

文章编号: 1004- 4574( 2010) 01- 0147- 05

# 中国技术灾害的时序变化与区域差异

葛 怡<sup>1</sup>, 史培军<sup>2 3 4</sup>, 李 杨<sup>5</sup>, 钱 瑜<sup>1</sup>, 徐 唐<sup>1</sup>

( 1. 南京大学 环境学院, 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 江苏 南京 210093 2. 北京师范大学 资源学院灾害与公共安全研究所, 北京 100875 3. 北京师范大学 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875 4. 民政部、教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 5. 天津科技大学 经济与管理学院, 天津 300222)

**摘 要:** 近年来, 由于生产的全球化、工业水平的迅速提高、技术系统的复杂化和规模化, 以及社会结构急剧变化, 我国技术灾害的发生频次增多, 强度加剧, 经济损失趋于上升。技术灾害继自然灾害之后, 已逐渐发展为威胁我国人民生命安全和生存环境的主要灾种。基于技术灾害数据库, 从致灾因子多度、风险频数、相对损失强度和综合风险指数等 4 个方面对中国技术灾害的时序变化和区域差异进行了分析与探讨, 以期加深对中国技术灾害的系统认识, 并为中国技术灾害的风险管理提供依据。

**关键词:** 技术灾害; 致灾因子多度; 风险频数; 相对损失强度; 风险指数

中图分类号: X4 文献标识码: A

## Temporal changes and regional difference of technological hazards in China

GE Yi<sup>1</sup>, SHI Pei jun<sup>2 3 4</sup>, LI Yang<sup>5</sup>, QIAN Yu<sup>1</sup>, XU Tang<sup>1</sup>

( 1. State Key Laboratory of Pollution Control & Resource Re-use, School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210093, China  
2. Institute of Disaster and Public Security, College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China  
3. Key Laboratory of Environment Change and Natural Disaster of Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China  
4. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs/Ministry of Education of China, Beijing 100875, China  
5. College of Economics & Management, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract** In recent years, the frequency and magnitude of technological hazards increased rapidly due to the globalization of production, the development of industry, the application of a complicated technological systems and the sharp transformation of social structure. Therefore, technological disasters have been the second threat after natural disasters. Based on technological hazards database from CRED, this paper analyzed temporal changes and regional distribution with four indicators, such as multiple degree of hazards, risk frequency, loss magnitude and risk index. This result may increase our knowledge of technological hazards in China and promote the risk management of government.

**Key words** technological hazards; multiple degree of hazards; risk frequency; relative loss intensity; risk index

科学技术推动了人类社会的巨大进步, 但科技在带给人类巨大财富和现代文明的同时, 也给人类带来了

收稿日期: 2008- 06- 15 修订日期: 2009- 07- 16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 ( 40701005); 国家科技支撑计划课题 ( 2008BAK50B07); 江苏省自然科学基金资助项目 ( BK2007151)

作者简介: 葛怡 ( 1978- ), 女, 讲师, 博士, 主要从事环境与自然灾害风险研究. E-mail: gey@nju.edu.cn

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

新的风险和相应的灾难<sup>[1]</sup>。这类由于技术性<sup>[2]</sup>及人为因素造成的灾害即为技术灾害<sup>[2]</sup>。我国一向是世界上自然灾害最严重的国家之一,然而近年来,由于生产的全球化、工业水平的迅速提高、技术系统的复杂化和规模化,以及社会结构急剧变化,我国技术灾害的发生频次增多,强度加剧,经济损失趋于上升。技术灾害继自然灾害之后,已逐渐发展为威胁我国人民生命安全和生存环境的主要灾种。但是,与自然灾害相比,目前我国的技术灾害研究在公众认知、风险评价、风险管理方面尚显不足。因此,本文基于技术灾害数据库,从致灾因子多度、风险频数、相对损失强度以及综合风险指数等 4 个方面进行中国技术灾害的时序变化和区域差异的分析与探讨,以期加深对中国技术灾害的系统认识,并为中国技术灾害的风险管理提供依据。

1 数据来源与处理

本文的数据来源主要是由灾害流行病学研究中心 ( Center for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED) 提供的中国技术灾害数据库。

表 1 中国技术灾害数据库说明  
Table 1 Information on technological hazards database in China

数据类型	主要内容	区域覆盖	时段
历史事故数据	致灾因子类别、灾害发生时间、灾害发生地点、死亡人口、受影响人口、经济损失	中国各省、市、县	1947– 2007 年

注: 源自灾害流行病学研究中心 ( EM – DAT The OFDA /CRED International Disaster Database □ [www.emdat.be](http://www.emdat.be) □ Université Catholique de Louvain □ Brussels Belgium )

由于 CRED 数据库的入库标准是 ( 1 ) 单次灾害造成的死亡人口为 10 人以上; ( 2 ) 单次灾害导致的受影响人群超过 100 人; ( 3 ) 灾害发生后请求了国际支援; ( 4 ) 灾害发生时, 全州 ( 或全省 ) 宣布进入紧急状态。可见, CRED 数据库搜集的技术灾害一般相当于我国的重特重大事故<sup>[3]</sup>。按此入库标准, 从 1947– 2007 年, CRED 数据库中共有 720 条涉及中国的技术灾害有效记录。致灾因子类别主要为化学品泄漏、气体泄漏、爆炸、火灾、倒塌、中毒、辐射、航空、铁路、公路、水路及其他, 共 12 类。灾害发生地点涉及省、市、县 3 类, 为统一研究单元, 本文一律归并到省级行政单元。

本文分别采用致灾因子多度、风险频数、相对损失强度以及综合风险指数 4 个特征值来刻画中国技术灾害的风险分布格局, 特征值数据的处理与计算如下:

( 1 ) 致灾因子多度 (  $M$  ): 表述致灾因子在一定区域 ( 或时期 ) 内的群聚性程度, 它是一个相对值, 随对比的区域 ( 或时期 ) 而变化<sup>[4]</sup>。其计算公式为:  $M = n/N$ 。  $M$  为某区域致灾因子多度 ( % ),  $n$  为该区域 ( 或时期 ) 的致灾因子数,  $N$  为整个区域 ( 或时期 ) 的致灾因子总数。

( 2 ) 风险频数 (  $P$  ): 风险频数是描述风险时空格局的重要指标之一, 指特定区域在单位时间内达到某一危害水平的技术风险事件次数<sup>[5]</sup>, 本研究选取的时间尺度为 1 a。由此, 我们可以进一步获得相对风险频数  $P \leq P_i / \sum_{i=1}^n P_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。  $i$  代表某区域 ( 即省级行政区 );  $P_i$  为  $i$  区域的风险频数;  $n$  的值为 31, 代表 31 个省级行政区 ( 暂缺台湾、香港和澳门数据 )。

( 3 ) 相对损失强度 (  $C$  ): 刻画技术类致灾因子对承灾体的破坏程度, 是一个相对值。其计算公式为:  $C = (kK + aA) / 2$ 。  $C$  为某区域的相对损失程度 ( % ),  $k$  为该区域 ( 或时期 ) 的死亡人数,  $K$  为整个区域 ( 或时期 ) 的技术灾害导致的死亡人口总数,  $a$  为该区域 ( 或时期 ) 的受影响人数,  $A$  为整个区域 ( 或时期 ) 的技术灾害导致的受影响人口总数。

( 4 ) 综合风险指数 (  $R$  ): 表示一定区域内技术灾害的综合风险程度。其计算公式为:  $R = P' \times C$ 。  $R$  为某区域的综合风险指数,  $P'$  为相对风险频数,  $C$  为相对损失强度。

2 中国技术灾害的时序变化分析

对所有灾害案例进行详细剖析后, 本文选用致灾因子多度和风险频数两项特征值对我国的技术灾害进

行时序变化的分析与探讨。

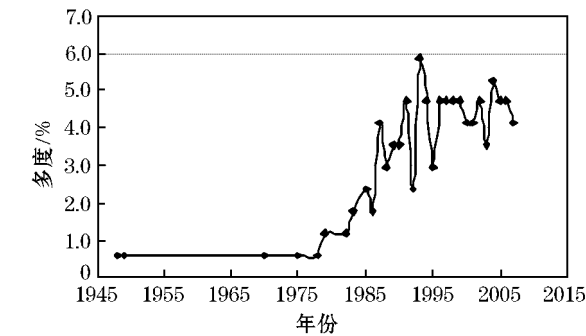


图 1 中国技术灾害致灾因子多度的时序变化  
Fig 1 Temporal change of multiple degree of technological hazards in China

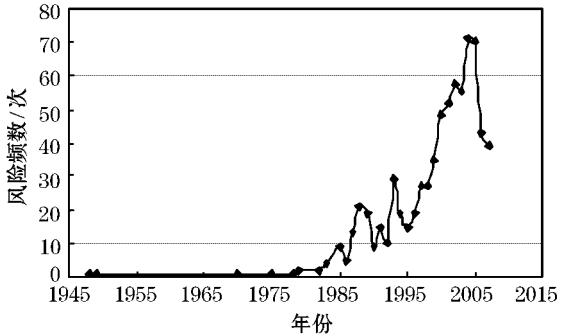


图 2 中国技术灾害风险频数的时序变化  
Fig 2 Temporal change of risk frequency of technological hazards in China

图 1 显示, 全国技术灾害的致灾因子多度在 1947– 1979 年一直低于 1.0%, 到 1980 年后, 致灾因子多度值迅速上升, 并在 1993 年达到峰值。在经历 3 年回落后, 多度值自 1996 年起基本稳定在 4.0% 与 5.0% 之间。图 2 显示, 1947– 1982 年期间, 我国技术灾害的风险频数极低, 全国全年的技术灾害仅有 1~ 2 次。1982– 1993 年, 全国的风险频数出现了小幅上升的趋势, 1993 年达到 29 次, 这期间增长速度为 2.25 次/a。1994– 2004 年, 技术灾害的风险频数增长迅速, 2004 年的风险频数最高, 达到 71 次, 这期间的增长速度达到了 4.72 次/a。2005 年之后, 全国技术灾害的风险频数出现回落的发展趋势。可见, 我国的技术灾害多度和风险频数都是于 20 世纪 80 年代出现增长的趋势, 这同时也是国内经济快速发展的阶段。将技术灾害的风险频数与全国历年的国内生产总值 (GDP) 对比发现, 两者的相关系数达到 0.79, 显示出较强的相关性。这表明经济迅速发展在创造价值的同时也增加了我国在技术灾害中的脆弱性程度。另外, 技术灾害风险频数自 2005 年后的下降趋势在一定程度上反映了它与国内环境管理水平和环保意识的相关性。因为正是自 2005 年的松花江污染事故后, 国内的环境管理水平和环保意识都得到了较大程度的改善。

通过计算各致灾因子风险频数在不同时期所占的比例, 表 2 进一步显示了技术致灾因子组成结构的时序变化。可见, 1947– 1979 年, “水路”类交通事故最为频繁。1980– 1993 年, “爆炸”类事故最多, “水路”类交通事故退居第二, 首次出现了“化学品泄漏”、“气体泄漏”、“航空”和“公路”类交通事故。1994– 2004 年, 依然是“爆炸”类事故最多, “倒塌”、“中毒”、“化学品泄漏”及除“公路”外的其他交通事故出现下降。2005– 2007 年, 出现了“辐射”类灾害, “中毒”和“铁路”事故都降为 0。

表 2 不同阶段中国技术灾害致灾因子的结构变化  
Table 2 Structure of technological hazards in different periods %

年份	爆炸	倒塌	中毒	化学品 泄漏	气体 泄漏	辐射	火灾	航空	铁路	公路	水路	其他
1947– 1979	0.0	14.3	14.3	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	14.3	0.0	42.9	0.0
1980– 1993	27.2	8.1	2.9	1.5	1.5	0.0	4.4	8.8	8.8	11.8	22.1	2.9
1994– 2004	42.8	7.5	1.6	0.2	1.9	0.0	11.1	1.4	1.2	18.4	7.1	6.8
2005– 2007	55.9	4.6	0.0	0.7	3.3	1.3	6.6	0.7	0.0	8.6	5.9	12.5

### 3 中国技术灾害的区域差异

为全面分析中国技术灾害的区域差异, 本文分别选用致灾因子多度、相对风险频数、相对损失强度和综合风险指数 4 个特征值进行区域差异的分析与探讨。

图 3 技术灾害多度图表明, 中国技术灾害的多度值一般在 0% ~ 5.53% 之间。第一类高值区, 即多度值在 4.42% ~ 5.53% 的区域, 集中于辽宁、山西、河南、江苏和湖南。这说明以上 5 省的技术灾害种类最多。宁夏、青海和西藏 3 省的技术灾害种类最少。图 4 的技术灾害相对风险频数图显示, 相对风险频数的高值区分布于河北、山西、河南、四川、贵州、湖南和广东 7 省。相对风险频数小于 0.6 的区域分别是宁夏、青海和西

藏 3 省。通过对图 3 和图 4 的比较分析可以发现,在宁夏、青海和西藏 3 省,技术灾害的多度值和相对风险频数都是极低的,这与当地相对落后的工业化程度和经济水平有一定的关系。同时,山西、河南和湖南 3 省的技术灾害多度和相对风险频数都处于高值区,说明这 3 省技术灾害的致灾因子不仅种类多而且同一种类的发生次数也是相对较多的。

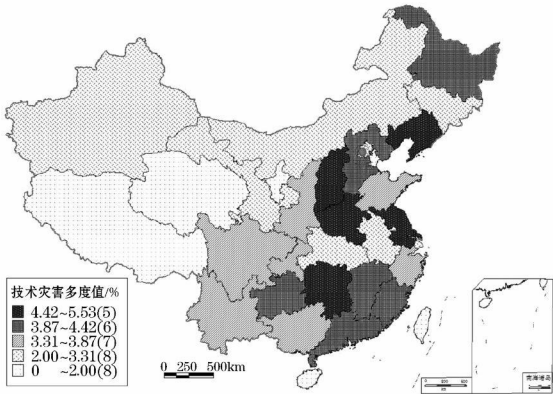


图 3 中国技术灾害多度图

Fig 3 Multiple degree distribution of technological hazards in China

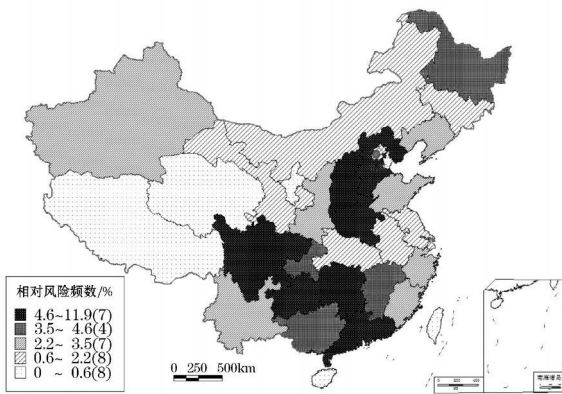


图 4 中国技术灾害的相对风险频数图

Fig 4 Relative risk frequency distribution of technological hazards in China

技术灾害多度图和相对风险频数图都仅反映了技术灾害的致灾因子属性,中国技术灾害相对损失强度图(图 5)和中国技术灾害风险指数图(图 6)将进一步结合承灾体特性,通过分析技术灾害的致损状况和风险水平来反映中国技术灾害的区域差异。

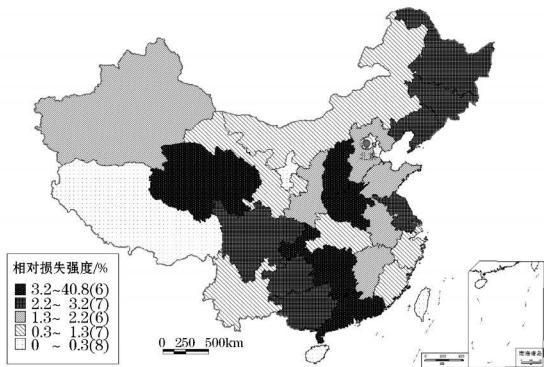


图 5 中国技术灾害相对损失强度图

Fig 5 Relative intensity distribution of loss of technological hazards in China

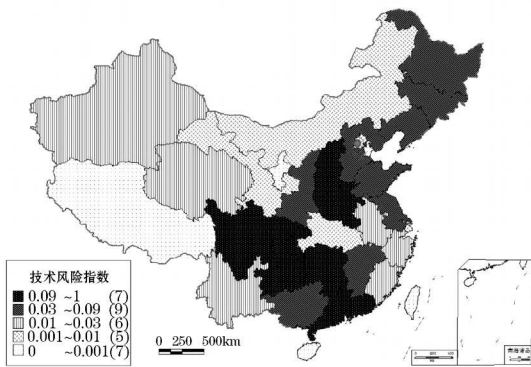


图 6 中国技术灾害的风险指数图

Fig 6 Risk index distribution of technological hazards in China

中国技术灾害的相对损失强度图显示,相对损失强度的第一类高值区是 3.2% ~ 40.8%, 分别是山西、河南、青海、重庆、湖南和广东 6 省。值得注意的是青海省的技术灾害多度值和相对风险频数都属于低值区,这从一定程度上反映了青海省技术灾害的脆弱性相对较大。同样,吉林省的技术灾害多度值位于 2.00% ~ 3.31% 之间,相对风险频数处于 0.6% ~ 2.2% 之间,都属于相对低值区,但是该省的相对损失强度在 2.2% ~ 3.2% 之间,位于图 5 的第二高值区。可见,吉林省技术灾害的脆弱性不低。图 6 反映了中国各省技术灾害的综合风险水平。如图 6 所示,山西、河南、四川、重庆、贵州、湖南和广东各省的风险水平最高,第二梯度区从北至南分别是黑龙江、吉林、辽宁、河北、陕西、山西、江苏、广西和江西 9 省,前 7 省组成了人字形。而宁夏和西藏两省的风险水平最低。

4 结论与讨论

算得到致灾因子多度、风险频数、相对损失强度以及综合风险指数 4 个特征值。在此基础上, 选用致灾因子多度和风险频数两项特征值对我国的技术灾害进行时序变化的分析与探讨, 同时, 根据致灾因子多度、相对风险频数、相对损失强度和技术风险指数四个特征值深入分析我国技术灾害的区域差异。通过本项研究, 得到如下结论:

(1) 我国的技术灾害多度和风险频数都是于 20 世纪 80 年代出现增长的趋势, 技术灾害的风险频数与国内生产总值显示出较强的相关性。另外, 技术灾害风险频数自 2005 年后的下降趋势也在一定程度上反映了它与国内环境管理水平和环保意识的相关性。

(2) 中国技术灾害多度的第一类高值区集中于辽宁、山西、河南、江苏和湖南 5 省。宁夏、青海和西藏 3 省的技术灾害种类最少。而相对风险频数的高值区分布于河北、山西、河南、四川、贵州、湖南和广东 7 省, 相对风险频数小于 0.6 的区域分别是宁夏、青海和西藏 3 省。分析发现, 技术灾害的多度值和相对风险频数与工业化程度和经济水平有一定的关系。

(3) 中国技术灾害相对损失强度的第一类高值区位于山西、河南、青海、重庆、湖南和广东 6 省。但青海省的技术灾害多度值和相对风险频数都属于低值区, 这从一定程度上反映了青海省技术灾害的脆弱性相对较大。

(4) 山西、河南、四川、重庆、贵州、湖南和广东各省的技术风险水平最高, 第二梯度区从北至南分别是黑龙江、吉林、辽宁、河北、陕西、山西、江苏、广西和江西 9 省, 前 7 省组成了人字形。而宁夏和西藏两省的技术风险水平最低。

本研究结果可为了解我国技术灾害的时序变化和地域分布特性提供参考, 并进一步提供风险区划依据, 同时, 有利于我国政府加强技术灾害的风险管理水平。当然, 本研究尚属初步, 基本研究单位的尺度较大, 对研究精度有一定的影响。

## 参考文献:

- [1] 杨涛. 国外技术灾害研究与管理概论——技术灾害百年回眸[J]. 煤炭经济研究, 2003, 9: 14-17.
- [2] 蒋漳河, 陈国华. 我国城市技术灾害现状与安全策略研究[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 62-66.
- [3] 杨涛, 何新生. 试论重大工业事故的灾害属性[J]. 城市减灾, 2004, 1: 3-7.
- [4] 王静爱, 史培军, 朱骊. 中国主要自然致灾因子的区域分异[J]. 地理学报, 1994, 49(1): 18-26.
- [5] 毕军, 王华东. 沈阳地区过去 30 年环境风险时空格局的研究[J]. 环境科学, 1995, 16(5): 72-75.