

地质力学研究所基本科研业务费项目(DILXJK200807) 资助
国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室

地壳运动整体观在自然灾害 综合研究中的应用

——李四光学术思想的新探索

● 高庆华 等著




地质力学研究所基本科研业务费项目(DILXJK200807) 资助
国土资源部新构造运动与地质灾害重点实验室

地壳运动整体观 在自然灾害综合研究中的应用

——李四光学术思想的新探索

高庆华 杜建军 刘惠敏 等著
张瑞丰 张业成 周显强

 气象出版社
China Meteorological Press

内 容 提 要

本书在对气象、海洋、洪涝、地震和地质及生物灾害研究的基础上,以李四光倡导的地球系统科学思想为指导,将各种自然灾害作为一个灾害系统来看待,全面开展了自然灾害系统与地球表层系统及天、地、生相互关系的研究。经过 30 年的工作,加深了对地球大气、水、岩石、生物诸圈层物质运动规律和地球整体运动及天体变化关系的深层认识,基于太阳活动—地球自转运动—地球表层系统变化—自然灾变系统—人类活动—自然灾害系统的框架研究,初步认识了自然灾害的发生发展规律和形成机制,提出了以地壳运动整体观研究自然灾变活动规律、自然灾害预测整体观、自然灾害风险综合评估、自然灾害系列区划等创新性研究思路和工作方法,为综合减灾提供了基础依据。

本书是在地质力学研究所、原地质矿产部 562 综合地质大队、原国家科委国家计委国家经贸委自然灾害综合研究组共同支持下,应用地壳运动整体观于自然灾害综合研究的尝试,基础资料来自多年来地质力学、地质系统论和自然灾害综合研究的成果,涉及面广、内容丰富、资料扎实、观点新颖,可供从事地质科学和灾害科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地壳运动整体观在自然灾害综合研究中的应用:李四光学术思想的新探索/
高庆华等著. —北京:气象出版社,2008. 11

ISBN 978-7-5029-4623-4

I. 地… II. 高… III. 地壳运动—影响—自然灾害—研究 IV. P542 X43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 170666 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:张 斌 成秀虎

封面设计:博雅思企划

责任校对:赵 寒

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:410 千字

版 次:2008 年 11 月第 1 版

定 价:50.0 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:黄润恒

责任技编:都 平

印 张:16

印 次:2008 年 11 月第 1 次印刷

纪念李四光诞辰 120 周年

前 言

李四光教授是 20 世纪中国地球科学家的一位杰出代表，对地质事业和地球科学的发展做出了卓越的贡献。他具有代表性的学术论文有：

- 1926 年 地球表面形象变迁之主因
- 1927 年 古生代以后大陆上海水进退的规程
- 1928 年 东亚一些典型构造形式及其对大陆运动问题的意义
- 1945 年 地质力学的基础与方法
- 1950 年 受歪曲的亚洲大陆
- 1956 年 地壳运动问题
- 1962 年 地质力学概论
- 1963 年 有关第四纪冰川地质工作的谈话
- 1970 年 天文、地质、古生物资料摘要

从以上这些代表性论文可以看出，他贯穿始终的观点是“地壳运动整体观”。

李四光在 1929 年提出了构造体系与构造型式的初步概念。经过数十年的踏实工作，至 20 世纪 60 年代其构造体系的研究日臻完善。在确认了构造体系的存在之后，紧接着又提出了构造体系之间的级别、序次的观念和全球构造体系的联系性和整体性的见解。他认为，小型构造体系受中型构造体系的控制；中型构造体系受大型构造体系控制，大型构造体系受巨型构造体系乃至全球构造体系所控制。一个层次的构造体系，从其整体的力学机制来说，就是一幅协调统一的应变图像，反映了一定方式的构造运动。小型、中型、大型、巨型的层次级别，分别反映了局部性的、区域性的乃至全球应力场的特征，从而为研究地壳运动问题开创了一条逻辑严密的新途径。

李四光地质系统整体观集中体现在他一生最后一部著作——《天文、地质、古生物资料摘要》。该书内容有七个方面：一、从地球看宇宙；二、启蒙时代的地质论战；三、总结地层工作的要点；四、古生物及古人类；五、大冰期；六、地壳的概念；七、地壳构造和地壳运动。本书是李四光对地质力学研究的最后一次总结，他把天、地、生三者视为一个互相制约、互相联系的整体，来研究地壳乃至地球的演化和发展。

《天文、地质、古生物资料摘要》中，最后一句话这样写道：“这样看来，我们的时代，不是地壳运动和缓，而是正处于相当强烈的时代”。李四光以火山活动频繁为例，暗示了自然灾害活动将要加剧。

事实上自然灾害早已是李四光关注的重大问题之一。1962 年广东新丰江地震以后，李四光十分重视地震工作，同年即在广东建立了第一支专业地震队伍，以加强活动性构造体系的研究。1965 年组建了西南地震地质大队，发表了《关于地震地质工作问题》一文。1966 年发生邢台地震，李四光独排众议，提出了地震是可以预报的观点。1969 年成立了中央地震工作领导小组，由李四光任组长。在李四光的亲自领导下，全国普遍开展了地震地质调查

研究。李四光 80 岁高龄时,仍多次跋山涉水进行地震地质考查,在他指导下,编制了《中国主要构造带与强震震中分布图》、《中国地震烈度区划图》,开展了地应力及多种地震前兆观测,并对华北、东北、西南、西北等地区的地震发展趋势与地震工作进行了具体的分析与布署,对河间、唐山、渤海、海城、通海、松潘等地区强震发生的可能性进行了战略性的预测。李四光开创了包括地震地质调查和活动性构造体系研究、地应力及多种手段的地震前兆观测、地震预报、地震危险区划分和寻找“安全岛”、防震减灾等一套地震地质工作新途径,为我国防震减灾事业的开展作出了卓越的贡献。

1966 年邢台地震之后,河间地震、渤海地震、唐山地震相继发生,其他自然灾害如气象灾害、海洋灾害、生物灾害也同时增多。这一相关联增长的现象引起了作者的注意,为了理解李四光的远见卓识,作者认真通读了李四光的全部著作,特别是他最早的(1926 年)《地球表面形象变迁之主因》^[1]和他最后的《天文、地质、古生物资料摘要》,认识到李四光的研究领域并不仅仅限于构造体系及其应用,而是把天、地、生作为一个整体研究的系统论思想,这是贯穿他毕生研究的主线,其研究领域和应用范围都需要扩展。按照这一理解,作者进行了 10 多年的广泛探索,于 1984 年提出了“地质系统论”,认为地质力学应该向地球系统科学方向发展,地球表层系统及自然灾害应该列为其重要的研究内容。

基于 20 世纪 80 年代相关的研究成果,1988 年作者向地质矿产部呈送了“关于地质灾害发展趋势的报告”,原文如下:

1987 年 11 月我曾发函向方彰顺副部长与地质科学院汇报:根据诸多方面的资料分析,地球各个圈层的运动已进入一个新的活跃时期。可以预料,各种自然灾害必然加剧,人类将面临自然灾害的严重挑战。因此,建议我部在保证地质找矿中心的前提下,加强对灾害的研究。灾害的预报和防御工作肯定会得到国家与人民的重视,这样做利于我部的工作开放搞活。

1988 年 2 月初,国家地震局也提出我国大陆进入新的地震活跃期,并立即得到国家的重视,故促使我再次向诸位领导作一汇报。

近些年我将系统论引入地质学,用地质系统论的观点研究了地球的现今运动问题,获得了一些初步认识:

(具体资料略)

1. ……

综上所述,不同方面的信息一致反映 20 世纪末至 21 世纪初是地球运动活跃的时期。

2. 地球运动加剧,必然使它各个圈层如岩石圈、水圈、气圈、生物圈物质运动同步性地增强,因此各种地质灾害与自然灾害的发生都不是孤立的,而是相互联系着形成“灾害系统”。例如 1976 年唐山大地震之前,西北泥石流处于高峰;大量滑坡;1970—1975 年是我国水灾频次最高的年代之一;太平洋边缘火山活动处于高峰;台风与风暴潮;海平面上升;寒潮频次增多。随着地震的活动,还经常出现沙漠化、地下水位变化、土壤液化与盐碱化、河流侵袭作用增强、河道淤塞等许多灾害。因此地球进入活跃期不仅仅只是地震活动,而是要产生一个“灾害系统”,极堪引人重视。

3. 灾害系统的产生受控于地球运动与天体运动,因此掌握灾害的规律,不能孤立于某种灾害片面地进行研究,而要用系统的思想进行综合研究。

为了有效地进行灾害预测和防御,提出以下不成熟的意见供领导考虑:

1. 组织一定的技术力量立即开展“地球现今运动状态与地质灾害预测和防御对策”的研究。

2. 各省局应根据具体情况在保证地质找矿中心的前提下,开展区域稳定性、工程场地稳定性、滑坡防治、泥石流防治、海平面变化与海水侵袭、土壤盐碱化的防治、地下水变化趋势预测

与对策等方面的研究，并争取得到地方与企业的支持，获取效益，搞活地质队。

3. 我为唐山地震后为保卫京津唐渤张而组建的以研究现今地壳运动为主的地质研究单位，以后虽然人员结构和任务有所变化，但仍然有一定的实力，可否以此为基础组织我部的地质灾害研究中心，以加强这一方面的工作。

4. 提高全地质部防灾意识，在我部所属各单位开展建筑地基稳定性、工程稳定性大检查，防患于未然。

5. 在我部所属院校举办灾害系统有关的讲座，培养有关人员。

利用出版物做一些宣传工作（但要恰如其分）。

顺便指出，仅八十年代世界死于灾害的人数已逾百万！每年平均经济损失达 400 亿美元！花费一定的人力和财力以减少灾害引起的巨大损失是十分必要的。

特此报告。

五六二队 高庆华

1988 年 3 月 15 日

为了进一步阐明上述意见，作者于 1988 年发表了《试论地球运动与地质灾害及自然灾害系统》^[2]一文，认为地球自诞生之日起就在时而缓和、时而激烈地运动着和变化着，地球就是在“渐变”与“灾变”交替过程中发展的。地壳运动强烈，将导致各种自然灾害的发生。该文中不仅提出了“自然灾害系统”的新观念，而且认为它的形成受控于地球运动与天体活动，并用地质学的地壳运动观点对自然灾害系统的形成进行了解释。在这篇文章的最后，作者大胆地写道：“综上所述，地球各个层圈运动变化的不同尺度的周期，显示了惊人的一致性，即在本世纪末到 21 世纪初地球活动进入一个新的活跃时期，地质灾害与各种自然灾害必然有增强的趋势。90 年代的危害形势可能会高于 80 年代……”

1988 年至今，20 年的灾害实况证实了预测。

1990 年全世界开展了“国际减轻自然灾害十年”活动。为了推动国际减灾十年活动，1991 年国家科委成立了全国重大自然灾害综合研究组（后更名为国家科委国家计委国家经贸委自然灾害综合研究组、三部委灾害综合研究组），由马宗晋院士任组长，高庆华任办公室主任。在中国地震局、中国气象局、国家海洋局、水利部、地矿部、农业部、林业部等部门专家共同努力下，对我国地震、气象、洪水、海洋、地质、农业、林业等 7 大类 35 种自然灾害的概况、特点、规律及发展趋势进行了综合性的全面调研。在对我国各类与综合自然灾害的强度、频次、受灾体易损性调查分析和预测的基础上，对我国自然灾害区域危险性、危害性、风险性进行了多次评估，编制了中国灾害灾变区划图、灾度区划图、风险区划图。

基于自然灾害综合研究的成果，从 1990 年起，作者等编著出版了《中国重大自然灾害及减灾对策》、《自然灾害灾情统计标准化研究》、《中国自然灾害史（总论）》、《中国区域减灾基础能力分析》、《自然灾害评估》、《中国自然灾害风险与安全性分析》、《中国自然灾害区划研究进展》、《中国自然灾害区划与保险区划》、《灾害管理》、《中国减灾社会化的探索与推动》、《灾害·社会·减灾·发展》、《中国重大自然灾害与社会图集》、《地质灾害与可持续发展》、《基建优化与减灾》、《中国长江 1998 年大洪水反思及 21 世纪防洪减灾对策》、《中国地震应急分区减灾对策》、《中国减灾需求与综合减灾》、《中国干旱化、荒漠化、水资源危机与南水北调问题》、《中国减灾重大问题研究》、《灾害学导论》、《地球化学异常——地震预测整体观的探索》、《中国 21 世纪自然灾害态势分析》、《自然灾害与全球变化》、《自然灾害与减

灾 600 问答》、《面对大自然的报复》、《地球科学大词典》等系列著作和大批论文。

自然灾害综合研究系列著作虽然只是灾害科学体系研究的一部分，但是已经充分认识到自然灾害的双重属性；自然灾害不是孤立的，形成灾害链、灾害群，构成自然灾害系统。自然灾害系统是地球系统的一部分，其规律服从地球系统的发展演化规律和全球变化，并受着太阳及其他天体活动的影响和制约。

20 世纪 70 年代以来，由于人类活动造成的环境污染和环境破坏所引起的全球气候变暖问题逐渐受到全世界的关注。现在人们已清醒地意识到，人类本身有意或无意地破坏环境的行为已经使地球环境趋向恶化，甚至能破坏大气层的结构，改变全球气候，由此产生的灾变给人类社会造成广泛而深远的灾难。因此，全球变化问题成了当今世界的热门话题。

我们认为，人类活动造成的大气环境污染可能引起全球变暖，但是，是否全球变暖都归因于人类活动呢？那就不一定了。根据我国确凿的地质记录和历史记录，过去许多时期，气温远比现代要高，而那时根本不会存在“温室气体过多排放”问题。

因此，我们一方面应重视人类活动引起的气候变暖问题，另一方面更应深入研究气候冷暖、海平面升降等现象的自然规律。

全球变化不是单纯限于气候变化，完整的概念应指地球方方面面的变化——既包括人类活动引起的气候变化，也包括地球运动和太阳活动等自然因素导致的变化；既包括地球气圈、水圈、生物圈和岩石圈表层系统的变化，也包括地球内部的变化；既包括各个圈层变化的物理过程，也包括各个圈层变化的化学过程及生物过程；既包括地球各个圈层单独的变化，也包括地球整体的变化；既包括地球现今的变化，也包括历史时期的变化；既包括引起全球变化的“因”，也包括全球变化导致的“果”……全球变化涉及的范围已从人类活动、气候系统的变化，扩展到地球表层系统和整个地球系统的变化。因此，应从全球变化现象的研究，深入到全球变化的全过程和形成机制的全面研究。只有了解整体，才能认识局部；只有了解历史，才能认识现在和预测未来。

通过以上的研究与工作，促进了自然灾害系统的综合研究^[3,4]。大量的灾害科学及相关问题的研究，使我们对自然灾害系统的内涵有了更深层次的认识。1995 年高庆华、马宗晋、孙殿卿共同提出地壳运动整体观。1996 年高庆华、毕子威、徐炳川、周显强等编写了论著《地壳运动问题》，初步探索了自然灾害的发生与地球自转的关系。2001 年面对日益严重的灾害与环境问题，高庆华、马宗晋、苏桂武发表了题为《环境、灾害与地学》的论文^[5]。该文摘要中写到：“环境与灾害已成为中国社会经济发展的重大制约因素，保护环境、减轻灾害需要全社会的努力和科学支撑。环境与灾害的形成主要受两大因素控制：一是自然变异，二是人类社会活动。地球在不停地运动着、变化着，致使人类、地球、环境发生日新月异的变化，并导致自然灾害的发生。从表面看，岩石圈的运动和变化导致地质环境的变迁和地震及地质灾害的产生；水圈的运动和变化导致水环境的变化和水灾害的发生；气圈的运动和变化导致气候环境的变化和气象灾害的发生；地球表层系统和生物圈的运动和变化导致生态环境的变化和生物灾害的发生。然而，从深层次看，由于地球是一个开放的自组织系统，各个圈层自身运动变化的同时，彼此也在发生着物质和能量的交流，各个圈层的运动与变化受控于全球运动与全球变化，并受太阳及其他天体运动和变化的影响。由此看来，地球各个圈层的环境与灾害的产生都不是孤立的现象，而是彼此相关形成环境—灾害系统，并作为地球系统的一个分支，属于全球变化的一个组成部分。基于这一认识，环境与灾害应当是地学研究的新命题。”（图 1）。这一新的命题正是地质科学研究的新方向，地质力学也应该勇敢地面

对。我们必须进一步开拓地质力学研究的视野和领域，用地球科学系统观去研究自然灾害系统，根据自然灾害系统新的内涵去设计减灾系统工程，为国家减灾作出新的贡献。

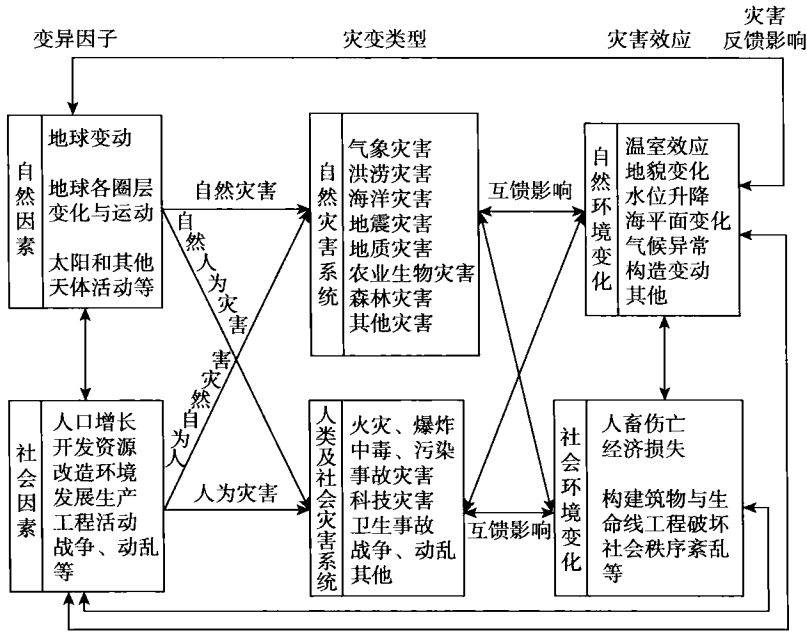


图1 灾害成因及分类框图

因此，在对气象、海洋、洪涝、地震和地质及生物灾害研究的基础上，以地球系统科学思想为指导，将各种自然灾害作为一个灾害系统来看待，全面开展了天、地、生、人等巨系统及其各个子系统的发展变化的研究。经过 20 年的调查研究，加深了对地球气、水、石、生诸圈层物质运动规律和地球整体运动及天体变化关系的深层认识，提出了太阳活动—地球自转运动—地球表层系统变化—自然灾害系统—人类活动—自然灾害系统的研究框架。应用地壳运动整体观研究了自然灾害的形成机理和活动规律，提出地震预测整体观。现在可以肯定地说，地壳运动整体观在自然灾害综合研究中具有很大的指导意义，是能够为我国防灾减灾作出贡献的。

2008 年 5 月 12 日四川汶川特大地震震惊了全世界，也使我们深深怀念李四光。为了弘扬李四光学术思想，发展地质力学地壳运动理论，也为了发展灾害科学理论和减灾，在地质力学研究所的支持下，主要根据作者参加的自然灾害综合研究工作取得的大量实际资料，结合地质力学地壳运动理论研究的进展，编著了这本书。本书的资料和图表除注明参考文献者以外均为作者及自然灾害综合研究组成员的多年积累。

需要说明，《地壳运动整体观在自然灾害综合研究中的应用》是总结性的论述，既包括自然灾害综合研究，也包括地质力学地壳运动理论研究，是一个研究历程超过 30 年的综合性的群体研究系列，参加人数很多，涉及方面很广，因此在本书中某些论点和论据难免出现不统一、不协调甚至相互矛盾的地方；某些资料可能老旧，且时代不一致，均敬请理解并批评指正。

高庆华
2008 年 8 月

目 录

前 言

第一章 环境与灾害是地学研究的新命题	1
一、环境与灾害的地学内涵	1
(一) 环境与灾害是全球变化作用于人类社会活动及两者相互作用的产物	1
(二) 地球的运动和全球变化决定了环境与灾害的属性与分类	2
(三) 环境—灾害是有密切联系的开放系统, 属于地球系统的子系统	2
二、自然灾害与人类社会发展	3
(一) 自然灾变影响人类发展	3
(二) 人类对环境破坏与灾害发生起着推波助澜的作用	4
(三) 环境—灾害互馈促进, 恶性循环	5
三、环境与灾害是地学研究的新命题	5
(一) 环境与灾害形成机制的研究	6
(二) 环境与灾害区划的研究	6
(三) 环境治理与减灾系统工程规划	6
第二章 地壳运动整体观研究的进展与自然灾害综合研究	8
一、自然灾害综合研究的启蒙与地质力学	9
(一) 自然灾害系统的形成与地球自转运动	9
(二) 自然灾害分布与构造体系	11
二、从地质力学研究到地质系统论观点的提出	12
三、构造体系及构造系统研究	14
四、构造体系及地质体系研究	15
五、地质系统及地球表层系统研究	17
六、地质系统与地球表层系统形成机制	17
第三章 地球表层系统的运动与自然灾害	19
一、大陆构造运动与地震和地质灾害	19
(一) 地壳运动和大陆构造演化	19
(二) 中国活动性构造体系	20
(三) 大陆地震的分布特征	23
(四) 中国大陆地震危险性	25
(五) 中国大陆的地质灾害	27

二、洋底构造及对地震的控制	30
(一) 洋中脊(海岭)构造系统	30
(二) 海沟构造系统	31
(三) 转换断层	33
三、海洋运动与自然灾害	34
(一) 中国大陆海水进退规程	34
(二) 海平面变化与自然灾害	39
(三) 中国的海洋灾害	39
四、气候变化与自然灾害	42
(一) 气候变化	42
(二) 气候变化与自然灾害	44
(三) 气候变化与气象灾害	46
(四) 气候变化与洪涝灾害	54
(五) 气候变化与生物灾害	57
第四章 构造体系对致灾环境的控制作用	62
一、中国的致灾环境和灾害分区	62
(一) 中国的致灾环境	62
(二) 中国自然灾害分区	68
二、全球构造与自然灾害分布	70
(一) 全球构造对致灾环境的控制作用	70
(二) 全球构造与重大自然灾害的分布特征	75
第五章 地球表层系统运动的特点和联系性	76
一、岩石圈构造及其反映的地壳运动方式和方向	76
(一) 陆壳构造反映的地壳运动方式和方向	76
(二) 洋壳构造反映的地壳运动方式和方向	78
(三) 陆壳构造与洋底构造的关系	80
(四) GIS 测量数据反映的地球表层运动方式和方向	81
二、水圈运动的特点及其反映的地壳运动方式和方向	83
(一) 中国大陆海水运动的主要特点	83
(二) 海洋运动的机制与原因	85
(三) 现代洋流运动方式	86
三、大气运动反映的地壳运动的方式和方向	88
(一) 中国天气系统与气候变化	88
(二) 大气运动方式和方向	92
四、地壳运动与气候变化、海水进退、生物演化的相关性	96
五、地壳运动与自然变化的相关联系	98
(一) 地壳运动与建造的关系	98

(二) 地壳运动与地球化学	100
(三) 地壳运动与海水进退	100
(四) 地壳运动与气候变迁	100
(五) 地壳运动与生物演化	101
(六) 地球自转与地球物理场	101
(七) 地球自转轴的变化	102
第六章 自然灾变系统的形成机制	107
一、自然灾变	107
(一) 自然灾变基本概念	107
(二) 自然灾变的成因分类	107
二、自然灾变链与灾变群	108
(一) 自然灾变链	108
(二) 地区灾变链	109
(三) 自然灾变群	110
三、地球不同圈层的自然灾变相关性	110
(一) 地震与气象关系	110
(二) 地震与海温及海平面变化的关系	112
(三) 地震与旱涝的关系	113
(四) 地震与生物异常的关系	115
(五) 气象与生物灾害的关系	115
四、自然灾变形成的主要因素	115
(一) 自然因素	115
(二) 社会因素	118
(三) 其他因素	118
五、自然灾变系统	119
(一) 自然灾变的联系性	119
(二) 自然灾变系统的整体性	120
(三) 自然灾变系统的层次性	121
六、自然灾变系统的形成机制	124
(一) 自然灾变与地球自转的相关关系	124
(二) 自然灾变与太阳活动的相关关系	133
(三) 日、月引潮力的作用	134
(四) 自然灾变系统形成的机制	136
第七章 地壳运动整体在减灾方面的应用	150
一、中国地质灾害区域风险评估	151
(一) 中国地质灾害区域危险性分析	152
(二) 可诱发地质灾害的其他自然灾害区域风险分析	158

(三) 中国地质灾害区域风险评估	175
二、自然灾害综合预报和对洪涝灾害发展趋势的探索	183
(一) 自然灾害综合预报	183
(二) 洪涝灾害发展趋势的探索	186
三、地震预测的整体观的探索	192
(一) 地震科学整体观	192
(二) 构造带—地震带—地热异常带—地震化学异常带四位一体特征	195
(三) 地球化学异常—地震预测整体观的探索	212
四、研究全球变化, 建设公共安全与灾害应急系统工程	218
(一) 全球变化问题研究	218
(二) 中国的干旱化、荒漠化、水资源危机和藏水北调问题	220
(三) 建立社会安全保障体系	222
五、构建综合减灾系统工程	225
(一) 综合监测预报体系	226
(二) 综合防灾应急体系	229
(三) 社会救灾重建体系	230
(四) 综合减灾管理系统	230
(五) 灾害保险体系	232
结束语	233
参考文献	238
后记	240

第一章 环境与灾害是地学研究的新命题

1972年联合国人类环境会议之后,环境问题引起了世界各国的高度重视,大家共同认识到:人类既是环境的产物,也是环境的塑造者。人类可以保护与改善环境造福于人类,也可以破坏环境危及人类的发展和生存。1992年联合国环境与发展大会召开,183个国家通过与签署了《里约热内卢环境与发展宣言》、《21世纪议程》、《关于森林问题的原则声明》、《联合国气候变化框架公约》、《生物多样性公约》等宣言文件,会议提出“环境与发展不可分割,保护地球生态环境,实现可持续发展,建立新的全球伙伴关系”的主张,受到全世界包括我国的高度重视。世界各国采取各种措施投入保护地球生态环境、促进社会经济可持续发展的行动。另一方面,鉴于自然灾害日渐严重,危害人类生存和发展,第42届联合国大会在1987年12月11日通过第169号决议,决定将1990—2000年的10年定名为“国际减轻自然灾害十年”,旨在通过国际上的一致行动,将当今世界上,尤其是发展中国家由于自然灾害造成的人民生命财产损失、社会和经济的停顿减轻(少)到最低程度,此举得到世界各国的响应。2000年之后又将开展减轻灾害的后续行动。这两大国际行动几乎同步并行,但是由于环境与灾害的分割管理,分门别类的孤立地研究,对其发生、发展规律和趋势缺乏系统研究和综合对策,以致影响到社会协调行动和联合效益。因此我国环境保护部门、减灾部门、经济运行部门以及政府和民众在保护环境减轻灾害行动中必须考虑采取什么对策和如何协调,以保障社会经济可持续发展的重大问题,这更是科学界需要关注的综合性研究课题,尤其是地学界应该作出更多的努力与贡献^[1-3]。

一、环境与灾害的地学内涵

(一) 环境与灾害是全球变化作用于人类社会活动及两者相互作用的产物

1. 环境

人类赖以生存的地球已有近46亿年的历史,地球自从它生成之日起就在不停地运动、变化并导致地球环境的演变。首先地球从混沌状态逐渐分异为地核、地幔、岩石圈、水圈、生物圈各大圈层,继而各大圈层的运动和变化又形成各自的环境体系,经过几十亿年的环境演化和生物进化,至300万年前在适宜的环境培育下出现了人类。人类是地球环境演变的产物,人类的创造与发展一直受到地球环境(包括大气环境、海洋环境、地质环境、生态环境以及日地环境)的影响与制约。同时,人类也是环境的塑造者,初期由于人类改造环境的能力低下,主要是适应环境以求发展,然而近代情况则不然。由于当代科学技术突飞猛进地发展,人类社会在强度和规模上具有改变环境的能力,在创造人类生存的美好空间的同时却在破坏环境,出现日益严重的局面,如全球变暖。

2. 灾害

人类生存的地球由于自身的变化和天体的影响,其整体和各个圈层处于不断的运动和变

化之中,使自然环境时刻发生着或好或坏的变化,当变化的程度超过一定限度,特别是发生突然巨变的时候,就会危及人类社会,造成人员伤亡和财产损失,这就是自然灾害。

同环境问题一样,人类活动作为一种日益强大的动力因素,在直接造成人为灾害的同时,人类对自然灾害的科学防治,在一定范围内也可以抑制或减轻自然灾害;相反,人类不合理的资源开发、工程建设以及战争、动乱等,则助长了多种自然灾变,甚至导致许多人为自然灾害发生。

(二) 地球的运动和全球变化决定了环境与灾害的属性与分类

1. 环境与灾害均具有自然与社会双重属性

环境与灾害的形成与地球的运动与变化有关。地球的发展,就是在“渐变”与“突变”交替过程中发展演化。在漫长的地质历史进程中,曾出现多次比现代自然灾害规模与强度大得多的火山爆发、岩浆活动、海侵与海退、气候剧变、生物灭绝等事件,不过当时没有人类,尚不能称为“灾害”,只能称为“灾变”。而在灾变事件之间地球及其各个圈层的缓慢的渐变现象,则常视为地球环境的变化。这种观念一直延续至今,如气候逐渐的变化常作为气候环境问题,而气候突变造成的人员伤亡与财产损失则视为气象灾害问题,实际上两者是相互联系的,都与气圈的自然变异相关。这是环境与灾害的自然属性。

另一方面,环境与灾害影响了人类社会的安全与发展,而许多环境与灾害问题则是由人类社会活动诱发或加重的,说明环境与灾害都具有社会属性。

2. 地球运动与全球变化决定了环境与灾害的分类

广义的环境可以分为两大类:①自然环境,包括地理环境、地质环境、海洋环境、大气环境、生态环境等。这些环境都属于地球系统的组成部分,并随着地球运动和全球变化而演变着。当然,也受着人类社会因素的影响。②社会环境,包括人居环境、城市环境、政治环境、人际环境、经济环境等。这些环境的形成与发展,人类社会因素当然是主导的,然而也受着自然因素的影响。

同样,灾害也可分为两大类:①自然灾害,主要包括气象灾害、洪涝灾害、海洋灾害、地震灾害、地质灾害、农业灾害、森林灾害7大类及人为自然灾害,它们主要是由地球各个圈层的运动异常与物质异常变化造成的,但人类社会活动的影响也是显而易见的。②人为灾害,主要有火灾、爆炸、污染、交通事故等,它们的发生是由人类社会活动导致的,但也受着自然条件的影响和制约。

需要强调指出,由于环境与灾害都具有自然与社会双重属性,自然环境和自然灾害的形成固然以自然因素为主,但也受社会和人为因素的影响;社会环境和人为灾害固然主要是社会或人为因素造成的,但自然因素的影响也不可忽视。因此,需要进行地质、气候、海洋、生物等自然现象的综合及与人类社会活动相结合的研究,大系统的观点正是现今地学研究的一个新动向。

(三) 环境—灾害是有密切联系的开放系统,属于地球系统的子系统

有联系的自然灾害组合而成的总体称为自然灾害系统。自然灾害的联系性受控于地球各圈层运动的相关性,如果认识到气象灾害、海洋灾害、地质与地震灾害、生物灾害分别是由地球的气圈、水圈、岩石圈、生物圈的运动和变异及彼此相互作用引起的话,则不难理解自

然灾害系统的产生乃是地球整体运动的反映。同样,由于地球环境的形成与演变也受控于地球各圈层的运动,那么环境与灾害就寓于同一个有密切联系的开放系统,它们的产生必然与地球的整体运动、全球变化乃至天体的运动和变化相关,属于地球系统、地球表层系统的子系统(参见前言图1)。

综上所述,环境与灾害问题,从深层次和广义的角度来看,应属于地球运动和全球变化问题,如果将岩石圈、水圈、气圈、生物圈包括人类都看作地球的一个组成部分的话,那么揭示环境与灾害的规律则必须用地球系统整体观作为指导进行研究,这显然是地学研究者的责任所在。地球科学与社会科学的融合是新世纪地学研究的特色。

二、自然灾变与人类社会发展

(一) 自然灾变影响人类发展

地球和地壳不停地运动和变化着,所以环境的变化、自然灾害的发生是必然的现象,是地球表层系统发展演化的必然产物,是不以人类的意志为转移的。

早在人类出现之前,中国大陆就曾发生过多次几百万年、几千万年、几亿年等尺度不同的准周期性从和缓到激烈的地壳运动。每一次地壳运动,不仅导致了构造运动、岩浆活动、海水进退、气候变化,而且使生物界都发生了巨大的变化,生物出现了灭绝、迁移、进化等现象。

进入第四纪,寒冷的冰期使大批生物消亡,而类人猿迫于气候的变化和森林的消失,从树上转到地面,在长期的求生活动中锻炼自己,完成了从猿到人的转变,得到了飞跃性的发展。以后又经历了多次大大小小的地壳变动,在环境巨变和自然灾害时期,严酷的环境一方面给人类带来了巨大的伤害和损失,但也提高了人类抗御自然变化的能力,在与恶劣的环境和自然灾害的斗争中得到了发展。

但是,人类的力量面对强大的地壳运动与自然变化是有限的,因此,一方面要斗争,另一方面必须去适应环境。人类历史上旱作农作物和水作农作物的发展、人类大迁移,都是面对气候的旱、涝变化和灾害期而作出的适应环境的反应。

初步研究认为,公元前200—前100年(即战国—秦汉初期)、公元400—500年(即南北朝时期)、公元900—1100年(即五代十国至宋初时期)、公元1600—1700年(即明末清初时期)等都是气候寒冷、干旱严重、地震活跃的灾害期,是我国北方沙漠化发展时期,也是战乱不息的社会动荡时期。如1600—1700年是我国历史上的低温时期,连年大旱,遍及西北、华北、华东、中南、西南等地区,1665—1709年华北出现8级和8级以上地震3次,7~8级地震2次,6~7级地震3次。长城外的森林消亡,变成沙荒。此外,台风、蝗灾、瘟疫都很严重,民不聊生,终于导致了明末农民起义。

在几百年尺度的灾害期中还存在尺度更短的周期变化。20世纪以来,2~3年、5~7年、11年、22年、35~40年、80~90年左右的灾害准周期在我国均有表现,1920—1930年及1960—1976年均均为多种周期叠加的灾害严重时期。20世纪末至21世纪初也是类似的多种周期叠加的灾害期。

总之,世界与我国已面临一个灾害频发、环境问题严重的灾害时期,这是地球运动和自

然环境演变的客观规律，人类必须面对现实，谋求对策。现在全世界开展的保护环境、减轻灾害的国际行动，正是应时之举。但是，人类的力量是不可能全部消除自然灾害和对自然环境按人的意志进行根本改造的，只能在顺乎自然规律的前提下，调动人类的所有力量去减轻灾害、保护环境、改善环境，谋求人类的发展。

(二) 人类对环境破坏与灾害发生起着推波助澜的作用

人类社会早期，人口稀少，生产能力低下，缺乏改造自然的能力，主要是顺乎自然、依赖自然条件以求生存，对自然环境的改造与破坏程度不大。随着人口的增长、科学的进步，特别是社会组织功能的发挥，人类改造自然的能力愈来愈大，于是在地球表层系统演变中的作用愈来愈强。为了满足人口增长、需求增大和社会经济发展的需要，人类不断地向自然界索取土地、食物、淡水、空气、矿产等资源，并将废料遗弃在地球表层，以至破坏环境与产生灾害的综合指标——熵值不断增加。加之人类的工程活动对自然环境尽其所能地进行改造和破坏，使地球生态环境日益恶化，并诱发许多自然灾害的发生。如果不重新认识并协调人类与社会发展和环境的关系，人类社会必将受到自然界的严酷报复。事实上这种“报复”已愈来愈明显^[6]。

我国是世界上历史最悠久的国家之一。回顾我国的历史，一方面民族在繁荣、社会财富在增多；另一方面人口膨胀—资源过量开发—环境破坏—灾害丛生的恶性循环已愈演愈烈，严重地阻碍了我国社会和经济的持续发展。

由人类的非科学行为所导致的环境与灾害问题主要是：

(1) 由于滥伐森林、破坏草场所导致的水土流失、土地荒漠化、河湖淤塞、水旱灾害增多、滑坡及泥石流灾害多发。黄河流域在 3 000 年前 60 万平方千米的土地上曾遍布茂密的森林和广阔的草原，西周时期森林覆盖率尚达 53%，毁林开荒的结果导致 1949 年森林覆盖率只有 3%，水土大量流失，黄河年输沙量达 16 亿吨，解放前成为三年两决口的世界著名的害河。令人忧虑的是，黄河流域的历史已在长江流域重演，1986 年比 1975 年 10 年中水土流失面积几乎增一倍，为 73.9 万平方千米，土壤侵蚀量已达 24 亿吨，如果任其发展，一江清水的长江将面临成为第二黄河的噩运。

(2) 由于过量抽取地下水，导致地面沉降、地面塌陷、海水入侵、土地盐渍化、绿洲缩小、湖泊萎缩。现在我国有 60 多个城市，包括上海、天津、北京、太原、西安等大城市都出现了地面沉降，而且有从大中城市向中小城市、乡镇发展、连片成带的趋势。沿海大面积海水入侵，仅胶东地区 20 世纪 80 年代以来地下水低于海平面的负值区总面积已达 3 000 km²。如不采取措施任其发展，沿海地区，尤其是华北广大平原地区，终将出现影响人类生存和发展的严重局面。

(3) 由于开发矿产和工业生产所导致的矿山灾害、温室效应、水土与河湖及海洋污染日渐严重。我国已有 80% 以上的江河湖泊受到不同程度的污染，由此而导致的生物灾害和人类疾病日益严重，人类将面临没有干净淡水可用的局面。特别是全球变暖所造成的危害已引起全世界的高度重视。

(4) 由于人类非科学工程活动所导致的人为崩塌、滑坡、泥石流等灾害大量增加。据统计，有 60%~70% 的崩塌、滑坡、泥石流灾害与人为作用有关。

另外，不考虑环境与灾害因子的违章建设、施工质量低下及人为的破坏也是环境破坏与