

# 探究水库放水隧洞裂缝成因及对策

莫润权

东莞市横岗水库管理处 广东 东莞 523000

**[摘要]**为解决水库放水隧洞施工、养护不当以及围岩、温度应力变化等因素所导致的裂缝问题,本文首先对放水隧洞裂缝出现的成因做出分析,并在此基础上从清缝钻孔、洗缝、灌浆、养护等方面,提出放水隧洞裂缝病害的处理对策,提高水库放水隧洞的安全性及防渗漏效果,以期为相关人员提供参考。

**[关键词]** 水库;放水隧洞;裂缝;成因;对策

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.2070

## 1 引言

作为水利工程设计工作的重要组成部分,做好放水隧洞的设计与施工对于提高水利项目的应用效果有着极为重要的意义。但是,在进行放水隧洞的设计施工工作期间,由于受到外界环境变化、混凝土自身强度以及水压力等多种因素的综合作用下,放水隧洞的抗渗性、耐久性将逐步降低,最终导致放水隧洞出现裂缝、渗漏等问题<sup>[1]</sup>。鉴于此,加强对放水隧洞裂缝成因以及相关处理对策的研究有着极为重要的工程意义。

## 2 放水隧洞裂缝问题的成因分析

### 2.1 施工与养护不到位

首先,隧洞施工期间主要采用混凝土材料进行浇筑,由于受到特殊施工位置的影响,导致运输过程较长,容易造成离析问题。同时,混凝土浇筑完成之后,可能出现冷缝、渗点等问题。其次,如果隧洞施工期间对于施工缝的处理不当,尤其是止水条的施工存在问题,可能导致止水条遇水膨胀,最终形成渗水通道。比如,施工时对于止水条的放置位置不准确,或者是混凝土浇筑期间出现了错位等问题,都将导致止水条失效。此外,在开展混凝土养护工作时,如果不能采取合理的水温控制措施,将导致养护过程中出现混凝土裂缝。除此之外,因为放水隧洞混凝土浇筑体量较大,浇筑期间水化热如果不能及时的消散,也将加剧裂缝问题<sup>[2]</sup>。最后,混凝土养护工作中,需要定期开展洒水工作,一旦水喷洒的不均匀,可能引发收缩裂缝问题。上述问题的存在,将造成或加剧裂缝问题。

### 2.2 围岩应力变化

通常情况下,放水隧洞的施工工期较紧,且隐蔽性较高,施工时开挖支护环节主要采用循环施工方法。由于前期勘察工作不到位,使得一些施工段的围岩等级判别不合理,进而导致了支护方式的选用不当,最终可能引发围岩应力变化、应用重新分布等现象,造成洞体的形状发生改变,且衬砌结构可能出现应力集中的问题。

### 2.3 温度应力变化

一方面,在开展放水隧洞衬砌结构施工工作期间,由于洞体环境内部温度较低,混凝土浇筑过程中将出现大量的水化热,进而使得内部环境的温度大幅增加,由于温度差的存在,容易引发膨胀、收缩裂缝。另一方面,隧洞施工期间,混凝土采用连续浇筑的方式,不同浇筑段存在的温度差异,也将导致裂缝问题的发生,进而引发放水隧洞渗漏。

### 2.4 地质条件的影响

放水隧洞所处的外界环境将对隧洞结构的强度、稳定性等产生影响,尤其是地形地貌、地层岩性、岩层倾角以及地下水条件等等,都将影响到结构受力特点<sup>[3]</sup>。比如,洞内裂

隙水较多,且渗径较短,在水压力的作用下,可能导致周围岩石出现不同程度的破碎,并且将对混凝土的受力状况产生影响,进而导致裂缝、渗漏问题的发生。

## 3 水库放水隧洞裂缝问题的处理对策研究

### 3.1 清缝与钻孔

主要以水溶性聚氨酯化学灌浆材料作为案例,对裂缝问题的具体处理对策做出研究。一方面,具体施工期间,首先需要对缝面位置进行清理,对缝面存在的杂物、浮尘等及时去除,确保表面的缝隙处于完全暴露的状态。如此一来,便可明确具体的处理范围。对于需要处理的位置要进行准确的标记,以便后续工作的开展。另一方面,当清缝结束后要进行钻孔。沿着表面裂缝中心线左右10cm至15cm的两侧位置,采用倾斜打孔的方式,孔径要控制在18cm左右,孔深不宜超过25cm。同时,相邻钻孔的间距要控制在35cm至40cm之间。在每个孔的上下两侧位置,都应按要求做好注浆管的埋设,以便后期注浆、排气工作的开展<sup>[4]</sup>。

### 3.2 洗缝

采用高压水对钻孔完成的裂缝表面进行清理,同时洗缝过程也可以对注浆环节的串通顺畅效果做出预先的检查。施工期间,可以在裂缝、管口位置处涂上少量的肥皂水,并做好相应的通风实验。试验环节中,要将风压控制在0.2MPa左右。如果发现盲孔问题,要在附近位置进行重新打孔、埋管,以便灌浆工作的有序开展。



图1 洗缝

### 3.3 灌浆

其一,灌浆工作中,可以结合漏水压力做好浆液配比设计。配制完成后的浆液应具有良好的渗透性,能够对混凝土结构中存在的细缝进行有效的补强。同时,浆液能够满足水下施工的要求。其二,浆液要有遇水膨胀的特点,且与水、

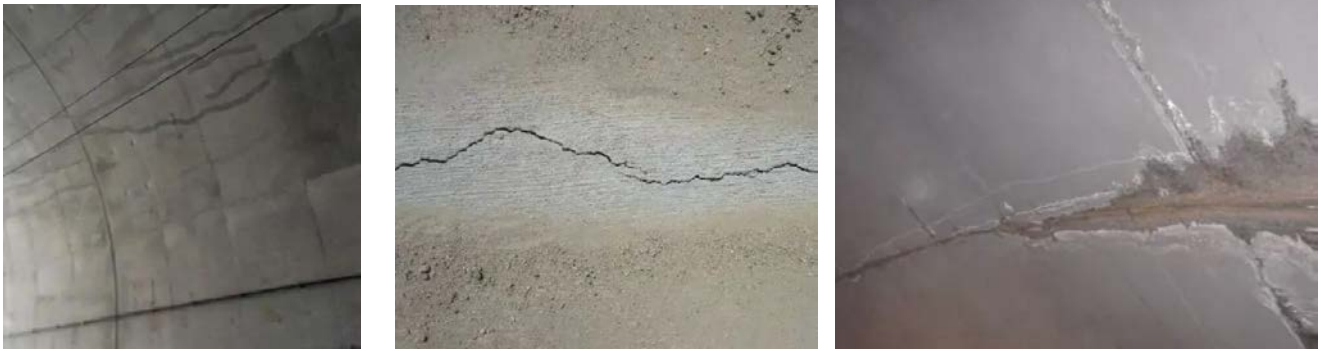


图2 纵向裂缝

煤油等一系列材料不相溶。除此之外，所使用的浆液要能抵挡酸、碱等恶劣环境的侵蚀。其三，灌浆过程中，注浆压力要控制在0.2MPa左右，如果发现现场的缝隙较大，要确保注入的浆液量足够大，保证缝隙内的饱满效果<sup>[5]</sup>。如果现场是环形裂缝，那么注浆期间应采用整圈灌注的方式。

#### 3.4 封缝与养生

首先，表面封缝过程中，可以使用玻璃丝布或者是堵漏灵剂等材料对空隙进行封堵。这一过程中，要确保裂缝处于完全密闭的状态，如此一来便可以达到补强的目的。其次，当灌浆工作结束后，要开展相应的清理工作，并使用乳液砂浆等进行修补。此外，封缝之后要开展养护工作。潮湿养护时间要控制在3d至5d左右，干燥养护时间要控制在7d至10d左右。

### 4 案例分析

#### 4.1 工程概况

某山区水库工程主要由放水隧洞、坝体以及溢洪道三部分构成，水库修建的目的以灌溉为主，同时还兼具着城区供水、发电等功能。该水库的总库容量达到了1436万m<sup>3</sup>，坝体采用的是混凝土面板堆石坝形式，坝高最大处是63.85m。在坝体的左侧位置分布着放水隧洞，主要由主洞、竖井以及电站支洞等部分构成。其中，主洞的直径是2.5m，长度达到了122.5m。洞身衬砌结构采用钢筋混凝土材料浇筑而成，衬砌厚度为60cm，外部钢筋保护层厚度是5cm。

#### 4.2 裂缝成因分析

放水隧洞自2015年5月份开始浇筑，直到次年的9月份施工完成。从2015年12月份开始，表面出现了环向裂缝。2016年9月份，通过对现场进行勘察、调研发现，放水隧洞的主洞、支洞存在着大量的环向、纵向裂缝（图2）。其中，裂缝的最大长度约为126m，且局部位置存在着贯穿性裂缝，进而引发渗水问题。专家现场研究之后发现，出现裂缝问题的成因主要包含以下几点：其一，周围岩体不稳定，下部基岩发生了滑移，使得混凝土出现裂缝、变形问题；其二，水平施工缝设置不合理，由于内部具有渗水通道，加速了裂缝的出现；其三，混凝土泵送期间出现了离析问题，且施工时出现了泵管堵塞的问题，为冷缝与渗点的形成提供了条件。其四，施工现场冬夏季节温差较大，导致衬砌结构出现了温度裂缝，其长度最大处为61米。

#### 4.3 裂缝处理与对策

经过专家研讨之后，最终决定采用水溶性聚氨酯材料进行灌浆处理。具体施工期间，主要工艺流程为布孔、钻孔、

洗孔，之后进行压水检查。上述工作结束后进行灌浆、表面抹平与修饰等工作。其中，钻孔期间穿过伸缩缝内部的止水橡皮，具体的布孔间距是25cm。在进行压水试验时，使用灌浆机等设备将孔内的水体压入到裂缝中。灌浆之前进行结合现场情况开展配比设计，本次的裂缝处理长度超过了100m。最后，经过验收检查发现，放水隧洞的渗水问题得到了有效的解决。



图3 灌浆施工现场图

### 5 结束语

水库建设期间，由于上游水位较高，放水隧洞内部经常出现渗水裂缝，为有效解决这一问题，首先要做好前期勘察、设计工作，施工期间要严格把控混凝土浇筑质量。如果后期发现裂缝，要结合现场实际情况做好裂缝成因分析，并采取针对性处置对策，确保放水隧洞的安全使用。

#### 参考文献

- [1]胡艳荣. 水库放水隧洞裂缝成因及解决措施[J]. 福建质量管理, 2019(06): 126-127.
- [2]吴维赞. 水库放水隧洞裂缝防渗的探讨[J]. 科研, 2016(03): 255-255.
- [3]王友春. 浅析压力引水隧洞裂缝成因及处理措施[J]. 广东水利水电, 2015(02): 33-36.
- [4]唐宗福. 浅谈水库放水隧洞防渗补漏措施[J]. 技术与市场, 2012(8): 2-3.
- [5]孙东迁. 隧洞衬砌裂缝成因分析及处理措施研究[J]. 陕西水利, 2016(2): 3-4.