

DB50

重 庆 市 地 方 标 准

DB50/T 960-2019

双壁钢围堰设计及施工技术规范

Technical code for design and construction of double wall steel cofferdam

2019-12-30 发布

2020-04-01 实施

重庆市市场监督管理局 发布

目 次

前 言.....	II
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和符号.....	2
4 总则.....	9
5 基本规定.....	9
6 材料.....	12
7 作用.....	13
8 结构与构造设计.....	17
9 结构分析与计算.....	19
10 施工.....	30
11 监测.....	39
12 应急措施.....	43
13 验收.....	43
附录 A（资料性附录） 双壁钢围堰施工工艺流程.....	46

前 言

本规范按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规范由重庆市交通委员会工程质量安全监督局提出及归口。

本规范主要起草单位：重庆市交通委员会工程质量安全监督局、招商局重庆交通科研设计院有限公司、四川公路桥梁集团有限公司大桥工程分公司、中交路桥华东工程有限公司、中铁大桥局集团第八工程有限公司、重庆市公路工程质量检测中心、重庆交通大学

本规范主要起草人员：陈伯奎、程德宏、汪 宏、王 鹏、李德坤、向中富、冯强林、裴宾嘉、唐斌华、唐 剑、耿 波、伍 艺、沈小俊、郭成川、安永日、聂 东、杨 明、陈虎森、王 凯、李铁军、古宇鹏、周彦文、董简召、黄海东、朱留洋、尚军年、李嵩林、魏思斯、姚永喜、阿 伟、万慧、郭杰鑫、陈 宇、温 涛、周同生

引 言

根据重庆市质量技术监督局“渝质监发[2016]77号”文《重庆市质量技术监督局关于下达2016年第三批重庆市地方标准制修订计划项目的通知》的要求，重庆市交通委员会工程质量安全监督局承担《双壁钢围堰设计及施工技术规范》的制订工作。

规范编写组在总结双壁钢围堰设计与施工应用技术经验和相关科研成果的基础上，以完善和提升双壁钢围堰设计及施工技术为目标，完成了本规范的编写工作。本规范吸收了近年双壁钢围堰新技术、新经验，明确了双壁钢围堰结构设计与构造规定，提出了双壁钢围堰的计算、验算方法，并对双壁钢围堰施工、监测、安全管理等做了规定。适用于重庆市域内公路、市政涉水桥梁水下基础双壁钢围堰的勘察、设计、施工、监测、质量验收及安全管理。

在使用本规范过程中如有意见或建议，请函告本规范日常管理部门，联系人：李铁军 13983045672，13983045672@139.com，邮寄地址：重庆市交通委员会工程质量安全监督局，重庆市南岸区南兴路58号。以便修订时研用。

双壁钢围堰设计及施工技术规范

1 范围

本规范规定了双壁钢围堰设计及施工安全基本规定、材料、作用、结构与构造设计、结构分析与计算、施工、监测、应急措施与验收等内容。

本规范适用于重庆市域内公路、市政涉水桥梁水下基础双壁钢围堰的勘察、设计、施工、监测及质量验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范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规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50158 港口工程结构可靠性设计统一标准
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 50755 钢结构工程施工规范
- GB/T 51295 钢围堰工程技术标准
- JGJ 162 建筑施工模板安全技术规范
- JTG C10 公路勘测规范
- JTG C20 公路工程地质勘察规范
- JTG C30 公路工程水文勘测设计规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG D63 公路桥涵地基与基础设计规范
- JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范
- JTG/T F50 公路桥涵施工技术规范
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范
- JTG/T 3360-01 公路桥梁抗风设计规范
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTS 144-1 港口工程荷载规范
- JTS 145 港口与航道水文规范
- SL 74 水利水电钢闸门设计规范
- SL 191 水工混凝土结构设计规范

DB50/T 279 桥梁工程防雷技术规范

3 术语和符号

下列术语和符号适用于本规范。

3.1 术语

3.1.1

双壁钢围堰 double-wall steel cofferdam

双壁钢围堰由内、外壁板，壁间撑杆及封底混凝土等组成，为桥梁桩基、承台、桥墩（塔）建造而修建的挡水土用临时围护设施。也称双壁钢套箱围堰。

3.1.2

主体工程 main project

双壁钢围堰作为施工临时设施所依附的大型桥梁工程。

3.1.3

双壁钢围堰整体稳定性 overall stability of cofferdam

双壁钢围堰抗浮、抗滑移、抗倾覆等抵抗结构整体失稳的能力。

3.1.4

双壁钢围堰局部稳定性 cofferdam buckling

双壁钢围堰的内外壁板、壁间撑杆、内支撑抵抗局部失稳的能力。

3.1.5

堰壁 side wall

由内外壁板、壁间撑杆等组成的挡水、承压受力结构。

3.1.6

环肋 annular plate

内、外壁板上的水平环向加劲肋，其主要功能是对内、外壁板进行水平方向加劲，同时连接壁间撑杆使内、外壁板形成整体。

3.1.7

竖肋 vertical stiffener

内、外壁板的竖向加劲肋，一般采用角钢，与内壁板或外壁板焊接成整体，用以改善内、外壁板的局部受力。

3.1.8

壁间撑杆 inter-wall brace

双壁钢围堰内、外壁板间的连接杆件，一般采用角钢或槽钢，通过与环肋、竖肋焊接形成桁架结构，将内、外壁板连成整体，共同抵抗水、土压力作用。分为水平、竖向壁间撑杆。

3.1.9

环向桁架 circumferential truss

由环肋及壁间撑杆组成的平面桁架结构，亦称环桁或水平桁架。

3.1.10

竖向桁架 vertical truss

在双壁钢围堰中，由竖肋及壁间撑杆组成的竖向桁架结构。

3.1.11

刃脚 cutting edge

刃脚为双壁钢围堰构造中堰壁底端的楔形尖锐段，其主要功能是切开土层以利于围堰下沉。刃脚内需浇筑混凝土以增强其强度和刚度。

3.1.12

隔舱 bulkhead division

沿双壁钢围堰环向在内、外壁板间对称设置竖向隔板将堰壁腔分隔成的多个腔室。竖向隔板称为隔舱板。设置隔舱后可通过分舱注水、灌筑混凝土压重，抽水减重等措施，控制水中浮运及定位下沉阶段双壁钢围堰的稳定平衡。

3.1.13

内支撑 strut

设置在双壁钢围堰内用于传递和平衡钢围堰侧壁压力保持围堰堰壁稳定的构件。

3.1.14

竖箱 vertical stiffening box

环向桁架的支撑构件，承受环向桁架传递来的荷载并传递给内支撑。

3.1.15

节段 cofferdam segment

堰壁分段制造、施工单元。包含刃脚在内的第一节段称为首节段。

3.1.16

区格 lattice area

由竖肋和环肋围绕形成的壁板区域。

3.1.17

隔舱填充混凝土 bulkhead division filled concrete

在双壁钢围堰隔舱底部一定高度范围内灌筑的混凝土，用以增大双壁钢围堰自重、强度、刚度与稳定性。亦称夹壁混凝土。

3.1.18

封底混凝土 bottom sealed concrete

双壁钢围堰安装到位后在围堰内河床上灌注的水下混凝土,封底混凝土与堰壁共同形成挡水的桶体结构。

3.1.19

堰基 cofferdam foundation

围堰刃脚坐落的河床持力层。

3.1.20

连通管 communicating pipe

设置在双壁钢围堰适当高度范围内,贯通堰壁,用以调节双壁钢围堰内、外水头差的装置。连通管在双壁钢围堰内侧设有阀门,宜采用电磁阀,以利于控制阀门开启和关闭。

3.1.21

浮运法 floating method

双壁钢围堰在岸边或附近加工场拼装首节段,利用双壁钢围堰的自浮能力,通过拖轮或者大型水上平驳运送到位,定位下沉形成施工平台,再分块、分段接高。浮运法需要配备拖轮、大型水上平驳、浮吊或驳船上拼装的起吊设备等。

3.1.22

原位拼装法 in situ assembly method

在桥梁墩柱基础位置处利用水上施工平台分块拼装双壁钢围堰,利用施工平台上的起吊设备边拼装边下沉或整体下沉到设计位置。原位拼装法一般需要配置水上施工平台、浮吊、运输船等设备。

3.1.23

锚碇系统 anchorage system

为实现双壁钢围堰在水中定位固定所设置抵抗水流力、风力、波浪力等荷载的设施,锚碇系统包括主锚、侧锚、尾锚和拉缆。锚碇一般有铁锚、钢筋混凝土锚、桩锚等形式。

3.1.24

定位 localization

双壁钢围堰定位是指双壁钢围堰原位拼装或入水浮运至设计位置,将其在水中精确定位,直至下沉着床、落床的全过程。

3.1.25

导向船系统 steering ship system

双壁钢围堰浮运、定位中,控制双壁钢围堰行进及定位方向的驳船。导向船设置在双壁钢围堰行进方向两侧,限制和调整双壁钢围堰的平面位置;定位船为调整、控制锚碇系统状态的一个主要工作平台,一般为甲板驳,上下游各设一个。

3.1.26

设计高水位 design high water level

双壁钢围堰使用期可能出现的最高水位,包含浪高。

3.1.27

设计低水位 design low water level

双壁钢围堰使用期可能出现的最低水位，包含浪高。

3.2 符号

3.2.1 材料和材料性能有关符号

f_{ct} ——混凝土的抗拉强度设计值；

f_d ——钢材抗压强度设计值；

f_{ak} ——软弱土层极限承载力的标准值；

$[f_a]$ ——围堰地基承载力容许值；

q_k ——围堰外壁单位面积摩阻力标准值；

γ_w ——水的重度标准值；

τ_1 ——桩基钢护筒与封底混凝土的粘结力；

μ ——双壁钢围堰底与地基土的摩擦系数；

μ_1 ——船体与水之间的摩擦系数。

3.2.2 作用和作用效应有关符号

E_S ——双壁钢围堰底面的滑动力标准值；

E_R ——双壁钢围堰底面的抗滑力标准值；

F_{fk} ——围堰堰壁总摩阻力标准值；

F_p ——漂流物撞击力标准值；

F_w ——水浮力标准值；

F_{wp} ——流水压力标准值；

F_1 ——桩基钢护筒与封底混凝土总粘结力；

G_c ——承台混凝土自重标准值；

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值。

G_p ——钢护筒及桩基自重标准值；

G_t ——双壁钢围堰总重标准值；

G_1 ——钢围堰堰身自重标准值；

- G_2 ——隔舱混凝土自重标准值；
- G_3 ——隔舱注水自重标准值；
- G_4 ——封底混凝土自重标准值；
- g ——重力加速度；
- M ——浮运过程中双壁钢围堰所受流水压力、波浪力、风荷载等外力矩；
- M_{\max} ——封底混凝土的最大弯矩；
- M_{0x}, M_{0y} ——两个方向封底混凝土板的弯矩；
- M_o ——双壁钢围堰的稳定力矩；
- M_r ——双壁钢围堰的倾覆力矩；
- N_d ——轴心压力设计值；
- P_{di} ——动水压力、风荷载、波浪力等可变荷载；
- P_u ——封底混凝土浇筑后的波浪浮托力；
- P_{u1} ——围堰着床过程中的波浪浮托力；
- p_w ——围堰内、外壁板计算点的水压力；
- p_{wd} ——单位面积上的风压力；
- q_{fg} ——双壁钢围堰所受浮力与封底混凝土自重差值在桩上板带区域形成的荷载集度；
- q_r ——钢丝绳或锚链在水中重力；
- q_{vp} ——流水压力线荷载集度；
- Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值。
- R_a ——锚碇的总作用力；
- R_b ——双壁钢围堰端部刃脚下地基土的极限承载力；
- R_h ——锚碇的水平作用力；
- R_t ——总阻力或作用力；
- R_1 ——船只水流作用力；
- R_2 ——双壁钢围堰水流作用力；
- R_3 ——双壁钢围堰及导向船、定位船船组水面以上部分风的作用力；
- S_d ——正常使用极限状态设计作用组合的效应设计值；
- S_{ud} ——承载能力极限状态设计作用基本组合的效应设计值；

T ——漂浮物或船舶撞击时间；
 T_b ——相应直径钢丝绳的破断拉力；
 T_{\max} ——钢丝绳最大使用拉力；
 T_p ——双壁钢围堰的下兜揽阻力；
 V ——设计水流速度；
 V_n ——航行速度；
 W ——漂流物自重；
 W_a ——锚的重量。

3.2.3 几何参数有关符号

A ——双壁钢围堰阻水面积；
 A_1 ——船只入水垂直于水流方向的投影面积；
 A_b ——构件的毛截面面积；
 A_{dn} ——扣除钢护筒面积后钢围堰基底净面积；
 A_{dw} ——钢围堰基底面积；
 a ——水流作用力点至双壁钢围堰导向船组下游联接梁支点的距离；
 a_c ——双壁钢围堰重心至浮心的距离；
 a_e ——围堰刃脚底宽；
 B_s ——船的宽度；
 b ——下兜揽作用力点至双壁钢围堰导向船组下游联接梁支点的距离；
 b_e ——围堰内、外壁板间距；
 b_{pl} ——封底混凝土板计算宽度；
 b_r ——阻水宽度；
 b_1 ——双壁钢围堰刃脚入土斜面的水平投影长度；
 D_w ——封底混凝土附加厚度；
 d_p ——桩基钢护筒直径；
 H_s ——船的吃水深度；
 h_a ——由锚船马口处至河床的高度；

h_c ——封底混凝土有效厚度；

h_{di} ——动水压力、风荷载、波浪力等作用点到双壁钢围堰背水面脚趾的竖直距离；

h_e ——围堰刃脚高度；

h_f ——围堰入土深度；

h_p ——桩基长度；

h_w ——设计水位至计算点的垂直距离；

Δh ——双壁钢围堰外水位至封底混凝土底部的高度；

I ——双壁钢围堰浮体排水截面面积的惯性矩；

L_s ——船的长度；

l_a ——锚船马口至锚的水平距离；

l_o ——锚链平躺在河床上的长度；

l_x, l_y ——桩基纵、横向间距；

n ——围堰内桩的数量；

R_1 ——双壁钢围堰重心位置到围堰背水面刃脚底外缘的水平距离；

S ——浸水面积；

S_M ——锚绳长度；

u_c ——围堰下端外周长；

V_w ——围堰排开水的体积；

α ——下兜缆与水平面夹角；

θ ——双壁钢围堰建基面与水平面交角；

ρ ——定倾半径，即定倾中心至浮心的距离；

φ ——双壁钢围堰在浮运阶段的倾斜角；

Ω ——双壁钢围堰、导向船、定位船及各种设备的受风面积。

3.2.4 计算系数及其他有关符号

$E.P.S$ ——拖轮的拖拽功率；

K_a ——抗倾覆稳定系数；

K_b ——堰基承载力系数；

K_f ——抗浮稳定性系数；
 k_{sh} ——阻水形状系数；
 K_{s0} ——双壁钢围堰下沉系数；
 K_{sc1} ——铁锚碇的覆盖层系数；
 K_{sc2} ——钢筋混凝土锚碇的覆盖层系数；
 K_{st} ——抗水平滑动稳定性系数；
 K_{st} ——双壁钢围堰下沉稳定系数；
 K_{wd} ——受风面积填充系数；
 k_t ——锚绳负荷系数；
 α_p ——经验分配系数；
 ϕ ——阻力系数；
 Φ ——轴心受压构件的稳定系数；
 γ_0 ——基本组合中结构重要性系数；
 γ_d ——素混凝土结构系数；
 γ_{Gi} ——第 i 个永久作用的分项系数；
 γ_m ——截面抵抗矩的塑性影响系数；
 γ_{Qj} ——第 j 个可变作用的分项系数；
 γ_R ——抗力系数。

4 总则

- 4.1 在保证质量和安全的前提下，双壁钢围堰设计与施工应积极推广使用新技术、新工艺、新材料、新设备。
- 4.2 双壁钢围堰设计与施工，除执行本规范外，尚应符合国家、行业及地方有关标准和规定要求。

5 基本规定

5.1 勘察

- 5.1.1 双壁钢围堰工程实施前应进行相关资料收集、现场调查和勘察。
- 5.1.2 工程勘察前应收集地形、地质、水文、气象、行洪、航运、港口、码头、动植物等资料，并进行校核、验证，结合桥梁下部结构设计进行双壁钢围堰方案论证，初步确定是否适合采用双壁钢围堰。

5.1.3 工程勘察应结合双壁钢围堰实际需要，开展围堰所在位置的地形测量、地质勘察、水文勘察、工程环境与施工条件调查等工作。

5.1.4 勘察除应符合 GB 50021、JTG C20 规定外，勘察内容及深度应满足双壁钢围堰设计与施工的要求。

5.2 设计

5.2.1 施工单位或总承包单位应自行或委托乙级及以上资质的设计单位对双壁钢围堰进行专项设计，并应委托有设计资质的单位进行复核。

5.2.2 双壁钢围堰设计文件应包括但不限于：计算书、设计说明、总平面布置图、地质剖面图、单个围堰平面图、剖面图、构件大样图、连接细部大样图、监测点布置图，满足特殊要求结构的专门性能设计。

5.2.3 双壁钢围堰设计计算书应包括但不限于：工程概况、计算依据、参数取值、荷载、计算工况、结构验算、计算分析结论等。结构验算包括钢围堰接高下沉验算、抗浮验算、封底混凝土验算、结构强度验算、结构变形验算、结构稳定验算、拆除验算等。

5.2.4 当双壁钢围堰施工影响范围内有既有构筑物或设施等时，应委托有资质的第三方单位对其影响进行安全评价。

5.2.5 施工单位应组织专家对双壁钢围堰专项设计文件进行审查论证。专项设计经审定后严禁随意变更，确需变更时应按设计管理程序执行。

5.2.6 双壁钢围堰工程设计应包含环境保护要求，设计使用期限应满足施工要求。

5.2.7 双壁钢围堰应根据其施工和使用时间的长短、环境腐蚀类型等因素进行防腐涂装设计。

5.2.8 双壁钢围堰设计应考虑桥梁基础施工方法、施工步骤、施工工期、施工安全的关联影响。

5.2.9 双壁钢围堰设计应与其制造、运输、安装和拆除等工序紧密结合，应同步确定运输方案、施工方案和拆除方案，并据此进行有针对性的设计。

5.2.10 双壁钢围堰应根据周边构筑物、设施、道路、岸坡和施工荷载等条件进行设计，应不影响围堰周边构筑物、设施、道路及岸坡的安全和正常使用，内部空间应满足主体工程的施工安全需要。

5.2.11 双壁钢围堰设计应对制作、运输、安装、安全、使用、管理、拆除等提出要求，选择合适的结构形式，采用标准化结构单元和构件，其构造与连接应便于制作、安装和检查。

5.2.12 双壁钢围堰设计中应当明确施工中需要进行监测、监控的部位和指标。

5.2.13 双壁钢围堰设计时，应综合考虑主体工程安全等级、使用年限、围堰平面尺寸、围堰高度、围堰水深、刃脚以上覆盖层厚度等因素，按表 1 确定双壁钢围堰结构的安全等级。

表1 双壁钢围堰安全等级划分

安全等级	主体工程安全等级	使用年限 (a)	平面尺寸 A (m ²)	围堰高度 H (m)	围堰水深 h _w (m)	刃脚以上覆盖层厚度 h _s (m)	破坏后果
一级	一级	>2	A ≥ 500	H ≥ 20	h _w ≥ 15	h _s < 3	特别严重
二级	一级或二级	1~2	100 ≤ A < 500	10 ≤ H < 20	8 ≤ h _w < 15	3 ≤ h _s < 6	严重
三级	三级	<1	A < 100	H < 10	h _w < 8	h _s > 6	一般
注：双壁钢围堰结构安全等级按主体工程安全等级、使用年限、围堰规模、水文地质条件及失事破坏后果等所确定的等级中的最高级别确定。							

5.2.14 双壁钢围堰设计时，水位、风、波浪重现期宜符合表 2 的规定。

表2 双壁钢围堰风、浪及水位重现期

水位重现期 (a)	风重现期 (a)	波浪重现期 (a)
20	20	20
注1: 重现期可根据等级划分及实际资料论证后适当调整。		
注2: 设计波高根据内河实际情况取值。		

- 5.2.15 双壁钢围堰设计中应提出明确的围堰周边荷载限值、水位控制等使用要求。
- 5.2.16 双壁钢围堰结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。
- a) 承载能力极限状态设计时应按下列情况计算分析：
- 1) 双壁钢围堰结构构件或连接因超过材料强度而破坏，或因过度变形而不适于继续承受荷载，或出现压屈、局部失稳；
 - 2) 双壁钢围堰浮运时失稳倾覆或失控下沉；
 - 3) 双壁钢围堰抗浮失效；
 - 4) 双壁钢围堰结构和土体发生整体滑动或倾覆；
 - 5) 双壁钢围堰地基持力层因丧失承载能力而破坏；
 - 6) 双壁钢围堰封底混凝土因承载能力不足而破坏。
- b) 正常使用极限状态设计时应计算分析双壁钢围堰结构或构件的变形，确保不影响堰内正常施工。
- 5.2.17 双壁钢围堰各构件的强度、刚度、稳定性，封底混凝土强度以及围堰结构的整体抗倾覆、抗滑移、抗上浮稳定性等应符合本规范要求。
- 5.2.18 双壁钢围堰的钢结构设计应合理选用材料、结构方案和构造措施，满足结构的强度、刚度、稳定性和防腐蚀的要求，并应满足制造、运输、安拆和使用的要求。
- 5.2.19 双壁钢围堰的钢结构的设计文件中应注明所采用的钢材牌号、材料的型号或板厚，同时也应注明焊缝型式、焊缝质量等级及对施工的要求。
- 5.2.20 双壁钢围堰可利用作为桥墩永久防撞设施时，应结合防撞要求进行设计。
- 5.2.21 地质条件较好，为减少水下开挖量采用无封底双壁钢围堰时，宜沿围堰四周做防渗帷幕灌浆设计。

5.3 施工

- 5.3.1 双壁钢围堰施工单位应建立健全安全、质量、环境、职业健康管理体系，制定各项施工安全管理制度，并贯彻执行。
- 5.3.2 双壁钢围堰施工应组织相关技术管理人员深入现场调查，掌握现场情况，核对设计文件，做好施工前的各项准备工作，编制专项施工方案，对可能出现的突发风险，如漂流物撞击、大风、洪水等，提出应对预案。
- 5.3.3 双壁钢围堰专项施工方案应由施工单位或总承包单位组织编制，并组织内部审查和专家论证，明确双壁钢围堰施工阶段验收内容及要求。必要时可采用模型试验验证。双壁钢围堰处于通航水域时，专项施工方案必须经港航、海事部门同意。
- 5.3.4 专项施工方案必须经施工单位或总承包单位技术负责人审核签字，报总监理工程师审核签字，报建设单位备案。
- 5.3.5 严禁专项施工方案不经审查论证、不经审核报备擅自施工。经审定后严禁随意调整专项施工方案。

- 5.3.6 施工中若确因外部环境条件变化需调整专项施工方案的，应重新组织专家审查论证，并重新报总监理工程师审核和报建设单位备案。
- 5.3.7 必须加强施工过程中的技术交底、施工组织管理和质量控制工作，严格执行本规范及有关技术规范的规定。施工前，设计单位应对施工、监理单位进行设计技术交底；施工单位应对现场管理、技术人员分级进行安全技术交底，现场技术人员和班组长应向作业人员进行安全注意事项及相应安全操作规程和标准交底。禁止不经安全技术交底擅自组织施工。
- 5.3.8 施工前应对进场材料进行检验和验收。
- 5.3.9 施工测量应实行施工单位复核制和监理单位复测制，并填写相关记录。
- 5.3.10 双壁钢围堰组拼焊接人员应持有有效的焊工资格证书，停焊时间超过6个月的，应重新考核。特种设备操作人员及特种设备应满足《中华人民共和国特种设备安全法》的要求。
- 5.3.11 施工单位应当指定专职安全生产管理人员进行现场监督。
- 5.3.12 双壁钢围堰施工中需要潜水员作业时，应编制相关潜水作业方案和安全保障措施，应按JTG F90关于潜水作业的规定执行。
- 5.3.13 双壁钢围堰就位后，围堰内外应设置安全可靠的上、下扶梯及栏杆、工作通道及平台、安全警示标志，配备足够的消防、救生器材。
- 5.3.14 双壁钢围堰及其平台不得作为人员居住、生活的场所。
- 5.3.15 当施工区域水流速度较快、航运条件复杂、易受船舶或漂流物撞击时，应单独设置导航标志、警示装置和防撞设施。
- 5.3.16 遇6级及以上大风、雷电、大雨、洪水、大浪、大雾等恶劣气候时，严禁进行双壁钢围堰安装和拆除作业。
- 5.3.17 双壁钢围堰处于通航区域时，围堰安装及拆除应划出安全水域范围，并设置警戒标志，派专人看守；水上施工区域应设置航标灯、夜间警示灯等助航设施，防止发生船撞事故。
- 5.3.18 施工起重吊装应按GB 6067.1执行。
- 5.3.19 施工用电、防雷设施应按GB 50194、DB50/T 279执行。
- 5.3.20 双壁钢围堰施工及使用期间，应进行围堰结构应力、变形监测及预警。
- 5.3.21 双壁钢围堰施工及使用期间应采取环境保护措施；竣工后应对临时工程、临时辅助设施、临时用地和弃土等及时进行处理。

6 材料

6.1 钢材

- 6.1.1 双壁钢围堰制作所用钢材、焊条等材料需要进行复检，其品种、规格、性能等必须符合现行国家产品标准规定，并满足设计要求。原材料、构件、半成品和成品的质量应符合国家现行有关标准的规定，并满足设计要求。
- 6.1.2 双壁钢围堰宜选用Q235和Q355钢，钢材质量等级宜采用B级以上，其质量应分别符合现行国家标准GB/T 1591及GB/T 700的规定。不宜采用Q235中的沸腾钢。
- 6.1.3 结构用钢板的厚度和外形尺寸应符合GB/T 709的规定，型材及管材产品的规格、外形、重量和允许偏差应符合相关的现行国家标准的规定。
- 6.1.4 双壁钢围堰钢结构所采用的钢材类别、设计强度、物理力学性能、焊缝的强度等设计指标应按现行JTG D64的规定取用。

6.1.5 焊接材料应与结构钢材的性能相匹配。当两种不同强度等级的钢材相焊接时，应采用与强度较低的一种钢材相适应的焊接材料。厚度 $\geq 6\text{mm}$ 内、外壁板的对接焊缝，可采用超声波探伤确定焊缝质量等级。

6.1.6 当钢构件采用螺栓紧固连接时，应符合国家关于普通螺栓、高强度螺栓的现行相关标准。

6.2 混凝土

6.2.1 双壁钢围堰混凝土的强度等级、物理力学性能设计指标应按 JTG 3362 的规定选用。

6.2.2 封底混凝土及隔舱填充混凝土强度等级的选择应考虑实际需要及大体积混凝土温控的需求，一般不宜超过 C35，但也不应低于 C25。刃脚内填充混凝土强度等级不应低于 C25。

7 作用

7.1 作用分类和作用组合

7.1.1 双壁钢围堰结构设计采用的作用应分为永久作用、可变作用、偶然作用三类，其分类应符合表 3 的规定。

表3 作用分类表

作用分类	作用名称
永久作用	结构重力
	附属设备和附属结构重力
	土压力
	静水压力
	水浮力
可变作用	流水压力
	风荷载
	温度作用
	波浪力
	船舶挤靠力（靠船力）
	施工临时荷载
偶然作用	漂流物撞击力
	船舶撞击力
<p>注1：由于双壁钢围堰为临时结构物，一般不考虑地震作用。</p> <p>注2：根据第5.3.15条，施工期间应进行专门的航道维护，设置导航和防撞设施，船舶撞击力主要考虑驳船或附近码头泊船断缆后的撞击作用；由于双壁钢围堰作为临时结构施工及使用时间较短，是否要考虑船舶撞击力还应根据实际风险大小确定。船舶撞击力与漂浮物撞击力不同时考虑。</p> <p>注3：设计中计入其他荷载时，可根据其性质按本表进行分类。</p>	

7.1.2 双壁钢围堰应按不同工况下结构上可能同时出现的作用进行组合，围堰计算水位分别采用设计高水位、设计低水位和设计高水位与设计低水位之间的某一不利水位，并按其最不利组合进行结构计算。

7.1.3 双壁钢围堰设计时，分别按承载能力极限状态、正常使用极限状态取最不利的作用组合进行计算。可按但不限于表 4 的规定进行组合。

表4 作用组合

分类	名称	组合 1	组合 2	组合 3	组合 4	组合 5	组合 6
永久 作用	结构重力	√	√	√	√	√	√
	附属设备和附属结构重力	√	√	√	√	√	√
	土侧压力	√	√	√	√	√	√
	静水压力	√	√	√	√	√	√
	水浮力	√	√	√	√	√	√
可变 作用	流水压力	√	√	—	—	√	√
	风荷载	—	√	√	√	—	—
	温度作用	√	√	√	√	√	√
	波浪力	—	—	√	—	—	—
	船舶挤靠力（靠船力）	√	√	√	√	—	—
偶然 作用	施工临时荷载	√	√	√	√	—	—
	漂流物的撞击力	—	—	—	—	√	—
	船舶撞击力	—	—	—	—	—	√
注1：表中“√”代表考虑，“—”代表不考虑。							
注2：宜根据现场施工环境确定是否需要进行组合5和组合6的验算。							

7.1.4 双壁钢围堰按承载能力极限状态设计时，对持久设计状况和短暂设计状况应采用作用的基本组合，对偶然设计状况应采用作用的偶然组合，按 GB/T 51295 的有关规定进行计算。

a) 作用基本组合的效应设计值应按式（1）计算：

$$S_{ud} = \gamma_0 S \left(\sum_{i=1}^m \gamma_{Gi} G_{ik}, \sum_{j=1}^n \gamma_{Qj} Q_{jk} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S_{ud} ——承载能力极限状态设计作用基本组合的效应设计值；

γ_0 ——基本组合中结构重要性系数，按本规范规定的双壁钢围堰结构安全等级取值，一级、二级、三级双壁钢围堰结构重要性系数分别不应小于 1.1、1.0、0.9；

γ_{Gi} ——第 i 个永久作用的分项系数，应按表 5 的规定取值；

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值。

γ_{Qj} ——第 j 个可变作用的分项系数，应按表 5 的规定取值；

Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值。

b) 基本组合作用分项系数应符合表 5 的规定。

表5 基本组合中永久作用和可变作用分项系数

作用分类	作用名称	分项系数
永久作用	结构重力	1.2
	附属设备和附属结构重力	1.2

作用分类	作用名称	分项系数
	土侧压力	1.3
	静水压力	1.2
	水浮力	1.0
可变作用	流水压力	1.4
	风荷载	1.1
	温度作用	1.3
	波浪力（构件计算）	1.4
	船舶挤靠力（靠船力）	1.3
	施工荷载	1.3
<p>注1：当永久作用效应对结构承载能力起有利作用时，永久作用分项系数取值不应大于1.0。</p> <p>注2：除构件计算外的波浪力分项系数取1.3。</p> <p>注3：当两个可变作用完全相关，其中一个为主导可变作用时，与其相关的可变作用的分项系数应取主导可变作用的分项系数。</p>		

- c) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时，基本组合的效应设计值 S_{ud} 可通过作用效应代数相加计算。
- d) 偶然组合中，偶然作用的代表值分项系数为 1.0，与偶然作用同时出现的可变作用取标准值。
- 7.1.5 双壁钢围堰按正常使用极限状态设计时，作用组合的效应设计值应按下式（2）计算：

$$S_d = S \left(\sum_{i=1}^m G_{ik}, \sum_{j=1}^n Q_{jk} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S_d ——正常使用极限状态设计作用组合的效应设计值；

G_{ik} ——第 i 个永久作用的标准值。

Q_{jk} ——第 j 个可变作用的标准值。

- a) 当作用与作用效应可按线性关系考虑时，作用准永久组合的效应设计值 S_d 可通过作用效应代数相加计算。
- 7.1.6 双壁钢围堰整体滑动、倾覆、抗浮等稳定性验算，应采用作用的标准值组合。
- 7.1.7 双壁钢围堰节段或构件在吊装、运输时，重力应乘以动力系数 1.2（对结构不利时）或 0.85（对结构有利时），并可视具体情况作适当增减。

7.2 作用

7.2.1 永久作用及可变作用计算应按 JTG D60、GB/T 51295 的规定执行。

7.2.2 作用于双壁钢围堰内、外壁板的静水压力可按下列公式（3）计算：

$$p_w = \gamma_w h_w \dots\dots\dots (3)$$

式中：

p_w ——围堰内、外壁板计算点的水压力（kPa）；

γ_w ——水的重度标准值（kN/m³）；

h_w ——设计水位至计算点的垂直距离 (m)。

7.2.3 双壁钢围堰承受的水的浮力为作用在基础底面的由下向上的水压力,其标准值可按公式(4)计算:

$$F_w = \gamma_w V_w \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

F_w ——水浮力标准值 (kN);

γ_w ——水的重度标准值 (kN/m³);

V_w ——围堰排开水的体积 (m³)。

7.2.4 作用于双壁钢围堰上的流水压力标准值可按公式(5)计算:

$$F_{wp} = k_{sh} A \frac{\gamma_w V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

F_{wp} ——流水压力标准值 (kN);

k_{sh} ——阻水形状系数,见表6;

A ——双壁钢围堰阻水面积 (m²),计算至一般冲刷线处;

γ_w ——水的重度标准值 (kN/m³);

V ——设计水流速度 (m/s);

g ——重力加速度, $g = 9.81$ (m/s²)。

表6 双壁钢围堰阻水形状系数

形状	k_{sh}
正方形	1.5
矩形(长边与水流平行)	1.3
圆形	0.8
圆端形	0.6

7.2.5 波浪力应按 JTS 145 的有关规定计算。

7.2.6 风荷载应按 JTG/T 3360-01 的有关规定计算。作用在钢围堰上风荷载可按相应阶段水面以上 65% 双壁钢围堰高度处的风速值确定。

7.2.7 土压力应根据 GB/T 51295 的有关规定计算。

7.2.8 船舶挤靠力按 JTS 144-1 的有关规定计算。

7.2.9 温度作用计算应符合下列规定:

- 由温度引起的结构效应应根据当地气候、双壁钢围堰所处的环境和施工条件等因素计算;
- 计算体系温差引起的效应时,宜按当地极端最高和最低气温并考虑围堰所在水域水温确定。当桥位缺乏实际气温资料时,可按 JTG D60 的规定取值;
- 应考虑日照等因素造成的局部温差影响;
- 应考虑设置内支撑情况下温度的影响;

- e) 当计算双壁钢围堰结构因均匀温度作用引起外加变形或约束变形时,应从受到约束时的结构温度开始,计入最高温度和最低温度作用效应。

7.2.10 位于通航河流或有漂流物的河流中的双壁钢围堰,船舶或漂流物撞击力标准值可按公式(6)计算。漂流物撞击力作用点可假定在设计洪水位线上双壁钢围堰宽度的中点;船舶的撞击作用点可假定为计算通航水位或设计洪水位以上2 m的钢围堰宽度中点,必要时根据实际情况确定。

$$F_p = \frac{WV}{gT} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

F_p ——船舶或漂流物撞击力标准值(kN);

W ——船舶或漂流物自重(kN),应根据河流中漂流物情况,按实际调查确定;

V ——设计水流速度(m/s);

T ——撞击时间(s),应根据实际资料估计,在无实际资料时,可用1s。

7.2.11 施工临时荷载应根据采用的施工方法和工艺的实际情况确定。应计入施工中可能出现的施工荷载,包括施工平台、设备和材料,施工人群,堰侧、堰顶堆载,临时配重,临时设施承受的风载等。

8 结构与构造设计

8.1 一般规定

8.1.1 双壁钢围堰结构与构造应与河床地形、地质条件相适应,与堰址水文条件、堰体水力学条件相适应,必须满足自身稳定和堰基稳定的要求。

8.1.2 双壁钢围堰结构宜沿高度方向根据水压变化等强度分段设计。

8.1.3 双壁钢围堰应根据施工、使用期限及环境腐蚀类型、腐蚀等级做防腐设计。涂装应选择无毒、无损环境的材料;必要时可在结构计算分析所得尺寸基础上增加杆件截面的腐蚀厚度。

8.1.4 双壁钢围堰设计应满足主体工程的施工要求:

- a) 堰壁应满足主体工程施工挡水及施工净空要求;
- b) 采用内支撑时,内支撑、竖箱或分配横梁的设置应便于封底混凝土、承台、桥墩的施工。

8.1.5 双壁钢围堰堰顶范围可采用单壁组合形式。

8.1.6 双壁钢围堰的结构和构造要与围堰施工形成过程相适应。

8.2 总体设计

8.2.1 双壁钢围堰的截面形式应根据实际情况进行拟定,可采用圆形、圆端形、矩形和异型截面形式。

8.2.2 矩形或圆端形等双壁钢围堰抗静水压力能力和整体性较差,应加设内支撑。

8.2.3 双壁钢围堰内腔平面尺寸应根据承台平面尺寸拟定,同时根据双壁钢围堰安装方法、定位精度、用途确定围堰外放尺寸:

- a) 若双壁钢围堰不用做承台施工侧模,应预留立模操作空间;
- b) 若双壁钢围堰用做承台施工侧模,则其平面尺寸宜外放10 cm~25 cm。

8.2.4 双壁钢围堰立面尺寸应符合下列规定:

- a) 双壁钢围堰立面尺寸应根据设计施工水位、水位变化高度、防浪高度、河床冲刷深度、围堰内挖深度、地基稳定、承台底高程和封底混凝土厚度等确定;
- b) 双壁钢围堰顶高程应高出设计高水位0.5~0.7m;

- c) 基础采用钻孔桩时,其围堰顶高程应结合护筒设计要求,高出设计施工水位 1.5 m 以上。
- 8.2.5 对于河床基底地形高低变化情况,可按以下方案处理:
- 通过吸泥或水下爆破整平基岩面,实现刃脚等高;
 - 采用与河床基岩面地形变化相适应的高低刃脚,此时应限制高、低刃脚的高差不超过围堰高度的 1/10,超过时应应对高侧河床基面预整平处理,以保证着床稳定;
 - 若钢围堰在围堰基础整平下沉后,仍出现局部刃脚脱空时,可采用钢插板沿围堰外壁板插到基岩面并抛填片石及沙袋封堵。
- 8.2.6 双壁钢围堰水中定位的锚碇系统应进行专项设计。
- 8.2.7 双壁钢围堰应设置下沉导向装置。
- 8.3 构造要求
- 8.3.1 内、外壁板的设置应符合下列规定:
- 双壁钢围堰内、外壁板的厚度应根据结构强度要求、构造要求等因素确定。壁板厚度不得小于 6 mm,加强段及刃脚段壁板不宜小于 12 mm;
 - 内、外壁板间距应根据构造要求和计算确定,一般取 1.0 m~2.4 m,围堰顶层节段可根据施工空间要求适当减小内、外壁间距。
- 8.3.2 竖肋的设置应符合下列规定:
- 内、外壁板应设置竖肋,双壁钢围堰竖肋一般采用角钢,角钢一边肢端与壁板垂直焊接,另一边与壁板平行,加强段竖肋可采用矩形钢管;
 - 竖肋角钢尺寸宜取 $\angle 63 \times 6 \sim \angle 100 \times 10$,间距应根据结构强度要求确定,外壁竖肋间距宜取 270 mm~500 mm,内壁竖肋间距宜取 250 mm~450 mm;
 - 竖肋在水平环肋处应保持连续,与水平环肋相抵焊接或穿过环肋焊接。内、外竖肋与水平环肋焊接时采用双面角焊缝。竖肋与内、外壁板应双面交错间断焊;
 - 双壁钢围堰节间连接必要时可在对应的竖肋上间隔设置加强肘板。设置加强肘板的部位:刃脚段内竖肋突变部位、除标准段与堰顶段对接以外的其余竖向对接接头。加强肘板分别与竖肋和水平环肋焊接,上下节段对应设置;
- 8.3.3 水平环肋的设置应符合下列规定:
- 水平环肋可采用板肋或 L 形肋;
 - 内、外壁上的水平环肋间距宜取 0.6 m~1.5 m,根据堰体内抽水后的静水压力确定;
 - 水平环肋厚度根据受力要求选取,一般为 10 mm~20 mm,水平环肋宽根据宽厚比要求确定;
 - 竖肋穿过水平环肋时,在环肋角点位置应开设过焊孔,开孔直径 30 mm。
- 8.3.4 壁间撑杆的设置应符合下列规定:
- 壁间撑杆可采用角钢或槽钢,角钢尺寸宜取 $\angle 75 \times 6 \sim \angle 125 \times 12$,槽钢尺寸宜取 [8~[10;
 - 当静水压力较大时,双壁钢围堰可通过加密环向桁架和增设竖向桁架的方式予以加强。
- 8.3.5 隔舱的设置应符合下列规定:
- 隔舱板间距 5 m~7 m,板厚不宜小于 10 mm,并设水平角钢加劲,尺寸取 $\angle 75 \times 6 \sim \angle 100 \times 10$,水平角钢的间距为 300 mm~500 mm;
 - 隔舱板与内、外壁板满焊连接,在水平环肋位置,需根据环肋大小开槽口,槽口应与环肋满焊连接;
 - 隔舱板加劲肋与隔舱板可采用两边错开间断焊,间隔 100 mm,焊 100 mm,焊脚尺寸应不小于隔舱板厚,接头处 150 mm 范围内为双面连续焊。隔舱板在水平环肋位置的加劲肋长边紧贴水平环肋下缘,端头与双壁钢围堰内、外壁板焊接。
- 8.3.6 双壁钢围堰底部应设置刃脚,刃脚的设置应符合下列规定:

- a) 双壁钢围堰刃脚的刃尖夹角宜取 $25^\circ \sim 45^\circ$ ，可按公式 (7) 取值：

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{b_e - a_e}{h_e} \right) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

b_e ——围堰内、外壁板间距 (m)；

a_e ——围堰刃脚底宽 (m)；

h_e ——围堰刃脚高度 (m)。

- b) 在刃尖部分内、外壁板宜加厚至 12 mm~16 mm。刃脚底应设水平底板，板宽应根据围堰底岩土情况和受力大小确定，一般取 150 mm~600 mm，板厚取 16mm；
- c) 刃脚内对应竖肋位置应均布竖向梯形板，板高 0.7m~1.0m，并采用细石混凝土将刃脚填充密实。

8.3.7 焊缝尺寸应符合 GB 50017 规定。

8.3.8 内支撑的设置应符合下列规定：

- a) 内支撑可采用钢管、型钢或桁架结构，长细比不应大于 100；
- b) 内支撑与钢围堰壁接触位置应采用分配梁、垫板、竖箱等形式，传递反力；
- c) 必要时，内支撑杆件之间应设置连接系杆件、抵抗自重等竖向力的构造。

8.3.9 围堰隔舱混凝土灌注的高度不宜高于承台顶面。

8.3.10 封底混凝土厚度不宜小于 1.5 m，顶面应高出刃脚根部（即刃脚斜面的上顶点处）不小于 0.5 m。

8.3.11 双壁钢围堰应在最低水位附近、承台顶面和设计水位的围堰下游方向，穿透内、外壁板设置连通管。宜设置电磁阀，以方便控制水位变化。存在水位猛涨猛落可能的山区河流，连通管的过水能力应根据预测的水位涨落速度和出入围堰水量确定。

8.4 安全设施

8.4.1 双壁钢围堰顶面应设置人行通道和护栏，并应符合相关安全规定。

8.4.2 双壁钢围堰应设置人员上下梯道，并与围堰壁可靠连接。

8.4.3 双壁钢围堰顶应配备规定数量的救生设施。

8.4.4 双壁钢围堰应设置夜间照明设施和航道安全标志。

8.4.5 双壁钢围堰应设置靠船防撞设施。

9 结构分析与计算

9.1 一般规定

9.1.1 结构分析计算应结合桥梁主体工程基础、承台及双壁钢围堰自身的施工工艺、流程特点确定，可参考如下阶段划分，分工况进行。

a) 浮运法

- 1) 双壁钢围堰首节段浮运、定位阶段；
- 2) 双壁钢围堰后续节段吊装、接高、下沉阶段；
- 3) 双壁钢围堰封底混凝土浇筑阶段；
- 4) 抽水后的承台施工阶段；
- 5) 主体工程施工中内支撑拆除或置换阶段。

b) 原位拼装法

- 1) 双壁钢围堰接高、下沉就位阶段;
- 2) 双壁钢围堰封底混凝土浇筑阶段;
- 3) 抽水后的承台施工阶段;
- 4) 主体工程施工中内支撑拆除或置换阶段。

9.1.2 双壁钢围堰应分析其在静水压力、动水压力、波浪力、隔舱混凝土浇筑等作用下的各构件内力及变形情况,根据最不利工况对构件的强度、刚度、稳定性进行验算。

9.1.3 双壁钢围堰稳定性验算应包括整体稳定、抗倾覆、抗滑移稳定性验算。

9.1.4 双壁钢围堰采用整体浮运就位时,应验算其浮运时的浮体稳定性、拖航及顶推作用点的结构强度和刚度等。

9.1.5 双壁钢围堰兼作钻孔桩或封底的施工平台时,应根据施工荷载对围堰结构进行检算。

9.1.6 双壁钢围堰水中定位时,锚碇系统系缆点的局部结构应进行强度和刚度检算。

9.1.7 双壁钢围堰采用整体或整节段吊装就位时,应选择合理的吊装方式,并进行详细的吊装系统设计,吊装的计算荷载应计入冲击效应。

9.1.8 应验算堰内抽水后堰内、外最高水头差作用下的堰壁整体稳定性。

9.1.9 双壁钢围堰封底混凝土厚度应考虑围堰尺寸、抽水后的内外水位高差以及地基渗透系数等因素,根据封底混凝土抗浮验算、强度验算综合确定。

9.1.10 双壁钢围堰应进行正常使用极限状态下结构变形及位移验算,宜按如下规定执行:

- a) 双壁钢围堰节段局部变形不超过围堰节段高度的 1/250;围堰结构的最大变形不超过围堰总高度的 1/600;
- b) 双壁钢围堰结构水平位移控制值不应影响后续承台、桥墩施工,一般应不超过 10cm;

9.2 计算模型

9.2.1 在双壁钢围堰结构分析中所采用的基本假定、模型和边界条件、参数的选择,应能反映结构施工过程和使用中的实际受力状态。

9.2.2 双壁钢围堰结构受力分析可按线弹性理论进行,当结构的变形不能被忽略时,应计入各类非线性对结构受力的影响。

9.2.3 当双壁钢围堰按平面结构分析时,应按围堰位置开挖深度、周边环境条件、地质条件等因素划分设计计算剖面,并按其最不利条件进行计算。

9.2.4 必要时,双壁钢围堰整体结构或局部异形结构应采用三维空间有限元分析软件进行建模验算。

9.3 构件简化计算方法

9.3.1 壁间撑杆可按环向桁架或竖向桁架分析确定其内力,并按两端铰支的轴心受压杆件验算其强度和稳定性。

9.3.2 围堰水平环肋可简化为 3 跨或 4 跨连续梁,根据需承受的水压进行内力分析及强度、刚度、稳定性验算。单根环肋承受水压面积按其与上下相邻环肋所围区域中心间距计算,验算截面取环肋与壁板有效宽度的组合截面。可不考虑环向效应。

9.3.3 围堰竖肋可简化为简支梁或连续梁,根据需承受的水压进行内力分析及强度、挠度验算。单根竖肋承受的水压荷载按其与两侧相邻竖肋所围区域中心间距计算,验算截面取竖肋与壁板有效宽度的组合截面。

9.3.4 围堰内壁板、外壁板可选受力最不利的环肋和竖肋所围壁板区格,按 4 边固结或 3 边固结 1 边铰结的双向板进行内力分析和强度、挠度验算,壁板的折算应力及壁板参与梁系有效宽度计算可参照 SL 74 中附录中面板验算公式及图表规定。

9.3.5 刃脚可根据施工需要进行隔舱混凝土浇筑过程中的受力分析及强度验算，可取加劲板或肋间壁板区格，按单向板（长边/短边 ≥ 2 ）或双向板（长边/短边 < 2 ）进行分析验算。

9.3.6 隔舱板按固端梁进行计算，水压荷载计算宽度取加劲肋间距，按加劲肋与壁板有效宽度的组合截面计算。

9.3.7 当设置内支撑和竖箱时，竖箱可按以内支撑支撑点为支座的多跨连续梁计算，计算跨度取相邻支撑点的中心距。

9.4 壁间撑杆及内支撑计算

9.4.1 壁间撑杆可按轴心受压构件简化计算，其强度应满足公式（8）要求：

$$N_d \leq \varphi A_b f_d \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

N_d ——轴心压力设计值（N）；

A_b ——构件的毛截面面积（ mm^2 ）；

f_d ——钢材抗压强度设计值（ N/mm^2 ）。

φ ——轴心受压构件的稳定系数（取截面两主轴稳定系数的较小者），应根据构件的长细比、钢材屈服强度、截面分类等确定，取值参照 GB 50017；

9.4.2 壁间撑杆稳定性应满足公式（9）要求：

$$N_d \leq \varphi \eta A_b f_d \quad \dots\dots\dots (9)$$

等边角钢

$$\eta = 0.6 + 0.0015\lambda \quad \dots\dots\dots (10)$$

短边相连的不等边角钢

$$\eta = 0.5 + 0.0025\lambda \quad \dots\dots\dots (11)$$

长边相连的不等边角钢或槽钢

$$\eta = 0.7 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

λ ——长细比，对于中间无联系的单角钢压杆，应按最小回转半径计算，当 $\lambda < 20$ 时，取 $\lambda = 20$ 。

η ——折减系数，当计算值大于 1.0 时取为 1.0。

9.4.3 单边连接的单角钢压杆，当肢件宽厚比 w/t 大于 14 倍钢号修正系数时，按式（8）、（9）计算确定的稳定承载力应按 GB 50017 的规定进行折减。

9.4.4 应对双壁钢围堰内支撑在安装、使用及拆除过程等不利工况下结构的强度和稳定性进行验算；应对内支撑的支承点处钢围堰壁局部受力进行验算。

9.4.5 应参照 GB 50017 进行焊缝连接计算。计算下列情况的结构构件或连接时，焊缝强度设计值应乘以相应的折减系数，当几种情况同时存在时，其折减系数应连乘：

- a) 施工条件较差的高空安装焊缝的连接计算应乘以系数 0.90；
- b) 进行无垫板的单面施焊对接焊缝的连接计算应乘以系数 0.85。

9.5 抗浮稳定验算

9.5.1 围堰内抽水完成阶段应作为抗浮稳定最不利荷载工况进行验算。

9.5.2 双壁钢围堰内水抽空后承台施工前，最高水位时围堰的抗浮稳定性应按下式验算：

a) 钢护筒与封底混凝土间可能发生粘结破坏工况，应按公式（13）验算：

$$\frac{G_t + F_1}{F_w + P_u} \geq K_f \quad \dots\dots\dots (13)$$

b) 桩基可能发生从岩层中拔出的工况，应按公式（14）验算，验算时偏安全不计钢护筒与岩层间摩擦力：

$$\frac{G_t + G_p}{F_w + P_u} \geq K_f \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$F_w = \begin{cases} \gamma_w \Delta h A_{dn} & \text{桩基无浮力作用} \\ \gamma_w \left[\Delta h A_{dw} + n\pi \left(\frac{d_p}{2} \right)^2 h_p \right] & \text{桩基受浮力作用} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$G_t = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$F_1 = n\tau_1 \pi d_p h_c \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

K_f ——抗浮稳定性系数，取 1.15；

F_1 ——桩基钢护筒与封底混凝土总粘结力（kN）；

G_t ——双壁钢围堰自重标准值，含自重、封底混凝土重、隔舱填充混凝土重、注水重（kN）；

G_1 ——钢围堰堰身自重标准值（kN）；

G_2 ——隔舱混凝土自重标准值（kN）；

G_3 ——隔舱注水自重标准值（kN）；

G_4 ——封底混凝土自重标准值（kN）；

G_p ——钢护筒及桩基自重标准值（kN）；

F_w ——水浮力标准值（kN），对于岩土透水情况，应考虑桩基所受浮力；

P_u ——波浪浮托力标准值，按 JTS 145 规定计算（kN）；

γ_w ——水的重度标准值（kN/m³）；

Δh ——双壁钢围堰外水位至封底混凝土底部的高度（m）；

A_{dn} ——扣除钢护筒面积后钢围堰基底净面积（m²）；

A_{dw} ——钢围堰基底面积（m²）；

τ_1 ——桩基钢护筒与封底混凝土的粘结力（kPa），取值宜为 80~120（kPa）；

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/198140056003007027>