

自然灾害系统论概说

The System Theory of Natural Disasters

高庆华

(国家地震局地质研究所, 高级工程师)

提 要 作者从系统论的观点论述了自然灾害的联系性、整体性、层次性和最优化分析, 提出一个新的理论——自然灾害系统论、一门新的学科——自然灾害系统学可望由此诞生, 并推动减轻自然灾害系统工程的顺利实施和减灾事业的发展。

近代自然科学发展的一个显著特点是相互渗透、相互补充、相互结合, 形成新的边缘学科、交叉科学, 并有逐步向系统科学发展的趋势。

系统论是应时而生的一门新兴学科。它是本世纪 40 年代由美籍奥地利科学家贝塔朗非提出的。他于 1932 年和 1934 年接连发表了“理论生物学与现代发展理论”, 提出用数学模型来研究生物的方法和机体系统论概念。他认为, 一切有机体都是一个系统, 其各部分离开整体是不能存在的, 各种有机体按严格的等级结合在一起, 一个生物系统可分若干层次。他认为, 一切生命现象本身都处于积极活动状态, 任何活动的系统是与环境发生物质、能量交换的系统。他所提出的系统观点、动态观点、等级观点即是现代系统论的萌芽。以后经过许多科学家逐步完善, 逐步提高, 现在已被普遍用于社会科学与自然科学中, 并取得了显著的成效。

我国著名地质学家李四光与贝塔朗非, 同时或稍早即用系统论的观点研究地质构造规律, 提出了“构造体系”的概念。以后又将这一思路扩大到地球其它圈层和天体运动规律的研究。他在 1970 年所著的《天文、地质、古生物资料摘要》一书的学术思想, 与钱学森近年所倡导的“地球表层学”、天、地、生三大学科交叉综合研究, 以及笔者 1985 年提出的“地质系统论”都是系统论科学的范畴。

系统论的特点是强调事物的整体性、联系性、层次性和最优化。

整体性就是把研究对象作为整体对待, 从整体与部分相互联系、相互结合、相互关系中揭示系统的特征和运动规律。

联系性就是把任何整体都看作是以诸要素为

特定目的而组成的综合体, 在这个综合体中各种事物都存在内在联系; 要求研究任何对象都必须从它的成分、结构、功能、相互联系方式、历史发展等方面进行综合的考察。

层次性就是任何一个整体都可分为若干层次, 每一层次的事物相互联系, 自成系统, 而又与另外层次相互制约、相互影响。

最优化就是根据需求和可能, 为系统定量地确定出最优目标, 并运用最新技术手段和处理方法把整个系统分成不同等级和层次结构, 在动态中协调整体与部分的关系, 使部分的功能和目标服从系统总体最佳目标, 以达到整体的最佳状态。

在自然灾害学研究领域中, 目前虽然仍基本处于分门别类地研究的阶段, 自然灾害的防御也是采取分兵把口的方式进行, 但工作中所获取的大量资料和成果正推动着自然灾害的研究向系统科学方向发展, 发挥综合减灾效益的工作也势在必行。通过一定的努力, 一个新的理论——自然灾害系统论, 和一门新的学科——自然灾害系统学可望诞生。与此同时, 减轻自然灾害系统工程也将顺利实施, 推动我国减灾事业的发展。

一、自然灾害的联系性

越来越多的资料说明, 各种自然灾害都不是孤立存在的, 它们常常在某一时间段或某一地区相对集中出现, 形成灾害群。灾害群的存在, 客观上反映了不同种类的危害之间的联系性。

1. 空间上的联系

自然灾害是在一定环境条件下产生的。经过了漫长的历史演变, 地球在运动中从混沌状态分

化为包括地核、地幔、地壳、水、气、生诸圈层的自组织地球系统和它的各个子系统。地球表层系统的发展和演变，在形成自然环境系统的同时，由于自然的或人为的变异而导致了灾变与灾害。

在地球运动过程中，地球动力的作用使地壳表层形成了各种构造形迹，包括构造隆起、凹陷、断裂等。这些构造形迹，特别是规模较大者，不仅控制了地层、岩浆岩、地球化学带、地震活动带的分布，也决定了山川形势和地理地貌轮廓，控制了土壤和植被的分区、地表径流的方向和地下水文系统，而且作为下垫面影响着天气系统和天气形势……从而形成了统一的自然环境系统。这种统一性便决定了自然灾害空间分布的联系性。例如，构造隆起带控制了山系，沿山区往往会出现崩塌、滑坡、泥石流、地震、水土流失、森林灾害等灾害群；构造凹陷带控制了盆地和平原，这些地势较平坦的地带则出现以干旱、地面沉降、洪涝、土地沙化、土地盐碱化、农业灾害为主的灾害群。

2. 时间上的联系

自然灾害的发生起因于地球诸圈层的自然变异，由于诸圈层运动变化韵律具有同步性，因此造成了各种自然灾害在时间上的联系性。

众所周知，地质历史时期每一场地壳运动不仅在岩石圈中形成了显著的构造形迹，导致岩浆岩活动，同时引起海水进退、气候剧变和生物界飞跃发展。第四纪以来，根据地质考察、历史记载和现代观测，地壳活动、海水涨落、气候变化、生物发展等，都存在着日、月、年、5~6年、11年、22年、35~40年、80~90年及尺度更大的周期性变化。因此，由这些自然变化所导致的自然灾害也存在共同的韵律性。

地震活动的韵律性已为大家所公认。近500年来，我国有两个地震活跃期。第一活跃期为1480~1730年，历经250年；第二活跃期从1880年开始至今。气温变化的韵律性也十分显著，近500年来，有四次变冷，即1470~1520年，1620~1720年，1840~1890年，1945年至今。旱涝灾害也存在明显的韵律性变化，近500年来我国北方1479~1691年及1891年至今为干旱期。不难看出，地震活跃期、干旱期与冷期是基本耦合的。

初步研究认为，纪元以来，200~500年，800~1200年，1600~1700年，1800年都为我国众灾丛生的灾害期，其中尤以1600~1700年灾情最严重。这一时期是我国历史上低温时期，连年大旱，特别是1638年、1641年大旱遍及西北、华北、华东、中南、西南等地区，旱情之重千年罕见；1653~1679年长江、黄河、淮河、海河、辽河、松花江、珠江都曾洪水成灾；1668~1709年华北出现8级和8级以上的地震3次，7~8级地震2次，6~7级地震3次，此外台风、风暴

潮、蝗灾、瘟疫都很严重。

本世纪1920~1931年及1960~1976年灾害最为严重。1920~1931年发生了4次8~8.5级地震；1920年晋、冀、鲁、豫、陕大旱，死亡人数达50万；1922年广东南部发生了强台风风暴潮，7万余人丧生，湖南大涝，4万人死亡；1923年12个省发生涝灾，30万人死亡；1923~1925年云南因寒潮、饥饿死亡30万人；1925年四川发生瘟疫，死亡10万人；1930年河南水灾，死亡15万人；1931年湖南再次大水，死亡7万人。

3. 成因上的联系

一些自然灾害，特别是强度较大的自然灾害，在它们的发生和发展过程中常常诱发出一系列次生灾害和衍生灾害。这种灾害呈串出现的现象称为灾害链。灾害链反映了灾害的成因联系，例如，台风—暴雨—洪涝—滑坡，地震—火灾，洪涝—农作物病害……等。

一些强度较大的自然变异，也可以导致许多不同种类灾害发生，这种同源性也反映了灾害的成因联系。例如，剧烈的地壳形变，在导致地貌剧变，发生崩塌、滑坡的同时，也可以引起地震、海水入侵等灾害；一场寒潮可同时发生白灾、海冰等。

更大的变异，如太阳的活动，可以同时影响地球的运动、气温的升降、海洋的变化、生物的变异，从而导致多种自然灾害发生，这些灾害之间无疑也存在成因上的联系性。

二、自然灾害系统的整体性

有联系的自然灾害组合而成的总体称为自然灾害系统。前面的论述中，已经谈到自然灾害的联系性是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其相互作用引起的，就不难理解自然灾害系统的产生必然和地球的整体运动有关。

在地球各种整体运动中，如公转、自转、涨缩、章动、岁差、极移、摄动等，地球的不等速运动对灾害系统的形成起着主导的控制作用。

地球围绕着地轴不停顿地由西向东转动着，由于内因和外因的共同影响，它的转速发生着时快时慢的变化，从而产生了东西向的惯性力和南北向的惯性离心力，推动着地球每一个圈层发生运动和变异，形成了各类自然灾害。一般的规律是当地球自转速度增快时，惯性离心力水平分力的作用方向从两极指向赤道，惯性力的增量则由东指向西。这时气候由暖变冷，低温冻害增多；雨带南移，易形成北旱南涝，北方气候干燥，土地沙化增强，易发生森林火灾和作物虫害；高纬度区海平面下降，低纬度区海平面上升；地壳进

入活动期，地震的频次与强度增大，地裂缝、土壤液化、海啸、火山、地面沉降、地界失稳、矿山灾害增多。当地球自转速度变慢时，惯性离心力水平分力的作用方向从赤道指向两极，惯性力的增量则由西指向东。这时副热带高压向北伸展，气候变暖，雨带北移，降水量增大；洪涝灾害及山地地质灾害增多；农作物及森林病害增多，有时形成北涝南旱的局面；海温增高，厄尔尼诺易于形成；台风与风暴潮增多；低纬度区海

平面下降，高纬度区海平面上升，海水入侵与土地盐碱化加重。当地球自转速度进一步减慢，地壳又进入活动期，引发地震及其它地质灾害。凡具有一定规模的各种自然灾害还可引起一系列次生灾害与衍生灾害，它们组合在一起，便形成了自然灾害系统（见图1）。地球时快时慢地转动使地球各圈层反复运动，变化着，从而形成了一个又一个灾害期。

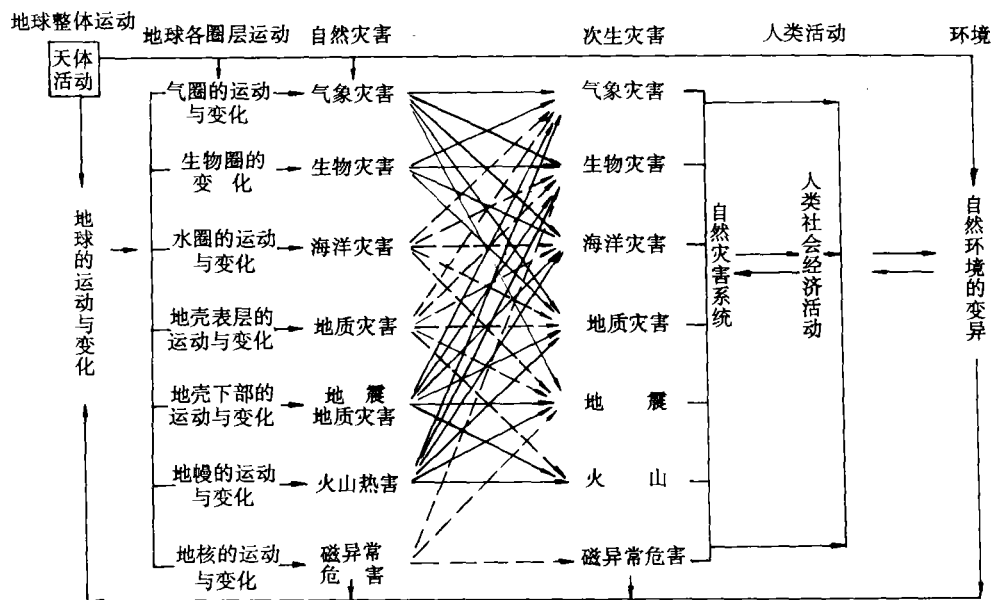


图1 自然灾害系统图解

地球自转速度的变化，除了内因外，其它天体的运动和变化对其也有很大的影响，月球绕地球的月周期，地球绕太阳的年周期，太阳黑子11年周期活动，22年磁周期，以及35~50年、80~90年、200年、400年、1000年、2000年左右不同尺度的变化周期，这些都反映在自然灾害的韵律变化周期中。

地球自转不等速运动所导致的纬向力和经向力，在岩石圈中形成了全球构造系统，包括巨型的纬向、经向、北东向和北西向构造带，以及隶属于它们的不同级序的构造成分。在海洋与大气中也形成了若干个环流系统。它们共同的特点是在北半球者作顺时针方向旋转；在南半球者作逆时针方向旋转。由此可见，赤道方向有更大、更突出的自东而西的纬向力的作用。

自然灾害在我国的空间分布显然受着构造系统、天气系统、海洋系统的控制。在大陆上，长白山—辽东—胶东—东南沿海诸山脉、大兴安岭—太行山—武陵山—十万大山、贺兰山—龙门山—横断山等北北东至近南北向的构造带和天山—阴山、昆仑山—秦岭、喜马拉雅山—南岭等几条纬向山带，控制了我国自然灾害综合分区的格局。这些地带是山地地质灾害、地震、水土流

失、森林灾害、暴雨集中的地带；介于其间的广阔盆地和平原则是洪涝、干旱、平原地质灾害和农业灾害最集中的地区；两者之间为地震最活跃的地带。在海洋中，厄尔尼诺主要发生在赤道地带，台风主要发生在赤道两侧，由于复杂的海气循环与反馈作用，海陆交汇地区是海洋气象灾害最严重的地区。

三、自然灾害系统的层次性

地球系统是一个开放的自组织系统。根据耗散结构论，开放系统在不断与外界环境进行物质与能量交换过程中，如能获得足够的负熵流，负熵流在系统内部的流通转化就会诱导整个系统产生自组织过程，使系统不断由混沌到不均匀，到多等级的层次出现，从而远离平衡态，产生有序稳定结构，这就是开放系统的有序化。地球系统的有序化，经历了漫长的非线性的螺旋递进式的发展，其有序度随着时间推移而递增，其子系统随着地球系统的发展而增多，其层次也越来越多，越来越复杂。自然灾害系统便是地球系统的一个组成部分，其中也呈现层次性的特征，表现在以下四个方面：

1.自然灾害系统是由气象灾害系统、海洋灾害系统、地质灾害系统、生物灾害系统所组成。每一个子系统主要是由所在圈层的物质运动和变异形成的,并受到地球整体运动的控制和其它圈层运动变化乃至天文的影响。每一个子系统又包含了若干个范围小的和更小的子系统,如地质灾害系统中包含地震灾害系统、环境地质灾害系统、山地地质灾害系统、平原地质灾害系统等。每一个更小的子系统,有自身运动的特殊性,但又受地质系统的总体结构和演变的制约。

2.自然灾害区划具有层次性。每一个灾害区都可以划分为若干不同规模、不同层次的危害小区。如介于长白山—辽东—胶东—东南沿海灾害带与大兴安岭—太行山—武陵山—十万大山灾害带之间的中国东部灾害区,被阴山、秦岭、南岭分割为东北灾害区、华北灾害区、华中灾害区、海南灾害区等。华北灾害区又可根据其特点分为滨海、燕山、西山、冀中等灾害小区。

3.自然灾害活跃期中存在不同尺度的周期。例如,在百年尺度的地震与旱涝周期中存在22年周期、11年周期等;海平面变化11年周期中包含5~6年、年、月、日周期变化等。

4.自然灾害的发展程序具有层次性。如台风可引起暴雨,暴雨引起洪水,洪水引发泥石流和滑坡,滑坡和泥石流又可能阻塞河流,破坏堤坝,并再次发生洪水,洪水使农作物受害……等。

总之,只要按照自然灾害系统层次性的客观规律,由个别而总体,由小而大,由局部而整体进行追踪,就不难发现它们的产生与地球各圈层物质的运动变化,乃至地球的整体运动的系统关系。

四、自然灾害系统的最优化分析和减灾系统工程

自然灾害系统的形成,虽然受着来自天、地、人诸方面的多因子的影响,但其中必有一种

起着主导的控制作用;每一个灾害系统中虽然包罗多种多样的灾害,但必然有原生和次生之分,主要和次要之别。因此,对自然灾害系统进行最优化分析,抓住自然灾害系统形成的主导因素和自然灾害系统中的原生灾害和主要灾害,显然是研究自然灾害发生、发展规律和制定减灾对策的关键。

比如,沿海地带的风暴潮、暴雨、洪涝、滑坡、泥石流等灾害,常常是台风引发的,显然研究台风的登陆时间、入径,及时发出预报和预警,采取适当的防御措施,是减灾的关键。再如,华北地区近年来许多地方发生了地裂缝、地面沉降,并导致海水入侵、土地盐碱化和土地沙化等灾害。究其原因,除干旱因素外过量抽取地下水是主要原因,因此制定科学的水法,对减轻该地区的灾害损失显然具有重要意义。

类似的例子不胜枚举。这些事实使我们不能不首先把所有的自然灾害看成一个相互联系的整体系统,并从整体运动的角度去研究。当天体与地球运动进入活跃时期,地球各圈层子系统必随之发生整体的或局部的变异,加之生物和人类活动的影响,一系列表现于不同子系统之中的不同灾种的自然灾害便会相继产生或相伴而生。鉴于此,只有用系统科学的方法研究整个灾害系统的规律,才能掌握各个灾种的发生发展规律,这显然与系统论中最优化的分析方法是完全符合的。

由于自然灾害研究涉及范围极为广泛,囿于个别部门分门别类进行研究的方法,已不适应现代科学的发展和社会发展的需要,因此必须在各学科各部门工作基础上进行更大范围的交叉、综合,将我国悠久而丰富的史料与现代监测资料相结合,对天、地、生、人这个复杂的巨系统进行研究,提高灾害预测预报水平,攻克减灾措施中关键性的、共性的技术难关。

综上所述,只有把减灾看作一项系统工程,才符合最优化的原则。

(责任编辑 肖庆山)

(上转第28页)

可能会寻求更多种的“弹头”毒素制成嵌合抗体复合物,更替在临床上使用。

在美国,研究三大类型抗体导向药物的人员,大约各占1/3。目前各种方案孰优孰劣,尚无定论。况且许多事物往往各有利弊。例如发射 β 射线的同位素可杀死肿瘤周围一圈细胞,因此杀伤肿瘤较为彻底,但非专一毒性肯定也随之增强。反之其他类型导向药物可能专一性较好,但如遇有些细胞的对应抗原表达甚低,治疗时肿瘤可能会产生抗药变种。又如抗体小片段Fab穿透肿瘤的能力可能较强,但因其其在血流中清除速度远较完整单抗为快,因此迄今仍难有定论说Fab

比完整IgG好。

抗体导向药物目前已跨出了襁褓时代,但远未成熟。它们的前景一直有争议。笔者认为,在科学史上,许多新发明,新学科都经历过一段艰难的开创和探索阶段,但由于它们的基本设想十分诱人,一旦突破将给人类带来极大的利益,因此能吸引大批杰出的专家为之献身。导向药物的发展潜力甚大,特别在免疫毒素和嵌合抗体的研究上进展很快,新设想层出不穷,正处在上升阶段。我们热切期望导向药物能逐步接近艾利息“魔弹”的理想,成为治疗肿瘤的有力的新武器,造福全人类。

(责任编辑 肖庆山)