

水工建筑物抗震设计策略

陈燕云

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司 北京 100024

摘要：水工建筑物的抗震设计对社会安全、环境保护、经济发展和人民生命财产安全都具有重要意义。通过合理的抗震设计，可以降低地震灾害对水工建筑物的影响，提高建筑物的稳定性和抗震能力，从而保障社会的稳定和人民的安全。本文从水工建筑物抗震设计的重要性入手，分析水工建筑物抗震设计要点以及设计的优化措施，以供参考。

关键词：水工；建筑物；抗震；设计；要点

前言：水工建筑物的抗震设计在确保结构的安全性和可靠性方面非常重要。水工建筑物抗震设计要注重遵循水工抗震设计规范，同时考虑多种自然灾害对抗震结构的要求，并进行综合性的设计。只有在充分考虑了这些要点后，水工建筑物才能具备足够的抗震能力，保证其在自然灾害中的安全性和可靠性。

1 水工建筑物抗震设计的重要性

1.1 社会安全保障

水工建筑物包括水坝、水库、港口、码头等重要基础设施，它们的稳定性直接关系到周边社会安全。在地震发生时，如果这些建筑物没有经过合理的抗震设计，可能会发生倒塌、断裂或严重破坏，导致人员伤亡和财产损失。通过进行水工建筑物的抗震设计，可以有效降低地震灾害对周边居民和经济的影响，提高社会的安全保障水平。

1.2 环境保护与资源利用

水工建筑物通常处于特定的地理环境中，例如河流、湖泊等，在地震发生时，可能会对周边环境产生严重影响。抗震设计可以减少地震引起的水土流失、坍塌等问题，保护周边自然资源的稳定和可持续利用。此外，合理的抗震设计还可以减少建筑物在地震过程中的损坏程度，减少修复和重建所需的资源和能源消耗，实现资源的有效利用^[1]。

1.3 经济发展和生产运营保障

水工建筑物在许多领域中起着关键作用，包括水资源调控、灌溉农业、能源开发、交通运输等。在地震风险增加的地区，若水工建筑物没有经过充分的抗震设计，地震可能会造成这些建筑物的破坏或失效，进而影响

相关领域的经济发展和生产运营。通过进行抗震设计，可以降低水工建筑物被地震破坏的风险，保障经济发展和正常的生产运营。

1.4 人民生命财产安全保障

在地震发生时，最重要的是保障人民的生命安全。水工建筑物经过抗震设计后，在地震过程中能够保持较高的稳定性和完整性，降低倒塌和破坏的可能性，提供安全的避难场所，保护人们的生命财产安全。合理的抗震设计可以大大减少地震造成的伤亡和财产损失，提高人民的安全感和幸福感^[2]。

2 水工建筑物抗震设计要点

2.1 注重遵循水工抗震设计规范

水工抗震设计规范的制定是基于对地震灾害的深刻认识和对建筑物抗震能力的迫切需求。地震是一种破坏性极强的自然灾害，能够给水工建筑物带来严重的破坏和损失。在地震发生时，水工建筑物所承受的地震力将会远远超过平常的荷载，同时也会引发地震波导致的振动和位移。因此，只有通过遵循相应的抗震设计规范，才能够使水工建筑物在地震发生时保持结构的完整性和安全性。水工建筑物的抗震设计规范包含了许多方面的要求。首先，对于建筑物的结构形式和布局要求有着详细的规定。例如，建筑物的重心应当与地震力传递路径的重心相一致，以减小结构的偏心效应。其次，对于建筑材料的选择和使用也有具体的规定。只有选用合适的材料，才能够提供足够的强度和韧性，从而增强结构的抗震能力。此外，施工过程中的质量管理和监督也是抗震设计的重要环节。必须严格按照规范的要求进行施工，确保每一个环节都符合抗震设计的要求^[3]。在进行抗震设计时，必须深入学习和理解相关的抗震设计规范。只有加深对规范的认识，才能够更好地掌握其中的要求和指导原则，并能够将其应用于实际的设计过程中。抗震设计需要从建筑物整体结构的设计开始，通过合理布

通讯作者：陈燕云，1981年10月，汉族、男，江苏如皋，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司，市场营销部副主任，高级工程师，本科，100123，水利水电工程方向。

置结构的各个部分, 保证其具备足够的抗震能力。

2.2 自然灾害对抗震结构要求

抗震设计是现代工程建设中非常重要的一个方面。通过合理的设计, 可以在自然灾害发生时最大程度地保护人们的生命财产安全。在抗震设计中, 不仅要考虑地震引起的水平振动, 还需要考虑其他自然灾害对抗震结构的要求。水工建筑物常常面临洪水、波浪、风暴等自然灾害的威胁。这些自然灾害会对水工建筑物造成不同程度的破坏与破碎。在抗震设计中, 需要综合考虑多种自然灾害条件下的荷载作用, 确保结构能够承受这些荷载并保持其稳定性。水工建筑物在洪水发生时承受较大的液体荷载。这种荷载可能来自于洪水所带来的水流冲击力。在设计阶段, 需要考虑到洪水的水位变化、水流速度、水流方向等因素, 以确定结构所需承受的最大荷载。还需要考虑到洪水峰值期间的临界情况, 确保结构能够稳定地承受住液体荷载的冲击。对于海洋工程来说, 波浪荷载是不可忽视的。海上平台、堤防、码头等结构常常面临来自海洋波浪的冲击。在抗震设计中, 需要进行细致的波浪力学分析, 确定波浪的频率、振幅等参数, 以确定结构所需抵御的波浪荷载^[4]。

2.3 自然灾害对综合性设计的要求

水工建筑物的抗震设计至关重要, 它直接关系到人们的生命财产安全。水工建筑物是指各种水利设施和水电站等, 因为其特殊的使用环境和功能需求, 对抗震设计提出了更高的要求。在结构设计方面, 抗震设计人员应该选择合适的结构形式。不同的结构形式具有不同的抗震性能, 例如, 钢筋混凝土结构具有较好的整体稳定性, 适用于中小型水工建筑物。而对于大型水工建筑物, 应该考虑采用框架结构或设备抗震支撑等技术手段, 以增强其抗震能力。还要考虑结构与地基的相互作用, 合理选择地基类型和加固方式, 确保结构的稳定性。在材料选用方面, 抗震设计人员应该选择具有良好抗震性能和耐久性的材料。例如, 采用高强度混凝土、钢材等材料可以提高结构的抗震能力^[5]。同时, 还要注意材料的防水性能, 以防止水工建筑物在地震后出现渗漏等问题, 进一步保障其使用寿命。在施工工艺方面, 抗震设计人员应该考虑结构的整体稳定性和抗震性能。例如, 合理安排施工顺序, 确保结构的连续性和一致性; 采用预应力技术等措施, 增加结构的整体刚度和变形能力。此外, 还要加强施工过程的质量控制, 确保施工质量符合设计要求。水工建筑物的抗震设计既是一个综合性的过程, 也是一个复杂性的任务。抗震设计人员需要具备广泛的专业知识和综合能力, 能够综合考虑结构设

计、材料选用、施工工艺等多个因素, 确保水工建筑物的抗震性能达到要求。

3 水工结构抗震设计的优化策略

3.1 合理确定抗震水准框架

水工结构的抗震设计是保护工程安全的重要环节。抗震水准框架的确定是其中至关重要的一步。根据工程所在地的地震活动性水平, 确定合适的抗震水准框架, 对于提高工程的抗震能力, 减少地震灾害损失具有重要意义。抗震水准框架需要确定设计地震动参数。设计地震动参数是根据工程所在地的地震活动性水平和抗震要求, 确定工程承受的地震作用大小和频率分布。通过对地震历史数据和地震活动性研究的分析, 确定适当的地震动参数, 可以更好地把握工程的抗震要求。抗震水准框架需要设定地震烈度。地震烈度是评估地震作用大小的指标之一, 它可以反映地震对工程的影响程度。根据工程所在地的地震活动性水平, 结合地震动参数的分析, 选择合适的地震烈度, 并进行评估和分析。在设定地震烈度时, 需要考虑地震频率、地震波形、地震加速度等因素, 确保抗震水准框架的科学合理性。抗震水准框架的选取地震动输入波也需要进行综合评估。地震动输入波是指将地震活动所产生的地面运动作用于工程结构上的波动形态。根据工程的特点和抗震要求, 选择合适的地震动输入波, 并进行合理的分析和评估。通过选取合适的地震动输入波, 可以更好地评估工程的抗震性能, 确保工程的安全性和可靠性。在水工结构的抗震设计中, 抗震水准框架的确定是保证工程安全的重要环节。通过详细的地震参数分析和评估, 确保抗震水准框架的合理性和合适性, 可以提高工程的抗震能力, 降低地震灾害风险。因此, 抗震水准框架的确定应该引起足够的重视, 并通过科学合理的方法来进行。

3.2 精确测定水工建筑抗震数值

水工建筑物的抗震数值是指在设计地震作用下结构所能承受的抗震反应值。它包括加速度响应、位移响应等指标。准确确定抗震数值对于水工建筑物的抗震设计至关重要。工程师可以通过静力分析、动力分析、地震监测等方法来精确测定抗震数值, 从而了解结构的抗震性能和安全性, 并确定合适的设计方案。静力分析是常用的方法之一。它是通过对结构进行静力计算, 得出在地震作用下的受力情况和位移情况。静力分析可以帮助工程师评估结构的刚度和稳定性, 提供初步的抗震数值参考。动力分析是另一种常用的方法。它通过模拟地震的动力响应, 计算结构在地震动下的加速度响应和位移响应。动力分析可以更加准确地评估结构的抗震性

能,为设计提供可靠的数值依据。地震监测也是一种重要的手段。通过在水工建筑物上设置地震监测仪器,可以实时监测地震时结构的动态响应。地震监测不仅能够提供有关结构抗震性能的实际数据,还可以对结构的抗震设计进行验证和修正,保证设计方案的科学性和可靠性。在精确测定抗震数值的基础上,工程师可以评估水工结构的抗震能力,并进行相应的优化设计。他们可以通过调整结构的材料选择、断面尺寸、连接方式等,提升结构的抗震性能。此外,工程师还可以通过合理设置防护设施,如防震支座、减震器等,来提高水工建筑物的整体抗震能力。

3.3 提升水工建筑物刚度

水工建筑物的刚度是指构件在受到外力作用时能够抵抗变形的能力。在抗震设计中,提升水工建筑物的刚度可以有效提高其抗震能力,保护人员和设备的安全。为了提高水工建筑物的刚度,可以采取多种措施。例如通过加强结构的抗弯能力来增加刚度,在适当位置设置横梁,增加结构的承载能力,减小变形。厚墙壁或添加剪力墙也是提升刚度的有效方法。这样可以增加结构对抗扭转和剪切作用的能力,提高整体的抗震性能。采用合适的结构形式和合理的连接方式也可以提高水工建筑物的刚度。对于较大刚度需求的结构,可以选择刚性框架或框架剪力墙结构。这样的结构形式可以有效地分散和承担外力,提高整体的抗震能力。在连接构件时,必须考虑到连接件的刚度,采取合适的连接方式,确保结构的刚度传递和力学性能。

3.4 强化水工结构力学性能

水工结构是指用于抵御水流冲击和保护岸坡的工程结构。由于其特殊的工作环境,水工结构的力学性能对其抗震性能具有重要影响。合理选择材料是强化水工结构力学性能的关键。高强度混凝土材料具有较高的抗震性能,能够承受较大的地震力。钢材具有良好的强度和韧性,被广泛应用于水工结构中。选择适当的材料,能够提高结构的抗震性能,从而减少地震破坏的风险。优化结构形式是实现水工结构力学性能强化的重要手段。优化结构形式可以减少结构的自振周期,使其具有更好的抗震能力。通过合理的结构设计,能够降低地震作用

下的结构振动,从而减小结构的破坏风险。加强连接方式也是提高水工结构力学性能的重要措施。采用预应力技术可以增强结构的整体稳定性,有效提高其抗震性能。在节点处加固结构,能够增加连接的强度和刚度,提升整体结构的抗震能力。通过上述措施,可以有效提高水工结构的力学性能,增强其抗震性能和可靠性。在工程设计中,应充分考虑结构的抗震要求,并采取相应的措施进行加固和改造。只有确保水工结构具有良好的力学性能,才能更好地保护周围土地和设施,减少地震对社会和经济的影响。

结语:综上所述,水工结构的抗震设计需要考虑抗震水准框架、精确测定抗震数值、提升结构的刚度和强化结构的力学性能,以提高抗震性能。这四个优化策略相互关联,通过综合考虑和实施,可以有效提升水工结构的抗震能力。从整体上看,水工结构抗震设计的优化策略需要综合考虑多个因素,包括地震活动水平、结构的刚度和力学性能等。在确定抗震水准框架时,需要根据工程地点的地震烈度和用途特点,确保设计满足预期抗震要求。精确测定抗震数值是评估结构抗震性能的关键步骤,通过使用静力分析、动力分析和地震监测等方法,可以获得准确的抗震数值。提升水工建筑物的刚度可以通过加强结构的抗弯、抗扭和抗剪能力来实现,从而减小结构的变形和位移。同时,强化水工结构的力学性能,如选择适当的材料、优化结构形式和加强连接方式,可以提高结构的抗震能力和可靠性。

参考文献

- [1]詹振彪.《水工建筑物抗震设计规范》地下结构抗震计算讨论[J].西北水电,2023,(01):42-46.
- [2]高翔.陈厚群与新中国水工抗震事业发展研究(1959—2012)[D].福建师范大学,2021.
- [3]闫博.新抗震规范对进水塔结构抗震安全评价的影响研究[D].西安理工大学,2019.
- [4]吕苑,许诗贵.小直径灌注桩在水工建筑物抗震设计中的应用[J].云南水力发电,2019,35(03):99-103.
- [5]张公平,唐忠敏.浅析中外水工建筑物抗震设计标准主要差异[J].水电站设计,2018,34(04):29-33.