



第 1 章 系统简介

1.1 系统功能

《丰海 SPCZL 单桩水平承载力计算软件》是根据《港口工程桩基规范》(JTJ254-98), 针对高桩板梁式码头的设计需要而开发的一套辅助计算软件, 用于承受水平力的桩身内力和变形计算。

系统提供 P-Y 曲线法、NL 法和 m 法等三种计算模型。其中, P-Y 曲线法还可以计算循环荷载或非循环荷载下作用结果。

系统提供波浪水流力自动计算, 自动完成桩基荷载的输入。计算结束之后, 可以通过查表方式详细查阅每个节点的内力和地基反力值。并且可以通过视图方式, 直观地查看内力和地基反力分布图。最后以 HTML 格式输入完整的计算报告书。

1.2 系统组成

本系统主要由数据输入模块、前处理模块、计算核心模块和后处理模块四部分组成。

数据输入模块: 主要完成计算所需要的各种参数的输入, 如桩基参数等。

前处理模块: 根据输入波浪水流参数, 进行波浪水流力自动计算。

计算核心模块: 根据输入的数据和前处理模块得到的荷载, 计算桩基位移、内力与地基反力。

后处理模块: 根据计算结果绘制弯矩、位移、剪力和地基反力图, 并且以 Html 格式输出完整的计算报告书。



第 2 章 系统的安装

2.1 运行环境

项 目	最 低	推 荐
处理器	Pentium III 800	Pentium IV 1.5G
内 存	128MB	256MB
可用硬盘	100MB	100MB
显示分辨率	1024*768	1024*768
打印机	Windows 支持的图形打印机	激光打印机
操作软件	Windows 98	Windows 2000/XP

2.2 系统的安装

第一步，双击” setup.exe” 启动安装程序

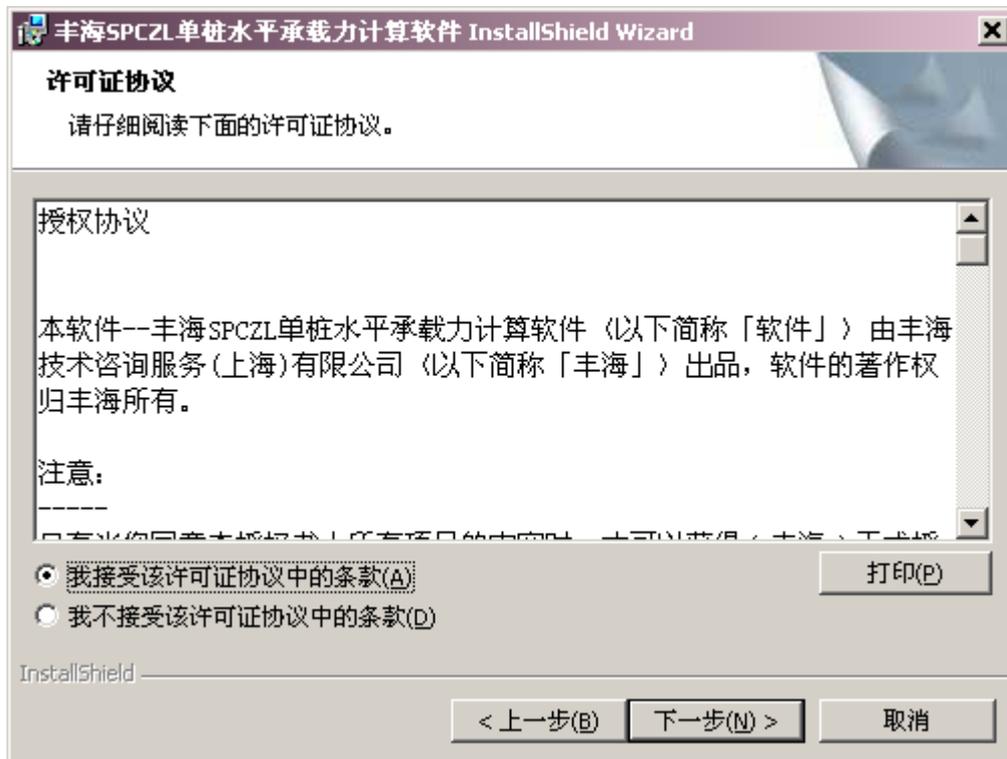


点击<下一步>, 进行安装, 点击<取消>退出。

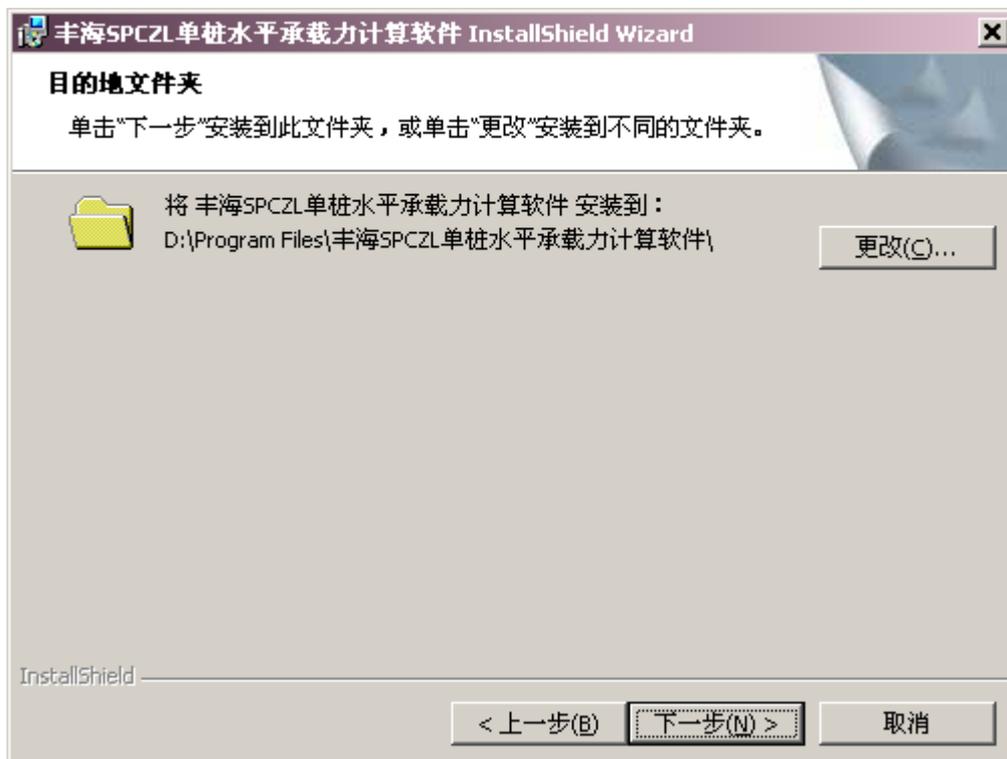
第二步，软件许可协议



点击<是>，进行下一步；点击<否>退出。



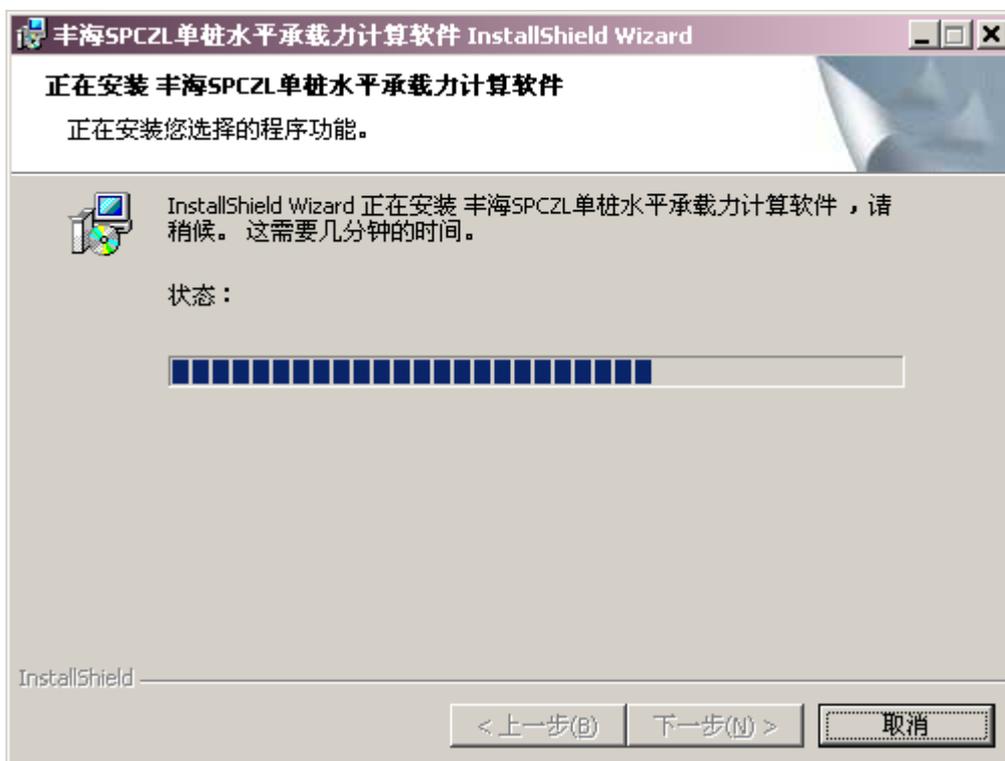
第三步，选择安装路径



点击<浏览>更改安装路径。

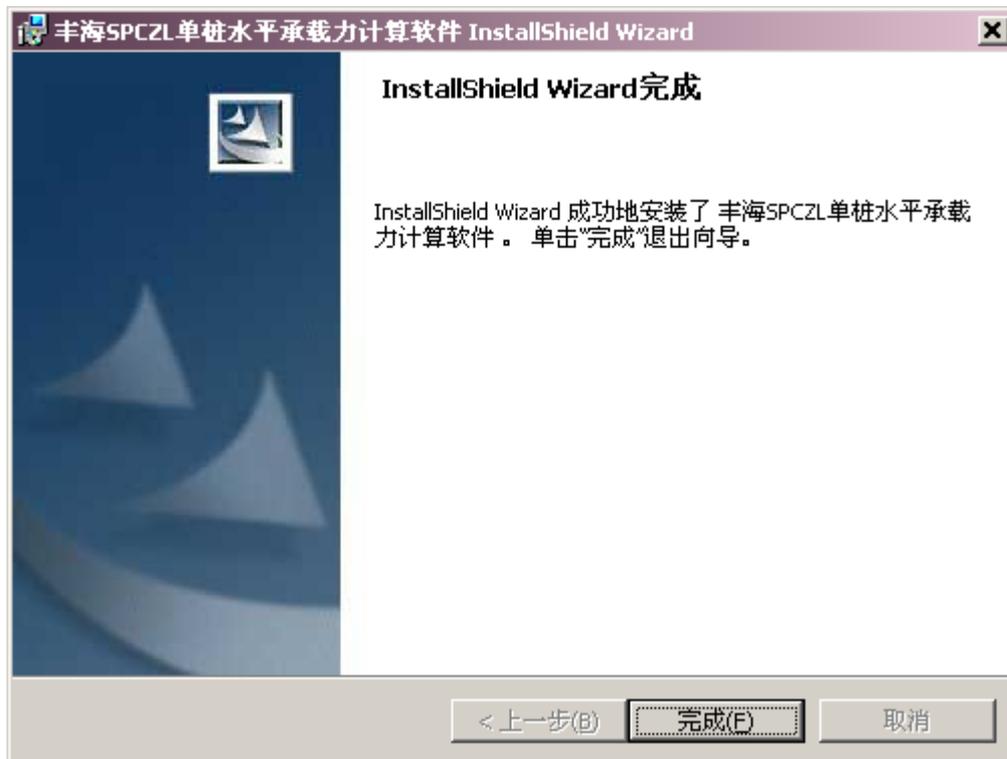


第四步，点击<下一步>，系统开始拷贝文件，如下图：





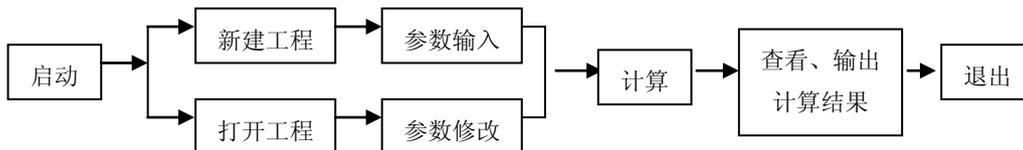
第五步，文件拷贝完成，点击<完成>安装成功。如下图：





第 3 章 操作说明

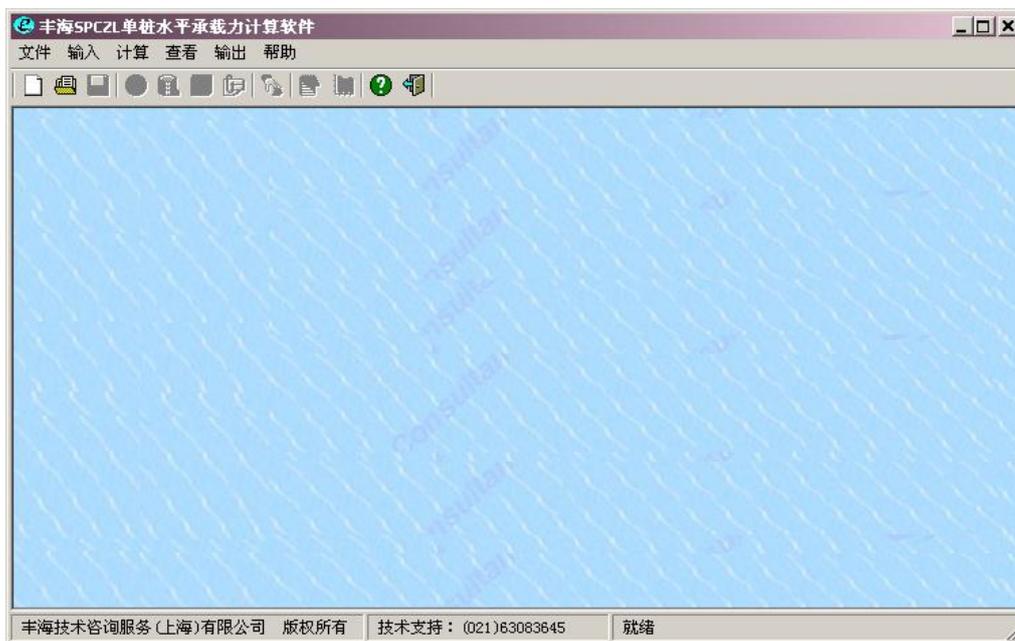
3.1 基本流程



3.2 系统的启动

双击桌面上图标或点击桌面<开始><程序><丰海 SPCZL 单桩水平承载力计算软件>即可启动系统并选择模块。系统启动时，会自动进行用户合法性检测。

系统启动成功后出现系统主界面，如下图所示。



3.3 系统的退出

点击菜单[文件][退出]或点击工具栏图标, 或者直接点击标题栏[×], 即可退出该系统。



3.4 文件操作

3.4.1 新建工程

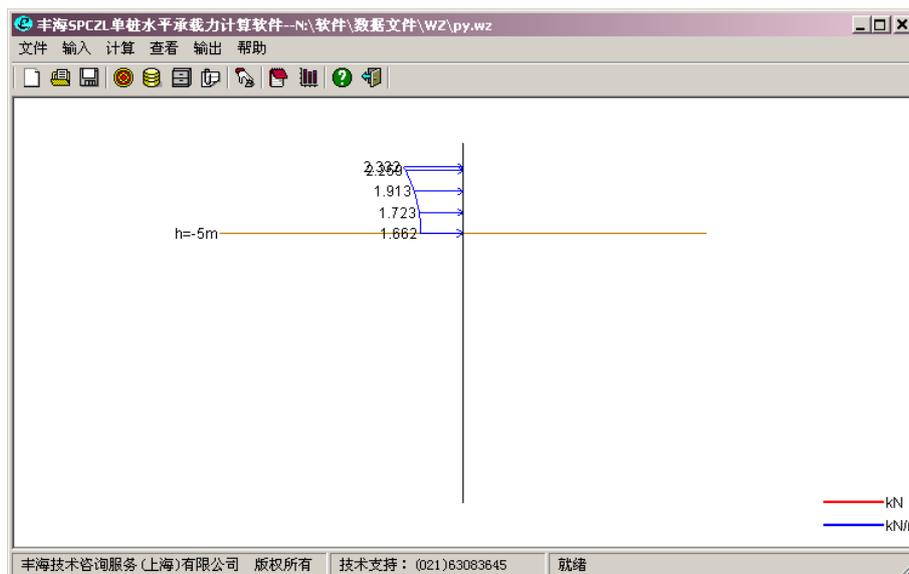
点击菜单[文件][新建工程]，或者点击工具栏图标，出现新建工程界面，如下图所示，输入需要新建的工程文件名，按<保存>后返回主界面。



3.4.2 打开工程

点击菜单[文件][打开工程]，或者点击工具栏图标，出现打开工程界面，选择需要打开的工程文件名，按<打开>打开工程并返回主界面。

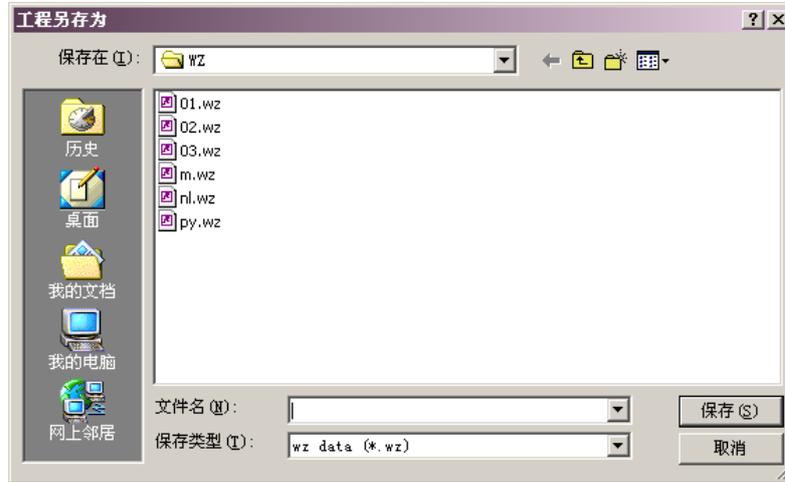
此时，主窗体显示该桩基计算示意图，如图所示。



3.4.3 另存工程

点击菜单[文件][另存为]，或者点击工具栏图标，出现另存工程界面，输

入需要另行保存的工程文件名,按<保存>后即可将已打开的工程另存为当前工程并返回主界面,原工程将被关闭。



3.5 数据输入

输入数据桩截面、桩基参数、土层参数、荷载输入等四个部分。其中,荷载输入可以通过波浪水流参数自动计算波浪水流力。

3.5.1 桩截面

点击菜单[输入][桩截面],或者点击工具栏图标,进入桩截面设定界面,如下图所示。该窗体主要输入桩截面几何参数和材料类型。





截面类型：系统提供四种常用桩截面类型供用户选择，有实心方桩、空心方桩、灌注桩和管桩。当选中其中一种截面类型时，对应的示意图会凹陷显示。

截面尺寸：用户可根据所选截面类型输入相应截面参数，与该截面类型无关的参数栏将灰色显示并且无法输入数据。截面积、惯性矩数据，系统根据输入的参数自动计算。

截面数据输入完成之后，点击<添加>新增截面；修改数据之后，点击<更新>保存数据，点击<删除>删除选中的截面。

当截面类型选择管桩时，[常用大管桩型号选择]按钮被激活，单击该按钮弹出大管桩列表，如下图所示。

型号	外径D (mm)	内径d (mm)	壁厚t (mm)
φ1200SFHC	1200	900	150
φ1200PHC	1200	900	150
φ1200大管桩	1200	910	145
D1200A3-1	1200	940	130
D1200A3-2	1200	940	130
D1200B1-1	1200	910	145
D1200B1-2	1200	910	145
D1200B2-1	1200	910	145
D1200B2-2	1200	910	145
D1200C1-1	1200	910	145
D1400B3-1	1400	1100	150
D1400B3-2	1400	1100	150
D1400C3-1	1400	1100	150

双击选定管桩返回[桩基截面]界面，此时截面名称、外径和壁厚数据自动填充到对应输入框里。用户需要选择材料类型，最后点击<添加>完成截面定义。

桩截面定义完成后，点击<确定>，保存数据并回到主窗口；点击<取消>，放弃对数据所做的修改并回到主窗口。

3.5.2 桩基参数

点击菜单[输入][桩基参数]，或者点击工具栏图标，进入桩基参数输入界面，如下图所示。

计算方法：有P-Y曲线法、NL法和m法三种。

桩截面：下拉列表中列出，在[桩截面]定义过的所有桩截面。

桩顶约束：约束类型有自由和转角约束两种。



泥面以下分段数：在选择 P-Y 曲线法或者 NL 法时，输入此项。最多可以分割成 100 段来计算。但是分割数量越大迭代计算次数也会越多，分 40 段时基本可以达到精度要求。

泥面以下单元最大长度：在选择 m 法时，输入此项。这个数据可以用来控制计算精度，划分单元时会根据长度要求分割泥面以下桩单元。位于同一土层的单元长度相同，但不同土层间的桩单元长度未必相同，只保证泥面以下每个单元的长度不超出最大值。

泥面处水平位移允许值：泥面处最大允许水平位移。

3.5.3 土层参数

点击菜单[输入][土层参数]，或者点击工具栏图标，进入土层参数输入界面。土层参数输入界面会根据所选计算方法不同，显示相应的参数输入界面，如下图所示。

1) P-Y 曲线法



系数 ζ ：取 0.25~0.5。

C_u ：原状粘土不排水抗剪强度的标准值（kPa），应小于等于 96kPa。

ε_{50} 可按下表采用。

Cu(kPa)	ε_{50}	Cu(kPa)	ε_{50}	Cu(kPa)	ε_{50}
12~24	0.020	24~48	0.010	48~96	0.007

详见《港口工程桩基规范》（JTJ254-98 附录 C.1.1.3）。

2) NL 法

(i) 对粘性土, 水平地基反力系数可按下式计算:

$$k_N = \frac{110\zeta}{(a-0.2)^{1/2}}$$

式中 ζ - 桩径或桩宽修正系数

$$\text{当 } B < 0.4\text{m 时, } \zeta = \left(0.7 + \frac{0.05}{B^2} \right);$$

当 $B \geq 0.4\text{m}$ 时, $\zeta = 1$;

a- 土的压缩系数 (1/MPa)。

(ii) 对砂性土和填土, 水平地基范例系数可按下表查询

地基土类别	$k_N (\text{kN}/\text{m}^3)$
松散粉细沙、松散填土	150~220
稍密细沙、稍密或中密填土	220~350
中密的中粗沙、密实老填土	350~700

关于水平地基反力系数的取值, 详见《港口工程桩基规范》(JTJ254-98) (修订版) “附录 C 承受水平力的桩身内力和变形计算 C.1 NL 法” 一节。

3) m 法



3.5.4 荷载输入

点击菜单[输入][荷载输入], 或者点击工具栏图标, 进入荷载输入界面。

荷载输入根据荷载类型分为水平分布荷载, 水平集中荷载两个输入页面, 如下图所示。



是否循环荷载:当计算方法为P-Y曲线法时可选,NL法和m法时不可选。

波浪水流荷载属于循环荷载,此时应考虑选择循环荷载。循环荷载作用下的桩基内力和地基反力,大于静荷载作用下的桩基内力和地基反力。计算原理详见4.2节。



水平分布荷载可以采用波浪水流参数进行自动计算,也可以手工输入和编辑荷载。自动计算会清除原有数据,需要添加的荷载数据请最后输入。波浪水流参数的输入界面,如上图所示。

本系统默认波浪方向与水流方向重合且沿着水平方向。



3.6 计算

输入数据完成之后，点击菜单[计算][稳桩计算]或点击工具栏图标，开始进行计算。

此时，主窗口下方的状态栏显示当前计算进程。

计算结束，弹出对话框提示，点击<确定>完成计算。

3.7 计算结果查询

点击菜单[查看][计算结果]，或点击工具栏图标，查看计算结果，如下图所示。



对话框标题为“计算结果”，包含两个选项卡：“内力”和“地基反力”。当前显示的是“地基反力”数据表。

节点	高程H (m)	弯矩M (kNm)	剪力Q (kN)	水平位移 U _x (mm)
1	5	31.892	-12.371	0
2	4	19.521	-12.371	0.676
3	3	7.149	-12.371	2.426
4	2	-4.976	-11.232	4.831
5	1	-14.032	-6.905	7.471
6	0	-18.834	-2.722	9.929
7	-1	-19.522	1.331	11.785
8	-2	-16.199	5.301	12.62
9	-3	-8.945	9.196	12.016
10	-4	2.181	13.052	9.555
11	-5	17.151	16.883	4.816
12	-5.25	20.295	8.731	3.421
13	-5.5	21.499	1.401	2.266
14	-5.75	20.98	-5.019	1.365
15	-6	18.975	-10.439	0.713
16	-6.25	15.746	-14.757	0.286
17	-6.5	11.577	-17.8	0.046
18	-6.75	7.108	-16.642	-0.057
19	-7	3.225	-14.333	-0.075
20	-7.25	0.441	-8.284	-0.053

本界面有两个页面，分别查看内力与地基反力。

内力：按照桩顶到桩尖的顺序，依次列出弯矩、剪力和水平位移值。

地基反力：按照泥面到桩尖的顺序，依次列出计算点的水平位移和地基反力。

内力与地基反力的计算点在 P-Y 曲线法和 NL 法时并不相同。这是由于相应的地基反力理论中假设桩单元的地基反力系数 K 值相同，为了计算更精确取单元中点计算地基反力。最后，地基反力结果中列出该点位移供参考。

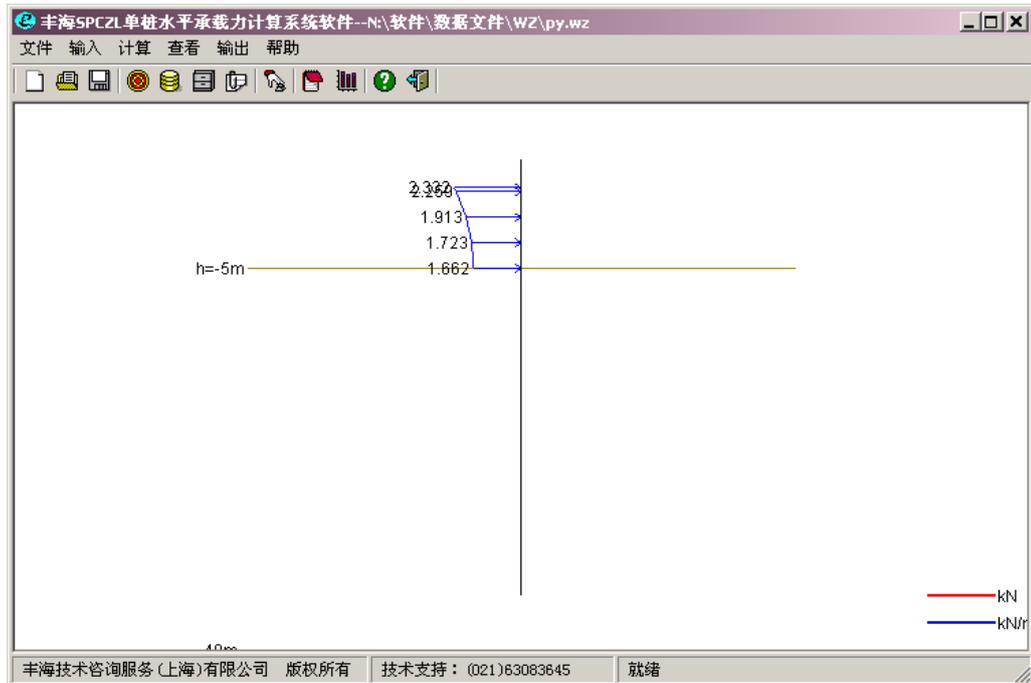
m 法时内力与地基反力计算点相同，都取单元节点处数值。



3.8 查看视图

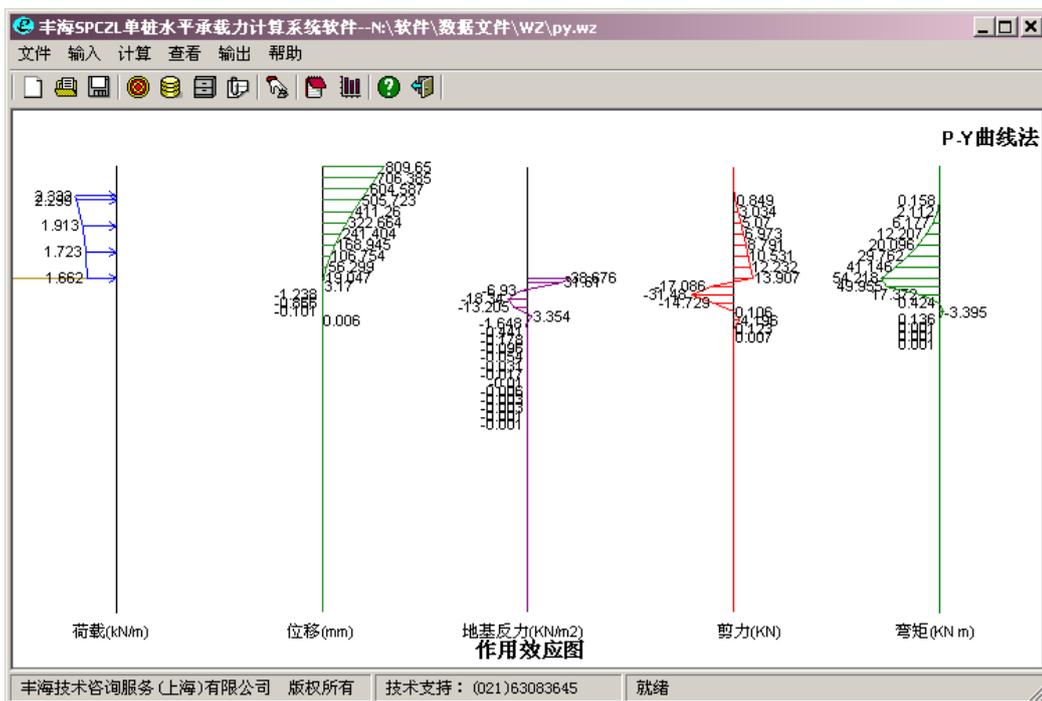
3.8.1 主视图

点击菜单[查看][主视图]，查看主视图并回到主窗体，如下图所示。



3.8.2 作用效应

点击菜单[查看][作用效应图]，或点击工具栏图标，查看作用效应图，如下图所示。点击菜单[查看][主视图]回到程序主窗体。视图窗体中单击鼠标右键，选择[图片另存为]保存图片。



3.9 输出

3.9.1 原始数据

点击菜单[输出][原始数据], 输出原始数据文件。此文件便于用户校对原始数据。

3.9.2 计算报告书

系统提供完整的计算报告书。点击菜单[输出]([计算前提]、[作用荷载]、[计算结果]和[全部输出]), 输出相应内容的计算报告书。

系统将以 Html 格式输出用户指定报告书内容。此格式报告书的输出不依赖其他第三方软件的支持, 并具有选中、复制和粘贴等功能。

报告书内容包括以下三个部分:

- (1) 计算前提;
- (2) 作用荷载;
- (3) 计算结果。



第 4 章 计算原理

4.1 荷载计算

系统根据用户输入的波浪水流参数，进行波浪水流荷载的自动计算。本程序只采用 X 平面内的波浪水流分力。

1) 作用于桩柱上的波浪力计算

对于桩柱结构，作用于水底面以上任一高度处柱体全断面上与波向平行的正向力由速度分力和惯性分力组成，本软件采用穷举的方法，按《海港水文规范》8.3 节的规定求解作用在结构上的最大波浪力及其相应相位。

$$p_D = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} C_D D u |u|$$

$$p_I = \frac{\gamma}{g} C_M A \frac{\partial u}{\partial t}$$

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{ch \frac{2\pi z}{L}}{sh \frac{2\pi d}{L}} \cos \omega t$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{2\pi^2 H}{T^2} \frac{ch \frac{2\pi z}{L}}{sh \frac{2\pi d}{L}} \sin \omega t$$

注：Z 取 5 点，其中包括 $z=0$ 、 $z=d$ 、 $z=d+\eta$ 三个高程点。 η 为任意相位时的波面在静水面以上的高度，按下式计算：

$$\eta = \frac{H}{2} \cos kx + \frac{\pi H^2}{2L} f\left(\frac{d}{L}\right) \cos 2kx$$

$$f\left(\frac{d}{L}\right) = \frac{\cosh \frac{2\pi d}{L} (\cosh \frac{4\pi d}{L} + 2)}{4(\sinh \frac{2\pi d}{L})^3}$$

2) 作用于桩柱上的波流力计算

对于桩柱结构，对于波浪水流同时存在的情况，本软件采用穷举的方法，按《海港水文规范》8.4 节的规定求解作用在结构上的最大波浪力及其相应相位：

$$p_D = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} C_D D (u + u_c) |u + u_c|$$

$$p_t = \frac{\gamma}{g} C_M A \frac{\partial u}{\partial t}$$

$$u = \frac{\omega_r H}{2} \frac{ch kz}{sh kd} \cos \omega t$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\omega_r^2 H}{2} \frac{ch kz}{sh kz} \sin \omega t$$

$$\omega_r = \frac{2\pi}{T} - ku_c$$

$$\left(\frac{2\pi}{T} - ku_c\right)^2 = gkthkd$$

- 注：1. 波数 k 采用假设迭代的方法计算；
2. 计算点的取值同波浪力计算。

另外，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 公式 13.0.1 进行计算水流量。计算波流时流速取沿波浪方向的分量，计算水流量时取垂直波浪方向的分量。

$$F_w = C_w \frac{\rho}{2} V^2 A$$

3) 作用于桩柱上的水流量计算

作用于港口工程上的水流量计算，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 公式 13.0.1 进行计算。

$$F_w = C_w \frac{\rho}{2} V^2 A$$

注：水流阻力系数 C_w ，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 表 13.0.3-1 取值，并根据 13.0.3 条进行修正。

4.2 承受水平力的桩身内力和变形计算

4.2.1 P-Y 曲线法

(一) 不排水抗剪强度标准值 C_u 小于 96kPa 的软粘土

1. 桩侧单位面积的极限水平土抗力标准值，可按下列公式计算：

当 $Z < Z_r$:

$$P_u = 3C_u + \gamma Z + \frac{\zeta C_u Z}{d}$$

当 $Z \geq Z_r$:

$$P_u = 9C_u$$



$$Z_r = \frac{6C_u d}{\gamma d + \zeta C_u}$$

式中 P_u -泥面以下 Z 深度处桩侧单位面积极限水平土抗力标准值 (kPa);

C_u -原状粘土不排水抗剪强度的标准值 (kPa);

γ -土的重度 (kN/m³);

Z -泥面以下桩的任一深度 (m);

ζ -系数, 取 0.25~0.5;

d -桩径或桩宽(m);

Z_r -极限水平土抗力转折点深度 (m)。

2.软粘土中桩的 P-Y 曲线可按下列公式确定

a) 静荷载作用下

当 $Y/Y_{50} < 8$ 时

$$\frac{P}{P_u} = 0.5 \left(\frac{Y}{Y_{50}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Y_{50} = \rho \varepsilon_{50} d$$

当 $Y/Y_{50} \geq 8$ 时

$$\frac{P}{P_u} = 1.0$$

b) 循环荷载作用下

当 $Y < 3Y_{50}$ 时

$$\frac{P}{P_u} = 0.5 \left(\frac{Y}{Y_{50}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

当 $Y \geq 3Y_{50}$ 时

(i) $Z \geq Z_r$ 时

$$P = 0.72P_u$$

(ii) $Z < Z_r$ 时

当 $Y \geq 15Y_{50}$ 时

$$P = 0.7P_u \left(\frac{Z}{Z_r} \right)$$

当 $3Y_{50} < Y < 15Y_{50}$ 时 为一直线，两端值如下。

$$Y = 3Y_{50} \text{ 时 } P = 0.72P_u$$

$$Y = 15Y_{50} \text{ 时 } P = 0.72P_u \left(\frac{Z}{Z_r} \right)$$

式中 P -泥面以下 Z 深度处作用于桩上的水平土抗力标准值 (kPa);

Y -泥面以下 Z 深度处桩的侧向水平变形 (mm);

Y_{50} -桩周土达极限水平土抗力之半时，相应桩的侧向水平变形(mm);

ρ -相关系数，取 2.5;

ε_{50} -三轴仪试验中最大主应力差一半时的应变值。对饱和度较大的软粘土，也可取无侧限抗压强度 q_u 一半时的应变值。

(二) 砂土

1.砂土单位桩长的极限水平土抗力标准值 P'_u ，可按下列公式计算

当 $Z < Z_r$ 时

$$P'_u = (C_1 Z + C_2 d) \gamma Z$$

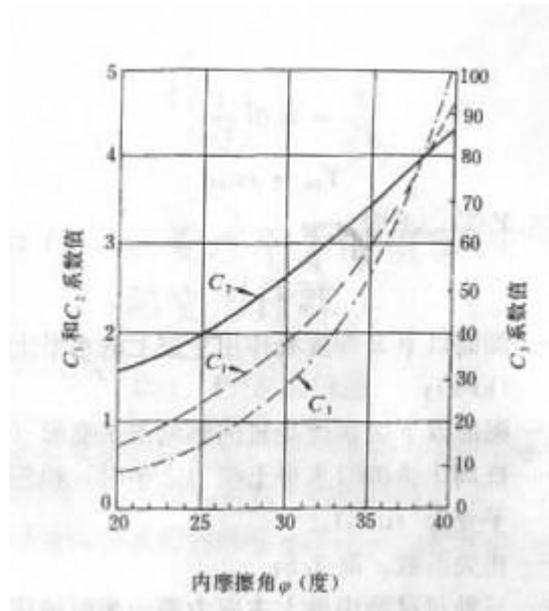
当 $Z \geq Z_r$ 时

$$P'_u = C_3 d \gamma Z$$

$$Z_r = (C_3 - C_2) d / C_1$$

式中 P'_u -泥面以下 Z 深度处单位桩长的极限水平土抗力标准值 (kN/m);

C_1 、 C_2 、 C_3 -系数，可按下图确定。



2. 砂土中桩的 P-Y 曲线，在缺乏现场试验资料时，可按下列公式确定：

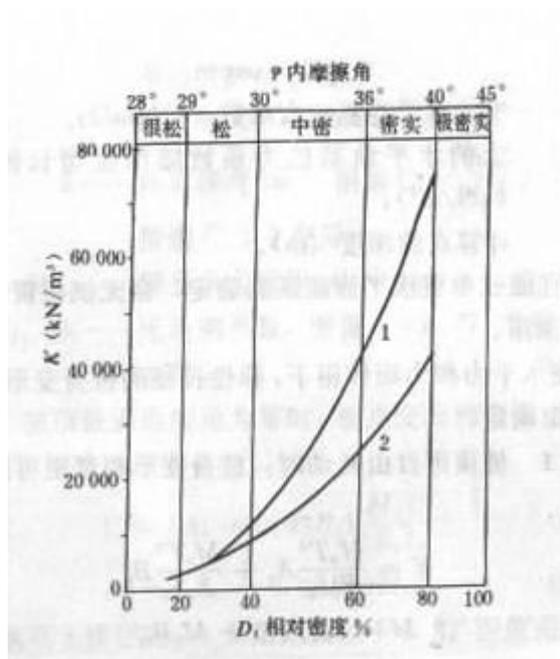
$$P = \psi P_u' t h \left[\frac{KZ}{\psi P_u'} Y \right]$$

$$\psi = \left(3.0 - 0.8 \frac{Z}{d} \right) \geq 0.9$$

P-泥面以下 Z 深度处作用于桩上的水平土抗力标准值 (kN/m)；

ψ - 计算系数，对于循环荷载 $\psi = 0.9$ ；

K-土抗力的初始模量，可按下图确定。





以上内容，详见《港口工程桩基规范》(JTJ254-98) (修订版)“附录 C 承受水平力的桩身内力和变形计算 C.2 P-Y 曲线法”一节。

4.2.2 NL 法

桩在水平力作用下应满足下列方程：

$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} + Bq = 0$$
$$q = k_N z^{2/3} y^{1/3}$$

式中 EI-桩的抗弯刚度 (kNm²)；

y-桩计算点的水平位移 (mm)；

z-计算点离泥面深度 (m)； 0

B-桩径或桩宽 (m)；

q-桩计算点处单位面积上承受的土抗力 (kPa)；

k_N -水平地基反力系数 (kN/m³)。

详见《港口工程桩基规范》(JTJ254-98) (修订版)“附录 C 承受水平力的桩身内力和变形计算 C.1 NL 法”一节。

本计算程序不采用规范中查表的方式，而是采用逐步逼近的迭代法求解。

4.2.3 m 法

m 法假设土的水平地基抗力系数随深度呈线性分增加，即：

$$K = mz$$

式中 K-土的水平地基抗力系数 (kN/m³)；

m-土的水平地基抗力系数随深度增长的比例系数 (kN/m⁴)；

Z-计算点的深度 (m)。

4.3 有限单元法求解

4.3.1 节点单元编号

1) 节点编号



从桩顶到桩尖的顺序依次编号。

2) 单元编号

泥面以上为一个单元，泥面以下按照用户自定义的精度要求划分单元。

P-Y 曲线法和 NL 法中桩基参数中输入的<泥面以下分段数>决定泥面以下单元数目。

M 法时，桩基参数中输入的<泥面以下单元最大长度>可以用来控制计算精度。划分单元时会根据长度要求分割泥面以下桩单元，位于同一土层的单元长度相同。但不同土层间的桩单元长度未必相同，只保证泥面以下每个单元的长度不超出最大值。

4.3.2 结构计算

有关结构计算中采用的一些基本算法，如等效节点荷载的计算、单元刚度矩阵的计算、整体刚度矩阵的组合、改进平方根法解线性方程组，以及单元内力计算等内容可参阅有关有限元计算方面专著，此处不再赘述。



第 5 章 系统参数极限及约定

5.1 系统参数极限

参 数 项	最大值	备 注
泥面以下桩分割数量	100	
水平分布荷载数	80	
水平集中荷载数	80	
土层数量	10	m 法时

5.2 输入输出数据的约定

荷载：水平向右为正, 单位 kN 及 kN/m。

位移：水平位移以向右为正, 单位 mm。

弯矩：左侧受拉为正, 单位 kNm。内力分布视图中, 弯矩画在受弯一侧。

剪力：剪力以下侧截面向左为正, 单位 kN。

地基反力：地基反力向左为正, 单位 kN/m²。



第六章 算例

6.1 计算条件

6.1.1 桩基参数

D1200A3-2 大管桩，桩长 40m。泥面以上 10m，泥面以下 30m。

采用 P-Y 曲线法计算。

6.1.2 设计荷载

受波浪水流力作用，具体参数见 6.2.4。

6.2 数据输入

6.2.1 桩截面

截面类型：管桩

外径 D：1.2m

壁厚 t：130mm

材料：C60

桩基截面

截面选择

桩基截面名称: D1200A3-2

材料参数

材料名称: C60

常用大管装型号选择

编号	截面名称
4	空心方桩
7	D1400B3-1
8	D1200A3-2

截面尺寸

截面类型: 4

边长 B (m):

外径 D (m): 1.2

壁厚 t (mm): 130

毛截面面积 A (m²): 1.130973

净截面面积 A (m²): 0.4369955

惯性矩 I (m⁴): 0.06346268

添加 删除 更新

确定 取消

6.2.2 桩基参数



6.2.3 土层参数



6.2.4 荷载输入

选择荷载自动计算，弹出[波浪水流参数]输入框，数据如图所示。



点击<确定>之后，返回荷载输入界面，如下如下图所示。



6.3 计算

点击[输出][原始数据]，校对原始数据是否无误。

确认无误之后，开始计算。

6.4 查看

表格方式查看内力与地基反力。



6.5 输出



点击菜单[输出][全部输出]，系统将以 HTML 格式输出计算报告书。计算报告书内容如下：

1 计算前提

1.1 总体信息

计算方法：P-Y 曲线法

水重度(kN/m^3): 10.25

设计水位(m): 2

泥面以下桩分割段数: 40

1.2 桩基参数

截面名称: D1200A3-2

截面类型: 管桩

材料名称: C60

外径 D(m): 1.2

壁厚 t(mm): 130

净截面积(m^2): 0.437

毛截面积(m^2): 1.131

截面惯性矩(m^4): 0.063

桩顶高程(m): 5

桩尖高程(m): -35

桩长(m): 40

桩泥面以上长度(m): 10

桩泥面以下长度(m): 30

泥面处水平位移容许值(mm): 25

桩顶约束: 自由

1.3 土层参数



泥面高程(m)：-5

土层性质：软粘土

土重度(kN/m^3)：8

原状粘土不排水抗剪强度标准值 C_u (kPa)：30

三轴试验中最大主应力差一半时的应变值 ϵ_{50} ：0.01

系数 ζ ：0.3

1.4 波浪水流参数

桩水流阻力系数 C_w ：1.5

桩速度力系数 C_d ：2

桩惯性力系数 C_m ：2.2

波高(m)：1

波长(m)：42

周期(t)：6.5

水流速度(m/s)：0.5

2 作用荷载

作用荷载为循环荷载

2.1 作用在桩上的水平分布荷载

序号	q1 (kN/m)	q2 (kN/m)	Z1 (m)	Z2 (m)	备注
1	2.332	2.259	2.37	2	波流力
2	2.259	1.913	2	-0.33	波流力
3	1.913	1.723	-0.33	-2.67	波流力
4	1.723	1.662	-2.67	-5	波流力

3 计算结果

3.1 桩基内力及位移

节点	高程 H(m)	弯矩 M(kN.m)	剪力 Q(kN)	水平位移 U_x (mm)
----	---------	------------	----------	-----------------



1	5.000	0.000	0.000	0.810
2	4.000	0.000	0.000	0.706
3	3.000	0.000	0.000	0.605
4	2.000	0.158	0.849	0.506
5	1.000	2.112	3.034	0.411
6	0.000	6.177	5.070	0.323
7	-1.000	12.207	6.973	0.241
8	-2.000	20.096	8.791	0.169
9	-3.000	29.762	10.531	0.107
10	-4.000	41.146	12.232	0.056
11	-5.000	54.218	13.907	0.019
12	-5.750	49.955	-17.086	0.003
13	-6.500	17.372	-31.480	-0.001
14	-7.250	0.424	-14.729	-0.001
15	-8.000	-3.395	0.106	0.000
16	-8.750	0.136	4.196	0.000
17	-9.500	0.001	0.123	0.000
18	-10.250	0.001	0.007	0.000
19	-11.000	0.001	0.000	0.000
20	-11.750	0.000	0.000	0.000
21	-12.500	0.000	0.000	0.000
22	-13.250	0.000	0.000	0.000
23	-14.000	0.000	0.000	0.000
24	-14.750	0.000	0.000	0.000
25	-15.500	0.000	0.000	0.000
26	-16.250	0.000	0.000	0.000
27	-17.000	0.000	0.000	0.000
28	-17.750	0.000	0.000	0.000
29	-18.500	0.000	0.000	0.000
30	-19.250	0.000	0.000	0.000
31	-20.000	0.000	0.000	0.000
32	-20.750	0.000	0.000	0.000
33	-21.500	0.000	0.000	0.000
34	-22.250	0.000	0.000	0.000
35	-23.000	0.000	0.000	0.000
36	-23.750	0.000	0.000	0.000
37	-24.500	0.000	0.000	0.000



38	-25.250	0.000	0.000	0.000
39	-26.000	0.000	0.000	0.000
40	-26.750	0.000	0.000	0.000
41	-27.500	0.000	0.000	0.000
42	-28.250	0.000	0.000	0.000
43	-29.000	0.000	0.000	0.000
44	-29.750	0.000	0.000	0.000
45	-30.500	0.000	0.000	0.000
46	-31.250	0.000	0.000	0.000
47	-32.000	0.000	0.000	0.000
48	-32.750	0.000	0.000	0.000
49	-33.500	0.000	0.000	0.000
50	-34.250	0.000	0.000	0.000
51	-35.000	0.000	0.000	0.000

3.2 水平地基反力

节点	高程 H(m)	水平位移 U _x (mm)	地基反力 P(kN/m ²)
1	-5.000	38.676	0.019
2	-5.375	31.610	0.009
3	-6.125	-6.930	0.000
4	-6.875	-18.340	-0.001
5	-7.625	-13.205	0.000
6	-8.375	3.354	0.000
7	-9.125	-1.648	0.000
8	-9.875	-0.441	0.000
9	-10.625	-0.178	0.000
10	-11.375	-0.096	0.000
11	-12.125	-0.054	0.000
12	-12.875	-0.031	0.000
13	-13.625	-0.017	0.000
14	-14.375	-0.010	0.000
15	-15.125	-0.006	0.000
16	-15.875	-0.003	0.000
17	-16.625	-0.003	0.000
18	-17.375	-0.001	0.000
19	-18.125	-0.001	0.000



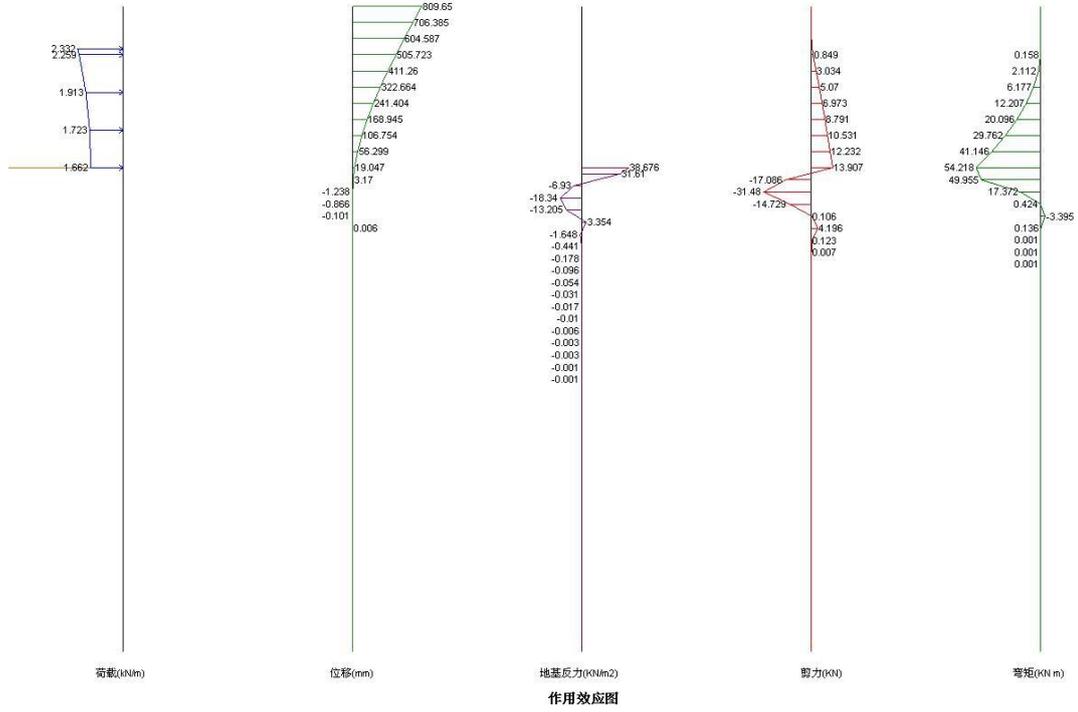
20	-18.875	0.000	0.000
21	-19.625	0.000	0.000
22	-20.375	0.000	0.000
23	-21.125	0.000	0.000
24	-21.875	0.000	0.000
25	-22.625	0.000	0.000
26	-23.375	0.000	0.000
27	-24.125	0.000	0.000
28	-24.875	0.000	0.000
29	-25.625	0.000	0.000
30	-26.375	0.000	0.000
31	-27.125	0.000	0.000
32	-27.875	0.000	0.000
33	-28.625	0.000	0.000
34	-29.375	0.000	0.000
35	-30.125	0.000	0.000
36	-30.875	0.000	0.000
37	-31.625	0.000	0.000
38	-32.375	0.000	0.000
39	-33.125	0.000	0.000
40	-33.875	0.000	0.000
41	-34.625	0.000	0.000
42	-35.000	0.000	0.000

4 结论

泥面处水平位移(mm)	容许值(mm)	满足
19	25	是



P-Y曲线法



附录 授权协议

本软件—《丰海 SPCZL 单桩水平承载力计算软件》（以下简称「软件」）由丰海技术咨询服务(上海)有限公司（以下简称「丰海」）出品，软件的著作权归丰海所有。

注意：

只有当您同意本授权书上所有项目的内容时，才可以获得（丰海）正式授权并安装使用本软件。在您继续安装之前，请仔细阅读这些内容，当您选择本画面中的「我接受该许可协议中的条款」项时，表示您愿意接受这份授权。如果您不同意这份授权，请选择「我不接受该许可协议中的条款」项，以退出安装。

若「软件」版本为评估版本，只授权您用于产品功能评估用途，评估期最长不得超过 30 天，你必须于评估之后将所有评估版本销毁或购买本软件正式版本，取得合法授权。

授权和担保：

随着本授权声明所附的软件（「软件」）乃（丰海）或其授权人之财产，受知识产权法的保护。虽然（丰海）仍将继续拥有该软件之所有权，但是您只要接受此授权声明之规定，亦可拥有本软件拷贝的合法使用权利。接受本授权书将意味着你将拥有如下的权利与义务：

您可以：

- （1）在一台计算机上使用一份本软件；
- （2）另外复制一份软件做为备用，或将软件复制到您计算机上的硬盘，保留原始软件作为备份；
- （3）在网络上使用该软件，但网络上的每一台计算机都必须拥有一份合法授权；
- （4）向（丰海）提出书面说明后，将该软件转让给其它人或实体。但您不得保留该软件的任何备份。

您不可以：

- （1）复制软件所附的手册，未经同意私自传播本软件；



(2) 对软件进行逆向工程，反汇编或修改软件的代码；不得修改软件的版权信息；

(3) 再次授权、或租借该软件的任何部分；

(4) 通过转换、解译、分解、修改、翻译、以及其它任何方法以求得该软件的原始程序代码，或借助该软件建立衍生产品；

(5) 在取得替换磁盘或升级版本之后，不得再使用该软件的前一版或备份。

有限制的担保：

(丰海) 软件在交货之后有六十天保证期。在保证期内，我们可更换任何寄回的瑕疵品。(丰海) 并不保证软件功能会符合您的需求或软件的运行会是从不间断或是软件毫无错误。

非承诺损失声明：

如果本软件产品无法依照原先设定的目的执行，那么无论有否提供修正措施，(丰海) 仍不承诺任何特殊、重要、非直接或类似的损害责任，包括因使用或不使用该产品而导致资料或财产的损失；即使(丰海) 已被告知问题之情况下亦然。

(丰海) 的赔偿金额不超过本软件售价。无论您是否接受本「协议」，皆适用非承诺损失声明及上述各项限制。

丰海技术咨询服务(上海)有限公司

上海市中山南路 1228 号 6 楼

电话：(021)63134866

传真：(021)63163113

邮政编码：200011

<http://www.praia-sh.com>