

XÁC ĐỊNH NHIỆM BẮN DẦU Ở BIỂN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN NỘI NGOẠI SUY ĐỘNG

PTS. Tạ Đăng Minh

Viện Khí tượng Thủy văn

PTS. Nguyễn Hữu Nhân

Trung tâm Khí tượng Thủy văn phía Nam

Để nghiên cứu hiện trạng nhiễm bẩn dầu ở biển ngoài phương pháp đo đạc khảo sát, người ta còn dùng phương pháp tính nội suy. Người ta có thể dùng phương pháp tính toán nội suy tĩnh với thuật toán đơn giản, không đòi hỏi nhiều điều kiện, dễ sử dụng trong thực tế. Nhưng phương pháp nội suy tĩnh không chú ý đến môi trường nước luôn biến đổi, sự vận động này là cơ chế chủ yếu hình thành quy luật phân bố không gian của các chất nhiễm bẩn môi trường trong đó có nhiễm bẩn dầu. Hay nói cách khác đó là sự phân bố hàm lượng dầu trong nước phải tương thích với các cơ chế động lực. Như vậy, phương pháp tính toán nội suy động cho rằng quan hệ giữa các giá trị của đối tượng tại các điểm khác nhau không phải là quan hệ có hình thức bất biến mà quan hệ đó được quy định bởi các nhân tố chi phối hình thành biến đổi. Trong trạng thái ổn định và cân bằng hoàn toàn, sự tương thích này được quy định bởi định luật bảo toàn khối lượng dầu được mô tả bằng phương trình vi phân dạng:

$$U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} + W \frac{\partial C}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) = 0 \quad (1)$$

Trong đó: U, V, W là các thành phần vận tốc trục tương ứng x, y, z, cm/s.

- C là hàm lượng dầu g/cm³.

- D_x, D_y, D_z là các hệ số tán xạ ngang theo trục x, y, z tương ứng cm²/s.

Nội suy theo phương trình (1) khá phức tạp vì nó viết ở dạng không gian ba chiều. Để dễ dàng hơn, trung bình hoá phương trình (1) cho tầng mặt từ độ sâu 0 đến 8m và bỏ qua các biên trên và biên dưới của tầng mặt trong điều kiện dòng hoàn lưu đứng rất bé so với dòng hoàn lưu ngang. Chúng ta sẽ nhận được một biểu thức mô tả sự tương thích ngang trung bình cho tầng mặt của biển đối với trường dòng chảy và rồi ngang trung bình cho tầng này như sau:

$$U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) = 0 \quad (2)$$

Những điều giả thiết trên là hiện thực, dầu khá đồng đều ở lớp mặt đã được xác nhận qua số liệu đo được của đề tài KT-03-21.

Gọi G là miền biển nghiên cứu, có đường bao quanh S.

Điều kiện biên cho phương trình (2) có các ràng buộc phụ như sau:

a) Trên các điểm biên rắn:

$$UnC - \beta \frac{\partial c}{\partial n} = 0 \quad (3)$$

b) Trên biên lỏng

$C = C_s$ khi nước chảy vào

$$G \frac{\partial c}{\partial n} = 0 \quad \text{khi nước chảy ra khỏi } G \quad (4)$$

Trong công thức trên, n là pháp tuyến ngoài biên S , C_s là hàm lượng dầu trên biên lỏng, Un - vận tốc pháp tuyến biên, β là hệ số thực nghiệm.

Để tính toán theo phương trình (2) với các điều kiện biên (3), (4) cần có u, v, Dx, Dy trong miền G và trên biên S . Các yếu tố này phụ thuộc vào các dữ liệu hải văn, đặc biệt là các loại dòng chảy, tính toán các yếu tố này có thể xem [1].

Bài toán này được giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn, trong đó mô hình toán được thiết lập trên cơ sở khôi phục hay còn gọi là phương pháp dùng hoá rất thông dụng cho các bài toán dùng.

Nội dung của phương pháp này là thay việc xét phương trình (2) ta dùng phương trình không dùng dạng:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + U \frac{\partial c}{\partial x} + V \frac{\partial c}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} Dx \frac{\partial c}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} Dy \frac{\partial c}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

Với các điều kiện biên (3), (4) như cũ, còn các điều kiện ban đầu tùy ý, rõ ràng rằng nghiệm của phương trình (2) chính là nghiệm của phương trình (5) tại thời điểm

mà $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$ sẽ trùng với nghiệm bài (2), (3), (4). Người ta chứng minh được rằng, về

phương diện toán học, phương pháp khôi phục này hoàn toàn tương đương với phương pháp lập vận năng. Phương pháp khôi phục này có cơ sở vật lý rõ ràng hơn phương pháp lập toán học thuần túy.

Bước tiếp theo là xây dựng thuật toán giải sai phân hữu hạn. Để làm việc này chúng tôi đã dùng phương pháp phân rã toán tử bán xác định dương [1]. Mạng lưới tính toán có 171×263 nút. Đây là mạng lưới tính toán có độ phân giải cao, bước lưới tính $\Delta x = \Delta y = 7.850 \text{ km}$. Tương ứng với thuật toán này là một quy trình tin học ổn định thi hành toàn bộ các công tác từ khâu nội suy tương thích cho đến biểu thị đồ hoạ các kết quả tính toán trên màn hình và trên máy in lazer.

Tính kết quả và thảo luận

Chúng tôi đã áp dụng phương pháp với quy trình mô tả trên để tính toán nhiễm bẩn dầu cho tháng 10 và 12. Độ chính xác của kết quả tính phụ thuộc rất nhiều vào số liệu đầu gốc và các thông số đưa vào như dòng chảy, hệ số khuếch tán....

Hiện nay số liệu dầu theo các tháng còn ít: tháng 10 chỉ có 38 số liệu, tháng 12 chỉ có 22 số liệu.

Dòng chảy đưa vào tính là dòng chảy tổng hợp. Việc xác định dòng chảy thành phần để suy ra dòng chảy tổng hợp gặp không ít khó khăn phức tạp. Hơn nữa, dòng chảy lại thay đổi theo độ sâu và mỗi loại dòng chảy thành phần phụ thuộc và biến đổi theo quy luật riêng.

Một mặt để thử nghiệm phương pháp, mặt khác tìm cách tuyển chọn một tập hợp đầy đủ các thông số đặc trưng nhất, chúng tôi đã thử nghiệm tính toán hàm lượng dầu tháng 10 theo ba phương án sau:

Phương án 1: Trường dòng chảy gió và trường dòng chảy mật độ lấy theo tháng 10 trung bình hoá từ 0 đến 8m nước tầng mặt, trường dòng triều lấy theo từng giờ trong ngày tiêu biểu trong năm tiêu biểu.

Số liệu dầu trên biên lũng Cs nơi có dòng chảy vào miền G nhận được từ phương pháp nội suy tĩn. Ngoài ra từ 39 điểm có số liệu thực đo được lựa chọn cẩn thận cô lập lại và xem như các điểm biên lũng với giá trị biên đúng bằng hàm lượng dầu thực đo, hệ số tán xạ ngang tính theo công thức:

$$D_x = |u| \Delta x/2 + D$$

$$D_y = |v| \Delta y/2 + D$$

Trong đó D là thông số điều chỉnh mô hình, còn U và V là thành phần dòng chảy tổng hợp do triều, gió và mật độ. Chi tiết về cách tính và giá trị của các thông số này xem trong phần 3 của tài liệu [1].

Phương án 2: Phương án 2 cũng tương tự như phương án 1, điểm khác duy nhất là xem xét và xử lý các số liệu thực đo. Trong phương án 1 các số liệu thực đo gồm 39 điểm được lựa chọn để đưa vào biên lũng. Còn phương án 2 thì các số liệu này được xem là các số liệu tính toán nội suy, được tương thích với toàn bộ khung cảnh chung.

Phương án 3: Phương án 3 giống như phương án 2, chỉ khác nhau ở chỗ dòng chảy gió và dòng chảy mật độ được lấy trong tháng 9 mà không lấy trong tháng 10. Cách chọn như vậy xuất phát từ quan niệm cho rằng trường nhiễm bẩn dầu trong tháng 10 phụ thuộc vào cơ chế động lực, chủ yếu là cơ chế dòng chảy trong tháng 9.

Các thực nghiệm số trị cho thấy: Tính toán với bước thời gian 1800 giây, kết quả cho thấy rằng theo phương án một bức tranh nhiễm bẩn dầu ổn định chậm nhất (sau 15 ngày) còn theo phương án 2 (hoặc 3) bức tranh nhiễm bẩn dầu ổn định nhanh nhất (chỉ có 13 ngày).

Nhìn lại quá trình tính toán và so sánh các kết quả chúng ta có thể nhận thấy những điểm sau đây:

1. Kết quả tính toán theo ba phương án đưa đến những bức tranh tương tự nhau về phân bố nhiễm bẩn dầu. Qua đây ta thấy vai trò to lớn của dòng chảy trong việc hình thành trường nhiễm bẩn ở biển.

2. Sự phân bố trường nhiễm bẩn dầu và các chất nhiễm bẩn khác ở thời điểm hiện tại do các quá trình thủy động lực học và các nguồn thải trong quá khứ quyết định. Theo ý nghĩa đó, kết quả tính theo phương án ba mang nhiều thông tin có tính nhân quả cao hơn hai phương án còn lại.

3. Do kết quả tính toán này ta có thể đi đến kết luận là để xác định trạng thái nhiễm bẩn dầu ta không cần thiết phải đo quá nhiều. Nhưng số liệu đo cần chính xác và đồng bộ. Điều này mở ra một khả năng mới trong việc nghiên cứu chế độ bằng sự kết hợp giữa tính toán và đo đạc. Phương pháp tính toán nội suy có thể là công cụ đắc lực cho việc này.

4. Cùng với những lưu ý trên, chúng tôi đề nghị dùng kết quả tính toán theo phương án ba để khái quát hoá bức tranh nhiễm bẩn dầu trong tháng 10. Với số liệu kiểm nghiệm không nhiều cũng khẳng định kết luận trên.

Tài liệu tham khảo

1. Tạ Đăng Minh, Nguyễn Hữu Nhân. (1994) Tính toán sự lan truyền và nhiễm bẩn dầu trên thềm lục địa Việt Nam (Báo cáo chuyên đề của đề tài cấp Nhà nước KT-03-21).

2. Tạ Đăng Minh và các cộng tác viên. (1995) Nghiên cứu đánh giá hiện trạng ô nhiễm dầu khí vùng ven biển Việt Nam và xây dựng các giải pháp kỹ thuật phòng chống ô nhiễm dầu và các sản phẩm do dầu gây ra (Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Nhà nước KT- 03 - 21).

3. Nguyễn Hữu Nhân, Phạm Văn Ninh, Đặng Công Minh, Bùi Minh Đức (1992). Tech. report "Study on oil propagation in sea surface around "Bach Ho" region Vung Tau" Ho Chi Minh-Hanoi, 109pp.

4. Borthwick A.G. Jones S.A (1985). Horizontal dispersion of oil pollutant in coastal water in "proc. of oil spill confer. "A.P.I.Washington D.C USA, pp 322-33i.

5. Huang.C.J (1984). Review of the state of the art of oil spill of fate behaviour models in proc of 1984 oil spill conf. "API Washington D.C USA, pp 313-322.

6. Juzbas V.M (1978). Mechanism of oil spreading on the sea."Moskow, 102pp (in Russian).

7. Lardner R.W (1988). A model of residual and pollutant transport in Arabian Gulf "Appl Mat. modelling "vol 12 August pp.379-389.

8. Marchuck G.J (1984) Models for monitoring environmental pollution. "Nauka", Moskow, 319pp (in Russian).