

“十一五”国家科技支撑计划
2008BAC44B01-05专题成果

亚洲巨灾

成灾环境研究

高庆华 李志强 张进 等著

Yazhou Juzai
Chengzai Huanjing Yanjiu

“十一五”国家科技支撑计划
2008BAC44B01-05 专题成果

亚洲巨灾成灾环境研究

高庆华 李志强 张 进 等 著

内容提要

本书以地球系统科学与自然灾害系统思想为指导,总结了亚洲巨灾的时空分布规律,对地震、气象、洪涝、地质等各种巨灾事件的致灾因素、成灾过程进行了系统解析,从地球运动和全球变化的高度研究了亚洲巨灾的致灾因素、成灾环境、形成机制,初步划分了巨灾事件多发区和多发时段,在对亚洲巨灾发展趋势进行分析的基础上提出了减灾对策。

本书可供自然灾害研究和减灾人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

亚洲巨灾成灾环境研究/高庆华等著. —北京:气象出版社,
2012.4

ISBN 978-7-5029-5459-8

I. ①亚… II. ①高… III. ①区域自然灾害-研究-亚洲
IV. ①X433

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 052289 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://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:张 斌

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:230 千字

版 次:2012 年 4 月第 1 版

定 价:40.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68406961

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:章澄昌

责任技编:吴庭芳

印 张:9

彩 插:2

印 次:2012 年 4 月第 1 次印刷

前 言

自然灾害自古以来就是人类生存和社会发展的天敌。进入 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化问题,逐渐受到全世界的关注。与此同时,全球自然灾害损失也在快速增长。尤其是近几年,非洲大旱、东南亚和欧洲大水、美国飓风等特大自然灾害频频发生;由于海平面上升,太平洋中一些岛国濒于覆灭的危境。因此,环境与灾害已成为世界各国社会经济发展的重大制约因素,保护环境、减轻灾害是全世界人民共同的责任。

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,给人类社会造成广泛而深远的灾难。因此,气候变暖便成了当今世界环境问题的热门话题。

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,地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 and 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。

据初步调查,世界自然灾害最严重的有三个地区:一是亚洲大陆中南部及毗邻的环太平洋地区;二是非洲;三是北美中南部、拉丁美洲和南美西部地区。其中,亚洲是干旱、热带气旋、暴雨、洪水、地震、海啸、风暴潮等巨灾最集中的地区,亚洲的巨灾具有共同的致灾环境。亚洲是世界上面积最大的大陆,具有世界上最高的高原和山脉,世界上最深的海沟;是世界上最强大的环太平洋构造带和阿尔卑斯—喜马拉雅山构造带的交汇处;是世界上东风带和西风带影响最强烈的地区,受印度高压、西太平洋副热带高压、西伯利亚高压、鄂霍次克海高压等巨大的天气系统的共同控制;是厄尔尼诺和拉尼娜影响最严重的地区。需要联合研究才能认识巨灾发生发展规律;巨灾及其灾害链,往往使亚洲多个国家受害,需要共同建立灾害预警机制,协调建设防灾工程,互相支持、互相援助。因此,进行亚洲巨灾成灾环境研究和巨灾事件系统解析,开展亚洲减灾系统工程,对亚洲及世界都具有重要的意义。自然灾害是不分国界的,特别是处于同一个孕灾区的各种自然灾害,如西风带控制范围内的各种气象灾害、西太平洋副热带高压控制范围内的各种海洋气象灾害、环太平洋构造带范围内的地震地质灾害等,它们既有共性,又有特殊性;既有独立性,又有联系性,必须进行国际联合的综合研究,才能认识它们的发生、发展规律,制定出科学协调的防灾减灾系统工程措施。

在所有的灾害中,对人类社会危害最大、破坏最严重、影响最深远的是巨灾。何为巨灾,一般有两种理解:第一种理解是指强度大、等级高、影响范围广或持续时间长,有可能造成巨大损失的危害(正确地说是灾变);第二种理解是指损失巨大的自然灾害。前者可以说是巨灾形成的致灾因子;后者是巨灾的灾情。所谓巨灾事件,应该是指能量巨大的自然灾变,对社会受灾体侵袭、破坏、影响,以致造成巨大伤害、破坏和损失及其他不良后果的过程。

初步研究,亚洲可以造成巨灾的自然灾害主要有干旱、热带气旋、暴雨、洪水、海啸、风暴潮、地震、寒潮、森林大火等,其中对亚洲各国常有共同影响的是干旱、热带气旋、地震、暴雨和洪水,这些应该是研究的主要灾种。

巨灾的形成一般有两种情况。第一种情况,有些自然灾变,特别是等级高、强度大的自然灾变,不仅可以造成巨大的直接危害,而且在它的发生发展过程中,常常诱发出一系列的次生灾变与衍生灾变,形成灾变链,从而造成更大的危害。

巨灾形成的第二种情况是,某些地区在不太长的时段内,可能连续遭受多种灾害侵袭,而造成巨大损失。特别是人口密集、经济发达,但防灾能力不足的地区,巨灾发生的概率更高。

巨灾事件是小概率事件,致灾因素是十分复杂的,既有发生地的成灾环境因素;也有全球运动和全球变化因素;甚至还有太阳活动和天体运动因素。因此,对巨灾事件的成灾机制进行研究需要以地球系统整体观为指导。

撰写本书的最终目的是企图阐明三个观点。第一,日益严峻的灾害形势已成为亚洲人民生存与发展的严重威胁。第二,巨灾事件的发生和影响不是孤立的,往往构成自然灾变系统和自然灾害系统,巨灾的成灾环境受控于地壳运动、地球表层系统变化及天体活动的自然因素和人为因素的双重影响。第三,巨灾事件的研究与解析是一项系统工程,在巨灾事件发生、发展、影响、恢复的全过程中,都需要世界各国、社会各行各业的广泛合作。

《亚洲巨灾成灾环境研究》是一项涉及面十分广泛的研究课题(见图 1)。

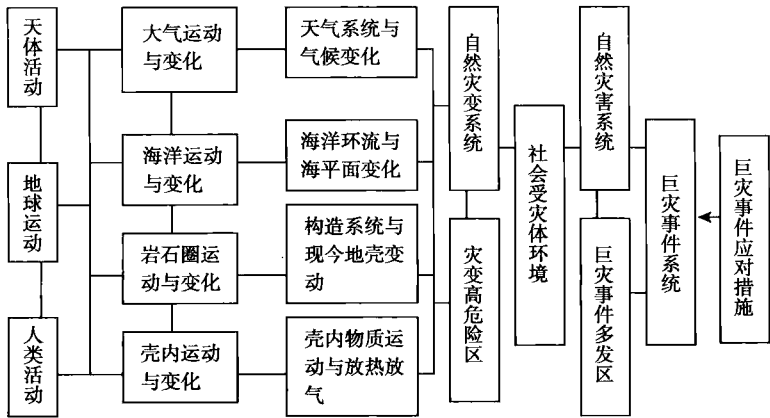


图 1 巨灾成灾环境研究构架图

显而易见,这项研究工作只是刚刚开始,特别是各国的实际资料还很不够。因此,本书涉及的各项研究,都是在资料不完备条件下进行的。不当之处在所难免,仅供进一步研究参考。

目前,由人类活动造成的全球变暖已引起了全世界的关注,节能减排、保护环境已经成为全世界各国人民的共同行动。我们认为,环境和灾害是一个相互联系的整体,由现今地壳运动

导致的地球表层系统变化,不仅影响环境,也是主要的致灾因素。因此,全世界在努力改善环境的同时也应该推动减灾全球化,可能在短期内会取得更为显著的成效。作者希望类似的项目,应该继续开展。

本书是《亚洲巨灾调查分析技术及巨灾划分标准研究》课题第 5 专题、第 2 专题及第 3 专题的成果。专题分别由李志强、邓砚和张进负责。由于专著涉及方面已经超出了课题研究的范围,因此在编写专著时,使用了高庆华对“世界巨灾致灾因素和成灾环境”研究的资料,共同编写了《亚洲巨灾成灾环境研究》(《亚洲巨灾成灾环境与巨灾事件系统解析》(上册))和《亚洲巨灾事件系统解析》(《亚洲巨灾成灾环境与巨灾事件系统解析》(下册))。同时,使用了其他专题组和参考文献中的资料,均在此表示感谢。

目 录

前 言

第一章 影响巨灾事件形成与分布的致灾因子解析	(1)
第一节 影响巨灾事件形成与分布的构造因子	(1)
一、陆壳构造系统	(2)
二、洋壳构造系统	(8)
三、全球构造系统	(12)
第二节 影响巨灾事件形成与分布的海洋因子	(15)
一、海水进退与地壳运动	(15)
二、中国大陆海水进退规程的特点	(17)
三、现代洋流运动方式	(20)
四、厄尔尼诺与拉尼娜现象	(22)
第三节 影响巨灾事件形成与分布的气候因子	(23)
一、影响中国和亚洲的主要天气系统	(24)
二、地球自转对天气系统运动的影响	(28)
三、海洋环流运动对气候变化的影响	(30)
第四节 影响巨灾事件形成与分布的其他致灾因子	(33)
一、地形地貌对自然灾害的影响	(33)
二、陆地下垫面性质对气候变化的影响	(35)
第二章 影响巨灾事件活动时间的致灾因子解析	(37)
第一节 地球自转速度变化对自然灾害活动的影响	(37)
一、地球自转速度变化与地震活动	(37)
二、地球自转速度变化与火山活动	(41)
三、地球自转速度变化与气温变化	(42)
四、地球自转速度变化与厄尔尼诺现象	(43)
五、地球自转速度变化与海平面变化	(44)
六、地球自转速度变化与西太平洋副热带高压位置变化的关系	(45)
第二节 天体活动	(47)
一、太阳活动的致灾作用	(47)
二、影响地球运动和突变活动的其他天文因素	(52)
第三节 人为致灾作用	(53)
一、温室效应与全球变暖	(53)

二、社会经济发展的影响	(58)
第四节 地壳运动与巨灾事件的形成	(58)
一、地壳运动问题的基本认识	(58)
二、自然灾变系统形成机制的初步认识	(60)
第三章 亚洲巨灾事件分布规律探索	(65)
第一节 亚洲及毗邻地区的致灾环境	(65)
一、亚洲的构造环境与构造体系	(65)
二、亚洲的地理环境与山川分布	(73)
第二节 亚洲主要自然灾害的空间分布规律	(84)
一、亚洲主要自然灾害的分布	(84)
二、亚洲巨灾事件多发区的划分	(93)
第三节 亚洲主要自然灾害的时间分布规律	(98)
一、气候变化	(98)
二、历史时期的自然灾害	(105)
三、自然灾害历史发展规律	(114)
第四章 亚洲巨灾的发展趋势与减灾对策	(116)
第一节 21 世纪自然灾害发展态势分析	(116)
一、21 世纪初自然灾害发展态势预测的主要依据	(116)
二、自然灾变发展态势	(118)
三、21 世纪初期重大自然灾害态势	(121)
第二节 应对亚洲巨灾的对策建议	(126)
一、建设亚洲巨灾研究中心	(126)
二、建设亚洲巨灾灾害链的预测预警系统	(129)
三、研究圈定亚洲巨灾风险区	(131)
四、更新概念,指导亚洲防灾减灾	(131)
参考文献	(133)

第一章 影响巨灾事件形成与分布的致灾因子解析

自然界在时时刻刻变化着,当自然变异大到一定程度,并对社会受灾体造成巨大损失时,就发生了巨灾事件。自然界的变化是不均衡的,无论地壳结构和构造、海洋分布和运动状态、天气系统和变化,还是人类分布和活动,甚至太阳、月球等天体活动的影响,在世界各地都存在地区差异性。只有在那些最活动的地区,才可能发生巨大的自然灾变,导致损失巨大的灾害发生。因此,为了研究亚洲巨灾事件的区域分布规律,必须首先对影响巨灾分布的致灾因子分布与活动的空间构架进行解析。

第一节 影响巨灾事件形成与分布的构造因子

构造不仅对地震、火山、崩塌、滑坡等地质灾害起着直接的控制作用,而且作为下垫面的控制因素,还制约或影响了海陆分布、地形变化、山川格局、生态分区,甚至人口分布和经济区划,从而间接控制了洪涝灾害、气象灾害、海洋灾害,甚至生物灾害的空间分布。

长期以来,大部分人都以板块学说解释地壳上的构造现象,但是随着研究的进展,发现了越来越多的问题。中国科学院地学部地球科学发展战略研究组在2009年出版的《21世纪中国地球科学发展战略报告》^[1]中认为(摘要):“20世纪60年代兴起的板块构造理论被公认为20世纪自然科学领域的五大成就之一。板块构造理论的重要证据来自于对大洋岩石圈的调查,虽然板块构造解释了全球构造的许多现象,但是对于解释大陆的基本问题仍然具有局限性”。“回归到大陆动力学计划提出的科学问题的初衷,需要回答的基本问题是大陆的特征是什么?大陆如何分裂、分化、固结?哪些作用控制着大陆的组成和生长?为什么大陆会保存下来?在大陆变形中出现怎样的物理过程?大陆与板块系统及整个地球系统怎样相互作用?岩浆在哪里生成?当它们通过地壳上升时是如何演变的?来自板块运动和地幔的作用力是怎样同地壳变形、火山活动和地震相耦合?大陆中的哪些动力学相互作用控制了沉积盆地的形成?是什么大型构造控制了过去0~5 Ma时间尺度上的气候变化?……”板块学说对各种自然灾害的分布,难以进行系统的科学的解释,即使是对大陆地震带的形成,也不能做出具体的解释。由此看来,关于自然灾害形成的构造环境问题,是不能完全依赖于板块理论的,地球科学需要向更广阔、更深层次的领域发展。

地球科学是认识行星地球的形成、演化以及与人类自身生存和发展休戚相关的气候、环境、资源、灾害、可居住性、可持续发展等的一门自然科学。20世纪80年代以来,随着全球环境变化问题的日益突出,出于人类可持续发展的战略需要,全球环境变化研究得到普遍关注和快速发展,可持续发展问题得到各国政府和社会的高度重视,地球系统科学思维在地球科学中得到普遍接受,地球系统科学将成为地球科学的前沿领域。

作者在学习总结地质力学、板块学说和其他地质学科的基础上,1985年开始相继提出了

地质系统整体观、地壳运动整体观和全球构造系统,并以构造系统为纲,对地质建造、地球化学等以及自然灾害的形成和分布,进行了系统的解释^[2]。

一、陆壳构造系统

(一) 构造体系

构造体系是许多不同形态、不同性质、不同等级和不同序次,但具有成生联系的各项结构要素组成的构造带,以及它们之间所夹的岩块或地块组合而成的总体。已经鉴别出的构造体系有以下八种类型(图 1-1)。

(1) 纬向构造体系。在南北向的动力作用下,地壳上出现的以东西走向的挤压构造为主的构造带,统称纬向构造体系。

(2) 经向构造体系。在纬向惯性力作用下,地壳上出现了经向构造。经向构造带可分为经向挤压带和经向张裂带。

(3) 多字型构造体系。世界上规模最大的多字型构造体系为平行斜列出现的北东向构造与北西向构造带,如华夏系、新华夏系和西域系、河西系。

(4) 棋盘格式构造体系。这一类型的构造由两组相互交叉的扭裂面组成。两组扭裂面之间的夹角为直角或近似直角,将被它们穿切的地块分割为矩形或菱形块。棋盘格式构造遍布全球。

(5) 人字型构造体系。这一类型的构造体系,基本上由两部分构造成分组成:一是主干断裂;二是分支构造。主干断裂必须是扭性断裂,分支构造则可以是张裂,也可以是褶皱、挤压断裂带或其他结构面。

(6) 山字型构造体系。山字型构造的主体,包括一条弧形构造带和在弧形构造带的凹侧发育的一条与弧顶构造线相垂直但不到达弧顶的构造带,它们的综合形态好像中文的“山”字,故将此种类型的构造体系叫做山字型构造。我国目前发现的山字型已有 20 多个。中亚、欧洲、美洲等地都见有山字型构造。世界上迄今发现的最大的一个山字型构造,是欧亚山字型构造。

(7) 弧形构造体系。当构造带呈弧形展布时,称为弧形构造。我国最大的一个弧形构造为中蒙弧形构造,

(8) 旋卷扭动构造体系。这一类型的构造大致可由两部分组成,一是旋扭的核心;二是围绕或半围绕旋扭核心周围的旋回面。包括:

① 帚状构造;

② 歹字型构造是规模较大的旋卷构造,如青藏滇缅印尼歹字型构造、北美洲歹字型构造;

③ 纬向构造与经向构造汇集在地球的两极,形成两个独特的同心弧—辐射状构造体系,即北极同心弧—辐射状构造和南极同心弧—辐射状构造。

(二) 构造系列

地壳某一区域在一定方式和方向的动力作用之下形成了一定型式的构造体系。构造体系形成之后,改变了动力作用的边界条件,于是出现了与原先形成的构造体系型式不同的构造体系。新的构造体系的形成,使动力作用的方向和方式更加复杂化,型式多样的构造体系便相继

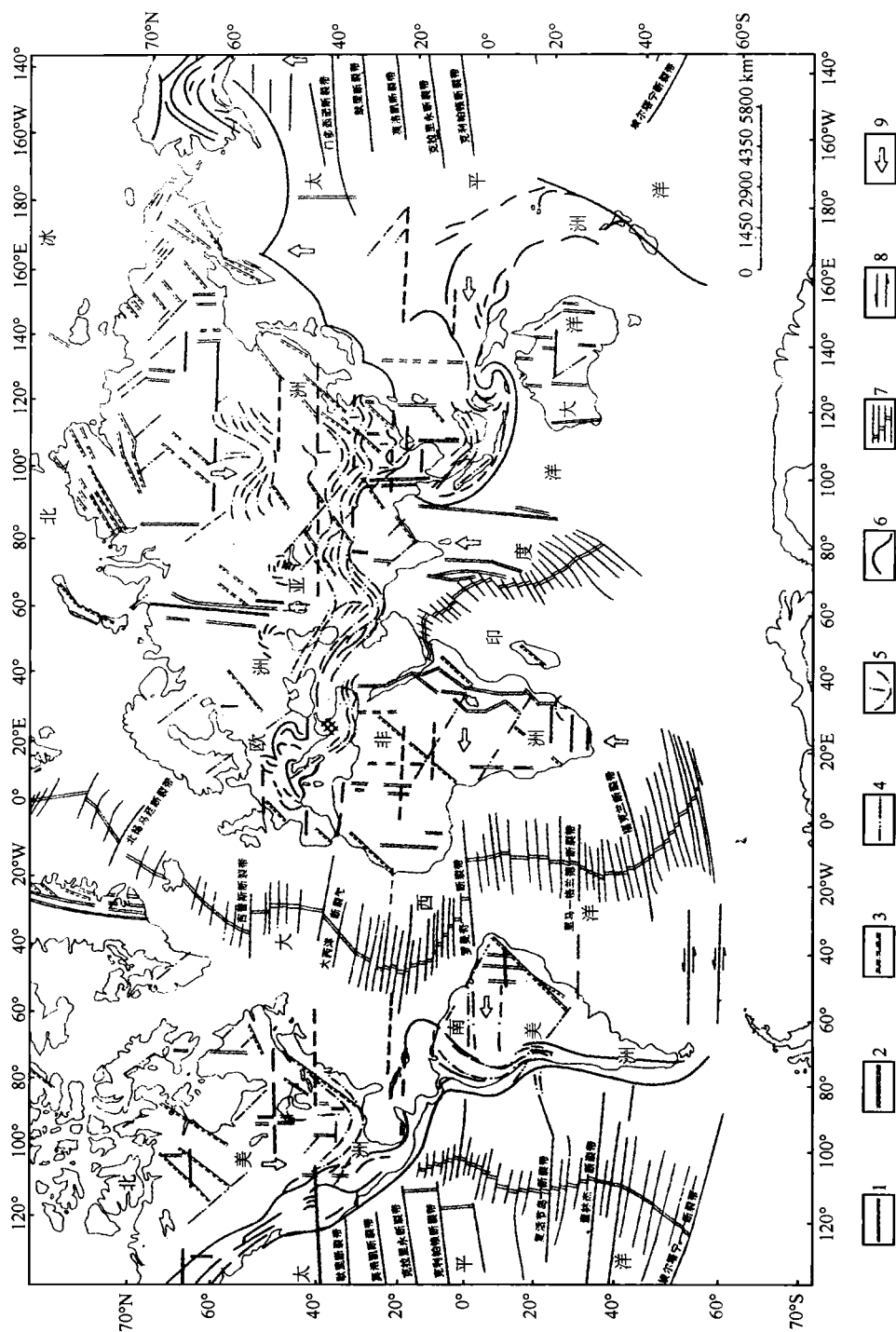


图1-1 全球构造体系略图

1—纬向构造体系；2—经向构造体系；3—北东向构造体系；4—北西向构造体系；5—山字型构造体系；

6—扭动构造体系；7—大洋脊及转换断层；8—扭错方向；9—地壳运动方向

产生。所以说,构造体系的出现,往往是一连串的现象。本书将地壳某一区域在一定方式和方向的动力作用之下所发生的一连串有联系的构造体系,称为构造系列。

1. 纬向构造系列

纬向构造是在南北向的挤压力作用下形成的,对中国大陆来说,以自北而南的动力挤压为主。当边界条件变化使挤压力分布不均匀时,则出现了前弧向南突出的山字型或弧型构造;在山字型或弧形构造的东西两翼,分别出现左列和右列多字型构造;由于两翼的扭动作用,出现了各种级序更低的旋扭构造体系,从而形成纬向构造体系—山字型或弧型构造体系—多字型构造体系—旋扭构造体系系列。

从全球来看,在两极向赤道的动力推动下,除了形成巨型纬向构造带外,在北半球有两个巨大而复杂的向南突出的特级弧形构造。一个横跨欧亚两洲,东面的支点为太平洋(中心支点大约为 170°W),西面的支点为非洲(中心支点大约为 10°E),朝着太平洋与印度洋交界处(大约 90° — 110°E)向南突出最甚。在这一经度带以东,北东向构造最发育,它们组成了左列多字型;在这一经度带以西则以北西构造最发育,组成了右列多字型,共同反映了沿这一经度带相对地向南扭动。沿这一经度带次级的山字型和弧型构造极为发育,并且自南向北,发育了一系列裂谷,包括 90° 海岭、攀西裂谷、贝加尔裂谷等,有人称为子午裂谷系。裂谷在地质历史上有过的阶段遭受挤压,形成一条巨大的经向挤压构造带。另外一个向南突出的巨大而复杂的特级弧形构造出现在北美洲及其两侧,其东面的支点在非洲(中心支点在大约 10°E),西面的支点为太平洋(中心支点大约为 170°W),朝着墨西哥地区(大约 90° — 105°W)向南突出。这个经度带以东,包括北美洲的东部、欧洲西部,北东向构造最为发育;这个经度带以西,即北美洲西部地区,北西向构造最发育,共同反映了沿该经度带向南的相对滑动。这一经度带向南,大约与东太平洋海岭处于同一经度范围内。根据地应力测量,大西洋海岭的性质也为张扭性。

南半球大部为海洋,从围绕南极的海岭展布情况来看,太平洋部分与非洲大陆部分,都有明显北移趋势。综观全球,似乎大致在地球长轴通过的地方(25° — 155°E)地壳向北移动,大约在地球中间轴通过的地方(115°E — 65°W)地壳向南移动。

欧亚大陆向南滑动的特级巨弧中,出现了两个一级的大弧,其弧顶大致在 60°E 和 105°E ,前者称欧亚弧,后者称中国弧。沿着这两个经度带各有一系列山字型构造与弧形构造出现,并出现了一系列走向南北的挤压带(如乌拉尔挤压构造带和川滇西部挤压构造带)和裂谷(如乌拉尔裂谷、攀西裂谷)及海岭(如 90° 海岭、印度洋中央海岭)。这两个一级大弧的砥柱位置,相当于阿拉伯半岛和印度地块,也恰是经向构造通过处。另外,在西伯利亚的东部,大约在 150°E 也有一个向南突出的弧形,这三个弧的弧顶刚好间隔 45° 经度。

许多在纬向构造基础上发育起来的山字型构造,它们的砥柱部位都有经向构造;脊柱也常有经向构造通过;也有一部分山字型构造是以早成的北东向或北西向构造作为砥柱的(图 1-2)。

山字型构造的两翼,各有多字型构造及不同等级、序次的旋扭构造发生,它们的形成是由于山字型构造活动引起的,而山字型构造又是在纬向构造体系的基础之上发展起来的,所以我们将它们作为一个构造系列。在这里,如将纬向构造带作为初次构造体系来看待,则山字型构造为二次构造体系,多字型构造为三次构造体系,更小的旋扭构造则为四次、五次,乃至序次更低的构造体系。

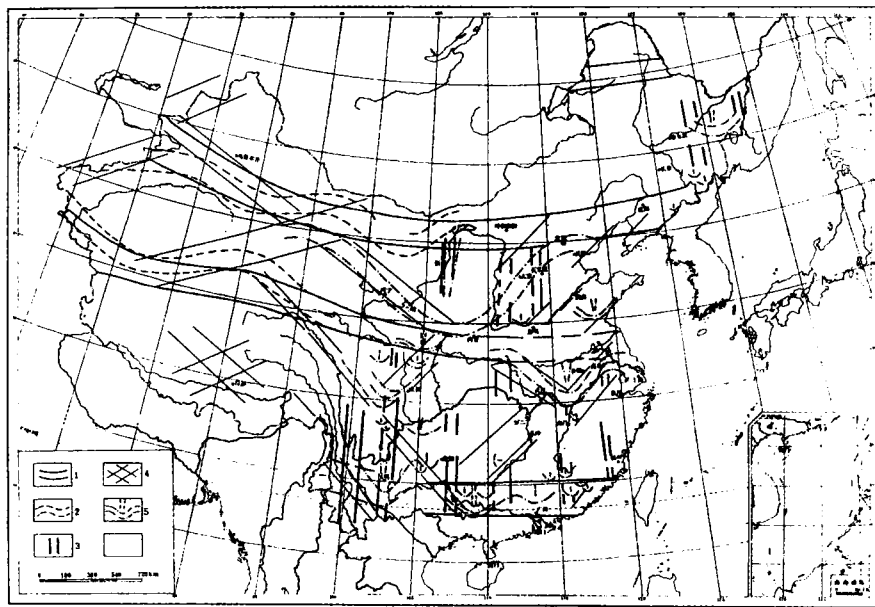


图 1-2 纬向、经向、北东向、北西向构造对山字型构造形成的控制作用

1—纬向构造；2—弧形构造；3—经向构造；4—北东及北西向构造；5—山字型构造

2. 经向构造系列

经向构造是在东西向的挤压力或引张力作用下形成的,对中国大陆来说,中生代以来以自东而西的挤压力为主。当边界条件的变化使挤压力不均匀时则出现了前弧向西突出的弧形或山字型构造,在弧形或山字型构造的两翼也可能出现小规模旋卷扭动构造体系,形成经向构造体系系列。

我国向西突出的弧形和山字型构造体系,都是中小型的,前弧出现在 25° — 27° N 之间,砥柱部位皆有纬向构造通过。川滇与滇西经向带向南延伸出国界后,形成了两个向西突出的弧形,弧顶约在 22° N 与 10° N,两者之间的砥柱部位(约 15° N)也有纬向构造通过。南美洲安第斯山向西突出呈弧形,可能为一以亚马逊凹地为脊柱的山字型构造的前弧,弧顶中心位置大约在 5° S。这一个弧形恰好夹峙于 10° N 与 25° S 两条纬向带之间。

海岭由于阶梯状的转换断层的错动,也有些地方向东或向西突出呈弧形。例如,东太平洋海岭在 25° S 向西突出,在赤道附近及 55° S 向东突出;大西洋海岭在 15° N 向西突出,在赤道附近向东突出;印度洋中央海岭在赤道附近向东突出。

概括起来,由于纬向构造体系的干扰,使经向构造体系发生弯曲,出现了弧形构造和级序更低的旋卷扭动构造。

3. 北东向构造系列

北东向构造是在北西—南东方向挤压力作用之下形成的。这一组挤压力的起因,一种可能是沿经度方向的反时针方向扭动;另一种可能是沿纬度方向的顺时针方向扭动。在对纬向构造系列论述中提出的那些发育在北半球的巨大的弧形构造的东翼地区(如中国东部),北东向构造特别发育,显示了前弧对砥柱相对向南的扭动。但是,在弧形构造的西翼地区(如中国

西部)也有北东向构造,它们的成因很难再用前弧向南相对滑动引起的扭动作用来解释。当然有可能是在构造发育史的某一阶段,前弧部分作向北的反向运动所产生的反时针方向扭动而成。如这种可能存在,则在大弧东翼同时形成的北东向构造应显示张性。如果无论东翼还是西翼地区,北东向构造都是挤压性质,则有必要把它们作为一个统一体系来考虑。根据地球上北东向构造普遍出现的事实,作者认为应单独建立一个北东向构造体系,不过还要具体研究北东向构造体系中各序次构造的性质、方向和组合方式才能定论。北东向构造体系也衍生出一系列的构造,形成北东向构造系列(图 1-3)。

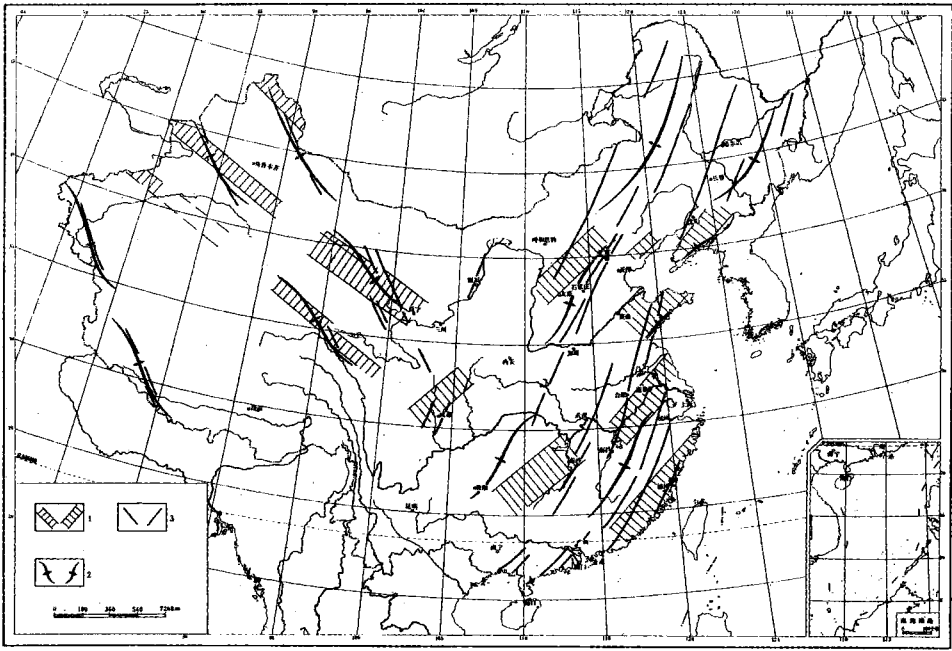


图 1-3 北东向与北西向构造系列的演化
1—早期构造;2—中期构造;3—晚期构造

我国东部地区为北东向构造系列特征最明显的地区,出现了一系列华夏类型的构造体系。最古老的构造体系称华夏系,发生在中三叠世以前,由一系列走向北东的隆起带、凹陷带和断裂带组成,控制了中三叠世以前的地层建造、岩浆岩和矿产的分布。随着反时针扭动的加强,挤压构造线的角距逐渐减小,先后出现了中华夏构造体系、新华夏构造体系、更新华夏构造体系等。在晚三叠世与晚侏罗世之间出现了走向北北东—北东的若干褶皱与断裂带,它们两端走向北东、中间段走向北北东,总体为 S 形,S 形的两端皆有燕山期纬向构造穿过,可见它们早于该期纬向构造,且沿纬向有顺时针方向扭动,控制了晚三叠世与侏罗纪的地层沉积与燕山早期岩浆岩与变质岩带的分布。白垩纪至古近纪形成了强大的新华夏系北北东向隆起与凹陷带及北北东向断裂带,它们切穿纬向构造。中生代末期,许多断裂转为张性,形成一系列地垒和地堑,有人称为东亚裂谷系,控制了这个时期的沉积地层和火山岩的分布。晚近形成的北东向构造,以东亚岛弧隆起构造带和东亚边缘海沉降带为典型代表,在弧形列岛上(隆起带)有强烈的褶皱断裂和喜马拉雅期岩浆活动,在弧后海盆中(凹陷带)有巨厚的新近纪和第四纪沉积。这些弧后海盆中各有一系列走向北北东—北东的次级隆起和凹陷存在,这些构造对海洋石油

的形成和聚集部位起了重要的控制作用。

挽近的北北东向断裂走向,有愈新愈偏向南北的趋势,有时兼有推压扭性,有人认为是由于太平洋向西或亚洲大陆向东的挤压所致。如此方向性的转变,在划分地震带、预报地震迁移趋势的工作中是很重要的。

4. 北西向构造系列

北西向构造是在北东—南西方向挤压力作用下形成的。这一组挤压力的起因,一种可能是沿经度方向的顺时针方向扭动;另一种可能是沿纬度方向的反时针方向扭动。在对纬向构造系列论述中提出的那些发育在北半球的巨大的弧形构造西翼地区(如中国西部),北西向构造特别发育,显示了前弧对砥柱相对向南的扭动。但是,巨大的弧形构造的东翼地区(如中国东部)也有北西向构造,它们的成因很难再用前弧地区向南相对滑动引起的扭动来解释。当然有可能是在构造发展史的某一阶段,前弧部分作向北的反向运动所产生的顺时针方向扭动而成。如这种可能存在,则在大弧西翼同时形成的北西向构造应显示张性。如果无论东翼还是西翼地区,北西向构造都是挤压性质,则有必要把它们作为一个统一体系来考虑。根据地球上北西向构造普遍出现的事实,作者认为应单独建立一个北西向构造体系,不过还要具体研究北西向构造体系中各序次构造的性质、方向和组合方式才能定论。北西向构造体系也衍生出一系列的构造,形成北西向构造系列。

我国西部地区为北西向构造系列特征最明显的地区。最古老的构造体系为西域系,它发生于古生代以前,总体定型于印支期,与华夏系的历史大体一致,由一系列走向北西—北西西的隆起带、凹陷带和断裂带组成,控制了侏罗纪以前的地层沉积、岩浆岩分布和矿产的分布。以后,由于顺时针方向的扭动加强,挤压构造的角距逐渐减小,出现了北西向的隆起和凹陷带,如阿尔泰—北山及祁连山隆起、准噶尔盆地—哈密盆地—柴达木盆地凹陷、婆罗科努山—祁曼塔格山—巴颜喀拉山隆起、塔北与塔东盆地—藏北盆地凹陷,它们控制了中、新生代的沉积。当它们遇到纬向构造时,也常弯曲为反S形。第三纪之后该区出现了河西系构造体系,一些走向北北西的断裂切穿了上述构造。有些地方发育在第四纪地层中,挽近仍在活动,控制了地震带的分布。

5. 棋盘格式断裂构造系列

1987年,作者研究了地球自转与全球断裂体系^[3]后认为,如果能够把一次抑或数次在同一方式外力作用下发生的有生成联系的断裂称为断裂体系,那么也可以将全球有这种生成联系的断裂总称为全球断裂体系;地球总体和其各部分物质的运动是分层次的,所以形成的断裂也是有级别或序次的。

地球总体的运动变化有多种形式,最主要的一种是其扁度发生变化。譬如说,地球不停地旋转,特别是当转速增快时,地球的扁度增大,即由圆球体变为三轴椭球体。地球的另一种运动为南北偏心运动,古生代以来主要是向北偏心。地球还有一种运动称为东西向偏心,表现最明显的是非洲在隆起,太平洋在凹入。所有这些运动相伴产生的断裂,都是具有全球性的,可看成全球断裂体系的第一级构造成分。由于地球不等速运动,产生了经向和纬向水平力,在其直接作用下,出现的东、西、南、北、北东、北西或近东、近南、近北东、近北西向断裂,都是具有区域性的,可看作全球断裂体系的第二级构造成分。地球远非均质体,由于边界条件的变化,常使区域地应力场复杂化,从而出现了上述方向断裂的各种构造体系,隶属于这些构造体系的

断裂可视序次较低的为全球断裂体系的第三级或更低级的构造成分。它们共同组成全球断裂体系(图 1-4)。

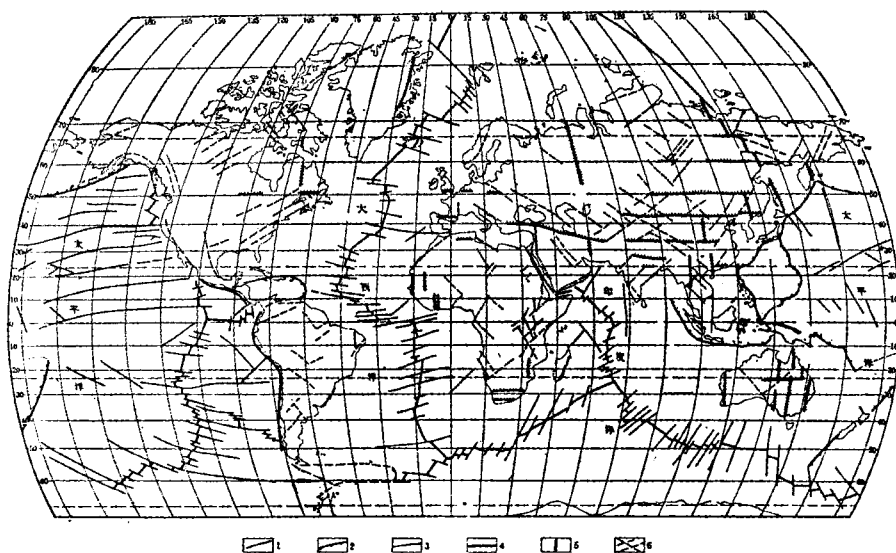


图 1-4 全球断裂略图

- 1—海岭(海底张裂带);2—贝尼奥夫带(挤压断裂带);3—海底断裂;
4—纬向断裂带;5—经向断裂带;6—北东与北西向断裂带

二、洋壳构造系统^[4]

洋壳构造系统是发生在洋壳的构造,板块工作者从另外的视角已经进行了详细的研究。但是,从地质力学的观点来看,洋底构造的展布方向和力学性质与大陆构造具有共同的特点,它们都属于某些构造体系的组成部分,只是由于两者具有不同的地质环境和发展历史,显示了不同的特征,因此也可以单独划分为洋底构造系统,予以轮廓性地论述。

洋壳构造至少有三期:第一期是控制海底扩张带的断裂;第二期是海底扩张、板块运动及俯冲作用引起的构造;第三期是切断海底扩张带和板块的断裂构造。根据前面的论述,第一期构造和第三期构造与大陆构造体系的形成机制是一致的,即与地球自转运动相关。第二期构造是直接由海底扩张运动形成的,可称板块构造体系,它是在壳下熔融体运动力的推动下,由一个板块和它前进方向后方的张裂带(如洋脊)、前进方向的挤压带(如俯冲带)和板块两侧的扭性转换断层组成。有联系的板块构造体系组成板块构造系列,板块构造系列看来受着全球性星球网格构造系统、两极旋转构造系统和低纬度旋扭构造系统的控制。

(一)洋脊(海岭)构造系列

由于海底扩张,沿张开的裂缝中常有大量的玄武岩涌出,固结后形成洋脊、海岭、海堤或海隆。

1. 大西洋洋脊

总体为南北向。严格来说,在赤道以南至 40°S 走向为南北向,向南变为南东方向,与走向

北东的印度洋洋脊分支相连,环绕在非洲大陆之南。赤道至 40°N 为一向西突出的弧形(图 1-5)。 40° — 56°N 走向南北,再向北分为两支:一支至戴维斯海峡,走向北西;另一支经冰岛延至熊岛,走向北东。

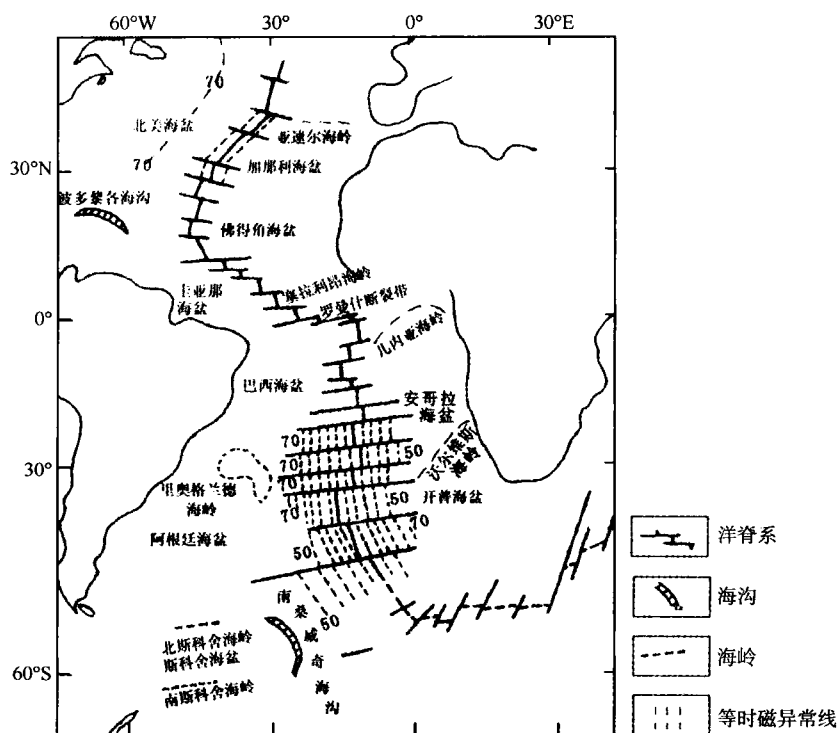


图 1-5 南大西洋的地形和磁异常
(数字表示年代,单位:Ma)

2. 太平洋洋脊

太平洋洋脊在 20°N — 35°S 大体走向南北, 20° — 40°N 向西突出, 40°N 以北走向南北。从 35°S 向南分为两支, 一支走向南西, 与环绕南极的海岭相连; 另一支走向南东, 在南美洲南端与南美洲之东的走向北东的海岭相连(图 1-6)。

3. 印度洋洋脊

赤道至 20°S 走向南北,向南走向南东,与环绕南极的海岭相连。大约在 25°S 附近,在南东向分支的西侧出现南东向分支海岭,环绕非洲大陆,与大西洋洋脊相连。从赤道向北,洋脊走向北西,至亚丁湾转为东西,然后呈北西向插入红海(图 1-7)。

另外,在西太平洋、印度洋和大西洋,还散布了一些规模较小的海岭,走向主要为南北、东西,次为北东、北西。

总之,代表张性构造的洋脊和海岭走向,主要为南北向,次为北东、北西及东西向。也就是说,与地球坐标系保持一定的关系。

这些洋脊都有地震活动。