

海洋电子学

〔日〕 小林 正 次
安积健次郎 编著
鹤谷 武雄



海洋出版社

56.381
11

海洋电子学

〔日〕 小林 正次
安积健次郎 著
鹤谷 武雄
李春宝 译
王余君 校
陈俊彦



4010619

内 容 简 介

本书是日本小林正次等九名学者编著的一本技术读物。它以通俗的语言概要阐述了对海洋开发起重大作用的电子技术。书中通过大量插图,对各种电子仪器作了详细介绍。

本书可供从事海洋资源开发及海洋科学研究的人员参考,也适于一般从事电子技术的专业人员和大专学生阅读。

海 洋 电 子 学

海洋 I レクトロニクス

小林 正 次

〔日〕安积健次郎 编著

鹤 谷 武 雄

李 春 宝 译

王 余 君 校

陈 俊 彦

责任编辑 王安南

*

海洋出版社出版

北京东长安街 31 号

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 2 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1980 年 2 月第一次印刷 印张: 7.3

印数: 4,350 字数: 160,000

统一书号: 17193·003

定价: 1.30 元

译者序

开发宇宙已经进行了廿多年，人们终于实现了飞上月宫的梦寐理想。但是，人们也懂得了从九天深处运回急需的物资，以弥补当前地球上能源的短缺，在可预见的将来还不是容易的事。

70年代以来，世界范围的向海洋进军的运动开始了，海洋占地球面积的71%，蕴藏着无尽的资源，如何打开这一资源的宝库，利用这一深广的空间，这是当前世界各国密切关注的重大问题。

尽管海洋就在陆地的近旁，不象宇宙深处那样遥远，但是所需解决的技术问题却是颇为复杂的、困难的：

1. 通讯方面：宇宙深空和地面的通讯可以基本上沿用地球上已经成熟的通讯手段，这是因为电磁波易于在宇宙深空中传播。但是海洋中的水下工作站要想和外界通讯联络就很不容易。在某些环境条件下，现在还是不可能的，这是因为电磁波在水下传播受到剧烈地衰减，陆上原有的通讯手段已不能在海中适用，必须研究水下的新型通讯设备。

2. 定位方面：在电子技术现有成就的情况下，宇宙飞船的位置可以很容易跟踪测定，而且宇航员也可以清晰地目视周围情况。但是对于在海水深处航行或作业的潜艇，现在还不能跟踪测定它的位置，艇上工作人员对外的视野也极为有限。

3. 水下避碰问题：在水面以上的空间，使用雷达进行避碰，已能较好地解决问题。但在水下就完全是另一码事，声纳虽然已有数十年的历史，但是由于声波在水下的折射、干涉等物理现象，使得声波在水下往往并不是直线传播，水下避碰问题有待进一步研究解决。

4. 水下的压力问题：水深每下降10米，增加一个大气压，如果水深2000米，就将是200个大气压。所以，设备必须考虑具有耐受

4010619

巨大压力的能力。

可见，在水面以上的空间已经高度发展的电子技术，在水下空间并不能完全适用。

我国海域辽阔，开发海洋资源已提上日程，为进行这一工作，首先需要了解海洋电子技术的现状和有待解决的问题，以确定我们的工作方向，组织我们的力量，为攻克这些难题而努力。

日本出版的这本“海洋电子学”，综述了直到七十年代初期开发海洋所需要的电子设备和系统的现状，它们已经达到的水平以及尚需解决的问题，内容十分广泛，包括无线电的、声学的、激光的、磁力的，以及自动机等其他许多特种设备，系统性很强，也比较全面，对我国的海洋开发事业，有借鉴参考价值。特别是书中还列举了大量参考文献，这对于进一步的研究工作会有所帮助的。

可以看出，原书的目的并不是指望读者从这本书中学习有关设备的细节，而是要给人以这一领域的全貌和现存的问题以及努力的方向，而这一点是从事海洋开发的研究人员所需要的。关于各种设备和系统的详细分析，有待未来的书籍出版。

对于原书中已发现的错误，在译本上已经作了改正，对内容繁琐的章节也作了一些删节，由于译者能力和水平所限，错误和不当之处仍难完全避免，深望读者指正。在翻译过程中承王余君同志、陈俊彦同志辛勤校对并对插图中的日文名字进行了翻译，使本书的译校得以顺利完成。尤其是最后又蒙杨公谨同志对本书提出不少宝贵意见，对提高本书质量，作出有益的贡献。

前 言

日本是四面环海的国家,日本人从小就对大海怀着亲切的感情。从远古时代,海就以鱼蟹、藻类施惠于人类。在人口繁衍、文化高度发展的今天,它的恩惠远远超出这一范围,已成为各种必需资源的供应源泉。各个方面都要求开发海洋,“海洋开发”现在已发展成为一个重要的科学分支,可以说是仅次于原子能开发和宇宙开发的新兴科学。日本是岛国,按理海洋开发应该走在前面,但实际上并非如此。例如美国,从计划到投入的力量都遥遥领先。为了迎头赶上,日本在这方面的研究和开发工作必须加快步伐。

为推进海洋开发工作,与之有密切关系的海洋电子学方面的研制工作是必不可少的。今天电子学已渗透到各个领域,电子学像水一样为人类所必需。

水在地球上到处都有,水汇集后,成为江河、成为湖海。在南极和北极的极地,则冻结成为巨大的冰山。所有生物都含有水,即使矿物有的也含有结晶水,如果失去水,生物将变成木乃伊,结晶碎裂后,就会失去原形。另外,无水的陆地将成为沙漠,生物也不能生息。

电子学与水的广泛存在颇为相似,所有领域都将应用电子学。凡不应用电子学的部门,必然旧态如故停滞不前,而一旦应用电子学,马上就能生产出反映现代文化的产品,或构成科学现代化的系统。

象海洋开发这样的综合性科学应广泛利用电子学,否则,开发计划将无法实现,也就是说,电子学在海洋开发中起着重要作用。

根据日刊工业新闻社的建议,对海洋电子学进行了综述。由于海洋开发工作复杂浩繁,于是所应用的电子学也是广泛的。几乎遍及所有领域。因此,各个章节也分别由几个人来执笔。

由于版面所限,笔者只能对自己分担的部分作必要的最低限度的

阐述，许多地方不能讲得很细。准备作更进一步研究的读者，请参考书末所列参考文献。

小林正次

1971年7月22日

目 录

第一章 绪 论

1.1 美丽的地球	(1)
1.2 科学文化的发展和资源	(1)
1.3 海洋蕴藏的资源	(2)
1.3.1 蛋白质资源	(2)
1.3.2 矿物资源	(4)
1.3.3 海水资源	(6)
1.3.4 海洋能的利用	(7)
1.4 人类在水下的活动能力	(7)
1.5 海洋开发和宇宙开发	(8)
1.6 开发海洋所需的情报资料	(9)
1.7 海洋开发和电子学	(10)

第二章 海洋开发系统

2.1 海洋开发	(12)
2.2 海洋开发系统	(13)
2.3 海洋土木建筑系统	(16)
2.4 海底石油开采系统	(20)
2.5 潜水调查船的海底调查	(22)
2.6 海洋调查观测	(26)

第三章 应用电波的仪器、设备

3.1 电波的传播	(29)
3.2 通信机	(34)
3.2.1 按调制方式分类	(36)
3.2.2 按通信种类的分类	(45)
3.2.3 按通信方式的分类	(49)
3.2.4 按多路复用方法的分类	(49)
3.2.5 按信道种类的分类	(52)
3.2.6 超长波通信	(54)
3.2.7 水中电流通信	(57)
3.2.8 人造卫星	(58)
3.3 导航设备和仪器	(62)
3.3.1 测向仪	(62)
3.3.2 雷达	(66)
3.3.3 劳兰 A	(68)
3.3.4 劳兰 C	(70)
3.3.5 台卡	(71)
3.3.6 奥米加	(74)
3.3.7 卫星导航系统	(75)
3.3.8 多普勒导航仪	(77)
3.4 海洋观测仪器	(79)
3.4.1 海洋观测内容	(79)
3.4.2 海洋数据传输用的电波	(79)
3.4.3 海洋数据传输系统	(83)
3.4.4 浮标上的电源	(84)
3.4.5 工业电视	(86)

第四章 磁力、重力仪器

4.1 磁场测量	(89)
4.2 质子磁力计	(89)
4.3 铷磁力计	(90)
4.4 其它磁力计	(91)
4.5 电磁计程仪	(92)
4.6 电磁流速计	(92)
4.7 海洋重力测量	(93)

第五章 声学仪器、设备

5.1 声波的传播	(95)
5.1.1 声波的传播速度	(95)
5.1.2 传播损失	(97)
5.1.3 折射	(98)
5.1.4 反射	(102)
5.1.5 混响	(105)
5.2 导航仪器	(106)
5.2.1 多普勒声纳导航仪	(106)
5.2.2 多普勒靠岸声纳	(107)
5.2.3 航海用声波探测仪	(108)
5.2.4 多振子回声测深仪	(108)
5.2.5 水声信标	(109)
5.3 通信及信息控制设备	(109)
5.3.1 水下通信设备	(109)
5.3.2 潜水员用水下通话设备	(110)
5.3.3 声纳遥测控制系统	(111)

5.3.4	船位自动保持系统	(112)
5.3.5	声应答器	(115)
5.4	观测仪器	(115)
5.4.1	超声波图象装置	(115)
5.4.2	超声波电子图象装置	(116)
5.4.3	水下声全息摄影	(118)
5.5	计量仪器	(118)
5.5.1	声速流速计	(118)
5.5.2	波浪仪、水位仪	(120)
5.5.3	声纳深度仪	(120)
5.5.4	深海流测量浮标	(121)
5.6	探测仪器	(122)
5.6.1	测量用精密回声测深仪	(122)
5.6.2	数字回声测深仪	(123)
5.6.3	探照灯式声纳	(124)
5.6.4	扫描声纳	(126)
5.6.5	相控阵扇形扫描声纳	(126)
5.6.6	连续发射调频声纳	(128)
5.6.7	探底声纳	(129)
5.6.8	多振子垂直声波探测仪	(130)
5.6.9	海底断面探测仪	(131)
5.6.10	泥沙探测仪	(132)
5.6.11	折射法地震探测	(133)
5.6.12	反射法地震探测	(134)
5.6.13	磁致伸缩探头	(135)
5.6.14	电磁声源	(136)
5.6.15	电火花声源	(136)
5.6.16	细线熔爆器	(137)
5.6.17	气爆声源	(138)

5.6.18	气枪	(138)
5.6.19	液压声源	(139)
5.6.20	调频脉冲探测仪	(139)
5.6.21	速度测层仪	(139)
5.6.22	鱼群探测仪	(141)
5.6.23	探鲸仪	(141)
5.6.24	鱼量计	(142)
5.6.25	拖网用水下遥测仪	(142)
5.6.26	渔业用仿生遥测术	(143)
5.7	声波现象及其应用	(143)
5.7.1	水下噪声	(143)
5.7.2	指向性和指向性增益	(143)
5.7.3	声纳方程式	(149)
5.7.4	其他现象	(151)
5.7.5	回波信号的记录	(152)

第六章 激光仪器

6.1	光在水中的传播	(155)
6.1.1	电磁波在水中的传播	(155)
6.1.2	可见光的衰减	(156)
6.1.3	海洋中光的衰减	(160)
6.1.4	散射光的影响	(160)
6.1.5	自散焦和沸腾	(162)
6.2	激光雷达(激光电视)	(162)
6.2.1	激光雷达的基本原理	(162)
6.2.2	水下激光雷达的问题	(164)
6.2.3	蓝~绿激光光源	(165)
6.2.4	距离选通, 激光雷达	(166)

6.3	精密测距	(170)
6.4	光通信	(171)
6.5	激光陀螺	(172)

第七章 海洋自动机

7.1	海洋开发与自动机系统	(174)
7.1.1	海洋自动机和工业用自动机	(174)
7.1.2	遥控工作机	(176)
7.1.3	海洋自动机系统	(178)
7.2	海洋自动机系统的现状	(182)
7.2.1	自动机系统在海洋中的应用	(182)
7.2.2	科研用自动机	(182)
7.2.3	商业用自动机	(186)
7.2.4	军用自动机	(189)
7.2.5	浮标自动机	(191)
7.2.6	日本的海洋自动机	(193)

第八章 电气及其它测量仪器

8.1	海水温度计	(196)
8.2	抛弃式海水温度计	(197)
8.3	水温分布连续测定装置	(198)
8.4	温度——盐度——深度计(STD)	(200)
8.5	验潮仪	(201)
8.6	海流计	(202)
8.7	气温表、气压表	(204)
8.8	风向风速仪	(205)
8.9	透明度计、照度计	(205)

8.10 测浪计.....	(206)
---------------	-------

第九章 特种仪器

9.1 海底同轴中继器	(208)
9.2 船舶高度集中控制	(209)
9.3 直视模拟设备	(209)
9.4 发动机性能统计记录器	(210)
9.5 海洋中继站	(210)
9.6 地震探测的数据处理系统	(211)
参考文献	(214)

第一章 绪 论

1.1 美丽的地球

阿波罗宇宙飞船载着三名字宙飞行员，登上了人类梦想已久的月球，并把月面的情况通过电视播送回地球。在这些画面中，和完全由不毛的砂砾集合而成的月面相比，从月宫遥望地球的美丽景象则给人以更为深刻的印象，至今仍然浮现在眼前。海——我们将要研究的对象，乃是构成这一美丽地球的主要因素之一。

地球有江河、海洋之利，养育了人类，栖息着万物。这样的星球，除地球之外尚未发现其它，至少在太阳系它是唯一的一个。太阳系中的木星、土星、天王星和海王星等较大的星球，其外壳由于高压而产生液化气体，其外层又包围着厚厚的大气，故没有生物生存的条件。火星上几乎没有大气，其朝向太阳一侧的表面，具有使铅都能熔化的高温。金星的表面温度还要高，而且大气层颇厚，又几乎没有水。火星具有荒凉的表面，分布着陨石和火山喷发而形成的洞穴。

总之，在太阳系中只有地球适合人类生存，人类承受着地球给予的巨大恩惠。如何更加有效地利用这种恩惠造福于人类，则是我们应该担负的任务。

1.2 科学文化的发展和资源

为维持高度的科学文化生活，需要更多的能源和更多的物资。世界人口每二十年增加一倍，这是几何级数递增率，科学文化也是按几何级数进展的，这二者相乘会进一步加速递增率，结果必然要消费非常多的能源和物资。如果这些需要不能得到满足，人类科学文化的发展将会受到阻滞。

能源可从石油、煤炭之类的化石燃料、放射性燃料、太阳能等得

到,特别是石油、天然气等化石燃料,在地球上广泛存在,使用方法也容易,所以是特别重要的能源。

在物资方面,可分为生活物资和工业物资两类;生活物资方面有水、碳水化合物、蛋白等资源;工业物资方面有矿业资源等,这两方面都需确保供应。

随着科学文化的发展,对资源的需要一天比一天多。现已探明的资源早晚有枯竭的时候,因之寻求新的资源已成为必要的课题,为此人类急需向新天地探索。事实上,不管任何时代,这一点一直是在进行着的。对南极和北极的探险也许有其它目的,但仍然不能脱离这一范畴,即使阿波罗的月面探险,也有这方面的企图。通过各式各样大小不同的探险和调查,已补充了相当数量的必需资源。

然而,现代化的文化活动,大量需要各种物资,并且需要增长的速度愈来愈快。从陆地寻找资源最为方便,但对有些资源来说,其开采将要到顶,例如石油就是如此。月球探险虽已成功,但还不能从月球运回物资。可以说最大的希望还是在比陆地大五倍的海洋,以及约为陆地面积三分之一的沙漠。现在已知可以从沙漠中取得石油了,因此暂且可把注意力集中于大面积的海洋方面,可以预期海洋开发对今后科学文化发展将会作出重大的贡献。

1.3 海洋蕴藏的资源

1.3.1 蛋白质资源

日本四面环海,人们一谈到海就立刻想到鱼。广大的海洋是蛋白质的无限宝库,开发海洋的一大目标就是如何打开这一宝库。

根据联合国经济社会理事会科学技术咨询委员会的报告,世界的粮食情况并不妙。十八世纪时,世界人口为7亿5千万,1900年达到15亿,1960年增至30亿,按此趋势到本世纪末估计可达75亿。人口的增加,在后进地区是非常迅速的。在世界人口中,1961年发展中国家所占比率为72%,这是一个巨大的数字;而为生存所必需的粮食产量却只占世界粮食生产总额的42%,是很低的。因此,在发展

中国家蛋白质不足。为了弥补这一不足维持充分的营养状态,在1965年就缺少2700万吨,而到1980年时,这一不足估计可达5000万吨。为了消除这一危机,该委员会提出了各种建议,其中就有强调提高海洋生产效率和扩大活动领域。从整个世界来看,蛋白资源的开发是一个大问题。增殖陆上的畜产品虽然也很必要,但是在广阔的海洋中开发蛋白资源却有更大的希望。

从日本的粮食需要情况来看,随着国民经济的增长,国民收入的提高以及人口的增加,对动物食品的需要量也在增大。表1.1是推算的1977年国民营养水准,与此相应的有关水产品的需要设想示于表1.2。可见所列的需要量是相当可观的。日本国内水产究竟能否满足这一要求,据水产厅的调查,1966年度国内产量为732万吨,与需要量相差72万2千吨,这一缺额是靠进口解决的。

按照上述数字推算,到1977年度将缺乏432万吨。为解决这一不足,必须依靠国内增产,或从国外进口。从过去的生产增长趋势来看,1977年的产量估计大约为900万吨。即使这样,尚缺260~280万吨。

表 1.1 日本人的营养水准

	总 热 量	总蛋白量	动物性蛋白量		从鱼蟹类吸取的蛋白量	
	卡/1人每日	克	克	%	克	%
1966年	2444	72	27	37	15.3	57
1977年	2600~2700	84~87	38~41	45~47	17.7~18.1	45~46

表 1.2 水产品需要量预计

(单位千吨)

需 要 量	内 含		
	鱼 贝 类	鲸 肉	海 藻 类
1966年 8072	7021	206	575
1977年 11464~11642	10548~10706	186	730~750