

# 道路路基设计中的软基处理分析

李欣

宁波公路市政设计有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要：**本文聚焦于宁波地区道路路基设计中的软基处理问题。概述了软土地基在宁波地区的独特地质成因、分布情况及特殊的物理力学性质。分析了软土地基对道路工程可能产生的沉降变形、路基失稳和路面损坏等不利影响。随后阐述了道路设计中软基处理的基本原则，包括科学评估、预防为主、经济合理和长期监测等。针对宁波地区的实际情况，详细介绍了换填法、排水固结法、加筋处理法、搅拌桩法、预应力管桩法、DGR工法等软基处理方法，并指出各种方法的适用性和优势。通过这些分析，旨在为宁波地区道路路基设计提供有效的软基处理策略和技术参考，确保道路结构的安全稳定，推动交通事业的持续发展。

**关键词：**道路路基；软基处理；方法分析

## 1 道路软土地基概述

### 1.1 独特的地质成因与分布

宁波地区的软土地基，其形成与演变历程与该地区丰富多彩的地质历史紧密相连，是自然力量长时间作用下的产物。宁波，这座坐落于中国东南沿海的城市，地处滨海平原与河口三角洲这一独特的地理区域，其地形地貌深受河流与海洋的双重影响。在历史的长河中，宁波地区经历了漫长的河流沉积过程。众多河流在此汇聚，携带的大量泥沙在平缓的地势上逐渐沉积，形成了深厚的沉积层。与此同时，海洋的淤积作用也不容小觑。随着潮汐的涨落，海水携带着细小的颗粒物在岸边沉积，进一步加厚了软土层的厚度。这两种力量的共同作用，塑造了宁波地区软土地基的基本框架。这些软土，以其特有的物理和化学性质，广泛分布于宁波的平原地带、河流两岸以及沿海区域。在宁波的一些核心区域，如经济发达的鄞州、工业重镇北仑等地，软土层的厚度尤为惊人，部分区域甚至达到了数十米之深。这样的地质条件，无疑给当地的道路工程建设带来了前所未有的挑战。软土地基的稳定性、承载力以及变形特性，都成为了工程师们需要深入研究和解决的关键问题。因此，宁波地区的软土地基不仅具有独特的地质成因，其广泛的分布和深厚的厚度也对该地区的工程建设提出了更高要求。深入理解和把握软土地基的特性，对于确保工程的安全、稳定和持久具有至关重要的意义。

### 1.2 特殊的物理力学性质

#### 1.2.1 高含水量与高压缩性

宁波地区软土的天然含水量普遍较高，常超过液限，部分区域软土含水量甚至可达70%以上。这使得软土具有极高的压缩性，在外部荷载作用下，易产生较大沉

降变形。例如，在一些道路建设项目中，软土地基的最终沉降量可达到数十厘米甚至更多，严重影响道路的正常使用寿命。

#### 1.2.2 低强度与低透水性

宁波软土的抗剪强度极低，不排水抗剪强度通常小于30KPa，在受到剪切力时极易发生破坏。同时，其透水性差，渗透系数极小，导致排水固结过程极为缓慢。这不仅增加了道路施工的难度，还使得软土地基的沉降在很长时间内持续发展，难以在短期内稳定<sup>[1]</sup>。

#### 1.2.3 显著的触变性与流变性

宁波软土具有明显的触变性，在受到振动、扰动等外力作用时，其结构迅速破坏，强度大幅降低。并且，软土还呈现出显著的流变性，即在长期荷载作用下，土体变形会随时间不断发展，进一步加剧道路的不均匀沉降。

## 2 软土地基对道路工程的影响

### 2.1 沉降变形问题

#### 2.1.1 不均匀沉降导致路面不平整

由于宁波软土地基的不均匀性，在道路建成后，不同区域的软土压缩程度存在差异，进而引发不均匀沉降。这种不均匀沉降使得路面出现波浪状起伏、开裂等现象，严重影响行车舒适性与安全性。例如，在宁波某些老路的使用过程中，由于软土地基不均匀沉降，路面出现了大量裂缝，部分路段平整度严重下降，车辆行驶时颠簸感强烈。

#### 2.1.2 长期沉降影响道路结构安全

软土地基的长期沉降还会对道路的结构安全构成威胁。随着沉降的持续发展，道路的结构层会受到额外的应力作用，导致结构层的损坏。如沥青路面可能出现断裂、坑洼，基层可能发生塌陷，从而降低道路的承载能

力, 缩短道路的使用寿命。

## 2.2 路基失稳问题

### 2.2.1 抗剪强度不足引发路基滑移

宁波软土地基的低抗剪强度使得路基在受到外部荷载时, 极易发生剪切破坏, 导致路基滑移。特别是在道路的边坡地段, 由于土体侧向压力的作用, 更容易出现路基滑移现象。例如, 在一些靠近河流的道路工程中, 由于软土地基抗剪强度不足, 在暴雨等不利条件下, 路基出现了局部滑移, 影响了道路的正常使用的。

### 2.2.2 土体流变导致路基变形

软土的流变性使得路基在长期荷载作用下, 土体不断发生变形, 导致路基的整体稳定性下降。这种变形可能表现为路基的侧向挤出、下沉等, 严重时会导致道路的坍塌, 对行车安全造成严重威胁<sup>[2]</sup>。

## 2.3 路面损坏问题

### 2.3.1 地基沉降引发路面裂缝

软土地基的沉降会使路面产生附加应力, 当附加应力超过路面材料的抗拉强度时, 路面就会出现裂缝。在宁波地区的道路上, 常见的裂缝类型有横向裂缝、纵向裂缝等, 这些裂缝的出现不仅影响道路的美观, 还会加速路面的损坏。

### 2.3.2 不均匀沉降造成路面坑洼与车辙

不均匀沉降会导致路面局部出现坑洼, 车辆行驶时反复碾压, 进一步加剧路面材料的破坏, 形成车辙。这些坑洼和车辙不仅影响行车舒适性, 还会降低道路的排水性能, 在雨天容易造成路面积水, 增加交通事故的发生概率。

## 3 道路设计中软基处理的基本原则

在道路设计的实践中, 软基处理是一个至关重要的环节, 其基本原则涵盖了多个方面, 旨在确保道路的安全性、稳定性及可持续性。第一, 科学评估与精准识别是软基处理的首要原则。这意味着在项目启动之初, 需通过详尽的地质勘探、土壤测试等手段, 全面掌握地基的土壤类型、含水量、压缩性、承载力等关键信息, 为后续的设计与施工提供坚实的数据支撑。这一步骤要求设计人员具备深厚的专业知识, 能够准确判断地基类型, 并根据实际情况制定针对性的处理方案。第二, 预防为主、综合治理是软基处理的核心策略。在设计阶段, 就应将预防软基病害作为首要目标, 通过优化道路结构、增强地基强度、改善排水条件等措施, 有效减轻地基负荷, 减少沉降变形, 提高道路的耐久性; 倡导多种技术手段的综合应用, 形成优势互补, 共同提升地基的整体稳定性。第三, 经济合理、绿色环保也是软基处

理不可忽视的重要原则。在确保道路安全与质量的前提下, 应充分考虑成本效益, 选择性价比高、施工便捷的处理方案, 避免不必要的浪费。注重环境保护, 选用对环境影响小的加固材料和施工工艺, 减少对生态环境的破坏, 促进道路建设与环境保护的和谐共生<sup>[3]</sup>。第四, 长期监测与及时反馈是软基处理效果的有力保障。在软基处理完成后, 应建立长期的监测机制, 定期对地基沉降、变形、稳定性等指标进行检测, 及时发现并处理潜在问题, 确保道路在运营期间的安全稳定。

## 4 宁波地区常用的软基处理方法分析

### 4.1 换填法

在处理宁波地区广泛存在的深厚软土地基时, 换填法作为一种历史悠久且效果显著的工程手段, 展现出了其独特的优势。该方法的核心在于彻底挖除地中原有的软弱土层, 并取而代之填充以具有高强度和低压缩性的优质土料, 或是其他经过严格筛选、符合特定工程要求的材料; 这一操作能够从根本上改变地基的土质组成, 显著提升其承载能力和整体稳定性。在宁波地区的实际应用中, 换填法所采用的填充材料多种多样, 其中砂石以其良好的透水性和较高的承载力成为了首选。砂石换填不仅能有效排除地基中的多余水分, 还能通过其紧密的颗粒排列增强地基的抗剪强度。另外, 宕渣作为另一种常用的换填材料, 凭借其优异的固化性能和成本效益, 在宁波地区的软土地基处理中也占据了一席之地, 能够加速地基土的固结过程, 进一步提高其强度和稳定性。通过换填法的精心实施, 宁波地区的深厚软土地基得到了显著改善, 为道路路基的安全提供了有力保障。

### 4.2 排水固结法

排水固结法作为一种科学而高效的软土地基处理方法, 在宁波地区因其独特的地理环境而显得尤为重要。该方法的核心在于巧妙地利用排水系统和加压系统的协同作用, 促使软土地基中的孔隙水得以有效排出, 从而实现地基的固结沉降和强度提升。在宁波地区, 由于地下水位普遍较高, 软土地基中的含水量往往较大, 这给地基的稳定性带来了严峻挑战。因此, 排水固结法的应用显得尤为重要。通过精心设计和施工, 竖向排水体(如塑料排水板、砂井)和水平排水系统(如砂垫层)得以有效设置, 它们共同构成一个高效的排水网络, 能够迅速将地基中的多余水分导出。与此同时, 加压系统的引入更是为排水固结过程提供强大的动力。堆载预压和真空预压等加压方式的应用, 能够加速地基土的固结过程, 进一步缩短工期并提高处理效果。在排水系统和加压系统的共同作用下, 宁波地区的软土地基得以迅速

排水固结,其承载力和稳定性得到了显著提升。

#### 4.3 加筋处理法

加筋处理法作为一种创新的软土地基加固技术,在宁波地区得到了广泛应用。该方法的核心在于通过向软土地基中精心铺设一系列高性能的筋材,如钢筋格栅和土工合成材料等,来显著提升地基的整体稳定性。这些筋材凭借其优异的力学性能和与地基土之间的强大摩擦力、咬合力,形成一个坚固的加固网络,有效地增强了地基的抗变形能力。在宁波地区的实际应用中,钢筋格栅以其高强度和良好的延展性成为了首选的筋材之一。它能够有效地分散地基中的应力,减少局部应力集中,从而延缓地基的沉降和变形<sup>[4]</sup>。与此同时,土工合成材料以其轻质、耐腐蚀、易施工等特点,也在软土地基加固中发挥了重要作用。这些材料不仅能够增强地基的承载力,还能有效隔离不同土层,防止地基土之间的相互侵蚀。通过加筋处理法的实施,宁波地区的软土地基得到显著的加固,其整体稳定性和抗变形能力得到大幅提升。这一技术的应用不仅提高地基的承载能力,还为上部结构的安全稳定提供了有力保障。

#### 4.4 搅拌桩法

用带有回转、翻松、喷粉与搅拌功能的机械,将胶结材料与地基的软土搅拌,使软土地基局部范围的某一深度,某一直径内的软土用固化材料予以改良、加固,形成加固土桩体,这种桩称为水泥粘土桩,它具有一定的强度和水稳性,在宁波软基处理中被广泛应用。由搅拌桩体和四周软土组成复合地基,可以提高地基承载力、提高地基的强度、增大地基变形模量。水泥搅拌桩分为粉体喷射搅拌桩(简称粉喷桩)和浆液喷射搅拌桩(简称浆喷桩)两种;其中粉喷桩污染较大,不推荐使用;常规浆喷桩采用单向搅拌工艺,为提高搅拌效果,有条件时宜选用双向搅拌工艺。常规浆喷桩采用单向搅拌工艺,处理深度不宜超过10m;若处理深度超过10m宜采用双向水泥搅拌桩。

#### 4.5 预应力管桩法

预应力管桩法是一种由高强度刚性桩与桩周软土共同组成的地基,它与搅拌桩的区别在于桩体强度比搅拌桩高,而且在桩顶设置面积较大的混凝土承载板。在组成的复合地基中,桩承担更大的荷载,充分发挥桩的高承载特性,可以大大减少高填方路堤的工后沉降量,加快施工进度。预应力管桩在提高地基承载力,减小沉

降,改善地基抗震性能等方面具有较大的潜力和灵活性,使预应力管桩复合地基技术在宁波地区的应用具有较大的生命力。

#### 4.6 DGR工法

DGR技术是针对因地基软弱引起的路堤不均匀沉降造成各种病害而开发的新材料新技术,应用深层注浆提高路基的复合承载力,同时形成路堤下隔层,以减小路基的不均匀沉降,缩小路、桥沉降差,以保证纵向桥台沉降到路堤软基沉降的平衡过渡以及维持横向上路堤中央变形和坡脚路肩处变形的协调稳定。

DGR技术的加固原理:将配制好的特制浆液用灌浆系统送到需加固的土层中,浆液先是填充土体裂缝并迅速初凝,裂隙被堵塞后,灌浆压力即自行上升,使土体产生“液浆开裂”。浆液沿裂面进入并迅速初凝,入浆通道也被“堵塞”,于是又产生新的劈裂面。在此同时随着特制浆液的连续进入,已经初凝的浆液对劈裂面的土体进行挤压,使土体颗粒产生移动,重新排列进而脱水密实,同时对受浆软土进行土性改良。DGR技术的凝固时间的可控性使土体很容易发生“液浆开裂”,同时又使浆液不会“跑”远而造成浪费,这也是该工法的独特之处。

#### 结束语

综上所述,宁波地区道路路基设计中的软基处理是一项复杂而重要的任务。在选择处理方法时,应充分考虑宁波地区的地质特点、软土地基的具体条件以及工程要求和经济成本。通过科学合理地进行方案制定和施工操作,可以确保道路结构的安全稳定,推动交通事业的持续发展。未来,随着新技术和新材料的不断涌现,宁波地区应持续关注和研究软基处理问题,不断优化处理方法,以适应日益增长的交通需求。

#### 参考文献

- [1]辛传盛.公路路基路面设计中软基的处理技术研究[J].交通世界,2021(12):60-61.
- [2]方元.软基处理施工技术在市政公路施工中的应用[J].工程建设与设计,2020(4):68-69.
- [3]毕小勇,李俊龙.市政道路路基设计及软基处理探讨[J].低碳世界,2021,11(3):193-194.
- [4]裔传硕.城市道路路基设计中的软基处理技术[J].中国科技信息,2020,17:47-48.