

# 预压桩基础托换在高层建筑中的应用

陈 国 政

(中国有色金属工业西安勘察院, 西安 710054)

**【摘要】**陕西铜川某厂七层住宅楼地基事故处理基础托换技术用预压桩加固设计方案,地基受力性能好、沉降稳定快、效果可靠、见效快,基础托换是成功的,为高层建筑地基处理提出一种行之有效方法。

**【关键词】**基础托换 预压桩 加固设计方案

**【Abstract】** The design scheme of foundation reinforced by precompressed pile (foundation underpinning) like the footing accident treatment for a 7 storeies residential building at a factory in Tongchuan, Shanxi, makes foundation the better stress state, the subsidence quickly stable, result reliable and taking effect quickly. An effective method to treat high rise foundation is put forward.

**【Key words】** foundation underpinning precompressed pile scheme for foundation reinforcement

## 1 概述

陕西铜川某厂12#住宅楼,七层,砖混结构,筏板基础,厚度0.4m,埋深0.6m,基础下持力层为3:7灰土垫层,下卧层为人工填土具有湿陷性。该建筑物建于1994年,同年5月主体完工,在住户未搬入使用前,发现西山墙多处出现裂缝,宽度2~5mm,成斜、竖向延伸,地面与挡土墙开裂,宽度达10~15mm。据沉降观测资料两角点沉降达59~60mm,直接危及建筑物安全。

经现场调查:楼两侧地形坡度陡,基础持力层填方大、下卧层人工填土承载性能极低,建前地基未作妥善处理,而防水措施又欠佳,由于墙角近处排水井平行西山墙、地下管道严重漏水,使地基土被水浸泡湿陷,承载力显著降低,导致地基过量不均匀沉降。

据有关资料,经综合分析多种方案比较,最后确定采用基础托换用预压桩进行补救性地基加固补强方案。目的为控制地基变形稳定,不再产生新的沉降,使建筑物达到安全正常使用。

本工程1997年4月竣工,经回访观察与

实测沉降表明基础沉降稳定,达到了地基加固补强预期目的。

## 2 场地位置及工程地质条件

场地位于铜川市人民广播电台西北200m处,地形高低不平,地面标高849.6~856.1m,整平标高854.0m,地貌单元属黄土塬斜坡区。根据地质勘察资料,基础底面地层如下:

①3:7灰土垫层0.00~3.80m;为填方而成,夹粘性土与石灰薄层,挖掘发现与基础局部脱空20~30cm(主要在西侧墙基下部,深度为1.0m左右),出现不规则的严重裂缝并积水。

②人工填土( $Q_4^m$ ):3.80~10.30m,以黄土为主,结构松散,承载性能极低。

③黄土( $Q_{2-2}^{ol}$ ):10.30~16.35m,砖红色,含白色钙质条纹和钙质结核,硬塑、土质均匀,具中等湿陷,属低压缩性 $f_k=220\text{kPa}$ 。

④黄土( $Q_{2-1}^{ol}$ ):16.35m以下,棕红色,含白色钙质条纹和钙质结核,无湿陷低压缩, $f_k=320\text{kPa}$ 。

有关土的物理力学性质指标见表1。

表 1 基础下地基土物理力学性质指标统计表

层次	地 层	$w$ (%)	$\gamma$ ( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$ )	$e$	$W_L$ (%)	$I_p$	$a_{1-2}$ ( $\text{MPa}^{-1}$ )	$E_s$ (MPa)	$\delta_s$	$\delta_{2s}$	$c/\text{kPa}$	$\varphi/(\circ)$
1	人工填土( $Q_4^{pl}$ )		14.4								20	30
2	黄土( $Q_3^{pl_1}$ )	18.2	16.0	1.010	30.6	13.1	0.120	17.7	0.020	0.026		
3	黄土( $Q_3^{pl_2}$ )	20.5	17.1	0.920	31.0	14.0	0.100	19.2				

注:表中指标为统计均值。

### 3 设计与施工

#### 3.1 设计

据预压桩托换技术方案设计如下:

(1)采用钢筋砼方桩,截面尺寸  $0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$ ,每节桩长分为  $1.0\text{m}$ 、 $1.2\text{m}$  平桩和  $1.2\text{m}$  尖桩,强度 C30。

(2)压桩根数 13 根,桩间距  $1.0 \sim 1.5\text{m}$ ,最大间距为  $2.0\text{m}$ 。

(3)桩长估算  $14.0\text{m}$ ,但用压力控制、压桩终止压力  $\geq 400\text{kN}$ 。

(4)单桩承载力标准值  $R_k = 266\text{kN}$ 。

(5)桩顶托换钢管  $\phi = 159\text{mm}$ ,壁厚  $6 \sim 8\text{mm}$ 。

(6)桩身偏差,按桩身垂直度  $< 0.5\%$ 。

#### 3.2 施工

施工程序和方法:

(1)确定桩位,贴近墙体或基础边挖、开凿竖向导坑,深至基础下  $1.8\text{m}$ 。

(2)开凿水平洞,宽  $0.8\text{m}$ 、长  $1.8\text{m}$  深至承重墙基础底部中心下,再开凿竖向导坑穿过  $3:7$  灰土垫层深达人工填土层顶。

(3)下尖桩(首桩就位)、回填夯实至操作坑底深度止。

(4)因基础下灰土垫层局部脱空(主要在西侧墙基下部位,深度为  $1.0\text{m}$  左右)和出现严重裂缝,进行安全支护。

(5)地面电动油泵加压及观测记录  $\rightarrow$  坑下压桩操作  $\rightarrow$  接桩  $\rightarrow$  焊桩  $\rightarrow$  恒压  $\rightarrow$  单桩静载荷试验  $\rightarrow$  桩式托换与回弹试验  $\rightarrow$  操作坑、洞回填夯实  $\rightarrow$  支模浇灌砼承台用振动棒振捣实  $\rightarrow$  拆模整修地面恢复原貌。

### 4 预压桩托换地基加固补强成果及其分析

预压桩托换地基加固补强,在墙体开裂严重部位基础底面下压入 13 根预压桩。所谓预压桩,指保持压桩终止压力恒等达到稳定。而托换本身的含义是有托有换,托在前换在后,托为了换,换的目的是为了对既有建筑物进行加固补强。先让被托换部分退出工作,其上部依靠托换支座上两侧并排两台千斤顶顶住或支托,对退出工作部分进行地基加固补强。

为可靠的确定单桩承载力标准值  $R_k$ ,验证是否满足设计要求,调整压桩力和对地基评价,选择 2 根具有代表性桩进行了单桩静载荷试验(以下简称试桩)。此外,还作了 9 组托换回弹试验,压桩平面位置见图 1。为检验地基加固效果,竣工前后进行了地基变形沉降观测。

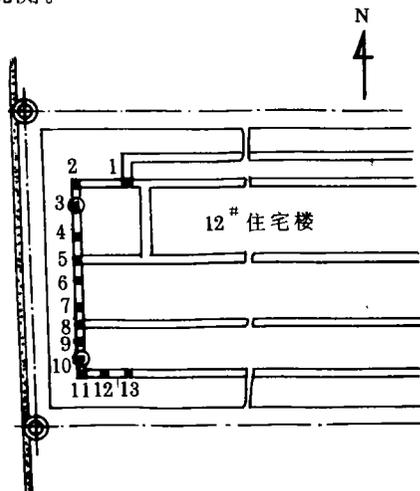


图 1 桩式托换地基加固补强竣工图

■ — 压桩    ● — 试桩    —— 挡土墙  
— · — 地下管道    ○ — 排水井

## 4.1 压桩

实测压桩力  $P$  与桩尖入土深度  $H$  关系(见图 2), 预压桩施工见图 3, 其成果汇总表 2。

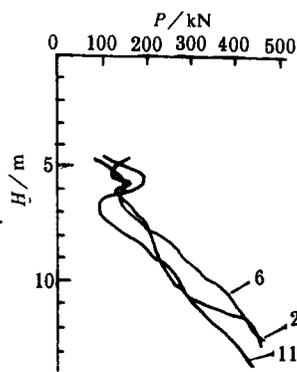


图 2 桩编号 2、6 及 11 压桩  $P-H$  关系曲线

由表 2 不难看出:

(1) 桩尖入土深度 ( $H$ ) 11.80~12.80m, 平均 12.00m, 桩尖均深入力学性能较好的土层下  $>0.68$ m;

(2) 压桩力  $P$  随着桩尖入土深度增加而增大, 但不成比例, 当桩尖进入不同土层时压

桩阻力将发生时显变化, 当桩身穿过同一类土层时, 压桩阻力也有呈反常现象。分析原因主要是土层软、硬程度不均匀及受水浸强度降低不同所致;

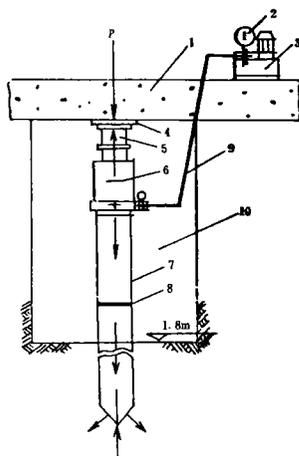


图 3 预压桩施工示意图

- 1—地梁 2—压力表 3—电动油泵 4—垫钢板  
5—垫块 6—压桩千斤顶 7—预制钢筋砼桩  
8—桩接头焊接处 9—高压胶管 10—操作坑

表 2 基础托换地基加固补强成果汇总表

桩编号	桩尖入土深度 $H/m$	压桩终止压力 $P/kN$	托换压力 $P_T/kN$	托换回弹 $\Delta S_0/mm$	桩顶反力 $P_{\pm}/kN$	桩身偏斜值 $\Delta H/mm$	备注
1	12.51	412.5	380.0	—	—	4	
2	12.65	456.3	375.5	1.84	122	6	见图 2 曲线 2 试桩
3	12.60	450.0	375.5	1.60	148	5	
4	13.00	443.8	360.0	—	—	8	
5	12.51	437.5	380.0	—	—	6	
6	12.77	462.5	370.0	1.28	182	4	见图 2 曲线 6
7	11.60	450.0	400.0	1.42	162	5	
8	11.37	437.5	380.0	1.48	168	6	
9	11.35	450.0	380.0	2.04	104	16	
10	11.70	443.8	380.0	2.20	138	6	试桩 见图 2 曲线 11
11	13.48	437.5	380.0	2.12	126	5	
12	12.15	456.3	380.0	—	—	5	
13	12.60	425.0	360.0	1.96	114	2	

(未完待续)