**第一章**

**关于本手册**

**The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volume 1: Basic Architecture (order number 253665) is part of a set that describes the architecture and programming environment of Intel® 64 and IA-32 architecture processors. Other volumes in this set are:**

**• The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volumes 2A, 2B, 2C & 2D: Instruction Set Reference (order numbers 253666, 253667, 326018, and 334569).**

**• The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volumes 3A, 3B, 3C & 3D: System Programming Guide (order numbers 253668, 253669, 326019, and 332831).**

**• The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volume 4: Model-Specific Registers (order number 335592).**

**The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volume 1, describes the basic architecture and programming environment of Intel 64 and IA-32 processors. The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volumes 2A, 2B, 2C, & 2D, describe the instruction set of the processor and the opcode structure. These volumes apply to application programmers and to programmers who write operating systems or executives. The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volumes 3A, 3B, 3C, & 3D, describe the operating-system support environment of Intel 64 and IA-32 processors. These volumes target operatingsystem and BIOS designers. In addition, the Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volume 3B, addresses the programming environment for classes of software that host operating systems. The Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer’s Manual, Volume 4, describes the model-specific registers of Intel 64 and IA-32 processors.**

* 1. **本手册涉及的Intel ®64和IA-32 处理器**

**本手册主要包含与最新Intel ®64和IA-32处理器相关的信息，包含:**

**• Pentium® processors**

**• P6 family processors**

**• Pentium® 4 processors**

**• Pentium® M processors**

**• Intel® Xeon® processors**

**• Pentium® D processors**

**• Pentium® processor Extreme Editions**

**• 64-bit Intel® Xeon® processors**

**• Intel® Core™ Duo processor**

**• Intel® Core™ Solo processor**

**• Dual-Core Intel® Xeon® processor LV**

**• Intel® Core™ 2 Duo processor**

**• Intel® Core™ 2 Quad processor Q6000 series**

**• Intel® Xeon® processor 3000, 3200 series**

**• Intel® Xeon® processor 5000 series**

**• Intel® Xeon® processor 5100, 5300 series**

**• Intel® Core™ 2 Extreme processor X7000 and X6800 series**

**• Intel® Core™ 2 Extreme processor QX6000 series**

**• Intel® Xeon® processor 7100 series**

**• Intel® Pentium® Dual-Core processor**

**• Intel® Xeon® processor 7200, 7300 series**

**• Intel® Xeon® processor 5200, 5400, 7400 series**

**• Intel® Core™ 2 Extreme processor QX9000 and X9000 series**

**• Intel® Core™ 2 Quad processor Q9000 series**

**• Intel® Core™ 2 Duo processor E8000, T9000 series**

**• Intel Atom® processor family**

**• Intel Atom® processors 200, 300, D400, D500, D2000, N200, N400, N2000, E2000, Z500, Z600, Z2000, C1000 series are built from 45 nm and 32 nm processes**

**• Intel® Core™ i7 processor**

**• Intel® Core™ i5 processor**

**• Intel® Xeon® processor E7-8800/4800/2800 product families**

**• Intel® Core™ i7-3930K processor**

**• 2nd generation Intel® Core™ i7-2xxx, Intel® Core™ i5-2xxx, Intel® Core™ i3-2xxx processor series**

**• Intel® Xeon® processor E3-1200 product family**

**• Intel® Xeon® processor E5-2400/1400 product family**

**• Intel® Xeon® processor E5-4600/2600/1600 product family**

**• 3rd generation Intel® Core™ processors**

**• Intel® Xeon® processor E3-1200 v2 product family**

**• Intel® Xeon® processor E5-2400/1400 v2 product families**

**• Intel® Xeon® processor E5-4600/2600/1600 v2 product families**

**• Intel® Xeon® processor E7-8800/4800/2800 v2 product families**

**• 4th generation Intel® Core™ processors**

**• The Intel® Core™ M processor family**

**• Intel® Core™ i7-59xx Processor Extreme Edition**

**• Intel® Core™ i7-49xx Processor Extreme Edition**

**• Intel® Xeon® processor E3-1200 v3 product family**

**• Intel® Xeon® processor E5-2600/1600 v3 product families**

**• 5th generation Intel® Core™ processors**

**• Intel® Xeon® processor D-1500 product family**

**• Intel® Xeon® processor E5 v4 family**

**• Intel Atom® processor X7-Z8000 and X5-Z8000 series**

**• Intel Atom® processor Z3400 series**

**• Intel Atom® processor Z3500 series**

**• 6th generation Intel® Core™ processors**

**• Intel® Xeon® processor E3-1500m v5 product family**

**• 7th generation Intel® Core™ processors**

**• Intel® Xeon Phi™ Processor 3200, 5200, 7200 Series**

**• Intel® Xeon® Scalable Processor Family**

**• 8th generation Intel® Core™ processors**

**• Intel® Xeon Phi™ Processor 7215, 7285, 7295 Series**

**• Intel® Xeon® E processors**

**• 9th generation Intel® Core™ processors**

**• 2nd generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family**

**• 10th generation Intel® Core™ processors**

**• 11th generation Intel® Core™ processors**

**• 3rd generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family**

**• 12th generation Intel® Core™ processors**

**• 13th generation Intel® Core™ processors**

**• 4th generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family**

**• 5th generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family**

**• Intel® Core™ Ultra 7 processors**

**P6 family processors are IA-32 processors based on the P6 family microarchitecture. This includes the Pentium® Pro, Pentium® II, Pentium® III, and Pentium® III Xeon® processors.**

**The Pentium® 4, Pentium® D, and Pentium® processor Extreme Editions are based on the Intel NetBurst® microarchitecture. Most early Intel® Xeon® processors are based on the Intel NetBurst® microarchitecture. Intel Xeon processor 5000, 7100 series are based on the Intel NetBurst® microarchitecture.**

**The Intel® Core™ Duo, Intel® Core™ Solo and dual-core Intel® Xeon® processor LV are based on an improved Pentium® M processor microarchitecture.**

**The Intel® Xeon® processor 3000, 3200, 5100, 5300, 7200, and 7300 series, Intel® Pentium® dual-core, Intel® Core™ 2 Duo, Intel® Core™ 2 Quad, and Intel® Core™ 2 Extreme processors are based on Intel® Core™ microarchitecture.**

**The Intel® Xeon® processor 5200, 5400, 7400 series, Intel® Core™ 2 Quad processor Q9000 series, and Intel® Core™ 2 Extreme processors QX9000, X9000 series, Intel® Core™ 2 processor E8000 series are based on Enhanced Intel® Core™ microarchitecture.**

**The Intel Atom® processors 200, 300, D400, D500, D2000, N200, N400, N2000, E2000, Z500, Z600, Z2000, C1000 series are based on the Intel Atom® microarchitecture and supports Intel 64 architecture.**

**P6 family, Pentium® M, Intel® Core™ Solo, Intel® Core™ Duo processors, dual-core Intel® Xeon® processor LV, and early generations of Pentium 4 and Intel Xeon processors support IA-32 architecture. The Intel® AtomTM processor Z5xx series support IA-32 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor 3000, 3200, 5000, 5100, 5200, 5300, 5400, 7100, 7200, 7300, 7400 series, Intel® Core™ 2 Duo, Intel® Core™ 2 Extreme, Intel® Core™ 2 Quad processors, Pentium® D processors, Pentium® DualCore processor, newer generations of Pentium 4 and Intel Xeon processor family support Intel® 64 architecture.**

**The Intel® Core™ i7 processor and Intel® Xeon® processor 3400, 5500, 7500 series are based on 45 nm Nehalem microarchitecture. Westmere microarchitecture is a 32 nm version of the Nehalem microarchitecture. Intel® Xeon® processor 5600 series, Intel Xeon processor E7 and various Intel Core i7, i5, i3 processors are based on the Westmere microarchitecture. These processors support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor E5 family, Intel® Xeon® processor E3-1200 family, Intel® Xeon® processor E78800/4800/2800 product families, Intel® Core™ i7-3930K processor, and 2nd generation Intel® Core™ i7-2xxx, Intel® CoreTM i5-2xxx, Intel® Core™ i3-2xxx processor series are based on the Sandy Bridge microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor E7-8800/4800/2800 v2 product families, Intel® Xeon® processor E3-1200 v2 product family and 3rd generation Intel® Core™ processors are based on the Ivy Bridge microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor E5-4600/2600/1600 v2 product families, Intel® Xeon® processor E5-2400/1400 v2 product families and Intel® Core™ i7-49xx Processor Extreme Edition are based on the Ivy Bridge-E microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor E3-1200 v3 product family and 4th Generation Intel® Core™ processors are based on the Haswell microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® processor E5-2600/1600 v3 product families and the Intel® Core™ i7-59xx Processor Extreme Edition are based on the Haswell-E microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel Atom® processor Z8000 series is based on the Airmont microarchitecture.**

**The Intel® Atom® processor Z3400 series and the Intel Atom® processor Z3500 series are based on the Silvermont microarchitecture.**

**The Intel® Core™ M processor family, 5th generation Intel® Core™ processors, Intel® Xeon® processor D-1500 product family and the Intel® Xeon® processor E5 v4 family are based on the Broadwell microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon® Scalable Processor Family, Intel® Xeon® processor E3-1500m v5 product family and 6th gener­ation Intel® Core™ processors are based on the Skylake microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The 7th generation Intel® Core™ processors are based on the Kaby Lake microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Celeron® C series, the Intel Atom® processor X series, the Intel® Pentium® processor J series, the Intel® Celeron® processor J series, and the Intel® Celeron® processor N series are based on the Goldmont microarchitecture.**

**The Intel® Xeon Phi™ Processor 3200, 5200, 7200 Series is based on the Knights Landing microarchitecture and supports Intel 64 architecture.**

**The Intel® Pentium® Silver processor series, the Intel® Celeron® processor J series, and the Intel® Celeron® processor N series are based on the Goldmont Plus microarchitecture.**

**The 8th generation Intel® Core™ processors, 9th generation Intel® Core™ processors, and Intel® Xeon® E proces­sors are based on the Coffee Lake microarchitecture and support Intel 64 architecture.**

**The Intel® Xeon Phi™ Processor 7215, 7285, 7295 Series is based on the Knights Mill microarchitecture and supports Intel 64 architecture.**

**The 2nd generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family is based on the Cascade Lake product and supports Intel 64 architecture.**

**Some 10th generation Intel® Core™ processors are based on the Ice Lake microarchitecture, and some are based on the Comet Lake microarchitecture; both support Intel 64 architecture.**

**Some 11th generation Intel® Core™ processors are based on the Tiger Lake microarchitecture, and some are based on the Rocket Lake microarchitecture; both support Intel 64 architecture.**

**Some 3rd generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family processors are based on the Cooper Lake product, and some are based on the Ice Lake microarchitecture; both support Intel 64 architecture.**

**The 12th generation Intel® Core™ processors are based on the Alder Lake performance hybrid architecture and support Intel 64 architecture.**

**The 13th generation Intel® Core™ processors are based on the Raptor Lake performance hybrid architecture and support Intel 64 architecture.**

**The 4th generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family is based on Sapphire Rapids microarchitecture and supports Intel 64 architecture.**

**The 5th generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family is based on Emerald Rapids microarchitecture and supports Intel 64 architecture.**

**The Intel® Core™ Ultra 7 processor is based on Meteor Lake hybrid architecture and supports Intel 64 architecture.**

**IA-32 architecture is the instruction set architecture and programming environment for Intel's 32-bit microproces­sors. Intel® 64 architecture is the instruction set architecture and programming environment which is the superset of Intel's 32-bit and 64-bit architectures. It is compatible with the IA-32 architecture.**

* 1. **第一章: 基本架构的概叙**

**下面将对该手册的内容进行说明:**

**第一章——关于本手册.** 概述了Intel® 64 和IA-32 架构开发人员手册中的全部内容。还规定了通用的符号约定，并列出了程序员和硬件设计者感兴趣的相关手册和文档。

**第二章——Intel® 64 和 IA-32 架构。**介绍了Intel®64和IA-32架构以及基于这些架构的Intel处理器。概述了这些处理器的共同特征以及Inter®64和IA-32发展简史

**第三章——基本执行环境。**介绍了内存的模型，并对应用程序所使用的所有寄存器进行了描述。

**第四章——数据类型。**描述处理器识别的数据类型和寻址模式；概述实数和浮点格式以及浮点异常。

**第五章——指令集摘要。**列举了Intel®64和IA-32的所有指令，并且按照技术类型进行分类。

**第六章——程序调用、中断和异常。**描述了过程栈以及用于执行过程调用和处理中断与异常的机制。

**第七章——使用通用指令进行编程。**描述了基本的加载和存储指令、程序控制指令、算术指令以及字符串指令，这些指令作用于基本数据类型、通用寄存器和段寄存器。此外，还介绍了在保护模式下执行的系统指令。

**第八章——使用 x87 浮点运算单元 (FPU) 编程。**描述了x87 浮点运算单元 (FPU)的编程方法，包括浮点寄存器和数据类型；概述了浮点指令集，并说明了处理器的浮点异常条件。

**第九章——使用Intel® MMX™ 技术编程。**描述了 Intel® MMX™ 技术，包括 MMX 寄存器和数据类型；同时概述了 MMX 指令集。

**第十章——使用单指令多数据流扩展(Intel®SSE)技术进行编程。**描述了 SSE 扩展功能，包括 XMM 寄存器、MXCSR 寄存器，以及单精度浮点数据类型；概述了 SSE 指令集，并提供了编写SSE 扩展代码的约定。

**第十一章——使用单指令多数据流扩展2(Intel®SSE2)技术进行编程。**描述了 SSE2 扩展功能，包括 XMM 寄存器和双精度浮点数据类型；概述了 SSE2 指令集，并提供了编写访问 SSE2 扩展代码的约定。本章还介绍了使用 SSE 和 SSE2 指令可能产生的 SIMD 浮点异常。此外，还提供了将 SSE 和 SSE2 扩展支持集成到操作系统和应用程序代码中的约定。

**第十二章——使用 Intel® 单指令多数据流扩展 3 (Intel® SSE3)、补充单指令多数据流扩展 3 (SSSE3)、Intel® 单指令多数据流扩展 4 (Intel® SSE4) 以及 Intel® AES 新指令集 (Intel® AES-NI) 进行编程。**概述了 SSE3 指令集、补充 SSE3 指令集、SSE4 指令集和 AESNI 指令集，并提供了编写访问这些扩展功能代码的约定。

**第十三章——使用 XSAVE 功能集管理处理器状态。描述了 XSAVE 功能集指令，**并解释了软件如何启用 XSAVE 功能集及 XSAVE 支持的功能。

**第十四章——使用 Intel® AVX、FMA 和 Intel® AVX2 进行编程。**概述了 Intel® AVX 指令集、FMA 和 Intel® AVX2 扩展，并提供了编写访问这些扩展功能代码的约定。

**第十五章——使用 Intel® AVX-512 进行编程。**概述了 Intel® AVX-512 指令集扩展，并提供了编写访问这些扩展功能代码的约定。

**第十六章——使用 Intel® 事务同步扩展进行编程。**描述了支持锁消除技术的指令扩展，这些技术旨在提高具有争用锁的多线程软件的性能。

**第十七章——控制流保护技术。**概述了控制流保护技术 (CET)，并提供了编写访问这些扩展功能代码的约定。

**第十八章——使用 Intel® 高级矩阵扩展(Intel® Advanced Matrix Extensions)编程。**概述了 Intel® 高级矩阵扩展，并提供了编写访问这些扩展功能代码的约定。

**第十九章——输入/输出**。描述了处理器的 I/O 机制，包括 I/O 端口寻址、I/O 指令和 I/O 保护机制。

**第二十章——处理器识别与功能确定。**述了如何识别CPU 类型及处理器中可用的功能。

**附录A——EFLAGS寄存器。**总结了 IA-32 指令如何操作 EFLAGS 寄存器中的标志位。

**附录 B — EFLAGS 条件码。**总结了条件跳转、移动和“条件码设置字节”指令如何使用 EFLAGS 寄存器中的条件码标志（OF、CF、ZF、SF 和 PF）。

**附录 C — 浮点异常总结。**总结了由 x87 FPU 浮点指令以及 SSE/SSE2/SSE3 浮点指令引发的异常。

**附录 D — 编写 SIMD 浮点异常处理程序的约定。**提供了编写处理 SSE/SSE2/SSE3 浮点指令生成的异常处理程序的约定。

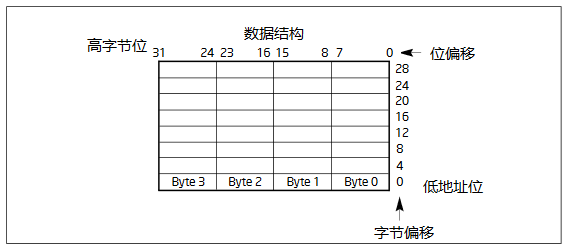
**附录 E — Intel® 内存保护扩展。**概述了 Intel® 内存保护扩展，这是一项已被弃用且未来处理器将不再支持的功能。

* 1. **符合约定**

本手册使用特定的符号约定来表示数据结构格式、指令的符号表示以及十六进制和二进制数字。以下是这些约定的描述。

* + 1. **Bit和字节顺序**

在内存数据结构的示意图中，较小的地址位于图的底部，而地址向上递增。位的位置从右到左编号。Intel 64 和 IA-32 处理器采用“低字节序(小端)”格式，这意味着字的字节从最低有效字节开始编号。请参见[图 1-1](#图1_1)。



**图1-1 比特和字节顺序**

* + 1. **保留位以及软件兼容性**

在许多寄存器以及内存的结构描述中，某些位被标记为**保留位**。当某个比特位被保留时，软件应当将这些比特视作未来使用的位，尽管该位作用未明。这样做会增强对未来处理器的兼容性，这些保留位的行为应当视作未定义的，且可能会引起不可预测的行为。

软件在处理这些保留位的时候应当遵循以下原则：

* 在测试包含保留位的寄存器值时，不要依赖任何保留位的状态。在进行测试之前，应屏蔽掉保留位。
* 在将数据存储到内存或寄存器时，不要依赖任何保留位的状态。
* 不要用保留位存储任何数据。
* 在加载寄存器时，如果文档中有说明，务必将保留位加载为指定的值；如果没有说明，应将其重新加载为从同一寄存器中先前读取的值。

**注意**

避免在软件中依赖 Intel 64 和 IA-32 寄存器中保留位的状态。依赖保留寄存器位的值会使软件依赖于处理器处理这些位的未指定方式。依赖保留位值的程序可能在未来的处理器上出现不兼容的风险。

* + - 1. **指令操作数(Instruction Operands)**

当指令以符号形式表示时，使用的是 IA-32 汇编语言的一个子集。在这个子集中，指令的格式如下：

标签: 助记符 参数1, 参数2, 参数3

其中：

* 标签是一个标识符，后面紧跟一个冒号。
* 助记符是一个保留名称，是用于表示具有相同功能的一类指令操作码。
* 操作数(参数1, 2, 3)是可选的。根据操作码的不同，操作数的数量可以从零到三个。如果存在，它们可以是立即数或数据项的标识符。操作数标识符要么是寄存器的保留名称，要么假定它们是分配给程序其他部分所声明的数据项（这些数据项在示例中可能未显示）。

当算术或逻辑指令中存在两个操作数时，右侧操作数是源操作数，左侧操作数是目标操作数。

例如:

LOADREG: MOV EAX,SUBTOTAL

在这个例子中，LOADREG是标签，MOV是操作码的助记符，EAX是目的操作数，SUBTOTAL是源操作数。在某些汇编语言中，将源和目标操作数逆序排列。

* + 1. **16进制数和2进制数**

十六进制（基数 16）数字由一串十六进制数字和一个后缀字符 H 组成（例如，0F82EH）。十六进制数字是以下字符中的一个：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E 和 F。

二进制（基数 2）数字由一串 1 和 0 组成，有时后面会跟一个字符 B（例如，1010B）。字符 “B” 仅在可能引起数字类型混淆的情况下使用。

* + 1. **分段寻址**

处理器使用字节寻址方式。这意味着内存是按照字节顺序组织和访问的。无论访问一个还是多个字节，都会使用字节地址来定位内存中的字节。可以寻址的内存范围称为**地址空间**。

处理器还支持分段寻址。这是一种寻址方式，其中程序可以拥有多个独立的地址空间，称为**段**。例如，程序可以将其代码（指令）和栈分别保存在不同的段中。代码地址将始终引用代码空间，而栈地址将始终引用栈空间。以下符号用于指定段内的字节地址：

段地址:字节偏移

例如，以下段地址标识由 DS 寄存器指向的段中地址为 FF79H 的字节：

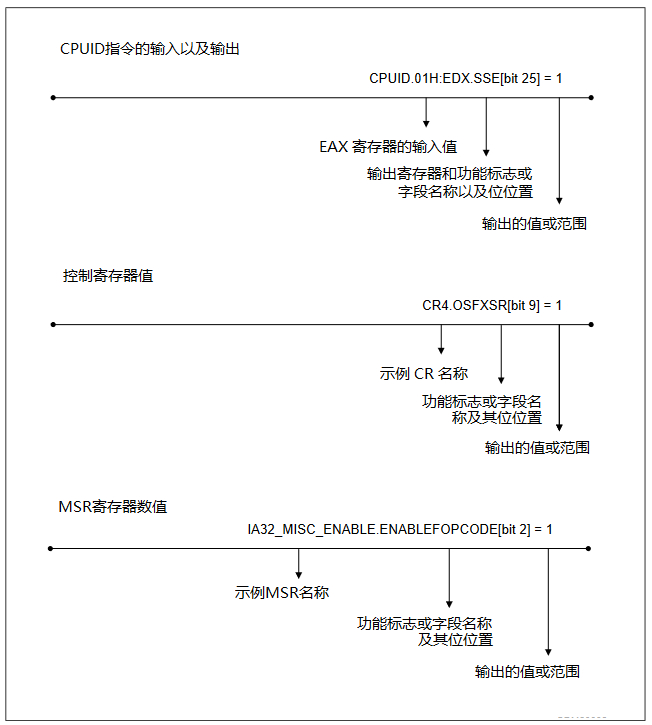
DS:FF79H

以下段地址标识代码段中的指令地址。CS 寄存器指向代码段，而 EIP 寄存器包含该指令的地址。

CS:EIP

* + 1. **读取CPUID、CR 和 MSR 值的新语法。**

通过使用 CPUID 指令、检查控制寄存器位以及读取特定型号寄存器，可以获取功能标志、状态和系统信息。我们正在采用一种新的语法来表示这些信息。请参见[图 1-2](#图1_2)。



**图1-2. 读取CPUID、CR 和 MSR 值的新语法**

**1.3.6 异常**

异常是指通常在指令引发错误时发生的事件。例如，尝试除以零会生成一个异常。有些异常是在其他条件下发生的，如断点。有些类型的异常可能会提供错误代码。错误代码报告有关错误的额外信息。以下是用于显示异常和错误代码的符号示例：

#PF(故障代码)

这个例子指的是在某些情况下，页面故障异常会生成一个错误代码，用以指明故障类型。然而，在某些情况下，虽然异常会生成错误代码，但无法提供准确的代码。在这种情况下，错误代码为零，例如一般保护异常中的情况：

#GP(0)

* 1. **相关文档**

与 Intel 64 和 IA-32 处理器相关的文献可以在线查阅，网址为：

<https://software.intel.com/en-us/articles/intel-sdm>

也可以浏览：

* 有关 Intel® 产品的最新安全信息：

<https://www.intel.com/content/www/us/en/security-center/default.html>

* 针对安全公告的软件开发人员资源、约定及见解：

<https://software.intel.com/security-software-guidance/>

* 特定 Intel 64 或 IA-32 处理器的数据手册
* 特定 Intel 64 或 IA-32 处理器的规格更新
* Intel® C++ 编译器文档和在线帮助：

<http://software.intel.com/en-us/articles/intel-compilers/>

* Intel® Fortran 编译器文档和在线帮助：

<http://software.intel.com/en-us/articles/intel-compilers/>

* Intel® 软件开发工具：

<https://software.intel.com/en-us/intel-sdp-home>

• Intel® 64 和 IA-32 架构软件开发手册（单卷版、四卷版或十卷版）：

<https://software.intel.com/en-us/articles/intel-sdm>

* Intel® 64 和 IA-32 架构优化参考手册：

[https://software.intel.com/en-us/articles/intel-sdm#optimization](https://software.intel.com/en-us/articles/intel-sdm%23optimization)

• Intel® 可信执行技术（TXT）测量启动环境编程指南：

<https://www.intel.com/content/www/us/en/software-developers/intel-txt-software-development-guide.html>

• Intel® 软件保护扩展（SGX）信息：

<https://software.intel.com/en-us/isa-extensions/intel-sgx>

• 多线程应用程序开发：一致的平台方法：

<https://software.intel.com/sites/default/files/article/147714/51534-developing-multithreaded-applications.pdf>

• 在 Intel® Pentium® 4 处理器和 Intel® Xeon® 处理器上使用自旋循环：

<https://software.intel.com/sites/default/files/22/30/25602>

• 性能监控单元共享指南：

<http://software.intel.com/file/30388>

与未来 Intel 处理器中某些特性相关的文献可以在以下链接找到：

• Intel® 架构指令集扩展编程参考：

<https://software.intel.com/en-us/isa-extensions>

更多相关链接：

• Intel® 开发者专区：

<https://software.intel.com/en-us>

• 开发者中心：

<http://www.intel.com/content/www/us/en/hardware-developers/developer-centers.html>

• 处理器支持通用链接：

<http://www.intel.com/support/processors/>

• Intel® 超线程技术（Intel® HT 技术）：

<http://www.intel.com/technology/platform-technology/hyper-threading/index.htm>