

## 7. DMA

### 7. 1 概述

S3C44B0X 具有 4 通道的 DMA 控制器。其中两个 DMA 通道称做 ZDMA（通用 DMA）连接在 SSB（三星系统总线）上，另外两个 DMA 通道称做 BDMA（桥 DMA）连接于 SSB 和 SPB（三星外设总线）之间的接口层。

连接于 SSB 上的 ZDMA 控制器可以用于从存储器到存储器，从存储器到固定目标的 I/O 存储器，和从 I/O 设备到存储器之间的数据传输。另外的两个 BDMA 控制器用于传输数据从存储器到 I/O 设备或者 I/O 设备到存储器；这里的 I/O 设备意味着外设，连接于 SPB，例如 SIO，IIS 和 UART。

DMA 的主要特点是它可以在两地自动传输数据而不需要 CPU 的干涉。ZDMA 和 BDMA 操作都可以通过软件，内部外设的请求或者外部请求引脚（nXDREQ0，1）来启动。

ZDMA 中最重要的特性是 on-the-fly 模式，减少了在外部存储器和固定外设（固定的源或者目标地址设备）之间的 DMA 操作中的周期数。通常，DMA 传输包括两个分开的周期，一个是从源存储器或者 I/O 设备的“读”，另一个是向存储器或者目标 I/O 设备“写”入。为了进行这些操作，存储器控制器必须首先从数据总线读数据，然后再将这个数据写入数据总线。on-the-fly 模式则具有合并的读/写周期。换句话说，就是存储器控制器对源或者目标设备在总线上的读或写都会产生响应信号，与此同时，存储器控制器也为存储器的操作提供读或者写对应的控制信号。这样一种 on-the-fly 模式可以减小 DMA 请求周期的数目，与普通的 DMA 周期不同，后者具有分开的读和写周期。为了完成 on-the-fly 模式，源的总线尺度宽度应该与目标总线宽度相同。

### 7. 2 ZDMA（通用 DMA）

连接于 SSB 的 ZDMA 通道可以完成从外部存储器到外部存储器的数据传输。不同于 BDMA（桥 DMA），ZDMA 可以用来在映射于存储空间中的设备或者存储器之间进行数据的传输。换句话说，在固定源和外部存储器之间的数据传输，外部存储器和外部存储器之间的，外部存储器和固定目标之间的数据传输都可以采用这种 DMA 完成。DMA 操作可以通过软件或者外部 DMA 请求信号启动。

在 ZDMA 中，具有一个允许多重传输的暂存缓冲器来提高总线利用率和传输速度。换句话说，S3C44B0X 具有一个 4 字的 FIFO 类型的缓冲器来支持 DMA 操作中的 4 字的猝发传输。例如，在存储器之间的 DMA 操作，紧接着一个 4 字的猝发读之后，是一个 4 字的猝发写操作。

## 7. 3 BDMA（桥 DMA）

BDMA 连接于 SSB 和 SPB 的接口层——桥中。BDMA 的主要角色是在外部存储器和内部外设之间传输数据，这些内部外设包括 UART, IIS 和 SIO，它们都是连接在 SPB 上的。定时器也可以在任何时候请求 BDMA 操作。这对于进行自动 ADC 应用很有用。

因为 BDMA 是在桥内的，是 SSB 和 SPB 之间的一个接口层，它可以在连接于 SSB 或者 SPB 上的两种设备之间传输数据，因此它可以实现在存储器（连接于 SSB）到连接于 SPB 上的外设（或存储器）之间传输数据。

BDMA 不支持 4 字的猝发传输（块传输模式）因为 BDMA 不具有暂存缓冲器，也因为附属于 SPB 的外设是很慢的。特别的，BDMA 也可以支持从外部存储器到外部存储器之间数据传输，但它不是一个非常有效率的数据传输方法。推荐采用 ZDMA 来代替，以获得更快的速度和总线利用率。但如果需要更多的 DMA 数据传输通道，则可以采用 BDMA。

## 7. 4 外部 DMA 请求/应答协议

有 4 种类型的外部 DMA 请求/应答协议。每种类型定义了与这些协议相关的 DMA 请求和应答。尽管 ZDMA 和 BDMA 可以支持外部触发，这些协议仅对应于 ZDMA，BDMA 传输中不使用到。由于在本实验中我们仅运用到 BDMA，这里就不详加介绍了。

## 7. 5 DMA 请求源选择

在 ZDMA 模式下，由软件或者硬件产生 nXDREQ（外部 DMA 请求信号），它们就是 DMA 请求源。软件启动可以通过在 ZDCON0/1 寄存器写 CMD 区域为 01 来实现。例如，在 DMA 传输的开始，即在启动 DMA 前，对 DMA 相关的参数，例如源地址，目标地址，传输计数等等，必须全部配置好。然后，DMA 操作就通过 CMD 区域写入 01 来启动。

在 BDMA 模式下，有 6 种硬件请求源，UART0, UART1, SIO, 定时器和 IIS。BDMA 与 ZDMA 一样可以通过软件启动。这些请求源可以通过写入 BDICNT 寄存器的 QSC 区域来选择。

## 7. 6 自动重载模式

在自动重载模式下，每当 DMA 计数器的值减少到 0，Z(B)DCSRCn, Z(B)DCDSTn, 和 Z(B)DCCNTn 寄存器的值将从 Z(B)DISRCn, Z(B)DIDESn, Z(B)DICNTn 寄存器载入。在寄存器 Z(B)DISRCn, Z(B)DIDESn, Z(B)DICNTn 中，保存了与 DMA 操作相关的配置参数，例如，源/目标地址和源/目标传输计数。这种自动重载可以恢复 DMA 操作的设定。换句话说，要修改配置，可以将 Z(B)DISRCn, Z(B)DIDESn, Z(B)DICNTn 寄存器中的值进行修改，

但不影响基于原配置工作的当前 DMA 操作。但是这种参数的自动重载不能够保证在当前的 DMA 操作之后自动重新运行 DMA，如果 Z(B)DCONn 的 CMD 区域重新被写入或者外部 DMA 请求引发则 DMA 将会重新运行。

为了支持自动重载模式，DMA 应该具有两套寄存器的设置，寄存器 Z(B)DISRCn, Z(B)DIDESn, Z(B)DICNTn 有初始的 DMA 配置，前面提到的寄存器 Z(B)DCSRCn, Z(B)DCDSTn, 和 Z(B)DCCNTn 则具有反应当前 DMA 操作的配置。在 DMA 操作期间，这些寄存器对于源地址，目标地址，和剩余的传输计数值都具有动态的值。

## 7. 7 BDMA 相关寄存器

### 7. 7. 1 BDMA 控制寄存器（BDCONn）

BDCONn	位	描述	初始化状态
INT	[7:6]	保留	00
STE	[5:4]	DMA 通道的状态（只读） 00=准备好            01=还没有终止计数 10=终止计数        11=N/A 在 DMA 计数器从初始的计数值开始减少之前，STE 将始终是准备好状态。	00
QDS	[3:2]	禁止/使能外部/内部 DMA 请求 （来自 UARTn, SIO, IIS, Timer） 00=使能        其他=禁止	00
CMD	[1:0]	软件命令 00: 无命令，在写入其他数值后 CMD 位将被自动清 0。 01: 保留 10: 保留 11: 取消 DMA 操作	00

### 7. 7. 2 BDMA0 的初始化源/目标地址和计数寄存器（BDISRC0, BDIDES0, BDICNT0）

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
BDISRC0	0x01f80004	R/W	BDMA0 源地址寄存器的初始值	0x00000000
BDIDEC0	0x01f80008	R/W	BDMA0 目标地址寄存器的初始值	0x00000000

BDICNT0	0x01f8000C	R/W	BDMA0 计数寄存器的初始值	0x00000000
---------	------------	-----	-----------------	------------

### 7. 7. 3 BDMA0 的当前源/目标地址和计数寄存器 (BDCSRC0, BDCDES0, BDCCNT0)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
BDCSRC0	0x01f80010	R	BDMA0 源地址寄存器的当前值	0x00000000
BDCDEC0	0x01f80014	R	BDMA0 目标地址寄存器的当前值	0x00000000
BDCCNT0	0x01f80018	R	BDMA0 计数寄存器的当前值	0x00000000

### 7. 7. 4 BDMA1 的初始化源/目标地址和计数寄存器 (BDISRC1, BDIDES1, BDICNT1)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
BDISRC1	0x01f80024	R/W	BDMA1 源地址寄存器的初始值	0x00000000
BDIDEC1	0x01f80028	R/W	BDMA1 目标地址寄存器的初始值	0x00000000
BDICNT1	0x01f8002C	R/W	BDMA1 计数寄存器的初始值	0x00000000

### 7. 7. 5 BDMA1 的当前源/目标地址和计数寄存器 (BDCSRC1, BDCDES1, BDCCNT1)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
BDCSRC1	0x01f80030	R	BDMA1 源地址寄存器的当前值	0x00000000
BDCDEC1	0x01f80034	R	BDMA1 目标地址寄存器的当前值	0x00000000
BDCCNT1	0x01f80038	R	BDMA1 计数寄存器的当前值	0x00000000

### 7. 7. 6 BDMA<sub>n</sub> 初始/当前源地址寄存器 (BDISRC, BDCSRC)

BDISRC <sub>n</sub> /BDCSRC <sub>n</sub>	位	描述	初始化状态
DST	[31:30]	传输数据的尺寸 00=字节      01=半字 10=字        11=未用	00

DAL	[29:28]	载入地址的方向 00=N/A      01=增加 10=减少 11=内部外设(固定地址)	00
ISADDR/CSADDR	[27:0]	BDMA <sub>n</sub> 的初始化/当前源地址 如果源地址是内部的外设,特殊寄存器的地址将被使用。 例如,如果源是 UART0 输入缓冲区,那么这里可以填入它的地址。	0x0000000

### 7. 7. 7 BDMA<sub>n</sub> 初始/当前的目标地址寄存器 (BDIDES, BDCDES)

BDISRC <sub>n</sub> /BDCSRC <sub>n</sub>	位	描述	初始化状态
TDM	[31:30]	传输方向模式设定 00=保留 01=M2IO (从外部存储器到内部设备) 10=IO2M (从内部设备到外部存储器) 11=IO2IO (从内部设备到内部设备)	00
DAS	[29:28]	保存地址的方向 00=N/A      01=增加 10=减少 11=内部外设(固定地址)	00
ISADDR/CSADDR	[27:0]	BDMA <sub>n</sub> 的初始化/当前目标地址 如果目标地址是内部的外设,特殊寄存器的地址将被使用。 例如,如果源是 UART0 输出缓冲区,那么这里可以填入它的地址。	0x0000000

### 7. 7. 8 BDMA<sub>n</sub> 初始/当前计数寄存器 (BDICNT<sub>n</sub> BDCCNT<sub>n</sub>)

BDICNT <sub>0</sub> /BDCCNT <sub>0</sub>	位	描述	初始化状态
QSC	[31:30]	DMA 请求源选择 00=N/A      01=IIS 10=UART <sub>n</sub> 11=SIO	00
保留	[29:28]	00: 握手模式	00
保留	[27:26]	01: unit transfer mode	01
保留	[25:24]	00: on-the-fly 模式在 BDMA <sub>n</sub> 下并不支持	00

INTS	[23:22]	<p>中断模式设置</p> <p>00=轮流检测模式 01=N/A</p> <p>10=在传输时发生中断;</p> <p>11=终止计数时发生中断。</p>	00
AR	[21]	<p>自动重载和自动启动在 DMA 计数器达到 0。</p> <p>0=禁止;</p> <p>1=使能。甚至在 DMA 计数到达 0, DMA 使能位 (EN 位) 仍然是 1。但是 DMA 将会启动来操作仅在启动命令或者 DMA 请求被激活</p>	0
EN	[20]	<p>DMA 的硬件使能/禁止</p> <p>0=禁止 DMA;</p> <p>1=使能 DMA</p> <p>如果 QDS 位为 00b, DMA 请求会得到服务。同样如果软件命令开始, DMA 操作将会发生。如果 EN 位为 0, DMA 将不会操作尽管软件命令启动。</p> <p>如果软件命令取消, DMA 操作将会被取消, EN 位将会被清 0。</p> <p>在计数的最后, EN 位将会被清 0。</p> <p>注意: 不要同 BDICNT 寄存器的其他位一起设置。用户应该在设置好其他位后, 再设置 EN:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 设置 BDICNT 寄存器同时对 EN 位清 0;</li> <li>2. 设置 EN 位使能。</li> </ol>	0
ICNT/CCNT	[19:0]	<p>BDMA0 的传输计数器。传输计数器必须是正确的值, 例如, 如果 DST 是字, ICNT 必须是 4 的倍数。</p> <p>如果 1 字节被发送, ICNT 将会减 1。</p> <p>如果 1 个半字被发送, ICNT 必须减 2。</p> <p>如果 1 个字被发送, ICNT 必须减 4。</p>	0x00000