

# 复杂地质条件下建筑施工基础处理技术探讨

高永健

中交二公局第四工程有限公司

**摘要：**本文主要研究了在复杂的地质环境中，如何有效地处理建筑施工的基础技术。首先，我们阐述了各类地质环境如何影响建筑施工，并通过解读一些典型的复杂地质环境案例来加以阐述。接着，我们从硬质、软质两个层面，深入研究了各类基础处理技术的使用方式以及优化策略。此外，也突出了在基础处理施工阶段的风险评估管理的关键性。

**关键词：**复杂地质条件；建筑施工；基础处理技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.026

建筑施工基础处理是建筑工程中一个非常重要的环节。在复杂地质条件下，基础处理尤为重要，因为这些地质条件可能给施工带来较大的困难和风险。通过本文的学习，读者将能够深入了解复杂地质条件下建筑施工基础处理技术的重要性和现有的解决方案，为实际工程提供参考和指导。

## 一、复杂地质条件下建筑施工基础处理技术的重要性

在复杂的地质环境中，建筑施工的基础处理技术的关键性是不容忽视的。土壤的不均匀性以及地下水位的高低等因素都会对建筑基础的稳定性和承载力造成直接的影响。如果基础的处理方式不恰当，可能会引发基础的沉降失衡、出现裂痕和变形等问题，从而对整体建筑的安全性和使用寿命造成影响。所以，研究并探索在复杂地质环境中的基本处理方法，能够有效应对地质难题，增强基础的稳定性和抵抗干扰的能力。这对于建筑项目的品质、安全以及持久发展具有关键的影响。

### 二、复杂地质条件的特征及特点

#### （一）不同地质条件对建筑施工的影响

各种地质环境对于建筑工程的作用各有差异。通常，如高水分、黏土、沙土以及淤泥等环境因素，都会给建筑施工的基础处理带来更多的技术挑战和安全隐患。例如，高水分的环境可能引发基础下沉、不均匀下沉、地基下沉等问题；黏土的环境因素会对基础处理的负荷能力和稳定性造成显著影响；沙土的环境因素可能引发基础松动、下沉等问题；淤泥的环境因素可能导致地基变得松软、空隙增大，这极大地削弱了地基的承重能力和稳定性。

#### （二）典型复杂地质条件案例分析

1. 高地下水位：例如，在建设过程中，如沿海和河流域，必须实行排水策略以维护地下水的平衡，防止其破坏基础的稳固。

2. 岩石地层：岩石地层的硬度和稳定性较高，需要

采用相应的爆破、钻孔等技术来处理 and 加固基础。

3. 软弱地层：软弱土层、湿地等地质条件下，施工时需要采用加固处理、减小荷载等措施来保证基础的稳定性。

4. 地震带：地震带地区的建筑施工需要考虑地震对建筑物的影响，采用相应的防震设计和建筑材料。

### 三、建筑施工基础处理技术综述

#### （一）概述传统基础处理技术的应用范围和局限性

传统的基础处理技术主要包括挖土、加筋、浇筑混凝土等手段，这些技术已经被广泛应用于各种建筑施工中。传统技术具有易于操作、成本较低的优点，但是在面对复杂的地质条件时，传统技术的应用具有一定局限性。例如，在软土地带，传统的土壤处理手段通常需要进行大规模的开挖和强化，这不仅消耗了大量的时间和精力，而且很难确保处理的成效和品质。同样，在沙漠和盐碱地带，传统的处理方法也存在着明显的挑战。针对如丘陵地貌和高地下水位等地质环境，传统的方法往往无法有效应对相关的危险因素，仅凭借传统的技术方法来处理可能会在建设过程中引发安全隐患。

#### （二）现代基础处理技术的发展趋势和创新点

1. 精准的地质勘察技术：地质勘察技术是综合运用地震探测、电磁法、测井技术等多种手段，对地球内部结构和性质的认识和研究。

2. 现代化的监测体系：现代基础处理技术在风险监测方面，采用传感器、智能控制系统等现代化的技术手段，实现对施工全过程的实时监控，及时预警各种潜在的风险。

3. 新型材料的应用：现代基础处理技术在材料应用方面也实现了创新和突破。例如，钢材、高分子材料，在加固处理、隔水防潮等方面有着显著的应用优势。

#### 4. 有限元分析

利用Abaqus这款常规的有限元软件，我们研究了四种不同的地基条件，并详细探讨了它们的应力和沉降变化。接下来的部分将会详细阐述。以下是我们在选择模型大小、负载等主要的计算参数时的具体方法：

（1）地基土模型的尺寸为 $100 \times 60 \times 30$  m（长 $x$ 宽 $x$ 高）：

（2）在一层的剪力墙上，我们通过Jccad读取了上部结构的负载，同时也加入了箱型基础的自重和其他地下室活荷载；

（3）地基土使用了摩尔库伦塑性模型，摩擦角、膨胀角和黏聚力参照了地勘报告的标准值，具体的各层地基土参数请参见下表1。

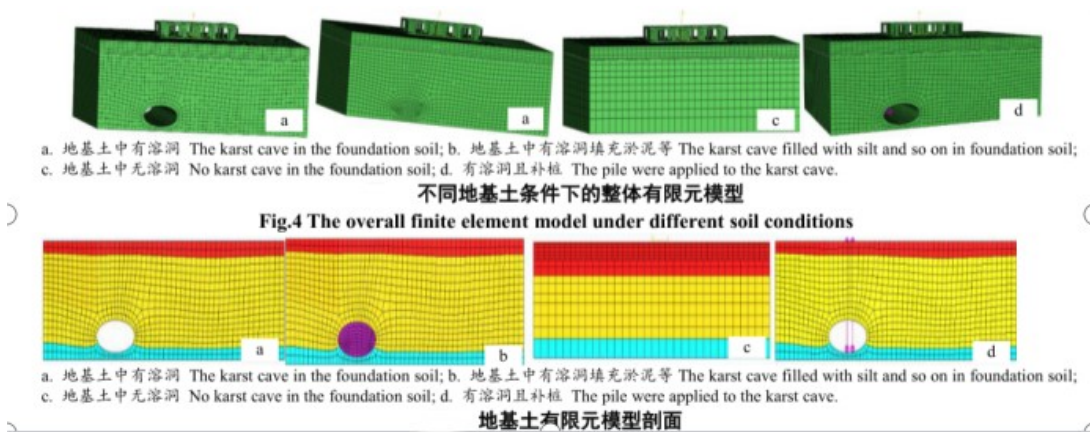
表 1 各土层计算参数

土层名称 Soil layers	弹性模量/MPa Elasticity modulus	摩擦角/ $^{\circ}$ Frictional angle	膨胀角/ $^{\circ}$ Expansion angle	粘聚力/kPa Cohesion
②层粘土	26	14.9	14.9	65.5
④层粘土	63	10.8	10.8	93.4
淤泥土	3	5	5	5
灰岩	200			

(三) 不同地基条件下的有限模型

为深入研究地基土内的溶洞如何影响基础，我们将四种地基土的特性纳入考量。通过观察地基土的应力水平和基础的沉降变化，我们可以看到，下图展示了四种

地基土的全局模型，下图则展示了四种地基土的剖面图。在使用桩来强化溶洞的情况下，冲孔桩的直径为800mm，其承重能力被设定为4000kN，相应的沉降量被分别考虑为5cm，也就是说，弹簧的刚度 $k=8 \times 10^7 \text{N/m}$ 。



四、硬质地质条件下的基础处理技术

(一) 钻孔爆破技术

在复杂的地质环境中，钻孔爆破技术是一种常见的建筑施工基础处理手段。在这个过程中，首先需要进行地质勘查，以了解施工区域的地质状况，并确定施工计划。然后，执行钻孔任务，挑选适当的钻探设备和技术，根据设计需求来安排钻孔位置和选择孔径。接着，

我们需要将爆破药物填充到洞穴中，并且要确保装填的密度和方法正确，以便达到预期的爆破效果。最终，通过点燃爆破药物，产生爆炸效果，从而实现岩石或土壤的破碎、凿岩挖掘和地基处理。

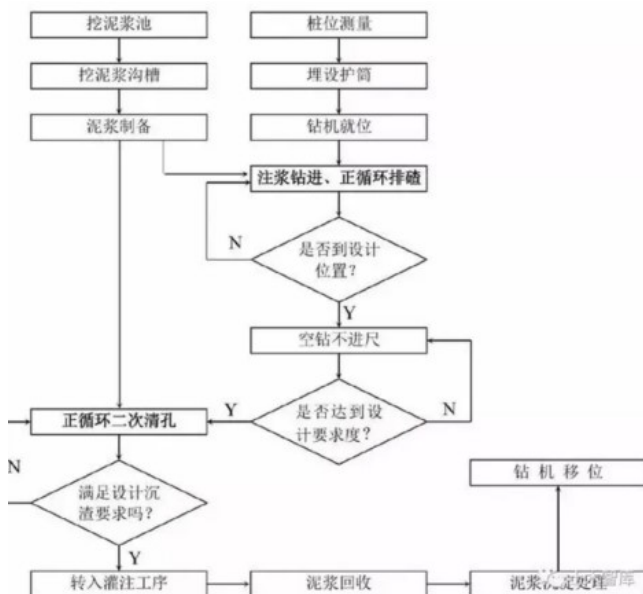
(二) 液压劈裂技术

这项技术是借助液体的压力，把事先设计好的爆破材料灌入到岩石或者土壤里，借助于这种压力，让目标物体出现裂痕和断口，进一步达到对岩石和土壤的打击与剥离。首要步骤是，依照建设区的地理环境，设计出爆破的策略，同时挑选出合适的爆破材料。接着，我们会在岩石或者土壤表面开展钻探，其尺寸与排列模式是按照设计规格来决定的。随后，我们会利用特殊的注射器把破碎剂灌入到孔洞里，同时还需要调整灌注的压力以及持续的时长，以便让破碎剂能够在目标材料的内部产生压力。当受到压力的影响，岩石或者土壤可能会出现裂痕和断裂，并且最后导致其粉碎与分离。

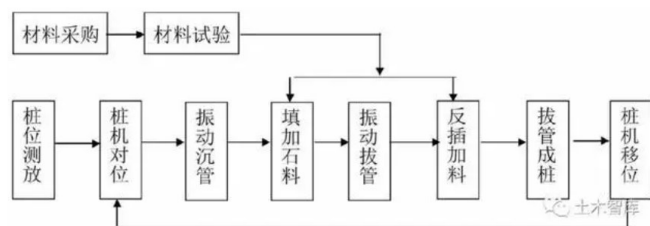
五、软弱地质条件下的基础处理技术

(一) 预压/挤密处理技术

这项技术利用垂直压力对地基土壤进行压缩，从而增强其负荷力与稳定度。预压处理法则涉及在开始建筑之前，利用特殊的预压装置，例如预压灌注桩、板桩、预压软土压实桩等，向地基施加轴向力，引起土壤形状改变，从而实现预压与凝固。挤密处理技术的含义就是，在进行地基处理时，通过施加特定的压缩力，让土壤的各个组成部分进行重组，以填补其间的缝隙，从而



增强土壤的紧密性与硬度。



振动沉管挤密碎石桩施工工艺流程图

### (二) 桩基础施工技术

桩基础施工技术是一种广泛应用的基础处理方法，对于复杂的地质环境下的建筑工程有着关键的影响。桩基础技术利用在土壤中进行钻孔或灌注桩，将负载分散到更深的土层，减少负载传递到黏土层的压力，进一步提高地基的承重力和稳定性。



### (三) 置换法

置换法的核心思想是在不平衡的下沉地层上，彻底替换掉原来的下沉土壤，并使用密度高、黏性强且承重能力强的土层进行填充。这种方式通常被应用于软弱的下沉地基土层占比较大的地基改造项目中。但需要强调的是，使用置换法时，必须根据整个地理环境的真实状况来分析，并在考虑到地基的总体特征后，合理选择，替换土壤的组成和粒径。提升全局的排水管理，不仅可以减少项目开支，还可以有效地应对地区的下沉问题。

### (四) 土体改良技术

在复杂的地质环境中，土体改良技术是一种关键的建筑施工基础处理手段。通过采用含有cement、灰介质、悬浮介质等的土体改良材料，可以优化黏土层土体的物理和化学属性，从而增强土体的承重能力和排水效果。基本的土体改良方法是通过添加适当的改良物质，与黏土层土壤产生化学或物理反应，从而改变土壤的构造和特性。常见的改良物质包括水泥、石灰和悬浮介质。其中，水泥主要用于提高土壤的强度和稳定性，石灰可以改善土壤的塑性和排水能力，悬浮介质可以调整土壤的孔隙结构和渗透性。

## 六、风险评估与管理

### (一) 分析复杂地质条件下建筑施工的风险因素

在复杂的地质条件下执行建筑项目，我们需要应对一些特定的风险。最主要的是，地质条件的不稳定性可能导致软土、岩石、沙粒、地下水位的因素，进一步增加了地基的不稳定性，这可能导致建筑物的下沉、倾斜或者遭受损害；其次，诸如地震、泥石流、地表塌陷等自然灾害，也有可能对建筑和基础设施造成严重的破坏。同时，在建设过程中，还有可能出现诸如勘探、挖掘、爆破等多样化的行为，这些都构成了潜在的风险。它们对周围的土壤和地形环境产生影响，也增加了建筑工地的不稳定性。最后，人为的因素，例如不适当的施工手段、设计上的瑕疵、施工质量的管理等，也有可能引发建筑施工的风险。在进行建筑施工风险评估和管理时，我们必须考虑到所有的因素。

### (二) 探讨建筑施工基础处理技术在风险管理中的作用和方法

首要任务，从避免灾害风险的角度来看，对建设现场的地理环境进行全方位的评价至关重要。这种评价方法包括地理勘察、土壤分析、地震活动分析等，旨在确定施工风险的严峻性以及可能存在的危害。接下来，依照风险评估的结论，执行合理的保护措施，旨在降低不确定性危机的发生概率和减轻伤害。例如，我们可以通过强化地基设备，采用特殊的建筑物，执行抗震策略等方式来应对地质不稳定的问题。这些方法都有助于减少危机的发生。最后，通过实时监测地质和地表变化，比如利用传感器网络进行测量，我们能够迅速找出潜在的问题，并立即实施适当的解决方案，从而保障建筑的安全。监控系统和控制部分能够提供数据支持，帮助决策者做出即时且精确的决策。

## 七、结论

在复杂地质条件下进行建筑施工，基础处理技术的重要性不可忽视。本文对复杂地质条件下建筑施工的特点、不同地质条件对施工的影响以及典型案例进行了分析，并综述了传统基础处理技术的应用范围和局限性，以及现代基础处理技术的发展趋势和创新点。此外，针对硬质地质和软弱地质条件，提供了相应的基础处理技术。最后，风险评估与管理也是确保施工质量和安全的重要环节。通过综合运用各种技术手段，我们能够在复杂地质条件下有效处理基础，确保建筑施工的稳定性和持久性，实现工程的成功。

## 参考文献

[1] 郑明, 王建国, 李刚. (2018). 常用基础处理技术及其适用范围分析. 地基与基础工程, 36(2), 56-63.

[2] 刘华, 张健, 王明. (2019). 复杂地质条件下建筑施工基础处理技术分类研究. 岩土力学, 40(S1), 168-174.

[3] 何彬, 王阳. (2021). 复杂地质条件下基础处理技术的分类与研究进展. 地下工程与隧道建设, 41(5), 72-79.

作者简介: 高永健, 1981年7月出生, 男, 河南洛阳, 工程师, 本科, 房屋建筑工程施工。