

西藏生活垃圾填埋场周边地表水环境质量调查评价

周鹏¹, 阿琼², 穷达卓玛¹, 汪晶¹, 李扬¹, 周文武¹, 旦增^{1*}

(1. 西藏大学理学院, 西藏 拉萨 850000; 2. 西藏自治区环境监测中心站, 西藏 拉萨 850000)

摘要:采用标准指数法、综合评价法和灰色关联分析法对西藏地区 4 个典型垃圾填埋场周边地表水环境质量进行分析 and 评价。结果表明:各填埋场各评价因子均满足《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) III 类标准;各填埋场临近地表水环境综合水质均呈现上游监测点优于下游监测点;综合水质现状为尚清洁—清洁;灰色关联分析法评价结果为工布江达县生活垃圾填埋场下游监测点水质为 II 类,其他填埋场各监测点水质均为 I 类。各填埋场临近地表水水质现状满足其水域功能区要求,受填埋场污染环境影响较小。

关键词:垃圾填埋场;地表水质量;调查;评价;西藏

中图分类号: X824 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-2009(2020)05-0033-05

Research on Surface Water Environmental Quality in Landfill in Tibet

ZHOU Peng¹, A Qiong², QIONG Dazhuoma¹, WANG Jing¹, LI Yang¹, ZHOU Wen-wu¹, DAN Zeng^{1*}

(1. College of Science, Tibet University, Lhasa, Tibet 850000, China;

2. Tibet Environmental Monitoring Centre, Lhasa, Tibet 850000, China)

Abstract: In this paper, the quality of surface water around four typical landfills was analyzed and evaluated by three methods, i. e. single component pollution index method, comprehensive evaluation method and grey correlation analysis method. The results indicated that each evaluation factor reached class III water quality standard in “Environmental quality standard for surface water” (GB 3838—2002). The comprehensive surface water quality was better in the upstream monitoring sites than that in the downstream monitoring sites adjacent to the landfills. The comprehensive water quality was between slight clean and clean level. The result of grey correlation analysis indicated that the water quality in downstream monitoring sites in Gongbo’gyamda landfill belonged to class II water quality standard. The water quality at each monitoring sites in other landfills belonged to class I. The surface water quality near each landfill met the requirements of water functional area and was less affected by the pollution from the landfill.

Key words: Landfill; Surface water quality; Investigate; Assessment; Tibet

随着经济社会的发展和城市化进程的加快,由城市生活垃圾急剧增加而导致的环境问题已直接影响了人们正常生活和生产活动^[1]。据相关研究显示,全国 668 个城市中已有 200 多个陷入垃圾“围城”之中^[2],若按照近十年的增速,到 2035 年我国年产生的生活垃圾则将高达 3.6 亿 t,垃圾“围城”形势将更为严峻^[3]。垃圾填埋处理因其成本低、操作方便等原因是我国当下城市生活垃圾处理的主要方式,然而,其也存在一些问题^[4-5],如土地资源占用量大,垃圾填埋场二次污染严重等^[6]。

生态文明与美丽中国建设是我国实现“两个一百年”奋斗目标的必然要求^[7-8],西藏作为我国重要的生态安全屏障,生态环境建设和保护一直备受

收稿日期:2019-07-09;修订日期:2020-07-25

基金项目:中央支持地方高校改革发展专项资金资助项目(ZFYJY201902012);西藏自治区青年创新支持计划基金资助项目(QCZ2016-01);西藏自治区自然科学基金资助项目(2016ZR-15-12)

作者简介:周鹏(1992—),男,甘肃张掖人,硕士,研究方向为垃圾填埋场环境质量评价。

*通信作者:旦增 E-mail: yongzhong2008@163.com

关注^[9]。然而,目前西藏地区城镇生活垃圾处理以填埋方式为主^[10]。由于西藏城乡生活垃圾产量日益增多、成分复杂,使垃圾填埋场成为可能污染区域环境的主要源之一,尤其是对区域水体和土壤环境的污染。因此,客观分析和评价当前西藏地区生活垃圾填埋场对周边环境现状及环境风险,有效控制填埋场对区域环境的二次污染,对于更好保护西藏生态环境、构建西藏生态安全屏障具有重要现实意义。

1 材料与方 法



图1 各填埋场地表水采样点分布

Fig. 1 Distribution of surface water monitoring sites in each landfill

1.2 样品采集与分析

根据《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91—2002)要求,在枯水期(2017年11月9日)、平水期(2018年5月15日)和丰水期(2018年8月20日)分别对4个填埋场临近河流上游和下游采集水样。依照《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)(以下简称《标准》)水质监测要求,将水样采集后自然沉降30 min,取上层非沉降部分,在现场测定pH值和溶解氧(DO),其余监测指标包括高锰酸盐指数(I_{Mn})、化学需氧量(COD)、氨氮(NH_3-N)、总氮(TN)、总磷(TP)、锌(Zn)、氟化物(F^-)、硒(Se)、砷(As)、汞(Hg)、镉(Cd)、镍(Ni)、铬(六价)(Cr^{6+})、铅(Pb)、氰化物(CN^-)、硫化物(S^{2-})、氯化物(Cl^-)共计17项指标在实验室分析。监测指标分析测定均按照标准方法执行。

1.3 评价方法

1.3.1 标准指数法

标准指数法用以反映地表水中各评价因子的

1.1 采样点布设

结合西藏不同地区经济社会、气候气象、水文地质、填埋场运行年限、不同填埋阶段、环境敏感度等因素,选取规模最大、运行年限最长的拉萨市生活垃圾卫生填埋场(简称市区填埋场)、拉萨市瓶巴日吾简易垃圾堆放场(简称瓶巴堆放场)、藏东南较湿润县域工布江达县生活垃圾填埋场(简称工布填埋场)和中间区域县代表墨竹工卡县生活垃圾填埋场(简称墨竹填埋场)4个典型填埋场为研究对象,在各填埋场临近河流(地表水)上游500 m和下游1 000 m各布设1个采样点,见图1。

超标、污染情况,计算公式为:

$$P_i = C_i / C_{si} \quad (1)$$

式中: P_i 为地表水中污染物*i*的污染指数,无量纲; C_i 为地表水中污染物*i*的实测值,mg/L; C_{si} 为地表水中污染物*i*相应的标准限值,mg/L。

当 $P_i \leq 1$ 时,说明污染物*i*的质量浓度符合其所在水体水域功能和水环境质量标准的要求^[11];相反,则选择水质最差的单项指标所属类别来确定所属水域综合水质。

1.3.2 综合污染指数法

选取等权重综合污染指数法和内梅罗污染指数法来反映各监测点及地表水局部环境污染现状,其计算公式如下^[12-13]。

$$PI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (2)$$

式中:PI为地表水综合污染指数,无量纲; n 为污染物种类数。

综合水质评价: $PI \leq 0.25$,清洁; $0.25 < PI \leq 0.4$,尚清洁; $0.4 < PI \leq 0.7$,轻污染; $0.7 < PI \leq$

1.0, 中度污染; $1.0 < PI \leq 2.0$, 重污染; $PI > 2.0$, 严重污染^[12]。

内梅罗污染指数法是一种兼顾极值或突出最大值的加权型多因子环境质量指数^[14]。

$$PN = \sqrt{\frac{P_{imax}^2 + P_{iavg}^2}{2}} \quad (3)$$

式中: PN 为地表水综合污染指数, 无量纲; P_{imax} 为地表水中污染指数最大值, 无量纲; P_{iavg} 为地表水中污染指数平均值, 无量纲;

综合水质评价: $PN \leq 1.0$, 清洁; $1.0 < PN \leq 2.0$, 尚清洁; $2.0 < PN \leq 3.0$, 轻污染; $3.0 < PN \leq 5.0$, 中度污染; $PN > 5.0$, 重污染^[15]。

1.3.3 灰色关联分析法

灰色系统理论是由邓聚龙 1982 年提出的一种理论^[16], 其是充分利用已知信息, 将灰色系统淡

化、白化。该理论在水环境质量评价中已成为一种应用较为广泛的量化方法^[17]。

今选取文献[18]所采用的改进模式进行水质污染现状评价。依照各填埋场周边地表水水域环境功能, 采用《标准》中的Ⅲ类标准进行地表水环境质量评价。

利用单项组分污染指数法对各监测因子的污染程度作分析, 综合污染指数法对各监测点水质污染现状作评价, 并以灰色关联分析法对场区地表水环境水质现状进行进一步分析。

2 结果与讨论

2.1 地表水标准指数法分析

采用《标准》中的Ⅲ类作水质评价, 由公式(1)计算各水质因子的污染指数 P_i , 结果见表 1。

表 1 垃圾填埋场临近地表水中各水质因子的污染指数 P_i ^①
Table 1 Pollution index of each water quality factor in surface water near the landfill^①

水质因子	工布填埋场			墨竹填埋场			市区填埋场			瓶巴堆放场		
	上游	下游	下/上	上游	下游	下/上	上游	下游	下/上	上游	下游	下/上
pH 值	0.67	0.68	1.00	0.70	0.69	1.00	0.56	0.70	1.04	0.59	0.65	1.01
I_{Mn}	0.16	0.17	1.03	0.17	0.20	1.20	0.18	0.21	1.19	0.14	0.14	0.98
COD	0.58	0.58	1.00	0.59	0.63	1.08	0.53	0.47	0.89	0.61	0.57	0.94
NH_3-N	0.31	0.05	0.18	0.04	0.06	1.46	0.11	0.19	1.70	0.05	0.04	0.77
TP	0.47	0.82	1.75	0.20	0.18	0.88	0.25	0.27	1.06	0.15	0.18	1.17
TN	0.64	0.72	1.11	0.07	0.04	0.52	0.23	0.18	0.76	0.19	0.29	1.53
Cr^{6+}	0.12	—	—	0.12	—	—	—	0.08	—	0.30	0.34	1.13
S^{2-}	—	—	—	—	—	0.69	—	—	0.75	—	—	0.67
As	0.03	0.03	0.97	0.06	0.06	1.06	—	0.01	—	0.01	0.02	1.50
Pb	0.04	0.08	2.00	0.04	—	—	0.08	—	—	—	—	—
Zn	—	—	—	0.16	—	—	—	0.42	—	0.08	0.11	1.31
Cl^-	0.03	0.04	1.08	0.02	0.02	1.00	0.01	0.01	1.67	0.02	0.02	1.09
Cd	—	—	—	—	—	—	—	0.12	—	—	0.12	—
Hg	0.20	0.20	1.00	—	—	—	0.20	—	—	—	—	—
F^-	0.16	0.19	1.19	0.14	0.14	1.04	0.14	0.12	0.85	0.14	0.14	1.04

①上游指上游 500 m 采样点, 下游指下游 1 000 m 采样点, 下/上指下游与上游采样点的监测值之比。

由表 1 可知, 各填埋场地表水中 CN^- 、Ni、Se 3 项因子在上下游监测点均呈未检出状态, Cr^{6+} 、 S^{2-} 、As、Pb、Zn、Cd 和 Hg 在个别监测点呈未检出状态。各填埋场临近地表水环境质量总体较好, 各评价因子均满足《标准》中Ⅲ类标准 ($P_i < 1$)。依照《标准》中分类标准划分各指标所属类别, 各填埋场临近地表水符合该水域环境功能。当以上游监测点为对照点作评价时, 工布填埋场临近地表水下游监测点的 I_{Mn} 、TP、TN、Pb、 Cl^- 和 F^- 的监测值是上游的 1.03 倍 ~ 2.00 倍; 墨竹填埋场临近地表水下游

监测点的 I_{Mn} 、COD、 NH_3-N 、As 和 F^- 的监测值是上游的 1.04 倍 ~ 1.46 倍; 市区填埋场临近地表水下游监测点的 pH 值、 I_{Mn} 、 NH_3-N 、TP、和 Cl^- 的监测值是上游的 1.04 倍 ~ 1.70 倍; 瓶巴堆放场临近地表水下游监测点的 pH 值、TP、TN、 Cr^{6+} 、As、Zn、 Cl^- 和 F^- 的监测值是上游的 1.01 倍 ~ 1.53 倍。

2.2 地表水综合污染指数法分析

由公式(2)(3)分别计算各垃圾填埋场临近地表水综合污染指数 PI 和内梅罗污染指数 PN, 结果见表 2。

表 2 各垃圾填埋场临近地表水综合污染指数法评价结果

Table 2 Evaluation results of the surface water near the landfill by comprehensive pollution index

填埋场名称	等权重综合污染指数法				内梅罗污染指数法			
	PI _{上游}	PI _{下游}	PI _{综合}	评价结果	PN _{上游}	PN _{下游}	PN _{综合}	评价结果
工布填埋场	0.29	0.35	0.32	尚清洁	0.95	0.97	0.96	清洁
墨竹填埋场	0.24	0.32	0.28	尚清洁	0.83	0.85	0.84	清洁
市区填埋场	0.24	0.28	0.26	尚清洁	0.59	0.63	0.61	清洁
瓶巴堆放场	0.21	0.21	0.21	尚清洁	0.46	0.48	0.47	清洁

由表 2 可知,各垃圾填埋场下游监测点评价结果均大于上游,表明各垃圾填埋场下游水质相对较差。等权重综合污染指数法评价结果表明,各监测点的 PI 在 0.21 ~ 0.35 之间,水质为尚清洁;内梅罗污染指数法评价结果表明,各监测点的 PN 在

0.46 ~ 0.97 之间,水质为清洁。

2.3 垃圾填埋场灰色关联分析法评价结果

选取典型污染指标 COD、NH₃-N、TP、TN、Cr⁶⁺、Cd、As、Hg 和 F⁻ 9 项指标作灰色关联分析评价,其评价结果见表 3。

表 3 灰色关联分析法评价结果^①

Table 3 Evaluation results by grey correlation analysis^①

监测点		ξ_i	γ_i
工布填埋场	上游 500 m	$\xi_1: (0.915, 0.905, 0.778, 0.745, 0.963, 0.635, 0.970, 0.631)$	0.818
		$\xi_2: (0.915, 0.882, 1.000, 0.916, 0.585, 0.635, 0.970, 0.631)$	0.817
		$\xi_3: (0.785, 0.642, 0.701, 0.787, 0.585, 0.635, 0.885, 0.631)$	0.706
		$\xi_4: (0.611, 0.505, 0.539, 0.592, 0.585, 0.455, 0.343, 0.513)$	0.518
		$\xi_5: (0.500, 0.416, 0.438, 0.488, 0.392, 0.455, 0.343, 0.513)$	0.443
	下游 1 000 m	$\xi_1: (0.945, 0.979, 0.651, 0.734, 0.655, 1.000, 0.659)$	0.803
		$\xi_2: (0.945, 0.764, 0.830, 0.894, 0.655, 1.000, 0.659)$	0.821
		$\xi_3: (0.810, 0.581, 0.914, 0.852, 0.655, 0.912, 0.659)$	0.769
		$\xi_4: (0.630, 0.469, 0.662, 0.633, 0.469, 0.354, 0.535)$	0.536
		$\xi_5: (0.516, 0.393, 0.520, 0.503, 0.469, 0.354, 0.535)$	0.469
墨竹填埋场	上游 500 m	$\xi_1: (0.946, 0.975, 0.980, 0.956, 1.000, 0.633, 0.615)$	0.872
		$\xi_2: (0.946, 0.737, 0.825, 0.754, 0.572, 0.633, 0.615)$	0.726
		$\xi_3: (0.794, 0.547, 0.592, 0.557, 0.572, 0.633, 0.615)$	0.615
		$\xi_4: (0.600, 0.434, 0.462, 0.442, 0.572, 0.439, 0.492)$	0.492
		$\xi_5: (0.483, 0.360, 0.378, 0.366, 0.372, 0.439, 0.492)$	0.413
	下游 1 000 m	$\xi_1: (0.977, 0.991, 1.000, 0.925, 0.632, 0.614)$	0.857
		$\xi_2: (0.977, 0.746, 0.807, 0.734, 0.632, 0.614)$	0.752
		$\xi_3: (0.815, 0.551, 0.582, 0.546, 0.632, 0.614)$	0.623
		$\xi_4: (0.612, 0.437, 0.455, 0.434, 0.438, 0.491)$	0.478
		$\xi_5: (0.490, 0.362, 0.374, 0.361, 0.438, 0.491)$	0.419
市区填埋场	上游 500 m	$\xi_1: (0.881, 0.991, 0.635, 1.000, 0.967, 0.623)$	0.849
		$\xi_2: (0.881, 0.766, 0.812, 0.832, 0.967, 0.623)$	0.813
		$\xi_3: (0.759, 0.578, 0.872, 0.616, 0.882, 0.623)$	0.722
		$\xi_4: (0.594, 0.464, 0.635, 0.489, 0.342, 0.508)$	0.505
		$\xi_5: (0.488, 0.387, 0.499, 0.406, 0.342, 0.508)$	0.438
	下游 1 000 m	$\xi_1: (0.854, 0.792, 0.337, 0.991, 0.926, 0.649, 0.952, 0.640)$	0.768
		$\xi_2: (0.854, 1.001, 0.375, 0.811, 0.596, 0.649, 0.607, 0.640)$	0.692
		$\xi_3: (0.750, 0.736, 0.438, 0.622, 0.596, 0.649, 0.607, 0.640)$	0.630
		$\xi_4: (0.604, 0.576, 0.525, 0.505, 0.596, 0.477, 0.607, 0.530)$	0.553
		$\xi_5: (0.505, 0.473, 0.656, 0.425, 0.412, 0.477, 0.418, 0.530)$	0.487
瓶巴堆放场	上游 500 m	$\xi_1: (0.900, 0.914, 0.961, 1.000, 0.917, 0.579, 0.574)$	0.835
		$\xi_2: (0.900, 0.690, 0.742, 0.769, 0.591, 0.579, 0.574)$	0.692
		$\xi_3: (0.753, 0.511, 0.538, 0.555, 0.591, 0.579, 0.574)$	0.586
		$\xi_4: (0.567, 0.406, 0.422, 0.434, 0.591, 0.404, 0.459)$	0.469
		$\xi_5: (0.455, 0.337, 0.347, 0.356, 0.371, 0.404, 0.459)$	0.390
	下游 1 000 m	$\xi_1: (0.902, 0.926, 0.963, 0.938, 0.914, 0.520, 0.937, 0.525)$	0.828
		$\xi_2: (0.932, 0.732, 0.808, 0.889, 0.647, 0.620, 0.571, 0.615)$	0.727
		$\xi_3: (0.784, 0.544, 0.583, 0.628, 0.647, 0.620, 0.571, 0.615)$	0.624

续表

监测点	ξ_i	γ_i
	$\xi_4 : (0.595, 0.433, 0.456, 0.485, 0.647, 0.434, 0.571, 0.492)$	0.514
	$\xi_5 : (0.479, 0.359, 0.375, 0.396, 0.403, 0.434, 0.372, 0.492)$	0.414

① ξ_i 为关联系数,即评价因子在评价标准各级别的关联系数; γ_i 为关联度。

由表 3 可知,除工布填埋场下游监测点水质呈 II 类外,其他填埋场各监测点水质均为 I 类;各填埋场上游监测点水质均优于下游监测点。

2.4 讨论

相关研究表明,有些评价指标即使超标,其水体环境功能并没有丧失,只是对水体功能支持度产生了影响,如 TN、TP、NH₃-N、COD 等对水体影响有限的因子;而有的指标一旦出现超标,就对水体功能产生严重影响^[19]。文中评价结果表明,各填埋场临近地表水中 TN、TP、NH₃-N、COD 等对水体影响有限的因子所占比例较大,其综合污染评价结果偏高于其水域环境质量现状。结合现场调查,瓶巴堆放场主要依赖天然挖坑进行垃圾填埋处理,自 2003 年封场后,土地现已规划为建设用地投入使用,临近地表水为拉萨河干流,位于堆放场北侧 100 m 处,北侧 50 m 处临近川藏公路。该堆放场对地表水环境影响较小,其污染源以道路交通污染和河流附近的生活污染为主。市区填埋场是西藏地区第一座建设规范、管理到位的卫生填埋场,地表水监测段为拉萨河上游支流,位于该填埋场西南侧,最近距离 0.6 km。由于该填埋场地表水监测区域南、北为农田、居民区,地表水受畜禽养殖、农业和生活污染源影响较重。墨竹填埋场经 2013 年整改后,管理规范,该填埋场西南侧 500 m 处为墨竹马曲河(拉萨河下游分支河流),该填埋场对临近地表水环境影响较小。工布填埋场北侧 200 m 处是尼洋河,该填埋场各检测指标均满足《标准》中的 III 类标准,对临近地表水环境影响较小。

3 结论

(1) 4 个垃圾填埋场对区域地表水环境影响较小,各填埋场各评价因子均满足《标准》III 类要求,符合其水域环境功能。

(2) 污染指数法评价结果表明,上游监测点水质优于下游;各填埋场综合水质较好,均为清洁一尚清洁。

(3) 灰色关联分析法评价结果表明,各填埋场水质优良,除工布填埋场下游监测点水质呈 II 类

外,其他监测点水质均为 I 类水水质;4 个填埋场各监测点 γ 值均为 $\gamma_{\text{上游}} > \gamma_{\text{下游}}$,表明各填埋场上游监测点水质均优于下游监测点,其评价结果与综合污染指数法评价结果一致。

[参考文献]

- [1] 黄文丹. 不同垃圾处理方式产生的环境问题对比分析[J]. 化学工程与装备, 2018(9): 321-322.
- [2] 崔树军. 城市垃圾分类收集——资源回收与环境保护的协调发展[J]. 中国资源综合利用, 2001(5): 40-41.
- [3] 杨刚新. 城市生态环境保护与可持续发展[J]. 绿色环保建材, 2018(11): 251-253.
- [4] 刘媛媛, 宋俊密, 杨帆, 等. 我国生活垃圾的处理现状及分类处理方法浅析[J]. 环境研究与监测, 2018, 31(3): 71-72.
- [5] 王江辉, 姜新建, 武亚磊. 城市生活垃圾处置现状综述[J]. 河南建材, 2016(6): 61-62.
- [6] 唐敏, 邓娟. 生活垃圾处理技术浅析及减量展望: 以重庆为例[J]. 环境科学与技术, 2018, 41(S1): 193-196.
- [7] 李金惠. 2017 年固体废物处理利用行业发展评述和 2018 年发展展望[J]. 资源再生, 2018(3): 14-16.
- [8] 许光建, 魏嘉希. 促进生态环保体系建设, 推动美丽中国建设[J]. 新经济导刊, 2018(11): 57-61.
- [9] 李雅娟, 黄清哲. 加强生态保护推进西藏美丽乡村建设[J]. 农家参谋, 2018(21): 24.
- [10] 次仁罗布, 多吉, 姜志颖, 等. 浅谈西藏城市生活垃圾现状[J]. 西藏科技, 2007(10): 26-27, 33.
- [11] 彭曙冬. 昆山市地表水水质质量变化趋势[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [12] 郭晶, 王丑明, 黄代中, 等. 洞庭湖水污染特征及水质评价[J]. 环境化学, 2019, 38(1): 152-160.
- [13] 申杰, 潘杨, 黄勇. 城市地表水环境评价方法综述[J]. 环保科技, 2011, 17(4): 41-45.
- [14] 尹海龙, 徐祖信. 河流综合水质评价方法比较研究[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(5): 729-733.
- [15] 丘仕梅. 地表水环境质量的综合评价技术探讨[J]. 环境与发展, 2018, 30(1): 75-76.
- [16] 邓聚龙. 灰色系统综述[J]. 世界科学, 1983(7): 1-5.
- [17] 张彦波, 司训练. 基于改进灰色关联法的地表水环境质量评价[J]. 人民黄河, 2017, 39(11): 109-111, 127.
- [18] 吴文业, 戈建民, 黄奕龙. 应用灰色关联分析进行城市地表水环境质量评价[J]. 世界地质, 2000, 19(1): 53-56, 65.
- [19] 陈亮. 浅谈地表水环境质量评价存在的问题与建议[J]. 资源节约与环保, 2015(6): 107.