禁用时间	HSI	-	20	-	
		HSE 最大 4 MHz，最小 26 MHz。	20	-	80	
		外部 HSE 50 MHz	-	15	-	

1. 由设计保证，未经生产测试。

6.3.7 供电电流特性

电流消耗受多个参数和因素影响，其中包括工作电压、环境温度、I/O 引脚负载、器件软件配置、工作频率、 I/O 引脚开关速率、程序在存储器中的位置以及执行的二进制代码等。

*图 23: 电流消耗测量方案*中介绍了电流消耗的测量方法。

本节所述各种运行模式下的电流消耗测量值都通过一套精简代码得出，利用这套代码与 CoreMark 代码得出的消耗相同。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

典型和最大电流消耗

MCU 处于下述条件下：

- 所有 I/O 引脚都处于输入模式， V_{DD} 或 V_{SS} 上为静态值 （无负载）。
- 所有的外设都处于禁止状态，有明确说明时除外。
- Flash 访问时间调整至 f_{HCLK} 频率和 V_{DD} 范围（请参见*表 18: 不同工作供电电压范围的限制*）。
- 调压器 ON
- 电压缩放和超载模式如下调节至 f_{HCLK} 频率：
  - 级别 3 用于 $f_{HCLK} \leqslant 120$ MHz
  - 级别 2 用于 120 MHz < $f_{HCLK} \leqslant 144$ MHz
  - 级别 1 用于 144 MHz < $f_{HCLK} \leqslant 180$ MHz。超载仅在 180 MHz 为 ON。
- 系统时钟为 HCLK， $f_{PCLK1} = f_{HCLK}/4$， $f_{PCLK2} = f_{HCLK}/2$。
- 外部时钟频率为 4 MHz，当 $f_{HCLK} > 25$ MHz 时， PLL 开启。
- 除非特别说明，V_{DD} = 3.6 V，最大环境温度（T_A）时达到最大值，典型值为 T_A= 25 °C，V_{DD} = 3.3 V。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 24. 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码从 Flash （启用除预取之外的 ART 加速器）或 RAM 运行(1)

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	典型值	最大值(2)			单位
					T_A = 25 ℃	T_A = 85 ℃	T_A = 105 ℃	
I_{DD}	运行模式下的供电电流	使能所有外设(3)(4)	180	98	104(5)	123(5)	141(5)	mA
			168	89	98(5)	116(5)	133(5)	
			150	75	84	100	115	
			144	72	81	96	112	
			120	54	58	72	85	
			90	43	45	56	66	
			60	29	30	38	45	
			30	16	20	34	46	
			25	13	16	30	43	
			16	11	13	27	39	
			8	5	9	23	36	
			4	4	8	21	34	
			2	2	7	20	33	
		禁止所有外设 (3)	180	44	47(5)	69(5)	87(5)	
			168	41	45(5)	66(5)	83(5)	
			150	36	39	57	73	
			144	33	37	56	72	
			120	25	29	43	56	
			90	20	21	32	41	
			60	14	15	22	28	
			30	8	8	12	26	
			25	7	7	10	24	
			16	7	6.5	9	22	
			8	3	3.4	7	21	
			4	3	2.7	6	20	
			2	2	2.4	6	20	

1. 使用 boot 引脚从 SRAM1 运行代码和数据处理。
2. 由特性分析结果保证，未经生产测试。
3. 当 ADC、 DAC、 HSE、 LSE、 HSI、 LSI 等模拟外设块为 ON 时，应考虑额外功耗。
4. 当 ADC 为 ON 时 （ADC_CR2 寄存器中的 ADON 位置位），对于模拟部分，每 ADC 会增加 1.6 mA 的功耗。
5. 由生产测试保证。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 25. 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码从 Flash （禁止 ART 加速器）运行

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	典型值	最大值(1)			单位
					TA= 25 °C	TA=85 °C	TA=105 °C	
I_{DD}	运行模式下的供电电流	使能所有外设(2)(3)	180	103	112	140	151	mA
			168	98	107	126	144	
			150	87	95	112	128	
			144	85	92	108	124	
			120	66	71	85	99	
			90	54	58	69	80	
			60	37	39	47	55	
			30	20	24	39	51	
			25	17	21	35	48	
			16	12	16	30	42	
			8	7	11	24	37	
			4	5	8	22	35	
			2	3	7	21	34	
		禁止所有外设(3)	180	57	62	87	106	
			168	50	54	76	93	
			150	46	50	70	86	
			144	45	49	68	84	
			120	36	41	56	69	
			90	29	34	46	57	
			60	21	24	33	41	
			30	13	17	31	44	
			25	11	15	28	41	
			16	8	12	25	38	
			8	5	9	23	35	
			4	4	7	21	34	
			2	3	6.5	20	33	

1. 除非特别说明，由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. 当 ADC、 DAC、 HSE、 LSE、 HSI、 LSI 等模拟外设块为 ON 时，应考虑额外功耗。
3. 当 ADC 为 ON 时 （ADC_CR2 寄存器中的 ADON 位置位），对于模拟部分，每 ADC 会增加 1.6 mA 的功耗。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 26. 睡眠模式的典型和最大电流消耗

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	典型值	最大值(1)			单位
					T_A = 25 ℃	T_A = 85 ℃	T_A = 105 ℃	
I_{DD}	睡眠模式下的供电电流	使能所有外设(2)	180	78	89(3)	110(3)	130(3)	mA
			168	66	75(3)	93(3)	110(3)	
			150	56	61	80	96	
			144	54	58	78	94	
			120	40	44	59	72	
			90	32	34	46	56	
			60	22	23	31	38	
			30	10	16	30	43	
			25	9	14	28	40	
			16	5	12	25	40	
			8	3	8	22	35	
			4	3	7	21	34	
			2	2	6.5	20	33	
		禁止所有外设	180	21	26(3)	54(3)	76(3)	
			168	16	20(3)	41(3)	58(3)	
			150	14	17	36	52	
			144	13	16.5	35	51	
			120	10	14	28	41	
			90	8	13	26	37	
			60	6	9	17	25	
			30	5	8	22	35	
			25	3	7	21	34	
			16	3	7	21	34	
			8	2	6	20	33	
			4	2	6	20	33	
			2	2	6	20	33	

1. 除非特别说明，由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. 当 ADC、 DAC、 HSE、 LSE、 HSI、 LSI 等模拟外设块为 ON 时，应考虑额外功耗。
3. 通过特性分析确定，经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 27. 停止模式的典型和最大电流消耗

符号	参数	条件	典型值	最大值(1)			单位
				V_{DD} = 3.6 V			
			T_A = 25 ℃	T_A = 25 ℃	T_A = 85 ℃	T_A = 105 ℃	
$I_{DD_STOP_NM}$（正常模式）	供电电流处于停止模式，调压器处于主调压器模式	Flash 处于停止模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.40	1.50	14.00	25.00	mA
		Flash 处于深掉电模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.35	1.50	14.00	25.00	
	供电电流处于停止模式，调压器处于低功耗调压器模式	Flash 处于停止模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.29	1.10	10.00	18.00	
		Flash 处于深掉电模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.23	1.10	10.00	18.00	
$I_{DD_STOP_UDM}$（低载模式）	供电电流处于停止模式，调压器处于主调压器和低载模式	Flash 处于深掉电模式，主调压器处于低载模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.19	0.50	6.00	9.00	
	供电电流处于停止模式，调压器处于低功耗调压器和低载模式	Flash 处于深掉电模式，低功耗调压器处于低载模式，所有振荡器 OFF，无独立看门狗	0.12	0.40	4.00	7.00	

1. 数据通过特性分析确定，经生产测试。

表 28. 待机模式的典型和最大电流消耗

符号	参数	条件	典型值(1)			最大值(2)			单位
			T_A = 25 ℃			T_A = 25 ℃	T_A = 85 ℃	T_A = 105 ℃	
			V_{DD} = 1.7 V	V_{DD}= 2.4 V	V_{DD} = 3.3 V	V_{DD} = 3.6 V			
I_{DD_STBY}	待机模式下的供电电流	备份 SRAM ON，低速振荡器（LSE）和 RTC ON	2.80	3.00	3.60	7.00	19.00	36.00	μA
		备份 SRAM OFF，低速振荡器 （LSE）和 RTC ON	2.30	2.60	3.10	6.00	16.00	31.00	
		备份 SRAM ON，RTC 和 LSE OFF	2.30	2.50	2.90	6.00(3)	18.00(3)	35.00(3)	
		备份 SRAM OFF， RTC 和 LSE OFF	1.70	1.90	2.20	5.00(3)	15.00(3)	30.00(3)	

1. 当 PDR OFF 时 （内部复位 OFF），典型电流消耗降低 1.2 μA。
2. 除非特别说明，基于特性分析结果，未经生产测试。
3. 通过特性分析确定，经生产测试。

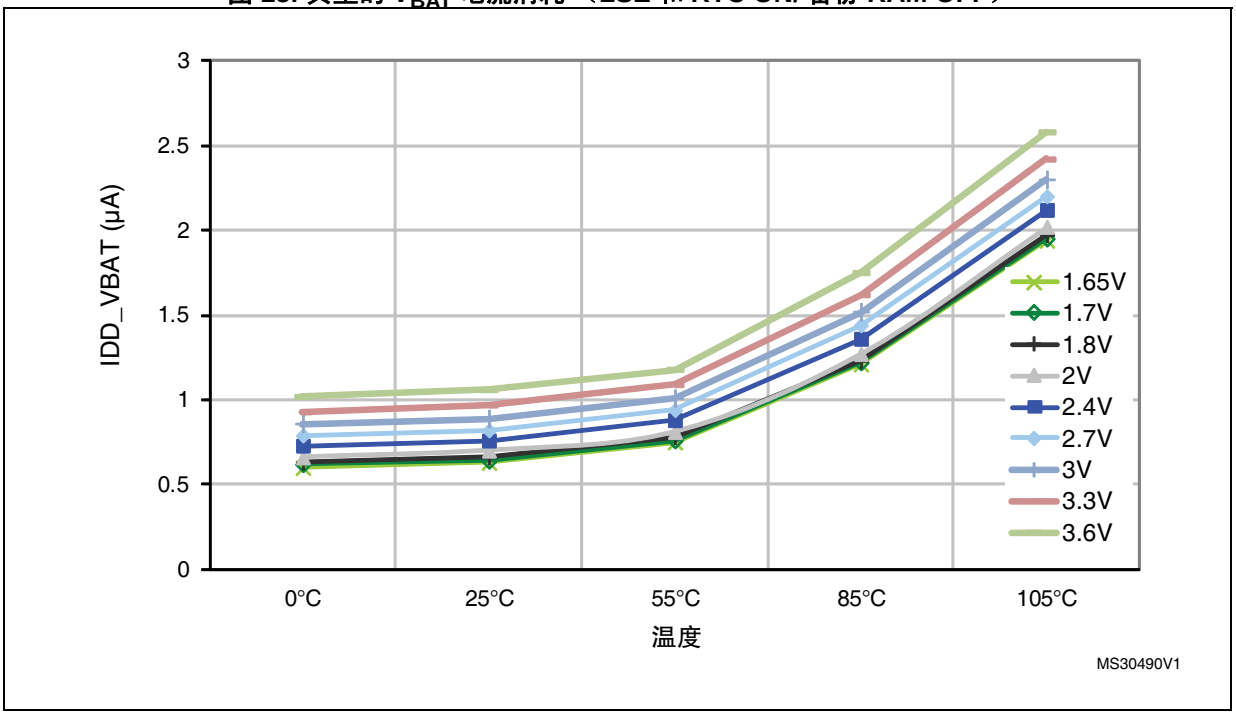
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 29. V_{BAT} 模式的典型和最大电流消耗

符号	参数	条件(1)	典型值			最大值(2)		单位
			T_A = 25 ℃			T_A = 85 ℃	T_A = 105 ℃	
			V_{BAT} = 1.7 V	V_{BAT}= 2.4 V	V_{BAT} = 3.3 V	V_{BAT} = 3.6 V		
I_{DD_VBAT}	备份域的供电电流	备份 SRAM ON，低速振荡器（LSE）和 RTC ON	1.28	1.40	1.62	6	11	μA
		备份 SRAM OFF，低速振荡器（LSE）和 RTC ON	0.66	0.76	0.97	3	5	
		备份 SRAM ON， RTC 和 LSE OFF	0.70	0.72	0.74	5	10	
		备份 SRAM OFF， RTC 和 LSE OFF	0.10	0.10	0.10	2	4	

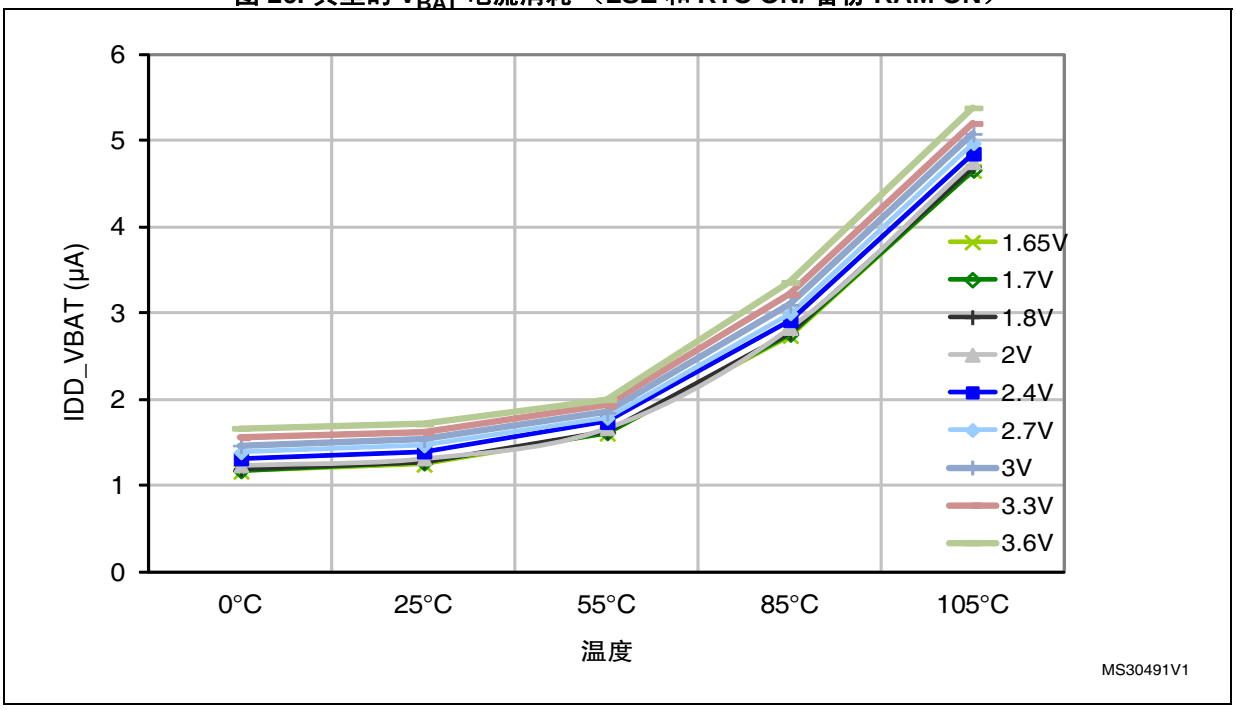
1. 使用的晶振：Abracon ABS07-120-32.768 kHz-T，配有典型值为 6 pF 的 C_L。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

图 25. 典型的 V_{BAT} 电流消耗 （LSE 和 RTC ON/ 备份 RAM OFF）



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 26. 典型的 V_{BAT} 电流消耗 （LSE 和 RTC ON/ 备份 RAM ON）



额外电流消耗

MCU 处于下述条件下：

- 所有 I/O 引脚都配置为模拟模式。
- Flash 访问时间调整为 fHCLK 频率。
- 电压缩放如下调整为 fHCLK 频率：
  - 级别 3 用于 $f_{HCLK} \leqslant 120$ MHz，
  - 级别 2 用于 120 MHz < $f_{HCLK} \leqslant 144$ MHz
  - 级别 1 用于 144 MHz < $f_{HCLK} \leqslant 180$ MHz。超载仅在 180 MHz 为 ON。
- 系统时钟为 HCLK， $f_{PCLK1} = f_{HCLK}/4$， $f_{PCLK2} = f_{HCLK}/2$。
- HSE 晶振时钟频率为 25 MHz。
- 当调压器 OFF 时，由外部提供 V12，如*表 17: 通用工作条件*中所述
- T_A= 25 °C .

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 30. 运行模式的典型电流消耗，数据处理代码
从 Flash 或 RAM 运行，调压器 ON （启用除预取之外的 ART 加速器）， V_{DD}=1.7 V(1)

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	典型值	单位
I_{DD}	RUN 模式的 V_{DD} 供电电流	使能所有外设	168	88.2	mA
			150	74.3	
			144	71.3	
			120	52.9	
			90	42.6	
			60	28.6	
			30	15.7	
			25	12.3	
		禁止所有外设	168	40.6	
			150	30.6	
			144	32.6	
			120	24.7	
			90	19.7	
			60	13.6	
			30	7.7	
			25	6.7	

1. 当启用外设时，不包括对应于外设模拟部分的功耗 （如 ADC 或 DAC）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 31. 运行模式下的典型电流消耗，数据处理代码
从 Flash 运行，调压器 OFF （启用除预取之外的 ART 加速器）(1)

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	VDD=3.3 V		VDD=1.7 V		单位
				I_{DD12}	I_{DD}	I_{DD12}	I_{DD}	
I_{DD12} / I_{DD}	RUN 模式的 V_{12} 和 V_{DD} 供电电流	使能所有外设	168	77.8	1.3	76.8	1.0	mA
			150	70.8	1.3	69.8	1.0	
			144	64.5	1.3	63.6	1.0	
			120	49.9	1.2	49.3	0.9	
			90	39.2	1.3	38.7	1.0	
			60	27.2	1.2	26.8	0.9	
			30	15.6	1.2	15.4	0.9	
			25	13.6	1.2	13.5	0.9	
		禁止所有外设	168	38.2	1.3	37.0	1.0	
			150	34.6	1.3	33.4	1.0	
			144	31.3	1.3	30.3	1.0	
			120	24.0	1.2	23.2	0.9	
			90	18.1	1.4	18.0	1.0	
			60	12.9	1.2	12.5	0.9	
			30	7.2	1.2	6.9	0.9	
			25	6.3	1.2	6.1	0.9	

1. 当启用外设时，不包括对应于外设模拟部分的功耗 （如 ADC 或 DAC）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 32. 睡眠模式，调压器 ON， V_{DD}=1.7 V 的典型电流消耗(1)

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	典型值	单位
I_{DD}	睡眠模式的 V_{DD} 供电电流	使能所有外设	168	65.5	mA
			150	55.5	
			144	53.5	
			120	39.0	
			90	31.6	
			60	21.7	
			30	9.8	
			25	8.8	
		禁止所有外设	168	15.7	
			150	13.7	
			144	12.7	
			120	9.7	
			90	7.7	
			60	5.7	
			30	4.7	
			25	2.8	

1. 当启用外设时，不包括对应于外设模拟部分的功耗 （如 ADC 或 DAC）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 33. 睡眠模式，调压器 OFF 的典型电流消耗(1)

符号	参数	条件	f_{HCLK} (MHz)	VDD=3.3 V		VDD=1.7 V		单位
				I_{DD12}	I_{DD}	I_{DD12}	I_{DD}	
I_{DD12}/I_{DD}	睡眠模式的 V_{12} 和 V_{DD} 供电电流	使能所有外设	180	61.5	1.4	-	-	mA
			168	59.4	1.3	59.4	1.0	
			150	53.9	1.3	53.9	1.0	
			144	49.0	1.3	49.0	1.0	
			120	38.0	1.2	38.0	0.9	
			90	29.3	1.4	29.3	1.1	
			60	20.2	1.2	20.2	0.9	
			30	11.9	1.2	11.9	0.9	
			25	10.4	1.2	10.4	0.9	
		禁止所有外设	180	14.9	1.4	-	-	
			168	14.0	1.3	14.0	1.0	
			150	12.6	1.3	12.6	1.0	
			144	11.5	1.3	11.5	1.0	
			120	8.7	1.2	8.7	0.9	
			90	7.1	1.4	7.1	1.1	
			60	5.0	1.2	5.0	0.9	
			30	3.1	1.2	3.1	0.9	
			25	2.8	1.2	2.8	0.9	

1. 当启用外设时，不包括对应于外设模拟部分的功耗 （如 ADC 或 DAC）。

I/O 系统电流消耗

I/O 系统的电流消耗有两部分：静态和动态。

I/O 静态电流消耗

所有用作带上拉电阻输入的 I/O 都会在引脚外部保持为低时产生电流消耗。此电流消耗的值可通过使用*表 56: I/O 静态特性*中给出的上拉 / 下拉电阻值简单算出。

对于输出引脚，还必须考虑任何外部下拉电阻或外部负载以估计电流消耗。

若外部施加了中间电平，则额外的 I/O 电流消耗是因为配置为输入的 I/O。此电流消耗是由用于区分输入值的输入施密特触发器电路导致。除非应用需要此特定配置，否则可通过将这些 I/O 配置为模拟模式以避免此供电电流消耗。ADC 输入引脚应配置为模拟输入就是这种情况。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

注意： 任何浮空的输入引脚都可能由于外部电磁噪声，成为中间电平或意外切换。为防止浮空引脚相关的电流消耗，它们必须配置为模拟模式，或内部强制为确定的数字值。这可通过使用上拉 / 下拉电阻或将引脚配置为输出模式做到。

I/O 动态电流消耗

除了内部外设的电流消耗（请参见*表 35: 外设电流消耗*），应用所使用的 I/O 也对电流消耗有贡献。当 I/O 引脚切换时，它使用 MCU 供电电压的电流为 I/O 引脚电路供电，并对连至该引脚的 （内部或外部）容性负载充电 / 放电：

$$I_{SW} = V_{DD} \times f_{SW} \times C$$

其中

I_{SW} 为切换 I/O 对容性负载充电 / 放电的灌电流

V_{DD} 为 MCU 供电电压

f_{SW} 为 I/O 切换频率

C 为 I/O 引脚看到的总电容：$C = C_{INT} + C_{EXT}$

测试引脚配置为推挽输出模式，由软件以固定频率切换。

表 34. 切换输出 I/O 电流消耗(1)

符号	参数	条件	I/O 切换频率 （fsw）	典型值	单位
I_{DDIO}	I/O 切换电流	V_{DD} = 3.3 V C= C_{INT}(2)	2 MHz	0.0	mA
			8 MHz	0.2	
			25 MHz	0.6	
			50 MHz	1.1	
			60 MHz	1.3	
			84 MHz	1.8	
			90 MHz	1.9	
		V_{DD} = 3.3 V C_{EXT} = 0 pF C = C_{INT} + C_{EXT} + C_S	2 MHz	0.1	
			8 MHz	0.4	
			25 MHz	1.23	
			50 MHz	2.43	
			60 MHz	2.93	
			84 MHz	3.86	
			90 MHz	4.07	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 34. 切换输出 I/O 电流消耗(1) （续）

符号	参数	条件	I/O 切换频率 （fsw）	典型值	单位
I_{DDIO}	I/O 切换电流	V_{DD} = 3.3 V C_{EXT} = 10 pF C = C_{INT} + C_{EXT} + C_S	2 MHz	0.18	mA
			8 MHz	0.67	
			25 MHz	2.09	
			50 MHz	3.6	
			60 MHz	4.5	
			84 MHz	7.8	
			90 MHz	9.8	
		V_{DD} = 3.3 V C_{EXT} = 22 pF C = C_{INT} + C_{EXT} + C_S	2 MHz	0.26	
			8 MHz	1.01	
			25 MHz	3.14	
			50 MHz	6.39	
			60 MHz	10.68	
		V_{DD} = 3.3 V C_{EXT} = 33 pF C = C_{INT} + Cext + C_S	2 MHz	0.33	
			8 MHz	1.29	
			25 MHz	4.23	
			50 MHz	11.02	

1. C_S 为 PCB 板电容，包括板引脚。 C_S = 7 pF （估计值）。
2. 此测试通过切断 LQFP176 封装引脚执行 （移除板）。

片上外设电流消耗

MCU 处于下述条件下：

- 在启动时，所有 I/O 引脚都为模拟输入配置。
- 所有外设都处于禁止状态，另有说明时除外。
- I/O 补偿单元上电 （使能）。
- ART 加速器为 ON。
- 选择级别 1 模式，内部数字电压 V12 = 1.32 V。
- HCLK 为系统时钟。 $f_{PCLK1} = f_{HCLK}/4$ 和 $f_{PCLK2} = f_{HCLK}/2$。
  给出的数值通过测量电流消耗差计算得出
  - 关闭所有外设的时钟
  - 只开启一个外设的时钟
  - f_{HCLK} = 180 MHz （级别 1 + 超载 ON）， f_{HCLK} = 144 MHz （级别 2），f_{HCLK} = 120 MHz （级别 3） "
- 环境工作温度为 25 °C， V_{DD}=3.3 V。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 35. 外设电流消耗

外设		I_{DD}（典型值）(1)			单位
		级别 1	级别 2	级别 3	
AHB1（高达 180 MHz）	GPIOA	2.50	2.36	2.08	μA/MHz
	GPIOB	2.56	2.36	2.08	
	GPIOC	2.44	2.29	2.00	
	GPIOD	2.50	2.36	2.08	
	GPIOE	2.44	2.29	2.00	
	GPIOF	2.44	2.29	2.00	
	GPIOG	2.39	2.22	2.00	
	GPIOH	2.33	2.15	1.92	
	GPIOI	2.39	2.22	2.00	
	GPIOJ	2.33	2.15	1.92	
	GPIOK	2.33	2.15	1.92	
	OTG_HS+ULPI	27.00	24.86	21.92	
	CRC	0.44	0.42	0.33	
	BKPSRAM	0.78	0.69	0.58	
	DMA1	25.33	23.26	20.50	
	DMA2	24.72	22.71	20.00	
	DMA2D	28.50	26.32	23.33	
	ETH_MAC ETH_MAC_TX ETH_MAC_RX ETH_MAC_PTP	21.56	20.07	17.75	
AHB2（高达 180 MHz）	OTG_FS	25.67	26.67	23.58	μA/MHz
	DCMI	3.72	3.40	3.00	
	RNG	2.28	2.36	2.17	
AHB3（高达 180 MHz）	FMC	21.39	19.79	17.50	μA/MHz
总线矩阵(2)		14.06	13.19	11.75	μA/MHz

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 35. 外设电流消耗 （续）

外设		I_{DD} （典型值）(1)			单位
		级别 1	级别 2	级别 3	
APB1 （高达 45 MHz）	TIM2	17.56	16.42	14.47	μA/MHz
	TIM3	14.22	13.36	11.80	
	TIM4	14.89	13.64	12.13	
	TIM5	17.33	16.42	14.47	
	TIM6	2.89	2.53	2.47	
	TIM7	3.11	2.81	2.47	
	TIM12	7.33	6.97	6.13	
	TIM13	4.89	4.47	4.13	
	TIM14	5.56	5.31	4.80	
	PWR	11.11	10.31	9.13	
	USART2	4.22	3.92	3.47	
	USART3	4.44	4.19	3.80	
	UART4	4.00	3.92	3.47	
	UART5	4.00	3.92	3.47	
	UART7	4.00	3.92	3.47	
	UART8	3.78	3.92	3.47	
	I2C1	4.00	3.92	3.47	
	I2C2	4.00	3.92	3.47	
	I2C3	4.00	3.92	3.47	
	SPI2(3)	3.11	3.08	2.80	
	SPI3(3)	3.56	3.36	3.13	
	I2S2	2.89	2.81	2.47	
	I2S3	3.33	3.08	2.80	
	CAN1	6.89	6.42	5.80	
	CAN2	6.67	6.14	5.47	
	DAC(4)	2.89	2.25	2.13	
	WWDG	0.89	0.86	0.80	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 35. 外设电流消耗 （续）

外设		I_{DD} （典型值）(1)			单位
		级别 1	级别 2	级别 3	
APB2 （高达 90 MHz）	SDIO	8.11	8.75	7.83	μA/MHz
	TIM1	17.11	15.97	14.17	
	TIM8	17.33	16.11	14.33	
	TIM9	7.22	6.67	6.00	
	TIM10	4.56	4.31	3.83	
	TIM11	4.78	4.44	4.00	
	ADC1(5)	4.67	4.31	3.83	
	ADC2(5)	4.78	4.44	4.00	
	ADC3(5)	4.56	4.17	3.67	
	SPI1	1.44	1.39	1.17	
	USART1	4.00	3.75	3.33	
	USART6	4.00	3.75	3.33	
	SPI4	1.44	1.39	1.17	
	SPI5	1.44	1.39	1.17	
	SPI6	1.44	1.39	1.17	
	SYSCFG	0.78	0.69	0.67	
	LCD_TFT	39.89	37.22	33.17	
	SAI1	3.78	3.47	3.17	

1. 当 I/O 补偿单元为 ON 时， I_{DD} 典型值增加 0.22 mA。
2. 当至少有一个主设备为 ON 时，总线矩阵自动激活。
3. 若需启用 I2S 外设，首先设置 I2SMOD 位，然后是 SPI_I2SCFGR 寄存器中的 I2SE 位。
4. 当DAC为ON且DAC_CR寄存器中的EN1/2位置位时，每个DAC通道的模拟部分会增加额外的0.8 mA功耗。
5. 当 ADC 为 ON 时（ADC_CR2 寄存器中的 ADON 位置位），对于模拟部分，每 ADC 会增加 1.6 mA 的功耗。

6.3.8 低功耗模式唤醒时序

表 36 中给出的唤醒时间测量方法为，从唤醒事件触发至 CPU 执行的第一条指令：

- 对于停止或睡眠模式：唤醒事件为 WFE。
- WKUP （PA0）引脚用于从待机、停止、睡眠模式唤醒。

所有时序均在环境温度及 V_{DD}=3.3 V 测试得出。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 36. 低功耗模式唤醒时间

符号	参数	条件	典型值(1)	最大值 (1)	单位
$t_{WUSLEEP}$(2)	从睡眠唤醒	-	6	-	CPU 时钟周期
t_{WUSTOP}(2)	从停止模式唤醒， MR/LP 调压器处于正常模式	主调压器为 ON	13.6	-	μs
		主调压器为 ON， Flash 处于深掉电模式	93	111	
		低功耗调压器为 ON	22	32	
		低功耗调压器为 ON， Flash 处于深掉电模式	103	126	
t_{WUSTOP}(2)	从停止模式唤醒， MR/LP 调压器处于低载模式	主调压器处于低载模式 （Flash 处于深掉电模式）	125	155	
		低功耗调压器处于低载模式 （Flash 处于深掉电模式）	105	128	
tWUSTDBY (2)(3)	从待机模式唤醒		318	412	

1. 通过特性分析确定，未经生产测试。
2. 唤醒时间的测量从触发唤醒事件开始，到应用程序代码读取第一条指令为止。
3. $t_{WUSTDBY}$ 最大值在 –40 °C 给出。

6.3.9 外部时钟源特性

外部源产生的高速外部用户时钟

在旁路模式， HSE 振荡器关闭，输入引脚为标准 I/O。外部时钟信号必须考虑*表 56: I/O 静态特性*。然而，建议的时钟输入波形示于*图 27* 中。

表 37 中给出的特性是使用高速外部时钟源在*表 17* 中汇总的环境温度和电源电压条件下测得的。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 37. 高速外部用户时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSE_ext}	用户外部时钟源频率 (1)		1	-	50	MHz
V_{HSEH}	OSC_IN 输入引脚高电平电压		$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	V
V_{HSEL}	OSC_IN 输入引脚低电平电压		V_{SS}	-	$0.3V_{DD}$	
$t_{w(HSE)}$ $t_{w(HSE)}$	OSC_IN 高电平或低电平时间(1)		5	-	-	ns
$t_{r(HSE)}$ $t_{f(HSE)}$	OSC_IN 上升或下降时间 (1)		-	-	10	
$C_{in(HSE)}$	OSC_IN 输入电容 (1)		-	5	-	pF
$DuCy_{(HSE)}$	占空比		45	-	55	%
I_L	OSC_IN 输入泄漏电流	$V_{SS} \leqslant V_{IN} \leqslant V_{DD}$	-	-	±1	µA

1. 由设计保证，未经生产测试。

外部源产生的低速外部用户时钟

在旁路模式， LSE 振荡器关闭，输入引脚为标准 I/O。外部时钟信号必须考虑*表 56: I/O 静态特性*。然而，建议的时钟输入波形示于*图 28* 中。

表 38 中给出的特性是使用低速外部时钟源在*表 17* 中汇总的环境温度和电源电压条件下测得的。

表 38. 低速外部用户时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSE_ext}	用户外部时钟源频率(1)		-	32.768	1000	kHz
V_{LSEH}	OSC32_IN 输入引脚高电平电压		$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	V
V_{LSEL}	OSC32_IN 输入引脚低电平电压		V_{SS}	-	$0.3V_{DD}$	
$t_{w(LSE)}$ $t_{f(LSE)}$	OSC32_IN 高电平或低电平时间 (1)		450	-	-	ns
$t_{r(LSE)}$ $t_{f(LSE)}$	OSC32_IN 上升或下降时间 (1)		-	-	50	
$C_{in(LSE)}$	OSC32_IN 输入电容 (1)		-	5	-	pF
$DuCy_{(LSE)}$	占空比		30	-	70	%
I_L	OSC32_IN 输入泄漏电流	$V_{SS} \leqslant V_{IN} \leqslant V_{DD}$	-	-	±1	µA

1. 由设计保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 27. 高速外部时钟源的交流时序图

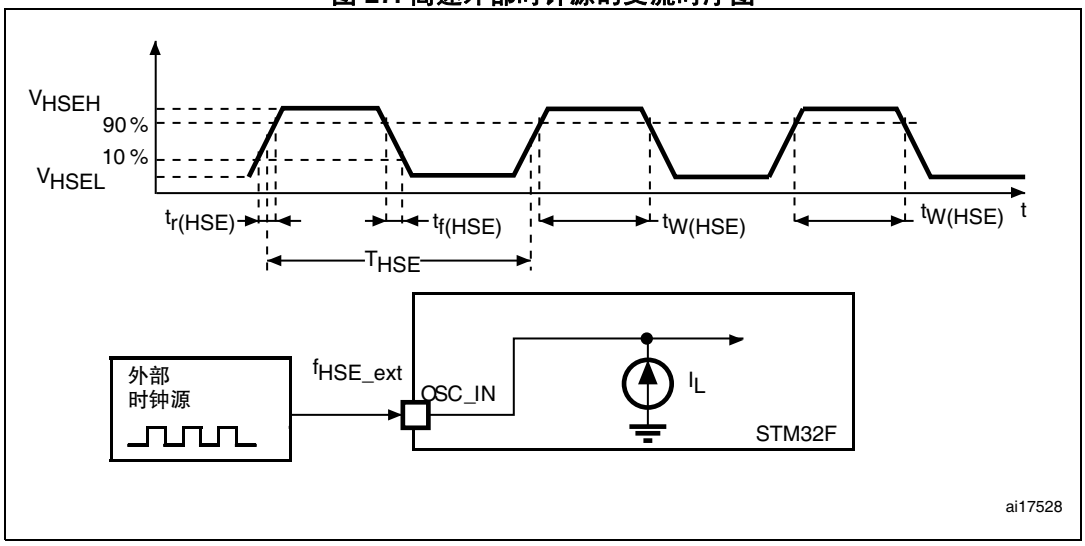
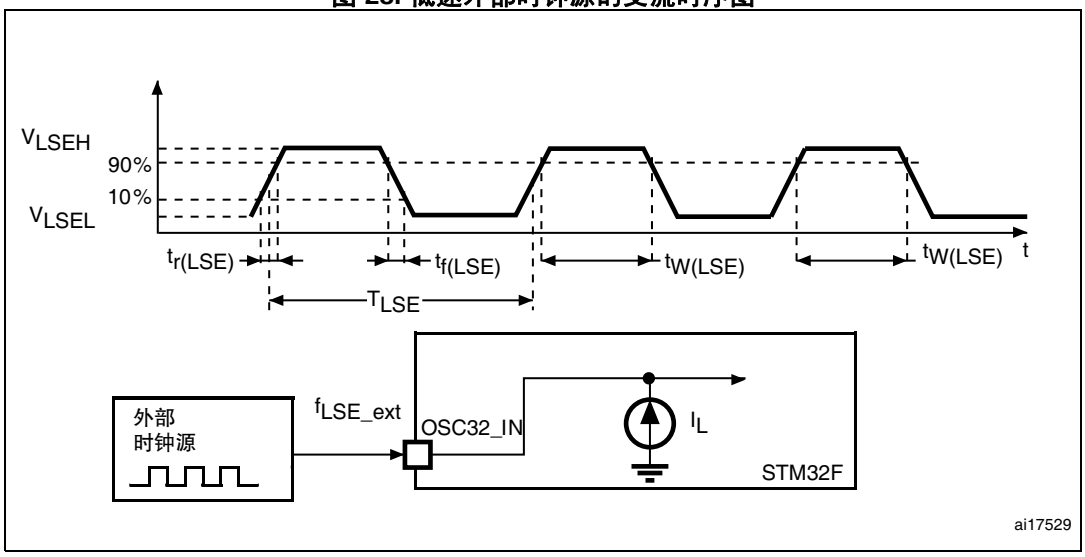


图 28. 低速外部时钟源的交流时序图



晶振 / 陶瓷谐振器产生的高速外部时钟

高速外部 (HSE) 时钟可以使用一个 4 到 26 MHz 的晶振 / 陶瓷谐振振荡器产生。本节介绍的信息通过特性分析结果确定，这些结果是使用*表 39* 中列出的典型外部元器件获得的。在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以尽量减小输出失真和起振稳定时间。有关谐振器特性 （频率、封装、精度等）的详细信息，请咨询晶振谐振器制造商。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 39. HSE 4-26 MHz 振荡器特性 (1)

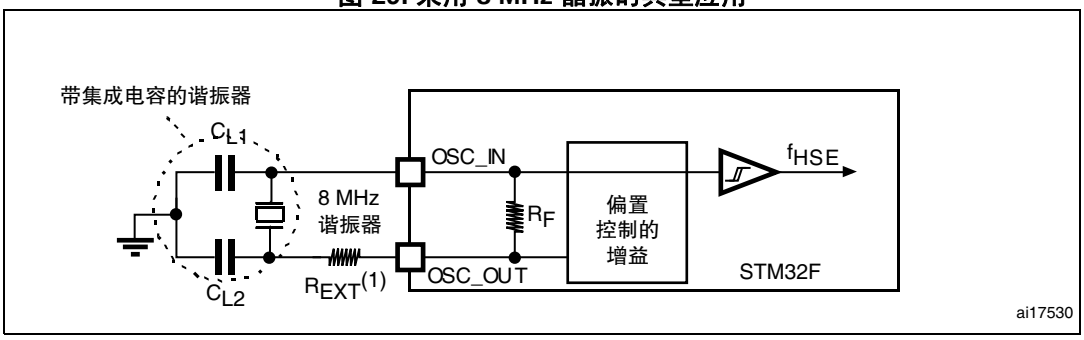
符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{OSC_IN}	振荡器频率		4	-	26	MHz
R_F	反馈电阻		-	200	-	kΩ
I_{DD}	HSE 电流消耗	V_{DD}=3.3 V, ESR= 30 Ω, C_L=5 pF@25 MHz	-	450	-	μA
		V_{DD}=3.3 V, ESR= 30 Ω, C_L=10 pF@25 MHz	-	530	-	
ACC_{HSE} (2)	HSE 精度		-500	-	500	ppm
G_m_crit_max	最大关键晶振 g_m	起振	-	-	1	mA/V
$t_{SU(HSE)}$ (3)	启动时间	V_{DD} 稳定	-	2	-	ms

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 此参数取决于应用中使用的晶振。最小和最大值必须符合 USB 标准规范。
3. $t_{SU(HSE)}$ 是起振时间，即从软件使能 HSE 开始测量，直至得到稳定的 8 MHz 振荡频率这段时间。此值基于特性分析，未经生产测试。该值基于标准晶振谐振器测得，可能随晶振制造商的不同而显著不同。

对于 C_{L1} 和 C_{L2}，建议使用专为高频应用设计、可满足晶振或谐振器的要求且大小介于 5 pF 到 25 pF （典型值）之间的高质量外部陶瓷电容 （请参见*图 29*）。C_{L1} 和 C_{L2} 的大小通常相同。晶振制造商指定的负载电容通常是 C_{L1} 和 C_{L2} 的串联组合。确定 C_{L1} 和 C_{L2} 的规格时，必须将 PCB 和 MCU 引脚的电容考虑在内 （引脚与电路板的电容可粗略地估算为 10 pF）。

注： *若需选择晶振的相关信息，请参见应用笔记 AN2867“ST 微控制器的振荡器设计指南”，可从 ST 网站 www.st.com 下载该文档。*

图 29. 采用 8 MHz 晶振的典型应用



1. R_{EXT} 的值取决于晶振特性。

晶振 / 陶瓷谐振器产生的低速外部时钟

低速外部 (LSE) 时钟可以使用一个由 32.768 kHz 的晶振 / 陶瓷谐振器构成的振荡器产生。本节介绍的信息通过特性分析结果确定，这些结果是使用*表 40* 中列出的典型外部元器件获得的。在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以尽量减小输出失真和起振稳定时间。有关谐振器特性 （频率、封装、精度等）的详细信息，请咨询晶振谐振器制造商。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

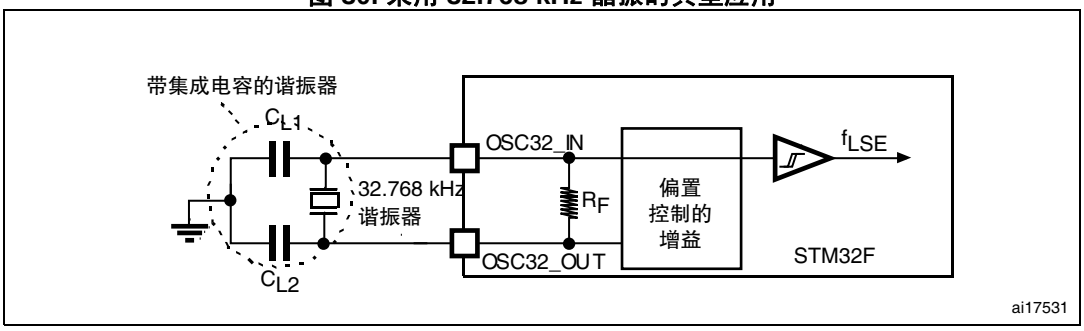
表 40. LSE 振荡器特性 (f_{LSE} = 32.768 kHz) (1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_F	反馈电阻		-	18.4	-	MΩ
I_{DD}	LSE 电流消耗		-	-	1	µA
ACC_{LSE}(2)	LSE 精度		-500	-	500	ppm
G_m_crit_max	最大关键晶振 g_m	起振	-	-	0.56	µA/V
$t_{SU(LSE)}$(3)	启动时间	V_{DD} 稳定	-	2	-	s

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 此参数取决于应用中使用的晶振。请参考应用笔记 AN2867。
3. $t_{SU(LSE)}$ 是起振时间，即从软件使能 HSE 开始测量，直至得到稳定的 32.768 kHz 振荡频率这段时间。此值基于特性分析，未经生产测试。该值基于标准晶振谐振器测得，可能随晶振制造商的不同而显著不同。

注： *若需选择晶振的相关信息，请参见应用笔记 AN2867“ST 微控制器的振荡器设计指南”，可从 ST 网站 www.st.com 下载该文档。*

图 30. 采用 32.768 kHz 晶振的典型应用



6.3.10 内部时钟源特性

表 41 和 *表 42* 中给出的参数是在 *表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

高速内部 (HSI) RC 振荡器

图 31. $LACC_{HSI}$ 与温度

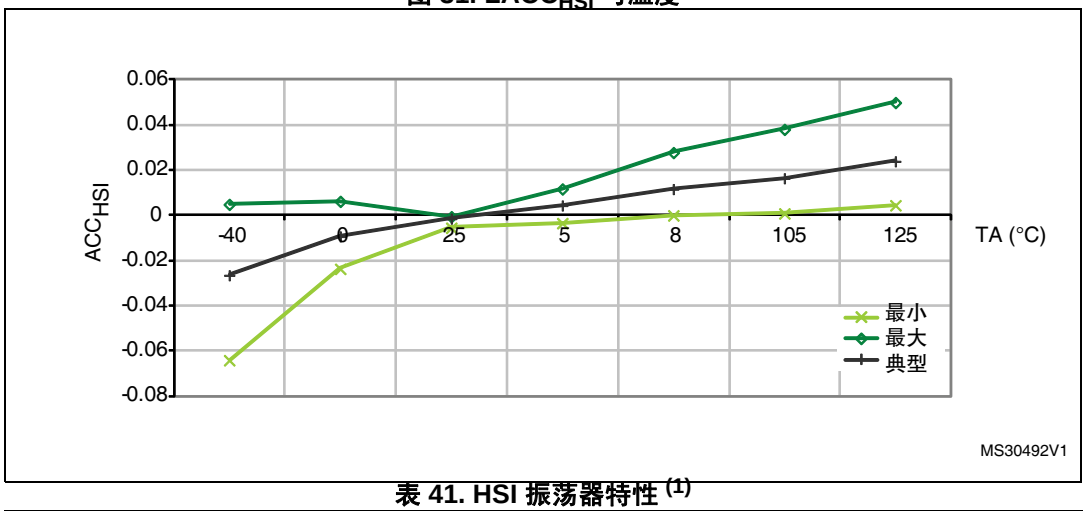


表 41. HSI 振荡器特性 (1)

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSI}	频率			-	16	-	MHz
ACC_{HSI}	HSI 振荡器精度	用户通过 RCC_CR 寄存器调整(2)		-	-	1	%
		工厂校准	T_A = -40 到 105 ℃(3)	–8	-	4.5	%
			T_A = -10 到 85 ℃ (3)	-4	-	4	%
			T_A = 25 ℃	-1	-	1	%
$t_{su(HSI)}$(2)	HSI 振荡器起振时间			-	2.2	4	µs
$I_{DD(HSI)}$(2)	HSI 振荡器功耗			-	60	80	µA

1. 除非特别说明，否则 V_{DD} = 3.3 V， T_A = –40 到 105 °C。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. 通过特性分析确定，未经生产测试。

1. 通过特性分析结果确定，未经生产测试。

低速内部 (LSI) RC 振荡器

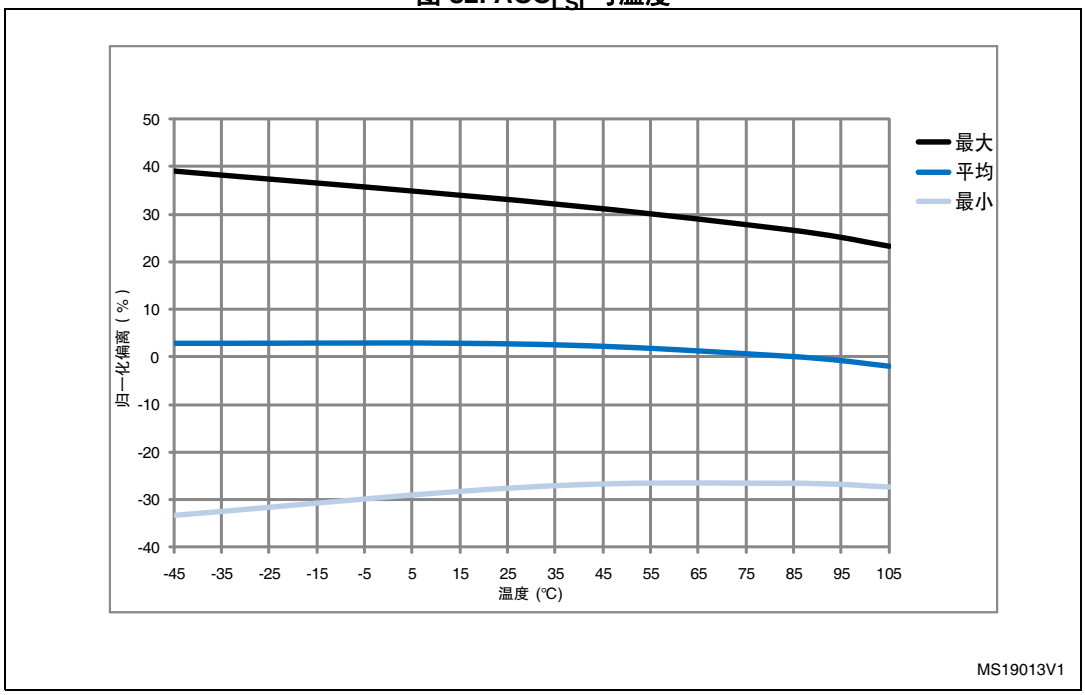
表 42. LSI 振荡器特性 (1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSI}(2)	频率	17	32	47	kHz
$t_{su(LSI)}$(3)	LSI 振荡器起振时间	-	15	40	µs
$I_{DD(LSI)}$(3)	LSI 振荡器功耗	-	0.4	0.6	µA

1. 除非特别说明，否则 V_{DD} = 3 V， T_A = –40 到 105 °C。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。
3. 由设计保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 32. ACC_{LSI} 与温度



6.3.11 PLL 特性

表 43 和 *表 44* 中给出的参数是在 *表 17* 中汇总的温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

表 43. 主 PLL 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{PLL_IN}	PLL 输入时钟(1)		0.95(2)	1	2.10	MHz
f_{PLL_OUT}	PLL 倍频输出时钟		24	-	180	MHz
f_{PLL48_OUT}	48 MHz PLL 倍频输出时钟		-	48	75	MHz
f_{VCO_OUT}	PLL VCO 输出		192	-	432	MHz
t_{LOCK}	PLL 锁相时间	VCO 频率 = 192 MHz	75	-	200	µs
		VCO 频率 = 432 MHz	100	-	300	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 43. 主 PLL 特性 （续）

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
Jitter(3)	周期间抖动	系统时钟 120 MHz	RMS	-	25	-	ps
			峰到峰	-	±150	-	
	周期性抖动		RMS	-	15	-	
			峰到峰	-	±200	-	
	RMII 以太网的主时钟输出（MCO）	50 MHz， 1000 采样的周期到周期		-	32	-	
	MII 以太网的主时钟输出（MCO）	25 MHz， 1000 采样的周期到周期		-	40	-	
	位时间 CAN 抖动	1 MHz， 1000 采样的周期到周期		-	330	-	
$I_{DD(PLL)}$(4)	VDD 上的 PLL 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz		0.15 0.45	-	0.40 0.75	mA
$I_{DDA(PLL)}$(4)	VDDA 上的 PLL 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz		0.30 0.55	-	0.40 0.85	mA

1. 请注意使用适当的分频因子 M 以得到特定的 PLL 输入时钟值。 PLL 和 PLLI2S 共享 M 因子。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. 并行使用 2 个 PLL 可最多使抖动恶化 +30%。
4. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 44. PLLI2S （音频 PLL）特性

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
f_{PLLI2S_IN}	PLLI2S 输入时钟(1)			0.95(2)	1	2.10	MHz
f_{PLLI2S_OUT}	PLLI2S 倍频输出时钟			-	-	216	MHz
f_{VCO_OUT}	PLLI2S VCO 输出			192	-	432	MHz
t_{LOCK}	PLLI2S 锁相时间	VCO 频率 = 192 MHz		75	-	200	µs
		VCO 频率 = 432 MHz		100	-	300	
Jitter(3)	主 I2S 时钟抖动	12.288 MHz，48KHz 周期，N=432， R=5 的周期到周期	RMS	-	90	-	ps
			峰到峰	-	±280	-	
		12.288 MHz 的平均频率 N = 432, R = 5 1000 采样		-	90	-	ps
	WS I2S 时钟抖动	48 KHz 的周期到周期 1000 采样		-	400	-	ps

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 44. PLLI2S （音频 PLL）特性 （续）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{DD(PLLI2S)}$(4)	V_{DD} 上的 PLLI2S 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz	0.15 0.45	-	0.40 0.75	mA
$I_{DDA(PLLI2S)}$(4)	V_{DDA} 上的 PLLI2S 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz	0.30 0.55	-	0.40 0.85	mA

1. 请注意使用适当的分频因子 M 以得到特定的 PLL 输入时钟值。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. 主 PLL 运行给出的值。
4. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 45. PLLISAI （音频和 LCD-TFT PLL）特性

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
f_{PLLSAI_IN}	PLLSAI 输入时钟(1)			0.95(2)	1	2.10	MHz
f_{PLLSAI_OUT}	PLLSAI 倍频输出时钟			-	-	216	MHz
f_{VCO_OUT}	PLLSAI VCO 输出			192	-	432	MHz
t_{LOCK}	PLLSAI 锁相时间	VCO 频率 = 192 MHz		75	-	200	µs
		VCO 频率 = 432 MHz		100	-	300	
Jitter(3)	主 SAI 时钟抖动	12.288 MHz，48KHz 周期，N=432， R=5 的周期到周期	RMS	-	90	-	
			峰到峰	-	±280	-	ps
		12.288 MHz 的平均频率 N = 432, R = 5 1000 采样		-	90	-	ps
	FS 时钟抖动	48 KHz 的周期到周期 1000 采样		-	400	-	ps
$I_{DD(PLLSAI)}$(4)	V_{DD} 上的 PLLSAI 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz		0.15 0.45	-	0.40 0.75	mA
$I_{DDA(PLLSAI)}$(4)	V_{DDA} 上的 PLLSAI 功耗	VCO 频率 = 192 MHz VCO 频率 = 432 MHz		0.30 0.55	-	0.40 0.85	mA

1. 请注意使用适当的分频因子 M 以得到特定的 PLL 输入时钟值。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. 主 PLL 运行给出的值。
4. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.12 PLL 扩频时钟生成 （SSCG）特性

扩频时钟生成 （SSCG）特性可降低电磁干扰 （请参见*表 52: EMI 特性*）。它仅在主 PLL 上可用。

表 46. SSCG 参数约束

符号	参数	最小值	典型值	最大值(1)	单位
f_{Mod}	调制频率	-	-	10	KHz
md	调峰深度	0.25	-	2	%
MODEPER * INCSTEP		-	-	2^{15}-1	-

1. 由设计保证，未经生产测试。

公式 1

调频周期 （MODEPER）由下式给出：

$$MODEPER = round[f_{PLL_IN}/(4 \times f_{Mod})]$$

f_{PLL_IN} 和 f_{Mod} 必须以 Hz 表示。

例如：

若 f_{PLL_IN} = 1 MHz， f_{MOD} = 1 kHz，则调制深度 （MODEPER）由公式 1 给出：

$$MODEPER = round[10^6/(4 \times 10^3)] = 250$$

公式 2

公式 2 可计算增量步长 （INCSTEP）：

$$INCSTEP = round[((2^{15} - 1) \times md \times PLLN)/(100 \times 5 \times MODEPER)]$$

f_{VCO_OUT} 必须以 MHz 表示。

调制深度 （md） = ±2 % （4 % 峰到峰）， PLLN = 240 （单位 MHz）：

$$INCSTEP = round[((2^{15} - 1) \times 2 \times 240)/(100 \times 5 \times 250)] = 126md(quantitazed)\%$$

因为线性调制曲线由 MODPER 和 INCSTEP 的量化值 （取整至最接近的整数）得到，所以可能产生幅度量化误差。因此，得到的调制深度是量化的。调制深度的量化百分比由下式给出：

$$md_{quantized}\% = (MODEPER \times INCSTEP \times 100 \times 5)/((2^{15} - 1) \times PLLN)$$

因此：

$$md_{quantized}\% = (250 \times 126 \times 100 \times 5)/((2^{15} - 1) \times 240) = 2.002\%(peak)$$

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 33 和*图 34* 显示了中央扩频和下扩频模式的主 PLL 输出时钟波形，其中：

F0 为 f_{PLL_OUT} 标称。

T_{mode} 为调制周期。

md 为调制深度。

图 33. 中央扩频模式的 PLL 输出时钟波形

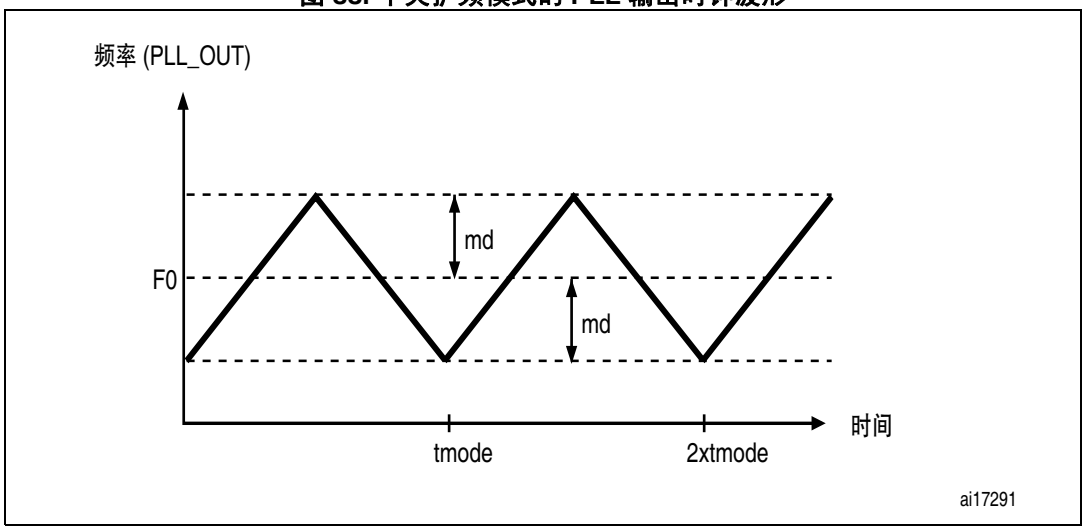
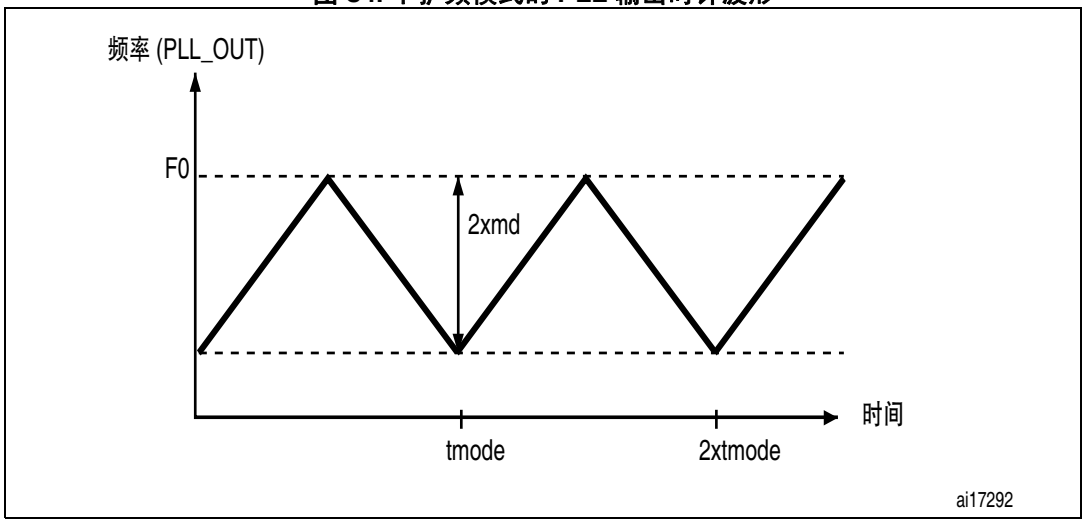


图 34. 下扩频模式的 PLL 输出时钟波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.13 存储器特性

Flash

除非特别说明，否则所有特性均在 TA = –40 到 105 °C 时测得。

器件交付给客户时， Flash 已被擦除。

表 47. Flash 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{DD}	供电电流	写入 / 擦除 8 位模式， V_{DD} = 1.7 V	-	5	-	mA
		写入 / 擦除 16 位模式， V_{DD} = 2.1 V	-	8	-	
		写入 / 擦除 32 位模式， V_{DD} = 3.3 V	-	12	-	

表 48. Flash 编程

符号	参数	条件	最小值 (1)	典型值	最大值 (1)	单位
t_{prog}	字编程时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32/8/16	-	16	100(2)	µs
$t_{ERASE16KB}$	扇区 (16 KB) 擦除时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 8	-	400	800	ms
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 16	-	300	600	
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32	-	250	500	
$t_{ERASE64KB}$	扇区 (64 KB) 擦除时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 8	-	1200	2400	ms
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 16	-	700	1400	
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32	-	550	1100	
$t_{ERASE128KB}$	扇区 (128 KB) 擦除时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 8	-	2	4	s
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 16	-	1.3	2.6	
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32	-	1	2	
t_{ME}	整体擦除时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 8	-	16	32	s
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 16	-	11	22	
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32	-	8	16	

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 48. Flash 编程 （续）

符号	参数	条件	最小值 (1)	典型值	最大值 (1)	单位
t_{BE}	区擦除时间	编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 8	-	16	32	s
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 16	-	11	22	
		编程 / 擦除并行位数（PSIZE） = × 32	-	8	16	
V_{prog}	编程电压	32 位程序操作	2.7	-	3.6	V
		16 位程序操作	2.1	-	3.6	V
		8 位程序操作	1.7	-	3.6	V

1. 通过特性分析确定，未经生产测试。
2. 最大编程时间为 100K 次擦除操作之后测得。

表 49. 带有 V_{PP} 的 Flash 编程

符号	参数	条件	最小值 (1)	典型值	最大值 (1)	单位
t_{prog}	双字编程	T_A = 0 到 +40°C V_{DD} = 3.3 V V_{PP} = 8.5 V	-	16	100(2)	µs
$t_{ERASE16KB}$	扇区 (16 KB) 擦除时间		-	230	-	ms
$t_{ERASE64KB}$	扇区 (64 KB) 擦除时间		-	490	-	
$t_{ERASE128KB}$	扇区 (128 KB) 擦除时间		-	875	-	
t_{ME}	整体擦除时间		-	6.9	-	s
t_{BE}	区擦除时间		-	6.9	-	s
V_{prog}	编程电压		2.7	-	3.6	V
V_{PP}	V_{PP} 电压范围		7	-	9	V
I_{PP}	V_{PP} 引脚上的最小灌电流		10	-	-	mA
t_{VPP}(3)	施加 V_{PP} 的累计时间		-	-	1	小时

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 最大编程时间为 100K 次擦除操作之后测得。
3. 应仅在编程 / 擦除期间连接 V_{PP}。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 50. Flash 可擦写次数和数据保存期限

符号	参数	条件	数值	单位
			最小值(1)	
N_{END}	可擦写次数	T_A = –40 到 +85 ℃ （后缀为 6） T_A = –40 到 +105 °C （后缀为 7）	10	千次
t_{RET}	数据保存期限	T_A = 85 ℃ 时 1000 次擦写(2)	30	年
		T_A = 105 ℃ 时 1000 次擦写 (2)	10	
		T_A = 55 °C 时 10,000 次擦写 (2)	20	

1. 通过特性分析确定，未经生产测试。
2. 循环测试在整个温度范围内进行。

6.3.14 EMC 特性

敏感性测试在器件特性分析期间通过抽样来完成。

功能性 EMS （电磁敏感性）

在器件上运行一个简单的应用程序 （通过 I/O 端口切换两个 LED）时，器件承受两种电磁干扰，直至出现故障。故障状况由 LED 指示：

- **静电放电 (ESD)**（正电和负电）施加到器件所有引脚，直至器件发生功能性故障。该测试符合 IEC 61000-4-2 标准。
- **FTB**：通过一个 100 pF 电容对 V_{DD} 和 V_{SS} 引脚施加一个突发的快速瞬变电压（正电压和负电压），直至器件发生功能性故障。该测试符合 IEC 61000-4-4 标准。

通过器件复位可恢复正常工作。

测试结果参见*表51*。这些测试结果以应用笔记 AN1709 中所定义的 EMS 级别和分类为基础。

表 51. EMS 特性

符号	参数	条件	级别 / 分类
V_{FESD}	施加在任意 I/O 引脚并导致功能性故障的极限电压	V_{DD} = 3.3 V, LQFP176, T_A = +25 °C, f_{HCLK} = 168 MHz, 符合 IEC 61000-4-2 标准	2B
V_{EFTB}	通过 100 pF 电容施加在 V_{DD} 和 V_{SS} 引脚上并导致功能性故障的突发快速瞬变电压	V_{DD} = 3.3 V， LQFP176， TA = +25 °C， fHCLK = 168 MHz 符合 IEC 61000-4-2 标准	4A

当应用处于噪声环境时，建议防止引脚暴露于干扰中。中等稳健的引脚为：PA0, PA1, PA2, PH2, PH3, PH4, PH5, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7, PC4, PC5。

因此，建议增加一个串联电阻（1 kΩ），其位置与 MCU 到暴露于噪声的引脚尽可能接近（连至 PCB 上 50 mm 以上的连线）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

设计更稳健的软件以避免噪声问题

EMC 特性评定与优化通常在组件级采用典型的应用环境和简化的 MCU 软件执行。应当注意，良好的 EMC 性能与具体的用户应用和软件密切相关。

因此，建议用户根据其应用所需的 EMC 级别来执行 EMC 软件优化和预审测试。

软件建议

软件流程图中必须包括对如下失控情况的管理：

- 程序计数器损坏
- 意外复位
- 关键数据损坏 （控制寄存器 ...）

预审试验

大多数常见故障 （意外复位和程序计数器损坏）都可以通过在 NRST 引脚或振荡器引脚手动施加 1 秒的低电平来再现。

要完成这些测试，可直接对器件施加超出规范值范围的 ESD 应力。当检测到意外行为时，可相应改进软件以防止发生不可恢复的错误 （请参见应用笔记 AN1015）。

电磁干扰 (EMI)

当执行 EEMBC? 代码的简单应用运行时，会监控器件发射的电磁场 。这项发射测试符合 SAE IEC61967-2 标准，该标准规定了测试电路板和引脚负载。

表 52. EMI 特性

符号	参数	条件	监测的频段	最大值与 [f_{HSE}/f_{CPU}]	最大值与 [f_{HSE}/f_{CPU}]	单位
				25/168 MHz	25/180 MHz	
S_{EMI}	峰值	V_{DD} = 3.3 V， T_A = 25 °C， LQFP176 封装，符合 SAE J1752/3 EEMBC，ART ON，所有外设时钟启用，时钟抖动禁用。	0.1 到 30 MHz	16	19	dBµV
			30 到 130 MHz	23	23	
			130 MHz 到 1GHz	25	22	
			SAM EMI 级别	4	4	-
		V_{DD} = 3.3 V， T_A = 25 °C， LQFP176 封装，符合 SAE J1752/3 EEMBC，ART ON，所有外设时钟启用，时钟抖动启用	0.1 到 30 MHz	17	16	dBµV
			30 到 130 MHz	8	10	
			130 MHz 到 1GHz	11	16	
			SAE EMI 级别	3.5	3.5	-

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.15 绝对最大额定值 （电气敏感性）

使用特定的测量方法对器件进行三种不同的测试 （ESD、LU），以确定其在电气敏感性方面的性能。

静电放电 (ESD)

根据每种引脚组合，对每个样本的引脚施加静电放电 （一个正脉冲后接着一个负脉冲，两个脉冲间隔一秒钟）。样本大小取决于器件中供电引脚的数目（3 个器件 x (n+1) 个供电引脚）。此项测试符合 JESD22-A114/C101 标准。

表 53. ESD 绝对最大额定值

符号	额定值	条件	分类	最大值(1)	单位
$V_{ESD(HBM)}$	静电放电电压 （人体模型）	T_A = +25 °C，符合 JESD22-A114 标准	2	2000	V
$V_{ESD(CDM)}$	静电放电电压 （充电设备模型）	T_A = +25 °C，符合 JESD22-C101 标准，LQFP100/144/176, UFBGA169/176, TFBGA176 和 WLCSP143 封装	II	500	
		T_A = +25 °C，符合 JESD22-C101 标准，LQFP208 封装	II	250	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

静态闭锁

为评估闭锁性能，需要对六个器件执行两项互补的静态闭锁测试：

- 对每个电源引脚施加过压
- 对每个输入、输出和可配置 I/O 引脚施加电流注入

这些测试符合 EIA/JESD 78A IC 闭锁标准。

表 54. 电气敏感性

符号	参数	条件	分类
LU	静态闭锁分类	T_A = +105 °C，符合 JESD78A 标准	II 级 A 类

6.3.16 I/O 电流注入特性

通常情况下，在产品正常工作期间，应避免因外部电压低于 V_{SS} 或高于 V_{DD} （以 3V I/O 引脚为标准）而引起电流注入 I/O 引脚。但为了说明微控制器在意外发生异常注入时的稳健性，在器件特性评定期间对样本执行了敏感性测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

I/O 电流的功能敏感性

在器件上执行简单的应用程序，同时在设定为悬空输入模式的 I/O 引脚注入电流，以向器件施加电流应力。在逐个向 I/O 引脚注入电流的同时，检查器件是否发生功能性故障。

一旦出现以下参数超出范围的情况，即表明出现故障：ADC 误差超过特定限值 (>5 LSB TUE)，相邻引脚的感应漏电流超出常规限制 （超出 –5 µA/+0 µA 的范围），或出现其它功能性故障 （例如复位、振荡器频率偏移）。

负感应漏电流由负注入导致，正感应漏电流由正注入导致。

测试结果参见*表 55*。

表 55. I/O 电流注入敏感性(1)

符号	说明	功能敏感性		单位
		注入负电流	注入正电流	
I_{INJ}	BOOT0 引脚上的注入电流	-0	NA	mA
	NRST 引脚上的注入电流	-0	NA	
	PA0, PA1, PA2, PA3, PA6, PA7, PB0, PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PH1, PH2, PH3, PH4, PH5 上的注入电流	-0	NA	
	TTa 引脚上的注入电流：PA4 和 PA5	-0	+5	
	任何其他 FT 引脚上的注入电流	-5	NA	

1. NA = 不适用。

注： *建议在可能注入反向电流的模拟引脚上增加一个肖特基二极管 （引脚与地之间）。*

6.3.17 I/O 端口特性

常规输入 / 输出特性

除非特别说明，否则*表 56: I/O 静态特性* 中的参数均在*表 17* 所列条件下测试得出。所有 I/O 均兼容 CMOS 和 TTL。

表 56. I/O 静态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL}	FT、TTa 和 NRST I/O 输入低电平	1.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V	-	-	$0.35V_{DD}–0.04$(1) $0.3V_{DD}$(2)	V
	BOOT0 I/O 输入低电平电压	1.75 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V, –40 °C ⩽ T_A ⩽ 105 °C	-	-	$0.1V_{DD}+0.1$(1)	
		1.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V, 0 °C ⩽ T_A ⩽ 105 °C	-	-		

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 56. I/O 静态特性 （续）

符号	参数		条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IH}	FT、TTa 和 NRST I/O 输入高电平 (5)		1.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	0.45V_{DD}+0.3 (1)	-	-	V
				0.7V_{DD} (2)			
	BOOT0 I/O 输入高电平电压		1.75 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V, –40 °C ≤ T_A ≤ 105 °C	0.17V_{DD}+0.7 (1)	-	-	
			1.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V, 0 °C ≤ T_A ≤ 105 °C				
V_{HYS}	FT、 TTa 和 NRST I/O 输入迟滞		1.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	0.45V_{DD}+0.3 (1)	-	-	V
	BOOT0 I/O 输入迟滞		1.75 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V, –40 °C ≤ T_A ≤ 105 °C	10%V_{DDIO} (1) (3)	-	-	
			1.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V, 0 °C ≤ T_A ≤ 105 °C	100 (1)	-	-	
I_{lkg}	I/O 输入泄漏电流 (4)		V_{SS} ≤ V_{IN} ≤ V_{DD}	-	-	±1	µA
	I/O FT 输入泄漏电流 (5)		V_{IN} = 5 V	-	-	3	
R_{PU}	弱上拉等效电阻 (6)	除了 PA10/PB12（OTG_FS_ID，OTG_HS_ID）的所有引脚	V_{IN} = V_{SS}	30	40	50	kΩ
		PA10/PB12 (OTG_FS_ID, OTG_HS_ID)	-	7	10	14	
R_{PD}	弱下拉等效电阻 (7)	除了 PA10/PB12（OTG_FS_ID，OTG_HS_ID）的所有引脚	V_{IN} = V_{DD}	30	40	50	
		PA10/PB12 (OTG_FS_ID, OTG_HS_ID)	-	7	10	14	
C_{IO} (8)	I/O 引脚电容		-	-	5	-	pF

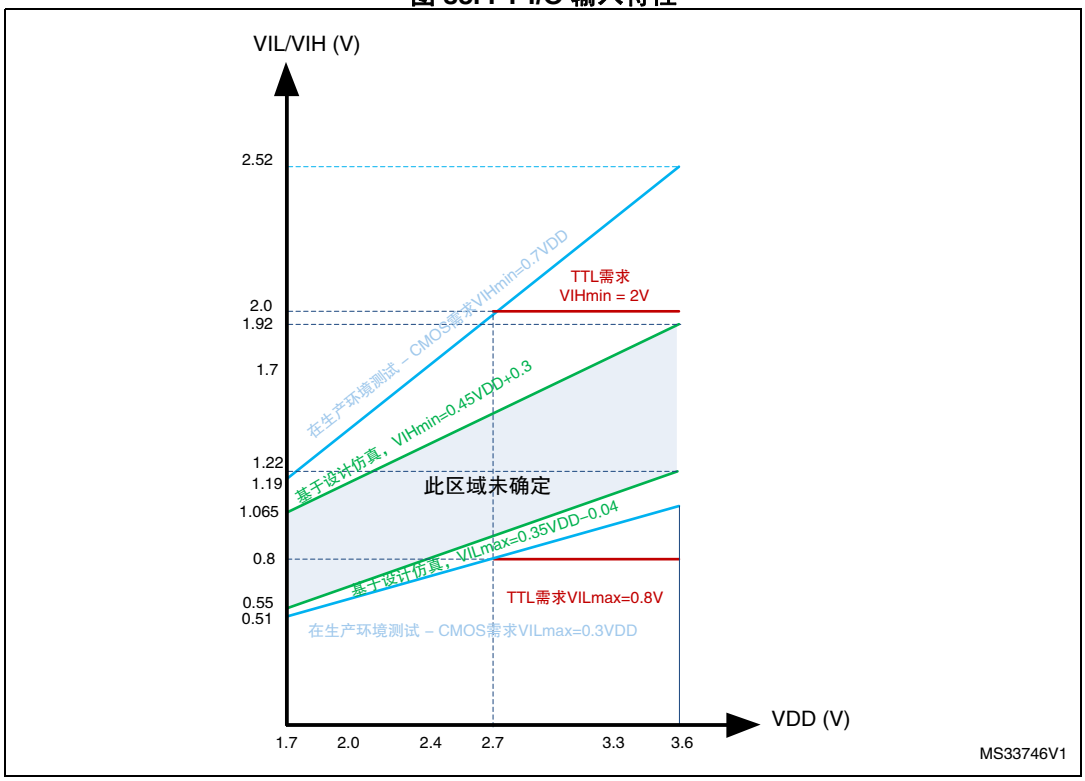
1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 经生产测试。
3. 至少 200 mV。
4. 若负电流注入相邻引脚，则漏电流可能高于最大值，请参考*表 55: I/O 电流注入敏感性*
5. 要使电压保持在高于 VDD+0.3 V，必须禁止内部上拉 / 下拉电阻。若负电流注入相邻引脚，则漏电流可能高于最大值，请参考*表 55: I/O 电流注入敏感性*
6. 上拉电阻设计为一个串联了可开关 PMOS 的实际电阻。该 PMOS 对串联电阻的影响极小 （10% 左右）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

7. 下拉电阻设计为一个串联了可开关 NMOS 的实际电阻。该 NMOS 对串联电阻的影响极小 （10% 左右）。
8. 施密特触发器开关电平之间的迟滞电压。通过特性分析确定，未经生产测试。

所有 I/O 均兼容 CMOS 和 TTL（无需软件配置）。它们的特性并不仅限于满足严格的 CMOS 技术或 TTL 参数要求。 FT I/O 的这些要求覆盖范围示于*图 35* 中。

图 35. FT I/O 输入特性



输出驱动电流

GPIO （通用输入 / 输出）可提供最大 ±8 mA 的拉电流或灌电流，（在放宽 V_{OL}/V_{OH} 的条件下），拉电流或灌电流可达到 ±20 mA，而 PC13、PC14、PC15、PI8 只提供最大 ±3mA 的拉电流或灌电流。当在输出模式使用 PC13 至 PC15 和 PI8 GPIO 时，在负载最大为 30 pF 时速度不应超过 2 MHz。

在用户应用中，可驱动电流的 I/O 引脚的数量必须进行限制，以遵守*第 6.2 章节*中规定的绝对最大额定值。尤其是：

- 所有 I/O 从 V_{DD} 获得的拉电流总和，加上 MCU 从 V_{DD} 获得的最大运行消耗拉电流，不能超过绝对最大额定 ΣI_{VDD} （请参见*表 15*）。
- 所有 I/O 从 V_{SS} 获得的拉电流总和，加上 MCU 从 V_{SS} 获得的最大运行消耗拉电流，不能超过绝对最大额定 ΣI_{VSS} （请参见*表 15*）。

输出电压

除非特别说明，否则*表 57* 中给出的参数是在*表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。所有 I/O 均兼容 CMOS 和 TTL。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 57. 输出电压特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
V_{OL}(1)	I/O 引脚的输出低电平	CMOS 端口(2) I_{IO} = +8 mA 2.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V	-	0.4	V
V_{OH}(3)	I/O 引脚的输出高电平		V_{DD}-0.4	-	
V_{OL}(1)	I/O 引脚的输出低电平	TTL 端口 (2) I_{IO} = +8 mA 2.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V	-	0.4	V
V_{OH}(3)	I/O 引脚的输出高电平		2.4	-	
V_{OL}(1)	I/O 引脚的输出低电平	I_{IO} = +20 mA 2.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V	-	1.3(4)	V
V_{OH}(3)	I/O 引脚的输出高电平		V_{DD}–1.3(4)	-	
V_{OL}(1)	I/O 引脚的输出低电平	I_{IO} = +6 mA 1.8 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6 V	-	0.4(4)	V
V_{OH}(3)	I/O 引脚的输出高电平		V_{DD}-0.4(4)	-	
V_{OL}(1)	I/O 引脚的输出低电平	I_{IO} = +4 mA 1.7 V ⩽ V_{DD} ⩽ 3.6V	-	0.4(5)	V
V_{OH}(3)	I/O 引脚的输出高电平		V_{DD}-0.4(5)	-	

1. 器件的 I_{IO} 灌电流必须一直考虑*表 15* 中规定的绝对最大额定。I_{IO}（I/O 端口和控制引脚）之和一定不能超过 I_{VSS}。
2. TTL 和 CMOS 输出均符合 JEDEC 标准 JESD36 和 JESD52。
3. 器件的 I_{IO} 拉电流必须始终遵循*表 15* 所列的绝对最大额定值， I_{IO} （I/O 端口和控制引脚）的总和不得超过 I_{VDD}。
4. 基于特性分析数据。
5. 由设计保证，未经生产测试。

输入 / 输出交流特性

输入 / 输出交流特性的定义和值分别在*图 36* 和*表 58* 中给出。

除非特别说明，否则*表 58* 中给出的参数是在*表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

表 58. I/O 交流特性(1)(2)

OSPEEDRy [1:0] 位值 (1)	符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
00	$f_{max(IO)out}$	最大频率(3)	C_L = 50 pF, V_{DD} ⩾ 2.7 V	-	-	4	MHz
			C_L = 50 pF, V_{DD} ⩾ 1.7 V	-	-	2	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ⩾ 2.7 V	-	-	8	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ⩾ 1.8 V	-	-	4	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ⩾ 1.7 V	-	-	3	
	$t_{f(IO)out}$ $t_{r(IO)out}$	输出高至低电平下降时间及输出低至高电平上升时间	C_L = 50 pF， V_{DD} = 1.7 V 到 3.6 V	-	-	100	ns

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

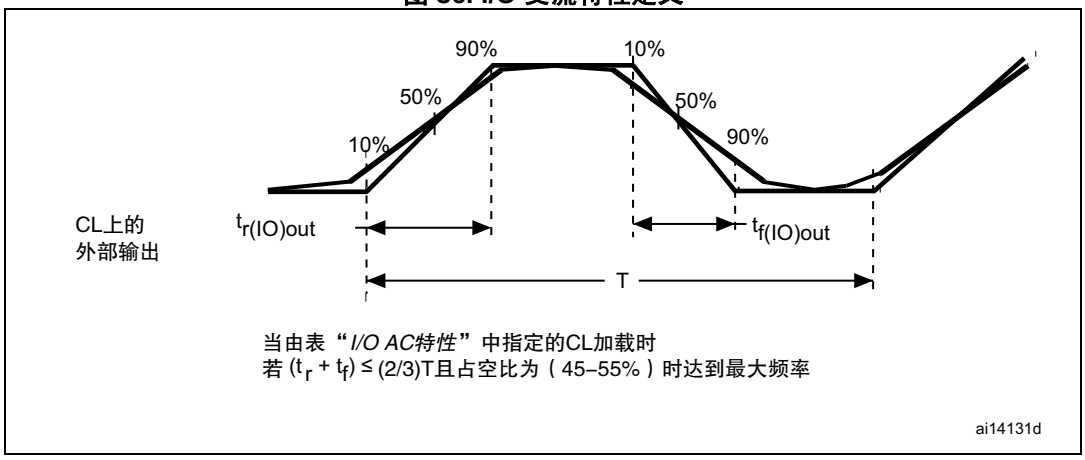
表 58. I/O 交流特性(1)(2) （续）

OSPEEDRy [1:0] 位值 (1)	符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
01	$f_{max(IO)out}$	最大频率 (3)	C_L = 50 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	25	MHz
			C_L = 50 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	12.5	
			C_L = 50 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	10	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	50	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	20	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	12.5	
	$t_{f(IO)out}$ $t_{r(IO)out}$	输出高至低电平下降时间及输出低至高电平上升时间	C_L = 50 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	10	ns
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	6	
			C_L = 50 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	20	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	10	
10	$f_{max(IO)out}$	最大频率 (3)	C_L = 40 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	50(4)	MHz
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	100(4)	
			C_L = 40 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	25	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	50	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	42.5	
	$t_{f(IO)out}$ $t_{r(IO)out}$	输出高至低电平下降时间及输出低至高电平上升时间	C_L = 40 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	6	ns
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	4	
			C_L = 40 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	10	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	6	
11	$f_{max(IO)out}$	最大频率 (3)	C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	100(4)	MHz
			C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	50	
			C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	42.5	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	180(4)	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	100	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	72.5	
	$t_{f(IO)out}$ $t_{r(IO)out}$	输出高至低电平下降时间及输出低至高电平上升时间	C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	4	ns
			C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	6	
			C_L = 30 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	7	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 2.7 V	-	-	2.5	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.8 V	-	-	3.5	
			C_L = 10 pF, V_{DD} ≥ 1.7 V	-	-	4	
-	tEXTIpw	EXTI 控制器检测到的外部信号的脉冲宽度		10	-	-	ns

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. I/O 速度通过 OSPEEDRy[1:0] 位配置。有关 GPIOx_SPEEDR GPIO 端口输出速度寄存器的说明，请参见 STM32F4xx 参考手册。
3. 最大频率在*图 36* 中定义。
4. 对于最大频率超过 50 MHz 且 V_{DD} > 2.4 V，应使用补偿单元。

图 36. I/O 交流特性定义



6.3.18 NRST 引脚特性

NRST 引脚输入驱动器采用 CMOS 技术。它连接至一个永久上拉电阻 R_{PU}（请参见*表 56: I/O 静态特性*）。

除非特别说明，否则*表 59* 中给出的参数是在*表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

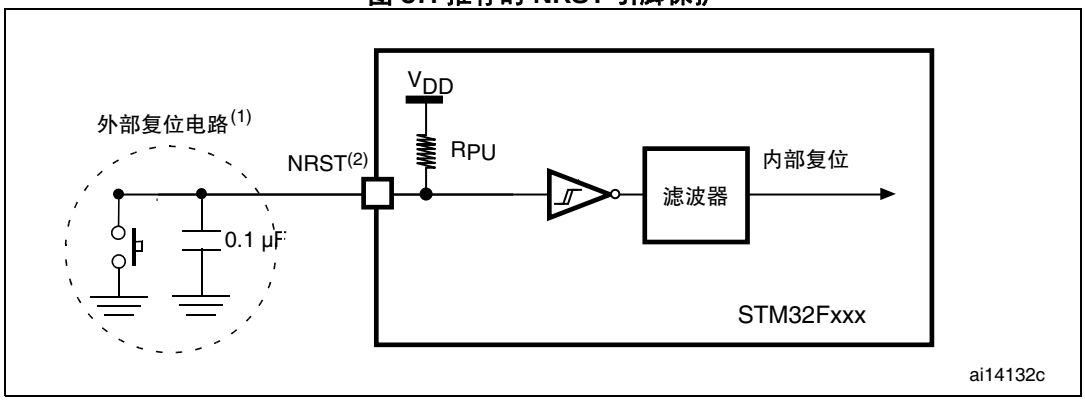
表 59. NRST 引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_{PU}	弱上拉等效电阻(1)	$V_{IN} = V_{SS}$	30	40	50	kΩ
$V_{F(NRST)}$(2)	NRST 输入滤波脉冲		-	-	100	ns
$V_{NF(NRST)}$(2)	NRST 输入非滤波脉冲	V_{DD} > 2.7 V	300	-	-	ns
T_{NRST_OUT}	生成的复位脉冲时长	内部复位源	20	-	-	µs

1. 上拉电阻和下拉电阻设计为一个串联了可开关 PMOS/NMOS 的实际电阻。该 MOS/NMOS 对串联电阻的影响极小（10% 左右）。
2. 由设计保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 37. 推荐的 NRST 引脚保护



1. 该复位网络可保护器件不发生寄生复位。
2. 用户必须确保 NRST 引脚上的电平可降至*表 59* 中指定的 $V_{IL(NRST)}$ 最大电平以下。否则器件不会执行复位。

6.3.19 TIM 定时器特性

表 60 中列出的参数由设计保证。

有关输入 / 输出复用功能特性（输出比较、输入捕捉、外部时钟、 PWM 输出）的详细信息，请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

表 60. TIMx 特性(1)(2)

符号	参数	条件(3)	最小值	最大值	单位
$t_{res(TIM)}$	定时器分辨率时间	AHB/APBx 预分频 =1 或 2 或 4， $f_{TIMxCLK}$ = 180 MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
		AHB/APBx 预分频 >4， $f_{TIMxCLK}$ = 90 MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
f_{EXT}	CH1 到 CH4 上的定时器外部时钟频率	$f_{TIMxCLK}$ = 180 MHz	0	$f_{TIMxCLK}/2$	MHz
Res_{TIM}	定时器分辨率		-	16/32	位
t_{MAX_COUNT}	32 位计数器的最大可能计数		-	65536 × 65536	$t_{TIMxCLK}$

1. TIMx 是 TIM1 至 TIM12 定时器的统称。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. APB1 或 APB2 上的最大定时器频率为最高 180 MHz，方法是置位 RCC_DCKCFGR 寄存器中的 TIMPRE 位，若 APBx 预分频为 1 或 2 或 4，则 TIMxCLK = HCKL，否则 TIMxCLK = 4x PCLKx。

6.3.20 通信接口

I^2C 接口特性

I^2C 接口符合标准 I^2C 通信协议的要求，但有以下限制：SDA 和 SCL 映射到的 I/O 引脚并非 “ 真正的 ” 开漏引脚。配置为开漏引脚时，I/O 引脚与 V_{DD} 之间连接的 PMOS 将被禁止，但仍存在。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 61 中列出了 I^2C 特性。有关输入 / 输出复用功能特性 （SDA 和 SCL）的详细信息，另请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

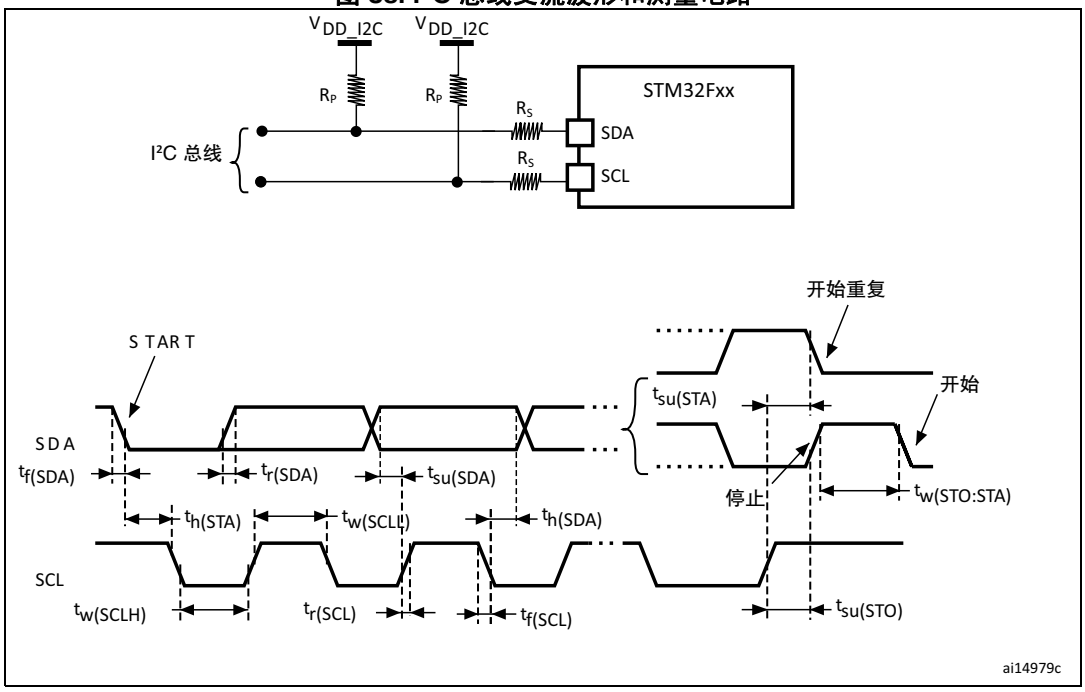
表 61. I^2C 特性

符号	参数	标准模式 I^2C(1) (2)		快速模式 I^2C(1)(2)		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
$t_{w(SCLL)}$	SCL 时钟低电平时间	4.7	-	1.3	-	µs
$t_{w(SCLH)}$	SCL 时钟高电平时间	4.0	-	0.6	-	
$t_{su(SDA)}$	SDA 建立时间	250	-	100	-	ns
$t_{h(SDA)}$	SDA 数据保持时间	-	3450(3)	-	900(4)	
$t_{r(SDA)}$ $t_{r(SCL)}$	SDA 和 SCL 上升时间	-	1000	-	300	
$t_{f(SDA)}$ $t_{f(SCL)}$	SDA 和 SCL 下降时间	-	300	-	300	
$t_{h(STA)}$	启动条件保持时间	4.0	-	0.6	-	µs
$t_{su(STA)}$	重复启动条件建立时间	4.7	-	0.6	-	
$t_{su(STO)}$	停止条件建立时间	4.0	-	0.6	-	µs
$t_{w(STO:STA)}$	停止条件到启动条件的时间（总线空闲）	4.7	-	1.3	-	µs
t_{SP}	标准和快速模式中模拟滤波器抑制的尖峰脉宽	0	50(5)	0	50(5)	µs
C_b	每条总线的容性负载	-	400	-	400	pF

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. f_{PCLK1} 必须至少为 2 MHz，才能达到标准模式 I^2C 频率。它必须为至少 4 MHz 以达到快速模式 I^2C 频率，必须为 10 MHz 的整数倍以达到 400 kHz 最大 I^2C 快速模式时钟。
3. 器件内部必须为 SDA 信号提供至少 300 ns 的保持时间，才能桥接 SCL 下降沿的未定义区域。
4. 仅当接口未延长 SCL 信号的低电平周期时，才能达到最长数据保持时间。
5. 模拟滤波器过滤的最小尖峰脉宽大于 t_{SP} （最大）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 38. I²C 总线交流波形和测量电路



1. R_S = 串联保护电阻。
2. R_P = 外部上拉电阻。
3. V_{DD_I2C} 为 I2C 总线电源。

表 62. SCL 频率 （f_{PCLK1}= 42 MHz.,V_{DD} = V_{DD_I2C} = 3.3 V）(1)(2)

f_{SCL} (kHz)	I2C_CCR 值
	R_P = 4.7 kΩ
400	0x8019
300	0x8021
200	0x8032
100	0x0096
50	0x012C
20	0x02EE

1. R_P = 外部上拉电阻， f_{SCL} = I²C 速度，
2. 速度为 200 kHz 左右时，所实现速度的容差为 ±5%。对于其它速度范围，所实现速度的容差为 ±2%。这些变化取决于在设计应用时所使用的外部元件的精度。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

SPI 接口特性

除非特别说明，否则*表 63* 中给出的 SPI 接口参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、f_{PCLKx} 频率和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 容性负载 C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

有关输入 / 输出复用功能特性（对于 SPI 为 NSS、SCK、MOSI、MISO）的详细信息，请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

表 63. SPI 动态特性(1)

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
f_{SCK} $1/t_{c(SCK)}$	SPI 时钟频率	主模式， SPI1/4/5/6, 2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V		-	-	45	MHz
		从模式， SPI1/4/5/6, 2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	接收器			45	
			发射器 / 全双工			38(2)	
		主模式， SPI1/2/3/4/5/6， 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V		-	-	22.5	
		从模式， SPI1/2/3/4/5/6， 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V				22.5	
Duty(SCK)	SPI 时钟频率的占空比	从模式		30	50	70	%
$t_{w(SCKH)}$	SCK 高电平和低电平时间	主模式， SPI 预分频 = 2， 2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V		T_{PCLK}–0.5	T_{PCLK}	T_{PCLK}+0.5	ns
$t_{w(SCKL)}$		主模式， SPI 预分频 = 2， 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V		T_{PCLK}–2	T_{PCLK}	T_{PCLK}+2	
$t_{su(NSS)}$	NSS 建立时间	从模式， SPI 预分频 = 2		$4T_{PCLK}$	-	-	
$t_{h(NSS)}$	NSS 保持时间	从模式， SPI 预分频 = 2		$2T_{PCLK}$			
$t_{su(MI)}$	数据输入建立时间	主模式		3	-	-	
$t_{su(SI)}$		从模式		0	-	-	
$t_{h(MI)}$	数据输入保持时间	主模式		0.5	-	-	
$t_{h(SI)}$		从模式		2	-	-	
$t_{a(SO)}$	数据输出访问时间	从模式， SPI 预分频 = 2		0	-	$4T_{PCLK}$	
$t_{dis(SO)}$	数据输出禁止时间	从模式， SPI1/4/5/6, 2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V		0	-	8.5	
		从模式， SPI1/2/3/4/5/6 和 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V		0	-	16.5	

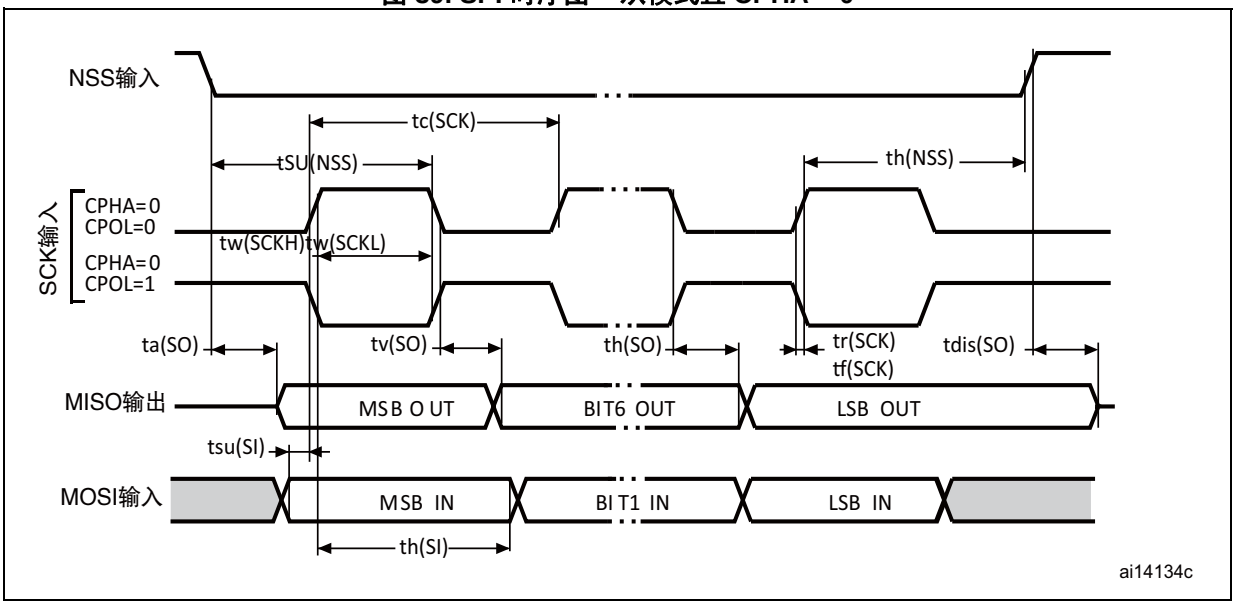
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 63. SPI 动态特性(1) （续）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{v(SO)}$ $t_{h(SO)}$	数据输出有效 / 保持时间	从模式 （使能边沿之后），SPI1/4/5/6， 2.7V ≤ VDD ≤ 3.6V	-	11	13	ns
		从模式 （使能边沿之后）， SPI2/3，2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	-	14	15	
		从模式 （使能边沿之后），SPI1/4/5/6， 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V	-	15.5	19	
		从模式 （使能边沿之后）， SPI2/3，1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V	-	15.5	17.5	
$t_{v(MO)}$	数据输出有效时间	主模式 （使能边沿之后），SPI1/4/5/6， 2.7 V ≤ V_{DD} ≤ 3.6 V	-	-	2.5	
		主模式 （使能边沿之后），SPI1/2/3/4/5/6， 1.7 V ≤ V_{SS} ≤ 3.6 V	-	-	4.5	
$t_{h(MO)}$	数据输出保持时间	主模式 （使能边沿之后）	0	-	-	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. 在从发射器模式中，最大频率由 $t_{v(SO)}$ 和 $t_{su(MI)}$ 之和决定，必须适合 SCK 采样边沿之前的 SCK 低或高相位。当与 SPI 通信的主设备具有 $t_{su(MI)}$ = 0， Duty(SCK) = 50% 时，可达到此值

图 39. SPI 时序图 – 从模式且 CPHA = 0



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 40. SPI 时序图 – 从模式且 CPHA = 1(1)

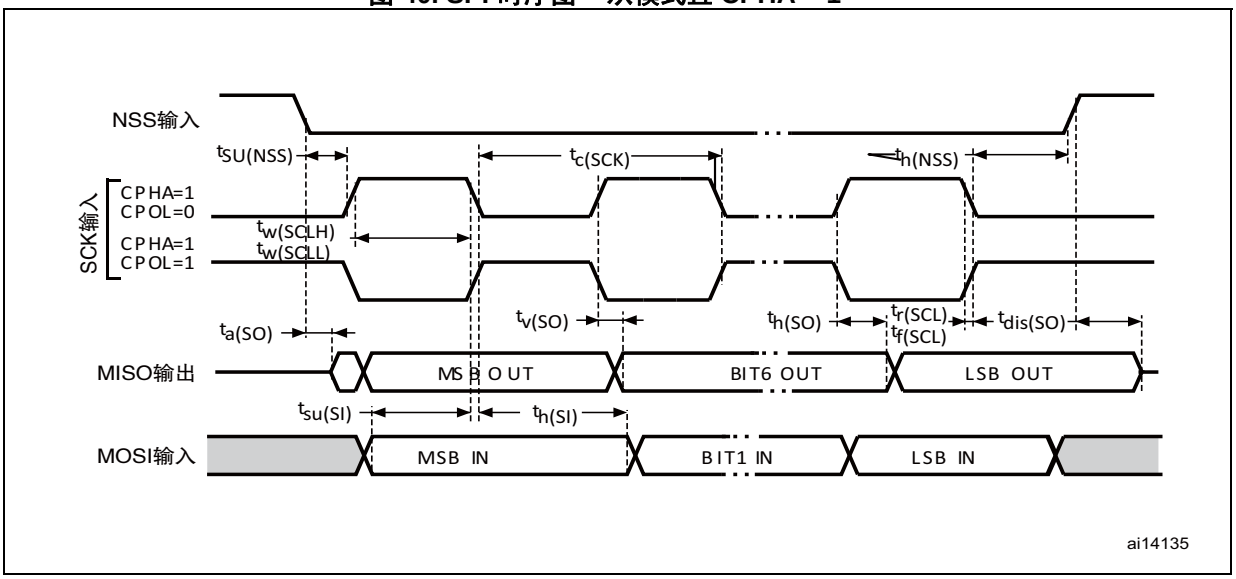
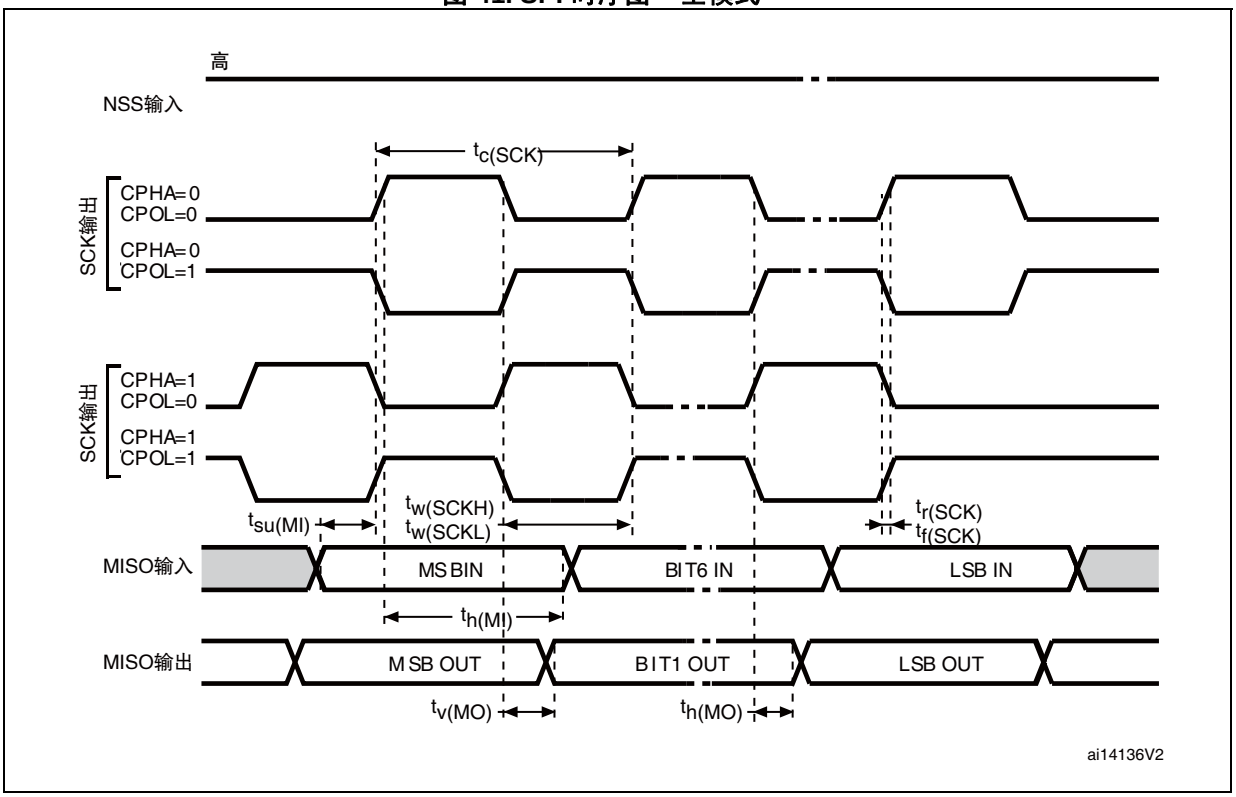


图 41. SPI 时序图 – 主模式 (1)



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

I²S 接口特性

除非特别说明，否则*表 64* 中给出的 I²S 接口参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、 f_{PCLKx} 频率和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 容性负载 C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

有关输入 / 输出复用功能特性 （CK、 SD、 WS）的详细信息，请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

表 64. I²S 动态特性(1)

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{MCK}	I2S 主时钟输出	-	256x8K	256xFs(2)	MHz
f_{CK}	I2S 时钟频率	主数据：32 位	-	64xFs	MHz
		从数据：32 位	-	64xFs	
D_{CK}	I2S 时钟频率占空比	从接收器	30	70	%
$t_{v(WS)}$	WS 有效时间	主模式	0	6	ns
$t_{h(WS)}$	WS 保持时间	主模式	0	-	
$t_{su(WS)}$	WS 建立时间	从模式	1	-	
$t_{h(WS)}$	WS 保持时间	从模式	0	-	
$t_{su(SD_MR)}$	数据输入建立时间	主接收器	7.5	-	
$t_{su(SD_SR)}$		从接收器	2	-	
$t_{h(SD_MR)}$	数据输入保持时间	主接收器	0	-	
$t_{h(SD_SR)}$		从接收器	0	-	
$t_{v(SD_ST)}$ $t_{h(SD_ST)}$	数据输出有效时间	从发送器 （使能边沿之后）	-	27	
$t_{v(SD_MT)}$		主发送器 （使能边沿之后）	-	20	
$t_{h(SD_MT)}$	数据输出保持时间	主发送器 （使能边沿之后）	2.5	-	

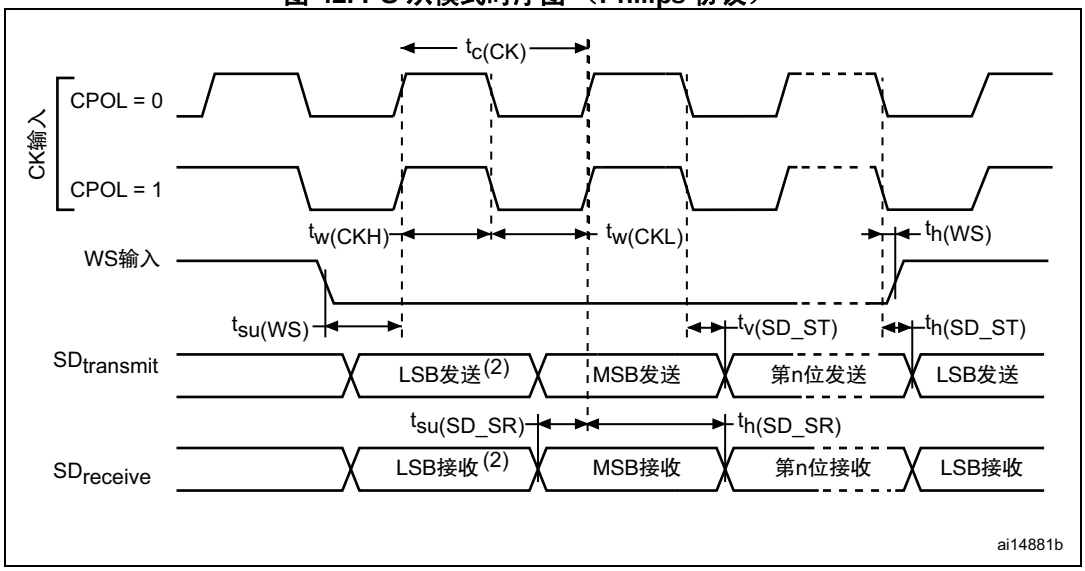
1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. 256xFs 的最大值为 45 MHz （APB1 最大频率）。

注： *请参考 RM0090 参考手册的 I2S 部分以获取采样频率 （F_S）的更详细信息。*

*f_{MCK}、 f_{CK}、 D_{CK} 的值仅反映数字外设的行为。源时钟精度可能轻微影响这些参数的值。D_{CK} 主要取决于 ODD 位的值。数字贡献的最小值为 (I2SDIV/(2*I2SDIV+ODD)，最大值为 (I2SDIV+ODD)/(2*I2SDIV+ODD)。每个模式 / 条件都支持 F_S 最大值。*

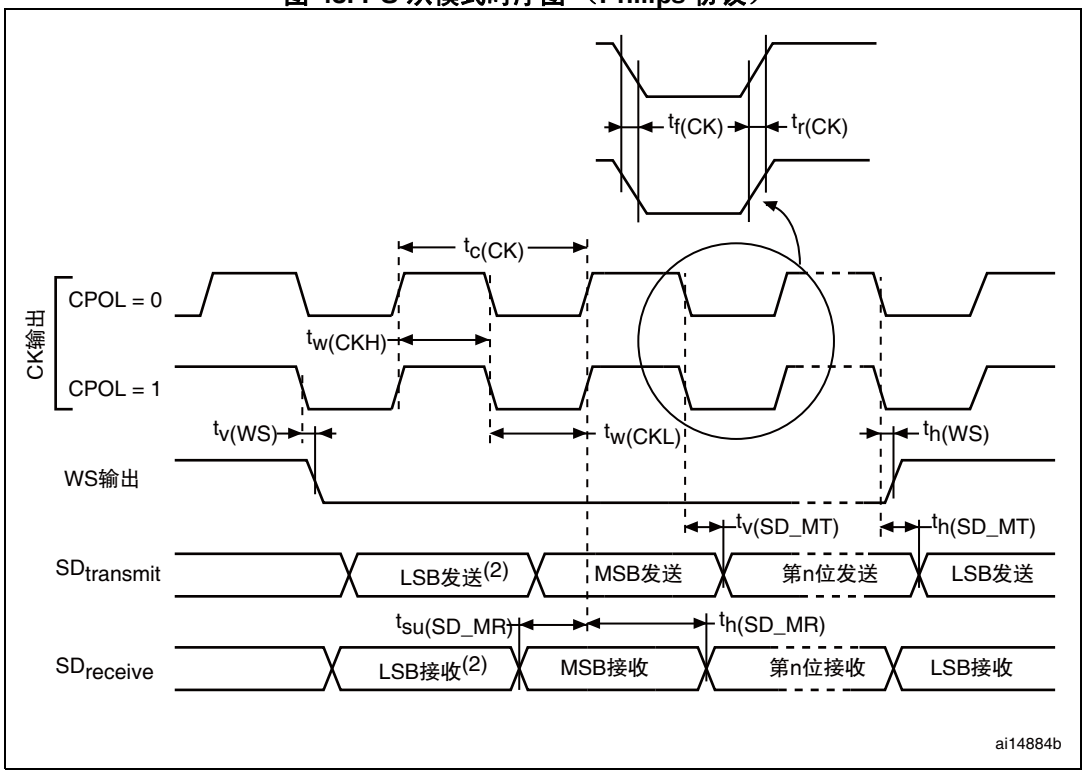
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 42. I²S 从模式时序图 （Philips 协议）(1)



1. . 前一发送字节的 LSB 发送 / 接收。在首字节前不发送任何 LSB 发送 / 接收。

图 43. I²S 从模式时序图 （Philips 协议）(1)



1. 前一发送字节的 LSB 发送 / 接收。在首字节前不发送任何 LSB 发送 / 接收。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

SAI 特性

除非特别说明，否则*表 65* 中给出的 SAI 参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、f_{PCLKx} 频率、VDD 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 容性负载：C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

有关输入 / 输出复用功能特性（SCK、SD、WS）的详细信息，请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

表 65. SAI 特性(1)

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{MCKL}	SAI 主时钟输出	-	256 × 8K	256xFs(2)	MHz
F_{SCK}	SAI 时钟频率	主数据：32 位	-	64xFs	MHz
		从数据：32 位	-	64xFs	
D_{SCK}	SAI 时钟频率占空比	从接收器	30	70	%
$t_{v(FS)}$	FS 有效时间	主模式	8	22	ns
$t_{su(FS)}$	FS 建立时间	从模式	2	-	
$t_{h(FS)}$	FS 保持时间	主模式	8	-	
		从模式	0	-	
$t_{su(SD_MR)}$	数据输入建立时间	主接收器	5	-	
$t_{su(SD_SR)}$		从接收器	3	-	
$t_{h(SD_MR)}$	数据输入保持时间	主接收器	0	-	
$t_{h(SD_SR)}$		从接收器	0	-	
$t_{v(SD_ST)}$ $t_{h(SD_ST)}$	数据输出有效时间	从发送器（使能边沿之后）	-	22	
$t_{v(SD_MT)}$		主发送器（使能边沿之后）	-	20	
$t_{h(SD_MT)}$	数据输出保持时间	主发送器（使能边沿之后）	8	-	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. 256xFs 最大值对应于 45 MHz（APB2 最大频率）

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 44. SAI 主时序波形

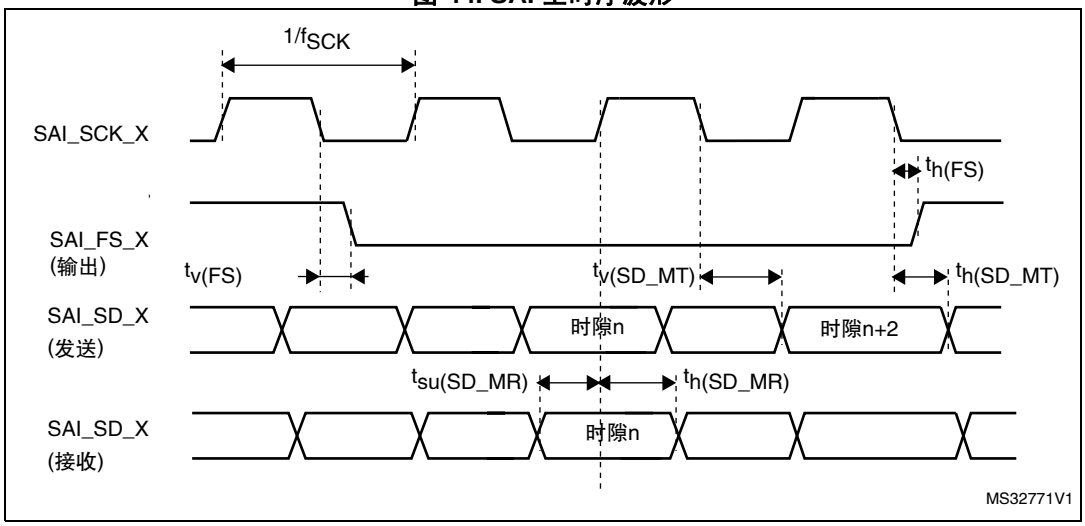
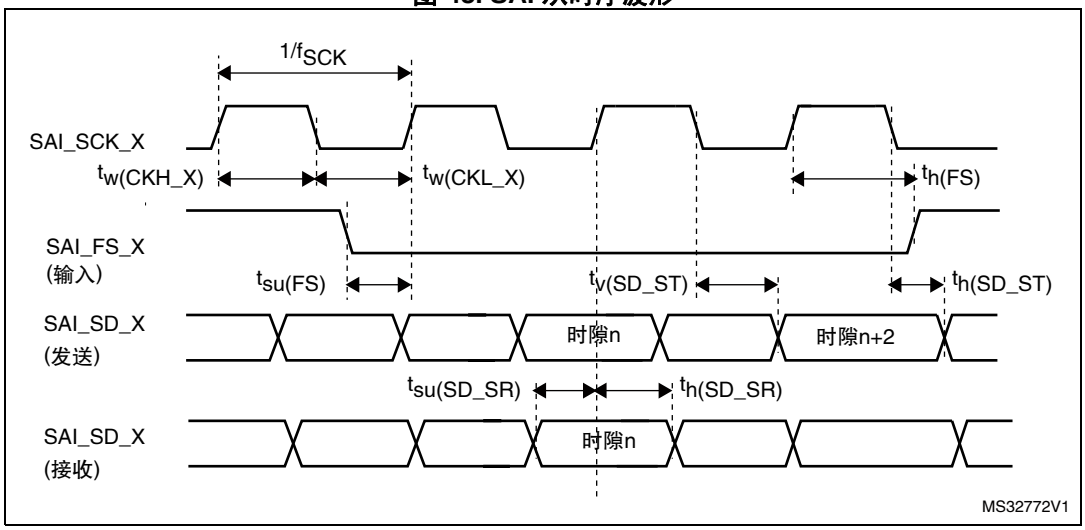


图 45. SAI 从时序波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

USB OTG 全速 （FS）特性

此接口在 USB OTG HS 和 USB OTG FS 控制器中都存在。

表 66. USB OTG 全速启动时间

符号	参数	最大值	单位
$t_{STARTUP}$(1)	USB OTG 全速收发器启动时间	1	µs

1. 由设计保证，未经生产测试。

表 67. USB OTG 全速直流电气特性

符号		参数	条件	最小值(1)	典型值	最大值(1)	单位
输入电平	V_{DD}	USB OTG 全速收发器工作电压		3.0(2)	-	3.6	V
	V_{DI}(3)	差分输入灵敏度	I(USB_FS_DP/DM, USB_HS_DP/DM)	0.2	-	-	V
	V_{CM}(3)	差分共模范围	包括 V_{DI} 范围	0.8	-	2.5	
	V_{SE}(3)	单端接收器阈值		1.3	-	2.0	
输出电平	V_{OL}	静态输出低电平	1.5 kΩ 的 R_L 接至 3.6 V(4)	-	-	0.3	V
	V_{OH}	静态输出高电平	15 kΩ 的 R_L 接至 V_{SS}(4)	2.8	-	3.6	
R_{PD}		PA11, PA12, PB14, PB15 (USB_FS_DP/DM, USB_HS_DP/DM)	$V_{IN} = V_{DD}$	17	21	24	kΩ
		PA9, PB13 (OTG_FS_VBUS, OTG_HS_VBUS)		0.65	1.1	2.0	
R_{PU}		PA12, PB15 (USB_FS_DP, USB_HS_DP)	$V_{IN} = V_{SS}$	1.5	1.8	2.1	
		PA9, PB13 (OTG_FS_VBUS, OTG_HS_VBUS)	$V_{IN} = V_{SS}$	0.25	0.37	0.55	

1. 所有电压均基于局部接地电位测得。
2. 工作电压降至 2.7 V 时，仍可保证 USB OTG 全速收发器的功能，但不能保证完整的 USB 全速电气特性，后者在 2.7 到 3.0 V 的 V_{DD} 电压范围内会降级。
3. 由设计保证，未经生产测试。
4. R_L 是连接至 USB OTG 全速驱动器的负载。

注： *当启用 VBUS 传感特性时， PA9 和 PB13 应保留为其默认状态 （浮空输入），而不是作为复用功能。当启用该特性时， 可在 PA9 和 PB13 上观察到传感模块的典型 200 µA 电流消耗（电流至电压转换以确定不同的段）。*

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 46. USB OTG 全速时序：数据信号上升时间和下降时间的定义

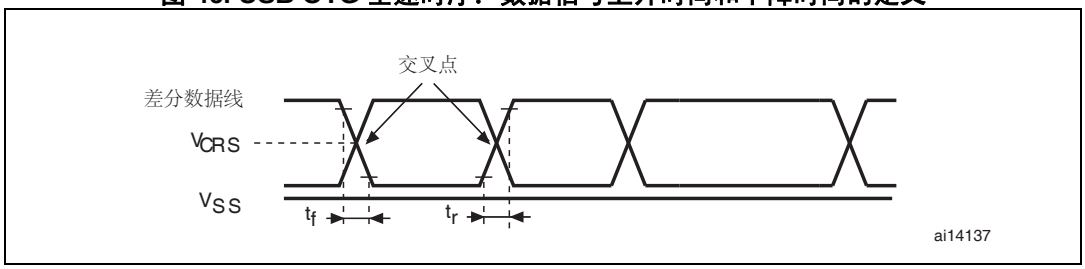


表 68. USB OTG 全速电气特性(1)

驱动器特性					
符号	**参数**	**条件**	**最小值**	**最大值**	**单位**
t_r	上升时间(2)	C_L = 50 pF	4	20	ns
t_f	下降时间 (2)	C_L = 50 pF	4	20	ns
t_{rfm}	上升 / 下降时间匹配	t_r/t_f	90	110	%
V_{CRS}	输出信号交叉电压		1.3	2.0	V
Z_{DRV}	输出驱动阻抗(3)	驱动高或低	28	44	Ω

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 在 10% 到 90% 的数据信号区间内测得。更多详细信息，请参见 USB 技术规范第 7 章 （版本 2.0）。
3. DP （D+）和 DM （D-）引脚上不需要外部终接串联电阻，因为嵌入式驱动中包含了匹配阻抗。

USB 高速 （HS）特性

除非特别说明，否则*表 71* 中给出的 ULPI 参数均在*表 70* 中汇总的环境温度、f_{HCLK} 频率和*表 69* 中汇总的 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 除非特别说明，输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 除非特别说明，容性负载 C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 0.5V_{DD} 时完成测量。

请参考*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*以获取输入 / 输出特性的更详细信息。

表 69. USB HS 直流电气特性

符号		**参数**	**最小值(1)**	**最大值 (1)**	**单位**
输入电平	V_{DD}	USB OTG HS 工作电压	1.7	3.6	V

1. 所有电压均基于局部接地电位测得。

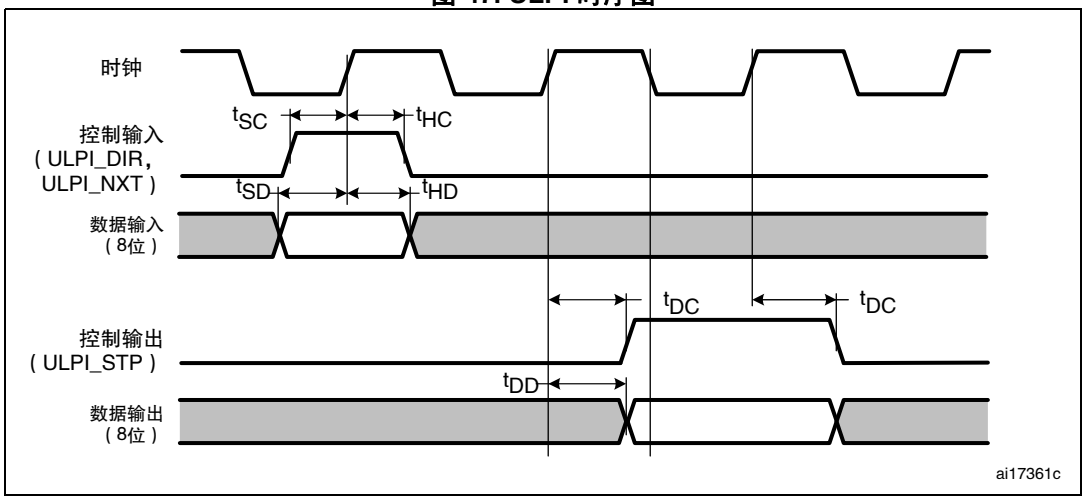
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 70. USB HS 时钟时序参数(1)

符号	参数		最小值	典型值	最大值	单位
	f_{HCLK} 值保证 USB HS 接口的正常工作		30	-	-	MHz
F_{START_8BIT}	频率 （第一次转换）	8-bit ±10%	54	60	66	MHz
F_{STEADY}	频率 （稳定状态） ±500 ppm		59.97	60	60.03	MHz
D_{START_8BIT}	占空比 （第一次转换）	8-bit ±10%	40	50	60	%
D_{STEADY}	占空比 （稳定状态） ±500 ppm		49.975	50	50.025	%
t_{STEADY}	第一次转换后，达到稳定状态频率和占空比的时间		-	-	1.4	ms
t_{START_DEV}	SuspendM 禁止后的时钟启动时间	外设	-	-	5.6	ms
t_{START_HOST}		主机	-	-	-	
t_{PREP}	输入时钟第一次转换后的 PHY 准备时间		-	-	-	µs

1. 由设计保证，未经生产测试。

图 47. ULPI 时序图



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 71. 动态特性：USB ULPI(1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SC}	（ULPI_DIR， ULPI_NXT）建立时间内的控制		2	-	-	ns
t_{HC}	（ULPI_DIR， ULPI_NXT）保持时间内的控制		0.5	-	-	
t_{SD}	建立时间内的数据		1.5	-	-	
t_{HD}	数据输入保持时间		2	-	-	
t_{DC}/t_{DD}	数据 / 控制输出延迟	2.7 V < V_{DD} < 3.6 V, C_L = 15 pF 和 OSPEEDRy[1:0] = 11	-	9	9.5	
		2.7 V < V_{DD} < 3.6 V, C_L = 20 pF 和 OSPEEDRy[1:0] = 10	-	12	15	
		1.7 V < V_{DD} < 3.6 V, C_L = 15 pF 和 OSPEEDRy[1:0] = 11	-			

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

以太网特性

除非特别说明，否则*表 73*、*表 74*、*表 75* 中给出的 SMI、RMII、MII 参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、 f_{HCLK} 频率和*表 72* 中汇总的 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 容性负载 C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

请参考*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*以获取输入 / 输出特性的更详细信息。

表 72. 以太网直流电气特性

符号		参数	最小值(1)	最大值 (1)	单位
输入电平	V_{DD}	以太网工作电压	2.7	3.6	V

1. 所有电压均基于局部接地电位测得。

表 73 给出了 SMI （站管理接口）的以太网 MAC 信号列表，*图 48* 显示了相应的时序图。

图 48. 以太网 SMI 时序图

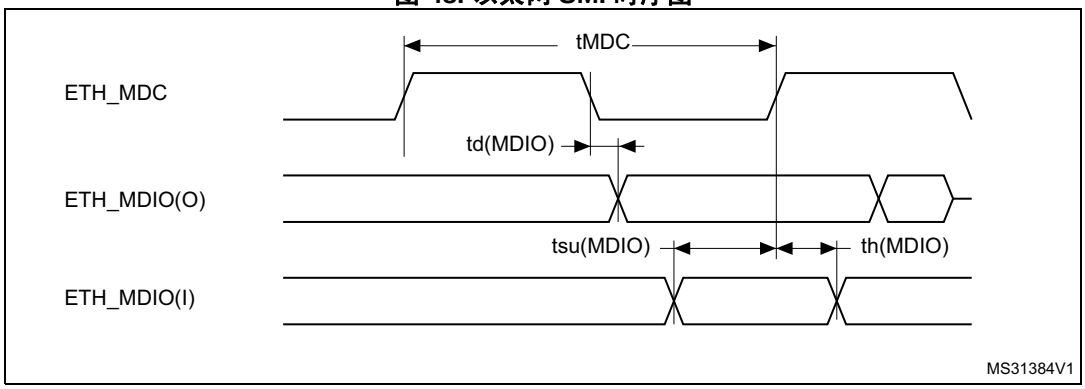


表 73. 动态特性：SMI 的以太网 MAC 信号(1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
t_{MDC}	MDC 周期时间 （2.38 MHz）	411	420	425	ns
$T_{d(MDIO)}$	写数据有效时间	6	10	13	
$t_{su(MDIO)}$	读数据建立时间	12	-	-	
$t_{h(MDIO)}$	读数据保持时间	0	-	-	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

表 74 给出了 RMII 的以太网 MAC 信号列表，*图 49* 显示了相应的时序图。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 49. 以太网 RMII 时序图

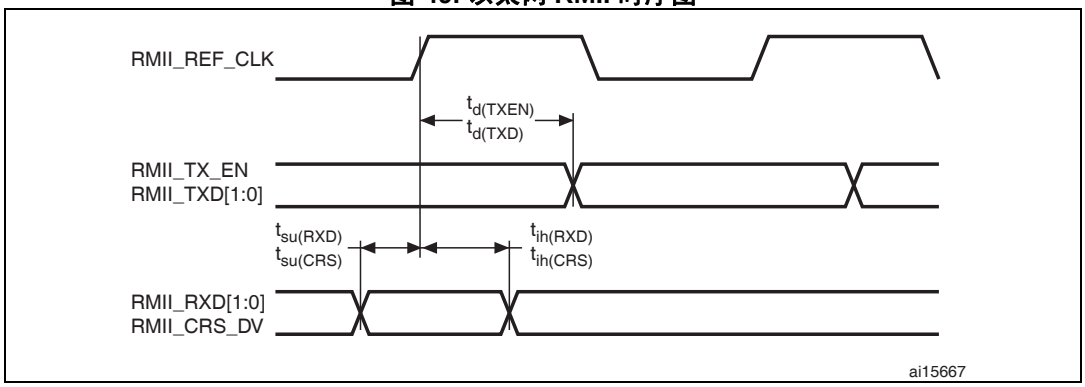


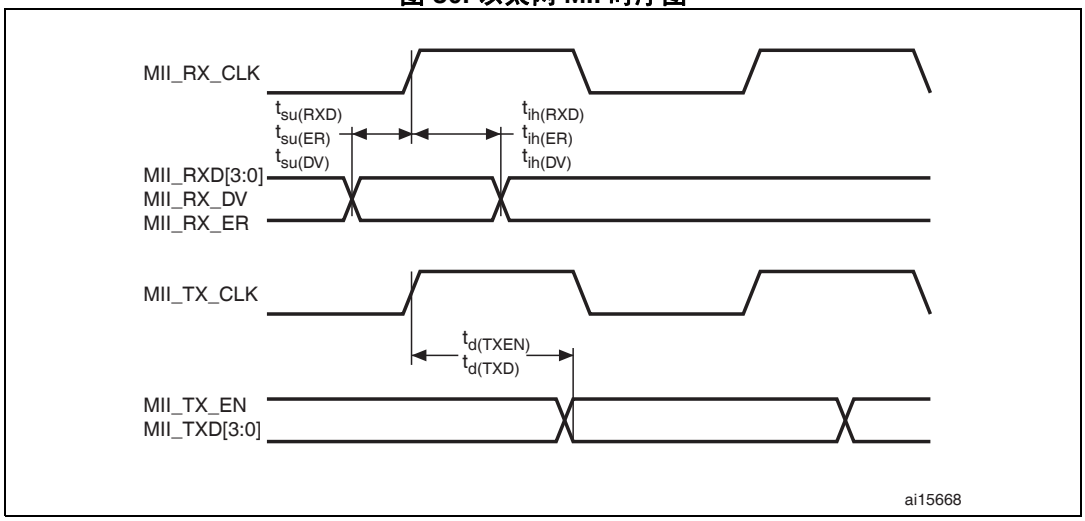
表 74. 动态特性：RMII 的以太网 MAC 信号(1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{su(RXD)}$	接收数据建立时间	1.5	-	-	ns
$t_{ih(RXD)}$	接收数据保持时间	0	-	-	
$t_{su(CRS)}$	载波监听建立时间	1	-	-	
$t_{ih(CRS)}$	载波监听保持时间	1	-	-	
$t_{d(TXEN)}$	发送使能有效延迟时间	0	10.5	12	
$t_{d(TXD)}$	发送数据有效延迟时间	0	11	12.5	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

表 75 给出了 MII 的以太网 MAC 信号列表，*图 49* 显示了相应的时序图。

图 50. 以太网 MII 时序图



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 75. 动态特性：MII 的以太网 MAC 信号(1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{su(RXD)}$	接收数据建立时间	9		-	ns
$t_{ih(RXD)}$	接收数据保持时间	10		-	
$t_{su(DV)}$	数据有效建立时间	9		-	
$t_{ih(DV)}$	数据有效保持时间	8		-	
$t_{su(ER)}$	误差建立时间	6		-	
$t_{ih(ER)}$	误差保持时间	8		-	
$t_{d(TXEN)}$	发送使能有效延迟时间	0	10	14	
$t_{d(TXD)}$	发送数据有效延迟时间	0	10	15	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

CAN （控制器局域网络）接口

有关输入 / 输出复用功能特性 （CANx_TX 和 CANx_RX）的详细信息，请参见*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*。

6.3.21 12 位 ADC 特性

除非特别说明，否则*表 76* 中给出的参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、 f_{PCLK2} 频率和 V_{DDA} 电源电压条件下测试得出的。

表 76. ADC 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DDA}	电源	$V_{DDA} - V_{REF+} < 1.2$ V	1.7(1)	-	3.6	V
V_{REF+}	正参考电压		1.7(1)	-	V_{DDA}	V
f_{ADC}	ADC 时钟频率	V_{DDA} = 1.7(1) 到 2.4 V	0.6	15	18	MHz
		V_{DDA} = 2.4 到 3.6 V	0.6	30	36	MHz
f_{TRIG}(2)	外部触发器频率	f_{ADC} = 30 MHz 12 位分辨率	-	-	1764	kHz
			-	-	17	$1/f_{ADC}$
V_{AIN}	转换电压范围(3)		0 （V_{SSA} 或 V_{REF-} 接地）	-	V_{REF+}	V
R_{AIN}(2)	外部输入阻抗	详细信息，请参见*公式 1*。	-	-	50	kΩ
R_{ADC}(2)(4)	采样开关电阻		-	-	6	kΩ
C_{ADC}(2)	内部采样和保持电容		-	4	7	pF
t_{lat}(2)	注入触发器转换延迟	f_{ADC} = 30 MHz	-	-	0.100	µs
			-	-	3(5)	$1/f_{ADC}$
t_{latr}(2)	常规触发器转换延迟	f_{ADC} = 30 MHz	-	-	0.067	µs
			-	-	2(5)	$1/f_{ADC}$

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 76. ADC 特性 （续）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_S(2)	采样时间	f_{ADC} = 30 MHz	0.100	-	16	µs
			3	-	480	$1/f_{ADC}$
t_{STAB}(2)	上电时间		-	2	3	µs
t_{CONV}(2)	总转换时间 （包括采样时间）	f_{ADC} = 30 MHz 12 位分辨率	0.50	-	16.40	µs
		f_{ADC} = 30 MHz 10 位分辨率	0.43	-	16.34	µs
		f_{ADC} = 30 MHz 8 位分辨率	0.37	-	16.27	µs
		f_{ADC} = 30 MHz 6 位分辨率	0.30	-	16.20	µs
		9 到 492 （采样时间 t_S+ 逐次趋近 n 位分辨率）				$1/f_{ADC}$
f_S(2)	采样率 (f_{ADC} = 30 MHz, 和 t_S = 3 个 ADC 周期)	12 位分辨率 单 ADC	-	-	2	Msps
		12 位分辨率 交织双重 ADC 模式	-	-	3.75	Msps
		12 位分辨率 交织三重 ADC 模式	-	-	6	Msps
I_{VREF+}(2)	转换模式中的 ADC V_{REF} DC 电流消耗		-	300	500	µA
I_{VDDA}(2)	转换模式中的 ADC V_{DDA} DC 电流消耗		-	1.6	1.8	mA

1. 使用外部电源监控器时，可达到 1.7 V 的 V_{DDA} 最小值 （请参考*第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。
3. V_{REF+} 可内部连接至 V_{DDA}， V_{REF-} 可内部连接至 V_{SSA}。
4. R_{ADC} 最大值在 V_{DD}=1.7 V 给出，最小值在 V_{DD}=3.3 V 给出。
5. 对于外接触发器，必须将*表 76* 中指定的延迟加上 $1/f_{PCLK2}$ 的延时。

公式 1：R_{AIN} 最大值公式

$$R_{AIN} = \frac{(k - 0.5)}{f_{ADC} \times C_{ADC} \times \ln(2^{N+2})} - R_{ADC}$$

上式（*公式 1*）用于确定使误差低于 1/4 LSB 的最大外部阻抗。其中 N = 12（12 位分辨率），k 为 ADC_SMPR1 寄存器中定义的采样周期数。

表 77. f_{ADC} = 18 MHz 时的 ADC 静态精度(1)

符号	参数	测试条件	典型值	最大值(2)	单位

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 77. f_{ADC} = 18 MHz 时的 ADC 静态精度(1)

ET	总未调整误差	f_{ADC} =18 MHz V_{DDA} = 1.7 到 3.6 V V_{REF} = 1.7 到 3.6 V $V_{DDA} - V_{REF}$ < 1.2 V	±3	±4	LSB
EO	偏移误差		±2	±3	
EG	增益误差		±1	±3	
ED	微分线性误差		±1	±2	
EL	积分线性误差		±2	±3	

1. 在受限的 V_{DD}、频率和温度范围内可达到更佳的性能。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 78. f_{ADC} = 30 MHz 时的 ADC 静态精度(1)

符号	参数	测试条件	典型值	最大值(2)	单位
ET	总未调整误差	f_{ADC} = 30 MHz, R_{AIN} < 10 kΩ, V_{DDA} = 2.4 到 3.6 V, V_{REF} = 1.7 到 3.6 V, V_{DDA} - V_{REF} < 1.2 V	±2	±5	LSB
EO	偏移误差		±1.5	±2.5	
EG	增益误差		±1.5	±3	
ED	微分线性误差		±1	±2	
EL	积分线性误差		±1.5	±3	

1. 在受限的 V_{DD}、频率和温度范围内可达到更佳的性能。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 79. f_{ADC} = 36 MHz 时的 ADC 静态精度(1)

符号	参数	测试条件	典型值	最大值(2)	单位
ET	总未调整误差	f_{ADC} =36 MHz, V_{DDA} = 2.4 到 3.6 V, V_{REF} = 1.7 到 3.6 V V_{DDA} - V_{REF} < 1.2 V	±4	±7	LSB
EO	偏移误差		±2	±3	
EG	增益误差		±3	±6	
ED	微分线性误差		±2	±3	
EL	积分线性误差		±3	±6	

1. 在受限的 V_{DD}、频率和温度范围内可达到更佳的性能。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 80. f_{ADC} = 18 MHz 时的 ADC 动态精度 - 有限测试条件(1)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ENOB	有效位数	f_{ADC} =18 MHz V_{DDA} = V_{REF+}= 1.7 V 输入频率 = 20 kHz 环境温度 = 25 °C	10.3	10.4	-	比特
SINAD	信号与噪声和失真的比		64	64.2	-	dB
SNR	信噪比		64	65	-	
THD	总谐波失真		-67	-72	-	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

表 81. f_{ADC} = 36 MHz 时的 ADC 动态精度 - 有限测试条件(1)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ENOB	有效位数	f_{ADC} =36 MHz V_{DDA} = V_{REF+} = 3.3 V 输入频率 = 20 kHz 环境温度 = 25 °C	10.6	10.8	-	比特
SINAD	信号与噪声和失真的比		66	67	-	dB
SNR	信噪比		64	68	-	
THD	总谐波失真		-70	-72	-	

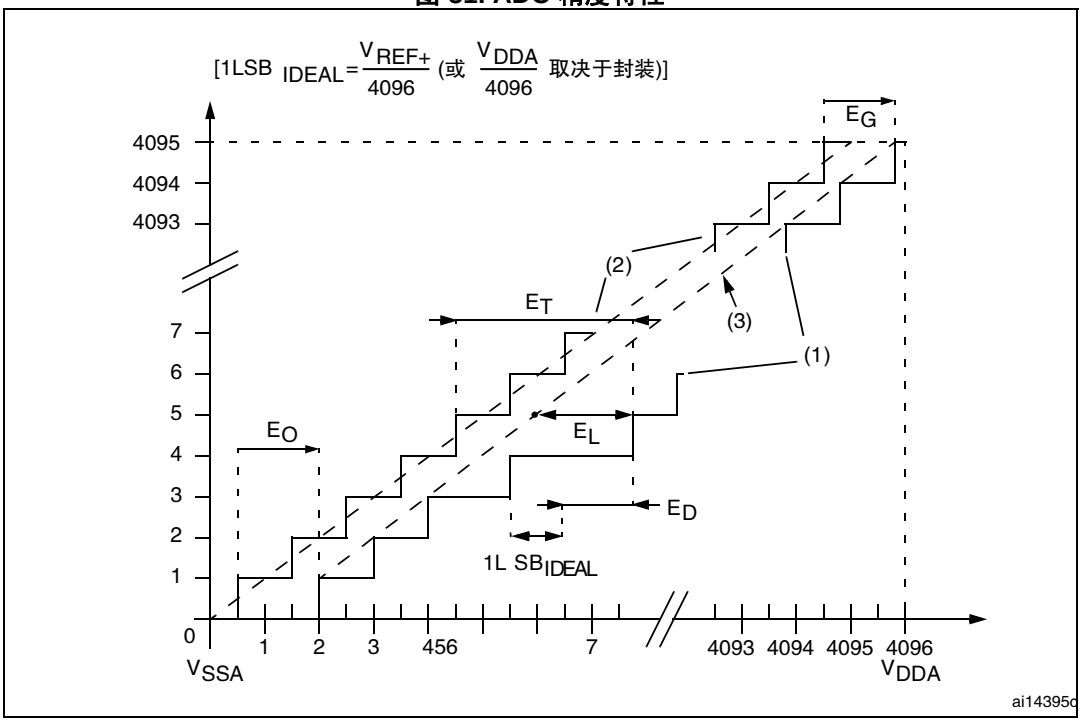
1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

注： ADC 精度与反向注入电流：应避免在任何模拟输入引脚上注入反向电流，这样做会显著降低另一个模拟输入上正在进行的转换作业的精度。建议在可能注入反向电流的模拟引脚上增加一个肖特基二极管 （引脚与地之间）。

*只要正向注入电流处于第 6.3.17 章节*中为 $I_{INJ(PIN)}$ 和 $\Sigma I_{INJ(PIN)}$ 指定的限值范围内，就不会影响 ADC 精度。

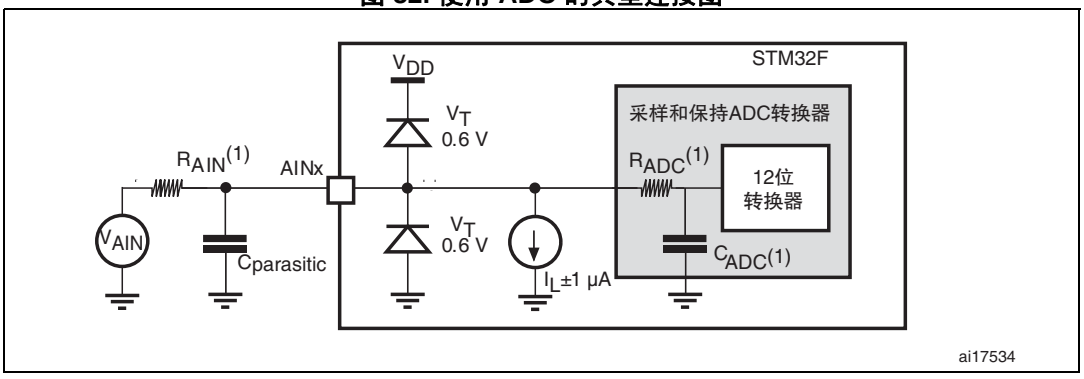
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 51. ADC 精度特性



1. 另请参见*表 78*。
2. 实际传输曲线举例。
3. 理想传输曲线。
4. 端点相关线。
5. E_T = 总未调整误差：实际和理想传输曲线间的最大偏离。
   E_O = 偏移误差：第一次实际转换和第一次理想转换间的偏离。
   E_G = 增益误差：最后一次理想转换和最后一次实际转换间的偏离。
   E_D = 微分线性误差：实际步进和理想值间的最大偏离。
   E_L = 积分线性误差：任何实际转换和端点相关线间的最大偏离。

图 52. 使用 ADC 的典型连接图



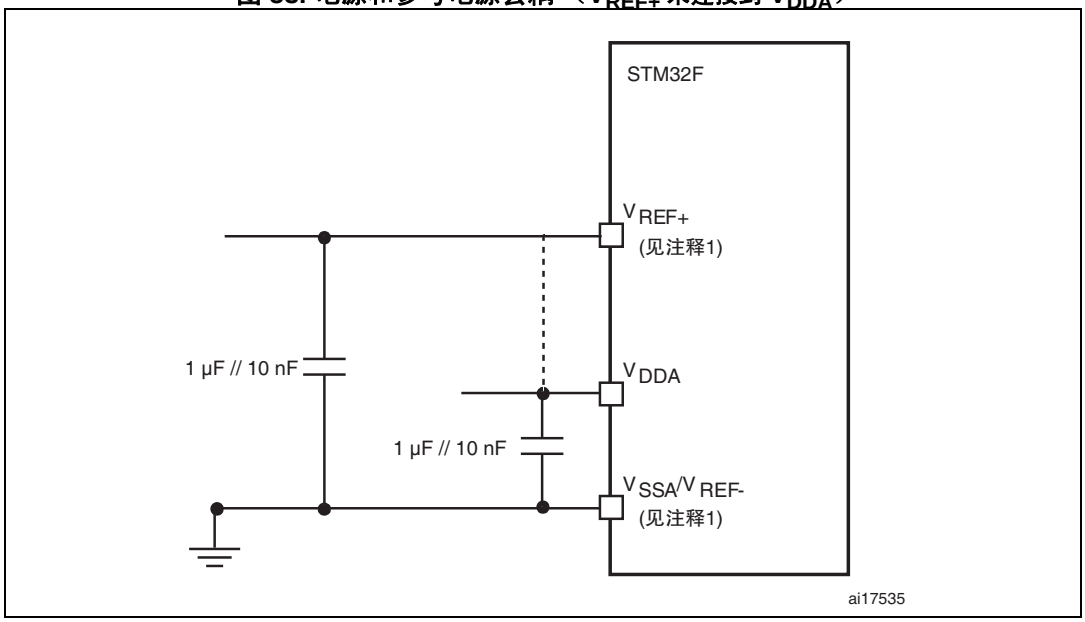
1. 有关 R_{AIN}、R_{ADC} 和 C_{ADC} 值的信息，请参见*表 76*。
2. $C_{parasitic}$ 表示 PCB 电容（取决于焊接和 PCB 布线质量）以及焊盘电容（约 5 pF）。$C_{parasitic}$ 值较高会导致转换精度降低。要解决这一问题，应减小 f_{ADC}。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

通用 PCB 设计准则

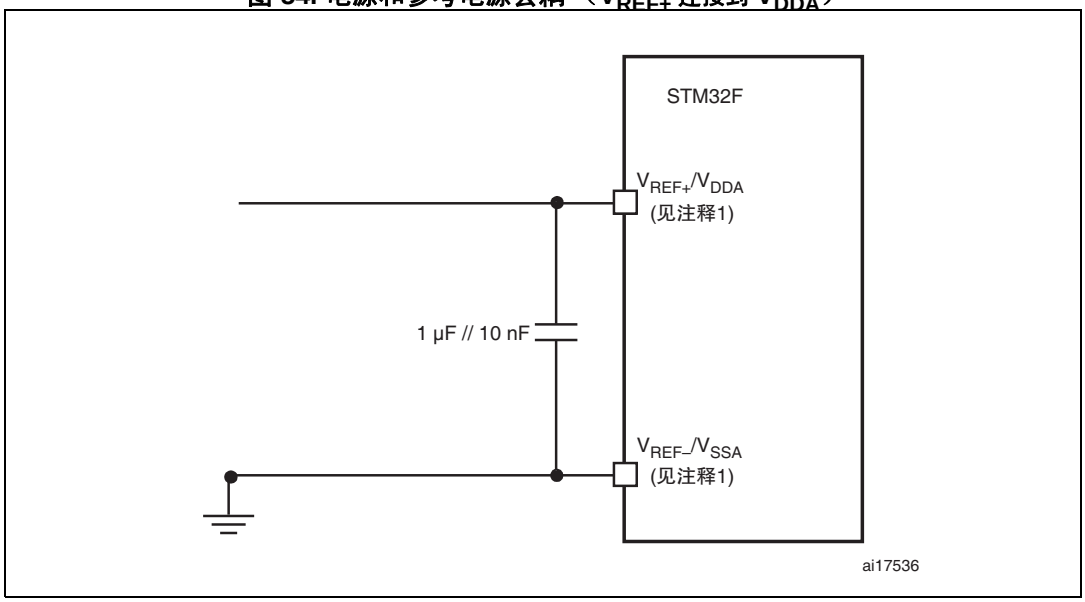
应按照*图 53* 或*图 54* 所示对电源进行去耦，具体取决于 V_{REF+} 是否与 V_{DDA} 相连。 10 nF 电容应为 （优质）陶瓷电容。这些电容应尽可能靠近芯片。

图 53. 电源和参考电源去耦 （V_{REF+} 未连接到 V_{DDA}）



1. V_{REF+} 和 V_{REF-} 输入在 UFBGA176 上都可用。 V_{REF+} 还在 LQFP100、 LQFP144、 LQFP176 上可用。当 V_{REF+} 和 V_{REF-} 不可用时，它们内部连至 V_{DDA} 和 V_{SSA}。

图 54. 电源和参考电源去耦 （V_{REF+} 连接到 V_{DDA}）



1. V_{REF+} 和 V_{REF-} 输入在 UFBGA176 上都可用。 V_{REF+} 还在 LQFP100、 LQFP144、 LQFP176 上可用。当 V_{REF+} 和 V_{REF-} 不可用时，它们内部连至 V_{DDA} 和 V_{SSA}。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.22 温度传感器特性

表 82. 温度传感器特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T_L(1)	V_{SENSE} 相对于温度的线性度	-	±1	±2	°C
Avg_Slope(1)	平均斜率	-	2.5		mV/°C
V_{25}(1)	25 °C 时的电压	-	0.76		V
t_{START}(2)	启动时间	-	6	10	µs
T_{S_temp}(2)	读取温度时的 ADC 采样时间 （精度为 1 °C）	10	-	-	µs

1. 通过特性分析确定，未经生产测试。
2. 由设计保证，未经生产测试。

表 83. 温度传感器校准值

符号	参数	存储器地址
TS_CAL1	TS ADC 原始数据在温度 30 °C， V_{DDA}= 3.3 V 时获取	0x1FFF 7A2C - 0x1FFF 7A2D
TS_CAL2	TS ADC 原始数据为温度 110 °C， V_{DDA}= 3.3 V 时获取	0x1FFF 7A2E - 0x1FFF 7A2F

6.3.23 V_{BAT} 监控特性

表 84. V_{BAT} 监控特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
R	V_{BAT} 的电阻桥	-	50	-	KΩ
Q	V_{BAT} 测量的比值	-	4	-	
Er(1)	Q 的误差	-1	-	+1	%
T_{S_vbat}(2) (2)	读取 V_{BAT} 时的 ADC 采样时间 1 mV 精度	5	-	-	µs

1. 由设计保证，未经生产测试。
2. 最短采样时间可由应用程序通过多次迭代确定。

6.3.24 参考电压

表 85 中给出的参数是在*表 17* 中汇总的环境温度和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出的。

表 85. 内部参考电压

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内部参考电压	–40 °C < T_A < +105 °C	1.18	1.21	1.24	V
$T_{S_vrefint}$(1)	读取内部参考电压时的 ADC 采样时间		10	-	-	µs
V_{RERINT_s}(2)	整个温度范围内的内部参考电压	V_{DD} = 3V ± 10mV	-	3	5	mV

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 85. 内部参考电压 （续）

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{Coeff}(2)	温度系数		-	30	50	ppm/°C
t_{START}(2)	启动时间		-	6	10	µs

1. 最短采样时间可由应用程序通过多次迭代确定。
2. 由设计保证，未经生产测试。

表 86. 内部参考电压校准值

符号	参数	存储器地址
V_{REFIN_CAL}	原始数据在温度 30 °C，$_{VDDA}$ = 3.3 V 时获取	0x1FFF 7A2A - 0x1FFF 7A2B

6.3.25 DAC 电气特性

表 87. DAC 特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	注释
V_{DDA}	模拟电源电压	1.7(1)	-	3.6	V	
V_{REF+}	参考电源电压	1.7(1)	-	3.6	V	$V_{REF+} \leqslant V_{DDA}$
V_{SSA}	接地	0	-	0	V	
R_{LOAD}(2)	缓冲器开启时的阻性负载	5	-	-	kΩ	
R_O(2)	缓冲器关闭时的阻抗输出	-	-	15	kΩ	缓冲器关闭时，要使精度为 1%，DAC_OUT 与 V_{SS} 之间的最小阻性负载为 1.5 MΩ
C_{LOAD}(2)	容性负载	-	-	50	pF	DAC_OUT 引脚上的最大容性负载 （缓冲器开启时）。
DAC_OUT min(2)	缓冲器开启时的 DAC_OUT 电压下限	0.2	-	-	V	它给出了 DAC 的最大输出幅度。对应于 12 位输入代码 (0x0E0) 到 (0xF1C) （V_{REF+} = 3.6 V 时）以及 (0x1C7) 到 (0xE38) （V_{REF+} = 1.7 V 时）。
DAC_OUT max(2)	缓冲器开启时的 DAC_OUT 电压上限	-	-	V_{DDA} – 0.2	V	
DAC_OUT min(2)	缓冲器关闭时的 DAC_OUT 电压下限	-	0.5	-	mV	它给出了 DAC 的最大输出幅度。
DAC_OUT max(2)	缓冲器关闭时的 DAC_OUT 电压上限	-	-	V_{REF+} – 1LSB	V	
I_{VREF+}(4)	静止模式 （待机模式）下的 DAC DC V_{REF} 直流电流消耗	-	170	240	µA	无负载，在输入上的直流消耗方面，对应于 V_{REF+} = 3.6 V 时的最差代码 (0x800)
		-	50	75		无负载，在输入上的直流消耗方面，对应于 V_{REF+} = 3.6 V 时的最差代码 (0xF1C)

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

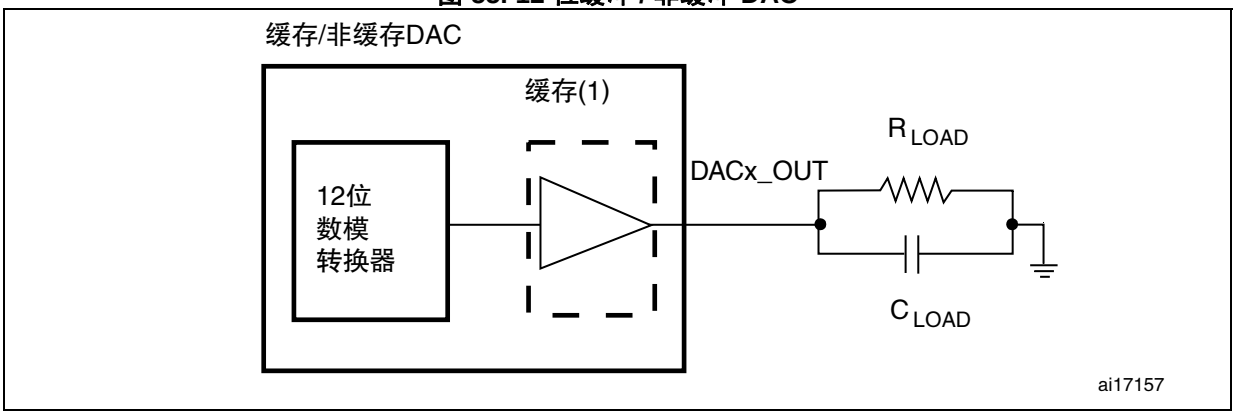
表 87. DAC 特性 （续）

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	注释
I_{DDA}(4)	静止模式下的 DAC DC VDDA 电流消耗(3)	-	280	380	μA	无负载，输入端采用中间代码 (0x800)
		-	475	625	μA	无负载，在输入上的直流消耗方面，对应于 V_{REF+} = 3.6 V 时的最差代码 (0xF1C)
DNL(4)	微分非线性误差 （两个连续代码之间的偏差 -1LSB）	-	-	±0.5	LSB	针对 10 位配置中的 DAC 提供。
		-	-	±2	LSB	针对 12 位配置中的 DAC 提供。
INL(4)	积分非线性误差 （代码 i 处测得的值与代码 0 及最后一个代码 1023 之间连线上代码 i 处的值之间的差）	-	-	±1	LSB	针对 10 位配置中的 DAC 提供。
		-	-	±4	LSB	针对 12 位配置中的 DAC 提供。
偏移 (4)	偏移误差 （代码 (0x800) 处测得值与理想值 V_{REF+}/2 之间的差）	-	-	±10	mV	针对 12 位配置中的 DAC 提供
		-	-	±3	LSB	针对 10 位配置中的 DAC 提供，V_{REF+} = 3.6 V
		-	-	±12	LSB	针对 12 位配置中的 DAC 提供，V_{REF+} = 3.6 V
增益误差 (4)	增益误差	-	-	±0.5	%	针对 12 位配置中的 DAC 提供
$t_{SETTLING}$(4)	建立时间 （满刻度：适用于当 DAC_OUT 达到最终值 ±4LSB 时，最低输入代码与最高输入代码之间的 10 位输入代码转换）	-	3	6	μs	$C_{LOAD} \leq$ 50 pF, $R_{LOAD} \geq$ 5 kΩ
THD(4)	总谐波失真 缓冲器 ON	-	-	-	dB	$C_{LOAD} \leq$ 50 pF, $R_{LOAD} \geq$ 5 kΩ
更新率 (2)	当输入代码略有变化 （从代码 i 到 i+1LSB）时，确保 DAC_OUT 变化正确的最大频率	-	-	1	MS/s	$C_{LOAD} \leq$ 50 pF, $R_{LOAD} \geq$ 5 kΩ
t_{WAKEUP}(4)	从关闭状态唤醒的时间 （在 DAC 控制寄存器中将 ENx 位置 1）	-	6.5	10	μs	$C_{LOAD} \leq$ 50 pF， $R_{LOAD} \geq$ 5 kΩ 介于可能的最低值和最高值之间的输入代码。
PSRR+ (2)	电源抑制比 （相对于 V_{DDA}） （静态直流测量）	-	-67	-40	dB	无 R_{LOAD}， C_{LOAD} = 50 pF

1. 使用外部电源监控器时，可达到 1.7 V 的 V_{DDA} 最小值 （请参考*第 3.17.2 章节：内部复位 OFF*）。
2. 由设计保证，未经生产测试。
3. 静止模式对应的状态为， DAC 保持在稳定的输出电平以确保无动态消耗发生。
4. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 55. 12 位缓冲 / 非缓冲 DAC



1. DAC 集成了输出缓冲器，可用来降低输出阻抗并在不使用外部运算放大器的情况下直接驱动外部负载。如果将 DAC_CR 寄存器的 BOFFx 位置 1，可将该缓冲器旁路。

6.3.26 FMC 特性

除非特别说明，否则*表 88* 至*表 103* 中给出的 FMC 接口参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、f_{HCLK} 频率和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 除了V_{DD}范围为1.7至2.1V时OSPEEDRy[1:0] = 11，否则输出速度设为OSPEEDRy[1:0] = 10
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

请参考*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*以获取输入 / 输出特性的更详细信息。

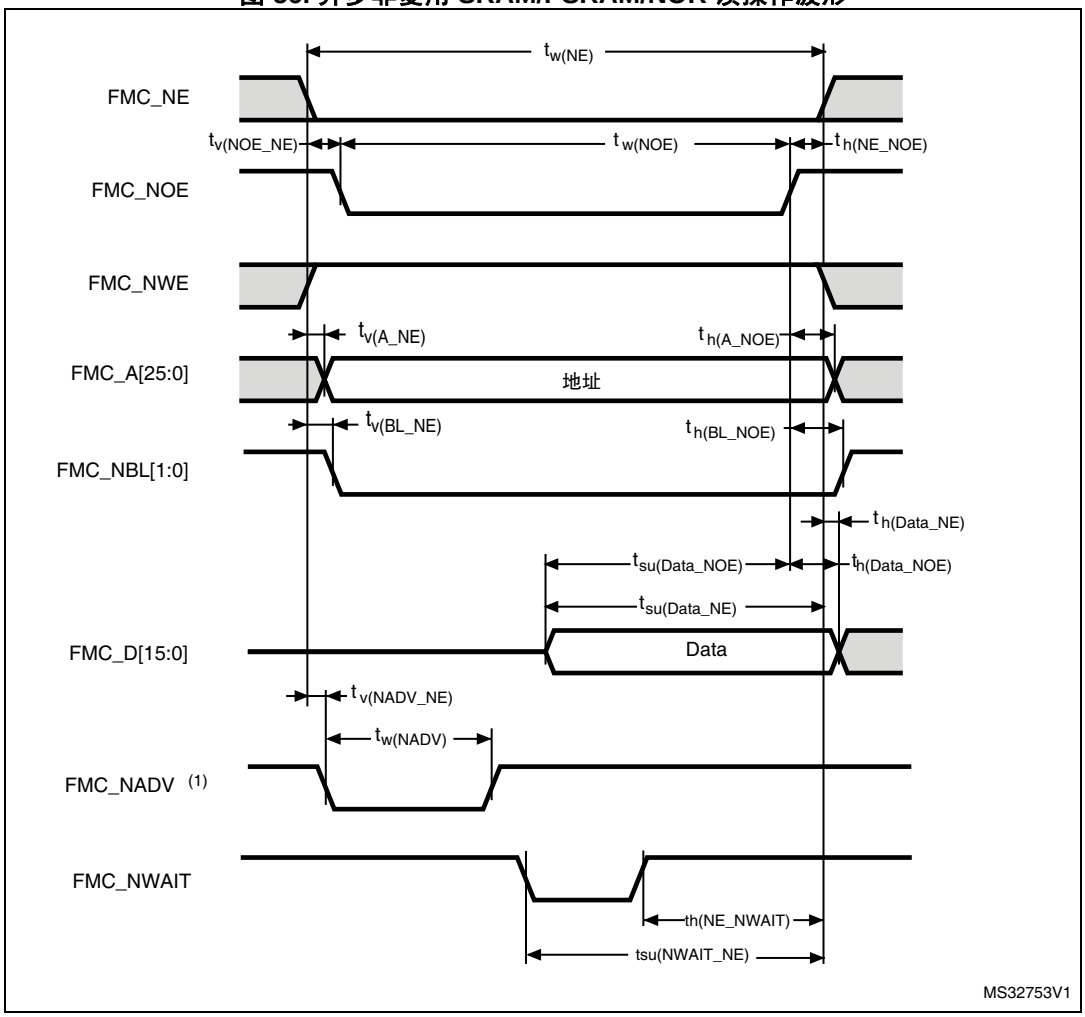
异步波形和时序

图 56 到*图 59* 所示为异步波形，*表 88* 到*表 95* 则给出了相应的时序。这些表格中的结果在如下 FMC 配置条件下获得：

- AddressSetupTime = 0x1
- AddressHoldTime = 0x1
- DataSetupTime = 0x1 （除了异步 NWAIT 模式， DataSetupTime = 0x5）
- BusTurnAroundDuration = 0x0
- 对于 SDRAM 存储器， V_{DD} 范围为 2.7 至 3.6 V，最大频率 FMC_SDCLK = 90 MHz
- 对于移动 LPSDR SDRAM 存储器，V_{DD} 范围为 1.7 至 1.95 V，最大频率 FMC_SDCLK = 84 MHz

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 56. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 读操作波形



1. 仅限模式 2/B、 C 和 D。在模式 1 中不使用 FMC_NADV。

表 88. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR - 读时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$2T_{HCLK}$– 0.5	2 T_{HCLK}+0.5	ns
$t_{v(NOE_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NOE 变为低电平的间隔时间	0	1	ns
$t_{w(NOE)}$	FMC_NOE 为低电平的时间	$2T_{HCLK}$	$2T_{HCLK}$+ 0.5	ns
$t_{h(NE_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平到 FMC_NE 变为高电平的保持时间	0	-	ns
$t_{v(A_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_A 有效的间隔时间	-	2	ns
$t_{h(A_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后的地址保持时间	0	-	ns
$t_{v(BL_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_BL 有效的间隔时间	-	2	ns

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 88. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR - 读时序(1)(2) （续）

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{h(BL_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后 FMC_BL 的保持时间	0	-	ns
$t_{su(Data_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前的数据建立时间	T_{HCLK} + 2.5	-	ns
$t_{su(Data_NOE)}$	FMC_NOEx 变为高电平前的数据建立时间	T_{HCLK} +2	-	ns
$t_{h(Data_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后的数据保持时间	0	-	ns
$t_{h(Data_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平后的数据保持时间	0	-	ns
$t_{v(NADV_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{w(NADV)}$	FMC_NADV 为低电平的时间	-	T_{HCLK} +1	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

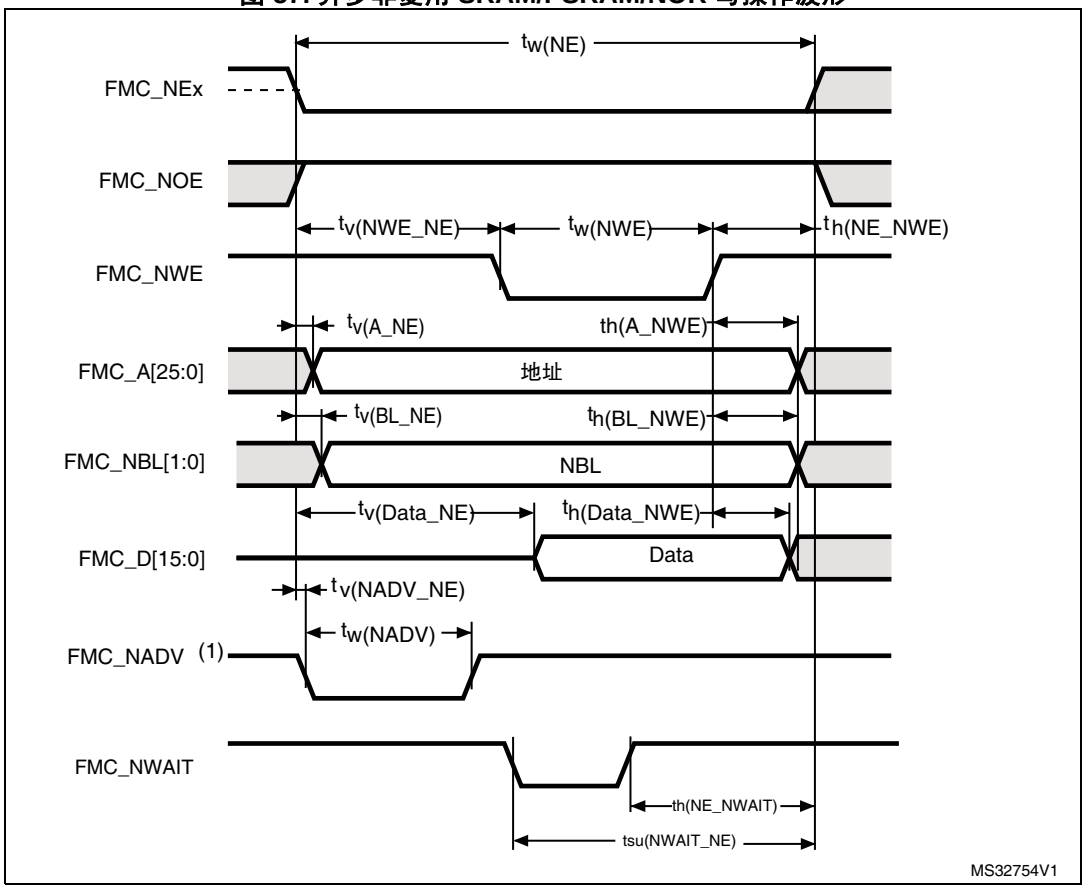
表 89. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 读操作 - NWAIT 时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$7T_{HCLK}$+0.5	$7T_{HCLK}$+1	ns
$t_{w(NOE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$5T_{HCLK}$–1.5	$5T_{HCLK}$ +2	
$t_{su(NWAIT_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	$5T_{HCLK}$+1.5	-	
$t_{h(NE_NWAIT)}$	FMC_NWAIT 无效后 FMC_NEx 的保持时间	$4T_{HCLK}$+1	-	

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 57. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作波形



1. 仅限模式 2/B、 C 和 D。在模式 1 中不使用 FMC_NADV。

表 90. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$3T_{HCLK}$	$3T_{HCLK}$+1	ns
$t_{v(NWE_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NWE 变为低电平的间隔时间	T_{HCLK}– 0.5	T_{HCLK}+ 0.5	ns
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	T_{HCLK}	T_{HCLK}+ 0.5	ns
$t_{h(NE_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_NE 变为高电平的保持时间	T_{HCLK} +1.5	-	ns
$t_{v(A_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_A 有效的间隔时间	-	0	ns
$t_{h(A_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后的地址保持时间	T_{HCLK}+0.5	-	ns
$t_{v(BL_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_BL 有效的间隔时间	-	1.5	ns
$t_{h(BL_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后 FMC_BL 的保持时间	T_{HCLK}+0.5	-	ns
$t_{v(Data_NE)}$	数据到 FMC_NEx 变为低电平到数据有效	-	T_{HCLK}+ 2	ns
$t_{h(Data_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后的数据保持时间	T_{HCLK}+0.5	-	ns
$t_{v(NADV_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0.5	ns
$t_{w(NADV)}$	FMC_NADV 为低电平的时间	-	T_{HCLK}+ 0.5	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

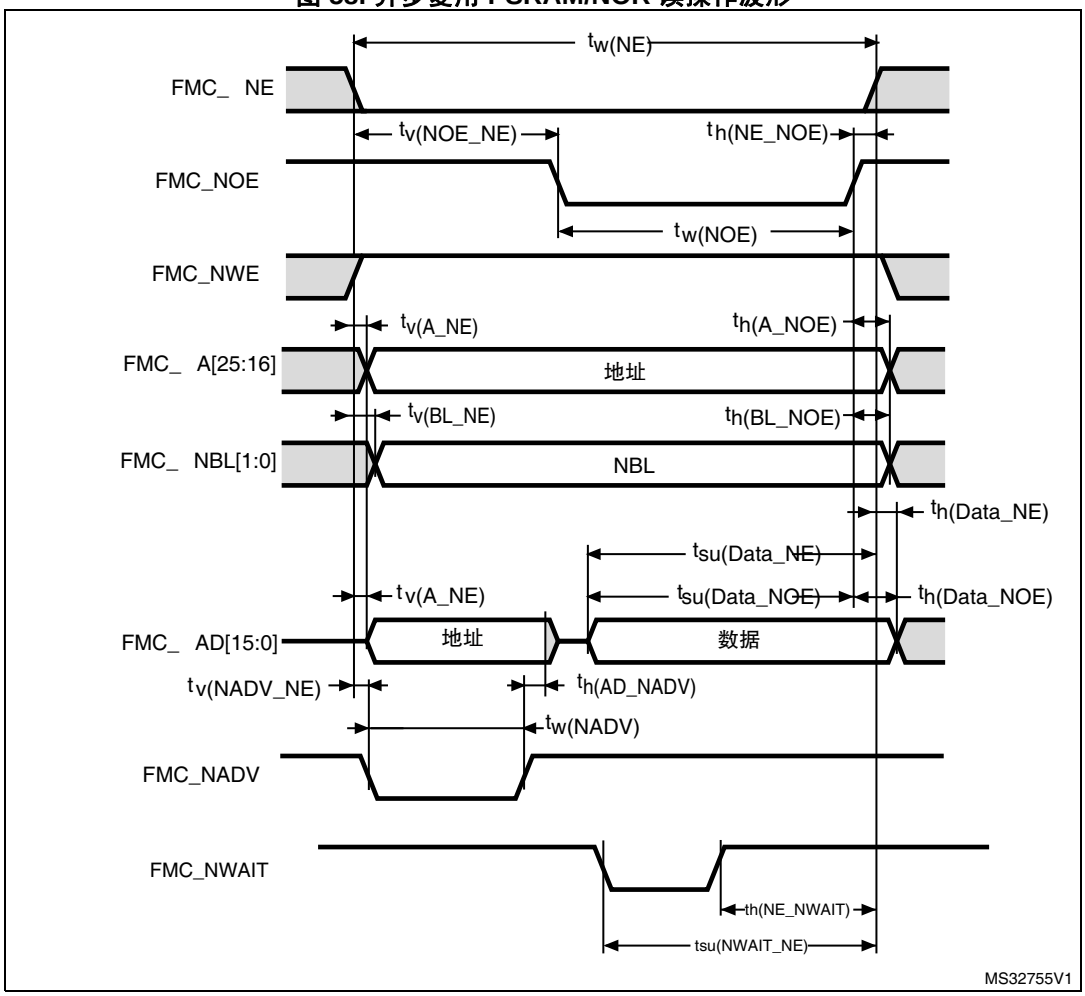
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 91. 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR 写操作 - NWAIT 时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$8T_{HCLK}+1$	$8T_{HCLK}+2$	ns
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$6T_{HCLK}-1$	$6T_{HCLK}+2$	ns
$t_{su(NWAIT_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	$6T_{HCLK}+1.5$	-	ns
$t_{h(NE_NWAIT)}$	FMC_NWAIT 无效后 FMC_NEx 的保持时间	$4T_{HCLK}+1$		ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

图 58. 异步复用 PSRAM/NOR 读操作波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 92. 异步复用 PSRAM/NOR 读操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$3T_{HCLK}$-1	$3T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{v(NOE_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NOE 变为低电平的间隔时间	$2T_{HCLK}$–0.5	$2T_{HCLK}$	ns
$t_{tw(NOE)}$	FMC_NOE 为低电平的时间	T_{HCLK}-1	T_{HCLK}+1	ns
$t_{h(NE_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平到 FMC_NE 变为高电平的保持时间	1	-	ns
$t_{v(A_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_A 有效的间隔时间	-	2	ns
$t_{v(NADV_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	0	2	ns
$t_{w(NADV)}$	FMC_NADV 为低电平的时间	T_{HCLK}-0.5	T_{HCLK}+0.5	ns
$t_{h(AD_NADV)}$	FMC_NADV 变为高电平后 FMC_AD （地址）有效的保持时间	0	-	ns
$t_{h(A_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后的地址保持时间	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{h(BL_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后 FMC_BL 的时间	0	-	ns
$t_{v(BL_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_BL 有效的间隔时间	-	2	ns
$t_{su(Data_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前的数据建立时间	T_{HCLK}+1.5	-	ns
$t_{su(Data_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平前的数据建立时间	T_{HCLK}+1	-	ns
$t_{h(Data_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平后的数据保持时间	0	-	ns
$t_{h(Data_NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平后的数据保持时间	0	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 93. 异步复用 PSRAM/NOR 读 -NWAIT 时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$8T_{HCLK}$+0.5	$8T_{HCLK}$+2	ns
$t_{w(NOE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$5T_{HCLK}$-1	$5T_{HCLK}$ +1.5	ns
$t_{su(NWAIT_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	$5T_{HCLK}$ +1.5	-	ns
$t_{h(NE_NWAIT)}$	FMC_NWAIT 无效后 FMC_NEx 的保持时间	$4T_{HCLK}$+1		ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 59. 异步复用 PSRAM/NOR 写操作波形

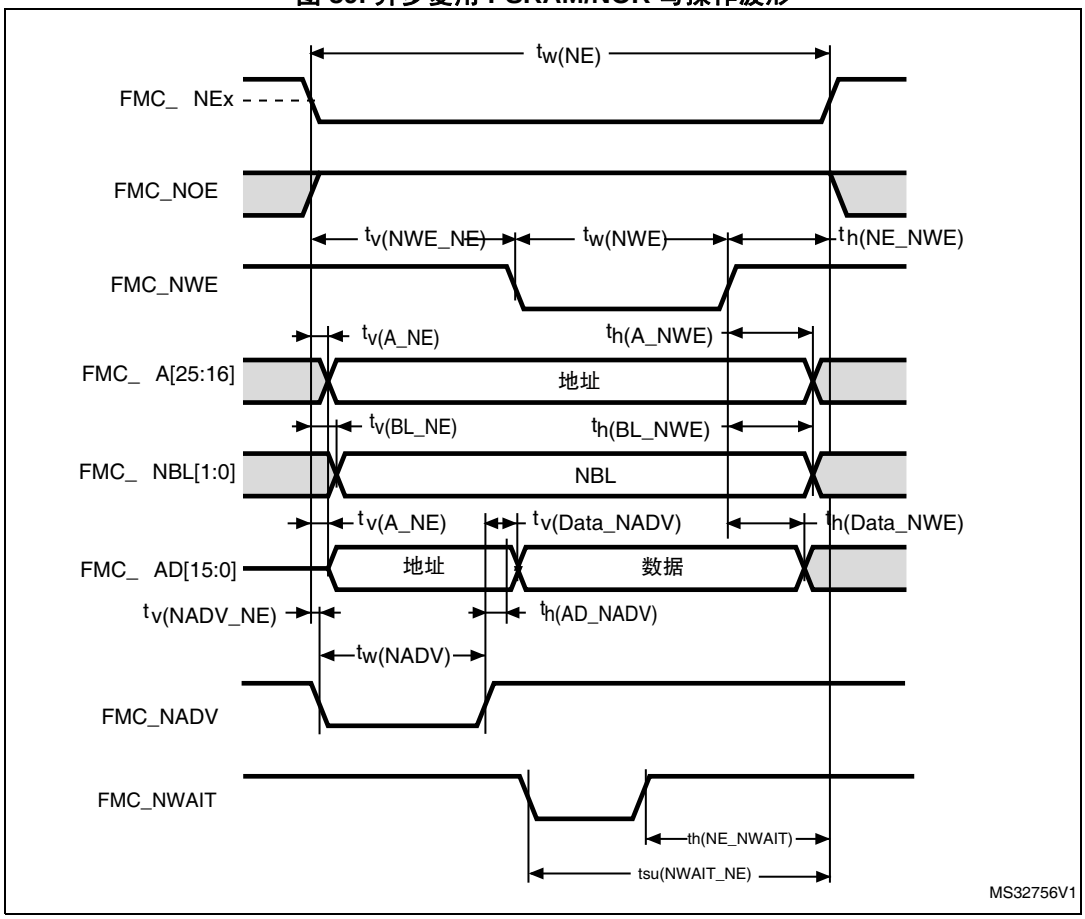


表 94. 异步复用 PSRAM/NOR 写操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$4T_{HCLK}$	$4T_{HCLK}+0.5$	ns
$t_{v(NWE_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NWE 变为低电平的间隔时间	$T_{HCLK}-1$	$T_{HCLK}+0.5$	ns
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$2T_{HCLK}$	$2T_{HCLK}+0.5$	ns
$t_{h(NE_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_NE 变为高电平的保持时间	T_{HCLK}	-	ns
$t_{v(A_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_A 有效的间隔时间	-	0	ns
$t_{v(NADV_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	0.5	1	ns
$t_{w(NADV)}$	FMC_NADV 为低电平的时间	$T_{HCLK}-0.5$	$T_{HCLK}+0.5$	ns
$t_{h(AD_NADV)}$	FMC_NADV 变为高电平后 FMC_AD （地址）有效的保持时间	$T_{HCLK}-2$	-	ns
$t_{h(A_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后的地址保持时间	T_{HCLK}	-	ns
$t_{h(BL_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后 FMC_BL 的保持时间	$T_{HCLK}-2$	-	ns

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 94. 异步复用 PSRAM/NOR 写操作时序(1)(2) （续）

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{v(BL_NE)}$	FMC_NEx 变为低电平到 FMC_BL 有效的间隔时间	-	2	ns
$t_{v(Data_NADV)}$	FMC_NADV 变为高电平到数据有效的间隔时间	-	T_{HCLK} +1.5	ns
$t_{h(Data_NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平后的数据保持时间	T_{HCLK} +0.5	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

表 95. 异步复用 PSRAM/NOR 写 -NWAIT 时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NE)}$	FMC_NE 为低电平的时间	$9T_{HCLK}$	$9T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$7T_{HCLK}$	$7T_{HCLK}$+2	ns
$t_{su(NWAIT_NE)}$	FMC_NEx 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	$6T_{HCLK}$+1.5	-	ns
$t_{h(NE_NWAIT)}$	FMC_NWAIT 无效后 FMC_NEx 的保持时间	$4T_{HCLK}$-1	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

同步波形和时序

图 60 到*图 63* 所示为同步波形，*表 96* 到*表 99* 则给出了相应的时序。这些表格中的结果在如下 FMC 配置条件下获得：

- BurstAccessMode = FMC_BurstAccessMode_Enable;
- MemoryType = FMC_MemoryType_CRAM;
- WriteBurst = FMC_WriteBurst_Enable;
- CLKDivision = 1； （不支持 0，请参见 STM32F4xx 参考手册：RM0090）
- 使用 NOR Flash 时， DataLatency = 1；使用 PSRAM 时， DataLatency = 0

在所有时序表中， T_{HCLK} 为 HCLK 时钟周期 （最大 FMC_CLK = 90 MHz）。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 60. 同步复用 NOR/PSRAM 读操作时序

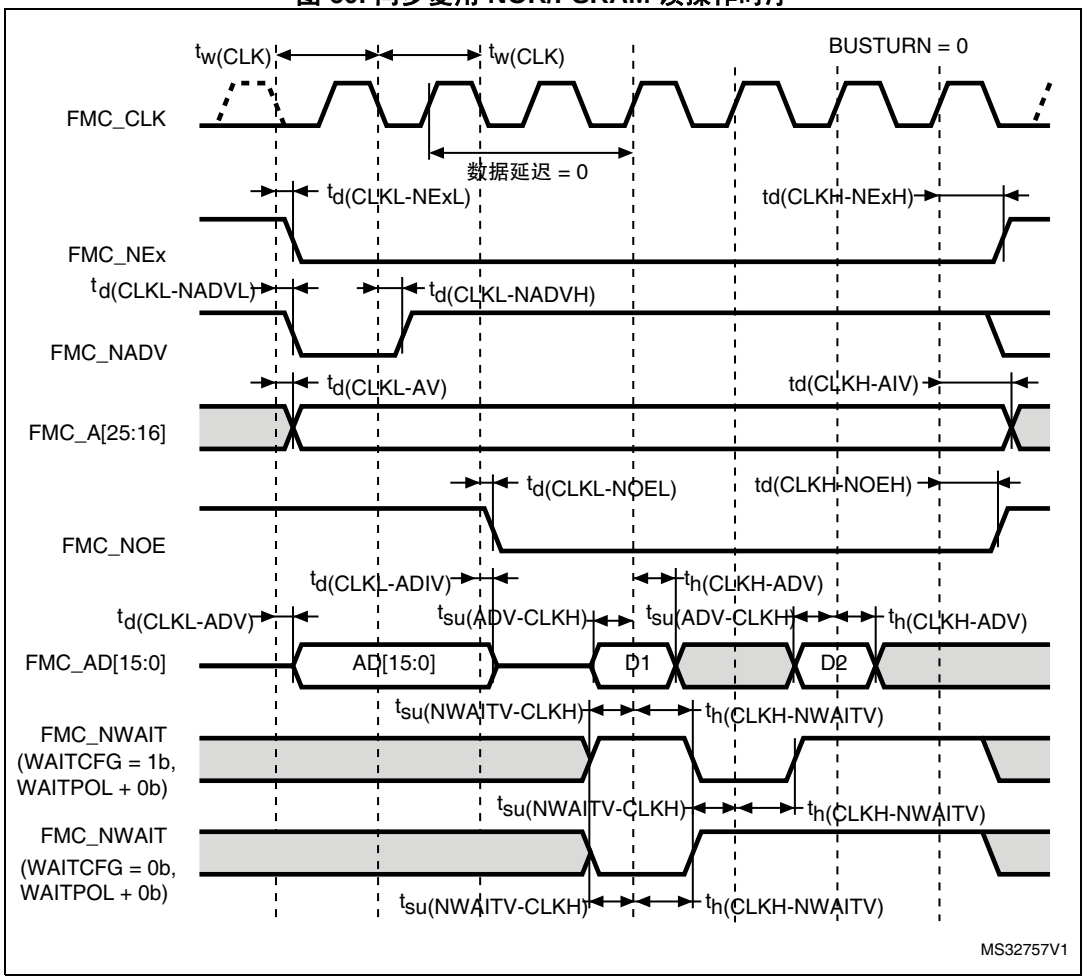


表 96. 同步复用 NOR/PSRAM 读操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(CLK)}$	FMC_CLK 周期	$2T_{HCLK}$-1	-	ns
$t_{d(CLKL-NExL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NEx 变为低电平的间隔时间 (x = 0...2)	-	0	ns
$t_{d(CLKH_NExH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NEx 变为高电平的间隔时间 (x = 0...2)	T_{HCLK}	-	ns
$t_{d(CLKL-NADVL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{d(CLKL-NADVH)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为高电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKL-AV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_Ax 有效的间隔时间 (x = 16...25)	-	0	ns
$t_{d(CLKH-AIV)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_Ax 无效的间隔时间 (x = 16...25)	0	-	ns
$t_{d(CLKL-NOEL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NOE 变为低电平的间隔时间	-	T_{HCLK}+0.5	ns

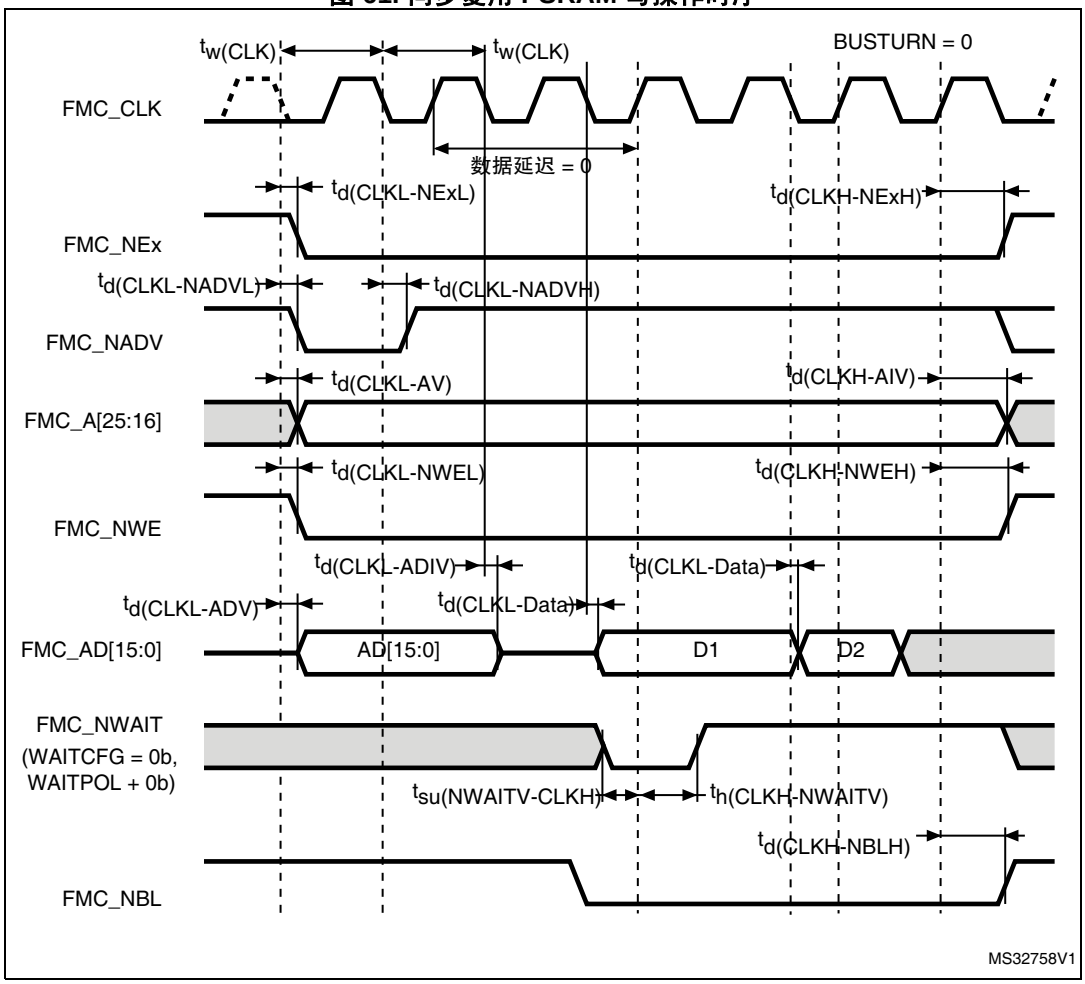
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 96. 同步复用 NOR/PSRAM 读操作时序(1)(2) （续）

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{d(CLKH-NOEH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NOE 变为高电平的间隔时间	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{d(CLKL-ADV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_AD[15:0] 有效的间隔时间	-	0.5	ns
$t_{d(CLKL-ADIV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_AD[15:0] 无效的间隔时间	0	-	ns
$t_{su(ADV-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_A/D[15:0] 数据有效的间隔时间	5	-	ns
$t_{h(CLKH-ADV)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_A/D[15:0] 数据有效的间隔时间	0	-	ns
$t_{su(NWAIT-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	4	-	ns
$t_{h(CLKH-NWAIT)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	0	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

图 61. 同步复用 PSRAM 写操作时序



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 97. 同步复用 PSRAM 写操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(CLK)}$	FMC_CLK 周期， VDD 范围 = 2.7 到 3.6 V	$2T_{HCLK}$-1	-	ns
$t_{d(CLKL-NExL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NEx 变为低电平的间隔时间 (x = 0...2)	-	1.5	ns
$t_{d(CLKH-NExH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NEx 变为高电平的间隔时间 (x = 0...2)	T_{HCLK}	-	ns
$t_{d(CLKL-NADVL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{d(CLKL-NADVH)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为高电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKL-AV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_Ax 有效的间隔时间 (x = 16...25)	-	0	ns
$t_{d(CLKH-AIV)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_Ax 无效的间隔时间 (x = 16...25)	T_{HCLK}	-	ns
$t_{d(CLKL-NWEL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NWE 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{(CLKH-NWEH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NWE 变为高电平的间隔时间	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{d(CLKL-ADV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_AD[15:0] 有效的间隔时间	-	3	ns
$t_{d(CLKL-ADIV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_AD[15:0] 无效的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKL-DATA)}$	FMC_CLK 变为低电平后 FMC_A/D[15:0] 数据有效的间隔时间	-	3	ns
$t_{d(CLKL-NBLL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NBL 变为低电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKH-NBLH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NBL 变为高电平的间隔时间	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{su(NWAIT-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	4	-	ns
$t_{h(CLKH-NWAIT)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	0	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 62. 同步非复用 NOR/PSRAM 读操作时序

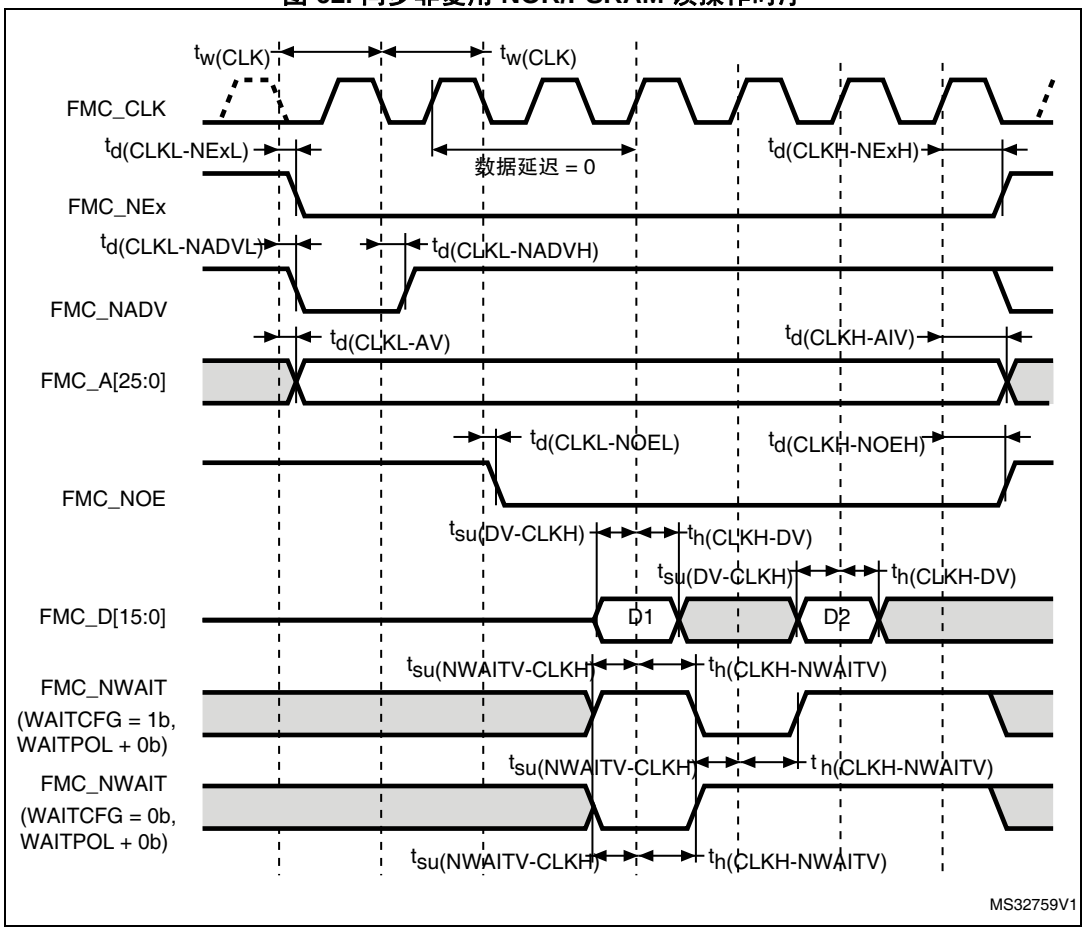


表 98. 同步非复用 NOR/PSRAM 读操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(CLK)}$	FMC_CLK 周期	$2T_{HCLK}$-1	-	ns
$t_{(CLKL-NExL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NEx 变为低电平的间隔时间 (x = 0...2)	-	0.5	ns
$t_{d(CLKH-NExH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NEx 变为高电平的间隔时间 (x = 0...2)	T_{HCLK}	-	ns
$t_{d(CLKL-NADVL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{d(CLKL-NADVH)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为高电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKL-AV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_Ax 有效的间隔时间 (x = 16...25)	-	0	ns
$t_{d(CLKH-AIV)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_Ax 无效的间隔时间 (x = 16...25)	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{d(CLKL-NOEL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NOE 变为低电平的间隔时间	-	T_{HCLK}+2	ns

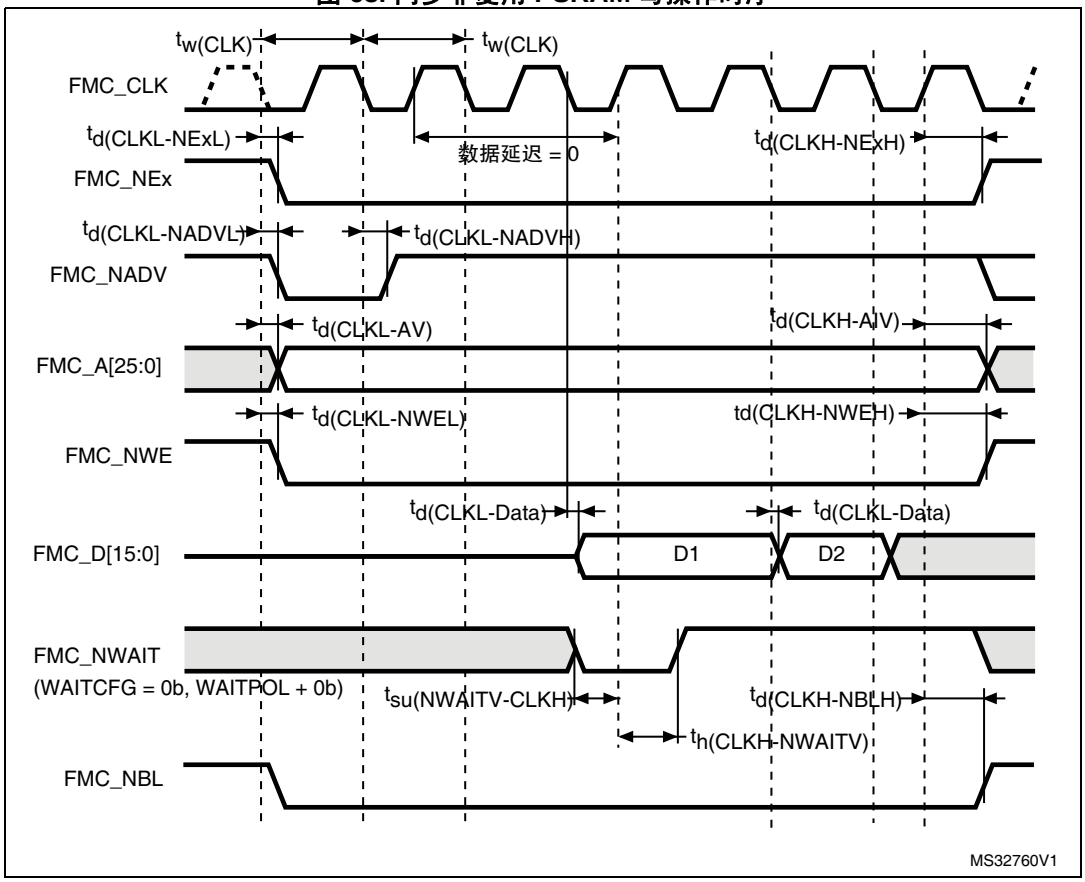
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 98. 同步非复用 NOR/PSRAM 读操作时序(1)(2) （续）

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{d(CLKH-NOEH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NOE 变为高电平的间隔时间	T_{HCLK}-0.5	-	ns
$t_{su(DV-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_D[15:0] 数据有效的间隔时间	5	-	ns
$t_{h(CLKH-DV)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_D[15:0] 数据有效的间隔时间	0	-	ns
$t_{(NWAIT-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	4		
$t_{h(CLKH-NWAIT)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	0		

1. C_L = 30 pF。
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

图 63. 同步非复用 PSRAM 写操作时序



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 99. 同步非复用 PSRAM 写操作时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{(CLK)}$	FMC_CLK 周期	$2T_{HCLK}-1$	-	ns
$t_{d(CLKL-NExL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NEx 变为低电平的间隔时间 (x = 0...2)	-	0.5	ns
$t_{(CLKH-NExH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NEx 变为高电平的间隔时间 (x = 0...2)	T_{HCLK}	-	ns
$t_{d(CLKL-NADVL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{d(CLKL-NADVH)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NADV 变为高电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKL-AV)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_Ax 有效的间隔时间 (x = 16...25)	-	0	ns
$t_{d(CLKH-AIV)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_Ax 无效的间隔时间 (x = 16...25)	0	-	ns
$t_{d(CLKL-NWEL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NWE 变为低电平的间隔时间	-	0	ns
$t_{d(CLKH-NWEH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NWE 变为高电平的间隔时间	$T_{HCLK}-0.5$	-	ns
$t_{d(CLKL-Data)}$	FMC_CLK 变为低电平后 FMC_D[15:0] 数据有效的间隔时间	-	2.5	ns
$t_{d(CLKL-NBLL)}$	FMC_CLK 变为低电平到 FMC_NBL 变为低电平的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(CLKH-NBLH)}$	FMC_CLK 变为高电平到 FMC_NBL 变为高电平的间隔时间	$T_{HCLK}-0.5$	-	ns
$t_{su(NWAIT-CLKH)}$	FMC_CLK 变为高电平前 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	4		
$t_{h(CLKH-NWAIT)}$	FMC_CLK 变为高电平后 FMC_NWAIT 有效的间隔时间	0		

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

PC 卡 /CF 卡控制器的波形和时序

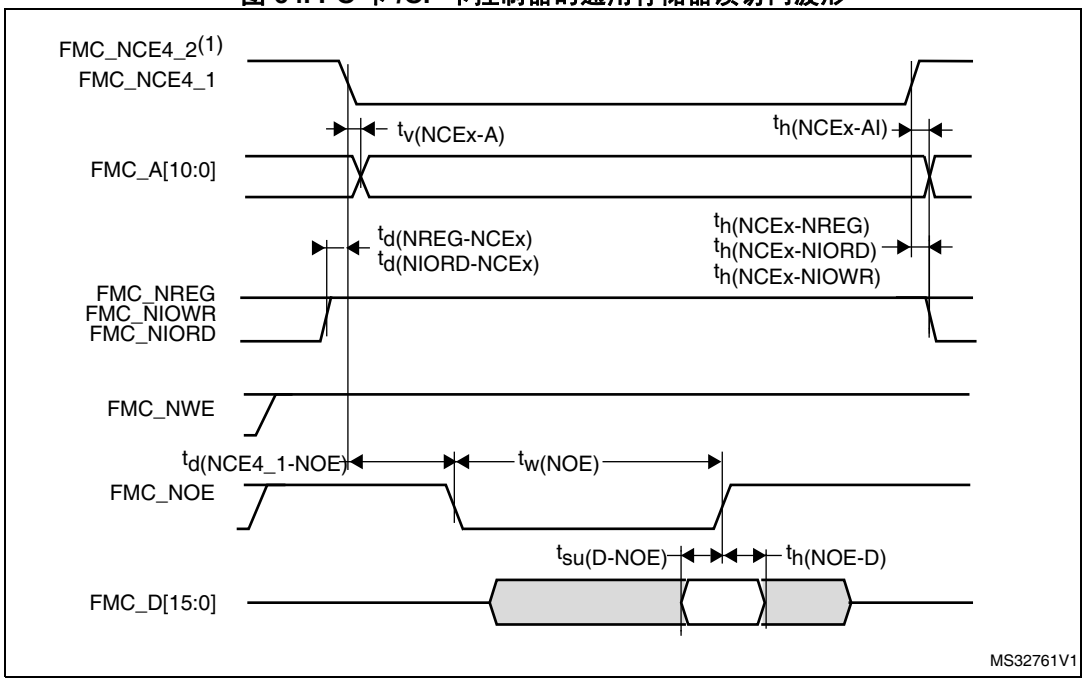
图 64 到*图 69* 所示为同步波形，*表 100* 和 *表 101* 则给出了相应的时序。该表格中的结果在如下 FMC 配置条件下获得：

- COM.FMC_SetupTime = 0x04;
- COM.FMC_WaitSetupTime = 0x07;
- COM.FMC_HoldSetupTime = 0x04;
- COM.FMC_HiZSetupTime = 0x00;
- ATT.FMC_SetupTime = 0x04;
- ATT.FMC_WaitSetupTime = 0x07;
- ATT.FMC_HoldSetupTime = 0x04;
- ATT.FMC_HiZSetupTime = 0x00;
- IO.FMC_SetupTime = 0x04;
- IO.FMC_WaitSetupTime = 0x07;
- IO.FMC_HoldSetupTime = 0x04;
- IO.FMC_HiZSetupTime = 0x00;
- TCLRSetupTime = 0 ;
- TARSetupTime = 0.

在所有时序表中， T_{HCLK} 为 HCLK 时钟周期。

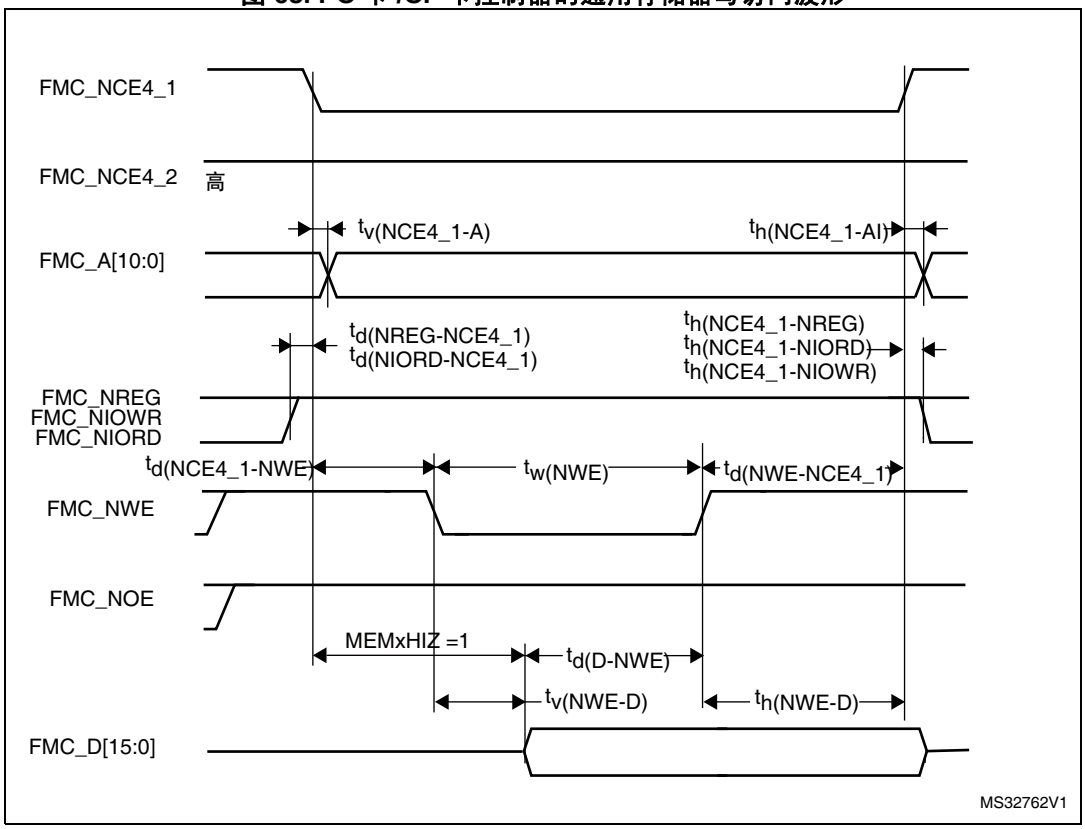
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 64. PC 卡 /CF 卡控制器的通用存储器读访问波形



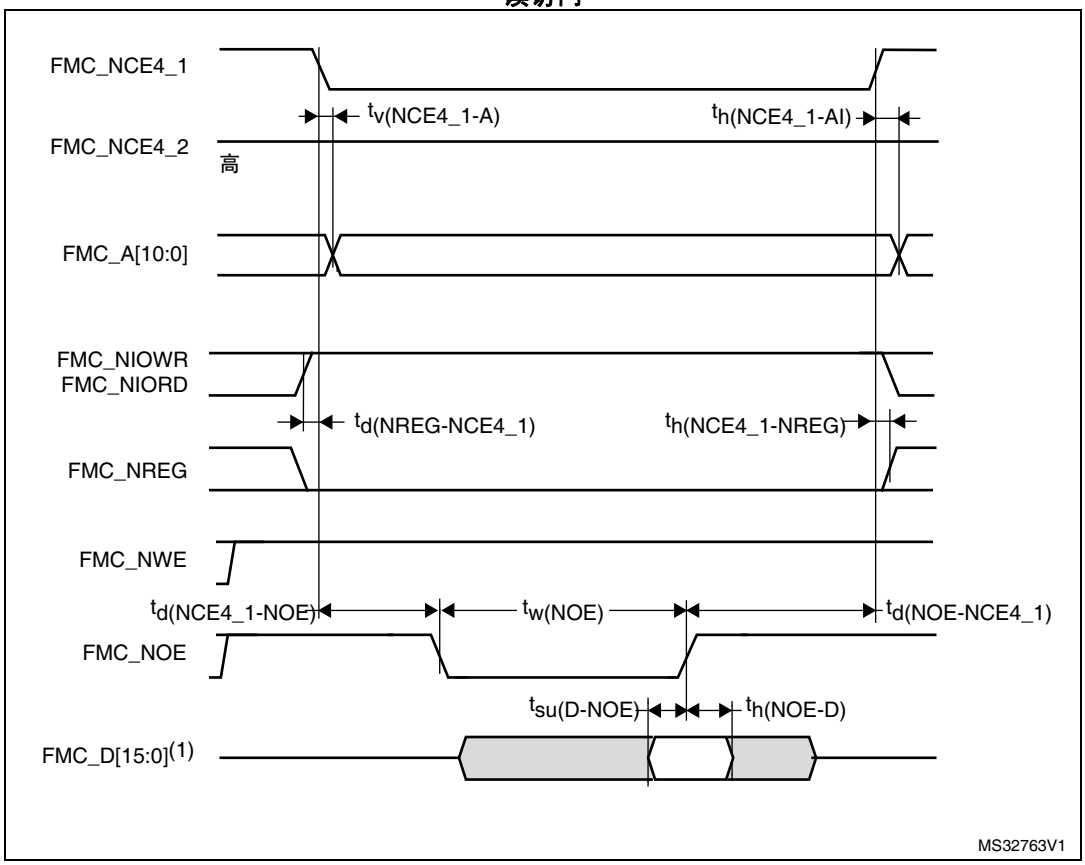
1. FMC_NCE4_2 保持高电平 （8 位访问期间无效）。

图 65. PC 卡 /CF 卡控制器的通用存储器写访问波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

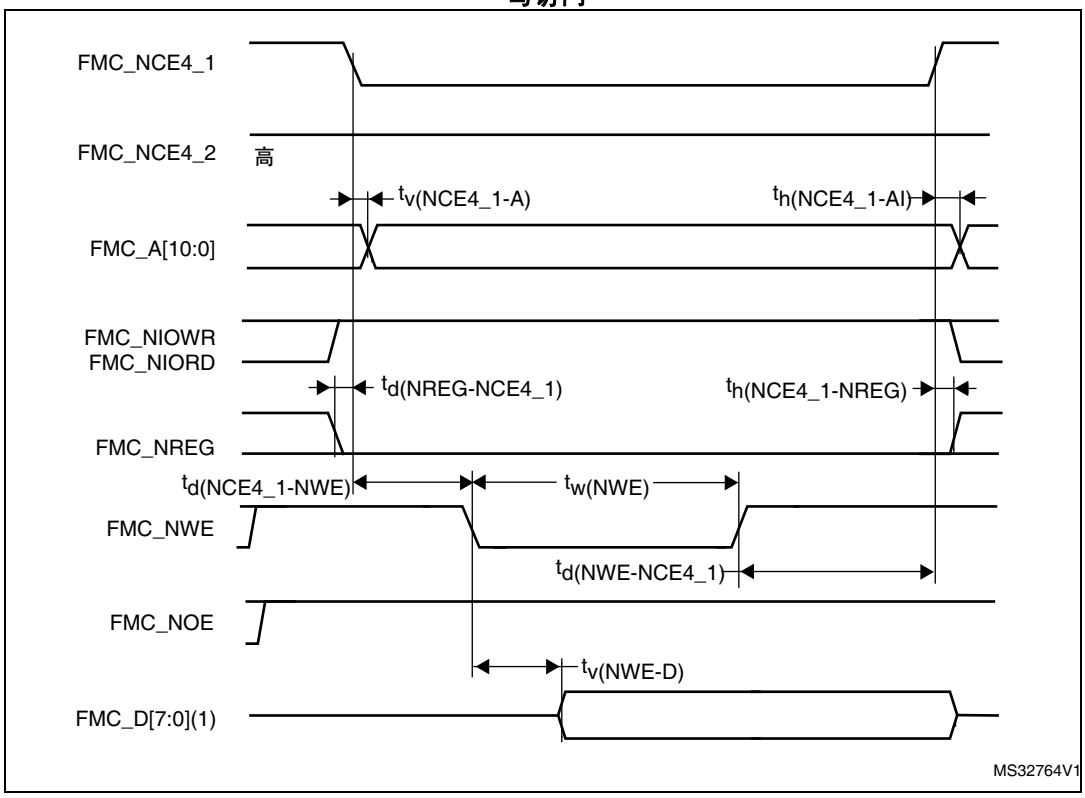
图 66. PC 卡 /CF 卡控制器的波形 - 属性存储器读访问



1. 仅读取数据位 0...7 （忽略位 8...15）。

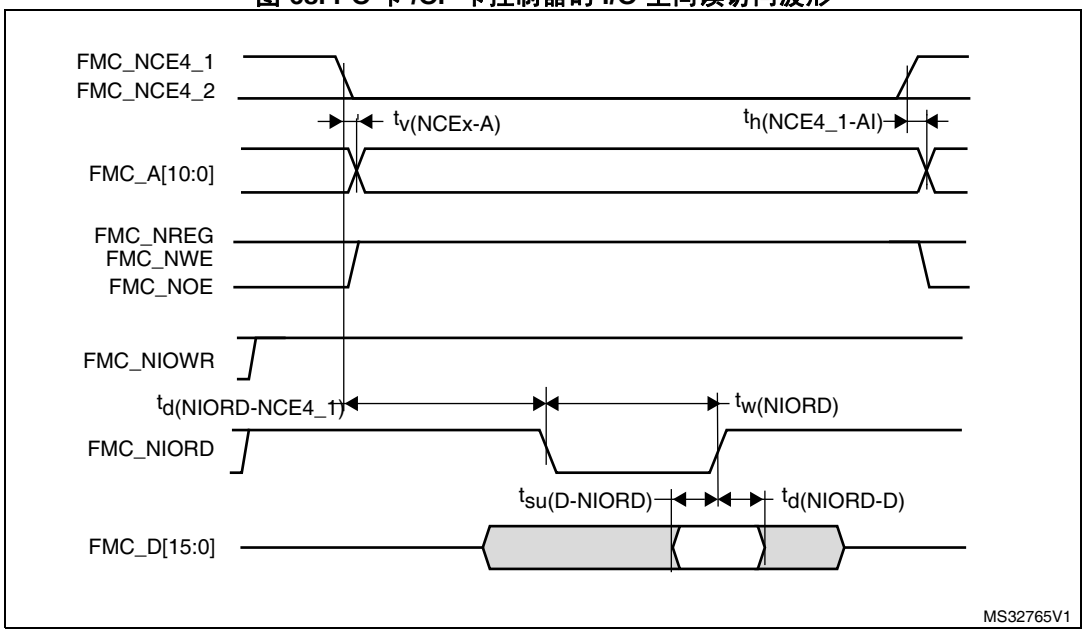
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 67. PC 卡 /CF 卡控制器的波形 - 属性存储器写访问



1. 仅驱动数据位 0...7 （位 8...15 保持高阻状态）。

图 68. PC 卡 /CF 卡控制器的 I/O 空间读访问波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 69. PC 卡 /CF 卡控制器的 I/O 空间写访问波形

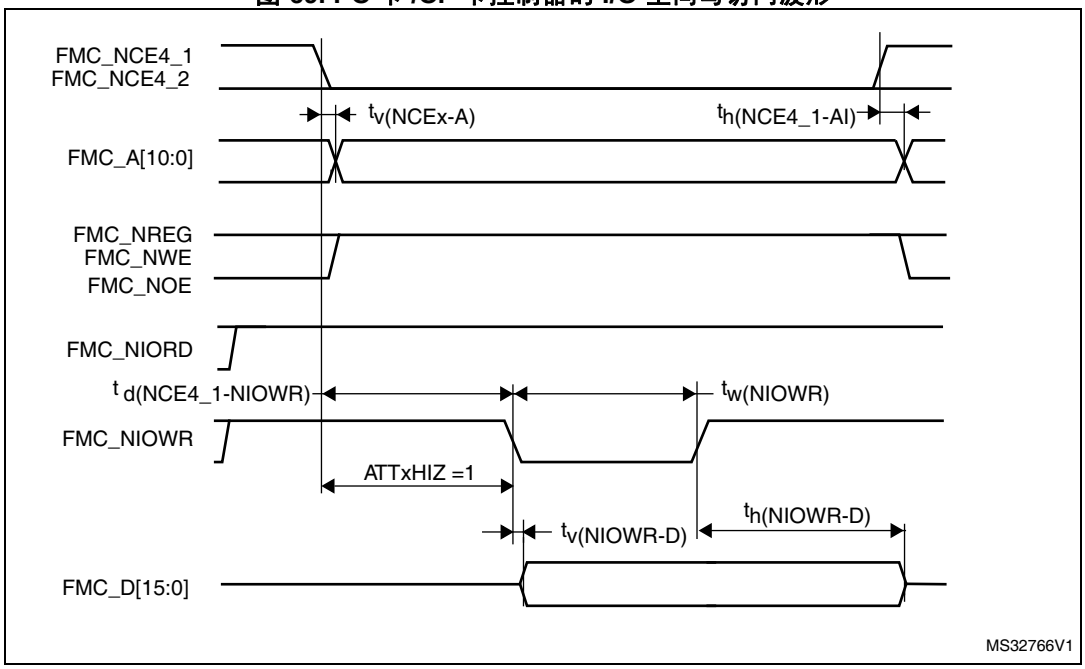


表 100. PC 卡 /CF 读写周期的开关特性 - 在属性 / 通用空间中(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{v(NCEx-A)}$	FMC_Ncex 变为低电平到 FMC_Ay 有效的间隔时间	-	0	ns
$t_{h(NCEx_AI)}$	FMC_NCEx 变为高电平到 FMC_Ax 无效的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(NREG-NCEx)}$	FMC_NCEx 变为低电平到 FMC_NREG 有效的间隔时间	-	1	ns
$t_{h(NCEx-NREG)}$	FMC_NCEx 变为高电平到 FMC_NREG 无效的间隔时间	T_{HCLK}-2	-	ns
$t_{d(NCEx-NWE)}$	FMC_NCEx 变为低电平到 FMC_NWE 变为低电平的间隔时间	-	$5T_{HCLK}$	ns
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$8T_{HCLK}$-0.5	$8T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{d(NWE_NCEx)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_NCEx 变为高电平的间隔时间	$5T_{HCLK}$+1	-	ns
$t_{V(NWE-D)}$	FMC_NWE 变为低电平到 FMC_D[15:0] 有效的间隔时间	-	0	ns
$t_{h(NWE-D)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_D[15:0] 无效的间隔时间	$9T_{HCLK}$-0.5	-	ns
$t_{d(D-NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平前 FMC_D[15:0] 有效的间隔时间	$13T_{HCLK}$–3		ns
$t_{d(NCEx-NOE)}$	FMC_NCEx 变为低电平到 FMC_NOE 变为低电平的间隔时间	-	$5T_{HCLK}$	ns
$t_{w(NOE)}$	FMC_NOE 为低电平的时间	8 T_{HCLK}-0.5	8 T_{HCLK}+0.5	ns
$t_{d(NOE_NCEx)}$	FMC_NOE 变为高电平到 FMC_NCEx 变为高电平的间隔时间	$5T_{HCLK}$-1	-	ns
$t_{su\ (D-NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平前 FMC_D[15:0] 数据有效的间隔时间	T_{HCLK}	-	ns
$t_{h(NOE-D)}$	FMC_NOE 变为高电平到 FMC_D[15:0] 无效的间隔时间	0	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 101. PC 卡 /CF 读写周期的开关特性 - 在 I/O 空间中(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
tw(NIOWR)	FMC_NIOWR 为低电平的时间	$8T_{HCLK}$-0.5	-	ns
tv(NIOWR-D)	FMC_NIOWR 变为低电平到 FMC_D[15:0] 有效的间隔时间	-	0	ns
th(NIOWR-D)	FMC_NIOWR 变为高电平到 FMC_D[15:0] 无效的间隔时间	$9T_{HCLK}$-2	-	ns
td(NCE4_1-NIOWR)	FMC_NCE4_1 变为低电平到 FMC_NIOWR 有效的间隔时间	-	$5T_{HCLK}$	ns
th(NCEx-NIOWR)	FMC_NCEx 变为高电平到 FMC_NIOWR 无效的间隔时间	$5T_{HCLK}$	-	ns
td(NIORD-NCEx)	FMC_NCEx 变为低电平到 FMC_NIORD 有效的间隔时间	-	$5T_{HCLK}$	ns
th(NCEx-NIORD)	FMC_NCEx 变为高电平到 FMC_NIORD 有效的间隔时间	$6T_{HCLK}$+2	-	ns
tw(NIORD)	FMC_NIORD 为低电平的时间	$8T_{HCLK}$-0.5	$8T_{HCLK}$+0.5	ns
tsu(D-NIORD)	FMC_NIORD 变为高电平前 FMC_D[15:0] 有效的间隔时间	T_{HCLK}	-	ns
td(NIORD-D)	FMC_NIORD 变为高电平后 FMC_D[15:0] 有效的间隔时间	0	-	ns

1. C_L = 30 pF.
2. 通过特性分析确定，未经生产测试。

NAND 控制器波形和时序

图 70 到*图 73* 所示为同步波形，*表 102* 和 *表 103* 则给出了相应的时序。该表格中的结果在如下 FMC 配置条件下获得：

- COM.FMC_SetupTime = 0x01;
- COM.FMC_WaitSetupTime = 0x03;
- COM.FMC_HoldSetupTime = 0x02;
- COM.FMC_HiZSetupTime = 0x01;
- ATT.FMC_SetupTime = 0x01;
- ATT.FMC_WaitSetupTime = 0x03;
- ATT.FMC_HoldSetupTime = 0x02;
- ATT.FMC_HiZSetupTime = 0x01;
- Bank = FMC_Bank_NAND;
- MemoryDataWidth = FMC_MemoryDataWidth_16b;
- ECC = FMC_ECC_Enable;
- ECCPageSize = FMC_ECCPageSize_512Bytes;
- TCLRSetupTime = 0 ;
- TARSetupTime = 0.

在所有时序表中， T_{HCLK} 为 HCLK 时钟周期。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 70. NAND 控制器的读访问波形

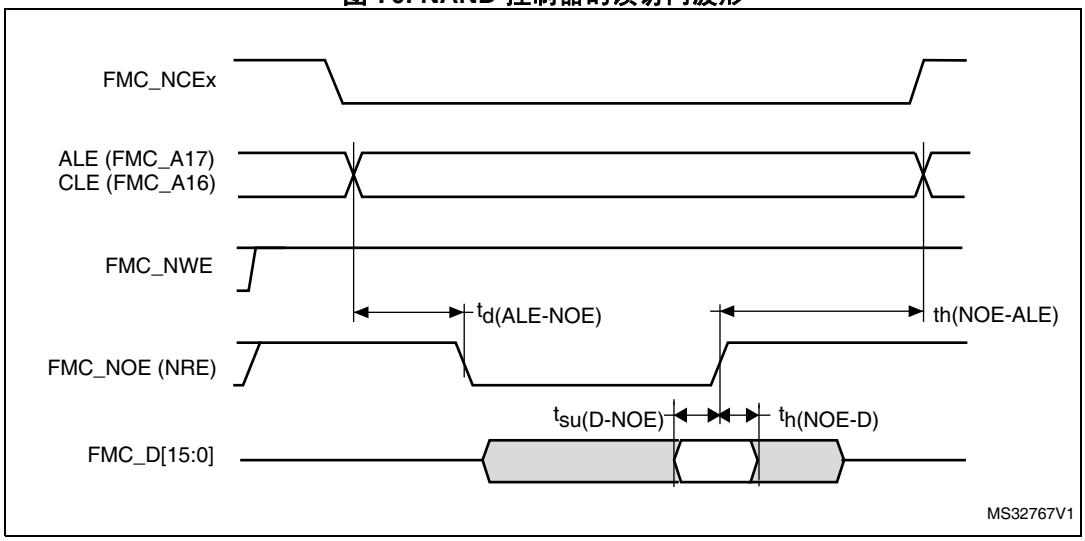
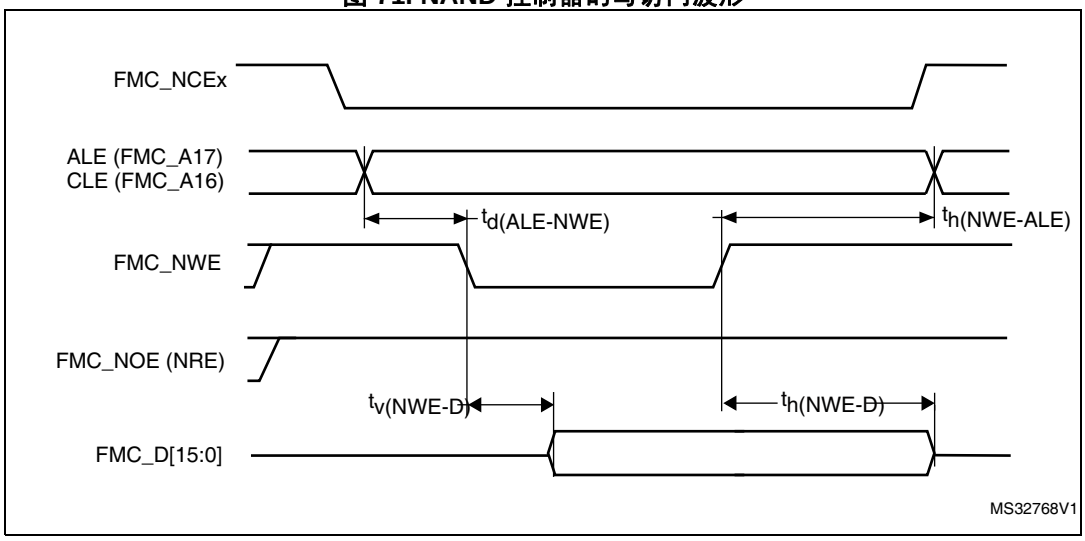


图 71. NAND 控制器的写访问波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 72. NAND 控制器的通用存储器读访问波形

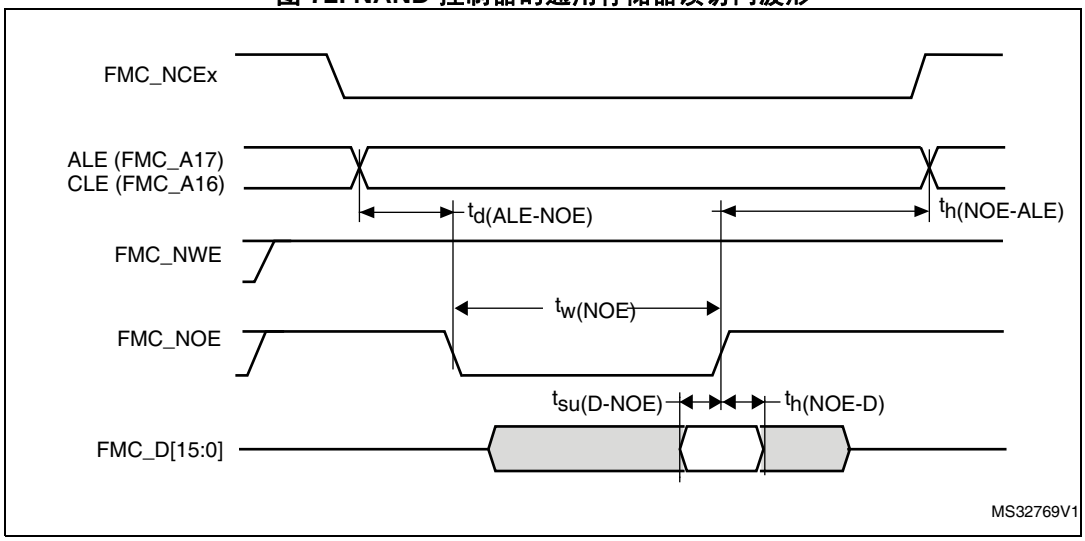


图 73. NAND 控制器的通用存储器写访问波形

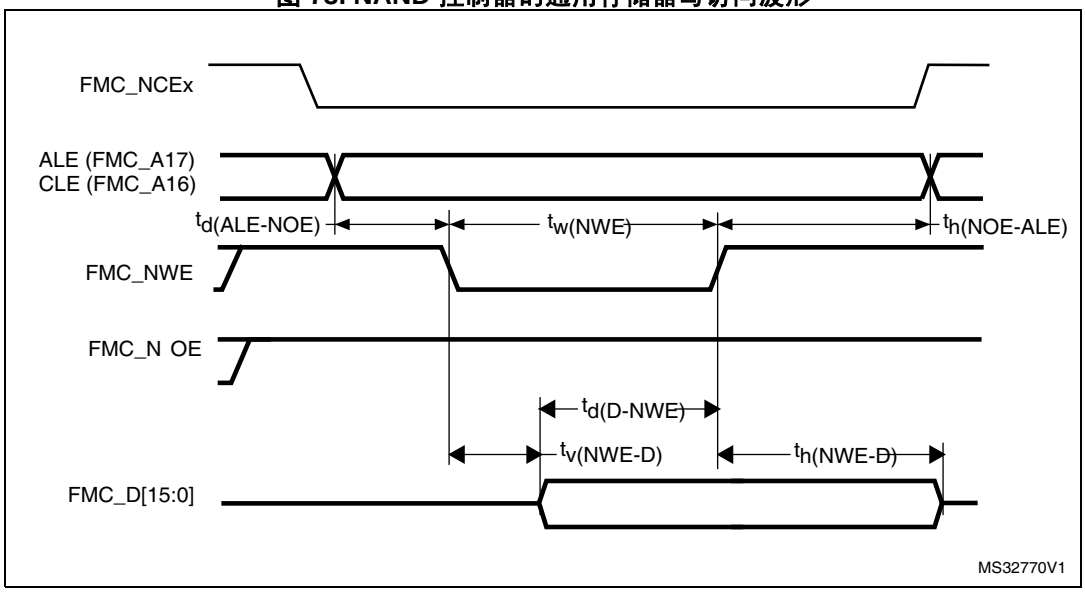


表 102. NAND Flash 读周期的开关特性(1)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(N0E)}$	FMC_NOE 为低电平的时间	$4T_{HCLK}$-0.5	$4T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{su(D-NOE)}$	FMC_NOE 变为高电平前 FMC_D[15-0] 数据有效的间隔时间	9	-	ns
$t_{h(NOE-D)}$	FMC_NOE 变为高电平后 FMC_D[15-0] 数据有效的间隔时间	0	-	ns
$t_{d(ALE-NOE)}$	FMC_NOE 变为低电平前 FMC_ALE 有效的间隔时间	-	$3T_{HCLK}$-0.5	ns
$t_{h(NOE-ALE)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_ALE 无效的间隔时间	$3T_{HCLK}$-2	-	ns

1. C_L = 30 pF.

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

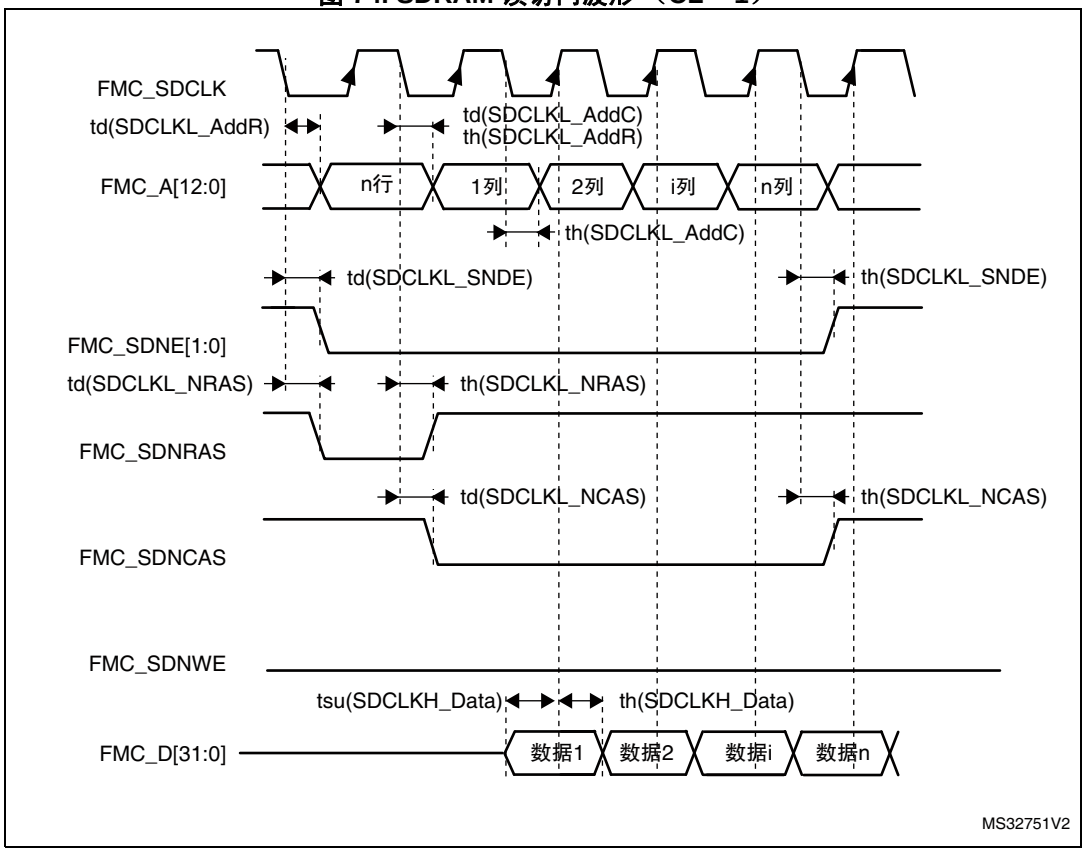
表 103. NAND Flash 写周期的开关特性(1)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(NWE)}$	FMC_NWE 为低电平的时间	$4T_{HCLK}$	$4T_{HCLK}+1$	ns
$t_{v(NWE-D)}$	FMC_NWE 变为低电平到 FMC_D[15-0] 有效的间隔时间	0	-	ns
$t_{h(NWE-D)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_D[15-0] 无效的间隔时间	$3T_{HCLK}–1$	-	ns
$t_{d(D-NWE)}$	FMC_NWE 变为高电平前 FMC_D[15-0] 有效的间隔时间	$5T_{HCLK}-3$	-	ns
$t_{d(ALE-NWE)}$	FMC_NWE 变为低电平前 FMC_ALE 有效的间隔时间	-	$3T_{HCLK}-0.5$	ns
$t_{h(NWE-ALE)}$	FMC_NWE 变为高电平到 FMC_ALE 无效的间隔时间	$3T_{HCLK}–1$	-	ns

1. C_L = 30 pF.

SDRAM 波形和时序

图 74. SDRAM 读访问波形 （CL = 1）



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 104. SDRAM 读时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(SDCLK)}$	FMC_SDCLK 周期	$2T_{HCLK}$-0.5	$2T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{su(SDCLKH_Data)}$	数据输入建立时间	2	-	
$t_{h(SDCLKH_Data)}$	数据输入保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_Add)}$	地址有效时间	-	1.5	
$t_{d(SDCLKL-SDNE)}$	片选有效时间	-	0.5	
$t_{h(SDCLKL_SDNE)}$	片选保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNRAS)}$	SDNRAS 有效时间	-	0.5	
$t_{h(SDCLKL_SDNRAS)}$	SDNRAS 保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 有效时间	-	0.5	
$t_{h(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 保持时间	0	-	

1. 数据和地址线上 CL = 30 pF。 FMC_SDCLK 上 CL=15pF。
2. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

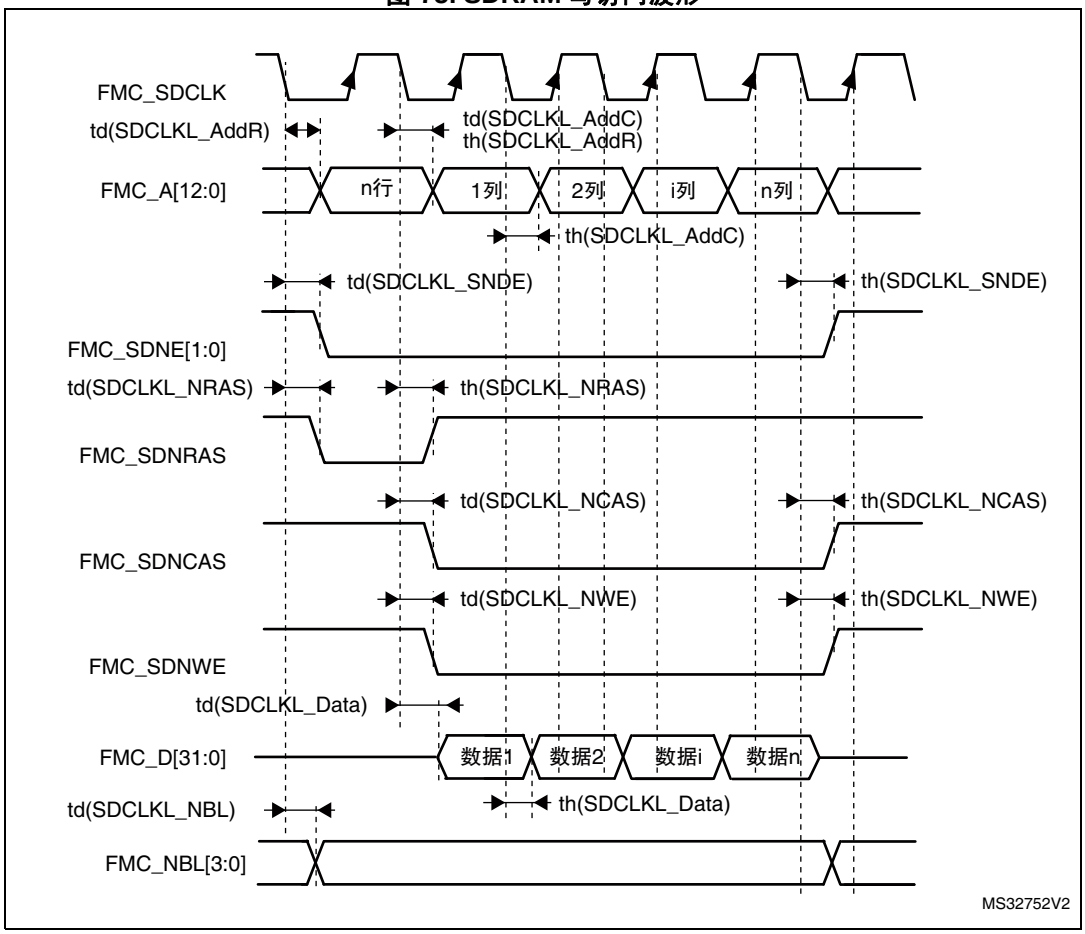
表 105. LPSDR SDRAM 读时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{W(SDCLK)}$	FMC_SDCLK 周期	$2T_{HCLK}$–0.5	$2T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{su(SDCLKH_Data)}$	数据输入建立时间	2.5	-	
$t_{h(SDCLKH_Data)}$	数据输入保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_Add)}$	地址有效时间	-	1	
$t_{d(SDCLKL_SDNE)}$	片选有效时间	-	1	
$t_{h(SDCLKL_SDNE)}$	片选保持时间	1	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNRAS}$	SDNRAS 有效时间	-	1	
$t_{h(SDCLKL_SDNRAS)}$	SDNRAS 保持时间	1	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 有效时间	-	1	
$t_{h(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 保持时间	1	-	

1. CL = 10 pF.
2. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 75. SDRAM 写访问波形



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 106. SDRAM 写时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(SDCLK)}$	FMC_SDCLK 周期	$2T_{HCLK}$-0.5	$2T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{d(SDCLKL_Data)}$	数据输出有效时间	-	2.5	
$t_{h(SDCLKL_Data)}$	数据输出保持时间	3.5	-	
$t_{d(SDCLKL_Add)}$	地址有效时间	-	1.5	
$t_{d(SDCLKL_SDNWE)}$	SDNWE 有效时间	-	1	
$t_{h(SDCLKL_SDNWE)}$	SDNWE 保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNE)}$	片选有效时间	-	0.5	
$t_{h(SDCLKL-_SDNE)}$	片选保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNRAS)}$	SDNRAS 有效时间	-	2	
$t_{h(SDCLKL_SDNRAS)}$	SDNRAS 保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 有效时间	-	0.5	
$t_{d(SDCLKL_SDNCAS)}$	SDNCAS 保持时间	0	-	
$t_{d(SDCLKL_NBL)}$	NBL 有效时间	-	0.5	
$t_{h(SDCLKL_NBL)}$	NBL 输出时间	0	-	

1. 数据和地址线上 CL = 30 pF。 FMC_SDCLK 上 CL=15pF。
2. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

表 107. LPSDR SDRAM 写时序(1)(2)

符号	参数	最小值	最大值	单位
$t_{w(SDCLK)}$	FMC_SDCLK 周期	$2T_{HCLK}$–0.5	$2T_{HCLK}$+0.5	ns
$t_{d(SDCLKL_Data)}$	数据输出有效时间	-	5	
$t_{h(SDCLKL_Data)}$	数据输出保持时间	2	-	
$t_{d(SDCLKL_Add)}$	地址有效时间	-	2.8	
$t_{d(SDCLKL-SDNWE)}$	SDNWE 有效时间	-	2	
$t_{h(SDCLKL-SDNWE)}$	SDNWE 保持时间	1	-	
$t_{d(SDCLKL-\ SDNE)}$	片选有效时间	-	1.5	
$t_{h(SDCLKL-\ SDNE)}$	片选保持时间	1	-	
$t_{d(SDCLKL-SDNRAS)}$	SDNRAS 有效时间	-	1.5	
$t_{h(SDCLKL-SDNRAS)}$	SDNRAS 保持时间	1.5	-	
$t_{d(SDCLKL-SDNCAS)}$	SDNCAS 有效时间	-	1.5	
$t_{d(SDCLKL-SDNCAS)}$	SDNCAS 保持时间	1.5	-	
$t_{d(SDCLKL_NBL)}$	NBL 有效时间	-	1.5	
$t_{h(SDCLKL-NBL)}$	NBL 输出时间	1.5	-	

1. CL = 10 pF.

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

2. 由特性分析结果保证，未经生产测试。

6.3.27 摄像头接口 （DCMI）时序规范

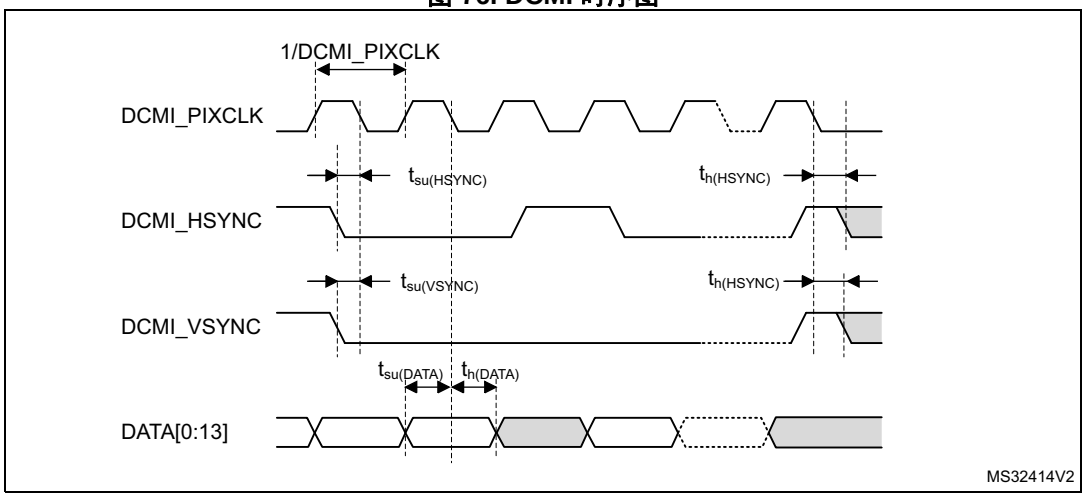
除非特别说明，否则*表 108* 中给出的 DCMI 参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、f_{HCLK} 频率和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- DCMI_PIXCLK 极性：下降
- DCMI_VSYNC 和 DCMI_HSYNC 极性：高
- 数据格式：14 位

表 108. DCMI 特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
	频率比 DCMI_PIXCLK/f_{HCLK}	-	0.4	
DCMI_PIXCLK	像素时钟输入	-	54	MHz
D_{Pixel}	像素时钟输入占空比	30	70	%
$t_{su(DATA)}$	数据输入建立时间	2	-	ns
$t_{h(DATA)}$	数据输入保持时间	2.5	-	
$t_{su(HSYNC)}$ $t_{su(VSYNC)}$	DCMI_HSYNC/DCMI_VSYNC 输入建立时间	0.5	-	
$t_{h(HSYNC)}$ $t_{h(VSYNC)}$	DCMI_HSYNC/DCMI_VSYNC 输入保持时间	1	-	

图 76. DCMI 时序图



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.28 LCD-TFT 控制器 (LTDC) 特性

除非特别说明，否则*表 109* 中给出的 LCD-TFT 参数均在*表 17* 汇总的环境温度、f_{HCLK} 频率、VDD 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- LCD_CLK 极性：高
- LCD_DE 极性：低
- LCD_VSYNC 和 LCD_HSYNC 极性：高
- 像素格式：24 位

表 109. LTDC 特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
f_{CLK}	LTDC 时钟输出频率	-	42	MHz
D_{CLK}	LTDC 时钟输出占空比	45	55	%
$t_{w(CLKH)}$ $t_{w(CLKL)}$	时钟高电平和低电平时间	tw(CLK)/2-0.5	tw(CLK)/2+0.5	ns
$t_{v(DATA)}$	数据输出有效时间	-	3.5	
$t_{h(DATA)}$	数据输出保持时间	1.5	-	
$t_{v(HSYNC)}$	HSYNC/VSYNC/DE 输出有效时间	-	2.5	
$t_{v(VSYNC)}$				
$t_{v(DE)}$				
$t_{h(HSYNC)}$	HSYNC/VSYNC/DE 输出保持时间	2	-	
$t_{h(VSYNC)}$				
th(DE)				

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 77. LCD-TFT 水平时序图

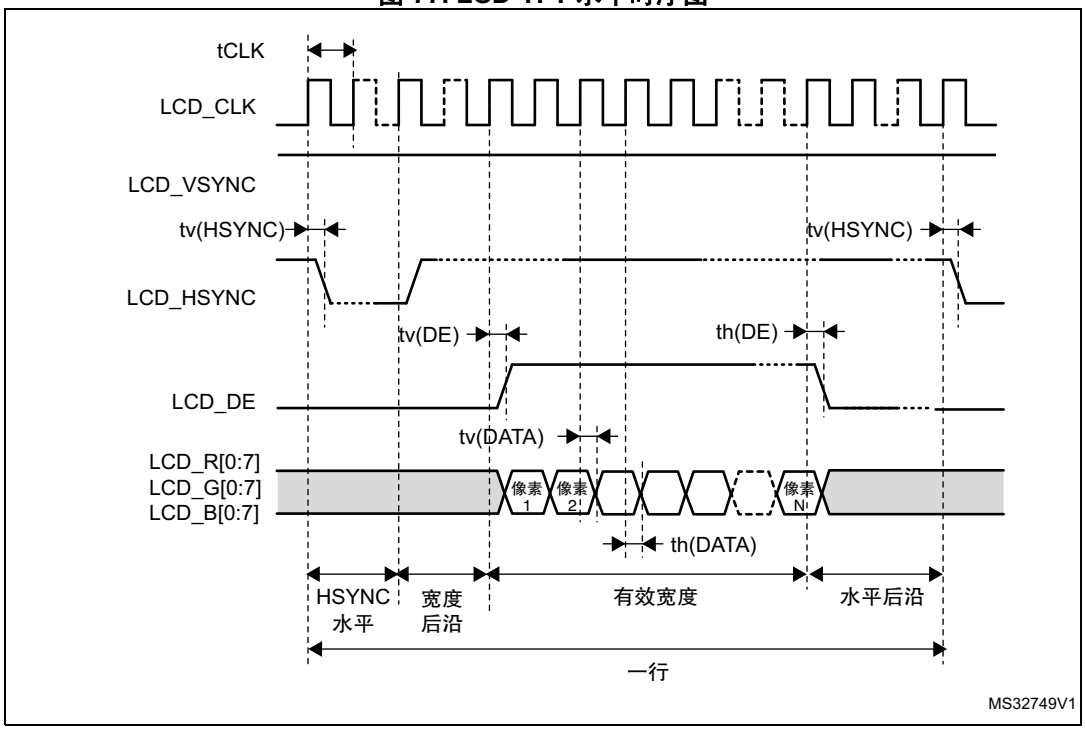
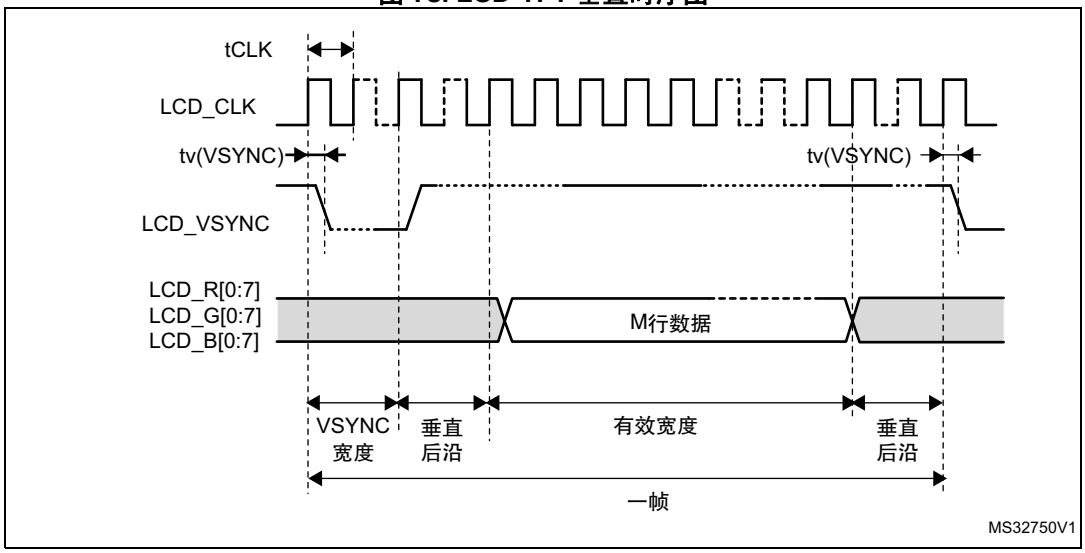


图 78. LCD-TFT 垂直时序图



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

6.3.29 SD/SDIO MMC 卡主机接口 (SDIO) 特性

除非特别说明，否则*表 110* 中给出的 SDIO/MMC 接口参数均在*表 17* 中汇总的环境温度、f_{PCLK2} 频率和 V_{DD} 电源电压条件下测试得出，其配置如下：

- 输出速度设为 OSPEEDRy[1:0] = 10
- 容性负载 C = 30 pF
- 在 CMOS 电平为 $0.5V_{DD}$ 时完成测量。

请参考*第 6.3.17 章节：I/O 端口特性*以获取输入 / 输出特性的更详细信息。

图 79. SDIO 高速模式

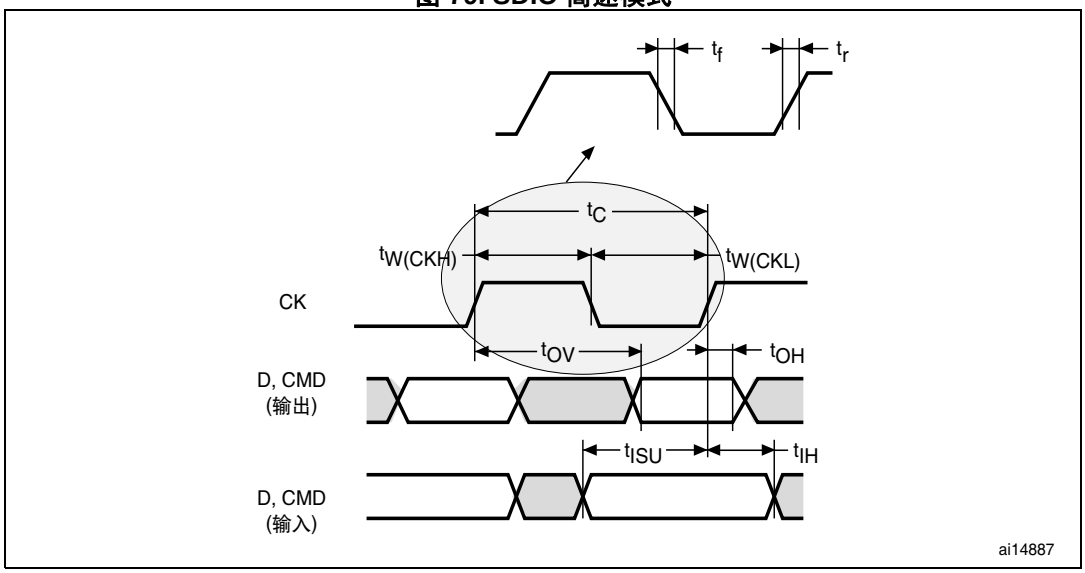
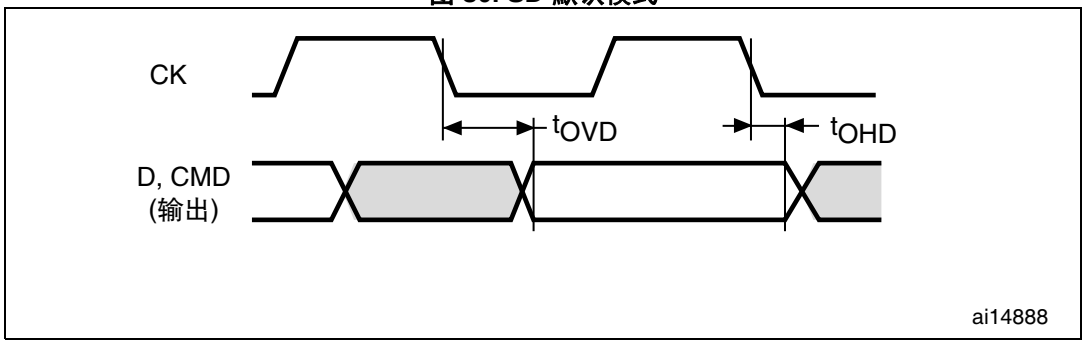


图 80. SD 默认模式



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 110. 动态特性：SD / MMC 特性(1)(2)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{PP}	数据传输模式下的时钟频率		0		48	MHz
-	SDIO_CK/fPCLK2 频率比		-	-	8/3	-
$t_{W(CKL)}$	时钟低时间	fpp =48MHz	8.5	9	-	ns
$t_{W(CKH)}$	时钟高时间	fpp =48MHz	8.3	10	-	
MMC 和 SD HS 模式下的 CMD、 D 输入 （以 CK 为基准）						
t_{ISU}	输入建立时间 HS	fpp =48MHz	3.5	-	-	ns
t_{IH}	输入保持时间 HS	fpp =48MHz	0	-	-	
MMC 和 SD HS 模式下的 CMD、 D 输出 （以 CK 为基准）						
t_{OV}	输出有效时间 HS	fpp =48MHz	-	4.5	7	ns
t_{OH}	输出保持时间 HS	fpp =48MHz	3	-	-	
SD 默认模式下的 CMD、 D 输入 （以 CK 为基准）						
tISUD	输入建立时间 SD	fpp =24MHz	1.5	-	-	ns
tIHD	输入保持时间 SD	fpp =24MHz	0.5	-	-	
SD 默认模式下的 CMD、 D 输出 （以 CK 为基准）						
tOVD	输出有效默认时间 SD	fpp =24MHz	-	4.5	6.5	ns
tOHD	输出保持默认时间 SD	fpp =24MHz	3.5	-	-	

1. 由特性分析结果保证，未经生产测试。
2. V_{DD} = 2.7 到 3.6 V。

6.3.30 RTC 特性

表 111. RTC 特性

符号	参数	条件	最小值	最大值
-	f_{PCLK1}/RTCCLK 频率比	至 RTC 寄存器的任何读 / 写操作	4	-

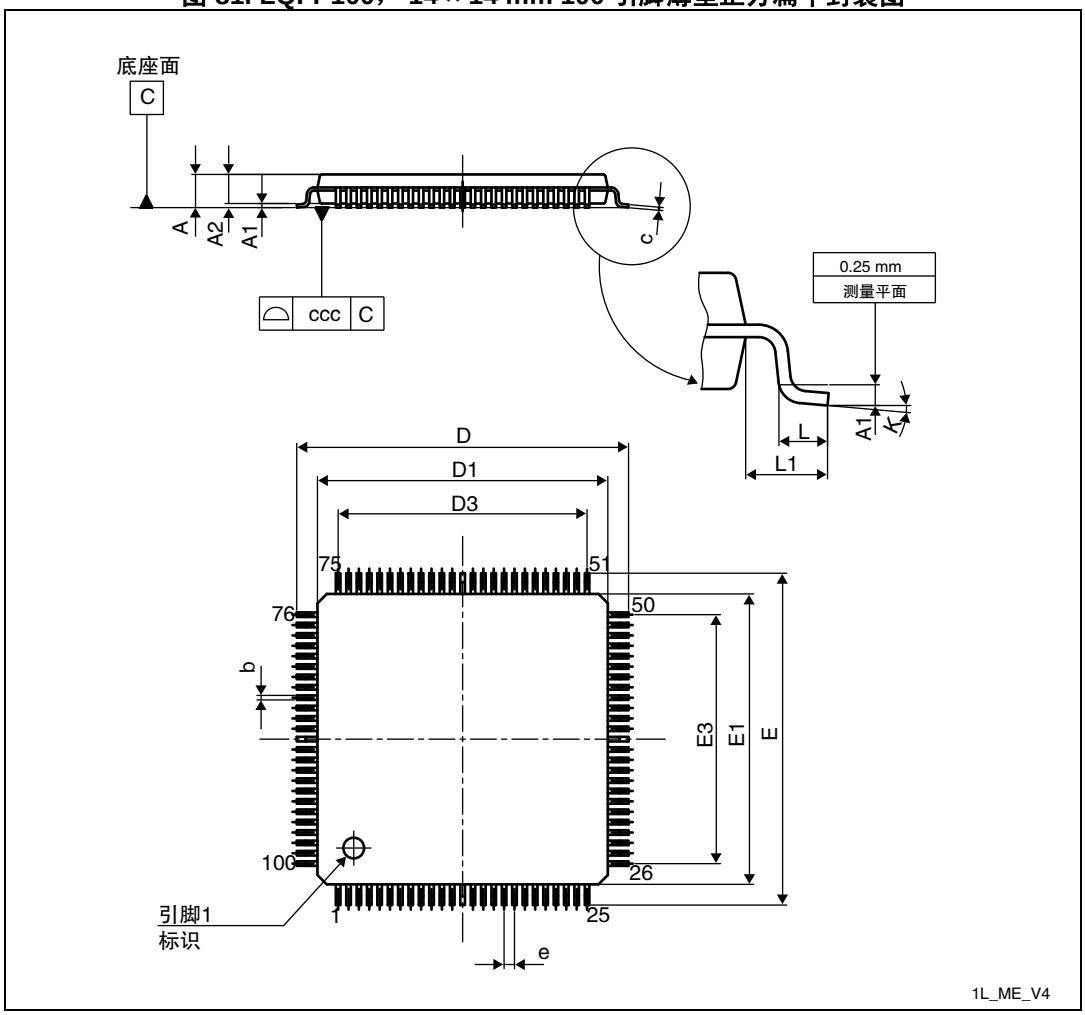
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

7 封装特性

7.1 封装机械数据

为满足环境要求，意法半导体为这些器件提供了不同等级的 ECOPACK® 封装，具体取决于它们的环保合规等级。 ECOPACK® 的规格、等级定义和产品状态可在 *www.st.com* 上查询。ECOPACK® 是意法半导体的商标。

图 81. LQFP100， 14 × 14 mm 100 引脚薄型正方扁平封装图



1. 图纸未按比例绘制。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

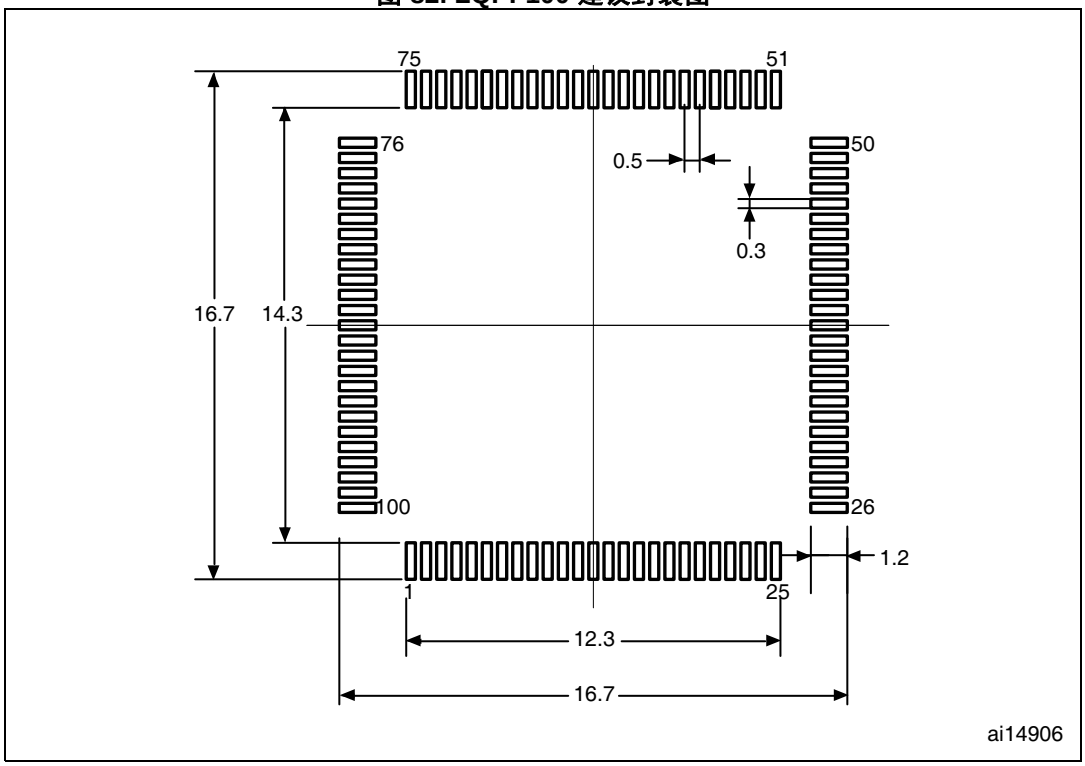
表 112. LQPF100， 14 × 14 mm， 100 引脚薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.600	-	-	0.0630
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	15.800	16.000	16.200	0.6220	0.6299	0.6378
D1	13.800	14.000	14.200	0.5433	0.5512	0.5591
D3	-	12.000	-	-	0.4724	-
E	15.800	16.000	16.200	0.6220	0.6299	0.6378
E1	13.800	14.000	14.200	0.5433	0.5512	0.5591
E3	-	12.000	-	-	0.4724	-
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-
k	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
ccc	-	-	0.080	-	-	0.0031

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 82. LQPF100 建议封装图

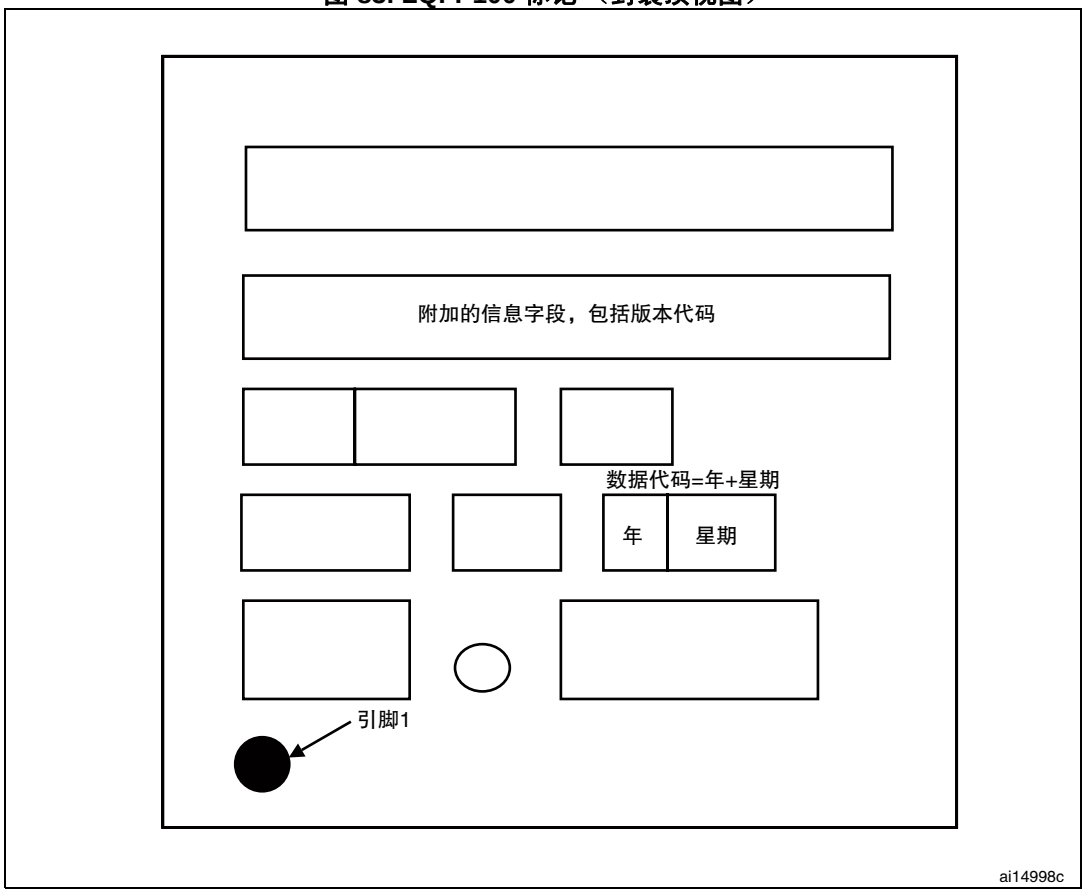


1. 尺寸单位为毫米。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

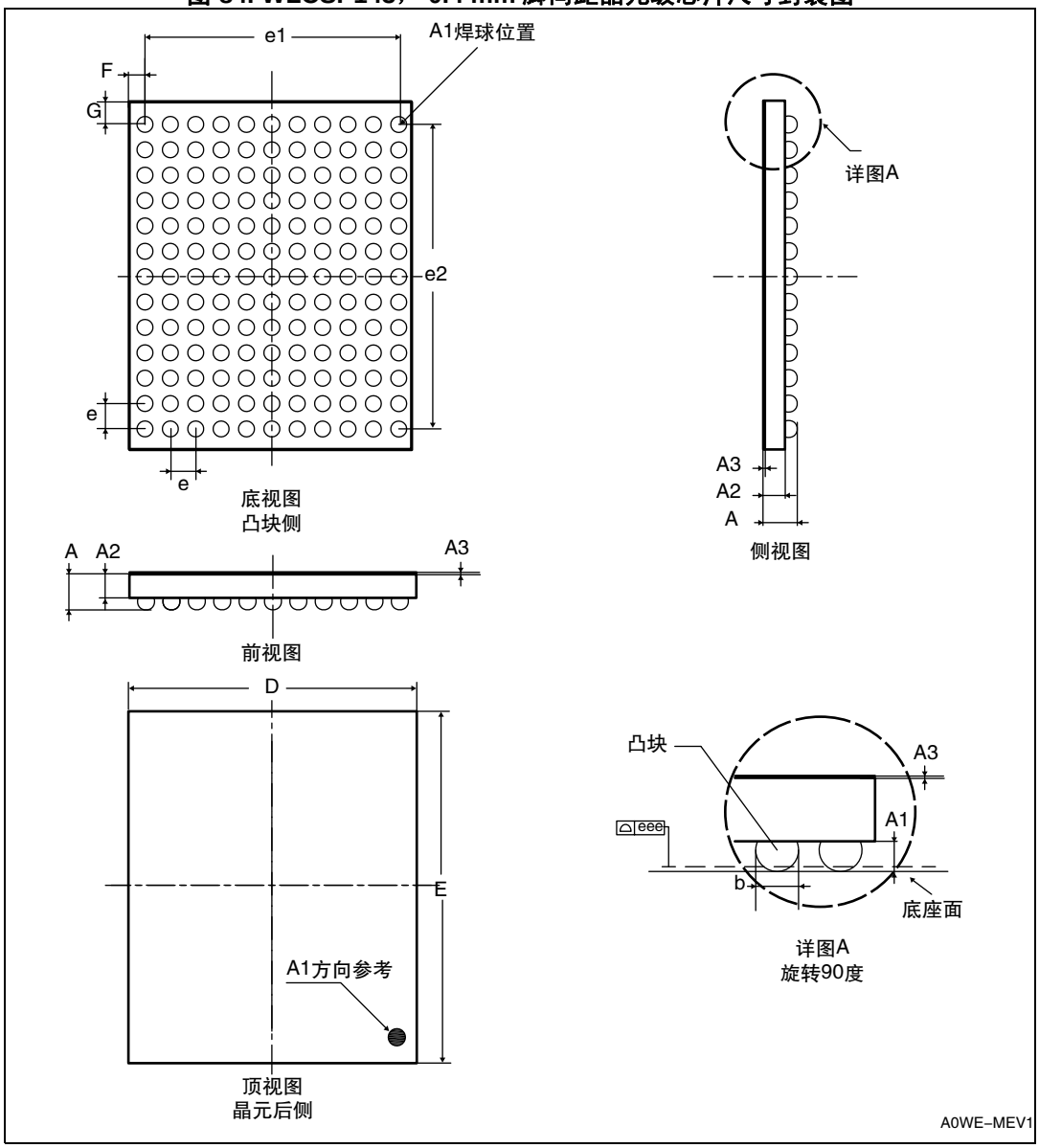
器件标记

图 83. LQFP100 标记 （封装顶视图）



深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 84. WLCSP143， 0.4 mm 脚间距晶元级芯片尺寸封装图



1. 图纸未按比例绘制。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 113. WLCSP143， 0.4 mm 脚间距晶元级芯片尺寸封装机械数据

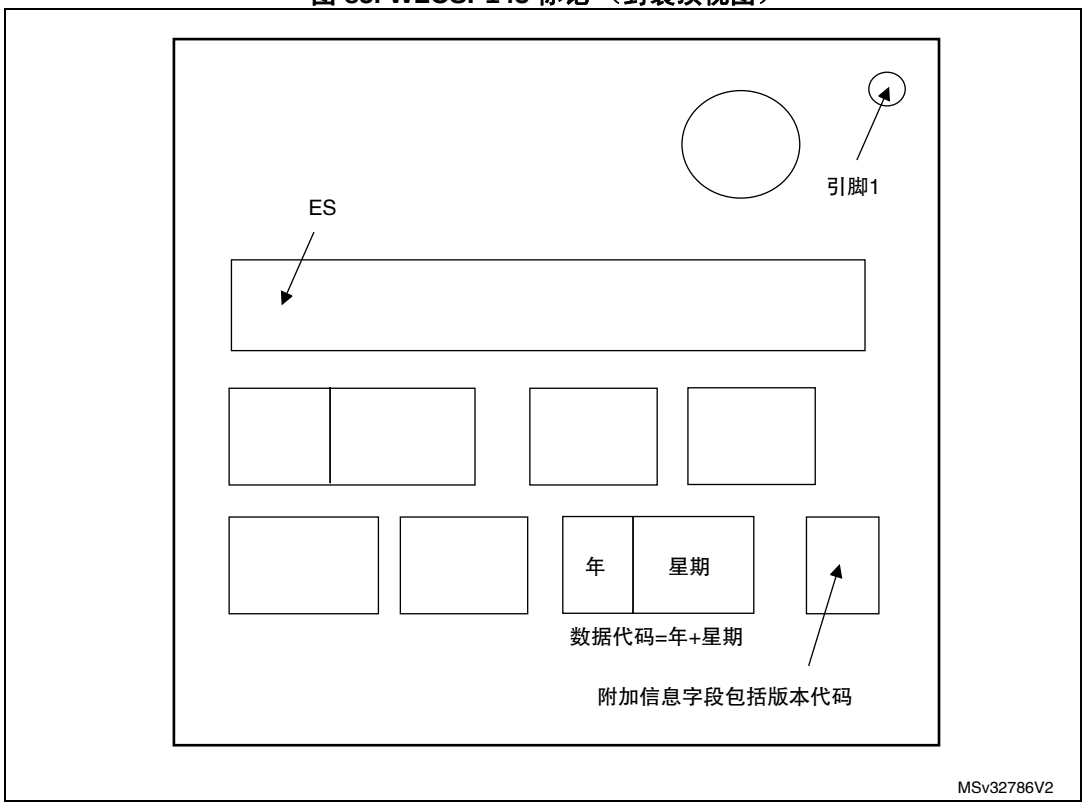
符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	0.525	0.555	0.585	0.0207	0.0219	0.0230
A1	-	0.175	-	-	0.0069	-
A2	-	0.380	-	-	0.0150	-
A3	0.220	0.025	0.280	0.0087	0.0010	0.0110
b	-	0.250°	-	-	0.250°	-
D	4.486	4.521	4.556	0.1766	0.1780	0.1794
E	5.512	5.547	5.582	0.2170	0.2184	0.2198
e	-	0.400	-	-	0.0157	-
e1	-	4.000	-	-	0.1575	-
e2	-	4.800	-	-	0.1890	-
F	-	0.261	-	-	0.0103	-
g	-	0.374	-	-	0.0147	-
eee	-	0.050	-	-	0.0020	-

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

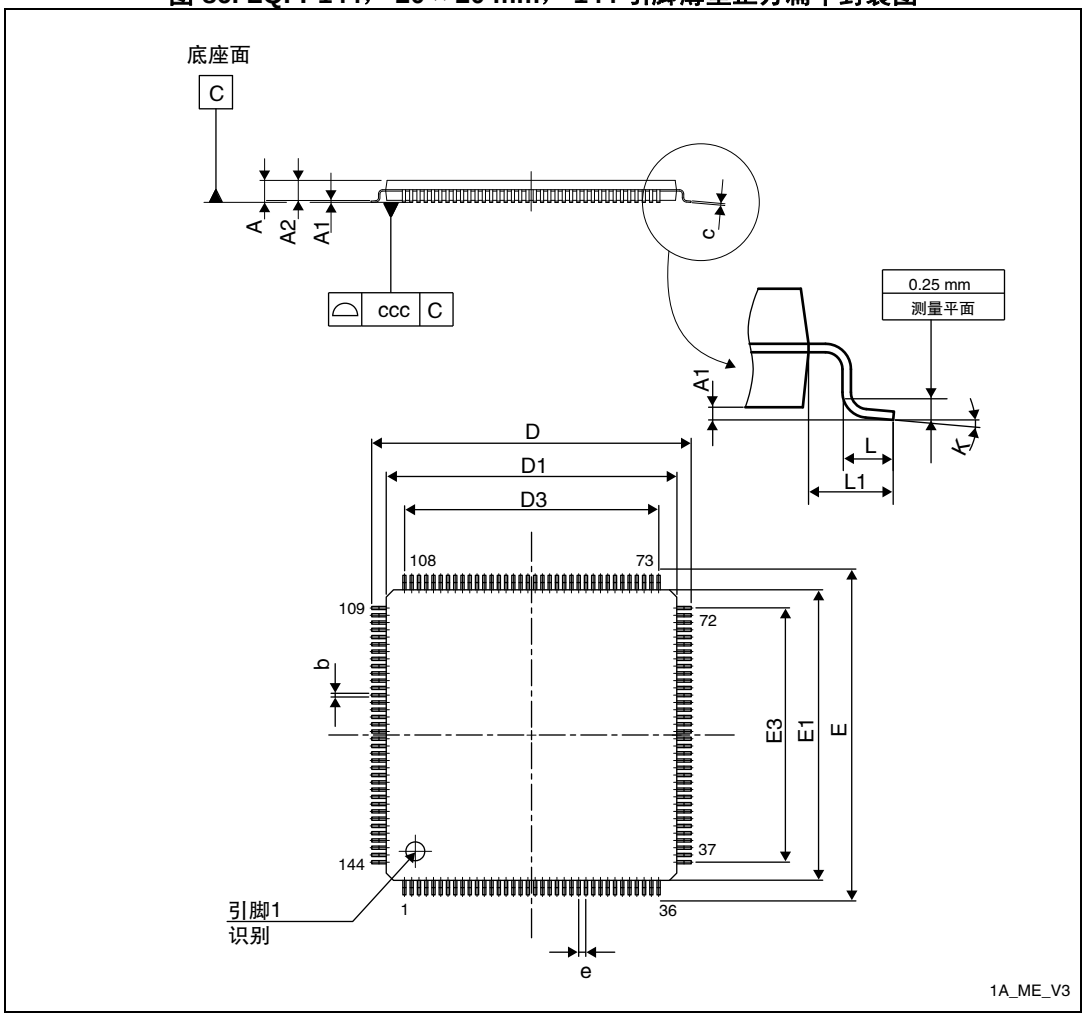
图 85. WLCSP143 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 86. LQFP144， 20 × 20 mm， 144 引脚薄型正方扁平封装图



1. 图纸未按比例绘制。

表 114. LQFP144， 20 × 20 mm， 144 引脚薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.600	-	-	0.0630
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	21.800	22.000	22.200	0.8583	0.8661	0.874
D1	19.800	20.000	20.200	0.7795	0.7874	0.7953
D3	-	17.500	-	-	0.689	-

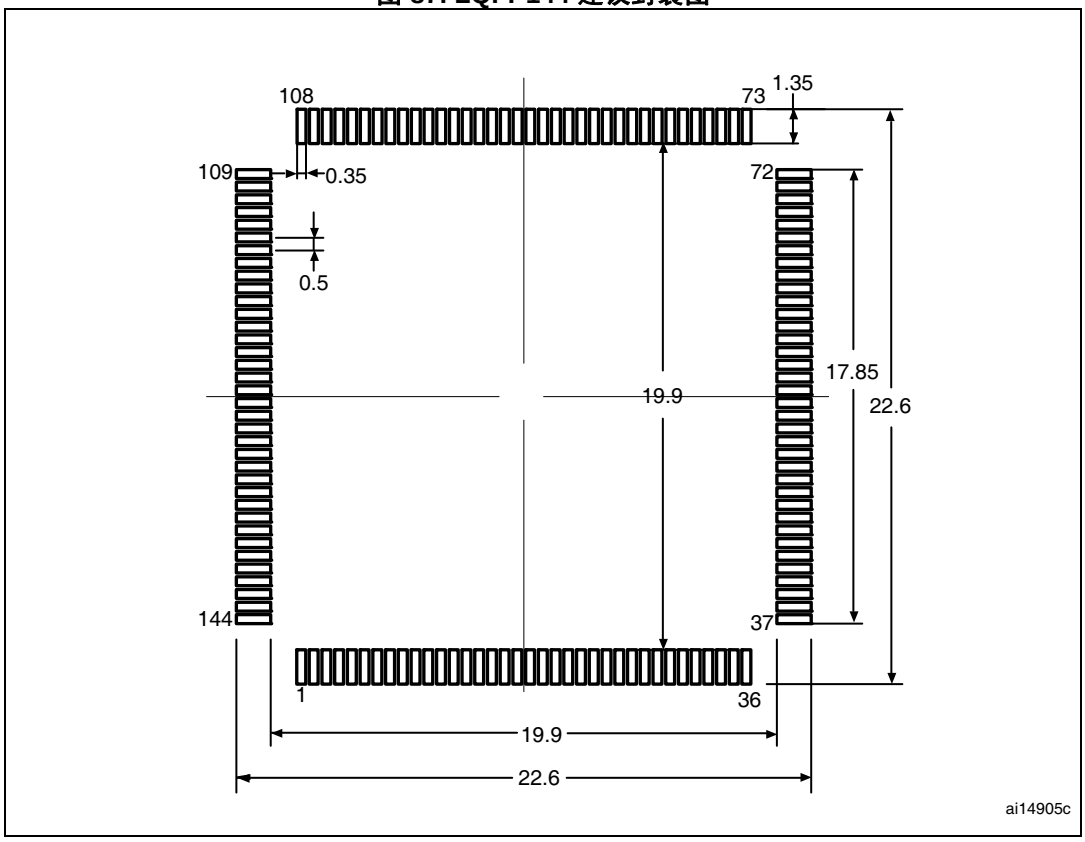
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 114. LQFP144， 20 × 20 mm， 144 引脚薄型正方扁平封装机械数据 （续）

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
E	21.800	22.000	22.200	0.8583	0.8661	0.8740
E1	19.800	20.000	20.200	0.7795	0.7874	0.7953
E3	-	17.500	-	-	0.6890	-
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-
k	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
ccc	-	-	0.080	-	-	0.0031

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

图 87. LQFP144 建议封装图

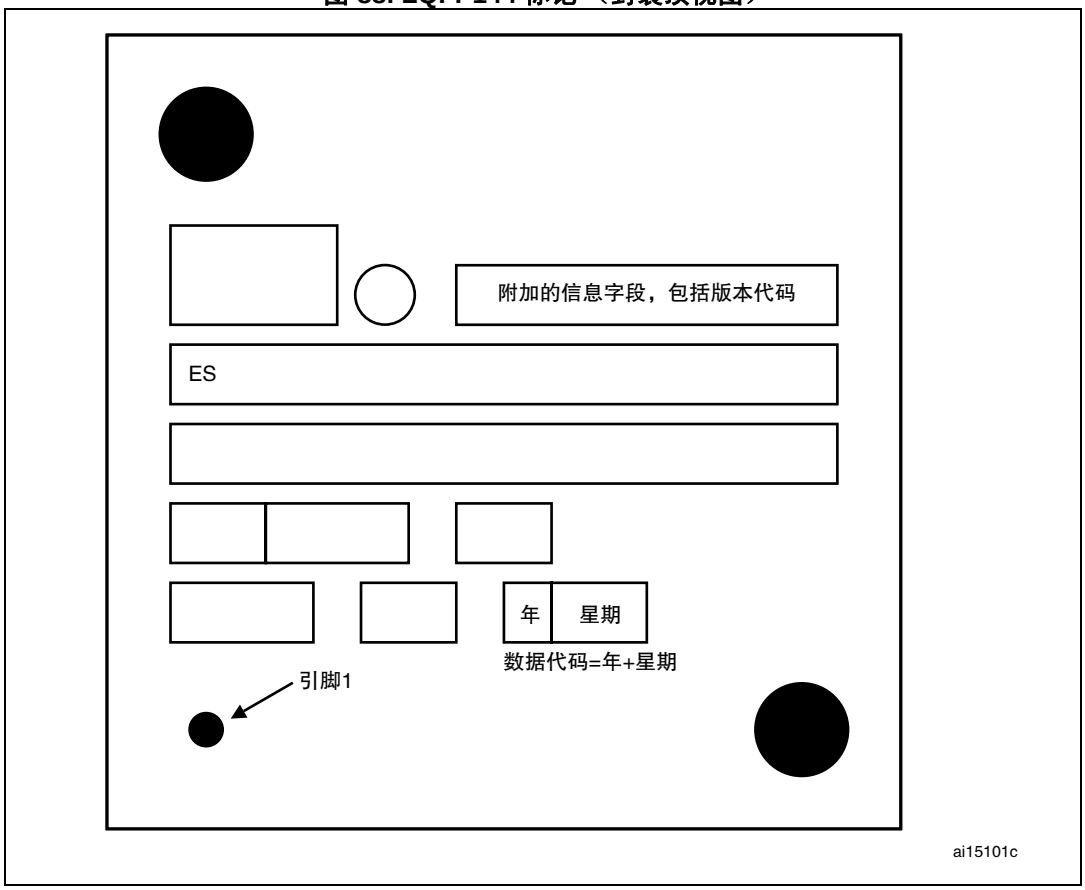


1. 尺寸单位为毫米。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

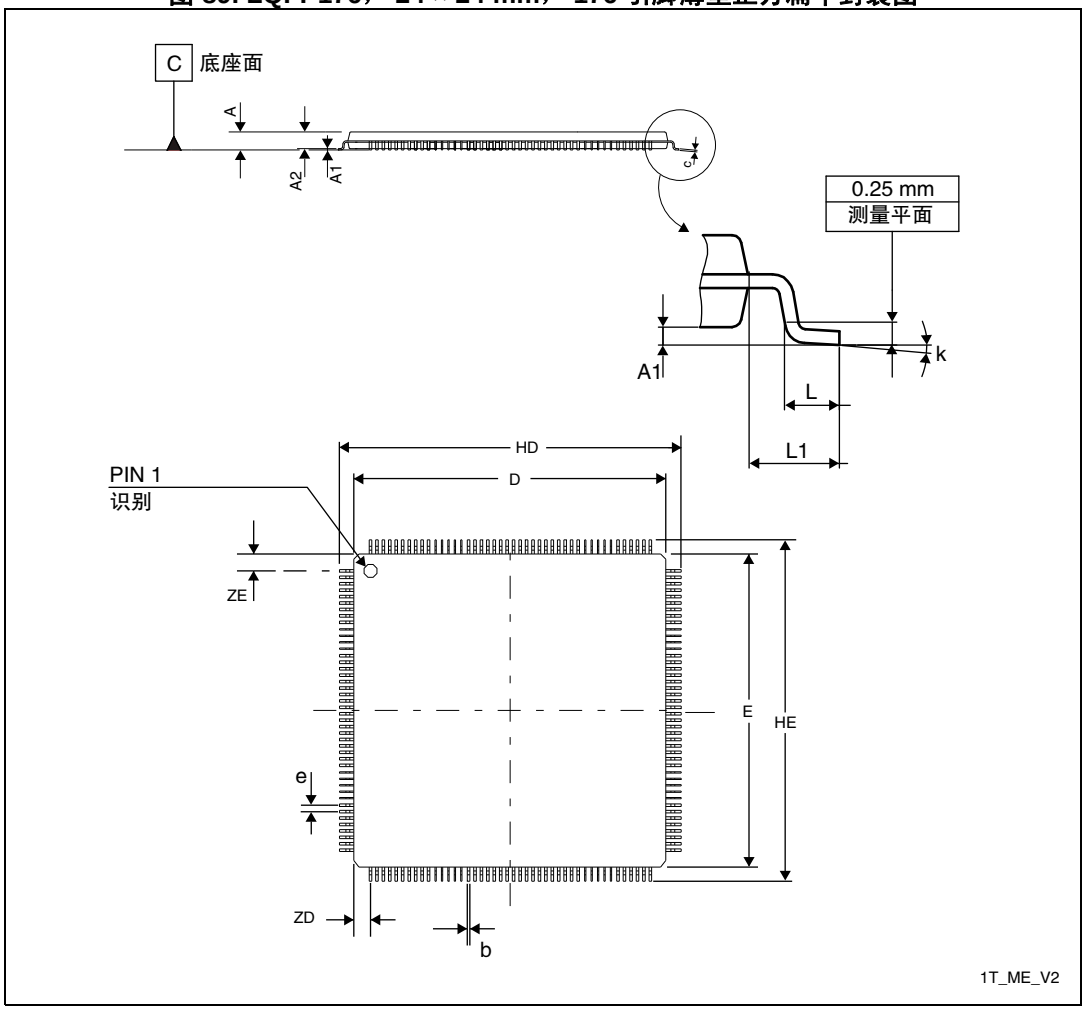
图 88. LQFP144 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 89. LQFP176， 24 × 24 mm， 176 引脚薄型正方扁平封装图



1. 图纸未按比例绘制。

表 115. LQFP176， 24 × 24 mm， 176 引脚薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.600	-	-	0.0630
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	1.350	-	1.450	0.0531	-	0.0060
b	0.170	-	0.270	0.0067	-	0.0106
C	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	23.900	-	24.100	0.9409	-	0.9488
E	23.900	-	24.100	0.9409	-	0.9488
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
HD	25.900	-	26.100	1.0200	-	1.0276

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

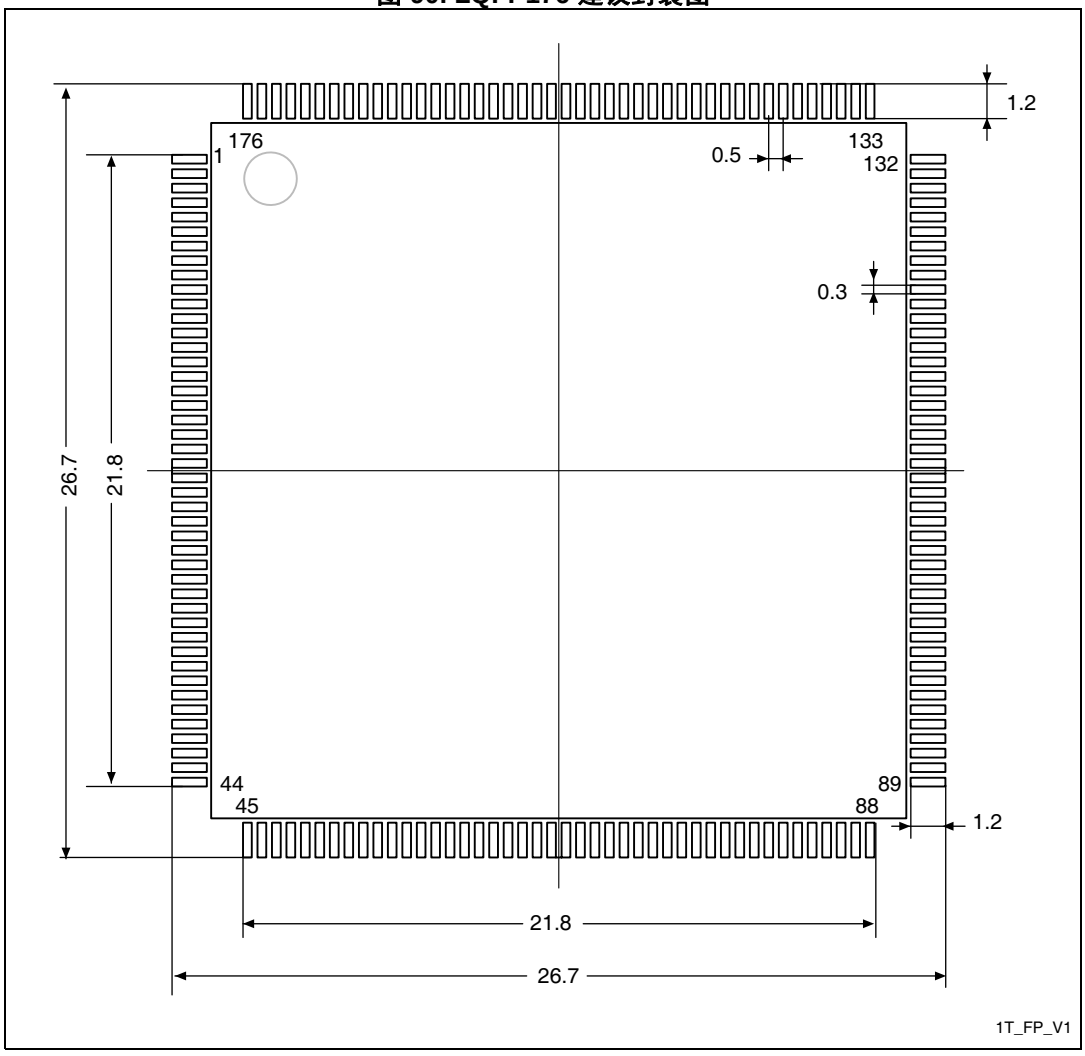
表 115. LQFP176， 24 × 24 mm， 176 引脚薄型正方扁平封装机械数据 （续）

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
HE	25.900	-	26.100	1.0200	-	1.0276
L	0.450	-	0.750	0.0177	-	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-
ZD	-	1.250	-	-	0.0492	-
ZE	-	1.250	-	-	0.0492	-
ccc	-	-	0.080	-	-	0.0031
k	0 °	-	7 °	0 °	-	7 °

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 90. LQFP176 建议封装图

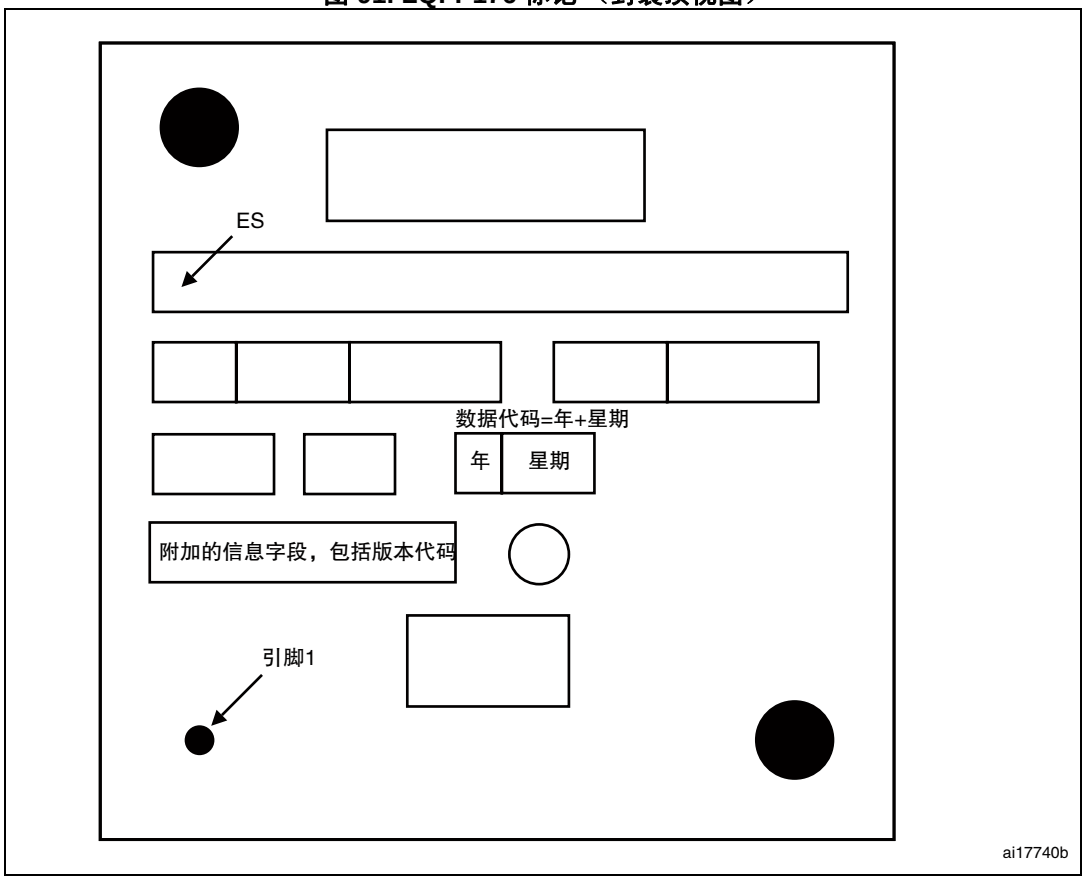


1. 尺寸单位为毫米。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

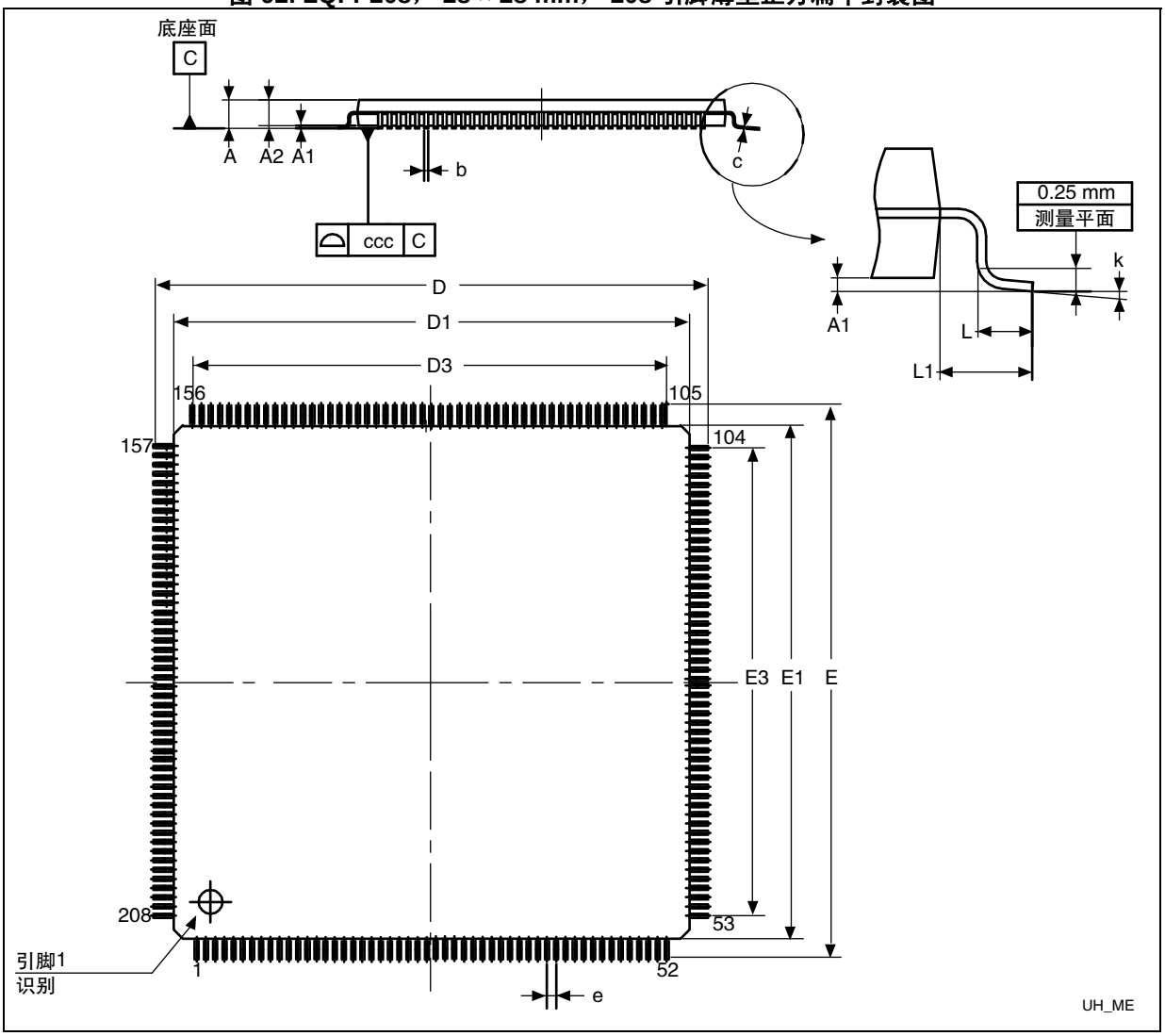
图 91. LQFP176 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 92. LQFP208， 28 × 28 mm， 208 引脚薄型正方扁平封装图



1. 图纸未按比例绘制。

表 116. LQFP208， 28 × 28 mm， 208 引脚薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.600	--	-	0.0630
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	29.800	30.000	30.200	1.1732	1.1811	1.1890
D1	27.800	28.000	28.200	1.0945	1.1024	1.1102

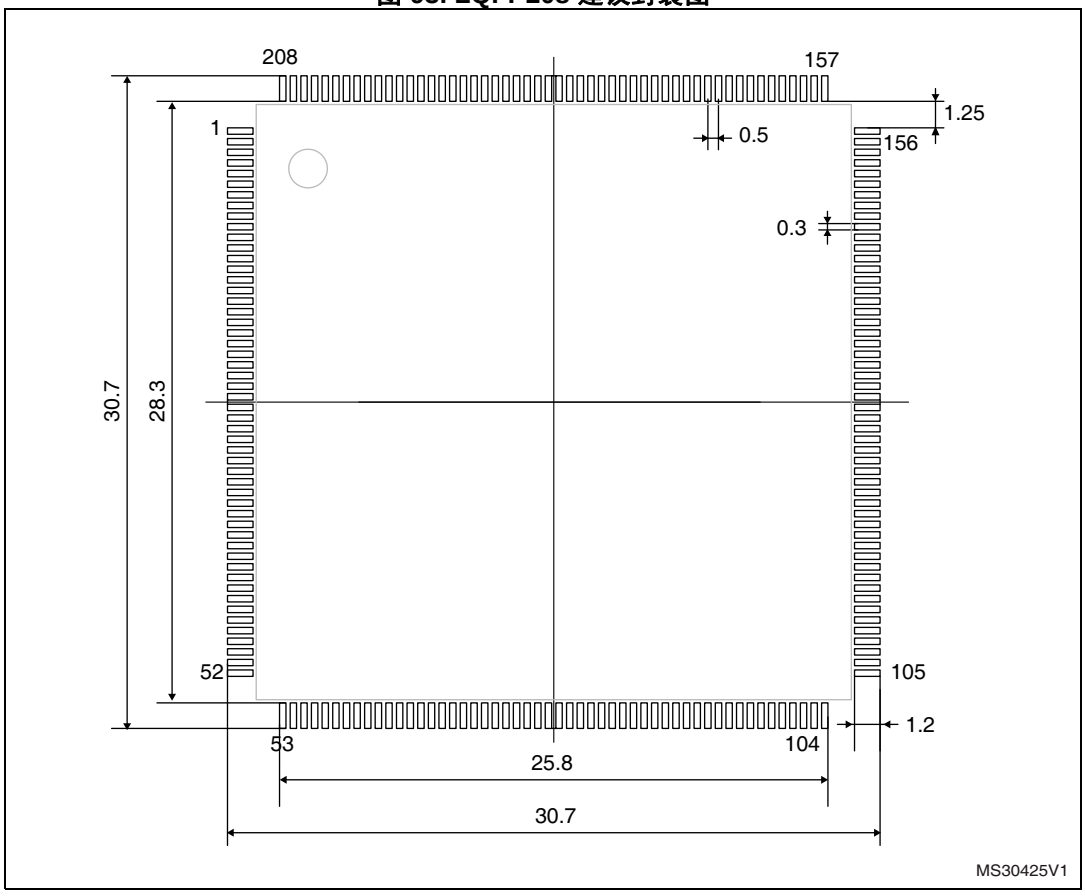
深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 116. LQFP208， 28 × 28 mm， 208 引脚薄型正方扁平封装机械数据 （续）

符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
D3	-	25.500	-	-	1.0039	-
E	29.800	30.000	30.200	1.1732	1.1811	1.1890
E1	27.800	28.000	28.200	1.0945	1.1024	1.1102
E3	-	25.500	-	-	1.0039	-
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-
k	0°	3.5°	7.0°	0°	3.5°	7.0°
ccc	-	-	0.080	-	-	0.0031

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

图 93. LQFP208 建议封装图

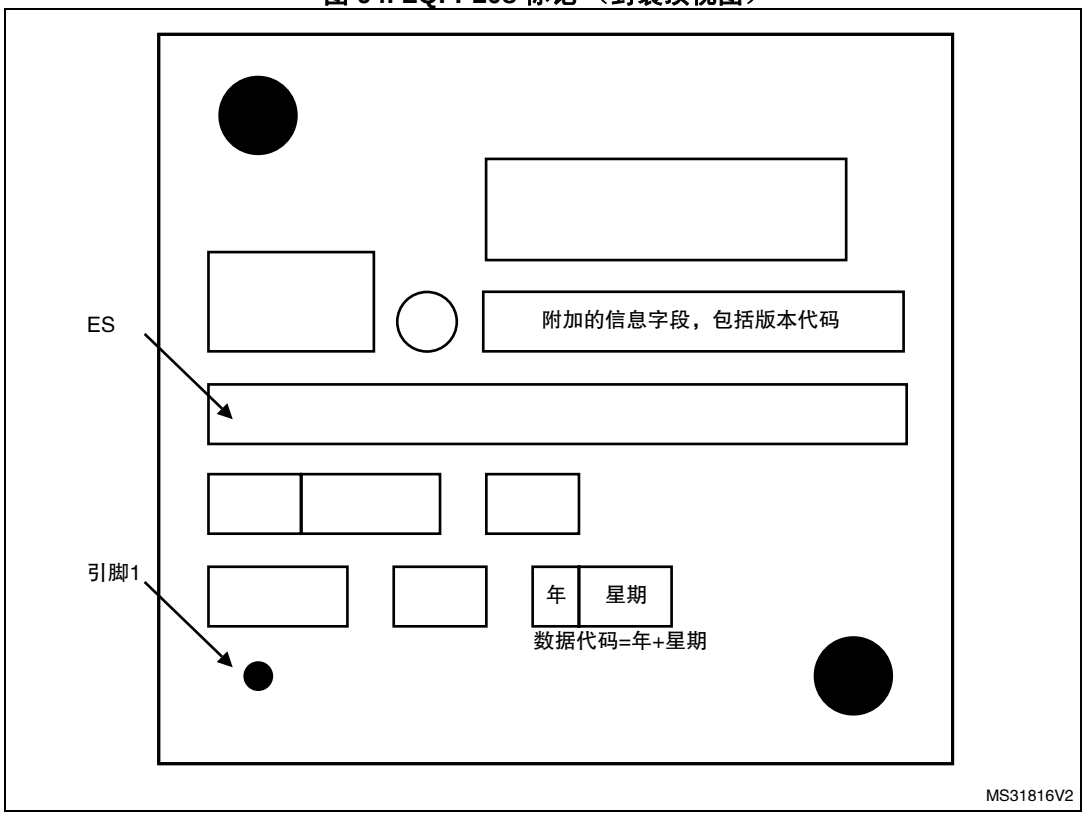


1. 尺寸单位为毫米。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

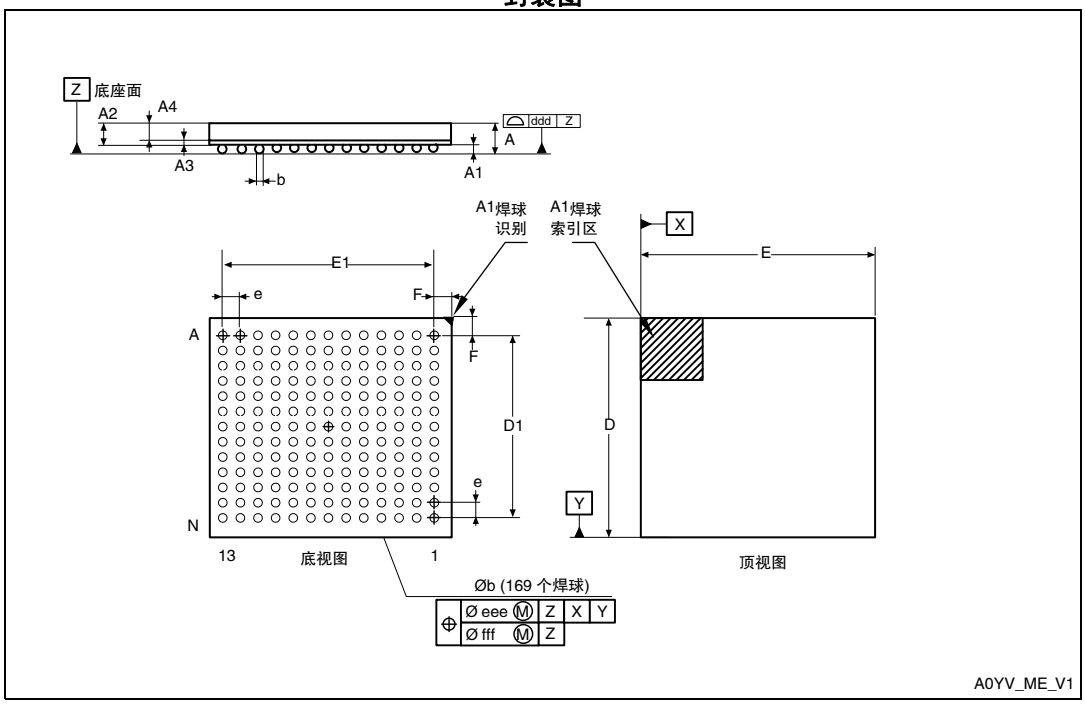
图 94. LQFP208 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 95. UFBGA169 - 超薄紧密排列焊球阵列 7 × 7 mm， 0.6 mm，封装图



1. 图纸未按比例绘制。

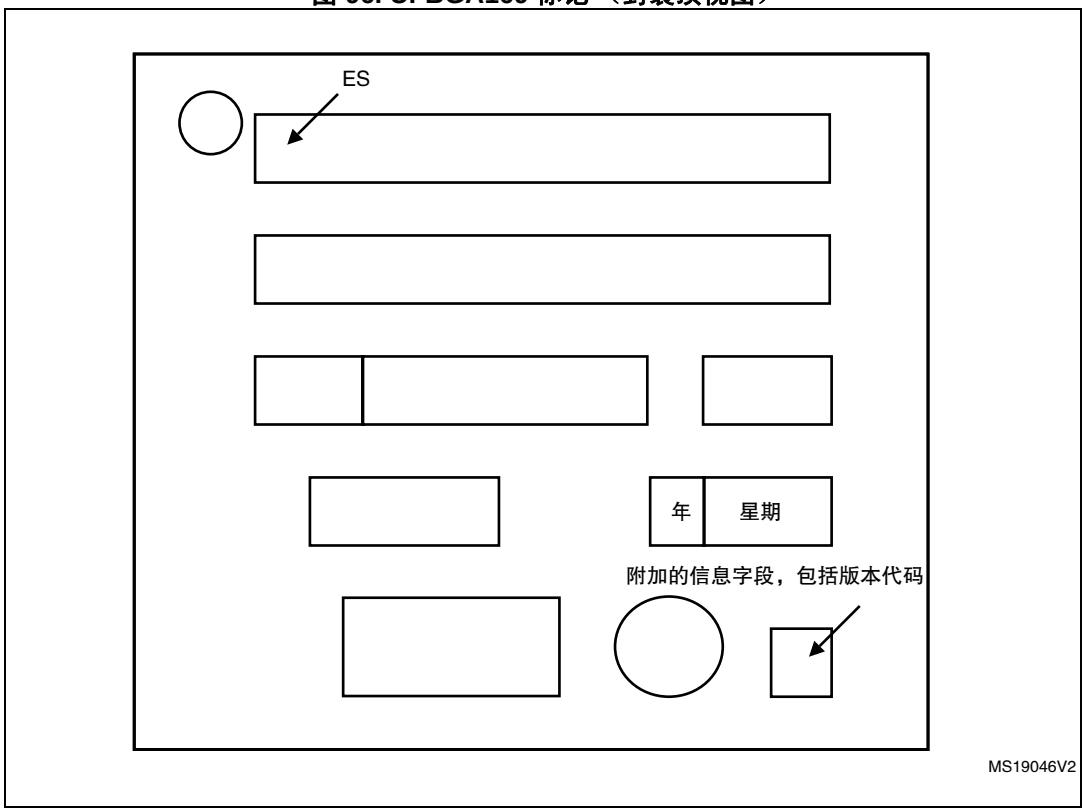
表 117. UFBGA169 - 超薄紧密排列焊球阵列 7 × 7 × 0.6 mm 机械数据

符号	毫米			英寸		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	0.460	0.530	0.600	0.0181	0.0209	0.0236
A1	0.050	0.080	0.110	0.0020	0.0031	0.0043
A2	0.400	0.450	0.500	0.0157	0.0177	0.0197
A3	0.080	0.130	0.180	0.0031	0.0051	0.0071
A4	0.270	0.320	0.370	0.0106	0.0126	0.0146
b	0.170	0.280	0.330	0.0067	0.0110	0.0130
D	6.900	7.000	7.100	0.2717	0.2756	0.2795
D1	5.950	6.000	6.050	0.2343	0.2362	0.2382
E	6.900	7.000	7.100	0.2717	0.2756	0.2795
E1	5.950	6.000	6.050	0.2343	0.2362	0.2382
e	-	0.500	-	-	0.0197	-
F	0.450	0.500	0.550	0.0177	0.0197	0.0217
ddd	-	-	0.080	-	-	0.0031
eee	-	-	0.150	-	-	0.0059
fff	-	-	0.050	-	-	0.0020

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

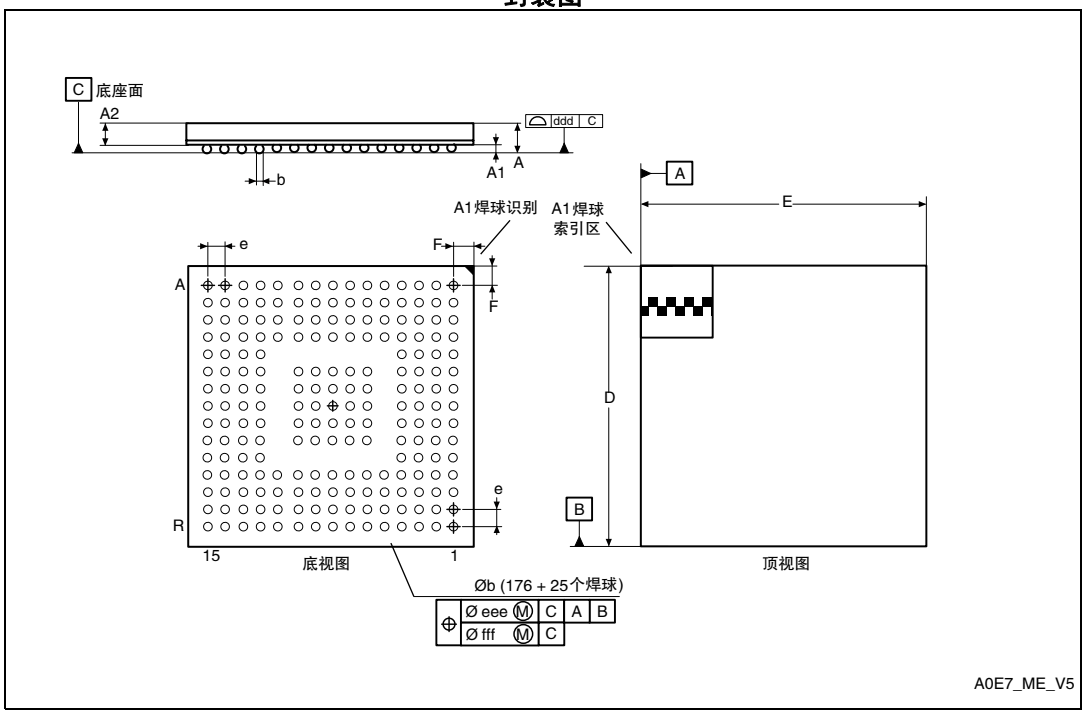
图 96. UFBGA169 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 97. UFBGA176+25 - 超薄紧密排列焊球阵列 10 × 10 × 0.6 mm，封装图



1. 图纸未按比例绘制。

表 118. UFBGA176+25 - 超薄紧密排列焊球阵列 10 × 10 × 0.6 mm 机械数据

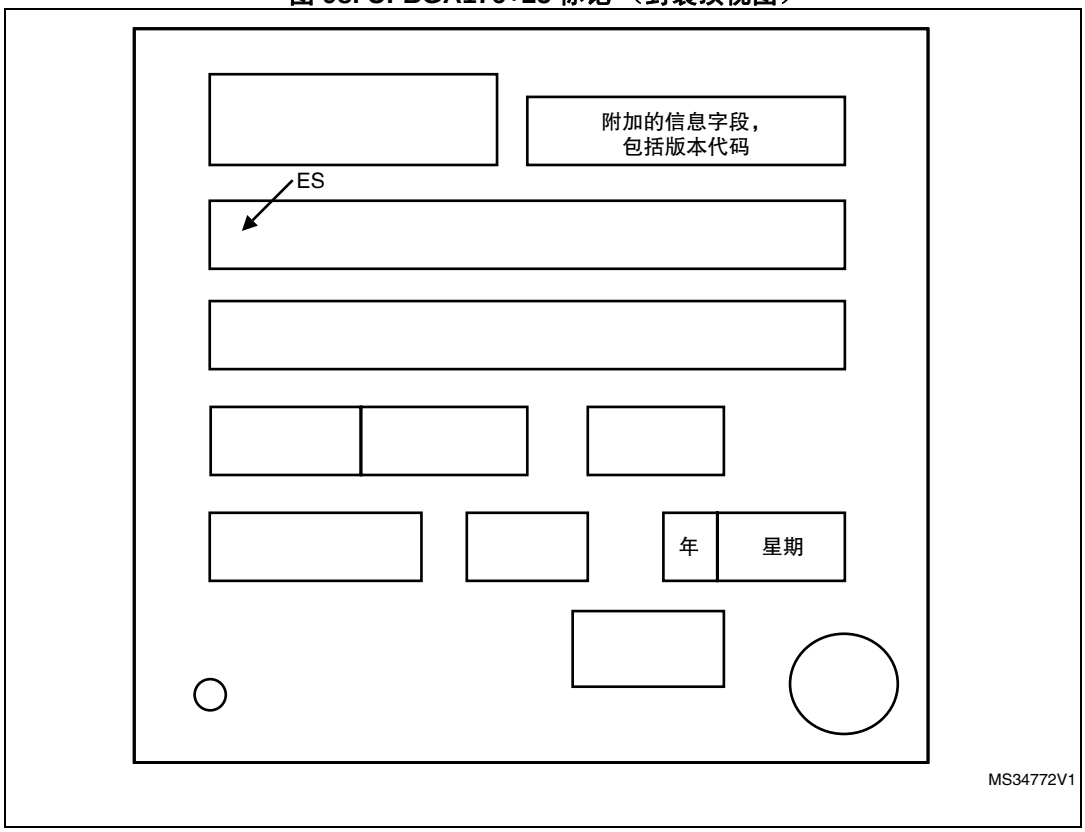
符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	0.460	0.530	0.600	0.0181	0.0209	0.0236
A1	0.050	0.080	0.110	0.002	0.0031	0.0043
A2	0.400	0.450	0.500	0.0157	0.0177	0.0197
b	0.230	0.280	0.330	0.0091	0.0110	0.0130
D	9.950	10.000	10.050	0.3917	0.3937	0.3957
E	9.950	10.000	10.050	0.3917	0.3937	0.3957
e	-	0.650	-	-	0.0256	-
F	0.400	0.450	0.500	0.0157	0.0177	0.0197
ddd	-	-	0.080	-	-	0.0031
eee	-	-	0.150	-	-	0.0059
fff	-	-	0.080	-	-	0.0031

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

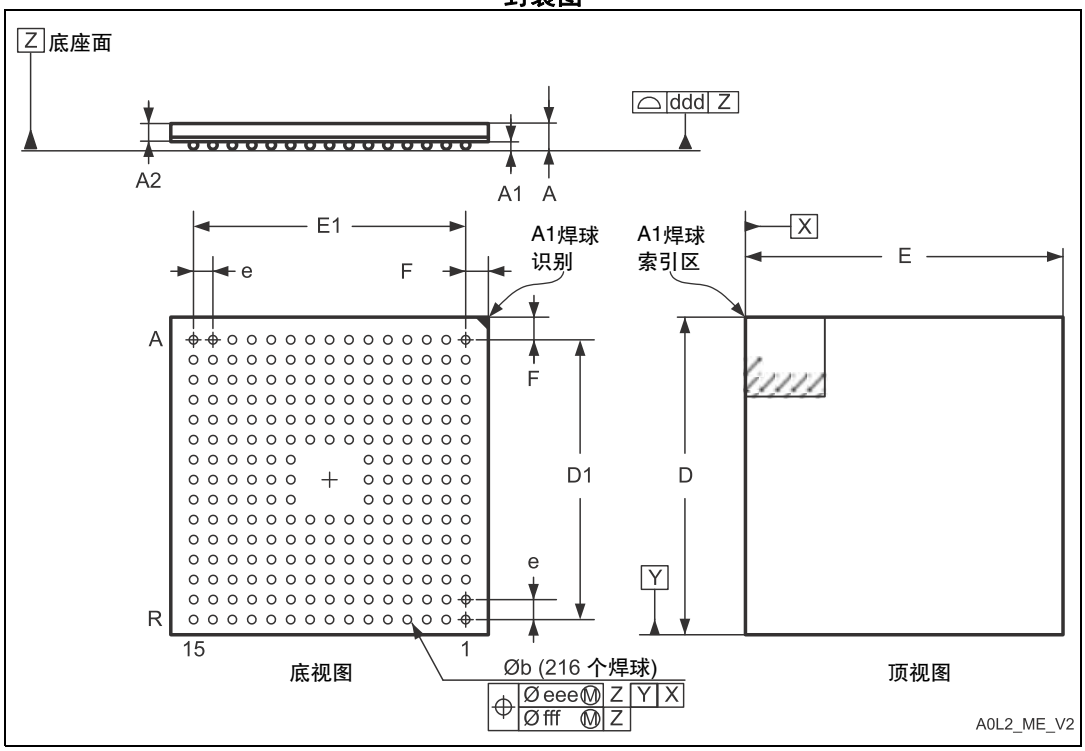
图 98. UFBGA176+25 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 99. TFBGA216 - 薄型紧密排列焊球阵列 13 × 13 × 0.8mm，封装图



1. 图纸未按比例绘制。

表 119. TFBGA216 - 薄型紧密排列焊球阵列 13 × 13 × 0.8mm 封装机械数据

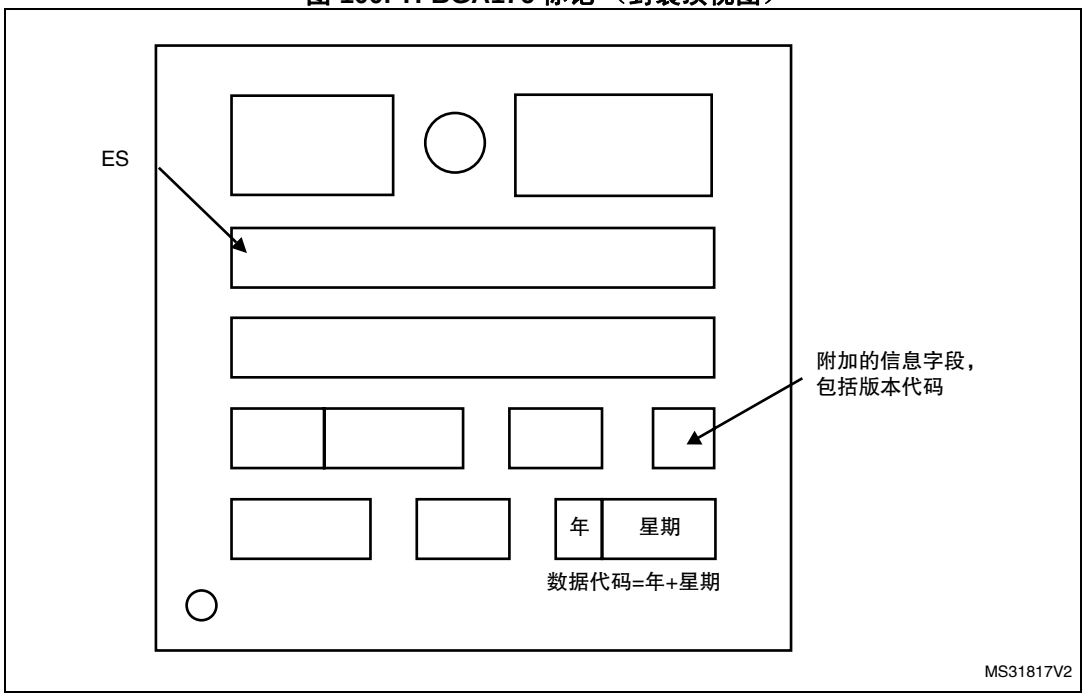
符号	毫米			英寸(1)		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.100	-	-	0.0433
A1	0.150	-	-	0.0059	-	-
A2	-	0.760	-	-	0.0299	-
A4	-	0.210	-	-	0.0083	-
b	0.350	0.400	0.450	0.0138	0.0157	0.0177
D	12.850	13.000	13.150	0.5118	0.5118	0.5177
D1	-	11.200	-	-	0.4409	-
E	12.850	13.000	13.150	0.5118	0.5118	0.5177
E1	-	11.200	-	-	0.4409	-
e	-	0.800	-	-	0.0315	-
F	-	0.900	-	-	0.0354	-
ddd	-	-	0.080	-	-	0.0031

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

器件标记

图 100. TFBGA176 标记 （封装顶视图）



1. 标为 "ES" 的样本为 " 工程样片 "：即，它们的目的为发给客户做电气兼容性评估，可能用于由 ST 专门书面授权的客户品质检测。在任何情况下， ST 都不负责客户的生产使用。仅当 ST 已书面授权客户的品质检测时，工程样片才可用于可靠性品质检测试验。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

7.2 热特性

芯片最高结温 (T_J max) 以摄氏度表示，可使用如下公式计算：

T_J max = T_A max + (P_D max x Θ_{JA})

其中：

- $T_A$max 表示最高环境温度，以 °C 表示，
- Θ_{JA} 为封装结点至环境的热阻，以 °C/W 表示，
- P_D max 是 P_{INT} max 与 $P_{I/O}$ max 之和 (P_D max = P_{INT} max + $P_{I/O}$max)，
- P_{INT} max 为 I_{DD} 与 V_{DD} 的乘积，以瓦特表示。它是芯片的最大内部功率。

$P_{I/O}$ max 表示输入引脚的最大功率耗散，其中：

$P_{I/O}$ max = Σ (V_{OL} × I_{OL}) + Σ((V_{DD} – V_{OH}) × I_{OH})，

考虑了应用中 I/O 在低电平和高电平状态下的实际 V_{OL}/I_{OL} 和 V_{OH}/I_{OH}。

表 120. 封装热特性

符号	参数	数值	单位
Θ_{JA}	**结到环境热阻** LQFP100 - 14 × 14 mm / 0.5 mm 间距	43	°C/W
	结到环境热阻 WLCSP143	31.2	
	结到环境热阻 LQFP144 - 20 × 20 mm / 0.5 mm 间距	40	
	结到环境热阻 LQFP176 - 24 × 24 mm / 0.5 mm 间距	38	
	结到环境热阻 LQFP208 - 28 × 28 mm / 0.5 mm 间距	19	
	结到环境热阻 UFBGA169 - 7 × 7mm / 0.5 mm 间距	52	
	结到环境热阻 UFBGA176 - 10 × 10 mm / 0.5 mm 间距	39	
	结到环境热阻 TFBGA216 - 13 × 13 mm / 0.8 mm 间距	29	

参考文档

《JESD51-2 集成电路热试验方法环境条件 - 自然对流 （静止空气）》。可从 www.jedec.org 下载

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

8 部件编号

表 121. 订货代码

示例：STM32 F 429 V I T 6 xxx

器件系列

STM32 = 基于 ARM 的 32 位微控制器

产品类型

F = 通用型

器件子系列

427= STM32F427xx， USB OTG FS/HS，摄像头接口，以太网

429= STM32F429xx， USB OTG FS/HS，摄像头接口，以太网， LCD-TFT

引脚数

V = 100 个引脚

Z = 144 个引脚

A = 169 个引脚

I = 176 个引脚

B = 208 个引脚

N = 216 个引脚

Flash 大小

E = 512 KB Flash

G = 1024 KB Flash

I = 2048 KB Flash

封装

T = LQFP

H = BGA

Y = WLCSP

温度范围

6 = 工业级温度范围， -40 到 85 ℃。

7 = 工业级温度范围， -40 到 105 °C。

选件

xxx = 已编程部件

TR = 卷带式包装

有关可用选件 （速度、封装等）列表或本器件任何方面的更多信息，请联系最近的 ST 销售办事处。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

附件 A 当使用内部复位 OFF 时的建议

当内部复位为 OFF 时，将不再支持下列集成特性：

- 集成的上电复位 （POR） / 掉电复位 （PDR）电路禁用。
- 欠压复位 （BOR）电路必须禁用。
- 嵌入式的可编程电压检测器 （PVD）禁用。
- V_{BAT} 功能不再可用， VBAT 引脚应连至 V_{DD}。
- 不支持超载模式。

A.1 工作条件

表 122. 不同工作供电电压范围的限制

工作供电电压范围	ADC 运算	最大 Flash 访问频率，无等待状态（$f_{Flashmax}$）	最大 Flash 访问频率，有等待状态 (1)(2)	I/O 运算	可能的 Flash 操作
V_{DD} =1.7 至 2.1 V(3)	转换时间高达 1.2 Msps	20 MHz(4)	168 MHz，有 8 个等待状态，超载 OFF	– 没有 I/O 补偿	仅 8 位擦除和编程操作

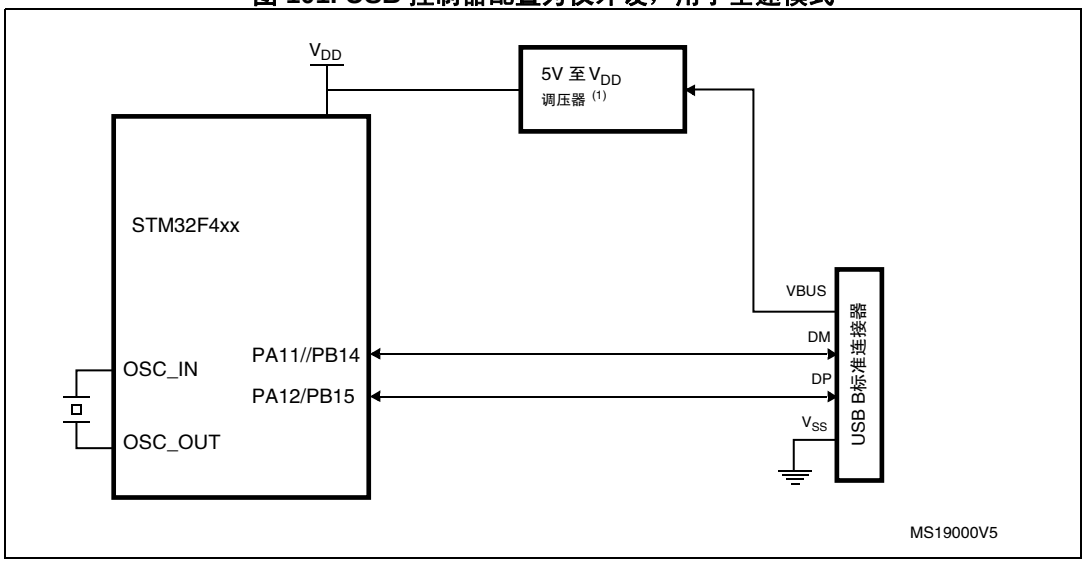
1. 仅当从 Flash 执行代码时可用。当从 RAM 执行代码时，无需等待状态。
2. 得益于 ART 加速器和 128 位 Flash，这里给出的等待状态数目不影响从 Flash 的执行速度，原因是 ART 加速器可达到等效于 0 等待状态程序执行的性能。
3. 使用外部电源监控器时，可达到 1.7 V 的 V_{DD}/V_{DDA} 最小值 （请参考*第 3.17.1 章节：内部复位 ON*）。
4. 预取不可用。请参考 AN3430 应用笔记以获取如何调整性能和功耗的详细信息。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

附件 B 应用框图

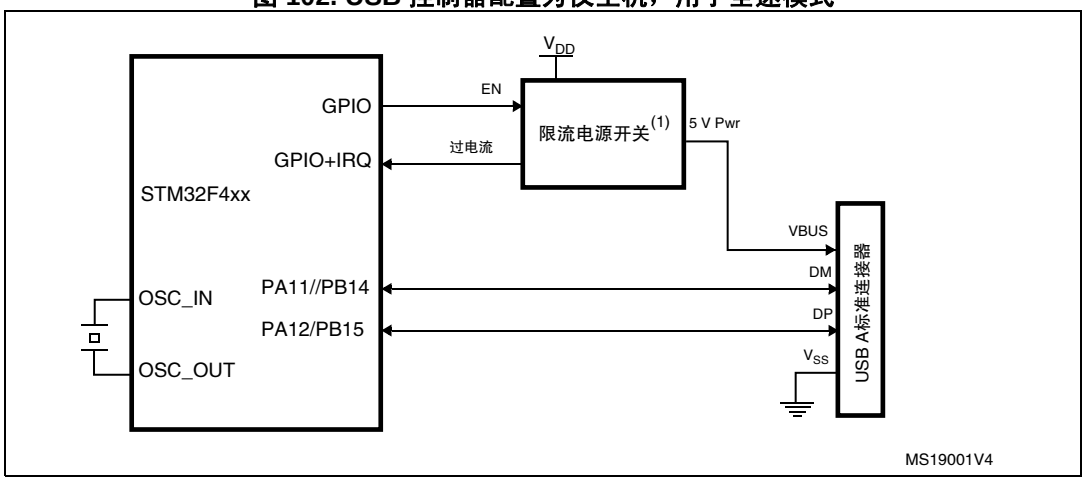
B.1 USB OTG 全速 （FS）接口解决方案

图 101. USB 控制器配置为仅外设，用于全速模式



1. 只有在构建由 V_{BUS} 供电的器件时才需要外部调压器。
2. 得益于大 Rx/Tx FIFO 及专用 DMA 控制器，可在 FS 模式中使用 OTG HS 开发同一应用，达到更高的性能。

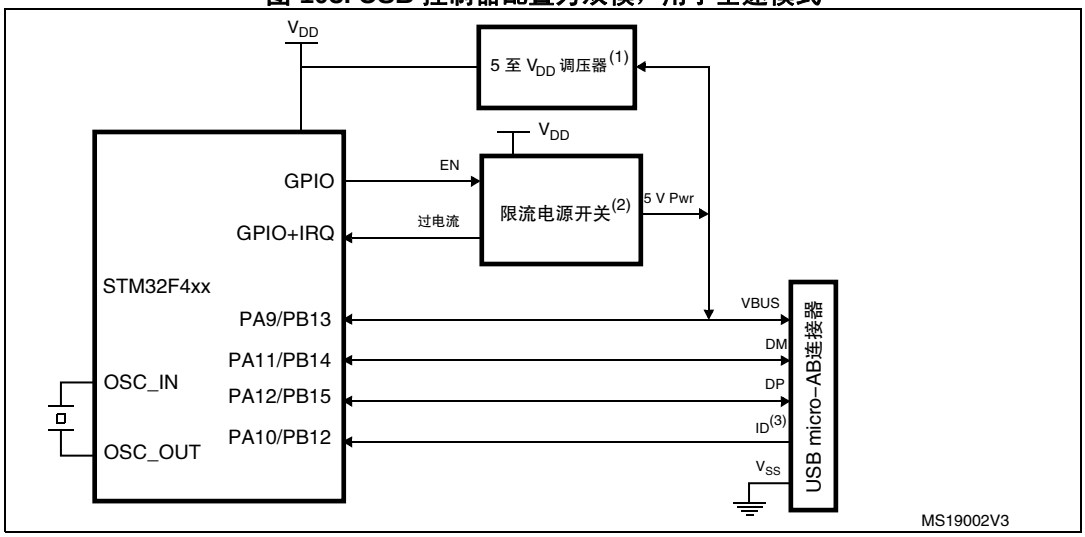
图 102. USB 控制器配置为仅主机，用于全速模式



1. 只有在应用必须支持由 V_{BUS} 供电的器件时才需要限流器。如果应用电路板提供 5 V 电源，则可以使用基本电源开关。
2. 得益于大 Rx/Tx FIFO 及专用 DMA 控制器，可在 FS 模式中使用 OTG HS 开发同一应用，达到更高的性能。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 103. USB 控制器配置为双模，用于全速模式

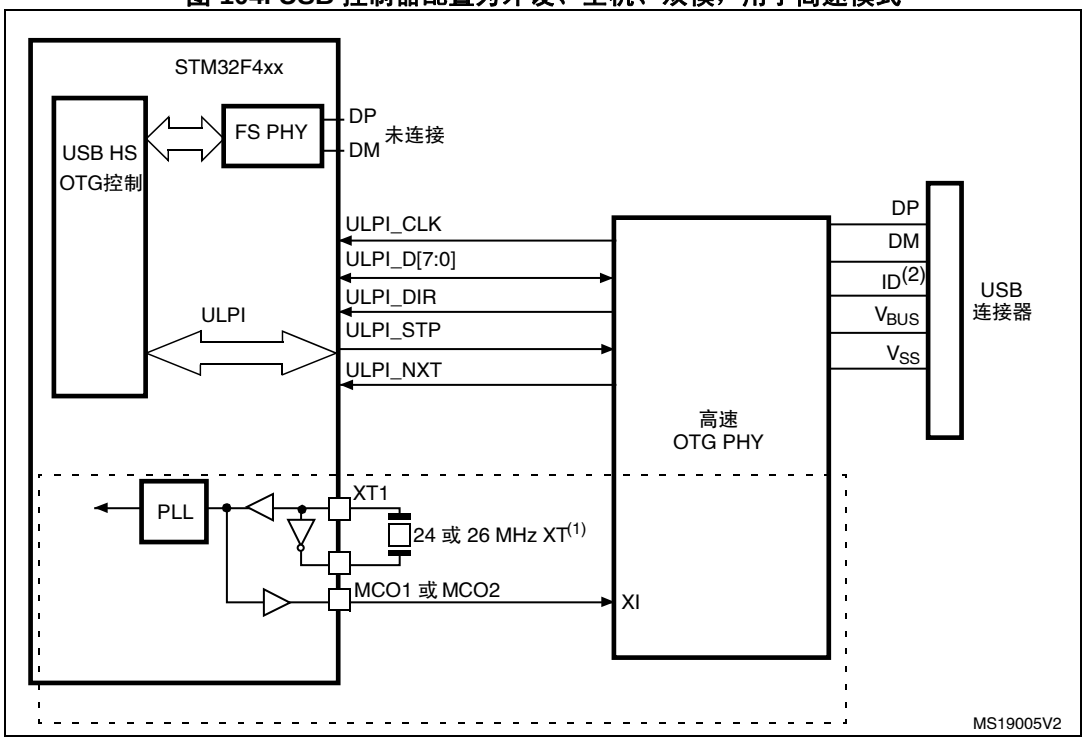


1. 只有在构建由 V_{BUS} 供电的器件时才需要外部调压器。
2. 只有在应用必须支持由 V_{BUS} 供电的器件时才需要限流器。如果应用电路板提供 5 V 电源，则可以使用基本电源开关。
3. 仅当双模时才需要 ID 引脚。
4. 得益于大 Rx/Tx FIFO 及专用 DMA 控制器，可在 FS 模式中使用 OTG HS 开发同一应用，达到更高的性能。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

B.2 USB OTG 高速 （HS）接口解决方案

图 104. USB 控制器配置为外设、主机、双模，用于高速模式

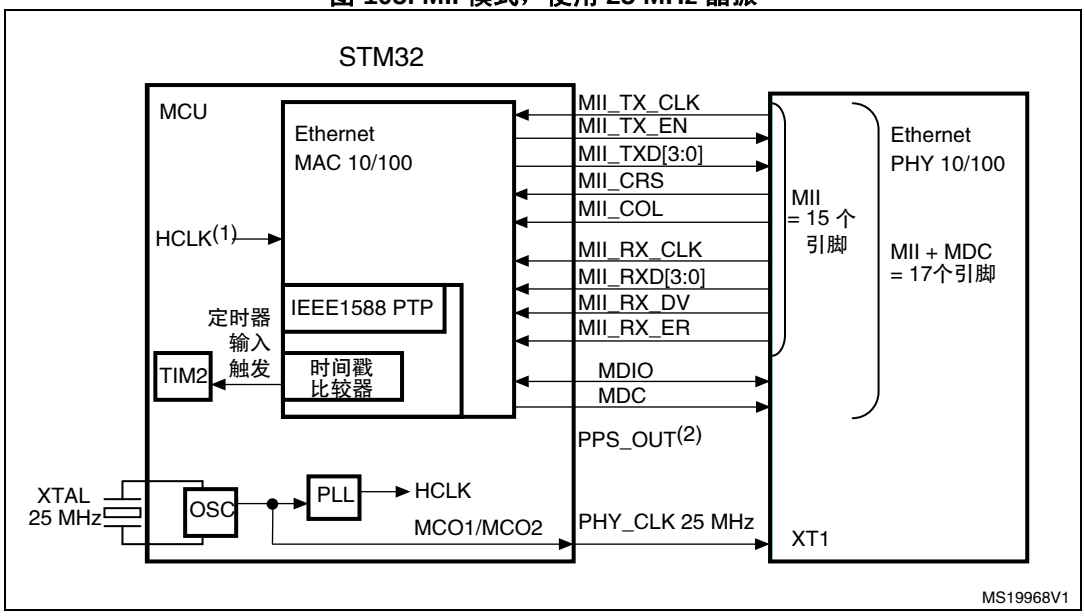


1. 可使用 MCO1 或 MCO2 以节省一个晶振。然而，当使用 USB HS 时，并不一定要为 STM32F42x 提供 24 或 26 MHz 晶振时钟。上图仅举例显示了一种可能的连接。
2. 仅当双模时才需要 ID 引脚。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

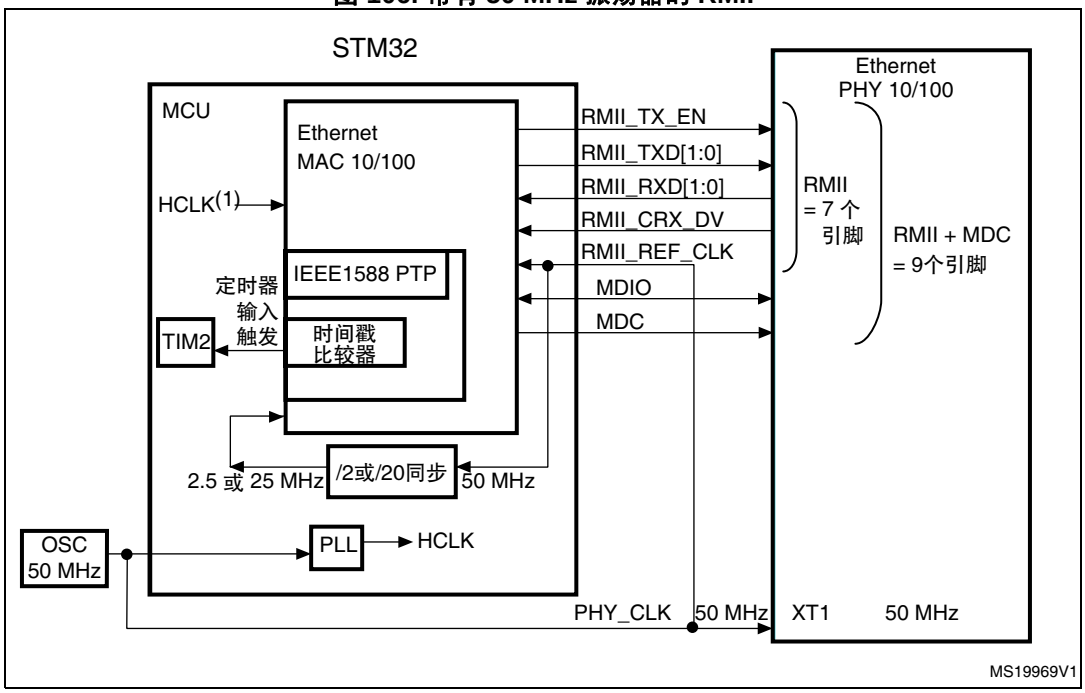
B.3 以太网接口解决方案

图 105. MII 模式，使用 25 MHz 晶振



1. f_{HCLK} 必须大于 25 MHz。
2. 当使用 IEEE1588 PTP 可选信号时的每秒脉冲。

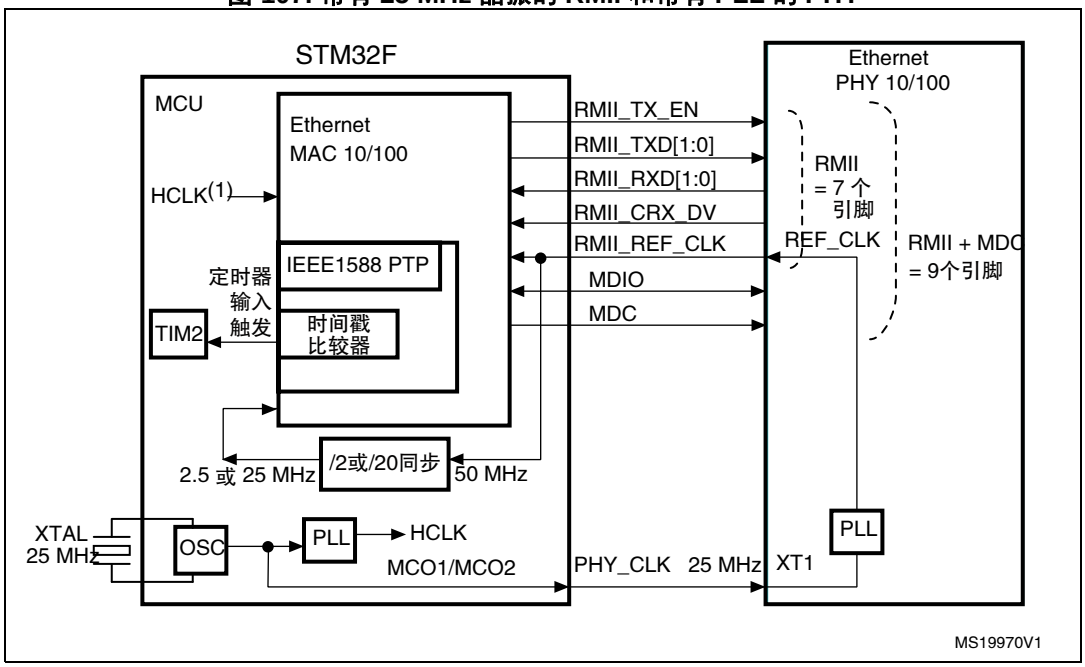
图 106. 带有 50 MHz 振荡器的 RMII



1. f_{HCLK} 必须大于 25 MHz。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

图 107. 带有 25 MHz 晶振的 RMII 和带有 PLL 的 PHY



1. f_{HCLK} 必须大于 25 MHz。

25 MHz （PHY_CLK）必须在 PLL 模块之前，直接从 HSE 振荡器获得。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

9 修订历史

表 123. 文档修订历史

日期	修订	变更
2013 年 3 月 19 日	1	初始版本。
2013 年 9 月 10 日	2	增加了 STM32F429xx 部件编号和相关信息。 **STM32F427xx 部件编号：** 将 FSMC 替换为 FMC，增加了 Chrom-ART 加速器和 SAI 接口。 提高了内核、定时器、 GPIO、 SPI 最大频率 更新了*图 8*，*图 9*。 删除了*章节：待机模式*中的注释。 更新了*图 18*。 更新了*表 10: STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义*和*表 12: STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射*。 修改了*图 19: 存储器映射*。 更新了*表 17: 通用工作条件*，*表 18: 不同工作供电电压范围的限制*。更新了*表 22: 复位和电源控制模块特性*中的注释 1。增加了*表 23: 超载切换特性*。 更新了*章节：典型和最大电流消耗*、*表 34: 切换输出 I/O 电流消耗*、*表 35: 外设电流消耗*和*章节：片上外设电流消耗*。 更新了*表 36: 低功耗模式唤醒时间*。 修改了*章节：外部源产生的高速外部用户时钟*、*章节：外部源产生的低速外部用户时钟*和*章节：6.3.10 内部时钟源特性*。 更新了*表 43: 主 PLL 特性*和*表 45: PLLISAI （音频和 LCD-TFT PLL）特性*。 更新了*表 52: EMI 特性*。 更新了*表 57: 输出电压特性*和*表 58: I/O 交流特性*。 更新了*表 60: TIMx 特性*、*表 61: I2C 特性*、*表 63: SPI 动态特性*和*章节：SAI 特性*。 更新了*表 104: SDRAM 读时序*和*表 106: SDRAM 写时序*。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 123. 文档修订历史

日期	修订	变更
2014 年 1 月 24 日	3	增加了具有 512 M 字节 Flash 和 UFBGA169 封装的 STM32F429xE 部件编号。 增加了 LPSDR SDRAM。 在*图 4: STM32F427xx 和 STM32F429xx 框图*中，将 “INTN” 改为 “INTR”。 增加：*表 2: STM32F427xx 和 STM32F429xx 的特性和外设数量*中的注释 *4*。 更新了*章节：3.15 自举模式*。 更新了*表 10: STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义*中的 PA4 和 PA5。 增加了*表 14: 电压特性*中 BOOT0 引脚的 V_{IN}。 更新了注释 *6*，增加了注释 *1.*，更新了*表 17: 通用工作条件*中 B 引脚的最大 V_{IN}。 更新了*表 18: 不同工作供电电压范围的限制*中当 V_{DD} =1.8 至 2.1 V 时具有等待状态的最大 Flash 访问频率。 更新了*表 24: 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码 从 Flash （启用除预取之外的 ART 加速器）或 RAM 运行*和*表 25: 运行模式的典型和最大电流消耗，数据处理代码 从 Flash （禁止 ART 加速器）运行*。 更新了*表 30: 运行模式的典型电流消耗，数据处理代码 从 Flash 或 RAM 运行，调压器 ON （启用除预取之外的 ART 加速器），VDD=1.7 V*、*表 31: 运行模式下的典型电流消耗，数据处理代码 从 Flash 运行，调压器 OFF （启用除预取之外的 ART 加速器）*和*表 32: 睡眠模式，调压器 ON， VDD=1.7 V 的典型电流消耗*。 更新了*表 57: 输出电压特性*。 更新了*表 58: I/O 交流特性*。增加了*图 35*。 更新了 $t_{h(SDA)}$、 $t_{r(SDA)}$、 $t_{r(SCL)}$，增加了*表 61: I2C 特性*中的 t_{SP}。 更新了*表 63: SPI 动态特性*中的 f_{SCK}。 更新了*表 71: 动态特性：USB ULPI*。 更新了*章节：6.3.26FMC 特性*条件。更新了*表 74: 动态特性：RMII 的以太网 MAC 信号*和*表 75: 动态特性：MII 的以太网 MAC 信号*。增加了*表 105: LPSDR SDRAM 读时序*和*表 107: LPSDR SDRAM 写时序*。更新了*表 104: SDRAM 读时序*和*表 106: SDRAM 写时序*，增加了注释 *2* *表 110: 动态特性：SD / MMC 特性*。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

表 123. 文档修订历史

日期	修订	变更
2014 年 4 月 24 日	4	在整个文档中，当使用外部电源监控器时，最小供电电压改为 1.7 V。 增加了 PG9 上的 DCMI_VSYNC 复用功能，更新了*表 10: STM32F427xx 和 STM32F429xx 引脚和焊球定义*和*表 12: STM32F427xx 和 STM32F429xx 复用功能映射*中的注释 *6*。增加了*表 16: 热特性*下的注释 *2*。 在封面页和*章节：3.10LCD-TFT 控制器 （仅 STM32F429xx 可用）*中将 SVGA （800x600）改为 XGA （1024x768）。 更新了*章节：3.18.2 调压器 OFF*。 更新了*图 12: STM32F42x WLCSP143 焊球布局*中对应于 L5 引脚的信号。 增加了*表 39: HSE 4-26 MHz 振荡器特性*中的 ACC_{HSE} 和*表 40: LSE 振荡器特性 (fLSE = 32.768 kHz)* 中的 ACC_{LSE}。 更新了*表 53: ESD 绝对最大额定值*。 更新了*表 56: I/O 静态特性*中的 V_{IH}。增加了*表 58: I/O 交流特性*中的 V_{DD}>1.7 V 条件。 更新了*表 63: SPI 动态特性*中的条件。 在*表 68: USB OTG 全速电气特性*中增加了 Z_{DRV}。 更新了*表 82: 温度传感器特性*中的注释 *3*。 增加了 *表 83: 温度传感器校准值*、*表 85: 内部参考电压*、*表 88: 异步非复用 SRAM/PSRAM/NOR - 读时序*、*图 91: LQFP176 标记 （封装顶视图）*、*图 94: LQFP208 标记 （封装顶视图）*、*图 96: UFBGA169 标记 （封装顶视图）*和*图 98: UFBGA176+25 标记 （封装顶视图）*。 增加了*附件 A: 当使用内部复位 OFF 时的建议*。删除了内部复位 OFF 硬件连接附录。

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 （“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。 ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用， ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2015 STMicroelectronics - 保留所有权利

深圳市满度科技有限公司
Web:www.manduic.com
Tel:150-1290-5940
Email:sales@manduic.com