

# 自平衡法静载试验在大管径桩基检测中的应用

张行

山东北斗检测科技有限公司

**摘要:** 自平衡测试技术是目前在桥梁工程中使用较多的一种桩基检测技术, 不仅操作简单、安全, 而且检测结果可靠性高。本文首先对自平衡测试技术在国内各大桥梁工程中的实际应用情况进行分析, 进而探讨自平衡测试技术的具体应用对策, 包括自平衡测试加载设备的应用、自平衡检测技术适用条件、桩基检测过程和注意事项等。

**关键词:** 自平衡测试技术; 桥梁桩基; 检测方法

## 引言

自平衡法作为一种近似的静载试验, 是地基支座反力和反力桩法一项选择。该法通过桩自身阻力做反力, 可以避免庞大的反力装置, 装置简单, 省时省力, 并且可以节约大量费用, 能在有限的空间内较好地开展试验检测工作。

## 一、自平衡测试技术在国内桥梁工程桩基检测中的应用情况

### (一) 国外应用情况

自平衡检测技术在国内外的研究和应用起步较早, 最早由日本相关领域专家提出, 从20世纪80年代以后, 逐渐被推广到世界各地, 并在工程应用过程中取得了良好效果。典型的案例有美国麻省波士顿附近的铁路大桥工程, 其桥墩桩基采用钢管桩, 并采用水上打桩方法。对其进行测试的目的是判断粉质黏土层提供的测摩擦阻力能否满足工程要求, 采用自平衡检测法得出单位侧阻力为 $29\text{kN/m}^2$ ; 还有佛罗里达州的公路大桥工程, 采用船上打桩方式, 需要穿越粉土层和黏土层, 让桩基嵌入到石灰岩内。该工程同时采用堆载法、锚桩法、自平衡测试技术进行检测, 得到的试验结果相互吻合, 证明自平衡测试技术的检测结果较为可靠。后来在加拿大、新加坡等国家的桥梁工程中, 自平衡测试技术也得到了较多的应用。

### (二) 国内应用情况

自平衡检测技术是20世纪90年代引入我国的, 清华大学教授李广信引进这种方法后, 经过多位博士、硕士的研究和试验, 于1996年开始正式在工程中得到应用。后来制定的江苏省地方标准, 为这种检测技术的推广奠定了基础, 并成功获得两项国家专利。在国内应用比较典型的例子有润扬长江大桥, 作为江苏省公路主骨架, 该工程采用自平衡测试技术对6根钻孔灌注桩进行检测, 较为准确地得出试桩承载力测值, 并绘制出自平衡测试曲线, 为工程施工提供参考。还有杭州湾跨海大桥, 全长36km, 部分采用桩径2.0m的钻孔灌注桩, 部分采用桩径1.5m的钻孔灌注桩, 其余部分为PHC桩和钢管桩。主要采用自平衡检测技术对桩径1.5m钻孔灌注桩进行检测, 选择3根试桩, 根据要求在桩底和中部位置设置2个荷载箱, 经过压浆处理后, 得到试桩参数, 并预估其极限承载力。自平衡测试技术在上述这些实例中的应用, 都获得较好的效果, 不仅测试结果准确, 而且检测过程效率高、成本低。

## 二、自平衡测试技术在桥梁工程桩基检测中的具体应用对策

### (一) 自平衡测试加载设备

自平衡测试技术采用特制加载技术对试桩进行检测, 一般需要在桩身指定位置安装荷载箱, 然后沿垂直方向进行加载。在测试过程中, 能够获取荷载箱上下部以及试桩桩身的承载力。因此, 在自平衡测试技术的使用过程中, 经过特殊设计的荷载箱非常重要。一般情况下, 荷载箱需要与基桩钢筋笼连接, 埋入到桩的设计位置, 然后将荷载箱高压油管、位移棒引到地面处。在进

行试验时, 由地面上的高压油泵进行加压, 在压力逐渐提升下, 荷载箱会发生向上和向下的位移变化, 在此过程中, 能够最大化地发挥桩侧阻力、桩端阻力, 从而预估其承载力极限值。

### (二) 自平衡测试技术适用条件

在自平衡测试技术的应用过程中, 还需要充分掌握这种检测技术的适用条件。首先从工程地质条件来看, 自平衡检测技术对存在软土层、黏土层、碎石土层和岩层的工程都较为适用, 能够对其岩层中的基桩承载力进行检测。适用检测对象包括钢管桩、人工挖孔桩、钻孔灌注桩和地下连续墙等。在自平衡测试技术的应用过程中, 需要满足的设备和场地条件包括高压油泵、数据采集仪等。自平衡检测技术使用的设备体积较小、重量较轻, 不需要占用过多的场地, 而且运输和布置都较为简单, 对场地条件的要求较低, 这也是自平衡检测技术能够得到广泛应用的主要原因。此外, 在进行测试前, 需要保证土体稳定。在其试验过程中, 不会对桥梁桩基造成破坏, 试验合格的试桩, 可以直接在工程中使用, 采用压浆管对荷载箱灌浆。由于自平衡测试技术可支持多个桩的同时检测, 能够极大地提升工程检测效率。

### (三) 桩基检测过程

下面结合一个工程案例探讨自平衡检测技术在桩基检测中的具体应用流程。该工程为公路桥梁工程, 在试桩过程中, 需要检验出基桩承载力, 为桩基长度确定及施工工艺技术的选择提供依据。该工程的单桩直径为2m。

根据岩土工程参考数据, 结合钻孔地质条件, 可以对平衡点位置和桩底间距进行计算, 计算结果为8.9m。对于直径2m的试桩而言, 通过计算其轴向承载力最大值, 可得出承受极限为6762kN。根据标准规范要求, 试桩加载为5311kN, 分15级进行加载。通过采用自平衡测试技术, 可以分别得到上段桩、下段桩的检测数据和具体检测结果。

在分析过程中, 可参考《基桩静载试验自平衡法》, 确定上下段桩的竖向承载力, 根据测试结果, 上段桩竖向承载力极限为4553kN, 下段桩承载力极限为3422kN, 合计为7975kN, 大于计算承载力极限值。

### (四) 应用注意事项

在自平衡测试技术的应用过程中, 需要注意以下几个问题:

(1) 荷载箱参数和平衡点选择对试验结果影响较大, 应根据基桩钢筋笼内径尺寸, 合理设计荷载箱尺寸; (2) 应保证荷载箱的平衡性, 否则容易因基桩位移引起阻力不均, 需要与钢筋笼焊接相平; (3) 在基桩混凝土强度达到要求后, 先进行缺陷检测, 确保其无断桩和缩颈等缺陷问题后, 再进行自平衡检测, 并在检测过程中做好记录。

### 结束语

随着工程建设领域基础的承载力设计值越来越大, 尤其是大型桥梁桩基础, 承载力已达上万吨, 传统检测方法(堆载法、锚桩法)已不能满足检测要求。自平衡测试法是利用试桩自身反力平衡的原则, 在桩端附近或桩身某截面处预先埋设单层(或多层)荷载箱, 从而达到试桩自身反力平衡加载的目的。自平衡测试技术作为一种创新型、适应性强的承载力试验方法, 在基础设施建设领域得到越来越多的应用。

### 参考文献

- [1] 何家范. 自平衡法静载试验在黔中水利工程中的应用[J]. 交通建设与管理. 2014 (08)
- [2] 胡艳. 自平衡法静载试验在桥梁桩基检测中的应用[J]. 山西建筑. 2014 (14)