



DeepEX 2019 特色功能介绍

筑信达 詹毕顺 张志国

DeepEX 2019 作为一款最新发布的深基坑设计软件，在继承老版本诸多优点的基础上，增加了一些新的模块和功能，包括：桩支撑承台模块、铁路路基荷载、压路机荷载以及有限元分析模块等。近年来，DeepEX 也充分利用各种新兴技术提高用户体验。例如：利用语音控制技术实现语音控制建模；利用虚拟现实和增强现实技术，借助增强现实眼镜，让用户沉浸在基坑开挖的三维全景过程之中。

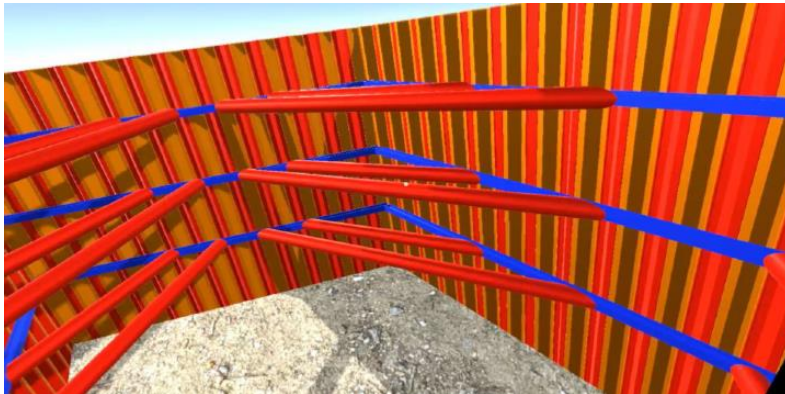


图 1 DeepEX 虚拟现实技术中三维基坑的开挖场景

在与其他深基坑设计软件进行大量对比的基础上，结合最新发布的 DeepEX 2019, 本文主要介绍 DeepEX 的一些特色功能，包括围护结构类型、建筑物损伤分析、优化设计、桩支撑承台等，希望通过相应介绍让用户对 DeepEX 的优势有一个整体了解。

1. 围护结构类型

深基坑设计的大部分工作在于选择围护结构的类型，丰富多样的类型库能够满足各类工程需要，极大提升了深基坑设计软件的适用范围。而 DeepEX 提供了几乎所有深基坑设计中可能遇到的围护结构（如图 2 所示），包括：支护桩、咬合桩、地下连续墙、联合钢板桩墙（Combined Sheet Piles）以及箱型钢板桩（Box Sheet Piles）等。另外，用户还可以根据需要进行自行定义围护结构。

上述围护结构类型和包括锚杆、内支撑、板支撑以及液压支撑（Hydraulic Struts）在内的支撑系统相互结合，组成多种支撑结构体系，从而使 DeepEX 几乎可以设计任何支挡结构，用于任意深基坑工程中。

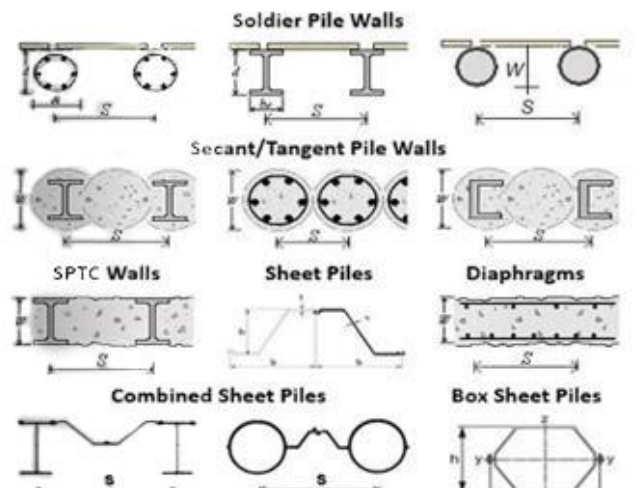


图 2 围护结构类型

2. 建筑物损伤分析

深基坑设计除了要保证支护结构体系自身不发生破坏外，还需要确保周边建筑物的安全，使其墙体变形和沉降不超过允许范围。但是，周边建筑物的沉降和变形计算却非常复杂，除了 DeepEX 外，市面上其他深基坑设计软件几乎不能分析基坑开挖对周边建筑物的影响。

DeepEX 中建筑物损伤分析是根据围护结构类型和侧移来预测基坑开挖可能给邻近建筑物造成的损伤。而为了评价建筑物损伤，首先必须建立详尽的建筑物模型。DeepEX 能够建立建筑物三维模型，并考虑建筑物高度、楼面荷载、基础形式及尺寸、柱子数量及尺寸等多种因素的影响，如图 3 所示。

三维模型建立之后，点击分析计算即可求得建筑物外墙的最大裂缝宽度、最大拉应变/拉应力的大小、建筑物不同位置处的沉降量等具体计算结果，并且对建筑物损伤做一个综合等级评价。这样从具体数值和综合评价两个方面分析基坑开挖对周边建筑物的影响，可以为工程师提供一个全面直观的评价。根据上述分析结果，工程师能够预测基坑开挖各个施工阶段对邻近建筑物的影响，从而对相应设计做出适当调整，尤其适用于基坑周边建筑物林立，周围环境复杂的深基坑工程。

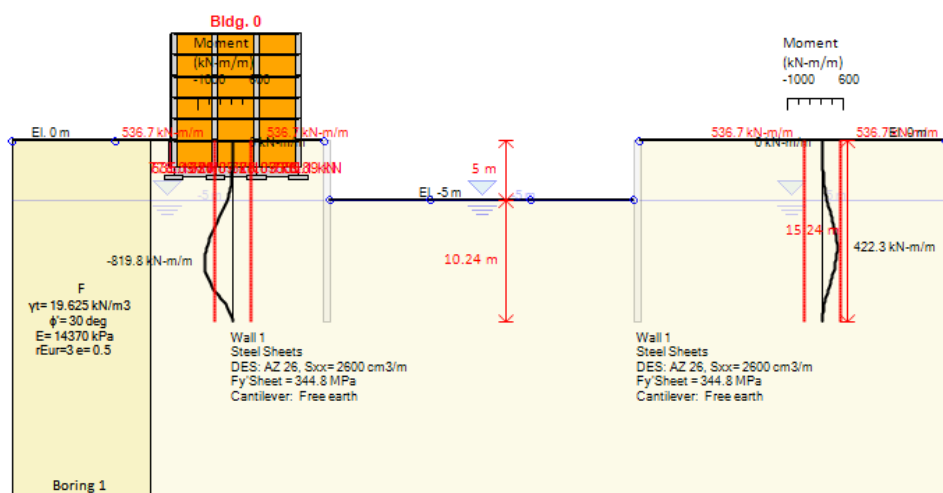


图 3 建筑物损伤分析

3 优化设计

一般基坑设计中，工程师需要根据经验确定支护结构形式并完成初步配筋。分析计算后，若满足规范要求即可完成设计。因此，多数情况下深基坑设计较为保守，而很少考虑其经济性。另外，即使工程设计人员想要考虑经济成本因素，此时如果使用其他设计软件则需要多次建模重新计算，对比分析之后，才能得出相对经济合理的设计方案。这样就使得设计过程极为繁杂，成倍增加设计人员的工作量。

但是，DeepEX 却可以方便快捷地实现深基坑优化设计，其优化设计选项如图 4 所示。用户可以根据需要选择进行结构设计优化或者岩土工程优化，当然也可以同时进行结构和岩土设计优化。只需在优化设计窗口中输入相关设计参数，如支撑位置范围、最小间距、钢筋尺寸等，点击确定即可进行优化计算，得到相应的优化设计结果。从而省去重复建模和结果对比过程，方便高效地进行优化设计，得到既满足安全性要求又符合经济性要求的深基坑设计方案。



图 4 优化设计选项

4 分析功能

分析计算功能是深基坑设计软件的灵魂，是确保设计结果准确性的关键。DeepEX 拥有强大的分析计算功能，可以进行极限平衡分析、弹性地基梁分析（非线性分析）以及有限元分析。除了进行单一方法的计算分析外，DeepEX 中还可以进行联合分析，包括：极限平衡和弹性地基梁的联合分析、极限平衡与有限元的联合分析。

联合分析分两个计算过程：1，进行极限平衡分析，获得并存储各种稳定性计算中的安全系数；2，进行弹性地基梁分析（非线性分析）或者有限元分析。这样既可以得到高级分析中较为准确的围护结构内力计算结果，也可以得到传统方法中非常直观的稳定性分析结果。

对于上述多种分析方法，用户可以在 DeepEX 中自由切换，从而进行不同分析计算结果的对比。另外，相比其他有限元软件，DeepEX 中的有限元计算无需用户手动划分网格，只需选择有限元分析方法，点击计算即可。当然，用户如果想提高计算精度，也可以在图 5 所示的对话框中设置网格粗糙度，选择迭代计算方法等。完成计算后的有限元计算结果，如图 6 所示。

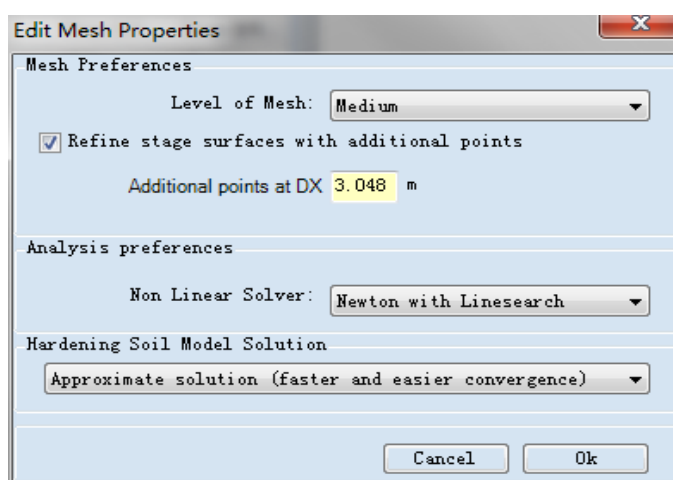


图 5 【编辑网格属性】对话框

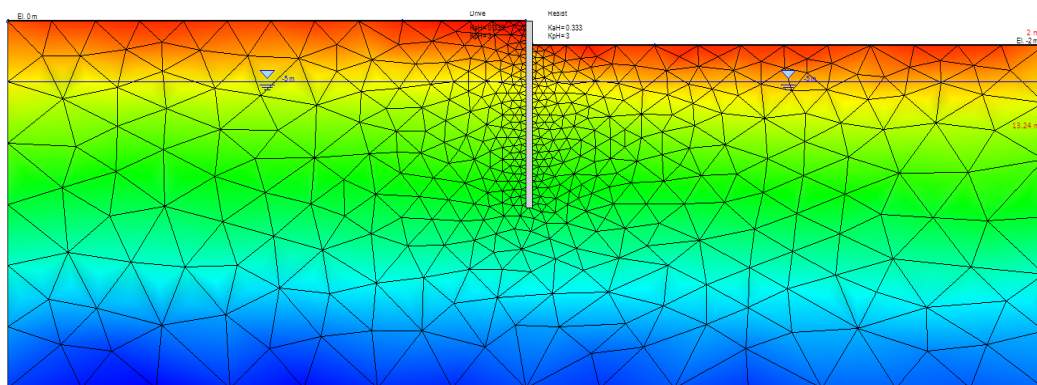


图 6 DeepEX 有限元分析计算结果

5 桩支撑承台模块 (Pile supported abutment)

DeepEX 2019 中新增桩支撑承台模块，可用于模拟桩支撑承台墙。该模块可以考虑承台下群桩之间的相互作用，能够分析单桩在水平荷载和竖向荷载综合作用下的极限承载力。桩支撑承台墙模型如图 7 所示。

在使用桩支撑承台模块时，首先需要建立重力式挡土墙，然后在墙下布置群桩即可分析计算。DeepEX 共提供 13 种重力式挡土墙供用户选择，基本可以满足实际工程中的各种需要。当然，用户也可以自定义墙体类型。

在选定墙体类型之后，用户可以布置桩群、设置单桩位置和长度、编辑单桩截面（形状和尺寸、配筋、倾斜角度等），甚



至可以分段设置桩身截面。完成上述操作之后即可分析计算，得到相应作用下的群桩计算结果。

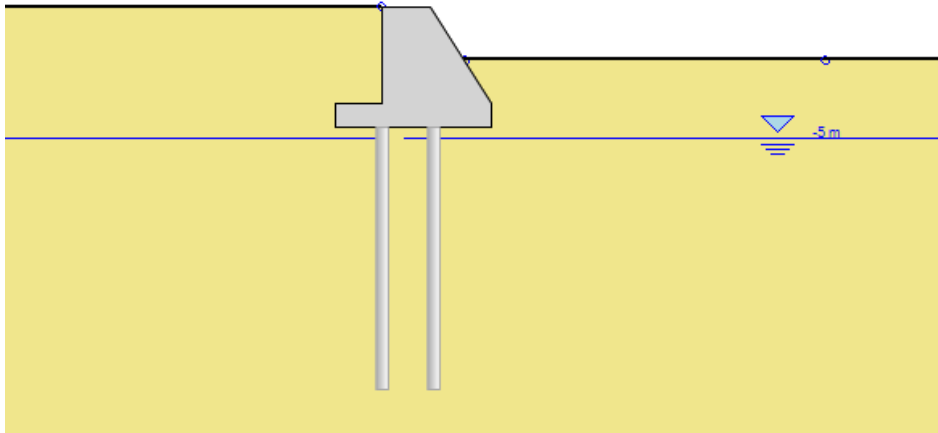


图7 桩支撑承台模块

6 小结

本文主要介绍了 DeepEX 2019 的一些特色功能，如建筑损伤评估、优化设计以及桩支撑承台模块等。当然，DeepEX 还有很多其他的基本功能，如：边坡稳定性分析、土钉墙设计、多道墙体分析、支持多国设计规范等。而这些基本功能和上述特色功能作为 DeepEX 不可分割的一部分，共同助力工程师高效高质量地完成深基坑设计工作。

