



ICS 号 25.160.10

CCS 号 C3311

T/DASIV 004-2025

团体标准

T/DASIV 004-2025

中重型热轧 H 型钢焊接技术规程

Recommended welding process specification for medium and heavy duty
hot-rolled H-shaped steel

2024-11-14 发布

2025-12-01 实施

长三角钢铁产业发展协会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 H型钢分类、尺寸及表示方法	1
5 一般要求	2
5.1 人员	2
5.2 焊前准备	2
5.3 焊接要求	3
5.4 钢结构设计标准	3
5.5 焊缝质量等级要求	3
5.6 工程实验要求	4
5.7 焊缝连接结构要求	4
5.8 材料要求	6
5.9 焊接工艺文件	6
6 焊缝连接计算	6
6.1 对接焊缝或对接与角接组合焊缝强度计算	6
6.2 直角角焊缝强度计算	6
6.3 斜角角焊缝厚度计算	7
6.4 部分熔透的对接焊缝和 T 形对接与角接组合焊缝的强度计算	7
6.5 圆形塞焊焊缝和圆孔或槽孔内角焊缝的强度计算	8
6.6 角焊缝的搭接焊缝连接计算	8
6.7 焊接截面工字形梁翼缘与腹板的焊缝连接强度计算	8
7 焊接	8
7.1 焊前预热和道间温度	9
7.2 焊接工艺要求	9
7.3 焊后的处理	9
8 未来展望	10
附录 A (资料性) 焊接工艺指导书	11
附录 B (资料性) 焊接记录表	12

前 言

根据长三角钢铁产业发展协会团体标准《中重型热轧 H 型钢焊接技术规程》立项文件的要求,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。标准编写委员会经广泛调查研究、认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,充分考虑国内行业需要并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分 8 章和 2 个附录,主要技术内容包括:范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、焊接工艺、未来展望等。

本文件的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

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。

本文件由长三角钢铁产业发展协会标准化专业委员会归口。由长三角钢铁产业发展协会负责具体内容的解释。

请各使用单位在执行本标准过程中,注意总结经验,积累资料,随时将有关意见和建议反馈至长三角钢铁产业发展协会标准化专业委员会(电子邮箱: dasiv2020@163.com)。

本文件起草单位、编写人员如下:

主编单位: 上海宝冶集团有限公司 江苏科技大学

副主编单位: 包头职业技术学院

温州大学

中南大学

安徽科技学院

安徽工程大学

编委单位: 安徽艾维特钢结构有限公司

中南林业科技大学

机械工业第六设计研究院有限公司

中铁宝桥集团有限公司

中铁山桥集团有限公司

中国十七冶集团有限公司

中国葛洲坝集团机械船舶有限公司

浙江东南网架股份有限公司

钢铁研究总院有限公司

山东大学

福建三钢闽光股份有限公司

郑州宝冶钢结构有限公司

北京盈建科软件股份有限公司

华东建筑设计研究院有限公司

浙江大学建筑设计研究院有限公司

唐山开元自动焊接装备有限公司

宝钢钢构有限公司

精工绿筑科技集团有限公司

广州大学

广东威尔泰克科技有限公司



T/DASIV 004-2025

主编委员： 吝健全 胡庆贤

副主编委员： 冯岩青 陈希章 丁发兴 郭 纯 王 刚 魏国春

编委成员： 吕才杰 吕晓勇 刘宇翔 刘 涛 车 平 徐向军 房 政 张建中
周观根 方 兴 王卫卫 贾传宝 潘建洲 赵前程 许航佳 李保盛
黄永强 吕伟锋 郑晓清 徐瑞强 沈佳星 邱仙荣 徐忠根 宋军民

中重型热轧 H 型钢焊接技术规程

1 范围

本文件规定了中重型热轧 H 型钢采用电弧焊焊接的一般要求、焊缝连接计算、焊接等技术规程。

本文件适用于 300Kg/m 以上的中重型热轧 H 型钢。

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标准必不可少的条款，其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口

GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第 1 部分：X 和伽玛射线的胶片技术

GB/T 3323.2 焊缝无损检测 射线检测 第 2 部分：使用数字化探测器的 X 和伽玛射线技术

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 6417.1 金属熔化焊接头缺欠分类及说明

GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 25778 焊接材料采购指南

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50661 钢结构焊接规范

GB 55006 钢结构通用规范

JB/T 3223 焊接材料质量管理规程

JB/T 6046 碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法

YB/T 4831 厚度方向性能热轧 H 型钢

YB/T 4832 重型热轧 H 型钢

T/CWAN 0002 焊接车间烟尘卫生标准

T/CWAN 0009 焊接术语 熔化焊

JIS G 3106 焊接结构用轧制钢材

3 术语和定义

GB/T 11263 和 T/CWAN 0009 规定的术语适用于本文件。

4 H 型钢分类、尺寸及表示方法

中重型热轧 H 型钢可分为：H 型钢（“H”表示通用 H 型钢）和 HK 型钢（“HK”表示扩展 H 型钢），H 型钢的截面图示及标注符号分别如下图 1 所示。

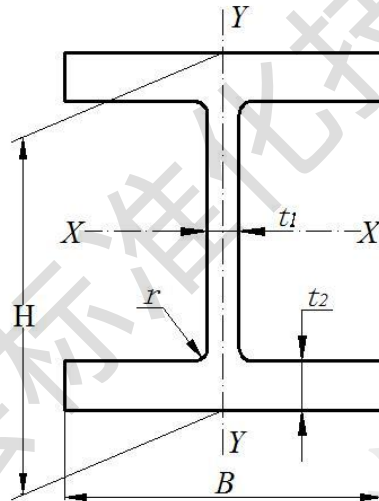


图 1 H 型钢的截面图

标引符号说明:

H ——高度; B ——宽度; t_1 ——腹板厚度; t_2 ——翼缘厚度; r ——圆角半径;

$X-X$ ——重心横向轴线; $Y-Y$ ——重心纵向轴线。

5 一般要求

5.1 人员

5.1.1 焊接技术人员 (焊接工程师) 应具有相应的资格; 大型重要的钢结构工程, 焊接技术负责人应取得中级及以上技术职称并有五年以上焊接生产或施工实践经验。

5.1.2 在对热轧 H 型钢产品进行焊接时, 应指派持有对应钢材种类、焊接节点形式、焊接方法、焊接位置的资格证的操作人员严格按照 GB50205、GB50661 的相关规定进行操作。

5.1.3 焊缝无损检测人员应取得国家专业考核机构颁发的等级证书, 并按证书合格项目及权限从事焊缝无损检测工作。

5.1.4 焊接质量检验人员应接受过焊接专业的技术培训, 并应经岗位培训取得相应的质量检验资格证书。

5.1.5 焊接热处理人员应具备相应的专业知识。

5.2 焊前准备

5.2.1 切割

5.2.1.1 在对中重型热轧 H 型钢进行切割及焊接时, 应由具有相应资格的操作人员按照相应的规范进行操作。

5.2.1.2 当中重型热轧 H 型钢切割时的环境温度 $> 5^{\circ}\text{C}$, 应对切割棱角部位进行圆弧过渡处理, 圆弧半径 $\geq 25\text{mm}$ 。

5.2.1.3 当中重型热轧 H 型钢切割时的环境温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$, 应在腹板与翼缘的交界处、切割的起始部位钻小孔 (直径 $20\text{mm} \sim 30\text{mm}$)。当采用火焰切割时, 应在切割前对切割部位进行预热处理, 预热温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$; 在切割完毕后, 应立即对切割端面进行消应力处理。

5.2.1.4 采用热切割方法加工的坡口表面质量应符合现行行业标准《热切割 气割质量和尺寸偏差》JB/T 10045.3 的有关规定; 钢材厚度不大于 100mm 时, 割纹深度不应大于 0.2mm ; 钢材厚度大于 100mm 时, 割纹深度不应大于 0.3mm 。

5.2.2 坡口准备

焊接接头坡口的加工或缺陷的清除可采用机加工、热切割、碳弧气刨、铲凿或打磨等方

法。在焊接作业前，清除待焊接的表面及其周边 30mm 的区域内油污、铁锈以及其他污染物。

5.2.3 施工要求

5.2.3.1 对于焊接现场的环境条件，焊条电弧焊、埋弧焊和自保护药芯焊丝电弧焊，其焊接作业区最大风速不宜超过 8m/s，气体保护电弧焊不宜超过 2m/s，如果超出上述范围，应在焊接施工现场采取有效防护措施以保障焊接电弧区域不受影响。

5.2.3.2 当施焊现场的环境温度低于 0℃ 但不低于 -10℃ 时，应采取加热或防护措施，并确保接头焊接处各方向不小于 2 倍板厚且不小于 100mm 范围内的母材温度满足焊接工艺要求。当焊接环境温度低于 -10℃ 时，必须进行相应的焊接环境下的工艺评定试验，并应在评定合格后再进行焊接，如果不符合上述规定，严禁焊接。

5.3 焊接要求

5.3.1 焊接材料应具有焊接材料厂出具的产品质量证明书或检验报告。

5.3.2 首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、接头形式、焊接位置、焊后热处理制度以及焊接工艺参数、预热和后热措施等各种参数的组合条件，应在钢结构构件制作及安装施工之前按照规定程序进行焊接工艺评定，并制定焊接工艺规程，焊接施工过程应遵守焊接工艺规程规定。

5.3.3 全部焊缝应进行外观检查。要求全焊透的一级、二级焊缝应进行内部缺陷无损检测，一级焊缝探伤比例应为 100%，二级焊缝探伤比例应不低于 20%。

5.3.4 焊接质量抽样检验结果判定应符合以下规定：

a) 除裂纹缺陷外，抽样检验的焊缝数不合格率小于 2% 时，该批验收合格；抽样检验的焊缝数不合格率大于 5% 时，该批验收不合格；抽样检验的焊缝数不合格率为 2%~5% 时，应按不少于 2% 探伤比例对其他未检焊缝进行抽检，且必须在原不合格部位两侧的焊缝延长线各增加一处，在所有抽检焊缝中不合格率不大于 3% 时，该批验收合格，大于 3% 时，该批验收不合格。

b) 当检验有 1 处裂纹缺陷时，应加倍抽查，在加倍抽检焊缝中未再检查出裂纹缺陷时，该批验收合格；检验发现多处裂纹缺陷或加倍抽查又发现裂纹缺陷时，该批验收不合格，应对该批余下焊缝的全数进行检验。

c) 批量验收不合格时，应对该批余下的全部焊缝进行检验。

5.4 钢结构焊接连接构造设计

钢结构焊接连接构造设计应符合下列规定：

- a) 尽量减少焊缝的数量和尺寸；
- b) 焊缝的布置宜对称于构件截面的形心轴；
- c) 节点区留有足够空间，便于焊接操作和焊后检测；
- d) 应避免焊缝密集和双向、三向相交；
- e) 焊缝位置宜避开最大应力区；
- f) 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。

5.5 焊缝质量等级要求

5.5.1 焊缝的质量等级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下列原则选用。

5.5.2 在承受动荷载且需要进行疲劳验算的构件中，凡要求与母材等强连接的焊缝应焊透，其质量等级应符合下列规定：

a) 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;

b) 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;

c) 重级工作制(A6 ~ A8)和起重量 $Q \geq 50t$ 的中级工作制(A4、A5)吊车梁的腹板与上翼缘之间以及吊车桁架上弦杆与节点板之间的 T 形连接部位焊缝应焊透, 焊缝形式宜为对接与角接的组合焊缝, 其质量等级不应低于二级。

5.5.3 在工作温度等于或低于 -20°C 的地区, 构件对接焊缝的质量不得低于二级。

5.5.4 不需要疲劳验算的构件中, 凡要求与母材等强的对接焊缝宜焊透, 其质量等级受拉时不应低于二级, 受压时不宜低于二级。

5.5.5 部分焊透的对接焊缝、采用角焊缝或部分焊透的对接与角接组合焊缝的 T 形连接部位, 以及搭接连接角焊缝, 其质量等级应符合下列规定:

a) 直接承受动荷载且需要疲劳验算的结构和吊车起重量等于或大于 $50t$ 的中级工作制吊车梁以及梁柱、牛腿等重要节点不应低于二级;

b) 其他结构可为三级。

5.6 工程实验要求

焊接工程中, 首次采用的新钢种应进行焊接性试验, 合格后应根据现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定进行焊接工艺评定。

5.7 焊缝连接结构要求

5.7.1 受力和构造焊缝可采用对接焊缝、角接焊缝、对接与角接组合焊缝、塞焊焊缝、槽焊焊缝, 重要连接或有等强要求的对接焊缝应为熔透焊缝。较厚板件或无需焊透时可采用部分熔透焊缝。对受动力荷载的构件, 当垂直于焊缝长度方向受力时, 不宜采用未焊透焊缝。

5.7.2 对接焊缝的坡口形式, 宜根据板厚和施工条件按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 要求选用。

5.7.3 不同厚度和宽度的材料对接时, 应作平缓过渡, 其连接处坡度值不宜大于 $1:2.5$, 且在无塞焊、槽焊等其他措施时, 两条对接焊缝间距不应大于较薄件厚度 t 的 16 倍 (见图 2)。

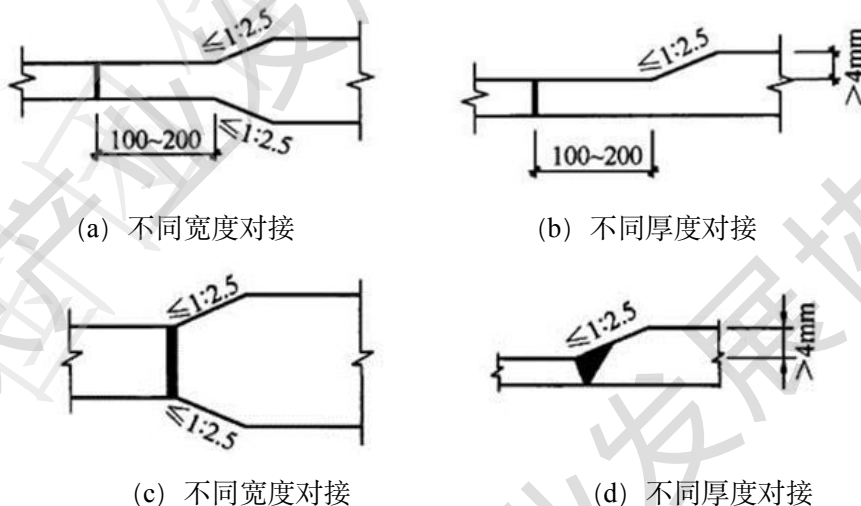


图 2 对接焊缝

a) 对接与角接组合焊缝和 T 形连接的全焊透坡口焊缝应采用角焊缝加强, 加强焊脚尺寸不应大于连接部位较薄件厚度的 $1/2$, 但最大值不得超过 10mm ;

b) 承受动荷载需经疲劳验算的连接。当拉应力与焊缝轴线垂直时, 严禁采用部分焊透对接焊缝;

- c) 除横焊位置以外，不宜采用 L 形和 J 形坡口；
- d) 不同板厚的对接连接承受动载时，应按本标准的 4.7.3 条的规定做成平缓过渡。

5.7.4 焊接接头承受动活载时，塞焊、槽焊、角焊的规定，与现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定保持一致。

5.7.5 角焊缝的尺寸应符合下列规定：

- a) 角焊缝的最小计算长度应为其焊脚尺寸的 8 倍，且不应小于 40mm；焊缝计算长度应扣除引弧、收弧长度后的焊缝长度；
- b) 断续角焊缝焊段的最小长度不应小于最小计算长度；
- c) 被焊构件中较薄板厚度不小于 25mm 时，宜采用开局部坡口的角焊缝；
- d) 采用角焊缝焊接连接，不宜将厚板焊接到较薄板上。

5.7.6 搭接连接角焊缝的尺寸及布置应符合下列规定：

- a) 传递轴向力的部件，其搭接连接最小搭接长度应为较薄件厚度的 5 倍，且不应小于 25mm（图 3），并应施焊纵向或横向双角焊缝；

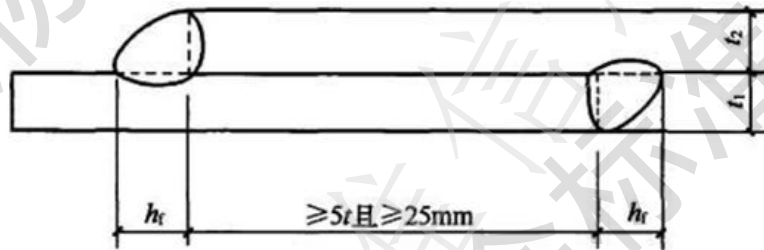


图 3 搭接焊缝的搭接长度

- b) 采用纵向角焊缝连接型钢杆件端部时，型钢杆件的翼缘板宽度不应大于 200mm，当宽度大于 200mm 时，应加横向角焊缝或中间塞焊；型钢杆件每一侧纵向角焊缝的长度不应小于型钢杆件的宽度；
- c) 型钢杆件搭接连接采用围焊时，在转角处应连续施焊。杆件端部搭接角焊缝作绕焊时，绕焊长度不应小于焊脚尺寸的 2 倍，并应连续施焊；
- d) 搭接焊缝沿母材棱边的最大焊脚尺寸，当板厚不大于 6mm 时，应为母材厚度，当板厚大于 6mm 时，应为母材厚度减去 1mm~2mm（图 4）；

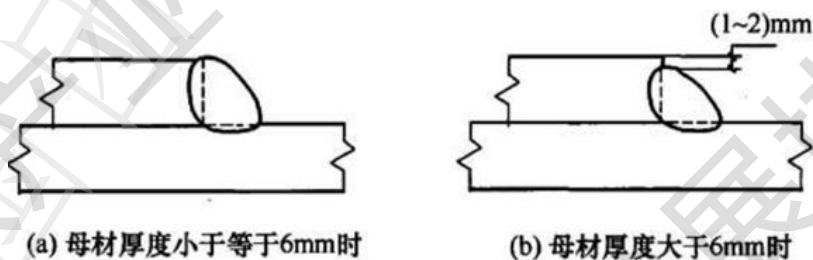


图 4 搭接焊缝沿母材棱边的最大焊脚尺寸

5.7.7 塞焊和槽焊焊缝的尺寸、间距、焊缝高度应符合下列规定：

- a) 塞焊和槽焊的有效面积应为贴合面上圆孔或长槽孔的标称面积。
- b) 塞焊焊缝的最小中心间隔应为孔径的 4 倍，槽焊焊缝的纵向最小间距应为槽孔长度的 2 倍，垂直于槽孔长度方向的两排槽孔的最小间距应为槽孔宽度的 4 倍。
- c) 塞焊孔的最小直径不得小于开孔板厚度加 8mm，最大直径应为最小直径加 3mm 和开孔件厚度的 2.25 倍两值中较大者。槽孔长度不应超过开孔件厚度的 10 倍，最小及最大槽

宽规定应与塞焊孔的最小及最大孔径规定相同。

d) 塞焊和槽焊的焊缝高度应符合下列规定:

- 1) 当母材厚度不大于 16mm 时, 应与母材厚度相同;
- 2) 当母材原度大于 16mm 时, 不应小于母材厚度的一半和 16mm 两值中较大者。

e) 塞焊焊缝和槽焊焊缝的尺寸应根据贴合面上承受的剪力计算确定。

5.7.8 在次要构件或次要焊接连接中, 可采用断续角焊缝。断续角焊缝焊段的长度不得小于 10 倍 h_f 或 50mm 中较大者, 其净距不应大于 15t(对受压构件)或 30t(对受拉构件), t 为较薄焊件厚度。腐蚀环境中不宜采用断续角焊缝。

5.8 材料要求

5.8.1 焊接母材应符合其对应的现行国家标准或供货协议的相关规定。

5.8.2 焊接材料, 如焊条、焊丝、焊剂、保护气体等, 应符合其对应的现行国家标准的标准或供货协议的相关规定。

5.8.3 焊接材料的存储、保管和发放应符合相关技术规定, 标识完整清晰, 防潮, 并避免焊接材料接触油、水、锈等污染。

5.8.4 焊接材料在焊接前、使用过程中需要清除锈、垢、油污。

5.9 焊接工艺文件

5.9.1 焊接工艺指导书可参考本标准附录 A 要求编制, 应包括但不限于以下焊接参数:

- a) 焊接材料牌号、规格;
- b) 母材牌号、规格;
- c) 焊接位置、方法、接头形式;
- d) 设备型号;
- e) 层间温度;
- f) 保护气体类型、流量。
- g) 焊接参数

6 焊缝连接计算

6.1 对接焊缝或对接与角接组合焊缝强度计算

6.1.1 在对接和 T 形连接中, 垂直于轴心拉力或轴心压力的对接焊接或对接与角接组合焊缝, 其强度应按公式 (1) 计算:

$$\sigma = \frac{N}{l_w h_e} \leq f_t^w \text{ 或 } f_c^w \quad (1)$$

式中:

N——轴心拉力或轴心压力 (N);

l_w ——焊缝长度 (mm);

h_e ——对接焊缝的计算厚度 (mm), 在对接连接节点中取连接件的较小厚度, 在 T 形连接节点中取腹板的厚度;

f_t^w 、 f_c^w ——对接焊缝的抗拉、抗压强度设计值 (N/mm^2)。

6.1.2 在对接和 T 形连接中, 承受弯矩和剪力共同作用的对接焊缝或对接与角接组合焊缝, 其正应力和剪应力应分别进行计算。但在同时受有较大正应力和剪应力处 (如梁腹板横对接焊缝的端部) 应按公式 (2) 计算折算应力:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1.1f_t^w \quad (2)$$

6.2 直角角焊缝强度计算

6.2.2 在通过焊缝形心的拉力、压力或剪力作用下，正面角焊缝（作用力垂直于焊缝长度方向）应按公式（3）计算，侧面角焊缝（作用力平行于焊缝长度方向）应按公式（4）计算：

$$\sigma_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq \beta_f f_f^w \quad (3)$$

$$\tau_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq f_f^w \quad (4)$$

6.2.3 在各种力综合作用下， σ_f 和 τ_f 共同作用处：

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_f}{\beta_f}\right)^2 + \tau_f^2} \leq f_f^w \quad (5)$$

式中：

σ_f ——按焊缝有效截面（ $h_e l_w$ ）计算，垂直于焊缝长度方向的应力（N/mm²）；

τ_f ——按焊缝有效截面计算，沿焊缝长度方向的剪应力（N/mm²）；

h_e ——直角角焊缝的计算厚度（mm），当两焊件间隙 $b \leq 1.5\text{mm}$ 时， $h_e = 0.7h_f$ ；

1.5mm $< b \leq 5\text{mm}$ 时， $h_e = 0.7(h_f - b)$ ， h_f 为焊脚尺寸（图5）；

l_w ——角焊缝的计算长度（mm），对每条焊缝取其实际长度减去 2h；

f_{wf} ——角焊缝的强度设计值（N/mm²）；

β_f ——正面角焊缝的强度设计值增大系数，对承受静力荷载和间接承受动力荷载的结构， $\beta_f = 1.22$ ；对直接承受动力荷载的结构， $\beta_f = 1.0$ 。

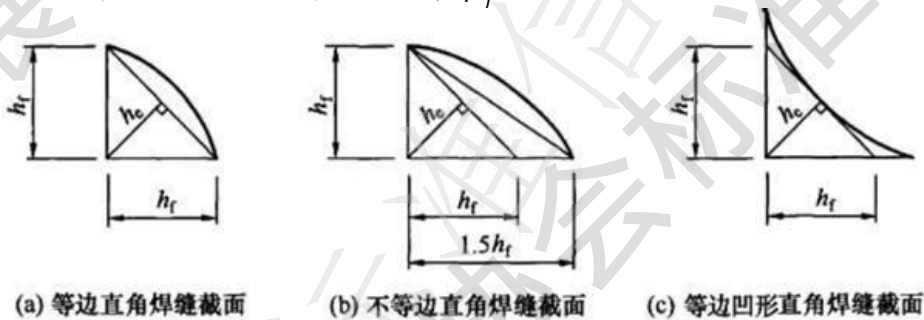


图5 直角角焊缝截面

6.3 斜角角焊缝厚度计算

6.3.1 两焊脚边夹角为 $60^\circ \leq \alpha \leq 135^\circ$ 的 T 形连接的斜角角焊缝（图6），其强度应按本标准式（3）~式（5）计算，但取 $\beta_f = 1.0$ ，其计算厚度 h_c 的计算应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 规定。

6.3.2 当 $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ 或 $\alpha < 30^\circ$ 时，斜角角焊缝计算厚度 h_c 应按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的有关规定计算取值。

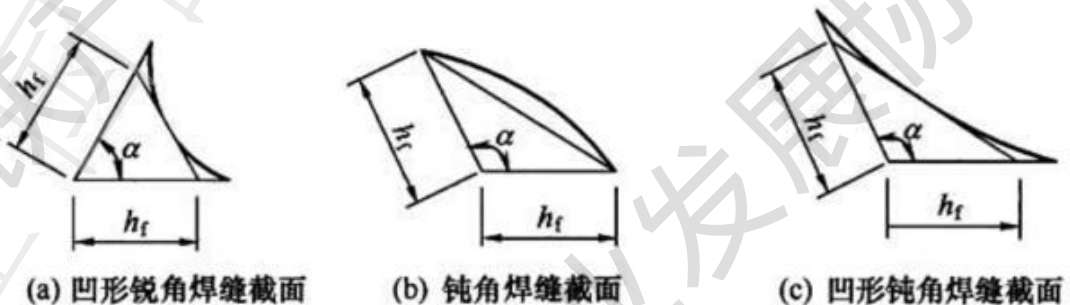


图6 T形连接的斜角角焊缝截面

6.4 部分熔透的对接焊缝和 T 形对接与角接组合焊缝的强度计算

部分熔透的对接焊缝（图7）和 T 形对接与角接组合焊缝[图7（c）]的强度计算其强度

应按本标准式 (3) ~式 (5) 计算, 当熔合线处焊缝截面边长等于或接近于最短距离 s 时, 抗剪强度设计值应按角焊缝的强度设计值的 0.9 倍计算。在垂直于焊缝长度方向的压力作用下, 取 $\beta_f=1.22$, 其他情况取 $\beta_f=1.0$, 其计算厚度 h_e 宜按下列规定取值, 其中 s 为坡口深度, 即根部至焊缝表面 (不考虑余高) 的最短距离 (mm); α 为 V 形、单边 V 形或 K 形坡口角度:

- a) V 形坡口 [图 7 (a)]: 当 $\alpha \geq 60^\circ$ 时, $h_e = s$; 当 $\alpha < 60^\circ$ 时, $h_e = 0.75s$;
- b) U 形和 J 形坡口 [图 7 (b)]: 当 $\alpha=45^\circ \pm 5^\circ$ 时, $h_e = s$;
- c) 单边 V 形和 K 形坡口 [图 7 (c)]: 当 $\alpha=45^\circ \pm 5^\circ$ 时, $h_e = s - 3$ 。

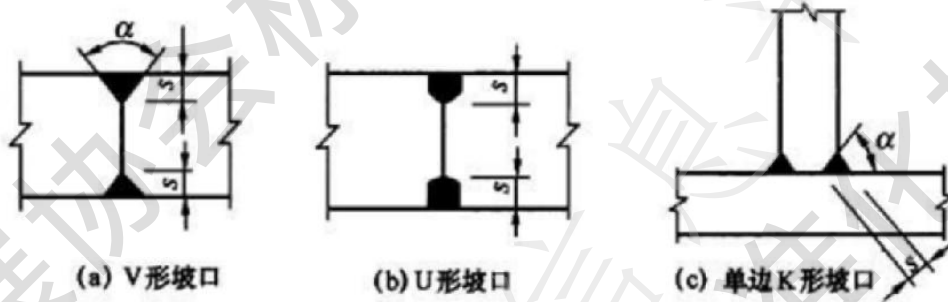


图 7 部分熔透的对接焊缝和 T 形对接与角接组合焊缝截面

6.5 圆形塞焊焊缝和圆孔或槽孔内角焊缝的强度计算

圆形塞焊焊缝和圆孔或槽孔内角焊缝的强度计算分别按式 (6) 和式 (7) 计算。

$$\tau_f = \frac{N}{A_w} \leq f_f^w \quad (6)$$

$$\tau_f = \frac{N}{h_e l_w} \leq f_f^w \quad (7)$$

式中:

A_w ——塞焊圆孔面积;

l_w ——圆孔内或槽孔内角焊缝的计算长度。

6.6 角焊缝的搭接焊缝连接计算

当焊缝计算长度 l_w 超过 $60h_f$ 时, 焊缝的承载力设计值应乘以折减系数 α_f , $\alpha_f = 1.5 - \frac{l_w}{120h_f}$, 并不小于 0.5。

6.7 焊接截面工字形梁翼缘与腹板的焊缝连接强度计算

6.7.1 双面角焊缝连接, 其强度应按下式 (8) 计算, 当梁上翼缘受有固定集中荷载时, 宜在该处设置顶紧上翼缘的支承加劲肋。按式 (8) 计算时取 $F=0$ 。

$$\frac{l}{2h_e} \sqrt{\left(\frac{VS_f}{I}\right)^2 + \left(\frac{\psi F}{\beta_f l_z}\right)^2} \leq f_f^w \quad (8)$$

式中:

S_f ——所计算翼缘毛截面对梁中和轴的面积矩 (mm^3);

I ——梁的毛截面惯性矩 (mm^4);

F 、 ψ 、 l_z ——按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 规定采用。

6.7.2 当腹板与翼缘的连接焊缝采用焊透的 T 形对接与角接组合焊缝时, 其焊缝强度可不计算。

7 焊接

7.1 焊前预热和道间温度

7.1.1 预热不应影响预热区材料的性能，不得把污染物带入被焊件的坡口或部件的表面，保温层不得妨碍焊接操作。

7.1.2 预热温度和道间温度应根据钢材的化学成分、接头的拘束状态、热输入大小、熔覆金属含氢量水平及所采用的焊接方法等综合因素确定或进行焊接试验。

7.1.3 对 Q355 及以下强度级别钢板一般推荐预热要求：气体保护弧焊预热温度 150-200℃，层间温度为 200-250℃；焊条电弧焊和自保护预热温度为 200-250℃，层间温度为 200-300℃；熔化极气体保护焊预热温度为 200-250℃，层间温度为 200-300℃；埋弧弧焊预热温度为 100-150℃，层间温度 100-200℃；

7.2 焊接工艺要求

7.2.1 焊接施工前，施工单位应制定焊接工艺文件用于指导焊接施工，工艺文件可依据现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 第 6 章规定的焊接工艺评定结果进行制定。

7.2.2 焊接过程中应控制焊缝的热输入量，焊接参数应符合《钢结构焊接规范》GB50661 的规定。

7.2.3 由于中重型热轧 H 型钢在焊接中易出现冷裂纹，因此焊接时应采取防止裂纹产生的措施（如后热、缓冷、保温等）。再焊时，应仔细检查并确认无裂纹后，方可按照工艺要求继续施焊。

7.2.4 焊缝多层多道焊接时应连续施焊，逐层检查，层道间焊缝及时清理干净焊渣及表面飞溅物等，经自检合格后方可焊接次层焊缝。遇有中断施焊的情况，应采取适当的保温措施，必要时进行再次预热，再次焊接时重新预热温度应高于初始预热温度。多层多道焊的接头应错开。

7.2.5 用锤击法消除中间焊层应力时，应使用圆头手锤或小型振动工具进行，不对根部焊缝、盖面焊缝或焊缝坡口边缘的母材进行锤击。

7.2.6 焊接过程中应做好相关记录，包括每层每道焊接参数。焊接记录表可参考附录 B。

7.3 焊后的处理

7.3.1 返修焊应符合下列规定：

a) 焊缝金属的缺欠超过相应的质量验收标准时，可采用砂轮打磨、碳弧气刨、铲凿或机械加工等方法彻底清除后进行焊缝返修。

b) 焊接返修的预热温度比正常焊接的预热温度提高 30℃~50℃，并应采用低氢焊接材料和焊缝方法进行焊接。

c) 焊接裂纹的返修，应先查明裂纹产生原因，制定专门的返修工艺方案后再进行返修。

d) 返修人员应为持有相应的资格证书，并具有丰富的焊接经验。

e) 修焊的焊缝应按原检测方法和质量标准进行检验验收，重大缺陷的返修焊应填报返修施工记录和返修前后的无损检测报告，作为工程验收及存档资料。

7.3.2 焊接变形超标的构件应采用机械方法或局部加热的方法进行矫正。

7.3.3 当要求进行焊后消除应力时，需经疲劳验算的动载荷结构中承受拉应力的对接接头或焊缝密集的节点或构件，宜采用电加热局部退火和加热炉整体退火等方法进行消除应力处理；如仅为稳定结构尺寸，可采用振动法消除应力，按现行行业标准《焊接构件振动时效工艺参数选择及技术要求》JB/T 10375 的有关规定执行。

7.3.4 焊后热处理应符合 H 型钢材料所对应的现行行业标准。如碳钢、低合金钢构件应符合现行行业标准《碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法》JB/T 6046 的有关规定。

7.3.5 当要求进行焊后消氢热处理时，加热温度应为 250℃~300℃，保温时间应根据工件板

厚按每 25mm 不小于 0.5h, 且总保温时间不得小于 2h 确定。达到保温时间后应缓冷至常温。消氢热处理的加热和测温方法按现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 有关规定执行。

7.3.6 在焊后进行的热处理、消氢处理、消除应力处理及返修工作, 应做好操作过程记录和资料留存, 确保有据可查。

8 未来展望

重型热轧 H 型钢产品种类多, 焊接工艺研究处于起步阶段, 通过对重型热轧 H 型钢进行焊接工艺开发, 建立产品的焊接数据库, 以便实现对各规格产品的焊接工艺覆盖。

通过自主开发、校企合作, 为客户进行相关产品的售后服务, 提供完整的焊接建议, 减少焊接问题的出现。

结合具体工程项目, 开展采用热轧 H 型钢与焊接 H 型钢的典型钢结构, 以及钢结构、钢混结构和混凝土结构之间的全面对比。

附录 A

(资料性)

焊接工艺指导书

焊接工艺指导书见表 A.1。

表 A.1 焊接工艺指导书

XXX 项目焊接工艺指导书						第 页	共 页	
焊接方法			焊接位置					
接头形式			根部间隙					
加工方法			组对方式					
焊前坡口简图				焊道分布简图				
母材				填充金属				
名称	钢号	标准号	规格 (mm)	焊材型号或牌号	焊材标准	焊材直径		
母材 1								
母材 2								
焊道序号	类型 极性	电流 A	电压 V	焊接速度 mm/s	热输入 J/mm	保护气体		道间温度 ℃
						类型	流量 L/min	
电特性: 电流种类: _____ 极性: _____						最大焊道厚度: _____		
预热: 预热温度: _____℃ 加热方式: _____ 道间温度: _____℃				焊后热处理: 升温速率: _____℃/h 降温速率: _____℃/h 保温温度: _____℃ 保温时间: _____℃ 加热方式: _____ 其他: _____				
后热: 后热温度: _____℃ 保温时间: _____℃ 加热方式: _____℃ 其他: _____℃								
其他:								

附录 B
(资料性)
焊接记录表

焊接记录表见表 B.1。

表 B.1 焊接记录表

焊接记录										第	页	共	页
焊缝编号						焊道分布图							
母材钢号、规格													
母材炉批号													
焊材 1	牌号、规格												
	炉批号												
焊材 2	牌号、规格												
	炉批号												
焊接方法、位置													
焊道 序号	类型 极性	电流 A	电压 V	焊接速 度 mm/s	热输入 J/mm	保护气体		道间温度℃					
						类型	流量 L/min						
							正面			背面			
环境温度: ____℃ 湿度: ____ 预热温度: ____℃													
备注:													
焊接操作人员/日期					监督人/日期								