

第三章 工程地质勘探与取样

本章重点：重点介绍了工程地质勘探的任务、特点和手段，钻探工程，坑探工程，地球物理勘探的工作方法，勘探工作的布置和施工顺序，采取土样。

学习要求：掌握工程地质钻探方法及适用性、工程地质岩芯编录、取样的技术要求以及勘探工作的布置要求。

第一节 概述

工程地质勘探是在工程地质测绘的基础上，利用各种设备、工具直接深入地下岩土层，查明地下岩土性质、结构构造、空间分布、地下水条件等内容的勘察工作，是探明深部地质情况的一种可靠的方法。工程地质勘探的主要方式有钻探工程、坑探工程和地球物理勘探工程（简称物探工程），其主要任务为：

（1）探明建筑场地的岩性及地质构造，即各地层的厚度、性质及其变化；划分地层并确定其接触关系；了解基岩的风化程度、划分风化带；了解岩层的产状、裂隙发育程度及其随深度的变化；了解褶皱、断裂、破碎带及其它地质构造的空间分布和变化。

（2）探明水文地质条件，即含水层、隔水层的分布、埋藏厚度、性质及地下水位。

（3）探明地貌及物理地质现象，包括河谷阶地、冲洪积扇、坡积层的位置和土层结构；岩溶的规模及发育程度；滑坡及泥石流的分布、范围、特性等。

（4）采取岩土样及水样，提供对岩土特性进行鉴定和各种试验所需的样品。提供野外试验条件。

勘探和取样是岩土工程勘察的基本勘探手段，两者缺一不可。

第二节 物探工程

一、物探工程的分类及应用

物探工程是利用专门的仪器来探测各种地质体物理场的分布情况，并对其数据及绘制的曲线进行分析解释，从而划分地层、判定地质构造、水文地质条件及各种不良地质现象的勘探方法。又称为地球物理勘探。由于地质体具有不同的物理性质（导电性、弹性、磁性、密度、放射性等）和不同的物理状态（含水率、空隙性、固结状态等），它们为利用物探方法研究各种不同的地质体和地质现象的物理场提供了前提。通过量测这些物理场的分布和变化特征，结合已知的地质资料进行分析研究，就可以达到推断地质性状的目的。

物探工程的特点是：速度快、设备轻便、效率高、成本低。但具有多解性，属于间接的方法。因此，在工程勘察中应与其他勘探工程（钻探和坑探）等直接方法结合使用。

物探工程的主要作用有：

（1）作为钻探的先行手段，了解隐蔽的地质界限、界面或异常点（如基岩面、风化带、断层破碎带、岩溶洞穴等）；

（2）作为钻探的辅助手段，在钻孔之间增加地球物理勘探点，为钻探成果的内插、外推提供依据；

（3）作为原位测试手段，测定岩土体的波速、动弹性模量、土对金属的腐蚀性等参数。

物探工程主要解决的问题有：

（1）测定覆盖层的厚度，确定基岩的埋深和起伏变化；

（2）追溯断层破碎带和裂隙密集带；

(3) 研究岩石的弹性性质, 测定岩石的动弹性模量和泊松比;

(4) 划分岩体的风化带、测定风化壳厚度和新鲜基岩的起伏变化。

物探工程的种类很多(见表 3-1), 在岩土工程勘察中运用最普遍的是电阻率法和地震折射波法。近年来, 地质雷达和声波测井的运用效果较好, 本节重点介绍几种物探方法及适用范围。

表 3-1 物探工程分类及其在岩土工程中的应用

类别	方法名称	适用范围
电法	电阻率法	电剖面法 测定基岩埋深; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 探测地下或水下隐埋物体。
		电测深法 测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测地下或水下隐埋物体。
	充电法	探测地下洞穴; 测定地下水流速、流向; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	自然电场法	探测隐伏断层、破碎带; 测定地下水流速、流向。
	激发极化法	探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 划分松散沉积层序; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测地下或水下隐埋物体。
	高密度电阻率法	测定潜水面深度和含水层分布; 探测地下或水下隐埋物体。
电磁法	电磁感应法	测定基岩埋深; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	频率测深	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 探测河床水深及沉积泥沙厚度; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	甚低频法	探测隐伏断层、破碎带; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	地质雷达	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测河床水深及沉积泥沙厚度; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	地下电磁波法(无线电波透视法)	探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
地震波法	折射波法	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测河床水深及沉积泥沙厚度。
	反射波法	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测河床水深及沉积泥沙厚度; 探测地下或水下隐埋物体; 探测地下管线。
	直达波法	划分松散沉积层序和基岩风化带。
	瑞雷波法	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测地下洞穴; 探测地下隐埋物体; 探测地下管线。
声波法	声波法	测定基岩埋深、划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测洞穴和地下或水下隐埋物体; 探测地下管线; 探测滑坡体的滑动面。
	声纳法	探测河床水深及沉积泥沙厚度; 探测地下或水下隐埋物体; 河床断面测量。
地球物理测井(放射性测井、电测井、电视测井)		划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测地下洞穴; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测地下或水下隐埋物体。

二、电阻率法在岩土工程勘察中的应用

电阻率法是依靠人工建立直流电场，在地表测量某点垂直方向或水平方向的电阻率变化，从而推断地表下地质体性状的方法。

设地层为均质各向同性的，当向地表下通过电流时，地层电阻率的大小都一样，电流线的分布如图3-1所示。A、B为供电电极，M、N为测量电极，当A和B供电时，用仪器测出M点和N点之间的电位差和电流值，则可计算地层的视电阻率（非真实电阻率，是非均质体的综合反映）。当地层结构沿水平方向或垂直方向发生变化时，其电阻率的分布也发生变化，通过调整电极的间距并在地表上沿测线移动，就可测出不同水平方向或垂直方向上地质体的电阻率变化，从而了解地表下地质体的结构变化。

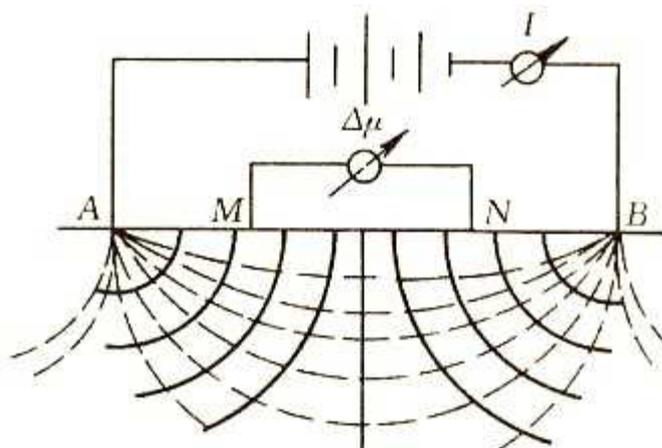


图 3-1 电法勘探

电阻率法主要可以解决下列地质问题：

- (1) 确定不同的岩性，进行地层岩性的划分；
- (2) 探查褶皱构造形态，寻找断层；
- (3) 探查覆盖层厚度、基岩起伏及风化壳厚度；
- (4) 探查含水层的分布情况、埋藏深度及厚度，寻找充水断层及主导充水裂隙方向；
- (5) 探查岩溶发育情况及滑坡体的分布范围；
- (6) 寻找古河道的空间位置。

三、地震折射波法在岩土工程勘察中的应用

地震折射波法是通过人工激发的地震波在地壳内传播的特点来探查地质体的一种物探方法。在岩土工程勘察中运用最多的是高频(<200~300Hz)地震波浅层折射法，可以研究深度在100m以内的地质体。主要解决下列问题：

- (1) 测定覆盖层的厚度，确定基岩的埋深和起伏变化；
- (2) 追索断层破碎带和裂隙密集带；
- (3) 研究岩石的弹性性质，测定岩石的动弹性模量和动泊松比；
- (4) 划分岩体的风化带，测定风化壳厚度和新鲜基岩的起伏变化。

四、物探工程的一般要求

1. 应用地球物理勘探方法时，应具备下列条件：

- (1) 被探测对象与周围介质之间有明显的物理性质差异；
- (2) 被探测对象具有一定的埋藏深度和规模，且地球物理异常有足够的强度；
- (3) 能抑制干扰，区分有用信号和干扰信号；
- (4) 在有代表性地段进行方法的有效性试验。

2. 地球物理勘探，应根据探测对象的埋深、规模及其与周围介质的物性差异，选择有效的方法。

3. 地球物理勘探成果判释时，应考虑其多解性，区分有用信息与干扰信号。需要时应采用多种方法探测，进行综合判释，并应有已知物探参数或一定数量的钻孔验证。

第三节 钻探工程

钻探是指用一定的设备、工具(即钻机)来破碎地壳岩石或土层,从而在地壳中形成一个直径较小、深度较大的钻孔(直径相对较大者又称为钻井),可取岩芯或不取岩芯来了解地层深部地质情况的过程。

钻探是岩土工程勘察中应用最为广泛的一种可靠的勘探方法,与坑探、物探相比较,钻探有其突出的优点:它可以在各种环境下进行,一般不受地形、地质条件的限制;能直接观察岩芯和取样,勘探精度较高;能提供进行原位测试和监测工作,最大限度地发挥综合效益;勘探深度大,效率较高。因此,不同类型、结构和规模的建筑物,不同的勘察阶段,不同环境和工程地质条件下,凡是布置勘探工作的地段,一般均需采用此类勘探手段。但钻探的缺点是,耗费人力物力较多、平面资料连续性较差,钻进和取样有时技术难度较大。

一、钻探的目的和作用

工程地质钻探的目的和作用随着勘察阶段的不同而不同,综合起来有如下几个方面:

- (1) 查明建筑场区的地层岩性、岩层厚度变化情况,查明软弱岩土层的性质、厚度、层数、产状和空间分布;
- (2) 了解基岩风化带的深度、厚度和分布情况;
- (3) 探明地层断裂带的位置、宽度和性质,查明裂隙发育程度及随深度变化的情况;
- (4) 查明地下含水层的层数、深度及其水文地质参数;
- (5) 利用钻孔进行灌浆、压水试验及土力学参数的原位测试;
- (6) 利用钻孔进行地下水位的长期观测、或对场地进行降水以保证场地岩(土)的相关结构的稳定性(如基坑开挖时降水或处理滑坡等地质问题)。

二、我国岩土工程常用的钻探方法和设备

1. 钻探方法及适用性

我国岩土工程勘察常用的钻探方法有冲击钻探、回转钻探、振动钻探和冲洗钻探;按动力来源又将它们分为人力和机械两种。其中机械回转钻探的钻进效率高,孔深大,又能采取岩芯,因此在岩土工程钻探中使用最广。

(1) 冲击钻进:是利用钻具重力和下落过程中产生的冲击力使钻头冲击孔底岩土并使其产生破坏,从而达到在岩土层中钻进的目的。包括冲击钻探和锤击钻探。根据使用工具不同还可以分为钻杆冲击钻进和钢绳冲击钻进。对于硬质岩土层(岩石层或碎石土)一般采用孔底全面冲击钻进;对于其他土层一般采用圆筒形钻头的刃口借助于钻具冲击力切削土层钻进。

(2) 回转钻进:是采用底部焊有硬质合金的圆环状钻头进行钻进,钻进时一般要施加一定的压力,使钻头在旋转中切入岩土层以达到钻进的目的。它包括岩芯钻探、无岩芯钻探和螺旋钻探,岩芯钻进为孔底环状钻进,螺旋钻进为孔底全面钻进。

(3) 振动钻进:是采用机械动力产生的振动力,通过连接杆和钻具传到钻头,由于振动力的作用使钻头能更快地破碎岩土层,因而钻进较快。该方法适合于在土层中,特别适合于颗粒组成相对细小的土层中采用。

(4) 冲洗钻进。利用高压水流冲击孔底土层,使之结构破坏,土颗粒悬浮并最终随水流循环流出孔外的钻进方法。由于是靠水流直接冲洗,因此无法对土体结构及其他相关特性进行观察鉴别。

上述四种方法各有特点,分别适应于不同的勘察要求和岩土层性质,《规范》对常用几种钻探方法的适用范围做出了明确的规定,详细情况见表3—2。

表3-2 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		粘性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别、采取不扰动试样	直观鉴别、采取扰动试样
回转	螺旋钻探	++	+	+	-	-	++	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	-	-
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++
冲击	冲击钻探	-	+	++	++	-	-	-
	锤击钻探	++	++	++	+	-	++	++
振动钻探		++	++	++	+	-	+	++
冲洗钻探		+	++	++	-	-	-	-

注：++：表示适用；+：表示部分适用；-：表示不适用。

2. 钻探设备

(1) 钻杆：主动钻杆（又称机上钻杆），用于带动钻头向下钻进或连接取样器采取岩土样品或进行原位测试。位于钻杆柱的最上部，上端连接水笼头，以便向孔内输送冲洗液。主动钻杆的断面尺寸大，便于卡盘夹持回转，不易弯曲，其断面形状有圆形、两方、四方、六方和双键槽形。主动钻杆的长度应比钻杆的定尺长度与回转器通孔长度之和略长一些，常用的长度是4.5m或6m，直径为42mm和50mm，钻杆柱的连接方式有内、外丝连接和焊接。

(2) 钻头：用于冲击或切削岩土体向下钻进。有硬质合金、钢粒、金刚石三种类型：硬质合金钻头适用于小于Ⅷ级的沉积岩及部分变质岩、岩浆岩；钢粒钻头适用于Ⅶ—Ⅻ级的坚硬地层；金刚石钻头适用于Ⅸ级以上的最坚硬岩层。金刚石钻进推荐的终孔直径为46mm或59mm；钢粒钻进为不小于91mm；硬质合金钻进常用59mm、76mm和91mm的钻头终孔，但用于煤系地层时应不小于76mm，用于无机盐勘探时应不小于91mm；用于工程地质勘查的终孔直径一般应不小于110mm，用于水井和工程施工的孔径可达300~500mm以上。确定了终孔直径以后，根据地层剖面找出需要加固的危险孔段，再设计对应孔段下入套管的直径和深度。

(3) 钢管：又称套管、岩芯管。用于保护支撑孔壁变产生变形或坍塌。为了降低生产成本，应尽量少下或不下套管，有下列情况之一者必须下套管：

(1) 下孔口管，以保护孔口处岩土层不被冲坏，并将冲洗液导向循环槽，孔口管的另一个重要作用是导正钻孔方向；

(2) 加固很难用泥浆护壁的不稳定地层；

(3) 隔离漏水层与涌水层；

(4) 当设备负荷能力不足或处理孔内异常需要缩小一级孔径，而上覆地层又有坍塌块、缩径危险时。

套管柱的连接方法主要有三种：(1) 直接连接，(2) 接头连接，(3) 接箍连接。

3. 钻探的基本程序

(1) 破碎岩土

首先要进行破碎岩土的钻进工作，钻进可以采用人力或机械力(绝大多数情况下采用机械钻进)，以冲击力、剪切力或研磨形式使小部分岩土脱离母体而成为粉末、小岩土块或岩土芯的现象就称为破碎岩土。在孔底将岩土全部破碎成粉末或小块的钻进方法称为“全面钻进”。而钻进过程中只破坏孔底环状部分岩土，中间岩土芯保留的钻进方法称为“取芯钻进”。

(2) 采取岩土芯或排除破碎岩土

这一过程又分为三种方法：一是采用机械的方法，如用取样器、勺钻等取出岩土芯或碎块粉末；二是将岩粉或岩土碎块与水混合成岩粉浆或泥浆后，用抽筒抽出地表，如冲击钻；三是用流体(泥浆、清水、乳化液或空气)作为循环介质，将破碎的岩屑、土块输送到地表。

(3) 加固孔壁

当在地壳中形成钻孔之后，钻孔周围原来的地层平衡稳定状态遭到破坏，继而可能引起孔壁坍塌。因此钻孔后必须对孔壁进行加固，加固方法有三种：一是借助于循环液的静水压

力来平衡地层的侧向压力以维持其稳定，这种方法在现代的反循环钻进中得到充分利用；二是用惰性材料或化学材料对孔壁进行处理加固，常用的惰性材料有水泥、粘土，化学材料有混入循环液中的泥浆处理剂，还有如直接注入钻孔中的堵漏剂，如氰凝、丙凝等；三是用金属或非金属的套管下入钻孔中以支撑孔壁，这种方法虽然可靠，但成本较高。

三、钻孔地质编录及资料整理

钻孔地质编录工作是岩土工程钻探最基本的工作，因此在钻进过程中必须认真、细致地做好钻孔地质编录工作，以全面、准确地反映钻探工程的第一手地质资料。《规范》对钻孔的记录和编录作了明确要求：

(1) 野外记录应由经过专门训练的人员承担；记录应真实及时，按钻进回次逐段填写，严禁事后追记；

(2) 钻探现场可采用肉眼鉴别和手触的方法，有条件或勘察工作有明确要求时，可采用微型贯入仪等定量化、标准化的方法；

(3) 钻探成果可用野外钻孔柱状图或分层记录表示。岩土芯样可根据工程要求保存一定期限或长期保存，亦可拍摄岩芯、土芯彩照纳入勘察成果资料。

钻探野外记录是岩土工程勘察中最基本的原始资料，主要包括以下两个内容：

1. 岩土描述

包括地层名称、颜色、分层深度、岩土性质等。对不同类型岩土，岩性描述侧重点不同（具体见工程地质测绘一节）。岩土的定名应符合现行岩土工程分类标准的规定，描述术语和记录符号均应符合有关规定，鉴定描述以目测、手触方法为主，可辅以部分标准化、定量化的方法或仪器。

2. 钻进过程的记录

关于钻进过程的记录包括：

- (1) 使用钻进方法，钻具名称、规格、护壁方式等；
- (2) 钻进难易程度，进尺速度，操作手感，钻进参数的变化情况；
- (3) 孔内情况，应注意缩径、回淤，地下水位或循环液位及其变化等；
- (4) 取样及原位测试的编号、深度位置、取样工具名称规格，原位测试类型及其结果；
- (5) 岩芯采取率，岩芯获得率，岩体质量指标(RQD)值等定量指标的确定。

岩芯采取率是指所取岩芯的总长度与本次进尺的百分比。总长度包括比较完整的岩芯和破碎的碎块、碎屑和碎粉物质。岩芯采取率是衡量岩芯钻探质量的重要指标，

岩芯获得率是指比较完整的岩芯长度与本次进尺的百分比。它不计入不成形的破碎物质。

考虑到钻探的实际困难，《规范》要求对完整和较完整岩体不应低于80%，较破碎和破碎岩体岩芯不应低于65%，对需重点查明的部位（滑动带、软弱夹层等）应采用双层岩芯管连续取芯。

上述野外记录是钻探过程中的文字记录，岩土芯样则是文字记录的辅助资料，它不仅对原始记录的检查 and 校对是必要的，而且对日后施工开挖过程的资料核对也有重要价值，故应在一段时间内妥善保存。

3. 钻探资料整理

钻探工作结束后，应进行钻孔资料整理。主要成果资料有：

(1) 钻孔柱状图。钻孔柱状图是钻孔观测与编录的图形化，它是钻探工作最主要的成果资料。该图是将钻孔内每一岩土层情况按一定的比例编制成柱状图，并作简明的描述。在图上还应在相应的位置上标明岩芯采取率、冲洗液消耗量、地下水位、岩心风化分带、孔中特殊情况、代表性的岩土物理力学性质指标以及取样深度等。如果孔内作过测井和试验的话，也应将其成果在相应的位置上标出。所以，钻孔柱状图实际上是反映钻探工作的综合成果（见图3-2）。

使用时往往受到自然地质条件的限制, 耗费资金大而勘探周期长; 尤其是重型坑探工程不可轻易采用。

二、坑探工程的类型和适用条件

岩土工程勘探中常用的坑探工程有: 探槽、试坑、浅井、竖井(斜井)、平硐和石门(平巷)(图3—3)。其中前三种为轻型坑探工程, 后三种为重型坑探工程。

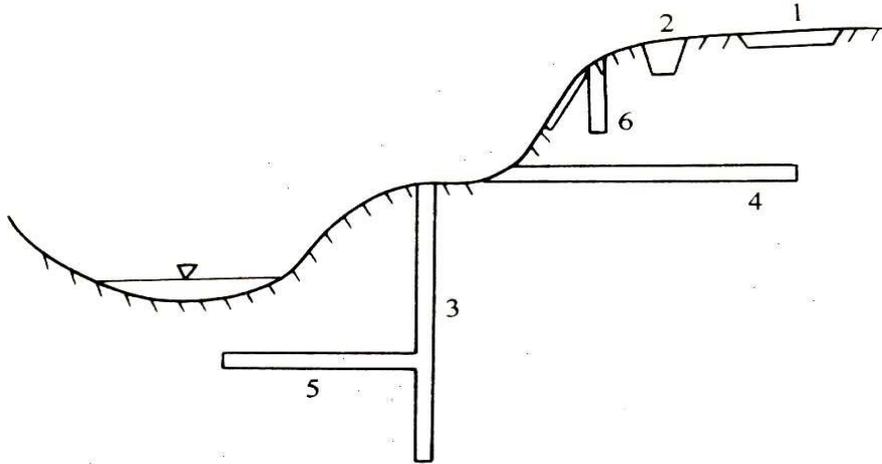


图3-3 工程地质常用的坑探类型示意图

1—探槽; 2—试坑; 3—竖井; 4—平硐; 5—石门; 6—浅井

现将不同坑探工程的特点和适用条件列于表3—3中。

表3—3

各种坑探工程的特点和适用条件

名称	特 点	适 用 条 件
探槽	在地表深度小于 3~5m 的长条形槽子	剥除地表覆土, 揭露基岩, 划分地层岩性, 研究断层破碎带; 探查残坡积层的厚度和物质、结构
试坑	从地表向下, 铅直的、深度小于 3~5m 的圆形或方形小坑	局部剥除覆土, 揭露基岩; 作载荷试验、渗水试验, 取原状土样
浅井	从地表向下, 铅直的、深度 5~15m 的圆形或方形井	确定覆盖层及风化层的岩性及厚度; 作载荷试验, 取原状土样
竖井(斜井)	形状与浅井相同, 但深度大于 15m, 有时需支护	了解覆盖层的厚度和性质, 作风化壳分带、软弱夹层分布、断层破碎带及岩溶发育情况、滑坡体结构及滑动面等; 布置在地形较平缓、岩层又较缓倾的地段
平硐	在地面有出口的水平坑道, 深度较大, 有时需支护	调查斜坡地质结构, 查明河谷地段的地质岩性、软弱夹层、破碎带、风化岩层等; 作原位岩体力学试验及地应力量测, 取样; 布置在地形较陡的山坡地段
石门(平巷)	不出露地面而与竖井相连的水平坑道, 石门垂直岩层走向, 平巷平行	了解河底地质结构, 作试验等

三、坑探工程设计书的编制

坑探工程设计书是在岩土工程勘探总体布置的基础上编制的, 其内容主要包括:

1. 坑探工程的目的、型号和编号;
2. 坑探工程附近的地形、地质概况;
3. 掘进深度及其论证;

4. 施工条件: 岩石及其硬度等级, 掘进的难易程度, 采用的掘进机械与掘进方法; 地下水位, 可能的涌水情况, 应采取的排水措施; 是否需要支护及支护材料、结构等。

5. 岩土工程要求：掘进过程中的编录要求及应解决的地质问题；对抗壁、底、顶板的掘进方法的要求；取样的地点、数量、规格和要求等；岩土试验的项目、组数、位置及掘进时应注意的问题；应提交的成果、资料及要求。

6. 施工组织、进度、经费及人员安排。

四、坑探工程的观察、描述、编录

1. 坑探工程的观察、描述

坑探工程观察和描述，是反映坑探工程第一手地质资料的主要手段。所以在掘进过程中应认真、仔细地做好此项工作。观察、描述的内容包括：

(1) 量测探井、探槽、竖井、斜井、平硐的断面形态尺寸和掘进深度；

(2) 地层岩性的划分与描述。注意划分第四系堆积物的成因、岩性、时代、厚度及空间变化和相互接触关系；基岩的颜色、成分、结构构造、地层层序以及各层间接触关系；应特别注意软弱夹层的岩性、厚度及其泥化情况。地层岩性的描述同前工程地质测绘一节。

(3) 岩石的风化特征及其随深度的变化，风化壳分带；

(4) 岩层产状要素及其变化，各种构造形态；注意断层破碎带及节理、裂隙的发育；断裂的产状、形态、力学性质；破碎带的宽度、物质成分及其性质；节理裂隙的组数、产状穿切性、延展性、隙宽、间距(频度)，有必要时作节理裂隙的素描图和统计测量；

(5) 测量点、取样点、试验点的位置、编号及数据；

(6) 水文地质情况。如地下水渗出点位置、涌水点及涌水量大小等。

2. 坑探工程展视图

展视图是坑探工程编录的主要内容，也是坑探工程所需提交的主要成果资料。所谓展视图，就是沿坑探工程的壁、底面所编制的地质断面图，按一定的制图方法将三度空间的图形展开在平面上。由于它所表示的坑探工程成果一目了然，故在岩土工程勘探中被广泛应用。

不同类型坑探工程展视图的编制方法和表示内容有所不同，其比例尺应视坑探工程的规模、形状及地质条件的复杂程度而定，一般采用1:25~1:100。下面介绍探槽、竖井(探井)和平硐展视图的编制方法。

(1) 探槽展示图。

探槽在追踪地裂缝、断层破碎带等地质界线的空间分布及查明剖面组合特征时使用很广泛。因此在绘制探槽展示图之前，确定探槽中心线方向及其各段变化，测量水平延伸长度、槽底坡度、绘制四壁地质素描显得尤为重要。

探槽展示图有以坡度展开法绘制的展示图和以平行展开法绘制的两种展示图。其中平行展示法使用广泛，更适用于坡度直立的探槽。见图3-4。

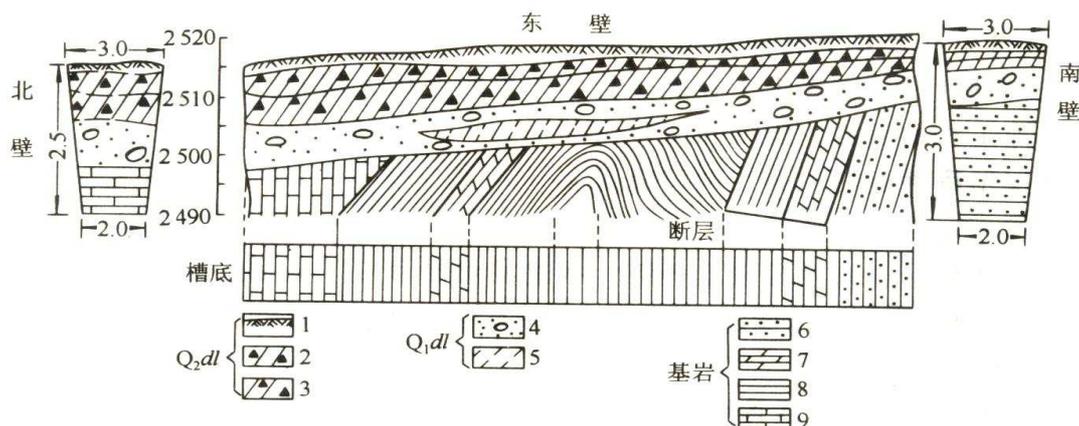


图3-4 探槽展视图

1—表土层；2—含碎石粉土；3—含碎石粉质粘土；4—含漂石和卵石的砂土；
5—粉土；6—细粒云母砂岩；7—白云岩；8—页岩；9—灰岩

(2) 浅井和竖井的展示图。

浅井和竖井的展示图有两种。一种是四壁辐射展开法，另一种是四壁平行展开法。四壁平行展开法使用较多，它避免了四壁辐射展开法因井较深存在的不足。图3-5为采用四壁平

行展开法绘制的探井展示图，图中浅井和竖井四壁的地层岩性、结构构造特征很直观地表示了出来。

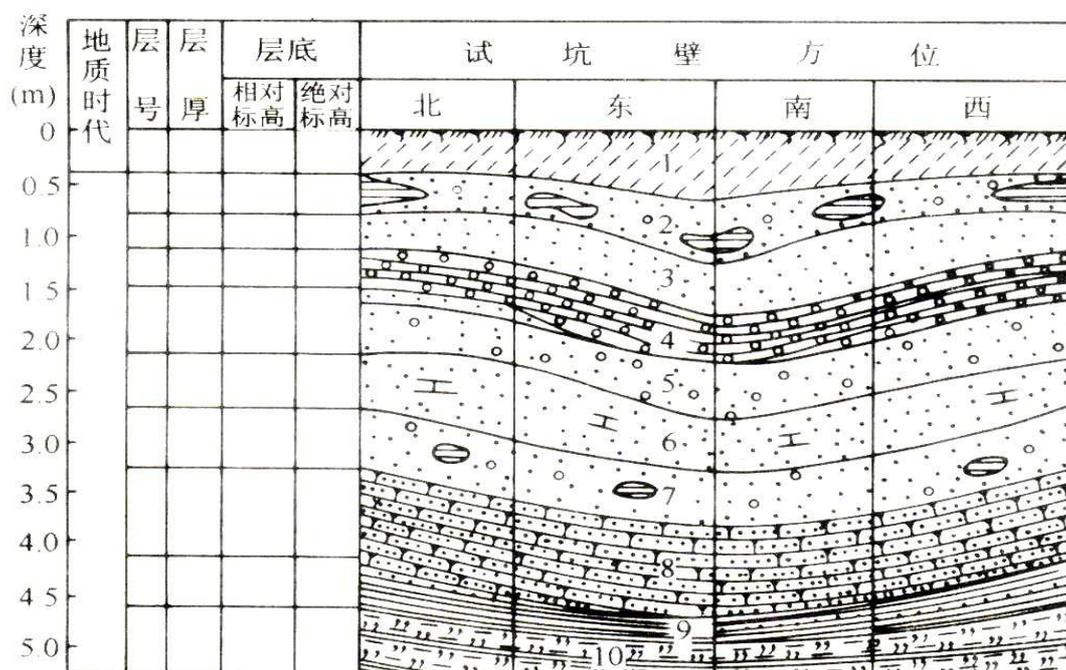


图3-5 用四壁平行展开法绘制的浅井展示图

(3) 平硐展示图

平硐展示图绘制从硐口开始，到掌子面结束。其具体绘制方法是：按实测数据先画出硐底的中线，然后，依次绘制硐底—硐两侧壁—硐顶—掌子面，最后按底、壁、顶和掌子面对应的地层岩性和地质构造填充岩性图例与地质界线，并应绘制硐底高程变化线，以便于分析和应用，见图3-6。

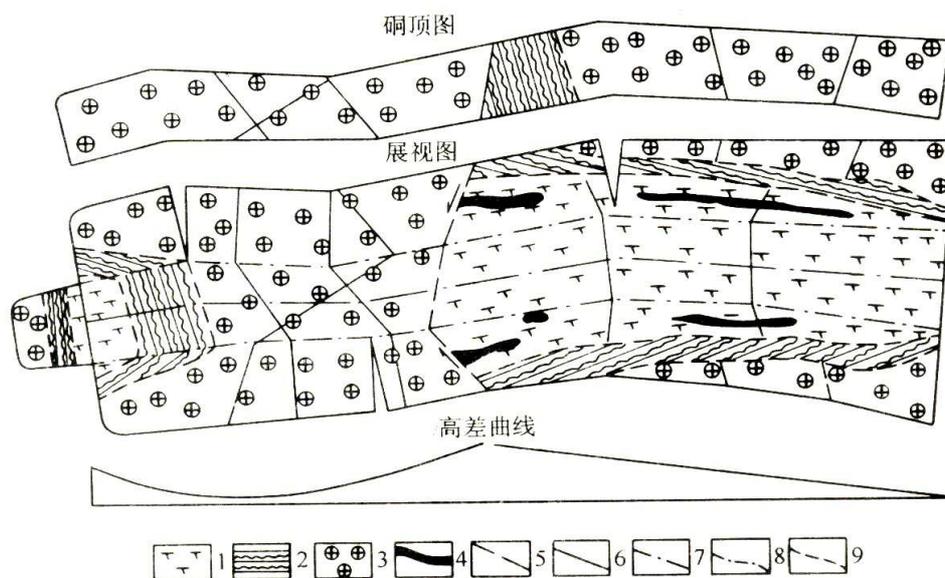


图3-6 平硐展视图

1—凝灰岩；2—凝灰质页岩；3—斑岩；4—细粒凝灰岩夹层；5—断层；
6—解理；7—硐底中线；8—硐底壁分界线；9—岩层分界线

3. 坑探工程的一般要求

(1) 当钻探方法难以准确查明地下情况时，可采用探井、探槽进行勘探。在坝址、地下工程、大型边坡等勘察中，当需详细查明深部岩层性质、构造特征时，可采用竖井或平硐。

(2) 探井的深度不宜超过地下水位。竖井和平硐的深度、长度、断面按工程要求确定。

(3) 对探井、探槽和探硐除文字描述记录外，尚应以剖面图、展示图等反映井、槽、硐壁和底部的岩性、地层分界、构造特征、取样和原位试验位置、并辅以代表性部位的彩色照片。

(4) 坑探工程的编录应紧随坑探工程掌子面，在坑探工程支护或支撑之前进行。编录时，应于现场做好编录记录和绘制完成编录展示草图。

(5) 探井、探槽完工后可用原土回填，每30cm分层夯实，夯实土干重度不小于15kN/m³。有特殊要求时可采用低标号混凝土回填。

第五节 采取土样

工程地质钻探的任务之一是采取岩土试样，取土样是岩土工程勘察中必不可少的、经常性的工作，通过采取土样，进行土类鉴别，测定岩土的物理力学性质指标，为定量评价岩土工程问题提供技术指标。

关于试样的代表性，从取样角度来说，应考虑取样的位置、数量和技术方法，考虑到取样的成本和勘察设计要求，必须采用合适的取样技术。本节主要讨论钻孔中采取土样的技术问题，即土样的质量要求、取样方法、取土器以及取样效果的评价等问题。

一、土样质量等级

土样的质量实质上是土样的扰动问题。土样扰动表现在土的原始应力状态、含水量、结构和组成成分等方面的变化，它们产生于取样之前，取样之中以及取样之后直至试样制备的全过程之中。实际上，完全不扰动的真正原状土样是无法取得的。

“不扰动土样”或“原状土样”的基本质量要求是：

- (1) 没有结构扰动。
- (2) 没有含水量和孔隙比的变化。
- (3) 没有物理成分和化学成分的改变。

由于不同试验项目对土样扰动程度有不同的控制要求，因此我国的《规范》中都根据不同的试验要求来划分土样质量等级。根据试验目的，《规范》把土试样的质量分为四个等级(表3—4)，并明确规定各级土样能进行的试验项目。(表3—4)中I、II级土样相当于“原状土样”，但I级土样比II级土样有更高的要求。表中对四级土样扰动程度的区分只是定性的和相对的，没有严格的定量标准。

表3—4

土试样质量等级

等级	扰动程度	试验内容
I	不扰动	土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水量、密度
III	显著扰动	土类定名、含水量
IV	完全扰动	土类定名

注：①不扰动是指原位应力状态虽已改变，但土的结构、密度和含水量变化很小，能满足室内试验各项要求；

②除地基基础设计等级为甲级的工程外，在工程技术要求允许的情况下可用II级土试样进行强度和固结试验，但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定，判别用于试验的适宜性，并结合地区经验使用试验成果。

二、钻孔取土器类型及适用条件

取样过程中，对土样扰动程度影响最大的因素是所采用的取样方法和取样工具。从取样方法来看，主要有两种方法：一是从探井、探槽中直接刻取样；二是用钻孔取土器从钻孔中采取。目前各种岩土样品的采取主要是采用第二种方法，即用钻孔取土器采样的方法。

(一) 取土器的基本技术参数

取土器是影响土样质量的重要因素，对取土器的基本要求是：取土过程中不掉样；尽可能使土样不受或少受扰动；能够顺利切入土层中，结构简单且使用方便。

由于不同的取样方法和取样工具对土样的扰动程度不同，因此《规范》对于不同等级土试样适用的取样方法和工具作了具体规定，其内容具体见表3—5，表中所列各种取土器大都是国内外常见的取土器，按壁厚可分为薄壁和后壁两类，按进入土层的方式可分为贯入式和回转式两类。

从表3—5中可以看出，对于质量等级要求较低的III、IV级土样，在某些土层中可利用钻探的岩芯钻头或螺纹钻头以及标贯试验的贯入器进行取样，而不必采用专用的取土器。由于没有粘聚力，无粘性土取样过程中容易发生土样散落，所以从总体上讲，无粘性土对取样器的要求比粘性土要高。

取土器的外形尺寸及管壁厚度对土样的扰动程度有着重要的影响，因此，《规范》对每一种取土器的尺寸外形也作了规定，具体如图3-7和表3—6及表3-7。

表3—5 不同质量等级土试样的取样方法和工具

土 试 样 质 量 等 级	取样工具和方法		适用土类										
			粘 性 土					粉 土	砂 土				砾 砂、 碎石 土、 软岩
			流 塑	软 塑	可 塑	硬 塑	坚 硬		粉 砂	细 砂	中 砂	粗 砂	
I	薄壁取 土器	固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
		水压固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
		自由活塞	-	+	++	-	-	+	+	-	-	-	-
		敞 口	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
	回转取 土器	单动三重管	-	+	++	++	+	++	++	++	-	-	-
		双动三重管	-	-	-	+	++	-	-	-	++	++	+
探井(槽)中刻取块状土样		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
II	薄壁取 土器	水压固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
		自由活塞	+	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-
		敞 口	++	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-
	回转 取土 器	单动三重管	-	+	++	++	+	++	++	++	-	-	-
		双动三重管	-	-	-	+	++	-	-	-	++	++	++
	厚壁敞口取土器		+	++	++	++	++	+	+	+	+	+	-
III	厚壁敞口取土器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-
	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	螺纹钻头		++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+
IV	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	螺纹钻头		++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

注：①++：适用；+：部分适用；-：不适用；②采取砂土试样应有防止试样失落的补充措施；③有经验时，可采用束节式取土器代替薄壁取土器。

表3-6

贯入式取土器的技术参数

取土器参数	厚壁取土器	薄壁取土器			束节式取土器	黄土取土器
		敞口自由活塞	水压固定活塞	固定活塞		
面积比 $\frac{D_w^2 - D_e^2}{D_e^2} \times 100\%$	13~20	≤ 10	10~13		管靴薄壁段同薄壁取土器,长度不小于内径的3倍	15
内间隙 $\frac{D_s - D_e}{D_e} \times 100\%$	0.5~1.5	0	0.5~1.0			1.5
外间隙比 $\frac{D_w - D_t}{D_t} \times 100\%$	0~2.0	0				1.0
刃口角度 α (°)	<10	5~10				10
长度 L (mm)	400, 550	对砂土: (5~10)De 对粘性土: (10~15)De				
外径 D_t (mm)	75~89, 108	75, 100			50, 75, 100	127
衬管	整圆或半合管, 塑料、酚醛层压纸或镀锌铁皮制成	无衬管, 束节式取土器衬管同左			塑料、酚醛层压纸或用环刀	塑料、酚醛层压纸

注: ①取样管及衬管内壁必须光滑圆整;

②在特殊情况下取土器的直径可增大至150~250mm;

③表中符号: D_e —取土器刃口内径;

D_s —取样管内径, 加衬管时为衬管内径;

D_t —取样管外径;

D_w —取土器管靴外径, 对薄壁管 $D_w=D_t$ 。

表3-7

回转型取土器的技术参数

取土器类型		外径 (mm)	土样直径 (mm)	长度 (mm)	内管超前	说明
双重管 (加内衬管即为三重管)	单动	102	71	1500	固定	直径规格可视材料规格稍作变动, 单土样直径不得小于71mm
		140	104		可调	
	双动	102	71	1500	固定	
		140	104		可调	

(二) 贯入式取土器的类型

贯入式取土器可分为敞口取土器和活塞取土器两大类。敞口取土器按管壁厚度分为厚壁和薄壁两种, 活塞取土器则分为固定活塞、水压固定活塞、自由活塞等几种。

1. 敞口取土器

敞口取土器是最简单的取土器, 其优点是结构简单, 取样操作方便, 缺点是不易控制土样质量, 土样易于脱落。在取样管内加装内衬管的取土器称为复壁敞口取土器(见图 3-8), 其外管多采用半合管, 易于卸出衬管和土样。其下接厚壁管靴, 能应用于软硬变化范围很大的多种土

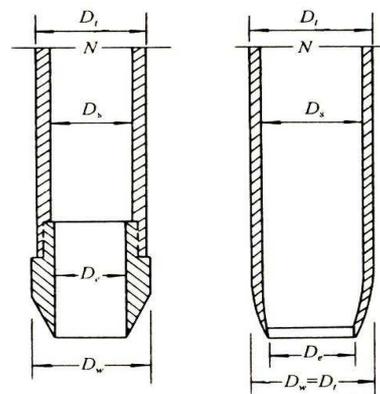


图 3-7 取样管规格

类。由于壁厚，面积比 C_a 可达 30%—40%，对土样扰动大，只能取得 II 级以下的土样。薄壁取土器(见图 3-9)只用一薄壁无缝管作取样管，面积比 C_a 降低至 10% 以下，可作为采取 I 级土样的取土器。薄壁取土器只能用于软土或较疏松的土取样。土质过硬，取土器易于受损。薄壁取土器内不可能设衬管，一般是将取样管与土样一同封装送到实验室。因此，需要大量的备用取土器，这样既不经济，又不便于携带。现行《规范》允许以束节式取土器代替薄壁取土器。这种束节式取土器(见图 3-10)是综合了厚壁和薄壁取土器的优点而设计的，其特点是将厚壁取土器下端刃口段改为薄壁管(此段薄壁管的长度一般不应短于刃口直径的 3 倍)，以减少厚壁管面积比 C_a 的不利影响，取出的土样可达到或接近 I 级。

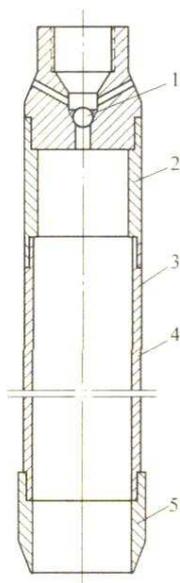


图 3-8 复壁敞口取土器

1—球阀；2—废土管；3—半合取样管；
4—衬管；5—加厚管靴

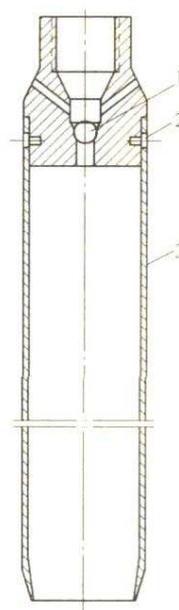


图 3-9 敞口薄壁取土器

1—球阀；2—固定螺钉；3—薄壁取样管

2. 活塞取土器

如果在敞口取土器的刃口部装一活塞，在下放取土器的过程中，使活塞与取样管的相对位置保持不变，即可排开孔底浮土，使取土器顺利达到预计取样位置。此后，将活塞固定不动，贯入取样管，土样则相对地进入取样管，但土样顶端始终处于活塞之下，不可能产生凸起变形。回提取土器时，处于土样顶端的活塞即可隔绝上下水压、气压，也可以在土样与活塞之间保持一定的负压，防止土样失落而又不至于像上提活阀那样出现过分的抽吸。活塞取土器有以下几种：

(1)固定活塞取土器。在敞口薄壁取土器内增加一个活塞以及一套与之相连接的活塞杆，活塞杆可通过取土器的头部并经由钻杆的中空延伸至地面(见图 3-11)。下放取土器时，活塞处于取样管刃口端部，活塞杆与钻杆同步下放，到达取样位置后，固定活塞杆与活塞，通过钻杆压入取样管进行取样。固定活塞薄壁取土器是目前国际公认的高质量的取土器，但因需要两套杆件，操作比较复杂。

(2)水压固定活塞取土器。其特点是去掉了活塞杆，将活塞连接在钻杆底端，取样管则与另一套在活塞缸内的可动活塞联结，取样时通过钻杆施加水压，驱动活塞缸内的可动活塞，将取样管压入土中，其取样效果与固定活塞式相同，操作较为简单，但结构仍较复杂(见图 3-12)。

(3)自由活塞取土器。自由活塞取土器与固定活塞取土器的不同之处在于活塞杆不延伸至地面，而只穿过上接头，用弹簧锥卡予以控制，取样时依靠土试样将活塞顶起，操作较为简便。但土试样上顶活塞时易受扰动，取样质量不及以上两种取土器(见图 3—13)。

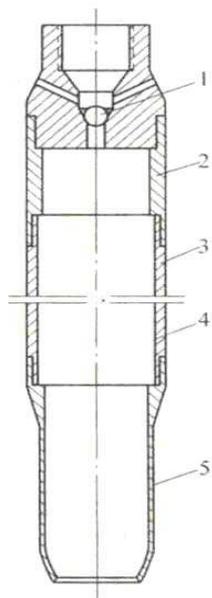


图 3-10 束节式取土器

1—球阀；2—废土管；3—半合取样管；
4—衬管或环刀；5—束节取样管靴

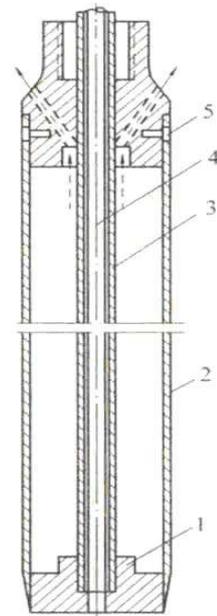


图 3-11 固定活塞薄壁取土器

1—固定活塞；2—薄壁取样管；3—活塞杆
4—消除真空杆；5—固定螺钉

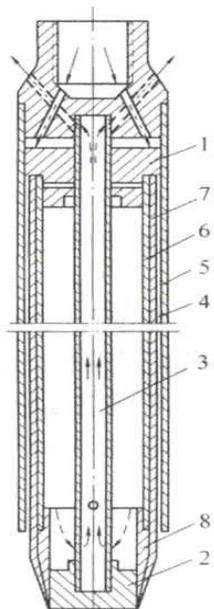


图 3-12 水压固定活塞取土器

1—可动活塞；2—固定活塞；3—活塞杆；
4—压力缸；5—竖向导管；6—取样管；
7—衬管(采用薄壁管时无衬管)；
8—取样管刃靴(采用薄壁管时无单独刃靴)

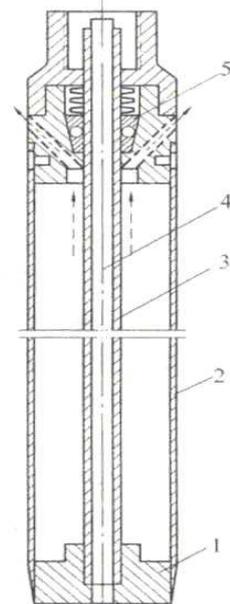


图 3-13 自由活塞取土器

1—活塞；2—薄壁取样管；3—活塞杆；
4—消除真空杆；5—弹簧锥卡

(二)回转式取土器

贯入式取土器一般只适用于软土及部分可塑状土，对于坚硬、密实的土类则不适用，对于这些土类，必须改用回转式取土器。回转取土器主要有两种类型：

1. 单动二重(三重)管取土器

类似于岩芯钻探中的双层岩芯管，如在内管内再加衬管，则成为三重管，其内管一般与外管齐平或稍超前于外管。取样时外管旋转，而内管保持不动，故称单动，内管容纳土样并保护土样不受循环液的冲蚀。回转取土器取样时采用循环液冷却钻头并携带岩土碎屑。

2. 双动二重(三重)管取土器

所谓双动二重(三重)管取土器是指取样时内管、外管同时旋转，适用于硬粘土、密实的砂砾石土以及软岩。内管回转虽然会产生较大的扰动影响，但对于坚硬密实的土层，这种扰动影响不大(见图 3-14~图 3-16)。

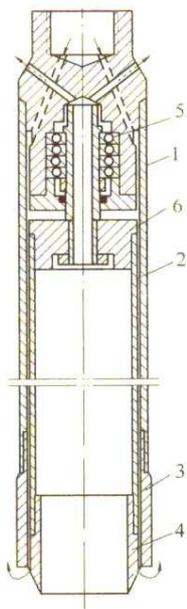


图 3-14 丹尼森取土器
1—外管；2—内管（取样管及衬管）；3—外管钻头；
4—内管管靴；5—轴承；
6—内管头（内装逆止阀）

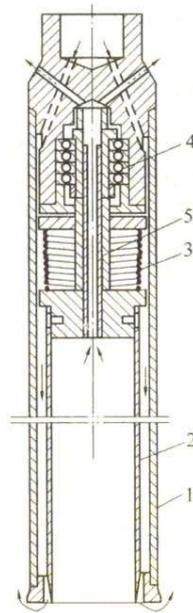


图 3-15 皮切尔取土器
1—外管；2—内管（取样管及衬管）；3—调节弹簧（压缩状态）；4—轴承；5—滑动阀

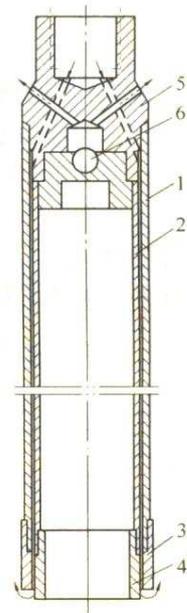


图 3-1 双动二重(三重)管取土器
1—外管；2—内管（取样管及衬管）；3—外管钻头；4—内管钻头；5—取土器头部；6—逆止阀

三、原状土样的采取方法

(一) 钻孔中采取原状试样的方法

1. 击入法

击入法是用人力或机械力操纵落锤，将取土器击入土中的取土方法。按锤击次数分为轻锤多击法和重锤少击法；按锤击位置又分为上击法和下击法。经过取样试验比较认为：就取样质量而言，重锤少击法优于轻锤多击法，下击法优于上击法。

2. 压入法

压入法可分为慢速压入和快速压入两种：

(1) 慢速压入法。是用杠杆、千斤顶、钻机手把等加压，取土器进入土层的过程是不连续的。在取样过程中对土试样有一定程度的扰动。

(2) 快速压入法。是将取土器快速、均匀地压入土中，采用这种方法对土试样的扰动程度最小。目前普遍使用以下两种：

① 活塞油压筒法，采用比取土器稍长的活塞压筒通以高压，强迫取土器以等速压入土中；

② 钢绳、滑车组法，借机械力量通过钢绳、滑车装置将取土器压入土中。

3. 回转法

此法系使用回转式取土器取样，取样时内管压入取样，外管回转削切的废土一般用机械钻机靠冲洗液带出孔口。这种方法可减少取样时对土试样的扰动，从而提高取样质量。

(二) 探井、探槽中采取原状试样方法

探井、探槽中采取原状试样可采用两种方式，一种是锤击敞口取土器取样，另一种是人工刻切块状土样。后一种方法使用较多，因为块状土试样的质量高。

人工采用块状土试样一般应注意以下几点：

(1) 避免对取样土层的人为扰动破坏，开挖至接近预计取样深度时，应留下20~30cm厚的保护层，待取样时再细心铲除；

(2) 防止地面水渗入，井底水应及时抽走，以免浸泡；

(3) 防止暴晒导致水分蒸发，坑底暴露时间不能太长，否则会风干；

(4) 尽量缩短切削土样的时间，及早封装。

块状土试样可以切成圆柱状和方块状。也可以在探井、探槽中采取“盒状土样”，这种方法是将装配式的方形土样容器放在预计取样位置，边修切、边压入，而取得高质量的土试样。

四、钻孔取样操作要求

土样质量的优劣，不仅取决于取土器具，还取决于取样全过程的各项操作是否恰当。

(一) 钻进要求

钻进时应力求不扰动或少扰动预计取样处的土层。为此应做到：

(1) 使用合适的钻具与钻进方法。一般应采用较平稳的回转式钻进。若采用冲击、振动、水冲等方式钻进时，应在预计取样位置1m以上改用回转钻进。在地下水位以上一般应采用干钻方式。

(2) 在软土、砂土中宜用泥浆护壁。若使用套管护壁，应注意旋入套管时管靴对土层的扰动，且套管底部应限制在预计取样深度以上大于3倍孔径的距离。

(3) 应注意保持钻孔内的水头等于或稍高于地下水位，以避免产生孔底管涌，在饱和粉、细砂土中尤应注意。

(二) 取样要求

《规范》规定：在钻孔中采取I~II级砂样时，可采用原状取砂器，并按相应的现行标准执行。在钻孔中采取I~II级土试样时，应满足下列要求：

(1) 在软土、砂土中宜采用泥浆护壁；如使用套管，应保持管内水位等于或稍高于地下水位，取样位置应低于套管底三倍孔径的距离；

(2) 采用冲洗、冲击、振动等方式钻进时，应在预计取样位置1m以上改用回转钻进；

(3) 下放取土器前应仔细清孔，清除扰动土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度(活塞取土器除外)；

(4) 采取土试样宜用快速静力连续压入法；

(5) 具体操作方法应按现行标准《原状土取样技术标准》(JGJ89)执行。

(三) 土试样封装、贮存和运输

对于I~III级土试样的封装、贮存和运输，应符合下列要求：

(1) 取出土试样应及时妥善密封，以防止湿度变化，严防暴晒或冰冻；

(2) 土试样运输前应妥善装箱、填塞缓冲材料，运输过程中避免颠簸。对于易振动液化、灵敏度高的试样宜就近进行试验。

(3) 土样从取样之日起至开始试验前的贮存的时间不应超过3周。

第六节 勘探工程的布置

一、勘探工程的布置

布置勘探工程总的要求，应是以尽可能少的工作量取得尽可能多的地质资料。在勘探设计之前，应明确各项勘察工作执行的规范标准，除了应遵守各项国家的有关规范校外，还应遵守地方及行业的有关规范标准，特别是国家的强制性规范标准，要不折不扣地予以执行，并应符合规范的具体要求。为此，作勘探设计时，必须要熟悉勘探区已取得的地质资料，并明确有关规范标准及勘探的目的和任务。将每一个勘探工程都布置在关键地点，且发挥其综合效益。

(一) 勘探工程布置的一般原则

布置勘探工作时，应遵循以下原则：

(1) 勘探工作应在工程地质测绘基础上进行。通过工程地质测绘，对地下地质情况有一定的判断后，才能明确通过勘探工作需要进一步解决哪些地质问题，以取得好的勘探效果。否则，由于不明确勘探目的，将有一定的盲目性。

(2) 无论是勘探的总体布置还是单个勘探点的设计，都要考虑综合利用。既要突出重点，又要照顾全面，点面结合，使各勘探点在总体布置的有机联系下发挥更大的效用。

(3) 勘探布置应与勘察阶段相适应。不同的勘察阶段，勘探的总体布置、勘探点的密度和深度、勘探手段、方法的选择及要求等，均有所不同。一般地说，从初期到后期的勘察阶段，勘探总体布置由线状到网状；范围由大到小；勘探点、线距离由稀到密；勘探深度由浅到深；勘探布置的依据，由以工程地质条件为主过渡到以建筑物的轮廓为主。初期勘察阶段的勘探手段以物探为主，配合以少量钻探和轻型坑探工程；而后期勘察阶段则往往以钻探和重型坑探工程为主。

(4) 勘探布置应随建筑物的类型和规模而异。不同类型的建筑物，其总体轮廓、荷载作用的特点以及可能产生的岩土工程问题不同，勘探布置亦应有所区别。道路、隧道、管线等线型工程，多采用勘探线的形式，且沿线隔一定距离布置一垂直于它的勘探剖面。房屋建筑与构筑物应按基础轮廓布置勘探工程，常呈方形、长方形、工字形或丁字形；具体布置勘探工程时又因不同的基础型式而异。桥基则采用由勘探线渐变为以单个桥墩进行布置的梅花形式。建筑物规模愈大、愈重要者，勘探点(线)的数量愈多，密度愈大。而同一建筑物的不同部位重要性有所差别，布置勘探工作时应分别对待。

(5) 勘探布置应考虑地质、地貌、水文地质等条件。一般勘探线应沿着地质条件等变化最大的方向相互垂直布置。勘探点的密度应视工程地质条件的复杂程度而定，而不是平均分布。为了对场地工程地质条件起到控制作用，还应布置一定数量的基准坑孔(即控制性勘探坑孔)，其深度较一般性坑孔要大些。

(6) 在勘探线、网中的各勘探点，应视具体条件选择不同的勘探手段，以便互相配合，取长补短，有机地联系起来。

总之，勘探工作一定要在测绘调查基础上布置。勘探布置主要取决于勘察阶段、建筑物类型和岩土工程勘察等级三个重要因素。还应充分发挥勘探工作的综合效益。为做好勘探工作，勘探人员应深入现场，并与设计、施工人员密切配合。在勘探过程中，应根据所了解的条件和问题的变化，及时修改原来的布置方案，以期圆满地完成勘探任务。

(二) 勘探坑孔间距的确定

各类建筑勘探坑孔的间距，是根据勘察阶段和岩土工程勘察等级来确定的。

不同的勘察阶段，其勘察的要求和岩土工程评价的内容不同，因而勘探坑孔的间距也各异。初期勘察阶段的主要任务是为选址和进行可行性研究，对拟选场址的稳定性和适宜性做出岩土工程评价，进行技术经济论证和方案比较，满足确定场地方案的要求。由于有若干个建筑场址的比较方案，勘察范围大，因此勘探坑孔稀少，其间距较大。当进入到详细、施工勘察阶段，要对场地内建筑地段的稳定性做出岩土工程评价，确定建筑总平面布置，进而对地基基础设计、地基处理和不良地质现象的防治进行计算与评价，以满足施工设计的要求。此时勘察范围缩小而勘探坑孔增多，因而勘探坑孔间距较小。

不同的岩土工程勘察等级，表明了建筑物的规模和重要性以及场地工程地质条件的复杂程度。显然，在同一勘察阶段内，属甲级勘察等级者，因建筑物规模大而重要或场地工程地质复杂，勘探坑孔间距较小。而乙、丙级勘察等级的勘探坑孔间距相对较大。

在《规范》中，明确规定了各类建筑在不同勘察阶段和岩土工程勘察等级的勘探线、点间距，以指导勘探工程的布置。在实际工作中，应在满足《规范》要求的基础上，根据具体情况合理地确定勘探工程的间距，决不能机械照搬。

(三) 勘探坑孔深度的确定

确定勘探坑孔深度的含义包括两个方面：一是确定勘探坑孔深度的依据；二是施工时是终止勘探坑孔的标志。概括起来说，勘探坑孔深度应根据建筑物类型、勘察阶段、岩土工程勘察等级以及所评价的岩土工程问题等综合考虑。

根据各工程勘察部门的实践经验，大致依据《规范》规定、对岩土工程问题分析评价的需要以及具体建筑物的设计要求等，确定勘探坑孔的深度。

《规范》规定的勘探坑孔深度，是在各工程勘察部门长期生产实践的基础上确定的，有

重要的指导意义。例如，对房屋建筑与构筑物明确规定了初勘和详勘阶段勘探坑孔深度，还就高层建筑采用不同基础型式时勘探孔深度的确定做出了规定。

分析评价不同的岩土工程问题，所需要的勘探深度是不同的。例如，为评价滑坡稳定性时，勘探孔深度应超过该滑体最低的滑动面。为房屋建筑地基变形验算需要，勘探孔深度应超过地基有效压缩层范围，并考虑相邻基础的影响。

作勘探设计时，有些建筑物可依据其设计标高来确定坑孔深度。例如，地下洞室和管道工程，勘探坑孔应穿越洞底设计标高或管道埋设深度以下一定深度。

此外，还可依据工程地质测绘或物探资料的推断确定勘探坑孔的深度。

在勘探坑孔施工过程中，应根据该坑孔的目的任务而决定是否终止，切不能机械地执行原设计的深度。例如，对岩石风化分带目的的坑孔，当遇到新鲜基岩时即可终止。为探查河床覆盖层厚度和下伏基岩面起伏的坑孔，当穿透覆盖层进入基岩内数米后才能终止，以免将大孤石误认为是基岩。

二、勘探工程的施工顺序

勘探工程的合理施工顺序，既能提高勘探效率，取得满意的成果，又节约勘探工作量。为此，在勘探工程总体布置的基础上，须重视和研究勘探工程的施工顺序问题。

一项建筑工程，尤其是场地地质条件复杂的重大工程，需要勘探解决的问题往往较多。由于勘探工程不可能同时全面施工，而必须分批进行。这就应根据所需查明问题的轻重主次，同时考虑到设备搬迁方便和季节变化，将勘探坑孔分为几批，按先后顺序施工。先施工的勘探坑孔，必须为后继勘探坑孔提供进一步地质分析所需的资料。所以在勘探过程中应及时整理资料，并利用这些资料指导和修改后继坑孔的设计和施工。因此选定第一批施工的勘探坑孔具有重要意义。

根据实践经验，第一批施工的勘探坑孔应为：对控制场地工程地质条件具关键作用和对选择场地有决定意义的坑孔；建筑物重要部位的坑孔；为其他勘察工作提供条件，而施工周期又比较长的坑孔；在主要勘探线上的控制性勘探坑孔。考虑到洪水的威胁，应在枯水期尽量先施工水上或近水的坑孔。由此可知，第一批坑孔的工程量是比较大的。