

海洋中碳及营养物自然分布的数值模拟

金 心 石广玉

(中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029)

摘 要 用海洋生物化学环流模式 (B-GCM) 模拟了工业化前碳及营养物在海洋中的分布, 并得到了较为合理的结果。模式考虑了海洋表面化学和一个简单的生物过程。模式的主要预报变量有总 CO_2 、碱度和磷酸盐。决定生物化学物质分布的三个参数的取值为: POC 通量的垂直廓线的指数 a 取观测值 0.858、生物生产效率 $r=2/\text{年}$ 和下落比 $R=0.06$ 。用 B-GCM 模拟出的结果与 GEOSECS 观测值基本相符。

关键词 碳循环 生物泵 营养物分布 海洋化学

1 引言

二氧化碳的分压是由海水表面中的碱度、总 CO_2 浓度、盐度和温度所决定的。海洋表面的碱度和总 CO_2 浓度值比全球海洋的平均值小很多, 这是由于生物活动和海洋环流造成的。生物过程还影响它们的分布。海洋中影响碳循环的主要生物过程是海洋表面的新生产以及在深海的再矿化过程。在海洋表面生物过程中产生的颗粒性有机碳 (POC) 和以方解石为代表的碳酸钙等物质下沉到深海, 并在那里再矿化, 以此影响碱度、 CO_2 浓度和磷酸盐等物质在海洋中的分布, 最终影响海洋中的碳循环过程。

海洋生物化学环流模式 (B-GCM) 是包含简单生物化学过程的海洋环流模式。B-GCM 不但能用来研究海洋流场、温度和盐度, 而且能用来研究海洋中的各种生物化学物质, 如: 营养物和溶解氧等。其主要优点表现在以下几方面:

(1) 以实际的海洋环流及生物化学过程为基础, 减少了不确定性。在一维模式中要对海洋的物理特性作高度的参数化, 其结果依赖于对 ^{14}C 等气体的标定; 而三维碳循环模式以实际的海洋环流为基础, 可以更加真实地模拟大气和海洋之间的交换和海洋生物过程的作用。

(2) 可以对自然碳循环进行深入的研究。海洋生物过程在海洋自然碳循环过程中有着重要的作用, 海洋生物化学物质的分布在很大程度上决定了碳在海洋中的分布, 只有用三维 B-GCM 模式才能更好地模拟海洋自然碳循环。

(3) 只有用三维模式才能有效地研究与 CO_2 有关的气候变化及反馈过程。在计算大气 CO_2 增加对气候的影响时, 人们发现由于大气变暖, 高纬度海洋热损失减少, 导致海洋深水交换减少, 这样一来传送到深海的 CO_2 就将减少, 海洋吸收的 CO_2 也随之减少。在这里海洋环流与海洋生物过程相互作用。由于环境条件的变化, 箱室扩散模式中的参数较难确定, 只有用 B-GCM 才能对此进行较好的研究。

