

市政道桥桥梁基础施工中的高效地基处理

文 / 陈 龙 合肥市重点工程建设管理局

摘要：为提升市政道桥桥梁基础施工质量与效率，对其地基处理展开研究。通过分析市政道桥施工环境、不同地质条件影响、地基变形特征及对施工进度质量的作用，探讨土壤加固、深层搅拌等常见地基处理技术。研究认为，可通过加强地质勘探、改进施工工艺、完善管理、提升人员技术及采用先进检测监控技术等措施，提高市政道桥桥梁地基处理效率，保障工程顺利推进。

关键词：市政道桥；桥梁基础；地基处理；施工技术；高效方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.064

引言

随着城市化进程加速，市政道桥作为交通枢纽的关键构成，其建设规模与日俱增。桥梁基础的稳定性直接关系到整个工程质量与交通安全，而地基处理则是保障基础稳固的核心环节。市政道桥施工常面临复杂环境，不同地质条件千差万别，地基变形问题频发，这些因素不仅影响施工进度，还对工程质量构成潜在威胁。在此背景下，探索高效的地基处理技术与方法，成为提升市政道桥桥梁基础施工水平、确保工程顺利开展的迫切需求。

一、市政道桥桥梁基础施工中的地基特点

（一）市政道桥施工环境分析

市政道桥施工环境极为复杂。在城市中，施工场地往往狭窄局促，周边存在大量既有建筑物、地下管线与交通要道。一方面，有限的场地限制了施工设备停放与材料堆放，增加了施工组织难度；另一方面，地下管线错综复杂，稍有不慎便可能导致管线破损，影响城市正常运转。而且，紧邻交通要道使得施工过程中必须考虑交通疏导问题，施工噪音、粉尘等还需满足环保要求，否则易引发居民投诉。此外，城市施工还可能面临水电供应不稳定等状况，诸多因素交织，给市政道桥施工增添了重重阻碍，对地基处理工作的顺利开展提出了严峻挑战。

（二）不同地质条件对地基处理的影响

地质条件在市政道桥地基处理中起着决定性作用。若处于软土地质区域，土壤孔隙大、含水量高、压缩性强且抗剪强度低，地基极易产生沉降与变形，需要采用如深层搅拌法、排水固结法等特殊处理技术，以增强地基强度与稳定性。而在岩石地质条件下，虽然岩石本身强度高，但岩石的节理、裂隙发育程度以及岩石类型差异，可能导致地基的不均匀性。对于此类地质，需根据岩石特性选择合适的爆破、锚固等手段进行地基处理^[1]。若是湿陷性黄土地区，黄土遇水后结构迅速破坏，产生显著下沉，这就要求采取换填、强夯等方法消除湿陷性。不同地质条件的多样性，决定了地基处理方法的差异化与复杂性。

（三）地基的变形特征与桥梁影响

地基变形特征对桥梁有着至关重要的影响。地基的沉降变形是常见现象，分为均匀沉降与不均匀沉降。均匀沉降在一定范围内，桥梁结构尚可适应，但不均匀沉降会使桥梁各部位受力不均。例如，当桥梁一端地基沉降大于另一端时，会导致桥梁倾斜，桥面出现裂缝，影响行车舒适性与安全性。地基的水平位移同样不容忽视，在地震、侧向土压力等作用下，地基发生水平移动，会使桥梁墩台承受额外的侧向力，严重时可能致使墩台倾斜甚至倒塌。此外，地基的隆起变形也会对桥梁下部结构产生不利影响，改变桥梁原有受力状态，长期积累可能引发桥梁结构的严重损坏，危及桥梁的使用寿命与整体安全。

（四）地基处理对施工进度与质量的影响

地基处理工作直接关系到市政道桥施工进度与质量。若地基处理方案合理、施工顺利，能够为后续桥梁主体施工奠定坚实基础，确保工程按计划推进。例如，采用先进高效的地基处理技术，如预制桩施工技术，可快速完成地基基础施工，缩短整体工期。反之，若地基处理不当，如在软土地基处理中未达到预期加固效果，后续施工过程中出现地基沉降等问题，就需要返工处理，这不仅耗费大量时间与资金，还会严重延误施工进度。而且，地基处理质量不过关，将使桥梁基础稳定性差，易在使用过程中出现裂缝、变形等病害（见图一），降低桥梁质量，缩短使用寿命，对城市交通与安全造成潜在威胁。



图一：地基下沉裂缝

二、市政道桥桥梁常见的地基处理技术与方法

（一）土壤加固技术

土壤加固技术旨在提升地基土壤的强度与稳定性。其常见手段包括添加固化剂，如水泥、石灰等，通过与土壤颗粒发生化学反应，形成坚固的胶结物，从而改善土壤的物理力学性质。在实际操作中，先对土壤进行检测分析，依据土质特性确定固化剂的种类与用量。将固化剂均匀混入土壤，利用搅拌设备充分搅拌，使二者充分融合。该技术适用于各类填土、黏性土等地基。比如在小型市政桥梁工程中，当地基土质较为松散时，采用土壤加固技术能有效提高地基承载能力，减少沉降，施工成本相对较低，且工艺简单，易于操作，可快速投入后续施工流程，对周边环境影响也较小^[2]。

（二）深层搅拌法

深层搅拌法是利用特制的深层搅拌机械，将水泥浆或其他固化剂注入地基深部，与地基土强制搅拌，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的桩体或复合地基。施工时，搅拌机械沿设计桩位下沉，同时喷射固化剂，到达设计深度后，再边提升搅拌机械边喷射固化剂进行搅拌，确保固化剂与软土均匀混合。这种方法主要针对软土地基，因其能有效提高地基的抗剪强度，减少沉降量。在沿海地区的市政道桥建设中，软土地基广泛分布，深层搅拌法发挥了重要作用，通过形成桩体与土体共同承载的复合地基，大大增强了地基的承载能力，保障了桥梁结构的稳定性。

（三）振动压实法

振动压实法借助振动压实机械产生的激振力，使地基土颗粒在振动作用下发生位移、重新排列，进而提高地基的密实度和承载能力。施工时，将振动压实机械置于待压实的地基表面，调整好振动频率、振幅等参数后启动设备，机械在行走过程中对地基土施加周期性的振动荷载。该方法适用于处理砂土、粉土、杂填土等非黏性土地基。例如在城市道路桥梁工程的填方路段，若地基土为松散的砂土，采用振动压实法能快速有效地提高地基的密实度，施工效率高，且操作简便，无需复杂的设备与技术。经过振动压实处理后的地基，可满足后续工程对地基强度与稳定性的要求。

（四）桩基施工技术

桩基施工技术是通过在地基中设置桩基础，将桥梁上部结构的荷载传递至深部坚实土层或岩层。常见的桩基础有预制桩和灌注桩。预制桩在工厂或施工现场预先制作，再通过锤击、静压等方式将桩沉入地基。灌注桩则是在地基中钻孔，然后放入钢筋笼、浇筑混凝土形成桩体（见图二）。对于地质条件复杂，上部荷载较大的

市政道桥工程，桩基施工技术优势显著。在河流、湖泊等软土地基上建设桥梁时，桩基础可深入到坚实土层，有效承载桥梁的巨大重量，保障桥梁结构安全。而且，桩基施工技术成熟，施工过程可根据不同地质条件和设计要求灵活选择桩型与施工工艺。



图二：灌注桩施工图

（五）地基注浆技术

地基注浆技术是将配置好的浆液通过压力注入地基土的孔隙、裂缝等薄弱部位，以填充、胶结地基土颗粒，改善地基土的物理力学性能。施工时，先根据地基状况布置注浆孔，然后利用注浆泵将水泥浆、化学浆等浆液以一定压力注入孔内。浆液在压力作用下向周围土体渗透扩散，与土体颗粒结合，形成强度较高的结石体^[3]。该技术适用于处理地基不均匀沉降、地基土松散等问题，可有效提高地基的整体性和承载能力。在既有市政道桥的地基加固工程中，当地基出现沉降病害时，地基注浆技术能在不影响桥梁正常使用的情况下，对地基进行加固修复，操作相对灵活，加固效果明显，能有效延长桥梁的使用寿命。

三、提高市政道桥桥梁地基处理效率的措施

加强地质勘探与预判是提升地基处理效率的关键起始环节。在工程筹备阶段，应采用多种先进勘探手段，如地质雷达、钻探取样等，对桥址区域进行全面细致勘察。详细收集地层结构、岩土特性、地下水位等数据，并构建精准的地质模型。依据这些数据，运用专业软件模拟分析不同地质条件下可能出现的地基问题，提前制定应对预案。例如，在某城市跨江大桥建设中，通过地质雷达与钻探相结合的方式，清晰探测到江底存在断层构造与复杂的软弱夹层。根据这些勘探结果，提前制定了采用桩基础穿越软弱层并锚固于稳定基岩的方案，避免了施工中因地基不稳导致的停工风险，确保工程顺利推进。又如，在另一市政桥梁项目中，对桥址区域进行

详细地质勘探时,发现地下存在古河道遗迹,通过分析古河道的走向、填充物等信息,提前调整了地基处理方案,采用深层搅拌法对古河道区域进行加固,有效预防了后续可能出现的地基沉降问题,节省了大量的施工时间与成本。

(一) 改进施工工艺与技术手段

不断改进施工工艺与技术手段对提高地基处理效率至关重要。一方面,积极引入新型地基处理技术,如超深搅拌桩技术,相比传统深层搅拌法,其可处理更深层软土地基,且成桩质量更优,能显著提升地基承载能力,加快施工进度。另一方面,对既有技术进行优化创新,例如在桩基施工中,采用智能化打桩设备,通过精准控制桩锤落距、打击频率等参数,实现高效、精准打桩,减少施工误差与时间消耗^[4]。同时,推广机械化、自动化施工工艺,像自动化注浆设备,可精确控制浆液流量与压力,确保注浆效果均匀稳定,缩短施工周期。以某沿海城市的市政道桥工程为例,该地区软土地基深厚,采用超深搅拌桩技术,成功将地基处理深度延伸至传统工艺难以企及的深度,有效提高了地基稳定性,使得整个项目工期缩短了20%。

(二) 完善施工管理与质量控制

完善施工管理与质量控制体系是保障地基处理效率的重要保障。在施工管理方面,制定详细合理的施工计划,明确各阶段任务与时间节点,合理调配人力、物力与机械设备资源,确保施工流程顺畅有序。引入先进项目管理软件,实时监控施工进度,及时发现并解决进度延误问题。在质量控制上,建立严格的质量检验制度,从原材料进场检验到每道施工工序验收,都执行高标准质量把控。例如,在大型市政桥梁地基处理工程中,利用项目管理软件制定了精确到每天的施工计划,对施工人员、机械设备的调配进行了科学安排。当发现某区域地基处理进度滞后时,通过软件迅速分析原因,及时调整人员与设备投入,使施工进度迅速恢复正常。在质量控制方面,对用于地基注浆的水泥严格检测其标号、凝结时间等指标,对每根深层搅拌桩的施工过程进行全程旁站监督,并通过抽芯检测确保桩体强度符合设计要求。

(三) 提高施工人员的技术水平

施工人员的技术水平直接影响地基处理效率。定期组织专业培训,邀请行业专家为施工人员讲解最新地基处理技术规范、施工工艺要点等知识。同时,开展内部技术交流活动,分享实际施工中的经验与技巧。例如,针对振动压实法施工,培训施工人员如何根据不同土质准确调整振动压实机械参数,以达到最佳压实效果^[5]。鼓励施工人员参加技能竞赛,通过竞赛提升操作熟练度

与技术创新能力。此外,引进具有丰富经验与高技能水平的专业人才,充实施工队伍。在某市政道路桥梁地基处理项目中,邀请了行业资深专家对施工人员进行为期一周的培训,详细讲解了最新的桩基施工技术规范与操作要点。培训后,施工人员在实际操作中能更准确地控制打桩深度与垂直度,施工效率提高了30%。

(四) 采用先进的检测与监控技术

采用先进的检测与监控技术为地基处理效率提供有力支撑。在施工过程中,运用无损检测技术,如低应变法检测桩基完整性,能快速准确判断桩身是否存在缺陷,及时发现问题并采取补救措施,避免后续隐患影响施工进度。安装自动化监测系统,实时监测地基沉降、位移等参数,一旦数据超出预警值,系统立即发出警报,以便施工人员及时调整施工方案。在某重要市政桥梁建设中,采用低应变法对桩基进行检测,在检测过程中及时发现部分桩身存在轻微缩颈现象,施工方立即采取了相应的加固措施,避免了桩身缺陷对桥梁整体结构的影响,确保了工程质量与进度。同时,安装了自动化监测系统对地基沉降进行实时监测,在地基注浆加固阶段,通过监测系统反馈的沉降数据,及时调整注浆量与注浆压力,使地基加固效果达到最佳状态。

结语

综上所述,市政道桥梁地基处理对工程质量与进度意义重大。地基特点受施工环境、地质条件等因素影响,需采用土壤加固、深层搅拌等多样技术处理。通过加强地质勘探、改进工艺、完善管理、提升人员技术及运用先进检测监控技术,可显著提高地基处理效率。未来,应持续探索新技术、优化现有方法,加强跨领域合作,进一步提升市政道桥梁地基处理水平,适应城市建设不断发展的需求,为交通基础设施建设筑牢根基。

参考文献

- [1] 林捷. 加强市政道桥施工质量管理措施探讨[J]. 中华建设, 2023, (10): 67-69.
 - [2] 郑路路. 市政道桥施工中预应力技术运用分析[J]. 智能城市, 2021, 7(07): 105-106.
 - [3] 柳昕. 市政桥梁施工中混凝土裂缝的成因与防治策略[J]. 中国水泥, 2025, (03): 121-123.
 - [4] 潘克敏. 市政桥梁工程施工中盘扣式满堂支架应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (05): 202-204.
 - [5] 黄丽丽. 市政道桥施工中预应力技术应用分析[J]. 运输经理世界, 2022, (28): 98-100.
- 作者简介: 陈龙 (1988.10-), 男, 汉族, 安徽合肥人, 工程师, 本科学历, 研究方向: 市政道桥。