

# 论述建筑工程中软弱地基的处理方法

王红苗

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

**摘要:** 软弱地基由于其承载力低、压缩性大,常对建筑物的安全与稳定构成威胁,因此在建筑工程中需采取有效处理措施。本文对软弱地基的概念及其在工程中的常见问题进行了简要介绍,并从提高承载力、减少沉降、控制不均匀沉降、加快固结进程等基本原则出发,分析了多种常用的处理方法,如换填垫层法、预压加载法、真空预压法、动力夯实法及振动压密法。通过合理选择和科学施工,可有效提升地基性能,保障工程质量。

**关键词:** 建筑工程;软弱地基;换填垫层法

## 引言

在建筑工程中,软弱地基由于承载力低、压缩性大,常导致地基沉降不均或结构失稳,严重影响工程安全与使用功能,因此对软弱地基进行有效处理是确保工程质量和延长使用寿命的重要环节,常用方法包括换填、夯实、预压、注浆加固等。

### 1 建筑工程中软弱地基的概念

软弱地基是指由强度低、压缩性大、透水性差的土层构成,无法满足建筑物安全稳定要求的地基类型,建筑工程中常见的软弱地基土质包括淤泥、淤泥质土、饱和粘土、松散砂土等,这类地基在荷载作用下易发生较大沉降,甚至产生不均匀沉降,从而影响上部结构的稳定性和使用功能,软弱地基的特点主要有承载力低、沉降量大、固结时间长以及抗剪强度弱等,极易引发地基变形或建筑物倾斜等工程问题,因此在建筑工程设计与施工中必须对软弱地基进行充分勘察和评估,并采取相应的地基处理措施,以保证工程结构的安全性与耐久性<sup>[1]</sup>。

### 2 建筑工程中软弱地基处理的基本原则

#### 2.1 提高地基承载力

提高地基承载力是软弱地基处理中的核心原则之一,旨在通过人工手段增强地基土的抗压强度和整体稳定性,使其能够安全地承受建筑物的荷载,由于软弱地基天然物理性质差,往往不能满足建筑结构的承载要求,若不加处理易造成地基沉降或结构失稳,影响工程安全,而提高承载力的方法主要包括更换部分软弱土层(换填法)、对地基进行加密加固(如夯实、振动压实等),以及采用复合地基技术,如CFG桩、碎石桩等,通过形成强弱相间的复合体系,提升地基整体承载力<sup>[2]</sup>。建筑工程中软弱地基处理还可以采用注浆加固、深层搅拌等技术,对土体进行物理或化学改性,从而显著提高其强度与稳定性,不同工程应根据地质条件、建筑荷载

及环境要求合理选择加固方案,而提高地基承载力不仅有助于减少地基沉降,延长建筑物的使用寿命,还能有效控制施工成本和周期,因此在实际工程中可以提高地基承载力的措施应进行科学设计与施工控制,确保工程质量和安全。

#### 2.2 减少地基沉降

减少地基沉降是软弱地基处理中至关重要的基本原则之一,尤其对于高层建筑或对沉降敏感的结构更为关键,地基沉降是指地基在荷载作用下发生的压缩变形,软弱地基由于其压缩性大和固结速度慢,容易导致沉降量大、周期长,甚至引发不均匀沉降,影响上部结构的稳定性与正常使用功能,工程为了减少地基沉降常采用预压法、真空预压法、降水固结法等技术,通过在施工前施加外部荷载或降低地下水位,加速地基的固结过程,从而提前释放沉降量,减少后期的沉降风险<sup>[3]</sup>。建筑工程中软弱地基应用复合地基技术如CFG桩、砂石桩、塑料排水板等,也能有效减小沉降量,这些方法通过形成刚性或半刚性的加固体系,分散并承受部分建筑荷载,降低地基土的应力集中,从而减少沉降,此外合理的基础设计和施工控制同样不可忽视,如基础底板加大、设置沉降缝等,都有助于调节沉降影响,总之通过科学手段减少地基沉降不仅能有效提高建筑物的整体稳定性,也能提升使用安全性和工程质量,这是软弱地基处理中不可或缺的重要方向。

#### 2.3 控制不均匀沉降

控制不均匀沉降是软弱地基处理中的重要原则之一,其核心目的是避免因地基沉降分布不均导致建筑结构出现倾斜、裂缝甚至失稳等问题,由于软弱地基成分复杂、压缩性强、固结过程不均等特性,在建筑荷载作用下容易发生局部沉降差异,特别是在高层建筑、长跨度结构或不规则建筑布局中更为显著,而为了控制不

均匀沉降, 建筑工程中软弱地基必须在地基设计阶段就全面考虑荷载分布、地质变化和施工顺序等因素, 同时还需要结合采用合理的基础形式, 如筏板基础、箱形基础或复合地基等, 以实现荷载均匀传递和地基反力协调<sup>[4]</sup>。在施工过程中, 工程师常采用分区预压、分阶段施工、调整基础刚度等手段, 这样可以有效降低因施工差异带来的沉降不均, 此外工程师还可利用桩基加固、深层搅拌、注浆等地基加固技术, 对软弱区进行针对性处理, 使整个基础系统沉降特性更加一致, 工程师还需要加强施工监测, 通过沉降观测、分层沉降控制和实时调整施工方案可以及时发现问题并进行修正, 总之只有控制不均匀沉降需要设计、施工、监测多环节协同配合才能确保建筑结构的长期安全稳定, 减少维修风险与运营成本。

#### 2.4 加快固结进程

加快固结进程是软弱地基处理中的重要原则之一, 主要目的是缩短施工周期、提前释放地基的沉降量, 并提高地基的稳定性, 软弱地基通常含有大量孔隙水, 在荷载作用下会发生缓慢的固结过程, 导致长时间沉降, 对工程进度和结构稳定带来不利影响, 通过加快地基土中孔隙水的排出可以显著提高土体的有效应力, 从而提升其强度和承载能力, 为此工程中常采用预压法、真空预压法、排水板法等技术, 利用重荷载或真空负压加快土体内水分迁移, 同时配合塑料排水板、砂井等排水通道, 提高排水效率, 加速固结过程<sup>[5]</sup>。工程师还可以加快固结进程, 通过降低地下水位和改善土体结构来实现, 降水措施如井点降水、深井降水等能够减小孔隙水压力, 加快地基沉降的完成; 而使用石灰、水泥等固化材料进行深层搅拌加固, 其可以迅速提高地基强度并缩短固结时间, 这些方法在软弱地基加固中被广泛应用, 特别适用于地质条件复杂、建设周期紧张的工程项目, 总之加快固结进程不仅能有效控制后期沉降, 保障结构安全, 还能提升工程效率, 降低成本, 这是软弱地基处理中不可忽视的关键策略之一。

### 3 建筑工程中软弱地基的处理方法分析

#### 3.1 换填垫层法

换填垫层法是建筑工程中处理软弱地基的一种常用方法, 主要通过挖除部分或全部软弱土层, 并填入强度高、压缩性小的材料(如砂砾、碎石、灰土等), 以改善地基承载性能, 换填垫层法适用于软土层厚度较小、地下水位较低的场地, 尤其适合对承载力要求不高的小型或中型建筑工程, 换填垫层法操作简单、施工便捷, 能够显著提高地基的整体稳定性, 减少沉降量, 并为上部结构提供可靠的基础条件。通过控制换填深度、宽度

和填料质量, 换填垫层法可有效提高换填层与原地基的结合强度, 从而增强其整体承载能力, 换填垫层法在实际应用中应结合现场地质条件进行科学设计与施工, 例如对于粘性较大的软土应先排水或晾晒以降低含水率, 再进行换填操作, 以防新填材料下陷或混入软土而降低加固效果; 同时工程师在施工时应分层夯实, 确保密实度和均匀性。

#### 3.2 预压加载法

预压加载法是建筑工程中处理软弱地基的一种有效方法, 主要通过施工前期对地基施加超过实际建筑荷载的预加载荷, 使土体提前产生沉降和固结, 从而提高地基的承载力, 减少建筑物使用期间的沉降量, 预压加载法特别适用于压缩性高、固结速度慢的软土, 如淤泥质土和饱和粘土, 通过预压可以使地基中的孔隙水被逐渐排出, 土体结构趋于密实, 强度得到提升, 从而使后续建筑荷载引起的附加沉降大大减少。预压方式主要有堆载预压和真空预压两种形式, 其中堆载预压较为常见, 操作简便, 适用于场地条件允许堆载的区域, 在实际应用中预压加载法需要结合地基土层的厚度、压缩性和排水条件合理设计加载强度和持续时间, 因此为提高固结效率, 工程师常配合设置塑料排水板、砂井等排水设施, 加快孔隙水的排出进程。预压过程中需实时监测地基的沉降量、孔隙水压力等指标, 确保加载过程安全、有效, 避免出现超载导致地基破坏的情况, 预压完成后还应设置滞压期以稳定土体, 待沉降趋于稳定后方可进入主体施工阶段, 总之预压加载法是一种经济、可靠的软基处理手段, 尤其适用于大面积场地与工期相对宽裕的工程项目, 但其效果依赖于施工管理和监测控制的精度与科学性。

#### 3.3 真空预压法

真空预压法是一种高效的软弱地基处理方法, 适用于饱和软黏土、淤泥等压缩性大、透水性差的地基, 真空预压法通过在地表铺设密封膜并连接真空泵系统使密封区域内形成负压环境, 从而在地基内部产生等效荷载, 促使土体中孔隙水排出, 加速固结, 提高地基承载力, 同时真空预压无需大量填土, 避免了堆载造成的边坡稳定风险和运输成本, 在软基厚度较大或堆载受限的区域具有明显优势。真空压力的施加是均匀的, 因此更有利于控制不均匀沉降, 有效改善地基的均匀性和稳定性, 工程师在实施真空预压法时需铺设排水板(如塑料排水板)以增强垂直排水路径, 布设气密性良好的膜层, 并连接抽气系统形成密闭空间, 工程师在施工期间需保持系统连续抽气, 确保负压恒定在80~90kPa范围

内, 并进行必要的监测工作, 如孔隙水压力、沉降速率等, 以判断预压效果和进度。真空预压法的处理周期通常为1到3个月, 视地基条件而定, 真空预压法对设备和施工管理要求较高, 特别是密封膜的完整性与抽气系统的稳定运行, 是保证加固效果的关键, 因此在实施过程中必须严格控制施工质量并根据现场情况灵活调整工艺参数, 总之真空预压法是一种环保、高效且沉降控制良好的软基处理技术, 适用于大型工业厂房、港口、机场等基础工程。

### 3.4 动力夯实法

动力夯实法是一种利用大型夯锤从高处自由落体产生冲击能量, 以加固地基土体的处理方法, 动力夯实法通过反复冲击地面使松散或弱胶结的土层颗粒重新排列、压密, 从而提高地基的密实度和承载力, 降低地基的压缩性与渗透性, 动力夯实法特别适用于砂土、粉土、碎石土等非饱和土层或含水率适中的杂填土, 对于厚层填土地基处理尤为有效。动力夯实法的优点在于加固深度大、施工速度快、设备简单, 并能在短时间内显著提升地基性能, 在具体实施过程中动力夯实通常采用夯锤重10~30吨, 自5~25米高处自由落下, 每个夯点多次夯击, 形成夯击网格, 分区分层进行夯实, 工程师在施工过程中需结合地基土质、厚度和设计要求合理布设夯点间距和落距, 同时通过监测沉降量和夯击反应(如锤跳高度)评估夯实效果。为避免对邻近建筑或地下管线造成震动影响, 工程师应在施工前进行场地震动测试和影响评估, 并设置安全距离, 动力夯实后应进行原位检测(如标准贯入试验、静力触探等)验证加固效果, 必要时可进行补夯或调整夯实参数, 总之动力夯实法是一种快速、高效的地基处理技术, 适用于改善浅层和中深层地基条件, 但对场地条件、施工控制和环境影响需进行综合考量。

### 3.5 振动压密法

振动压密法是一种通过振动装置将振动力传入地基土体, 使土颗粒重新排列、密实, 从而提高地基承载力、减少沉降的软弱地基处理方法, 振动压密法主要适用于粒径较大、无粘性或弱粘性的砂土、粉土、碎石土等松散颗粒状地基, 对于饱和和松散砂土地基尤其有效,

在振动过程中孔隙水压力会暂时上升, 使土体处于液化状态, 随后在振动停止后土粒重新排列压实, 固结结构形成, 整体地基强度明显提升。振动压密法通常应用于大型场地的地基加固, 如工业厂房、仓库、港口堆场和机场工程, 振动压密在实施过程中通常使用深层振动器(如振冲器或振动探头)将设备插入土层中, 通过高频振动和自身重量作用引发土体振动并促进密实, 工程师在施工时应合理布设振点, 控制振动时间、频率与移动间距, 并结合场地地质条件进行适当的注水或加砂辅助, 提高振动传递效果。振动压密法的压密过程应配合沉降、孔隙水压力及地基承载力的实时监测, 以确保加固效果达到设计要求, 而为了避免振动对周围建筑物和结构产生不利影响, 工程师应提前进行震动预测分析, 并采取隔振措施。

## 4 结语

软弱地基处理是建筑工程中确保地基稳定、结构安全和延长建筑物使用寿命的重要环节, 工程师可以通过采用科学合理的处理方法, 如换填垫层、预压加载、真空预压、动力夯实、振动压密等技术有效提高地基承载力、减少沉降、控制不均匀变形, 保障工程质量和施工安全, 在具体工程实践中工程师应根据地质条件、工程性质及经济因素综合分析选择最适合的处理方案, 并结合监测手段进行全过程质量控制, 而随着工程技术的不断发展, 软弱地基处理方法也在持续优化与创新, 为各类复杂地基问题的解决提供了有力支持, 这是现代建筑工程建设中不可或缺的重要技术手段。

## 参考文献

- [1]简智利.道路桥梁施工中软弱地基的处理方法分析[J].运输经理世界,2024(16).
- [2]张继业.道路桥梁建筑施工中的软弱地基处理方法研究[J].汽车博览,2023:119-121.
- [3]姚静.道路施工中软弱地基处理方面的探究[J].建筑与装饰,2024(17):88-90.
- [4]王朋朋.市政工程中软弱地基的处理[J].建材与装饰,2025,21(2):31-33.
- [5]李超,刘东伟.论述市政工程中软弱地基的处理方法[J].数码-移动生活,2023(8):7-9.