



国家出版基金资助项目  
“淮河洪涝治理”系列专著

# 淮河流域 旱涝气候演变

主 编 程兴无

副主编 陈 星 钱名开 田 红 陈红雨



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)



国家出版基金资助项目  
“淮河洪涝治理”系列专著

# 淮河流域 旱涝气候演变

主 编 程兴无

副主编 陈 星 钱名开 田 红 陈红雨



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

· 北京 ·

内 容 提 要

本书系国家出版基金资助项目“淮河洪涝治理”系列专著之一。“淮河洪涝治理”系列专著包括《淮河中游洪涝问题与对策》《淮河流域旱涝气候演变》和《淮河流域规划与治理》三卷。本卷为《淮河流域旱涝气候演变》，全书系统地分析了淮河流域的起源和旱涝历史，依据气象、气候和水文学原理，采用天气学、气候统计和水文分析的方法，研究了淮河流域气候变化与旱涝的关系，阐述了淮河流域旱涝气候演变特征及一般规律，并对未来的趋势给出了预估。

本书可供水利、农业、水文、气象等领域的科技人员、管理者参考使用，也可作为相关专业研究人员和大专院校师生的参考书。

图书在版编目（C I P）数据

淮河流域旱涝气候演变 / 程兴无主编. -- 北京 :  
中国水利水电出版社, 2019. 8  
（“淮河洪涝治理”系列专著）  
ISBN 978-7-5170-7928-6

I. ①淮… II. ①程… III. ①淮河流域—干旱—气候变化—研究②淮河流域—水灾—气候变化—研究 IV.  
①P426. 616

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第175068号

审图号：GS（2019）60 号

|      |                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | “淮河洪涝治理”系列专著<br><b>淮河流域旱涝气候演变</b><br>HUAI HE LIUYU HANLAO QIHOU YANBIAN                                                          |
| 作 者  | 主 编 程兴无<br>副主编 陈 星 钱名开 田 红 陈红雨                                                                                                   |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>（北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038）<br>网址：www. waterpub. com. cn<br>E - mail：sales@waterpub. com. cn<br>电话：（010）68367658（营销中心） |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心（零售）<br>电话：（010）88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                       |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                  |
| 印 刷  | 北京印匠彩色印刷有限公司                                                                                                                     |
| 规 格  | 184mm×260mm 16 开本 19. 25 印张 399 千字                                                                                               |
| 版 次  | 2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷                                                                                                |
| 印 数  | 0001—1000 册                                                                                                                      |
| 定 价  | <b>160. 00 元</b>                                                                                                                 |

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



## 主要名词及缩写词注释

- DWI: Drought and Wet Index (干湿指数)
- SVD: Singular Value Decomposition (奇异值分解)
- PDSI: Palmer Drought Severity Index (帕尔默干旱强度指数, 简称干旱指数)
- ECHO-G: 全球大气环流模式 ECHAM4 和海洋环流模式 HOPE-G 相耦合的海气耦合气候模式
- MPM-2: McGill Paleoclimate Model, Version 2 (麦吉尔古气候模式 2.0 版)
- EOF: Emperical Orthogonal Functions (经验正交函数)
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (政府间气候变化专门委员会)
- DEOF: Distinct Emperical Orthogonal Functions (显著经验正交函数)
- REOF: Rotated Emperical Orthogonal Functions (旋转经验正交函数)
- NCEP: National Centers for Environmental Prediction (美国国家环境预报中心)
- ITCZ: Intertropical Convergence Zone (热带辐合带)
- GPD: Generalized Pareto Distribution (广义帕累托分布)
- ENSO: El Nino Southern Oscillation (恩索事件, 厄尔尼诺与南方涛动的合称)
- MEI: Multivariate ENSO Index (多元 ENSO 指数)
- OLR: Outgoing Longwave Radiation (向外射出长波辐射)
- JJA: June July August (夏季、6—8 月)
- PCP: Period of Concentration Precipitation (降水集中期)
- PCPR: Period of Concentration Precipitation Rainfall (降水集中期降水量)
- PCPD: Period of Concentration Precipitation Date (降水集中期出现日期)
- MMP: Maximum Monthly Precipitation (最大月降水量)
- MDP: Maximum Daily Precipitation (最大日降水量)
- MPP: Maximum Process Precipitation (最大过程性降水量)
- AMDP: Annual Maximum Daily Precipitation (年最大日降水量)
- aBP: Ages Before Present (距今的年数)
- GOALS: Global Ocean - Atmosphere - Land System model (全球海洋-大气-陆地系统耦合模式)

# “淮河洪涝治理”系列专著 编委会

主任委员 肖 幼 钱 敏

副主任委员 汪安南 顾 洪 万 隆

|   |   |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|
| 委 | 员 | 王世龙 | 何华松 | 陈 彪 |
|   |   | 程兴无 | 陈 星 | 钱名开 |
|   |   | 徐迎春 | 伍海平 | 虞邦义 |
|   |   | 周志强 | 沈 宏 | 王希之 |

# 序

淮河流域位于中国大陆的东中部，西起伏牛山、桐柏山，东临黄海，南以大别山、江淮丘陵和通扬运河、如泰运河与长江流域毗邻，北以黄河南堤和沂蒙山脉与黄河流域接壤，流域面积 27 万  $\text{km}^2$ ，三分之二是平原地区。淮河与秦岭构成中国南北方的一条自然气候分界线，北部属暖温带半湿润季风气候区，南部属亚热带湿润季风气候区。这里气候温和，地势平坦，土地肥沃，物产丰饶，是中华民族发祥地之一，孕育了灿烂的华夏文明，诞生了老子、孔子、孟子、庄子、墨子、韩非子等闻名于世的伟大思想巨匠。这里治水历史悠久，远古时期就有大禹治水和伯益凿井的传说；春秋战国时期兴建的芍陂（现称安丰塘），是中国现存最古老的蓄水灌溉工程，至今仍在发挥效益；始建于东汉、增筑于明朝的高家堰（即洪泽湖大堤）拦淮蓄水形成的洪泽湖，是中国五大淡水湖之一；历经数个朝代开凿的京杭大运河，沟通海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系，对当时经济社会发展起到了至关重要的作用，对后世也影响深远。淮河流域在中国数千年文明发展史上，始终占有极其重要的位置。

《尔雅·释水》云：“江河淮济为四渎。”《尚书·禹贡》载：“导淮自桐柏，东会于泗沂，东入于海。”古老的淮河曾经是独流入海的河流，流域水系完整，湖泊陂塘众多，尾间深阔通畅，水旱灾害相对较少，素有“江淮熟，天下足”之说，民间也流传着“走千走万，不如淮河两岸”的美誉。淮河与黄河相邻而居，历史上黄河洪水始终是淮河的心腹大患。淮河曾长期遭受黄河决口南泛的侵扰，其中 1194—1855 年黄河夺淮 660 余年，为害尤为惨烈。河流水系发生巨变，入海出路淤塞受阻，干支流河道排水不畅，洪涝灾害愈加严重，逐渐沦为“大雨大灾，小雨小灾，无雨旱灾”“十年倒有九年荒”的境地。1855 年黄河改道北徙之

后的近百年间，朝野上下提出过“淮复故道”“导淮入江”“江海分疏”各种治理淮河的方略和主张，终因经济凋敝、战乱频仍，大多未能付诸实施。

1950年10月14日，政务院发布了《关于治理淮河的决定》，开启了中华人民共和国成立后全面系统治理淮河的进程。经过数十年不懈的努力，取得了显著成效，流域防洪除涝减灾体系初步形成，对保障人民生命财产安全、促进经济社会发展发挥了巨大作用。但是，由于淮河流域特殊的气候、地理和社会条件，以及黄河夺淮的影响，流域防洪除涝体系仍然存在一些亟须完善的问题。淮河与洪泽湖关系、沿淮及淮北平原地区涝灾严重、行蓄洪区运用与区内经济社会发展矛盾突出等问题，社会各界十分关注，尤其是河湖关系问题一直是关注的焦点。从2005年起，在水利部的大力支持下，水利部淮河水利委员会科学技术委员会联合相关高等院校、科研和设计单位，从黄河夺淮前后淮河水系和洪泽湖的生成演变过程，淮河流域洪涝灾害的气候特征，明清以来淮河治理过程，淮河中游洪涝问题与洪泽湖的关系，当前淮河中游洪涝主要问题及其对策等多个方面开展了研究工作，形成了《淮河中游洪涝问题与对策研究》综合报告及相关专题研究报告。钱正英院士等资深专家组成顾问组，全程指导了这项研究工作。顾问组在肯定主要研究结论的同时，也提出了《淮河中游的洪涝及其治理的建议——〈淮河中游洪涝问题与对策研究〉的咨询意见》。顾问组认为，这项研究成果基于当前的技术条件和对今后一个时期经济社会发展的预测，对淮河中游地区洪涝问题的治理思路和方案给出了阶段性的结论，研究工作是系统和深入的，其成果有利于解决一些历史性争议，可以指导当前和今后相当时期的治淮工作。

20世纪80年代初期，我曾在治淮委员会水情处参加过淮河流域水情预报和防汛调度等工作，以后长期在水利部及其科研机构工作，对淮河问题的复杂性、淮河治理的难度和治淮工作的紧迫性等有着切身的感受和深刻的认识。2007年淮河洪水以后，国务院先后召开常务会议、治淮会议，作出了进一步治理淮河的部署；2013年国务院批复了《淮河流域综合规划（2012—2030年）》，淮河治理工作进入了一个新的时期。现在，淮河水利委员会组织专家对这项研究成果进一步梳理、完善和提炼，在此基础上，编撰了“淮河洪涝治理”系列专著，包括《淮河中游

洪涝问题与对策》《淮河流域旱涝气候演变》和《淮河流域规划与治理》三卷。该系列专著在酝酿出版之初，我就很高兴推荐其申报国家出版基金的资助并获得了成功，该系列专著成为国家出版基金资助项目。相信此系列专著的出版，将为今后淮河的治理提供丰富的资料，发挥重要的指导作用。

淮河流域的自然条件和黄河长期夺淮的影响决定了淮河治理的长期性和复杂性；社会经济的发展对治淮也不断提出新的要求。因此，我们还须继续重视淮河重大问题的研究，不断深化对淮河基本规律的认识，为今后的治理工作提供技术支撑。

是为序。

南京水利科学研究院院长  
中国工程院院士  
英国皇家工程院外籍院士

张健云

2018年9月28日





# 前言

淮河流域地跨河南、安徽、江苏、山东及湖北 5 省，人口众多，城镇密集，资源丰富，交通便捷。流域处在我国南北气候过渡地区，天气气候复杂多变，降雨时空分布不均；流域内平原广阔，地势低平，支流众多，上下游、左右岸水事关系复杂，人水争地矛盾突出；流域水旱灾害频发多发，洪涝和干旱往往交替发生。历史上，黄河长期侵淮夺淮，致使淮河失去入海尾间，河流水系也变得紊乱不堪，其影响至今难以根本消除。

中华人民共和国成立后，淮河治理问题受到高度重视，1950 年 10 月，政务院发布《关于治理淮河的决定》，掀开了全面系统治理淮河的序幕，经过 60 多年持续治理，淮河流域已初步形成由水库、河道、堤防、行蓄洪区、控制型湖泊、水土保持和防洪管理系统等工程和非工程措施组成的防洪减灾体系，为保障流域经济和社会发展发挥了巨大作用。

由于淮河流域特殊的气候、地理和社会条件的影响，淮河的防洪除涝形势依然严峻，特别是从 2003 年洪水的情况看，流域防洪除涝体系尚不完善，与流域经济社会可持续发展的要求不相适应。为此，在水利部的支持下，淮河水利委员会科学技术委员会成立了研究项目组，联合有关高校、科研和设计单位，在由钱正英、宁远、刘宁、徐乾清、姚榜义、何孝侠、周魁一等 7 位专家组成的顾问组指导下，开展了对相关问题的研究和论证，最终形成了《淮河中游洪涝问题与对策研究》综合报告及相关专题报告等研究成果。该成果对厘清淮河中游洪涝治理思路、形成共识、更好地协调好当前和长远的关系有重要意义。因此，2016 年起淮河水利委员会又组织人员在这项研究成果基础上进行进一步补充、完善和提炼，编撰了“淮河洪涝治理”系列专著，包括《淮河中游洪涝问题与对策》《淮河流域旱涝气候演变》和《淮河流域规划与治理》三卷。

本系列专著的出版得到了南京水利科学研究院院长、中国工程院院士、英国皇家工程院外籍院士张建云，国务院南水北调工程建设委员会专家委员会副主任宁远等专家学者，国家出版基金规划管理办公室和中国水利水电出版社的大力支持。张建云院士和宁远副主任向国家出版基金规划管理办公室出具

推荐意见，中国水利水电出版社鼎力支持，使本系列专著得到国家出版基金的资助；张建云院士还在百忙之中撰写了序。在此向张建云院士、宁远副主任和中国水利水电出版社表示衷心感谢！

本书是“淮河洪涝治理”系列专著之一，全书共10章。第1章简要阐述了流域的地理环境和水文气候特点。第2章分析了黄淮海平原的形成、淮河流域的形成和历史时期淮河水系的演变过程。第3章对历史上发生的旱涝灾害进行了集中描述和归类分析，并简要阐述了历史与现代旱涝灾害的特点。第4章阐述了淮河流域历史时期的气候变化、旱涝灾害的历史起源、旱涝灾害特点以及黄河夺淮的影响。第5章分析了气候过渡带及其变化特点，重点研究了过渡带特征与流域降水的关系、流域暴雨量的时空分布特征和气候特点。第6章分析了典型旱涝年的特征和造成严重旱涝的气候成因，归纳了典型洪涝的天气类型。第7章揭示了极端降水事件之间的联系。第8章将淮河流域的旱涝特征与长江、黄河流域以及同纬度的北美地区进行了对比分析，试图揭示不同区域旱涝特征的差异性。第9章指出了在气候自然变化和人类活动的共同影响下，未来50年淮河流域旱涝气候变化幅度增大，极端天气气候事件发生的概率有增大的趋势，淮河气候的演变必将对淮河水文情势产生重大影响，给治淮工作带来挑战。第10章总结了研究结论，针对今后治淮工作提出了一些应对气候变化的建议。

本书由程兴无任主编，陈星、钱名开、田红、陈红雨任副主编。第1章由程兴无、钱名开、陈红雨编写；第2章由陈星、杨满根编写；第3章由钱名开、陈红雨、程兴无、徐敏编写；第4章由陈星、陈红雨、田红、王胜、赵传湖编写；第5章由陈星、冯志刚、程兴无、刘富弘、徐韵编写；第6章由田红、谢五三、程智、程兴无、丁小俊编写；第7章由冯志刚、陈星、程兴无、徐敏、董全、陈铁喜编写；第8章由陈星、田红、陈红雨、罗连生、庞一龙编写；第9章由陈星、程兴无编写；第10章由程兴无、陈星、梁树献编写；附录由冯志刚、陈红雨、田红提供。

在本书编写过程中，徐慧、程绪干、袁慧玲、江守钰、夏成宁等审阅了全书并提出了建设性的意见，郑建、杨亚群、赵真等为本书绘制了部分插图，淮河水利委员会水文局（信息中心）、南京大学大气科学学院和安徽省气象局气候中心对本书编写给予了大力支持与帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足和疏漏之处，敬请批评指正。

谨以此书献给为治淮事业作出贡献的人们！

作者

2018年9月

# 目录

# CONTENTS

序

前言

主要名词及缩写词注释

|     |                      |    |
|-----|----------------------|----|
| 1   | 淮河流域水文气候特征 .....     | 1  |
| 1.1 | 地理环境 .....           | 1  |
| 1.2 | 气候特点 .....           | 4  |
| 1.3 | 水文特点 .....           | 5  |
| 2   | 淮河流域的形成与演变 .....     | 9  |
| 2.1 | 黄淮海平原的形成 .....       | 9  |
| 2.2 | 淮河流域的形成 .....        | 15 |
| 2.3 | 历史时期淮河水系的演变 .....    | 17 |
| 3   | 淮河流域旱涝灾害概况 .....     | 24 |
| 3.1 | 旱涝综述 .....           | 24 |
| 3.2 | 洪涝灾害 .....           | 26 |
| 3.3 | 干旱灾害 .....           | 49 |
| 4   | 淮河流域旱涝灾害的历史演变 .....  | 54 |
| 4.1 | 淮河流域历史时期气候变化 .....   | 54 |
| 4.2 | 淮河流域旱涝灾害的历史起源 .....  | 56 |
| 4.3 | 淮河流域的旱涝灾害特点 .....    | 68 |
| 4.4 | 淮河流域径流特征 .....       | 72 |
| 4.5 | 黄河夺淮与淮河流域旱涝的关系 ..... | 76 |
| 5   | 气候过渡带与淮河流域暴雨特征 ..... | 78 |
| 5.1 | 气候过渡带及其变化特点 .....    | 79 |
| 5.2 | 气候过渡带特征与淮河流域降水 ..... | 81 |
| 5.3 | 淮河流域暴雨量的时空特征 .....   | 89 |
| 5.4 | 淮河流域暴雨日数的时空特征 .....  | 98 |

5.5 淮河流域暴雨的环流分型 ..... 105

6 淮河流域典型旱涝与大气环流背景 ..... 121

6.1 现代淮河流域降水特征及其时空分布 ..... 121

6.2 淮河流域典型旱涝年的大气环流特征 ..... 135

6.3 淮河流域典型洪涝的天气类型 ..... 156

6.4 严重旱涝灾害的天气气候成因 ..... 170

7 淮河流域极端降水事件特征 ..... 174

7.1 极端降水极值概率分析 ..... 175

7.2 主要控制站径流极值与极值降水的关系 ..... 185

7.3 淮河流域降水集中期特征 ..... 191

8 淮河流域旱涝气候的区域比较 ..... 196

8.1 与长江流域、黄河流域旱涝特征的比较 ..... 196

8.2 与同纬度北美地区旱涝特征的比较 ..... 196

8.3 淮河流域降水特征与中国东部季风区降水的关系 ..... 213

9 气候变化与淮河流域旱涝及未来趋势的关系 ..... 222

9.1 淮河流域气候冷暖与旱涝的关系 ..... 222

9.2 水利工程对流域洪涝的调控作用 ..... 223

9.3 淮河流域未来气候变化与旱涝趋势的估计 ..... 226

10 结论与建议 ..... 228

10.1 气候变化背景下淮河流域旱涝特征 ..... 228

10.2 应对措施建议 ..... 231

附录 A DEOF 方法介绍 ..... 233

附录 B 淮河流域典型大洪水和典型干旱 ..... 238

B.1 典型大洪水 ..... 238

B.2 典型干旱 ..... 255

附录 C 淮河流域历史旱涝年表 ..... 265

参考文献 ..... 286





# 淮河流域水文气候特征

## 1.1 地理环境

### 1.1.1 地理位置

淮河流域位于东经  $111^{\circ}55'$ ~ $121^{\circ}25'$ 、北纬  $30^{\circ}55'$ ~ $36^{\circ}36'$ ，东西长约 700km，南北宽约 400km，淮河干流长约 1000km，流域面积为 27 万  $\text{km}^2$ 。淮河流域跨河南、安徽、江苏、山东及湖北五省，流域东临黄海，西部以伏牛山、桐柏山为界，北边以黄河南堤和沂蒙山区与黄河流域、山东半岛接壤，南边以大别山、皖山余脉、通扬运河及如泰运河南堤与长江流域毗邻。淮河流域图如图 1.1-1 所示。



图 1.1-1 淮河流域图

12 世纪之前, 淮河为直接入海的河流, 1194—1855 年, 黄河夺淮造成淮河河道发生重大变化。黄河北迁后留下的废黄河把淮河流域分为淮河和沂沭泗河两大水系, 两大水系的面积分别为 19 万  $\text{km}^2$  和 8 万  $\text{km}^2$ 。淮河水系主要位于河南、安徽、江苏 3 省, 包括淮河上中游干支流及洪泽湖以下的入江水道和里下河地区。沂沭泗河水系是沂河、沭河、泗河 3 条水系的总称, 主要位于江苏、山东两省。淮河水系与沂沭泗河水系之间由京杭大运河、分淮入沂水道及徐洪河连通。

### 1.1.2 地形与地貌

淮河流域地形总体为由西北向东南倾斜, 除西部、南部及东北部为山丘区外, 其余均为平原、湖泊和洼地, 其平原区为我国黄淮海平原的一个组成部分。淮河流域的山地面积为 3.82 万  $\text{km}^2$ , 占流域总面积的 14.2%; 丘陵面积为 4.81 万  $\text{km}^2$ , 占流域总面积的 17.8%; 平原面积为 14.77 万  $\text{km}^2$ , 占流域总面积的 54.7%; 湖泊洼地面积为 3.6 万  $\text{km}^2$ , 占流域总面积的 13.3%。其中, 淮河水系的山地面积占水系总面积的 17%, 丘陵面积占水系总面积的 17.5%, 平原面积占水系总面积的 58.4%, 湖洼面积占水系总面积的 7.1%; 沂沭泗河水系山丘区面积占水系总面积的 31%, 平原面积占水系总面积的 67%, 湖泊面积占水系总面积的 2%。

淮河流域西部的伏牛山、桐柏山高程为 200~300m, 沙颍河上游的尧山(石人山)为全流域最高峰, 高程为 2153m; 南部大别山高程一般为 300~500m, 最高峰白马尖高程为 1774m。东北部沂蒙山区高程一般为 200~500m, 最高峰龟蒙顶高程为 1155m。丘陵区主要分布在山区的延伸部分, 西部高程一般为 100~200m, 南部高程一般为 50~100m, 东北部高程一般为 100m。淮北平原地面自西北向东南倾斜, 高程一般为 15~50m, 淮河下游平原高程一般为 2~5m, 南四湖湖西黄泛平原高程一般为 30~50m。

淮河流域地貌类型众多, 层次明显。在地域分布上, 流域的东北部为鲁中南断块山地, 中部为黄淮冲积、湖积、海积平原, 西部和南部是山地和丘陵。平原与山丘之间为洪积平原、冲(洪)积平原和冲积扇。

### 1.1.3 土壤与植被

淮河流域土壤的分布和种类比较复杂。西部的伏牛山区主要为棕壤和褐土, 丘陵区主要为褐土, 土层厚, 质地疏松, 易受侵蚀冲刷。南部的山区主要为黄棕壤, 其次为棕壤和水稻土; 丘陵区主要为水稻土, 其次为黄棕壤。北部的沂蒙山区多为粗骨性褐土和粗骨性棕壤, 土层薄, 水土流失严重。淮北平原的北部主要为黄潮土, 质地疏松。淮北平原的中部、南部主要为砂姜黑土, 其次为黄潮土、棕潮土等。淮河下游平原水网区为水稻土。东部的滨海平原多为滨海盐土。在以上各类土壤中, 以潮土分布最广, 约占全流域面积的 1/3; 其次为砂姜黑土、水稻土。

受气候、地形、土壤等因素的影响, 淮河流域的植被有明显的过渡性特征。流域



北部的植被属暖温带落叶阔叶林与针叶林混交；中部低山丘陵区属亚热带落叶阔叶林与常绿阔叶林混交；南部山区主要为常绿阔叶林、落叶阔叶林与针叶林混交，并夹有竹林。据统计，桐柏山、大别山区的森林覆盖率为 30%，伏牛山区的森林覆盖率为 21%，沂蒙山区的森林覆盖率为 12%。

### 1.1.4 河流水系

#### 1.1.4.1 淮河水系

淮河干流发源于河南南部桐柏山，自西向东流经湖北、河南、安徽，入江苏境内的洪泽湖。洪泽湖南面有入江水道经三江营入长江，东面有灌溉总渠、二河及从二河新开辟的入海水道入黄海。淮河干流全长约为 1000km，其中河南、安徽交界处的王家坝（洪河口）以上为上游，河长 360km，河道平均比降为 0.5‰；王家坝（洪河口）至洪泽湖出口中渡为中游，河长 490km，河道平均比降为 0.03‰；中渡以下至三江营为下游，河长 150km，河道平均比降为 0.04‰。王家坝、中渡以上的控制面积分别为 3 万 km<sup>2</sup> 和 16 万 km<sup>2</sup>；中渡以下（包括洪泽湖以东里下河地区）的控制面积约为 3 万 km<sup>2</sup>。洪泽湖位于淮河中游末端，承接淮河上中游来水，是淮河流域最大的湖泊，为全国五大淡水湖之一。

淮河水系支流众多，流域面积大于 1000km<sup>2</sup> 的一级支流有 21 条，流域面积超过 2000km<sup>2</sup> 的河流有 16 条，流域面积超过 10000km<sup>2</sup> 的有洪汝河、沙颍河、涡河和怀洪新河，其中沙颍河流域面积接近 40000km<sup>2</sup>，河长 557km，为淮河最大支流。

淮河右岸的支流主要有淝河、潢河、史灌河、淠河、池河等。淮河左岸的支流主要有洪汝河、沙颍河、涡河、怀洪新河、新汴河等。

淮河右岸支流目前基本上保持 20 世纪 50 年代的状况，而淮河左岸支流及洪泽湖以下的水道变化较大。在 20 世纪 50 年代开挖洪河分洪道、灌溉总渠和淮沭新河后，从 20 世纪 70 年代起又开挖了茨淮新河、怀洪新河、入海水道。其中，涡河口以下淮河左岸的支流经过历年整治，形成当前的怀洪新河、新汴河、奎濉河、徐洪河 4 个主要水系。

#### 1.1.4.2 沂沭泗河水系

沂沭泗河水系位于淮河流域东北部，由沂河、沭河和泗河组成，3 条河流均发源于沂蒙山。沂河发源于鲁山南麓，往南注入骆马湖，再经新沂河入海；沭河发源于沂山，与沂河平行南下，至大官庄后分为两支，南支老沭河汇入新沂河后入海，东支新沭河经石梁河水库后由临洪口入海；泗河几经历史演变，形成由泗河、南四湖、韩庄运河、中运河等组成的泗运河水系，泗河发源于沂蒙山区太平顶西麓，流入南四湖汇湖东、湖西各支流后，由韩庄运河、中运河入骆马湖，再经新沂河入海。沂沭泗河水系集水面积大于 1000km<sup>2</sup> 的一级支流有东鱼河、洙赵新河、梁济运河、沭河、东汶河等 15 条，独流入海的河流有朱稽河、青口河、绣针河、傅疃河、灌河、柴米河、盐河等 14 条。

由南阳湖、独山湖、昭阳湖和微山湖相连而成的南四湖是沂沭泗河水系最大的

湖泊。南四湖中部的二级坝枢纽将南四湖分为上级湖和下级湖。骆马湖除承接南四湖和沂河来水外，又汇集了邳苍地区的区间来水，向东由嶂山闸控制经新沂河入海。

## 1.2 气候特点

### 1.2.1 一般气候特点

淮河与秦岭山脉是我国南北方气候的一条自然分界线，淮河以北属暖温带半湿润季风气候区，淮河以南属北亚热带湿润季风气候区。淮河流域以其所处的地理位置，自北往南形成了暖温带向北亚热带过渡的气候类型。淮河流域的气候特点是四季分明，受东亚季风影响，夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，春季天气多变，秋季天高气爽。据统计，淮河流域春季开始日为3月26日前后，夏季开始日为5月26日前后，秋季开始日为9月15日前后，冬季开始日为11月11日前后。

淮河流域的多年平均气温为 $14.5^{\circ}\text{C}$ ，最高气温月份（7月）的多年平均气温为 $27^{\circ}\text{C}$ 左右，最低气温月份（1月）的多年平均气温为 $0^{\circ}\text{C}$ 左右。流域的极端最高气温为 $44.5^{\circ}\text{C}$ （1966年6月20日河南省汝州市），极端最低气温为 $-24.3^{\circ}\text{C}$ （1969年2月6日安徽省固镇县）。

淮河流域的相对湿度较大，多年平均值为 $66\%\sim 81\%$ 。相对湿度的地域分布是南大北小、东大西小；时间分布是夏季、秋季、春季、冬季依次减小，夏季的相对湿度一般超过 $80\%$ ，冬季的相对湿度约为 $65\%$ 。

流域的无霜期为 $200\sim 240$ 天，年日照时数为 $1990\sim 2650$ 小时。

### 1.2.2 特殊气候特点

由于淮河是我国南北气候的过渡带，其气候具有特殊性，从北亚热带湿润季风气候到暖温带半湿润季风气候过渡区存在南北移动和年际变化，过渡带50年来缓慢向北扩展。过渡带气候的脆弱性导致气候变化幅度加大，天气气候变化激烈，极端天气事件和异常气候事件发生的概率增大，旱涝的年际、年内变化大，旱涝交替频率高。淮河流域特殊气候特点如下：

（1）雨季长。淮河流域位于长江流域与黄河流域之间，是长江梅雨向华北雨季的过渡区域，也是湿润季风区向半湿润季风区的过渡带。淮河的南部是江淮梅雨的北缘，北部及沂沭泗地区又是华北雨季的南缘，因此，从时间上讲，淮河的雨季从6月中下旬开始，可持续到9月上旬，江淮梅雨、华北雨季以及夏季台风都影响到淮河流域的降雨，所以淮河流域的雨季特别长。

（2）过渡带分界线位置与夏季降水量关系密切。对江淮流域夏季降水的经验正交函数（EOF）分析表明，淮河流域南北气候过渡带分界线的位置与夏季降水量呈明显的负相关，过渡带位置的南北变动与淮河流域的夏季降水强弱密切相关，过渡带向北移动，夏季降水量减少；过渡带向南移动，淮河流域降水会增多。但在淮河流



域以北的黄河流域和以南的长江流域,这种相关并不明显。从东亚季风分析,夏季季风偏强、冷空气偏弱时,雨带位置偏北(华北);季风偏弱、冷空气偏强时,雨带位置偏南。20世纪50年代以来,淮河流域气候过渡带北界逐渐北移,特别是20世纪90年代以后北移显著。

(3) 气候态不稳定,易变性大。淮河流域气候变化幅度大,灾害性天气气候发生频率高,淮河流域的降水区域特征与长江流域和黄河流域的相比有显著的差异。通过比较淮河、长江和黄河流域全年及汛期的降水相对变率可以看到,无论是年降水量还是夏季降水量,淮河流域的降水变率都是最大的,表明过渡带气候存在不稳定性,容易出现旱涝。特别是进入21世纪以来的前10年,淮河流域夏季频繁出现洪涝,成为越来越严重的气候脆弱区。

(4) 夏季降水存在3种主要空间分布型。淮河流域夏季降水主要有流域性多雨型、南部或北部多雨型、西部或东部多雨型3种空间分布型,其中,第一种、第二种雨型比较常见。因此,淮河流域大涝年份通常有两种空间类型,即流域性大涝型和中南部大涝型,其共同特点是沿淮、淮南一带的降水尤其多。上述雨型主要与梅雨降水有关系,而第三种雨型又与台风关系较大。

(5) 年降水量变化率大,年内降水分布不均。淮河流域多年平均年降水量相对变率为0.16~0.27,南部总体大于北部,降水量年际波动的大小在流域的不同区域也存在显著差异,降水量年际变化率大是导致旱涝的直接原因。

由于淮河处在东亚季风区内,降雨的年内时空分布极不平均,从淮河流域各月平均降水量及其所占全年的比例看,淮河流域降水各月分配呈单峰型:7月最多,占全年的比例为23%;8月次之,反映了季风雨带由南往北推的特点;12月最少。

从各季来看,夏季降水最多,占全年降水总量的54%;春季、秋季次之,各占全年降水总量的近20%;冬季最少,只占全年降水总量的7%。其中5—9月降水占全年降水总量的72%,是年降水的主要组成部分。降水量的这种分布也决定了淮河流域主要洪水的年内分布形式。

(6) “旱涝急转”和“旱涝交替”特征明显。淮河流域雨季不仅有明显的年际变化特点,而且有显著的年内变化特点,“旱涝急转”或“旱涝交替”的情况时常发生。淮河流域的“旱涝急转”特征通常出现在6月中下旬,与梅雨起始日期基本相同或略偏晚。一般年份,春季至初夏,流域无持续性明显降水,旱情抬头;雨季来临时,若出现集中强降水,则极易从干旱转为洪涝。有的年份(如1991年),在洪涝结束后又连续1~3个月无明显降水过程,导致涝后旱,出现典型的“旱涝交替”。

## 1.3 水文特点

### 1.3.1 降水、径流及水资源

淮河流域多年平均年降水量为895mm(1953—2012年系列),其中,淮河水系