

ICS 编号

CCS 编号

# 团体标准

T/CHES XXX—20XX

## 水库放空工程技术导则

Technical Guideline for Reservoir Drawdown Engineering

(征求意见稿)

2025-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

# 前 言

本标准按照《工程建设标准编写规定》（建标（2008）182号）的规定起草。

本标准共分为9章和3个附录，主要技术内容包括基本规定、放空能力确定、放空工程布置、水力设计、结构设计、安全监测设计、运行维护等。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编100053），以便今后修订时参考。

本标准主编单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司  
水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

本标准参编单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

本标准主要起草人：杨家修、吴时强、郑雪玉、湛正刚、刘顺萍、骆少泽、慕洪友、谢罗峰、张合作、程瑞林、孙卫、张陆陈、鲍伟、胡剑超、俞雷。

本标准主要审查人：XXX、XXX、XXX。

目 次

1 总 则 . . . . . 2

2 术 语 . . . . . 2

3 基本规定 . . . . . 3

4 放空能力确定 . . . . . 4

4.1 一般规定 . . . . . 4

4.2 应急放空 . . . . . 4

4.3 检修放空 . . . . . 4

5 放空工程布置 . . . . . 6

5.1 一般规定 . . . . . 6

5.2 放空建筑物布置 . . . . . 6

5.3 闸门布置 . . . . . 6

6 水力设计 . . . . . 7

6.1 一般规定 . . . . . 7

6.2 泄流能力确定 . . . . . 7

6.3 水力特性分析 . . . . . 7

6.4 掺气减蚀设计 . . . . . 7

6.5 通风补气设计 . . . . . 8

6.6 消能防冲设计 . . . . . 8

6.7 泄洪雾化防护设计 . . . . . 8

7 结构设计 . . . . . 9

8 安全监测设计 . . . . . 10

9 运行维护 . . . . . 11

9.1 一般规定 . . . . . 11

9.2 放空运行 . . . . . 11

9.3 放空工程维护 . . . . . 12

附录 A 放空能力计算 . . . . . 13

附录 B 检修放空计算成果表 . . . . . 14

附录 C 应急放空计算成果表 . . . . . 15

本标准用词说明 . . . . . 16

引用标准名录 . . . . . 17

## Contents

1	General Provisions	2
2	Terms and Sysbols	2
3	Basic Requirements	3
4	Determination of Drawdown Capacity	4
4.1	General Requirements	4
4.2	Emergency Drawdown	4
4.3	Maintenance Drawdown	4
5	Drawdown Project Setting	6
5.1	General Requirements	6
5.2	Drawdown Structure Setting	6
5.3	Gate Setting	6
6	Hydraulic Design	7
6.1	General Requirements	7
6.2	Determination of Discharge Capacity	7
6.3	Analysis of Hydraulic Characteristics	7
6.4	Design of Aeration and Cavitation Reduction	7
6.5	Design of Ventilation and Air Supplementation	8
6.6	Design of Energy Dissipation and Scour Prevention	8
6.7	Protection Design of Spray Atomization	8
7	Structural Design	9
8	Safety Monitoring Design	10
9	Operation and Maintenance	11
9.1	General Requirements	11
9.2	Drawdown Operation	11
9.3	Maintenance of Drawdown Project	12
	Appendix A Calculation of Drawdown Capacity	13
	Appendix B Summary Table of Maintenance Drawdown Calculation	14
	Appendix C Summary Table of Emergency Drawdown Calculation	15
	Explanation of Wording in This Guideline	16
	List of Quoted Standarda	17

## 1 总 则

- 1.0.1 为规范水库新建、改建或扩建放空工程的设计与运行维护，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于大、中型水库与坝高 70m 以上的下游有重要防洪对象或地震烈度高的小型水库。
- 1.0.3 水库放空工程设计应坚持系统思维和全生命周期安全理念，综合协调功能与布局，统筹考虑工程设计、建设与运行管理。
- 1.0.4 水库放空工程设计及其运行维护，除应符合本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 水库放空 reservoir drawdown

满足水库应急处置与建筑物检测、检修、维护等需求，在运行水位的基础上进一步降低库水位的过程。

### 2.0.2 应急放空 emergency drawdown

水库库区及上游汇水区遭遇突发事件，可能引发水库上下游区域生命和财产灾害，为防灾减灾需要而快速放空水库的过程。

### 2.0.3 检修放空 maintenance drawdown

为水库或主要建筑物检测、检修、维护等需要而正常放空水库的过程。

### 2.0.4 放空能力 drawdown capacity

一定时间内降低水位和减少库容的能力，通常用水头降低率、库容放空率、放空时长、放空速率等参数来表述。

### 2.0.5 大坝壅水水头 dam water head

正常蓄水位与坝址处天然河床最低水位之间的差值。

### 2.0.6 运行水位 operating water level

水库正常运用时的库水位，一般指死水位及以上的水位。

### 2.0.7 应急放空目标水位 target water level of emergency drawdown

为实现应急放空需要的最低库水位。

### 2.0.8 检修放空目标水位 target water level of maintenance drawdown

为实现检修放空需要的最低库水位。

### 2.0.9 水头降低值 water head reduction

水库正常蓄水位与放空水位间差值。

### 2.0.10 水头降低率 reduction ratio of water head

水头降低值与大坝壅水水头之比。

### 2.0.11 库容放空率 drawdown ratio of storage capacity

水头降低值对应的库容与正常蓄水位库容之比。

### 2.0.12 放空时长 drawdown duration

从水库放空启动时的水位降至目标水位的用时。

### 2.0.13 放空速率 drawdown rate

放空水头降低值与放空时长的比值。

### 2.0.14 过水建筑物 overflow structures

将水流从水库宣泄或输送至下游河道的建筑物，包括放空洞、放空底孔等放空建筑物，溢洪道、泄洪洞、坝身泄洪孔、排沙孔、导流洞等泄水建筑物，输水建筑物，通航建筑物等。

### 2.0.15 放空建筑物 drawdown structures

为满足检修和应急等需要，可使库水位降至水库运行最低水位以下的过水建筑物，如放空洞、放空底孔。

### 2.0.16 放空工程 drawdown engineering

放空建筑物及运行控制设施设备。

### 2.0.17 分层流道 stratified flow channel

为达到目标水位，沿不同高程层设置泄水流道，降低单层流道运行水头。

### 2.0.18 接力泄放 sequential discharge

从高层至低层逐层启用不同高程层泄水流道，接续泄水的过程。

### 2.0.19 多级闸门挡水 multi-stage gate water retaining

单层流道设置多道闸门降低单个闸门总压力的挡水方式。

### 3 基本规定

- 3.0.1 放空工程应满足水库应急处置与建筑物检测、检修、维护等要求。
- 3.0.2 水库放空应制定放空工程运行调度规程、应急处置方案，明确放空运行程序与应急处置措施。
- 3.0.3 大型水库或水力条件较复杂的中型水库放空工程，应通过物理模型试验验证工程布置及水力设计的合理性。
- 3.0.4 放空工程设计应考虑壅水建筑物、泄水建筑物、引水建筑物、近坝库岸边坡、下游河岸边坡、下游通航等在放空过程中的运行性态，避免次生灾害发生。
- 3.0.5 放空工程设计应包括放空能力确定、放空工程布置、水力设计、结构设计、安全监测设计等内容。
- 3.0.6 参与放空运行的过水建筑物及设施设备应定期维护与检修，并保证能及时、有效、安全投入运用。

## 4 放空能力确定

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 放空能力确定应依据下列技术资料：
  - 1 工程社会经济地位。
  - 2 水库承担的主要工程任务。
  - 3 工程等级与主要建筑物级别。
  - 4 洪水设计标准、地震设防烈度、水库库容、大坝坝高与坝型等工程特性。
  - 5 主要建筑物维护技术要求。
  - 6 区域梯级水库联调联控要求。
  - 7 超设计标准洪水发生概率。
  - 8 超设防烈度地震发生概率。
  - 9 其他必要技术资料。
- 4.1.2 水库放空能力应考虑水头降低值、水头降低率、目标放空水位、库容放空率、放空时长、放空速率等指标。
- 4.1.3 水库放空能力指标应取满足应急放空与检修放空两种运行工况要求的最大值。
- 4.1.4 水库放空能力计算时调洪演算宜采用动库容法。
- 4.1.5 水头降低率、库容放空率、放空速率宜采用附录 A 中公式。
- 4.1.6 放空能力计算成果统计宜采用附录 B、附录 C 的格式。

### 4.2 应急放空

- 4.2.1 水库应急放空应分析地震、超标洪水、军事打击、区域梯级工程灾害等突发事件引起的工程安全风险与可能引发的灾害损失。
- 4.2.2 水库应急放空能力分析应包括汛期应急放空和非汛期应急放空两种工况。
- 4.2.3 汛期应急放空时的入库流量宜采用平水年汛期逐月平均最大流量。
- 4.2.4 非汛期应急放空时的入库流量宜采用平水年非汛期逐月平均最大流量。
- 4.2.5 出库最大流量宜考虑一半机组过流，并满足下游防洪要求，论证后可以提高。
- 4.2.6 应急放空计算起调水位宜采用汛限水位，无汛限水位采用正常蓄水位。
- 4.2.7 抽水蓄能电站上水库应急放空能力应按泄水建筑物和输水发电系统联合运行计算。
- 4.2.8 在平水年汛期逐月平均最大流量的来流条件下，应急放空启放后 7d 内的放空能力应符合下列规定：
  - 1 水头降低值混凝土坝不小于 15m、土石坝不小于 20m，或水头降低率不小于 15%。
  - 2 库容放空率混凝土坝不小于 35%、土石坝不小于 40%。
  - 3 放空速率应保障主要建筑物安全、结合库岸边坡稳定等因素综合确定。
- 4.2.9 下游有重要防洪对象或地震烈度高的工程，宜论证提高应急放空能力。
- 4.2.10 应急放空至目标水位的放空能力应按应急放空需求确定。

### 4.3 检修放空

- 4.3.1 检修放空宜安排在枯期进行。
- 4.3.2 检修放空的入库流量应采用平水年逐月或逐旬平均最大流量。
- 4.3.3 出库流量宜考虑一半机组过流，并满足下游防洪要求。
- 4.3.4 检修放空计算起调水位宜按运行水位或正常蓄水位确定。



- 4.3.5 检修放空时长宜根据检修放空目标水位或进出库流量平衡确定。
- 4.3.6 抽水蓄能电站上、下水库检修放空能力应按输水系统进出口和泄水建筑物的布置，结合机组空载运行的允许过流量和下游防洪要求等因素进行计算。
- 4.3.7 检修放空目标水位应满足检修要求。
- 4.3.8 检修放空目标水位维持时长应满足检修工期的要求。
- 4.3.9 放空速率应保障主要建筑物安全、结合库岸边坡稳定等因素综合确定。

## 5 放空工程布置

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 放空工程布置应结合枢纽总布置、水库放空能力、运维条件等，综合考虑地形地质、水力特性、运行方式等因素，通过技术经济比较确定。
- 5.1.2 放空工程根据放空需要可采用单层流道或分层流道布置。
- 5.1.3 放空工程根据挡水水头可布置单级闸门或多级闸门挡水。

### 5.2 放空建筑物布置

- 5.2.1 放空建筑物进出口布置应避开不良地质体和不稳定边坡区域并进行边坡防护，避免落石对结构、设备等造成不利影响。
- 5.2.2 放空建筑物的进口高程设置应根据目标水位、泄流能力、孔口尺寸、泥沙淤积高程、运行水头和闸门布置方式等因素确定。
- 5.2.3 放空深度小于 80m 的放空建筑物宜采用单层流道布置，80m~200m 放空深度采用多层流道布置。
- 5.2.4 放空深度 200m 以上的放空建筑物布置应进行专题研究。
- 5.2.5 放空建筑物分层设置应根据运行水头、泄流能力等水力要素确定。

### 5.3 闸门布置

- 5.3.1 放空建筑物挡水水头大于 120m，闸门总水压力较大时宜采用多级闸门挡水。
- 5.3.2 放空建筑物挡水闸门应布置在水流较平顺的部位，门前不宜出现横向流和漩涡，门后不宜出现淹没出流和回流。
- 5.3.3 多级闸门挡水的末级闸门宜采用弧形闸门，其余闸门采用平面闸门，平面闸门设置双向挡水功能。
- 5.3.4 弧形工作门上游侧宜设置事故闸门。
- 5.3.5 平面闸门的挡水水头宜不大于 160m。
- 5.3.6 事故闸门设计水头确定宜考虑检修工况。
- 5.3.7 多级闸门设计应满足随时检修要求。
- 5.3.8 闸门启闭机应设置应急电源，并定期维护与检修。
- 5.3.9 闸门运行应设置自动化控制系统。

## 6 水 力 设 计

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 放空建筑物水力设计宜包括泄流能力确定、水力特性分析、掺气减蚀设计、通风补气设计、消能防冲设计、泄洪雾化防护设计等内容。
- 6.1.2 高海拔地区放空工程的水力设计应考虑低气压不利影响。

### 6.2 泄流能力确定

- 6.2.1 泄流能力应大于汛期最大月平均流量。
- 6.2.2 泄流能力应满足本规范 4.2 和 4.3 的要求。
- 6.2.3 分层流道接力泄放时上层与下层流道放空衔接水位应大于 20m。
- 6.2.4 衔接放空流量应满足下层放空建筑物开启前，衔接水位对应的上层放空建筑物泄流能力不小于汛期最大月平均流量。

### 6.3 水力特性分析

- 6.3.1 水力特性分析宜包括水流流态、动水压力、水头损失、水面线、水流流速、水流空化数等。
- 6.3.2 水流流态应避免出现贯穿性漩涡、折冲水流、回流淘涮等不良流态。
- 6.3.3 动水压力应重点关注水流冲击区、分离区、负压区和水流流线方向急剧变化段，分析对结构强度与稳定的影响。
- 6.3.4 水面线应重点关注平面收缩（扩散）段、平面转弯段、变坡段、过渡段等部位，避免对建筑物不利影响。
- 6.3.5 放空建筑物的洞内水流流速应小于 40m/s，明槽段和出口端水流流速小于 50m/s。

### 6.4 掺气减蚀设计

- 6.4.1 在放空建筑物掺气减蚀设计应重点关注：
  - 1 流速 30m/s 以上或水流空化数小于 0.3 区域。
  - 2 多级闸门挡水的门槽集中区。
  - 3 过流边界突（急）变段。
  - 4 负压区。
  - 5 结构局部不平整度较大部位。
- 6.4.2 对于易发生空蚀的部位或区域，可采用下列防空蚀措施：
  - 1 选择合理的结构体型。
  - 2 设置掺气减蚀设施。
  - 3 控制过流壁面的不平整度。
  - 4 采用抗冲耐磨混凝土或抗空蚀材料。
  - 5 选用合理的泄水方式。
- 6.4.3 高海拔地区掺气减蚀设施体型应进行减压模型试验验证。

## 6.5 通风补气设计

- 6.5.1 高流速无压隧洞宜设置与大气连通的独立补气洞，补气洞的位置及数量可以通过数值模拟分析或物理模型试验确定。
- 6.5.2 高流速无压隧洞掺气水面线以上的面积宜取为横断面面积的 15%~25%，高海拔地区工程适当加大。
- 6.5.3 有压进水口闸门后应设置通气孔，通气孔上口高于上游最高库水位。
- 6.5.4 通气平均风速宜小于 40m/s，最大风速不大于 60m/s。

## 6.6 消能防冲设计

- 6.6.1 泄水消能采用挑流消能时，各级泄量的挑距、水舌入水宽度、最大冲坑深度等应满足挑坎基础、两岸边坡及相邻建筑物的安全要求，小泄量时贴壁流或跌流设置冲刷保护措施。
- 6.6.2 泄水消能采用底流消能时，各级流量应在消力池内形成稳定的淹没水跃。
- 6.6.3 水垫塘或消力池宜结合泄洪或导流系统，底板动水冲击压力小于  $15.0 \times 9.81 \text{kPa}$ ，临底流速不大于 18m/s。

## 6.7 泄洪雾化防护设计

- 6.7.1 泄洪雾化影响分析应结合工程特点、地形地质条件、水文气象条件等，协调泄洪、消能、雾化三者的关系，以降低雾化对相关建筑物、边坡稳定、电气设施及环境等防护对象的不利影响为原则。
- 6.7.2 雾化降雨强度分布和泄洪雾化影响范围，可以采用工程类比估算、数值模拟分析或物理模型试验研究等方法，水头较高、雾化影响较大的工程宜进行物理模型试验研究。
- 6.7.3 泄洪雾化防护设计应根据防护对象分级，按雾化降雨强度和泄洪雾化影响范围分区。
- 6.7.4 雾化防护措施应结合枢纽布置综合比较确定，满足结构稳定、材料强度和耐久性等要求，有利于排水和环境保护。

## 7 结构设计

- 7.0.1 放空建筑物结构设计应根据其总体布置、水力设计、地质条件等，选用运行安全、经济合理的结构型式和尺寸。
- 7.0.2 放空建筑物混凝土结构的构件设计、抗震设计、耐久性设计应分别符合现行标准《水工建筑物抗冰冻设计规范》GB/T 50662、《水工混凝土结构设计规范》SL 191、《水工建筑物抗震设计规范》SL 203、《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》SL 654 等的有关规定。
- 7.0.3 混凝土强度等级的设计龄期宜采用 28d，经论证亦可采用 90d。
- 7.0.4 放空建筑物可由进口段、有压段、平面闸门控制段、弧形闸门控制段、无压段、出口消能段组成。
- 7.0.5 进口段的顶部曲线宜采用椭圆曲线，两侧可以采用椭圆或圆弧曲线。
- 7.0.6 平面闸门控制段应选择体型较优且初生空化数较低的门槽。
- 7.0.7 多级门槽集中布置时门槽间距应根据混凝土结构强度、启闭机布置与运行、闸门安装与维修和水力学条件等因素的要求确定。
- 7.0.8 弧形闸门上游压坡顶坡宜采用 1:4~1:6，高水头泄水孔取大值，低水头泄水孔取小值。
- 7.0.9 放空建筑物孔口尺寸选择应综合考虑泄量要求与闸门的操作水头、结构设计、制安条件、启闭机容量等因素。
- 7.0.10 放空建筑物为坝身泄水孔时，有压段纵断面型式可采用平底式、上翘式或下弯式，避免洞身出现负压。
- 7.0.11 无压段可采用平底式或龙落尾式。
- 7.0.12 对于抗震设防类别为甲类或设计烈度 VIII 度及以上的工程，进水塔、独立式闸门井筒、启闭机排架等高耸结构宜采用动力法计算其地震作用效应。
- 7.0.13 深埋隧洞的锚喷支护与衬砌结构的设计应考虑高地应力不利影响。
- 7.0.14 流速或压力较高、混凝土壁面可能出现空蚀的部位应采用抗蚀耐磨混凝土或钢板衬砌，钢衬与周围混凝土可靠结合。
- 7.0.15 放空建筑物荷载计算及其组合、稳定计算、结构计算、细部设计等应分别符合现行行业标准《溢洪道设计规范》SL 253、《水工隧洞设计规范》SL 279、《混凝土拱坝设计规范》SL 282、《碾压混凝土坝设计规范》SL 314、《混凝土重力坝设计规范》SL 319、《水工建筑物荷载设计规范》SL 744 的相关规定。

## 8 安全监测设计

- 8.0.1 放空工程安全监测包括巡视检查、仪器监测与原型观测等。
- 8.0.2 安全监测项目应根据放空工程的功能、型式、放空要求等确定，并与枢纽安全监测项目统筹考虑。
- 8.0.3 仪器监测的重点应为库水位、闸（阀）门工作性态、闸门前后水位差、闸门漏水等。
- 8.0.4 建筑物运行性态等安全监测设计应分别符合现行行业标准《土石坝安全监测技术规范》SL 551、《混凝土坝安全监测技术规范》SL 601、《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725、《水工隧洞安全监测技术规范》SL 764 的相关规定。
- 8.0.5 放空工程安全监测应建立自动化监测系统。

## 9 运行维护

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 水库放空运行应统筹工程安全、梯级联合调度、上下游不利影响等因素。
- 9.1.2 水库放空应进行事前放空能力及放空影响评估、放空方案编制、事后安全评估。
- 9.1.3 放空工程建筑物维护范围应包括水工建筑物、金属结构、启闭机、电气设备与监测设施等。

### 9.2 放空运行

9.2.1 放空运行前应对枢纽建筑物和库岸边坡的监测资料、下游防洪、通航、供水、灌溉和环保等要求进行复核，综合评估水库放空能力。水库放空能力评估宜包括下列内容：

- 1 可参与放空的过水建筑物过流能力。
- 2 库水位下降速率对大坝及库岸边坡稳定的影响。
- 3 可参与放空相应控制设施设备的开启过程及组合。
- 4 备用电源或其他动力系统的保障性。
- 5 下泄水流可能造成的损害程度。
- 6 放空及维持目标水位的时长。

9.2.2 水库放空影响评估宜包括下列内容：

- 1 对防洪、灌溉、航运、供水、发电和旅游的影响。
- 2 对库面养殖、库周建筑物和相邻交通设施的影响。
- 3 对社会、环境的影响。
- 4 对枢纽工程及库岸边坡的安全影响。
- 5 安全监测及监控措施评估。

9.2.3 放空方案编制宜包括下列内容：

- 1 水库放空的目标和任务。
- 2 水库放空期间过水建筑物及设施设备的安全运行条件。
- 3 水库放空合理的时段。
- 4 参与放空的过水建筑物的运行方式。
- 5 水库入库流量、下泄流量、放空起止水位、库水位下降速率、放空时间等。
- 6 放空前、后及过程中相应的工程安全运行检查、监测及监控要求。
- 7 水库放空期间出现异常情况的应对措施及处置程序要求。
- 8 检修期间施工防洪要求。
- 9 应急物资准备。

9.2.4 水库放空运行过程中宜满足下列要求：

- 1 加强相关资料的收集与分析，及时调整泄放控制指标。
- 2 开展重要部位的巡查与重大事项的跟踪，并增加安全监测系统的观测频次和加强监测数据的分析。

9.2.5 水库放空运行完成后应编制事后安全评估报告，宜包括下列内容：

- 1 放空后枢纽建筑物及库岸边坡安全评价。
- 2 放空后及过程中过水建筑物及设施设备监测运行资料的分析评价对比。
- 3 放空检查、检测发现的缺陷及相应的工程处理措施。

- 4 放空期间应急物资配备评价。
- 5 放空后经济、社会、环境影响分析评价。

### 9.3 放空工程维护

- 9.3.1 放空工程维护应纳入日常运行管理，明确维护范围、保养维修周期等。
- 9.3.1 放空工程运行维护包括例行保养、定期保养与大修保养。
- 9.3.2 放空工程例行保养应建立巡检制度，结合日常巡检进行，例行保养不能解决的问题在定期保养中解决。
- 9.3.3 放空工程定期保养应包括例行保养的内容，并对例行保养发现的问题进行处理，闸（阀）门、启闭机设备、电气设备等定期保养周期宜为 6 月，定期保养难以解决的问题纳入大修保养。
- 9.3.4 放空工程的闸（阀）门每年应进行运行检查与启闭操作。
- 9.3.5 放空工程大修保养应重点解决例行保养和定期保养不能解决的问题，大修保养周期宜为 5~10 年。
- 9.3.6 放空工程的维护与检修应符合现行行业标准《水利水电工程启闭机设计规范》SL 41、《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74、《混凝土面板堆石坝设计规范》SL 228、《溢洪道设计规范》SL 253、《碾压式土石坝设计规范》SL 274、《水工隧洞设计规范》SL 279、《混凝土拱坝设计规范》SL 282、《混凝土重力坝设计规范》SL 319 等的相关规定。



## 附录 A 放空能力计算

A. 0. 1 水头降低率宜按下式计算：

$$\delta_H = \frac{Z_0 - Z_1}{H} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 1})$$

式中： $\delta_H$  ——水头降低率（%）；

$Z_0$  ——水库正常蓄水位（m）；

$Z_1$  ——放空水位，放空过程对应的库水位（m）；

$H$  ——大坝壅水水头（m）。

A. 0. 2 库容放空率宜按下式计算：

$$\delta_V = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中： $\delta_V$  ——库容放空率（%）；

$V_0$  ——正常蓄水位对应库容（m<sup>3</sup>）；

$V_1$  ——放空水位对应库容（m<sup>3</sup>）。

A. 0. 3 放空速率宜按下式计算：

$$v = \frac{Z_0 - Z_1}{T} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 3})$$

式中： $v$  ——放空速率（m/d）；

$T$  ——放空时长（d）。

附录 B 检修放空计算成果表

序号	项目	检修
1	坝型	
2	工程等别	
3	最大坝高（m）	
4	总库容（亿 m <sup>3</sup> ）	
5	正常蓄水位（m）	
6	正常蓄水位库容（亿 m <sup>3</sup> ）	
7	壅水水头（m）	
8	放空目标水位（m）	
9	水头降低率（%）	
10	放空目标水位对应库容（亿 m <sup>3</sup> ）	
11	库容放空率（%）	
12	放空时长（d）	
13	放空速率（m/d）	

附录 C 应急放空计算成果表

序号	项目	非汛期	汛期
1	坝型		
2	工程等别		
3	最大坝高（m）		
4	总库容（亿 m <sup>3</sup> ）		
5	正常蓄水位（m）		
6	正常蓄水位库容（亿 m <sup>3</sup> ）		
7	汛限水位（m）		
8	汛限水位库容（亿 m <sup>3</sup> ）		
9	壅水水头（m）		
10	起调水位（m）		
11	放空目标水位（m）		
12	水头降低值（m）		
13	水头降低率（%）		
14	放空目标水位对应库容（亿 m <sup>3</sup> ）		
15	库容放空率（%）		
16	放空时长（d）		
17	放空速率（m/d）		
18	放空 7 天水库水位（m）		
19	7 天放空水头降低值（m）		
20	7 天放空水头降低率（%）		
21	7 天库容降幅（亿 m <sup>3</sup> ）		
22	7 天库容放空率（%）		
23	7 天放空速率（m/d）		

## 本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《水工建筑物抗冰冻设计规范》GB/T 50662
- 《水利水电工程启闭机设计规范》SL 41
- 《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74
- 《水工混凝土结构设计规范》SL 191
- 《水工建筑物抗震设计规范》SL 203
- 《混凝土面板堆石坝设计规范》SL 228
- 《溢洪道设计规范》SL 253
- 《碾压式土石坝设计规范》SL 274
- 《水工隧洞设计规范》SL 279
- 《混凝土拱坝设计规范》SL 282
- 《碾压混凝土坝设计规范》SL 314
- 《混凝土重力坝设计规范》SL 319
- 《土石坝安全监测技术规范》SL 551
- 《混凝土坝安全监测技术规范》SL 601
- 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》SL 654
- 《水利水电工程安全监测设计规范》SL 725
- 《水工建筑物荷载设计规范》SL 744
- 《水工隧洞安全监测技术规范》SL 764
- 《水库放空技术导则》NB/T 10966