

地下洞室主要工程地质问题及处理建议

邢云腾

成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059

[摘要] 目前, 地下洞室不仅为交通、水电、矿产开采所使用, 而且现在也为城市建设、储存冷藏、环境工程与国防工程做出了巨大的贡献, 在地下洞室开挖过程中, 确保围岩的稳定性是不可或缺的, 但围岩的稳定性受到多方因素的影响, 开挖过程中存在诸如围岩稳定、高地应力及岩爆、地下水与高地温等工程地质问题, 尤其是当洞室边墙及拱顶出现长达裂隙时, 其产状和性状都会对地下洞室围岩的稳定性有一定影响。文中通过对主要工程地质问题进行分析, 针对每个工程地质问题给出对应的处理措施及建议, 致力于提高地下洞室开挖稳定性, 减少施工过程中工程地质问题对施工进度及施工人员带来的危害。

[关键词] 地下洞室; 不良工程地质问题; 围岩稳定; 处理建议

DOI: 10.33142/ec.v4i9.4458

中图分类号: U452.1+1

文献标识码: A

Main Engineering Geological Problems of Underground Caverns and Treatment Suggestions

XING Yunteng

State Key Laboratory of Geological Disaster Prevention and Geological Environment Protection, Chengdu University of technology, Chengdu, Sichuan, 610059, China

Abstract: At present, underground caverns are not only used for transportation, hydropower and mineral mining, but also make great contributions to urban construction, storage and refrigeration, environmental engineering and national defense engineering. In the process of underground cavern excavation, it is indispensable to ensure the stability of surrounding rock, but the stability of surrounding rock is affected by many factors. There are many engineering geological problems in the excavation process, such as surrounding rock stability, high ground stress and rockburst, groundwater and high ground temperature. Especially when there are long cracks in the side wall and vault of the cavern, their occurrence and properties will have a certain impact on the stability of the surrounding rock of the underground cavern. By analyzing the main engineering geological problems, this paper gives corresponding treatment measures and suggestions for each engineering geological problem, and is committed to improving the excavation stability of underground caverns and reducing the harm of engineering geological problems to construction progress and construction personnel during construction.

Keywords: underground cavern; adverse engineering geological problems; surrounding rock stability; handling suggestions

引言

近年来, 地下洞室在人类生活中占据越来越大的比重, 地下洞室不仅为交通、水电、矿产开采所使用, 而且现在也为城市建设、储存冷藏、环境工程与国防工程做出了巨大的贡献。随着时代的进步和科技的发展, 地下工程的重要性在人类社会逐渐变大, 时刻影响着人类社会的进步与发展, 由此可见地下工程是人类发展必不可少的一部分。所以, 地下洞室的围岩稳定性也受到各个行业及领域广泛关注。

即使目前的地下洞室开挖技术及趋于成熟, 但是在地下洞室开挖的过程中, 依然存在诸多工程地质问题会对地下洞室的开挖造成严重的影响, 如围岩稳定、高地应力及岩爆、地下水、高地温等不良工程地质问题, 如何处理诸如此类不良工程地质问题就显得尤为重要。本文针对诸如此类地下洞室开挖过程中常见的工程地质问题给出一些简单的处理建议及措施, 致力于针对不同的不良工程地质问题, 尽量减小其对施工进度影响, 以及尽量避免其对施工作业人员安全的危害。

1 围岩稳定

地下洞室围岩稳定主要受与地下洞室空间位置相近的岩脉、断层及裂隙, 尤其是长大裂隙的影响。

断层是指地下岩体中沿着滑移面发生明显滑移的构造, 断层大多发育在地壳中, 是最重要的地质构造之一。断层由断层面和上下盘断层影响带组成, 断层面是岩石发生相对位移的滑移面, 断层影响带是断层面上下两边的岩体, 受断层的影响岩体强度和完整性都会受到不同程度的影响, 按破坏程度可分为碎裂岩、碎块岩、角砾岩、碎粉岩和断层泥。

当地下洞室围岩空间位置相近范围内揭示断层或岩脉断层时,围岩应力分布变差^[1],并在围岩与断层相交处,围岩应力出现突变现象^[2],且有可能导致支护及衬砌变形或开裂。围岩变形主要集中于断层与围岩的接触面上,当断层出现在顶拱或拱肩时,应力集中现象更为明显,围岩变形破坏程度更大,松弛圈变大,发生垮塌或塌方的概率更高。断层的分布位置不同,断层性质对围岩的影响也不一样,断层在拱顶出露时,断层的摩擦角影响程度较大;当断层出露于地下洞室边墙时,其粘聚力对围岩的影响程度较大。

对此,针对断层对地下洞室围岩稳定性的影响,提出以下三种解决方案。

(1)减小断层处围岩的应力突变。对于强度明显较低的断层带及其影响带,可采用对断层软弱带及影响带采取灌浆的方式提高断层带及其影响带的强度,减小断层带围岩变形值,进而减小其发生垮塌的可能性。

(2)增加断层带及其影响带的支护强度。对断层带及其影响带加强锚索强度、加长锚杆长度,增大锚索及锚杆的密度等措施,可以有效断层带及其影响带周围岩体的围岩稳定性,减小断层带及其影响带的变形量。

(3)增大断层带及其影响带初期支护及二次衬砌力度。在断层带及其影响带处进行挂网喷护,在围岩表面挂钢筋主动网以及采用钢纤维混凝土喷射,增强衬砌及支护力度,在围岩表面减小围岩变形量,进而减小发生塌方及工程事故的可能性。

节理,在不同行业也可叫裂隙,是岩体受力开裂后后两侧岩块没有发生显著位移的较小的断裂构造。由节理的成因类型分类,节理可以分为原生节理和次生节理。原生节理是岩体成型时形成的节理;次生节理是指岩石成型后产生的节理。包括非构造节理(风化节理)和构造节理。其中构造节理是节理中最常见的,它根据力学性质又可分两类:张节理和剪切节理。前者是岩石受到张应力的影响而成的裂隙,后者是指岩石受切应力影响而成的裂隙。沿着最大的切应力方向出现的短小而密集的剪切节理,称为“劈理”。

对地下洞室围岩稳定影响较大的是优势节理、长大节理、缓倾角节理和不利裂隙组合。

(1)优势节理是发育较为密集,数量相比较多的节理,对地下洞室的稳定性影响也最大,针对优势节理,需进行局部加强支护,加大锚杆密度,加长锚杆长度,加强后期衬砌强度等支护措施,都会有效降低优势裂隙对地下洞室围岩的影响,减小其周围岩体的变形量。

(2)长大裂隙是延伸较长,尤其是与地下洞室两侧边墙小角度相交的长大陡倾裂隙,如其与边墙的相交角度小于 30° ,倾角大于 60° ,都会加大该长大裂隙处的围岩变形量,爆破开挖卸荷后,裂隙张开,张开到一定程度,会导致边墙围岩发生掉块、甚至塌方等变形破坏。针对长大陡倾裂隙在边墙出露,可采取降低爆破参数,严格控制爆破量,减小爆破产生的裂隙张开,最终导致塌方;锚杆应垂直长大裂隙面向边墙进行锚固,可以有效减小变形量。

(3)缓倾角裂隙是倾角较缓,倾角小于 30° 的裂隙,尤其是缓倾角裂隙发育于拱顶时,会导致拱顶围岩严重不稳定,易发生塌方和超挖等地质问题,针对拱顶处出露缓倾角裂隙,需及时进行喷护,然后朝着裂隙面向拱顶进行锚固,防止出现岩体塌方及掉块。

(4)不利裂隙组合是围岩条件较好时,容易造成塌方等工程地质问题的主要因素。不利裂隙组合会在围岩中形成一个或多个不稳定楔形块体,尤其是在裂隙面比较光滑的时候会导致不稳定楔体及周围岩体掉落或垮塌,对工程的进行极易造成较大的影响。对此,需及时对不稳定楔体进行锚固或排危,以防在施工作业时发生掉落,严重危害施工作业人员的人身安全。

2 高地应力及岩爆

谷明成等^[3]认为,岩爆是一种岩体中积累的弹性变形势能在一定条件下突然猛烈释放,导致岩石爆裂并弹射出来的现象,且会对地下洞室造成破坏的围岩损伤。岩爆的发生具有突发性、高危性的特点,在高地应力的地下洞室开挖过程中发生频率极高^[4]。在高地应力条件下,由于地下洞室的开挖,坚硬、脆性的岩体中长久累积的能量得到快速释放,引起地下洞室围岩岩壁的剥落、弹射等,甚至是一定范围的整体塌落。

岩爆由发生的时间不同,可分为及时型岩爆^[5](开挖后1-3d内发生)和时滞型岩爆^[6](开挖6d后发生)。

导致岩爆发生的原因有很多种,其中岩体较为坚硬与该地区地应力较高是岩爆发生的前提条件,开挖后期的扰动和围岩卸荷作用也会在一定程度上影响岩爆的发生。岩爆的处理方法有下面几种处理措施:

(1)超前支护。在洞室开挖前,设置超前小导管或超前锚杆,有效及时释放应力,减小岩爆发生的风险。

(2)喷射混凝土。洞室开挖排险后,及时喷射混凝土,可以有效的在短时间内形成支护强度,减小岩爆发生的可

能,以防岩爆发生岩块弹射危害施工作业人员的安全。

(3) 预应力锚杆。预应力锚杆可以使洞室的围压应力状态保持三向受力状态,避免围岩临空面完全成为围岩的卸荷面,有效减小周围岩体发生岩爆的可能性。

(4) 钢拱架。在岩爆多发地段,增大支护强度可以有效抵御岩爆发生的危害,钢拱架的设立可以有效抵御突发性围岩结构面的应力卸荷。

3 地下水

地下水是指赋存于地面以下,岩体裂隙中的水。地下水的存在往往会对地下洞室的施工造成很大的影响。地下水对地下洞室的影响可分为直接影响和间接影响。

地下水直接影响:在施工过程中,地下水条件较为丰富的情况下会导致施工进度的减缓,处理现场大量的地下水会大大延长施工期。且当地下水发展为地下水灾害的情况下,会对施工作业人员的生命安全和现场施工设备造成极大的损失。

地下水间接影响:即使地下水不至于造成地下水灾害,由于地下水含有大量的矿物质和化学物质,地下水往往具有一定的侵蚀性,会对围岩化学成分及构造造成一定的改变,进而到时围岩稳定性降低,造成变形或垮塌等地质问题。尤其是当洞室围岩为软岩时,地下水赋存会对围岩的结构造成严重破坏,岩体易发生软化、崩解,导致围岩发生大面积的掉落,甚至发生垮塌;甚至当洞室围岩膨胀性较强时,地下水的存在会使围岩结构极不稳定,在一定条件下可能会发生大面积垮塌,严重降低施工安全性。

针对地下水较为赋存的软弱围岩地下洞室,须及时将围岩进行喷护,以防软弱围岩发生垮塌;也可对软弱围岩进行灌浆处理,增强软弱围岩的强度,减小后期围岩变形值,且后期对地下水进行排水处理,将地下洞室留存的地下水进行抽离,保持良好的地下工作条件。

4 高地温

高地温的成因主要有三种因素:一是热源;二是良好的传导热量的介质;三是良好的传导热量通道。高地温会对工程的施工作业有很大影响,且对施工作业人员的人身安全有很大的危害性,故对高地温应对及处理方式就显得极为重要。

防治高地温带来的危害,主要可分为两方面:

(1) 主动预防措施。地下洞室施工期间,借用超前地质预报手段,对洞室条件提前得到一个大概的了解,针对洞室条件实施相对应的防止措施。进行围岩类别更加精细的划分,针对高低温情况采用对应的施工方法,以降低其对施工作业人员的影响。如,在掌子面采用水钻钻孔,有效提高洞室的湿度,减小高地温对施工作业人员的影响。

(2) 被动防治措施。一方面,采取新型开挖设备,提高施工开挖效率,减少施工作业人员在洞室内的时间,有效避免高温洞室对作业人员的危害。另一方面,采取高效的、性能较强的排热装置,有效降低洞室内的温度,间接降低高地温对施工作业人员的危害。

5 结论

地下工程作为工程建设的重要组成部分,对工程建设与设计存在不可或缺的作用,近些年发展越来越快,相对而言,地下洞室的稳定性在施工中显得尤为重要。但是由于存在各种各样的工程地质问题,对地下洞室的施工造成了很大的困扰。

为了保证地下洞室的施工安全和建设要求,本文通过对各个主要的工程地质问题的分析,如围岩稳定、高地应力及岩爆、地下水和高地温等主要工程地质问题,对每个工程地质问题提出对应的、适当的解决方法,致力于有效减少各种不良工程地质问题带来的危害,为地下洞室及地下工程的建设提供有限的建议及处理措施。

[参考文献]

- [1] 黄达,黄润秋,张永兴.断层位置及强度对地下洞室围岩稳定性影响[J].土木建筑与环境工程,2009,31(2):68-73.
- [2] 李海轮,等.控制性断层对洞室群围岩稳定及衬砌破坏形态的影响[J].人民长江,2021,52(2):158-163.
- [3] 谷明成,何发亮,陈成宗.秦岭隧道岩爆的研究[J].岩石力学与工程学报,2002,21(9):1324-1329.
- [4] 郑宗溪,等.川藏铁路隧道工程[J].隧道建设,2017,37(8):1049-1054.
- [5] 于洋,冯夏庭,陈炳瑞,等.深部岩体隧洞即时型岩爆微震震源体积的分形特征研究[J].岩土工程学报,2017,39(12):2173-2179.
- [6] 陈炳瑞,冯夏庭,明华军,等.深埋隧洞岩爆孕育规律与机制:时滞型岩爆[J].岩石力学与工程学报,2012,31(3):61-569.

作者简介:邢云腾(1998-),男,河北邯郸人,硕士研究生在读,从事土木工程方向。