

# 郑州市惠济区基层医疗机构医废逆向物流路径优化研究

张睿智 常梦龙

(河南牧业经济学院 物流与电商学院 河南 郑州 450045)

摘要: 随着我国医疗卫生事业飞速发展, 医疗废弃物的种类和数量不断增加, 不仅造成了环境污染和资源浪费, 也对人类健康产生了危害, 因此规范并完善地回收医废显得尤为重要。首先从医废源头出发, 提出将基层医疗机构产生的医废回收至附近具备完善处置能力的大型医疗机构, 进而完成统一处置的回收模式, 并将回收路线的优化作为本文的研究重点; 然后使用百度地图、Arcgis 等软件结合 excel 和 python, 完成郑州市惠济区基层医疗机构医废回收网络拓扑模型; 最后使用 python 实现节约里程法, 得到优化后的回收路径。

关键词: 医废; 逆向物流; 路径规划; 节约里程法

## 一、引言

据统计, 2019 年我国医废生成量高达 226 万吨, 且突如其来的新冠肺炎疫情迅速蔓延, “战疫”过程中面临医废产量骤增及处理能力不足、医废处理难度大且存在非法回收等问题, 如何处理医废启发人们更多思考<sup>[1]</sup>。2020 年 11 月, 河南省卫健委等部门印发《医疗机构废弃物综合治理工作方案》, 要求各地加强医疗机构内部废弃物的源头管理, 规范废弃物分类投放、收集、贮存、交接、转运全流程管理。2019 年, 郑州市共产生医疗废物 21705.596 吨, 多数诊所、卫生室和社区卫生服务中心等基层医疗机构处理能力较为薄弱, 优化基层医疗机构医废回收模式及路径, 使其得到正确、及时处理显得至关重要<sup>[2]</sup>。

本文利用回收拓扑网络模型、节约里程法等研究郑州市基层医疗机构医废逆向物流路径优化, 从而得到较为经济可行的运输路线, 在节约回收行车里程与回收时间的同时, 降低了物流运输成本, 对于基层医疗机构来说具有一定的参考意义。

## 二、构建医废回收网络拓扑模型

基于基层医疗机构医废回收相关政策及逆向物流理论, 可以将基层医疗机构与惠济区人民医院作为网络节点, 医废转运车的行车路径作为运输线路, 最终形成了各个基层医疗机构集中回收医废至惠济区人民医院的逆向物流回收模式。拓扑网络模型具体构建过程如下:

### (一) 构建思想

在惠济区基层医疗机构医废回收路径优化的研究中, 使用节点和线段构建网络拓扑模型,

作者简介: 张睿智 (1984-), 女, 河南南阳人, 河南牧业经济学院物流与电商学院讲师, 硕士; 常梦龙 (1999-), 男, 河南许昌人, 河南牧业经济学院物流与电商学院学生, 本科。

并以此模拟医废转运车的回收路径网络, 忽略现实中复杂的行车环境以及物理形态, 从而明确研究内容, 降低研究复杂程度<sup>[3-4]</sup>。

### (二) 构建流程

1.基本假设。【假设 1】在回收网络拓扑模型中, 用有属性的点来表示医疗机构。每个医疗机构的建筑形态与模型建立无关, 任意一个医疗机构与 206 平方千米的郑州市惠济区总面积相比较, 都可以近似看做一个点, 并以此来展现其在模型中的基本性质。【假设 2】在回收网络拓扑模型中, 用线段来表示各个医疗机构之间的路径。在模型中用直线路径代替非直线路径, 并且将各个医疗机构两两之间的行车里程作为路径的距离。

2.基本流程。首先, 调查并搜集惠济区基层医疗机构的信息并进行编号; 其次, 获取各个医疗机构的经纬度; 第三, 利用制图软件制作网点图; 第四, 获取各个基层医疗机构的医废产量随机数; 第五, 根据经纬度获取两地行车里程; 最后将各个节点两两之间进行连接, 完成模型构建,

### (三) 构建结果

1.获取郑州市惠济区基层医疗机构信息。通过网络调查获取惠济区基层医疗机构的名称、地址等信息, 并对其进行编号排序, 部分如表 1 所示。

表 1 惠济区基层医疗机构及人民医院列表 (部分)

序号	名称	序号	名称
P0	惠济区人民医院 (新院区)	P49	惠济刘瑞红中西医结合诊所
P1	惠济区花园口镇卫生院	P50	惠济李勉友诊所
P2	惠济陈翠华中医 (综合) 诊所	P51	惠济正慈惠源诊所
P3	惠济王聚琴中医诊所	P52	毛庄村卫生所
P4	惠济德韵堂中医 (综合) 诊所	P53	青寨村卫生所
P5	惠济赵中华中医诊所	P54	刘寨社区卫生服务中心-预防接种门诊
P6	惠济马普菊诊所	P55	惠济韩淑云诊所

2.获取对应经纬度。本研究统一使用 BD09 坐标系, 借助 python 语言, 使用百度地图地理编码功能快速获取郑州市惠济区基层医疗机构及惠济区人民医院的经纬度信息, 部分如表 2 所示。

表 2 惠济区基层医疗机构及人民医院经纬度 (部分)

编号	经度	纬度	编号	经度	纬度
P0	113.639321	34.875211	P49	113.589043	34.896923
P1	113.633744	34.830302	P50	113.589043	34.896923
P2	113.700608	34.882023	P51	113.577865	34.894618
P3	113.674056	34.907637	P52	113.634753	34.871960
P4	113.668579	34.902578	P53	113.664800	34.882771
P5	113.673490	34.900661	P54	113.635897	34.811484
P6	113.671166	34.904219	P55	113.633618	34.816020

3.制作网点图。利用上一小节已经获取的惠济区医疗机构 BD09 经纬度坐标, 通过地图软件的批量标点功能完成对各个位置的标记, 如图 2 所示。

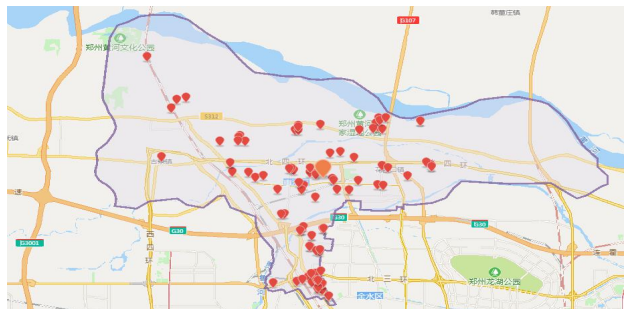


图2 郑州市惠济区基层医疗机构网点图

4.获取各个基层医疗机构的医废产量。我们一般认为住院部中每个床位每天产生 0.8kg 医废、门诊部每人每次产生 0.05kg 医废。基于访谈及实地调查资料收集,通过 RANDBETWEEN 函数,在相对符合各基层医疗机构医废日产量权重下进行一组随机数的生成,部分如表 3 所示。

表 3 惠济区基层医疗机构医废日产量随机数表(部分)

Table with 6 columns: 编号, 日产量, 编号, 日产量, 编号, 日产量

表 4 郑州市惠济区基层医疗机构与人民医院间行车里程表(部分)

Table with 14 columns: P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13

6.完成模型的构建。使用 Arcgis 对各个医疗机构进行连线,用带有里程数的矢量线段代替不规则的实际行车路线,从而获得拓扑网络模型,如图 3 所示。

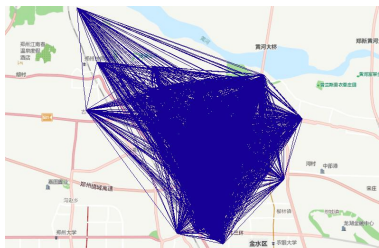


图 3 郑州市惠济区基层医疗机构医废回收网络拓扑模型

三、基于节约里程的模型求解及其 python 实现

(一) 基本流程

节约里程法核心思想是依次将运输问题中的两个回路合并为一个回路,每次合并使得总运输距离减小的幅度最大,直至达到一辆车的最大载重量,再进行下一辆车的优化[5-6]。在本文构建的回收模型中,由于数据较多,选用 python 语言代码处理其中无数次重复的步骤,可以快速地处理这些重复性的工作。

(二) 算法实现

根据节约里程法的基本思想以及操作步骤,获得了此方法的实现算法。使用 python 实现节约里程法的代码如图 4 所示。

```
python code for the savings method algorithm, including imports, data initialization, and the main optimization loop.
```

图 4 节约里程法

四、郑州市惠济区基层医疗机构医废逆向物流路径优化结果分析

Table with 6 columns: P1, P2, P3, P4, P34, P35, P36, P37, P67, P68, P69, P70

5.获取两两之间的行车里程。本研究利用百度地图结合 python 语言,快速获取所需要的行车里程,部分结果如表 4 所示。

(一) 医废逆向物流路径优化

将 RANDBETWEEN 函数获得的一组随机数、医废转运车的最大载重 G = 800kg、最大行驶里程 S=3.0 × 10m 作为变量输入程序,将行车里程保存为 csv 文件,使用编译器打开 C\_W\_节约里程法运行程序[7-9],最终回收路线总里程数如图 5 所示。

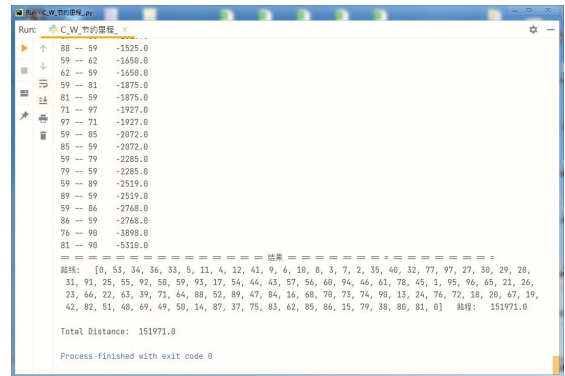


图 5 最终回收路线及行车总里程

(二) 医废逆向物流路径优化方案对比分析

1.初始回收方案

初始方案中,医废转运车从起点出发,每辆车(或车次)只针对一个基层医疗机构的医废进行回收,并返回起点。基于本研究,在初始方案下,需要使用 97 辆车(或车次)完成所有医废回收,excel 计算可得,行车总里程:

S 总 1 = SUM ( C2:B98 ) \*2=1127262m

2.现有回收方案

现有回收方案是以 Dijkstra 算法为依据,即医废转运车从起点出发,首先前往最近的基层医疗机构完成回收,然后以此点为新起点,前往下一个最近且未到达的基层医疗机构,如此循环,直至满载或者完成所有医废回收,返回初始起点;车辆满载回到初始起点时,仍然没有完成所有基层医疗机构的医废回收,则再次从起点发出车辆,按照同样的步骤直至完成回收任务,结束循环。excel 计算可得行车总里程:

S 总 2 = SUM ( 98 行车里程 ) =170646m

3.节约里程法优化方案

通过程序运行的结果可知,依据日产量随机数作为初始数据,使用节约里程法完成的路线规划方案中生成一条行车路线:行车总里程为 151971m。对比可得,节约里程法的优化方案最为节约,相

(下转第 245 页)

时间的循环性对人类劳动的影响体现在多个方面,昼夜循环交替,四季有规律的变换对于航空事业,农业生产具有重要的参考价值。在延续了几千年封建统治的社会里,时间的循环对于劳动人民而言几乎没有质的飞跃,生产工具的使用是人类智力进步的重要表现之一,而在封建王朝制度的束缚之下,劳动阶级发明的生产工具也不过是实现了曲辕犁到风力水车的变化,而对比蒸汽时代,工业时代的变革,其实际的劳动工具改革跨度并不大,农业文明之下,时间的循环性主要体现在劳动阶级掌握其周期性以便稼穡之上。现代社会脑力劳动的地位日益重要,对时间的研究则主要集中于天文学与金融领域的研究。地球周期循环,太阳黑子爆发的周期等等都是对于宇宙循环的探索,在金融市场领域所有产品的价格都是由两个刻度组成的二维图表,他们分别是价格刻度和时间刻度,缺少了任何一个刻度,我们的分析都难以进行,时间因素一直存在于技术分析之中,早在循环分析先驱埃德华·杜威和奥格·曼迪诺合著的《循环·触发事件的神秘力量》一书中就介绍了包括股市周期循环等在内的时间循环理论。

### (三)时间的可塑性:人类劳动实践的空间

马克思认为时间是有意义的存在,他对于伊壁鸠鲁的时间观以及毕达哥拉斯的消极时间观提出了自己的看法,马克思在自己的博士论文中写道:“时间是人的主动的,变换的和感性的积极存在”在这一过程中,马克思把人看做社会实践发展的主人,把人类看做能够安排利用塑造时间的主动者,由于人的实践活动具有目的性和可预见性,人类在利用时间之前会对时间做出合理的规划,按照自己的需要来管理时间,人类变成了管理时间的能手,由于时间的线性,我们无法挽回流失的时间,但人类可以合理的掌控时间,时间能够更好的服务人类的生产生活活动。正是时间的形塑性为我们延

展了生存并且日益丰富发展的空间,为开辟人类历史长河提供了基础,由于实践的形式是多种多样的,所以在实践中的时间也被划分成了不同的形式,有劳动时间、文化时间、经济时间等等,它们都按照不同的标准进行划分,使人类的劳动形式更加丰富多样,正是人类对时间的塑造,使我们能够创造出人类自己的、无限磅礴的宇宙。

世界的万事万物都存在于时间之中,任何人任何事都不能脱离时间,从牛顿的“狭义相对论”到爱因斯坦“广义相对论”再到霍金的“黑洞理论”我们对时间和空间的认识不断深化。对于时间的理解和把握,人类处在“瞻之在前,忽焉在后”的探索状态,我们对于时间、空间、宇宙、等广袤无边的事物的认识还有很长的路要走。

### 参考文献

- [1]鲁鑫,李鹏.紫禁城里的“太阳能”计时器和“水力”计时器[J].奇妙博物馆,2020(Z2):68-71.
  - [2]李洋.马克思的社会时间理论及其当代意义研究[D].华东师范大学,2018.
  - [3]李璐.马克思的时间观研究[D].西北师范大学,2020.
  - [4]肖燕.时间的概念化及其语言表征[D].西南大学,2012.
  - [5]熊进.论马克思的时间概念[D].武汉大学,2010.
- 作者简介:吉艳超(1996-)女,汉族,山东临沂人,单位:哈尔滨师范大学马克思主义学院硕士研究生,马克思主义基本原理专业,研究方向:习近平新时代中国特色社会主义思想

### (上接第241页)

比于初始方案节约 975291m, 相比于现阶段方案节约 18675m。

## 五、研究结论及不足

### (一)研究结论

1.构建回收拓扑路网模型。在获取基本数据基础上,制作出基层医疗机构网点图,然后依据医废产出权重生成一组产量随机数,完成郑州市惠济区基层医疗机构医废回收网络拓扑模型。

2.结合 python 对节约里程法进行优化。使用 python 实现节约里程法,可以对大量数据进行快速准确的处理,数秒间生成节约里程法的回收路线。

3.对优化前后路径方案进行对比分析。节约里程法下的优化方案最为节约,相比于初始方案节约 975291m, 相比于现阶段方案节约 18675m, 验证了前文研究结果。

### (二)研究不足

1.缺乏实时动态性。由于医疗机构每天的医废产量存在不确定性,本文研究没有实时动态线路规划更加准确与灵活。

2.存在一定区域局限性。仅仅针对郑州市惠济区人民医院周围的基层医疗机构进行回收路径优化研究,存在一定局限性。

3.行车里程存在一定误差。获取各个节点两两之间行车里程时默认往返里程相等,这一假设违背了行车时往返里程不一定完全相同的实际情况。

### 参考文献

- [1]全国能源信息平台.2020 年中国医废处理行业市场现状

及发展前景分析[EB/OL].(2020-05-06).<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1665917728114173962&wfr=spider&for=pc>.

- [2]孔凡哲.我省加强医疗废弃物综合治理[EB/OL].(2020-11-06).

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1682585087026681847&wfr=spider&for=pc>.

- [3]李文宇.医院内部医疗废弃物回收的规划及管理系统研究[D].合肥:合肥工业大学,2020.

- [4]邱晓君.基于节约里程法的潍坊中百便利配送路径优化[J].中国物流与采购,2020(6):44-45.

- [5]彭扬,吕珏,邓秋萍.物流分区配送路线优化问题建模及算法求解[J].物流技术,2014,33(01):211-212+237.

- [6]石丽红,范厚明,翟志伟.城市医疗废弃物回收处理流程及车行路径优化[J].大连海事大学学报,2010,36(3):50-53.R

- [7]戴佩芬.医疗废弃物逆向物流系统研究[D].大连:大连海事大学,2011.

- [8]王梅,王珏.医疗废弃物逆向物流路径优化[J].物流工程与管理,2012,34(06):10-11.

- [9]肖鸿,陈丽因.三明城市医疗废弃物回收物流网络规划[J].三明学院学报,2019,36(06):65-72.