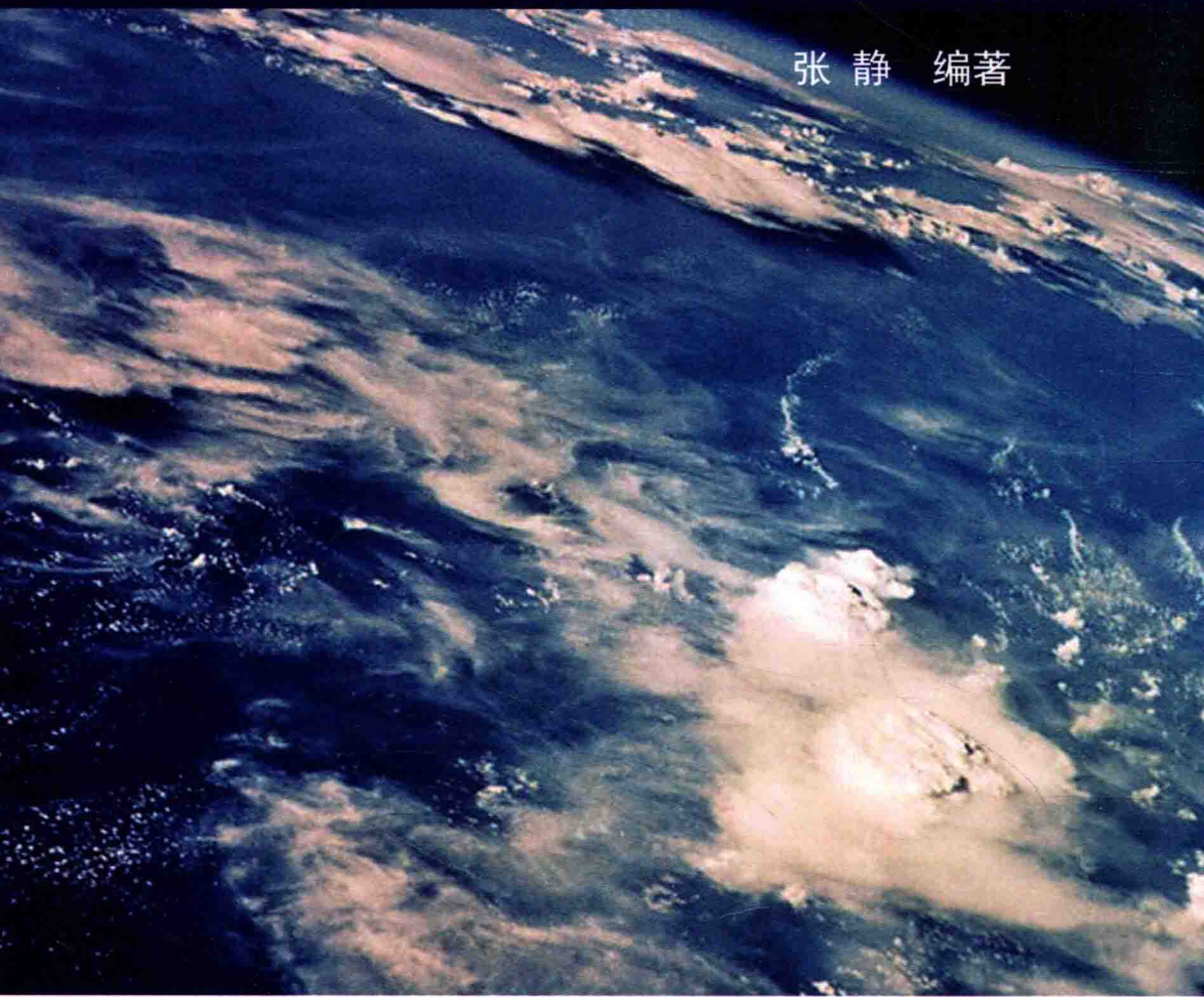


中国气象科技史研究丛书

气象科技史

张静 编著



科学出版社

中国气象科技史研究丛书

气象科技史

张 静 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书旨在对古往今来气象科技发展的历史进行较为系统的梳理和总结。重点关注人类在 3000 多年的历史长河中,对各种天气和气候及其规律进行探讨和认识的历史,特别是 17 世纪以后,随着世界科学技术的突飞猛进,气象探测仪器大量涌现,人类对气象现象的认识从经验时代进入数据时代,各种新理论层出不穷,天气预报也进入一个新的发展阶段。全书分为八章,包括天气现象认识史、大气光象认识史、大气认识理论举要、天气现象的利用与干预、天气预报发展史、物候学与气候学的发展、气象观测与气象仪器设备和气象人物与气象典籍等内容。

本书内容丰富,分类详细,对气象科技工作者、科技史的研究生以及气象科技爱好者有所帮助。



图书在版编目(CIP)数据
气象科技史/张静编著. —北京:科学出版社, 2015.9

(中国气象科技史研究丛书)

ISBN 978-7-03-045625-4

I. ①气… II. ①张… III. ①气象学-历史-中国 IV. ①P4-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 212719 号

责任编辑:伍宏发 王腾飞/责任校对:李 影

责任印制:徐晓晨/封面设计:许 瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎影印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年9月第 一 版 开本:720×1000 B5

2015年9月第一次印刷 印张:13 7/8

字数:280 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《中国气象科技史研究丛书》编委会

主任：闵锦忠

副主任：李忠明 张 军 杜正乾

委员：张 静 李 平 赵 超 王 东

史华娜 朱秋娟 张 艳

《中国气象科技史研究丛书》序言

南京信息工程大学（原南京气象学院）被誉为“中国气象人才的摇篮”，我校因“气象”立校，也以“气象”强校，五十余载苦心经营，逐步做大做强“大气象”学科，2012年我校大气科学学科在教育部一级学科评估中排名全国第一，在国际科学界具有较大的影响。

气象学是一门与人类生活密切相关的学科。中国古代在气象科技领域取得了卓越的成就：一是从殷商时期即已开始有关于天气现象的记录，及至明清形成了丰富的气象科技典籍和著述；二是秦汉时期以来气象仪器的发明和使用；三是气象理论的总结和运用。自20世纪20年代开始，随着中央研究院气象研究所、中国气象学会的相继成立，学者们在引进现代气象学学科并从事自然科学研究的同时，部分具有深厚研究素养的学者，开始利用古代的气象科技文献记录进行历史时期的气候重建、气象灾害史以及气候变迁与社会发展、政权更迭等交叉学科的研究，竺可桢等老一辈学者发凡起例，筚路蓝缕，贡献甚巨。

南京信息工程大学的气象科学技术史研究起步于20世纪60~70年代，我校以王鹏飞教授、陈学溶教授、冯秀藻教授为首的气象学家就开始了我国气象史志方面的研究，出版了《王鹏飞气象文史选》《二十四节气》等著作，参编《中国三千年气象记录总集》《辞海》（大气科学分科、气象史）等大型工具书，发表《我国五百年干湿期、冷暖期的划分》《日本气候学百年发展史》等重要论文，从而开启了我校气象科技史研究的传统，在国内外学术领域占有领先地位。1983年王鹏飞教授与谢义炳、吕东明、洪世年等学者创建气象史志研究会，挂靠于南京气象学院，气象史志研究会是我国专门从事气象科技史研究的学术组织，旨在培养气象史志人才，交流气象史志研究成果，发表高质量的研究论文，出版气象史志类专著，在国内外科技史界具有一定的学术影响力，我校俨然成为国际国内气象科技史研究的重镇。

著名气象史志学家王鹏飞教授曾言：“我国有悠久及丰富的气象历史遗产，我国气象工作者有责任挖掘并开发和研究这份历史遗产，为社会主义建设服务，以不负先人们在气象领域中所化的辛勤劳动。”2008年7月，我校语言文化学院率先组建了气象史科研团队。2010年4月，在中央财政建设专项“气象历史文献信息平台”建设项目的基础上成立了气象人文研究院。2010年6月我校获得了科学技术史专业一级硕士学位授予权。2014年我校成立了中外气象科技史研究中心，并面向全球招贤纳士。目前学科现有专职研究人员7人，兼职研究人员10人，经过近5年的建设，已经形成了一支初具规模的专门从事气象科技史的科研

团队，汇集了气象学、地理学、农学、历史学、文献学、传播学、语言学、文学等各学科专业人才。在不断的理论学习和科研实践中，他们逐渐成长为既有大气科学相关知识又具备古代历史文献学研究功底的科研人员，积累了近千万字的气象文献资料，形成了气象科技史的研究思路与方法。目前学科点团队成员主持省部级以上项目 20 余项，其中，学科带头人李忠明教授获得中国气象局公益行业专项“气象科普体系建构研究”一项，团队成员参与了国务院重大古籍整理项目《中华大典·气象分典》的编纂、中国科协老科学家资料采集工程《王鹏飞学术传记》《陈学溶学术传记》的写作，学术科研能力得到了进一步提升。

2012 年我校有关中国气象科技史的第一本著作《中国近现代气象学界若干史迹》出版，其作者就是已届耄耋之年的我校气象科技史研究前辈陈学溶教授，该著是作者根据亲见、亲闻、亲历应邀陆续撰写的，由数十篇与我国气象学界有关的人和事的史实性文章汇集而成，再现了在竺可桢先生的领导下，中国气象事业一步步发展的历史轮廓，书中史料翔实可信，小至各观测场的建立、人员培训和规章制度的完善，大到与外国气象学家的科研考察及跨学科的合作，远的考据到 200 多年前外国学者的气象记录年代，近的有气象学界前辈之间的传闻轶事，内容是全方位的。一些因时间久远引起的若干史实存疑也力求通过考证、回忆，还原其真相，为今后的近现代气象史研究提供了方便。

目前纳入《中国气象科技史研究丛书》第一辑的这八部学术著作：《气象科技史》（张静）、《中国气象文献学》（杜正乾）、《中国古代气象机构建制研究》（史华娜）、《气象历史文献精选导读》（张艳）、《西方来华传教士与明清天文气象研究》（朱秋娟）、《气象科技与社会文化发展》（王东）、《宋代气象灾害史料》（赵超）、《历史与人物：中外气象科技与文化交流》（李平、何三宁），从研究范围方面来看，既有通论性的，又有断代研究的；从学科交叉方面而言，涉及气象学与历史学、文献学、政治学、社会学、文化学等多个学科，研究面非常广；从著者的学科素养来看，都是具有高级职称、具有专业学科训练的博士；从研究内容的学术质量而言，虽然都是我校气象科技史研究团队成员的首秀之作，但基本做到了选题新颖、体例精当、文献丰富、考证严谨。《中国气象科技史研究丛书》既可作为专业研究生的教学参考用书，也为相关研究者提供参考借鉴和资料工具，适用面较广。

《中国气象科技史研究丛书》是我校科技史团队成员几年来相关研究成果的一次集中展览和检阅，也是接受国内外同行批评指正交流的成长舞台。相信《中国气象科技史研究丛书》的出版必将气象科技史学科的建设推向新的高度，我们乐观其成！

《中国气象科技史研究丛书》编委会

2015 年 7 月于南京

编著者的话

气象科技的历史源远流长。从几千年前开始，人类对大气现象的观察、认识以及利用、干预的脚步就从未停止过。古往今来，在探讨和研究气象科学的过程中，无数的科学家奉献了毕生精力，甚至是生命。他们为气象科学献身的精神一直感染着后人。梳理气象科技发展的历史脉络，传播历代气象学家的科学精神，对当今的气象科学工作者以及气象爱好者来说，是一件非常有意义的事情。

本书以人类对大气现象的认识、利用、干预为线索，从气象科技的不同侧面进行分类编排，重点关注天气现象认识史、大气光象认识史、大气认识理论举要、天气现象的利用与干预、天气预报发展史、物候学和气候学发展史、气象观测和气象仪器发展史，还对历代重要的气象人物和气象典籍进行介绍。既方便读者了解气象科技发展的历史脉络，也可以帮助读者了解那些为气象学做出巨大贡献的科学家，领略其风采，认识其伟大。

气象科学博大精深。它与数学、物理学、地理学、天文学关系极为密切，对科学技术有极强的依赖性。鉴于当代科学技术突飞猛进，与气象相关的学科分类越来越精细，而且随着各分支学科研究的不断深入，气象科技的专业性更加显现出来，所以本书所概括勾勒的气象科技发展史，始于远古，止于 20 世纪中叶。

本书的编著源于为科技史方向研究生开设的课程。5 年前，科技史硕士招生获得批准以后，学院领导就对课程的设置以及培养特色进行了精心的规划和设计，决定利用学校的气象专长，突出科技史的气象特色。在学院领导的大力支持下，这套科技史系列丛书得以完成。院长李忠明教授、副院长张军教授以及杜正乾副教授对该课题的研究进行了具体指导，付出很多心血。学院的其他领导和多位老师都为本书的撰写提供了多方面的帮助，科学出版社为本书的出版提供了支持，谨此一并致谢。

在本书编写过程中，编著者虽然参考了许多国内外关于气象史的著作，广泛借鉴了气象科技史研究的成果，深得学界前辈的沾溉。但自知为学力所限，一定还存在着不少的问题，期待专家和读者指正。

编著者

2015 年 4 月

目 录

《中国气象科技史研究丛书》序言

编著者的话

第 1 章 天气现象认识史	1
1.1 对风的观察与认识	1
1.1.1 风的命名	2
1.1.2 风向	4
1.1.3 风力风级	5
1.1.4 风的形成	8
1.1.5 对季风的观察与认识	10
1.1.6 对龙卷风的记载认识	13
1.2 对云雨的观察与认识	14
1.2.1 对云雨的观察与记录	14
1.2.2 对云雨成因的探究	16
1.3 对雷电的观察与认识	18
第 2 章 大气光象认识史	24
2.1 对晕的观察与认识	24
2.1.1 观察记载与命名分类	24
2.1.2 对晕成因的探究	26
2.1.3 晕与天气之关系	29
2.2 对虹的观察与认识	30
2.2.1 中国人对虹的观察和解释	31
2.2.2 西方对虹的科学认识	34
2.2.3 虹与天气之关系	36
2.3 对海市蜃楼的观察与认识	36
2.3.1 对海市蜃楼的观察与记录	36
2.3.2 对海市蜃楼成因的探讨	39
2.4 对宝光的观察与探讨	43

第 3 章 大气认识理论举要	46
3.1 风暴理论	46
3.1.1 19 世纪的风暴理论	46
3.1.2 20 世纪的风暴理论	50
3.2 云降水理论	52
3.2.1 中国古代的降水理论	52
3.2.2 西方的降水理论	54
3.3 大气环流理论	56
3.3.1 17、18 世纪的大气环流理论	57
3.3.2 19 世纪的大气环流理论	58
3.3.3 20 世纪的大气环流理论	61
第 4 章 天气现象的利用与干预	63
4.1 对天气现象的利用	63
4.1.1 生活中对风力风能的利用	63
4.1.2 战争中对天气现象的利用	70
4.2 人工干预天气技术	75
4.2.1 消雹	75
4.2.2 人工降雨	76
4.2.3 避雷及其他	78
第 5 章 天气预报发展史	81
5.1 气象预报的分期与方法	82
5.1.1 经验预报阶段	82
5.1.2 数据预报阶段	89
5.2 天气谚语的整理与流传	95
5.2.1 农业天气预报谚语	96
5.2.2 海洋天气预报谚语	98
5.3 短期气候预测的发展	99
第 6 章 物候学与气候学的发展	102
6.1 对物候的观察与认识	102
6.1.1 中国的物候观测	102
6.1.2 国外的物候观测与研究	107
6.2 对气候变化及其规律的认识	109
6.2.1 关于气候变迁的发现与研究	109

6.2.2	对气候周期性变化规律的认识	112
6.2.3	对气候差异性的记载与认识	113
6.2.4	气候图的出现	116
6.2.5	气候分类及气候带划分	116
第 7 章	气象观测与气象仪器设备	120
7.1	气象观测台站的建立	120
7.1.1	古观象台	120
7.1.2	气象台	124
7.2	气象观测的发展	127
7.2.1	高空观测	128
7.2.2	对大气层的观测与认识	131
7.2.3	气象观测站网和气象学会	133
7.2.4	气象科技的全球计划	136
7.3	气象仪器的发明与完善	136
7.3.1	测风仪器	137
7.3.2	量雨器	142
7.3.3	湿度计	143
7.3.4	温度计	145
7.3.5	气压仪	147
7.4	探空工具的快速发展	148
7.4.1	探空风筝	148
7.4.2	探空气球	149
7.4.3	无线电探空仪	149
7.4.4	气象雷达	150
7.4.5	气象火箭与气象卫星	151
第 8 章	气象人物与气象典籍	153
8.1	中国的气象人物与气象典籍	153
8.1.1	历代气象人物举要	153
8.1.2	古代气象史料概述	167
8.1.3	历代气象典籍举要	171
8.2	西方传教士与气象著作	183
8.2.1	高一志与《空际格物》	183
8.2.2	艾儒略与《职方外纪》	184

8.2.3	南怀仁与《灵台仪器图》等	184
8.2.4	合信与《博物新编》	185
8.2.5	金楷理与《测候丛谈》	186
8.3	西方气象人物与典籍	187
8.3.1	古代气象人物与典籍	187
8.3.2	近现代气象人物与典籍	191
	参考文献	200
	附录 气象科技史上重要大事列表	210

第 1 章 天气现象认识史

人类对各种天气现象的认识，是从观察和记录开始的。观测天气的变化是人类最早从事的科学活动之一。由于阴、晴、风、雨、霜、雪等天气现象与人们的生产和生活关系密切，所以早在几千年以前，人类就开始对风雨、云雾、霜雪、雷电、水文循环等方面进行观察，留下了许多有关天气现象的记录，并在此基础上，对这些天气现象的成因进行探讨，为后人正确认识天气现象打下了坚实的基础。

据考古发现，早在距今 6000 年以前，苏格兰人就已经绘制出一些表示太阳、下雨以及晕包围日月的图画。3200 年以前，巴比伦人将有关气候现象的解释及分类刻在泥板上，在保存下来的近 1200 块楔形文字的泥板中，记载了云、雷、雨、风暴、虹、晕等各种天气现象。3000 多年前，中国殷商时期的甲骨文中，不仅有风、云、雨、雪、虹等文字记载，还有连续描述 10 日天气特征的记录，如“旬四日丙申辰，雨自东，小采既。丁酉，雨自东。旬八日庚午，雨自西，小，夕既”。意思是十天中的第四天下午，有雨从东边来，到傍晚雨止。第五天，从东边有雨来。第八天，有小雨从西方来，到晚上，雨才停止。又如“乙丑夕雨，三夕。丁卯，明雨，戊辰，小采风雨，己巳，明启。壬申，大风自北”。意谓第一天至第三天，夜间有雨，第四天清晨有雨，第五天傍晚又起风雨，第六天清晨云开转晴，第九天有强风从北方吹来。^[1]至周代，中国人已将各种对天气、气候的描述正式列入历史记载。

1.1 对风的观察与认识

风是地球上最常见的一种自然现象。无论是和煦的春风、温暖的夏风，还是苍凉的秋风、冷冽的冬风，人们都能感受到它的存在。原始先民们通过对风的观察，留下各种有关风的记录。中国是最早进行气象记录的国家之一。早在 3000 多年前的殷商时代，人们就已经开始了对风的观察和记录。从河南安阳殷墟出土的甲骨卜辞中，就保留了世界上最早的有关风的记录。希腊人 2100 多年前所建的风塔已具备了明确区分风向的功能。到公元 7 世纪，中国唐代的李淳风首次给风力定级，将风划分为十个等级。19 世纪初，英国人蒲福根据风对地面或海面物体影响程度划分风的等级，人称“蒲氏风级”。这一分级方法一直沿用至今。

人类有关风的认识史，包括给风命名、辨别风向、确定风力以及探讨风的成因等方面。

1.1.1 风的命名

1.1.1.1 按风向命名, 从四风到三十二风

古人给风命名, 最初是依方位而定。由东南西北“四风”, 演进为“八风”。在中国, 殷墟出土的甲骨卜辞中, 将风与东南西北 4 个方向联系在一起, 为其命名。如“东方曰析, 风曰协”, “南方曰因, 风曰凯”, “西方曰丰, 风曰彝”, “北方曰奭, 风曰奥”^[2]等。公元前 1000 年时的古希腊, 由盲诗人荷马编纂的史诗《伊利亚特》和《奥德赛》中已有风的名称。希腊人最早的风向也是 4 个: 北风, 东风, 南风, 西风。根据考古学家的研究, 生活在美索布达米亚平原上的古巴比伦人, 在公元前 700 年时, 也开始有了四方风向的说法, 而希伯来人、埃及人大约也是在这一时期有了 4 种风向的概念。古代的苏美人将沿东北—西南走向山脉吹来的风称作山风, 相当于东风; 将全年最盛行的西北风视作北风; 将冬季盛行的东南风称作雾风; 而将强劲的西南风视作西风。古希伯来人的四风观念, 可以从《旧约全书》中略见端倪, 书中多次述及天之四风, 并已有东风、西风、南风、北风的称谓。

随着人类方位感的深化, 对风的称谓也从“四风”演进为“八风”。在中国, 春秋战国时期始有八风之说。《吕氏春秋·有始》: “何谓八风? 东北曰炎风, 东方曰滔风, 东南曰熏风, 南方曰巨风, 西南曰凄风, 西方曰飍风, 西北曰厉风, 北方曰寒风。”^[3]汉代沿用八风之说。在古希腊, 亚里士多德也在东南西北每两个方向之间增加一个方向, 将风细分为八风。这与公元前 1 世纪雅典建立的风塔是一致的。雅典风塔顶上有风向标, 八面有八个人像的浮雕, 分别代表着: 北风、东北风、东风、东南风、南风、西南风、西风、西北风。在罗马, 根据罗盘方位又划分出 16 个方向, 使人类可以区分 24 个不同的风向。

人类对风的认识从最初的四风, 到后来的八风, 然后演进为十六风、二十四风、三十二风, 形成了以东西南北为主要基点, 辅以东南、西北等侧位的风向命名法。

1.1.1.2 以功能和形态命名

早期人类对风的称谓, 除了根据方位以外, 还有通过人们对风的感受来命名, 或是以风的性质、功能来命名。古希腊人通过建立风塔来占方位, 树风标。该风塔呈八边形, 代表八个方位, 每一边上面雕刻有一个风神, 象征各种风的性质, 如北风神象征暴烈, 东风神象征调和, 南风神象征濡湿, 西风神象征润泽。这与希腊北风凛冽干燥, 西风和南风温暖多雨的事实是一致的。

在中国, 从周代开始, 人们就开始结合风的特征为其命名, 如《吕氏春秋·有

始》：“何谓八风？东北曰炎风，东方曰滔风，东南曰熏风，南方曰巨风，西南曰凄风，西方曰飍风，西北曰厉风，北方曰寒风。”到汉代八风的名称又略有不同，如《淮南子·坠形训》：“何谓八风？东北曰炎风，东方曰条风，东南曰景风，南方曰巨风，西南曰凉风，西方曰飍风，西北曰丽风，北方曰寒风。”^[4]这些用来修饰风的形容词，大致可分为三组，“凄”、“凉”、“厉”、“寒”，是从人们的感受来描绘风的特征；“飍”和“巨”是从形态上加以描绘；“炎”、“条”、“滔”、“景”、“熏”则侧重于风之功能。如东北风，又名条风、滔风、融风。《淮南子·天文训》：“距日冬至四十五日条风至。”《史记·律书》：“条风居东北，主出万物。条之言条，治万物而出之，故曰条风。”^[5]

汉代还出现了对八风的另一种称谓，即八种季候风。《左传·隐公五年》：“夫舞所以节八音，而行八风。”陆德明释文：“八方之风，谓东方谷风，东南清明风，南方凯风，西南凉风。西方闾阖风，西北不周风，北方广莫风，东北融风。”^[6]东汉许慎《说文解字》曰：“东方曰明庶风，东南曰清明风，南方曰景风，西南曰凉风，西方曰闾阖风，西北曰不周风，北方曰广莫风，东北曰融风。”^[7]《易纬·通卦验》的记载将八风与四立二分二至的节气联系起来，更加突出其季候风的特征：“八节之风谓之八风。立春条风至，春分明庶风至，立夏清明风至，夏至景风至，立秋凉风至，秋分闾阖风至，立冬不周风至，冬至广莫风至。”^[8]

下面对这些风的名称略作解释：

明庶风：谓东风。《淮南子·天文训》：“距日冬至四十五日，条风至；条风至四十五日，明庶风至；明庶风至四十五日，清明风至。”《史记·律书》：“明庶风，居东方。明庶者，明众物尽出也。”

清明风：谓东南风。《淮南子·天文训》：“明庶风至四十五日，清明风至。”^[9]《史记·律书》：“清明风居东南维，主风吹万物而西之。”从东南吹来的温暖清新的风。

景风：指南风。《史记·律书》：“景风居南方。景者，言阳气道竟，故曰景风。”三国魏曹丕《与朝歌令吴质书》：“方今蕤宾纪时，景风扇物，天气和暖，众果具繁。”^[10]蕤宾，乐律名，配阴历五月。所谓的“扇物”，就是催助万物的兴起、生发。

闾阖风：指西风；秋风。《淮南子·天文训》：“凉风至四十五日，闾阖风至。”《史记·律书》：“闾阖风居西方。闾者，倡也；阖者，藏也。言阳气道万物，阖黄泉也。”

不周风：指西北风。《淮南子·地形训》中认为，广袤大地的八方有八座大山支撑着天体，其中位于西北方向的叫不周山。《天文训》称西北方向吹来的风为“不周风”。《史记·律书》：“不周之风居西北，主杀生。”《易纬·通卦验》：“立冬，不周风至。”

到唐代，中国人开始摆脱了依照方位、感受以及功能型的命名方式，主要依风的形态来命名。李淳风根据风的形状将其分成怒风、乱风、暴风、飘风、回风、和风等。可见唐人对风的观测已相当细致。所谓“回风”，即今人所称的“龙卷风”。其《观象玩占》卷四十四《风角·风名状》曰：

占风家名曰：发屋折木扬沙走石谓之怒风；一日之内三转移方，古云四转五复谓之乱风，乃狂乱不定之象；无云晴爽，忽起大风，不经刻而止，复急起谓之暴风，风卒起，乍有乍无亦谓暴风；鸣条摆树，萧萧有声，谓之飘风；凡风触尘蓬勃，即扶摇羊角之风，谓之回风，旋风也，回风卒起而环转扶摇有如羊角向上转，转有自下而上者，或平条长直，或磨地而起，总叫之回风；有清凉温和，尘埃不起者，谓之和风。^[11]

《观象玩占》中列举出各种风的形态特征，从风力、风向、声音、形状、起始地等方面进行了详细的描绘。

1.1.2 风向

风向是指风吹来的方向。风来自北方叫做北风，来自南方叫做南风。对风向的了解和掌握，无论在古代还是在当代，都是一件具有重要意义的事情。人类对风向的认识与方位感密切相关。正如上文所言，最早认定的是风自东南西北4个方向来，进而出现了更为精准的8个方向，12个方向，16个方向，24个方向，直至现在海上测量风向常用到的36方位表示法。

在中国，从周代开始普遍使用8个风向的区分法，即将风分为：东北、东方、东南、南方、西南、西方、西北、北方。古希腊在公元前2~公元前1世纪时也普遍使用这种区分法，到亚里士多德又进一步应用天文学上的方位，像春分秋分

时的日出，冬天时的日落等太阳位置之变化，来区分风向。他在《气象通典》中将平面圆盘区分成12个相等的扇形，以H、K、Z、B、Δ、N、θ、M、Γ、A、E、I分别代表12种风和风向（图1-1）。

中国唐代时，人们将风向区分为24个方位，将四易卦名与八天干、十二地支配合组成。李淳风（602~670年），岐州雍人（今陕西省岐山县），唐代杰出的天文学家、数学家。自幼聪慧好学，博览群书，尤其精通天文、历法、数学、阴阳学等，曾任太史令。



图 1-1 亚里士多德的 12 种风向

他是世界上第一个给风力定级的人。李淳风在对风进行观测研究基础上，总结和吸收前人经验，给出风的 24 个方向。其《观象玩占》卷四十四《风角·占验诀法》完整地记载了二十四个方位。这些风向的方位由四个卦名——乾(西北)、离(东北)、巽(东南)、艮(西南)与八天干——甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸以及十二地支——子(北)、丑、寅、卯(东)、辰、巳、午(南)、未、申、酉(西)、戌、亥等所组成(图 1-2)。



图 1-2 李淳风的 24 种风向

《观象玩占》不仅记载了 24 个方位的风向，还具体记述了如何判定风向的方法：凡风从戌(西北偏西)来的，要看吹向是否是辰(东南偏东)，风从辛(西偏北)来的，要看吹向是否是乙(东偏南)，依此类推，根据风的去向，逆推来确定风的来向。

1.1.3 风力风级

风力就是风的强弱、速度的大小。今人一般用风级表示风的强度，风力越强，风级越大。人类在很早以前就感知到风的强弱及速度变化，并形成了根据风力大小确定风级的初步概念。比如在中国的先秦时期，人们就凭借直观感受将风分为小风、大风、狂风、暴风等类型。而到唐代，人们首次明确地将风力分成 10 个不同的等级。李淳风在其《观象玩占》中不仅给出风的 24 个方向，还根据树木受风影响而带来的变化和损坏程度，创制了 8 级风力标准，再加上“无风”与“和风”，一共为 10 级，如表 1-1 所示：

表 1-1 李淳风的风级表

风级	特征描述	风级	特征描述
无风	—	和风	微弱的风
1 级	摇动树叶	2 级	树枝叶发出声音
3 级	摇动树杆	4 级	树叶坠落
5 级	吹折小树枝	6 级	摧折大树枝
7 级	折木飞砂走石	8 级	拔大树及根

这种分级方法，主要利用目测来观测风力，虽然具有了一定的科学性，但不够精准。

一千多年以后的 1805 年，英国人蒲福创制了“蒲氏风级”。蒲福(Beaufort,

1774~1857年),英国著名的航海家和气象学家,出生于爱尔兰的科伦。14岁时进入英国海军服役。曾担任少将舰长,航程横跨七海。1805年,他根据自己十多年的航海经验,依照海面在各种不同风力情况下所产生的波浪状态,将风力分为0~12共13个等级(表1-2)。

表 1-2 蒲福风级表

风级	名称	风级	名称
0级	无风 (Calm)	1级	软风 (Light air)
2级	轻风 (Light breeze)	3级	微风 (Gentle breeze)
4级	和风 (Moderate breeze)	5级	清风 (Fresh breeze)
6级	强风 (Strong wind)	7级	疾风 (High wind)
8级	大风 (Gale)	9级	烈风 (Strong gale)
10级	狂风 (Whole gale)	11级	暴风 (Storm)
12级	飓风 (Hurricane)		

“蒲氏风级”于1806年1月开始使用,后几经修改,如1807年,将从0~12级共13级,修正为0~11级共12级;1838年,又修正为0~10级共11级;1906年,又恢复为0~12级共13级。1946年,又被修正为0~17级,共18级。“蒲氏风级”问世以后,虽然还有多种不同的风级出现,但都未能得到普遍的认可。“蒲氏风级”自1939年为国际气象组织所接受,成为世界各国广泛使用的风级标准。

现在国际上通用蒲福风级表,除了标明蒲福风级、风名以外,还增加了一些其他指标,如高出地面10米的风速、风压、最大海浪高度和波浪之波长、包括海岸、海面和陆地在内的3种情况下的风级标准说明等,比蒲福初创时要精细得多。如表1-3所示。这样,人们可凭借对海岸、海面、陆地上的情形进行目视观察,不必依靠测风仪器,就能大致估计风力的大小。例如,在陆地上轻风拂面、树叶有声、普通风标转动、海面上有明显微波、波峰光滑未破裂,可知此时的风力约相当于蒲福风级的二级轻风,风速为1.5~3.3m/s;在陆地上树叶和小树摇动、灰尘飞扬、此时的风力约相当于蒲福风级之四级和风,风速约为5.5~7.9m/s,海面上多白色浪花、渔舟满帆时倾侧于一方、是适合于海上作业捕鱼的好风;而在陆地上见大树枝摇动、电线发出呼呼声响、人们举伞困难、这时的风力相当于蒲福风级的六级强风,风速为10.8~13.8m/s,海面上形成大浪、白沫范围增大、渐起朵朵浪花、渔船要半张帆、捕鱼作业要注意风险。