

# 岩土工程勘察中的岩土试验分析

王 玉

核工业西南勘察设计研究院有限公司 四川 成都 610000

**摘要：**岩土试验分析是岩土工程勘察的关键环节，其目的在于精准确定岩土物理力学性质指标，评估岩土体稳定性与变形特性。试验分为室内与原位两类，涵盖物理、力学、水理性质试验。不同类型岩土试验要点各异，岩石需关注各向异性，土要依据类型选择试验方法，特殊土需采用特殊设备与方法。合理试验分析为工程设计施工提供科学依据。

**关键词：**岩土工程勘察；岩土试验分析；室内试验；原位试验；试验要点

引言：在岩土工程领域，勘察工作至关重要，而岩土试验分析作为勘察的核心部分，直接影响着工程的质量与安全。通过科学严谨的试验分析，能够深入了解岩石的内在特性，获取准确可靠的参数，为工程设计提供坚实基础。无论是高层建筑的地基设计，还是边坡工程的稳定性评估，都离不开岩土试验分析。因此，深入探讨岩土试验分析具有重要意义。

## 1 岩土试验分析的目的与任务

### 1.1 目的

岩土试验分析作为岩土工程勘察的关键环节，首要目的在于精准确定岩石的物理力学性质指标。这些指标是岩石内在特性的量化体现，直接反映了岩石在不同条件下的物理状态与力学响应。通过科学严谨的试验分析，能够获取一系列准确可靠的岩土参数，这些参数为工程设计提供了不可或缺的基础数据支撑<sup>[1]</sup>。在工程规划与建设过程中，设计人员需依据这些参数来合理确定工程结构形式、尺寸及施工方法，以确保工程的安全性与经济性。此外，岩土试验分析还致力于评估岩土体在工程作用下的稳定性和变形特性。稳定性评估关乎工程结构能否在长期使用过程中保持稳固，避免发生滑坡、坍塌等灾害性事件；而变形特性分析则有助于预测工程结构在荷载作用下的变形情况，为采取有效的变形控制措施提供依据。

### 1.2 任务

岩土试验分析承担着多项重要任务。首要任务是获取各类岩石的物理性质指标，包括但不限于密度、含水量、孔隙比等。这些指标是描述岩石物理状态的基础参数，对于了解岩石的密实程度、水分含量及孔隙结构具有重要意义。例如，一般黏土的密度范围在1.8-2.2克/立方厘米，含水量在20%-40%，孔隙比在0.5-1.5之间。还需测定岩石的力学性质指标，如抗压强度、抗剪强度、弹

性模量等。这些指标反映了岩石在受力作用下的力学行为，是评价岩土工程性质的重要依据。如岩石的抗压强度一般在10-200兆帕之间，土的抗剪强度内摩擦角在3°-35°之间。研究岩石的工程特性也是试验分析的重要任务之一，如渗透性、压缩性、湿陷性等。这些特性直接影响了岩石在工程中的表现，对于指导工程设计与施工具有关键作用。例如，砂土的渗透系数一般在 $10^{-2}$ - $10^{-4}$ 厘米/秒之间，软土的压缩系数一般在0.5-2.0兆帕<sup>-1</sup>之间。

## 2 岩土试验的分类

### 2.1 室内试验

#### 2.1.1 物理性质试验

物理性质试验是深入了解岩石基本特性的关键环节。颗粒分析试验运用筛分法、沉降分析法等手段，精确定量岩石颗粒的粒径分布情况，为划分土的工程类别提供重要依据。例如，对于粒径大于2毫米的颗粒，可采用筛分法；对于粒径小于0.075毫米的颗粒，可采用沉降分析法。密度试验采用环刀法、蜡封法等成熟方法，准确获取岩石单位体积的质量，以此反映土的密实程度，密实程度对土的力学性能有着直接影响。例如，采用环刀法测定黏土密度时，环刀体积为100立方厘米，称取环刀与土的总质量为220克，则土的密度为2.2克/立方厘米。含水量试验通过烘干法、酒精燃烧法等，确定岩石中水分所占的比例，水分含量是影响土的强度和变形特性的重要因素。例如，采用烘干法测定土样含水量时，称取湿土质量为200克，烘干后土质量为160克，则含水量为25%。相对密度试验则针对无黏性土，进一步揭示其紧密排列状态，为评价无黏性土的工程性质提供参考。

#### 2.1.2 力学性质试验

力学性质试验聚焦于岩石在受力作用下的表现。固结试验通过逐级施加荷载，模拟土在压力作用下的压缩过程，研究土的压缩变形特性，为地基沉降计算提供关

键参数。例如,在固结试验中,对土样施加100千帕的荷载,经过24小时后,土样压缩量为2毫米。剪切试验包含直剪试验与三轴剪切试验,直剪试验操作相对简便,能快速测定土的抗剪强度;三轴剪切试验则能更全面地模拟土的应力状态,获取更准确的抗剪强度指标。例如,直剪试验中,对土样施加垂直压力为50千帕,剪切破坏时的剪应力为20千帕,则土的抗剪强度为20千帕。无侧限抗压强度试验针对无侧向约束的岩土试样,测定其抗压能力,对评估岩石或坚硬土的强度具有重要意义。例如,对岩石试样进行无侧限抗压强度试验,试样直径为50毫米,高度为100毫米,破坏时的最大荷载为50千牛,则岩石的无侧限抗压强度为25兆帕。点荷载试验通过施加集中荷载,推算岩石的强度指标,尤其适用于现场快速评估岩石强度。例如,点荷载试验中,对岩石试样施加荷载为10千牛,试样破坏时的最小断面直径为20毫米,则可推算出岩石的强度指标。

### 2.1.3 水理性质试验

水理性质试验主要研究岩土与水相互作用时的特性。渗透试验采用常水头或变水头法,测定岩土允许水通过的能力,渗透性对地下水的流动和工程防水设计至关重要。例如,采用常水头法测定砂土渗透系数时,水头差为50厘米,渗透路径长度为100厘米,在10分钟内通过的水量为100立方厘米,则砂土的渗透系数为0.02厘米/秒。崩解试验观察岩土在水中的崩解特性,判断土的湿化稳定性,对评价土在浸水条件下的工程性质具有重要意义。例如,对某黏土进行崩解试验,将土样放入水中后,经过30分钟土样完全崩解。毛管水上升高度试验研究土中毛管水上升的现象与规律,对评价土的持水性和作物根系吸水条件有参考价值。例如,对某砂土进行毛管水上升高度试验,经过24小时,毛管水上升高度为100厘米。

## 2.2 原位试验

原位试验在岩土实际赋存环境中开展,能更真实地反映岩土的工程性质。静力触探试验利用静力将探头压入土中,依据探头所受阻力划分土层并评估土的力学性质,试验设备包括探头、贯入装置等。动力触探试验利用落锤冲击探头,根据贯入深度确定土的力学性质,按锤重与落距分为轻型、重型与超重型动力触探<sup>[2]</sup>。标准贯入试验采用标准质量的穿心锤与贯入器,按一定击数将贯入器打入土中,试验操作需严格控制击数与贯入深度。载荷试验中,平板载荷试验在平整土面施加荷载,测定土的承载力与变形特性;螺旋板载荷试验利用螺旋板作为承压板进行试验;旁压试验通过向旁压器内充气

或充水,使旁压器扩张并挤压周围土体,依据土体对旁压器的反力评估土的力学性质,试验仪器包括旁压器、压力源等。

## 3 岩土试验分析的方法与流程

### 3.1 室内试验分析方法与流程

#### 3.1.1 样品采集与制备

采样方法需依据岩土类型、分布特征及试验目的综合确定。对于均质土层,可采用环刀取样;对于含砾石土或岩石,则需采用钻孔取样等方式。采样过程中,要保证样品不受扰动,避免外界因素对样品性质产生影响,同时需满足采样数量与深度的要求。例如,对于一般土层,采样数量不少于6个,采样深度根据工程要求确定,一般为5-10米。样品制备过程同样关键,需将采集的样品进行风干、碾碎、过筛等处理,去除杂质与异常颗粒,使样品达到试验所需的粒度与均匀性要求,为后续试验提供可靠基础。例如,将土样风干后,用2毫米筛过筛,去除大于2毫米的颗粒。

#### 3.1.2 试验操作与数据记录

试验操作必须严格遵循相关试验规程,从试验设备的校准、样品的安装到试验参数的设置,每一步都需精准无误。例如,在进行固结试验时,要控制好加载速率为0.5-1.0千帕/分钟,荷载大小根据试验要求确定;进行剪切试验时,要确保剪切速率为0.02-0.1毫米/分钟符合标准。试验过程中,要准确记录各项数据,包括试验时间、荷载大小、变形量等,记录需及时、清晰、完整,为后续数据处理提供详实依据。例如,在固结试验中,每隔1小时记录一次土样的压缩量。

#### 3.1.3 数据处理与结果整理

试验结束后,要对获取的数据进行系统整理与分析。运用合适的数学方法与统计手段,剔除异常数据,保证数据的可靠性。依据相关公式与理论,计算各项岩土性质指标,如密度、含水量、抗剪强度等,并对计算结果进行误差分析与合理性判断,形成最终的试验报告。一般误差范围控制在±5%以内。

### 3.2 原位试验分析方法与流程

#### 3.2.1 试验场地选择与布置

试验场地的选择需综合考虑勘察目的与场地条件。根据工程需求,分析场地地质构造、土层分布、地下水位等因素,选取具有代表性的区域作为试验点位。合理布置试验点位,确保不同点位能反映场地不同位置的岩土性质,提高试验结果的代表性与可靠性。例如,在一个面积为10000平方米的场地中,布置10个试验点位,点位间距为50米。

### 3.2.2 试验实施与监测

按照试验要求，精心进行设备安装与调试，保证设备处于良好工作状态。在试验过程中，安排专人进行实时监测与记录，密切关注设备运行状况、试验参数变化等情况，及时发现并处理异常问题，确保试验顺利进行。

### 3.2.3 试验数据解读与成果应用

对原位试验获取的数据进行深入解读与分析，结合场地地质条件与工程特点，挖掘数据背后的岩土性质信息。将试验成果应用于岩土工程设计与施工，为地基处理、边坡稳定分析、基础选型等提供科学依据，提高工程的安全性与经济性。例如，根据原位试验结果，若地基承载力不足，需进行地基处理，处理深度可能达到3-8米。

## 4 不同类型岩石的试验分析要点

### 4.1 岩石

岩石取样时，需依据岩石的成因、结构及构造特征，选取具有代表性的部位。取样过程中要保证样品的完整性，避免因采样方法不当导致岩石内部结构破坏<sup>[1]</sup>。加工时，要将岩石样品加工成符合试验标准规定的尺寸与形状，加工精度需严格控制，确保试验结果的准确性。例如，岩石试样直径一般为50毫米，高度为100毫米，直径误差不超过0.5毫米，高度误差不超过1毫米。进行岩石力学性质试验时，要充分考虑岩石的各向异性，不同方向的力学性能可能存在显著差异。同时，岩石的节理、裂隙等缺陷对试验结果影响较大，需在试验前详细记录这些缺陷的分布情况。岩石试验结果受多种因素影响，如加载速率，加载过快可能导致岩石脆性破坏特征更明显，一般软岩加载速率控制在0.1-1.0兆帕/秒；试验环境温度与湿度，温度变化可能引起岩石内部应力重新分布，湿度影响岩石的软化程度，进而改变其力学性能，试验环境温度控制在 $20\pm 2$ 摄氏度，湿度控制在 $50\pm 5\%$ 。

### 4.2 土

不同类型土的试验存在明显差异。砂土颗粒较大，透水性强，在进行渗透试验时，水在砂土中流动较快，试验操作相对简便；而黏土颗粒细小，透水性弱，渗透试验

需较长时间才能达到稳定状态。土的物理性质指标与工程特性紧密相关，例如含水量对黏土的塑性指数影响显著，含水量变化会改变黏土的软硬状态，进而影响其工程可塑性。土的力学性质试验中，剪切试验是关键，对于砂土，其抗剪强度主要取决于内摩擦角，试验时要准确测定不同围压下的抗剪强度；对于黏土，黏聚力对抗剪强度影响较大，需重点关注黏聚力的测定准确性。

### 4.3 特殊土

软土具有高含水量、低强度、高压缩性等特点，试验时需采用特殊的试验设备与方法，如进行固结试验时，加载过程要缓慢且分级进行，以准确获取软土的压缩特性。膨胀土具有吸水膨胀、失水收缩的特性，试验中要严格控制湿度条件，模拟实际工程中的湿度变化情况，以准确评估其膨胀与收缩性能。黄土具有湿陷性，试验时要进行湿陷试验，测定黄土在不同压力与湿度条件下的湿陷系数。特殊土试验需重点关注其特殊性质的测定，试验结果在工程中应用时，要充分考虑到特殊土的工程特性，如软土地基需进行地基处理以提高承载力，膨胀土地区要采取防排水措施防止土体胀缩变形对工程造成破坏。

### 结束语

岩土试验分析在岩土工程勘察中占据核心地位，对保障工程安全与经济性意义重大。从室内试验到原位试验，从不同类型岩石的试验要点把握，每一步都需严谨细致。只有准确获取岩土的各项性质指标，合理应用试验成果，才能为工程设计施工提供科学依据，有效避免工程灾害，确保各类岩土工程在复杂环境下稳定可靠运行。

### 参考文献

- [1]张桃如,张棋豪.岩土工程勘察土工试验中的常见问题及改善措施分析[J].西部探矿工程,2025,37(8):4-7.
- [2]杨斌,高世学,朱喜英,等.岩土工程勘察试验的标准化流程及其影响因素[J].大众标准化,2025(14):13-14,17.
- [3]刘晶晶.岩土工程勘察土工试验中的常见问题及对策探讨[J].价值工程,2025,44(11):162-165.