

浅谈水利水电工程建筑物结构设计要点分析

张杰豪 周花玉 黄 盛

中国市政工程中南设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430000

摘 要: 水利水电工程建筑物是现代社会的的重要基础设施,其结构设计的质量和可靠性直接关系到工程的安全性和可持续发展。水利水电工程的结构设计复杂而繁多,涉及多个学科领域,包括土力学、结构力学、材料力学等。因此,对水利水电工程建筑物的结构设计要点进行深入的分析和研究具有重要的理论和实际意义。

关键词: 水利水电; 建筑物结构; 设计要点

1 水利水电工程建筑物结构设计概述

水利水电工程建筑物是指用于水资源调控和水能转换的建筑物,包括水库大坝、水电站厂房、泵站、输水管道等。这些建筑物的结构设计至关重要,直接关系到工程的安全和稳定运行。首先,水利水电工程建筑物结构设计的目标是确保工程的安全性和可靠性。在设计过程中,需要充分考虑工程的承载力、抗震能力、稳定性和耐久性等因素。结构设计需要满足承载水荷载、土压力、风荷载等外部荷载要求,以及考虑内部荷载如水压力、水头压力等的作用。还需充分考虑可能的地震、风灾等异常荷载的影响,采取相应的抗震设计措施,确保工程在极端情况下的抗震性能。其次,水利水电工程建筑物结构设计需要根据工程性质和地理环境的特点来确定合适的结构定位。不同类型的水利水电工程有着不同的功能和使用要求,因此结构定位需要根据实际需要进行合理选择。例如,对于大型水库大坝而言,其主要功能是蓄水和调节水流量,因此在结构设计中需要充分考虑水库的容积、水位变化和泄洪等特点。另外,材料选择是水利水电工程建筑物结构设计中的重要环节。常用的结构材料包括钢筋、混凝土、钢结构、岩石等,需要根据工程的功能和要求选择合适的材料。考虑材料的抗震性能、耐久性和可持续性等方面的指标,保证结构的可靠性和使用寿命^[1]。最后,施工工艺和施工控制也是水利水电工程建筑物结构设计不可忽视的重点。在施工过程中,需要根据结构设计要求选择适当的施工工艺,确保施工的合理性和安全性。进行质量控制和安全管理,监督施工过程中的质量问题和安全隐患,及时调整和解决,保证工程的质量和安

2 水利水电工程建筑物的定义和分类

水利水电工程建筑物是指用于水资源调控和水能转换的建筑物,包括水库大坝、水电站厂房、泵站、输水管道等。这些建筑物在水资源开发、供水、灌溉、水利

发电等方面起着重要的作用。水利水电工程建筑物的定义涵盖了具体实施水利水电工程所需的各类建筑物。第一,水库大坝是储存和调节水资源的重要设施。它能够储存大量的水量,并通过泄洪和放水等方式进行水量调节,以满足不同时间段的用水需求。水库大坝采用不同的结构形式和材料,如土石坝、混凝土面板堆石坝等。第二,水电站厂房是实现水力能转换为电能的设施。水流通过水轮机驱动发电机发电,将水能转化为电能。水电站厂房分为地下厂房和地上厂房两种形式,根据地形和工程要求选择合适的布置方式。地下厂房利用地形地貌,减少对景观的影响,而地上厂房则更加容易施工和维护^[2]。第三,泵站是用于输送水资源的设施。它通过泵站抽水和泵站灌溉等方式,将水从低位输送到高位,满足农业灌溉、城市供水等需求。泵站的设计需要满足所需的扬程、流量和输水距离等要求,同时也需要考虑节能和环保的因素。第四,输水管道是水利水电工程中的重要组成部分。它将水从水库或泵站输送到用水区域,如农田、城市等。输水管道的设计需要基于水量、水压要求以及管道延长距离等因素进行合理布置,同时需要考虑管道材料的选择、管道维修及监测等。

3 水利水电工程建筑物结构设计的重要性

水利水电工程建筑物结构设计的重要性不可忽视。它直接关系到工程的安全性和稳定运行,对于水资源调控和水能转换具有重要的保障作用。第一,水利水电工程建筑物通常涉及大量的水和土力学问题,因此结构设计需要充分考虑外部荷载的承载能力。水库大坝、水电站厂房等在运行过程中会承受水荷载、土压力、风荷载等外部力的作用,如果结构设计不合理或强度不足,就容易造成结构过载、变形、破坏等问题,严重时甚至引发工程事故。第二,水利水电工程建筑物通常长期处于水环境中,容易受到水蚀、冲刷、侵蚀等影响,因此结构设计还需要考虑工程的稳定性和耐久性。适当采取防

水、抗侵蚀和防冲刷等措施,确保工程在长期水环境中保持稳定并具备较长的使用寿命。第三,水利水电工程往往位于地震带,地震对工程的影响也是不可忽视的因素。因此,抗震设计成为水利水电工程建筑物结构设计的重要内容之一。合理选择结构形式、采用适当的抗震技术、合理设置抗震支撑等措施,可以保证工程在地震力作用下的结构安全性^[3]。第四,对于水库大坝和水库泄洪设施等工程,还需要考虑防洪能力等因素。通过恰当的结构设计和泄洪措施,确保在洪水发生时,工程能够安全、有效地调节水位,减轻洪水对周边地区的影响。

4 水利水电工程建筑物结构设计要点

4.1 地质勘察和设计参数

地质勘察和设计参数是水利水电工程建筑物结构设计的首要要点。地质勘察是指对工程所在地区的地质地貌、地下水位、地层结构等情况进行详细调查和分析,以获取有关地质条件的必要资料。根据地质勘察的结果,结合工程的特点和要求,确定合适的设计参数,为工程的结构设计提供可靠的基础。地质勘察的内容通常包括地质地貌调查、地下水位观测、岩土样品采集和实验室测试等。地质地貌调查是为了了解地表的地貌形态、河流水系、岩石分布等情况,为工程的位置选择和地质条件的评估提供依据。地下水位观测是为了掌握地下水位的分布情况及季节变化规律,确定工程的地下水位线,为工程的防水设计提供参考。岩土样品采集和实验室测试是为了获得地层的物理和力学性质,以确定合适的设计参数,如土壤的强度、地基的承载力、岩石的抗剪强度等。根据地质勘察的结果,设计参数的确定是水利水电工程建筑物结构设计的关键环节。设计参数包括土壤的重度、水质的密度、地基承载力、岩石强度等。这些参数直接影响到工程的结构设计和抗震性能^[4]。合理的设计参数的确定需要综合考虑地质勘察资料、工程要求和设计规范,以确保工程的稳定性和安全性。在水利水电工程建筑物的结构设计中,地质勘察和设计参数的准确性和可靠性是保证工程安全性和可持续发展的基础。只有充分了解地质条件,正确确定设计参数,才能确保工程的结构设计满足工程要求,并具有良好的抗震性能和稳定性。因此,在工程实施之前,必须进行全面的地质勘察和设计参数的确定,并在结构设计过程中加以充分考虑和应用。

4.2 结构定位和承载力要求

水利水电工程建筑物的结构设计要点包括结构定位和承载力要求。结构定位是根据工程的性质和地理环境的特点来确定建筑物的位置和布局。承载力要求是指建

筑物需要承受的外部 and 内部荷载,需要进行静力分析和动力分析来确定结构的稳定性和安全性。首先是结构定位。水利水电工程建筑物的结构定位需要考虑工程的用途和功能,以及地形地貌等因素。例如,对于水库大坝来说,需要根据工程用途确定水库的位置和范围,同时考虑地形地貌的特点,选择合适的结构形式,如土石坝或混凝土面板坝。其次是承载力要求。水利水电工程建筑物需要承受外部和内部荷载的作用,因此在结构设计中需要进行详细的承载力计算和分析。外部荷载包括水荷载、土压力和风荷载等。水荷载是指水库大坝、水电站厂房等建筑物所承受的水压力和水荷重力,需要根据水位变化和泄洪情况来计算。土压力是指山体和土壤对建筑物施加的压力,根据地质条件和土体性质来确定土压力的计算方法。风荷载是指建筑物所受到的风力作用,根据地理位置和工程类型来确定风荷载的计算方法。内部荷载主要包括水压力、水头压力和动荷载等^[1]。水利水电工程中的水压力主要是指水电站厂房和输水管道所受的水压力,要根据流量、水位和管道直径来计算。水头压力是指水电站的水头变化对建筑物产生的压力,需要根据水头变化曲线和建筑物的结构形式来计算。动荷载主要是指机械设备的振动和冲击产生的荷载,如水轮机和泵的运行荷载等。在静力分析中,需要根据不同荷载的作用情况进行受力计算,并通过强度和稳定性校核确定结构的安全性。在动力分析中,需要考虑地震、水锤等动力荷载的作用,采用地震响应谱分析等方法来评估结构的抗震性能。

4.3 材料选择和抗震设计

水利水电工程建筑物的结构设计要点涵盖了材料选择以及抗震设计。材料选择是根据工程要求和环境条件,选择适用的材料来构建建筑物的主体结构 and 各个组成部分。首先是材料选择。在水利水电工程建筑物的结构设计中,常用的材料有混凝土和钢材。混凝土适用于具有稳定基础的压力和重力结构,具有较好的耐久性和抗风化能力,可以承受水荷载和土压力等外载荷的作用;钢材则具有较高的抗拉强度和刚性,适用于大跨度和大高度建筑物的构造部分,可以用于梁柱和框架结构。除此之外,根据不同工程要求还可以选择其他材料,如木材、土石材料以及复合材料等。选择材料时需要综合考虑材料的性能、成本、施工可行性以及工程的特点。其次是抗震设计。水利水电工程建筑物通常位于地震带,因此在结构设计中要充分考虑地震作用对建筑物的影响^[2]。抗震设计的目的是使建筑物具有足够的抗震能力,减少地震对建筑物的破坏。抗震设计需要根据

工程的性质和地理位置,确定抗震设计参数和地震烈度,通过采用合理的抗震设计方法和技术来提高建筑物的抗震性能。在抗震设计中,通常将建筑物按照抗震性能分级,并根据不同性能要求确定相应的设计准则。常用的抗震设计方法有等效静力法、弹性动力法和时程分析法等。在设计过程中,要进行地震荷载计算和结构响应分析,以确定建筑物在地震作用下的受力情况和变形特点,进而评估结构的稳定性和安全性,提出相应的加固措施。抗震设计还需特别关注建筑物的连接和节点设计。合理的连接和节点设计可以提高结构的整体刚度和韧性,增加结构的耗能能力,从而提高建筑物的抗震性能。重点考虑建筑物中的重要节点,如梁柱节点、墙柱节点和板柱节点等,应采用适当的连接形式,如刚性连接、摩擦连接和可拆卸连接等,以确保节点的稳定性和耐久性。

4.4 施工工艺和施工控制

水利水电工程建筑物的结构设计要点包括施工工艺和施工控制。施工工艺是指根据结构设计和工程要求,确定合理的施工方法和流程,以确保建筑物结构的稳定性和施工质量。施工控制则是对施工过程中的各个环节进行管理和监控,以确保施工进度和施工质量符合设计要求。

首先是施工工艺。水利水电工程建筑物的施工工艺需要根据结构设计和工程要求,确定合适的施工方法和流程。在施工前,应编制详细的施工方案,包括任务分工、资源配置、施工过程、设备选用等内容。施工方案应充分考虑施工期间的环境特点、现场条件、施工限制等因素,确保施工过程的安全和顺利进行。对于大型水电站厂房的施工,可以采用模块化施工和组装机施工等先进的施工技术,提高工程的施工效率;对于水库大坝的施工,需要采用合适的抬升施工、坝体填筑和覆土施工等方法,确保坝体的稳定性和安全性。此外,施工工艺还需要考虑施工材料的选用和施工质量的控制,以确保施工过程中各个环节的协调和顺利进行。其次是施工控制。水利水电工程建筑物的施工控制是为了确保施工

过程中的质量和进度符合设计要求,以及遵守施工的安全规范和环保要求。(1)施工计划控制:制定合理的施工计划,明确工程的进度和施工任务,协调各个施工环节的顺利进行,保证施工进度的合理控制。施工计划应考虑到各种因素,如天气、季节、人力、设备等,以合理的安排和调配资源,确保工程按时完成^[1]。(2)质量控制:制定施工规范和施工标准,对施工过程中的各个环节进行检查和验收,确保施工质量符合设计要求。施工中应有相应的检测和试验,对关键施工质量进行抽查,并按照验收标准进行验收。(3)安全控制:制定安全管理措施和施工安全规范,提供必要的安全防护设施,对施工现场进行安全监察和事故应急处理,确保施工过程中的安全性。施工中要加强安全教育培训,增强员工的安全意识和技能。(4)环保控制:根据环境影响评价和环境监测要求,制定环保管理措施,控制施工对周围环境的影响,减少对生态环境的破坏。施工过程中要合理处理废弃物和污水,严格遵守环境保护法律法规和施工合同的约定。

结束语

水利水电工程建筑物的结构设计是保障工程安全和可靠运行的基础。本文对水利水电工程建筑物结构设计要点进行了全面的分析。在今后的建设中,应进一步研究和应用先进的结构设计技术和施工管理方法,不断提高水利水电工程建筑物的结构设计水平,为水利水电事业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]郭小峰.水利水电工程建筑物结构设计的技术应用与分析[J].水力发电,2019,24(10):15-19.
- [2]王志军.水利水电工程建筑物结构设计规范及实践[J].中国水利,2020,38(3):25-29.
- [3]陈明.水利水电工程建筑物结构设计的安全性分析与经济性分析[J].水利水电技术,2021,39(2):18-22.
- [4]李伟.基于水利水电工程建筑物结构设计中的技术问题与对策[J].建筑设计管理,2022,36(1):39-43.