32 位微控制器

HC32M120 系列的通用同步异步收发器

USART

适用对象

系列	产品型号
HC32M120	HC32M120J6TB HC32M120F6TB

目 录

1 摘要 3
2 USART 简介 3
3 HC32M120 系列的 USART 4
3.1 简介 4
3.2 说明 5
3.2.1 UART 工作模式 5
3.2.2 时钟同步模式 6
3.2.3 LIN 模式 7
3.2.4 波特率计算 8
3.2.5 使用注意事项 9
3.2.6 寄存器介绍 10
4 样例代码 11
4.1 代码介绍 11
4.2 工作流程 13
4.3 代码运行 14
5 总结 15
6 版本信息 & 联系方式 16

1 摘要

本篇应用笔记主要介绍 HC32M120 系列芯片的通用同步异步收发器（Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter ,USART）模块，并通过 UART 模式简要说明如何使用 USART 进行通信。

2 USART 简介

USART 是一个通用同步/异步串行收发模块，该接口是一个高度灵活的串行通信设备。

USART 主要特性：

- 支持全双工通信
- 收发波特率可编程
- 数据字长度可编程
- 停止位可配置
- LSB/MSB 可选
- 奇偶校验控制
- 传输事件检测：接收缓冲区已满、发送缓冲区为空、传输结束标志
- 支持错误检测：校验错误，帧错误，上溢错误
- 同步发送的发送器时钟输出

3 HC32M120 系列的 USART

3.1 简介

HC32M120 系列的 MCU 搭载通用串行收发器模块（USART）3 个单元,通用串行收发器模块（USART）支持通用异步串行通信接口（UART）,时钟同步通信接口，能够灵活地与外部设备进行全双工数据交换。支持调制解调器操作(CTS/RTS 操作）,多处理器操作。和 TIMER0 模块配合支持 UART 接收 TIMEOUT 功能。其中 UART 单元 1 和 TimerB(Unit4)、INTC(INTP1)模块配合支持 LIN-bus 功能。

3.2 说明

3.2.1 UART 工作模式

UART（Universal Asynchronous Receiver/Transmitter）是一种通用异步收发传输器，其使用串行的方式进行数据交换，实现全双工通信。

1) UART 数据格式

UART 模式一帧数据是由起始位、数据位、校验位和停止位组成。

起始位	数据位	奇偶校验位	停止位
1 位	8，9 位	1 位（可选）	1,2 位

2) UART 基本参数

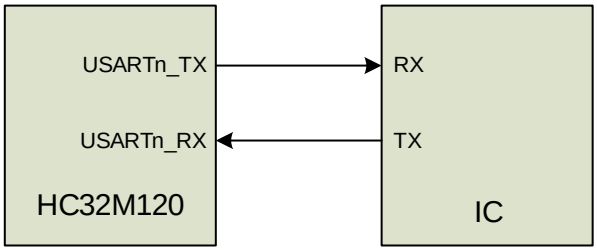
波特率、起始位、数据位、停止位、检验位和信号电平。

3) HC32M120 UART 工作模式主要特性：

- 数据长度可编程：8 位/9 位
- 校验功能可配置：奇校验/偶校验/无校验
- 停止位可配置：1 位/2 位
- 时钟源可选：内部时钟源(内部波特率生成器生成的时钟)/外部时钟源(CKn 管脚输入的时钟)
- 收信错误：校验错误，帧错误，上溢错误
- 调制解调器操作 (CTS/RTS)
- 多个处理器间通信
- 内置数字滤波器可以消除接收数据线上的噪音
- 支持接收数据 TIMEOUT 功能
- 单元 1 支持停止模式唤醒功能

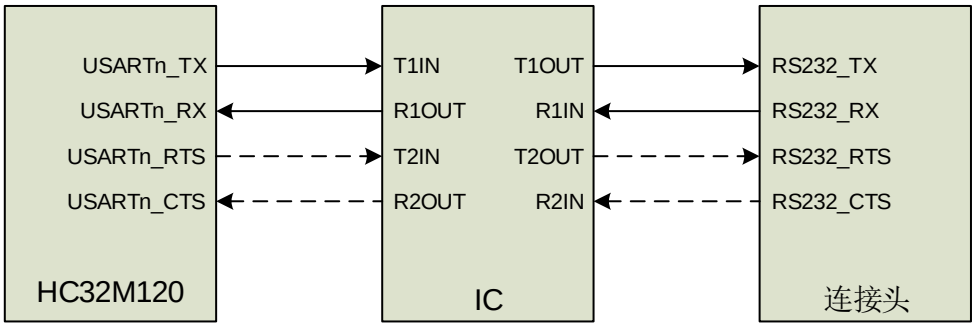
4) UART 模式接口连接示意图

- TTL 电平接口

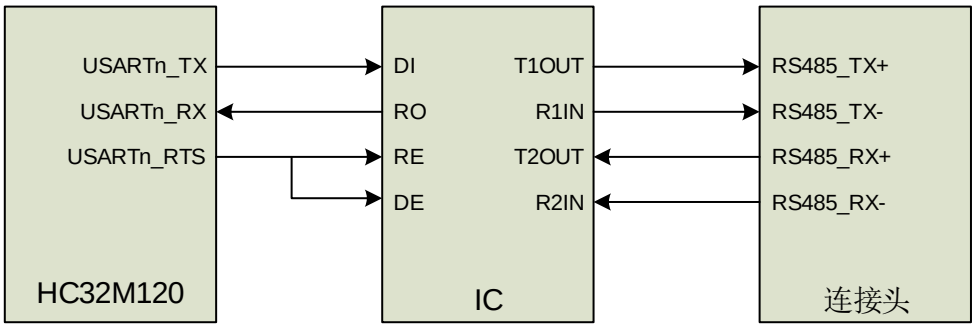


- RS232 接口

硬件流控为可选配置选项，根据实际应用连接。



- RS485 接口



3.2.2 时钟同步模式

1) 时钟同步模式主要特性：

- 数据长度：8 位
- 接收错误：上溢错误
- 调制解调器操作(CTS/RTS)
- 时钟源：内部时钟源(内部波特率生成器生成的时钟)/外部时钟源(CKn 管脚输入的时钟)

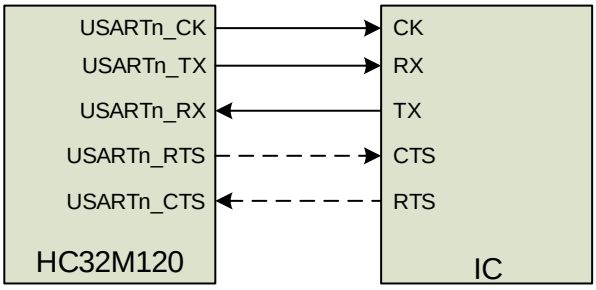
2) 时钟同步模式数据格式

时钟同步模式一帧数据是由 8 位数据位组成，无起始位、校验位和停止位。

起始位	数据位	奇偶校验位	停止位
无	8 位	无	无

3) 时钟同步模式接口连接示意图

硬件流控为可选配置选项，根据实际应用连接

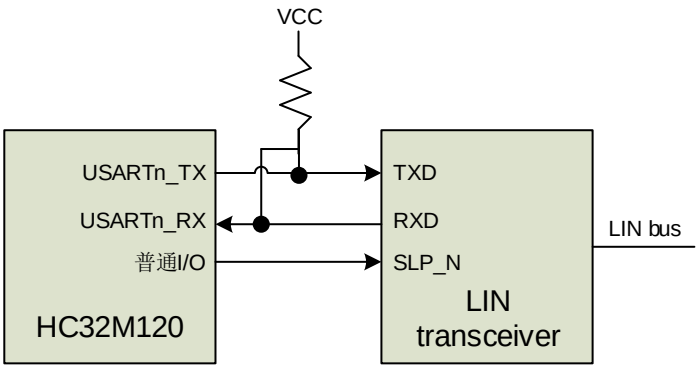


3.2.3 LIN 模式

1) LIN 模式主要特性：

- 数据长度：8 位
- 支持唤醒信号的检测
- 支持间隔段（BF）的检测
- 支持同步段测量，波特率计算

2) LIN 接口连接示意图



3.2.4 波特率计算

波特率生成器计算公式如下：

模式	波特率计算公式	误差E(%)计算公式
UART/多处理器模式	$B = \frac{C}{8 \times (2 - OVER8) \times (DIV_Integer + 1)}$	$E(\%) = \left\{\frac{C}{8 \times (2 - OVER8) \times (DIV_Integer + 1) \times B} - 1\right\} \times 100$
时钟同步模式	$B = \frac{C}{4 \times (DIV_Integer + 1)}$	-

B：波特率 单位

C：寄存器 USARTn_PR.PSC[1:0]位设定的时钟

OVER8：寄存器 USARTn_CR1.OVER8 设定值

DIV_Integer：寄存器 USARTn_BRR.DIV_Integer 设定值

- 以 UART 模式为例，假设情况如下：

  时钟源为内部时钟源

  PCLK = 8000000Hz

  USARTn_PR.PSC[1:0]值为 0，则 C=8000000Hz

  USARTn_CR1.OVER8 值为 1，则 OVER8=1

  设置波特率为 9600，则 B=9600

- 首先将参数 OVER8=1，C=8000000，B=9600 带入 UART 模式波特率计算公式，如下所示，计算出 DIV_Integer = 103

$$9600 = \frac{8000000}{8 \times (2 - 1) \times (DIV_Integer + 1)}$$

- 将参数 OVER8=1，C=8000000，B=9600，DIV_Integer=103 带入 UART 模式波特率误差计算公式，计算出波特率误差为 0.16%

$$E(\%) = \left\{\frac{8000000}{8 \times (2 - 1) \times (103 + 1) \times 9600} - 1\right\} \times 100$$

- 通过以上计算结果可知，USART 该配置情况下，波特率误差为 0.16%，满足通信误差要求。

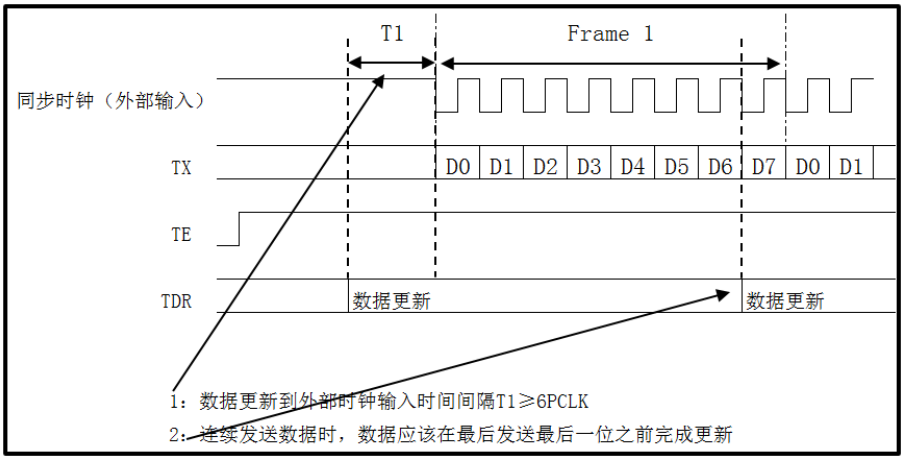
3.2.5 使用注意事项

1) UART 模式注意事项：

- UART 模式发送器发送动作禁止时(USARTn_CR1.TE=0)，则 TX 引脚可以当作普通 IO 使用，可以设定输出值和方向。如果输出 0，则会使接收方产生接收方产生帧错误，从而中断数据传输。如果输出 1，则使接收方检测不到起始位从而无法开始数据传输。
- UART 模式接收器动作时，产生帧错误时可以通过检测 RX 线是否为始终为 0 来确认是否为发送方中断传输。发生帧错误的同时校验错误也有可能发生，此时如果接收数据开始位检测方式为低电平检测，则在清除错误标志后继续接收全为低电平数据，接收错误可能再次发生。此时如果接收数据开始位检测方式为下降沿检测，则可避免此问题。

2) 时钟同步模式注意事项：

- 使用外部输入时钟发送数据时，在 TDR 更新后等待 6 个 PCLK 以上再输入时钟。输入时钟总周期要大于等于 6PCLK，高电平和低电平期间必须大于等于 2PCLK。
- 连续发送数据时，下一帧数据需要在当前帧最后一位发送前完成更新。



3) 其他注意事项：

- 写 USARTn_TDR 应该通过 TI 中断去写，一次中断只能进行一次写操作。
- 通信过程中，不应该修改波特率寄存器的值。
- 为了防止发送禁止时 TX 通信线 Hi-Z 状态，可以采用以下方法：
  - 上拉
  - 发送数据结束时，USARTn_CR1.TE=0 之前，将 TX 引脚设为普通 IO 输出
  - 发送数据开始前，USARTn_CR1.TE=1 之后，将 IO 设为 TX 功能

3.2.6 寄存器介绍

英文说明（缩写）	中文说明
USART Status Register (USART_SR)	USART 状态寄存器
USART Data Register (USART_DR)	USART 数据寄存器
USART Bit Rate Register (USART_BRR)	USART 波特率寄存器
USART Control Register 1 (USART_CR1)	USART 控制寄存器 1
USART Control Register 2 (USART_CR2)	USART 控制寄存器 2
USART Control Register 3 (USART_CR3)	USART 控制寄存器 3
USART Prescaler Register 1 (USART_PR)	USART 预分频寄存器

4 样例代码

4.1 代码介绍

用户可根据上述的工作流程编写自己的代码来学习验证该模块，也可以直接通过华大半导体的网站下载到设备驱动库（Device Driver Library, DDL）的样例代码并使用其中的 USART 的样例进行验证。

以下部分简要介绍本应用笔记基于 DDL 的 USART 模块样例 uart_polling 代码所涉及的各项配置。

1) 设置 USART 初始化结构体变量：

```
const stc_uart_init_t stcUartInit = {
    .u32Baudrate = 115200ul,
    .u32BitDirection = USART_LSB,
    .u32StopBit = USART_STOP_BITS_1,
    .u32Parity = USART_PARITY_NONE,
    .u32DataWidth = USART_DATA_WIDTH_BITS_8,
    .u32ClkMode = USART_INTCLK_NONE_OUTPUT,
    .u32OversamplingBits = USART_OVERSAMPLING_BITS_8,
    .u32NoiseFilterState = USART_NOISE_FILTER_DISABLE,
    .u32SbDetectPolarity = USART_SB_DETECT_FALLING,
};
```

2) 初始化系统时钟：

```
/* Configure system clock. */
SystemClockConfig();
```

3) 初始化 USART RX/TX 引脚：

```
/* Configure USART RX/TX pin. */
GPIO_SetFunc(UART_RX_PORT, UART_RX_PIN,UART_RX_GPIO_FUNC);
GPIO_SetFunc(UART_TX_PORT, UART_TX_PIN,UART_TX_GPIO_FUNC);
```

4) 使能 USART 外设时钟：

```
/* Enable peripheral clock */
CLK_FcgPeriphClockCmd(FUNCTION_CLK_GATE, Enable);
```

5) 初始化 UART 功能：

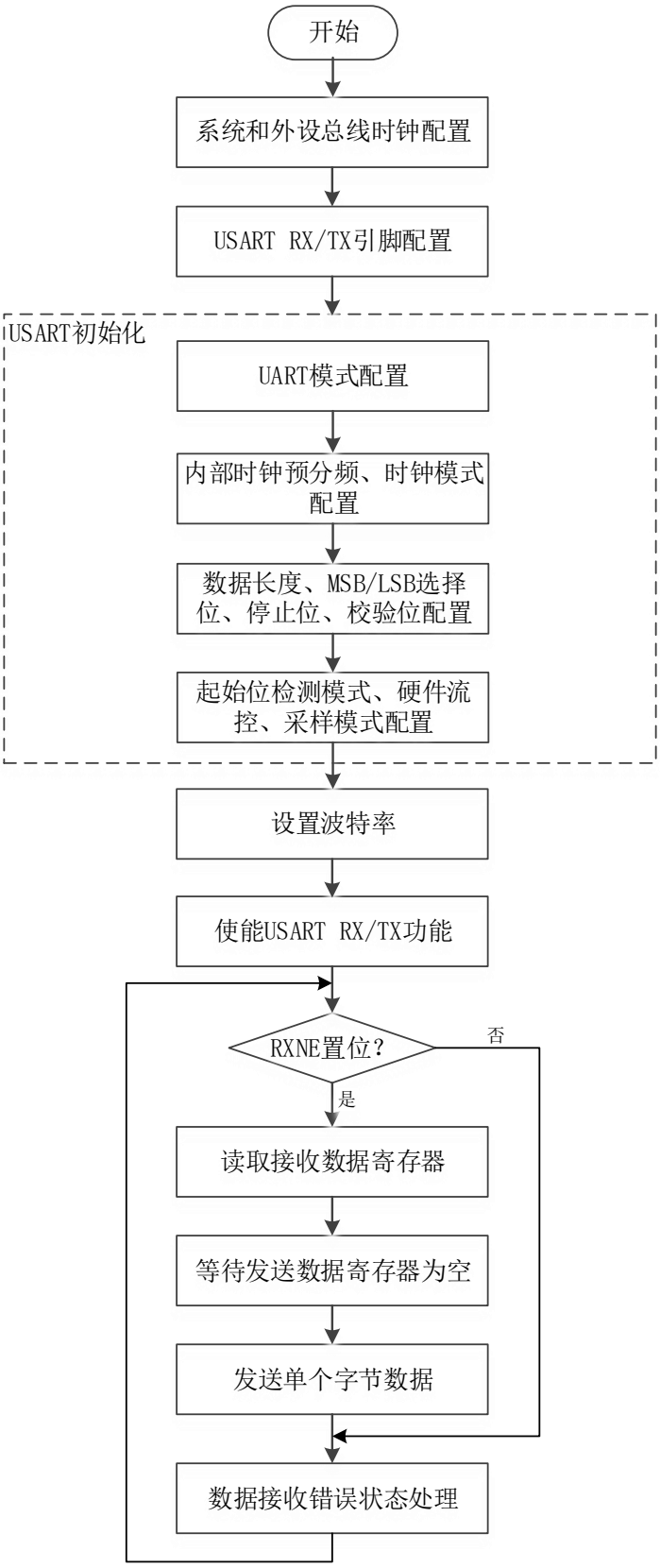
```
/* Initialize UART function. */
USART_UartInit(UART_UNIT, &stcUartInit);
```

6) 使能 USART RX/TX 功能：

```
/* Enable RX/TX function */
USART_FuncCmd(UART_UNIT, (USART_RX | USART_TX), Enable);
```

4.2 工作流程

在本章节主要介绍本应用笔记使用的样例 uart_polling 的工作流程。



4.3 代码运行

用户可以通过华大半导体的网站下载到 HC32M120 的 DDL 的样例代码（uart_polling），并配合评估用板（STK_HC32M120_LQFP48_050_V11）运行相关代码学习使用 USART 模块。

以下部分主要介绍如何在评估板上运行 USART 样例代码并观察结果：

- 确认安装正确的 IAR EWARM v7.7 工具（请从 IAR 官方网站下载相应的安装包，并参考用户手册进行安装）。
- 从华大半导体网站下载 HC32M120 DDL 代码。
- 下载并运行 usart\uart_polling \中的工程文件：

1) 连接 DAP J9,J10
2) 通过 USB 数据线，连接 PC 和板子 CN1。
3) 打开串口助手软件，配置端口如下参数。

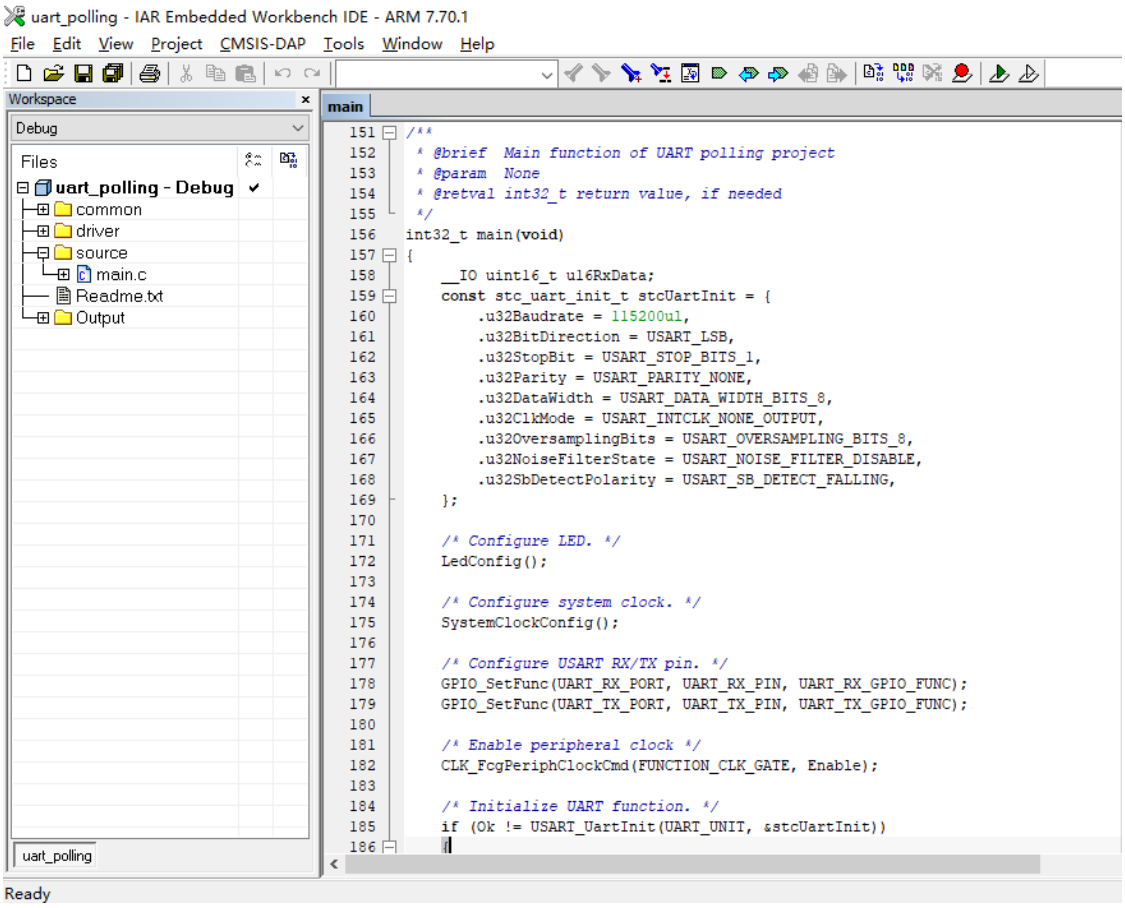
   波特率：115200

   数据位：8

   校验位：None

   停止位：1

4) 打开 uart_polling\工程，并打开‘main.c’如下视图：



5) 点击 重新编译整个项目。

6) 点击 将代码下载到评估板上，全速运行。

7) 在串口助手窗口输入字母或数字，窗口回显输入内容。

5 总结

以上章节简要介绍了 HC32M120 系列的 USART，说明了 USART 模块的寄存器及部分操作流程，并且演示了如何使用 USART 样例代码，在实际开发中用户可以根据自己的需要配置和使用 USART 模块。

6 版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2019/12/10	Rev1.0	初版发布

如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email：mcu@hdsc.com.cn

网址：www.hdsc.com.cn

通信地址：上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编：201203