

岩石锚桩基础在电力建设工程中的应用

黄雨薇

内蒙古送变电有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要：岩石锚桩基础在电力建设工程中展现出独特的优势，尤其在复杂地质和地形条件下。通过深入岩石的锚杆与高强度灌浆材料的结合，岩石锚桩基础提供了卓越的承载力和稳定性，确保了电力设施如输电线路铁塔、变电站构支架及风力发电塔基的安全运行。本文详细探讨了岩石锚桩基础在电力建设中的应用条件、施工技术及质量控制措施，旨在为电力行业的可持续发展提供技术支持和实践指导。

关键词：岩石锚桩基础；电力建设工程；基础设计

引言：电力建设工程是国民经济的重要支柱，其安全性和稳定性直接关系到社会经济的健康发展。在山区、丘陵及复杂地质条件下，传统的电力设施基础形式面临诸多挑战。岩石锚桩基础作为一种创新的基础形式，以其卓越的承载力和稳定性，为电力设施的安全运行提供了有力保障。本文旨在探讨岩石锚桩基础在电力建设工程中的应用，以期为电力行业的基础建设提供新思路和方法。

1 岩石锚桩基础概述

岩石锚桩基础是由岩石和岩体内锚桩构成的基础结构。它通过在岩石中钻孔，然后放入锚杆，并灌入水泥砂浆或细石混凝土来形成锚桩。这种基础结构具有良好的抗拔性能，特别是上拔和下压地基的变形比其他类型的基础都小，它还能降低材料的耗用量，特别是在山区施工中，由于运输简单，具有较好的经济效益。岩石锚桩基础适用于多种场景，例如直接建造在基岩上的工业厂房柱下基础，以及承受较大拔力或水平力的建筑物基础，如矿山竖井的井架基础、山区空中索道的支架基础、山区高压输电线路的铁塔基础等。在这些应用中，岩石锚桩基础能够充分利用岩石的力学特性，提供稳定的基础支撑。岩石锚桩基础的施工也有一定的困难和挑战。例如，施工成型工艺及尺寸检查可能存在一定的困难，同时岩石地基的工程地质鉴定也比较麻烦。因此在实际应用中，需要根据具体情况进行设计和施工，以确保基础结构的稳定性和安全性。岩石锚桩基础是一种适用于山区岩石覆盖层较浅场景的重要基础结构，具有广泛的应用前景和重要的经济价值。

2 岩石锚桩基础在电力建设工程中的应用

岩石锚桩基础在电力建设工程中扮演着至关重要的角色，特别是在复杂地形和地质条件下的电力设施建设中，其应用尤为广泛且不可或缺。电力设施，如高压输

电线路的铁塔、变电站的构支架以及风力发电场的塔基等，均要求基础结构具备极高的稳定性、抗拔能力和耐久性，以确保电力传输的连续性和安全性^[1]。岩石锚桩基础正是基于这些需求而得到广泛应用的一种高效基础形式。在山区、丘陵地带以及岩石覆盖层较浅的区域，传统的基础形式如扩大基础、桩基等往往面临施工难度大、成本高、环境影响大等问题。而岩石锚桩基础则利用岩石本身的强度和稳定性，通过在岩层中钻孔并安装锚杆，结合高强度灌浆材料，形成与岩石紧密结合的整体结构，有效提高基础的承载力和抗拔能力。这种方法不仅大幅减少基础开挖和回填的工作量，降低对周围环境的破坏，还显著缩短施工周期，提高工程效率。特别是在高压输电线路的建设中，铁塔基础的稳定性直接关系到线路的安全运行。岩石锚桩基础能够深入岩层，有效抵抗风荷载、雪荷载以及线路自身重量的作用，确保铁塔在各种极端天气条件下的稳固性。同时对于跨越山谷、河流等复杂地形的输电线路，岩石锚桩基础还能提供必要的水平支撑，防止铁塔因侧向力而倾斜或倒塌。在风力发电场的塔基建设中，岩石锚桩基础同样表现出色。风力发电机塔架高度大、重量重，对基础的要求极为严格。岩石锚桩基础能够充分利用岩石的高承载力，确保塔架在强风、地震等自然灾害下的安全稳定，同时减少基础占地面积，降低对生态环境的影响。

3 岩石锚桩基础在电力建设工程中的应用条件

3.1 地质条件

岩石锚桩基础在电力建设工程中的首要应用条件，是适宜的地质条件。这一条件主要涉及到岩石的类型、强度、风化程度以及地下水位等多个方面。首先，岩石的类型是决定岩石锚桩基础能否应用的关键因素之一，在电力建设中，通常优选那些质地坚硬、结构完整的岩石类型，如花岗岩、石灰岩和玄武岩等。这些岩石具有

较高的抗压强度和抗剪强度，能够有效抵抗锚杆施加的荷载，确保基础的稳定性。其次，岩石的强度也是决定锚桩基础能否承载设计荷载的重要因素，在地质勘察阶段，需要对拟建地点的岩石进行取样测试，以获取其抗压强度、抗拉强度等关键力学参数。只有当岩石强度满足或超过设计要求时，才能考虑采用岩石锚桩基础。岩石的风化程度同样对锚桩基础的应用具有重要影响，风化作用会削弱岩石的强度，使其变得松散、易碎。在风化严重的岩石区域，岩石锚桩基础的适用性会受到限制。为了避免因风化导致的承载力下降，需要选择风化程度较轻的岩石区域进行建设。地下水位也是影响岩石锚桩基础应用的重要因素之一，过高的地下水位可能导致锚杆周围的灌浆材料被稀释，降低其强度；地下水还可能对锚杆产生腐蚀作用，影响基础的耐久性。在地下水位较高的区域，需要采取额外的防水措施，如设置防水帷幕、进行地下水抽排等，以确保岩石锚桩基础的长期稳定性。

3.2 地形条件

地形条件同样是岩石锚桩基础在电力建设工程中能否应用的重要考量因素。地形条件主要包括地面的坡度、高度变化以及地形特征等。在山区、丘陵地带以及地形起伏较大的区域，传统的基础形式往往难以适应复杂的地形条件。而岩石锚桩基础则能够充分利用岩石的强度和稳定性，通过钻孔安装锚杆的方式，将基础直接固定在岩石上，从而有效解决了地形复杂带来的施工难题。地面的坡度对岩石锚桩基础的应用也具有一定影响，在坡度较大的区域，基础需要承受较大的水平荷载，如风力、地震力等。岩石锚桩基础由于其深入岩石的特性，能够提供较强的水平支撑能力，确保基础在复杂地形条件下的稳定性^[2]。地形特征也是决定岩石锚桩基础能否应用的关键因素之一，例如，在峡谷、河流等复杂地形中，传统的基础形式可能因施工难度大、成本高而难以实施。而岩石锚桩基础则能够利用地形特征，通过调整锚杆的长度、角度等参数，实现基础与地形的紧密结合，确保电力设施的安全稳定。

3.3 塔基保护范围与荷载要求

在电力建设工程中，塔基保护范围与荷载要求是决定岩石锚桩基础能否满足设计需求的重要考量因素。塔基保护范围主要涉及到基础周边一定范围内的环境保护要求。在电力设施建设中，通常需要确保基础不会对周边环境造成破坏或污染。岩石锚桩基础由于施工范围小、对周边环境影响小等特点，能够在满足塔基保护范围要求的同时，确保基础的稳定性和安全性。荷载要求

则是决定岩石锚桩基础能否承载设计荷载的关键因素，在电力设施中，铁塔、变电站构支架等通常需要承受较大的垂直荷载和水平荷载。岩石锚桩基础通过深入岩石的锚杆和灌浆材料形成的整体结构，能够提供较高的承载力和抗拔能力，满足电力设施对基础的荷载要求。在风力发电场等需要承受较大风荷载的区域，岩石锚桩基础同样表现出色。其深入岩石的锚杆和稳定的灌浆材料能够有效抵抗风荷载的作用，确保风力发电机塔架的安全稳定。在电力设施的运行过程中，还需要考虑基础的耐久性、抗疲劳性能等要求。岩石锚桩基础由于其材料的高强度和稳定性，能够满足电力设施对基础耐久性和抗疲劳性能的要求，确保电力设施在长期运行过程中的安全性和稳定性。

4 岩石锚桩基础在电力建设工程中的施工技术

4.1 施工前的准备工作

岩石锚桩基础在电力建设工程中的施工技术首先始于施工前的周密准备工作。这一阶段的工作对于后续施工过程的顺利进行以及基础质量的保障至关重要。在施工前，必须对拟建地点的地质情况进行详细的勘察和评估。这包括岩石的类型、强度、风化程度、地下水位以及潜在的地质灾害等。通过地质勘察，可以为后续的施工设计提供准确的地质参数，确保岩石锚桩基础的适用性。基于地质勘察的结果，需要制定详细的施工图纸和施工方案。这包括锚杆的规格、长度、数量以及钻孔的位置、深度和角度等。同时还需要考虑施工过程中可能遇到的风险和应对措施，确保施工的安全性和效率。在施工前，必须准备好所需的材料和设备。这包括锚杆、灌浆材料（如水泥、细砂、水等）、钻孔设备（如钻机、钻头等）、灌浆设备（如灌浆泵、搅拌器等）以及其他辅助工具。确保所有材料和设备的质量符合设计要求，并提前进行调试和测试，以避免施工过程中出现故障。施工前还需要进行现场布置和安全管理，这包括施工区域的划分、临时设施的搭建、安全警示标志的设置以及安全培训的开展等。确保施工现场的整洁、有序和安全，为施工人员提供良好的工作环境。最后，施工前还需要与相关部门和人员进行充分的沟通与协调。这包括与地质勘察单位、设计单位、监理单位以及施工单位等之间的沟通，确保各方对施工方案和要求有清晰的认识，并共同协作，确保施工的顺利进行^[3]。

4.2 钻孔与锚杆安装

钻孔与锚杆安装是岩石锚桩基础施工中的关键环节。这一步骤的施工质量直接影响到基础的稳定性和承载力。（1）钻孔作业：钻孔作业通常使用专业的钻机进

行。根据施工图纸的要求,确定钻孔的位置、深度和角度。在钻孔过程中,需要密切关注钻孔的进度和岩石的情况,及时调整钻孔参数,确保钻孔的准确性和深度。还需要注意钻孔过程中的安全问题,如防止钻孔过程中的坍塌、防止钻孔设备损坏等。(2)锚杆安装:钻孔完成后,需要进行锚杆的安装。锚杆的规格和长度需要根据设计图纸和地质勘察结果进行选择。在锚杆安装前,需要对锚杆进行质量检查,确保其表面无锈蚀、无裂纹等缺陷。将锚杆放入钻孔中,并使用适当的工具将其固定。在锚杆安装过程中,需要注意锚杆的垂直度和位置,确保其符合设计要求。(3)锚杆固定与调整:锚杆安装完成后,需要进行固定和调整。这通常使用专用的锚杆固定装置进行。通过调整锚杆的固定位置和角度,确保锚杆与岩石之间的紧密结合,还需要对锚杆进行预紧,以消除锚杆与岩石之间的间隙,提高基础的承载力。

4.3 灌浆与养护

灌浆与养护是岩石锚桩基础施工中的另一个重要环节。这一步骤的施工质量直接影响到基础的强度和耐久性。第一、灌浆材料准备:灌浆材料通常包括水泥、细砂、水等。在施工前,需要对灌浆材料进行质量检查,确保其符合设计要求。同时还需要根据地质勘察结果和施工图纸的要求,确定灌浆材料的配比和数量。第二、灌浆作业:灌浆作业通常使用专业的灌浆设备进行。将灌浆材料按照配比混合均匀后,通过灌浆泵将其注入钻孔中。在灌浆过程中,需要密切关注灌浆的进度和灌浆材料的流动情况,及时调整灌浆参数,确保灌浆的均匀性和密实性。还需要注意灌浆过程中的安全问题,如防止灌浆材料溅出伤人、防止灌浆设备故障等。第三、养护与保护:灌浆完成后,需要进行养护和保护。这包括保持灌浆区域的湿润、防止阳光直射和风吹雨淋等。通过适当的养护措施,可以促进灌浆材料的硬化和强度的提高。还需要对灌浆区域进行保护,防止其受到外力的破坏或污染。

4.4 质量检测与验收

质量检测与验收是岩石锚桩基础施工中的最后一步,也是确保基础质量的关键环节。(1)锚杆与灌浆质量检测:在施工完成后,需要对锚杆和灌浆材料进行质量检测。这包括锚杆的抗拉强度、灌浆材料的抗压强度等。通过检测数据的分析,可以评估基础的稳定性和承载力是否满足设计要求。(2)外观检查与尺寸测量:除了质量检测外,还需要进行外观检查和尺寸测量。这包括检查锚杆的垂直度、位置以及灌浆区域的平整度和尺寸等。通过外观检查和尺寸测量,可以确保基础的施工质量符合设计要求^[4]。(3)验收与记录:最后需要进行验收和记录。验收过程中,需要邀请相关部门和人员共同参与,对基础的施工质量进行全面评估。同时还需要记录施工过程中的各项数据和质量检测结果,为后续的施工和维护提供参考。

结束语

随着电力建设工程的不断推进,岩石锚桩基础作为一种高效、稳定的基础形式,其应用前景愈发广阔。通过本文的探讨,不仅深入了解了岩石锚桩基础在电力建设中的独特优势和施工技术,还认识到了其在确保电力设施安全运行方面的重要作用。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,岩石锚桩基础必将在电力建设领域发挥更加重要的作用,为电力行业的可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]崔强,邢明,杨文智,丁士君.喀斯特地区短桩锚杆复合基础现场抗拔试验及设计方法研究[J].岩石力学与工程学报,2018,37(11):2621-2630.
- [2]潘晓冬,岳华刚,白伟,李洋,康建国,田建涛.节理裂隙岩体地基输电线路基础承载性能现场试验研究[J].中国建材科技,2018,27(02):71-72.
- [3]王全宾.桩基础技术在土建工程施工中的应用[J].住宅与房地产,2020(32):133-134.
- [4]马丽.建筑工程土建施工中桩基础技术的应用研究[J].中国住宅设施,2020(07):114+116.