

# 有限区气候模拟侧边界嵌套误差分析及边界条件的研究

颜 宏

(中国气象局, 北京 100081)

赵俊英

(国家气象中心)

**摘 要** 为实现有限计算机条件下尽量高分辨率的区域气候模拟可以采用嵌套的方法。嵌套误差从本质上讲是由于侧边界条件的不适应性造成的, 即对目前区域气候模式中多采用的静力平衡假定下的原始方程组, 理论上讲并不存在适定的侧边界条件, 各种侧边界处理方案都只是消除或抑制计算波使模式计算稳定的手段, 因此嵌套误差的存在是必然的。区域气候模拟除存在以上嵌套误差的共性外, 还有其特殊性, 主要是长时间中积分误差的积累性。

该文目的旨在对区域气候模拟中嵌套误差的种类、来源及其时空分布和时间积累性特点作一比较系统的分析, 并在此基础上提出减少误差的新思路、新方法。

## 正态分布近似式的研究

郑金成 蔡淑惠 王仁智 郑永梅 程灿东

(厦门大学物理系, 361005)

正态分布是一种重要的概率分布, 在许多情况下, 简单的近似解析方程有助于问题的解决。通过将理论计算与数值模拟相结合的方法给出了一个较好的近似式。

标准正态分布函数的形式为

能量

$$\Phi(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^r \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt, \quad -\infty < r < +\infty;$$

当  $r$  取正值时,  $I_{\min}(r) < I(r) < I_{\max}(r)$ ,

其中  $I(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^r \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$ ,  $I_{\min}(r) = \frac{1}{2} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{r^2}{2}\right) \right]^{1/2}$ ,  $I_{\max}(r) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \exp\left(-\frac{r^2}{2}\right) \right]^{1/2}$ .

假设  $\lambda(r) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \exp\left(-\lambda(r)r^2/2\right) \right]^{1/2}$ , 则  $\Phi(r) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \exp\left(-\lambda(r)r^2/2\right) \right]^{1/2}$

将上式改写成  $\lambda(r) = -2 \ln \left[ 1 - (2\Phi_{\text{num}}(r) - 1)^2 \right] / r^2$

对称

即可得  $\lambda(r)$  的解, 这里  $\Phi_{\text{num}}(r)$  是由积分表得到的标准正态分布的概率积分值。  $\lambda(r)$  随  $r$  的变化关系可近似表示为  $\lambda(r) = a + b \exp(-cr^2)$ , 常系数  $a, b, c$  由计算机数值拟合方法得到:  $a = 1.045$ ,  $b = 0.2282$ ,  $c = 0.0813$ 。据此,  $\Phi_2(r) = [1 + Z(r)]/2$ ;

其中  $Z(r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-1}^r \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt = [1 - \exp\left(-\lambda(r)r^2/2\right)]^{1/2}$

根据上述近似式计算所得的正态分布, 其最大绝对误差比采用文献 [1] ~ [4] 报道的近似方法计算所得的误差小得多, 表明此式是一个较好的近似。