

海洋地球物理

(日) 渡部暉彦 伊勢崎修弘 上田誠也
南雲昭三郎 友田好文 著



科学出版社

56.582
628

海洋地球物理

(日) 渡部暉彦 伊勢崎修弘 上田誠也 著
南雲昭三郎 友田好文

陆书玉 译
常子文 校



4011113

内 容 简 介

本书是日本《海洋科学基础讲座》之九，是由五位地球物理学者分别撰写的四部分组成：第一编全面介绍了海底热流量的测定方法、分布及其意义；第二编论述了海洋中地磁的测定以及地磁异常的产生、分布和解析；第三编详细地介绍了海底地震的观测方式和所用仪器以及海底大震时的现象和特征等；第四编着重论述了为实现海上重力测定所要解决的问题以及为求地下构造而对重力异常所做的解释。

本书内容全面而概括，系统性较强，可以作为海洋地球物理方面的基础理论读物，供地球物理、海洋地质、地震和海洋调查等方面的科技人员以及有关高等院校师生参考。

海洋科学基础讲座 9

海 底 物 理

渡部暉彦 伊勢崎修弘 上田誠也 著

南雲昭三郎 友田好文

東海大学出版会，1972

海 洋 地 球 物 理

[日] 渡部暉彦 伊勢崎修弘 上田誠也 著

南雲昭三郎 友田好文

陆书玉 译

常子文 校

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980年12月第一版 开本：787×1092 1/32

1980年12月第一次印刷 印张：15 3/8 插页：3

印数：0001—1,630 字数：348,000

统一书号：13031·1394

本社书号：1927·13—17

定价：2.50元

译 者 的 话

海洋地球物理学是海洋科学中的一门基础学科，它的研究对海洋科学的发展和地球物理学中的许多重大问题的解决十分重要。为了适应我国开发海洋的需要，有助于我国海洋科学的迅速发展，给从事有关方面研究的同志提供一点借鉴，特将本书译出，供有关同志参阅。

本书分编论述了海洋地球物理学中的四个主要问题：

第一编详细地论述了有关海底热流量的问题。作者在介绍了海底热流值的取得和资料的评价，概述了全世界，特别是各大海区热流量的分布情况后，进一步论述了热流量与地下热状态的关系，对热流量的分布及其异常值的原因进行了较详细地探讨，最后作者还用板块构造理论来解释热流量的分布。

第二编介绍了海洋中的地磁的测定，地磁异常的产生、分布以及和海底扩张说的关系。作者认为地磁是由海底下面的构造引起的，因此它被看作是海底扩张的重要证据，反过来，海底扩张说又有力地解释了海底地磁异常的产生，显然作者是赞助海底扩张说的。此外，作者还对地磁异常（包括海山的磁化）也做了详细地解析。

第三编详细地介绍了在海底进行地震观测的方式和所用仪器，在后三章以实例和分地区对海底大震时的现象和特征也做了详尽地描述。作者在总括了包括历史大震在内的资料基础上，对某些大震进行了分析，归纳出许多有关海底大震的重要性质，这对研究地震预报是有参考价值的。

4017113

· i ·

第四编介绍了几种主要重力仪和在海上进行重力测定要解决的一些问题，如消除加速度的影响和保持重力仪的垂直等问题，文章还对主要为求地下构造而对重力异常所做的解释以及为解释重力异常所应具备的基础知识等也作了详细的介绍。

总之，本书的内容可以说是作者们多年来从事实际科研的成果总结。显然本书所述不免带有地区性，即西北太平洋，特别是日本附近海区的资料较全，论述较多，而有些结论也主要由此得出的。另外，书中的某些章节所述尚嫌不足。译者相信随着海洋科学的不断发展，海洋地球物理的研究无论从深度和广度上都将会更快地进展。

本书在翻译过程中得到钱竞阳、沈德富等同志的帮助和指导，译者在此一并向他们致谢。由于译者水平所限，本书翻译中存在的错误和不妥之处望读者予以指正。

1979年6月于北京

序 言

当前开发海洋的呼声响彻国内外。

海洋占据着地球面积的三分之二,蕴藏在海洋中的能源、食物资源、矿产资源的数量大得惊人。因而,为了人类的繁荣,呼吁向海洋进军实为十分正确的主张。尤其以日本来讲,国土狭小,四面环海,海洋的开发利用更是个刻不容缓的问题。

资源开发、改造和利用自然,只有靠摸清大自然的规律,并巧妙地运用这一规律才能实现。开发海洋亦不例外。开发海洋的呼声越迫切,就越需要充实海洋学的基础知识。这便是筹办本讲座的首要宗旨。

在日本,近代海洋学问世以来已经过了约半个世纪之久。在这几十年的时间里,积累了大量的资料,日本关于海洋学的研究,在世界上已经达到了相当高的水平。然而,虽有须田皖次先生在本世纪二十年代所著的《海洋科学》,以及数位先辈写下的海洋教科书,却尚无一本总括取得了惊人进展的海洋学全貌的日文现代海洋学著作。筹办本讲座的另一个目的即在于此。

目前,海洋学的体系,还不能说已完全确立下来了。科学的许多领域都与海洋相关。所以,本讲座的章节结构中难免出现遗漏的地方及研讨粗细不周之处。此类问题我们希望能通过今后的增补修订逐步改进。

筹划出版本讲座是在一九六八年春。蒙许多读者期待本书出版,而刊行却很不及时,这都只能是编辑委员会的责任,

在此谨表歉意。此次刊行之际、承蒙东海大学出版会的加藤千曼树、中陣隆夫两氏,不吝珠玉,惠以大力支援,谨此深致谢礼。

海洋科学基础讲座编委会

1970年8月15日

目 录

第一编 海底的热流量(渡部暉彦)

绪论	2
第 1 章 海底地壳热流量的测定方法	6
1.1 测定原理	6
1.2 温度梯度的测定	6
1.2.1 测定器	6
1.2.2 东大型海底温差计	11
1.2.3 温度梯度测定值的计算	14
1.3 测定温度梯度时的各种问题	18
1.3.1 因测定引起的温度场的扰动	18
1.3.2 海底附近的温度变化	20
1.3.3 海底地形和地下构造的影响	22
1.3.4 沉积作用的影响	27
1.4 热导率的测定	30
1.4.1 测定方法	30
1.4.2 沉积物试样的处理	35
1.4.3 探针测定法	36
1.4.4 测定中存在的问题	38
1.5 实际的测定工作	40
1.6 测定值的可靠性	43
第 2 章 热流量的分布	46
2.1 全世界热流量的分布	46
2.1.1 全世界热流量分布的趋势	47
2.1.2 海洋地区的热流量	53
2.2 日本附近的热流量分布	58

2.2.1	热流量分布的趋势	58
2.2.2	陆缘海地区的热流量	60
2.2.3	岛弧的热流量分布	63
2.3	热流量分布的一般趋势	69
第3章	热流量的意义	71
3.1	地下的热状态和热流量	71
3.1.1	热传导方程式和热状态	71
3.1.2	热导率和热源	77
3.1.3	热流量与地下温度分布	80
3.1.4	地球内部温度和地球的热史	85
3.2	热流量分布的解释	88
3.2.1	热流量异常及其原因	88
3.2.2	有关所观测的热流量的问题	90
3.2.3	热流量分布的解释	93
3.3	海底扩张说和热流量	98
参考文献	.....	105

第二编 海洋中的地磁(伊勢崎修弘, 上田誠也)

第1章	绪论	114
第2章	测定海洋地磁的仪器和方法	116
2.1	磁通式磁力仪	117
2.2	旋进式磁力仪	119
2.2.1	深海曳航磁力仪	121
第3章	地磁总强度的测定结果	123
3.1	日本附近海区的总强度分布	123
第4章	地磁总强度异常	126
4.1	国际参考地磁场	126
4.2	总强度异常分布	132
4.3	海底扩张说	136
4.3.1	北太平洋的地磁异常	140

第 5 章	地磁异常的解析	145
5.1	地磁异常的计算	145
5.2	地磁异常的条带形状	147
5.2.1	求磁化分布的其他方法	156
5.2.2	海底磁化的大小	157
第 6 章	海山的磁化	160
6.1	近似四角柱的模式	160
6.1.1	瓦盖尔法	162
6.2	近似多角柱的模式	163
6.2.1	塔尔万尼法	165
6.3	海山的磁化	166
6.3.1	磁极的移动	170
第 7 章	地球内部的电导率异常	172
7.1	地磁变化与地球内部的电导率	172
7.2	地磁变化异常	174
7.3	大海对地磁变化的影响	176
7.4	地壳及上地幔的电导率异常	183
参考文献		187

第三编 海底地震的研究(南雲昭三郎)

第 1 章	什么是海底地震研究	192
1.1	定义	192
1.2	目的	192
1.2.1	未知世界的探索	193
1.2.2	大地震的发生	193
1.2.3	海洋与大陆的相互作用	195
1.2.4	海底构造运动	196
1.2.5	地球内部构造	196
1.2.6	海底抗震工程的研究	197
1.2.7	其他有关地球物理学的研究	197

1.3	海底地震研究的各阶段	197
第2章	海底地震的观测方式	199
2.1	海底地震的观测特点	199
2.2	锚定浮标式	201
2.2.1	概要和构成	201
2.2.2	海底地震仪的主体	202
2.2.3	系留绳索浮标系统	226
2.2.4	观测实例——三陆近海和日本海沟的海底地震 观测	231
2.2.5	海底地震仪的记录实例	234
2.3	自由下落和自己上浮式	238
2.3.1	概要和构成	238
2.3.2	上浮式海底地震仪	240
2.3.3	观测实例	243
2.4	海底电缆式	245
2.4.1	概要和构成	245
2.4.2	实例——加利福尼亚近海	246
2.4.3	海底同轴电缆传输	249
2.4.4	在线数据处理	254
2.4.5	地震预报研究与海底地震观测计划	255
第3章	海底大震是一种什么现象	258
3.1	概要	258
3.2	关东地震(1923年)	259
3.2.1	地震振动	260
3.2.2	初动分布	261
3.2.3	地壳变动	263
3.2.4	断层	264
3.2.5	海啸	265
3.2.6	余震	265
3.2.7	前震活动	268

3.2.8	能量的估算	268
3.2.9	重复性	268
3.3	三陆近海地震(1933年)	269
3.3.1	地震振动	270
3.3.2	初动分布	270
3.3.3	地壳变动	272
3.3.4	海啸	272
3.3.5	余震	272
3.3.6	能量的估算	275
3.3.7	重复性	276
3.4	大震现象的各种性质	277
3.4.1	能量	277
3.4.2	余震	280
3.4.3	初动分布	281
第4章	海底地震的地区特点(日本近海)	284
4.1	地震活动的地区性	284
4.2	日本海沟和三陆近海	286
4.2.1	1968年十胜近海地震的块状构造	286
4.2.2	断层震源模式	289
4.2.3	海洋-大陆边界断层	291
4.2.4	海洋岩石圈的地震活动	292
4.2.5	震源深度分布	294
4.2.6	深源地震面	295
4.2.7	速度构造	296
4.3	房总近海	300
4.3.1	块状构造	300
4.3.2	震源模式	302
4.3.3	地壳变动	302
4.3.4	近期活动	305
4.4	东海道近海—南海道近海	305

4.4.1	块状构造	305
4.4.2	地壳变动和海啸	307
4.4.3	发震机制	308
4.4.4	浅源地震	309
4.4.5	深源地震带与浅源地震带的正交性	309
4.4.6	二元性和续发性	310
4.4.7	地震引起的火山活动	311
4.5	南千岛	312
4.5.1	块状构造	312
4.5.2	择捉岛近海地震(1958年)和乌鲁普岛近海地震 (1963年)	315
4.5.3	1969年北海道东部近海地震	317
第5章	海底地震的地区特点(阿留申—阿拉斯加)	322
5.1	巨大地震的余震区分布	322
5.2	拉特群岛地震(1965年)	325
5.3	安德烈亚诺夫群岛地震(1957年)	328
5.4	阿拉斯加地震(1964年)	330
结语	.....	334
参考文献	.....	336

第四编 海上重力的测定及其解释(友田好文)

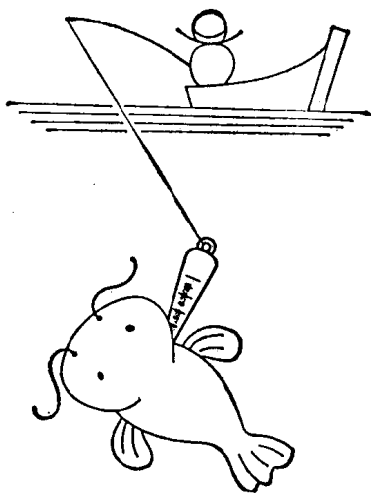
绪论	.....	348
第1章	船上重力仪是一种什么仪器	349
1.1	迈尼兹摆	350
1.2	格拉夫-阿斯卡尼亚船上重力仪	352
1.3	T. S. S. G型船上重力仪	353
第2章	加速度的检测部分(重力仪的主体)	356
2.1	重力仪的线型特性问题	356
2.2	垂直加速度对重力摆的影响	356
2.3	垂直加速度对弦线重力仪的影响(由弦线材料的弹性而	

	产生的二次校正).....	357
2.4	弦线重力仪消除非线性型误差的问题——使用两根弦的重力仪	359
2.5	对非线性型特性进行数值处理时的问题	361
2.6	弹簧式重力仪的非线性型特性问题	366
第3章	垂直加速度和水平加速度同时作用时的影响...	368
3.1	交叉耦合误差	368
3.2	消除交叉耦合误差的方法	369
3.2.1	求“横杆”的倾斜,用倾斜值和水平加速度求出C-C误差,再通过计算进行校正的方法	369
3.2.2	无交叉耦合误差的弹簧式重力仪	374
第4章	垂直的保持.....	376
4.1	用常平架吊起的重力仪(布朗的水平加速度的二次校正)	376
4.1.1	坪井的平衡偶人(吊起常平架的改进)	380
4.2	垂直陀螺仪	382
4.3	利用自动跟踪的水平稳定台	386
4.4	使用两台陀螺仪的水平稳定台(逃避常平架轴的摩擦或常平架不平衡的方法).....	387
4.5	由垂直误差产生的误差	391
第5章	消除垂直方向的摇动加速度的问题.....	393
5.1	使用模拟式滤波器时的效果	393
5.1.1	模拟式滤波器的灵敏度	394
5.2	数值的滤波操作	396
5.2.1	数值的滤波操作原理	396
5.2.2	模拟物理量的数值化	400
5.2.3	使用利用了脉冲频度计算机的滤波器的演算(利用比率乘法器的数值滤波器—D. A. A 滤波器)...	402
第6章	各种船上重力仪.....	405
6.1	格拉夫-阿斯卡尼亚重力仪.....	405

6.2	贝尔航空式重力仪	405
6.3	M. I. T 船上重力仪	406
6.4	T. S. S. G 船上重力仪	407
第7章	海上的重力测定	409
7.1	船速校正	409
7.2	重力的自由空间异常	411
7.3	海上的布格异常	412
7.3.1	布格异常的定义	412
7.3.2	布格校正	413
7.3.3	根据不同目的灵活的运用布格异常	414
7.4	自由空间异常能说明什么问题	416
第8章	为解释重力异常所必需的基础知识	418
8.1	拉普拉斯方程式的解	420
8.2	与地表的重力异常等效的地下重力异常	424
8.3	重力与其等效的质量分布	428
第9章	根据重力求地下构造的问题	431
9.1	根据重力求地下构造的各种方法	432
9.1.1	二维时的 $\sin x/x$ 法	433
9.1.2	三维时的 $\sin x/x$ 法	437
9.1.3	要变面密度分布为物体高度的分布	443
9.2	由各种形状的物体产生的重力异常(二维时)	444
9.2.1	二维时	445
9.2.2	适合于用电子计算机的公式(二维时)	446
9.2.3	各种不同形状的物体所产生的重力异常(三维时)	452
第10章	日本近海的重力异常	460
10.1	日本及其近海的重力异常剖面	460
10.2	用颜色的深浅表现的重力异常	474
结语	.....	475
参考文献	.....	476

第一编 海底的热流量

渡部暉彦



绪 论

人们根据在陆地上的深洞和矿山中的巷道里的经验，得知距地表深度大到某种程度(几十米以上)时，在一年中就几乎感觉不到温度的变化了，随着深度的增加温度也就高起来。这与地表上的温度日变化和季节变化不同，它意味着有从地球内部向地表来的热流。

所谓地壳热流量是指穿过地壳从地球内部流出地表的热流量。热流量一般是向量，可以表示成下式。

$$Q = K \cdot \text{grad}T \quad (0.1)$$

其中 Q 、 K 和 T 分别为热流量、热导率和温度。在海底测定时，只要用现在所通用的测定方法，从海底表面起所能测定的深度最多也不过 30 米，与地形变化的大小相比是很小的(测定点的地形要选择坡度小的)。沉积物热导率的各向异性比现在的测定精度要小，所以热流量可以用

$$Q = K \partial T / \partial z \quad (0.2)$$

来表示。 Q 、 K 、 T 和 z 分别为热流量、热导率、温度和垂直深度。式(0.2)为地壳热流量的定义式。因此在海底测定时，一般所说的热流量与地壳热流量可以用同式来表示。

在地球表面能够观察到各种各样的热现象，其中火山和温泉的活动就是最能说明问题的例子。另外，产生地震活动和构造运动的成因能量一般也认为是以热的形式供给的。在地球内部的物理化学变化中温度条件是个很重要的因素，同时由变化而产生的能量最终也是以热的形式稳定下来。如果撇开热来谈论地球的形成史那是很难设想的。这种把地球看