

水库坝基开挖施工技术探讨

鄢建勋

浙江省正邦水电建设有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i2.6515

[摘要] 水库坝基开挖施工技术在坝基施工中具有重要作用，加强水库坝基开挖施工技术的研究和探索具有必要性。本文结合实例就探讨基开挖施工技术以及质量控制进行分析，以供参考。

[关键词] 水库坝基开挖；施工技术；质量控制

Discussion on the excavation and construction technology of the reservoir dam foundation

Yan Jianxun

Zhejiang Zhengbang Hydropower Construction Co., Ltd

[Abstract] Reservoir dam foundation excavation construction technology plays an important role in dam foundation construction, so it is necessary to strengthen the research and exploration of reservoir dam foundation excavation construction technology. This paper analyzes the construction technology and quality control of foundation excavation for its reference.

[Key words] excavation of reservoir dam foundation; construction technology and quality control

水库坝基开挖作为水库工程施工的关键工序，需要结合水库工程的特点和地质勘查情况，选择合适的开挖方法和处理措施。水库坝基开挖工程具有多样性特征，主要工作内容包括准备工作、场地清理以及施工期排水和完工前的维护等，坝基施工过程中，施工人员对施工情况进行良好的掌握和控制，并采取有效的措施以应对施工过程中的突发状况，从而更好的促进施工过程中的质量控制。坝基开挖施工对整个工程质量有决定性影响，而且坝基所处环境复杂，地质条件受到自然环境变化的影响比较大，施工难度大，可先采取小梯段爆破施工，再对坝基边坡进行固结处理，并做好垫层混凝土处理，才能有效保证坝基施工质量，加快施工进度。

1 工程概况

某水库工程具有 4029 000 立方米，兴利库容 2691,000 立方米，坝顶高程 57 m。该水库为小型（1）类，设计等级为 IV 级。设计洪水位为 853.19 米，校核洪水位为 854.20 米；该水库具有 850 米的正常蓄水量，对应的总蓄水量为 314.7,000 立方米，其中死水位 826 米，对应的总蓄水量为 45.6,000 立方米，满足八渡镇 5 个行政村的生活、牲畜和农业生产需要。

根据有关专家的调查与分析，该库区峡谷狭窄，左、右地

貌均为非均匀分布，而在弱风化区则发育有溶蚀夹泥地层；在枯水季节，左岸有一个较低的潜水区。各种原因造成了该地区的地壳具有强烈的间歇性，且在其左、右岸均有较为显著的三级阶地。河道底部的岩石表面起伏不定，多数为珊瑚礁。

2 水库坝基开挖的施工部署

在进行水库左、右两座拱起施工中，既有路面也要对其进行适当的使用，以确保运渣车的通行。在搅拌站旁布置 15m³/min 的空气压缩机，并沿右斜坡向外扩展至基坑开挖面。

在对水库大坝基础进行开挖时，必须先进行降水和排洪工作。其主要内容为：采用挖掘暗沟法，将地下水引入深基坑内的上游和下游雨水收集井内，然后用潜水泵将其排入深基坑外侧的水道。在施工过程中，应在施工场地设置临时围堰，观测大坝基础开挖的渗漏和排水状况，为大坝基础施工创造一个不漏水的环境。

3 坝基开挖施工方案

3.1 右肩坝基边坡开挖方案

由于本工程右坝肩最大开挖高程是有规定的，但在实践中，由于无法利用大型机器对右坝肩进行挖掘，所以在工程实践中存在一些困难。根据右坝肩特殊情况，采取了潜孔钻、手

风钻机等技术措施，在借鉴已有同类工程实践的基础上，采取了一套科学、高效的施工技术；针对不同情况，采取不同的措施，以利于工程建设。

为了确保工程的顺利实施，必须按照规范的要求，采取沿江区域划分和沿江区域划分的方式进行交叉施工。在工程中要控制好钻深，要结合当地的地形和地质特征，开展爆炸实验，反复调节炮孔的装药量、封堵距离等关键参数；以此来对大坝右侧拱顶的开挖进行优选，使其在某种意义上减轻了工程的工程量，加速了工程的进程，确保了工程的质量。

3.2 左岸边坡的施工技术

为了确保工程的顺利进行，在左坝肩的开挖过程中，必须进行有目的的挖掘，同时要注意采用合适、高效的爆破技术。特别是在主爆区，为了取得良好的爆破效果，应采取适当的排间微差爆破工艺。

本工程主要爆破钻孔选用 C 立方米 51 型钻机，YQ100B 型潜孔钻及手动空气钻机。利用 C 立方米 51 型钻机和 YQ100B 潜孔钻进行了斜坡预裂孔的成孔。在保护层的基础上，利用 C 立方米 51 型钻机和 YQ100B 潜孔钻机，在钻孔的底端设置弹性衬垫，一次性爆破清除保护层。

3.3 大坝基础的基坑工程设计

一般来说，坝基挖掘的工序要遵循特定的工序，要依据地形地貌特征和工程布局等因素，采用不同的方法进行基础的开挖，以便更好地确保工程的质量。深大的基坑工程，通常遵循从上到下的顺序，一层一层的挖掘。在上覆土层挖掘时，必须采用专用的机器将表土剥离。岩石地基的挖掘要求从上到下依次进行钻孔爆破。而对于深基坑的挖掘，首先要对其进行详细的研究，然后根据特定的建设规范，采取分段式的方法，为阶梯段的爆破创造一个合适的场地。特别要指出，在基础工程建设中，要重视先锋沟的建设与治理，确保工程的质量。在对基础进行钻探时，要采用科学的施工方法和专业的机器，选择的爆破方法也要符合工程的需要，并且要遵循标准化的施工步骤。

3.4 大坝的边坡与地基处理

在大坝左侧坝肩边坡 800-845 米处，采用 15 米的台阶段作为计算模型。顺坝轴向划分 20—30 米，划分成 3 个区块。右坝肩 801.5 米以上的基坑分为两个区段，沿河道划分为两个区段，沿河道划分，先挖到 761.5 米，然后开始第二区段的开挖，其台阶高度设为 15 米。为减轻工作面清渣工作量，基坑沿水平面呈 35-45 度方向布置，最大孔深 25 米左右。在对重力坝盖层进行开挖时，采用了推土机与铲车相结合的方法，从上到下逐层排出渣土。在该工程中，两侧岩石地基都是按顺序进行的。本项目拟依据工程地质条件和马道的标高，对施工阶梯进行科学的布局，在 845 米的右岸马道附近，采用两个分段的方法进行爆破，每一步的爆破施工都是在 7.5-8 米的基础上进行，而最大的一次爆破则是在 10 米以内。



图1 土方开挖

3.5 爆破开挖要点控制

3.5.1 放样

在进行爆洞施工前，按设计剖面，请专门的勘测人员进行放样，并进行放样；根据爆炸条件，对各个钻孔进行准确定位。

3.5.2 钻探

首先采用小型炮整平，然后用手动风钻打洞。钻孔的深度、孔径和倾角必须符合爆破设计要求。为确保施工的精确性，防止过深或过浅，在大坝基础上应预留 1 米左右的保护层。在整个钻孔的施工中，必须严格遵守“准”、“齐”、“平”的原则；直线钻削原理，使钻削品质最大化。

3.5.3 炸药

在本工程中，主要爆破用 32 mm 的药筒，施工基面保护和预裂爆破用 25 mm 药筒，用 2 号爆破药。如果在井内发现有渗漏现象，应将其更换为乳化炸药。在装填时，应对炸药的用量及阻塞距离进行严格的控制。

3.5.4 网络引爆

装填完毕，根据需要，由专门的技师将炸药网与爆破网相连。为确保爆破质量达到设计指标，采用了分段微差爆破工艺。安装完毕后，必须对其进行二次以上的检验，确保没有问题，才能开始进行爆破作业。

3.5.5 安保措施

在本工程结束后，有专门的爆破工人和保安，下到现场进行安全巡视，对出现的盲目放炮、危险石块等问题进行及时处置。若因地质原因造成斜坡坍塌，应立即向工地主管部门汇报，并采取适当的处置措施，确保工程的安全。

3.5.6 填土方式

本工程的深基坑施工中，在进行了岩石的爆破后，可以直接进入深基坑。挖掘材料由 10m³ 的小铲挖掘，并由 20 t 自卸货车运至指定地点。

3.5.7 固结注浆

为确保大坝基础工程的工程质量与安全性，对大坝基础的工程治理采用了注浆加固法，并采用了潜孔钻机进行钻孔。地基注浆孔采用“自上而下分段封堵，孔内循环”的注浆方式，注浆压力应根据施工条件进行适当调整。

水库底胶结注浆孔排距为 3.0 米,成梅花状布置,深度为 5.0 米,确保注浆孔的方位和深度均符合设计要求,确保注浆孔的间距不超过 10 厘米。注浆可以按顺序加密,按三个顺序钻孔。同一地层,应遵循先固结后帷幕注浆的次序。

在重力坝基础垫层的混凝土强度超过 50%时,才能开始注浆。注浆钻孔应采用高压水冲洗,直至有干净的水流出。为了减少对周边环境的影响,在左右两侧各布置了两套集浆池。制浆过程中,制浆机的速度要不小于 1200 r/min,搅拌的时间不少于 30 秒,当浆料配制好后,要在 4 小时之内用完。本项目采用的是普通硅酸盐水泥,其强度应在 42.5 以上。

在设定的压力下,注浆速度不大于 1 L/min,应连续灌注 30 min,确保注浆不少于 60 min。注浆完毕后,应立即用胶管将泥浆替换成泥浆,进行封孔。

4 坝基开挖控制措施

4.1 边坡开挖控制

在边坡施工中,要注意确定钻孔位置和钻孔的深度,并控制好钻孔的误差。对已完工的井眼,要将井眼中残余的岩屑清理干净,以便确保井眼的质量和保护井眼;若出现井眼阻塞情况,应立即采取措施,再进行一次全面的扫孔,并对其进行认真细致的检验,以保证井眼的质量。在边坡施工中,预裂爆破与阶梯段爆破所用的炮孔应该位于保留区以外,在进行布孔时,要对其进行适当的布局与设计;从而更好地处理爆炸裂纹向留设区的情况。边坡工程应采用适当的爆破方法,在主爆破区和其它爆破区采用不同的爆破方法,既能确保边坡的施工质量,又能有效地控制边坡的施工状态。

4.2 基础开挖控制

对库基地基的基坑开挖进行监控,必须要将工程勘察与爆炸工艺进行有机地联系起来,通过对各层次的挖掘钻孔的方位与角度的具体分析与研究,制定出一套高效的开挖布置方案;为工程建设提供了一种有效的技术手段,有利于基坑工程的合理控制。

4.2.1 施工测量控制。在基础开挖之前、开挖期间和开挖之后,必须要根据规范的施工工序和设计图纸,对施工过程中和开挖后进行科学、合理的测绘放样,才能有效地控制放样的精度,同时还要考虑到工地的地质特点和孔口的实际高度。要正确、科学地预测和计算钻角,并且要做好相应的施工纪录,这样才能为以后的工程建设提供有力的资料支持,才能更好地推动工程的开展。

4.2.2 爆破参数控制。在工程建设中,要结合工程场地的地貌、岩石状况,采用合适的爆破工艺,结合工程实践,选用合适的爆破参数,并加以改进与优选;从而改善了爆破质量,改善了爆破效果。

5 质量控制

5.1 基础面质量控制

水库库坝施工基面的开挖断面应按图纸规定的开槽线、坡比和水平尺寸进行调整;对高度及控制点座标的需求。基坑施工基面应清洁平整。在施工过程中,必须保证基础表面无水、无水流,为了保证基坑工程后基础的整体稳定,以及基坑表面的平整,应采取预裂或光面爆破工艺。在进行工程建设之前,必须对坝肩区的工程地质结构、地形地貌及水文地质等进行详尽的调查,并结合实际工程实际,对工程中的各种因素进行合理的控制,以保证大坝的稳定性与安全性。针对这些不利的区域,必须进行相应的防治工作。

5.2 爆破质量的控制措施

严格控制钻孔的孔径、孔位、孔深、方向和角度,在工程中,先进行预裂法,然后再进行预裂法。为防止预裂裂隙侵入到两边的保护层,在预裂面的两端分别设置一个导洞。严禁在施工基面上设置爆炸孔。为了减小对岩体的挤毁效应,采取了间距和非耦合两种装药方式。对爆炸尺度及最大单响炸药用量进行了严格的控制。

6 结语

本文论述了在大坝基础上进行基坑支护的施工工艺,是一项十分必要的工作。大坝基础施工过程中,其施工过程受周围的环境、地质、水文等因素的影响。为此,在施工过程中应采用阶梯分段爆破法,并预留适当的保护层;该工程采用了手工与机器协同作业的方式,确保了工程的精确性,同时也为以后的工程建设奠定了基础。在此基础上,通过加固加固注浆、垫层混凝土等措施,提高边坡及地基的稳定,确保大坝基础工程的安全、高效、有序地完成。

[参考文献]

- [1]梁国栋.尾矿库初期堆石坝施工工艺及施工质量控制研究[D].2015.
- [2]谢佳鑫.水利工程中的坝基开挖施工技术分析[J].科学与财富.2016,(2).
- [3]吴玉林.水利工程坝基开挖施工技术探讨[J].科学与财富.2017,(20).
- [4]崔明杰.浅析水利工程中坝基开挖施工技术[J].科技创新与应用.2014,(10).
- [5]郑洪滨.水利工程中的坝基开挖施工工艺[J].新材料新装饰.2014,(6).
- [6]董海洋.水利工程中的坝基开挖施工技术[J].中国科技投资.2016,(15).
- [7]娄旭东.水利工程坝基开挖施工技术探讨[J].中国科技投资.2017,(19).