



江苏省金陵科技著作出版基金

远古生命的探索

# 远古的灾难

——生物大灭绝

主编

戎嘉余院士

编著

许汉奎

冯伟民

傅强

The Catastrophes of Prehistoric Life  
——Mass Extinction

江苏凤凰科学技术出版社

远古生命的探索

戎嘉余院士 主编

# 远古的灾难

—— 生物大灭绝

The Catastrophes of Prehistoric Life

—— Mass Extinction

许汉奎 冯伟民 傅强 编著



江苏凤凰科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

远古的灾难：生物大灭绝 / 戎嘉余主编；许汉奎，冯伟民，傅强编著. —南京：江苏凤凰科学技术出版社，2014. 12

(远古生命的探索)

ISBN 978 - 7 - 5537 - 0657 - 3

I. ①远… II. ①戎…②许…③冯…④傅… III. ①古生物学—研究 IV. ①Q91

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第026594号

远古生命的探索

远古的灾难——生物大灭绝

---

主 编	戎嘉余
编 著	许汉奎 冯伟民 傅 强
责任编辑	陈 静
责任校对	郝慧华
责任监制	刘 钧

---

出版发行	凤凰出版传媒股份有限公司 江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址	南京市湖南路1号A楼，邮编：210009
出版社网址	<a href="http://www.pspress.cn">http://www.pspress.cn</a>
经 销	凤凰出版传媒股份有限公司
制 版	南京紫藤制版印务中心
印 刷	南京精艺印刷有限公司

---

开 本	718 mm×1 000 mm 1/16
印 张	8.25
字 数	160 000
版 次	2014年12月第1版
印 次	2014年12月第1次印刷

---

标准书号	ISBN 978 - 7 - 5537 - 0657 - 3
定 价	38.00元

---

图书如有印装质量问题，可随时向我社出版科调换。



## 丛书编委会

主任 戎嘉余

副主任 王向东

编委 杨群 朱怀诚 王海峰 沈树忠

詹仁斌 潘华璋 邓占球



## 致读者

社会主义的根本任务是发展生产力，而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代，科学技术的进步已成为经济发展、社会进步和国家富强的决定因素，也是实现我国社会主义现代化关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步、推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科教兴省”的决定，江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、江苏省委宣传部、江苏省科学技术厅（原江苏省科学技术委员会）、江苏省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下，经江苏省人民政府批准，由江苏省科学技术厅、凤凰出版传媒集团（原江苏出版总社）和江苏科学技术出版社共同筹集，于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”，用于资助自然科学范围内符合条件的优秀科技著作的出版。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的持续运作，能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件，并通过出版工作这一平台，落实“科教兴省”战略，充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，为建设更高水平的全面小康社会，为江苏的“两个率先”宏伟目标早日实现，促进科技出版事业的发展，促进经济社会的进步与繁荣作出贡献。建立出版基金是社会主义出版工作在改革发展中新的发展机制和新的模式，期待得到各方面的热情扶持，更希望通过多种途径不断扩大。我们也将实践中不断总结经验，使基金工作逐步完善，让更多优秀科技著作的出版能得到基金的支持和帮助。

这批获得江苏省金陵科技著作出版基金资助的科技著作，还得到了参加项目评审工作的专家、学者的大力支持。对他们的辛勤工作，在此一并表示衷心感谢！

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

# 给科普工作插上翅膀



周志名

科学普及工作越来越受到政府和全社会的重视，这一点是不容置疑的。《中华人民共和国科学技术普及法》的颁布和实施，使得科普工作有法可依，《全民科学素质行动计划纲要》的颁布，使得科普工作的目标和实施步骤更加明确。随着时代的不断进步，我国科普工作的内涵得到了进一步拓展，同时对科普工作也有了更高的要求，我国的科普工作已经进入一个新的发展时期。

科普工作很重要的方面是要提高全民的科学素养，这就要求科普工作在向广大群众普及科学和技术知识的同时，大力弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法。在科学技术日益发达的今天，公众的科学素养已经是世界上许多国家都非常重视的问题。对个人来说，它关系到每个人在现代社会中的发展和生存质量；对国家而言，提高公民科学素养对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会，都具有十分重要的意义。

科普工作不是某些个人和团体的自发和业余行为，而是国家政府的事业和全社会的工程，需要政府积极引导、社会广泛参与、市场有效推动，同时还需要一支专业化的科学普及队伍。

科学普及和科学研究两者是互补的，缺一不可。科学研究工作是在科学技术的前沿不断探索突破，科学普及是让全社会尽快地理解和运用科学研究的成果。没有科学研究，将无所普及；没有广泛的普及，科学研究将失去其根本意义，科学研究也将得不到社会的最广泛支持和认同。科学家的主要工作当然是进行科学研究，但是科学家也有义务进行科普工作，促进公众对科学的理解，要充分认识到与公众交流的重要性。科学家应该愿意并且善于和媒体及公众进行沟通和交流，主动积极地把自己的科学见解和科学发明，以及科学上存在的问题告诉广大的群众。同时，公众有权利了解科学的真相，并以各种形式参与到科普行动之中，分享科学研究的成果，掌握科学的方法，理解科学所能给人类带来



的各种影响。

科普工作需要科学界和传媒界之间增强交流合作。大众传媒如广播、电视、新闻报刊、出版、网络媒体等，是今天面向社会公众的主要科普渠道。在以网络为代表的现代传媒飞速发展的今天，传统的科普图书仍然有其无可替代的独特魅力。阅读一本好的科普图书所带来的启迪和乐趣，有时让人终生难忘。同时，科普图书在表达作者观点和思想方面，也有着无法替代的功能。我们要重视科普图书的创作，更要重视推广科普图书。好的科普作品通常都具备以下几条：首先是实事求是，科学公正地反映科学上的发明发现；然后就是要有很强的思想性，能够大力宣扬实事求是的科学精神，弘扬不畏艰险、勇于创新、积极向上的科学态度；还有就是能够引人入胜，生动有趣。国内外许多大科学家都积极从事科普图书的创作，比如我们大家所熟知的霍金、卡尔·萨根、高士其、华罗庚等。他们的科普工作，同样得到社会的广泛承认和尊重。

科普工作是一项创造性劳动，需要坚实的科学功底，更需要一定的写作技巧，还要投入极大的热情和花费很多时间。所以，从事科普工作的人员都要有奉献精神。如果我们的科学家们都能认识到他们肩负着向公众普及科学的重任，在自己力所能及的条件下，努力写出一些优秀生动的科普作品，我国的科普事业必定能更上一层楼。

江苏科学技术出版社长期以来一直重视科普图书的出版工作，他们一方面从国外引进优秀的科普图书，同时也注重出版原创的科普图书，鼓励国内的科学家积极投身科普创作。这些图书突出了生态意识，关注生命的本质，很有时代特色和现实意义，也很有代表性，都很精彩。希望能够不断出版更多优秀的作品，使这套书更加丰富多彩。

祝愿科普工作能插上翅膀，为全社会多传递一些科普的信息，给读者多输送一些科普的知识。

# 序

戎嘉余

地球是人类和其他所有生物生存、繁衍的美丽家园，在宇宙中是独一无二的。当今生活着门类多样、形形色色、无计其数的生命，构成了一个五彩缤纷、无所不及的生命世界，这是经历38亿年漫长历史之后才产生的。

生命演化长河，时动时静，时盛时衰。外界环境或正常或出现全球性大灾变。科学家认识到距今5亿多年以来，地球上至少发生过5次生物大规模的集群灭绝（简称大灭绝），包括古生代的3次（奥陶纪末期、泥盆纪晚期和二叠纪末期）和中生代的2次（三叠纪末和白垩纪末）。很多人所熟悉的恐龙就是在白垩纪末大灭绝中消亡的，但史前最悲惨的一次是发生在2.52亿年前的二叠纪末，当时全球海洋中约95%、陆地上约75%的生物永远消亡了。

生物大灭绝是指在较短地质历史时期（通常少于100万年）内，因环境剧变、生态系统恶化而使全球生物受到重创、大部分物种惨遭淘汰的一种结局。这种环境大灾变事件包括全球气候变化（变冷或变暖）、大范围火山活动、海洋环境恶化（如短期内海平面升降、酸化、毒化、甲烷大量排放）和天外来客（如彗星、陨石）撞击地球。这是全球性大尺度的而不是区域性小尺度的，是相对突然而不是缓慢发生的。环境恶变对于生物的生长和繁衍非常不利，各类生物在经历大灾变环境中会产生一种“应对”效应（抗争适应）。凡适应性好的、生命力顽强的生物，能幸存下来；反之，则被淘汰。每次大灭绝并未杀戮光地球上所有生命，总有不同数量和种类的生物在大灭绝后得以幸存，待环境好转时又开始繁衍，进入演化的新阶段。所以幸存是大灭绝的结局，也是大辐射的前奏。生物演化过程中，大灭绝





起了加速和催化作用，特别是在优势类群的替代上。地球上的生命就是这样，经过多少次大大、小小的灭绝事件并复苏辐射之后，才演化到今天这样波澜壮阔的场面。

人们从史前生物大灭绝中，得到了新的启示，产生了新的思考。我们既要“将今论古”，又要“以史为鉴”。也要看到今日的大环境在地质历史时期中是十分独特的。生物大灭绝无例外都是由全球环境恶化所致。今天世界上，特别是200年前的工业革命以来，人类在占领越来越多的地方的同时，过度地向大自然索取，忽视环境保护，使得大批生物惨遭杀戮，食物链发生变化，不少物种濒临灭绝。我们需要借鉴史前五大灭绝事件的发生规律，来认识当前人类自身的生存状况，约束人类的行为，以保护自然、寻找改善今日环境的对策。

地球生命演绎了她们特有的历史，既有“喜剧”，又有“悲剧”，既有绚丽和精彩，又有萧条和落寞。“成种”和“辐射”是新生；“消亡”和“灭绝”是淘汰。生生灭灭、永不停歇，构成了一部完整的生命演化史。无生无灭，反之亦然。让这一漫长历史延续下来的是遗传和自然选择，从这座奇大无比的熔炉中冶炼出来的即是生物多样性。从大千世界看人生，也很有启示。我们会遇到各种“得”与“失”，它们作为事物的两面同时并存，缺一不可。只有“得”，没有“失”，违反自然规律；一味地索取，只会适得其反。我们需要用理智与聪慧，淡定心态，顺其自然。

许汉奎、冯伟民、傅强等作者，花了大量的时间和精力，编写了国内第一本全面介绍生物大灭绝的科普读物，就是为了让更多的人了解地史中发生的生物大灭绝的本质及灭绝后生物复苏的基本特点，认识它们在生命演化过程中的意义和作用，并希望能激发人们尊重生命、尊重生物多样性、杜绝向大自然无节制索取的贪婪、与其他生物和谐共处的正能量。为此，每个“地球人”都要行动起来，为保护环境、呵护地球、爱护生命，尽心尽力。

中国科学院院士

中国科学院南京地质古生物研究所研究员

戎嘉余



# 前言

杨  
群

科学家发现，在地球历史上发生过多次生物大灭绝事件。生物大灭绝的过程、原因和发生机理是地质古生物学家长期孜孜不倦地探索的重要科学问题，其中也引发了很多争论。例如，大家比较熟悉的是发生在距今大约6 500万年前、白垩纪末期的恐龙大灭绝引发的争论最多，研究者提出了多达近百种假说，而目前的主流理论认为，导致这次生物大灭绝的原因很可能是一次或多次小行星撞击地球事件以及大规模火山喷发（印度德干高原发现了同时代的巨量火山岩），这些重大灾难引发了地球生态系统的彻底崩溃。这次大灭绝事件不仅导致中生代地球霸主——恐龙等彻底退出历史舞台，同时也造成大批海洋无脊椎动物、微体古生物、植物类群的消亡，为其后兴起的哺乳动物、被子植物和鸟类等主导的新生代生物群的演化创造了条件。

远古时期发生的生物大灭绝事件是一些极其壮观和令人惊奇不已的地球生物圈的剧变，这些历史性事件从一些局部展现了地球生物界的演变过程，反映了生物与环境之间、不同生物之间相互依存的协同关系，也反映了生态系统的脆弱以及气候、海洋和地壳运动等外在因素对于生物演化的影响。这些远古历史对于人们认识当今地球环境和生态、预



测未来可能发生的演变,应当具有一定的借鉴意义。

20世纪90年代开始,以戎嘉余院士为首的一批古生物研究者对地球历史上发生的生物大灭绝事件进行了广泛深入地探索。1995年秋,在北京举行的“香山科学讨论会”上,他们提出了“生物大灭绝与复苏”研究计划的设想,旨在瞄准世界科学前沿,作出中国古生物学家的贡献。这一计划不久得到了国内古生物学界的广泛支持,1998年起先后得到了科技部、国家自然科学基金委、中国科学院的资助。2000年,《重大地质历史时期生物的起源、辐射、灭绝和复苏》(G2000077700)研究获得科技部国家重点基础研究发展项目(973)资助。这个研究计划汇集了中外39名专家以及相关的科研团队,经过对中国疆域内大量野外考察和对地质记录的系统研究,形成了包括《生物大灭绝与复苏——来自华南古生代和三叠纪的证据(上、下卷)》(戎嘉余、方宗杰主编)等专著在内的一系列总结性成果。其中,一些重要发现和理论假说,读者可以在本书中找到踪迹。

为了向公众介绍有关生物大灭绝事件的一些重要科学发现和理论假说,介绍我国学者在这一领域所取得的丰硕成果,我们组织了以戎嘉余院士为主编,许汉奎、冯伟民研究员和傅强博士为编著团队,编写了这本通俗读物。这是中国科学院南京地质古生物研究所近年来与江苏科学技术出版社合作出版“远古生命的探索”科普丛书中的一部分。希望广大读者通过阅读这本书,获取关于地球生命演化的历史证据,了解地球生命曾经发生的剧变历史,从而更加重视当今地球生态环境的保护,更加认识到维护地球生物多样性的重要意义。

感谢本书编写团队为组织、撰稿等工作付出了大量辛勤劳动;也感谢中国科学院南京地质古生物研究所朱怀诚书记,王向东、王海峰副所长,沈树忠、詹仁斌等研究员抽出宝贵时间审阅稿件,为本书的成功出版贡献了智慧和力量。科学家为传播科学知识作出贡献,体现了科研工作者的社会责任感,值得大家钦佩、推崇和敬仰。要感谢江苏科学技术出版社社长、责任编辑对本书工作的大力支持,尤其是江苏省金陵科技著作出版基金的资助,使得本书得以顺利出版。

中国古生物学会理事长  
中国科学院南京地质古生物研究所所长

杨群

# 目录

## 第一章 为什么会发生生物大灭绝? 012

- 一、地球生物的进化 014
- 二、生物灭绝和集群灭绝 022
- 三、孑遗生物和生物的残存及复苏 023

## 第二章 大冰期造成第一次生物大灭绝 024

- 一、大灭绝前的生态环境及生物面貌 026
- 二、大冰期造成大灭绝第一幕 030
- 三、第一幕大灭绝后的生物残存与复苏 031
- 四、第二幕大灭绝发生的原因 033
- 五、第二幕大灭绝后的生物复苏 035
- 六、研究奥陶纪生物大灭绝的金钉子剖面在中国 037

## 第三章 扑朔迷离的第二次生物大灭绝 038

- 一、大灭绝前的生态环境及生物面貌 040
- 二、大灭绝的规模 046
- 三、罕见的新疆准噶尔晚泥盆世避难所 048
- 四、原因扑朔迷离的大灭绝 049
  - 1. 地内说 049
  - 2. 地外说 050
- 五、大灭绝后的生物复苏 051

## 第四章 最惨烈的第三次生物大灭绝 052

- 一、大灭绝前的生态环境及生物面貌 054
  - 1. 二叠纪的自然环境 054
  - 2. 二叠纪的生物面貌 055
- 二、规模空前的生物大灭绝 059
  - 1. 大灭绝的规模 059
  - 2. 大灭绝的阶段性和突然性 060
  - 3. 大灭绝的突然性 062
  - 4. 大灭绝延续的时间 063
  - 5. 大灭绝的结局 063
- 三、大灭绝的原因 064
- 四、大灭绝后生物面貌大变化 067
  - 1. 生物族群的变化 067
  - 2. 生物礁的大变化 069
- 五、研究二叠纪生物大灭绝的最佳地点在中国 070

第五章 有争议的第四次生物大灭绝 072

一、大灭绝前的生态环境及生物面貌 074

1. 三叠纪的自然环境 074

2. 三叠纪的生物面貌 075

二、大灭绝的规模 078

1. 海洋生物的灭绝规模 078

2. 陆生生物的灭绝规模 080

三、大灭绝的原因假说 082

1. 海平面升降与大洋缺氧事件说 082

2. 火山喷发成因说 083

3. 天体撞击成因说 085

四、大灭绝后的复苏 086

第六章 小行星撞击引起恐龙等大灭绝吗? 088

一、恐龙等大灭绝前的地球 090

二、大灭绝的悲壮场面 095

三、大灭绝引起的大辩论 098

1. 陨星撞击说 098

2. 板块运动加剧 102

3. 火山长期猛烈喷发 102

4. 地球气候强烈变化 103

5. 天体强烈影响 105

6. 地球磁场倒转 105

7. 恐龙等自身免疫系统欠缺 105

8. 繁殖严重受挫 107

四、恐龙等大灭绝后的地球 108

第七章 地球面临第六次生物大灭绝吗? 114

一、地球面临第六次“生物大灭绝” 116

1. “大灭绝”始于何时 116

2. “大灭绝”的规模 118

3. “大灭绝”的原因 119

4. “大灭绝”的严重性 124

二、宜慎提第六次生物大灭绝 127

1. 史前生物大灭绝研究中尚存在一些问题 127

2. 对第六次生物大灭绝的结论宜慎重 128

编后语 130



远古生命的探索

戎嘉余院士 主编

# 远古的灾难

—— 生物大灭绝

The Catastrophes of Prehistoric Life

—— Mass Extinction

许汉奎 冯伟民 傅 强 编著

江苏凤凰科学技术出版社



丛书编委会

主任 戎嘉余

副主任 王向东

编委 杨群 朱怀诚 王海峰 沈树忠

詹仁斌 潘华璋 邓占球

社会主义的根本任务是发展生产力，而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代，科学技术的进步已成为经济发展、社会进步和国家富强的决定因素，也是实现我国社会主义现代化

的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步、推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策，进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科教兴省”的决定，江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、江苏省委宣传部、江苏省科学技术厅（原江苏省科学技术委员会）、江苏省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下，经江苏省人民政府批准，由江苏省科学技术厅、凤凰出版传媒集团（原江苏出版总社）和江苏科学技术出版社共同筹集，于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”，用于资助自然科学范围内符合条件的优秀科技著作的出版。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的持续运作，能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件，并通过出版工作这一平台，落实“科教兴省”战略，充分发挥科学技术作为第一生产力的作用，为建设更高水平的全面小康社会，为江苏的“两个率先”宏伟目标早日实现，促进科技出版事业的发展，促进经济社会的进步与繁荣作出贡献。建立出版基金是社会主义出版工作在改革发展中新的发展机制和新的模式，期待得到各方面的热情扶持，更希望通过多种途径不断扩大。我们也将

在实践中不断总结经验，使基金工作逐步完善，让更多优秀科技著作的出版能得到基金的支持和帮助。

这批获得江苏省金陵科技著作出版基金资助的科技著作，还得到了参加项目评审工作的专家、学者的大力支持。对他们的辛勤工作，在此一并表示衷心感谢！

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会



致  
读  
者



# 给科普工作插上翅膀



周光召

科学普及工作越来越受到政府和全社会的重视，这一点是不容置疑的。《中华人民共和国科学技术普及法》的颁布和实施，使得科普工作有法可依，《全民科学素质行动计划纲要》的颁布，使得科普工作的目标和实施步骤更加明确。随着时代的不断进步，我国科普工作的内涵得到了进一步拓展，同时对科普工作也有了更高的要求，我国的科普工作已经进入一个新的发展时期。

科普工作很重要的方面是要提高全民的科学素养，这就要求科普工作在向广大群众普及科学和技术知识的同时，大力弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法。在科学技术日益发达的今天，公众的科学素养已经是世界上许多国家都非常重视的问题。对个人来说，它关系到每个人在现代社会中的发展和生存质量；对国家而言，提高公民科学素养对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会，都具有十分重要的意义。

科普工作不是某些个人和团体的自发和业余行为，而是国家政府的事业和全社会的工程，需要政府积极引导、社会广泛参与、市场有效推动，同时还需要一支专业化的科学普及队伍。

科学普及和科学研究两者是互补的，缺一不可。科学研究工作是在科学技术的前沿不断探索突破，科学普及是让全社会尽快地理解和运用科学研究的成果。没有科学研究，将无所普及；没有广泛的普及，科学研究将失去其根本意义，科学研究也将得不到社会的最广泛支持和认同。科学家的主要工作当然是进行科学研究，但是科学家也有义务进行科普工作，促进公众对科学的理解，要充分认识到与公众交流的重要性。科学家应该愿意并且善于和媒体及公众进行沟通和交流，主动积极地把自已的科学见解和科学发明，以及科学上存在的问题告诉广大的群众。同时，公众有权利了解科学的真相，并以各种形式参与到科普行动之中，分享科学研究的成果，掌握科学的方法，理解科学所能给人类带来