

重金属海洋环境容量计算方法: 以胶州湾为例

李国强, 王修林*

中国海洋大学海洋化学理论与工程技术教育部重点实验室, 化学化工学院, 青岛 266100

* 联系人, E-mail: xlwang@ouc.edu.cn

山东省自然科学基金(ZR2010DM005)、国家科技支撑计划(2010BAC69B01)和青岛市科技发展计划(11-2-3-66-nsh, 11-2-1-18-hy)资助

国际上的污染控制成功经验表明, 海洋环境质量可以通过排海污染物总量控制加以保障, 而污染物海洋环境容量是其中重要的总量指标. 因此, 本文针对近岸海域重金属污染问题, 给出了重金属海洋环境容量计算的一般方法, 并以胶州湾为例计算了铅的海洋环境容量. 根据海洋环境容量的一般定义: 在维持目标海域特定海洋学、生态学等功能所要求的国家海水质量标准条件下, 在一定时间范围内可容纳重金属污染物的最大数量. 基于箱式或三维空间模型, 在满足海水水质质量标准条件下, 通过时间和/或空间积分生物地球化学和水动力自净过程可以计算重金属海洋环境容量. 为了适用于海洋三维空间模型计算环境容量的需求, 本文建立完善了重金属海洋环境容量的一般计算方法, 主要包含4个环节: (1) 目标海域基础信息收集, 主要包括目标海域范围界定、污染源入海点位置、重金属生物地球化学过程和参数等; (2) 设置水质控制点和水质控制标准, 水质控制点一般选择污染源入海点周围浓度最高点, 而水质控制标准一般选择国家海水水质标准; (3) 构建重金属海洋生物地球化学数值模型, 根据重金属在近岸海域迁移-转过程(图1), 针对目标海域水动力特征构建箱式模型或三维空间模型; (4) 基于模型计算环境容量, 具体计算公式如下:

$$EC = \max \left\{ V \cdot \int_0^t \left[\left(\frac{dC}{dt} \right) - D_{ss} - O \right]_{C < C^s} dt \right\}, \quad (1)$$

$$EC = \max \left\{ \int_0^V \int_0^t \left[\left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) - D_{ss} - \left(\frac{\partial C}{\partial V} \right)_{Hyd} \right]_{C_i < C^s} dV dt \right\}, \quad (2)$$

式中, EC 表示环境容量, C 和 V 分别表示重金属浓度和目标海域体积, C_i 和 C^s 分别表示第 i 水质控制点处浓度和水质控制标准, D_{ss} 表示重金属悬浮颗粒吸附沉积项, O 和 $\left(\frac{\partial C}{\partial V} \right)_{Hyd}$ 表示

重金属水动力输出项, 其中, 方程(1)适用于箱式模型, 方程(2)适用于三维空间模型. 这样, 基于胶州湾 ECOMSED (estuarine, coastal, and ocean modeling system with sediments)模型和重金属生物地球化学模型, 建立了胶州湾重金属铅三维水动力-生物地球化学耦合模型. 在此基础上, 根据所建立的方法, 通过重金属三维空间模型模拟运算, 计算了胶州湾铅环境容量. 结果表明, 在满足国家一类海水水质标准条件下 (1 μg/L), 胶州湾铅环境容量约为每年 60 ton. 计算结果为实现排海污染物总量控制管理提供了科学基础.

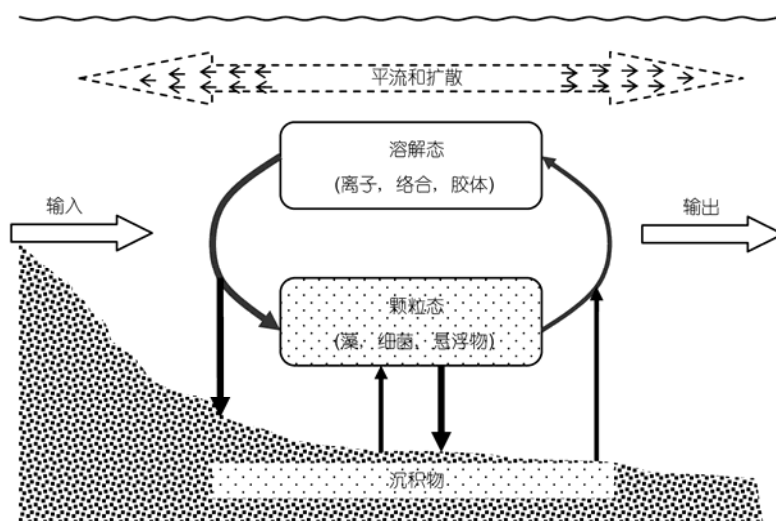


图1 重金属在近岸海域迁移-转过程示意图