

锤击贯入试桩法测试系统及设备的改进

中国建筑科学研究院地基所 李大展 修朝英*

[摘要] 新设备对原有仪器设备作了三方面改进,即采用随车吊式的锤击装置、集装箱式测试室和微机处理数据的试桩分析仪。从而使测试精度、工作效率和自动化程度都有较大提高,并改善了劳动条件。

锤击贯入试桩法自1981年通过部级鉴定以后,几年来已在全国各地推广应用,仅以我所为例,近年来采用锤击贯入法处理桩基工程事故,确定单桩承载能力的工程已达68个,试桩根数近400根,收到了很好的经济效益和社会效益。随着锤击贯入法试桩工程的增多,各单位在实践中也深感该法的试验设备,特别是数据处理手段不能适应当前发展的需要。为此,建设部在1984年下达我所“锤击贯入试桩法改进测试系统及设备的研究”专题,两年来我们对测试系统和设备进行了研制和试验,并进行了5个工程11根桩的对比试验,已于1986年10月组织了技术评议,改进后的测试系统及设备被确认为“是目前国内锤击贯入试桩法中一套先进的测试设备,可在工程实践中推广应用”。现简要介绍如下。

一、设备改进前的锤击贯入试桩法简介

锤击贯入试桩法是用重锤按规定落距(由低至高)对桩顶施加落锤冲击力,通过置于桩顶上的力传感器以及动态应变仪,最后由光线示波器测得桩顶锤击力 P_d 。同时用百分表量测桩在锤击力 P_d 作用下所发生的贯入度 E 。通过对上述数据的计算、整理,仿照静载试验时采用的 $P-S$ 曲线,绘出 $P_d-\Sigma E$ 曲线,并确定相应的动极限承载力 P_{dj} ,然后由式(1)求出桩的静极限承载力 P_{jj} 。改进前的试验装置如图1所示。

$$P_{jj} = \frac{P_{dj}}{C_{di} \cdot M_c} \quad (1)$$

式中: P_{dj} ——由锤击贯入试验 $P_d-\Sigma E$ 曲线确定的动极限承载力(kN);

C_{di} ——由桩的静载荷法与锤击贯入法对比试验确定的动、静对比系数;

M_c ——安全保证系数。

一个地区的动、静对比系数值 C_{di} 应由一定数量的动、静对比试验确定,在无条件的情况下,可参考有关文献取定,但取值时应抱慎重态度。确定参数后,即可根据锤击贯入试验得到的动极限承载力 P_{dj} ,由式(1)求得桩的静极限承载力 P_{jj} 。

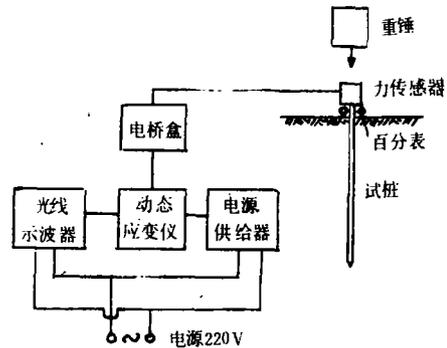


图1 改进前试验装置示意

上述测试方法与设备,几年来解决了大量工程实际问题,但是长期的工程实践表明,它有如下不足之处,以致影响试桩速度和测试精度的进一步提高。

1. 锤击装置的场外运输和现场就位,一般均需吊车配合,往往耽误工作,增加费用,颇为不便;

2. 试验人员露天作业,工作条件差。现场气候变化,下雨、风砂等都会影响测试仪器的使用寿命;

* 参加本专题工作的还有刘传林、李培元同志。

3. 光线示波器记录的锤击力 P_d , 测读时人为误差较大。计算和绘制 $P_d-\Sigma E$ 曲线过程比较繁琐, 在现场容易出错。

二、仪器设备的改进方案

针对上述情况, 根据我们几年来工程实践和兄弟单位的经验, 对锤击贯入试桩法的原有仪器设备作了三个方面的改进, 即采用随车吊式的锤击装置、集装箱式的测试室和微机处理数据的试桩分析仪。

1. 随车吊式的锤击装置 (图 2)

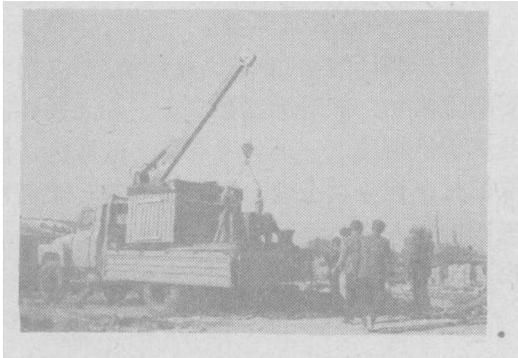


图 2 全部仪器设备自装自卸

该装置的特点是场内外转移灵活, 速度快, 自装自卸, 全部试验仪器设备均在一辆卡车上。其主要技术性能如表 1。

锤击装置技术性能 表 1

卡车型号	E Q 140	吊机重量(kg)	1200
随车吊型号	Y Q Z - 3 II	锤重量(kg)	1600
最大起重量(kN)	30	锤击架重量(kg)	500
最大提升高度(m)	5.5	最大落距(m)	1.8
工作半径(m)	1.4~4.8		

2. 集装箱式测试室 (图 3)

采用两节箱形套式, 运输时为集装箱, 到达现场后拉开即成测试室。全部试验仪器均置于内, 室内装有冷暖风机, 茶色玻璃窗、照明灯、电源插座及工作台椅。经过现场实际使用, 表明设计合理, 免除了工作人员雨打日晒, 深受使用者欢迎。其主要性能规格见表 2。

3. D j - 1 型试桩分析仪 (图 4)

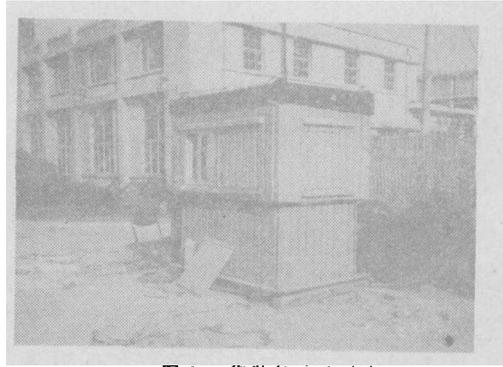


图 3 集装箱式测试室

测试室性能规格表 表 2

运输时外形尺寸(m)	2 × 1.4 × 1.2
工作时外形尺寸(m)	2 × 1.4 × 2.0
测试室净重(kg)	350
工作时室内净高(m)	1.9

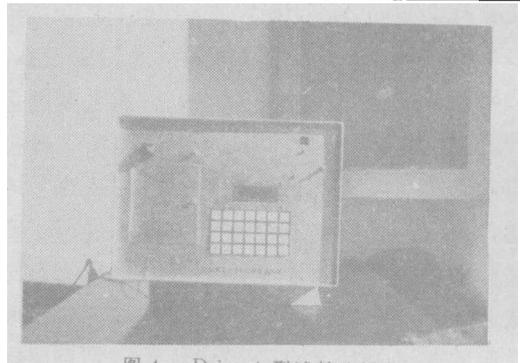


图 4 D j - 1 型试桩分析仪

该仪器把锤击贯入试桩法的 $P_d-\Sigma E$ 曲线法数据处理过程全部微机化, 并用打印机在现场自动打印表格数据和绘出 $P_d-\Sigma E$ 曲线散点图。仪器可根据需要作两种功能选择, 即一种现场边试验边绘图, 试验结束即可得到 $P_d-\Sigma E$ 曲线图; 另一种为把试验数据作磁带记录, 供以后试验室进一步分析研究。根据中国计量科学研究院鉴定认为, 测试线性和幅值误差均为2.8%, 这样不但比原光线示波器的测试精度有了提高, 并且为下一步自行研制多功能试桩分析仪打下了基础。仪器的主要技术性能如表 3。

三、D j - 1 型试桩分析仪的工程考核

根据 5 个工程、11 根桩的工程考核, 采用 D j - 1 型仪与 SC - 16 光线示波器在双通道力传感器上作平行试验, 结果颇为一致。现

(下转第36页)

灌注工、混凝土工、搅拌机工、混凝土推运工编为一组，联产联质考核，定额加奖励办法核算管理，从而提高了工人的积极性，每班灌注量保持在 40m^3 左右。

(4) 桩头养护：根据该工程桩顶在冻土层以下的情况，桩身混凝土在地下自然养护即可，处理好桩头，即可达到预期目的。为此，每根桩灌注完毕，立即掏净泥浆，铺盖炉灰、稻壳或未冻黄土、草袋封闭桩头及孔口，使其免受冻害，自然养护。

3. 其他

冬季水下灌注桩施工，还应该注意安全、防火和人员防止冻伤，重视机械设备维护保养和根据气候调换油料，保证机械性能完好。在具体实施中要以严格的分工，明确的岗位经济责任制和切实可行的规章制度做保证，

使责、权、利结合，充分利用经济杠杆作用，保证任务的完成。

四、体会和问题探讨

1. 根据对47d 施工质量检查情况，经混凝土试块试压和部分桩开挖验证，说明水下灌注桩冬季施工能够保证工程质量，各项指标符合规范要求。如1986年12月25日，气温 -37C ，我们完成的5根桩，试块强度均达到 26MPa 。

2. 目前我们所采取的工艺和施工方法，除外加剂和水灰比调整外，多数还是从泥浆、混凝土的外因方面预防和弥补，没从其物理性能、化学性能上入手解决根本性的问题。同时，还存在水泥用量较平时增加；消耗煤、焦炭、外加剂较多，造价略有提高的问题。这些，都有待进一步探讨和摸索。

(上接第38页)

Dj-1型试桩分析仪技术性能 表 3

外形尺寸 (cm)	37 × 37 × 30	采样频率 (Hz)	13 k
重量 (kg)	5	线性误差 (%)	2.8
环境温度 (°C)	0 ~ + 40	幅值误差 (%)	2.8
频带宽度 (Hz)	0 ~ 2 k	电 源	220 V 50 Hz

以天津市西湖村住宅楼工程 2 号试桩为例说明如下。

该工程采用 $\phi 45 \times 1800\text{cm}$ 灌注桩，由潜水钻成孔，泥浆护壁，导管法灌注水下混凝土。现场土质条件较差，桩周土为亚粘土、淤泥质亚粘土、桩尖土为可塑状亚粘土。Dj-1 型试桩分析仪打印输出结果见图 5。为便于比较，图中又标出 SC-16 光线示波器测得的数据。可见两种仪器所得数据基本一致，在 $P_d - \Sigma E$ 曲线上可得动极限承载能力 P_{d1} 为 180t ($\approx 1800\text{kN}$)。根据有关文献确定 C_{d1} 和 M_c 值后**，代入式(1)得桩的静极限承

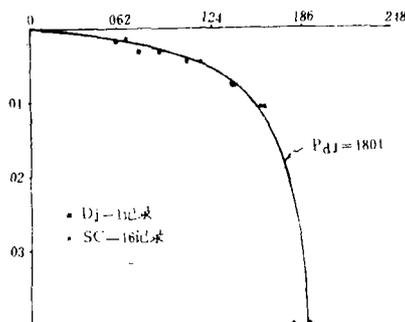


图 5 Dj-1 型试桩分析仪输出结果

载能力 P_{j1} 为

$$P_{j1} = \frac{P_{d1}}{C_{d1} \cdot M_c} = \frac{1800}{1.4 \times 1.3} = 980 \text{ (kN)}$$

综上所述可见，改进后的锤击贯入试桩法的测试系统及设备比原有试验设备操作更为简便，测试精度、工作效率和自动化程度都有较大提高，并改善了劳动条件。

** 参见本刊1985年第5期。