

静力触探计算机处理系统

高怀真 宋永建 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

静力触探计算机处理系统

高怀真 宋永建 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书主要介绍静力触探的数据采集和各种试验资料的计算机综合处理。内容包括:静力触探的原理、设备与应用;数据自动采集;地基土的自动分层、物理力学指标的计算与统计;地基评价;自动绘图;文字报告的自动生成;与基础设计软件的数据联接等等。

本书可供土建类专业勘察、设计技术人员,科研人员,大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

静力触探计算机处理系统/高怀真,宋永建编著. —北京:中国铁道出版社,1997.5

ISBN 7-113-02632-X

I. 静… II. ①高… ②宋… III. ①静力触探-数据处理-计算机系统②静力触探-数据采集-计算机系统 IV. P624

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 08953 号

中国铁道出版社出版发行
(北京市宣武区右安门西街8号)
各地新华书店经售
中国铁道出版社印刷厂印

开本:850×1168 1/32 印张:9.125 插页:1 字数:242 千

1997年5月 第1版 第1次印刷

印数:1—2000册 定价:30.00元

前 言

静力触探(简称静探)作为一种日臻完善的原位测试技术在国际上应用已有 60 多年的历史,我国应用静力触探也有 40 年历史。它是将特制的金属探头用静力匀速地压入土中,随贯入深度的增加,用电子仪器连续地测量土对探头的贯入阻力,根据贯入阻力来确定土层的物理力学性质,为建筑物的地基基础设计提供真实可靠的依据。

多年来,工程地质勘察采用钻探—取样—试验—内业分析整理这一繁琐的工艺流程,不但周期长、野外作业艰苦而且精度难以提高。静力触探在岩土工程中的应用,改变了这种落后状况。在适宜的地区,采用静力触探显示了以下优点:

1. 静探阻力曲线是随着地基土的性质变化而变化的。结合区域地质资料,通过静探锥尖阻力及侧壁摩擦力的曲线特征就能够反映出地基土的性质。

2. 静探资料连续、直观、可靠,重复性(即再现性)好。

3. 静探确定地基土承载力、选择桩基持力层、确定桩基承载力、判别地基土液化的可能性等迅速而精确。

实践证明,在土质地基特别是沿海平原地区进行勘察工作,宜采用以静探为主、钻探为辅的综合勘察方法。

近年来,计算机在静探中的应用迅速发展,相继开发出静探数据自动采集、计算机绘制静探单孔柱状图等辅助处理软件,在工作中发挥了重要作用。但是,这些软件大都是单项程序,界面复杂,操作繁琐,难以形成完整的工作系统。

铁道部第三勘测设计院集中了地质、结构、计算机、数学等多专业的技术人员,经过几年努力,开发完成了工业与民用建筑岩土工程勘察计算机处理系统。该系统实现了:

1. 静探数据计算机自动采集处理;

目 录

第一章 静力触探概述	(1)
第一节 静力触探基本原理及实验结果	(1)
第二节 国产静力触探仪	(11)
第三节 静力触探的数据采集系统	(15)
第四节 静力触探的应用	(18)
第二章 岩土工程勘察计算机处理系统概述	(36)
第三章 勘察资料预处理	(43)
第一节 工程及勘察概论	(43)
第二节 勘探点平面位置图	(44)
第四章 地基土参数确定	(59)
第一节 岩土工程勘探测试	(59)
第二节 静探曲线自动分层	(60)
第三节 物理力学指标计算	(70)
第五章 自动成图	(95)
第一节 静探单孔柱状图	(95)
第二节 剖面图	(100)
第三节 图形与数据文件的交互修改	(101)
第六章 地基基础评价	(108)
第一节 抗震评价	(108)
第二节 浅基评价	(144)
第三节 桩基评价	(173)
第四节 地基沉降计算	(237)
第七章 岩土工程勘察成果应用	(265)
第一节 岩土工程勘察报告的生成	(265)
第二节 勘察设计一体化接口设计	(272)
第三节 地质数据库	(279)

第一章 静力触探概述

第一节 静力触探基本原理及实验结果

一、静力触探基本原理

当静力触探的探头在静压力作用下,匀速向土层中贯入时,探头附近一定范围内的土体受到压缩和剪切破坏,如图 1-1 所示。同时土对探头产生贯入阻力,其中包括端阻 q_c 及侧摩阻 f_s ,如图 1-2 所示。

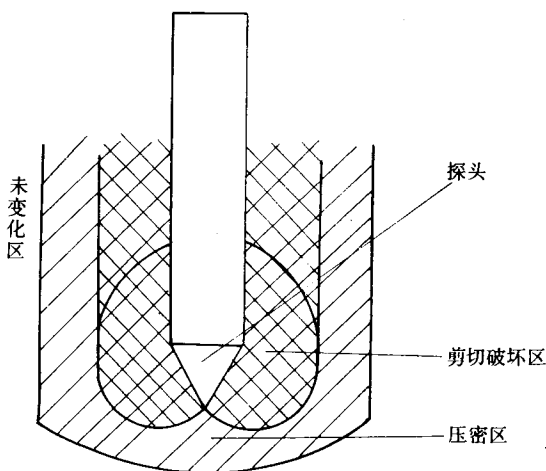


图 1-1 探头贯入作用示意图

量测探头贯入时的阻力(p_s)并绘制其随深度(h)的变化曲线,如图 1-3 为天津市某工程(p_s-h)实测曲线。

图中贯入阻力的变化反映了土层物理力学性质的变化。一般地说,同一种土层中贯入阻力大,土层的力学性质好,承载力大。反

之,贯入阻力小,土层软弱,承载力小。在生产中利用静力触探贯入阻力与土的野外荷载实验对比或静力触探贯入阻力与桩基承载力及土的物理力学性质的指标对比,运用数理统计的方法,可以建立各种相关方程(经验公式)。这样,只要知道土层的贯入阻力即可确定该层土的地基承载力等设计参数。

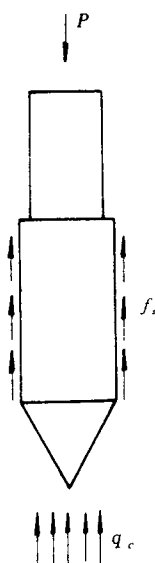


图 1-2 探头阻力分布图

二、静力触探实验结果

60 年代,法国凯里泽(Kerisel)等在直径 6.4m、深 10.4m 的大型砂坑中,用不同直径(45~320mm)的平底探头,在不同密实度的均匀石英砂中作了大量的实验,观测了端部阻力 q_c 和平均侧摩阻力 f_s 随贯入深度的变化规律。他们的实验结果使人们对探头或桩的工作状态有了新的认识,批判了经典的深基础理论——即在匀质的

松散土中,基础的极限承载力将一直随基础埋深的增加而增加的理论。随后,许多学者在这方面不断地进行了实验研究工作。现将这些实验结果和理论分析作概括地叙述。

(一)匀质砂土中的实验结果

凯里泽等在大砂坑中,将探头连续压入土中,分别测定端阻和总压入力随贯入深度的变化。开始贯入时,端阻随贯入深度的增加而增加。当贯入深度超过某一深度后,端阻达到极限值,贯入深度继续增加,端阻基本上不再增加,该深度称之为“临界深度”。根据一系列的实验,可得下述定性的结论。

1. 临界深度是砂土密实度和探头直径的函数。砂的密度越大,探头的直径越大,则临界深度也越大。饱和砂中的临界深度较干砂

中的大。

2. 砂的极限端阻只与砂的开始密度有关,从实用观点出发,可以认为它与探头的直径(在所实验的直径范围内)大小无关。砂饱和与否基本不影响极限端阻大小。

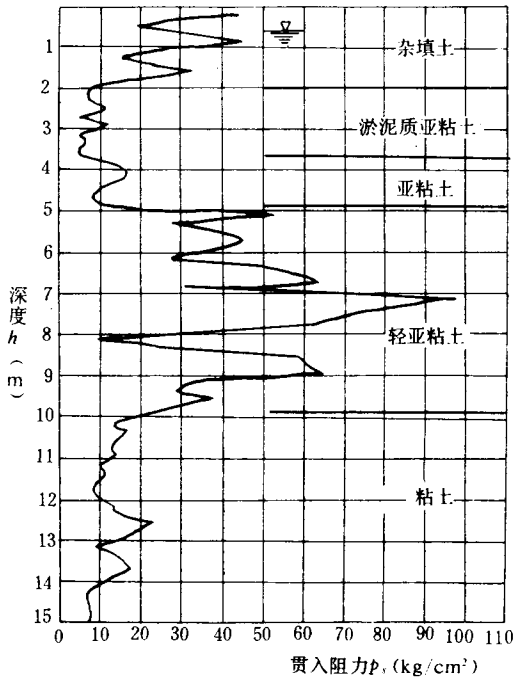


图 1-3 天津市某工程实测 p_t - h 曲线

3. 平均侧摩阻力开始也随贯入深度而增加,但超过某一临界深度后也保持为一常数。

派勒特 (Panet)、比阿雷兹 (Biarez)、福拉依 (Foray)、郑 (Tcheng) 等的实验都证实了上述的结论。

图 1-4 是凯里泽的实验结果。维西克 (Vesic) 在现场厚层砂中的静探和试桩结果如图 1-5 所示。

图 1-5 中被包围部分是触探阻力和侧摩阻力的范围,黑圆点是不同深度试桩的结果。当深度超过 20 倍桩的直径后,端阻和平均侧摩阻力都基本为一常数,与室内实验结果一致。

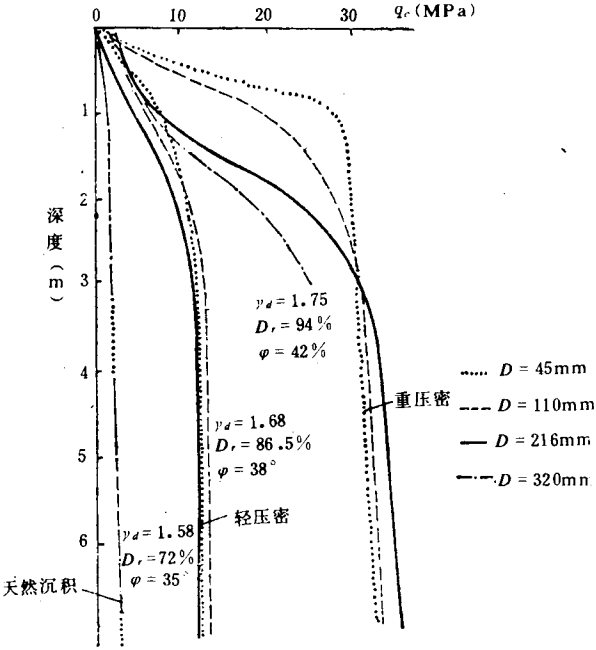


图 1-4 凯里泽的实验结果

图 1-6 是铁道部大桥工程局在九江做的一个静力触探曲线。该处直到 40 多米深都是粉细砂和中砂。从端阻和局部侧摩阻的曲线可知,在一较均质的砂层中,二者基本上都为一常数,砂层变化了,该极限值也改变。

关于在均质砂中端阻极限值 q_{cl} 与砂的其它力学性质之间的关系,派勒特认为端阻极限值 q_{cl} 与内摩擦角 ϕ 二者之间有良好的关系,但不同的砂之间有明显的差别。其他研究表明,不同砂的端阻极限值 q_{cl} 与其相对密度 D_r 之间有较好的关系。福拉依、郑等在

室内模型实验时,还观测了探头贯入过程中砂表面的变形特性,说明土层内部有明显的滑动带出现,这与一般浅基础的破坏机理相似。当探头压入土层时,开始土产生剪切破坏,随着贯入深度的增大,土的侧向约束应力的加大,探头阻力主要决定于土的压缩特性。从剪切破坏向压缩破坏是逐渐过渡的,这一定性的破坏机理已为大家所承认。

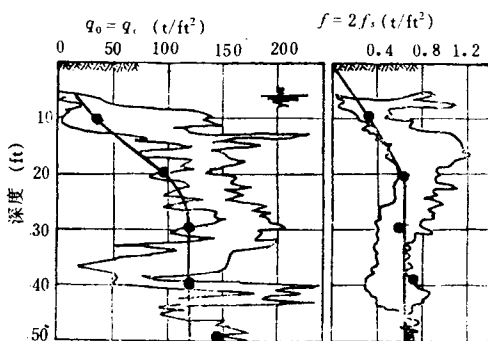


图 1-5 维西克的实验

(二)多层土中的实验结果

天然土类地层中,一般都由几种不同性质的土层组成。因此,观测分析多层土中的工作状态,对静探机理的研究与应用都有很重要的意义。

在双层地基中,下层土顶面处于上层土贯入影响范围时,将影响上层土的 q_c 或 p_s 值,其影响深度称为超前深度,它随上层砂土的 D_r (或 p_s) 不同而有所差异。在探头进入下卧土层一定深度以前,其 p_s 或 q_c 要受到上覆土层的影响,影响深度称为滞后深度,它与上下层的密实度及其差值有关。

缪斯(Muhs)在柏林工业大学的大砂坑中做浅基的砂土承载力实验时,曾用静力触探测定填筑砂土的密度变化,其结果如图 1-7 所示。基坑底面以下为密实均匀细砂,事先测定了其端阻曲

线,然后在基坑内回填砂(疏松或密实状态)后,又测定了整个砂土的端阻曲线。由图可知,基底以下砂的极限端阻值在三种情况下都基本相同,不受其上部回填砂的密实度或超载大小的影响。

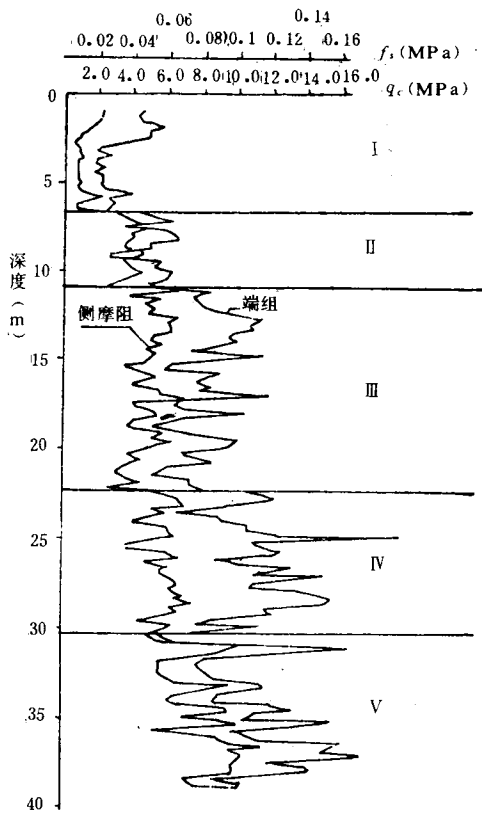


图 1-6 铁道部大桥工程局的实验

福拉依曾在直径 1.5m、高 2m 的模型槽内由不同密度的一种砂组成的双层土中进行了系统的实验。图 1-8 是其中的一组实验结果。双层土的上层为松砂,端阻很快达到极限值,在接近下卧密实砂层层面约 3 倍直径距离时,端阻呈线形增加。贯入下卧层一定深度,端阻又稳定在一极限值附近。

比较曲线 1 和 3 可知,其超过滞后深度后的极限端阻值基本相当,但滞后深度却比单一均质土的临界深度为小。多次实验表明:滞后深度随超载或上覆土的厚度及密度增大而减小,极限端阻值则与超载或上覆土厚度无关。

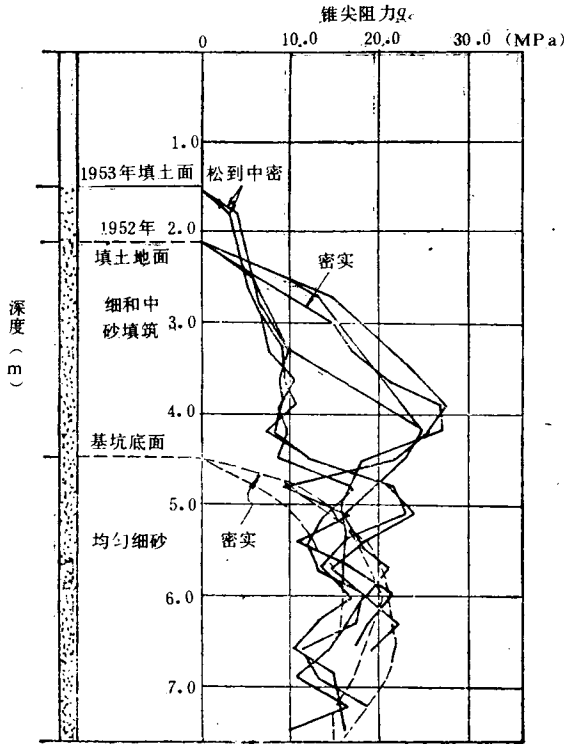


图 1-7 超载对极限端阻影响实验

图 1-9 是梅耶霍夫(Meyerhof)的双层土模型实验结果。梅耶霍夫指出,当粘土覆盖在砂层上,探头离砂层顶面一个直径的距离时,其端阻开始增加。滞后深度的改变不仅与覆盖层厚度有关,而且与两层土的强度比值有关,极限端阻值基本不变。图 1-10 是砂覆盖在软土之上的双层土实验结果。由图可知,探头离下卧软层

相当远时,端阻便开始减小,其值大小与下卧软层的强度有关。图 1-10(a)中的曲线①是单一均质砂层中的端阻曲线,可作比较。

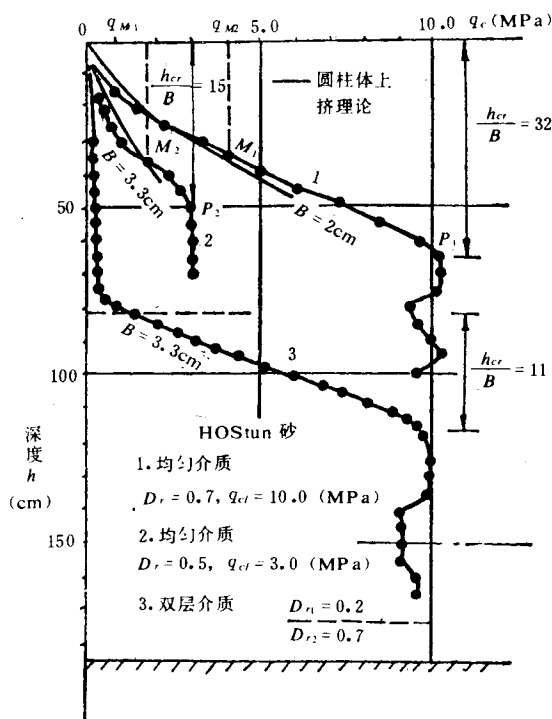


图 1-8 福拉依的实验

图 1-11 是梅耶霍夫三层土模型实验结果。从(a)中可以看出砂层中端阻达不到稳定值,端阻最大值的降低和探头大小有关,探头直径愈大则最大端阻降低愈多。从(b)中可以看出砂夹层的厚度对最大端阻的影响,随着厚度的减小,最大端阻也随之减小。梅耶霍夫认为,当夹层的相对厚度(层厚与探头直径的比值)大于 20 时,则端阻可以达到稳定值,观测夹层中的最大端阻值,一般出现在夹层中间附近。

由上所述,可得到以下几点定性结论:

1. 多层土中的端阻稳定值与覆盖压力无关,与单一均质土层中的值基本相同。

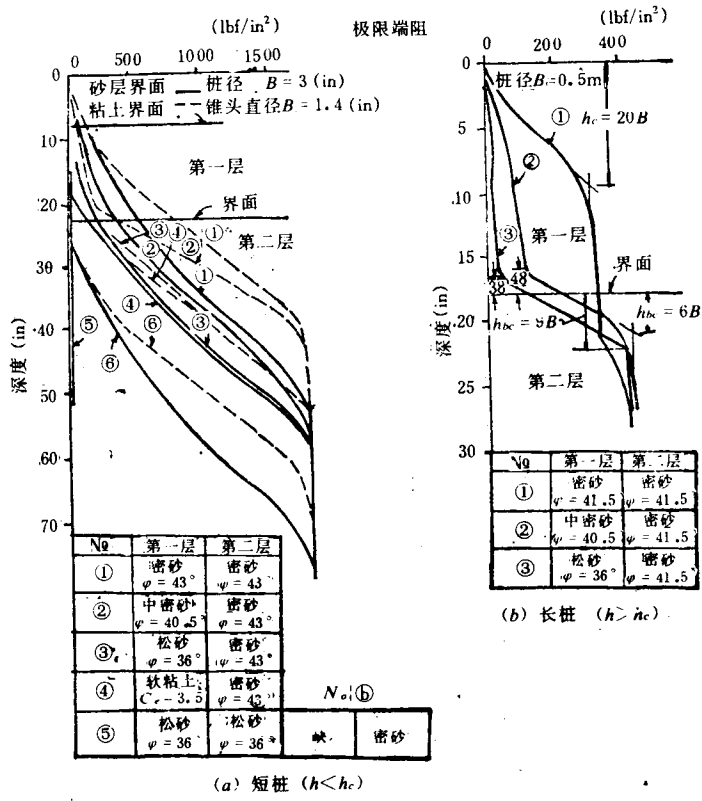


图 1-9 梅耶霍夫的实验

2. 达到稳定值后的滞后深度随覆盖压力的增大而减小,它还与双层土的强度比值的大小有关。

3. 探头离硬砂层顶面 1~3 倍直径时,端阻开始呈线性增加,若离开硬砂层进入软层时超过硬砂层底面 1~2 倍直径后,端阻降

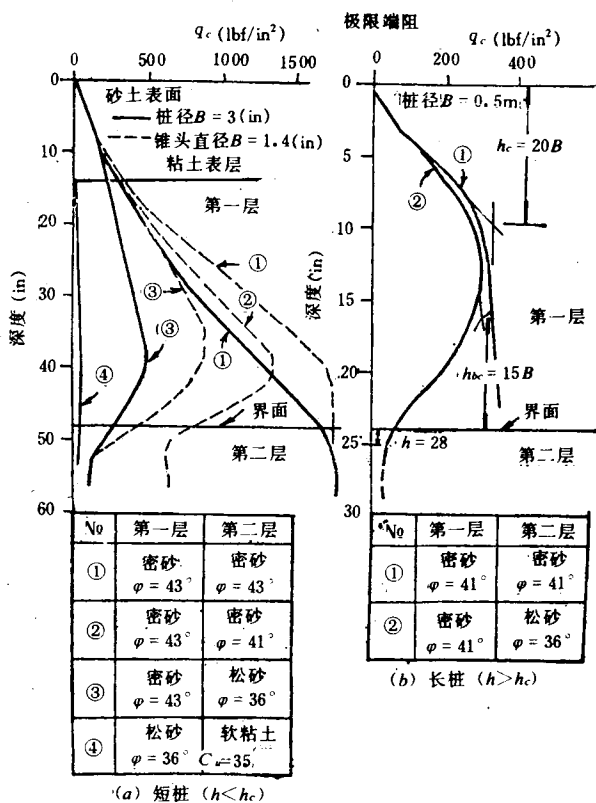


图 1-10 双层地基上的实验

低到下卧软层的极限值。

4. 软土层中夹有薄层砂时, 砂层中端阻最大值一般小于极限值, 夹层的厚度愈小, 则端阻最大值降低的愈多, 薄砂层的端阻最大值一般出现在这个夹层的中部附近。

5. 薄砂夹层的侧摩阻力也有所减小, 但摩阻比 f_s/q_c 保持不变, 与均质厚砂层中相同。

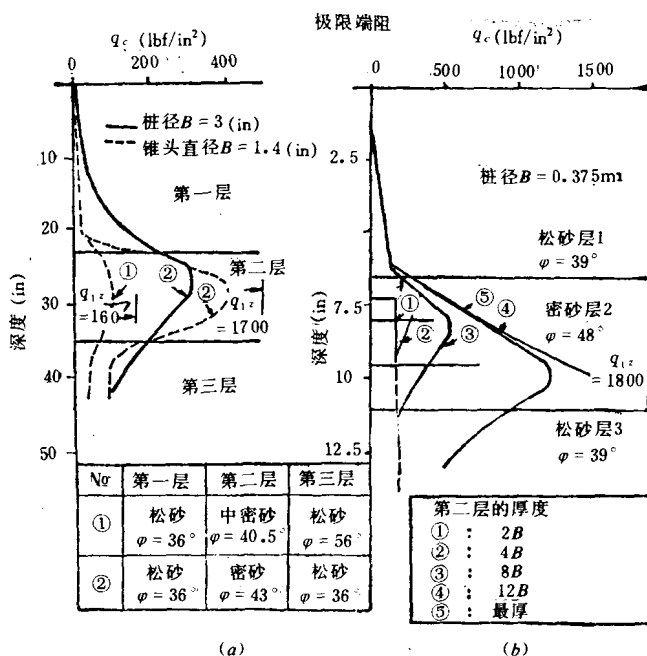


图 1-11 三层土上的实验

第二节 国产静力触探仪

我国静力触探仪的种类很多,从贯入力仅为 20kN 的轻型静力触探仪,直至贯入力达 200kN~300kN 的重型静力触探车。勘探深度一般为 15~50m,在软土地区可达 50m 以上。

一、机械传动静力触探仪

机械传动静力触探仪贯入力多为 20kN~30kN,在一般土层中勘探深度为 15~30m。这类静力触探仪多为静探-十字板两用仪。浙江省玉环县清港探矿仪器厂于 1989 年推出 YQI-1 型双摇把可调水平式静探-十字板两用仪,30kN 贯入力,同机可做静探及