扩展ROM启用扩展ROM验证状态扩展ROM验证详细信息

31

11 10 8 7

4 3 1 0

扩展ROM基址RsvdP

图7-13扩展ROM基址寄存器

表7-9扩展ROM基址寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
| 0 | ***扩展ROM使能***- 此位控制功能是否接受通过[扩展ROM基址寄存器](#_bookmark86)对其扩展ROM的访问。支持通过此寄存器访问扩展ROM的函数必须实现此位。如果函数具有  [增强分配能力](#_bookmark0)，包括扩展ROM的EA条目，此位必须硬连线至0b（参见[第7.5.1.2.4](#_bookmark86)）。不支持扩展ROM的功能允许将此位硬连接到0b。当该位为0b时，通过扩展ROM基址寄存器的当该位为1b时，使用该寄存器中的[扩展ROM基址](#_bookmark117)字段使能地址解码根据系统配置，这命令寄存器中的[内存空间使能](#_bookmark114)位优先于[扩展ROM使能](#_bookmark30)位。只有当[存储器空间使能](#_bookmark114)位和  [扩展ROM使能](#_bookmark30)位已设置。该位的默认值为0b。  为了使所需的地址译码器的数目最小化，允许一个功能[在扩展ROM基址寄存器](#_bookmark86)和[增强分配能力](#_bookmark0)142中的其它基址寄存器或入口之间共享一个译码器。当[扩展ROM启用](#_bookmark30)被设置时，解码器用于访问扩展ROM，并且设备独立软件不得通过[增强分配能力](#_bookmark0)中的任何其他基址寄存器或条目访问该功能。地址解码共享不允许用于PF（参见[第9.3.4.1.15](#_bookmark35)），或者如果功能包含具有扩展ROM的EA条目的[增强分配能力](#_bookmark0) | [RO](#_bookmark56)/[RW](#_bookmark57) |
| 三比一 | ***扩展ROM验证状态***- 扩展ROM验证是可选的。当此字段为非零时，表示扩展ROM内容的硬件验证状态   * 如果扩展ROM通过了特定于实现的完整性检查，则认为它是有效的 * 如果特定于实现的完整性检查通过，但指示特定于实现的警告条件，则扩展ROM被认为是有效警告 * 如果通过可选的特定于实现的信任测试（例如，由可信证书签名 * 硬件验证必须包括扩展ROM的内容此验证状态还允许涵盖其他内部信息（例如，内部固件）。验证不包括重要产品数据（见[第6.28](#_bookmark103)）。 * 实现是否能够返回验证状态值011b、101b、110b或111b是可选的   定义的编码为： | [HwInit](#_bookmark36)/[ROS](#_bookmark92) |

1. 请注意，共享的是地址解码器，而不是寄存器本身。[扩展ROM基址寄存器](#_bookmark86)和[增强分配能力](#_bookmark0)中的其他基址寄存器或条目必须能够同时保存唯一值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
|  | **000b** 不支持验证  **001b** 验证进行中  **010b** 验证通过有效内容，未执行信任测试  **011b** 验证通过有效和可信的内容  **100b** 验证失败无效内容  **101b** 验证失败有效但不可信的内容（例如，过期、过期或吊销的证书）  **110b** 警告通过验证已通过，但带有特定于实现的警告。有效内容，未执行信任测试  **111b** 警告通过验证已通过，但带有特定于实现的警告。有效和可信的内容   * 如果函数不支持验证，则此字段必须硬连接到000b。 * 如果该函数支持验证，并且具有[增强分配能力](#_bookmark0)（带有扩展ROM的EA条目），则此字段为HwInit，其值必须介于010 b和111 b之间（参见[第7.8.5.3](#_bookmark37)）。 * 否则，此字段为“只读粘滞”，默认值为001b。验证完成后，此字段必须包含介于010 b和111 b之间的值（ * 如果该字段包含001b，并且在基本复位解除断言后已过1分钟，则允许软件假设验证永远不会完成此字段仅由基本复位复位，不受其他复位的影响 |  |
| 七比四 | ***Expansion ROM Validation Details***- 包含与Expansion ROM Validation相关的可选、特定于实现的   * 如果函数不支持验证，则此字段为RsvdP。 * 此字段是可选的。当支持验证并且未实现此字段时，此字段必须硬连接到0000b。该字段中任何未使用的位都允许硬连线到0b。 * 如果验证正在进行中（[扩展ROM验证状态](#_bookmark72)为001b），则此字段的非零值表示验证进度阶段的特定实现指示（例如，完成50%值0000b表示未提供验证进度信息 * 如果验证完成（[扩展ROM验证状态](#_bookmark72)010 b至111 b，包括010 b和111 b），则此字段中的非零值表示其他特定于实现的信息。值0000b表示不提供任何信息 * 如果函数支持验证，并且具有[增强的分配能力](#_bookmark0)，并且具有用于扩展ROM的EA条目，则此字段为HwInit。 * 否则，此字段为“只读粘滞”。此字段仅由基本复位复位，不受其他复位的影响 * 验证过程完成后，此字段不得更改值 * 建议系统软件在报告验证状态时包括此字段的值错误日志）。 | [HwInit](#_bookmark36)/[ROS](#_bookmark92)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 三十一点十一分 | ***扩展ROM基址***- 包含扩展ROM起始存储器地址的高位21位。[扩展ROM基址寄存器](#_bookmark86)的低位11位由软件屏蔽（设置为零），形成32位地址。 | [RW](#_bookmark57)/[RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
|  | 此字段的功能类似于32位基址寄存器的地址部分。该字段对应于[扩展ROM基址](#_bookmark117)的高21位。一个函数实际实现的位数（从这21位中）取决于函数需要多少扩展ROM地址空间例如，需要64 KB区域来映射其扩展ROM的函数将实现该字段中的顶部16位为可写的，留下底部5位（这21位函数请求的地址空间量不能大于16 MB。支持通过此寄存器访问扩展ROM的函数如果功能具有[增强的分配能力](#_bookmark0)，其中包括扩展ROM的EA条目，则此字段必须硬连线到0（参见[第7.8.5.3](#_bookmark37)）。不支持扩展ROM的功能允许将此字段硬连线到0。  独立于设备的配置软件可以通过向该字段写入全1的值然后读回该值来确定函数需要该函数将在所有无关位中返回0，有效地指定大小和对齐要求。函数请求的地址空间量不得大于16 MB。 |  |

7.5.1.2.5*Min\_Gnt寄存器*/*Max\_Lat寄存器*（偏移3Eh/3Fh）

这些寄存器不适用于PCI Express。它们必须是只读的，并且硬连接到00h。

* + - 1. 类型1配置空间标题

[图7-14](#_bookmark119)详细说明了交换机和根端口的[类型1配置空间报头](#_bookmark118)的寄存器字段的

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9

8 7 6

5 4 3

2 1 0

字节偏移

设备ID状态

类代码

供应商ID命令

修订ID

+000小时

+004小时

+008小时

BIST

报头类型

主延迟计时器

高速缓存行大小

+00Ch

基址寄存器0基址寄存器1

+010小时

+014小时

辅助延迟计时器

下属总线编号

辅助总线编号

主总线编号

+018小时

次要地位

I/O限制

I/O基部

+01Ch

内存限制可预取内存限制

I/O基部

I/O基部

I/O基部

I/O基部

可预取存储器库

+020小时

+024小时

可预取内存基础上限32位可预取内存上限32位

+028小时

+02Ch

I/O基本限制16位

保留

U/O Base Upper 16 Bits

能力指针

+030小时

+034小时

扩展ROM基址

+038小时

桥控制

中断引脚

中断线

+03Ch

*图7-14*[*类型1配置空间标题*](#_bookmark118)

[第7.5.1.1](#_bookmark87)详细介绍了对所有配置空间标头类型有效的PCI专用寄存器在本节中定义了对特定于[类型1配置空间报头](#_bookmark118)的寄存器的PCI PCI专用解释

本节中描述的寄存器解释适用于代表交换机和根端口的PCI-PCI桥结构;本节不涵盖其他设备功能，例如带有[类型1配置空间标头的](#_bookmark118)

* + - * 1. *类型1基址寄存器*（偏移10 h-14 h）

这些寄存器的定义见[第7.5.1.2.1](#_bookmark93)。然而，在[类型1配置空间报头](#_bookmark118)内可用的BAR的数量不同于类型[0配置空间报头](#_bookmark39)的BAR的数量。

* + - * 1. *主总线号寄存器*（偏移18h）

除非另有说明，否则PCI Express功能不使用此寄存器，但必须实现为读写，并且默认值必须为00h，以便与传统软件兼容PCI Express功能捕获[第2.2.6](#_bookmark86)所述的总线（和设备）编号（包括例外情况）。有关此要求的例外情况，请参阅[[PCIe-to-PCI-PCI-X-Bridge](#_bookmark104)]

* + - * 1. *辅助总线号寄存器*（偏移19h）

辅助总线号寄存器用于记录桥接器辅助接口所连接的PCI总线段的总线号配置软件编程该寄存器中的值网桥使用此寄存器来确定何时以及如何响应在其主接口上观察到的ID路由TLP，特别是在某些情况下，在执行某些转换之后，何时有关配置请求路由和转换规则，请参见[第7.3.3节](#_bookmark94)此寄存器必须实现为读/写，默认值必须为00 h。

* + - * 1. *从属总线编号寄存器*（偏移1Ah）

从属总线号寄存器用于记录桥接器后面（或从属于桥接器）编号最高的PCI总线段的总线号配置软件编程该寄存器中的值网桥使用此寄存器来确定何时以及如何响应在其主接口上观察到的ID路由的TLP，特别是何时将TLP转发到其辅助接口。有关配置请求路由规则，请参见[第7.3.3](#_bookmark94)此寄存器必须实现为读写，默认值必须为00h。

* + - * 1. *辅助延迟定时器*（偏移1Bh）

此寄存器不适用于PCI Express。它必须是只读的，并硬连接到00h。对于PCI Express到PCI/PCI-X桥接器，请参阅[[PCIe-to-PCI-PCI-X-Bridge](#_bookmark104)]了解此寄存器的要求

* + - * 1. *I/O Base*/*I/O Limit*Registers（Offset 1Ch/1Dh）

[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器是可选的，它们定义了一个地址范围，网桥使用该地址范围来确定何时将I/O事务从一个接口转发到另一

如果桥接器没有实现I/O地址范围，则[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器都必须实现为只读寄存器，在读取时返回零如果桥接器支持I/O地址范围，则这些寄存器必须由配置软件初始化，因此不会指定默认状态

如果桥接器实现了I/O地址范围，[则I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器的高4位都是可写的，并且对应于地址位Address[15：12]。为了进行地址解码，桥接器假设I/O基址（未在[I/O基址](#_bookmark120)寄存器中实现）的低12位地址位（地址[11：0]）为零。同样，桥接器假定I/O限制地址（未在[I/O限制](#_bookmark120)寄存器中实现）的低12位地址位Address[11：0]为FFFh。因此，定义的I/O地址范围的底部将与4 KB边界对齐， 所定义的I/O地址范围将比4KB边界小1

如果桥接器的次级端没有I/O地址，则I/O限制寄存器可以设置为比I/O基址寄存器更小的值在这种情况下，桥接器将不将任何I/O事务从主总线转发到次总线，而将所有I/O事务从次总线转发到主总线。

[I/O Base寄存器](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器的低四位都是只读的，包含相同的值，并根据[表7-10](#_bookmark121)对网桥的I/O寻址能力进行编码。

表7-10 I/O寻址能力

|  |  |
| --- | --- |
| 位3：0 | I/O寻址能力 |
| 0h | 16-位输入输出寻址 |
| 1h | 32-位输入输出寻址 |
| 2h-Fh | 保留 |

如果[I/O Base寄存器](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器的低4位的值为0000 b，则桥接器仅支持16位I/O寻址（为了ISA兼容性），并且为了地址解码，桥接器假设I/O Base和I/O Limit地址（未在[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器中实现）的高16位地址位（Address[31：16]）为零。注意，桥仍然必须执行I/O地址的完整32位解码（即，检查地址[31：16]是否为0000h）。在这种情况下，网桥支持的I/O地址范围将被限制为前64 KB的I/O空间（0000 0000 h到0000 FFFFh）。

如果[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器的低4位为0001 b，则桥接器支持32位I/O地址解码，并且[I/O Base Upper 16位](#_bookmark127)和[I/O Limit Upper 16位分别](#_bookmark127)保存32位I/O Base和[I/O Limit](#_bookmark120)地址的高16位（对应于地址[31：16]）。在这种情况下，允许系统配置软件在4 GB I/O空间中的任何位置定位网桥支持的I/O地址范围。请注意，当网桥支持32位I/O寻址时，4 KB对齐和粒度限制仍然适用。

* + - * 1. *辅助状态寄存器*（偏移1Eh）

[表7-11](#_bookmark124)定义了[次级状态寄存器](#_bookmark122)，[图7-15](#_bookmark123)提供了寄存器布局。对于PCI Express到PCI/ PCI-X桥接器，请参阅[[PCIe-to-PCI-PCI-X-Bridge](#_bookmark104)]了解此寄存器的要求

66 MHz支持RsvdZ

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4

0

RsvdZ

支持快速背对背事务处理的主数据奇偶校验错误

DEVSEL定时信令目标中止接收目标中止接收主机中止接收系统错误检测奇偶校验错误

图7-15辅助状态寄存器

*表7-11辅助状态寄存器*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 5 | ***66 MHz Capable***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 7 | ***支持快速背靠背事务***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***主数据奇偶校验错误***-参见[第7.5.1.1.14节](#_bookmark88)。  如果[桥接器控制寄存器](#_bookmark128)中的[奇偶校验错误响应使能](#_bookmark131)位置1，并且出现以下两种情况之一，则该位由具有[类型1配置空间报头](#_bookmark118)的函数置1  端口接收到来自上游端口的中毒完成，并向下游发送中毒请求  如果[奇偶校验错误响应使能](#_bookmark131)位为清零，则此位永远不会置位。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 十点九分 | ***DEVSEL Timing***- 此字段最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述其功能不适用于PCI Express，并且该字段必须硬连线到00b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 11 | ***信号目标中止***- 参见[第7.5.1.1.14](#_bookmark88)。  当[第1类配置空间报头](#_bookmark118)功能（由第1类报头功能本身完成的请求）的次级侧完成一个已发布或未发布请求时，此位被置1，作为完成者中止错误。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 12 | ***收到目标中止***-参见[第7.5.1.1.14节](#_bookmark88)。  当[类型1配置空间标头](#_bookmark118)函数的辅助端（用于由类型1标头函数本身发起的请求）接收到带有完成者中止完成状态的完成时，该位被置位  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 13 | ***收到主中止***-参见[第7.5.1.1.14节](#_bookmark88)。  当[第1类配置空间报头](#_bookmark118)功能（由第1类报头功能本身发起的请求）的辅助侧收到一个带有不支持请求完成状态的完成时，该位被置1  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 14 | ***收到系统错误***- 参见[第7.5.1.1.14](#_bookmark88)。  当[类型1配置空间标头](#_bookmark118)功能的次级侧收到  [ERR\_FATAL](#_bookmark79)或[ERR\_NONFATAL](#_bookmark73)消息。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 15 | ***检测到奇偶校验错误***- 参见[第7.5.1.1.14](#_bookmark88)。  当副边接收到中毒TLP时，该位由具有[类型1配置空间报头](#_bookmark118)的功能置1，而与[桥接器控制寄存器](#_bookmark128)中的[奇偶校验错误响应使能](#_bookmark131)位的状态无关。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |

* + - * 1. *内存基址寄存器*/*内存限制寄存器*（偏移20 h/22 h）

Memory Base和Memory Limit寄存器定义了一个内存映射地址范围，网桥使用该范围来确定何时将内存事务从一个接口转发到另一个接口（有关更多详细信息，请参见[PCI到PCI桥]）。

Memory Base寄存器和Memory Limit寄存器的高12位是读/写寄存器，对应于32位地址的高12位地址位Address[31：20]。为了进行地址解码，桥接器假设存储器基址（未在存储器基址寄存器中实现）的低20个地址位（地址[19：0]）为零。同样，桥接器假定内存限制地址（未在内存限制寄存器中实现）的低20位地址位（地址[19：0]）为F FFFFh。因此，所定义的存储器地址范围的底部将与1 MB边界对齐，并且所定义的存储器地址范围的顶部将比1 MB边界小1。

如果桥接器的次级端没有内存映射地址空间，则内存限制寄存器必须编程为小于内存基址寄存器的值

如果不存在可预取存储器空间，并且在桥的次级侧上不存在存储器映射空间，则桥将不将任何存储器事务从主总线转发到次级总线，并且将所有存储器事务从次级总线转发到主总线。

Memory Base寄存器和Memory Limit寄存器的底部四位都是只读的，读取时返回零这些寄存器必须由配置软件初始化，因此不会指定默认状态

* + - * 1. *可预取存储器基本*/*可预取存储器限制*寄存器（偏移24 h/26 h）

可[预取内存基础](#_bookmark125)和[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器必须指示支持64位地址。

可[预取内存基础](#_bookmark125)和[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器是可选的。它们定义了一个可预取的内存地址范围，网桥使用该范围来确定何时将内存事务从一个接口转发到另一个接口。

如果桥接器不实现可预取存储器地址范围，则可[预取存储器基址和可预取存储器](#_bookmark125)地址范围两者都不实现可预取存储器地址范围。

[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器必须实现为只读寄存器，读取时返回零如果桥接器实现可预取内存地址范围，则这两个寄存器都必须实现为读/写寄存器。如果桥接器支持可预取的内存地址范围，则这些寄存器必须由配置软件初始化，因此不会指定默认状态

如果桥接器实现可预取的内存地址范围，则寄存器的高12位是读/写的，并且对应于32位地址的高12位地址位，即地址[31：20]。为了进行地址解码，桥接器假设可预取存储器基址（未在[可预取存储器基址](#_bookmark125)寄存器中实现）的低20个地址位（地址[19：0]）为零。同样，桥假设下20 可预取内存限制地址（未在[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器中实现）的地址位Address[19：0]为F FFFFh。因此，所定义的可预取存储器地址范围的底部将与1MB边界对齐，并且所定义的存储器地址范围的顶部将比1MB边界小一

如果桥的辅助端没有可预取内存，则可[预取内存限制](#_bookmark125)寄存器必须编程为小于可[预取内存基址](#_bookmark125)寄存器的值如果没有可预取的内存，并且在桥的辅助端没有内存映射的地址空间（参见[PCI-to-PCI-Bridge]），那么桥将不会将任何内存事务从主总线转发到辅助总线，而是将所有内存事务从辅助总线转发到主总线。

[可预取内存基本寄存器](#_bookmark125)和[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器的底部4位都是只读的，包含相同的值，并对网桥是否支持64位地址进行编码。如果这四位的值为0h，则网桥只支持32位地址。如果这四位的值为01h，则桥接器支持64位地址，并且可预取基本上限32位和可预取上限32位寄存器保存剩余的

64位可预取基址和极限地址。所有其他编码均保留。

* + - * 1. *可预取基本上限32位*/*可预取上限32位*寄存器（偏移量28 h/2Ch）

可[预取基准上限32位](#_bookmark126)和[可预取上限上限32位](#_bookmark126)寄存器是

[可预取内存库](#_bookmark125)和[可预取内存限制](#_bookmark125)寄存器。

如果可[预取存储器基址](#_bookmark125)和[可预取存储器限制](#_bookmark125)寄存器指示支持32位寻址，则可预取存储器基址上限32位和可预取存储器限制上限32位寄存器都被实现为只读寄存器，在读取时返回零如果可[预取存储器基址](#_bookmark125)和[可预取存储器限制](#_bookmark125)寄存器指示支持64位寻址，则可预取存储器基址上限32位和可预取存储器限制上限32位寄存器被实现为读/写寄存器。如果这些寄存器被实现为读/写寄存器，则它们必须由配置软件初始化，因此不指定默认状态

如果支持64位可预取内存地址范围，则可[预取基址上限32位](#_bookmark126)和[可预取上限32位](#_bookmark126)寄存器指定64位基址和限制地址的上限32位，对应于地址[63：32]，后者指定可预取内存地址范围（有关更多详细信息，请参见[PCI到PCI桥]

* + - * 1. *I/O Base Upper 16 Bits*/*I/O Limit Upper 16 Bits*Registers（Offset 30h/32h）

[I/O Base Upper 16 Bits](#_bookmark127)和[I/O Limit Upper 16 Bits](#_bookmark127)寄存器是I/O Base和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器的可选扩展如果[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器表示支持16位I/O地址解码，则[I/O Base Upper16 Bits](#_bookmark127)和[I/O Limit Upper 16 Bits](#_bookmark127)寄存器将实现为只读寄存器，读取时返回零

如果[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器指示支持32位I/O寻址，则[I/O Base Upper 16 Bits](#_bookmark127)和[I/OLimit Upper 16 Bits](#_bookmark127)寄存器必须由配置软件初始化，以便不指定默认状态

如果支持32位I/O地址解码，则[I/O Base Upper 16 Bits](#_bookmark127)和[I/O Limit Upper 16 Bits](#_bookmark127)寄存器指定32位基址和限制地址的高16位，分别对应于地址[31：16]，用于指定I/ O地址范围（有关更多详细信息，请参见[PCI到PCI桥]

* + - * 1. 扩展ROM基址寄存器（偏移量38h）

该寄存器的定义见[第7.5.1.2.4](#_bookmark86)。然而，[类型1配置空间报头](#_bookmark118)内的寄存器的偏移量不同于[类型0配置空间报头](#_bookmark39)的偏移量。

* + - * 1. *电桥控制寄存器*（偏移3Eh）

[桥接控制寄存器](#_bookmark128)提供对[命令寄存器](#_bookmark16)的扩展，该命令寄存器专用于具有[类型1配置空间报头](#_bookmark118)的功能。[桥控制寄存器](#_bookmark128)为辅助接口提供了许多与[命令寄存器](#_bookmark16)为主接口提供的相同的控制有些位会影响网桥的两个接口的操作

[表7-12](#_bookmark130)定义了[桥接控制寄存器](#_bookmark128)，[图7-16](#_bookmark129)描述了寄存器布局。对于PCI Express到PCI/PCI-X桥接器，请参阅[[PCIe-to-PCI-PCI-X-Bridge](#_bookmark104)]了解此寄存器的要求

奇偶校验错误响应启用SERR#启用

15

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

RsvdP

ISA启用VGA启用

VGA 16位解码主机中止模式辅助总线复位

快速背对背事务启用主丢弃计时器

次丢弃定时器丢弃定时器状态丢弃定时器SERR#启用

图7-16电桥控制寄存器

表7-12电桥控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***奇偶校验错误响应使能***- 参见[第7.5.1.1.14](#_bookmark88)。  此位控制在[辅助状态寄存器](#_bookmark122)的[主数据奇偶校验错误](#_bookmark20)位中记录中毒TLP。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 1 | ***SERR#启用***- 参见[第7.5.1.1.14](#_bookmark88)。  此位控制[ERR\_COR](#_bookmark58)、[ERR\_NONFATAL](#_bookmark73)和[ERR\_FATAL](#_bookmark79)从辅助设备到主设备的转发该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 2 | ***ISA Enable***- 修改网桥对ISA I/O地址的响应这仅适用于由[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器启用且位于前64 KB I/O地址空间（0000 0000 h至0000 FFFFh）中的I/O地址如果此位被置位，网桥将阻止从主设备到辅助设备的任何I/O事务的转发，这些I/O事务寻址每个1 KB块中的最后768个字节在相反的方向上（次要到主要），如果I/O事务寻址每个1 KB块中的最后768个字节，则将转发  **0 b** 向下游转发[I/O Base](#_bookmark120)和[I/O Limit](#_bookmark120)寄存器定义的地址范围内的所有I/O地址  **1b** 在由[I/O Base](#_bookmark120)和[I/OLimit](#_bookmark120)寄存器定义的地址范围内转发上游ISA I/O地址，这些地址位于PCI I/O地址空间的前64 KB中（每个的前768字节  1 KB数据块  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 3 | ***VGA启用***- 修改桥接器对VGA兼容地址的响应如果[VGA使能](#_bookmark132)位被置位，网桥将肯定地解码并将主接口上的以下访问转发到 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 辅助接口（反之，阻止这些地址从辅助接口转发到主接口）：   * 存储器访问范围为000A 0000h至000B FFFFh * I/O地址空间的前64 KB中的I/O地址（地址[31：16]为0000 h），其中地址[9：0]在3B 0 h至3BBh和3C 0 h至3DFh范围内（包括由VGA 16位解码设置确定的ISA地址别名）   如果[VGA使能](#_bookmark132)位被置位，则这些访问的转发与I/O[基址寄存器](#_bookmark120)和限制寄存器、内存基址寄存器和限制寄存器以及桥接器的[可预取内存基址寄存器](#_bookmark125)和限制寄存器定义的I/O地址范围和内存地址范围无关（当[VGA使能](#_bookmark132)位置1时，这些访问的转发也与ISA使能位（[桥接器控制寄存器](#_bookmark128)中）的设置无关这些访问的转发由[命令寄存器](#_bookmark16)中的[I/O空间启用](#_bookmark95)和[存储器空间启用](#_bookmark114)位限定。）  **0 b** 不将VGA兼容的存储器和I/O地址从主接口转发到辅助接口（上面定义的地址），除非它们被定义的I/O和存储器地址范围启用以进行转发  **1b** 将VGA兼容存储器和I/O地址（上面定义的地址）从主接口转发到辅助接口（如果设置了[I/O空间使能](#_bookmark95)和[存储器空间使能](#_bookmark114)位），而与I/O和存储器地址范围无关，也与ISA使能位  不支持VGA的功能允许将此位硬接线至0b。该位的默认值为0b。 |  |
| 4 | ***VGA 16位解码***- 只有当此寄存器的位3（[VGA使能](#_bookmark132)）也被置1时，此位才有意义，从而使能桥接器的VGAI/O解码和转发  此位使系统配置软件能够为从主设备转发到次设备的所有VGA I/O寄存器访问选择10位和16位I/O地址  **0 b** 对VGA I/O访问执行10位地址解码  **1b** 对VGA I/O访问执行16位地址解码，不支持VGA的功能允许将此位硬连接到0 b。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 5 | ***主机中止模式***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 6 | ***辅助总线复位***- 设置此位将触发相应PCI Express端口上的热复位  软件必须确保最小复位持续时间（***Trst***）。软件和系统必须遵守[第6.6](#_bookmark1)中定义的首次访问后重置定时要求，除非准备好  如果使用了触发机制（见[第6.23](#_bookmark109)），或者相关功能状态寄存器中的立即就绪位  端口配置寄存器不得更改，除非需要更新端口状态。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 7 | ***快速背对背事务启用***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***主丢弃计时器***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 9 | ***辅助丢弃计时器***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 10 | ***丢弃计时器状态***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，并且该位必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 11 | ***丢弃定时器SERR#使能***- 此位最初在[PCI-to-PCI-Bridge]中描述它的功能不适用于PCI Express，必须硬连接到0b。 | [RO](#_bookmark56) |

* + 1. ***PCI电源管理能力*结构**

本节介绍组成PCI电源管理接口结构的寄存器

[图7-17](#_bookmark133)说明了PCI电源管理能力结构的组织所有PCI Express功能都需要此结构

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

电源管理功能（PMC）下一个功能指针 功能ID

数据

保留

电源管理控制/状态（PMCSR）

+000小时

+004小时

图7-17电源管理能力结构

注：8位数据寄存器（偏移量07h）对于[类型0](#_bookmark59)和[类型1](#_bookmark60)功能都是可选

PCI Express设备功能需要支持[D 0](#_bookmark33)和[D3](#_bookmark40)设备状态;由于PCI Express的PME消息传递的带内性质，需要表示PCI Express端口的PCI-PCI桥结构（如[第7.1节](#_bookmark34)

然而，表示PCI Express端口的PCI-PCI桥结构的[PME\_Status](#_bookmark141)位仅在

PCI-PCI桥接功能本身生成PME。当桥接器正在传播PME消息，但PCI-PCI桥接器功能本身未在内部生成PME时，[PME\_Status](#_bookmark141)位未置

* + - 1. 电源管理功能寄存器（偏移00h）

[图7-18](#_bookmark134)详细说明了电源管理功能寄存器的寄存器字段分配，[表7-13](#_bookmark135)描述了该寄存器的要求。

下一个功能指针版本

31

27 26 25 24 22 21 20 19 18 16 15

8 7

0

Capability\_ID

PME时钟Immediate\_Readiness\_on\_Return\_to\_D0设备特定时钟

辅助\_当前D1\_支持D2\_支持PME\_支持

图7-18电源管理功能寄存器

表7-13电源管理功能寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比零 | ***Capability\_ID***- 此字段返回01 h以指示这是PCI电源管理功能。每个函数的功能列表中只能有一项，且[Capability\_ID](#_bookmark136)设置为01h。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点八分 | ***下一个功能指针***- 此字段提供指向功能列表中下一个项目位置的功能配置空间的偏移量如果功能列表中没有其他项目，则此字段设置为00 h。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十八点十六分 | ***版本***- 必须硬连线至011 b，以使功能符合本规范。 | [RO](#_bookmark56) |
| 19 | ***PME时钟***- 不适用于PCI Express，必须硬连接到0 b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 20 | ***Immediate\_Readiness\_on\_Return\_to\_D0***- 如果该位为这些访问包括配置周期，如果功能返回到[D 0活动状态](#_bookmark41)，则还包括内存和I/O周期。  当此位为  如何建立这一保证超出了本文件的范围  允许系统软件/固件提供取代该位所提供的指示的机制，然而，这样的软件/固件机制在本说明书的范围之外 | [RO](#_bookmark56) |
| 21 | ***设备特定位***- DSI位指示是否需要对该功能进行特殊初始化  当设置指示功能在转换到[D0未初始化](#_bookmark42)状态后需要设备特定的初始化序列 | [RO](#_bookmark56) |
| 二十四点二十二分 | ***Aux\_Current***- 此3位字段报告功能的Vaux辅助电流要求如果此功能实现数据寄存器，则此字段必须硬连线至000b。  如果[PME\_Support](#_bookmark137)为0 xxxxb（不支持来自[D3Cold的](#_bookmark89)PME断言），则此字段必须硬连线到0000 b。  对于PME[\_Support](#_bookmark137)为1 xxxxb（支持来自[D3Cold](#_bookmark89)的PME断言）且不实现数据寄存器的函数，以下编码适用： | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 编码Vaux Max.需电流  **111b** 375毫安  **110b** 320 mA  **101b** 270 mA  **100b** 220 mA  **011b** 160 mA  **010b** 100 mA  **001b** 55 mA  **000b** 0（自供电） |  |
| 25 | ***D1\_Support***- 如果该位被设置，则该功能支持[D1](#_bookmark62)电源管理状态。不支持[D1](#_bookmark62)的函数必须始终为此位返回值0b | [RO](#_bookmark56) |
| 26 | ***D2\_Support***- 如果该位被设置，则该功能支持[D2](#_bookmark104)电源管理状态。不支持[D2](#_bookmark104)的函数必须始终为此位返回值0b | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一点二十七分 | ***PME\_Support***-该5比特字段指示功能可以生成PME和/或转发PME消息的功率状态。  任何位的值为0b表示该功能在该功率状态下不能断言PME  **位（27）X XXX1b** PME可以从[D0](#_bookmark33)生成  **位（28）X XX1Xb** 可以从[D1](#_bookmark62)生成PME  可以从[D2](#_bookmark104)生成**位（29）X X1XXb** PME  **位（30）X 1XXXb** PME可从[D3Hot](#_bookmark89)生成  **位（31）1 XXXXb** PME可以从[D3冷](#_bookmark89)产生  位31（PME可从[D3Cold](#_bookmark89)置位）表示特殊情况。设置此位的功能需要某种辅助电源。建议使用特定于实现的机制来验证电源是否可用，然后再设置此位。  对于表示根复合体/交换机上的端口的PCI-PCI桥结构，必须设置对应于所支持的D状态的每个位，以指示桥将转发PME消息。只有当主电源不可用时，端口仍能转发PME消息时，位31才必须置位 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 电源管理控制/状态寄存器（偏移04 h）

该寄存器用于管理PCI功能

PME上下文包括[PME\_Status](#_bookmark141)和[PME\_En](#_bookmark140)位的值，在PME\_Status和PME\_En期间所需的实现特定状态。

[D3冷](#_bookmark89)以实现唤醒功能（例如，识别LAN唤醒数据包并生成PME消息），以及在转换到[D0未初始化](#_bookmark42)状态期间必须保留的任何其他特定于实现的状态。

如果函数支持从[D3Cold](#_bookmark89)生成PME，则其PME上下文不受重置的影响。这是因为该功能

[D0](#_bookmark33).因此，必须保留PME上下文以供系统软件处理。

如果[D3Cold](#_bookmark89)不支持PME生成，则所有PME上下文都将使用Reset断言进行初始化

[图7-19](#_bookmark138)详细说明了电源管理控制/状态寄存器的寄存器字段分配，[表7-14](#_bookmark139)描述了该寄存器的要求

PowerStateRsvdPNo\_Soft\_ResetPME\_En Data\_Select Data\_Scale PME\_Status Undefined

23 22 21

16 15 14 13 12

9 8 7

4 3 2 1 0

RsvdP

图7-19电源管理控制/状态寄存器

表7-14电源管理控制/状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 一比零 | ***PowerState***- 此2位字段既用于确定功能的当前功率状态，也用于将功能设置为新的功率状态。字段值的定义如下所示  **00 b**[D0](#_bookmark33)  **01 b**[D1](#_bookmark62)  **10 b**[D2](#_bookmark104)  **11b**[D3热](#_bookmark89)  如果软件尝试将不受支持的可选状态写入此字段，则写入操作必须正常完成;但是，数据将被丢弃，并且不会发生状态更改  此字段的默认值为00b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 3 | ***No\_Soft\_Reset***-此位表示写入PowerState字段后功能的状态，以将功能从[D3Hot](#_bookmark89)转换为[D 0](#_bookmark33)。  设置时，此转换将保留内部函数状态。该功能处于[D0活动](#_bookmark41)状态，无需额外的软件干预。  清除时，此转换导致未定义的内部功能状态。  无论此位如何，通过基本复位从[D3Hot](#_bookmark89)转换到[D0](#_bookmark33)的功能将返回到  [D0未初始化](#_bookmark42)，如果支持并启用PME，则仅保留PME上下文 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***PME\_En***-设置时，允许函数生成PME。清除时，不允许该功能生成PME。  如果[PME\_Support](#_bookmark137)为1 xxxxb（从[D3冷态](#_bookmark89)产生PME）或功能消耗辅助电源且辅助电源可用，则该位为RWS，该位不被常规复位或FLR修改  如果[PME\_Support](#_bookmark137)为0 xxxxb，则此字段不具有粘性（RW）。  如果[PME\_Support](#_bookmark137)为0 0000 b，则允许将此位硬连线至0 b。 | [RW](#_bookmark57)/[RWS](#_bookmark2) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十二点九分 | ***Data\_Select***- 此4位字段用于选择要通过Data寄存器和Data\_Scale字段报告的数据  如果未使用数据寄存器，则此字段必须硬连线至0000b。有关更多详细信息，请参阅[7.5.2.3部分](#_bookmark142)  此字段的默认值为0000b | [RW](#_bookmark57) |
| 十四点十三分 | ***Data\_Scale***- 此字段指示解释Data寄存器值时使用的比例因子此字段的值和含义将根据Data\_Select字段选择的数据值而有所不同  此字段是数据寄存器（偏移量7）的必需组件，如果实现了数据寄存器，则必须实现  如果未使用数据寄存器，则此字段必须硬连线至00b。有关更多详细信息，请参阅[7.5.2.3部分](#_bookmark142) | [RO](#_bookmark56) |
| 15 | ***PME\_Status***- 当功能正常生成PME信号时，该位置1此位的值不受[PME\_En](#_bookmark140)位的值影响  如果电源管理功能寄存器的[PME\_Support](#_bookmark137)位31为清除，则允许将该位硬连线至0b。  当辅助电源可用时，消耗辅助电源的功能必须保留此粘性寄存器的值在这些功能中，此寄存器值不会被常规复位或FLR修改 | [RW1CS](#_bookmark31) |
| 二十三点二十二分 | 未定义-这些位在以前的规范中定义它们应该被软件忽略 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 数据（偏移07 h）

数据寄存器是一个可选的8位只读寄存器，为功能提供了一种机制，用于报告状态相关的工作功耗或耗散。

如果实现了数据寄存器，则还必须实现Data\_Select和Data\_Scale字段如果未实现此寄存器，则必须将其硬接线至00h。

软件可以通过将不同的值写入Data\_Select字段来检查Data寄存器的存在，在Data寄存器和/或Data\_Scale字段中查找非零返回数据任何非零数据寄存器/Data\_Select读取数据都表明数据寄存器复合体已实现。

7

0

数据

图7-20数据寄存器

表7-15数据寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比零 | ***数据***- 该寄存器用于报告Data\_Select字段请求的状态相关数据此寄存器的值由Data\_Scale字段报告的值缩放 | [RO](#_bookmark56) |

使用数据寄存器的方法是：将适当的值写入PMCSR中的Data\_Select字段，然后读取Data\_Scale字段和数据寄存器。然后将从Data读取的二进制值乘以Data\_Scale指示的比例因子，以获得所需测量的值[表7-16](#_bookmark143)显示了定义的测量以及如何解释每个寄存器的值

表7-16功耗/耗散报告

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 数据中的值\_选择 | 报告的数据 | Data\_Scale解释 | 单位/准确度 |
| 0 | [D0](#_bookmark33)功耗 | 0 =未知  1 = 0.1x  2 = 0.01x  3 = 0.001x | 瓦 |
| 1 | [D1](#_bookmark62)耗电量 |  |
| 2 | [D2](#_bookmark104)功耗 |  |
| 3 | [D3](#_bookmark40)功耗 |  |
| 4 | [D0](#_bookmark33)功耗 |  |
| 5 | [D1](#_bookmark62)功耗 |  |
| 6 | [D2](#_bookmark104)功耗 |  |
| 7 | [D3](#_bookmark40)功耗 |  |
|  | 通用逻辑功耗（[多功能器件](#_bookmark115)， |  |
|  | 仅限功能0 |  |
| 8 | [多功能设备](#_bookmark115)的功能0：  与特定功能无关的功耗 |  |
|  | 所有其他功能： |  |
|  | 保留 |  |
| 9-15 | 保留 | 保留 | TBD |

上面定义的如果附加卡为外部设备供电，则也必须包括该电源它不得包括来自电池或外部电源的任何电源该信息对于电源或电池的管理是有用的

The 这不包括传输到外部设备的任何功率，但必须包括来自电池或外部电源并在计算机机箱内耗散的任何功率该信息对于细粒度热管理是有用的

建议[多功能设备](#_bookmark115)在每个相应功能的配置空间中报告每个功能消耗的功率。在[多功能器件](#_bookmark115)中，一旦功能0的电源管理控制/状态寄存器的Data\_Select字段被编程为1000 b，多个功能共用电路的功耗将通过数据寄存器在功能0的配置空间中报告对于[多功能设备](#_bookmark115)，

设备的功耗是该值与设备的每个功能的与功能的当前电源状态相关联的报告值之和

实现功率报告的多个组件内插卡（即，交换机或桥后面的多个组件）必须使交换机/桥报告其自身使用的功率附加卡上每个组件的每个功能负责报告该功能消耗的功率

* + 1. *PCI Express能力*结构

PCI Express在PCI兼容配置空间（前256字节）中定义了一个能力结构，如[图7-3](#_bookmark21)所示

. 该结构允许识别PCI Express设备功能并指示对新PCI Express功能的支持[PCI Express](#_bookmark144)设备功能需要PCI Express能力结构。能力结构是一种机制，用于启用需要在传统操作系统上支持的PCI软件透明功能除了识别PCI Express设备功能外，[PCI Express能力](#_bookmark144)结构还用于提供对PCI Express特定控制/状态寄存器和相关电源管理增强功能的访问

[图7-21](#_bookmark145)详细说明了[PCI Express能力](#_bookmark144)结构中寄存器字段的分配

所有PCI Express设备功能都需要PCI Express功能、[设备功能](#_bookmark154)、[设备状态](#_bookmark171)和[设备控制](#_bookmark163)所有实现需要这些寄存器的功能的PCI Express设备功能都需要[设备功能2](#_bookmark241)、[设备状态2](#_bookmark254)和[设备控制2](#_bookmark250)寄存器对于不实现[设备功能2](#_bookmark241)、[设备状态2](#_bookmark254)和[设备控制2](#_bookmark250)寄存器的设备功能，这些空间必须硬连线到0b。

[链路功能](#_bookmark174)、[链路状态](#_bookmark192)和[链路控制](#_bookmark184)寄存器是所有根端口、交换机端口、网桥和非RCiEP端点所必需的对于不实现[链路功能](#_bookmark174)、[链路状态](#_bookmark192)和[链路控制](#_bookmark184)寄存器的功能[链路功能2](#_bookmark255)、[链路状态2](#_bookmark268)和[链路控制2](#_bookmark263)寄存器是实现需要这些寄存器的功能的所有根端口、交换机端口、网桥和端点（RCiEP除外）所必需的。对于不实现[链路功能2](#_bookmark255)、[链路状态2](#_bookmark268)和[链路控制2](#_bookmark263)寄存器的功能，这些空间必须硬连线到0b。

某些交换机下游端口和根端口需要[插槽功能](#_bookmark200)、[插槽状态](#_bookmark221)和[插槽控制](#_bookmark213)寄存器如果设置了[插槽实现](#_bookmark152)位，则需要[插槽功能寄存器](#_bookmark200)（参见[7.5.3.2部分](#_bookmark149)）。如果设置了“[Slot Implemented”（](#_bookmark152)实施插槽）或“[Data Link Layer Link Active Reporting Capable”（数据链路层链路](#_bookmark181)报告功能），则需要[插槽状态](#_bookmark221)和[插槽控制](#_bookmark213)寄存器（请参见

[部分7.5.3.6](#_bookmark174)）。交换机下游端口和根端口被允许实现这些寄存器，即使它们不是必需的，并且在这种情况下，这些寄存器中的大多数字段的行为未定义。有关详细信息，请参见[7.5.3.9部分](#_bookmark200)、[7.5.3.10](#_bookmark213)部分和[7.5.3.11部分](#_bookmark222)对于不实现[插槽功能](#_bookmark200)、[插槽状态](#_bookmark221)和[插槽控制](#_bookmark213)寄存器的功能，这些空间必须硬连接到0b，但下游端口[插槽状态寄存器](#_bookmark221)中的[存在检测状态](#_bookmark227)位除外，该位必须硬连接到1b（参见[第7.5.3.11](#_bookmark222)）。如果功能实现需要[插槽功能2](#_bookmark273)、[插槽状态2](#_bookmark276)和[插槽控制2](#_bookmark275)寄存器的功能，则交换机下游和根端口需要这些寄存器。对于不实现[插槽功能2](#_bookmark273)、[插槽状态2](#_bookmark276)和[插槽控制2](#_bookmark275)寄存器的功能，这些空间必须硬连线到0b。

根端口和根复杂事件收集器必须实现[根功能](#_bookmark232)、[根状态](#_bookmark235)和[根控制](#_bookmark229)寄存器。对于不实现[根功能](#_bookmark232)、[根状态](#_bookmark235)和[根控制](#_bookmark229)寄存器的功能，这些空间必须硬连线到0b。

3123

157

字节偏移

0

插槽控制2

插槽状态2

插槽功能2

链接控制2

链路状态2

链接功能2

设备控制2

设备状态2

设备功能2

根状态

根控制

根功能

时隙控制

时隙状态

插槽功能

链路控制

链路状态

链路能力

设备控制

设备状态

设备能力

PCI Express Cap ID

下一个端点指针

PCI Express功能寄存器

00h

04时08时

带插槽的

带链接的

所有设备

0Ch10h 14h 18h 1Ch20h

根端口

根Compex事件收集器

24小时28小时2小时30小时34小时38小时

带插槽的

带链接的

所有设备

注：不适用于设备的寄存器为RsvdZ。

[PCI Express能力](#_bookmark144)结构

* + - 1. PCI Express能力列表寄存器（偏移00h）

OM14318B

[PCI Express能力列表寄存器](#_bookmark146)枚举PCI配置空间能力列表中的[PCI Express能力](#_bookmark144)结构[图7-22](#_bookmark147)详细说明了[PCI Express功能列表寄存器](#_bookmark146)中寄存器字段的分配;[表7-17](#_bookmark148)提供了相应的位定义。

下一个能力指针

15

8 7

0

能力ID

图7-22 PCI Express功能列表寄存器

表7-17 PCI Express能力列表寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比零 | ***Capability ID***- 表示PCI Express Capability结构。此字段必须返回10h的功能ID，指示这是[PCI Express功能](#_bookmark144)结构。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点八分 | ***下一个功能指针***- 此字段包含到下一个PCI功能结构的偏移量，或者如果功能的链接列表中不存在其他项，则为00 h | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. PCI Express功能寄存器（偏移02h）

[PCI Express功能寄存器](#_bookmark149)标识PCI Express设备功能类型和相关功能。[图7-23](#_bookmark150)详细说明了[PCI Express功能寄存器](#_bookmark149)中寄存器字段的分配;[表7-18](#_bookmark151)提供了相应的位定义。

实现的功能版本设备/端口类型插槽

15 14 13

9 8 7

4 3

0

留言号码未定义

RsvdP

图7-23 PCI Express功能寄存器

表7-18 PCI Express功能寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***Capability Version***- 表示PCI-SIG定义的PCI Express Capability结构版本号。  一种规范的版本，以无法识别的方式更改[PCI Express能力](#_bookmark144)结构（例如，通过新的能力字段）被允许递增该字段。[PCI Express能力](#_bookmark144)结构的所有此类更改必须与软件兼容。软件必须检查功能版本号是否大于或等于 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 当报告任何这样的能力版本号的功能将包含与该软件兼容的[PCIExpress能力](#_bookmark144)结构时，编写软件  必须硬连线到2h，以实现符合本规范的功能 |  |
| 七比四 | ***设备/端口类型***- 指示此PCI Express功能的特定类型注意，[多功能设备](#_bookmark115)中的不同功能通常可以是不同类型的。  为实现00h型PCI配置空间标头的函数定义的编码为：  **0000b** PCI Express端点  **0001b** 传统PCI Express端点  **1001b** RCiEP  **1010b** 根复合体事件收集器  为实现01h型PCI配置空间报头的函数定义的编码为：  **0100 b** PCI Express根复合体的根端口**0101 b** PCI Express交换机的上游端口**0110 b** PCI Express交换机的下游端口**0111 b** PCI Express到PCI/PCI-X桥  **1000 b** PCI/PCI-X to PCI Express Bridge所有其他编码都被保留。  请注意，不同的端点类型在第1.3.2节中对I/O资源、扩展配置空间和其他功能有着明显不同的要求。 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***Slot Implemented***- 设置时，此位表示与此端口相关的链路已连接到插槽（与连接到系统集成设备或被禁用相比  此位对下游端口有效对于上游端口，此位未定义 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 十三点九分 | ***中断消息编号***- 此字段指示哪个MSI/MSI-X向量用于与此能力结构的任何状态位关联生成的中断消息  对于MSI，此字段中的值表示基本消息数据和生成的中断消息之间的偏移量。当软件写入MSI[消息控制寄存器](#_bookmark288)中的多消息启用字段时，需要硬件更新此字段，以便在分配给功能的MSI消息数量发生变化时，此字段是正确的。  对于MSI-X，此字段中的值指示哪个MSI-X表条目用于生成中断消息。该条目必须是前32个条目之一，即使函数实现了超过32个条目。对于给定的MSI-X实现，条目必须保持不变。  如果MSI和MSI-X都被实现，它们被允许使用不同的向量，尽管软件被允许一次只启用一种机制。如果启用了MSI-X，则此字段中的值必须指示MSI-X的矢量如果MSI已启用或两者都未启用，则此字段中的值必须指示MSI的向量。如果软件同时启用MSI和MSI-X，则此字段中的值未定义。 | [RO](#_bookmark56) |
| 14 | **未定义**- 从该位读取的值未定义。在此规范的早期版本中，此位用于表示对TCS路由的支持系统软件应忽略从此位读取的值允许系统软件向该位写入任何值 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 设备能力寄存器（偏移04h）

设备[功能寄存器](#_bookmark154)标识PCI Express设备功能特定的功能。[图7-24](#_bookmark155)详细说明了[器件功能寄存器](#_bookmark154)中寄存器字段的分配;[表7-19](#_bookmark156)提供了相应的位定义。

Max\_Payload\_Size支持的幻象函数支持的扩展标记字段支持的端点L0可接受的延迟端点L1可接受的延迟未定义

31 29 28 27 26 25

18 17 16 15 14 12 11 9 8 6 5 4 3 2 0

RsvdP

基于角色的错误报告ERR\_COR子类CapableRsvdP

捕获的时隙功率限制值捕获的时隙功率限制比例功能电平复位功能

图7-24设备功能寄存器

表7-19设备能力寄存器

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比特位置 |  | 寄存器描述 | 属性 |
| 二比零 | ***Max\_Payload\_Size Supported（***支持的最大有效载荷大小）-该字段指示功能可以支持TLP的最大有效载荷  定义的编码为：  **000b** 128字节最大有效载荷大小**001b** 256字节最大有效载荷大小**010b** 512字节最大有效载荷大小**011b** 1024字节最大有效载荷大小**100b** 2048字节最大有效载荷大小**101b** 4096字节最大有效载荷大小**110b** 保留  **111b** 保留  允许[多功能设备](#_bookmark115)的功能为此字段报告不同的值 | [RO](#_bookmark56) |  |
| 四比三 | ***支持的虚拟功能***-此字段表示支持使用未声明的功能号，通过将未声明的功能号（称为虚拟功能）与标签标识符逻辑组合来扩展所允许的未完成事务的数量（有关标签扩展的说明，请参见[第2.2.6.2](#_bookmark44) | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比特位置 |  | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 对于[ARI设备](#_bookmark63)中的每个功能，“支持的[幻象功能”](#_bookmark158)字段必须设置为00b。本字段说明的其余部分仅适用于非ARI[多功能设备](#_bookmark115)。  此字段指示与标签标识符逻辑组合的加密器ID的功能号部分的最高有效位数  定义的编码为：  **00b** 无功能编号位用于幻象功能。[多功能设备](#_bookmark115)允许实现多达8个独立功能。  **01 b** 模拟器ID中功能号的最高有效位用于幻象功能;允许[多功能设备](#_bookmark115)实现功能0-3。允许函数0、1、2和3使用函数编号  4、5、6和7分别作为幻影功能。  **10 b在** 模拟器ID中的功能号的两个最高有效位用于幻象功能;允许[多功能设备](#_bookmark115)实现功能0-1。允许函数0使用函数编号2、4和6作为幻影函数。允许函数1使用函数编号3、5和7作为幻影函数。  **11b** 用于幻象功能的加密器ID中的所有3位功能号器械必须有一个功能0，允许将所有其他功能编号用作体模功能。  请注意，在允许功能使用模拟器ID中的功能编号字段用于模拟功能之前，必须通过[设备控制寄存器](#_bookmark163)中的[模拟功能](#_bookmark169)启用字段启用对功能的模拟功能支持 |  |  |
| 5 | ***支持的扩展标记字段***-此位与[设备功能2寄存器](#_bookmark241)中的[10位标记字段支持](#_bookmark246)位一起，指示标记字段作为标记字段支持的最大大小如果设置了[10位标签识别器支持](#_bookmark246)位，则必须设置该位  定义的编码为：  **0b** 支持5位标记字段  支持**1b** 8位标签字段  请注意，8位标签字段生成必须由验证器功能的[设备控制寄存器](#_bookmark163)中的[扩展标签字段使能](#_bookmark168)位使能，然后验证器才能生成8位标签。有关启用10位标签的交互，请参见[2.2.6.2部分](#_bookmark44) | [RO](#_bookmark56) |
| 八点六分 | ***端点L0 s可接受延迟***- 此字段指示端点由于从[L0 s](#_bookmark105)状态转换到L0状态而可以承受的可接受总延迟它本质上是端点内部缓冲的间接度量  电源管理软件使用所报告的[L0s](#_bookmark105)可接受延迟数来与包括从该端点到根复合体根端口的数据路径的所有组件所报告的[L0s](#_bookmark105)退出延迟进行比较，以确定是否可以在不损失性能的情况下使用ASPM L0s条目  定义的编码为：  **000b** 最大64 ns**001b** 最大128 ns**010b** 最大256 ns | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比特位置 |  | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **011b** 最大512 ns  **100b** 最大1 μs  **101b** 最大2 μs  **110b** 最大4 μs  **111 b** 无限额  对于端点以外的功能，此字段为保留字段，必须硬连接到000b。 |  |  |
| 十一点九分 | ***端点L1可接受延迟***-此字段指示端点由于从[L1](#_bookmark74)状态转换到L0状态而可以承受它本质上是端点内部缓冲的间接度量  电源管理软件使用所报告的L1可接受延迟数来与由包括从该端点到根复合体根端口的数据路径的所有组件所报告的L1退出延迟（参见下文）进行比较，以确定是否可以在不损失性能的情况下使用ASPML1条目  定义的编码为：  **000b** 最大1 μs  **001b** 最大2 μs  **010b** 最大4 μs  **011b** 最大8 μs**100b** 最大16 μs**101b** 最大32 μs**110b** 最大64 μs**111b** 无限制  对于端点以外的功能，此字段为保留字段，必须硬连接到000b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十四点十二分 | **未定义**-从这些位读取的值未定义。在本规范的早期版本中，此位用于指示注意按钮、注意指示器或电源指示器安装在适配器上，并由适配器上的组件进行系统软件必须忽略从该位读取的值  允许系统软件向该位写入任何值 | [RO](#_bookmark56) |
| 15 | ***基于角色的错误报告***- 设置时，此位表示该功能实现了最初在[[PCIe-1.0a](#_bookmark64)]的错误报告ECN中定义的功能，后来并入[[PCIe-1.1](#_bookmark65)]。此位必须由符合ECN、[[PCIe-1.1](#_bookmark65)]或后续[[PCIe](#_bookmark17)]版本的所有功能设置 | [RO](#_bookmark56) |
| 16 | ***ERR\_COR Subclass Capable***- 设置时，此位表示函数支持  [ERR](#_bookmark45)\_COR消息中的ERR\_COR子类字段，允许区分不同的子类请参见[2.2.8.3一节](#_bookmark18)。  实现[系统固件中介](#_bookmark0)（[SFI](#_bookmark0)）功能的下游端口必须设置此位。强烈建议实施下游端口控制（DPC）的下游端口设置此位。 | [RO](#_bookmark56) |
| 二十五点十八分 | ***捕获的插槽功率限制值***（仅限上游端口）-与  [捕获的插槽功率限制比例](#_bookmark161)值，指定适配器可用功率的上限  功率限制（以瓦特为单位）的计算方法是将此字段中的值乘以  [捕获时隙功率限制比例](#_bookmark161)字段，捕获[时隙功率限制比例](#_bookmark161) | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 比特位置 |  | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 字段等于00b（1.0x）且[捕获时隙功率限制值](#_bookmark160)超过EFh，则使用替代编码（参见[7.5.3.9部分](#_bookmark200)）。  该值由[Set\_Slot\_Power\_Limit消息](#_bookmark46)设置或硬连线至00h（参见[第6.9](#_bookmark3)节）。默认值为00h。 |  |  |
| 二十七点二十六分 | ***捕获的插槽功率限制比例***（仅限上游端口）-指定用于[插槽功率限制值](#_bookmark210)的比例。  数值范围  **00b** 1.0x  **01b** 0.1x  **10b** 0.01x  **11b** 0.001x  该值由[Set\_Slot\_Power\_LimitMessage](#_bookmark46)设置或硬连线为00b（请参阅[第6.9](#_bookmark3)节）。默认值为00b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 28 | ***功能级复位能力***- 值为1b表示功能支持[第6.6.2](#_bookmark96)中描述的可选功能级复位机制。  此位仅适用于端点对于所有其他功能类型，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |

###### 器件控制寄存器（偏移08h）

[设备控制寄存器](#_bookmark163)控制PCI Express设备特定参数。[图7-25](#_bookmark164)详细说明了[器件控制寄存器](#_bookmark163)中寄存器字段的分配;[表7-20](#_bookmark165)提供了相应的位定义。

可更正的错误报告启用非致命错误报告启用致命错误报告启用

15 14 12 11 10 9 8 7 5 4 3 2 1 0

不支持的请求报告启用启用宽松排序Max\_Payload\_Size

扩展标记字段使能幻象功能使能辅助电源PM使能使能无监听Max\_Read\_Request\_Size

网桥配置启用/启动功能级别复位

图7-25设备控制寄存器

表7-20设备控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***可纠正错误报告启用***- 此位与其他位一起控制[ERR\_COR](#_bookmark58)消息的发送（有关详细信息，请参见[第6.2.5节](#_bookmark110)、[第6.2.6节](#_bookmark0)和[6.2.10.2节](#_bookmark97)对于[多功能设备](#_bookmark115)，该位从各个功能的角度控制每个功能的错误报告  对于根端口，可纠正错误的报告在根端口内部未生成外部[ERR\_COR](#_bookmark58)消息  不与根复合事件收集器相关联的[RCiEP](#_bookmark103)被允许将该位硬连线到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 1 | ***非致命错误报告启用***- 此位与其他位一起控制发送  [ERR\_NONFATAL](#_bookmark73)消息（详见[第6.2.5节](#_bookmark110)和[第6.2.6节](#_bookmark0)）。对于[多功能设备](#_bookmark115)，该位从各个功能的角度控制每个功能的错误报告。  对于根端口，非致命错误的报告是根端口内部的不生成外部[ERR\_NONFATAL](#_bookmark73)消息  不与根复合事件收集器相关联的RCiEP被允许将该位硬连线到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 2 | ***致命错误报告启用***-此位与其他位一起控制[ERR\_FATAL](#_bookmark79)消息的发送（详情请参见[第6.2.5](#_bookmark110)和[第6.2.6](#_bookmark0)）。对于[多功能设备](#_bookmark115)，该位从各个功能的角度控制每个功能的错误报告  对于根端口，致命错误的报告是根端口内部的没有生成外部[ERR\_FATAL](#_bookmark79)消息  不与根复合事件收集器相关联的[RCiEP](#_bookmark103)被允许将该位硬连线到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 3 | ***不支持的请求报告启用***- 此位与其他位一起，通过发送错误消息控制不支持的请求错误的信令（有关详细信息，请参见[第6.2.5节](#_bookmark110)和[第6.2.6节](#_bookmark0)对于[多功能设备](#_bookmark115)，该位控制每个功能的错误报告，  从各自的功能来看。  不与根复合事件收集器相关联的RCiEP被允许将该位硬连线到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 4 | ***启用宽松排序***- 如果此位被设置，则允许函数在其发起的不需要强写入排序的事务的属性字段中设置[宽松排序](#_bookmark4)位（参见[第2.2.6.4](#_bookmark4)节和[第2.4节](#_bookmark22)）。  如果一个函数从未在它作为一个排序器启动的事务中设置[Relaxed Ordering](#_bookmark4)属性，则它被允许将此位硬连接到0b  未硬连线至0b时，该位的默认值为1b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 七点五 | ***Max\_Payload\_Size***-此字段设置函数的最大TLP有效负载大小。作为接收器，函数必须处理与设置值一样大的TLP作为发射机，该功能不得产生超过设定值的TTP。可编程的允许值由  [设备功能寄存器](#_bookmark154)中的[Max\_Payload\_Size Supported](#_bookmark157)字段（参见[7.5.3.3部分](#_bookmark154)）。此字段的定义编码为：  **000b** 128 bytes max payload size  **001b** 256 bytes最大有效负载大小 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **010 b** 512 bytes max payload size**011 b**  1024 bytes max payload size**100 b**  2048 bytes max payload size**101 b**  4096 bytes max payload size**110 b** 保留  **111b** 保留  仅支持128字节最大有效负载大小的函数允许将此字段硬连接到000b。系统软件不需要为该字段的所有功能编程相同的值，  [多功能设备](#_bookmark115)。有关重要指南，请参见[第2.2.2节](#_bookmark27)  对于[ARI设备](#_bookmark63)，[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)仅由功能0中的设置确定其他功能中的设置始终返回软件为每个功能编程的任何值，但组件会忽略其他设置。  此字段的默认值为000b。 |  |
| 8 | ***扩展标记字段使能***- 该位与[10位标记字段使能](#_bookmark253)位一起使用，  [设备控制2寄存器](#_bookmark250)，决定允许一个编码器使用多少个标签字段位  当[10位标记转换器使能](#_bookmark253)位为清除时，以下情况适用如果[扩展标记字段使能](#_bookmark168)位被置位，则允许该功能使用8位标记字段作为标记符。如果该位为清除，则功能限于5位标记字段。  有关[10位标记清除器使能](#_bookmark253)位被设置时所需的行为，请参见[2.2.6.2节](#_bookmark44)  如果软件更改[扩展标记字段使能](#_bookmark168)位的值，而功能具有未完成的非发布请求，则结果未定义。  不实现此功能的函数将此位硬连接到0b。此位的默认值与具体实现 | [RW](#_bookmark57) |
| 9 | ***幻象功能使能***- 该位与[10位标签转换器使能](#_bookmark253)位一起使用，  [设备控制2寄存器](#_bookmark250)，确定允许一个调度器生成多少未处理的未发布请求有关完整详细信息，请参见[2.2.6.2部分](#_bookmark44)  设置时，此位使函数能够使用未声明的函数作为幻影函数，以扩展未完成事务标识符的数量。如果该位为清除，则不允许该功能使用幻象功能。  当函数有未完成的非发布请求时，软件不应更改此位的值;否则，结果未定义。  不实现此功能的函数将此位硬连接到0b。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 10 | ***辅助电源PM使能***-设置此位时，使能一个功能，以独立于PME辅助电源获取辅助电源。在传统操作系统上需要辅助电源的功能应继续指示PME辅助电源要求。根据Aux\_Current中的请求分配辅助电源 电源管理功能寄存器（PMC）的PME\_En字段，独立于电源管理控制/状态寄存器（PMCSR）中的[PME\_En](#_bookmark140)位（参见[第5章](#_bookmark5)）。对于[多功能设备](#_bookmark115)，如果至少有一个功能设置了此位，则允许组件获取辅助电源  注：当辅助电源可用时，消耗辅助电源的功能必须保留此粘性寄存器的值在此类功能中，此位不被常规复位修改  不实现此功能的函数将此位硬连接到0b。 | [RWS](#_bookmark2) |
| 11 | ***Enable No Snoop-如果设置了该位，则允许函数在其发起的不需要硬件强制缓存一致性的事务的缓存属性中设置No Snoop位（参见*** | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | [部分2.2.6.5](#_bookmark81)）。请注意，将此位设置为1b不应导致函数在其启动的所有事务上设置[No Snoop](#_bookmark80)属性即使该位被置位，函数也只能在能够保证事务的地址不存储在系统中的任何缓存中时才允许对事务设置[No Snoop](#_bookmark80)属性  如果一个函数在它启动的事务中永远不会设置[No Snoop](#_bookmark80)属性，则允许将此位硬连接到0b  该位的默认值为1b。 |  |
| 十四点十二分 | ***Max\_Read\_Request\_Size***-此字段设置函数的最大读取请求大小。函数不能生成大小超过设置值的读请求此字段的定义编码为：  **000b** 128字节最大读请求大小**001b** 256字节最大读请求大小**010b** 512字节最大读请求大小**011b** 1024字节最大读请求大小**100b** 2048字节最大读请求大小**101b** 4096字节最大读请求大小**110b** 保留  **111b** 保留  不生成大于128字节的读请求的函数和不代表它们自己生成读请求的函数被允许将该字段实现为只读（[RO](#_bookmark56)），值为000b。  此字段的默认值为010b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 15 | ***网桥配置启用/启动功能级复位***- 此位根据功能类型具有不同的   * PCI Express到PCI/PCI-X桥接器：   ***桥接器配置请求启用***-设置时，此位使PCI Express到PCI/PCI-X桥接器返回配置请求状态（CRS），以响应针对桥接器下设备的有关详细信息，请参阅[[PCIe到PCI-PCI-X-Bridge](#_bookmark104)]  该位的默认值为0b。   * [功能级复位功能](#_bookmark162)设置为1b的端点   ***启动功能级复位***- 写入1b将启动功能级复位。软件从此位读取的值始终为0b。   * 所有其他人：   **保留**-必须将位硬连线到0 b。 | PCI  PCI/PCI-X  桥梁：  [RW](#_bookmark57)  FLR  能力终点：  [RW](#_bookmark57)  所有其他人：  [RsvdP](#_bookmark38) |

执行说明

软件UR报告与1.0a设备的兼容性

对于1.0a设备功能143，如果设置了[不支持的请求报告启用](#_bookmark166)位，则当检测到UR错误时，功能作为完成程序运行时将发送无法纠正的错误消息（如果启用）。在无法纠正的错误消息作为系统错误处理的平台上，这将中断PC兼容的配置空间探测，因此此类平台上的软件/固件可能需要避免将

[不支持的请求报告启用](#_bookmark166)位。

在设备功能实现[基于角色的错误报告](#_bookmark159)的情况下，设置[不支持的请求报告启用](#_bookmark166)位将不会干扰PC兼容的配置空间探测，假设UR的严重性保留在其默认值非致命。但是，设置[不支持的请求报告启用](#_bookmark166)位将使该功能能够报告使用已发布请求检测到的UR错误144，有助于避免这种潜在的静默数据损坏情况

在需要强大的错误处理和PC兼容的配置空间探测的平台上，建议软件或固件为[基于角色的错误报告](#_bookmark159)功能设置[不支持的请求报告启用](#_bookmark166)位软件或固件可以通过检查[设备功能寄存器](#_bookmark154)中的[基于角色的错误报告](#_bookmark159)位来区分这两类功能。

1. 在这种情况下，
2. 对于[基于角色的错误报告](#_bookmark159)设备，设置[命令寄存器](#_bookmark16)中的[SERR#Enable](#_bookmark111)位也会隐式启用UR报告。

# 执行说明

使用Max\_Payload\_Size

[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)机制允许软件控制端点发送的数据包中的最大有效负载，以平衡延迟与带宽之间的权衡，特别是对于异构流量。

如果软件选择将各个系统元素的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)编程为非默认值，则必须小心确保每个数据包不超过数据包路径上任何系统元素的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)参数否则，数据包将被[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)参数太小的系统元素拒绝

用于配置[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)以满足此要求的特定算法的讨论超出了本规范的范围，但软件应将其算法基于以下因素

* + 层次结构中每个系统元素的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)能力
  + 通过热插拔操作添加或删除系统元素时的感知
  + 知道哪些系统元素相互发送数据包，承载什么类型的流量，使用什么类型的事务，或者数据包大小是否受到其他机制的约束

对于配置系统元素以准备运行传统操作系统环境的固件的情况，固件可能需要避免将[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)编程为高于默认值128字节，这是端点支持的最小

例如，如果操作系统环境不包含PCI Express，则固件可能不应该为支持热插拔操作的层次结构编程非默认的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)否则，如果在添加新元素时没有软件来管理[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)设置，则可能会导致不正确的操作注意，新添加的元素甚至可能不支持与层次结构的其余部分一样大的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)设置，在这种情况下，软件可能需要拒绝启用新元素或减小

其他元素的[Max\_Payload\_Size](#_bookmark167)

执行说明

使用Max\_Read\_Request\_Size

[Max\_Read\_Request\_Size](#_bookmark170)机制允许改进对服务质量（QoS）对于目标应用程序很重要的系统中的带宽分配的控制例如，当一些仲裁器使用比其他仲裁器大得多的大小时，基于计数请求（而不是那些请求的大小）的仲裁方案提供不精确的带宽分配[Max\_Read\_Request\_Size](#_bookmark170)机制可用于通过限制读取请求的上限大小来强制更均匀的带宽分配

* + - 1. 器件状态寄存器（偏移0Ah）

设备[状态寄存器](#_bookmark171)提供有关PCI Express设备（功能）特定参数的信息[图7-26](#_bookmark172)详细说明了[设备状态寄存器](#_bookmark171)中寄存器字段的分配;[表7-21](#_bookmark173)提供了相应的位定义。

检测到可纠正错误检测到非致命错误检测到致命错误

15

7 6 5 4 3 2 1 0

RsvdZ

检测到不支持的请求AUX检测到的事务处理挂起

检测到紧急断电

图7-26设备状态寄存器

表7-21设备状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***检测到可纠正***- 此位表示检测到的可纠正错误的状态无论[设备控制寄存器](#_bookmark163)中是否启用错误报告，错误都会记录在此寄存器中。用于  [多功能设备](#_bookmark115)，每个功能指示由相应功能感知的错误状态  对于支持高级错误处理的函数，无论可纠正错误掩码寄存器的设置如何，错误都会记录在此寄存器  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 1 | ***检测到非致命错误***- 此位表示检测到非致命错误的状态无论[设备控制寄存器](#_bookmark163)中是否启用错误报告，错误都会记录在此寄存器中。用于  [多功能设备](#_bookmark115)，每个功能指示由相应功能感知的错误状态  对于支持高级错误处理的函数，无论不可纠正错误屏蔽寄存器的设置如何，错误都会记录在此寄存器  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 2 | ***检测到致命错误***- 此位表示检测到致命错误的状态无论[设备控制寄存器](#_bookmark163)中是否启用错误报告，错误都会记录在此寄存器中。用于  [多功能设备](#_bookmark115)，每个功能指示由相应功能感知的错误状态  对于支持高级错误处理的函数，无论不可纠正错误掩码寄存器的设置如何，错误都会记录在此寄存器  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 3 | ***检测到不支持的请求-此位表示功能收到不支持的请求。***无论[设备控制寄存器](#_bookmark163)中是否启用错误报告，错误都会记录在此寄存器中。对于[多功能设备](#_bookmark115)，每个功能指示由相应功能感知的错误状态  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 4 | ***检测到辅助***电源-如果功能检测到辅助电源，则需要辅助电源的功能将此位报告为设置 | [RO](#_bookmark56) |
| 5 | ***待处理交易***- | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 终点：  设置时，此位表示该功能已发出尚未完成的未发布请求只有当所有未完成的未发布请求都已完成或已被完成验证机制终止时，功能才会报告此位已清除完成FLR后，该位也必须清0  根端口和交换机端口：  设置时，此位表示端口已代表自己发出未完成的非发布请求（使用端口只有当所有这些未完成的非发布请求都已完成或已被完成队列机制终止时，端口才会报告此位已清除请注意，仅实现本文档所需功能的根端口和交换机端口不会代表自己发出非发布请求，因此不受此情况的影响根端口和交换机端口不代表自己发出非发布请求，将此位硬连接到0b。 |  |
| 6 | ***检测到紧急功率降低***-当功能处于[紧急功率降低状态](#_bookmark47)时，该位置1。当出现任何可能导致进入[紧急功率降低状态](#_bookmark47)的条件时，该功能将保持在[紧急功率降低状态](#_bookmark47)，写入该位无效。更多详情见[第6.25](#_bookmark48)  与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)必须在所有支持的功能中设置此位  [紧急断电状态](#_bookmark47)。  如果支持[紧急功率降低](#_bookmark248)字段为00 b，则该位为[RsvdZ](#_bookmark49)（参见[7.5.3.15部分](#_bookmark241)）。此位是与上游端口无关的函数中的[RsvdZ](#_bookmark49)  默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |

* + - 1. 链路能力寄存器（偏移0Ch）

链路[功能寄存器](#_bookmark174)标识PCI Express链路特定功能。[图7-27](#_bookmark175)详细说明了[链路能力寄存器](#_bookmark174)中寄存器字段的分配;[表7-22](#_bookmark176)提供了相应的位定义。

最大链路速度最大链路宽度ASPM支持

31

24 23 22 21 20 19 18 17 15 14 12 11 10 9

4 3

0

端口号

L0s退出延迟L1退出延迟

时钟电源管理

意外停机错误报告功能

数据链路层链路主动报告功能链路带宽通知功能

ASPM选项合规性RsvdP

图7-27链路能力寄存器

表7-22链路能力寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***最大链路速度***- 此字段指示相关端口的最大链路速度  编码值指定[支持的链路速度向量](#_bookmark257)（在[链路功能2寄存器](#_bookmark255)中）中对应于最大链路速度的位位置  定义的编码为：  **0001b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位0**0010b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位1**0011b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位2**0100b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位3**0101b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位4**0110b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位5**0111b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位6所有其他编码都被保留。  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 九点四分 | ***最大链路宽度***-此字段指示组件实现的最大链路宽度（xN -对应于N个通道）。允许此值超过路由到插槽（下游端口）、适配器连接器（上游端口）的通道数，或者在组件到组件连接的情况下，超过实际有线连接宽度。  定义的编码为：  **00 0001b** x1  **00 0010 b** x2  **00 0100 b** x4  **00 1000b** x8  **00 1100 b** x12  **01 0000 b** x16  **10 0000 b** x32  所有其他编码均保留。  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 十一点十分 | ***ASPM支持***/***活动状态电源管理支持***-此字段指示给定PCI Express链路上支持的ASPM级别。有关ASPM支持要求，请参见[第5.4.1节](#_bookmark90)  定义的编码为：  **00b** 无ASPM支持  **01b** 支持的L0  **10b** L1支持  支持**11b** L0和L1  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 十四点十二分 | ***L0 s退出延迟***-此字段指示给定PCI Express链路的[L0 s](#_bookmark105)退出延迟。报告的值指示此端口完成从[L0](#_bookmark105)到L0的转换所需的时间长度如果[L0s](#_bookmark105)不是 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 如果不支持，则该值未定义;但是，请参见第www.example.com节中的实施说明[5.4.1.1](#_bookmark28)  定义的编码为：  **000b** 小于64 ns  **001b** 64 ns小于128 ns**010b**  128 ns小于256 ns**011b**  256 ns小于512 ns**100b**  512 ns小于1 μs  **101b** 1 μs至小于2 μs  **110b** 2 μs-4 μs  **111b** 大于4 μs  请注意，退出延迟可能会受到PCI Express参考时钟配置的影响，具体取决于组件使用的是公共参考时钟还是单独的参考时钟。  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 |  |
| 十七点十五分 | ***L1退出延迟***-此字段指示给定PCI Express链路的L1退出延迟。报告的值指示此端口完成从ASPM L1到L0的转换所需的时间长度如果不支持ASPML1，则该值未定义。  定义的编码为：  小于1μs  **001b** 1 μs至小于2 μs  **010b** 2 μs至小于4 μs  **011b** 4 μs至小于8 μs  **100 b** 8 μs至小于16 μs  **101b** 16 μs至小于32 μs  **110b** 32 μs-64 μs  **111b** 大于64 μs  请注意，退出延迟可能会受到PCI Express参考时钟配置的影响，具体取决于组件使用的是公共参考时钟还是单独的参考时钟。  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 18 | ***时钟电源管理***- 对于上游端口，此位中的值为1b表示当链路处于L1和L2/L3就绪链路状态时，组件允许通过“时钟请求”（CLK #）机制删除任何参考时钟值为0b表示该组件不具备此功能，并且在这些链路状态下不得删除参考时钟  L1 PM Substates定义了CLKSTATE #信号的其他语义，这些语义独立于  [时钟电源管理](#_bookmark180)。  此功能仅适用于支持“时钟请求”（CLK #）功能的外形规格  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，每个功能独立地指示其能力。如果[多功能设备](#_bookmark115)的所有功能在该位中指示1b，则电源管理配置软件必须仅允许参考时钟移除对于[ARI设备](#_bookmark63)，所有功能必须在此位中指示相同的值  对于下游端口，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 19 | ***意外停机错误报告功能***- 对于下游端口，如果组件支持检测和报告意外停机错误条件的可选功能，则必须设置此位  对于不支持此可选功能的上游端口和组件，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 20 | ***数据链路层链路活动报告功能***- 对于下游端口，如果组件支持报告数据链路控制和管理状态机的DL\_Active状态的可选功能，则此位必须硬连线至1b对于支持热插拔的下游端口（如  [插槽能力寄存器](#_bookmark200)的[热插拔能力](#_bookmark209)位）或支持链路速度大于5.0 GT/s的下游端口，此位必须硬连线至1b。  对于不支持此可选功能的上游端口和组件，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 21 | ***链路带宽通知功能***-值为1b表示支持链路带宽通知状态和中断机制。支持比x1更宽的链路和/或多个链路速度的所有根端口和交换机下游端口都需要此功能  此字段不适用，保留用于端点、PCI Express到PCI/PCI-X网桥和交换机的上游端口。  不实现[链路带宽通知功能](#_bookmark182)的功能必须将此位硬连接至0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 22 | ***ASPM可选性合规性***- 在所有功能中，此位必须设置为1b根据本规范的某些早期版本实现的组件将此位设置为0b。  允许软件使用此位的值来帮助确定是否启用ASPM或是否运行ASPM符合性测试。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 三十一点二十四分 | ***端口号***- 此字段指示给定PCI Express链接的PCI Express端口号  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [HwInit](#_bookmark36) |

执行说明

ASPM可选性合规位的使用

ASPM的正确实现和使用可以显著降低链路功耗。然而，ASPM功能实现可能很复杂，并且历史上，一些实现并不符合规范。为了解决这个问题，本文档早期版本中的一些ASPM选项和ASPM进入要求但是，ASPM功能的明确通过/失败符合性测试也是支持和期望的。

[ASPM Optionality Compliance](#_bookmark183)位是作为一种工具创建的，用于建立对硬件和软件的明确期望。设置此位表示符合当前规范的硬件，并且在符合此规范的组件中必须设置此位

系统软件以及兼容性软件可以假定，如果该位为“1”，则相关硬件符合当前规范。硬件应该完全能够支持ASPM配置管理，而不需要系统软件进行特定于组件的处理

对于没有设置此位的旧硬件，强烈建议系统软件提供机制，以便在与ASPM正常工作的组件上启用ASPM，并在不正常工作的组件上禁用ASPM

* + - 1. 链路控制寄存器（偏移10h）

[链路控制寄存器](#_bookmark184)控制PCI Express链路特定参数。[图7-28](#_bookmark185)详细说明了[链路控制寄存器](#_bookmark184)中寄存器字段的分配;[表7-23](#_bookmark186)提供了相应的位定义。

ASPM控制响应

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

读取完成边界链接禁用

重新训练链接

通用时钟配置扩展同步

使能时钟电源管理硬件自主宽度禁用

链路带宽管理<$启用链路自治带宽<$启用RsvdP

DRS信令控制

图7-28链路控制寄存器

表7-23链路控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 一比零 | ***ASPM控制***/***活动状态电源管理控制***-此字段控制给定PCI Express链路上启用的ASPM级别有关何时以及如何启用ASPM的要求，请参见[5.4.1.3部分](#_bookmark4)  定义的编码为：  **00b** 禁用  **01b** L0s条目已启用  **10b** L1条目已启用  **11b** L0和L1条目已启用  注：如果支持[L0s](#_bookmark105)，则接收器必须能够输入[L0s](#_bookmark105)，即使发射器被禁止输入[L0s](#_bookmark105)（00b或10b）。  ASPM L1必须在链路上的上游组件中由软件启用，然后才能在该链路上的下游组件中启用ASPM L1禁用ASPM L1时，软件必须先禁用链路上下游组件中的ASPM L1，然后才能禁用该链路上上游组件中的ASPM L1如果链路上的两个组件都支持ASPM L1，则必须仅在下游组件上启用ASPM L1。 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 对于[多功能设备](#_bookmark115)（包括[ARI设备](#_bookmark63)），建议软件在所有功能中为该字段编程相同的值对于非ARI[多功能设备](#_bookmark115)，只有在所有功能中启用的功能才能为整个组件启用。  对于[ARI设备](#_bookmark63)，[ASPM控制](#_bookmark187)仅由功能0中的设置确定，而不考虑功能0其他功能中的设置始终返回软件为每个功能编程的任何值，但组件会忽略其他设置。  此字段的默认值为00b，除非特定外形规格另有要求 |  |
| 3 | ***读完成边界***（***RCB***）-字段在根端口、端点和网桥中有意义当有意义时，定义的编码是：  **0b** 64字节  **1b** 128字节  **根端口：**[RCB](#_bookmark188)包含根端口的[RCB](#_bookmark188)值有关参数[RCB](#_bookmark188)的定义，请参阅[第2.3.1.1](#_bookmark98)。  此位是根端口的硬连线，并返回其[RCB](#_bookmark188)支持功能。  **端点**[读取完成边界](#_bookmark188)（[RCB](#_bookmark188)）-可选，由配置软件设置，以指示端点或网桥上游的根端口的[RCB](#_bookmark188)值有关参数[RCB](#_bookmark188)的定义，请参阅[第桥梁部分](#_bookmark98)**：**[2.3.1.1](#_bookmark98)。  如果端点或网桥的根端口上游报告128字节的[RCB](#_bookmark188)值（[读取完成边界](#_bookmark188)位中的值为1b），则配置软件必须仅设置此位  该位的默认值为0b。  不实现此功能的函数必须将位硬连接到0b。  **开关** 不适用-必须将钻头硬接线至0 b  连接埠： | 根端口：  [RO](#_bookmark56)  端点和网桥：  [RW](#_bookmark57)  交换机端口：  [RO](#_bookmark56) |
| 4 | ***Link Disable（***链路禁用）-该位设置时，通过将LTSSM引导至Disabled（禁用）状态来禁用链路;该位在端点、PCI Express至PCI/PCI-X网桥和交换机的上游端口上保留  无论实际链路状态如何，对此位的写入都会立即反映在从该位读取的值  清除此位后，软件必须遵守[第6.6.1](#_bookmark23)中定义的常规复位后第一次配置读取的时序要求  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 5 | ***重新训练链路***- 向该位写入1b时，通过将物理层LTSSM引导至恢复状态来启动链路重新训练如果LTSSM已处于Recovery或Configuration中，则允许但不要求重新进入Recovery。如果端口在DPC中，当向该位写入1b时，结果未定义。读取此位始终返回0b。  允许将1b写入该位，同时将修改值写入该寄存器的其他字段如果LTSSM尚未处于恢复或配置状态，则产生的链路训练必须使用修改后的值。如果LTSSM已处于恢复或配置状态，则不需要修改值来影响已在进行的链路训练  此位不适用，保留用于端点、PCI Express到PCI/PCI-X网桥和交换机的上游端口。  读取时，该位始终返回0 b | [RW](#_bookmark57) |
| 6 | ***公共时钟配置***- 设置时，此位表示此器件和此链路另一端的器件采用分布式公共参考时钟工作 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 值为0b表示此器件和此链路另一端的器件采用异步参考时钟工作。  对于非ARI[多功能器件](#_bookmark115)，软件必须在所有功能中为该位编程相同的值。如果不是所有的功能都被设置，则组件必须作为一个整体假设其参考时钟与上游组件不同  对于[ARI设备](#_bookmark63)，[公共时钟配置](#_bookmark190)仅由功能0中的设置决定其他功能中的设置始终返回软件为每个功能编程的任何值，但组件会忽略其他设置。  组件利用该[公共时钟配置](#_bookmark190)信息来报告正确的[L0](#_bookmark105)和L1出口延迟。  在链路上的两个组件中更改此位的值后，软件必须通过向下游端口的[重新训练链路](#_bookmark189)位写入1b来触发链路重新训练  该位的默认值为0b。 |  |
| 7 | ***扩展同步***- 设置时，此位在退出[L0 s](#_bookmark105)状态（参见[第4.2.4.6](#_bookmark74)）和恢复状态（参见[第4.2.6.4.1](#_bookmark99)）时强制传输其他有序集此模式提供外部设备（例如，逻辑分析器）监视链路时间，以在链路进入L0状态并恢复通信之前实现位和符号锁定  对于[多功能设备](#_bookmark115)，如果任何功能都设置了此位，则组件必须在退出[L0](#_bookmark105)或恢复时传输其他有序集  此位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 8 | ***启用时钟电源管理***- 仅适用于上游端口，并且外形规格支持“时钟请求”（CLKREQ#）机制，此位的  **0b** 时钟电源管理被禁用，器件必须保持CLKCLK #信号低电平。  **1b** 当此位置1时，允许器件根据适当外形规格中定义的协议，使用CLK #信号来管理链路时钟  对于非ARI[多功能设备](#_bookmark115)，如果[多功能设备](#_bookmark115)的所有功能在[时钟电源管理](#_bookmark180)位中指示1b，则电源管理配置软件必须仅设置此位。  [链路能力寄存器](#_bookmark174)。仅当此位为所有功能设置时，才允许组件使用CLKCLK #信号来管理链路时钟  对于[ARI设备](#_bookmark63)，[时钟电源管理](#_bookmark180)仅通过功能0中的设置启用其他功能中的设置始终返回软件为每个功能编程的任何值，但组件会忽略其他设置。  CLKCLK #信号也可以通过L1 PM Substates机制来控制这种控制不受此位设置的  不支持时钟电源管理的下游端口和组件（如[链路功能寄存器](#_bookmark174)的[时钟电源管理](#_bookmark180)位中的0b值所示）必须将此位硬连接至0b。  此位的默认值为0b，除非外形规格另有规定 | [RW](#_bookmark57) |
| 9 | ***硬件自主宽度禁用***- 设置时，此位禁止硬件更改链路宽度，原因不是试图通过减少链路宽度来纠正不可靠的链路操作  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RW](#_bookmark57)类型，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)类型。  不实现自主改变链路宽度能力的组件允许将此位硬连线到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 10 | ***链路带宽管理中断使能***- 设置时，该位使能中断的生成，以指示[链路带宽管理状态](#_bookmark199)位已设置。  此位不适用，保留用于端点、PCI接口到PCI/PCI-X桥接器和交换机的上游端口。  不实现[链路带宽通知功能](#_bookmark182)的功能必须将此位硬连接至0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 11 | ***链路自主带宽中断使能***- 设置时，此位使能中断的生成，以指示链路自主带宽状态位已设置。  此位不适用，保留用于端点、PCI接口到PCI/PCI-X桥接器和交换机的上游端口。  不实现[链路带宽通知功能](#_bookmark182)的功能必须将此位硬连接至0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 十五点十四分 | ***DRS信令控制***- 指示用于报告DRS消息接收的机制必须对[链路功能2寄存器](#_bookmark255)中设置了[DRS支持](#_bookmark262)位的下游端口实施。编码为：  **00b** DRS未报告：如果[设置了DRS受](#_bookmark262)，则接收DRS消息将在[链路状态2寄存器](#_bookmark268)中设置[DRS消息](#_bookmark272)已[接收](#_bookmark272)，否则将不起作用  **01 b** DRS中断已启用：如果[链路状态2寄存器](#_bookmark268)中的[DRS消息接收](#_bookmark272)位从0转换为1，并且MSI或MSI-X已启用，则使用[DRS消息编号](#_bookmark153)中的向量生成MSI或MSI-X中断（[第7.5.3.2](#_bookmark149)）  **10b** DRS到FRS信令已启用：如果[链路状态2寄存器](#_bookmark268)中的[DRS消息接收](#_bookmark272)位从0转换为1，则端口必须向上游发送FRS消息，并将FRS原因字段设置为[DRS消息已接收](#_bookmark272)。  如果此字段设置为10b，并且[设备功能2寄存器](#_bookmark241)中的[FRS支持](#_bookmark249)位为清除，则行为未定义  如果此字段设置为11b，则行为未定义  [链路功能2寄存器](#_bookmark255)中[DRS支持](#_bookmark262)位为清除的下游端口必须将此字段硬连接到00b。  此字段保留用于上游端口。此字段的默认值为00b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |

执行说明

与ARI器械的

使用[ASPM控制](#_bookmark187)字段、[公共时钟配置](#_bookmark190)位和[启用时钟电源管理](#_bookmark191)位，

[链路控制寄存器](#_bookmark184)，[ARI设备](#_bookmark63)存在潜在的软件兼容性问题，因为这些控制严格地在功能0中的设置而不是所有功能中的设置

使用兼容软件，[公共时钟配置](#_bookmark190)位应该没有问题，因为需要软件在所有功能中将此位设置为相同

使用[使能时钟电源管理](#_bookmark191)位，在所有功能中将此位设置为相同的软件不应存在兼容性问题但是，如果软件在所有功能中未将此位设置为相同，并且依赖于每个功能具有阻止启用[时钟电源管理](#_bookmark180)的能力，则此类软件可能存在与[ARI设备](#_bookmark63)的兼容性问题。

使用[ASPM控制](#_bookmark187)字段，在所有功能中将此位设置为相同的软件不应存在兼容性问题然而，如果软件没有在所有函数中将此位设置为相同，并且依赖于[D0](#_bookmark33)状态下的每个函数能够阻止ASPM被启用，则此类软件可能存在兼容性问题

[ARI设备](#_bookmark63)。

# 执行说明

使用重新训练链接位时避免竞争条件

当软件更改链路控制参数并将1b写入[重新训练链路](#_bookmark189)位以使用新参数设置启动链路训练时，需要特别注意以避免某些竞争条件。在任何时刻，由于正常的链路活动，LTSSM都可能在没有软件感知的情况下转换到恢复或配置状态。如果软件将更新后的参数写入[链路控制寄存器](#_bookmark184)以及将1b写入[重新训练链路](#_bookmark189)位时LTSSM已处于恢复或配置状态，则LTSSM可能不会将更新后的参数设置与当前链路训练一起使用，并且当前链路训练可能无法实现软件预期的结果。

为了避免这种潜在的竞争条件，强烈建议软件使用以下算法或类似的算法：

* + - * 1. 软件将相关链路控制参数设置为所需设置，而无需将1b写入

[重新训练链接](#_bookmark189)位。

* + - * 1. 软件轮询[链路状态寄存器](#_bookmark192)中的[链路训练](#_bookmark196)位，直到返回的值为0b。
        2. 软件将1b写入[重新训练链路](#_bookmark189)位，而不更改[链路控制寄存器](#_bookmark184)中的任何其他字段。

上述算法保证链路训练将基于软件预期的链路控制

# 执行说明

使用时隙时钟配置和公共时钟配置位

为了确定与连接器交叉的链路两端的组件的常用时钟配置，需要两条信息以下描述定义了这些要求。

第一个必要的信息是连接到插槽的端口是否使用具有公共源的时钟，因此与插槽上提供的时钟信号具有恒定的该信息由系统侧组件通过其[链路状态寄存器](#_bookmark192)中的硬件初始化位（[时隙时钟配置](#_bookmark197)）提供。请注意，某些机电外形规格可能要求连接到插槽的端口使用与插槽上提供的时钟信号具有公共源的时钟

第二个必要的信息是适配器上的组件是使用插槽上提供的时钟适配器设计和布局将决定组件是否连接到插槽提供的时钟源进入这个适配器的组件应该有一些硬件初始化的方法，以供适配器设计者/设计者指示用于这个特定适配器设计的配置此信息由上游端口中每个功能的[链路状态寄存器](#_bookmark192)中的位12（[时隙时钟配置](#_bookmark197)）报告请注意，某些机电外形规格可能要求适配器上的端口使用连接器上提供的时钟信号

系统固件或软件将从物理链路两端的组件读取此值。如果两个组件都报告使用公共时钟连接，则此固件/软件将在连接到链路的两个组件上将[链路控制寄存器](#_bookmark184)的位6（[公共时钟配置](#_bookmark190)）每个组件使用此位来确定退出[L0](#_bookmark105)时将其接收器重新同步到相对组件的发送器所需的时间长度。

该值在[链路能力寄存器](#_bookmark174)（偏移0 Ch）的位12-14中被报告为时间值，并且作为初始化过程的一部分作为N\_FTS被发送到相对发射机在没有公共时钟的情况下，组件将预期需要长得多的同步时间，并且因此将在[链路能力寄存器](#_bookmark174)的位12-14中报告更长的[L0退出延迟](#_bookmark179)，并且将在训练期间发送更大的N\_FTS数这强制要求，无论软件如何更改此位，都应强制链路重新训练，以便为链路两端的接收器设置正确的N-FTS

* + - 1. 链路状态寄存器（偏移12h）

[链路状态寄存器](#_bookmark192)提供有关PCI Express链路特定参数的信息[图7-29](#_bookmark193)详细说明了[链路状态寄存器](#_bookmark192)中寄存器字段的分配;[表7-24](#_bookmark194)提供了相应的位定义。

当前链接速度协商链接宽度未定义

15 14 13 12 11 10 9

4 3

0

链路训练

时隙时钟配置数据链路层链路活动

链路带宽管理状态链路自主带宽状态

图7-29链路状态寄存器

表7-24链路状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***当前链路速度***- 此字段指示给定PCI Express链路的协商链路速度  编码值指定[支持的链路速度向量](#_bookmark257)（在[链路功能2寄存器](#_bookmark255)中）中与当前链路速度对应的位位置  定义的编码为：  **0001b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位0**0010 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位1**0011 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位2**0100 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位3**0101 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位4**0110 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位5**0111 b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位6所有其他编码都被保留。  当链路未打开时，此字段中的值未定义 | [RO](#_bookmark56) |
| 九点四分 | ***协商链接宽度***- 此字段指示给定PCI Express链接的协商宽度定义的编码为：  **00 0001b** x1  **00 0010 b** x2  **00 0100 b** x4  **00 1000b** x8  **00 1100 b** x12  **01 0000 b** x16  **10 0000 b** x32  所有其他编码均保留。当链路未打开时，此字段中的值未定义 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 10 | ***未定义***- 从该位读取的值未定义。在本规范的早期版本中，此位用于指示链路训练错误。系统软件必须忽略从该位读取的值  允许系统软件向该位写入任何值 | [RO](#_bookmark56) |
| 11 | ***链路训练***- 此只读位表示物理层LTSSM处于配置或恢复状态，或者1b已写入[重新训练链路](#_bookmark189)位，但链路训练尚未开始。当LTSSM退出配置/恢复状态时，硬件清0此位  此位不适用，保留用于端点、PCI Express到PCI/PCI-X网桥和交换机的上游端口，必须硬连线到0 b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 12 | ***插槽时钟配置***- 此位表示组件使用平台在连接器上提供的相同物理参考时钟如果器件使用独立时钟，而不管连接器上是否存在参考时钟，则该位必须清0。  对于[多功能设备](#_bookmark115)，每个功能必须报告该位的相同值 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 13 | ***数据链路层链路激活***-此位表示数据链路控制和管理状态机的状态。它返回1b以指示DL\_Active状态，否则返回0b  如果[数据链路层链路活动报告功能](#_bookmark181)位为1b，则必须执行此位否则，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 14 | ***链路带宽管理状态***- 此位由硬件设置，表示在端口未转换为[DL\_Down](#_bookmark6)状态的情况下发生了以下任一情况   * 向[重新训练链路](#_bookmark189)位写入1b后，链路重新训练已完成   注：此位在任何向[重新训练链路](#_bookmark189)位写入1b后置1，包括链路因其他原因正在重新训练时   * 硬件已更改链路速度或宽度，以尝试通过LTSSM超时或更高级别的进程纠正不可靠的链路操作   如果物理层报告速度或宽度更改是由下游组件发起的，但未指示为自主更改，则必须设置此位  此位不适用，保留用于端点、PCI接口到PCI/PCI-X桥接器和交换机的上游端口  不实现[链路带宽通知功能](#_bookmark182)的功能必须将此位硬连接至0b。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 15 | ***链路自主带宽状态***-此位由硬件设置，表示硬件已自主更改链路速度或宽度，而端口没有通过[DL\_Down](#_bookmark6)状态转换，原因不是试图纠正不可靠的链路操作。  如果物理层报告速度或宽度变化是由下游组件发起的，且被指示为自主变化，则必须设置此位  此位不适用，保留用于端点、PCI接口到PCI/PCI-X桥接器和交换机的上游端口  不实现[链路带宽通知功能](#_bookmark182)的功能必须将此位硬连接至0b。  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |

* + - 1. 插槽能力寄存器（偏移14h）

插槽[功能寄存器](#_bookmark200)标识PCI Express插槽特定的功能。[图7-30](#_bookmark201)详细说明了[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中寄存器字段的分配;[表7-25](#_bookmark202)提供了相应的位定义。

如果此寄存器已实现，但[插槽已实现](#_bookmark152)位为清除，则整个寄存器的字段行为未定义。

注意按钮当前电源控制器当前MRL传感器当前注意指示灯当前电源指示灯当前热插拔惊喜

31

19 18 17 16 15 14

7 6 5 4 3 2 10

物理隙编号

支持热插拔

插槽功率限制值插槽功率限制比例

机电联锁存在无指令完成支持

图7-30插槽容量寄存器

表7-25插槽容量寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***注意按钮存在***- 设置时，此位表示此插槽的注意按钮由机箱电气控制。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 1 | ***电源控制器存在***- 设置时，此位表示已为此插槽/适配器实现软件可编程电源控制器（取决于外形尺寸）。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 2 | ***MRL传感器存在***- 设置时，此位表示机箱上已为此插槽安装了MRL传感器 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 3 | ***注意指示灯存在***- 设置时，此位表示注意指示灯由底盘电气控制 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 4 | ***电源指示灯存在***- 设置时，此位表示此插槽的电源指示灯由机箱电气 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 5 | ***热插拔惊喜***- 设置时，此位表示此插槽中的适配器可能会从系统中删除，而无需事先通知。这是一种特定于外形的功能。此位指示操作系统允许在不影响继续软件操作的情况下进行此类删除  如果[SFI控制寄存器](#_bookmark46)中的[SFI HPS抑制](#_bookmark75)位为清除，[则热插拔意外](#_bookmark208)位的读取将返回[HwInit](#_bookmark36)值。如果[SFI HPS抑制](#_bookmark75)位被设置，则读取返回0b。参见[7.9.23.3章节](#_bookmark46)。 | [HwInit](#_bookmark36)/[RO](#_bookmark56)（参见说明） |
| 6 | ***Hot-Plug Capable***- 设置时，此位表示此插槽能够支持热插拔操作。 | [HwInit](#_bookmark36) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十四点七分 | ***插槽功率限制值***- 与[插槽功率限制比例](#_bookmark211)值结合使用，指定插槽（参见[第6.9](#_bookmark3)）或通过其他方式向适配器提供的功率上限  功率限制（以瓦特为单位）是通过将此字段中的值乘以[时隙功率限制比例](#_bookmark211)字段中的值来计算的，但当[时隙功率限制比例](#_bookmark211)字段等于00b（1.0x）且[时隙功率限制值](#_bookmark210)超过EFh时，则使用以下替代编码  **F0h** 250 W插槽功率限制  **F1h** 275 W插槽功率限制  **F2h** 300 W插槽功率限制  **F3h至FFh**保留用于超过300 W的[插槽功率限制值](#_bookmark210)  如果[插槽已实现](#_bookmark152)位被设置，则必须实现此寄存器  写入此寄存器也会导致端口发送[Set\_Slot\_Power\_Limit消息](#_bookmark46)。硬件/固件初始化之前的默认值为0000 0000 b。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 十六点十五分 | ***时隙功率限制比例***- 指定用于[时隙功率限制值](#_bookmark210)的比例（参见[第6.9](#_bookmark3)）。数值范围  **00b** 1.0x  **01b** 0.1x  **10b** 0.01x  **11b** 0.001x  如果[插槽已实现](#_bookmark152)位被设置，则必须实现此寄存器  写入此寄存器也会导致端口发送[Set\_Slot\_Power\_Limit消息](#_bookmark46)。硬件/固件初始化之前的默认值为00 b。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 17 | ***机电互锁存在***- 设置时，此位表示机箱上已为此插槽实施机电互锁 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 18 | ***无命令完成支持***-设置时，此位表示当热插拔控制器完成发出的命令时，此插槽不生成软件通知只有当热插拔端口能够接受对[插槽控制寄存器](#_bookmark213)所有字段的写入，且连续写入之间无延迟时，才允许设置此位 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 三十一点十九分 | ***Physical Slot Number（***物理插槽号）-此字段指示连接到此端口的物理插槽号此字段必须由硬件初始化为一个值，该值分配机箱内唯一的插槽编号，而不考虑与插槽关联的外形规格对于连接到系统主板上集成的设备或与交换机设备或根端口集成在同一硅片中的设备的端口，此字段必须初始化为零 | [HwInit](#_bookmark36) |

* + - 1. 插槽控制寄存器（偏移18h）

[插槽控制寄存器](#_bookmark213)控制PCI Express插槽特定参数。[图7-31](#_bookmark214)详细说明了[时隙控制寄存器](#_bookmark213)中寄存器字段的分配;[表7-26](#_bookmark215)提供了相应的位定义。

[时隙控制寄存器](#_bookmark213)的[注意指示器控制](#_bookmark216)、[电源指示器控制](#_bookmark217)和[电源控制器控制](#_bookmark218)字段没有定义的默认值。如果实现了这些字段，则系统固件或操作系统软件负责在链路复位后（重新）初始化这些字段

在支持热插拔的下游端口中，对[插槽控制寄存器](#_bookmark213)的写入必须导致生成热插拔命令（有关热插拔命令的详细信息，请参见[6.7.3.2部分](#_bookmark4)对不支持热插拔的下游端口中的[插槽控制寄存器](#_bookmark213)的写入不得导致执行热插拔命令

如果实现了该寄存器，但[插槽实现](#_bookmark152)位为清除，则除[数据链路层状态更改使能](#_bookmark219)位外，整个寄存器的字段行为未定义。

按下注意按钮启用检测到电源故障启用MRL传感器更改启用存在检测更改启用

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

命令完成启用热插拔启用启用

注意指示灯控制电源指示灯控制电源控制器控制

机电联锁控制数据链路层状态改变启用自动插槽功率限制禁用

带内PD禁用响应

图7-31插槽控制寄存器

表7-26时隙控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***按下注意按钮启用***- 当设置为1b时，此位启用按下注意按钮事件的软件通知（参见[第6.7.3](#_bookmark50)）。  如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[注意按钮存在](#_bookmark203)位为0b，则允许该位为只读，值为0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 1 | ***电源故障检测使能***- 设置时，该位使能电源故障事件的软件通知（参见[第6.7.3节](#_bookmark50)）。  如果未实现支持电源故障检测的电源控制器，则允许该位为只读，值为0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 2 | ***MRL传感器更改启用***- 设置时，此位启用MRL传感器更改事件的软件通知（参见[第6.7.3节](#_bookmark50)）。  如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[MRL传感器存在](#_bookmark205)位为清除，则允许该位为只读，值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 该位的默认值为0b。 |  |
| 3 | ***存在检测更改启用***- 设置时，此位启用存在检测更改事件的软件通知（参见[第6.7.3](#_bookmark50)）。  如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[热插拔](#_bookmark209)功能位为0b，则允许该位为只读，值为0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 4 | ***命令完成启用***- 如果支持[命令完成](#_bookmark225)通知（如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[无命令完成支持](#_bookmark212)位为0 b），当设置时，该位在热插拔控制器完成热插拔命令时启用软件通知  如果不支持[命令完成](#_bookmark225)通知，则此位必须硬连线至0b。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 5 | ***热插拔中断使能***- 设置时，此位使能在启用热插拔事件时生成中断  如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[热插拔功能](#_bookmark209)位为清除，则允许该位为只读，值为0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 七点六分 | ***注意力指示器控制***- 如果实施了注意力指示器，则写入此字段会将注意力指示器设置为已写入状态。  该字段的读取必须反映最近写入的值，即使相应的热插拔命令未完成，除非软件在没有等待前一个命令完成的情况下发出写入（如果需要），在这种情况下，读取值未定义。  定义的编码为：  **00b** 保留  **01b** 开启  **10 b** 眨眼  **11b** 关闭  注意：此字段的默认值必须是非保留值之一如果[时隙功能寄存器](#_bookmark200)中的[注意指示](#_bookmark206)器[存在](#_bookmark206)位为0b，则允许该位为只读，值为00b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 九点八分 | ***电源指示灯控制***-如果实现了电源指示灯，写入此字段将电源指示灯设置为已写入状态。该字段的读取必须反映最近写入的值，即使相应的热插拔命令未完成，除非软件在没有等待前一个命令完成的情况下发出写入（如果需要），在这种情况下，读取值未定义。  定义的编码为：  **00b** 保留  **01b** 开启  **10 b** 眨眼  **11b** 关闭  注意：此字段的默认值必须是非保留值之一。如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[电源指示](#_bookmark207)器[存在](#_bookmark207)位为0b，则允许该位为只读，值为00b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 10 | ***电源控制器控制***- 如果实现了电源控制器，写入此位时将根据定义的编码设置插槽的电源状态此位的读取必须反映最近一次写入的值 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 即使相应的热插拔命令没有完成，除非软件在需要时发出写入，而不等待前一个命令完成，在这种情况下，读取值是未定义的。  注意，在某些情况下，功率控制器可以独立于[功率控制器控制](#_bookmark218)设置，基于检测到的故障状况自主地移除时隙功率或不响应  定义的编码为：  **0b** 通电  **1b** 关闭电源  如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[电源控制器存在](#_bookmark204)位为清除，则写入此位无效，且此位的读取值未定义。 |  |
| 11 | ***机电互锁控制***- 如果实施机电互锁，向该位写入1b将导致互锁状态切换。将0b写入此位无效。读取此位始终返回0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 12 | ***数据链路层状态更改启用***- 如果[数据链路层链路活动报告功能](#_bookmark181)为1b，则当[数据链路层链路活动](#_bookmark198)位更改时，此位启用软件通知  如果[数据链路层链路活动报告](#_bookmark181)功能位为0b，则允许该位为只读，值为0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 13 | ***自动插槽功率限制禁用***- 设置时，将禁用自动发送  链路从非DL\_Up状态转换为[DL\_Up](#_bookmark7)状态时的[Set\_Slot\_Power\_Limit消息](#_bookmark46)不支持DPC的下游端口  此位的默认值与具体实现 | [RW](#_bookmark57) |
| 14 | ***带内PD禁用***- 设置时，该位禁用带内存在检测机制，使其不影响[存在检测状态](#_bookmark227)位，允许该位专门报告带外存在检测。  否则，[存在检测状态](#_bookmark227)位反映带内和带外存在检测机制的逻辑或  此外，[带内PD禁用](#_bookmark220)位控制[链路状态2寄存器](#_bookmark268)中[下游组件存在](#_bookmark271)字段的组件存在状态。参见第7.5.3.20节。  如果[带内PD禁用支持](#_bookmark274)位为1b，则必须实现此位否则，此位必须硬连线至0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. 插槽状态寄存器（偏移1Ah）

[插槽状态寄存器](#_bookmark221)提供有关PCI Express插槽特定参数的信息[图7-32](#_bookmark223)详细说明了[插槽状态寄存器](#_bookmark221)中寄存器字段的分配;[表7-27](#_bookmark224)提供了相应的位定义。器件未实现的状态位的寄存器字段具有[RsvdZ](#_bookmark49)属性。

如果实现了该寄存器，但[插槽实现](#_bookmark152)位为清除，则除[数据链路层状态更改](#_bookmark228)位外，整个寄存器的字段行为未定义。

注意按钮按下电源故障检测到MRL传感器更改存在检测更改命令完成MRL传感器状态存在检测状态

15

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

RsvdP

机电联锁状态数据链路层状态已更改

图7-32插槽状态寄存器

表7-27插槽状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***按下注意按钮***- 如果实现了注意按钮，则当按下注意按钮时，该位将被设置如果不支持注意按钮，则该位不得置位。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 1 | ***检测到电源故障***- 如果实现了支持电源故障检测的电源控制器，则当电源控制器在该插槽处检测到电源故障时，该位将被置位请注意，根据硬件能力，电源故障可能随时被检测到，与[电源控制器控制](#_bookmark218)设置或插槽占用如果不支持电源故障检测，则该位不得设置。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 2 | ***MRL传感器已更改***- 如果采用MRL传感器，则当检测到[MRL传感器状态](#_bookmark226)更改时，该位置1如果未使用MRL传感器，则该位不得置1。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 3 | ***存在检测已更改***- 当存在[检测状态](#_bookmark227)位中报告的值更改时，该位置1 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 4 | ***命令完成***-如果支持[命令完成](#_bookmark225)通知（如果[插槽功能寄存器](#_bookmark200)中的[无命令完成支持](#_bookmark212)位为0 b），则当热插拔命令完成且热插拔控制器准备好接受后续命令时，该位置1[命令已完成](#_bookmark225)状态位被设置为向主机软件指示热插拔控制器已处理前一个命令并准备好接收下一个命令;它不保证与命令对应的操作已完成。  如果不支持[命令完成](#_bookmark225)通知，则此位必须硬连线至0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 5 | ***MRL传感器状态***- 此位报告MRL传感器的状态（如果实施）。定义的编码为：  **0b** MRL已关闭  **1b** MRL打开 | [RO](#_bookmark56) |
| 6 | ***存在检测状态***- 该位指示插槽中存在适配器当[带内PD禁用](#_bookmark220)位为清除时，这通过物理层带内存在检测的逻辑“或”来反映 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 机制，并且如果存在的话，还包括针对插槽的对应形状因子定义的任何带外存在检测机制请注意，带内存在检测机制需要将电源施加到适配器以检测其存在因此，需要用于热插拔的功率控制器的形状因子必须实现带外存在检测机制。当[带内PD禁用](#_bookmark220)位被设置时，带内存在检测机制对此位没有影响  定义的编码为：  **0b** 适配器不存在  **1b** 适配器存在  此位必须在所有实现插槽的下游端口上实现对于未连接到插槽的下游端口（[PCI Express功能寄存器](#_bookmark149)的[插槽实现](#_bookmark152)位为0b），此位必须硬连线到1b。 |  |
| 7 | ***机电联锁状态***- 如果实施机电联锁，此位指示机电联锁的状态  定义的编码为：  **0b** 机电互锁断开  **1b** 机电联锁装置 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***数据链路层状态已更改***- 当[链路状态寄存器](#_bookmark192)的[数据链路层链路活动](#_bookmark198)位中报告的值更改时，该位置1  为响应[数据链路层状态更改](#_bookmark228)事件，软件必须读取[链路状态寄存器](#_bookmark192)的[数据链路层链路活动](#_bookmark198)位，以确定在启动热插拔设备的配置周期之前链路是否活动 | [RW1C](#_bookmark78) |

执行说明

无插槽电源控制器

对于未实现电源控制器的插槽，软件必须确保在读取[存在检测状态](#_bookmark227)之前启用系统电源层以向插槽供电。

* + - 1. 根控制寄存器（偏移1通道）

[根控制寄存器](#_bookmark229)控制PCI Express根复合体的特定参数。[图7-33](#_bookmark230)详细介绍了[根控制寄存器](#_bookmark229)中寄存器字段的分配;[表7-28](#_bookmark231)提供了相应的位定义。

可纠正错误时出现系统错误启用非致命错误时出现系统错误启用致命错误时出现系统错误启用

15

5 4 3 2 10

RsvdP

PME启用

CRS软件可见性启用

图7-33根控制寄存器

表7-28根控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***可纠正错误时的系统错误启用***-如果设置，则此位表示如果与此根端口关联的层次结构域中的任何设备或根端口本身报告可纠正错误（ERR\_COR），则向系统发出系统错误信号的机制是系统特定的。  根复合体事件收集器为RCiEP的上述功能提供支持该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 1 | ***非致命错误时的系统错误启用***-如果设置，则此位表示如果与此根端口关联的层次结构域中的任何设备或根端口本身报告非致命错误（[ERR\_NONFATAL](#_bookmark73)），则向系统发出系统错误信号的机制是系统特定的。  根复合体事件收集器为RCiEP的上述功能提供支持该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 2 | ***致命错误时的系统错误启用***- 如果设置，此位表示如果与此根端口关联的层次结构域中的任何设备或根端口本身报告致命错误（[ERR\_FATAL](#_bookmark79)），则应生成系统错误向系统发出系统错误信号的机制是系统特定的。  根复合体事件收集器为RCiEP的上述功能提供支持该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 3 | ***PME中断使能***-设置时，此位在收到[PME状态](#_bookmark239)位中反映的PME消息时使能PME中断生成（见[表7-30](#_bookmark237)）。当[PME状态](#_bookmark239)位从清零变为置位时，如果该位为置位，也会产生PME中断（参见[第5.3.3](#_bookmark82)）。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 4 | ***CRS软件可见性启用***- 设置时，此位使根端口能够将配置请求恢复状态（CRS）完成状态返回给软件（参见[第2.3.1](#_bookmark83)）。  不实现此功能的根端口必须将此位硬连接到0b。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. 根功能寄存器（偏移1Eh）

[根功能寄存器](#_bookmark232)标识PCI Express根端口特定的功能。[图7-34](#_bookmark233)详细说明了[根功能寄存器](#_bookmark232)中寄存器字段的分配;[表7-29](#_bookmark234)提供了相应的位定义。

CRS软件可见性

31

1 0

RsvdP

图7-34根功能寄存器

表7-29根功能寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***CRS软件可见性***- 设置时，此位表示根端口能够向软件返回配置请求恢复状态（CRS）完成状态（参见[第2.3.1](#_bookmark83)）。 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 根状态寄存器（偏移20h）

[根状态寄存器](#_bookmark235)提供有关PCI Express设备特定参数的信息[图7-35](#_bookmark236)详细说明了[根状态寄存器](#_bookmark235)中寄存器字段的分配;[表7-30](#_bookmark237)提供了相应的位定义。

PME状态PME待定

31

18 17 16 15

0

RsvdZ PME验证器ID

图7-35根状态寄存器

表7-30根状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比零 | ***PME验证器ID***- 此字段指示最后一个PME验证器的PCI验证器ID此字段仅在[PME状态](#_bookmark239)位设置时有效。 | [RO](#_bookmark56) |
| 16 | ***PME状态***-该位指示PME已由PME[请求者ID](#_bookmark238)字段中指示的PME请求者断言。随后的PME保持挂起，直到状态寄存器被软件通过写入1b而清除  该位的默认值为0b。 | [RW1C](#_bookmark78) |
| 17 | ***PME挂起***- 此位表示当[PME状态](#_bookmark239)位置1时，另一个PME挂起当  [PME状态](#_bookmark239)位由软件清除;PME通过设置[PME状态](#_bookmark239)位由硬件提供 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 并适当地更新[PME转发器ID](#_bookmark238)字段如果没有更多的PME挂起，则硬件清除[PME挂起](#_bookmark240)位 |  |

* + - 1. 器件功能2寄存器（偏移24h）

完成范围支持完成范围禁用支持ARI转发支持

31 30 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

0

RsvdP

支持AtomicOp路由

支持32位AtomicOp完成程序支持64位AtomicOp完成程序支持128位CAS完成程序支持

不支持支持RO的PR-PR传递LTR机制支持TPH完成器

LN系统CLS

10-Bit Tag Completer Supported 10-Bit Tag Completer Supported OBFF Supported

扩展字段支持的端-端TLP前缀支持的最大端-端TLP前缀

支持紧急断电支持紧急断电要求FRS

图7-36器件功能2寄存器

表7-31器件功能2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***支持的完成范围***- 此字段表示设备功能支持可选的完成范围可编程机制。此机制允许系统软件修改[完成超时值](#_bookmark251)。  此字段仅适用于根端口、代表自己发出请求的端点以及PCI Express到PCI/PCI-X桥接器，这些桥接器拥有在PCI Express上发出的请求的所有权。对于所有其他功能，此字段为保留字段，必须硬连线至0000b。  定义了四个时间值范围：  **范围A** 50 μs至10 ms  **范围B** 10 ms至250 ms  **范围C** 250 ms至4 s  **范围D** 4 s至64 s  位根据下表设置，以显示支持的超时值范围  **0000 b** 不支持完成超时编程-该函数必须实现50 μs至50 ms范围内的超时值  **0001b** 范围A | [HwInit](#_bookmark36) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **0010b** 范围B  **0011b** 范围A和B  **0110b** 范围B和C**0111b** 范围A、B和C**1110b** 范围B、C和D**1111b** 范围A、B、C和D保留所有其他值  强烈建议不要在10 ms内终止完成验证机制 |  |
| 4 | ***支持的完成禁用***- 值为1b表示支持完成禁用机制。  对于代表自己发出请求的端点和PCI Express到PCI/PCI-X桥接器（其拥有PCI Express上发出的请求的所有权），需要[完成验证禁用](#_bookmark252)机制  此机制对于根端口是可选的  对于所有其他功能，此字段是保留的，必须硬连线到0b。 | [RO](#_bookmark56) |
| 5 | ***支持ARI转发***- 仅适用于交换机下游端口和根端口;对于其他功能类型，必须为0 b如果交换机下游端口或根端口支持此可选功能，则此位必须设置为1b更多详情请参见[第6.13](#_bookmark66) | [RO](#_bookmark56) |
| 6 | ***支持的AtomicOp路由***- 仅适用于交换机上游端口、交换机下游端口和根端口;对于其他功能类型，必须为0 b如果端口支持此可选功能，则此位必须设置为1b更多详情请参见[第6.15](#_bookmark84) | [RO](#_bookmark56) |
| 7 | ***支持32位AtomicOp完成器***- 适用于具有内存空间BAR以及所有根端口的函数;否则必须为0 b包括FetchAdd、Swap和CAS AtomicOps。如果功能支持此可选功能，则此位必须设置为1b有关其他RC要求，请参见[第6.15.3.1](#_bookmark48) | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***支持64位AtomicOp完成器***- 适用于具有内存空间BAR以及所有根端口的函数;否则必须为0 b包括FetchAdd、Swap和CAS AtomicOps。如果功能支持此可选功能，则此位必须设置为1b有关其他RC要求，请参见[第6.15.3.1](#_bookmark48) | [RO](#_bookmark56) |
| 9 | ***支持128位CAS完成器***- 适用于具有内存空间BAR以及所有根端口的功能;否则必须为0 b如果功能支持此可选功能，则此位必须设置为1b更多详情请参见[第6.15](#_bookmark84) | [RO](#_bookmark56) |
| 10 | ***无RO使能的PR-PR传递***-如果该位被置位，则路由元件从不执行[表2-40](#_bookmark91)条目A2 b所允许的传递，该条目A2 b与被置位的[宽松排序](#_bookmark4)属性字段相关联  此位仅适用于支持根端口之间对等流量的交换机和RC此位仅适用于通过交换机或RC转发的Posted Request，不适用于在交换机或RC内部发起或终止的流量。交换机或RC上的所有端口必须报告此位的相同值。  对于所有其他功能，此位必须为0b。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 11 | ***支持的LTR机制***- 值为1b表示支持可选的延迟容限报告（LTR）机制。  允许根端口、交换机和端点实现此功能。  对于与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)，每个功能必须报告此位的相同值。  对于桥接器和其他不实现此功能的功能，此位必须硬连线至0b。 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十三点十二分 | ***支持的TPH完成程序***- 该值表示完成程序支持TPH或扩展TPH。仅适用于根端口和端点。对于所有其他功能，此字段为保留字段。  定义的编码为：  **00b** 不支持TPH和扩展TPH完成程序  **01 b** 支持TPH完成程序;不支持扩展TPH完成程序  **10b** 保留。  **11b** 支持TPH和扩展TPH完成程序。详见[第6.17节](#_bookmark31)。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点十四分 | ***LN系统CLS***- 仅适用于根端口和[RCRB](#_bookmark29);对于所有其他功能类型，必须为00 b此字段指示根端口或[RCRB](#_bookmark29)是否支持LN协议作为LN完成器，如果支持，则指示有效的高速缓存行大小。  编码为：  **00b** LN完成程序不支持或无效**01b** LN完成程序，64字节缓存行有效**10b** LN完成程序，128字节缓存行有效**11b** 保留 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 16 | ***支持10位标记完成器***- 如果此位被设置，则函数支持10位标记完成器功能;否则，函数不支持请参见[2.2.6.2一节](#_bookmark44)。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 17 | ***支持10位标签识别器***- 如果此位被设置，则功能支持10位标签识别器功能;否则，功能不支持。  如果[10位标记完成程序支持](#_bookmark245)位为清除，则此位不得置位  如果功能是RCiEP，则如果RC不支持来自此RCiEP的请求的10位标记完成器功能，则此位必须为清除  请注意，10[位](#_bookmark253)标记字段生成必须由  在10位标签可以由触发器生成之前，触发器功能的[设备控制2寄存器](#_bookmark250)。请参见[2.2.6.2一节](#_bookmark44)。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 十九点十八分 | ***OBFF支持***- 该字段指示是否支持OBFF，如果支持，则使用什么信令机制  **00b** OBFF不支持  **01b** 仅支持使用消息信令的OBFF  仅使用WAKE#信令支持**10b** OBFF  使用WAKE#和消息信令支持**11b** OBFF  此字段中报告的值必须指示仅在以下情况下支持WAKE#信令   * 对于下游端口，支持驱动OBFF的WAKE#信号，并且已知下游连接的连接器或组件接收相同的WAKE#信号 * 对于上游端口，支持接收OBFF的WAKE#信号，并且如果组件在附加卡上，则组件连接到连接器上的WAKE#信号   允许根端口、交换机端口和端点实现此功能。  对于与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)，每个功能必须为此字段报告相同的  对于没有实现此功能的网桥和端口，此字段必须硬连接到00b。 | [HwInit](#_bookmark36) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 20 | ***支持扩展Fmt字段***- 如果设置，则函数支持Fmt字段的3位定义如果清除，则函数支持Fmt字段的2位定义参见[第2.2](#_bookmark8)。  必须为支持端-端TLP前缀的函数设置上游端口中的所有功能必须具有相同的此位值一个组件的每个下游端口可以有一个不同的这个位的值  强烈建议函数支持Fmt字段的3位定义 | [RO](#_bookmark56) |
| 21 | ***End-End TLP Prefix Supported***- 指示函数是否提供End-End TLP Prefix支持值为：  **0b** 无支持  **1b** 支持接收包含端到端TLP前缀的TLP交换机的所有端口必须具有相同的此位值 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 二十三点二十二分 | ***Max End-End TLP Prefixes***- 指示此函数支持的最大端到端TLP前缀数有关重要详细信息，请参见[2.2.10.2部分](#_bookmark116)值包括：  **01 b** 1端-端TLP前缀  **10 b** 2端-端TLP前缀  **11b** 3端-端TLP前缀  **00 b** 4端-端TLP前缀  如果[End-End TLP Prefix Supported](#_bookmark247)为Clear，则此字段为[RsvdP](#_bookmark38)。  允许设置了[端-端TLP前缀支持](#_bookmark247)位的不同根端口报告此字段的不同值。  对于设置了“[支持端-端TLP前缀](#_bookmark247)”的交换机，此字段必须为00 b，表示最多支持四个端-端TLP前缀。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 二十五点二十四分 | ***支持紧急断电***-指示可选的[紧急断电状态](#_bookmark47)功能的支持级别。功能可以自主进入[紧急功率降低状态](#_bookmark47)，或者基于由相关联的形状因子规范定义的两种机制之一处于[紧急功率降低状态](#_bookmark47)的功能消耗较少的功率。紧急功率降低机制允许机箱请求附加卡快速进入[紧急功率降低状态](#_bookmark47)，而不涉及系统软件。更多详情见[第6.25](#_bookmark48)  值包括：  **00b**不支持  **01b**支持紧急功率降低状态，并由设备特定机制触发  **10b**支持紧急功率降低状态，并由相应的形状因子规范中定义的机制或设备特定机制触发  **11b** 保留  此字段是与上游端口无关的函数中的[RsvdP](#_bookmark38)  对于与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)，所有报告该字段非零值的功能都必须报告该字段相同的非零值  默认值为00b。  重置后，一旦此字段返回非零值，它必须继续返回相同的非零值，直到下一次重置。 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 26 | ***紧急功率降低要求***- 如果设置，则在退出[紧急功率降低状态](#_bookmark47)时，该功能需要完全或部分初始化。如果清除，则该功能不需要 | [HwInit](#_bookmark36) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 退出[紧急断电状态](#_bookmark47)后进行软件干预以恢复正常操作。更多详情见[第6.25](#_bookmark48)  对于与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)，所有功能必须报告此位的相同  此位是与上游端口无关的函数中的[RsvdP](#_bookmark38)默认值为0b。  重置后，当此字段返回非零值时，它必须继续返回相同的非零值。 |  |
| 31 | ***支持***的FRS-设置时，表示支持可选的功能就绪状态（FRS）功能。  必须为支持[FRS消息](#_bookmark51)生成或接收功能的所有功能设置。不能由不代表自己生成[FRS消息](#_bookmark51)的交换机功能设置 | [HwInit](#_bookmark36) |

执行说明

无RO使能PR-PR传递位的使用

[无RO启用的PR-PR传递](#_bookmark244)位允许平台在请求者和完成者之间的路径上利用PCI Express交换元素，以使请求者能够从稍微不那么宽松的排序模型中受益例如，设备无法确保对同一地址的多个重叠提交写入同时未完成。使这种设备能够利用这种模式的方法超出了本说明书的范围。

* + - 1. 器件控制2寄存器（偏移28h）

完成选项值完成选项禁用ARI转发启用AtomicOp转发器启用AtomicOp出口阻塞IDO请求启用

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3

0

IDO完成启用LTR机制启用

紧急功率降低请求10位标签触发器使能

OBFF使能

端-端TLP前缀阻塞

图7-37设备控制2寄存器

表7-32设备控制2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***完成时间值***- 在支持完成时间可编程性的器件功能中，此字段允许系统软件修改[完成时间值](#_bookmark251)。此字段适用于根端口、代表自己发出请求的端点，以及PCI Express到PCI/PCI-X桥接器，这些桥接器拥有PCI Express上发出的请求的所有权对于所有其他功能，此字段为保留字段，必须硬连线至0000b。  不支持此可选功能的功能必须将此字段硬连接到0000b，并需要实现50 μs到50 ms范围内的超时值。支持完成可编程性的功能必须支持以下给出的值，这些值对应于支持的[完成可编程](#_bookmark242)范围字段中指示的可编程范围  定义的编码：  **0000b** 默认范围：50 μs至50 ms  强烈建议完成触发机制在10 ms内到期。如果支持范围A（50 μs至10 ms）可编程范围，则可用值：  **0001b** 50 μs至100 μs  **0010b** 1 ms至10 ms  如果支持范围B（10 ms至250 ms）可编程范围，则可用值：  **0101b** 16 ms至55 ms  **0110b** 65 ms至210 ms  如果支持范围C（250 ms至4 s）可编程范围，则可用值： | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **1001b** 260 ms至900 ms  **1010 b** 1 s至3.5 s  如果支持范围D（4 s至64 s）可编程范围，则可用值：  **1101b** 4 s至13 s  **1110 b** 17 s至64 s  以上未定义的值为保留值。  允许软件随时更改此字段中的值对于在[完成时间值](#_bookmark251)被改变时已经挂起的请求，允许硬件对未完成的请求使用新的或旧的值，并且允许硬件将每个请求的开始时间基于该值被改变的时间或每个请求被发出的时间  此字段的默认值为0000b。 |  |
| 4 | ***完成触发禁用***- 设置时，此位禁用完成触发机制。  该位是所有支持[完成禁用](#_bookmark252)功能的功能所必需的允许不支持此可选功能的函数将此位硬连接到0b  允许软件随时设置或清除该位设置时，将禁用完成重复检测机制如果在该位被清除时存在未完成的请求，则允许但不要求硬件将完成超时机制应用于未完成的请求。如果这样做，则允许将每个请求的开始时间基于该位被清除的时间或每个请求被发出的时间  此位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 5 | ***ARI转发启用***- 设置后，当将类型1配置请求转换为类型0配置请求时，下游端口将禁用其传统设备编号字段为0的强制执行，允许访问端口下方[ARI设备](#_bookmark63)中的扩展功能看到  [第6.13节](#_bookmark66)。  该位的默认值为0b。如果[ARI转发支持](#_bookmark243)位为0b，则必须硬连线至0b此位不适用，保留用于上游端口。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 6 | ***AtomicOp转换器启用***- 仅适用于端点和根端口;对于其他功能类型，必须硬连接到仅当此位和命令寄存器中的总线主机使能位均为置位时，才允许该功能启动AtomicOp请求  如果端点或根端口能够发起AtomicOp请求，则该位需要为[RW](#_bookmark57)，但否则允许硬连线到0b。  此位不用作能力位。即使端点或根端口不支持任何AtomicOpter功能，也允许此位为[RW](#_bookmark57)  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 7 | ***AtomicOp出口阻塞***-适用于并强制用于实现AtomicOp路由功能的交换机上游端口、交换机下游端口和根端口;否则必须硬连接到0 b。  当此位被置位时，必须阻止以从该出口端口发出为目标的AtomicOp请求看到  [第6.15.2节](#_bookmark9)。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 8 | ***IDO请求启用***- 如果此位被设置，则允许功能设置其发起的请求的[基于ID的排序](#_bookmark4)（IDO）位（Attr[2]）（参见[第2.2.6.3](#_bookmark52)和[第2.4](#_bookmark22)）。  允许端点（包括RC集成端点）和根端口实现此功能。 | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 如果函数从未在请求中设置IDO属性，则允许将此位硬连接到0b该位的默认值为0b。 |  |
| 9 | ***IDO完成使能***- 如果该位被设置，则允许函数设置其返回的完成的[基于ID的排序](#_bookmark4)（IDO）位（Attr[2]）（参见[第2.2.6.3](#_bookmark52)和[第2.4](#_bookmark22)）。  允许端点（包括RC集成端点）和根端口实现此功能。  如果函数从未在完成中设置IDO属性，则允许将此位硬连接到0b该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 10 | ***LTR机制启用***- 当设置为1b时，此位使上游端口能够发送LTR消息，使下游端口能够处理LTR消息。  对于与实现LTR的设备的上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RW](#_bookmark57)，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)。  允许不实现LTR机制的函数将此位硬连接到0b。该位的默认值为0b。  对于下游端口，如果端口进入[DL\_Down](#_bookmark6)状态，则该位必须重置为默认值 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 11 | ***紧急断电请求***- 如果设置，则支持[紧急断电状态](#_bookmark47)的组件中的所有功能都必须进入[紧急断电状态](#_bookmark47)。如果清除，则这些功能必须退出[紧急功率降低状态，](#_bookmark47)如果不存在阻止退出此状态的其他原因更多详情见[第6.25](#_bookmark48)  该位在与上游端口相关的最低编号功能中实现，该上游端口在支持[紧急功率降低](#_bookmark248)字段中具有非零值。此位在所有其他函数中为[RsvdP](#_bookmark38)。  默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 12 | ***10位***[标记字段](#_bookmark168)使能-此位与  [设备控制寄存器](#_bookmark163)，决定了一个编码器允许使用多少个标签字段位当  [位标记译码器使能](#_bookmark253)位被置位，译码器被允许使用10位标记。有关完整详细信息，请参见[2.2.6.2部分](#_bookmark44)  如果软件在功能有未完成的非发布请求时更改此位的值，则结果未定义。  不实现10位标记转换器功能的函数允许将此位硬连接到0b。  该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 十四点十三分 | ***OBFF启用***- 该字段启用OBFF机制并选择信令方法。  **00b** 禁用  **01b** 使用消息信令启用[变体A]**10b** 使用消息信令启用[变体B]**11b** 使用WAKE#信令启用  有关上述编码的解释，请参见[第6.19](#_bookmark27)  对于支持OBFF功能的所有端口，此字段都是必需的  对于与实现OBFF的设备的上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的字段是[RW](#_bookmark57)类型，并且只有功能0控制组件在该设备的所有其他功能中，该字段的类型为[RsvdP](#_bookmark38)。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 不实现OBFF的端口允许将此字段硬连接到00b。此字段的默认值为00b。 |  |
| 15 | ***端-端TLP前缀阻塞***- 控制是否允许路由功能转发包含端-端TLP前缀的TLP。值为：  **0 b** Forwarding Enabled-允许功能发送带有端-端TLP前缀的TLP  **1b** 转发阻塞-不允许功能发送带有端-端TLP前缀的TLP  此位影响使用关联端口退出交换机/根联合体的TLP它不影响在交换机/根联合体内部转发它不会影响通过关联端口进入、源自关联端口或源自与关联端口集成的根综合体集成设备的TTP如[第2.2.10.2](#_bookmark116)所述，TLP前缀阻塞错误报告了阻塞的TLP。  该位的默认值为0b。  此位硬连线到支持端-端TLP前缀但不支持端-端TLP前缀转发的根端口中的1b  此位适用于根端口和交换机端口，其中[端-端TLP前缀支持](#_bookmark247)位已设置。此位不适用，在所有其他情况下为[RsvdP](#_bookmark38) | [RW](#_bookmark57)（见描述） |

* + - 1. 器件状态2寄存器（偏移2Ah）

此部分是占位符。没有需要此寄存器的功能软件必须将此寄存器视为[RsvdZ](#_bookmark49)。

* + - 1. 链路能力2寄存器（失调2Ch）

RsvdP

31 30

25 24 23 22

16 15

9 8 7

1 0

RsvdP

支持的链接速度矢量交叉链接支持

更低的SKP操作系统生成支持速度矢量更低的SKP操作系统接收支持速度矢量重定时器存在检测支持

两个重定时器支持的存在检测支持的DRS

图7-38链路功能2寄存器

表7-33链路功能2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比一 | ***支持的链路速度矢量***-此字段指示相关端口支持的链路速度。对于每个位，值1b表示支持相应的链路速度;否则，不支持链路速度更多要求见[第8.2.1](#_bookmark67) | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 此字段中的位定义为：  **位0** 2.5 GT/s  **位1** 5.0 GT/s  **钻头2** 8.0 GT/s  **位3** 16.0 GT/s  **钻头4** 32.0 GT/s  **位6：5**[RsvdP](#_bookmark38)  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 |  |
| 8 | ***Crosslink Supported（***支持交叉链接）-当设置为1b时，此位表示相关端口支持交叉链接（参见[第4.2.6.3.1](#_bookmark10)）。当在支持8.0 GT/s或更高链路速度的端口上设置为0 b时，此位表示相关端口不支持交叉链路。当在仅支持2.5 GT/s或5.0 GT/s链路速度的端口上设置为0 b时，此位不提供有关端口的交叉连接支持级别的信息  建议在任何支持交叉链路的端口中设置此位，即使仅支持以8.0 GT/s或更高链路速度运行的端口需要设置此  注：当引用定义取决于端口是否支持交叉链接的字段时，软件应使用此位（参见[7.7.3.4部分](#_bookmark317)）。  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点九分 | ***较低SKP OS生成支持的速度向量***- 如果该字段非零，则其指示端口在以指示的速度操作时支持[SRIS](#_bookmark68)并且还支持SKP有序集传输调度速率的软件控制  此字段中的位定义为：  **位0** 2.5 GT/s  **位1** 5.0 GT/s  **钻头2** 8.0 GT/s  **位3** 16.0 GT/s  **钻头4** 32.0 GT/s  **位6：5**[RsvdP](#_bookmark38)  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值  如果在此字段中设置了一个位，而在[支持](#_bookmark257)的[链路速度向量](#_bookmark257)中未设置相应的位，则行为未定义。 | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |
| 二十二点十六分 | ***较低SKP OS接收支持速度矢量***-如果此字段为非零，则表示端口在以所指示的速度操作时支持[SRIS](#_bookmark68)，并且还支持在[SRIS](#_bookmark68)中运行时以针对[SRNS](#_bookmark68)定义的速率接收SKP OS。  此字段中的位定义为：  **位0** 2.5 GT/s  **位1** 5.0 GT/s  **钻头2** 8.0 GT/s  **钻头3** 16.0 GT/s | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **钻头4** 32.0 GT/s  **位6：5**[RsvdP](#_bookmark38)  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值  如果在此字段中设置了一个位，而在[支持](#_bookmark257)的[链路速度向量](#_bookmark257)中未设置相应的位，则行为未定义。 |  |
| 23 | ***支持重定时器存在检测***- 当设置为1b时，此位表示关联的端口支持重定时器存在的检测和报告  当[链路功能2寄存器](#_bookmark255)的[支持链路速度向量](#_bookmark257)指示支持16.0 GT/s或更高的链路速度时，该端口中的该位必须设置为1b  无论支持的链路速度如何，都允许将其设置为1b  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |
| 24 | ***支持两个重定时器存在检测***- 当设置为1b时，此位表示关联端口支持检测和报告两个重定时器存在。  当[链路功能2寄存器](#_bookmark255)的[支持链路速度向量](#_bookmark257)指示支持16.0 GT/s或更高的链路速度时，该端口中的该位必须设置为1b  如果支持[重定时器存在检测](#_bookmark260)位也设置为1b，则允许将其设置为1b，而不考虑支持的链路速度  与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为所有功能报告相同的值 | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |
| 31 | ***DRS Supported***- 设置时，表示支持可选的设备就绪状态（DRS）功能。  必须在支持DRS的下游端口中设置。必须在支持FRS的下游端口中设置  对于支持DRS的上游端口，强烈建议在功能0中设置此位对于与上游端口相关的所有其他功能，此位必须清零。145  在与端口无关的函数中必须清除  [RsvdP](#_bookmark38)在所有其他功能中。 | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |

1. 明确允许上游端口发送DRS消息，即使[DRS支持](#_bookmark262)位为清除。

执行说明

软件管理早期硬件的

符合[[PCIe-3.0](#_bookmark53)]之前版本的硬件组件未实现[链路功能2寄存器](#_bookmark255)，或者该寄存器为保留。

对于未实现[链路能力2寄存器](#_bookmark255)或其[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)值为000000b的组件，软件要确定其支持的链路速度，可读取[链路能力寄存器](#_bookmark174)的位3：0（现在定义为[最大链路速度](#_bookmark177)字段），并按如下方式解释该值

0001b时，

支持2.5 GT/s链路速度

0010B

支持5.0 GT/s和2.5 GT/s链路速度

对于这些组件，[当前链路速度](#_bookmark195)字段（在[链路状态寄存器](#_bookmark192)中）的值的编码和

[目标链路速度](#_bookmark264)字段（在[链路控制2寄存器](#_bookmark263)中）与上述相同

执行说明

软件管理未来硬件的

强烈建议软件主要使用[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)而不是[最大链路速度](#_bookmark177)字段，以便软件可以确定当前和未来硬件上支持的确切速度集如果将来的规范定义了不需要支持所有较慢速度的链接，这可以避免软件混淆

* + - 1. 链路控制2寄存器（偏移30h）

目标链路速度输入合规性

15

12 11 10 9

7 6 5 4 3

0

硬件自主速度禁用可选去加重

传输裕量

输入修改的合规性合规性SOS

合规性预设/去强调

图7-39链路控制2寄存器

表7-34链路控制2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***目标链路速度***- 对于下游端口，此字段通过限制上游组件在其训练序列中通告的值来设置链路运行速度的上限  编码值指定[支持的链路速度向量](#_bookmark257)（在[链路功能2寄存器](#_bookmark255)中）中对应于所需目标链路速度的位位置  定义的编码为：  **0001b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位0**0010b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位1**0011b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位2**0100b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位3**0101b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位4**0110b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位5**0111b**[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段位6**其他**所有其他编码都被保留。  如果写入此字段的值与支持的速度不对应（如  [支持的链接速度矢量](#_bookmark257)），则结果未定义。  如果执行了[输入合规性](#_bookmark265)或[输入修改合规性](#_bookmark266)位，则还必须执行此  此字段的默认值是组件支持的最高链路速度（如[链路功能寄存器](#_bookmark174)的[最大链路速度](#_bookmark177)字段中所报告的），除非相应的平台/外形规格需要不同的默认值。  对于上游端口和下游端口，当软件使用[Enter Compliance](#_bookmark265)位强制链路进入合规模式时，此字段用于设置目标合规模式  对于上游端口，如果[Enter Compliance](#_bookmark265)位为Clear，则允许此字段无效。  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的字段是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该设备的所有其他功能中，该字段的类型为[RsvdP](#_bookmark38)。  仅支持2.5 GT/s速度的部件允许将此字段硬连线到0000 b。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 4 | ***进入合规性***-软件允许强制链路进入合规性模式（以[目标链路速度](#_bookmark264)字段中指示的速度和[合规性预设/去加重](#_bookmark267)字段中指示的去加重/预设级别），方法是在链路的两个组件中将此位设置为1b，然后在链路上启动热复位。  基本复位后，该位的默认值为0b。  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)类型。  仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至0 b。  此位仅用于调试和兼容性测试。系统固件和软件仅允许在调试或一致性测试期间修改此位在所有其他情况下，系统必须确保此位设置为默认值。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 5 | ***硬件自主速度禁用***- 设置时，该位禁止硬件因设备特定原因而更改链路速度，而不是试图通过降低链路速度来纠正不可靠的链路操作。此位不会阻止向最高支持的通用链路速度的初始转换 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)类型。  允许不实现相关机制的函数将此位硬连接到0b。该位的默认值为0b。 |  |
| 6 | ***可选去加重***- 当链路以5.0 GT/s速度运行时，此位用于控制特定情况下链路的传输去加重。详细使用信息见[第4.2.6节](#_bookmark69)。  编码：  **1b** -3.5 dB  **0b** -6 dB  当链路不以5.0 GT/s速度运行时，该位的设置无效。仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至0 b。  此位不适用，保留用于端点、PCI Express到PCI/PCI-X网桥和交换机的上游端口 | [HwInit](#_bookmark36) |
| 九点七分 | ***发射余量***-该字段控制发射器引脚上的非去加重电压电平值。进入LTSSM[轮询配置](#_bookmark100)子状态时，此字段重置为000b（请参见  [第4](#_bookmark5)详细介绍了如何在各种状态下确定发射机电压电平编码：  **000b** 正常工作范围  **001 b-111 b**如[第8.3.4](#_bookmark32)所定义，并非所有编码都需要实现。  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的字段是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该设备的所有其他功能中，该字段的类型为[RsvdP](#_bookmark38)。  此字段的默认值为000b。  仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至000 b。  此字段仅用于调试、兼容性测试目的。系统固件和软件仅允许在调试或符合性测试期间修改此字段在所有其他情况下，系统必须确保此字段设置为默认值。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 10 | ***输入修改的合规性***- 当此位设置为1b时，如果LTSSM进入[轮询合规性](#_bookmark76)子状态，则器件发送修改的合规性模式  仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至0 b。  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)类型。  该位的默认值为0b。  此位仅用于调试和兼容性测试。系统固件和软件仅允许在调试或一致性测试期间修改此位在所有其他情况下，系统必须确保此位设置为默认值。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 11 | ***合规SOS***- 设置为1b时，LTSSM在发送合规模式或修改的合规模式时需要在序列之间发送SKP有序集  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的位是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该器件的所有其他功能中，此位为[RsvdP](#_bookmark38)类型。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 该位的默认值为0b。  此位仅在链路以2.5 GT/s或5.0 GT/s数据速率运行时适用。仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 |  |
| 下午15点12分 | ***合规性预设/去强调***-  对于8.0 GT/s和更高的数据速率：如果由于[输入合规性](#_bookmark265)位为1b而发生输入，则该字段将发送器预设设置为[轮询合规性](#_bookmark76)状态编码在[第节](#_bookmark24)中定义  [4.2.3.2](#_bookmark24)。如果在进入[Polling](#_bookmark76)时使用了保留的预设编码，则结果未定义。  对于5.0 GT/s数据速率：如果[输入符合性](#_bookmark265)位为1b，则此字段设置轮询符合[性](#_bookmark76)状态中的去加重级别  定义的编码为：  **0001b** -3.5 dB  **0000b** -6 dB  当链路以2.5 GT/s运行时，此字段的设置无效。仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此字段硬连线到0000 b。  对于与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)，功能0中的字段是[RWS](#_bookmark2)类型，并且只有功能0控制组件在该设备的所有其他功能中，该字段的类型为[RsvdP](#_bookmark38)。  此字段的默认值为0000b。  此字段用于调试和合规性测试目的。系统固件和软件仅允许在调试或符合性测试期间修改此字段在所有其他情况下，系统必须确保此字段设置为默认值。 | [RWS](#_bookmark2)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |

执行说明

可选择的去加重用法

[可选择的去加重](#_bookmark70)设置仅适用于根端口和交换机下游端口。去加重设置是特定于实现的，并取决于根端口或交换机下游端口所在的平台或存储模块系统固件或硬件捆绑用于配置[可选](#_bookmark70)

[去强调](#_bookmark70)价值。如果系统固件无法用于设置去加重值（例如，热插拔交换机），则必须使用硬件绑定来设置去加重值。

* + - 1. 链路状态2寄存器（偏移32h）

电流去加重电平均衡8.0 GT/s完成

15 14 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 10

均衡8.0 GT/s第1阶段成功

均衡8.0 GT/s第2阶段成功

均衡8.0 GT/s阶段3成功链路均衡请求8.0 GT/s检测到

两个重定时器存在检测到的交叉链路分辨率

RsvdZ

收到下游组件存在DRS消息

图7-40链路状态2寄存器

表7-35链路状态2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***当前去加重级别***- 当链路以5.0 GT/s速度运行时，此位反映去加重级别  编码：  **1b** -3.5 dB  **0b** -6 dB  当链路不以5.0 GT/s速度运行时，此位的值未定义。仅支持2.5 GT/s速度的组件允许将此位硬接线至0 b。  对于支持速度大于2.5 GT/s的组件，与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)必须在此字段中为端口的所有功能报告相同的值 | [RO](#_bookmark56) |
| 1 | ***均衡8.0 GT/s完成***- 当设置为1b时，此位表示8.0 GT/s数据速率下的发射机均衡程序已完成。[第4.2.6.4.2](#_bookmark94)提供了发射机均衡过程的详细信息以及何时需要将该位设置为1b。  该位的默认值为0b。  对于多功能上行端口，此位必须在功能0和其他功能中[的RsvdZ](#_bookmark49)中实现。仅支持8.0 GT/s以下速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 | [ROS](#_bookmark92) |
| 2 | ***均衡8.0 GT/s第1阶段成功***- 当设置为1b时，此位表示  8.0 GT/s发射机均衡程序已成功完成。[第4.2.6.4.2](#_bookmark94)提供了发射机均衡过程的详细信息以及何时需要将该位设置为1b。 | [ROS](#_bookmark92) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 该位的默认值为0b。  对于多功能上行端口，此位必须在功能0和其他功能中[的RsvdZ](#_bookmark49)中实现。仅支持8.0 GT/s以下速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 |  |
| 3 | ***均衡8.0 GT/s第2阶段成功***- 当设置为1b时，此位表示  8.0 GT/s发射机均衡程序已成功完成。[第4.2.6.4.2](#_bookmark94)提供了发射机均衡过程的详细信息以及何时需要将该位设置为1b。  该位的默认值为0b。  对于多功能上行端口，此位必须在功能0和其他功能中[的RsvdZ](#_bookmark49)中实现。仅支持8.0 GT/s以下速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 | [ROS](#_bookmark92) |
| 4 | ***均衡8.0 GT/s第3阶段成功***- 当设置为1b时，此位表示  8.0 GT/s发射机均衡程序已成功完成。[第4.2.6.4.2](#_bookmark94)提供了发射机均衡过程的详细信息以及何时需要将该位设置为1b。  该位的默认值为0b。  对于多功能上行端口，此位必须在功能0和其他功能中[的RsvdZ](#_bookmark49)中实现。仅支持8.0 GT/s以下速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 | [ROS](#_bookmark92) |
| 5 | ***链路均衡请求8.0 GT/s***-此位由硬件设置，以请求在链路上执行8.0 GT/s链路均衡过程详情请参见[第4.2.3](#_bookmark111)和[第4.2.6.4.2](#_bookmark94)。  该位的默认值为0b。  对于多功能上行端口，此位必须在功能0和其他功能中[的RsvdZ](#_bookmark49)中实现。仅支持8.0 GT/s以下速度的组件允许将此位硬接线至0 b。 | [RW1CS](#_bookmark31) |
| 6 | ***检测到重定时器存在***- 设置为1b时，此位表示在最近一次链路协商期间存在重定时器详情请参见[第4.2.6.3.5.1](#_bookmark78)  该位的默认值为0b。  [链路功能2寄存](#_bookmark255)器的[重定时器存在检测支持](#_bookmark260)位设置为1b的端口需要此位  允许将[重定时器存在检测支持](#_bookmark260)位设置为0b的端口将此位硬连接到0b。  对于与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)，此位必须在功能0中实现，并且在所有其他功能中为[RsvdZ](#_bookmark49) | [ROS](#_bookmark92)/[RsvdZ](#_bookmark49) |
| 7 | ***检测到存在两个重定时***器-当设置为1b时，此位表示在最近的链路协商期间存在两个重定时器详情请参见[第4.2.6.3.5.1](#_bookmark78)  该位的默认值为0b。  [链路功能2寄存器](#_bookmark255)的支持[双重定时器存在检测位](#_bookmark261)设置为1b的端口需要此位  允许将支持[双重定时器存在检测](#_bookmark261)位设置为0b的端口将此位硬连线到0b。  对于与上游端口相关的[多功能设备](#_bookmark115)，此位必须在功能0和所有其他功能的[RsvdZ](#_bookmark49)中实现 | [ROS](#_bookmark92)/[RsvdZ](#_bookmark49) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 九点八分 | ***交叉链接解决方案***-此字段指示交叉链接协商的状态。如果设置了[Crosslink Supported](#_bookmark258)，并且端口支持16.0 GT/s或更高的数据速率，则必须执行此操作允许在所有其他港口实施如果[Crosslink Supported（支持的](#_bookmark258)链路）为Clear（清除），则此字段可硬连线至01b或10b。  编码是：  **00b**不支持交叉链接解析。未提供有关Crosslink协商状态的信息  **01b** 作为上游端口解决的交叉链路协商。**10b** 交叉链路协商被解析为下游端口。**11b** 交叉链路协商未完成。  一旦在此字段中返回值01b或10b，则在链路打开时必须继续返回该值 | [RO](#_bookmark56) |
| 十四点十二分 | ***下游组件存在***- 此字段指示连接到链路的下游组件（如果有）的存在和DRS状态;定义的值为：  000 b链路断开-未确定是否存在  **001 b链路中断-组件不存在**表示下游端口（DP）已确定下游组件不存在  **010 b链路故障-组件存在**表示DP已确定下游组件存在，但数据链路层不活动  **011b** 保留  **100 b链路上行-存在组件**指示DP已确定存在下游组件，但自数据链路层变为活动以来未接收到DRS消息  **101 b链路开启-存在组件且接收到DRS**指示DP自数据链路层变为活动后已接收到DRS消息  **110b** 保留  **111b** 保留  [下游组件存在](#_bookmark271)状态必须由物理层带内存在检测机制的逻辑“或”来确定如果没有实现带外存在检测机制，则[下游组件存在](#_bookmark271)状态必须仅由物理层确定  带内存在检测机制。  如果[时隙控制寄存器](#_bookmark213)中的[带内PD禁用](#_bookmark220)位被置位，则物理层带内存在检测机制必须始终指示不存在任何组件  此字段指示的组件存在、链路开启和DRS接收状态必须反映其可屏蔽状态，这些状态由[SFI控制寄存器](#_bookmark46)中的[SFI PD状态屏蔽](#_bookmark112)、[SFI DLL状态屏蔽](#_bookmark11)或[SFI DRS屏蔽](#_bookmark85)位控制。请参见[7.9.23.3一节](#_bookmark46)。  此字段必须在设置了[DRS支持](#_bookmark262)位的任何下游端口中实施  [链路功能2寄存器](#_bookmark255)。  此字段是所有其他函数的[RsvdZ](#_bookmark49)此字段的默认值为000b。 | [RO](#_bookmark56)/[RsvdZ](#_bookmark49) |
| 15 | ***收到DRS消息***- 每当端口收到DRS消息时，必须设置此位此位必须在[DL\_Down](#_bookmark6)中清0。  此位必须在[链路功能2寄存器](#_bookmark255)中设置[DRS支持](#_bookmark262)位的任何下游端口中实现。 | [RW1C](#_bookmark78)/[RsvdZ](#_bookmark49) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 对于所有其他功能，此位为[RsvdZ](#_bookmark49)该位的默认值为0b。 |  |

* + - 1. 插槽功能2寄存器（偏移34h）

支持带内PD禁用

31

1 0

RsvdP

图7-41插槽功能2寄存器

表7-36插槽功能2寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***支持带内PD禁用***-设置时，此位表示此时隙支持禁用带内存在检测状态的报告，由[时隙控制寄存器](#_bookmark213)中的[带内PD禁用](#_bookmark220)位控制。如果插槽不支持带外存在检测机制，则该位必须为清除。 | [HwInit](#_bookmark36) |

* + - 1. 插槽控制2寄存器（偏移38h）

此部分是占位符。没有需要此寄存器的功能软件必须将此寄存器视为[RsvdP](#_bookmark38)。

* + - 1. 插槽状态2寄存器（偏移3Ah）

此部分是占位符。没有需要此寄存器的功能软件必须将此寄存器视为[RsvdZ](#_bookmark49)。

* 1. PCI Express扩展功能

PCI Express扩展功能寄存器位于配置空间中，偏移量为256或更大，如[图](#_bookmark277)所示

[7-42](#_bookmark277)或[根复数寄存器块](#_bookmark29)（[RCRB](#_bookmark29)）中当这些寄存器位于配置空间中时，只能使用PCI Express增强型配置访问机制（ECAM）来访问。

PCI Express扩展能力结构使用遵循类似于PCI能力结构的格式的可选或所需PCI Express扩展能力的链表来分配Capability结构的第一个DWORD标识了Capability和版本，并指向下一个Capability，如[图7-42](#_bookmark277)所示。

每个能力结构必须与DWORD对齐。

PCI Express扩展配置空间

PCI Express扩展功能

FFFh

FFH

0

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| PCI Express功能ID | 15：0能力ID |
| 19：16能力版本号 |
| 31：20下一个能力偏移（基于0h） |
| 能力数据 |  |
|  | CAP ID/版本号暗示的长度 |

PCI配置

空间

PCI Express扩展功能从扩展配置区域

*图7-42 PCI Express扩展配置空间布局*

* + 1. 配置空间

OM14302A

配置空间中的扩展功能始终以偏移量100 h开始，带有PCI Express扩展功能标头（[第7.6.3](#_bookmark278)）。任何扩展能力的缺失需要由具有能力ID 0000h、能力版本0h和下一能力偏移000h的扩展能力报头来指示

* + 1. 根复合寄存器块中的扩展能力

根复合体寄存器块中的扩展功能始终以偏移量000h开始，并带有PCI Express扩展功能标头（[第7.6.3](#_bookmark278)）。任何扩展能力的缺失需要由具有FFFFh的能力ID和000h的下一能力偏移的扩展能力报头来指示

* + 1. PCI Express扩展能力标头

所有PCI Express扩展功能必须以[PCI Express扩展功能标头开头](#_bookmark279)。 [图7-43](#_bookmark280)详细介绍了PCI Express扩展功能报头的寄存器字段的分配;[表7-37](#_bookmark281)提供了相应的位定义。

31

20 19

16 15

0

下一个能力偏移

PCI Express扩展能力ID能力版本

图7-43 PCI Express扩展功能头

表7-37 PCI Express扩展功能标头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比零 | ***PCI Express扩展功能ID***- 此字段是PCI-SIG定义的ID号，指示扩展功能的性质和格式 | [RO](#_bookmark56) |
| 十九点十六分 | ***Capability Version***- 此字段是PCI-SIG定义的版本号，指示当前Capability结构的版本  一种规范的版本，它以一种不可识别的方式改变了扩展功能（例如，通过新的能力字段）被允许递增该字段。所有对Capability结构的更改都软件必须检查是否有大于或等于编写软件时定义的最高数量的功能版本号，因为报告任何此类功能版本号的功能将包含与该软件兼容的功能结构。 | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一点二十分 | ***下一个功能偏移量***- 此字段包含到下一个PCI Express功能结构的偏移量，如果功能的链接列表中不存在其他项，则  对于在配置空间中实现的扩展功能，此偏移量相对于PCI兼容配置空间的开始，因此必须始终为000h（用于终止功能列表）或大于0FFh。  此偏移的最低2位是保留位，必须实现为00 b，但软件必须屏蔽它们，以便将来使用这些位。 | [RO](#_bookmark56) |

* 1. 在某些情况下，基本规范要求的PCI和PCIe功能

本规范要求某些函数具有以下例如，支持特定数据速率的函数、生成中断的函数等。

* + 1. *MSI能力*结构

所有能够产生中断的PCI Express设备功能必须实现MSI或MSI-X或两者。

本节介绍MSI能力结构[第7.7.2](#_bookmark303)描述了MSI-X能力结构。MSI能力结构如[图7-44](#_bookmark283)和[图7-45](#_bookmark284)所示。支持MSI的每个设备功能（在

[多功能设备](#_bookmark115)）必须实现其自己的MSI能力结构。禁止每个功能有多个MSI能力结构，但允许一个功能同时具有MSI和MSI-X能力结构。

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

消息控制下一个能力指针 能力ID

消息地址

扩展消息数据（如果实现）

消息数据

+000小时

+004小时

+008小时

图7-44 32位消息地址

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

消息控制下一个能力指针 能力ID消息地址

消息上限地址

扩展消息数据（如果实现）消息数据

+000小时

+004小时

+008小时

+00Ch

图7-45 64位消息地址

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

消息控制下一个能力指针 能力ID

消息地址扩展消息数据（或RsvdP）

掩码位

未决位

消息数据

+000小时

+004小时

+008小时

+00Ch

+010小时

图7-46 32位消息地址和PVM的MSI功能结构

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

消息控制下一个能力指针 能力ID消息地址

消息上限地址

扩展消息数据（或RsvdP）消息数据掩码位

未决位

+000小时

+004小时

+008小时

+00Ch

+010小时

+014小时

图7-47 64位消息地址和PVM的MSI功能结构

为了请求服务，MSI功能写入[MSI](#_bookmark299)的消息数据寄存器的内容，并且如果启用，

[MSI的扩展消息数据寄存器](#_bookmark300)，到[MSI的消息地址寄存器](#_bookmark297)的内容指定的地址（可选地，当使用64位消息地址时，[MSI的消息上地址寄存器](#_bookmark298)）。读取由消息地址寄存器内容指定的地址会产生未定义的结果。

支持MSI的功能实现[图7-44](#_bookmark283)至[图](#_bookmark285)7-44所示的四种MSI能力结构布局之一

* 1. ，这取决于支持哪些可选功能实现MSI的旧版终结点需要支持MSI功能结构的32位或64位消息地址版本实现MSI的PCI Express端点需要支持MSI功能结构的64位消息地址版本[MSI的消息](#_bookmark288)控制寄存器指示功能的能力，并提供对MSI的

每个字段将在以下各节中进一步描述

* + - 1. MSI能力报头（偏移量00h）

MSI Capability Header枚举PCI Configuration Space Capability列表中的MSI Capability结构[图](#_bookmark286)

* 1. 详细说明了MSI能力报头中寄存器字段的分配;[表7-38](#_bookmark287)提供了相应的位定义。

下一个能力指针

15

8 7

0

能力ID

图7-48 MSI功能标题

表7-38 MSI能力标头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比零 | ***Capability ID***- 指示MSI Capability结构。此字段必须返回Capability ID 05h，指示这是MSI Capability结构。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点八分 | ***下一个功能指针***- 此字段包含到下一个PCI功能结构的偏移量，或者如果功能的链接列表中不存在其他项，则为00 h | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. MSI的消息控制寄存器（偏移02h）

该寄存器提供对MSI的系统软件控制默认情况下，MSI处于禁用状态。如果MSI和MSI-X均被禁用，则该功能请求使用INTx中断进行服务（如果支持）。系统软件可以通过设置该寄存器的位0来使能MSI允许系统软件修改[MSI读写位和字段的消息控制寄存器](#_bookmark288)不允许设备驱动程序修改[MSI的读写位和字段的消息控制寄存器](#_bookmark288)

MSI使能

15

11 10 9 8 7 6

4 3

1 0

RsvdP

多消息功能多消息功能64位地址功能

支持按向量屏蔽的扩展消息数据支持扩展消息数据启用

图7-49 MSI

表7-39 MSI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***MSI使能***- 如果置位且[MSI-X](#_bookmark311)[消息控制寄存器](#_bookmark310)中的MSI-X使能位（见[第7.9.2](#_bookmark12)）为清零，则允许该功能使用MSI请求服务，禁止使用INTx中断。系统配置软件设置此位以使能MSI。禁止设备驱动程序写入此位以屏蔽函数有关INTx中断的控制，请参阅[第7.5.1.1](#_bookmark87)。  如果清除，则禁止该功能使用MSI请求服务。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 三比一 | ***多消息功能***-系统软件读取此字段以确定请求的向量数。请求的向量数必须对齐到2的幂（如果函数需要3个向量，则通过将此字段初始化为010b来请求4个编码定义为：  **000b** 请求1个矢量  **001b** 请求2个矢量 | [RO](#_bookmark56) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | **010b** 请求4个矢量  **011b** 请求8个矢量  **100b** 请求16个载体  **101b** 请求32个矢量  **110b** 保留  **111b** 保留 |  |
| 六比四 | ***多消息启用***-软件写入此字段以指示分配的矢量数量（等于或小于请求的矢量数量所分配的向量的数量与2的幂对齐如果功能请求四个向量（由[多消息能力](#_bookmark291)编码010b指示），则系统软件可以通过将010b、001b或000b分别写入该字段来分配四个、两个或一个向量当[MSI启用](#_bookmark290)被设置时，函数将被分配至少1个向量。编码定义为：  **000b** 分配了1个矢量  **001b** 分配了2个矢量  **010b** 分配了4个矢量  **011b** 分配了8个矢量  **100b** 分配16个矢量  **101b** 分配了32个矢量  **110b** 保留  **111b** 保留  此字段的默认值为000b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 7 | ***64位地址能力***- 如果设置，功能能够发送64位消息地址。如果清除，则该功能不能发送64位消息地址。如果功能是PCI Express端点，则必须设置此位 | [RO](#_bookmark56) |
| 8 | ***Per-Vector Masking Capable***- 如果设置，该函数支持MSI Per-Vector Masking。如果清除，则该函数不支持MSI每矢量掩码。如果功能是SR-IOV设备内的PF或VF，则必须设置该位 | [RO](#_bookmark56) |
| 9 | ***扩展消息数据能力***- 如果设置，功能能够提供[扩展消息数据](#_bookmark301)。如果清除，则该功能不支持提供[扩展消息数据](#_bookmark301)。 | [RO](#_bookmark56) |
| 10 | ***扩展消息数据启用***- 如果设置，则启用该功能以提供[扩展消息数据](#_bookmark301)。如果清除，则该功能不能提供[扩展消息数据](#_bookmark301)。  该位的默认值为0b。  如果[扩展消息数据功能](#_bookmark295)位为1b，则该位必须为读写位;否则必须硬连线至0 b。 | [RW](#_bookmark57)/[RO](#_bookmark56) |

* + - 1. MSI的消息地址寄存器（偏移04h）

保留

31

2 1 0

消息地址

图7-50 MSI

表7-40 MSI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 一比零 | **保留**- 读取时始终返回0写操作没有效果。 | [RsvdP](#_bookmark38) |
| 三十一比二 | ***消息地址***- 系统指定的消息地址。  如果[MSI使能](#_bookmark290)位为1，则此寄存器的内容指定MSI事务的DWORD对齐地址（地址[31：02]）。地址[1：0]设置为00b。  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI的消息高位地址寄存器（偏移08h）

31

0

消息上限地址

图7-51 MSI

*表7-41 MSI*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***消息上限地址***- 系统指定的消息上限地址。  仅当功能支持64位消息地址（设置了[64位地址功能](#_bookmark293)）时，才实现此寄存器PCI Express端点需要此寄存器，其他功能类型可选  如果[MSI使能](#_bookmark290)位为1，则此寄存器的内容（如果非零）指定64位消息地址（地址[63：32]）的高32位。如果该寄存器的内容为零，则函数使用消息地址寄存器指定的32位地址。  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI的消息数据寄存器（偏移08h或0Ch）

15

0

消息

图7-52 MSI

表7-42 MSI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比零 | **消息数据**- 系统指定的消息数据。  如果[MSI使能](#_bookmark290)位被置位，则该功能使用低16位的消息数据发送DWORD存储器写入事务所有4字节使能均已设置。  [多消息使能](#_bookmark292)字段定义允许功能修改以生成其系统软件分配向量的低阶消息数据位的数目例如，[多消息使能](#_bookmark292)编码010b表示该功能已被分配了四个向量，并被允许修改消息数据位1和0（功能修改较低的消息数据位以生成所分配的向量数如果[多消息启用](#_bookmark292)字段为000b，则不允许功能修改消息数据。  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI扩展消息数据寄存器（可选）

15 0

扩展消息数据

*图7-53 MSI*

表7-43 MSI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比零 | ***扩展消息数据***- 系统指定的消息数据。  该寄存器是可选的。对于没有每向量掩码的MSI能力结构，如果[扩展消息数据能力](#_bookmark295)位被设置，则必须实现它;否则，它在MSI能力结构之外并且未定义。对于具有每向量掩码的MSI能力结构，如果[扩展消息数据能力](#_bookmark295)位被设置，则必须实现它;否则，它是[RsvdP](#_bookmark38)。  如果[扩展消息数据使能](#_bookmark296)位被置位，则DWORD内存写入事务使用  [扩展消息数据](#_bookmark301)用于高16位;否则，它使用0000 h用于高16位。  此字段的默认值为0000h。 | [RW](#_bookmark57)/未定义/  [RsvdP](#_bookmark38) |

* + - 1. MSI的掩码位寄存器（偏移0Ch或10h

该寄存器是可选的。如果设置了[Per-Vector Masking Capable（每矢量屏蔽能力），则](#_bookmark294)会显示该选项（请参见[7.7.1.2部分](#_bookmark289)）。此寄存器在能力范围内的偏移取决于[64位地址能力](#_bookmark293)位的值（参见[7.7.1.2节](#_bookmark289)）。

掩码位和挂起位寄存器使软件能够禁用或延迟每个向量的消息发送。

MSI向量编号为0到N-1，其中N是软件分配的向量数每个向量与掩码位和挂起位寄存器中相应编号的位相关联

[多消息能力](#_bookmark291)字段指示实现了多少个向量（具有相关的屏蔽和挂起位）保留所有未实现的掩码和挂起位

31

0

掩码位

图7-54 MSI掩码位寄存器

表7-44 MSI的

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***屏蔽位***- 对于设置的每个屏蔽位，禁止功能发送相关消息。  默认值为0。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI挂起位寄存器（偏移10 h或14 h）

该寄存器是可选的。如果设置了[Per-Vector Masking Capable](#_bookmark294)（每矢量屏蔽能力），则会显示该选项（请参见[7.7.1.2部分](#_bookmark289)）。

此寄存器在能力内的偏移取决于[64位地址能力](#_bookmark293)位的值（参见[7.7.1.2部分](#_bookmark289)）

请参阅[7.7.1.7部分](#_bookmark302)了解有关此寄存器的其他要求

31

0

未决位

图7-55 MSI挂起位寄存器

表7-45 MSI挂起位寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***挂起位***- 对于设置的每个挂起位，函数具有挂起的关联消息。默认值为0。 | [RO](#_bookmark56) |

* + 1. *MSI-X功能*和表结构

[MSI-X能力](#_bookmark303)结构如[图7-56](#_bookmark305)所示。禁止每个功能有多个[MSI-X能力](#_bookmark303)结构，但允许一个功能同时具有[MSI能力](#_bookmark282)结构和[MSI-X能力](#_bookmark303)结构。

与直接包含函数向量的所有控制/状态信息的[MSI能力](#_bookmark282)结构相反，[MSI-X能力](#_bookmark303)结构指向***MSI-X表***结构和***MSI-X PBA***结构（待定位阵列结构），每个结构都驻留在内存空间中（见[图7-57](#_bookmark306)和[图7-58](#_bookmark307)）。

每个结构由属于功能的[基址寄存器](#_bookmark13)（BAR）映射，位于配置空间中的10h处开始，或[增强分配能力](#_bookmark0)中的条目。BAR指示寄存器（BIR）指示 BAR（或当使用增强分配时的BEI），并且QWORD对齐的偏移指示结构相对于与BAR相关联的基址开始的位置。BAR可以是32位或64位，但必须映射内存空间。一个函数可以用同一个BAR映射两个结构，或者用不同的BAR映射每个结构

[MSI-X表](#_bookmark304)结构如[图7-57](#_bookmark306)所示，通常包含多个条目，每个条目由几个字段组成每个条目能够指定唯一的向量。

挂起位数组（PBA）结构，如[图7-58](#_bookmark307)所示，包含函数的挂起位，每个表条目一个，组织为QWORD中的位的最后一个QWORD不一定完全填充。

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

消息控制下一个能力指针 能力ID

表偏移

PBA偏移

表BIR

PBA BIR

+000小时

+004小时

+008小时

图7-56[MSI-X能力](#_bookmark303)结构

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9

条目0：消息地址条目0：消息上层地址

条目0：消息数据条目0：矢量控制条目1：消息地址

条目1：消息上地址条目1：消息数据条目1：矢量控制

条目2：消息地址条目2：消息上地址

条目2：消息数据条目2：矢量控制

...

8 7

6 5 4 3 2 1 0

+000小时

+004小时

+008小时

+00Ch

+010小时

+014小时

+018小时

+01Ch

+020小时

+024小时

+028小时

+02Ch

+030小时

图7-57[MSI-X表格](#_bookmark304)结构

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

挂起位0至63

待定位64至127

...

+000小时

+004小时

+008小时

图7-58[MSI-X PBA](#_bookmark304)结构

为了使用给定的[MSI-X表](#_bookmark304)条目请求服务，功能使用数据的消息数据字段条目的内容、地址的高32位的消息上地址字段的内容以及地址的低32位的消息地址字段条目的内容来执行DWORD存储器写入事务从MSI-X消息的目标地址进行的内存读取事务会产生未定义的结果。

如果[基址寄存器](#_bookmark13)或[增强分配能力](#_bookmark0)中的条目映射[MSI-X表](#_bookmark304)的地址空间，

[MSI-X PBA](#_bookmark304)还映射与MSI-X结构、位置（例如，对于CSR）不能与MSI-X

结构存在。这允许系统软件在适用的情况下为MSI-X结构和其他地址空间使用不同的处理器属性(Some处理器体系结构不支持将不同的处理器属性与相同的自然对齐的4 KB物理地址范围关联。）允许[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)共同驻留在自然对齐的4 KB地址范围内，但它们不得相互重叠

执行说明

专用BAR和地址范围隔离

为了使系统软件能够将MSI-X结构映射到不同的处理器页面上以改进访问控制，建议功能为[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)提供单独的[基址寄存器](#_bookmark92)，或者提供超过最低要求的地址范围隔离

如果专用的独立[基址寄存器](#_bookmark92)不可行，建议功能专用一个

[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)的[基址寄存器](#_bookmark13)。

如果专用[基址寄存器](#_bookmark13)不可行，建议功能将MSI-X结构与非MSI-X结构隔离，并对齐8 KB范围，而不是强制对齐4 KB范围。

例如，如果[基址寄存器](#_bookmark13)需要为包含128个条目的[MSI-X表](#_bookmark304)映射2 KB，为包含128位的[MSI-X PBA](#_bookmark304)映射16字节，为与MSI-X无关的寄存器映射64字节，则以下是可接受的[基址寄存器](#_bookmark13)请求8 KB的总地址空间，映射非MSI-X寄存器的前64个字节，映射[MSI-X表](#_bookmark304)，从4 KB偏移开始，映射[MSI-X PBA](#_bookmark304)，从6 KB偏移开始。

共享[基址寄存器](#_bookmark13)的优选实现方式是，它请求16 KB的总地址空间，映射非MSI-X寄存器的前64个字节，映射在8 KB的偏移处开始的[MSI-X表](#_bookmark304)，并且映射非MSI-X寄存器的前64个字节。

[MSI-X PBA](#_bookmark304)从12 KB的偏移量开始

执行说明

读写存储器

[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)结构被定义为使得它们可以驻留在设备上的通用读/写存储器中，以便于实现并增加灵活性。为了实现这一点，所包含的字段都不需要是只读的，并且对事务对齐和大小也有限制

对于对[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)字段的所有访问，软件必须使用对齐的完整DWORD或对齐的完整QWORD事务;否则，结果未定义。

[MSI-X表](#_bookmark304)条目和挂起位分别编号为0到N-1，其中N-1由[MSI-X的消息控制寄存器](#_bookmark310)中的表大小字段指示。对于给定的任意[MSI-X表](#_bookmark304)条目*k*，其起始地址可以用以下公式计算：

条目起始地址=表基+*k* × 16

公式7-1 MSI-X起始地址

对于相关联的待决位*k*，其用于QWORD访问的地址和该QWORD内的位数可以用以下公式计算：

QWORD地址= PBA基址+（*k*div 64）× 8QWORD位# =*k* mod 64

公式7-2 MSI-X PBA QWORD访问

选择使用DWORD访问读取挂起位*K*的软件可以使用以下公式：

DWORD地址= PBA基址+（*k*div 32）× 4DWORD位# =*k* mod 32

公式7-3 MSI-X PBA DWORD访问

[MSI-X能力](#_bookmark303)、[MSI-X表](#_bookmark304)和[MSI-X PBA](#_bookmark304)结构中的每个字段将在以下部分中进一步描述在[MSI-X能力](#_bookmark303)结构中，保留寄存器和位在读取时始终返回0，并且写入操作不起作用。在[MSI-X表](#_bookmark304)和PBA结构中，保留字段具有特殊规则。

* + - 1. MSI-X能力报头（偏移量00 h）

[MSI-X Capability Header](#_bookmark308)枚举PCI Configuration Space Capability列表中的[MSI-X Capability](#_bookmark303)结构

[图7-56](#_bookmark305)详细说明了[MSI-X能力报头](#_bookmark308)中寄存器字段的分配;[表7-46](#_bookmark309)提供了相应的位定义。

下一个能力指针

15

8 7

0

能力ID

图7-59 MSI-X功能标题

表7-46 MSI-X能力标头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 七比零 | ***Capability ID***- 指示[MSI-X Capability](#_bookmark303)结构。此字段必须返回11 h的Capability ID，指示这是[MSI-X Capability](#_bookmark303)结构。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十五点八分 | ***下一个功能指针***- 此字段包含到下一个PCI功能结构的偏移量，或者如果功能的链接列表中不存在其他项，则为00 h | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. MSI-X的消息控制寄存器（偏移02 h）

默认情况下，MSI-X处于禁用状态。如果MSI和MSI-X都被禁用，则功能通过INTx中断请求服务（如果支持）。系统软件可以通过设置该寄存器的位15来使能MSI-X系统软件允许修改

消息控制寄存器的读写位和字段。不允许设备驱动程序修改消息控制寄存器

保留功能掩码MSI-X使能

15 14 13 11 10

0

表大小

图7-60 MSI-X

表7-47 MSI-X

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十比零 | ***表格大小***- 系统软件读取此字段以确定MSI-X表格大小N，编码为N-1。例如，返回值000 0000 0011b表示表大小为4。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十三点十一分 | **保留**- 读取时始终返回0，写入操作无效。 | [RsvdP](#_bookmark38) |
| 14 | ***函数掩码***-如果设置，则屏蔽与函数关联的所有向量，而不管其每个向量的掩码位值如何。  如果清除，则每个向量  设置或清除MSI-X函数掩码位对每个向量掩码位的值没有影响。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |
| 15 | ***MSI-X启用***- 如果设置且[MSI消息控制寄存器](#_bookmark288)中的MSI启用位（参见[第7.7.1.2](#_bookmark289)）为清除，则允许该功能使用MSI-X请求服务，并禁止使用INTx中断（如果实施）。系统配置软件设置此位以使能MSI-X。禁止设备驱动程序写入此位以屏蔽函数  如果清除，则禁止该功能使用MSI-X请求服务。该位的默认值为0b。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI-X的表偏移/表BIR寄存器（偏移04 h）

表BIR

31

3 2

0

表偏移

图7-61 MSI-X

表7-48 MSI-X

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 二比零 | ***表BIR***- 指示功能的基址寄存器中的哪一个  定义的编码为：   1. [基址寄存器](#_bookmark13)10h 2. [基址寄存器](#_bookmark13)14h 3. [基址寄存器](#_bookmark13)18h 4. [基地址寄存器](#_bookmark13)1Ch 5. [基址寄存器](#_bookmark13)20h 6. [基址寄存器](#_bookmark13)24h 7. 保留 8. 保留   对于64位[基址寄存器](#_bookmark13)，[表BIR](#_bookmark312)表示较低的DWORD。对于具有类型1配置空间报头的函数，也保留BIR值2到5 | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一比三 | ***表偏移量***-用作函数基址寄存器之一所含地址的偏移量，低3[表BIR](#_bookmark312)位由软件屏蔽（设置为零），以形成32位QWORD对齐偏移。 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 用于MSI-X的PBA偏移/PBA BIR寄存器（偏移08 h）

PBA BIR

31

3 2

0

PBA偏移

图7-62用于MSI-X的

表7-49用于MSI-X的PBA偏移/PBA BIR寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 二比零 | ***PBA BIR***-指示功能的基址寄存器中的哪一个  [PBA BIR](#_bookmark313)值定义与[表BIR](#_bookmark312)的定义相同。 | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一比三 | ***PBA偏移量***-用作从某个功能基址寄存器包含的地址指向MSI-X PBA基址的偏移量较低的3[个PBA BIR](#_bookmark313)位由软件屏蔽（设置为零），以形成32位QWORD对齐偏移。 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. MSI-X表寄存器的消息地址寄存器

保留

31

2 1 0

消息地址

图7-63 MSI-X表的消息地址寄存器

表7-50 MSI-X表的消息地址寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 一比零 | **保留**- 为了正确的DWORD对齐，软件必须始终将零写入这两位;否则结果未定义。  此字段的默认值为00b。  这些位允许为只读或读写。 | [RO](#_bookmark56)或[RW](#_bookmark57) |
| 三十一比二 | ***消息地址***- 系统指定的消息低位地址。  对于MSI-X消息，来自[MSI-X表](#_bookmark304)条目的此字段的内容指定内存写入事务的DWORD对齐地址  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI-X表位寄存器的消息高位地址寄存器

31

0

消息上限地址

图7 - 64 MSI-X表的消息上地址寄存器

表7-51 MSI-X表的消息上地址寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***消息上限地址***- 系统指定的消息上限地址位。  如果此字段为零，则使用32位地址消息如果此字段为非零，则使用64位地址  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. MSI-X表的消息数据寄存器

31

0

消息数据

图7-65 MSI-X表的消息数据寄存器

表7-52 MSI-X表条目的消息数据寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***消息数据***- 系统指定的消息数据。  对于MSI-X消息，来自[MSI-X表](#_bookmark304)条目的此字段的内容指定DWORD内存写入事务的32位数据有效负载所有4字节使能均已设置。  与用于MSI消息的消息数据相反，MSI-X消息中的低阶消息数据位不被函数修改  此字段为读写字段。  此字段的默认值未定义。 | [RW](#_bookmark57) |

* + - 1. 用于MSI-X工作台的矢量控制寄存器

如果功能实现[TPH请求者扩展能力](#_bookmark54)结构和[MSI-X能力](#_bookmark303)结构，则该功能可以选择使用每个条目中[MSI-X表条目的矢量控制寄存器](#_bookmark314)来存储引导标签。参见[第6.17](#_bookmark31)节。

掩码位

31

24 23

16 15

1 0

ST上部ST下部保留

图7-66 MSI-X检查床的矢量控制寄存器

表7-53用于MSI-X检查床的矢量控制寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***屏蔽位***- 当该位被设置时，禁止功能使用该[MSI-X表](#_bookmark304)条目发送消息然而，使用相同向量编程的任何其他[MSI-X表](#_bookmark304)条目仍将能够发送等效消息，除非它们也被屏蔽。  该位的默认值为1b（条目被屏蔽） | [RW](#_bookmark57) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比一 | **保留**-默认情况下，这些位的值必须为0。然而，为了将来的潜在使用，软件在修改其他矢量控制位的值时必须保留这些保留位的值如果软件修改这些保留位的值，则结果未定义。  这些位允许为[RsvdP](#_bookmark38)或读写。 | [RW](#_bookmark57)或  [RsvdP](#_bookmark38) |
| 二十三点十六分 | ***ST低位***- 如果该函数实现TPH转换器扩展能力结构，并且ST表位置指示值10 b，则该字段包含引导标签的低位8位，并且必须是读写的。  否则，该字段允许读写或[RsvdP](#_bookmark38)，并且为了将来的潜在使用，软件在修改其他矢量控制位的值时必须保留这些保留位的值，否则结果未定义。  此字段的默认值为00h。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 三十一点二十四分 | ***ST Upper***- 如果功能实现[TPH解码器扩展能力](#_bookmark54)结构，并且ST表位置指示值10 b，并且[扩展TPH解码器支持](#_bookmark101)位被设置，则该字段包含引导标签的高8位，并且必须是读写的。  否则，该字段允许读写或[RsvdP](#_bookmark38)，并且为了将来的潜在使用，软件在修改其他矢量控制位的值时必须保留这些保留位的值，否则结果未定义。  此字段的默认值为00h。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |

* + - 1. MSI-X PBA寄存器

63

0

未决位

图7-67 MSI-X PBA寄存器的

表7-54 MSI-X PBA寄存器的

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 六十三比零 | ***Pending Bits***- 对于设置的每个Pending Bit，该函数具有用于相关  [MSI-X表](#_bookmark304)条目。  没有相关[MSI-X表](#_bookmark304)条目的挂起位被保留。默认情况下，保留挂起位的值必须为0b。  软件不应该写，而应该只读挂起位。如果软件写入挂起位，则结果未定义。  每个挂起位的默认值为0b。  这些位允许为只读或读写。 | [RO](#_bookmark56)或[RW](#_bookmark57) |

* + 1. 辅助PCI Express扩展功能

如果满足以下任何条件，则必须在任何功能或[RCRB](#_bookmark29)中实施辅助PCI Express扩展功能结构

* [支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段指示链路支持8.0 GT/s或更高的链路速度（参见

[部分7.5.3.18](#_bookmark256)或[部分7.9.9.2](#_bookmark113)）。

* “较低SKP OS生成支持的速度矢量”字段中的任何位均已设置（请参见[7.5.3.18节](#_bookmark256)）。
* 当通道错误状态寄存器中报告基于通道的错误时（在[第4.2.6](#_bookmark69)中讨论）。

为了支持将来对该能力的添加，在与链路相关联的任何功能或[RCRB](#_bookmark29)中允许该能力对于与上游端口关联的[多功能设备](#_bookmark115)，仅在设备的功能0中允许此功能。

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9

8 7 6

5 4 3

2 1 0

字节偏移

PCI Express扩展能力报头链路控制3寄存器

通道错误状态寄存器

+000小时

+004小时

+008小时

通道（1）均衡控制寄存器入口通道（3）均衡控制寄存器入口通道（5）均衡控制寄存器入口通道（7）均衡控制寄存器入口通道（9）均衡控制寄存器入口通道（11）均衡控制寄存器入口通道（13）均衡控制寄存器入口通道（15）均衡控制寄存器入口通道（17）均衡控制寄存器入口通道（19）均衡控制寄存器入口通道（21）均衡控制寄存器入口通道（23）均衡控制寄存器入口通道（25）均衡控制寄存器入口通道（27）均衡控制寄存器入口通道（29）均衡控制寄存器入口通道（31）均衡控制寄存器入口通道（32）均衡控制寄存器入口通道（33）均衡控制寄存器入口通道（34）均衡控制寄存器入口通道（35）均衡控制寄存器入口通道（36）均衡控制寄存器入口通道（37）均衡控制寄存器入口通道（37）均衡控制寄存器入口通道（38）均衡控制寄存器入口通道（39）均衡控制寄存器入口通道（39）

通道（0）均衡控制寄存器入口通道（2）均衡控制寄存器入口通道（4）均衡控制寄存器入口通道（6）均衡控制寄存器入口通道（8）均衡控制寄存器入口通道（10）均衡控制寄存器入口通道（12）均衡控制寄存器入口通道（14）均衡控制寄存器入口通道（16）均衡控制寄存器入口通道（18）均衡控制寄存器入口通道（20）均衡控制寄存器入口通道（22）均衡控制寄存器入口通道（24）均衡控制寄存器入口通道（26）均衡控制寄存器入口通道（28）均衡控制寄存器入口通道（30）均衡控制寄存器入口通道（31）均衡控制寄存器入口通道（32）均衡控制寄存器入口通道（33）均衡控制寄存器入口通道（34）均衡控制寄存器入口通道（34）均衡控制寄存器入口通道（35）均衡控制寄存器入口通道（36）均衡控制寄存器入口通道（36）均衡控制寄存器入口通道（37）均衡控制寄存器入口通道（38）

+00Ch

+010小时

+014小时

+018小时

+01Ch

+020小时

+024小时

+028小时

+02Ch

+030小时

+034小时

+038小时

+03Ch

+040小时

+044小时

+048小时

*图7-68*[*辅助PCI Express扩展功能*](#_bookmark315)*结构*

* + - 1. 辅助PCI Express扩展能力报头（偏移量00h）

31

20 19

16 15

0

下一个能力偏移

PCI Express扩展能力ID能力版本

图7-69辅助PCI Express扩展功能接头

表7-55辅助PCI Express扩展功能标头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 十五比零 | ***PCI Express扩展功能ID***- 此字段是PCI-SIG定义的ID号，指示扩展功能的性质和格式  辅助PCI Express扩展功能的PCI Express扩展功能ID为0019h。 | [RO](#_bookmark56) |
| 十九点十六分 | ***Capability Version***- 此字段是PCI-SIG定义的版本号，指示当前Capability结构的版本  对于此版本的规范，必须为1h。 | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一点二十分 | ***下一个功能偏移量***- 此字段包含到下一个PCI Express扩展功能结构的偏移量，如果功能的链接列表中不存在其他项，则为000 h | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 链路控制3寄存器（偏移04h）

执行均衡

31

16 15

9 8

2 1 0

RsvdP

RsvdP

链路均衡请求启用启用较低SKP OS生成向量

图7-70链路控制3寄存器

表7-56链路控制3寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 0 | ***执行均衡***- 当此位为1b并且将1b写入“[重新训练链路”](#_bookmark189)位且“[目标链路速度](#_bookmark264)”字段设置为8.0 GT/s或更高时，下游端口必须执行链路均衡。参阅  详情见[第4.2.3节](#_bookmark111)和[第4.2.6.4.2节](#_bookmark94)  当[支持的交叉链路](#_bookmark258)为1b时，对于下游端口和上游端口，此位为[RW](#_bookmark57)（请参见  [部分7.5.3.18](#_bookmark256)）。此位不适用，当[交叉链路支持](#_bookmark258)位为0b时，此位为上行端口的[RsvdP](#_bookmark38)  默认值为0b。  如果端口不支持8.0 GT/s，则允许将此位硬连线至0 b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 1 | ***链路均衡请求中断使能***- 设置时，该位使能中断的生成，以指示[链路均衡请求8.0 GT/s](#_bookmark269)位、[链路均衡请求16.0 GT/s](#_bookmark106)位或[链路均衡请求32.0 GT/s](#_bookmark14)位已被设置。  当[支持的交叉链路](#_bookmark258)为1b时，对于下游端口和上游端口，此位为[RW](#_bookmark57)（请参见  [部分7.5.3.18](#_bookmark256)）。此位不适用，当[交叉链路支持](#_bookmark258)位为0b时，此位为上行端口的[RsvdP](#_bookmark38)  此位的默认值为0b。  如果端口不支持8.0 GT/s，则允许将此位硬连线至0 b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |
| 九点十五分 | ***启用较低SKP OS生成向量***- 当链路处于[L0](#_bookmark4)并且该字段中对应于[当前链路速度](#_bookmark15)的位被设置时，SKP有序集以针对[SRNS](#_bookmark68)定义的速率被调度，从而覆盖基于时钟容差架构所需的速率附加要求见[第4.2.7](#_bookmark55)  此字段中的位定义为：  **位0** 2.5 GT/s  **位1** 5.0 GT/s  **钻头2** 8.0 GT/s  **钻头3** 16.0 GT/s  **钻头4** 32.0 GT/s  **位6：5**[RsvdP](#_bookmark38)  如果[较低SKP操作系统代支持的速度矢量](#_bookmark259)中的相应位被设置，则该字段中的每个未保留位必须为[RW](#_bookmark57)，否则该位必须为[RW](#_bookmark57)或硬连线为0。  如果在此字段中设置了一个位，并且未设置[较低SKP OS生成支持的速度向量](#_bookmark259)中的相应位，则行为未定义  此字段的默认值为000 0000b。 | [RW](#_bookmark57)/[RsvdP](#_bookmark38) |

* + - 1. 通道错误状态寄存器（偏移08h）

[通道错误状态寄存器](#_bookmark316)由32位向量组成，其中每个位指示具有相应通道编号的通道是否检测到错误。此通道编号是默认通道编号，其对于链路训练期间发生的链路宽度和通道反转协商是不变

31

0

通道错误状态位

图7-71通道错误状态寄存器

表7-57通道错误状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三十一比零 | ***通道错误状态位***- 每个位指示相应通道是否检测到基于通道的错误。值1b表示在相应的通道号上检测到基于通道的错误（请参见  [第4.2.2.3.3](#_bookmark77)、[第4.2.6](#_bookmark69)和[第4.2.7.2](#_bookmark26)了解详情）。每个位的默认值为0b。  对于窄于32通道的端口，未使用的高位[31：[最大链路宽度](#_bookmark178)]为[RsvdZ](#_bookmark49)。  对于不支持8.0 GT/s且不根据8b/10 b错误设置这些位的端口（可选，请参见  [第4.2.6节](#_bookmark69)），该字段允许硬连线为0。 | RW1CS |

* + - 1. 通道均衡控制寄存器（偏移0Ch）

[通道均衡控制寄存器](#_bookmark317)由每通道8.0 GT/s均衡所需的控制字段组成，该寄存器中的条目数由[最大链路宽度](#_bookmark178)决定（参见[第7.5.3.6](#_bookmark174)）。每个条目包含具有对应默认通道编号的通道的值，该默认通道编号对于链路训练期间发生的链路宽度和通道反转协商是不变的

如果端口不支持8.0 GT/s，则允许将此寄存器硬连线至0。

150

0Ch

通道（1）均衡控制寄存器条目

通道（0）均衡控制寄存器条目

0Ch +02h

0 Ch+（最大链接宽度-1）\* 02 h

通道（最大链路宽度-1）均衡控制寄存器条目

A-0799A

图7-72[通道均衡控制寄存器](#_bookmark317)

下游端口8.0 GT/s发射机预设下游端口8.0 GT/s接收机预设提示RsvdP

15 14 12 11

8 7 6

4 3

0

上行端口8.0 GT/s发送器预设上行端口8.0 GT/s接收器预设提示RsvdP

图7-73通道均衡控制寄存器条目

*表7-58****通道均衡控制寄存器条目***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 操作端口方向 | [支持Crosslink](#_bookmark258) | 使用 |
| 一 | 下游端口 | 任何 | 字段包含链路均衡期间在关联通道上发送的值  字段为[HwInit](#_bookmark36)。 |
| B | 上游端口 | 0b | 字段用于调试和诊断。它包含在链路均衡期间从关联  域是[RO](#_bookmark56)。  注：当支持交叉链接时，情况C（如下）适用，并且此捕获的信息对软件不可见鼓励供应商提供获取这一信息的替代机制。 |
| C | 上游端口 | 1b | 字段未被使用或不受当前链路均衡的影响。  如果将来的交叉链路协商切换了操作端口方向，则将使用字段值，以便应用情况A（上述）  字段为[HwInit](#_bookmark36)。 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
| 三比零 | ***下游端口8.0 GT/s发送器预设***- 当端口作为下游端口运行时，此端口用于8.0 GT/s均衡的发送器当端口作为上游端口运行时，忽略此字段详见[第8](#_bookmark5)。字段编码在[第4.2.3.2](#_bookmark24)中定义。  对于上游端口，如果[Crosslink Supported](#_bookmark258)为0b，则该字段为[RsvdP](#_bookmark38)。否则，此字段为[HwInit](#_bookmark36)。请参见[7.5.3.18一节](#_bookmark256)。  默认值为1111b。 | [HwInit](#_bookmark36)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 六比四 | ***下游端口8.0 GT/s接收器预设提示***- 接收器预设提示值，当端口作为下游端口操作时，该值可用作当端口作为上游端口运行时，忽略此字段详见[第8](#_bookmark5)章。字段编码在[第4.2.3.2](#_bookmark24)中定义。  对于上游端口，如果[Crosslink Supported](#_bookmark258)为0b，则此字段为[RsvdP](#_bookmark38)。否则，此字段为[HwInit](#_bookmark36)。请参见[7.5.3.18一节](#_bookmark256)。  默认值为111b。 | [HwInit](#_bookmark36)/[RsvdP](#_bookmark38)（参见说明） |
| 十一点八分 | ***上游端口8.0 GT/s发送器预设***- 字段包含在8.0 GT/s链路均衡期间发送或接收的发送器预设值字段使用情况如下所示：  详见[第4.2.3](#_bookmark111)和[第8](#_bookmark5)。字段编码在[第4.2.3.2](#_bookmark24)中定义。默认值为1111b。 | [HwInit](#_bookmark36)/[RO](#_bookmark56)（参见说明） |
| 十四点十二分 | ***上游端口8.0 GT/s接收器预设提示***- 字段包含在8.0 GT/s链路均衡期间发送或接收的接收器预设提示值字段使用情况如下所示： | [HwInit](#_bookmark36)/[RO](#_bookmark56)（参见说明） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 寄存器描述 | 属性 |
|  | 详见[第4.2.3](#_bookmark111)和[第8](#_bookmark5)。字段编码在[第4.2.3.2](#_bookmark24)中定义。默认值为111b。 |  |

##### 数据链路特性扩展能力

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 工作端口方向 | [支持Crosslink](#_bookmark258) | 使用 |
| 一 | 下游端口 | 任何 | 字段包含链路均衡期间在关联通道上发送的值  字段为[HwInit](#_bookmark36)。 |
| B | 上游端口 | 0b | 字段用于调试和诊断。它包含在链路均衡期间从关联  域是[RO](#_bookmark56)。  注：当支持交叉链接时，情况C（如下）适用，并且此捕获的信息对软件不可见鼓励供应商提供获取这一信息的替代机制。 |
| C | 上游端口 | 1b | 字段未被使用或不受当前链路均衡的影响。  如果将来的交叉链路协商切换了操作端口方向，则将使用字段值，以便应用情况A（上述）  字段为[HwInit](#_bookmark36)。 |

[数据链路功能](#_bookmark318)是支持一个或多个相关功能的下游端口所需的可选扩展功能由于支持16.0 GT/ s的端口需要[缩放流量控制](#_bookmark19)功能，因此支持16.0 GT/s的下游端口也需要此功能（参见[第3.4.2节](#_bookmark19)）。在其他下游端口中是可选的。它在与上游端口相关的功能中是可选的在与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)中，此功能的所有实例必须在此功能的所有字段中报告相同的信息它不适用于与端口无关的功能（例如，RCiEP，根复合体事件收集器）。数据链路特性扩展能力如[图7-74](#_bookmark319)所示。

字节偏移

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

PCI Express扩展能力报头数据链路特征能力寄存器数据链路特征状态寄存器

+000小时

+004小时

+008小时

图7-74[数据链路特性扩展能力](#_bookmark318)

* + - 1. 数据链路功能扩展能力报头（偏移量00h）

[图7-75](#_bookmark321)详细说明了[数据链路特性扩展能力报头](#_bookmark320)中寄存器字段的分配;[表7-59](#_bookmark322)提供了相应的位定义。

31

20 19

16 15

0

下一个能力偏移

PCI Express扩展能力ID能力版本

图7-75数据链路特性扩展能力报头

表7-59数据链路特性扩展能力报头

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
| 十五比零 | ***PCI Express扩展功能ID***- 此字段是PCI-SIG定义的ID号，指示扩展功能的性质和格式  数据链路功能的扩展功能ID为0025h | [RO](#_bookmark56) |
| 十九点十六分 | ***Capability Version***- 此字段是PCI-SIG定义的版本号，指示当前Capability结构的版本  对于此版本的规范，必须为1h。 | [RO](#_bookmark56) |
| 三十一点二十分 | ***下一个功能偏移量***- 此字段包含到下一个PCI Express功能结构的偏移量，如果功能的链接列表中不存在其他项，则  对于在配置空间中实现的扩展功能，此偏移量相对于PCI兼容配置空间的开始，因此必须始终为000h（用于终止功能列表）或大于0FFh。  此偏移的最低2位是保留位，必须实现为00 b，但软件必须屏蔽它们，以便将来使用这些位。 | [RO](#_bookmark56) |

* + - 1. 数据链路特性能力寄存器（偏移04h）

[图7-76](#_bookmark323)详细说明了数据链路功能寄存器中寄存器字段的分配;[表7-60](#_bookmark324)提供了相应的位定义。

当此端口发送[数据链路功能DLLP](#_bookmark107)时，该DLLP的符号1、2和3中的功能支持字段分别包含此寄存器的位[22：16]、[15：8]和[7：0]（参见[图3-12](#_bookmark78)）。

数据链路功能交换启用

31 30

23 22

0

支持本地数据链路功能

RsvdP

图7-76数据链路功能寄存器

表7-60数据链路功能寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
| 二十二比零 | ***支持的本地数据链路功能***- 此字段包含此端口发送[数据链路功能DLLP](#_bookmark107)时使用的功能支持值（参见[图3-12](#_bookmark78)）。定义的功能包括：  **位0支持*本地缩放流量控制***- 此位表示此端口支持[缩放流量控制](#_bookmark19)功能（参见[第3.4.2](#_bookmark19)）。  **位22：1**[RsvdP](#_bookmark38)  与此端口能够支持的功能相关联的位是[HwInit](#_bookmark36)，默认为1b。该字段中的其他位是[RsvdP](#_bookmark38)。 | [HwInit](#_bookmark36)/[响应](#_bookmark38) |
| 31 | ***数据链路功能交换使能***- 如果设置，此位表示此端口将进入[DL\_Feature](#_bookmark71)协商状态（参见[第3.2.1](#_bookmark102)）。默认值为1B。 | [HwInit](#_bookmark36) |

* + - 1. 数据链路功能状态寄存器（偏移08h）

[图7-77](#_bookmark326)详细说明了[数据链路特性状态寄存器](#_bookmark325)中寄存器字段的分配;[表7-61](#_bookmark327)提供了相应的位定义。

远程

31 30

23 22

0

支持远程数据链路功能

RsvdZ

图7-77数据链路特性状态寄存器

表7-61数据链路功能状态寄存器

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比特位置 | 描述 | 属性 |
| 二十二比零 | ***支持的远程数据链路功能***-这些位表示远程端口支持相应的数据链路功能。即使此端口不支持相应的功能，这些位也会捕获[数据链路功能DLLP](#_bookmark107)的功能支持字段中的所有信息  进入状态[DL\_Inactive](#_bookmark108)时，该字段被清除（请参阅[第3.2.1](#_bookmark102)）。目前定义的功能包括：  **位0-** 此位表示远程端口支持[缩放流量控制](#_bookmark19)功能（请参见  ***第***[3.4.2节](#_bookmark19)）。  ***比例流量*位22：1** 未定义  控制  ***支持的***默认值为00 0000h | [RO](#_bookmark56) |
| 31 | **支持的远程数据链路功能有效**- 此位表示端口已接收到处于[DL\_Feature](#_bookmark71)状态的[数据链路功能DLLP](#_bookmark107)（参见[第3.2.1](#_bookmark102)），并且支持的远程数据链路功能字段有意义。该位在进入[DL\_Inactive](#_bookmark108)状态时清0（参见[第3.2.1](#_bookmark102)）。  默认值为0b。 | [RO](#_bookmark56) |

* + 1. 物理层16.0 GT/s扩展功能

[物理层16.0 GT/s扩展功能](#_bookmark328)结构必须在以下环境中实施

* 与下游端口相关的功能，其中[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段指示支持16.0 GT/s的链路速度
* 与上游端口相关联的单功能设备的功能，其中[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段指示支持16.0 GT/s的链路速度
* 与上游端口相关联的[多功能设备](#_bookmark115)的功能0（且仅功能0），其中

[支持的链路速度矢量](#_bookmark257)字段表示支持16.0 GT/s的链路速度

即使不支持16.0 GT/s链路速度，也允许在上述任何功能中实现此功能当不支持16.0 GT/s链路速度时，未定义Capability Header以外的寄存器行为

[图7-79](#_bookmark329)详细说明了[物理层16.0 GT/s扩展能力](#_bookmark328)结构中寄存器字段的分配

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9

8 7 6

5 4 3

2 1 0

字节偏移

PCI Express扩展能力标头

16.0 GT/s能力寄存器

16.0 GT/s控制寄存器

16.0 GT/s状态寄存器

16.0 GT/s本地数据奇偶校验不匹配状态寄存器

16.0 GT/s第一重定时器数据奇偶不匹配状态寄存器

16.0 GT/s第二重定时器数据奇偶不匹配状态寄存器

16.0 GT/s保留

+000小时

+004小时

+008小时

+00Ch

+010小时

+014小时

+018小时

+01Ch

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道3

16.0 GT/s Eq对照：泳道7

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道11

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道15

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道19

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道23

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道27

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道31

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道2

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道6

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道10

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道14

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道18

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道22

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道26

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道30

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道1

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道5

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道9

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道13

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道17

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道21

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道25

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道29

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道0

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道4

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道8

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道12

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道16

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道20

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道24

16.0 GT/s Eq Ctl：泳道28

+020小时

+024小时

+028小时

+02Ch

+030小时

+034小时

+038小时

+03Ch

*图7-78*[*物理层16.0 GT/s扩展能力*](#_bookmark328)

* + - 1. 物理层16.0 GT/s扩展能力报头（偏移量00 h）

31

20 19

16 15

0

下一个能力偏移

PCI Express扩展能力ID能力版本

图7-79物理层16.0 GT/s扩展能力报头