

附件 2

《有压输水系统水力过渡过程计算与水锤 防护技术导则》

(☒征求意见稿 ☐送审稿 ☐报批稿)

编制说明

主编单位：中国农业大学

2021 年 12 月 14 日

编制说明

一、工作简况

包括任务来源、主编单位、参编单位主要工作过程、各阶段意见处理情况、主要起草人及其所做的工作等。

1. 任务来源

有压输水系统包括有压重力流输水系统和泵站加压力输水系统两大类。这些输水系统在预定和突发的工况变化过程中,存在较突出的水锤问题,爆管等安全事故时有发生,而水力过渡过程计算是确定泵站和有压输水工程安全性、指导工程设计和运行的有效技术手段。本标准是在标准参加单位多年的研究成果及工作经验的基础上形成的。同时,得到了如下科技项目的支持:

(1) 国家自然科学基金重点项目(编号:51836010):大功率离心泵启停过程中失速瞬变特性研究

(2) 国家自然科学基金面上项目(编号:51779258):泵站进水池表面旋涡与悬移质泥沙耦合作用对水泵失速影响研究

(3) 国家自然科学基金重点项目(编号:51139007):大型离心泵系统压力脉动与水力激振特性研究

2. 主编单位与参编单位

本标准的主编单位为中国农业大学。

参编单位包括中国水利水电科学研究院、武汉大学、太原理工大学、哈尔滨大电机研究所、中国灌溉排水发展中心、长江设计集团有限公司、浙江省水利水电勘测设计院、陕西省水利电力勘测设计研究

院、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、浙江省水利学会、株洲南方阀门股份有限公司、上海凯泉泵业（集团）有限公司、利欧集团湖南泵业有限公司、江苏航天水力设备有限公司以及赛莱默（中国）有限公司。

3. 主要工作过程

2020 年 11 月~2021 年 5 月，标准编制单位收集整理相关资料，开展国内外有压输水系统过渡过程相关调研与专题研究工作，组建了《泵站及有压输水工程水力过渡过程模拟技术规程》标准编制组，形成了标准立项申请书及标准初稿。

2021 年 5 月，标准编制单位向中国水利学会提交了《泵站及有压输水工程水力过渡过程模拟技术规程》立项申请书及标准初稿。

2021 年 8 月，中国水利学会召开了立项审查会，批准了《泵站及有压输水工程水力过渡过程模拟技术规程》的立项，并在网上公示。同时建议：进一步明确标准的定位和名称，进一步完善标准框架体系和主体内容，同时建议标准采用 SL1-2014 体例格式。

2021 年 8 月~2021 年 12 月，根据标准立项论证会专家审查意见，标准编制组对标准初稿进行了细致修改，形成了征求意见稿。

4. 标准初稿修改情况（形成征求意见稿的情况）

根据标准立项论证会专家审查意见，标准编制组对标准初稿进行了认真修改。在修改过程中，广泛咨询了水利部门和相关专业人员的意见，与现行其他相关标准进行了严格比对，形成了征求意见稿。相关修改说明如下。

(1)根据立项论证会的专家意见,为了更加明确标准适用对象,同时为了更加明确标准定位,标准名称改为《有压输水系统水力过渡过程计算与水锤防护技术导则》。

(2)按 SL1-2014 对结构进行了重新编排,增加了附录 I 和 J 中的相关工况。

(3)关于有压输水系统的水锤防护标准,无论是高压,还是低压,均全面进行了修改。

(4)为满足有压输水系统水力过渡过程计算与水锤防护需要,在所需要的资料中,增加了“进水池与出水池特征水位”及“其它必须的相关文件”等。

(5)关于“模型率定和验证”,考虑到模型率定难度很大,且多数计算软件已经标准化,因此,删除这部分内容,补充了“计算软件的选择与使用”。

(6)名词术语进行了统一。

(7)调整了部分引用标准。

5. 主要起草人及其所做的工作

本规程的主要起草人及其所做的工作如下表:

序号	姓名	单位	所做工作
1	王福军	中国农业大学	协调总体框架结构、章节内容、分工等
2	李小芹	中国农业大学	水力过渡过程计算模型构建及标准的联络工作
3	杨开林	中国水利水电科学研究院	水力过渡过程计算模型、计算方法、计算工况选取

序号	姓名	单位	所做工作
4	蒋劲	武汉大学	基本规定、模型验证
5	张士杰		水力过渡过程计算模型构建的完善
6	谢丽华	浙江省水利水电勘测设计院	水锤防护措施、防护标准
7	汪宝罗	浙江省水利水电勘测设计院	水锤防护措施、防护标准
8	吴建华	太原理工大学	水锤防护措施、防护标准
9	戚兰英		基本术语、水锤防护标准
10	唐学林	中国农业大学	水力过渡过程数值计算的编写
11	李端明	中国灌溉排水发展中心	技术条款的内容及体例格式
12	白绵绵	陕西省水利电力勘测设计研究院	水锤防护措施的修改与完善
13	桂绍波	长江设计集团有限公司	水力过渡过程数值计算的修改
14	黄从兵	江苏航天水力设备有限公司	水力过渡过程计算报告
15	苏胜利	浙江省水利学会	水力过渡过程计算模型
16	王腾伟	利欧集团湖南泵业有限公司	体例格式
17	胡海英	宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司	水锤防护标准与工程算例
18	芦洪钟	上海凯泉泵业(集团)有限公司	基本规定、术语
19	吴喜东	哈尔滨大电机研究所	水锤防护措施的完善
20	牛茂升	赛莱默(中国)有限公司	基本术语、格式
21	徐秋红	株洲南方阀门股份有限公司	计算成果与报告编制
22	李娜	中国灌溉排水发展中心	计算成果与报告编制
23	姚志峰	中国农业大学	水锤防护措施的编写以及附录的整理

序号	姓名	单位	所做工作
24	宋梦斌	利欧集团湖南泵业有限公司	相关资料收集整理
25	李甲振	中国水利水电科学研究院	相关资料收集整理

二、主要内容说明及来源依据

1. 技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等的论据（包括试验、统计数据）

（1）主要内容

本规程共分为 7 章和 11 个附录，主要技术内容包括：

总则-给出了本标准适用条件及引用标准。

术语-对本规范涉及的专业术语进行了定义和说明。

基本规定-给出了有压输水系统水力过渡过程计算与水锤防护的总体要求。

水力过渡过程计算模型构建-给出了有压输水系统水力过渡过程需要的计算模型及方法。

水力过渡过程数值计算-给出了有压输水系统水力过渡过程数值计算方法、工况以及结果分析与处理方法等。

水锤防护措施-给出了减小水锤采用的防护措施。

计算成果与报告编制-给出了对计算结果的整理与报告的编制内容及要求。

附录 A-有压输水系统计算模型的基本控制方程

附录 B-特征线法

附录 C-水泵全特性曲线的获取

附录 D-恒定摩阻和非恒定摩阻计算公式

附录 E-波速计算方法

附录 F-库朗条件

附录 G-调整时间步长的方法

附录 H-计算网格划分与时间步长选择实例

附录 I-有压重力流输水系统计算工况

附录 J-泵送加压输水系统计算工况

附录 K-常用的水锤防护措施

(2) 来源依据

本标准的计算方法及参数的来源依据：

① 本标准主要参考了泵站设计规范（GB 50265）、室外给水设计标准（GB 50013）、管道输水灌溉工程技术规范（GB/T 20203）、调水工程设计导则（SL 430）、水工隧洞设计规范（SL 279）、水利水电工程机电设计技术规范（SL 511）、利水电工程调压室设计规范（SL 655）、水利水电工程压力钢管设计规范（SL/T281）、城镇供水长距离输水管（渠）道工程技术规程（CECS 193）、抽水蓄能电站水力过渡过程计算分析导则（T/CEC 5010）、水力发电厂机电设计规范（DL/T 5186）以及抽水蓄能电站设计规范（NB / T 10072）。

② 对于“水锤防护措施及其装置”，这里参考相关标准进行了全面更新，在广泛征求了多位专家的意见之后，考虑到泵站型式过多、水锤防护措施差异很大，按照“宜粗不宜细”的原则，只提到了防护

措施的名称，未对其适用条件等做更具体限定，同时仍然有一些并不常用的技术措施未纳入。

③ 对于数值计算方法的选用，对于瞬变流计算，基本微分方程主要包括水流连续性方程、运动方程。方程组为双曲型，求解方法主要有特征线法（MOC）、波特性法、有限差分法、有限体积法，考虑到目前工程中应用最多的一维特征线法具有理论成熟、方法简单、计算时间短、该方法可以考虑管道损失以及水体及管路压缩性因素等优点，且目前常用的 14 种过渡过程计算软件有 11 种为一维特征线法，因此推荐采用一维特征线法，或精度不低于该法的其他方法。

④ 对于计算工况，因实际工程中涉及的工况较多、复杂，分类方式也较多，结合编写组中有实际工程经验的专家意见，以及参考了抽水蓄能电站水力过渡过程计算分析导则（T/CEC 5010）以及抽水蓄能电站设计规范（NB / T 10072）的计算工况类型，将计算工况按有压重力流输水系统计算工况以及泵送加压输水系统的水力过渡过程计算工况分开编制，其中泵送加压工况又分为泵站事故断电计算工况选择（设计糙率系数）、泵站事故断电最不利工况计算结果校核、泵站机组正常启停计算工况选择。

2. 主要试验（或验证）的分析、综述，技术经济论证

附录 H 中计算网格划分与时间步长选择实例是利用中国农业大学所有的“泵站系统水力过渡过程可视化界面计算软件”（软件著作权，登记号：2016SRBJ0593，完成人：唐学林、高慧、李小芹等）数值计算获得的。

三、专利情况说明

无

四、与相关标准的关系分析

1. 与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前在国际、国外尚无相应标准或规定。

2. 与国内相关标准协调性分析

目前国内没有类似标准，本标准属填补国内空白，同时是对现有《泵站设计标准》和《城镇供水长距离输水管（渠）道工程技术规程》等标准的补充和完善。本标准与所引用的国标及行业标准协调一致。

五、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

六、预期效益（报批阶段填写）

包括预期的经济效益、社会效益和生态环境效益。

七、其他说明事项

无。