

ICS 93.160  
CCS P 55

# 团 体 标 准

T/CAQI 431-2025

## 灌区小型装配式涵闸建设技术规范

Technical specifications for construction of small prefabricated culvert gates in irrigation area

2025-05-29 发布

2025-06-20 实施

中国质量检验协会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总体要求 .....	2
5 设计要求 .....	3
6 结构工艺 .....	6
7 施工要求 .....	8
8 检验与验收 .....	9
9 工程管理与维护 .....	9
10 信息化 .....	10
参考文献 .....	11

## 前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由无锡国富安安全技术服务有限公司提出。

本文件由中国质量检验协会归口。

本文件起草单位：滨州市思源建设投资发展有限公司、汤始建华建材（山东）有限公司、宜昌市水利水电勘察设计院有限公司、济南黄河河务局历城黄河河务局、山东齐鸿工程建设有限公司、宜昌市黄柏河流域管理局、无锡国富通科技集团有限公司、无锡国富安安全技术服务有限公司、黄山徽建工程有限公司、五莲润兴建设工程有限公司、无为市水利建筑安装有限公司、四川锦华泰建设工程有限公司、重庆昊廷众诚实业有限公司、湖南金地标工程项目管理有限公司、新疆鸿源润泽建设工程有限公司、贵兴建设集团有限公司、新疆君帝建设有限公司、新疆水利水电项目管理有限公司、沙雅金城建设工程有限公司、新疆水利水电建设集团有限公司、巴彦淖尔市河套水利水电勘察设计有限公司、山东沂蒙基础建设工程有限公司、新疆金恒基建设工程有限公司、新疆华兆建设工程有限公司、山东世鑫建设工程有限公司、山东和富建设有限公司、新疆筑朝建设工程有限公司、湖北昊源建设工程有限公司、杭州万河建设有限公司、贵州建天下建筑工程有限公司、仪征市水利工程总队、西藏亿扬建设有限公司、河南美肯建设工程有限公司、桐庐鸿瑞建设工程有限公司、吐鲁番市清源水利水电勘测设计院有限公司、宁波泰智生态工程有限公司、枣阳市水利水电工程公司、宁夏琴旺建设工程有限公司、新疆福利建筑有限公司、泰州市水利建筑安装工程公司、凤台县水利建筑安装工程公司、金华市广缘建设工程有限公司、内蒙古顺宝水利水电工程有限责任公司、新疆环宇建设工程（集团）有限责任公司、山东中泽水利建筑工程有限公司、菏泽市胜达水利工程有限公司、宁夏飓风建筑工程有限公司、中原永泰建设工程有限公司、银川第一市政工程有限责任公司、宁夏宜源建设工程有限公司、河南金财建筑工程有限公司、宁夏筑厦建设工程有限公司、嘉兴市乾禹建设工程有限公司、伊犁众景工程建设有限责任公司、青田荣斌建筑工程有限公司、河南城洲建设工程有限公司、慈溪市易龙建设有限公司、国溟建设有限公司、新疆鸿程建筑安装工程有限公司、安徽晟桓建设工程有限公司、天津市大港水利工程有限公司、新疆曙疆建设集团有限公司、克孜勒苏柯尔克孜自治州第一建筑安装工程有限责任公司、涡阳县水利工程处、安徽尚泰建筑工程有限公司、湖北阳禾建设工程有限公司、湖北超群建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：卢宁、苏新良、董磊磊、孟涛、张启强、陈浩、钱一乔、赵可兴、于新强、胡伟、陈娜、华海昕、陈洋、胡国欣、冯立杰、肖月、陈昭旭、宋亚兰、史文彬、贾放亮、谢瀚琳、缪奕君、杨松林、张跃峰、韩烈伙、李延云、付用坤、张毅、巩力、孙宗花、李雷、张山勇、吴金燕、龚贤琴、杨伟、翟二强、王玮、袁贝、叶建平、周亮、楼毅、秦玉民、温暖、安峰、成小强、孙方军、程淑婷、李宣铭、谢宇霆、张新安、韩新安、蔡宜宴、曹子涵、姚建勇、刘学刚、康鹏、韩永伟、何刚、钱国平、崔洁、郑鑫伟、王溢、谢晓燕、许超、王玉、董骏骏、杨德伟、李红梅、周旭、冯国权、华德宝、周杨、姜超群。

# 灌区小型装配式涵闸建设技术规范

## 1 范围

本文件规定了灌区小型装配式涵闸（以下简称涵闸）建设的总体要求、设计要求、结构工艺、施工要求、检验与验收、工程管理与维护、信息化等内容。

本文件适用于过水流量小于 10 m<sup>3</sup>/s 的灌区内的小型装配式涵闸工程，其他工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 14173 水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范
- GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50153 工程结构可靠性设计统一标准
- GB 50201 防洪标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- GB 50755 钢结构工程施工规范
- GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
- GB/T 51232 装配式钢结构建筑技术标准
- SL 74 水利水电工程钢闸门设计规范
- SL/T 75 水闸技术管理规程
- SL/T 105 水工金属结构防腐蚀技术规范
- SL 223 水利水电建设工程验收规程
- SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- SL 265 水闸设计规范
- SL 303 水利水电工程施工组织设计规范
- SL 379 水工挡土墙设计规范
- SL 386 水利水电工程边坡设计规范
- SL 588 水利信息化项目验收规范
- SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- JTG B01 公路工程技术标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 一体化闸门 **integrated gate**

将闸门、支撑框架、启闭机、电源装置、控制调节装置等集成为一体的水利设备设施。

注：一体化闸门型式主要包括平板闸、翻板闸、人字闸、槽式闸、管式闸、箱式闸等。

#### 3.2

##### 测控一体化闸门 **integrated measurement and control gate**

将一体化闸门与测流流道、测流计量装置、智能控制调节装置及信息处理装置集成为一体的水利设备设施。

[来源：T/CIDA 0006-2020，3.3，有修改]

#### 3.3

##### 湿连接 **wet connection**

工厂预制的构件之间预留连接节点，节点连接件在施工现场互相连接后浇筑成为整体结构的连接形式。

注：连接件主要包括套筒、锚杆、钢筋、型钢等。湿连接主要包括现浇带连接、套筒灌浆连接、浆锚连接等。

#### 3.4

##### 干连接 **dry connection**

构件、预埋件、连接件都在工厂预制，现场通过螺栓或焊接等方式连接成为整体结构的连接形式。

#### 3.5

##### 套接连接 **mortise-tenon connection**

工厂预制的构件之间预留凹凸结构，现场通过凹凸结构咬合套接成为整体结构的连接形式。

注：套接连接方式主要包括榫卯连接、卡箍连接、承插连接等。

#### 3.6

##### 组合连接 **combined connection**

采用两种及以上组合成为整体结构的连接形式。

### 4 总体要求

4.1 涵闸装配式技术的应用宜结合建造经验，逐步推广，并及时总结修订规范条文，做到技术可靠、经济实用。

4.2 应按照安全、环保、节约的原则，合理采用新技术、新材料、新工艺、新设备，实现涵闸构件的模块化、系列化，并应符合 GB 50153 的规定。

4.3 宜获取水文气象、地形地质、建材、电网、灌区规划及现状、水资源综合利用、社会经济发展规划及现状等基本资料。

4.4 应结合农田基本建设要求，不产生侵占农田、引调水阻隔、水势变化、土地盐碱化加重、交通阻隔等问题。

4.5 涵闸宜布置在地质、水文、气候、生态等环境条件良好的区域。

4.6 设计图纸和工艺图纸应翔实准确；生产工厂应提供涵闸构件的使用条件、使用性质以及存储、吊装、验收、运维等说明文件。

4.7 涵闸构件及一体化闸门的材质应强度高、耐磨蚀、耐老化。

4.8 本文件未规定的，参照国家现行有关标准、规范执行。

## 5 设计要求

### 5.1 环境与地质要求

- 5.1.1 涵闸布置宜综合考虑生态、水利、气候、地质、交通、人居等环境的影响。
- 5.1.2 宜降低温度、湿度、风力、雨雪等气候条件对涵闸建造的影响，并合理采用抗风、抗压、抗滑、防腐等措施。
- 5.1.3 涵闸上下游的水位、流速、流量等参数宜变化平缓。
- 5.1.4 应按照 GB 50487 的规定分析地质构造对涵闸的影响，并提出地质评价和岩（土）体物理力学参数。
- 5.1.5 宜按照 GB 50487 的规定提出涵闸不良地质问题处理措施的建议。
- 5.1.6 宜就近采购质量优良的天然建筑材料。

### 5.2 总体布置

- 5.2.1 涵闸总体布置应根据水资源综合利用要求、地形地质条件、运行管理条件、建造条件、环境要求、征占地、投资等因素综合分析后确定。
- 5.2.2 应合理划分工程等别和建筑物级别，并符合 GB 50153、GB 50201、SL 252 的规定。与堤防结合的，还应符合 GB 50286 的规定。
- 5.2.3 涵闸构件的使用年限应不低于 50 年，闸门及启闭机的使用年限应不低于 30 年，其他附属建筑物及设备的使用年限和耐久性应符合 GB 50153、SL 654 的规定。
- 5.2.4 涵闸宜布置在地形开阔、岩土坚实、地下水位低的区域。无法避开不良地质情况时，应按照 GB 50007 的规定提出工程处理措施。
- 5.2.5 涵闸布置宜避开交叉渠口、线塔、管网等设施，与公路合建的涵闸应符合 JTG B01 的规定，与桥涵合建的涵闸应符合 JTG D60 的规定。
- 5.2.6 进水闸、分水闸、节制闸和排水闸的总体布置应符合 SL 265 的规定。盐碱地区有补咸综合利用需求时，排水闸宜布置在排水通道末端，并具备节制闸功能。
- 5.2.7 挡潮闸应布置在渠道端部，并采用双向挡水结构。
- 5.2.8 涵闸孔口尺寸和孔数应按照 SL 265 的规定计算确定。
- 5.2.9 闸室布置尺寸应符合以下规定。
  - a) 闸门与闸门以及闸门与拦污栅之间的净间距不小于 1.5 m。
  - b) 内、外部巡护通道宽度不小于 1.2 m。
  - c) 临空安全护栏高度不小于 1.1 m。
  - d) 检修层高度不小于闸门高度，并考虑 0.5 m 的安全余量。
  - e) 涵闸布置还满足检修吊装空间尺寸要求。
- 5.2.10 工程抗震设防类别和抗震设计宜合理。

### 5.3 水力计算

- 5.3.1 涵闸应进行水力计算，计算公式及参数选取应按照 SL 265 的规定以及《水力计算手册》执行。
- 5.3.2 涵闸控制运用的规定如下。
  - a) 应根据工程布置特点和控制运用的要求制定控制运用方式以及涵闸启闭顺序、开度、时间、分级等参数，并符合 SL/T 75 的规定。
  - b) 用水前，应先开启出口闸门再开启进口闸门；用水后，应关闭进口闸门待内水排干后再关闭出口闸门。
  - c) 多孔闸门无法同时开启或关闭时，应由中间向两侧对称开启或关闭。

- d) 涵闸启闭过程中的渠道或涵管内水位变化应平稳。
- e) 任何情况下的涵闸泄水水跃均应发生在消力池内。

#### 5.4 涵闸

5.4.1 涵闸整体结构型式应根据控制运用要求、环境条件等因素综合确定。涵闸构件宜根据生产制造条件、环境条件和施工条件进行设计和制造。

5.4.2 涵闸在各种工况下的荷载组合计算、稳定性计算以及地基承载力计算应按照 SL 74、SL 265 和 SL 379 的规定执行。

5.4.3 闸顶在最高挡水位以上的安全加高值应按照 GB 50201、SL 252、SL 265 的规定执行。

5.4.4 管（箱）涵基础宜在稳定地基上铺设厚度不小于 0.3 m 的粗砂垫层，穿越堤防处应采用混凝土垫层。

5.4.5 涵闸挡水侧宜采用装配式板桩或灌浆帷幕方式防渗，并在上、下游连接段设置水平铺盖，防渗体与底板结合处宜灌浆填缝。涵闸背水侧护坦处宜合理设置竖向排水孔或减压井泄压。

5.4.6 涵闸整体结构的宽高比宜合理，结构重心宜与底板中心相近，且偏高水位一侧。挡水高度不大于 3.0 m 的涵闸宜采用敞开式装配结构，挡水高度大于 3.0 m 的涵闸宜采用胸墙式或涵洞式装配结构。与道路结合布置的涵闸宜采用涵洞式装配结构，且顶部埋深不小于 1.5 m。

5.4.7 涵闸底板结构布置的规定如下。

- a) 装配式底板厚度应不小于 0.4 m，在顺水流方向设置的齿墙深度应不小于 0.4 m。
- b) 整体面积大于 10m<sup>2</sup> 的平底板构件宜采用框格箱式构造，工厂内预留构造钢筋，现场密实浇筑混凝土。
- c) 拼装底板单个构件的重量宜不大于 10t，长度方向应顺水流方向布置，并采用稳固的连接方式连接为一个整体。
- d) 宜采用湿连接或组合连接方式连接牢固。
- e) 构件连接处的防渗措施应安全、可靠。

5.4.8 多泥沙渠道内的涵闸进口前宜设置高度不小于 0.5 m 的拦沙（泥）坎或深度不小于 1.0 m 的沉沙（泥）池，必要时应设置排沙（泥）管道及控制闸（阀）门。

5.4.9 管（箱）涵结构布置的规定如下。

- a) 管线宜短且直。
- b) 不宜采用倒虹吸构造。
- c) 结构强度应满足内外荷载应力要求。
- d) 长距离管（箱）涵宜合理设置检修进人孔和通气管及控制阀门。
- e) 与管（箱）涵结合布置的装配式挡墙宜合理设置排水孔及反滤设施。

5.4.10 闸墩结构布置的规定如下。

- a) 宜采用由板壁装配式构件和填充体组成的重力式实体闸墩结构，上、下游墩头宜采用弧形流线构造。
- b) 闸墩结构尺寸应根据闸孔数量、孔径、构造要求、抗滑稳定性、应力强度等因素综合确定，门槽处闸墩厚度应不小于 0.4 m，必要时应设置内部支撑构件。
- c) 闸门滑槽支撑框架处的闸墩构件端部应有足够的强度，框架外表面宜设置连接钢板，滑槽竖向偏差应符合 GB/T 14173 的规定。
- d) 应根据构造要求、结构尺寸、应力强度、设计制造、吊装运输等因素综合确定装配式构件结构尺寸，构件种类及规格宜少。
- e) 单个梁、柱构件的长度宜小于 12.0 m；单个板形构件重量大于 10 t 的，宜采用框格箱式构造，

并在工厂内预留好结构配筋，在现场密实浇筑混凝土形成整体构件。

- f) 闸墩内部宜密实填充混凝土；填充匀质沙石料时，相对密度应不小于 0.75；填充匀质土料时，压实度应不小于 0.93。
- g) 宜采用干连接或组合连接方式连接牢固。
- h) 闸墩顶部宜采用钢筋混凝土板式构件封闭。

#### 5.4.11 启闭机室布置的规定如下。

- a) 宜通风、防潮、防冻、防雨雪、抗风。
- b) 宜采用满足强度、刚度、挠度要求的柱、梁、板等装配式构件组装，构件种类及规格宜少。宜采用整体对称、牢固的坡屋顶装配式构件。
- c) 构造柱（墙板）基础与闸墩宜设置连接的孔（槽），且孔（槽）深度不小于 0.5 m，装配完成后的孔槽采用高快速凝灌浆料填充封闭，必要时柱基础应与涵闸底板相接。
- d) 设备布置宜规整有序、便于检修操作，室内净高度宜不小于 3.5 m。
- e) 单个梁、柱构件的长度宜小于 12.0m；单个板形构件重量大于 10 td 时，宜采用框格箱式构造，并在工厂内预留好结构配筋，在现场密实浇筑混凝土形成整体构件。
- f) 外墙装饰面层宜采用免涂料、强耐久性的建筑材料。

#### 5.4.12 构件连接的规定如下。

- a) 各装配构件之间宜根据结构布置要求选择安全的连接形式。
- b) 连接位置宜避开应力集中或受力较大部位；构件连接处结构及连接器具应具有充足的强度，必要时应增加支撑体。
- c) 连接部位应设置保护母材或卡槽结构或防腐层的防护措施。
- d) 螺栓连接的孔洞、榫卯连接的榫卯件、承插连接的承插口、卡箍连接的沟槽式管接头及卡箍件等均应在工厂内加工配套成型，不应在施工现场切割加工孔槽。
- e) 构件连接处的止水密封措施应安全可靠，其止水结构型式应与连接部位结构相匹配，各构件连接密封体外露部位可采用胶泥或高强砂浆或细石混凝土或高分子膜或胶质泡沫等材料现场封闭保护。

5.4.13 宽度及高度不大于 2.0m 的闸门宜采用一体化闸门或测控一体化闸门，并根据水质、环境、控制等要求选择合适的轻型高强材料制造；测控一体化闸门的结构可参照 T/CIDA 0006 要求执行；盐碱地区的闸门材质应耐腐蚀。

#### 5.4.14 启闭机设备布置的规定如下。

- a) 宜根据闸门型式和控制要求合理选择启闭机型式，启闭力计算应按照 SL 74 的规定执行。
- b) 宜采用一门一机的布置形式，并留有足够的巡检空间。
- c) 启闭机应根据启闭时间及速度要求合理设置行程监测装置。螺杆式启闭机的启闭速度宜 0.2 m/min~0.5 m/min，卷扬式启闭机的启闭速度宜 2.0 m/min~5.0 m/min。
- d) 宜采用直流动力操作装置，并具备调节速度的功能，电池容量应保证在无风、无光条件下正常运行不小于 7 日。
- e) 启闭机的运行应不影响启闭机室构件的安全。

#### 5.4.15 涵闸测流的规定如下。

- a) 宜按照 GB/T 21303 的规定合理选择测流方法。
- b) 测控一体化涵闸的测流设备宜与上游流态平稳的测管结合布置，测点宜采用全断面阵列或交叉布置方式；其他类型的涵闸测流设备宜设置在流态稳定的下游平直段。
- c) 测流设备性能要求应符合 GB/T 21303 的规定。
- d) 测量资料宜自动记录整理。

5.4.16 涵闸所配置电源装置、测流装置、控制处理装置等箱（柜）体及元器件应具有可靠的防水、防尘、防冻、防雷、防盗、防腐等功能。浸水或潮湿环境内的电气设备防护等级应不低于 IP68，干燥环境内的电气设备防护等级应不低于 IP65。

## 5.5 连接段

5.5.1 涵闸上、下游连接段的结构布置型式应根据总体布置、地形地质条件、水流条件、闸室结构、运行要求、制造及吊装条件等因素综合确定，并符合 SL 379 和 SL 386 的规定。

5.5.2 涵闸两侧边墩宜兼作岸墙，与距离较远的堤身之间可采用重力式或扶壁式的直翼墙结构连接；两侧回填土体压实度应不小于 0.93，并满足侧向防渗要求。

5.5.3 涵闸与渠道、河道岸坡之间宜采用扩散角不小于  $10^\circ$  的折线式翼墙平顺连接，也可采用直线式或弧线式翼墙连接。

5.5.4 上、下游翼墙与闸墩和渠道的衔接处宜顶部齐平，顺水流方向的翼墙长度应不小于防渗铺盖以及消力池的长度。

5.5.5 翼墙宜采用装配式直墙扶壁结构，也可采用扭曲面结构。

5.5.6 挡水侧连接段底板宜结合防渗铺盖采用装配式平底板结构，并应设置嵌入深度不小于 0.4 m 的齿墙，铺盖长度宜不小于 5.0 m，必要时应设置垂直防渗体。

5.5.7 涵闸泄水侧的消力池宜结合防渗铺盖采用装配式板槽结构，并应设置深度不小于 0.4 m 的齿墙；消力池结构尺寸宜根据消能方式和消能防冲水力计算确定，长度宜不小于 8.0 m。

5.5.8 消力池出口与渠道或河床之间宜采用装配式海漫及防冲墙衔接，海漫应具备柔性、透水性、表面粗糙性等特点，海漫下部宜设置厚度不小于 0.3 m 的网格状垫层，垫层下部宜设置厚度不小于 0.5 m 的块石或混凝土护砌基础。

5.5.9 与涵闸连接段衔接的渠道护砌段底板和岸坡宜采用装配式平板结构，岸坡坡比宜不大于 1:1.5，必要时应设置背水侧加强肋板，护砌长度宜不小于 8.0 m。边坡稳定计算应按照 SL 386 的规定执行。

5.5.10 翼墙与涵闸岸墙以及翼墙与渠道护砌段连接处宜设置分缝。

5.5.11 翼墙、底板、消力池等各部位装配构件之间宜采用干连接方式相互连接，海漫、渠道护砌段底板及岸坡等各部位装配构件之间宜采用套接连接方式相互连接，连接处应合理设置止水密封措施。

5.5.12 宜在地下水位线高的地区设置排水孔，孔径宜 50 mm~100 mm，并设置反滤设施。

## 5.6 基础处理

5.6.1 涵闸基础应按照 SL 265 的规定进行渗流、稳定性和沉降分析计算，并符合 GB 50007 的规定。

5.6.2 岩质基础宜采用弱风化新鲜岩石，存在裂隙或软弱夹层的，宜灌浆固结或混凝土换填处理。

5.6.3 岩基存在溶洞（沟）且无法避开时，宜采用钢筋混凝土封闭洞（沟）口，并在上部铺设厚度不低于 0.2 m 的梁板结构钢筋混凝土基础。

5.6.4 软弱土质地基宜采用混凝土或块石换填基础。

5.6.5 砂或砂卵石地基宜采用灌浆固结或桩基础。

## 6 结构工艺

6.1 宜根据工程布置、水力条件、结构强度要求、运用条件、吊装条件、生产条件等因素综合确定涵闸各构件的结构尺寸，并根据应用反馈优化构件结构设计。

6.2 生产工厂应根据设计图纸绘制含有装配结构、性能参数、材料材质、生产工艺、吊运要求等参数的工艺图纸资料。采用新材料、新工艺时，应制订相应的技术方案及管理措施，并及时总结其在技术、经济、环保等方面的应用成果。

6.3 涵闸各构件宜采用建筑信息模型（BIM）技术同步设计、建造，并符合 GB/T 51231 和 GB/T 51232

的规定。

6.4 生产工厂应具备能保证产品质量要求的生产设备设施、工艺技术、试验检测仪器以及完善的质量管理体系，以实现涵闸构件在设计、制造、安装、运用等方面全过程的产品管理。

6.5 各构件结构体形宜简单、规则，刚度、承载力分布应均匀，不因局部突变产生薄弱部位。不便预制的大体积异形构件宜采用工厂预制外壳模具结合现场浇筑的方式建造。

6.6 各构件及连接节点宜采用有限元结构应力分析计算，并具有充足的安全余量，应力计算应按照 GB/T 50010 和 GB 50017 的规定执行。

6.7 各构件之间的连接部位应节点加强、结构简单、连接安全，接缝宽度应满足变形要求，各构件连接处回填浇筑材料强度应不低于构件强度等级。临时吊点或支撑部位或连接部位宜采用凹入构件表面的结构，且凹入深度不小于 10 mm，构件连接部位与吊件、支撑件之间应不共用。

6.8 宜按工艺流程顺序就近分隔设置加工区、养护区、预装区、存放区，并设置安全合理的巡检通道。

6.9 工厂使用的模具、原材料性能以及焊接、绑扎、浇筑、加工等生产工艺及允许偏差应满足设计要求和 GB/T 51231、GB/T 51232 的规定。

6.10 构件生产工艺的规定如下。

- a) 工厂应按照设计图纸和工艺图纸要求制定生产计划方案，包括设计依据、计算分析成果、进度计划、生产工艺、模具方案、质量控制、预装转运、存放防护、安全风险管控等。
- b) 各构件在工厂预装时应设置清晰、易辨识的定位标记。
- c) 一般缺陷应及时修补处理并重新检验合格；严重缺陷应记录反馈信息并报废处理。
- d) 检验合格后出厂的构件成品应设置清晰、明确、耐久、唯一性、可追溯的编码信息。
- e) 应根据现场使用和缺陷处理情况及时反馈完善工厂生产工艺流程。

6.11 模具的规定如下。

- a) 应具有足够的强度、刚度、精度和整体稳固性。
- b) 宜构造简单、拆装方便。
- c) 周转次数宜不低于 200 次。
- d) 应适应构件体形变化的调整。

6.12 混凝土装配式构件的规定如下。

- a) 混凝土强度等级宜不低于 C40；严寒地区抗冻等级应不低于 F250，其他地区抗冻等级应不低于 F150；抗渗等级应不低于 P4。
- b) 盐碱地区的混凝土构件宜采用抗盐碱反应的建筑材料及合理的配合比例，必要时应加厚构件或设置涂层防护。
- c) 宜采用数控方式定位搭建、切割、焊接制作钢筋框架，构造配筋及连接应平顺、稳固。
- d) 宜采用可自动计量的标准化商混站制作混凝土，并应在钢筋、预埋件、模具等部位检查合格后浇筑构件成型。
- e) 模具拆除后应检测构件外观质量，应按照 GB/T 51231 的规定选取试件检测强度。
- f) 混凝土结构应密实无气孔、表面平滑，必要时应设置外表面防护措施。
- g) 用于湿连接的孔槽或接触面应按 GB/T 51231 的规定设置粗糙面。
- h) 应按 GB/T 51231 的规定采用安全合理的混凝土养护方式。
- i) 应采用专用吊具吊运构件，吊运过程中应不损伤构件。

6.13 金属装配式构件及闸门的規定如下。

- a) 构件及闸门宜构造简单、安全稳固、施工方便、耐久实用。
- b) 金属装配式构件及闸门宜采用强度高、刚度、耐磨、耐蚀的高强铝合金或不锈钢或合金钢等材料制造，合金钢性能应不低于 Q355，不锈钢性能应不低于 304，铝合金性能应不低于船

舶工业级。

- c) 构件及闸门拼装应有足够的强度和刚度，运行使用时应不振动；屋面、墙面板、门窗、一体化闸门宜采用轻型合金结构。
- d) 构件之间宜按 GB/T 51232 的要求采用合理的连接方式，接缝处应考虑变形影响。
- e) 构件的制造应符合 SL 74、GB/T 14173、GB 50017、GB/T 51232、SL 74 的规定。
- f) 构件的防腐应符合 SL/T 105、CJ/T 257 的规定。

6.14 复合材料装配式构件应采用高强度、高刚度、耐磨蚀、耐老化的材料制造，结构应安全、稳固。

6.15 构件成品存放的规定如下。

- a) 存放区宜场地平整坚实、通风、防尘、防晒、温湿度适宜。
- b) 应按构件规格分类、分区存放。
- c) 板类构件叠放不宜多于 6 层，其他类构件不宜多于 4 层，并设置稳固的支撑块。
- d) 孔洞、钢制部件裸露部位应采用合理的防护措施。
- e) 应设置清晰、明确、持久的标识。

## 7 施工要求

7.1 应根据水文气象、地形地质条件、结构布置、生产工艺、交通、环保等综合因素组织施工安装，并符合 GB 50666、GB 50755、SL 303 的规定。

7.2 应根据设计图纸和工厂装配图纸资料编制施工方案，包括设计要求、基础处理方案、转运方案、组装方案、临时支撑方案、进度计划、质量控制、安全风险管控等，超重和超大构件应制定吊运专项方案，并符合 SL/T 233 的规定。

7.3 应根据构件特点合理划分单位工程、分部工程、单元工程，并重点关注隐蔽工程和关键部位工程，并符合 SL 176 的规定。

7.4 现场应执行构件交接手续，外观检查应按照 GB/T 51231、GB/T 51232 的规定执行。

7.5 施工前应根据设计单位提供的控制定位点进行施工平面控制网的坐标和高程系统搭建，并对施工安装区域进行详测和放样检查。

7.6 基坑开挖应采用合理的边坡比例，并设置合理的基坑排水设施，必要时应设置边坡支护措施。

7.7 应遵循由下至上、由中间向两侧对称施工的原则组装构件，应在下部构件整体组装验收合格后再行组装上部构件。

7.8 构件组装前应核对构件品类及规格尺寸，组装过程中及时设置临时支撑固定措施；组装就位后应复测位置、标高、水平度、垂直度等数据，并及时调整校准。安装偏差量应符合 GB/T 50204 和 GB/T 50205 的规定。

7.9 构件连接安装的规定如下。

- a) 采用湿连接方式时，应清理干净连接部位及器具处的杂物，连接器具搭接应规整平顺；后浇混凝土或灌浆料应密实，强度应达到设计要求后方可拆除模板系统。
- b) 采用干连接方式时，应清理干净连接部位及器具处的杂物，连接强度应符合 GB/T 51231 和 GB/T 51232 的规定。
- c) 采用套接连接方式时，应清理保护连接部位，榫卯或承插或卡箍连接的角度和尺寸应满足设计要求。
- d) 采用组合连接方式时，应合理制定连接方式和连接顺序。
- e) 装饰性构（配）件及水电管路配件宜在主体构件组装完毕并验收合格后安装。

7.10 不应在现场对涵闸构件进行随意切割、钻孔（洞）。

7.11 构件、连接部位结构及密封件应采用可靠的防撞、防变形、防腐、防冻、防水等措施。连接部位

的封闭保护宜在涵闸整体组装完毕后进行，并进行连接节点密封性检测。

7.12 应编制危险性较大的分部分项工程专项施工方案，超过一定规模的危险性较大的分部分项工程应经专家论证会通过并验收。

7.13 应采取有效的安全生产作业防护和警示措施，还应制定具有针对性、实用性、可操作性的安全应急预案。

7.14 构件加工和施工过程中宜按 SL 303 要求设置必要的应变监测设施。

## 8 检验与验收

### 8.1 工厂检验

8.1.1 构件生产工厂应对进厂原材料检验、记录。

8.1.2 构件生产过程应建立可追溯的产品生产质量检验流程信息机制。

8.1.3 检验数据应真实可靠，检验签证记录应齐全。

8.1.4 构件产品的检查项目、检验方法及标准应按照 GB 50204、GB 50205 的规定执行。

8.1.5 混凝土强度应按批次在浇筑地点随机抽样检验，并符合 GB 50204 和 JGJ 1 的规定。

8.1.6 生产阶段的 BIM 设计以及信息化测试宜按照 SL 588 的规定在工厂进行专项验收。

8.1.7 构件出厂验收应由建设、设计、监理、施工安装、生产制造等单位参加，出厂产品应提供产品质量检验报告、装配图纸、技术参数说明书、安装使用说明书等文件资料。

### 8.2 工程验收

8.2.1 应根据工程特点和验收流程确定工程验收的形式。

8.2.2 验收流程、验收鉴定书的确认应符合 SL 223、SL 588 和主管部门以及质量监督机构的规定。

8.2.3 构件之间的连接节点应作为隐蔽工程或关键部位工程及时进行验收，验收内容应包括连接方式、紧固件、预埋件、尺寸、位置、数量、焊缝、键槽、接缝及密封件、粗糙面、封闭体、原材料、材质等。

8.2.4 构件及连接的施工安装质量检查项目及标准应按照 GB 50204、GB 50205 的规定执行。

8.2.5 应按照 SL/T 233 的规定提供构件出厂验收和现场施工验收阶段详实的装配图纸、施工图纸、检验文件资料、原材料合格证明、工程质量评定资料。

8.2.6 宜邀请行业内经验丰富的专家组成验收工作组参与工程验收，并符合 SL/T 223 的规定。

8.2.7 验收过程中发现的质量缺陷或遗留尾工应按照验收工作组意见和 SL/T 223 的规定及时处理完成。

## 9 工程管理与维护

9.1 应合理确定管理机构和人员编制。

9.2 工程管理应与涵闸的设计、生产以及施工同步进行，技术资料均应及时移交给项目法人或运行管理单位。

9.3 管理范围应包括上游连接段、闸室段、下游连接段以及两岸连接建筑物等主体工程覆盖范围，保护范围宜按管理范围线外延 200 m 为界。与堤防结合的还应符合 GB 50286 的规定，与公路结合的还应符合 JTG B01 和 JTG D60 的规定。

9.4 应根据涵闸构件特点和控制运用要求提出安全生产、调度运用、运行监测、维修保养、应急预案、维护费用使用等管理制度，并符合 SL/T 75 的规定。

9.5 应结合实际需求制定冻融期、灌排期、压补盐碱期的涵闸安全运行制度。涵闸在冰冻期间宜保持无水状态。

9.6 宜合理配置水情监测、视频监控、安全监测、电源、消防等附属管理设施。

9.7 涵闸的管理与维护内容除应符合 SL/T 75 的规定以外，还应定期检查构件的破损程度、连接牢固性、

错位程度、渗漏程度、塌陷情况等，并按 SL/T 105 的要求定期对构件进行防腐处理。

9.8 宜采用人工巡视与自动化仪器监测相结合的方式管护涵闸，日常检查频次每周不少于 1 次，定期检查频次每月不少于 1 次，汛期应增加频次。

9.9 涵闸的安全评价应每 10 年进行 1 次，必要时应每 5 年进行 1 次。涵闸达到 SL 654 规定的使用年限时，应进行安全评价。

## 10 信息化

10.1 涵闸信息化系统应满足建设管理的需求，宜采用物联网（IoT）、人工智能（AI）、BIM、自动化控制等相结合的技术进行调度控制和智能分析决策管理。

10.2 涵闸宜配置水位计、流量计、开度传感器、雨量站、视频监视站等感知层设备进行数据采集；宜采用有线或无线通信技术实现数据远程安全传输及设备互联；宜利用 AI 对数据进行大数据分析处理建立形成完善的 IoT 系统。测控一体化闸门的信息处理可参照 T/CIDA 0006 要求执行。

10.3 宜根据涵闸运行需求构建涵闸 BIM 模型为基础的数字孪生平台，平台宜具备实时运行状态监视、AI 动态闸门调度、模拟极端运行场景、验证应急预案等功能。

10.4 信息传输宜以公共网络为主信道，条件允许时可建设专用网络作为备用信道，主备信道应具备自动切换功能。

10.5 涵闸信息化系统宜包括以下子系统。

- a) 雨水情监测管理宜包括测站基本信息、监测与分析、数据查询、水情预警、信息维护等模块。
- b) 工程安全监测管理宜包括测点基本信息、监测记录、数据分析、数据查询、安全报警、信息维护等模块。
- c) 视频监视信息管理宜包括视频实时监控、视频设备管理、视频信息智能分析、信息维护等模块。
- d) 运行调度管理宜包括实时运行信息监视、信息查询、运行操作规程、报警、调度计划管理、信息维护等模块。
- e) 工程信息管理宜包括建筑物基础信息、设备基础信息、监测站基础信息等模块。
- f) 办公自动化系统管理宜包括技术资料管理、行政资料管理、办公管理等模块。

10.6 档案文件应按照“统一管理、分级保管、分级查阅”的原则，确保档案安全、有效。

10.7 档案材料应完整、真实、清晰，宜采用纸质档案和数字档案共建归档模式。

10.8 应采用数据加密、限制访问、数据脱敏、日志审计、防泄漏等技术措施以及数据分类分级、员工培训、泄露应急响应等管理措施保护数据安全；应定期进行合规性检查与认证。

10.9 应按照 SL 588 的规定进行信息化系统检测和验收。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 4208 外壳防护等级 (IP 代码) [S]
- [2] GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范 [S]
- [3] GB 50011 建筑抗震设计规范 [S]
- [4] GB 50016 建筑设计防火规范 [S]
- [5] GB 50189 公共建筑节能设计标准 [S]
- [6] GB 50661 钢结构焊接规范 [S]
- [7] GB/T 50662 水工建筑物抗冰冻设计规范 [S]
- [8] GB 50706 水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范 [S]
- [9] GB/T 51129 装配式建筑评价标准 [S]
- [10] SL 41 水利水电工程启闭机设计规范 [S]
- [11] SL 226 水利水电工程金属结构报废标准 [S]
- [12] SL 214 水闸安全评价导则 [S]
- [13] SL 400 水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程 [S]
- [14] SL 490 水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范 [S]
- [15] SL 714 水利水电工程施工安全防护设施技术规范 [S]
- [16] SL 725 水利水电工程安全监测设计规范 [S]
- [17] SL 744 水工建筑物荷载设计规范 [S]
- [18] CJ/T 257 铝合金及不锈钢闸门标准 [S]
- [19] JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程 [S]
- [20] T/CECS 151 沟槽式连接管道工程技术规程 [S]
- [21] T/CIDA 0006 测控一体化闸门技术规程 [S]
- [22] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见 [EB/OL]. (2016-09-30) [2025-05-29]. <http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-09-30/content-5114118.htm>.
- [23] 中华人民共和国中央人民政府. 危险性较大的分部分项工程安全管理规定 [EB/OL]. (2018-03-08) [2025-05-29]. <http://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content-5294422.htm>.
- [24] 武汉大学水利水电学院. 水力计算手册 [M]. 2 版. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.