

# 开展灾害学研究 保障人类生存与发展

陈 荫 祥

(地质矿产部地质遥感中心)

1990 年 3 月 9 日收稿

## 摘 要

灾害是人类面临的最严重的威胁。本文简要列述了各类灾害对国民经济建设和人类生存的危 害性,论述了灾害的分类和体系特征,探讨了灾害形成的科学机理,强调了开展多学科、大体系研究的重要 意义。同时结合国土环境遥感调查,提出了开展灾害学研究、监测防御、减灾抗祸的对策和建议,以期 发挥现代地球科学理论与遥感技术的潜力,为促进灾害学的研究、保障人类更好地生存与发展作出贡 献。

**关键词** 灾害学 灾害分类与灾害系列 灾害地球动力学 灾害监测与预报 灾害防御体系 减 灾措施

## 一、灾害是人类面临的最严重的威胁和最严峻的挑战

我国疆域辽阔,自然环境条件复杂,自然灾害及其导引出的生态环境和社会灾害类型 多样,这些灾害频繁不断地冲击人类社会,给人们的生命财产带来难以估量的损失。近年 来的人类社会发展战略研究表明,尽管存在着资源、能源、环境和人口危机等严重问题,但 随着科学技术的发展和社会的进步,都会得到调节和缓解。唯独自然灾害及其引发的社 会灾害,鉴于科学技术发展水平的局限,目前多数尚不能预测,更无法避免。在全球范围 内,甚至在我国海陆疆域内,自然灾害几乎是年年有、月月有、天天有,给人类留下惨重的 教训,且隐伏着毁灭性的潜在威胁。

灾害是天体、地球各种能量-物质运动在生态圈的客观伴生现象,是不以人们的意志 为转移的。从地质历史时期起,生物界就曾多次发生全球性、区域性和局部性的灾难和绝 灭。仅以近 25 亿年的地球历史追析,差不多每隔 2 600 万年,就有一次全球性的严重灾变 发生。从生物出现后,这种周期性的灾变都留下了古地理、古生物记录,最近一次就是中 生代末期恐龙世界的绝灭。人类出现后的 200 万年、50 万年及近万年以来的记录就更详 细了。近年来古人类学、考古学的大量研究和发现表明,古人类同样经历了多次局部性的 绝灭和灾难,延续至今的群落只是其中极少的几个,绝大多数都断绝了延续。进入人类文 化历史时期以来,诸如大西洲的沉没、玛雅文化的绝灭、四五千年前的全球性洪荒与诺亚 方舟、大禹治水、意大利庞培城毁于火山喷发、印度死丘遗址、通古斯大爆炸、文化古城 的沉入海底及已证实的数百上千个古人类群落的沦亡泯没等,均表明了灾害在人类发展史 中的重要作用。

据近年来的统计,每年全球灾害数千起,重大灾害数十起,直接经济损失达数千亿美

元。美国每年因火灾、地震、海岸带灾害、滑坡、火山等灾害的损失总值达 35—40 亿美元。中国公元前 180 年至公元 1949 年,旱、涝、飓风、地震、寒、疫、饥荒 7 大自然灾害死亡人数在万人以上的共发生 220 起,死亡总数约 3.17 亿人。据联合国统计,本世纪 86 年来全世界死于天灾的人数已高达 450 万之多,超过了两次世界大战死亡人数的总和。

旱、涝、风暴、高温、奇寒等自然灾害,全球每年平均损失约 400 亿美元。1987 年,美国中西部 33 个州、1 500 个县出现了 50 年来最严重的干旱灾害。1968—1984 年,非洲因干旱死亡 200 万人,受灾人数达 2 000 万。1972—1973 年,非洲撒哈拉沙漠南缘的萨赫勒地区持续两年干旱,夺去了 20—40 万人的生命。1982—1984 年,非洲干旱加剧,范围扩大,34 个国家遭灾,24 个国家发生饥荒,1.5—1.85 亿人受到严重饥饿的威胁,成为非洲近代史上最大的历史事件,损失相当于一次世界大战。公元前 2 000 年时,撒哈拉地区曾经是雨量充沛、水草茂盛、野生动植物繁衍、生机盎然的地方,曾几何时,竟成了一片荒凉的不毛之地。在中国历史上,死亡万人以上的干旱有 24 次。近 200 年来,占我国陆地 47% 的干旱、半干旱地区,旱灾频率加快了 20%。华北平原 20 000 年前也是河流纵横、湖泊密布、水草丰盛、树木丛生、动物繁衍的滨海森林草原,现在海水远去,干旱近逼,风沙盐碱危害降临。

与干旱化同时,一些地区则在遭受暴雨、洪涝的冲击,中国河南出现了“天漏如注”的“758”特大洪涝,孟加拉国也连年洪涝。1987 年夏季,中国公路水毁事故频繁,冲毁桥梁 1 301 座,涵洞 14 103 个,路基 8 139 公里,道路 13 978 公里,直接经济损失在 5 亿元以上。

每年约有百余次强风暴发生,其能量之大、破坏之强烈十分惊人。一个中等的台风,其能量是 1949 年比尼基水下原子弹爆炸当量的 250 倍,全球年损失约 2 000 亿美元,约等于全世界军费总和的 2/5。

近年来世界性气候异常引起了人们的重视,1987 年 6 月上旬,印度北部邦气温高达 49.0℃,埃及、意大利、美国、希腊、中国很多地方出现 40℃ 以上的持续高温天气。挪威北极圈附近气温高达 35.3℃。6 月 21 日,芬兰北极城罗瓦涅气温高出历年平均气温 20 多度,成为欧洲最热的城市。

水土流失波及全球陆地面积的 35%,年总流失量 230 亿吨,每年约有 21 万平方公里的耕地沦为荒地,500—700 万公顷变为沙漠,粮食减产 12—21%,年损失 260 亿美元。我国黄土高原每年水土流失 16 亿吨,全国每年流失 50 亿吨,破坏耕地 3 666.3 平方公里,相当于一个上海市的面积。每年流失的氮磷钾总量等于中国化肥的总产量。中国现有沙漠 110 万平方公里,平均每天有 4.7 平方公里耕地变成沙漠。土壤沙化也很普遍。

日本每年因滑坡、泥石流造成的直接经济损失约 15 亿美元,意大利约 11.4 亿美元。秘鲁瓦斯卡兰山和苏联塔吉克的滑坡、泥石流造成的伤亡都在万人以上。1963 年维埃特水库因泥石流崩溃,死亡 4 000 人。在中国,由于占陆地总面积约 65% 的山区、丘陵区的生态环境急剧恶化,尤其是其中 9.7% 的生态脆弱带,崩塌、滑坡、泥石流频繁危害,损失也很严重。例如宝鸡—天水铁路沿线,成都—昆明铁路沿线,长江三峡的鸡扒子,新滩和川藏公路等都是滑坡的高发区。据四川省的不完全统计,80 年代前 8 年共发生崩塌、滑坡、泥石流 12 万处,死 2 000 人,伤近万人,危及 120 个城镇,直接经济损失 31 亿元。此外,云南

省已知有重大滑坡、崩塌、泥石流 1 414 处。

亚洲-太平洋地区,每年因火山爆发平均死亡 2 500 人,经济损失 10—15 亿美元。全球每年发生海底火山爆发及海啸数百次,火山爆发 50 座,喷发的岩浆、石块、灰尘、气体上百万吨。1669 年,西西里埃特纳火山爆发,毁卡达尼亚城,死 2 万多人。1783 年,冰岛斯卡普塔火山爆发,死去全国人口的 1/5。1792 年,日本云仙岳火山喷发,死 10 452 人。1815 年,印度尼西亚坦博拉火山爆发,引起强烈海啸、风暴潮,死 1.2 万人。1883 年,喀拉喀托火山爆发,在海底炸出了一个直径 10 公里、深 335 米的大坑。1902 年,西印度群岛培奈火山爆发,几分钟内就死亡 3 万余人。1980 年,圣海伦火山爆发,能量达 1 000 万吨级。1985 年 11 月 13 日,哥伦比亚鲁伊斯火山爆发,死 2 万余人。估计全球海洋部分还有 1 500—1 800 座活火山和隐火山热点,会引起地震、火山、海啸、风暴潮、热漩涡和台风。最近苏联科学家在大西洋上的诺瓦斯科夏半岛附近,观测记录到海面以下 3 000 米处的大型强烈的水下海洋风暴,以比陆地飓风(速度 104 公里/小时)更大的速度,持续旋转了上 10 天。海域的风暴潮、深水漩涡和海啸,大气层中的飓风、飓风和晴空湍流,经常导致灾害性的海空难事件,其中龙卷风每年就有 1 000 次左右,死亡 2—3 万人,损失数亿美元。

全球每年发生地震 5 万次,亚洲-太平洋地区近 800 年来的 28 次大地震,共死亡 264.55 万人,经济损失 1 325 亿美元。中国有 3 次死亡几十万人以上的大地震,死亡约 150 万人。本世纪以来,全球共发生 7 级以上地震 1 272 次,其中 10% 发生在中国,人员伤亡占 50%。

森林植被在加速缩减,每年约减少 1.67 万平方公里。热带森林已丧失 40%,每年约丧失 11—15 万平方公里。

森林火灾全球每年约发生 20 万起。1987 年北美、黑龙江一外贝加尔的森林火灾,1988 年美国黄石公园地区的森林火灾,损失是惊人的。1988 年 5 月,仅加拿大就发生森林火灾 5 000 余起,直接经济损失 1.6 亿美元,投入森林防火的费用每年达 2.2 亿美元。1988 年美国发生森林火灾 66 895 起,毁林 2 000 平方公里,经济损失约 2.5 亿美元。

其它火灾也相当严重,1987 年我国发生各类火灾 32 053 起,死 2 411 人,伤 4 009 人,直接经济损失 8.05 亿元,平均每天损失 221 万元。1988 年 1—6 月份,发生火灾 16 005 起,死 1 259 人,伤 1 661 人,直接经济损失 1.49 亿元。

此外,我国每年因煤炭自燃要损失好煤近 2 亿吨。

生物灾害也很严重,蝗虫、鼠类、松毛虫等灾害经常发生。中国鼠类估计有 30 亿只,年损失粮食 150 亿公斤。青海草原鼠害面积达 5.3 万平方公里,每年损失的草产量可放养牛羊 400 万只。中世纪鼠疫曾夺去欧洲 1/4 的人口,中国也有区域性大批人口死亡。前两年河南商丘地区大蛋蛾危害泡桐,损失 3 亿元。松毛虫每年造成的林木损失价值约 1.85 亿元。

煤、石油及工业生产每年向大气层排放  $\text{CO}_2$  50 亿吨,大气中  $\text{CO}_2$  的浓度比 30 年前增加了 23%,硫氧化物、氮氧化物大量增加,森林、海洋的自净能力降低,酸雨危害日益扩大,年经济损失约 2 000 亿美元。由于臭氧层遭到破坏,预计在今后 50 年内,气温将上升 2—4℃,全球气候也将发生急剧变化,海平面将上升 20—160 厘米,海岸将普遍内移。

全球每年排放污水 4 200 亿立方米, 污染淡水 55 000 亿立方米, 占淡水总量的 14%, 使 18 亿人无好水饮用。由于水质恶化, 全球每年患病的有 300 万人, 死亡 2.5 万人。中国因水污染和农作物污染造成的年经济损失约 200—300 亿元。

生产建设废弃物的占地也达到了灾难性的程度, 我国煤矸石占地约 900 平方公里, 金属矿及工业废渣占地 6 920 平方公里, 城市垃圾占地 6 666 平方公里。

在我国地面塌陷也在不断发生, 全国已发现各类塌陷区 530 处, 塌坑十几万处。煤矿塌陷也很广泛, 占地约 13 332 平方公里。

地面沉降及地裂缝已危及 200 多个城镇。1921 年以来, 上海地面沉降局部达 3.14 米, 天津的沉降也在 2 米左右。

本世纪以来, 工程技术性灾难也因其自然背景和工程失误接连发生。1907 年加拿大魁北克大桥崩塌。1912 年泰康尼克号巨型客轮被冰山撞击沉没。数百起海空罹难、化学及核工厂泄漏事故等, 都有特定的地球动力学背景。

灾害性工业事故也在增加。全世界每年因工伤死亡 8 万人, 平均每 3 分钟死 1 个人。1980—1985 年美国发生严重工业事故 6 928 起, 平均每天 5 起。中国 1987 年发生工业事故 3 617 起, 平均每天 10 起。1987 年, 全世界因空难死亡 1 171 人。全世界每年因交通事故死亡 35—42 万人。美国 1980 年死于车祸的人数竟超过了十年侵越战争的死亡总数。中国每年平均发生交通事故 23.56 万起, 死 44 650 人, 伤 95 080 人, 直接经济损失 17.24 亿元。

近年来全球性水、旱、地震、火山等灾害又进入了一个新的活动期。以 1986 年为例, 1 月低温、奇寒、暴风雪袭击北欧诸国, 意大利、西班牙和法国发生大量滑坡、泥石流和洪涝灾害; 2 月 11 日大风、暴雪冲击大西洋两岸, 2 月 20 日美国加利福尼亚发生大洪水; 3 月份全球出现多处几十年不遇的低温奇寒, 非洲出现大旱和蝗灾, 法国出现严重干旱、火灾纷起、农业减产 2/3, 3 月底孟加拉国发生大风暴, 冰雹、暴雨成灾; 4 月 20 日斯里兰卡大坝决口, 孟加拉客轮因大风暴沉没, 4 月下旬中国江西发生内陆强龙卷风暴, 冰雹、暴雨成灾, 4 月底墨西哥城连续发生大地震; 5 月 10 日中国广东 30 个县遭受风暴、雨涝; 7 月辽河大洪灾; 继 1 月 19 日硫磺岛附近海底火山爆发之后, 9 月 14 日意大利埃特纳火山爆发。此外, 该年海空罹难事故特多, 美国航天飞机失事、大力神火箭升空爆毁, 苏联发生核电站事故, 非洲发生火山毒气, 印度发生化学泄漏等。1987 年后半年, 中国报导的灾害事件 390 起, 估计全球约发生 4 800 起, 即每月 800 宗左右。除了这些自然灾害之外, 还导引出一系列的社会灾害。随着地球动力活动的活跃、人口的增加、活动范围的扩展, 受灾人口日益扩大, 60 年代世界受洪水灾害的人数为每年 520 万人, 70 年代增加到每年 1 540 万人; 旱灾受害人口 60 年代每年为 1 850 万人, 70 年代猛增到年 2 440 万人。据此可以预料, 21 世纪的灾害仍是人类面临的巨大威胁, 仍要付出巨大的代价并给予极大的关注。

从某种意义上讲, 一部五六千年的人类文明史, 同时也是一部人类蒙受自然-社会灾变的灾难史, 人类历史实质上是一部人类与灾害搏斗的血泪史。据估计, 有史以来人类社会创造的物质财富和生命的一半夭损于各类灾害, 损失可谓大矣。当今世界每年直接、间接的灾害损失, 约等于全球军费的总和, 即 5 000 亿美元。中国每年的灾害损失约 500—600 亿元。这足以说明联合国组织“国际减轻自然灾害十年”计划和积极倡导开展灾害学

研究的重大意义。

## 二、创建灾害学大体系

虽然灾害对人类的生存和发展有如此重大的影响,但长期以来却未能引起足够的重视,更谈不上成型的灾害学概念。为了人类的生存和发展,我们必须利用当今科学技术的所有成就,探讨灾害的成因机制、时空分布规律及监测预报方法等理论,建立灾害学体系,促进灾害学的发展,为防灾、抗灾服务。

灾害可分为突发型和缓变型两类,后者属于生态环境变异性质,一般属环境科学研究的范围,但缓变型环境变迁一旦失控,也会演变成突发型灾害,因而要注意环境灾害的跃变。灾害学主要研究突发型灾变的形成机理、时空分布规律及监测预报方法等理论。

### 1. 灾害分类与灾害系列

根据灾害运动特征和作用空间,可将其分为下列类型。

#### (1) 天文灾害

星体、陨石撞击、星尘冲击、射线-粒子流轰击、热力潮、引力潮、电磁流等属此类。

#### (2) 地内地质灾害

此类灾害包括地内热流冲击、火山和隐火山活动、地内强爆、地压增升-岩爆、地震、海底火山、海底强热流喷射、地内燃烧、地火-地气喷射、毒液-毒气喷发和地热亢进等。

#### (3) 地表地质灾害

此类含岩石圈表层的构造灾变、地块走滑、表土蠕滑、地表陷落、地面升沉、岩崩、错落、滑坡、泥石流、岩土崩解、流失、溶蚀、风蚀和冻解、地球化学污染、矿渣-垃圾污染等。

#### (4) 水圈灾害

海中强涡流、风暴潮、海啸、上涌海流、毒重浊流、洪水、矿井突水、水资源急剧萎缩、水质污染、毒质水涌升、岸区地质灾害、水下塌塌、恶性刨剥堆积、冰雪崩溃、流水冲击等。

#### (5) 大气圈灾害

此类灾害有特高温、特低温、强气旋(飓风、台风、龙卷风)、雷电、暴雨、冰雹、干旱、火灾、毒气、凌空爆炸、气体-浮尘屏蔽、臭氧层穿孔等。

#### (6) 生物-生态圈灾害

生物病虫害、兽害、生态型突然夭亡、植物物种退化、绝灭、土壤贫瘠化(盐、碱、沙、沼泽化)、瘟疫、环境污染、社会灾害和工程技术灾害等。

以上灾害虽各有破坏区间,但多数并非孤立发生,彼此间存在着共同的地球动力学和天文学背景及统一的力源,在地球各圈层构成一个比较连续的垂直灾害链,即灾害系列。例如,在地内强大的热核动力爆发的推动下,形成火山和隐火山爆发、地气外喷、地震、干旱、强热带气旋、强气旋、暴雨、洪涝、雷电、特高温、特低温和生态灾变。类似地质成矿过程的系列性,同一灾害链有相关的垂直和水平分带现象。已往一般只注意其中的一种破坏形式,往往忽视了其余表现。又如在一次大地震之前,一般都有较长时间的地热亢进、持续高温、干旱和相应的生态异常,临震又有地火、地光、雷电、地压增升、地气外溢、暴雨、强旋风等现象,震后则有气温突变、暴雨、滑坡、泥石流的发生。一次巨大的岩崩、滑坡、泥石流的发生,必然有强烈的地内热动力冲击,地面则有地光、地气喷溢和暴雨等引导现象。这些

伴生现象往往早有显示。据此可以预测预报灾害。虽然灾害发生的背景、地点和时间,目前还理不出明显的规律,但只要从它们的相关性着手研究,终究可以找出灾变的机制并解决预测问题。所以灾害系列和灾害链概念的提出,标志着灾害学研究的重大突破。

## 2. 灾害的成因机制和时空分布规律

关于灾害的成因机制,不同学科有不同的解释。笔者综合分析了各类灾害的成因之后认为,灾害的产生根源,主要在地球本身的结构和动力学间的协调失控而导致灾变性协调的发生。从本质上讲,就是地球的热力-物质运动贯穿于地球各圈层的灾变型运动,这也是地球最主要的演化运动形式。在空间分布上,有地球结构和动力的非均匀性原因,如雷电、火山、地震和气象灾害多发生在地壳热点之上,与岩浆热动力有密切关联,称为灾害的热根源,也可称为地球的敏感点、“经络穴位”。在地质结构上,表现为有现实热能的环形或筒状结构,热根有时成群密集,成为“灾害窝”、“灾害带”。其次是热力潮和动力源,这两点可以从各类灾害统计定位,由地质上找出原因。因此,只要深入研究地质结构、新构造运动、环境变异和地壳-地幔现实热动力状态,终究会探索出灾害的时空分布规律。

从灾害历史统计得知,地球上的各种灾害,除与地球本身有密切关系外,还与太阳系及其它星系的运动有着密切关系,这些天文规律对地球灾害也有控制意义。究竟天地各占多少?有待研究,但灾害是天地大系统中的突发运动则是确定无疑的,遵循这一思路,肯定会探索出天地奥秘,实现人类预知天文地理、兴利避害的理想。

## 3. 灾害学大体系的初步设想

灾害学是一门跨覆盖面很广的横断科学,现有各相关学科的理论都需要进行专门的适应性拓宽与更新。例如灾害地质学、现实灾变地球动力学、地球热动力学、灾变地球物理学、灾变天体物理学、地球灾害学、灾害气象学、灾害水文学、海洋灾害学、灾害生物学、灾害历史地理学、灾害社会学、灾害经济学和灾害法律学等。待这些学科取得一定深化之后,再进行横向综合、深化提高,才能建立起灾害学的理论基础,进而形成灾害成因机理学、灾害动力学、灾害时空分析论、灾害数学、灾害预测论等专门理论。因此,目前有大量的理论探索任务和相应的技术建设工作有待完成。如建立灾害学数据库、监测网络、通讯系统、电子计算机模拟和仪器研制等。

灾害学是一个新的科学研究潮流,急需在现有科学理论的基础上,动员有关学科的科学家的迎接灾害学对科技的挑战,尽快调整研究方向,作出研究规划,明确主攻目标,开创一个较完整的灾害学理论体系和技术体系,为人类的生存和发展服务。

## 4. 当前灾害学研究的任务

为了加速灾害学的发展,尽快介入减灾防御实践,发挥科学技术的先导作用,除应建立一个灾害学研究中心外,近期内应开展如下工作。(1)组织地质、地震、气象、农林、水利、交通等部门和各地区的专家、学者,积极参加“国际减轻自然灾害十年”活动,从总结灾害的经验教训出发,制定工程建设、勘测设计中的防灾减灾对策性研究计划,对已建和在建工程追补灾害危险性调查和评价,制订防灾减害整治措施。(2)组织研制灾害监测和预报体系的仪器系列,尽快建成一些急迫的灾害监测防御系统,建立防御体系,形成预测能力。(3)建立近200年来的灾害数据库,包括世界范围内的重要对比灾害案例。开展全球性灾害数据库的联网交流,加强综合研究,探索灾害的时空分布规律。(4)组织灾

害学及其各分支学科的学术理论研究,制定灾害学研究计划,规划一批专题性和综合性研究项目,培养灾害学研究生,建立专业研究队伍。(5) 组织编写我国近 5000 年的灾害史,编纂灾害学专著和科学普及书籍,编辑出版灾害学杂志,翻译有关书刊,组织国际国内学术交流等。

### 三、环境遥感的新发展

灾害学是在环境科学的基础上发展起来的一门新学科。环境科学的各分支学科都比较容易地转入灾害学研究。遥感技术与灾害学研究相结合不仅是必然趋势,而且是环境遥感的新发展。近年来我国遥感技术在洪水、林火、滑坡和泥石流、地震、干旱、污染等调查方面的应用就是例证。“七五”期间研制建成的“航空遥感林火实时监测系统”和“航空遥感洪水监测系统”,不仅可以实时监测灾害发生的地点、受灾面积及灾情,而且可以赢得时间,为抗灾、减灾提供条件。总之,遥感技术的特性,特别是航天遥感中的热红外探测和高分辨率的可见光探测、数据通讯传输等技术,在灾害监测中更有广阔的应用前景。今后的航天、航空和地面的多层次立体监测系统,也必将在遥感技术的基础上发展,因此,灾害学研究及监测、防御体系的建设,无疑地要落到环境遥感的肩上。但愿环境遥感工作者能在发展灾害学研究和防御体系建设中起骨干和先锋作用,作出自己应有的贡献。

## STUDY OF DISASTER AS A MEASURE FOR EXISTENCE & DEVELOPMENT OF HUMAN BEING

Chen Yinxiang

*(Center for Remote Sensing in Geology, Ministry of Geology & Mineral Resources)*

### Abstract

Disaster is a serious challenge that the mankind is faced with. This paper discusses the danger of disaster for national economy & human being's existence. It presents an outline of disaster classification with systematic characters and discusses the scientific mechanism of disaster formation. It emphasized the importance of study on multi-subject & general system atization. Besides, it puts forward the proposals concerning disaster research, supervision, defence & their combination with territorial environment remote sensing research, Its purpose is to elaborate geoscience theory & remote sensing potential, as well as to promote the study on disaster science and ensure the existence & development of human being.

**Key words** Disaster Science (Catastrophology) Classification & system of Disaster Geodynamic of Disaster Supervision & Forecast of Disaster Defence system of Disaster Way to Disaster Reduction