

第 1 章 系统简介

1.1 系统功能

《Tools 港口工程工具包》是码头结构计算机辅助设计系统系列软件之一，它是根据新版港口工程技术规范（1998 年）针对波浪、常用荷载、地基、配筋等常用计算而开发的一套辅助计算软件。该系统具有可视化的界面录入数据，能够进行实时计算，包含了碰桩验算、波浪水流力、地基承载力、地基沉降、混凝土配筋、船舶荷载、土压力等计算，并具有绘制作用荷载标准值分布图以及相应示意图等功能。

1.2 系统组成

该系统主要由数据输入模块、计算核心模块和后处理模块三部分组成。

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、波浪水流参数、常用荷载参数、地基计算参数、混凝土配筋参数、船舶荷载计算相关参数、土压力计算参数等的输入，并将数据完整的保存至数据库。

计算核心模块：从数据库中调入原始数据，针对不同的计算内容分别进行碰桩验算、波浪水流力、常用荷载、地基计算、混凝土配筋、船舶荷载、土压力等计算，并将计算结果完整的保存至数据库。

后处理模块：输出详细的计算结果，并根据计算结果显示作用荷载标准值的分布图及相应的示意图。

第2章 系统的安装

2.1 系统运行环境

项 目	最 低	推 荐
处理器	Pentium II 350	Pentium III450
内 存	128MB	256MB
可用硬盘	50MB	100MB
显示分辨率	800*600	1024*768
打印机	Windows 支持的图形打印机	激光打印机
操作系统	Windows 98	Windows 2000/XP

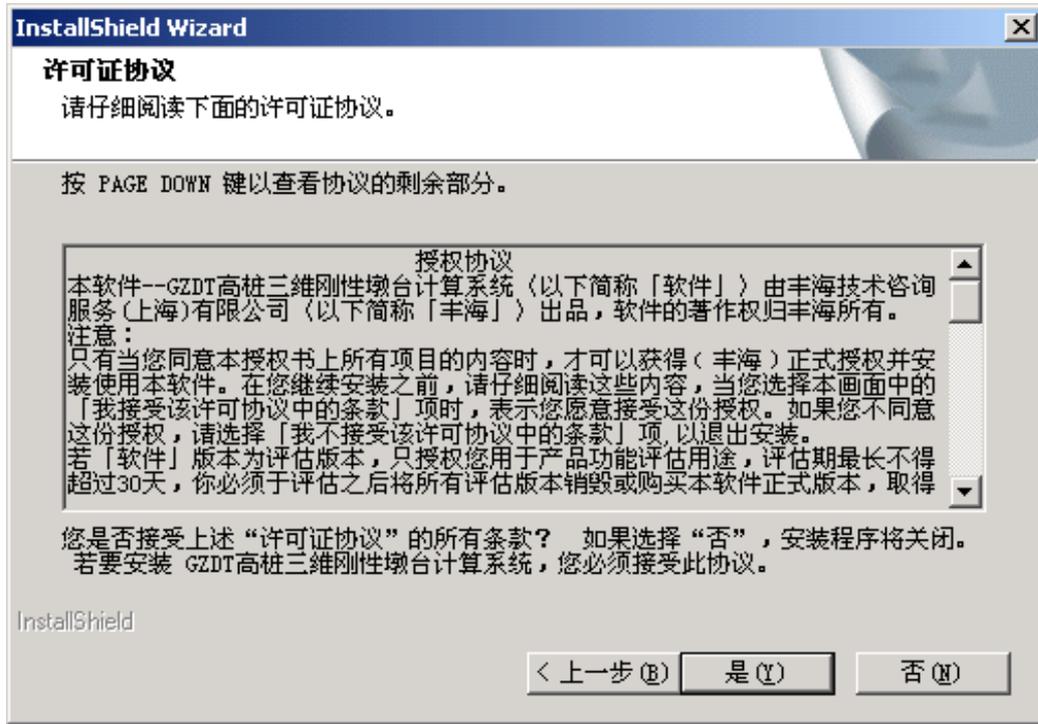
2.2 系统的安装

第一步，双击 setup.exe 图标，启动安装程序。



点击【下一步】，进行安装，按【取消】退出安装。

第二步，软件许可协议



点击【是】，继续进行安装，按【否】退出安装。

第三步，选择安装路径



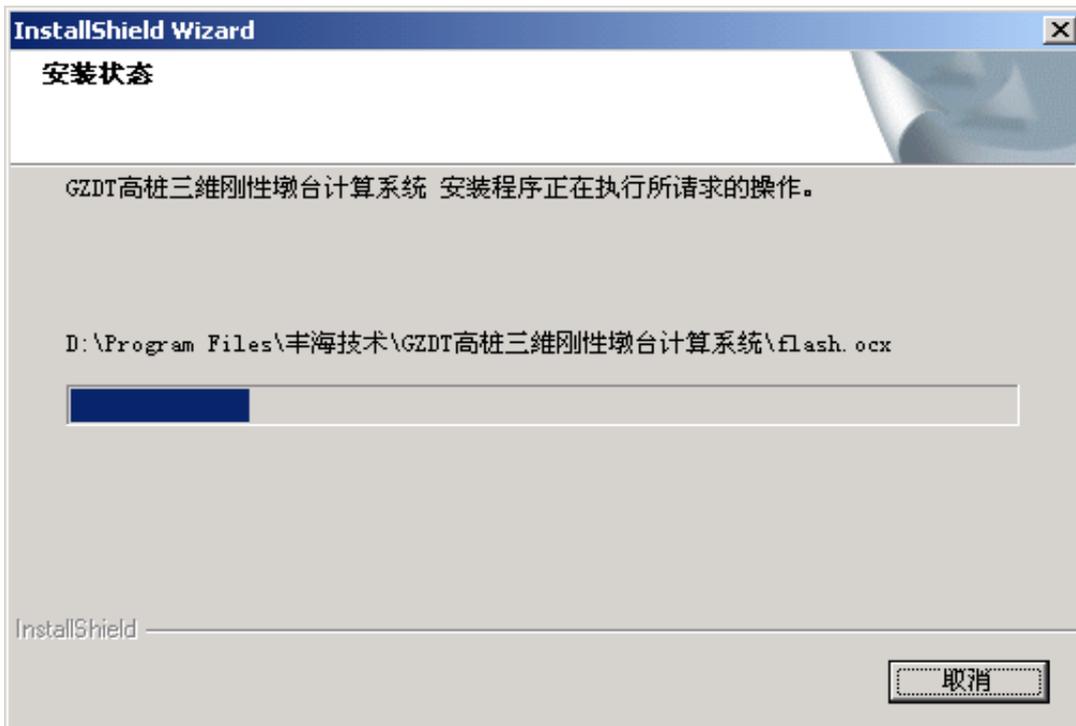
点击【浏览】，可更改安装路径，按【取消】退出安装。

第四步，选择安装类型



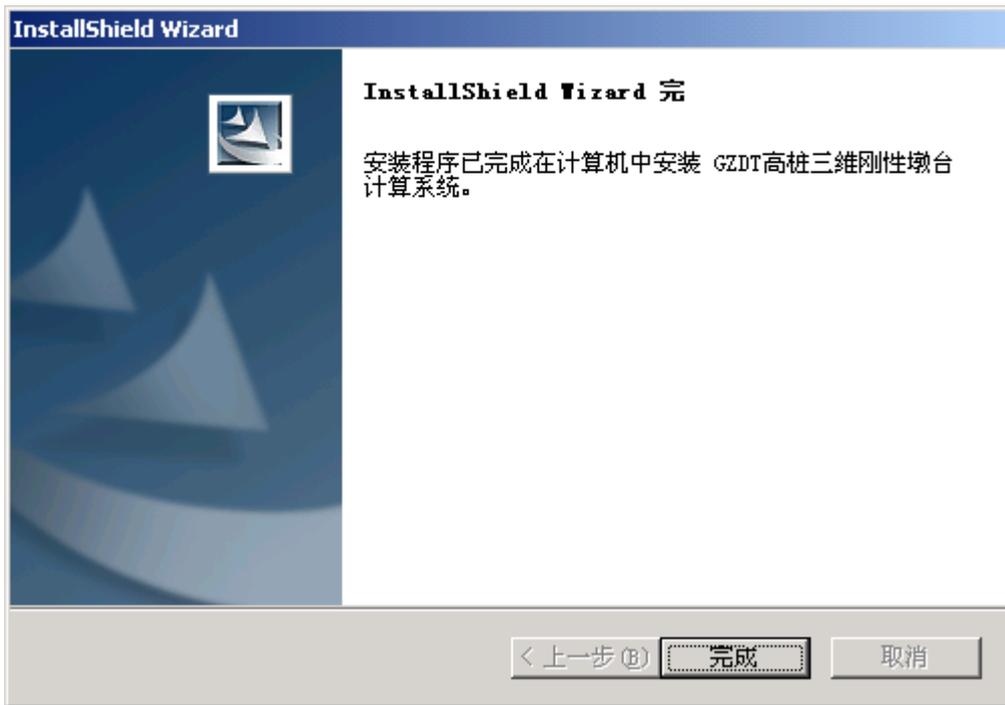
根据需求选择“典型”、“压缩”或“自定义”，点击【下一步】继续安装。

第五步，系统开始拷贝文件。



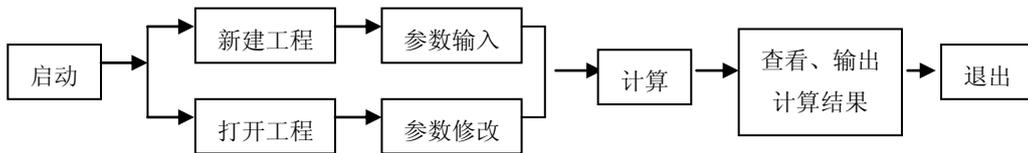
按【取消】退出安装。

第六步，安装成功。



第 3 章 操作说明

3.1 系统使用的基本流程

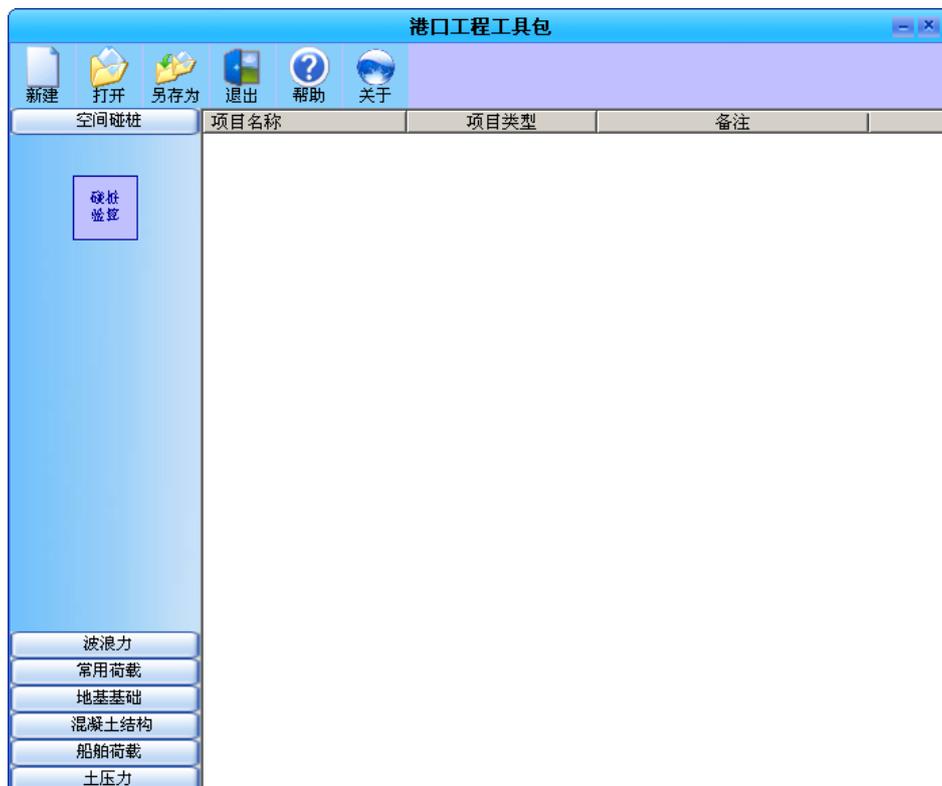


3.2 系统的启动

双击桌面上快捷图标或点击桌面【开始】【程序】【Tools 港口工程工具包】即可启动本系统。

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

点击工具栏图标 ，即可退出该系统。

3.4 文件操作

3.4.1 新建工程

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

点击工具栏图标 ，出现打开工程界面，输入需要打开的工程文件名，按【打开】后返回主界面。

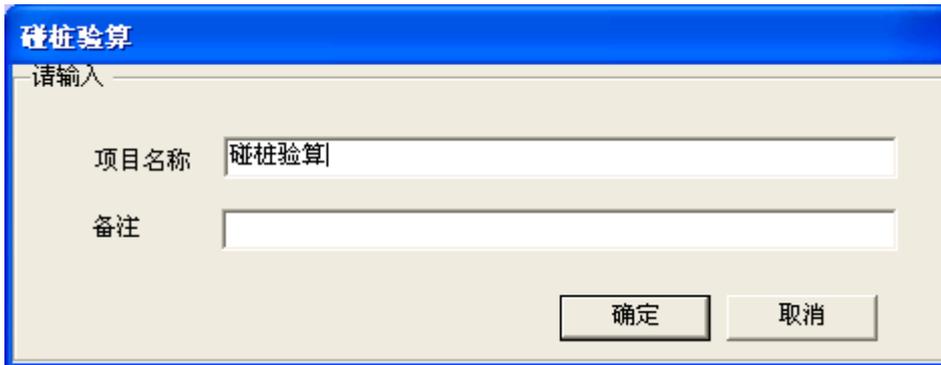
3.4.3 另存工程

点击工具栏图标 ，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保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

3.5.1 空间碰桩

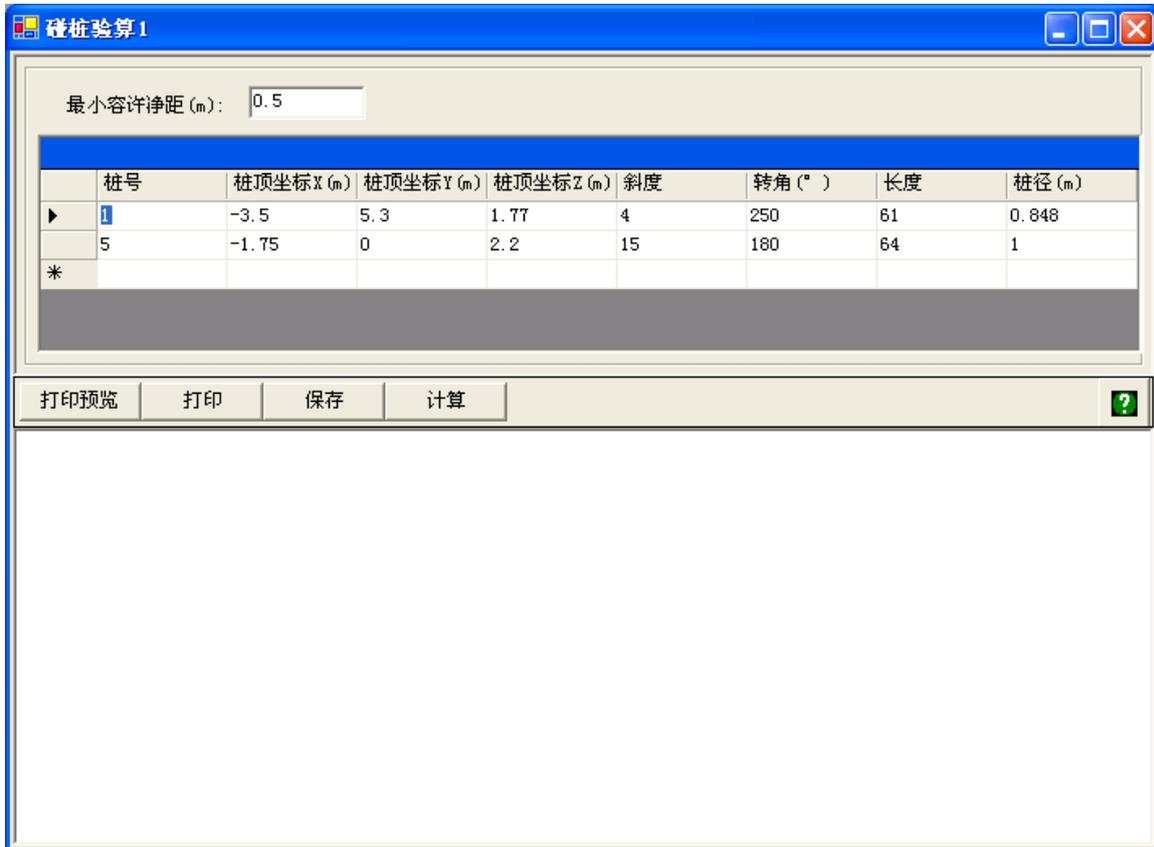
点击程序条【空间碰桩】【碰桩验算】，输入工程项目名称，点击【确认】后即新建了一个工程项目，如下图所示。



双击项目列表中任一项目，即可打开原有的一个计算内容。

注：一个工程文件中可以包含多个工程项目的计算内容。

碰撞验算，界面如下图所示。



该界面主要输入桩基顶坐标、斜度、平面转角、长度等数据。

容许最小净距：碰撞验算时容许桩之间的最小净距。对方桩而言是指桩中心线间的距离减去桩截面对角线的长度；

斜度：直桩斜度填写 0，斜桩按实际斜度填写，如 4:1 斜度填写 4；

转角：以 X 轴正向为 0°，转角按逆时针方向为正；

长度：桩实际长度，不包含桩嵌入横梁、桩帽等构件的长度。

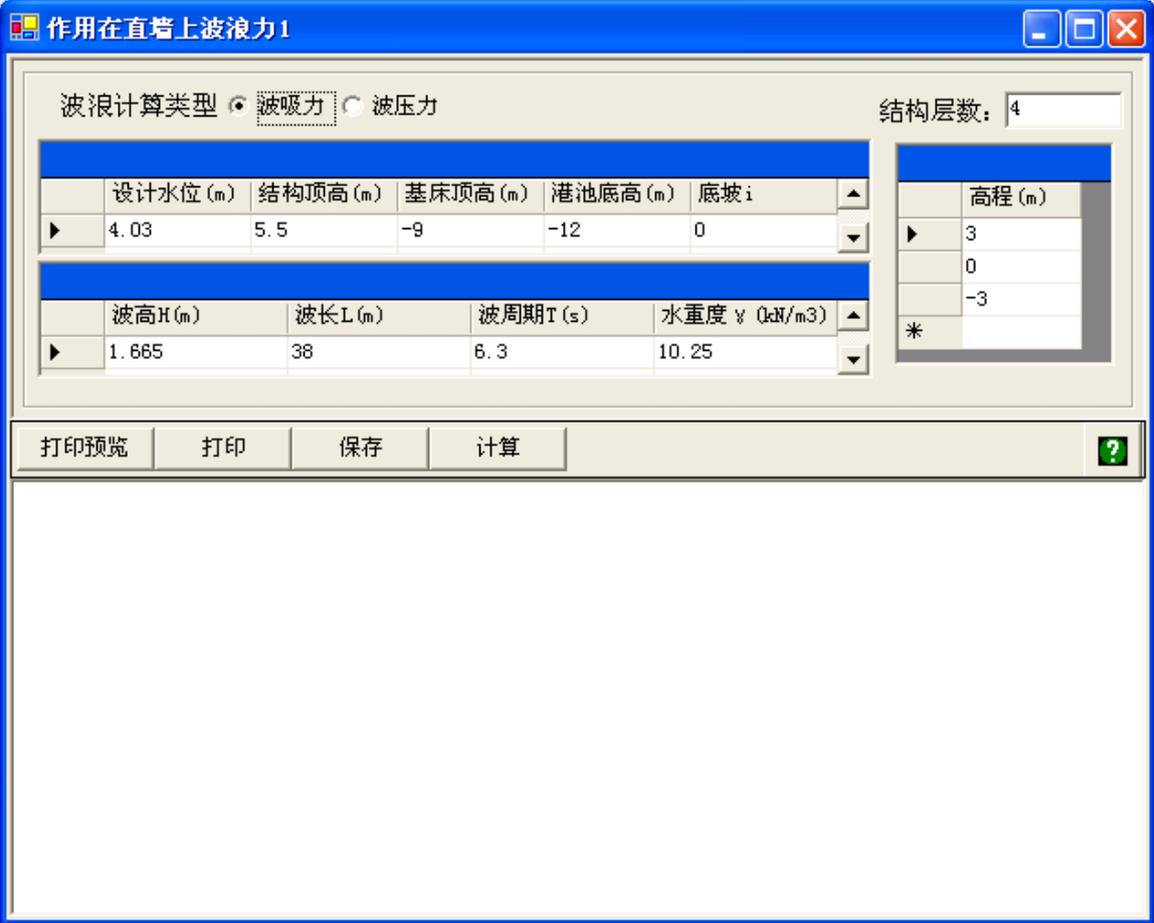
输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.2 波浪力

点击程序条【波浪力】，出现波浪力计算类型选择界面，共有作用于直墙上的波浪力计算、作用于桩柱上的波浪力计算、作用于桩柱上的波流力计算三部分组成。

3.5.2.1 作用于直墙上的波浪力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



设计水位(m)	结构顶高(m)	基床顶高(m)	港池底高(m)	底坡 i
4.03	5.5	-9	-12	0

波高H(m)	波长L(m)	波周期T(s)	水重度 γ (kN/m ³)
1.665	38	6.3	10.25

高程(m)
3
0
-3
*

该界面用于定义计算水位相对应的波浪要素，包括波高、波长、波周期等参数，并提供提供波压力与波吸力计算选择。

码头前沿水底坡度 i ：根据《海港水文规范》(JTJ213-98) 第 8.1.6.1 条，远破波波峰作用下，位于静水面处的破浪压力强度公式中系数 K_1 是码头前沿水底坡度

i 的函数，码头前沿水底坡度可取码头前一定距离的平均值。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.2.2 作用于桩柱上的波浪力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



波高H(m)	波高L(m)	周期T(s)	波向(°)
2	42	6.5	310

桩径D(m)	桩截面A(m ²)	CD	CM
0.8484	0.36	2	2.2

桩顶高程(m)	泥面高程(m)	计算水位(m)	γ (kN/m ³)
7.9	-1	6.72	10.25

该界面用于定义计算水位相对应的波浪要素，包括波高、波长、波周期、波向、桩柱截面等参数。

D: 桩径，对于圆形断面为其直径，对于矩形或方形断面为其对角线宽；

C_D : 速度力系数，参照《海港水文规范》(JTJ213-98)第8.3.1及8.4.1条取值；

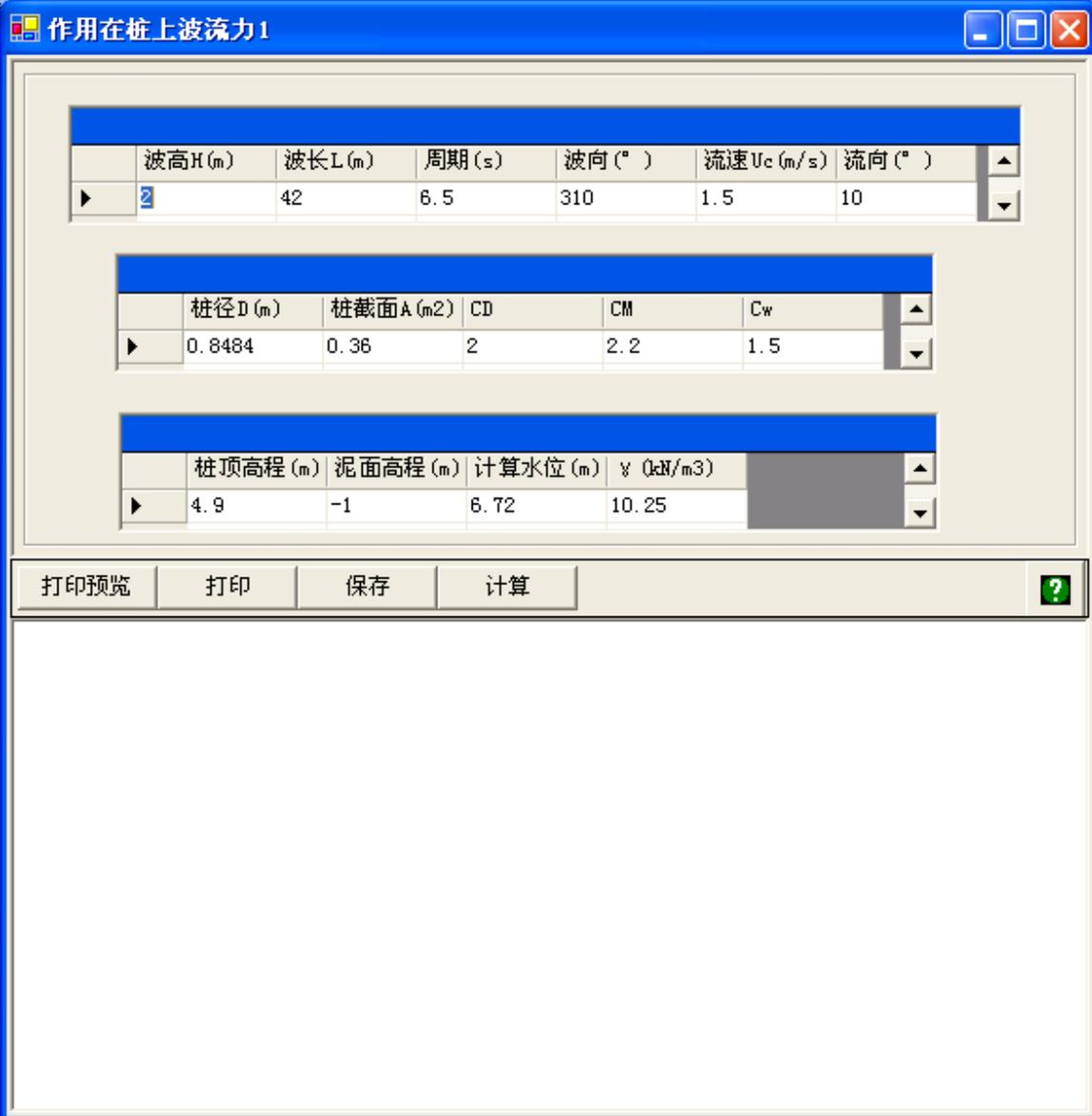
C_M : 惯性力系数，参照《海港水文规范》(JTJ213-98)第8.3.1及8.4.1条取

值。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.2.3 作用于桩柱上的波流力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



波高H(m)	波长L(m)	周期(s)	波向(°)	流速 U_c (m/s)	流向(°)
2	42	6.5	310	1.5	10

桩径D(m)	桩截面A(m ²)	CD	CM	Cw
0.8484	0.36	2	2.2	1.5

桩顶高程(m)	泥面高程(m)	计算水位(m)	γ (kN/m ³)
4.9	-1	6.72	10.25

打印预览 打印 保存 计算 

该界面用于定义计算水位相对应的波浪水流要素，包括波高、波长、波周期、波向、流速、流向、桩柱截面等参数。

C_w : 水流阻力系数, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 第 13.0.3 条取值; 其他参数含义同上。

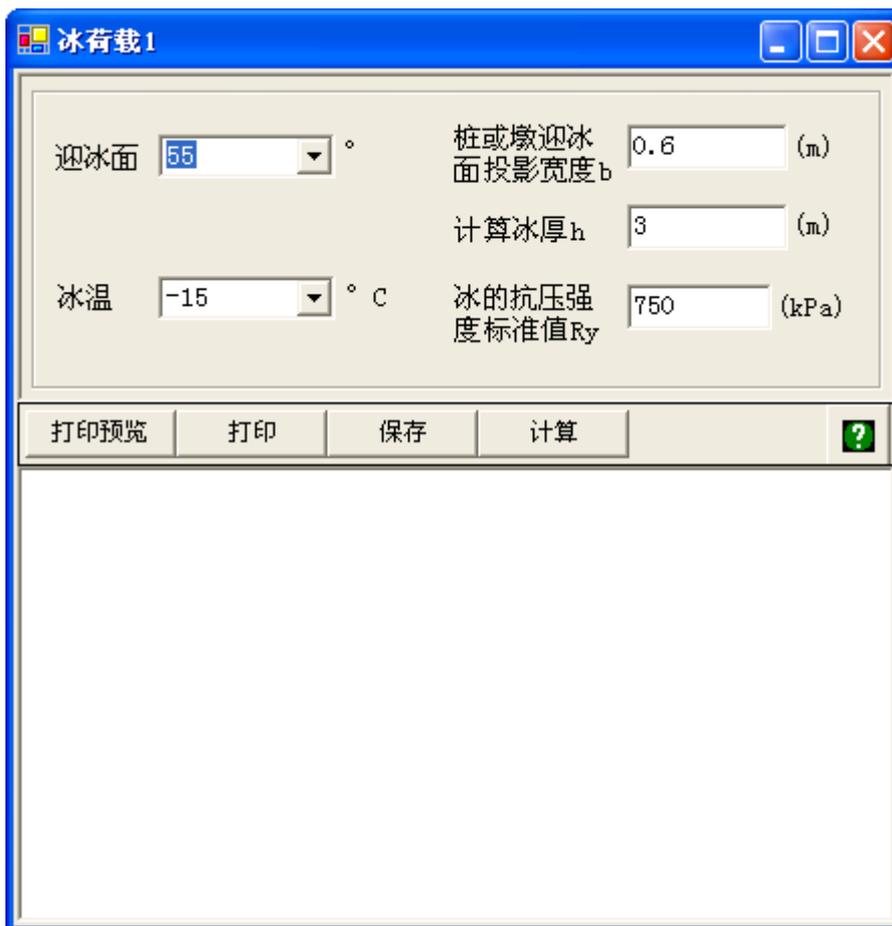
输入结束后按【保存】, 系统将保存数据, 按【计算】, 系统将进行计算, 并将计算结果显示在结果区域。操作过程中, 可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.3 常用荷载

点击程序条【常用荷载】, 出现常用荷载计算内容选择界面, 共有冰荷载、风荷载、缆车荷载、水流力四部分组成。

3.5.3.1 冰荷载计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



迎冰面	55	°	桩或墩迎冰面投影宽度 b	0.6	(m)
冰温	-15	° C	计算冰厚 h	3	(m)
			冰的抗压强度标准值 Ry	750	(kPa)

打印预览 打印 保存 计算 

该界面用于定义冰荷载计算要素, 包括桩或墩迎冰面形状及宽度、冰温、冰厚、冰的抗压强度标准值等参数。

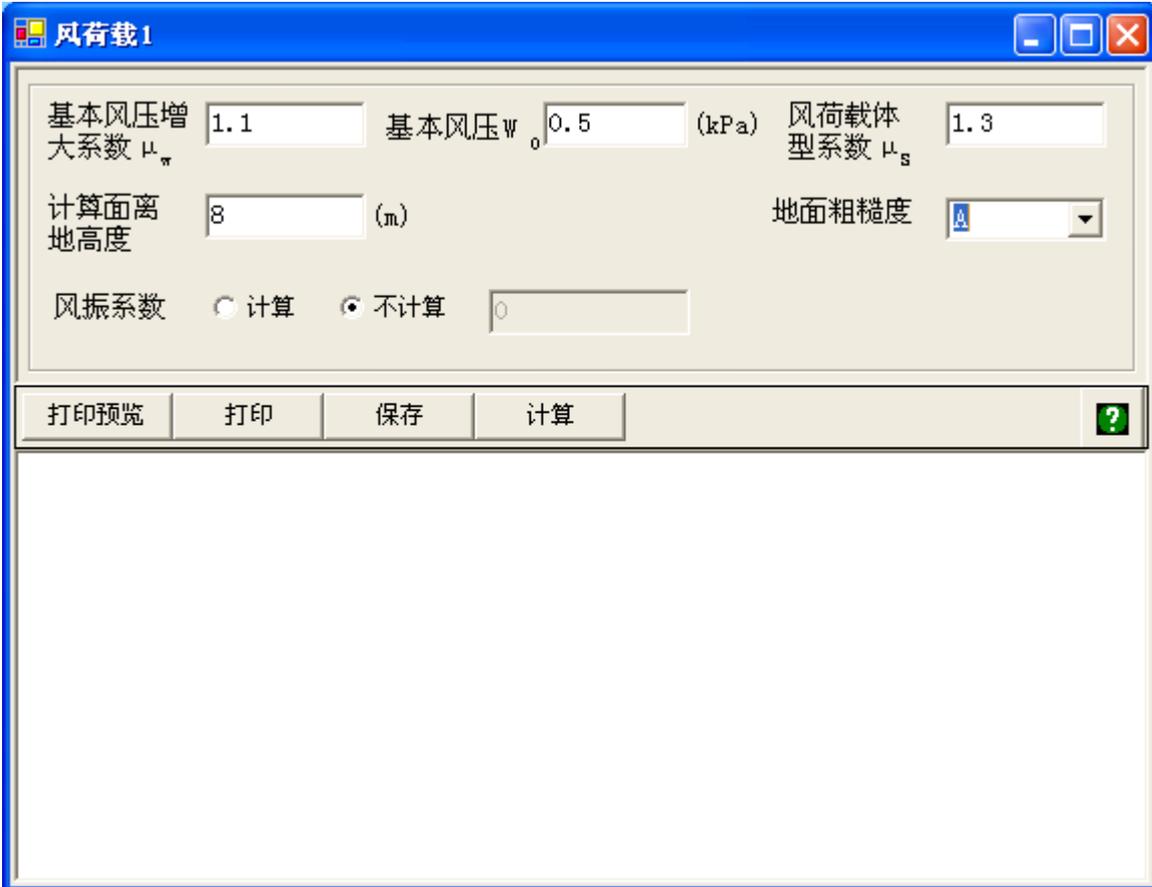
R_y : 冰的抗压强度标准值, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 第 12.0.6 条取值。

注: 对于迎冰面及冰温的参数输入, 用户可以使用键盘自行输入或使用鼠标选择输入框下拉列表中的项目。

输入结束后按【保存】, 系统将保存数据, 按【计算】, 系统将进行计算, 并将计算结果显示在结果区域。操作过程中, 可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.3.2 风荷载计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



该界面用于定义风荷载计算要素, 包括基本风压、风压增大系数、风荷载体型系数、风振系数等参数。

μ_w : 风压增大系数, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 第 11.0.4、11.0.5 和 11.0.6.3 条取值。

μ_s : 风荷载体型系数, 参照现行的国家标准《建筑结构荷载规范》的有关规定

执行。

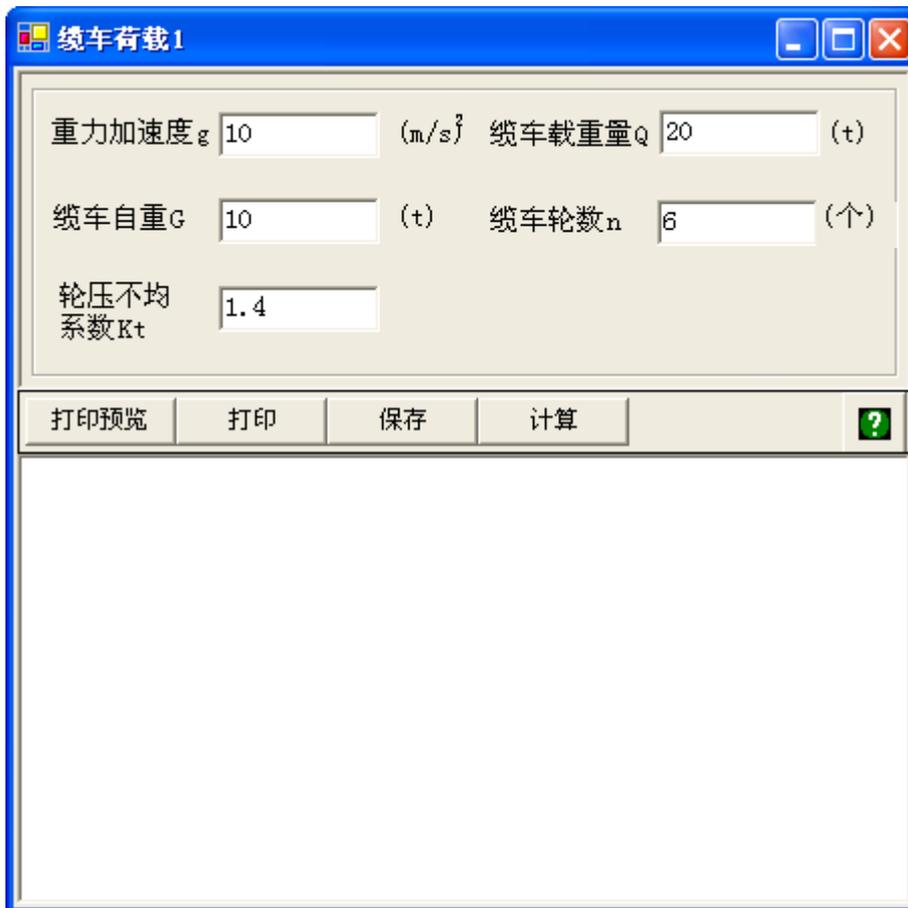
β_z : 风振系数, 参照现行的国家标准《建筑结构荷载规范》的有关规定执行。

输入结束后按【保存】, 系统将保存数据, 按【计算】, 系统将进行计算, 并将

计算结果显示在结果区域。操作过程中, 可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.3.3 缆车荷载计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



该界面用于定义缆车荷载计算要素, 包括缆车载重量、缆车自重、缆车轮数、轮压不均匀系数等参数。

Q: 缆车载重量, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 第 9.0.2 条取值;

G: 缆车自重, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 第 9.0.3 条取值;

K_t : 轮压不均匀系数, 参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 表 9.0.4 取值。

输入结束后按【保存】, 系统将保存数据, 按【计算】, 系统将进行计算, 并将

计算结果显示在结果区域。操作过程中, 可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.3.4 水流力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



该界面用于定义水流力计算要素，包括设计流速、水流阻力系数、构件投影面积等参数。

C_w ：水流阻力系数，参照《港口工程荷载规范》(JTJ215-98)第 13.0.3 条取值。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.4 地基基础

点击程序条【地基基础】，出现地基基础计算内容选择界面，共有条形及矩形基础地基承载力计算、沉降计算三部分组成。

3.5.4.1 条形基础地基承载力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。

条形基础地基承载力1

基本参数					
基床底高程 (m)	Hk' (kN)	Vk' (kN)	Be' (kN)	qk (kPa)	γR
-12	558.44	1425.28	7.655	5	2

基床以下土层指标				
底高程 (m)	γ' (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	
-14.65	8.7	15	30	
-19.32	8.9	20	32	
-25.45	9.3	5	34	
-32.25	9.6	10	35	
*				

打印预览 打印 保存 计算 ?

该界面用于定义条形基础地基承载力的计算要素，包括作用于基础或基床底面上的水平合力和竖向合力、基础或基床底面的有效受压宽度、墙前基础底面以上边载、土层指标等参数。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。

3.5.4.2 矩形基础地基承载力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。

矩形基础地基承载力 1

基本参数								
基床底高程	HkE' (kN)	VkL' (kN)	Vk' (kN)	Br e' (kN)	Lr e' (kN)	qk' (kPa)	γ K' (kPa)	
-12	558.44	238.35	1425.28	7.655	15.65	5	2	

基床以下土层指标				
底高程 (m)	γ ' (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	
-14.65	8.7	15	30	
-19.32	8.9	20	32	
-25.45	9.3	5	34	
-32.25	9.6	10	35	
*				

打印预览 打印 保存 计算 ?

该界面用于定义矩形基础地基承载力的计算要素，包括作用于基础或基床底面上的水平合力和竖向合力、基础或基床底面的有效受压宽度和长度、墙前基础底面以上边载、土层指标等参数。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.4.3 沉降计算

双击计算文件后出现以下输入界面。

地基沉降1

沉降计算参数						
土顶高程	σ_{\min} (kPa)	σ_{\max} (kPa)	B_e (m)	τ (kN/m)	m_s	
-12	89.234	194.32	9.904	45.258	0.7	

边载参数		
距计算点距离	荷载 (kN)	分布范围 (m)
10	30	5
18.5	15	50
*		

基床开挖深度: 2 (m)

开挖土层重度: 8.7 (kN/m³)

土层参数			土层 e-p 压缩指标	
点	高程	γ' (kN/m ³)	压缩指标 P (kPa)	压缩指标 e
1	-14.65	8.7	50	0.613
2	-19.32	8.9	100	0.599
3	-25.45	9.3	200	0.584
4	-30.00	9.5	300	0.570

打印预览 打印 保存 计算 ?

该界面用于定义沉降计算的参数，包括基底应力、边载参数、土层指标等参数。

注：1. 用户输入土层参数后，系统会自动根据输入数据排列并标号；

2. 土层 e-p 指标与土层参数一一对应，點選任一土层参数后，用户可以输入相应土层的压缩指标。

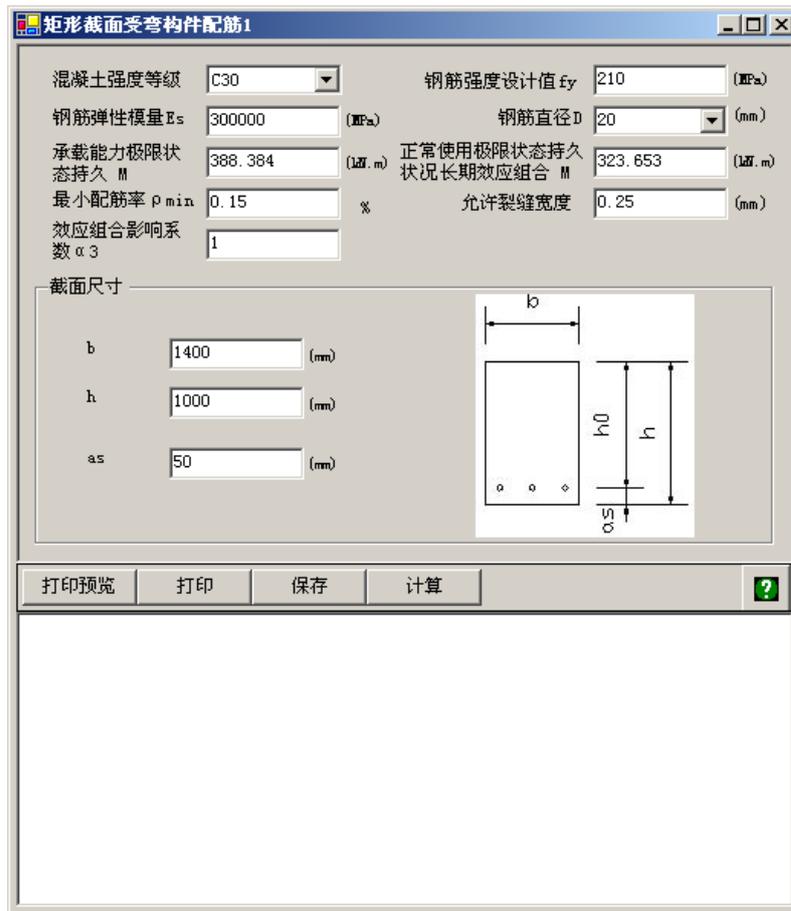
输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。

3.5.5 配筋计算

点击程序条【混凝土结构】，出现配筋计算内容选择界面，本程序提供矩形与T型单筋截面受弯构件，灌注桩的配筋计算。

3.5.5.1 矩形截面配筋计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



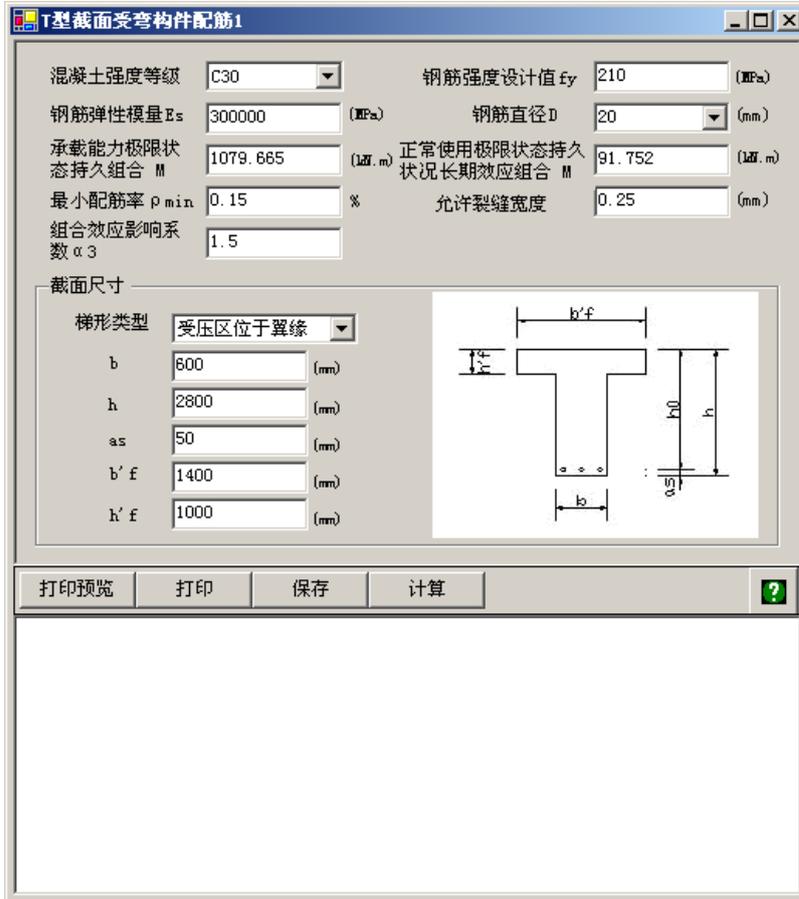
该界面用于定义混凝土矩形单筋截面受弯构件配筋计算的参数，包括截面尺寸、混凝土指标、钢筋指标等参数。

a_s : 受拉区钢筋合力点至受拉区边缘的距离。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。

3.5.5.2 T 型截面配筋计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



该界面用于定义混凝土 T 型筋截面受弯构件配筋计算的参数，包括截面尺寸、混凝土指标、钢筋指标等参数。

各参数的含义同上。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.5.3 灌注桩配筋计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



配筋参数	
混凝土强度等级	C50
混凝土保护层厚度 (mm)	70
最小配筋率 (%)	0.4
钢筋弹性模量 (MPa)	200000
钢筋直径 (mm)	25
钢筋强度设计值 (MPa)	310
施工工艺系数	0.9
允许裂缝宽度 (mm)	0.25

灌注桩参数		
直径 (mm)	1000	计算长度 (m)
		19.29
单元类型	上下固接	

内力设计值	
承载力极限状态: N (kN)	-487.411
M (kNm)	850
正常使用极限状态: N (kN)	-312.266
M (kNm)	800

打印预览 打印 保存 计算 ?

该界面用于定义混凝土灌注桩配筋计算的参数，包括截面尺寸、混凝土指标、钢筋指标等参数。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。

3.5.6 船舶荷载

点击程序条【船舶荷载】，出现船舶荷载内容选择界面，本程序提供系缆力、撞击力与挤靠力计算。

3.5.6.1 系缆力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



船舶参数			
船舶类型	货船	吨位DW (t)	30000
总长 (m)	244	型宽 (m)	32.3
吃水 (m)	12	船舶方形系数Cb	0.825
计算参数			
码头前沿水深 (m)	13	水的密度 (t/m ³)	1.025
风速 (m/s)	12.3	水流速度 (m/s)	2.13
流向角 (°)	10	水温 (°C)	10
系船柱受力分布不均匀系数k	1.3	受力系船柱数n	5
系船缆水平投影与码头前沿线夹角 α (°)	30	系船缆与水平面夹角 β (°)	15

该界面用于定义系缆力计算的参数，包括船舶类型与相关参数、水流量与风荷载相关参数等。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。

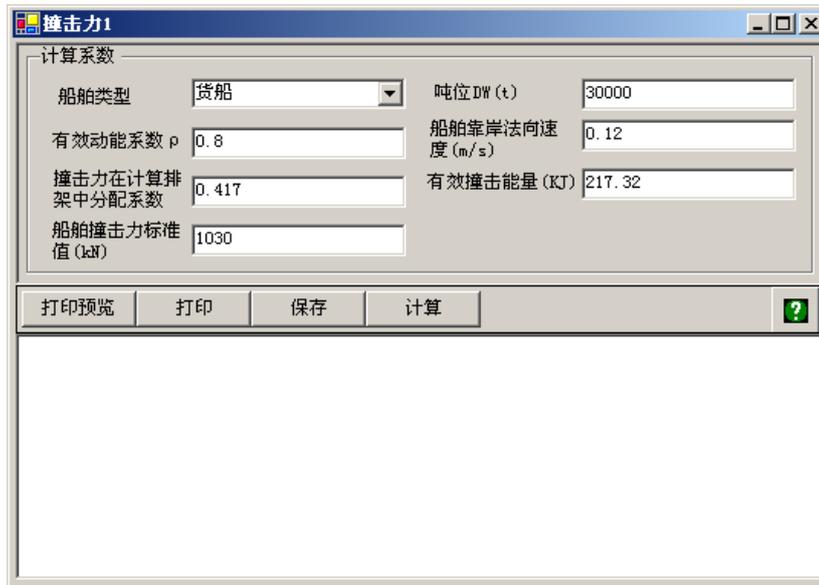
3.5.6.2 撞击力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。

该界面用于定义撞击力计算的参数，包括船舶类型与相关参数、水流量与风荷载相关参数等。

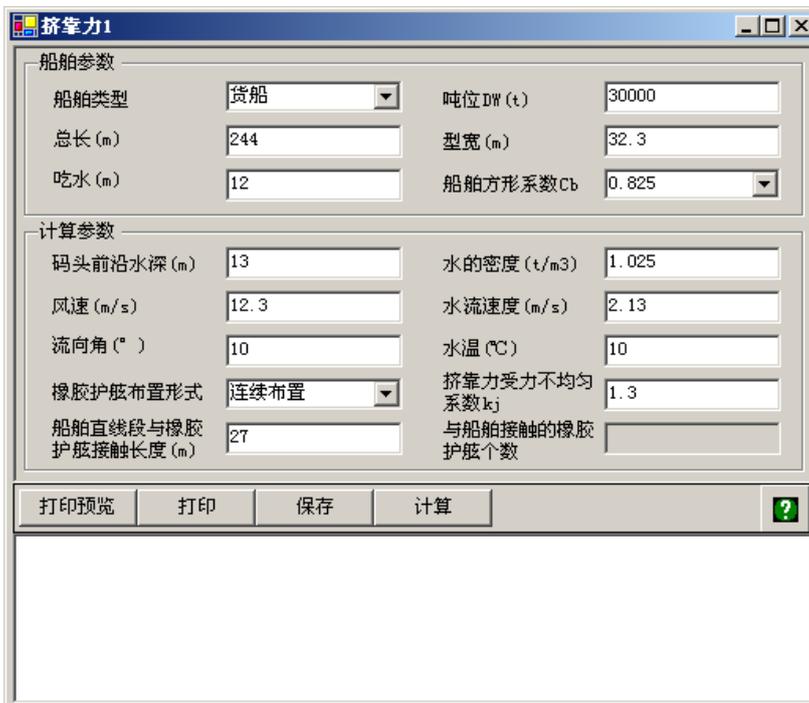
其中有效撞击能量一栏，根据上面输入的相关参数自动计算并显示。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标 查阅帮助信息。



3.5.6.3 挤靠力计算

双击计算文件后出现以下输入界面。



该界面用于定义挤靠力计算的参数，包括船舶类型与相关参数、水流力与风荷载相关参数等。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将

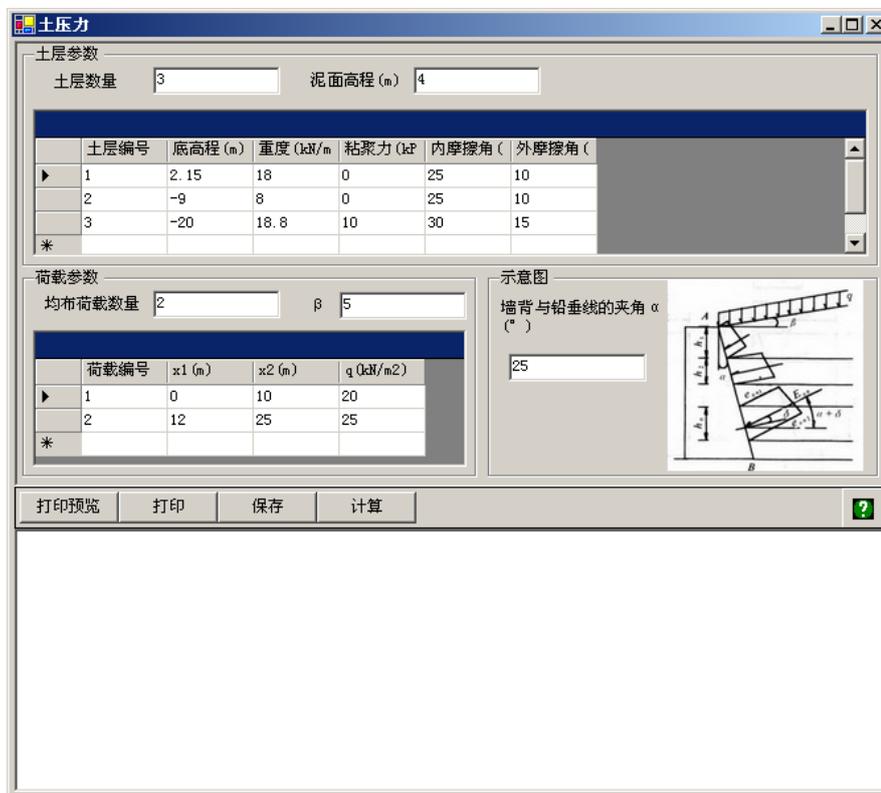
计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.7 土压力

点击程序条【土压力】，出现土压力计算内容选择界面，本程序提供主动土压力、被动土压力、地震主动土压力、地震被动土压力、卸荷板土压力计算。

3.5.7.1 主动土压力

双击计算文件后出现以下输入界面。



土层编号	底高程 (m)	重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)	外摩擦角 (°)
1	2.15	18	0	25	10
2	-9	8	0	25	10
3	-20	18.8	10	30	15

荷载编号	x1 (m)	x2 (m)	q (kN/m ²)
1	0	10	20
2	12	25	25

输入土层参数时，请用户根据水位、剩余水位高程自行分层，并按照所分土层输入相关参数。此处不提供土层分层自动计算。

β —地面与水平面的夹角 (°)，在水平面以上为正，在水平面以下为负，且 $|\beta| \leq \varphi_n$ 。

墙背外摩擦角 δ 的标准值根据地基条件、墙背形式、粗糙程度和地面坡度可按下列规定取值。

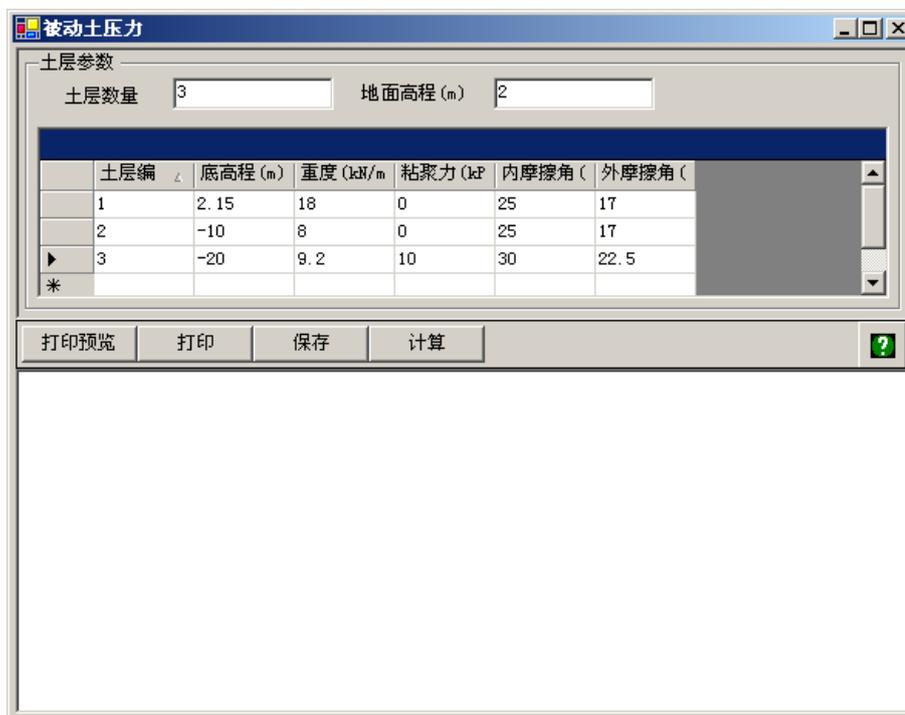
- 1) 仰斜的混凝土或砌体墙背采用 $\varphi / 2 \sim 2\varphi / 3$ ；阶梯形墙背采用 $2\varphi / 3$ ；
- 2) 垂直的混凝土或砌体墙背采用 $\varphi / 3 \sim \varphi / 2$ ；卸荷板以下墙背采用 $\varphi / 3$ ；
- 3) 俯斜的混凝土或砌体墙背采用 $\varphi / 3$ 。

详细说明请参照《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290-98) 3.5 节。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.7.2 被动土压力

双击计算文件后出现以下输入界面。



土层编	底高程 (m)	重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)	外摩擦角 (°)
1	2.15	18	0	25	17
2	-10	8	0	25	17
3	-20	9.2	10	30	22.5

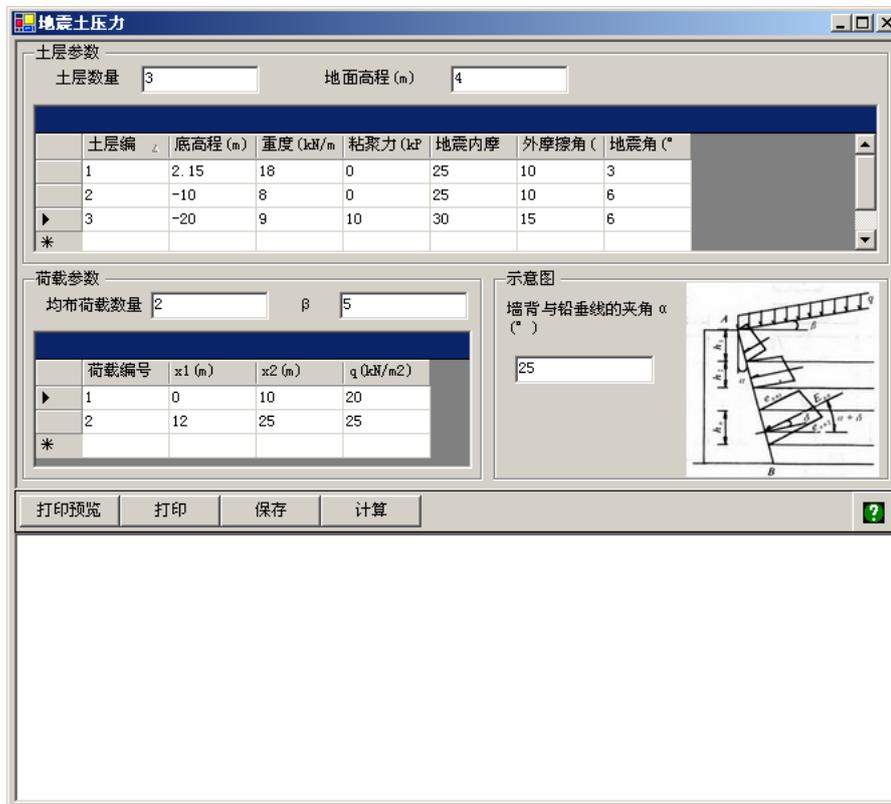
输入土层参数时，请用户根据水位、剩余水位高程自行分层，并按照所分土层输入相关参数。此处不提供土层分层自动计算。

外摩擦角取值同上，详细说明请参照《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290-98) 3.5 节。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.7.3 地震主动土压力

双击计算文件后出现以下输入界面。



输入土层参数时，请用户根据水位、剩余水位高程自行分层，并按照所分土层输入相关参数。此处不提供土层分层自动计算。

β —地面与水平面的夹角 ($^{\circ}$)，在水平面以上为正，在水平面以下为负，且 $|\beta| < \varphi$ 。

外摩擦角 δ_n 宜取 $\delta_n = 0$ 或 $\delta_n = \varphi_n / 2 \leq 15^{\circ}$ 。

详细说明请参照《水运工程抗震设计规范》(JTJ225-98) 5.3 节。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。

3.5.7.4 地震被动土压力

双击计算文件后出现以下输入界面。

输入土层参数时，请用户根据水位、剩余水位高程自行分层，并按照所分土层输入相关参数。此处不提供土层分层自动计算。

外摩擦角 δ_n 宜取 $\delta_n = \varphi_n / 2 \leq 15^\circ$ 。

详细说明请参照《水运工程抗震设计规范》(JTJ225-98) 5.3 节。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。



土层编	底高程 (m)	重度 (kN/m)	粘聚力 (kPa)	地震内摩	外摩擦角 (地震角 (
1	2.15	18	0	25	17	3
2	-10	8	0	25	17	8
3	-20	9	10	30	22.5	8

3.5.7.5 卸荷板土压力

双击计算文件后出现以下输入界面。

对于卸荷板，M 点以上的土压力不计卸荷板底面以上重力的影响，N 点以下的土压力按照无卸荷板的情况计算。M，N 之间按直线过渡。

输入土层参数时，请用户根据水位、剩余水位高程自行分层，并按照所分土层输入相关参数。此处不提供土层分层自动计算。

详细说明请参照《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290-98) 3.5.3.2。

输入结束后按【保存】，系统将保存数据，按【计算】，系统将进行计算，并将计算结果显示在结果区域。操作过程中，可单击图标  查阅帮助信息。-

卸荷板土压力
_ □ ×

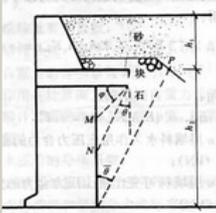
计算参数

均匀满布荷载 (kN/m²) 卸荷板底部宽度 (m) 卸荷板底部高程 (m)

土层参数

土层数量 泥面高程 (m)

土层编号	底高程 (m)	重度 (kN/m ³)	内摩擦角 (°)	外摩擦角 (°)
1	2.5	18	25	9
2	-10	5	25	9
3	-20	20	30	10
米				



打印预览 打印 保存 计算 ?

第 4 章 计算原理

1. 碰桩验算

碰桩验算的实质为求空间两线段间的最小距离。

给定线段1端部坐标 (X_{01}, Y_{01}, Z_{01}) 、 (X_1, Y_1, Z_1) 和线段2端部坐标 (X_{02}, Y_{02}, Z_{02}) 、 (X_2, Y_2, Z_2) ，求出在线段所在直线上距离最短的两点坐标 (XX_1, YY_1, ZZ_1) 和 (XX_2, YY_2, ZZ_2) ，最小距离即两点之间的距离。

由于桩为有限长度，当距离最近的点出现在线段延长线上，可以列举下列几种情况，从中找出距离最短情况即为桩与桩之间最短距离。

- (A) 线段 1 上端与线段 2 上端距离
- (B) 线段 1 上端与线段 2 下端距离
- (C) 线段 1 下端与线段 2 上端距离
- (D) 线段 1 下端与线段 2 下端距离
- (E) 线段 1 上端与线段 2 距离最近并且最近点在线段 2 上
- (F) 线段 1 下端与直线 2 距离最近并且最近点在线段 2 上
- (G) 线段 2 上端与线段 1 距离最近并且最近点在线段 1 上
- (H) 线段 2 下端与线段 1 距离最近并且最近点在线段 1 上

2. 波浪力计算

2.1 作用于直墙上的波浪力计算

2.1.1 基床类型判别

$$\frac{d_1}{d} > \frac{2}{3} \quad \text{暗基床和低基床, JCLX=1}$$

$$\frac{1}{3} < \frac{d_1}{d} \leq \frac{2}{3} \quad \text{中基床, JCLX=2}$$

$$\frac{d_1}{d} \leq \frac{1}{3} \quad \text{高基床, JCLX=3}$$

2.1.2 波浪类型判别

$$2.1.2.1 \text{ 当 (JCLX=1) and } (T\sqrt{g/d} < 8, d/H \geq 2)$$

$$\text{or (JCLX=1) and } (T\sqrt{g/d} \geq 8, d/H \geq 1.8)$$

or (JCLX=2) and ($d_1/H \geq 1.8$)

or (JCLX=3) and ($d_1/H \geq 1.5$)

波浪类型为立波, BLLX=1

2.1.2.2 当 (JCLX=1) and ($T\sqrt{g/d} < 8, d/H < 2$) and ($i \leq 0.1$)

or (JCLX=1) and ($T\sqrt{g/d} \geq 8, d/H < 1.8$) and ($i \leq 0.1$)

波浪类型为远破波, BLLX=2

2.1.2.3 当 (JCLX=2) and ($d_1/H < 1.8$)

or (JCLX=3) and ($d_1/H < 1.5$)

波浪类型为近破波, BLLX=3

2.1.3 波浪力计算

2.1.3.1 当 BLLX=1 时 (立波)

$$T_* = T\sqrt{g/d}$$

1) 当 ($d/H \geq 1.8$) and ($d/L = 0.05 \sim 0.12$) 时

a 波吸力 (波谷作用):

$$A_{pot} = 0.0397 - 0.00018T_*^{1.95}$$

$$B_{pot} = 0.98222 - 3.06115T_*^{-0.2848}$$

$$q_{pot} = 2.599T_*^{-0.8679} e^{0.07092T_*}$$

$$A_{pdt} = 0.1 - 1.687T_*^{-2.0195} e^{0.16894T_*}$$

$$B_{pdt} = -2.19707 + 0.92802T_*^{0.2350}$$

$$q_{pdt} = 20.1565T_*^{-1.9723} e^{0.13329T_*}$$

$$\eta_t = d(A_{pot} + B_{pot}(H/d)^{q_{pot}})$$

波吸力分布值

特征点高程	波吸力
-------	-----

设计水位	0
设计水位- η_t	$p_{ot} = \gamma d(A_{pot} + B_{pot}(H/d)^{q_{pot}})$
港池底	$p_{dt} = \gamma d(A_{pdt} + B_{pdt}(H/d)^{q_{pdt}})$

注：当 $p_{dt} > p_{ot}$ 时， $p_{dt} = p_{ot}$

若 p_{dt} 、 p_{ot} 计算为负值，取正。

b 波压力（波峰作用）：

$$B_{\eta} = 2.3104 - 2.5907T_*^{-0.5941}$$

$$m = T_*/(0.00913T_*^2 + 0.636T_* + 1.2515)$$

$$\eta_c = dB_{\eta}(H/d)^m$$

$$n = \max[0.636618 + 4.23264(H/d)^{1.67}, 1.0]$$

$$h_c = 2\eta_c/(n+2)$$

$$A_{poc} = 0.02901 - 0.00011T_*^{2.14082}$$

$$B_{poc} = 1.31427 - 1.20064T_*^{-0.6736}$$

$$q_{poc} = T_*/(0.03765T_*^2 + 0.46443T_* + 2.91698)$$

$$A_{pbc} = 0.14574 - 0.02403T_*^{0.91976}$$

$$B_{pbc} = -3.07372 + 2.91585T_*^{0.11046}$$

$$q_{pbc} = T_*/(0.06220T_*^2 + 1.32641T_* - 2.97557)$$

$$A_{pdc} = -0.18 - 0.000153T_*^{2.54341}$$

$$B_{pdc} = -0.03291 + 0.17453T_*^{0.65074}$$

$$q_{pdc} = T_*/(0.28649T_*^2 - 3.86766T_* + 38.4195)$$

波压力分布值

特征点高程	波压力
-------	-----

设计水位+ η_c	0
设计水位+ h_c	$p_{ac} = p_{oc} \frac{2}{(n+1)(n+2)}$
设计水位	$p_{oc} = \gamma d (A_{poc} + B_{poc} (H/d)^{q_{poc}})$
设计水位- $d/2$	$p_{bc} = \gamma d (A_{pbc} + B_{pbc} (H/d)^{q_{pbc}})$
港池底	$p_{dc} = \gamma d (A_{pdc} + B_{pdc} (H/d)^{q_{pdc}})$

注：当 $p_{bc} > p_{oc}$ 时， $p_{bc} = p_{oc}$

2) 当 $(H/L \geq 1/30)$ and $(d/L = 0.139 \sim 0.2)$ 时

$$h_s = \frac{\pi H^2}{L} \operatorname{cth} \frac{2\pi d}{L}$$

a 波吸力（波谷作用）：

波吸力分布值

特征点高程	波吸力
设计水位	0
设计水位- $(H-h_s)$	$p_s = \gamma(H-h_s)$
港池底	$p_d = \frac{\gamma H}{\operatorname{ch} \frac{2\pi d}{L}}$

b 波压力（波峰作用）：

波压力分布值

特征点高程	波吸力
设计水位+ (h_s+H)	0
设计水位	$p_s = (p_d + \gamma d) \left(\frac{H+h_s}{d+H+h_s} \right)$
港池底	$p_d = \frac{\gamma H}{\operatorname{ch} \frac{2\pi d}{L}}$

3) 当 ($d/H \geq 1.8$) and ($d/L = 0.12 \sim 0.139$) and ($8 < T_* \leq 9$) 时

a 波吸力 (波谷作用):

按 1) 计算出 η_t 、 p_{ot} 、 p_{dt} , 计算时取 $T_* = 9$

按 2) 计算出 $(H - h_s)$ 、 p_s 、 p_d

波面高程、波吸力分布值等各量值按下面公式内插计算:

$$X = X_{T_* = 8} - (X_{T_* = 8} - X_{T_* = 9})(T_* - 8)$$

上式中 $X_{T_* = 8}$ 表示按 2) 计算出的结果, $X_{T_* = 9}$ 表示按 1) 计算出的结果。

注: 若 p_{dt} 、 p_{ot} 计算为负值, 取正。

b 波压力 (波峰作用):

按 1) 计算出 η_c 、 p_{oc} 、 p_{bc} 、 p_{dc} , 计算时取 $T_* = 9$

按 2) 计算出 $(H + h_s)$ 、 p_s 、 p_b 、 p_d

波面高程、波吸力分布值等各量值按下面公式内插计算:

$$X = X_{T_* = 8} - (X_{T_* = 8} - X_{T_* = 9})(T_* - 8)$$

上式中 $X_{T_* = 8}$ 表示按 2) 计算出的结果, $X_{T_* = 9}$ 表示按 1) 计算出的结果。

4) 当 ($H/L \geq 1/30$) and ($d/L = 0.2 \sim 0.5$) 时

a 波吸力 (波谷作用):

$$h_s = \frac{\pi H^2}{L} \operatorname{cth} \frac{2\pi d}{L}$$

波吸力分布值

特征点高程	波吸力
设计水位	0
设计水位 - $(H - h_s)$	$p_s = \gamma(H - h_s)$

港池底	$p_d = \frac{\gamma H}{ch \frac{2\pi d}{L}}$
-----	--

b 波压力（波峰作用）：

波压力分布值

特征点高程	波压力
设计水位+H	0
设计水位	$p_s = \gamma H$
设计水位- Z	$p_z = \gamma H \frac{ch \frac{2\pi(d-Z)}{L}}{ch \frac{2\pi d}{L}}$

注意：Z 分别取静水面到每一层面的距离，只有一层时分别计算 d/4、d/2、3d/4、d 四个高程点处波压力分布值。

5) 当 ($H/L \geq 1/30$) and ($d/L \geq 0.5$) 时

$$h_s = \frac{\pi H^2}{L} cth \frac{2\pi d}{L}$$

a 波吸力（波谷作用）：

波吸力分布值

特征点高程	波吸力
设计水位	0
设计水位- ($H - h_s$)	$p_s = \gamma(H - h_s)$
设计水位- $L/2$	0
港池底	0

b 波压力（波峰作用）：

波压力分布值

特征点高程	波压力
设计水位+H	0
设计水位	$p_s = \gamma H$

设计水位- Z	$p_z = \gamma H \frac{ch \frac{2\pi(L/2-Z)}{L}}{ch(\pi)}$
---------	---

注意：Z 分别取静水面到每一层面的距离，只有一层时分别计算 L/8、L/4、3L/8、L/2 四个高程点处波压力分布值。

2.1.3.2 当 BLLX=2 时（远破波）

a 波吸力（波谷作用）：

波吸力分布值

特征点高程	波吸力
设计水位	0
设计水位- H/2	$p_s = 0.5\gamma H$
港池底	$p_d = 0.5\gamma H$

b 波压力（波峰作用）：

波压力分布值

特征点高程	波压力
设计水位+H	0
设计水位	$p_s = \gamma K_1 K_2 H$
设计水位-H/2	$p_z = 0.7 p_s$
港池底	$p_z = 0.6 p_s \quad d/H \leq 1.7$ $p_z = 0.5 p_s \quad d/H > 1.7$

其中 K_1 、 K_2 按《海港水文规范》表 8.1.6-1 和表 8.1.6-2 取值。

2.1.3.3 当 BLLX=3 时（近破波）

a 波吸力（波谷作用）：规范无计算公式。

b 波压力（波峰作用）：当 $d_1/H \geq 0.6$ 时

$$Z = (0.27 + 0.53 \frac{d_1}{H})H$$

波压力分布值

特征点高程	波压力
设计水位+Z	0
设计水位	当 $\frac{1}{3} < \frac{d_1}{d} \leq \frac{2}{3}$ 时 $p_s = 1.25\gamma H \left(1.8 \frac{H}{d_1} - 0.16 \right) \left(1 - 0.13 \frac{H}{d_1} \right)$ 当 $\frac{1}{4} \leq \frac{d_1}{d} \leq \frac{1}{3}$ 时 $p_s = 1.25\gamma H \left[\left(13.9 - 36.4 \frac{d_1}{d} \right) \left(\frac{H}{d_1} - 0.67 \right) + 1.03 \right] \left(1 - 0.13 \frac{H}{d_1} \right)$
基床顶面	$p_b = 0.6p_s$

2.1.3.4 当不满足以上条件时，计算终止。

2.2 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：

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

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

2.3 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；

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

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

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

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

$$\omega_r = \frac{2\pi}{T} - k u_c$$

$$\left(\frac{2\pi}{T} - k u_c\right)^2 = g k t h k d$$

- 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. 常用荷载

3.1 冰荷载计算

对于大面积冰场对于桩或墩产生的极限冰压力，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98)公式 12.0.3 进行计算。

$$F_I = m A b h R_y$$

3.2 风荷载计算

垂直作用于港口工程结构和船舶表面上的风荷载计算，按《港口工程荷载规

范》(JTJ215-98) 公式 11.0.1 进行计算。

$$W_k = \mu_w \mu_s \mu_z W_0$$

- 注：1. 风荷载体型系数 μ_s 按照国家标准《建筑结构荷载规范》有关规定执行；
2. 对于塔架、灯塔、导标等高耸结构，当其基本自振周期 $T > 0.25s$ 时，其基本风压应乘以风振系数 β_z ，按照国家标准《建筑结构荷载规范》有关规定执行。

3.3 缆车荷载计算

缆车各轮作用于轨顶上的轮压计算，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 公式 9.0.1 进行计算。

$$P = \frac{g}{n} (Q + G) K_t$$

注：轮压不均匀系数 K_t ，按《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 表 9.0.4 取值。

3.4 水流力计算

作用于港口工程上的水流力计算，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. 地基基础

4.1 条形基础地基承载力计算

4.1.1 地基竖向承载力计算

以有抛石基床为例，先假定 Z_{\max} (从基床下第一层土底面按 0.2m 步长增加，进行迭代)，计算按厚度加权平均的 φ_k 、 c_k 、 γ_k

$$\text{tg } \delta' = \frac{H'_k}{V'_k}$$

$$\varepsilon = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_k}{2} - \frac{\delta'}{2} - \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(\frac{\sin \delta'}{\sin \varphi_k} \right)$$

$$\lambda = \frac{\gamma_k B'_e}{c_k + q_k \operatorname{tg} \varphi_k}$$

$$Z_{\max} = B'_e e^{\varepsilon \operatorname{tg} \varphi_k} (\sin \varepsilon) e^{-\frac{0.87 \lambda^{0.75}}{4.8 + \lambda^{0.75}}}$$

当迭代差值 $\leq 0.1\text{m}$ 时, 迭代结束

$$\operatorname{tg} \left(\alpha - \frac{\varphi_k}{2} \right) = \frac{\sqrt{1 - (\operatorname{tg} \delta' \operatorname{ctg} \varphi_k)^2} - \operatorname{tg} \delta'}{1 + \frac{\operatorname{tg} \delta'}{\sin \varphi_k}} \quad (\text{求得 } \alpha)$$

$$N_{cB} = \operatorname{ctg} \varphi_k \left[e^{\pi \operatorname{tg} \varphi_k} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{1 + \sin \varphi_k \sin(2\alpha - \varphi_k)}{1 + \sin \varphi_k} e^{-\left(\frac{1}{2} \pi + \varphi_k - 2\alpha \right) \operatorname{tg} \varphi_k} - 1 \right]$$

$$N_{qB} = N_{cB} \operatorname{tg} \varphi_k + 1$$

$$N_{\gamma B} = 1.25 \left\{ (N_{qB} + 0.28 + \operatorname{tg} \delta') \operatorname{tg} [\varphi_k - 0.72 \delta' (0.9455 + 0.55 \operatorname{tg} \delta')] \right\}$$

$$\left\{ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 0.8 [\operatorname{tg} \varphi_k - 0.7(1 - \operatorname{tg} \delta')] + (\operatorname{tg} \varphi_k - \operatorname{tg} \delta') \lambda}} \right\}$$

$$F'_k = B'_e \left(\frac{1}{2} \gamma_k B'_e N_{\gamma B} + c_k N_{cB} + q_k N_{qB} \right)$$

4.1.2 地基承载力验算

$$V'_d \leq \frac{1}{\gamma_R} F'_k$$

4.2 矩形基础地基承载力计算

4.2.1 地基竖向承载力计算

受力图层的最大深度 Z_{\max} 计算方法与条形基础的相同, 仅将 B'_e 项以 B'_{re} 或 L'_{re} 代入计算, δ' 和 λ 应根据平行短边或平行长边破坏按《港口工程地基规范》(JTJ250-98) 4.1.1 和 4.2.5 条规定分别计算。

$$\operatorname{tg} \left(\alpha - \frac{\varphi_k}{2} \right) = \frac{\sqrt{1 - (\operatorname{tg} \delta' \operatorname{ctg} \varphi_k)^2} - \operatorname{tg} \delta'}{1 + \frac{\operatorname{tg} \delta'}{\sin \varphi_k}} \quad (\text{求得 } \alpha)$$

$$N_c = ctg\varphi_k \left[e^{\pi tg\varphi_k} tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_k}{2} \right) \frac{1 + \sin\varphi_k \sin(2\alpha - \varphi_k)}{1 + \sin\varphi_k} e^{-\left(\frac{1}{2}\pi + \varphi_k - 2\alpha\right)tg\varphi_k} - 1 \right]$$

$$N_q = N_c tg\varphi_k + 1$$

$$N_{\gamma B} = 1.25 \left\{ (N_q + 0.28 + tg\delta') tg [\varphi_k - 0.72\delta'(0.9455 + 0.55tg\delta')] \right\}$$

$$\left\{ 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + 0.8 [tg\varphi_k - 0.7(1 - tg\delta')] + (tg\varphi_k - tg\delta')\lambda}} \right\}$$

$$S_{\gamma B} = 1 - \frac{B'_{re}}{3L'_{re}}$$

$$S_{\gamma L} = 1 - \frac{B'_{re}}{3L'_{re}}$$

$$S_{qB} = 1 + \frac{B'_{re}}{L'_{re}} \sin\varphi_k$$

$$S_{qL} = 1 + \frac{L'_{re}}{B'_{re}} \sin\varphi_k$$

$$S_{cB} = 1 + \frac{B'_{re}}{L'_{re}} \sin\varphi_k \frac{N_q}{N_q - 1}$$

$$S_{cL} = 1 + \frac{L'_{re}}{B'_{re}} \sin\varphi_k \frac{N_q}{N_q - 1}$$

$$F'_k = \left\{ \begin{array}{l} B'_{re} L'_{re} \left(\frac{1}{2} \gamma_k B'_{re} N_{\gamma B} S_{\gamma B} + c_k N_{cB} S_{cB} + q_k N_{qB} S_{qB} \right) \\ B'_{re} L'_{re} \left(\frac{1}{2} \gamma_k L'_{re} N_{\gamma L} S_{\gamma L} + c_k N_{cL} S_{cL} + q_k N_{qL} S_{qL} \right) \end{array} \right\}$$

上式等号右边括号内的三项计算结果，均采用上、下两式各项对应比较的小值。

4.2.2 地基承载力验算

$$V'_d \leq \frac{1}{\gamma_R} F'_k$$

4.3 沉降计算

4.3.1 基底附加应力

$$\sigma_0 = p - \gamma D$$

1) 均布垂直荷载作用下附加应力系数

$$m = \frac{x}{B} \quad (x \text{ 为计算点至基础前沿侧水平距离, 向右为正, 向左为负})$$

$$n = \frac{Z}{B} \quad (Z \text{ 为计算点至基础底面竖向距离})$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\arctg \frac{m}{n} + \frac{mn}{n^2 + m^2} - \arctg \frac{m-1}{n} - \frac{(m-1)n}{(m-1)^2 + n^2} \right)$$

$$\sigma_z = K_s \sigma_0$$

2) 三角形分布垂直荷载作用下附加应力系数

$$K_t = \frac{1}{\pi} \left[(m-1) \arctg \frac{m-1}{n} - (m-1) \arctg \frac{m}{n} + \frac{mn}{n^2 + m^2} \right]$$

$$\sigma_z = K_t \sigma_0$$

3) 均布水平荷载作用下附加应力系数

$$K_h = -\frac{1}{\pi} \left[\frac{n^2}{(m-1)^2 + n^2} - \frac{n^2}{n^2 + m^2} \right]$$

$$\sigma_z = K_h \tau$$

4.3.2 地基沉降

$$S_{d\infty} = m_s \sum \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

5. 配筋计算

5.1 矩形单筋截面受弯构件配筋计算

对于矩形截面受弯构件, 当仅配有纵向受拉钢筋时, 其配筋截面面积按下列公式计算:

5.1.1 相对界限受压区高度计算

$$\xi_b = \frac{x_b}{h_0} = \frac{\beta}{1 + \frac{f_y}{\varepsilon_{cu} E_s}}$$

注：极限压应变 ε_{cu} 和系数 β ，按《港口工程混凝土结构设计规范》(JTJ267-98)

第 5.1.1 和 5.1.2 条规定取值。

5.1.2 相对受压区高度计算

$$\alpha_s = \frac{M}{f_c b h_0^2}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$$

若 $\xi > \xi_b$ ，则表示构件混凝土等级或截面尺寸设计不合理，需修正输入参数。

5.1.3 纵向受拉钢筋配筋率计算

$$\rho = \xi \frac{f_c}{f_y}$$

注：计算所得的配筋率应满足《港口工程混凝土结构设计规范》(JTJ267-98)

第 7.1.8 条规定的数值。

5.1.4 纵向受拉钢筋面积 A_s 计算

$$A_s = \rho b h_0 \text{ 或 } A_s = \rho_{\min} b h_0$$

5.1.5 裂缝验算

$$W_{\max} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \frac{\sigma_{sl}}{E_s} \left(\frac{c+d}{0.30 + 1.4\rho_{te}} \right)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}}$$

$$\sigma_{sl} = \frac{M}{0.87 A_s h_0}$$

详见《港口工程混凝土结构设计规范》(JTJ267-98) 第 5.6.2 条。

5.2 T 型单筋截面受弯构件配筋计算

5.2.1 对于翼缘位于受拉区的 T 型单筋截面受弯构件，其计算方法与矩形单

筋截面受弯构件配筋计算方法形同。

5.2.2 对于翼缘位于受压区的 T 型单筋截面受弯构件，配筋截面面积按下列公式计算：

5.2.2.1 相对界限受压区高度计算

与矩形单筋截面受弯构件计算相同。

5.2.2.2 T 型截面类型判别

$$M_0 = f_c b'_f h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right)$$

若 $M_0 \geq M$ (用户输入弯矩值)，则表示中和轴位于翼缘内，按宽度为 b'_f 的矩形截面计算；

若 $M_0 < M$ ，则表示中和轴位于腹板内，则按下列公式进行计算：

5.2.2.3 平衡翼缘挑出部分的混凝土压力所需的受拉钢筋截面面积 A_{s1} 计算

$$A_{s1} = \frac{f_c (b'_f - b) h'_f}{f_y}$$

5.2.2.4 腹板部分所需的受拉钢筋截面面积 A_{s2} 计算

$$M_2 = M - M_1 = \alpha_s f_c b h_0^2$$

$$M_1 = f_c (b'_f - b) h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right)$$

$$\alpha_s = \frac{M}{f_c b h_0^2}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s}$$

若 $\xi > \xi_b$ ，则表示构件混凝土等级或截面尺寸设计不合理，需修正输入参数。

$$A_{s2} = \xi \frac{f_c b h_0}{f_y}$$

5.2.2.5 纵向受拉钢筋面积 A_s 计算

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

5.2.3 裂缝验算

$$W_{\max} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \frac{\sigma_{sl}}{E_s} \left(\frac{c+d}{0.30+1.4\rho_{te}} \right)$$

$$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}}$$

$$\sigma_{sl} = \frac{M}{0.87A_s h_0}$$

详见《港口工程混凝土结构设计规范》(JTJ267-98)第5.6.2条。

5.3 灌注桩配筋计算

5.3.1 轴心受压构件，其正截面受压承载力按下面公式计算：

$$N_u = \phi(f_c A + f'_y A'_s)$$

5.3.2 沿周边均匀配置纵向钢筋的圆形截面偏心受压构件，其正截面受压承载力按下面公式计算：

$$N_u = \alpha f_c A \left(1 - \frac{\sin 2\pi\alpha}{2\pi\alpha} \right) + (\alpha - \alpha_t) f_c A_s$$

$$N_u \eta e_0 = \frac{2}{3} f_c A r \frac{\sin^3 \pi\alpha}{\pi} + f_y A_s \frac{\sin \pi\alpha + \sin \pi\alpha_t}{\pi}$$

$$e_0 = \frac{M_u}{N_u}$$

$$\alpha_t = 1.25 - 2\alpha$$

$$\eta = 1 + \frac{1}{1400e_0/h_0} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2$$

$$\zeta_1 = \frac{0.5f_c A}{N}$$

$$\zeta_2 = 1.15 - 0.01 \frac{l_0}{h}$$

对于偏心受压构件，具体计算钢筋面积时，参照《简明混凝土结构设计手册》(第二版、施岚清等编、冶金工业出版社) P534 页公式进行计算，计算如下：

a 界限偏心距

$$e_{0b} = 0.4706r_s + \frac{f_c A}{N} (0.1673r - 0.3471r_s)$$

b. 当 $\eta e \geq e_{0b}$ 时, 大偏心受压构件

$$\alpha = \frac{N + 1.25f_y A_s + \frac{f_c A}{2\pi} \sin 2\alpha}{f_c A + 3f_y A_s}$$

$$A_s = \frac{\pi N \eta e - \frac{2}{3} f_c A r \sin^3 \pi \alpha}{f_y r_s (\sin \pi \alpha + \sin \pi \alpha_i)}$$

c. 当 $\eta e < e_{0b}$ 时, 小偏心受压构件

$$p = \frac{f_y A_s r_s}{2f_c A r}$$

$$q = \frac{3N\eta e\pi}{4f_c A r}$$

$$D = \sqrt{p^2 + q^2}$$

$$\sin \pi \alpha = \sqrt[3]{D+q} + \sqrt[3]{D-q}$$

$$\alpha = 1 - \frac{1}{\pi} \sin^{-1} \sin \pi \alpha$$

$$A_s = \frac{1}{\alpha f_y} \left(N - \alpha f_c A + \frac{f_c A}{2\pi} \sin(2\pi \alpha) \right)$$

5.3.3 轴心受拉构件, 其正截面受拉承载力按下面公式计算:

$$N_u = f_y A_s$$

5.3.4 沿周边均匀配置纵向钢筋的圆形截面偏心受拉构件, 其正截面受拉承载力由于目前规范无相应的计算公式, 程序按最小配筋率进行配筋, 然后验算裂缝, 以确定钢筋是否满足裂缝要求。

5.3.5 最大裂缝宽度计算

灌注桩最大裂缝宽度验算, 按照《港口工程灌注桩设计与施工技术规范》(JTJ248-2001) 4.4.6 条及附录 B 公式进行计算。

6. 船舶荷载

6.1 系缆力

系缆力标准值及其垂直于码头前沿线的横向分力与纵向分力计算公式如下：

$$N = \frac{K}{n} \left[\frac{\sum F_x}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{\sum F_y}{\cos \alpha \cos \beta} \right]$$

$$N_x = N \sin \alpha \cos \beta$$

$$N_y = N \cos \alpha \cos \beta$$

$$N_z = N \sin \beta$$

详见《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 10.2、10.3、10.4、附录 E。

系缆力在计算排架上的分配系数，根据码头分段跨数、计算排架所在序号，查表《高桩码头设计与施工规范》(JTJ291-98) 附录 A 确定。

6.2 挤靠力

当橡胶护舷连续布置时，挤靠力标准值可按下式计算：

$$F_j = \frac{K_j \sum F_x}{L_n}$$

当橡胶护舷间断布置时，挤靠力标准值可按下式计算：

$$F_j' = \frac{K_j' \sum F_x}{n}$$

详见《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 10.2、10.3、10.5、附录 E。

6.3 撞击力

撞击能量根据《港口工程荷载规范》(JTJ215-98) 10.6 计算。

船舶质量按满载排水量计算，计算方法参考教材《港口规划与布置》(洪承礼主编，第二版)，计算公式如下：

$$\text{货船: } \log M = 0.404 + 0.932 \log DWT (M > 1000t)$$

$$\log M = 0.308 + 0.79 \log DWT (M \leq 1000t)$$

$$\text{油船: } \log M = 0.326 + 0.95 \log DWT$$

矿石船: $\log M = 0.294 + 0.956 \log DWT$

撞击力根据撞击能量, 需要用户查找橡胶护舷性能曲线确定。

撞击力在计算排架上的分配系数, 根据码头分段跨数、计算排架所在序号, 查表《高桩码头设计与施工规范》(JTJ291-98) 附录 A 确定。

7. 土压力

7.1 主动土压力

7.1.1 第 n 层顶层的土压力强度可按下式计算:

永久荷载:

$$e_{n1} = \left(\sum_{i=0}^{n-1} \gamma_i h_i \right) K_{an} \cos \alpha$$

可变荷载:

$$e_{qn1} = q K_q K_{an} \cos \alpha$$

其中

$$K_q = \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)}$$

$$K_{an} = \frac{\cos^2(\varphi_n - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos(\alpha + \delta_n) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_n + \delta_n) \sin(\varphi_n - \beta)}{\cos(\alpha + \delta_n) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

7.1.2 第 n 层底层土压力强度可按下式计算:

永久荷载:

$$e_{n2} = \left(\sum_{i=0}^n \gamma_i h_i \right) K_{an} \cos \alpha$$

可变荷载:

$$e_{qn2} = q K_q K_{an} \cos \alpha$$

7.1.3 第 n 层土压力水平合力

永久荷载:

$$E_{Hn} = \frac{1}{2}(e_{n1} + e_{n2}) \frac{h_n}{\cos \alpha} \cos(\alpha + \delta_n)$$

可变荷载:

$$E_{qHn} = qK_q K_{an} h_n \cos(\alpha + \delta_n)$$

7.1.4 对于粘性土

当地面为水平时, 在铅垂背或计算垂面上按下列公式计算土压力强度

永久荷载:

$$e_{aH} = \gamma h K_a - 2C\sqrt{K_a}$$

可变荷载:

$$e_{aqH} = qK_a$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$$

当 $e_{aH} \leq 0$ 时, $e_{aH} = 0$

详见《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290-98) 3.5 和附录 B。

7.2 被动土压力

7.2.1 对无粘性填料:

$$e_p = \gamma h K_p$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

7.2.2 对于粘性土

$$e_p = \gamma h K_p + 2C\sqrt{K_p}$$

详见《重力式码头设计与施工规范》(JTJ290-98) 3.5 和附录 B。

7.3 地震主动土压力

7.3.1 第 n 层土顶层主动土压力强度:

永久荷载:

$$e_{n1} = \left(\sum_{i=0}^{n-1} \gamma_i h_i \right) K_{an} \cos \alpha - 2C_n K_{acn} \cos \alpha$$

可变荷载:

$$e_{qn1} = qK_q K_{an} \cos \alpha$$

其中

$$K_{an} = \frac{\cos^2(\phi_n - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \alpha \cos(\delta_n + \theta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_n + \delta_n) \sin(\phi_n - \beta - \theta)}{\cos(\delta_n + \theta + \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$$K_q = \frac{\cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)}$$

$$K_{acn} = \frac{\cos(\alpha - \beta) \cos \phi_n}{\cos \theta \cos \alpha [1 + \sin(\phi_n + \delta_n - \beta + \alpha)]}$$

7.3.2 第 n 层土底层主动土压力强度:

永久荷载:

$$e_{n2} = \left(\sum_{i=0}^n \gamma_i h_i \right) K_{an} \cos \alpha - 2C_n K_{acn} \cos \alpha$$

可变荷载:

$$e_{qn1} = qK_q K_{an} \cos \alpha$$

7.3.3 第 n 层土的土压力合力

永久荷载:

$$E_{an} = \frac{1}{2} (e_{an1} + e_{an2}) \frac{h_n}{\cos \alpha} \cos(\alpha + \delta_n)$$

可变荷载:

$$E_{qHn} = qK_q K_{an} h_n \cos(\alpha + \delta_n)$$

详见《水运工程抗震设计规范》(JTJ225-98) 5.3。

7.4 地震被动土压力

7.4.1 第 n 层土顶层被动土压力强度:

$$e_{pn1} = \left(\sum_{i=0}^{n-1} \gamma_i h_i \right) K_{pn} \cos \alpha + 2C_n K_{pcn} \cos \alpha$$

7.4.2 第 n 层土底层被动土压力强度:

$$e_{pn2} = \left(\sum_{i=0}^n \gamma_i h_i \right) K_{pn} \cos \alpha + 2C_n K_{pcn} \cos \alpha$$

其中

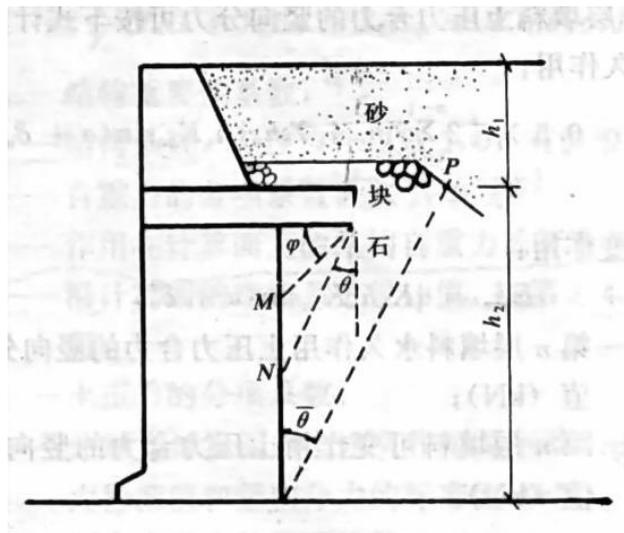
$$K_{pn} = \frac{\cos^2(\phi_n + \alpha - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \alpha \cos(\delta_n + \theta - \alpha) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi_n + \delta_n) \sin(\phi_n + \beta - \theta)}{\cos(\delta_n + \theta - \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{pcn} = \frac{\cos(\alpha - \beta) \cos \phi_n}{\cos \theta \cos \alpha [1 - \sin(\phi_n + \delta_n + \beta - \alpha)]}$$

详见《水运工程抗震设计规范》(JTJ225-98) 5.3。

7.5 卸荷板土压力

对卸荷板, M 点以上的土压力不计卸荷板底面以上重力的影响, N 点以下的土压力按无卸荷板的情况计算, M、N 之间直线过渡。



第 5 章 系统参数极限及约定

5.1 系统主要参数极限

参 数 项	最大值	备注
碰桩验算中的桩数	100	
作用于直墙上的波浪力中的结构层数	50	
地基基础中的土层参数	50	
沉降计算中的 e-p 值点数	50	对应单一土层
沉降计算中的边载参数	50	
土压力计算中的土层参数	50	
土压力计算中的荷载参数	10	

5.2 坐标系统及正负号约定

本软件选用的坐标系为迪卡尔坐标系统,其中 Z 坐标正方向为竖直向上,坐标 0 点为高程 0 点。

附录 授权协议

本软件—Tools 港口工程工具包（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.praiash.com>