

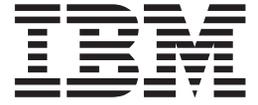
XL C/C++ Advanced Edition



IBM XL C/C++ Advanced Edition V7.0 for Linux 入门

版本 7.0

XL C/C++ Advanced Edition



IBM XL C/C++ Advanced Edition V7.0 for Linux 入门

版本 7.0

注意！

在使用本资料及其支持的产品之前，请确保阅读第 51 页的『声明』中的信息。

第二版（2005 年 3 月）

本版本适用于 IBM XL C/C++ Advanced Edition（产品号 5724-K77）的 V7.0.1 及所有后续发行版和修订版，直到在新版本中另有声明为止。

IBM 欢迎您提出宝贵意见。您可通过互联网将它们发送至以下地址：

`ctsrcf@cn.ibm.com`

请包含本书的标题和订单号码以及与您的意见相关的页码或主题。如果需要答复，请务必提供您的电子邮件地址。

当您发送信息给 IBM 后，即授予 IBM 非专有权，IBM 可以它认为合适的任何方式使用或分发此信息，而无须对您承担任何责任。

© Copyright International Business Machines Corporation 2005. All rights reserved.

目录

关于本书	v
突出显示约定	v
如何阅读语法图	v
XL C/C++ 概述	1
命令行 C 和 C++ 编译器	2
库	2
实用程序和命令	2
本地语言支持	3
文档和联机帮助	3
版本 7 中的新增内容	5
性能和优化	5
机器体系结构和硬件	5
POWER5 处理器支持的内置函数	6
新增的 XL C/C++ 编译指示 (pragma)	7
新的优化实用程序	7
对 MASS 向量库的支持	8
遵循业界标准	8
易于使用	9
新增的 XL C/C++ 选项	9
定制编译环境	11
环境变量	11
设置调用命令的环境	11
确保消息目录的 NLSPATH 正确	12
包含文件	12
配置文件	12
命令行选项	12
控制编译过程	15
调用编译器	15
对象模型	15
输入和输出文件的类型	16
缺省行为	16
编译器选项入门	17
编译器消息	17
返回码	18
编译器消息格式	18
特定于平台的选项	19
通过 gxc 和 gxc++ 重用 GNU C 和 C++ 编译器选项	19
gxc 和 gxc++ 语法	20

GNU C 和 C++ 至 XL C/C++ 选项映射	20
配置选项映射	23
选项总结: C 编译器	25
基本转换	26
专门诊断	27
特殊处理和控制	27
与链接和库相关的选项	28
选项总结: C++ 编译器	28
优化入门	29
选择的用于优化的编译器选项	29
移植注意事项	31
语言固有的可移植性问题	31
编译时错误的诊断	32
32 位和 64 位应用程序开发	33
运行时错误的诊断	34
共享内存并行化	35
OpenMP 伪指令	36
与 GNU C 和 C++ 可移植性相关的功能	36
函数属性	37
变量属性	38
类型属性	38
GNU C 和 C++ 断言	39
其它 GNU C 和 C++ 可移植性问题	39
附录 A. 语言支持	41
与 ISO/IEC 国际标准的兼容性	41
ISO/IEC 14882:2003(E) 国际标准兼容性	41
ISO/IEC 9899:1990 国际标准兼容性	41
ISO/IEC 9899:1999 国际标准支持	41
增强的语言级别支持	43
附录 B. OpenMP 一致性和支持	45
OpenMP 伪指令	45
OpenMP 数据作用域属性子句	46
OpenMP 库函数	47
OpenMP 环境变量	48
OpenMP 实现定义的行为	49
声明	51
编程接口信息	52
商标和服务标记	53
业界标准	53

关于本书

XL C/C++ Advanced Edition 是一个基于标准的、进行优化的命令行编译器，用于在 PowerPC® 体系结构上运行的 Linux 操作系统。该编译器是一个专业编程工具，用于以扩展 C 和 C++ 编程语言创建和维护 32 位和 64 位应用程序。

本书向您介绍 XL C/C++ 编译器。它描述了各种编译器调用以及定制编译环境和控制编译过程的方法。本书包含编译器可以执行的转换类型的描述、输入和输出的可接受的文件类型、编译器选项的分类总结和用于移植现有应用程序的注意事项。本书还简要介绍了如何优化应用程序的性能。编译器的优化能力使您能够利用 PowerPC 处理器的多层体系结构的方法。

Linux 和 AIX® 是互补的操作系统。如果您熟悉 IBM C for AIX 或 VisualAge® C++ Professional for AIX，您的 makefile 几乎可以直接在 Linux 平台上使用。如果您不熟悉 IBM C 和 C++ 编译器，本书可以帮助您在编译、链接和运行时提高性能。

本文档假定您熟悉 C 和 C++ 编程语言、Linux 操作系统和 bash shell。

突出显示约定

粗体	标识命令、关键字和系统预定义了其名称的其它项。
<i>斜体</i>	标识其实际名称或值由程序员提供的参数。斜体还用于首次提及的新术语。
示例	标识特定数据值的示例、与可能看到的显示内容相似的文本的示例以及程序代码的某些部分、来自系统的消息或您实际应输入的信息的示例。

示例用于进行教学，并不尝试最大程度地减少运行时间、节约存储空间或检查错误。这些示例并不示范可能使用的所有语言构造。某些示例只是代码片段，如果不加上其它的代码，编译将不能进行。

如何阅读语法图

- 沿着线条的走向，从左至右、从上至下阅读语法图。

▶— 符号指示命令、伪指令或语句的开始。

—▶ 符号指示命令、伪指令或语句语法在下一行继续。

▶— 符号指示命令、伪指令或语句是从上一行继续的。

—▶◀ 符号指示命令、伪指令或语句结束。

语法单元图不同于完整的命令、伪指令和语句，它以 ▶— 符号开始，以 —▶ 符号结束。

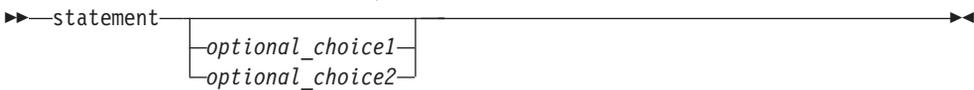
注：在下图中，statement 表示 C 或 C++ 命令、伪指令或语句。

阅读语法图

- 必需的项出现在水平线上（主路径）。


- 可选的项出现在主路径之下。


- 如果可以从两个或更多项中进行选择，则将它们垂直堆叠在一起。
 如果必须选择这些项的其中一项，则堆叠中有一项出现在主路径上。


- 如果选择这些项目之一是可选的，则所有项都堆叠在主路径之下。


- 缺省项出现在主路径之上。

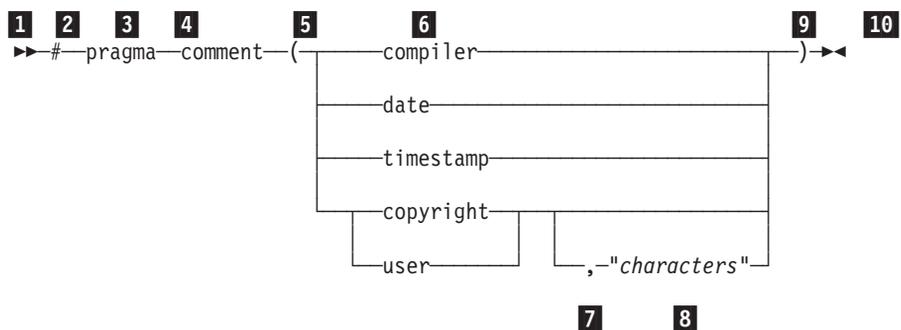

- 主线上向左边返回的箭头指示可以重复的项。


- 堆叠上方的重复箭头指示您可以从堆叠的项中选择多项或重复单个选项。
 • 关键字以非斜体字母的形式出现，应严格按所显示的输入（例如：extern）。

变量以斜体小写字母的形式出现（例如：*identifier*）。它们表示用户提供的名称或值。

- 如果显示了标点符号、圆括号、算术运算符或其它这样的符号，则必须将它们作为语法的一部分输入。

以下语法图示例显示了 **#pragma comment** 伪指令的语法。有关 **#pragma** 伪指令的信息，请参阅 *XL C/C++ Language Reference*。



- 1 这是语法图的开始。
- 2 符号 # 必须首先出现。
- 3 关键字 pragma 必须跟在 # 符号之后。

- 4 编译指示的名称 `comment` 必须跟在关键字 `pragma` 之后。
- 5 左圆括号必须存在。
- 6 输入的注释类型必须仅为以下所指示的类型之一: `compiler`、`date`、`timestamp`、`copyright` 或 `user`。
- 7 逗号必须出现在注释类型 `copyright` 或 `user` 与可选字符串之间。
- 8 字符串必须跟在逗号之后。必须用双引号将字符串括起。
- 9 需要右圆括号。
- 10 这是语法图的结束。

按照以上显示的图表, **#pragma comment** 伪指令的下列示例在语法上是正确的:

```
#pragma comment(date)
#pragma comment(user)
#pragma comment(copyright,"This text will appear in the module")
```

XL C/C++ 概述

XL C/C++ Advanced Edition 是一个基于标准的、进行优化的命令行编译器，用于在具有 PowerPC 体系结构的 PowerPC 硬件上运行的 Linux 操作系统。该编译器使应用程序开发者可以创建和维护优化的 32 位和 64 位应用程序。这些应用程序可以使用自动或显式共享内存程序并行化来提高性能。PowerPC 体系结构可能实现的许多优化和性能改进由编译器选项、编译指示和编译器调用方式控制。因此，可以用最少的专门手工编码实现硬件体系结构的优点。

本产品是 IBM VisualAge C++ V6.0 for Linux 的后续发行版。IBM 已将 *VisualAge C++* 品牌更改为 *XL C/C++*。

共享内存程序并行化

程序性能的重要改进在于利用 PowerPC 体系结构上可能实现的共享内存程序并行化 (SMP)。编译器提供以下实现 SMP 的方法:

- 程序循环的自动并行化 (隐式并行化)。
- 通过使用符合 OpenMP 的编译指示伪指令实现 C 和 C++ 程序代码显式并行化。

OpenMP 伪指令涉及定义迭代和非迭代代码的并行区域。

源代码兼容性

对于 C 语言，编译器支持两种 ISO 编程语言规范: ISO/IEC 9899:1990 (称为 C89) 和 ISO/IEC 9899:1999 (C99)。编译器还支持全部两个 C++ 标准: ISO/IEC 14882:2003 (称为标准 C++) 和 ISO/IEC 14882:1998 (该语言的第一个正式规范，称为 C++98)。除已标准化的语言级别之外，编译器还支持许多语言扩展，包括 GNU C 和 C++ 语言扩展的一部分。

二进制兼容性

XL C/C++ 支持 C++ 抽象二进制接口 (ABI)。编译器生成二进制文件或目标文件，这些文件与通过 GNU C/C++ 版本 3.2 或 3.3 编译器创建的那些文件兼容。该编译器还支持 OpenMP V2.0 标准。符合 OpenMP 的 C 和 C++ 目标文件与通过 IBM XL Fortran for Linux 创建的目标文件是二进制兼容的，从而允许在 C 或 C++ 与 Fortran 之间进行语言间调用。

与开放式源代码资源的共存

要获取与使用 GCC C 或 C++ 编译器进行编译的代码的二进制兼容性，用 XL C/C++ 编译的程序包括的头文件应与驻留在同一系统上的 GNU 编译器所使用的一样。该编译器在维护与由 GNU C 生成的目标的二进制兼容性的同时还优化程序。有关此关系的一些值得注意的地方是:

- PowerPC 处理器的 IBM 内置函数与 GNU C 内置函数可以共存。
- 编译使用来自 Linux 操作系统的 GNU C 和 C++ 头文件。
- 编译使用 GNU 汇编程序。
- 链接使用 GNU 链接程序。
- 编译的程序使用 GNU C 和 C++ 运行时库。

- 调试使用 GNU 调试器 gdb。

命令行 C 和 C++ 编译器

XL C/C++ 提供了一些基本编译器调用命令以供选择，这些命令支持 C 和 C++ 语言的各种版本级别。每个调用命令自动为语言级别、其它相关语言功能的选项以及任何相关的预定义宏设置编译器子选项。在大多数情况下，应使用 **xlc** 命令来编译 C 源文件，使用 **xlc** 命令来编译 C++ 源文件（或同时有 C 和 C++ 源文件时）。调用 **xlc++** 等价于调用 **xlc**。

提供了基本命令的变体以支持特殊环境和文件系统的需求。变体是通过将后缀附加至基本命令形成的。在 Linux 平台上，提供了用于编译线程安全的应用程序的 `_r` 后缀。这些变体也称为可重入的调用。

另外，**gxlc** 和 **gxlc++** 实用程序是专门的编译器调用形式。

库

XL C/C++ 使用 GNU C 和 C++ 头文件，生成的应用程序是使用随操作系统装入的 gcc 级别提供的 C 和 C++ 运行时库链接的。XL C/C++ 提供了 SMP 运行时库以支持 XL C/C++ 编译器的自动并行化和 OpenMP 功能部件。

高性能数学库

从版本 7 开始，XL C/C++ 附带已调整的数学内部函数的 IBM Mathematics Acceleration Subsystem (MASS) 库。MASS 库都是线程安全的并通过相应的 `libm` 例程提高了性能。此外，不需要更改代码就可以使用 MASS 库。编译器支持 32bit 位版本和 64 位版本的 MASS 向量库（分别是 `libmassvp4.a` 和 `libmassvp4_64.a`），这些向量库包含单精度和双精度的倒数例程和平方根函数。

实用程序和命令

XL C/C++ Advanced Edition 专门提供了下列命令来帮助程序开发。有关更多信息，参考 *XL C/C++ Compiler Reference*。

vac_configure 实用程序

创建配置文件 `vac.cfg` 的程序，该配置文件指定 GNU 编译器和其它配置信息的位置。C 和 C++ 编译器使用 `vac.cfg` 作为自己的配置。

gxlc 和 **gxlc++** 实用程序

一些调用方法，它们将 GNU C 或 GNU C++ 调用命令转换为对应的 **xlc** 或 **xlc++** 命令并调用 XL C/C++ 编译器。这些实用程序的目的是减少对用 GNU 编译器构建的现有应用程序的 `makefile` 的更改并使得向 XL C/C++ 的过渡更方便。

cleanpdf 命令

与概要定向反馈相关的命令，用于管理 PDFDIR 目录。从指定的目录、PDFDIR 目录或当前目录除去所有概要分析信息。

mergepdf 命令

与概要定向反馈 (PDF) 相关的命令, 在将两个或多个 PDF 记录合并为一个记录时, 它提供了权衡它们的重要性的能力。PDF 记录必须从相同的可执行文件派生。

resetpdf 命令

resetpdf 命令的当前行为与 cleanpdf 命令相同, 保留它是为了与其它平台上的较早发行版兼容。

showpdf 命令

显示在概要定向反馈练习运行 (在选项 `-qpdf1` 和 `-qshowpdf` 下的编译) 中执行的所有过程的调用和块计数的命令。

本地语言支持

XL C/C++ 支持 Unicode 标准、多字节字符、UTF-16 和 UTF-32 字符串文字、多个装入的语言环境和双向性。这些功能使创建国际应用程序成为可能或更加容易。

相关参考

- *XL C/C++ Language Reference* 中的 “The Unicode Standard”
- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 “National Languages Support”

文档和联机帮助

XL C/C++ Advanced Edition 提供以下形式的产品文档:

- 自述文件。
- 可安装的手册页。
- 基于 HTML 的帮助系统。
- PDF 文档。

可以按如下方式找到或访问这些项:

自述文件	自述文件位于 <code>/opt/ibmcmp/vacpp/7.0</code> 和安装 CD 的根目录中。
手册页	为编译器调用和随产品提供的所有命令行实用程序提供了手册页。
基于 HTML 的帮助系统	提供了由 HTML 文件组成的帮助系统。该帮助系统也可作为产品 “信息中心” 的一部分联机获得。
PDF 文档	PDF 文件位于 <code>/opt/ibmcmp/pdf</code> 目录中。它们可通过 Adobe Acrobat Reader 来查看和打印。如果您没有安装 Adobe Acrobat Reader, 则您可从 http://www.adobe.com 下载它。

完整的 XL C/C++ PDF 文档库由以下文件组成:

install.pdf

XL C/C++ Installation Guide 包含关于安装编译器和启用手册页的指示信息。

getstart.pdf

《*XL C/C++ 入门*》包含 XL C/C++ 组件的概述、新功能的说明、有关定制编译环境和进程的方法信息、按类别排列的编译器选项的总结表、对性能优化和调整的简介和将应用程序移植到 Linux 平台的一般建议。

language.pdf

XL C/C++ Language Reference 包含关于 C 和 C++ 编程语言的 IBM 实现（包括实现所定义的用于移植最初用 GNU C 和 C++ 开发的应用程序的扩展）的信息。

compiler.pdf

XL C/C++ Compiler Reference 包含关于各种编译器选项、编译指示、宏以及内置函数（包括那些用于并行处理的函数）的信息。

proguide.pdf

XL C/C++ Programming Guide 包含关于使用 XL C/C++ 来进行编程的信息，在其它出版物中没有涉及这些信息。

license.pdf

IBM XL C/C++ Advanced Edition V7.0 for Linux License Information 包含关于产品许可证的信息。

访问其它信息

要获取关于 XL C/C++ 的最新信息，请访问以下 URL 处的产品文档和支持页面。另外，IBM 技术支持组织开发的 IBM 红皮书包含基于来自实际经验的真实情况的技术信息。

- 网址为 <http://www.ibm.com/software/awdtools/vacpp/library> 的“信息中心”。
- 网址为 <http://www.ibm.com/software/awdtools/ccompilers> 的产品支持站点。
- 网址为 <http://www.redbooks.ibm.com> 的 IBM 红皮书。

您可能会发现下列红皮书对于 XL C/C++ 应用程序开发很有帮助：

- *POWER4 Processor Introduction and Tuning Guide*, SG24-7041-00.
- *Understanding IBM eServer pSeries Performance and Sizing*, SG24-4810-01.

版本 7 中的新增内容

XL C/C++ Advanced Edition 现在支持下列操作系统:

- SUSE LINUX Enterprise Server 9.0 (SLES 9)
- Red Hat Enterprise Linux 3.0 Update 3 (RHEL 3 U3)
- Red Hat Enterprise Linux 4.0 (RHEL 4)
- Y-HPC (Terra Soft 开发的用于 PowerPC 的 64 位高性能计算操作系统)

XL C/C++ Advanced Edition 中的新功能和增强分为三个类别: 性能和优化、符合业界标准以及易于使用。

性能和优化

许多新的功能部件和增强功能都可归入优化和性能调整类别。

机器体系结构和硬件

对选项 `-qarch` 和 `-qtune` 的改进

编译器选项 `-qarch` 控制为指定的机器体系结构生成的特定指令。选项 `-qtune` 调整指令、调度和其它优化方法以在指定的硬件上增强性能。这些选项共同起作用以生成对于指定的体系结构可获得最佳性能的应用程序代码。熟练使用这些选项的组合是充分利用 IBM 处理器和硬件的关键。在本发行版中已增强这些选项的协作以增加对 POWER5 和 PowerPC 970 硬件平台的支持和使这些选项更易于使用。

对于 `-qarch` 指定的特定体系结构, 用缺省 `-qtune` 子选项进行编译将生成对于该体系结构可获得最佳性能的代码。选项 `-qarch` 现在可指定一组体系结构; 用 `-qtune=auto` 进行编译将生成可以在指定组中的所有体系结构上运行的代码, 但指令序列将是在编译机器的体系结构上具有最佳性能指令序列。

`-qarch` 的缺省设置取决于所使用的平台:

- 如果使用的是 SLES 9、RHEL 3 U3 或 RHEL 4, 缺省设置现在为 `-qarch=ppc64grsq`。
- 如果使用的是 Y-HPC, 缺省设置现在为 `-qarch=ppc970`。

AltiVec (VMX) 支持

XL C/C++ for Linux 支持 AltiVec 编程模型并提供了其它一些功能以确保与 GNU C 和 C++ 编译器达到最大程度的兼容性。只要体系结构支持 PowerPC SIMD 扩展 (也称为 VMX 引擎), 32 位和 64 位方式的 AltiVec 数据类型和相关的操作就可用。SIMD (单条指令, 多个数据) 指令集使得微处理器硬件利用率更高。编译器提供了在较高优化级别自动启用 SIMD 向量化的能力。

POWER5 处理器支持的内置函数

对于 POWER5 处理器, 添加了对下列内置函数的支持。在 *XL C/C++ Compiler Reference* 中描述了所有受支持的内置函数。

POWER5 处理器的内置函数

函数	描述
<code>int __popcnt4(unsigned int);</code>	返回对 32 位整数设置的位数 (=1)。
<code>int __popcnt8 (unsigned long long);</code>	返回对 64 位整数设置的位数 (=1)。
<code>unsigned long __popcntb (unsigned long);</code>	对源代码操作数中的每个字节计 1 位并将该计数放入相应的字节的结果中。
<code>int __poppar4(unsigned int);</code>	如果对 32 位整数设置了奇数位, 则返回 1。否则返回 0。
<code>int __poppar8 (unsigned long long);</code>	如果对 64 位整数设置了奇数位, 则返回 1。否则返回 0。
<code>double __fre(double);</code>	返回浮点倒数运算的结果。结果为 1/x 的双精度估算值。
<code>float __frsqrtes(float);</code>	返回倒数平方根运算的结果。结果为 x 的平方根倒数的单精度估算值。
<code>unsigned long __mfspr(const int);</code>	返回指定的专用寄存器中的值。
<code>void __mtspr(const int, unsigned long);</code>	设置由 <code>const int</code> 指定的专用寄存器。
<code>unsigned long __mfmsr();</code>	返回机器状态寄存器。
<code>void __mtmsr(unsigned long);</code>	设置机器状态寄存器。
<code>void __protected_unlimited_stream_set_go(unsigned int direction, const void* addr, unsigned int ID);</code>	建立使用标识 ID 的无限长度的受保护流。流标识应该在范围 0 至 15 之间。该流从 <code>addr</code> 处的高速缓冲行开始。该流按照 <code>direction</code> 的指定从递增内存地址或递减内存地址进行访存。对于递增内存地址 (即正向), <code>direction</code> 的值为 1; 对于递减内存地址, <code>direction</code> 的值为 3。该流受到保护而不会被任何硬件检测到的流所替换。
<code>void __protected_stream_set(unsigned int direction, const void* addr, unsigned int ID);</code>	建立使用标识 ID 的有限长度的受保护流。该流从 <code>addr</code> 处的高速缓冲行开始, 然后按照 <code>direction</code> 的指定从递增内存地址或递减内存地址进行访存。该流受到保护而不会被任何硬件检测到的流所替换。
<code>void __protected_stream_count(unsigned int unit_cnt, unsigned int ID);</code>	设置 ID 所标识的有限长度受保护流的高速缓冲行数。高速缓冲行的数目由参数 <code>unit_cnt</code> 指定并且应该在范围 0 至 1023 之间。
<code>void __protected_stream_go();</code>	开始预取所有有限长度受保护流。
<code>void __protected_stream_stop(unsigned int ID);</code>	停止预取 ID 所标识的受保护流。
<code>void __protected_stream_stop_all();</code>	停止预取所有受保护流。

用于浮点除法的新内置函数

在此发行版中附带了四个用于浮点除法的新内置函数。浮点除法算法的这些软件实现利用 PowerPC 体系结构, 它们比在向量上下文中使用对应硬件指令明显要快。所有 PowerPC 处理器 (包括 POWER5) 都支持新的内置函数。

如果在源程序中编写了浮点除法, 则在缺省情况下获取硬件除法指令, 但是编译器可根据它认为哪种快一些来选择硬件或软件除法代码。新内置函数允许用户显式调用软件算法。当调用这些例程时, 缺省舍入方式 (舍入至最近似的数) 必须生效。

用于浮点除法的内置函数

函数	描述
<code>double __swdiv_nochk(double, double);</code>	double 类型的浮点除法; 不进行范围检查。自变量限制: 不允许分子为无穷大, 也不允许分母为无穷大、零或反向规格化数; 分子和分母的商也不能为正无穷大或负无穷大。

用于浮点除法的内置函数

函数	描述
<code>double __swdiv(double, double);</code>	double 类型的浮点除法。没有自变量限制。
<code>float __swdivs_nochk(float, float);</code>	float 类型的浮点除法；不进行范围检查。自变量限制：不允许分子为无穷大，也不允许分母为无穷大、零或反向规格化数；分子和分母的商也不能为正无穷大或负无穷大。
<code>float __swdivs(float, float);</code>	double 类型的浮点除法。没有自变量限制。

新增的 XL C/C++ 编译指示 (pragma)

XL C/C++ *Compiler Reference* 中详细描述了编译指示伪指令。

编译指示	描述
<code>#pragma novector</code>	禁止编译器自动向量化紧随其后的循环。自动向量化指的是这样的操作：将在对数组连续元素的循环中执行的某些操作转换为对一次计算几个结果的例程的调用。
<code>#pragma nosimd</code>	禁止编译器在紧随其后的循环中自动生成 VMX 指令。
<code>#pragma unrollandfuse</code>	用于优化嵌套 for 循环的编译指示。指示编译器复制外部循环（它本身也是一个循环嵌套）的主体，并将副本融合成单个展开的循环嵌套。
<code>#pragma stream_unroll</code>	将包含在 for 循环中的一个流分成多个流。用于具有大量迭代计算和少量流的循环。
<code>#pragma block_loop</code>	指示编译器为循环嵌套中的特定 for 循环创建分块循环。将循环分块涉及将循环的迭代空间分成多个部分或块。将创建额外的外部循环，称为分块循环，它驱动每个块的原始循环。
<code>#pragma loopid</code>	用作用域唯一的标识来标记 for 循环。 <code>#pragma block_loop</code> 和其它伪指令可使用该标识来控制此循环的转换，并通过使用 <code>-qreport</code> 选项提供有关循环转换的信息。
<code>#pragma disjoint</code>	增加的 C++ 实现。
对 <code>#pragma unroll</code> 的扩展	循环展开是指复制循环主体以便减少完成循环所需的迭代次数。 <code>#pragma unroll</code> 伪指令指示编译器可展开紧跟在该伪指令后面的 for 循环。此编译指示的功能已经得到扩展，以允许将它应用于最里层和最外层的 for 循环。扩展的 <code>#pragma</code> 功能仍不能应用于具有备用入口点的 for 循环。

新的优化实用程序

此发行版包含与概要定向反馈 (PDF) 编译过程有关的两个新实用程序。通过使用概要定向反馈，编译器可以提供优化的反映了可执行文件如何在许多不同的方案中运行的可执行文件。作为运行该检测的可执行文件的副作用，将在其中一个方案中产生一个 PDF 记录。这些记录组成了通过对比来定义典型程序行为的数据。

showpdf 命令提供了显示在概要定向反馈练习运行中执行的所有过程的调用和块计数的能力。该实用程序要求用选项 `-qpdf1` 和 `-qshowpdf` 编译。

mergepdf 命令允许用户指定两个或多个 PDF 记录的相对重要性并将它们合并为一个记录。这允许用户用更高的执行计数（即，更长的运行时间）来补偿练习运行，否则练习运行就会支配概要数据。

对 MASS 向量库的支持

编译器分别添加对 32 位和 64 位方式版本的 IBM Mathematics Acceleration Subsystem (MASS) 向量库 libmassvp4.a 和 libmassvp4_64.a 的支持。这些库包含用于单精度和双精度倒数和平方根函数的向量例程。向量库都是线程安全的度通过相应的 libm 例程提高了性能。

从版本 7.0 开始, MASS 库附带编译器。

遵循业界标准

C、C++ 和 Fortran 的 OpenMP API V2.0 支持

OpenMP 应用程序接口 (API) 是可移植且可伸缩的编程模型, 它为用 C、C++ 和 Fortran 开发多平台的共享内存并行应用程序提供标准接口。该规范由 OpenMP 组织定义, 该组织由主要的计算机硬件和软件供应商组成, 其中包括 IBM。XL C/C++ Advanced Edition 符合“OpenMP 规范 2.0”, 该编译器能识别并保持下列 OpenMP V2.0 元素的语义:

- #pragma omp 伪指令中多个子句的逗号定界符。
- num_threads 子句。
- copyprivate 子句。
- threadprivate 静态块作用域变量。
- 支持 C99 可变长度数组。
- 私有变量的冗余声明。
- 计时例程 omp_get_wtime 和 omp_get_wtick。

增强的 Unicode 和 NLS 支持

按照“C 标准”委员会的最新报告中的建议, C 编译器扩展了 C99 以添加新的数据类型来支持 UTF-16 和 UTF-32 文字。C++ 编译器也支持这些新的数据类型以与 C 兼容。

对 Boost 库的支持

XL C++ 编译器提供了与 1.30.2 Boost 库的高度兼容性。创建这些库是为了提供一组可再用的开放式源代码 C++ 库, 这些库适合标准化。有关更多信息, 请参阅 Boost Web 站点, 网址为 <http://www.boost.org>。

与 GNU C 和 C++ 相关的语言扩展

C99 的 GNU C 扩展和标准 C++ 的 GNU 扩展不是业界标准。但是, 这些来自开放式源代码 (Open Source) 社团的非专有语言功能, 在一定程度上已获得普遍使用。XL C/C++ 实现 GNU C 和 C++ 扩展的一部分。本发行版中添加了对下列 GNU C 功能的支持。

功能	注释
标号作为值	包括已计算的 goto 语句。此功能现在与 GNU C 实现完全兼容。
类型属性	属性 aligned、packed 和 transparent_union。
函数属性	属性 format、format_arg、always_inline 和 noinline。
变量属性	对属性 section 添加了 C++ 支持。

功能	注释
备用关键字	对 <code>__extension__</code> 的实现的内部更改。
嵌套函数	 仅 C 支持。
强制类型转型为联合类型	 仅 C 支持。
带有可变数目的自变量的宏	当未指定 <code>__VA_ARGS__</code> 自变量时，使用一个代替 <code>__VA_ARGS__</code> 的标识，并除去尾部逗号。
带有 C 表达式操作数的 gcc 内联汇编程序指令	仅部分支持。
GNU C 复杂类型	添加了 C++ 支持。
GNU C 十六进制浮点常数	添加了 C++ 支持。
C99 组合文字	添加了 C++ 支持。
长度为零的数组	添加了 C++ 支持。
可变长度数组	添加了 C++ 支持。

易于使用

新增的 C++ 编译器调用

为了实现在所有受支持平台之间的可移植性，添加了编译器调用 `xlc++`。该调用等价于所有平台上的 `xlc` 调用，建议采用。然而，`xlc` 仍完全受支持。

文档

为编译器调用命令和每个命令行实用程序提供了手册页。编译器调用的手册页替换了在先前发行版中提供的文本帮助文件。

模板注册表增强

C++ 编译器使用批处理模板实例化模式，该模式涉及模板实例化注册表。在本发行版中，编译器将版本化信息添加至所创建的模板注册表文件。编译器内部使用此信息来跟踪应该使用哪个版本的模板注册表文件格式。

新增的 XL C/C++ 选项

XL C/C++ Compiler Reference 中详细描述了新增的和已更改的编译器选项。

选项	描述和注释
<code>-qabi_version=n</code>	<p>指示编译器使用 C++ ABI 的版本 <i>n</i>，其中 <i>n</i> 可以是：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1，它使用户获得与在 G++3.2 中引入并在 G++3.3 中提供的行为相同的 C++ ABI 行为。 2，它使用户获得与在 G++3.4 中引入的行为相同的 C++ ABI 行为。 <p>缺省值取决于操作系统：</p> <ul style="list-style-type: none"> 在 SLES 9、RHEL 3 U3 和 Y-HPC 上是 1 在 RHEL 4 上是 2
<code>-qaltivec</code>	启用对 AltiVec 数据类型的编译器支持。缺省选项是 <code>-qnoaltivec</code> 。

选项	描述和注释
-qasm=gcc	允许部分支持带 C 表达式操作数的汇编程序指令。指示编译器识别 asm 关键字及其备用拼写并将 gcc 语法和语义用于该关键字。缺省选项是 -qnoasm 。
-qasm_as	指定用于调用备用汇编程序的路径和标志以便处理 asm 伪指令中的代码。此选项覆盖在编译器配置文件中定义的 as 命令的缺省设置。
-qdirectstorage	声明可在给定的编译单元中引用启用直写或禁止高速缓存的存储器。此选项的目的是为了避免由于 PowerPC 体系结构允许的不同存储器控制属性而引起的意外行为。缺省选项是 -qnodirectstorage 。
-qenablevmx	指示编译器在任何编译器阶段中生成 VMX (AltiVec) 代码。此选项确保开发环境中操作系统的 -qaltivec 缺省设置正确。对于 RHEL 3 U3 和 Y-HPC, 缺省选项是 -qnoenablevmx 。对于 RHEL 4 和 SLES 9, 缺省选项是 -qenablevmx 。
-qkeepparm	确保在寄存器中传递的函数参数将保存至堆栈, 而不是可能移至不同内存位置来提高性能。缺省选项是 -qnokeepparm 。
-qipa=threads[=N] nothreads	指示优化器创建 N 个线程并且最多并行运行 N 个后端, 其中 N 是一个整数, 范围为 1-MAXINT。缺省选项为 nothreads 子选项, 它等价于运行单个串行进程。可使用此功能来在多处理器计算机上减少 IPA 链接时间。
-qnoprefetch	指示编译器不自动插入软件预取指令, 从而允许用户关闭这方面的优化。缺省选项是 -qprefetch 。
-qnotrigraph	指示编译器不解释三字母词序列, 而无论指定的语言级别如何。在 Linux 上, 缺省选项是 -qtrigraph 。
-qsaveopt	指示编译器保存将源文件编译成相应的目标文件所使用的命令行选项。如果编译未产生 .o 文件, 则该选项无效。缺省选项是 -qnosaveopt 。
-qshowpdf	当与 -qpdf1 一起指定, 且优化级别为 -O 或更高时, 编译器将额外的概要分析信息插入已编译的应用程序中以收集应用程序中所有过程的调用和块计数。运行已编译的应用程序会将调用和块计数记录到文件 ._pdf 中。然后可使用 showpdf 实用程序来检索 ._pdf 的内容。缺省选项是 -qnoshowpdf 。
-qsourcectype	控制输入文件名的解释。缺省行为是源文件的编程语言暗含在其文件名的后缀中。缺省选项是 -qsourcectype 。
-qutf	启用对 UTF 文字语法的识别, 该语法提供针对 Unicode 编码格式的 16 位和 32 位的字符串文字。
-qfltrap=nanq	指示编译器在代码中生成额外的指令以捕获 NaNQ (Not a Number Quiet)。目的是检测由浮点指令处理或生成的所有 NaNQ, 包括有效操作所创建的那些 NaNQ。
-qhot=simd	指示编译器尝试自动 SIMD 向量化。缺省选项是 -qhot=nosimd 。
-qipa=infrequentlabel	指定在一般程序运行期间可能很少被调用的一组标号。通过减少对某些标号调用的优化, 编译器可使程序的其它部分运行更快。此选项仅适用于用户定义的标号。

定制编译环境

本节讨论 XL C/C++ 用来指定含有包含文件、库和 GNU C 或 C++ 编译器的位置的目录搜索路径的机制。这些机制是环境变量、包含文件、配置文件中的属性和命令行选项。提供 `vac_configure` 实用程序以便于创建有效的配置文件。

XL C/C++ 的重要搜索路径是以下各项的标准目录位置：

- 32 位 GNU 编译器和 / 或 64 位 GNU 编译器
- GNU C 包含文件
- GNU C++ 包含文件
- IBM C 和 C++ 头文件
- GNU C 库路径

相关参考

- 有关 `vac_configure` 的更多信息，请参阅 *XL C/C++ Installation Guide*。

环境变量

编译环境的一部分是特殊文件（如库和包含文件）的搜索路径。编译器使用以下系统变量。

LD_LIBRARY_PATH

指定动态装入的库的目录路径。由 GNU 链接程序在链接时和运行时使用。

LD_RUN_PATH

指定运行时要搜索以获取动态装入的库的其它目录路径。此设置不影响 GNU 链接程序在链接时使用的搜索路径。

MANPATH

指定产品手册页的目录路径。

NLS_PATH

指定“本地语言支持”库的目录路径。

PATH

指定编译器的可执行文件的目录路径。

PDFDIR

指定创建概要数据文件的目录。未设置缺省值，编译器将概要数据文件放在当前工作目录中。对于概要定向反馈，建议将此变量设置为绝对路径。

TMPDIR

指定创建临时文件的目录。在进行高级别的优化时，临时文件可能需要大量的磁盘空间，缺省位置可能不适合。

设置调用命令的环境

不会自动在 `/usr/bin` 中安装 XL C/C++ 的命令行界面。如果想调用编译器时不需要指定完整路径，可以执行下列其中一个步骤：

- 为包含在 `/opt/ibmcomp/vacpp/7.0/bin` 和 `/opt/ibmcomp/vac/7.0/bin` 中的特定驱动程序创建至 `/usr/bin` 的符号链接。
- 将 `/opt/ibmcomp/vacpp/7.0/bin` 添加至 `PATH` 环境变量。

确保消息目录的 NLSPATH 正确

NLSPATH 环境变量告知编译器如何查找适当的消息目录。

要确保路径正确，发出以下命令：

```
export NLSPATH=$NLSPATH:smprt-path/msg/%L/%N:  
compiler-path/vacpp/6.0/msg/%L/%N
```

其中，*smprt-path* 和 *compiler-path* 是当安装程序包时指定的安装位置。

注：如果使用缺省安装位置，则 *smprt-path* 和 *compiler-path* 都将是 `/opt/ibmcmp`。

包含文件

在配置文件中指定 GNU、IBM 和系统头文件的位置最方便。

编译器选项 `-I directory_name` 允许您将目录添加至配置文件中的搜索路径。配置文件自己在内部使用 `-I` 选项来设置它控制的目录路径。编译器在搜索命令行上的 `-I` 选项指定的目录之前搜索配置文件中的 `-I` 选项指定的目录。

请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference* 以获取更多信息。

配置文件

配置文件是纯文本文件，它指定每次运行编译器时将读取的选项。配置文件的名称以 `.cfg` 文件扩展名结束。

在具有缺省配置文件（`/etc/opt/ibmcmp/vac/7.0/vac.cfg`）之后，可以创建其它配置文件。XL C/C++ 提供了一个模板，过去通常使用该模板来创建 `/etc/opt/ibmcmp/vac/7.0/vac.cfg`。然而，使用 `vac_configure` 实用程序，任何现有的配置文件都可用作创建另一个配置文件的模板。

通过用 `-F` 选项调用编译器并指定全限定文件名，可以指示编译器使用特定配置文件。

命令行选项

控制标准包含路径的编译器选项显示在下表中。路径的值由用户在命令行上指定。当使用配置文件时，路径的值是第二列中指定的属性的值。缺省情况下使用的配置文件是由 `vac_configure` 实用程序创建的配置文件。编译器处理配置文件中的每个属性来创建确保包含文件的正确搜索路径的相应选项。

32 位和 64 位方式下，特定于 Linux 的配置选项和相关属性

选项名	属性	用途	冲突解决方法
<code>-qgcc_c_stdinc=<paths></code>	<code>gcc_c_stdinc</code> <code>gcc_c_stdinc_64</code>	指定 gcc 头文件的搜索位置。没有缺省值。	当在同一命令中多次指定时，最后一个有效。如果 <code>-qnostdinc</code> 选项有效，则忽略以上选项。
<code>-qgcc_cpp_stdinc=<paths></code>	<code>gcc_cpp_stdinc</code> <code>gcc_cpp_stdinc_64</code>	指定 g++ 头文件的搜索位置。没有缺省值。	当在同一命令中多次指定时，最后一个有效。如果 <code>-qnostdinc</code> 选项有效，则忽略以上选项。
<code>-qc_stdinc=<paths></code>	<code>xlc_c_stdinc</code> <code>xlc_c_stdinc_64</code>	指定 IBM C 头文件的标准包含文件的搜索位置。没有缺省值。	当在同一命令中多次指定时，最后一个有效。如果 <code>-qnostdinc</code> 选项有效，则忽略以上选项。

32 位和 64 位方式下，特定于 Linux 的配置选项和相关属性

选项名	属性	用途	冲突解决方法
-qcpp_stdinc=<paths>	xlc_cpp_stdinc xlc_cpp_stdinc_64	指定 IBM C++ 头文件的搜索位置。没有缺省值。	当在同一命令中多次指定时，最后一个有效。如果 -qnostdinc 选项有效，则忽略以上选项。

相关参考

- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 “Compiler command line options”

控制编译过程

整个编译过程由三个阶段组成：预处理、转换为目标代码和链接。缺省情况下，编译器调用命令调用编译过程的所有阶段以将程序从源代码转换为可执行的输出。如果在调用编译器时指定了输入和输出文件的文件名，则它根据输入和输出文件的文件名后缀（扩展名）确定起始阶段和结束阶段。

也可以在任何编译阶段通过使用适当的编译器选项来创建特定类型的输出文件。例如，用 **-E** 或 **-P** 选项调用 **xlc** 或 **xlc** 命令仅对输入文件执行预处理阶段。编译器调用根据输入文件名的扩展名确定是调用 **IBM** 编译器、汇编程序还是链接程序。汇编程序和链接程序是随 **Linux** 操作系统一起提供的工具。

相关参考

- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 `-qphsinfo` 编译器选项

调用编译器

XL C/C++ 提供了一些基本编译器调用命令以供选择，这些命令支持 **C** 和 **C++** 语言的各种版本级别。每个调用命令自动为语言级别、其它相关语言功能的选项以及任何相关的预定义宏设置编译器子选项。在大多数情况下，应使用 **xlc** 命令来编译 **C** 源文件，使用 **xlc** 命令来编译 **C++** 源文件（或同时有 **C** 和 **C++** 源文件时）。提供了基本命令的变体以支持线程应用程序的需求并且变体是通过将后缀 `_r` 附加至基本命令形成的。

受支持的调用命令

<code>xlc</code>	<code>xlc_r</code>	<code>_r</code> 调用用于编译线程安全的应用程序，也称为可重入的编译器调用。
<code>xlc++</code>	<code>xlc++_r</code>	
<code>xlc++</code>	<code>xlc++_r</code>	
<code>xlc++</code>	<code>xlc++_r</code>	
<code>c89</code>	<code>cc_r</code>	
<code>c99</code>	<code>c89_r</code>	
	<code>c99_r</code>	

调用 **xlc++** 等价于调用 **xlc**。

另外，`gxlc` 和 `gxlc++` 实用程序是专门的编译器调用形式。

对象模型

对于 **Linux** 平台，仅存在一个对象模型。如果要移植依赖于 **AIX** 上受支持的对象模型（`ibm` 或 `classic`）的应用程序，可能需要修改代码。用于指定特定对象模型的编译器选项和编译指示不可用于 **Linux**。

输入和输出文件的类型

编译器使用文件扩展名来确定适当的编译阶段并调用关联的工具。

编译器接受以下类型的文件作为输入:

接受的输入文件类型

文件类型描述	文件扩展名	示例
C 和 C++ 源文件	.c (小写 <i>c</i>) 表示 C 语言源文件; .C (大写 <i>C</i>)、.cc、.cp、.cpp、.cxx 和 .c++ 表示 C++ 源文件。	<i>file_name.c</i> <i>file_name.C</i> 、 <i>file_name.cc</i> 、 <i>file_name.cpp</i> 、 <i>file_name.cxx</i> 和 <i>file_name.c++</i>
已预处理的源文件	.i	<i>file_name.i</i>
目标文件	.o	hello.o
汇编程序文件	.s	check.s
归档文件	.a	v1r5.a
可装入的模块或共享库文件	.so	my_shrllib.so
IPA 控制文件 (<code>-qipa=file_name</code>)	未强制使用 <i>file_name</i> 的命名约定。	ipa.ct1

当调用编译器时可以指定以下类型的输出文件:

输出文件的类型

文件类型描述	示例
可执行文件	缺省情况下为 a.out
目标文件	<i>file_name.o</i>
可装入的模块或共享目标文件	<i>file_name.so</i>
汇编程序文件	<i>file_name.s</i>
已预处理的文件	<i>file_name.i</i>
清单文件	<i>file_name.lst</i>
目标文件	<i>file_name.d</i>

相关参考

- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 `-qsourcetype` 编译器选项

缺省行为

如果调用编译器而没有指定任何选项, 则编译器的行为由下列缺省设置控制:

- 尝试读取并调用在配置文件中指定的选项。
- 在 `LD_LIBRARY_PATH` 变量的目录中搜索库文件。
- 使用缺省对齐 `-qalign=linuxppc` 来对齐结构。
- 在当前目录中生成名为 `a.out` 的未优化的可执行文件。
- 将 AltiVec 编程构造诊断为语法错误。

请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference* 以获取更多信息。

编译器选项入门

编译器选项执行各种功能，如设置编译器特征、描述要生成的目标代码、控制发出的诊断消息和执行某些预处理器功能。可以在命令行、配置文件、源代码或这些技术的任何组合中指定编译器选项。未显式设置的大多数选项采用缺省设置。

当指定了多个编译器选项时，有可能发生选项冲突和不兼容性。为了以一致的方式解决这些冲突，除非另有指定，否则编译器应用以下优先级顺序：

1. 源文件覆盖
2. 命令行覆盖
3. 配置文件覆盖
4. 缺省设置

在多个命令行选项中，一般是最后指定的选项有效。

注： **-I** 编译器选项是一种特殊情况。编译器在搜索在命令行上用 **-I** 指定的目录之前，它首先搜索在 `vac.cfg` 文件中用 **-I** 指定的任何目录。该选项是累积的而不是优先的。

具有累积行为的其它选项是 **-R** 和 **-l** (小写 L)。

相关参考

- 请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference* 以获取更多信息。

编译器消息

XL C/C++ 对诊断消息使用五级别分类模式。每个严重性级别与一个编译器响应相关联。并非每个错误都会停止编译。下表对严重性级别的缩写提供了相应的键以及相关联的编译器响应。

严重性级别和编译器响应

字母	严重性	编译器响应
I	信息	编译继续进行。消息报告编译期间发现的情况。
W	警告	编译继续进行。消息报告有效但可能是意外的情况。
 C	错误	编译继续进行并生成目标代码。存在编译器可以更正但程序可能不会产生期望结果的错误状态。
E		
S	严重错误	编译继续进行，但未生成目标代码。存在编译器不能更正的错误状态。
U	不可恢复的错误	编译器停止。遇到不可恢复的错误。如果消息指示资源限制（例如，文件系统已满或调页空间已满），则提供其它资源并重新编译。如果消息指示需要不同的编译器选项，使用它们重新编译。如果消息指示内部编译器错误，应向 IBM 服务代表报告该消息。

编译器的缺省行为是使用选项 **-qnoinfo** 或 **-qinfo=noall** 进行编译。**-qinfo** 的子选项提供指定信息诊断的特定类别的能力。例如，**-qinfo=por** 将输出限制为与可移植性问题相关的那些消息。

注：在 C 中，未指定子选项的选项 **-qinfo** 等价于 **-qinfo=all**；在 C++ 中，未指定子选项的 **-qinfo** 等价于 **-qinfo=all:noppt**。

返回码

在编译结束时，在以下任何一种情况下，编译器将返回码设置为零：

- 未发出任何消息。
- 诊断到的所有错误的最高严重性级别小于 **-qhalt** 编译器选项的设置，并且错误数未达到 **-qmaxerr** 编译器选项所设置的限制。
- 未发出 **-qhaltmsg** 编译器选项所指定的消息。

否则，编译器将设置 *XL C/C++ Compiler Reference* 中介绍的返回码之一。

编译器消息格式

缺省情况下，诊断消息具有下列格式：

```
"file", line line_number.column_number: 15cc-nnn (severity) message_text.
```

其中 15 是编译器产品标识，cc 是指示发出消息的编译器组件的一个两位数的代码，nnn 是消息号，severity 是严重性级别的字母。cc 的可能值有：

- 00 代码生成或优化消息
- 01 编译器服务消息
- 05 特定于 C 编译器的消息
- 06 特定于 C 编译器的消息
- 40 特定于 C++ 编译器的消息
- 86 特定于过程间分析 (IPA) 的消息

此格式与启用 **-qnosrcmsg** 选项进行编译时的格式相同。要获取另一种消息格式，使源代码行与诊断消息一起显示，则尝试用 **-qsrcmsg** 选项进行编译。启用此选项会指导编译器将它认为包含错误的源代码行、该源代码行下面指向该源代码行的特定点的某行（若有可能）和诊断消息打印至标准错误。

注：不会将消息用作其它程序的输入。消息格式和内容不打算成为编程接口，因此可能在发行版之间更改。

特定于平台的选项

本节特别介绍了在 Linux 平台上使用编译器的基本选项。

请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference* 以获取更多信息。

选择的特定于 Linux 平台的编译器选项

选项名	描述
-qgcc_c_stdinc=<paths>	指定 GNU C 头文件的目录搜索路径。
-qgcc_cpp_stdinc=<paths>	指定 GNU C++ 头文件的目录搜索路径。
-qc_stdinc=<paths>	指定 IBM C 头文件的目录搜索路径。
-qcpp_stdinc=<paths>	指定 IBM C++ 头文件的目录搜索路径。

以下选项提供对目录搜索路径的专门控制。这些选项是累积的而不是优先的。在命令行上用选项 **-L**、**-R** 和 **-I**（小写 *L*）指定的路径在链接时将具有比配置文件中指定为选项的路径更低的优先级，但具有比配置文件中指定为属性的路径更高的优先级。

选择的路径控制选项

选项名	描述
-I	指定要搜索 #include 文件的其它目录路径。
-l	指定用于静态链接的共享库或归档文件。
-L	指定在链接时要搜索的库搜索路径。
-R	指定在运行时要搜索以获取动态装入的库的目录路径。

相关参考

- *XL C/C++ Programming Guide* 中的 “Summary of options for optimization and performance”

通过 gxc 和 gxc++ 重用 GNU C 和 C++ 编译器选项

每个 gxc 和 gxc++ 实用程序都接受 GNU C 或 C++ 编译器选项并将它们转换成相当的 XL C/C++ 选项。两个实用程序都使用 XL C/C++ 选项来创建 **xlc** 或 **xlc** 调用命令，然后实用程序使用这些命令来调用 XL C/C++。提供这些实用程序的目的是为了便于重用为先前用 GNU C 和 C++ 开发的应用程序创建的 make 文件。然而，为了充分利用 XL C/C++ 的能力，建议您使用 XL C/C++ 调用命令及其相关选项。

gxc 和 gxc++ 的操作由配置文件 gxc.cfg 控制。此文件中显示具有 XL C 或 XL C++ 对应选项的 GNU C 和 C++ 选项。并非每个 GNU 选项都具有对应的 XL C/C++ 选项。gxc 和 gxc++ 会对未转换的输入选项返回一个警告。

gxc 和 gxc++ 选项映射是可修改的。有关对 gxc 和 gxc++ 配置文件进行添加或编辑的信息，请参阅第 23 页的『配置选项映射』。

示例

要使用 gcc -ansi 选项来编译 Hello World 程序的 C 版本，您可以使用：

```
gxc -ansi hello.c
```

它转换为：

```
xlc -F:c89 hello.c
```

然后使用此命令来调用 XL C 编译器。

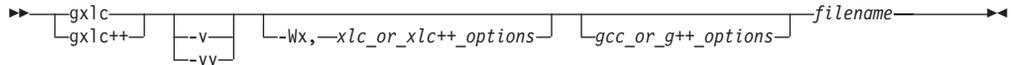
gxc 和 gxc++ 返回码

与其它调用命令一样，gxc 和 gxc++ 返回输出，如清单、与编译有关的诊断消息、与 GUN 选项的不成功转换有关的警告和返回码。如果 gxc 或 gxc++ 不能成功调用编译器，则它将返回码设置为以下其中一个值：

- 40** 检测到 gcc 或 g++ 选项错误或不可恢复的错误。
- 255** 当进程运行时检测到错误。

gxc 和 gxc++ 语法

下图显示 gxc 和 gxc++ 语法:



其中:

filename

是要编译的文件的名称。

-v 允许您验证将来调用 XL C/C++ 的命令。gxc 或 gxc++ 在使用它所创建的 XL C/C++ 调用命令调用编译器之前显示该命令。

-vv 允许您运行模拟。gxc 或 gxc++ 显示它所创建的 XL C/C++ 调用命令，但不调用编译器。

-Wx, xlc_or_xlc++_options

将给定的 XL C/C++ 选项直接发送至 xlc 或 xlc++ 调用命令。gxc 或 gxc++ 将给定的选项添加至它正在创建的 XL C/C++ 调用，而不会尝试转换它们。将此选项与已知的 XL C/C++ 选项配合使用以提高该实用程序的性能。多个 *xlc_or_xlc++_options* 使用逗号定界符。

gcc_or_g++_options

是将转换为 xlc 或 xlc++ 选项的 gcc 或 g++ 选项。实用程序为它不能转换的任何选项发出一条警告。gxc 和 gxc++ 当前可识别的 gcc 和 g++ 选项列在配置文件 gxc.cfg 中。多个 *gcc_or_g++_options* 通过空格字符定界。

GNU C 和 C++ 至 XL C/C++ 选项映射

下表列示 gxc 和 gxc++ 接受并转换的 GNU C 和 C++ 选项。将忽略指定为这些实用程序之一的输入的所有其它 GNU 选项或生成错误。如果 GNU 选项的否定格式存在，则 gxc 和 gxc++ 还识别和转换否定格式。

已映射的选项: GNU C 和 C++ 至 XL C/C++

GNU C 和 C++ 选项	XL C/C++ 选项
-###	-#
-ansi	-F:c89
-B	-B
-C	-C
-c	-c
-Dmacro[=defn]	-Dmacro[=defn]
-E	-E
-e	-e
-fdollars-in-identifiers	-qdollar
 -fdump-class-hierarchy	-qdump_class_hierarchy
 -fexceptions	-qeh
 -ffor-scope	-qlanglvl=ansifor
 -fno-for-scope	-qlanglvl=noansifor

已映射的选项: GNU C 和 C++ 至 XL C/C++

GNU C 和 C++ 选项	XL C/C++ 选项
-ffunction-sections	-qfuncsect
-finline	-qinline
-finline-functions	-qinline 注: 在 XL C/C++ 中 -qinline=limit=n 不是有效的子选项。 -finline-limit=n GNU C 和 C++ 子选项不能映射到此 XL C/C++ 子选项。
 -fkeep-inline-functions	-qkeepinlines
 -fno-gnu-keywords	-qnokeyword=typeof
 -fno-operator-names	-qnokeyword=and -qnokeyword=bitand -qnokeyword=bitor -qnokeyword=compl -qnokeyword=not -qnokeyword=or -qnokeyword=xor
-fpascal-strings	-qmacpstr
-fPIC	-qpik=large
-fpic	-qpik=small
 -frtti	-qrtti
-fshort-enums	-qenum=small
-fsigned-bitfields	-qbitfields=signed
-fsigned-char	-qchars=signed
-fstrict-aliasing	-qalias=ansi
-fsyntax-only	-qsyntaxonly
-funroll-all-loops	-qunroll=yes
-funroll-loops	-qunroll=yes
-funsigned-bitfields	-qbitfields=unsigned
-funsigned-char	-qchars=unsigned
-fwritable-strings	-qnoro
-g	-g
-g3	-g
-gdwarf	-g
-ggdb	-g
-Idir	-Idir
-Ldir	-Ldir
-llibrary	-llibrary
-M	-M
-MD	-M
-mcpu=power	-qarch=pwr
-mcpu=powerpc	-qarch=ppc
-mcpu=powerpc64	-qarch=ppc64
-mno-fused-madd	-qfloat=nomaf
-mfused-madd	-qfloat=maf

已映射的选项: GNU C 和 C++ 至 XL C/C++

GNU C 和 C++ 选项	XL C/C++ 选项
-mlong-double-64	-qnoqlonglong
-mlong-double-128	-qlonglong
-mpower	-qarch=pwr
-mpowerpc	-qarch=ppc
-mpowerpc64	-qarch=ppc64
-mtune=power	-qtune=pwr
-mtune=powerpc	-qtune=ppc
-mtune=powerpc64	-qtune=ppc64
-nodefaultlibs	-qnoolib
-nostartfiles	-qno crt
-nostdinc	-qnostdinc
-nostdlib	-qnoolib -qno crt
-O	-O
-O0	-qnoopt
-O1	-O
-O2	-O2
-O3	-O3
-Os	-O2 -qcompact
-o	-o
-p	-p
-pg	-pg
-r	-r
-S	-S
-s	-s
 -std=c89	-F:c89
 -std=iso9899:1990	-F:c89
 -std=iso9899:199409	-F:c89
 -std=c99	-F:c99
 -std=c9x	-F:c99
 -std=iso9899:1999	-F:c99
 -std=iso9899:199x	-F:c99
 -std=gnu89	-qlanglvl=extc89
 -std=gnu99	-qlanglvl=extc99
 -std=gnu9x	-qlanglvl=extc99
 -std=c++98	-qlanglvl=strict98

已映射的选项: GNU C 和 C++ 至 XL C/C++

GNU C 和 C++ 选项	XL C/C++ 选项
 <code>-std=gnu++98</code>	<code>-qlanglvl=extended</code>
<code>-time</code>	<code>-qphsinfo</code>
<code>-trigraphs</code>	<code>-qtrigraph</code>
<code>-Umacro</code>	<code>-Umacro</code>
<code>-u</code>	<code>-u</code>
<code>-Wformat</code>	<code>-qformat</code>
<code>-Wuninitialized</code>	<code>-qinfo=ini</code>
<code>-Wunreachable-code</code>	<code>-qinfo=eff</code>
<code>-Wa,option</code>	<code>-Wa,option</code>
<code>-Wl,option</code>	<code>-Wl,option</code>
<code>-Wp,option</code>	<code>-Wp,option</code>
<code>-w</code>	<code>-w</code>
<code>-x assembler</code>	<code>-qsource-type=assembler</code>
<code>-x c</code>	<code>-qsource-type=c</code>
<code>-x c++</code>	<code>-qsource-type=c++</code>
<code>-x none</code>	<code>-qsource-type=default</code>
<code>-Z</code>	<code>-Z</code>

所有其它 GNU 选项都会被忽略并且会发出参考消息。

配置选项映射

`gxc` 和 `gxc++` 实用程序使用配置文件 `gxc.cfg` 来将 GNU C 和 C++ 选项转换为 XL C/C++ 选项。`gxc.cfg` 中的每个条目描述实用程序应该如何将 GNU C 或 C++ 选项映射至 XL C/C++ 选项和如何处理它。

一个条目由一个处理指令标志字符串、一个 GNU C 选项字符串和一个 XL C/C++ 选项字符串组成。必须用空格将这三个字段分隔开。如果条目仅包含前两个字段并省略 XL C/C++ 选项字符串, 则第二个字段中的 GNU C 选项将被 `gxc` 识别但将被忽略而不进行提示。

`#` 字符用来将注释插入配置文件。注释可单独放在一行或放在条目末尾。

以下语法用于 `gxc.cfg` 中的条目:

```
abcd "gcc_or_g++_option" "xlc_or_xlc++_option"
```

其中:

a 允许您通过添加 `no-` 作为前缀来禁用该选项。值 *y* 表示是, 而 *n* 表示否。例如, 如果将标志设置为 *y*, 则可象 `fno-inline` 一样禁用 `inline`, 那么该条目为:

```
ynn* "-inline" "-qinline"
```

如果给出了 `-fno-inline`, 则 `gxc` 会将它转换为 `-qnoinline`。

b 通知实用程序 XL C/C++ 选项具有一个相关联的值。值 *y* 表示是，而 *n* 表示否。例如，如果选项 `-fmyvalue=n` 映射到 `-qmyvalue=n`，则标志被设置为 *y*，那么该条目为：

```
byn*      "-fmyvalue"      "-qmyvalue"
```

然后，`gxc` 和 `gxc++` 将期望这些选项的值。

c 控制选项的处理。值可以为：

- *n*，它指示实用程序处理列示在 `gcc-option` 字段中的选项。
- *i*，它指示实用程序忽略列示在 `gcc-option` 字段中的选项。`gxc` 和 `gxc++` 将生成一条消息表示该选项已被忽略，并继续处理给出的选项。
- *e*，它指示实用程序当遇到列示在 `gcc-option` 字段中的选项时停止处理。`gxc` 和 `gxc++` 还将生成错误消息。

例如，`gcc` 选项 `-I-` 不受支持，一定会被 `gxc` 和 `gxc++` 忽略。在这种情况下，标志设置为 *i*，那么该条目为：

```
nni*      "-I-"
```

如果 `gxc` 和 `gxc++` 遇到此选项作为输入，则它将不会处理此选项并将生成警告。

d 允许 `gxc` 和 `gxc++` 基于编译器的类型包括或忽略选项。值可以为：

- *c*，它指示 `gxc` 和 `gxc++` 仅对 C 转换选项。
- *x*，它指示 `gxc` 和 `gxc++` 仅对 C++ 转换选项。
- ***，它指示 `gxc` 和 `gxc++` 对 C 和 C++ 转换选项。

例如，`-fwritable-strings` 受这两个编译器的支持，并映射至 `-qnor`。条目为：

```
nnn*      "-fwritable-strings"      "-qnor"
```

"gcc_or_g++_option"

是表示受 GNU C V3.3 支持的 `gcc` 或 `g++` 选项的字符串。此字段是必需的并且必须用双引号引起来。

"xlc_or_xlc++_option"

是表示 XL C/C++ 选项的字符串。此字段是可选的，如果提供，则必须用双引号引起来。如果保留为空白，则 `gxc` 和 `gxc++` 会忽略该条目中的 *gcc_or_g++_option*。

有可能创建将映射某一范围内的选项的条目。通过使用星号（*）作为通配符来完成此操作。例如，`gcc -D` 选项需要用户定义的名称并可带一个可选值。可能具有以下选项系列：

```
-DCOUNT1=100  
-DCOUNT2=200  
-DCOUNT3=300  
-DCOUNT4=400
```

不必为此选项的每个版本创建条目，只需一个条目：

```
nnn*      "-D*"      "-D*"
```

其中星号将替换为 `-D` 选项后面的任何字符串。

反过来，您可使用星号来排除某一范围内的选项。例如，如果您想要 `gxc` 或 `gxc++` 忽略所有 `-std` 选项，则条目将为：

```
nmi*      "-std*"
```

当在选项定义中使用星号时，选项标志 *a* 和 *b* 不适用于这些条目。

字符 `%` 与 GNU C 或 GNU C++ 选项配合使用以表示选项具有相关联的参数。这用来确保 `gxc` 或 `gxc++` 将忽略与忽略的选项相关联的参数。例如，`-include` 选项不受支持并使用一个参数。应用程序一定会忽略这两者。在这种情况下，条目为：

```
nmi*      "-include %"
```

相关参考

- GNU Compiler Collection 联机文档，网址为：<http://gcc.gnu.org/onlinedocs/>

选项总结：C 编译器

本章附录提供了 C 编译器选项的总结，按类型分组。较高级别的分组包含选项子组。除了一个用于源代码的基本转换的子组之外，还有一个子组包含用于代码的特殊处理或控制（如添加专门的调试信息）的选项。另一个子组与链接程序和库搜索路径的控制有关。在第 29 页的『优化入门』这一章的末尾总结了与性能和优化相关的选项。有关每个选项的描述、全部选项语法和用法的信息，请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference*。

基本转换

此分组中的选项在源代码的基本转换方面的通用性最好。编译器选项子组一般涉及到：

- 符合标准。
- 编译器驱动程序的编译方式或控制。
- 处理源代码以进行代码生成。
- 生成专门的诊断。
- 处理已编译的代码。

与源代码的基本转换相关的选项

符合标准	编译器驱动程序的编译方式或控制
-qgenproto 和 -qno-genproto -qlanglvl -qlibansi 和 -qno-libansi	-# -q32 -q64 -qabi_version=n, -qaltivec 和 -qnoaltivec -F -qpath -qproto 和 -qno-protocol -qsource-type
预处理器控制	
-C -D -E -P -U	
源代码生成	
-qalloca -qasm 和 -qnoasm -qattr 和 -qnoattr -B -C -qpluscmt 和 -qno-pluscmt -D -qdbcs 和 -qnodbcs -qdigraph 和 -qnodigraph -qdirectstorage 和 -qnodirectstorage -E -qenablevmx -qfuncsect 和 -qnofuncsect -qignprag -M	-qmakedep -qmbcs 和 -qnombcs -qminimaltoc 和 -qnominimaltoc -P -qsmallstack 和 -qnosmallstack -qsyntaxonly -t -qtabsize -qtrigraph 和 -qnotrigraph -U -qutf 和 -qnoutf -qvrsave 和 -qnovrsave -W
诊断	已编译的代码
-qflag -qinfo 和 -qnoinfo -qmaxerr 和 -qnomaxerr -qphsinfo 和 -qno-phsinfo -qprint 和 -qno-print -qshowinc 和 -qno-showinc -qsource 和 -qno-source -qsuppress 和 -qno-suppress -V -v -w -qwarn64 和 -qno-warn64 -qxcall 和 -qnoxcall	-qbitfields -c -qchars -qdataimported -qdatalocal -qdollar 和 -qnodollar -o -qprocimported -qprocllocal -qprocunknown -S -qstatsym 和 -qno-statsym -qtbtable -qupconv 和 -qno-upconv

专门诊断

此组中的选项控制生成和显示与编译进程相关的信息的能力。

支持专门诊断的选项

诊断	
-qflag -qinfo 和 -qnoinfo -qmaxerr 和 -qnomaxerr -qphsinfo 和 -qnophsinfo -qprint 和 -qnoprint -qshowinc 和 -qnoshowinc -qsource 和 -qnosource	-qsuppress 和 -qnosuppress -V -v -w -qwarn64 和 -qnowarn64 -qxcall 和 -qnoxcall

特殊处理和控制

此分组中的选项提供转换过程的精确控制，通常比基本转换选项的适用性要差一些。此编译器选项分组中的主题一般涉及到：

- 数据对齐。
- 编译器驱动程序的编译方式或控制。
- 处理源代码以进行代码生成。
- 生成专门的诊断。
- 处理已编译的代码。

用于特殊处理、优化调整和调试的选项

数据对齐	并行化
-qalign -qenum	-qthreaded 和 -qnothreaded -qtls 和 -qnotls (仅用于 RedHat Linux)
浮点和数字功能	
大小 -qlonglit 和 -qolonglit -qlonglong 和 -qolonglong	浮点值的四舍五入 -y
单精度值 不适用于 pSeries 平台上的 Linux 系统	其它浮点选项 -qfloat -qflttrap 和 -qnoflttrap
调试	
-qcheck 和 -qnocheck -qdbxextra 和 -qnodbxextra -qfullpath 和 -qnofullpath -g -qhalt -qinitauto 和 -qnoinitauto	-qkeeparm 和 -qnokeeparm -qlinedebug 和 -qnoinedebug -qlist 和 -qnoist -qlistopt 和 -qnoistopt -qsaveopt 和 -qnosaveopt -qsymtab -qxref 和 -qnoxref

与链接和库相关的选项

此分组中的选项与编译过程的链接阶段相关。此分组还包含提供专门的方式来指定用于查找库和头文件的搜索路径的选项。这些编译器选项一般涉及到：

- 放置字符串文字和常量。

- 静态和动态链接和库。
- 指定搜索目录。

用于控制 ld 命令的选项

放置字符串文字和常量	静态和动态链接和库
-qkeyword 和 -qnokeyword -qro 和 -qnoro -qroconst 和 -qnoroconst	-qstdinc 和 -qnostdinc
搜索目录	其它链接程序选项
-I -L -l (小写 L) -qc_stdinc -qcomplexgccincl 和 -qnocomplexgccincl -qgcc_c_stdinc -qidirfirst 和 -qnoidirfirst -r	-qinlglue 和 -qnoinglue -qcrt 和 -qnocrt -qlib 和 -qnolib

选项总结: C++ 编译器

大多数 C 编译器选项可用于编译 C++ 程序。下表提供 Linux 平台上特定于编译 C++ 程序的其它编译器选项和不可用于编译 C++ 程序的 C 选项:

用于 C++ 程序的编译器选项

特定于 C++ 的选项	仅用于 C 的选项
-+ -qcinc -qcpp_stdinc -qeh 和 -qnoeh -qgcc_cpp_stdinc -qhaltormsg -qpriority -qrtti 和 -qnortti -qstaticinline 和 -qnostaticinline -qtempinc 和 -qnotempinc -qtemplaterecompile 和 -qnotemplaterecompile -qtemplateregistry 和 -qnotemplateregistry -qtempmax -qtplparse -qvftable 和 -qnovftable	-qc_stdinc -qcpluscmt 和 -qnocpluscmt -qdbxextra 和 -qnodbxextra -qgcc_c_stdinc -qgenproto 和 -qnogenproto -qproto 和 -qnoproto -qsyntaxonly -qupconv 和 -qnoupconv

优化入门

简单编译是将源代码转换或变换为可执行目标或共享目标。优化转换可以在运行时给予应用程序更好的整体性能。XL C/C++ 提供了一些针对 PowerPC 体系结构的优化转换的组合。这些转换能够：

- 减少对关键操作执行的指令数。
- 重构生成的目标代码以最佳地使用 PowerPC 体系结构。
- 改进内存子系统的使用。
- 利用体系结构的能力来处理大量的共享内存并行化。

它们的目的是使应用程序运行更快。

如果您了解存在哪些控制因素会影响写得好的代码的转换，则较少的开发工作便可获得显著的性能改善。编程模型（如 OpenMP）使得您能编写高性能代码。本节描述了一些优化方法，编译器可执行这些优化方法来帮助您在源代码的运行时性能、手工编码的宏优化、一般可读性和整体可移植性的折衷之间进行平衡。

此讨论假定您已使用概要分析程序来标识代码中可能适合优化的区域。

经常在应用程序开发周期的后面几个阶段（如产品发行版构建）尝试优化。可能的话，在尝试对代码进行优化之前，应在没有优化的情况下测试并调试代码。开始进行优化应该表示您已选择对程序最有效的算法并已正确实现它们。在很大程度上，符合语言标准与代码可以优化到的程度直接有关。优化器是最终一致性测试！

优化由编译器选项、伪指令和编译指示控制。然而，编译器友好编程习惯语法与任何选项或伪指令一样对于提高性能很有用。不再需要也不建议过多用手工来优化代码（例如，手工展开循环）。不常见的构造会使编译器（和其它程序员）产生困惑，并会妨碍针对新机器进行的应用程序优化。

应注意并非所有优化对所有应用程序都有益。通常必须在增加编译时间（伴随着降低调试能力）与编译器执行的优化程度之间进行折衷。

相关参考

- *XL C/C++ Programming Guide* 中的“Using optimization levels”
- *XL C/C++ Programming Guide* 中的“Optimizing your applications”

选择的用于优化的编译器选项

下表描述了用于优化程序性能的基本编译器选项选择的特征。有关详尽的列表，请参阅 *XL C/C++ Programming Guide*。有关可用子选项的文档，请参阅 *XL C/C++ Compiler Reference* 或选项手册页。

表 1. 用于优化的基本编译器选项

选项	描述
-qnoopt	编译器执行非常有限的优化。这是缺省选项。在开始优化应用程序之前，请用 -qnoopt 确保已成功编译了它。

表 1. 用于优化的基本编译器选项 (续)

选项	描述
-O2	编译器执行广泛的低级优化，包括图着色、公共子表达式清除、死代码清除、代数简化、常量传播、目标机器的指令调度、循环展开和软件流水线操作。
-qarch -qtune -qcache	编译器利用应用程序运行的特定硬件和指令集的特征。使用 -qarch 命令来指定应对其生成应用程序代码的处理器体系结构系列。使用 -qtune 来使优化偏向在给定微处理器上的执行。使用 -qcache 来指定特定高速缓存或内存几何结构。
-qpdf1 -qpdf2	当指定了优化级别 -O 或更高时，根据通常执行代码不同部分的频率的分析，编译器使用面向概要的反馈来优化应用程序。PDF 过程对于包含没有特定结构的分支的应用程序最有用。
-O3	与 -O2 相比，编译器执行更主动的优化：循环展开程度更深并消除了对隐式内存使用的限制。
-qhot	编译器执行高阶转换，这提供了其它循环优化并有选择地执行数组填充。此选项对于执行大量数字处理的科学应用程序最有用。
-qipa	编译器执行过程间分析以将整个应用程序作为一个单元来进行优化（整个程序分析）。此选项对于包含大量经常使用的例程的商业应用程序最有用。它对于具有高级抽象的 C++ 程序也很有用。在许多情况下，此选项明显增大编译时间。
-O4	此选项等价于 -O3 -qipa -qhot -qarch=auto -qtune=auto -qcache=auto 。如果编译用时太长，则尝试使用 -O4 -qnoipa 来进行编译。
-O5	此选项等价于 -O4 -qipa=level=2 。在 Linux 平台上，如果处理器是 PowerPC 970 并且操作系统支持 AltiVec 数据类型，此选项也打开 -qhot=vector -qhot=simd 。

移植注意事项

本节描述了几个常见的研究领域，这些研究可以加快将基于 UNIX 的应用程序移植到 Linux 平台上。

移植应用程序以在另一个平台上运行涉及源平台和目标平台。在写任何代码之前，至少应该考虑以下问题：移植到目标平台会发生什么变化？真正的移植只涉及更改硬件和操作系统。

理论上，写得好的程序不依赖于特定于平台的相关性，它们遵循业界标准（例如，POSIX）并且符合标准语言定义且没有使用非标准的语言扩展，除了重新编译和调试之外只需要进行少量的额外工作就可以将它们很方便地移植到新的操作系统。当源平台是相当新的基于 UNIX 的操作系统时，可限制更改以便更符合业界标准或同一标准的更新版本。如果应用程序已在 Linux 系统上运行，则可选择重新编译该应用程序并以本机方式运行它。许多应用程序无须进行更改就可以重新编译和运行。

而且，使用不同的符合标准的编译器编译应用程序可以消除源代码中由于在语言标准实现方面的差别而导致的瑕疵。结果是应用程序更健壮。

在移植过程中产生的问题可归类为内部和外部可移植性问题。内部可移植性问题与编程语言固有的隐性假设有关。例如，C 程序假设整数中的特定字节顺序、整数的一组相对大小和结构中字段的特定布局。内部可移植性与程序代码与硬件之间的关系有关。此类移植问题受程序员控制。

另一方面，外部可移植性问题与程序采用的接口的语义、传递至程序或从程序传递来的自变量和返回值的选择有关。它们与程序所依赖的库的系统调用以及程序调用的但在程序外部的代码有关。如果程序使用标准化的外部接口，则程序员可控制外部可移植性。

语言固有的可移植性问题

本节描述与移植到 Linux 平台相关的一些内部可移植性注意事项。

- 检查对 GNU C 和其它语言扩展的依赖程度。严格符合其 ISO 语言规范的应用程序将最具有可移植性。IBM XL C/C++ 支持对 C 和 C++ 的 GNU C 和 C++ 扩展的一部分。可能需要修改依赖于不受支持的扩展的代码。
- 检查如何解除引用空指针。由于与硬件相关的一些特征，代码中的某些错误在某一平台上可能会检测不到。当将程序移植到另一个平台时，这种错误可能会显示出来。如果 AIX 是源平台，则在移植之前，可使用选项 `-qcheck=nullptr` 来帮助检测这些情况。

最低的 4K 内存（即地址 0 至 4K-1）在 AIX 上是可读的并包含零，但在 Linux 和 Mac OS X 平台上是不可读的，如果在这些平台上访问它会导致分段违例。例如：

```
if (strcmp(a, NULL) == 0) ...
```

在 Linux 和 Mac OS X 上将导致分段违例，但在 AIX 上则不会。

- 更改 C++ 对象模型。Linux 平台仅支持 GNU C++ 对象模型。如果要移植使用 **-qobjmodel** 来指定对象模型的 AIX makefile, 您将需要删除该选项和对该对象模型的所有其它引用。
- 检查对齐。AIX 上支持的对齐类型与在 Linux 或 Mac OS X 平台上支持的对齐类型不同, 虽然名称可能是一样的。如果要移植依赖于 **-qalign** 或 `#pragma align` 的特定值的程序, 您可能需要更改该程序。
- 确保数据结构的可移植性。如果您使用一个平台上的应用程序生成数据并使用另一个平台上的应用程序读取该数据, 则该数据的对齐可能与读取应用程序所期望的对齐不同。要避免发生此问题, 确保您对结构中的数据布局使用独立于平台的机制。例如, 如果您使用 `#pragma pack(1)` 和 `#pragma pack(pop)` 对括住某一结构, 则在所有平台上对齐都将是相同的。
- 使用 **gxlc** 或 **gxlc++** 实用程序来转换 makefile 中的命令。并非所有 gcc 或 g++ 选项都具有 XL C/C++ 等价项。
- 对 32 位或 64 位应用程序使用不同的编译器调用方式。
- 在 Linux 或 Mac OS X 上, 如果调用缺省全局操作符 `new`, 且不能执行分配请求, 则将抛出类型为 `std::bad_alloc` 的异常。在 AIX 上, 如果分配失败, 则全局操作符 `new` 的缺省行为是返回空指针。
- 确保使用模板的应用程序的可移植性。C++ 编译器提供了处理模板文件的两种不同方法, 作为手工维护源代码中的模板的替代方法。每种方法都具有相关联的编译器选项。`-qtemplaregistry` 编译器选项保存所有模板的记录。建议使用此方法。也为您从另一个平台移植的应用程序提供了更旧的编译器选项 `-qtempinc`。然而, 在 Mac OS X 平台上, 建议不要使用编译器选项 `-qtempinc`。

相关参考

下列 IBM 红皮书包含与移植相关的信息。其它红皮书可在以下网址在线获取：
www.redbooks.ibm.com。

- *Linux Applications on pSeries* (2003)。

编译时错误的诊断

移植项目的基本建议是使用选项 **-qinfo=por** 编译应用程序。**-qinfo** 的此子选项添加特定于可移植性的诊断消息。选项 **-qinfo=warn64** 指示编译器发出特定于将应用程序移植到 64 位方式的诊断消息。这些消息有助于缩小调查范围或查明特定编码构造。

下表显示对于检测并更正编译时错误可能很有用的其它选项。

编译时错误的其它诊断选项

选项	描述
-qsrcmsg	将下列信息打印至标准错误: 编译器认为包含错误的源代码行、指向该源代码行中的特定点的信息 (在源代码行下面一行) 以及诊断消息。

编译时错误的其它诊断选项

选项	描述
-qsource	请求返回编译器清单。清单的各个部分包括带有行号的源代码、指定的选项、编译时使用的所有文件的清单、按严重性级别分类的诊断消息的总结、已读取的行数以及编译是否成功。可以通过分别指定 -qattr 和 -qxref 选项来生成清单的属性和交叉引用部分。目标部分（要求指定选项 -qlist ）显示编译器生成的伪汇编代码，用来在您怀疑由于代码生成错误导致程序不按期望执行时诊断执行时问题。
-qsuppress	阻止编译器发出特定消息。可以通过在用冒号分隔的列表中列示消息号来禁止发出多条消息。
-qflag	阻止向终端和清单文件发出指定的诊断消息。该选项使用缺省编译器消息格式的单字母严重性代码来指定某个级别，低于该级别的消息应被忽略。

32 位和 64 位应用程序开发

可以使用 XL C/C++ 来开发 32 位和 64 位应用程序。本节包含用于将 C 和 C++ 程序从 32 位方式移至 64 位方式的参考信息和其它可移植性注意事项。

如果只更改硬件和操作系统，则移植过程是真正的移植。作为迁移至 Linux 的过程的一部分，将 32 位应用程序移至 64 位编程模型意味着该过程不再是真正的移植，而是开发活动。当移植至 64 位环境时，具有下列特征中的任何一个的 32 位应用程序很可能需要更改：

- 直接读取和解释内核内存。
- 使用 /proc 文件系统来访问 64 位过程。
- 使用只具有 64 位版本的库。
- 是设备驱动程序。
- 正在从与 Linux 具有互操作性问题的源平台移植。

在 64 位方式下进行开发允许应用程序利用更新和更快的 64 位硬件和操作系统来提高大型的、复杂的耗费大量内存的程序（例如，数据库和科学应用程序）的性能。受 32 位地址空间限制的应用程序（例如，数据库应用程序、Web 搜索引擎和科学计算应用程序）可受益于目标为 64 位方式的转换。64 位方式下的 I/O 绑定应用程序还可通过将数据保存在内存中而不是写至磁盘来提高性能，因为磁盘 I/O 通常比内存存取要慢。

能够直接在物理内存中处理较大的问题或许是 64 位机器最显著的性能优点。但是，某些应用程序在 32 位方式下编译比起在 64 位方式下重新编译来说执行性能更好一些。产生这种情况的一些原因是：

- 64 位程序大一些。程序越大，对物理内存的要求就越高。
- 64 位长整型除法比 32 位整数除法更耗时。
- 使用 32 位有符号整数作为数组下标的 64 位程序每当引用数组时都可能需要其它指令来执行符号扩展。

64 位应用程序的其它缺点是它们需要更多的堆栈空间来存放更大的寄存器。因指针大小更大，应用程序高速缓存占用量也更大。64 位应用程序不能在 32 位平台上运行。

下面列示了补偿 64 位程序的性能缺点的一些方法。

- 避免执行混合 32 位和 64 位的操作。例如，32 有符号数据类型与 64 位数据类型相加要求对 32 位类型进行符号扩展以根据符号设置寄存器的高 32 位。设置寄存器的高位会减慢计算速度。如果 32 位类型是无符号的，则将对高位清零。
- 尽可能避免 64 位长整型除法。乘法运算通常比除法运算快。如果需要使用同一除数执行多个除法运算，则将该除数的倒数赋予一个临时变量，然后将所有除法运算更改为与该临时变量相乘。例如，函数

```
double preTax(double total) { return total * (1.0 / 1.0825); }
```

将比下面这种直接一些的方式执行速度要快:

```
double preTax(double total) { return total / 1.0825; }
```

原因是在编译时由于常量合并而只对除法 (1.0 / 1.0825) 求值一次。如果 **-qnostrict** 选项生效 (当在优化级别 **-O2** 及更高级别进行编译时就会生效)，则优化通常由编译器进行。

- 将 **long** 变量用作数组下标而不是有符号、无符号和无格式的 **int** 类型。这样做使得编译器在引用数组时无需执行符号扩展。

如果移至 64 位编程模型，则写得好的代码只需要进行极少量的修改和调试就可正确编译和运行。术语写得好意味着遵循语言标准且具有良好的编程习惯。在移至 64 位编程模型的上下文中，该术语还有这样的含义：代码既不取决于特定字节顺序也不取决于外部数据格式，它使用函数原型、适当的系统头文件和系统派生的数据类型。

运行时错误的诊断

程序可能会成功编译和链接，但在执行时产生意外的结果。编译器不能诊断不违反语言的语法的编程错误。本节描述一些常见错误、如何检测它们以及如何更正它们。

变量未初始化

具有自动存储器持续时间的对象是不会隐式初始化的，因此，它的初始值是不确定的。如果在设置它之前使用了 **auto** 变量，则每次运行程序时，它可能会也可能不会产生相同的结果。**-qinfo=gen** 编译器选项显示设置之前使用的 **auto** 变量的位置。**-qinitauto** 选项指示编译器将所有自动变量初始化为指定的值。此选项会降低应用程序的运行性能，建议只用于调试。

运行时检查

-qcheck 选项将运行时检查代码插入到可执行文件中。这些子选项指定对空指针、数组下标超界和被零除的情况进行检查。与 **-qinitauto** 相似，**-qcheck** 会降低应用程序性能，建议只用于调试。

ANSI 别名判别

基于类型的别名判别 (也称为 ANSI 别名判别) 限制可安全地用来访问数据对象的左值。当在强制遵从语言标准的语言级别下进行编译时，在优化期间，C 和 C++ 编译器会强制使用基于类型的别名判别。ANSI 别名判别规则声明只能解除引用指向相同类型或兼容类型的指针。例外情况是符号和类型限定符不遵从基于类型的别名判别，并且字符指针可指向任何类型。将指针强制转换为不兼容的数据类型然后对它解除引用这种常见的编码作法违反了此规则。

通过设置 `-qalias=noansi` 关闭 ANSI 别名判别可更正程序行为，但是这样做会减少编译器优化应用程序的机会，从而降低了运行时性能。建议的解决方案是将程序更改为符合基于类型的别名判别规则。

#pragma option_override

有时，仅当使用优化时才会出现错误。最好（尤其是对于复杂的应用程序）是能对已知包含编程错误的函数关闭优化但允许对程序的其余部分进行优化。`#pragma option_override` 伪指令使您可以为特定函数指定其它优化选项。

`#pragma option_override` 伪指令还可用来确定产生该问题的函数。发现方法是有选择地对伪指令中的每个函数关闭优化直到问题消失为止。

共享内存并行化

提供了几项成熟技术以便可以并行执行程序并且使作业完成速度比在单处理器上运行更快。这些技术包括：

- 基于伪指令的共享内存并行化（SMP）
- 指示编译器自动生成共享内存并行化
- 基于共享或分布式内存并行化（MPI）的消息传递
- POSIX 线程（pthread）并行化
- 使用 `fork()` 和 `exec()` 的低级 UNIX 并行化

毫无疑问，应用程序的可移植性需求是选择要使用的最佳技术的因素。另外，该选择很大程度上取决于应用程序、程序员的技术和偏好以及目标机器的性能。在 AIX 上实现并行化的两种主要方法是通过使用手工编写的 POSIX 线程（pthread）和 OpenMP 伪指令。

AIX 操作系统的并行编程设施基于线程的概念。并行编程充分利用多处理器系统的优点，同时维护与现有单处理器系统的完全二进制兼容。这意味着在单处理器系统上运行的多线程程序可以利用多处理器系统而无需重新编译。

Pthread 在高效使用多处理器方面提供了很大的灵活性，这是因为它们提供了对并行化过程的最大程度的控制。这一平衡会明显增加代码的复杂性。在许多情况下，通过使用 OpenMP 伪指令、支持 SMP 的库或编译器的自动 SMP 功能的较简单方法更可取。显式使用线程不一定能得到更好的性能。调试多线程的应用程序尤其不可取。但是，在某些程序中，它是唯一适用的方法。

下面列示了不同技术的一些利弊。

编译器完成的自动并行化

- 易于实现（用 `-qsmp=auto` 编译）。
- 易于开展小组工作。
- 可伸缩性有限，这是因为会忽略数据作用域。
- 取决于编译器（即使在发行特定编译器时也不例外）。
- 无需移植。

支持 SMP 的库

- 需要工作量最小。

- 无需移植（通常是专用的）。
- 灵活性有限。

OpenMP 伪指令

- 可移植。
- 可提高自动并行化的可伸缩性。
- 采用统一内存访问。

混合方法（OpenMP 和 pthread、或者 UNIX fork() 和 exec() 并行化、特定于平台的构造的子集或混合）

- 可能支持小组工作。
- 需要反复测试的概念来确保性能和可移植性。
- 无需移植。

pthread

- 可移植。
- 提供对并行化过程的最大程度的控制。
- 可提高自动并行化的可伸缩性。
- 需要有经验的程序员来处理代码复杂性。

OpenMP 伪指令

OpenMP 伪指令是一组命令，它们指导编译器应如何并行化特定循环。源代码中存在这些伪指令可使得编译器无需对并行代码执行任何并行分析。使用 OpenMP 伪指令要求存在 pthread 库以提供用于并行化的必要基础结构。

OpenMP 伪指令解决并行化应用程序的三个重要问题。第一，子句和伪指令可用于限定作用域的变量。通常，不应共享变量；即，每个处理器都应具有它自己的变量副本。第二，共享伪指令的工作指定应如何在 SMP 处理器中分发包含在代码的并行区域中的工作。最后，存在一些用于处理器之间的同步的伪指令。

编译器支持 OpenMP V2.0 规范。

相关参考

- 第 45 页的附录 B，『OpenMP 一致性和支持』

与 GNU C 和 C++ 可移植性相关的功能

为了便于移植使用 GNU C 开发的应用程序或代码，XL C/C++ 支持 C99 和标准 C++ 的 GNU C 和 C++ 语言扩展的一部分。本节中的表列示了受支持的功能、不受支持的功能以及接受其语法但忽略其语义的功能。

要在 C 代码中使用受支持的扩展，请使用 **xlc** 或 **cc** 调用命令，或指定 **-qlanglvl=extc89**、**-qlanglvl=extc99** 或 **-qlanglvl=extended** 中的一个。在 C++ 中，缺省情况下，接受所有受支持的 GNU C 和 C++ 功能。

在下列表中，标记为接受/忽略的扩展是编译器认为可以接受的编程关键字，但其 GNU C/C++ 语义不受支持。这意味着当编译器遇到接受/忽略的关键字或扩展时，编译不会

停止，但在应用程序中不会实现其 GNU 语义。在严格的语言级别（stdc89 或 stdc99）下编译使用这些扩展的源代码将导致错误消息。

相关参考

在 GNU 手册（网址为 <http://gcc.gnu.org/onlinedocs>）中对 GNU C 和 C++ 语言扩展进行了完整的介绍。

函数属性

当声明或定义函数时使用关键字 `__attribute__` 来指定特殊属性。此关键字后跟用两个括号括住的属性说明。XL C/C++ 支持 GNU C 和 C++ 函数属性的一部分。描述为接受 / 忽略的行为意味着接受其语法，但是忽略其语义，编译继续进行。

GNU C/C++ 函数属性与 XL C/C++ 的兼容性

函数属性	行为
alias	支持
always_inline	支持
cdecl	接受 / 忽略
const	支持
constructor	支持
destructor	支持
dllexport	接受 / 忽略
dllimport	接受 / 忽略
eightbit_data	接受 / 忽略
exception	接受 / 忽略
format	支持
format_arg	支持
function_vector	接受 / 忽略
interrupt	接受 / 忽略
interrupt_handler	接受 / 忽略
longcall	接受 / 忽略
model	接受 / 忽略
no_check_memory_usage	接受 / 忽略
no_instrument_function	接受 / 忽略
noinline	支持
noreturn	支持
pure	支持
regparm	接受 / 忽略
section	支持
stdcall	接受 / 忽略
tiny_data	接受 / 忽略
weak	支持

相关参考

- *XL C/C++ Language Reference* 中的 “Function attributes”

变量属性

使用关键字 `__attribute__` 来指定变量或结构字段的特殊属性。此关键字后跟用两个括号括住的属性说明。XL C/C++ 支持 GNU C 和 C++ 变量属性的一部分。描述为接受 / 忽略的行为意味着接受其语法，但是忽略其语义，编译继续进行。

GNU C/C++ 变量属性与 XL C/C++ 的兼容性

变量属性	行为
<code>aligned</code>	支持
<code>__C++__ init_priority</code>	支持
<code>mode</code>	支持
<code>model</code>	接受 / 忽略
<code>noccommon</code>	支持
<code>packed</code>	支持
<code>section</code>	支持
<code>transparent_union</code>	支持
<code>unused</code>	接受 / 忽略
<code>weak</code>	支持

相关参考

- *XL C/C++ Language Reference* 中的 “Variable attributes”

类型属性

当定义 `struct` 和 `union` 类型时，使用关键字 `__attribute__` 来指定这些类型的特殊属性。此关键字后跟用两个括号括住的属性说明。XL C/C++ 支持 GNU C 和 C++ 类型属性的一部分。描述为接受 / 忽略的行为意味着接受其语法，但是忽略其语义，编译继续进行。

GNU C/C++ 类型属性与 XL C/C++ 的兼容性

类型属性	行为
<code>aligned</code>	支持
<code>packed</code>	支持
<code>transparent_union</code>	支持
<code>unused</code>	接受 / 忽略

相关参考

- *XL C/C++ Language Reference* 中的 “Type attributes”

GNU C 和 C++ 断言

使用断言来测试已编译程序将在哪一种计算机或系统上运行。预定义了断言 `#cpu`、`#machine` 和 `#system`。也可以使用预处理伪指令 `#assert` 和 `#unassert` 来定义断言。

GNU C 断言	行为
#assert	支持
#unassert	支持
#cpu	支持可能的值为 powerpc
#machine	支持可能的值为 powerpc 和 bigendian
#system	支持可能的值为 unix 和 posix

其它 GNU C 和 C++ 可移植性问题

与 GNU C 和 C++ 相关的下列功能在扩展的语言级别 (extc89、extc99 和 extended) 下受支持。

- 使用伪指令 #warning 来使预处理器发出警告并继续处理。
- 使用伪指令 #include_next 来指定在当前头文件之后包含目录中的下一个头文件。
- 可以在每个语句表达式的开始处声明局部标号。
- 使用括号内用花括号括起的复合语句作为表达式。
- 使用 `__typeof__` 关键字表示表达式的类型。
- 使用复合表达式、条件表达式和强制类型转型作为左值。
- 使用已计算的 `goto` 语句来跳转至某一标号，该标号已获取其地址且该地址用作一个值。
- 使用关键字 `__alignof__` 来查询变量对齐或某种类型通常所需要的对齐。
- 使用以下关键字的备用拼写: `__asm__`、`__const__`、`__volatile__`、`__inline__`、`__signed__` 和 `__typeof__`。
- 当在严格的语言级别方式下使用扩展语言功能时，使用 `__extension__` 关键字来避免错误。
- 可以出现零长度的数组而不生成错误。
- 通过使用 `extern` 关键字允许转发模板实例化的声明。
-  允许在另一个函数定义中出现的函数定义 (嵌套函数)。
-  可以将联合成员强制类型转型为它所属的联合类型。

在扩展语言级别 (extc89、extc99 和 extended) 下，XL C/C++ 识别以下功能的语法，但不支持它们的语义。

-  寄存器变量的声明 (全局或局部) 可以建议首选寄存器。

标准 C++ 数学处理库头文件

应该指出的是，不是所有 XL C++ 头文件 `<cmath>` 和 `<cstdlib>` 中的数学函数都能处理整数类型的自变量。因为在将自变量从整数类型转换为浮点类型时，可能会创建等级相同的多个重载解析。

例如，在 C++ 程序中对一个 `unsigned int` 或者一个 `unsigned long` 取绝对值时会导致重载解析错误，即使 XL C++ 实现其头文件中的 `abs()` 库函数所要求的所有特征符。

```
int abs(int);
long abs(long);
float abs(float);
double abs(double);
long double abs(long double);
```

甚至在包括 XL 头文件 `<math.h>` 和 `<stdlib.h>` 两者后，此问题仍然存在。变通方法是，在函数中使用无符号整数类型的自变量之前先将它强制转换为合适的类型。

附录 A. 语言支持

本附录讨论 C 和 C++ 编程语言的实现和 XL C/C++ 所提供的语言扩展。

与 ISO/IEC 国际标准的兼容性

XL C/C++ 可以鼓励强调可移植性的编程风格。语法和语义构成编程语言的完整规范，但特定语言规范的一致实现可能会由于语言扩展不同而不同。

严格地遵循它的语言规范的程序在不同环境中将具有最大可移植性。从理论上讲，在硬件差异所允许范围内，用一种符合标准的编译器可正确编译并且不使用任何扩展或实现定义的行为的程序将在所有其它符合标准的编译器中正确地进行编译和执行。正确利用语言实现提供的语言扩展的程序可以提高其目标代码的效率。

ISO/IEC 14882:2003(E) 国际标准兼容性

XL C/C++ 符合“ISO/IEC 国际标准”14882:2003(E)，它指定 C++ 编程语言编写的程序的格式并对其作出解释。该国际标准用于提高 C++ 程序在各种实现中的可移植性。ISO/IEC 14882:1998 是第一个 C++ 语言。

ISO/IEC 9899:1990 国际标准兼容性

“ISO/IEC 9899:1990 国际标准”（也称为 C89）指定用 C 编程语言编写的程序的格式并对其作出解释。设计此规范的目的是为了提升 C 程序在各种实现间的可移植性。此“标准”经历了 ISO/IEC 9899/COR1:1994、ISO/IEC 9899/AMD1:1995 和 ISO/IEC 9899/COR2:1996 这些版本，得到了改进和修正。要确保源代码严格遵循改进和修正后的 C89 标准，应指定 `-qlanglvl=stdc89` 编译器选项。

ISO/IEC 9899:1999 国际标准支持

“ISO/IEC 9899:1999 国际标准”（也称为 C99）是对用 C 编程语言编写的程序进行更新以后的标准。它用于增强 C 语言的能力，提供对 C89 的澄清并加入技术更正。XL C/C++ 支持此语言规范的许多功能。

 C 编译器支持在“C99 标准”中指定的所有语言功能。要确保源代码遵循此语言功能集，应使用 `c99` 调用命令。注意，该“标准”还指定运行时库中的功能。这些功能在当前运行时库和操作环境中可能不受支持。系统头文件是否存在说明了这种支持是否存在。

C99 中的主要功能

XL C/C++ 实现所有 C99 语言功能。以下是选择的主要功能的表。参考引用 *XL C/C++ Language Reference* 中的章节。

对 IBM C 的 ISO/IEC 9899:1999 国际标准扩展

C99 功能	相关参考
指针的 restrict 类型限定符	The restrict Type Qualifier
通用字符名称	The Unicode Standard

对 IBM C 的 ISO/IEC 9899:1999 国际标准扩展

C99 功能	相关参考
预定义标识 <code>__func__</code>	Predefined Identifiers
带有可变数目的自变量和空自变量的拟函数宏	Function-Like Macros
<code>_Pragma</code> 一元运算符	The <code>_Pragma</code> Operator
可变长度数组	Variable Length Arrays
数组下标声明中的 <code>static</code> 关键字	Arrays
<code>complex</code> 数据类型	Complex Types
<code>long long int</code> 和 <code>unsigned long long int</code> 类型	Integer Variables
十六进制浮点常数	Hexadecimal Floating Constants
聚集类型的复合文字	Compound Literals
指定的初始化函数	Initializers
C++ 样式注释	Comments
不允许隐式函数声明	Function Declarations
混合声明和代码	The <code>for</code> Statement
<code>_Bool</code> 类型	Simple Type Specifiers
<code>inline</code> 函数声明	Inline Functions
聚集的初始化函数	Initializing Arrays Using Designated Initializers

C99 中支持的 C89 的更改和说明

C99 标准中的一些规范基于 C89 标准的更改和说明，而不是基于语言的新功能。XL C/C++ 支持所有 C99 语言功能，包括以下功能：

- 允许灵活的数组成员。具有两个或更多成员的结构最后一个成员可以不声明大小。
- 不支持声明隐式 `int`。所有声明都必须具有类型说明符。
- 在枚举说明符中允许尾随逗号。
- 除非另外显式指定，否则接受（忽略）重复的类型限定符。
- 如果 `return` 语句中缺少所需要的表达式，则发出诊断消息。
- 在预处理期间求值的常量表达式现在使用 `long long` 和 `unsigned long long` 数据类型。
- 在拟函数宏中允许空的宏自变量。
- `#line` 的最大值已增加到 2 147 483 647。

XL C/C++ 中的 C99 功能

还在 C++ 中实现了“ISO/IEC 9899:1999 国际标准”（C99）的某些功能。在指定了 `-q1angl1=extended` 编译器选项的情况下，这些扩展可用。

IBM C++ 的 ISO/IEC 9899:1999 国际标准扩展

C99 功能	参考
指针的 <code>restrict</code> 类型限定符	The <code>restrict</code> Type Qualifier
通用字符名称	The Unicode Standard
预定义标识 <code>__func__</code>	Predefined Identifiers

C99 功能	参考
可变长度数组	Variable Length Arrays
complex 数据类型	Complex Types
十六进制浮点常数	Hexadecimal Floating Constants
聚集类型的复合文字	Compound Literals
带有可变数目的自变量和空自变量的拟函数宏	Function-Like Macros
_Pragma 一元运算符	The _Pragma Operator

增强的语言级别支持

`-qlanglvl` 编译器选项用于指定受支持的语言级别，因此会影响编译代码的方式。也可以通过使用不同编译器调用命令隐式地指定语言级别。一般情况下，在标准语言级别下正确编译和运行的有效程序在启用垂直扩展后应能继续正确编译和运行并产生相同的结果。

例如，要编译 C 程序以便它们严格符合“ISO/IEC 9899:1990 国际标准 (C89)”，需要指定 `-qlanglvl=stdc89`。`stdc89` 子选项指示编译器严格遵循该标准，不允许任何语言扩展。（**c89** 编译器调用命令隐式地指定此语言级别。）

也可以使用标准语言级别的扩展。不影响标准功能的扩展称为垂直扩展。例如，当编译 C 程序时，可以通过指定 `-qlanglvl=extc89` 启用 C89 的垂直扩展。

“ISO/IEC 9899:1999 国际标准”（C99）中描述的大多数语言功能都被认为是 C89 的垂直扩展。

另一方面，非垂直扩展会影响在某个国际标准中所描述的语言的某些方面或与它们发生冲突。必须通过特定编译器选项显式地启用接受这些扩展。对非垂直扩展的依赖使得将应用程序移植到不同环境更难。

以下列示了 `-qlanglvl` 选项的主要子选项。

选择的 `-qlanglvl` 子选项

<code>-qlanglvl</code> 子选项	子选项描述
<code>-qlanglvl=stdc99</code>	指定严格遵循 C99 标准。
<code>-qlanglvl=stdc89</code>	指定严格遵循 C89 标准。
<code>-qlanglvl=extc99</code>	启用 C99 的所有垂直扩展。
<code>-qlanglvl=extc89</code>	启用 C89 的所有垂直扩展。
<code>-qlanglvl=extended</code>	启用 C89 的所有垂直扩展并指定 <code>-qupconv</code> 编译器选项。

附录 B. OpenMP 一致性和支持

OpenMP 应用程序编程接口 (API) 是可移植且可伸缩的编程模型, 它为用 C、C++ 和 Fortran 开发多平台的共享内存并行应用程序提供标准接口。该规范由 OpenMP 组织定义, 该组织由主要的计算机硬件和软件供应商组成, 其中包括 IBM。

XL C/C++ 符合 “OpenMP 规范 2.0”。该编译器能识别并保持下列 OpenMP V2.0 元素的语义:

- #pragma omp 伪指令中多个子句的逗号定界符。
- num_threads 子句。
- copyprivate 子句。
- threadprivate 静态块作用域变量。
- 支持 C99 可变长度数组。
- 私有变量的冗余声明。
- 计时例程 omp_get_wtick 和 omp_get_wtime。

下面所描述的伪指令、库函数和环境变量可用于创建和管理并行程序, 同时还保持可移植性。

要启用 OpenMP 并行处理, 必须指定 **-qsmp** 编译器选项。

- 要选择自动并行性, 可指定 **-qsmp** 或 **-qsmp=auto**。除了能识别和实现程序中包含的任何 OpenMP 伪指令、库函数和环境变量外, 此子选项还使编译器能够执行隐式并行性。
- 要选择严格遵循 “OpenMP 规范 2.0”, 可指定 **-qsmp=omp**。此子选项确保编译器仅实现在代码中指定的 OpenMP 伪指令、库函数和环境变量。它不执行任何其它的自动并行处理。

相关参考

- <http://www.openmp.org>
- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 “Pragmas to control parallel processing”
- *XL C/C++ Compiler Reference* 中的 “Program parallelization”

OpenMP 伪指令

每个伪指令以 #pragma omp 开始, 以减少与其它编译指示伪指令冲突的可能。

XL C/C++ 中的 OpenMP 伪指令

伪指令名称	伪指令描述
parallel	parallel 伪指令定义并行区域, 该区域是程序的要由多个线程并行执行的一个区域。
for	for 伪指令标识一个迭代的共享工作构造, 该构造指定了一个区域, 在这个区域中关联循环的迭代将并行执行。for 循环的迭代分布在已经存在的线程上。
sections	sections 伪指令标识非迭代的共享工作构造, 该构造指定了一组构造, 要将它们分配给一个队的多个线程。每一个 section 由队中的一个线程执行一次。

XL C/C++ 中的 OpenMP 伪指令

伪指令名称	伪指令描述
single	single 伪指令标识一种构造，该构造指定关联的结构化块仅由队中的一个线程（不必是主线程）执行。
parallel for	parallel for 伪指令是包含单个 for 伪指令的并行区域的快捷形式。其语义等同于显式指定直接后跟 for 伪指令的 parallel 伪指令。
parallel sections	parallel sections 伪指令提供用于指定包含单个 sections 伪指令的并行区域的快捷形式。其语义等同于显式指定直接后跟 sections 伪指令的 parallel 伪指令。
master	master 伪指令标识一种构造，该构造指定由队中主线程执行的结构化块。
critical	critical 伪指令标识一种构造，该构造限制每次只能有单个线程来执行相关的结构化块。可选的 name 可以用来标识关键区域。线程在关键区域的开始处等待，直到没有其它线程具有相同名称执行关键区域为止。所有未命名的 critical 伪指令都映射到同一未指定的名称。
barrier	barrier 伪指令使一个队中的所有线程同步。当遇到该伪指令时，每个线程将等待，直到所有其它线程都达到此点为止。在所有线程都遇到 barrier 后，每个线程开始以并行方式执行 barrier 伪指令之后的语句。
atomic	atomic 伪指令标识特定的内存位置，该位置必须自动更新且未暴露于多个同时执行写操作的线程。
flush	flush 伪指令标志了一个点，在该点编译器确保并行区域中的所有线程都具有内存中指定目标的相同视图。
ordered	ordered 伪指令标识必须按顺序执行的结构化代码块。
threadprivate	threadprivate 伪指令声明文件作用域、名称空间作用域或静态块作用域变量是线程私有的。

OpenMP 数据作用域属性子句

可以在伪指令中指定子句来控制并行或工作共享构造的持续时间内变量的作用域属性。

XL C/C++ 中的 OpenMP 数据作用域属性子句

数据作用域属性子句名称	数据作用域属性子句描述
private	private 子句声明列表中的变量是队中每个线程私有的。
firstprivate	firstprivate 子句提供 private 子句提供的功能的超集。
lastprivate	lastprivate 子句提供 private 子句提供的功能的超集。
copyprivate	copyprivate 子句提供另外一种方法来替代使用共享变量将值广播到一个组这种方法。该机制使用私有变量来将值从小组的一个成员广播到另一个成员。
num_threads	num_threads 子句提供了一种为并行构造请求特定数目线程的能力。
shared	shared 子句在队中所有线程之间共享在列表中出现的变量。队中的所有线程访问 shared 变量的同一存储区域。

XL C/C++ 中的 OpenMP 数据作用域属性子句

数据作用域属性子句名称	数据作用域属性子句描述
reduction	reduction 子句使用指定的运算符对出现在列表中的标量变量执行归约。
default	default 子句允许用户影响变量的数据作用域属性。

OpenMP 库函数

OpenMP 运行时库函数包括在头文件 `<omp.h>` 中。它们包括执行环境函数和锁定函数，前者可以用来控制和查询并行执行环境，后者可以用来使数据访问同步。

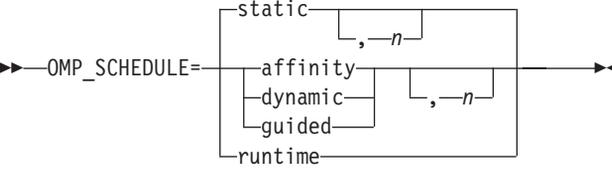
XL C/C++ 中的 OpenMP 运行时库函数

运行时库函数名称	运行时库函数描述
omp_set_num_threads	设置要用于后续并行区域的线程数。
omp_get_num_threads	返回当前在队中执行并行区域的线程数，这些线程是从该并行区域调用的。
omp_get_max_threads	返回 omp_get_num_threads 调用可以返回的最大值。
omp_get_thread_num	返回队中正在执行函数的线程的线程号。队中的主线程是线程 0。
omp_get_num_procs	返回可以指定给程序的最大处理器数。
omp_in_parallel	如果在并行执行的并行区域的动态范围内调用它，返回非零；否则它返回 0。
omp_set_dynamic	启用或禁用可用于执行并行区域的线程数的动态调整。
omp_get_dynamic	如果启用动态线程调整，则返回非零，否则返回 0。
omp_set_nested	启用或禁用嵌套并行性。
omp_get_nested	如果启用嵌套并行性，则返回非零，而如果禁用它，则返回 0。
omp_init_lock	初始化简单锁定。
omp_destroy_lock	除去简单锁定。
omp_set_lock	等到简单锁定可用为止。
omp_unset_lock	释放简单锁定。
omp_test_lock	测试简单锁定。
omp_init_nest_lock	初始化可嵌套的锁定。
omp_destroy_nest_lock	除去可嵌套的锁定。
omp_set_nest_lock	等到可嵌套的锁定可用为止。
omp_unset_nest_lock	释放可嵌套的锁定。
omp_test_nest_lock	测试可嵌套的锁定。
omp_get_wtick	返回连续时钟信号之间的秒数。
omp_get_wtime	返回经过的挂钟时间（以秒计）。

OpenMP 环境变量

OpenMP 环境变量控制并行代码的执行。环境变量的名称必须始终为大写，尽管它们的值不区分大小写。

XL C/C++ 中的 OpenMP 环境变量

描述	语法
<p>OMP_SCHEDULE</p> <p>设置运行时调度和程序分块大小。仅适用于将调度类型设置为 runtime 的 OpenMP 伪指令。</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>其中</p> <p>affinity</p> <p>一个仅对 C 有效的 IBM 扩展。指定循环的迭代最初分为本地分区，大小等于迭代数顶值除以线程数：$\text{CEILING}(\text{number_of_iterations} \div \text{number_of_threads})$。每个本地分区进一步细分为程序分块，大小等于本地分区中余下的迭代数一半的顶值的块：$\text{CEILING}(\text{iterations_left_in_local_partition} \div 2)$。当线程变空闲时，它从它的本地分区中取出下一程序分块。如果本地分区中没有程序分块，则线程从另一线程的分区中取可用的程序分块。如果指定了 n，则每个本地分区细分为大小为 n 的程序分块。如果未指定 n，则缺省值是 1。</p> <p>dynamic</p> <p>指定 for 循环的迭代应划分为大小为 n 的一系列程序分块以及根据后面的进程处理块。对等待赋值的线程指定一组迭代，线程执行这些迭代然后等待下一次赋值。一直重复此过程，直到指定了所有程序分块为止。如果未指定 n，则缺省程序分块大小是 1。</p> <p>guided</p> <p>指定应将 for 循环的迭代指定给程序分块中大小不断减小的块中的线程以及根据后面的进程处理块。将完成了指定迭代程序分块的线程动态指定给另一程序分块，直到指定了所有的程序分块为止。如果未指定 n，则初始程序分块大小的缺省值是 1。</p> <p>static</p> <p>指定 for 循环的迭代应划分为大小为 n 的一系列程序分块以及根据后面的进程处理块。按由线程号确定的顺序将可用的线程指定给程序分块。当未指定 n 时，迭代空间划分为大小大致相等的程序分块，对每个线程指定一个块。</p> <p>n 是一个正数，表示程序分块大小。</p>

描述	语法
<p>OMP_DYNAMIC</p> <p>启用或禁用可用于执行并行区域的线程数的动态调整。</p>	<p>▶▶—OMP_DYNAMIC=$\begin{cases} \text{true} \\ \text{false} \end{cases}$—▶▶</p> <p>其中</p> <p>true 启用可用线程数的动态调整。</p> <p>false 禁用可用线程数的动态调整。</p>
<p>OMP_NUM_THREADS</p> <p>可用于执行的线程数的设置。</p>	<p>▶▶—OMP_NUM_THREADS=n—▶▶</p> <p>其中</p> <p>n 表示线程数。</p>
<p>OMP_NESTED</p> <p>启用或禁用嵌套并行性。</p>	<p>▶▶—OMP_NESTED=$\begin{cases} \text{true} \\ \text{false} \end{cases}$—▶▶</p> <p>其中</p> <p>true 启用嵌套并行性。</p> <p>false 禁用嵌套并行性。</p>

OpenMP 实现定义的行为

在标准中未指定下列信息。标准的每个实现可以有其自己的实现定义的值。

条件编译 `_OPENMP` 宏定义为 199810。

调度 `schedule` 子句指定在队的线程之间如何划分 **for** 循环的迭代。可能的 OpenMP 标准值是 `static`、`dynamic`、`guided` 和 `runtime`。此外，IBM C 添加了值 `affinity` 作为扩展。当没有显式定义的 `schedule` 子句时，XL C/C++ 的缺省调度是 `static`。

声明

本信息是为在美国提供的产品和服务编写的。

IBM 可能在其他国家或地区不提供本文中讨论的产品、服务或功能特性。有关您当前所在区域的产品和服务的信息，请向您当地的 IBM 代表咨询。任何对 IBM 产品、程序或服务的引用并非意在明示或暗示只能使用 IBM 的产品、程序或服务。只要不侵犯 IBM 的知识产权，任何同等功能的产品、程序或服务，都可以代替 IBM 产品、程序或服务。但是，评估和验证任何非 IBM 产品、程序或服务，则由用户自行负责。

IBM 公司可能已拥有或正在申请与本文档内容有关的各项专利。提供本文档并未授予用户使用这些专利的任何许可。您可以用书面方式将许可查询寄往：

IBM Director of Licensing
IBM Corporation
North Castle Drive
Armonk, NY 10504-1785
U.S.A.

有关双字节（DBCS）信息的许可查询，请与您所在国家或地区的 IBM 知识产权部门联系，或用书面方式将查询寄往：

IBM World Trade Asia Corporation
Licensing
2-31 Roppongi 3-chome, Minato-ku
Tokyo 106, Japan

本条款不适用英国或任何这样的条款与当地法律不一致的国家或地区：International Business Machines Corporation “按现状”提供本出版物，不附有任何种类的（无论是明示的还是暗含的）保证，包括但不限于暗含的有关非侵权、适销和适用于某种特定用途的保证。某些国家或地区在某些交易中不允许免除明示或暗含的保证，因此本条款可能不适用于您。

本信息中可能包含有技术方面不够准确的地方或印刷错误。此处的信息将定期更改；这些更改将编入本资料的新版本中。IBM 可以随时对本资料中描述的产品和 / 或程序进行改进和 / 或更改，而不另行通知。

本信息中对非 IBM Web 站点的任何引用都只是为了方便起见才提供的，不以任何方式充当对那些 Web 站点的保证。该 Web 站点中的资料不是 IBM 产品资料的一部分，使用那些 Web 站点带来的风险将由您自行承担。

IBM 可以按它认为适当的任何方式使用或分发您所提供的任何信息而无须对您承担任何责任。

本程序的被许可方如果要了解有关程序的信息以达到如下目的：（i）允许在独立创建的程序和其他程序（包括本程序）之间进行信息交换，以及（ii）允许对已经交换的信息进行相互使用，请与下列地址联系：

Lab Director
IBM Canada Ltd. Laboratory

B3/KB7/8200/MKM
8200 Warden Avenue
Markham, Ontario, Canada L6G 1C7

只要遵守适当的条件和条款，包括某些情形下的一定数量的付费，都可获得这方面的信息。

本资料中描述的许可程序及其所有可用的许可资料均由 IBM 依据 IBM 客户协议、IBM 国际软件许可协议或任何同等协议中的条款提供。

涉及非 IBM 产品的信息可从这些产品的供应商、其出版说明或其他可公开获得的资料中获取。IBM 没有对这些产品进行测试，也无法确认其性能的精确性、兼容性或任何其他关于非 IBM 产品的声明。有关非 IBM 产品性能的问题应当向这些产品的供应商提出。

本信息包含在日常业务操作中使用的数据和报告的示例。为了尽可能完整地说明这些示例，示例中可能会包括个人、公司、品牌和产品的名称。所有这些名称都是虚构的，与实际商业企业所用的名称和地址的任何雷同纯属巧合。

版权许可：

本信息包含用源语言编写的样本应用程序，该程序举例说明了在各种操作平台上的编程技术。为了开发、使用、营销或分发符合此操作平台（编写样本程序的操作平台）的应用程序编程接口的应用程序，您可以用任何方式复制、修改和分发这些样本程序，而不必向 IBM 公司付款。这些示例并未在所有条件下作全面测试。因此，IBM 不能担保或暗示这些程序的可靠性、可维护性或功能。用户如果是为了按照 IBM 应用程序编程接口开发、使用、经销或分发应用程序，则可以任何形式复制、修改和分发这些样本程序，而无须向 IBM 付费。

凡这些实例程序的每份拷贝或其任何部分或任何衍生产品，都必须包括如下版权声明：

©（贵公司的名称）（年）。此部分代码是根据 IBM 公司的样本程序衍生出来的。
© Copyright IBM Corp. 1998, 2005. All rights reserved.

如果您正以软拷贝格式查看本信息，图片和彩色图例可能无法显示。

编程接口信息

编程接口信息用来帮助您使用此程序来创建应用软件。

常用编程接口允许用户编写获取此程序工具的服务的应用软件。

然而，本信息还可能包含诊断、修改和调整信息。这些诊断、修改和调整信息用来帮助您调试应用软件。

警告： 不要将此诊断、修改和调整信息用作编程接口，因为它将来还会有更改。

商标和服务标记

下列各项是 International Business Machines Corporation 在美国和 / 或其他国家或地区的商标:

AIX	PowerPC
@server	PowerPC Architecture
IBM	pSeries
POWER3	Redbooks
POWER4	VisualAge
POWER5	

UNIX 是 The Open Group 在美国和其他国家或地区的注册商标。

Linux 是 Linus Torvalds 在美国和 / 或其他国家或地区的商标。

其他公司、产品和服务名称可能是其他公司的商标或服务标记。

业界标准

支持下列标准:

- C 语言符合“国际标准 C (ANSI/ISO-IEC 9899-1990 [1992])”。此标准已正式替换“美国信息系统编程语言 C 国家标准 (X3.159-1989)”，它在技术上等价于 ANSI C 标准。编译器支持 ISO/IEC 9899:1990/Amendment 1:1994 对 C 标准所进行的更改。
- C 语言符合“信息系统编程语言 C 国际标准 (ISO/IEC 9899-1999 (E))”。
- C++ 语言符合“信息系统编程语言 C++ 国际标准 (ISO/IEC 14882:1998)” (该语言的第一个正式定义)。
- C++ 语言还符合“信息系统编程语言 C++ 国际标准 (ISO/IEC 14882:2003 (E))”，当前也称为标准 C++。
- C 和 C++ 编译器支持 OpenMP C 和 C++ 应用程序编程接口版本 2.0。



程序号: 5724-K77

中国印刷

S152-0891-01

