5.4、焊前准备

施焊前，焊工应检查焊接部位的组装和表面清理的质量，如不符合要求，应修磨补焊合格后方能施焊。坡口组装间隙超过允许偏差规定时，可在坡口单侧或两侧堆焊、修磨使其符合要求，但当坡口组装间隙超过较薄板厚度2倍或大于20mm时，不应用堆焊方法增加构件长度。

施工前应由焊接技术责任人员根据焊接工艺评定结果编制焊接工艺文件，并向有关操作人员进行技术交底，施工中应严格遵守工艺文件的规定；焊接工艺文件应包括下列内容：

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 工艺文件内容 |
| 1 | 焊接方法或焊接方法的组合； |
| 2 | 母材的牌号、厚度及其它相关尺寸； |
| 3 | 焊接材料型号、规格； |
| 4 | 焊接接头形式、坡口形状及尺寸允许偏差； |
| 5 | 夹具、定位焊、衬垫的要求； |
| 6 | 焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接层次； |
| 7 | 清根要求及焊接顺序等焊接工艺参数规定； |
| 8 | 后热、焊后清除应力的处理工艺； |
| 9 | 检验方法及合格标准。 |

5.5、焊接坡口形式及焊接顺序

1、现场焊接典型坡口形式如下图：



平焊坡口形式

2、焊接顺序

（1）就整个框架而言，柱、梁等刚性接头的焊接施工，应从整个结构的中部施焊，先形成框架而后向左、右扩展续焊。

（2）对柱、梁而言，应先完成全部柱的接头焊接：焊接时无偏差的柱，严格遵循两人对向同速；有偏差的地方，应按向左倒、右先焊，向右倒、左先焊的顺序施焊，确保柱的安装精度，然后自每一节的上一层梁始焊。进入梁焊接时，应尽量在同一柱左、右接头同时施焊，并先焊上翼缘板，后焊下翼缘板。对于柱间平梁，应先焊中部柱一端接头，不得同一柱间梁两处接头同时开焊。

5.6、焊接工艺参数

现场焊接主要为平焊，其焊接工艺参数如下：

（1）手工焊

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 焊接工艺参数 | 道次 | 焊接方法 | 焊条或焊丝 | 焊剂或保护气体 | 保护气体流量(L/min) | 电流（A） | 电压（V） |
| 型号 | 直径 |
| 打底 | 手工焊 | E5015 | φ3.2 | ／ | ／ | 125～160 | 25～28 |
| 中间 | 手工焊 | E5015 | φ4.0 | ／ | ／ | 180～220 | 25～30 |
| 盖面 | 手工焊 | E5015 | φ4.0 | ／ | ／ | 170～200 | 25～30 |

（2）气体保护焊

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 焊接工艺参数 | 道次 | 焊接方法 | 焊条或焊丝 | 焊剂或保护气体 | 保护气体流量(L/min) | 电流（A） | 电压（V） |
| 型号 | 直径 |
| 打底 | 气保焊 | ER50-6 | φ1.2 | CO2 | 25 | 200～240 | 32～36 |
| 中间 | 气保焊 | ER50-6 | φ1.2 | CO2 | 25 | 220～260 | 32～42 |
| 盖面 | 气保焊 | ER50-6 | φ1.2 | CO2 | 25 | 190～230 | 32～42 |

5.7、现场焊接质量保证措施

（1）焊接质量控制内容

|  |  |
| --- | --- |
| 控制阶段 | 质量控制内容 |
| 焊接前质量控制 | 母材和焊接材料的确认与必要复验 |
| 焊接部位的质量和合适的夹具 |
| 焊接设备和仪器的正常运行情况 |
| 焊接规范的调整和必要的试验评定 |
| 焊工操作技术水平的考核 |
| 焊接中质量控制 | 焊接工艺参数是否稳定 |
| 焊条、焊剂是否正常烘干 |
| 焊接材料选择是否正确 |
| 焊接设备运行是否正常 |
| 焊接热处理是否及时 |
| 焊接后质量控制 | 焊接外形尺寸、缺陷的目测 |
| 焊接接头的质量检验 | 破坏性试验 | 理化试验 |
| 金相试验 |
| 其它 |
| 非破坏性试验 | 无损检测 |
| 强度及致密性试验 |
| 焊接区域的清除工作 |

（2）人员保证

本工程从事焊接作业的人员，从工序负责人到作业班长仍至具体操作的施焊技工、配合工以及负责对焊接接头进行无损检测的专业人员，均为有相应资质人员，并且我们在工程开始前针对本工程钢结构工程实际情况组织相关技术人员开展针对性学习了解，保证相关人员明白工程的质量要求及施工时需注意事项。同时在业主、监理、设计监督下，对已有焊工证的焊工组织附加考试，考试合格后方准参加本工程钢结构工程的焊接施工。

施工时，既便是辅助工，也须通晓焊接作业平台的具体搭设及作业顺序和作业所需时间，清楚焊接辅助工作的内容和要求，首先从人员组织上杜绝质量事故发生。

（3）焊接材料选择与管理

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 要点 |
| 1 | 选用的焊材强度和母材强度应相符，焊机种类、极性与焊材的焊接要求相匹配。焊接部位的组装和表面清理的质量，如不符合要求，应修磨补焊合格后方能施焊。各种焊接方法焊接坡口组装允许偏差值应符合《钢结构焊接规范》GB50661-2011中的规定。 |
| 2 | 焊接材料到货后由焊接质检员会同材料管理员对焊材观感质量、质保书批号、焊材牌号、气体纯度进行核对检查，合格后方可入库。 |
| 3 | 材料管理人员及时建立进货台帐，并按要求对焊接材料进行保管，建立标识，保证焊材库的温度湿度处于受控范围，并坚持做好每日记录。 |
| 4 | 焊材发放前必须按焊材技术要求进行烘焙，烘焙时间、温度不同的焊材必须分箱烘焙。 |
| 5 | 焊材发放时须明确焊材使用部位，焊条牌号，建立发放记录。 |
| 6 | 焊材当日未使用完必须退回焊材库保管。 |
| 7 | 经烘焙过的焊条必须放置在保温筒内，随用随取。 |
| 8 | 经烘焙两次以上的焊条或其它因素造成不能继续使用的焊材必须申请报废处理，并及时分区存放，并标识明确。 |
| 9 | 严格焊接材料的管理制度，焊前对材料质量复核或检验确认，不符合要求的拒绝焊接。保证无不合格材料在工程上使用。 |

（4）焊接环境要求

现场焊接对焊接环境要求严格，具体需满足下列各项：

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 环境要求 |
| 1 | 对于焊接区域风力达到四级，焊接时必须采取防风措施，并报业主监理批准后方可开始焊接； |
| 2 | 焊接作业区相对湿度不应大于90%； |
| 3 | 当焊件表面潮湿或有冰雪覆盖时，应采取加热去湿除潮措施； |
| 4 | 雨、雪天气不得露天焊接，必须有防护措施。 |

（5）焊后缺陷返修措施

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 返修措施 |
| 1 | 焊缝表面缺陷超标时对气孔、夹渣、焊瘤、余高过大等缺陷应用砂轮打磨、铲凿、钻、铣等方法去除，必要时进行补焊，对焊缝尺寸不足、咬边、弧坑未填满等进行补焊。 |
| 2 | 经NDT检查的内部超标缺陷进行返修时应先编写返修方案，然后确定位置，用砂轮和碳弧气刨清除缺陷，缺陷为裂纹时，气刨前应在裂纹两端钻止裂孔，并清除裂纹两端各50mm长焊缝或母材。 |
| 3 | 清除缺陷时刨槽加工成四侧边斜面角大于10°的坡口，必要时用砂轮清除渗碳层，用MT、PT检查裂纹是否清除干净。 |
| 4 | 补焊时应在坡口内引弧，熄弧时应填满焊坑，多层焊的焊层之间接头应错开。当焊缝长度超过500mm时，应采用分段退焊法。 |
| 5 | 返修部位应连续焊成，如中断焊接时应采取后热、保温措施，再次施焊时应用MT、PT确认无裂纹时方可焊接。 |
| 6 | 补焊预热温度应比正常预热高。根据工程节点决定焊接工艺，如：低氢焊接，后热处理等。 |
| 7 | 焊缝正反面各作一个部位，同一部位返修不能超过两次。 |
| 8 | 对两次返修仍不合格的部位应重新编写返修方案，经工程技术负责人审核并报监理认可后方可执行。 |
| 9 | 返修焊接应填报施工记录及返修前后无损检测报告，作为工程验收及存档资料。 |

5.8、现场焊接质量检验

焊接完成后，首先清理表面的溶渣及两侧飞溅物，待焊缝冷却到环境温度后进行焊缝检验，Q345钢材应以焊接完成24h后检查结果作为验收依据。检验方法按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205-2001进行。

（1）外观检查

1）所有焊缝需由焊接工长100％进行目视外观检查，并记录成表；

2）焊缝表面严禁有裂纹、夹渣、焊瘤、焊穿、弧坑、气孔等缺陷；

3）对焊道尺寸，焊脚尺寸，焊喉进行检查；

4）焊缝外形尺寸应符合现行国家标准《钢结构焊缝外形尺寸》的规定，焊接接头外形缺陷分级应符合现行国家标准《焊接质量保证，钢熔化焊接头的要求和缺陷分级》的规定。具体见下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 焊缝质量等级 | 一级 | 二级 | 三级 |
| 内部缺陷超声波探伤 | 评定等级 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ |
| 检验等级 | B级 | B级 | B级 |
| 探伤比例 | 100％ | 20％ | 20％ |
| 外观缺陷 | 未焊满（指不足设计要求） | 不允许 | ≤0.2+0.02t且小于等于1.0mm | ≤0.2+0.04t且小于等于2.0mm |
| 每100mm焊缝内缺陷总长≤25mm |
| 根部收缩 | 不允许 | ≤0.2+0.02t且小于等于1.0mm | ≤0.2+0.04t且小于等于2.0mm |
| 长度不限 |
| 咬边 | 不允许 | ≤0.05t且≤0.5mm连续长度≤100mm且焊缝两侧咬边总长度小于等于总长度的10％ | ≤0.1t且≤1.0mm长度不限 |
| 裂纹 | 不允许 |
| 弧坑裂纹 | 不允许 | 允许存在个别长>5mm的弧坑裂纹 |
| 电弧擦伤 | 不允许 | 允许存在个别电弧擦伤 |
| 飞溅 | 清除干净 |
| 接头不良 | 不允许 | 缺口深度≤0.05t且≤0.5mm | 缺口深度≤0.1t且≤1.0mm |
| 每米焊缝不得超过一处 |
| 焊瘤 | 不允许 |
| 表面夹渣 | 不允许 | 深≤0.2t，长≤0.5t且≤20mm |
| 表面气孔 | 不允许 | 每50mm长度焊缝内允许直径≤0.4t且≤3mm的气孔2个，孔具大于6倍的孔径 |
| 角焊缝厚度不足 | 不允许 | 小于0.3+0.05t且≤2.0每100.0焊缝长度内缺陷总长度≤25.0 |
| 角焊缝焊角不对称 | 不允许 | 差值小于2+0.2h |

2、无损检测

在完成焊接外观检查后，对焊缝进行探伤检验，其检验方法需按照GB50661-2011《钢结构焊接规范》和GB11345《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》规定进行：

（1）探伤人员至少具有二级探伤合格证；

（2）所有测试项目应在经国家认可的独立的第三方测试员监督下进行；

（3）局部探伤的焊缝，有不允许的缺陷时，应在该缺陷的延伸部位增加探伤长度，增加的长度不应小于该焊缝的长度的10％，且不小于200mm，当仍有不允许的缺陷时，应对该焊缝100％探伤检查；

（4）检验报告应在该批钢构验收前一个星期提交。