

水利工程

水库大坝除险加固主体工程施工技术

何旭亚

浙江省正邦水电建设有限公司

DOI:10.12238/jpm.v5i11.7407

[摘要] 目前,水库大坝的除险加固工作作为维护水资源稳定、避免灾难性后果和确保生态平衡的核心手段,被广泛应用在水利工程中。本文从施工导流、基础处理工程、大坝混凝土浇筑、混凝土养护等方面分析了水库大坝主体工程施工技术,以期采取最优的技术方法提高工程安全性,防止潜在的灾害风险,确保大坝坝体的长期稳定性,可供同类工程参考!

[关键词] 水库大坝;除险加固;施工技术

Construction technology for the main project of risk elimination and reinforcement of reservoir dams

He Xuya

Zhejiang Zhengbang Hydropower Construction Co., Ltd.

[Abstract] Currently, the reinforcement work of reservoir dams is widely used in water conservancy engineering as a core means to maintain water resource stability, avoid catastrophic consequences, and ensure ecological balance. This article analyzes the construction technology of the main project of the reservoir dam from the aspects of construction diversion, foundation treatment engineering, dam concrete pouring, concrete curing, etc., in order to adopt the optimal technical methods to improve the safety of the project, prevent potential disaster risks, ensure the long-term stability of the dam body, and provide reference for similar projects!

[Key words] reservoir dam; Risk elimination and reinforcement; Construction technology;

1 工程概况

某水库大坝位于浙江地区,该水库的规划设计为:1.44平方公里,主干总长1.78公里,河道的坡度为34%。在该水库的上游,没有其它大型的水利设施,也没有外来的水源,所以,它的交通比较方便。通往水库大坝顶部的道路,现在它的顶部被用作一条高速公路。该水库为丘间小型(II)型,具有良好的植物生长条件,其集水区的洪涝灾害以降雨为主,以山洪暴发为主。为了使泄洪洞与下游渠道顺利衔接,坝体的轴线与现有的河床中线大致平行,且与土坝的轴线成0度角。左右岸阶地为61米,左岸为24米,右岸为37米,为均质的土坝,坝顶宽6米,坝顶最高为119.70米,最高为11.60米,中部为混凝土坝,左部为上坝路。自0+024至0+064(不包括穿墙段),全长40米的混凝土坝。在水库坝体的左侧和右侧,通过长刺墙体将土坝与坝体相连。为确保水库的正常调蓄能力和防洪安全,在漫水桥上布置6个4米高6米的合页大坝,用于在非汛期进行拦洪,在洪水期间塌坝。

2 施工导流

2.1 导流建筑物级别及导流标准

在水库大坝工程项目中,引水结构是保证河流正常通行的重要措施。根据导流结构的大小、功能及重要性,根据其引水道要求,将其分为多个等级。引流量的确定,应根据河道流

量、工期长短和施工的安全性等多方面来确定。

2.1.1 导流建筑物级别划分

引水渠一般分为一、二、三层。一次引流结构广泛应用于大型水电站、跨流域调水等大型水利工程中,其防洪能力需达到百年一遇的能力。二类引水渠主要用于中等规模的水库大坝工程,其防洪能力通常是50年一遇的防洪能力,100年一遇的中小水库大坝工程。

2.1.2 导流标准

在水库大坝工程项目施工中,提出了合理的引航道设计方案,既要考虑工程规模,又要考虑工期长短,还要考虑河道特点和下游的防洪需求。针对一类工程,其引流规范一般规定,在建设过程中,分流明槽(引水道)的泄流容量要大于设计洪峰的1.2倍,以保证在恶劣气候环境下的下游区域的防洪安全。而对二次导流结构的引流,又提出了其过流能力不低于原设计洪峰的1.1倍的要求。而三层结构的泄流标准比较小,其过流容量不小于设计洪峰1.05倍。

2.2 导流方式

结合主要工程布置、坝体结构型式、场地地形条件和建设进展情况,采取了一步截流、围堰拦水、铺设导水管等措施。

2.3 施工围堰

在大坝的上游50m和下游50m处设置了一个土围堰。其顶宽2m,背水坡坡度为1:2;设置了一个围堰的顶面高度

112.10 m。

2.4 基坑排水

在坝体深基坑开挖过程中,将其划分为初始泄水和持续泄水两个时期。在第一次泄水的过程中,先在围堰中开挖一口收集井,然后用一台固定的水泵泵送。初步排放是基于2到3倍深的深坑水位来估计的,排放速度应该是每天0.50~0.80 m。因此,设计了2部3B-19离心泵,每个泵的流量是40m³/h,水头16 m,4 KW。对于连续排水期,即在大坝的上游和下游,在大坝等高线的外部挖掘出一条沟渠,将渗漏集中到收集井中,也是使用固定的水泵来进行抽水;此外,还装备有2台3B-19的离心泵,该泵的尺寸与一次排放级所用的相同。

3 水库大坝除险加固主体施工技术

3.1 施工准备

在工程实施前,应做好各项前期工作。首先,应对坝体进行详细的地质调查,掌握坝体的构造特征及可能存在的缺陷。其次,编制了具体的施工计划,包括施工方式、施工顺序、机械设备布置和事故处理计划。同时,加强对建筑工人的管理,加强对建筑工人的管理,加强对建筑工人的管理。

3.2 施工材料的选择与检验

为了保证项目的质量,必须选用适当的建材。在堤坝的补强中,混凝土、钢筋和土工合成材料是比较常见的一种。本公司生产的原料均需进行品质检测,以保证产品达到相关国家标准及工业规范。尤其是对混凝土而言,应结合坝体的实际条件,选用适当的配合比与强度级。

3.3 施工技术要点

3.3.1 基础处理工程

边坡和基础的基坑工程按“先河岸后河道、分级开挖”的总体原则进行。待交通和水电等各项准备就绪后,才能开始施工。在河岸边的挖掘过程中,将弃掉的废料进行统一的收集,并由挖土机、翻斗车进行运输。河道内淤泥质粘土层先在河岸边开挖,然后在封闭之前进行,然后在干季施工完成后进行。

3.3.2 大坝混凝土浇筑

(1) 坝体常态混凝土施工

大坝的正常混凝土由下列重要部分组成:第一,作为整体结构的地基垫层。其次就是用来支持大桥并保证它的稳定与承载能力的桥墩。然后是漫顶,这个部位在防洪时发挥了主要的泄流功能,保证了大坝的安全。第三类是挡墙,其作用是防治水土流失、保证大坝稳定。对于其他部分,以埋入式水泥混凝土为主,由于掺入碎石,其强度高、耐久,尤其适合用作防渗体;它能有效地阻止渗水,保证大坝整体的安全与稳定性。



图1 混凝土浇筑

(2) 坝体埋石混凝土施工

本工程采用新型的水泥搅拌方法——搅拌、输送、振捣、养护。混凝土由水泥、石方横向输送,由双胶轮运送至工作甲

板。禁止将水泥从上至甲板的垂直高度从上向下倾

如果竖向间距太大,应采用滑槽或溜管减速。在浇筑过程中,首先要铺设一层混凝土,然后上面铺设一层碎石,然后进行振捣,直到整块石头都下沉到混凝土里去,然后才浇筑水泥。用于埋入式石料的石料,其粒径不宜超过一次浇注的最小粒径的三分之一。应具有坚固、新鲜、没有风化、开裂、饱和和抗压强度在300千克/平方厘米以上,并且清洁干净。在进行混凝土浇筑时,首先在混凝土表面铺设100~150 mm厚度的混凝土,然后在混凝土上铺设块石。

石材铺设时应尽量做到大头朝下、小头朝上,石材质地与受力方向呈正交。为了保证每一块石头都能被混凝土完全覆盖,石材之间的距离不能少于150毫米。铺设完石材,再进行200~250 mm的混凝土,采用振动棒振捣,防止与模板及石材发生碰撞。这样,石块和混凝土一层一层地堆积起来,直到最后一层,在上面要保证每一块石头的厚度都不低于100毫米,并且要用占地基容积的15%的石头。在施工过程中,要注意振捣器在施工过程中的放置位置及施工时机应符合设计规定,保证振捣充足。



图2 渗漏治理

(3) 坝体防渗处理

为保证水库具有较好的防渗效果,对其进行防渗加固就成为工程建设的重点。一般采用土工膜、土工布等与之配套的材料进行防水处理。在进行这种防渗材料的施工前,应对其表层进行认真的找平,使其与整个坝体完全粘接,使其具有最好的防渗性能。

在进行防水处理时,必须特别注意,以免物料在作业时被破坏。同时要确保接头的严密性,防止漏水。它包括对接部位进行认真的检验与治理,保证接头部位的材质完全吻合,以保证整体防渗层的整体性与功效。只有这样,才能有效地改善坝体的防渗能力,保证坝体的长期稳定性。

(4) 坝顶及坝坡整治

在对大坝顶部和大坝边坡进行治理时,必须对大坝顶部的沥青面层进行全面的检测与评价,以明确大坝的现状与问题。然后,将把顶部的沥青面层再铺一遍,以保证其具有较高的承载力和耐用性。其铺装材质为沥青混凝土或水泥混凝土,两者均有较高的抗压、耐久性能,可有效地提高大坝顶部铺面的使用年限。另外,在沥青混合料的摊铺施工中,应注重其平整性,并对其进行合理的排水处理,以保证其不同气候环境下仍能正常工作。

在水库大坝边坡治理中,以提高大坝的稳定性、预防滑坡、崩塌等自然灾害为目标。治理方法主要是通过减缓坡面斜坡,减小径流对边坡的侵蚀,进而减小滑坡发生的危险。另外,还可以在边坡上增加护坡石和护坡网等护坡构造物,使大坝边坡稳定得到进一步加强。这种防护构造既可以起到加固边坡的作

下转第159页

材料具有更好的导电性和抗腐蚀性，能够有效提高防雷设施的性能^[5]。新技术的引入，特别是智能监测技术的应用，可以实时监测防雷系统的状态，并在出现故障时及时报警，帮助维护人员及时处理问题，提升系统的可靠性。

防雷技术的有效实施还离不开操作人员的专业知识与安全意识。因此，需要定期组织相关的培训与教育活动，以提升人员对防雷技术的认识与应用能力。其中，培训内容应包括防雷系统的基本知识、设备的操作与维护、常见故障的处理方法等，通过培训使员工了解防雷系统的工作原理、日常维护及故障处理，提高其应对雷电天气的能力。而增强工作人员的防雷意识的提升能够降低因人为因素导致的安全隐患，具体可以通过开展防雷知识宣传活动使全体员工了解雷电对设备和人身安全的威胁，增强他们在雷电天气下的应对能力^[6]。比如，组织为期一周的防雷知识宣传活动，通过讲座、研讨会和展览，向全体员工普及雷电的形成、危害及预防措施；或者安排模拟雷电天气的应急演练，让员工熟悉防雷设备的操作流程和紧急情况下的应对措施；以及定期举办防雷技术培训课程，邀请防雷专家对电气系统维护人员进行专业培训，提升他们的防雷技能和维护能力；还建议通过定期的安全知识考核，确保员工掌握防雷知识，并能正确应用到实际工作中。

结束语：

雷击对水利工程电气自动化系统的影响体现在多个方面，

包括设备损坏、系统稳定性降低、人员安全威胁及二次灾害风险等，因此，水利工程安全与稳定运行的保障工作中必须实施有效的防雷技术。本研究明确了防雷设计的基本原则与技术分类，强调了直击雷和感应雷防护措施的重要性，阐明了防雷系统主要构成以及防雷技术的实施要点。而防雷技术还将不断创新和进步，未来其将对水利工程电气自动化系统的防雷工作提供更有力的支持，对此，需加强对水利工程电气系统的防雷意识与培训，以适应不断变化的气候条件和技术环境，助力国家的水资源管理与可持续发展。

[参考文献]

- [1]雷一鸣,白泽永.水利工程电气自动化系统防雷技术研究[J].水电水利,2023,7(6):85-87.
- [2]姜昊,孙翊婷.水利水电工程电气自动化系统防雷对策探究[J].水电水利,2022,6(8):79-81.
- [3]谢飞久.水利工程电气自动化系统防雷技术探讨[J].长江技术经济,2022(1):6.
- [4]王鹏杰.智能化技术在建筑电气工程中的运用分析[J].信息记录材料,2022(5):23.
- [5]吴英智.刍议防雷技术在化工厂电气系统中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(4):140.
- [6]陈进锐.水利工程电气自动化系统防雷技术研究[J].机电产品开发与创新,2022,35(6):73-75.

上接第 156 页

用，又可以起到阻止水土流失的作用，有利于改善边坡的整体稳定。同时，为了保证大坝的长期安全性，必须对其进行周期性的监控与维修。

(5) 混凝土养护

在浇筑完成 12-18 小时后，立即进行浇水养护，使混凝土表面保持潮湿，然后铺上稻草进行保湿，一般情况下 7 天即可移除。拆模的时间要按照建筑图纸的要求进行，非承载式的侧模板要等到混凝土的强度足够大，才能拆掉它的外表和边角。

3.3.3 施工监测与质量控制

为保证本工程的质量符合要求，应加强对各主要环节的监控。其主要研究对象是混凝土浇筑温度、坝体沉降和开裂发展等问题。通过对各主要参数的监测，能够及时地发现和消除隐患，保证项目的正常运行。在此过程中，必须要有一套严密的质控制度。该系统在工程建设的各个环节都要经过认真的检验，并经过严格的检验，以保证每个环节都能满足设计及品质的要求。从选材、建造过程等各个方面都要重视，才能保证最后的建筑质量符合设计的需要，并能保证建筑的安全性和使用性能。

3.3.4 混凝土温度控制

经研究发现，该区域存在较多的冷空气活动。通过计算和分析，发现在低温环境下，对养护时间小于 28 天的混凝土，必须对其两侧和上部进行防护，并对其进行防护，使其等效放热系数 β 为 12.60 kJ/(m²) (h. C.)。由于混凝土在冬天的发展缓慢，容易受到冻害，所以对 28 天以下的混凝土应采取防护措施。通过对试验结果进行了数值模拟，得出了在采用防护措施后，在保持 30 天以上的条件下，等效放热系数 β

为 15.50 kJ/(m². h. C)。在上游的冬天：大坝内的气温更高，冬天的空气更热，气温偏冷，因内部和外部温度的差异而出现裂隙，所以在水库形成前的十月下旬，也就是冬天到来以前；在大坝的上游还需要做隔热处理。通过对其进行了计算和分析，得出了在进行隔热处理后，其当量放热系数 β 为 22.20 kJ/(米 2. h. C)，并将其保存至次年三月末。

4 结束语

大坝除险加固是一个涉及到地质调查、设计、施工和监测的系统工程。采用科学、合理的建造工艺，能够有效地改善坝体的安全性，延长坝体的服役年限，保证坝体的正常供水，保证坝体的防洪安全。结合某水库大坝除险加固实例，介绍了该项目主体工程的施工工艺，以期对同类工程有一定的借鉴意义。

[参考文献]

- [1]谭会平.某水库除险加固中大坝帷幕灌浆施工技术分析[J].河南水利与南水北调,2023(4).
- [2]王焱.灌浆施工技术在水库大坝除险加固工程中的应用研究[J].黑龙江水利科技,2021(1).
- [3]赵辉.某水库大坝除险加固主体工程施工技术[J].河南水利与南水北调,2024,53(7):62-63.
- [4]夏江涛,徐潇,王荣鲁.跋山水库除险加固工程建设管理浅议[J].中国水能及电气化.2020,(3).
- [5]张玉.水利水库工程大坝的除险加固研究[J].中国战略新兴产业,2021(38):115-117.
- [6]孙发军.浅谈水库大坝除险加固施工建议[J].建筑工程技术与设计,2016(17):2046.