

水利水电工程水工隧洞渗水问题探讨

杨李军

云南省水利水电勘测设计院 云南昆明 650000

摘要:我国水利水电工程中存在渗水问题的水工隧洞占比较高,渗水可能引发一系列问题,甚至影响结构安全。分析了水工隧洞的渗漏危害、渗漏原因以及相关处理措施和实施效果。本文首先分析了水工隧洞渗漏危害的表现,并分析了渗漏形成的原因,最后提出了相应的综合治理措施。

关键词:水工隧洞; 渗漏分析; 综合治理

为了提高水利水电工程水工隧洞结构的安全性和防渗能力,很多隧洞工程选用衬砌技术,但是在衬砌混凝土结构中很容易发生渗漏问题,同时具有季节性特征,在雨季更容易发生渗水问题。发生渗水问题,将会损坏水利水电工程水工隧洞,引发安全事故。因此需要深入分析水利水电工程水工隧洞渗水问题的原因,提出有效的预防措施和处理措施,保障水利水电工程结构稳定性。

一、水工隧洞渗漏水现状

目前国内在建或已建的水工隧洞二次衬砌多采用混凝土衬砌结构。在防渗排水设计与施工中都遵照“堵”、“截”、“排”的原则采取相应的处理措施。近年来随着新工艺、新材料、新技术的不断推广,防渗排水技术也得以极大发展,虽然取得了一定的效果。但被称为隧道工程的第一大顽疾,水工隧洞中的渗漏水问题仍然普遍存在,难以彻底解决^[1]。“十隧九漏”的说法不仅折射水害之痛,也充分说明了其普遍性和广泛性。

二、水工隧洞渗水问题危害

通常而言,以地下水为主的隧洞外部水源会经由内衬混凝土缝隙而产生渗漏,对水利工程结构的危害性显著,具体表现为:一是隧洞渗水问题会对渗水路径范围内的混凝土结构带来持续伤害,随着水泥砂浆被冲走,其渗水程度会愈加严重,甚至构成永久性渗水通道,逐渐从多点少量的渗水,发展成为较大范围的渗水,这无疑会降低隧洞混凝土强度,冷缝问题的产生也不可避免,进而威胁到隧洞整体结构安全。二是若在实际投运前,隧洞衬砌即已发生渗漏,将会加速混凝土的钙化过程,而且随着隧洞的使用,在水流冲击下,钙化、锈蚀

问题将会加剧,使得衬砌混凝土出现破损,危及隧洞结构稳定^[2]。三是渗水,其会使衬砌混凝土中防水材料脱落,主要是胶凝材料会被冲走,加剧隧洞渗水问题。四是内水外渗问题,由于在水利工程中,许多隧洞还承担着输配水的任务,如若存在严重外渗问题,将较大程度地损害隧洞附近的结构稳定,产生边坡失稳等问题。

三、水工隧洞常见渗漏原因

1. 忽视了水工隧洞顶部的缝隙和空腔

在不少水工隧洞的建设中,进行隧洞的回填灌浆操作后,由于种种因素,衬砌结构的顶部往往会出现一定的缝隙和空腔,若不加以重视,势必成为隧洞渗透的重要通道。目前这种缝隙或空腔的成因主要是由两个方面的因素造成的:①在对水工隧洞进行混凝土浇筑的过程中,由于重力的影响,混凝土会因自重和干缩形成与围岩之间的缝隙。②在水工隧洞的开挖过程中,若出现挖掘岩面不平,或者超挖的情况,就使得混凝土浇筑工作未能以进行严丝合缝的浇筑,从而形成空腔和缝隙。③在水工隧洞开挖过程中,由于地质围岩破碎严重,造成较大面积的塌方,在进行初期支护时将其隐蔽,未能将塌方部位及时填满充实,或回填材料不合要求,造成较大空腔。

2. 水工隧洞建设过程中的混凝土裂缝

在水工隧洞的建设过程中,由于水工隧洞施工的复杂性,许多因素都有可能造成混凝土的裂缝。在二次衬砌之后的一段时间,部分段落会出现裂缝(尤其贯穿性裂缝),水工隧洞工程就容易在裂缝处出现渗漏的情况。水工隧洞的渗漏量与裂缝的深度、宽度及其分布有着密切联系,同时,整个区域的温度、渗径长度、干湿循环、渗流截面积以及静水压力等,都会对混凝土的裂缝造成影响。水工隧洞在衬砌混凝土的过程中,出现裂缝的原因主要由施工工艺、温度应力、地质条件以及荷载压力

作者简介:杨李军,男,傈僳族,1988年10月26日,云南省临沧市,本科学历,中级工程师,研究方向:水工,邮箱:984594586@qq.com。

等多个方面引起。

3. 水工隧洞施工中的混凝土施工质量不达标

施工工艺和施工质量会对混凝土工程的整体质量造成很大影响。若混凝土的施工质量出现问题导致达不到质量标准, 就容易出现混凝土工程的各种缺陷问题, 这些缺陷即可能是外观的, 如表面蜂窝麻面、模板接缝处漏浆、施工冷缝等问题; 也可能是出现于混凝土内部的, 如混凝土内部振捣不密实出现蜂窝孔洞等, 这些都能直接造成混凝土工程的渗漏问题^[3]。也有部分隧洞因为回填灌浆孔封堵不严, 或施工质量差, 或者干脆并非进行封堵, 也容易造成灌浆孔附近的渗漏情况出现。

4. 水工隧洞渗涌水问题

地质作用很容易影响到岩体结构, 破坏岩体结构的稳定性, 因此发生裂缝和破碎等问题, 如果岩体被破坏, 将会出现很多的水源。在开挖隧洞的过程中, 需要开展爆破工作, 因此破坏部分岩体, 还会产生排水通道, 开始向外排放很多的地下水, 进而产生渗涌水问题。在开挖隧洞的过程中, 也会发生渗水问题。因为不同地区的地下水分布位置和含量等具有一定的差异性, 因此会产生不同程度的裂缝, 洞壁渗水主要包括单点型和片状型, 如果渗水量比较少, 主要呈现出点状, 如果渗水量比较大, 将会呈现淋水状态和涌水状态, 在特殊的地层中还会出现岩溶管道水。在不同季节, 渗水量也是不同的, 同时会产生明显的变化幅度。

四、水利水电工程水工隧洞处理措施和建议

1. 回填和固结灌浆处理技术

在处理衬砌结构渗水问题的过程中, 可以利用回填和固结灌浆处理技术。针对渗漏部位, 利用灌浆孔封堵隧洞渗漏问题, 如果防水效果不符合标准, 工作人员需要利用化学灌浆措施, 通过调研水利水电工程, 发现利用回填和固结灌浆处理方式通常难以达到预期目标。利用这项技术的过程中, 需要合理布置灌浆孔, 在需要设置灌浆孔为梅花形, 严格控制孔位偏差, 在实际施工中需要利用水泥浆液, 在灌浆阶段需要严格控制压力, 保障压力处于0.3~0.5Mpa范围内, 但是因为灌浆压力控制难度较大, 导致堵水效果因此受到影响^[4]。在水利水电工程水工隧洞中利用回填灌浆方式将会耗费较高的资金, 再加上灌浆施工技术具有较高的施工要求, 这项技术具有隐秘性, 一些施工单位没有严格监管灌浆施工, 同时没有掌握灌浆施工技术要点, 因此降低了灌浆质量。此外出现片状渗水问题之后, 如果利用这种灌浆方法, 因为打孔范围比较大, 将会导致水利水电工程水工隧洞内衬

结构的稳定性受到影响。

2. 渗涌水问题处理措施

由上述分析可知, 回填及固结灌浆方法并不能保证水工隧洞完全防渗效果, 如果经回填及固结灌浆处理, 依然存在渗漏问题, 那么可将其视为质量问题, 应由水工隧洞施工队伍加以整改, 但若合同中未明确施工变更要求, 且业主方不出资, 很容易造成隧洞渗漏问题纠纷。在实际水工隧洞工程中, 应结合渗水问题特点, 在较为严重的情况下应采取灌注浆液的方式, 主要是利用纯水水泥材料, 而对于较小的渗漏问题, 使用化学灌浆方法便可取得较好效果。此外, 对于衬砌结构中缝面渗水问题, 为达到堵水效果, 通常也是采用钻孔灌浆的方式, 其钻孔主要是分布在渗水裂缝的两侧, 最后还要处理好衬砌结构裂缝表面, 如环氧砂浆。经研究发现, 化学灌浆的方法对于单点少量渗水点有较好的止水效果, 但整体成本较高, 尤其是在出现片状、线状渗水情况下, 尽管耗费巨大, 但渗水问题也得不到完全解决, 所以通常要求在完成隧洞衬砌结构浇筑前, 便处理好洞壁渗水问题, 这样可以起到较好效果。

3. 处理大面积渗漏问题

在处理大面积渗漏问题的过程中, 需要合理选择防水修补材料, 封闭覆盖混凝土的渗透表面。如果混凝土密实度比较差, 将会产生大面积渗漏问题, 施工单位需要利用水泥灌浆和化学灌浆措施。在处理大面积渗透问题的过程中, 需要采取混凝土喷射方式。在实际工作中, 导渗工作发挥着重要的作用, 首先需要导渗处理衬砌混凝土, 其次开展凿孔操作, 排除存在的积水, 因此降低混凝土压力。可以避免因为渗水问题引发水压破坏的情况。

4. 相关建议

为了切实减少衬砌混凝土渗水, 提高隧洞衬砌混凝土施工质量, 提出如下建议。(1) 设计单位应充分认识防排水措施设计的重要性。高度重视隧洞开挖后洞壁渗涌水问题, 在衬砌混凝土设计的同时提出可行的设计处理措施或根据洞壁渗涌水情况作专项设计, 这是节约资源与费用的最佳途径。(2) 隧洞渗水处理措施设计宜采取堵排相结合的原则, 即在隧洞底部设置纵向排水管; 边顶拱设置防水板, 防水板下端汇集渗水后引向中央排水管。为了使水工隧洞衬砌混凝土与围岩紧密接触、共同受力, 同时节约投资, 可采取局部即只在渗水位置设置防水板的措施。只在渗涌水部位设置防水布对衬砌混凝土与围岩共同受力影响不大。有渗水的位置即使不设

置防水板，混凝土也不能与基岩很好胶结。(3)作为永久建筑的隧洞特别是输水隧洞不宜采用膨胀止水条止水，应采用橡胶止水带或铜片止水，且必须有可行的固定措施；缝面止水措施应与洞壁防水措施相结合，共同发挥作用。

五、结束语

目前针对水工隧洞的渗漏问题，存在着多种的修复方法可供选择，但每种方法都有其特点和应用范围，每种修复方法都只适合一些特定的渗漏情况。这就要求在选择修补方案时，根据隧洞具体情况进行择优选择，以达到良好的经济效益和施工效用。

参考文献：

- [1]郭维虎.注浆堵水加固技术在某隧洞工程中的应用[J].低温建筑技术, 2019, 08: 124 — 127.
- [2]吴希深.白山抽水蓄能电站地下厂房渗漏的原因分析与治理[J].水电自动化与大坝监测, 2020, 03: 63 — 66.
- [3]翁培龙.化学灌浆在输水隧洞渗漏处理中的运用[J].黑龙江水利科技, 2018, 01: 33 — 36.
- [4]张志华.迭部达拉河水电站引水隧洞混凝土防渗漏措施[J].甘肃农业, 2020, 08: 48 — 49.
- [5]孙建勋, 赵彦贤, 丁兆亮.水工隧洞防渗排水措施探讨[J].水利水电工程设计, 2018, 37(01): 30+54.