

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ ĐO ĐẠC BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN

TS. **Nguyễn Bá Dũng** - Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

ThS. **Đặng Tuyết Minh** - Trường Đại học Thủy Lợi

KS. **Vũ Quốc Lập** - Công ty Đo đạc và Khoáng sản

Đào tạo nguồn nhân lực đo đạc khảo sát, điều tra cơ bản tài nguyên môi trường biển đang đặt ra ngày càng cấp bách. Việc nghiên cứu xây dựng bài giảng đo đạc biển cho ngành kỹ thuật trắc địa bản đồ, cho lĩnh vực đo đạc địa hình đáy biển này như thế nào, đặt ra yêu cầu nghiên cứu xây dựng quy trình đo đạc địa hình đáy biển. Qua hoạt động thực tiễn, các tác giả nghiên cứu đưa ra quy trình đo đạc địa hình đáy biển và thông qua đó ứng dụng đưa vào giảng dạy đo đạc bản đồ biển.

1. Quy mô hoạt động đo đạc biển Việt Nam

Những năm gần đây, sử dụng thiết bị GPS với khả năng định vị được các đối tượng động, không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, có tầm hoạt động rộng, kết hợp với máy đo sâu hồi âm tia đơn hoặc tia kép để đo đạc trên biển đang được áp dụng rộng rãi tại Việt Nam. Liên đoàn Trắc địa - Địa hình là một trong những đơn vị đầu tiên ứng dụng các công nghệ trên vào công tác trắc địa biển phục vụ cho các nhiệm vụ điều tra địa chất, địa vật lý biển và đã thành lập hàng nghìn km² bản đồ độ sâu đáy biển từ 0 đến 30 m nước, dọc bờ biển Việt Nam từ Móng Cái đến Hà Tiên.

Bản đồ biển (hải đồ) xuất bản từ những năm 1992 trở về trước được biên tập bằng công nghệ cũ, với số liệu chủ yếu là lấy theo tài liệu bản đồ của nước ngoài được xuất bản từ trước 1975.

Bản đồ được thành lập từ những năm 1992 trở lại đây, hầu hết đã được áp dụng các thiết bị công nghệ tiến tiến. Công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu DGPS sử dụng để dẫn đường, xác định tọa độ. Hệ thống máy đo sâu hồi âm đơn và đa tia giúp xác định giá trị độ sâu đáy biển. Bản đồ được thành lập thống nhất theo hệ tọa độ chuẩn quốc gia (trước năm 2002 được thành lập trên hệ HN-72, từ năm 2002 trở lại đây được thành lập trên hệ tọa độ quốc gia VN-2000). Mặt chuẩn để tính và xác định độ sâu được tính toán cho từng khu vực thông qua số liệu quan trắc thủy triều. Công tác số hoá và biên tập bản đồ bằng các chương trình biên tập chuyên dụng như MapInfo, MicroStation, AutoCAD...

- Bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:50.000 và 1:10.000 ở một số vùng trọng điểm kinh tế và quốc phòng do Trung tâm Trắc địa Bản đồ Biển - Cục Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường thành lập.

Người đọc phân biệt: TS. **Trần Quang Tiến**

Đặc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường thành lập. Đây là loại bản đồ chuẩn quốc gia, thành lập trên hệ VN-2000, độ cao được gắn với hệ độ cao quốc gia, tại đảo Hòn Dấu - Hải Phòng.

- Bản đồ biển do Đoàn Đo đạc và Biên vẽ hải đồ - Bộ tư lệnh Hải quân thành lập. Hệ thống bản đồ biển này được lập trên cơ sở số liệu đo đạc mới này bao phủ toàn bộ vùng ven biển ở tỷ lệ 1:100.000; một số cảng, vịnh, cửa sông, đảo ở tỷ lệ 1:25.000, và toàn bộ khu vực quần đảo Trường Sa, ở tỷ lệ 1:200.000. Độ sâu lấy theo mức thủy triều trung bình thấp nhất (độ sâu hải đồ).

- Bản đồ độ sâu đáy biển tỷ lệ 1:100.000, 1:50.000 được thành lập ở độ sâu từ 0 đến 30 m nước, tỷ lệ 1:500.000 ở độ sâu từ 30 đến 100 m nước do Liên đoàn Trắc địa - Địa hình thuộc Cục Địa chất và Khoáng sản Việt nam và Liên đoàn Địa chất biển (nay là Trung tâm Địa chất biển - Tổng cục Biển và Hải đảo) thành lập để phục vụ cho Dự án "Điều tra địa chất, địa động lực, địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và dự báo tai biến địa chất các vùng biển Việt Nam". Loại bản đồ này được thành lập trên hệ tọa độ VN-2000, độ sâu theo hệ độ cao quốc gia (Hòn Dấu - Hải Phòng).

2. Nghiên cứu quy trình công nghệ đo đạc bản đồ địa hình đáy biển

Hoạt động đo đạc trên biển cho thấy, để thành lập bản đồ địa hình đáy biển phải tiến hành thực hiện các bước sau:

a. Khảo sát, lập luận chứng kinh tế - kỹ thuật

- Thu thập và đánh giá hiện trạng tư liệu trắc địa, bản đồ (bao gồm cả trên đất liền và trên biển), tài liệu về thủy văn khu đo.

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

- Khảo sát khu vực thi công, bao gồm: tìm điểm gốc tọa độ, độ cao, tìm vị trí đặt trạm quan trắc mực nước thủy triều; tìm độ dốc, hướng dốc của địa hình đáy biển để thiết kế tuyến đo phù hợp.

- Lập luận chứng kinh tế - kỹ thuật (LCKTKT): lựa chọn thiết bị máy móc, phần mềm; thiết kế tuyến đo cơ bản, tuyến đo kiểm tra; thiết kế trạm quan trắc mực nước thủy triều, các phương án đo nối tọa độ, độ cao...

b. Chuẩn bị thiết bị, phần mềm, đưa tuyến thiết kế lên phần mềm đo biển, lập kế hoạch đo

- Sử dụng các thiết bị đúng theo yêu cầu của LCKTKT

- Đưa bản đồ nền phần đất liền (nếu có), các tuyến thiết kế lên phần mềm đo biển (thông qua file đồ họa *.dxf, file ảnh). Trong quá trình thi công tại thực địa, phần mềm dẫn đường sẽ điều khiển tàu đi theo các tuyến thiết kế đã được lưu trong cơ sở dữ liệu.

- Lập kế hoạch đo.

c. Lắp đặt máy móc trên tàu đo đạc, kiểm nghiệm máy móc tại thực địa trước khi sản xuất

- Anten của máy thu GPS cần được đặt ở vị trí thoáng, không gần với giàn anten thông tin trên tàu.

- Cản phát biển của máy đo sâu hồi âm được lắp đặt ở mạn tàu, hoặc dưới đáy tàu, vị trí chọn ở khu vực giữa tàu để giảm ảnh hưởng của sóng biển.

- Kết nối máy GPS, máy đo sâu hồi âm vào phần mềm đo biển thông qua cổng RS-232.

- Chạy thử và kiểm tra, kiểm nghiệm các máy móc thiết bị: máy đo sâu, máy GPS, thiết bị lấy mẫu chất đáy, địa bàn số...

d. Xây dựng trạm nghiệm triều

- Trạm nghiệm triều xây dựng tại vị trí khuất sóng gió, thuận tiện cho việc quan trắc mực nước biển. Khoảng cách giữa hai trạm nghiệm triều không lớn hơn 50 km.

- Mốc "0" thước đo nước của trạm nghiệm triều phải có độ cao nhỏ hơn độ cao của mực nước triều kiệt và phải đo được tại lúc triều cường. Căn cứ độ dốc của địa hình đáy biển tại nơi xây dựng trạm nghiệm triều, xây dựng một, hai hoặc nhiều thước đo nước.

- Độ cao của mốc "0" thước đo mực nước phải đo nối với điểm độ cao nhà nước.

- Mực nước thủy triều quan trắc trong suốt thời gian đo thực địa. Khi quan trắc mực nước thủy triều, ngoài mục đích cải chính độ sâu khi đo sâu bằng máy đo sâu hồi âm, còn sử dụng để xác định độ cao của mức nước thủy triều thấp nhất (triều kiệt) phải quan trắc 24/24 giờ trong ít nhất một tháng.

- Số liệu quan trắc mực nước biển nhập vào máy tính tạo thành file số liệu quan trắc thủy triều dùng để cải chính, quy đổi các giá trị đo sâu trên biển về mặt chuẩn "0" lục địa (mặt nước biển trung bình).

e. Trạm GPS tĩnh

Trạm GPS tĩnh trên bờ có nhiệm vụ để tính số cải chính phân sai cho các máy đo GPS động. Phát đi tín hiệu cải chính trong trường hợp sử dụng phương pháp xử lý số cải chính thời gian thực, hoặc tạo file số liệu đo để xử lý với số liệu đo của máy động trong trường hợp sử dụng phương pháp xử lý sau:

- Thời gian hoạt động của trạm tĩnh trên bờ phải trùng với thời gian đo đạc trên tàu đo.

- Góc ngưỡng cài đặt trong máy thu GPS tại trạm tĩnh phải đặt nhỏ hơn góc ngưỡng cài đặt trên máy GPS động 5°.

- Tọa độ nhập vào máy đo GPS (tọa độ điểm mốc trạm tĩnh) là tọa độ trên hệ WGS-84.

f. Định vị, đo sâu theo tuyến thiết kế và các tuyến đo kiểm tra

- Sử dụng các chức năng dẫn đường của phần mềm đo biển để điều khiển tàu đi đúng theo các tuyến đã được thiết kế.

- Tọa độ, độ sâu các điểm đo trên tuyến được đặt ghi tự động với khoảng ghi nhỏ nhất là một giây một điểm đo. Tọa độ điểm đo là tọa độ tại vị trí cản phát biển của máy đo sâu hồi âm.

- Người vận hành phải thường xuyên theo dõi các thông báo trên màn hình dẫn đường: Tốc độ tàu, phương vị đang đi của tàu, phương vị cần đi, độ lệch của vị trí tàu so với tuyến thiết kế, các tín hiệu thu được từ máy đo sâu, máy GPS phải đảm bảo liên tục.

- Ghi nhật ký hành trình: ghi đầy đủ các thông tin như thời gian vào tuyến và thời gian kết thúc tuyến; tọa độ điểm đầu và cuối tuyến; các vấn đề phát sinh trong quá trình đo đạc (tránh tàu, tránh lưới đánh cá, tránh bãi ngầm, bãi cạn...).

g. Lấy mẫu chất đáy bề mặt đáy biển

- Thiết bị lấy mẫu chất đáy bề mặt đáy biển gồm gầu lấy chất đáy, thiết bị lấy chất đáy bằng các ống phóng lấy chất đáy và máy phân tích chất đáy nối với máy đo sâu hồi âm.

- Khi lấy chất đáy bằng các phương pháp trực tiếp phải xác định toạ độ tại điểm lấy chất đáy. Mẫu chất đáy phân tích ngay tại thực địa, đánh số thứ tự và ghi chép vào sổ lấy chất đáy.

- Phải sử dụng các thiết bị đo sâu, định vị (cả phần cứng và phần mềm) dẫn đường và định vị cho công tác lấy mẫu chất đáy bảo đảm vị trí lấy chất đáy đúng thiết kế.

h. Đo chi tiết phần trên bờ, phần nước nông tàu không vào được

- Lập lưới khống chế toạ độ và độ cao.
- Đo chi tiết phần trên bờ bằng máy toàn đạc điện tử.
- Đo độ sâu vùng nước nông bằng sào hoặc quả dọi, toạ độ bằng máy DGPS.
- Đo đường bờ bằng máy DGPS.

i. Xử lý tính toán các số liệu đo sâu, kiểm tra chất lượng thành quả đo ngoại nghiệp

- Tính số cải chính cho số liệu toạ độ trong trường hợp sử dụng phương pháp xử lý sau (sử dụng các phần mềm xử lý đi kèm theo thiết bị như Pathfinder office, GPSurvey 2.35a...)
- Loại bỏ các trị đo bất thường lẫn trong file đo.
- Xử lý các ảnh hưởng của sóng biển đến kết quả đo độ sâu.
- Hiệu chỉnh giá trị thủy triều để quy đổi các giá trị đo sâu về mặt chuẩn "0" lục địa.
- Kiểm tra độ sâu điểm giao cắt giữa tuyến đo kiểm tra và tuyến đo cơ bản để đánh giá kết quả đo (kiểm tra bằng phần mềm tự động). Từ đó xác định các khu vực, các tuyến cần đo bù hoặc đo lại...

k. Đo bù, đo lại và đo rà soát hải văn

- Quá trình đo bù, đo lại và tính toán xử lý số liệu đo bù, đo lại giống như quá trình đo sâu chi tiết.
- Đo rà soát hải văn tiến hành theo thiết kế ngoài thực địa. Thiết kế ngoài thực địa dựa vào đặc điểm, tính chất của các địa vật nhân tạo hoặc tự nhiên cần rà soát dưới đáy biển.

l. Công tác nội nghiệp gồm

- Kiểm tra các dữ liệu đo đạc bao gồm file toạ độ, độ sâu của điểm đo sâu theo tuyến; file lấy mẫu chất đáy bao gồm chất đáy, toạ độ sâu của điểm lấy mẫu chất đáy.

- Nội suy, xây dựng không gian 3 chiều cho bề mặt địa hình đáy biển bằng các phần mềm nội suy tự động như Nova, Surfer, ArcGis...

- Loại bỏ các điểm sai đột biến hoặc các điểm không đặc trưng cho địa hình.

- Vẽ và làm trơn đường đẳng sâu.

- Lọc các điểm đo sâu lấy ra các điểm đặc trưng để làm điểm ghi chú độ sâu.

- Biên tập bản đồ địa hình đáy biển bằng phần mềm Microstation (hoặc các phần mềm có tính năng tương tự)

- Nội dung của bản đồ địa hình đáy biển bao gồm nội dung phần đất liền (nếu có) và phần biển.

- In bản đồ.

3. Thiết bị công nghệ phần mềm đo đạc địa hình đáy biển

Các phương pháp đo GPS áp dụng trong quy trình đo đạc trên biển.

- Đo GPS tuyệt đối: Là kỹ thuật xác định toạ độ của điểm đặt máy thu tín hiệu vệ tinh trong hệ toạ độ toàn cầu WGS-84 sử dụng nguyên lý định vị tuyệt đối, phương pháp này chỉ sử dụng 1 máy thu. Do nhiều nguồn sai số nên độ chính xác vị trí điểm thấp (cỡ 10 m), chủ yếu cho việc dẫn đường, và các mục đích đặc có yêu cầu độ chính xác không cao.

- Đo GPS động thời gian thực (GPS RTK - Real Time Kinematic GPS): Phương pháp dựa trên nguyên lý định vị tương đối, được tiến hành với 1 máy đặt cố định (base) phát đi tín hiệu cải chính phân sai và một hoặc nhiều các máy khác (rover) di động. Phương pháp cho phép thu được toạ độ chính xác ngay tại thực địa cỡ < 1 m.

- Đo GPS động xử lý sau (Post Procesed Kinematic GPS): Giống như phương pháp đo GPS động thời gian thực, nhưng toạ độ chính xác của các điểm đo chỉ có được sau khi xử lý số liệu trong văn phòng (xử lý vi phân giữa file số liệu đo của trạm tĩnh với các file đo của máy GPS động).

- Đo cải chính phân sai DGPS (Code-based Differential GPS): Là phương pháp đo GPS sử dụng nguyên

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

lý định vị tuyệt đối sử dụng trị đo code và cả trị đo pha có độ chính xác đo tọa độ 1 - 2 m, sử dụng 2 máy thu tín hiệu vệ tinh trong đó 1 trạm tĩnh (Base) có tọa độ biết trước và các máy GPS động (Rover). Trên cơ sở độ lệch về tọa độ đo so với tọa độ thực của trạm tĩnh để hiệu chỉnh vào kết quả đo tại các trạm động theo nguyên tắc đồng ảnh hưởng.

Trạm Đồ Sơn: Đặt tại thị xã Đồ Sơn, trạm này có tầm phủ sóng 500 km, trạm được đưa vào hoạt động từ năm 2000.

Trạm Vũng Tàu: Đặt tại thành phố Vũng Tàu, trạm có tầm hoạt động 700 km, được đưa vào sử dụng từ năm 2003.

03 trạm đặt tại Điện Biên, Hà Giang, Cao Bằng có tầm phủ sóng từ 200 đến 250 km, đưa vào hoạt động từ năm 2003.

Các trạm GPS cố định được hoạt động liên tục 24/24h trong ngày, phát đi tín hiệu cải chính phân sai thời gian thực. Các máy thu GPS động có tích hợp bộ thu tín hiệu cải chính và bộ giải mã RTCM SC-104 đều bắt được số cải chính phân sai này, kết quả tọa độ thu được đạt độ chính xác từ 1 đến 2 m.

a. Các loại máy thu DGPS được sử dụng chủ yếu

- Hệ thống máy định vị GPS Pathfinder, GPS Geo-Explorer3: Là thế hệ máy định vị GPS tính cải chính phân sai theo phương pháp xử lý sau (postprocessing), cho độ chính xác định vị từ 2 đến 5 m.

- Hệ thống máy thu DGPS động Trimble DSM132 và Trimble DSM232: là máy thu tín hiệu hiệu chỉnh DGPS MSK beacon và vệ tinh OmniStar signal (L-band) cho độ chính xác định vị < 1m.

- Máy thu Trimble 5800: Máy thu vệ tinh 2 tần số, đo DGPS thông qua bộ phát tín hiệu radio link

- Máy thu OmniStar 3000RL12: Đo DGPS dựa vào hệ thống định vị OmniStar

b. Máy đo sâu hồi âm

Máy đo sâu hồi âm là thiết bị có nhiệm vụ phát và thu tín hiệu để tính ra khoảng cách từ bộ phát biển đến đáy biển dựa vào sóng âm.

Một số máy đo sâu hồi âm thông dụng hiện nay như:

- Máy đo sâu F840, F2000 của hãng FRUNO (Nhật), máy có thể đo đến độ sâu 240 m với độ chính xác đạt

$\pm 0,5\%Z$ (Z là độ sâu).

- Máy đo sâu ODOM HYDROTRAC loại một và hai tần số do hãng ODOM (Mỹ) sản xuất, máy có kích thước nhỏ, gọn, không thấm nước, có thể lắp đặt trên các tàu có kích thước nhỏ. Độ chính xác cao đạt $1\text{cm} \pm 0,1\%z$ (z là độ sâu).

Địa bàn Digital:

Được sử dụng trong trường hợp antena máy GPS lắp không trùng với cần phát biển của máy đo sâu hồi âm

Thiết bị lấy chất đáy.

Hệ thống máy vi tính, máy in.

Phần mềm đo đạc biển:

Các thông tin thu nhận được từ kĩ thuật định vị GPS và đo sâu hồi âm là những thông tin riêng lẻ, độc lập. Để thành lập bản đồ địa hình đáy biển các thông tin này phải được đồng bộ với nhau về tọa độ và thời gian. Phần mềm đo biển giữ vai trò điều khiển, đồng bộ các số liệu đo đạc có liên quan thành một file số liệu thống nhất. Phần mềm đo biển có các chức năng chính như:

- Thiết kế các tuyến đo, lập kế hoạch đo biển.

- Kết nối và thu thập số liệu đồng bộ giữa các thiết bị đo đạc như máy GPS, máy đo sâu hồi âm...

- Điều khiển tàu.

- Xử lý, biên tập các số liệu đo đạc.

Các phần mềm đang được ứng dụng chủ yếu tại Việt Nam như: HYPACK, HYDROpro...

Giới thiệu phần mềm HYDROpro ver 2.3

Phần mềm HYDROpro là phần mềm ứng dụng trong đo biển, được thiết kế chạy trên môi trường Window với giao diện gần gũi và dễ sử dụng nhằm xử lý các số liệu tọa độ và độ sâu một cách tự động.

Các chức năng chính của phần mềm:

- Thiết lập các tham số tính chuyển từ hệ tọa độ WGS-84 sang hệ tọa độ địa phương (chuyển sang hệ VN-2000 theo phương pháp 7 tham số)

- Thiết kế các tuyến khảo sát, đo đạc trên biển, đưa bản đồ nền vùng khảo sát lên màn hình dẫn đường thông qua các file ảnh hoặc file đồ họa *.dxf; lập hành trình đo.

- Kết nối phần mềm HYDROpro với các thiết bị đo đạc (máy đo sâu, máy GPS...) với chức năng cho phép cài đặt các thông số chuyển dữ liệu qua cổng RS-232.

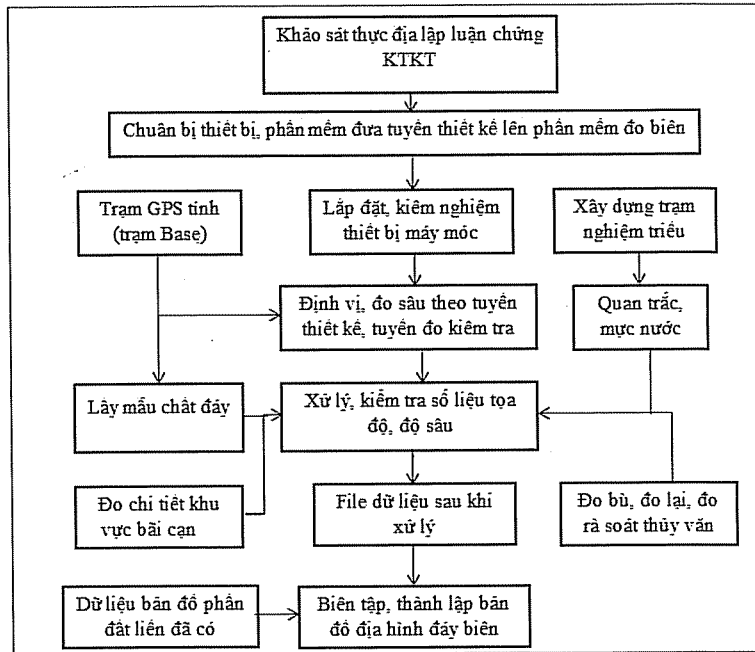
- Hiển thị màn hình dẫn đường, điều khiển tàu.
- Hiển thị màn hình thể hiện tuyến mặt cắt địa hình đáy biển (màn hình đo độ sâu).
- Thu thập các số liệu đo đạc ngoài thực địa và cho phép định nghĩa dạng số liệu ghi.

Phần mềm xử lý và biên tập bản đồ: Bộ phần mềm của hãng Intergraph (MGE, Microstation SE, IRAC B, IRAC B, GEOVEC...), Nova, Surfer, ArcGis, AutoCAD,

Pathfinder office và GPSurvey 2.35a.

4. Xây dựng quy trình đo đạc bản đồ địa hình đáy biển

Quá trình nghiên cứu, hoạt động đo đạc xây dựng bản đồ địa hình đáy biển và nghiên cứu một số tính năng của các trang thiết bị phục vụ cho quá trình đo đạc xây dựng bản đồ địa hình đáy biển, quy trình đo đạc bản đồ địa hình đáy biển được thực hiện theo quy trình hình 1.



Hình 1. Quy trình thành lập bản đồ địa hình đáy biển

5. Kết luận

Quy trình đo đạc bản đồ địa hình đáy biển được xây dựng làm cơ sở phục vụ cho đào tạo chuyên ngành kỹ thuật trắc địa bản đồ, dựa trên quy trình đo đạc đã được xây dựng là công cụ tốt, là cơ sở để giảng viên biên soạn bài giảng trắc địa biển phục vụ cho

giảng dạy.

Thông qua kết quả nghiên cứu, giảng viên có thể lựa chọn và giới thiệu các trang thiết bị đồng bộ đưa vào giảng dạy trong bài giảng đo đạc bản đồ địa hình đáy biển.

Tài liệu tham khảo

1. Hội Khoa học Công nghệ mở Việt Nam (2006) Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học kỹ thuật mở toàn quốc lần thứ XVII, Đà Nẵng.
2. Bộ Giáo dục và Đào tạo, Bộ tài nguyên và Môi trường, Dự án Tài nguyên – Môi trường biển. Hà Nội (2008) Tuyển tập báo cáo Hội thảo “Đào tạo nguồn nhân lực tài nguyên môi trường biển – Khí tượng thủy văn biển”.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010). “Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc về đào tạo nhân lực theo nhu cầu ngành tài nguyên và môi trường”.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2006) Báo cáo tổng kết Đề án: “Điều tra khảo sát địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và tai biến địa chất vùng biển Nam Trung Bộ ở tỷ lệ 1:100.000 và một số vùng trọng điểm ở tỷ lệ 1:50.000”