

《水工隧洞围岩稳定与支护结构数值计算技术规程》
(征求意见稿) 编制说明

《水工隧洞围岩稳定与支护结构数值计算技术规程》

团体标准

起草工作组

二〇二五年十月

《水工隧洞围岩稳定与支护结构数值计算技术规程》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1.1 项目背景

水工隧洞在水利水电工程中承担着输水、泄洪、引水发电等关键功能，其安全性直接影响工程的长期稳定运行。目前，水工隧洞的设计主要依赖围岩分级、经验公式和解析计算方法，但面对复杂地质条件和高水压环境，这些传统方法已难以满足现代工程精细化分析的需求。数值计算技术已广泛应用于水工隧洞的围岩稳定性分析、衬砌结构计算及施工优化，但在实际工程中，由于缺乏统一的三维数值计算标准，导致计算模型、边界条件、材料参数、应力释放比例等关键要素不统一，影响分析结果的科学性和可比性。因此，制定《水工隧洞围岩稳定与支护结构数值计算技术规程》，明确数值计算技术的应用规范，具有重要的工程指导和实践价值。水工隧洞数值计算分析技术在国内外水利水电工程中已得到广泛应用，如陕西镇安抽水蓄能电站、新疆哈密抽水蓄能电站、黄河小浪底输水隧洞等重大工程，显著提升了工程安全性和经济效益。

目前，国内尚无专门针对水工隧洞三维数值计算分析的国家标准，相关技术要求分散在《水工隧洞设计规范》（SL 279）、《水利水电工程数值模拟技术规程》（SL/T 712）等规范中，但均未形成完整的计算标准体系。本标准将在吸收现有标准的基础上，细化计算流程、参数选取和结果评估方法，填补行业技术标准空白，与现有国家标准、行业标准及团体标准形成互补。

西北勘测设计研究院在水工隧洞设计及岩土工程领域具有丰富经验，已承担多项国家级重点工程，并取得大量科研成果。本标准的制定将依托西北院的技术优势，推动水工隧洞数值计算分析的标准化进程，为行业提供科学指导，提升我国水利水电工程的技术水平。

1.2 任务来源

中国科技产业化促进会标准化工作委员会根据中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司的申请，批准立项《水工隧洞围岩稳定与支护结构数值计算技术规程》团体标准，并联合相关单位共同起草本标准。2025年3月，该标准被正式纳入团体标准立项计划，并开展编制

工作。

1.3 主要工作过程

1.3.1 准备阶段

2024 年 6 月至 2024 年 9 月，完成立项申请并筹备标准编制工作，成立标准编制组，明确编制原则和任务分工。

1.3.2 调研阶段

2024 年 10 月至 12 月，开展国内外相关标准、规范和研究成果的收集分析，调研现有水工隧洞数值计算应用案例，评估不同计算方法的适用性和技术要求，并与相关行业专家、研究机构进行技术交流。

1.3.3 起草阶段

2025 年 1 月至 7 月，标准编制组依据调研成果，起草标准初稿，并对主要技术内容进行讨论和修订。

1.3.4 草案稿研讨阶段

2025 年 8 月，组织行业专家对标准初稿进行评审和修改，形成征求意见稿。

1.3.5 征求意见阶段

2025 年 10 月，面向行业单位、科研机构及专家广泛征求意见，并对反馈意见进行整理、分析和修改。

1.3.6 送审阶段

2025 年 11 月，完成标准送审稿，并组织专家评审会，对标准内容进行最终修改和完善。

1.3.7 报批与发布

2025 年 12 月，形成标准报批稿，提交中国科技产业化促进会审核，最终发布实施。

二、本标准编制原则与依据

2.1 标准编制原则

2.1.1 一致性

本标准在制定过程中，充分考虑了我国现行法律法规、技术标准和水利隧洞工程设计规范的相关要求，确保标准内容与国家标准、行业标准保持一致，同时借鉴国内外先进经验，保证标准的科学性和可操作性。

2.1.2 科学合理性

本标准遵循“科学、合理、可行”的原则，既体现现代数值计算方法的技术进步，又充分考虑工程实践中的实际需求，使标准具有广泛的适用性和可操作性。

2.1.3 可扩充性

本标准的内容并非一成不变，将随着社会经济条件的发展和相关国际标准、国家标准、行业标准的不断完善而进行充实和更新。

2.1.4 规范性

标准编制严格按照 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》的要求，确保技术内容的严谨性和标准格式的规范性。

2.2 编制依据

GB 50287-2016 《水利水电工程设计规范》

GB 50199-2013 《水利水电工程结构可靠度设计统一标准》

GB/T 50266-2019 《地下工程设计规范》

GB/T 51282-2020 《水工混凝土结构设计规范》

GB 50487-2008 《水利水电工程地下建筑物设计规范》

GB/T 50290-2018 《岩土工程勘察规范》

GB/T 50123-2019 《土工试验方法标准》

GB/T 50796-2012 《岩土工程计算参数确定规范》

SL 279-2021 《水工隧洞设计规范》

SL/T 712-2015 《水利水电工程数值模拟技术规程》

SL 722-2015 《水工隧洞支护设计规程》

SL 734-2016 《水利水电工程岩土工程勘察规范》

JGJ/T 135-2019 《岩土工程数值分析与设计导则》

ASTM D5311-2020 《地下岩体力学参数测定标准》

三、本标准的范围和主要技术内容

3.1 范围

适用于水工隧洞围岩及结构的数值分析报告编制，适用于大中型水利水电工程、抽水蓄能工程中的水工隧洞，包括输水隧洞、泄洪隧洞、排水隧洞等。对于规模较小、地质条件较简单的工程，可适当简化计算分析内容，并根据工程特点调整计算深度和报告编制要求。

适用于水工隧洞设计、施工、运行和维护阶段的数值分析工作，为围岩稳定性分析、支护结构设计及优化、衬砌受力验算、施工过程监测反馈等提供技术依据。

3.2 主要技术内容

本规程主要内容涵盖水工隧洞数值计算分析的原则、方法、流程、模型建立、参数选取、荷载计算、稳定性分析及结果评价等方面，具体包括以下章节：

3.2.1 总则

明确水工隧洞数值分析报告的编制目的、适用范围及相关标准，确保报告内容符合国家及行业技术要求。

3.2.2 术语

定义水工隧洞、数值计算方法（有限元法、有限差分法等）及关键概念（力学参数反馈、施工反馈等）。

3.2.3 基本规定

明确数值计算的任务目标、计算方法与模型、假定条件及计算成果展示要求，以保证分析的科学性和可视化表达。

3.2.4 基本资料

涵盖设计标准、隧洞设计参数、地质及水文地质条件、主要荷载及材料参数等，确保计算输入数据的完整性和准确性。

3.2.5 分析方法和流程

规定数值计算宜采用的分析方法，明确计算流程，包括工程概况、计算目的、模型建立、参数选取、计算反馈等步骤，确保计算的科学性和合理性。

3.2.6 模型建立

明确三维与二维数值模型的适用条件，确保几何模型、网格划分、本构模型及边界条件的合理性，提高计算精度和稳定性。

3.2.7 计算荷载和方案

区分基本荷载与特殊荷载，制定施工期与运行期的计算方案，考虑不同工况对隧洞稳定性的影响。

3.2.8 参数选取

明确围岩、结构面及支护结构的物理力学参数选取标准，确保计算参数合理、符合工程实际。

3.2.9 初始地应力场及渗流场反演

规定地应力场与渗流场反演的方法及误差控制标准，提高计算可靠性。

3.2.10 计算分析

模拟施工期开挖与运行期稳定性，分析结构安全性，确保水工隧洞的整体稳定和结构可靠。

3.2.11 结果评价

评估围岩稳定性及支护结构安全性，确保数值分析结果能够有效反映工程实际情况。

3.2.12 反馈设计

结合工程监测数据优化施工方案，并基于反馈调整围岩力学参数，提高计算结果的可信度。

3.2.13 结论及建议

总结数值分析的主要结论，并提出优化支护设计及应对潜在风险的建议，提升工程安全性和经济性。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外、国内同类标准水平的对比情况

本标准参考 ISO（国际标准化组织）和 ANSI（美国国家标准协会）等国际标准的数值计

算方法和精度要求，同时借鉴美国、日本等国外先进标准在地下工程数值模拟方面的经验，但国际标准多为通用规范，尚无针对水工隧洞的专门规定。本标准结合我国《水工隧洞设计规范》（SL 279）等现行标准，细化了围岩稳定性分析、衬砌结构计算、施工过程模拟等关键技术，填补了国内水工隧洞数值计算分析标准化的空白。与国内外同类标准相比，本标准更具针对性，细化计算流程、优化工况模拟、结合监测反馈，推动水利水电工程向更加科学、安全、高效的方向发展。

五、本标准预期的经济效益和社会效益

本标准的实施将通过优化设计与施工、提升工程安全性、提高施工效率等方式降低工程成本，并在长期运行项目中提升经济收益。同时，标准化的数值计算分析保障工程安全，推动技术创新，助力可持续发展，提高水利水电工程的整体质量和国际竞争力。综上，本标准将为行业带来显著的经济效益和社会价值，促进水工隧洞工程向更高效、更安全、更环保的方向发展。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现有的法律、法规和强制性国家标准的规定。

七、标准重大分歧意见的处理经过和依据

本标准的制定过程中未出现重大的分歧意见。

八、标准性质的说明

本标准为中国科技产业化促进会发布的标准，属于团体标准，供会员和社会自愿使用。

九、贯标的措施和建议

建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业化促进会团体标准管理要求，在会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

十、废止现行有关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

无。