

贵州师范大学博士点建设经费资助

周国富·编著

# 系统自然地理学 ——理论与方法

综合自然地理学

部门自然地理学

专门自然地理学

植物地理学

土壤地理学

气候学

地貌学

动物地理学

Xitong Ziran Dilixue-Lilun yu Fangfa




气象出版社  
China Meteorological Press

贵州师范大学博士点建设经费资助

# 系统自然地理学

——理论与方法

周国富 编著

 气象出版社  
China Meteorological Press

### 图书在版编目(CIP)数据

系统自然地理学:理论与方法/周国富编著. —北京:气象出版社, 2010. 8  
ISBN 978-7-5029-5033-0

I. ①系… II. ①周… III. ①自然地理学  
IV. ①P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 161228 号

## 系统自然地理学——理论与方法

Xitong Ziran Dilixue—Lilun yu Fangfa

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:胡育峰

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:282 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版

印 数:1—1500

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: [qxcs@263.net](mailto:qxcs@263.net)

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:11

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

# 前 言

自然地理学是地理学的重要组成部分,主要以地球表层各自然要素相互作用形成的自然地理系统(地理环境)为对象,分析研究各自然地理要素系统或整体的物质组成、运动变化,以及空间分布和相互作用,探寻规律,为协调人地关系服务。自然地理学涉及内容和研究范围十分广泛,按研究对象可分为综合自然地理学、部门自然地理学和专门自然地理学;部门自然地理学又可进一步分为植物地理学、土壤地理学、动物地理学、气候学、地貌学等学科。多年来,由于实行分科教学,导致知识分散,自然地理的理论被淡化和分散化,学生在学习完各自然地理分支学科后,对自然地理的理论缺乏完整理解和系统掌握,在自然地理教学中,自然地理学的理论与方法显得极为薄弱,不仅没有开设专门的课程,也没有相应的教材。为满足学习需要,提供全面阐述自然地理理论与方法的书籍十分必要。为此,作者在总结多年从事自然地理理论与方法教学的基础上,编写了《系统自然地理学——理论与方法》一书,供地理、环境等专业的本科生、研究生参考和学习。

本书通过对自然地理各学科知识内容的系统分析研究,对自然地理学中具有较强的理论性和规律性的知识进行总结。从理论上讲,具有一般性特征和意义的自然地理理论包括地理系统论、自然地理环境物质循环与能量流动理论、地理空间过程与空间相互作用理论、地域分异与空间结构理论、自然地理环境演化理论和人地关系理论等。这些理论贯穿于自然地理各学科,是各自然地理学科都涉及和必不可少的内容,也是地理学与其他学科的重要区别。同时,自然区划,自然地理系统分类(土地类型划分等),地理的调查、观测方法,在自然地理学中也具有十分重要的地位和作用,亦是其必不可少的内容。

由于作者水平有限,对相关理论与方法的理解不一定与各位同行专家一致,难免有不当之处,敬请读者和各位同行进行探讨并批评指正。

本书编写中使用了部分公开出版物的资料和图片,由于时间和各种原因限制,未能与各位作者进行联系。在此,特向各位作者表示感谢,并提醒读者阅读本书时,有关内容应以原著为准。

本书在编写过程中得到地理学界多位专家的支持和指导,得到贵州师范大学、贵州师范大学地理与环境科学系领导的大力支持,在此一并表示感谢。

# 目 录

## 前 言

<b>第一章 自然地理系统概述</b> .....	(1)
第一节 自然地理系统概念 .....	(1)
一、系统的概念 .....	(1)
二、系统特征 .....	(2)
三、自然地理系统 .....	(2)
第二节 自然地理系统的物质组成 .....	(3)
一、大气圈 .....	(3)
二、水圈 .....	(5)
三、岩石圈 .....	(10)
三、土壤圈 .....	(13)
四、生物圈 .....	(15)
第三节 自然地理系统的结构与功能 .....	(16)
一、自然地理系统结构 .....	(16)
二、自然地理系统功能 .....	(17)
<b>第二章 自然地理系统物质循环与能量流动</b> .....	(19)
第一节 地表物质迁移与地质循环 .....	(19)
一、地表物质与化学元素迁移 .....	(19)
二、地质循环 .....	(23)
三、地表物质迁移与地质循环的研究意义 .....	(24)
第二节 自然地理系统的水循环与水量平衡 .....	(24)
一、水循环 .....	(24)
二、水量平衡 .....	(28)
三、水循环与水平衡研究 .....	(30)
第三节 自然地理系统的大气环流 .....	(30)
一、大气环流 .....	(30)
二、大气环流的地理意义 .....	(32)
第四节 生物与环境的物质交换及生态循环 .....	(33)
一、生物交换与生态循环 .....	(33)

二、生态循环的意义·····	(35)
第五节 自然地理的能量传输·····	(36)
一、自然地理系统的能量基础·····	(36)
二、自然地理系统的能量转化与传输·····	(38)
<b>第三章 自然地理系统的空间过程</b> ·····	(41)
第一节 空间过程概念·····	(41)
第二节 空间过程原理·····	(41)
一、空间过程的基本形式·····	(41)
二、空间过程的动力与阻力·····	(42)
第三节 主要空间过程·····	(43)
一、空间位移过程·····	(43)
二、空间扩散过程·····	(54)
三、界面过程·····	(56)
<b>第四章 自然地理要素的空间相互作用</b> ·····	(59)
第一节 大气圈与水圈的相互作用·····	(59)
一、海气相互作用·····	(59)
二、湖气相互作用·····	(61)
三、冰气相互作用·····	(61)
第二节 大气圈与岩石圈的相互作用·····	(62)
一、大气对岩石圈的作用·····	(62)
二、岩石圈对大气的影晌·····	(64)
第三节 大气圈与生物圈的相互作用·····	(65)
一、大气对生物的作用·····	(65)
二、生物对大气的作朋·····	(66)
第四节 水圈与岩石及土壤圈的相互作用·····	(67)
一、水圈对岩石圈的侵蚀与塑造·····	(67)
二、岩石对水圈的约束与水质影响·····	(73)
第五节 水圈与生物·····	(74)
一、水对生物的作用·····	(74)
二、生物对水圈的影响·····	(76)
第六节 岩石圈与生物圈的相互作用·····	(77)
一、岩石圈对生物圈的制约与影响·····	(77)
二、生物对岩石圈的破坏与改造作用·····	(79)
<b>第五章 自然地理系统的地域分异</b> ·····	(80)
第一节 地域分异的基本概念·····	(80)
一、地域分异·····	(80)
二、地域分异规律·····	(80)

第二节 地域分异过程及规律 .....	(81)
一、地域分异因子及其作用 .....	(81)
二、地域分异的空间尺度 .....	(82)
三、地域分异的方向性 .....	(84)
四、地域分异规律 .....	(84)
第三节 地域分异的结果——现代自然地理系统空间格局 .....	(87)
一、大陆自然地理系统结构 .....	(87)
二、海洋自然地理系统结构 .....	(94)
<b>第六章 自然地理系统的演化 .....</b>	<b>(96)</b>
第一节 古地理环境的演进 .....	(96)
一、地质历史时期的地理环境演化 .....	(96)
二、人类历史时期的地理环境演化 .....	(98)
第二节 现代自然地理系统演化的一般过程 .....	(99)
一、一般过程 .....	(99)
二、现代地貌演化 .....	(100)
三、地表水系的演化 .....	(100)
四、植被演替与顶级群落理论 .....	(101)
第三节 自然地理系统的未来变化 .....	(104)
一、岩石圈的变化 .....	(104)
二、大气圈及全球气候变化 .....	(104)
三、水圈的变化 .....	(105)
四、生物圈的变化 .....	(106)
五、土地退化 .....	(108)
<b>第七章 自然地理系统与人类活动 .....</b>	<b>(110)</b>
第一节 自然地理环境对人类活动的约束与影响 .....	(110)
一、自然资源对人类活动的约束与影响 .....	(110)
二、自然地理环境对人类活动的约束与影响 .....	(116)
三、自然灾害对人类社会的危害与影响 .....	(118)
第二节 人类活动对自然地理系统的影响 .....	(120)
一、人类活动对生物及生态环境的影响 .....	(120)
二、人类活动对大气及气候的影响 .....	(122)
三、人类活动对水圈的影响 .....	(126)
四、人类活动对土壤的影响 .....	(127)
五、人类活动对地貌的影响 .....	(128)
第三节 人地关系的优化调控 .....	(129)
一、人地关系的主要观点 .....	(129)
二、人地关系优化调控 .....	(131)

<b>第八章 自然地理系统的分区与分类</b> .....	(135)
第一节 分区与分类的逻辑基础 .....	(135)
一、基本概念 .....	(135)
二、划分的基本方式 .....	(135)
三、划分的基本原则 .....	(136)
第二节 自然地理系统的识别与划分——自然区划 .....	(136)
一、自然区划的基本原则 .....	(136)
二、自然区划的方法 .....	(137)
三、自然区划的依据与指标 .....	(139)
四、自然区划单位及等级系统 .....	(141)
五、自然区的命名 .....	(144)
六、我国的综合自然区划 .....	(144)
第三节 自然地理系统分类 .....	(145)
一、分类的原则与依据 .....	(145)
二、自然地理系统分类等级单位 .....	(146)
三、自然地理系统分类 .....	(147)
四、我国的土地类型划分 .....	(149)
<b>第九章 自然地理系统调查与观测</b> .....	(151)
第一节 野外调查的传统方法 .....	(151)
一、野外调查的含义和内容 .....	(151)
二、野外调查的基本程序 .....	(152)
三、传统调查方法的类型 .....	(153)
第二节 统计调查的技术方法 .....	(154)
一、统计调查法的基本原理 .....	(154)
二、普查法 .....	(154)
三、抽样调查法 .....	(155)
第三节 遥感遥测调查与监测 .....	(158)
一、遥感调查技术的基本原理 .....	(158)
二、遥感调查技术的应用 .....	(160)
第四节 自然地理系统野外定位观测与实验 .....	(163)
一、定位观测 .....	(163)
二、地理实验研究 .....	(164)
<b>参考文献</b> .....	(166)



# 第一章

# 自然地理系统概述

## 第一节 自然地理系统概念

### 一、系统的概念

系统与系统分析,即系统论,是20世纪40年代发展起来的一种新的科学方法论,目前已运用到科学和社会经济研究的各个方面,对分析、解决问题具有十分重要的作用。系统概念是系统论的重要内容。所谓系统,是指处于一定的相互作用关系中,并与环境发生关系的各组成部分的总体(冯·贝塔朗菲 1987)。系统由一定的要素组成,系统要素之间和系统与环境之间存在相互作用和联系,并按一定的规则形成特有的结构,执行一定功能。系统组成要素是系统的基本组成部分,一般指构成系统的各种要素或子系统。系统要素可以是物质,也可以是概念,因而系统可以是物质系统,也可以是概念系统。结构是系统的各组成部分根据一定的规则形成的质与量的搭配关系和各要素在空间上的排列组合形态和功能上的搭配关系。结构决定系统的形态和外部特征。功能则是系统具有的一种能力,是指当系统在受到外界干扰时所产生的物理的、化学的、生物的反应。结构是完成系统功能必不可少的物质基础,受系统功能的制约和影响,有什么样的结构就有什么样的功能,有什么样的功能就有什么样的结构。

系统可以分为很多类型,如:

(1)按系统的组成,可分为物质系统和概念系统。物质系统又可分为自然系统、社会系统和自然(生态)社会系统等。自然系统包括自然地理系统、地球系统、宇宙空间系统等,社会系统包括经济系统、文化系统、人口系统等。概念系统是人们为了认识问题和分析问题的方便而按系统观念构建的抽象系统,如思维系统等。

(2)按系统大小,可将系统分为巨系统、大系统、小系统,或宏观系统和微观系统。

(3)按系统与外界的联系,可将系统分为开放系统和封闭系统。前者指系统与外界(系统的环境)有大量而频繁的物质能量交换,后者则缺少与外界的物质能量交换。封闭与开放是相对的,没有绝对的开放与封闭的区别。

(4)按系统稳定形式或运动状态,可将系统分为动态系统和静态系统。动态系统是指系统组成、结构等随时间变化的系统,静态系统的系统状态参数则不发生随时间变化的现象,系统组成、结构等相对稳定。动与静也是相对的。

(5)按对系统内部情况的了解程度,可将系统分为黑箱系统、灰箱系统和白箱系统。

## 二、系统特征

### 1. 层次性

系统从大到小可分成若干层次,一般把系统内部划分出的系统称为子系统,而系统则称为母系统或系统,而系统本身又可以归属于更大的系统。如地球,一方面内部可划分出外层系统、表层系统和内部系统,另一方面它又归属太阳系,而太阳系则又属于银河系。

### 2. 整体性

系统的整体性,即系统的有机联系性,和作为一个整体所具有的功能大于局部功能之和的特性,即“整体大于局部之和”。有机性即不可分性。作为一个整体,系统的各组成部分不能分割,如分割则会使系统功能丧失。如生物个体的器官、肢体一旦分割开来一定时间,就失去其生命特征,不再具有其功能。此外,系统的功能不是系统各部分功能的简单相加之和,而是体现出一种大于各部分功能加和的“有机性整体性”。如生物体,作为一个系统生物个体的整体功能与组成生物体的元素、器官的功能之和是不同的,各部分功能只有相互配合才能共同完成整体功能。

### 3. 动态性

系统处于不断运动变化之中,系统的起源与组织过程有关,系统的演化是稳定与不稳定的交替,而系统的崩溃则是系统自繁殖的结果。组织是形成系统的过程,组织过程有的是人为的,有的是自然发生的。自然形成的系统一般都是经过自组织过程形成的,自组织是自然系统特有的一种现象。人们把在一组事物或变量之间自动发生的、不需要这组事物或变量之外的力量进行干预就能进行的组织过程称为自组织过程。自然界发生自组织现象是因为存在一个核心和核心与环境之间的相互作用,由于核心的引力影响,各要素便按力平衡的原则围绕核心形成系统。

系统状态总是处于不断的变化之中,系统向某一方向的变化叫系统演化。系统演化有进化和退化两个方向。进化乃系统结构与功能的优化,对系统的稳定与系统功能的发挥有利。退化则是系统结构与功能的恶化,是向系统崩溃方向发展的一种变化。发生系统退化有多方面原因,其中系统内部熵增加是主要原因,但如果系统具有耗散结构,则可以通过负熵的输入来抵消系统内部的熵增加,从而保持系统的稳定,阻止系统退化。系统的演化一般是系统从一个稳定状态向另一个稳定状态的变化过程,“稳定——不稳——稳定”是系统演化的基本过程,在演化过程中系统从一种稳定状态向另一种稳定状态过渡。系统是否发生演化受系统本身和外界干扰强度的双重影响,系统内外矛盾斗争的结果决定系统演化的方式、方向和速度。

系统在演化过程中,内部某些因素(变量)值会不断增大,速度越来越快,即出现自繁殖现象。一般来说,当系统中的破坏因素不断积累,并产生自繁殖时,系统退化便不能制止。当这些破坏因子的数量积累到一定程度,超过系统稳定的阈值,系统便崩溃。

运用系统的观点和理论,把事物看成系统,并对其组成、结构、功能,以及运动变化进行分析,为我们提供了一种新的、有效的分析问题、解决问题的工具。

## 三、自然地理系统

自然地理系统是指由自然地理各组成要素构成的、具有一定空间结构与整体功能的自然

综合体(整体)。自然地理系统又称地球表层系统或自然地理环境,由大气、水、土壤、生物、岩石五大部分(要素系统)组成,五大要素之间相互作用、相互影响,形成了具有整体功能的巨系统。

自然地理系统是具有耗散结构的开放系统,位于地球系统表层,对其垂直范围不同学者有不同看法,但普遍认同是位于大气、水、固体物质交织部分的地球表层,水平范围则有大有小。自然地理系统的开放性主要体现在系统与大气层的其他部分、宇宙空间和地球内部之间的频繁而大量的物质能量交换上。这种交换一般被称为“流”,如物质流、能量流、信息流。在这个开放系统中,只要外界干扰处于一定范围内,系统就可以长期保持稳定,维持系统内物质能量的良性循环。这主要是因为自然地理系统具有一种负反馈机制,能够不断从宇宙空间和地球内部汲取能量和物质,并通过相互制约的结构自动控制和调节系统的状态,消除内部不稳定因素,抵消系统的熵增加。

自然地理系统有明显的层次性。从大到小,首先是地球表层系统,其次是陆地系统和海洋系统,再次是陆地内部和海洋内部的各大区域系统,如各自然(大地貌)区,以下则是各区域系统,如地带、自然地区,最后是中小尺度的自然地理系统(图 1-1)。

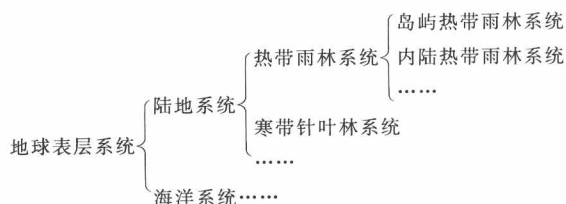


图 1-1 自然地理系统层次结构示意图

自然地理系统是十分复杂的大系统,不仅在组成上,而且在结构和功能上均是如此。在组成上,系统包括大气、水、生物、岩石、土壤五大子系统,而各子系统又由处于固、气、液三态的各种物质组成,各子系统之间还形成交叉衍生系统,如各种生态系统。从结构看,自然地理系统不仅有垂直结构,还有水平结构,每种结构又有许多变化。自然地理系统有多种功能,如物质能量的循环、流动所形成的生产、消费、生命运动等现象。

用系统理论理解和分析自然地理环境是现代地理学的重要标志。运用系统理论能较好地分析处理自然地理这一复杂的事物。

## 第二节 自然地理系统的物质组成

自然地理系统的物质组成可从物质系统——物质组合——化合物——元素层次顺序进行说明。自然地理系统由大气、水、生物、岩石、土壤五大物质系统(圈)组成,各系统圈层又由各种物质的混合物组成,各种混合物又由化合物组成,化合物则由分子、原子组成。

### 一、大气圈

构成自然地理系统的大气部分主要是大气圈近地面的对流层,厚度 8~18 km。对流层是大气层物质的集中部分,也是各种天气现象发生最为频繁的层次,对人类社会的影响最为直接

和重要。其物质组成包括各种气体、液体和固体微粒物质等,大气是这些物质的混合物。含水量极少的空气叫干空气,主要由氮( $N_2$ )、氧( $O_2$ )、氩(Ar)等气体组成。其中, $N_2$ 和 $O_2$ 约占总体积的99%,加上Ar约占99.96%,其他物质仅占不到0.04%。 $N_2$ 、 $O_2$ 、Ar一般称为大气的主要成分,含量相对稳定少变。 $CO_2$ 、水汽( $H_2O$ )、 $SO_2$ 、CO及其他惰性气体等,含量较少,称为微量成分。CO、 $H_2O_2$ 和 $NO_2$ 、NO、 $N_2O_5$ 等比微量物质更少量的物质称为痕量物质,这类物质不仅含量低,而且数量变化极大,空间分布严重不均匀(表1-1)(王建2001)。

表 1-1 底层大气主要成分及含量

主要成分	含量(体积%)	平均滞留期	分子量
氮( $N_2$ )	78.08	1 百万年	28.02
氧( $O_2$ )	20.95	1 万年	32.00
氩(Ar)	0.93	10 亿年	39.94
二氧化碳( $CO_2$ )	0.03(可变)	15 年	44.00
臭氧( $O_3$ )	0.000001(可变)		48.00
甲烷( $CH_4$ )	0.000165	7 年	16.04
水汽( $H_2O$ )	(可变)	10 天	18

大气物质的分布不均匀,底层密度大,成分复杂,越往上,密度越小,成分越简单。近地面大气包含几乎全部 $CO_2$ 、水汽和固体尘埃,而臭氧( $O_3$ )等则相对较少。

大气的组成成分是不不断发展变化的。在地球形成的早期,大气在组成上与现代大气有明显的不同,那时的大气层氧、氮、水均较少,气体的主要成分是甲烷( $CH_4$ )。到元古代,氧的含量也仅及现代的三分之一。直到中生代,氧气含量才与现代大气相似。有人类以来,大气成分也在不断变化,其中 $CO_2$ 的数量的增加是最明显、最有影响的。据不完全统计,大气中 $CO_2$ 的含量在工业革命以来的近百年时间里浓度增加了28%,且以每年4%的速度递增(伍光和等2000)。

$CO_2$ 、水汽等物质虽然含量少( $CO_2$ 只占底层大气的0.03%,水汽占0~5%,含量均随地域和季节而变),但其意义十分重大。 $CO_2$ 的作用主要体现在对能量的影响上。 $CO_2$ 虽然不能直接吸收 $0.76\mu m$ 以下的短波太阳辐射,但能够大量吸收来自地面的长波辐射,特别是对波长 $13\sim 17\mu m$ 的红外线有强烈的吸收作用,是低层大气的能量源泉;对水循环也有影响,对天气变化起到很大作用。此外, $CO_2$ 还能向周围大气及地面进行长波辐射,加热地表,形成温室效应。因 $CO_2$ 增加而导致的气候变化对人类的影响很大, $CO_2$ 及气候效应早在20世纪中期就已引起人们的广泛重视,并成为全球变化研究的主要内容。

大气中的 $CO_2$ 来源于海洋、火山活动、植物的新陈代谢和人类对化石燃料的开发利用。海洋是 $CO_2$ 的最大库存地和主要的调节器,海洋不仅从大气中吸收 $CO_2$ ,也向大气排放 $CO_2$ 。据研究,海洋中 $CO_2$ 含量是大气的60倍,每年由海洋向大气输送的 $CO_2$ 量大约是150亿t,海洋从大气吸收的 $CO_2$ 大约是200亿t。人类社会的能源利用是大气 $CO_2$ 增加的主要原因,因燃烧化石能源而产生的 $CO_2$ 量到1995年已达到每年220亿t(罗汉民2000)。尽管2005年全球控制 $CO_2$ 排放量的《京都议定书》已经生效,但各国并未严格履行约定,据联合国发布的

Little Green Data Book (2007) (《绿色数据小手册》)提供的数据,2007 年全球 CO<sub>2</sub> 排放量仍比 1990 年增加了 16%,温室效应越来越严重。

植被,特别是热带雨林也是重要的 CO<sub>2</sub> 调节者,全球森林等植被每年从大气中吸收的 CO<sub>2</sub> 量几乎达到人类排放的 50%。砍伐森林等改变土地覆盖状况,必将大大增加大气中 CO<sub>2</sub> 的含量,产生温室效应。据《绿色数据小手册》,森林砍伐和土地用途改变是发展中国家 CO<sub>2</sub> 排放的主要推动力。

水汽在热量方面的作用类似 CO<sub>2</sub>,但水汽还是天气现象的始作俑者。水汽的运动变化形成了风、云、雨、雪,以及阴、晴等天气现象和天气变化。水汽的吸放热过程还使大气的热量得以重新分配,使全球热量达到平衡。

## 二、水圈

水圈是地球表面岩石圈之上的各种水体的总称,包括海洋和陆地水体两部分,按其所处位置及形态,可分为海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川、冻土、永久积雪、极地冰盖和地下含水层等天然水体(表 1-2)。海洋面积占地球表面积的 70.8%,是地球上最大的水体,总体积 13.38 亿 km<sup>3</sup>,占全球总水量的 96.5%。冰盖、冰川和永久积雪是陆地上的最大水体,总水量 0.24 亿 km<sup>3</sup>。另外,也有一部分水存在于生物体之中。

表 1-2 全球水体分布及百分比

水体种类	水的总量		咸水		淡水	
	水量 (10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> )	占总量 %	水量 (10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> )	占咸水 %	水量 (10 <sup>12</sup> m <sup>3</sup> )	占淡水 %
海洋水	1 338 000	96.538	1 338 000	99.041		
冰川与永久积雪	24 064.1	1.736 2			24 064.1	68.697 3
地下水	23 400	1.688 3	12870	0.9527	10 530	30.060 6
永冻层中冰	300	0.021 6			300	0.856 4
湖泊水	176.4	0.012 7	85.4	0.0063	91	0.259 8
土壤水	16.5	0.001 2			16.5	0.047 1
大气水	12.9	0.000 9			12.9	0.036 8
沼泽水	11.47	0.000 8			11.47	0.003 27
河流水	2.12	0.000 2			2.12	0.006 1
生物水	1.12	0.000 1			1.12	0.003 2
总计	1 385 984.61	100	1 350 955.4	100	35 029.21	100

资料来源:中国资源科学百科全书·水资源学》

### (一)海洋

海洋是地球水体的主要库存地,水量为 1 338 000 万亿 m<sup>3</sup>,占全球水量的 96.8%,

海洋面积达 3.61 亿 km<sup>2</sup>(表 1-3)(伍光和等 2002),占地球面积的 70.8%。全球海洋被大陆分隔成四个部分,分别为太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。面积最大的是太平洋,其次是大

西洋,最小的是北冰洋。

表 1-3 世界大洋面积及百分比

大洋	面积( $\times 10^4 \text{ km}^2$ )	百分比(%)
太平洋	17 868	49.6
大西洋	9 430	26.2
印度洋	7 492	20.8
北冰洋	1 230	3.4
总和	36 020	100

海水是含有多种溶解固体和气体的水溶液,其中水占 96.5%,其他物质占 3.5%。海水有约 80 种天然元素,但这些元素的含量差别很大,通常把每升海水中含 100 毫克以上的元素,叫常量元素,不足 100 毫克的叫微量元素。现在,所有的常量元素都已经过精确的测定,微量元素经过测定的也达到 40 余种。海水盐分(表 1-4)中,氯、钠、镁、硫、钙、钾、溴、锶、硼等元素为最多,约占海水的 99%,另外,硅、氟、锂、碘也是较多的元素。

表 1-4 海水主要盐分(潘树荣等 1985)

元素	浓度( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	元素	浓度( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
Cl	18980	B	4.6
Na	10561	Si	3
Mg	1272	F	1.3
S	884	Li	0.17
Ca	400	I	0.06
K	380	Mo	0.01
Br	65	U	0.003
C	28	Ag	0.00004
Sr	8	Au	0.000004

盐类物质以氯化物最多,其次为硫酸盐,二者几乎占海水中盐类的全部。一般把每千克海水中的含盐总量称为海水的盐度,用‰表示。把单位体积海水的物质总重量称为海水的密度,用  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  表示。盐度、密度和温度是衡量海水理化性状的主要指标。

盐度的高低反映海水中所含盐分物质的多少。全球各大洋、各海区盐度不一,盐度最高的在红海北部,最高时达 42.8‰,最低处在波罗的海北部的波的尼亚湾,最低时只有 3‰。全球平均盐度约为 35‰,但会随着季节和区域而变。一般来说,温度高、海水蒸发强烈的海区盐度高,降雨多、温度低的海区盐度低。

盐度的测量有两种方法,最早是 1902 年 Knudsen 等人基于化学分析的测定方法;1978 年后,采用“电导率”进行测度,用实用盐标公式测度海水盐度。实用盐标是指在温度为 15℃,压力为 1 个标准大气压时,海水样品的电导率与标准氯化钾溶液(KCl 的含量为  $32.4356 \times 10^{-3}$ )的电导率之比。(陈建民,徐依吉 2003)

温度是衡量海洋水体热量状态的一个指标。从垂直方向看,水温一般从上往下逐步降低,

但表层降低速度较慢,往下则急速降低。从水平方向看,水温变化较为复杂。一般从低纬度向高纬度递减,但高温区不在赤道,而在回归线附近的少雨区。水温的地区差异是导致洋流和海水上下层之间运动的主要原因。

海水的密度比纯水大,多在  $1.022 \sim 1.028 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  之间。海水密度与水温、盐度、压力等有关,一般而言,水温高的地区密度小,水温低的地区密度大。因此,越向两极,海水密度越大;越向海底,海水密度也越大。温度相同时,盐度增加密度也增大。由于大洋表层温度在赤道区域最高,同时盐度在此区域也是极小值,因而赤道附近海域表层海水的密度达最小值,随着纬度的升高,水温逐渐降低,密度逐渐增大。

## (二)陆地水

陆地水包括河流、湖泊、沼泽、冰川、地下水等水体,其中,冰川是陆地水体中水量最大的水体,体积为  $24\ 064.1$  万亿  $\text{m}^3$ ,约占陆地淡水总量的  $68.7\%$ 。冰川主要分布在南极大陆(南极冰盖),海拔较高的山地也有部分冰川分布(前者叫大陆冰川,后者叫山岳冰川)。目前,冰川的开发利用量较少,还不是人类利用的主要水体,但冰川的运动却形成各种地貌,对地表形态有较大影响。陆地水与海洋相比,其连续性和圈层性均不全面,具有断续分布的特点,并渗透到土壤、岩石圈之内。

河流是陆地上呈线状分布的水体,尽管河水水量只有  $2.12$  万亿  $\text{m}^3$ ,仅占淡水总量的  $0.006\%$ ,但河流是人类所需水资源的最重要组成部分。河流的组成物质主要是水,其次是各种溶解在水中的盐类物质(矿物质),以及颗粒较小的固体物质。河流在流动中不断接收来自于沿线的径流汇聚,形成以大河为中心的干流和众多支流的水系,河流水体的汇集范围即流域。各条河流和水系的水量、走向和季节变化与河流流经地区的自然环境条件有关,特别是与降雨有关。有的河流源远流长,河水补给形式多样,既有冰雪融水补给,又有地下水、湖泊等水源补给。河流作为地表物质搬运的主要动力,在地理环境的物质循环中具有十分重要的意义。世界主要河流见表 1-5:

表 1-5 世界主要河流

河名	长度 (千米)	流域面积 (万平方千米)	流量 (立方米/秒)
尼罗河	6648	334.9	2640
亚马逊河	6500	705	175000
长江	6300	180.85	31060
密西西比河	6020	322.1	18410
黄河	5464	75.2	1820
鄂毕河	5410	299	12700
巴拉那一拉普拉塔河	4700	297	14880
刚果河	4700	345.7	41300
澜沧江—湄公河	4500	81	11000
黑龙江	4440	185.5	9800
勒拿河	4400	249	17000
马更些河	4240	184.1	11320
尼日尔河	4200	189	5700

续表

河名	长度 (千米)	流域面积 (万平方千米)	流量 (立方米/秒)
叶尼塞河	4102	258	19800
圣劳伦斯河—大湖	4023	146.3	10000
赞比西河	3540	133	7000
伏尔加河	3530	136	7710
墨累河—达令河	3490	106	715
怒江—萨尔温江	3200	32.5	10000
印度河	3180	96	7000
雅鲁藏布江—布拉马普特拉河	2900	93.5	16290
圣弗朗西斯科河	2900	63.11	2690
多瑙河	2850	81.6	6430
恒河	2700	112	13000
育空河	2554	83	6800
阿姆河	2540	46	1520
底格里斯河—幼发拉底河	2430	105	1500
科罗拉多河	2320	63.2	104
珠江	2214	45.4	11590
第聂伯河	2200	50.4	1670
奥里诺科河	2150	94.8	25220
奥兰治河	2100	85.2	350
伊洛瓦底江	2090	41.1	12660
哥伦比亚河	1954	66.8	5350
伯朝拉河	1809	32.2	4100
沃尔特河	1600	39.8	1180
朱巴河	1500	19.6	200
塞内加尔河	1430	44.1	815
莱茵河	1320	22.4	2500
元江	1183	15.8	3800
易北河	1165	14.5	703
海河	1090	26.34	717
淮河	1000	18.7	1110
北德维纳河	744	35.7	3490
纳尔逊河	643	115	2600
菲茨罗伊河	563	14.3	166
泰晤士河	338	1.14	67
涅瓦河	74	28.1	2530

资料来源:中国资源科学百科全书·水资源学



湖泊和沼泽水是地表水体的另一组成部分。湖泊是地面低洼处积水形成的水流速度较小、水体相对静止的水域,大多与河流有关。根据形成原因,湖泊可分为火山(口)湖、构造湖、溶蚀湖、河成湖、风成湖、冰成湖、海成湖、堰塞湖等。按湖水性质又分为淡水湖、咸水湖和盐湖等。地表湖泊总面积约为 270 万  $\text{km}^2$ ,水量约为 176.4 万亿  $\text{m}^3$ ,是仅次于冰川的陆地水体。其中,淡水湖为 91 万亿  $\text{m}^3$ ,咸水湖为 85.4 万亿  $\text{m}^3$ 。世界最大的淡水湖是北美洲的苏比利尔湖,湖面面积为 8.226 万  $\text{km}^2$ 。里海是世界面积最大的咸水湖,湖面面积达 3.7 万  $\text{km}^2$ 。世界主要湖泊见表 1-6。

表 1-6 世界主要湖泊

湖泊	所在国家	面积( $\text{km}^2$ )
里海	伊朗、俄罗斯、加拿大、哈萨克斯坦、土库曼斯坦、阿塞拜疆	371 000
苏比利尔湖	加拿大、美国	82 260
咸海	哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦	64 500
维多利亚湖	坦桑尼亚、肯尼亚、乌干达	62 940
休伦湖	加拿大、美国	59 580
密西根湖	美国	58 020
坦葛尼喀湖	布隆迪、坦桑尼亚、扎伊尔、赞比亚	32 000
贝加尔湖	俄罗斯	31 500
大熊湖	加拿大	31 330
大奴湖	加拿大	28 570
乍得湖	喀麦隆、乍得、尼日尔、尼日尼亚	10 360~25 900
伊利湖	加拿大、美国	25 710
温尼伯湖	加拿大	24 390
马拉维湖	马拉维、莫桑比克、坦桑尼亚	22 490
巴尔喀什湖	哈萨克斯坦	17 000~22 000
青海湖	中国	3 960
鄱阳湖	中国	4 630

资料来源:中国资源科学百科全书·水资源学

沼泽是地下水位较高、地表积水的地域,面积不大,总水量也只有 11.47 万亿  $\text{m}^3$ ,但作为陆地上重要的湿地生态系统,是众多生物的栖息生存之地,在自然地理系统中意义重大。

冰川是在寒冷气候条件下由固态大气降水的多年积累,经过压实和变质作用形成的能自身运动并长期存在的天然冰体。按照形态和规模,冰川可分为大陆冰盖和山地冰川两大类。现在地球上两大冰盖,即南极冰盖和格陵兰冰盖,共占世界冰川总面积的 97%、总体积的 99%。山地冰川根据形态又可划分为悬冰川、冰斗冰川、山谷冰川、平顶冰川或冰帽、再生冰川和山麓冰川等。世界上冰川总面积达 1 622.75 万  $\text{km}^2$ ,占世界陆地面积的 11%,储水量估算为 2 406 万  $\text{km}^3$ ,占世界淡水总量的 68.7%。世界冰川分布和水量见表 1-7。