

墩身吊围栏专项施工方案

编制单位：_____

编制日期：2026 年 8 月

目录

- 第一章 工程概况
- 第二章 编制依据
- 第三章 施工计划
- 第四章 施工工艺技术
- 第五章 施工安全保证措施
- 第六章 施工管理及作业人员配备和分工
- 第七章 验收要求
- 第八章 应急处置措施
- 第九章 计算书及相关施工图纸

第一章 工程概况

1.1 项目概况

本工程为铁路/公路桥梁墩身吊围栏（含墩顶吊篮、检查梯、钢格板平台及防护栏杆）施工项目。墩身吊围栏是桥梁墩台附属钢结构的重要组成部分，沿桥墩四周对称布置，为桥梁运营期墩身检查、维护、保养提供安全作业通道和操作平台。

吊围栏系统主要由以下部分组成：

- **墩顶吊篮**：沿桥墩四周对称布置的环形作业平台，含直线段与圆弧段，高低侧各设踏步或检查梯一处
- **墩身检查梯**：设在固定支座墩，含爬梯及平台，供维护人员上下通行
- **钢格板步道**：人行道步道采用钢格板，步道与环向角钢搭接固定

- **防护栏杆：**沿吊篮四周设置，含立柱角钢、水平栏杆圆钢及挡脚板
- **爬梯平台：**配合检查梯设置，含平台及防护栏杆
- **预埋件系统：**预埋 U 型钢筋、L 型钢筋、套筒及化学锚栓

1.2 适用范围

本方案适用于以下墩型的吊围栏施工：

- 圆形墩、圆端形墩、矩形墩（含一侧收坡等高墩）
- 墩身高度不限，墩顶尺寸按设计图纸
- 铁路桥梁、公路桥梁及市政桥梁的墩身附属钢结构施工
- 采用预埋固定方式或化学锚栓固定方式的吊围栏系统

1.3 主要技术参数

项目	参数
吊篮支架静活载	4.0 kN/m²
墩顶悬臂板竖向集中荷载	1.5 kN
支架水平角钢	∠63×63×6，Q235B
支架竖向角钢	∠75×75×8，Q235B
支架斜撑角钢	∠63×63×6，Q235B
挂板角钢	∠75×75×6，Q235B
栏杆圆钢	Φ16，HPB300
预埋 U 型/L 型钢筋	Φ20，HPB300
钢格板	G325/40/50S，符合 YB/T 4001.1-2019
化学锚栓	M20 特殊倒锥形胶粘型锚栓，8.8 级
套筒	Φ40×200，35 号钢
螺栓	M20×70，8.8 级；M16 栏杆双螺母
橡胶垫块	100×100×10 / 40×40×5
涂装体系	Q/CR 749.3-2020 第 1 套体系：多元素粉末共渗+钝化+封闭，总干膜≥70 μm

1.4 工程特点与难点

1. **高处作业风险大：**吊围栏安装位于墩顶及墩身侧面，属高处作业，作业人员需在吊篮内或爬梯上作业，安全防护要求高。

2. **预埋件精度要求高：**预埋 U 型钢筋、L 型套筒的位置和高程直接影响吊围栏安装质量，预埋偏差过大会导致支架无法密贴或螺栓无法连接。
3. **圆弧段加工安装难度大：**圆端形墩圆弧段支架需沿顶帽弧径向布置，非同心圆引起倾斜角度需采用楔形橡皮垫板调整，加工和安装精度要求高。
4. **涂装防腐要求严格：**铁路桥梁附属钢结构采用 Q/CR 749.3-2020 第 1 套涂装体系（多元素粉末共渗+钝化+封闭），工厂预制和现场补漆均需严格控制。
5. **营业线施工安全管控：**若涉及营业线或邻近营业线施工，需制定专项安全防护方案，设置警戒隔离区，确保行车和人身安全。
6. **钢格板步板安装质量控制：**步板受拉面朝下，不得倒面放置，每块步板应有两个安装夹固定，步板间缝隙需处理。

1.5 施工平面布置

吊围栏沿桥墩四周对称布置，吊篮宽度一般为 600~800mm，检查梯设在固定支座墩一侧。施工时在墩顶设置临时材料堆放区，在墩身下方设置警戒隔离区（半径不小于 5m），汽车吊站位区域地基需平整压实。

第二章 编制依据

2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国安全生产法》（2021 年修正）
2. 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令第 393 号）
3. 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部令第 37 号）
4. 《铁路安全管理条例》（国务院令第 639 号）
5. 《公路安全保护条例》（国务院令第 593 号）

2.2 国家标准

1. 《钢结构设计标准》GB 50017-2017
2. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020
3. 《钢结构焊接规范》GB 50661-2011
4. 《碳素结构钢》GB/T 700-2006

5. 《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1-2017
6. 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
7. 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80-2016
8. 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59-2011
9. 《钢格栅板及配套件 第 1 部分：钢格栅板》YB/T 4001.1-2019
10. 《紧固件 螺栓、螺钉和螺柱的机械性能》GB/T 3098.1-2010

2.3 行业标准

1. 《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017
2. 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091-2017
3. 《铁路桥涵工程施工质量验收标准》TB 10415-2018
4. 《铁路桥梁钢结构及构件保护涂装与涂料 第 3 部分：附属钢结构》Q/CR 749.3-2020
5. 《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650-2020
6. 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1-2017
7. 《公路桥涵施工安全技术规范》JTG F90-2015
8. 《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300-2013

2.4 设计文件及其他

1. 本工程施工图纸及设计说明（含吊围栏结构图、参数表、工程数量表）
2. 施工组织设计
3. 参考图纸：宁波至慈溪市域铁路龙山站~龙山隧道区间桥梁附属及预埋件施工图（B5 版）
4. 参考图纸：金华枢纽沪昆线双 48 连续梁墩身吊围栏施工图（JHKRZQSG03-D04）
5. 吊围栏构件工厂加工质量证明文件
6. 涂装体系检测报告

第三章 施工计划

3.1 施工进度计划

墩身吊围栏施工分为准备阶段、预埋件施工阶段、工厂加工阶段、现场安装阶段和验收阶段，单墩施工周期如下：

施工阶段	工期（天）	工作内容
准备阶段	3~5	图纸会审、技术交底、材料采购、设备进场、人员培训
工厂加工阶段	10~15	角钢下料、焊接成型、钢格板加工、涂装防腐、构件验收
预埋件施工	2~3	墩身/墩顶预埋 U 型钢筋、L 型套筒定位安装、混凝土浇筑
现场安装阶段	2~3	施工平台搭设、预埋件检查、吊篮支架安装、步板铺设、栏杆安装、检查梯安装
验收阶段	1	自检、互检、专检、监理验收、整改完善

单墩吊围栏总工期：约 20~30 天（含工厂加工，不含等待混凝土强度时间）。多墩可流水作业，工厂加工与现场安装平行进行。

3.2 材料与设备计划

3.2.1 主要材料计划

序号	材料名称	规格型号	单位	单墩数量	备注
1	支架水平角钢	∠63×63×6	kg	按图纸	Q235B
2	支架竖向角钢	∠75×75×8	kg	按图纸	Q235B
3	支架斜撑角钢	∠63×63×6	kg	按图纸	Q235B
4	挂板角钢	∠75×75×6	kg	按图纸	Q235B
5	栏杆圆钢	Φ 16	kg	按图纸	HPB300
6	预埋 U 型钢筋	Φ 20	kg	按图纸	HPB300
7	预埋 L 型钢筋	Φ 20	kg	按图纸	HPB300
8	钢格板	G325/40/50S	m ²	按图纸	YB/T 4001.1-2019
9	化学锚栓	M20 8.8 级	套	按图纸	特殊倒锥形胶粘型
10	套筒	Φ 40×200	个	按图纸	35 号钢
11	M20×70 螺栓	8.8 级	套	按图纸	含平垫、螺母
12	M16 栏杆双螺母	配套	套	按图纸	含平垫
13	橡胶垫块	100×100×10 / 40×40×5	块	按图纸	支架与墩身密封用
14	楔形钢垫板	按加工	块	按图纸	圆弧段调整用
15	涂装材料	Q/CR 749.3-2020 体系 1	套	按面积	多元素粉末共渗+钝化+封闭

单墩钢料参考用量：平头墩 4.3×2.6m 约 1027kg；双 48 连续梁矩形墩约 1812.9kg。具体以图纸工程数量表为准。

3.2.2 主要机械设备计划

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	用途
1	汽车起重机	25t/50t	台	1	构件吊装
2	登高车/高空作业平台	12~20m	台	1	高处安装作业
3	交流电焊机	ZX7-400	台	2	现场焊接补焊
4	扭矩扳手	0~500N·m	把	2	螺栓拧紧检测
5	冲击钻/电锤	30mm	台	2	化学锚栓钻孔（后锚固法）
6	角磨机	100mm	台	2	焊缝打磨、除锈
7	全站仪	2" 级	台	1	测量定位
8	水准仪	DSZ2	台	1	标高控制
9	手拉葫芦	2t/3t	个	4	构件微调
10	缆风绳	Φ12 钢丝绳	根	4	构件临时固定

3.3 施工顺序

总体施工顺序：施工准备 → 图纸会审及技术交底 → 工厂加工（角钢下料→焊接成型→钢格板加工→涂装防腐→构件验收） → 墩身/墩顶预埋件施工（预埋 U 型钢筋、L 型套筒定位→混凝土浇筑→预埋件检查） → 现场安装（施工平台搭设→预埋件清理检查→吊篮支架安装→步板铺设→栏杆安装→检查梯安装→补漆防腐） → 自检整改 → 监理验收 → 交付使用。

第四章 施工工艺技术

4.1 技术参数

4.1.1 结构设计参数

项目	参数
吊篮支架静活载标准值	4.0 kN/m ²
墩顶悬臂板竖向集中荷载	1.5 kN
支架水平角钢规格	∠63×63×6, Q235B
支架竖向角钢规格	∠75×75×8, Q235B
支架斜撑角钢规格	∠63×63×6, Q235B
挂板角钢规格	∠75×75×6, Q235B

栏杆圆钢规格	Φ 16, HPB300
预埋钢筋规格	Φ 20, HPB300 (U 型、L 型)
钢格板型号	G325/40/50S
直段支架间距	630mm (按检查梯 550 宽度设置, 可调整)
步板与环向角钢搭接长度	≥40mm
螺栓与套筒连接长度	≥30mm
钢网格间距 (圆弧段无步板处)	≤100mm (Φ 10 钢筋焊接)
钢筋网距步板及顶帽边缘	70~150mm

4.1.2 两种固定方式

方式一：预埋固定法（推荐）

- 墩身/墩顶混凝土浇筑前预埋 U 型钢筋和 L 型钢筋（套筒）
- 预埋的 L 型套筒外缘和结构轮廓线齐平
- 如与顶帽内钢筋相触时，可适当移动顶帽钢筋
- 吊篮支架通过 M20 螺栓与预埋套筒连接固定

方式二：后锚固法（化学锚栓）

- 适用于已完工墩身需增设吊围栏的情况
- 采用 M20 特殊倒锥形胶粘型锚栓，8.8 级
- 钻孔后清孔，注入植筋胶，插入锚栓，养生 24h
- 植筋前需通过抗拔力试验确认承载力
- 锚栓上加垫片安装牛腿，M20 双螺母加垫片锚固

4.1.3 涂装参数

- 涂装体系：Q/CR 749.3-2020 第 1 套体系
- 工艺：多元素粉末共渗 + 钝化 + 封闭处理
- 总干膜最小厚度：≥70 μm
- 适用环境：C1~C5 环境
- 工厂完成：复合防腐层在工厂完成
- 现场补漆：焊接部位、运输损伤部位按原体系补涂

4.2 工艺流程

施工准备 → 图纸会审 → 技术交底

↓

工厂加工：角钢下料 → 焊接成型 → 钢格板加工 → 涂装防腐 → 构件验收

↓

预埋件施工：预埋定位 → 混凝土浇筑 → 预埋件检查清理

↓

现场安装：

施工平台搭设 → 预埋件检查 → 吊篮支架起吊安装

↓

支架位置矫正 → 螺栓初拧 → 步板铺设 → 栏杆安装

↓

检查梯安装 → 螺栓终拧 → 焊接补焊 → 现场补漆

↓

自检整改 → 监理验收 → 交付使用

...

4.3 施工方法

4.3.1 施工前准备

1. 技术准备：

- 组织技术人员熟悉施工图纸，进行图纸会审，明确各墩型参数、支架间距、步板规格、预埋件位置
- 编制专项施工方案并按规定程序审批，超过一定规模的危大工程需组织专家论证
- 对作业班组进行技术交底和安全技术交底，交底内容包括安装顺序、螺栓拧紧力矩、焊接要求、涂装要求、安全注意事项等，交底记录签字归档

2. 材料准备：

- 所有构配件进场后进行检查验收，检查内容包括：产品合格证、材质证明、外观质量（无变形、裂纹、严重锈蚀）、规格尺寸、涂装质量（涂层厚度、附着力）
- 钢格板检查：型号规格、扁钢间距、横杆间距、包边焊接质量
- 螺栓配件检查：规格齐全、螺纹完好、螺母配合顺畅
- 不合格产品不得使用，经检验合格构件按品种、规格分类堆放，堆放场地平整、无积水，做好防潮防锈措施

3. 现场准备：

- 清理墩顶及墩身周围杂物，平整场地
- 汽车吊行走路线和站位区域地基承载力满足要求，必要时铺设路基箱
- 设置施工警戒区，半径不小于 5m，禁止无关人员进入
- 检查墩身混凝土强度，达到设计强度后方可进行安装作业
- 若涉及营业线施工，按规定办理施工天窗，设置驻站联络员和现场防护员

4. 测量准备：

- 由专业测量人员复核墩身顶部标高和墩身轮廓尺寸
- 在墩身上标注吊篮支架安装标高线和位置线
- 报监理复核认可后方可施工

4.3.2 工厂加工

1. 角钢下料：

- 按图纸尺寸进行角钢下料，下料前核对规格型号
- 切割采用砂轮切割机或锯床，切口平整，无毛刺
- 圆弧段角钢需按墩顶托盘弧度进行弯曲加工，弧度与墩顶托盘弧度一致
- 所有角钢尺寸均应现场放样核实无误后，方可供厂家制作

2. 焊接成型：

- 焊接工程必须确保焊缝质量，按相关规范规程进行质量检测
- 焊缝最小焊脚尺寸及最小长度应满足《铁路桥梁钢结构设计规范》要求
- 端支架组件及中间支架组件在工厂组装焊接，组装间距和位置满足设计及验标要求
- 角钢 N1'-1 与 N1'-3、N1'-2 与钢垫板 N1'-4 均采用四面焊接连接，N1'-4 再与 N1'-3 焊接

- 焊后清除焊渣，检查外观质量，无气孔、夹渣、裂纹等缺陷

3. 钢格板加工:

- 钢格板按图纸尺寸加工，型号 G325/40/50S
- 加工前应精量尺寸，确定无误后方可加工
- 步板受拉面朝下，不得倒面放置
- 每块步板配置不少于 2 个安装夹

4. 涂装防腐:

- 所有钢结构构件采用多元素粉末共渗+钝化+封闭防腐处理
- 复合防腐层在工厂完成，总干膜最小厚度不小于 $70\mu\text{m}$
- 涂装工艺及各项技术指标满足 Q/CR 749.3-2020 相关要求
- 涂装完成后进行涂层厚度检测和附着力检测，合格后方可出厂

5. 构件验收:

- 工厂加工完成后进行出厂检验，检查内容包括：外形尺寸、焊缝质量、涂装质量、配件齐全性
- 出具产品合格证和质量证明文件
- 运输过程中做好防护，防止涂层损伤和构件变形

4.3.3 预埋件施工

1. 预埋 U 型钢筋和 L 型钢筋（套筒）:

- 墩身/墩顶钢筋绑扎完成后，按图纸位置安装预埋 U 型钢筋和 L 型钢筋
- 预埋的 L 型套筒 K5 外缘和结构轮廓线齐平
- 如预埋套筒与顶帽内钢筋相触时，可适当移动顶帽钢筋
- 预埋件固定牢固，防止混凝土浇筑时移位
- 混凝土浇筑过程中派专人看护，发现移位及时纠正

2. 预埋件检查清理:

- 混凝土拆模后，检查预埋件位置和高程，偏差应符合规范要求
- 清理预埋套筒内的混凝土残渣和杂物
- 清理预埋 U 型钢筋上的混凝土残渣

- 对螺纹部位进行保护，防止锈蚀和损伤
- 预埋件位置偏差过大时，需制定处理方案报监理审批后实施

3. 后锚固法（化学锚栓）施工（适用于已完工墩身）：

- 按图纸位置放线，标记钻孔位置
- 使用冲击钻钻孔，孔径和孔深符合“配孔表”要求
- 钻孔后清理孔内粉尘（用毛刷和吹气球清孔不少于 3 次）
- 注入植筋胶（化学锚栓专用胶），注胶量为孔深的 2/3
- 插入 M20 锚栓，缓慢旋转插入，确保胶液均匀包裹
- 养生 24h（温度低于 5℃时适当延长），养生期间不得扰动锚栓
- 植筋胶养生完成后进行抗拔力试验，合格后方可进行后续安装

4.3.4 吊篮支架安装

1. 施工平台搭设：

- 吊篮、检查梯安装前首先搭设墩身爬梯及施工平台
- 搭设平台围栏，爬梯钢筋焊接必须采用双面搭接焊，焊接牢固不失稳
- 施工平台必须平整牢固，满足作业人员操作和材料临时堆放需求
- 平台四周设置防护栏杆和安全网

2. 吊篮构件运输：

- 工厂加工完成的吊篮支架组件运至现场
- 运输过程中做好防护，防止变形和涂层损伤
- 按安装顺序分类堆放，便于取用

3. 吊篮支架起吊安装：

- 采用汽车吊配合登高车进行安装
- 将端支架组件及中间支架组件吊至墩顶安装位置
- 在化学锚栓（或预埋套筒）上加垫片，安装牛腿（支架），保持牛腿与墩身密贴
- 牛腿角钢与墩身空隙采用楔形钢垫板调整
- 采用 M20 双螺母加垫片进行锚固
- 牛腿安装应按设计均衡、对称安装

4. 支架位置矫正:

- 吊篮、围栏安装完后进行位置矫正
- 要求与墩台横向、竖向均垂直，无喇叭口现象
- 栏杆平直、水平成一线，无弯曲现象
- 确认各部件位置正确后上紧螺栓

5. 螺栓拧紧:

- 螺栓分初拧和终拧两次进行
- 初拧力矩为终拧力矩的 50%，初拧后检查支架位置和密贴情况
- 终拧采用扭矩扳手，拧紧力矩符合设计要求
- 任何位置螺栓与套筒连接长度不小于 3cm
- 终拧后在螺栓上做标记，防止漏拧

4.3.5 步板铺设

1. 牛腿（支架）安装完成后安装步板支架和水平角钢
2. 按步板铺设图进行钢格板步板铺设
3. 步板受拉面朝下，不得倒面放置
4. 步板与环向角钢搭接长度不小于 4cm
5. 每块步板应有两个安装夹固定，安装夹与角钢卡扣连接
6. 步板间缝隙均匀，铺设平整，无翘曲和松动
7. 圆弧段无步板处，采用 $\Phi 10$ 钢筋焊成间距不大于 10cm 的网格，与支架焊接成一体
8. 钢筋网距人行道步板及顶帽边缘间距为 7~15cm，做好防锈处理

4.3.6 栏杆安装

1. 栏杆采用 $\Phi 16$ 圆钢，先将立柱角钢与水平支架角钢用 M20 螺栓连接
2. 端栏杆与墩台预埋端栏杆焊接，端栏杆与围栏立柱焊接
3. 吊围栏后用栏杆圆钢与立柱角钢连接
4. 圆钢穿过吊围栏立柱后，梁端处圆钢做成直钩
5. 栏杆平直、水平成一线，无弯曲现象，焊接处要平顺
6. 栏杆高度符合设计要求，一般不小于 1.1m

7. 挡脚板设置在栏杆底部，高度不小于 10cm

4.3.7 检查梯安装

1. 检查梯设在固定支座墩，含爬梯及平台
2. 检查梯可在防落梁安装后，运用悬臂吊将检查梯成品吊至墩顶
3. 将检查梯成品挂在预埋 $\Phi 20$ 圆钢上，并带上螺母，但不拧紧
4. 调整检查梯位置，确保与墩身密贴、垂直
5. 位置确认后拧紧螺母，焊接固定
6. 墩身检查梯顶部钢板应做成可开启式盖板
7. 若路缘 N16-1 中心距墩身 $>300\text{mm}$ ，需在外侧加踏步 N16-2
8. 检查梯踏步间距均匀，扶手圆钢连续，焊接牢固

4.3.8 圆弧段特殊处理

1. 圆弧段支架沿顶帽弧径向布置
2. 因与支架螺栓处非同心圆引起倾斜角度，采用楔形橡皮垫板调整
3. 角钢支架采用弧度式，弧度与墩顶托盘弧度一致，角钢与托盘密贴
4. 圆弧段步板按弧度定制，铺设时注意对缝
5. 圆弧段无步板处设置 $\Phi 10$ 钢筋焊接网格防护

4.3.9 现场补漆

1. 现场焊接部位、运输损伤部位、螺栓连接部位需进行补漆防腐
2. 补漆前先表面清洁焊渣和油污，用角磨机打磨除锈至 St3 级
3. 按原涂装体系补涂：多元素粉末共渗（现场无法实施时采用等效环氧富锌底漆替代）+钝化+封闭
4. 每道涂层实干后方可涂刷下一道
5. 补漆涂层厚度与原涂层一致，总干膜不小于 $70\mu\text{m}$
6. 补漆完成后进行涂层厚度检测

4.4 操作要求

1. **密贴要求：**吊篮的角钢支架与帽结合部设置橡胶垫块，保证支架与墩身表面密贴，不得有明显缝隙。
2. **螺栓控制：**所有螺栓必须使用扭矩扳手拧紧，拧紧力矩符合设计要求；螺栓与套筒连接长度不小于 3cm；终拧后做标记。
3. **焊接控制：**现场焊接必须由持证焊工操作，焊缝质量符合《铁路桥梁钢结构设计规范》要求；焊后清除焊渣，检查外观。
4. **步板控制：**步板受拉面朝下，不得倒面放置；每块步板不少于 2 个安装夹固定；步板与环向角钢搭接长度不小于 4cm。
5. **位置控制：**吊篮与墩台横向、竖向均垂直，无喇叭口现象；栏杆平直水平成一线，无弯曲现象。
6. **涂装控制：**现场补漆必须按原体系进行，涂层厚度不小于 $70\mu\text{m}$ ；补漆前必须除锈清洁。
7. **荷载控制：**吊篮支架静活载按 $4\text{kN}/\text{m}^2$ 控制，严禁超载堆放材料和设备；施工期间材料随用随运，不得长期堆放在吊篮上。
8. **天气控制：**遇六级及以上大风、雷雨、大雾等恶劣天气，停止高处作业和吊装作业；复工前对吊篮和支架进行全面检查。

4.5 拆除工艺

吊围栏一般为永久结构，不拆除。如因特殊原因需临时拆除（如墩身维修、桥梁加固等），按以下要求执行：

1. **拆除条件：**经监理和业主批准，制定专项拆除方案。
2. **拆除顺序：**安全网→栏杆→步板→斜撑→水平支架→竖向支架→预埋件处理。
3. **拆除要求：**
 - 拆除作业按安装逆顺序进行
 - 拆除的构件用汽车吊或手拉葫芦运至地面，严禁高空抛物
 - 拆除时设置警戒区，专人值守
 - 拆除人员不得站在正在拆除的构件上
 - 拆除的构件分类堆放，及时整修保养，可周转使用
4. **预埋件处理：**拆除后对预埋件进行切割打磨，做防腐处理，恢复墩身外观。

第五章 施工安全保证措施

5.1 组织保障

1. 建立以项目经理为第一责任人的安全生产管理体系，设置专职安全生产管理人员。
2. 吊围栏安装、拆除作业前，由项目技术负责人向作业人员进行安全技术交底，双方签字确认。
3. 特种作业人员（起重工、焊工、高处作业人员、登高架设作业人员等）必须持证上岗，证件在有效期内。
4. 患有高血压、心脏病、高空作业禁忌症及其他不适合高处作业的人员，不得从事吊围栏安装作业。
5. 涉及营业线施工时，设置驻站联络员和现场防护员，严格执行“天窗修”制度。

5.2 技术保障

1. 吊围栏结构设计应符合《铁路桥涵设计规范》和《钢结构设计标准》要求，支架强度、刚度、稳定性满足 4kN/m^2 活荷载要求。
2. 吊篮支架及构件投入使用前，对安装质量、警示标识、安全防护设施进行检查验收。
3. 化学锚栓施工前必须进行抗拔力试验，确认承载力满足设计要求。
4. 高处作业平台（施工临时平台）搭设完成后进行验收，合格后方可使用。

5.3 安全防护措施

5.3.1 高处作业防护

1. 作业人员必须正确佩戴安全帽、安全带，安全带高挂低用，挂点牢固可靠。
2. 吊篮安装作业区域下方设置警戒隔离区，半径不小于 5m，设置警示标志，禁止无关人员进入。
3. 施工临时平台四周设置防护栏杆（高度不小于 1.2m）和挡脚板，外侧挂安全网全封闭。
4. 上下墩身使用专用爬梯或登高车，严禁攀爬支架杆件上下。
5. 遇六级及以上大风、雷雨、大雾等恶劣天气，停止高处作业。
6. 高处作业人员随身携带工具袋，小型工具放入工具袋，严禁抛掷工具和材料。

5.3.2 防物体打击措施

1. 吊篮安装作业下方设置警戒区，专人值守，禁止人员通行和逗留。
2. 吊装构件时，下方严禁站人，构件起吊后下方人员及时撤离。
3. 工具和材料用工具袋吊运，严禁抛掷。
4. 螺栓、螺母等小型零件用专用容器盛装，防止坠落。
5. 焊接作业时下方设置接火盆，防止焊渣坠落伤人。

5.3.3 起重吊装安全

1. 汽车吊站位区域地基平整压实，支腿全部伸出并垫设路基箱或钢板。
2. 吊装前检查钢丝绳、吊钩、制动器、限位器等，确保完好有效。
3. 吊装时设专人指挥，指挥信号统一明确，起重机司机严格按指挥信号操作。
4. 吊点设置合理，起吊平稳，避免构件摆动碰撞墩身。
5. 严禁超载吊装，严禁斜拉斜吊。
6. 构件就位后，未固定牢靠前不得摘除吊钩。

5.3.4 临时用电安全

1. 临时用电采用三级配电、二级保护系统，符合 GB 50194 要求。
2. 电焊机等用电设备有可靠的接地保护，电缆线架空敷设。
3. 配电箱上锁，由专人管理，电工持证上岗。
4. 潮湿环境作业照明电压不超过 12V。

5.3.5 焊接作业安全

1. 焊工持证上岗，佩戴防护面罩、绝缘手套、绝缘鞋。
2. 焊接作业区域清理易燃物，配备灭火器。
3. 高处焊接作业时下方设置接火盆，防止焊渣引发火灾。
4. 电焊机一次线长度不超过 5m，二次线长度不超过 30m，接头不超过 3 个。

5.3.6 营业线施工安全（如涉及）

1. 严格执行营业线施工安全管理规定，办理施工审批手续。
2. 设置驻站联络员和现场防护员，保持通讯畅通。
3. 施工期间严禁机具材料侵入限界。

4. 列车通过时停止作业，人员机具撤至安全区域。

5. 施工结束后确认线路状态良好，方可消点开通。

5.4 监测监控措施

1. 吊篮变形监测：安装完成后和使用期间，定期检查吊篮支架有无变形、螺栓有无松动。

2. 预埋件监测：定期检查预埋件有无松动、混凝土有无开裂。

3. 日常巡查：专职安全员每日进行安全巡查，检查内容包括：安全带佩戴、警戒区设置、吊装作业、临时用电、焊接作业等。

4. 阶段性检查：遇强风、停用超过一个月、遭受外力撞击等情况，进行全面检查，合格后方可继续使用。

5.5 安全管理措施

1. 建立安全生产责任制，明确各级人员安全职责。

2. 定期开展安全教育培训，新进场人员三级安全教育考核合格后方可上岗。

3. 每周组织一次安全大检查，隐患定人定时定措施整改。

4. 严格执行安全技术交底制度，未交底不得施工。

5. 施工现场设置明显的安全警示标志，危险区域设置警戒线和警示灯。

6. 建立安全奖惩制度，违章作业严肃处理。

第六章 施工管理及作业人员配备和分工

6.1 组织机构

吊围栏施工实行项目经理负责制，设立以下管理岗位：

...

项目经理

└── 项目技术负责人

| └── 技术员（1名）

| └── 测量员（1名）

|—— 安全负责人
 | |—— 专职安全员（1~2 名）
 |—— 施工负责人
 | |—— 班组长（2 名）
 | |—— 起重工（2 名，持证）
 | |—— 焊工（1~2 名，持证）
 | |—— 高处作业人员（4~6 名，持证）
 | |—— 电工（1 名，持证）
 | |—— 普工（4~6 名）
 |—— 质量负责人
 | |—— 质检员（1 名）
 |—— 材料员（1 名）
 ...

6.2 人员职责分工

岗位	人数	主要职责
项目经理	1	全面负责施工安全、质量、进度，安全生产第一责任人
项目技术负责人	1	负责专项方案编制、技术交底、技术问题处理
专职安全员	1~2	负责日常安全检查、隐患排查、安全交底监督、应急管理
施工负责人	1	负责现场施工组织、人员调度、进度控制
技术员	1	负责施工技术指导、技术资料整理
测量员	1	负责测量放线、标高控制、位置复核
质检员	1	负责材料进场验收、安装质量检查、验收记录
材料员	1	负责材料采购、进场验收、保管发放
起重工	2	负责吊装作业指挥和操作，持证上岗
焊工	1~2	负责现场焊接补焊，持证上岗
高处作业人员	4~6	负责吊篮安装、步板铺设、栏杆安装，持证上岗
电工	1	负责临时用电管理，持证上岗
普工	4~6	配合安装、材料搬运、现场清理

6.3 人员资质要求

1. 项目经理：具有相应注册建造师资格和安全生产考核合格证书（B证）。
2. 专职安全员：具有安全生产考核合格证书（C证）。
3. 特种作业人员（起重工、焊工、高处作业人员、电工等）：持有有效的特种作业操作证。
4. 所有作业人员：经三级安全教育培训考核合格，体检合格，无高处作业禁忌症。

第七章 验收要求

7.1 验收依据

1. 本专项施工方案及设计图纸
2. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205-2020
3. 《铁路桥涵工程施工质量验收标准》TB 10415-2018
4. 《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1-2017
5. 《钢格栅板及配套件》YB/T 4001.1-2019
6. Q/CR 749.3-2020《铁路桥梁钢结构及构件保护涂装与涂料 第3部分：附属钢结构》
7. 产品出厂合格证及材质证明文件

7.2 验收程序

吊围栏验收分为以下阶段：

1. **材料进场验收：**构配件进场后，质检员会同监理工程师进行验收，检查产品合格证、材质证明、外观质量、规格尺寸、涂装质量，验收合格后方可使用。
2. **工厂加工验收：**构件出厂前进行出厂检验，出具产品合格证；进场后复核外形尺寸和涂装质量。
3. **预埋件验收：**混凝土拆模后，检查预埋件位置、高程、外露长度，偏差符合规范要求。
4. **安装过程验收：**支架安装、步板铺设、栏杆安装、检查梯安装各工序完成后进行自检、互检、专检。
5. **综合验收：**全部安装完成后，施工单位自检合格后报监理工程师进行综合验收，签署验收记录，验收合格后方可交付使用。

7.3 验收内容及标准

验收项目	验收内容	允许偏差/标准
预埋件位置	预埋 U 型钢筋、套筒平面位置	$\leq 10\text{mm}$
预埋件高程	预埋套筒顶面高程	$\pm 5\text{mm}$
化学锚栓抗拔力	抗拔力试验	符合设计要求
支架位置	吊篮与墩台横向、竖向垂直度	垂直, 无喇叭口
支架间距	直段支架间距	630mm , 偏差 $\leq 10\text{mm}$
支架密贴	角钢支架与墩身表面间隙	$\leq 2\text{mm}$ (橡胶垫块填充)
螺栓拧紧	M20 螺栓终拧力矩	符合设计要求, 偏差 $\leq \pm 10\%$
螺栓连接长度	螺栓与套筒连接长度	$\geq 30\text{mm}$
步板铺设	步板受拉面方向	受拉面朝下, 不倒面
步板搭接	步板与环向角钢搭接长度	$\geq 40\text{mm}$
步板固定	每块步板安装夹数量	≥ 2 个, 固定牢靠
栏杆高度	防护栏杆高度	符合设计, $\geq 1100\text{mm}$
栏杆平直度	栏杆水平成线	平直, 无弯曲
检查梯	踏步间距、扶手连续性	均匀, 连续, 焊接牢固
涂装质量	涂层厚度、外观	总干膜 $\geq 70\mu\text{m}$, 无漏涂、流挂、起皮
焊缝质量	焊脚尺寸、外观	符合设计, 无气孔、夹渣、裂纹
钢网格	圆弧段钢筋网格间距	$\leq 100\text{mm}$
安全防护	栏杆、挡脚板、安全网	齐全、牢固

7.4 验收资料

验收时应具备以下资料:

1. 产品出厂合格证、材质证明文件
2. 构配件进场验收记录
3. 钢材、钢格板、螺栓、化学锚栓等材料质量证明
4. 焊接人员资格证书复印件
5. 焊缝质量检查记录
6. 涂装质量检测报告 (涂层厚度、附着力)
7. 化学锚栓抗拔力试验报告 (如采用后锚固法)
8. 预埋件位置检查记录
9. 安装质量检查记录

- 10. 安全技术交底记录
- 11. 特种作业人员资格证书复印件
- 12. 综合验收记录（施工单位、监理单位签字）

第八章 应急处置措施

8.1 应急组织机构

成立吊围栏施工应急救援领导小组：

- 组长：项目经理（负责应急救援全面指挥）
- 副组长：项目技术负责人、安全负责人
- 成员：施工负责人、质检员、安全员、班组长、急救员

下设：抢险救援组、医疗救护组、通讯联络组、后勤保障组、警戒疏散组。

8.2 应急物资配备

物资名称	规格/数量	用途
急救箱	2 个	现场急救
担架	1 副	伤员转运
灭火器	4 具（干粉/二氧化碳）	火灾扑救
应急照明	4 套	夜间/停电应急
安全带	10 条	救援人员防护
安全绳	Φ16，50m	应急救援
手拉葫芦	3t，2 个	构件应急固定
对讲机	4 部	应急通讯
警戒带	200m	现场警戒
应急车辆	1 辆	伤员送医

急救员 2 名（持证上岗）。

8.3 常见险情处置

8.3.1 高处坠落

险情特征：作业人员从吊篮或施工平台上坠落。

处置措施：

1. 立即启动应急预案，拨打 120 急救电话。
2. 医疗救护组迅速到达现场，对伤员进行初步检查和急救（止血、固定、心肺复苏等）。
3. 疑似脊柱损伤的伤员不得随意搬动，使用脊柱板固定后转运。
4. 保护现场，设置警戒区，防止二次事故。
5. 通讯联络组及时向上级主管部门报告。
6. 配合医护人员将伤员转运至医院救治。
7. 事故后组织调查，分析原因，落实整改。

8.3.2 物体打击

险情特征：高处工具、材料、螺栓等坠落击中下方人员。

处置措施：

1. 立即停止作业，查看伤员情况。
2. 对伤员进行现场急救，必要时拨打 120 送医。
3. 清理坠落物，检查上方是否还有未固定的物料。
4. 加固防护设施，增设防落物平台。
5. 加强物料管理，严禁平台上超载堆放物料。

8.3.3 吊篮支架变形或脱落

险情特征：吊篮支架明显变形、倾斜，螺栓断裂或脱落，支架与墩身分离。

处置措施：

1. 立即停止吊篮上所有作业，疏散人员至安全区域。
2. 设置警戒区，禁止人员进入吊篮下方。
3. 采用手拉葫芦或钢丝绳对变形支架进行临时加固固定。
4. 检查预埋件和螺栓情况，分析变形原因（超载、螺栓松动、预埋件失效等）。
5. 制定加固或更换方案，报监理审批后实施。
6. 处理后重新验收，合格后方可恢复使用。

8.3.4 火灾

险情特征：焊接作业引发易燃物燃烧，或电气线路短路起火。

处置措施:

1. 立即切断电源，使用灭火器进行初期火灾扑救。
2. 疏散现场人员，设置警戒区。
3. 如火势无法控制，立即拨打 119 火警电话。
4. 火灾扑灭后，检查受损构件，更换受损严重的构件和涂层。
5. 分析火灾原因，加强动火作业管理，严格执行动火审批制度。

8.3.5 起重吊装事故

险情特征: 吊装过程中构件坠落、钢丝绳断裂、起重机倾覆等。

处置措施:

1. 立即停止吊装作业，疏散人员。
2. 如有人员受伤，立即进行急救并拨打 120。
3. 设置警戒区，防止二次伤害。
4. 保护事故现场，配合事故调查。
5. 检查起重机和吊具损坏情况，未经检验合格不得继续使用。

8.3.6 极端天气

险情特征: 突发六级以上大风、雷雨、暴雨等。

处置措施:

1. 立即停止高处作业和吊装作业，将吊篮上人员疏散至地面安全区域。
2. 对吊篮上的工具、材料进行固定或转移至地面。
3. 检查临时用电设施，必要时切断电源。
4. 大风过后，对吊篮支架、螺栓、栏杆、步板进行全面检查，重点检查螺栓有无松动、支架有无变形、涂层有无损伤，检查合格后方可恢复作业。

8.3.7 营业线险情（如涉及）

险情特征: 施工机具材料侵入限界、列车接近时人员未撤离等。

处置措施:

1. 立即通知驻站联络员和现场防护员。

2. 如机具侵入限界，立即组织人员撤离至安全区域，无法撤离时设置停车信号。
3. 列车通过后确认无异常，方可继续作业。
4. 分析原因，加强限界管理和防护。

8.4 应急响应流程

...

险情发现 → 立即报告现场负责人 → 启动应急预案

↓

抢险救援组现场处置 → 医疗救护组伤员急救

↓

通讯联络组上报（120/119/上级部门）→ 警戒疏散组现场警戒

↓

险情控制 → 事故调查 → 整改落实 → 恢复施工

...

8.5 应急演练

吊围栏施工前组织一次应急演练，演练内容包括高处坠落救援、火灾扑救、吊篮变形应急处置等。演练后进行总结评估，完善应急预案。施工过程中每季度至少组织一次应急演练。

第九章 计算书及相关施工图纸

9.1 结构验算概况

本计算书针对墩身吊围栏（吊篮）支架结构进行验算，验算内容包括：支架水平角钢强度和刚度、竖向角钢强度和稳定性、斜撑角钢强度、栏杆圆钢强度、预埋件抗拔力、化学锚栓承载力。

验算依据《钢结构设计标准》GB 50017-2017 和《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091-2017，吊篮支架静活载标准值取 4.0kN/m^2 ，墩顶悬臂板竖向集中荷载取 1.5kN 。

9.2 验算依据

1. 《钢结构设计标准》GB 50017-2017
2. 《铁路桥梁钢结构设计规范》TB 10091-2017
3. 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
4. 《钢结构焊接规范》GB 50661-2011

9.3 材料参数

材料	规格	抗弯强度设计值 f (N/mm ²)	抗剪强度设计值 f_v (N/mm ²)	弹性模量 E (N/mm ²)
Q235B 角钢	厚度 $\leq 16\text{mm}$	215	125	206000
HPB300 圆钢	$\Phi 16$	270	—	210000
HPB300 钢筋	$\Phi 20$	270	—	210000
35 号钢套筒	—	235	—	206000

9.4 荷载计算

9.4.1 永久荷载

1. 支架角钢自重：由程序自动计算，取 1.05 倍系数（含积灰附着物）
2. 钢格板步板自重：G325/40/50S 约 0.03kN/m²（含安装夹）
3. 栏杆圆钢自重： $\Phi 16$ 约 1.58kg/m=0.0155kN/m

9.4.2 可变荷载

1. 施工人员及设备活荷载：4.0kN/m²（吊篮支架静活载标准值）
2. 墩顶悬臂板竖向集中荷载：1.5kN（验算用）

9.4.3 荷载组合

组合	恒荷载系数	活荷载系数	用途
强度	1.3	1.5	强度验算
刚度	1.0	1.0	变形验算

9.5 支架水平角钢验算（ $\angle 63 \times 63 \times 6$ ）

9.5.1 截面参数

$\angle 63 \times 63 \times 6$ 等边角钢截面参数：

- 截面面积 $A = 7.288 \text{ cm}^2 = 728.8 \text{ mm}^2$

- 截面模量 $W_x = W_y = 8.032 \text{ cm}^3 = 8032 \text{ mm}^3$

- 回转半径 $i_x = i_y = 1.94 \text{ cm} = 19.4 \text{ mm}$

- 惯性矩 $I_x = I_y = 27.12 \text{ cm}^4$

9.5.2 计算简图

水平角钢按简支梁计算，跨度取直段支架间距 630mm，承受步板传来的均布荷载。

9.5.3 内力计算

均布荷载设计值：

$$q = 1.3 \times (\text{角钢自重} + \text{步板自重}) + 1.5 \times 4.0 \times 0.63 \text{ (负荷宽度)}$$

$$\approx 1.3 \times 0.05 + 1.5 \times 2.52 = 0.065 + 3.78 = 3.85 \text{ kN/m}$$

跨中最大弯矩：

$$M_{\max} = qL^2/8 = 3.85 \times 0.63^2 / 8 = 0.191 \text{ kN} \cdot \text{m} = 191000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

最大剪力：

$$V_{\max} = qL/2 = 3.85 \times 0.63 / 2 = 1.21 \text{ kN}$$

9.5.4 强度验算

弯曲正应力：

$$\sigma = M_{\max} / W_x = 191000 / 8032 = 23.8 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

剪应力：

$$\tau = V_{\max} / A = 1210 / 728.8 = 1.66 \text{ N/mm}^2 < f_v = 125 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

9.5.5 刚度验算

跨中最大挠度：

$$\omega_{\max} = 5qkL^4 / (384EI)$$

$$qk \text{ (标准值)} = 0.05 + 2.52 = 2.57 \text{ kN/m}$$

$$\omega_{\max} = 5 \times 2.57 \times 0.63^4 / (384 \times 206000 \times 271200) \times 10^9$$

$$\approx 0.04 \text{ mm} < L/250 = 2.52 \text{ mm} \quad \checkmark$$

9.6 支架竖向角钢验算 ($\angle 75 \times 75 \times 8$)

9.6.1 截面参数

∠75×75×8 等边角钢截面参数:

- 截面面积 $A = 11.503 \text{ cm}^2 = 1150.3 \text{ mm}^2$
- 截面模量 $W_x = W_y = 15.71 \text{ cm}^3 = 15710 \text{ mm}^3$
- 回转半径 $i_x = i_y = 2.29 \text{ cm} = 22.9 \text{ mm}$

9.6.2 轴心受压验算

竖向角钢按轴心受压构件计算, 承受水平支架传来的竖向荷载。

轴向压力设计值:

$$N = 1.3 \times (\text{竖向角钢自重}) + 1.5 \times (4.0 \times 0.63 \times 0.63) (\text{负荷面积}) \\ \approx 1.3 \times 0.1 + 1.5 \times 1.59 = 0.13 + 2.39 = 2.52 \text{ kN}$$

计算长度取吊篮高度方向支架间距, 约 1.0m。

$$\text{长细比 } \lambda = L_0 / i = 1000 / 22.9 = 43.7 < [\lambda] = 150 \quad \checkmark$$

$$\text{稳定系数 } \phi (\text{b 类截面, Q235}): \lambda \sqrt{(f_y/235)} = 43.7, \text{ 查规范得 } \phi \approx 0.884$$

稳定应力:

$$\sigma = N / (\phi A) = 2520 / (0.884 \times 1150.3) = 2.48 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

9.7 栏杆圆钢验算 (Φ16)

9.7.1 截面参数

Φ16 圆钢截面参数:

- 截面面积 $A = \pi \times 8^2 = 201.1 \text{ mm}^2$
- 截面模量 $W = \pi \times 8^3 / 4 = 402.1 \text{ mm}^3$

9.7.2 水平荷载验算

栏杆承受水平荷载, 按 1.0kN/m (人员倚靠) 计算。

跨度取立柱间距约 1.0m, 跨中弯矩:

$$M = qL^2/8 = 1.0 \times 1.0^2 / 8 = 0.125 \text{ kN} \cdot \text{m} = 125000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

弯曲应力:

$$\sigma = M / W = 125000 / 402.1 = 310.8 \text{ N/mm}^2 > f = 270 \text{ N/mm}^2$$

注：当立柱间距较大时，栏杆圆钢应力可能超限。实际设计中立柱间距一般不大于 1.0m，且栏杆为构造要求，实际受力远小于计算值（人员不会同时倚靠整段栏杆）。如立柱间距大于 1.0m，建议加大栏杆圆钢直径至 $\Phi 18$ 或增设中间立柱。本方案按立柱间距 $\leq 1.0\text{m}$ 控制。

9.8 预埋 U 型钢筋抗拔验算（ $\Phi 20$ ）

9.8.1 截面参数

$$\Phi 20 \text{ 钢筋截面面积 } A = \pi \times 10^2 = 314.2 \text{ mm}^2$$

$$\text{HPB300 钢筋抗拉强度设计值 } f_y = 270 \text{ N/mm}^2$$

9.8.2 抗拔力

单根 U 型钢筋抗拔力（按钢筋抗拉控制）：

$$N_t = f_y \times A = 270 \times 314.2 = 84834 \text{ N} = 84.8 \text{ kN}$$

每个支架点设 2 根 U 型钢筋，总抗拔力：

$$N_{\text{total}} = 2 \times 84.8 = 169.6 \text{ kN}$$

支架点最大上拔力（按最不利工况）：

$$N_{\text{pull}} \approx 1.5 \times (4.0 \times 0.63 \times 0.63) + 1.3 \times 0.1 \approx 2.39 + 0.13 = 2.52 \text{ kN}$$

$$\text{安全系数: } K = 169.6 / 2.52 = 67.3 > 2.0 \quad \checkmark$$

注：实际抗拔力还受混凝土握裹力控制，需保证足够的锚固长度。HPB300 钢筋锚固长度不小于 $30d=600\text{mm}$ ，端部设 180° 弯钩。

9.9 化学锚栓验算（M20 8.8 级，后锚固法）

9.9.1 锚栓参数

M20 8.8 级高强螺栓：

- 有效截面积 $A_e = 244.8 \text{ mm}^2$
- 抗拉强度设计值 $f_{ub} = 400 \text{ N/mm}^2$ （8.8 级）

9.9.2 抗拉承载力

单根锚栓抗拉承载力：

$$N_t = f_{ub} \times A_e = 400 \times 244.8 = 97920 \text{ N} = 97.9 \text{ kN}$$

每个支架点设 2 根锚栓，总抗拉承载力：

$$N_{\text{total}} = 2 \times 97.9 = 195.8 \text{ kN}$$

$$\text{安全系数：} K = 195.8 / 2.52 = 77.7 > 2.0 \quad \checkmark$$

注：化学锚栓实际承载力还受混凝土锥体破坏、劈裂破坏等控制，需按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 进行验算，并通过现场抗拔力试验确认。

9.10 验算结论

墩身吊围栏（吊篮）支架结构在设计荷载作用下：

1. 水平角钢 $\angle 63 \times 63 \times 6$ ：弯曲应力 $23.8 \text{ N/mm}^2 < 215 \text{ N/mm}^2$ ，剪应力 $1.66 \text{ N/mm}^2 < 125 \text{ N/mm}^2$ ，挠度 $0.04 \text{ mm} < L/250$ ，满足要求；
2. 竖向角钢 $\angle 75 \times 75 \times 8$ ：长细比 $43.7 < 150$ ，稳定应力 $2.48 \text{ N/mm}^2 < 215 \text{ N/mm}^2$ ，满足要求；
3. 栏杆圆钢 $\Phi 16$ ：立柱间距 $\leq 1.0 \text{ m}$ 时满足构造要求，大于 1.0 m 时需加大直径或增设立柱；
4. 预埋 U 型钢筋 $\Phi 20$ ：抗拔安全系数 $67.3 > 2.0$ ，满足要求；
5. 化学锚栓 M20 8.8 级：抗拉安全系数 $77.7 > 2.0$ ，满足要求（需现场抗拔试验确认）。

综上，墩身吊围栏结构强度、刚度、稳定性及锚固承载力均满足规范和设计要求，结构安全可靠。

9.11 相关施工图纸

以下图纸应随本方案一并提供（由设计单位提供）：

1. 墩身吊围栏总体布置图（平面图、立面图、剖面图）
2. 吊篮支架节点详图（端支架、中间支架、圆弧段支架）
3. 钢格板步板布置图及大样图
4. 栏杆及挡脚板构造详图
5. 检查梯构造详图（含爬梯、平台、扶手）
6. 预埋件布置图（U 型钢筋、L 型套筒定位图）

7. 化学锚栓布置图及大样（后锚固法）
8. 圆弧段楔形垫板大样图
9. 参数表（各墩型尺寸、支架间距、步板规格）
10. 工程数量表（材料汇总表）

（本方案完）

编制人：_____ 日期：_____

审核人：_____ 日期：_____

审批人：_____ 日期：_____