

银川市西夏区垃圾中转站的合理布局研究

孙胜尧

北方民族大学数学与信息科学学院 宁夏 银川 750000

【摘要】近年来垃圾包围城市的问题越来越突出,为了解决这一难题,中国许多大中城市投资兴建垃圾填埋场和焚烧场。但随之产生原有收运系统与其不配套的问题,如垃圾处理场远离市区;城市垃圾收运车吨位又比较小,不适宜长途运输等。为解决这些问题,垃圾中转站就应运而生。本文中应用数学建模,应用 MATLAB 进行数据拟合预测,通过银川市数据的采集、计算,推算出未来发展的需求,根据需求使中转站选址更加合理。

【关键词】中转站;人口增长;垃圾产量;经济发展;选址

Study on Rational Layout of Refuse Transfer Stations in Xixia District, Yinchuan

Sun Sheng-yao

(School of Mathematics and Information Science, North Minzu University, Ningxia, Yinchuan)

Abstract: In recent years, the problem of garbage surrounding cities has become more and more prominent. To solve this problem, some cities have invested in the construction of landfill sites and incinerators. But the original collection and transportation system have incompatible problems, such as waste disposal far away from the city; transport vehicle tonnage is relatively small, not suitable for long-distance transport. In order to solve these problems, garbage transfer station was born. In this paper, mathematical modeling and MATLAB are used for data fitting prediction. Through data collection and calculation of Yinchuan city, the demand for future development is calculated to make the transfer station site selection more reasonable according to the demand.

Key words: Transfer Station; population growth; garbage production; economic development; site selection

1 引言

垃圾中转站是城市垃圾转运的一个重要枢纽,是城市环卫管理的一个重要环节,对减轻垃圾处理厂压力、蚊蝇滋生、美化环境具有举足轻重的作用。然而在现实生活中,绝大多数垃圾中转站因为选址、运营成本、技术等因素出现了垃圾处理不及时、外泄、噪音粉尘污染等问题,严重影响健康生活。影响垃圾中转站选址的限制因素有:符合城市建设总体的规划,具有良好的自然地理与地址条件,满足转运量的要求,具有较好的外部条件,应当满足社会和法律的要求。

2 现状分析

目前西夏区共有运行垃圾中转站 25 座。文昌北街、

同心北街与贺兰山西路、学院西路所在片区建设有宁夏大学文萃校区、北方民族大学、宁夏旅游学校、二一七小区、伊地小区、宁青园与青青公寓等高人口密度区域,而现有运行垃圾站的数量仅为一个,北京西路丽子园小区与燕宝花园所在区也没有正在运行的垃圾中转站,不能满足现实需求。相反北京西路共享家园氮肥厂附近垃圾中转站冗余,造成严重资源浪费,与目前资源循环利用、可持续发展的目标相违背。

从垃圾处理能力看,中转站冗余,垃圾日产量较小不足 12 吨时,要使得成本最低,只能在垃圾量达到 12 吨之后再进行处理,伴随着的就是垃圾滞留所带来的居民满意度降低、有害垃圾污染环境等问题。中转站不足,

垃圾量远超出最大处理能力，即每个中转站每天二次处理，从长期所需的成本考虑，新建立站点的成本要低于每天坚持二次处理的成本，在介于一次不足二次有余时，同样面临中转站冗余时所需要考虑的问题。

从运营成本看，每座中转站建设成本为 60 万元，运行周期为 15 年，每站配备一名工作人员保障垃圾中转站的正常运行，人员工资为每月 2000 元。当单个垃圾中转站每天运输超过两车时即考虑新建站。垃圾运输车单次运载量为 12 吨，运输费用为 200 元，处理费用为每吨 55 元。垃圾站新建成 9 年内的维护费为每年 1 万元，9 年后的维护费为每年 5 万元。

2018 年末，西夏区垃圾产量为：424 吨 / 天，现有垃圾中转站处理总量为：300 吨 / 天。

按计划每天无法及时运输走的垃圾量为 124 吨（垃圾总产量 - 计划运输量），垃圾承载力不足。

现有两种解决方法：

方法一：在 10 年内不增设垃圾站的情况下为清空垃圾站做二次运输处理的费用为：

$$25 \text{ 座} * 200 \text{ (运输费 / 次)} * 365 \text{ 天} * 10 \text{ 年} = 1825 \text{ 万元}$$

方法二：增建垃圾站成本

$$124t/12=10 \text{ 座}$$

$$10 * 600000 + 10 * 10 * 1 + 10 * 200 * 365 * 10 = 1530 \text{ 万元}$$

综合分析得知当前西夏区垃圾中转站的布局并不合理。

3 模型建立与求解

在建设中转站时应注意，建设垃圾中转站是否符合城市总体规划和环境卫生专业规划的要求，综合考虑服务区域、转运能力、运输距离、污染控制、配套条件等因素；设立在交通便利，易安排清运线路的地方，满足供水、供电、污水排放的要求；远离大型商场、影剧院出入口等繁华地段，避免建立在居住聚集地影响居民的生活质量，同时也要考虑环卫人员的运输。

3.1 人口增长预测

在未来的 10 年，宁夏银川市西夏区人口将有较大幅度的增长，垃圾制造量也会随之大幅度增长，届时以现有垃圾中转站将不能满足西夏区对垃圾处理要求。随着人口的增长，西夏区人口聚集区域也会随之发生变动，垃圾中转站也应为来满足城市发展的需要而重新规划数量、规模及地址。

经对比检验新建垃圾站的成本较低于进行二次运输的处理费用，故应采取新建垃圾中转站的方式来解决 10 年后人口发展而导致垃圾量上升的问题。

当前垃圾中转站的分布不足以满足 10 年后也就是 2030 年的使用，规矩 10 年后的建设需求和合理分布位置需要得知 10 年后的垃圾产量和人口分布情况。

垃圾总产量与区域人口数目和人均垃圾产量有关，人口的预测就显得尤为关键。

随着经济的发展，前来银川市定居的人员越来越多，银川市的人口数量也随之稳步上升。西夏区拥有银川绝大多数的高校和外来企业，所以人口流动性大，且人口数量记载并不足以进行数据集拟合分析。在此我们以实际户籍所在地为银川市的人口数据为基础进行人口分析预测，以此来降低人口流动及数据误差带来的影响。

我们从中国经济统计数据库中提取银川市从 1995 年到 2018 年银川市在籍人口的数据如下表：

表 1 1995-2018 年银川市总人口

各年份银川市总人口（单位：万）						
年份	1995	1996	1997	1998	1999	2000
总人口	54.49	55.86	57.34	58.6	59.38	64.17
年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006
总人口	65.49	69.28	71.82	75.82	79.03	87.97
年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012
总人口	86.08	88.84	91.42	94.86	97.2	100.2
年份	2013	2014	2015	2016	2017	2018
总人口	103.4	106.4	108.91	113	116	120

我们将这 24 年的人口数据进行线性拟合，运用 MATLAB 编程得到相关数据的参数及图像如下：

$$P1=20.9 \text{ (20.07,21.73)}$$

$$P2=84.4 \text{ (83.59,85.21)}$$

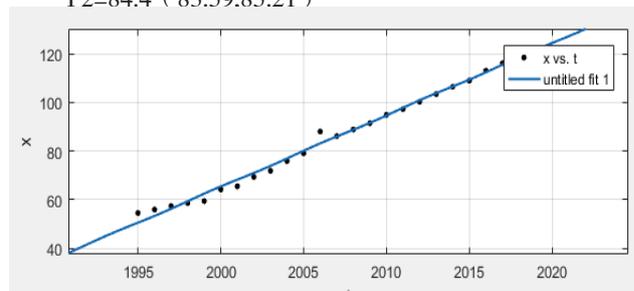


图 1

可以由图 1 所示，图像拟合度及较高，根据拟合结果我们即可对 2030 年时银川市在籍人口数量进行预测，纵观近几年西夏区人口，我们可以预测到 2030 年时西夏区的人口将达到 417175 人。

3.2 经济发展与垃圾产量的关系

随着经济的发展，人们对于垃圾地制造和分类有了进一步的认识。虽然购买力大幅上升，但人们的环保意识也在一步步增强。人们的经济收入成了影响垃圾产量的关键因素。

我们选取近年来银川市人均 GDP 产值和垃圾总产量进行计算得到一下数据：

表 2 2015-2020 年人均 GDP 和垃圾产量

年份	垃圾年产量 (吨)	常住人口 (万人)	人均 GDP (元/人)	垃圾日产量 (吨/天)	垃圾人均日产量 (千克)
2015	465850	216.41	43805	1276.30137	0.58976081
2016	484901	219.11	47194	1328.49589	0.606314586
2017	504953	222.54	50765	1383.432877	0.621655827
2018	528971	225.06	54094	1449.235616	0.643933003
2019	549690	229.32	57717	1506	0.656724228
2020	571590	233.12	61691	1566	0.671757035

我们将银川市人均 GDP 和垃圾人均日产量带入到 MATLAB 中进行线性拟合得到一下参数和图像

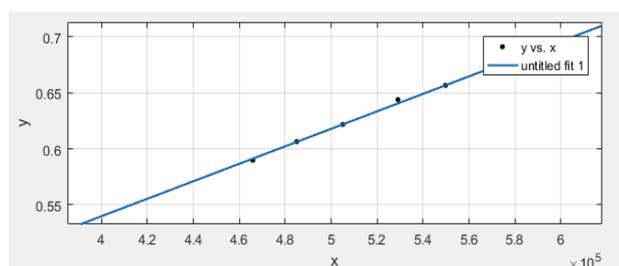


图 2

$$p1 = 0.03119 \quad (0.0286, 0.03379)$$

$$p2 = 0.6317 \quad (0.6293, 0.6341)$$

根据‘宁夏宏观经济发展预测模型的建立与应用’一文中通过建立经济模型对宁夏地区经济发展的预测可以得知：在 2020 年到 2030 年这一时间段内经济年均增长率为 7.1%。

带入现有数据可得 2030 年的人均 GDP 为 $61691 \times 1.071^{10} \approx 122494$ 元

再将所得数据带入到模型可得到 2030 年人均垃圾产量为 1.261 千克 / 天

至此我们可以求得在 2030 年银川市西夏区日产垃圾总量为：

$$1.261 \times 417175 = 526057.675 \text{ 千克 / 天}$$

根据垃圾站承载规模和运输计划，计算出西夏区需垃圾站 44 座方可满足符合西夏区未来十年的发展需求。

4 选址方式与原则

垃圾中转站主要是对城市中固体生活垃圾的收集、转运。对餐厅、购物中心所造成的液体厨余垃圾不进行采集，由专门的收集运输方式。在西夏区的各大高校也分别有其自己的垃圾收集运输站，不算在城市垃圾中转站的收集考虑范围。

故西夏区各小区人口的分布是影响垃圾中转站分布布局的主要因素。通过统计安居客、链家及部分建设规划，共统计出西夏区现有户数 100901 户（详见附录 1）。根据计算所得数据，现有房屋户数足以满足 10 年后人

口的增长需求。去除镇北堡远离市区需单独建站外，每 2347 户需配备一座垃圾中转站。每达到单位户数的区域我们考虑成一个单位，利用图论的思想，我们把一个区域看成是一个点，西夏区由 43 个点组成，再在每个点里分别考虑垃圾站建设使用对周边的影响进行选址。

5 结论

通过对小区住户密度的分析利用百度坐标拾取技术结合实际情况得到了 44 座中转站的具体坐标。

以西夏区北部金阳花园片区为例，贺兰山家园和茂盛小区共计 2114 户，故在其西侧配备一座中转站。金阳花园 3094 户单独配备一座中转站，其超出部分可向贺兰山家园附近站点分摊。单座垃圾中转站的负载量能够满足芦花洲小区的日产量，故在其西南侧单独建站。

44 座垃圾中转站经纬度坐标如下：

序号	经度	纬度
1	106.13078	38.480739
2	106.140302	38.477999
3	106.155088	38.469624
4	106.10207	38.487419
5	106.127726	38.485287
6	106.149223	38.485237
7	106.093707	38.49659
8	106.109949	38.491196
9	106.123513	38.491027
10	106.116686	38.507179
11	106.131077	38.517866
12	106.138227	38.506445
13	106.142413	38.511146
14	106.130466	38.497678
15	106.14333	38.499414
16	106.141246	38.490773
17	106.143833	38.494995
18	106.120315	38.497452
19	106.165661	38.496393
20	106.171276	38.498557
21	106.17508	38.495252
22	106.154136	38.490674
23	106.174833	38.488076
24	106.16585	38.489036
25	106.15004	38.496717
26	106.161466	38.501123
27	106.175193	38.513151
28	106.165778	38.513349
29	106.175444	38.507165
30	106.17645	38.503015
31	106.145656	38.488302
32	106.155969	38.509791
33	106.108502	38.497565
34	106.130493	38.510751
35	106.130349	38.502817
36	106.103723	38.507476
37	106.165922	38.506375
38	106.142961	38.542705
39	106.155178	38.537568
40	106.176774	38.54087
41	106.174474	38.520181
42	106.144291	38.518656
43	106.120791	38.515014
44	106.077816	38.628333

6 合理化建议

垃圾中转站由于选址、运营成本、技术等因素出现

了垃圾处理不及时、垃圾外泄、噪声粉尘污染等问题,严重影响到人们的健康和生活。为此垃圾中转站的选址应满足以下几大布局要求条件:

统筹考虑服务区域、运输距离等因素;

交通便利,易安排清运线路;

有可靠的电力供应、供水水源及污水排放系统;

不宜设在公共设施集中区域和靠近人流、车流集中地区。

对于垃圾中转站的建造设立:首先,小型垃圾中转站服务半径不超过服务半径不超过 1.0km,辐射面积在 2 ~ 3km² 以内。主要以服务周边 2~3 个小区,满足采用人力方式(三轮车、手推车等)进行垃圾收集,服务面积过大会导致无法满足储存需求,服务面积过小会导致公共资源浪费等问题。并且中转站建设位置不应距离居民区过近,虽然垃圾在中转站中的停留时间不长,但其对环境的影响不容忽视。有机垃圾在很短的时间内就会发生好氧和厌氧反应会产生有异味气体,降低居民生活好感度,使周边住户产生情绪反应。所以中转站的场址要选择在地理和地质条件良好的地方,如下风向的地方。

其次,选址位置要交通便捷,转运车辆易于接收垃圾,道路宽度、转弯半径等均应满足运输车辆的要求,提高整个系统运转效率。方便的外部交通、可靠的供电电源、充足的供水条件,不仅可以减少卫生垃圾中转站辅助工程的投资,加快垃圾中转站的建设进程,还可以发挥最大的社会效益,提高垃圾中转站的环境价值经济建设价值。

最后,垃圾会滋生蚊蝇和细菌,影响居民的身心健

康。所以尽量选择人口密度小、对社会不会产生明显不良影响的地点,符合环境卫生专业规划。垃圾中转站场址的选择要与城市总体规划相适应,符合相应法律和法规。如大气污染防治法规、水资源保护法规、固体废弃物污染环境防治法等。

对于垃圾中转站本体:垃圾转运系统在外部环节衔接配套,内部单元相互协调配合,提倡系统设计模块化,中转站各单元机械设备,应同型号、同规格,合法合理;在管理上协调优化,合理分配服务面积,避免资源浪费与垃圾堆置。

随着城市生活质量要求提高及垃圾处理方式的需,垃圾中转站成为城镇垃圾处理系统的重要枢纽,是城市环卫管理的一个重要环节,对减轻垃圾处理厂压力、减少二次污染、蚊蝇滋生、美化环境具有举足轻重的作用。垃圾中转站的建设及其合理布局将大大提高我国城镇垃圾处理系统的投资效益和运行效率,对于改善城镇生活环境、促进我国城镇的可持续发展也具有十分重要的意义。

【参考文献】

- [1]CJJ47-2006 生活垃圾中转站技术规范[S].
- [2]姜启源.数学建模[M].北京:高等教育出版社.
- [3]秦长海,裴毅飞.宁夏宏观经济发展预测模型的建立与应用[J].资源科学,2006(04):201-205.
- [4]陈海滨,周永锋,韩沁沁.城镇垃圾处理地规划研究[J].环境污染与防治,2005,27(5):375-378.
- [5]城镇环境卫生设施设置标准(CJJ27-2005)[S].北京:中国建筑工业出版社,2005(4)