**目录**

[摘要 i](#_Toc66112026)

[ABSTRACT iii](#_Toc66112027)

[第一章 绪论 1](#_Toc66112028)

[1.1 研究背景与意义 1](#_Toc66112029)

[1.1.1 本文研究背景 1](#_Toc66112030)

[1.1.2 剪力墙结构简介 1](#_Toc66112031)

[1.1.3 本文研究的意义 1](#_Toc66112032)

[1.2 国内外研究现状 1](#_Toc66112033)

[1.2.1 剪力墙结构的SDOF方法分析 1](#_Toc66112034)

[1.2.2 机器学习方法在剪力墙动响应问题上的应用 1](#_Toc66112035)

[1.2.3 机器学习中的SHAP方法对参数进行解释 1](#_Toc66112036)

[第二章 剪力墙结构在核爆冲击波作用下单自由度模型（SDOF）的等效建模 3](#_Toc66112037)

[第三章 利用sklearn中的BP神经网络进行模型预测 4](#_Toc66112038)

[3.1 机器学习算法简介 4](#_Toc66112039)

[3.2 多种机器学习算法对抗力函数预测 4](#_Toc66112040)

[3.3 学习结果精度分析 4](#_Toc66112041)

[第四章 基于SHAP模块对剪力墙各个输入参数的影响进行定量分析 5](#_Toc66112042)

[第五章 结束语 5](#_Toc66112043)

# 摘要

# ABSTRACT

# 第一章 绪论

## 研究背景与意义

### 本文研究背景

现代建筑的主要结构根据受力方式和建筑材料可以分为为砖混结构、钢结构、框架结构、剪力墙结构（主要用于12层以上的高层建筑）或者框架-剪力墙结构。其中，剪力墙结构作为一种可以有效抵抗水平剪力的结构以及其材料为钢筋混凝土在现代高层建筑中得到越来越广泛的应用。因此，现代高层建筑的抵抗自然灾害如地震，海啸或者人为破坏如撞击，爆炸的能力得到显著提升。

二战后，由于核武器的巨大威力以及对环境的严重污染，世界上主要大国在1968年签署了《不扩散核武器条约》（Treaty on the Non－Proliferation of Nuclear Weapons），条约的宗旨是防止核扩散，推动核裁军和促进和平利用核能的国际合作。直到今天，得益于条约以及人们对和平的向往，世界上的现存核武器得到了有效控制，世界和平得到有效维护。

（a）世界上第一颗原子弹“小男孩” （b）《不扩散核武器条约》签署现场

图1.1

但是，冷战结束后，国际上的不稳定因素依然存在，形势依然严峻。如恐怖主义和极端主义抬头，核弹头数目仍然庞大，部分有核国家不顾国际舆论谴责依然进行核试验等等，这些不稳定因素给世界和平带来巨大挑战。并且随着科学技术的不断进步，核弹头小型化，功能多样化，突防性提高等发展趋势使得在未来战争中，大型城市中密集的高层建筑对于核武器爆炸产生的冲击波等因素的影响难以评估。因此，对高层建筑中剪力墙在受到核爆冲击波时产生的动响应的评估变得极有意义。

### 本文研究的内容

#### 剪力墙简介

剪力墙结构是用钢筋混凝土墙板来代替框架结构中的梁，柱结构。剪力墙能承担各类荷载引起的内力及弯矩载荷，并能有效控制结构的水平力。通常来说并不由结构的纵宽比来区分其为板或者柱，而将这一类承受竖向自重和水平力的结构称为剪力墙结构。

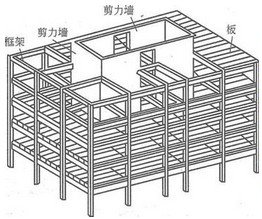


图1.2 剪力墙结构

#### 剪力墙在爆炸下的动响应

### 1.1.3 本文研究的意义

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 剪力墙结构的SDOF方法分析

### 1.2.2 机器学习方法在剪力墙动响应问题上的应用

### 1.2.3 机器学习中的SHAP方法对参数进行解释

# 第二章 剪力墙结构在核爆冲击波作用下单自由度模型（SDOF）的等效建模

# 第三章 利用sklearn中的BP神经网络进行模型预测

## 3.1 机器学习算法简介

机器学习(Machine Learning, ML)是指用某些算法指导计算机利用已知数据得出适当的模型，并利用此模型对新的情境给出判断的过程，是使计算机在不经过精确编程的情况下自主运算得出结论的科学。机器学习中最重要的是算法的编写以及可靠的数据，这些算法从大量的数据中经过训练挖掘出隐藏的规律，用于分类或者回归。机器学习的步骤大概分为三步：

1. 选择合适的模型。例如利用回归模型或者分类模型来解决问题。
2. 利用模型对样本进行学习。将样本按一定比例分为训练集(test data), 测试集(test data),和验证集(validation data)。再使用留出法，交叉验证法和=或者自助法对数据集进行验证。
3. 评估模型的好坏。通过确定损失函数（Loss Function）来衡量模型的预测值和真实值不一样的程度,损失函数越好,通常模型的性能越好。常用到的损失函数有0-1损失函数(zero-one loss)、指数损失函数（exponential loss）、Hinge 损失函数、交叉熵损失函数 (Cross-entropy loss function)等。损失函数越小，模型的预测值就越接近真实值。对回归类问题也可用均方误差（mean squared error），平均绝对误差（mean absolute Loss），决定系数（coefficient of determination ）来度量模型的性能，
4. 优化模型。通过梯度下降算法或者最小二乘法调整损失函数中的参数，使预测值尽可能接近真实值。
5. 对测试集进行预测。

机器学习算法按照学习理论分为有监督学习，半监督学习和无监督学习。当训练样本带有标签时是有监督学习；训练样本部分有标签，部分无标签时是半监督学习；训练样本全部无标签时是无监督学习。按照任务类型分可以分为回归模型，分类模型和结构化学习模型。方法的角度分，可以分为线性模型和非线性模型。常见的决策树、支持向量机、邻近算法、深度学习算法等都为非线性模型。

## 3.2 多种机器学习算法对抗力函数预测

## 3.3 学习结果精度分析

# 第四章 基于SHAP模块对剪力墙各个输入参数的影响进行定量分析

## 4.1 SHAP方法简介

SHAP(SHapley Additive exPlanations)是一种解释预测模型的方法，SHAP的主要目的是通过计算预测样本中每一个特征对其的影响来解释该预测样本。这种解释计算SHAP 值的方法来源于合作博弈（coalitional game）理论，数据中的特征值都包含在一个联盟中。SHAP值可以告诉我们众多特征对预测结果的“贡献”。

设第i个样本为，第i个样本的第j个特征为，该样本的预测值为，该样本的均值为y\_base。那么SHAP值符合以下式子：

+

为第k个特征对该样本预测值的影响，当>0时，该特征对预测值起到提升作用；当<0时，该特征对预测值起到减弱作用。

# 第五章 结束语