



32 位微控制器

HC32F460 系列的 DMA 控制器

适用对象:

F 系列	HC32F460
------	----------

声 明

- 小华半导体有限公司（以下简称：“XHSC”）保留随时更改、更正、增强、修改小华半导体产品和/或本文档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取最新相关信息。XHSC 产品依据购销基本合同中载明的销售条款和条件进行销售。
- 客户应针对您的应用选择合适的 XHSC 产品，并设计、验证和测试您的应用，以确保您的应用满足相应标准以及任何安全、安保或其它要求。客户应对此独自承担全部责任。
- XHSC 在此确认未以明示或暗示方式授予任何知识产权许可。
- XHSC 产品的转售，若其条款与此处规定不同，XHSC 对此类产品的任何保修承诺无效。
- 任何带有“®”或“™”标识的图形或字样是 XHSC 的商标。所有其他在 XHSC 产品上显示的产品或服务名称均为其各自所有者的财产。
- 本通知中的信息取代并替换先前版本中的信息。

©2022 小华半导体有限公司 - 保留所有权利

目 录

声 明	2
目 录	3
1 摘要	4
2 DMA 简介	5
3 HC32F460 系列的 DMA	6
3.1 简介	6
3.2 说明	6
3.2.1 寄存器介绍	6
3.2.2 工作流程介绍	8
3.3 注意事项	12
4 样例代码	13
4.1 代码介绍	13
4.2 代码运行	15
版本信息 & 联系方式	16

1 摘要

本篇应用笔记主要介绍如何使用 HC32F460 系列芯片的 DMA 模块传输数据。

2 DMA 简介

什么是 DMA?

DMA（直接内存访问控制器）功能块可以不通过 CPU 高速传输数据。使用 DMA 能提高系统性能。

DMA 的重要特征?

DMA 独立于 CPU 总线的总线，所以即便是在使用 CPU 总线的时候，DMA 也可进行传输操作。

3 HC32F460 系列的 DMA

3.1 简介

HC32F460 系列 MCU 内部集成 DMAC 模块，能够在 CPU 不参与的情况下实现存储器之间，存储器和外围功能模块之间以及外围功能模块之间的数据交换。

3.2 说明

DMAC 总线独立于 CPU 总线，按照 AMBA AHB-Lite 总线协议传输。

拥有 2 个 DMA 控制单元，共 8 个独立通道，可以独立操作不同的 DMA 传输功能。两个控制单元受不同处理器控制，可以同时独立使用。

每个通道的启动资源通过独立的触发源选择寄存器配置。

每次请求传输一个数据块，数据块最小为 1 个数据，最多为 1024 个数据。每个数据的宽度可配置为 8bit，16bit，32bit。

源地址和目标地址可以独立配置为固定、自增、自减、循环或指定偏移量的跳转。

可产生 3 种中断：块传输完成中断，传输完成中断，传输错误中断。每种中断都可配置是否屏蔽。其中块传输完成，传输完成可作为事件输出，作为其他外围模块的触发源。

支持连锁传输功能，可实现一次请求传输多个数据块。

支持外部事件触发通道重置。

不使用时可设置进入模块停止状态以降低功耗。

3.2.1 寄存器介绍

1. DMA_EN：DMA 使能寄存器，使能或关闭 DMA 模块。
2. DMA_CHEN：通道使能寄存器，使能或关闭 DMA 通道，bit0~3 分别对应一个通道。
3. DMA_INSTAT0~1：中断状态寄存器（传输请求溢出错误中断、传输错误中断、块传输完成中断、传输完成中断）。
4. DMA_INTMASK0~1：中断屏蔽寄存器，配置各中断是否屏蔽。
5. DMA_INTCLR0~1：中断复位寄存器，清空中断状态标志位。

6. DMA_RCFGCTL: 通道重置寄存器, 配置 DMA 重置后的相关参数, 包括: 剩余传输次数计数方式、目标/源地址重置方式、通道选择、链式传输等。
7. DMA_CHSTAT: 通道状态观测寄存器。
8. DMA_TRGSEL0~3: 触发源选择寄存器, 配置各通道启动传输的触发源, 配置前需打开 PWR_FCG0 寄存器的 AOS 位。
9. DMA_TRGSELRC: 通道重置触发源选择寄存器, 配置启动通道重置的触发源。
10. DMA_SAR0~3: 源地址寄存器, 配置传输源地址。
11. DMA_DAR0~3: 目标地址寄存器, 配置传输目标地址。
12. DMA_DTCTL0~3: 数据控制寄存器, 配置传输次数和数据块大小。
13. DMA_RPT0~3: 重复区域大小寄存器, 配置源地址和目标地址重复区域大小。
14. DMA_RPTBB0~3: 重复区域大小寄存器 B, 配置源地址和目标地址重复区域大小。
15. DMA_SNSEQCTL0~3: 源设备不连续地址传输控制寄存器, 配置源地址跳转的地址偏移和源地址跳转的数据量。
16. DMA_SNSEQCTLB0~3: 源设备不连续地址传输控制寄存器 B, 配置源不连续区域地址间距和源地址跳转的数据量。
17. DMA_DNSEQCTL0~3: 目标设备不连续地址传输控制寄存器, 配置目标地址跳转的地址偏移量和数据量。
18. DMA_DNSEQCTLB0~3: 目标设备不连续地址传输控制寄存器 B, 配置目标不连续区域地址间距和目标地址跳转数据量。
19. DMA_LLP0~3: 链指针寄存器, 配置链指针。
20. DMA_CHxCTL(x=0~3): 通道控制寄存器。
21. DMA_MONSARx , DMA_MONDARx , DMA_MONDTCTLx , DMA_MONRPTx , DMA_MONSNSEQCTLx, DMA_MONDNSEQCTLx: 通道监视寄存器, DMA 每完成一次传输请求后更新。

3.2.2 工作流程介绍

本章节主要介绍 DMA 传输模式的设置和运行流程。

1. 重载传输

该传输可以配置源地址、目标地址在增加/减少至寄存器配置的重复区域大小时重新返回至最初的地址设定值。重复区域的大小由寄存器 DMA_RPT 和 DMA_CHxCTL.HSIZE 的设定值决定。

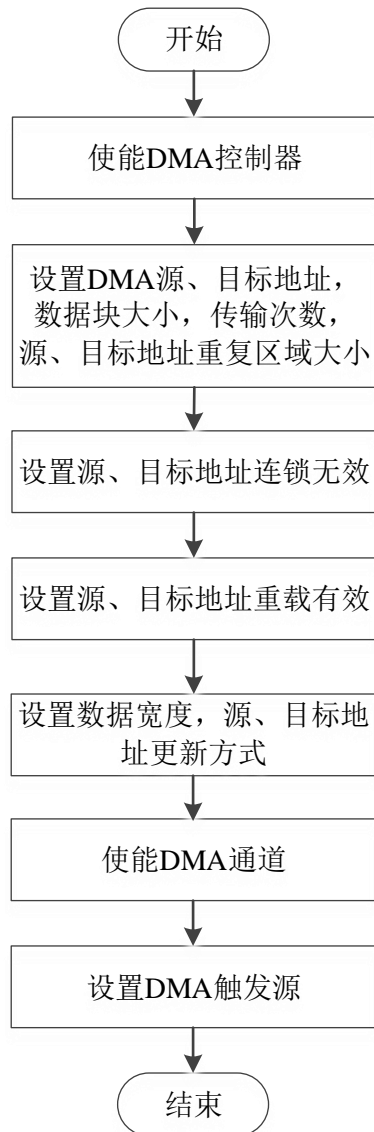


图 3-1 重载传输运行流程

2. 不连续传输

该传输可以传输指定数量的数据后，地址将跳过指定偏移量，当地址重载与不连续跳转的条件同时满足时，执行地址重载。

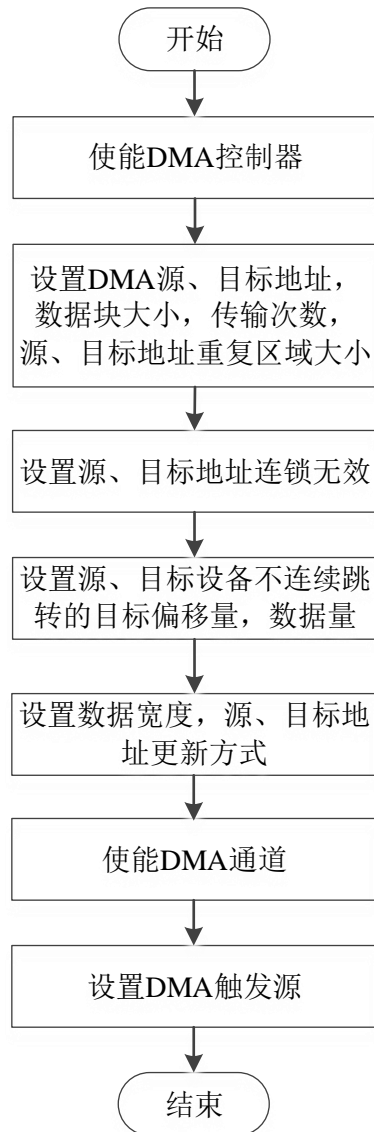


图 3-2 不连续传输运行流程

3. 连锁传输

该传输当一个描述符的最后一次传输结束时，LLP 指定的下一个描述符将被从存储器中载入通道配置寄存器。等待下一次传输请求输入，开始新描述符的第一次传输。或者根据寄存器 DMA_CHxCTLx.LLPRUN 的设置，在载入新描述符后直接开始第一次传输。

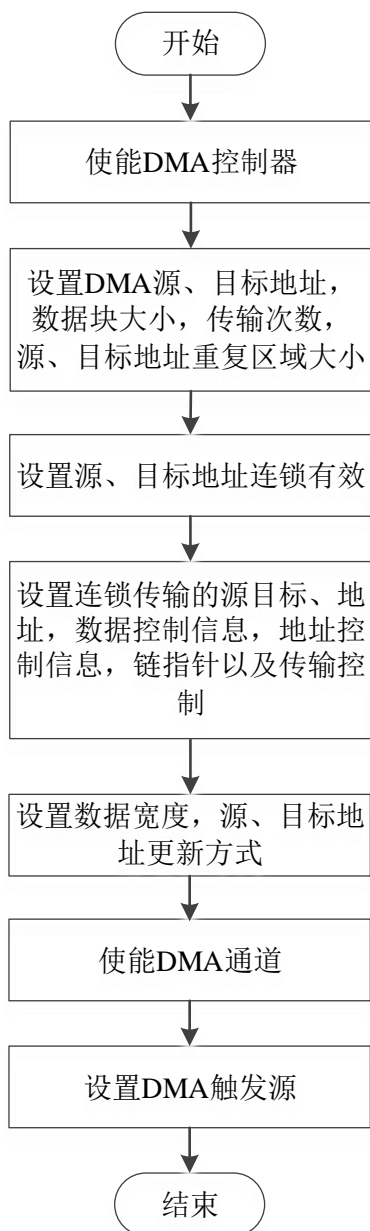


图 3-3 连锁传输运行流程

4. 通道重置传输

通道重置功能，是指通过外围电路的事件请求来修改通道内部状态寄存器，重新配置下一次数据的传输方式。

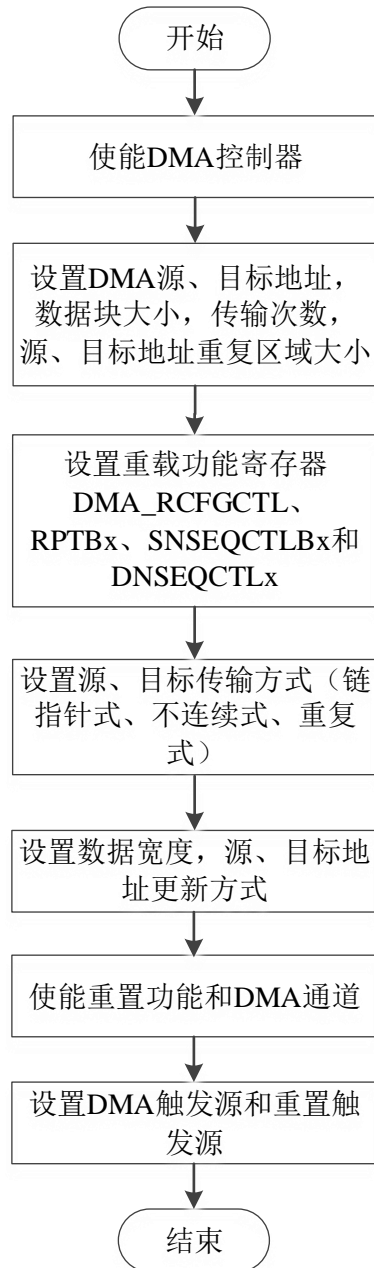


图 3-4 通道重置传输运行流程

5. 传输提前终止

传输过程中通道使能寄存器 DMA_CHEN.CHENx 保持有效，非连锁传输时，数据控制寄存器 DMA_DTCTLx 设定的传输次数完成后自动置为无效，连锁传输时，最后一次传输的传输次数完成后自动置为无效。传输过程中如果软件写 DMA_CHEN.CHENx 为 0，则 DMA 将在完成当次数据读写后终止传输。

3.3 注意事项

1. DMA 通道的传输次数设置为非 0 时，为实际传输次数，每传输一个数据块，传输次数减 1，当减为 0 时，传输完成后自动清除通道传输许可位（关闭通道）。传输次数为 0 时，表示无限次传输，不会产生传输完成中断，也不清除通道传输许可位。
2. DMA 多个通道启动请求同一个总线接口时，按照优先级顺序执行，但处于传输中的通道不会被打断，高优先级需等当前通道当前块传输完成后才会启动。优先级顺序为 CH1>CH2>CH3>CH4。
3. 对 CHEN 进行清零操作，可提前终止传输。DMA 内部不会保存被终止时的传输状态。在没有重新设置通道配置寄存器（描述符）状态，将 CHEN 置位再次允许此通道，传输请求输入后，DMA 将重新传输被终止的数据块，而不是断点续传。
4. DMA 寄存器只支持 32bit 读写。
5. 通道使能 CHEN 寄存器在传输完成后，硬件自动清除相应通道许可位。因此，对该 CHEN 寄存器其他通道使能操作时，读修改写（RMW）操作指令后，可能误使能本通道（传输完成通道）。
6. DMA 单元有通道在进行块传输时，不能配置该单元的其他通道。

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，也可以直接通过小华半导体官网下载到设备驱动库（Device Driver Library，DDL）的样例代码并使用其中的 DMA 的样例进行验证。

以下部分简要介绍本 AN 基于 DDL 的 DMA 模块样例 `dmac_reload_address` 代码所涉及的各项配置。

1. 初始化 LED:

```
/* Initialize LED */  
LedInit();
```

2. 初始化 DMA 配置:

```
/* Set data block size. */  
stcDmaCfg.u16BlockSize = DMA_BLKSIZE;  
/* Set transfer count. */  
stcDmaCfg.u16TransferCnt = DMA_TRNCNT;  
/* Set source & destination address. */  
stcDmaCfg.u32SrcAddr = (uint32_t)&u32SrcBuf[0];  
stcDmaCfg.u32DesAddr = (uint32_t)&u32DstBuf[0];  
/* Set repeat size. */  
stcDmaCfg.u16SrcRptSize = DMA_SRPT_SIZE;  
stcDmaCfg.u16DesRptSize = DMA_DRPT_SIZE;  
  
/* Disable linked list transfer. */  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enLlpEn = Disable;  
/* Enable repeat function. */  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enSrcRptEn = Enable;  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enDesRptEn = Enable;  
/* Set source & destination address mode. */  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enSrcInc = AddressIncrease;  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enDesInc = AddressIncrease;  
/* Enable interrupt. */  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enIntEn = Enable;  
/* Set data width 32bit. */  
stcDmaCfg.stcDmaChCfg.enTrnWidth = Dma32Bit;
```

3. 使能 DMA 外设时钟:

```
/* Enable DMA clock. */
if(DMA_UNIT == M4_DMA1)
{
    PWC_Fcg0PeriphClockCmd(PWC_FCG0_PERIPH_DMA1,Enable);
}
else if(DMA_UNIT == M4_DMA2)
{
    PWC_Fcg0PeriphClockCmd(PWC_FCG0_PERIPH_DMA2,Enable);
}
```

4. 使能和初始化 DMA:

```
/* Enable DMA1. */
DMA_Cmd(DMA_UNIT,Enable);
/* Initialize DMA. */
DMA_InitChannel(DMA_UNIT, DMA_CH, &stcDmaCfg);
/* Enable DMA1 channel0. */
DMA_ChannelCmd(DMA_UNIT, DMA_CH,Enable);
/* Clear DMA transfer complete interrupt flag. */
DMA_ClearIrqFlag(DMA_UNIT, DMA_CH,TrnCpltIrq);
```

5. 设置 DMA 触发源、触发 DMA:

```
/* Enable AOS clock*/
PWC_Fcg0PeriphClockCmd(PWC_FCG0_PERIPH_AOS,Enable);
DMA_SetTriggerSrc(DMA_UNIT, DMA_CH, EVT_AOS_STRG);
AOS_SW_Trigger();
```

6. 比较 DMA 源、目标缓存数据:

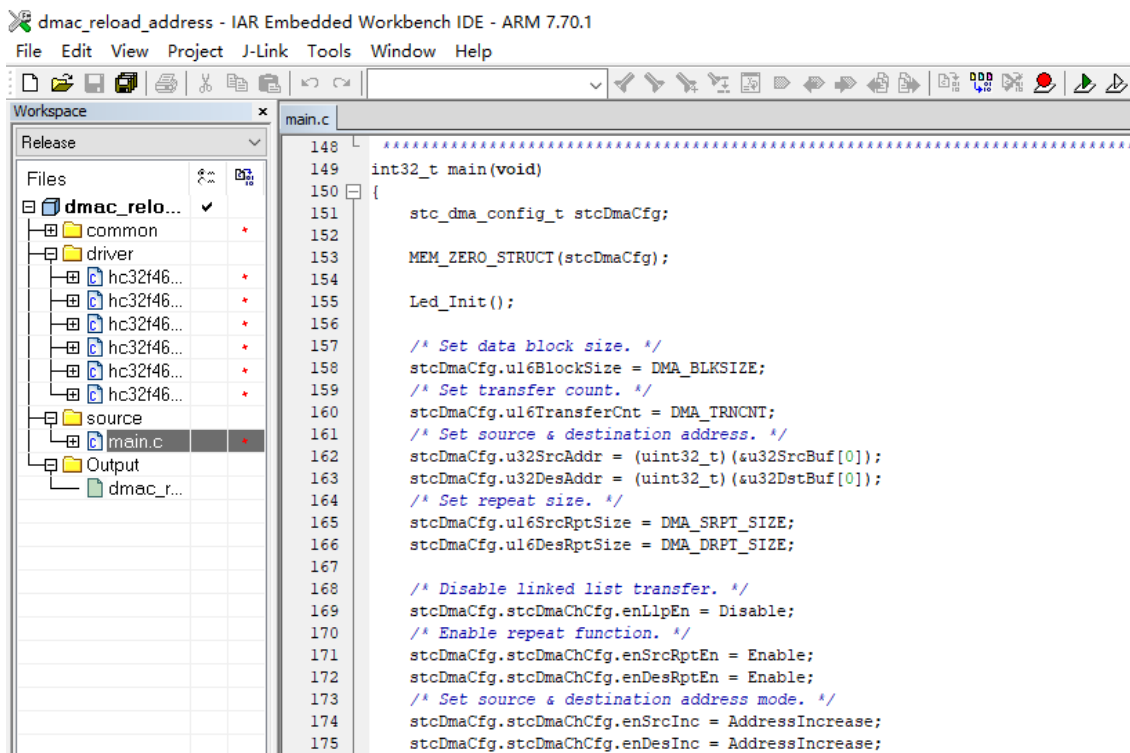
```
u8CmpRet = memcmp(u32DstBuf, u32ExpectDstBufData, sizeof(u32DstBuf));
if(0 == u8CmpRet)
{
    LED1_ON(); /* Meet the expected */
}
else
{
    LED0_ON(); /* Don't meet the expected */
}
```



4.2 代码运行

用户可以通过小华半导体官网下载到 HC32F460 的 DDL 的样例代码（dmac_reload_address），并配合评估用板（EV-HC32F460-LQFP100-050-V1.1）运行相关代码学习使用 DMA 模块。

以下部分主要介绍如何在评估板上运行 DMA 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）。
- 从小华半导体官网下载 HC32F460 DDL 代码。
- 下载并运行 dmac\ dmac_reload_address\ 中的工程文件：
 1. 打开 dmac_reload_address\ 工程，并打开‘main.c’如下视图：



2. 点击  重新编译整个项目。
3. 点击  将代码下载到评估板上，全速运行。
4. 绿色 LED 灯点亮。

版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2019/03/20	Rev1.0	初版发布。
2020/08/07	Rev1.1	1) 增加对 DMA_MONxx 通道监视寄存器的说明; 2) 更新支持型号。
2022/05/27	Rev1.2	增加 DMA 注意事项。



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@xhsc.com.cn

网址: <http://www.xhsc.com.cn>

通信地址: 上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201210

