

T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA XXXX—2026

水利水电工程抗震设防技术规范

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

河北省质量信息协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
5 场地和地基要求	1
6 抗震设计	2
7 抗震试验与检测	3
8 施工与验收	4
9 运行与维护	5

内部讨论资料 严禁非授权使用

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由张家口兴远建筑工程有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：张家口兴远建筑工程有限公司、中创鼎华建设有限公司、河北巨烨工程科技有限公司、河北磐程工程项目管理有限公司、河北岩岳工程技术有限公司、众赢国际咨询有限责任公司、沧州市渤海工程咨询有限公司、XXXXX。

本文件主要起草人：张春生、党元良、张少玲、张木金、韩昌兴、杜素建、张晓贤、周冲、李燕飞、李彦彬、XXXXX。

内部讨论资料 严禁非授权使用

水利水电工程抗震设防技术规范

1 范围

本文件规定了水利水电工程抗震设防的基本要求、场地和地基要求、抗震设计、抗震试验与检测、施工与验收和运行与维护。

本文件适用于各类新建、扩建和改建的水利水电工程抗震设防。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 50011 建筑抗震设计标准
GB 50260 电力设施抗震设计规范
NB/T 35057 水电工程防震抗震设计规范
JTS 146 水运工程抗震设计规范

3 术语和定义

GB/T 50011和NB/T 35057界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

- 4.1 水利水电工程应达到“小震不坏”“中震可修”“大震不倒”的目标。
- 4.2 保障国家能源安全、防洪安全等具有重大战略意义的水利水电工程应采取特殊抗震措施，确保在地震作用下能保持较高的安全性和稳定性。
- 4.3 对地区经济发展和防洪、灌溉等有重要作用的水利水电工程应在设计、施工和运行维护等环节严格遵循抗震规范，确保工程在地震中不会发生严重破坏，影响地区正常用水、用电等。
- 4.4 一般性的中小型水利水电工程，以及一些对地区经济社会发展影响相对较小、规模较小的工程，抗震设防要求相对较为常规，应按照国家相关标准和规范进行抗震设计。
- 4.5 甲类水利水电工程应进行专门的地震安全性评价，以获取准确的地震参数。
- 4.6 乙类水利水电工程抗震设防烈度应在基本烈度基础上提高1度进行设计。
注：基本烈度指某一地区在一定时期内，在一般场地条件下可能遭遇的地震烈度。
- 4.7 丙类水利水电工程抗震设防烈度应直接采用基本烈度。

5 场地和地基要求

5.1 场地选择

5.1.1 水利水电工程场地选择时，应详细调查场地及其周边的地震活动性，了解历史地震发生情况、地震断层分布及活动特性等。应尽量避免地震断层破碎带附近，尤其是活动性断层区域。

5.1.2 应选择土质均匀、密实度较高且不易液化的场地。

5.1.3 宜选择河谷阶地等开阔平坦地带。应尽量避免处于孤立的丘、高、耸的山包等突出地形上的场地和峡谷两岸狭窄部位。

5.1.4 应充分考虑水文地质条件，避免在地下水位过高或地下水活动频繁的区域建设水利水电工程。

5.2 地基处理

5.2.1 岩石地基应采用固结灌浆的方法，通过钻孔向岩石裂隙中灌注水泥浆或其他化学浆液，使浆液填充裂隙并固结，提高岩石的整体性和强度，增强地基的抗震性能。

5.2.2 砂土地基应采用振冲法处理。振冲法是利用振冲器在砂土地基中振动和冲水，使砂土颗粒重新排列，提高其密实度，从而改善地基的抗液化性能。也可采用砂石桩法，在地基中打设砂石桩，形成复合地基，提高地基的承载力和抗震性能。

5.2.3 淤泥质土等软弱土地基应采用水泥土搅拌法，通过特制的搅拌机械，将水泥浆与软弱土强制搅拌，形成具有一定强度的水泥土桩体，构成复合地基，提高地基的承载力和抗变形能力。也可采用预压法，在软弱地基上堆载预压，使地基土在预压荷载作用下排水固结，提高其强度和承载力。

5.2.4 人工填土地基应采用强夯法处理，通过重锤从高处自由落下，对地基进行强力夯实，提高地基的密实度和承载力。也可采用换填垫层法，将地基中的不良填土挖除，换填性能良好的砂石、灰土等材料，形成垫层，提高地基的整体性能。

6 抗震设计

6.1 设计原则

6.1.1 整体性原则：水利水电工程各组成部分应作为一个有机整体来设计，结构与地基、基础与上部结构之间应协同工作，形成良好的抗震体系。

6.1.2 安全可靠原则：工程抗震设计应保证在地震作用下的安全性，能够满足不同烈度地震下的设防目标。

6.1.3 经济合理性原则：抗震设计在保障安全的同时，应综合考虑工程造价和效益，通过优化设计方案，采用经济合理的抗震技术和方法，在满足安全要求的前提下，使工程造价控制在合理范围内，实现工程的经济效益和社会效益。

6.1.4 因地制宜原则：抗震设计应根据工程所在地的具体条件进行，充分考虑场地的地形、地貌、土质、水文地质等因素，选择适合当地条件的抗震设计方案。

6.2 设计要求

总体设计应符合GB/T 50011要求，水电工程设计应符合NB/T 35057的要求，电力设施设计应符合GB 50260的要求，水运工程设计应符合JTS 146的要求。

6.3 抗震计算方法

6.3.1 结构简单、自重较大且刚度较大的水利水电工程宜采用静力法进行简化计算。

注：静力法是一种较为基础的方法，它将地震作用简化为一个静力荷载施加在结构上，不考虑结构在地震作用下的动力特性。计算时，通常将结构自重乘以一个地震影响系数，得到地震作用的标准值，然后根据这一标准值进行结构的内力和位移计算。

6.3.2 中等高度和复杂程度的水利水电工程宜采用反应谱法。

注：反应谱法是应用较为广泛的方法之一，它基于地震动反应谱理论，考虑了结构在地震作用下的动力特性。通过地震动反应谱，可以得到不同周期的结构在地震作用下的最大反应，如加速度、速度和位移等。设计时，根据工程所在地的地震

烈度、场地类别等因素，选择合适的地震动反应谱，计算出结构在地震作用下的内力、位移等，从而进行抗震设计。该方法能较好地反映结构在地震作用下的动力响应。

6.3.3 重要的大型水利水电工程，尤其是可能在地震中进入塑性阶段的结构，宜采用动力时程分析法。

注：动力时程分析法是一种更为精确的方法，它通过输入实际的地震波时程记录或人工合成的地震波时程记录，对结构进行动力时程分析。计算过程中，考虑了结构在地震作用下的全过程动力响应，包括结构的加速度、速度、位移随时间的变化情况，以及结构的塑性变形发展等。这种方法能详细了解结构在地震作用下的性能。

6.4 结构抗震措施

6.4.1 挡水建筑物中的混凝土坝应优化坝体结构布局，合理设置横缝和纵缝，以释放温度应力和地震应力：

- a) 应采用高强度混凝土或在混凝土中添加纤维材料提高混凝土的抗拉、抗剪强度；
- b) 应采用可靠的连接方式和锚固措施加强坝体与坝基的连接，确保坝体在地震时不与坝基分离。
- c) 应设置减震装置，如黏滞阻尼器等，吸收地震能量，减少地震对坝体的冲击。

6.4.2 土石坝应做好坝体填筑质量控制，确保填土密实度达到设计要求，以提高坝体的抗震性能：

- a) 应在采用混凝土、砌石或土工格栅等材料坝体上下游坡面设置护坡结构；
- b) 应采用振冲法、砂石桩法等对坝基进行妥善处理；
- c) 应采用排水固结法处理软弱地基，提高坝基的承载力和稳定性。

6.4.3 泄洪建筑物应确保溢流面的平整度，防止地震时水流对溢流面的冲击造成破坏：

- a) 应采用钢筋混凝土结构并合理配置钢筋加强溢洪道结构的关键部位；
- b) 应在溢洪道进出口设置抗震挡墙，防止地震时水流冲刷导致进出口破坏。

6.4.4 输水建筑物应合理设计闸室结构，使其具有良好的整体性和稳定性：

- a) 应采用合适的截面尺寸和配筋率加强闸墩的抗震性能，防止地震时闸墩发生倾斜或断裂；
- b) 应采用桩基础或扩大基础对水闸的基础进行处理，提高基础的承载能力和抗震性能；
- c) 应设置止水、排水设施，防止地震时水流渗透对水闸结构造成破坏。

6.4.5 水电站厂房及泵站应合理选择厂房的结构形式：

- a) 应采用钢筋混凝土框架结构或排架结构，提高厂房的整体抗震性能；
- b) 应采用合适的截面尺寸和配筋率加强厂房的柱、梁等关键构件的抗震设计，防止地震时构件发生破坏
- c) 应设置斜撑、剪力墙等抗震支撑系统提高厂房的抗侧移能力
- d) 应采用桩基础或筏板基础对厂房的基础进行加固处理，防止地震时厂房发生不均匀沉降。

7 抗震试验与检测

7.1 试验要求

7.1.1 试验对象应涵盖各类水利水电工程的主体结构和关键部位，包括大坝的坝体、溢洪道、水电站厂房等。

7.1.2 试验条件应模拟实际工程状况，包括地震动输入、边界条件等。地震动输入应根据工程所在地的地震烈度、场地条件等，选择合适的地震波时程记录或人工合成地震波。边界条件应根据工程的基础形式、约束条件等进行合理设置，确保试验结构能与实际工程的受力状态和变形特征相吻合。

7.1.3 大型结构模型应采用振动台试验；中等规模模型应采用拟静力试验；复杂结构应采用拟动力试验。

7.1.4 试验内容应包括结构的自振特性、地震作用下的内力与位移、结构损伤与破坏形态等。

7.2 检测方法

- 7.2.1 地震动监测应通过在地震现场或工程场地设置地震动监测仪器，如强震仪等，记录地震发生时的地面运动参数，包括加速度、速度和位移等。
- 7.2.2 结构反应监测应主要针对工程结构在地震作用下的响应，包括结构的振动加速度、位移、应变等参数。
- 7.2.3 振动加速度监测应采用加速度传感器进行测量；位移监测应采用激光位移计等设备；应变监测应采用应变计评估结构构件的受力状态
- 7.2.4 材料性能检测应主要检测工程所用材料的力学性能，包括混凝土的抗压强度、抗拉强度、弹性模量等。
- 7.2.5 混凝土抗压强度检测宜采用回弹法，利用弹击力测回弹值判断强度；钢筋力学性能宜采用拉伸试验、弯曲试验等方法进行，确保钢筋的强度、塑性等性能满足抗震要求。
- 7.2.6 结构损伤检测应包括超声波检测、雷达检测。超声波检测宜用于检测结构内部的裂缝、空洞等缺陷，通过分析超声波在结构中的传播特性来判断；雷达检测宜用于电磁波在结构中的反射特性，检测结构内部的损伤情况，适用于检测较深层的损伤。

8 施工与验收

8.1 施工要求

- 8.1.1 施工准备阶段应对施工场地进行详细的地震地质勘察，准确掌握场地的地震烈度、断层分布、土壤液化可能性等关键信息。
- 8.1.2 依据勘察结果和工程设计，制定科学的施工方案，明确抗震施工的重点环节和关键技术措施。
- 8.1.3 基础施工应确保基础处理的施工质量。
- 8.1.4 岩石地基应严格按照设计要求进行固结灌浆，确保浆液灌注饱满，固结效果达到标准，增强地基的整体性和强度。砂土地基应控制好振冲器的振动频率和冲水压力，或砂石桩的桩距、桩长等参数，有效防止地基液化。软弱土地基应保证搅拌机械的钻进、提升速度以及水泥浆的配比，使水泥土桩体强度满足要求。
- 8.1.5 主体结构施工应严格控制混凝土的施工质量。混凝土拌制时，应严格按配合比投料，确保混凝土的强度、和易性等性能达到设计要求。混凝土浇筑过程中，应合理控制浇筑顺序和速度，避免出现冷缝，保证结构的整体性。应加强对钢筋工程的施工管理，确保钢筋的规格、型号、数量、间距等符合设计要求，钢筋的连接、锚固应牢固可靠，以增强结构的抗震性能。
- 8.1.6 施工过程中应对地基沉降、结构变形等进行实时监测，及时发现异常情况并采取处理措施。
- 8.1.7 大坝的横缝和纵缝、溢洪道的溢流面、水电站厂房的抗震支撑系统应严格按照设计图纸和施工规范进行操作，满足工程的抗震需求。

8.2 验收要求

8.2.1 挡水建筑物

- 8.2.1.1 混凝土坝的验收应检查坝体混凝土强度是否达到设计要求，通过回弹法、超声回弹综合法等方法进行检测，确保混凝土抗压强度、抗拉强度等指标符合标准。
- 8.2.1.2 应检查坝体的外观质量是否有裂缝、蜂窝、麻面等缺陷，裂缝的宽度、长度等是否超过允许范围。
- 8.2.1.3 应检查坝体与坝基的连接情况，检查锚杆的埋设深度、间距以及锚索的张拉力等是否符合设计要求，保证坝体与坝基连接牢固。
- 8.2.1.4 应检查土石坝坝体填土的密实度，采用环刀法、灌砂法等方法进行，确保填土密实度达到规定值。检查坝坡的护坡结构是否完整、牢固，护坡材料的规格、质量等是否符合要求。

8.2.2 泄洪建筑物

- 8.2.2.1 应检查溢洪道溢流面的平整度，使用水准仪等测量仪器进行检测，保证溢流面平整，无明显凹凸不平。
- 8.2.2.2 应检查溢洪道结构的关键部位，如溢流堰、泄槽的混凝土强度、钢筋配置情况等，确保其能承受地震作用下的水流冲击。
- 8.2.2.3 应检查溢洪道进出口的抗震挡墙是否按设计要求施工，挡墙的稳定性和强度是否满足抗震要求。

8.2.3 输水建筑物

- 8.2.3.1 应检验闸室结构的整体性和稳定性，通过观测闸室在荷载作用下的变形情况来判断。
- 8.2.3.2 应检验闸墩的抗震性能进行验收，检查闸墩的截面尺寸、配筋率等是否符合设计要求，混凝土强度是否达标。
- 8.2.3.3 应检测水闸基础的承载能力，可通过静载试验等方法进行，确保基础能抵抗地震作用下的不均匀沉降。
- 8.2.3.4 应检查止水、排水设施的安装质量，看止水带的安装位置、接缝处理等是否规范，排水管是否畅通无阻。

8.2.4 其他

- 8.2.4.1 应检查水电站厂房及泵站，验收厂房的结构形式是否与设计相符，检查框架结构或排架结构的柱、梁等关键构件的尺寸、配筋情况以及混凝土强度。
- 8.2.4.2 应对抗震支撑系统，包括斜撑、剪力墙等进行检验，确保其安装位置准确，连接牢固。
- 8.2.4.3 应检查厂房基础的加固处理情况，验证桩基础或筏板基础的施工质量是否符合抗震要求。

9 运行与维护

9.1 运行管理

- 9.1.1 应建立完善的抗震监测系统，对工程的关键部位进行实时监测。
- 9.1.2 应在大坝的坝体、溢洪道、水电站厂房等重要建筑物设置监测点，监测内容应包括结构的振动加速度、位移、应变等参数，以及水库水位、渗流情况等。
- 9.1.3 监测系统应能实时采集、传输和处理数据，一旦发现异常，立即发出预警，为及时采取应对措施提供依据。
- 9.1.4 运行管理人员应具备较高的抗震专业知识和技能，熟悉工程的抗震设计、施工情况以及可能存在的抗震薄弱环节。
- 9.1.5 应定期对运行管理人员进行抗震知识培训，使其掌握地震应急处理方法，提高应对地震灾害的能力。
- 9.1.6 运行过程中应严格遵守运行规程，控制水库水位在合理范围内，避免水位过高或过低对工程抗震性能产生不利影响。
- 9.1.7 汛期应根据天气预报和上游来水情况，合理调度泄洪，确保工程安全度汛。
- 9.1.8 应制定地震应急预案，明确在地震发生时的应急响应程序、抢险救援措施、人员疏散路线等。
- 9.1.9 应定期组织地震应急演练，检验应急预案的可行性和可操作性，提高运行管理人员的应急处置能力。
- 9.1.10 对于可能影响工程抗震性能的自然因素，如水库诱发地震、库区地质灾害等，应加强监测和预警，采取有效措施进行防范。
- 9.1.11 监测到异常情况时应及时采取工程措施，如加固坝体、疏通泄洪通道等，确保工程安全。

9.2 维护要求

9.2.1 日常维护应对工程结构进行定期检查和保养。

9.2.2 挡水建筑物的混凝土坝应检查坝体是否有裂缝、渗水等情况，裂缝的宽度、深度、长度等是否超过允许值，渗水量是否增大。

9.2.3 土石坝应检查坝坡是否有滑坡、塌方迹象，护坡结构是否完整。

9.2.4 泄洪建筑物、输水建筑物以及水电站厂房等应检查结构是否有变形、损坏等。

9.2.5 工程基础部分应重点检查地基的沉降情况，通过设置沉降观测点，定期观测地基的沉降量和沉降速率，判断地基是否稳定。若发现地基沉降不均匀或沉降量超过允许值，应及时采取加固措施，如注浆加固、桩基加固等。

9.2.6 工程的抗震设施，如减震装置、抗震支撑系统等，应定期检查其工作状态，减震装置是否出现损坏、老化等情况，抗震支撑系统是否牢固可靠，连接部位是否有松动等。若发现异常，应及时进行维修或更换。

9.2.7 工程的监测设备，如地震动监测仪器、结构反应监测仪器等，应定期进行维护和校准。监测设备的传感器、数据采集器等部件应定期检查清洁，防止灰尘、杂物等影响其性能。

9.2.8 特殊情况下，如地震发生后，应对工程进行全面检查评估。检查工程结构的损坏情况，评估工程的抗震性能，制定修复和加固方案。对于受损严重的部位应及时进行修复，确保工程尽快恢复正常运行。

内部讨论资料 严禁非授权使用