

一个三角数据，顶点的数必须是 3 的倍数。如果  $(3n+1)$  订单被发送，中断单元会等待 FGHI\_PIPESTATE 变为 0，在这种情况下，3D 图形的不会发生中断，因为 FGHI\_PIPESTATE 的图元引擎的值是 1，将等待另两个顶点。

如果用这种方式使用顶点缓冲区，建议不使用顶点缓存。因为所有的 DWORDS 只用一次，顶点缓存没有 Hit-Case。

### 42.3.9.顶点缓存控制

FGHI\_CONTROL 内的 EnVE 和 NumOutAttrib 领域控制着顶点缓存工作的方法。如果 EnVC 区域为 0，那么顶点缓存将不可用。NunOutAttrib 区域储存着顶点着色器输出属性的数量。由 NunOutAttrib 决定的输出属性的数量被转换到图元引擎内。

注意当通过 CPU 写入 FGHI\_CONTROL 时，后顶点缓存将自动清零(初始化)。当发送一个几何数据的一串索引时，将发送另一个不同的几何数据。这种情况下，先前几何数据的索引保存在顶点缓存内，当新的几何数据索引发送时可以被隐藏。因此，当用索引模式发送多个几何数据时，必须清除几何数据之间的顶点缓存。当通过 CPU 写入 FGHI\_CONTROL 时，顶点缓存自动清除。尽管 FGHI\_CONTROL 值不改变，FGHI\_CONTROL 可以用相同的值写入来清除顶点缓存的内容。

### 42.3.10.主机接口特殊寄存器

#### 42.3.10.1 主机接口的自由 DWORD 空间寄存器 (FGHI\_DWSPACE)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_DWSPACE	0x72008000	读	HI 内主机 FIFO 的空插槽数量	0x00000000

FES	位	描述	初始状态
VAL	[31:0]	空插槽数量	0x0

### 42.3.10.2 主机 FIFO 进入端口寄存器 (FGHI\_DWENTRY)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_DWENTRY	0x7200C000 ~ 0x7200DFFF	写	HI 内主机 FIFO 的输入端口。 可以突发写入。 写入 0x0000C000 ~ 0x000DFF 的 DWORD 被储存在主机接口内的主机 FIFO 内。	-

FGHI_DWENTRY	位	描述	初始状态
DATA	[31:0]	顶点, 索引的数目和几何数据被转换到此寄存器内	-

### 42.3.10.3 主机接口控制寄存器 (FGHI\_CONTROL)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_CONTROL	0x72008008	读/写	主机接口控制寄存器。注意: 当 FGHI_CONGROL 被写入时, VC 自动初始化	0x00010000

FGHI_CONTROL	位	描述	初始状态
EnVB	[31]	使能顶点缓冲区	0b
Reserved	[30:26]	保留	0
IdxType	[25:24]	转换的索引类型 00b=无符号整数 01b=无符号短整数 10b=保留	00b

		11b=无符号字节	
Reserved	[23:17]	保留	0
AutoInc	[16]	自动增加模式	1b
Reserved	[15:5]	保留	0
EnVC	[4]	使能顶点缓存	0b
NumOutAttrib	[3:0]	顶点着色器输出属性的数量 当 point-sprite 被使用时，这个数必须是（着色器输出的数目+1）。	0000b

#### 42.3.10.4 索引 补偿寄存器 (FGHI\_IDXOFFSET)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_IDXOFFSET	0x7200800C	读/写	索引补偿寄存器	0x00000001

FGHI_IDXOFFSET	位	描述	初始状态
VAL	[31:0]	索引补偿值 当索引自动增加时，VAL 增加索引。CPU 内第一个被转换的索引被应用。 因此，使用的索引是：索引，索引+VAL，索引+2*VAL 等等 当 CPU 转换的索引被使用，VAL 正道每一个转换的索引。如，索引 0，索引 1，索引 2 等从 CPU 发送，那么在 HI 内使用规定索引是：所以 0+VAL，索引 1+VAL，索引 2+VAL 等等。	0x00000001

#### 42.3.10.5 顶点缓冲区地址寄存器 (FGHI\_VBADDR)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_VBADDR	0x72008010	读/写	写：设置目标地址寄存器 读：地址被用来读取下一个向 VB 转换的几何数据。这个值可以用来计算多少个数据被转换。 当向顶点缓冲区写入四个 DWORD 时，FGHI_VBADDR 自动更新。	0x00000000

FES	位	描述	初始状态
VAL	[31:0]	复制几何数据属性的开始地址	0x0

### 42.3.10.6 顶点缓冲区进入端口地址 (FGHI\_VBDATA)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_VBDATA	0x7200E000 ~ 0x7200FFFF	读/写	写：用于向 VB 内写几何数据 可以突发写入。  写入 0x0000E000~0x0000FFFF 内的 DWORD 储存在顶点缓冲区内  读：读取最后写入 FGHI_VBDATA 内的数据	0x00000000

VBD	位	描述	初始状态
DATA	[31:0]	顶点缓存区的数据输入端口。这个寄存器的写入数据位 4 的倍数。开始地址自动增加。	0x0

### 42.3.10.7 属性控制寄存器 (FGHI\_ATTRIB0~FGHI\_ATTRIB9)

如果顶点数据类型为字节型，无符号字节型，归一字节，或归一无符号字节型，CPU 向主机接口转换的 DWORD 必须包括四个组成部分。如图 42-7 所示的例子 DWORD，未使用的 8 位数据被忽略了。

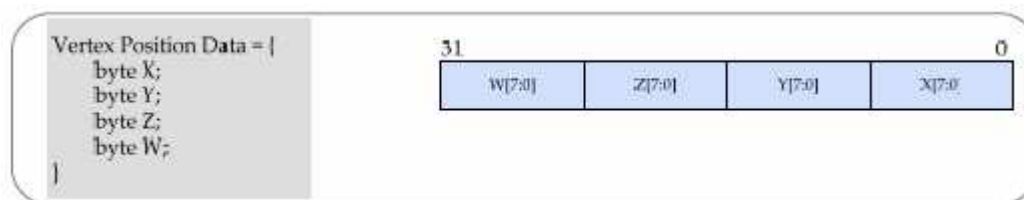


图 42-7 DWORD 结构

在上面的例子中，（8 位 x，8 位 y，8 位 w）属性可用一个 DWORD 转换。

如果顶点数据类型为短整型，无符号短整型，归一短整型，或归一无符号短整型，一个 DWORD 内有两个属性。因此(16 位 x，16 位 y，16 位 z，16 位 w)需要两个 DWORD，如图 42-8 所示。

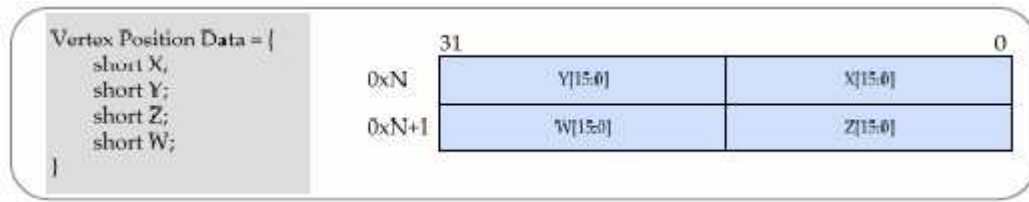


图 42-8 DWORD 结构

注意，当 DWORD 储存在顶点缓冲区内时，上面的规则同样应用。

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_ATTRIB0	0x72008040	读/写	输入属性 0 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB1	0x72008044	读/写	输入属性 1 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB2	0x72008048	读/写	输入属性 2 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB3	0x7200804C	读/写	输入属性 3 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB4	0x72008050	读/写	输入属性 4 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB5	0x72008054	读/写	输入属性 5 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB6	0x72008058	读/写	输入属性 6 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB7	0x7200805C	读/写	输入属性 7 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB8	0x72008060	读/写	输入属性 8 控制寄存器	0x000000E4
FGHI_ATTRIB9	0x72008064	读/写	输入属性 9 控制寄存器	0x000000E4

FGHI_ATTRIBn	位	描述	初始状态
LastAttr	[31]	0b=指明 ATTRIBn 被使用 1b=指明 ATTRIBn 是最后的属性 设置以后，所有的 last 值为 0，意思是默认使用一个属性。 如 : HGHI_ATTRIB0[31]=0, HGHI_ATTRIB1[31]=0 HGHI_ATTRIB2[31]=1 HGHI_ATTRIB3~9[31]=不考虑 HGHI_ATTRIB0~2 被使用	1b
Reserved	[30:16]	保留	0
Dt	[15:12]	属性 n 的每个组成部分被转换为 位 数据类型 范围 0000 字节 -127~128	0

		0001 端整型 -23768~32767	
		0010 整型 -2147483648~2147483647	
		0011 固定的 -32768~32768	
		0100 无符号字节 0~255	
		0101 无符号短整型 0~65535	
		0110 无符号整型 0~4294967295	
		1000 浮点型 IEEE 754 单精度	
		1001 归一字节 -1.0f~1.0f	
		1010 归一短整型 -1.0f~1.0f	
		1011 归一固定 0.0f~1.0f	
		1100 归一无符号字节 0.0f~1.0f	
		1101 归一无符号短整型 0.0f~1.0f	
		1110 归一无符号整型 0.0f~1.0f	
		1111 半浮点 s/5/10 格式	
		当浮点或半浮点数据类型使用时，必须不能 NaN 或无穷数使用	
Reserved	[11:10]	保留	0
NunComp	[9:8]	组成部分的数量 00b=只有一个组成部分被转换 $(a, b, c, d) = (1^{st}, 0, 0, 1)$ 01b=两个组成部分被转换 $(a, b, c, d) = (1^{st}, 2^{nd}, 0, 1)$ 10b=三个组成部分被转换 $(a, b, c, d) = (1^{st}, 2^{nd}, 3^{rd}, 1)$ 11b=四个组成部分被转换 $(a, b, c, d) = (1^{st}, 2^{nd}, 3^{rd}, 4^{th})$ $(a, b, c, d)$ 通常用来选择 (X, Y, Z, W, )	00b
SrcW	[7:6]	选择 W 组成部分 00b=选择 a 组成部分作为 W 01b=选择 b 组成部分作为 W	11b

		10b=选择 c 组成部分作为 W 11b=选择 d 组成部分作为 W 注意: a~d 在 NumComp 区域定义	
SrcZ	[5:4]	选择 Z 组成部分 00b=选择 a 组成部分作为 Z 01b=选择 b 组成部分作为 Z 10b=选择 c 组成部分作为 Z 11b=选择 d 组成部分作为 Z 注意: a~d 在 NumComp 区域定义	10b
SrcY	[3:2]	选择 Y 组成部分 00b=选择 a 组成部分作为 Y 01b=选择 b 组成部分作为 Y 10b=选择 c 组成部分作为 Y 11b=选择 d 组成部分作为 Y 注意: a~d 在 NumComp 区域定义	01b
SrcX	[1:0]	选择 X 组成部分 00b=选择 a 组成部分作为 X 01b=选择 b 组成部分作为 X 10b=选择 c 组成部分作为 X 11b=选择 d 组成部分作为 X 注意: a~d 在 NumComp 区域定义	00b

#### 42.3.10.顶点缓冲区控制寄存器 (FGHI\_ATTRIB0\_VBCTRL~FGHI\_ATTRIB9\_VBCTRL)

FGHI\_ATTRIBn\_VBCTRL.Stride 代表顶点缓冲区内下一个输入属性的字节数目。

FGHI\_ATTRIBn\_VBCTRL.num 代表在顶点缓冲区内有多少个输入属性。

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_ATTRIB0_VBCTRL	0x72008080	读/写	输入属性 0 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000

FGHI_ATTRIB1_VBCTRL	0x72008084	读/写	输入属性 1 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB2_VBCTRL	0x72008088	读/写	输入属性 2 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB3_VBCTRL	0x7200808C	读/写	输入属性 3 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB4_VBCTRL	0x72008090	读/写	输入属性 4 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB5_VBCTRL	0x72008094	读/写	输入属性 5 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB6_VBCTRL	0x72008098	读/写	输入属性 6 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB7_VBCTRL	0x7200809C	读/写	输入属性 7 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB8_VBCTRL	0x720080A0	读/写	输入属性 8 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB9_VBCTRL	0x720080A4	读/写	输入属性 9 的顶点缓冲区控制寄存器	0x00000000

FGHI_ATTRIBn_VBCTRL	位	描述	初始状态
Stride	[31:24]	在字节内的下一属性位置	0xb
Reserved	[24:16]	保留	0
Range	[15:0]	顶点缓冲区内的所有的有效索引范围。 此值用来指明索引的几何数据是否在顶点缓冲区内	0x0

#### 42.3.10.9 顶点缓冲区基础地址寄存器 (FGHI\_ATTR0\_VBBASE~FGHI\_ATTR9\_VBBASE)

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGHI_ATTRIB0_VBBASE	0x720080C0	读/写	输入属性 0 的顶点缓冲区基础地址寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB1_VBBASE	0x720080C4	读/写	输入属性 1 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB2_VBBASE	0x720080C8	读/写	输入属性 2 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB3_VBBASE	0x720080CC	读/写	输入属性 3 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB4_VBBASE	0x720080D0	读/写	输入属性 4 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB5_VBBASE	0x720080D4	读/写	输入属性 5 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB6_VBBASE	0x720080D8	读/写	输入属性 6 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB7_VBBASE	0x720080DC	读/写	输入属性 7 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000



FGHI_ATTRIB8_VBBASE	0x720080E0	读/写	输入属性 8 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000
FGHI_ATTRIB9_VBBASE	0x720080E4	读/写	输入属性 9 的顶点缓冲区基础地址控制寄存器	0x00000000

FGHI_ATTRIBn_VBCTRL	位	描述	初始状态
Reserved	[31:16]	保留	0
Addr	[15:0]	顶点缓冲区内的输入属性的基础地址	0x0

## 42.4 顶点着色器

### 1. 概述

顶点着色器是 3D 图形特殊处理器，可以处理顶点，替代传统的固定功能图形管道。顶点着色器可以使用户定义特殊功能。顶点着色器支持着色器模版 3.0，包括顶点纹理性能和不同的流量控制。

### 2. 最初的操作

顶点着色器程序由指令序列，算数运算的常量浮点值，流量控制地整数值和布尔值组成。这些值应该在执行程序之前储存在寄存器内或存储器内。当主机写入所有的顶点属性时顶点着色器自动开始运行。

### 3. 顶点着色器特殊寄存器

着色器指令和常量值在顶点着色器操作中储存在特殊寄存器内。这些寄存器可以通过主机接口更新。

### 4. 指令存储器

指令存储器有 512 个插槽，每个插槽由 4 个字组成。

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGVS_INSTMEM	0x72010000 ~0x72011FFF	读/写	顶点着色器的指令存储器	0xX

### 5. 常量浮点寄存器

常量浮点数可以储存在常量浮点寄存器内，用于程序中的计算操作。常量浮点寄存器有 256 个入口。每个入口由 4 个通道 x, y, z, w 组成。每个通道是 32 位字，屏息有 IEEE 单定居浮点格式。

寄存器	地址	读/写	描述	复位值
FGVS_CFLOAT	0x72014000 ~0x72014FFF	读/写	顶点着色器的常量浮点寄存器	

### 字 3 (0x72014XXC)

寄存器	位	描述	复位值
W	[127:96]	恒量浮点 W 组成部分值	0XXXXXXXX

### 字 2 (0x72014XX8)

寄存器	位	描述	复位值
Z	[95:64]	恒量浮点 Z 组成部分值	0XXXXXXXX

### 字 1 (0x72014XX4)

寄存器	位	描述	复位值
Y	[63:32]	恒量浮点 Y 组成部分值	0XXXXXXXX

### 字 0 (0x72014XX0)

寄存器	位	描述	复位值
X	[31:0]	恒量浮点 X 组成部分值	0XXXXXXXX

### IEEE 单精度浮点格式

	位	描述	复位值
S	[31]	Sign 位	XXXXXXXXh
E	[30:23]	偏向指数	XXh
F	[22:0]	分数	

## 6. 常量整数寄存器

常量整数值存储在常量整数寄存器内。常量整数值只用于流量控制，是循环计数的迭代或相关地址的索引。常量整数寄存器有 16 个入口，每个入口由 4 个 8 位无符号整数值的通道组成。