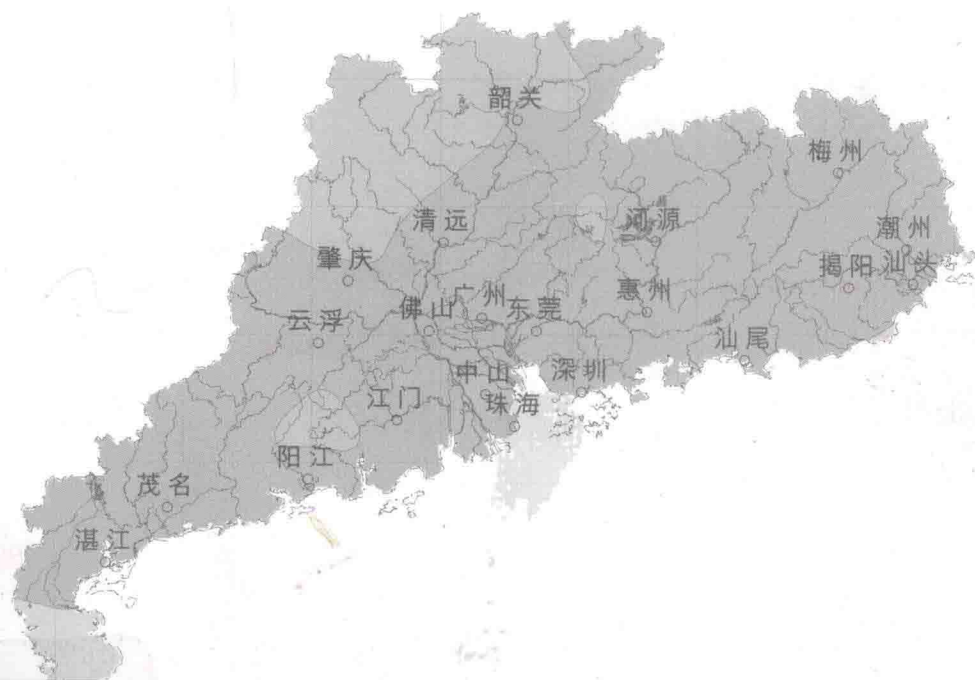


中国科协三峡科技出版资助计划

广东省 气象干旱图集

王春林 陈慧华 唐力生 编著



中国科协三峡科技出版资助计划

广东省气象干旱图集

(1951—2010)

王春林 陈慧华 唐力生 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

广东省气象干旱图集 / 王春林, 陈慧华, 唐力生编著. —北京:
中国科学技术出版社, 2012. 12

(中国科协三峡科技出版资助计划)

ISBN 978 - 7 - 5046 - 6263 - 7

I. ①广… II. ①王… ②陈… ③唐… III. ①干旱指数 -
气候资料 - 广东省 - 图集 IV. ①P468.650.5 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 306650 号

总 策 划 沈爱民 林初学 刘兴平 孙志禹

责任编辑 赵 晖 左常辰

项目策划 杨书宣 赵崇海

责任校对 孟华英

出 版 人 苏 青

印刷监制 李春利

编辑组组长 吕建华 许 英 赵 晖

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社发行部

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010 - 62103349

传 真 010 - 62103166

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm × 1092mm 1/16

字 数 180 千字

印 张 10

版 次 2013 年 1 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

印 刷 北京华联印刷有限公司

书 号 ISBN 978 - 7 - 5046 - 6263 - 7/P · 169

定 价 57.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

总 序

科技是人类智慧的伟大结晶，创新是文明进步的不竭动力。当今世界，科技日益深入影响经济社会发展和人们日常生活，科技创新发展水平深刻反映着一个国家的综合国力和核心竞争力。面对新形势、新要求，我们必须牢牢把握新的科技革命和产业变革机遇，大力实施科教兴国战略和人才强国战略，全面提高自主创新能力。

科技著作是科研成果和自主创新能力的重要体现形式。纵观世界科技发展历史，高水平学术论著的出版常常成为科技进步和科技创新的重要里程碑。1543年，哥白尼的《天体运行论》在他逝世前夕出版，标志着人类在宇宙认识论上的一次革命，新的科学思想得以传遍欧洲，科学革命的序幕由此拉开。1687年，牛顿的代表作《自然哲学的数学原理》问世，在物理学、数学、天文学和哲学等领域产生巨大影响，标志着牛顿力学三大定律和万有引力定律的诞生。1789年，拉瓦锡出版了他的划时代名著《化学纲要》，为使化学确立为一门真正独立的学科奠定了基础，标志着化学新纪元的开端。1873年，麦克斯韦出版的《论电和磁》标志着电磁场理论的创立，该理论将电学、磁学、光学统一起来，成为19世纪物理学发展的最光辉成果。

这些伟大的学术论著凝聚着科学巨匠们的伟大科学思想，标志着不同时代科学技术的革命性进展，成为支撑相应学科发展宽厚、坚实的奠基石。放眼全球，科技论著的出版数量和质量，集中体现了各国科技工作者的原始创新能力，一个国家但凡拥有强大的自主创新能力，无一例外也反映到其出版的科技论著数量、质量和影响力上。出版高水平、高质量的学术著

作，成为科技工作者的奋斗目标和出版工作者的不懈追求。

中国科学技术协会是中国科技工作者的群众组织，是党和政府联系科技工作者的桥梁和纽带，在组织开展学术交流、科学普及、人才举荐、决策咨询等方面，具有独特的学科智力优势和组织网络优势。中国长江三峡集团公司是中国特大型国有独资企业，是推动我国经济发展、社会进步、民生改善、科技创新和国家安全的重要力量。2011年12月，中国科学技术协会和中国长江三峡集团公司签订战略合作协议，联合设立“中国科协三峡科技出版资助计划”，资助全国从事基础研究、应用基础研究或技术开发、改造和产品研发的科技工作者出版高水平的科技学术著作，并向45岁以下青年科技工作者、中国青年科技奖获得者和全国百篇优秀博士论文获得者倾斜，重点资助科技人员出版首部学术专著。

我由衷地希望，“中国科协三峡科技出版资助计划”的实施，对更好地聚集原创科研成果，推动国家科技创新和学科发展，促进科技工作者学术成长，繁荣科技出版，打造中国科学技术出版社学术出版品牌，产生积极的、重要的作用。

是为序。

中国长江三峡集团公司董事长



2012年12月

本书编审委员会

主 任 庄旭东

副 主 任 刘锦銮 曾 琮 熊亚丽

委 员 (按姓氏笔画排序)

万齐林 王春林 冯业荣 吕勇平 孙 涵 肖文名
陈 多 张立波 李春梅 林继生 林镇国 凌汉强
曾 沁 谭鉴荣

本书编制组

主 编 王春林

副 主 编 陈慧华 唐力生

成 员 (按姓氏笔画排序)

王广伦 王 华 王 婷 叶树春 刘 尉 刘 霞
孙春健 何 健 陈新光 邹菊香 段海来 胡娅敏
郭 晶 黄 俊 黄珍珠 植石群 翟志宏 潘蔚娟
薛丽芳

序

广东省地处我国大陆最南缘，受热带天气系统和中高纬度天气系统共同影响，海洋、陆地、大气之间相互作用强烈，各种天气气候灾害频发。干旱是广东省重大气象灾害之一，具有发生频率高、持续时间长、影响范围广的特点，对农业生产、生态环境、城市运行和人民的生活生产都会带来严重的影响。全球气候变化背景下，广东省的极端干旱事件发生频率越来越高，加上经济发展、人口增加等因素，极端干旱事件给区域经济社会和人居环境带来的脆弱性日益加剧。

频繁发生的干旱事件，引起了政府决策部门和社会公众的广泛关注。依靠科技，加强防旱减灾能力建设，降低干旱风险，减轻干旱损失，是保障水资源安全、粮食安全和经济社会可持续发展的迫切要求，是落实党中央国务院对气象防灾减灾工作一系列指示的具体行动，事关人民福祉安康，社会和谐稳定。

2010年中国气象局组织编制了《中国气象干旱图集》，《广东省气象干旱图集》是继《中国气象干旱图集》之后的一部区域性干旱图集。该图集所使用的观测资料年代长、精度高、密度大，逐月展示广东气象干旱时空动态特征。该图集所使用的干旱监测指标先进，所采用的标准化前期降水指数 SAPI 是在广东省气象部门近十余年干旱监测预警服务工作的经验和研究成果基础上提出的创新性成果。本图集的编制出版，可以为气象业务、研究单位开展干旱监测、预警、评估业务及相关的科研工作，提供详实的基础资料，可以为各级政府决策部门制定区域发展规划、开展防灾减灾工作提供科学依据，可以为社会公众加强对干旱的认知水平提供科普知识，

也可以为国内其他地区编制区域性干旱图集提供经验参考。同时本图集对提高气象灾害监测预警、防灾减灾、应对气候变化和开发利用气候资源能力，具有重要的指导作用。

广东省气象局局长 许永铎

2012年10月8日

前 言

广东省虽然年降水量比较充沛，但时空分布不均，兼之太阳辐射强、气温高、地表水分蒸发量大，因此区域性、季节性干旱十分突出。在中国气象局 2007 年编制的《中国灾害性天气气候图集》和 2010 年编制的《中国气象干旱图集》中，广东南部地区属于干旱频发地区之一。新中国成立以来，广东平均每年受旱面积近 50 万公顷，其中 1991 年秋—冬—春连旱更导致受旱面积达 224 万公顷。从 2001—2005 年春，广东全省连续 5 年遭遇了罕见的秋—冬—春连旱，直接农业经济损失 30 多亿元。

在全球气候变化的背景下，区域性水分平衡、干湿状况及其时空特征将发生变化，极端干旱事件发生频率越来越大，持续时间越来越长，影响范围越来越广，农作物产量损失也越来越重，此外旱灾影响对象也从以农业为主扩展到林业、牧业、工业、城市乃至整个经济社会的发展各个方面。

干旱是复杂的自然灾害，干旱指标问题一直是困扰干旱监测评估业务的瓶颈问题。本图集采用的干旱指标，是基于标准化前期降水指数 SAPI 而构建的逐日干旱监测指标，是广东省气象部门在近年干旱监测预警服务工作经验和研究成果基础上提出的创新性成果，也是 2011 年中国气象局气候业务试点工作成果，能够实时、客观监测气象干旱发生、发展和结束过程，具有物理基础好、计算客观、运行稳定的特点。基于逐日实时干旱监测指标编制的干旱图集，对于旱实时监测与影响评估一体化、规范化业务体系的建设，意义重大。

《广东省气象干旱图集》是一部实用的气象干旱工具书。本图集统计绘制了 1951—2010 年近 60 年逐月气象干旱指数分布图及按半年尺度绘制的全省平均逐日干旱指数曲线等，内容详实，可供读者方便查询过去 60 多年广

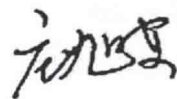
东逐月气象干旱时空变化特点，也可为气象决策服务工作及科研、教育部门进一步开展水文干旱、农业干旱和社会经济干旱影响评估、灾害风险区划等研究提供有益的参考。

中国气象局预报与网络司副司长张强研究员，中国气象科学研究院翟盘茂研究员，国家气候中心的张存杰、高歌、宋艳玲、高荣、王遵娅、陈鲜艳等专家，对本图集中干旱指标提出了宝贵意见，在此一并致谢！

图集中如有不足和疏漏之处，恳请各界读者惠正。

本书编审委员会主任

广东省气象局副局长



2012年10月8日

图集编制说明

一、资料来源

本图集所使用的资料包括 1951—2010 年广东省 86 个地面气象观测站逐日降水量, 资料取自广东省气象局。

二、统计方法

1. 单站逐日气象干旱指数 DI

单站逐日气象干旱指数 DI (daily dry index) 定义为:

$$DI_i = SAPI_i + \overline{M}_i \quad (1)$$

式 (1) 中 $SAPI_i$ 是第 i 日前期降水指数 API (antecedent precipitation index) 的标准化变量 SAPI (standard antecedent precipitation index), SAPI 标准化计算方法参见《气象干旱等级》国家标准 (GB/T 20481—2006) 附录 C 标准化降水指数 SPI, 历史样本为各站近 30 年 (1981—2010) 逐日 API。API 计算公式为:

$$API_i = P_i + kAPI_{i-1} \quad (2)$$

式 (2) 中 API_i 为第 i 日 API, P_i 为当日降水量 (mm), API_{i-1} 为前一日的 API, k 为衰减系数, 取经验值 0.955。每个站从建站开始逐日滚动计算 API, 初始 API 设为 0。建站开始后的前 4 个月 API 受边界效应影响舍弃不用。

式 (1) 中 $\overline{M}_i$ 为常年平均相对湿润度指数, 表征某地常年平均干湿程度及其年变化。 $\overline{M}_i$ 由历史同期 30 年 (1981—2010) 逐日平均降水和可能蒸散量计算:

$$\overline{M}_i = \frac{\overline{P}_i}{\overline{PE}_i} - 1 \quad (3)$$

式 (3) 中 $\overline{P}_i$ 为第 i 日 30 年 (1981—2010) 平均降水量 (mm), $\overline{PE}_i$ 为第 i 日 30 年 (1981—2010) 平均可能蒸散量 (mm), 采用 FAO Penman - Monteith 方法计算。为了增强 $\overline{M}_i$ 年变化曲线平滑性, 对 $\overline{M}_i$ 做 2 次 30 天滑动平均处理。 $\overline{M}_i$ 理论范围为 $-1 \sim \infty$, 为避免因为 $\overline{PE}_i$ 接近于 0 时导致 $\overline{M}_i$ 趋于 ∞ , 当 $\overline{M}_i > 0$ 时采用双曲正切函数式 (4), 约束 $\overline{M}_i$ 变化范围为 $-1 \sim 1$ 。

$$\overline{M}_i = \frac{e^{2\overline{M}_i} - 1}{e^{2\overline{M}_i} + 1}, \text{ 当 } \overline{M}_i > 0 \quad (4)$$

表 1 气象干旱等级标准

干旱类型	逐日干旱等级	月干旱等级
无旱	$-0.5 < DI$	$-0.5 < MI$
轻旱	$-1.0 < DI \leq -0.5$	$-1.0 < MI \leq -0.5$
中旱	$-1.5 < DI \leq -1.0$	$-1.5 < MI \leq -1.0$
重旱	$-2.0 < DI \leq -1.5$	$-2.0 < MI \leq -1.5$
特旱	$DI \leq -2.0$	$MI \leq -2.0$

图集中“广东省 1951—2010 年逐月气象干旱等级分布图”（见本图集 7—125 页）逐日干旱指数 DI 为有效站点的平均值。图集中的“近 30 年（1981—2010）全省平均旱日频率统计”（见本图集 126 页）及“近 30 年（1981—2010）逐月各等级旱日频率分布图”（见本图集 127—134 页）均根据逐日 DI 按照表 1 标准统计、绘制。

2. 单站月气象干旱指数 MI

单站月气象干旱指数 MI（monthly index）用于评价单站月尺度气象干旱程度。MI 定义为该站月内小于 0 的逐日干旱指数 DI 之和除以月总天数，即：

$$MI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n DI_i, \text{当 } DI_i < 0 \quad (5)$$

式（5）中 n 为月内总天数。月干旱等级划分标准表 1。图集中的“广东省 1951—2010 年逐月气象干旱等级分布图”（见本图集 7—125 页）即根据 86 个气象站的 MI 绘制。

3. 广东省月干旱指数 MI_g

广东省月干旱指数 MI_g（monthly index of guangdong）用于评价全省月干旱程度。MI_g 定义为省内 86 个气象站月干旱指数之平均，即：

$$MI_g = \frac{1}{86} \sum_{i=1}^{86} MI_i \quad (6)$$

图集中的“广东省 1951—2010 年逐月干旱指数表”（见本图集 1—2 页）与“广东省逐月干旱指数年际变化趋势图”（见本图集 3—5 页）均根据 MI_g 编制。

4. 资助项目

本图集编写工作由中国气象局 2011 年现代气候业务发展与改革试点工作之“极端气候监测指标”及 2011 年中国气象局小型基建项目“极端气候干旱事件监测指标体系及业务系统”共同资助完成。

图集编制说明

一、资料来源

本图集所使用的资料包括 1951—2010 年广东省 86 个地面气象观测站逐日降水量, 资料取自广东省气象局。

二、统计方法

1. 单站逐日气象干旱指数 DI

单站逐日气象干旱指数 DI (daily dry index) 定义为:

$$DI_i = SAPI_i + \overline{M_i} \quad (1)$$

式 (1) 中 $SAPI_i$ 是第 i 日前期降水指数 API (antecedent precipitation index) 的标准化变量 SAPI (standard antecedent precipitation index), SAPI 标准化计算方法参见《气象干旱等级》国家标准 (GB/T 20481—2006) 附录 C 标准化降水指数 SPI, 历史样本为各站近 30 年 (1981—2010) 逐日 API。API 计算公式为:

$$API_i = P_i + kAPI_{i-1} \quad (2)$$

式 (2) 中 API_i 为第 i 日 API, P_i 为当日降水量 (mm), API_{i-1} 为前一日的 API, k 为衰减系数, 取经验值 0.955。每个站从建站开始逐日滚动计算 API, 初始 API 设为 0。建站开始后的前 4 个月 API 受边界效应影响舍弃不用。

式 (1) 中 $\overline{M_i}$ 为常年平均相对湿润度指数, 表征某地常年平均干湿程度及其年变化。 $\overline{M_i}$ 由历史同期 30 年 (1981—2010) 逐日平均降水和可能蒸散量计算:

$$\overline{M_i} = \frac{\overline{P_i}}{\overline{PE_i}} - 1 \quad (3)$$

式 (3) 中 $\overline{P_i}$ 为第 i 日 30 年 (1981—2010) 平均降水量 (mm), $\overline{PE_i}$ 为第 i 日 30 年 (1981—2010) 平均可能蒸散量 (mm), 采用 FAO Penman - Monteith 方法计算。为了增强 $\overline{M_i}$ 年变化曲线平滑性, 对 $\overline{M_i}$ 做 2 次 30 天滑动平均处理。 $\overline{M_i}$ 理论范围为 $-1 \sim \infty$, 为避免因为 $\overline{PE_i}$ 接近于 0 时导致 $\overline{M_i}$ 趋于 ∞ , 当 $\overline{M_i} > 0$ 时采用双曲正切函数式 (4), 约束 $\overline{M_i}$ 变化范围为 $-1 \sim 1$ 。

$$\overline{M_i} = \frac{e^{2\overline{M_i}} - 1}{e^{2\overline{M_i}} + 1}, \text{ 当 } \overline{M_i} > 0 \quad (4)$$

中国科协三峡科技出版资助计划

2012 年第一期资助著作名单

(按书名汉语拼音顺序)

1. 包皮环切与艾滋病预防
2. 东北区域服务业内部结构优化研究
3. 肺孢子菌肺炎诊断与治疗
4. 分数阶微分方程边值问题理论及应用
5. 广东省气象干旱图集
6. 混沌蚁群算法及应用
7. 混凝土侵彻力学
8. 金佛山野生药用植物资源
9. 科普产业发展研究
10. 老年人心理健康研究报告
11. 农民工医疗保障水平及精算评价
12. 强震应急与次生灾害防范
13. “软件人”构件与系统演化计算
14. 西北区域气候变化评估报告
15. 显微神经血管吻合技术训练
16. 语言动力系统与二型模糊逻辑
17. 自然灾害与发展风险

发行部

地址: 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮编: 100081
电话: 010 - 62103354

办公室

电话: 010 - 62103166
邮箱: kxsxcb@ cast. org. cn
网址: www. cspbooks. com. cn

目 录

总 序.....	曹广晶
----------	-----

广东省 1951—2010 年逐月干旱指数表	1
------------------------------	---

广东省逐月干旱指数年际变化趋势图	3
------------------------	---

广东省 1951—2010 年逐月气象干旱等级分布图

1951 年逐月气象干旱等级分布图	7
1952 年逐月气象干旱等级分布图	8
1953 年逐月气象干旱等级分布图	10
1954 年逐月气象干旱等级分布图	12
1955 年逐月气象干旱等级分布图	14
1956 年逐月气象干旱等级分布图	16
1957 年逐月气象干旱等级分布图	18
1958 年逐月气象干旱等级分布图	20
1959 年逐月气象干旱等级分布图	22
1960 年逐月气象干旱等级分布图	24
1961 年逐月气象干旱等级分布图	26
1962 年逐月气象干旱等级分布图	28
1963 年逐月气象干旱等级分布图	30
1964 年逐月气象干旱等级分布图	32
1965 年逐月气象干旱等级分布图	34
1966 年逐月气象干旱等级分布图	36
1967 年逐月气象干旱等级分布图	38

1968 年逐月气象干旱等级分布图	40
1969 年逐月气象干旱等级分布图	42
1970 年逐月气象干旱等级分布图	44
1971 年逐月气象干旱等级分布图	46
1972 年逐月气象干旱等级分布图	48
1973 年逐月气象干旱等级分布图	50
1974 年逐月气象干旱等级分布图	52
1975 年逐月气象干旱等级分布图	54
1976 年逐月气象干旱等级分布图	56
1977 年逐月气象干旱等级分布图	58
1978 年逐月气象干旱等级分布图	60
1979 年逐月气象干旱等级分布图	62
1980 年逐月气象干旱等级分布图	64
1981 年逐月气象干旱等级分布图	66
1982 年逐月气象干旱等级分布图	68
1983 年逐月气象干旱等级分布图	70
1984 年逐月气象干旱等级分布图	72
1985 年逐月气象干旱等级分布图	74
1986 年逐月气象干旱等级分布图	76
1987 年逐月气象干旱等级分布图	78
1988 年逐月气象干旱等级分布图	80
1989 年逐月气象干旱等级分布图	82
1990 年逐月气象干旱等级分布图	84
1991 年逐月气象干旱等级分布图	86
1992 年逐月气象干旱等级分布图	88
1993 年逐月气象干旱等级分布图	90
1994 年逐月气象干旱等级分布图	92
1995 年逐月气象干旱等级分布图	94

1996 年逐月气象干旱等级分布图	96
1997 年逐月气象干旱等级分布图	98
1998 年逐月气象干旱等级分布图	100
1999 年逐月气象干旱等级分布图	102
2000 年逐月气象干旱等级分布图	104
2001 年逐月气象干旱等级分布图	106
2002 年逐月气象干旱等级分布图	108
2003 年逐月气象干旱等级分布图	110
2004 年逐月气象干旱等级分布图	112
2005 年逐月气象干旱等级分布图	114
2006 年逐月气象干旱等级分布图	116
2007 年逐月气象干旱等级分布图	118
2008 年逐月气象干旱等级分布图	120
2009 年逐月气象干旱等级分布图	122
2010 年逐月气象干旱等级分布图	124

广东省 1981—2010 年旱日频率统计及分布图

近 30 年 (1981—2010) 全省平均旱日频率统计	127
近 30 年 (1981—2010) 逐月各等级旱日频率分布图	128
近 30 年 (1981—2010) 逐月总旱日频率分布图	134

干旱典型个例

1955 年秋—冬—春连旱	137
1963 年秋—冬—春连旱	138
1977 年秋—冬—春连旱	139
2005 年秋—冬—春连旱	140