

THÀNH LẬP CÁC BẢN ĐỒ VỀ CÁC THÀNH PHẦN CỦA TRƯỜNG ĐỊA TỪ BÌNH THƯỜNG TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM VÀ BIỂN ĐÔNG

TÔN TÍCH ÁI

Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt: Các phương pháp cơ bản để nghiên cứu trường từ của Trái đất là các quan sát trực tiếp về sự phân bố không gian của trường từ cũng như các biến thiên của nó trên mặt đất, mặt biển và trong không gian quanh đó.

Chính vì vậy mà các nhà địa từ trên thế giới đã tiến hành lập các công thức tính trường địa từ dựa trên các công thức khai triển Gauss.

Trong công trình này tác giả đã sử dụng công thức tính của IGRF11, các số liệu tính toán được phục vụ cho việc lập bản đồ các thành phần của trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam, Biển Đông, và một số vùng lân cận. Các tính toán dựa trên Website www.noaa.gov/geomag-web/#grfwmm, và các số liệu đã được tính toán này được sử dụng để thành lập các bản đồ trường địa từ vùng cần nghiên cứu.

Các kết quả thu được là các số liệu định hướng cho việc nghiên cứu hàng hải cũng như phục vụ cho việc tính toán các dị thường từ cũng như nghiên cứu các biến thiên thế kỷ.

I. MỞ ĐẦU

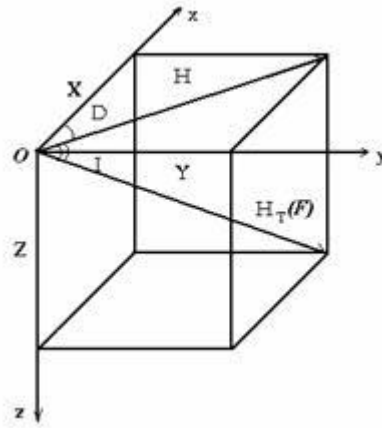
Hiện nay hầu như trong tất cả các nước, trường địa từ được các cơ quan nghiên cứu chuyên trách quan tâm và đảm nhiệm. Các nghiên cứu này liên kết các nhà khoa học không những trong một nước mà còn liên kết các nhà nghiên cứu trên nhiều nước có cùng một quan tâm [1].

Ngoài phần nghiên cứu trường địa từ nói chung, trong khoảng từ nửa cuối thế kỷ XX lại đây người ta đã quan tâm đến lĩnh vực ứng dụng của môn Địa từ là sử dụng các số liệu địa từ cho việc tìm kiếm và thăm dò các mỏ khoáng sản có ích cũng như nghiên cứu môi trường. Từ đó đã hình thành một môn khoa học mới: Thăm dò từ [2].

Các phương pháp cơ bản để nghiên cứu trường từ của Trái Đất dựa trên các quan sát trực tiếp về sự phân bố không gian của trường từ cũng như các biến thiên của nó trên mặt đất, mặt biển và trong không gian quanh đó kết hợp với các ý tưởng lý thuyết để thiết lập các biểu thức liên hệ giữa các thành phần của trường địa từ với tọa độ của điểm quan sát [7].

Đại lượng đặc trưng cho trường từ của Trái Đất cũng như tất cả các trường từ khác là cường độ trường $\vec{H}_T(\vec{r})$ và các thành phần của nó. Để khai triển vector \vec{H}_T ra các thành phần, thông thường người ta sử dụng hệ thống tọa độ vuông góc. Trong hệ tọa độ này, trục x hướng theo kinh tuyến địa lý, trục y hướng theo vĩ tuyến. Người ta xem hướng dương là hướng lên phía bắc theo trục x , và hướng sang đông theo trục y . Trục thứ ba (trục z) hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới [2].

Đặt gốc tọa độ tại điểm tiến hành quan sát vector cường độ trường từ của Trái Đất. Tại đây vector \vec{H}_T trong hệ thống tọa độ chiếm một vị trí xác định. Hình chiếu của vector này trên trục x được gọi là thành phần bắc (X), hình chiếu trên trục y được gọi là thành phần đông (Y) còn hình chiếu trên trục z được gọi là thành phần thẳng đứng (Z), hình chiếu của \vec{H}_T trên mặt phẳng nằm ngang được gọi là thành phần nằm ngang và được ký hiệu bằng chữ H (Hình 1).



Hình 1. Các thành phần của trường địa từ.

Mặt phẳng thẳng đứng ZOH mà \vec{H}_T nằm trong đó, được gọi là mặt phẳng kinh tuyến từ (local magnetic meridian) còn góc D - góc giữa mặt phẳng kinh tuyến từ và mặt phẳng XOZ được gọi là độ từ thiên hay độ lệch từ (magnetic declination).

Góc I giữa mặt phẳng nằm ngang và vectơ \vec{H}_T được gọi là độ từ khuynh hay độ nghiêng từ (magnetic dip or magnetic inclination). Từ Hình 1 ta thấy rằng D dương nếu \vec{H} hướng về phía đông, âm nếu \vec{H} hướng về phía tây. I dương nếu \vec{H}_T hướng xuống dưới (điều này xảy ra ở bán cầu bắc), âm khi \vec{H}_T hướng lên trên (bán cầu nam)[2].

Các yếu tố từ kể trên có thể được xem như là tọa độ điểm đầu của H_T trong hệ tọa độ khác nhau. Ví dụ X, Y, Z là tọa độ điểm đầu của \vec{H}_T trong hệ thống tọa độ vuông góc. Z, H, D là tọa độ trong hệ thống tọa độ trụ H_T, D, I trong hệ thống tọa độ cầu. Trong mỗi một hệ thống tọa độ các thành phần đã được kể đến là các thành phần độc lập. Để chuyển từ hệ thống tọa độ này sang hệ thống tọa độ khác, người ta dùng các công thức sau:

$$\begin{aligned} X &= H \cos D; & Y &= H \sin D; & Z &= H \operatorname{tg} I; \\ H^2 &= X^2 + Y^2; & H_T^2 &= H^2 + Z^2; \\ H_T &= H \sec I = Z \operatorname{cosec} I; \\ \operatorname{tg} D &= \frac{Y}{X}. \end{aligned} \quad (1)$$

II. NGHIÊN CỨU TRƯỜNG ĐỊA TỪ CỦA TRÁI ĐẤT. LÝ THUYẾT GAUSS

Do các lý do về kỹ thuật cũng như hiệu quả kinh tế người ta không thể tiến hành đo đạc trực tiếp được các thành phần của trường địa từ tại tất cả các điểm trên mặt Trái đất, vì vậy trong thực tế người ta đã kết hợp các kết quả đo đạc với các công thức lý thuyết về mối liên hệ giữa các thành phần của trường từ với tọa độ của các điểm. Đó là lý thuyết Gauss [2, 7].

Lý thuyết có mục đích biểu diễn trường từ của Trái đất dưới dạng hàm tọa độ của điểm quan sát mà không cần chú ý đến nguyên nhân vật lý của việc xuất hiện trường đó. Mặc dù mang tính hình thức và không giải thích về nguồn gốc của trường từ của Trái đất, lý thuyết Gauss có giá trị rất lớn và cho đến nay vẫn được sử dụng để tìm hiểu các hiện tượng địa từ.

Qua lý thuyết của mình, Gauss đã đưa ra công thức thế từ của Trái đất trong hệ SI dưới dạng [2, 7]:

$$U(r, \lambda, \theta) = \frac{\mu_0 R}{4\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^{n+1} \sum_{m=0}^n [g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda] P_n^m(\cos \theta) \quad (2)$$

Trong đó: R : bán kính Trái đất; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ (Hằng số từ trong hệ SI); r, λ, θ là tọa độ của điểm quan sát, tại đó tính giá trị của U ($\theta = 90^\circ - \varphi$); g_n^m, h_n^m là các hằng số; φ : vĩ độ của điểm khảo sát.

Về lý thuyết $n = \infty$, nhưng trong thực tế tùy thuộc vào mức độ chính xác người ta chỉ giới hạn một số hạng giới nội n mà thôi.

Nếu giới hạn khai triển đến các số hạng hạng n thì số các số hạng g và h sẽ là:

$$N = n(n+2)$$

Người ta tính các thành phần của trường X, Y và Z bằng cách lấy vi phân biểu thức (2) theo các tọa độ tương ứng, và sau đó cho $r=R$, tức là:

$$Z = -\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{\partial U}{\partial r} = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left[(n+1) g_n^m \cos m\lambda + (n+1) h_n^m \sin m\lambda \right] P_n^m(\cos \theta) \quad (3)$$

$$X = -\frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \varphi} = \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \theta} = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left[(g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) \right] \frac{dP_n^m(\cos \theta)}{d\theta} \quad (4)$$

$$Y = -\frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial U}{\partial \lambda} = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left[m g_n^m \sin m\lambda - m h_n^m \cos m\lambda \right] \frac{P_n^m(\cos \theta)}{\sin \theta} \quad (5)$$

III. TÍNH CÁC THÀNH PHẦN KHÁC NHAU CỦA TRƯỜNG ĐỊA TỪ BÌNH THƯỜNG

Sau Gauss nhiều nhà bác học đã tiến hành giải hệ thống các phương trình này để tìm các hệ số bằng số theo số lượng các số hạng khai triển khác nhau.

Các nhà địa từ trên thế giới đã tiến hành lập các công thức tính trường địa từ dựa trên các công thức của khai triển Gauss.

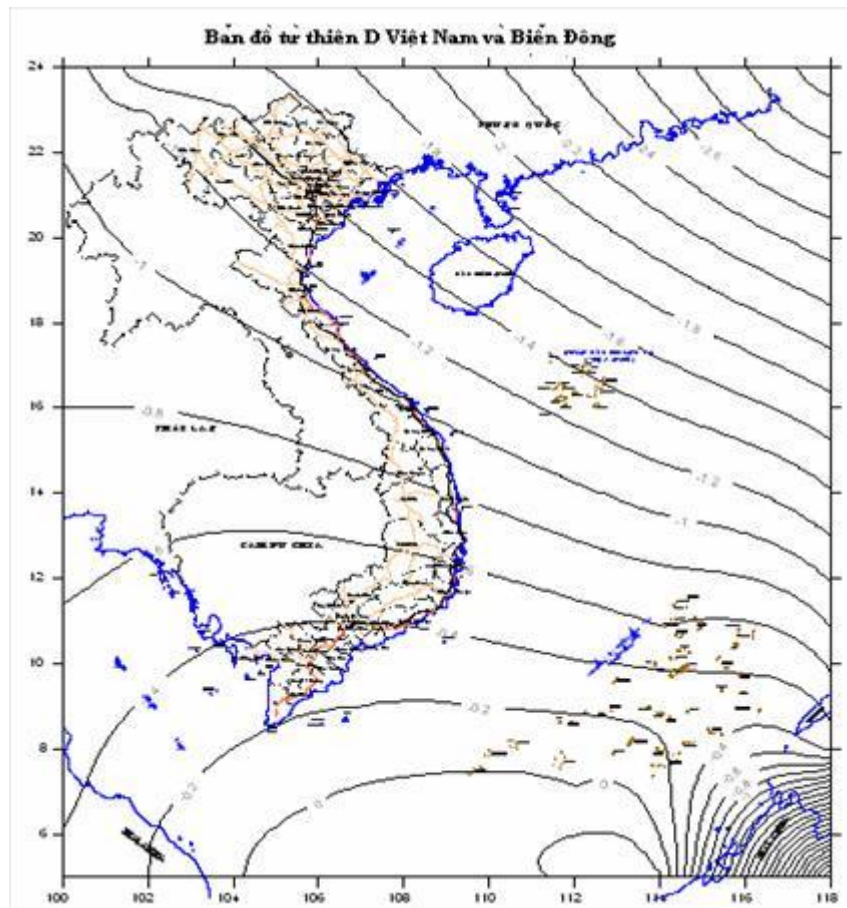
Trong công trình này tác giả đã sử dụng công thức tính của *IGRF11*, các số liệu tính toán nhằm phục vụ cho việc lập bản đồ các thành phần của trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam, Biển Đông và một số vùng lân cận theo niên đại 2011,5. Các tính toán dựa trên Website www.noaa.gov/geomag-web/#grfwmm.

Bảng1. Các số liệu về các thành phần trường địa từ do Tôn Tích Ái tính toán dựa trên công thức IGRF11

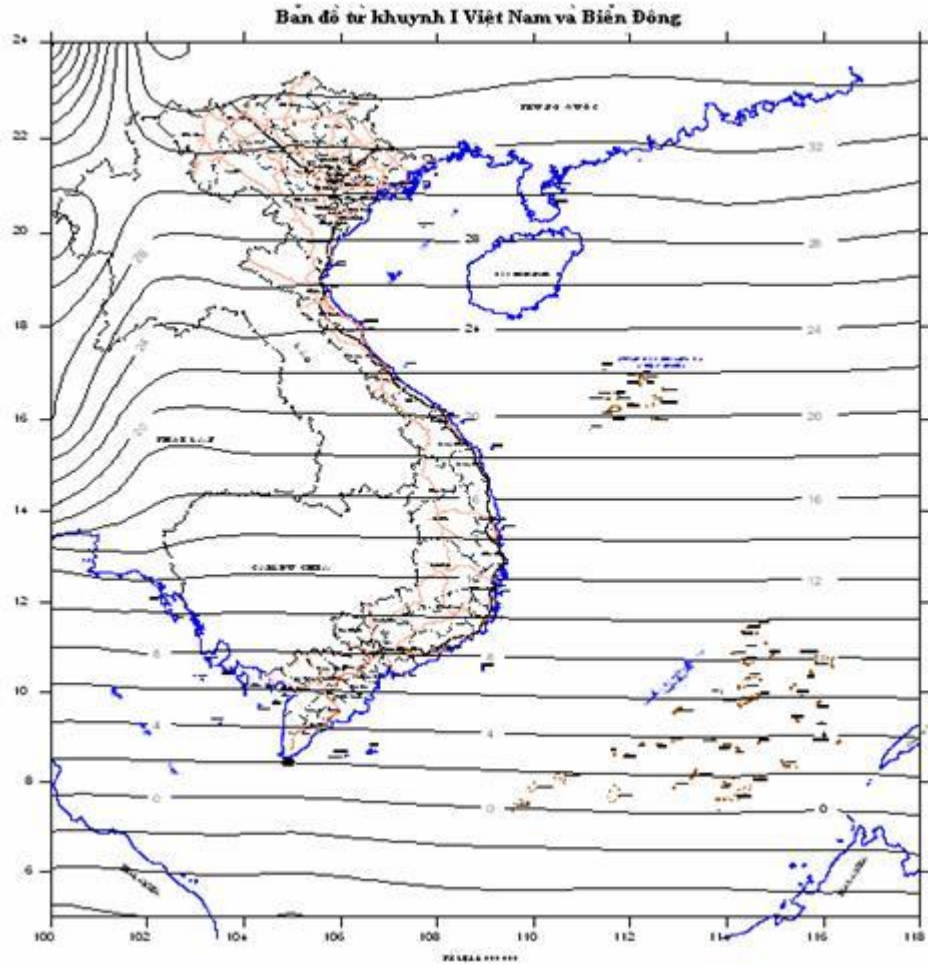
λ	φ	T(nT)	D(độ)	I(độ)	H(nT)	Z(nT)	X(nT)	Y(nT)
102	24	46634	-1.58	36.08	37690	27463	37676	-1037
102	21	45193	-1.09	30.29	39015	22971	39015	-744
102	19	44264	-0.98	26.17	39725	19523	39719	-679
102	16	43073	-0.8	19.65	40565	14482	40561	-567
102	13	42180	-0.62	13.77	41136	9325	41134	-443
102	11	41776	-0.5	8.4	41365	5846	41364	-358
102	8	41482	-0.32	0.83	41478	597	41477	-232
102	6	41419	-0.21	-4.01	41398	-2902	41398	-154
104	23	46144	-1.39	34.21	38160	25944	38149	-924
104	20	44648	-1.15	28.27	39323	21147	39315	-792
104	18	43766	-0.99	24.7	39959	17852	39953	-694
104	15	42663	-0.75	17.46	40698	12799	40694	-535
104	13	42100	-0.59	12.87	41043	9375	41041	-423
104	11	41692	-0.43	8.17	41269	5921	41268	-310
104	9	41449	-0.28	3.39	41376	2453	41375	-199

104	6	41404	-0.06	-3.81	41312	-2754	41312	-42
105	22	45581	-1.4	32.28	38539	24340	38527	-942
105	19	44148	-1.13	26.21	39610	19495	39603	-783
105	17	43319	-0.95	21.93	40185	16179	40179	-668
105	14	42314	-0.68	15.22	40830	11108	40827	-485
105	11	41640	-0.41	8.23	41211	5940	41210	-297
105	9	41395	-0.24	3.47	41319	2507	41319	-172
105	7	41320	-0.07	-1.72	41309	-950	41309	-54
105	5	41417	0.08	-6.1	41182	-4400	41182	57
107	24	46521	-1.82	36.04	37615	27374	37596	-1196
107	21	44968	-1.49	30.29	38828	22682	38815	-1010
107	19	44033	-1.27	26.22	39503	19454	39493	-876
107	16	42834	-0.94	19.78	40306	14497	40301	-662
107	13	41931	-0.62	13.01	40854	9439	40852	-439
107	11	41518	-0.4	8.36	41077	6034	41076	-292
107	9	41270	-0.2	3.63	41187	2614	41187	-142
107	6	41216	0.09	-3.5	41139	-2591	41139	67
110	22	45233	-1.94	32.2	38278	24101	38256	-1297
110	19	43803	-1.52	26.21	39301	19345	39287	-1045
110	17	42977	-1.25	22	39848	16097	39893	-869
110	14	41970	-0.85	15.39	40465	11140	40461	-598
110	11	41292	-0.46	8.52	40837	6119	40835	-326
110	9	41042	-0.21	3.85	40949	2753	40949	-148
110	6	40983	0.14	-3.21	40919	-2297	40919	103
112	22	45034	-2.19	32.12	38141	23945	38113	-1457
112	19	43612	-1.72	26.17	39142	19233	39124	-1173
112	17	42789	-1.41	21.98	39678	16017	39666	-976
112	15	42089	-1.11	17.64	41109	12756	40101	-775
112	12	41301	-0.67	10.9	40566	7807	40553	-474
112	10	40970	-0.39	6.28	40724	4485	40723	-277
112	7	40785	0.01	-0.72	40782	-510	40782	5
112	5	40874	0.25	-5.38	40694	-3835	40694	181
114	21	44308	-2.27	30.9	38337	22212	38308	-1515
114	19	43389	-1.92	26.1	38966	19086	38944	-1305
114	16	42210	-1.41	19.8	39716	14249	39704	-980
114	14	41584	-1.09	15.42	40087	11055	40080	-761
114	11	40918	-0.62	8.64	40454	6147	40451	-438
114	8	40614	-0.18	1.71	40596	1213	40595	-127
114	5	40688	0.23	-5.25	40517	-3720	40517	161
118	24	45250	-3.35	35.38	36895	26196	36832	-2156
118	20	43289	-2.51	27.83	38281	20212	38244	-1670
118	16	41708	-1.73	19.61	39289	14000	39271	-1183
118	10	40336	-0.64	6.32	40090	4443	40088	-450
118	8	40191	-0.31	1.75	40172	1230	40172	-219
118	5	40287	-5.11	-5.11	40127	-3589	40127	104
102	23	46208	-1.2	34.22	38209	25987	38200	-802
102	20	44717	-1.04	28.26	39388	21171	39382	-723
102	18	43838	-0.92	24.04	40035	17859	40030	-643
102	15	42740	-0.74	17.39	40786	12774	40783	-527
102	12	41959	-0.56	10.42	41267	7590	41265	-401

102	9	41538	-0.38	3.24	41472	2349	41471	-273
102	6	41500	-0.21	-4.01	41398	-2902	41398	-155
100	24	46772	-1.07	15.03	41040	27572	37775	-708
100	20	44756	-0.95	36.12	37781	21181	39421	-651
100	16	43121	-0.8	28.25	39427	14466	40618	-566
100	14	42494	-.72	19.6	40622	11021	41037	-514
100	13	42235	-0.68	12.7	41203	9282	41200	-486
100	10	41697	-0.55	5.53	41503	4021	41501	-402
100	7	41536	-0.44	-1.75	41517	-1270	41516	-322
100	5	41642	-.38	-6.61	41366	-4791	41365	-277



Hình 2. Bản đồ từ thiên thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].

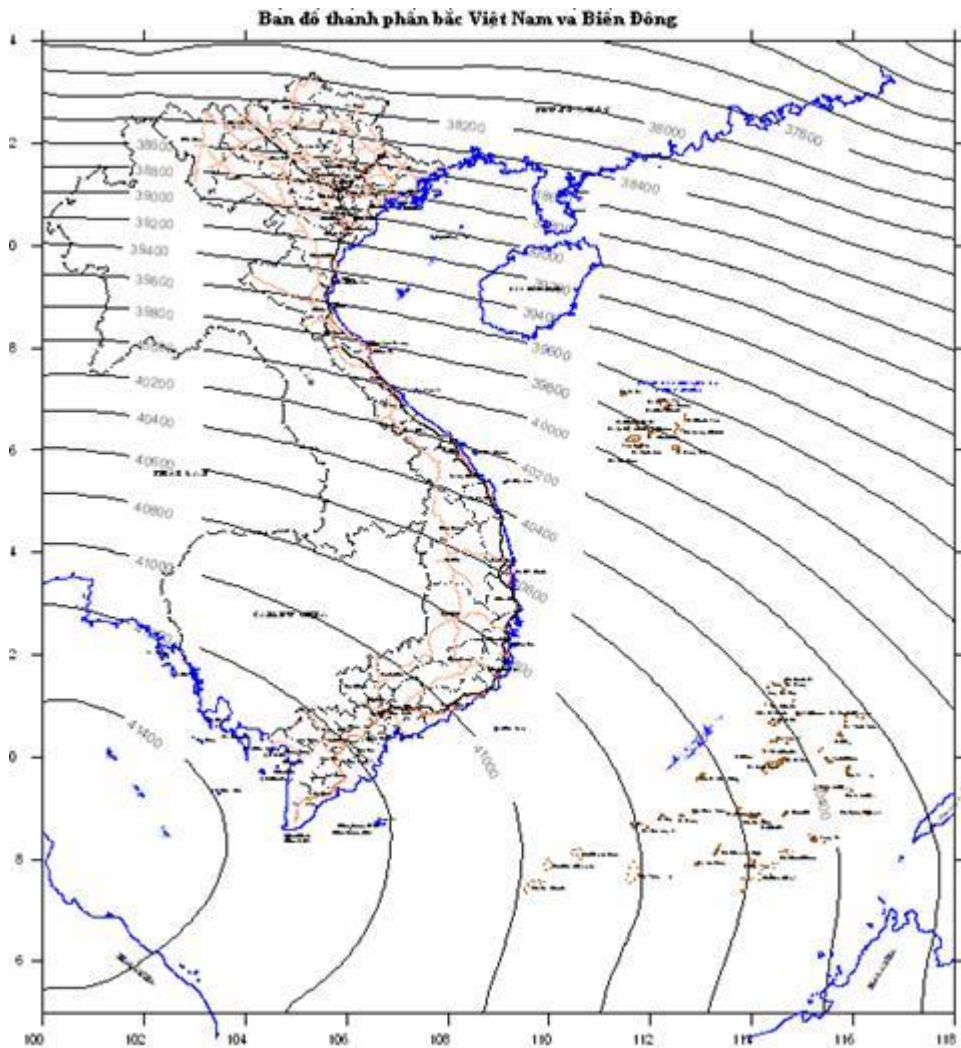


Hình 3. Bản đồ từ khuynh thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].

IV. BẢN ĐỒ ĐỊA TỪ VIỆT NAM, BIỂN ĐÔNG

Việc đo đạc các thành phần của trường từ tại các điểm khác nhau được gọi là đo vẽ từ. Phụ thuộc vào không gian đo vẽ mà các đo vẽ từ được phân thành: đo vẽ trên mặt đất, trên mặt biển, đo vẽ hàng không và vệ tinh. Cũng phụ thuộc vào nhiệm vụ đề ra mà các đo vẽ có thể được phân thành: đo vẽ toàn cầu, đo vẽ khu vực và đo vẽ địa phương. Theo các yếu tố đo được, các đo vẽ có thể là các đo vẽ môđun (đo vẽ T hay F), đo vẽ thành phần (đo một hoặc vài thành phần) và đo vẽ số gia ΔT hoặc ΔZ [4, 5].

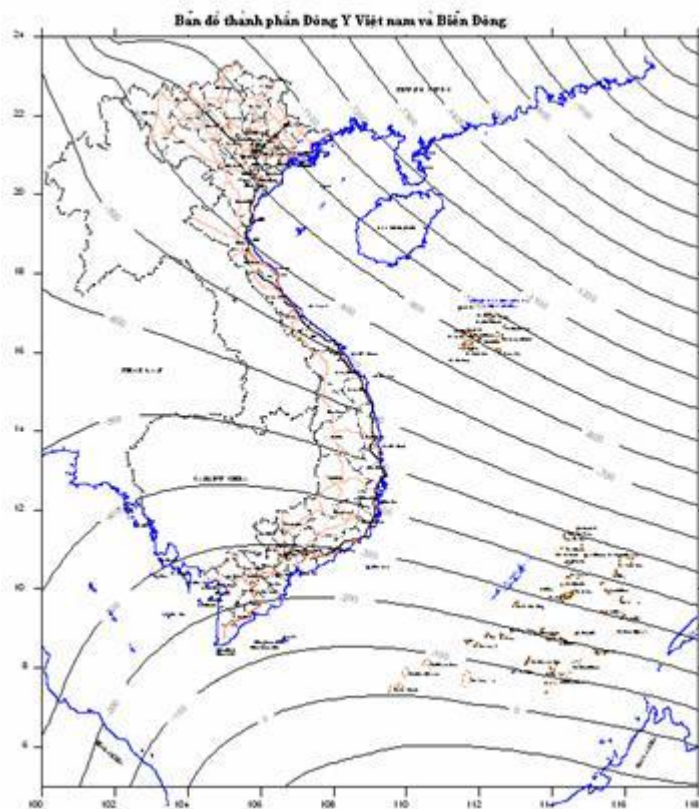
Hiện nay việc đo vẽ từ được thực hiện tại từng nước, do các cơ quan chuyên môn đảm nhiệm; trong đại đa số các trường hợp, các đo vẽ chỉ được tiến hành trên lãnh thổ của nước đó mà thôi. Tuy nhiên để tìm các quy luật về sự phân bố của trường từ trên mặt Trái Đất và để xây dựng các cơ sở lý thuyết cho trường địa từ, người ta không thể chỉ giới hạn việc quan sát các thành phần của trường từ trên một phần lãnh thổ của Trái Đất mà cần phải tiến hành đo đạc trên toàn mặt đất trong khoảng nhiều thế kỷ [2, 7].



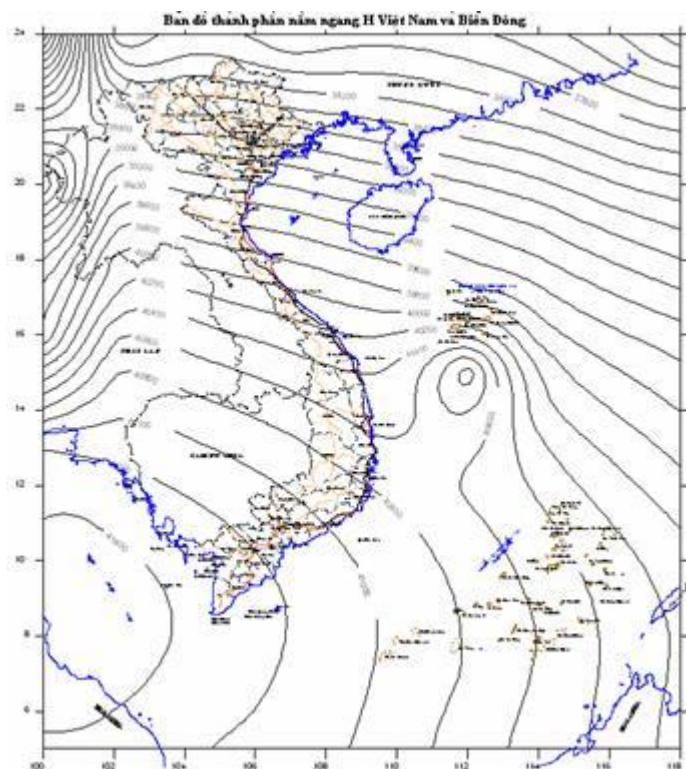
Hình 4. Bản đồ thành phần bắc thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].

Nhằm đáp ứng các nhu cầu nghiên cứu trên lãnh thổ của mình, các nhà địa vật lý Việt Nam cũng đã tiến hành một số đo vẽ các yếu tố trường từ trên lãnh thổ đất liền Việt Nam. Một vài thành phần trường địa từ cũng đã được các nhà địa vật lý Việt Nam tiến hành như các công trình của Nguyễn Xuân Sơn, Nguyễn Thị Kim Thoa tiến hành đo vẽ trên phần đất liền của Việt Nam. Tuy nhiên để thành lập được các bản đồ kể trên trên đất liền và trên Biển Đông đòi hỏi phải có đầy đủ thiết bị và kinh phí mà trong hoàn cảnh kinh tế của nước ta không phải lúc nào cũng đáp ứng được. Để có các số liệu gần đúng định hướng về các thành phần trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam và Biển Đông tác giả mạnh dạn trên cơ sở các số liệu tính toán được của mình thành lập các bản đồ khác nhau về các thành phần của trường địa từ trên vùng lãnh thổ cần nghiên cứu. Bảng 1 là các số liệu tác giả đã tính được trên phần đất liền Việt Nam và trên Biển Đông.

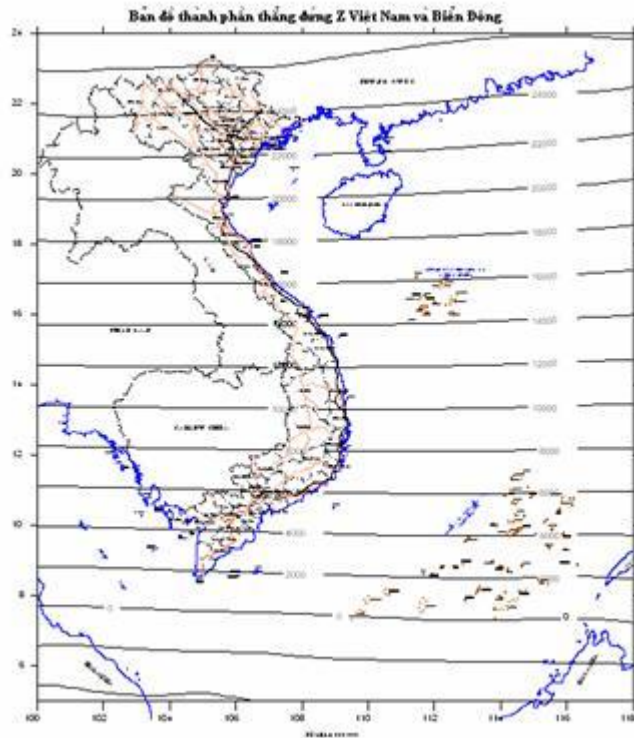
Với các số liệu thu được, sử dụng các phần mềm Surfer và MapInfor, tác giả đã thành lập được các bản đồ về các thành phần trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam, Biển Đông và một số vùng lân cận (Hình 2-8).



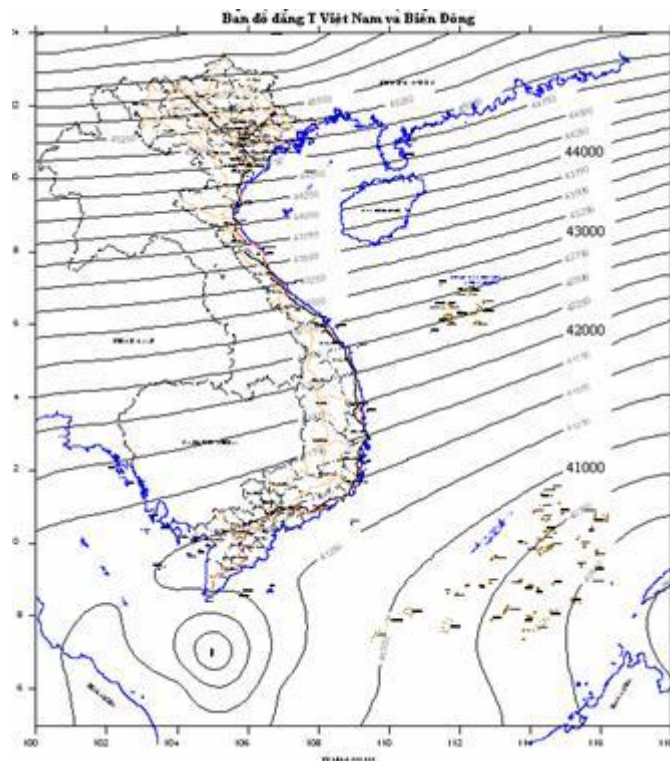
Hình 5. Bản đồ thành phần đông thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].



Hình 6. Bản đồ thành phần năm ngang thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].



Hình 7. Bản đồ thành phần thẳng đứng thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].



Hình 8. Bản đồ trường từ toàn phần thành lập niên đại 2011,5 [Nguồn: Tôn Tích Ái, 2011].

V. KẾT LUẬN

- Dựa vào công thức $IGRF11$ ta có thể thành lập được các bản đồ về các thành phần trường địa từ cho vùng lãnh thổ cần nghiên cứu. Các số liệu này là các số liệu cần thiết để bước đầu nghiên cứu các biến thiên thế kỷ cũng như được sử dụng cho mục đích giao thông hàng hải cũng như tính toán các dị thường từ trong thăm dò từ.

- Trong trường hợp chưa tiến hành đo vẽ được bằng thực nghiệm các thành phần trên, các bản đồ trên có thể là các bản đồ định hướng về các giá trị của trường địa từ tại vùng nghiên cứu cũng như định hướng xác định bằng thực nghiệm giá trị các thành phần của trường địa từ.

- Đây là các bản đồ biểu thị toàn diện hình ảnh của các thành phần của trường địa từ trên lãnh thổ Việt Nam và Biển Đông và chắc chắn còn một thời gian rất dài các nhà địa vật lý Việt Nam mới có khả năng tiến hành đo bằng thực nghiệm các thành phần kể trên trong vùng đã nghiên cứu.

VĂN LIỆU

1. **Tôn Tích Ái, 1980.** Địa Vật lý thăm dò. Tập II. *ĐH & THCN. Hà Nội 1980.*
2. **Tôn Tích Ái, 2005.** Địa từ và thăm dò từ. *ĐHQG Hà Nội 2005.*
3. **Tapheev G.V., Xôcôlov K.L., 1981.** Phân tích địa chất các dị thường từ. Nedra. Leningrad 1981. (Tiếng Nga)
4. **Gladki, 1967.** Thăm dò trọng lực và thăm dò từ. M.1967. (Tiếng Nga).
5. **Lôgachôp, 1973.** Thăm dò từ. Nedra. *Leningrad. 1973.* (Tiếng Nga).
6. **Cagniard, 1960.** Introduction à la physique du globe. *Paris 1960.*
7. **Ianovski, 1970.** Địa từ. *M. 1970 (Tiếng Nga).*
8. **Telford et al., 1982.** Applied geophysics. *Cambridge University Press. 1982.*
9. **Frank D., Stacey, 1992.** Physics of the Earth. *Brisbane Australia. 1992.*
10. **Prem V., Sharma, 1997.** Environmental and engineering geophysics. *Cambridge University Press. 1997.*