

试论输水长隧洞工程的主要环境 工程地质问题

杨殿臣 狄旭东

(辽宁省水利水电勘测设计研究院 辽宁沈阳 110006)

【摘要】 我国水利水电工程建设中已开凿了大批隧洞, 这些隧洞工程的兴建, 使其固有的环境地质平衡条件发生改变, 从而诱发了一系列的不良环境工程地质问题, 甚至发生地质灾害。本文对隧洞工程所引发的淹没与浸没、进出口边坡稳定、隧洞涌水、围岩稳定、岩爆、高地温、有害气体、放射性元素、隧洞废渣排放等主要环境工程地质问题及其对环境的影响进行了综合评述。

【关键词】 环境工程地质; 淹没与浸没; 边坡稳定; 隧洞涌水; 围岩稳定; 岩爆; 高地温; 有害气体; 放射性元素; 废渣排放

中图分类号: X141

文献标识码: B

1 前言

根据不完全统计, 国内外迄今已建的长度大于 5km 的隧洞有 400 余座, 其中长度大于 10km 的有 40 余座。最长的隧洞是瑞典的 Bolmen 引水隧洞, 长 80km, 断面面积 8m^2 , 其次是日本青函海底隧道 (长 53.85km) 和英吉利海峡隧道 (长 49.60km)。建国以来, 我国水利水电工程建设中已开凿了大批隧洞, 特别是近十多年, 许多省、市为缓解日益突出的城市与工农业水资源供需矛盾, 十分重视兴建跨流域远距离的调、引水工程, 如引滦入津工程、引碧入连工程、引滦入唐工程、引大入秦工程、引黄入晋工程等, 这些引、调水隧洞工程的兴建, 使其固有的环境地质平衡条件发生改变, 从而诱发了一系列的不良环境工程地质问题, 甚至发生地质灾害, 直接或间接地影响到工程的正常运用、人民生活、工农业生产及生态环境。本文作者根据自身的工程实践及参考国内外有关资料, 对输水长隧洞工程所引发的主要环境工程地质问题及其对工程的影响进行了分析研究, 综述如下。

2 主要环境工程地质问题

2.1 隧洞进口区周边淹没与浸没问题

一般来说, 引、调水工程需要首先在调水河

段上修建高坝, 拦河抬高水位, 然后再通过输水隧洞将水调出。由于水位抬升, 必将淹没耕地、园林、居民点、矿产资源、文物古迹、公路、铁路等, 造成人口迁徙。同时, 由于蓄水改变了工程区地下水的排泄基准面, 造成两岸地区地下水位壅高。当库岸比较低平、地面高程与水库正常高水位相差不大时, 地下水位可能接近甚至超出地面, 从而引起周边土的沼泽化, 导致农田减产、房屋地基变形或倒塌、道路翻浆等现象, 称为浸没。淹没与浸没问题一般涉及面广, 对居民生活和工农业生产影响较大, 处理起来比较复杂, 也比较棘手。

同样, 隧洞下游如果采用天然河道引水, 由于地表水位的抬高将引起河道两岸地下水普遍壅高, 也将产生浸没问题。

2.2 隧洞进、出口边坡稳定问题

一般隧洞进、出口区自然边坡岩体的风化、卸荷现象显著, 其发育程度与岩性、构造、地形等因素密切相关。由于结构面的不利组合或组成物质松散, 自然边坡局部可能会失稳, 但大部分边坡在短时间内可保持稳定。由于工程的兴建, 改变了原有的自然边坡而变为工程边坡, 破坏了其固有的环境工程地质、水文地质条件, 再加上地震或人为机械振动、爆破震动等影响, 极易造

成边坡失稳破坏。常见的边坡破坏形式有滑坡、崩塌、岩堆、错落、坠石、剥落、蠕动、坡面泥石流等。隧洞进、出口边坡位于建筑物之侧，一般虽未与建筑物直接接触，但因其位于建筑物之侧，边坡的稳定性将直接或间接影响到建筑物的安全以及由于处理失事而拖延工期等，因此一般均予以高度重视。

2.3 隧洞涌水问题

当隧洞穿越低洼沟谷、卸荷裂隙带、深风化囊、断裂带、褶皱构造转折端、岩溶发育区等富水带时，尤其是当上覆岩体很薄，与地表水直接连通时，地下水将沿贯通裂隙通道下渗，造成集中涌水、突水问题。如果处理不当，将不可避免地拖延工期，增加投资，甚或造成难以成洞或被迫改线等后果，更有甚者，造成地下水位大幅度下降，民用井干涸，植被干枯，工农业生产和生活用水无保障，并对当地生态环境造成不良影响。隧洞涌水问题，是隧洞施工过程中的重大环境地质问题，由于其影响显著，已越来越引起人们的重视，多注重于防患于未然，采用各种各样的防治和处理措施。

2.4 隧洞围岩稳定问题

围岩稳定性是指洞室开挖卸核松弛和工程应力作用下影响范围内的围岩稳定性，影响洞室围岩稳定性的主要因素有地质和工程两个因素。地质因素包括地层岩性、地质构造、地下水、地应力等，这些客观因素决定了地下工程所处的地质环境及洞室围岩的质量；工程因素包括洞室的形状、尺寸、施工方法、洞轴线与各类结构面的关系等，也是造成洞室围岩失稳的重要条件。在地质因素和工程因素共同作用下，不良围岩自稳能力差或不能自稳，边墙、顶拱易坍塌变形，经常是边挖边塌，甚至出现冒顶或地表下陷，变形破坏严重，如果得不到妥善加固处理，将影响施工期和运行期安全。随着国内外大型地下工程的开拓，对洞室围岩稳定性分析评价的试验研究工作，已取得了丰硕的成果，有了很大的发展。我国在施工方法上也有了突破，尤其对长大隧洞的施工，由传统的钻爆法施工（对围岩扰动较大）向 TBM 工法方向发展（对围岩扰动较小），施工速度也得到了显著提高，且对生态环境等影响较小。

2.5 隧洞岩爆问题

岩爆是在地下洞室开挖过程中处于高地应力状态下的围岩产生应力重分布，破坏了岩体原来的平衡状态，如果某些部位的应力超过了该岩体的承受极限，储存于岩体中的弹性应变能突然释

放，使部分围岩向着临空面方向发生脆性爆裂，并伴有声响的一种动力地质现象。岩爆是一种极其复杂的动力失稳现象，迄今对其形成机制和发生条件尚无一个统一的认识，从国内外工程实例可见，岩爆须具备一定条件：①岩性条件：有能够积聚弹性应变能的岩体；②能量来源：有较高地应力，特别是三向不等的高地应力；③应变能释放的外部条件：施工开挖造成临空面。总之，岩性和高地应力是岩爆发生的必要条件，而施工则是岩爆发生的触发条件。严重岩爆，洞室围岩爆裂后弹射，可造成人员伤亡，施工难度较大。

2.6 隧洞高地温问题

在地下的某些特殊部位，如断裂带交汇部位等，往往可能有温泉产生或地温异常，温度高者可达几十摄氏度。在地下工程开挖过程中，可能会遇到高地温问题，给人员与施工造成了极大的不便，一般采用喷水或洒水降温的方式施工，但仍然不能彻底解决问题，致使施工速度受到影响，投资也将相应增加，同时高地温往往伴随着有害物质，对水质将会产生一定的影响。

2.7 隧洞有害气体问题

当地下工程穿越硫铁矿层、煤层等富集地层时，可能会产生二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、硫化氢（ H_2S ）等有害气体，对施工及施工人员身体健康会产生不良影响，甚至会造成人身伤亡。一般在隧洞选线阶段，应加强对工程区岩相的分析研究，以评价岩床产生有害气体的可能性，原则上应避开可能产生大量有害气体的部位。

2.8 隧洞放射性元素问题

某些特殊岩性、断裂带、不同岩性接触带等可能富集 U、Th、Ra、K 等放射性元素，在隧洞施工过程中，放射性元素将会对施工人员造成辐射危害。当被输送的水体流经隧洞后，岩石中的放射性元素浸出会对水体造成影响，从而影响到水质。在输水隧洞施工过程中，一般要做好洞室内，尤其是放射性偏高地段的地质、物探编录工作，发现放射性异常或矿化产出，一定要根据具体情况及时采取处理措施，如可扩大洞径，加筑护壁，做好隧洞内的通风等，必要时应考虑局部修改洞线。当排放出的废渣中的放射性比活度达到 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 时，应按放射性废渣进行治理，将渣堆用黄土覆盖并夯实，达到氡气析出率小于 $0.74 \text{Bq/m}^2 \cdot \text{s}$ 的标准，并做好植被绿化。

2.9 隧洞废渣排放问题

对于长大隧洞施工，必然会排放出大量的废渣，同时也将设许多支洞，除了要占据林地、耕

地外,对生态环境也将产生一定的影响。另外,废渣的堆积在一定的条件下可能会转化为泥石流,因此必须予以妥善处理。对某些废渣,一般可作为人工骨料或作为筑路填渣利用,不失为变废为宝的处理途径。

3 结语

调水工程尤其是跨流域调水工程是解决地区水资源短缺和水资源分布不均问题的重要途径,是利用和改造自然环境的宏伟工程,可以提高地区的环境质量,促进水土保持治理,减轻地质灾

害,同时增加了缺水地区的环境用水量,美化环境,提高生活质量,使地区经济得到可持续发展。调水工程一般离不开输水隧洞,而隧洞的兴建,在兴利的同时又反作用于地质环境,会产生如上所述的许多不良环境地质问题,甚至会导致调水工程的失败,二者既相互联系,又相互影响、相互制约,因此对环境地质问题应加强研究,防患于未然,以便在施工过程中能及时采取特殊的工程处理措施。

参考文献

- [1]史宝忠著.建议项目环境影响评价.中国环境科学出版社 1999.4
- [2]中国水文地质工程地质勘察.环境地质研究.地震出版社 1991.1

(上接第 201 页)

保密性比 SCRIPT 好,可通过 ADO 方便存取各种数据库,且有很好的扩展性,是很好的动态网页开发工具。

参考文献

- [1]李华斌.Active Server Pages 实用教程[M].中国水利水电出版社,2000.

- [2]唐青松,颜亮.ASP 应用开发全攻略宝典[M].中国水利水电出版社,2000.
- [3]刘仁金.ASP 技术在基于 WEB 的成绩管理系统中的应用[J].皖西学院学报,2002,18(4):89-91.
- [4]李英.采用 ASP 技术开发帐务查询系统[J].广州大学学报,2002,1(4):60-62

Active realization of inquired instrument equipment management system by ASP technical

LING Yu-zhao

(Department of Chemistry and Chemical engineering, Zhongkai Agrotechnical Collage, Guangzhou 510225,Guanddong,China)

Abstract: This paper has introduced ASP and the ADO technical specific application in the aspect of network database, visit Xi step and the method of the instrument equipment management system that uses ASP and ADO technology to design based on WEB, and have given partially crucial source program.

Key words: ASP; ADO; Database; Instrument equipment management system