



3 多姿气象

丛书主编 李建中

丛书副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

本卷主编 王建国

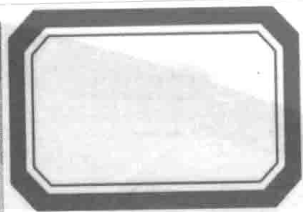


KEPU TONGJIAN
DUOZI QIXIANG



 中国科学技术出版社

 河南科学技术出版社



3 多姿气象

丛书主编 李建中

丛书副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

本卷主编 王建国



KEPU TONGJIAN
DUOZI QIXIANG

 中国科学技术出版社

 河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

多姿气象/王建国主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2013. 10
(科普通鉴/李建中主编)
ISBN 978 - 7 - 5349 - 6591 - 3

I. ①多… II. ①王… III. ①气象学 - 普及读物 IV. ①P4 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 227583 号

出版发行: 中国科学技术出版社

地址: 北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮编: 100081

电话: (010) 62106522

网址: www.espbooks.com.cn

河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028

网址: www.hnstp.cn

统筹编辑: 尚伟民 蒋云鹏 徐 涛

策划编辑: 李喜婷 冯 英

责任编辑: 冯 英

责任校对: 柯 姣

封面设计: 赵 钧

版式设计: 赵玉霞

责任印制: 朱 飞

印 刷: 郑州金秋彩色印务有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 14.5 字数: 240 千字 彩插: 4

版 次: 2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

《科普通鉴》丛书

主 编 李建中

副主编 谈朗玉 李大东 张令朝

《科普通鉴·多姿气象》编委会

主 编 王建国

副主编 孙景兰 李 冰

编写组

组 长 李 冰

副组长 张 存 王魁山

委 员 (按姓氏音序排列)

艾 艳 陈 辉 程家合 孔海疆

孔剑君 李 冰 李 鹏 李铁林

李 楨 阮 祥 孙景兰 王建国

杨光仙 张晓娟 张宇星 赵洪升

周子平

顾 问 张海峰

插 图 李 冰

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。

回首文明历程，是科技之光涤荡了人类历史上蒙昧的阴霾，是科技之火点燃了人类心灵里求知的火焰，是科技之灯照亮了人类发展中光辉的前程。科学技术的每一次重大突破，每一项发明创造的诞生，都使人类对客观世界的认识发生质的飞跃，都使人类改造世界的能力得到革命性的提升。18 世纪后的几百年，是科学技术突飞猛进的历史时期。数学、物理、化学、天文学、地学和生物学等各个领域的研究均取得了空前成就，并引发了一次又一次重大理论革命，其中，最具划时代意义的莫过于牛顿力学、相对论和量子力学的创立。与此同时，深刻改变人类生存状态和生产、生活方式的发明创造也纷纷问世。在不计其数的发明、发现中，蒸汽机、电话、火车、汽车、医用 X 光片、青霉素、DNA 双螺旋结构、火箭、阿波罗 10 号太空舱、计算机等无疑是改变世界的重大发明、发现与创造。

放眼新的世纪，科技已经成为推动经济社会快速发展的主导力量和创造社会财富的主要源泉，成为国家间、区域间竞争的核心和推动未来发展的决定性力量。为了在竞争中取得优势地位，各国、各地区，特别是发达国家及地区都高度重视科技创新和发展。在此背景下，全球创新浪潮此起彼伏，科技发展日新月异，创新成果大量涌现。人类

基因组序列图完成、细胞重新编程技术、人类最早祖先确定、宇宙存在暗物质的猜想被证实、干细胞研究的新进展、纳米技术研究的新突破、欧洲强子对撞机启动、人类探测器创最远纪录和七大数学难题之一——庞加莱猜想被证明等被认为是近十年来取得的最具科学价值，并可能对人类生存与发展产生重大影响的重大科技成就。

在人类文明的历史长河中，科学技术虽然得到了空前发展，取得了辉煌成就，但在前进的道路上依然有无数难题等待我们去破解，众多未知世界等待我们去认识。随着人口数量的急剧增加，自然资源的逐渐枯竭和生态环境的日益恶化，人类正面临前所未有的生存挑战和危机。毫无疑问，应对挑战、解决危机，只有依靠科技的不断创新与发展。在可以预见的未来，为了拓展生存空间，提高生存质量，必将掀起一场以信息科技革命为先导、新材料科技为基础、生命科技为核心、新能源科技为动力、海洋科技和航天科技为内拓和外延的新的科技创新浪潮。伴随新一轮科技创新浪潮的到来，新的发明创造也必将与日俱增。有科学家预言，未来百年，人体器官克隆再造、灭绝动物复活、战胜癌症、建造星际飞船和太空电梯等梦想可能变为现实。

当前，亿万中华儿女正在为实现中华民族伟大复兴的“中国梦”而努力奋斗。实现这一百年梦想，关键在于弘扬创新精神，增强创新能力，加快创新步伐，让科技之花在创新中萌芽，在创新中成长，在创新中绽放。

发达国家的经验昭示我们，加快科技创新，提高科技水平，既要依靠科技精英们的刻苦攻关，发明创造，也有赖于公民科学素质的普遍提高。有调查显示，我国公民的科学素质水平较发达国家差距甚大，与走中国特色的自主创新之路、建设创新型国家的要求相去甚远。为尽快提升我国公民的科学素质水平，从2006年起我国启动了旨在推动公民科学素质建设的全民科学素质行动计划，希望到2020年，公民科学素质

在整体上有大幅度提高，达到世界主要发达国家 21 世纪初的水平。

科普图书是展示科学技术的重要窗口，是普及科技知识的重要载体，也是传播科技文明的重要途径。国内外都十分重视科普图书的创作出版。在琳琅满目的科普图书作品中，不乏影响深远的精品力作。这些作品为传播科技文明、普及科学知识做出了历史性贡献。时代在进步，科技在发展。紧跟时代步伐，把握科技动态，繁荣科普创作，不断创作出版符合时代特点、反映当代科技发展水平的科普图书精品，不仅是加强公民科学素质建设，提升公民科学素质的迫切要求，也是科技界有识之士的共同心声。

科学技术协会是新中国科普事业的主要开创者和推动者。在开展公民科学素质建设，提高公民科学素质水平的历史进程中，肩负着重要责任和神圣使命。我们组织编写的这部《科普通鉴》丛书既是履行“责任”和“使命”，也是对科技界有识之士呼声的积极响应。

20 世纪中叶以来，科学技术进入了多科交叉、互为渗透、综合发展的历史时期，形成了学科林立、知识纷繁的新格局。面对浩如烟海的科学世界，如何确定这部书的编写原则和选题范围是应当首先解决的问题。经与有关专家学者反复研究论证，我们确定了“通览科技文明，鉴取创新精粹”的编写原则，并确定从理、工、农、医和高新科技五大领域中选取 26 个公众关注度较高的热点选题，按 26 卷组织编写这部丛书。

面向具有中等以上文化程度的青少年、农民、城镇劳动者、城市社区居民、领导干部和公务员等重点人群，弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识是编写本书的出发点和根本目的。考虑到读者对象年龄、职业、身份的多样性和对知识需求的差异性，本书着重介绍具有基础性、通用性、新颖性和前瞻性的知识，读者可以根据自己的需求或兴趣进行阅读；在阐述方法上尽可能做到重点突

出，脉络清晰，尽可能融入人文精神，体现人文情怀，避免科技知识的简单介绍和罗列；在语言风格上力求文笔流畅，深入浅出，生动活泼，雅俗共赏，以达引人入胜的效果。

选择高水平的主编是编好这部丛书的关键。为此，我们发挥科学技术协会学会众多，学科齐全，人才荟萃，联系广泛的优势，面向省内外征集各卷主编候选人。最后经全面比较，优中选优，确定了各卷主编人选，为本书的编写出版奠定了坚实基础。在此我们谨向为本书主编遴选、编写、出版给予大力支持的河南省医学会、气象学会、农学会、地理学会、地震学会、地质学会、机械工程学会、反邪教协会和省气象局、郑州大学、河南大学、河南农业大学、河南工业大学、河南科技大学、河南中医学院、河南科技学院、河南轻工业学院、《太空探索》杂志社、河南科技报社、河南科技活动中心、中国科学技术出版社、河南科学技术出版社等学（协）会和单位表示诚挚的感谢！

作为一部多达 26 卷的大型科普丛书，其涉及领域广，学科多。在内容上为了尽可能避免交叉重复或矛盾冲突，在体例和语言风格上为了尽可能保持相对统一，我们制订了较为详细的编写方案，对各卷的内容范围和全书的体例风格做了必要界定和规范。但是，由于我们学识水平有限，统筹协调不够，编写时间仓促，加之一些担任主编的同志是首次承担科普类作品的编写任务，缺乏相应经验，所以，虽然付出了大量心血，个别卷仍然存在内容取舍不够得当，语言风格不够生动活泼等问题。这些缺憾，我们将在再版重印时加以修订改进。诚恳希望广大读者对本丛书的修订改进提出宝贵意见和建议，以便再版时提高质量。

河南省科学技术协会主席、党组书记 李建中

2013 年 6 月

目 录

引言 / 001

1 发生在昨天的重大气象灾害 / 003

1.1 洒向人间都是怨的特大暴雨 / 003

1.2 席卷大半个中国的滚滚寒流 / 007

1.3 暴雨引发的次生灾害——泥石流 / 009

1.4 大气中的恶煞——风暴 / 010

1.5 大气中的杀手——烟雾 / 014

2 揭开地球大气的神秘面纱 / 019

2.1 地球大气的形成 / 020

2.2 大气家族中的重要成员 / 022

2.3 大气的垂直结构 / 028

3 大气的运动 / 032

3.1 大气的水平运动 / 032

3.2 大气的垂直运动 / 038

3.3 天气系统 / 042

4 绝妙的水汽“变脸” / 050

4.1 琳琅满目的地面凝结物 / 050

- 4.2 千姿百态的云 / 057
- 5 天空落下的雨雪冰雹 / 067
 - 5.1 雨滴和雪花的旅程 / 067
 - 5.2 冰雹的成长经历 / 069
 - 5.3 人工增雨防雹 / 071
- 6 天空的闪光与炸响 / 077
 - 6.1 雷电的传说、传奇和揭秘 / 078
 - 6.2 雷电的形成 / 082
 - 6.3 闪电的形状 / 085
 - 6.4 雷电的危害和预防 / 089
- 7 大气中的光学奇观 / 096
 - 7.1 装点大自然的蓝天、白云、红霞 / 096
 - 7.2 半红半紫挂天腰的虹 / 098
 - 7.3 环绕日月的七彩光环 / 101
 - 7.4 划破极地夜空的极光 / 104
 - 7.5 非云非雾非丹青的佛光 / 108
 - 7.6 虚无缥缈的蜃景 / 111
- 8 探测云天与天气预报 / 117
 - 8.1 探测云天 / 117
 - 8.2 气象信息交换 / 133
 - 8.3 天气预报 / 139
 - 8.4 天气预报的分类和发布 / 150

9 专业气象与气象灾害防御 / 154

9.1 农、林、牧业气象 / 155

9.2 水文与电力气象 / 167

9.3 航空航天气象 / 174

9.4 气象灾害防御 / 182

10 战争中的另类武器——气象 / 191

10.1 气温对战争的影响 / 191

10.2 风对战争的影响 / 196

10.3 能见度对战争的影响 / 203

10.4 降水对战争的影响 / 209

结语 / 214

参考文献 / 216

后记 / 218

引言

气象灾害是自然灾害中最频繁且严重的灾害。我国是世界上气象灾害发生十分频繁、灾害种类甚多且造成损失十分严重的少数国家之一，而且随着经济的高速发展，自然灾害造成的损失呈上升趋势，直接影响着社会和经济的发展。影响我国的气象灾害主要有干旱、暴雨、台风、冰雹、低温冻害、雪灾等。由于旱灾的特点是范围广、时间长、影响远，因此旱灾是中国气象灾害中损失最为严重的一类灾害；而暴雨洪涝灾害是仅次于旱灾的气象灾害。除干旱、暴雨洪涝以及热带气旋导致的台风是中国最常见的气象灾害中危害程度最严重的灾害种类外，雷击、沙尘暴、霜冻、冰雹、雾灾等在中国也是经常发生的危害较大的气象灾害。

为防御和最大限度地减轻气象灾害对经济建设及人民生命财产造成的损失，新中国的气象工作者用自己的辛勤汗水和聪明才智书写了可歌可泣的篇章。他们始终把准确作为发展气象事业的核心，把及时作为气象事业发展的灵魂，把创新作为发展气象事业的精髓，把奉献作为新中国气象人的基本品质，而且这种准确、及时、创新、奉献精神，与时俱进，代代传承。

早在 20 世纪 50 ~ 60 年代，新中国第一代气象人就有了数值预报模式及相关算法的研究，并建立了试验预报系统，成为数值天气预报起步较早的国家之一。

20 世纪 70 年代，气象工作者先后两次尝试两层模式、简单的北半球正压、三层原始方程模式的开发和试验，仅仅因受历史条件及通信能力和计算机资源的

限制，未能建立真正意义上的数值天气预报业务。

经改革开放后的 30 多年的发展，中国的数值天气预报技术日臻完善，并建立了完善的数值天气预报业务系统。截至 2010 年，中期预报模式、区域预报模式已由中国自行研究，台风路径预报模式、海浪预报模式、环境预报模式、集合数值天气预报系统等也相继投入业务运行，中国已成为世界上开展全球、有限区和中小尺度数值模式预报的主要国家之一。

进入 21 世纪后，中国气象业务现代化建设突飞猛进，气象卫星、新一代天气雷达和各种现代化气象仪器投入使用，全国地面气象通信宽带网络系统建成并投入运行，全国气象单位之间实现了任意点到点之间的通信。气象业务现代化建设的快速发展，不仅增加了大量气象信息，推动了气象业务和科研的发展，提高了预报质量，而且实现了中国气象频道音、视频天气预报节目实时播放，使各种气象服务产品更加快捷及时并且全天候地服务于百姓、服务于社会、服务于经济建设。

1 发生在昨天的重大气象灾害

所谓气象灾害是指由气象原因造成的灾害，如寒潮、大风、干旱、暴雨、冰雹、龙卷风、台风等。许多气象灾害，特别是等级高、强度大的气象灾害发生以后，常常诱发出一连串的其他灾害接连发生，这种现象叫灾害链。灾害链中最早发生的灾害称为原生灾害，由原生灾害所诱导出来的灾害则称为次生灾害。气象次生、衍生灾害是指因气象因素引起的如山体滑坡、泥石流、风暴潮、森林火灾、酸雨、空气污染等灾害。

气象灾害不仅对国民经济建设及国防建设等造成直接或间接损害，而且还危及人类生命。发生在昨天的严重气象灾害，令人触目惊心：1975年8月发生在中国河南的特大暴雨，使河南省29个县（市）、1100万人受灾，超过23万人死亡，给河南灾区人民留下了永远的伤痛；2005年8月下旬，飓风“卡特里娜”袭击美国新奥尔良市，百万人被迫撤离飓风可能抵达的地区，密西西比州哈瑞森县共80人丧生，整个密西西比州的死亡人数至少为218人……

1.1 洒向人间都是怨的特大暴雨

同一地区24小时内降雨大于等于250毫米的雨称为特大暴雨。特大暴雨属于小概率事件，发生后会引起诸多灾难性问题。

1.1.1 震惊世界的河南“75·8”特大暴雨

1975年8月4~8日，“7503”号台风在中国东南沿海登陆变成台风低气压，深入河南境内。8月5~7日，河南许昌南部、南阳东部和信阳以北地区连降特

大暴雨。8月7日，泌阳林庄降雨1005.4毫米，泌阳老君1小时最大降水量达到189.5毫米。4天雨量超过500毫米的有西平、上蔡、平舆、汝南、舞阳等5县，5天雨量超过1000毫米的有泌阳和方城两县。汝河、沙河、颍河、唐河和白河流域发生了中国历史上罕见的特大暴雨，日雨量创中国大陆地区最高纪录，世界纪录中也很罕见。



京广铁路遂平段被冲毁

8月8日01时，驻马店地区板桥水库漫溢垮坝，6亿多立方米洪水、17米高的洪峰咆哮而下，溃决时最大出库瞬间流量为 $7.81 \text{ 万米}^3/\text{秒}$ ，6小时向下游倾泻7.01亿立方米洪水。受灾最严重的驻马店地区，20小时内淮河上游6座大、中型水库相继垮坝，洪水倒海翻江，数百万人浸泡在洪水之中，有人中毒，有人患病，有人饿死。同期竹沟中型水库垮坝，薄山水库漫溢，石漫滩、田岗水库垮坝，共有58座小型水库在短短数小时相继垮坝溃决。

洪水过后，汝河大桥前前后后堆满了尸体，有的被洪峰携带撞死在桥墩前，有的被吸进桥洞里窒息而死，尸首大多残缺不全，惨状令人目不忍睹。京广铁路铁轨被洪水冲得扭曲变形，宛如麻花。

河南省有29个县市、1100万人受灾，超过23万人死亡；113万亩农田被

淹，其中 73 万亩农田受到毁灭性的破坏；倒塌房屋 596 万间；京广线被冲毁 102 千米，中断行车 18 天，影响运输 48 天。灾害造成的直接经济损失近百亿元。

8 月 9 ~ 22 日，按照国家的部署，卫生部，解放军总后勤部，北京、湖北、河北、山西、武汉、广州等军区，以及全国 198 个医疗部门，派出 3000 多名医务工作者抵达灾区，投入到一场并不比抗洪抢险轻松的防疫工作之中。9 月 1 ~ 6 日，空军连续出动飞机 248 架次，喷洒可湿性“六六六”粉 248 吨，覆盖了宿鸭湖以西 250 多万平方千米的广大地区，有效地遏止了流行性感冒、细菌性痢疾、传染性肝炎、疟疾、流行性乙脑、钩体病的滋生蔓延。

中央慰问团报请国务院批准，迅速往灾区调运粮食、炊具、医药和搭建简易房屋的席子等；铁道兵开赴漯河和驻马店之间，紧急抢修被洪水冲坏的京广铁路及公路和电信线路；郑州、洛阳、开封、信阳、武汉等地全民动员，日夜赶制大饼和馒头；全国各地自天上、地上、水中向灾区运送大批救灾物资，从大型拖拉机、载重汽车、发电机组，到锅碗瓢勺、针头线脑，组成了一幅幅“暴雨无情人有情”“一方有难、八方支援”的感人画面。

1.1.2 河北省獐獐特大暴雨

1963 年 8 月上旬，华北地区上空出现的稳定低压槽与北上的低涡相遇后势力增强，携带大量水汽的西南及东南气流至太行山被地形抬升，在河北省中南部太行山东麓的邢台内丘县獐獐公社等地形成了一场特大的、史称“63·8”暴雨的大洪灾。从 8 月 1 日起，大暴雨连降 7 天，过程总雨量达 2050 毫米，其中 3 天最大雨量 1560 毫米，24 小时最大雨量 950 毫米。暴雨强度之大、面积之广、持续时间之长，均创中国当时的实测降水量最高记录。这次大暴雨，比河南驻马店“75·8”大暴雨影响范围更大，以獐獐为中心的暴雨区过程总雨量超过 1000 毫米，面积达 5430 平方千米，致使海河流域南部各河洪水泛滥，导致京广线中断，天津告急。

1.1.3 内蒙古毛乌素特大暴雨

1977 年 8 月 1 ~ 2 日，内蒙古自治区乌审旗和陕西省榆林地区交界处的毛乌