

# 分析引水发电洞混凝土施工技术

谢谊

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v7i1.4683

**[摘要]** 施工质量是影响工程建设质量的重要因素,无论在何工程施工期间如果不关注施工质量,则可能导致后续施工无法进行,甚至会严重影响工程的建设效果。而合理选用相应的施工技术,是提升施工质量的重要手段,基于此,本文在对引水发电洞混凝土施工期间,通过运用科学合理的施工技术,可以有效提升工程的建设质量。目前对于引水发电洞施工而言,由于设施涉及的内容较为广泛,因此,在实际施工期间存在施工难度大的情况,要保证施工进度和施工质量,就需要严格开展混凝土施工。

**[关键词]** 引水发电洞; 混凝土施工; 施工技术

中图分类号: TU74 文献标识码: A

## Analysis of Concrete Construction Technology for Diversion and Power Tunnels

Yi Xie

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

**[Abstract]** Construction quality is an important factor affecting the construction quality of the project. During the project construction period, if we do not pay attention to the construction quality, it may lead to the failure of subsequent construction, and even seriously affect the construction effect of the project. Reasonable selection of corresponding construction technology is an important means to improve construction quality. Based on this, during the period of concrete construction of the diversion and power tunnels, this paper points out that the construction quality of the project can be effectively improved by using scientific and reasonable construction technology. At present, for the construction of diversion and power tunnels, due to the wide range of facilities involved, it is difficult to construct during the actual construction period. Therefore, to ensure the construction progress and quality, it is necessary to strictly carry out concrete construction.

**[Key words]** diversion and power tunnels; concrete construction; construction technology

### 引言

本文研究的引水发电洞混凝土施工以库尔干水利枢纽为主,发电洞闸井段长27m,底宽17m—9.6m,高53.5m,底板高程2056m,闸顶高程2109.50m。进水口布置2孔,每孔宽度5m,一侧门库内布设护笼钢爬梯,距门库底板高程2m高度时调整为普通钢爬梯。在此工程施工期间应用混凝土技术,旨在有效提升施工质量。

### 1 混凝土施工难点

引水发电洞所在地地质条件较为复杂,隧道开挖过程中可能发生塌方和渗水,一旦出现这些问题都会严重影响施工质量,由此可见,这对施工时间和混凝土质量都极具挑战性。由于引水发电洞施工场地相对狭窄,对施工技术和施工方法要求高,且引水发电洞混凝土施工量较大,施工过程中存在很多重点难点问题,其中最主要的问题就是交通条件差<sup>[1]</sup>。一般来说,引水发电洞工程建在山区,交通相对不便,混凝土运输困难,这就对混凝土施工进度影响较大,且发电洞全长超过500m,洞内围岩种

类多,衬砌形式多样,施工相对复杂,这就需要准确分析其中存在的难点问题并提出解决对策,为混凝土顺利施工奠定基础。

### 2 引水发电洞混凝土施工技术要点

#### 2.1 混凝土拌和

混凝土拌和设备应选用高效、可靠的强制式拌和设备,并采用自动控制的计量设备配料,拌和站设备生产率必须满足本工程高峰浇筑强度的要求。在混凝土拌和期间可以搅拌90—120s,混凝土从搅拌结束到入模不宜超过90min,确保混凝土的施工质量。

#### 2.2 混凝土运输

引水发电洞混凝土施工主要采用12m<sup>3</sup>的混凝土罐车进行混凝土的运输工作,当完成混凝土的拌和工作之后应迅速将混凝土运达浇筑地点,并在混凝土入仓期间需要准确控制下料速度及下料高度,混凝土下料高度超过1.5m时,就需要在仓号卸料位置挂下料皮筒,从而能够有效防止混凝土离析。同时,在对运输

工具研究时, 需要做好隔热保温、抗雨雪设施, 这样就可以防止建筑物气温回升或下降, 且在运送二层或以上建筑物时要建立醒目的识别标识。

### 2.3 混凝土施工

混凝土施工中共包括浇筑施工、平铺施工与泵送使用, 其中浇筑施工则是指混凝土浇筑在引水发电洞混凝土浇筑之前, 为了保证混凝土可以平稳上升, 就应从最低部位开始, 确保施工地面保持水平, 施工后采取铺摊法施工, 按照仓的尺寸安装相应位置的振捣设备, 不得向仓内加水, 如果仓内存在泌水现象就需要及时将其清除, 防止外界水流进入仓内。预应力材料和预留孔表面附着的混凝土需要及时清理, 施工中应用振捣设备就可以把混凝土捣实至最佳密实点, 每个方向的混凝土以不再明显沉降、不产生泡沫或开始泛浆后为准, 注意在其中需要防止出现浇筑不当的情况, 并严禁堆放<sup>[2]</sup>。底层采取斜层法施工, 其他部分则为找平层法施工, 并采取侵入式制动软管振捣机浇筑密实, 同时禁止振捣机械垂直冲击模板, 且在收仓完成12—18时后进行喷水施工, 以保证表层的湿度。平铺混凝土施工要求引水发电洞控制段和引渠段混凝土施工期间需要严格依据分段原则, 按设计图纸要求进行分段, 底部单独一层, 边墙分层高度3m—4m, 在实际浇筑混凝土期间, 应基于最低处开始浇筑, 并均匀呈现上升的趋势, 促使整个混凝土的浇筑能够长期保持水平的状态, 而在浇筑混凝土期间也可以在平铺法施工背景下, 配备足够的振捣器, 边角部位和两次卸料后的接触处应加强振捣, 并严禁在仓内加水, 当混凝土和易性较差时, 就可以采取加强振捣措施。泵送施工则是混凝土通过水泥搅拌车输送, 边输送边搅拌, 这样就可以有效提升混凝土的实际质量, 在混凝土泵管道施工期间, 彻底清除管道内污垢和水泥砂浆, 并用高压水流冲刷, 在施工后注意检查以避免结合部渗浆。同时, 水力泵送混凝土的骨材尺寸不得超过管道直径的1/3, 这样就可以保证混凝土运行的可靠性, 在一般情况下若间歇时间过长, 应对留存于管道中的钢筋清除, 并加以清理, 可以使用高压水将管道冲刷一遍, 以备下一次使用。此外, 当混凝土浇筑结束后及时组织人工进行收仓抹面, 水平施工缝位置不需要抹面, 而对于永久高程位置抹面时需要严格按照设计高程进行控制, 这就要求混凝土表面平整光滑、高程准确<sup>[3]</sup>。

### 2.4 混凝土养护

混凝土平仓振捣完毕至终凝前, 不得人为扰动或堆放重物, 并避免仓面积水或暴晒, 当完成混凝土的浇筑后就需要按规定时间进行洒水或流水养护, 这样就可以保持混凝土表面长期处于湿润的状态下。同时, 应加强对混凝土的相关养护操作, 尤其需要加强对建筑物棱角、过流面等部位的混凝土进行养护操作, 并配备专业的养护人员进行养护工作, 将养护工作做好相应记录。引水发电洞混凝土养护期间, 对于低流动性混凝土则应在施工结束后及时喷雾保养, 并及时进行表面保湿养护, 而有良好抹面条件的混凝土也不宜过早向外表喷水。养护期间建筑物表层要保持高湿度, 可以采取喷雾、洒水或者保温等方式进行养护,

养护的时间应不少于28d, 并加强对重点部位的养护, 也可以适当延长养护时间, 而对棱角、水域流面等关键部位要做好表层防护工作, 养护期间要设置专人管理, 并做好养护记录。雨季时一般在施工骨材部位安装下水道等防止污水污染的设施, 并在房顶加盖遮阳雨棚等, 以及及时掌握天气预报合理安排施工, 但混凝土一般不宜选择在大暴雨天施工, 避免因有暴雨或天气预报错误而造成混凝土开仓施工。同时, 对于混凝土养护期间, 其运输工具表面应有抗雨和防水性的保护措施, 混凝土仓表面应有防水装置并有不透水的遮盖材料, 在混凝土施工中如果出现降雨, 应增加对骨材含水率的检测频次, 并及时控制已拌和混凝土使用量, 同时做好仓内排涝设施, 防止周围雨水流入仓内。冬季混凝土运输车表面以专用保温套及包围被物覆盖, 并尽可能减短运送时间, 以降低在混凝土运送过程中的能量散失, 尽量增加混凝土力量, 以减少混凝土的受冻期和减少能量流失, 也要在混凝土浇筑期间清除模板及钢筋上的冰雪和冻块, 严禁将冰雪、冻块带入仓内<sup>[4]</sup>。此外, 在浇筑过程中应注意及时检测混凝土的温度, 保持浇筑温度均匀, 并对已经浇筑好的部位模板外侧覆盖草袋子或麻袋片, 对裸露在外的混凝土面应立即覆盖塑料薄膜, 然后覆盖保温材料。

## 3 引水发电洞混凝土缺陷处理与外观质量保证措施

### 3.1 引水发电洞混凝土缺陷处理方案

#### 3.1.1 处理原则

引水发电洞混凝土施工期间, 需要及时查看其中存在的误差现象, 对于混凝土模板成型处的误差, 不能大于一般结构施工所允许误差的50%—100%, 但在其他处, 如过流面等均需要按施工图纸的设计要求进行处理, 其涉及混凝土表面外露的管件头、麻面、蜂窝与气泡等缺陷均需要加以修复和处理。同时, 混凝土表层裂缝要经过认真检测, 以明确表面缺陷的部位、种类、范围和数量, 并将检测数据上报给监理, 由监理单位讨论后设计处理方案, 处理方案主要由监理工程师审定后开始实施。

#### 3.1.2 修补处理

引水发电洞混凝土施工期间, 对于凸出表面不平整的混凝土而言, 需要使用凿子与砂轮的方式将不平整部位进行修整, 对于凹入表面以下的混凝土而言, 可以对缺陷进行相应的处理, 可以使用填充物将其填充, 如果使用环氧砂浆的话就可以使用厂商推荐的环氧树脂进行修补处理。

#### 3.1.3 修补措施

引水发电洞混凝土中的预缩砂浆是指硬性水泥预缩砂浆, 由钢筋、水泥、混凝土及其配套水泥加工辅助设备所组成, 砂的细化度信息范围一般是1.8—2.2, 将材料称量后与相应的预制混凝土拌制均匀后, 就可以在其中加水拌和, 从而得到可以使用的材料。对于混凝土表面温度超过5℃以上就可以使用环氧砂浆, 而且在对缺陷修复期间, 应确保表面必须清洁与干燥, 而表面压实量与环氧砂浆之间的最大允许误差应满足施工设计细的规定, 总施工时间5d—7d, 总施工温度为20℃以内, 需要注意的是在养护期间严禁受水浸泡和外力作用的影响。

### 3.1.4 其他修补要求

引水发电洞混凝土缺陷问题需要及时将其处理, 例如有表面要求的暴露表面尺寸和深度超过10mm的表层凹刻、对气孔体积有一定要求的混凝土表面凹刻、对气孔体积和尺寸深度超过5mm的表层应单独处理, 然后再重复使用预缩砂浆或环氧水泥回填, 待填补的混凝土或环氧水泥在保持塑性的同时, 再抹平表层。对具有特定美观需求混凝土的修复, 应在材料里掺入相应配比的白色硅酸盐水泥, 使修复的材料颜色与周围混凝土颜色相互一致, 并在已填充的混凝土全部凝固时, 也要擦去材料外表剩余的混凝土, 同时填充物表面要与周围齐平, 外观面上也不能残留材料的粉粒, 且进行修复的材料必须和被修复混凝土的原材料来自同一厂家, 并且型号相同<sup>[5]</sup>。同时, 引水发电洞混凝土表面不平整度修补期间, 为降低混凝土表面糙率, 就需要在施工中严格控制表面不平整度, 引水混凝土表面凹凸度不能超过3mm, 并应磨成1:20-1:30的斜坡, 或按施工图纸规定执行。

### 3.2 引水发电洞混凝土外观质量保证措施

#### 3.2.1 严格控制模板安装

引水发电洞混凝土模板放好后在其表面均匀涂抹脱模剂, 以保证模板拆除后混凝土表面的平整度, 并由专业测量人员测量模板的标高和位置, 确保能够符合要求。

#### 3.2.2 混凝土拌制、运输、入仓及平仓振捣

浇筑混凝土前要仔细检查引水发电洞工程的施工质量, 主要包括基础表面处理、模板、钢筋、预埋件和止水装置, 其中混凝土的配合比也必须符合设计要求, 在预浇筑期结束时, 必须先彻底清理好, 经验收合格后方可开库浇筑。同时, 混凝土搅拌完成后由专业运输车运至现场, 按设计要求必须采用平铺的方式将混凝土送入库房, 其铺设材料的厚度也必须符合设计要求, 经拌和后不合格的混凝土材料不能入库, 已经入库的混凝土材料也必须及时清理出<sup>[6]</sup>。

#### 3.2.3 控制混凝土浇筑过程

施工过程中要控制各工序的施工质量, 加强监控措施, 确保混凝土入库速度。每次操作过程都需要有专门技术人员全程监督, 待上一个工序的故障处理以后, 方可开展下一个工序的安装作业, 能够有效减少混凝土搬运时间, 且浇筑混凝土也必须逐层浇筑, 禁止不合格的混凝土入库使用。

## 4 结束语

总之, 引水发电洞混凝土施工期间为提升施工质量, 就应加强综合质量控制措施, 明确各部门、各人员需负责的具体内容, 做到分工明确的效果, 只有人员各司其职才可以确保各阶段施工均能够顺利进行。同时, 通过落实各级质量责任制, 就可以有效保证责任到位, 一旦在施工期间发现问题, 就可以第一时间找到责任人, 由责任人将问题解决, 对于较为复杂的问题也可以在各部门沟通期间及时将问题解决, 进而确保项目安全运行, 这对同类引水发电洞混凝土缺陷防治也具有指导意义。

## [参考文献]

- [1]戴江力. 引水发电洞钢筋混凝土施工方案探析[J]. 陕西水利, 2021, 5(7): 3-5.
- [2]詹双桥, 郑洪, 杨志明, 等. 涔天河水库工程引水发电洞内外渗探查及处理[J]. 湖南水利水电, 2021, 15(6): 14-16.
- [3]马志雄. 黑河小孤山水电站引水发电洞勘察技术与方法[J]. 甘肃水利水电技术, 2021, 57(5): 48-57.
- [4]张夔, 王立群, 李洪蕊, 等. 清水河水利枢纽工程引水发电洞布置方案比选[J]. 水利水电工程设计, 2021, 53(6): 54-82.
- [5]王亚平. 浅谈水利工程大体积混凝土施工技术应用分析[J]. 工程技术: 文摘版, 2022, 9(12): 4-9.
- [6]张郁忠. 混凝土施工技术在水利水电工程施工中的应用分析[J]. 电子乐园, 2022, 5(2): 3-7.

## 作者简介:

谢谊(1988—), 男, 汉族, 湖南省益阳市桃江县人, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程建设。