

文章编号: 1004-4051(2024)S1-0116-04

DOI: 10.12075/j.issn.1004-4051.20240541

工程建设中的地质环境问题及对策探讨

蔡 希, 曾明松

(贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队, 贵州 遵义 563000)

摘要: 在人类社会发展中, 城市化是一个重要的发展过程, 而在城市化进程中, 需要开展大量的工程建设, 所以难免对周围的地质环境产生影响。目前, 人类对地上空间、地下空间的开发利用日益增加, 各种高大深的建筑类型层出不穷, 而很多工程建设都会引起相应的地质环境问题, 甚至增加了引发自然灾害的风险。为了保证人与自然的和谐共处, 对于工程建设中的地质环境问题需要高度重视, 采取有效的对策和措施进行防治, 实现人地协调共赢的局面。

关键词: 工程建设; 地质环境; 环境防治

中图分类号: X141 **文献标识码:** A

Geological environment problems in engineering construction and countermeasures

CAI Xi, ZENG Mingsong

(106 geological brigade of Guizhou geological and mineral exploration and Development Bureau, Zunyi 563000, China)

Abstract: In the development of human society, urbanization is an important development process, and in the process of urbanization, a lot of engineering construction needs to be carried out, so it will inevitably have an impact on the surrounding geological environment. At present, the development and utilization of above-ground and underground space are increasing day by day, and various types of high, large and deep buildings emerge one after another. Many projects will cause the corresponding geological environment problems, and even increase the risk of causing natural disasters. In order to ensure the harmonious coexistence between man and nature, it should pay great attention to the geological environmental problems in engineering construction, take effective countermeasures and measures to prevent and control them, and achieve a win-win situation of man-earth coordination.

Keywords: engineering construction; geological environment; environmental prevention and control

0 引言

近年来, 随着科技水平的不断进步, 人类活动强度、活动范围都有所加大。而人类在工程建设中产生的地质应力, 正在对自然地质环境产生越来越大的作用和影响。这就导致了地质环境性质状态的改变, 原有自然地质环境平衡遭到破坏, 从而可能发生各种地质环境损伤, 同时也加剧了地质灾害。而地

质环境问题的产生, 也会反作用于工程建设, 带来各种不利的影 响。因此, 找到工程建设和地质环境保护的平衡点以达到二者的协调发展至关重要。

1 工程建设中的地质环境问题表现

1.1 抽水引起区域性地面沉降

地面沉降的发生和工程建设一般有较大关系, 主要表现在深基坑开挖降水、天然气石油开采、固

收稿日期: 2024-04-10 责任编辑: 聂虹

作者简介: 蔡希(1989—), 男, 贵州遵义人, 主要从事水文地质工程地质环境地质等研究工作, E-mail: 565063434@qq.com。

曾明松(1988—), 男, 四川资阳人, 高级工程师, 主要从事地质灾害防治、水工环地质及生态环境保护修复等方面工作。

引用格式: 蔡希, 曾明松. 工程建设中的地质环境问题及对策探讨[J]. 中国矿业, 2024, 33(S1): 116-119.

CAI Xi, ZENG Mingsong. Geological environment problems in engineering construction and countermeasures[J]. China Mining Magazine, 2024, 33(S1): 116-119.

体矿产采掘、地下水抽吸等方面。例如对地下水资源开采量过大,会造成地下水位降低,上层土层受到的浮托力减少,同时自重力增加,因而土层固结而发生地面沉降^[1]。在采集各种油气或固体资源过程中,会使地下空间变大,对上层的土层结构无法继续提供支撑力,所以在上层土体自身重力及降水等因素的作用下,就可能发生地面沉降。在此过程中,抽水引起的区域性地面沉降最为明显,我国目前很多城市当中都面临着此类问题,对城市的建设发展已造成了巨大影响。

1.2 开采引起大面积地面塌陷

在开采方面的工程建设中,采矿或造成地下采空区,上方的土体和岩体得不到持续的支撑,可能会发生大面积的地面塌陷问题。这种情况在很多矿业为主的资源型城市中都有体现。例如,很多资源枯竭型城市中,普遍存在这种类型的地质灾害,对于城市发展和经济社会建设都产生了不良的影响。相关研究表明,采空塌陷的程度和采矿量之间存在正解关系^[2]。例如,每开采 1 万 t 煤矿,土地就会塌陷 0.002 km²,每年可能增加 2.6 km² 的采空塌陷面积。在我国主要的产煤区域,例如大同、抚顺等城市,都曾有过明显的地面塌陷历史,造成了大量的房屋、道路、耕地破坏,对于城市安全造成了很大的威胁。此外,地下采空也会对斜坡、山体稳定性造成影响,可能增加滑坡、崩塌、开裂等事故。

1.3 开挖卸荷引起的边坡失稳

在很多山区地形中开展工程建设,很容易造成开挖卸荷导致边坡失稳的地质环境问题。在工程建设中没有充分考虑地质环境的影响,所以导致自然坡体原始平衡破坏,发生崩塌、滑坡等灾害事故。例如,在修建工业民用建筑、铁路、公路的过程中,对边坡的坡脚进行开挖,可能造成坡体下部支撑丧失,进而发生滑坡崩塌^[3]。如果在工程建设中没有及时做好支护工程,就会引起滑坡甚至泥石流等灾害,造成严重的人员和经济损失。与此同时,由于农业灌溉、生活污水、工业废水的排放,导致水流渗入坡体中,造成岩土体的浸润软化,使其中静水及动水压力增加,坡体容重提升,因而增加了崩塌和滑坡的风险。另外,在斜坡上修建建筑,堆弃堆填矿渣土石等,也会增加负重荷载而导致失衡崩塌。

1.4 深开挖深施工造成地层损失土体变形

目前在工程建设领域中,有越来越多的地下管线或深基坑工程施工,地下开挖和施工深度也逐渐增加,这就可能引起地层损失或土体变形的地质环境问题。例如在基坑开挖过程中,作业面上由于土

体挖除卸载,导致坑底土体出现向上为主的位移。围护墙体受到两侧压力作用,发生向坑内水平位移及土体跟进变形的情况。之所以发生深基坑坑底隆起变形,可能是因为土体开挖后释放了自重应力引起基底土层向上回弹,或是支护结构向坑内变位对土体造成挤压,或是坑底不透水层下含水层水压顶鼓现象,或是支护结构整体失稳,以及出现踢脚现象等。此外,还可能发生深基坑周围地面沉降问题,一般和支护结构变位、支挡结构变形、地下水抽降等原因有关。

2 工程建设中的地质环境问题特点

2.1 受到城市原地质环境的制约

在自然界中,不同的岩土水介质、地质构造、自然地理等地质环境因素,对于人类工程建设的影响反应不同,因而产生的地质环境问题也具有不同的性质和程度。例如丘陵山地的地形中,容易发生原有斜坡稳定平衡破坏,从而发生泥石流、崩塌、滑坡等,可能造成建筑失稳剪切破坏。在平原地形上,由于矿业开采、地下水开采、交通建设等工程,容易造成地面塌陷和沉降的问题。还有部分地层结构可能是二元沉积韵律,所以在抽水、建筑物荷载作用、基坑开挖卸荷等影响下,容易发生软土地层的不均匀沉降,可能造成房屋开裂倾斜^[4]。如果是滨海地区,除了常规地质损害外,也可能发生地下水超采造成海水入侵倒灌的问题。高原河谷盆地则容易发生地裂、滑坡、膨胀土胀缩、黄土湿陷等问题。

2.2 地质环境损伤复杂性及不确定性

自然界的地质环境系统一般处于动态变化中,因而工程建设带来的地质环境问题通常难以完全准确的预估,表现为复杂性、不确定性的特点。工程建设对地质环境的影响通常无法精准测算,比如爆破对岩体边坡产生的振动、冲击力等,同时对岩土体变形破坏的机理也要深入探索。而岩土体可能发生时间相关的黏塑性和非线性变形,也可能出现突然变形。岩土介质也有着离散性、随机性、不确定性的特点,而且岩土体一般是多相的,水土之间也有相互影响。在工程建设中,由于开挖、荷载等作用,导致岩土体系统温度场、渗流场发生改变,所以其应力场也会变化,进而造成结构改变,对岩土体渗流产生影响。此外,由于初始条件、边界条件都有不确定性,所以地质环境损伤也有不确定性^[5]。

2.3 地质环境损伤具有明显的时空特点

很多工程建设对地质环境造成的损伤,并不是立即就能体现出来的,很多情况下都具有缓慢发展及滞后性的特点。比如在开采地下水之后,需要一

段时间的发展才能出现明显的地面沉降表现^[6]。而边坡失稳等地质损害,也是一个循序渐进、逐渐发展的破坏过程。从空间方面来看,有些工程建设造成的地质环境损伤只是局部性的,但是如果没能做到及时的治理和控制,可能逐渐发展变化,从而对更大范围和区域内的地质环境造成损害,进而引起严重的地质灾害现象。

3 工程建设中的地质环境防治

3.1 工程建设与地质环境相协调

在各种工程建设施工中,和地质环境之间一般具有相互作用和相互依存的关系。从本质上说,开展工程建设必须要对自然地质环境进行最大限度的适应和匹配,尽可能控制并降低工程建设对地质环境带来的负面影响。在工程建设规划中,就要清晰认识到其可能对地质环境造成破坏及影响的严重程度^[7]。在工程建设之初,应当做好工程规划,而在工程规划设计环节,要和地质环境分区充分匹配,结合自然地质环境的演变潜能、变化规律、实际特点等,对工程建设的整体布局加以优化,确保地上和地下工程项目建设内容的合理性。例如,在工程建设中,要尽量避免对原有地形地貌产生较大改变,降低开挖施工造成斜坡稳定性下降的问题。对于地表水资源尽量高效利用,降低地下水开采引起地面沉降的问题。

3.2 地质环境损伤预测控制设计

很多情况下,工程建设所造成的地质环境损伤都是很难彻底修复的,因此很多问题的产生都具有不可逆性。为了避免此类问题,尽量减少对地质环境的损害,就要在工程建设中做好地质环境损伤的预测和控制,在此基础上开展工程设计。例如,在工程建设具体开展之前,需要对未来施工过程中地质环境可能发生的损伤进行预测评估,同时分析其对工程建设可能造成的反作用。在此基础上,制定科学的预先控制策略^[8]。比如在开挖深基坑施工前,要先预测和计算基坑边坡开挖之后,可能造成的降水、地面变形问题等引起的地面沉降程度。因而在深基坑施工设计中,应采取变形控制设计的方案。合理设置稳定的支护体系,除了保持工程结构稳定安全之外,也要尽量控制和减少对周围地质环境造成的变形,从而减少可能引发的地质损伤及灾害。

3.3 坚持治理和长期监测相结合

由于人类城市化进程和各类工程建设都是持续进行的,所以地质环境治理和防治也不是一项短期工作。应当坚持治理和长期监测相结合,从而保证地质环境问题得到持续的关注和解决。对于工程建设已经造成的地质环境损伤,如果不能采取有效的

措施及时治理,就可能会引起更为严重的问题,而这种问题往往是自然环境无法自行消化和解决的。例如,在某城市的工程建设当中,要求实施地下含水层人工回灌操作,并对地下水开采量做出了严格限制^[9]。通过对开采方案的调整,以及对回灌层段方案的实施,使得该城市30 a之内仅发生了120 mm的地面沉降,平均每年沉降率只有4 mm。通过这种方式,使地面沉降的灾害发生率大大降低。据此,我国可积极构建地面沉降监测网络,做出统一的规划设计,建立统一的数据平台,进而在国家层面上统一建立地面沉降监测网络和地下水动态监测网络。同时构建地面沉降监控中心,引入GPS高精度水准测量网络,实现数据采集传输的自动化,为地质环境损害的治理和监测提供良好的保障。

4 结语

地质环境是自然界环境中一种比较特殊的存在,其很容易受到多种因素的影响而发生改变。尤其是在人类的工程建设过程中,由于会对地质环境造成较大的扰动和改变,所以更容易引起各种地质环境问题,导致各种自然地质灾害事件频发。针对此种情况,应采取有效的对策加以应对,在工程建设中尽量保护地质环境,采取有效的防治措施,减少此类问题的发生。

参考文献(References):

- [1] 江涛,潘金匹.安徽省皖南地区复杂地质条件下矿山工程勘察水文地质条件研究[J].中国金属通报,2023,19(8):37-39.
JIANG Tao, PAN Jinpi. Study on hydrogeological conditions in mine engineering exploration under complex geological conditions in southern Anhui Province[J]. China Metals Bulletin, 2023, 19(8): 37-39.
- [2] 郝志强.水文地质勘察对岩土工程的重要性及实施路径研究[J].世界有色金属,2022,12(1):114-117.
HAO Zhiqiang. Study on the importance of hydrogeological investigation to geotechnical engineering and its implementation path[J]. World Non-ferrous Metal, 2022, 12(1): 114-117.
- [3] 王树奎,张健全,邢海鹏.浅析地质环境软结构变化对建设期水利工程影响[J].科技创新导报,2022,19(1):119-121.
WANG Shukai, ZHANG Jianquan, XING Haipeng. Analysis of the impact of soft structure changes in geological environment on the hydraulic engineering during construction[J]. Science and Technology Innovation News, 2022, 19(1): 119-121.
- [4] 刘俊.我国煤矿区水文地质勘查与环境地质评价现状及发展趋势[J].工程建设(维泽科技),2022,5(12):126-128.
LIU Jun. The present situation and development trend of hydrogeological exploration and environmental geology evaluation in coal mining areas of our country[J]. Engineering Construction(Wieser Technologies), 2022, 5(12): 126-128.
- [5] 刘世杰,兰恒星,张宁.嘉黎断裂中段重大工程区地质力学分析

- [J]. 工程地质学报, 2022, 30(6): 1947-1961.
- LIU Shijie, LAN Hengxing, ZHANG Ning. Geomechanical analysis of major engineering region in middle segment of Jiali fault[J]. *Engineering Geology*, 2022, 30(6): 1947-1961.
- [6] 杜晓林, 刘同飞, 张文青. 矿山地质工程勘察中存在的问题及对策[J]. 中国金属通报, 2023, 19(8): 219-221.
- DU Xiaolin, LIU Tongfei, ZHANG Wenqing. Problems and countermeasures in geological engineering investigation of Mines[J]. *China Metals Bulletin*, 2023, 19(8): 219-221.
- [7] 田敏. 铁路工程地质勘察中存在的技术问题及其处理策略[J]. 工程建设(维泽科技), 2023, 6(2): 145-147.
- TIAN Min. Technical problems existing in railway engineering geological investigation and their treatment strategies[J]. *Engineering Construction(Wieser Technologies)*, 2023, 6(2): 145-147.
- [8] 黄均城, 邹颖贵. 矿山地质环境治理中边坡稳定问题及滑坡治理方法探讨[J]. 中国金属通报, 2023, 20(9): 216-218.
- HUANG Juncheng, ZOU Yinggui. Discussion on slope stability and landslide treatment method in mine geological environment treatment[J]. *China Metals Bulletin*, 2023, 20(9): 216-218.
- [9] 何军, 华杉, 杨艳林, 等. 多要素城市地质调查的实践及成效: 以武汉市为例[J]. 华南地质与矿产, 2022, 38(2): 42-44.
- HE Jun, HUA Shan, YANG Yanlin, et al. Practice and effect of multi-factor urban geological survey: a case study of Wuhan City[J]. *Geology and Minerals of South China*, 2022, 38(2): 42-44.
- *****
- (上接第 96 页)
- [8] 李宁宁, 单吉成, 郝翰, 等. 山东省沂源县大田庄石灰岩露天矿山地质环境治理工程探讨[J]. 山东国土资源, 2022, 38(1): 44-48.
- LI Ningning, SHAN Jicheng, HAO Han, et al. Study on geological environment protection and restoration of open pit mine in Datanzhuang Limestone Mining Area in Yiyuan County in Shandong Province[J]. *Shandong Land and Resources*, 2022, 38(1): 44-48.
- [9] 何家宝, 汪定圣. 皖北露天闭坑矿山地质环境治理工作实践: 以萧县某水泥用石灰岩矿为例[J]. 安徽地质, 2021, 31(1): 63-66.
- HE Jiabao, WANG Dingsheng. Practice of geological environment control of a closed open-pit mine in northern Anhui: taking a limestone mine for cement production in Xiaoxian County as an example[J]. *Geology of Anhui*, 2021, 31(1): 63-66.
- [10] 尚红霞. 河南省卫辉市某石灰岩矿矿山地质环境治理勘查设计探讨[J]. 冶金与材料, 2021, 41(5): 123-124.
- SHANG Hongxia. Exploration and design of geological environment management in a limestone mine in Weihui City, Henan Province[J]. *Metallurgy and Materials*, 2021, 41(5): 123-124.
- [11] 丁国轩. 矿山地质环境治理及土地复垦探讨[J]. 世界有色金属, 2020(6): 261-262.
- DING Guoxuan. Discussion on mine geological environment treatment and land reclamation[J]. *World Nonferrous Metals*, 2020(6): 261-262.
- [12] 时晨, 单吉成. 已关闭露天矿山生态修复治理模式探讨: 以沂源县为例[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2021(1): 73-75.
- SHI Chen, SHAN Jicheng. Discussion on ecological restoration model of closed open-pit mines: a case study of Yiyuan County[J]. *China Non-Metallic Minerals industry*, 2021(1): 73-75.
- [13] 邢月龙. 地质环境背景对矿山地质环境保护与恢复治理影响及分析[J]. 世界有色金属, 2021(19): 209-210.
- XING Yuelong. Influence and analysis of geological environment background on mine geological environment protection and restoration[J]. *World Nonferrous Metals*, 2021(19): 209-210.