

桩基施工质量监督的新途径

——打桩记录仪的意义及其作用

蒋 企 古晋雄 戴永相 卢邦华

(广东省地震局 广州 510070)

摘要 打桩记录仪能正确地记录锤击桩的桩长、每米锤击数和总锤击数以及最后三阵的贯入度等数据;上述“数据”积累多了,可拟合出类似“标贯系数”与土层承载力关系的“桩贯系数”,进而可推知该桩的土层原位承载力;“数据”还可提高低应变动力测桩对桩身质量判断的正确性。记录仪可大比例检测两个独立可信的指标,结合起来无疑会促使锤击桩质量的提高。

关键词 打桩记录仪, 桩基质量监督, 新途径

分类号 TU473

1 三种桩基检测方法的比较

评价建筑物的质量优劣,基础是个很重要的方面。为了监督桩基质量,首先要求施工者填写一份“桩基施工记录”,成桩后还需要一系列检测。“施工记录”包括:桩长、每米锤击数、最后30锤的贯入度,灌注桩还有砂、石、水泥的配比等原始情况记录,以表示桩基施工时的技术参数。但这些记录往往难以保证其真实,这是人所共知的。

桩基的质量最终表现在承载力上,静载试验无疑是最客观的桩基检测方法,但因它是有损性检测,且检测周期长、设备庞大、费用高,实际上只能是小比例抽检,而难以对桩基进行大比例的质量及承载力普查。所以静载试验不能成为桩基础质量全面检测的手段。近年发展起来的高应变动力测桩(PDA)比之静载试验是轻便了一些,并缩短了检测的周期,其承载力的测算也得到认可,但根据规范也只抽检2%,可见仍是一种因其设备庞大、费用昂贵而不能成为桩基础质量监督的“威慑性”仪器。

低应变动力测桩因其检测方法简便、费用低廉、速度快而不影响施工,因而可提高检测比例。但低应变检测还不能判别桩的最终质量指标——承载力,而只能从以下两个方面间接地佐证桩的质量:一是桩身的完整性鉴别,包括缩径、扩径、断裂、离析及夹泥等施工技术;二是用以表示桩的致密程度的波速,它既和施工技术有关,又和砂、石、水泥的配比乃至搅拌是否充分有关,是划分桩的类别,即合格与否的主要依据。对于前者,低应变检测的技术就设备本身已无可置疑,而对于后者,即波速就有问题,因为波速表达式为

1997年8月11日收到初稿,1997年8月20日收到修改稿。

作者蒋企简介:男,高工,1960年毕业于广州地质学校地质专业,现任总经理职务,广东岩石力学与工程学会测试委员会秘书长,主要从事地质边缘学科方法及仪器方面的研究。

$$V_p = 2L/t$$

式中： t 为应力波从桩面传到桩底再反射到桩面的时间，由仪器测得的时间误差是可以满足精度要求的； L 为桩长，它只能取自施工记录表。由于显见的原因，记录桩长普遍大于实际桩长（管桩问题较小），于是 L 偏大，则 V_p 偏高，可能把本属不合格的桩变成了合格桩。这是一个比较普遍的问题，可见提供正确桩长的重要性。同时也说明一旦有正确的桩基施工记录，低应变检测桩身质量可达到更好的效果。

2 测桩新途径——分别求取桩身和桩周土的承载力

单桩设计无非根据以下两个条件：设计的截面积及相应的混凝土标号能否达到设计的承载力；桩周土和桩底的持力层能否共同承受由桩身传递过来的荷载。就一般情况而言，单桩荷载及安全系数一旦确定，则桩的截面积和混凝土的标号也相应确定；不同深度的土层力学参数一旦掌握，则桩的长度也相应确定。这些都是很成熟的设计方法。

如果把设计是否正确归入图纸审查的职责，那么桩基检测只剩下两个目的：桩身质量；桩周土的摩擦力加桩端土的承载力即原位土的承载力。如都符合设计要求，则其承载力也合格。用这样的观点来看静载，可理解为是一个用设计目标（单桩荷载）去证明桩和土的综合条件是否符合设计要求的过 程，是一个反演的过程。能不能用正演方法去测桩呢？亦即逐项验证桩的长度、最小截面积、混凝土标号以及原位土的承载力？前面的叙述已说明，低应变检测可以验证第一个条件是否符合设计要求，如果能再证明第二个条件也能符合设计要求，则此桩的承载力也必然符合要求。

工程地质勘察中的标准贯入是在可比条件下综合反映该土层承载力的方法。对于锤击桩（不论是管桩或灌注桩），一旦打桩机机型确定，锤重和桩管的几何尺寸也相应确定，而通常落锤的高差也基本一致，因此，锤击过程，可理解为另一种“标准贯入”的过程（暂且称它为“桩贯”），每米的锤击数正好反映了各层土的综合力学参数。它和终桩前的贯入度经适当的加权计算，便是单桩设计中的第二个条件，亦即原位土层的承载力。当然“桩贯”比之“标贯”，显然误差要大些。但它毕竟是一个“原位贯入”，它所反映的是原位土层的力学参数。尤其在丘陵地带，或土层较薄的地方，土层的水平方向变化较大，有限的工程地质钻孔不能详尽地反映土层变化的真实情况，因此，每个桩位的各土层力学参数都有差异。而原位“桩贯”又能弥补这一缺陷。从这个角度讲，“桩贯”又比“标贯”更接近真实。

如果过去的施工记录表中的每米锤击数、总锤击数、最后贯入度是真实的，那么现在便有大量的数据可供专家们进行研究，寻找和证明各种打桩机机型的土层承载力的“桩贯系数”，但事实并非如此，而是大多数情况下都无法区分这些数据中哪些可信哪些不可信。为获得正确的数据，尤其是贯入度，过去的做法是，对于一些重要的桩，在施工时建设方、施工方、质监方共同在场一起监督。但这种数据不多，而且也无法查找。只有正确的数据积累到一定程度，才可以建立起类似“标贯”的“桩贯”与承载力关系式。一些试图用“低应变”计算单桩承载力的科技人员，便是把附近的地质柱状图和施工记录中的数据，结合桩身完整性、致密度等各种因素综合考虑来计算。然而终因上述诸因素不够“量化”而使这种计算受到“经验”和“判断”的制约而大大降低其可信度。而若其中某些参数本身不可信，那么这种计算显然失去意义。

综上所述,作者提出这样的推论:目前,低应变检测已可独立判别扩径、缩径(最小截面积)、离析、夹泥、断桩等桩身完整性的检测。如果有正确的桩长,可正确地测定波速,从而推知混凝土的标号,而且为桩身完整性判断进一步量化研究提供了数据。换言之,有了正确的桩长,低应变测桩的分析水平可望进一步提高,从而最终能使低应变桩基检测方法对桩身承载能力作出独立的量化判定;一旦使“桩贯”与承载力的数学关系拟合到可供实际使用的程度,便可从真实的打桩记录所给出的数据推知原位土的承载力。桩身和原位土二个独立的承载力参数中经加权判定,取其小的,即是该桩的承载力。这是桩基质量监督的新的途径。低应变可以大比例检测单桩,有了大比例的单桩质量的客观评价,无疑会促使桩基质量的提高。尤其对于造价低廉的沉管、灌注桩,目前却因质量无法控制而处于被淘汰的危险,如有可靠的质量保证方法,预见它会再次被青睐。而这一切都依赖于每一条桩都有一份真实的桩基施工记录。这是打桩记录仪的潜在作用。目前,正确的桩长和贯入度至少可以从保证桩长达到设计要求,从而保证土层承载力基本符合设计要求的角度来提高建筑地基的质量。这也是改善当前建筑质量的一个重要的方面。

3 打桩自动记录仪的开发和应用

基于上述认识,作者用几年时间成功研制了打桩自动记录仪。图 1 是仪器原理框图,它包括锤击传感装置、进土长度传感装置、电缆和控制、打印(仪器箱内)四大部分。其中,传感器和传输 2 大部分直接安装在桩机上,和桩机连为一体,即使在桩机搬迁时也无需逐件拆卸。记录和打印是一个独立防潮箱体(图 2)。用航空插头和电缆相接,拆装保管极为简便。它可自动记录并打印出桩的总长度、总锤击数、每米锤击数和最后三阵的贯入度,

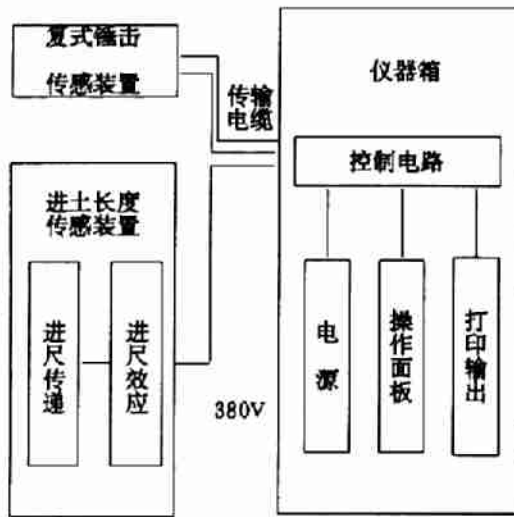


图1 仪器原理框图

Fig. 1 The block diagram of the instrument



图2 打桩记录仪的独立防潮箱体

Fig. 3 The waterproof box of the piling recorder

操作面板包括根据设计选择的贯入度和数据打印指令。无法伪造数据和适应恶劣环境是该仪器的重要设计思想，可起到监督施工的作用。大量正确的施工记录数据必将使导出的“桩贯系数”拟合到实际使用的程度，锤击桩的质量监督便会出现新的途径。仪器记录桩的进土长度误差 $\leq 2\%$ ，贯入度间隔为 5 mm。一旦贯入度满足设计要求，仪器将自动报告。图 3 即为样机检测实录。

工地：沙湾华支路

桩号：

时间：1996年6月2日

负责人：

参 考 文 献

- 1 工程地质手册编委会. 工程地质手册. 第三版, 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- 2 灌注桩、基础设计与施工规程(JGJ4-80). 见: 工程建设规范汇编(47). 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- 3 勘察与地基基础工程规范. 见: 工程建设规范汇编(47). 北京: 中国建筑工业出版社, 1992
- 4 许光本, 陈德润, 蒋 企等. 桩基础与工程无损检测研究报告. 见: 广东省地震科技咨询服务中心编. 国家科委科技成果办测测桩技术培训班教材. 1992

进尺(米)	锤击数
1	7
2	16
3	28
4	50
5	46
6	51
7	33
8	41
9	39
10	31
11	52
12	41
13	38
14	50
15	112

总计:

15.295 732

贯入度 锤击数

3.0cm 13

最后三十锤贯入度

86 cm
83 cm
82 cm

A NEW APPROACH TO QUALITY CONTROL IN PILE FOUNDATION CONSTRUCTION SIGNIFICANCE AND EFFECTIVENESS OF PILING RECORDER

Jiang Qi Gu Jinxiong Dai Yongxiang Lu Banghua

(Seismological Bureau of Guangdong Province, Guangzhou 510070)

Abstract The piling recorder is developed to correctly record the length of the driven pile, hammer blow count per metre, total hammer blow count and the penetration in the last three rounds. With the accumulation of the above-mentioned data, a SPT coefficient which represents the relation between SPT and bearing capacity of soil can be inferred. The data can also help to enhance the accuracy and reliability of the low-strain dynamic pile testing method used currently. The combination of two independent, reliable pile testing methods which can be used on a large scale will no doubt greatly improve the quality of the driven pile.

Key words piling recorder, quality control of pile foundation, new approach

图 3 打桩检测实录

Fig. 3 Pile driving record printed by sample instrument