



北京理正软件设计研究院
BEIJING LEADING INSTITUTE OF SOFTWARE DESIGN CO., LTD.

复合桩基水平荷载计算

工具箱

使用说明
技术条件

2004年6月

理正工程设计工具箱系列软件

31217

目 录

目 录	1
1 操作说明	1
1.1 功能概述	1
1.2 操作流程	1
1.3 交互界面	2
1.4 参数取值范围	4
2 编制原理	5
2.1 编制说明	5
2.1.1 主要内容	5
2.1.2 编制依据	5
2.1.3 适用范围	5
2.1.4 计算基本假定	6
2.2 基本计算参数的确定	6
2.2.1 地基土水平抗力系数的比例系数 m 的计算	7
2.2.2 承台侧面地基土水平抗力系数 C_a 的计算	7
2.2.3 地基土竖向抗力系数 C_0 、 C_b 和地基土竖向抗力系数的比例系数 m 的计算	8
2.2.4 桩身抗弯刚度 EI 的计算	8
2.2.5 桩身轴向压力传布系数 ζ_N	9
2.2.6 地基土与承台板之间的摩擦系数 μ	9
2.3 复合桩基水平荷载计算	9
附录 1 技术支持	26
附录 2 意见反馈表	28
附录 3 理正计算机辅助设计系列软件	29

1 操作说明

1.1 功能概述

本软件用于独立桩基承台的设计。实现桩承台的设计和验算，输出人性化的图形结果与计算书。包括以下内容：

- (1) 内力计算；
- (2) 配筋计算；
- (3) 生成人性化的计算书，可以输出中间结果或不输出中间结果；
- (4) 生成图形结果，并可保存为.DXF 文件，在 AutoCAD 中调出修改。

注意：有关软件总体风格、操作方法与特点以及相关功能介绍请参见《工具箱 5.0 总说明》。

1.2 操作流程

输入数据→程序计算→结果查看→生成计算书及图形结果。

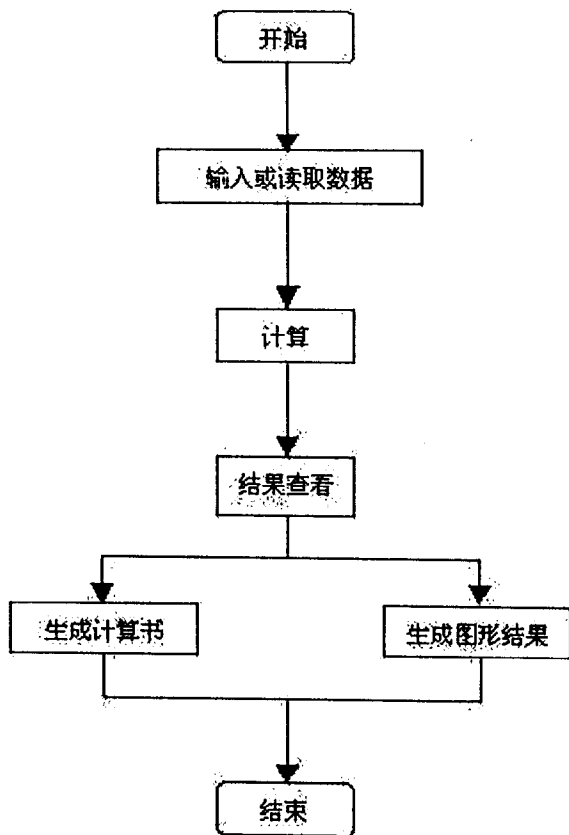


图 1.2-1 操作流程

1.3 交互界面

本模块有两个主要界面：数据交互界面和结果查询界面。

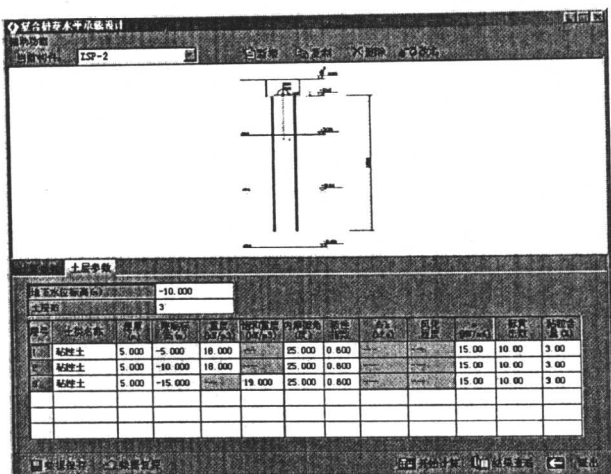


图 1.3-1 数据交互界面

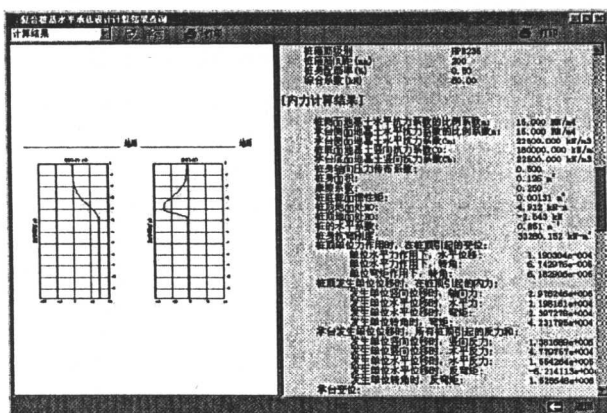


图 1.3-2 结果查询界面

1.4 参数取值范围

参 数	取值范围
计算参数	
地震烈度	不设防、6 度设防、7 度设防、8 度设防或 9 度设防
地震类型	近震或远震
地基土液化	考虑或不考虑
桩类型	预制、水下钻冲孔、沉管灌注桩、干作业钻孔桩、人工挖孔桩和钢桩
承载力性状	端承摩擦桩、摩擦桩、摩擦端承桩和端承桩
成桩方法	非挤土桩、部分挤土桩、挤土桩（穿越饱和土层）和挤土桩（不穿越饱和土层）
桩形状	方形或圆形
端头形状	与桩类型有关，可为扩底或不扩底
混凝土强度等级	C15~C80
桩纵筋级别	HPB235、HRB335、HRB400、RRB400
桩箍筋级别	HPB235、HRB335、HRB400
土层参数	
重度、饱和重度	地下水位标高以下采用饱和重度
承载力特征值、液性指数、孔隙比、密实度、 f_{rk} 、风化程度、含水比、饱和度	与土类名称有关，不同的土名对应不同的物理力学指标

2 编制原理

2.1 编制说明

2.1.1 主要内容

- (1) 承台变位计算；
- (2) 承台内力计算；
- (3) 桩内力计算；

2.1.2 编制依据

- (1)《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)
- (2)《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)
- (3)《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2002)
- (4)《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89)

2.1.3 适用范围

本程序适用于复合桩基水平承载力计算；

基桩形式可为单桩或群桩，形状可以圆形或方形，桩头形状可为扩底或不扩底；

承载力性状可为端承摩擦桩、摩擦桩、摩擦端承桩和端承桩；

承台类型可为单桩或多桩矩形承台；

成桩方法可以为非挤土桩、部分挤土桩、挤土桩（穿越饱和土层）和挤土桩（不穿越饱和土层）；

可以考虑地震作用及地基土液化；

地基土可为软土、粘土、粉土、砂土岩石。

2.1.4 计算基本假定

(1) 将土体视为弹性变形介质, 其水平抗力系数随深度线性增加(m 法), 地面处为零。对于低承台桩基, 在计算桩基时, 假定桩顶标高处的水平抗力系数为零并随深度增长;

(2) 在水平力和竖向压力作用下, 基桩、承台、地下墙体表面上任一点的接触应力(法向弹性抗力) 与该点的法向位移 δ 成正比;

(3) 忽略桩身、承台、地下墙体侧面与土之间的粘着力和摩擦力对抵抗水平力的作用;

(4) 当承台底面与地基土之间不脱开, 考虑承台底摩阻力, 承台与地基土之间的摩阻力同法向压力成正比, 同承台水平位移值无关;

(5) 桩顶与承台刚性连接(固接), 承台的刚度视为无穷大。

2.2 基本计算参数的确定

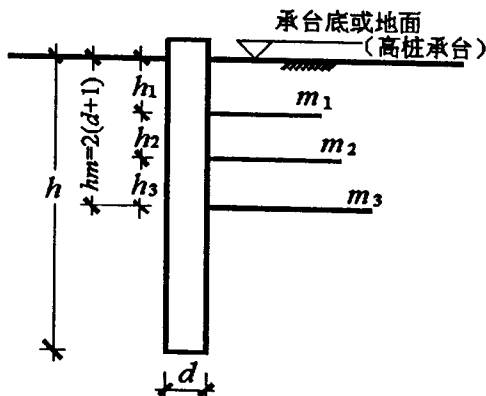


图 2.2-1

2.2.1 地基土水平抗力系数的比例系数 m 的计算

当基桩侧面为几种土层组成时，应求得主要影响深度 $h_m=2(d+1)$ 米范围内的 m 值作为计算值（见图 2.2-1）。

当 h_m 深度内存在两层不同土时：

$$m = \frac{m_1 h_1^2 + m_2 (2h_1 + h_2) h_2}{h_m^2} \quad (2.2-1)$$

当 h_m 深度内存在三层不同土时：

$$m = \frac{m_1 h_1^2 + m_2 (2h_1 + h_2) h_2 + m_3 (2h_1 + 2h_2 + h_3) h_3}{h_m^2} \quad (2.2-2)$$

式中：

m_1 、 m_2 、 m_3 ——分别为第 1、2、3 土层水平抗力系数的比例系数（ MN/m^4 ）；

h_1 、 h_2 、 h_3 ——分别为 h_m 深度内土层 1、2、3 的厚度（m）。

2.2.2 承台侧面地基土水平抗力系数 C_n 的计算

计算公式：

$$C_n = m \cdot h_n \quad (2.2-3)$$

式中：

m ——承台埋深范围地基土的水平抗力系数的比例系数（ MN/m^4 ）；

h_n ——承台埋深（m）。

2.2.3 地基土竖向抗力系数 C_0 、 C_b 和地基土竖向抗力系数的比例系数 m 的计算

1 桩底面地基土竖向抗力系数 C_0 的计算

计算公式：

$$C_0 = m_0 h \quad (2.2-4)$$

式中：

m_0 ——桩底面地基土竖向抗力系数的比例系数 (MN/m^4)，近似取 $m_0=m$ ；

h ——桩的入土深度 (m)，当 h 小于 10m 时按 10m 计算。

2 承台底地基土竖向抗力系数 C_b 的计算

计算公式：

$$C_b = m_0 h_n \quad (2.2-5)$$

式中：

h_n ——承台埋深 (m)，当 h_n 小于 1m 时，按 1m 计算。

3 岩石地基的竖向抗力系数 C_R 的计算

岩石地基的竖向抗力系数 C_R 的值按表 2.2-1 采用。

岩石地基竖向抗力系数 C_R 表 2.2-1

单轴极限抗压强度标准值 f_{rc} (kPa)	C_R (MN/m^4)
1000	300
≥ 25000	15000

注意： f_{rc} 为表列数值的中间值时， C_R 采用插入法确定。

2.2.4 桩身抗弯刚度 EI 的计算

桩身抗弯刚度 EI ：按《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94) 第 5.4.2

条规定计算确定。

2.2.5 桩身轴向压力传布系数 ζ_N

桩身轴向压力传布系数 ζ_N 取值范围为：

$$\zeta_N = 0.5 \sim 1.0 \quad (2.2-6)$$

摩擦型桩取小值，端承型桩取大值。

2.2.6 地基土与承台板之间的摩擦系数 μ

地基土与承台板之间的摩擦系数 μ ，按《建筑桩基技术规范》（JGJ94-94）第 5.4.3 条表 5.4.3-2 取值。

2.3 复合桩基水平荷载计算

计算分为四种情况，分别如下：

- （1）单桩基础或与外力作用平面相垂直的单排桩基础，见表 2.3-1；
- （2）位于（或平行于）外力作用平面的单排（或多排）桩低承台桩基，见表 2.3-2；
- （3）位于（或平行于）外力作用平面的单排（或多排）桩高承台桩基，见表 2.3-3；
- （4）地震荷载下桩基的计算：

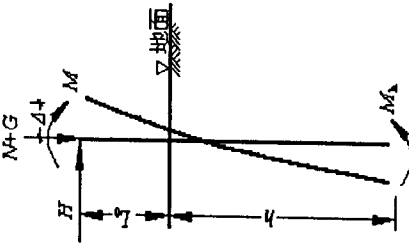
当承台底面以上土层为液化层时，不考虑承台侧土体的弹性抗力和承台底的竖向弹性抗力与摩阻力，取 $C_a=C_b=0$ ，按表 2.3-3 高承台公式计算；

当承台底面以上为非液化层，而承台底面与承台底面下土体可能发生脱离时（承台底面以下有自重固结、自重湿陷、震陷、液化土层时），不考虑承台底地基土的竖向弹性抗力和摩阻力，只考虑承台侧面土体的

弹性抗力，按表 2.3-3 高承台图式进行计算；计算承台单位变位引起的桩顶、承台、地下墙体的反力和时，考虑承台和地下墙体侧面土体弹性抗力的影响，按表 2.3-2 的步骤 5 的公式计算（ $C_b=0$ ）；

当桩周 $2(d+1)$ 米深度内有液化夹层时，其水平抗力系数的比例系数综合计算值 m ，将液化层的 m 按《建筑桩基技术规范》（JGJ94-94）表 5.2.12 折减代入公式（2.2-1）或（2.2-2）中计算确定。

表 2.3-1

计算步骤	内 容	备 注
1 确定荷载和计算图式		
2 确定基本参数	m 、 EI 、 α	详见《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94)附录 B.0.2
3 求地面处桩身内力	$M_0 = \frac{M}{n} + \frac{H}{n} l_0$ $H_0 = \frac{H}{n}$	n 单排桩的桩数 低桩台时, 令 $l_0 = 0$

复合桩基（水平）承载力工具箱 编制原理

计算步骤		内 容		备 注
4 求单位 为桩身 面处、 桩身该 处产生 的变位	$H_0 = 1$ 作用时	水平位移 ($F^{-1} \times L$)	$h \leq \frac{2.5}{a}$	桩底支承于非 岩类土中，当 $h > \frac{2.5}{a}$ ，可 令 $K_h = 0$ ；
			$h > \frac{2.5}{a}$	
		转角(F^{-1})	$h \leq \frac{2.5}{a}$	
			$h > \frac{2.5}{a}$	
	$M_0 = 1$ 作用时	水平位移 (F^{-1})	$h \leq \frac{2.5}{a}$	桩底支承基岩 面上，当 $h > \frac{3.5}{a}$ ，可 令 $K_h = 0$ 。 K_h 计算见注 ③。
			$h > \frac{2.5}{a}$	
		转角 ($F^{-1} \times L^{-1}$)	$h \leq \frac{2.5}{a}$	
			$h > \frac{2.5}{a}$	

复合桩基（水平）承载力工具箱 编制原理

计算步骤		内 容	备 注
5	求地面处桩身的变位	$\chi_0 = H_0 \delta_{HH} + M_0 \delta_{HM}$ $\varphi_0 = -(H_0 \delta_{MH} + M_0 \delta_{MM})$	
6	求地下任一深度的桩身内力	$M_y = a^2 EI (\chi_0 A_3 + \frac{\varphi_0}{a} B_3 + \frac{M_0}{a^2 EI} C_3 + \frac{H_0}{a^3 EI} D_3)$ $H_y = a^3 EI (\chi_0 A_4 + \frac{\varphi_0}{a} B_4 + \frac{M_0}{a^2 EI} C_4 + \frac{H_0}{a^3 EI} D_4)$	
7	求桩顶水平位移	$\Delta = \chi_0 - \varphi_0 l_0 + \Delta_0 \quad \text{其中 } \Delta_0 = \frac{H l_0^3}{3nEI} + \frac{M l_0^2}{2nEI}$	
8	求桩身最大弯矩及其位置	由 $\frac{aM_0}{H_0} = C_7$ 查表 B-7 得相应的 $a_y, y_{M \max} = \frac{a_y}{a}$ $M_{\max} = M_0 C_{11}$	C_7, C_{11} 查《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94) B-7

注：① δ_{HH} 、 δ_{MH} 、 δ_{HM} 和 δ_{MM} 的物理意义图示

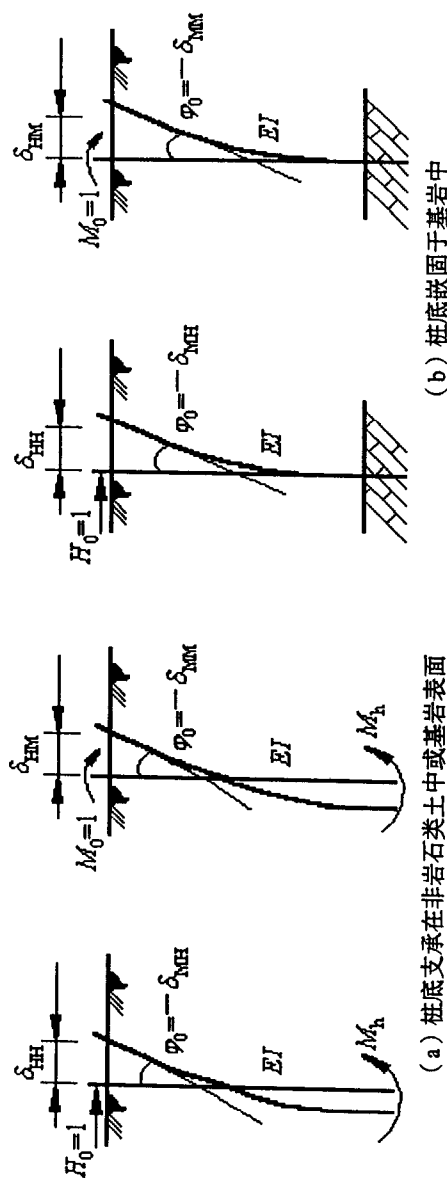


图 2.3-1

② 当桩底嵌固于基岩中时， δ_{HH} 、 δ_{MH} 、 δ_{HM} 、 δ_{MM} 按下列公式计算：

$$\delta_{HH} = \frac{1}{\alpha^3 EI} \times \frac{B_2 D_1 - B_1 D_2}{A_2 B_1 - A_1 B_2} \quad (2.3-1)$$

$$\delta_{MH} = \frac{1}{\alpha^2 EI} \times \frac{A_2 D_1 - A_1 D_2}{A_2 B_1 - A_1 B_2} \quad (2.3-2)$$

$$\delta_{HM} = \delta_{MH} \quad (2.3-3)$$

$$\delta_{MM} = \frac{1}{\alpha EI} \times \frac{A_2 C_1 - A_1 C_2}{A_2 B_1 - A_1 B_2} \quad (2.3-4)$$

③系数 K_h

$$K_h = \frac{C_0 I_0}{\alpha EI}$$

式中：

C_0 、 α 、 E 、 I ——详见《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94)附录 B.0.2；

I_0 ——桩底截面惯性矩，对于非扩底 $I_0 = I$ 。

④表中量纲： F ——力； L ——长度。