

深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的实践探讨

黄伟¹ 黄丽² 王荣² 陈敏华²

1. 辰地（深圳）建筑工程有限公司；2. 深圳辰地岩土信息技术有限公司

摘要：深基坑边坡喷锚支护作为岩土工程中重要的施工技术，已经在实际工程中得到了广泛应用。随着城市建设的不断推进和基坑工程规模的不断扩大，边坡喷锚支护面临着越来越严峻的挑战，对深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的应用进行深入探讨，对提高工程质量、保障工程安全具有重要意义。本文对深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的作用展开详细分析，系统论述深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中应用方式，不断提高深基坑边坡喷锚支护技术应用成效的同时，全面实现优化岩土工程施工质量的目标。

关键词：深基坑边坡喷锚支护；岩土工程；混凝土；锚杆；格栅布

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.021

深基坑边坡喷锚支护是一种常用于岩土工程中的支护技术，主要应用于深基坑工程中边坡的稳定和安全，通过锚杆的固定和混凝土的喷射，将边坡的表面和内部土体紧密结合，形成一种稳固的支护结构，保证基坑工程施工的安全和顺利进行，具有施工周期短、成本低、适用性广等优点，已经成为岩土工程中常用的一种重要支护手段。研究深基坑边坡喷锚支护在实际工程中的应用，不仅能够总结出行之有效的施工方法和技术经验，为工程施工提供可靠的技术支持，还能够分析实践中存在的问题和挑战，提出相应的解决方案，有效提高工程施工的质量和效率，降低工程风险。研究成果有助于推动深基坑边坡喷锚支护技术的发展和應用，促进岩土工程领域的进步和发展。

一、深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的作用

（一）挡水

深基坑边坡喷锚支护可以有效防止地下水和雨水渗入基坑，起到挡水的作用。在岩土工程中，基坑施工过程中常常会遇到地下水的渗透问题，特别是在水文地质条件复杂的地区，地下水位较高，容易对基坑施工造成不利影响。通过喷锚支护技术，在基坑边坡表面形成坚固的保护层，可以有效防止地下水和雨水渗入基坑内部，该保护层不仅可以减少地下水位上升造成的基坑周边土体松动和塌方，还能降低基坑施工过程中的水压力，提高施工的安全性和稳定性，并通过选择合适的喷涂材料和施工工艺，提高喷涂层的密实性和防水性能，

加强挡水效果^[1]。深基坑边坡喷锚支护还可以减少基坑周边地表水的渗漏，起到挡水的作用。在岩土工程施工中，特别是在降水量较大或基坑周边地下水位较高的情况下，地表水容易通过基坑边坡的裂缝和孔隙渗漏进入基坑内部，导致基坑周边土体松动和塌方，严重影响施工进度和质量。通过喷锚支护技术，可以有效封闭裂缝和孔隙，阻止地表水的渗漏，既能减少地表水的渗漏量，又能降低基坑周边土体的水分含量，还能提高基坑边坡的抗渗性能，降低渗水对施工的影响，保证施工的顺利进行^[2]。

（二）挡土

喷锚支护技术可以有效地加固基坑边坡，提高其抗滑稳定能力，起到挡土作用。在岩土工程中，特别是在复杂的地质条件下，基坑边坡易受外力影响或地质结构不稳定，容易发生滑坡、塌方等灾害，严重影响施工进度和工程安全。通过喷锚支护技术，可以有效提高边坡的抗滑稳定能力，加强边坡的抗剪强度和抗拉强度，抑制土体的滑动和变形，减少滑坡和塌方的风险，保证基坑边坡的稳定性和安全性，并通过选择合适的喷涂材料和施工工艺，提高喷涂层的密实性和均匀性，加强挡土效果^[3]。深基坑边坡喷锚支护还可以减少基坑边坡的土体流失，起到挡土的作用。在岩土工程施工中，特别是在施工过程中受到雨水侵蚀或地表水冲击时，边坡土体易发生流失现象，导致边坡的坡度过陡，稳定性受到威胁。通过喷锚支护技术，可以有效防止土体的流失。不仅能够抵御雨水和地表水的冲击，减少边坡土体的侵蚀和流失，还能够封闭边坡上的裂缝和孔洞，提高边坡的整体密实性。

（三）支撑

喷锚支护技术能够有效地提供边坡的结构支撑，增强其整体稳定性，起到支撑的作用。在岩土工程中，基坑边坡的稳定性是施工过程中需要重点关注的环节，特别是在基坑边坡高度较大、坡度较陡或受到外力影响时，边坡易发生倾斜、坍塌等现象，严重威胁施工安全。通过喷锚支护技术，结合锚杆等支撑措施，有效增强边坡的整体稳定性。提高边坡的抗拉强度和抗剪强度，抵御外部力量对边坡的影响，抑制土体的变形和破坏，提供有效的边坡结构支撑，并根据边坡的地质条件和设计要求，合理选择锚杆的长度、直径和间距，加

强边坡的支撑效果，确保施工的安全性和稳定性^[4]。深基坑边坡喷锚支护还可以提高基坑工程的施工效率，减少施工周期，起到支撑的作用。在岩土工程施工中，基坑工程通常是一个复杂而耗时的过程，特别是在基坑边坡稳定性不佳或地质条件复杂的情况下，常常需要采取一系列支护措施来确保施工的顺利进行。通过喷锚支护技术，可以有效提高边坡的抗滑稳定能力，降低边坡的倾斜风险，减少施工过程中的安全隐患。保障施工人员和设备的安全的同时，还能提高施工效率，缩短施工周期，节约施工成本。

二、深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中应用

(一) 喷射混凝土覆盖

喷射混凝土覆盖是指在边坡表面喷射一层混凝土，增强边坡的稳定性和耐久性，通常由水泥、砂、骨料和添加剂等原材料混合而成，在喷射过程中形成一层坚固的保护层，覆盖在边坡表面，起到保护、固结和防水的作用^[5]。进行喷射混凝土覆盖的施工操作的过程中，喷射混凝土施工通常分为以下几个步骤。表面处理 and 预涂层喷涂：在进行喷射混凝土覆盖之前，需要先进行表面处理和预涂层的喷涂，包括对边坡表面进行清洗和打磨，提高混凝土的附着力，然后，通过喷涂设备将一层预涂层喷涂到边坡表面，提供混凝土的粘结面；混凝土喷涂，在表面处理和预涂层喷涂完成后，即可进行混凝土的喷涂作业。将混凝土原料与水按照一定比例混合，并通过搅拌机充分搅拌，确保混凝土的均匀性和质量稳定，然后，将混凝土料送入喷涂机，利用高压气流将混凝土喷射到边坡表面，形成一层均匀、密实的混凝土覆盖层。在喷涂的过程中，需要注意控制喷涂机的喷射角度、喷射距离和喷涂厚度，确保混凝土覆盖层的均匀性和厚度符合设计要求。

(二) 锚杆安装

锚杆安装是指在边坡表面或土体内部设置钢筋锚杆，通过固结土体和基岩，增强边坡的稳定性和承载能力（图1），常用于边坡工程中，特别是在岩土较硬或土质较松的地区，提供额外的支撑力和抗滑稳定性。根据设计要求和锚杆布设方案，在基坑边坡上进行钻孔开挖，钻孔的位置、深度和间距应根据边坡的地质条件和设计要求进行合理确定。在开挖钻孔时，需要注意控制钻孔的方向、倾斜度和直径，确保钻孔符合设计要求和锚杆的安装条件^[6]。在完成钻孔开挖后，即可进行锚杆的安装工作。在钻孔内部填充注浆材料，提高钻孔的承载能力和锚固效果，然后，将锚杆插入钻孔中，确保锚杆的长度和位置符合设计要求，并与注浆材料紧密结合，对锚杆进行锚固固定，采用注浆或机械锁定等方

式，使锚杆与土体紧密结合，提供有效的支护力。

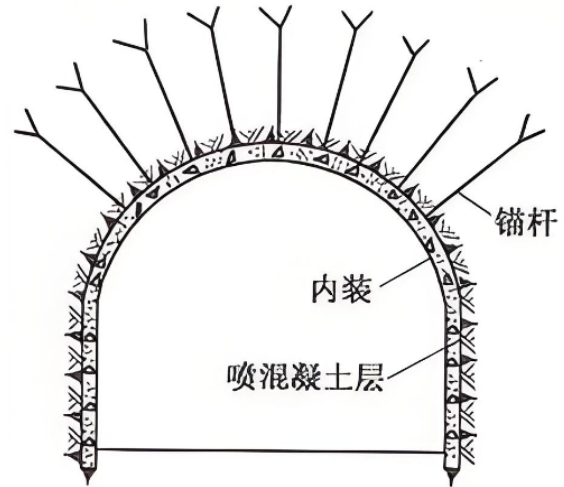


图1 锚杆安装位置

(三) 格栅布安装

格栅布安装是指在喷射混凝土过程中嵌入或覆盖钢筋格栅布，增强混凝土与土体之间的结合力和整体稳定性，应用在土体较松或地质条件较复杂的地区，能够提高边坡的抗拉强度、抗裂性、耐久性^[7]。在进行格栅布安装之前，通常需要先进行表面处理和预涂层的喷涂，包括对边坡表面进行清洗和打磨，提高格栅布的附着力，通过喷涂设备将一层预涂层喷涂到边坡表面，提供格栅布的粘结面。在表面处理和预涂层喷涂完成后，即可进行格栅布的安装工作，根据设计要求和格栅布布设方案，将钢筋网片或格栅布固定在边坡表面，安装时，应注意控制格栅布的铺设位置和方向，确保其与边坡表面紧密贴合，采用钢筋锚固或钉网固定的方法，将格栅布牢固地固定在边坡上。

(四) 分层喷射与支护

分层喷射与支护是将边坡分为若干层次，逐层进行喷射混凝土和安装支护设施，确保施工过程中边坡的稳定性和安全性，通常在边坡较高、地质条件复杂或者土体稳定性较差的情况下应用，通过分阶段施工，有效地控制边坡的变形和失稳风险，提高施工质量和效率。根据设计要求和实际情况，将基坑边坡分层划分，分为若干个水平层次，并确定每一层的喷涂和支护顺序。分层划分的目的是为了控制边坡的变形，减少土体的压力集中，确保施工的稳定性和安全性^[8]。在完成边坡分层划分后，逐层进行喷涂和支护工作。对当前层次的边坡表面进行清理和处理，确保表面平整干燥，然后，利用喷涂设备将混凝土喷涂到边坡表面，形成一层坚固的保护层，在喷涂混凝土的同时安装锚杆，增强边坡的整体稳定性，并及时进行当前层次的质量检查和验收，确保喷

涂和支护工作符合设计要求。

（五）排水系统设置

排水系统设置是指在施工过程中采取的一系列措施，旨在有效排除边坡内部和表面的水分，降低孔隙水压力，防止滑坡、坍塌和其他地质灾害的发生。表面排水系统主要用于排除基坑边坡表面的雨水和地表水，防止水分对边坡稳定性的影响。基坑边坡周围设置排水沟或排水管道，收集和引导地表水流，然后将排水沟或排水管道连接至排水汇集系统，将水流导入排水井或排水渠，最终排至安全区域（图2）。在设置表面排水系统时，需要考虑排水设施的位置、坡度和排水能力，确保排水效果良好^[9]。地下排水系统主要用于排除基坑边坡内部的地下水和渗水，降低孔隙水压力，防止边坡滑动和坍塌。需在基坑边坡内部设置排水孔或暗管，通过钻孔方式将排水孔或暗管固定在边坡土体中，确保排水孔或暗管连接至排水管道，同样，将地下水流导入排水井或排水渠，最终排至安全区域。在设置地下排水系统时，需要考虑排水孔或暗管的位置、间距和深度，确保排水通畅和有效。

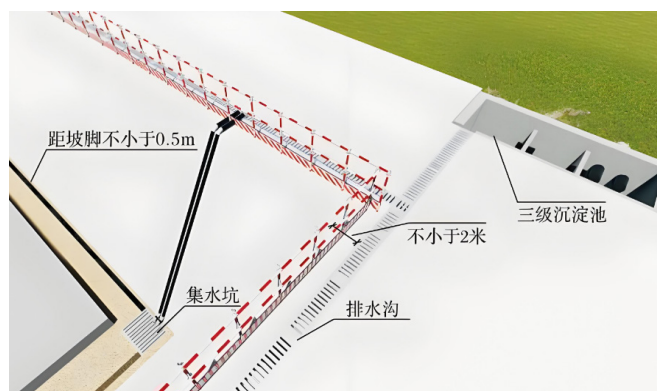


图2 排水系统设置要求

（六）监测与维护

通过安装监测设备，如倾斜仪、应变计、位移传感器等，对边坡进行实时监测，及时发现边坡的变形和位移情况。借助现代化技术手段，如激光扫描仪、遥感技术等，对边坡进行全方位的监测，获取准确的数据信息。监测频率应根据工程的具体情况而定，通常包括日常监测、定期监测和特殊事件监测等，确保对边坡的全面监控。监测数据应及时记录、分析和评估，根据监测结果采取相应的维护措施，确保边坡的稳定性和安全性^[10]。根据监测结果和工程实际情况，制定相应的维护计划和加固方案。针对发现的问题，采取及时有效的修复和加固措施，确保边坡和支护结构的稳定性和完整性。维护措施包括修补喷锚支护表面的裂缝和破损部位、加固锚杆的固定和连接、修复喷锚支护结构的损坏

部位等。还应加强边坡周边环境的管控和治理，防止外部因素对边坡稳定性的影响，如土壤侵蚀、水浸等。定期维护和加固工作的实施，有效延长边坡支护结构的使用寿命，减少因边坡失稳导致的事故发生，确保岩土工程施工的安全顺利进行。

结束语：

通过以上对深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的作用与实践应用进行系统总结和分析，能够得出以下几点结论：喷射混凝土覆盖是边坡喷锚支护中的关键环节，喷射混凝土的质量和施工工艺直接影响边坡的稳定性和安全性，应重视其施工过程中的质量控制；锚杆安装和格栅布安装是边坡支护的重要组成部分，合理设置锚杆和格栅布，结合科学的监测与维护方式，注意施工细节和工艺要求，可以有效提高边坡的抗拉强度和整体稳定性。

参考文献

- [1]何昌杰, 李建新, 粟元甲, 等. 矿坑生态修复工程边坡加固稳定性分析研究[J]. 施工技术, 2021, 50(2): 15-19.
- [2]付瑞勇, 武登辉, 叶胜林, 等. 复杂环境下医院扩建工程深基坑设计与施工实例[J]. 岩土工程技术, 2020, 34(6): 339-343, 361.
- [3]钟光强, 刘国冲. 岩土工程设计中深基坑边坡喷锚支护运用研究[J]. 数码设计, 2023(6): 147-149.
- [4]马宁. 岩土工程施工中深基坑边坡喷锚支护技术及其质量控制[J]. 有色金属设计, 2021, 48(1): 66-70.
- [5]刘智宇, 舒志乐. 深基坑边坡喷锚支护在岩土工程施工中的应用分析[J]. 中国金属通报, 2020(21): 153-154.
- [6]赵乐玮, 任旅燕. 深基坑边坡喷锚支护在岩土工程设计中的运用[J]. 丝路视野, 2022(30): 184-186.
- [7]郭宇, 白明镇. 深基坑边坡喷锚支护对岩土工程施工的重要性[J]. 电脑爱好者(校园版), 2020(5): 293-294.
- [8]冯喜莠. 岩土工程设计中深基坑喷锚支护技术运用研究[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2022(6): 2717-2718.
- [9]桑浩. 岩土工程施工中深基坑边坡喷锚支护技术及其质量控制[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(28): 332-333.
- [10]赵龙, 常伟世. 深基坑边坡喷锚支护技术在岩土工程中的应用[J]. 四川建材, 2021, 47(9): 78-79.