

基于放坡高程控制的基坑开挖稳定性分析

孙胜飞 张晓东

山东无棣金土地开发建设有限公司

摘要：基于放坡高程控制的基坑开挖稳定性分析是目前建筑工程中的重要课题。本文针对基坑开挖过程中的稳定性问题，通过对放坡高程控制原理和基坑开挖稳定性分析方法的研究，提出了一种有效的基坑开挖施工中的安全措施。得出了放坡高程控制技术改进与展望，并提出了结论与建议。本文的研究成果对提高基坑开挖稳定性，确保施工安全具有重要的理论指导和实际应用意义。

关键词：放坡高程控制；基坑开挖；稳定性分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.11.023

一、基坑开挖概述

基坑开挖作为建筑工程中的一项重要工序，其稳定性问题一直备受关注。在城市建设中，基坑开挖通常伴随着土体的变形和周围建筑物的影响，因此基坑开挖过程中的稳定性问题显得尤为突出。如果基坑开挖过程中出现稳定性问题，将会对周围环境和施工安全造成严重影响，甚至引发灾难性后果。因此，研究基坑开挖稳定性问题，对于提高建筑工程施工安全性具有重要的现实意义。

（一）基坑开挖流程

基坑开挖是地下工程中的一项重要环节，其流程通常包括工程前期准备、基坑开挖、支护和地下结构施工等阶段。在工程前期准备阶段，需要进行地质勘察、设计方案制定和施工方案确定等工作。基坑开挖阶段主要包括挖土、排水、支护和地下结构施工等过程。在挖土过程中，通常采用机械挖掘和人工挖掘相结合的方式，根据地质条件和开挖深度选择合适的挖掘方式。排水工作是为了降低基坑底部的地下水位，以提高施工条件和保证施工安全。支护工作是为了防止基坑坍塌和保护周边建筑物不受影响，通常采用支撑结构或者注浆技术进行支护。地下结构施工是在基坑开挖完成后进行的地下建筑施工工作，包括地下室、地下车库等建筑结构的施工。

（二）基坑开挖的影响因素

基坑开挖的稳定性受到多种因素的影响，主要包括地质条件、开挖深度、周边建筑物情况、地下水情况和施工方式等。地质条件是影响基坑开挖稳定性的重要因素，包括土壤类型、地层分布、地下水位等。开挖深度是影响基坑开挖稳定性的关键因素，开挖深度越大，地应力和水压力就会增大，从而对基坑结构稳定性提出更高要求。周边建筑物的情况也会对基坑开挖稳定性产生影响，如果周边建筑物结构松散或者地基不稳定，就会

增加基坑开挖的风险。地下水情况是基坑开挖稳定性的重要影响因素，地下水位的升降会对基坑周边土体的稳定性产生重要影响。施工方式也是影响基坑开挖稳定性的关键因素，不同的施工方式会对基坑结构产生不同的影响，因此需要选择合适的施工方式来保证基坑开挖的稳定性。

（三）基坑开挖的一般安全措施

为了保证基坑开挖的安全性，需要采取一系列的安全措施。首先，需要进行周边建筑物和地下管线的详细调查和勘察，了解周边环境的情况，为后续的基坑开挖工作提供依据。其次，需要对地质条件和地下水情况进行详细的调查和分析，制定合理的开挖方案和支护措施。在基坑开挖过程中，需要进行严格的施工监测和安全检查，及时发现和处理可能存在的安全隐患。同时，还需要对施工现场进行严格管理和控制，保证各项施工工艺和安全措施得到有效执行。最后，在基坑开挖结束后，需要进行基坑支护结构的检查和维护工作，确保基坑支护结构的安全稳定。通过以上一系列的安全措施，可以有效地保证基坑开挖的安全性和稳定性。

二、放坡高程控制原理

（一）放坡高程的概念及影响因素

放坡高程是指在基坑开挖过程中，为了确保基坑边坡稳定和周边建筑物安全，对边坡进行合理的放坡处理，使得基坑周边的边坡高程符合设计要求的一种控制措施。放坡高程的确定受到多种因素的影响，包括地质条件、基坑深度、土体性质、水文地质条件等。在不同的工程环境下，放坡高程的确定需要综合考虑这些因素，并采取相应的措施来确保基坑开挖过程中的稳定性和安全性。在实际工程中，地质条件是影响放坡高程的主要因素之一。不同地质条件下的土体稳定性和变形特性有所差异，因此需要根据具体地质条件来确定合理的放坡高程。此外，基坑的深度也会对放坡高程的确定产生影响，深基坑的开挖会对周边土体产生更大的影响，因此需要采取相应的放坡措施来保证基坑周边的稳定性。土体的性质和水文地质条件也是影响放坡高程的重要因素，不同的土体和水文地质条件需要采取不同的放坡控制措施，以确保基坑开挖过程中的安全性和稳定性。

（二）放坡高程控制原理与方法

放坡高程控制的原理在于通过合理的边坡设计和支护措施，对基坑周边的边坡高程进行控制，从而确保基坑开挖过程中的稳定性和安全性。在实际工程中，放坡高程的控制方法主要包括：边坡设计、支护结构设计、

土体加固和降水排水等多种措施。边坡设计是放坡高程控制的关键环节之一，通过对边坡的坡度、坡高、坡宽等参数进行合理设计，可以有效地控制基坑边坡的稳定性。同时，支护结构的设计也是放坡高程控制的重要手段，例如钢支撑、深基坑支护墙等支护结构的合理设计可以有效地控制基坑周边边坡的高程，确保基坑开挖过程中的稳定性。此外，土体加固和降水排水也是放坡高程控制的重要方法之一。通过对周边土体进行加固处理，如钢筋混凝土桩、土钉墙等加固结构的施工，可以有效地控制边坡的高程，确保基坑开挖过程中的稳定性。同时，对基坑周边的降水排水措施也是放坡高程控制的重要手段，有效地降低地下水位和排除地下水对土体稳定性的影响，从而确保基坑开挖过程中的安全性和稳定性。

（三）放坡高程控制在基坑开挖中的应用

放坡高程控制在基坑开挖中具有重要的应用价值。通过合理的放坡高程控制，可以有效地降低基坑开挖过程中的边坡稳定性风险，确保基坑周边建筑物和地下管线的安全。在实际工程中，放坡高程控制已经得到了广泛的应用，并取得了显著的效果。例如，在某大型基坑开挖工程中，通过对放坡高程进行精确控制，有效地降低了基坑开挖过程中的边坡稳定性风险，保障了周边建筑物和地下管线的安全。同时，通过对放坡高程控制方法的研究和总结，提出了一系列的放坡高程控制技术改进与展望，为今后类似工程提供了重要的参考和借鉴。因此，放坡高程控制在基坑开挖中具有重要的应用意义，对提高基坑开挖稳定性和确保施工安全具有重要的理论指导和实际应用意义。

三、基坑开挖稳定性分析方法

（一）基坑开挖影响因素分析

在进行基坑开挖稳定性分析之前，首先需要全面分析基坑开挖的影响因素。基坑开挖的影响因素包括地质条件、水文地质条件、周边建筑物影响、开挖方式、支护结构等多个方面。地质条件是基坑开挖稳定性的基础，包括地层类型、地下水情况、土体力学参数等。水文地质条件对于基坑开挖稳定性也有着重要的影响，地下水位的变化会对基坑周边土体产生影响，增加了基坑开挖的不确定性。此外，周边建筑物的存在也会对基坑开挖稳定性产生一定的影响，需要充分考虑周边建筑物的承载情况和变形特点。开挖方式直接影响基坑开挖的稳定性，包括开挖顺序、开挖深度、开挖速度等因素。支护结构的设计和施工也是影响基坑开挖稳定性的重要因素，不同的支护结构方案会对基坑开挖稳定性产生不同的影响。基坑开挖稳定性受到多方面因素的影响，需要对这些因素进行全面的分析和评估，并在此基础上进行稳定性计算和支护结构设计。

（二）基坑开挖稳定性计算方法

基坑开挖稳定性计算方法主要包括了静力平衡法、有限元法和解析法等多种方法。静力平衡法是最常用的

计算方法之一，通过平衡开挖土体和支护结构的受力情况，来评估基坑开挖的稳定性。有限元法则是一种适用于复杂边界条件下的计算方法，可以较为精确地分析基坑开挖过程中土体和支护结构的受力情况。解析法是基于理论分析的计算方法，适用于一些简单边界条件下的基坑开挖稳定性分析。在进行基坑开挖稳定性计算时，需要充分考虑地下水对土体的影响、土体的非线性特性、支护结构的变形和破坏特点等因素，以确保计算结果的准确性和可靠性。此外，对于复杂的基坑工程，还需要进行敏感性分析和不确定性分析，以评估基坑开挖稳定性的可靠性。

（三）基坑支护结构设计施工

基坑支护结构的设计和施工是保证基坑开挖稳定性的关键环节。在基坑支护结构设计中，需要充分考虑土体的力学性质、地下水的影响、周边建筑物的承载情况等因素，选择合适的支护结构方案。常见的支护结构包括了钢支撑、深基坑墙和土钉墙等，不同的支护结构方案适用于不同的地质条件和开挖深度。在基坑支护结构的施工中，需要严格按照设计方案进行施工，确保支护结构的稳定性和完整性。施工过程中需要对土体的变形情况进行实时监测，及时调整施工方案，以确保基坑开挖的安全和稳定。同时，对于基坑支护结构的施工质量也需要进行严格的控制和检查，以确保支护结构的可靠性和安全性。

四、坑开挖施工中的安全措施

（一）基坑开挖施工中的风险及危险源

基坑开挖施工是建筑工程中一个重要的环节，然而在这一过程中存在着诸多安全风险和危险源。首先，基坑开挖过程中可能会受到地质条件的限制，例如地下水位较高、土壤松软等情况，这些因素都会增加基坑开挖的难度和风险。其次，施工现场可能存在着机械设备操作不当、人员操作失误等人为因素，这些都可能导致基坑开挖施工中的意外事件。此外，基坑周边的建筑物、道路等也可能受到基坑开挖施工的影响，从而带来安全隐患。为了有效应对基坑开挖施工中的风险及危险源，有必要深入分析这些问题，并针对性地提出相应的安全措施和管理要点，以确保基坑开挖施工的安全进行。

（二）基坑开挖施工安全管理要点

首先，要建立完善的安全管理制度，明确责任部门和责任人，明确各项安全管理的具体措施和要求。其次，要加强对施工人员的安全教育培训，提高他们的安全意识和风险防范能力。同时，还需要加强对施工现场的安全监测和检查，及时发现并排除安全隐患，确保施工现场的安全。此外，还需要建立健全的安全奖惩制度，激励施工人员积极参与安全管理，同时对违反安全规定的行为进行严肃处理，以起到警示作用。综上所述，基坑开挖施工安全管理要点涉及多个方面，需要综合考虑并有效实施，以确保基坑开挖施工的安全进行。

（三）基坑开挖施工事故案例分析与启示

基坑开挖施工事故是一个严肃的问题，对施工安全产生了不可忽视的影响。通过对历年基坑开挖施工事故案例的分析研究，可以发现其中存在一些共性和规律，为今后的安全管理提供了重要的启示。例如，在某基坑开挖施工事故中，是由于地下水突然涌入导致基坑坍塌，造成了严重的人员伤亡和财产损失。这一事故表明了对地下水位的合理控制和排水工作的重要性，也提示了在基坑开挖过程中需要加强对地下水的监测和处理。另外，还有一些事故是由于机械设备故障或操作不当导致的，这提示了对施工机械设备的维护保养和操作规范的重要性。通过对这些事故案例的深入分析，可以为今后的基坑开挖施工提供重要的经验教训和安全管理启示，有助于预防类似事故的再次发生。因此，基坑开挖施工事故案例分析对于提高基坑开挖施工安全具有重要的意义。

五、放坡高程控制技术改进与展望

（一）目前放坡高程控制技术存在的问题

放坡高程控制技术作为基坑开挖稳定性分析的关键环节，目前存在一些问题需要解决。首先，现有技术考虑周边环境因素时，对地质条件的综合考虑还不够充分，导致在实际工程中的适用性受到一定限制。其次，现有技术对于基坑开挖过程中的变形特性和支护结构的影响机理研究不够深入，缺乏系统性和全面性。另外，放坡高程控制技术在实际应用中存在着一定的误差和不确定性，需要进一步提高精度和可靠性。因此，针对这些问题，放坡高程控制技术需要进行改进和完善，以满足工程实践的需求。针对以上问题，需要加强对地质条件的综合分析和研究，充分考虑地下水、地应力、地层岩性等因素对基坑开挖稳定性的影响，以提高放坡高程控制技术的适用范围和精度。同时，需要开展更多的实验研究和数值模拟，深入探讨基坑开挖过程中的变形特性和支护结构的影响机理，为放坡高程控制技术的改进提供科学依据。此外，还需要加强对测量技术和监测手段的研究，提高放坡高程控制技术的精度和可靠性，减小误差和不确定性，确保其在实际工程中的有效应用。通过这些改进措施，可以有效提升放坡高程控制技术的水平，满足基坑开挖稳定性分析的需要。

（二）放坡高程控制技术改进方向

首先，可以加强对地质条件的综合分析和研究，结合地下水、地应力、地层岩性等因素，建立更加完善的地质模型，提高放坡高程控制技术的适用范围和精度。其次，可以开展更多的实验研究和数值模拟，深入探讨基坑开挖过程中的变形特性和支护结构的影响机理，为放坡高程控制技术的改进提供科学依据。另外，可以加强对测量技术和监测手段的研究，提高放坡高程控制技术的精度和可靠性，减小误差和不确定性，确保其在实际工程中的有效应用。此外，可以结合信息化技术和智能化手段，开发基于大数据和人工智能的放坡高程控制

技术改进方法，提高技术的智能化水平，实现对基坑开挖稳定性的精准控制。同时，可以引入先进的监测设备和检测技术，实时监测基坑开挖过程中的变形情况，及时发现问题并采取措施，确保工程施工的安全性和稳定性。通过这些技术改进方向的探索和实践，可以有效提升放坡高程控制技术的水平，为工程建设提供更加可靠的技术支持。

（三）未来发展趋势及应用前景

放坡高程控制技术作为基坑开挖稳定性分析的关键技术，在未来将迎来更加广阔的发展空间和前景。首先，随着建筑工程的不断发展和基坑开挖技术的不断完善，对基坑开挖稳定性的要求将更加严格，放坡高程控制技术将成为工程施工中的重要保障。其次，随着信息化技术和智能化手段的广泛应用，放坡高程控制技术将迎来智能化发展的机遇，实现对基坑开挖稳定性的精准控制和监测。另外，随着科学技术的不断进步，放坡高程控制技术将得到更加全面和深入的研究，为工程建设提供更加可靠和先进的技术支持。未来，放坡高程控制技术将逐步走向智能化、精准化和可持续发展的方向，成为基坑开挖稳定性分析的重要技术手段，为工程施工的安全和稳定提供坚实保障。同时，放坡高程控制技术的应用前景将更加广阔，不仅可以在建筑工程中得到应用，还可以拓展到其他工程领域，为工程建设的可持续发展做出积极贡献。因此，放坡高程控制技术的未来发展趋势和应用前景将是光明的，具有重要的理论指导和实际应用意义。

结束语

本研究利用放坡高程控制技术对基坑开挖稳定性进行了深入分析。通过对基坑开挖过程中的放坡高程控制原理和方法进行研究，提出了一系列有效的基坑开挖施工中的安全措施和稳定性分析方法，并对基坑开挖稳定性问题提出了切实可行的结论和建议。研究表明，放坡高程控制技术在基坑开挖稳定性分析中具有重要的实际应用意义，能够有效提高工程施工安全水平，并具有一定的理论指导作用。

参考文献

- [1]唐兴平. 水利工程中的岩质边坡稳定性分析——评《水利工程地质（第5版）》[J]. 人民黄河, 2024, 46(01): 166.
- [2]冯冠球. 水利边坡岩体卸荷特性及应用[J]. 水利科技与经济, 2023, 29(11): 57-61.
- [3]张福龙. 工民建深基坑开挖与边坡支护施工技术探讨. 城市建筑与发展, 2022
- [4]黄荣成, 徐江平. 地铁深基坑开挖与支护施工技术研究. 建筑技术研究, 2019
- [5]佟昊男, 李志磊. 探讨土木工程中深基坑土方开挖施工技术. 工程管理与技术探讨, 2023