

不同地基检测方法在强夯地基处理检测中的应用

宋 建 徐 静

陕西理正工程检测有限公司 陕西 西安 710038

摘 要：在强夯地基处理检测中，平板载荷试验、动力触探试验及瑞雷面波检测等地基检测方法展现出不同特点与优势。平板载荷试验模拟实际工况，准确评估地基承载力；动力触探试验快速便捷，适合大范围初步评估；瑞雷面波检测则以其无损性和高效性，为大面积地基的均匀性和密实度检测提供重要手段。这些方法综合运用，可全面分析强夯处理效果，确保地基质量满足设计要求，为土木工程建设的经济性和安全性保驾护航。

关键词：不同地基检测方法；强夯地基处理检测；应用

引言：在强夯地基处理工程中，选择恰当的地基检测方法至关重要。由于地基土的复杂性和多变性，单一的检测方法往往难以全面反映处理效果。因此，引入多种地基检测方法，如平板载荷试验、动力触探试验及瑞雷面波检测等，不仅有助于提升检测的准确性和可靠性，还能为工程决策提供更为科学的依据。本文旨在探讨这些检测方法在强夯地基处理中的应用，分析其优势与局限性，为地基处理技术的优化与发展提供参考。

1 强夯地基法概述

1.1 强夯法的基本原理

强夯法，作为一种高效的地基处理技术，其核心在于利用重锤从一定高度自由下落产生的巨大动能，对地基进行强烈冲击和压缩，从而改善地基土的物理力学性质，提高地基承载力和稳定性。这种方法因其操作简单、效果显著、成本相对较低而广受青睐。强夯法的起源可追溯到古代人们利用重物夯实地面的实践。然而，直到现代工程技术的快速发展，尤其是大型起重设备和施工技术的进步，强夯法才逐渐完善并广泛应用于各类土木工程中。自20世纪中期以来，强夯法在全球范围内得到了广泛研究和应用，其理论体系和技术手段不断完善，成为地基处理领域的重要技术手段之一。当重锤自高空自由落下时，其携带的巨大动能瞬间转化为对地基土的冲击能量。这种高强度的冲击作用不仅直接压缩了地基土中的孔隙，减少了土体的体积，还促进了土颗粒的重新排列和紧密结合，形成了更为密实的土体结构。同时，冲击波在土层中传播，进一步增强了夯实效果，提高了地基土的密实度、压缩模量和抗剪强度。这些物理力学性质的改善，为后续的工程建设提供了坚实的基础。

1.2 强夯法的适用范围

强夯法因其独特的优势和适用范围，在土木工程中

得到了广泛应用。（1）砂土和碎石土：这类地基土颗粒较大，透水性好，易于被压实。强夯法通过冲击作用能够使颗粒重新排列，形成更为紧密的结构，从而显著提高地基的承载力和稳定性。（2）低饱和度的粉土与粘性土：对于这类土壤，强夯法同样能够发挥其优势。通过冲击作用排除部分气体和水分，减小土体的孔隙比，增加土体的密实度和强度。然而，值得注意的是，强夯法并非适用于所有类型的地基。对于高饱和度土壤（如淤泥、软土等），由于其含水量高、压缩性大、透水性差等特点，强夯法可能无法达到理想的夯实效果，甚至可能引发地基土的液化和失稳。因此，在选择地基处理方法时，必须充分考虑地基土的性质和工程要求。

1.3 强夯法的施工工艺

强夯法的施工工艺是一个复杂而精细的过程，需要严格控制各个环节的技术参数和操作要点。（1）施工前的勘测和分析：在施工前，必须对地基土进行全面细致的勘测和分析工作。通过现场勘察、取样试验等手段，了解地基土的分布、厚度、物理力学性质等信息，为后续施工方案的制定提供科学依据。（2）施工准备：包括场地的清理和平整、起重机械和重锤的选择与安装、夯击点的布置与标高等准备工作。这些工作对于保证施工的顺利进行和提高施工质量至关重要。（3）施工过程中的重锤选择：根据地基土的性质和工程要求选择合适的重锤。一般来说，重锤的重量越大，夯实效果越明显；但同时也要考虑起重机械的承载能力和施工现场的实际情况。（4）落距控制：落距是指重锤从起始位置到接触地基土面的距离。合理控制落距是保证夯实效果的关键。在实际施工中，应根据地基土的特性和试验结果确定最佳的落距范围，并严格控制每次夯击的落距保持一致。（5）夯击次数：夯击次数也是影响夯实效果的重要因素之一。一般来说，夯击次数越多，土体被压缩得越

密实；但同时也要注意避免过度夯击导致土体破坏或产生负面影响。在实际施工中，应根据地基土的特性和试验结果确定合理的夯击次数范围，并根据实际情况进行调整和优化^[1]。

2 地基检测方法综述

2.1 平板载荷试验

(1) 原理与方法。平板载荷试验通过在预设的试验区域上放置一块刚性承压板，并逐级施加垂直荷载，模拟建筑物对地基的实际作用。在加载过程中，观测并记录承压板下地基土的变形情况，如沉降量、回弹量等，从而分析地基土的承载力和变形特性。(2) 仪器设备与操作步骤。主要设备包括承压板、加载系统（如液压千斤顶、油泵等）、测量系统（位移传感器、荷载传感器）和数据采集与处理系统。操作步骤包括布设试验区、安装承压板和测量仪器、逐级加载并记录数据、卸载并恢复场地等。(3) 适用范围及优缺点。平板载荷试验适用于各种土层的地基承载力检测，结果直观可靠，能够模拟实际工况下的地基受力情况。其优点在于测试结果准确度高，可为工程设计提供直接依据；但缺点在于试验周期长、费用较高，且对场地有一定的破坏性。

2.2 动力触探试验

(1) 圆锥动力触探试验的原理、设备及操作。圆锥动力触探试验利用一定质量的落锤自由下落，击打安装在触探杆顶端的圆锥探头，通过测量探头贯入土层的阻力来评估土层的物理力学性质。主要设备包括触探设备（触探杆、圆锥探头、落锤等）、贯入深度计和数据采集系统。操作时，需将触探设备垂直插入土层，并连续贯入，记录每一深度度的贯入阻力。(2) 标准贯入试验的详细过程与数据处理。标准贯入试验与圆锥动力触探类似，但采用标准尺寸的探头和规定的落锤重量与落距。通过记录一定击数下探头的贯入深度，结合地区经验关系式可推算出土层的物理力学参数。数据处理时，需对原始数据进行标准化处理，以消除不同测试条件下的误差^[2]。(3) 适用性与优缺点分析。动力触探试验适用于砂土、碎石土及一般粘性土的检测，具有操作简便、快捷的特点，适合大面积初步勘探。其优点在于测试效率高，成本相对较低；但缺点在于对土层变化的敏感性较高，需结合其他资料综合分析。

2.3 瑞雷面波检测

(1) 瑞雷面的物理特性与传播规律。瑞雷面波是一种沿地表传播的特殊波动形式，其能量主要集中在地表附近，随深度增加迅速衰减。其传播速度与介质的密度、剪切波速等物理参数密切相关，因此可用于推断地

基土的物理力学性质。(2) 检测原理与数据处理方法。瑞雷面波检测通过在地表激发瑞雷波信号，利用检波器接收传播过程中的波形数据。通过分析波形特征（如波速、频散特性等），可反演出地基土的分层情况和物理力学参数。数据处理时，常采用频谱分析、反演算法等技术手段。(3) 适用范围、优点与局限性。瑞雷面波检测适用于大面积地基的均匀性检测和分层划分，具有无损检测、快速高效、覆盖面广等优点。但其局限性在于对浅层土的分辨率较低，且易受地下障碍物和地形变化的影响。此外，瑞雷面波检测结果的解释和判断依赖于丰富的经验和专业知识，对于复杂地质条件下的地基检测，可能需要结合其他方法进行综合分析。

2.4 其他地基检测方法简述

(1) 平板静力载荷试验。平板静力载荷试验与平板载荷试验类似，但加载方式为缓慢施加静力荷载，以模拟长期荷载作用下的地基变形。这种方法更适用于需要精确测量地基在长期荷载作用下的变形特性和承载能力的情况。其优点在于测试结果更为准确，但同样存在测试周期长、费用高的缺点。(2) 旁压试验。旁压试验是通过在钻孔中放置一个可膨胀的囊袋，并逐步向囊袋内注入流体使其膨胀，以模拟周围土体的侧向压力。通过测量囊袋膨胀过程中的压力和变形量，可以评估土体的侧向承载力和变形特性。该方法适用于粘性土和软土的检测，能够较准确地反映土体的原位力学性质。(3) 静力触探试验。静力触探试验是一种利用静力连续贯入土层的探头来检测地基土性质的方法。探头在贯入过程中，通过测量探头阻力、侧壁摩擦力等参数来评估土层的物理力学性质。该方法具有操作简便、连续性强、数据量大等优点，适用于多种土层的检测。

3 不同地基检测方法在强夯地基处理检测中的应用

3.1 应用案例一：平板载荷试验

(1) 试验方案设计。平板载荷试验通过模拟实际工程荷载来评估地基承载力。在方案设计时，需充分考虑地基的地质条件、处理要求及试验目的，合理选定试验点位置和数量。确定承压板的尺寸、形状及材质，确保其能够均匀传递压力并减少局部应力集中。制定详细的加载方案，包括加载级数、每级荷载量、加载速率及稳定时间等，以确保试验数据的准确性和可靠性。(2) 实施过程与数据记录。实施过程中，首先将承压板平稳放置于预定试验点上，确保与地基表面紧密接触。然后按照加载方案逐级施加荷载，并使用高精度测量仪器记录每级荷载下的沉降量和时间变化。在加载过程中，注意控制加载速率和稳定性，避免对地基产生冲击效应。达

到每级荷载后,保持一段时间让地基沉降稳定,记录稳定后的沉降量^[3]。(3)试验结果分析与讨论。通过整理和分析试验数据,绘制荷载-沉降曲线,评估地基的承载力和变形特性。对比强夯处理前后的数据,分析处理效果是否达到预期目标。若处理后地基承载力显著提高,且沉降变形控制在合理范围内,则说明强夯处理有效。此外,还需结合地质勘察资料 and 施工记录,探讨强夯处理参数对地基性能的影响,为后续工程提供参考。

3.2 应用案例二:动力触探试验

(1)圆锥动力触探与标准贯入试验的实施。动力触探试验通过测量贯入阻力来评估地基土的密实度和强度。圆锥动力触探采用圆锥形探头,利用重力或锤击使其贯入土中,记录贯入一定深度所需的锤击数;标准贯入试验则使用标准贯入器,在一定落距下将贯入器打入土中,记录达到预定贯入深度所需的击数。两种试验均需按规范操作,确保数据准确可靠。(2)数据分析与对比。将试验数据进行统计分析,计算各试验点的平均贯入阻力或击数。对比强夯处理前后的数据变化,评估地基土密实度和强度的提升情况。同时,对比不同试验点的数据差异,分析地基处理效果的均匀性。若数据变化显著且均匀性好,则表明强夯处理效果良好;若存在明显差异或异常点,则需进一步分析原因,可能是地层变化、处理参数调整不当或局部施工质量控制不到位等因素所致。(3)评估强夯地基处理效果。基于动力触探试验的数据分析,综合评估强夯地基处理效果。重点关注地基土密实度和强度的提升程度,以及处理效果的均匀性。若数据表明强夯处理显著增强了地基土的力学性质,且整体处理效果均匀,则可认为强夯处理达到预期目标。对于存在问题的区域,应提出针对性的改进措施,如增加夯击遍数、调整夯击能量或采取其他加固措施,以确保地基整体满足设计要求。

3.3 应用案例三:瑞雷面波检测

(1)检测过程与数据处理。瑞雷面波检测是一种非侵入性的地基检测方法,通过在地表激发瑞雷波并测量

其传播速度和频散特性来评估地基的均匀性和密实度。检测过程中,首先在预定区域布置激发点和接收点,采用合适的激发装置产生瑞雷波,并使用高灵敏度检波器接收波形信号。收集到的数据经过频谱分析、反演计算等处理步骤,提取面波速度等关键参数。(2)面波速度与地基土性质的关系。面波速度与地基土的密度、刚度及波速传播特性密切相关。在强夯地基处理中,面波速度的提升往往意味着地基土的密实度和刚度增强。因此,通过测量和分析面波速度的变化情况,可以间接评估强夯处理对地基土性质的改善效果。(3)强夯地基均匀性与密实度的评估。基于面波速度与地基土性质的关系,可以进一步评估强夯地基的均匀性和密实度。通过绘制面波速度分布图或等值线图,可以直观地看出整个处理区域地基性质的变化情况。如果面波速度分布均匀且数值较高,则说明强夯处理效果均匀且显著;反之,则可能存在处理不充分或局部区域差异较大的问题。结合地质勘察资料 and 施工记录等信息,可以对这些问题进行深入分析和探讨,以提出针对性的改进措施和优化建议。

结束语

通过对不同地基检测方法在强夯地基处理检测中的应用研究,我们深刻认识到每种方法都有其独特的优势和适用范围。平板载荷试验的直观性与准确性、动力触探试验的高效性与便捷性、瑞雷面波检测的无损性与广覆盖性,共同构成了强夯地基处理检测的多维度评估体系。未来,随着技术的不断进步,地基检测方法将更加智能化、精细化,为强夯地基处理提供更加科学、全面的支持,推动土木工程领域的高质量发展。

参考文献

- [1]孙文杰.不同地基检测方法在强夯地基处理检测中的应用[J].有色金属设计,2021,48(01):58-59.
- [2]林钦.不同地基检测方法在强夯地基处理检测中的应用[J].四川建材,2020,46(11):67-68.
- [3]曲韵远.浅析强夯地基处理检测中的地基检测方法[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019,(08):185-186.