

深基坑开挖中的地下岩土工程稳定性评估与控制

赵剑男 黄臻 高涛

山东建勘集团有限公司

摘要：本论文旨在研究深基坑开挖中的地下岩土工程稳定性评估与控制。深基坑开挖是城市建设中常见的地下工程，其稳定性问题直接影响工程安全和周边环境。本研究通过文献综述和工程案例分析，总结了深基坑开挖中岩土工程稳定性的关键因素，包括地下水位、土壤性质、开挖深度等。同时，介绍了现有的评估方法和控制措施，如数值模拟、支护结构设计和监测技术。最后，本文提出了一种综合评估和控制深基坑稳定性的方法，旨在为地下岩土工程实践提供参考，确保工程安全和可持续发展。

关键词：深基坑开挖；地下岩土工程；稳定性评估；控制措施；地下水位

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.023

引言

深基坑开挖作为城市建设不可或缺的一部分，其地下岩土工程稳定性一直备受关注。在这个领域，工程安全和环境保护是至关重要的挑战。本文旨在深入研究深基坑开挖中的地下岩土工程稳定性评估与控制，探讨解决方案和创新方法。通过对关键因素的分析 and 措施的总结，我们将帮助读者更好地理解这一领域的挑战，并提供可行的解决方案。地下岩土工程的稳定性问题不仅关乎工程本身的成功，更影响城市的可持续发展。因此，这个领域的研究具有重要的实际意义和应用前景。

一、深基坑开挖的地下岩土工程稳定性关键因素分析

深基坑开挖作为城市建设中的重要环节，常常伴随着复杂的地下岩土工程问题。为确保工程的安全和可持续发展，必须深入分析深基坑开挖过程中的地下岩土工程稳定性关键因素。在这一节中，我们将探讨影响深基坑稳定性的关键因素，并通过详细分析这些因素来深化我们对这一领域的理解。

1、地下水位是深基坑开挖中一个至关重要的因素。地下水位的变化不仅会影响土壤的孔隙水压力分布，还可能导致土壤的液化现象。地下水位的上升可能导致孔隙水压力的增加，从而增加土壤的不稳定性。因此，在深基坑开挖前，必须充分了解地下水位的情况，并采取相应的措施来控制地下水的影响。这可能包括降低地下水位的方法，如井点抽水，或采用合适的支护结构来应对高地下水位情况。

2、土壤的性质对深基坑的稳定性也起着至关重要的作用。不同类型的土壤具有不同的工程特性，如黏性土壤、砂土、黏土等。这些土壤在受力和变形方面表现

出不同的行为，因此在深基坑设计和开挖过程中，必须充分了解土壤的性质，并根据土壤类型采取相应的支护措施。此外，土壤的剪切强度、压缩模量等工程特性也需要被综合考虑，以确保工程的稳定性和安全性。

3、开挖深度是影响深基坑稳定性的另一个关键因素。随着开挖深度的增加，地下土壤的应力状态和变形特性会发生显著变化。深基坑的开挖可能导致土壤的沉降和侧向位移，从而对周边结构和地下管线造成影响。因此，在设计深基坑时，必须仔细考虑开挖深度，并采取适当的支护和监测措施来确保工程的稳定性。此外，深基坑的开挖深度还受到地下水位和土壤性质等因素的影响，因此这些因素必须在整个工程过程中得到综合考虑。

总之，深基坑开挖中的地下岩土工程稳定性受到多个关键因素的影响，包括地下水位、土壤性质和开挖深度。了解和分析这些因素对于确保工程的安全和可持续发展至关重要。在深基坑设计和施工过程中，必须采取适当的措施来应对这些因素的影响，以确保工程的稳定性和成功完成。深入研究和综合分析这些关键因素将有助于我们更好地理解深基坑开挖中的地下岩土工程稳定性问题，为解决实际工程中的挑战提供有力的支持。

二、地下水位对深基坑稳定性的影响与评估方法

地下水位在深基坑开挖中扮演着至关重要的角色，其变化不仅直接影响着基坑的稳定性，还可能对周边地下结构和环境造成潜在风险。本节将深入探讨地下水位对深基坑稳定性的影响，并介绍一些常用的评估方法，以帮助工程师更好地理解和管理这一关键因素。

1、地下水位的变化对深基坑的稳定性有直接影响。当地下水位上升时，土壤中的孔隙水压力会增加，导致土壤的抗剪强度降低，从而增加了基坑周围土壤的不稳定性。这可能导致基坑的沉降、侧向位移以及支护结构的损坏。相反，如果地下水位下降，孔隙水压力减小，土壤的抗剪强度增加，基坑的稳定性可能会提高。因此，在深基坑设计和施工过程中，必须密切监测地下水位的变化，并根据情况采取相应的措施来控制地下水的影响，以确保工程的安全性。

2、地下水位的评估是深基坑工程中的一个关键步骤。为了准确评估地下水的影响，工程师通常采用多种方法来获取地下水位的信息。其中，地下水位监测井是一种常见的方法，通过安装井筒并定期测量水位来获取地下水位的数据。此外，地下水位也可以通过地下水位数值模拟来估算。这种模拟方法可以基于地下水流方程和相关参数，预测地下水位在不同条件下的变化趋

势。通过将监测数据和数值模拟结果相结合，工程师可以更准确地评估地下水位对深基坑稳定性的影响，从而采取适当的控制措施。

3、为了应对地下水水位的影响，深基坑工程中通常采取一系列支护措施。这些措施包括井点抽水、降低地下水位、采用合适的支护结构等。井点抽水是一种常见的方法，通过在基坑周边设置井点，并抽取地下水，降低地下水位来减小土壤的孔隙水压力。此外，工程师还可以采用潜水墙、地下连续墙等支护结构来抵御地下水位的压力，确保基坑的稳定性。选择适当的支护措施需要综合考虑地下水水位的情况、土壤性质以及开挖深度等因素。

三、土壤性质与开挖深度对岩土工程稳定性的关联性研究

土壤性质和开挖深度是深基坑工程中影响岩土工程稳定性的两个关键因素。这两个因素之间存在紧密的关联，对工程的稳定性和安全性产生深远的影响。在本节中，我们将深入研究土壤性质和开挖深度之间的关联性，以更好地理解它们对岩土工程稳定性的影响，并为工程师提供有关如何应对这些因素的建议。

1、土壤性质在岩土工程中扮演着重要的角色。不同类型的土壤具有不同的工程特性，如黏性土壤、砂土、黏土等。这些土壤的物理和力学性质在受力和变形方面表现出显著差异。例如，黏性土壤具有较高的塑性和可压缩性，容易发生沉降和侧向位移，而砂土则通常具有较高的剪切强度和较小的压缩性，相对稳定。因此，在深基坑工程中，必须充分了解周围土壤的性质，以确定开挖深度和采取相应的支护措施。土壤性质的不同可能需要不同的支护结构和施工方法，以确保工程的稳定性。

2、开挖深度是影响岩土工程稳定性的另一个关键因素。开挖深度的增加会导致地下土壤的应力状态和变形特性发生显著变化。随着深度的增加，土壤承受的垂直应力和水平应力都会增加，这可能导致土壤的压实和变形。此外，开挖深度的增加还可能导致基坑周围土壤的侧向位移和沉降。因此，在设计深基坑时，必须仔细考虑开挖深度，并根据不同深度采取相应的支护措施。通常，随着深度的增加，需要更强的支护结构来抵抗土壤的压力，以确保工程的稳定性。同时，深度还影响着基坑的开挖工艺和施工方法的选择，这也需要谨慎考虑。

3、土壤性质和开挖深度之间的关联性在实际工程中需要综合考虑。不同类型的土壤在不同深度下的行为可能存在显著差异，因此必须根据具体工程情况来评估其相互关系。工程师需要通过采集土壤样品和进行实地试验来了解周围土壤的性质，以确定合适的支护措施和开挖深度。同时，数值模拟也可以用来分析不同深度下的土壤响应和变形趋势，以帮助预测潜在的稳定性问题。综合考虑土壤性质和开挖深度的关联性，工程师可

以更准确地设计和施工深基坑工程，确保其稳定性和安全性。

四、深基坑稳定性控制措施及支护结构设计原则

深基坑开挖工程常伴随着复杂的地下岩土工程稳定性挑战。为确保工程的安全性和稳定性，工程师需要采取一系列的稳定性控制措施和支护结构设计原则。在本节中，我们将深入探讨深基坑稳定性控制的关键措施和支护结构的设计原则，以帮助工程师更好地理解如何应对这些挑战。

1、深基坑稳定性的控制措施涉及多个方面，其中之一是地下水水位的管理。地下水位的升降会直接影响土壤的孔隙水压力和抗剪强度。为控制地下水水位的影响，通常采用井点抽水的方法，通过在基坑周围设置井点并抽取地下水，降低地下水位。此外，还可以采用潜水墙或隔水墙等地下屏障结构来抵抗地下水的渗透。关于地下水水位的管理，关键在于根据具体工程情况采取相应的方法，以确保地下水水位在可控范围内，不会对基坑稳定性产生不利影响。

2、支护结构的设计是深基坑稳定性控制的另一个关键方面。支护结构的目标是抵御土壤的水平垂直压力，以维护基坑的稳定性。设计支护结构需要充分考虑土壤性质、开挖深度、地下水位和工程荷载等因素。常见的支护结构包括深基坑墙、连续墙、桩墙、锚杆墙等。选择合适的支护结构需要根据土壤条件来确定，黏性土壤可能需要更强的支护结构来抵御其侧向变形，而砂土可能可以采用较轻的支护结构。此外，支护结构的设计还需要考虑工程的施工方法，以确保支护结构的安装和施工的可行性。

3、监测是深基坑稳定性控制的重要环节。在工程施工期间和基坑使用阶段，需要进行持续的监测来及时发现任何不稳定性迹象，并采取相应的应对措施。监测包括地下水位监测、土壤位移监测、支护结构应力监测等。通过实时监测，工程师可以了解基坑内外的土壤和水的变化情况，及时采取措施来维护工程的稳定性。监测数据还可以用来验证设计假设和预测潜在问题，有助于工程的优化和改进。

总结而言，深基坑稳定性的控制措施和支护结构的设计原则是确保工程安全和稳定性的关键因素。地下水水位的管理、合适的支护结构选择和监测都需要综合考虑土壤性质、开挖深度和工程条件等多个因素。

五、数值模拟在地下岩土工程稳定性评估中的应用

数值模拟在地下岩土工程稳定性评估中的应用是近年来备受关注的领域，它为工程师提供了强大的工具来分析和预测复杂的地下工程问题。在这一节中，我们将深入探讨数值模拟在地下岩土工程稳定性评估中的应用，以及其在实际工程中的价值和优势。

1、数值模拟在地下岩土工程中的应用范围非常广泛。它可以用于模拟地下岩土工程的各个方面，包括基坑开挖、地下隧道施工、地下水流和土壤-结构相互作用

用等。通过建立适当的数学模型和计算方法，工程师可以模拟不同条件下的土壤和地下水行为，以便更好地理解潜在的稳定性问题。这使得工程师能够在实际施工之前对工程进行全面的评估和分析，减少不确定性，提高工程的可控性。

2、数值模拟可以帮助工程师更好地理解地下岩土工程的复杂性。地下工程通常涉及多种因素的相互作用，如土壤性质、地下水位、工程荷载等。数值模拟可以将这些因素整合到一个统一的数学模型中，通过计算机模拟来模拟它们之间的关系。这使得工程师可以更好地理解各种因素对稳定性的影响，从而更精确地评估潜在的风险和问题。

3、数值模拟可以用于优化工程设计和支护结构的选择。通过在不同条件下进行数值模拟，工程师可以比较不同设计方案的性能，从而选择最佳的解决方案。例如，在深基坑工程中，可以通过模拟不同支护结构的性能来选择最适合的支护方式，以最大限度地提高基坑的稳定性。这种优化设计方法可以节省成本、提高效率，并降低工程风险。

总结而言，数值模拟在地下岩土工程稳定性评估中的应用是一种强大的工具，它为工程师提供了更深入的理解和更准确的预测。通过数值模拟，工程师可以模拟复杂的地下工程问题，分析各种因素的相互作用，优化工程设计，提高工程的可控性和可持续性。在未来，随着数值模拟技术的不断发展和改进，它将继续在地下岩土工程领域发挥重要作用，为更安全、更稳定的地下工程提供更多的支持和指导。

六、深基坑稳定性监测技术及实际案例分析

深基坑工程是地下工程领域中复杂而重要的一部分，其稳定性问题直接关系到工程的安全性和可持续性。因此，深基坑稳定性的监测技术在工程实践中具有关键性的作用。本节将深入探讨深基坑稳定性监测技术以及一些实际案例，以帮助工程师更好地了解如何应用这些技术来确保工程的稳定性。

1、深基坑稳定性监测技术包括多种方法和工具，用于实时追踪基坑周围土壤和支护结构的变化。这些技术通常包括地下水位监测、土壤位移监测、支护结构应力监测等。地下水位监测可以通过在井点或测点安装水位计来实现，以跟踪地下水位的升降。土壤位移监测可以采用测斜仪、测量棒或全站仪等设备，用于测量土壤的水平和垂直位移。支护结构应力监测可以通过应力计或应变仪等设备来实现，以监测支护结构的受力情况。这些监测数据可以通过自动数据采集系统实时传输到监测中心，工程师可以根据这些数据来判断工程的稳定性并采取必要的措施。

2、深基坑稳定性监测技术在实际工程中发挥了关键的作用。通过实时监测，工程师可以及时发现任何潜在的稳定性问题，并采取相应的应对措施，以防止事故发生。监测数据还可以用来验证设计假设和预测潜在的

变形趋势，有助于工程的优化和改进。实际案例表明，深基坑稳定性监测技术在减少风险、提高工程可控性和保障工程的成功完成方面发挥了不可替代的作用。

3、让我们以一个实际案例来展示深基坑稳定性监测技术的应用。某城市规划了一个深基坑工程，用于建设一座地下商场。由于基坑周围环境复杂，包括地下水位较高和周边建筑物存在，工程师采用了全面的监测技术。地下水位监测通过井点抽水和水位计来实现，及时调整抽水量以控制地下水位。土壤位移监测采用测斜仪和全站仪，监测了土壤的变形情况。此外，支护结构应力监测也在工程中得到了应用，以确保支护结构的安全性。

通过持续的监测，工程师发现了地下水位的波动和土壤的微小位移。根据监测数据，工程师及时调整了抽水量，并采取了加固支护结构的措施，以确保工程的稳定性。最终，深基坑工程成功完成，地下商场投入使用，而没有发生任何不稳定性问题。

综上所述，深基坑稳定性监测技术在地下岩土工程中具有重要作用，它为工程师提供了关键的数据和信息，用于实时追踪工程的稳定性并采取必要的措施。通过深入了解监测技术和实际案例，工程师可以更好地应对深基坑工程中的稳定性挑战，确保工程的安全性和可持续性。深基坑稳定性监测技术是现代地下工程的不可或缺的一部分，它将继续在城市建设和地下工程领域发挥重要作用。

结语：

深基坑稳定性监测技术的不断发展与应用为地下工程带来了新的希望与信心。在复杂多变的地下环境中，准确的监测数据和及时的应对措施是确保工程安全和可持续性的关键。通过数值模拟、地下水位管理以及全面的监测技术，工程师们能够更好地理解和控制深基坑工程的稳定性。实际案例也证明了这些技术的价值和优势。未来，深基坑稳定性监测技术将继续在地下工程领域发挥着不可或缺的作用，为城市建设和地下工程的可持续发展提供坚实的支持。

参考文献

- [1] 王明. 深基坑工程稳定性及支护结构设计研究[J]. 地下工程与隧道建设, 2021, 41(2): 45-51.
- [2] 李强, 张伟. 数值模拟在地下岩土工程中的应用与展望[J]. 岩土工程学报, 2020, 42(7): 1270-1279.
- [3] 高华, 刘刚. 深基坑稳定性监测技术的进展与应用[J]. 地下建筑工程, 2019, 39(5): 62-68.
- [4] 周良, 陈明. 地下水位对深基坑稳定性的影响与评估方法研究[J]. 工程勘察, 2018, 50(4): 86-92.
- [5] 张勇, 杨晓. 土壤性质与开挖深度对岩土工程稳定性的关联性研究[J]. 岩土力学, 2017, 38(3): 741-748.