

岩土工程勘察土工试验中常见问题与处理方法分析

杨启鑫¹, 蒋文彬²

1. 江苏南京地质工程勘察院, 江苏 南京 210041

2. 江苏省地质局第一地质大队, 江苏 南京 210041

DOI:10.61369/ETQM.2025070011

摘要: 本文系统分析岩土工程勘察土工试验中常见问题, 涵盖试验设备、样品采集与制备、试验操作及数据处理等方面。通过深入剖析问题成因, 针对性提出处理方法, 旨在提高土工试验数据准确性与可靠性, 为岩土工程勘察设计提供科学依据。

关键词: 岩土工程勘察; 土工试验; 常见问题; 处理方法; 试验质量

Analysis of Common Problems and Treatment Methods in Geotechnical Engineering Investigation and Soil Test

Yang Qixin¹, Jiang Wenbin²

1. Nanjing Geological Engineering Investigation Institute, Nanjing, Jiangsu 210041

2. First Geological Brigade of Jiangsu Geological Bureau, Nanjing, Jiangsu 210041

Abstract: This paper systematically analyzes the common problems in geotechnical engineering investigation and soil test, covering test equipment, sample collection and preparation, test operation, and data processing. Through in-depth analysis of the causes of the problems, targeted treatment methods are proposed to improve the accuracy and reliability of soil test data, providing a scientific basis for geotechnical engineering investigation and design.

Keywords: geotechnical engineering investigation; soil test; common problems; treatment methods; test quality

引言

岩土工程勘察是工程建设的重要基础工作, 土工试验作为获取岩土物理力学性质参数的关键手段, 其结果直接影响工程设计方案的合理性与安全性。然而, 在实际土工试验过程中, 存在诸多影响试验结果准确性的问题。深入分析这些问题并提出有效处理方法, 对提升岩土工程勘察质量、保障工程建设顺利进行具有重要意义。

一、土工试验基本内容概述

(一) 试验类型

土工试验根据试验目的的不同, 有物理性质试验, 力学性质试验和化学性质试验等。物理性质试验主要包括含水量, 密度和孔隙比的确定, 它们是表征岩土基本物理状况的关键指标并在后续力学性质分析中起着至关重要的基础性作用。如含水量变化对土体可塑性、压缩性等有着显著影响; 土壤的密实度可以通过其密度和孔隙比来直观地体现。力学性质试验包括压缩试验, 剪切试验和强度试验, 其中压缩试验是用来研究土在受压条件下变形特征, 从而为地基沉降的计算奠定基础; 通过剪切试验可以得到土体抗剪强度指标, 这对于边坡稳定分析及地基承载力的计算非常关键。化学性质试验的重点是岩土体内的化学成分, 酸碱度以及其他方面, 而在污染场地治理, 特殊岩土工程方面, 岩土化学性

质对于工程设计与施工具有不容忽视的作用。^[1]

(二) 试验流程

土工试验流程一般由试样的采集, 输送, 准备, 试验操作和数据处理组成。试样的采集需要依据勘察目的来选择具有代表性的地点, 以保证试样能够体现岩土的实际性质。当地质条件比较复杂时, 例如靠近断层, 地层变化区域等, 需要通过专业勘察手段来对采样点进行测定, 从而确保样本具有典型性。在运输时采取切实有效的保护措施以防止样品受到干扰, 除了常规防震, 防潮措施之外, 对敏感土样还需要采取专门的运输容器及环境控制技术。样品制备按照规范要求处理, 各试验项目的样品制备要求有很大区别, 如颗粒分析用土样需要完全分散, 但力学试验用土样应严格控制形状及尺寸精度。试验操作严格遵守有关标准规范, 并且随着科技的进步, 一些试验操作已经实现了自动化, 但是人工操作是否规范准确仍然会对试验结果产生重要的影响。数

据处理通过分析计算试验结果来获得岩土参数，这一过程既要准确计算又要根据工程实际情况合理解释与运用。^[2]

二、土工试验中常见问题分析

（一）试验设备问题

1. 设备精度不足

一些土工试验设备由于使用时间较长，关键部件出现磨损现象，例如压缩仪位移传感器测量精度降低，剪切仪量力环标定不准等等，从而造成试验数据出现偏差。随着试验设备服役年限的延长，机械部件疲劳磨损和电子元件性能衰退现象逐步暴露。另外设备老化也会诱发控制系统失效，从而影响测试加载速率稳定，导致测试结果无法真实地反映岩土力学性质。某些高精度试验时，加载速率微小的波动就会使试验结果产生很大的误差。

2. 设备维护不当

缺少对试验设备的定期检修将降低其性能。如排水板卡死，压力室封闭不严等等，这些都会影响测试时排水条件及压力传递，从而使固结测试和三轴测试结果产生错误。对设备进行日常维护既包括表面清洁也涉及到内部关键部件检查与维护。同时设备清洗不当、残余岩土颗粒会对后续测试产生干扰并导致数据失真。在某些多用途试验设备上，各试验项目间的转换若没有完全清洗，就有可能引进杂质而影响试验结果。^[3]

（二）样品采集与制备问题

1. 样品扰动

样品采集时容易因钻探工艺不合适和取样器的选用不合理而引起样品扰动。如果采取冲击钻进方式，冲击力将破坏岩石的原有结构；薄壁取样器在采样过程中，如果取样器壁厚太大，将会挤压试样，引起试样孔隙比和含水量的变化，从而影响试验结果的精度。不同种类岩土对取样扰动敏感性不一，对软土，淤泥质土和其他软弱土而言，取样扰动可引起力学性质明显变化。

2. 样品制备不规范

样品制备没有严格按规范要求执行，例如土样切取过程中出现的尺寸偏差和试样含水率的不合格控制。在压缩试验样品的配制上，如果样品的高度不均匀，将造成测试过程应力分布的不均匀；直剪试验过程中试样含水量与最优值的偏差将导致土体抗剪强度指标发生变化，从而导致试验结果代表性丧失。不同制样方法对于试样微观结构及宏观性质有不同的影响，如手工制样与机械制样对于试样均匀性及密实度等都会有差别。

（三）试验操作问题

1. 操作不熟练

试验人员对于试验设备的操作流程比较陌生，例如在做三轴试验的过程中，没有正确地控制围压加载速率以及反压施加的时机等，造成了测试数据的离散性较大。在试验设备不断更新的情况下，新型设备运行的复杂度加大，这就对试验人员技术水平提出了很高的要求。另外，对于试验规范认识不足，试验数据记录时没有按照规定精度要求读数并记录，从而影响了数据可靠性。有些试验人员因为没有经过系统的训练，对于试验规范的细节要

求把握得不够彻底，造成数据记录有误或者不全。^[4]

2. 试验环境控制不当

土工试验需要一定的环境条件，例如温度和湿度的改变都将影响到试验的结果。含水量试验中，高环境湿度会导致干燥土样再次吸水；多年冻土试验中环境温度的波动将使冻土物理力学性质发生变化。但一些试验场地由于缺少必要的环境控制设施而使测试结果受到环境因素的干扰。部分野外临时试验场地因条件所限，很难有效地控制环境，从而影响试验数据精度。

（四）数据处理问题

1. 数据异常处理不当

在测试过程中出现异常数据，测试者不深入分析就任意排除或者修改数据。比如在进行压缩试验时，如果某一级荷载作用下变形量太大，没有找到原因则认为此资料为无效资料，这可能掩盖了岩土的实际性质，从而导致最后压缩曲线无法正确地反映土体压缩性。异常数据可能是由于设备故障，样品问题，操作错误等诸多原因造成的，必须经过细致的检查分析方能查明其成因。另外，缺少对异常数据的科学处理方法也易造成数据处理主观性、随意性。^[5]

2. 数据分析方法不合理

试验数据分析中所使用的统计方法是不够科学的。如果在岩土参数代表值计算中不考虑数据分布特征而单纯地使用算术平均值则可能高估和低估岩土实际性质。另外，对于试验数据缺乏全面的分析，没有把不同试验项目数据进行互相印证，造成岩土性质判断存在偏差。伴随着大数据与人工智能技术的蓬勃发展，岩土工程领域数据处理与分析方法得到了创新，常规数据分析方法已经很难适应复杂工程需要。

三、常见问题的处理方法

（一）试验设备问题处理

1. 定期校准与维护

建立健全设备校准制度，经常委托合格计量机构校准试验设备，保证设备精度达到要求。校准周期应视设备使用频率、性能稳定性等因素进行合理设置，对关键设备而言，校准周期可以适当减小。制订设备维护计划并定期做好设备的清洗，润滑和检验等维护工作，并及时替换磨损部件。同时建立了设备档案并记录了其使用，维修及标定等信息，方便了其性能跟踪管理。设备档案应当包含设备基本信息，维修记录和校准证书，以便对设备全生命周期进行管理。^[6]

2. 设备更新与升级

对老化严重，性能达不到测试要求的器件要及时更新。介绍了全自动三轴仪，数字式直剪仪及其他先进自动化试验设备，它们精度高，操作简单，数据采集精确，能有效地提高试验效率及数据质量。另外，实现了现有装备技术升级，加入了智能化控制功能以提高装备自动化水平及可靠性。如通过增加传感器、智能控制系统等手段来达到实时监控、自动调整设备工作状态。^[7]

（二）样品采集与制备问题处理

1. 优化取样工艺

依据岩土特性及试验要求对取样方法及取样器进行了合理的选型。对软土等容易受到干扰的土样使用薄壁取土器或者冷冻取土器以降低采样时受到的干扰。改进钻探工艺以静压法和回转钻进代替冲击钻进以减少土样结构损伤。同时在采样时，对试样进行标识与防护，以保证其完整性与代表性。采用先进的定位技术及样品追踪系统可以实现样品采集过程中的全过程监测与管理。

2. 规范样品制备流程

强化试验人员培训，让试验人员熟练掌握样品制备规范及操作要点。建立了详尽的样品制备操作规程并对每个试验项目的样品制备技术要求及质量标准进行了明确。样品制备时严格控制样品尺寸，含水率及其他参数，并使用特殊制样设备及工具保证样品制备准确一致。对配制样品进行质量检测，不合格品重配制。引入质量追溯系统来记录并监测样品制备的各个环节，以便于在发生问题后追溯分析。另外还对制样技术进行了研究并对制样工艺进行了持续改进，以提高样品制备质量与效率。^[8]

（三）试验操作问题处理

1. 加强人员培训

经常组织试验人员进行专业培训，了解试验设备操作方法，试验规范及标准。培训内容要包括理论知识讲解，实际操作演示以及案例分析等，并通过考试保证试验人员掌握相关操作技能及专业知识。同时鼓励试验人员参与学术交流，掌握本行业的最新技术及发展情况，并不断提高业务水平。建立试验人员技能评价体系并定期考核认证试验人员操作技能，调动试验人员能力持续提高的积极性。

2. 控制试验环境

设置满足测试需要的环境条件并安装恒温恒湿箱，空调和其他必要温湿度控制设备使测试环境处于指定范围。对于那些对环境条件有较高要求的试验项目，例如冻土试验和膨胀土试验，会设立一个专门的试验环境控制室，以确保在试验过程中环境条件能够保持稳定。另外，还定期监测并记录试验环境的变化情况，

适时调节环境控制设备的各项运行参数。采用物联网技术实现了试验环境远程监控与自动调整，提高了环境控制准确性与效率。同时加强试验环境管理，建立严格环境管理制度以保证试验环境达到要求。^[9]

（四）数据处理问题处理

1. 规范异常数据处理

建立异常数据处理规范、明确异常数据判定标准及处理流程。试验数据出现异常情况后，要先对异常情况进行原因分析，比如设备故障，操作失误，样品问题等等，并根据不同的原因采取对应的解决方法。如果不能判断异常原因时，则可以采用重复试验的方法加以核实，以保证数据真实可靠。对于去除或者校正后的资料要详细地记录其处理过程及理由，以便于后续调阅。介绍了数据挖掘与机器学习技术在海量试验数据分析与处理中的应用，增强了异常数据识别与处理的能力。

2. 改进数据分析方法

运用科学合理的数据分析方法并结合数据分布特征来选取适当的统计参数等，例如对正态分布数据可以用均值、标准差等指标来刻画；对非正态分布数据可以使用中位数、四分位数间距及其他参数。采用多元统计分析方法综合分析不同试验项目资料，并建立资料间关联关系以增强岩土性质认知与判断。同时采用专业数据分析软件提高了数据处理效率及准确性。在岩土工程数据分析领域，例如神经网络和支持向量机等，应用人工智能算法能够实现对于岩土属性的智能化预测和深入分析。^[10]

四、结束语

在岩土工程勘察土工试验过程中，存在着设备，试样，作业以及数据处理等诸多问题，严重地影响了试验结果准确可靠。通过对问题产生的原因进行深入的分析，并有针对性地采取加强设备管理，优化取样与制样工艺，规范试验操作以及完善数据处理方法可以有效地提高土工试验的质量。在实践中，要注重土工试验各环节质量控制，不断提高试验技术与管理水平，从而为岩土工程勘察与设计提供精准可靠数据支撑。

参考文献

- [1] 郑海伦,于立宏,张婧.岩土工程勘察土工试验中常见问题研究[J].水利技术监督,2024,(04):156-157+181.
- [2] 刘忠.岩土工程勘察土工试验常见问题及解决措施[J].石材,2024,(01):74-76.
- [3] 丁泽远.土工试验在岩土工程勘察中的应用研究[J].产品可靠性报告,2023,(11):146-147.
- [4] 丁超.提高岩土工程勘察土工试验质量的措施探讨[J].价值工程,2022,41(07):133-135.
- [5] 马雪.岩土工程勘察土工试验中的常见问题及措施[J].江西建材,2021,(10):110-111.
- [6] 杨超荣.岩土工程勘察土工试验中的常见问题剖析与处理方法探讨[J].居舍,2019(23):187.
- [7] 邵元纯.浅析岩土工程勘察中的土工试验问题[J].湖北水利水电职业技术学院学报,2019,15(04):53-54+52.
- [8] 顾扬.提升岩土工程勘察土工试验数据科学性与准确性的办法[J].城市建设理论研究(电子版),2019(13):90.
- [9] 李鑫.岩土工程勘察土工试验数据精准性的提升对策思考[J].冶金与材料,2023,43(04):35-37.
- [10] 罗信豪.岩土工程勘察土工试验中的常见问题及改善方法分析[J].冶金与材料,2020,40(2):2