

水利工程输水隧洞施工期排水控制要点

贾乐佳

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆乌鲁木齐

【摘要】水利工程输水隧洞施工是我国水利建设中地下水利用的典型形式，在实际施工期间除了会具有与地下工程相应的共性之外，也会存在一定的特殊性，尤其是水利工程输水隧洞施工期间，由于所涉及的相关水文条件较为复杂，这就需要加强对建设期的排放，这也会成为隧洞工程建设成功的关键保证，因此，要想提升水利工程施工质量，就需要加强对输水隧洞施工期的排水管理。

【关键词】水利工程；输水隧洞；施工期；排水；控制要点

【收稿日期】2023 年 1 月 5 日 **【出刊日期】**2023 年 2 月 20 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20230005

Key points of drainage control during construction of water conveyance tunnel of water conservancy project

Lejia Jia

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd Xinjiang Urumqi

【Abstract】The construction of water conveyance tunnel of water conservancy project is a typical form of groundwater utilization in water conservancy construction in China. In addition to the corresponding commonalities with underground projects, there will also be certain particularities during the actual construction period. Especially during the construction of water conveyance tunnel of water conservancy project, due to the complex hydrological conditions involved, it is necessary to strengthen the discharge during the construction period, which will also become the key guarantee for the success of tunnel construction, Therefore, in order to improve the construction quality of water conservancy projects, it is necessary to strengthen the drainage management during the construction period of the water conveyance tunnel.

【Keywords】water conservancy project; Water conveyance tunnel; Construction period; Drainage; Control points

1 引言

对于水利工程施工而言，输水隧洞是整个水利工程施工的关键内容，但是由于水利工程输水隧洞施工期排水对整个施工进度具有重要作用，就需要严格按照自然地质、工程地质、水文环境等实际情况确定施工方案，但是在实际输水隧洞施工期间，因受水压、地应力、软岩、涌沙和涌流等不良工程地质因素作用下，加强排水期控制直接关系到输水隧洞施工效率、速度、质量和成本^[1]。本文通过分析水利工程输水隧洞施工的要点与特点内容，从隧洞的纵坡、满载排水量的测算、排放机制以及污水处理等角度进行实时分析，并准确把握水利工程输水隧洞施工期排水控制要点内容，进而可以为水利工程输水隧洞建设期排放的合理监控提出依据。

2 水利工程输水隧洞特点

在水利工程建设过程中，为减轻对工程损害和保障输水过程中的人员安全，并通过输水隧洞实现向远方地区及跨流域引水的目的，就需要加强对水利工程输水隧洞的特点研究。一般来说，水利工程输水隧洞的线路具有较长的特点，同时，在进行水利工程输水隧洞施工期间，由于其主要目的就是为达到输水要求，就需要做好隧洞的视功能，在隧洞施工期间可以借助输水流量的方式确定断面尺寸，也可以基于隧洞施工要求确定相应的断面尺寸，常见开挖断面尺寸为：3.6m×3.m—6.0m×6.0m。此外，由于水利工程输水隧洞的排水量主要来自施工用水和地下水内，且在实际施工期间洞内施工用水主要为施工机械用水，呈现水量较小的情况，而地下水主要的表现形式，则包括孔隙水、岩溶水、裂隙水，这些水具有水量较大的特点。由于输水隧洞

在实际施工期间通常会经过裂隙水或岩溶水富集区，这就导致裂隙水处于埋藏较浅的特点，呈现出水头高，隐蔽性强的主要表现形式，一般所呈现的涌水量往往较大，这也会导致整个施工期的排水量具有较大的情况^[2]。

3 水利工程施工排水方案

水利工程输水隧洞的排水可以满足水利工程顺利进展，一般都是从水源地取水，并在取水成功之后将水引至另外一个水源地，可以在另一个水源地建立蓄水建筑物，也可以将现有的水库进行相应调整，输水隧洞施工范围通常都会涉及一级或者二级水源保护区，一旦在此区域内发生水源污染事件，就会对施工进度以及周围环境影响较大，由此可见，这也对施工期排水保护要求较高。水利工程输水隧洞施工期排水期间主要为发电引水洞下平洞开挖施工期间排水，下平洞洞身开挖断面底高程位于河床水位线以下，洞室开挖施工过程中可能出现裂隙线状流水和地下股状涌水，为保证下平洞安全施工，就需要及时将地下渗水有效排出，在此期间也可以采用机械排水的方式进行排水，也可以在开挖的表面布置污水泵，发电引水洞下平洞出口设置集污水排放沉淀池，这样就可以有效满足地下洞室渗、涌水及产生的污水排放要求。同时，对上平洞降雨及融雪期沿裂隙可能存在渗水或滴水现象，则需要根据洞身开挖实际情况做好排水控制，若存在裂隙渗水、施工面积水，就需要在施工面布置 1 台 2.2Kw 抽水泵，沿洞身断面一侧挖沟引排水至开挖面以外，保证其能够满足自然沉降的需求^[3]。此外，水利工程输水隧洞施工期排水也需要布置污水沉淀池，抽排的地下水及污水经统一沉淀处理达标后排放，对于洞内开挖产生的裂隙水或涌水、施工中产生的污水，就可以在洞身开挖施工中设置集水坑，集水坑布置 5.5Kw 污水泵 2 台进行抽排水，并将其接 DN80 橡胶软管，橡胶软管与主排水管道 DN125 钢管连接向洞外污水沉淀池排放，主排水管道沿洞身右侧边墙下部延伸布设，以满足下平洞开挖施工地下水抽排水要求。

4 水利工程输水隧洞施工期排水控制要点

4.1 合理设计隧洞纵坡

输水隧洞的过流能力需要根据管道水流趋势加以测算，并在设计阶段与实际施工的设计充分融合，

根据施工作业区的布置要求适当调节隧洞横向坡度，以便于施工排涝，尽可能使施工作业排水的斜率为顺坡，同时利用其自流排水减轻施工排涝的困难。在水利工程输水隧洞施工期间，应准确了解输水隧洞的越流性能，这就应合理设计隧洞的纵坡，纵坡设计需要基于进出口水头差的情况，以及断面大小等情况进行合理设计，其中还包括沿线水头的具体情况，这就需要在不改变输水隧洞出水性能的基础上做好支洞段的设计，一般都是上游地点属于顺坡模式，需要自流排水，但如果施工期间，其支洞的下游地点属于逆坡的情况，则必须采用自动力提升水流^[4]。而为了提高输水隧洞的越流能力，以及在实际施工期间输水隧洞洞顶沿线有正压力，就要求相对压强水头不宜小于 2.00m 水柱。

4.2 准确估算排水量

对于水利工程施工而言，需要加强对隧洞排水量的研究，具体在隧洞的排水主要会受到水文地质条件的影响，在水文地质条件影响下会严重影响输水隧洞施工质量，这就需要对输水隧洞的相关排水量进行研究，进而能够准确估算出排水量。目前在进行隧洞排水量计算期间应使用渗流场分析法和简化竖井模型法，这两种方法在实际使用期间均可以起到较好的效果，但是由于渗流场分析法在实际应用期间具有比较繁杂的特点，因此，并不便于将其进行设计应用，而简化竖井模型法则需要根据地下水动力学理论进行研究，在实际研究期间应该以无限含水层中的竖井进行相关分析，在实际分析期间也需考虑隧洞所处的地下水头。同时，在进行水利工程输水隧洞工程施工前，相关人员则需根据现场情况做好相应准备工作，并在做好准确工作期间应对隧洞现场的情况特点进行有效分析，在分析以上内容基础上就可以对地质及水文特点进行全面勘查^[5]。一方面，在水利工程输水隧洞排水量研究中，通过对以往工程或在建隧洞工程进行相关调查操作，就可以有效提高排水量估算的准确性；另一方面，也可以基于地形条件的情况，准确判断隧洞最可能出水点的位置，有针对性地开展勘测就能够为估算排水量提供依据。

4.3 健全洞内排水系统

水利工程输水隧洞施工期排水体系是洞内排水的重要组成部分，在通常情况下输水隧洞主孔通过

任其自流的泵提水，将反应物引至施工支孔的集水洼，然后再利用多级泵将提水反应物排到支孔外，在设计洞内排水方案中，一方面按照出流点情况科学合理的设计集水洼，另一方面在实际研究中也需要对洞内涉及的下水道进行相关硬化处理方案，这样就可以降低孔内出现再次污染的情况。另外，在健全洞内排水系统期间应准确考虑地下水与排水量的总和，还保留必要的盈余量，并通过水泵自动启停装置，可以自动控制泵的运行时间，降低对建筑用电量与人力的投入，因而减少对建筑排涝的有效投入，也增加了建筑排水的可靠性。

4.4 加强洞内突发涌水防治

输水隧洞施工期排水研究中，需要不断加强对洞内突发涌水的情况进行有效防止，一般而言，涌水的发生主要是由于大量过于松散的破损材料与高压水融合，进而形成泥浆的模式，这种泥浆进入隧洞就会严重威胁地下工程的研究，又由于输水隧洞的洞径具有较小的特点，如果突发性涌流将给隧洞施工带来很大麻烦，所以必须做好排水工程方案的设计工作。同时，在加强洞内突发涌水防治期间应改变传统的施工工艺，从常规方法上采取全断面的光面开挖爆破方法，尤其当经过地质断裂带后，不仅可进行地貌预探，还可以利用地质雷达等超前性预测手段，对靠近大断裂的河道和冲沟区可能发生大规模渗漏的涌水部位做好预测，并及时制定安全措施。

4.5 合理的出渣方式

水利工程输水隧洞的实际出渣情况主要包括两种类型，一种是无轨出渣，另一种则是有轨出渣，目前对于无轨出渣的分析主要是以自卸汽车出渣为主要形式，而有轨出渣则应该以电瓶车出渣为主要形式，这些都是有效的出渣方式。同时，在输水隧洞施工中，由于隧洞断面相对较小，在实际出渣期间应优先采用有轨方式出渣，这样就可以最大限度减少对洞内渗水的二次扰动，也可以在降低扰动的情况减少洞内排水的浑浊度。此外，在实际排水控制期间，为有效保证出渣的安全性，就可以使用有轨方式出渣，由于这种方式对输水隧洞的纵坡要求较高，基于目前现有的施工经验而言，在实际使用有轨出渣期间，应严格控制轨道的安装高程，这样就可以确保轨道不被渗水淹没。

4.6 合理的污水处理工艺

合理的污水处理工艺也是水利工程输水隧洞施工期排水控制的要点内容，一般来说，隧洞施工主要污染物包括洞室开挖时产生的悬浮状石粉、岩屑、氢氧化物、硅酸系化合物等，这些污染物的发生对整个水利工程输水隧洞的研究具有较大的影响，因此需要准确分析污染物的具体情况，其污染物的含量应视隧洞地质条件、施工方法、支护方案、控制段距离等因素进行分析，由于其存在一定差异，就需要进行不同的污水处理方案。考虑到输水隧洞对于排水环境保护的要求较高，就必须在此期间采取合适的污水处理方式，具体见图 1，其中沉砂池主要对废水中较粗砂粒、土粒、密度大的悬浮物进行分离。此外，在对水利工程输水隧洞排水设计期间，其污水的处理过程必须根据污水水质选择合适的污水处理工艺，并合理排水量确定沉砂池、絮凝池和沉淀池的数量和体积，一般可以通过设置 3 级沉砂池的方式检测污水的具体情况，其中还包括 1 个絮凝池、1 个沉淀池等，并有效对污水水质进行动态监测，尤其是需要准确调整 HCL、PAC 和 PAM 用量，这样就可以有效确保水质处于达标排放的要求。在此期间，如果污水的成分较为复杂，就会对排放标准要求较高，对于此类问题可以采用一体化的成套污水处理设备，有效提升污水处理效果。

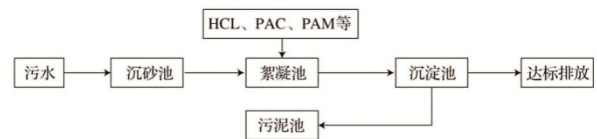


图 1 输水隧洞污水处理典型工艺流程图

5 结束语

综上所述，水利工程输水隧洞具有管线细长、截面小、满载排水量高和环境条件较高等的特点，因此，需要全面掌握工程输水隧洞的特性，从正确控制隧洞侧向倾角、正确预测满载排水量、良好的洞内地下排水设计、洞内突发涌流控制、选择适宜的出渣途径、选择适宜的污水处理方法等环节着手，从而有效管理工程施工期排水。同时，水利工程的输水隧洞建设期排放受到多种原因干扰，至于怎样更加准确合理地进行建设期排放管理操作，如地下满载排水量测算技术、新型污水处理技术以及污水

处理装备等领域，尚有待深入探索。

参考文献

- [1] 陈平,冯笑.关于水利工程输水隧洞施工期排水控制要点的探讨[J].浙江水利科技,2021,15(6):14-19.
- [2] 蒲扬.铁路隧道防排水工程常见问题及质量控制要点[J].质量与市场,2021,6(6):5-7.
- [3] 王鹏.长距离输水隧洞施工中的关键问题及应对措施[J].水电水利,2021,5(1):114-115.

[4] 谢婉玲.市政工程道路排水管道施工技术要点[J].工程技术:全文版,2021,6(1):4-7.

[5] 胡敬平.市政工程中给排水管道承插口施工技术要点及质量控制路径[J].中国厨卫:建筑与电气,2022,5(4):4-6.

版权声明：©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

