

建筑地基基础施工及加固工艺的应用研究

文 / 孔祥飞 济南轨道交通集团建设投资有限公司

徐洪亮 山东远宏投资置业有限公司

摘要：我国建筑工程和我国城市化建设十分快速，建筑地基基础施工及加固工艺的应用是主要组成部分。建筑工程的核心任务之一是确保建筑和基础设施的长期稳定与安全。结构与地基加固技术在维护和提升建筑物和基础设施的功能性中起到至关重要的作用。随着技术的进步和材料科学的发展，从传统的钢筋混凝土加固到使用纤维增强复合材料，再到先进的预应力技术，建筑工程的加固手段日趋多样化和高效化。同时，地基加固也同样重要，其涉及的技术从土体改良至特殊的加固材料应用，都标志着对更为严苛环境条件和更高建筑安全标准的响应。探讨这些加固技术不仅是技术层面的需求，同时也反映了对社会、经济和环境可持续发展的深刻理解。

关键词：建筑；地基加固；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.034

引言

建筑工程中地基加固技术进行全面探讨，重点研究如何通过合理的施工技术提高地基承载能力和稳定性，并通过实际工程案例，详细解析地基加固过程中的关键环节。实践证明，这些技术措施能够提高施工效率，减少由于地基土层性质差异大、承载力不足导致建筑物产生不均匀沉降等潜在的安全风险。未来研究中，可研究具有自修复、自适应特性的智能材料，在地基出现微小裂缝时自动修复，提高地基的长期稳定性，同时，运用大数据技术分析历史监测数据，预测地基的长期行为，为施工方案提供数据支持。

一、地基基础加固技术的原理

不同类型的地基基础加固技术有着各自独特的原理和作用机制，主要包括：承载力增强、变形控制和固结加固等。承载力增强是地基基础加固技术的核心目标之一。通过加固处理，可以提高地基基础的承载能力，使其能够承受更大的荷载。这一过程主要依靠加固材料的强度和刚度来提升地基基础的承载性能。另外，在地基基础加固过程中，控制变形是非常重要的环节。通过有效的加固技术，可以减少地基基础的变形，避免地基沉降过大或不均匀，从而保证建筑物的稳定性和安全性。此外，固结加固是指通过物理或化学方法改善地基土的性质，提高其工程性能。常见的固结加固方式包括灌浆固结、加压固结等。这些方法可以改善地基土的密实性和稳定性，从而增强地基基础的整体性能。

二、建筑施工中的软土地基处理的必要性

在建筑施工过程中，软土地基具有孔隙大、含水量高、可压缩性高等特征。软土地基处理是结合施工区域土层的实际情况，采取合理的技术措施提高土壤的承载力，确保建筑物和其他工程的安全稳定。现代科技发展迅速，软土地基处理技术类型多样。例如，预应力管桩技术是通过在土壤中打入加固管桩，充入混凝土并进行

预应力处理，这些管桩可以通过其自身的承载能力承担建筑物的重量，并通过预应力作用来增强土壤的承载能力，以此实现土壤加固，提高地基的整体承载能力，提高建筑物的抗震水平，并降低施工风险。软土地基具有较高的含水量和较低的密实度，容易发生沉降和变形，这会对建筑物的安全性和稳定性构成严重威胁，容易引发建筑物出现裂缝、倾斜等问题。而软土地基处理技术的应用可以对地基进行改良和加固，比如高真空击密法是利用高真空泵和自重锤等设备，在地基土中形成密实柱状体，使土壤得到压实和固结，以此提高地基承载能力和密实度，减少质量问题。软土地基处理方法多样，通常是通过引入钢筋、混凝土等材料，改善土壤的力学性质，从而提高地基的承载能力。在实际工程中，针对不同地质情况和建筑要求，可以综合选择合适的软土地基处理方法。选择的方法也取决于土壤情况、工程要求、成本和施工条件等因素。软土地基处理技术的合理应用，可以改善地基的物理和力学性质，控制地基沉降、变形、倒塌等风险问题的形成，促进建筑物的整体稳定性和使用寿命的提高。而且在建筑施工期间，软土地基处理能够减少施工过程中可能遇到的问题和障碍，有利于提高施工的效率和质量。因而，要注重软土地基处理，从而提高地基的承载能力，保障建筑物的稳定和安全，并有效提高施工效率，推动建筑行业的良性发展。

三、建筑施工中的地基处理技术

（一）换填技术

换填技术特别适用于存在软土层的地基改良，其通过移除不稳定的土质，并用结构稳固的材料进行回填，从而显著增强地基的承载力和稳定性。此方法不仅针对软土层地基进行改善，而且适用于需要快速提升地基性能的各种工程场合。具体操作时，首先要进行原有软土的挖除工作，彻底清除地基中的不稳定成分，以避免未来出现沉降问题。挖除深度和范围，根据地质调查结果

和结构设计需求来确定。随后选用具备高抗压性能、良好耐腐蚀特性的材料进行回填，常用的换填材料包括灰土、砂石和矿渣等，这些材料不仅能提供必要的稳定性，还能适应各种环境条件。在回填材料的选择和使用过程中，需充分考虑材料的物理性质，如含水量、粒径级配等，这些参数直接影响到回填材料的压实效果和最终的地基性能。为了确保地基强度和稳定性符合设计规范，施工过程中需要对材料进行严格的质量控制。回填操作完成后，应进行材料压实作业，使用滚压机等现代化的压实设备，按照预定的压实标准密实地基材料，确保无空隙且均匀承载。压实后的地基需要通过专业的检测手段进行强度评估，常见的检测方法包括贯入测定法、环刀法。在使用环刀法进行土壤密实度测试时，应在垫层内 2/3 深度处放置容积超过 200cm³ 的环刀取样，通过测量样品的干密度来判断是否达到设计强度标准。只有当检测结果符合设计要求时，地基才是合格的，如果检测结果未达到预期标准，就需要重新进行压实和换填作业。

（二）桩基施工

桩基施工作为建筑地基基础工程的关键环节，其技术要点复杂且精细，直接关系到建筑物的整体稳定性和安全性。桩基施工的核心在于将桩基深入地下，利用土层的承载力来支撑上部结构，从而确保建筑物的稳固，在施工过程中，桩基的选型尤为关键。根据地质条件、建筑物荷载及设计要求，合理选择桩基类型，如预制桩或灌注桩。预制桩通常包括钢筋混凝土预制桩和钢桩，通过锤击、静压、振动或水冲等方法沉入土中。而灌注桩则需在现场成孔，随后灌注混凝土形成桩体。成孔方法多样，包括钻孔、挖孔、冲孔及沉管成孔等，需根据具体条件灵活选择。桩基施工的技术性强，要求严格控制施工质量，预制桩的沉桩过程中，需确保桩身的垂直度和入土深度满足设计要求，避免产生倾斜或位移。灌注桩的灌注过程则需注意混凝土的配比、灌注速度及振捣质量，以保证桩体的强度和密实性。

（三）灌注桩施工

施工前应做好技术、场地、劳动力、机械设备及材料等方面的充分准备。技术准备方面包括图纸会审，测量交点，施工组织设计编制审核及技术交底等，并依据地质资料进行施工方法及机械设备的选型。场地准备方面，需确保场地平坦，保证施工道路及钢筋加工现场畅通。同时，应合理布局泥浆池、泥浆沟及弃渣场等设施，并确保配套水电设施的完善与可靠性。为确保桩位及标高的准确测放，应使用全站仪、水准仪及塔尺等高精度测量工具，并依据业主提供的测量控制网进行测放。测放之前，需要依据施工图及场区坐标系推算各个控制点及桩位坐标，填制《施工桩位坐标一览表》。灌注桩的

施工步骤应严格遵循以下流程：首先进行场地整平，放线确定桩位；按照设计要求的桩径和深度进行钻孔；钻孔完成后进行清孔；安装钢筋笼；再次清孔后灌注混凝土等。施工期间，需持续关注施工方案是否合理、施工质量是否可控，并严格把控施工进度与质量。

（四）夯实地基施工技术

夯实地基施工技术指的是对一些不良的地基土体进行有效夯实，使地基的强度得以提升，此过程中要借助一些大型的起重机械才能达到相应的夯实效果。面对不同的地基土体，需要采取不同形式的夯实技术，目前主要使用的有两种，一种是强夯，一种是重锤。其中，强夯适用于湿陷性黄土、湿沙土等土质的土体。此过程中，需要施工人员启动大型起重机械，并进行反复的自由下落来打击土体。需要注意的是，要根据实际需要合理设置起重机抬起高度。重锤则适用于解决地基中的湿陷现象，其主要应用原理就是借助重锤下落的冲击力提高土层的密实度，从而提高地基的承载力。目前，夯实地基施工技术在建筑工程地基施工中应用比较普遍，其不仅经济性、实用性高，所达到的地基强度提升效果和承载效果都比较显著。

（五）灰土挤密桩法

灰土挤密桩法是通过改善土壤结构，显著提升地基的承载能力及水稳性。该方法使用钢管将地基土体挤压形成桩孔，然后将灰土材料层层回填，通过挤密作用增强地基整体稳定性。施工开始前，首先将钢管锤入预定的地点，钢管锤入不仅创造出所需的桩孔，还通过侧向挤压增密周围土体，有助于提高土壤密实度和结构整合性，为后续的填充材料提供坚实的外围条件。完成挤压后，钢管被逐渐抽出，同时在桩孔中分层填入灰土材料。常用的填充物包括二灰土和灰土，其能够与原土良好结合，提升地基承载和防水性能。在填充过程中，重要的是确保每层灰土都均匀铺设，并且每个层面都需要严格控制厚度，通常在 200 ~ 300mm 之间。每一层灰土填充后，都需要使用振动或夯实设备进行密实，确保没有空隙，以保证灰土与土体之间紧密结合。夯实工作是整个灰土挤密桩法中非常关键的一步，根据设计要求，夯实次数通常不少于 8 次，通过高频次的夯实作业，可以确保灰土层与原有土体之间的结合更加牢固，增强地基整体稳定性。完成夯实后，进行最终的表面整平作业，以保证地基表面的平整度。在整个灰土挤密桩施工过程中，施工单位需要对挤密效果、成孔质量和回填土的密实度、强度进行严格检验，以保障最终的地基处理质量。

（六）深基坑锚喷边坡支护

深基坑开挖后，周围土体在重力作用下会产生侧向位移，采用锚喷边坡支护可以限制土体的位移，保护邻

近建筑物和地下管线。在分层开挖的过程中，对边坡进行修整，确保坡面平整，便于锚杆施工，基坑支护剖面图如图1所示。如图1所示，锚杆施工过程中，需将锚杆杆体缓慢插入钻孔中心，确保锚杆与孔壁之间无障碍物，孔形为直孔，倾斜度不大于1%。随后，将注浆管随锚杆一同下入孔内，注浆管应伸至距孔底50mm处，保证注浆能充分填满孔底。接着，安装垫板和螺母，锚杆杆体与孔壁之间保持均匀间距，需要安装一个尺寸为100mm×100mm×10mm的垫板，螺母紧贴垫板。在安装过程中，轻轻敲打杆体，使锚杆杆体牢固嵌入孔内，避免在注浆过程中发生位移。

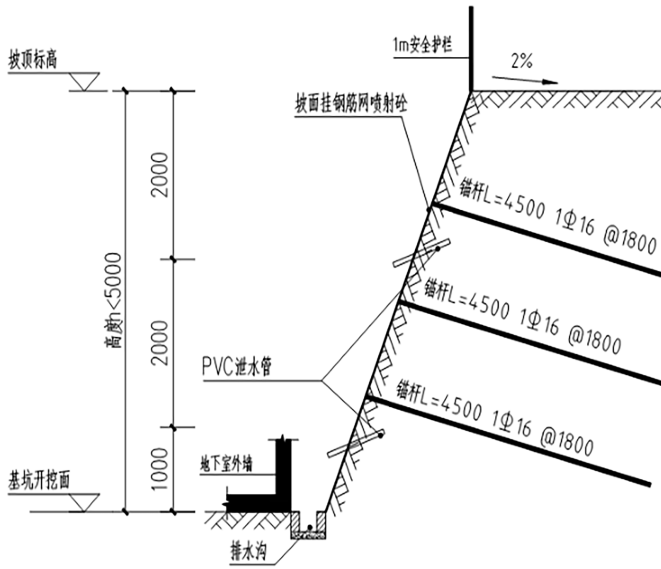


图1 基坑支护剖面图

四、建筑地基

(一) 排水固结法

排水固结法是在不良地基内设置排水体，上部堆放重物作为荷载，利用上部荷载强制压缩地层，不断排出地层所含空气与水分。要想保证排水效果，应提前完成不良地基强制固结过程，使地基结构保持密实状态，随后组织建筑物与基础结构施工作业，后续基本不会产生超标的工后沉降量。该方法主要用于处理饱和黏性土地基，包括淤泥质土与充填土地基，处理效果显著，但处理周期较长，必须堆载预压一定时间后，才能顺利排出绝大多数的水分。现场施工期间，优先使用级配良好的中粗砂作为垫层材料，现场铺设0.3~0.5m厚的砂垫层，将其作为持力层，用于排出土层渗透水。安装砂井等竖向排水体，套管和地面相互垂直，垂直度偏差不得超过1.5%，缓慢向地层内振动压入套管，套管口边送入沙袋，同步上提套管，顺利将沙袋放置在孔底，禁止出现沙袋扭结、缩颈现象，将总体预压荷载控制为建筑物荷载的130%，同步监测地基沉降量，直至到达预定堆载时间，或地基沉降量达到设计预期值。此外，为缩短不良地基总体固结时间，可应用真空联合堆

载技术，砂垫层表面紧密包裹一层不透水、不透气的薄膜，启动真空泵抽除膜下空气，人为营造负压真空环境。真空度保持在80kPa以上，或将填土高度控制在4~5m，以缩短实际加载时间，处理后的不良地基强度可以提高到原本强度的200%~300%。

(二) 胶接固结法

胶接固结法是一种常见的土石固结方法，常用于地基处理、坑道隧道固结等工程。其中，水泥搅拌桩法和高压喷射注浆法是针对软土地基的两种重要加固方式。水泥搅拌桩法是利用混凝土搅拌机，将水泥、石子、砂等原料充分搅拌均匀，然后将其注入土体中，形成一根根混凝土桩。然后在桩周围注浆，可将桩与土体紧密固结，使土体整体强度得到提高。高压喷射注浆法则是将水泥浆料通过注浆设备高速喷射到土体中，被固结于土体形成的针孔和裂缝中，从而形成类似于网状的芯片。高压喷射注浆法的特点是浆料可以进入到地下水位以下的深度，能达到较好的固结效果。这两种胶接固结法均具有固结效果较好且对土质要求不高等优点，是现代工程施工中常用的土石固结方法。

(三) 钢筋混凝土加固

钢筋混凝土加固技术在建筑工程中居于核心地位，尤其是在应对老化结构问题时显示出其不可替代的价值。加固原理主要基于提高结构的承载能力和延性，同时降低由于外力如地震、风载和活荷载引起的不利影响。一种常见的方法是使用外部贴固的钢板或碳纤维增强复合材料(FRP)，这些材料能够增加截面的抗弯和抗剪能力。具体应用时，通过在受力关键部位施加这些加固材料，可以有效地将外部作用力传递至加固材料，从而降低原有结构构件的应力水平。这种方法的优点在于加固过程对原结构的侵入性小，能够在不对建筑的使用和外观造成较大影响的前提下，显著提升结构性能。在实践中，钢筋混凝土加固技术的应用与创新展现了对结构加固的深入理解。

结语

地基基础的稳固性直接关系到建筑整体质量、安全性和稳定性。针对地基基础施工中的技术难点，施工过程中一定要给予高度重视，并采取切实可行的防范措施。在施工技术选择上，需充分考虑各方法的适用性，确保技术应用的科学性和合理性。同时，在地基基础施工过程中，应灵活采用加固工艺，确保地基基础承载力满足规范及设计要求，为建筑质量的全面提升提供坚实基础。

参考文献

- [1] 商建东. 浅析现代建筑地基基础工程施工技术[J]. 中国设施, 2023, (03): 118-120.
- [2] 谢昀洋, 唐锦涛, 褚红超, 等. 建筑地基基础工程施工技术研究[J]. 中国设施, 2022, (10): 142-144.