

水文地质和工程地质在地质灾害防治工程中的应用

任 培

河北省水文工程地质勘察院（河北省遥感中心） 河北 石家庄 050021

摘 要：地质灾害防治工程对于保障人民生命财产安全具有重要意义，而在这其中，水文地质与工程地质的应用发挥着至关重要的作用。两者相互补充，共同为地质灾害的精准防治提供科学依据和技术支持。本文探讨了地质灾害类型及其成因分析了地壳活动灾害、斜坡岩土体运动灾害、地面变形灾害等，针对地面变形灾害，水文地质资料为地基稳定性提供关键依据。综合运用水文地质与工程地质技术，可有效提升地质灾害防治水平，保障社会安全。

关键词：水文地质；工程地质；地质灾害；防治应用

引言：当前，随着我国社会经济的发展与科学技术的进步，促使我国地质灾害防治事业也获得了长远发展，其中，水文地质与工程地质的应用扮演着关键角色。通过对地下水动态和地质结构的深入研究，我们能够更准确地预测和评估地质灾害风险，为制定科学有效的防治措施提供重要依据。因此，加强对水文地质和工程地质的研究与应用，对于提高地质灾害防治水平具有重要意义。

1 地质灾害防治的重要性

水文地质和工程地质在地质灾害防治工程中具有极其重要的应用价值，它们为地质灾害的预测、监测、评估以及防治提供了有力的技术支持。地质灾害防治的重要性也不容忽视，它直接关系到人民群众的生命财产安全和社会经济的稳定发展。一方面，地质灾害，如滑坡、泥石流、地震等，具有突发性和破坏性强的特点，一旦发生往往会造成严重的人员伤亡。通过水文地质和工程地质的手段进行地质灾害防治，可以及时发现并预警潜在的地质灾害风险，从而采取有效的措施进行防范和应对，保障人民群众的生命安全。另一方面，地质灾害防治对于社会经济的稳定发展具有重要意义，地质灾害不仅会造成人员伤亡，还会对房屋、道路、桥梁等基础设施造成破坏，给社会经济带来巨大损失。通过加强地质灾害防治工作，可以减少灾害对基础设施的破坏，保障社会经济的正常运行，地质灾害防治还有助于优化国土空间布局，提高土地资源的利用效率，促进可持续发展。基于此，水文地质和工程地质在地质灾害防治工程中的应用也体现了其重要性，水文地质研究地下水的分布、运动规律及其对地质灾害的影响，为地质灾害的预测和防治提供了重要的信息。工程地质则关注岩土体的工程性质、地质构造以及工程活动与地质环境的相互作用，为地质灾害的评估和防治提供了科学依据。通过综合运用

这两种技术手段，可以更加全面地了解地质灾害的成因和机制，为制定有效的防治措施提供有力支持。

2 地质灾害类型及其成因分析

2.1 地壳活动灾害

地震的发生主要是由于地球内部岩石层的断裂和错动引起的，地球内部的岩石层在受到长期的地壳运动、板块挤压等力量的作用下，会积累大量的应力，当这些应力超过岩石层的承受极限时，岩石层就会发生断裂或错动，释放出巨大的能量，形成地震波。这些地震波在地壳中传播，对地表和建筑物造成破坏。地震的强度和破坏程度取决于多种因素，包括震源深度、震级大小以及地震波传播的路径等。火山喷发通常发生在地球板块边界或地壳薄弱区域，在这些地区，地壳下方的岩浆由于高温高压而上升，当岩浆突破地表时，就会形成火山喷发。火山喷发不仅会释放大量的热能、气体和火山灰，还可能引发火山泥石流等次生灾害，对周围地区造成严重的破坏和威胁。断层是地壳中岩石层的断裂带，由于地壳运动，断层两侧的岩石层会发生相对位移，当这种位移达到一定程度时，就会发生断层错动，形成地震或地表破裂等现象^[1]。断层错动往往伴随着强烈的震动和地表变形，对建筑物和基础设施造成破坏，甚至可能引发山体滑坡、泥石流等地质灾害。

2.2 斜坡岩土体运动灾害

地质灾害类型中，斜坡岩土体运动灾害是一类极为常见的自然灾害，其主要包括崩塌、滑坡和泥石流等。这类灾害的成因复杂多样，既受到自然因素的影响，也受到人为活动的干扰，以滚动、跳跃或倾倒的方式坠落的现象，通常与地质构造、地形地貌、岩性、气候以及风化作用等自然因素密切相关，在地质构造复杂的地区，岩层断裂、节理发育，为崩塌提供了物质基础；而陡峭的地形地貌则加剧了岩土体的不稳定性，使其更易

于发生崩塌,长期的风化作用会削弱岩土体的结构强度,增加崩塌的风险。滑坡的成因同样复杂,涉及到地质构造、地形地貌、地下水、降雨以及植被覆盖等多种因素,地质构造和地形地貌是决定滑坡发生的基础条件;地下水的作用则通过改变岩土体的物理力学性质来影响滑坡的稳定性;降雨是诱发滑坡的重要因素,特别是暴雨和持续降雨,会导致岩土体饱和、抗剪强度降低,从而引发滑坡;植被覆盖状况也对滑坡稳定性产生影响,良好的植被覆盖可以增强斜坡的稳定性,减少滑坡的发生,其成因与地形地貌、地质条件、植被覆盖以及气候条件等因素密切相关。在山区,陡峭的地形和丰富的松散物质为泥石流提供了物质基础;而暴雨或融雪则提供了动力条件,使松散物质在重力作用下沿坡面迅速流动,形成泥石流。

2.3 地面变形灾害

地质灾害类型中,地面变形灾害是一类严重危害人类生活和环境的自然灾害。地面变形灾害主要包括地面塌陷、地面沉降以及地面开裂等,其成因复杂,涉及地质、环境、人为因素等多个方面。(1)地面塌陷是一种常见的地面变形灾害,其成因多与地下岩溶作用、采空区、地下水位变化等因素有关。在岩溶地区,地下岩石的溶蚀作用会形成空洞,随着空洞的扩大,上覆的土层失去支撑,最终发生地面塌陷。此外,采矿活动形成的采空区,在失去支撑后也可能导致地面塌陷,地下水位的下降也会对地面稳定性产生影响,地下水位下降可能导致土壤固结,进而引发地面塌陷。(2)地面沉降是另一种常见的地面变形灾害,其成因多与过量抽取地下水、土壤压实等因素有关。随着城市化进程的加快,人类对地下水的需求量不断增加,过量抽取地下水会导致地下水位下降,土壤颗粒重新排列,土壤体积减小、密度增加,形成固结,最终导致地面沉降。此外,建筑物和道路等基础设施的建设也会对土壤产生压实作用,加速地面沉降的发生。(3)地面开裂也是一种不容忽视的地面变形灾害,其成因多与地震、地基处理不当等因素有关。地震时,地壳的震动和断裂会导致地面开裂。此外,建筑物地基处理不当,如地基承载力不足、地基处理深度不够等,也可能导致地面开裂,地面变形灾害的成因复杂多样,既有自然因素的作用,也有人为活动的影响。

2.4 矿山与地下工程灾害

地质灾害类型繁多,其中矿山与地下工程灾害是尤为突出的一类。这类灾害往往由于采矿活动、地下工程建设以及相关的工程活动引发,对矿山生产安全、地下

空间利用以及生态环境造成了严重影响。矿山与地下工程灾害的成因多种多样,其中最为直接的是采矿活动。在采矿过程中,矿石的开采会破坏原有的地层结构,导致地层失稳。特别是在采用露天开采或大规模地下开采时,矿山的边坡稳定性、采空区的支撑等问题尤为突出。此外,采矿产生的废石、废水等废弃物处理不当,也可能引发地质灾害,如废石堆积导致的滑坡、废水排放引发的水污染等。地下工程建设也是引发矿山与地下工程灾害的重要原因。在地铁、隧道等地下工程建设过程中,需要进行大量的土方开挖和支护作业^[2]。这些作业会破坏原有的地层结构,改变地下水的流动状态,进而影响地层的稳定性,地下工程施工中的技术问题和质量管理不到位,也可能导致工程事故,如支护结构失效、地下水位异常等。

3 水文地质和工程地质在地质灾害防治中的应用

3.1 水文地质条件评估

水文地质条件评估在地质灾害防治中扮演着举足轻重的角色。地质灾害的发生往往与地下水活动密切相关,水文地质条件评估的首要任务是查明地下水的分布、类型、补给、径流和排泄条件。这些条件直接决定了地下水的动态变化,进而影响到地表岩土体的稳定性。通过实地调查、水样分析以及水文地质试验等手段,我们可以获取到关于地下水的详细数据,为后续的评估工作提供科学依据。在评估过程中,需要重点关注地下水的赋存状态、水位变化以及水质情况。地下水的赋存状态反映了岩土体的含水性能,而水位变化则直接影响到岩土体的稳定性。水质情况同样不容忽视,某些化学物质的存在可能加速岩土体的风化过程,增加地质灾害的风险。基于评估结果,我们可以进一步分析地下水与地质灾害之间的关系。比如,在高水位地区,地下水可能对斜坡的稳定性产生不利影响,增加滑坡、泥石流等灾害的风险。而在低水位地区,由于地下水的缺乏,可能导致地面沉降、开裂等灾害的发生,水文地质条件评估还可以为地质灾害防治工程的设计和施工提供重要依据。例如,在隧道、桥梁等地下工程的建设中,需要充分考虑地下水的影响,采取有效的防水、排水措施,确保工程的安全稳定。

3.2 地下水动态监测与预警

地下水动态监测的核心在于实时获取地下水位的升降、流速流向以及水质变化等信息。这需要通过布置地下水观测井、安装水位计、流速仪以及水质监测设备等手段来实现。这些设备能够实时记录地下水的各项参数,并通过数据传输系统将数据传送至监测中心,为地

质灾害防治提供及时、准确的数据支持。在获取地下水动态数据的基础上,需要运用专业的地质灾害预警模型进行分析和预测。这些模型通常基于地下水与地质灾害之间的关系,结合地质、气象、环境等多方面的因素,对地质灾害的发生概率、发展趋势以及可能的影响范围进行预测。通过对比实时监测数据与预警模型的结果,可以及时发现地质灾害的征兆,并采取相应的防范措施。地下水动态监测与预警机制的建立,不仅有助于提高地质灾害防治的准确性和时效性,还有助于优化防治资源的配置。通过实时监测和预警,可以更加精准地确定地质灾害的风险区域和等级,从而有针对性地制定防治措施,避免资源的浪费^[3]。地下水动态监测与预警还有助于提高公众的防灾减灾意识,通过及时发布预警信息,提醒公众注意地质灾害的风险,采取必要的避险措施,可以有效减少地质灾害造成的人员伤亡和财产损失。

3.3 工程施工与监测

工程施工与监测是地质灾害防治工作的重要环节,而水文地质和工程地质的应用在这一环节中发挥着举足轻重的作用。通过对项目区域的水文地质条件进行详尽调查,工程师可以了解地下水的分布、水位变化、水质状况以及地下水的补给、径流和排泄条件等信息。这些信息对于确定工程基础设计、施工方法和防水措施等至关重要。工程地质的应用则主要体现在工程场地的稳定性和安全性评估上。通过对工程场地的岩石性质、地层结构、地质构造等进行分析,可以评估场地的承载力和稳定性,为工程施工提供科学依据。在地质灾害易发区域,工程地质的应用更为重要,它可以帮助工程师识别和预测潜在的地质灾害风险,从而制定相应的防范措施。施工过程中的关键部位和参数进行实时监测,可以及时发现和处理潜在的安全隐患,确保工程施工的顺利进行。例如,在边坡施工中,可以通过设置监测点来实时监测边坡的变形和位移情况,一旦发现异常,可以立即采取加固措施,防止边坡失稳引发地质灾害。遥感技术、无人机技术等可以用于地质灾害的宏观监测和预警;而物联网技术、大数据分析等则可以实现对地质灾害的实时监测和预警,提高地质灾害防治的效率和准确性。

3.4 工程设计与地质灾害防治

在工程设计阶段,水文地质和工程地质的深入调查与分析是不可或缺的环节。通过对项目区域的水文地质条件进行详尽研究,可以了解地下水的分布、流动规律及其对工程稳定性的影响,工程地质勘察则能够揭示地层的结构、岩石性质、断裂构造等关键信息,为工程设计提供坚实的地质基础。在山区道路设计中,需要考虑坡体的稳定性和滑坡的可能性,通过合理的边坡设计和排水措施来降低滑坡风险,在地下工程建设中,需要充分考虑地下水的影响,采取适当的防水、排水措施,确保工程的稳定性和安全性^[4]。工程设计与地质灾害防治的紧密结合还体现在对灾害预警和应急响应机制的建立上,通过在关键部位设置监测设备,实时监测地下水位、地层变形等关键参数的变化,一旦发现异常,可以迅速启动应急响应机制,采取必要的防灾减灾措施,最大程度地减少地质灾害造成的损失,这些技术的应用不仅可以提高工程设计的精度和效率,还能为地质灾害的预测和防治提供更加科学、有效的手段。

结束语

地质灾害防治工程是维护社会安全与稳定的重要任务,水文地质和工程地质的应用在其中发挥了不可替代的作用。通过深入研究和应用这两项技术,我们不仅能够更准确地预测和评估地质灾害风险,还能制定出更加科学有效的防治措施。未来,随着科技的进步和研究的深入,相信水文地质和工程地质将在地质灾害防治工程中发挥更大的作用,为人类的生存和发展提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]杨媚.水文地质和工程地质在地质灾害防治中的应用策略[J].价值工程,2021,40(11):37-38.
- [2]肖道恺,贾靖.水工环地质技术在地质灾害防治中的应用[J].中国金属通报,2019(8):222,224.
- [3]王冠臣.水工环地质技术在地质灾害防治中的应用[J].百科论坛电子杂志,2019(24):228.
- [4]张昊.浅议地质灾害防治策略和地质环境应用[J].环球市场,2020(10):225.