



IBM XL C/C++、Fortran for AIX编译器的使用

李会民

hmli@ustc.edu.cn

中国科学技术大学 超级运算中心

2011年10月



- 1 IBM XL C/C++ Fortran for AIX编译器简介
- 2 IBM XL C/C++ for AIX编译器用法
- 3 IBM XL Fortran for AIX编译器用法
- 4 程序调试: dbx
- 5 联系信息



IBM XL C/C++ for AIX和IBM XL Fortran for AIX是种高性能的高级编译器，可用于开发复杂且要进行大量计算的程序，并支持C/C++与Fortran程序进行语言间调用。

科大JS22刀片集群安装的版本：

- C/C++：版本为10.1，安装在`/usr/vacpp`
- Fortran：版本为12.1，安装在`/usr/lpp/xlf`



- 1 IBM XL C/C++ Fortran for AIX编译器简介
- 2 IBM XL C/C++ for AIX编译器用法
- 3 IBM XL Fortran for AIX编译器用法
- 4 程序调试: dbx
- 5 联系信息



编译命令主要为 *xlc*、*xlc++*、*xlC*、*cc*、*c89*、*c99*、*xlCcore*、*xlc++core* 及相关命令：

- *xlc*、*xlc_r7*、*xlc128*、*xlc128_r*、*xlc128_r4*和*xlc128_r7*：对C源文件进行编译。（ANSI C89、ISO C99和IBM语言扩展）
- *xlc++*、*xlc++_r*、*xlc++_r4*、*xlc++_r7*、*xlc++128*、*xlc++128_r*、*xlc++128_r4*、*xlc++128_r7*、*xlC*、*xlC_r*、*xlC_r4*、*xlC_r7*、*xlC128*、*xlC128_r*、*xlC128_r4*和*xlC128_r7*：对C++源文件进行编译。
- *cc*、*cc_r*、*cc_r4*、*cc_r7*、*cc128*、*cc128_r*、*cc128_r4*和*cc128_r7*：对不符合标准C的旧代码进行编译。（pre-ANSI C）
- *c89*、*c89_r*、*c89_r4*、*c89_r7*、*c89_128*、*c89_128_r*、*c89_128_r4*和*c89_128_r7*：对完全符合C89标准的C源文件进行编译。（ANSI C89）
- *c99*、*c99_r*、*c99_r4*、*c99_r7*、*c99_128*、*c99_128_r*、*c99_128_r4*和*c99_128_r7*：对完全符合C99标准的C源文件进行编译。（ISO 99）



- *xlC++core*、*xlC++core_r*、*xlC++core_r7*、*xlC++core128*、*xlC++core128_r*、*xlC++core128_r7*、*xlCcore*、*xlCcore_r*、*xlCcore_r7*、*xlC128core*、*xlC128core_r*和*xlC128core_r7*: 对C++源文件进行编译, 但将仅链接至运行时库的核心。
- *gxlC*: 接受GNU C选项并映射至等价的XL C选项, 然后调用*xlC*。
- *gxlC++*和*gxlC*: 接受GNU C/C++选项并将它们映射至等价的XL C++选项, 然后调用*xlC++*。



说明:

- 所有带后缀 *r* 的调用命令考虑了线程安全 (*r4*和*r7*分别表示DCE和53 POSIX Draft 7 Threads标准), 主要用于编译多线程和OpenMP程序时使用
- *128*表示将64位双精度浮点扩展到128位
- *core*对C++源文件进行编译, 但将仅链接至运行时库的核心
- 主要差别在于使用的缺省选项不同 (由文件 */etc/vac.cfg.6l* 设置)



重要选项 I

IBM编译器特有的选项主要以q为前缀的，基本格式为：

- -q<option>
- -q<option>=<suboption>
- -q<option>=<suboption>:<suboption>

主要选项：

- -q32或-q64：选择以32位或64位编译方式。将-q32和-q64选项与-qarch和-qtune选项一起使用，可针对编译器输出的目标体系结构进行优化。缺省值：-q32，编译成32位可执行程序。
 - 对于32位程序来说，若程序运行需超过256MB内存，需在作业脚本中的执行命令（如/your/prog/name）前，添加设置环境变量的选项：
 - *export LDR_CNTRL=MAXDATA=0x40000000* #可用1GB内存
 - *export LDR_CNTRL=MAXDATA=0x80000000* #可用2GB内存
 - 如需要更大的内存，请在编译时添加-q64编译成64位的可执行文件
- -qsmp=omp：启用“严格遵守OpenMP”。只能识别OpenMP并行编译指令。



重要选项 II

- `-qarch=<suboption>`: 指定该生成代码（指令）的一般处理器体系结构以提高性能。通常，`-qarch`选项允许您将特定体系结构作为编译的目标。对于任何给定的`-qarch`设置，编译器将缺省为特定匹配`-qtune`设置，可以提供额外的性能改进。针对JS22一般设置为`auto`、`pwr6`或`pwr6e`。
- `-qtune=<suboption>`: 指定优化可执行程序的结构系统。针对JS22一般设置为`auto`、`pwr6`或`pwr6e`。
- `-qipa=<suboption>`: 执行过程间分析优化。
- `-qpdf1=<suboption>`、`-qpdf2=<suboption>`: 通过概要定向反馈（PDF）调整优化。
- `-qlanglvl=<suboptions_list>`: 选择编译的语言级别和语言选项。`<suboptions_list>`可以为 { `classic` | `extended` | `saa` | `saa12` | `stdc89` | `stdc99` | `extc89` | `extc99` } : { `ucs` | `noucs` } 中的某一种。
- 直接运行不带参数的`xlc`命令可显示详细用法
- 参考编译器手册: *IBM XL C V10.1 for AIX: Compiler Reference*



输入文件后缀与类型的关系

编译器默认将按照输入文件的后缀判断文件类型，编译时也可以用编译选项强制指定。

文件名	解释	动作
filename.c	C源文件	传给编译器
filename.C filename.CC filename.cc filename.cpp filename.cxx	C++源文件	传给编译器
filename.a filename.so	库文件	传递给链接器
filename.i	预处理文件	传递给标准输出
filename.o	目标文件	传递给链接器
filename.s	汇编文件	传递给汇编器



输出文件后缀与类型的关系

编译器默认将输出按照文件类型与后缀相对应。

文件名	解释
filename.i	预处理文件由添加-p选项生成
filename.o	目标文件，由添加-c选项生成
filename.s	汇编文件，由添加-s选项生成
a.out	默认生成的可执行文件



串行及OpenMP并程序编译举例

- 将C程序yourprog.c编译为可执行文件yourprog:
xlc -o yourprog yourprog.c
- 将C程序yourprog.c编译为目标文件yourprog.o:
xlc -c yourprog.c
- 将使用/opt/lib/liblapack.so库的C程序yourprog.c编译为可执行文件yourprog:
xlc -o yourprog -L/opt/lib -llapack yourprog.c
- 将C程序yourprog.c静态编译为O3优化的可执行文件yourprog:
xlc -O3 -bstatic -o yourprog yourprog.c
- 将C++程序yourprog.cpp编译为可执行文件yourprog:
xlc++ -o yourprog yourprog.cpp
- 将OpenMP指令并行的C程序yourprog-omp.c编译为64位自动优化的可执行文件yourprog-omp:
xlc -o yourprog-omp -qsmp=omp -qtune=auto -q64 yourprog.c



"stream.c", line 132.9: 1506-045 (S) Undeclared identifier jj.

- 源文件名,行号.列号:错误代码(S表示严重错误)具体说明



附带的数值函数库

- **SMP**运行时库，支持显式并行处理和自动并行处理。
- 数学加速子系统（**MASS**）库，含有32和64位的优化过的数学内部函数。在某些优化级别时自动调用，或利用编译参数进行显式调用。请参阅XL C/C++ Programming Guide中的Using the Mathematical Acceleration Subsystem。
- 优化的基本线性代数子系统（**BLAS**）库，可以计算一般矩阵或其转置矩阵的矩阵向量乘积，对一般矩阵或其转置矩阵执行组合的矩阵乘法和加法。请参阅XL C/C++ Programming Guide中的Using the Basic Linear Algebra Subprograms。



- 1 IBM XL C/C++ Fortran for AIX编译器简介
- 2 IBM XL C/C++ for AIX编译器用法
- 3 IBM XL Fortran for AIX编译器用法**
- 4 程序调试: dbx
- 5 联系信息



编译命令主要为 *xlf*、*f77*、*fort77*、*f90*、*xlf90*、*f95*、*xlf95*、*f2003*、*xlf2003* 及相关命令：

- *xlf*、*xlf_r*、*xlf_r7*、*f77*、*fort77*：编译Fortran 77程序
- *xlf90*、*xlf90_r*、*xlf90_r7*、*f90*：编译Fortran 90程序
- *xlf95*、*xlf95_r*、*xlf95_r7*、*f95*：编译Fortran 95程序
- *xlf2003*、*xlf2003_r*、*f2003*：编译Fortran 2003程序

说明：

- 所有带后缀 *_r* 的调用命令考虑了线程安全（*r4*和*r7*分别表示DCE和53 POSIX Draft 7 Threads标准），主要用于编译多线程和OpenMP程序时使用
- *128*表示将64位双精度浮点扩展到128位
- 主要差别在于使用的缺省选项不同（由文件 */etc/xlf.cfg.61* 设置）



重要选项 I

IBM编译器特有的选项主要以q为前缀的，基本格式为：

- -q<option>
- -q<option>=<suboption>
- -q<option>=<suboption>:<suboption>

主要选项：

- -q32或-q64：选择以32位或64位编译方式。将-q32和-q64选项与-qarch和-qtune选项一起使用，可针对编译器输出的目标体系结构进行优化。缺省值：-q32，编译成32位可执行程序。
 - 对于32位程序来说，若程序运行需超过256MB内存，需在作业脚本中的执行命令（如/your/prog/name）前，添加设置环境变量的选项：
 - *export LDR_CNTRL=MAXDATA=0x40000000* #可用1GB内存
 - *export LDR_CNTRL=MAXDATA=0x80000000* #可用2GB内存
 - 如需要更大的内存，请在编译时添加-q64编译成64位的可执行文件
- -qfree[=f90|ibm]：使用Fortran 90、Fortran 95、Fortran 2003或VS Fortran标准的自由格式。



- `-qfixed[=<right_margin>]`: 指明源码为固定格式[, 最大行长为 `<right_margin>`]。
- `-qsmp=omp`: 启用“严格遵守OpenMP”。只能识别OpenMP并行编译指令。
- `-qextname=<names>`: 在指定函数名后加_, 如调用flush函数时需要此选项。
- `-qarch=<suboption>`: 指定该生成代码(指令)的一般处理器体系结构以提高性能。通常, `-qarch`选项允许您将特定体系结构作为编译的目标。对于任何给定的`-qarch`设置, 编译器将缺省为特定匹配`-qtune`设置, 这可以提供额外的性能改进。针对JS22一般设置为`auto`、`pwr6`或`pwr6e`。
- `-qtune=<suboption>`: 指定优化可执行程序的平台结构系统。`<suboption>` 针对JS22一般设置为`auto`、`pwr6`或`pwr6e`。
- `-qipa=<suboption>`: 执行过程间分析优化。



- `-qpdf1=<suboption>`、`-qpdf2=<suboption>`: 通过概要定向反馈 (PDF) 调整优化。
- `-qlanglvl=<suboptions_list>`: 选择编译的语言级别和语言选项。
`<suboptions_list>` 可以为 {77std|90std|90pure|90ext|95std|95pure|2003std|2003pure|extended} 中的某一种, 缺省为extended。
- `-qsuffix=<suboption>=<suffix>`: 指定源文件的后缀, 主要包括:
 - `f=<suffix>`: 指定源文件的后缀为<suffix>
 - `o=<suffix>`: 指定目标文件的后缀<suffix>
 - `s=<suffix>`: 指定汇编文件的后缀<suffix>
 - `cpp=<suffix>`: 指定预处理文件的后缀<suffix>
- 直接运行不带参数的 *xlf* 命令可显示详细用法
- 参考编译器手册:
IBM XL Fortran V12.1 for AIX: Compiler Reference

输入文件后缀与类型的关系



编译器默认将按照输入文件的后缀判断文件类型，编译时也可以用编译选项强制指定。

文件名	解释	动作
filename.a	目标库文件	传给编译器
filename.f filename.f77 filename.f90 filename.f95 filename.f03 filename.i	固定格式的Fortran源文件	被Fortran编译器编译
filename.F filename.f90 filename.i90	固定格式的Fortran源文件 自由格式的Fortran源文件	自动被Fortran编译器预处理后再被编译 被Fortran编译器编译
filename.F90	自由格式的Fortran源文件	自动被Fortran编译器预处理后再被编译
filename.F95	自由格式的Fortran源文件	自动被Fortran编译器预处理后再被编译
filename.F03	自由格式的Fortran源文件	自动被Fortran编译器预处理后再被编译
filename.s	汇编文件	传递给汇编器
filename.so	库文件	传递给链接器
filename.o	目标文件	传递给链接器

输出文件的后缀与类型的关系



编译器默认将输出按照文件类型与后缀相对应。

文件名	解释	生成方式
filename.o	目标文件	编译时添加-c选项生成
filename.so	共享库文件	编译时指定为共享型，如添加-shared，并不含-c
filename.mod	模块文件	编译含有MODULE声明时的源文件生成
filename.s	汇编文件	编译时添加-S选项生成
a.out	默认生成的可执行文件	编译时没有指定-c时生成
filename.*pdf*	概要数据文件，用于后续执行时进行优化	编译时指定-qpdf1时生成
filename.lst	编译器列表文件，可用于调试	编译时指定时生成



串行及OpenMP并程序编译举例

- 将Fortran 77程序yourprog.f编译为32位可执行程序yourprog:

```
xl_f_r -o yourprog yourprog.f
```

- 将Fortran 90程序yourprog.f90编译为64位可执行程序yourprog:

```
xl_f90_r -o yourprog -q64 yourprog.f90
```

- 将使用/opt/lib/liblapack.so库的Fortran 90程序yourprog.f90编译为可执行文件yourprog:

```
xl_f90_r -o yourprog -L/opt/lib -llapack yourprog.f90
```

- 将Fortran 95程序yourprog.f90静态编译为O3优化的可执行文件yourprog:

```
xl_f95_r -O3 -bstatic -o yourprog yourprog.f95
```

- 将OpenMP的Fortran 95程序yourprog-omp.f95编译为64位的针对硬件平台优化的yourprog-omp:

```
xl_f95_r -o yourprog-omp -qsmp=omp -qtune=auto -q64 yourprog.f95
```



编译时出错信息格式

"NOLihm.f90", 1516-036 (S) Entity npr has undefined type.

** _main === End of Compilation 31 ===

** frepath === End of Compilation 33 ===

"NOLihm.f90", line 259.16: 1512-050 (W) Field separator is missing, in literal FMT specifier, after
A comma is assumed.

1501-511 Compilation failed for file NOLihm.f90.

- 源文件名,错误代码(S表示严重错误) 具体说明
- 函数名 == End of Compilation 33 ===
- 函数名,行号.列号:错误代码(W表示警告)具体说明
- 1501-511 Compilation failed for file NOLihm.f90. 指明编译失败



- 1 IBM XL C/C++ Fortran for AIX编译器简介
- 2 IBM XL C/C++ for AIX编译器用法
- 3 IBM XL Fortran for AIX编译器用法
- 4 程序调试: dbx
- 5 联系信息



程序调试: dbx

利用-g参数编译成的可执行文件, 可以利用dbx进行调试, 其用法类似gdb。

进入dbx后输入help可以查看帮助。



- 1 IBM XL C/C++ Fortran for AIX编译器简介
- 2 IBM XL C/C++ for AIX编译器用法
- 3 IBM XL Fortran for AIX编译器用法
- 4 程序调试: dbx
- 5 联系信息



李会民:

- 办公室: 科大东区新科研楼A座网络信息中心二楼205室
- 办公电话: 0551-3602248
- 电子信箱: hmli@ustc.edu.cn
- 个人主页: <http://hmli.ustc.edu.cn>
- 中国科大超算平台: <http://scc.ustc.edu.cn>