

低速后台阶流动

① 网格及边界条件

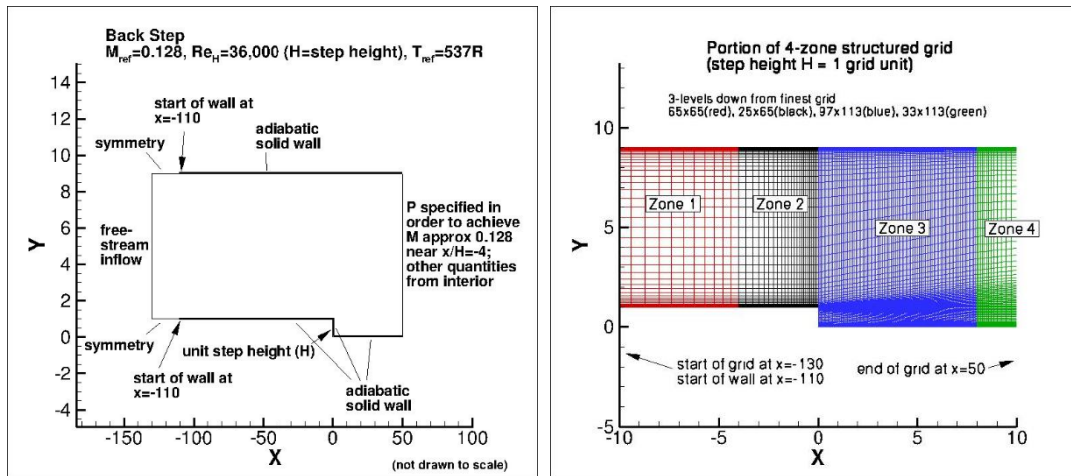


图 1 网格及边界条件设置

计算域及边界条件如上图所示，左侧来流给定远场边界条件，出口指定压力，上下壁面给定绝热壁面，其中上下壁面在 $x/H=-110$ 到入口边界的区域上均给定一段对称条件，出口压力给定 1.011 倍的来流参考压力，使得 $x/H=-4$ 中心处的 $Ma=0.128$ 。

计算网格共五套，来源 NASA 的网站(https://turbmodels.larc.nasa.gov/backstep_val.html)。

② 数值方法

湍流模型：SST 模型，插值：考虑网格均匀的 3 阶 MUSCL，无限制器，通量采用 Roe 格式，加熵修正，时间推进 LU-SGS， $CFL=20$ ，500 步增长。

③ 测试内容

网格收敛性，与 CFL3D 及实验的对比，边界条件的合理性（主要是出口压力）

④ 结果分析

基于 SST 模型的结果

a. 基于次密网格（Mesh1）的结果对比

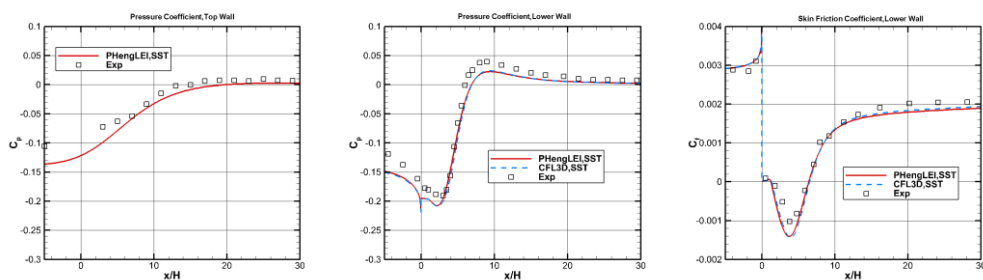
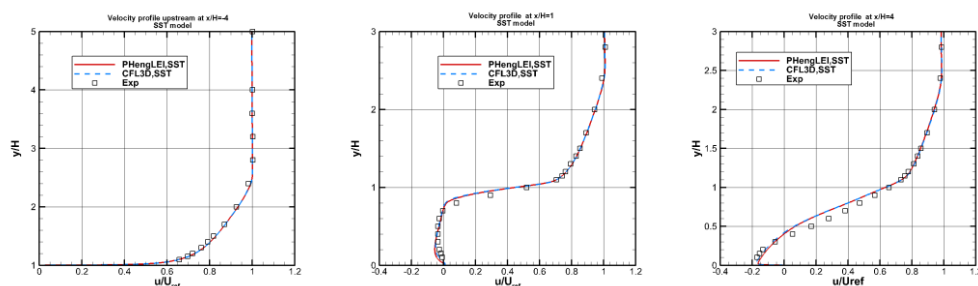


图 2 壁面压力系数及摩阻系数分布（上壁面、下壁面压力系数，下壁面摩阻系数）



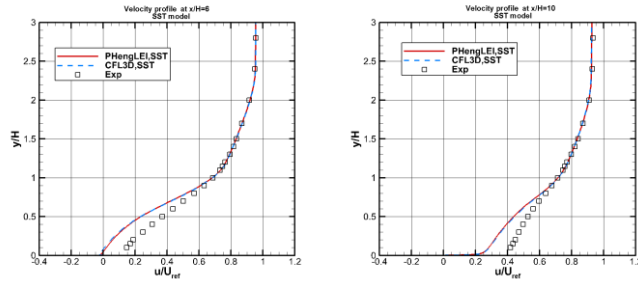


图 3 5 个流向站位的速度型 ($x/H=4、1、4、6、10$)

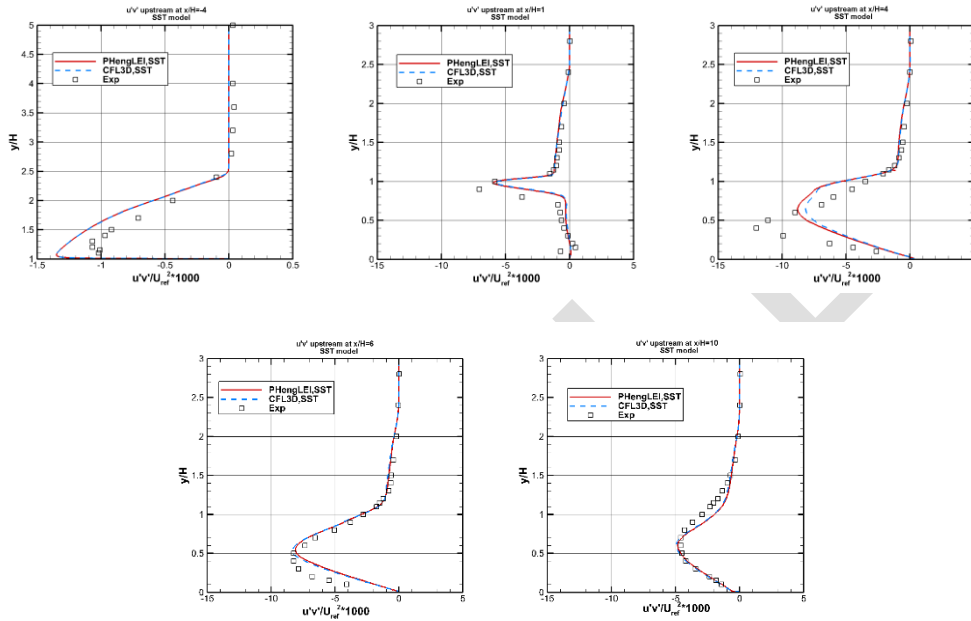


图 4 5 个流向站位的雷诺切应力 $\overline{u'v'}$ ($x/H=4、1、4、6、10$)

对于 SST 湍流模型，PHengLEI 与 CFL3D 的无论在压力分布、摩擦分布、速度型等方面吻合程度均很好，只是在个别站位的雷诺切应力的最大值有区别。

基于 S-A 模型的结果

a. 基于次密网格 (Mesh1) 的结果对比

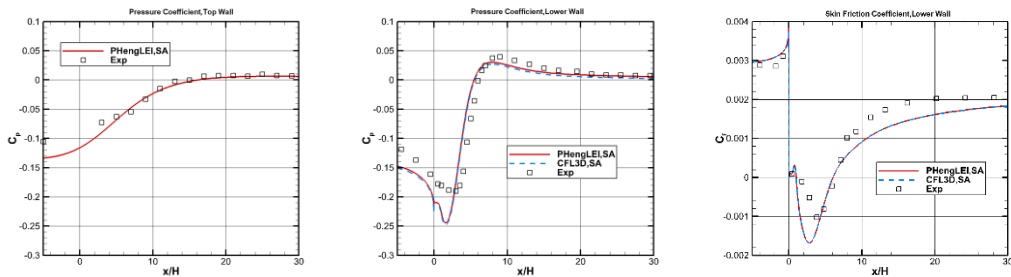


图 5 壁面压力系数及摩擦系数分布 (上壁面、下壁面压力系数, 下壁面摩擦系数)

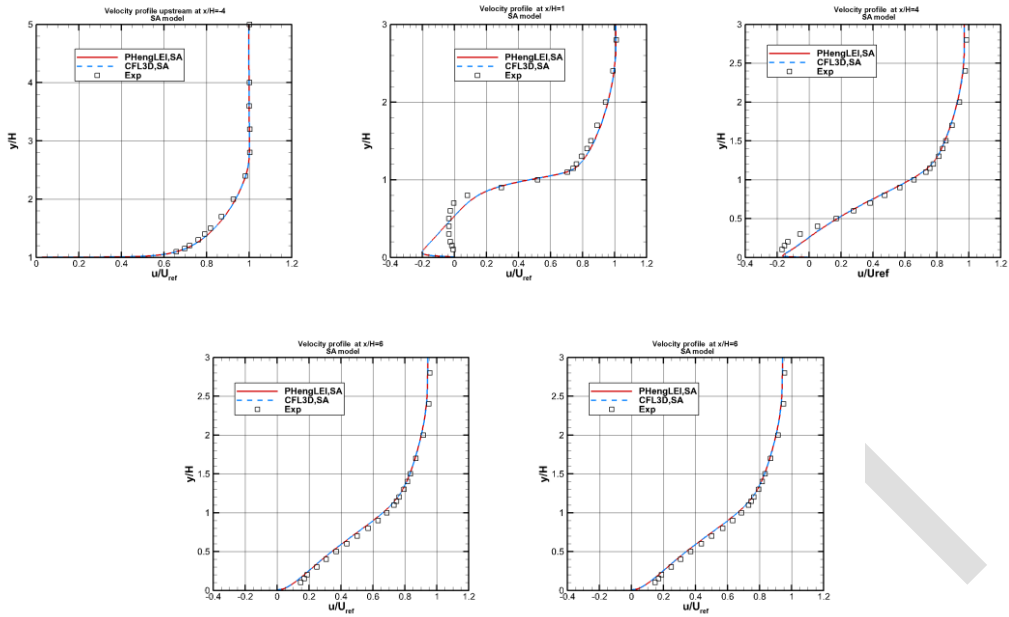


图 6 5 个流向站点的速度型 ($x/H=-4、1、4、6、10$)

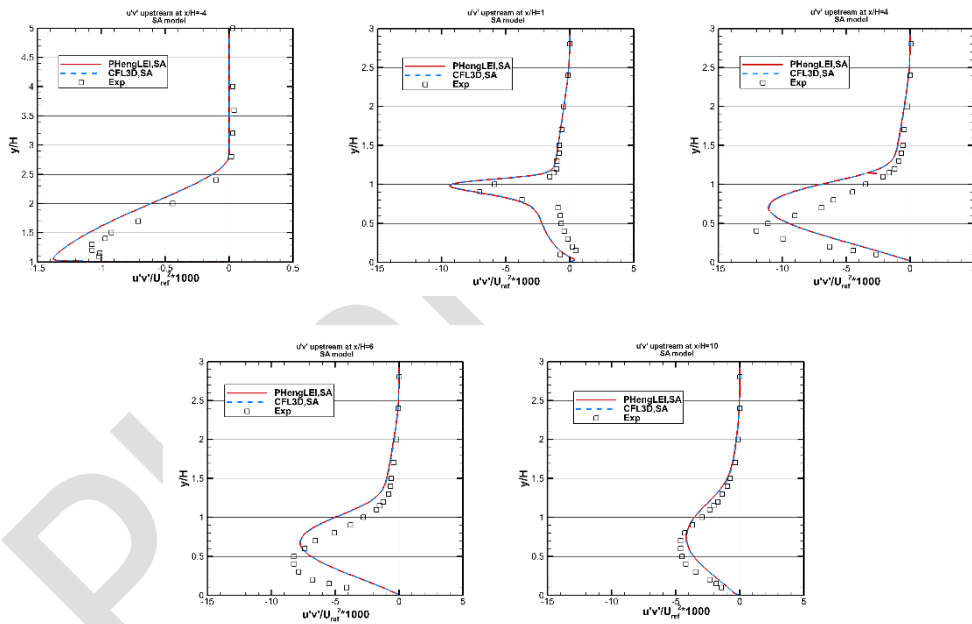


图 7 5 个流向站点的雷诺切应力 $\overline{u'v'}$ ($x/H=-4、1、4、6、10$)

对于 SA 湍流模型，PHengLEI 与 CFL3D 在压力分布、摩阻分布、速度型、雷诺切应力等方面吻合程度均很好。