

深基坑工程支护结构变形预测的机器学习模型对比

王磊特

陕西亿达恒昇建筑有限公司 陕西咸阳

【摘要】深基坑工程支护结构的变形预测是保障工程安全的重要环节。随着传统预测方法的局限性，机器学习技术在该领域的应用得到了越来越广泛的关注。本文探讨了基于机器学习的不同模型在深基坑工程支护结构变形预测中的效果与对比，重点分析了各类算法（如决策树、支持向量机、神经网络等）在处理非线性关系及复杂数据集方面的优势与挑战。通过合理选择模型，可以显著提高预测精度，为深基坑支护结构的设计与施工提供科学依据。本文的研究为深基坑工程支护结构变形预测提供了新的思路和方法，并对不同机器学习算法的适用性进行了深入探讨。

【关键词】深基坑工程；支护结构；变形预测；机器学习；模型对比

【收稿日期】2025 年 3 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 8 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000147

Comparison of machine learning models for deformation prediction of supporting structures in deep foundation pit engineering

Leite Wang

Shaanxi Yida Hengsheng Construction Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi

【Abstract】The deformation prediction of supporting structures in deep foundation pit engineering is a crucial link to ensure engineering safety. Due to the limitations of traditional prediction methods, the application of machine learning technology in this field has attracted increasing attention. This paper explores the effects and comparisons of different machine learning-based models in predicting the deformation of supporting structures in deep foundation pit engineering, with a focus on analyzing the advantages and challenges of various algorithms (such as decision trees, support vector machines, and neural networks) in handling nonlinear relationships and complex datasets. By selecting appropriate models, the prediction accuracy can be significantly improved, providing a scientific basis for the design and construction of deep foundation pit supporting structures. The research in this paper offers new ideas and methods for the deformation prediction of supporting structures in deep foundation pit engineering and conducts in-depth discussions on the applicability of different machine learning algorithms.

【Keywords】Deep foundation pit engineering; Supporting structure; Deformation prediction; Machine learning; Model comparison

引言

深基坑工程支护结构在城市建筑和基础设施工程中具有重要作用，其变形控制直接影响工程的安全性和稳定性。传统的预测方法在面对复杂的地质条件和多变的施工环境时，往往无法达到理想的精度。近年来，随着机器学习技术的快速发展，越来越多的研究开始尝试将其应用于深基坑支护结构的变形预测中。机器学习算法，凭借其强大的数据处理能力和对非线性问题的良好适应性，成为了一种有效的预测工具。尽管如

此，不同机器学习模型在实际应用中的表现差异仍然值得深入研究。本文将对比不同机器学习模型在深基坑支护结构变形预测中的应用效果，以为该领域提供更为准确且高效的预测方法。

1 深基坑工程支护结构变形预测中的主要问题与挑战

深基坑工程支护结构的变形预测在实际工程中面临多个难点。地质条件的复杂性使得支护结构的变形难以准确预测。不同的土质、地下水位和周围建筑物的

存在等因素都会影响支护结构的稳定性。特别是在城市环境中，周围复杂的地质和建筑背景使得变形预测具有高度的不确定性。传统的理论方法通常依赖于简化的假设，例如土壤的线性弹性假设，这对于实际的非线性变形表现并不适用。随着基坑工程规模的扩大和深度的增加，传统的力学计算方法往往面临着精度不足的问题。施工过程中，土体和支护结构之间的相互作用复杂，预测这些交互作用对变形的影响，仍是工程领域中的一个关键难题。

施工期间的实时数据获取和处理成为了深基坑支护结构变形预测的重要挑战。在很多情况下，现场监测数据存在缺失或不完整的情况，这使得数据驱动的预测模型难以进行高精度的训练。尤其是在深基坑施工初期，数据收集通常较为困难，这导致模型的训练数据量不足，难以提升预测的准确性。监测系统本身也可能受到设备故障或环境因素的影响，导致测量误差，进一步增加了变形预测的不确定性。如何获取高质量、实时的监测数据，并将其有效整合到预测模型中，是提高深基坑工程预测精度的关键之一。

深基坑支护结构的变形预测不仅依赖于理论模型，还需要与施工实践相结合，形成适应实际工程环境的预测方法^[1]。由于每个项目的具体情况和条件不同，盲目应用通用模型可能会导致预测结果的不准确。如何根据每个项目的具体条件调整和优化预测模型，成为了另一个亟待解决的问题。针对深基坑支护结构的变形，需综合考虑土壤、结构以及施工过程的多方面因素，在实现高效准确预测的还需保证工程实践中的安全性和可操作性。创新的预测方法、精细的模型调整和数据融合技术等都将成为解决这些问题的关键方向。

2 常见机器学习模型在变形预测中的应用及其特点

在深基坑支护结构变形预测中，机器学习模型逐渐成为解决传统方法不足的有效途径。支持向量机（SVM）是一种常用的机器学习方法，它通过构建高维空间中的超平面来区分不同类别的数据。在深基坑变形预测中，支持向量机能够处理非线性问题，并且具有较强的鲁棒性。SVM通过最小化分类错误率和最大化边界间隔，能够有效避免过拟合，并在有限的训练数据上获得较好的泛化能力。这使得SVM在应对复杂的土壤-结构-施工交互作用时表现出色，尤其是在数据较为稀缺的情况下，依然能够提供稳定的预测性能。

与SVM相比，神经网络（特别是深度学习模型）在处理大规模数据集时具有显著的优势。深度神经网络（DNN）通过多层次的

网络（DNN）通过多层次的神经网络结构能够学习数据中的深层次特征，适合于处理复杂的非线性关系。在深基坑支护结构变形预测中，神经网络可以通过不断调整权重和偏置，提取土壤特性、支护结构形式及施工过程等多种因素的内在联系。这使得神经网络在深基坑变形预测中的表现尤为突出，能够更好地适应实际工程中变化莫测的条件。随着深度学习技术的不断发展，卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）等模型也被应用到变形预测中，尤其在处理时序数据和空间数据时，表现出了更加优秀的预测能力。

决策树算法是另一种在深基坑变形预测中应用较为广泛的机器学习方法。决策树通过一系列的规则判断来进行预测，在面对高度非线性的变形预测问题时，能够提供简单易懂且具有较高精度的预测结果^[2]。决策树的优点在于其对数据的处理方式非常直观，模型可以清晰地显示出各特征之间的关联性，帮助工程师在进行决策时对影响因素进行更深入的理解。尽管决策树具有一定的局限性，如容易过拟合和模型稳定性较差，但通过集成学习方法（如随机森林）可以有效解决这些问题，提升预测的准确性。

3 基于机器学习的深基坑支护结构变形预测模型对比分析

在应用机器学习模型进行深基坑支护结构变形预测时，各种算法的表现差异明显，尤其是在处理不同类型的数据时。支持向量机（SVM）作为一种经典的监督学习方法，在解决较为简单的线性问题时表现出色，能够实现较高的精度和稳定性。特别是在数据集较小、噪声较大的情况下，SVM能够通过最大化间隔边界的方式，有效提高模型的泛化能力，从而保持良好的预测效果。当面对大规模、高维度的复杂数据集时，SVM的计算代价较高，训练和预测的时间成本明显增加，特别是在数据集包含大量特征和样本时，计算复杂度急剧上升，导致模型训练效率低下。SVM对于数据不平衡的敏感性较强，若数据分布不均，模型可能会偏向于预测样本数较多的类别，从而影响预测的准确性。这些问题限制了SVM在处理复杂、动态的深基坑工程预测中的广泛应用。

与SVM相比，神经网络在大规模数据集上具有明显的优势。尤其是深度学习技术的发展，使得神经网络可以处理更加复杂和高维的数据集。在深基坑变形预测中，神经网络能够学习到更为深层次的非线性关系，具有较强的泛化能力。通过对大规模的监测数据进行训练，神经网络能够不断优化预测精度。神经网络的缺

点在于训练时间较长,且对参数调整和数据预处理的要求较高。尤其是在数据不平衡的情况下,神经网络可能会陷入局部最优解,影响预测结果的准确性。决策树和集成学习方法(如随机森林)在深基坑支护结构变形预测中也展现出了不容忽视的优势^[3-7]。决策树在特征选择方面的表现较好,能够清晰地描述不同因素之间的关系,从而为工程师提供直观的决策依据。随机森林作为决策树的集成方法,通过多个决策树的组合,克服了单一决策树的过拟合问题,能够提供更稳定的预测结果。尽管随机森林具有较高的准确性,但其缺点在于模型较为复杂,且计算量较大。在选择机器学习模型时,需要综合考虑问题的具体背景和数据的特点,以选择最合适的算法。

4 机器学习模型优化策略与实践应用建议

为了提高机器学习模型在深基坑支护结构变形预测中的应用效果,优化策略必须从数据的质量和数量入手,确保训练数据的全面性和代表性。在处理深基坑支护结构的变形预测时,构建多维数据集并优化特征工程是关键的一步。采用多源数据融合技术,结合现场监测数据、地质勘察信息、施工进度以及环境变化等多方面的数据,可以为模型提供更多样的输入特征,从而增强模型的预测能力。数据清洗和预处理也至关重要,通过剔除异常值、填补缺失数据和去除冗余特征,能够有效减少数据中的噪声干扰,确保模型在训练过程中不会受到错误信息的影响。这些措施能够大大提升模型的预测精度和可靠性。

针对不同机器学习算法的特性,选择合适的优化策略至关重要。在神经网络模型中,可以通过调整网络结构、增加层数、优化激活函数等方法,提升模型对非线性关系的拟合能力。而在支持向量机和决策树模型中,可以通过调整核函数、选择合适的决策树深度等手段,来进一步提高模型的准确性。集成学习方法的使用,也能有效提升模型的稳定性和准确度,例如通过自适应调整集成策略、优化学习率等方式,能够进一步提升预测结果的精度。实践应用中的模型优化策略还需要结合具体的工程需求和施工条件^[8]。在实际项目中,可以通过实时监测数据的反馈,不断调整和优化模型,以应对施工过程中发生的变化。这种基于实时数据的在线学习策略,可以使得模型不断适应现场的实际情况,提供更加准确的预测结果。在实践中,结合工程现场的

实际情况,通过不断优化和调整机器学习模型,能够显著提升深基坑支护结构变形预测的准确性与可靠性。

5 结语

机器学习在深基坑支护结构变形预测中的应用展现了巨大的潜力和价值。尽管不同算法在精度、计算效率和适应性等方面存在差异,但通过合理选择和优化模型,可以显著提高预测的准确性和可靠性。尤其是在数据采集和处理技术不断进步的今天,机器学习将为深基坑工程的安全管理和施工过程中的决策提供更加精准的支持。未来,随着模型算法的不断发展和完善,机器学习将在深基坑支护结构变形预测中扮演更加重要的角色,为工程实践提供更加科学和高效的解决方案。

参考文献

- [1] 彭小琦.建筑市政工程深基坑施工技术措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(18):205-207.
- [2] 贺庭伟.深基坑支护结构变形实时监测与调控技术[J].四川建材,2025,51(05):119-121.
- [3] 包钊.建筑工程深基坑支护结构变形监测技术[J].四川水泥,2025,(05):150-152.
- [4] 潘森浩.深基坑支护结构内力及变形研究[J].建筑机械,2025,(05):335-338+345.
- [5] 郑怀祥.深基坑开挖中的支护方案选择与施工技术创新[C]//《施工技术》杂志社.2024年全国土木工程施工技术交流会议论文集(上册).云南建设基础设施投资股份有限公司,2024:373-376.
- [6] 丁海军,陈勇,王翔,等.非对称荷载下桥梁墩台深基坑支护结构变形特性的分析[J].四川水泥,2024,(12):67-69.
- [7] 曲政.两种桩锚支护结构多工况下的应力与位移变形分析[J].工程技术研究,2024,9(23):36-38+48.
- [8] 时轶磊,曹程明,龙照,等.深基坑桩锚放坡组合支护结构变形及内力分析[J].甘肃科学学报,2024,36(06):1-6+18.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS