

城市垃圾填埋场选址的环境地质适宜性评价方法探讨

侯 伟

山东省地质测绘院 山东 济南 250011

摘 要：随着城市化进程的加速，城市垃圾产量急剧增加，垃圾填埋场作为主要的垃圾处理方式之一，其选址的环境地质适宜性至关重要。合理的选址不仅能减少对周边环境和居民的影响，还能降低填埋场建设和运营过程中的风险。本文深入探讨了城市垃圾填埋场选址的环境地质适宜性评价方法，包括评价模型的选择以及实际应用中的注意事项，旨在为城市垃圾填埋场的科学选址提供理论支持和实践指导。

关键词：城市垃圾填埋场；选址；环境地质适宜性；评价方法

1 引言

城市垃圾是城市化进程中不可避免的副产物，其合理处理对于维护城市环境卫生、保障居民健康以及推动城市的可持续发展具有至关重要的意义。垃圾填埋场作为一种传统且应用广泛的垃圾处理方式，具有处理量大、技术成熟等显著优点。然而，若垃圾填埋场选址不当，可能会引发一系列严重的环境地质问题，如地下水污染、土壤污染、地质灾害等，对周边生态环境和居民生活造成难以估量的损害。因此，开展城市垃圾填埋场选址的环境地质适宜性评价研究，精准选择合适的填埋场场址，具有重要的现实意义和战略价值。

2 城市垃圾填埋场选址的环境地质影响因素

2.1 地形地貌

地形地貌条件对垃圾填埋场的选址具有多方面的影响。从施工和运营管理的角度来看，平坦开阔的地形具有明显优势。一般来说，地形坡度应控制在一定范围内，通常不宜超过5%。当坡度过大时，不仅会增加土方工程量，导致建设成本大幅上升，还可能使雨水在填埋场内难以顺畅导排，从而增加渗滤液的产生量。例如，在山区或丘陵地区，地形复杂，地势起伏较大，部分区域坡度可能达到20%甚至更高，这样的地形条件下进行垃圾填埋场建设，需要大量的土方开挖和回填工作，施工难度和成本都会显著增加。而且，雨水容易在山谷等低洼地带积聚，形成积水区域，进一步加大了渗滤液处理的压力。此外，复杂的地形还可能引发滑坡、泥石流等地质灾害，对填埋场的安全构成严重威胁。

2.2 地质构造

地质构造的稳定性是垃圾填埋场选址的核心关键因素之一。活动断层和地震带等地质构造不稳定区域是选址的禁区。活动断层是指近期仍在活动的断层，它可能会引发地震、地面塌陷等地质灾害。根据相关研究，距

离活动断层5公里以内的区域，发生地质灾害的风险显著增加^[1]。例如，在某地区，由于垃圾填埋场选址距离活动断层较近，在一次地震中，填埋场出现了地面裂缝和局部塌陷，导致垃圾渗滤液泄漏，对周边地下水造成了严重污染。地震带则是地震频繁发生的区域，地震烈度是衡量地震对地面和建筑物破坏程度的指标。在选择填埋场场址时，应确保场址所在地区的地震基本烈度不超过7度。当地震烈度较高时，填埋场的基础设施可能会受到严重破坏，垃圾填埋体也可能发生位移和变形，从而影响填埋场的稳定性和安全性。

2.3 岩土体性质

岩土体的物理力学性质和渗透性对垃圾填埋场的稳定性和防渗性能起着决定性作用。理想的填埋场场址应具有较低渗透性的岩土体，如黏土、粉质黏土等。黏土的渗透系数通常在 1×10^{-7} ~ 1×10^{-9} cm/s之间，能够有效阻止垃圾渗滤液向周边土壤和地下水渗透。在实际工程中，一般要求填埋场防渗层的渗透系数不大于 1×10^{-7} cm/s。同时，岩土体应具有足够的强度和稳定性，能够承受垃圾填埋体的重量和填埋过程中产生的附加应力。一般来说，岩土体的压缩模量应不小于5MPa，以防止填埋场发生不均匀沉降、滑坡等工程地质问题。

2.4 地下水条件

地下水是垃圾填埋场选址必须重点考虑的关键因素之一。地下水水位过高会增加垃圾渗滤液的产生量，同时也会显著增加渗滤液污染地下水的风险。一般来说，填埋场场址的地下水水位应低于场底标高2米以上。例如，在某地区，由于填埋场选址时未充分考虑地下水水位因素，地下水水位较高，导致垃圾渗滤液与地下水混合，使得渗滤液处理难度大幅增加，且对周边地下水造成了严重污染^[2]。此外，还需要详细了解地下水的流向和流速，避免填埋场位于地下水的上游或补给区。地下水的

流速通常在0.1-1m/d之间,若填埋场位于地下水的上游,垃圾渗滤液可能会随地下水迁移扩散,污染周边水源。

2.5 土壤条件

土壤的化学性质和物理性质对垃圾填埋场的选址也有一定影响。土壤的酸碱度(pH值)会影响垃圾中污染物的迁移转化过程。一般来说,土壤的pH值在6.5-7.5之间较为适宜。当土壤呈酸性(pH值小于6.5)时,可能会加速金属离子的溶出,增加渗滤液中重金属的含量。例如,在酸性土壤条件下,垃圾中的铅、镉等重金属更容易溶解到渗滤液中,对环境 and 人体健康造成危害。土壤的质地、结构等物理性质则影响着土壤的渗透性和保水性。砂质土壤渗透性较强,但保水性较差;黏质土壤渗透性较弱,保水性较好。在选址时,应综合考虑土壤的化学和物理性质,选择对垃圾渗滤液污染具有较好缓冲和吸附能力的土壤区域。

3 城市垃圾填埋场选址环境地质适宜性评价模型的选择

3.1 层次分析法(AHP)

层次分析法是一种将定性与定量相结合的多准则决策方法。其基本步骤如下:(1)构建层次结构模型:将城市垃圾填埋场选址环境地质适宜性评价问题分解为目标层、准则层和指标层。目标层为城市垃圾填埋场选址环境地质适宜性;准则层包括地形地貌、地质构造、岩土体性质、地下水条件和土壤条件等;指标层则为具体的评价指标,如地形坡度、活动断层距离等。(2)构造判断矩阵:通过专家打分的方式,对各层次元素进行两两比较,确定其相对重要性,并构造判断矩阵。判断矩阵的元素表示两个元素相对重要性的比值,一般采用1-9标度法进行量化^[3]。(3)计算权重向量:对判断矩阵进行一致性检验,若通过检验,则计算其最大特征值和对应的特征向量,将特征向量归一化后得到各元素的权重向量。(4)层次总排序:根据各指标的权重和各场址的指标值,计算出各场址的环境地质适宜性得分,并进行排序和选优。层次分析法的优点是能够将主观判断与客观分析相结合,具有较强的系统性和逻辑性;缺点是专家打分过程中可能存在主观偏差,影响评价结果的准确性。

3.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法是基于模糊数学理论的一种评价方法,它能够处理评价过程中存在的模糊性和不确定性。其基本步骤如下:(1)确定评价因素集和评语集:评价因素集即为上述评价指标体系中的各指标,评语集一般分为优秀、良好、一般、较差、差等几个等级。(2)

建立模糊隶属函数:根据各指标的特点和实际数据,建立相应的模糊隶属函数,将各指标的模糊值转化为隶属度。例如,对于地形坡度这一指标,可以建立梯形隶属函数,当坡度小于3%时,隶属度为1(优秀);当坡度在3%-5%之间时,隶属度在0.5-1之间线性变化(良好);当坡度大于5%时,隶属度为0(较差)。(3)确定权重向量:可以采用层次分析法等方法确定各指标的权重向量。(4)进行模糊综合评价:根据模糊隶属函数和权重向量,计算各场址对各评语等级的隶属度,然后采用最大隶属度原则或其他综合评价方法确定各场址的环境地质适宜性等级。模糊综合评价法的优点是能够充分考虑评价过程中的模糊因素,评价结果更加符合实际情况;但模糊隶属函数的确定存在一定的主观性,可能会影响评价结果的可靠性。

3.3 神经网络评价法

神经网络评价法是一种模拟人类神经系统结构和功能的智能评价方法。其基本步骤如下:(1)数据准备:收集已建垃圾填埋场的相关数据作为训练样本,包括各评价指标的值和对应的环境地质适宜性等级。数据应进行归一化处理,以提高神经网络的训练效果。(2)网络结构设计:选择合适的神经网络结构,如BP神经网络。确定输入层、隐藏层和输出层的节点数。输入层节点数等于评价指标的个数,输出层节点数等于评语等级的个数,隐藏层节点数可以根据经验公式或试验确定。(3)网络训练:将训练样本输入神经网络,采用反向传播算法等训练方法对神经网络进行训练,调整网络的权重和阈值,使网络的输出误差达到最小。(4)网络评价:将新的场址的各评价指标值输入训练好的神经网络,得到该场址的环境地质适宜性等级^[4]。神经网络评价法的优点是能够处理复杂的非线性关系,具有较强的自适应能力和学习能力;缺点是需要大量的样本数据进行训练,且神经网络的结构和参数选择对评价结果影响较大,训练过程较为复杂。

3.4 综合评价模型的选择与应用

在实际应用中,可以根据评价的具体要求和数据的可获得性,选择合适的评价模型或综合运用多种评价模型。例如,可以先采用层次分析法确定各评价指标的权重,然后结合模糊综合评价法对各场址进行综合评价,最后利用神经网络评价法对评价结果进行验证和优化。通过多种评价模型的相互补充和验证,能够提高评价结果的准确性和可靠性。例如,在某大型城市的垃圾填埋场选址评价中,综合运用了层次分析法、模糊综合评价法和神经网络评价法,得到了较为科学合理的评价结果。

4 城市垃圾填埋场选址环境地质适宜性评价中的注意事项

4.1 数据的准确性和可靠性

评价数据的准确性和可靠性是保证评价结果科学合理的基础。在资料收集和现场调查过程中,应采用科学的方法和先进的仪器设备,确保数据的真实性和准确性。例如,在测量地形坡度时,应使用高精度的全站仪或GPS仪器;在测定渗透系数时,应按照相关标准进行室内渗透试验或现场抽水试验。同时,要对收集到的数据进行严格的质量控制和审核,剔除异常数据,提高数据的可靠性。例如,对于明显偏离正常范围的数据,应进行复查和核实,确保数据的准确性。

4.2 评价方法的适用性

不同的评价方法具有不同的特点和适用范围,在实际应用中应根据评价的具体要求和数据的可获得性,选择合适的评价方法。同时,要注意评价方法的局限性,避免盲目套用。例如,层次分析法虽然能够将主观判断与客观分析相结合,但专家打分过程中可能存在主观偏差;模糊综合评价法能够处理模糊因素,但模糊隶属函数的确定存在主观性;神经网络评价法能够处理复杂非线性关系,但需要大量样本数据进行训练。必要时,可以综合运用多种评价方法,相互验证和补充,提高评价结果的准确性。

4.3 动态评价与监测

城市垃圾填埋场选址的环境地质条件可能会随着时间的推移而发生变化,如地下水水位的变化、地质构造的活动等。因此,应建立动态评价与监测机制,定期对填埋场场址的环境地质条件进行监测和评价,及时发现潜在的环境地质问题,并采取相应的措施进行处理。例如,每半年对地下水水位、水质进行一次监测,每年对地形地貌、地质构造进行一次复查。一旦发现环境地质条件发生变化,应及时调整评价结果和相应的处理措施。

4.4 公众参与

城市垃圾填埋场的选址涉及到周边居民的切身利益,容易引起公众的关注和反对。因此,在选址过程中应充分征求公众的意见和建议,加强与公众的沟通和交流,提高公众的参与度。通过公众参与,能够更好地了解公众的需求和担忧,优化选址方案,减少社会矛盾。例如,在选址初期,可以通过召开听证会、发放调查问卷等方式,广泛征求公众的意见;在选址过程中,及时向公众公布评价结果和相关信息,接受公众的监督。

结语

城市垃圾填埋场选址的环境地质适宜性评价是一项复杂而重要的工作,它关系到垃圾填埋场的建设和运营安全,以及对周边环境和居民的影响。通过构建科学合理的评价指标体系,选择合适的评价模型,并注意评价过程中的各项事项,能够对城市垃圾填埋场选址的环境地质适宜性进行准确评价,为垃圾填埋场的科学选址提供有力支持。在未来的城市垃圾填埋场选址工作中,应充分认识到环境地质适宜性评价的重要性,严格按照相关标准和规范进行选址和评价。同时,要加强与其他部门的协作配合,形成工作合力,共同推进城市垃圾处理设施的建设和管理,为城市的可持续发展创造良好的环境条件。此外,还应积极探索垃圾减量化、资源化和无害化处理的新技术、新方法,减少对垃圾填埋场的依赖,从根本上解决城市垃圾处理问题。

参考文献

- [1]陈璇璇,罗莹华,邱玲玲,等.城市垃圾填埋场选址影响因素分析[J].能源与环境,2020,(03):76-77+119.
- [2]解会存.芜湖市生活垃圾填埋场地质环境影响因素及适宜性评价[J].地下水,2020,42(06):140-143.
- [3]刘佳敏,梁致远,李月诗,等.基于模糊逻辑的多准则建模方法在兰州市垃圾填埋场选址中的应用[J].西北师范大学学报(自然科学版),2022,58(04):113-119.
- [4]张伟.基于GIS-AHP的垃圾填埋场选址分析[D].华北理工大学,2020.