

# 水利工程隧洞开挖施工技术与质量控制

杨军超

陕西省引汉济渭工程建设有限公司 陕西 西安 710024

**摘要:**南水北调工程作为我国最大的水利工程建设项目,其对于解决北方水资源紧缺问题,提高水资源利用率,促进地方经济发展有着非常重要的作用和意义。在南水北调施工中经常需要进行隧洞的开挖施工,本文就相关隧洞开挖施工技术进行了分析研究,并提出了相应的质量控制措施,以供参考。

**关键词:**水利工程;隧洞开挖;施工技术;质量控制

## 引言

在水利工程的施工建设中,隧洞是极为重要的一个施工环节,隧洞施工线路必须要满足水利工程的施工建设要求相符,并且能够基于水利工程施工现场的地质、水文环境以及地形、地貌等特征等进行细化与明确。隧洞开挖的过程当中,会被地质条件、水文环境以及地形地貌特征等所影响,所以,其也属于是隧洞工程施工作业中的重要难题,为了确保隧洞施工的质量,注重现代化施工技术的合理应用,用以来确保水利工程项目的整体施工质量。

## 1 工程实例

某水利水电工程是该地区波得藏布干流四级开发的第三级水电站,其上部和下部分别为热西水电站和朱西水电站,坝址以上流域面积为 $2\ 453\ \text{m}^2$ 。该河流为少沙河流,多年平均流量为 $132\ \text{m}^3/\text{s}$ ,多年平均总输沙量和平均悬移质含沙量分别为 $180\ 000\ \text{t}$ 、 $0.036\ \text{kg}/\text{m}^3$ 。在本工程中,引水隧洞是施工重点,因此在水利工程隧洞开挖之前,应对水利工程所在区域的实际情况进行全面勘察,科学、合理地规划水利工程建筑物,并采取有效的隧洞开挖技术以及质量控制措施。

## 2 水利工程隧洞开挖存在的问题

在开展水利工程隧道开发工作前,需要做好工程现场勘察工作,对工程现场实际情况有深入了解,实现工程设计方案科学规划,其中包含山前引水渠道、导洪堤、导洪渠、引水隧洞等。隧洞施工沿线地质比较特殊,在隧洞施工中,包含混凝土工程、石方洞挖、灌浆、钻孔等。由于施工难度比较大,在实际隧洞开挖过程中,难免会面临一些问题,具体如下:

### 2.1 施工方案问题

为了保证水利工程隧洞开挖工作进行顺利,需要对施工过程进行全面探究,及时找出存在的问题。通过调

查得知,在水利工程隧洞开挖过程中,普遍面临的施工问题就是施工方案设计缺少合理性。首先,在水利工程隧洞开挖施工初始阶段,没有做好现场勘查工作,信息采集不全面,现场调查力度低,在这种情况下,使得在水利工程隧洞开挖过程中,容易发生各种矛盾问题,并且在自身工作稳定性与安全性上没有得到全面提高,造成施工疏漏。其次,在水利工程隧洞开挖过程中,采取的开挖施工方法没有结合国家法律要求进行,导致存在各种违规现象,阻碍水利工程隧洞开挖施工水平提高<sup>[1]</sup>。

### 2.2 施工技术问题

即便当前我国正处于全面发展阶段,但是在水利工程隧洞开挖过程中,依然会面临诸多不确定因素,给施工发展提出考验。为了保证水利工程隧洞开挖工作进行顺利,需要从全局入手,如果采取的施工技术比较单一,将容易产生各种问题。首先,水利工程隧洞开挖施工技术选择,应严格按照极端指标进行。在表面上,即便能够获得理想效果,但是在实际中容易产生各种矛盾问题,无法在水利工程隧洞开挖施工中获取理想工作效果,埋下安全隐患。其次,在施工技术应用中,应根据不同工作内容选择适宜的施工技术。如果选用的施工技术不规范,将不利于水利工程隧洞开挖工作进行顺利,给施工问题出现提供可能<sup>[2]</sup>。

## 3 水利工程隧洞施工技术

### 3.1 土方施工技术

隧洞开挖包括暗挖施工和明挖施工。暗挖施工即地下挖洞作业,主要是在地下施工区域内确定支护衬砌、混凝土浇筑和钻孔灌浆等的施工范围,具有施工环境复杂、不确定因素多等特点,操作不当易发生坍塌等安全事故。应用该技术时,在全断面开挖施工前,要提高周边围岩的自稳能力,确保开挖过程中不会出现大范围的松动或脱落,按照“从上而下”的原则进行全断面开挖

作业，并协同进行隧洞初期支护处理；在围岩软弱或土质相对较好的施工地段，根据地层条件划分工作面进行台阶开挖；易发生地面沉降的施工地段应采用正台阶施工技术，开挖顺序为先中间后两侧，支护顺序为从上而下。明挖施工是将作业区域的地面挖开后在露天条件下开展砌筑、锚杆支护等工序，具有安全、快捷等优势，多应用于埋深较浅的水利工程。应用该技术时，为了避免发生边坡滑塌事故，提高施工质量和施工效率，要提前做好施工区域的防雨排水工作和相关边坡的支护、加固工作。为了确保安全性应先进行明洞或暗渠施工，洞室开挖过程中杜绝欠挖、严控超挖，必须用相同标号的混凝土进行超挖回填。

### 3.2 导洞开挖施工技术

导洞开挖法就是在平洞的断面上先开挖小断面的洞室（导洞）作为先导，然后扩大至整个设计断面。该技术在具体施工过程中具有较强的灵活性，可以将采集的施工现场地质特性作为依据，以便为后续的排水、地质处理等施工带来便利，大幅度提升隧洞的通风性。根据导洞与扩大部分的开挖次序，可分为导洞专进和导洞并进两种方法。导洞专进主要指的是全部贯通导洞后，再将部分位置扩大，以更好地掌握地质情况并改善洞内通风环境，但是，通常要对洞中作业设施实施二次铺设，往往会消耗大量的人力、物力、财力和时间，除了一些复杂地质情况外，通常不选用该方法。而导洞并进法主要是开挖导洞10~15m后，接着在开挖导洞和开挖断面的过程中同时进行。通常情况下，导洞开挖施工技术用于地质环境较为恶劣、断面尺寸大且难以实施全断面开挖的情况下<sup>[3]</sup>。

### 3.3 锚杆支护作业技术

在锚杆支护施工过程当中，其实际应用的杆柱一般都是金属材质、木质材质、聚合物材质等的构件，将其订到隧洞岩体当中，基于黏结操作把围岩和未定岩体结合起来，并且形成悬吊、组合、补强等，确保能够达成较为理想的支护效果。隧洞开挖施工的具体方式存在不同，对应的支护方式也并不相同。开挖围岩质量如果较为理想，就可以直接把钢筋网片挂设到锚杆之外，之后开展混凝土喷射。如果开挖的岩石、断面以及土层不够稳定，要基于随机锚杆、超前锚杆等进行支护，之后在进行混凝土的衬砌支护作业。

### 3.4 爆破施工技术

爆破施工技术是水利工程隧洞施工中较为常用的一种技术，在爆破前，工作人员要对施工现场的岩石厚

度、开挖量等进行全面、系统性的研究和分析，从而最大限度地减少爆破施工所造成的危险性。与此同时，在实施手风钻打孔爆破作业时，要确保岩石覆盖厚度控制在6 cm之内，这样可以有效地降低钻头的磨损程度。另外，在具体操作前需要制订科学合理且具有可行性的施工方案，并以此为依据来展开施工作业。在隧洞侧墙和底部预留一定的保护层，当完成爆破以后，再展开相应的修缮施工；修缮结束后，要对该保护层实施整平施工，全面保证隧洞表面的平整度和光滑度<sup>[4]</sup>。此外，在具体爆破施工前，还要严格按照相关标准及规定来确定爆破参数，并开展试验，对相关参数进行优化处理，最大限度地避免施工过程中可能出现的问题，保证施工作业人员的生命安全。

## 4 隧道开挖工程施工质量控制

### 4.1 建立施工质量保障体系

为保证整个水利工程隧洞施工能够顺利进行，必须建立健全施工质量保障体系，保证隧洞施工的各项工作开展更加科学化和有序化。首先，增强施工人员以及管理人员的质量意识，使其充分掌握隧洞施工技术要求，严格按照施工要求开展各项工作。其次，建立完善的隧洞施工制度、操作规程以及技术标准，保证各项工作都有制度可依据，以此保证隧洞施工的质量。再次，加强对施工人员的技术培训，施工人员是工程施工的主体，其施工水平对隧洞施工具有直接影响。因此，应不断提高施工人员的专业知识水平以及技术能力，提升施工人员的综合素养。最后，加大对隧洞施工过程的监督力度。安排专业的施工管理人员对整个施工过程进行全面的监督，对施工人员进行必要的指导，与此同时也要收集隧洞施工的相关信息，及时发现和解决隧洞施工过程中出现的问题，为隧洞工程施工效果提供重要保障。

### 4.2 全过程质量控制

在隧道开挖中，要准备好施工管线、配电装置、照明工具等，在不同岩石地带布置专用炸药，保证通风除尘性能达标，长路线设置通风设施，尽可能降低排烟阻力和时间。钻孔中产生的灰尘可以喷水降尘，避免污染施工环境。结合不同施工环境做好支护。混凝土浇筑施工，中要检查好配套设施，严格控制混凝土配料比、搅拌时间、振捣密实度。爆破中要严格控制爆破力度，对下一段施工段提前支护、衬砌，从而保证后续施工质量和安全<sup>[5]</sup>。如果遇到软弱破碎地带，必须要保证支护质量，隧道顶部邻水部位要进行钻缝处理，底部要布置好存水设施。如果发生溢水问题，要根据实际溢水量设置

排水沟或绕道施工。考虑到隧道工程轴线较长，一边爆破一边衬砌会直接影响到混凝土衬砌质量，再加上缝隙中有水的问题，难以保证隧道的整体质量，此时就要一边施工一边观察，采用水泥砂浆封堵缝隙，确保工程的整体施工质量。

结束语：综上所述，在针对水利工程的隧洞实施开挖作业时，会被诸多因素所严重影响，甚至会引发严重的安全事故，其不仅会影响整个水利工程的施工质量与施工进度，更有可能会对相关工作者的生命安全产生威胁影响。所以，在实际施工以前一定要将准备工作做足，基于施工现场实际情况，尽量选择合理有效的技术进行开挖作业，这样才能够确保水利工程的整体施工质量与施工进度，降低安全事故的产生概率，为水利工程

实际应用中的安全性、稳定性与可靠性奠定坚实基础。

#### 参考文献：

- [1] 陈宝胜.水利工程隧洞开挖和支护技术分析[J].珠江水运, 2018(13): 14-15.
- [2] 刘榴.分析水利工程引水隧洞开挖支护施工技术[J].科技创新导报, 2018,15(10): 31-32.
- [3] 成利强.水利工程隧洞开挖施工关键技术与质量控制[J], 农业科技与信息,2019(07): 121-122.
- [4] 范世运,王赫.水利工程输水隧洞施工开挖与衬砌技术研究[J], 东北水利水电. 2021,39(09): 26-27,35.
- [5] 武正壮.浅析水利工程输水隧洞施工技术[J].农业科技与信息, 2017(7): 127-128.