

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-2024

钢结构制造高效定位焊接技术规范

Technical specification for efficient positioning welding for steel
structure manufacturing

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 基本要求 3

5 材料要求 4

6 焊前准备 4

7 焊接工艺 5

8 焊接检验 8

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。

本文件由浙江钜实桥梁钢构有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：浙江钜实桥梁钢构有限公司。

本文件主要起草人：×××

钢结构制造高效定位焊接技术规范

1 范围

本文件规定了钢结构制造高效定位焊接技术的术语和定义、基本要求、材料要求、焊前准备、焊接工艺、焊接检验。

本文件适用于钢结构件的电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、弧焊等工艺的高效定位焊接。

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 3375 焊接术语
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 8110 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/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
- GB/T 17493 热强钢药芯焊丝
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- JB/T 6046 碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法

3 术语和定义

GB/T 3375 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本要求

- 4.1 技术人员应根据设计文件、工况要求以及制造现场条件等实际情况，编制每个焊接接头的焊接工艺文件。
- 4.2 焊接方法的确定应根据结构的使用要求、焊缝类别、焊接设备、焊工操作技能、施工条件及经济效益等综合考虑。
- 4.3 焊接人员中的焊接技术人员、焊工与焊机操作工、焊接热处理人员、焊接质量检查人员、焊接检测人员、焊接工程监理人员的考核应分别按有关文件的规定执行。
- 4.4 焊接工作应遵守国家和行业的安全、环保规定以及其他专门规定。
- 4.5 应使用夹具以及转台等焊接工装，便于焊件的组装、焊缝的观察和焊接操作。

5 材料要求

- 5.1 焊接材料种类包括焊条、焊丝、焊剂、气体、电极和衬垫等。
- 5.2 相同钢号母材焊接时，选用焊接材料应保证焊缝金属的力学性能高于或等于母材规定的限值必要时，其他性能也不应低于母材相应要求。
- 5.3 不同钢号母材焊接时，选用焊接材料应保证焊缝金属的抗拉强度高于或等于强度较低母材抗拉强度下限值，且不超过强度较高母材文件规定的上限值。
- 5.4 焊接材料应有产品质量证明书，并符合相应文件的规定。使用前，应按相关文件验收或复验，合格后方可使用。
- 5.5 同种钢焊接材料的选用应符合下列规定：
- a) 力学性能应与母材相当；
 - b) 对不锈钢结构，应首先考虑熔敷金属的化学成分；
 - c) 焊接工艺性能良好；
 - d) 有特殊性能要求的，其性能不应低于母材相应要求。
- 5.6 不锈钢复合钢焊接材料的选用应符合下列规定：
- a) 不锈钢复合钢基层相焊，选用焊接材料应与基层母材化学成分和力学性能相当；
 - b) 过渡焊缝焊接材料应选择 Cr、Ni 含量高的双相不锈钢焊材；
 - c) 复层钢材选用焊接材料应保证焊缝金属的耐腐蚀性能。
- 5.7 焊接材料使用前，焊丝需除油、锈，保护气体应保持干燥。
- 5.8 焊接材料贮存场所应干燥、通风良好，应由专人保管、烘干、发放和回收，并应有详细记录。
- 5.9 电弧焊用焊条应符合 GB/T 5117、GB/T 5118 的规定。
- 5.10 气体保护焊焊丝应符合 GB/T 8110、GB/T 10045、GB/T 17493 的规定。
- 5.11 埋弧焊用焊丝和焊剂应符合 GB/T 5293、GB/T 12470 的规定。
- 5.12 气体保护焊使用的氩气应符合 GB/T 4842 的规定。
- 5.13 焊条直径焊件厚度应符合表 1 的规定。立焊时焊条直径不超过 5 mm，仰焊时直径不超过 4 mm，开坡口多层焊接时，第一层焊缝应采用直径 3.2 mm 的焊条。

表 1 焊条直径参数

焊件厚度，mm	6 ~ 12	> 12
焊条直径，mm	4 ~ 5	5 ~ 6

6 焊前准备

6.1 下料

- 6.1.1 应按图样和工艺文件要求下料，下料未标注的公差应符合 GB/T 1804 的要求。
- 6.1.2 所有切割面应去除毛刺，粗糙度不低于 Ra25。
- 6.1.3 关键部件应使用机加工的方式下料。

6.2 坡口

- 6.2.1 焊接坡口表面应保持平整、不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷。
- 6.2.2 坡口表面及附近（以离坡口边缘的距离计）区域应去除水、锈、油污等。

6.3 焊接坡口应符合图样和工艺文件的要求，必要时可自行设计，设计坡口的形式和尺寸应考虑以下因素：

- a) 焊接方法；
- b) 母材种类与厚度；
- c) 焊缝填充金属；
- d) 避免产生缺陷；
- e) 减少焊接变形与残余应力；
- f) 焊接操作是否方便。

6.4 焊接设备设施

6.4.1 焊接设备、加热设备及辅助设备应工作状态正常，安全可靠，仪表应定期校准或检定。

6.4.2 承放焊件平台应平整、牢固，支撑有效，也可用平整坚硬、干净的地面代替平台。

6.4.3 焊接场地应具备焊件起吊、固定等相关设备和工装。

6.5 焊接环境

6.5.1 焊接环境应符合工艺文件要求。如环境温度低于 5℃时，应实施焊前预热，焊后保温措施；预热温度应通过工艺试验确认。

6.5.2 下雨或下雪时应停止室外焊接作业。

6.5.3 当空气湿度超过 90% 时，不应进行焊接操作。

6.5.4 允许进行焊接操作的最低环境温度应符合以下规定：

- a) 碳素钢不得低于 -20℃；
- b) 低合金结构钢 II—5 以下组别的钢材不得低于 -10℃；
- c) 低合金结构钢 II—5 组及以上组别的钢材不得低于 0℃。

6.5.5 应采取防风措施，焊接环境风速应符合以下规定：

- a) 气体保护焊接时，风速应不大于 2 m/s；
- b) 采用焊条电弧焊焊接时，风速应不大于 8 m/s。

6.5.6 焊接现场应该具有防潮、防雨、防雪设施。

6.6 其他要求

6.6.1 焊接作业人员应培训合格且有相应资质的人员。

6.6.2 焊接母材使用前需除油、除锈。

6.6.3 除真空包装外，焊条、焊剂应按产品说明书的规定进行再烘干，经烘干之后可放入保温箱内（100℃～150℃）待用。对烘干温度超过 350℃的焊条，累计烘干次数不应超过 3 次。

7 焊接工艺

7.1 一般规定

7.1.1 不应在被焊工件表面引燃电弧。

7.1.2 焊接时，管子或管道内不应有穿堂风。

7.2 垫板、引弧板及引出板

7.2.1 带钢衬垫焊缝的焊接，应保证焊缝金属与母材及衬垫熔合良好。

7.2.2 全自动气体保护焊的引弧板和引出板长度应为板厚的 1.5 倍且不小于 30 mm，厚度应不小于 6 mm。

7.2.3 埋弧焊的引弧板和引出板的尺寸应不小于 50 mm × 100 mm，与焊件接头处应封底或垫上焊剂垫。

7.2.4 焊接后，应采用机械方式、碳弧气刨或气割方法去除工卡具、引弧板和引出板等。采用碳弧气刨或气割方法时应在离工件表面 3 mm 以上处切除。去除后应将残留部分打磨修整，并检查表面质量。

7.3 定位焊

7.3.1 组对定位后，坡口间隙、错边量、棱角等应符合图样和工艺文件的要求。

7.3.2 各种构件校正后方可施焊，不得随意移动垫铁和卡具，以防造成构件尺寸偏差。

7.3.3 不应强力组对，定位焊缝长度及间距应符合工艺文件的要求。

7.3.4 定位焊不得有裂纹、气孔和夹渣。

7.3.5 熔入永久焊缝的定位焊缝两端应便于接弧，其焊缝形状应适合与最后焊缝的结合。

7.3.6 定位焊的长度应大于 50 mm；母材的厚度应小于 12 mm 时，定位焊的最小长度应为材料厚度的 4 倍。

7.4 预热

7.4.1 焊前预热及预热温度应根据母材交货状态、化学成分、力学性能、焊接性能、厚度及焊件的拘束程度等因素确定。

7.4.2 焊接母材厚度大于 25 mm 时，预热范围为焊缝两侧宽度各大于 100 mm；测温点为距离焊缝 30 mm ～ 50 mm 范围内，常用中等热输入焊接时，最低预热温度见表 2。

表 2 常用钢材的最低预热温度（℃）

常用钢材编号	接头最厚部件的板厚 t（mm）				
	6≤t≤20	20<t≤40	40<t≤60	60<t≤80	t>80
Q 235 、 Q 295	—	—	40	50	80
Q 345	—	20	60	80	100
Q 390 、 Q 420	20	60	80	100	120
Q 460	20	80	100	120	150
Q 550 、 Q 690	60	100	110	150	165
注1：焊接接头材质不同时，应按接头中较高强度、较高碳当量的钢材选择最低预热温度。					
注2：焊接接头板厚不同时，应按接头中较厚板的板厚选择最低预热温度和道间温度。					
注3：当采用非低氢型焊接材料或焊接方法焊接时，预热温度应比表中规定的温度提高 20℃。					
注4：本表不适用于供货状态为调质处理的钢材：控轧控冷（TMCP）钢最低预热温度可由试验确定。					

7.4.3 预热的焊件接头温度在整个焊接过程中应不低于预热温度。

7.4.4 当用热加工法下料、开坡口、清根、开槽或施焊临时焊缝时、应考虑预热要求。

7.4.5 预热温度的测量应在加热面的背面进行。无法背面测量时，应先移开加热源，待母材厚度方向上温度均匀后测定。温度均匀化的时间按每 25 mm 母材厚度需 2 min 的比例确定。

7.5 施焊

7.5.1 焊接设备电源和接线的选择应符合焊接设备的操作要求。

7.5.2 应按焊接工艺文件施焊。

7.5.3 应在引弧板或坡口内引弧，不应在非焊接部位引弧。纵焊缝应在引出板上收弧，弧坑应填满。

- 7.5.4 应防止地线、电缆线、焊钳等与焊件打弧。
- 7.5.5 电弧擦伤处应进行修磨,使其均匀过渡到母材表面,修磨的深度应不大于该部位母材厚度的 5%,且不大于 2 mm,否则应进行补焊。
- 7.5.6 对有冲击试验要求的焊件应控制线能量,每条焊道的线能量都不应超过评定合格的限值。
- 7.5.7 多层焊时,各焊道的接头应尽量错开。
- 7.5.8 多道焊或多层焊时,应注意道间和层间清理,将焊缝表面熔渣、有害氧化物、油脂、锈迹等清除干净后再继续施焊。
- 7.5.9 双面焊应清理焊根,显露出正面打底的焊缝金属。自动焊时,若经试验确认能保证焊透及焊接质量,应不作清根处理。
- 7.5.10 接弧处应保证焊透与熔合。
- 7.5.11 施焊过程中应控制道间温度不超过规定的范围。当焊件规定预热时,应控制道间温度不低于预热温度。
- 7.5.12 每条焊缝应一次焊完。当中断焊接时,对冷裂纹敏感的焊件应及时采取保温、后热或缓冷等措施。重新施焊时,仍需按原规定预热。
- 7.5.13 可锤击的钢质焊缝金属和热影响区,采用锤击消除接头残余应力时,打底层焊缝、盖面层焊缝和焊缝坡口边缘的母材不应锤击。
- 7.5.14 引弧板、引出板不应锤击拆除。
- 7.5.15 焊后不应撞砸接头,不应往刚焊完的焊缝和母材上浇水。
- 7.5.16 低温焊接不应立即清渣,应待焊缝降温后进行。
- 7.5.17 焊缝应美观牢固,不应有焊渣、气孔、裂纹及未焊透等缺陷。

7.6 后热处理

- 7.6.1 对裂纹敏感性较大的低合金钢和拘束度较大的焊件应采取后热处理措施,后热处理应在焊后立即进行。
- 7.6.2 后热处理温度一般为 200 °C ~ 350 °C,保温时间与后热处理温度、焊缝金属厚度有关,一般不少于 30 min 达到保温时间后应缓冷至常温(可参考钢材供应商提供的供货允许回火温度或允许的加热温度)。
- 7.6.3 焊后立即进行热处理时可不进行后热处理。

7.7 焊后热处理

- 7.7.1 焊后热处理应符合 JB/T 6046 的规定。
- 7.7.2 当采用电加热器对焊件进行局部热处理时,应符合下列要求:
- 使用配有温度自动控制仪的加热设备,其加热、测温、控温性能应符合使用要求;
 - 焊缝每侧面加热板(带)的宽度应至少为钢板厚度的 3 倍,且不应小于 200 mm;
 - 加热板(带)以外焊件两侧应用保温材料适当覆盖;
 - 对有再热裂纹倾向的钢号,在焊后热处理时应防止产生再热裂纹。

7.8 焊后检验

- 7.8.1 焊接成形后的结构应经过 12 h ~ 24 h 后进行检测。
- 7.8.2 已经完成热处理(以降低氢含量)或应力消除的焊缝,热处理后应立即进行检验。

7.9 焊接返修

7.9.1 对需要焊接返修的缺陷应分析产生原因，提出改进措施，按评定合格的焊接工艺编制焊接返修工艺文件。

7.9.2 返修前应将缺陷清除干净，必要时可采用无损检测确认。

7.9.3 待返修部位应制备坡口，坡口形状与尺寸应防止产生焊接缺陷且便于焊工操作。

7.9.4 焊缝返修的预热温度应比相同条件下原焊缝预热温度提高 30 °C ~ 50 °C。

7.9.5 同一部位焊缝：

- a) 两次返修后仍不合格时，应重新制定返修方案，并经技术负责人批准后实施；
- b) 同一部位返修次数应不超过 3 次。

7.9.6 返修焊缝性能和质量要求应与原焊缝相同。

7.10 变形的矫正

7.10.1 使用火焰加热进行校正，加热区的温度应采用适当方法测量，并与材料说明书或设计相符。

7.10.2 不允许在未进行火焰加热的情况下直接使用锤击或其他机械方法校正。

8 焊接检验

8.1 检验项目

8.1.1 焊前应检查，检查内容包括但不限于：

- a) 母材、焊接材料；
- b) 焊接设备、仪表、工艺装备；
- c) 焊接环境；
- d) 焊接坡口、接头装配及清理；
- e) 焊工资质；
- f) 定位焊缝；
- g) 焊接工艺文件。

8.1.2 焊接过程的检查内容应包括但不限于：

- a) 焊接规范参数；
- b) 执行焊接工艺情况；
- c) 执行技术文件情况。

8.1.3 焊后检查内容应包括但不限于：

- a) 实际施焊记录；
- b) 焊工钢印代号或其他规定的标记；
- c) 焊缝外观及尺寸；
- d) 后热、焊后热处理；
- e) 无损检测。

8.2 质量检查

8.2.1 焊接接头外观检查

8.2.1.1 焊接接头的外观检查应冷却至环境温度后进行。

8.2.1.2 外观检查应用目测。必要时应使用焊缝检验尺或 5 倍放大镜进行外观检查。对可经打磨消除的外观超标缺陷应作记录。

8.2.1.3 焊接质量检查人员应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应在焊接过程中监测焊接变形，并在焊接或焊后热处理完成之后进行最终尺寸检查。

8.2.2 焊接接头无损检测

8.2.2.1 淬硬倾向较大钢材的焊接接头的验收应以焊接完工后至少 48 h 后所做的检查结果为依据。

8.2.2.2 采用一种检测方法无法确认检验结果时，可采用其他方法进行补充确认。

8.2.2.3 无损检测的结果若有不合格时，应对该焊工当日的同一批焊接接头中按不合格焊接接头数加倍检验。

8.2.2.4 对修复后的焊接接头应 100% 进行无损检测。

8.2.3 焊缝金属光谱分析

8.2.3.1 如对焊缝金属进行光谱分析，分析后应去弧光灼烧点。

8.2.3.2 材质不符的焊缝应判定为不合格焊缝。
