

地下空间基坑装配式钢栈桥板应用技术标准

Technical standard for the application of prefabricated steel stack bridge slabs in
underground space foundation pits

目 次

前言.....	III
1 总则.....	1
2 术语和符号.....	1
2.1 术语.....	1
2.2 符号.....	1
3 基本规定.....	2
4 材料.....	2
4.1 一般规定.....	2
4.2 钢材.....	3
4.3 焊接材料.....	3
4.4 涂装材料.....	4
5 总体设计.....	4
5.1 一般规定.....	4
5.2 结构计算.....	5
5.3 结构设计.....	6
5.4 承载力验算.....	7
5.5 抗火设计.....	7
5.6 防腐设计.....	7
5.7 防噪音设计.....	8
5.8 疲劳设计.....	8
5.9 防触电设计.....	8
6 生产制作与验收.....	9
6.1 一般规定.....	9
6.2 焊缝连接构造要求.....	9
6.3 放样与号料.....	11
6.4 切割.....	11
6.5 矫正.....	12
6.6 组装.....	12
6.7 涂装.....	14
6.8 产品管理.....	14
7 产品验收.....	14
7.1 外观质量和尺寸偏差.....	15
7.2 焊缝质量.....	15
7.3 涂装质量.....	15
7.4 承载力检验.....	15
8 安拆施工与验收.....	16
8.1 一般规定.....	16

8.2 钢栈桥板铺装结构形式与要求	17
8.3 钢栈桥铺装施工	17
8.4 钢栈桥铺装验收	17
9 钢栈桥板运行与维护	17
10 钢栈桥板循环使用与修复	17
附录 A 钢栈桥板优势介绍	20
附录 B 钢栈桥板监测	21

1 总则

1.1.1 为规范地下空间基坑施工钢栈桥板应用技术，统一设计标准，明确生产制作和施工工艺，规范工厂化制作、装配化安拆、标准化施工、循环化利用等技术要求，达到技术先进，质量可靠，安全适用，节约资源，保护环境，制定本文件。

1.1.2 本文件适用于地下空间基坑施工钢栈桥板的设计、生产制作、产品验收、铺装施工、定期维护、循环使用。城市地下通道、城市地铁、隧道、地下商城、高层建筑地下空间也可参照执行。

1.1.3 地下空间基坑施工钢栈桥板的应用，除应执行本标准外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 钢栈桥板 steel trestle board

由钢上下面板、纵横布置的钢板所组成，通过焊接和榫卯连接成蜂窝状箱体的桥面整体结构，主要承担上部荷载，并将荷载传递至下部结构。

2.1.2 板件 part

组成钢栈桥板的薄壁类单元体，如钢栈桥板的面板、肋板等。

2.1.3 榫卯 mortise and tenon joint

连接形式，其中一个构件的凸出部分（称为榫头）插入另一个构件的凹进部分（称为卯眼），通过这种方式连接。

2.1.4 号料 material numbering

使用量具、样板根据设计图纸在板料上画出连接构件的位置线、加工线并注出加工符号。

2.1.5 焊接截面 welded section

由板件(或型钢)焊接而成的截面。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应设计值

F——集中荷载；

G——重力荷载；

H——水平力；

M——弯矩；

N——轴心力；

R——支座反力；

V——剪力。

2.2.2 计算指标

E——钢材的弹性模量；

f——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

σ ——正应力。

2.2.3 几何参数

A ——毛截面面积;
 A_n ——净截面面积;
 b ——翼缘板的外伸宽度;
 H_w ——腹板的高度;
 h_0 ——腹板的计算高度;
 I ——毛截面惯性矩;
 I_t ——自由扭转常数;
 I_w ——毛截面扇性惯性矩;
 I_n ——净截面惯性矩;
 L ——长度或跨度;
 S ——毛截面面积矩;
 t ——板的厚度;
 T_w ——腹板的厚度;
 W ——毛截面模量;
 W_n ——净截面模量;
 W_p ——塑性毛截面模量;
 W_{np} ——塑性净截面模量。

2.2.4 计算系数及其他

γ_x 、 γ_y ——对主轴 x 、 y 的截面塑性发展系数;
 ε_k ——钢号修正系数,其值为235与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根;
 Φ ——轴心受压构件的稳定系数;
 φ_b ——梁的整体稳定系数。

3 基本规定

3.1.1 钢栈桥板设计、生产制作和铺装施工应有相应的工厂资质、资格和能力。设计、生产制作和铺装施工应符合国家现行有关标准的规定。

3.1.2 生产制作应有符合质量保证、安全保证、职业健康、环境保护要求的生产制作设备、生产制作条件和生产制作场所。建立相应的质量、环境和职业健康安全管理体系。

3.1.3 生产制作场所应有确保安全和职业健康的措施。

3.1.4 生产制作人员和铺装施工人员应进行技术培训和安全教育、焊工、塔吊司机等特种岗位的操作人员应具有特种作业操作资格证书,严禁无证上岗。

3.1.5 铺装施工前应编制安全可靠的装配式钢栈桥板安拆施工专项方案。

3.1.6 施工维保应对钢栈桥板使用情况进行检查,确保其安全可靠。

3.1.7 对于循环使用的钢栈桥板应进行专项质量检查、检测和检验,确保其符合质量要求。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 钢栈桥板应根据结构形式、受力状态、连接方法及所处环境条件,合理的选用材料。

4.1.2 钢栈桥板材料应符合设计要求和国家现行有关标准的规定,应有产品合格证明文件。生产制作进场前应对材料进行质量验收,并按国家现行有关标准进行检查、检测和检验。

4.1.3 钢栈桥板材料进场后应按材料的品种、规格（型号）等分类存放。

4.2 钢材

4.2.1 钢材宜选用 Q235 钢、Q355 钢、Q390 钢和 Q420 钢,其质量应符合国家现行标准《碳素结构钢》（GB/T700）、《低合金高强度结构钢》（GB/T1591）、《建筑结构用钢板》（GB/T19879）、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》（GB/T3274）的规定。

4.2.2 钢材质量等级的选用应符合现行国家标准《钢结构设计标准》（GB50017）的规定。

4.2.3 钢材的强度设计值应根据钢材的不同厚度按表 4.2.3 的规定采用。

表 4.2.3 钢材的强度设计值 单位为 N/mm^2

钢材		抗拉、抗压和抗弯 f_d	抗剪 f_{vd}	端面承压（刨平顶紧） f_{cd}
牌号	厚度（mm）			
Q235 钢	≤ 16	215	125	320
Q355 钢	≤ 16	305	175	400
Q390 钢	≤ 16	345	200	415
Q420 钢	≤ 16	375	215	440

注：表中厚度指计算点的钢材厚度，对轴心受拉和轴心受压构件指截面中较厚板件的厚度。

4.2.4 钢栈桥板宜采用定尺加工的钢材。

4.2.5 钢材进场后应查验质量证明文件，并逐件检查和检测钢材的尺寸、外形等。钢材尺寸、外形应符合国家现行标准《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》（GB/T709）的规定。

4.2.6 钢材抽样验收应符合现行国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》（GB50205）的附录 A 进行。对属于下列情况之一时，应进行抽样检验。抽样检验的结果应符合国家现行产品标准的规定和设计要求。

- 1 结构安全等级为一级的重要结构用钢材；
- 2 结构安全等级为二级的一般结构，当其结构跨度大于60m或承受动力荷载需要验算疲劳的结构用钢材；
- 3 强度等级 $\geq 420\text{MPa}$ 的高强度钢材；
- 4 进口钢材、混批钢材或质量证明文件不齐全的钢材；
- 5 设计文件有要求或合同文件要求复检的钢材。

4.2.7 钢材抽样检验的取样方法符合下列规定：

- 1 牌号为Q235、Q355且厚度小于40mm的钢材，同一生产厂家、同一牌号、同一质量等级、重量不大于150吨的钢材组成一检验批；同一生产厂家、同一牌号的钢材供货重量超过600吨且全部抽样检验合格时，每批重量可扩大到400吨；
- 2 牌号为Q390的钢材，同一生产厂家、同一质量等级、重量不大于60吨的钢材组成一检验批；同一生产厂家的钢材供货重量超过600吨且全部抽样检验合格时，每批重量可扩大到300吨；
- 3 牌号为Q420的钢材，同一生产厂家、同一牌号、同一质量等级、同一炉号、同一厚度、同一交货状态、重量不大于60吨的钢材组成一检验批。

4.3 焊接材料

4.3.1 焊接材料应与主体钢材相匹配，并应符合下列规定：

- 1 手工焊接的焊条应符合现行《非合金钢及细晶粒钢焊条》(GB/T 5117)或《热强钢焊条》(GB/T 5118)的规定。对需要验算疲劳的构件宜采用低氢型碱性焊条。

2 自动焊和半自动焊采用的焊丝和焊剂应符合现行《熔化焊用钢丝》(GB/T14957)、《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》(GB/T8110)、《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》(GB/T10045)、《热强钢药芯焊丝》(GB/T 17493)的规定。

4.3.2 焊接材料抽样检验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》(GB50205)的有关规定,对属于下列情况之一时,应进行抽样检验。抽样检验的结果应符合国家现行产品标准的规定和设计要求。

- 1 结构安全等级为一级的一、二级焊缝;
- 2 需要进行疲劳验算结构的焊缝;
- 3 混批焊接材料或质量证明文件不齐全的焊接材料;
- 4 设计文件有要求或合同文件要求复检的钢材;

4.3.3 用于焊接的气体应符合国家现行标准《钢结构焊接规范》(GB50661)的规定。

4.4 涂装材料

4.4.1 钢栈桥板宜采用水性防腐涂料,其性能应符合《建筑用钢结构防腐涂料》(JG/T 724)的标准规定。

4.4.2 涂装材料进场后应查验质量证明文件、中文产品标志及检验报告。并按桶数抽查 5%进行质量检查。涂装材料不应存在结皮、结块、凝胶等现象。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 钢栈桥板应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,按照分项系数的设计表达式进行设计。

5.1.2 钢栈桥应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计:

- 1 承载能力极限状态应包括:钢栈桥板构件的强度破坏、脆性断裂,因过度变形而不适用于继续承载,丧失稳定,转变为机动体系和结构倾覆;
- 2 正常使用极限状态应包括:影响钢栈桥板构件正常使用或外观的变形,影响正常使用的振动,影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

5.1.3 钢栈桥板构件的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 和《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的规定。

5.1.4 钢栈桥板应考虑设计状况并开展相应的极限状态设计。

5.1.5 钢栈桥板的设计应符合下列规定:

- 1 应具备竖向和水平荷载传递途径;
- 2 应具有刚度和承载力、构件整体稳定性和组件的局部稳定性;
- 3 应具有冗余度,避免因部分组件破坏导致整块栈桥板丧失承载能力。

5.1.6 钢栈桥板设计时,应合理选择材料和构造措施,满足钢栈桥板在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求,并应符合防火、防腐蚀要求;宜采用通用和标准化构件。钢栈桥板的构造应便于制作、运输、安装、维护并使构件各部分组件受力简单明确,减少应力集中,避免材料三向受拉。

5.1.7 钢栈桥板设计文件应注明钢结构最低防腐蚀设计年限和防护要求及措施、对施工的要求。对

焊接连接，应注明焊缝质量等级及承受动荷载的特殊构造要求。

5.1.8 钢栈桥板应按承载能力极限状态验算强度和稳定性,作用组合效应设计值按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)规定计算。疲劳计算应按本章抗疲劳设计与计算的有关规定执行。

5.1.9 进行承载能力极限状态设计时,结构重要性系数 γ ,应符合现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的相关规定。

5.1.10 **钢栈桥板面必须有防滑的构造措施。**

5.2 结构计算

5.2.1 计算分析采用的模型和基本假定应能反映结构实际受力状态,其精度应能满足结构设计要求。

5.2.2 在结构分析中,应考虑环境对构件和结构性能的影响。

5.2.3 结构受力分析可按线弹性理论进行,当极限状态条件下结构的变形不能被忽略时,应考虑几何非线性对结构受力的影响。

5.2.4 计算竖向挠度时,应按规范并应采用不计冲击力的汽车荷载频遇值,频遇值系数为 1.0。计算挠度值不应超过 $L/500$ 。

5.2.5 钢栈桥板应设置预拱度,预拱度大小应视实际需要而定,宜为栈桥板跨度 3‰, 车辆荷载频遇值产生的挠度值,频遇值系数为 1.0。

5.2.6 钢栈桥板结构设计时,荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数、动力荷载的动力系数等应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

5.2.7 作用于钢栈桥板的竖向荷载可分为永久荷载与可变荷载。

5.2.8 永久荷载主要为栈桥板本身的自重。

5.2.9 **可变荷载主要为施工荷载,包括车辆荷载、行人荷载等。**

5.2.10 永久荷载的分项系数宜取 1.3, 可变荷载的分项系数宜取 1.5。车辆、机械的动力系数宜取 1.3。

5.2.11 上述荷载应根据使用过程中在结构上可能同时出现的情况,按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合, 并应取各自的最不利的组合进行设计。

5.2.12 按承载能力极限状态设计钢栈桥板构件时, 应考虑荷载效应的基本组合。按正常使用极限状态设计钢结构时, 应考虑荷载效应的标准组合。

5.2.13 计算钢栈桥的承载能力极限状态、稳定性时, 应采用荷载设计值。

5.2.14 施工中, 钢栈桥板搭接在栈桥梁上, 按照单向板计算, 栈桥板两端简支, 分别计算均布荷载和集中荷载下的承载力和稳定性(短方向稳定计算长度偏安全按 3m 考虑)。设计均布荷载不超过 30kN/m^2 , 单跨内集中荷载不超过 400kN。

5.2.15 单跨集中荷载可按作用于板跨中最不利位置且按单根工字型截面进行计算, 计算时工字钢翼缘有效宽度可取板肋间距与有效宽度系数的乘积。

- 1 当板肋间距 $\leq 200\text{mm}$ 时，有效宽度系数取2.0；
- 2 当 $200\text{mm} < \text{板肋间距} \leq 400\text{mm}$ 时，有效宽度系数取1.5；
- 3 当板肋间距 $> 400\text{mm}$ 时，有效宽度系数取1.0。

5.3 结构设计

5.3.1 钢栈桥板连接节点可采用榫卯连接、焊接连接、端板连接等构造。

5.3.2 钢栈桥板宜采用蜂窝状箱体结构，主要规格宜符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 钢栈桥板主要规格 单位为 mm

长度	宽度		
6000	1500	1200	1000
4500	1500	1200	1000

5.3.3 除轧制型钢、正交异性板的闭口肋板、填板外,其他受力钢构件的板厚不应小于 8mm。

5.3.4 横纵向节点形式宜采用卯榫结构形式（见图 5.3.4）；

- 1) 纵肋板宜设置卡口槽；
- 2) 纵向伸出面板连接处，宜成粗糙面接触，通过焊接形成防滑面。

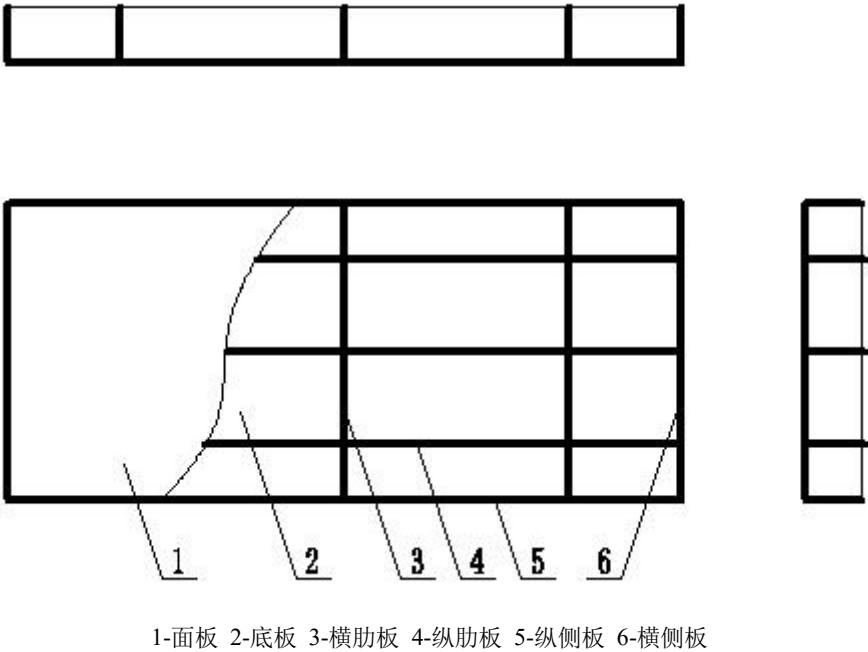


图 5.3.4 构件图

5.3.5 纵向肋板应满足下列要求：

- 1 宜等间距布置;不等间距布置时,最大间距不宜超过最小间距的 1.2 倍；
- 2 应连续通过横向肋板或横隔板,肋板与顶板焊缝的过焊孔宜采用堆焊填实,焊缝应平顺；
- 3 闭口纵向肋板与顶板焊接熔透深度不得小于纵向肋板厚度的 80%,最小焊角尺寸不小于 6mm；
- 4 闭口纵向肋板应完全封闭。

5.4 承载力验算

5.4.1 钢栈桥板构件、连接及节点应采用下列承载力极限状态设计表达式：

持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.4.1)$$

式中：

γ_0 ——结构的重要性系数：对安全等级为二级的栈桥板构件不应小于 1.0；

S ——承载力极限状况下作用组合的效应设计值：对持久或短暂设计状况应按作用的基本组合计算；

R ——钢栈桥板构件的承载力设计值；

5.4.2 钢栈桥板截面抗弯强度应按以下公式进行计算：

$$\sigma = \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \quad (5.4.2)$$

式中：

M_x ——截面对于 x 轴的弯矩设计值(N·mm)；

γ_x ——截面塑性发展系数，根据其受压板件的内力分布情况确定其截面板件宽厚比等级,宜取 1.0；

W_{nx} ——构件的净截面模量(mm³)。

5.4.3 钢栈桥板截面抗剪强度应按以下公式进行计算：

$$\tau = \frac{VS}{I t_w} \quad (5.4.3)$$

式中：

V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值(N)；

S ——计算剪应力处以上(或以下)毛截面对中和轴的面积矩(mm³)；

I ——构件的毛截面惯性矩(mm⁴)；

t_w ——构件的腹板厚度(mm)。

5.4.4 钢栈桥板应设置 4 个吊点，吊点位置宜位于板跨 1/4~1/3 处。应验算在荷载标准值作用下的吊环应力，验算时每个吊环可按两个截面计算，对 HPB300 钢筋，吊环应力不应大于 65N/mm²；对 Q235B 圆钢，吊环应力不应大于 50N/mm²。

5.5 防火设计

5.5.1 钢栈桥板防火保护措施及其构造应根据工程实际，考虑结构类型、耐火极限要求、工作环境等因素，按照安全可靠，经济合理的原则确定。

5.5.2 构件进行防火保护时，宜采用水性油漆。对在需要更高耐火性能的场所，应使用防火涂料。

5.6 防腐设计

5.6.1 钢栈桥板防腐蚀设计应根据环境腐蚀条件、施工和维修条件等要求合理确定防腐蚀设计年限。

5.6.2 钢栈桥板设计应采取措施降低老化、腐蚀、疲劳和设计使用年限内发生的偶然作用导致的损伤。

5.6.3 钢栈桥板防腐涂料的设计与施工应符合环境保护的要求。

5.6.4 钢栈桥板应采取下列防腐措施：

1) 除锈后应采取涂装或涂（镀）等防腐措施；如采用涂（镀）层方案，设计文件中应注明所要求的钢材除锈等级和所要用的涂(镀)层厚度。

2) 受侵蚀介质作用的结构以及在使用年限内不能重新涂装的结构部位应采取其他有效的防锈措施;

3) 构造设计应便于养护、检查,应减少能积留湿气和大量灰尘的死角或凹槽。闭口截面构件应沿全长和端部焊接封闭。

5.6.5 钢栈桥板应按现行《涂覆涂料前钢材表面处理、表面清洁度的目视评定 第一部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》(GB8923)的规定进行表面处理。

5.6.6 钢栈桥板应具备良好的抗疲劳性能与保护钢桥面板不被侵蚀的功能。

5.7 防噪音设计

5.7.1 设计阶段宜采用预制装配蜂窝式框架结构体系。

5.7.2 安装钢栈桥板作业宜采用橡胶垫、麻布、稻草等衬垫,减少搁置梁接触面噪音污染。

5.7.3 钢栈桥板边缘宜用橡胶、素混凝土包边或填实。

5.7.4 对特殊要求噪音控制,宜采用隔声围挡(声屏障)。

5.8 疲劳设计

5.8.1 本节规定的钢栈桥板及其连接的疲劳计算,不适用于下列条件:

- 1 构件表面温度高于150℃;
- 2 处于海水腐蚀环境;
- 3 焊后经热处理消除残余应力;
- 4 构件处于低周-高应变疲劳状态。

5.8.2 直接承受动力荷载重复作用的钢栈桥板及其连接,当应力变化的循环次数 n 等于或大于 5×10^4 次时,应进行疲劳计算。疲劳计算应符合《公路钢结构桥梁设计规范》(JTG D64)的相关要求。

5.8.3 疲劳计算应采用基于名义应力的容许应力幅法,名义应力应按弹性状态计算,容许应力幅应按构件和连接类别、应力循环次数以及计算部位的板件厚度确定。对非焊接的构件和连接,其应力循环中不出现拉应力的部位可不计算疲劳强度。

5.8.4 计算疲劳和变形时,应采用荷载设计值,动力荷载设计值不乘动力系数。计算钢栈桥板的疲劳和挠度时,车辆荷载应按作用在跨间内荷载效应最大值确定。

5.8.5 需计算疲劳构件所用钢材应具有冲击韧性的合格保证,钢材质量等级的选用应符合《钢结构设计标准》GB 50017-2017 第 4.3.3 条的规定。

5.9 防触电设计

5.9.1 钢栈桥板宜采用简化接地法,在结构的不同位置设置少量的接地装置,通过导线与接地系统相连接。

5.9.2 从配电箱引出的外露线路通过钢栈桥板时,应穿钢管,钢管的一端与配电箱接地系统连接。

5.9.3 钢栈桥板可利用混凝土钢筋、钢柱作为自然引下线。

5.9.4 在施工现场操作人员必须穿戴绝缘鞋，戴上绝缘手套，以隔绝电流，确保人身安全。

6 生产制作与验收

6.1 一般规定

6.1.1 钢栈桥板的生产制作、质量检验应符合设计要求和国家现行标准《钢结构工程施工规范》（GB50755）、《钢结构焊接规范》（GB50661）、《钢结构工程施工质量验收标准》（GB50205）等有关规定。

6.1.2 生产制作单位应按设计要求组织生产，生产制作前应制定生产制作方案，做好生产制作方案的交底。

6.1.3 钢栈桥板的材料必须符合设计要求和国家现行有关标准的规定，并应按本标准第4章的有关规定进行质量验收、检查、检测和抽样检验合格后使用。

6.1.4 生产制作单位应按下列规定进行生产制作过程质量控制和成品质量检验：

- 1 生产过程应按规定进行质量检查、检测和检验，上道工序没有检查、检测和检验或检查、检测和检验不合格的，不得进入下道工序；
- 2 隐蔽工程在封闭前应进行质量验收，隐蔽工程没有验收或验收不合格的，不得进行封闭；
- 3 应对成品进行质量检验，不合格的产品不得入库。

6.1.5 生产制作单位应加强标识管理，对原材料、半成品和产品应进行标识。

6.1.6 生产制作单位应建立班前设备检查和首件验收制度。每个工作班生产制作前应对重要设备进行检查，对首件半成品和成品进行质量验收。

6.2 焊缝连接构造要求

6.2.1 焊缝接头的屈服强度、低温冲击功、延伸率不应低于母材的标准值。

6.2.2 为减少钢栈桥板焊接中变形，焊接接头不得随意加大焊缝。

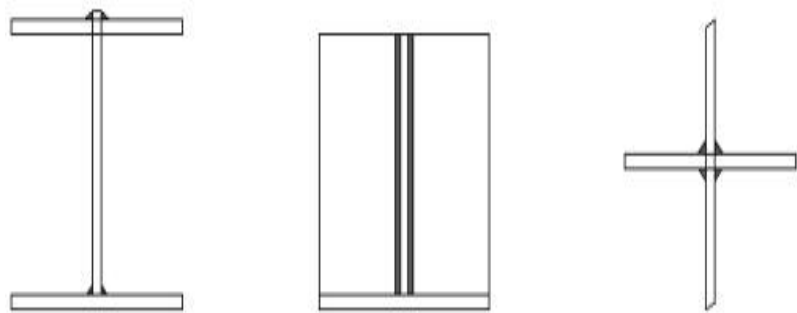
6.2.3 焊缝接头的选择除应考虑满足接头受力要求外，尚应考虑接头的可焊性和接头的质量检查、检测和检验。

6.2.4 焊缝应根据结构的重要性、荷载特性、焊缝形式、工作环境以及应力状态等情况，按下列原则分别选用不同的质量等级：

- 1 对接焊缝均应焊透，其质量等级为：
 - 1) 作用力垂直于焊缝长度方向的横向对接焊缝或T形对接与角接组合焊缝，受拉时应为一级，受压时不应低于二级；
 - 2) 作用力平行于焊缝长度方向的纵向对接焊缝不应低于二级。
- 2 部分焊透的对接与角接的组合焊缝、搭接连接采用的角焊缝以及不要求焊透的T形接头采用的角焊缝，焊缝质量等级不应低于二级。

6.2.5 钢栈桥板各焊缝高度应不小于6mm。钢栈桥板焊缝的位置和长度应符合下列要求：

- 1 纵向、横向肋板与底板之间焊接宜采用双面连续角焊缝（见图5.6.5-1）；
- 2 纵向肋与横向肋之间焊接宜采用双面连续角焊缝（见图5.6.5-1）；



(a) 纵向、横向肋板与底板 (b) 纵向肋板与横向肋板 (c) 俯视图

图5.6.5-1 角焊缝节点形式

3 纵向肋与面板之间的焊接应采用双面断续角焊缝，焊缝间净距不应大于 $15t$ （ t 为较薄被焊件的厚度）或 240mm ，相邻两条肋板之间的断续角焊缝的非施焊区间应错开，错开间距应大于 300mm （见图5.6.5-2）；

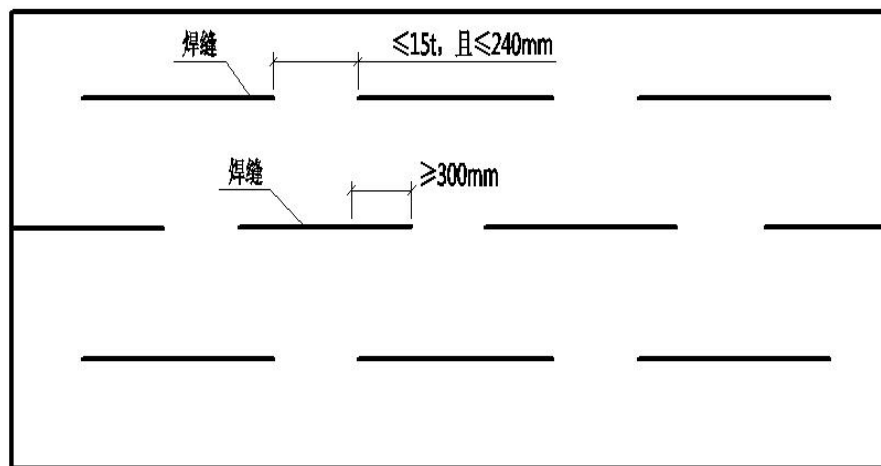


图5.6.5-2 纵向肋与面板角焊缝

4 底板与侧板之间的焊缝和面板与侧板之间的焊缝应采用连续角焊缝。

6.2.6 钢栈桥焊接连接构造设计应符合下列规定：

- 1 尽量减少焊缝的数量和尺寸；
- 2 焊缝的布置宜对称于构件截面的形心轴；
- 3 节点区留有足够空间，便于焊接操作和焊接后的检查、检测和检验；
- 4 应避免焊缝密集和双向、三向相交；
- 5 焊缝位置宜避开最大应力区；
- 6 焊缝连接宜选择等强匹配，当不同强度的钢材连接时，可采用与低强度钢材相匹配的焊接材料；
- 7 当拉应力与焊缝轴线垂直时，严禁采用部分焊透对接焊缝、背面不清根的无衬垫焊缝。

6.2.7 焊缝的强度指标应按表 5.6.7 采用：

表 5.6.7 焊缝强度指标

单位为 N/mm^2

焊接方法	构件钢材			对接焊缝		抗剪 f_{vd}^w	角焊缝
	牌号	厚度 (mm)	抗压 f_{cd}^w	抗拉 f_{td}^w			抗拉/抗压 或抗剪 f_{vd}^w
				焊缝质量等级			
				一级、二级	三		

					级		
自动化 电弧焊 接和手 工电弧 焊接	Q235 钢	≤16	215	215	185	125	160
自动化 电弧焊 接和手 工电弧 焊接	Q355 钢	≤16	305	305	260	175	200

表5.6.7 (续)

自动化 电弧焊 接和手 工电弧 焊接	Q390 钢	≤16	345	345	295	200	200
自动化 电弧焊 接和手 工电弧 焊接	Q420 钢	≤16	375	375	320	215	220
注：1.对接焊缝受弯时，在受压区的抗弯强度设计值取 f_{cd}^w，在受拉区的抗弯强度设计值取 f_{td}^w。 2.焊缝质量等级应符合现行《钢结构工程施工质量验收标准》（GB50205）的规定。其中厚度小于 8mm 钢材的对接焊缝，不采用超声波探伤确定焊缝质量等级。							

6.3 放样与号料

6.3.1 板件号料的允许偏差应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 板件号料的允许偏差

单位为 mm

项目	允许偏差
板件外形尺寸	±1.0
孔距	±0.5

6.3.2 板件应按照设计文件进行放样与号料，并按实际生产工艺留有适当余量。号料后，应对板件进行标识。

6.4 切割

6.4.1 钢材切割应采用气割、机械切割、等离子切割、激光切割等方法，钢材切割的方法应满足生产工艺要求。切割后的飞边、毛刺应及时清理。

6.4.2 钢材切割时应根据切割设备的类型、钢材厚度等选择适合的工艺参数。

6.4.3 对于气割或机械切割的板件，需要进行边缘加工时可采用气割和机械加工方法。

6.4.4 切割前钢材表面应清理干净，钢材切割面应无裂纹、夹渣、分层等缺陷和大于 1mm 的缺棱。

6.4.5 钢板下料、边缘加工后，板件的允许偏差应符合表 6.4.5 的要求。

表 6.4.5 板件允许偏差		单位为 mm
项目	允许偏差	
板件宽度、长度	$\pm 1\text{mm}$	
切割（加工边）直线度	$L/3000$ ，且不大于 0.5mm	
相邻两边夹角	$\pm 6'$	
孔（洞、槽）位置	$\pm 3\text{mm}$	
孔直径	$0, +3\text{mm}$	
洞（槽）宽度、长度	$0, +3\text{mm}$	
表 6.4.5（续）		
切割（加工边）垂直度	$0.025t$ ，且不大于 0.5mm	
切割（加工边）粗糙度	$Ra \leq 50\mu\text{m}$	
注：t 为钢材的厚度		

6.5 矫正

6.5.1 钢材可采用机械矫正、加热矫正、加热与机械联合矫正等方法。

6.5.2 碳素结构钢和低合金结构钢采用加热矫正时，加热温度应控制在 $700^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ ，最高温度严禁超过 900°C ，最低温度也不得低于 600°C 。

6.5.3 矫正后，钢材表面不应有明显的凹痕或损伤，划痕深度不得大于 0.5mm ，且不应超过钢材厚度允许负偏差的 $1/2$ 。

6.6 组装

6.6.1 钢栈桥板可采用手工焊、熔化焊、气体保护电弧焊等方式焊接组装。

6.6.2 钢栈桥板焊缝质量等级应符合设计要求，当设计无要求时应符合国家现行标准《钢结构设计规范》（GB50017）的规定。

6.6.3 钢栈桥板焊接应符合国家现行标准《钢结构焊接规范》（GB50661）的规定，并进行焊接工艺评定，确定适宜的焊接工艺参数。

6.6.4 钢栈桥板应在组装平台上进行组装。组装平台应有足够的强度和刚度，组装过程中应不发生影响组装精度的变形。组装平台组装面的翘曲应不大于 3mm ，应每 3 月检查 1 次。

6.6.5 组装前应对组装用的板件进行检查和检测，板件表面不得有锈蚀、污垢。符合设计要求和国家现行有关标准后进行组装。

6.6.6 钢栈桥板纵向和横向肋板的拼接和矫正应在组装前完成。焊接处的接触面及沿边缘 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$ 范围内的铁锈、毛刺、污垢等应在组装前清理干净。

6.6.7 钢栈桥板的底板、纵向和横向肋板应按设计要求准确就位，并可采用专用夹具或焊接定位。采用专用夹具定位时应保证定位可靠，不会在后续制作过程中发生移位。采用焊接定位时可用点焊，每处焊缝长度宜为 30mm ，间距宜控制 $300\text{mm} \sim 500\text{mm}$ 之间。

6.6.8 钢栈桥板应按焊接工艺焊接。焊缝的位置、长度、高度等应符合设计要求，焊接的先后次序

应有利于减少焊接造成的变形和焊接应力，焊接产生的变形应符合设计要求和有关标准规定，焊接强度不得低于母材强度。

6.6.9 钢栈桥板面板封板前应对组装后内部纵向和横向肋板位置等逐件进行检查和检测，钢栈桥板内部纵向和横向肋板位置偏差应不大于 3mm，且应不得影响后续生产制作要求。

6.6.10 钢栈桥板面板封板前应对组装后内部纵向和横向肋板焊缝外观质量逐件、逐处进行检查和检测。焊缝外观质量应符合表 6.6.10 的规定。

表 6.6.10 焊缝外观质量要求

检验项目	焊缝质量等级		
	一级	二级	三级
裂纹	不允许	不允许	不允许
未焊满	不允许	$\leq 0.2\text{mm} + 0.02$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 每 100mm 长度焊缝内未	$\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$, 每 100mm 长度焊缝内未
根部收缩	不允许	$\leq 0.2\text{mm} + 0.02$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 长度不限	$\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$, 长度不限
咬边	不允许	$\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$, 连续 长度 $\leq 100\text{mm}$, 且焊缝两侧	$\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 长度不限
电弧擦伤	不允许	不允许	允许存在个别电弧擦伤
接头不良	不允许	缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$, 每 1000mm 长度	缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 每 1000mm 长度焊
表面气孔	不允许	不允许	每 50mm 长度焊缝内允许 存在直径 $< 0.4t$ 且 $\leq 3\text{mm}$ 的
表面夹渣	不允许	不允许	深 $\leq 0.2t$, 长 $\leq 0.5t$ 且 $\leq 20\text{mm}$
注：t 为钢材的厚度			

6.6.11 钢栈桥板焊缝内部缺陷检验应符合设计要求和国家现行标准《钢结构工程施工验收标准》（GB50205）、《钢结构焊接规范》（GB50661）的有关规定。对一级、二级焊缝应进行内部缺陷无损检验。一级、二级焊缝质量等级和检验要求应符合表 6.6.11 的规定。

表 6.6.11 一级、二级焊缝质量等级及无损检验要求

焊缝质量等级		一级	二级
内部缺陷 超声波探伤	缺陷评定等级	II	III
	检验等级	B级	B级

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/826205115220010131>