



咽喉要道马六甲海峡

—— 航天遥感 融合信息 战略区位

刘宝银 杨晓梅 著

 海军出版社

咽喉要道马六甲海峡

——航天遥感 融合信息 战略区位

刘宝银 杨晓梅 著

海洋出版社

2015年·北京

内 容 摘 要

本书着眼于马六甲海峡咽喉要道,涉及国家两洋战略,以新的海洋防卫观,国家海洋安全战略与空间信息技术的视角,就国家战略地理空间,阐述了马六甲—新加坡海峡地理载体的多源空间信息及其属性,是实现海峡智能化战略信息分析系统先行的必备基础。本书以四个区段,由西向东对海峡目标空间信息进行融合与量化,并逐一对其地理价值进行了图文并茂地阐述。最后针对海峡通道的战略区位,表述了海峡专题基础信息与技术。

本书可供国家策略、外交、军事、国土、海洋、遥感、地质、地理、测绘、航海、经贸、水产与军事院校等专业和部门的相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

咽喉要道马六甲海峡:航天遥感 融合信息 战略区位/刘宝银,杨晓梅著.

—北京:海洋出版社,2015.1

ISBN 978-7-5027-8998-5

I. ①咽… II. ①刘… ②杨… III. ①航天遥感—应用—马六甲海峡—概况
IV. ①P737.173.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第280531号

责任编辑:任 玲 王 溪

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:10

字数:230千字 定价:70.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

航天遥感信息展示了岛链围封中的辽阔南海，并凸显了国际上瞩目的马六甲海峡在经济、航运与军事上的重要地位。其自然条件复杂，多国共管，多语种交汇，通航分道。本书对其进行了地学导向下的信息提取与识别，表明了该海峡多源信息之特点。

我等期望“笔走”至两洋战略中的咽喉通道，通过海洋智库查询，航天遥感信息挖掘，集多源信息之融合，系统展现马六甲—新加坡海峡以及安达曼海自然特征的现势性和系统性。由此，拙作《咽喉要道马六甲海峡——航天遥感融合信息战略区位》专著得以问世。

作者自题

前 言

南海问题为世界所瞩目，其中，马六甲海峡尤为凸显，它系全球八大国际海峡中重要的咽喉要道，中国两洋战略之要点。

作者，“笔走”至此，反观马六甲海峡空间融合信息，不仅限于急流浅滩、航行之要领为航海者所熟知。深觉其地理区位与海域态势，欲以海峡概化模型之基础，采取多源信息并融合，系统展现马六甲海峡空间融合信息，深化认知马六甲海峡多方位的实际意义。

马六甲海峡因沿岸有马来西亚古城马六甲而得名。马六甲海峡位于马来半岛与苏门答腊岛之间，是沟通太平洋与印度洋，连接南海与安达曼海的重要水道，海峡全长约 1 080 km。

马六甲海峡无论在经济、航运还是军事上，其战略地位都十分重要，素有“东方的直布罗陀”之称。该海峡现由新加坡、马来西亚和印度尼西亚三国共管，该海峡海上贸易通过量占世界总份额的 1/5 ~ 1/4。

马六甲海峡通航史可追溯到两千多年前，历史上曾先后被阿拉伯人、葡萄牙人、荷兰人、英国人所控制。现今，美国已取得新加坡海、空军基地的部分使用权，并援建马六甲海峡沿岸的一些军事设施。

马六甲海峡兼属于多类型性。在地质地理特征上，属大陆 - 岛弧间海峡，自然形成的海峡水道；在经济地位上，属顶级航运价值的国际咽喉要道；依国际法律，属国际航行海峡；在功能作用上，属可转型性海峡。

马六甲海峡空间遥感融合信息，表征了海峡两岸景观上的极大差异和岛礁分布区域上的不均衡性，具有战略意义的港湾多临近马来半岛，海盗也不时在此海域出没。

基于上述，马六甲海峡涉及地理区位的稳定性、固有地缘的非选择性、海峡战略的高端博弈、国家利益的纠葛和约束性、海峡通行的安全困境等特点。面对马六甲海峡具有延伸性、动态性、关联性与实力性等特点，对其实施监测、海洋地理空间研究，使用空间遥感、GIS 技术、可视化技术与计算机网络技术等最为先进的手段，实现海域目

标的空间化、可视化、产品化、网络化、业务化以及信息共享等。

书中,鉴于马六甲海峡特定的地理区位以及所面临的海洋政治地理格局与多边性,笔者在写作中力求层次分明、地域连贯。本书涉及关联的马六甲海峡与新加坡海峡,各区段地理区位、自然环境、岛屿大小、岛间海峡、分布态势、军事意义与周边条件等彼此不尽相同,甚至差异较大。专题阐述先于马六甲海峡,后于新加坡海峡。因此,对它们的表述方式各有所不同。同时,笔者在写作过程中参阅了海务商业版图书及相关的评述。

笔者经过多年的深入调研,无论是来自空间信息、实测资料,抑或其他通道的信息,均表明了马六甲-新加坡海峡内容极其丰富,即使一个岛礁也涵盖着诸多学科的内容。在对马六甲-新加坡海峡,乃至安达曼海空间遥感多源信息融合与量化的同时,阐述了海峡专题信息系统之基础,以求得新的视角,来重新认识目标的内涵与动态性的重要意义。

笔者长期致力于海洋遥感应用与微尺度信息挖掘以及海洋信息系统建设研究,深觉海洋遥感领域中,地学是基础,物理是手段,数学是方法。正如国际遥感界所共识,面对海洋实际需求,脱离地学的科学导向所采用手段与方法得出的成果,难以体现实用价值。继承和发展前人的工作,在遵循以常规研究为坚实基础的同时,运用新视角、新手段、新方法是历史赋予我们的使命。维护国家海洋权益、增强新的国防观,亦是一个公民义不容辞的责任。

在撰写与出版本书的过程中,中国科学院资源与环境信息系统国家重点实验室的领导予以热情的支持,并与我友刘永志、蓝荣钦、刘赞沛、高义、何亚文、杨刚等教授和人士进行了有益的讨论;刘静如女士进行了不辞辛苦的测算。对此,笔者一并表示衷心谢意!

限于作者知识水平与资料关系,书中错误之处,请读者不吝批评指正!

刘宝银 (E-mail: hylubby@sina.com.cn)

杨晓梅 (E-mail: yangxm@reis.com.cn)

于2014年阳春三月

目 录

第一章 马六甲海峡空间地理环境背景	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 马六甲海峡及周边地质地貌	(3)
第三节 马六甲海峡地理环境要素类别与类型属性	(4)
第四节 马六甲海峡概化模型	(5)
第五节 马六甲海峡自然状况	(6)
第二章 地理空间融合信息、技术平台与信息源	(11)
第一节 概 述	(11)
第二节 卫星遥感信息分辨能力	(12)
第三节 遥感技术参数	(14)
第四节 高分辨率卫星遥感数据光谱响应分析与微信息挖掘	(19)
第五节 多源信息融合技术与信息提取	(20)
第三章 马六甲海峡中马来半岛区段空间融合信息特征	(23)
第一节 马六甲海峡西北部普吉岛—槟榔屿区段空间融合信息特征	(23)
第二节 槟榔屿—巴生港区段空间融合信息特征	(52)
第三节 巴生港—比桑岛区段空间融合信息特征	(63)
第四章 马六甲海峡中苏门答腊岛区段空间融合信息特征	(74)
第一节 马六甲海峡中苏门答腊岛西北岸段空间融合信息特征	(74)
第二节 马六甲海峡中苏门答腊岛北部中间岸段空间融合信息特征	(86)
第三节 马六甲海峡中苏门答腊岛北部东南岸段空间融合信息特征	(97)
第四节 马六甲海峡中苏门答腊岛中部中间岸段空间融合信息特征	(102)
第五章 新加坡海峡空间融合信息特征	(107)
第一节 概 述	(107)
第二节 新加坡海峡空间融合信息特征	(109)
第三节 新加坡海峡东部海岸空间融合信息特征	(115)
第四节 新加坡海峡以南廖内群岛空间融合信息特征	(126)
第六章 安达曼海及安达曼—尼科巴群岛空间融合信息特征	(127)
第一节 概 述	(127)
第二节 安达曼—尼科巴群岛链空间分布特征	(129)
第七章 海峡专题基础信息与技术	(140)
第一节 海峡地理信息	(140)

第二节 支持技术	(142)
第三节 海峡类型特征	(142)
第四节 信息源与海峡地理环境基本要素概念树	(144)
附 录	(147)
主要参考文献	(151)

第一章 马六甲海峡空间地理环境背景

第一节 概 述

马六甲海峡系大陆与岛弧间海峡，位于马来半岛与苏门答腊岛之间，呈西北—东南走向，该海峡连接安达曼海南海和爪哇海，即是沟通太平洋与印度洋的咽喉要道。海峡长达1 800 km，西北部最宽达370 km，东南部最窄处只有37 km。主要最窄处仅宽约2.8 km，通过的浅水深约25 m。

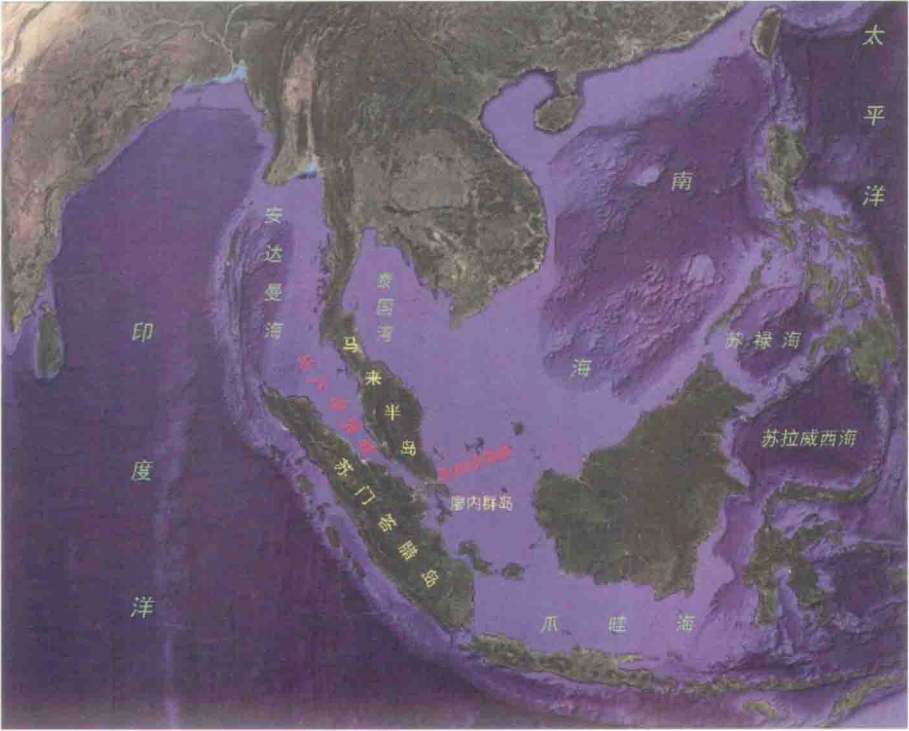


图 1.1 马六甲海峡地理区位卫星遥感信息图示

1. 马六甲海峡的重要性

马六甲海峡在经济及军事上均是重要的国际水道与非常重要的海上航线，并是世界上主要交通瓶颈，为西亚石油到东亚的重要通道，一些经济大国常称马六甲海峡是其“生

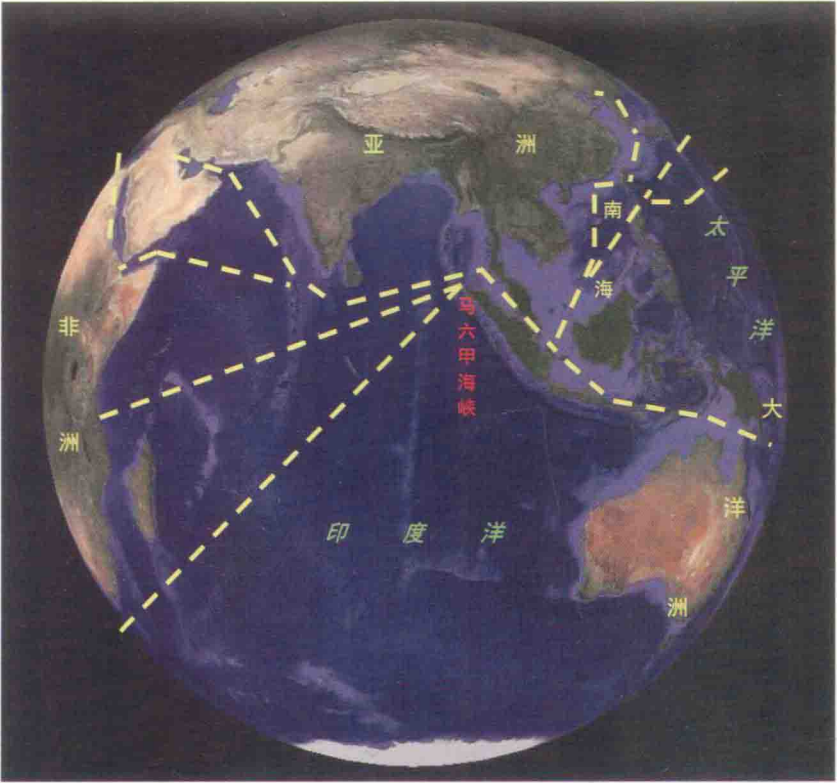


图 1.2 穿越马六甲海峡航线图示



图 1.3 马六甲海峡海盗经常出没的水域图示

命线”。

每年约有 5 万艘船只通过马六甲海峡，据估算这数字在 20 年后将增加一倍。占世界海上贸易的五分之一到四分之一的份额。世界四分之一的运油船经过马六甲海峡。

2. 马六甲海峡面临的问题

海峡通道狭小 马六甲海峡南部出口，一条在新加坡南部水域的水道只有 2.8 km 宽，系整个马六甲海峡的瓶颈，具有重要的战略意义。

海盗猖獗与恐怖威胁 该海峡中星罗棋布的数以百计的无人居住小岛上，长满了红树林，提供了无数隐藏的各种罪犯。

印度尼西亚造成的烟雾 每年阴霾引起的森林大火肆虐着苏门答腊岛，降低能见度到 200 m，迫使贯穿于狭窄拥挤的船舶航行很慢。

3. 沿岸国家

马六甲海峡的沿岸国家有：新加坡、马来西亚、印度尼西亚。一直以来，沿海三国对处理马六甲海峡事务遵循三原则：

- 沿岸国家对附属海域拥有主权和维护安全的义务；
- 承认相关大国在该区域有利益；
- 一切行动必须尊重国家主权并依据国际法。

沿海三国于 1971 年 11 月签订了关于马六甲海峡的公约，反对海峡“国际化”，宣布三国共管海峡事务。

第二节 马六甲海峡及周边地质地貌

马六甲海峡及其北部马来半岛和南部的苏门答腊岛位于巽他陆架上，水深较浅。其南部的苏门答腊岛是印度尼西亚最大岛屿，南北长约 1 790 km，东西最宽 435 km，面积 $43.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。苏门答腊岛沿海地区沼泽广布，岸线曲折，南北绵延约 1 000 km，有些沼泽深入内陆达 240 km，浅滩及渔网分布较广，系东南亚最大的沼泽地带。

苏门答腊岛西南侧位于印澳板块和欧亚大陆板块交接带上，由于板块的俯冲形成了巽他海沟，明打威群岛以及巴里桑山脉是全球地震、火山活动最为活跃的地带。2004 年 12 月和 2005 年 3 月连续两次 9 级大地震均发生于此。

马六甲 - 新加坡海峡海底平坦，多为泥沙质，水流平缓，容易淤积，水下有数量不少的浅滩与沙脊，海床均是沙脊地形。马六甲海峡和新加坡海峡的航道宽窄不一，曲折多弯，马六甲主航道是沿着马来半岛一侧，仅 217 ~ 316 km，航道的最窄处在东岸波德申港附近浅滩处，宽约 2 km。航道水深 25 ~ 70 m，航道内多浅点、沉船、暗礁和浅滩。

第三节 马六甲海峡地理环境要素类别与类型属性

海峡系海洋中特殊的地理单元，正如图 1.4 ~ 图 1.5 所示，其地理环境要素、类型多样性及其属性等有着较大的差异。

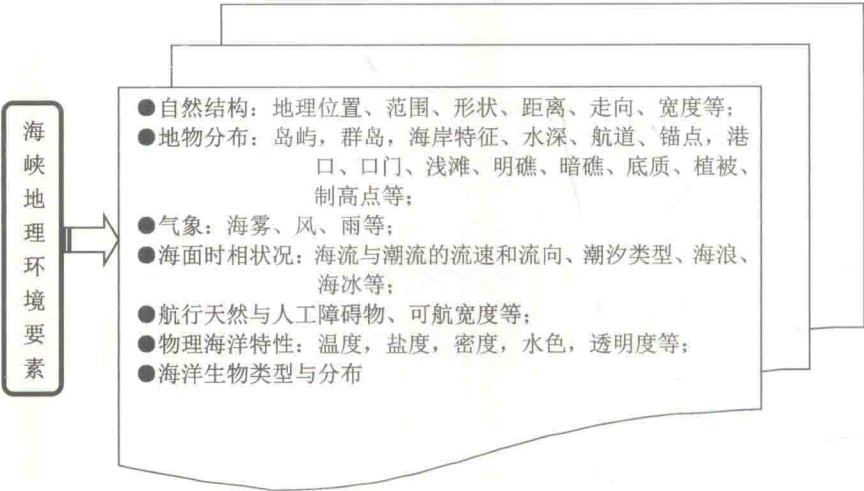


图 1.4 海峡地理环境要素

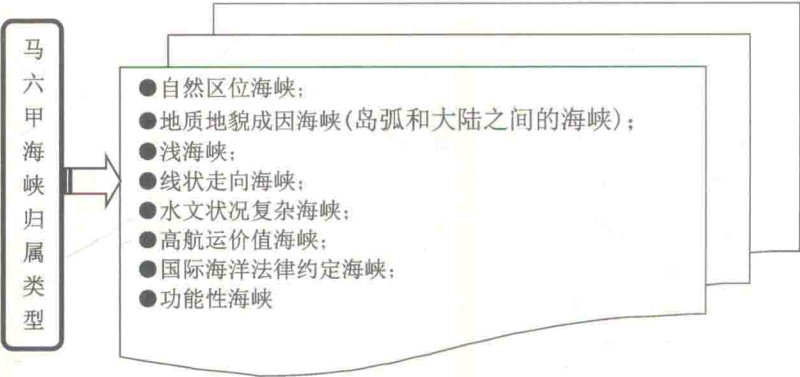


图 1.5 马六甲海峡归属类型划分

马六甲海峡兼属于多类型性。在地质地理特征上，属大陆 - 岛弧间海峡，自然形成的海峡水道；在经济地位上，属航运价值顶级的国际咽喉要道；依国际法律，属国际航行海峡；在功能作用上，属可转型性海峡。

基于上述，马六甲海峡涉及地理区位的稳定性、固有地缘的非选择性、海峡战略的高端博弈、国家利益的纠葛和约束性和海峡通行的安全困境等特点。

第四节 马六甲海峡概化模型

就马六甲海峡中航行目标与识别的多源信息，对此，构建概化模型，以示该海峡的复杂性。

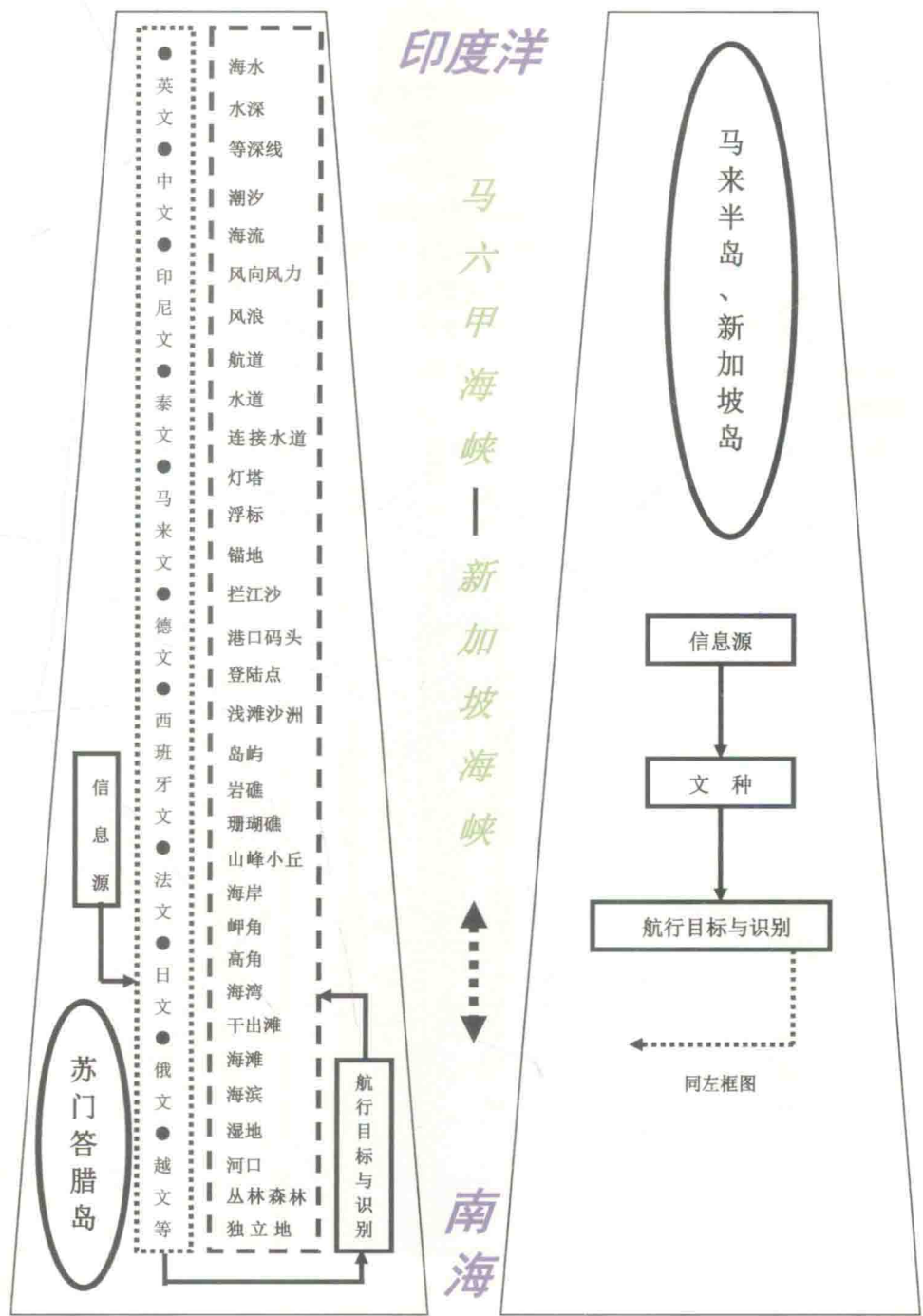


图 1.6 马六甲海峡—新加坡海峡概化模型

第五节 马六甲海峡自然状况

1. 潮汐、潮流

马六甲海峡海底地形效应，产生强潮流以致形成大而均匀的高度在 4~7 m 之间海底沙波，大沙坡波长在 250~450 m 之间，沙波与水流成直角方向。此外，与潮流平行的方向上还有大而长的海底沙脊。

马六甲-新加坡海峡的潮流为往复流，顺水道流动，涨潮时流向为东南向，落潮时流向为西北向，流速涨落潮相同，最大流速为 2.2 kn。涨潮时间和落潮时间基本上相同，为 6 h 左右，具有规则半日潮流的性质。在新加坡海峡，涨潮流向西南，流速为 1.1 kn 左右，落潮流向东北，流速较大，为 1.1 kn。新加坡海峡因受南海和印度洋海水交换的影响，涨潮时流向为西南向，落潮时流向为东北向，流速在 1~2 kn 之间。对此，图 1.7 参考了俞慕耕（1987）所论述的马六甲海峡水文特点。



图 1.7 马六甲海峡潮汐类型分布图示

南海的日潮波从海峡东口传入,由东向西传播,同潮时线由东向西推迟。海峡中的潮差,以中部巴生港和巴眼亚比附近为最大,最大潮差大于9 m,向海峡东、西口两端减小,到海峡两端为小于3 m。平均潮差的分布亦是中部大,大于9 m,向海峡两端逐渐减小。

2. 海流

马六甲海峡大部分地区位于受印度洋、南海等季风系统影响,大部分海流均为风生流,在季风转换数周内,海流随之变换方向;在该地区的北方和西方是印度洋的相对较快和较稳定的海流。即,海流无论在流向和流速方面都是变化多端的,即使是处于往复变化的季风范围以外的南部地区亦是如此。在特定情况下,海流的流向甚至可能相反。

该海峡水流主要运动方向受潮流影响,西北向流占优势,在东北季风期,南海的南向海流部分绕过马来半岛南端,流向西北穿过马六甲海峡。11月至翌年4月流向较稳定,南北流频率占33%~66%,5—8月流向稳定性差,西北流频率约占33%,流速为2 kn左右。但据报,曾有各种流向的海流,全年流速1 kn左右。在海峡东口,靠近新加坡附近海域,由于岛屿较多,水道纵横交错,海流较复杂。海峡西口通常有1~2 kn西北向海流。东北季风期,东口附近流向向南,西口附近的北部,流向西南。西南季风期,东口附近流向偏北,西口附近的北部,流向偏东或东南。海峡内,一年四季为西北向流,流速冬季较大,为0.5~1 kn,夏季较小,0.5 kn左右。

韦岛与普吉岛附近海域水道宽阔,岛屿少,海流主要为西北向,速度1~2 kn,在西南季风期流向偏东南,海峡内部与海峡东、西口受季风影响不同,此区域全年为西北向海流,流速在0.5~1 kn之间。

西马来西亚和苏门答腊岛的东方,在东北季风期,有一股南向海流,而在西南季风期,有一股北向海流。伴随东北季风的海流,在2月要比该季的任何其他月份都强而稳定。

马六甲海峡较浅,大部分地区的水深小于73 m,水流的主要运动方向受潮流的影响。一年之中的海峡里西北流略占优势。在东北季风期,南海的南向海流部分绕过马来半岛的南端,穿过马六甲海峡流向西北。在西南季风期,流经卡里马塔海峡进入南海海流部分分支向西北流入马六甲海峡。在4月和10月风向交替期间,也存在这种西北海流,但在这段时间里,西北流比较弱而且不稳定。

在冬季一些月份里,海峡内03°00'N以北地区有一逆时针环流。在交替期的4月,环流减弱。而当西南季风形成时,即在6—10月期间,同一个地区内可能产生一个顺时针环流,尤其在8月期间势力最大。所涉及的海区里,有三股主要的海流。从北到南,有西向的东北季风风生流,东向的赤道逆流和西向的赤道海流。

3. 海浪

在马六甲海峡海面几乎常常是小浪或者轻浪,有时形成短时间中浪和大浪。在海峡的北口处和南苏门答腊岛外方,从5—9月之间,有5%的时间有大浪。

马六甲海峡里的涌浪没有明显的盛行方向。全年之中,在正常情况下,都为小涌浪,只有极少的时间是中涌浪。

据多年船舶气象报告海浪资料统计,海峡的平均波高为2级(0.5~0.7 m),平均涌高为3级(0.8~1.0 m)。最大波高为10 m,出现在10月份;次大波高为8 m,出现在7



图 1.8 马六甲海峡海流流势 (2 月)

月份。海峡中的海浪方向与风向基本一致，每年 11 月至翌年 4 月，浪向以北和东北向为主，风浪频率为 37% ~ 86%，涌浪频率为 47% ~ 88%。风浪浪高为 0.5 ~ 0.9 m，涌浪高为 0.8 ~ 1.4 m。风浪周期为 2.1 ~ 3.8 s。涌浪周期为 6.7 ~ 7.5 s，最大浪高为 6.5 m，浪向为东北。大于或等于 5 级以上大浪频率为 2% ~ 8%，5 级以上大涌频率为 7% ~ 24%。6—9 月份，浪向以东南、南和西南向为主，其中以南向浪最多，风浪频率占 42% ~ 49%。在海峡内常有风暴，短时间内产生狂风暴雨。

若将海峡内划分为海峡东部、中部和西部三部分。由计算得知：年平均波高，中部最小，西部次之，东部最大。波向冬季以西北至东北向为主，东部 12 月至翌年 3 月涌浪较大。夏季海峡东部盛行偏南浪，其他海区为东南浪。

4. 海面温度

海峡海面平均温度从 5 月到翌年 2 月都保持在 27 ~ 29℃ 之间。一般来说，海面温度比其上空的气温稍为高些。

马六甲海峡的水温终年较高，月平均水温为 27.90 ~ 30.50℃ 之间，海峡季节变化不大，年较差为 2.6℃。

水温的垂直变化表现在，因海峡东部，水较浅，冬季垂直混合作用较强，夏季波浪较大，尤其是涌浪，致使冬夏两季的水温垂直分布趋于较均匀的状态。唯有海峡西部局部海

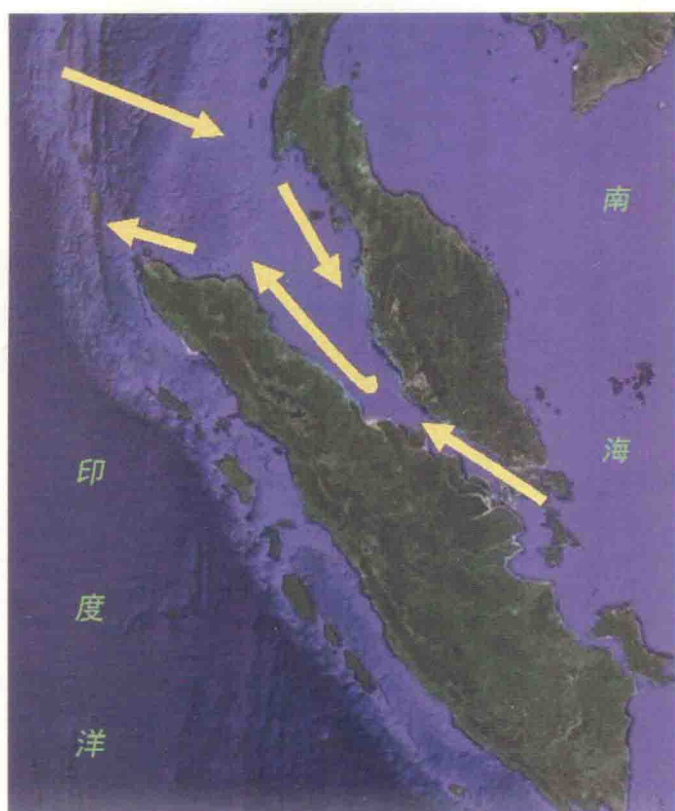


图 1.9 马六甲海峡海流流势 (8 月)

区，水比较深，对流混合作用，限于上层海水，因而冬季水温出现上下分层现象，有跃层出现，但强度很弱，为 $0.05 \sim 0.06^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。水深 30 m 或 40 m 以下，水温又趋均匀。

水温和气温的变化，全年是同步的。但海峡的水温略高于气温，这与特定的海峡自然地理环境有关。在海峡的西北面有马来半岛，西南面有苏门答腊岛，岛屿的辐射冷却快；海洋则较慢，冬季南下的北方冷空气受马来半岛阻挡，海峡犹如盆地一样，水温就比气温高。到夏季，气温升高，水温和气温就差别不大。

5. 盐度

马六甲海峡的盐度，由于受大量降水的影响，盐度不大。月平均盐度为 $28.48 \sim 32.19$ 之间，季节变化较大，年较差为 12.70。

盐度的垂直变化与水温相似，海峡大部分区域冬、夏季盐度垂直分布比较均匀，只有部分海区在冬季 2 月份 30 m 以下盐度有分层现象，但跃层很弱，40 m 以下盐度仍为垂直均匀。

海峡内盐度的季节变化与降水量的季节变化，基本上相一致，在数值上二者成反比。

6. 密度

海峡海水密度，月平均为 $17.24 \sim 19.74$ ，季节变化不大，年较差仅为 2.50。密度的垂直变化与盐度的垂直变化相一致，除部分海区出现密度的分层现象外，但跃层的强度很