

中国近期自然灾害程度的区域特征^{*}

刘燕华 李钜章 赵跃龙

(中国科学院 地理研究所 北京 100101)
国家计划委员会

摘 要 本文通过对中国近期灾情的分析,探讨自然灾害区域评价的指标分类和评价指标体系,讨论中国灾情程度的区域特征。文中首先对绝对灾情、相对灾情、绝对灾情变率和相对灾情变率这四项程度进行了分类,随后依单位面积和单位人口与灾情的关系进行了人均灾损、灾损模数、受灾人口模数、受灾面积模数指标的分类。运用上述八项指标,对中国近年灾害程度区域特征进行分析结果表明,中国东部地区灾情最严重,且集中于黄河下游、淮河流域和长江下游区;从历年灾情程度的情况分析结果认为,绝对灾情指标 >4.0 及相对灾情指标 $>30\%$,是目前衡量中国省级灾害承受能力的极限指标。

关键词 灾害程度 指标 区域特征

分 类 (中图法) P94 (科图法) 57.126

自然灾害程度是通过灾情的大小和变化特征来判别的。自然灾害的区域差别,往往反映了区域间自然环境条件、易损性特征,及其灾害承受能力的差异。因此,这是进行灾情评估的基础性工作。

1 自然灾害程度的指标分类

自然灾害程度是各种灾情及其关系的统称。目前,国内外还没有划分自然灾害程度统一的和公认的标准。从自然灾害承受能力区域分析的目的出发,自然灾害程度的指标分类可归纳为图1。

任何灾害都是致灾因子通过承灾体而发生的,并以灾情的大小来反映。致灾因子与灾情一般具有因果关系,但又不是绝对的,因为二者之间随承灾体的特性,特别是承灾体对致灾因子的敏感程度或反应随时间和条件的不同而有很大的变化。

灾情状况的区域特征可在确定分灾种指标和确定多灾种综合指标基础上进行分析。无论

^{*} 国家自然科学基金课题(中国自然灾害区域规律)

收稿日期:1995-01-13,收到修改稿日期:1995-05-20

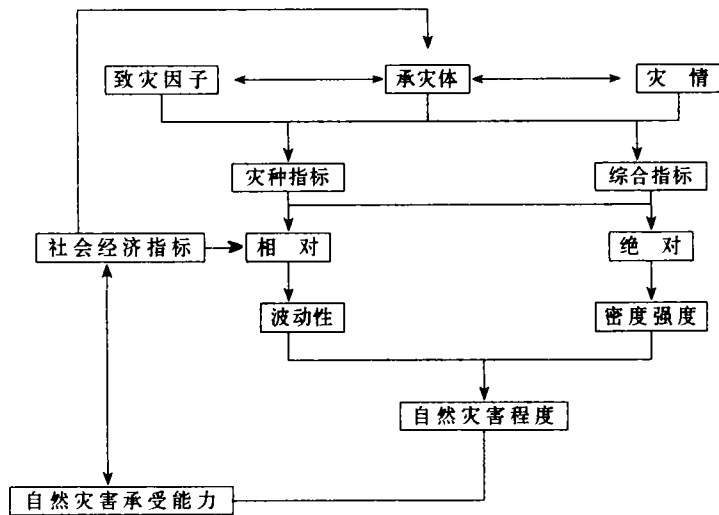


图 1 自然灾害程度的指标分类
Fig.1 Indicator system of disaster grading

是分灾种指标或综合指标，均可按绝对数值和相对数值进行比较、衡量和划分。以自然灾害造成损失绝对数量的多少进行比较、分类的结果较为直观，适用于灾情纵向对比，但在区域间可比性方面显得不足，因为不同区域灾害背景、地域范围、灾害承受能力的差异往往掩盖了灾害损失绝对数值所能反映的灾害对区域的影响程度。把灾害损失与区域条件相结合进行灾情分析的相对值比较的方法，不仅考虑了灾害的损失量，而且也包括了灾害与区域社会、经济背景间的关系，因而较适用于区域对比的分析。

灾情状况的区域特征可按时间关系与空间关系进行比较。灾情时间关系指标主要反映波动性（或稳定性）状况，灾情空间关系指标则反映密度特征。

2 自然灾害程度的指标体系

2.1 自然灾害程度绝对相对指标及分析方法

自然灾害造成的损失是多方面的，可从不同的角度、不同的标准去衡量。按中国灾情资料统计习惯，灾害损失判别的指标有受灾人口、成灾人口、受灾面积、成灾面积、倒塌房屋、死伤人数、公共设施损失情况、直接经济损失等 8 项。实际上上述统计指标可归为三类：一是灾害对人的影响，二是灾害范围，三是灾害造成的经济损失量。这三类指标既是数据主要来源，也是进行灾情区域分布规律分析的基础。

代表区域灾害分布规律的因素有两个：一个是灾种，另一个是灾情的大小。它们之间的组合关系基本上反映区域灾害特征。因此，确定不同灾种灾情等级划分指标是基础性工作。

《中国灾害要略》编辑部*、马宗晋^[1]等都曾对灾害等级进行过划分。人们对灾害大、中、小等级的认识既有绝对的、又有相对的含义，且与灾害发生所产生的社会效果、经济效果等紧密联系。往往在绝对意义上的大灾，在相对意义上并不算为大灾；因为灾情的判别取决于地域范围的界定和一定范围的灾害承受能力。另外，由于致灾因子发生特点的差异，某一灾种灾情衡量指标对另一灾种并不重要。因此，分灾种分别确定灾情指标（绝对的和相对的）则是需首先考虑的问题。

根据我国灾情统计习惯，于表 1 列出了衡量灾情重要性的指标特点。确定灾害程度的绝对指标既要考虑传统的认识，也需在一定程度上做量级的规定^[2,3]。灾情等级的绝对指标较适用于宏观分析中了解灾害的损失数量，在灾害区域分布规律研究中适用于较大的，如省级（或跨省）的地域单元。它也可以应用对某一灾害、全部区域的刻画或对区域多灾害的灾情等情况说明。参考有关灾害等级指标和 1989—1993 年灾情统计^[4,5]，表 2 列出了衡量灾情等级的绝对指标。

表 1 衡量灾情重要性的指标特点

Tab. 1 Importance of indicators in measuring disaster disaster losses

灾 种	受 灾 人 口	受 灾 面 积	经 济 损 失
旱	B	A	A
暴雨、洪涝	A	A	A
台 风	A	A	A
低 温	C	B	A
风 雹	B	A	A
地 震	A	C	A
滑坡、泥石流	B	B	A
病虫害	C	A	A

注：A：重要 B：次重要 C：不重要

表 2 灾情等级的绝对指标

Tab. 2 Absolute indicators of disaster grading

灾情等级	人 口		面 积		直接经济损失 (1990 年价格)
	受灾 (万人)	死亡 (人)	受灾 (万 ha)	成灾 (万 ha)	
特大灾害	>1 000	>10 000	>666.7	>333.3	>100 亿元
重大灾害	100—1 000	1 000—10 000	66.7—666.7	33.3—333.3	10—100 亿元
重灾害	10—100	100—1 000	6.7—66.7	3.3—33.3	1—10 亿元
较重灾害	1—10	10—100	0.67—6.7	0.33—3.3	1 000—1 亿元
较轻灾害	<1	<10	<6.667	<3.333	<1 000 万元

灾情等级的相对指标是反映灾害事件对一定区域的影响程度，用实际灾情对应总体指标的百分比值来表示的相对灾害等级可应用于任何尺度的地域分析，也可分灾种或按多灾种进

* 中国国际减灾十年委员会.《中国自然灾害要略》编写纲要, 1991.

行分析。以前人已有的工作和 1989—1993 年灾情的省级统计为基础，表 3 列出了灾情等级的相对指标。由于受灾面积统计均以受灾农田面积来核算的，考虑耕地复种因素，计算中采用了受灾农田面积与总播面积的相对比值。

表 3 灾情等级的相对指标
Tab. 3 Relative indicators of disaster grading

灾情等级	人口	%	面积	%	直接经济损失占
	受灾/总人口		受灾/总播种		平均工业农业总产值%
特大灾害	>40		>40		>20
重大灾害	30—40		30—40		10—20
重 灾 害	20—30		20—30		5—10
较重灾害	10—20		10—20		2.5—5
较轻灾害	<10		<10		<2.5

灾情等级绝对指标与相对指标的等级关系有明显的不同。绝对指标等级间是数量级的差别，是指数关系；相对指标等级间是等差（或等倍）的差别，是直线关系。因此，用上述二种指标所判定的灾情等级会有所差异。在应用中只适用于两者间组合关系的比较，而不适用于两者的直接比较。

- 用绝对指标和相对指标判定灾情等级的方法为：
- ① 根据表 1，选择有关灾种具有重要意义的指标作为判别指标；
 - ② 把区域灾情与灾情等级标准相比较，确定相应的灾情等级；
 - ③ 在用绝对指标进行灾情等级判别时，受灾人口和死亡人口中等级较高的一项以及受灾面积和成灾面积等级较高的一项可分别作为人口和面积的代表指标；
 - ④ 在用相对指标进行灾情等级判别时，死亡人口占受灾人口百分比和成灾面积占受灾面积百分比仅作为辅助指标。在使用时需参照对比人口占总人口比例和受灾面积占总播种面积比例的等级（在特殊情况下，辅助指标也可作为主要指标）。

灾情等级的绝对指标和相对指标判别均以一定的地域单元为基础。它们既可用于对某一灾害事件的等级判别，也可用于多种灾害在一定时间、一定范围的累加判别。在进行多灾种累加判别时，应只采用各灾种的重要指标。

实际上，上述灾情等级的指标判别还仍属于定性的工作，因为各等级的指标差别较为悬殊，各等级内的数值范围幅度也较大。如受灾面积 0.7 万公顷和 6.6 万公顷均在一个等级之中。另外，各灾情等级间临界差别又很小，如受灾面积 6.6 万公顷和 6.8 万公顷则分别处于两个等级。由此，定性指标在灾情区域分布规律研究中有时不能充分反映地域差异或对比关系。再有，上述指标判别方法还只能以不同指标分别判别灾情等级，在用各指标判别结果不一致的情况下，很难说明灾情的总情况。因此，用定量化的和综合的指标对灾情程度进行判别是有必要的。

灾情绝对指标等级间是指数差别关系，灾情定量指标可用对数表达为：

$$Ga_i = \log N_i \tag{1}$$

式中 Ga_i 为第 i 种指标绝对灾情等级指标（简称灾级）； N_i 为 i 种指标实际的灾情统计，由

指标基本单元值×10 表示。

灾情程度绝对指标量化的基本单元列于表 4

表 4 灾情绝对指标基本单元
Tab. 4 Basic unit of absolute indicators

指 标	人 口 (人)		面 积 (ha)		直接经济损失 (1990 年价格, 万元)
	受 灾	死 亡	受 灾	成 灾	
基本单元	1000	1	666. 7	333. 3	100

以绝对数量指标反映的灾情程度可用灾级 G_a 来表示 (与表示地震震级的含义基本相似), 旨在表明致灾事件造成了几级的危害 (或灾情)。由于灾情由多个指标来反映, 各指标对灾害造成社会、经济、生产影响的侧重点不一样, 由此, 绝对灾级可由几个指标综合衡量, 以相互补充, 其判别式为:

$$Ga = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log N_i \tag{2}$$

式中 n 为指标个数, 不同灾种指标个数的选取主要参照表 1 中的重要指标。灾情统计人口和面积指标可由各分项计算值中较大的一个作为代表。

灾情相对的数量指标主要为受灾人口占总人口百分比 (P_1)、受灾面积占总播面积百分比 (P_2) 和直接经济损失占工农业总产值滑动平均值百分比 (P_3) (特殊灾情需考虑辅助指标)。前两项指标值用百分比表示。根据多年平均统计和不同指标权重的统计判别后一项用 2 倍的百分比值。相对灾情等级的差别公式为:

$$Gr = (P_1 + P_2 + 2P_3)/3 \tag{3}$$

式中 Gr 为相对灾级, 在受灾人 (次) 或受灾面积值超过总人口或总播种面积值时, 百分比值只计为 100。

灾级量化判别既可应用于单灾种的分析, 也可用于多灾种的综合分析。在综合分析中, 各灾种相同指标的累加值可作为灾级判别的数值基础。

2. 2 自然灾害程度时空关系的指标和分析方法

自然灾害程度的时间关系分析旨在说明灾害对区域影响随时间变化的情况。它是在历年绝对灾情和相对灾情分析基础上, 通过灾情指标值和灾情变率的组合关系得出的自然灾害程度特征。灾情变率计算公式为:

$$ST = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})^2}{m}} \tag{4}$$

式中 ST 为灾情变率, X_i 为某一年的情灾指标值 (绝对或相对的), \bar{X} 为多年的灾情指标平均值, m 为年份。

灾情变率的大小反映灾情随时间变化的波动状况, 变率值高则说明不稳定程度高, 反之则说明年度的变化不明显。但是, 仅仅用灾情变率还不能充分反映灾情波动对区域的影响, 因

为即使两区域灾情变率值相同，但在灾情指标值普遍高的区域的波动和灾情指标值普遍较低的区域波动后果会有很大差别，前者的波动有可能会超出区域对灾害的承受能力（或极限），而后者对区域的影响程度可能还不致于太显著。因此，有必要把区域灾情指标多年平均值和灾情变率共同考虑来进行分析，以它们的组合关系来探讨区域的分布规律。根据中国 1989—1993 年的灾情统计，本文把灾情指标和灾情变率组合分类的标准列于表 5。

表 5 灾情与灾情变率组合分类标准
Tab. 5 Classification of disaster loss and fluctuation

		I（低）	II（中）	III（高）
相对指标	年均灾情指标值 (Gr) %	<10	10—20	<20
	灾情变率 (STGr)	<6	6—12	>12
绝对指标	年均灾情指标值 (Ga) %	<2.7	2.7—3.7	<3.7
	灾情变率 (STGa)	<15	15—30	>30

根据表 5 及近年中国灾情统计，表 6 列出了灾情与灾情变率组合分类结果。

表 6 灾情与灾情变率组合分类
Tab. 6 Classification System of disaster loss and fluctuation

	1	2	3	4	5	6
相对灾情	I, I,	II, I,	III, I,	III, I,	III, I,	III, III,
相对灾情	灾情小	灾情中	灾情大	灾情大	灾情大	灾情大
变率组合	变率低	变率低	变率中	变率低	变率中	变率高
绝对灾情	I, I + I, II	I, III	III, I,	I, I + I, III	III, I,	III, I,
绝对灾情	灾情小变	灾情小	灾情中	灾情中	灾情大	灾情大
变率组合	率低偏中	变率高	变率低	变率中偏高	变率低	变率中

自然灾害程度的空间关系分析旨在考虑单位面积（人口）在灾害发生过程中的损失情况，说明灾情的密度关系，并在一定程度上反映区域灾害承受能力的大小。当然，不同灾种灾害程度的空间关系相差很大，但多灾种综合分析更能反映区域的整体水平。

由于统计单元的面积大小不等，人口总数不同，限制了不同单元绝对灾情的直接对比，因此有必要选取单位面积、单位时间（例如一年或一次等）的灾情（简称灾情模数）和年人均经济损失（简称年人均灾损）。作为灾情指标，并依此讨论灾情特征的分布规律，上述四项灾情密度指标选择的关系由图 2 所示。由计算而得出的结果再按表 7 中的指标进行分类，即可得到不同地域单元的灾情模数类别，进而进行相互间的比较。

表 7 中国灾情模数分类标准
Tab. 7 Classification of disaster loss module

类别	人均灾损 (元/人·年)	灾损模数 (万元/km ²)	受灾面积模数 (ha/km ²)	受灾人口模数 (百人/km ²)
1	<20	<0.5	<2.0	<0.2
2	>20—40	>0.5—1.0	>2—3.3	>0.2—0.4
3	>40—60	>1.0—3.0	>3.3—6.7	>0.4—0.7
4	>60—80	>3.0—5.0	>6.7—13.3	>0.7—1.0
5	>80—100	>5.0—7.0	>13.3—20	>1.0—2.0
6	>100	>7.0	>20	>2.0

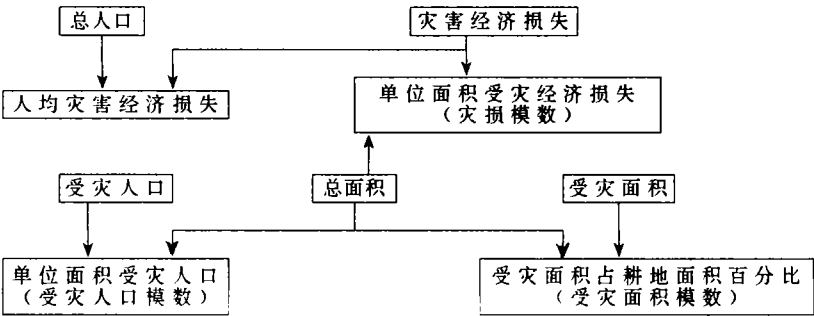


图 2 灾情模数和年人均灾损选择示意图

Fig. 2 Indicator selection of disaster loss module and disaster loss per capita

3 1989—1993 年中国灾害程度区域特征

根据中国 1989—1993 年的灾情统计以及国民经济统计资料^[6,7]，采用前述灾害程度指标及分析方法，以省（自治区、直辖市）为基本地域单元（因台湾省资料暂缺，故暂未作分析），可对中国近年来灾害程度做出基本判断。

绝对灾情表明灾害造成的绝对损失量。从宏观的角度看待绝对灾情，可以明确地辨别灾害对区域整体（如全国）产生影响的关键地域（如主要省份）和影响程度的大小，它可作为较高层次了解灾情和减灾投入决策的参考依据。近几年中国绝对灾情分布特征（图 3）表明，中国中部地区，主要为黄河下游，淮河流域和长江中下游流域是灾害造成影响最严重的地区。加强这些地区的减灾能力将会大幅度减少中国因灾造成损失（影响）的绝对量。在这些地区需要解决的关键问题则是防洪抗旱。

相对灾情反映灾害发生后果与区域背景间的比较关系，是致灾因子强度和区域抗灾能力的综合体现。它对减灾宏观决策，特别是给予不同区域支持强度方面具有参考价值。中国相对灾情程度分布特征（图 4）表明，致灾因子与抗御灾害能力最不协调的省份均在中国东部，为吉林、安徽、湖南和海南省。另外，相对灾情较重的区域除吉林省外主要集中于黄淮海平

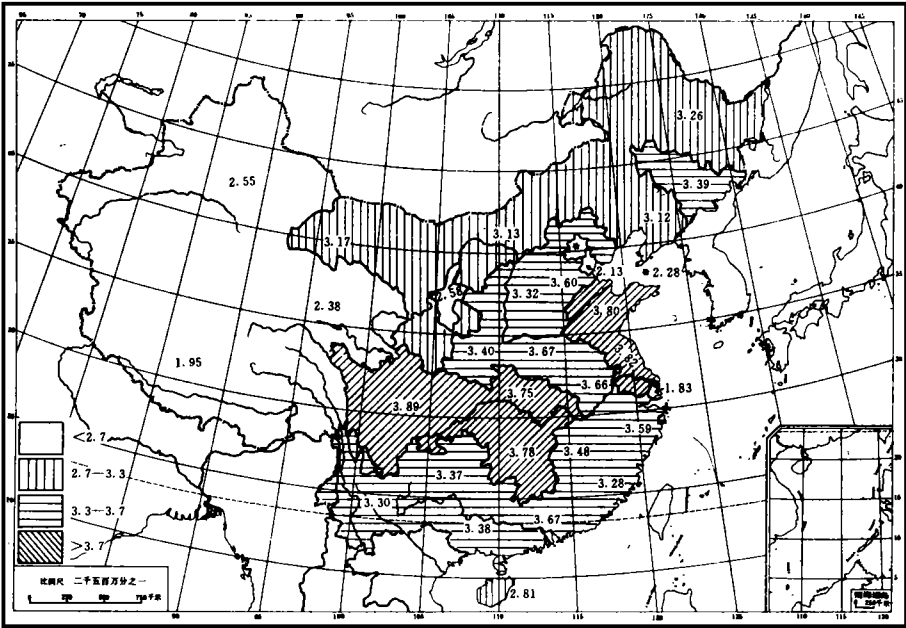


图 3 中国绝对灾情分布图 (1989—1993)

Fig. 3 Distribution map in terms of absolute disaster loss

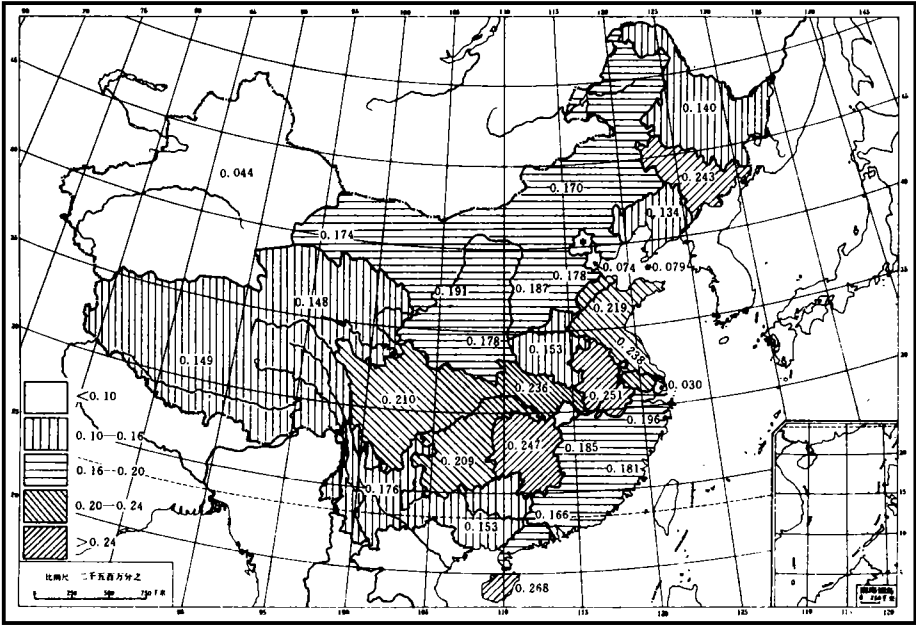


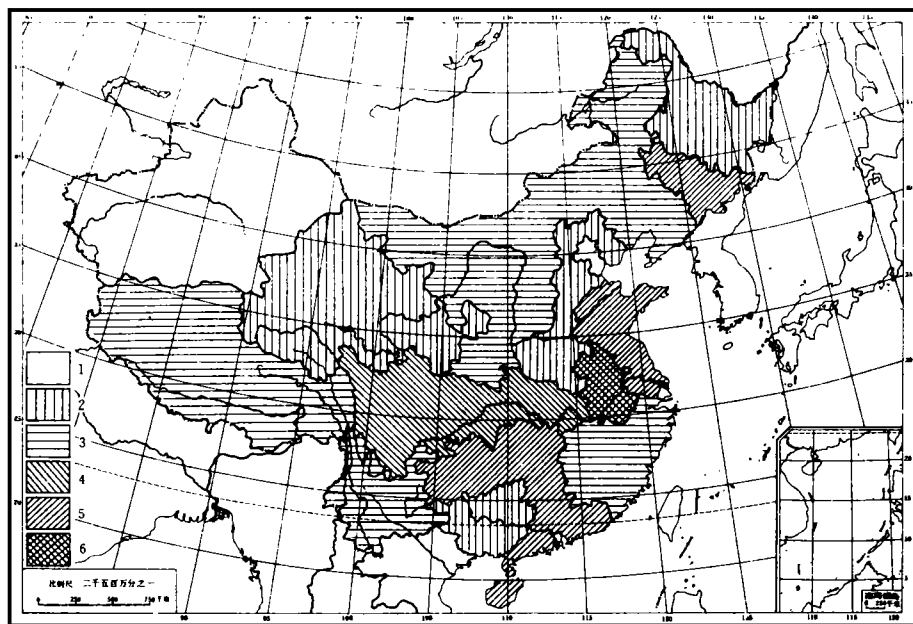
图 4 中国相对灾情分布图 (1989—1993)

Fig. 4 Distribution map in terms of relative disaster loss

原和长江中游地区。减灾整体水平的提高将是这些地区减灾工作的重点。图 3 和图 4 中指标值代表省（自治区、直辖市）均值；台湾省资料暂缺。

绝对灾情与变率关系在很大程度上反映灾害影响的波动程度，它对于决定采取什么样的主导减灾措施具有参考价值。例如，历年绝对灾情都很大，但变率小的区域受到致灾因子常年的严重威胁，因此有必要采取有效的工程措施来解决减灾问题^{*}。而平均灾情较大，且变率很高的区域可能是常年灾情并不严重，但在少数年份发生灾害造成特大损失，因此需要针对灾种进行充分的防灾备灾措施。中国绝对灾情与变率关系分布图（图 5）显示了山东、四川、湖南和湖北等省的减灾工程投入将会有长远的效益。江苏省及中国东部大部分地区则需要做好防大灾的准备，或针对某灾种加强抗灾能力建设。

相对灾情与变率关系旨在反映区域整体的防灾、抗灾水平及其敏感程度，它也可作为衡量区域抗灾脆弱度的标准，例如在年均相对灾情大且变率低的地区，灾害对区域整体的影响基本上是稳定的，即区域已对灾害具有“耐受”能力，而不致于产生很大的振动，因此采取长效减灾措施将很有意义。在年均相对灾情较大且变率高的地区，灾害对区域整体“冲击”力显著，甚至于超越了区域对灾害的承受能力。因此在这些地区进行重点援助则有可能降低其脆弱性。中国相对灾情与变率的关系分析（图 6）表明安徽省对灾害的反映最敏感，吉林、山东、江苏、湖南、贵州等省相对灾情大且较不稳定。

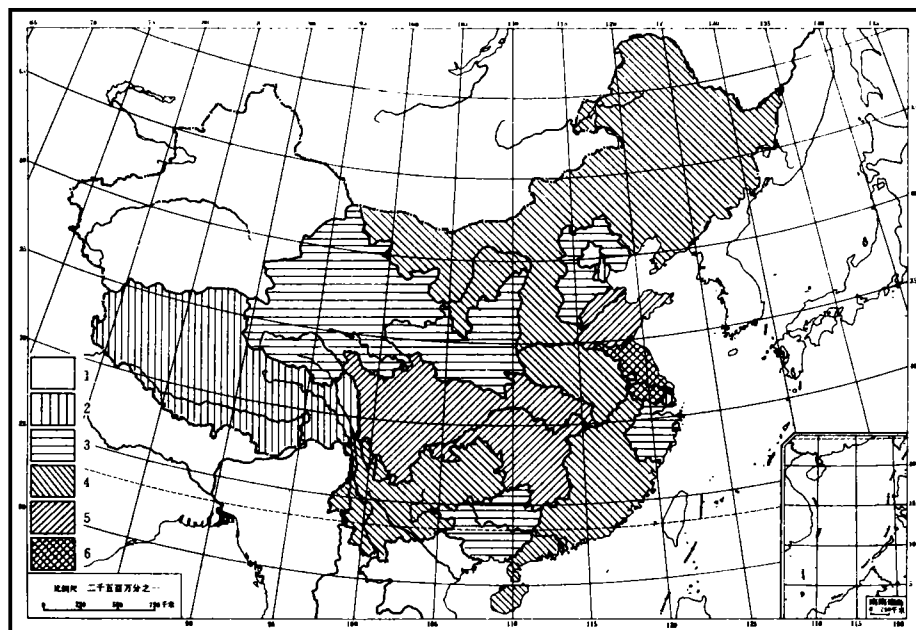


1. 灾小变率低-中; 2. 灾小变率高; 3. 灾中变率低; 4. 灾中变率中-高; 5. 灾大变率低; 6. 灾大变率中。

图 5 绝对灾情与变率关系分布图（1989—1993）

Fig. 5 Distribution map of absolute disaster loss and fluctuation

* 李吉顺. 中国暴雨灾害评估, 1993 (未刊稿)。



1. 灾小变率低 2. 灾中变率高 3. 灾中变率中
4. 灾大变率低 5. 灾大变率中 6. 灾大变率高

图 6 相对灾情与变率关系分布图（1989—1993）

Fig. 6 Distribution map of relative disaster loss and fluctuation

年人均灾损是反映灾害对人民生活水平提高和提高速度影响程度的指标。进而也可作为影响经济发展速度的参照指标。灾害是安徽、江苏和海南三省经济快速增长和人民生活水平快速提高的重要限制因素，西藏自治区、广东省的灾害防治也应作为国民经济建设整体规划的突出部分。另外，中国东南部几省，包括福建、浙江、江西和湖北的经济发展可能会从提高减灾效益中得到体现。

灾损模数反映灾害对区域造成破坏和损失的强度。它是灾害与财产密度相互关系指标。灾损模数越大则说明减灾的紧迫性越强。中国灾损密度分布以江苏省为高密度核心向周围逐渐降低。淮河中下游和长江下游地区的减灾工作尤其迫在眉睫。

受灾人口模数与受灾面积模数分别反映灾害对人口和灾害对农田（在一定程度上反映灾害对农业）的影响强度。这两个指标的分布趋势基本上类似，即高密度区集中于沿海地区，特别是黄河下游，淮河流域和长江中下游区。受灾对吉林省农业的影响强度较突出。

4 结 论

根据对 1989—1993 年中国灾情程度的分析及分布特征的讨论，可以明确地认识到中国灾

情最严重的地区在中国的东部区,即中国三大地形台阶的最低一阶,也是中国经济最发达和人口最稠密的地区。在中国东部区,黄河下游,淮河流域和长江下游区灾情程度最高。另外,中国中部四川省是在第二级台阶的灾情严重区。加强上述区域的减灾工作将会对减轻自然灾害对我国整体的影响起到决定作用。

从历年灾情程度状况分析,灾情绝对指标 >4.0 及灾情相对指标 $>30\%$ 是目前省级灾害承受能力的极限指标。灾情程度超过这一极限时,区域自我调节能力已不能满足抗御灾害所带来的冲击,需要一定的支持和援助。

本文所提出的八项灾害程度指标可作为衡量区域灾害承受能力的基本参考指标。它们也可作为区域减灾决策、管理、制定减灾规划和措施的参考依据。

参 考 文 献

- 1 马宗晋.关于减灾国际合作的三项建议.中国减灾,1993,3(4).
- 2 刘燕华.1990-1991年中国自然灾害程度的省际估价.中国减灾,1992,2(2)
- 3 刘燕华.中国自然灾害灾情指标及区域特征探讨.中国减灾,1994,4(2).
- 4 中国民政统计.民政出版社,1993.
- 5 陈洪玲等.灾情信息.中国减灾,1994,1(1),4(2).
- 6 中国统计年鉴.1990—1993,统计出版社.
- 7 中国统计摘要.1994,统计出版社.

REGIONAL CHARACCTERS OF NATURAL DISASTER IN THE LAST YEARSIN CHINA

Liu Yanhua Li Juzhang Zhao Yuelong

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101*)

Abstract

Natural disaster is a dynamic phenomenon varying from region to region and changing over time. The impacts of disasters to a region is usually described by the extent of disaster affecting the region in general, and also by the grading of disaster for particular purposes. This paper deals with the regional characters of natural disaster of China by using information from 1989 to 1993. It aims at analyzing interactions between disaster and regional development, identifying indicators used as tools for decision making in disaster reduction, and discussing regional differences of disaster impacts in China.

The paper firstly reviews information available to describe disasters, and then discusses the importance of different items of information in relation to various types of disasters. Based on the significance and the implication, an indicator system of disaster impacts is established. This system covers 8 basic indicators as: disaster losses in absolute sense; disaster losses in relative sense; fluctuation in absolute sense; fluctuation in relative sense; disaster losses per capita; disaster losses per unit area; affected population per unit area; and affected land per unit area. In addition, the grading systems for each indicator are also developed.

Adopting the indicator system of disaster impacts, the paper concluded that the eastern part of China is the seriously affected area by natural disasters, which is the well developed area in terms of economy, and the most populated area of China. Within the eastern part of China, some regions such as the lower reach of the Yellow River, the Haihe River Basin, and the lower reach of the Yangzi River suffer tremendously from natural disasters in the last few years.

With regards to the sustaining capacity to withstand disasters, the paper emphasized that a region could not be self-reliant when disaster impact indicator above 4.0 in terms of absolute disaster losses, or up to 30% in terms of relative disaster losses.

Key words Regional character, Disaster impact grading, Indicator system