

新藏项目软弱围岩塞岩预留工艺实例分析

徐伟

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/pe.v1i4.6821

[摘要] 在传统软弱围岩引水隧道岩塞预留施工中,岩塞的工程量虽然相对较小,但对水利水电工程的施工安全和工程效益有重要作用,并且岩塞设计等级与水工建筑等级相同,从安全性的角度考虑,多数岩塞预留长度相对较长,这就会增加工程造价,影响工程的进度。在此背景下,文章结合具体工程实例探究了一种新型软弱围岩引水隧洞岩塞预留施工工艺,以供参考。

[关键词] 软弱围岩引水隧洞; 岩塞预留; 施工工艺

中图分类号: TV543+.3 **文献标识码:** A

Case analysis of the reserved technology for weak surrounding rock plugging in the Xinzang project

Wei Xu

China Water Resources and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., Ltd

[Abstract] In the traditional construction of color reservation for weak surrounding rock water diversion tunnels, although the amount of work for rock plugs is relatively small, it plays an important role in the construction safety and efficiency of water conservancy and hydropower projects. Moreover, the design level of rock plugs is the same as that of hydraulic buildings. From a safety perspective, most rock plugs have relatively long reserved lengths, which will increase the project cost and affect the progress of the project. In this context, the article combines specific engineering examples to explore a new type of construction technology for rock plug reservation in weak surrounding rock diversion tunnels, for reference.

[Key words] weak surrounding rock water diversion tunnel; Rock plug reservation; construction technology

引言

水利水电工程的引水系统施工支洞和导流隧洞,在施工过程中根据工程需要,会预留一部分岩塞保证施工安全。在施工期岩塞同周围岩石一同承担来自水头的压力。岩塞环节的工程量小,但是其直接影响着整个引水隧道施工期间的安全性和稳定性,所以在设计阶段,岩塞和工程主要建筑物的等级是相同的。现阶段在水利水电建筑规范中,关于岩塞设计方面的条款规范相对较少,但是该环节的施工及其关键,并且工期相对较紧,所以在具体工程建设时会从安全性角度入手进行强化设计,这就导致工程造价的提高,并且也会延长工程工期。因此在施工中需要探究更加合理的引水隧洞岩塞预留施工工艺,在确保施工安全的情况下,尽可能加快施工进度,降低工程造价。

1 工程概况

本项目依托新疆水电站首部枢纽工程。引水隧洞全长19456.28m。本项目部承建引水隧洞长1920.830m。该引水隧洞先行开挖和初期支护,待洞身开挖贯通后并完成下游引水隧洞混凝土衬砌的施工程序后,再进行岩塞开挖。项目结合施工实际,

通过查阅资料或走访类似工程工地,对预留岩施工工艺进行策划,施工方案邀请专家进行评审论证,对可以调整的工艺进行提前筹划、试验、调整,确定最优的施工工艺及配套设施。通过不断的总结与调整,并经历了水洛河两个汛期,制定出一套适用于此项目的施工技术。具体施工工艺流程为钢筋网片施工→钢筋网片安装→喷射砼施工→引水隧洞固结灌浆试验→固结灌浆。

2 软弱围岩引水隧洞岩塞预留中的主要技术

过去水工隧道堵头在施工中一般的倍数为三倍或者以上洞径,但是随着工程建设项目的不断增多以及技术的进步,堵头长度不断变小。在现阶段中小型水利工程建设中堵头长度一般在2~2.5倍洞径之间。该方法是建立在大量经验基础之上,在具体设计规划时并没有对作业期间的水荷载和堵头长度进行综合考虑,仅从洞径的角度入手进行考虑,所以在堵头受力分析方面的科学性相对不足。

而现阶段各种先进计算方法及计算模型的不断进步和出现,有相当一部分工程都采用计算机来完成对大型工程堵头或者围岩的有限元应力分析,计算对应的堵头长度。如天荒坪抽水蓄能

电站在施工期间采用SuperSAP91程序来分析6号支洞堵头,通过进一步分析可知,堵头内轴向、沿隧洞环向、传向岩石的应力最大影响范围都为一倍洞径长度,堵头长度超过1.5倍洞径后,应力相对较小。天生桥水电站导流洞,在施工时也采用三维有限元计算分析,最终堵头长度缩短到了21m,而原设计长度为40m,长度明显缩短,节约了将近7000立方米的混凝土。在本次研究也基于上述方法进行了技术创新。具体创新点如下:

(1)采用抗剪断公式计算预留岩塞长度6.5m,减少后期施工组织难度。修正的抗剪断公式表达形式如下:

$$L = \frac{KAH\gamma}{A\tau + c\sum a_i s_i}$$

式中K为安全系数(设计K=3.0、校核K=2.5); γ 为混凝土的密度; τ 为堵头抗剪断摩擦系数; c 为堵头周界接触面的抗剪断凝聚力; s_i 为堵头横断面部位的界长; a_i 为部位界长上有效接触系数(顶部100°范围取0,底部取1,其它部位取0.8)。

(2)通过对软弱围岩岩塞采取固结灌浆加固措施提高 c 、 τ 值,缩短岩塞长度。对软弱围岩岩塞采取加固措施,岩塞预留长度达1.5倍的洞径,预留岩塞长度6.5m,既保证了引水隧洞下游施工安全,又减少后期施工组织难度,并成功进行了岩塞的开挖。软弱围岩岩塞预留技术以其独特的优越性必将成为引水隧洞施工的发展方向。

3 软弱围岩引水隧洞岩塞预留施工工艺分析

3.1 钢筋网片施工

钢筋网片加工,钢筋网片采用I级 $\phi 6.5$ 钢筋焊制,把钢筋调直,再截成钢筋条,钢筋焊接前必须先对其表面的浮皮污渍等进行清理,然后再进行点焊连接。钢筋网片需要在场内集中加工,然后在宋制工程现场。

网片使用I级 $\phi 6.5$ 钢筋,网格尺寸20cm \times 20cm,钢筋间采用点焊连接。根据设计情况同时考虑便于安装操作的要求确定网片尺寸一般为1m \times 1.0m,为保证网片加工尺寸准确、提高加工功效,加工钢筋网制作模架。

3.2 钢筋网片安装

在挂设钢筋网片的过程中,要先确保钢筋网片可以紧贴岩面,与初喷面的起伏相一致,因此必须做好钢筋网片的精准测量定位,确保其与岩面的贴合度。在铺设过程中,需要将钢筋网片绑扎固定于先期施工的系统锚杆之上,锚杆被预先插入岩体中,能够为钢筋网片提供稳定的支撑。通过将钢筋网片与系统锚杆牢固地连接,可以确保网片在喷射混凝土过程中不会发生移位或松动。然后再将钢筋条焊接成网,需要注意,钢筋网片在搭接时必须确保搭接长度在1~2个网格的距离。在整个挂设过程中,还需要注意安全操作规程,确保工作人员佩戴好防护用品,避免发生意外伤害。同时,对于完成的钢筋网片,需要进行质量检查和验收,确保其符合设计要求和施工规范。

3.3 喷射砼施工

首先打开速凝剂辅助风,其次缓慢打开主风阀,其次向料斗加混凝土及速凝剂然后隧洞的初期支护结构喷射混凝土,混凝土标号为C20喷射混凝土,厚度10cm~20cm。优选的厚度为15cm,优选的在地质较差地段,开挖后为防止暴露岩面风化过快,应迅速喷5cm砼封闭岩面,喷砼时为降低隧道内粉尘污染,采用湿喷法的工艺施工。

喷射混凝土作业采用分段、分片、分层依次进行,喷射顺序自下而上,分段长度 ≤ 500 cm,喷射时先将低洼处大致喷平,再自下而上顺序分层、往复喷射。

在混凝土分段喷射施工时,需要留一定的斜面,宽度控制在20~30厘米之间,在下一作业段接口位置的混凝土喷射施工前,必须先对斜面进行湿润,之后再行混凝土施工。分设施工需要由下到上依次进行,先对钢架和壁面混凝土进行作业,之后再行钢架间混凝土的喷射施工。在进行下一层混凝土的喷射前,必须确保上一层混凝土达到终凝状态,同时拱部和边墙的单次喷射厚度必须控制在需要控制在10cm和15cm以内。在喷射作业期间,还需要控制好风压,施工中边墙和拱部阶段的风压需要分别控制在0.3~0.5Mpa和0.4~0.65Mpa,严格控制风压在既定范围内,避免风压过大或过小而影响混凝土喷射作业质量。在喷射时喷嘴必须与作业面成将近90°,作业距离则在0.8~1.0m,沿横向纵向移动,一圈压半圈,喷射手所画圆形圈,横向40~60cm,高度15~20cm。整个施工过程必须严格控制喷射操作,避免操作不规范而影响作业质量。

3.4 固结灌浆试验

引水隧洞固结灌浆试验,固结灌浆孔间排距:孔排距3m,每排10个孔,入岩4m,梅花型布置。

第一,钻孔。①固结灌浆孔按I序、II序孔布置。②钻孔设备:用YT-28手风钻钻孔。③固结灌浆孔间排距:孔排距3m,每排10个孔,入岩4m,梅花型布置。采用环内分序、环内加密的原则进行分序分段编号。④固结灌浆孔致密 $\phi 42$ mm。⑤钻孔水平偏差最大必须控制在20cm以内,开角角度误差则需要控制在5°以内,沉渣厚度最大也必须小于20cm。⑥孔口保护。为了避免钻渣进入钻孔内而影响灌浆作业,必须做好孔口保护。固结灌浆试验及固结灌浆须待抬动观测仪器装置完毕,并完成灌浆前测试工作后,才能进行灌浆作业。

在后续施工环节中都必须做好抬动监测,并及时将监测数据告知工程师,如果抬动变形值较大,则需要迅速禁止作业。

第二,孔壁冲洗。将水管或喷头插入钻孔中,用清水对孔壁进行持续、均匀的冲洗。冲洗时应从孔底开始,逐渐向上进行,确保整个孔壁都能得到充分的清洗。在冲洗过程中,要密切观察孔口返水的情况。如果返水浑浊,说明孔壁还有残留物或杂质,需要继续冲洗。只有当孔口返出清水时,才能认为孔壁已经清洗干净。在冲洗过程中,要控制好水压和流量。水压不宜过大,以免对孔壁造成冲击破坏;流量也不宜过小,以免影响清洗效果。同时还要检查孔壁是否有裂缝、坍塌等异常情况,如有需要及时处理。

第三, 裂隙冲洗。灌浆前必须先对裂隙进行冲洗, 在此过程中冲洗压力一般为灌浆压力的80%, 如果相邻孔灌浆时间在24小时以内, 则禁止冲洗裂隙。在完成重启后需要迅速进行灌浆作业, 必须控制在24小时以内。

第四, 压水试验。在上一步完成后就需要进行压水试验, 选择总孔数的5%进行试验, 加水试验的压力控制在灌浆的80%, 持续压水20分钟, 每间隔5分钟测量一次流量, 以最后一次的值作为计算流量。

3.5 灌浆作业

固结灌浆采用孔口封闭、孔内循环灌浆法, 射浆管距离孔底小于0.5m, 全孔一次灌注。固结灌浆按两序孔施工, 在第I序孔完成灌浆后才能展开第II序孔的灌浆作业。

(1) 灌浆。浆液水灰比共分为4个比级, 3:1、2:1、1:1和0.5:1, 采用P.042.5普通硅酸盐水泥, 需要注意, 水泥必须通过80微米的孔筛, 筛余量控制在5%以内。灌浆设计压力为0.3MPa, 逐渐增加压力到设计压力值持续半小时, 注入率则控制在每分钟一升以内。在灌浆完成后需要及时封孔, 并将孔内的吸浆液清理干净, 并封填密实。涌水孔段为机械封孔, 其他孔则采用人工封孔。在排除孔内积水后, 需要及时利用水泥砂浆封填, 并抹平孔口。

(2) 封孔。封孔方法分为机械封孔和人工封孔两类。对于涌水孔段, 由于水压较大, 需要使用机械封孔方法, 以确保封孔的密实度。对于其他孔段, 可以采用人工封孔方法。在进行人工封孔时, 首先要在孔口周围涂抹一层水泥浆, 以增加封孔材料与孔壁的粘结力。然后, 将干硬性水泥砂浆填入孔内, 边填边用捣固棒捣实, 确保砂浆填充密实。最后, 将孔口抹平, 使封孔表面平整; 对于涌水孔段, 需要使用专用的机械封孔设备。先将设备安装在孔口, 然后启动设备, 将封孔材料压入孔内。在压入过程中, 要确保封孔材料均匀、密实地填充在孔内。完成后, 关闭设备并检查封孔效果。封孔完成后, 需要对封孔部位进行养护。在养护期间, 要避免对封孔部位造成振动或冲击, 以免影响其强度。同时, 要保持封孔部位湿润, 以利于水泥砂浆的充分硬化。

4 软弱围岩引水隧洞岩塞预留施工中质量控制

在喷射砼施工过程中, 必须严格遵守以下规定: 首先, 水泥、水泥药卷和外加剂等产品必须具备生产厂的质量证明书, 并按图纸或监理人的要求进行试验; 在施工前56天, 每种拟用的外加剂都应进行至少三次试块试验板, 只有当试验板测定的喷射砼工艺质量和抗压强度达到要求后, 才能进行喷射砼施工。喷射混凝土作业应分段分片依次进行, 喷射顺序自下而上, 一次喷射厚度和分层喷射的要求也应按照GB50086-2001表7.5.1的规定执行。同时, 喷射作业应严格执行喷射机的操作规程, 包括连续供料、保持工作风压稳定、清除积料等。喷射砼的回弹率和养护也有明确要求, 如洞室拱部和边墙的回弹率限制, 以及养护时间和方法等。

在钻孔和灌浆过程中, 也有一系列严格的操作规范: 所有孔位必须由测量人员放点并标注, 经质检人员和监理工程师复核确认无误后才能施工; 钻灌施工按照分序加密的原则进行; 钻至设计孔深后, 须经质检人员和监理工程师确认后才能终孔; 浆液配比、灌浆压力以及浆液变换等操作也都有详细的规定和标准, 如配备合格的比重称、安装压力表随时对照压力、严格按照变浆标准进行变浆等。只有全面落实上述措施, 才能够确保施工质量的合格达标。

5 结语

本文通过对新藏项目软弱围岩引水隧洞岩塞预留施工工艺的实例分析, 深入探讨了钢筋网片施工、安装, 喷射砼施工、固结灌浆试验和灌浆作业等关键步骤。这些施工工艺在实际应用中取得了显著效果, 对于保障工程安全、提高施工效率具有重要作用。

[参考文献]

- [1]郭放. 输水隧洞岩塞口部位开挖稳定性数值模拟[J]. 水利规划与设计, 2017, (09): 72-75.
- [2]苏凯, 常智慧, 崔金鹏. 深埋隧洞开挖数值模拟分析的纵向模型范围研究[J]. 岩土力学, 2016, 37(S2): 706-714.
- [3]张虎. 锦屏二级进水口引水隧洞岩塞段开挖施工[J]. 技术与市场, 2016, 23(09): 114-115.