

国家重点图书

谢礼立 张景发 编著

颤抖的地球

——地震科学



清华大学出版社
暨南大学出版社

内 容 简 介

本书在地球运动、地震产生、地震预报、地震防御、工程设防和地震应急及地震宣传等方面对地震知识做了简要介绍,以加深人们对地震的认识程度,增强自我防护能力,并促使更多的人投身到地震研究中来。促进人类和社会的安全,促进防震减灾事业发展。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

颤抖的地球:地震科学 / 谢礼立,张景发编著. —北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社,2005.4

(院士科普书系·路甬祥主编)

ISBN 7-302-10694-0

I. 颤… II. ①谢… ②张… III. 地震学—普及读物 IV. P315-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 022895 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:宋成斌

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:140×203 印张:6.25 插页:2 字数:124千字

版 次:2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

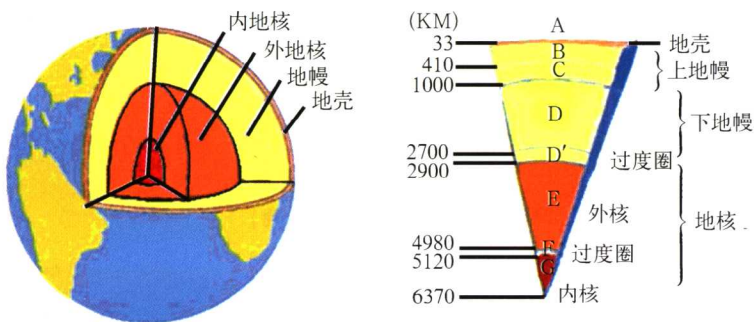
书 号:ISBN 7-302-10694-0/P·2

印 数:1~3000

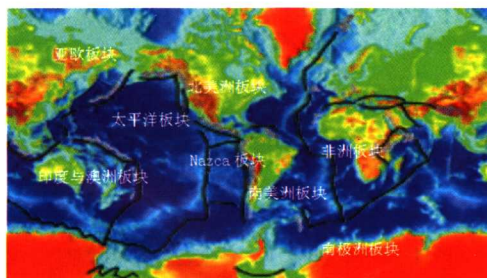
定 价:12.00元



彩图 1.1 地球奇观 (摘自阆中天成论坛网)

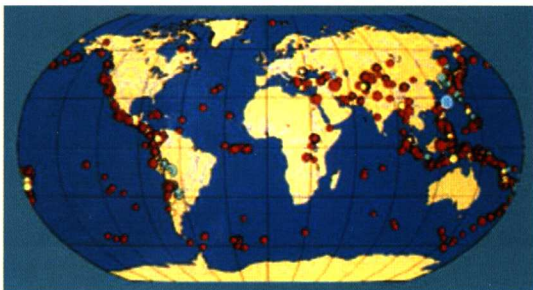


彩图 1.2 地球内部结构示意图 (摘自我们的家园网)



彩图 1.3 板块学说的诞生

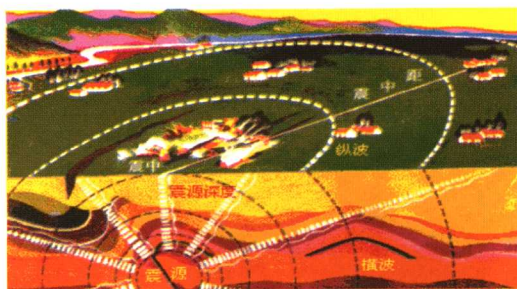
彩图 2.1 世界地震带分布
(摘自真源网)



中国强震及地震带分布图



彩图 2.2 中国强震及地震带分布图(摘自新疆天山网)



彩图 2.3 震中示意图(摘自中国公众科技网)



彩图 8.1 震前地光现象

《院士科普书系》编委会(第三届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥 徐匡迪

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

贺贤土	张恭庆	白以龙	艾国祥	甘子钊	白春礼
朱道本	张礼和	佟振合	周其凤	陈宜瑜	许智宏
朱作言	强伯勤	唐守正	孙 枢	吴国雄	张弥曼
苏纪兰	陈 颙	周炳琨	王阳元	戴汝为	刘永坦
徐建中	朱 静	张 泽	杨叔子	周锡元	程耿东
张彦仲	顾国彪	王兴治	杜善义	李国杰	毛二可
陈良惠	李德毅	周 廉	千 勇	汪燮卿	薛群基
陈毓川	何多慧	何继善	杨奇逊	陈肇元	宁津生
傅熹年	韩其为	石玉林	周国泰	魏复盛	戴景瑞
赵 铠	桑国卫	顾玉东	高润霖	殷瑞钰	郭重庆
王礼恒					

编委会执行委员 郭传杰 沈保根 白玉良 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 陈 丹(中国科学院院士工作局)

刘峰松(中国科学院院士工作局)

高中琪(中国工程院学部工作局)

李仁涵(中国工程院学部工作局)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有六千余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

十五世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达十四个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了惟一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了八十多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了五十年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用五十年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), the former President of the People's Republic of China. The signature is written in a cursive, calligraphic style.

一九九九年十二月二十三日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题，普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物，于科技知识中融入人文教育，不是一件容易的事。不少院士反映：写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中，科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题，科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言，指出科普是科教兴国的基础工程，勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识”，充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视，对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程，成熟一批出版一批；另一方面随着科学技术的进步和创新，不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此，《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

前 言

自从地球形成之日起,地球便无时无刻不处于运动变化之中,而地震,作为地球运动变化过程中的伴生现象,也几乎在地球形成的同时就具备了发生的条件。不过那时还不存在人类,更没有人类和社会,即使发生了地震也根本不会造成对人类的侵害,当然也不会有什么地震灾害。因此单从地震来讲,它本身不是灾害,地震只是一种自然现象。我们将它称为“灾象”,意喻能导致灾害的自然现象,即使后来有了人类,有了人类社会,由于地震具有巨大的破坏力,给人类和人类社会带来破坏与侵害造成了灾害,但这也不单是地震这一自然现象的过错,更重要的是人类自己缺乏对地震规律的正确认识,缺乏对地震破坏力的正确防御方法,这才导致了地震灾害的发生。

随着城市现代化的快速发展,地震这一自然现象及其可能带来的灾害显然已经成为威胁社会 and 经济发展最重要的自然因素。因此,加强对地震的成因和发生机理的研究,做好地震预测预报工作,特别是在工程上采取防震抗灾措施已成为各国学者极为关注的问题。自 20 世纪中叶以来,有关地震科学的研究不断兴起,随着现代科学技术手段的进一步发展,使地震科学及其防御的技术逐渐融合成为了一门更加完善的科学,即地震灾害科学。

地震及地震灾害的研究工作是一项非常艰难的工作,由于科学技术水平的限制,尽管人类已经能够上天入海,但是人类面对自己居住的家园——地球却无法“深入”,因而对之仍然是知之甚少。人类对地球内部的监测还十分有限,因此造成了对地球内部的研究如果不算是一筹莫展,那也只能是“略知皮毛”而已。兼之地震现象的极其复杂性、地震观测及经验规律的局限性,人类对于地震科学及地震灾害科学的研究还处于初级阶段。

然而,地震及灾害研究是一个从未知到已知的渐进过程,在漫长的研究历程中,也有许多成功预报和灾害防御的范例,海城地震的预报就是一个成功的例子。而从现有的地震科学实践来看,对地震灾害科学的研究还需要几代人持之以恒的探索和奋斗。

“知震”才不会“恐震”。消除“恐震”心理的有力武器是传播地震科学知识和地震灾害防御知识,让公众全面了解地震、正确认识地震,掌握自我防护的基本常识。地震科学知识和防御意识,已成为现代公民科学素质的一个重要方面。许多事例和教训说明,如果掌握了避震防灾的常识和技能,在应对地震这样突发的自然灾害时,就能大大减轻人员伤亡和经济损失。

“防震减灾”是人类针对地震灾害的惟一选择,这不仅是在地震预报难题解决之前的正确选择,而且即便人类能够准确预报地震的发生,人们仍然要走防震减灾的道路。

本书在地球运动、地震产生、地震预报、地震防御、工程设防和地震应急及科普宣传等方面对地震知识做了简要介

绍,以加深人们对地震以及地震灾害科学的认识,使我们能以更积极和更主动的态度来对待地震和地震灾害,促进人类和社会的安全,促进防震减灾事业的发展。

本书共有 10 章。第 1 章主要介绍地球和板块构造;第 2 章介绍地震和地震科学;第 3 章介绍地震灾害产生的原因;第 4 章介绍地震的特点,并依据地震灾害与地震的关系,划分了几种地震灾害类型;第 5 章介绍了海啸的产生,海啸的危害和海啸自救对策等;第 6 章为本书的最重要章节,介绍了减轻地震灾害的各种措施,包括高新技术在防震减灾中的作用等;第 7 章介绍地震预报的内容、方法和现状;第 8 章介绍地震前兆现象;第 9 章介绍工程抗震设防和抗震方法;第 10 章介绍地震应急和减灾对策。

在本书的编写过程中,承蒙中国地震局地壳应力研究所冯万鹏、姜文亮、龚丽霞硕士研究生,中国地震局工程力学研究所公茂盛及胡进军博士研究生协助收集并整理有关资料;中国地震局地壳应力研究所王文清编审、续春荣高级工程师和张宝红副编审对全书进行了精心修改;扬中市中学高级教师张德生先生和北京工业大学建筑工程学院郭明珠副教授对本书文字进行了细致的推敲。在此一并表示感谢。

最后,特别要感谢中国科学院“科学时报社”潘锋主任记者对本书编著工作的热心支持和帮助。

中国工程院院士 谢礼立

2005 年 4 月

目 录

1	飘移的大陆	1
1.1	浅谈地球	1
1.2	地球的起源	2
1.3	地球的结构	3
1.4	漂移的大陆	6
2	颤抖的地球——浅谈地震与地震科学	9
2.1	地震	10
2.2	地震类型	10
2.3	地震断层	14
2.4	地震的频率	17
2.5	地震带	17
2.6	地震科学	20
3	地震为什么会造成灾害	26
3.1	地震灾害产生的自然原因	27
3.2	地震灾害产生的社会原因	37
4	如何划分地震灾害类型	43
4.1	地震灾害的危害性	43
4.2	如何划分地震灾害	48

5	地震与海啸	73
5.1	地震、海啸	74
5.2	海啸预报	83
5.3	海啸自救对策	88
6	如何减轻地震灾害	90
6.1	总体性措施	90
6.2	具体性措施	94
6.3	高新技术在减灾中的作用	98
6.4	加强地震知识宣传工作	103
7	地震能否预报	110
7.1	地震预报的内容	113
7.2	地震预报的一些方法	114
7.3	地震预报面临的困难	118
7.4	我国地震预报的现状与前景	122
7.5	一把双刃的剑	124
8	什么是地震前兆	127
8.1	为什么会有地震前兆	128
8.2	地震前兆证据	129
8.3	地震前兆现象	130
9	工程如何抗震设防	141
9.1	工程抗震设防——减轻地震灾害的关键	142
9.2	工程抗震设防与工程场地	143
9.3	建筑物的结构抗震性能	145