

2004–2017 年突发水污染事件报告和处置工作质量评价

丁凡¹, 黄立勇², 王锐¹

1. 中国疾病预防控制中心, 北京 102206; 2. 北京市朝阳区疾病预防控制中心

摘要: **目的** 综合评价 2004–2017 年我国突发水污染事件报告和处置工作质量。 **方法** 采用 TOPSIS 综合评价不同年份和不同地区突发水污染事件的报告和处置, 结合秩和比法 (RSR) 对评价结果进行分档。 **结果** 经 TOPSIS 法排序后结合 RSR 法将不同年份和不同地区各分为三档, 其中 2011、2012 和 2014 年三年以及安徽、黑龙江和江苏为“好”; 2004、2005 和 2013 年三年以及新疆、辽宁、贵州、重庆和北京为“差”; 其余为“中”。 **结论** 应健全突发水污染事件的报告机制, 规范事件的处置, 并建立对该类事件报告及处置工作质量的定性和定量评价方法。

关键词: TOPSIS; RSR; 突发水污染事件; 质量评价

中图分类号: R123.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006–3110(2018)06–0677–04 DOI:10.3969/j.issn.1006–3110.2018.06.011

Evaluation on the quality of reports and disposal of water pollution emergencies, 2004–2017

DING Fan*, HUANG Li-yong, WANG Rui

* Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Corresponding author: WANG Rui, E-mail: wangrui@chinacdc.cn

Abstract: **Objective** To comprehensively evaluate the quality of reports and disposal of water pollution emergencies in China from 2004 to 2017. **Methods** Technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) was used to comprehensively assess the reports and disposal of water pollution emergencies in different years and different regions, and then the results were classified according to the rank sum ratio (RSR). **Results** Based on TOPSIS and RSR methods, the results were divided into three degrees according to different years and different regions. The results were evaluated as good in the years 2011, 2012 and 2014, and in Anhui, Heilongjiang and Jiangsu provinces, poor in the years 2004, 2005 and 2013, and in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Liaoning and Guizhou provinces, Chongqing and Beijing cities, and medium in the others. **Conclusions** It is necessary to improve the reporting mechanism of water pollution emergencies, regulate the disposal of incidents, and establish qualitative and quantitative evaluation methods for the reporting and disposal of such incidents.

Key words: TOPSIS; RSR; water pollution emergency; quality evaluation

突发水污染事件具有不可预知性, 事件的发生并无显著规律, 近年来在突发性环境污染事件中所占比例一直较高。由于突发水污染事件发生后卫生部门并非事件处置的主导部门, 通常只能配合其他部门参与事件处置, 不能及时地发现事件。但卫生部门中尤其疾病预防控制中心又承担了对事件进行环境卫生学和人群流行病学调查处置, 对事件造成的公共健康风险进行评估, 并负责对管网末梢水开展水质监测, 以及对

公众开展健康教育等职责^[1]。自 2004 年中国疾病预防控制中心的“突发公共卫生事件管理信息系统”(以下简称“突发网”)运行以来, 建立应急响应机制, 对于突发公共卫生事件及时快速采取应急行动, 控制或者消除事件影响, 减轻事件造成的损失成为事件处置的核心。本文运用 TOPSIS 法和秩和比法(以下简称“RSR 法”), 分析了突发网中 2004–2017 年近 14 年的突发水污染事件, 探索突发水污染事件的报告和处置工作质量的评价方法, 为指导和改进此类事件的卫生应急响应工作提供参考依据。

基金项目: 中国 CDC 公共卫生应急响应机制的运行(编号: 131031001000150001)

作者简介: 丁凡(1981–), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事公共健康危害事件应急管理研究工作。丁凡、黄立勇为并列第一作者。

通信作者: 王锐, E-mail: wangrui@chinacdc.cn。

1 资料与方法

1.1 资料来源 本研究的数据来源于中国疾病预防控制中心突发网中报告的 2004–2017 年突发水污染

事件。

1.2 研究方法 分析近 14 年的突发水污染事件信息参数,选取以下 5 个指标纳入综合评价:(1)报告敏感性=接到报告日期-事件发生时间;(2)报告及时性=网络创建时间-接到报告时间;(3)报告完整性=(初次报告完整性+进展报告完整性+结案报告完整性)/3;(4)污染物检出率=检出污染物事件数/当年事件起数;(5)处置效果指数=(结案时间-创建时间)/(结案时间-事件发生时间)。通过导出事件的 Excel 列表信息、查阅初次报告、进程报告、结案报告,获取有关的信息内容,以计算获得各指标值。其中计算规范报告指数涉及的完整性、规范性、准确性值用 0、1 来进行赋值,1=完整(准确、规范),反之为 0,其余指标按实际计算结果取值。使用 SAS 9.2 软件开展 TOPSIS 和 RSR 法分析^[2]。

2 结果

2004-2017 年,共有 23 个省份通过突发网中报告突发水污染事件 141 起。其中,报告事件数最多的省份为湖南(22 起),其次为广东(12 起)、内蒙古(11 起)、河北(10 起)、广西(10 起),上述 5 个省份合计报告事件数占事件总数的 46.1%。报告水污染事件数最多的年份为 2007 年(22 起)。

2.1 TOPSIS 法^[3]结果

2.1.1 原始指标值 分别计算不同年份和各省份的报告敏感性、报告及时性、报告完整性、污染物检出率、处置效果指数 5 个指标(报告敏感性、报告及时性差值以分钟计算),指标原始数据见表 1 和表 2。

表 1 2004-2017 年分年份报告和处置工作质量指标

年份	报告事件数 (起)	报告敏感性 (min)	报告及时性 (min)	报告完整性	污染物 检出率	处置效果 指数
2004	12	1 863	2 747	0.25	0.25	0.76
2005	19	4 228	5 915	0.25	0.37	0.70
2006	11	4 358	6 972	0.82	0.91	0.71
2007	22	3 560	4 484	0.70	0.82	0.76
2008	11	12 157	2 810	0.88	0.91	0.76
2009	11	2 781	1 739	0.67	0.82	0.85
2010	12	6 708	3 598	0.61	1.00	0.59
2011	8	3 806	508	0.79	0.88	0.94
2012	3	5 930	196	0.44	0.67	0.79
2013	8	6 177	3 002	0.54	0.88	0.75
2014	4	152	2 815	1.00	1.00	0.91
2015	7	1 206	2 541	1.00	0.86	0.86
2016	5	951	2 081	0.80	1.00	0.87
2017	8	1 926	2 152	0.96	0.75	0.90

表 2 各省份报告和处置工作质量指标

省份	报告事件数 (起)	报告敏感性 (min)	报告及时性 (min)	报告完整性	污染物 检出率	处置效果 指数
安徽	2	35	2 644	1.00	1.00	0.93
北京	7	2 535	2 557	0.29	0.43	0.84
福建	4	702	2 048	0.42	0.75	0.71
广东	12	4 284	2 459	0.56	0.67	0.75
广西	10	15 639	4 648	0.67	0.60	0.58
贵州	2	2 285	18 551	0.50	1.00	0.92
河北	10	3 476	1 710	0.80	0.80	0.87
河南	2	105	1 878	0.67	0.00	0.97
黑龙江	9	6 708	576	0.59	1.00	0.92
湖北	6	6 934	5 117	0.39	0.50	0.62
湖南	22	2 948	3 141	0.76	0.86	0.85
吉林	6	1 118	3 951	0.89	1.00	0.75
江苏	3	2 400	14 056	0.89	1.00	0.55
江西	2	1 110	1 444	0.67	1.00	1.00
辽宁	5	2 146	6 724	0.40	0.40	0.70
内蒙古	11	3 860	2 842	0.64	0.82	0.69
山东	3	2 902	3 431	0.78	1.00	0.85
山西	3	6 949	2 385	0.89	1.00	0.70
陕西	1	4 440	6 984	1.00	1.00	0.60
四川	9	4 398	3 086	0.48	0.56	0.71
新疆	2	5 940	1 785	0.50	0.50	0.83
云南	6	1 104	4 245	0.83	1.00	0.75
重庆	4	1 110	3 507	0.67	0.50	0.88

2.1.2 归一化矩阵 报告敏感性、报告及时性、处置效果指数为低优指标,报告完整性和污染物检出率为高优指标,对指标进行同趋势化处理,将低优指标转换为高优指标。采用倒数法($X'_{ij}=1/X_{ij}$)对报告敏感性、报告及时性 2 个低优指标进行处理,采用差值法($X'_{ij}=1-X_{ij}$)对处置效果指数进行处理,对于报告完整性和污染物检出率这 2 个高优指标,直接利用原始数据建立同趋势化的矩阵 $Z=[Z_{ij}]_{n \times m}$ 。

$Z_{ij}=X'_{ij}/\sqrt{\sum_{i=1}^n (X'_{ij})^2}$, 式中 X_{ij} 表示第 i 个评价对象在第 j 个指标上的取值, Z_{ij} 为归一化处理后第 i 个评价对象在第 j 个指标上的取值。

2.1.3 各指标与最优向量、最劣向量的距离、接近程度和排序 根据矩阵 Z 计算得出最优向量(即每一列的最大值)和最劣向量(即每一列的最小值):
 $Z_j^+ = \text{MAX}(Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{ij})$; $Z_j^- = \text{MIN}(Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{ij})$

计算各评价对象与最优向量和最劣向量之间的欧式距离 D_i^+ 与 D_i^- :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^+ - Z_{ij})^2}$$
; $D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_j^- - Z_{ij})^2}$

D_i^+ 与 D_i^- 分别表示第*i*个评价对象与最优向量或最劣向量的距离; Z_{ij} 为归一化处理后第*i*个评价对象在第*j*个指标上的取值。

计算评价对象与最优方案的接近程度 C_i ,令 $C_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-)$, C_i 越大越优,根据 C_i 值从高到低依次进行排序。 C_i 越接近 1,表明评价对象越接近最优向量,越接近 0,表明评价对象越接近最劣向量,值越大表示综合评价越好。

不同年份的 TOPSIS 法结果见表 3。2014 年和 2012 年的 C_i 值较高,显示这 2 个年份的突发水污染事件报告和处置工作质量最好;2004 年和 2005 年的 C_i 值较低,显示这 2 个年份的突发水污染事件报告和处置工作质量较差。

不同省份的 TOPSIS 法结果见表 4。安徽、黑龙江、江苏的 C_i 值较高,显示这 3 个省份的突发水污染事件报告和处置工作质量最好;贵州、重庆和北京的 C_i 值较低,显示这 3 个省份的突发水污染事件报告和处置工作质量较差。

2.2 RSR 分档结果 根据通过 TOPSIS 法得到的 C_i 值大小进行秩次排序,得到秩次对应的百分位数及对应的概率单位值(Probit),以 C_i 为因变量,Probit 为自变量,得出不同年份和不同省份的回归方程: $C_i = a + b * Probit(a, b \text{ 均为常数})$ 。将概率单位值回代入回归方程,计算得到理论 C_i 值。理论 C_i 值越大,提示评价结果越好;反之,结果越差。

将评价对象分为三档排序,分档依据为标准正态离差,其范围以-3~3 为宜。上分界概率单位为 0.15866,下分界概率单位为 0.84134。将概率单位代入方程求出分档值(具体分档值见方程备注)。通过将理论 C_i 值与分档值进行比较,分别将各年份和各省的综合评价结果分为好、中、差三档,见表 3、表 4。不同年份的结果显示:2014 年和 2012 年的综合评价结果为“好”,2013 年、2004 年和 2005 年的综合评价结果为“差”,其余年份综合评价结果为“中”;不同省份的结果显示:安徽、黑龙江、江苏的综合评价结果为“好”,新疆、辽宁、贵州、重庆和北京的综合评价结果为“差”,其余省份的综合评价结果为“中”。

对分档结果进行方差分析和两两 SNK 检验。不同年份事件报告情况分析,3 档间在总体差异有统计学意义($F = 19.40, P < 0.01$)。各档间差异的两两比较,好中差各档间差异均有统计学意义。

不同省份事件报告情况分析,3 档间在总体差异有统计学意义($F = 31.99, P < 0.01$)。各档间差异的两两比较,好中差各档间差异均有统计学意义。

表 3 不同年份综合评价和分档表

评价年份	排序	C_i	Probit	理论 C_i 值	分档
2014	1	0.54256	3.5348	0.41830	好
2012	2	0.48478	3.9324	0.37750	好
2011	3	0.30092	4.2084	0.34919	中
2016	4	0.24967	4.4341	0.32604	中
2015	5	0.24838	4.6339	0.30553	中
2017	6	0.22891	4.8200	0.28644	中
2008	7	0.22343	5.0000	0.26797	中
2006	8	0.21401	5.1800	0.24950	中
2010	9	0.20628	5.3661	0.23041	中
2009	10	0.20239	5.5659	0.20990	中
2007	11	0.19410	5.7916	0.18675	中
2013	12	0.18776	6.0676	0.15844	差
2004	13	0.12904	6.4652	0.11764	差
2005	14	0.12367	7.1002	0.05249	差

注:不同年份比较的回归方程为: $C_i = 0.78097 - 0.10260 * Probit$,分档值(上界值:0.37057,下界值 0.16537)。

表 4 不同地区综合评价和分档表

评价省份	排序	C_i	Probit	理论 C_i 值	分档
安徽	1	0.61358	3.2883	0.40020	好
黑龙江	2	0.42696	3.6403	0.37336	好
江苏	3	0.29845	3.8757	0.35540	好
河南	4	0.29731	4.0612	0.34125	中
陕西	5	0.29338	4.2190	0.32922	中
山西	6	0.28196	4.3593	0.31851	中
江西	7	0.26296	4.4881	0.30870	中
广西	8	0.26217	4.6088	0.29949	中
吉林	9	0.25847	4.7241	0.29069	中
福建	10	0.25350	4.8358	0.28217	中
云南	11	0.25308	4.9455	0.27381	中
内蒙古	12	0.25123	5.0545	0.26549	中
河北	13	0.24544	5.1642	0.25713	中
湖北	14	0.23280	5.2759	0.24861	中
山东	15	0.22985	5.3912	0.23981	中
广东	16	0.22229	5.5119	0.23060	中
湖南	17	0.21781	5.6407	0.22079	中
四川	18	0.21498	5.7810	0.21008	中
新疆	19	0.20719	5.9388	0.19805	差
辽宁	20	0.19090	6.1243	0.18390	差
贵州	21	0.18580	6.3597	0.16594	差
重庆	22	0.16519	6.7117	0.13910	差
北京	23	0.16168	7.2949	0.09462	差

注:不同地区比较的回归方程为: $C_i = 0.65100 - 0.07627 * Probit$,分档值(上界值:0.34592,下界值 0.20232)。

3 讨 论

TOPSIS 法是近年来在医院管理、质量控制等综合

评价中较为常用的方法,该方法具有操作简单灵活、信息利用充分、结果量化准确直观等特点。但该方法有一定的局限性,其评价结果容易受异常值影响,且无法分类归档,需要其它方法协助完成。RSR 法可在多个不同指标、不同计量单位的情况下,全面、客观、合理地反映工作的实际情况并做出综合质量评价。它改变了传统的单项指标分析的不足,并可以进行最佳分档,结果也较为客观。两种方法的结合运用在卫生领域较为广泛^[3-5]。

本研究统计了突发网中报告的近 14 年的突发水污染事件,仅有 23 个省份报告了事件,一些媒体报道的突发水污染事件未纳入分析。在报告事件中,多起事件并未达到突发公共卫生事件的分级标准,突发水污染事件的判定原则和报告标准尚不清晰,一些由水污染引起的突发公共卫生事件,被报告为传染病事件或食物中毒事件,并无违反有关的法律法规。暴露出突发水污染事件等环境因素事件的判定原则和报告标准尚需进一步健全,事件处置措施也需规范化。

综合评价结果显示,不同年份和不同省份突发水污染事件报告和处置工作质量差异较大。造成工作质量差异的可能原因与突发水污染事件的时间分布,各地对于事件的重视程度及管理方式等方面有关。

由于目前国内缺乏统一、标准的突发事件报告和处置工作质量评价体系,本研究尝试在毛素玲等^[2]学者的质量评价指标的基础上,结合事件处置工作的实际情况,建立了 5 个新的评价指标,即从事件报告敏感性、及时性、完整性、污染物检出率及处置效果几个方面对事件的报告和处置进行了评价^[6-7]。但该评价方法也主要是从时间和主观指标维度来进行评价,还是需要结合实际工作中的其他指标来全面综合评价。

参考文献

- [1] 丁凡,黄立勇,王锐,等. 中国 2004-2015 年突发水污染事件监测数据分析[J]. 中国公共卫生,2017,33(1):59-62.
- [2] 毛素玲,张晓丹,许军红,等. 突发公共卫生事件网络直报质量评价指标体系研究[J]. 预防医学情报杂志,2008,24(8):573-576.
- [3] 张伟,杨士保,吴志坚,等. 应用 TOPSIS 法综合评价医院医疗工作质量[J]. 实用预防医学,2007,14(5):1396-1400.
- [4] 许敏锐,强德仁,周义红,等. 基于加权 TOPSIS 法和 RSR 法对基本公共卫生服务质量的综合评价[J]. 现代预防医学,2017,44(14):2576-2579.
- [5] 潘志明,郑振佳,刘贤忠,等. 应用 TOPSIS 法和 RSR 法评价社区卫生服务中心的工作绩效[J]. 中国卫生统计,2007,14(3):236-238.
- [6] 袁旋,黄厚今,朱志良. 常用定量风险评估方法[J]. 实用预防医学,2015,22(7):889-891.
- [7] 邓春拓,何伦发,郭艳. 珠三角某市 2015 年出厂水中化学污染物健康风险评价[J]. 实用预防医学,2017,24(4):425-428.

收稿日期:2018-02-20

(上接第 669 页)

要性。同时,本研究存在一定的不足:第一,本研究仅为横断面调查,对生存质量影响因素的分析仅为初步探索,未来需进一步分析性研究,同时构建模型可接受但未达到良好,下一步需扩大样本量,对该模型进一步验证确认。第二,由于患者平均年龄较大,因而生存质量量表中关于性生活的条目由于应答率偏低未纳入分析。

参考文献

- [1] 侯清涛,李芸,李舍予,等. 全球糖尿病疾病负担现状[J]. 中国糖尿病杂志,2016,24(1):92-96.
- [2] Bradley C, Todd C, Gorton T, et al. The development of an individualized questionnaire measure of perceived impact of diabetes on quality of life: the ADDQOL[J]. Qual Life Res, 1999,8(1):79-91.
- [3] 孔丹莉,张广恩,潘海燕,等. 糖尿病特异性生存质量量表的信度与效度初探[J]. 中国慢性病预防与控制,2007,15(3):202-204.
- [4] Zhang X, Tan K, Tan H, et al. Are english and chinese versions of the audit of diabetes-dependent quality of life equivalent? An exploratory study based on the universalist approach[J]. Value Health Reg Issues, 2012,1(1):75-81.
- [5] Soon SS, Goh SY, Bee YM, et al. Audit of Diabetes-Dependent Quality of Life (ADDQOL) [Chinese Version for Singapore] questionnaire: reliability and validity among Singaporeans with type 2 diabetes mellitus[J]. Appl Health Econ Health Policy, 2010,8(4):239-249.

- [6] 侯泰杰,温忠麟,成子娟. 结构方程模型及其应用[M]. 北京:教育科学出版社,2004:14-19.
- [7] Chung JO, Cho DH, Chung DJ, et al. Assessment of factors associated with the quality of life in Korean type 2 diabetic patients[J]. Intern Med, 2013,52(2):179-185.
- [8] Kong D, Ding Y, Zuo X, et al. Adaptation of the Audit of Diabetes-Dependent Quality of Life questionnaire to people with diabetes in China[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2011,94(1):45-52.
- [9] 姜莹莹,董文兰,毛凡,等. 我国六个省市 2 型糖尿病患者生存质量及其影响因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制,2015,23(8):581-584.
- [10] 金娅娜,唐晓君,肖楠梓,等. 重庆地区 2 型糖尿病患者生存质量及其影响因素分析[J]. 华中科技大学学报(医学版),2016,45(3):340-343.
- [11] 林娟,蔡祥华,江平湖,等. 2 型糖尿病患者不同文化程度的生活质量调查分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报,2012,33(14):1959-1960.
- [12] 陈霭玲,张振路,廖志红,等. 糖尿病患者自我管理水平和生存质量相关性研究[J]. 中国行为医学科学,2006,15(5):434-436.
- [13] 白冰,孙平辉,刘新彬,等. 某院 2 型糖尿病患者自我管理行为及其与血糖控制的关系调查[J]. 实用预防医学,2016,23(7):851-853.
- [14] 薛桂月,李荣源,何艳玲,等. 量化运动处方对 2 型糖尿病患者心理问题及生存质量的效果研究[J]. 广州体育学院学报,2014,34(2):106-108.

收稿日期:2017-03-23