厂区填土场地地基稳定性勘察方法研究

李伟才
福建岩土工程勘察研究院有限公司，福建 厦门 361100

[摘要]基于厦门某产业园厂区这一工程背景，采用钻探、标准贯入试验、剪切波速测试及室内土工试验等多种办法，针对填土与风化花岗岩复合地层的地基稳定性做系统勘察，厘定地基土体力学特性及变化规律，考察软弱层和孤石对基础承载能力的不利干扰，采用构建多参数综合评测体系，提升勘察布点及测试方案质量，增进地基稳定性判别的精准度，为地基处理及基础设计提供可靠支撑点。

[关键词]填土地基；地基稳定性；岩土勘察；剪切波速试验；基础承载力
DOI：10.33142/ucp.v2i2.16262　　中图分类号：TD1　　文献标识码：A

Research on the Method of Investigating the Stability of the Soil Filling Site Foundation in the Factory Area

LI Weicai
Fujian Geotechnical Investigation Research Institute Co., Ltd., Xiamen, Fujian, 361100, China

Abstract: Based on the engineering background of a certain industrial park in Xiamen, various methods such as drilling, standard penetration test, shear wave velocity test, and indoor geotechnical test were used to systematically investigate the stability of the foundation of the composite formation of fill soil and weathered granite. The mechanical properties and variation laws of the foundation soil were determined, and the adverse interference of weak layers and isolated stones on the bearing capacity of the foundation was investigated. A multi parameter comprehensive evaluation system was constructed to improve the quality of survey points and testing plans, enhance the accuracy of foundation stability discrimination, and provide reliable support points for foundation treatment and design.

Keywords: fill soil foundation; foundation stability; geotechnical investigation; shear wave velocity test; foundation bearing capacity

引言

厂区建设对地基稳定程度的标准极高，尤其是处于松散填土跟风化岩共同出现的复杂地质条件下，更易诱发沉降不均一、基础稳定性丧失等工程问题，伴随工业园区建设规模持续拓展，怎样合理、精确地鉴别地基特性，成为维护结构安全及施工质量的关键要点，依靠典型工程实例深度剖析填土地基的勘察技术脉络，利于发掘更具契合性的评价途径与设计优化举措，以此为工程建设供给坚实的地质凭据与技术后盾。

1 填土场地地基稳定性影响因素分析

1.1 地层结构组成与工程地质特性

厂区地基多呈现为素填土与风化花岗岩复合地层，其中素填土厚度的不均匀性十分显著，厚度于 0.5～5.2 米间上下波动，未历经系统压实环节，结构疏松、水分比率高，工程性质差别明显，此层回填时间大多是 1～5 年跨度，大多还未完成自重固结阶段，带有可软化及易压缩的特点，受荷载影响易出现不均匀沉降现象，为引发地基失稳的潜在危险根源之一。

填土层之下大面积分布着风化花岗岩，包括全风化、强风化直至中风化不同风化级别，其岩面高低起伏多变，个别局部的斜率达 20%以上，钻探的相关资料显示，场地碰到孤石的比率高达 24.5%，其中碎块状强风化岩层所含孤石分布率约 16.3%，孤石或残留体在地基承载与桩端持力层选取时极易引发偏差，严重干扰地基的整体均匀性及承载力分布。

1.2 地下水埋藏与渗流条件

地下水主要所属类型为潜水，留存于砾砂层跟风化岩裂隙当中，稳定水位埋深大概为 3.6～10.9m，以往出现的最高水位达到黄海高程 59.5m，因水位呈季节性变化，填土层极易饱和软化，抗剪强度迅猛降低，基坑开挖后若处理未妥善进行，面临较高的滑塌与地基失稳几率。

尤其是全风化跟散体状形态的强风化岩层，在渗透环境中明显软化崩解，其强度呈现明显降低，桩基端承力与侧阻力均有所削弱，地下水顺着裂隙向下渗流之际，能造成岩体结构退化，进而影响桩端嵌岩的效能与地基沉降的把控，若不开展有效的防水、降排水与抗浮设计工作，极容易造成基础破坏。

1.3 外部荷载与施工扰动

于施工进行阶段，大型机械碾压、基坑开挖以及桩基沉桩等都会对地基造成扰动，尤其是在素填土跟风化岩的相接之处，扰动也许会引起原位应力的重分布及结构损毁，引起沉陷或滑移情形，有些地段基坑开挖深度超出 4.8m，

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

扰动之后引发基底软化，让差异沉降风险进一步升高。

在实际进行的工程内，厂房与办公楼等建筑物，单柱荷载可高达 5500～10500kN，地基承载能力面临十分严峻的考验，若施工阶段没有开展合理的地基处理与加固设计事宜，素填土层低承载与不均质特性，或许引发桩基或浅基过大沉降或倾斜，危及上部结构稳固性，对施工扰动影响进行充分评估，然后制定控制措施，是保障地基稳定性的关键节点。

2 勘察技术体系与布置原则

2.1 钻探方法选择与技术参数

开展地基勘察采用 XY-100 型钻机，具备应对多种土层及风化岩层的能力，此钻机在填土层可借助干钻法获得扰动样，保障迅速穿透松散地层，且于水位较浅处减少泥浆造成的污染；进入至风化花岗岩地层后，采用泥浆护壁举措保证孔壁稳定，遏制塌孔以及钻孔偏斜现象，优化取样完整性水平，就强风化的岩层而言，那么宜采用合金钻头与泥浆循环冷却一同作业，提升钻进进尺效率与岩芯采取质量。

针对素填土与浅层全风化岩层的快速勘察，可选用螺旋钻进，尤其在孤石成群密集的区域，可联合电动取芯器，提高碎块状样本的采集效率，结合工程实例形成的经验，素填土段平均每小时钻进 4.5m，全风化花岗岩段钻速跌落到 2.2m/h，要恰当调整钻进手段并强化钻进检查，以保障勘察数据的代表性及连续性。

2.2 原位测试方法适用性分析

标准贯入试验（SPT）作为评估素填土密实度与风化岩强度的关键方法，处于填土层里，N 值一般低于 10，个别地段降至 4，暗示其呈现松散情形；而处于强风化花岗岩内部，N 值的起伏范围较宽，某些地段 N 值超 30 以上，呈现出力学性质的非均质性，需综合钻芯岩性与断裂发育程度对 SPT 数据加以判读。

浅层素填土的连续贯入阻力监测可由轻型触探法实现，尤其在施工场地前期评定中显现优势；剪切波速测试可识别填土层跟风化岩层的刚度差异，现场实际测得的波速在 160～450m/s 范围内变化明显，此类测试对构建地基动力模型有积极作用，同时辅助改进地震反应分析。

2.3 取样与试验方法规范应用

取样期间应严格区分原状样本与扰动样本，素填土段采用薄壁取土装置，建议深埋段运用双层封闭管进行运输，防止样本扰动以及水分流失，完成封样后 24 小时内送抵实验室，实施有关含水率、密度、液限、塑限、压缩系数的基础物理力学试验，让参数精度契合工程设计规格。

就全风化岩等特殊地层而言，需优先采用环刀或注浆固定芯样等保护性取样手段，试验前要全面记录裂隙结构以及软化迹象，在剪切试验、三轴试验等相关项目里，需留意含水率对强度指标的敏感关联，部分试样需模拟实际饱和状态开展加载试验。

2.4 勘察布点与深度设置原则

钻孔布置需依从控制性、代表性及均匀性原则，主厂房区平均钻孔间距不超 24m，对重点荷载集中的区域设置加密孔并开展多样原位测试，以刻画地层变化趋势与力学性能的空间分布面貌，增进设计依据的可靠水平。

针对或许存在孤石、岩脉的区域，提议增用物探手段（像地质雷达）搭配补充孔开展验证，在岩面起伏大幅波动段，应当适度加深钻孔至中风化岩稳固层以下 3m 及以上，从而保障基础持力层评估的精准度与后续地基加固方案的科学性。

3 地基稳定性分析与判别方法研究

3.1 不同地层稳定性等级判定

在填土场地复杂地质的状态下，应对素填土、中硬黏性土以及风化花岗岩等不同地层划分稳定性等级，素填土多为人工堆积造就，含有机质及建筑垃圾的成分，普遍显示承载力不达标，标准贯入试验 N 值多数都不到 10，划归不良地基行列。中硬黏性土拥有一定的结构性征，只是其压缩性高，透水性较差，因高水位影响容易出现流塑变形，稳定性同样欠佳，经历风化的花岗岩层，尤其强风化显著的区段，呈现出块状、碎块状结构，风化程度和裂隙密度对强度与完整性影响极大，但整体承载能力明显比上覆土层要强。

在孤石发育地段，应综合钻探取芯、波速测试结果，判定其对地基承载力的不利影响，孤石直径在 30～60cm 的范围里变化无序，局部成团分布会造成桩端接触面不整、基础局部沉降，妨碍结构整体稳定的维持，依靠物探与加密钻孔开展调研，可辅助判别孤石影响区域，杜绝桩基布置错误进入孤石密集区。

3.2 桩端持力层确定与验证

在基础设计阶段，需科学判断强风化与中风化花岗岩是否适合作为桩端持力层。一般而言，全风化岩层的标准贯入试验(N 值)介于 30～50 之间，波速约为 300～600m/s，力学性能较弱，易受饱水状态影响而软化，不适合作为桩端持力层。而强风化岩的 N 值通常大于 50，波速高于 600m/s，若层厚足够、岩芯完整率高于 70%，且未见显著软弱夹层，可作为次选承载地层。中风化岩则具有稳定的结构、高强度和良好的承载能力，波速一般超过 800m/s，且 N 值往往无需标贯试验即可判断，是理想的桩端持力层首选。

嵌岩深度作为影响桩基承载性能的关键参数，建议控制在桩径的 1.5～2.0 倍以上，以增强桩端的嵌固效果与稳定性。为确保持力层的连续性与均质性，应布设多个控制孔进行地质核查，并结合声波测试、高应变动力测试等手段，对嵌岩深度及桩端接触状态进行系统验证。这不仅有助于识别桩端是否触及稳固持力层，也能排查潜在的不良地质情况，从而提高桩基承载力的可靠性。

3.3 地基均匀性与差异沉降预测

地基的均匀性主要依靠地层厚度、压缩模量及含水率等参数空间变异性的统计分析，实际测量数据揭示，素填土层厚度从 2.0～5.6m 各不相同，压缩模量 E_o 大多低于 5MPa，变动区间宽泛，引发沉降分布有明显差异，借助布

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

置标准贯入、静力触探以及室内一维压缩试验，生成地基压缩性空间模型，为沉降预测给予基础资料。

当采用不同基础方案(如筏板基础、桩承台基础)时，需对潜在的差异沉降开展模拟与控制分析，采用 PLAXIS、MIDAS 等相关有限元软件，按照现场参数构建起沉降预测模型，可预计最大沉降量与沉降差值大小，筹划差异沉降应对办法，诸如局部预压作业、桩长的调差处理、褥垫层设置等，着实保障厂区结构安全与使用功能长期安稳。

4 勘察数据在地基设计中的应用实例

4.1 基于勘察结果的基础型式选择

在厂区填土场地的基础设计过程中，基础型式的选定需以勘察数据为关键依据。依据勘察最终结果，对不同地层的承载力进行评估后，选择合适的基础型式，是确保结构安全性和经济合理性的核心环节。当场地为天然地基条件时，若存在较深的软弱土层，建议采用灌注桩或预应力管桩，以确保基础具备良好的稳定性。对于软土层较深、含水量较高的场地，灌注桩能够更有效地将荷载传递至稳定的持力层，展现出良好的承载性能；而在存在强风化岩层的地基中，预应力管桩则表现出显著优势，既可大幅提高地基的承载力，又能有效减小沉降，提升整体结构的安全性和使用性能。

借助勘察数据中的持力层及桩长参数推荐，可精确设计桩基础长度与配置，依照土层的承载能力及岩土层力学特性，持力层深度需达到软弱层下面的坚固岩层，保证桩基可高效传导荷载，按照地下水位与土层厚度的特定数据，可合理地明确桩长数值，避免桩基设计过度加长以及长度不足，实现桩基经济性与安全性。

4.2 抗浮设计与地下室支护分析

尤其是地下室设计，抗浮设计是关键部分，依照地基勘察出来的数据，考量地下水位与填土层的物理力学性质，厘定抗浮措施的种类与数量，在高水位情形下的场地，多采用抗浮锚杆和抗拔桩组合办法，锚杆配置依据为地层土质强度及地下水的流动性，保障其在高水位场景中能提供充足抗浮作用，抗拔桩的布设需保障与持力层紧密相接，且达到合乎要求的深度，借此有效防止基础向上漂浮。

在地下室支护设计的操作中，依据土层厚度及地下水位的变动，抉择恰当的支护模式，遵照勘察采集的数据，若出现较高的地下水位或不稳定的填土区域，建议采用带支撑体系的地下室支护形式，就像支撑桩墙同护壁式结构结合，用以减小土体沉降及位移的潜在风险，需按照填土的稳定性与力学特性，对边坡放坡角度和支护结构形式合理规划，杜绝因设计不合理，造成施工过程中出现支护失效或局部垮塌情形。

4.3 基础施工风险识别与应对

在基础施工中应用勘察数据，既为基础设计给予理论根据，还可有力识别施工当中可能出现的风险并给出应对手段，孤石误判属于填土场地常见问题范畴，借助勘察数据的钻探与波速测试可精准定位孤石分布状态，防止施工时遭遇未预见孤石而影响施工进度与质量，采用对钻孔数据的分析，可明确孤石的实际位置及规模，从而在进行桩基布置时躲开其干扰，实现桩基和土层均匀接触的效果。

流泥、塌孔以及沉桩难点是施工中频繁碰到的技术问题，借助勘察数据中的土层性质、地下水位等信息可判断流泥风险发生点，就高水位现象或黏土层现象而言，能预先实施防水方案，像建立临时排水系统或采用加固剂进行土层加固，处于桩体下沉操作进程，若出现桩基不能顺利穿透硬质层或软弱土层情形，可采用更换桩型或增加机械力量的手段处理，而且于基础施工启动之前，依靠实地试桩判断桩基穿透的难易程度，进一步减少施工中的不确定隐患。

5 结语

厂区填土场地地基稳定性的勘察是保障工程安全与质量的关键步骤，依靠对不同地层的勘探与分析，可有效识别出土层特性、地下水影响以及外部荷载对地基造成的作用，为基础设计给出科学依据，合理地挑选勘察途径，把钻探、原位测试和试验的数据进行结合，可精准评定地基的承载能力与沉降特性，优化基础的型式，合理抉择抗浮设计与地下室支护形式。勘察数据同样为施工风险的认定与应对提供了有力支持，能切实防止孤石误判、流泥与沉桩等常见施工麻烦，统筹各类勘察技艺，能够为填土场地的地基设计供给更精确可靠的技术后盾，增强工程质量水平，降低施工潜在的风险，给类似工业项目的地基设计与施工作关键参考。

[参考文献]

[1]王慧聪.城市地下综合管廊工程勘察技术与支护设计方法[D].秦皇岛:燕山大学,2019.
[2]王海军.岩溶地基岩土工程勘察方法及处治措施研究[J].中国住宅设施,2020(5):82-84.
[3]张洋.岩土工程勘察地基均匀性和稳定性评价方法研究[J].冶金管理,2020(19):93-94.
[4]查俊,罗志东,石盼.复杂岩溶地区公路多层次立体式勘察方法探讨[J].西部交通科技,2015(3):5-9.
[5]程宇,龙举,文秀.强岩溶场地岩土工程勘察关键技术及应用[J].山西建筑,2018,44(30):56-58.

作者简介：李伟才（1974.12—），毕业院校：福州大学，专业：水利水电工程，当前就职单位：福建岩土工程勘察研究院有限公司，职称：助理工程师。

Copyright © 2025 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.