

水工环地质条件下边坡稳定性分析评价

王 剑

宁夏煤炭勘察工程有限公司 宁夏 银川 750001

摘 要：水工环地质条件下的边坡稳定性分析评价是确保水利工程安全性的关键环节。本文详细阐述了水工环地质的内涵，包括水文地质、工程地质和环境地质等方面对边坡稳定性的影响。介绍了定性与定量的边坡稳定性分析方法，分析了不同水工环地质条件对边坡稳定性的具体影响，并提出了排水、支挡、加固和监测等有效的边坡稳定性防治措施，为工程建设中的边坡稳定性问题提供了科学的理论依据和实践指导。

关键词：水工环；地质条件下；边坡稳定性；分析评价

引言：随着工程建设的不断推进，边坡稳定性问题日益凸显。在水工环地质条件下，边坡稳定性受到多种因素的综合影响。准确分析和评价边坡稳定性，采取有效的防治措施，对于保障工程安全、避免地质灾害具有至关重要的意义。旨在系统地研究水工环地质条件下边坡稳定性的分析评价方法和防治措施，为相关工程实践提供参考。

1 水工环地质的概述

水工环境地质学，是指通过对其所在区域内的水文地质、生态等多方面的地理状况的研究、勘探，进而对某些关系到地质意义的现象作出研究与判断的一项调查研究项目。当前，中国的地质相关科技有了长足的发展，所以，水工环地质在处理环境地质灾害及其影响研究上的使用范围将更加广阔，而水工环地质本身又成为了探讨环境地质结构及其运用问题的一门国家重点学科。在具体的对环境地质的控制和管理的項目中，水工环境地质学通常也会应用到对环境地质学的科研、勘察和监测的項目中，由此可见水工环境地质学是具有非常重要的应用意义的。进行区域的水工环地质研究，是防治与解决天然地质灾害问题的一项必不可少的主要手段，所以，工程的相关科研人员必须要注重于对水工环地质的深入研究和运用，只有这样，工程方可有效缓解和避免天然地质灾害所可能产生的各种不良影响^[1]。

2 边坡稳定性分析方法

2.1 定性分析方法

工程地质类比法是定性分析的常用方法之一。通过对类似工程地质条件下已有的边坡稳定性情况进行研究，对比当前边坡的岩土体类型、地质构造、地形地貌等特征，从而推断其稳定性。例如，若已知某地区泥岩边坡在特定条件下稳定性较差，当面对新的泥岩边坡时，可初步判断其也可能存在稳定性问题。图解法中的

赤平极射投影法，可直观地展示边坡与结构面之间的空间关系。通过将边坡面和结构面投影到赤平极射投影图上，分析它们的组合关系，判断边坡的可能破坏模式。如结构面与边坡面的夹角较小时，可能发生顺层滑动。历史分析法依据边坡的历史变形破坏情况来预测未来稳定性。如果一个边坡在过去曾多次发生滑坡等地质灾害，那么在相似的地质条件下，其再次发生失稳的可能性相对较大。这种方法虽然较为简单直观，但也存在一定局限性，因为过去的情况不一定完全代表未来，但可为初步判断提供参考^[2]。

2.2 定量分析方法

极限平衡法是一种常见的定量分析手段。它将边坡划分为若干个条块，通过分析条块间的力平衡关系，计算边坡的稳定系数。例如，在考虑岩土体的重力、地下水的静水压力和动水压力等因素的作用下，计算出抗滑力与下滑力的比值，以此来判断边坡的稳定性状态。若稳定系数大于1，则表明边坡处于稳定状态；若接近1，则处于临界状态；若小于1，则边坡不稳定。数值分析法也是重要的定量分析方法之一。其中有限元法通过将边坡离散为有限个单元，求解每个单元的应力、应变和位移，从而全面了解边坡的力学响应。有限差分法和离散元法也各有特点，它们可以模拟复杂的地质条件和边坡破坏过程。数值分析法能够考虑多种因素的综合影响，如岩土体的非线性力学特性、地质构造的复杂性以及地下水的渗流作用等，为准确评估边坡稳定性提供了有力工具。

3 水工环地质条件对边坡稳定性的影响

3.1 水文地质条件的影响

当岩土体长期处于地下水的浸泡下，会使岩土体的颗粒间连接减弱，降低其强度，尤其是对于一些易软化的岩土体，如黏土等，会使边坡的抗剪强度大幅下降，

增加边坡变形和失稳的可能性。静水压力的存在也对边坡稳定性产生不良影响。地下水在边坡体内形成一定的静水压力,这种压力会增加边坡的下滑力,使边坡更容易发生滑动破坏。特别是在地下水位较高的地区,静水压力的作用更为明显。此外,动水压力也不可忽视。当地下水流动时,会对岩土体产生动水压力,这种压力会带动岩土颗粒的移动,进一步削弱边坡的稳定性。如果地下水的流速较大,动水压力可能会导致边坡的快速失稳。地下水的排泄情况也关乎边坡稳定。若地下水排泄不畅,会导致边坡体内水位上升,孔隙水压力增大,有效应力减小,从而降低边坡的稳定性。长期的地下水作用还可能引发岩土体的化学侵蚀,改变岩土体的物理力学性质,给边坡稳定性带来潜在威胁^[3]。

3.2 工程地质条件的影响

当岩土体长期处于地下水的浸泡下,会使岩土体的颗粒间连接减弱,降低其强度,尤其是对于一些易软化的岩土体,如黏土等,会使边坡的抗剪强度大幅下降,增加边坡变形和失稳的可能性。静水压力的存在也对边坡稳定性产生不良影响。地下水在边坡体内形成一定的静水压力,这种压力会增加边坡的下滑力,使边坡更容易发生滑动破坏。特别是在地下水位较高的地区,静水压力的作用更为明显。此外,动水压力也不可忽视。当地下水流动时,会对岩土体产生动水压力,这种压力会带动岩土颗粒的移动,进一步削弱边坡的稳定性。如果地下水的流速较大,动水压力可能会导致边坡的快速失稳。地下水的排泄情况也关乎边坡稳定。若地下水排泄不畅,会导致边坡体内水位上升,孔隙水压力增大,有效应力减小,从而降低边坡的稳定性。长期的地下水作用还可能引发岩土体的化学侵蚀,改变岩土体的物理力学性质,给边坡稳定性带来潜在威胁。

3.3 环境地质条件的影响

地形地貌方面,陡峭的地形会使边坡的坡度增大,高度增加,从而加大了边坡的不稳定性。例如,在高山峡谷地区,边坡往往面临着更大的重力作用和潜在的崩塌风险。复杂的地形变化可能导致岩土体的应力分布不均匀,容易引发局部的变形和破坏。气候条件对边坡稳定性的影响也较为明显。降雨是一个关键因素,大量的降雨会使地表水渗入边坡体内,增加岩土体的含水量,一方面降低岩土体的强度,另一方面产生孔隙水压力,增加下滑力。此外,气温的变化也会影响岩土体的物理力学性质,在冻融循环作用下,岩土体可能出现裂缝和松动,降低边坡的稳定性。人类活动同样不可小觑。工程建设如开挖、填方等活动可能改变边坡的原有形态和

应力状态,增加边坡失稳的风险。采矿活动可能导致地下采空区的形成,引发地面塌陷和边坡失稳。此外,森林砍伐等活动会破坏地表植被,减少对土壤的固定作用,使边坡更容易受到侵蚀和破坏。

4 边坡稳定性防治措施

4.1 排水措施

地表排水主要是设置排水沟、截水沟等设施,排水沟能够有效地将坡面上的地表水迅速引导至安全区域,防止地表水在边坡表面汇集后渗入边坡体内。截水沟通常设置在边坡上方一定距离处,拦截来自坡顶及周围区域的地表水,避免其对边坡造成冲刷和渗透。例如,在山区的道路边坡工程中,合理设置的排水沟可以及时排除雨水,减少雨水对边坡的侵蚀和渗透作用,降低边坡失稳的风险。地下排水则采用排水孔、排水井等方式。排水孔可以将边坡体内的地下水引出,降低地下水位,减小地下水对岩土体的软化作用以及静水压力和动水压力。排水井一般适用于地下水较为丰富的地区,通过深井排水,能更有效地降低地下水位。在一些大型的水利工程边坡中,地下排水系统的合理设计和施工可以显著提高边坡的稳定性。良好的排水措施能够保持边坡岩土体处于较为干燥的状态,提高其抗剪强度和稳定性。排水系统的定期检查和维护也非常重要,确保其畅通无阻,发挥应有的作用。如果排水设施出现堵塞、损坏等情况,应及时进行清理和修复,以保障边坡的安全稳定^[4]。

4.2 支挡措施

挡土墙是一种常见的支挡措施,重力式挡土墙主要依靠自身重力来抵抗边坡的下滑力,通常由块石、混凝土等材料砌筑而成。它适用于土质边坡和小型岩质边坡,具有结构简单、施工方便等优点。悬臂式挡土墙则通过墙身和底板的悬臂作用来承受土压力,其稳定性较好,可用于较高的边坡。例如,在一些城市道路边坡工程中,重力式挡土墙被广泛应用,它不仅能够有效阻挡边坡土体的下滑,还能起到美化环境的作用。抗滑桩也是一种重要的支挡结构。抗滑桩一般设置在边坡的滑动面上或滑动面附近,通过桩身与周围岩土体的摩擦力以及桩端的承载力来抵抗边坡的下滑力。抗滑桩可以是混凝土桩、钢桩等,根据边坡的具体情况进行选择。在一些大型的山体边坡工程中,抗滑桩常常与其他支挡措施结合使用,以提高边坡的稳定性。抗滑桩的施工相对复杂,但它具有抗滑效果好、适用范围广等优点。支挡措施能够直接对边坡提供支撑力,阻止边坡的变形和滑动。在设计支挡措施时,需要充分考虑边坡的地质条件、下滑力大小、周边环境等因素,以确保支挡结构的

合理性和有效性。支挡结构的施工质量也至关重要，严格按照设计要求进行施工，保证其强度和稳定性。

4.3 加固措施

注浆加固是一种有效的加固方法。通过将浆液注入岩土体中，填充岩土体的孔隙和裂缝，提高岩土体的密实度和强度。浆液可以是水泥浆、化学浆等，根据岩土体的性质和工程要求进行选择。例如，对于一些松散的土质边坡或破碎的岩质边坡，注浆加固可以有效地提高其整体性和稳定性。注浆加固还可以改善地下水的渗流条件，减少地下水对边坡的不利影响。锚杆加固也是常用的加固手段。锚杆是一种将拉力传递到稳定地层的杆状构件，通过在边坡上设置锚杆，将边坡与稳定地层连接起来，提高边坡的稳定性。锚杆可以采用预应力锚杆或非预应力锚杆，根据边坡的具体情况进行选择。在一些高陡边坡工程中，锚杆加固常常与其他加固措施结合使用，以达到更好的加固效果。锚杆加固能够有效地控制边坡的变形，提高边坡的抗滑能力。此外，还有土钉墙加固等方法。土钉墙是由土钉、喷射混凝土面层和原位土体组成的复合结构，通过土钉与土体的相互作用，提高边坡的稳定性。土钉墙适用于土质边坡和一些小型岩质边坡，具有施工速度快、造价低等优点。在选择加固措施时，需要综合考虑边坡的地质条件、工程要求、施工条件等因素，制定合理的加固方案。加固施工过程中要严格控制施工质量，确保加固措施的有效性。

4.4 监测措施

地表位移监测是关键的监测内容之一。采用全站仪、GPS等先进设备对边坡的地表位移进行实时监测，可以准确掌握边坡在不同阶段的变形情况。通过设置多个监测点，形成监测网络，能够全面反映边坡的整体变形趋势。例如，当监测到某一区域的地表位移突然增大时，可能预示着该区域的边坡稳定性出现问题，需要及时采取相应的措施进行处理。地下水位监测同样不可或缺。利用水位计等设备对边坡体内的地下水位进行监测，了解地下水的变化情况。地下水位的变化会对边坡

的稳定性产生重大影响，如地下水位上升可能导致岩土体软化、孔隙水压力增大等问题。通过持续监测地下水位，可以及时发现异常情况，并采取排水等措施来降低对边坡稳定性的不利影响。应力监测也是重要的监测手段。通过在边坡体内设置应力计等设备，监测边坡内部的应力变化情况。应力的变化可以反映边坡的受力状态，当应力超过一定限度时，可能会引发边坡的失稳破坏。应力监测能够为分析边坡的稳定性提供重要的数据支持。监测措施不仅能够及时发现边坡稳定性存在的问题，还可以为后续的工程决策提供科学依据。在监测过程中，要建立完善的监测数据管理系统，对监测数据进行及时分析和处理。同时，要定期对监测设备进行维护和校准，确保监测数据的准确性和可靠性^[5]。

结束语

综上所述，水工环地质条件对边坡稳定性有着至关重要的影响。通过定性与定量分析方法，我们能够较为准确地评估边坡稳定性状态。在实际工程中，应综合运用排水、支挡、加固和监测等防治措施，以提高边坡的稳定性，保障工程安全。随着技术的不断进步，我们应持续深入研究水工环地质与边坡稳定性的关系，不断完善分析评价方法和防治措施，为工程建设和地质环境保护做出更大的贡献。

参考文献

- [1]杨晓花.水工环地质条件下边坡稳定性分析评价[J].低碳世界,2020,10(11):120-121.
- [2]晋爱民.水工环地质在地质灾害治理中的应用策略[J].居业,2020(11):6-7.
- [3]刘静.水工环地质勘察工作中的技术要点分析[J].世界有色金属,2020(11):161-162.
- [4]令狐荣霞.水工环地质条件概述及基坑边坡稳定性分析评价[J].世界有色金属,2019(13):221-222.
- [5]郑翔.水工环地质勘察中的问题及合理防治关键技术的探讨[J].中国金属通报,2019(02):253-254.