

打入桩的沉降工艺及格尔谢万诺夫公式在打入桩中的应用

罗 汉 导

(梅县矿务局 广东 梅州 514011)

摘要: 介绍了打入桩的沉降工艺及格尔谢万诺夫打桩公式在矿山建筑施工中的应用情况, 就该公式在软弱地基中的运用提出了看法。

关键词: 打入桩; 格尔谢万诺夫打桩公式; 承载力; 贯入度

中图分类号: TU473. 1

文献标识码: B

在矿山建筑的打入桩基础施工过程中, 为了做到经济合理, 安全适用, 确保质量, 应认真研究打入桩的沉降工艺, 综合考虑地质条件, 上部结构类型, 荷载特征, 施工技术条件与环境, 最终拟定打桩方案。

1 打入桩的沉降工艺

1.1 打入桩的沉降特点

打入桩施工会引起负摩擦力, 使打入桩基沉降变得复杂。负摩擦阻力对桩基沉降的影响, 与下列因素及其相互作用有关:

(1) 桩排挤土作用的大小。排土桩(如预制桩)的负摩擦力大于少排土桩(如钢管桩、H桩等)。

(2) 桩基础几何尺寸(桩数、桩长和桩间距等)。桩数愈多且桩间距愈小, 沉桩引起的负摩擦力就愈大。桩间距大, 沉桩时引起的桩周土相互扰动作用显著减少, 大桩距群桩的负摩擦阻力明显降低。大桩数(即使桩距较小)群桩的负摩擦阻力也小于大桩数群桩。

(3) 桩施工速率愈快, 桩周土扰动就愈严重。

(4) 桩施工的顺序与流程, 桩位钻孔取土,

塑料排水板设置等情况, 群桩与上部结构之间施工间隙, 上部结构的施工速度等都影响桩基负摩擦阻力的大小。

打入桩基的负摩擦阻力及对桩基沉降的影响, 不仅涉及到桩与桩基几何尺寸, 桩周土类型与渗透性, 还涉及到群桩和上部结构施工等因素。施工因素使得负摩擦力的产生与变化以及负摩擦力荷载和上部结构荷载的组合过程变得复杂。

1.2 容易出现的问题

在软弱地基条件下打桩, 如果桩位比较密集, 沉桩速度过快, 流水顺序不当, 开挖方式不合理时, 易导致数值较大的桩隆起和水平位移, 土体的重新固结产生的附加沉降以及桩体的挤偏, 弯曲乃至断裂, 将会对基础结构和上部结构产生严重的影响。

1.3 打桩顺序安排

为了避免碾压和挤断已成形的桩, 应合理安排打桩顺序, 主要从以下几个方面安排打桩顺序:

- (1) 保证全部桩为退打;
- (2) 保证孔隙水压的扩散;
- (3) 保证打桩间距满足规范要求;

收稿日期: 2004—

作者简介: 罗汉导 (1956—), 男 (汉), 广东兴宁人, 工程师, 从事矿山建筑方面的研究。

2 格尔谢万诺夫公式在打入桩中的应用

2.1 单桩竖向承载力标准值的确定

单桩竖向承载力——单桩在竖向荷载作用下到达破坏状态前或出现不适于继续承载的变形时对应的最大荷载。它取决于土对桩的支承力和桩身材料强度，一般由土对桩的支承阻力控制，对于端承桩、超长桩和桩身质量有缺陷的桩，可能由桩身材料强度控制。

(1) 一级建筑桩基应采用现场静载荷试验，并结合静力触探、标准贯入等原位测试方法综合确定；

(2) 二级建筑桩基应根据静力触探、标准贯入、经验参数等估算，并参照地质条件相同的试桩资料，综合确定。当缺乏可参照的试桩资料或地质条件复杂时，应由现场静载荷试验确定；

(3) 对三级建筑桩基，如无原位测试资料时，可利用承载力经验参数估算。

(4) 采用现场静载荷试验确定单桩竖向极限承载力标准值时，在同一条件下的试桩数量不宜小于总桩数的1%，且不应小于3根，工程总桩数在50根以内时不应小于2根。

(5) 当根据单桥探头静力触探资料确定混凝土预制桩单桩竖向极限承载力标准值时，如无当地经验可按下计算：

$$Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} l_i + a p_{sk} A_p$$

式中 u ——桩身周长；

q_{sik} ——用静力触探比贯入阻力值估算的桩周第 i 层土的极限侧阻力标准值；

l_i ——桩穿越第 i 层土的厚度；

a ——桩端阻力修正系数；

p_{sk} ——桩端附近的静力触探比贯入阻力标准值（平均值）；

A_p ——桩端面积。

通过这个经验公式可以估算单桩垂直承载力，但是在实际的施工中如何控制桩的贯入度还是没有很好解决。而格尔谢万诺夫打桩公式对施工中夯扩桩的贯入度恰恰有很大的参考意义，它能比较接近地求出桩的贯入度，以供施工中制桩的贯入度时使用。

2.2 格尔谢万诺夫打桩公式在控制桩的贯入度中的运用

(1) 格尔谢万诺夫打桩公式的适用范围

格尔谢万诺夫打桩公式适用于坠锤，单动汽锤和柴油打桩机锤，不适用于振动锤。

(2) 格尔谢万诺夫打桩公式

格尔谢万诺夫打桩公式： $E = \{ n F Q H / [m p_a (m p_a + n F)] \} \times [(Q + k \times k \times q) / (Q + q)]$

式中符号： E ——打桩最后阶段平均每一锤的贯入度（cm）；

m ——安全系数，永久建筑取 $m = 2$

n ——根据桩材和桩垫所定的系数、混凝土桩木垫取 $n = 15$

k ——恢复系数、生铁打木桩帽（桩垫）时取 $k = 0.45$

Q ——锤重（kN）

q ——桩管重（kN）

H ——锤下落高度（cm），落锤不与钢丝绳脱离时乘 0.8 系数

F ——桩的横截面积（cm²）

p_a ——桩的垂直容许承载力（kN）

2.3 工程实例

2.3.1 工程地质概况

广东省某矿山建筑工程，为六层办公楼建筑物（工程重要性等级属二级），平面尺寸 50m × 30m 场地（抗震设防烈度为 6 级）原为坡地，地势呈北高南低趋势。现已回填整平，整个场地处于建筑抗震和稳定性不利地段，地形地貌较复杂，岩土种类较多，性质变化大，且不均匀，地基土南侧的填土厚度最大，达 14m，其余地段地基土主要由坡洪积的含砾粘土、碎石、硬塑状的残积粘土和全强风化泥质粉砂岩组成。

2.3.2 建筑物的基础选择

根据本工程的地质勘察报告及施工、设计、监理等单位的认真研究，采用锤沉桩，尽量选用小桩数群桩（最多为双桩），打入桩的截面 35cm × 35cm，桩身混凝土设计强度等级 C25，共 102 根桩，桩端持力层选用全风化岩层下部或强风化岩层或强风化的上部，预估桩长约 8m ~ 15m。

2.3.3 在应用格尔谢万诺夫打桩公式时，先要根据相邻建筑工程的地质资料和上面的公式（ $Q_{uk} = Q_{sk} + Q_{pk} = u \sum q_{sik} l_i + a p_{sk} A_p$ ）估算出单桩容许竖

向承载力为 1 500 kN。

3.3.4 贯入度的控制

技术参数: 18 kN 柴油打桩机: 落锤高 $H = 80\text{ cm}$, 钢筋混凝土桩长 12 m ; 截面 $A = 1\,225\text{ cm}^2$; 桩重 35 kN ; 桩帽有麻垫 ($n = 0.1$); 桩帽重 1.2 kN ; 设计承载力 $1\,500\text{ kN}$;

贯入度的计算:

$$E = \{nFQH / [mp_a (mp_a + nF)]\} \times \{ (Q + K^2 \times q) / (Q + q) \}$$
$$E = \{0.1 \times 1\,225 \times 18 \times 80 / [2 \times 150 \times (2 \times 150 + 0.1 \times 1\,225)]\} \times \{18 + 0.45^2 \times (35 + 1.2) / [18 + (35 + 1.2)]\}$$
$$= 1.39 \times 0.47$$
$$= 0.65\text{ cm}$$

所以, 打桩方案要求控制贯入度最后十锤累计小于 0.65 cm 。

3.3.5 质量保证及注意事项

沉桩工艺必须满足本文上述 1 要求。

3 施工效果

在 102 根桩 (最长为 19.3 m , 最短为 8.0 m) 的打入施工中, 桩的最后 10 锤贯入度累计

数都小于 0.65 cm , 打桩施工后, 通过检测部门的小应变试验和抽芯验桩, 抽检的各种长度的 80 根桩 (其中单桩 60 条, 双桩 20 条), 全部符合设计要求, 单桩垂直临界承载力都在 $1\,000 \sim 1\,200\text{ kN}$ 之间。

4 结 语

在施工过程中, 按规范规定停打标准摩擦桩以标高控制为主, 贯入度控制作参考, 但是当工程地质资料反映出的地貌属低山剥蚀地类型时, 停打桩的标准在实际的施工中还是以贯入度为主。

参 考 文 献

1. 中国建筑科学研究院, 建筑桩基技术规范 JG94—94 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
2. 张定, 陈竹昌, 姚笑青. 成桩工艺对桩基沉降的影响. 施工技术 [J]. 1999, 28 (9): 24—25.
3. 核工业广州工程勘察院. 广东省某工程地质勘察报告 [K]. 2003.

(责任编辑 杨江云)