

ICS 27.140  
P 59  
备案号：J2049—2015

**NB**

中华人民共和国能源行业标准

**P**

**NB / T 35054 — 2015**

---

# 水电工程过鱼设施设计规范

Design code for fish passage facilities in  
hydropower projects

**2015-04-02 发布**

**2015-09-01 实施**

---

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

水电工程过鱼设施设计规范

Design code for fish passage facilities in  
hydropower projects

**NB / T 35054 — 2015**

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2015年9月1日

中国电力出版社

2015 北京

中华人民共和国能源行业标准  
水电工程过鱼设施设计规范  
Design code for fish passage facilities in  
hydropower projects  
**NB / T 35054 — 2015**

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2015年9月第一版 2015年9月北京第一次印刷  
850毫米×1168毫米 32开本 2.125印张 48千字  
印数 0001—3000册

\*

统一书号 155123·2630 定价 **18.00**元

**敬告读者**

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

**版权专有 翻印必究**

# 国家能源局 公告

2015 年 第 3 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《压水堆核电厂用碳钢和低合金钢 第31部分：安全壳用15Mn锻件》等203项行业标准，其中能源标准（NB）106项和电力标准（DL）97项，现予以发布。

附件：行业标准目录

国家能源局  
2015年4月2日

附件：

### 行 业 标 准 目 录

| 序号 | 标准编号                | 标准名称             | 代替标准 | 采标号 | 批准日期       | 实施日期       |
|----|---------------------|------------------|------|-----|------------|------------|
| ⋮  |                     |                  |      |     |            |            |
| 75 | NB/T 35054—<br>2015 | 水电工程过鱼<br>设施设计规范 |      |     | 2015-04-02 | 2015-09-01 |
| ⋮  |                     |                  |      |     |            |            |

## 前 言

根据《国家能源局关于下达 2009 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2009〕163 号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范主要包括鱼道设计、仿自然通道设计、鱼闸设计、集运鱼系统设计、辅助设施设计、运行管理设计。

本规范由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电规划水库环保标准化技术委员会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街 2 号，邮编：100120）。

本规范主编单位：水电水利规划设计总院

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

本规范参编单位：水利部中国科学院水工程生态研究所

中国水电工程顾问集团有限公司

本规范主要起草人员：芮建良 崔 磊 郭 坚 陈玉英

彭 育 赖道平 傅菁菁 黄 维

韩德举 郑金秀 胡望斌

本规范主要审查人员：顾洪宾 黄晓辉 陈凯麒 万文功

李仕胜 包洪福 翁新雄 喻卫奇

欧阳晶 杜效鹄 王春云 常剑波

黄川友 陈国柱 薛联芳 牛天祥

金 弈 张 荣 谭奇林 吴关叶

陈念水 张曼曼 戴向荣 邱树先

郭熙宏 高志芹 刘元元 蒋 红

陈能平 赵 谊

## 目 次

|     |          |    |
|-----|----------|----|
| 1   | 总则       | 1  |
| 2   | 术语       | 2  |
| 3   | 鱼道设计     | 4  |
| 3.1 | 一般规定     | 4  |
| 3.2 | 进口设计     | 5  |
| 3.3 | 池室设计     | 6  |
| 3.4 | 出口设计     | 7  |
| 4   | 仿自然通道设计  | 8  |
| 4.1 | 一般规定     | 8  |
| 4.2 | 进口设计     | 8  |
| 4.3 | 通道设计     | 9  |
| 4.4 | 出口设计     | 9  |
| 5   | 鱼闸设计     | 10 |
| 5.1 | 一般规定     | 10 |
| 5.2 | 进口设计     | 10 |
| 5.3 | 闸室设计     | 11 |
| 5.4 | 出口设计     | 11 |
| 6   | 集运鱼系统设计  | 12 |
| 6.1 | 一般规定     | 12 |
| 6.2 | 集鱼设施设计   | 12 |
| 6.3 | 运鱼设施设计   | 12 |
| 6.4 | 相关配套设施设计 | 13 |
| 7   | 辅助设施设计   | 14 |
| 7.1 | 一般规定     | 14 |

## NB / T 35054 — 2015

|                     |    |
|---------------------|----|
| 7.2 诱导设施设计 .....    | 14 |
| 7.3 拦清污设施设计 .....   | 14 |
| 7.4 观测设施设计 .....    | 15 |
| 8 运行管理设计 .....      | 16 |
| 8.1 一般规定 .....      | 16 |
| 8.2 运行维护设计 .....    | 16 |
| 8.3 观测评估设计 .....    | 17 |
| 8.4 调查研究设计 .....    | 18 |
| 附录 A 鱼类游泳能力试验 ..... | 19 |
| 附录 B 鱼道水力计算 .....   | 21 |
| 附录 C 水工模型试验 .....   | 26 |
| 本规范用词说明 .....       | 28 |
| 引用标准名录 .....        | 29 |
| 附：条文说明 .....        | 31 |

## Contents

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | General provisions                                      | 1  |
| 2   | Terms   | 2  |
| 3   | Design of fish ladders                                  | 4  |
| 3.1 | General requirement                                     | 4  |
| 3.2 | Design of entrances                                     | 5  |
| 3.3 | Design of ladders                                       | 6  |
| 3.4 | Design of exits   | 7  |
| 4   | Design of nature-like pass channels                     | 8  |
| 4.1 | General requirement                                     | 8  |
| 4.2 | Design of entrances                                     | 8  |
| 4.3 | Design of channels                                      | 9  |
| 4.4 | Design of exits   | 9  |
| 5   | Design of fish locks                                    | 10 |
| 5.1 | General requirement                                     | 10 |
| 5.2 | Design of entrances                                     | 10 |
| 5.3 | Design of lock chambers                                 | 11 |
| 5.4 | Design of exits   | 11 |
| 6   | Design of fish collection and transportation facilities | 12 |
| 6.1 | General requirement                                     | 12 |
| 6.2 | Design of collection facilities                         | 12 |
| 6.3 | Design of transportation facilities                     | 12 |
| 6.4 | Design of related facilities                            | 13 |
| 7   | Design of auxiliary facilities                          | 14 |
| 7.1 | General requirement                                     | 14 |
| 7.2 | Design of attracting facilities                         | 14 |



## NB / T 35054 — 2015

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 7.3        | Design of trash rack and screen cleaning facilities ..... | 14 |
| 7.4        | Design of monitoring facilities .....                     | 15 |
| 8          | Design of operational management .....                    | 16 |
| 8.1        | General requirement .....                                 | 16 |
| 8.2        | Design of operation and maintenance .....                 | 16 |
| 8.3        | Design of monitoring and evaluation .....                 | 17 |
| 8.4        | Design of investigation and study .....                   | 18 |
| Appendix A | Measure on fish swimming ability .....                    | 19 |
| Appendix B | Hydraulic calculation of fish ladders .....               | 21 |
| Appendix C | Test on hydraulic models .....                            | 26 |
|            | Explanation of wording in this code .....                 | 28 |
|            | List of quoted standards .....                            | 29 |
|            | Addition: Explanation of provisions .....                 | 31 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为减缓水电工程对鱼类的阻隔影响，规范水电工程过鱼设施的设计，统一技术要求，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于水电工程过鱼设施设计。

**1.0.3** 水电工程过鱼设施的设计应做到技术可行、工程安全、运行可靠、经济合理、管理维护方便。

**1.0.4** 过鱼设施的级别应根据其与水工建筑物结合情况确定，水工建筑物的级别划分应按现行行业标准《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》DL 5180 有关规定执行。过鱼设施与水电工程主要建筑物相结合部分，其级别应与该水工建筑物相同，其余与挡水建筑物不结合部分及独立的过鱼设施宜按次要建筑物确定其级别。

**1.0.5** 本规范涉及的过鱼设施形式主要有鱼道、仿自然通道、鱼闸和集运鱼系统等。应结合工程坝（闸）上下游水位差、枢纽布置、运行方式、过鱼对象，以及河流水文、地形、地质条件等综合比选确定过鱼设施形式。

**1.0.6** 过鱼设施设计应收集工程枢纽布置、水库运行方式，所在区域地形、地质、气象、水文、泥沙、水质、水温以及鱼类生物学和行为学特征等基本资料。

**1.0.7** 应根据工程所在河段鱼类资源及其分布、鱼类洄游习性等调查结果，确定过鱼对象的种类与大小、过鱼规模与过鱼季节。

**1.0.8** 鱼道、仿自然通道、鱼闸的设计宜开展鱼类游泳能力试验、过鱼设施水力计算和水工模型试验、坝下和进口的水流流场数值模拟计算分析等，研究确定主要设计参数。

**1.0.9** 水电工程过鱼设施设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 洄游 migration

鱼类或其他水生动物为完成生活史，在特定水域沿固定线路周期性往返迁徙的行为。

### 2.0.2 过鱼对象 target species of migratory fish

设计需要通过坝（闸）的特定种类的鱼类或其他水生动物。

### 2.0.3 过鱼设施 fish passage facility

在坝（闸）处人工修建的辅助和引导鱼类通行的通道或设施，主要类型包括鱼道、仿自然通道、鱼闸和集运鱼系统等。

### 2.0.4 鱼道 fish ladder

过鱼设施的一种类型，呈连续阶梯状的水槽式构筑物，主要形式包括池式鱼道、槽式鱼道和特殊形态的鱼道等。

### 2.0.5 仿自然通道 nature-like pass channel

过鱼设施的一种类型，人工修建的仿自然溪流，用以连通被阻碍的河流，并考虑鱼类行为和通道坡度、仿自然河床、水流条件等因素为鱼类提供的一种洄游通道。

### 2.0.6 鱼闸 fish lock

过鱼设施的一种类型，由进口水槽、闸室和出口水槽等部分组成，利用上、下两座闸门调节闸室内水位变化而过鱼，其原理与船闸相似。

### 2.0.7 集运鱼系统 collection and transportation facility

过鱼设施的一种类型，通过人工集鱼和运输的手段实现鱼类过坝的措施，由集鱼设施、运鱼设施及相关配套设施等部分组成，主要设施包括集鱼船、运鱼船、运鱼车及公路、码头等。

**2.0.8 诱导设施 attracting facility**

在过鱼设施进口处及附近设置的吸引鱼类汇集进入的设施。

**2.0.9 诱导水流 attracting flow**

产生于过鱼设施进口及其附近具有足够流量、流速及其他水流条件，以吸引上溯鱼类进入的水流，包括来自过鱼设施内的重力流和进口或附近的辅助补水系统的水流。

**2.0.10 设计流速 designed flow velocity**

鱼道和仿自然通道中堰顶、孔口或竖缝等断面的最大水流速度，不应大于过鱼对象的突进游泳速度。

## 3 鱼道设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 鱼道布置应与电站枢纽建筑物的布置相协调，根据地形、地质、工程布置特点以及坝（闸）上、下游水流条件等选择合适的位置。鱼道布置应有利于防污防淤并具备良好的交通条件，便于运行和管理。

**3.1.2** 鱼道形式包括槽式鱼道、池式鱼道和特殊形态的鱼道等，坡度宜在 1:10~1:30 之间。形式应根据过鱼对象种类及其生态习性、工程的坝（闸）形式、提升高度、地形条件等因素，经技术经济比较选定。池式鱼道适用于大多数过鱼对象；对于游泳能力强的过鱼对象，且坝（闸）上、下游水位变动幅度较小的工程，可选槽式鱼道。

**3.1.3** 鱼道的结构形式和材料应根据过鱼设施规模及场地条件选择，大型鱼道可采用钢筋混凝土结构，小型鱼道可采用木板、合金板、塑料板等材料。采用混凝土或钢筋混凝土结构形式的鱼道，其结构设计和地基处理应按现行行业标准《溢洪道设计规范》DL/T 5166 的有关规定执行；混凝土强度、抗渗、抗冻等级及要求，应符合现行行业标准《混凝土重力坝设计规范》NB/T 35026、《水工混凝土结构设计规范》DL/T 5057 的有关规定；寒冷地区材料的抗冰冻要求应符合现行行业标准《水工建筑物抗冰冻设计规范》NB/T 35024 的有关规定；抗震设防应符合主体结构的设防标准。

**3.1.4** 鱼道宜采用开敞式，对于封闭段可根据需要采用人工补光措施。

**3.1.5** 鱼道设计运行水位应根据坝（闸）上、下游可能出现的水位变动情况合理选择。当上游运行水位变动较小时，上游设计水位范围可选择在过鱼季节电站的正常运行水位和死水位之间；当上游运行水位变化较大时，上游设计水位范围可选择在过鱼季节电站的运行控制水位和死水位之间。下游设计水位可选择在单台机组发电与全部机组发电的下游水位之间。

**3.1.6** 鱼道设计流速应根据过鱼对象游泳能力试验、水工模型试验或已有研究成果综合确定。鱼道设计流速不应超过过鱼对象的突进游泳速度。鱼类游泳能力试验宜按本规范附录 A 的规定执行，也可参照已进行过游泳能力试验的结果选取。

**3.1.7** 鱼道的进口、出口等处应设置闸门，满足运行和检修要求。闸门设计应按现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》DL/T 5039 的有关规定执行。闸门及相关设备等应保证操作灵活、安全可靠。

## 3.2 进 口 设 计

**3.2.1** 进口宜布置在适宜鱼类聚集的区域，并尽可能靠近鱼类能上溯到达的水域。进口位置应根据水电工程运行工况对进口区域流场进行数值计算确定，必要时可结合整体水工模型试验进行验证。

**3.2.2** 进口布置应避免强回流区、漩涡区、泥沙淤积区和受污染水域。

**3.2.3** 进口应能适应不同过鱼对象的活动水层，适应过鱼季节进口水域的流量、水位变化范围，可设置多个不同高程的进口，调节进口诱导流量或采用自动控制堰和调节闸门。

**3.2.4** 进口水流应为连续流，使鱼类易于分辨和发现，有利于鱼类集结。宜设置水流调节设施，以更好地吸引并诱导鱼类进入鱼道进口。水流方向宜与河道主流方向形成一定夹角以增强效果。

**3.2.5** 进口宜设计成向鱼道收缩的喇叭形，并具有相对稳定的流

态和流速。进口结构可采用溢流堰、竖缝或孔口型，宽高比宜为0.6~1.25。

**3.2.6** 必要时进口可设置拦鱼或诱导设施，以提高过鱼效果。

### **3.3 池室设计**

**3.3.1** 鱼道选线宜布置在岸坡稳定区域，并避开有机械振动或嘈杂喧闹等区域。

**3.3.2** 鱼道布置形式可采用绕岸式、格式、多层盘折式、塔式等。

**3.3.3** 池室水流条件应满足以下要求：

1 过鱼孔口流速不应大于过鱼对象的设计流速，可设计不同形式的复合断面以适应不同过鱼对象的流速要求。

2 池室流态应适应不同过鱼对象的要求。

**3.3.4** 池室参数确定应满足以下要求：

1 池室宽度不应小于最大过鱼对象体长的2倍，并应根据过鱼规模综合分析确定。

2 池室长度应按池室消能效果、鱼类的大小、习性和休息条件而定，不应小于2.5倍最大过鱼对象体长，长宽比宜取1.2~1.5。池室长度与竖缝宽度的比值宜取8~10。

3 池室水深应视过鱼对象的体高和习性确定，可取0.5m~1.5m。

4 池室底坡宜取统一的固定值。如因布置条件所限需变坡时，宜保持连续和缓变。

5 池室间落差应根据过鱼对象的游泳能力确定，不宜大于0.3m。

6 当鱼道总落差较大、长度较长时，宜每隔10个~15个池室设一个休息池。休息池长度宜取池室的1.7倍~2.0倍。

**3.3.5** 隔板型式分为溢流堰式、竖缝式、淹没孔口式（潜孔式）及组合式等4种。隔板选择应符合以下要求：

1 对于过鱼对象为表层、喜跳跃的鱼类，且当水位变化幅度

较小时，宜选择溢流堰式。

2 对于过鱼对象为底层的中、大型鱼类，宜选择淹没孔口式。

3 对于有不同习性的多种过鱼对象，宜选择竖缝式或组合式。

**3.3.6** 隔板的堰口、潜孔、竖缝的大小应能使过鱼对象顺利通过，并满足池室内的水流流态和消能要求。潜孔和竖缝的宽度宜取0.3m~0.5m。竖缝缝口方向宜与隔板呈45°夹角。

**3.3.7** 池室设计应开展水力计算，主要内容包括：池室隔板数量和紊流度、流速、流量。池室隔板数量和紊流度可按本规范附录B.1的方法计算，流速计算可按本规范附录B.2的方法计算，流量可按本规范附录B.3的方法计算。

**3.3.8** 池室水力设计宜经水工模型试验验证，包括整体水工模型试验和局部水工模型试验。水工模型试验可按本规范附录C的规定执行。

### 3.4 出口设计

**3.4.1** 出口应近岸布置，水流条件平顺，并远离电站泄水和引水建筑物的进口。出口周边不应有妨碍鱼类继续上溯的不利环境因素，如码头和船闸上游引航道出口、水质污染区等。

**3.4.2** 必要时出口可设置拦鱼设施，避免鱼类回到下游。

**3.4.3** 出口高程应能适应过鱼对象的习性和水库水位的变化。当水库水位变幅较大或存在不同水层鱼类过鱼要求时，可设置多个不同高程的出口、采取其他结构或设置调节设备，以适应上游水位变幅。

**3.4.4** 出口处可根据需要设置拦漂、拦污和清污、冲污等拦清污设施。



## 4 仿自然通道设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 仿自然通道应模拟天然河道特征设计，根据地形、地质、工程布置特点以及坝（闸）上、下游水流条件等选择，其布置应与电站枢纽建筑物的布置相协调。

**4.1.2** 仿自然通道布置宜避开人口密集区域，以减少人为干扰，并合理利用工程区已有溪流、沟渠等有利条件，使仿自然通道更接近自然河流特性。

**4.1.3** 仿自然通道的设计流量和流速，应根据过鱼对象的游泳能力和仿自然通道的水流、地形等状况综合确定。

**4.1.4** 仿自然通道进口、出口等处可设置闸门，闸门设计应按本规范第 3.1.7 条执行。

### 4.2 进口设计

**4.2.1** 进口宜布置在有水流下泄、多数鱼类能够感知的区域。

**4.2.2** 进口底部应考虑其自然形态，与河床和河岸基质相连，使底层鱼类也能进入。与河床底部之间应除去直立跌坎，当其间有高差时应以斜坡相衔接。可铺设原河床的卵砾石，以模拟自然河床的底质和色泽。

**4.2.3** 进口应能适应下游水位的涨落，并满足过鱼对象对水深的要求，必要时进口可设置水位调节设施。

**4.2.4** 进口应保证有足够的吸引水流，流速应适于所有过鱼对象，不超过过鱼对象中游泳能力最弱鱼类的突进游泳速度。突进游泳速度可按本规范附录 A 的规定通过鱼类游泳能力试验确定。

### 4.3 通道设计

4.3.1 通道的布置应根据地形、地质、水流、植被、过鱼对象等条件确定。

4.3.2 通道断面形状、宽度、水深和水流应尽可能多样，以适应不同鱼类的需要，底部宽度应根据过鱼对象体长和过鱼规模确定，宜取最大过鱼对象体长的3倍~5倍，不宜小于0.8m。

4.3.3 通道应尽可能平缓，坡降不宜大于1:20，如斜坡过陡可嵌入块石。

4.3.4 通道底坡和岸坡应保持稳定，宜采用生态护岸结构，在陡坡延伸处应进行加固。

4.3.5 通道内水深应根据过鱼对象的体形尺寸与生态习性确定，不应小于0.2m。

4.3.6 通道内的流速应根据过鱼对象的游泳能力、河流的大小和规模确定，平均流速可取0.4m/s~0.6m/s，最大流速可取1.6m/s~2.0m/s。通道设计宜开展水力计算，通道内的水力计算可按本规范第3.3.7条执行。

4.3.7 通道间隔一定距离可设置隐蔽场所，种植树木或灌木。

### 4.4 出口设计

4.4.1 出口布置应傍岸，水流条件平顺，宜远离电站泄水、引水建筑物进口、引航道出口、水质污染区等处。

4.4.2 必要时出口可设置拦鱼设施，避免鱼类回到下游。

4.4.3 出口应能适应上游水位的变化，确保过鱼季节保持一定水深，出口处可设置水位调节设施。

4.4.4 出口处可根据需要设置拦漂、拦污和清污、冲污等拦清污设施。

## 5 鱼 闸 设 计

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 鱼闸布置应与电站枢纽建筑物的布置相协调。

**5.1.2** 鱼闸主要形式包括闸式、竖井式和斜井式等，应根据过鱼对象种类及其生态习性、工程的坝（闸）形式、提升高度、地形条件等因素，经技术经济比较选定。

**5.1.3** 鱼闸设计应满足水工建筑物结构及稳定设计标准要求，结构设计和地基处理应符合现行行业标准《溢洪道设计规范》DL/T 5166 的有关规定，材料抗冰冻应符合现行行业标准《水工建筑物抗冰冻设计规范》NB/T 35024 的有关规定，闸门设计应符合现行行业标准《水利水电工程钢闸门设计规范》DL/T 5039 的有关规定。

**5.1.4** 鱼闸设计运行水位应根据过鱼季节坝（闸）上、下游可能出现的水位组合情况合理选择。运行水位设计可按本规范第 3.1.5 条执行。

**5.1.5** 鱼闸的进口、出口等处应设置闸门，闸门设计应按本规范第 3.1.7 条执行。

### 5.2 进 口 设 计

**5.2.1** 进口布置应选择具备鱼类集群条件的区域。

**5.2.2** 进口高程需适应下游水位变幅并满足过鱼对象对水深的要求，并与河床平顺衔接，必要时进口可设置水位调节设施。

**5.2.3** 进口的水槽宽度应根据过鱼对象体长和设计过鱼规模综合分析确定，可取 2m~3m。进口最小水深视鱼类习性而定，可取

1m~2m。

**5.2.4** 进口宜设置诱导水流，保证有足够流速，且不超过过鱼对象中游泳能力最弱鱼类的突进游泳速度。

### **5.3 闸室设计**

**5.3.1** 闸室底板应设在水库死水位以下，保证闸室有一定的水深，并尽可能减小泄水造成的紊流。

**5.3.2** 闸室内应设置诱导、防逃和驱鱼等装置。

### **5.4 出口设计**

**5.4.1** 出口布置应远离电站泄水、引水建筑物的进口及其他妨碍鱼类继续上溯的不利环境区。

**5.4.2** 必要时可设置拦鱼设施，避免鱼类回到下游。

**5.4.3** 出口的水槽宽度和水深选取可按本规范第 5.2.3 条执行。

**5.4.4** 出口处可根据需要设置拦漂、拦污和清污、冲污等拦清污设施。

## 6 集运鱼系统设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 集运鱼系统布置应与电站枢纽建筑物的布置相协调，不得影响河道行洪、航运安全。

**6.1.2** 集运鱼系统分为集鱼设施、运鱼设施及道路、码头等相关配套设施。应充分利用水电工程周边已有设施。

**6.1.3** 集运鱼系统应根据过鱼数量和过鱼对象体长确定足够的容积，宜配有充氧、调温、净水、循环和换水等设备。

**6.1.4** 集运鱼过程应尽可能缩短作业时间，减少容器内水体的晃动和对流，避免人为操作对鱼类的损伤。

### 6.2 集鱼设施设计

**6.2.1** 集鱼位置应选择水流、生境等条件适宜于过鱼对象集群且便于集鱼设施开展作业的区域。

**6.2.2** 集鱼设施包括位于大坝下游可连续集鱼的固定式集鱼设施和间断性集鱼的可移动集鱼船，应根据集鱼位置、鱼类习性和工程实际情况选取。

**6.2.3** 集（诱）鱼方法分为物理方法和生物化学方法，应根据工程实际情况选取，并可结合使用。

**6.2.4** 集鱼周期和频次应根据集鱼区域的鱼类资源量和生态习性制定，考虑工程运行的特点和当地的环境特征等因素。

### 6.3 运鱼设施设计

**6.3.1** 运鱼设施主要包括运鱼船、运鱼车等，应根据集鱼位置、

鱼类习性和工程实际情况选取。

**6.3.2** 运鱼设施设计应符合现行国家标准《活鱼运输技术规范》GB/T 27638 的有关规定。

**6.3.3** 鱼类运输过程应保证鱼类的存活率，运输时间不宜超过10h。

**6.3.4** 鱼类投放位置应选择水流、生境等条件适宜鱼类产卵或继续上溯的水域。

## 6.4 相关配套设施设计

**6.4.1** 集运鱼系统相关配套设施主要包括运鱼道路和运鱼码头。

**6.4.2** 运鱼道路应满足运鱼车最大通行能力的需要。运鱼道路设计可按现行国家标准《厂矿道路设计规范》GB J22 的有关规定执行。

**6.4.3** 运鱼码头宜布置于目标水域附近，满足运鱼船最大停泊需要，适应水位的变动。运鱼码头设计，根据不同结构形式，可按现行行业标准《斜坡码头及浮码头设计与施工规范》JTJ 294、《高桩码头设计与施工规范》JTS 167-1、《重力式码头设计与施工规范》JTS 167-2 和《板桩码头设计与施工规范》JTS 167-3 等有关规定执行。

## 7 辅助设施设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 辅助设施布置应与过鱼设施主体布置、河流通航、排漂等相协调。

**7.1.2** 辅助设施主要包括诱导设施、拦清污设施和观测设施等，可根据需要选用。

### 7.2 诱导设施设计

**7.2.1** 诱导设施布置应结合过鱼对象的洄游习性、工程条件等，适应过鱼设施进口处不同水位下的运行要求。

**7.2.2** 诱导设施包括拦鱼坝（堰）、拦鱼网、水流、电栅、声、光、气幕等类型。

**7.2.3** 诱导设施应根据过鱼设施类型、过鱼对象生态习性、河道地形、地貌、地质条件等综合比较确定，必要时开展水流、电栅、声、光、气幕诱导设施模型试验研究。

### 7.3 拦清污设施设计

**7.3.1** 拦污设施包括拦污栅、拦污漂等，可根据实际需要选用。当水体规模较小、流速较低、漂浮物较多时，可在河道全断面设置拦污漂。

**7.3.2** 清污设施包括清污机、清污检修闸门、冲淤设备等，可根据河流特点和工程情况选取。

**7.3.3** 拦清污设施不应影响鱼类的上行和下行。

## 7.4 观测设施设计

**7.4.1** 过鱼设施应布设观测室，保证足够的空间。鱼道、仿自然通道和鱼闸可在进口和出口各设置 1 处。观测室不应影响过鱼设施的正常运行。

**7.4.2** 观测室的照明、通风、防潮等设施的设计应按现行行业标准《水力发电厂照明设计规范》NB/T 35008、《水力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》NB/T 35040 的有关规定执行。

**7.4.3** 观测室应合理布设观测窗，可配备摄像机、鱼探仪、计数器、显示器等必要的观测和记录设备。观测设备应能自动进行昼夜连续观测，适应不同的气候条件，识别不同鱼类种类和大小。记录设备应能记录过鱼时间，统计过鱼数量，并存储过鱼过程的影像。

**7.4.4** 鱼道、仿自然通道和鱼闸的进口和出口宜布置水位监控设施。



## 8 运行管理设计

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 过鱼设施属电站枢纽组成部分，应统一纳入电站的日常运行管理之中。

**8.1.2** 过鱼设施的管理包括日常运行维护、观测评估和调查研究等。

**8.1.3** 过鱼设施的运行应根据过鱼设施的类型、规模、电站调度运行情况、水生环境特征、过鱼对象行为习性、洄游情况等确定。

**8.1.4** 过鱼季节应确保过鱼设施的有效运行，合理安排电站调度运行方式。过鱼设施运行时宜考虑不同鱼类洄游时间的差别。

**8.1.5** 为确保汛期安全，可根据实际情况暂停过鱼设施的运行。

### 8.2 运行维护设计

**8.2.1** 过鱼设施的运行控制应根据过鱼对象、数量、季节、上下游水位、工程运行情况等合理确定，确保过鱼效果，在运行阶段应根据过鱼对象的情况进行调整。

**8.2.2** 明确鱼道、仿自然通道的运行规则，需考虑以下 2 种运行方式：

1 上、下游水位比较稳定且过鱼对象为成鱼时，上、下游闸门都提出水面，流量、水面线、流速都不受闸门控制。

2 上、下游水位变动较大或过鱼对象为幼鱼时，上、下游闸门控制一定的开度，流量、水面线、流速受闸门控制。

**8.2.3** 明确鱼闸的运行规则，需考虑以下 4 个步骤：

1 打开下游闸门，通过上游闸门或旁通管向下游泄水，引诱

下游鱼类进入闸室。

- 2 关闭下游闸门，继续充水至闸室水位与上游水位齐平。
- 3 打开上游闸门，让鱼游入或用驱鱼栅驱入上游。
- 4 关闭上游门，开下游闸门，通过下游门或旁通管排空闸室。

**8.2.4** 明确集运鱼系统的运行规则，需考虑以下 4 个步骤：

- 1 开启诱鱼、集鱼设施，引诱鱼类进入集鱼装置。
- 2 集鱼到一定数量后，通过驱鱼装置将鱼驱入运鱼设施。
- 3 运鱼设施通过水路或陆路过坝，运输至电站上游适宜放流水域。
- 4 通过驱鱼装置将运鱼设施中的鱼放入上游水域。

**8.2.5** 应根据过鱼设施类型和环境保护行政主管部门等相关部门的要求，明确管理和运行部门，制定相应的过鱼设施运行方案和管理制度。

**8.2.6** 运行期应加强设备检查和维护，确保过鱼设施及诱导、拦清污、观测等辅助设施的正常运行。

### 8.3 观测评估设计

**8.3.1** 过鱼设施运行期应开展过鱼效果的观测、记录和统计分析，并对设施的运行状态进行评估。

**8.3.2** 鱼道观测评估内容应包括鱼道进口、出口、鱼道隔板的水深、流速、水位、水温，天气，过鱼时间、数量、种类、个体尺寸等。评估进出口位置的适应性，过鱼的种类和效果，影响过鱼的主要因素等。

**8.3.3** 仿自然通道和鱼闸的观测评估可按本规范第 8.3.2 条执行。

**8.3.4** 集运鱼系统观测评估应观测集鱼设施的作业位置、水深、流速、水位、水温，天气，集鱼时间、数量、种类、个体尺寸及鱼类的损伤情况等，运鱼设施的转运时间、数量、转运过程的损伤情况等，放鱼水域位置及其水温、流速等，鱼类投放后的活动情况等。评估集鱼和放鱼的位置是否合适，集运鱼的种类和效果，

主要影响因素等。

**8.3.5** 辅助设施观测评估应观测拦鱼设施的位置、使用前后的过鱼情况变化，评估诱导效果；观测拦清污设施的位置、拦清污时间和数量，评估拦清污效果与过鱼的关系。

**8.3.6** 过鱼设施运行管理单位应建立完善的观测评估资料档案管理制度，定期对过鱼设施的运行效果进行评估，并报上级部门和环境保护行政主管部门等。

## **8.4 调查研究设计**

**8.4.1** 应结合过鱼设施的运行观测，研究运行方式与过鱼效果的关系，以不断改进过鱼设施的运行方式。

**8.4.2** 应定期开展坝（闸）上、下游的鱼类资源量、分布水域位置和水深、鱼类生态学及集群、洄游等习性，水流、电栅、声、光、气幕及其他因素对鱼类活动影响等的调查，并结合过鱼效果的观测，研究过鱼设施运行对鱼类资源保护的作用。

**8.4.3** 鱼类资源调查应符合现行行业标准《水库渔业资源调查规范》SL 167、《渔业生态环境监测规范》SC/T 9102 的有关规定。

## 附录 A 鱼类游泳能力试验

**A.0.1** 鱼类的游泳能力根据生物代谢模式和游泳持续时间的不同主要分为持续游泳速度、耐久游泳速度和突进速度 3 类，可通过游泳时间与速度关系图中的斜率变化来反映。3 类游泳速度定义如下：

**1** 持续游泳速度：鱼类可以保持相当长的时间而不感到疲劳的游泳速度，通常指持续时间大于 200min 的游泳速度。

**2** 耐久游泳速度：介于持续游泳速度与突进游泳速度之间，通常指能够维持 20s~200min 的游泳速度。通常以该速度作为鱼道或仿自然通道内池室流速的设计依据。

**3** 突进游泳速度：鱼类所能达到的最大游泳速度，通常指持续时间小于 20s 的游泳速度。通常以该速度作为鱼道和仿自然通道的竖缝或孔口流速的设计依据。

**A.0.2** 鱼类游泳能力的试验方法有多种，包括环形水槽顶流试验、环形水槽旋转黑白条纹测试、声纳探测、PIT 标记放流测量等，应综合比选确定。

**1** 环形水槽顶流试验为使用较多的游泳能力试验方法，根据鱼类顶流游泳的习性，采用环形水槽进行测试，其中又分为固定流速（或疲劳）法和递增流速法。在固定流速测试中，将被试验鱼置于恒定的流速中，整个试验中流速都不变化，再根据不同时间的阈值确定鱼类的游泳能力。在递增流速测试中，将被试验鱼置于一个逐级递增流速的水流中，每一步流速增量保持恒定的时间间隔，直至鱼类达到疲劳。

**2** 环形水槽旋转黑白条纹测试将被试验鱼放置于环形水槽，通过外侧旋转黑白相间的条纹形成鱼类视觉目标，产生运动反应，

## **NB / T 35054 — 2015**

诱导其随移动目标做连续长时间的游动，借此测试持续游泳速度等各类持续速度。

**3** 声纳探测通过声纳记录推算被试验鱼的运动速度，包括水平运动和垂直升降运动，该方法的测试值为记录时间内的平均速度。

**4** PIT 标记放流测量通过将 PIT（无源集成收发器）标志于被试验鱼后放流，通过接收设备的跟踪记录，绘制运动路线，推算游泳速度，该方法的测量值为记录时间内的平均速度。

**A.0.3** 试验用鱼的规格、种类应严格挑选，试验用鱼数量和次数应满足数理统计的要求，剔除受到伤害、体力有明显减弱的鱼。试验前，鱼应在暂养池内暂养一定的时间，不宜小于 24h。经过测试的鱼不宜重复试验。

## 附录 B 鱼道水力计算

### B.1 鱼道池室隔板数量和紊流度计算

**B.1.1** 满足过鱼孔口流速要求设置的隔板块数可按下式计算：

$$n = k \frac{gH}{v^2} \quad (\text{B.1.1})$$

式中： $H$ ——鱼道上下游设计水位差，取最大值（m）；

$v$ ——鱼道设计流速（m/s）；

$g$ ——重力加速度（9.81m/s<sup>2</sup>）；

$k$ ——系数， $k=2\varphi^2$ ；

$\varphi$ ——流速系数，可取 0.85~0.90。

**B.1.2** 池式鱼道水流紊流度可用单位水量消能量来表示，可按下式计算：

$$P_v = \frac{\rho g Q D_h}{V} \quad (\text{B.1.2})$$

式中： $P_v$ ——单位水量消能量（W/m<sup>3</sup>），一般取 150W/m<sup>3</sup>~200W/m<sup>3</sup>；

$\rho$ ——水的密度（1000kg/m<sup>3</sup>）；

$Q$ ——鱼道水流流量（m<sup>3</sup>/s）；

$D_h$ ——池室间水头差（m）；

$V$ ——单个池室的水量（m<sup>3</sup>）。

### B.2 鱼道流速计算

鱼道最大流速可按下式计算：

$$v_u = \sqrt{2gD_h} \quad (\text{B.2})$$

### B.3 鱼道流量计算

**B.3.1** 溢流堰式鱼道流量的计算，根据隔板形式分别按平顶堰式、缺口堰式、斜坡堰式计算。

**B.3.1.1** 平顶堰式鱼道截面（见图 B.3.1-1）的流量计算分为自由堰流形式和淹没堰流形式。

自由堰流流量可按下式计算：

$$Q_f = C_d b_1 \sqrt{2g} H_1^{1.5} \quad (\text{B.3.1-1})$$

式中： $Q_f$ ——堰流流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$H_1$ ——堰上水头（ $\text{m}$ ）；

$b_1$ ——过流堰水平宽（ $\text{m}$ ）；

$g$ ——重力加速度（ $9.81\text{m}/\text{s}^2$ ）；

$C_d$ ——流量系数，当隔板堰为宽顶堰时  $C_d=0.33$ 、当隔板堰为穹顶型（堰流为贴附流）时  $C_d=0.5$ 、其余情况  $C_d=0.4$ 。

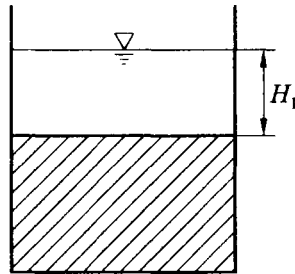


图 B.3.1-1 平顶堰式鱼道截面

淹没堰流，当下游池室水位高于堰顶高程且  $H_2/H_1 < 0.9$  时（ $H_1$  为堰上水头， $H_2$  为下游池室水位与堰顶的高差），流量可按下式计算：

$$Q_s = K Q_f \quad (\text{B.3.1-2})$$

$$K = \left[ 1 - \left( \frac{H_1 - D_h}{H_1} \right)^{1.5} \right]^{0.385} \quad (\text{B.3.1-3})$$

式中： $Q_f$ ——堰流流量 ( $m^3/s$ )；

$K$ ——淹没流流量折减系数。

**B.3.1.2** 缺口堰式鱼道截面 (图 B.3.1-2) 的流量计算分为缺口堰流型式和缺口堰流+隔板堰流型式。与平顶堰类似，也应区分淹没流和自由流两种状态，自由流和淹没流的判别标准、流量计算公式同平顶堰。

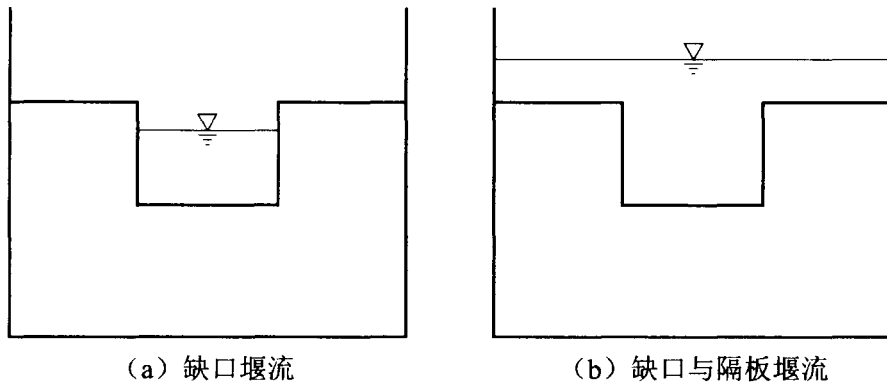


图 B.3.1-2 缺口堰式鱼道截面

**B.3.1.3** 斜坡堰式鱼道截面 (见图 B.3.1-3) 的流量计算分为自由堰流型式和淹没堰流形式。

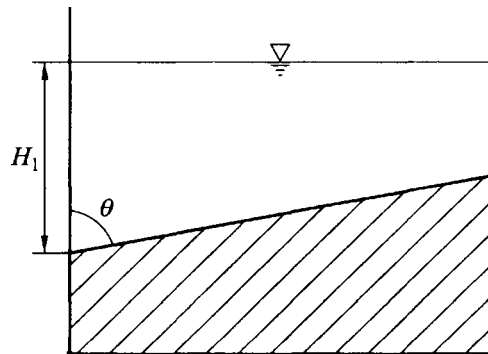


图 B.3.1-3 斜坡堰式鱼道截面图

1 自由堰流流量可按下式计算：

$$Q_f = \frac{8}{30} C_d \sqrt{2g} H_1^{2.5} \tan \theta \quad (\text{B.3.1-4})$$

式中： $Q_f$ ——斜坡堰流流量 ( $m^3/s$ )；



$H_1$  ——斜坡堰最低点上水头值 (m);

$g$  ——重力加速度 ( $9.81\text{m/s}^2$ );

$C_d$  ——流量系数, 可取 0.61;

$\theta$  ——斜坡堰与竖直线的夹角。

2 淹没堰流流量可按下式计算:

$$Q_s = KQ_f \quad (\text{B.3.1-5})$$

$$K = \left[ 1 - \left( \frac{H_1 - D_h}{H_1} \right)^{2.5} \right]^{0.385} \quad (\text{B.3.1-6})$$

式中:  $Q_s$  ——淹没堰流流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$Q_f$  ——自由堰流时的流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$K$  ——淹没流流量折减系数。

当流量计算成果要求精确较高时, 宜进行模型试验或原位试验研究。

**B.3.2** 竖缝式鱼道中水流多为淹没流, 淹没流流量可按下式计算:

$$Q = C_d b_2 H_2 \sqrt{2gD_h} \quad (\text{B.3.2})$$

式中:  $Q$  ——流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$b_2$  ——竖缝宽度 (m);

$H_2$  ——缝上水深, 即上游池室水位与竖缝顶的高差 (m);

$g$  ——重力加速度 ( $9.81\text{m/s}^2$ );

$D_h$  ——池室间水头差;

$C_d$  ——流量系数, 主要受竖缝结构形态的影响, 竖缝上游边界的圆化处理能增大竖缝的流量系数, 对于圆化处理的竖缝  $C_d$  可取 0.85, 对于尖锐棱角的竖缝  $C_d$  可取 0.65。

**B.3.3** 淹没孔口式鱼道的流量可按下式计算:

$$Q = C_d S \sqrt{2gD_h} \quad (\text{B.3.3})$$

式中:  $Q$  ——流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/335312320131011100>