



水文循环的大气过程

ATMOSPHERE PROCESS IN HYDROLOGIC CYCLE

刘国纬 著

科学出版社

水文循环的大气过程

刘国纬 著

科学出版社

1997

内 容 简 介

本书在阐明水文循环大气过程概况的基础上,系统论述了全球尺度、洲尺度、中国大陆及其各大区域的大气水汽含量、水汽输送、水汽辐合与辐散、水分平衡,以及陆地-大气系统水分交换的基本事实和主要特点等,同时对其水文气候背景和水文循环形成机制作了初步探讨,系国内有关水文循环大气过程方面的第一部研究专著。

本书可供水文、地理、气象、气候、环境等科研、教学、生产部门有关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

水文循环的大气过程/刘国纬著. —北京:科学出版社,1997.1

ISBN 7-03-005695-7

I. 水… II. 刘… III. 水循环-大气物理学 IV. P339

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 20049 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1997 年 5 月第一次印刷 印张: 16 1/8

印数: 1—750 字数: 360 000

定价: 40.00 元

前言

水文循环是地球上最重要的物质循环之一。它紧密联系着地球水圈、大气圈、岩石圈和生物圈,实现全球水量、能量和地球化学物质的迁移与转换,塑造地貌,支撑着全球的生命,为人类提供不断再生的淡水资源。水文循环使我们的星球生机勃勃。

在早期人类文明史中,便记载了中外先哲们对水文循环现象的观察、思考和推测。成书于公元前 239 年的《吕氏春秋·圜道》篇中写道:“云气西行云云然,冬夏不辍;水泉东流,日夜不休;上不竭,下不满,小为大,重为轻,圜道也。”反映了当时对水文循环现象的朴素认识。

近代关于水文循环的研究,主要侧重于其陆面过程,例如径流形成、雨水下渗、土壤水动态、地下水补给与排泄、地表水体的时空变化等;对水文循环的大气过程研究较少。然而,由于大气中的水汽在全球范围内的巨大流动性,由于它具有比地球上任何一种水体都快的更新速率,因而使大气中的水汽成为全球水文循环中最活跃的分量,使水文循环的大气过程成为水文循环全过程中最活跃的过程,也才使地球水文循环具有今天这样有序的结构和生动的情景。

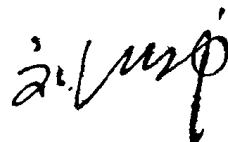
水文循环的大气过程,主要指大气中的水汽输送、聚散和大气与下垫面(海洋、陆地、冰雪、森林等)之间的水分交换过程。大气环流、海陆分布、地理纬度、下垫面性质等,是其控制因子。在不同的地域、不同的时间尺度和不同的空间尺度条件下,水文循环的大气过程具有不同的特点。本书将阐述在全球尺度、洲尺度、中国大陆及其区域尺度条件下,大气中的水汽含量、水汽输送、水汽辐散与辐合、水分平衡以及陆地-大气系统中水分交换的基本事实和主要特点,并对其水文气候背景和形成机制作初步讨论。

在本书中,关于全球尺度和洲尺度方面的素材,主要取自国际地球物理年(IGY)、国际水文十年(IHD)、国际水文计划(IHP)、世界气候研究计划(WCRP)、地球能量水循环实验(GEWEX)和国际地圈生物圈计划(IGBP)刊布的技术文件和会议论文等。关于中国大陆及其区域尺度方面的内容,主要是作者和同事们近十年来的科研成果。书中也汲取了国内外同行们的许多真知灼见。

这本书仍有许多不足之处。例如:在全球尺度方面,有些新的成果来不及充分反映;在中国大陆尺度和区域尺度方面,虽然对其水文循环大气过程的基本事实和特点作了较系统、全面的阐述,但对其水文气候背景和物理机制讨论得仍很粗浅;对大气中的液态水未予涉及;有些工作是作者十分想进一步做的,然窘于时间和经费,也只能成为无奈。但是,考虑到水文循环的大气过程是一个重要的研究领域,迄今尚未见有以此为主题的专著,因此仍大胆将此书付梓,以求抛砖引玉,这便是作者撰写这本拙作的初衷。

我真诚地感谢曾经和作者一起在该领域耕耘的同事们。其中崔一峰博士参加了中国大陆上空水汽输送、水汽辐散与辐合、大气水分平衡等课题的研究,周仪工程师参加了中国大陆上空水汽收支的研究,汪静萍工程师参加了陆地-大气系统水文循环的研究。我要

特别感谢邹进上教授和金仪璐工程师,邹教授悉心审读了全文,提出了许多重要的修改意见;金仪璐工程师精心绘制了本书的全部插图。我还要感谢吴三保编审及许多关心本书的朋友,在我曾几度想半途搁笔的时候,都是他们及时给予鼓励和敦促。没有这一切,要完成这本书几乎是不可能的。



1996年7月

ATMOSPHERE PROCESS IN HYDROLOGIC CYCLE

Preface

Hydrological cycle is one of the most important material circulations on the earth. It has close relation to the earth hydrosphere, atmosphere, geosphere and biosphere. Hydrological cycle brings about the transpland and change of the global water, energy and earth chemical materials. It moulds landscape, maintains all life over the earth, and supplies mankind with continuously recycling fresh water. It is the hydrological cycle that makes our planet full of vigour and vitality.

In the early stage of the civilization history of mankind, there were records about the observation, thinking and inference on the phenomenon of hydrological cycle of elder generations. As described in the book titled *Lu-Shi-Chun-Qiu* which was written in 239 B. C. : "Cloud and water vapor flow westward in all seasons. Stream flows eastward day and night. Because the atmosphere is on inexhaustible source of the water and the ground can never be filled with water, water flow concentrates from small rills into a big stream and land water evaporates and becomes vapor. This is so called the cycle". It reflected the simple knowledge about hydrological cycle in ancient time.

The land processes of hydrological cycle, such as the generation of runoff, the infiltration of rainfall, the dynamics of soil water, the feed and discharge of groundwater, and the temporal-spatial variation of surface water, have been emphasized in the studies about hydrological cycle in recent period, but less attention has been paid on the atmosphere processes of the hydrological cycle. However, the global circulation of the atmospheric moisture, and its refreshing speed, which is higher than that of any other kind of water bodies on the earth, make it become the most active water body in the global hydrological cycle. It also makes the atmospheric moisture cycle become the most active process in the whole hydrological cycle.

The atmosphere process in hydrological cycle means the transferring, convergence and divergence of the atmospheric water vapor, and the exchange of water vapor between atmosphere and underlying surface (ocean, land, ice-snow, forest, etc.). This process is effected by some key factors, such as atmosphere circulation, distribution of ocean and land, geographic latitude, underlying surface. In different region and for different temporal-spatial scale, the atmosphere process has different features in hydrological cycle. This book is focused on the basic facts and brief features of water vapor as the followings: content, transfer, divergence and convergence and balance of water vapor in the atmosphere, water vapor exchange between land and the atmosphere, and then discuss the climatic background of hydrologic cycle and its formation in global scale, intercontinental scale, China continental scale, and regional scale.

In this book, the main materials about the global and the intercontinental scales were ab-

1 2 1

stracted from published technological documents and conference papers of International Geophysical Year (IGY), the International Hydrology Decades (IHD), the International Hydrology Programme (IHP), the World Climate Research Programme (WCRP), the Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) and the International Geosphere and Biosphere Programme (IGBP), while the materials about China continental and its regional scales were from the collection of the research results of the author and his colleagues during the last decade. The experiences and knowledges of experts at home and abroad were also extracted into this book.

However, there are some aspects that are insufficient in this book. For example, the recently research results on the global scale are reflected insufficiently; the discussion about the climatic background of hydrologic cycle and its physic formation are only in brief; although the basic facts and features of the atmospheric moisture in the hydrological cycle have been described systematically, the study of the fluid water in the atmosphere and so on is not included. The author has been desiring to do some more research works in this field, but it cannot become reality so far due to the shortage of time and the financial difficulty. As the atmospheric moisture in the hydrological cycle is an important research area, and there is no such a book on this topic up to now, the author wishes to publish this book in order to push on the researches in this field.

The author wishes to express his sincere appreciation to his colleagues, especially to Dr. Cui Yifeng for whose works on the studies of water vapor transfer over China, the divergence and convergence of the water vapor, and the water vapor balance in the atmosphere, to Ms Zhou Yi, for whose works on the study of the water vapor budget over China, and to Ms Wang Jinping, for whose works on the study of the water balance in the land-atmosphere system. My special thanks to Professor Zou Jinshang, who reviewed the draft of this book very carefully, and offered many revising suggestions, and to Mr. Jin Yilu, who drew all diagrams of this book. Finally, the author wishes to thank Professor Wu Sanbao, who always offered his kind encouragement when the author met difficulties. Without all of these, it is impossible to complete and publish this book.

Professor Liu Guowei
Nanjing

目 录

前言

第一章 引论	1
第一节 水文循环及其大气过程	1
第二节 水汽输送的环流背景	4
第三节 水汽输送的运载系统	14
第四节 大气水研究回顾	19
第二章 大气水计算	25
第一节 水汽含量计算	25
第二节 水汽输送通量计算	29
第三节 水汽输送通量散度计算	37
第四节 水汽收支计算	53
第五节 水量平衡与水文循环计算	56
第三章 大气中的水汽含量	66
第一节 全球上空的水汽含量	66
第二节 中国上空的水汽含量	74
第三节 水汽含量的季节变化	79
第四节 水汽含量随高度的分布	85
第五节 水汽含量的多年变化	89
第六节 中国上空的湿度极值	93
第四章 大气中的水汽输送	99
第一节 全球上空水汽输送概貌	99
第二节 中国大陆上空水汽总输送	115
第三节 中国大陆上空水汽平均输送	128
第四节 中国大陆上空水汽涡动输送	132
第五章 大气中的水汽辐散与辐合	144
第一节 全球上空水汽输送通量散度	144
第二节 中国大陆上空水汽总输送通量散度	153
第三节 水汽平均输送与涡动输送通量散度	165
第四节 水汽总输送通量辐合与雨带活动	171
第六章 大气中的水汽收支	175
第一节 全球大陆上空的水汽收支	175
第二节 中国大陆上空的水汽收支	180
第三节 中国各区域上空的水汽收支	190
第四节 涡动输送对水汽收支的贡献	197

第七章 陆地-大气系统水量平衡与水文循环	203
第一节 全球尺度水量平衡与水文循环.....	203
第二节 中国大陆尺度水量平衡与水文循环.....	210
第三节 中国区域尺度水量平衡与水文循环.....	219
第四节 青藏高原水量平衡与水文循环.....	230
主要参考文献.....	240

ATMOSPHERE PROCESS IN HYDROLOGIC CYCLE

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Hydrologic Cycle and Its Branch of the Atmospheric Moisture	1
1.2 Circulation Background of Atmospheric Water Vapor Transfer	4
1.3 Transport System of the Atmospheric Water Vapor	14
1.4 Review of Study on the Atmospheric Water Vapor	19
Chapter 2 Computation of Water Vapor in the Atmosphere	25
2.1 Computation of Water Vapor Content	25
2.2 Computation of Water Vapor Flux	29
2.3 Computation of Water Vapor Flux Divergence	37
2.4 Computation of Water Vapor Budget	53
2.5 Computation of Water Balance and Hydrologic Cycle	56
Chapter 3 Water Vapor Content in the Atmosphere	66
3.1 Water Vapor Content over the Globe	66
3.2 Water Vapor Content over China	74
3.3 Seasonal Variation of Water Vapor Content	79
3.4 Distribution of Water Vapor Content with Altitude	85
3.5 Secular Variation of Water Vapor Content	89
3.6 Extreme Value of Atmospheric Humidity over China	93
Chapter 4 Water Vapor Transfer in the Atmosphere	99
4.1 Water Vapor Transfer over the Globe	99
4.2 Total Transfer of Water Vapor over China	115
4.3 Average Transfer of Water Vapor over China	128
4.4 Eddy Transfer of Water Vapor over China	132
Chapter 5 Divergence and Convergence of Water Vapor in the Atmosphere	144
5.1 Flux Divergence of Water Vapor Transfer over the Globe	144
5.2 Flux Divergence of Water Vapor Transfer over China	153
5.3 Flux Divergence of Average Transfer and Eddy Transfer of Water Vapor over China	165

5.4	Water Vapor Flux Convergence and Rain-Belt Activity in the East China	171
Chapter 6	Water Vapor Budget in the Atmosphere	175
6.1	Water Vapor Budget over the Global Continent	175
6.2	Water Vapor Budget over the Mainland of China	180
6.3	Water Vapor Budget over the Regions of China	190
6.4	Contribution of Eddy Transfer to Water Vapor Budget	197
Chapter 7	Water Balance and Hydrologic Cycle of Land-Atmosphere System	203
7.1	Water Balance and Hydrologic Cycle of the Globe	203
7.2	Water Balance and Hydrologic Cycle of the Mainland of China	210
7.3	Water Balance and Hydrologic Cycle of the Regions of China	219
7.4	Water Balance and Hydrologic Cycle of the Tibet Plateau	230
References		240

第一章 引 论

第一节 水文循环及其大气过程

地球上现有约 14.590775 亿 km^3 水,若将其均匀覆盖于地球表面,水深达 2 860.9 m。它以液态、固态和气态形式分布于海洋、陆地、大气和生物机体中。全球海洋中的水约 14 亿 km^3 ,占全球水量的 95.96%;存在于南极、北极和高山区的冰和积雪约 0.434 亿 km^3 ,占全球水量的 2.97%;全球地下水约 0.153 亿 km^3 ,占全球水量的 1.04%;此外,存在于河流、湖泊、沼泽等地表水体中的水约 36 万 km^3 ,存在于大气中的水约 1.55 万 km^3 (其中海洋上空大气中的水约 1.1 万 km^3 ,陆地上空大气中的水约 4 500 km^3),生物系统中的水约 2 000 km^3 ,它们合计约占全球水量的 0.03% (WCRP/GEWEX,1992)。这些水体构成了浩瀚的地球水圈。

水圈中各种水体通过蒸发、水汽输送、降水、下渗和地表与地下径流等水文过程,紧密联系,相互转换,处于永无停息的运动状态,形成一个巨大的动态系统,称为水文循环系统,如图 1.1。

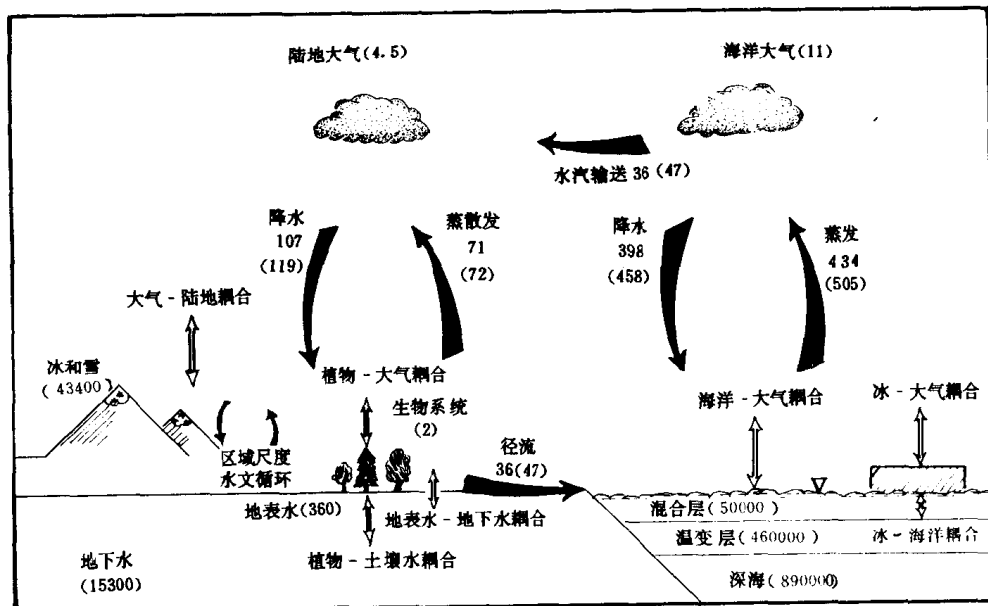


图 1.1 水文循环系统(水量: 10^3 km^3 ;通量: $10^3 \text{ km}^3/\text{a}$)

由图 1.1 可见: ① 水文循环系统不仅紧密联系着地球水圈的各个水体,而且是联系水圈与岩石圈、大气圈、生物圈的纽带,并形成许多彼此耦合的子系统。例如,海洋-大气耦合子系统、陆地-大气耦合子系统、冰雪-海洋耦合子系统、冰雪-大气耦合子系统、大气-土壤-植物耦合子系统、地表水-土壤水-地下水耦合子系统等等。这些子系统的总和,构成全球水文循环系统。② 空间尺度和时间尺度是水文循环过程的基本属性。在全球海洋

和全球大陆之间进行的水文循环过程是全球尺度的水文循环过程;在各子系统及其界面进行的水文循环过程,是时空尺度与子系统相匹配的水文循环过程,如海洋水文循环过程、陆地水文循环过程、冰雪圈水文循环过程等;在陆地水文循环过程中,存在着不同区域尺度的水文循环过程。例如干旱区水文循环过程、湿润区水文循环过程、流域或水系水文循环过程等;在植物根系与土壤之间,在植物叶面与大气之间,则存在着时空尺度更小的水文循环过程。各种时间尺度和空间尺度水文循环过程的总和,构成全球水文循环过程。显然,各种水文循环子系统之间和各种尺度水文循环过程之间存在着紧密的联系,它们是彼此不可分割的。

下面,将主要依据水文循环系统的概念和水文循环过程的尺度特征,对全球水文循环的基本事实,特别对水文循环的大气过程,作简要的阐述。

全球海洋每年有 43.4 万 km^3 水被蒸发进入大气中,其中 91.7% 在海洋上空形成降水,直接降落在海洋上;8.3% 随气流携带,进入各洲陆地上空,形成由海洋上空向陆地上空的水汽输送,成为陆地上空水汽的来源。进入陆地上空的水汽形成降水,其中 66% 通过水面蒸发、陆面蒸发和植物蒸腾重返大气,34% 以地面径流和地下径流形式汇入海洋。这一过程,称为全球尺度水文循环过程。

每年有约 101 万 km^3 的水参加全球水文循环过程,其中蒸发量的 86% 和降水量的 79% 发生在由海洋与其上空大气耦合形成的海洋-大气系统中。亦即全球参与水文循环的总水量中,有 82% 的水量,其水文循环过程是完全在海洋-大气系统中进行的。因此,海洋-大气系统是全球水文循环的主要场所。在海洋-大气系统中,虽然,参与水文循环的水量很多,但其水文循环过程却相对较为简单。

在全球水文循环过程中,总蒸发量的 14% 和总降水量的 21% 是发生在陆地与其上空大气耦合形成的陆地-大气系统中的,亦即参加全球水文循环的总水量中,有 18% 的水量其水文循环过程是在陆地-大气系统中进行的。这一部分水量虽然远小于海洋-大气系统中水文循环的水量,但其过程 and 在水文循环中的作用却是十分复杂和重要的。R. D. Koster 等曾利用 GCM 研究海洋和陆地对降水的贡献。结果表明:无论在中纬度地区 (30°N — 50°N) 或赤道热带 (10°N — 10°S),陆地条件变化(例如土壤含水量变化等)引起的降水变率(以标准差表示)均超过海洋表面温度变化引起的降水变率,如图 1.2 (Koster, R. D. and M. J. Suarez, 1993, 1994)。虽然这一结论尚有待更多的事实支持,但对于认识陆地在全球水文循环中的作用是有启发的。

连接海洋-大气系统和陆地-大气系统中水文循环的纽带,是水文循环的陆面过程和水文循环的大气过程。

水文循环的陆面过程是发生在陆地上的水文过程的总和 (Eagleson, P. S., 1982)。降水到达地面以后,一部分渗入地下,形成土壤水和地下水;一部分补给沼泽、湖泊与河流,成为地表水。土壤水是植物的主要水源,维持着全球陆地生态系统所需的水量;地表水和地下水主要通过河流汇入海洋。无论地表水、土壤水、地下水以及生态系统中的水,大部分通过蒸发重返大气(在内流区全部返回大气),成为大气中的水汽,其中一部分再次成为降水落到陆地,形成各种尺度的水文再循环(hydrology re-cycle)过程。在全球尺度水文循环过程中,水文循环陆面过程的主要功能,是将陆地上的水汇集并输送到海洋。

水文循环的大气过程,主要指海洋和陆地上空的水汽输送和陆地不同区域上空的水

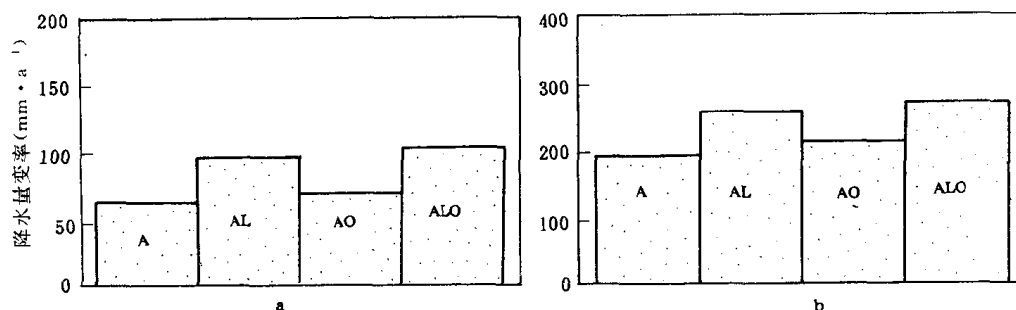


图 1.2 陆地和海洋对全球年降水量的影响

a. 30°N—50°N 地带; b. 10°N—10°S 地带

A——陆地和海洋参数都不变; AL——陆地参数变化, 海洋参数不变;
AO——海洋参数变化, 陆地参数不变; ALO——海洋与陆地参数均变化

分交换。在全球尺度水文循环过程中, 水文循环大气过程的主要功能, 是实现海洋上空的水汽向陆地上空输移; 在区域尺度水文循环过程中, 其大气过程是决定区域水文循环格局和强度最重要的因素。

水文循环的大气过程主要包括水汽输送、水汽辐合与辐散、水汽收支与水分平衡。水汽输送是指大气中的水汽由气流携带从一个地区上空输运到另一个地区的过程, 揭示一个区域上空水汽输送的源地、水汽输送路径、水汽输送强度、水汽输送场的结构以及它们随时间的变化, 是水汽输送研究的主要内容。水汽辐合和辐散是由于大气中风场和湿度场的不均匀分布引起的。地球上有些地区一年中大部分时间存在较强的水汽辐合, 在有利地形配合下, 降水充沛, 成为许多大河的发源地; 而有些地区几乎是常定的水汽辐散区, 干旱少雨, 甚至存在广大的沙漠。揭示大气中水汽辐合与辐散及其时空分布, 对阐明一个区域的水文循环, 进而阐明该区域的水文气候特征具有重要意义。大气水分平衡描述一个区域上空的水汽收支状况, 包括水汽输入量、输出量和净输入量, 水汽收支沿区域不同边界、不同高度的分布和随时间的变化, 以及不同水汽输送机制(涡动输送、平均输送、总输送、经向输送、纬向输送等)对水汽收支的贡献。任一陆地区域, 其上空大气中的水分平衡和其下垫面(包括地表和地下)水分平衡是紧密联系的, 定量地阐明这种联系对揭示该区域水量平衡和水文循环特征是不可缺少的。

大气中的水汽含量(大气水)虽然只占全球水文循环系统中总水量的 1.53%, 但却是全球水文循环过程中最活跃的成分。由表 1.1 可见, 全球大气水更新一次平均只需 8 天(据图 1.1 计算为 11 天), 即一年中大气中的水汽可更新 45 次, 其更新速率远远快于其它任何水体。全球大气中的水汽纬向输送平均速度为 220km/d, 如果取平均纬圈长为 24 000km, 则大气中的水汽沿平均纬圈输送一周仅需 109 天, 即一年中可完成 3.3 次环球纬向输送。正是由于大气中的水汽如此连续活跃的更新和输移, 才实现了全球各水体间的水量连续转换和更新。由此可见, 水文循环的大气过程在全球水文循环中的重要作用。

水文循环的大气过程是在诸多因素的控制和影响下形成和变化的。大气环流决定了全球尺度水汽输送的基本格局, 海陆分布、地理纬度和大地势(如青藏高原)是各洲大陆上空水汽含量的控制因子, 地形和不同尺度的大气运动系统(如行星尺度系统、天气尺度系

统、中小尺度系统等)则往往决定了某一地区上空水汽输送和水分平衡的主要特征,人类活动对水文循环大气过程的影响也正在逐渐被认识。清晰地阐明这些因素控制和影响水文循环大气过程的物理机制,并给出定量的描述,是十分重要的科学问题。在第二章中,我们将介绍水文循环大气过程的研究方法,在其余章节中,将分别介绍全球尺度、各洲大陆尺度、中国大陆尺度和区域与流域尺度水文循环大气过程的基本事实和主要特点,并初步探讨其形成机制和水文气候意义。

水文循环是地球上最重要的物质循环之一。它不仅实现着全球的水量转移,而且推动着全球能量交换和地球化学物质的迁移,塑造地貌,像链条一样连接着全球的生命,为人类提供不断再生的淡水资源。水文循环使我们的星球生机勃勃。

表 1.1 全球水体更新周期*

水体形态	更新周期	水体形态	更新周期
世界大洋	2 500 年	永久冻土下的冰	10 000 年
地下水	1 400 年	湖泊	17 年
土壤水	1 年	沼泽	5 年
极地冰和永久积雪	9 700 年	河流	16 天
山地冰川	1 600 年	大气水	8 天
		生物水	数小时

* 自 UNESCO,1978。

水文循环系统是地球气候系统的重要组成部分,也是地球自然系统中最活跃的子系统之一。推动这一巨大系统的能量;是太阳能和地球的势能。

第二节 水汽输送的环流背景

水自海洋和陆地蒸发,进入大气圈,借助大气环流从海洋输送到大陆,从低纬输送到高纬;又由不同尺度的低涡、气旋和反气旋等环流系统所引起的辐散、辐合,导致气流上升(或下沉),从而使水汽产生相变,成云致雨,释放潜热。于是在海陆之间、高低纬之间,以及低层与高层之间发生热量交换和能量交换,反馈大气,维持大气运动或激发环流变异,再度调整大气中水汽的时空分布。这种过程将永无停息。所以说水汽输送与聚散和大气环流密切相关。

大气环流是指地球上一切大规模大气运动的综合现象,既包括平均状态,也包括瞬时性状。其水平尺度达数千公里以上,垂直尺度 10 多公里,时间尺度在 3 天以上。

一、高空环流形势和特征

在气象学研究中,通常用 500 hPa 高度场来表示对流层中部的环流情况。700 hPa 或 850 hPa 上的高度场或流场表示对流层下部的环流特征。

从图 1.3 可以看出,冬夏对流层中部环流有以下若干特征:

(1) 冬季(以 1 月为代表)500 hPa 北半球环流最主要的特点之一是在中高纬度盛行西风(以极地为中心)。在西风带之上有三个明显的大槽:一个在亚洲东部沿岸,由鄂霍

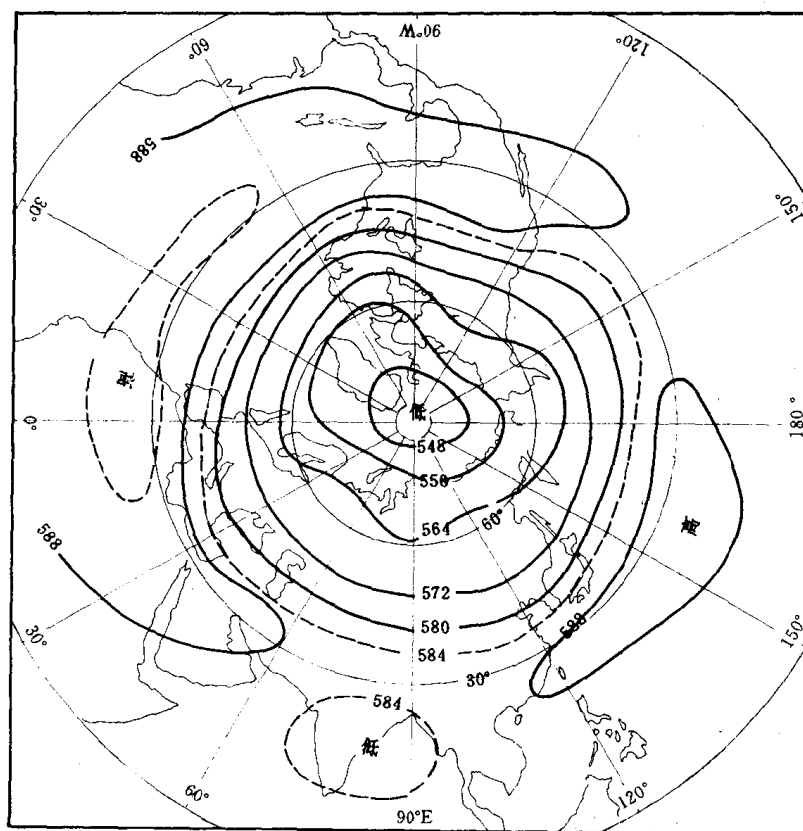
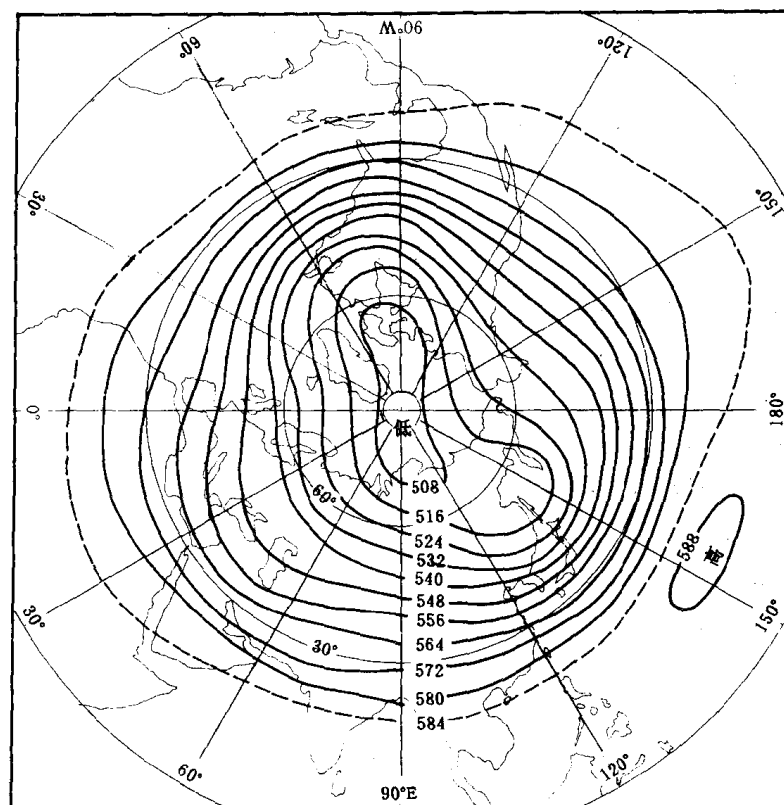


图 1.3 北半球 500 hPa 平均高度场(上图为 1 月,下图为 7 月)
(实线为等高线;单位: 位势什米)

次克海略向西南方向倾斜;再一个在北美东岸,由五大湖区略向西南倾斜;另一个是欧洲浅槽,位于地中海。这三个大槽中以东亚大槽最深厚。与三个大槽相间并列的为三个高脊,它们分别位于太平洋东岸、大西洋东岸和乌拉尔山地区。

在地面上气压场沿纬圈分布的不均匀性更加显著,其主要特点是:存在两个大低压,一个在阿留申,一个在冰岛;和一个强大的西伯利亚高压。这就是大家熟悉的北半球冬季大气活动中心。阿留申低压与东亚大槽相对应,冰岛低压与北美东部的大槽相对应,西伯利亚冷高压则位于东亚大槽后部。与欧洲浅槽相应的地面没有低压中心,只表现出一个微弱的低压槽。地中海冬季多阴雨天气,自然和这个低压槽活动有关。

夏季(以7月为代表)500 hPa上整个行星锋带北移。在中高纬西风带上出现了四个平均槽脊:北美大槽冬夏位置少变;东亚大槽由冬入夏向东移了近20个经度,即移到了东亚大陆东岸;贝加尔湖以西地区,冬季为高脊,夏季转变为槽区;另外,欧洲西海岸,冬季为脊区,夏季转变为浅槽。这样,夏季北半球便呈现出四槽四脊环流形势。

(2) 500 hPa上另一显著特点是副热带高压带的存在。它环绕整个北半球和南半球的副热带地区(纬度约为 18° — 30°)。副热带高压主要位于大洋上,常年存在。按不同地理位置,分别称为北太平洋高压、北大西洋高压、南太平洋高压、南大西洋高压和南印度洋高压。副高控制的地区,特别是高压脊线附近,由于多下沉运动,天气晴朗少云,多属干旱气候或沙漠气候。北半球两大洋上的副高,夏季比冬季强,夏季副高位置也比冬季偏北。北大西洋副高是造成北非干旱、影响西欧天气气候的重要环流系统,而西太平洋副高则是控制我国水汽输送、雨带移动、气候异常的重要大气活动中心。

(3) 极涡(又称极地低压)中心不在北极,1月份有两个中心:其中一个较强,位于格陵兰和加拿大之间的极区;另一个较弱,位于西伯利亚北冰洋沿岸。7月份只有一个主要中心,偏于西半球,极涡强度1月份比7月份深厚。

二、海平面气压场形势和特点

纵览世界海平面平均气压场(图1.4),可以看出下列事实:

(1) 赤道附近存在明显的低压带,通称赤道低压带。1月份(北半球为冬季,南半球为夏季)它位于赤道南侧,并发展出一连串低压中心,如南非低压、澳大利亚低压和南美低压;7月份(北半球为夏季,南半球为冬季)它北移至北半球。在低压带内,对流旺盛,暖湿空气辐合强烈,容易形成庞大的密厚云团,产生暴雨,故又称热带辐合带(ITCZ)。

(2) 北半球冬季(1月份)存在若干大气活动中心,即西伯利亚高压(或称蒙古高压)、阿留申低压、冰岛低压以及北美大陆高压。夏季(7月份)则为另外一些活动中心所代替,如亚非大陆和北美西南部为低压所控制,而北太平洋和北大西洋则为强副高所盘踞。这些活动中心有的常年存在,有的随季节消长。它们的稳定、进退、盛衰对四周环流、水汽输送以及天气气候变化具有举足轻重的作用。

(3) 由于海陆热力性质不同,海洋上气压年变化小,大陆上气压年变化大,因而大陆上冬季出现冷高压,夏季出现热低压;而在海洋上冬季低压增强,高压减弱;夏季高压增强,低压减弱。

(4) 南半球由于海洋所占面积广阔,下垫面比较均一,故气压场简单,除赤道区和副