



DeepEX 中国护结构体系简介

筑信达 詹毕顺 张志国

1 概述

深基坑工程中主要涉及两大系统：用于阻挡土体和水直接进入开挖侧的围护结构体系和承受来自土体、超载以及水产生的作用的支撑系统。实际工程中围护结构体系的选择受到经济成本、土质状况、施工条件、邻近建筑物保护、环境影响等多种因素的制约。因此，选择合理可靠的围护结构体系是一项复杂的工作，也是深基坑设计的关键。

DeepEX 程序为用户提供了多种围护结构体系，诸如支护桩体系、钢板桩体系、咬合桩体系、地下连续墙、联合钢板桩墙体系以及箱型钢板桩体系等。当然，用户也可以根据自己的需要自定义围护结构体系。下面本文主要介绍钢板桩墙、联合钢板桩墙、咬合桩墙以及地下连续墙等围护结构体系的特点，并简要介绍相应围护结构在 DeepEX 程序中的参数设置问题。

2 钢板桩墙 (Sheet pile wall)

钢板桩墙因其具有重量轻、重复利用率高、便于连接、施工方便等特点，在深基坑工程中得到了广泛应用。实际工程中通过锤击、振动等方式可以轻松实现钢板桩的安装。相邻钢板桩之间使用锁扣实现快速连接，从而拼接出方形、圆形、多边形等各种形状的钢板桩墙围护体系，典型截面如图 1 所示。

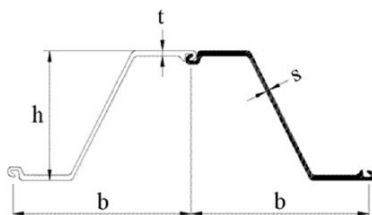


图 1 典型的钢板桩截面

在 DeepEX 中用户可以选择各个国家规范截面库中的钢板桩截面以及一些国际知名的钢板桩制造商。选择完截面后切换至【Sheet Piles】标签，用户可以查看所选钢板桩截面的各种信息，包括截面名称、截面高度、宽度、板件厚度、截面面积、截面惯性矩以及截面弯曲角度等，如图 2 所示。

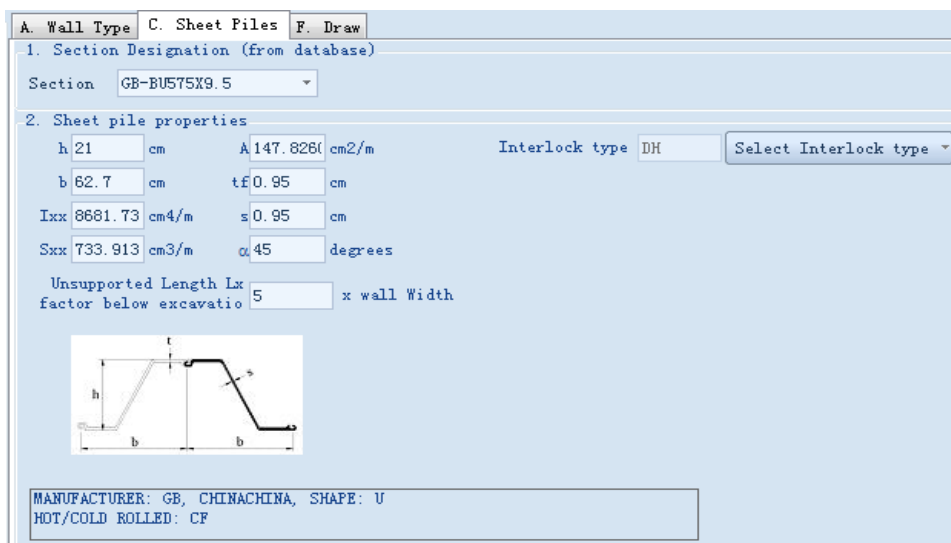


图 2 【Sheet Piles】标签

另外，在【Sheet Piles】标签中用户还可以设置钢板桩截面之间咬合方式和开挖深度下的无支撑长度。在各种参数设置完成后，用户可以在【Draw】标签中看到组装完成后钢板桩墙体系示意图，如图 3 所示。

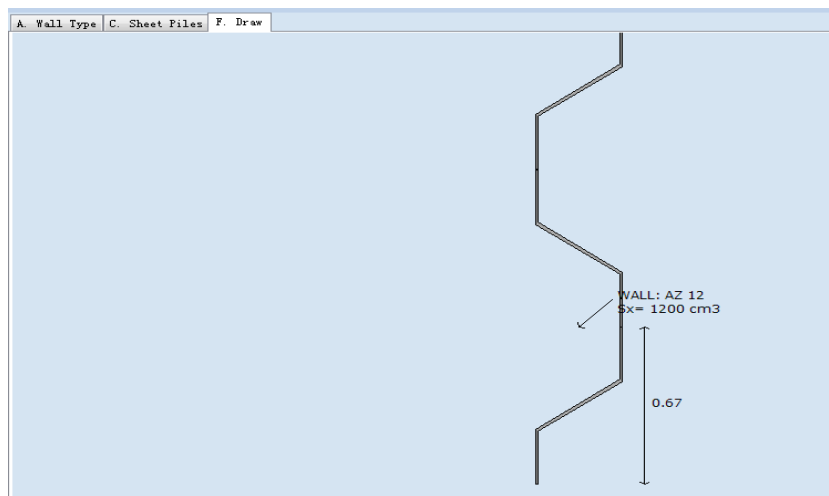


图3 【Draw】标签

3 联合钢板桩墙 (Combined sheet pile wall)

当基坑周边环境较为复杂，开挖深度较深时，上面所说钢板桩墙体系抵抗主动土压力的能力较弱，不能满足工程需求。因此，在钢板桩墙体系的基础之上，联合钢板桩墙体系应运而生。将型钢截面（主要为工字钢、管桩）与普通钢板桩截面通过锁扣进行机械咬合连接，即可组成联合钢板桩墙体系，典型截面如图4所示。这种联合钢板桩体系不仅具有良好的防水性能，而且通过型钢增大了截面惯性矩，增强了其整体抗弯能力。

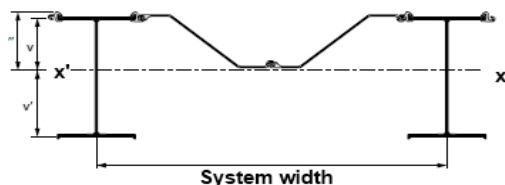


图4 典型联合钢板桩截面

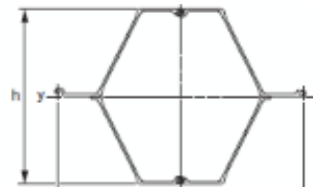


图5 典型箱型钢板桩截面

用户可以在 DeepEX 的截面类型中选择联合钢板桩截面以及组合截面中型钢和钢板桩的具体截面型号和尺寸，其中有多国型钢和钢板桩截面尺寸可供选择。

首先，在【Combined sheet piles】标签中，用户可以选择工程所需的组合截面，程序根据实际使用情况提供了多种常见的组合截面形式，选择完组合截面之后用户可在【Sheet Piles】标签和【Steel Beams】标签中分别查看钢板桩和型钢截面的具体数据，如截面高度、长度、面积、截面惯性矩等。【Combined sheet piles】标签栏如图6所示。

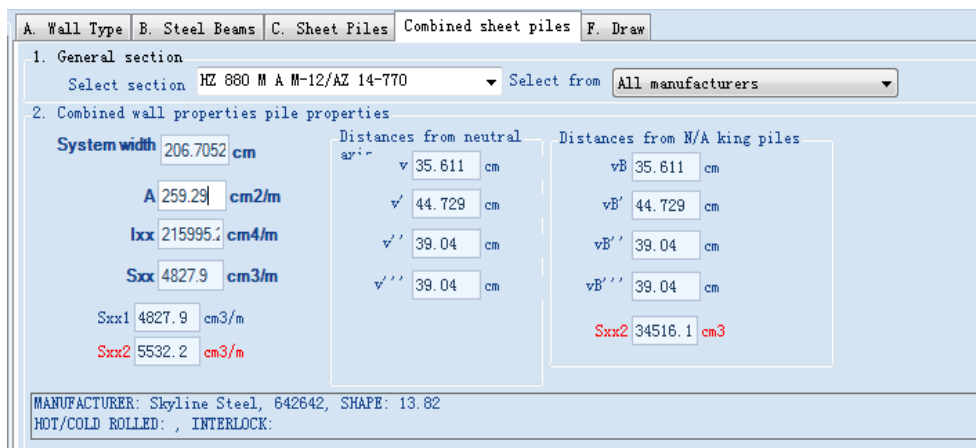


图6 【Combined sheet piles】标签

同样，为了进一步提高钢板桩截面的抗弯能力，DeepEX 还提供了箱型钢板桩截面（Box sheet piles），如图 5 所示。箱型钢板桩截面通过相互之间咬合形成中空的箱型截面，从而增大截面惯性矩，提高截面抗弯能力。

4 咬合排桩墙（Secant pile wall）

咬合排桩墙是指相邻单桩之间部分重叠，从而构成相互咬合的整体桩墙。其中，相互咬合的单桩之间有多种组合形式，如：钢筋混凝土单桩与素混凝土单桩咬合、内插各种型钢或者钢管的单桩与素混凝土单桩咬合、素混凝土单桩之间咬合以及钢筋混凝土单桩之间咬合等。咬合排桩墙相对其它排桩墙而言，整体性能较好，承载能力有所提高，且具备一定的抗渗能力。典型咬合桩墙的截面如图 7 所示。

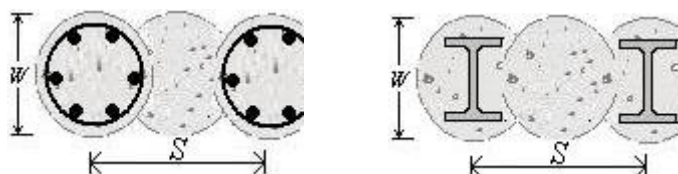


图 7 典型咬合桩截面

在选中某一咬合桩截面后，用户可在 DeepEX 中设置单桩的材料，其中有各个国家的混凝土和钢筋材料可供选择，且程序还能提供不同国家的型钢截面库，使得用户在选择材料和型钢截面时更加方便快捷。

材料设置完成后，用户可以切换至【Concrete-Rebar】标签（如图 8 所示）中设定单桩截面的直径，然后程序会自动计算其截面面积和截面惯性矩，接着用户可以设定单桩竖向钢筋数量、直径以及钢筋保护层厚度。在配置好单桩箍筋直径以及间距后，即可完成咬合桩的初步设计。在 DeepEX 中计算完成后可以根据计算结果校核咬合桩的设计是否合理，从而对原设计快速做出调整。

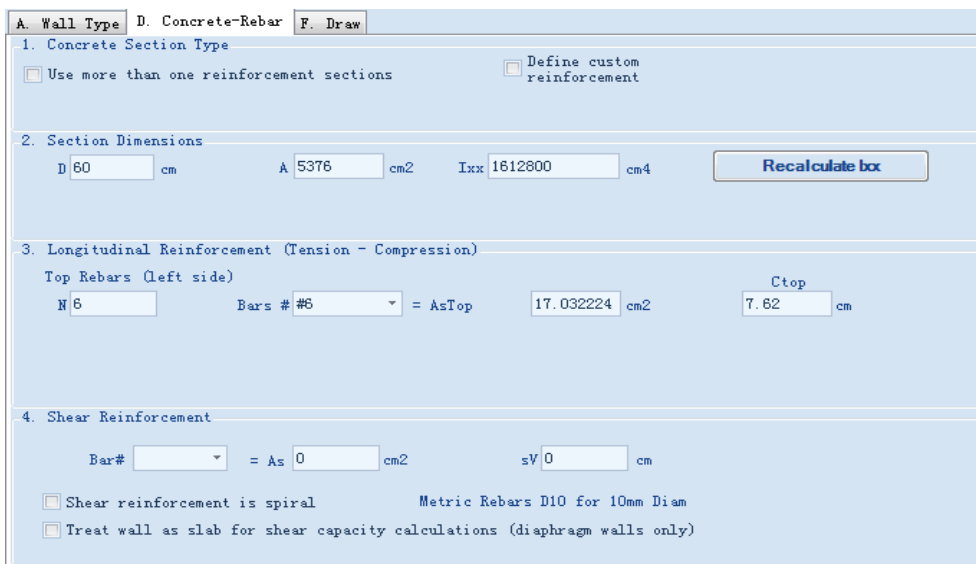


图 8 【Concrete-Rebar】标签

5 地下连续墙（Diaphragm wall）

地下连续墙是一种常见的围护结构形式，在基坑工程中应用范围很广。地下连续墙墙体施工具有低噪声、低震动等优点，对环境的影响小；墙体刚度大，整体性好，基坑开挖过程中安全性高，支护结构变形较小；且墙体具有良好的抗渗能力，可作为地下结构的外墙。

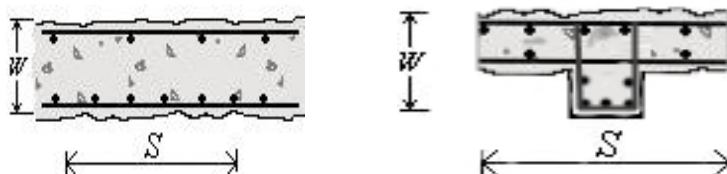


图9 典型的地下连续墙截面

DeepEX 提供了三种地下连续墙的截面形式，分别为一字形、朝向墙体内侧的 T 形以及朝向墙体外侧的 T 形截面，如图 9 所示。选中某一截面形式后，用户可自行设置截面所需钢筋和混凝土材料，其中有美标、欧标以及中国规范等多种材料标准可供选择。

切换至【Concrete-Rebar】标签（如图 10 所示）后，用户可以设置截面长度、宽度，接着程序会自动计算截面面积和惯性矩。截面尺寸设置完成后，用户可配置钢筋，包括顶部、底部受力钢筋的直径、根数、混凝土保护层厚度以及箍筋直径和间距。以上就完成了地下连续墙截面的初步设计，根据计算结果进行截面优化后即可完成最终设计。

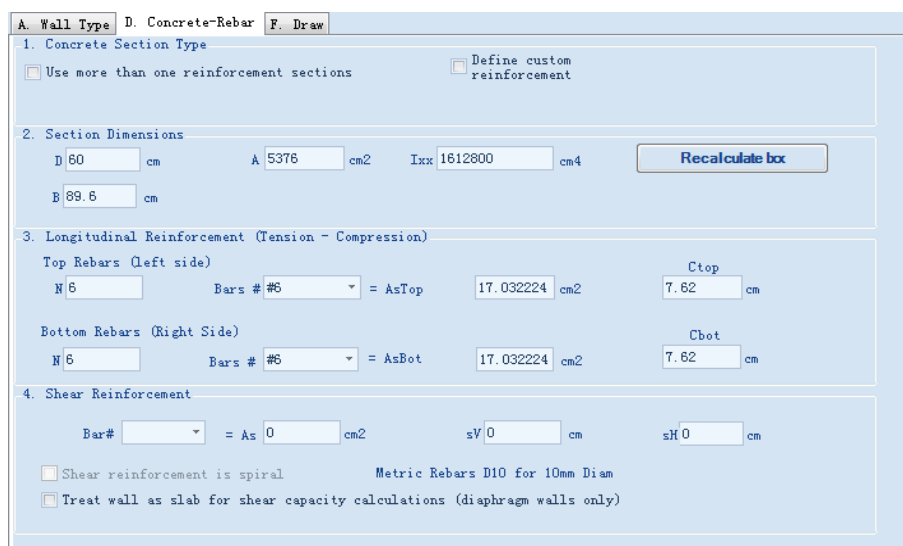


图10 【Concrete-Rebar】标签

6 小结

本文简要介绍了 DeepEX 中主要的围护结构体系，包括钢板桩墙、联合钢板桩墙、咬合桩墙以及地下连续墙。希望通过上述介绍能够让读者了解 DeepEX 中围护结构的特点以及截面参数的设置方法。

