

应急管理数字化发展水平的动态测评

徐泓粼¹, 吴价宝²

¹江苏海洋大学文法学院, 江苏 连云港

²江苏海洋大学商学院, 江苏 连云港

收稿日期: 2024年4月16日; 录用日期: 2024年4月29日; 发布日期: 2024年6月17日

摘要

应急管理数字化发展对于推动国家应急管理体系现代化建设具有重要意义。本文以TOE为分析框架构建我国应急管理数字化发展水平指标体系,运用动态因子分析法,测评2018~2021年我国31个省(自治区、直辖市)应急管理数字化发展水平。通过对我国应急管理数字化发展水平测评,揭示我国应急管理数字化发展的区域差异与动态变化规律。研究显示: 1) 从横向区域差异来看,我国应急管理数字化发展水平可划分为优秀、良好、一般和较差4个等级,总体呈现东、中、西部逐步递减的分布格局。2) 从纵向动态变化来看,我国应急管理数字化发展水平纵向变化趋势可划分为上升、下降、平稳和波动4种类型。

关键词

应急管理, 数字技术, 动态因子分析, 综合评价

Dynamic Evaluation of Digital Development Level of Emergency Management

Honglin Xu¹, Jiabao Wu²

¹School of Humanities and Law, Jiangsu Ocean University, Lianyungang Jiangsu

²School of Business, Jiangsu Ocean University, Lianyungang Jiangsu

Received: Apr. 16th, 2024; accepted: Apr. 29th, 2024; published: Jun. 17th, 2024

Abstract

The digital development of emergency management is of great significance in promoting the modernization of national emergency management system. Based on TOE framework, this paper constructs an index system for the digital development level of China's emergency management, and applies dynamic factor analysis to evaluate the digital development level of emergency manage-

文章引用: 徐泓粼, 吴价宝. 应急管理数字化发展水平的动态测评[J]. 现代管理, 2024, 14(6): 1120-1132.

DOI: 10.12677/mm.2024.146131

ment in 31 provinces (autonomous regions and municipalities directly under the central government) from 2018 to 2021. Through the evaluation of the digital development level of China's emergency management, this paper aims to reveal the regional differences and dynamic changes of the digital development of China's emergency management. The results show that: 1) From the perspective of horizontal regional differences, the digital development level of China's emergency management can be divided into four levels: excellent, good, general and poor, showing a gradually decreasing distribution pattern in the east, middle and west. 2) From the perspective of vertical dynamic change, the vertical change trend of the digital development level of China's emergency management can be divided into four types: rising, falling, stable and fluctuating.

Keywords

Emergency Management, Digital Technology, Dynamic Factor Analysis Method, Comprehensive Assessment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

应急管理作为国家治理体系和治理能力的重要组成部分,承担着保护人民生命财产安全和维护社会稳定的重要使命。随着新一代信息技术的快速发展,应急管理数字化建设将迎来新一轮变革。习近平总书记在主持中央政治局第十九次集体学习时,强调要“积极推进我国应急管理体系和能力现代化”,指出“要适应科技信息化发展大势,以信息化推进应急管理现代化”[1]。《“十四五”国家应急体系规划》指出,到2025年,应急管理体系和能力现代化建设要取得重大进展[2]。当前,我国发展已进入风险与机遇并存的时期,需要将发展目标聚焦于提升数字化与智能化的水平上,推动精准高效、共享协同、智能科学的应急管理现代化建设。

受经济环境、管理理念、技术资源等因素影响,各地方政府应急管理数字化转型进度不一且成效不同。本文拟解决的研究问题是:如何评价各地区应急管理数字化成效?未来各地方政府应当如何调控应急管理数字化发展方向?本文运用动态因子分析方法,对各省应急管理数字化发展水平进行研究,揭示应急管理数字化发展的区域差异与动态变化规律,旨在为各地方政府应急管理数字化发展提供理论参考。

2. 文献综述

国内外关于应急管理数字化的研究可分为三个阶段。初始阶段,研究问题主要围绕应急管理数字化的概念、特点以及适用性等基本内容,在这一阶段,应急管理与数字技术的整合较少,多分成管理与技术两条路径进行研究。发展阶段,随着数字技术的迅速崛起,社会逐步迈入大数据时代,虽然数字技术在应急管理中得到应用,但并未发挥应有的作用[3]。事实上,应急管理数字化并不是数字技术与应急管理的简单组合,更是一种全面变革和优化过程。深化阶段,科学技术在应急管理的组织、技术和决策等方面进行优化创新,有效提高风险应对能力,推进应急管理体系和能力现代化[4],实现从数字技术向应急管理再向应急管理数字化转变。数字技术驱动的应急管理已成为我国应急管理体系的重要组成部分。

随着第四次产业革命的深入,应急管理数字化逐渐成为国内外学者研究的热点课题。在应急管理数字化发展的现有研究中,学者们主要从应急管理数字化的技术应用、组织建设和社会环境等方面开展多

角度研究。

关于应急管理数字化技术应用的研究。应急管理中常用的数字技术主要包括大数据分析技术、5G 通信技术、物联网、人工智能、云计算等[5]。其中一项或多项技术集成到不同的数字平台中并应用于应急管理,提高应急决策的准确性和及时性。岳向华等[6]提出政府部门利用大数据有效信息提高应急决策质量的方法。Bertino [7]认为未来许多智能基础设施和应急决策过程将基于机器学习技术有效获取数据。郭宏彬[8]提出政府在应急管理预防、准备、响应、恢复等各个阶段融入最新人工智能成果可提升我国应急管理水平。Cao [9]发现人工智能对智慧应急的重要性。Gunish [10]研究发现混合图像处理模型能够提高智能应急的准确性和精确性。周荣超[11]提出应急管理主体需要运用数字供应链思维有效应对各类突发事件。

关于应急管理数字化组织建设的研究。这部分研究重点关注如何运用数字技术或智慧平台推动应急管理系统的创新和组织建设的变革。Yan [12]通过建立数字化应急预案综合管理系统,实现应急预案内容的数字化与系统的结构化。刘晓云[13]通过对智慧应急管理系统的运行主体、建设模式和制约因素展开分析,提出智慧应急管理系统建设与发展的政策建议。Zhang [14]通过大数据技术构建应急调度系统,为应急管理实践提供参考。郁建兴等[15]认为数字技术与传统机制互动调适可推动应急管理体制创新。陶振[16]通过打造智慧应急管理平台推动应急管理向智慧化管理转变。胡重明等[17]从数字技术、组织管理和治理模式三个维度出发,探寻技术应用与组织管理之间的互动关系及其对应急管理整体智治的作用逻辑。李瑞昌等[18]基于信息技术的视角提出数字孪生体牵引应急管理的过程整合论,从而发挥应急管理的综合效应。

关于应急管理数字化社会环境的研究。复杂多变的外部环境推动应急管理数字化进程的发展。Jennings [19]发现地区的社会影响力和社会脆弱性会影响地方政府对应急管理数字技术的使用意愿。Shiau [20]提出在应对重大突发公共事件和大流行危机时,信息技术的应用为应急管理提供了更多的服务和支持。高文勇[21]认为突发事件促进了关于应急情报、大数据治理和人工智能等方面的研究。张新等[22]结合中国在新型冠状病毒肺炎疫情期间存在的问题与挑战,提出完善中国数字化公共卫生应急管理体系的建议。樊博等[23]认为非常规突发事件会造成部分数字治理平台失灵,提出以技术应用和组织建设赋能韧性治理,推进应急管理数字化转型。

纵观国内外现有研究成果,应急管理数字化已取得显著进展,相关研究呈增长趋势,但是仍存在一定的不足和提升空间:第一,已有研究较多从技术和管理方面出发,探究数字技术在应急管理中的应用,以及应急管理体系的构建,但是对于全域应急管理数字化发展水平的研究存在缺口。然而,针对应急管理数字化发展的省域测评对于各地方政府应急管理数字化发展水平评估以及政策的制定与引导都具有重要意义。第二,当前尚无针对应急管理数字化发展水平的官方测评体系或相关统计数据。本研究通过构建科学合理的应急管理数字化发展测评指标体系,从省域层面全面评估应急管理数字化发展的区域差异和动态变化。第三,应急管理数字化发展虽然是当前的热点议题,但已有文献多从理论上定性研究应急管理数字化转型的政策路径和发展趋势,难以客观体现各省应急管理数字化发展情况。本文拟引入动态因子分析,从时间和空间双维度揭示各省市应急管理数字化发展的空间差异和动态演变,有效回应既有研究不足。

3. 研究设计

3.1. 测评指标体系的设计

目前学术界关于应急管理数字化发展水平测评的研究不多,且尚无针对应急管理数字化发展水平的

成熟指标体系。本文以 Tornatzky 和 Fleischer 提出 TOE 框架为基础建立测评指标体系。该框架的三个关键要素分别是技术、组织和环境, 它们共同影响着组织对创新技术的接纳和利用行为。其中, 技术层面包括基本的技术条件以及技术资源, 组织层面包括组织规模、组织资源等, 环境层面包括经济条件、外部压力等。TOE 框架经逐步发展和演化, 已拓展到公共部门信息技术创新采纳研究, 并为组织技术创新应用提供了一个很好的视角。因此, 将 TOE 框架用于应急管理数字化发展研究具有一定的科学性和适用性。本文参考应急管理数字化行业分析报告及相关文献, 以 TOE 框架为基础构建应急管理数字化发展水平的理论分析框架(图 1), 同时遵循科学性、可量化、可获得性等原则, 从环境、技术和组织三个维度识别应急管理数字化发展水平测评指标。

在环境层面上, 本文选取数字应急发展环境 1 项一级指标和 3 项二级指标。数字应急经济环境是讨论应急管理数字化发展的经济基础, 自然灾害等突发事件则对地方政府应急管理能力提出了更高的要求。

在技术层面上, 本文选取数字应急基础设施和数字应急技术资源 2 项一级指标和 11 项二级指标。数字应急基础设施在应急救援过程中起到至关重要的保障作用, 数字应急技术资源为应对突发事件开展监测预警、应急响应、指挥救援、资源调配、灾后救助等各项业务提供技术支持。

在组织层面上, 本文选取数字应急财政支出和数字应急产业规模 2 项一级指标和 6 项二级指标。数字应急财政支出为应急管理数字化发展提供了资金保障, 数字应急产业规模是国家综合实力和公共安全建设能力的重要体现, 也是应急管理数字化发展政策的重要抓手, 其规模大小能够反映应急管理数字化投入水平。

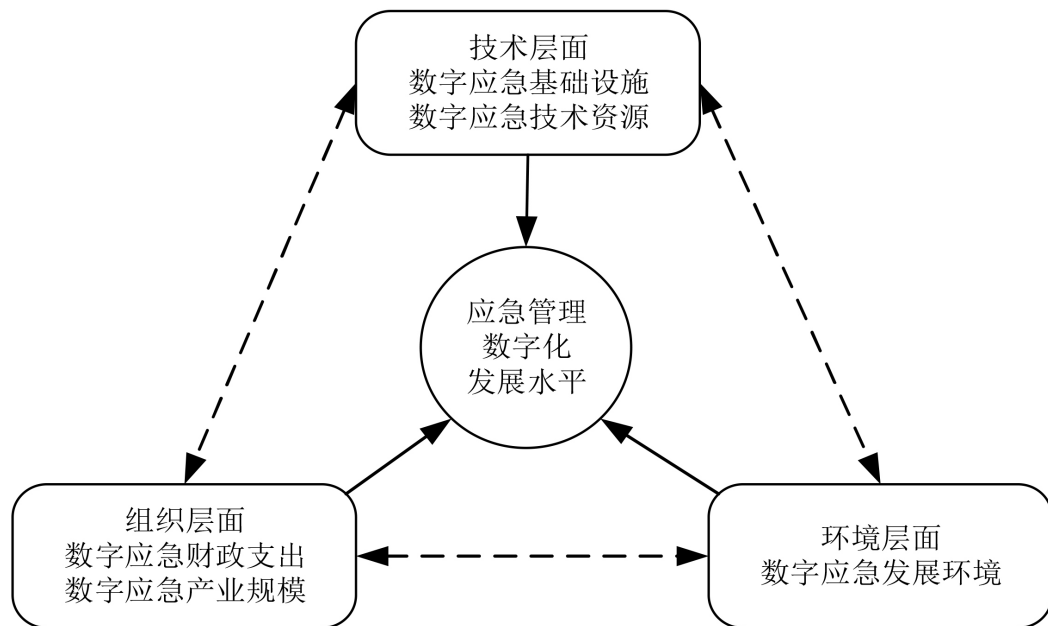


Figure 1. Theoretical analysis framework of digital development of emergency management

图 1. 应急管理数字化发展的理论分析框架

3.2. 测评指标体系的建立

本文通过梳理以往文献并结合数字应急发展环境、数字应急基础设施、数字应急技术资源、数字应急财政支出、数字应急产业规模五个方面, 在专家的指导下, 确保入选的相关指标可从不同层面反映省域应急管理数字化发展的整体水平。应急管理数字化发展水平测评指标体系如表 1 所示。

Table 1. Measurement index system of digital development level of emergency management
表 1. 应急管理数字化发展水平测评指标体系

目标层	一级指标	二级指标	单位	指标属性
应急管理数字化 发展水平	数字应急发展环境	地区生产总值	亿元	正向
		突发事件受灾人口	万人次	负向
		突发事件直接经济损失	亿元	负向
	数字应急基础设施	域名数	万个	正向
		IPv4 地址数	万个	正向
		互联网宽带接入端口	万个	正向
		移动互联网接入流量	万 GB	正向
		光缆线路长度	公里	正向
		移动电话基站	万个	正向
	数字应急技术资源	应急科技 R & D 课题项目数	项	正向
		应急科技经费支出	万元	正向
		应急科技 R & D 全日当量	人年	正向
		应急科技 R & D 仪器和设备经费支出	万元	正向
		发明专利授权量	件	正向
	数字应急财政支出	地方一般公共预算支出	亿元	正向
		灾害防治和应急管理支出	亿元	正向
	数字应急产业规模	数字应急产业注册量	个	正向
		数字应急产业总产值	亿元	正向
		数字应急产业科研人才	人	正向
		科技企业孵化器数量	个	正向

3.3. 数据来源

本研究主要截取 2018~2021 年中国 31 个省(自治区、直辖市)应急管理数字化发展指标的面板数据，数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国高技术产业统计年鉴》、《中国火炬统计年鉴》、《中国应急管理年鉴》、《中国智慧应急行业分析报告》以及各省应急管理厅官方网站。

3.4. 模型构建

本研究采用动态因子分析的研究方法，对应急管理数字化发展水平进行了动态测评。动态因子分析法综合考虑样本、变量和时间因素，通过提取共同的动态因子，将观测数据降维并揭示多维时间序列数据中的潜在结构和演变趋势。在本文的研究中，需要对我国 31 个省(自治区、直辖市)的应急管理数字化发展水平进行横向区域差异分析和纵向动态变化分析，传统的主成分分析和因子分析较难满足横向面板数据与纵向动态变化结合的双重需求，而动态因子分析符合本研究的变量特点，充分体现出结果差异性和动态性，使得分析结果更加直观透彻。因此，本文选择动态因子分析法。

1) 基本原理

假设数组确定时:

$$\begin{aligned} X(I, J, T) &= \{x_{ijt}\} \\ i &= 1, 2, \dots, I \\ j &= 1, 2, \dots, J \\ t &= 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中, i 代表的是数据的主体, j 代表了变量, t 代表了时间。 $X(I, J, T)$ 中 I 表示不同省份的地方政府, J 代表了不同的测评指标, 这些指标被用来检验当地应急管理数字化水平的高低, 用矩阵表示如下:

$$S = S_I^* + S_T^* + S_{IT} \quad (2)$$

其中 S_I^* 代表的是主体静态效用结构矩阵, 这种矩阵可以通过对不同主体跨期进行方差运算获得。 S_T^* 代表的是平均动态变化矩阵, 它可以通过不同主体各时期进行方差运算获得。而 S_{IT} 代表的是单个主体, 它反映了单个主体和时间的相互方差作用。

借助公式(2)的相关运算来完成 x_{ijt} 的分解:

$$x_{ijt} = \bar{x}_{*j*} + (\bar{x}_{ij*} - \bar{x}_{*j*}) + (\bar{x}_{*jt} - \bar{x}_{*j*}) + (\bar{x}_{ijt} - \bar{x}_{ij*} - \bar{x}_{*jt} + \bar{x}_{*j*}) \quad (3)$$

式(3)中对个体以及时间两个因素都进行了考虑, 通过方差分析来完成相关的运算, 它可以被进一步表达成下列公式:

$$S = (S_I^* + \dots + S_{IT}) + S_T^* = S_T + S_T^* \quad (4)$$

式(4)中 S_T 表示平均分散矩阵, 通常由主成分分析法获得。 S_T^* 是通过线性回归模型产生的不同时期的变异, 可以通过如下公式(5)获得:

$$\begin{aligned} \bar{x}_{ijt} &= a_j + b_j t + e_{jt}, \quad j = 1, 2, \dots, J; t = 1, 2, \dots, T \\ \text{cov}(e_{jt}, e_{j't'}) &= \begin{cases} w_j & j = j'; t = t' \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

2) 具体步骤

可以通过下列步骤来完成动态因子分析:

步骤 1: 收集相关的样本数据, 采用标准流程和方式处理对应的数据。公式表达为:

$$Z_{ij} = (X_{ij} - X_i) / S_i \quad (6)$$

在式(6)中, X_i 代表的是不同省份主体指标的均值, S_i 代表的是标准差, X_{ij} 代表的是原始数据值, Z_{ij} 代表的是标准化后的值。

步骤 2: 对数据的平均协方差矩阵进行具体运算得到对应的结果。在处理的过程中对 2018~2022 年的数据进行分析, 得到详细的结果。公式表达为:

$$S_T = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T S(t) \quad (7)$$

式(7)中, $S(t)$ 为 2018~2021 年的协方差矩阵, S_T 为平均协方差矩阵。

步骤 3: 借助公式(7)来作出具体的运算, 得到矩阵的特征值为 $\lambda_i (i = 1, \dots, n)$, 求解特征向量为 $v_i (i = 1, \dots, n)$, 而不同因子的方差贡献率为 $s_i (i = 1, \dots, n)$ 、累计方差贡献率为 $S_i (i = 1, \dots, n)$ 。公式表达为:

$$s_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} (i=1, \dots, n)$$
$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^i \lambda_j}{\sum_{k=1}^n \lambda_k} (i=1, \dots, n)$$
(8)

步骤 4：得到累计贡献率后，确定特征值的具体数量，再进一步找出公因子，得到不同的分矩阵。

$$C_{ih} = (\overline{Z}_i - \overline{Z}_*)' \cdot a_h$$
(9)

式(9)中， $\overline{Z}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Z_{it}$ 为各省域的平均向量， $\overline{Z}_* = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \overline{Z}_i$ 为总体平均向量； $i=1, \dots, I$ ； $t=1, \dots, T$ 。

步骤 5：求解 2018~2021 年各省应急管理数字化发展水平动态得分矩阵。具体计算公式如下：

$$C_{iht} = (Z_{it} - \overline{Z}_t)' \cdot a_h$$
(10)

式(10)中， $\overline{Z}_t = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I Z_{it}$ 为第 t 年的所有指标的均值。 $h=1, \dots, k$ ； $t=1, \dots, T$ 。

步骤 6：根据 2018~2021 年各省动态得分计算出平均得分。具体计算公式如下：

$$E = \frac{1}{T} \sum C_{iht}$$
(11)

4. 实证分析

4.1. 相关性分析

为消除指标在量纲方面的一致性，同时将负向指标正向化，本文运用极差法对应急管理数字化发展水平测评指标体系中各项指标作标准化处理，从而保证结果的合理性和准确性。同时，为验证动态因子分析法对本研究的适用性，本文进行了 KMO 和 Bartlett 检验。KMO 检验结果显示 2018~2021 年 KMO 值均超过 0.7，Bartlett 检验结果显示 $SIG. < 0.05$ ，说明各指标变量间存在较强相关性。综述分析，本研究可以用动态因子分析法进行分析。

4.2. 公因子提取

按照动态因子分析法的 1~3 步骤进行操作，获得相关的数据，数据如表 2 所示。在对公因子进行提取的过程中可以计算出方差贡献率，其数值为 89.06%，大于界定数值 85%，其替代性较强，可以对 2018~2021 年的相关信息进行总括，有效地对我国应急管理数字化水平进行呈现。

Table 2. Eigenvalues, variance contribution rates, and cumulative variance contribution rate of common factors

表 2. 公因子的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率

公因子	特征值	方差贡献率	累计方差贡献率
F_1	14.1413	0.7071	0.7071
F_2	2.4044	0.1202	0.8273
F_3	1.2667	0.0633	0.8906

4.3. 因子载荷分析

在计算的过程中，借助最大方差旋转这一步骤来获得公因子载荷矩阵，这种方式效果更佳，具体可以通过表 3 展现出来。

Table 3. Rotation results of sample common factor loading matrix from 2018 to 2021

表 3. 2018~2021 年样本公因子载荷矩阵旋转结果

一级指标	二级指标	F_1	F_2	F_3
数字应急发展环境	地区生产总值	-0.1323	0.6502	0.3109
	突发事件受灾人口	0.1003	0.8863	0.086
	突发事件直接经济损失	-0.0506	0.9172	0.005
数字应急基础设施	域名数	0.4057	-0.0675	0.7324
	IPv4 地址数	0.1265	0.0774	0.9522
	互联网宽带接入端口	0.2169	-0.2339	0.5228
	移动互联网接入流量	0.2278	-0.2635	0.6137
	光缆线路长度	0.3465	-0.2904	0.0068
	移动电话基站	0.5349	-0.2794	0.246
数字应急技术资源	应急科技 R & D 课题项目数	0.7255	0.0029	0.1679
	应急科技经费支出	0.7728	-0.0148	0.2039
	应急科技 R & D 全日当量	0.804	-0.0115	0.1822
	应急科技 R & D 仪器和设备经费支出	0.8915	-0.0436	0.2157
	发明专利授权量	0.6142	0.0593	0.6706
数字应急财政支出	地方一般公共预算支出	0.5593	-0.2488	0.3384
	灾害防治和应急管理支出	0.4541	-0.5086	0.3183
数字应急产业规模	数字应急产业注册量	0.8902	-0.0519	0.2217
	数字应急产业总产值	0.8974	-0.0384	0.2789
	数字应急产业科研人才	0.9046	-0.0393	0.2355
	科技企业孵化器数量	0.8236	0.0011	0.2416

对表 3 的相关数据进行分析后可以得到 F_1 、 F_2 、 F_3 因子的测评含义。

F_1 因子：集中体现数字应急技术资源、财政投入和产业规模，包含移动电话基站、应急科技 R & D 课题项目数、应急科技经费支出、应急科技 R & D 全日当量、应急科技 R & D 仪器和设备经费支出、发明专利授权量、地方一般公共预算支出、数字应急产业注册量、数字应急产业总产值、数字应急产业科研人才、科技企业孵化器数量共 11 个指标。

F_2 因子：集中体现数字应急发展环境，包含地区生产总值、突发事件受灾人口、突发事件直接经济损失共 3 个指标。

F_3 因子：集中体现数字应急基础设施，包含域名数、IPv4 地址数、互联网宽带接入端口、移动互联网接入流量共 4 个指标。

4.4. 实证结果与分析

按照动态因子分析法的 4~6 步骤进行操作，得到各省应急管理数字化发展整体水平的历年得分和平均综合得分，所得实证结果如表 4 所示。

Table 4. Empirical results of the digital development level of sample emergency management from 2018 to 2021
表 4. 2018~2021 年样本应急管理数字化发展水平实证结果

地区	2018	2019	2020	2021	平均综合得分	排名
广东省	1.933572	2.306903	2.318373	2.186309	2.1863	1
江苏省	1.598964	1.642116	1.664993	1.637614	1.6359	2
浙江省	1.031469	0.54043	1.005759	0.949054	0.88168	3
山东省	0.42043	0.250585	0.637481	0.754821	0.51583	4
福建省	0.321984	0.210696	0.286325	0.248291	0.26682	5
上海市	0.269942	0.222043	0.246235	0.258869	0.24927	6
北京市	0.213626	0.175206	0.21303	0.123425	0.181322	7
河北省	0.149495	0.200676	0.234632	0.11071	0.173878	8
安徽省	0.062628	0.157338	-0.260735	0.274022	0.058313	9
湖南省	0.080711	-0.102928	0.012585	0.118846	0.027303	10
重庆市	0.083079	0.062813	-0.077795	0.025274	0.023343	11
湖北省	0.027668	0.036392	-0.158163	0.173268	0.019791	12
四川省	-0.123589	0.106474	-0.100253	0.174505	0.014284	13
河南省	0.080131	0.174912	0.262685	-0.618069	-0.02508	14
辽宁省	-0.114565	0.036038	-0.081354	-0.034276	-0.04854	15
天津市	0.013749	-0.049692	-0.04261	-0.117511	-0.04902	16
广西壮族自治区	-0.003083	-0.088934	-0.081108	-0.052033	-0.05629	17
陕西省	-0.011866	-0.000674	-0.011864	-0.228706	-0.06328	18
贵州省	-0.160116	-0.101089	-0.171942	-0.14223	-0.14384	19
新疆维吾尔自治区	-0.15281	-0.12981	-0.117231	-0.180038	-0.14497	20
江西省	-0.032586	-0.348996	-0.242015	0.010759	-0.15321	21
吉林省	-0.218553	-0.160633	-0.237176	-0.182505	-0.19972	22
黑龙江省	-0.171997	-0.263199	-0.236799	-0.1578	-0.20745	23
海南省	-0.187415	-0.210284	-0.203987	-0.279076	-0.22019	24
内蒙古自治区	-0.310869	-0.144658	-0.222715	-0.205416	-0.22091	25
云南省	-0.240695	-0.212633	-0.275487	-0.209457	-0.23457	26
宁夏回族自治区	-0.187337	-0.219741	-0.235772	-0.305486	-0.23708	27
西藏自治区	-0.218081	-0.247511	-0.243687	-0.315915	-0.2563	28
青海省	-0.229885	-0.253589	-0.230282	-0.321678	-0.25886	29
山西省	-0.262236	-0.304469	-0.208009	-0.320053	-0.27369	30
甘肃省	-0.561763	-0.183783	-0.343117	-0.275519	-0.34105	31

1) 横向区域差异分析

根据表 4 按平均综合得分及综合排名可将我国应急管理数字化发展水平划分为 4 个等级, 分别是优秀($E \geq 0.1$)、良好($0 \leq E < 0.1$)、一般($-0.1 \leq E < 0$)和较差($E < 0$)。本研究根据评分标准筛选出应急管理数字化发展水平优秀的地区, 同时也是综合排名前 8 名的地区, 分别是广东省、江苏省、浙江省、山东省、福建省、上海市、北京市、河北省, 全部为东部经济发达地区。其中, 广东省在 2018~2021 年综合得分及平均综合得分均位于全国第一的水平, 表现出应急管理数字化综合发展实力。本研究综合排名为 9~13 的安徽省、湖南省、重庆市、湖北省、四川省这 5 个地区应急管理数字化发展水平良好, 多为中部地区。另外, 测评结果中应急管理数字化发展水平一般的地区为河南省、辽宁省、天津市、广西壮族自治区、陕西省。还有十三个综合排名在 18 以后的应急管理数字化发展水平较差的地区, 分别是贵州省、新疆维吾尔自治区、江西省、吉林省、黑龙江省、海南省、内蒙古自治区、云南省、宁夏回族自治区、西藏自治区、青海省、山西省、甘肃省, 多为西部地区, 主要与所在地区经济、地理和资源受限等因素有关。通过实证结果和上述分析可知, 我国应急管理数字化发展水平自东向西逐步递减, 与我国经济发展格局相吻合, 并存在内在的正向影响关系。

2) 纵向动态变化分析

根据表 4 将我国应急管理数字化发展水平动态变化趋势大致划分为 4 种类型, 分别是上升型、下降型、平稳型和波动型。呈上升型变化的地区有: 广东省、江苏省、山东省; 呈下降型变化的地区有: 河南省、天津市、陕西省、新疆维吾尔自治区、海南省、宁夏回族自治区、西藏自治区、青海省; 呈平稳型变化的地区有: 福建省、北京市、河北省、云南省; 呈波动型变化的地区有: 浙江省、上海市、安徽省、湖南省、重庆市、湖北省、四川省、辽宁省、广西壮族自治区、贵州省、江西省、吉林省、黑龙江省、内蒙古自治区、山西省、甘肃省。

本研究测评时间为 2018~2021 年, 结合应急管理数字化发展背景, 可追溯相关政策进行分析。2018 年 3 月, 中华人民共和国应急管理部成立。2018 年 12 月, 应急管理部制定《应急管理信息化发展战略规划框架(2018~2022 年)》, 提出“两网络、四体系、两机制”整体框架, 推进应急管理信息化建设[24]。2020 年 9 月, 应急管理部公布“智慧应急”试点建设名单[25]。2021 年 12 月, 中央网络安全和信息化委员会发布了《“十四五”国家信息化规划》, 明确提出打造平战结合的应急信息化体系, 建设应急管理现代化能力提升工程, 以信息化推动应急管理现代化[26]。2022 年, 智慧应急进入落地深化阶段, 应急管理部将开展第二批试点建设工作。2022 年 2 月, 国务院发布了《“十四五”国家应急体系规划》, 提出到 2035 年, 全面实现依法应急、科学应急、智慧应急, 形成共建共治共享的应急管理新格局[27]。

3) 综合分析

综合我国应急管理数字化发展水平横向和纵向变化趋势以及各省市综合得分情况, 按照优秀 - 良好 - 一般 - 较差四个等级分别绘制 2018~2021 年各省市应急管理数字化发展水平动态变化集合图, 如图 2 所示。

从空间分布来看, 划分为优秀等级的地区(图 2(a))应急管理数字化整体发展水平虽然出现不同程度波动, 但整体呈现上升趋势。其中, 广东省综合得分最高, 这与广东省扎实推进应急管理信息化建设密不可分。综合得分排名第二的江苏省近年来大力实施应急管理数字化转型, 促进数字技术与应急管理业务深度融合。划分为良好等级的地区(图 2(b))应急管理数字化整体发展水平呈现波动态势。其中上述变化趋势的形成诱因是多层次多角度的, 突发公共事件的冲击、数字基础设施的建设水平、数字技术发展潜力的大小、政策支持力度的变化等都是造成波动的重要原因。划分为一般等级的地区(图 2(c))应急管理数字化整体发展水平呈现下降和波动态势。其中, 陕西省和天津市虽然综合得分处于一般等级, 但是后期发展出现了下降趋势, 反映出应急管理数字化发展后劲不足, 需要地方政府紧跟国家步伐, 充分认清数字

化工作对推进应急管理现代化的重大意义, 结合当前所面临的形势和机遇, 持续推进应急管理数字化发展。划分为较差等级的地区(图 2(d))应急管理数字化整体发展水平同样呈现出下降和波动态势。中西部地区数字产业基础还相对薄弱, 高层次人才严重缺乏, 数字应急技术应用和创新水平相对滞后, 这些问题都制约着应急管理数字化发展。中西部地区要加快规划落地, 推进跨部门、跨区域、跨等级的数据互通和融合共享, 促进西部应急管理协同发展。

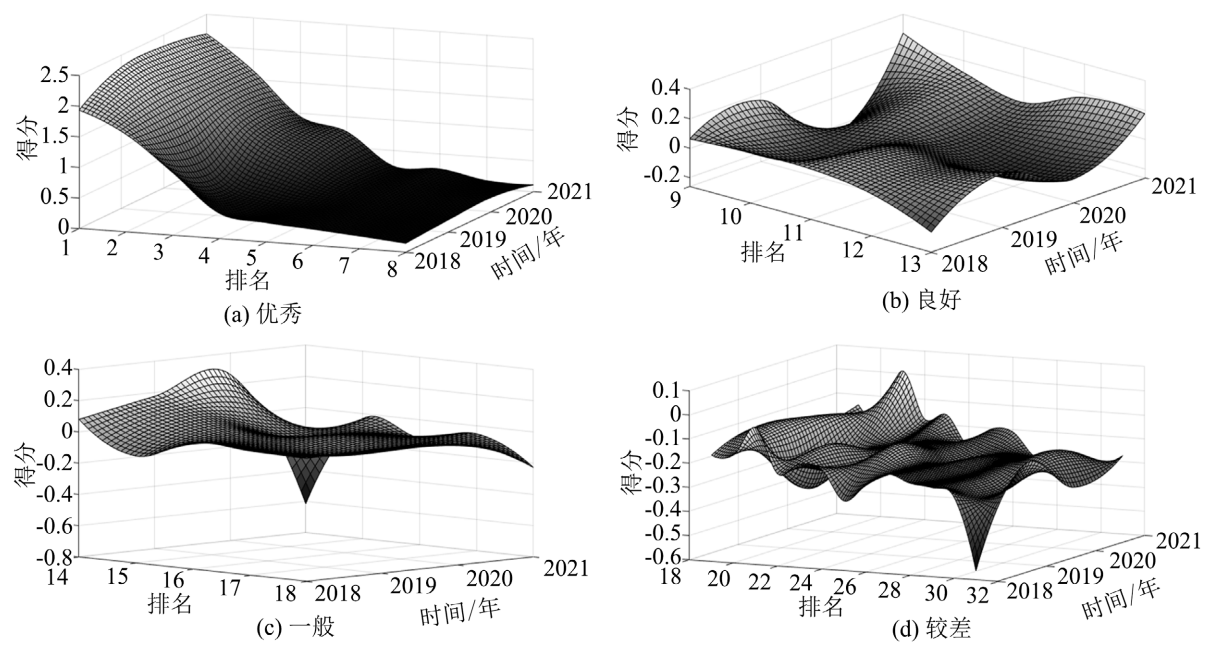


Figure 2. Dynamic change of digital development level of sample emergency management from 2018 to 2021
图 2. 2018~2021 年样本应急管理数字化发展水平动态变化集合图

5. 结论与政策建议

本文从三个维度五个方面选取具有代表性的 20 个指标, 运用动态因子分析法综合评价我国 31 个省份 2018~2021 年应急管理数字化发展情况。主要研究结论如下:

本文提出了一种应急管理数字化发展水平的动态测评方法, 通过动态因子分析法从横向和纵向两个维度综合评价我国应急管理数字化发展水平, 与传统单一评价相比更具全面性和客观性, 为各地区明确应急管理数字化发展方向及政策指导提供理论依据。在横向分析方面, 将我国应急管理数字化发展水平划分为优秀、良好、一般和较差 4 个等级。在纵向分析方面, 将我国应急管理数字化发展水平纵向变化趋势划分为上升型、下降型、平稳型和波动型 4 种类型。

基于以上结论, 提出以下政策建议:

首先, 加强数字技术应用, 提升应急管理能力。一方面, 数字技术通过对大数据智能抓取、分类与分析, 可以提高信息资源的准确性和及时性, 为应急管理科学决策提供重要支持。中西部地区应加大对数字技术的资金投入, 加强应急管理数据收集和信息管理工作, 鼓励相关企业和科研机构开展应急管理相关的数字化解决方案研究。另一方面, 应急管理数字化平台通过整合应急资源、共享应急数据等方式打破信息壁垒, 实现数据信息跨部门、跨等级、跨地区流转。西部地区长期受技术和资源等条件限制, 应当充分利用国家数字化平台提供的公共数据资源, 实现信息的同步更新。东部发达地区要抓住智慧应急发展契机, 政府部门与互联网公司深度合作推动应急管理数字化发展。

其次, 优化组织数字建设, 创新应急管理模式。政府要转变思维方式, 重塑应急管理发展理念, 进行顶层设计以适应数字化发展。根据组织管理和应急场景的需求, 完善与应急管理数字化发展相匹配的组织架构、管理机制和标准规范。此外, 构建多元共治新格局, 充分发挥政府应急管理部门的主导作用、市场对技术资源配置的基础作用、企业在数字技术创新中的主体作用以及社会公众在应急救援中的群体力量。通过多元主体协同治理, 形成合力应对各类突发事件。

最后, 整合应急数字资源, 应对外部环境变化。在自然灾害方面, 依托智能感知等数字技术全面汇集多维数据, 协同相关部门提前展开精细化防灾减灾准备工作, 实现对自然灾害及其衍生灾害的监测预警。在事故灾难方面, 化工园区、核电站、矿山等生产安全场所存在安全隐患, 一旦发生事故易造成重大人员伤亡和财产损失。地方政府应加强对重大危险源的安全风险防范能力, 运用数字技术对生产、仓储、运输等各环节实时监测, 提高应急管理能力。在公共卫生事件方面, 地方政府应综合运用数字技术加强数据资源汇聚, 提升公共卫生服务的效率和准确性。在社会安全事件方面, 运用视频区域监控, 融合人工智能算法, 对人群进行分析实现大客流监测预警, 及时发现安全隐患, 降低社会安全事件的发生。

基金项目

本文受江苏省研究生科研与实践创新计划项目资助(项目编号: SJCX23_1845)。

参考文献

- [1] 充分发挥我国应急管理体系特色和优势, 积极推进我国应急管理体系和能力现代化[N]. 人民日报, 2019-12-01(001).
- [2] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[N]. 人民日报, 2021-03-13(001).
- [3] Fan, C., Zhang, C., Yahja, A., et al. (2021) Disaster City Digital Twin: A Vision for Integrating Artificial and Human Intelligence for Disaster Management. *International Journal of Information Management*, **56**, Article ID: 102049. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.102049>
- [4] 黄杨森, 王义保. 网络化、智能化、数字化: 公共安全管理科技供给创新[J]. 宁夏社会科学, 2019(1): 114-121.
- [5] 张伟东, 高智杰, 王超贤. 应急管理体系数字化转型的技术框架和政策路径[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 107-116.
- [6] 岳向华, 林毓铭, 许明辉. 大数据在政府应急管理中的应用[J]. 电子政务, 2016(10): 88-96.
- [7] Bertino, E. and Jahanshahi, M.R. (2018) Adaptive and Cost-Effective Collection of High-Quality Data for Critical Infrastructure and Emergency Management in Smart Cities—Framework and Challenges. *Journal of Data and Information Quality (JDIQ)*, **10**, 1-6. <https://doi.org/10.1145/3190579>
- [8] 郭宏彬. 人工智能助升应急管理水平[J]. 人民论坛, 2019(24): 164-165.
- [9] Cao, L. (2023) AI and Data Science for Smart Emergency, Crisis and Disaster Resilience. *International Journal of Data Science and Analytics*, **15**, 231-246. <https://doi.org/10.1007/s41060-023-00393-w>
- [10] Gunish, G., Madhusudhanan, S. and Jose, A.C. (2023) Hybrid Image Processing Model: A Base for Smart Emergency Applications. *The Journal of Supercomputing*, **79**, 13119-13141. <https://doi.org/10.1007/s11227-023-05174-7>
- [11] 周荣超. 数字供应链: 应急管理能力提升的一种新思维[J]. 河南大学学报(社会科学版), 2023, 63(1): 33-38+153.
- [12] Yan, G. (2011) Research and Design on Integrated Management System of Digitalized Emergency Preplan. *Procedia Engineering*, **24**, 713-720. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2724>
- [13] 刘晓云. 基于智慧城市视角的智慧应急管理系统研究[J]. 中国科技论坛, 2013(12): 123-128.
- [14] Zhang, Y.L. and Zhang, N.P. (2020) Construction of Emergency Dispatching System under the Background of Smart City with Big Data. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **750**, Article ID: 012139. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/750/1/012139>
- [15] 郁建兴, 陈韶晖. 从技术赋能到系统重塑: 数字时代的应急管理体制机制创新[J]. 浙江社会科学, 2022(5): 66-75+157.
- [16] 陶振. 迈向智慧应急: 组织愿景、运作过程与发展路径[J]. 广西社会科学, 2022(6): 120-129.

-
- [17] 胡重明, 喻超. 技术与组织双向赋能: 应急管理整体智治——以杭州城市防汛防台体系数字化转型为例[J]. 浙江社会科学, 2022(7): 59-67+158.
- [18] 李瑞昌, 唐雲. 数字孪生体牵引应急管理过程整合: 行进中的探索[J]. 中国行政管理, 2022(10): 30-38.
- [19] Jennings, E., Arlikatti, S. and Andrew, S. (2015) Determinants of Emergency Management Decision Support Software Technology: An Empirical Analysis of Social Influence in Technology Adoption. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, **12**, 603-626. <https://doi.org/10.1515/jhsem-2014-0079>
- [20] Shiau, W.L., Siau, K., Yu, Y., et al. (2021) Research Commentary on IS/IT Role in Emergency and Pandemic Management: Current and Future Research. *Journal of Database Management (JDM)*, **32**, 67-75. <https://doi.org/10.4018/JDM.2021040105>
- [21] 高文勇. 人工智能应对突发事件的精准治理: 基于“结构-过程”维度的要素分析[J]. 学术探索, 2021(8): 85-95.
- [22] 张新, 林晖, 王劲峰, 等. 中国数字化公共卫生应急管理体系建设的科技策略建议[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2020, 45(5): 633-639.
- [23] 樊博, 贺春华, 白晋宇. 突发公共事件背景下的数字治理平台因何失灵: “技术应用-韧性赋能”的分析框架[J]. 公共管理学报, 2023, 20(2): 140-150+175.
- [24] 刘唤宇. 从传统治理到现代“智”理[N]. 中国应急管理报, 2022-02-22(003).
- [25] 刘唤宇. 从传统治理到现代“智”理——“智慧应急”试点建设情况综述(上) [J]. 吉林劳动保护, 2022(3): 36-38.
- [26] 李爱平. 打造智慧应急 推进应急管理现代化[J]. 中国军转民, 2022(9): 12-13.
- [27] 国务院关于印发“十四五”国家应急体系规划的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(6): 30-48.