



本源量子计算流体力学软件本源量禹 Linux 版本简易使用教程



目录

介绍	1
1、安装与使用	2
1.1 环境依赖	2
1.2 编译	2
1.3 使用	2
2、测试案例	3

介绍

计算流体力学(Computational Fluid Dynamics, CFD)是随着计算机的发展而产生的介于数学、流体力学和计算机科学之间的交叉学科,主要研究内容是通过计算机和数值计算理论来求解流体力学的控制方程,对流体力学问题进行仿真分析。CFD 不仅作为研究工具,而且还作为设计工具在轨道交通、环境工程、航空航天等领域发挥重要作用。随着研究问题的不断深入,科学技术人员对流动分辨率的要求不断提高,使得计算规模不断增长,这严重挑战了传统计算机的算力,限制了工程设计效率的进一步提高。量子比特的叠加和纠缠特性使量子计算机具有天然的并行属性,因此量子计算通常比经典计算具有**指数优势**。

第 1 章 安装与使用

1.1 环境依赖

依赖	版本
gcc	8.1.0+
mpich	3.2.1
PkgConfig	\
CURL	\
cmake	\

1.2 代码链接

[浏览 QCFD / OriginQ QCFD - Bitbucket](#)

1.3 编译

```
mkdir bulid
cd build
cmake ..
make -jX      %X 为核数
```

1.4 使用

本源量禹 Linux 版本运行需要的文件包括算例网格文件（.SU2 格式）、配置文件（.cfg 格式）、可执行文件（SU2_CFD.exe）；采用命令行的形式启动运行，命令行如下：

```
./SU2_CFD.exe ./config.cfg
```

并行计算时，需要在本地安装 MPI。分布式计算运行命令行如下：

```
mpiexec.exe -n X ./SU2_CFD.exe ./config.cfg
```

Linux 版代码采用 SU2 内置的预处理，量子线性求解器包括 HHL 和 VQLS，支持并行计算（window、Linux 系统通用）。部分相关配置文件如下：

	变量名	变量值
线性求解器	LINEAR_SOLVER	BCGSTAB,

		FGMRES, RESTARTED_FGMRES, CONJUGATE_GRADIENT, SMOOTHER
线性求解器迭代步数	LINEAR_SOLVER_ITER	建议范围[2,32]
预处理	LINEAR_SOLVER_PREC	JACOBI、 ILU、 LU_SGS、 LINELET、 PASTIX_ILU、 PASTIX_LU、 PASTIX_LDLT
线性求解器误差	LINEAR_SOLVER_ERROR	例：1E-10
HHL 量子线性求解器	QUANTUM_LINEAR_SOLVER	HHL
VQLS 量子线性求解器	QUANTUM_LINEAR_SOLVER	VQLS
	VQLS_IMAG_TIME_STEP	(0,1]

更详细的配置文件设置请参考 SU2 官方文档：[SU2/config_template.cfg at master · su2code/SU2](https://su2code.github.io/su2code/SU2)

第 2 章 测试案例

2.1 CHN-F1 飞翼

计算网格由国家数值风洞提供，为非结构网格。具体信息见网页 <https://umt.nssdc.ac.cn/login>，需要注册。

计算配置明细如下表所示（采用国际单位制）。

表 1 计算配置明细表

工况			
马赫数	0.6	攻角	0 到 12
侧滑角	0	雷诺数	6266947.5
雷诺长度	0.5032	静温	300
静压	95034.05		
参考信息			
参考面积	0.117	参考长度	0.5032
参考展长	0.301	力矩参考点	0.3632
控制方程和湍流模型			
控制方程	RANS	湍流模型	SA
气体模型			
气体模型	STANDARD_AIR	比热比	1.4
气体常数	287.058		
粘性模型			
粘性模型	SUTHERLAND	参考粘性	1.716E-5
参考温度	273.15	苏瑟兰常数	110.4
传热模型			
传热模型		CONSTANT_PRANDTL	
层流普朗特数	0.72	湍流普朗特数	0.90
边界信息			
远场边界	far_field	对称边界	sysmmetry
固壁	Wall	气动监测边界	Wall
数值格式			
CFL 数	100	梯度格式	GREEN_GAUSS
对流通量格式	JST	空间精度	二阶
时间格式	隐式欧拉	湍流通量格式	一阶迎风
线性求解器			

求解器	FGMRES	预处理器	ILU
精度	1E-10	子空间维度	10
收敛监测			
监测量	阻力	收敛精度	1E-6
最大计算步数	999999		

算例配置文件：



计算结果如下

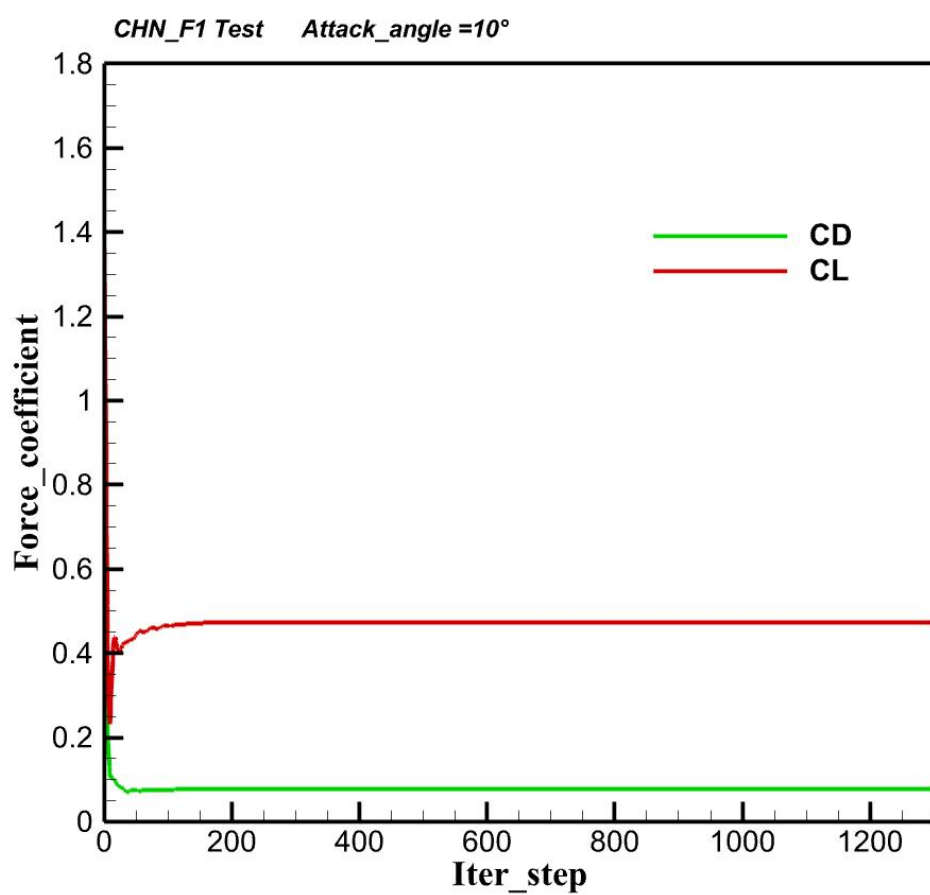
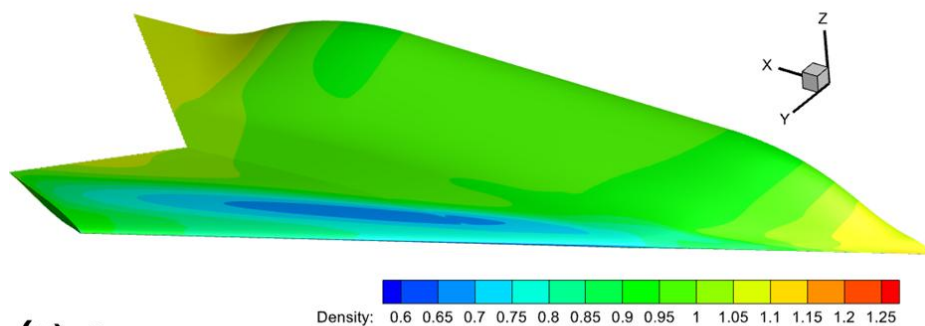


图 1 攻角 10 时计算收敛结果图

(a) *Density contour*



(b) *Pressure contour*

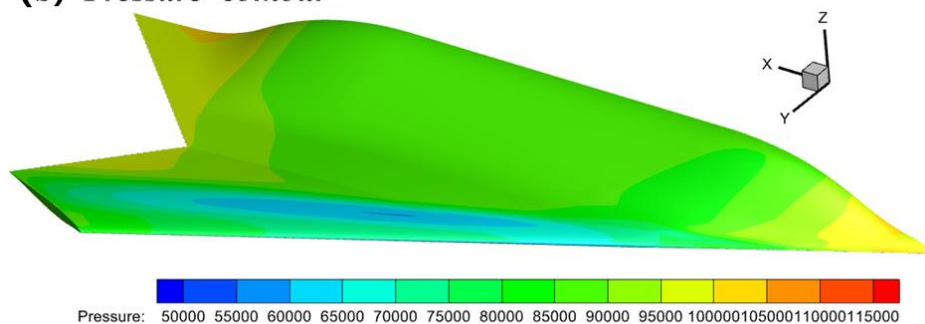


图 2 攻角 10 时计算结果云图

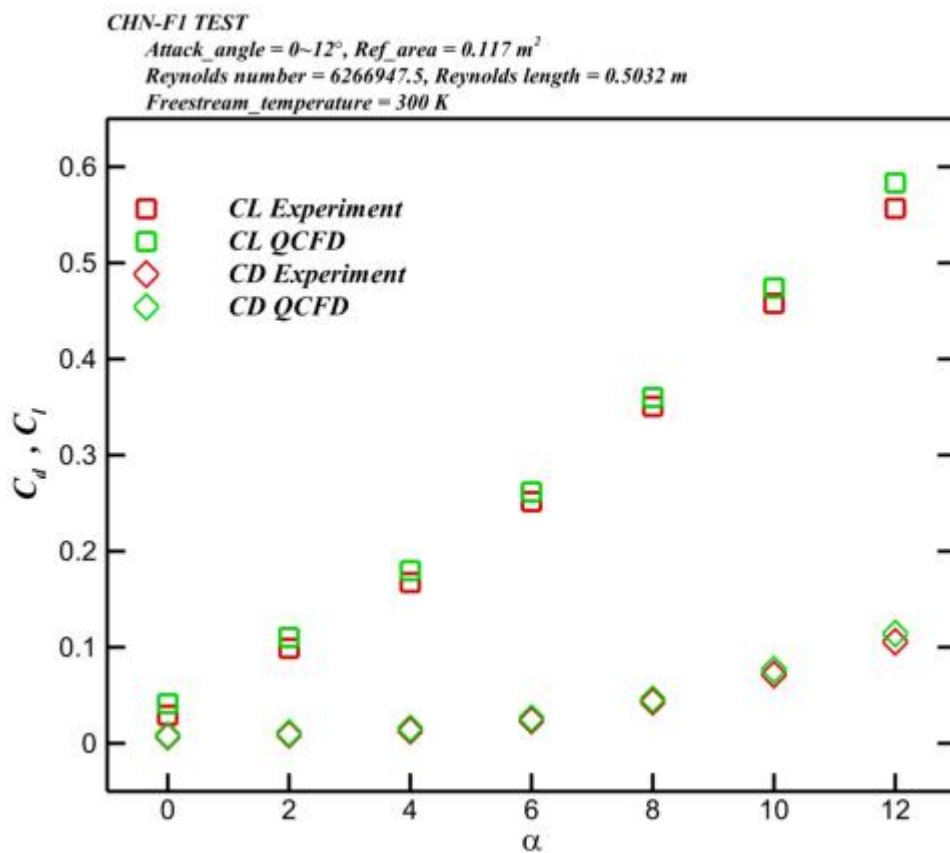


图 3 QCFD 和实验数据计算结果对比