

基于市政道路工程软基加固技术要点的研究

孙厚振 赵延鹏* 史娜

济南能源工程集团有限公司

摘要：市政道路建设中，软基处理措施的运用非常重要，可以有效解决软土路基带来的问题，提高道路的使用性能和安全性。软基处理可以减少软土路基的变形，提高路基的平整度，保证路面的平整和舒适性。通过软基处理，可以有效减少软土路基的沉降和变形，延长路基的使用寿命，降低道路维护成本。软基处理可以避免因软土路基带来的问题而需要频繁维修和加固，节约了工程成本和时间。针对此，本文阐述了市政道路建设中软基处理措施的运用技术，以供参考。

关键词：软土路基；加固处置；关键技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.062

一、软土路基的特点及危害性

（一）特点

（1）含水量高：软土路基由于含水量高，土体饱和度较高，导致土体流动性增加，易发生流变性变形。

（2）密实度低：软土路基的土粒间联系较弱，土体的密实度较低，容易受到外力影响而发生压缩、沉降等变形。（3）强度较弱：软土的抗剪强度相对较低，抗压性能较差，容易发生挤压、变形等现象。

（二）危害性

（1）路面变形：软土路基容易发生沉降、变形等现象，导致路面凹凸不平，影响行车安全和行驶舒适性。（2）路基失稳：在强降雨等外界因素的作用下，软土路基容易发生液化现象，失去支撑力，导致路基失稳、塌陷甚至滑坡。（3）路基沉降：软土路基的沉降速率较快，长期以来容易导致路面下沉，影响道路使用寿命，并可能造成排水不畅，导致路面积水等问题。

（4）工程成本增加：由于软土路基的特点，修建、维护和加固软土路基所需的工程成本较高，给道路建设和维护带来一定困难和压力。

（三）市政道路工程软基加固意义

软基加固在市政道路工程中具有重要的意义软基是指地基土层的强度较低，容易发生沉降和变形的土层。通过软基加固，可以提高软基的承载能力和抗压强度，增加路基的稳定性，减少路面沉降和变形，从而延长道路的使用寿命。软基加固可以有效地减少地基的沉降和变形，防止由于地基沉降导致的路面裂缝、拱起等问题，保持道路的平整和舒适性，提高行车的安全性和通行的顺畅性。软基加固可以增加路基的承载能力，使道路能够承受更大的车流量和车辆荷载，从而提高道路的通行能力和运输效率。这对于繁忙的市政道路尤为重要，可以减少交通拥堵和车辆排队现象，提高道路的通

行效率。通过软基加固，可以减少由于路基沉降和变形导致的路面损坏和维修成本。加固后的路基稳定性增强，减少了路面修复的频率和范围，降低了道路维护的成本，节约了维修资金和人力物力资源。软基加固是市政道路工程中重要的基础工程之一，其质量直接影响着道路工程的整体质量和使用寿命。通过科学合理的软基加固设计和施工，可以保证工程的稳定性和耐久性，提高工程的质量和可靠性。软基加固通常采用的是土工材料和环保型施工工艺，相对于传统的加固方法更加环保和可持续。这有助于保护环境，减少对土地资源的消耗和污染，符合可持续发展的要求。

二、市政道路工程软土路基建设中的关键问题

软土路基的稳定性是市政道路工程中的关键问题之一。软土容易发生沉降、变形等现象，可能导致路面失稳、裂缝、凹凸不平等问题，影响道路的使用寿命和行车安全。软土地区的地基常常存在排水不畅的问题，特别是在降雨季节或水文条件较差的地区，软土地基容易发生液化、流失等现象，影响路基的稳定性和承载能力。在软土地区进行道路工程施工时，选择合适的土壤改良与加固技术非常关键。软土地区通常是生态环境敏感区域，施工过程中可能对周围环境产生一定影响，特别是在施工过程中，要密切关注软土路基的变形、沉降等情况，采取相应的措施加以控制和处理。

三、软土路基加固处置关键技术

（一）强夯置换法

在市政道路建设中，软基处理的强夯置换法是一种常用的加固处理方法，特别适用于软土地基的加固和改良。强夯置换法是通过使用强夯机，在软土地基中连续夯击钢筒或钢板，将软土挤压密实，并将土体置换成夯击钢筒或钢板周围的固体填料，如碎石、砂砾等。这样可以增加地基的密实度和承载能力，同时改善地基的排水性能。根据建设要求和软土地基的情况确定夯击点位置和布置方式。在夯击点附近安装强夯机，根据建设要求选择合适的夯击钢筒或钢板。启动强夯机，连续对软土进行夯击作业，直至达到建设要求的密实度和夯击深度。在夯击过程中，将夯击钢筒或钢板周围的软土置换成固体填料，如碎石、砂砾等，形成夯实的地基层。强夯置换法适用于软土地基承载力较低、沉降大、排水性能差的情况，特别适用于需要快速改善地基性能的工程项目。强夯置换法施工速度较快，可以快速改善软土地基的工程性能。可以有效提高软土地基的承载能力、稳定性和排水性能，延长道路的使用寿命，适用于不同类型的软土地基，具有较强的适用性和通用性。

（二）土工织物法

在市政道路建设中，软土地基的土工织物法是一种常用的加固处理方法，它可以有效地增强软土地基的承载能力和稳定性。土工织物是一种由聚丙烯或聚酯等合成纤维制成的材料，具有较高的拉伸强度和抗挠切性能。在软土地基加固中，将土工织物铺设在软土表层，形成一个增强层，通过土工织物的拉伸作用，增加软土的抗拉强度和承载能力，同时提高软土的抗沉降性能。施工首先清理软土表层，确保表面平整、干燥，去除杂物和污染物。将土工织物铺设在软土表层，可以采用单层或多层铺设，根据建设要求和软土地基的情况确定。使用钉子、钢钉等固定土工织物，确保其平整、紧密地贴合软土表面。在土工织物上覆盖一层保护层，如砾石、砂土等，防止土工织物受到损坏。软土地基承载力较低、稳定性差，需要提高承载能力和稳定性的情况下适用。土工织物法可以有效地改善软土地基的工程性能，延长道路使用寿命。施工过程相对简单，不需要大型设备和复杂的工艺。相比传统的软土地基加固方法，土工织物法成本较低。土工织物可以回收再利用，减少资源浪费，符合环保要求。

（三）砂垫层法

在软土地基上修筑路桥时，必须要考虑地基的稳定性。如果地基不够稳定，就会出现路面沉陷和路面开裂等问题，严重影响行车的安全。所以，在施工时必须保证软基的稳定性，可以通过在软土地基上铺设砂垫层来处理。砂垫层主要是由两部分组成：一部分是透水性较好的细砂；另一部分是透水性较差的粗砂。如果在软土地基上铺设砂垫层时，也可以使用袋装砂井来进行处理，袋装砂井可以将砂粒压缩起来，形成一个整体来承受压力。这种方法施工简单，施工方便，成本较低。在具体操作时要注意以下几点：①必须要在平整的场地上进行施工；②在铺设砂垫层之前要先进行排水网和排水沟的建设；③铺设时一定要将地基表面的浮土清理干净；④铺设时一定要注意保证其平整性。此外，还应该注意以下几点：①砂垫层法必须要结合土工布和塑料排水板一起进行使用；②施工过程中一定要严格控制含水量和标高。如果含水量过大或者是过低，都会对砂垫层的质量造成影响；③施工过程中要及时对砂垫层进行排水和压实。如果砂垫层不能很好地发挥作用，就会出现沉降不均匀现象，从而使路基变形。所以在施工过程中一定要重视对砂垫层的质量控制；④在施工过程中还要加强对软基的沉降观测和变形监测。

（四）抛石挤淤法

在软土地基上修筑道路时，经常会出现一些淤泥或者是淤泥质土，这些淤泥如果不及时处理，就会影响到道路的质量和安全性。如果在软基上修筑道路，就会影响到道路的强度和稳定性。所以，在软基上修筑道路时，可以采用抛石挤淤法来处理软基。抛石挤淤法主要

是将石块抛到软土地基的淤泥或者是淤泥质土层中，从而将淤泥挤出地基。在进行抛石挤淤时要注意以下几点：①在进行抛石挤淤之前必须要对场地进行平整处理；②在抛石的位置必须要根据施工图纸建设来确定；③在进行抛石前一定要对地形和地质条件进行充分了解。④在抛出石块时应该注意向四周扩散，尽量将石块抛得均匀；⑤如果是在路堤上进行抛石，则应该将石块抛到路基下面的淤泥中；⑥抛石时一定要注意避开淤泥层的中心部位。这种方法是将碎石放在路基的底部，然后用重型压路机碾压来达到挤淤效果。这种方法不仅操作简单、施工方便、成本低、效果好，而且处理后的路基非常稳定，可以有效地解决软土地基上修筑道路时出现的沉降和裂缝问题。

（五）塑料排水板法

塑料排水板是一种用于加固地基的材料，在我国得到了广泛的应用。这种材料的主要特点是：①排水能力强；②质量轻，具有抗拉强度和抗剪强度；③施工方便，易于操作，易于控制施工质量；④通过机械振动压实或振动碾压，使土颗粒间的空隙得以填满。塑料排水板一般用聚丙烯材料制成，它是由塑料薄膜和长纤维编织布复合而成。该材料具有良好的抗拉强度和抗剪强度。当用它来加固地基时，排水板本身可以作为一种竖向排水通道，直接与地基中的土层接触，然后向下排水，在周围产生压力差，从而使排水通道起到了良好的竖向排水作用。在进行施工时，需要注意以下几点：①施工前要对施工场地进行平整和夯实，以免影响塑料排水板的插设质量；②在铺设塑料排水板之前要根据建设图纸上建设的位置将塑料排水板插入到预定深度，并在插设时要保持垂直方向；③对于在软土层较浅处使用的塑料排水板而言，可以在插设之前用机械将其压入到下一层土层中去；④对塑料排水板进行插设时要确保其不会从振动的装置上脱落下来。塑料排水板在施工过程中除了受自身的自重以及外部压力的影响外，还会受到以下两种力的影响：①静载作用。当其插入到软土层后，由于其重量较大而产生向下的压力。此外，由于塑料排水板与地基土之间存在着一定的缝隙，在自重作用下会产生挤密作用。这两种力相互抵消后会使得排水通道得到加强，从而提高了地基土的承载力；②动力作用。当地基土处于弹性状态时，它不会受到施工机械动力和地基土自身动力的影响。施工机械动力和地基土自身动力都会对排水通道造成一定的影响。

（六）土工格栅法

在软基处理中，土工格栅法是一种比较常用的方法。土工格栅法是指利用土工格栅将路基与路堤之间的土压力和地基上的土压力等都转移到土工格栅上，从而使地基上的附加应力得到缓解，从而达到减少路基沉降和不均匀沉降的目的。土工格栅法主要有两种，一种是加筋土工格室；另一种是加筋土桥。其中加筋土工格室

主要是通过设置在路基中的纵筋材或纵向抗拉钢筋来提高路基的强度和稳定性；加筋桥主要是通过设置在路堤中的横筋来提高路基的强度和稳定性。目前，加筋法主要用于高等级公路软基处理。土工格栅法的优点主要有：①提高了地基承载力，减少沉降；②能够适应地基变形，提高了地基稳定性；③能够减少路基与周围土体间的摩阻力和摩擦力，延长了路基使用寿命；④能够有效地防止路堤沉降变形引起的破坏，延长了路堤使用寿命。土工格栅法也存在一些缺点，如：①在填土过程中容易损伤土工格栅；②施工比较困难，造价比较高。土工格栅法适用于处理一般地基、软黏土和淤泥等软基，也适用于处理深度较浅的砂土、砂砾、碎石类土和砾类土等地基。具体采用何种方法应根据具体情况来确定。另外，对于不同地区来说，应根据当地工程特点和实际情况来决定采用何种方法进行处理。

（七）加筋土工格室

加筋土工格室是指将一定规格的土工格室材料，如聚丙烯、聚酯等，按一定的形式用机器缠绕或缠绕而成。为了达到一定的抗拉强度和弹性模量，土工格室一般采用具有一定弹性模量的材料（如塑料）进行缠绕。土工格室是一种新型的柔性材料，具有重量轻、强度高、抗疲劳、耐腐蚀、抗老化等优点。因此，加筋土工格室被广泛应用于路基工程中。加筋土工格室主要用于路堤填筑前的路肩和边坡防护，以及路堤基底的加固处理等。在软土层中，由于土工格室材料的高模量和较大的抗拉强度，当其铺设在路堤底部时，可以将路堤底部所承受的土压力分散到整个路基中去，从而起到提高路基强度和稳定性的作用。因此，加筋土工格室能够有效地改善路堤地基的承载能力和稳定性。在软土层中铺设土工格室还可以将地基上附加应力进行分散和转移。这种方法一般适用于路堤高度不大、路堤底部地基承载力较差或路堤填筑时间短而尚未形成稳定土压力时采用。如果路堤高度较大或地基承载力较好时，一般不采用这种方法进行处理。

（八）换填法

当软土地基含水量较大，土质为淤泥，或含有较多的淤泥时，可采用换填法进行处理。具体施工步骤如下：

（1）根据现场实际情况，清除地面上的杂物及淤泥，并进行晾晒；（2）在路堤基底按建设要求挖成一定的深度的换填土层，并分层压实，其厚度为2-3m，一般采用机械碾压压实。换填材料可采用砂、碎石、砂砾石等强度高且耐久性较好的材料；（3）根据建设要求，在换填土层上铺一层砂垫层，厚度约为3-5m，砂垫层表面应整平并压实；（4）在路堤下面挖一条横沟，将换填材料通过横沟均匀地铺到软土地基中；（5）路堤填土完成后要进行压实和排水工作。根据施工现场的具体情况采取相应的措施保证路堤的稳定。例如：在施

工前应做好排水工作；施工时要注意天气情况；在下雨或路水面有积水时应采取措施及时排除；在路基填土后应注意做好路堤的稳定性工作等；（6）分层压实后的厚度不宜小于0.5m；要分层检测压实度，当达到建设要求后方可继续施工。

四、市政道路软土路基加固处置质量控制对策

（一）施工环境控制

在软土路基加固处置中，施工环境的控制对工程质量至关重要。确保施工现场的湿度处于合适的范围，避免因土壤湿度问题导致施工质量不稳定。可以通过灌溉或覆盖防护措施来控制湿度。定期监测天气情况，特别是雨季。在预期有雨水的情况下，采取防水措施，以防雨水对软土路基加固产生不利影响。

（二）基层处理

软土路基加固的基层处理是关键的一步，需要严格控制。对软土进行细致的原土分析，确保了解其工程性质。根据分析结果制定相应的原土处理方案，如加入适量的固化剂或改良剂。对于加固层的压实，采用科学的方法，确保每个区域都达到规定的压实度。可以使用合适的压实设备，并进行实时监测。

（三）现场管理

现场管理对工程质量的巨大影响，良好的管理有助于确保施工按照计划进行。设置定期检查制度，确保工程按照建设和规范进行。对施工人员的操作进行监督，及时发现并纠正问题。要求施工人员详细记录施工进度，包括使用的材料、施工方法和遇到的问题。这有助于及时发现潜在的质量问题。

五、结语

综上所述，在实际工程中，通常会根据软土的特性、工程要求以及经济考虑，采用上述技术的组合或者单一应用。选择合适的软土加固处置技术是保障工程质量的重要环节，需要经过充分的技术论证和实地调查。这些对策的实施需要全面的施工管理和监督体系，确保软土路基加固工程能够按照建设要求和标准完成，达到预期的质量水平。

参考文献

- [1] 湿陷性黄土路基加固强夯法施工振动技术研究[J]. 杨臻杰. 甘肃科技, 2022 (24)
- [2] 过湿冰水堆积土路基填料改良方案比选与验证[J]. 崔晏宁. 路基工程, 2022 (05)
- [3] 市政道路施工中软土路基的施工技术处理研究[J]. 任立奇. 四川建材, 2021 (08)

作者简介：孙厚振，1991年，男，汉，山东枣庄，本科，济南能源工程集团有限公司，中级评副高，研究方向：城镇道路与交通工程。

通讯作者：赵延鹏，1992年，男，汉，山东济南，本科，济南能源工程集团有限公司，中级评副高，研究方向：城镇道路与交通工程。