算法推导

方法1：自适应压力松弛因子方法的推导[1]

**1.1 SIMPLE算法**

二维非稳态不可压缩的N-S方程：







对动量方程（1）和方程（2）进行方程离散得





对连续性方程（3）进行离散得到，



其中，分别是，的邻点速度，*b*为不包括压力在内的源项中的常数部分；，是压力差的作用面积；系数取决于采用的差分格式。

设已知的压力场为*p*，相应的速度场为*u*，*v*；压力修正为*p*，相应的速度修正为*u’*,*v’*，则修正后的压力和速度计算公式为







将方程（8)（9)代入（4)（5)，得到





同时，由于 ，，满足





将式（10）与式（12），式（11），式（13）相减，并且忽略 与的影响，得到





将式(14）、(15)分别代入式(6)中，并求出压力修正值ｐ′，由于在压力修正方程中略去了部分项，对压力项借助欠松弛技术．于是，改进后的压力和速度分别为







2.1 压力松弛因子自适应算法

在稳态的SIMPLE算法中，由于略去了邻点速度的影响，因而认为对ｐ的修正过重了，应给予亚松弛



其中，



整理得到



另一方面，ｅ界面上的速度修正值ue可预期为相当于邻点速度修正值的加权平均值，即



将（3）代入（2）得，对于稳态问题，压力松弛因子的自适应算法，其中 为松弛因子：



利用以上推导过程同样可以得出在非稳态问题中



利用式（5）每迭代一次计算一次压力松弛因子，并将其作为本次迭代的压力松弛因子的值，从而对压力进行修正．实现过程与SIMPLE算法相同，只是每次的压力松弛因子用式(5)生成。

**核心思想：**SIMPLE算法在计算速度修正时，把引起速度修正值的原因完全归于其邻点压力的修正值，夸大了压力修正的作用，需要对压力做亚松弛．而压力松弛因子的选择直接影响计算过程的收敛速度，数值计算中常常会因选择不当而导致不能快速求得数值解，甚至达不到收敛精度，给求解新的流动及换热问题带来一定的麻烦。在非稳态过程中速度一般不需要亚松弛，针对非稳态流动问题，以下提出一种SIMPLE算法中压力松弛因子的自适应算法。

**编程实现：**



对于稳态问题，压力修正的松弛因子改写为



对于非稳态问题，压力修正的松弛因子改写为



参考文献：

[1] 马淼，李春光，景何仿. 确定SIMPLE算法中压力松弛因子的自适应方法[J]. 甘肃科学学报, 2011, 23(4): 102-105.