

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

CHES XXX—20XX

水利水电工程生态调度设计指南

**Design for ecological operation of water conservancy
and hydropower projects**

(征求意见稿)

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言.....	I
水利水电工程生态调度设计指南.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本规定.....	3
5 基本资料.....	4
5.1 一般规定.....	4
5.2 流域区域资料.....	4
5.3 水文资料.....	4
5.4 工程资料.....	4
6 调度条件.....	5
7 生态调度需求识别与分析.....	6
7.1 一般规定.....	6
7.2 生态流量调度需求.....	6
7.3 水温调度需求.....	6
7.4 环境应急调度需求.....	6
8 生态调度设计.....	7
8.1 一般规定.....	7
8.2 生态流量调度设计.....	7
8.3 水温调度设计.....	10
8.4 环境应急调度设计.....	11
9 生态调度监测管理.....	12
9.1 监测要求.....	12
9.2 评估计划.....	12
9.3 适应性管理.....	12
附录 A.....	13
附录 B.....	15

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准的主要技术内容是：范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、基本资料、调度条件、生态调度需求识别与分析、生态调度设计、生态调度监测管理。

本标准由中水北方勘测设计研究有限责任公司提出。

本标准由中国水利学会归口。

本标准起草单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

中国南水北调集团东线有限公司

本标准主要起草人：俞云飞 郑永良 王 喆 冯慧娟 曹雪玲

叶茂盛 刘 梅 尼庆伟 菅宇翔 王以圣

晁立强 陆晓华 温贵明 梁春光 姚培培

陈良骥 牛文钰 闫晨丹 陈春锦 王 成

李振军 李加水 丁俊岐 王新雷 雷发楷

王 莉 申彦科 姜云鹏 等

本标准为首次发布。

水利水电工程生态调度设计指南

1 范围

1.0.1 为规范水利水电工程生态调度设计的一般性原则、工作程序、内容、方法和要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于大中型水库等水利水电工程生态调度设计，闸坝等小型工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 1 标准化工作导则

GB/T 1.1 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写

GB/T 1.2 规范性引用文件的部分标准

GB/T 20000 标准化工作指南

GB/T 20001 标准编写规则

GB/T 20002 标准中特定内容的起草

GB/T 50587 水库调度设计规范

SL 613 水资源保护规划编制规程

SL 706 水库调度规程编制导则

SL 709 河湖生态保护与修复规划导则

SL/T 712 河湖生态环境需水计算规范

SL/T 793 河湖健康评估技术导则

SL/Z 479 河湖生态需水评估导则

HJ 1218 规划环境影响评价技术导则 流域综合规划

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

NB/T 10084 水电工程运行调度规程编制导则

NB/T 10874 水电工程生态调度方案编制规程

NB/T 35091 水电工程生态流量计算规范

NB/T 35094 水电工程水温计算规范

水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）

SL/T 水库生态流量泄放规程（征求意见稿）

SL/T 水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范（征求意见稿）

3 术语和定义

3.0.1 生态调度 Ecological operation

为维系和恢复河湖生态系统、保障河湖生态功能、改善生态环境质量和发挥生态环境效益，通过流量及流量过程调度，保障河湖生态流量、满足水温需求、防范和应对环境应急事件而采取的水利水电工程运用方式。主要包括生态流量调度、水温调度、环境应急调度。

3.0.2 生态流量调度 Ecological flow operation

为保障河湖生态流量而采取的水利水电工程运用方式，包括基本生态流量（含生态基流、敏感期生态流量）和目标生态流量。河湖生态流量定义应符合 SL712《河湖生态环境需水计算规范》、SL/T《水库生态流量泄放规程》（征求意见稿）、SL/T《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（征求意见稿）。

3.0.3 生态流量调度区 Ecological flow operation area

水库调度图中由生态流量调度线划分的调度分区，包括目标需求保证区、敏感流量保证区、时段流量保证区、基流保证区、基流降低区等。调度图定义应符合 GB/T 50587《水库调度设计规范》、SL 706《水库调度规程编制导则》。

3.0.4 水温调度 Water temperature operation

为满足河湖生态用水的水温需求而采取的水利水电工程运用方式。

3.0.5 环境应急调度 Environmental emergency operation

为防范和应对水华、水污染事故、上下游减脱水等环境应急事件而采取的水利水电工程运用方式。

4 基本规定

4.0.1 生态调度设计的主要依据包括：

- 1 国家和行业现行有关法律、法规、规章和技术标准；
- 2 有关主管部门的规定；
- 3 环境影响报告书及审批文件；
- 4 工程设计报告及审批文件；
- 5 水资源论证报告及取水许可审批文件；
- 6 经批准的水库调度规程；
- 7 工程应急预案及审批文件。

4.0.2 生态调度设计的主要原则包括：

- 1 贯彻执行有关法律、法规、标准和制度；
- 2 坚持安全第一、统筹兼顾的原则；
- 3 保证工程安全稳定、服从防洪防凌总体安排、保障饮用水安全；
- 4 协调生态保护与防洪、兴利等任务的关系。生态调度服从防洪防凌抗旱调度、与供水灌溉调度统筹兼顾、优于发电航运泥沙调度。

4.0.3 生态调度设计应包含下列工作内容：

- 1 收集与调查基本资料；
- 2 明确工程调度条件；
- 3 识别与分析工程影响河湖的生态保护对象及其生态需求；
- 4 提出生态调度；
- 5 提出监测与评估计划，开展适应性管理。

4.0.4 生态调度设计及实施过程中应满足下列要求：

- 1 生态调度设计应充分利用已有基础设施和条件，可与过鱼设施、泄水建筑物等结合，并充分考虑上下游、干支流梯级枢纽的联合调度需求；
- 2 生态调度设计应突出重点，识别分析生态保护对象及其生态需求，结合工程特性、工程任务、调度运行方式，满足生态流量、水温、环境应急等生态需求；
- 3 生态流量调度设计，应以主管部门认可的生态流量要求为准；
- 4 环境应急调度设计，应结合工程应急调度开展；
- 5 生态调度应纳入水利水电工程调度规程，构建专用监控与管理平台并纳入工厂运行管理平台。工程管理单位应依据成果报告编制生态调度年度实施计划，依据生态调度监测效果编制阶段总结报告，组织开展生态调度适应性管理；
- 6 生态调度方案应持续优化，根据监测与适应性管理结果对生态调度动态调整；
- 7 生态调度设计成果报告编制目录可参考本标准附录 A。

5 基本资料

5.1 一般规定

5.1.1 水利水电工程生态调度设计应按需要搜集所在流域内自然环境、社会经济以及其他相关规划等流域区域资料，水文气象、水情测报系统的分布及数据等水文资料，工程设计及相关批复等资料，生态调度保护对象资料等。

5.1.2 针对已搜集资料，应说明资料来源和依据，分析资料的合理性和可靠性，应能满足开展水利水电工程生态调度设计的深度要求。

5.2 流域区域资料

5.2.1 工程所在流域区域自然地理、地形地貌、生态系统等自然环境概况。

5.2.2 工程所在流域区域人口、行政分布、供需水状况等社会经济资料。

5.2.3 流域区域现状开发情况、已有或拟开展相关规划，明确流域功能定位。如所在流域综合规划、水利专业规划、水安全保障规划、环境保护规划及环境影响评价资料，水量分配方案、生态流量保障方案等生态流量要求等资料。

5.3 水文资料

5.3.1 工程所在流域区域内河流水系、雨量、洪水、泥沙、冰情、蒸发渗漏、气候气温等水文气象资料。

5.3.2 工程所在流域区域内水文站网分布、降雨流量水位泥沙监测数据等水文站网资料。

5.3.3 水利水电工程上游水情测报系统等资料。

5.4 工程资料

5.4.1 地理位置、开发任务、规模、工程特性、主要建筑物组成、枢纽布置、特性指标参数等，阶段性成果还应说明批复情况。

5.4.2 工程防洪防凌调度、兴利调度设计基本资料、工程调度规程、生态流量泄放实施情况及相关监测资料、工程安全监测与巡视检查要求等工程调度方案资料。

5.4.3 上下游、干支流及相关水系联合调度梯级枢纽的工程特性、任务规模、调度方案等梯级枢纽资料。

6 调度条件

6.0.1 生态调度设计应明确下列运行参数和主要指标：

1 特征水位：正常蓄水位、死水位、防洪高水位、防洪限制水位、设计洪水位、校核洪水位、供水保障水位、灌溉保障水位、其他运行控制水位等；

2 特征库容：总库容、防洪库容、兴利库容、调水调沙库容、死库容，确认防洪库容与兴利库容有无重叠等；

3 运行曲线：库容曲线，泄流能力及泄流曲线，水电站水轮机出力曲线，下游水位流量关系曲线，入库水沙、冰情等；

4 开发任务相关参数：

- 1) 防洪：防洪对象的防洪标准及河道安全泄量、警戒水位、保证水位；
- 2) 供水：需水量、取水高程、供水量和供水设计保证率；
- 3) 灌溉：灌区范围及面积、灌溉设计保证率、需水量、取水高程；
- 4) 发电：设计保证率、保证出力、装机容量、多年平均发电量、主要运行工况；
- 5) 通航：通航标准。

5 生态需求相关参数：

1) 生态流量要求，包括生态基流、敏感期生态流量、年内不同时段流量（水量、水位、水深）、全年流量（水量、水位、水深）及其过程等指标；生态流量设计保证率、生态流量满足程度、生态流量监测频次和内容等，工程下游涉及河道外取水的还应补充工程最小下泄流量及过程；

2) 水温垂向分布、工程受水对象及河湖水温需求等；

3) 水功能区及相应水质目标、国控省控市控断面及水质目标等。

6.0.2 生态调度设计应明确工程安全运用条件：

1 水利水电工程各水工建筑物的安全运用条件：

- 1) 大坝、坝身表底孔、取泄水建筑物、引水发电系统、发电机组等；
- 2) 生态泄水建筑物（专用或兼用水工建筑物）、过鱼设施等；
- 3) 库区取水建筑物。

2 水利水电工程各金属结构设备的安全运用条件：

- 1) 闸门（工作闸门、事故闸门、检修闸门等）、拦污栅、启闭机等；
- 2) 分层取水设施；
- 3) 生态流量、水温、水质监控设施。

3 水利水电工程水情测报系统的安全运用条件：

4 水利水电工程运行过程中安全监测与巡视检查要求、生态相关监测监控、运行管理平台。

7 生态调度需求识别与分析

7.1 一般规定

7.1.1 生态调度设计应针对水利水电工程库区及下游河段的生态保护对象进行生态调度需求识别分析。

7.1.2 生态保护对象生态调度需求应重点分析生态流量调度需求、水温调度需求和环境应急调度需求。其中生态流量调度需求应重点考虑河湖连续性、自净能力、水生生态、水环境、河流湿地、入海河口等需求；水温调度需求应重点考虑水生生物、河流湿地等需求；环境应急调度需求应重点考虑水华、水污染事故、上下游减脱水等环境应急事件需求。

7.1.3 生态调度需求时段主要为需求对象对下泄过程有特定需求的年内时段，一般具有特定的规律性。

7.2 生态流量调度需求

7.2.1 生态流量调度需求识别分析应确定生态流量及相应组分设计保证率，具体包括：生态基流、年内不同时段流量、全年流量、敏感期生态流量及其过程等基本生态流量及相应设计保证率，可进一步确定目标生态流量及设计保证率。

7.2.2 生态流量调度各组分的设计保证率由高到低可参照生态基流 \geq 年内不同时段流量 $=$ 全年流量 $>$ 敏感期生态流量 \geq 目标生态流量。应尽可能最大程度满足生态流量调度需求。

7.2.3 敏感期生态流量中，水生生态需水应根据代表鱼类生活习性、繁殖周期提出专有的鱼类栖息繁殖生态需水过程；河流湿地需水应根据湿地代表植被、候鸟的繁殖生长周期提出专有的湿地生态需水过程；入海河口需水应根据入海河口及感潮河段咸潮上溯周期提出专有的压咸生态需水过程。敏感期生态流量确定方法可参照附录 B。

7.3 水温调度需求

7.3.1 水温调度需求识别分析应确定工程是否存在水温分层现象及分层规律、工程任务及下游河湖有无水温需求、供水及下泄过程有无赋温效益。

7.3.2 工程任务及下游河湖有无水温需求主要包括：具有农业灌溉供水任务的工程，应考虑农作物生长对水温的要求；下游涉及河湖或湿地的工程，应考虑河湖水生生物繁殖、湿地作物生长对水温的要求。

7.4 环境应急调度需求

7.4.1 环境应急调度需求识别分析应确定重点考虑水华、水污染事故、上下游减脱水等环境应急事件。

8 生态调度设计

8.1 一般规定

8.1.1 生态调度设计应根据生态保护对象及其生态需水过程,提出不同时段下的生态流量调度、水温调度、环境应急调度,涉及水生生态、河流湿地、入海河口等敏感期生态流量时可开展精细化调度设计,不同调度在时空间存在重叠时应综合考虑,最终形成生态调度综合。

8.1.2 生态调度设计应根据生态保护对象生态需水过程、工程任务特性提出生态调度任务、原则、调度方式、启动条件、启动时间、调度频次、持续时间等。

8.1.3 生态调度设计初步确定后,应根据生态调度监测评估结果、适宜性管理要求、生态保护对象对生态调度的动态响应效果等进行优化调整。

8.2 生态流量调度设计

8.2.1 生态流量调度任务为:根据生态环境用水开发任务要求,结合上游来水及库区水量情况,拟定生态流量调度方式,明确生态流量调度启动条件、启动时间、调度频次、持续时间等,绘制调度图并明确生态流量调度区,分析生态流量调度效果。

8.2.2 生态流量调度设计应符合以下原则:

1 应按照上级主管部门审批的水库调度规程、工程设计文件中的水库调度图,分析生态流量目标符合性。对不满足生态流量目标要求的工程,应重新复核生态流量及满足程度后再开展生态流量调度;

2 应综合运用水利水电工程及受水河湖其他水源工程的调蓄能力,科学合理调配生态流量,满足河湖生态环境用水要求;

3 生态流量调度设计应根据生态流量组分要求拟定多级调度方式,分层次满足生态流量调度需求。除应拟定设计保证率以内年份的调度方式外,还应拟定设计保证率以外年份的调度方式;应根据在正常蓄水位(或防洪限制水位)至死水位之间的水位、库区水量情况拟定不同的调度方式,水位位于加大供水区时可补充下泄流量;

4 生态流量调度设计的调度结果分析,应结合工程枢纽调节性能开展;

5 生态流量调度应考虑水库工程运行管理实际,当工程遭遇下列特殊情况时应暂缓或减小水文流量及过程,或遵照应急预案开展专项调度:

- 1) 特殊干旱等情形,城乡居民生活用水保证率无法满足;
- 2) 启动抗旱或防凌应急响应,响应级别 IV 级及以上时;
- 3) 凌汛封库,库水位变幅将影响大坝坝坡等结构物安全;
- 4) 水污染等突发事件,库水下泄可能加剧下游生态不利影响;
- 5) 上游来水流量小于生态流量,且水库水位处于死水位及以下时;
- 6) 其他可能对水库安全造成影响的情况。

8.2.3 生态流量调度的调度方式主要有：

1 低于生态基流的生态流量调度

1) 启动条件：设计保证率以外年份或入库流量不足生态基流，且库区水位位于保证供水区或降低供水区；

2) 启动时间：全年，尤其以枯水期为主；

3) 调度流量：按照入库流量下泄；

4) 调度方式：生态基流泄放建筑物；

5) 调度频次：无固定频次；

6) 持续时间：满足启动条件的时间；

7) 变更条件及调度流量一：设计保证率以外年份或入库流量不足生态基流，但库区水位位于加大供水区时，结合加大供水区富裕水资源能力适当增加调度流量（但不得对于生态基流）；

8) 变更条件及调度流量二：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，但库区水位位于降低供水区时，优先保障水库按保证供水量方式供水的前提下尽可能满足生态基流调度流量；

9) 变更条件及调度流量三：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，且库区水位位于保证供水区或加大供水区时，至少按照生态基流开展生态流量调度。

2 基本生态流量的生态流量调度

1) 启动条件：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，且库区水位位于保证供水区；

2) 启动时间：全年；

3) 调度流量：根据生态流量不同组分的设计保证率，结合来水频率确定；

4) 调度方式：生态流量泄放建筑物；

5) 调度频次：敏感期生态流量应根据敏感期时段、生态保护对象需求确定；其余组分无固定频次；

6) 持续时间：敏感期生态流量应根据敏感期时段、生态保护对象需求确定；其余组分满足启动条件的时间；

7) 变更条件及调度流量一：设计保证率以外年份或入库流量不足生态基流，且库区水位位于保证供水区或降低供水区时，开展低于生态基流的生态流量调度；

8) 变更条件及调度流量二：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，且库区水位位于或高于加大供水区时，开展目标生态流量或大于目标生态流量的生态流量调度。

3 目标生态流量或大于目标生态流量的生态流量调度

1) 启动条件：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，且库区水位位于或

高于加大供水区；

- 2) 启动时间：全年；
- 3) 调度流量：目标生态流量或大于目标生态流量的调度流量；
- 4) 调度方式：生态流量泄放建筑物；
- 5) 调度频次：无固定频次；
- 6) 持续时间：满足启动条件的时间；
- 7) 变更条件及调度流量：设计保证率以内年份或入库流量大于生态基流，且库区水位位于保证供水区时，开展基本生态流量的生态流量调度。

8.2.4 兴利调度优化设计的调度方式，主要考虑加大供水区在保障生态环境用水上的运用，主要有以下方式：

- 1 水位处于加大供水区时，可延长库区蓄水历时，减少蓄水增加下泄；
- 2 在加大供水区设置生态调度特征水位，高于此特征水位时不再存蓄水量，入库水量尽数下泄；
- 3 汛前按防洪调度要求需泄放水量至水位低于防洪控制水位，可利用此部分库容开展敏感期生态流量调度、环境应急调度等持续时间较短、调度水量较少的生态调度。

8.2.5 梯级枢纽联合调度设计，应根据上下游、干支流梯级关系，经模拟调算、工况比选后拟定合理的联合调度；原则上各梯级枢纽的生态用水设计保证率应相互匹配，同时水文过程节律应基本一致。

8.2.6 调度图中应明确生态流量调度区，在原水库灌溉与供水调度图中，将保证供水区按生态流量各组分设计保证率自下而上依次划分为目标需求保证区、敏感流量保证区、时段流量保证区、基流保证区、基流降低区五个生态流量调度区。对于年内部分水期有特定敏感用水过程需求的，可单独绘制敏感期调度图。一般敏感期总时长宜不小于1月，调度精度宜不大于1日。

8.2.7 结合原有灌溉与供水调度图，各区调度方式应符合下列规定：

- 1 加大供水区：上限为库区允许最高蓄水位，下限为保证供水线。当库水位位于此区时，工程可视需要按加大供水量方式供水，亦可开展兴利调度优化，向下游河道多泄放水量；
- 2 保证供水区：上限为保证供水线，下限为降低供水线。当库水位位于此区时，工程按保证供水量方式供水；
- 3 目标需求保证区：可满足河湖目标生态流量所对应的区域。上限为保证供水线，下限为目标需求保证线，当库水位位于此区时，工程按保障目标生态流量的方式下泄流量；
- 4 敏感流量保证区：可满足河湖基本生态流量（生态基流、敏感期生态流量、年内不同时段流量、全年流量）所对应的区域。上限为目标需求保证线，下限为敏感流量保证线，当库水位位于此区时，工程按保障敏感期生态流量的方式下泄流量；

5 时段流量保证区：可满足河湖生态基流、年内不同时段流量、全年流量所对应的区域。上限为敏感流量保证线，下限为时段流量保证线，当库水位位于此区时，工程按保障全年时段生态流量的方式下泄流量；

6 基流保证区：仅满足河湖生态基流所对应的区域。上限为时段流量保证线，下限为基流保证线，当库水位位于此区时，工程按保障生态基流的方式下泄流量；

7 基流降低区：生态基流难以保障所对应的区域上限为基流保证线，下限为降低供水线，当库水位位于此区时，工程在不影响人饮供水任务的前提下泄放一定流量，原则上下泄流量应不大于生态基流，且不小于入库流量和生态基流二者间的较小值，直至水位上升至基流保证区；

8 降低供水区：上限为降低供水线，下限为死水位。当库水位位于此区时，工程按降低供水量方式供水，并下泄一定流量。原则上下泄流量应不大于生态基流，且不小于入库流量和生态基流二者间的较小值，直至水位上升至基流保证区。

8.2.7 生态流量调度设计确定后应开展调度结果分析，具体内容如下：

1 按拟定的调度方式和调度图进行长系列径流调节计算，复核对生态环境需求的满足程度，分析合理性；

2 满足程度计算时长原则上应于生态流量保证率相互匹配，生态基流计算时长可为时、日、旬、月、不同时段和年，敏感期生态流量的计算时长根据敏感对象的生理学、生态学特征和水文情势确定，基本生态流量和目标生态流量的计算时长可为月、不同时段（汛期、非汛期、冰冻期等）和年，实际运用时还应考虑生态流量考核断面精度要求以及工程调节性能；

3 生态流量调度结果不满足设计保证率要求时，应调整调度方式和调度图。

8.3 水温调度设计

8.3.1 水温调度任务为：水温调度应根据工程下游及受水区水生生物、农作物对水温的需求，拟定相应的调度方式，通过分层取水、浮式表层取水等工程措施，以减缓低温水对水生生物、农作物的不利影响，分析水温的调度效果。

8.3.2 水温调度设计生态流量调度方式应符合以下要求：

1 水温调度应在确保防洪防凌调度安全基础上，满足水源区人饮供水、农业灌溉兼顾其他兴利任务的前提下开展；

2 水温调度，应优先判别库区水温是否分层、分层结构型式等，根据不同的水温分层结构，拟定不同的调度方式。

8.3.3 水温调度的调度方式主要有：

1 启动条件：库区水温分层，且低温水下泄存在不利影响；

2 启动时间：低温水下泄存在不利影响时段；

3 调度方式：分层取水设施下泄流量；

4 调度频次：无固定频次；

5 持续时间：低温水下泄存在不利环境影响时间。

8.3.4 梯级枢纽应考虑梯级联合调度方式以及对水温的累积影响。

8.3.5 水温调度设计确定后应开展调度结果分析，按拟定的调度方式进行下泄水温预测计算，分析调度结果的合理性。工程运行阶段，通过对库区及下游水温的监测，分析调度的实施效果，明确调度满足程度。

8.4 环境应急调度设计

8.4.1 环境应急调度任务为：环境应急调度应根据库区水华、突发水污染事件、突发下游减脱水等环境应急情景，分析所需的流量、水位、过程等，拟定调度方式，消除或减缓突发事件的不利环境影响。

8.4.2 环境应急调度设计应符合以下原则：

1 环境应急调度应与相应工程应急预案协调一致；

2 对于可能影响供水灌溉或防洪防凌安全的突发环境事件，应以安全为第一原则，待安全隐患排除后恢复原有调度方式。

8.4.3 环境应急调度方式应说明调度目标、调度水量来源、是否影响原供水任务等，明确调度措施和设施，提出泄水设施管理、维护及监测制度等。

8.4.4 环境应急调度的启动条件、启动时间、调度流量、持续时长应根据不同应急事件单独确定。

9 生态调度监测管理

9.1 监测要求

9.1.1 水利水电工程生态调度应根据工程生态调度任务要求，提出相应监测计划。明确评估对象、评估指标、评估方法和成果分析。评估指标包括（但不限于）表征河湖生态系统的流量、流速、水位等参数。

9.1.2 监测方案应符合生态流量监测技术规范，明确监测断面、监测内容、监测周期频次等。

9.1.3 监测设备应明确生态调度监测系统的组成、功能、技术方法、系统要求等，主要包括以下内容：

- 1 监测系统组成包括监测站、通信网络、接收平台等；
- 2 监测系统功能主要有实时监测各断面数据、定时或实时上传成果、监测异常自动报警、展示测点状态、自动统计数据、对接上一级监控平台等；
- 3 监测技术方法分为在线监测方法和人工监测方法。在线监测主要采用流量计、水位自动观测站、多普勒流速仪、泄流闸门监控仪等仪器监测；人工监测方法主要采用水工建筑物物法推求计算；
- 4 监测系统要求包括技术要求和系统性能要求。技术要求包括数据采集频次、设备工作环境、设备精度等要求；系统性能要求包括数据采集、数据传输、数据处理等要求。

9.2 评估计划

9.2.1 应提出生态调度效果评估初步方案，明确评估对象、评估指标、评估方法和评估效果等技术要求。

9.2.2 生态调度设计初步拟定并实行 3~5 年后，应结合生态调度监测结果，开展生态效益跟踪评价。

9.3 适应性管理

9.3.1 根据制定的监测计划，监测评估生态调度的实施效果以及调度目标的满足程度，针对不满足调度目标的方案，分析其不满足要求的原因，并修正优化调度。如此反复进行，最终确定优化调整的生态调度。

9.3.2 通过科学管理、水生生态监测和调控管理来提高当前数据收集水平，以满足水生生态系统容量和工程社会效益方面的变化。围绕系统管理的一系列不确定性展开必要的调度调整和优化，辅以必要的工程措施和非工程措施，实现生态环境健康、可持续发展。

附录 A

(规范性附录)

《水利水电工程生态调度设计报告》编制目录

1 综合说明

- 1.1 任务由来
- 1.2 编制目的
- 1.3 编制任务
- 1.4 编制依据
- 1.5 编制原则

2 流域区域概况

- 2.1 自然环境概况
- 2.2 流域功能定位及相关规划概况

3 工程概况

- 3.1 工程基本情况
- 3.2 水文气象情报与预报
- 3.3 调度控制水位与流量
- 3.4 工程调度运行主要指标参数
- 3.5 水工建筑物及金属结构安全运用条件
- 3.6 工程特性表

4 调度条件

- 4.1 基本资料
- 4.2 工程安全运用条件
 - 4.2.1 水工建筑物的安全运用条件
 - 4.2.2 水工金属结构设备的安全运用条件
 - 4.2.3 水情测报系统的安全运用条件；
 - 4.2.4 工程安全监测与巡视检查要求

5 生态调度需求识别与分析

- 5.1 生态调度需求识别
- 5.2 生态调度需求分析

5.3 主要生态问题

6 生态调度设计

6.1 生态流量调度设计

6.1.1 调度任务

6.1.2 调度原则

6.1.3 启动条件

6.1.4 调度时段

6.1.5 调度方式及控制条件

6.1.6 调度图

6.1.7 调度结果分析

6.2 水温调度设计

6.2.1 调度任务

6.2.2 调度原则

6.2.3 启动条件

6.2.4 调度时段

6.2.5 调度方式

6.2.6 调度结果分析

6.3 水环境应急设计

6.3.1 调度任务

6.3.2 调度原则

6.3.3 调度方式

7 生态调度监测管理

7.1 监测计划

7.2 跟踪评价计划

7.3 适应性管理

8 结论和建议

8.1 结论

8.2 建议

附件、附表、附图

附录 B

(规范性附录)

生态调度中敏感期生态流量计算方法

B.1 Q_p 法。 又称不同频率最大日平均值法，以河流产卵场控制断面长系列 ($n \geq 30$ 年) 敏感期天然日平均流量、一定天数日均洪量、一定天数总洪量 (Q) 为基础，用每年敏感期的最大值排频，选择不同频率下的最大日平均流量、一定天数日均洪量、一定天数总洪量作为河流产卵场控制断面的水文流量及过程计算依据，再辅以水文学法、水力学法进行调整优化，最终得到生态调度的水文流量及过程。

频率 P 根据流域水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，宜取 20%~50%。实测水文资料应进行还原和修正，水文计算按 SL278 的规定执行。对于存在冰冻期或季节性河流，可将冰冻期和由于天然季节性造成的无水期排除后在进行排频。调整优化的目的是为了复核自然过程满足生态流量要求，可用 Tennant (表 A.0.3 “良好” 和 “优秀” 的分级范围内) 或湿周法、R2-Cross 法复核优化调整，具体计算按 SL712 的规定执行。

B.2 频率曲线法。 用河流敏感期长系列水文资料的日平均流量、水位或径流量的历史资料构建水文频率曲线，将一定频率相应的日平均流量、水位或径流量作为敏感期生态调度的水文流量及过程。

频率 P 根据流域水资源开发利用程度、规模、来水情况等实际情况确定，宜取 20%~50%；长系列数据宜不短于 30 年，原则上不应少于 20 年。

B.3 近 10 年敏感期最大洪水过程法。 缺乏长犀利水文资料时，可用近 10 年敏感期最大洪水过程逐日流量、水位或径流量，作为生态调度的水文流量及过程。

B.4 栖息地面积法

一般选择鱼类作为指示物种，将自然过程下水文实测数据水力学参数与水生态生物物种在产卵繁殖阶段的生物学信号相结合，可选取水深、流速、底质等，选取一定自然来水频率下的适宜栖息地面积为基准，构建目标物种所需的水文流量及过程与适宜栖息地面积比率之间的关系，再确定生态调度的水文流量及过程。

推荐水文流量及过程中，比率不低于 80% 的时长应不小于 20%，比率不低于 50% 的时长不小于 50%，比率不低于 30% 的时长不小于 90%。

B.5 RVA-IHA 法

通过分析河流敏感期长系列 (宜不短于 30 年，原则上不应少于 20 年) 的日流量资料，计算反映人类活动影响的水文变化指数 (IHA)，宜选取一定概率发生的指标值作为上下限

值，得到河流天然生态系统可承受的变化范围，拟定的生态调度水文流量及过程应落在允许改变范围内。一般建议概率指标范围为 25%~75%，对于涉及重要水生生境、基本栖息地的河段，指标范围可为 25%~50%。

水文变化指数（IHA）除原有 32 项指标外，补充部分水文流量及过程指标，具体如下表：

表 B.5.1 水文变化指标

IHA 指数组参数	水文指数特征指标	生态系统影响状况
1、月流量	每月平均值或中值	水生生物栖息地可得性；植物的土壤湿度可得性；陆生动物的水资源可得性；哺乳动物的食物、庇护所可得性；陆地动物供水可靠性；食肉动物筑巢的通道；影响水中的水温、溶解氧的水平，水体光合作用。
2、年极端水文条件	年最小、最大 1d 平均流量 年最小、最大 3d 平均流量 年最小、最大 7d 平均流量 年最小、最大 30d 平均流量 年最小、最大 90d 平均流量 基流指数（年最小 7d 平均流量/年平均流量） 零流量天数*	（1）生物体竞争与忍耐的平衡，创造植物散布的地点，通过生物与非生物因素构建水生生态系统； （2）构建河道地形与物理生境条件，植物土壤水分压力，动物脱水，植物缺氧压力； （3）河道与洪泛平原间的营养物质交换，紧迫条件持续时间，如水中的低溶解氧和高浓度的化学物质； （4）湖泊、池塘、洪泛平原的植物群落分布流量持续时间对污染物消解，河道沉积物中产卵的通风作用。
3、年极端水文条件出现时间	每年的 1d 最小平均流量的出现时间(年积日) 每年的 1d 最大平均流量的出现时间(年积日) 每年零流量的出现时间（年积日）*	相容性与生物生活周期；生物外界压力的可预见性/规避性；繁殖期间或躲避天敌时特殊生境的可达性；得到特定的栖息地；为迁移的鱼类提供产卵的机会。
4、高流量及低流量发生的频率和持续时间	年低脉冲发生次数 年低脉冲持续时间(d) 年高脉冲发生次数 年高脉冲持续时间(d)	植物土壤压力的量及频率；植物厌氧压力的频率及持续时间；漫滩栖息地对于水生有机物的有效性；河道与漫滩间的营养与有机物的交换；土壤矿物有效性；获得水鸟的喂养、休眠及繁殖场所；影响水流带来的泥沙的运输，河床沉积物结构及底部干扰的持续时间（高脉冲）。
5、水文条件变化的发生速率及频率	日流量平均增加率（涨水率） 日流量平均减少率（落水率） 流量过程转换的次数（涨落次数）	植物的干旱压力（下降条件时）；孤岛、漫滩的有机物的截留（上涨条件时）；对低流动性的河床边缘（不同流量过程转换的次数）有机物的干燥压力。

注:年积日表示的是在公历的一年中的第多少天，表中的年指的是水文年。带“*”为新增指标。

B.6 涨落过程法

通过分析河流敏感期长系列（宜不短于 30 年，原则上不应少于 20 年）的日流量资料，计算水文条件变化的发生速率及频率，分析日流量涨落过程、持续时间、峰值流量等规律，宜选取一定概率发生的日流量为起点，按自然水文涨落节律，得到生态调度的水文流量及过程。

ICS 编号
CCS 编号

团 体 标 准

T/CHES XXX—20XX

水利水电工程生态调度设计指南

**Design for ecological operation of water conservancy
and hydropower projects**

条文说明

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

条文说明.....	17
3 术语和定义.....	19
8 生态调度设计.....	19
8.2 生态流量调度设计.....	19

3 术语和定义

3.0.3 生态流量调度区 Ecological flow operation area

本标准定义的生态流量调度区，是在《水库调度设计规范》(GB/T50587-2010)“5 灌溉与供水调度设计”所提的“灌溉与供水调度图”基础上，将原“保证供水区”进一步细化区分为目标需求保证区、敏感流量保证区、时段流量保证区、基流保证区、基流降低区五个生态流量调度区，同时对原“加大供水区”提出“水库可视需要按加大供水量方式供水或向下游河道多泄放水量”的生态优化。生态流量调度区的设置，不影响工程灌溉与供水调度功能，而是对原调度区的细化和生态学意义的赋能，其目的是参照《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T 712-2021)中生态流量不同组分的保证率要求，以便更好地开展水利水电工程调度运行管理。

8 生态调度设计

8.2 生态流量调度设计

8.2.4 利用加大供水区优化兴利调度的方式，主要有以下方式：

1 “蓄”：设计保证率以内年份且库区水位处于加大供水区时，可延长库区蓄水历时，即在来流总量一定的前提下减少入库量增加下泄量，使得下泄过程接近入库过程，实现兴利调度的生态优化；

2 “存”：对于年调节及以上调节性能的工程，在加大供水区内设置动态控泄水位。在一定来水频率下的丰水年分或时段，当库区存蓄水量达当前水期控泄水位时，维持当前水位，不再优先存蓄，按照或接近入库水文过程下泄，直至水位明显降低或下一水期控泄水位变化，实现兴利调度的生态优化；对于防洪库容与兴利库容重叠的水库，可将控泄水位与防洪限制水位持平；

3 “放”：库区水位蓄满或远高于保证供水线时，可在保持水位不低于保证供水线的前提下适当增加下泄流量，使得下泄过程按照或接近入库水文过程；当库区水位处于加大供水区但突发来流不足时，应优先利用加大供水区富裕能力补充生态基流，满足基本生态用水，实现兴利调度的生态优化；

4 对于径流调节系数较大或调节性能较强的水库，汛前缓“蓄”、少“存”，汛后及时增加下“放”，多措施开展兴利调度优化；对于径流调节系数较小或调节性能较弱的水库。

8.2.6 调度图中生态流量调度区的分区，主要是在原《水库调度设计规范》(GB/T 50587-2010)中“5 灌溉与供水调度设计”、“5.3 灌溉与供水调度图”的基础上细化得出的。原保证供水线为设计保证率范围内各调度线的上包线，原降低供水线为设计保证率范围内各调度线的下包线。调度图示例见图 1。

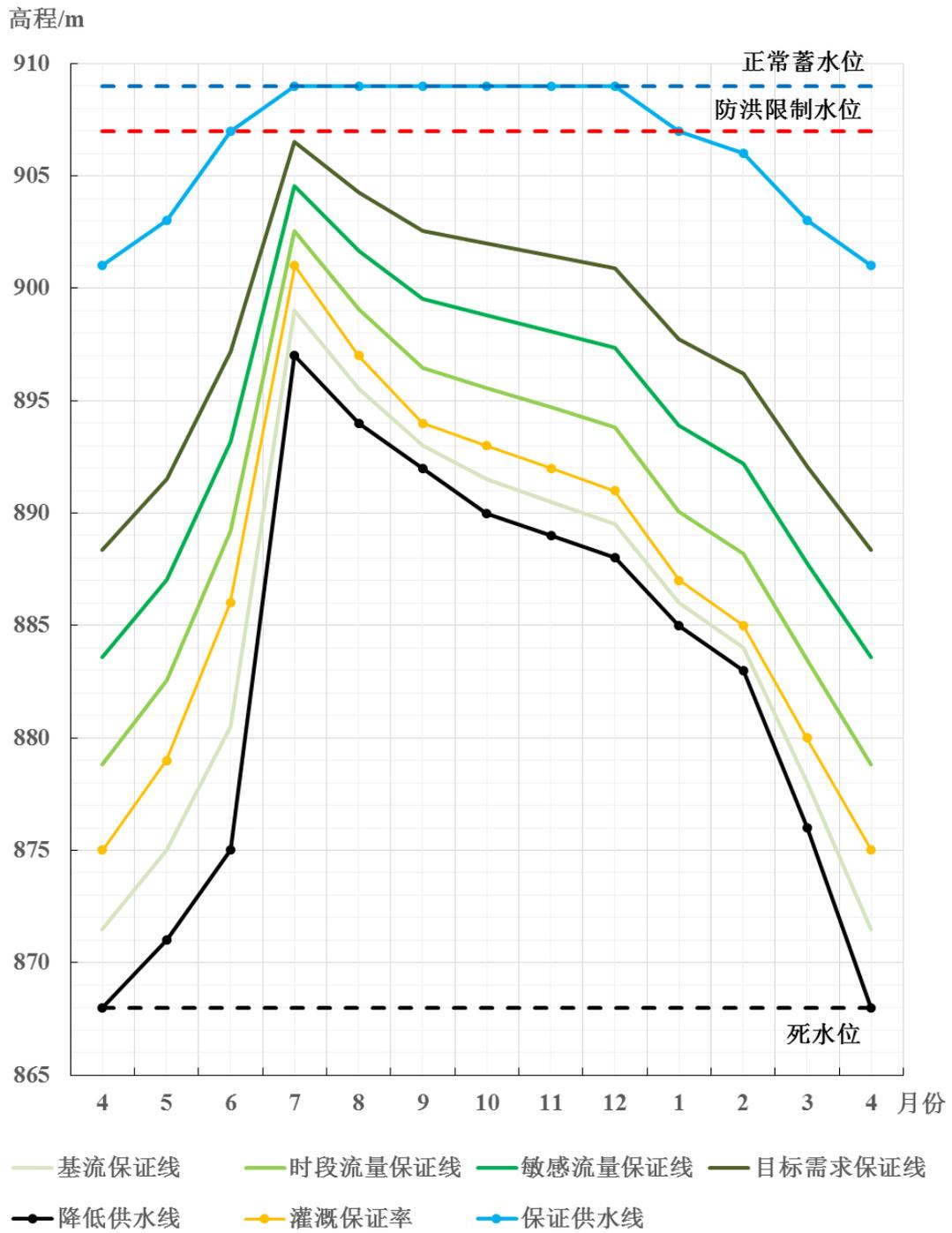


图 1 调度图示例