



地球危机

中国的应对

主 编◎雷仕湛 屈 炜

副主编◎俞伟国 丁宇军 李沙沙



地球危机

中国的应对

主 编◎雷仕湛 屈 炜

副主编◎俞伟国 丁宇军 李沙沙

图书在版编目(CIP)数据

地球危机:中国的应对/雷仕湛,屈炜主编. —上海:复旦大学出版社, 2021.7
ISBN 978-7-309-15653-9

I. ①地… II. ①雷… ②屈… III. ①全球环境-对策-研究-中国 IV. ①X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 085408 号

地球危机:中国的应对
雷仕湛 屈 炜 主编
责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路 579 号 邮编: 200433
网址: fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com
门市零售: 86-21-65102580 团体订购: 86-21-65104505
出版部电话: 86-21-65642845
上海四维数字图文有限公司

开本 787×960 1/16 印张 20 字数 297 千
2021 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-15653-9/X·36
定价: 55.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司出版部调换。
版权所有 侵权必究

序 言

近些年来,一些学者包括著名科学家,在议论地球面临的两件大事,一件是第六次全球生物大灭绝已经在路上,另一件是人类在探索移民到新星球去生活的技术可能性,以使人类文明得以长久延续。至于这两件事发生的原因,普遍认为主要是地球现在出现了危机,即气候危机、水资源危机、食物危机、能源危机和小天体撞击威胁等。显然,生物、人类的生存需要适宜的气候条件,需要水、食物和能源,这些条件如果得不到满足,生存当然就会受影响,或者自然消亡,或者迁徙到别的地区乃至其他星球。但是,分析地球先前出现的生物大灭绝原因,以及现在地球出现危机的原因,我们会发现采取适当的对应措施,境况或许会有转变,第六次全球生物大灭绝可以避免,人类也不必移民到其他星球。

我们知道,5亿年来地球上的生物先后经历了许多次劫难,其中大规模的有5次,学术上称为5次大灭绝事件,它们分别是4.4亿年前的奥陶纪大灭绝,损失了85%的物种;3.65亿年前的泥盆纪大灭绝,所有海洋生物灭绝;2.5亿年前的二叠纪大灭绝,95%的物种消失;2亿年前的三叠纪大灭绝,大部分爬行动物灭绝;6500万年前的白垩纪大灭绝,让称雄地球1亿年之久的恐龙全部消失。灭绝的原因主要是天灾,如小天体撞击地球、火山频繁爆发、地球板块下沉或剧烈碰撞等。而如今地球出现的危机主要是人为因素,如人类生产和生活排放的大量温室气体导致气候变暖,影响生物多样性和农业、



渔业以及畜牧业生产；排放的大量有毒物质污染了环境和水源，导致水资源短缺，也让农业生产蒙受影响而导致食物短缺。我们这本书比较详细地介绍了出现的危机和产生的原因。既然是人为因素，通过加强管理，制止人类对大自然的贪婪索取行为和危害行为，就可以消除地球危机或者减轻危机程度。

这本书让我们知道和了解地球出现的危机，以及其发生原因和应对办法。希望读过这本书以后，我们会自觉爱护地球，约束我们的行为，并且积极参与到应对地球危机的行动中来。

联合国有关组织、各国政府和科学家在积极行动，应对地球的危机。利用先进的科学技术，加上齐心协力，我们从现在开始保护地球，那么第六次全球生物大灭绝和地球危机必能避免。地球将会永远是我们的家园，可以长居的幸福家园！

中国科学院院士

2021年5月

前 言

近些年来,地球出现的问题(危机)越来越明显:降水异常、气温升高、气候反常。由此引起一系列问题,例如海平面上升、生态环境恶化、农业生产萎缩、人类健康状况变坏等。

预计到2025年,全球将会有10多亿人口面临水资源短缺问题。据联合国教科文组织统计,非洲因水资源缺乏每年直接致使6000人死亡,约有3亿非洲人口因缺水过着贫苦生活。据世界银行预计,到2025年将有36个国家大约14亿人口因粮食短缺而挨饿。同样,金属矿物、能源资源等也出现缺乏。此外,地球还可能遭受近地小行星撞击,那将给世界带来毁灭性的灾难。

这些问题正在影响人类的生活、生产乃至生命安全,已经引起联合国有关组织、各国政府的重视,他们正积极组织力量进行应对。

出现这些问题的原因有自然因素和人为因素两种,尤其是人为因素——人类的责任更大。为了引起大众的关注,并积极参与到应对危机的行动中来,我们总结了地球4个问题,探讨了发生的原因以及可采取的应对办法等,并整理、分析写成了这本书。我们人为,如果人类能积极努力,团结应对,将成为破除危机的重要力量,地球还会是我们的幸福家园。

在本书编写过程中得到了多方面的支持和帮助,薛慧彬、沈力等提供了





宝贵资料,王晓峰、石江波等绘制了其中一些图表,使本书能够得以顺利出版,在此对他们表示真诚感谢!

作者

2021年6月30日

目 录

 第一章 气候变化	001
一、全球气候变化	001
二、气候变化的危害	012
三、气候变化的根源	049
四、气候监测	064
五、应对全球气候变化	078
 第二章 食物危机	095
一、粮食危机	095
二、渔业资源危机	120
三、生物多样性危机	128
四、食物安全性危机	139



第三章 资源危机	149
一、可用水资源危机	149
二、矿产资源危机	185
三、能源矿产资源危机	210
四、人口资源危机	252
第四章 小天体撞击	275
一、危机的存在	275
二、威胁评估	281
三、居安思危	285
参考资料	308



第一章

气候变化

全球气候变化不仅仅是现实“挑战”，未来更可能成为“末日威胁”！

受气候变暖的影响，全球暴雨飓风、高温热浪此起彼伏，层出不穷；洪灾、旱灾发生频率加快。20世纪80年代初期，全球平均每年发生自然灾害为120起，而现在一年发生的数量已增至500起。1985~1994年，全球平均每年受灾人口数量为1.74亿，而1995~2004年，平均每年受灾人口则增至2.54亿。自然灾害使农业生产受损失，粮食短缺，物种绝灭数量增加，世界面临饥荒和物资匮乏的威胁。

一 全球气候变化

气候是人类赖以生存的自然环境的重要组成部分，是指某一地区在某一段时期内(月、季、年、数年到数百年及以上)的气象要素(如温度、雨水、风等)和天气过程的平均或统计状况，它通常由某一时期的平均值和距此平均值的离差值(距平值)来表征。气候变化就是指气候平均状态和离差两者中的一个或者多个一起出现统计意义上的显著变化。近年来，全球气候变化的显著特点是气温持续升高、气候反常频发，由此而引起一系列问题，例如海平面上升、一些地区旱涝频率增加、自然灾害加重、生态环境恶化以及人类健康状况变坏等。



(一) 气温持续升高

近百余年来,全球平均气温呈上升趋势。自 1860 年以来,全球平均气温升高了 $(0.6 \pm 0.2)^\circ\text{C}$,北半球气温上升趋势更加明显,增温达 1°C 以上,如图 1-1-1 所示。自 1880 年以来,全球平均气温最高纪录出现在 2016 年,排在高位二、三位的年份分别是 2017 年和 2015 年。2018 年是自 1880 年有全球平均气温纪录以来气温最高的年份。2018 年的全球平均气温比 1951~1980 年的平均气温高 0.83°C ,这一数据是根据全球 6 300 个气象站测量的结果得出的。这些气象站持续测量了包括南极大陆在内的地表气温,同时也通过浮标和船舶测量了海面气温。从 20 世纪 80 年代以来增温最为迅速,上升幅度为 $1.5\sim 4.5^\circ\text{C}$ 。如果按最大上升幅度计算,21 世纪末地球的平均气温将接近 2.5 亿年前的气温,地球上 90% 以上的动植物会灭绝。

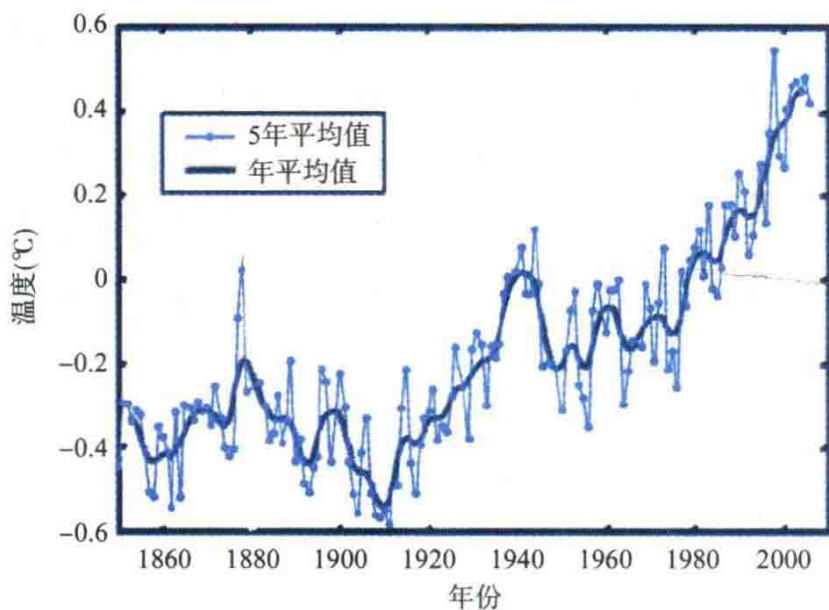


图 1-1-1 全球气温变化趋势曲线

在地球漫长的 46 亿年历史演变中,曾有过 5 次生物灭绝事件。有关科学家指出,目前地球已进入第六次生物灭绝期,几乎每 1 分钟就有一个物种灭绝。现有 1/4 的哺乳类动物、1/8 的鸟类、1/3 的两栖类动物濒临绝种,生物物种的死亡率快于自然死亡速度 1 000 倍。造成生物集体灭亡的可能原因有很多,目前仍未有完全定论。但是气温继续上升,地球上大片地区将不再宜居,将会加速第六次生物灭绝的速度。



不同季节气温上升幅度不同,冬季增幅高(大约增加 0.8°C)。例如,近51年来,西秦岭地区,冬季增温最显著,气温变化倾向率为 $0.39^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;其次为春季与秋季,为 $0.22^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;夏季增温较小,为 $0.18^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。不同国家、地区的气温增幅也不同,北极地区正出现最强烈的变暖趋势,冰盖消失导致海平面的上升。南非当前的升温速率高于世界上大多数国家。到2050年,南非沿海地区的温度将升高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$,内陆将升温 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。

我国近一个世纪以来,年平均气温上升趋势明显,变暖幅度约为 1.3°C ,增温倾向率达 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。温度变化也具有比较明显的季节差异。冬季增温最明显,增温倾向率为 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$;而夏季气温实际则以 $0.23^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的倾向率降温;春、秋季气温也趋于增高,但幅度相对较小,分别为 $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 和 $0.2^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。中国不同地区增温幅度和增温速率也不同。增温幅度随纬度自南向北递增,尤其是长江以北地区的增温幅度均在 0.5°C 以上;西北、华北及东北冬季气温上升 1.0°C 以上,其中东北北部、新疆北部、黄河中下游升温幅度达 2.0°C 以上。由西北地区171个气象站记录的年平均气温对比分析显示,1987~2003年的年平均气温比1961~1986年平均升高 0.7°C ,升高幅度为 $0.6\sim 2.4^{\circ}\text{C}$,增温幅度明显高于20世纪后期,全国年平均增温幅度为 0.35°C 。气温升高最明显地区在北疆西北部、准噶尔盆地、柴达木盆地,这些地方的年平均气温升高了 $1.0\sim 1.3^{\circ}\text{C}$;其次是西北区东部和青海高原其余地方,升高 $0.6\sim 1.0^{\circ}\text{C}$;塔里木盆地和天山西段是升高幅度最小的地方,大多升高 $0.2\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。

长江上游受季风气候影响,是气候脆弱地区,年平均气温呈现上升趋势,倾向率为 $0.195^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,如图1-1-2所示。多年平均气温最高的地区集中在长江上游的南部和东部。

虽然全球冬季气温升高并不是很多,但关键问题是气温升高的速度,而非气候变暖的绝对值。在几百年或1千年里,如果气温上升几度,对商业、农业和基础设施不会造成重大威胁。然而,集中在一个世纪之内的全球气候变暖,便将造成严重的人类与生物适应性问题,特别是对于一般在几十万年或几千万年的历程中缓慢进化的生态系统而言,气候变暖将使地球上所有物种面临适应性挑战。数据表明,21世纪气候变化的速度与严重性将达到人类

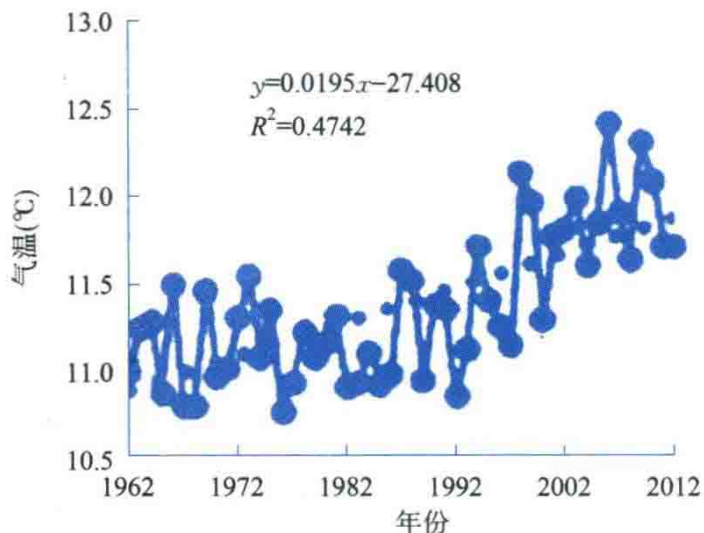


图 1-1-2 长江上游多年平均气温变化

从未经历的程度,会给这个星球上的所有物种造成严峻的适应性挑战。

如果缺少有效的缓解与适应对策,全球气候快速变暖会给所有国家造成明显的地缘政治风险,加剧国家的脆弱性及国家间的关系紧张,甚至危及某些国家人民的生存。

(二) 气候异常

近年来世界许多地区的气候出现异常。一些地区夏天不热,甚至降雪;而冬天不冷,甚至高温;一些地区冬天异常寒冷,暴风雪连连;抑或暴雨成灾、洪水泛滥;干旱严重、土地干裂,庄稼枯萎。

1. 气温异常

正常情况下,不管在北半球或者南半球,气候大致是,冬天气温低,河流、海面结冰,下雪;夏天气温高,雨水充沛、适量。这是人类长期生活见证的气候规律。

然而,1980年夏天,中国三大火炉(南京、武汉、重庆)出现“凉夏”的反常天气,打破近百年来夏季气温的低温纪录;广州市在1997年的6月中旬至9月上旬,除8月底出现闷热外,其余大部分时间的气温均比常年同期低。尤其是6月中旬,凉风习习,平均气温比常年偏低 2.6°C ,其中6月17日最低气温 21.8°C 。

2004年7月,欧洲许多地区正在受高温天气困扰时,而德国却遭遇了反季节的严寒天气,巴伐利亚山区上演了7月飞雪奇观。在7月11日,该地区



的暴风雨突然转变成了大雪,德国海拔最高的山峰变成了雪山,降雪量达到 10 cm,气温也急剧下降(图 1-1-3)。



图 1-1-3 德国上演 7 月飞雪奇观

2018 年,日本初冬大部分地区出现异常高温。12 月初,东京正常气温在 10°C 左右,但这一年出现超过 26°C 以上的温度,最高达到 26.5°C 。岛根和福冈以北地区的气温也达到 25°C 。

1989 年冬,罗马尼亚各地的气温都不高,布加勒斯特市最高气温也不超过 0°C 。但 12 月 14 日之后,气温便由零度骤升至 20°C 以上,创近四五十年来气温的最高纪录。

1994 年,欧洲各地出现暖冬,暴雨连绵,洪水泛滥。德国、比利时、荷兰等国许多地方一片汪洋;这一年,北美东部地区也出现持续数周的暖冬,本来的严冬大雪天气被暴雨打断,加利福尼亚州不断受到暴雨的侵袭。

伊拉克冬季气温通常为平均 13°C ,最低气温也就 0°C ;希腊全年气温变化不大,冬季气温在 $6\sim 13^{\circ}\text{C}$ 之间。然而,2008 年 1 月份,伊拉克和希腊经历了特大暴风雪(图 1-1-4)。位于热带的越南北部地区,1 月份的气温通常也不低,然而,在这一年气温降低至 -2.2°C ,而且寒冷时间延长;往年冬季风和日丽的西班牙,也遭遇了 40 年未见的严冬;在波兰通常 12 月下旬才会出现 -10°C 的低温天气,但在这年 11 月中旬许多地区的平均气温却已降到 -22°C ,造成 20 多人死亡。



图 1-1-4 2008 年初暴风雪袭击了气候温暖的雅典

此外,四季的开始时间以及长短也发生了变化。河南在 1957~2009 年,春、秋季开始时间呈提前趋势,每 10 年分别提前 1.8 天和 0.9 天;而夏、冬季开始时间呈推后趋势,每 10 年分别推后 0.8 天和 0.4 天。春、秋季延续时间在变长,夏、冬季延续时间在缩短。春季每 10 年延长了 2.7 天,冬季每 10 年缩短了 2.8 天。

冬季气温变化规律也发生变化,在我国长江中下游一些地区,通常冬季 12 月至次年 2 月的平均气温值先降后升,但 2013~2014 年冬季却与之相反,先升后降;2014 年 12 月到 2015 年 1 月,又出现了类似的反常现象。

2. 降雨异常

以干燥的草原气候和沙漠气候为主的西亚,出现反常的大雨天气。1996 年上半年,阿拉伯联合酋长国的雨季降水为 30 年来最强,几个月的大雨,迫使学校停课,国际体育赛事中断;迪拜进入雨季以来,降水达 352 mm,至少是常年的 4 倍以上;科威特的降雨量前所未有的,1996 年 3 月 22 日晚上 1 小时的降雨量达 4 mm,为其全年降雨量的 10%;伊朗在 3 月下旬和 7 月发生两次洪水,导致数十人死亡;这年的 4 月中、下旬,阿富汗发生了几十年未遇的特大洪水,全国大约有 1/4 的地区受灾,至少有 100 人丧生,70 多人失踪;也门



中部和东部在这年6月中旬出现罕见的连续倾盆大雨,造成30年来最严重的洪水,300多人死亡,100多人失踪,300多万人的生活受到严重影响;一直被干旱蹂躏的津巴布韦,在这年的1月中旬也受到洪水的袭击,一些道路、房屋及谷物被洪水冲毁。印度、孟加拉国、尼泊尔和巴基斯坦也发生严重洪水灾害。印度共有1152人在水患中丧生,孟加拉国有691人死于洪水,尼泊尔和巴基斯坦分别有124人和5人死亡。

我国广东省常年10月份的强降雨主要由台风环流和北方冷空气相遇所形成,极少出现强烈的锋面降雨。1997年10月上、中旬,降水量异常偏多,大部分地区雨量比常年同期增多2~5成,其中粤北和肇庆市增多1~3倍,中旬大部分地区增多2~8成,其中广州、南海、新会、封开、肇庆增多2~5倍;广州市区仅在10月14日这一天,降雨量就达64.3 mm,仲秋出现如此强烈的锋面降雨,在历史上也是罕见的。

3. 极端气候事件频发

极端气候事件是气候反常的集中表现,是指某一特定时期内发生在统计分布之外的罕见气候变化,通常分布在统计曲线两侧10%的范围内,具有破坏性大、突发性强和难以准确预测等特点。随着全球气温升高,在某些地区,极端高温、干旱和大雨出现的概率大幅度上升。20世纪50~80年代,高温热浪天气出现的概率低于1/300,而现在则已接近1/10。

20世纪中叶以来,特大干旱、持续性强降雨、超强台风、强寒潮、区域性高温热浪等极端气候事件,造成了巨大的经济损失。近50年来,每年许多地区都频发极端气候事件。

(1) 突发暴雨 气温每升高1℃将导致大气中的含水量约增加7%。因此,如果气温持续上升,将会导致大气中水分不断增加,区域性和局地的极端气候将增多,出现强降雨、干旱和洪涝等自然灾害。

据日本气象厅(JMA)报告,由于气候变化的影响,极端强降雨天气(雨强达到50~100 mm/h降雨)呈现了逐年增长趋势。中国的气象部门监测结果显示,中国北部和西部以及沿海地区的降雨量将会增加,长江、黄河等流域的洪水爆发频率会更高,东南沿海地区台风暴雨天气将更为频繁。在全球变暖的大背景下,中国极端气候事件均呈现不同的时空演变特征。



2017年8月1~14日,非洲塞拉利昂遭遇强降水袭击,累计降水量1459.2 mm,超过历史同期4倍以上,首都弗里敦及周边地区因强降雨引发洪水和泥石流灾害,造成500余人死亡,超过2000人无家可归。

1998年这年的1月上旬,美国西北部也发生了近30多年来罕见的洪水灾害,2万多人逃离家园。亚洲的越南、柬埔寨和泰国遭受罕见的大暴雨袭击,导致湄公河流域洪水泛滥,发生大面积洪灾;在南亚地区,印度、尼泊尔、巴基斯坦、孟加拉国、阿富汗等国也遭受不同程度的洪涝灾害。

1998年,中国南方地区连续出现大范围的暴雨,长江流域暴雨过程连绵不断,长江干流先后出现8次洪峰,发生了继1954年来又一次全流域性的洪涝灾害;东北地区的嫩江、松花江流域雨季来得早,暴雨多,不少地区6~8月降水量超过了常年的全年降水量,引起江河水位上涨,出现了该地区有纪录以来的最大洪水。

(2) 超常高温热浪 中国一般把日最高气温达到或超过 35°C 称为高温天气,连续数天(3天以上)的高温天气过程称为高温热浪(或高温酷暑)。近年来,包括中国在内,热浪几乎席卷了整个北半球,亚洲、欧洲、北美洲和非洲北部同时出现了极端高温天气,一些地区仿佛跌进了火炉。气候变暖将进一步导致极端气温出现的概率上升,预测结果表明,2018~2022年,出现异常高气候的概率为58%。

2011年6月,美国东部地区经历了异常高温天气,2/3的地区遭遇高温热浪,而且大部分地区持续到了8月份,有78个观测站显示的最高气温打破纪录,209个观测站显示的下限最低气温也打破纪录。

南亚地区的印度、巴基斯坦、孟加拉国和尼泊尔部分地区,在2005年最高气温达 $45\sim 50^{\circ}\text{C}$,新德里和安拉阿巴德的最高气温分别达到 42.0°C 和 46.1°C ,创历史新纪录;巴基斯坦南部出现 51.6°C 的极端高温,创下了1929年以来的新纪录,高温热浪造成巴基斯坦许多人因曝晒而猝死街头。日本也遭受高温热浪袭击,极端最高温度达 40.9°C ,创下了日本新的最高气温纪录。

欧洲90%的人口居住在北纬 $40\sim 56^{\circ}$ 之间,夏季时间短,而且相对凉爽,但同样也经历罕见的高温干旱天气,很多国家均出现了打破历史纪录的高温天气,最高气温普遍超过 40°C 。其中,意大利最高气温高达 45°C ;希腊接连