

黄土高原湿陷性黄土地基处理方法

冯文清¹ 何长青²

1. 中铁二院工程集团有限责任公司 四川 成都 610036

2. 中铁五局集团第一工程有限责任公司 湖南 长沙 410000

摘要: 本文探讨了黄土高原地区湿陷性黄土地基的处理方法。针对黄土的湿陷性特性,提出了垫层法、强夯法和挤密法等多种处理方法,旨在提高地基的承载力和稳定性,确保建筑物的安全。文章详细分析了各种方法的基本原理、适用范围、优缺点,并结合实际工程案例,为黄土高原地区的地基处理提供了理论依据和实践指导。

关键词: 黄土高原;湿陷性黄土;地基处理方法

引言: 黄土高原地区是我国重要的经济和文化区域,该地区广泛分布的湿陷性黄土给工程建设带来了极大的挑战。湿陷性黄土在遇水后易发生显著沉降,导致建筑物地基失稳。因此,研究有效的地基处理方法对于保障黄土高原地区建筑物的安全具有重要意义。

1 湿陷性黄土地基处理的基本原则

1.1 湿陷性黄土地基处理的主要目的

湿陷性黄土地基处理的核心目的是消除黄土的湿陷性,并显著提高地基的承载力。黄土高原地区的黄土具有显著的湿陷性,当土壤中的水分增加时,土壤颗粒间的胶结力减弱,导致土壤体积缩小、承载力下降,进而引发地基沉降和建筑物变形。通过一系列科学的处理手段,可以有效地改善黄土的物理力学性质,使其具备更强的抗湿陷能力和承载能力。处理后的地基应能够满足建筑物的荷载需求,确保在正常使用条件下不发生显著的沉降和变形。处理过程还应注重提高地基的均匀性和稳定性,防止因地基不均匀沉降而导致的建筑物开裂、倾斜等安全问题。

1.2 湿陷性黄土地基处理时应考虑的因素

(1) 土壤性质: 土壤性质是处理方案设计的关键依据。黄土高原地区的黄土具有独特的颗粒组成、孔隙结构、胶结方式等特性,这些特性直接决定了其湿陷性的强弱和地基处理的难易程度。在处理前必须对黄土的物理力学性质进行详细的测试和分析,以了解土壤的湿陷性等级、压缩性、抗剪强度等关键指标。还需考虑黄土的含水量、有机质含量等因素,这些因素对处理效果具有显著影响。例如,含水量过高的黄土在处理过程中易发生塌孔、缩颈等问题,而有机质含量过高的黄土则可能影响处理材料的固化和强度发展。(2) 工程要求: 工程要求也是处理方案设计时必须考虑的重要因素。不同的工程项目对地基的承载力、变形控制等要求各不相

同。例如,高层建筑、大型桥梁等重型工程对地基的承载力要求较高,而精密仪器厂房、数据中心等对地基的变形控制要求更为严格。在处理方案设计时,必须根据工程的具体要求,合理选择处理方法、确定处理深度和范围等参数。还需考虑施工工期、成本等因素,以确保处理方案的经济性和可行性。(3) 经济成本: 经济成本是湿陷性黄土地基处理中不可忽视的因素。处理方法的选择、处理材料的采购、施工设备的租赁等都会直接影响到工程的总成本^[1]。在处理方案设计时,必须综合考虑各种处理方法的经济性,选择性价比最优的方案。还需考虑处理过程中可能产生的额外费用,如处理材料的运输费、施工期间的排水费、监测费等。这些费用虽然相对较小,但如果不加以控制,也可能对工程的总成本产生显著影响。(4) 环境保护与可持续发展: 在湿陷性黄土地基处理过程中,还应注重环境保护和可持续发展。处理过程中产生的废弃物、废水等必须妥善处理,以防止对周围环境造成污染。处理方案的设计还应考虑节能、节材等因素,以降低工程的能耗和材料消耗。还应注重处理方法的创新和改进,以推动湿陷性黄土地基处理技术的不断进步和发展。

2 湿陷性黄土地基处理方法

2.1 垫层法

(1) 定义与原理: 垫层法是指在湿陷性黄土地基上铺设一层或多层密度大、强度高且水稳定性好的材料,以增强地基的承载能力和改善其变形特性。这种方法通过引入优质填料,形成一层致密的隔离层,有效隔断了上部荷载与下部湿陷性黄土的直接接触,从而减少了地基的沉降和变形。(2) 分类: 垫层法根据所用材料的不同,可分为黏性土垫层法、灰土垫层法等多种类型。黏性土垫层法主要利用黏性土的高粘结力和抗剪强度来提高地基的稳定性;而灰土垫层法则通过石灰与土的化学

反应,生成具有高强度和耐久性的固化体,进一步增强地基的承载能力。(3)优点与缺点:垫层法施工简便,效果显著,能够迅速提高地基的承载力和稳定性。这种方法并不适用于需承受振动荷载的地基,因为振动可能导致垫层材料松动或破坏,从而影响地基的整体性能。垫层法的成本相对较高,特别是在需要大量优质填料的情况下。

2.2 强夯法

(1)定义与原理:强夯法是利用重锤从一定高度自由落下产生的冲击能,对地基进行夯实处理,以提高地基的密实度和承载力。这种方法通过强烈的冲击作用,使地基土颗粒重新排列,形成更加紧密的结构,从而增强地基的稳定性和承载能力。(2)适用范围:强夯法适用于砂土、粘土、碎石等多种类型的地基。对于湿陷性黄土而言,强夯法能够有效消除其湿陷性,提高地基的密实度和强度。(3)优点与缺点:强夯法施工简单,效率高,工期短,能够在短时间内显著提高地基的承载力和稳定性。这种方法在施工过程中会产生较大的噪音和振动,对周围环境造成一定的干扰和破坏。强夯法对于地基土的含水量和颗粒组成有一定的要求,过湿或过干的土壤都可能影响夯实效果。

2.3 挤密法

(1)定义与原理:挤密法是通过物理挤压的方式增加地基的密实度,缩小孔隙比,从而提升地基的强度。这种方法通过在地基中设置挤密桩或挤密孔,利用桩体或孔壁的挤压作用,使周围土壤颗粒重新排列并紧密结合,形成更加稳定的地基结构。(2)具体措施:挤密法根据具体施工方式的不同,可分为土桩或灰土桩法、钻孔夯扩桩挤密法等多种类型。土桩或灰土桩法是通过在地基中打入预制桩或现场浇筑桩体,利用桩体的挤压作用提高地基的密实度;而钻孔夯扩桩挤密法则是通过在钻孔中注入固化材料并夯实,形成具有高强度和稳定性的桩体。(3)优点与缺点:挤密法处理深度大,不受地下水位限制,能够显著提高地基的承载力和稳定性。挤密法还能够有效改善地基土的均匀性和连续性,减少地基的沉降和变形。挤密法施工难度较大,成本相对较高。特别是在复杂地质条件下,挤密桩的设置和夯实过程可能面临诸多挑战。挤密法对于地基土的含水量和颗粒组成也有一定的要求,过湿或过干的土壤都可能影响挤密效果。

2.4 预浸水法

(1)定义与原理:预浸水法是通过预先浸泡地基土,使其达到饱和状态,从而改变其物理性质并消除湿

陷性^[2]。这种方法利用水的渗透和溶解作用,使地基土中的可溶性盐类溶解并随水排出,同时使土壤颗粒重新排列并紧密结合,形成更加稳定的地基结构。(2)实施步骤:预浸水法的实施步骤包括挖设大坑、注入大量水、广泛浸水等。首先,在需要处理的地基区域挖设一定深度和宽度的大坑;然后,向坑内注入大量清水,使地基土充分浸泡;最后,通过自然排水或人工排水的方式将坑内积水排出,使地基土逐渐干燥并固化。(3)优点与缺点:预浸水法经济有效,能够显著降低地基的湿陷性并提高其稳定性。这种方法耗水量大,处理周期长,对于水资源匮乏的地区可能不太适用。预浸水法还可能对周围环境造成一定的影响,如地下水位上升、土壤侵蚀等。

2.5 桩基础法

(1)定义与原理:桩基础法是通过在湿陷性黄土层中穿越成桩,使上部荷载通过桩尖传递到下部持力层的一种地基处理方法。这种方法利用桩体的承载能力和稳定性来支撑上部建筑物,从而有效避免地基的沉降和变形。(2)常用方法:桩基础法根据桩体材料和施工方式的不同,可分为静压桩、打入式预制桩、就地灌注桩等多种类型。静压桩是通过静力压桩机将预制桩压入地基中;打入式预制桩则是利用桩锤的冲击能将预制桩打入地基中;就地灌注桩则是在地基中钻孔并注入混凝土等固化材料形成桩体。(3)优点与缺点:桩基础法安全可靠,施工速度较快,能够显著提高地基的承载力和稳定性。这种方法耗用钢材、水泥等建筑材料较多,造价相对较高。桩基础法对于地基土的含水量和颗粒组成也有一定的要求,过湿或过干的土壤都可能影响桩体的施工质量和承载能力。

3 湿陷性黄土地基处理方案的选择与实施

3.1 处理方案的选择原则

(1)地质条件适应性:地质条件是选择湿陷性黄土地基处理方案的首要考量。黄土高原黄土的湿陷性、颗粒组成及孔隙结构等特性,对处理方案具有决定性影响。需详细勘察地基土,掌握其物理力学性质、湿陷性等级及含水量等关键指标。基于地质条件,选择适应性强的处理方法,如预浸水法或挤密法适用于湿陷性强、含水量高的黄土,桩基础法则适用于土层薄、承载力要求高的地段。(2)工程要求符合性:工程项目对地基的要求各异,重型工程如高层建筑、大型桥梁需高承载力,而精密仪器厂房、数据中心则对地基变形控制更为严格。选择处理方案时,需根据工程具体要求,合理确定处理方法、深度及范围等参数,同时考虑施工工期与成本,确保方案经济可行。例如,工期紧、成本有限的

项目,垫层法或强夯法因其施工速度快、成本相对较低而更具优势。(3)经济成本效益性:经济成本是方案选择的关键。处理方法、材料采购及施工设备租赁等直接影响工程总成本。需综合考虑各处理方法的经济性,选择性价比最优方案,并预留处理材料运输、施工排水及监测等额外费用,确保总成本控制在预算内。(4)环境保护与可持续发展:湿陷性黄土地基处理过程中,应注重环保与可持续发展。废弃物、废水需妥善处理,防止环境污染。设计处理方案时,应融入节能、节材理念,降低能耗与材料消耗。

3.2 处理方案的实施步骤

(1)方案设计与审批:在处理方案实施前,需进行详细的方案设计与审批工作。设计方案应明确处理方法的选择、处理深度和范围、施工工期、成本预算等关键信息。设计方案完成后,需提交给相关部门进行审批,以确保方案的合理性和可行性。审批过程中,可能需要对方案进行调整和优化,以满足相关部门的要求和规定。(2)施工准备:施工准备是处理方案实施的重要环节。在施工前,需对施工现场进行清理和整平,确保施工设备的顺利进场和作业。还需准备好所需的施工材料和设备,如垫层材料、重锤、挤密桩等。还需制定详细的施工计划和安全措施,以确保施工过程的顺利进行和人员安全。(3)施工过程管理:施工过程管理是确保处理方案实施效果的关键。在施工过程中,需严格按照设计方案进行施工,确保处理方法的正确性和处理参数的准确性。还需对施工过程进行实时监控和检测,如地基沉降量、变形量等关键指标的监测,以及处理材料的质量检测等。一旦发现异常情况或施工质量问题,需立即采取措施进行整改和处理,以确保处理效果的达到预期。(4)验收与后期维护:处理方案实施完成后,需进行严格的验收工作^[3]。验收过程中,需对处理效果进行全面检测和评价,如地基承载力、变形量等指标的检测。还需对施工质量进行检查和评估,确保处理方案的实施效果符合设计要求和相关标准。验收合格后,方可进行后续工程的施工。在工程竣工后,还需对地基进行定期的维护和检查,以及时发现和处理潜在的安全隐患。

3.3 注意事项

(1)处理方法的适用性:选择湿陷性黄土地基处理方法时,适用性是关键考量。垫层法因可能引发振动荷载问题而不适用于特定场景,强夯法则受地基土含水量和颗粒组成的制约。需综合地质勘察结果与工程具体要求,权衡各方法优缺点,确保所选方案既符合实际条件又能有效解决问题。(2)施工质量的控制:施工质量控制是保障处理效果的核心。严格遵循设计方案,确保方法正确、参数精确,同时实施实时监控与检测,及时发现并纠正质量问题。加强施工人员培训,提升其技能与质量意识,是确保施工质量不可或缺的一环。(3)环境保护与安全措施:处理过程中,环境保护与安全至关重要。废弃物、废水需妥善处理,避免环境污染。制定详尽的安全预案,强化安全监管,确保人员与设备安全。施工过程中,持续排查安全隐患,及时应对,保障作业环境和谐稳定。(4)成本与效益的平衡:在方案选择与执行中,平衡成本与效益至关重要。虽优质方案与材料能提升处理效果,但成本亦随之增加。需综合考量经济性、可行性与处理效果,选取性价比最优方案。加强成本控制,减少浪费,确保工程效益最大化。在施工过程中,精细化管理,优化资源配置,实现成本效益的最优平衡,是项目成功的关键所在。

结束语

黄土高原地区湿陷性黄土地基处理是一项复杂而重要的工程任务。通过垫层法、强夯法和挤密法等多种处理方法的应用,可以有效地提高地基的承载力和稳定性,确保建筑物的安全。在实际工程中,应根据土壤性质、工程要求、经济成本和环境保护等因素综合考虑,选择最合适的处理方法。同时,应注重施工过程中的质量控制和监测工作,以确保处理效果达到设计要求。

参考文献

- [1]王志伟.关于湿陷性黄土地基处理方法的探讨[J].居业,2022(01):226-228.
- [2]梁虎.湿陷性黄土地基的处理方法[J].四川水利,2016,37(06):49-50+61.
- [3]余东.湿陷性黄土地基处理方法分析及在工程中的应用[J].科学咨询(科技·管理),2019(10):39-40.