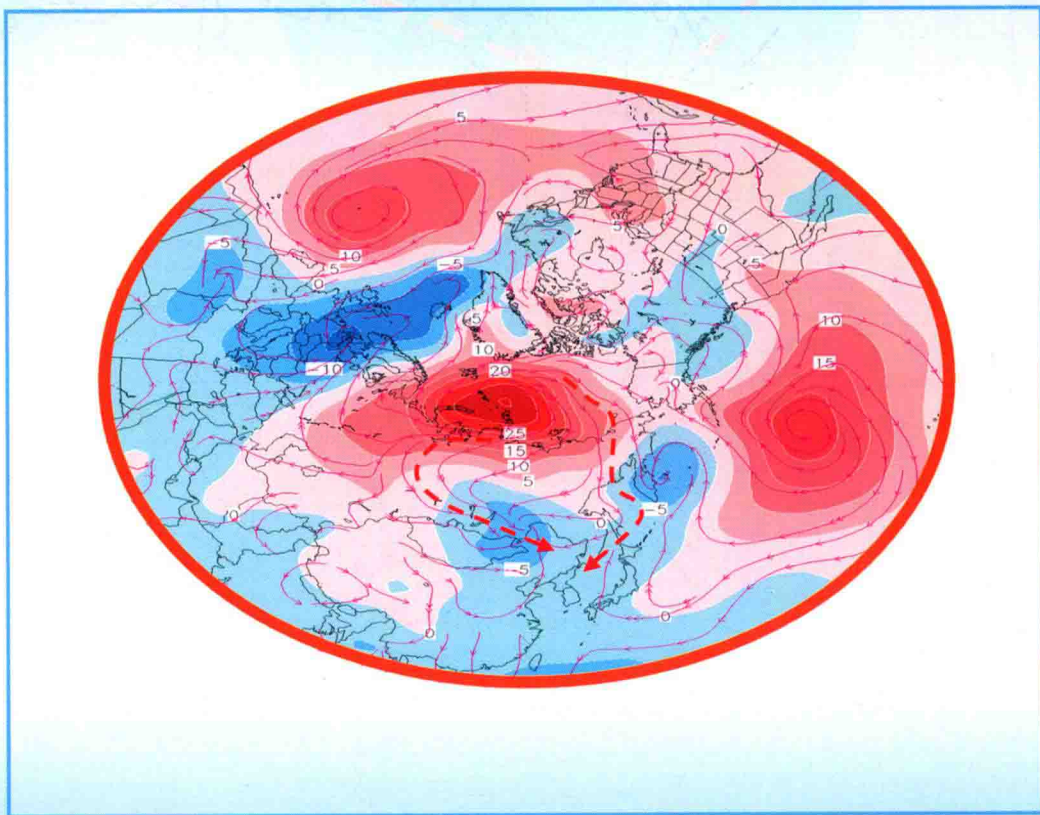


Study on Modern Synoptic Meteorology

现代天气学研究

王继志 / 著



非外借



气象出版社
China Meteorological Press

现代天气学研究

王继志 著

 气象出版社

内 容 简 介

本书从历史和学科发展视角,聚焦近代、当代天气学科的一些新观察和新视点,对天气及相关自然现象和过程进行了理论分析和实践诠释。全书分8章。第1章介绍了对“天气”表述、寓意的理解。第2章讨论了“等熵”天气分析原理在当前的新的意义和应用。第3章讨论台风、暴雨和寒潮天气中的重力波、超长波等天气影响。第4章阐述“蛙跳”仿生学原理、遗传算法等对台风运动的预测及应用,探讨宇宙星云系统“螺旋臂”与“台风眼洞”螺旋雨带形成机理的相通性,提出宇宙星云与台风螺旋动力学埃克曼-泰勒螺旋解猜想。第5章探讨了气象条件对气溶胶污染、雾-霾天气贡献等疑难问题。第6章讨论了东亚大陆的锋面与天气分布概念的更新,其与北欧J. Bjerknes经典气旋模型的差异,污染气象因子诊断指数对污染天气落区的指示意义。第7章讨论季风与雾-霾、梅雨、大雪、沙尘暴天气,气候变化及其对我国近年来气溶胶污染、雾-霾趋势的影响。第8章介绍了Ekman动力学,研究、显现2013年北极浮冰的埃克曼漂移、爆发性增温、浮冰崩溃等对全球变暖的新观测理解,研究绘制了南极高原埃克曼螺线图,讨论南北极地、青藏高原、热带洋面、华北平原等行星边界层厚度差异和贡献。附录中提供了我国天气分析预报业务自动化系统(AFDOS)及其在亚非欧应用交流的部分珍贵资料文献等。

本书可供大气科学、地理、水利、交通、环境、师范院校、相关管理、综合类大学有关师生、研究生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代天气学研究 / 王继志著. — 北京 : 气象出版社, 2017.7

ISBN 978-7-5029-6237-1

I. ①现… II. ①王… III. ①天气学—研究 IV.
①P44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 143020 号

Xiandai Tianqixue Yanjiu

现代天气学研究

王继志 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码: 100081

电 话: 010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址: [http:// www.qxcbs.com](http://www.qxcbs.com) E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑: 李太宇

终 审: 吴晓鹏

封面设计: 博雅思企划

责任技编: 赵相宁

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

印 张: 22

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

彩 插: 20

字 数: 566 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版

印 次: 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 75.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等, 请与本社发行部联系调换。

序

1963 年至今，王继志研究员在天气科学与技术领域耕耘已 50 余年。今天很高兴看到这本他称之为“学习笔记”的书出版。本书记录了他的学习心得和见解，继志学习、研究领域既广泛又深入。书共写了八章。前 5 章包括暴雨、台风、寒潮大雪、雾—霾、沙尘、大气污染、大气波动等。第 6 章对东亚大陆气旋结构和天气分布特征与北欧 J. Bjerknes 的经典气旋模型特征差异的讨论对中国预报有参考意义。第 7 章写季风、梅雨、气候变化等。第 8 章写行星边界层埃克曼特征理论与应用。各章内容虽各有侧重，但大气气溶胶污染影响的信息有机地渗透于各有关章节天气特征的描述，反映了他的研究和见解。一方面，近年来中国的污染天气形势令人们关注，另一方面，大气污染信息的确与中国天气的各类表现都有一定联系，由于资料少，过去人们难以觉察。书中内容既注重业务应用，也重视天气理论的提升。上述诸章节的工作均附有作者在中外期刊上发表的论文可供参照阅读。

本书的热带气旋章节里讨论的“蛙跳”仿生学原理，设计台风路径预测模式，已在中央气象台开展业务运行，并在《中国科学》上发表。书中提出的台风螺旋雨带与天体星云螺旋臂动力学分析的埃克曼—泰勒螺旋解猜想，南极、北极、世界屋脊——青藏高原和赤道热带洋面等敏感区域行星边界埃克曼理论与观测等研究成果，发表在《科学通报》等 SCI 杂志上。

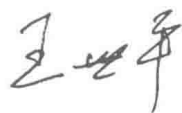
我认识继志比较早。1968 年前后，我在中国气象局研究所（今中国气象科学研究院）数值预报室担任室主任。1970 年后，我们研究所有了中国气象部门第一台国产 DJS-108 电子计算机。继志有时来所里上机，与我们所里杜行远教授、李骥、吕月华等许多同事有工作往来。他夫人张光智就在数值预报室做数值模式研究。

在我担任中央气象台台长、后来担任国家气象中心副主任期间，继志当时在中央气象台担任领班。那时，我是他的上级，因而对他更了解熟悉。他很有事业心，十分注意天气中的新现象、新的观测事实，善于学习总结、钻研理论和学术交流。改革开放以后，1985 年 3 月，气象部门首次在桂林召开国际学术会议——东亚大气环流国际会议。这次会议学术级别较高——中国科学院叶笃正院士、陶诗言院士、国际著名学者郭晓岚、北京大学杨大升等多名教授到会。我见到王继志——一个年轻预报员在会上作报告，印象深刻。

20 世纪 80 年代初改革开放，国家气象局外事部门派年轻人去欧、美等国，学习先进技术为我所用。选派出国人员时考试英语和专业。继志的两门考试成绩名列前茅。他是中央气象台派出的第一批出国人员。他去美国迈阿密飓风中心，在美国著名飓风专家 C. J. Neumann 的研究室从事合作研究。在美期间，他经常与我们联系，报告工作进展。他注意天气技术发展动向，致力于对先进技术的学习，并思考在国内发展和应用提高的途径。现在我还保留着与他当年的往来信件，记录着他考虑回国后对国外先进技术的应用发展，精心设计中国天气预报新技术发展的细节。

回国后，他发表了《美国飞机探测热带风暴的新技术》的论文，在海洋出版社出版了中英文《近百年西北太平洋台风活动》一书，在科学出版社、气象出版社出版了天气分析、预测自动化技术等方面的专著。这些文献在国内外引用率高、影响很大。他不计个人得失、忘我奉献。他“飞进”飓风中心，探测最危险的飓风“眼区”，遇险后的“大难不死”经历，激励他回国后研究天气分析业务自动化系统（AFDOS）。中国的 AFDOS 成功援助亚、非等第三世界十余国家和地区，为我国赢得了荣誉。最近 10 年来，他在中国气象科学研究院首席科学家张小曳研究员团队中对污染气象条件参数化理论和方法研究取得的成果，成为中外近年广泛关注的新焦点。

感谢气象出版社出版此书。希望这本书会给读者带来启迪。



2016 年 10 月 30 日

王世平，研究员，20 世纪 60—70 年代先后任中央气象局气象研究所（今中国气象科学研究院）长期预测研究室、数值预报研究室主任；1978 年以后，历任中央气象台台长、国家气象中心副主任等职。

前言

1963年8月,我刚刚结束大学的学习,就来北京报到。正逢当年“63·8”罕见暴雨洪水袭击我国松花江、辽河、淮河、海河、黄河和长江流域等广大地区。天津至北京,火车一路缓慢爬行了6个多小时。铁道沿线水比路基高,阴雨连绵,雨势不减。人们抗洪筑堤,“保卫天津”。带着对天气如此深刻的第一印象,进入时称中央气象局大院,干起了研究天气这个行业,转眼间已是2016年10月,与天气对话了50余个年头,不由得浮想联翩。翻阅学习天气笔记、发表文章,回顾梳理一下对天气的认知,虽属“一知半解”,也算是对50多个春秋的回报。

50多个春秋天气生涯中一件难忘的经历,就是“飞进”飓风中心那个场景仍如昨日:1981年,我作为访问学者,赴美国国家飓风中心从事热带气旋研究。1982年的飓风季节里,我通过业务考试和体检,有机会登上了美国新一代巨型侦察飞机做飓风穿眼飞行探测。在一次飓风眼探测中,飞机险些掉进风暴眼区,我大难不死。在本书附录3“飞进飓风中心”文中我写道:

当天晚上直到第二天一整天,美国几家电视台都反复报道这次强飓风穿眼探测中遇险,我也在电视上看到了自己的身影。我在电视上说气象,虽说在国内也有数次,但第一次却是在美国迈阿密。记者与我问答了好半天,但主题仍是“你是中国人,你不惧怕危险?”看来这唯一黄皮肤黑头发的“外国人”也的确引起了他们的兴趣。当年9月底,我回国前,迈阿密飓风中心开会欢送我,发了一块奖牌给我,上面刻着我的名字。回国时,我带回了全套这次飓风期间的第一手探测资料,还有登机和在机上美国同事给我拍的照片,这些都珍藏至今。

回到中国,我按领导安排,带领着年轻人,组建了中央气象台的新技术开发科,负责天气预报业务自动化研究。这些年来,我仍干着这两件事,一是研究发展中国的AFDOS(Analyzing Forecasting Data—processing Operational System,天气分析预报业务自动化系统);一是研究台风。几乎没有离开过台风与计算机屏幕,仿佛时时刻刻仍在飓风Harvey的云雨中来回穿梭。Harvey风暴中大难不死不知是奇遇还是动力,激励着我从事天气事业的决心,也正像飞入飓风眼里探险一样。

的确,日复一日,仿佛一直在天上飞行和探测,计算机屏幕前捕捉风云变幻。就是今天,2016年的10月28日,我又发出一篇文章,投稿到国外杂志,诉说北京的雾—霾和蓝天的演变。与天空对话,未知的总是太多。

本书有8章。第1章,绪论,从世界各地对“天气”语言表述的深刻寓意说起,英语的“Synoptic”,译为“天气”,词意是对世间莫大精深、蕴藏许多未知事物的综合描述;中文“天气”,从于“天”,就是最大、最智慧“老天爷”的举止;俄罗斯语言中“天气”一词“Bogota”(ПОГОДА,俄语),在古丝绸之路上,是东南亚国家敬奉佛祖的大金塔,读作“Bogota”。可见天气的话题含高深莫测(Weather means unfathomable science)之意。绪论中强调,中国的二十四节气是人们博古通今,研习天气、季节、气候分析与预测的不可多得的开放的学习画卷;绪论讲述3000年前中国甲骨文辞中,先人认识“霾”与“雾”之差异;讲述天气图学从“传统”墙上图解天气转向工程天气学的技术发展。第2章介绍大气结构与天气,讨论了“等

嫡面”天气分析原理在今天的新的意义。第3章讨论大气波动与天气,讨论了台风和暴雨中的重力波,寒潮天气的超长波等天气影响。第4章讨论地球上最大的有组织的天气系统——热带气旋,阐述用“蛙跳”仿生学原理,建立台风运动预测模式及在中央气象台的运行;阐述台风螺旋雨带与天体星云螺旋臂动力学相似问题的分析,探讨埃克曼—泰勒螺旋解,提出大自然中的宇宙星云系统“螺旋臂”形成的重力守恒说与“台风眼洞”螺旋雨带形成机理在理论上的相通性,提出台风螺旋雨带与天体星云螺旋臂动力学分析的埃克曼—泰勒螺旋解猜想。

大气污染气象条件是当今大气、天气、环境以及大气化学多学科的研究焦点,影响着国计民生、人类健康,是各行各业关注的焦点。第5章是对污染气象条件的学习、某些疑难问题的探索:如重污染形成可能机理、稳定气象条件、污染混合层厚度、对流抑制、高值过饱和度和、污染气溶胶浓度局地累积的重复循环、减排和气象条件贡献的客观评估等探索,希望能“抛砖引玉”。

气团与天气系统的讨论(第6章),得到东亚大陆温带气旋天气与百年来通常使用的北欧J Bjerknes经典气旋模型有差异。本章讨论东亚大陆的锋面分布和走向与天气落区的传统分布概念的更新,气象因子诊断指数高值带与敏感参数——凝结函数 F_c 高值带的重叠区对天气,包括污染落区具有关键指示意义。

第7章从距今整整330年的1686年,天文学家哈雷(Edmund Halley)的世界上第一张东亚夏季风图说起,讨论季风与梅雨的多种学说,阐述源自澳洲的越赤道气流,连接中国低空急流与中国夏季风降水。采用半个世纪的东亚沙尘天气过程、冬季雨雪过程强度变化、长江流域季风指数与气象因子诊断指数变化,以及华北云量变化与气溶胶年际和年代际的变化等比对研究,指出气候变化信号不是单调增或单调减,其对气候变化的反馈影响也非单向,而是多重影响并存。云量作为气候演变的敏感要素之一,大气总云量的减少,与全球变暖、变干的趋势一致;而伴随低云量的增加与边界层大气频繁加重的污染事件反馈影响,造成大气变暗现象。这种反馈,会反过来影响和消减变暖、变干的大气变明亮化趋势。

大气行星边界层埃克曼百年经典理论并非海洋与大气环流认知的终结。第8章采用中国2013年极地科考观测,研究、显现2013年北极浮冰的埃克曼漂移,探索极冰融化的重要机制之一——北极爆发性增温过程、触发浮冰崩溃机理,为极冰融化全球变暖说贡献的机理增添了新的“穿极气旋”动力和热力作用的理解。采用中国在南极昆仑站GPS探空,研究绘制世界上第一张南极高原埃克曼螺线图(发表于《科学通报》),讨论和推演南极埃克曼动力方程及其气候贡献的意义。讨论青藏高原当雄、赤道热带洋面新加坡、华北平原北京以及中外代表性站点行星边界层湍流应力的差异、比对其埃克曼层厚度差异和贡献。

附录部分收录了作者已发表的部分文献,中国科学院主编的《20世纪中国著名科学家学术成就概览》中的记述:“中国先进的气象科技技术援助、推广到发展中国家。至2000年,中国自主研发的AFDOS系统先后推广、援助给亚洲、非洲等10个国家和地区。在亚非等发展中国家产生良好影响和效益。而且对推进我国气象现代化建设创造了良好的国际气氛”,附录还提供了部分涉及本书学术信息的珍贵资料图片。包括亚、非、欧各有关受援国、WMO官员会见中国AFDOS系统专家的资料、AFDOS系统参加1997香港回归庆典活动——中国先进科技展等珍贵资料文献。

本书是50个春秋与天气对话的天气笔记,错漏之处请不吝批评指正,谢谢。

作者

2016年10月28日 北京

目 录

序

前言

第 1 章 绪论——认识天气	(1)
1.1 认识天气——人类文明、开化的初始和过程	(1)
1.2 “中国二十四节气”——认识天气与天的博古通今画卷	(2)
1.3 中国甲骨文——认识霾天气与天的最早证据	(6)
1.4 天气学研究发展的世纪记录	(7)
参考文献	(13)
附录 1.1 二十四节气渊源初探	(15)
附录 1.2 中国 AFDOS “远嫁”非洲	(22)
第 2 章 大气结构与天气	(25)
2.1 近地面层风随高度分布与天气	(25)
2.2 大气温、湿度垂直廓线与天气特征	(27)
2.3 大气垂直剖面分析与天气特征	(30)
2.4 等熵面分析	(32)
2.5 华北锢囚气旋的等熵面结构	(35)
参考文献	(41)
第 3 章 大气波动与天气	(43)
3.1 大气波动与台风雨带	(43)
3.2 大气波动方程	(51)
3.3 大气波动与暴雨分布	(53)
3.4 大气波动与地形暴雨	(61)
3.5 超长波的振动与冷空气活动	(66)
参考文献	(75)
第 4 章 热带气旋	(77)
4.1 序 言	(77)
4.2 热带气旋移动及预测	(82)
4.3 热带气旋中尺度结构与灾害	(94)

4.4	热带气旋特大暴雨及其结构	(99)
4.5	热带气旋结构	(107)
4.6	自然螺旋云系生成机制	(113)
4.7	总 结	(116)
	参考文献	(117)
第5章	污染气象条件	(120)
5.1	引 言	(120)
5.2	气象因子诊断标准指数	(123)
5.3	气象因子诊断标准指数原理	(126)
5.4	气象因子指数各参数分析	(136)
5.5	新粒子生成的气象条件	(144)
5.6	减排与气象条件对“北京蓝”贡献的识别	(167)
5.7	污染周边输送气象条件指数分析预测	(176)
	参考文献	(181)
第6章	气团与天气系统	(185)
6.1	气团与锋面天气概念的发展	(185)
6.2	东亚大陆气团、锋面天气特征	(187)
6.3	大尺度静稳系统气溶胶浓度变化的判别	(199)
6.4	中国华北静稳大气过程诊断识别特征	(206)
6.5	北美大陆沿岸静稳大气过程诊断识别特征	(208)
6.6	北太平洋洋面静稳大气过程诊断识别特征	(210)
6.7	静稳大气诊断识别判据预报应用	(211)
	参考文献	(218)
第7章	季风与气候变化	(219)
7.1	世界第一张东亚夏季风图	(219)
7.2	梅雨季风学说	(221)
7.3	大洋洲越赤道季风气流与东亚梅雨	(223)
7.4	海-气交换对梅雨的影响	(230)
7.5	季风与梅雨的多因素影响	(233)
7.6	城市发展、人类活动与气候影响	(235)
7.7	沙尘暴年代际变化与气候趋势	(248)
7.8	冬季雨雪年代际变化与气候趋势	(253)
7.9	季风年代际变化及其对大气污染影响	(264)
	参考文献	(274)

第 8 章 极地与高原埃克曼边界层	(281)
8.1 埃克曼教授与海洋埃克曼层	(281)
8.2 2013 年北极浮冰埃克曼漂流轨迹	(282)
8.3 北极海冰的大气要素特征	(285)
8.4 融冰中尺度扰动观测特征	(292)
8.5 高原和赤道西太平洋埃克曼特征	(299)
8.6 青藏高原当雄与赤道太平洋新加坡的埃克曼螺线	(300)
8.7 青藏高原和赤道西太平洋面边界层湍流黏性差异特征	(302)
8.8 南极高原埃克曼边界层动力学	(305)
8.9 南极埃克曼螺线	(309)
8.10 南极埃克曼螺线垂直结构物理图像	(310)
8.11 总 结	(311)
参考文献	(312)
附录 1 泰勒理论与东北平原高空风埃克曼螺旋特征	(316)
附录 2 发表文章、专著索引 (1963—2017)	(322)
附录 3 飞进飓风中心	(328)
附录 4 AFDOS 系统研究发展大事记	(331)
附录 5 作者学术交流大事记	(337)
后 记	(339)

第1章 绪论——认识天气

1.1 认识天气——人类文明、开化的初始和过程

从开天辟地上古时代直到今天,人类文明是从认识大自然开始,离不开认识天气及其与“天”的联系。在当今科技高度、快速发展的高速路上,从人类文明、开化的开始和过程的回顾作为本书的序篇,稍许回顾历史片断,希望能温故知新,知道今天如何到来,昨天如何有意义,或许会带来对未来更丰富的联想和启迪。

认识天气与天,贯穿人类文明、开化的开始和全过程。人类与自然和谐共存、发展与演进是年年有新事物发生,天天有新问题待学习,时时有不断更新的话题。英语的“Synoptic”,中国人翻译为“天气”,查阅词典,“Synoptic”的意源,就是圣经中的铭言——对大千世界描述和认识的综合。于是,我们可联想到在英语世界人的思维中,“天气”也同样是作为对世间莫大精深、蕴藏着许许多多未知的事物的描述。中文意义的“天气”从于“天”,就是最大、最为智慧、统管一切。于是,天气,就是天的举止,与“老天爷”同意,与神奇莫测的变化的自然联系在一起。有时与西语中的“上帝”(God)意义靠近。而“God”字典中就是永远万能、智慧的神(God is always on the side of the strongest battalions)。俄罗斯语言中“天气”称谓是“Bogota”(ПОГОДА,俄语)。在佛事兴旺的古丝绸之路的东南亚国家与地区中,“Bogota”就是那里供奉佛祖的寺庙——金碧辉煌的大金塔。了解世界各地对天与天气的词语与寓意对人们提高与回味“天”与“天气”的认知是有意义的。

人类所以关切“天气与天”,是因为众多的天气灾害常在人类生存中长期扮演重要的“新角色”,有时使人类措手不及,甚至可令人群或他们的事业毁于一旦。认识天气与天已成为人类生存、人与自然和谐相处的不可逾越的永远的话题。

较早的古巴比伦(约公元前 2200 年)最早的叙事诗“Gilgamensh”中,就记述了暴雨、洪水、飓风等天、地、人、天气等悠久的史前信息。在圣经中不乏有描述洪水的故事:一次带给初民与生灵灭顶之灾的严重洪水到来时,一位名为诺亚的主人公,他研习与天地对话,接受到天神的预警昭告,他于是制作了平底的方形舟船,收容了所有的生灵,各类动物种群得以免受灭顶灾害,保留了人与万物,得以传宗接代。这与 5 千年前早期巴比伦传说十分一致,所传诺亚方舟(Noah's ark)的经典故事,是叙述了人类经历漫长的与自然的共处、生存搏斗,与同居于大地的生灵同舟共济,共同繁衍的经历(图 1.1)^[1]。这就是人们说的认识自然,研究了解天气灾害,就是认识天气与天的联系。天,就是自然的统称。

人类一直需要与天打交道。在人类文明的早期,肩负与天、包括天气打交道的,自然而然的是神职“人员”方能胜任。从图 1.1 中的经典画面看到,在大的自然灾害面前,记述史前文明的从天气灾害中拯救人类的诺亚方舟时代,引导诺亚方舟前行,与上天最为接近的是长着翅膀的

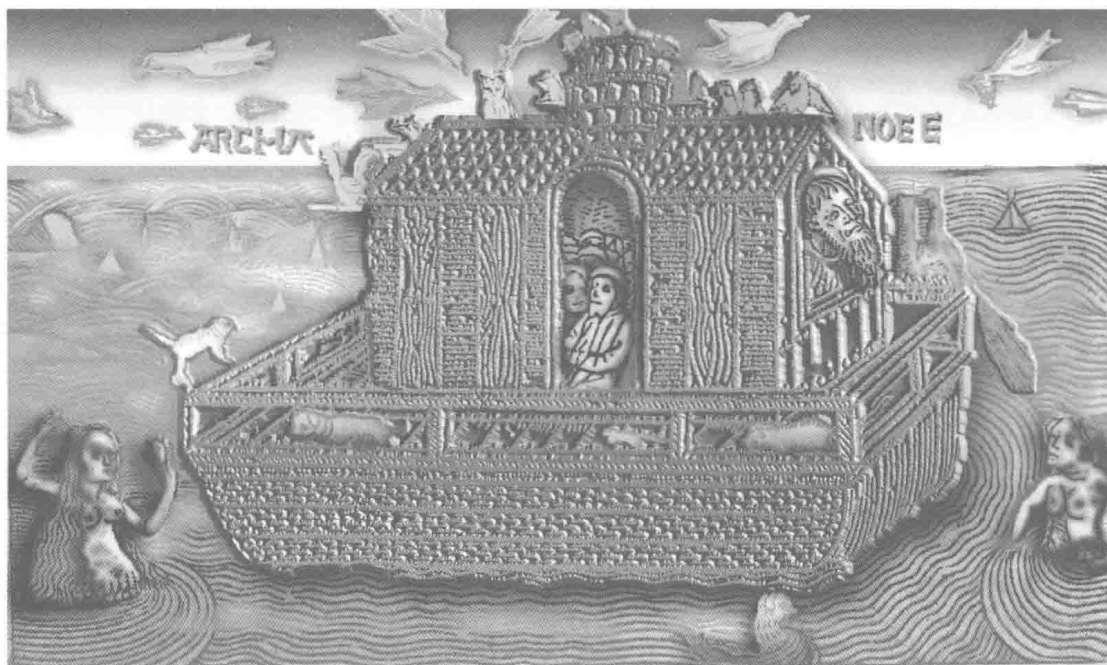


图 1.1 圣经中大洪水故事,英雄诺亚受到神的昭告,即将有灾难性洪水到来,他根据神的警告,制作了一只方舟,从涛涛洪水中救起了遭受灭顶之灾的人类和各类动物物种,与巴比伦上古传说一致。原始及彩图复原:Jeff Ong Ching Hooi,Carder N. ^[1](见彩图)

神鸟(见图 1.1 上部)。神鸟也是中国古代传说中与天打交道时出现最多的图腾。

1.2 “中国二十四节气”——认识天气与天的博古通今画卷

包括中外同行,谁都不会否认中国的二十四节气是博古通今的天气、季节、气候分析与预测的重要研究成果,是迄今一直研究并应用的天气、季节分布的理论与实践基础。

“节气”说可博古通今,了解天气、季节与气候认知的昨天与今日。追索二十四节气渊源,一直为中外天文和气象学者所关注,竺可桢先生以及中外科学家等^[2-19]已提出了多项研究成果。法国学者 Gerard de Vaucoulears 的《宇宙的发现》中^[3],认为“公元前三世纪天文学家 Aristillus 和 Timocharis 开始用简陋的仪器观测恒星,观测冬至和夏至。”苏联《天文学史》在“论中国的历法”一章中提出,二十四节气始于先秦到汉初^[4],即公元前 206 至 246 年。但书中讨论“土圭测影”术,认为“在公元前七世纪(或更早)”中国已使用土圭测影(The ancient sundial measures the shade)。日本学者和达清夫在研究东洋天文学史及引述籀内请所著《中国古代的科学》认为,二十四节气应源于周末,即公元前五世纪^[5-19],详见本章附录 1.1 二十四节气渊源初探。这些研究结果需要更多、更新的实物及其分析研究予以证实。

近年来,一些新的实物证据有力地支持人类对天气与天的认知与联系及其科学意义。人类获得天气、季节探测研究的最早、最重要的观测信息,当属夏至、春秋分和冬至等上古时代最富启蒙科学意义的认知。图 1.2a 为西汉日晷上的刻度。

图 1.2a 的右图为本书研究并重绘的依据夏至、春秋分和冬至的太阳投影观察测算获得的四季、节气分布的原理。值得注意的是,按此原理制做的“日晷测影”盘,其上刻有的 TLV 花

纹表明,所刻的圆形代表天,其中方形代表地,“天圆地方”表示宇宙。图 1.2b 为马王堆 3 号墓出土的 TLV 纹盘花纹实物。图 1.2b 可作为秦汉时期天气、季节与天的关系描述与科学观测和计算的实物证据之一。图 1.2b 的实物与图 1.3 给出的出土秦汉时代铜镜纹盘中刻有的 TLV 花纹一模一样。所不同的是,图 1.3 中两位长有羽翼神职人员正在 TLV 花纹盘面对面操作,而图 1.2b 中长有翅膀的 4 只神鸟被刻画在 TLV 花纹盘的 4 个对角线方位。图 1.2a 中,夏至、春秋分和冬至等的出现与划分,也有与图 1.2b 类似的 TLV 花纹,采用来做为精准的观测和计算划分“夏至”、“秋分”和“冬至”(司马彪,《后汉书·律历下》)^[20]。

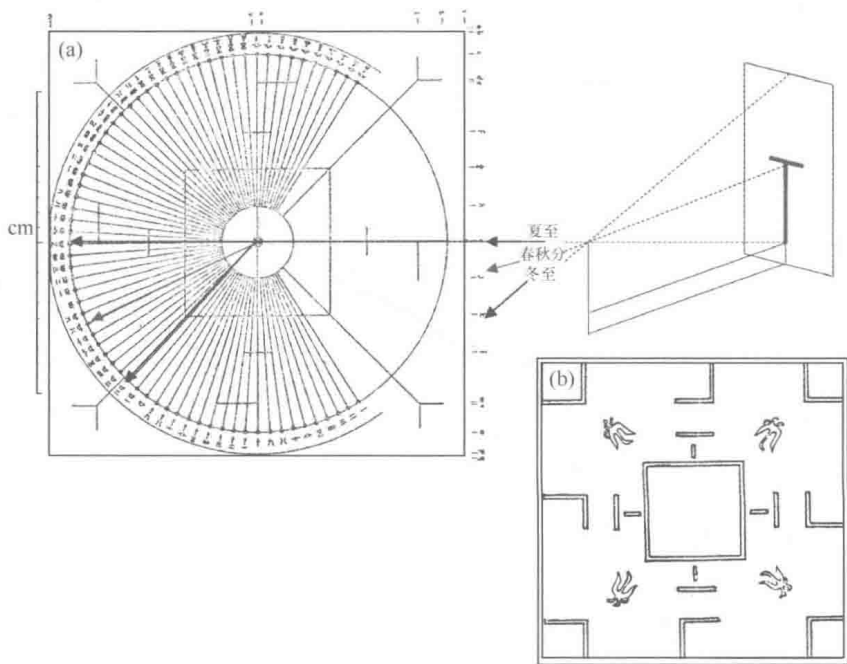


图 1.2 上古(约秦汉时代)季节(夏至、秋分和冬至等)观测原理与方法解析

a. 西汉日晷上的刻度(取自《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷 15 第 25 页,转引自(英)李约瑟《中国科技技术史》卷 4,第 1 分册第 312—319 页);b. 马王堆 3 号墓出土的秦汉时期博具一纹镜,图中绘制的 TLV 纹盘以及 4 支长有翅膀的神鸟与本书秦汉时代铜镜(见图 1.3)的长有翅膀的神职人员在方形盘前操作的 TLV 纹盘一致

日晷又称“日规”。由图 1.2 可知,日晷是古代利用日影方向和长度变化测定时刻的天文仪器,由刻有日时刻线的晷盘和装在盘中央与盘面垂直的晷针组成。晷针影子随太阳运行而移动,投射在晷盘一条条代表不同时刻的时刻线上,就指示当时当地的时间。表明了人类认知天—天气—季节的精准概念。如上所述,图 1.3 是最近发现的秦汉时代铜镜中刻印的两位长有翅膀的神职人员在 TLV 纹盘前的做法(今天我们可理解为工作)场景。其神职人员,人身长有翅膀,恰与近年西汉马王堆出土的方盘神鸟纹饰一模一样,成为有力的实物证据。铜镜上刻绘了两位长有翅膀的神职人员正在聚精会神地面对 TLV 纹盘做法(图 1.3)。此两位长有羽翼的神职人员在西汉马王堆出土的黑底彩绘的棺木花纹中的鹿首、人身、带有翅膀的“土伯”纹饰完全一致,成为举世公认的重要新证据之一^[21]。

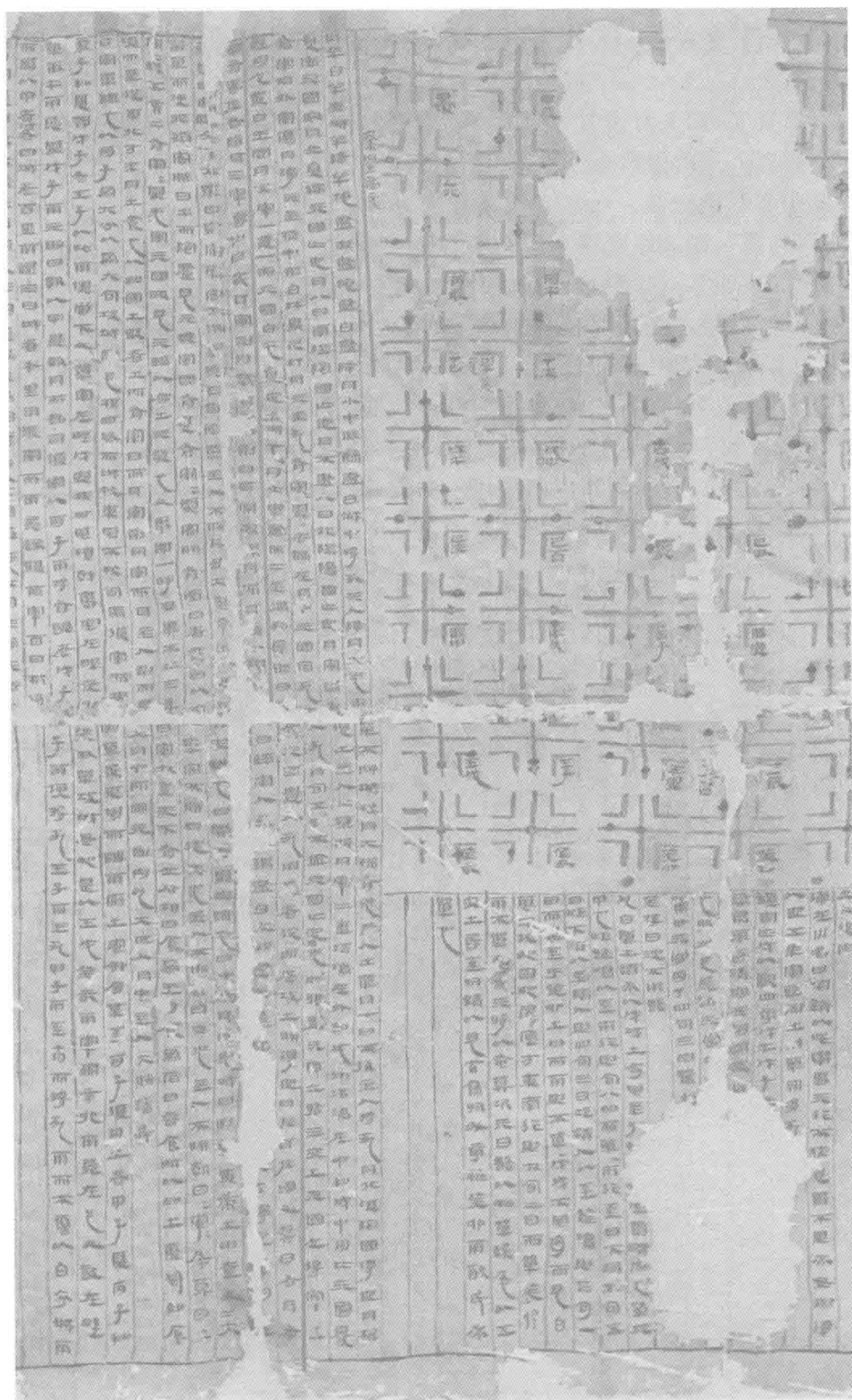
TLV 纹盘即为卜盘,是占卜用的。实际上,在上古社会,博弈是体现天意的占卜的一种操作的仪式,有时表现为“做法”。京剧中诸葛亮预测东风时,边拂尘做法,边“唱念做打”,唱词:



图 1.3 秦汉时代铜镜,铜镜装饰面刻印的两位长有翅膀的神职人员在方形盘前的操盘工作场景,图中左下角为铜镜全图,图为铜镜中红色框图部分的细部放大(另见彩图)

“悉天书,玄妙法,…设坛台,借东风”来实现“神秘”使命。可见,古代的“占卜”大致有今天的预测未来的含义。

古代天地事件的占卜即是与天对话,由身份显贵的“神人”担任是可以理解的。神职人员有称“土伯”,又称“方士”,官员职称也有称为“大司徒”,所谓“大司徒”之职,以土圭之法,测土深,正日影,以求地中… ,日至之景,尺有五寸,谓之地中。”相传最早的土圭测影是由上古领袖人物羲仲之弟羲叔承担(《尧典》卷一)。“方士”曾为传说中治水的大禹。马王堆 3 号墓出土的秦汉时期的表印于绢中《日月风雨云气占》中的“月半白半赤,城半降半施;尽赤,尽施,尽白,尽降”(图 1.4 中深色标注线所示文字)。翻译其意为“月光白润有风,明亮有雨;特别光亮主大雨洪水,特别白润则主大风。”观察大气光学现象“日珥”的特征预告军事活动、部署局势的预测:“日左耳(珥),左国又(有)喜,日右耳(珥),右国有喜;左右皆耳(珥),三军喜和。日戴耳(珥),军前……月戴耳(珥),[主人]前”^[22](图 1.4 中,第 2 和第 3 深色标注线所示文字,个别字有残缺)(图 1.4)。这些出土的古代真迹文物记叙了人类认识天气与天、天象的联系,走过了漫长而扎实的路。综上所述,人类对天气和季节,天气与天文现象的研究,展现了人类认知天气与天的宏伟历史画卷。为今天我们进一步认识天气现象、气象灾害与自然规律的研究提供有意义的启迪。



《日月风雨云气占》乙篇（右边为《刑德》）

图 1.4 马王堆 3 号墓出土的秦汉时期的竹简中《日月风雨云气占》图中黑色竖线标注了本文引用的表印于绢丝的利用大气光学特征的预测(占卜)^[22]

1.3 中国甲骨文——认识霾天气与天的最早证据

中国甲骨文证实,国人对天气与天的密切联系的观察与认知的最早证据恰出于对雾—霾的认识。雾—霾对人类的困惑至今仍为世界瞩目,国人全民关切的焦点天气现象,早在数千年前的甲骨殷文中有明确记载。《说文》记述,“霾,风雨土也”,即是风、降雨与沙尘、尘埃天气。《诗经》有“终风且霾”,即风停则霾至。

甲骨文《甲二八四零》和《明七五八》版明确记载:“丝雨(轻雾,注)”后“不佳(地名)有霾”(见图 1.5 中竖线标示),“丁酉时预测央贞·佳(地名)有霾(见图 1.5 中竖线标示)^[23]”。图 1.5 给出甲骨文中“霾”(图中圆圈注释)字有“雨”“风”与“土”三种象形文字形象拼合,并有“丁酉时预测央贞·佳(地名)有霾”的完整预测(卜)结果。综上所述,正如“《释天》所记述:‘霾,晦也’”做出的解释。“晦”与日与光的穿透能力有关,可穿透为霾,不易穿透,能见度差,则为雾。《尔雅·释天》解释:“地气发,天不应曰雾,雾,谓之晦”这提供了 3000 年前人类认识霾与雾之差异,认识天气与日、月,与“天”的密切联系的最早证据。

²³⁾ 参见本章附录 1:二十四节气渊源初探

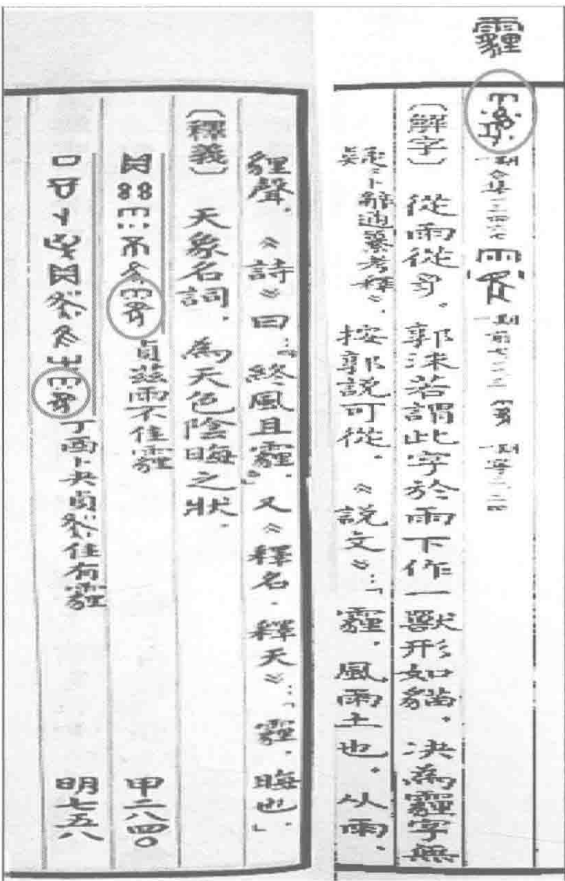


图 1.5 甲骨文:丁酉时预测央贞·佳(地名)有霾^[23]

1.4 天气学研究发展的世纪记录

1.4.1 19 世纪中出现的最早天气图

研究表明,人类文明、开化进入科学时代的重要过程与进步既漫长又宏伟,一些新的交叉学科的孕育与发展,以世纪尺度或世纪转折期为标志的印记尤其显著。公元前 500 年古埃及尼罗河测地学研究发展很快,到公元 1 世纪,多年来尼罗河畔测量学研究证明,地球可能是圆球体,并推出是绕着太阳转动的。到公元 5~15 年,古天文学作为一门新科学从此诞生。这中间经历了大约 500 年。

天气学科发展也是如此。如上节中从夏至、冬至和春秋分,人们讨论的季节、天气的认知延伸,出现的测地学发展对天气学研究与发展有重要影响。随着人类面向海洋的活动与日增多,海洋学的发展对天气研究的需求更为凸出。15 世纪当人们开始从大陆驶向广阔的海洋时,天气图学在测地学与海洋学交叉学科之间得到发展。众所周知,15 世纪,郑和七次下西洋,到 17 世纪各类气象观测方才出现。这里,航海安全的需要是重要原因。若没有海图,不了解风浪和季节风等变化,实现扬帆出海将会困难重重。

天气图最早出现于 1842 年,由美国 Loomis Elias 出版。它是具有等温线、等压线、风向风速的海区天气图^[24]。1874 年丹麦的霍夫迈尔(H. C. Hoffmeyer)绘制了第一张北半球天气图。1881 年,西北太平洋上最早的台风路径图绘出(图 1.6)^[24],而西太平洋最早的有等值线的天气图出现在 1897 年。我国最早的天气图出现在 1907 年,由徐家汇观象台绘出。从海洋天气探测到天气绘图,由海洋返回大陆,发展成为较完整的天气科学体系又花费了约 5 个世纪,并在 19 世纪到 20 世纪之交初步形成了天气(图)学新学科。

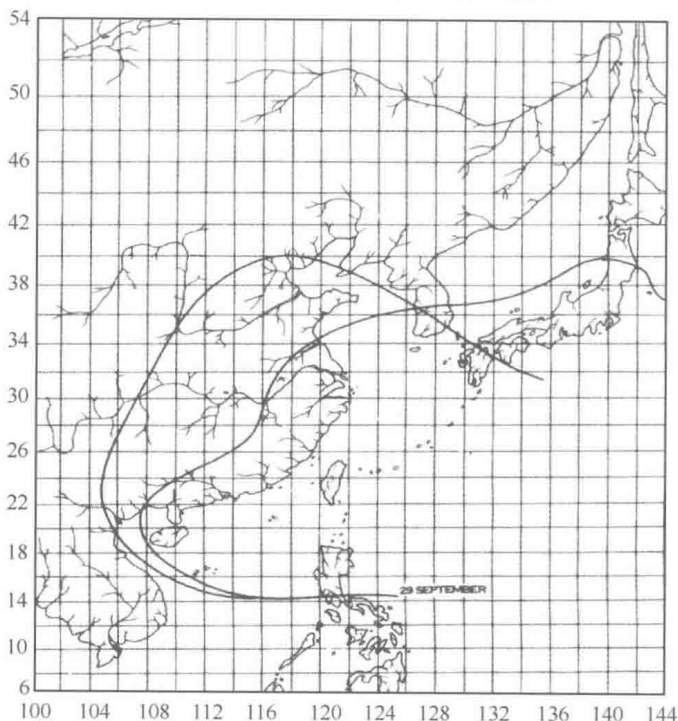


图 1.6 西北太平洋第一张台风路径图(1881 年)^[24]