

渤海黄海东海调查 研究报告

中国科学院海洋研究所

一九八四年九月

前 言

《渤海黄海东海调查研究报告》共刊出了我室有关海浪、海冰、水文和海流等方面十一篇研究报告。

海浪方面的六篇报告主要包括以下内容：（1）根据我国第一个海浪台（位于青岛市附近的麦岛）五十年代后期的海浪观测资料，对麦岛近海海浪的变化特性、大浪发展过程等作了比较细致的分析探讨；结果表明，麦岛近海的海浪在南黄海是具有较好代表性的。（2）讨论了东亚气旋天气下黄、渤海的风浪场，给出了典型气旋过境时的浪场。（3）针对连云港油码头扩建工程和渤海石油平台设计工作的需要，应用当时所能收集到的观测资料和经过验证的计算方法，推算了上述两海区的设计波高。

海冰物理特征值的测试和计算，也是渤海石油平台工程设计中不可或缺的一项工作。七十年代初期，我们进行了几次现场观测和室内实验工作。

本期中所刊出的有关海浪和海冰特性的各项数据及其测试、推算方法，不仅为黄、渤海的海港建筑和石油勘探平台的设计工作提供了科学资料，也为今后其它海区开展类似的工作提供了一些初步经验。鉴于海上浪与冰的现场观测工作迄今还做的比较少，尽管上述各项工作都是在六十及七十年代初期完成的，但是在近期内还是具有较好的借鉴意义的。关于渤海海浪和海冰对石油平台桩柱作用力的测试和分析工作，我们最近正在进行较全面的总结。

“逆温”、“逆盐”是东海陆架区域水文特征垂直结构中的一个重要现象，这方面的研究值得我们重视，因为它不仅在学科上，同时在实践上（如对水声传播的影响）都有较重要的意义。

海流方面的三篇报告是在近几年内完成的。它包括了两项内容。其一，根据多年来中国海（主要是黄、东海）海流的调查研究结果，对中国海的海流系统、结构及其主要特征作了比较全面和系统的阐述。另外两篇则着重讨论了东海和南海我国沿岸区域的流况。提出了冬季除了顺风沿岸南下的流动以外，也可能存在一支逆风北上的海流的一些初步论据；对长江口附近夏季的盐度分布和流场以及两者之间的关系作了较详细的分析，还探讨了长江冲淡水拐弯流向东北方的一些可能原因。这些工作除了学术上的重要性外还具有一定的实践意义，同时为进一步研究中国海的海流系统和浅海动力学提供了较为重要的概念和定性模式。

我室在进行海浪和海冰的现场测试工作时，曾得到海洋石油勘探局、交通部三航局等单位的大力协助，除在有关报告中一一指明外，在此特表谢忱。

本集文稿的出版工作，是在我所科研处和资料情报研究室的积极推动、支持和帮助下完成的，其中蔡浩然同志完成了文稿的编辑加工工作，刘玉和王玉荣同志为本集

联系印刷场所和发行等事务。我室李磊及杨鸿运同志负责本文集的技术编辑工作，杜湄山和范继铨同志负责插图的清绘工作，顾传成和傅秉照同志负责联系出版、印刷等事务，在此一并致谢。

中国科学院物理海洋研究室

一九八四年二月

目 录

麦岛近海海浪特性·····	沈鸿书、杨鸿运、吴永成、张必成 (1)
麦岛近海海浪和大浪发展过程的初步探讨·····	李磊、于振娟、李世山 (20)
渤海南部若干测点风浪最大波高的计算结果·····	管秉贤、杨鸿运 (36)
东亚气旋天气下的黄、渤海风浪场·····	李磊、李世山、赵保仁 (45)
连云港港区西防波堤外波浪要素的计算·····	钟礼英、李丽云 (68)
连云港油码头设计波的计算·····	海洋研究所连云港波浪调查组 (76)
渤海湾海冰物理特征值的测试和计算·····	李世山、袁业立、翁学传 张庆华、高振芳、王清志 (90)
东海陆架区温、盐度逆转现象初步分析·····	蓝淑芳、顾传咸、傅秉照 (101)
中国海海流系统及其结构概述·····	管秉贤 (116)
东、南海中国近海冬季一支逆风北上海流的证据·····	管秉贤 (142)
长江冲淡水洪水期盐度分布和海流结构的初步分析·····	乐肯堂 (151)

Reports on Oceanological Studies of the
Bohai Sea, Huanghai Sea and East China Sea*

CONTENTS

1. The Characteristics of the Wave in the Offshore Area of Maidao
..... Shen Hongshu⁺, Yang Hongyun,
Wu Yongcheng and Zhang Bicheng (1)
2. A Preliminary Study of the Sea and the Development of the
High Wave in the Offshore Area of Maidao.....
..... Li Lei, Yu Zhenjuan and Li Shishan (20)
3. Results of the Calculations of the Maximum Wind Wave Heights
at Some Points in the Southern Bohai sea.....
..... Guan Bingxian and Yang Hongyun (36)
4. Wind-Wave Fields in the Huanghai Sea and Bohai Sea under the
Cyclones of Eastern Asia
..... Li Lei, Li Shishan and Zhao Baoren (45)
5. Computations of Wave Elements near the West Breakwater in
Lianyun Harbor..... Zhong Liying and Li Liyun (68)
6. Calculations of the Design Waves of the "Oil Port" in Lianyun
Harbor..... Group of Wave Survey in Lianyun Harbor (76)
7. Measurements and Calculations of the Characteristic Values of
the Sea-ice in Bohai Sea.....
..... Li Shishan, Yuan Yeli, Weng Xuechuan, Gao
Zhenfang, Zhang Qinghua and Wang Qingzhi (90)
8. An Elementary Analysis of the Temperature and the Salinity
Inversion on the Continental Shelf in the East China Sea.....
..... Lan Shufang, Gu Chuancheng, Fu Bingzhao (101)
9. An Outline of the Current System and its Structure in the China
Seas..... Guan Bingxian (119)
10. Evidences of the Existence of a Current Flowing Northeastward
against the Wind in Winter off the Southeastern Coast of China
..... Guan Bingxian (142)
11. A Preliminary Study on the Salinity Distribution and the
Current Structure of the Yangtze Diluted Water in the Flood
Periods Le Kentang (151)

* Contributions Nos. 1050—1060 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica

⁺ Deceased

麦岛近海海浪特性*

沈鸿书 杨鸿运 吴永成 张必成

(中国科学院海洋研究所)

麦岛位于胶州湾口以东 ($120^{\circ}25.5'E$, $36^{\circ}03.2'N$)。该岛东、西、南三面朝黄海, 约在 230° 夹角内是一片汪洋大海; 北面距大陆的最近距离约为100米; 西面和南面的岸壁较陡, 近岸的海底坡度颇大, 离岸200米处水深就超过20米, 所以麦岛是一个良好的波浪观测点(见图1)。

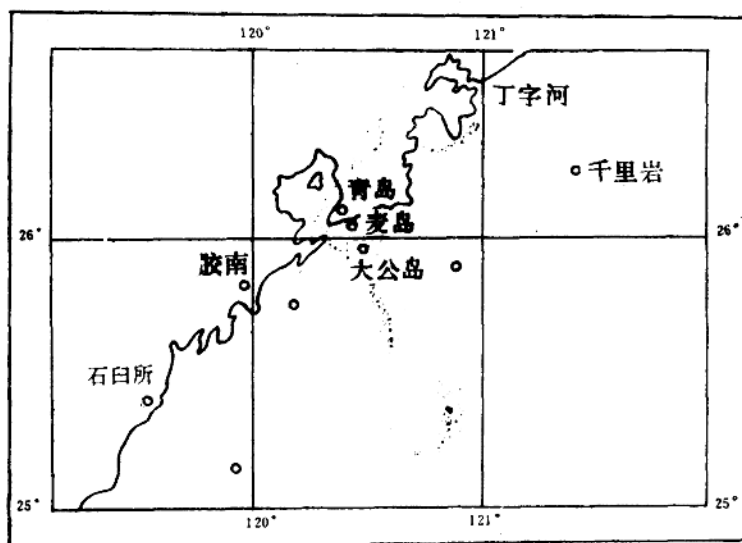


图1 麦岛地理位置

我们根据麦岛海浪台的目测资料, 经统计分析, 得出麦岛近海海浪特性; 并将统计结果与朝连岛的资料相对比, 讨论了麦岛海浪资料的代表性, 认为麦岛近海的海浪资料较好地反映南黄海的海浪特性。

本文所得到的海浪特性不仅为港湾工程等方面提供基本参数, 而且对于今后深入研究海浪也是一项必需的基础工作。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1050号。本文初稿由本所物理室波浪组的全体同志于1960年完成。

本文摘要见海洋与湖沼(1962)4(1-2): 9。

一、资料的选取

麦岛海浪台自1954年8月建立以来,每天四次(08、11、14、17四个正时)的观测从未间断,因而积累了多年的资料。本文选取的是1956—1958年期间(以1957年和1958年为主),利用岸用光学测波仪和单锤浮标测得的资料。前者是每次观测10个显著波^①,后者是每次观测102个连续波。在1956年与1957年,一般用两种仪器同时观测,当显著波的平均波高 H_c 小于0.3米时,只进行岸用光学测波仪的观测。从1958年起取消单锤浮标观测,留用岸用光学测波仪。

朝连岛位于麦岛东南方21海里处,距大陆最近距离约为20海里;岛四周水域开阔,附近水深在30米左右。由于地处外海,该岛观测的海浪资料能代表外海的海浪特性。我们分析了朝连岛1957年7—11月与1958年6—8月的海浪资料,并对比分析了该岛与麦岛的结果,以论证麦岛资料的代表性。

二、天气形势和实测风

天气形势和风场是影响海浪的重要因素。麦岛近海的天气形势和风场如下。

(一)各季节的天气形势

通过对1957年—1958年两年的地面天气图^②的归纳分析,我们认为麦岛近海夏季和冬季的天气形势各自有其特点,而春季和秋季则属于过度性季节。

1.冬季:从各月的天气图看来,冬季的天气形势较为单一。蒙古高压在贝加尔湖一带不仅经常停留较长时间,而且势力颇强,中心气压可达1045毫巴以上。该高压常常向南分裂出小中心,而海上气压低,致使在本海区气压梯度增大,出现偏北大风(见图2)。当蒙古高压势力南伸,东北低压带着冷锋东移,锋面掠过本海区时便形成寒潮天气,出现偏北大风。

2.春季:从天气形势的演变看来,春季是一个过渡性季节,即兼有冬、夏两季的特点。该季各种天气形势之间的交替快而复杂,但主要为寒潮型和气旋型。寒潮型天气形势出现时,麦岛近海出现偏北大风,风力强而稳定(见图3)。气旋型天气形势控制本海区时,黄海北部位于低气压前,海上刮偏南风(见图4)。但到春末,大陆低压势力和东部沿海太平洋副热带高压同时加强,即出现由冬季向夏季过渡的天气形势,麦岛近海刮西南风(见图5)。

①显著波相当于连续观测的有效波。

②引自中央气象局气象科学研究所出版的历史天气图(1957年)与亚欧历史天气图(1958年)。

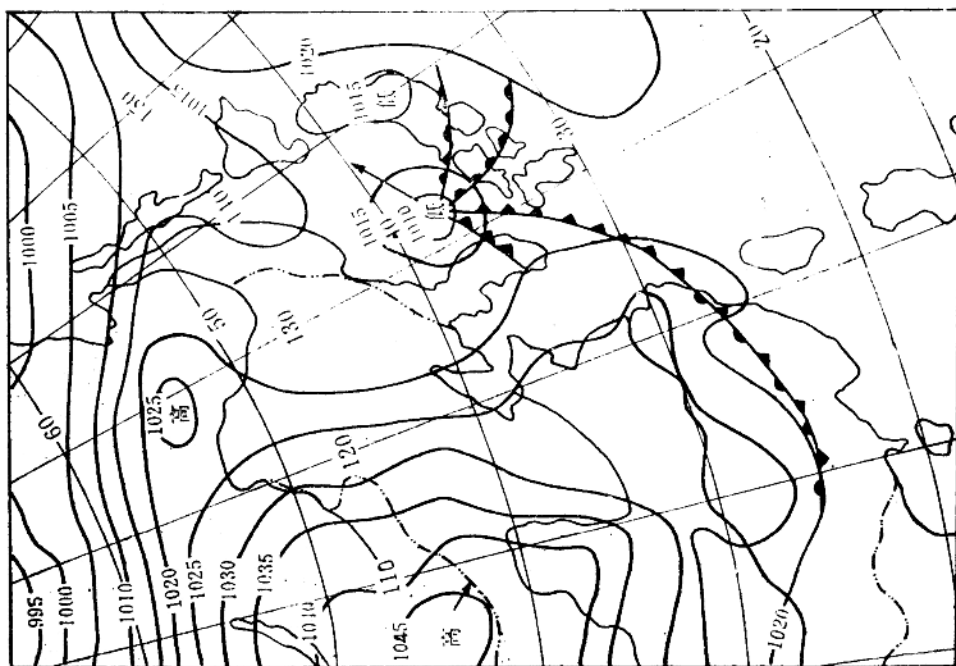


图2 1957年1月15日02时地面天气图

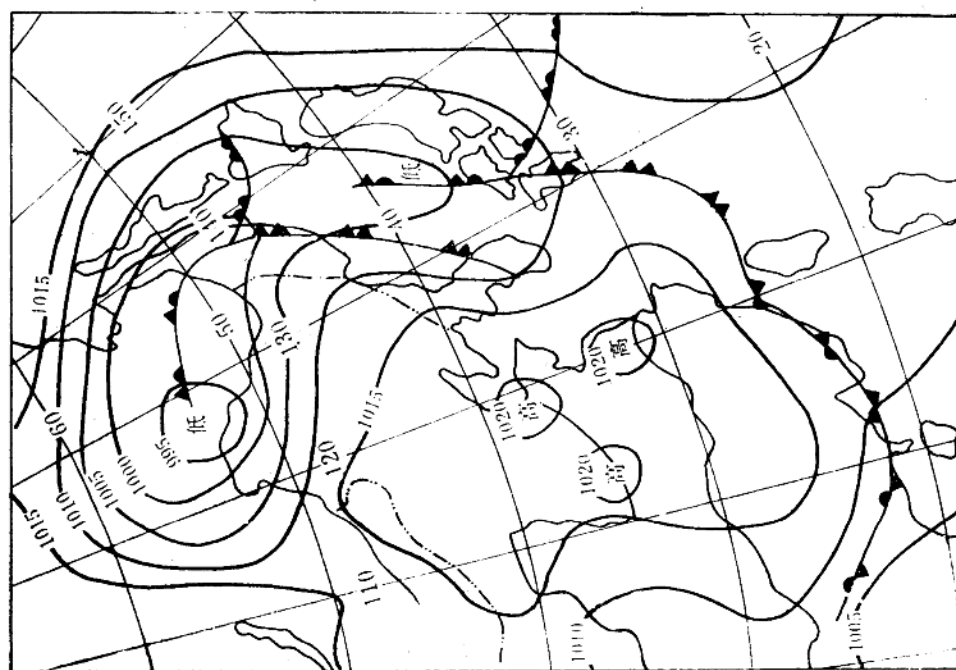


图3 1958年4月6日12时地面天气图

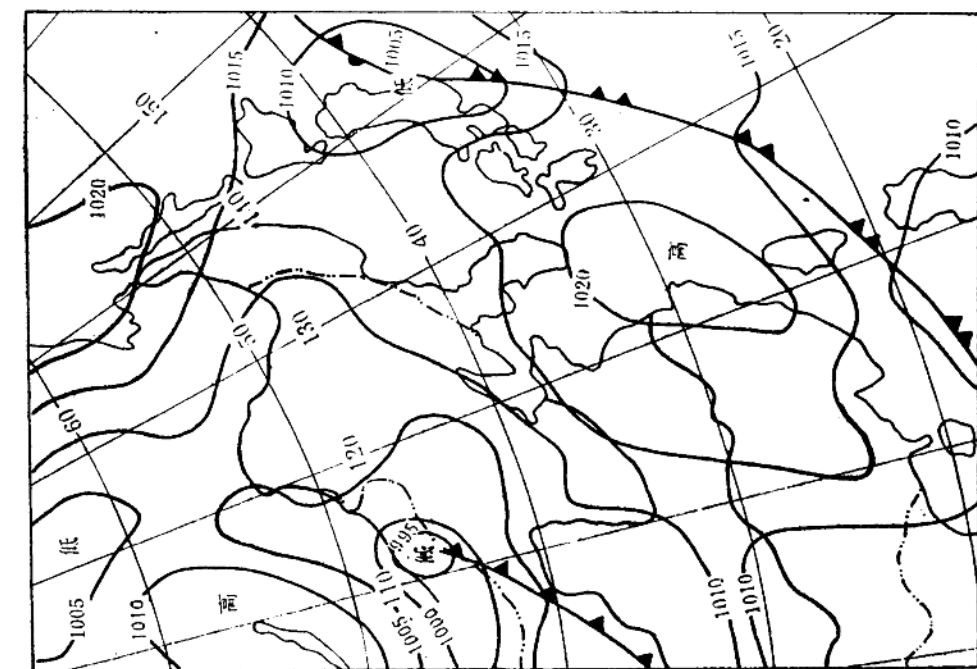


图 4 1958年4月27日00时地面天气图

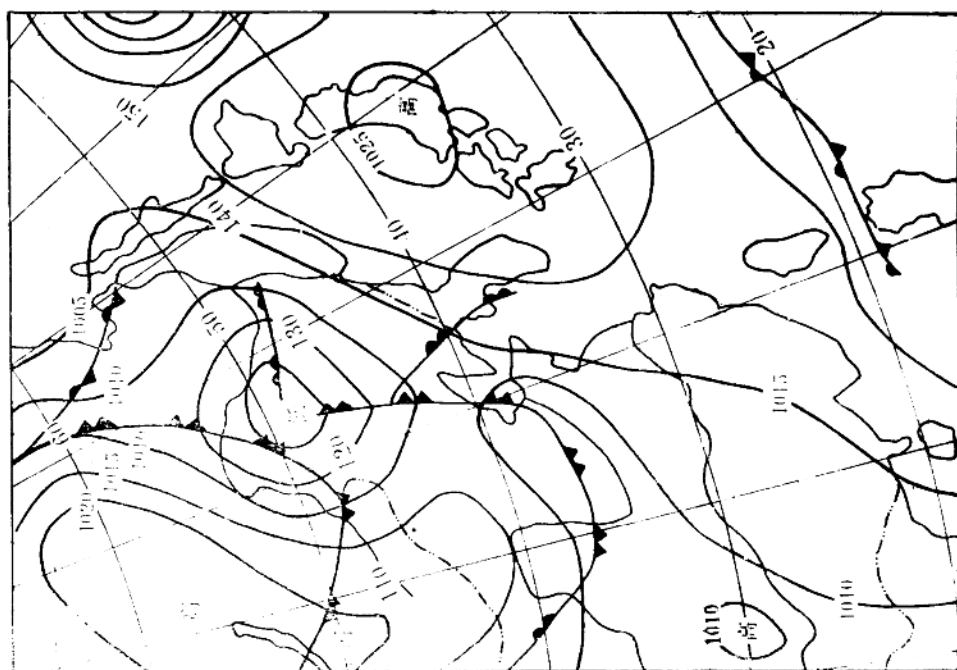


图 5 1958年4月15日00时地面天气图

3.夏季：夏季的一个特点是大陆上的印度低压势力强盛，而太平洋高压势力也增强，在本海区出现常见的东高西低的天气形势（见图6），刮偏南风。本季的另一特点是台风北上进入东、黄海，促使在本海区刮偏北大风。

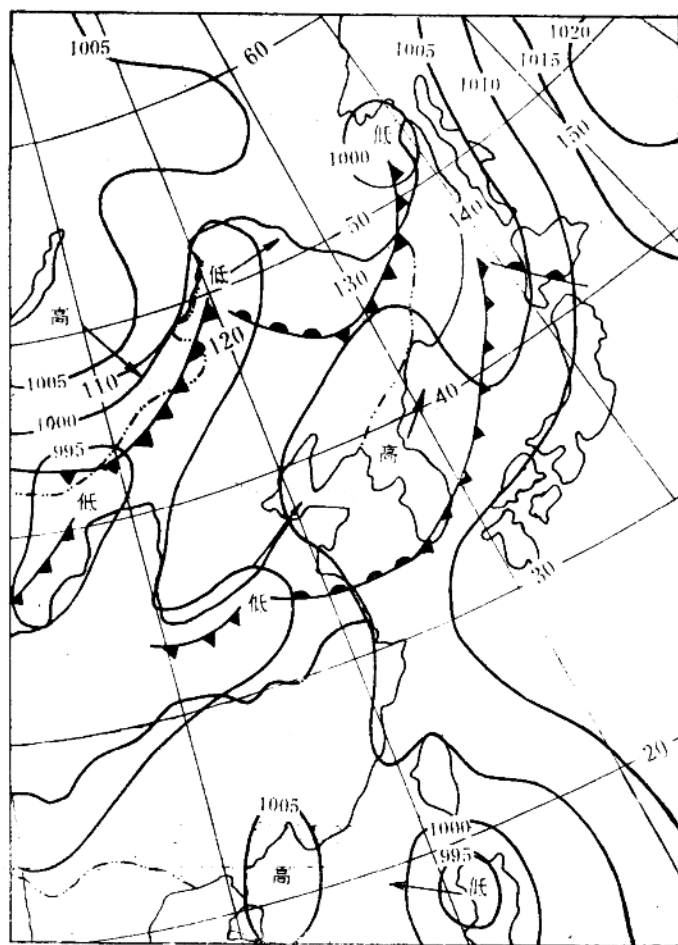


图6 1957年7月15日02时地面天气图

4.秋季：秋季也是一个过渡性季节，虽然一般在初秋时，陆地上大部分地区被低压所盘据，而海上副热带高压仍较强，在本海区刮偏南风。但本季占优势的还是冬季型的天气形势，即蒙古高压增强东移，副热带高压东退，海上出现低压区，有时从日本海到黄海、东海一带往往都处于低压区，并有气旋波东移入海，本海区气压梯度较大，出现偏北大风（见图7）。另外，当蒙古高压南伸时，常常从中心分裂出小高压入海，于是东北低压在渤海地区形成稳定的L型低压，结果在本海区出现偏北风或西北风。总之，秋季末期在麦岛近海主要是刮偏北风。

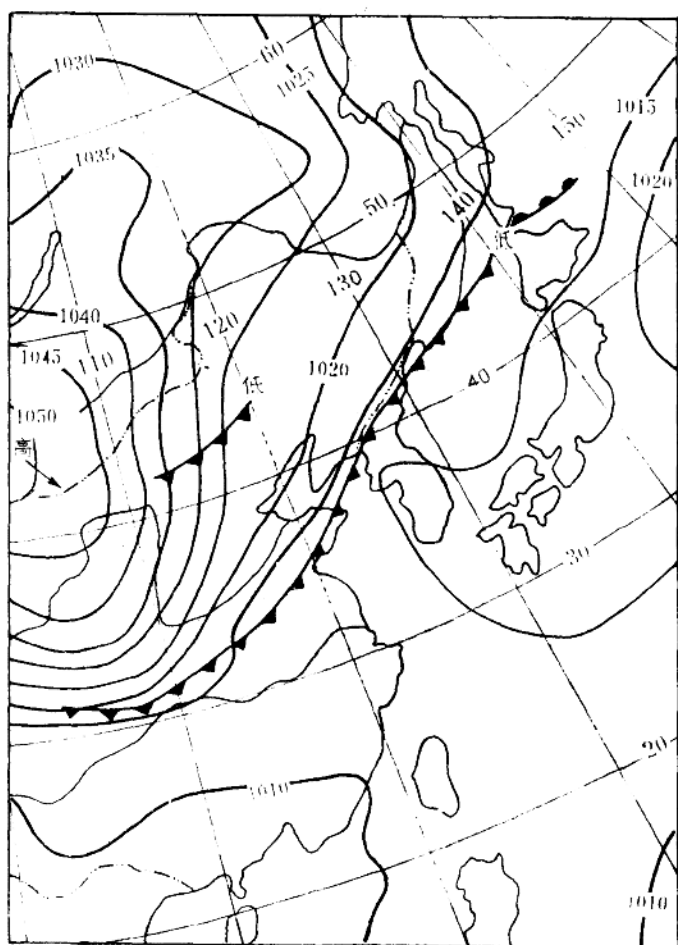


图 7 1957年10月16日02时地面天气图

(二) 麦岛的实测风

我们统计了1956—1958年的麦岛实测风，并据此绘制了风玫瑰图（图8）。从总的情况看来，麦岛在全年内出现最多的是东风，其次为西北风和西北偏北风。风速以西向北和西北偏北向的最大（平均风速为7米/秒），其次是东向及东南向的。从各月的风情统计来看，全年内各季刮西北风最多，风速也大。春季盛行偏东风和

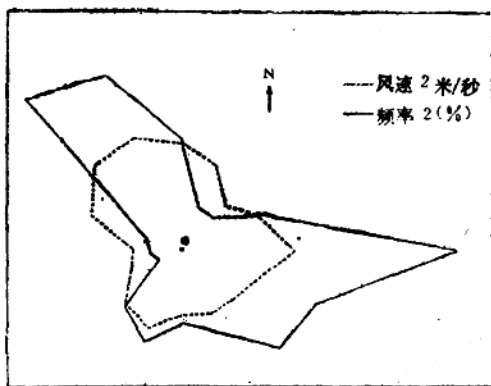


图 8 麦岛风玫瑰图（1956—1958年）

偏南风，特别是偏东风，但风速还是偏北风较大。夏季偏东风与偏南风出现的频率明显增大，但风速还是以偏北风最大，特别是台风北上时引起的北风。秋季西北风增多，偏东风明显减少，风速也是以西北风最大。麦岛的实测风情和前面从天气形势分析中给出的结果是一致的。只是偏东风的出现频率比在天气图上所反映的更多一些。这可能是受局部地形影响和实测资料中只有白昼资料的缘故。

三、海浪的一般状况

由于控制麦岛近海的天气形势多样而善变，同时该岛的东面与东南面海域辽阔，利于外海涌浪的传入，因此这里的波状十分复杂。从观测资料的统计可知，波状是以干涉波与三度波为主，出现正规波与波纹的机会甚少（表1）。其波型以混合浪为主，全年内涌浪的出现频率仅为0.5%（以1958年为例）。

全年内日平均波高以0.2—1.0米为最多（约64%），波高大于2米与小于0.2米的甚少。概率50%的波高约为0.48米（图9a，图9b）。全年内日平均周期以3—5秒为最多，周期大于7秒与小于2秒的很少。概率50%的周期约为4.2秒（图10a，图10b）。

表1 波 状 统 计 （1957）

时 间 (月)	干 涉 波 (%)	三 度 波 (%)	正 规 波 (%)	波 纹 (%)
1	26.8	68.3		4.9
2	52.0	42.0	5.0	2.0
3	45.9	46.8	2.9	4.4
4	47.8	44.0		8.2
5	46.7	46.2	1.4	5.8
6	48.9	42.5	0.5	8.1
7	49.3	31.0	1.0	18.7
8	46.0	34.0	4.0	16.0
9	43.0	45.0	1.0	10.0
10	45.9	44.4		9.7
11	44.3	51.4	0.5	3.8
12	47.2	36.3		16.6
合 计	543.8	531.9	16.3	108.2
平 均	45.3	44.3	1.4	9.0

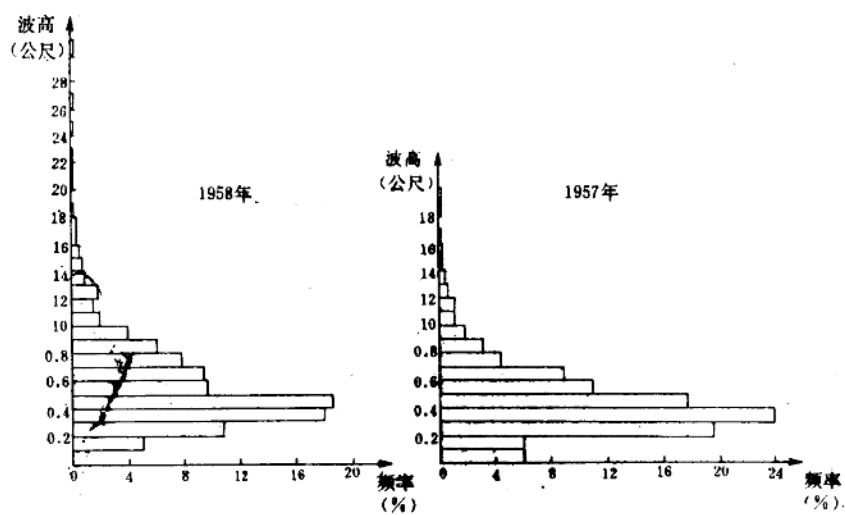


图9a 麦岛波高频率

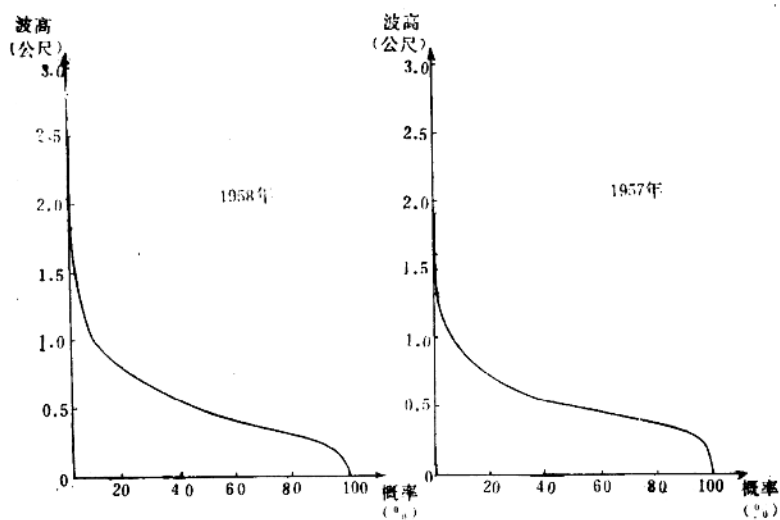


图9b 麦岛波概率

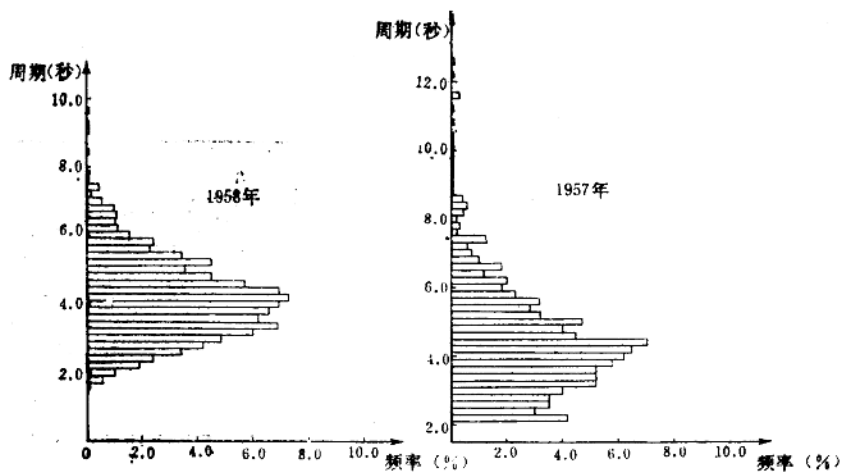


图10a 麦岛周期频率

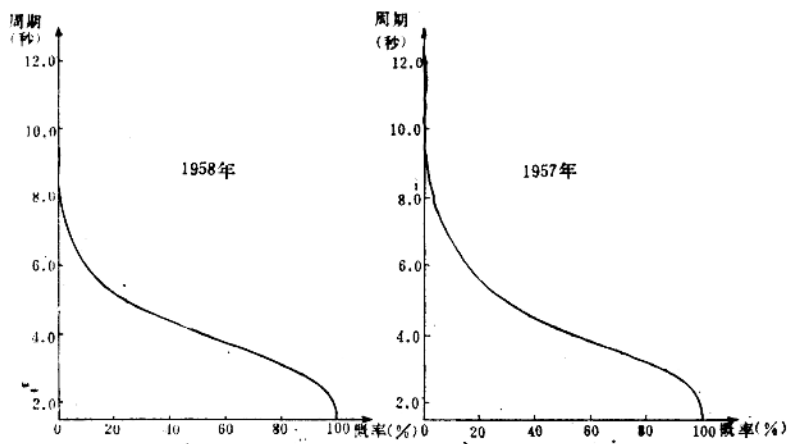


图10b 麦岛周期概率

为了弄清涌浪在各方位上的分布,在绘制波浪玫瑰图时,若同时存在二个波向,则采用涌浪的传播方向(图11)。由图可知,全年内80%左右的波浪在东、东南偏东与南三个方位,其中尤以东南向为最多。为了弄清风浪在各个方位上的分布,统计了1957年各月的风浪资料(绘制波浪玫瑰图时,若同时存在二个波系的传播方向,采用风浪方向),其结果与上节给出的风在各方位上的分布相当一致。所以本海区波浪的波向主要取决于风的方向与外海传入的涌浪的方向。

从统计结果还可以看出,麦岛近海波浪要素逐月变化不大。冬、春季尽管偏北风的风速较大,但因受地形影响,风区较短,无法形成大浪。故麦岛近海的日平均波高与日平均周期,在夏、秋两季比冬、春两季大。全年中的最大波高、最大周期以及月平均最大波高与月平均最大周期亦均出现在夏、秋两季、如1956年8月3日由于台风的影响,观测到最大的平均波高为3.3米;单个波的最大波高为8.5米(这样大的波高在本海区实属罕见)。最大的平均周期为10秒(1956年9月1日);单个波的最大周期为21.5秒(1957年8月21日)。

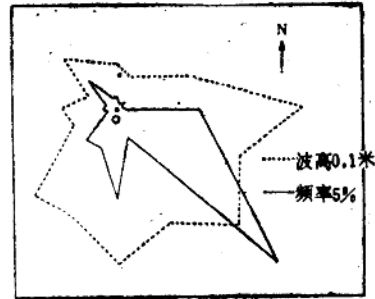


图11 麦岛波高(涌浪)玫瑰图
(1956—1958年)

为了能从海浪的某种特征值推断另一种特征值,我们统计了显著波的观测数据,得到显著波的平均波高 H_c 与最大波高 H_{max} 之间的关系式为:

$$H_{max} = 1.49H_c \quad (1)$$

根据连续波(每次连续观测102个波)的统计,得到平均波高 H 与最大波高之间的关系式为:

$$H_{max} = 2.28H \quad (2)$$

连续波的平均波高 H 与有效波高 $H_{1/3}$ 的关系式为:

$$H_{1/3} = 1.47H \quad (3)$$

根据连续波的统计,得到均方根波高 H_r 与最大波高、有效波高之间的关系式分别为:

$$H_{max} = 2.10H_r \quad (4)$$

$$H_{1/3} = 1.34H_r \quad (5)$$

依式(4)、(5),可得:

$$H_{max} = 1.55H_{1/3} \quad (6)$$

式(6)与式(1)很接近,说明利用岸用光学测波仪和测波浮标两种仪器观测的资料是相当一致的。

上面各关系式中的系数与Liliumon(4)(1949),Longuet-Higgins(3)(1952)所

得的相应值均有出入。这表明统计关系的经验系数受海区及局部地形的影响较大。

四、浪和风的经验关系

鉴于麦岛地理位置的特点，欲求较为合理的浪与风的关系，可按波向及风区长短，将海浪资料划分为三组分别确定。

第一组是介于麦岛的东北—北—西范围内，风区小于10浬的资料；第二组是介于西南偏西—西南—西南偏南范围内，风区小于90浬而大于10浬的资料；第三组是介于东北偏东—东—南范围内，风区开阔的资料。

按三组分别统计浪与风的经验关系。选择资料时，只选取那些风速、波高与周期基本稳定的纯风浪。统计结果给出以下三组关系式。

1. 东北—北—西范围^①（风区小于10浬）。

$$H = -0.392 + 0.077V - 0.0003V^2 \quad (7)$$

$$T = 0.414 + 0.361V - 0.0073V^2 \quad (8)$$

2. 西南偏西—西南—西南偏南范围（风区小于90浬而大于10浬）：

$$H = 0.036 + 0.016V + 0.011V^2 \quad (9)$$

$$T = -0.546 + 0.920V - 0.043V^2 \quad (10)$$

3. 东北偏东—东—南范围（开阔海区）。

$$H = -0.017 + 0.022V + 0.008V^2 \quad (11)$$

$$T = 0.554 + 0.394V + 0.003V^2 \quad (12)$$

上面各式中，H表示平均波高（米）；T表示平均周期（秒）；V为风速（米/秒）。

上面三组关系表明：在同一风速作用下，对应风区短的，波高与周期均小；而风区最长的第三组由于海底地形的影响，未能出现最大的波高及周期。如当风速8米/秒时，由第一组风浪经验关系得出波高为0.2米；由第二组得出波高为0.9米；但由第三组得出波高仅为0.7米。这种反常的情况，其原因何在，值得我们进一步深入探讨。

^①该组的风、浪经验关系适用于风速大于5米/秒的情况。

五、涌浪的传播特性

(一) 麦岛近海的涌浪

纯粹的涌浪在麦岛近海很少出现。因此,本节以涌浪为主的混合浪(以下简称涌浪)作为讨论对象。

就1958年的资料统计结果来看,在全年观测总数中,涌浪及以涌浪为主的混合浪约占一半(59.3%),其中以夏季诸月为最多。而同时期朝连岛涌浪的出现机会稍多于麦岛。涌浪的出现方向主要集中于西南偏南至东范围,其中以东南偏东向为最多。在夏季,涌浪的出现方向较为集中,以东南向为最多(图12)。

我们将不同方向的涌浪分成若干组,统计波高、周期、波陡等要素的变化。结果表明,不论全年还是夏季,每一组波要素多具有消逝涌浪的变化特征。即波高渐趋减小,周期增大,而波陡几乎不变或渐趋平缓(表2)。

(二) 涌浪的出现与台风和锋面气旋活动的关系

从麦岛(1956—1958年)与朝连岛(1958年6—8月)的涌浪出现情况可以看出,几乎所有较显著和持续的涌浪都是由台风与锋面气旋引起的。例如1958年7月15—19日出现的一次较为持续的涌浪,就是由于1958年7月10号台风直接影响黄、东海引起的(图13a、图13b)。另外,1958年9月3—7日出现的较持续的涌浪是1958年8月22号台风影响造成的(图14a、图14b)。此次台风登陆后又转向重新入海北上,致使涌浪在传播过程中有所加强。上述两例都具有消逝涌浪

的变化特征:波高降低,周期增大,波陡几乎不变或渐趋平缓。应指出,台风虽是麦岛近海涌浪的出现与变化的直接原因,但还需有相应的气压场配合,台风涌浪才能在麦岛近海出现和发展。如1958年6月11日和7月19日,在海上出现台风,但由于黄、东海区高压的发展和阻挡,结果在麦岛近海未发现涌浪。

关于涌浪的出现与锋面气旋的联系,可自1958年6月5—8日的麦岛涌浪记录中得到证实。从天气图中可以看出:5日开始,西南槽正向东北发展并东移,虽在青岛地区风向自东北转向西再转向西北,但在外海一直刮东南风,那时涌浪传入麦岛近海。

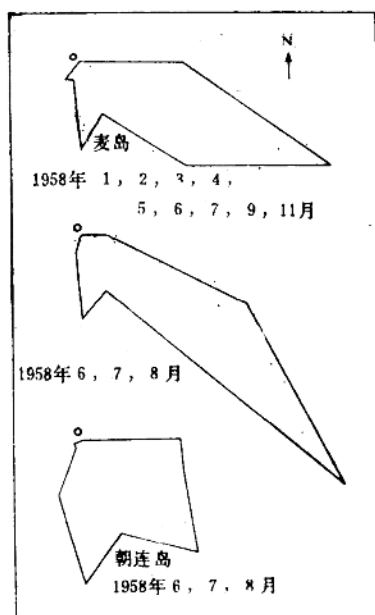


图12 涌浪玫瑰图