

中国自然灾害的空间分布特征^{*}

王 铮^{**} 张丕远 刘啸雷

(中国科学院 地理研究所, 北京 100101)
(国家计划委员会)

提 要 中国自然灾害的分布以秦岭—淮河线、胡焕庸线以及青藏高原外缘为界, 可划分为四个大区, 即北域、南域、西域和过渡带亚域。以灾害的单位面积损失论, 黄淮海地区是我国重点灾区, 另一个重点区位于川、滇、黔、桂交界地段, 它以人员的伤亡而突出。如果以灾害发生的总经济损失定义灾害规模, 则活动的规模中心位于以洞庭—武汉和郑州为两端点的地区。

关键词 灾害活动域 灾害规模重心 灾害损失中心 灾害频发地带

本文主要论述中国自然灾害的空间分布的统计特征。引用的资料有: (1) 1730—1915 AD 年间的中国东部地区的农业收成, 其来源为故宫档案。中国古代, 由于缺少灌溉条件和灾害防御设施, 农业收成是农业灾害的直接表现, 它由多种灾害造成。(2) 137 BC—1990 AD 的旱涝灾害等级, 其来源为历代文献(由满志敏、郑景云、刘啸雷等整理)其空间范围为 40°N 以南, 100°E 以东, 旱涝灾害是发生率最多的自然灾害, 我国古文献记载丰富且具较高可信度。(3) 1990、1991 年灾害, 其来源为报刊。现代灾害繁多, 我们选经济损失、人员伤亡作为分析特征。

1 中国灾害活动的分区

自然灾害是一种复杂的综合现象, 其成因繁多, 为了给出中国自然灾害的综合区划, 在本文中取农业收成作为自然灾害活动的综合性量测标志。农业对自然灾害, 特别是源于水文、气象、地貌及环境退化的灾害十分敏感, 在农业技术落后的古代, 这种敏感性尤为突出。因此, 我们定义灾害测度 S 如下:

$$S = 10 - H \quad H \in [0, 10]$$

其中 H 是农业收成数, $H=10$ (成) 为风调雨顺大丰收, 0 为完全绝收, 实际资料中, 最低收成为 2 (成)。 S 为农业歉收度。是以农业收成来衡量灾害的一个指标, 为了排除现代农业技术的影响, 突出灾害的自然现象, 我们仅对缺少现代农业技术影响的 1730—1915 AD 间我国的农业歉收度 S 作分析。

* 国家自然科学基金资助项目, 中国科学院重点项目。

** 现在中国科学院管理研究所工作。

来稿日期: 1992 12; 收到修改稿日期: 1994 02。

本文选用了 Fuzzy 动态聚类方法进行计算机计算,以每个点作为样本点,以 1730—1915AD 各年的灾害(歉收度)作特征矢量的分量。在同一类型的地方,当地域上它们是相邻的,就被识别为同一灾害活动区。相隔的活动区之间,如果它们数学上为同一类型,说明自然灾害活动在这两个区有共轭性,即有相同的受害行为(虽然南区可能是涝,北区可能是旱,但是它们具有同时(同年)受灾的特点,这就是共轭性)。

利用 Fuzzy 动态聚类方法对中国历史时期(1730—1915 AD)农业收成作聚类分析,我们得到如图 1 所示的分区特征。由于缺少新疆、西藏和东北各省及台湾的资料,计算未能对这些区域作为分区研究。^①

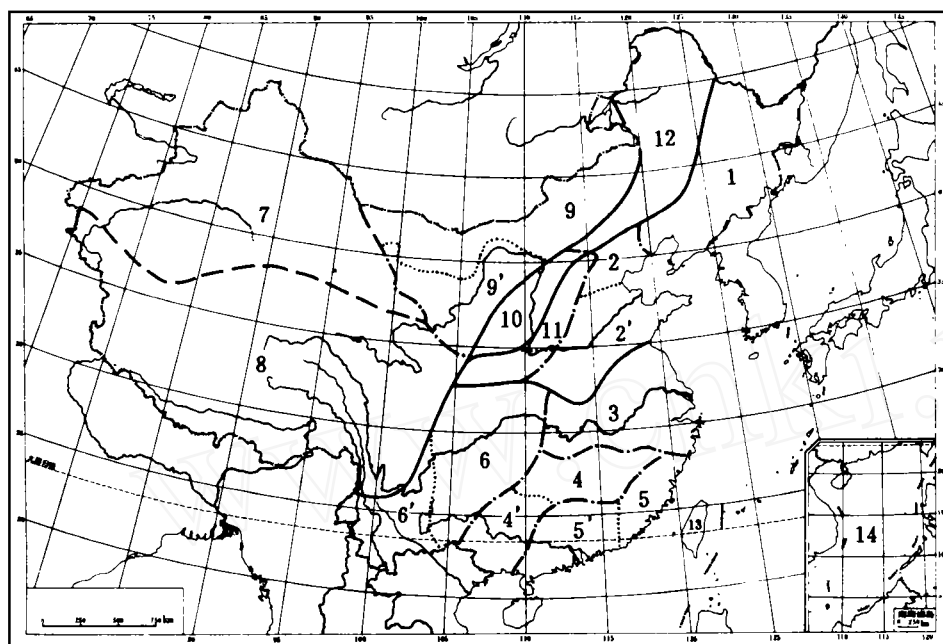


图 1 农业收成给出的中国灾害分区

- | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 1. 东北区 | 2. 华北区 | 3. 淮南区 | 4. 中部区 | 5. 东南沿海区 | 6. 西南区 |
| 7. 西北区 | 8. 青藏区 | 9. 中内蒙区 | 10. 陕北区 | 11. 晋陕区 | 12. 东内蒙区 |
| 13. 台湾区 | 14. 南海区 | | | | |
- 域界 - - - - - 区界 亚区界

Fig. 1 Disasters action territory and Disasters action region, China (with agricultural harvests and others)

- | | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| 1. East-north R. | 2. North-China R. | 3. Yangtze-Huai R. | 4. Center-China R. | 5. East-south R. |
| 6. West-south R. | 7. West-north R. | 8. Tibet R. | 9. Mid I. Mo. R. | 10. North Shaanxi R. |
| 11. Jin-Shaang R. | 12. East I. Mo. R. | 13. Taiwan R. | 14. South China Sea R. | |
- territorial border; - - - - - regional border; subregional border

在图 1 中,地域分异由两条基本特征线划开,它们的基本方向是秦岭—淮河线流域北界和腾冲—黑河线。胡焕庸 1938 年(胡焕庸、张善余、1983)研究中国人口分布时发现腾

^① 由于缺少中国西域古代收成资料,图中虚线和锁线是由活动断裂分界限(邓起东,1985)和近 40 年灾害活动散点图分布趋势(王铮,彭涛等,1994)并结合自然地理特征推断的。其中 6' (滇中南区,按地震带划出)和 9' (黄河上游区,按地震带、近 40 年灾害分布和水土流失性质划出),亦具过渡性,也可列出过渡带亚域,有待进一步资料证实。13、14 区由自然地理常识划分的。

冲—黑河线为人口的重要分界线,故又称胡焕庸线。张丕远等(1994)发现这条线及其标志的方向有着重要的环境意义。在秦岭线以北地区,胡线附近的歉收情况出现过渡特征,在聚类分析中,榆林、延安二地独立成区,即不同于西侧的张掖、兰州、天水、银川、平凉,也不同于东侧的大同、太原、临汾。而大同、太原、临汾又明显地区别于更东的华北诸地。特别值得注意的是,在60年代至80年初中国发生的九大地震中,除在胡焕庸线以西,其余的地震排列方向平行于胡线,尽管它们属于不同地震带。

胡线和准秦-淮线不仅在近代存在,而且在更长的历史时期也存在,我们对137 BC—1990 AD的旱涝频率作了统计研究,结果发现,中国大部分时期内,特别是1230AD年以来的气候阶段,灾害分布存在着平行于胡线的趋势(表1),但是在113°E以东地区,这种趋势逐渐为纬向代替,特别是34°—35°N附近出现旱涝灾害的另一最大梯度带,其位置较秦岭-淮河线略北,尤其是东端。1230AD以来,淮河流域基本落在0.5等值线以南,与长江流域的灾害活动一致,这种情况为1991洪灾所证实。尽管我们在地貌上习惯讲黄淮海平原,但从灾害活动看,淮河流域大多数时间与长江流域一致,黄淮海地区,尽管它可能作为一个损失区看待,但作为统一的灾害活动区是不存在的。灾害气候情景如图2所示。从图2中还可以发现35°N以北,胡线东西部的过渡远不及南部迅速,并分裂出若干中心,呈逐步过渡性质,特别是在华北地区,这就揭示沿胡线存在一个域一级的灾害活动单元,它说明“北方农牧交错带”有着复杂的性质,它的内部分异很大,简单地作为一个灾害统计总体区,并不恰当。

由于胡线和准秦淮线的存在,我们可将中国划分为三个灾害域,它们是西(灾害活动)域、北域和南域。域是灾害活动分区的最高单位,在一个域内有共同的主导灾害和发生灾害的共同背景。由图1可见,南域包括长江中下游(含淮河流域,故也可称江淮区)、湘赣桂、西南区、东南沿海区。北域包括东北区、华北区。虽然由于缺少新疆、西藏的历史灾害资料,但是我们由众所周知的青藏高原与西北地区的自然地理差异,划分西域为青

表1 历史时期胡线的存在性(情景趋势与气候特征方向的夹角正切值)

Tab. 1 the existence of Hu-line in historical times the tangent values between climate scenario trend line and climate characteristics line

年代	纬向	径向	胡向	垂胡向
-100—100	0.0072	0.0130	0.0183+	0.0028*
100—300	0.0327+	-0.0200*	0.0202	0.0292
300—500	0.0183	-0.0430+	0.0180*	0.0360
500—700	0.0946	0.0180*	-0.1203+	0.0431
700—900	0.0250	-0.0430+	-0.0071*	0.0374
900—1100	-0.0055	-0.0040	-0.0095+	0.0010*
1100—1300	0.0413+	-0.0270	0.0243*	0.0377
1300—1500	0.0776+	-0.0360	0.0356*	0.0634
1500—1700	0.0380	-0.0700+	-0.0051*	0.0597
1700—1900	0.2700	-0.0270+	0.0010,	0.0264

*: 最小夹角, +: 最大夹角

藏高原区,西北干旱区中的内蒙古区,胡线在秦岭以北的毗邻地区,形成三个亚区,分别为陕北区、山西高原区,和东内蒙区,它们具有过渡带性质,可以作为亚域存在,也可列入北域。以收成论,过渡带亚域东部的山西区属于北域,西部的陕北区接近西域,过渡性较强;以旱涝灾害论本区属于少涝区(冯佩芝,1985),其滑坡泥石流灾害多发区别于西域,但土地荒漠化趋势强烈又近西域。特别有意义的是我们发现这一区域在历史气候每一次转

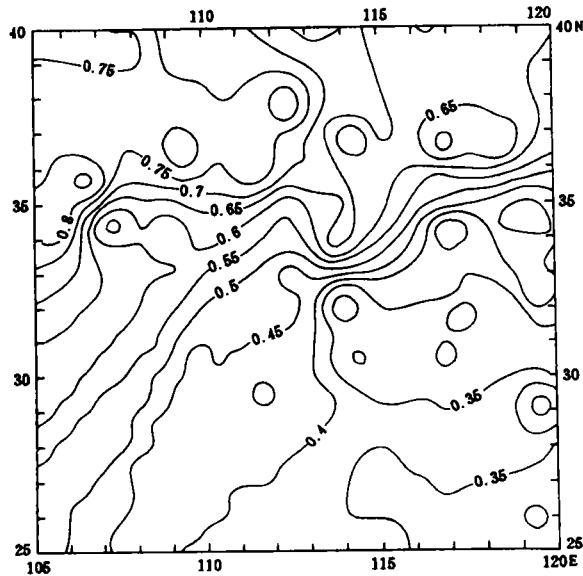


图 2 中国东部旱灾的分布情况 (1230—1990 AD)

Fig. 2 A drought distribution senario in East China (1230-1990AD)

变期都出现多涝，气候稳定后干旱增多（王铮，胡大鹏，余素敏，刘啸雷，1993）。具有类似性质的区域还存在于内蒙古东部，即蒙古高原以东地区，胡线亦穿越此区。总之，在胡线附近，至少中国北部存在自然灾害分布的过渡性，存在过渡带亚域。

需要强调的是，从地震灾害看，这里的划分也是较恰当的。过渡带域在中国秦岭以北，实际上包含了南北地震带，它的西部可达六盘山。秦岭以南胡线沿南北地震活动分区界线行走。其次以地震灾害论，滇西、滇中地区也似应单独成为一区，作为过渡带域的一个单元。又据马宗晋等（1992）的意见，约沿 34°N 线存在地震分区界限。在中国东部，约 34°N 以南的地区（相当于本文中江淮区，湘赣桂区，东南沿海区）几乎没有地震，胡线以西，34°N 大约作为两个地震区的界限。淮河流域北界约为 34°N，可见，准秦淮线存在。域的这种分区性，说明灾害活动有共同的地球物理背景。关于这个问题，需要更多的探索。

总结各家对灾害的研究（孙广忠、王昂生、张丕远等，1990；冯佩芝等，1985；时振梁等，1974）我们认为各活动区灾害的活动特征如表 2 所示（关于主要特征详细说明，我们将在另文阐述）。

聚类分析还发现，图 1 中的 3 区和 5、6 区 10 区被聚为同一类，这就揭示在东南沿海地区与陕北地区，江淮地区、西南地区灾害的活动有共轭性。关于共轭性的问题，还需要进一步研究。

表 2 中国灾害活动区特征

Tab. 2 the regional characteristics of natural disasters action in China

活动域	活动区	主 要 特 征	域主导灾害
北 域	东北区	旱灾、低温冷灾重点危害, 洪灾在平原区构成一定威胁、南部山地多泥石流、暴雨灾害	旱灾、洪灾
	华北区	旱灾、洪灾重点危害, 涝灾, 寒潮次重点危害, 地震频度大, 危害大	地震、冻害
南 域	江淮区	洪涝灾害、冷害、虫害、恶性杂草等重点危害, 旱灾、寒潮危害次之, 沿海受台风与风暴潮威胁大。	洪涝灾 暴雨 旱灾
	湘赣桂区	旱灾、洪涝、生物灾害重点危害, 暴雨寒潮危害次之, 中部山地多泥石流	
	东南沿海区	台风暴雨重点危害, 热带作物区受低温冻害威胁大, 生物灾害威胁, 地震与海域地震关联性强。	
	西南区	旱灾、泥石流、暴雨洪灾重点危害, 水土流失较重, 低温冻害生物灾害次之, 地震多发	
西 域	西北区	旱灾或干旱重点危害、泥石流、滑坡、暴雨洪灾及冷害雪灾有不同程度危害。地震较多发。	旱灾
	青藏高 原区	冷害雪灾、旱灾、融冻泥石流、冻土危害较重, 地震多发。	冻灾 地震
	中内蒙区	冷害雪灾, 旱灾重点危害	
过 渡 带 域	陕北区	旱灾、水土流失、沙漠化重点危害、暴雨次之	旱灾
	晋陕区	旱灾、水土流失重点危害, 寒潮、冻害次之, 地震多发, 危害大	泥石流、滑坡
	东内蒙区	旱灾、低温、冻灾、沙漠化重点危害, 暴雨次之	荒漠化
海 域	台湾区	台风、暴雨重点危害, 地震多发	大风、暴雨
	南海区	缺资料	地震

2 中国自然灾害的活动中心

自然灾害表现出一定的活动中心。我们引用了 1990, 1991 年各种灾害活动资料, 以 1990 年资料作统计分析, 以 1991 年资料作检验。诚然, 仅由于二年资料断言活动中心是不够的, 因此还需利用信息分析技术, 提取信息。众所周知, 灾害活动具有随机性, 设灾害空间过程具有遍历性, 即空间上一点时间发生的灾害统计特征将与一段时间内一定空间范围内的灾害过程的统计特征一致, 所以我们可以以空间过程特征来估计每点的时间过程特征。本文作法是对空间采样点以 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 经纬网格采样, 提取其邻域的 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 范围的灾害统计特征为该点特征, 判定灾害活动特征。即以每一个 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的经纬网交点为中心, 取这个中心邻近的 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 地域内自然灾害活动的强度和为该点的强度。通过这种方法, 我们获取了所有经纬网点的自然灾害活动强度估计值, 用于区域分析。这种方法算法上类似图象处理 (Pratt, 1978) 中的模块方法, 不过这里各“象元”点是经纬网格点, 取值方法是求和。显然, 这种处理可能在边境地区失真, 因为境外的灾害活动并未为我国资料所包含, 海域的灾害因缺少人类活动而忽略不计, 其结果在边境带, 只是 $1^{\circ} \times 2^{\circ}$ 左右的网格采样, 对灾害活动的识别分辨率也随之下降为 1° , 故而这种分析方法适合于对大陆内部或边境地区的分析。

通过 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 网络采样, 以 $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 范围作统计单元, 我们计算了经纬格点上的灾害特征值

并绘出等值线，从而发现了下列结果：如果以发生一次自然灾害所影响的范围内总的经济损失论，即每次灾害的规模而论，中国灾害规模重心分布上于黄河下游的郑州—开封以南及长江中游洞庭湖—武汉以北的狭长地区内，这个地区可以称作中国的灾害规模重心，每次发生的灾害其中心一旦位于这一地带附近，大多为大灾，影响范围大。1954 年长江大水，1975 年驻马店大灾和历史上的几次大旱其中心腹地均位于这一范围。地区的灾害规模相对这个中心为小。与直观印象不合。实际上，这可以理解为由于灾害中心位于东部时，虽然单位面积上的灾害损失可能是很大的，但其影响域有一部分在海区从而使灾害总规模显得偏小。向西部地区，灾害规模在空间上减少虽比东部快，但在直观印象上，减少的似不明显，其实西部发生旱灾的频率高，旱灾影响域较东部常发的洪涝、暴雨为大，所以其规模并不似人们想象的那么小。这一点应该引起我们的重视以指导减灾对策的制定。

自然灾害的规模重心，代表了该地为中央区活动的灾害事件影响的空间尺度大或总经济损失大，这个重点地区发生灾害时其邻域并发灾害的概率高，但并不意味着自然灾害本身多发于该区。为了研究灾害的频发性，我们对 1230AD 以来旱涝大灾害出现的频率作了统计分析揭示，25—40°N、105—120°E 的范围内，中国存在三个明显的旱涝灾害频发地带，它们分别位于华北平原北部、江淮平原和陕北—山西过渡地区。这三个地区中两个与地震带重合。尽管这些地区灾害发生的频率高，却与前述灾害规模重心灾害并不重合，仅江淮平原局部与规模重心重合（图略）。

旱涝灾害三个频带的存在，可以认为是气候类型过渡造成的。第一、二个中心是作为暖温带与寒温带、亚热带与温带的过渡地带而存在的，第三个地带是中国季风气候的过渡带，在过渡带地区，气候依气候系统的波动而波动，气候特征随机性强，从而产生灾害的频发。

自然灾害发生的频率高再加上当地的经济的发展，特别是农业经济发达使一个区域内灾害发生时单位面积上损失偏大。定义灾害损失为灾害危害度，对 1990 年资料作遍历性分析，我们发现中国的灾害危害重点地区位于华北地区，特别是山东半岛，次重点区包括整个黄河下游地区及江淮地区，或者说黄淮海平原及长江三角洲是我国灾害危害最严重地区，因此应该成为我国重点减灾区。黄淮海平原成为灾害重点危害区的原因之一是该区单位面积农业经济产出水平高。据王凤慧计算该区农业产出是全国最高的（750—1500）元/ha。陕北—山西区由于农业经济水平低，灾害损失退居很次的地位。值得注意的是，遍历性分析发现人员伤亡的重点地区分布于川滇黔桂边境带。在这一地带虽然灾害发生规模不大，经济损失不大，但是人员伤亡大，考察其原因是因本区多泥石流灾害具有高度的毁灭性。从减少人员伤亡看，本区该成为我国另一重点减灾区。这一问题还揭示，灾种的危害性是有明显差异的。

3 结论与讨论

中国是自然灾害多发国家。我们大致可以将中国灾害的活动划分为四大地域，它们是胡线以东，约 34°N 以北的北部灾害活动域，约 34°N 以南，胡线以东的南部灾害活动域，胡线以西的西部灾害活动域，以及胡线穿越的“过渡带”灾害活动亚域。黄淮海和长江三角洲地区为我国灾害经济危害中重点区，西南地区中部可能为灾害人员伤亡重点区。这两个地区应该成为我国重点减灾区。但是以灾害发生的规模论，灾害规模重心位于黄河下游与长江中游之间的地带。这种规模重点毗邻地带的减灾，应该以防止大灾为主。尤其是江淮平原西端规模重心与频率中心重合，灾害可能多发而且规模大，应是重点减灾区的“重中

之重”。其次，活动规模大的灾害经济风险大，在经济投资时应该注意。

从统计角度分析灾害分布规律，需要长期的资料。采用遍历性假设，取 1990 年资料为统计样本，1991 年资料为验证样本的方法是在资料短缺的情况下的一种可行方法。这些结论有待于进一步验证和改进。

参 考 文 献

- 1 马宗晋. 中国地震中分布图的构造解释. 中国地震. 1992. 8: 10—17.
- 2 王铮, 胡大鹏, 余素敏等. 黄河中游区水土流失与人类活动关系的整体分析. 水土保持学报. 1993. 7 (6): 31—38.
- 3 邓起东. 中国活动断裂分区. 中国活动断裂研究. 北京: 地震出版社. 1985. 8—13.
- 4 冯佩芝, 李翠金, 李小泉等. 中国主要气象灾害分析. 北京: 气象出版社. 1985.
- 5 孙广忠, 王昂生, 张丕远主编. 中国自然灾害. 北京: 学术出版社. 1991.
- 6 时振梁, 汪素云. 中国地震活动的某些特征. 地球物理学报. 1974. 17 (1): 1—13.
- 7 张丕远, 王铮. 自然灾害学导论. 昆明: 云南科技出版社. 1994.
- 8 张丕远, 王铮, 刘啸雷. 中国近 2000 年气候演化的阶段性. 中国科学 B. 1994. (9).
- 9 胡焕庸, 张善余. 中国人口地理 (上). 上海: 华东师范大学出版社. 1983.
- 10 Pratt W. Digital Image Processing. New York: John Wiley & Sons. Inc.. 1978.

作 者 简 介

王铮, 男, 1954 年生, 副研究员, 1990 年于华东师大获博士学位, 1990—1992 年在中国科学院从事博士后研究。现主要从事理论地理学、环境与发展理论研究。以第一作者身份或主编身份发表《理论地理学概论》、《地理科学导论》、《自然灾害学导论》等专著 8 本, 发表论文 60 多篇。

THE SPATIAL CHARACTERISTICS OF NATURAL DISASTERS IN CHINA

Wang Zheng Zhang Peiyuan Liu Xiaolie

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

Key words DA territory, disaster scale weighty center, disaster loss center, disaster ferguent zone

Abstract

The spactial characteristics of nature disasters in China have been discussed in this paper. The spatial characterstics were discribe as follows:

1. Disasters action (DA) in China can be divided into 4 DA territories: North DA territory, South DA territory, West DA territory and the Sensitive-zones DA territory. They are shown in Fig. 1. each territory is characterized by the most frequent disasters in Tab. 1. DA region is the second level classified area. 14 DA regions can be found in China which are shown in Fig. 1. China's disaster distribuion is controlled by a quasi-Qinlin-Huaihe line (at about 34°N).

2. The Huang-Huai-Hai area is an area with huge amount of per unit area economic loss caused by a disaster, which was called as a disaster loss center. the area between Zhengzhou and Wuhan-Dongting Lake is a large disaster action center in China, which was called as a disaster scale weight. In the border zone of Yunnan-Shichang-Guizhou-Guangxi, a hazard may result in a larger number of injuries and deaths.

3. The most ferquent zones of disaster action in China are North-China, which are affected by drought and flood, and along Hu-Line zone. Which are affected by drought or arid, landslide and earthquake.

In this paper, we used following data: agricultural harversts records in the period of 137 BC—1990 AD, and natural disasters during 1990—1991 AD.