

EL NINO



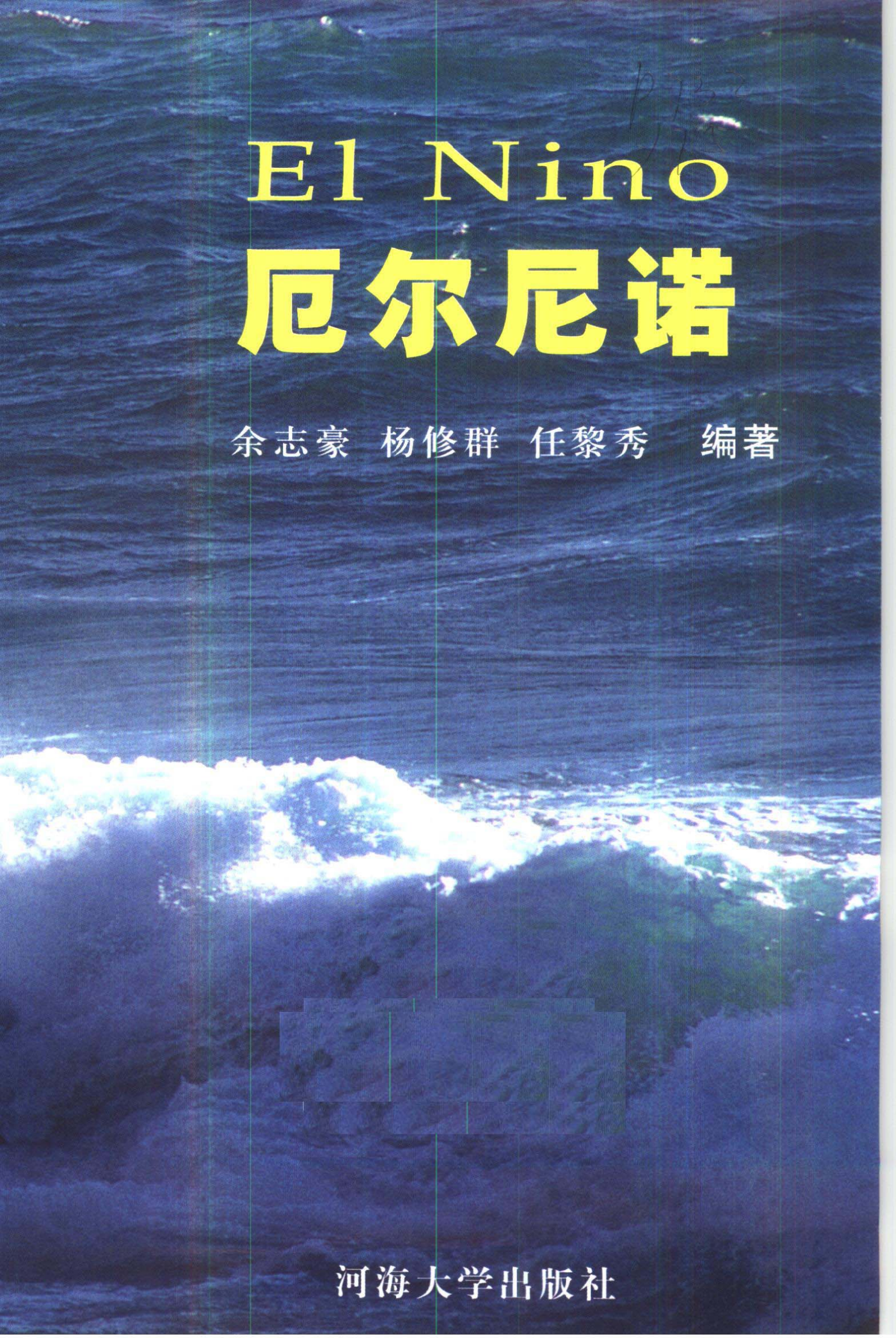
厄尔尼诺

余志豪 杨修群 任黎秀 编著

河海大学出版社



32
5
EL NINO



El Nino
厄尔尼诺

余志豪 杨修群 任黎秀 编著

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

厄尔尼诺 / 余志豪, 杨修群, 任黎秀编著. — 南京:
河海大学出版社, 2002.2

ISBN 7-5630-1701-1

I. 厄... II. ①余... ②杨... ③任... III. “厄尔尼
诺”现象—研究 IV. P732

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 007811 号

书 名 厄尔尼诺

书 号 ISBN 7-5630-1701 - 1/TV · 216

责任编辑 马文潭

责任校对 江 南

封面设计 书衣坊

出 版 河海大学出版社

地 址 南京市西康路 1 号 (邮编: 210098)

电 话 (025) 3737852 (总编室) (025) 3722833 (发行部)

经 销 江苏省新华书店

印 刷 丹阳市教育印刷厂

开 本 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 4.75 印张 123.5 千字

版 次 2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 5050 册

定 价 14.00 元(册)

前 言

对于人体的不适和健康状况的异常,常见的诊断方法是切脉量体温,由此来寻找初步确定病情的信息。那么,地球气候在短期或1~2年内是否会发生异常并带来灾害,向何处去“切脉量体温”呢?目前,较共识的方法之一,就是监测和预测热带中东太平洋地区原先的冷海水区是否异常变暖或发生厄尔尼诺。所以厄尔尼诺是未来1~2年内地球气候尤其是热带地区将发生异常的一种显著征兆,或者说它是预示着即将发生气候异常和灾害的强信号。

厄尔尼诺事件与全球气候异常密切相关,对人类社会的粮食生产、渔业、水利、人民生活等各方面都有着深刻的影响。例如1972—1973年的厄尔尼诺,它引起全球不少地区尤其是非洲地区的严重干旱,造成全球人均粮食产量和储量的明显下降,受到联合国粮食组织的高度关注。由此,人们开始了从全球的战略观点,而不是以前的局部地区观点,把气候异常和灾害与厄尔尼诺联系起来进行研究,并把后者作为灾害发生前的信号。1982—1983年的厄尔尼诺事件造成的全球经济损失,估计为200~300亿美元,使得世界各国政府和公众都深刻地感到研究厄尔尼诺及其影响的紧迫性。此后不久,厄尔尼诺即成为联合国世界气象组织(WMO)和全球气象、海洋学界的热门研究课题。1984年,WMO制定和实施了一个为期10年(1985—1994)的国际合作研究计划,即“热带海洋和全球大气计划”(简称TOGA计划),该计划主要是针对厄尔尼诺现象进行研究的,其中一个重要的任务是发展和建立一个热带太平洋观测系统。TOGA计划的成功完成,其建立的观测系统及获取的大量观测数据,极大地支持和促进了世界范围的研究

究机构和科学家对厄尔尼诺及其相关气候变化的研究进展,取得了重要的研究成果。在这些研究成果中,包括各国所建立的近 20 多个用来模拟和预测厄尔尼诺的先进完美的海洋—大气耦合数值模式,还有从 20 世纪 80 年代末开始向公众发布的厄尔尼诺业务预测系统。

开展 TOGA 计划以来,尽管对厄尔尼诺的研究已取得丰硕的成果,对它的认识有了长足的进展,但是,厄尔尼诺事件对气候灾害的影响,还是相当复杂多变的。对某一区域而言,不同年份的厄尔尼诺事件也许会造成正好相反的气候灾害(旱或涝)。从统计意义上讲,还有相当的不确定性,厄尔尼诺的发生、发展和演变规律还需要进一步的认识和掌握,对它的研究仍是任重而道远。为此,有必要总结一本专著,全面、深入地介绍已有成果,吸引更多的学者来关心和研究这个问题。例如,巢纪平教授著《厄尔尼诺和南方涛动动力学》,就是国内介绍厄尔尼诺方面的一本优秀著作。美国学者 S. G. Philander 著《厄尔尼诺·拉尼娜·南方涛动》,也是一本有关厄尔尼诺的优秀著作,他对 TOGA 计划前五年(1984—1989)完成的研究成果作了介绍,该书已由余志豪和蒋全荣教授编译出版,其中增加了原书没有列入的中国学者对厄尔尼诺研究的成果。然而,我们注意到,进入 20 世纪 90 年代,出现了异常的厄尔尼诺现象。前期 1991—1995 年连续出现了 3 次厄尔尼诺过程,而 1997—1998 年甚至出现比 1982—1983 年更强的厄尔尼诺,为 20 世纪这 100 年中最强的。厄尔尼诺在全球变暖的基础上,引发了更频繁的全球气候异常和多种气候灾害。另外,巢纪平教授和 S. G. Philander 的著作理论性强,相对而言数理方面也比较高深。因此,还有必要编写一本著作,既及时反映 20 世纪 90 年代以后厄尔尼诺研究的成果,又避免采用艰深的数理方程分析求解手段,仅用文字叙述和丰富的图表资料来深入浅出地介绍厄尔尼诺,使其适应更宽的读者面。这就是编写此书的初衷,也是它与以往已出版的有关著作的不同之处。

本书编写具体分工为：第一章任黎秀、余志豪教授，第二章任黎秀教授，第三章余志豪教授，第四、五、六、七章杨修群教授，第八章向元珍高级工程师，第九章潘守文、余志豪教授，第十章向元珍高工和周琴芳研究员。研究生冒宇晨、刘小英也参加了部分整理工作。全书由余志豪教授作了统一的校阅修改。

在此要感谢国内外的同行们，在书中引用了他们宝贵的研究成果，有的列出了相应的参考文献，还有更多的未予列出。所引内容倘有不妥之处，乃是我们的学识水平所限。同样的原因，书中如有谬误及挂一漏万之处，敬请读者原谅，并欢迎提出批评指正。

余志豪

2001. 8. 31 于南京大学

目 录

前 言	(1)
第一章 厄尔尼诺(El Nino)—圣婴之名称由来	(1)
1 圣婴名称由来	(1)
2 厄尔尼诺的定量标定	(2)
3 ENSO(厄尔尼诺—南方涛动)	(3)
第二章 厄尔尼诺对人类社会的影响	(5)
1 厄尔尼诺与世界气候灾变	(5)
1.1 不该下雨地方下雨	(6)
1.2 该下雨地方不下雨	(7)
1.3 该冷的地方不冷反而变热	(8)
1.4 创气象极值	(8)
2 厄尔尼诺与世界其他灾变	(9)
2.1 厄尔尼诺带来海洋生物和食物链的破坏	(9)
2.2 厄尔尼诺带来饥荒	(10)
2.3 厄尔尼诺带来瘟疫等传染病	(10)
2.4 厄尔尼诺带来空气污染等灾难	(11)
3 厄尔尼诺与中国气候异常	(12)
3.1 厄尔尼诺带来异常暖冬	(12)
3.2 厄尔尼诺与中国夏季北热南凉	(13)
3.3 厄尔尼诺与中国南涝北旱	(14)
4 厄尔尼诺与台风和暴雨	(15)
第三章 厄尔尼诺年谱	(17)
1 按仪器记录排列	(18)

2	按其他方法排列·····	(20)
第四章	厄尔尼诺的监测 ·····	(24)
1	为什么要对厄尔尼诺进行监测·····	(24)
2	热带太平洋观测系统·····	(26)
3	观测数据的分析和利用·····	(32)
4	1997—1998年厄尔尼诺事件的监测·····	(33)
5	观测系统的未来发展·····	(38)
第五章	厄尔尼诺的要素分布及其变化 ·····	(39)
1	厄尔尼诺、南方涛动和 ENSO 循环·····	(40)
2	厄尔尼诺—南方涛动的时间序列·····	(42)
3	厄尔尼诺—南方涛动的时空结构·····	(47)
第六章	厄尔尼诺的生命期及其特征 ·····	(53)
1	热带太平洋的正常季节变化·····	(53)
2	厄尔尼诺的“锁相”性·····	(57)
3	合成的厄尔尼诺·····	(59)
4	20世纪八十年代以来的厄尔尼诺·····	(62)
5	厄尔尼诺的不规则再现性·····	(67)
第七章	厄尔尼诺的发生原理 ·····	(69)
1	热带太平洋大气和海洋的气候平均状态·····	(69)
2	厄尔尼诺形成的皮叶克尼斯假说·····	(75)
3	厄尔尼诺—南方涛动循环的形成机理·····	(84)
3.1	不稳定海气相互作用理论·····	(84)
3.2	“延迟振子”理论·····	(87)
第八章	厄尔尼诺和天气、气候灾害 ·····	(92)
1	台风·····	(93)
2	江淮流域洪涝·····	(97)
3	特大风暴潮灾·····	(104)
4	暖冬和渤海冰情·····	(110)
5	结论·····	(110)

第九章 厄尔尼诺与全球变暖·····	(112)
1 全球变暖成因简述·····	(112)
2 近年来的全球变暖和厄尔尼诺·····	(118)
第十章 厄尔尼诺事件的预测·····	(121)
1 预测方法·····	(121)
2 国际上几种厄尔尼诺事件预测动力学模式·····	(125)
3 中国对厄尔尼诺事件预测的研究和实践·····	(131)
参考文献·····	(140)

第一章 厄尔尼诺(El Nino) —圣婴之名称由来

在人类历史进入到二十世纪的最后几年里,世界各国气候出现了诸多异常现象。如:1997—1998年度,北欧冬季异常寒冷;被称为世界最大热带森林的亚马逊河流域遇到了本世纪最为干旱的一个冬天和夏天;中国1997年夏季南凉北热,1998年夏季华南、江南、西南地区东部和东北西北部相继发生了百年一遇的特大洪水……经许多科学工作者认真研究与分析发现,这些灾害的发生都与“厄尔尼诺(El Nino)”、“拉尼娜(La Nina)”密切相关。由厄尔尼诺造成全球气候异常,导致许多国家自然灾害的频度、强度、影响面及由其造成的生产、经济等方面的损失不断加大的现象,已受到联合国和受灾国家的高度重视。世界气象组织(WMO)1997年8月25日,在瑞士日内瓦会议上发布的新闻公报指出,在造成全球气候异常的3个主要因素中,厄尔尼诺引起的气候异常现象已超过温室气体排放和森林毁坏这两个因素,成为首当其冲的“罪魁祸首”。

1 圣婴名称由来

人类对厄尔尼诺并不陌生,不少人从电视、报刊杂志、广播等各种传媒渠道中知晓了它,随着“1998国际海洋年”的到来,人们更了解了它。厄尔尼诺一词来源于西班牙语“El Nino”的音译,原意为“耶稣之子—圣婴”。它是南美洲秘鲁沿岸的一种海洋现象。最早见之于1891年秘鲁利马地球物理协会主席 Luis Carranza 博士先生在该协会公报上的一份报道,他请人们注意到这样一个事

实:即在 Paita 和 Pacasmayo 港之间观测到和正常洋流相反的自北向南的暖洋流(逆流)。而正常洋流是自南向北的冷洋流。由于这股反向暖洋流,总是在每年的圣诞节后不久就出现,而且还会给当地渔民带来颇丰的渔获量,故被称之为厄尔尼诺(圣婴或上帝之子),意即上帝的恩赐或福音。显然,厄尔尼诺最初是指秘鲁沿岸每年一度的海水自然增暖现象。后来人们发现每隔几年这种增暖现象会异乎寻常的强,逆流(即反向暖流)也异常地往南伸展,同时在秘鲁沿岸一带也伴随着出现极其异常的降水。因此,后来人们将这种每隔几年的南美沿岸海水异常增暖现象特指为厄尔尼诺现象,才使之成为科学术语。可是,这还只是对厄尔尼诺的狭义界定。随着对整个热带太平洋海温变化热状况的了解,人们逐渐发现,每隔几年出现在南美沿岸的海水异常增暖并不是局部现象,而是和赤道中东太平洋大范围的海水增暖过程相联系。所以,厄尔尼诺现象或事件,现在的含义已不再是特指南美沿岸的局部海水增暖现象,而是把它扩展为在赤道中东太平洋更大范围内海水表面温度异常增高现象。

2 厄尔尼诺的定量标定

前述厄尔尼诺一词虽已扩充了当初的含义,但还只是一个定性的概念,即赤道中东太平洋大范围海表温度异常增高现象只是一个定性标准。但究竟在多大范围内海水增温,以及增温达到什么程度才算厄尔尼诺? 这需要一个定量的界定。在第五章中对此有详细说明和规定,并定出一个“厄尔尼诺指数”的定量标准。目前统一的规定,是指赤道上南北纬 5 个纬度(即 $5^{\circ}\text{S}\sim 5^{\circ}\text{N}$) 范围内,经度 $160^{\circ}\text{E}\sim 85^{\circ}\text{W}$ 之间的赤道中东太平洋的海域,作为考察或确定厄尔尼诺的海域。在此海域内对其平均海温再划分 4 个区域作为区域平均。其中第 3 区或称尼诺—3 区,它的平均(时间和空间平均)海表面温度的高低,经常作为确定厄尔尼诺的主要依

据。若是该区域海温持续(3~6个月以上)地比该区多年平均海温值高出 1°C 以上,或者该区域海温正距平值高于 1°C 时,则确定为厄尔尼诺,并把此距平值称作“尼诺指数”。为什么要正距平值达到 1°C 以上时,才定为厄尔尼诺?这主要是海温增暖到此等程度时,才会出现比较明显的对人类有影响的气候异常。因为,按大气海洋的密度和比热值可知,单位面积 100m 深的海水每升温 1°C ,大致可使整个大气柱(单位面积)气温升高约 6°C ,从而产生热力驱动的大气环流异常和气候异常的显著影响。

赤道中东太平洋海域或尼诺—3区的海温既可出现正距平,当然也可产生负距平,而负距平时表明赤道中东太平洋海域的平均海温,应当比多年平均值要低。这正好跟厄尔尼诺现象相反,故负距平又可称为“反厄尔尼诺”现象,而当初对此却称作拉尼娜(La Nina),即上帝的女儿之意,她与厄尔尼诺似乎成为一对金童玉女了。拉尼娜时期不仅赤道中东太平洋海温发生负距平,而且在秘鲁沿岸非但没有自北向南的反向暖流,反而是正常的自南向北的冷流变得更强、更冷。若将厄尔尼诺和拉尼娜现象按出现时间先后连贯起来,它表明尼诺—3区的平均海温随着时间的迁移,是在正距平和负距平之间起伏变化(振荡)的。于是人们采用“波动振荡位相”的概念,把正距平时段的厄尔尼诺称作海温时变的“暖位相”阶段,负距平时段的拉尼娜称作“冷位相”阶段。

3 ENSO(厄尔尼诺—南方涛动)

在第五章中还将进一步介绍,海洋中的厄尔尼诺—拉尼娜现象总是伴随着尼诺3区海温或赤道中东太平洋海域附近海平面大气压呈“变低—变高”上下波动现象出现,而后者在气象学中称作南方涛动(Southern Oscillation)。用海—气相互作用观点来分析,厄尔尼诺和南方涛动其实是自然界中同一物理现象在两个方面的表现,体现在海洋中即为厄尔尼诺现象,反映在大气中即为南

方涛动现象。所以,在自然界中这两种现象总是形影不离相伴出现的。将厄尔尼诺和南方涛动两个词合成一个新词 ENSO(即厄尔尼诺/南方涛动的英文缩写),即把厄尔尼诺的含义从海洋现象扩大到了“大气—海洋耦合系统”中,赋有了更广义的内涵。在这样一个新词概念框架下,厄尔尼诺—拉尼娜只是 ENSO 的海洋分量,南方涛动则是 ENSO 的大气分量。

从 100 多年前发现南美秘鲁沿岸异常的反向暖洋流现象,引入了厄尔尼诺—拉尼娜称谓。之后,将此现象扩大到了赤道中东太平洋广大海域的海温升高增暖和降低变冷,并给出定量指标即“尼诺指数”,建立了对应的暖、冷位相概念。最终,又把此现象扩大到了大气中,称之为 ENSO。这一系列称谓的不断演变及其含义的相应扩展,反映了人们对厄尔尼诺现象或问题的认识、了解在逐步的扩大和深入,这是科学研究发展的必然结果。但是也应当指出,当初此现象出现带给小范围颇丰渔获量的益处,如今从更大的范围或全球性的气候灾害来考察,厄尔尼诺—拉尼娜的称谓已几乎失去了“上帝恩赐”福音的原意,而是成为全球性气候异常或灾害的不祥征兆了,也就是厄尔尼诺—拉尼娜由原先的赞誉褒意已转为给人类添麻烦的贬意了!

第二章 厄尔尼诺对人类社会的影响

随着对厄尔尼诺不断地监测、分析和研究,发现它已远不是南美秘鲁沿岸小范围的海水变暖及引起当地降水猛增的局部现象,而是由它可引起全球尺度的气候异常或年际变化。因而它几乎可作为全球气候变异并对人类社会造成巨大影响的征兆、强信号和源头之一。一般说来,厄尔尼诺造成的气候异常,在低纬度热带地区比较明显,也就是厄尔尼诺与该期间热带地区气候异常的相关性程度较高。在中、高纬度非热带地区,由于那里的气候异常还有其他的成因,因此与厄尔尼诺的相关性不高。历史上的每一次厄尔尼诺事件,在全球范围内造成的气候异常分布,基本上是大同小异的。如旱涝区或冷暖区的分布状况,都比较固定有规律。相反,历史上的每一次拉尼娜事件,它所引起的气候异常,在全球分布的状况,重复性很差,很难大致相同。本章主要以 20 世纪最强的一次厄尔尼诺事件,即 1997—1998 年的厄尔尼诺事件所引起的全球气候异常或灾害为具体例子,来说明对人类社会的影响。其中,许多内容都是根据当时媒体报导的材料综合而成的。

1 厄尔尼诺与世界气候灾变

据资料记载,自 1864—1998 年的 100 多年间,共发生了 31 次厄尔尼诺事件。人们记忆犹新的 1997—1998 年这次厄尔尼诺事件,被世界公认为本世纪中气候异常最严重的一次,创一百多年来最高记录。厄尔尼诺引发的世界气候灾变,具体说来就是打乱亚洲的季风规律,给亚洲一些地区带来飓风和暴雨,使南

美洲、南非、澳大利亚等地区和国家造成暴雨或干旱等灾害性天气。即在一些不该下雨的干旱气候控制的沙漠地区下了过多的雨,并暴发洪涝灾害;而原本多雨的湿润气候带控制的区域却出现降水量大减或严重干旱现象,甚至引起高纬度部分国家出现异常灾害性天气,以及由异常气候引发的各种自然灾害发生。

1.1 不该下雨的地方下雨

地球上一些常年不下雨的沙漠或干旱地区,在1997年度的强厄尔尼诺现象中,遇到了暴雨和洪水的袭击,直接影响了人们的日常活动、生活,并使许多人无家可归。如南美的智利、秘鲁、厄瓜多尔等太平洋东岸国家,厄尔尼诺在仅6个月时间里就向那里的沙漠地区倾泻了2500多毫米的超常降雨,使这块原来寸草不生的不毛之地成了湖泊密布的草原,并长满了鲜花;美国加州西南地区洛杉矶海滨,在1997年12月5日这天出现了入冬以来首场大暴雨(图2.1),第二天12月6日,在美国加州南部海岸带暴雨成灾,洪水至膝,阻碍了交通,许多人只能在警察的帮助下离开住地(图2.2)。东非索马里在1997年11月至12月受一个多月暴雨侵扰,

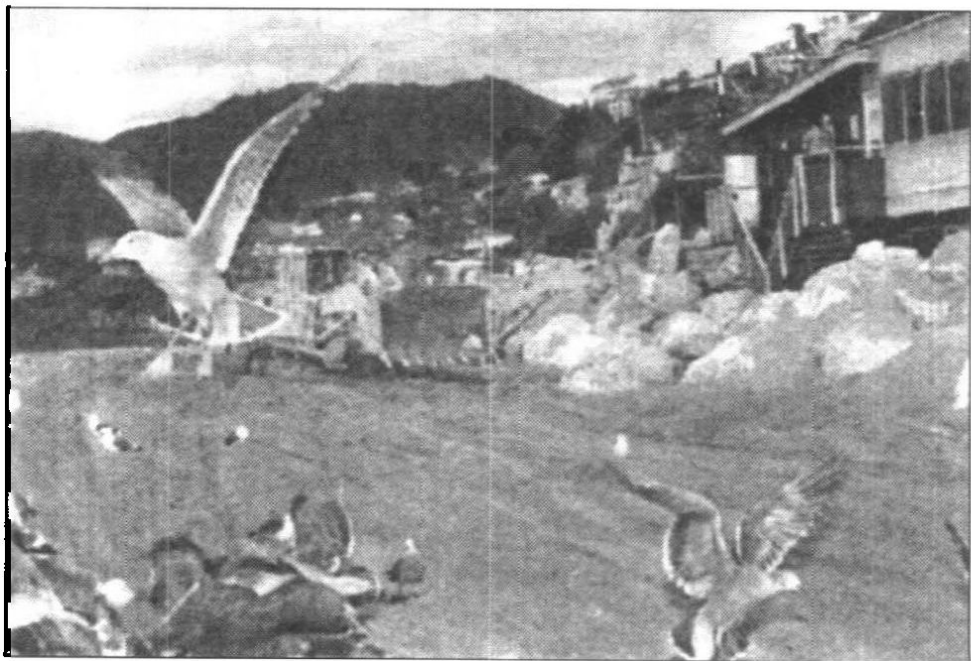


图 2.1 厄尔尼诺给美国加州及西部地区带来入冬首场暴雨(1997.12.5)

而成为东非受洪灾肆虐最重的国家,造成 1400 多人死亡、23 万人无家可归、6 万公顷良田被淹和 2.1 万头牲畜死亡的惨景,与其毗邻的埃塞俄比亚、乌干达等国家也相继受这场洪水侵扰。

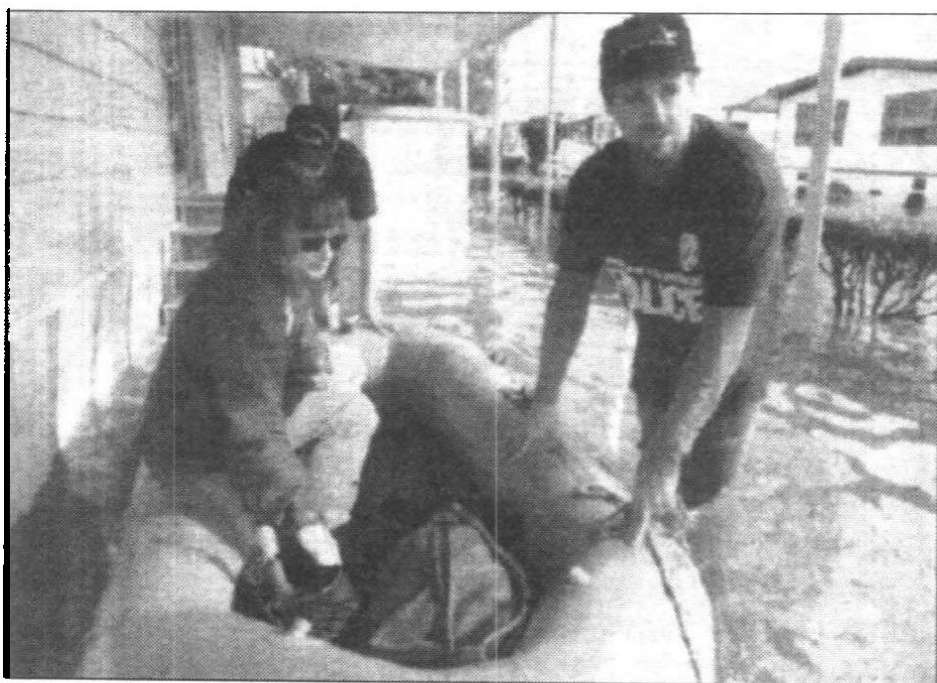


图 2.2 美国加州南部海岸地区受厄尔尼诺带来的暴雨袭击(1997. 12. 6)

1.2 该下雨的地方不下雨

分布于赤道西太平洋的印度尼西亚、巴布亚新几内亚和澳大利亚东北部地区,赤道带附近的赞比亚、马拉维、莫桑比克、博茨瓦纳、津巴布韦等南非诸多国家,以及一些降水十分丰富的热带雨林地区,在厄尔尼诺现象暴发时,均不同程度地出现降水显著减少的严重干旱气候,并带来一定灾害。如印度尼西亚是个雨量充沛、森林密布、热带雨林气候控制的岛国,其年均雨量为 2000mm~4000mm 之间。受 1997 年度厄尔尼诺影响,往年 9 月前后开始的雨季推迟 3 个月才姗姗而来,造成印度尼西亚发生严重干旱缺水,使该国在 1997 年 7 月底至 10 月的两个多月时间里,发生了一场举世关注的森林大火。厄尔尼诺形成的持续干旱无雨天气,使大火一发而不可收拾。烧毁森林约 144 万亩,估计损失高达 1250 万美元。

1.3 该冷的地方不冷反而变热

1997—1998 年度发生的强厄尔尼诺现象,使靠近地中海区域的国家和东欧地区以及亚洲一些国家,一向比较凉爽舒适的气候变得热浪滚滚。如欧洲南部的阿尔巴尼亚、意大利、希腊等国,在 1998 年 7 月上旬的高温热浪中,使不少人丧生。尤其是意大利西西里岛上锡拉库萨的气温一度达到 46.6°C ,这也是意大利境内出现的最高气温。东欧的罗马尼亚、保加利亚、南斯拉夫、波黑等国家,遭到数十年来最为严重的热浪袭击,气温普遍超过 40°C ,造成一些人因酷热死亡和中暑,医院和医疗急救中心人满为患。匈牙利首都布达佩斯电车输电线因高温严重变形,全市电车被迫停止运行。乌克兰的气温达到 1930 年以来的最高水平,甚至一些东欧国家商店的空调和电风扇被抢购一空。俄罗斯首都莫斯科 6 月份平均气温常年仅 16.8°C ,1998 年 6 月 15 日最高气温高达 34.7°C ,而俄罗斯的伏尔加地区则日最高气温达 40°C ,创历史最高纪录。亚洲的土耳其、塞浦路斯,日最高气温分别为 40°C 以上和 43°C 。日本最热地方气温则为 40.3°C ,比正常年份高出 10°C 以上。

1.4 创气象极值

据新华社报道,1998 年 12 月 13 日,墨西哥西部发生了自 1881 年 2 月 8 日至今 118 年来最严重的暴风雪,大部分地区积雪达 40cm,给人们的日常生活带来了不便。俄罗斯的莫斯科市,在 1997 年 12 月 15 日夜受寒流袭击,气温降至 -33°C ,打破了保持 115 年的同期最低气温 -26.5°C 的记录,是俄罗斯自有气象记录以来气温最低的一夜。同日,莫斯科州气温降至 -38°C ,比 1902 年同期 -28°C 最低气温还低 10°C ,为 20 世纪之最。与此同时,在俄罗斯的阿尔汉格尔斯克,最低气温达 -42°C 。在北部的科米斯共和国为 -45°C 。而南非按常规在刚入夏的 9 月份,最热不过 25°C ,但 1997 年受强厄尔尼诺影响后,全国大部地区在 9 月 27~30 日 4 天内温度都超过 30°C ,比勒陀利亚市 9 月 29 日气温高达 35.2°C ,为 13 年来所少见,27 日,北开普和姆布朗加两省最高气温达 40°C ,创历