

柳崇健
著

风云变幻气象

SPECTACULAR WEATHER
IN UNPREDICTABLE
CHANGE



进入21世纪的科学技术丛书

丛书主编 于光远

湖北教育出版社

进入 21 世纪的科学技术丛书

丛书主编 于光远

丛书副主编 王国政 夏立容 熊芳直

风云变幻 话气象

柳崇健 著

湖北教育出版社

(鄂)新登字 02 号

图书在版编目(CIP)数据

风云变幻话气象/柳崇健著. —武汉:湖北教育出版社,
1999

(进入 21 世纪的科学技术丛书/于光远主编)

ISBN 7-5351-2628-6

I. 风… II. 柳… III. 气象学-普及读物 IV. P4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 29039 号

出 版
发 行:湖北教育出版社

武汉市青年路 277 号
邮编:430015 电话:83625580

经 销:新 华 书 店

印 刷:文字六〇三厂

(441021·襄樊市盛丰路 45 号)

开 本:850mm×1168mm 1/32

6 插页 9.5 印张

版 次:2000 年 1 月第 1 版

2000 年 1 月第 1 次印刷

字 数:228 千字

印数:1—3 000

ISBN 7—5351—2628—6/N·35

定价:15.50 元

如印刷、装订影响阅读,承印厂为你调换



20世纪末在科学技术
上所取得的成果，包括20
世纪提出而尚未解决的课
题，将是新世纪更高发展
的坚实基础。

丁光远

当代的文明是以科学为中心的文明

（代 序）

19 世纪是古典的资本主义在征服世界的道路上取得辉煌胜利，也是它的内部矛盾进一步显露出来、从而作为学说和运动的社会主义兴起的时代。19 世纪末出现了自由资本主义向垄断资本主义、私人资本主义向社会主义转变的趋势。20 世纪前半半个世纪是战争与革命的时期。两次世界大战，战后都诞生了新的社会主义国家。社会主义从学说和运动发展成为在地球这个星球上的一种制度和发展起来的文化。资本主义国家与社会主义国家并存。20 世纪的后半个世纪，我想称之为世界历史大调整时期。这是我对当前时代特征的回答。资本主义国家在调整，社会主义国家在调整（改革），国与国之间的关系在调整。这种调整不是一次完成的，会有多次调整，而且会有经常性的即不断发生的小调整。调整时期不会短，有可能整个 21 世纪都属于这个调整时期。但在世界史上它毕竟带有某种过渡性质，这个时期过后的资本主义国家不再是调整时期开始时的资本主义国家，那时的社会主义国家也不再是调整时期开始时的社会主义国家；那

时的国际关系也不是调整时期开始时的国际关系。调整时期的产生有客观的原因,对历史的演变发生过重要作用的组织和人物的行为也起了一定的作用。这样的世界历史大调整时期的出现,有其必然性。历史的发展不会是笔直的。20世纪末的变化曲折应该说是很大的,世界历史上出现的调整不是一般的而是大调整。

历史进入和走出这个调整时期,总的来说它意味着人类历史的一种前进。调整时期的质的规定性有待于进一步明确。它的发展规律也有待于探索。

在即将来临的21世纪,世界自然科学技术可以预计会有更大的发展。20世纪末在科学技术上所取得的成果,包括20世纪提出而尚未解决的课题,将是新世纪更高发展的坚实基础。

即将过去的20世纪和正在来临的21世纪,都是世界历史文明特别迅速发展的时期。不同时期文明发展的速度,正如恩格斯在《自然辩证法》中指出的那样,同它距人类社会开始时候之间的时距长短的平方成比例。在20世纪的历史舞台上有过许许多多有声有色的演出,甚至还有狂风骤雨的时候,但是生产力的发展毕竟是社会发展的基础。在历史的长河中每时每刻的进步是在“看不见”“听无声”(唐刘长卿诗:细雨湿衣看不见,闲花落地听无声)的情况下实现的。时代的特征不应该从时代的哲学而应该从时代的经济学中寻找。当代的文明是以科学为中心的文明。即将成为过去的20世纪,在社会的物质

生活——包括物质资料的生产和流通,也包括人的消费生活和社会对它的服务——依靠科学和根据科学原理而形成的技术取得的进步,是符合这个数学公式的。20世纪人类发展的文明中自然科学和技术的发展是最令人瞩目的。

中国有善于吸收并发展外来文明的优秀传统,如:佛之于唐,科学启蒙之于明末,马克思主义之于“五四”,现代市场经济之于今日等。日本和其他东亚国家也有此特点。牛顿花不少时间获得的对二项式定理的发现,今天的初中生用一堂课的时间就可以学会。当然,我们也是善于创造而且取得了许许多多伟大成果的民族,在向外来文明的学习中也有创造。我们走过的和正在走的道路是民族文化传统与现代科学技术相结合,创新与引进相结合。经过21世纪,再坚持几个世纪,以科学为中心的现代亚洲文明将居世界前列。

文明的对词是蒙昧与野蛮。人类历史经历了使用旧石器的蒙昧时期、使用新石器的野蛮时期,才进入文明社会。历史是有连续性的,文明社会中蒙昧与野蛮今日远未绝迹。奴隶社会、封建社会和资本主义社会初期不用说了,就是在20世纪,希特勒、日本军国主义者的野蛮行径仍记忆犹新。对于邪恶必须与之斗争,进行镇压。对邪恶宽容就是助长邪恶。现代蒙昧与现代野蛮这些概念是可以成立的。发展文明、建设文明,不能不与现代蒙昧和现代野蛮坚决斗争。人类的历史与生物进化的历史长度之

比只占千分之几,人类文明的历史与蒙昧野蛮的历史长度之比也仅有千分之几,蒙昧、野蛮不是短期内能够消除的,但应力争缩短现代蒙昧、现代野蛮存在的时间。要崇尚理性,坚持发展以科学为中心的文化,在科学中包括人文科学。不论迷信和蒙昧野蛮如何冒充科学的名义,但科学与伪科学之间的互相排斥是绝对的。科学越向前发展,伪科学越是陷入困境。在 20 世纪科学技术发展的基础上,21 世纪的科学技术的进一步发展,就会迫使伪科学难售其奸,这也是必然的。

丁光遠

序

洛伦兹说,19世纪计算数学最值得骄傲的一件事是海王星的发现;如果你喜欢在入夜时分各行星逐个登场之时去观测天空的话,那么你一定知道,海王星是从不露面的。它太微弱了,肉眼无法分辨,毫不奇怪它是首先用望远镜找到的。天体力学本来就是牛顿力学的发祥地,现在又在那同一个领地获得了辉煌。

可是大气力学却没有这么走运。且不谈大气作为多体系统本应属四大力学中的统计力学的领地,就是在牛顿力学确定论框架之内,它也遇到了极大的挑战。果然,在20世纪,就是这位洛伦兹,在用他的只剩下骨头的天气模式研究天气的可预报性时,发现了混沌,引发了20世纪第三次物理学革命。

19世纪中叶,人们恐怕连猜也未曾猜到,由一些不太复杂的定律所支配并常能用决定论的数学方程描写的现象,竟然可以按照似乎随机的方式变化。如果读者联想到宇宙的基本物质有99%以上是流体的演化物质(它们

或者是现在的流体,或者是过去的流体)的话,那么这个首先自气象学发端的科学革命会产生如此深远的影响就毫不足怪了。

在自然科学中,像气象学那样,既充满诗情画意又蕴涵宇宙真髓的学科,是极为难得的。

柳崇健教授庆幸并珍视能有机会作为一名气象学者回顾并评述气象科学的发展主线;全书内容翔实,观点新颖,加意将哲理融入天趣,兼顾科学性与实用性,同时以极大的热忱讴歌了气象学在现代科学文明中的耀眼地位,预期对相当宽的读者面均会有所裨益。

我们真诚期待着世人瞩目的气象学在 21 世纪攀上更加光辉的巅峰。

丑纪范

1998 年 9 月

Preface

Lorenz said the most proud thing of computational mathematics in the 19th century is the discovery of Neptune. If you like observing the sky at mid-night when each planet goes onto the stage, you are sure to know that Neptune never appears. It is too weak to be found by human eyes. It is not strange that Neptune was found by telescope. Celestial mechanics is the origin of Newtonian mechanics and it gained its resplendence in the same realm.

But the atmospheric science is not as lucky as that. Atmosphere as the many-body system should belong to the statistical mechanics of the four grand mechanics, let alone it is encountering a great challenge in the frame of the deterministic Newtonian mechanics. As a result, the same Lorenz discovered chaos when he used his weather model, which had nothing left except bone, to study the weather predictability leading to the third revolution of physics in the 20th century.

In the middle of the 19th century, people could not even imagine that some phenomena which could be determined by the not so complicated laws and can often be depicted by deterministic mathematical equations seemed as if can randomly change. If the readers can think that 99 percent of the basic mass in the universe is evolved from fluid (it is the fluid or was the fluid), there is no surprise that this science revolution which

originated from meteorology has such a deep influence.

In the natural sciences, meteorology is one in a thousand which contains not only the essence of universe but also fills with the feeling of poetics.

Prof. Liu Chongjian treasures and cherishes the opportunity that as an meteorologist he can recall and retrieve the major development of the science of meteorology. The content of the book is comprehensive and the ideas are new, especially in adding philosophy to human nature, balancing the scientific and practical, and also eulogizing the eminent position of meteorology in the modern science. It is expected that a wide range of readers can benefit from the book.

We honestly hope meteorology, the science that attracts the world, will get onto a new peak in the coming 21st century.

Chou Jifan

目 录

序	(1)
Preface	(1)
导论	(1)
第一章 混沌开初	(4)
第一节 大气起源	(4)
第二节 天空舞台	(5)
第三节 大气档案	(7)
第二章 大气探秘	(10)
第一节 奇妙的大气	(10)
第二节 大气运动的奥秘	(16)
第三节 地球生命的摇篮	(21)
第三章 气候变化与人类文明	(27)
第一节 火山爆发引起的气候灾变	(27)
第二节 气候变化与法国大革命	(30)
第三节 气候巨变造就了人类	(30)
第四节 印度文明、迈锡尼文明、玛雅文明和马里文明 的神奇消失	(31)

第五节 气候变化与人类大迁徙	(34)
第六节 气候变化与中国古代文明	(36)
第四章 大气动力学	(39)
第一节 机械决定论自然观的确立	(39)
第二节 机械决定论自然观的局限性和面临的新 挑战	(41)
第三节 混沌动力学的问世	(43)
第四节 从公理化到“实事化”	(47)
第五章 天气预报	(55)
第一节 为什么做天气预报让人着迷	(55)
第二节 天气预报发展简史	(59)
第三节 一般预报学的普遍原理	(62)
第四节 短期天气预报的流体动力学理论基础	(78)
第五节 天气预报的热力学“校正”	(93)
第六节 关于长期预报	(108)
第六章 气候模拟与短期气候预报	(112)
第一节 关于气候的定义与表示	(112)
第二节 若干气候动力模式与模拟	(117)
第三节 人类对气候的影响	(123)
第四节 短期气候的可预报性	(136)
第五节 关于厄尔尼诺和南方涛动	(139)
第七章 战争与气象	(152)
第一节 高技术战争与气象	(152)
第二节 亚历山大东征风雨录	(156)
第三节 天赐良机待人握	(159)
第四节 气象战和人工影响天气	(162)
第五节 现代战争的气象保障	(165)
第六节 军事气象与航空气象	(167)

第八章 统计气象与集合预报	(183)
第一节 数学和物理学的早期结合	(184)
第二节 弱偶然性与统计决定论	(187)
第三节 集合预报	(191)
第九章 全球大气变化趋势和世界科学计划	(198)
第一节 全球大气变化趋势	(198)
第二节 全球气候变化预测	(202)
第三节 世界科学计划	(210)
第四节 中国科学实验	(215)
第十章 气象学哲学	(219)
第一节 引论	(219)
第二节 关于哥德尔不可完全论	(227)
第三节 偶然性与不可知论	(232)
第四节 气象哲学与气象学哲学	(233)
第五节 混沌序	(246)
结束语	(275)
参考文献	(282)

导 论

莫扎特的作品是河畔的一片草原，在江上飘浮的一层透明的薄雾，一场春天的细雨，或者是一道五彩的虹。

——罗曼·罗兰

大自然无比瑰丽的景色让艺术大师们激动不已，而其中大气现象(气象)尤其给他们留下了深刻的印象。且不说巴金的爱情三部曲是以《雾》《雨》《电》作书名的，与之同时代的民国名刊，充满了“水心云影”《小说月报》，“雾外江山”(《现代》《文版小品》)，“寒水悲风”(《太白》)，“清秋风露”(《万象》)，“啸傲霜天”(《鲁迅风》《杂文》)，尤其富有诗意的是“坐看云起”(《论语》)，“卧听松风”(《人世间》)，真是信手拈来，比比皆是。

至于能产生“触景生情”之感的景色，则无不与气象相联：张北震区开拍的电视连续剧起名为《心雾》；刻画文人笔下的爱情和友情的关键词是《夜雨飘流》；张爱玲《看云》的写景文章是优美的，但“一蓑烟雨任平生”的刘绍棠则令人唏嘘不已。

名画家科克希卡借作品《暴风雨》展示了这样的图景：他自己是画中人，夜晚搂着艾尔玛(情人)，而四周全是急急滚动的涡旋

云团,他眼如铜铃,未敢入眠。钱理群《丰富的痛苦》更是妙不可言,俨然以气象专家的口吻描述了堂·吉珂德和哈姆莱特两个西方文学形象的东移过程,描绘了近400年欧亚两大陆上之精神气象图,一股是来自地中海的暖流,一股是来自北大西洋的寒流。真是气象万千,风月无边。

然而,大气科学让人们着迷的地方远不止是格致如诗如画的自然美景,更重要的是,她是这样一门学科,在那里,千百年来人们在古老的占星术中就开始萌生的预卜未来的强烈愿望能得到最大限度的满足。

殷代的甲骨文里有许多卜雨问晴的记载。有人对317片甲骨进行统计,发现有107片是与气象有关的。《春秋》的经验预报指出冬天在“天上同云”时未来即要“雨雪雰雰”,而夏天则“有澍萋萋”(乌云发展)时将会“兴雨祁祁”(大雨瓢泼)。至于唐朝的《相雨书》则几乎就是早期的气象学专著了。

这种天气预报的蒙昧时代经历了几千年之久,即使从古希腊的哲学家亚里士多德(公元前382年至前322年)发表的《天象论》算起,欧洲的理论气象学至少也停滞了大约2200年。就是1686年牛顿《自然哲学之数学原理》一书出版在科学史上宣告了机械论与决定论时代开始,定性经验的天气预报还是持续了至少250年。这就是说,虽然在1888年已写出了大气运动所服从的偏微分方程,虽然在1922年英国数学家里查逊已经在“用数学计算的方法做天气预报”,但真正可称得上成功的第一例数值预报却发生在1950年,其时恰尼、费也托夫、冯·纽曼三人共同用实际资料,在世界第一台计算机上作出了500百帕高度场的数值预报,其36小时的高度预报与实况很相像。

这是一个很好的开端,并且沿着这个决定论方向经过近半个世纪的不懈努力,数值天气预报取得了长足的进步。

可是诚如爱因斯坦所正确地指出的那样,“科学不是而且永远