

## 第五节 勘察技术装备和测试手段 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/94/2021\\_2022\\_\\_E7\\_AC\\_AC\\_E4\\_BA\\_94\\_E8\\_8A\\_82\\_E3\\_c63\\_94923.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/94/2021_2022__E7_AC_AC_E4_BA_94_E8_8A_82_E3_c63_94923.htm)

自50年代以来，上海的勘察人员艰苦奋斗，自力更生，不断革新技术装备，在引进国外先进技术装备的基础上，不断开发国内装备，注意积累使用经验，使上海松软土地基的钻机、钻具、室内和原位测试的仪器，不断提高了勘察精度，减轻了劳动强度，并满足了上海各类工程的要求，逐步在技术上与国际接轨。

一、钻探与取土技术

50年代初，上海勘察单位所用的钻探和取土设备，一般都是按南京水利实验处（简称南京实验处）所设计的图纸进行加工制造。钻探主要设备，系采用笨重的三角铁管架和磨盘式手摇落地绞车，钻进土层是依靠与水泵连接的洗孔器，利用水压冲洗孔底土层钻进，从溢出孔口的回水中取土颗粒，鉴别地层变化。孔底冲洗干净后，再放取土器用压入法取原状土，这套钻探工艺称为水冲式钻探。南京实验处设计的原状取土器，为自由球阀式，外径为89.0毫米，长71厘米。取土样管长405毫米，直径为76.2毫米。水冲式钻探的特点：钻进靠压力水冲，体力较省；孔壁不易坍，尤其适合钻砂土层，一般只下孔口套管，因而分层描述不易掌握；取原状土要靠用地锚和龙门架组合，用静压压入甚为繁重，不仅钻架笨重，而且绞车等不配套，当时1台钻机要7~8人操作，每天只能完成15~20米取土孔1只，但取土质量较好。1954年，强调学习苏联经验，认为水冲式钻探会影响取原状土的质量，要求改为不冲水干钻进。于是引进苏联全套钻具，包括大麻花钻、勺钻抽筒、大口径（直径100毫米）取土器

，严格执行不加水干钻进。但在上海饱和软土地基上实际钻进时，易产生坍孔、掉土现象，需用套管跟随钻进，这样钻进速度慢，操作劳动量大，尤其是钻进砂层，困难更大，不如冲洗式钻进。1956年，中南勘察院上海工作组（现上海勘察院）钻探工谭学林，创制了空心螺纹钻头，在直径42毫米空心钻杆上，镶焊螺旋钢叶片，端底置有活动塞头通气，防孔底产生真空缩孔，该钻头后称螺旋提土器，属国内首创。最大优点适合于粘性土层，螺旋钻进迅速切割土体成螺旋土条，提升带出孔外，并保持孔壁不坍，提高钻进效率，分层描述也清楚。1957年在上海推广使用后，形成了快速钻进不下套管钻探方法，比原来的仿苏钻探、冲洗式钻探提高工效约4倍，后经完善、改进，已作为国内定型钻头产品，一直沿用。1958年，上海地质勘察局组织进行了四种不同钻探方法和不同规格取土器的比较试验，共进行了23个钻孔，得出以下主要结论：钻探一般应采取干钻，可采取提土器不下套管的快速钻，当钻进中遇厚砂时，允许采用冲水钻进法。取原状土应尽量采用压入法，不能采用投掷法。采用螺旋提土器钻进时，应经常孔底通气，钻进深度一次不得大于2.0米。原状取土器内径不得小于79毫米，长度不得大于40厘米，尽量采用薄壁对开式样管，不得使用无缝式。这些结论为上海同行所共识，并形成统一的规定。1958年，华东勘察院（现上海勘察院）和华东勘测公司（现中船勘察院）分别承担了闵行重型机器厂和上海电机厂重型车间孔深约60米的钻探任务，在深30多米以下遇到粉细层，采用冲水式钻进，但深层砂层不易冲上，曾下3层套管，日夜3班连续冲水，完成1个孔需3~5日，还多次发生砂沉淀后埋钻事故，艰难地完成此项

任务。是年开展的大搞技术革新、技术革命群众运动，出现不少成果。上海召开的华东地区各省市勘察单位技术革新、技术革命成果交流大会，对上海工程钻探技术的改进与提高，起了良好推动作用。同年，上海引进了由北京勘测总公司统一研制的108型轻便、可拆装的钻架和可调排档的轻便绞车，取代了近半吨重的三角铁管钻架和地绞车。上海市政院钻探队也作了类似的更换，向钻机轻便化迈进了一步。1961年，中船勘察院研制成电动打锤设备，用于九江工地，代替人力拉300磅重锤击菱角钻头，钻探卵石层的艰苦劳动，效果良好，标志着向钻探机械化方向发展。同年，上海勘察院傅金山等，将三角钻架改为独角架，利用电动机带动卷扬机，解决提升上下钻具的问题。后又研制利用电动机带动磨盘，水平运转，推动钻具钻进，解决了人力推磨的操作，是一次重大突破。1963年，现无锡探矿厂负责人带领2名机械设计人员来上海，跟傅金山3个月的班，详细了解工艺和操作，以及相关设备性能后，进行设计加工，于1964年制成3台样机，1台交上海勘察院继续试用改进，2台出国。这是首次国内自行研制的工程勘察钻机即SH-30型钻机的样机。60年代中期，上海地质处为研究上海地面沉降，要求取高质量的原状土做高压固结试验，曾采用国内常用多种不同的取土器，用不同取土方法采取原状土，进行室内分析比较，检验原状土的质量，提出总结性评价，编写成《在钻孔中采取原状土样的技术方法指南》一书，对取原状土技术有指导意义。70年代初期，不少勘察单位利用电动机、柴油机作为动力，提升钻杆，锤击等操作，减轻体力，进行了半机械化钻探操作。上海勘察院傅金山、陈春林班组，对30型样机进一步改进，设计了工

程钻机加工图纸，1973年，与中船勘察院合作，制造了12台完整、配套的机动回转工程钻机，定名为CH-30型，又名跃进30型。该钻机提升能力额定为10千牛，钻进能力为30米，结构简单，能利用动力传动，进行拧、卸钻杆、钻进、锤击取土等操作，使用方便，减轻体力劳动，汇集历年来钻具革新的优点。这标志着工程地质钻探技术与面貌有根本的改变。1974年，无锡探矿厂研制的SH-30型工程钻机正式定型，成批生产。该钻机具有CH-30型钻机性能的优点，提升能力为15千牛，坚固耐用，便于搬运转移，钻探深度定为30米，实际能力超过此深度。为此，上海勘察单位广泛采用该钻机，传统的使用人力手摇钻机成为历史。1976年5月，为适应深孔钻探工程需要，上海勘察院组织陈春林等研制HRV-60型全液压程序控制工程地质钻机。该钻机安装于专用汽车上，利用汽车发动机或电动机动力油泵传动，并采用集成电路组成的电气控制计算程序，使与机械、液压系统结合，能自动连续完成各项钻探操作程序，该钻机提升能力为30千牛，额定钻进深度为60米。该创新设备获1978年全国科学大会奖。

1970年初，从事港口工程勘察的三航院勘察处，备有第一艘专用的水上机动钻探船，称“沪工钻1号”，总结了一套在水域清水冲击钻进工艺和直接成孔采样的取土设备，提高了水上钻探效率和取土质量。1975年，又专门定制了第二艘水上钻探专用的双体机动船，提高了在沿江海一带钻探和转移能力，改善水上操作条件。1977年，上海勘察院等单位承担宝钢工程选址、初勘勘察任务，钻探采用30型钻机、螺旋提土器、不下套管等工艺完成100米深孔，钻探质量和工效最高，而采用300型回转动力钻机或采用TD100型汽车钻机，钻同样

的深孔，相对比较落后。为此，1978年2月得到市建委批准，以上海勘察院为主，与上海市政府院、上海民用院、三航院勘察处、市政研究所，协作研制CH-100型工程地质钻机，钻探深度定为100米，提升能力为23千牛，1981年完成设备制造。该钻机机械化程度高，钻探能力大，具有一般工程地质钻机之长，操作方便，且适合水上钻探，满足超高层、重型厂房、深水码头等地基勘察的需要。1979年，中船勘察院研制了固定活塞加密封圈型、外径为100毫米×700毫米的取土器，土样尺寸为直径85毫米×250毫米，能取非常软的土样，也可取硬塑粘性土，通用性强，使用方便。该取土器可兼冲洗钻头用，断水后便可取土，省去了上下钻杆一道工序，尤适用于深孔钻探。1980年底在湛江召开的全国取土器技术交流会上获得好评。80年代，随着市场经济的发展，从事勘察设备的厂家都主动开发制造新的多功能工程地质钻机，供应市场。从此，上海勘察单位不再专门从事钻机的研制，但在使用中仍有革新成果。80年代初，上海高层建筑控制性钻孔深度，一般为100米左右或以上，上海民用院、上海勘察院等利用CH-100型钻机和泥浆钻探技术，改进钻砂层的钻头，顺利钻穿深层厚粉细层，完成深孔钻探任务，泥浆支护孔壁，过夜不坍。为此，可进行一班制操作，改善了劳动条件。到80年代中期，深层泥浆钻探技术在上海市已全面推广，并完善了一套深层钻探、取土、标准贯入试验的操作程序与经验，提高了钻探效率，一般100米深孔，两日两个班次可完成。80年代后期，上海勘察院在新锦江大酒店工地，利用SH-30型钻机作提升，采用两台泥浆泵并列，增大压力与流量，解决砂层钻进问题，顺利完成深120米钻孔任务。深层泥浆钻探技术

也应用于水域深孔钻探。三航院勘察处在80年代完成大量上海港水域深孔钻探任务，总结了一套水上水冲清孔，泥浆循环成孔和一整套水域勘探的经验等工艺，提高了工效和取土、测试的质量。1987年，三航院勘察处开始研制“系列薄壁取土器”，有水压固定活塞式、敞口提阀式、自钻水压固定活塞式、提锁自由活塞式4种，该类薄壁取土器结构简单，操作方便。1990年11月正式通过鉴定，达到国际先进水平。上海隧道院勘察队根据地下工程特点，80年代引进了荷兰生产的连续取土器，一次可连续取原状土2米，土样用尼龙袜套作样管，地下铁道和越江隧道勘察中有1/4的钻孔，采用连续取土。与此同时，还自行研制薄壁连续取土器，已取得阶段性成果。上海勘察院采用了孔底锤击取土及冲洗成孔，并兼取土样等技术已得到推广使用，提高深层采取原状土的质量与效率。

## 二、土工室内试验

1951年，上海市工务局材料试验所建立土工试验室，借用南京实验处图纸和参考国外文献资料，委托厂家制造土工试验仪器，1952年添制应力式剪力仪和四联式固结仪，基本能完成土的一般性物理力学性试验。1953年，部属、市属工程勘察单位纷纷建立土工试验室。试验室一般包括土工试验和水质分析。能进行土的一般物理性和力学性试验，及地下水对混凝土侵蚀性等分析试验。同年，上海市工务局材料试验所土工试验室罗逸参照国外文献资料，设计应变气压式三轴剪力仪，制造6~7台，属国内首创。但三轴压力室玻璃筒，系用硬质玻璃制造，受高压后易引起爆炸，使用受到限制。1954年强调学习苏联先进技术，引进了捷克圆锥液限仪、马斯洛夫剪力仪、小型应力式剪力仪等。1955年，华东工业院土工室采用南京实验处图纸，与

上海大公铁工厂合作，试制成应变式剪力仪，后在各试验室推广使用，逐渐取代应力式直剪仪，提高了剪力试验的质量。当时工程地质勘察以土工试验为中心，1956年时，土工试验室共14家。“一五”（1953~1957年）期间，为上海工程地质勘察所做的土工试验，虽属一般性常规项目，但物理性试验项目繁重，比重试验全部要做，颗粒分析试验大部要做。剪力、固结试验加荷按24小时稳定读数进行，常规固结试验需1周才能完成。地下水对混凝土侵蚀性分析是必须项目。上海各土工试验室开始总结上海软土地基的土工试验经验和研究改进方法。1958~1965年，上海各勘察单位的土工试验室作了重大改进：建立各土层的塑性指数与比重的相互关系，免去操作繁琐的比重试验。免去或减少对粘性土的颗粒分析试验。采用快速加荷校正的固结试验方法，使原需历时1周的试验缩短到2天完成；采用快速预压的固结快剪试验，缩短试验周期，加快仪器利用率；采用按抗剪强度峰值的70%，确定固结快剪值，用以计算地基承载力，以符合上海实际情况。上海地质局根据上海地区4000多个原状土的试验指数进行统计整理，建立上海地区各土层物理性指数与力学性指标之间的关系表，提高力学性指标经验值的精度。上海地区潜水类型的浅层地下水，如不受污染，一般对混凝土无侵蚀性，为此，可免做或少做此类水质分析。由于上述试验的改进与简化，提高了试验效率，适应当时繁重勘察任务的需要。已正式编入第一版《上海市地基基础设计规范》有关条文内。在土工试验仪器革新方面，也有很大发展。1958年，由上海民用院韩国梁、上海勘察院钱炳生发起，组织各勘察单位土工试验室骨干力量，成立市土工试验技术革新组，主要成

果有：上海民用院试制了直剪电动剪切装置，上海勘察院土工室在仿制中作了改进，并付诸生产。1963年，华东电力院土工室研制成小型十字板剪力仪，用于测软粘土的自然强度。1964年，革新小组研制油压式轻便固结、剪力两用仪，并与南京土工仪器厂合作研制应变式直剪仪。上述仪器均通过鉴定，并在全国性土试专业学术会上作了交流介绍，为国内土试技术的发展起了推动作用。在这一期间，为缩短勘察周期，土工试验现场化有很大发展与完善，为以后“三线”工程勘察现场土工试验的开展，取得了经验。1972年，上海勘察院承担卫星地面接收站的地基勘察，根据美方提出的土工试验要求，按北美土壤试验标准对地基土分类，做土的动弹模量、弹性剪切模量、高压固结试验、三轴剪力试验等，上海当时土工力学仪器性能不全，委托哈尔滨工程力学研究所承担土的动弹模量试验，其余力学项目由上海勘察院土工室完成。1972年，华东电力院土工室利用60年代南京仪表自动化设备厂生产的三轴剪力仪，开展对上海地区深26米以内的4种标准土层，进行不同剪切方法的剪力参数的研究，取得成果。1973~1975年，上海勘察院等单位参与了石化总厂的工程地质勘察，按日本方面所提要求，进行地基土的动弹模量，三轴剪力等试验项目。1975年上海勘察院向日本购进2台液压伺服式振动三轴仪，以解决测定土的动力参数。同年，上海勘察院与上海衡器厂合作，研制成加荷至10千牛（1千公斤）级的磅秤台式固结仪，系国内首创，填补了高压固结试验设备的空白。1976年唐山地震后，引起国内土工界对振动测试技术的重视，同济大学与北京地质勘察处等单位，合作研制成DSZ振动三轴剪力仪，填补了国内空白。1978年4月，冶



金部武汉勘察公司承担宝钢厂区工程地质勘察任务，土工试验项目按日方要求，对粘性土试样均需做三轴剪力、无侧限抗压强度、高压固结试验，全部土样1501件，繁重的力学试验，需要一定数量的仪器，上海市有关勘察单位土工试验室给予支援，借给仪器，使该重点工程勘察任务按期完成。宝钢工程的厂房多采用长桩，为此做了浅层潜水和深层承压水共48件水样分析，判定对钢和混凝土均无侵蚀性，丰富了上海不同类型地下水的分析资料。80年代以来，上海新的土工仪器研制有很大进展。1981年，同济大学土工室研制成土的静止压力系数的试验仪器，填补了国内空白。上海勘察院、华东电力院、同济大学与浙江上虞土工仪器厂研制成QY1-12型气压压缩仪，首次采用全气压加荷新技术，仪器具有结构简单，操作方便，同步加压，减轻劳动强度等优点。1984年4月，上海勘察院、上海民用院与南京土工仪器厂研制成QGY-1型轻便液压固结仪，主要特点是体积小、重量轻、精度高。以上3种新的土工仪器均经技术鉴定，迅速投入生产，深受欢迎。与此同时，上海勘察院引进了美国通用固结仪、十字板扭剪仪、碟式液限仪等；华东电力院引进美国的共振柱仪、通用固结仪等；同济大学引进美国全套动三轴剪力仪等，为上海土工试验按国际标准测试土的动、静力学参数，创造了条件。1985年以后，上海市大部分土工试验室都添置了国产三轴剪力仪，各种类型的高压固结仪、高压剪力仪等，普遍开展此类精密力学试验，成为重大工程勘察不可缺少的力学项目，标志着上海土工试验行业整体技术水平的提高与发展。在此期间，上海勘察院等单位土工试验室引进了国外动三轴剪力仪、共振柱等仪器设备，经开发利用，已能

承担重大工程所需地基动力参数的试验和研究任务，填补了上海该测试领域的空白。上海勘察院钱炳生等研究的“用快速固结测定土的先期固结压力”和“上海地基土锥式仪与蝶工仪液限值的换算关系式”的成果，均编入第三版《上海市地基基础设计规范》，得到推广应用，缩短了高压固结试验的周期，与欧美土分类标准建立了关系。上海铁道学院张师德等研制的L-30型土工离心机是中国第一台专用土工离心试验机，1987年10月通过上海市级鉴定。获1989年铁道部科技进步三等奖。该机的主要特点是以离心力模拟重力场，解决了土工模型试验相似率问题。其主要技术指标为：有效半径1.55米，设计最大加速度200g，模型最大重量100千克，测量用集流环24通道。该机完成了上海30余项重点工程试验任务，其中有延安东路越江隧道1号井坑底稳定性研究，徐家汇地铁车站深基开挖稳定性研究，人民广场地下停车场大型基坑开挖稳定性研究；宝钢三期河岸改陡设计方案论证等。这些试验研究为国家节约了工程投资，取得了可观的经济效益。1989年，上海勘察院、华东电力院与南京仪表自动化设备厂，合作研制应用微机集中控制的数据采集和处理系统获得成功，将1台IBM-PC微机与4台三轴仪和30台固结仪连结，使试验读数、记录、计算、绘图全部自动化完成，提高了力学试验的精度，彻底改变长期手工操作方法。上海多数土工试验室随即引用，提高工作效率，也带动了微机技术在土工试验中的应用。到90年代初，上海土工试验技术与设备在整体上有全面提高，逐步与国际标准接轨。

### 三、原位测试

岩土原位测试是在现场采用不同的设备和方法，测定岩土体的原位力学性能，如强度、变形、固结等参数，具有比室内土工试验更能

反映岩土体的实际力学特性的优点。为此，该技术的发展一直为国际岩土工程界所重视。50年代初，各勘察单位一般按南京实验处的设备图纸，在上海制造标准贯入试验、测探试验等设备。标准贯入试验和测探试验（国内后改称动力触探试验），是从欧美引进的原位测试技术。该项技术利用一重63.5公斤铁锤，控制自由落高76厘米，锤击孔底的贯入器或圆锥头，贯入土体内一规定深度（标准贯入试验取30厘米）所需的锤击数，用以判定砂土、粘性土的密实度和力学性能。该两项试验设备简单操作方便，仍在广泛应用。1952年，上海工务局勘察队首先采用动力触探方法，完成了四川北路横浜桥的工程勘察任务，随后其他单位也取得许多应用效果。1954年强调学习苏联经验。在苏联勘察规程中无标准贯入试验，为此，大多数工程勘察单位便很少在上海地区应用这两种原位试验。1954~1956年，上海勘察单位遵循苏联载荷试验规程，对表层黄褐色粘性土层或填土层进行载荷试验，确定天然地基容许承载力。工业建筑工程地质勘察中几乎都要进行载荷试验，数量至少在2个以上。载荷试验台底板为70.7厘米×70.7厘米，即0.5平方米，要将铁块等荷重用人工均匀分级施加于载荷台面上，多达10余吨，甚为费力。1957年，上海勘察单位按照苏联《H TY-55天然地基设计规范》，用剪力指标按临塑公式计算，确定天然地基容许承载力，同时已有载荷试验资料较多，所以自1957年起，工程地质勘察中载荷试验便逐年减少。同年8月，中南勘察院上海工作站（现上海勘察院）承担江南造船厂修船车间工程地质详勘任务，按苏联专家的意见，要求在该场地做两个深层载荷试验，试验设备从建工部综合勘察院运来，试验压板直径27.7厘米

，用大口径套管护壁，在深11米的土层中，做了4个不同深度的孔底荷载试验，求得不同深度土层的压缩模量，工作量甚大，但所求值严重偏小，效果不好。此后，即停止采用。为确定单桩容许承载力，一般都采用桩的静载荷试验。根据上海地区已有经验，多以埋深20余米处暗绿色硬粘土层为桩基持力层，单桩容许承载力多在600~800千牛（60~80吨）范围内。桩的静荷试验要求将百余吨钢锭等荷重堆载于试桩台面上，作为反压，工作量大，费用昂贵。1958年，华东电力院勘察处采用了南京仪表自动化设备厂生产的开口钢环式十字板剪力仪，在上海闸北电厂现场测软土的自然强度，取得良好效果，随后，在其他重点工程工地亦曾应用。1973年后，引进、发展了静力触探技术；标准贯入试验、荷载试验等也有很大改进和发展。80年代以来，原位测试技术有了全面发展与提高。静力触探是60年代国际上兴起的先进原位测试，它是将电测探头，用静力均速贯入土体中，根据探头内电测传感器的信号，测定探头贯入土中的阻力，以反映土的物理、力学性质，具有精度高、连续性、自动化程度高等明显优点。1973年，中船勘察院设计制造了80千牛（8吨）级传动加压式的静力触探机和探头，并研制了自动记录的角机仪器，贯入深度30余米。该设备图纸向勘察单位分发50余套，为推广发挥了作用。同年11月，华东电力院在上海石化总厂电厂工地，首次采用机械式静力触探机将探头贯入35米，穿过暗绿色硬粘土层，进入粉砂层内4米多，设计人员据此资料，将桩端持力层定在粉砂层内，提高了桩的承载力，降低工程造价，且沉降也小，为桩基勘察开拓了新的途径。1975年，由同济大学等单位联合进行“用静力触探估算打

入式单桩承载力”的课题研究，在已有39根中长桩静压处，补做了静力触探试验，测出各土层的比贯力阻力，建立相互关系，历时2年余。1977年10月正式发表了该课题的研究成果，获1978年上海市重大科学成果三等奖。1976年，上海勘察院与同济大学合作研制YLC-10型全液压连续贯入程序控制静力触探车，于1979年完成，首次将电子控制和连续贯入技术应用于静力触探设备上，使操作自动化成为现实，确保了记录阻力曲线的精度与质量，系国内首创。投入生产后，受到国内外同行的好评。1978年，中船勘察院成功研制了定名为MJ型机械式深层静力触探机，利用滚珠丝杆减少摩擦力原理，使有效贯入力由原来80千牛（8吨）提高到150千牛（15吨）。该机结构简单，搬运方便，坚固耐用，操作方便，系国内首创。1978年华东电力院首次用于宝钢电厂勘察，利用分段贯入，贯入深度达到77米的创新记录。经改进后，成为80年代高层地基勘察常用设备。70年代末，四川省建筑科学研究所与华东电力院合作研制轻便静力触探与电测十字板两用仪，采用蓄电池作为仪表能源，在无电源地区，能进行深20余米的静力触探或十字板试验，机动灵活，操作方便，适合中小工程地基勘察需要。尤其是电测十字板剪力仪更显优点。该设备1979年通过鉴定，在全国推广使用。1982年，中船勘察院研制的15吨级MJ- 型机械式深层静力触探机，在华亭宾馆勘察工地，一次贯入深度达66米，贯入中密密的粉细砂层内16米，在桩基勘察中显出了优越性。经进一步改进后，于1985年生产MJ- 型静力触探机。1984年6月，上海勘察院研制成SG-15型双缸静力触探机，额定贯入力为150千牛。该机设计简单紧凑，便于操作搬运，垂直导向性好，在上

海地区一次贯入深度可达50余米，如分次贯入，可安全贯入到70多米。1984年，在全国建筑科技成果交流会上，获优秀项目奖。1985年1月，上海勘察院研制了MCP-1型静力触探电脑记录仪，于1987年4月完成，经市建委设计科研处组织鉴定通过，属国内先进水平。该仪具有对测试数据采集、修正、自动绘图等综合性能，是静力触探记录仪上的一个突破。

1985年，同济大学朱小林等研制成静力触探三用探头，即测土体的锥端阻力、侧摩阻力、孔隙水压力，并可测土体的固结系数，填补了国内空白。80年代期间，上海隧道院引进了荷兰生产的测孔压的静力触探仪（CPTU），用于地铁一号线和合流污水工程盾构段勘察中，测超孔隙水及其消散曲线，为地下工程安全施工发挥了作用。1982年，同济大学等5个单位继续协作，利用已有的深层静力触探机，补做了92个工地静力触探试验，与110个桩静压试桩资料相配套，经统计分析、整理，于1984年再次发表了“用静力触探估算打入单桩极限承载力”研究成果，增加了以比贯阻力估算短桩和大于30米以上的长桩极限承载力的新内容，并挖掘提高了埋深30米以下粉细砂层（编号为Ⅱ层）的承载能力，使该层规定的极限端阻力3000千帕提高至4000~6000千帕，Ⅱ层下部粉细砂层提高到6000~8000千帕，提高了打入桩单桩承载力，具有明显的社会和经济效益。该成果已编入《上海市地基基础设计规范》（1989年版）内。载荷试验分平板载荷试验和桩载荷试验两种。70年代初，同济大学和华东电力院均研制了利用三角反力锚式静载荷试验设备，代替长期使用桌式载荷台用铁块等加荷的笨重方法。该设备轻巧，安装方便。同济大学还开展了快速载荷试验的研究，取得了经验，用于生

产。70年代中期中船勘察院引进了机械系统勘察单位研制的地锚式、有稳压装置的液压载荷试验设备，利用地锚反压，能自动保持在逐级增加的常压下，测定较高的地基承载力。1972年，为上海224工程进行静荷载试验。同济大学设计并负责试验，制造了上海第一台约300吨级钢梁试桩设备，首次利用工程桩作为反压代替堆载荷重，为改进传统试桩方法，开拓了新的局面。随后为石化总厂试桩，仍由同济大学设计，又做了两套500吨钢梁试桩设备，进行静载试验。70年代后期，宝钢工程中进行了大量的钢管桩静载试验，压桩钢梁设备已至千余吨级。80年代中期，上海勘察院在金山水泥厂工程加工并进行了1500吨级的大型钢梁试桩设备试验，对1根71米长的钻孔灌注桩（桩径800毫米）压载结果，极限荷载达到1000余吨。80年代初，航天部上海新卫电子设备厂与中南电力设计院合作研制DL-I-I型载荷试验机。该设备集中了国内载荷试验设备革新的优点，能自动加压、自动稳压、自动数据采集处理等多种功能，是先进的原位测试设备，成为检验复合地基加固效果的代表设备。华东电力院于1980年开始研制螺旋板载荷试验，于1986年通过技术鉴定，取名为YDL型螺旋板载荷试验仪。该设备轻便，结构简单，可求砂土、粘性土层的压缩模量、固结系数和粘性土的不排水抗剪强度，测试深度可达10~15米。1985年后，上海大量桩基工程兴起，桩载荷试验成为量大面广的试验项目，试验所求单桩极限承载力一般多在5000千牛以下，部分超高层的桩基才要求到达10000千牛或以上。桩载荷试验所需的大型钢梁，上海勘察院、同济大学等许多单位都制有专用配套设备，量测仪器一般都采用微机自动采集、自动记录、绘图，提高了测试精

度和效率，改善了观测条件。显示桩载荷试验测试技术水平的普遍提高。标准贯入试验 1970年初，同济大学研制成标准贯入试验65千牛锤自动落锤革新装置，使锤在提高76厘米时自动脱落，保证了锤击位能值的标准，改变长期人工拉锤落高不标准的情况，从而提高了标准贯入试验的质量。该革新装置迅速得到推广，并有所改进。1974年颁发《工业与民用建筑地基基础设计规范》（TJ7-74），正式将按标准贯入试验确定地基承载力的有关内容列入。唐山地震后，1978年颁发的《工业与民用建筑抗震设计规范》（TJ11-78）规定，按标准贯入试验击数判定粉砂性土地基液化。由此，重新引起对应用标准贯入试验的重视。1978年，宝钢厂区工程和电厂等地基勘察中，按日方设计要求，在深100米钻孔中进行连续的标准贯入试验，规定在粘性土层每隔2米，砂层中每隔1米各进行1次。日方据此确定桩基设计所需的地基参数。从此，丰富了在上海地区应用标准贯入试验于桩基勘察中的经验。

来源：考试大 旁压试验 1981年，华东电力院在吸取国内外旁压仪优点的基础上，研制成自钻式旁压仪样机，经工程实践，性能良好，试验成果可靠，于1984年通过技术鉴定。该设备在软土层中自钻深度可达35米，可测求各土层地基承载力、变形模量、原位水平应力、不排水抗剪强度、静止侧压力系数等多种功能。80年代后期，三航院勘察处引进了性能先进的英国自钻式旁压仪1套，系上海地区唯一的该类型设备。在杨浦大桥、上海东方明珠电视塔等工程桩基勘察中，进行了大量的旁压试验，测定深层土体水平应力，最深试验达130米，积累了深层旁压试验的经验。大应变、小应变动测桩试验 80年代，上海民用院、三航局科研所、华东电力院、中船



勘察院等单位，先后引进国外先进的打桩分析仪，进行大应变动力测单桩极限承载力等项目试验，快速有效。1985年后，上海市区桩基工程大量采用钻孔灌注桩施工，要求检验桩身施工质量，一般采用小应变动测仪对部分或全部钻孔灌注桩进行检查，测试仪器与方法也不断改进，与静压桩试验资料结合，也可测定单桩承载力。小应变动测桩试验量大面广、周期短、效益较好，为此各勘察、科研、高校等单位纷纷开展这项业务。波速试验随着重大工程和超高层建筑的兴建，要求测定地基的动力参数和卓越周期等项目，供抗震设计用。80年代初，华东电力院与上海勘察院，先后开展了波速试验研究和开拓工作，80年代后期均引进美国性能先进的工程地震仪。1983年，中船勘察院与武汉岩土力学研究所合作，完成了秦山核电厂核反应堆包壳厂房处深100米岩基的跨孔波速试验。80年代后期，华东电力院在外高桥电厂工程软土地基中完成深80米的跨孔波速试验，上海勘察院为上海东方明珠电视塔工程、杨浦大桥上桥墩工程等重点工程也进行深层跨孔波速试验，取得良好效果。上海市其他勘察和科研、高校单位也开展此项试验。来源：考试大上海地区开展的大量、多种原位测试工作，积累了丰富的测试技术和工程应用经验，这方面成果大部分编入了上海市标准《地基基础设计规范》内。国际上通常使用的原位测试项目，在上海已无空白，其中深层静力触探、深层标准贯入、深层跨孔波速试验等，更具特色，处于国内领先水平。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)