

海 洋 讲 义

海军广州舰艇学院

一九九五年十二月

前 言

海军是祖国海疆和国家海洋权益的保卫者,海洋学对海军训练和作战等各方面都有影响。如潮汐、潮流影响舰艇航速和航迹、影响水雷布设、登陆作战、舰船通过浅水区等。利用水声技术可进行反潜作战。浪和涌使舰船摇摆,影响各类武器的射击精度。大风浪会使舰艇出现“中拱”或“中垂”现象,损坏舰体。因此,作为一名海军指挥员就必须具备一定的海洋学知识。

本教材在编写中,参阅了大连舰院、浙江水产学院、青岛海洋大学、大连海运学院等海洋教材以及[美]D·A·罗斯的《海洋学导论》、J·J·巴特的《海洋学》。在此,本人向为本书绘制插图及帮助出版的同志表示感谢。

编者 吴东曙

一九九五年十二月一日

目 录

前言

第一章 海洋概况	(1)
§ 1—1 海洋的划分	(1)
§ 1—2 海底地形	(7)
§ 1—3 各大洋海底地形的主要特点	(11)
§ 1—4 中国海	(15)
§ 1—5 海底地形和底质对海军活动的影响	(20)
 第二章 海水的物理性质	(21)
§ 2—1 海水的温度	(21)
§ 2—2 海水的盐度	(30)
§ 2—3 海水密度	(31)
§ 2—4 声波在海水中的传播	(34)
§ 2—5 海冰	(40)
§ 2—6 水色与透明度	(43)
§ 2—7 海水物理性质对海军活动的影响	(45)
 第三章 海浪	(47)
§ 3—1 波浪现象	(47)
§ 3—2 浪和风的关系	(54)
§ 3—3 浅海区和近岸的海浪	(58)
§ 3—4 海上风浪和涌浪概况	(62)
§ 3—5 海浪对海军活动的影响	(64)
 第四章 海流	(66)
§ 4—1 海流概述	(66)

§ 4—2	地转流	(68)
§ 4—3	风海流	(70)
§ 4—4	大洋环流	(75)
§ 4—5	海流对海军活动的影响	(83)
第五章	潮汐	(84)
§ 5—1	潮汐现象	(84)
§ 5—2	潮汐成因	(86)
§ 5—3	潮汐变化规律	(91)
§ 5—4	潮波运动	(96)
§ 5—5	中国海区和世界大洋潮汐潮流概况	(101)
第六章	潮汐、潮流的计算	(107)
§ 6—1	潮汐计算	(107)
§ 6—2	潮流计算	(115)

第一章 海洋概况

§ 1—1 海洋的划分

海洋面积占地球总面积三分之二以上,根据海洋要素特点及形态特征,地球上的海洋水域可分为主要部分和附属部分。主要部分为洋,附属部分是洋的边缘部分,称为海、海湾、海峡。

一、洋

所谓洋,它有以下特征:面积广阔,约占海洋总面积的 89%;深度大,一般在 2—3 公里以上;盐度平均为 35‰,且年变化小,不受大陆影响;水色高,透明度大;有各自的潮汐系统和强大的洋流系统;大洋的沉积物为深海特有的钙质软泥,硅质软泥和红粘土。

世界上的大洋是互相沟通的,但是,它还有局部差异。根据海岸线的轮廓,底部起伏和水文特征,世界大洋分为四部分:即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。在大洋与大洋之间,通常以水下海岭和人为的经线为界。太平洋和大西洋是以通过南美南端的合恩角(西经 67°W)为界;太平洋与印度洋是以通过塔斯马尼亚的 147°E 经线为界;大西洋和印度洋是以汤姆逊海脊为界。

1. 太平洋

太平洋是由西班牙探险家巴斯科·努涅斯·德·巴尔沃亚(Vasco Nunez de Balboa)发现并命名的,“太平”一词即“和平”之意。在世界各大洋中,太平洋是面积最大和深度最大的一个大洋。它约占地球表面积的三分之一,水容量为 6 亿 9 千 6 百万立方公里。太平洋的大部分海流处于深层,平均深度超过 5 千米。太平洋的海盆是园形的,其周围分布着众多的火山、断层和海沟。太平洋西部边缘参差不齐,为几个边缘海所环绕。这些边缘海包括鄂霍次克海、日本海、东海、黄海、南海、东印度多岛海、珊瑚海和塔斯曼海等。包括夏威夷在内,散布于太平洋中的数百个火山岛屿面积之和,相当于美国国土面积。

表 1—1 各大洋的面积及平均深度

名称	面 积		深度(米)		备注
	10 ³ Km ²	%	平均	最大	
太平洋	165,246	45.0	4028	11500	有的资料为 11033 米
大西洋	82,442	22.8	3627	9219	
印度洋	73,443	20.3	3897	7450	
北冰洋	5,035	1.4	1296	5220	

注:各大洋的面积不包括海

2. 大西洋

继北非阿特拉斯山脉命名之后,古罗马人又命名了大西洋。阿特拉斯山脉是当时已知世界——地中海的界限。“大西洋”一词的含意,大概表明了古罗马人的信念,认为该大洋位于阿特拉斯山脉之外的地区。大西洋由北向南延伸,呈现出不规则的形状。它的面积约为太平洋的二分之一。在非洲的西部和巴西的东部陆地之间,洋面相当狭窄,两侧的凸出陆地把整个大洋分为南、北大西洋。

北大西洋由几个边缘海和海湾环绕,其中有地中海、波罗的海、北海、黑海、比斯开湾、巴芬湾、哈得逊湾、墨西哥湾以及加勒比海等。每年,密西西比河、亚马逊河和刚果河的河水把大量的沉积物带入大西洋。

3. 印度洋

在历史上,印度洋曾是连结乌贾因,因迪巴格达和亚历山大等贸易中心的一条著名商业航线。导致这些城市之间海上贸易的一个重要因素,是印度洋的季风海流有利于航海者们的远航。

从外形上看,印度洋近似于三角形,周围的印度次大陆、非洲东海岸以及澳大利亚北海岸和西海岸自然形成了印度洋的边界。印度的三条最大的河流(指水量和长度而言)——恒河、印度河和布拉马普特拉河载入印度洋的陆源沉积物之多,在世界各大洋中是少见的。在印度洋的边缘有红海、波斯湾、阿拉伯海和孟加拉湾等。马达加斯加和斯里兰卡是印度洋中面积最大的岛屿。

4. 北冰洋

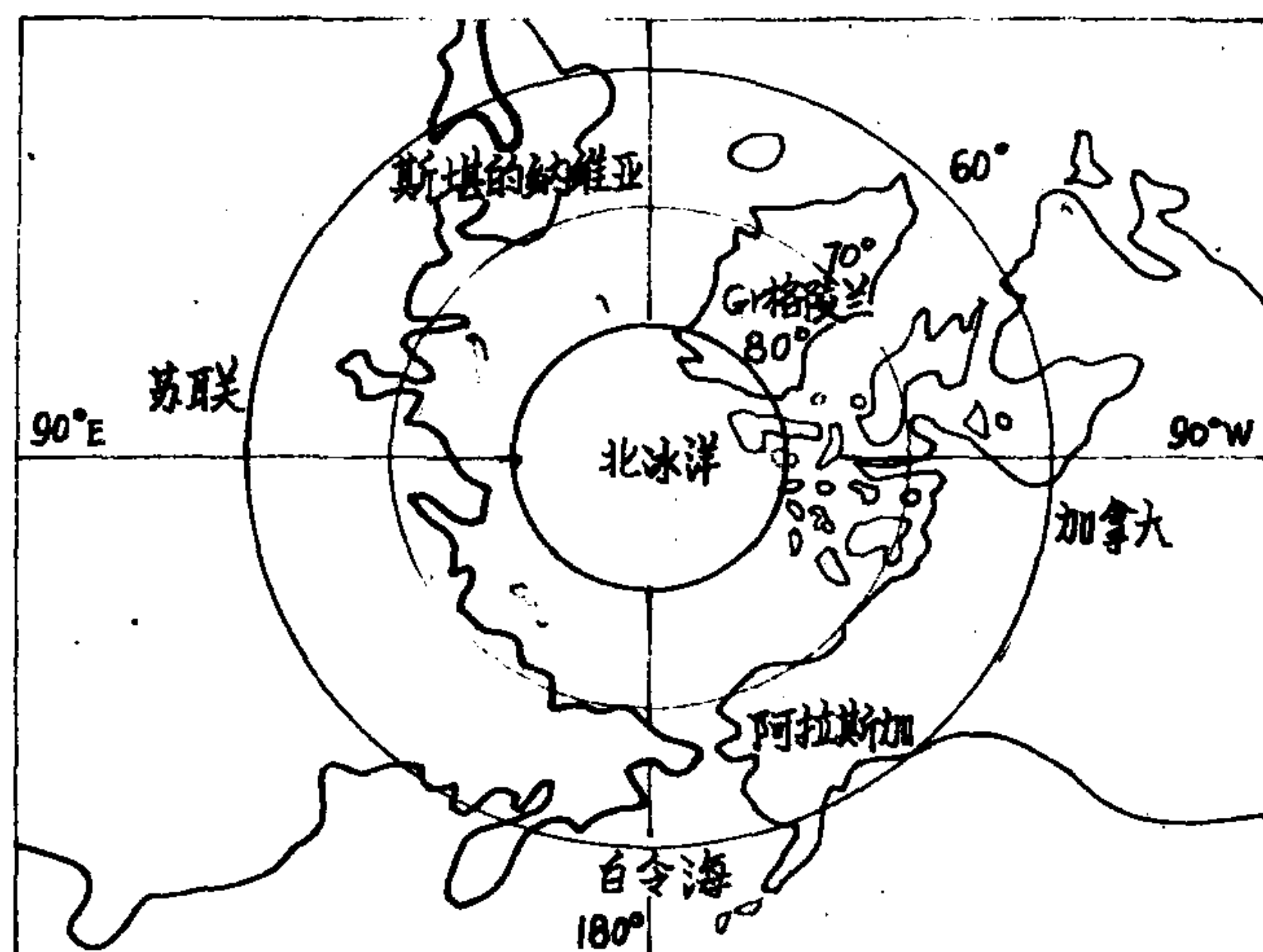


图 1—1 绘有春秋两季海冰平均边界的北冰洋图

在四大洋中,北冰洋是面积最小,深度最浅的一个大洋,说它位于“世界之颠”确实并不夸张。北冰洋的海盆几乎是园形的。为俄罗斯、斯堪的纳维亚、格陵兰、加拿大和阿拉斯加所环抱(见图 1—1)。北极点到大洋中心点的距离仅为 500 英里。一年中,多数海区有大部分时间被大块浮冰。即极地流冰群所覆盖。北冰洋的地形和构造受三个海脊所支配,它们的存在,导致产生一些海盆和海渊。在这三大海脊中,又以罗蒙诺索夫海脊为主。

北冰洋以白令海峡与太平洋分界,而格陵兰两侧的一些小海又使之与大西洋相连;在东面有格陵兰海、挪威海和丹麦海峡通大西洋,而在西面有巴芬湾、戴维斯海峡和拉布拉多海通大西洋。

二、海

海的特征是面积比洋小得多,只占海洋总面积的 11%。深度一般较浅,(见表 1—2),同时各海的海水物理化学性质各有特点,温度受大陆影响很大,并有显著的季节变化。水色低,透明度小。沉积物多为陆生的,如砂、泥砂、生物碎屑等。海按照它的位置分为地中海、内海和缘海。地中海位于各大洲之间,而且面积广大,如亚欧洲之间的地中海;内海位于同一大洋的两部分之间,面积较小,如加勒比海;缘海是海洋的边缘部分,只有一些岛屿同大洋相隔,海水可以在缘海和大洋间自由沟通,如东海等。

表 1—2 各大洋主要附属海的面积和平均深度

洋	名 称	面 积 (10 ³ 公里 ²)	深 度(米)		备 注
			平均值	最大值	
大 西 洋	①巴 芬 湾	689	861	2136	
	②哈得逊湾	819	112	274	
	③墨西哥湾	1543	1512	4023	
	④加勒比海	2754	2491	7238	
	⑤波罗的海	386	86	459	
	⑥北 海	544	96	433	
	⑦比斯开湾	194	1715	5120	
	⑧地 中 海	2505	1498	5092	
	⑨马尔马拉海	11	357	1355	
	⑩黑 海	423	1271	2245	
	⑪亚速海	38	9	13	
	⑫里 海	370	197	980	
	⑬咸 海	64	15	68	
	⑭几内亚海	1533	2996	6363	
印 度 洋	①红 海	450	558	2604	
	②波斯湾	241	40	104	
	③阿拉伯海	2683	2734	5203	
	④孟加拉湾	2172	2586	5258	
	⑤安达曼海	602	1096	4171	
	⑥萨武海	105	1701	3470	
	⑦帝汶海	615	406	3310	
	⑧阿拉弗拉海	1037	197	3680	
	⑨大澳大利亚湾	484	950	5080	
太 平 洋	①白令海	2304	1598	4773	
	②鄂霍次克海	1590	859	3657	
	③日本海	978	1752	4036	
	④黄 海	417	44	106	
	⑤东 海	752	349	2780	
	⑥南 海	3447	1140	5567	
	⑦爪哇海	480	45	89	
	⑧苏禄海	348	1591	5119	
	⑨苏拉威西海	435	3645	6220	
	⑩巴厘海	119	411	1590	
	⑪佛罗里斯海	121	1829	5140	
	⑫摩鹿加海	291	1902	4180	
	⑬西兰海	187	1209	5318	
	⑭班达海	695	3064	7260	
	⑮珊瑚海	4791	2394	9140	
	⑯阿拉斯加湾	1327	2431	5659	
	⑰加里福尼亚湾	177	818	3127	
北 冰 洋	①格陵兰海	1205	1444	4846	
	②挪威海	1383	1742	3860	
	③巴伦支海	1405	229	600	
	④白 海	90	89	330	
	⑤喀拉海	883	118	620	
	⑥拉普帖夫海	650	519	2980	
	⑦东西伯利亚海	901	58	155	
	⑧楚科奇海	582	88	160	
	⑨博弗特海	476	1004	4683	
	各个海的平均值	966	—	—	
	各个海的最大值	4791	3645	9140	
	各个海的最小值	11	9	13	

1. 地中海

罗马人早先把地中海命名为英特纳姆海(Mare intenum),拉丁语的意思是内陆海。后来他们又重新命名为现在的名称“地中海”,即位于“地球中部的海”。地中海为欧洲、亚洲和非洲所环抱,直布罗陀海峡不但是它的西部边界,而且它还是通往大西洋的出口。在地中海的东南面,苏伊士运河使之与红海,阿拉伯海和印度洋连接起来;在东北方向,达达尼尔海峡和博斯普鲁斯海峡使它与黑海相通(图 1—2)。地中海周围有几个海湾,其中的亚得里亚海、爱奥尼亚海和第勒尼尔海环绕着意大利的大部分领土。另外两个海湾,一个是位于希腊东西的爱琴海,一个是处于土耳其和俄罗斯之间的黑海。地中海内岛屿星罗棋布,其中较大的有克里特岛、撒丁岛、西西里岛以及巴利阿里群岛等。



图 1—2 地中海的水深和海底特征(深度单位:米)

地中海的深度因地而异,在直布罗陀海峡,水深仅约 300 米,但到爱奥尼亚海,水深则超过 5000 米。在直布罗陀海峡,地中海的水与大西洋的水彼此以相反方向流动。

2. 北海

北海实际上是大西洋向西北方向延伸的一部分,位于大不列颠岛与欧洲大陆之间。周围的大不列颠岛、奥克尼群岛、设得兰群岛、丹麦、挪威、多佛尔海峡、法国、比利时、荷兰,德国和北冰洋把整个北海紧紧地包围起来。从多佛尔海峡到设得兰群岛南北长 1.1 万公里,由丹麦到苏格兰东西宽 650 公里。北海的面积为 47.5 万平方公里。与之相邻的上述各国的海岸线由于存在海湾、峡湾和河口而呈锯齿形。

3. 加勒比海

加勒比海是从大西洋向西延伸的一部分,为安的列斯群岛、中美洲和南美洲所环绕。该海

是个典型的热带海,海水暖而浅,水温通常在 25°C 以上。从瓜德罗普岛到洪都拉斯东西长 2800 公里,由巴拿马至古巴南北宽 1400 公里,面积为 275.4 万平方公里。受盛行东信风的影响,大西洋的一支强劲的暖表层流流经加勒比海进入墨西哥湾。加勒比海的暖水养育着广泛分布在这里的珊瑚礁。

4. 波罗的海

波罗的海地处瑞典和俄罗斯之间,是通往北海,继而进入大西洋的一条交通要道。波罗的海长约 1500 公里,宽约 640 公里,海岸线 8000 公里。波罗的海向北延伸部分——波的尼亚湾把瑞典和芬兰分开。

5. 红海

红海是印度洋延伸部分,地处阿拉伯半岛和非洲东北部之间。红海长约 2100 公里,宽约 320 公里,平均深度近 600 米,面积为 6.8 万平方公里。由于红海地区盛行疾风和气候炎热(气温经常上升到 38°C 以上),所以海水的盐度很大。在红海的西面,在苏伊士运河使之与地中海相连;东面,在亚丁湾首先使之与阿拉伯海相接,最终与印度洋连通。

6. 南海

南海又称南中国海,位于中国大陆的南部。是太平洋的边缘海。它北接华南粤、桂两省,东界菲律宾与加里曼丹,西靠中南半岛与马来半岛,南抵邦加岛、勿里洞岛附近。海区跨纬度 26° (南纬 3° —北纬 23°) 经度 22° (东经 99° — 121°)。总面积为 340 万平方公里,平均深度超过 1000 米。最大深度是 5567 米。

南海东北由台湾海峡连接东海,东经巴士海峡通向太平洋,西南有马六甲海峡与印度洋相连,是重要的国际海上通道。

南海水产种类繁多,是优良的渔场。海底资源十分丰富,石油、天然气及其他矿物的蕴藏量非常可观,在经济上有重要价值。

三、海湾与海峡

洋或海的一部分伸入大陆,且其深度逐渐减小的水域称为湾。一般来说是在入口的地方海角与海角之间的连线,作为湾的分界线。海湾中的海水性质一般与其相邻的海洋的海水性质近似。在海湾中常出现最大潮差,这显然与深度和宽度不断减小有关。例如我国的杭州湾的钱江怒潮驰名世界,它的潮差一般可达 6—8 米,最大时可达 12 米之多。

海洋中相邻海区之间宽度较窄的水道称为海峡。海峡中海洋状况的主要特征是急流,尤其是潮流速度很大。底质多为基岩和沙粒。海峡中的海流一般具有上下层流入或流出的,如直布罗陀海峡。也有从左右侧流入或流出的,如渤海海峡等。世界上著名的海峡及其宽度与深度列表如下(表 1—3)。

表 1—3 世界大洋重要海峡的宽度和深度

各 称	最小宽度(公里)	深 度(米)	
		最大深度	水道的最小深度
①丹麦海峡	290	2250	113
②戴维斯海峡	320	3078	31
③哈得逊海峡	95	704	122
④佛罗里达海峡	79	2084	128
⑤尤卡坦海峡	194	2779	12
⑥德雷克海峡	890	5248	80
⑦斯卡格拉克海峡	111	809	29
⑧卡特加特海峡	111	124	26
⑨松得海峡	4	38	8
⑩大别列特海峡	17	58	12
⑪小别列特海峡	0.6	80	13
⑫英吉利海峡	96	172	35
⑬多维尔海峡	33	64	27
⑭直布罗陀海峡	14	1181	301
⑮达达尼尔海峡	1.3	106	53
⑯波斯普鲁斯海峡	0.7	121	33
⑰刻赤海峡	4	13	5
⑱曼得海峡	27	323	182
⑲莫三鼻给海峡	420	3520	18
⑳霍穆兹海峡	56	219	71
㉑马六甲海峡	37	—	25
㉒新加坡海峡	4.6	157	22
㉓巽他海峡	26	1080	53
㉔塔列索夫海峡	150	22	5
㉕巴士海峡	148	2620	47
㉖白令海峡	86	70	42
㉗拉彼鲁兹海峡	43	118	51
㉘津轻海峡	18	521	131
㉙朝鲜海峡			
朝鲜水道	49	230	130
对马水道	46	129	115
㉚台湾海峡	130	1680	60
㉛喀拉海峡	50	200	17
㉜维尔基茨海峡	57	210	64
㉝山尼柯夫海峡	57	22	8
㉞拉普底夫海峡	48	13	7
㉟朗加海峡	145	48	13
㊱罗伯逊海峡	20	473	33

§ 1—2 海底地形

资料表明,海底地形千姿百态,绚丽壮观。它的崎岖程度不亚于陆他。实际上海底地形起伏变化是相当复杂的。海底地形主要是地球各种内力作用下构成的,地壳的升降、褶皱、断裂、地震和火山活动等对海底地形都要发生影响。因此,海底也有高山、高原、平原和陆地等地形。

按照海底地形的特点,大致可分为大陆边缘、大洋盆地和洋中脊三个单元,其面积分布的百分比如(表 1—4)

表 1—4 大陆边缘、大洋盆地和洋中脊面积分布的百分比

地形单元		面积($\times 10^6 \text{km}^2$)	占海洋面积%	占地球面积%
大陆边缘	大陆架	27.3	7.5	5.4
	大陆坡	27.9	7.8	5.5
	大陆基	19.2	5.3	3.8
	岛弧、海沟	6.1	1.7	1.2
大洋盆地	深海盆地	151.5	41.8	29.7
	火山、海峰	5.7	1.6	1.1
	海底高原	5.4	1.5	1.1
洋 中 脊		118.6	32.7	23.2

一、大陆边缘

整个地球分为海洋与陆地。海岸带就是海陆之交的界限,是涨潮落潮海水水位发生高低变化的作用区。而大陆边缘是指大陆与海洋连接的边缘地带,它包括大陆架、大陆坡、大陆基以及海沟与岛弧等。

1. 大陆架 是围绕大陆的浅海区域,指从海岸线到水深 200 米以内的区间,平均深度 133 米,其宽度因地区而异,在海岸山脉外围,大陆架很窄,如美洲太平洋沿岸只有 30~40 公里,甚至有些地方完全缺失;在沿岸平原外围,大陆架却十分辽阔,如亚洲北冰洋沿岸宽度可达 1300 公里。一般宽度是从 0~1000 公里,平均宽度约为 75 公里、平均坡度为 0.1° ,大多数大陆架只不过是海岸平原的陆地部分在水下的延伸(图 1—3)。

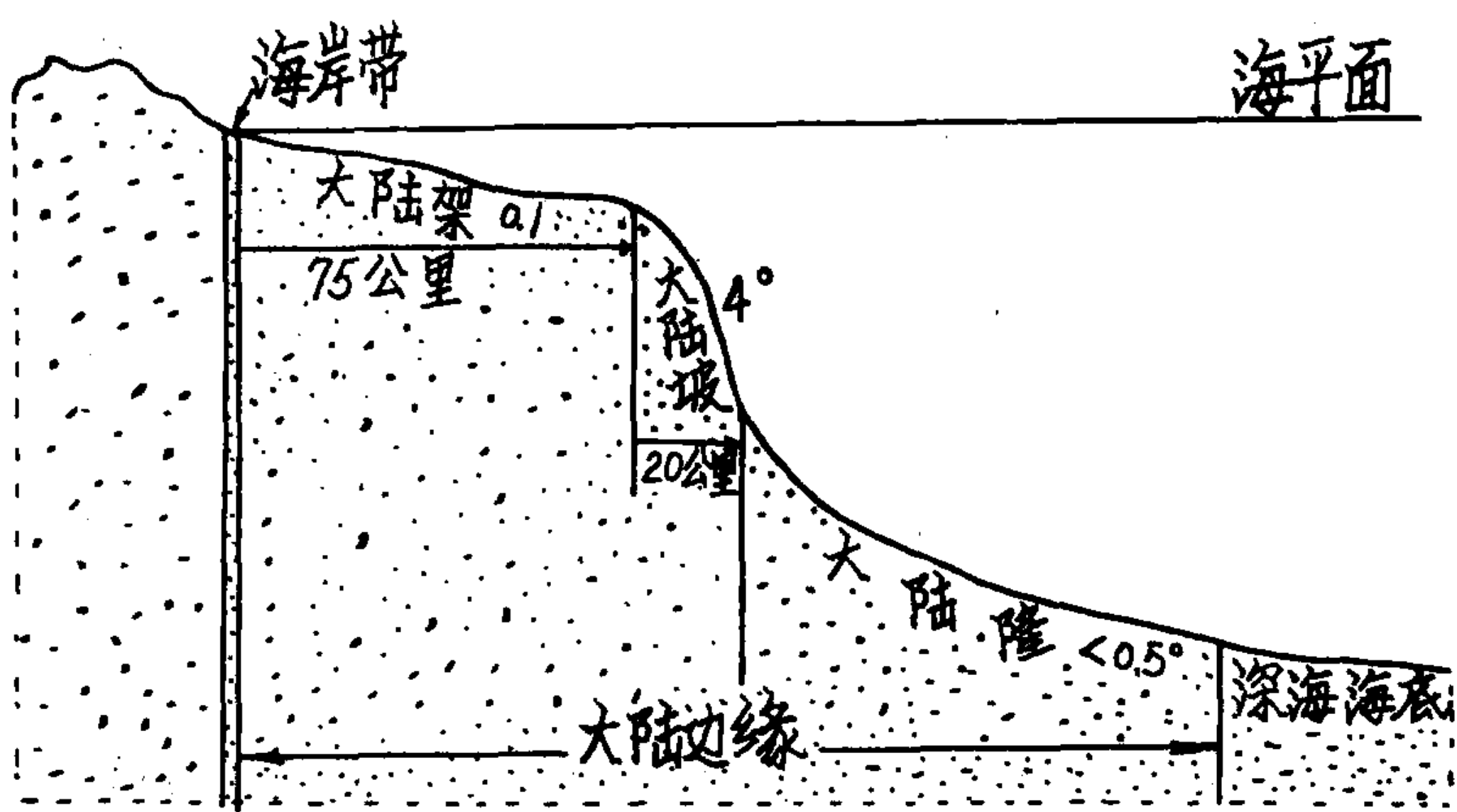


图 1—3 大陆边缘示意图(垂直比例夸大)

大陆架是由硅铝质花岗岩为主的大陆地壳构成的,是大陆外围的浅海区,其构造性质往往与相邻陆地构造一致;大陆架是地球上主要泥砂堆积区,其总沉积量可达 5000 万立方公里;大陆架海底地貌特征主要是残留的或稍经海洋环境改造的陆地地貌。因此,在高纬度冰川作用区有被海水淹没的冰川地貌;在中纬度大陆架海底,常有水下河谷地貌;如我国东海大陆架上就有一条与长江口相连接的水下河谷,它一直穿过大陆架伸向冲绳海槽;在海洋环境下形成的地貌,主要有潮流冲刷形成的冲刷槽和潮汐三角洲。

陆架区的许多海洋现象都有显著性的变化,潮汐、波浪和海流的作用都比较强烈。海水中含有大量的溶解氧和各种营养盐类,因此陆架区特别是河口地带是渔业和养殖业的重要场所;正由于陆架区有着丰富的有机质,特别是繁殖极快,数量极大和很快死亡的微体生物残骸,它们长期埋藏在陆架区沉积盆地泥沙中,在缺氧的环境下,受到一定的温度、压力和细菌的分解作用,则可形成巨大的海底油气田,目前世界上许多国家在大陆架上开采或正在计划开发利用这个天然的海底宝库。

2. 大陆坡 大陆架外缘陡倾斜的地区,就叫大陆坡。以坡度为特点,平均坡度 4.3° ;其宽度在 15~90 公里不等,平均宽度 28 公里;大陆坡的深度,一般认为包括 200~2500 米深的范围。

大陆坡差不多到处都成一个宽好几十公里的长条状围绕着大陆架分布,但有时大陆坡也直接从大陆边缘开始而无大陆架区。

大陆坡的海区,由于距离大陆较远,受大陆的影响较小,故海洋状况较稳定,海洋要素的日变化也不能达到底层,就是年变化也十分微弱。底层海水运动主要是海流和潮汐的作用。海底的沉积主要是陆屑软泥。太阳光的辐射在底层很微弱或完全消失了,故底层植物极少,主要是一些食泥动物。

大陆坡上最特殊的地形是深切陡峭的 V 字型谷,叫海底峡谷,长度可达数十公里至数百公里。

3. 大陆基(或叫大陆隆) 大陆坡以外与大洋盆地之间常有比较平坦的地区,称为大陆基。它是由浊流和滑塌作用,在陆坡坡麓所形成的缓倾斜的扇形堆积物。这些堆积物向大洋方向倾斜并逐渐变薄。其坡度很小,一般为 $1/700 \sim 1/1000$,一般分布在水深 2000 米至 5000 米的地方,平均深度可达 4000 米。大陆基的总面积为 1900 万平方公里,可占海洋总面积的 5% 以上。

4. 海沟与岛弧 太平洋北部和西部的阿留申群岛、日本群岛、琉球群岛、菲律宾群岛等,无论这些岛屿本身或把它们连起来看都成弧形,称为岛弧。岛弧露出海面则称海岛或群岛,岛弧靠大洋一侧往往发育着呈长条状的巨大凹地,深度在六千米以下,称为海沟。海沟与岛弧常是平行伴生在一起,广泛发育于环太平洋上,也就是说,它们都在大洋盆地中间,而是在大陆边缘分布着。世界闻名的马里亚纳海沟是地球表面的最低点,达到 11500 米*,有些资料为 11022 米;11033 米;11521 米。全球深度大于 10000 米的海沟共有 5 条,据现有资料统计,全世界大洋中共有海沟 29 条,其中太平洋就占 19 条,大西洋 4 条,印度洋 6 条(表 1—5)。

表 1—5 各大洋的海沟

各 称	最大深度 (m)	误 差 (m)	地理坐标	
太平洋				
①马里亚纳	11500	±50	11°20.9'N,	142°11.5'E
②汤 加	10882	±50	23°15.3'S,	174°44.7'W
③千 岛	10542	±100	44°15.2'N,	150°34.2'E
④菲律宾	10265	±50	10°23.8'N,	126°40.5'E
⑤克马德克	10047	±50	31°52.8'S,	177°20.6'W
⑥小笠原	9810	±50	29°05.9'N,	142°53.5'E
⑦布干维耳	9140	±100	6°34.5'S,	153°55.8'E
⑧雅 浦	8850	±30	8°33.2'N,	138°02.5'E
⑨日 本	9156	—	36°08.0'N,	142°3'N
⑩新不列颠	8320	±50	5°51.5'S,	152°20.5'E
⑪阿塔卡马	8064	±10	23°18'S,	71°40'W
⑫帛 琉	8138	±100	7°40.7'N,	135°04.6'E
⑬阿留申	7822	—	51°13'N,	174°48'E
⑭新赫布里底	7570	—	20°36.5'S,	168°37'E
⑮琉 球	7790	—	25°15'N,	128°32'E
⑯班 达	7440	—	5°34.7'S,	130°49.8'E
⑰危地马拉	6662	±20	14°02'N,	93°39'W
⑱捷德罗斯	6225	—	27°53'N,	115°56'W
⑲勇 士	6150	±20	10°26.7'S,	170°17.3'E
大西洋				
⑳波多黎各	9218	±30	19°38'N,	66°00'—68°30'W
㉑南桑德韦奇	8264	±100	55°17.3'S,	26°46.5'W
㉒罗曼希	7856	±15	0°13'S,	18°26'W
㉓开 门	7057	±20	19°10'N,	79°53'W
印度洋				
㉔爪哇	7725	—	10°20'S,	110°10'E
㉕鄂 毕	6874	—	约 33°50'S,	101°30'E
㉖维 马	6402	—	约 11°S,	67°E
㉗迪阿曼蒂纳	6062	—	约 38°S,	112°E
㉘查戈斯	—	—	约 8°S,	73°E
㉙阿米兰特	—	—	—	—

总之,大陆边缘除大陆基外,基底性质均与大陆地壳一样,下面是较厚的硅铝层,它与大洋盆地基底缺失硅铝层,有明显的区别。大陆边缘地区除沉积有各种金属非金属矿产之外,近年来,在世界各洲大陆架地区,都先后发现和开采石油和天然气。据估计,整个大陆架石油储量可达 1000 亿吨以上。我国沿海有宽阔的大陆架,渤海、黄海以及东海西部、南海大部是亚洲东部巨大的陆缘浅海。是世界上最大的大陆架之一,也是世界上石油天然气蕴藏最富的远景区之一。我国石油地质科学工作者,已经在渤海,东海和南海先后钻出了石油,毫无疑问,我国的大陆架,必将为我国的经济建设,实现四个现代化,提供大量的石油天然气资源。

二、大洋盆地

大洋盆地是海洋的主要部分,地形广阔而平坦,其中主要部分是水深 4000 米~5000 米的开阔水域,称为深海盆地。它约占海洋总面积的 45%。深海盆地中最平坦的部分称为深海平原。其坡底小于 1%。平均深度在 4877 米。在深海平原中地形比较突出,范围又不太大的孤立高地叫海底山。还有一类特别特出的海底山,呈锥状,且比其四周海底高 1000 米以上,有的隐没于水下,有的露出海平面之上,称为海峰。太平洋中有个叫冒纳罗亚火山海峰,海拔标高达 4205 米,若从海底算起,它的高差达 9000 米。海峰大多数都是火山形成的。有的海峰基座是火山成因的,而上部是生物碎屑灰岩组成的。

在广阔的大洋盆地中,由于没有光线温度很低,故大洋深处的海底动物群非常稀少,其洋底沉积物主要是由繁殖在大洋表层上面的游生物的石灰质和硅质骨骼沉到海底加入软泥中,形成石灰质软泥和硅质软泥,而在深度大于 4700 米的海底,则几乎都是红色粘土所覆盖。但自 20 世纪初以来,在对深海沉积物的研究中,发现了深海盆地中有大量的锰结核。这种锰结核的分布尤以太平洋深海海底最多,据计算,其中仅锰的储量就达 15000 亿吨,为锰在大陆上的总储量的四百倍。同时有人估计,锰结核现在仍以比工业消耗量快三倍的速度不断地堆积着。仅现在盆地中锰的总储量就可供人类使用 1000 年以上。因此,这方面已经引起世界各国的高度重视。

三、大洋中脊(又称洋脊或洋隆)

大洋底部很重要的地势特征是呈线状分布的,是具全球规模的海底隆起,它象屹立在大洋底部的巨大“山脉”,延伸四大洲,连绵数万里,称为洋中脊或叫洋脊。它起自北冰洋,纵贯大西洋,然后向东北插到印度洋中部,又从印度洋中向东南与南太平洋的洋脊衔接,又延绵向东北到太平洋东部依海岸作弧形分布(见图 1—4)其面积和地球上全部陆地面积差不多。这样巨大的洋底山系,不能不引起海洋地质学家们的重视。

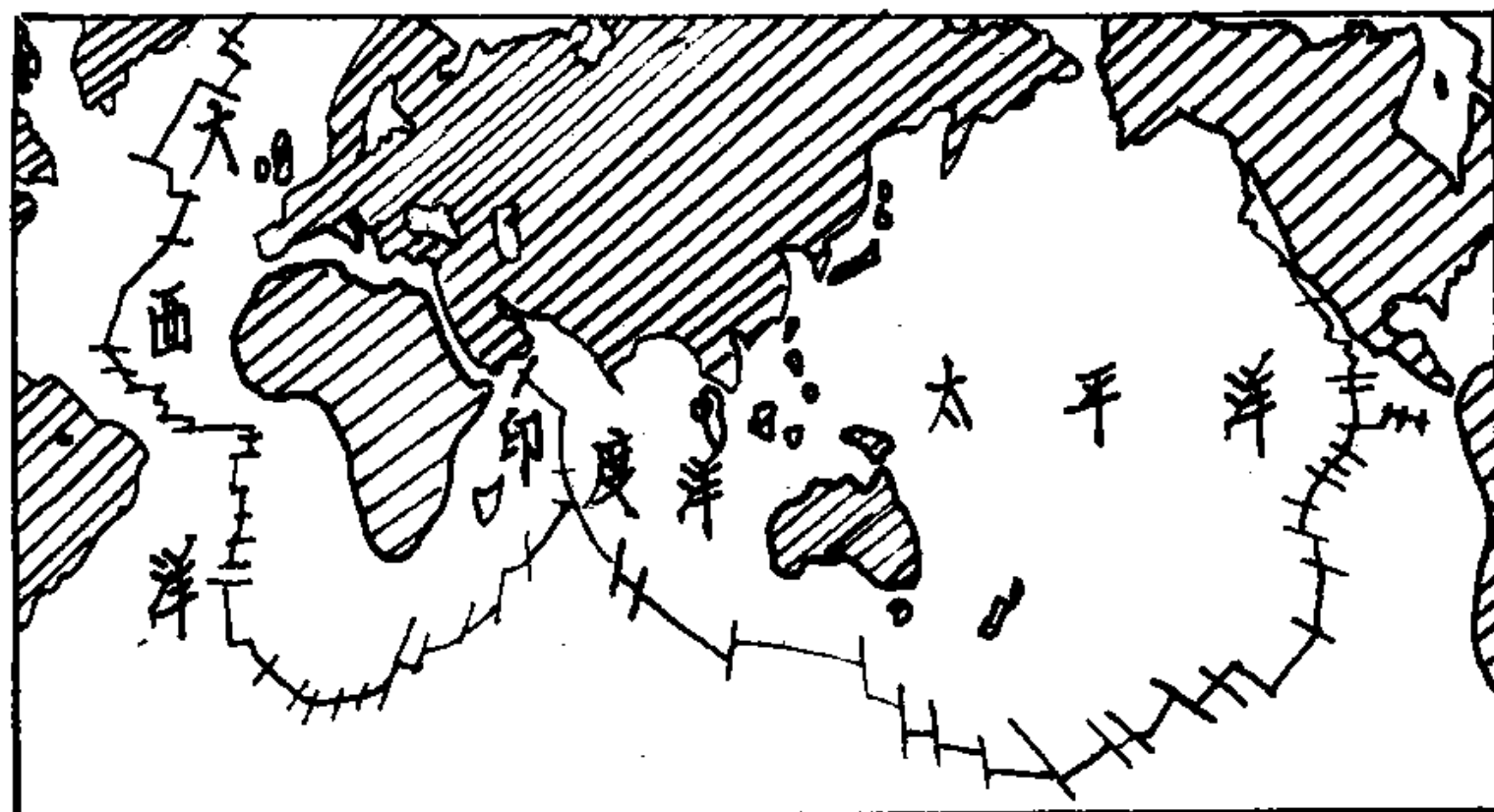


图 1—4 大洋洋脊全球规模示意图

§ 1—3 各大洋海底地形的简要特点

一、太平洋

太平洋在所有各大洋中最大最深,其总面积约一亿八千万平方公里(如不包括边缘海,约一亿六千六百万平方公里),差不多等于世界大洋总面积(三亿六千万平方公里)的一半。太平

洋占全球总面积的 35%，较陆地总面积还要大，太平洋的平均深度为 3984 米，世界大洋中最深的马里亚纳海沟(11500 米)就位于太平洋西部。

整个太平洋可划分为大洋中脊；大洋盆地和过渡带三大单元，但由于东太平洋海隆偏居东部，所以自东而西，太平洋大致可分为三大区：①东部的太平洋海隆，以及受大型横向转换断层所控制的东北太平洋区域。②中部的大洋盆地地区，该区内分布着西北向或北向的海岭，把洋底分隔为许多深海盆地。③西部的岛弧——海沟——边缘海区。

1. 东太平洋海隆和东北太平洋海盆

东太平洋海隆大多在 1000—4000 米水深的范围内，它的顶部比大洋盆地的底部高出 2—3 公里，宽度可达 2000—4000 公里，它的边坡比大西洋中脊的边坡平缓，也没有大西洋中脊那样显著的裂谷，但平行于隆顶方向，却有很多低矮的海脊和海槽，同时还有地磁异常条带，在海隆顶部没有或很少有沉积物覆盖。东太平洋海岭在东经 180°—西经 130°之间的走向为北东东方向，过了西经 130°以后则转为北略偏东方向(大致平行于南美洲西海岸方向)，到墨西哥西岸，隆顶部分进入加利福尼亚湾。

东太平洋海隆以北，北美大陆以西，为东北太平洋海盆。东北太平洋海盆是太平洋中最大的海盆，洋底地势总起来说向西倾斜变深，其南半部洋底则向西北倾斜变深，其深度可达 6000 米以上。另一个显著特点是广泛发育有一系列宏伟的近纬向的断裂带，自北向南有门多西诺断裂带(40°N 附近)、先锋断裂带、默里断裂带、莫洛凯断裂带、克拉里永断裂带等。

2. 中部的大洋盆地地区

中太平洋地区包括东太平洋海隆和东北太平洋海盆以西，西太平洋岛弧——海沟以东区域。这里是海岭、海山和平顶海山分布最密集之处。海岭和海山大致呈西北走向展布，大多没于水下，少数峰顶露出水面构成岛屿。

太平洋中部最引人注目的是夏威夷海岭，它是夏威夷群岛向西北延伸，绵延约 4500 公里，它显得相当宽缓，但其顶部有许多高耸的火山，有的出露水面构成夏威夷群岛，海岭西北端与近南北走向的天皇海岭相接，天皇海岭整个没于水下，但其高度很大，高出两侧洋底数千米，个别海岭水深不过数十米。此外，太平洋中其它一系列的海岭把太平洋洋盆分隔成若干次一级的深海盆地。如太平洋洋盆可分为西北太平洋海盆，东北太平洋海盆，中太平洋海盆等。

3. 西太平洋的岛弧——海沟——边缘海

中太平洋海岭和海盆以西为太平洋岛弧——海沟——边缘海，两区的边界是，北起阿留申经千岛、日本、马里亚纳、新几内亚、所罗门、汤加、克马德走到新西兰、麦阔里岛一线。因为该线以西的西太平洋岛弧——海沟——边缘海区域，在地形特征和构造成因上与中太平洋洋盆区迥然有别，所以我们把它单独划为一区，作为亚洲和澳洲和太平洋洋盆之间的过渡带。

海沟自北而南有：阿留申海沟，千岛海沟，日本海沟，在日本本洲附近海沟发生分叉现象：向南为伊占豆小笠原海沟，马里亚纳海沟，帛琉海沟，雅甫海沟；向西南为西南日本海沟，琉球海沟，马尼拉海沟，菲律宾海沟等。

海沟的形态特征是：长度很大，往往达数百到数千公里；横剖面呈“V”字形，平均坡度为 5° — 7° ，斜坡上经常发育一系列陡坎和台阶；沟底很窄，宽约数公里；沟底纵剖面波状起伏，由一系列深洼地和其间的鞍部组成。海沟中的沉积物一般不厚，大多不超过数百米。

上列海沟，都与岛弧伴生，岛弧——海沟系在地球上高差特别大，这是由于大洋板块的俯冲作用造成的，同时也在这里造成了地球上最剧烈的地震，火山活动。

边缘海分布在岛弧的陆侧，自北而南有：白令海、鄂霍次克海、日本海、东海、南海、菲律宾海、苏禄海、苏拉威西海、班达海、珊瑚海、斐济海、塔斯曼海等。这一系列边缘海盆中的平均深度，比相邻的太平洋海盆浅一些。在边缘海盆中，往往有海底岭脊纵贯其间，如菲律宾就被南北向的九州——帛琉海岭及西马里亚纳海岭分隔为若干海盆。

二、大西洋

大西洋总面积约九千四百万平方公里，为世界第二大洋，大约占世界大洋总面积的四分之一。平均深度为 3575 米。

大西洋显示出突出的对称，S 形洋中脊蜿蜒于大洋的中部，两侧的深海盆地占总面积的 40% 弱，大洋中脊和过渡带（包括大陆架、大陆坡、陆基及岛弧——海沟系）各占总面积的 30% 左右。

1. 大洋中脊和裂谷 大西洋中脊从冰岛至非洲以南的布维岛，全长 17000 公里，中脊宽约 1000—2000 公里，往往占到整个大西洋宽度的三分之一。沿洋中脊轴部出现明显的裂谷，裂谷宽度不过数公里。这样狭长延伸的裂谷是洋壳受张力作用造成的，沿谷底岩浆向上涌升。

2. 断裂带 大西洋中脊也被一系列横向大断裂带即转换断层所切断，北大西洋的断裂带多呈北西西向，南大西洋断裂带多呈北东东向，而赤道大西洋的维玛断裂带则近东西向延伸，海底摄影显示，有些断裂带谷地底部见到侵蚀痕迹，说明有些断裂带谷地中有强大的海流通过，如在维玛断裂带的谷地中，就含有浊流带来的砂层和少量植物碎片，同时维玛断裂带和它南面的罗曼希断裂带是大西洋最大型的两条断裂带。其中罗曼希断裂带形成著名的罗曼希深渊，深 7856 米，是大西洋中除波多黎各海沟和南桑德韦奇海沟外的最深点。

3. 洋盆与海岭（峰） 大西洋中脊与两侧大陆边缘之间，为大西洋洋盆区，与中太平洋洋盆相比，大西洋洋盆地形要简单的多，洋盆中的海山数量不多，环礁和平顶海山在大洋中完全没有（珊瑚礁仅发育于加勒比海周围地区）。大西洋中脊与北美洲大陆之间，由北而南分布着几个海盆，在北面，格陵兰、拉布拉多、雷克雅内斯洋脊之间为缓坦的拉布拉多海盆，其南界是北纬 52° — 23° 的北大西洋断裂带，在这条断裂带的南面是纽芬兰海盆，它的南界是纽芬兰海岭，此海岭之南为广阔的北美海盆，在北美海盆有一卵圆形的百慕大海隆，海隆沿东北方向延伸较长，约 1000 公里，整个海隆起伏不平，其上有众多的海山和海丘，高者露出水面的构成百慕大群岛。

大西洋中脊与南美大陆之间，为圭亚那海盆，这里承受亚马逊河带来的沉积物。赤道以南，在中脊和巴西大陆边缘之间为巴西海盆。