

重庆市公共游泳场所水质卫生状况评价：基于主成分分析

罗蓝¹, 何中臣², 王富媛², 唐贵忠¹, 秦怡¹

1. 重庆医科大学公共卫生与管理学院, 重庆 400016

2. 重庆市卫生健康综合行政执法总队, 重庆 401147



DOI 10.11836/JEOM21236

摘要:

[背景] 目前对公共游泳场所水质卫生状况评价, 多采用单指标评价法, 忽略了各项指标间的相关性, 未考虑各指标间信息重叠的问题, 也忽略了单项指标不合格与多项指标不合格的游泳场所间的差别。

[目的] 客观、直观、综合地评价重庆市公共游泳场所水质卫生状况。

[方法] 2020 年采用分层随机抽样法, 对重庆市主城中心区、主城新区、渝东北片区、渝东南片区中 18 个区县的 112 家公共游泳场所的 7 项水质卫生指标进行调查, 分别是游离性余氯、浑浊度、pH、浸脚池游离性余氯、尿素、菌落总数、大肠菌群。采用主成分分析法计算主成分特征值及综合评价价值, 对游泳场所水质卫生进行综合评价。

[结果] 游离性余氯、浑浊度、pH、浸脚池游离性余氯、尿素、菌落总数、大肠菌群合格率分别为 91.30%、89.40%、91.30%、91.30%、99.00%、95.20%、86.50%, 各指标的 P_{50} 值分别为 $0.455 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 0.59 NTU 、 7.352 、 $6.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.78 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、 $0 \text{ CFU} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ 。主成分分析结果显示 $\text{KMO}=0.573$, $P<0.001$; 共提取出 4 个主成分, 各主成分特征值分别为 2.990、1.624、0.854、0.617, 其累计贡献率达 86.928%。巴南区、北碚区、璧山区、丰都县、奉节县、江北区、南岸区、南川区、彭水县、黔江区、荣昌区、石柱县、潼南区、万州区、永川区、渝中区、长寿区、忠县的综合评价价值依次为 -0.139 、 0.228 、 0.587 、 0.042 、 -3.365 、 0.587 、 0.597 、 0.587 、 0.189 、 -1.127 、 -0.201 、 -0.181 、 0.587 、 0.416 、 0.587 、 0.587 、 -0.098 、 0.043 。主城中心区、主城新区、渝东南片区、渝东北片区综合评价价值的 P_{50} 分别为 0.587 、 0.587 、 -0.181 、 0.043 。

[结论] 重庆市公共游泳场所水质卫生状况在全国处于中上水平, 但渝东南地区、奉节县在浑浊度和细菌污染方面仍存在卫生问题。

关键词: 游泳场所; 水质卫生; 综合评价; 主成分分析

Evaluation of water hygiene in public swimming places in Chongqing based on principal component analysis

LUO Lan¹, HE Zhongchen², WANG Fuyuan², TANG Guizhong¹, QIN Yi¹
(1. School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 2. Chongqing Sanitary Comprehensive Administrative Law Enforcement Corps, Chongqing 401147, China)

Abstract:

[Background] At present, the evaluation of water quality in public swimming places mostly adopts the single index evaluation method, ignoring the possible correlation between the indicators, the problem of information overlap between the indicators, and the differences between the swimming places with single or multiple unqualified water quality indicators.

[Objective] To evaluate water quality in public swimming places in Chongqing objectively, intuitively, and comprehensively.

[Methods] In 2020, a stratified random sampling method was used to investigate seven water quality indicators of 112 public swimming places in the central urban area, the new downtown urban area, the northeastern area, and the southeastern area of Chongqing. The selected indicators were free residual chlorine, turbidity, pH, free residual chlorine in disinfection pool of feet, urea, total plate count, and coliform bacteria. Principal component analysis was utilized to comprehensively evaluate water quality of swimming places by calculating principal component characteristic values and comprehensive evaluation values.

作者简介

罗蓝(1996—), 女, 硕士生;

E-mail: luolanblue@163.com

通信作者

唐贵忠, E-mail: tanguizhong0325@sina.com

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2021-05-23

录用日期 2021-12-06

文章编号 2095-9982(2022)01-0053-05

中图分类号 R123

文献标志码 A

► 引用

罗蓝, 何中臣, 王富媛, 等. 重庆市公共游泳场所水质卫生状况评价: 基于主成分分析[J]. 环境与职业医学, 2022, 39(1): 53-57.

► 本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21236

Correspondence to

TANG Guizhong, E-mail: tanguizhong0325@sina.com

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2021-05-23

Accepted 2021-12-06

► To cite

LUO Lan, HE Zhongchen, WANG Fuyuan, et al. Evaluation of water hygiene in public swimming places in Chongqing based on principal component analysis[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(1): 53-57.

► Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21236

[Results] The qualification rates of free residual chlorine, turbidity, pH, free residual chlorine in disinfection pool of feet, urea, total plate count, and coliform bacteria were 91.30%, 89.40%, 91.30%, 91.30%, 99.00%, 95.20%, and 86.50%, respectively, and the P_{50} values were $0.455 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 0.59 NTU , 7.352 , $6.63 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $0.78 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $8 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$, and $0 \text{ CFU} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$, respectively. The results of principal component analysis showed that $\text{KMO}=0.573$, $P<0.001$; four principal components were extracted, the eigenvalues of each principal component were 2.990, 1.624, 0.854, and 0.617, respectively, and the cumulative contribution rate was 86.928%. The comprehensive values of Banan District, Beibei District, Bishan District, Fengdu County, Fengjie County, Jiangbei District, Nan'an District, Nanchuan District, Pengshui County, Qianjiang District, Rongchang District, Shizhu County, Tongnan District, Wanzhou District, Yongchuan District, Yuzhong District, Changshou District, and Zhongxian County were -0.139 , 0.228 , 0.587 , 0.042 , -3.365 , 0.587 , 0.597 , 0.587 , 0.587 , 0.189 , -1.127 , -0.201 , -0.181 , 0.587 , 0.416 , 0.587 , 0.587 , -0.098 , and 0.043 , respectively. The comprehensive evaluation values (P_{50}) of the central urban area, the new downtown urban area, the southeastern area, and the northeastern area of Chongqing were 0.587 , 0.587 , -0.181 , and 0.043 , respectively.

[Conclusion] The hygienic status of water in public swimming places in Chongqing is above average in China, but there are still potential health problems in turbidity and bacterial pollution in the southeastern area and Fengjie County of Chongqing.

Keywords: swimming place; water hygiene; comprehensive evaluation; principal component analysis

公共游泳场所的卫生问题是公共卫生监督的重要研究内容之一。游泳池水中成分复杂,卫生未达标的游泳池水中含有许多病菌,可直接影响到游泳者的身体健康,易引起急性眼结膜炎、手足口病及其他介水传染病^[1]。为进一步提升我国公共游泳场所卫生水平,国家标准委自2019年11月1日起正式实施一系列公共场所卫生标准,为我国游泳场所安全及公众健康保驾护航。该系列标准由3项强制性国家标准组成,包括GB 37488—2019《公共场所卫生指标及限值要求》、GB 37489—2019《公共场所设计卫生规范》、GB 37487—2019《公共场所卫生管理规范》。

目前对公共游泳场所水质卫生状况的评价,多采用单指标评价法,只要某一项水质卫生指标不合格便定义该游泳场所水质卫生不合格^[2],既忽略了各项指标间的相关性,未考虑各指标间信息重叠的问题,也忽略了单项指标不合格与多项指标不合格的游泳场所间的差别。主成分分析法是一种通过将原来存在相关性的变量重新组合成一组互相独立的综合变量,以较少的综合变量反映绝大部分原始信息的降维统计方法,以达到删除重叠信息,充分利用多维度信息,利用综合值客观、直观地评价原始信息的目的^[3],已被广泛应用于流域水水质评价^[4],但在游泳池水质评价中应用较少。为客观、直观地评价重庆市公共游泳场所卫生水平,探究存在的卫生问题和卫生监督工作提升的重点,预防传染性疾病,本研究采用主成分分析法综合评价重庆市公共游泳场所水质卫生状况。

1 材料与方法

1.1 数据来源

根据地理位置、经济水平、行政级别,将重庆市划分为主城中心区、主城新区、渝东北片区、渝东南片

区4个区域,共包括38个区县^[5]。2020年,重庆市卫生健康综合行政执法总队采用分层随机抽样的方法,按1:2的比例随机抽取重庆市4个区域19个区县的118家公共游泳场所进行调查,实际获得来自18个区县的112家单位的有效数据。有效调查区域见表1。

表1 2020年重庆市公共游泳场所水质卫生调查区域
Table 1 Areas of public swimming water hygiene evaluation in Chongqing in 2020

区域	区县
主城中心区	渝中区、江北区、南岸区、北碚区、巴南区
主城新区	长寿区、永川区、南川区、璧山区、潼南区、荣昌区
渝东南片区	黔江区、石柱土家族自治县(石柱县)、 彭水苗族土家族自治县(彭水县)
渝东北片区	万州区、丰都县、忠县、奉节县

1.2 采样和检测方法

重庆市卫生健康综合行政执法总队在儿童游泳池布置1~2个采样点,成人游泳池面积 $\leq 1000 \text{ m}^2$ 的布置2个采样点,成人游泳池面积 $> 1000 \text{ m}^2$ 的布置3个采样点,在游泳池下30 cm处采集水样500 mL,并由各区县疾病预防控制中心依据GB/T 18204—2013《公共场所卫生检验方法》,对水样中的游离性余氯、浑浊度、pH、浸脚池游离性余氯、尿素、菌落总数、大肠菌群7项公共游泳场所水质卫生指标进行检测。

1.3 评价依据

根据GB 37488—2019《公共场所卫生指标及限值要求》对游泳场所卫生监测结果进行卫生学评价,判断各项水质卫生指标是否合格。

1.4 主成分分析

1.4.1 建立样本矩阵 利用Excel 2016软件将检测指标值对照标准值转化为合格率,建立各区县下每项水

质卫生指标合格率的样本矩阵。

1.4.2 建立标准化样本矩阵 利用 SPSS 25.0 软件将样本矩阵标准化,对样本矩阵数据进行标准化处理,目的是消除矩阵数据数量级与纲量对数据分析的影响。

1.4.3 相关性检验 利用 SPSS 25.0 对研究数据进行 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)检验和 Bartlett 球形度检验。其中 KMO 值越接近于 1,表示变量间的相关性越强,变量越适合作主成分分析,以 $KMO > 0.5$ 为判断条件。Bartlett 球形度检验值越低于检验水准,表示变量之间相关性越强,以 $P < 0.05$ 为判断条件。

1.4.4 主成分与特征值 利用 SPSS 25.0 对标准化样本矩阵进行主成分分析,确定主成分数量和特征值,以累计贡献率 $> 85\%$ 为标准。

1.4.5 计算主成分系数矩阵 利用 Excel 2016 对初始因子载荷矩阵进行旋转,计算主成分系数矩阵,初始因子值以 A 表示,主成分系数以 B 表示。主成分系数等于初始因子载荷矩阵中的数据除以主成分对应特征值平方根^[6]。

1.4.6 计算主成分矩阵 利用 Excel 2016 根据标准化矩阵和主成分系数值计算主成分值,以 F 表示。各区域的主成分值 F 等于标准化矩阵中各项水质卫生指标的数据与其对应的主成分系数值乘积的和^[6]。

1.4.7 计算综合评价值 利用 Excel 2016 根据主成分值和主成分特征值计算出综合评价值,以 K 表示。主成分综合评价值 K 为各项主成分值与对应的特征值乘积的和,除以各项特征值的和^[6]。

1.5 统计学分析

1.5.1 筛选标准 缺少任何一项水质卫生指标数据,认为该单位的调查数据无效。

1.5.2 统计描述和检验 研究结果均呈非正态分布,采用中位数描述。双侧检验,以 $\alpha=0.05$ 为检验水准。

2 结果

2.1 基本情况

检测结果显示,重庆市公共游泳场所各项水质卫生指标合格率均在 85%以上。游离性余氯、浑浊度、pH、浸脚池游离性余氯、尿素、菌落总数、大肠菌群合格率分别为 91.30%、89.40%、91.30%、91.30%、99.00%、95.20%、86.50%(见 表 2),各指标的 P_{50} 值分别为 $0.455\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 0.59 NTU 、 7.352 、 $6.63\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.78\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $8\text{ CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、 $0\text{ CFU}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$,均在 GB 37488—2019 的合格范围内。

表 2 重庆市各区县公共游泳场所水质卫生合格率

Table 2 Qualification rates of water quality indicators in public swimming places in selected Chongqing districts and counties

单位(Unit): %

区县	游离性余氯	浑浊度	pH	浸脚池游离性余氯	尿素	菌落总数	大肠菌群
巴南区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	16.70
北碚区	100.00	100.00	83.30	100.00	100.00	100.00	83.30
璧山区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
丰都县	66.70	100.00	83.30	83.30	100.00	100.00	100.00
奉节县	100.00	0.00	50.00	100.00	100.00	0.00	0.00
江北区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
南岸区	100.00	100.00	100.00	83.30	100.00	100.00	100.00
南川区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
彭水县	60.00	100.00	100.00	80.00	100.00	100.00	100.00
黔江区	100.00	16.70	83.30	66.70	100.00	83.30	50.00
荣昌区	60.00	80.00	100.00	100.00	100.00	100.00	80.00
石柱县	100.00	100.00	40.00	100.00	100.00	100.00	100.00
潼南区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
万州区	83.30	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
永川区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
渝中区	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
长寿区	66.70	100.00	100.00	66.70	83.30	100.00	100.00
忠县	100.00	75.00	75.00	50.00	100.00	100.00	100.00
总体	91.30	89.40	91.30	91.30	99.00	95.20	86.50

2.2 主成分计算结果

检验结果显示 $KMO=0.573$, $P < 0.001$ 。共提取出 4 个主成分,各主成分特征值分别为 2.990、1.624、0.854、0.617,其累计贡献率达 86.928%,见 表 3。第一主成分主要反映浑浊度、大肠菌群和菌落总数的信息,第二主成分主要反映浸脚池游离性余氯和尿素的信息,第三主成分主要反映游离性余氯和浸脚池游离性余氯的信息,第四主成分主要反映游离性余氯和 pH 的信息,见 表 4。经计算,调查的 18 个区县中,南岸区综合评价值最高, K 为 0.597;其次是璧山区、江北区、南川区、潼南区、永川区、渝中区, K 相同;长寿区、巴南区、石柱县、荣昌区、黔江区、奉节县 K 均为负值,以奉节县最低,为-3.365。见 表 5。

表 3 总方差解释

Table 3 Total variance explanation

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差百分比/%	累计/%	总计	方差百分比/%	累计/%
1	2.990	42.710	42.710	2.990	42.710	42.710
2	1.624	23.201	65.911	1.624	23.201	65.911
3	0.854	12.200	78.111	0.854	12.200	78.111
4	0.617	8.817	86.928	0.617	8.817	86.928
5	0.584	8.339	95.266	—	—	—
6	0.248	3.538	98.805	—	—	—
7	0.084	1.195	100.000	—	—	—

表 4 初始因子载荷矩阵和主成分系数

Table 4 Initial factor loading matrix and principal component coefficient

项目	初始因子				主成分系数			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
游离性余氯	-0.366	0.597	0.476	0.442	-0.212	0.468	0.515	0.563
浑浊度	0.891	0.283	-0.024	-0.112	0.515	0.222	-0.026	-0.143
pH	0.686	0.064	-0.387	0.539	0.397	0.050	-0.419	0.686
浸脚池游离性余氯	-0.046	0.770	-0.539	-0.174	-0.027	0.604	-0.583	-0.222
尿素	-0.258	0.757	0.160	-0.170	-0.149	0.594	0.173	-0.216
菌落总数	0.911	0.130	0.218	0.044	0.527	0.102	0.236	0.056
大肠菌群	0.833	0.040	0.336	-0.241	0.482	0.031	0.364	-0.307

表 5 主成分值和综合评价价值

Table 5 Principal component values and comprehensive values

区县	主成分值				综合评价价值K	排名
	F1	F2	F3	F4		
巴南区	-0.737	0.880	-1.025	1.202	-0.139	9
北碚区	-0.044	0.900	0.172	-0.139	0.228	4
璧山区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
丰都县	0.826	-0.772	-0.114	-1.286	0.042	7
奉节县	-6.234	-0.472	-0.982	-0.347	-3.365	13
江北区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
南岸区	0.745	0.298	0.622	0.582	0.597	1
南川区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
彭水县	1.323	-1.062	-0.610	-0.833	0.189	5
黔江区	-2.173	-1.168	0.968	1.054	-1.127	12
荣昌区	0.469	-0.437	-1.601	-0.821	-0.201	11
石柱县	-0.752	0.795	1.399	-1.997	-0.181	10
潼南区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
万州区	0.830	0.451	-0.589	-0.273	0.416	3
永川区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
渝中区	0.601	0.964	-0.022	0.338	0.587	2
长寿区	2.001	-3.963	-0.611	0.567	-0.098	8
忠县	0.020	-1.291	2.525	0.218	0.043	6
总体	0.121	0.056	-0.022	0.045	-0.004	—

2.3 各区域公共游泳场所水质卫生状况综合评价

主城中心区、主城新区、渝东南片区、渝东北片区综合评价价值 K 的 P_{50} 分别为 0.587、0.587、-0.181、0.043。见表 6。

表 6 2020 年重庆市各区域公共游泳场所水质卫生状况综合评价

Table 6 Comprehensive evaluation of water hygienic status of public swimming places in Chongqing in 2020

区域	最小值(K_{min})	最大值(K_{max})	P_{50}
主城中心区	-0.139	0.597	0.587
主城新区	-0.201	0.587	0.587
渝东南片区	-1.127	0.189	-0.181
渝东北片区	-3.365	0.416	0.043

3 讨论

游离性余氯、浑浊度、pH、浸脚池游离性余氯、尿素、菌落总数、大肠菌群是公共游泳场所的主要卫生指标。适量的游离性余氯能够杀死游泳池水中大量细菌和致病菌，保持水质的安全卫生；若浓度过高，则会对黏膜、皮肤产生刺激作用，产生的消毒副产物三氯甲烷还会引起人体呼吸功能受损和诱发哮喘，甚至有致癌的风险^[7]。池水浑浊度不佳不仅影响池水的感官性状、水下可见度，其中影响浑浊度的尘埃、人脂垢等物质还可能伤害人眼球。浸脚池水余氯含量不足，会大大增加细菌、真菌进入到泳池的概率，引起传染病的传播。细菌总数和大肠菌群是水质清洁程度的指标，其合格率与游离性余氯相关，其超标可能引起急性出血性结膜炎、呼吸道感染、手足口病等疾病^[1]。pH 值是泳池水酸碱性的指标，其过高或过低都会对皮肤、眼睛和呼吸系统产生刺激作用。尿素是人体内含氮物质的最终代谢产物，是反映游泳池水受人为污染程度的重要指标，其超标不仅对人体具有刺激损害作用，甚至会与含氯消毒剂形成消毒副产物，增加患癌风险^[8]。

经济发达的北京^[9]、上海^[10] 的游泳场所卫生合格率范围为 80%~95%，经济较好的江阴^[11]、德阳^[12] 等地区卫生合格率范围为 70%~80%，经济一般的乌鲁木齐^[13]、泰安^[14] 等地区的总体合格率在 60%以下，相较而言，重庆市公共游泳场所卫生状况在全国处于中上水平。但也存在短板的区域、区县、指标。(1)渝东南片区综合情况较差。各区域中，渝东南片区综合评价价值的 P_{50} 最低，这可能是由于该片区卫生监督执法机构作为财政全额拨款单位，其工作人员经费、公用经费以及业务经费等由县财政统一预算，全额拨付，导致经济较落后的渝东南片区同垫江县一样，经费不足成为影响卫生监督活动开展的主要因素^[15]，使其卫生监督工作开展困难，对游泳场所监管不足，从而影响游泳场所卫生状况。(2)奉节县卫生问题突出。奉节县综合评分为全市最低(-3.365 分)，7 项水质卫生指标中 3 项合格率为 0%，表明其公共游泳场所卫生工作落后。主要表现为：一，泳池水浑浊度卫生状况差(合格率为 0%)，这提示其对公共泳池中构成浑浊度的尘埃、人脂垢等物质控制弱，未及时清除悬浮物质，池水换水频率低，游泳人群未养成泳前沐浴的卫生习惯；二，菌落总数和大肠菌群卫生状况差(合格率均为 0%)，这提示其忽视泳池消毒工作，仍采用人工投放方式使得投放不均匀，消毒剂投放量不够、浓度不足，以

及可能存在病菌携带者进入泳池,导致菌落总数和大肠菌群均超标,池水受微生物污染。(3)全市总体大肠菌群污染问题突出。7项水质卫生指标中大肠菌群合格率(86%)最低,表明细菌污染问题是全市游泳场所水质卫生中的首要问题。

针对发现的问题,为进一步提升重庆市公共游泳场所水质卫生状况,有必要在地方财政划拨卫生监督经费的基础上,对薄弱区域采取经费统筹,给予适当补助。另外,全市有必要加强公共游泳池水质的消毒管理,可采取对游泳人群进行健康宣教,组织从业人员参加消毒技术培训,设置明显提示性标识,禁止皮肤病、肠道传染病等疾病的患者进入游泳池等措施。

综上,主成分分析法可以综合考虑各种影响因子的影响,从根本上避免了少数指标对水质受污染程度的决定性影响,合理客观地赋予各个污染指标权重,使最终评价结果更加科学准确,对于游泳场所水质评价具有重要作用。但该方法也存在一定局限性,即游泳场所水质卫生指标主要为区间值,不同于流域水的指标值越低越好,而是需要大样本量,以转化为合格率纳入主成分分析模型,且无法综合评价单一游泳场所水质卫生,仍需和传统评价模式相结合以全面评价公共游泳场所水质卫生。

参考文献

- [1] 李兰娟. 传染病学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2011: 65-67.
- LI L J. Infectious diseases[M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2011: 65-67.
- [2] 付秀影, 黄露, 邹艳杰, 等. 2016-2018年北京市东城区公共场所卫生状况分析[J]. 首都公共卫生, 2021, 15(1): 48-51.
- FU XY, HUANG L, ZOU YJ, et al. Analysis of the sanitary condition of public places in Dongcheng district of Beijing, 2016-2018[J]. Cap J Public Health, 2021, 15(1): 48-51.
- [3] 王海燕, 卓奕君. 基于主成分分析的统计过程控制图模式识别方法[J]. 统计与决策, 2020, 36(24): 20-24.
- WANG HY, ZHUO YJ. Pattern recognition method of PCA-based statistical process control chart[J]. Stat Decis, 2020, 36(24): 20-24.
- [4] 薛伟锋, 褚莹倩, 刘强, 等. 主成分分析和模糊综合评价法在大连市地下水水质评价中的应用研究[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 2020, 47(3): 218-226.
- XUE WF, CHU YQ, LIU Q, et al. Groundwater quality assessment in dalian based on principal component analysis and fuzzy comprehensive evaluation[J]. J Liaoning Univ (Nat Sci Ed), 2020, 47(3): 218-226.
- [5] 重庆市人民政府. 市情概况[EB/OL]. [2021-09-14]. <http://www.cq.gov.cn/zjq/>.
- Chongqing Municipal People's Government. General situation of the city[EB/OL]. [2021-09-14]. <http://www.cq.gov.cn/zjq/>.
- [6] 赵慧琴, 石立, 刘金山, 等. SPSS软件计算主成分分析的缺陷与纠正[J]. 统计与决策, 2020, 36(15): 56-59.
- ZHAO HQ, SHI L, LIU JS, et al. Defects and correction of principal component analysis in SPSS software calculation[J]. Stat Decis, 2020, 36(15): 56-59.
- [7] MARCO E, LOURENCETTI C, GRIMALT JO, et al. Influence of physical activity in the intake of trihalomethanes in indoor swimming pools[J]. Environ Res, 2015, 140: 292-299.
- [8] HANG C, ZHANG BB, GONG TT, et al. Occurrence and health risk assessment of halogenated disinfection byproducts in indoor swimming pool water[J]. Sci Total Environ, 2016, 543: 425-431.
- [9] 李龙建, 牛丹丹, 尚翠, 等. 2016-2018年北京市门头沟区游泳场所卫生状况调查[J]. 首都公共卫生, 2020, 14(1): 30-33.
- LI LJ, NIU DD, SHANG C, et al. Investigation on sanitation status of swimming pools in Mentougou district of Beijing during 2016-2018[J]. Cap J Public Health, 2020, 14(1): 30-33.
- [10] 邹涛, 苗嘉魁, 杨艳, 等. 2016—2018年上海市浦东新区游泳场所水质卫生状况[J]. 职业与健康, 2019, 35(18): 2550-2553.
- ZOU T, MIAO JK, YANG Y, et al. Hygienic status of water quality in swimming places in Pudong New District of Shanghai from 2016 to 2018[J]. Occup Health, 2019, 35(18): 2550-2553.
- [11] 陆红达, 姚建香, 何政, 等. 2016-2018年江苏省江阴市游泳池水质监测分析[J]. 医学动物防制, 2020, 36(4): 333-335.
- LU HD, YAO JX, HE Z, et al. Analysis on the water sanitary quality monitoring of swimming pool in Jiangyin City, Jiangsu Province from 2016 to 2018[J]. J Med Pest Control, 2020, 36(4): 333-335.
- [12] 刘明兴, 刘勇, 张辉. 2014-2016年德阳市游泳池水质卫生状况分析[J]. 职业卫生与病伤, 2018, 33(1): 39-41.
- LIU MX, LIU Y, ZHANG H. Hygienic status of water quality in swimming pools in Deyang city from 2014 to 2016[J]. J Occup Health Dam, 2018, 33(1): 39-41.
- [13] 杨艳梅, 姜亦华. 2016-2018年乌鲁木齐市游泳池水质卫生监测分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(76): 310-311.
- YANG YM, JIANG YH. Monitoring and analysis of water quality in swimming pools in Urumqi from 2016 to 2018[J]. World Latest Med Inform, 2019, 19(76): 310-311.
- [14] 石国栋. 2014—2016年泰安市泰山区人工游泳场所卫生状况调查分析[J]. 社区医学杂志, 2017, 15(5): 45-48.
- SHI GD. Health survey and analysis of artificial swimming places in Taishan District, Tai'an city, 2014-2016[J]. J Comm Med, 2017, 15(5): 45-48.
- [15] 徐嘉璐. 重庆市垫江县卫生监督执法问题研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2019.
- XU JL. Health supervision and law enforcement in Dianjiang county, Chongqing city problem study[D]. Chongqing: Chongqing University, 2019.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 汪源)