

地面堆载对桩基的附加效应分析

陈 刚

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川成都 610016)

摘 要:在火力发电厂结构设计中通常会遇到地面堆载比较大的建筑物,如干煤棚,干煤棚堆煤线一般高度在 10m 以上,并且原煤的容重较大,由此对地面产生的面荷载较大,如果干煤棚处地质情况较差且采用摩擦端承桩基础时,因堆煤面荷载对桩基础而言又是非对称荷载,设计上如果不考虑这部分堆煤面荷载对桩基础的影响,那么干煤棚的桩基础将存在很大的安全隐患。以设计的某发电厂干煤棚基础为依托详细阐述地面堆载对桩产生附加效应的分析及计算方法。

关键词:地面堆载;桩基础;附加效应

中图分类号: TU472

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)S2-101-02

1 地面堆载对桩产生附加效应的分析及计算方法

本项目中干煤棚处地质情况较差,干煤棚采用摩擦端承桩基方案。在地面堆载的作用下,地基土产生侧向和竖向应变。侧向应变的存在使桩基承受水平力,桩身部分承受由地面堆载部分产生的附加弯矩和剪力,同时增大桩顶位移。竖向应变的存在,当上部土层沉降量大于桩基沉降量时将产生负摩擦力,负摩擦力会使桩的竖向承载力下降。

地面堆载对桩产生的侧向力分析及计算方法如下:

图 1 所示,假定地面堆载为 q_0 (kN/m^2),则由地面堆载折算为当量土层厚度如下为

$$h_1 = q_0 / r, \quad (1)$$

式中: r 为土层的重量密度。

地面堆载在地平标高以下产生的侧压力为

$$q_z = r \times h_1 \times K_a, \quad (2)$$

式中: K_a 为桩周土的主动土压力系数。

桩身侧压力作用的有效深度一般可取为

$$Z = 4/a, \quad (3)$$

式中: a 为桩的变形系数。

$$a = (m \times b_0 / (E \times I))^{1/5}, \quad (4)$$

式中: m 为地基土水平抗力系数的比例常数,当桩周土为多层土质时,应按加权平均计算。

b_0 为桩身计算宽度(见桩基规范);

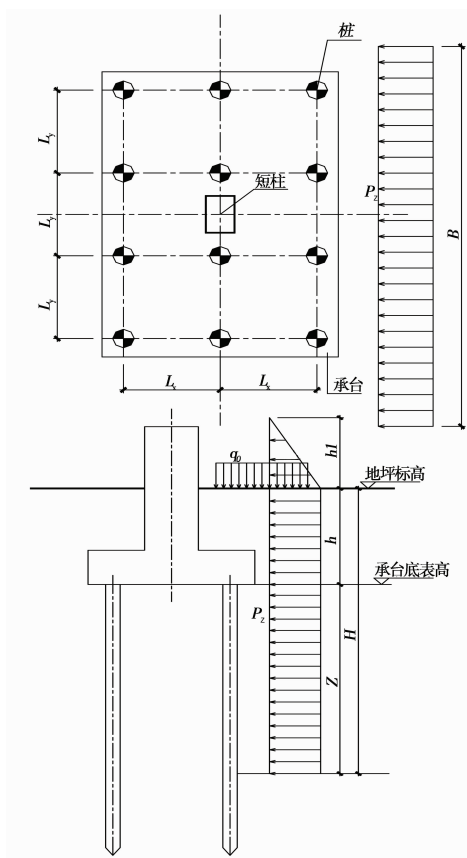


图 1 地面堆载对桩产生的侧向力

E 为桩的弹性模量;

I 为桩的惯性矩。

m 的取值应特别注意,由于干煤棚上部结构为拱形结构,基础短柱在恒载作用下有长期水平力作用,根据桩基础规范的相关要求,当桩受长期或经常出现水平荷载作用时, m 值应乘以 0.4 的折减系数。

地面堆载对承台下的群桩产生侧向力,各桩单桩承受的水平侧向力应相等,单桩承受的水平力大小与地面堆载的面荷载大小、地基土的内摩擦角、 m 值的大小以及桩身抗弯刚度有关,单桩侧向压力线荷载 P_q 的计算:

$$P_q = P_q \times B/n, \quad (5)$$

式中: n 为桩数; B 为承受侧压力的宽度, B 的取值

要注意与式(4)中 b_0 值是不同的概念, B 值是指群桩在地面堆载作用下的受荷范围,而 b_0 值是指桩身的计算宽度。 B 值的确定方法是通过单桩承载力绕流分析,通过绕流计算分析得出单桩对土提供的极限抗力为

$$\text{方桩: } P_b = C_a (P_o + \delta_c) a + 2 \tan \varphi (P_o + \delta_c) a, \quad (6)$$

$$\text{圆桩: } P_b = C_d (P_o + \delta_c) d, \quad (7)$$

式中: P_o 为桩长 $4/a$ 处静侧压力; δ_c 为桩长 $4/a$ 处压应力; φ 为桩周土内摩擦角,多层土时取加权平均值; a 为方桩边长; d 为圆桩直径; C_a 、 C_d 为桩的阻滑系数,见表 1。

表 1 桩的阻滑系数

φ	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
C_a	0.152	0.922	1.43	2.00	2.664	3.462	4.455	5.732	7.433
C_b	0.497	1.012	1.566	2.182	2.892	3.737	4.778	6.102	7.853

设桩上最大侧压力为 P_r (地面堆载和土体共同作用的侧压力),则有:

$$P_r = r \times Z^2 \times k_a / 2 \quad (8)$$

k_a 为堆载和桩侧土共同作用下的主动土压力系数。

当桩距 L_y 为已知时,则承受侧向力方向桩的最大间距为:

$$L_{\max} = P_b / (P_r \times L_y) \quad (9)$$

结合工程具体的布桩方案,以图 2 的桩布置方案为例说明 B 的取值方法,当 $L_{\max} < y$ 时,取 $B = 4 L_{\max}$;当 $L_{\max} \geq L_y$ 时,取 $B = 3 L_y + L_{\max}$ 。

2 STAAD CHINA 软件中桩侧压力计算模型的建立

前面讲到 B 值是指群桩在地面堆载作用下受荷范围的确定方法,当 B 值确定后根据式(5)可以得出在地面堆载下单桩侧压力的线荷载,此线荷载在桩

长的受荷范围为 Z (Z 的取值见前面所述)。本文中的桩为 $\phi 600$ mm 的空心预应力桩,在 STAAD CHINA 软件中按桩的实际长度和大小建立出模型,桩的分段长度为 1m,间隔 1m 将设置弹簧支座来模拟桩侧土, X 、 Y 方向的弹簧系数的取值如下:

$$K = m \times b_0 \times h_2 \times h_3 \quad (10)$$

式中: m 为地基土水平抗力系数的比例常数; b_0 为桩身计算宽度(见桩基规范); h_2 为桩弹簧支座的分段长度; h_3 为本节支座至地平高度。

模型建立完成输入荷载就可以得到桩的内力及各支座节点处的位移。同时设计应注意在地面堆载下地基土会发生向下沉降变形,从而引起负摩擦力降低桩竖向承载力,负摩擦力见桩基范相关内容计算,本文不再做详细阐述。