

安徽省医疗废物产生处置现状分析及管理对策

黎少杰 董道明 刘严 程敏

(安徽省固体废物管理中心,合肥 230061)

【摘要】在阐述 2019 年度安徽省医疗废物产生、处置现状基础上,以 2015—2019 年历史数据,建立了灰色 GM(1,1) 预测模型,对“十四五”期间安徽省医疗废物产生量进行了预测。预测认为 2025 年产生量将超出现有的全省处置能力。针对以上预测结果,分析存在问题并提出相应对策。

【关键词】医疗废物; GM(1,1) 模型; 预测; 安徽省

中图分类号: X32 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2022)04-0081-05 DOI: 10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202204081

医疗废物是指医疗卫生机构在医疗、预防、保健以及其他相关活动中产生的具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性的废物^[1],如棉球、纱布、针头、输液管、过期药品等。医疗废物列入国家危险废物名录 46 类危险废物首位,废物类别是 HW01,主要分为感染性、病理性、损伤性、药物性和化学性 5 大类^[2-3]。由于医疗废物具有急性传染和潜伏性传染的危险特点,特别是疫情期间,如果不能及时安全地处理处置,将会造成疾病传播和疫情扩散,极大危害公众健康。通过对安徽省医疗废物产生、集中处置现状分析,并建立灰色预测模型 GM(1,1) 预测到 2025 年“十四五”期间医疗废物全省产生量,指出目前存在问题短板,提出相应的对策和建议,为安徽省“十四五”医疗废物管理提供参考依据。

1 全省医疗废物产生现状

1.1 2019 年各市医疗废物产生情况

2019 年,合肥市、阜阳市、芜湖市、安庆市和蚌埠市位居省辖市医疗废物产生量的前五位,5 个市的医疗废物产生量占到全省总量的 57.5%,超过全省总量的一半,其中合肥市产生

的医疗废物总量占全省总量的 24.6%,近 1/4。

医疗废物产生量与地区常住人口规模、医疗资源密切相关。合肥市是安徽省会城市,2019 年常住人口规模为 818.9 万,仅次于阜阳市,位列全省第二,其医疗资源相比其他市较为集中,所以合肥市产生的医疗废物占到全省的 1/4。阜阳市医疗废物产生量占到全省总量的 12.5%,排在全省第二位,与阜阳市常住人口常年保持在全省首位相关。全省排名后四位分别是马鞍山市、淮北市、池州市和铜陵市,全年医疗废物产生量不足 1000 吨,与地区人口规模较小相关,见图 1。

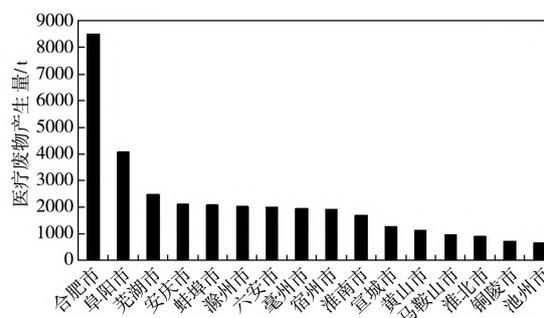


图 1 2019 年安徽省各市医疗废物产生量

1.2 近年医疗废物产生情况

截至 2019 年末,安徽省共有医疗卫生机构

作者简介:黎少杰,工程师,硕士,研究方向为危险废物管理

26436 个,其中医院 1241 个、基层医疗卫生机构 24558 个^[4]。据安徽省固体废物管理信息系统数据统计,2019 年全省 3200 多家医疗卫生机构产生的医疗废物总量为 3.46 万吨,较 2015 年增长了约 1.02 万吨。2015—2019 年,全省的医疗废物产生量逐年增加。同样,全省常住人口数量也保持每年递增趋势,见图 2。

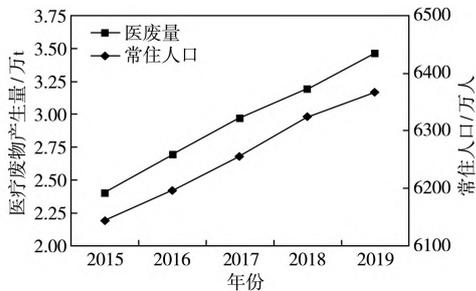


图 2 2015—2019 年安徽省医疗废物产生量和常住人口

2 灰色模型建立与检验

2.1 构建灰色模型

灰色系统理论主要是针对信息无法明确的研究对象进行定量分析,灰色预测模型可在数据较少或灰色信息存在的情况下对非线性、不确定系统的数据序列进行预测,GM(1,1)模型是灰色系统理论的核心内容^[5],如邓琪等人运用灰色系统理论 GM(1,1)模型预测了某市工业固体废物产生量,袁剑等人基于 GM(1,1)模型预测了济南市建筑废物产生量^[5-7]。

在影响医疗废物产生量的因素中,部分是确定可知的,而部分是不确定未知的,因此可采用预测精度适宜且计算量小的灰色系统理论 GM(1,1)模型来预测安徽省“十四五”期间医疗废物产生量。

GM(1,1)建模步骤如下^[8]:

$$\text{设原始数据序列} \{ X^{(0)}(i) \} = \{ X^{(0)}(1), X^{(0)}(2), \dots, X^{(0)}(N) \}$$

做一次累加生成新的时间序列:

$$X^{(1)}_i = \{ X^{(1)}_1, X^{(1)}_2, X^{(1)}_3, \dots, X^{(1)}_n \} (t = 1, 2, 3, \dots, N)$$

$$\text{其中 } X^{(1)}(i) = \sum_{k=1}^i X^{(0)}(k)。$$

$X^{(1)}(i)$ 可用如下一阶微分方程拟合:

$$dX^{(1)} / dt + aX^{(1)} = u$$

其中, a, u 为待定系数。记系数向量 $\hat{a} = [a \ u]^T$, 用最小二乘法求 a, u 。

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} [X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2} [X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2} [X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(N)] & 1 \end{bmatrix}$$

式中: $Y = [X^{(0)}(2), X^{(0)}(3), \dots, X^{(0)}(N)]^T$ 。

微分方程的解为:

$$X^{(1)}(t) = (X^{(1)}(0) - u/a) e^{-at} + u/a$$

令 $X^{(1)}(0) = X^{(0)}(1)$, 则 GM(1,1)模型的时间响应函数为:

$$\hat{X}^{(1)}(k) = (X^{(0)}(1) - u/a) e^{-a(k-1)} + u/a (k = 1, 2, \dots, N)$$

经累减还原得原序列 $X^{(0)}$ 的预测模型为:

$$\hat{X}^{(0)}(k) = [\hat{X}^{(0)}(1) - u/a(1 - e^{-a})] e^{-a(k-1)} (k \geq 2)$$

计算误差 q 及误差百分比 e , 通常采用残差、后验差、关联度来检验 GM(1,1)模型的精度,模型检验分类共分为四个等级,如表 1 所示。

表 1 模型检验分类表

	相对误差 $e(k) / \%$	精度 $p^0 / \%$	后验差比值 C	小误差频率 P	关联度 r
一级	1	99	0.35	0.95	0.90
二级	5	95	0.50	0.80	0.80
三级	10	90	0.65	0.70	0.70
四级	20	80	0.80	0.60	0.60

2.2 模型检验及产生量预测

将 2015 年至 2019 年医疗废物产生量按照模型步骤计算,进而得到安徽省医疗废物产生量预测 GM(1,1)模型的精度分析表,见表 2。

表2 GM(1,1)模型的精度分析表

序号	实际值/万t	模拟值	残差	相对误差/%	精度/ ρ
1	2.40	2.400	0	0	100
2	2.69	2.708	-0.018	0.0067	99.33
3	2.97	2.940	0.030	0.0101	98.99
4	3.19	3.191	-0.001	0.0003	99.97
5	3.46	3.464	-0.004	0.0012	99.88
平均精度			$\rho^0 = 99.634$		
后检验差比值			$C = 0.0427$		
小误差概率			$P = 1.0000$		

将计算数值与检验分类表进行对比,该模型的精度 $>95\%$, $C < 0.35$,适合作为安徽省医疗废物产生量的预测模型。因此,可建立GM(1,1)模型预测2020—2025年安徽省医疗废物年产生量,预测结果见表3。

表3 2020—2025年安徽省医疗废物年产生量预测结果

年份	2020	2021	2022	2023	2024	2025
预测值/万t	3.760	4.081	4.431	4.809	5.221	5.667

3 医疗废物集中处置现状

3.1 医疗废物集中处置能力

截至2019年底,安徽省16个省辖市共建设了17个医疗废物集中处置单位,总集中处置能力达到120.8吨/日,按照运行天数330天折算,年处置能力达到3.98万吨。处置方式共有3种,分别是焚烧、高温蒸汽和微波消毒方式,其中14家集中处置单位采用的是焚烧处置方式,2家采用高温蒸汽处置方式,1家采用微波消毒处置方式,焚烧是主要处置方式。

3.2 医疗废物实际集中处置情况

2019年,全省17家医疗废物集中处置单位共收集、处置了3.79万吨医疗废物,按照365天进行折算,日均收集量为103.77吨,按照集中处置设施运行330天折算,日均处置量为114.66吨。从全省层面看,日集中处理能力大于日均收集量、日均处置量,但已占全省总处

置能力的约95%,趋于饱和。从医疗废物收集处置方面看,5个省辖市出现缺口问题,分别是合肥市、芜湖市、黄山市、宿州市和亳州市。合肥市日均处理能力为20吨/日,日均收集量却达到25.97吨/日,缺口规模约6吨/日,宿州市、亳州市、黄山市和芜湖市均出现不同程度缺口,见图3。从集中处置设施负荷方面看,16个地市中7个地区市出现超负荷运行情况,分别是合肥市、芜湖市、淮南市、淮北市、黄山市、宿州市和亳州市。其中淮北市的集中处置设施年生产负荷达到142%,主要是因为协同处置了周边市的医疗废物,其他6个地市是因本地区产生医疗废物量超过集中处置设施能力,见图4。

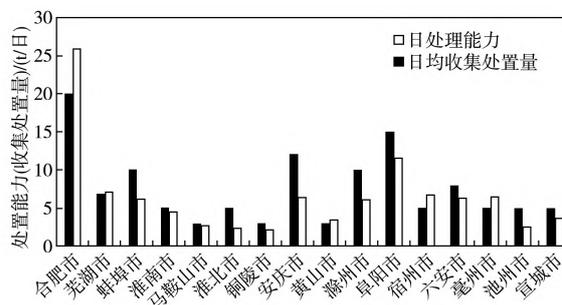


图3 2019年安徽省各市医疗废物日处理能力和收集处置量

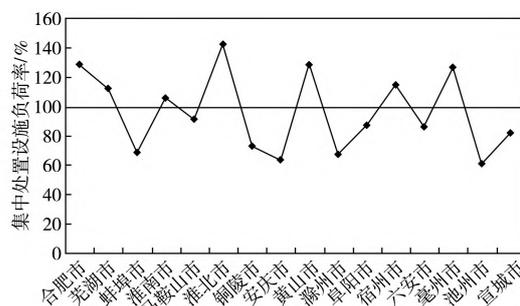


图4 2019年安徽省各医疗废物集中处置设施负荷率

4 存在的问题

4.1 医疗废物收集体系不健全

2019年,安徽省乡镇卫生院、社区服务中心、村卫生室等基层医疗机构占全省医疗机构数量的92.9%。各市仅有一个集中式医疗废物处置中心,平均每个处置中心覆盖1500多个医

疗机构,无法实现对辖区范围内上千家医疗机构产生医疗废物的及时转运,转运频次普遍达不到2天1次的要求。有些地区地域广阔,乡镇分散,加上路途遥远,运输成本高昂,医疗废物长期未纳入集中收集范围。

4.2 医疗废物申报登记力度不够

在安徽省固体废物管理信息系统中医疗机构仅有3200多家,申报登记率仅有12.1%。各级医疗卫生机构的医疗废物申报登记力度不够,且申报登记数据质量参差不齐。基于现行医疗废物的处置收费制度,目前普遍采用按照床位数量和总量包月两种模式进行收费,在床位数量收费模式下,此类医疗卫生机构的后勤工作人员对医疗废物重量未进行精确计重或直接估算。医疗废物转移仍在实行各市自行制定纸质转移联单,存在统计不便情况。

4.3 部分地市收集处置存在缺口,全省总处置能力趋于饱和

5个省辖市出现医疗废物收集处置缺口,7个省辖市出现医疗废物集中处置设施超负荷运行情况,从全省看,日收集处置量已占日均处理能力的95%,趋于饱和,另外部分医疗废物处置设施老化陈旧,部分运行年限已达10年以上,不能保证长期稳定运行。面对突发新冠疫情,医疗废物产生量急剧增加,医疗废物安全和无害化处置是对医疗废物收集处置和应急保障能力的一个巨大考验。通过灰色模型GM(1,1)预测,“十四五”期间安徽省医疗废物年产生量到2025年预计达到5.667万吨,比2019年增加超过2万吨,将远超出现有全省总处置能力。

5 对策建议

5.1 建立健全收集转运和集中处置体系

加快补齐医疗废物收集转运短板,健全收集全覆盖和及时转运体系,完善从事床位总数在19张以下医疗机构产生的医疗废物收集豁免危险废物管理的制度,建立收集中转制度及

技术标准,如乡镇卫生院统一收集村卫生室、社区卫生服务中心收集卫生服务站、诊所、宠物医院等。全省协同规划,根据集中处置设施位置和距离,鼓励跨区域相邻县(区)可共享医疗废物集中处置设施。鼓励医疗废物日收集量在5吨以上的县(区)因地制宜建设医疗废物集中处置设施。

5.2 加强源头管理,强化全过程监管

加强医疗卫生机构内的医疗废物源头管理。落实主体责任,其法定代表人是医疗废物管理的主要责任人,相关科室是直接责任人,落实后勤服务机构和人员对医疗废物的管理,建立相关制度,组织开展培训,切实履行医疗废物的分类收集、运送贮存、交接转移登记。加强申报登记数据的采集、汇总制度各个环节的控制,保证数据真实性和准确性,提高申报登记力度和质量。利用信息化手段加强对医疗废物监管,打通部门间信息孤岛,探索“互联网+医疗废物”的应用,运行医疗废物转移电子联单替代纸质转移联单。

将医疗卫生机构医疗废物管理纳入危险废物规范化考核指标体系,形成督察考核机制。加强管理部门之间协作,定期会商,联合执法,形成合力,严厉打击非法转移、处置医疗废物的犯罪活动。

5.3 提升处置能力,加强应急保障能力建设

随着全省常住人口持续增加,“十四五”期间全省医疗废物产生量面临增长并超过总处置能力的严峻形势,迫切需要对现有医疗废物处置设施和能力进行综合评估。医疗废物处置能力趋于饱和的、不能满足实际需要的以及达到或接近设计运行年限的医疗废物处置设施,及时实施提标改造,更新升级;不能满足医疗废物处置需求的或设施超负荷运行的,要尽快通过新建、改建、扩建等方式,提升处置能力,“十四五”末集中处置能力至少要达到6万吨/年并形成覆盖城乡、能力满足需求和设施运行稳定的医疗废物收集处置体系。

建立跨地区医疗废物协调处置和应急处置机制,建设备用医疗废物焚烧炉,依托工业危险废物焚烧炉和生活垃圾焚烧炉,推进应急备用能力建设,保障突发疫情、处置设施检修等期间的医疗废物应急处置能力。

6 结论

以上研究表明,预计2025年安徽省医疗废物产生量将超出现有的全省处置能力,为此建议从加强医疗卫生机构管理、建立健全医疗废物收集体系、强化处置能力建设等三个方面,借助信息化手段,对医疗废物实施全过程监管,防止疾病传播,污染环境,以保障人民群众健康。

参考文献:

- [1] 国务院.医疗废物管理条例[S].北京:国务院,2003.
- [2] 环境保护部,国家发展和改革委员会,公安部.国家危险废物名录[S].北京:环境保护部,2016.
- [3] 卫生部,国家环境保护总局.医疗废物分类目录[S].北京:卫生部,2003.
- [4] 安徽省统计局.安徽省2019年国民经济和社会发展统计公报[M].合肥:安徽省统计局,2020.
- [5] 邓琪,王琪,黄启飞.GM(1,1)在工业固体废物产生量预测中的应用[J].环境科学与技术,2012,35(06):180-183.
- [6] 袁剑,曾现来,陈明.基于灰色系统理论的济南市建筑废物产量预测[J].中国环境科学,2020,40(09):3894-3902.
- [7] 林艺芸,张江山,刘常青.中国工业固体废物产生量的预测及对策研究[J].环境科学与管理,2008,33(07):47-49.
- [8] 赵海洋,宁峰,吴可等.安徽省工业危险废物产生现状与产量预测研究[J].环境科学与管理,2016,41(11):32-35.

Analysis of the current situation of medical waste production and disposal in Anhui Province and its management countermeasures

LI Shaojie ,DONG Daoming ,LIU Yan ,CHEN Min

(Solid Waste Management Center of Anhui Province ,Hefei 230061 ,China)

Abstract: This paper describes the current situation of medical waste production and disposal in Anhui Province in 2019. Based on historical data from 2015 to 2019 ,a gray GM(1 ,1) prediction model was established to predict the amount of medical waste generated in Anhui Province during the “14th Five-Year Plan” period.The amount generated in 2025 will exceed the existing disposal ability.In view of this prediction reclusion.This paper analyzes the existing problems and proposes corresponding countermeasures.

Keywords: medical waste; GM(1 ,1) model; forecast; Anhui Province

(责任编辑 安祺)

(上接第49页)

水环境质量发生了转折性的变化。这十年,我国地表水Ⅰ~Ⅲ类优良水体断面比例提升了23.3个百分点,达到84.9%,已经接近发达国家水平。地级及以上城市的黑臭水体基本消除,人民群众的饮用水安全得到有效保障。

土壤环境质量发生了基础性的变化。我国出台第一部土壤污染防治的基础性法律土壤污染防治法,开展全国农用地和建设用地的土壤污染详查,实施土壤污染风险管控。土壤污染加重的趋势得到了有效遏制。

黄润秋说“去年11月,中共中央、国务院出台了《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》。‘十四五’我们仍然要保持力度、延展深度、拓展广度,用更高的标准打好污染防治攻坚战。”

这十年立法力度最大、制度出台最密集、监管执法尺度最严

“在习近平生态文明思想和习近平法治思想的科学指引下,这十年,我国生态环境法律和制度建设进入了立法力度最大、制度出台最密集、监管执法尺度最严的时期。”黄润秋表示。

(下转第94页)