**UDC**

中华人民共和国国家标准 

**P GB/T 50621-2010**

**———————————————————————————**

钢结构现场检测技术标准

**Technical standard for in-site testing of steel structure**

**（202X年版）**

**（局部修订征求意见稿）**

20XX－XX－XX 发布 20XX－XX－XX 实施

|  |
| --- |
| 中华人民共和国住房和城乡建设部  联合发布 |
| 国家市场监督管理总局 |

**《钢结构现场检测技术标准》GB/T 50621-2010**

**修订对照表**

**（方框部分为删除内容，下划线部分为增加内容）**

| 现行《标准》条文 | 修订《标准》条文 |
| --- | --- |
| **目次** | **目次** |
| **1 总 则** | **1 总 则** |
| **1.0.2** 本标准适用于钢结构中有关连接、变形、钢材厚度、钢材品种、涂装厚度、动力特性等方面的现场检测方法及检测结果的评价。 | **1.0.2** 本标准适用于钢结构中有关连接、变形、钢材强度、钢材厚度、钢材品种、涂装厚度、动力特性等的现场检测方法及检测结果的评价。 |
| **2 术语和符号** | **2 术语和符号** |
| **2.2 符 号** | **2.2 符 号** |
| **2.2.1 几何参数**  *β*——斜探头的折射角  *K*——斜探头的斜率（即tg*β*）  *L*——线型缺陷的显示长度  *d* ——圆型缺陷的主轴长度  *b*——试块或焊缝宽度  *De*——声源有效直径  *ΔL*——缺陷指示长度  *S*——声程  *δ*——母材或被测物的厚度  *W*——探头接触面宽度  *λ*——波长 | **2.2.1** 几何参数  *D*——工件直径  *g*——探伤面与探头靴底面之间的间隙  *h*——缺陷自身高度  *K*——斜探头的斜率（即tan*β*）  *L* ——线型缺陷的显示的水平长度  *d* ——圆型缺陷的主轴长度  *b*——试块或焊缝宽度  *D*e——声源有效直径  Δ*L*——缺陷指示长度  *S*——声程  *M*——设置的电子扫描步进数量  *N——*设置的信号平均化处理次数  *PRF*——脉冲重复频率  *v*max——最大扫查速度  *W*——探头接触面宽度  *Δx*——设置扫查步进值  *β*——斜探头的折射角  *δ*——母材或被测物的厚度  *λ*——波长 |
| **2.2.2 力学参数**  *Tc*——施工终拧扭矩值 | **2.2.2** 力学参数  ——钢材第 个测点的敲入深度值  ——第个构件钢材的屈服强度换算值  ——钢材屈服强度推定值  ——同批构件中钢材屈服强度换算值的平均值  ——第个构件钢材的敲入深度平均值  *n*——检验批抽检的构件数量  *k*——和*n*有关的钢材标准强度计算系数  *s* ——同批构件钢材屈服强度换算值样本的标准差  *T*c——施工终拧扭矩值 |
| **3 基本规定** | **3 基本规定** |
| **3.3 无损检测方法的选用** | **3.3 无损检测方法的选用** |
| **3.3.1**  钢结构焊缝常用的无损检测可采用磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测。 | **3.3.1** 钢结构焊缝常用的无损检测可采用目视检测、磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测。 |
| **3.3.2**  钢结构的无损检测宜根据无损检测方法的适用范围以及建筑结构状况和现场条件按表3.3.2选择。  **表3.3.2 无损检测方法的选用**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序号 | 检测方法 | 适 用 范 围 | | 1 | 磁粉检测 | 铁磁性材料表面和近表面缺陷的检测 | | 2 | 渗透检测 | 表面开口性缺陷的检测 | | 3 | 超声波检测 | 内部缺陷的检测，主要用于平面型缺陷的检测 | | 4 | 射线检测 | 内部缺陷的检测，主要用于体积型缺陷的检测 | | **3.3.2** 钢结构的无损检测宜根据无损检测方法的适用范围以及建筑结构状况和现场条件按表3.3.2选择。  **表3.3.2 无损检测方法的选用**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序号 | 检测方法 | 适 用 范 围 | | 1 | 目视检测 | 表面缺陷的检测 | | 12 | 磁粉检测 | 铁磁性材料表面和近表面缺陷的检测 | | 23 | 渗透检测 | 表面开口性缺陷的检测 | | 34 | 超声波检测 | 内部缺陷的检测，主要用于平面型缺陷的检测 | | 45 | 射线检测 | 内部缺陷的检测，主要用于体积型缺陷的检测 | |
| **3.3.3**  当钢结构中焊缝采用磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测时，应经目视检测合格且焊缝冷却到环境温度后进行。对于低合金结构钢等有延迟裂纹倾向的焊缝应在24h后进行检测。 | **3.3.3** 当钢结构中焊缝采用磁粉检测、渗透检测、超声波检测和射线检测时，应经目视检测合格且焊缝冷却到环境温度后进行。在建钢结构焊缝检测的时间应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的规定。 |
| **3.3.4** 当采用射线检测钢结构内部缺陷时，在检测现场周边区域应采取相应的防护措施。射线检测可按现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323的有关规定执行。 | **3.3.4** 当采用射线检测钢结构内部缺陷时，在检测现场周边区域应采取相应的防护措施。射线检测可按现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323应符合现行国家标准《焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽马射线的胶片技术》GB/T 3323.1和 《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》GBT 3323.2的有关规定执行。 |
|  | **3.3.5**  射线检测结果应按现行国家标准《焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金》GB/T 37910.1的有关规定执行，一级焊缝评定等级不应低于现行国家标准《焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金》GB/T 37910.1验收等级2级的要求，二级焊缝评定等级不应低于现行国家标准《焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金》GB/T 37910.1中验收等级3级的要求。 |
| 3.4 抽样比例及合格判定 | 3.4 抽样比例及合格判定 |
| **3.4.3**  在建钢结构按检验批检测时，其抽样检测的比例及合格判定应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。 | **3.4.3**  在建钢结构按检验批检测时，其抽样检测的比例及合格判定应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范标准》GB50205的规定。 |
| **4 外观质量检测** | **4 外观质量检测** |
| **4.2** **辅助工具** | **4.2 辅助工具** |
| **4.2.2** 对焊缝的外形尺寸可用焊缝检验尺进行测量。 | **4.2.2**  对焊缝的外形尺寸外观质量和尺寸可用焊缝检验尺焊缝量规和钢尺等进行测量。 |
| **4.3 外观质量** | **4.3 外观质量** |
| **4.3.2** 当钢材的表面有锈蚀、麻点或划伤等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度负偏差值的1/2。 | **4.3.2**  当钢材的表面有锈蚀、麻点或划伤等缺陷时，其深度不得大于该钢材厚度负偏差值的1/2，且不应大于0.5mm。 |
| **4.3.3**  焊缝外观质量的目视检测应在焊缝清理完毕后进行，焊缝及焊缝附近区域不得有焊渣及飞溅物。焊缝焊后目视检测的内容应包括焊缝外观质量、焊缝尺寸，其外观质量及尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的有关规定。 | **4.3.3**  焊缝外观质量的目视检测应在焊缝清理完毕后进行，焊缝及焊缝附近区域不得有焊渣及飞溅物。焊缝焊后目视检测的内容包括焊缝外观质量、焊缝尺寸。焊缝外观质量检测应包括裂纹、未焊满、根部收缩、咬边、电弧擦伤、接头不良、表面气孔和表面夹渣等项目，其外观质量要求及尺寸允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范标准》GB 50205的有关规定。 |
|  | **4.3.3A**  焊缝外观尺寸检测，宜包括焊脚尺寸、焊缝余高、对接焊缝错边等项目，并应符合下列规定：  1 应沿焊缝长度方向均匀选择3个测点进行检测，并取3个测点的平均值作为检测结果；  2 对于角焊缝焊脚尺寸检测，尚应在垂直焊缝长度的2个方向进行检测，并取2个方向检测结果的较小值作为焊脚尺寸的检测结果；  3 焊缝外观尺寸允许偏差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。 |
| **4.3.4** 高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为2扣～3扣，其中允许有10％的螺栓丝扣外露1扣或4扣；扭剪型高强度螺栓连接副终拧后，未拧掉梅花头的螺栓数不宜多于该节点总螺栓数的5%。 | **4.3.4** 射钉、自攻钉、拉铆钉外观应排列整齐；普通螺栓外露丝扣不应少于2扣；高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为2扣～3扣，其中允许有10％的螺栓丝扣外露1扣或4扣；扭剪型高强度螺栓连接副终拧后，未拧掉梅花头的螺栓数不宜多于该节点总螺栓数的5%。 |
| **5 表面质量的磁粉检测** | **5 表面质量的磁粉检测** |
| **5.2 设备与器材** | **5.2 设备与器材** |
| **5.2.2** 对于磁轭法检测装置，当极间距离为150mm、磁极与试件表面间隙为0.5mm时，其交流电磁轭提升力应大于45N，直流电磁轭提升力应大于177N。 | **5.2.2**  对于磁轭法检测装置，当极间距离为150mm使用磁轭最大极间距、磁极与试件表面间隙为0.5mm时，其交流电磁轭提升力应大于45N不应小于44N，直流电磁轭提升力应大于不应小于177N，交叉磁轭提升力不应小于88N。当使用直流电磁轭时应在检测前予以规定。 |
| **5.2.10** A型灵敏度试片应采用100μm厚的软磁材料制成；型号有1# ，2# ，3# 三种，其人工槽深度应分别为15μm、30μm和60μm，A型灵敏度试片的几何尺寸应符合图5.2.10的规定。    **图5.2.10 A型灵敏度试片的尺寸（mm）** | **5.2.10** A型灵敏度试片应采用100μm厚的软磁材料制成；型号有1号，2号 ，3号三种，其高灵敏度、中灵敏度和低灵敏度试片的人工槽深度应分别为15μm、30μm和60μm，A型灵敏度试片的几何尺寸应符合图5.2.10的规定。    人工槽  **图5.2.10 A型灵敏度试片的尺寸（mm）** |
| **5.2.11** 当磁粉检测中使用A型灵敏度试片有困难时，可用与A型材质和灵敏度相同的C型灵敏度试片代替。C型灵敏度试片厚度应为50μm，人工槽深度应为15μm，其几何尺寸应符合图5.2.11的规定。 | **5.2.11**  当磁粉检测中使用A型灵敏度试片有困难时，可用与A型材质和灵敏度相同的C型灵敏度试片代替。C型灵敏度试片厚度应为50μm，高灵敏度、中灵敏度和低灵敏度试片的人工槽深度应分别为8μm、15μm和30μm，其几何尺寸应符合图5.2.11的规定。 |
| **5.3 检测步骤** | **5.3 检测步骤** |
| **5.3.2**  预处理应符合下列要求：  **1** 应对试件探伤面进行清理，清除检测区域内试件上的附着物（油漆、油脂、涂料、焊接飞浅、氧化皮等）；在对焊缝进行磁粉检测时，清理区域应由焊缝向两侧母材方向各延伸20mm的范围；  **2** 根据工件表面的状况、试件使用要求，选用油剂载液或水剂载液；  **3**  根据现场条件、灵敏度要求，确定用非荧光磁粉或荧光磁粉；  **4**  根据被测试件的形状、尺寸选定磁化方法。 | **5.3.2** 预处理应符合下列要求：  1 应对试件探伤面进行清理，清除检测区域内试件上的附着物（油漆、油脂、涂料、焊接飞浅、氧化皮等）；在对焊缝进行磁粉检测时，清理区域应由焊缝及热影响区向两侧母材方向各延伸2025mm的范围；  2 根据工件表面的状况、试件使用要求，选用油剂载液或水剂载液；  3 根据现场条件、灵敏度要求，确定用非荧光磁粉或荧光磁粉；  4 根据被测试件的形状、尺寸选定磁化方法。 |
| **6 表面质量的渗透检测** | **6 表面质量的渗透检测** |
| **6.1 一般规定** | **6.1 一般规定** |
| **6.1.3** 渗透检测的环境及被检测部位的温度宜在10℃～50℃范围内。当温度低于10℃或高于50℃时，应按现行行业标准《承压设备无损检测 第5部分 渗透检测》JB/T 4730.5的规定进行灵敏度的对比试验。 | **6.1.3** 渗透检测的环境及被检测部位的温度宜在105℃～50℃范围内。当温度低于105℃或高于50℃时，应按现行行业标准《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5 NB/T 47013.5的规定进行灵敏度的对比试验。 |
| **6.2 试剂与器材** | **6.2 试剂与器材** |
| **6.2.1** 渗透剂、清洗剂、显像剂等渗透检测剂的质量应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523的有关规定。并宜采用成品套装喷罐式渗透检测剂。采用喷罐式渗透检测剂时，其喷罐表面不得有锈蚀，喷罐不得出现泄漏。应使用同一厂家生产的同一系列配套渗透检测剂，不得将不同种类的检测剂混合使用。 | **6.2.1** 渗透剂、清洗剂、显像剂等渗透检测剂的质量应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523的有关规定。并宜采用成品套装喷罐式渗透检测剂。采用喷罐式渗透检测剂时，其喷罐表面不得有锈蚀，喷罐不得出现泄漏。应使用同一厂家生产的同一系列配套渗透检测剂，不得将不同种类的检测剂混合使用。 |
| **6.2.3** 渗透检测应配备铝合金试块(A型对比试块)和不锈钢镀铬试块(B型灵敏度试块)，其技术要求应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用试块》JB/T6064的有关规定。 | **6.2.3** 渗透检测应配备铝合金试块（A型对比试块）和不锈钢镀铬试块（B型灵敏度试块），其技术要求应符合现行行业标准《无损检测 渗透检测用试块通用规范》JB/T 6064的有关规定。 |
| **6.3 检测步骤** | **6.3 检测步骤** |
| **6.3.2** 预处理应符合下列规定：  **1** 对检测面上的铁锈、氧化皮、焊接飞溅物、油污以及涂料应进行清理。应清理从检测部位边缘向外扩展30mm的范围；机加工检测面的表面粗糙度（*Ra*）不宜大于12.5μm，非机械加工面的粗糙度不得影响检测结果；  **2** 对清理完毕的检测面应进行清洗；检测面应充分干燥后，方可施加渗透剂。 | **6.3.2** 预处理应符合下列规定：  1 对检测面上的铁锈、氧化皮、焊接飞溅物、油污以及涂料应进行清理。应清理从检测部位边缘向外扩展30mm的范围；机加工检测面的表面粗糙度（*R*a）不宜大于12.525μm，非机械加工面的粗糙度不得影响检测结果；  2 对清理完毕的检测面应进行清洗；检测面应充分干燥后，方可施加渗透剂。 |
| **6.3.3** 施加渗透剂时，可采用喷涂、刷涂等方法，使被检测部位完全被渗透剂所覆盖。在环境及工件温度为10℃～50℃的条件下，保持湿润状态不应少于10min。 | **6.3.3** 施加渗透剂时，可采用喷涂、刷涂等方法，使被检测部位完全被渗透剂所覆盖。在环境及工件温度为10℃～50℃的条件下，保持湿润状态不应少于10min。在5℃~10℃的温度条件下，保持湿润状态不应少于20min。 |
| **6.3.7** 迹痕观察与记录应按下列要求进行：  1施加显像剂后宜停留7min～30min后，方可在光线充足的条件下观察迹痕显示情况；  2 当检测面较大时，可分区域检测；  3 对细小迹痕，可用5倍～10倍放大镜进行观察；  4 缺陷的迹痕可采用照相、绘图、粘贴等方法记录。 | **6.3.7** 迹痕观察与记录应按下列要求进行：  1 施加显像剂后宜停留7min～30min后10min以上、60min以内，方可在光线充足的条件下观察迹痕显示情况；  2 当检测面较大时，可分区域检测；  3 对细小迹痕，可用5倍～10倍放大镜进行观察；  4 缺陷的迹痕可采用照相、绘图、粘贴等方法记录。 |
| **7 内部缺陷的超声波检测** | **7 内部缺陷的超声波检测** |
| **7.1 一般规定** | **7.1 一般规定** |
| **7.1.3** 根据质量要求，检验等级可按下列规定划分为A、B、C三级：  **1** A级检验：采用一种角度探头在焊缝的单面单侧进行检验，只对允许扫查到的焊缝截面进行探测。一般可不要求作横向缺陷的检验。母材厚度大于50mm时，不得采用A级检验。  **2** B级检验：宜采用一种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，对整个焊缝截面进行探测。母材厚度大于100mm时，应采用双面双侧检验；当受构件的几何条件限制时，可在焊缝的双面单侧采用两种角度的探头进行探伤；条件允许时要求作横向缺陷的检验。  **3** C级检验：至少应采用两种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，且应同时作两个扫查方向和两种探头角度的横向缺陷检验。母材厚度大于100mm时，宜采用双面双侧检验。 | **7.1.3**　根据质量要求，检验测等级可应按下列规定划分为A、B、C三级：  1 A级检验测：宜采用一种角度的探头在焊缝的单面单侧进行检验测，只对允许扫查到的焊缝截面进行探测。一般可不要求作横向缺陷的检验测。当母材厚度大于50mm时，不得采用A级检验测。  2 B级检验测：宜采用一种角度的探头在焊缝的单面双侧或双面单侧进行检验测，对整个焊缝截面进行探测。受几何条件限制时，可在焊缝的单面、单侧采用角度之差大于10°的两种35°～70°角度探头进行检测；当母材厚度大于100mm时，应采用双面双侧检验；当测，受构件的几何条件限制时，可在焊缝的单面双侧或双面单侧采用角度之差大于10°的两种35°～70°角度的探头进行探伤检测；检测应覆盖整个焊缝截面；当检测条件允许时，要求应作横向缺陷的检验测。  3 C级检验测：至少应采用两种角度探头在焊缝的单面双侧或双面单侧进行检验测，且应同时作两个扫查方向和两种探头角度的横向缺陷检验。测；母材厚度大于100mm时，宜应采用双面双侧检验测。检查前应将对接焊缝余高磨平；焊缝两侧斜探头扫查经过母材部分应采用直探头作检查；当焊缝母材厚度大于100mm，或窄间隙焊缝母材厚度大于40mm时，应增加串列式扫查。 |
| **7.1.4** 钢结构焊缝质量的超声波探伤检验等级应根据工件的材质、结构、焊接方法、受力状态选择，当结构设计和施工上无特别规定时，钢结构焊缝质量的超声波探伤检验等级宜选用B级。 | **7.1.4** 钢结构焊缝质量的超声波探伤检验测等级应根据工件的材质、结构、焊接方法、受力状态选择，当结构设计和施工上无特别规定时，钢结构焊缝质量的超声波探伤检验测等级宜选用B级。 |
|  | **7.1.4A** 一级焊缝探伤比例应为100%，二级焊缝探伤比例应不低于20%。抽样检验应按照现行国家标准《钢结构通用规范》GB 55006的规定进行结果判定。 |
|  | **7.1.4B** 焊缝超声检测区域应包括焊缝和焊缝两侧至少10mm宽母材或热影响区宽度两者中较大值的内部区域；对于承受动荷载的结构或高层钢结构应根据设计要求增加焊缝两侧2倍板厚加30mm区域母材的检测。 |
| **7.1.5**　钢结构中T形接头、角接接头的超声波检测，除用平板焊缝中提供的各种方法外，尚应考虑到各种缺陷的可能性，在选择探伤面和探头时，宜使声束垂直于该焊缝中的主要缺陷。在对T形接头、角接接头进行超声波检测时，探伤面和探头的选择应符合本标准附录D的规定。 | **7.1.5**　钢结构中T形接头、角接接头的超声波检测，除用平板焊缝中提供的各种方法外，尚应考虑到各种缺陷的可能性，在选择探伤面和探头时，宜使声束垂直于该焊缝中的主要缺陷。在对T形接头、角接接头进行超声波检测时，探伤面和探头的选择应符合本标准附录DC的规定。 |
|  | **7.1.6**  对于检测精度要求高，缺陷性质或位置定位要求高，而常规A 型脉冲反射法检测技术无法实现，可采用相控阵超声检测技术或衍射时差法（TOFD）超声检测技术。相控阵超声检测技术见本标准附录E。衍射时差法（TOFD）超声检测技术见本标准附录F。 |
| **7.2 设备与器材** | **7.2 设备与器材** |
| **7.2.1** 模拟式和数字式的A型脉冲反射式超声仪的主要技术指标应符合表7.2.1的规定。  **表7.2.1 A型脉冲反射式超声仪的主要技术指标**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 仪器部件 | 项 目 | 技术指标 | | 超声仪主机 | 工作频率 | 2MHz～5MHz | | 水平线性 | ≤1％ | | 垂直线性 | ≤5％ | | 衰减器或增益器总调节量 | ≥80dB | | 衰减器或增益器每档步进量 | ≤2dB | | 衰减器或增益器任意12dB内误差 | ≤±1dB | | 探　头 | 声束轴线水平偏离角 | ≤2° | | 折射角偏差 | ≤2° | | 前沿偏差 | ≤1mm | | 超声仪主机与探头的系统 | 在达到所需最大检测声程时，其有效灵敏度余量 | ≥10dB | | 远场分辨率 | 直探头：≥30dB  斜探头：≥6 dB | | **7.2.1**　模拟式和数字式的A型脉冲反射式超声仪的主要技术指标应符合表7.2.1的规定。  **表7.2.1 A型脉冲反射式超声仪的主要技术指标**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 仪器部件 | 项 目 | | 技术指标 | | 超声仪  主机 | 工作频率 | | 20.5MHz～510MHz | | 温度的稳定性  （环境温度变化5℃时） | 信号幅度变化 | 全屏高度的±2％ | | 信号位置变化 | 全屏宽度的±1％ | | 显示的稳定性  （频率增加1Hz时） | 信号幅度变化 | 全屏高度的±2％ | | 信号位置变化 | 全屏宽度的±1％ | | 水平线性 | | ≤1%全屏宽度的±2％ | | 垂直线性 | | ≤5%±3％ | | 衰减器或增益器总调节量 | | ≥80dB | | 衰减器或增益器每档步进量 | | ≤2dB | | 衰减器或增益器任意12dB内误差精度 | | 任意相邻12dB内误差：≤±1dB | | 最大累计误差：≤1dB | | 探头 | 主声束轴线水平偏离角 | | ≤2° | | 主声束垂直方向偏离 | | 不应有明显的双峰 | | 折射角偏差 | | ≤±2° | | 前沿距离偏差 | | ≤±1mm | | 超声仪主机与探头的系统 | 在达到所需最大检测声程时，其有效灵敏度余量 | | ≥10dB | | 远场分辨率力 | | 直探头：≥30dB  斜探头：≥6dB | |
| **7.2.2**　超声仪、探头及系统性能的检查应按现行行业标准《A型脉冲反射式超声波探伤系统工作性能 测试方法》JB/T 9214规定的方法测试，其周期检查项目及时间应符合表7.2.2的规定。  **表7.2.2 超声仪、探头及系统性能的周期检查项目及时间**   |  |  | | --- | --- | | 检查项目 | 检查时间 | | 前沿距离  折射角或*K*值  偏离角 | 开始使用及每隔5个工作日 | | 灵敏度余量  分辨率 | 开始使用、修理后及每隔1个月 | | 超声仪的水平线性  超声仪的垂直线性 | 开始使用、修理后及每隔3个月 | | **7.2.2**超声仪、探头及系统性能的检查应按现行行业标准《无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法》JB/T 9214和《超声探伤用探头性能测试方法》JB/T 10062规定的方法测试，其周期检查项目及时间应符合表7.2.2的规定。  **表7.2.2 超声仪、探头及系统性能的周期检查项目及时间**   |  |  | | --- | --- | | 检查项目 | 检查时间 | | 前沿距离  折射角或*K*值  偏离角 | 开始使用及每隔5个工作日 | | 灵敏度余量  分辨率力 | 开始使用、修理后及每隔1个月 | | 超声仪的水平线性  超声仪的垂直线性 | 开始使用、修理后及每隔3个月 | |
| **7.2.3**　探头的选择应符合下列规定：  **1** 纵波直探头的晶片直径宜在10mm～20mm范围内，频率宜为1.0MHz～5.0MHz。  **2** 横波斜探头应选用在钢中的折射角为45º、60º、70º或K值为1.0、1.5、2.0、2.5、3.0的横波斜探头，其频率宜为2.0MHz～5.0MHz。  **3** 纵波双晶探头两晶片之间的声绝缘应良好，且晶片的面积不应小于150mm²。  **4** 探伤面与斜探头的折射角β（或K值）应根据材料厚度、焊缝坡口型式等因素选择，检测不同板厚所用探头角度宜按表7.2.3采用。  **表7.2.3 不同板厚所用探头角度**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 板厚δ（㎜） | 检验等级 | | | 探伤法 | 推荐的折射角β （K值） | | A级 | B级 | C级 | | 8～25 | 单面单侧 | 单面双侧  或双面单侧 | | 直射法及  一次反射法 | 70°（K2.5） | | 25～50 | 70°或60°(K2.5或K2.0) | | 50～100 | / | 直射法 | 45°和60°并用或45°和70°并用  (K1.0和K2.0并用或K1.0和K2.5并用) | | ＞ 100 | / | 双面双侧 | | 45°和60°并用(K1.0和K2.0并用) | | **7.2.3**　探头的选择应符合下列规定：  1 纵波直探头的晶片直径宜在10mm～20mm范围内，频率宜为1.0MHz～5.0MHz。  2 横波斜探头应选用在钢中的折射角*β*为45º、60º、70º或*K*值为1.0、1.5、2.0、2.5、3.0的横波斜探头，其频率宜为2.0MHz～5.0MHz。  3 晶片尺寸选择应根据频率和声程进行，短声程检测宜选择晶片直径为6 mm~12 mm（或等效面积的矩形晶片）的晶片；对于单晶直探头检测大于100 mm或斜探头检测大于200 mm的声程检测，宜选择直径为12 mm~24 mm（或等效面积的矩形晶片）的晶片。纵波双晶探头两晶片之间的声绝缘应良好，且晶片的面积不应小于150mm²。  4 探伤面与斜探头的折射角*β*（或*K*值）应根据材料厚度、焊缝坡口型式等因素选择，检测不同板厚所用探头角度宜按表7.2.3采用。当采用横波斜探头的超声从底面反射时，声束与底面反射面法线的夹角应在35º～70º，且一个探头的声束应与焊缝熔合面垂直，多个探头间的折射角度差不应小于10º。  **表7.2.3 不同板厚所用探头角度**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 板厚*δ*（㎜） | 检验等级 | | | 探伤法 | 推荐的折射角β （K值） | | A级 | B级 | C级 | | 8～25 | 单面单侧 | 单面双侧  或双面单侧 | | 直射法及  一次反射法 | 70°（K2.5） | | 25～50 | 70°或60°(K2.5或K2.0) | | 50～100 | — | 直射法 | 45°和60°并用或45°和70°并用  (K1.0和K2.0并用或K1.0和K2.5并用) | | ＞ 100 | — | 双面双侧 | | 45°和60°并用(K1.0和K2.0并用) |   5 当被检对象的衰减系数高于材料的平均衰减系数时，宜选择探头频率为1 .0MHz 。 |
|  | **7.2.3A** 探伤面与探头靴底面之间的间隙*g*，不应大于0.5mm。如果间隙大于*g*值大于0.5mm，则探头靴底面应修磨至与曲面吻合。对于曲面， 探伤面与探头靴底面之间的间隙*g*可按下式进行验算：  （7.2.3A）  式中：*W*——探头接触面宽度（mm）；  *D*——工件直径（mm）。 |
| **7.2.4**　标准试块的形状和尺寸应与图7.2.4相符。标准试块的制作技术要求应符合现行行业标准《无损检测 超声检测用试块》JB/T 8428的有关规定。 | **7.2.4**　标准试块的形状和尺寸应与图7.2.4相符。标准试块的制作技术要求应符合现行行业标准《无损检测 超声检测用试块通用规范》JB/T 8428的有关规定。 |
| **7.3 检测步骤** | **7.3 检测步骤** |
| **7.3.1** 检测前，应对超声仪的主要技术指标（如斜探头入射点、斜率*K*值或角度）进行检查确认；应根据所测工件的尺寸调整仪器时基线，并应绘制距离-波幅（DAC）曲线。 | **7.3.1** 检测前，应对超声仪的主要技术指标（如斜探头入射点、斜率*K*值或角度）进行检查确认；应根据所测工件的尺寸调整仪器时基线，并应绘制距离-波幅（DAC）曲线。 |
| **7.3.2**　距离—波幅（DAC）曲线应由选用的仪器、探头系统在对比试块上的实测数据绘制而成。当探伤面曲率半径R小于等于W2/4时，距离—波幅（DAC）曲线的绘制应在曲面对比试块上进行。距离—波幅（DAC）曲线的绘制应符合下列要求：  **1** 绘制成的距离—波幅曲线（图7.3.2）应由评定线EL、定量线SL和判废线RL组成。评定线与定量线之间（包括评定线）的区域规定为Ⅰ区，定量线与判废线之间（包括定量线）的区域规定为Ⅱ区，判废线及其以上区域规定为Ⅲ区。  17  图7.3.2 距离—波幅曲线示意图  **2** 不同检验等级所对应的灵敏度要求应符合表7.3.2的规定。表中的DAC应以φ3横通孔作为标准反射体绘制距离—波幅曲线（即DAC曲线）。在满足被检工件最大测试厚度的整个范围内绘制的距离—波幅曲线在探伤仪荧光屏上的高度不得低于满刻度的20%。  **表7.3.2 距离—波幅曲线的灵敏度**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 检验等级  板厚(mm)  距离—波幅曲线 | A级 | B级 | C级 | | 8～50 | 8～300 | 8～300 | | 判废线 | DAC | DAC-4dB | DAC-2dB | | 定量线 | DAC-10dB | DAC-10dB | DAC-8dB | | 评定线 | DAC-16dB | DAC-16dB | DAC-14dB | | **7.3.2**　距离-波幅（DAC）曲线应由选用的仪器、探头系统在对比试块上的实测数据绘制而成。当探伤面曲率半径*R*小于等于*W*2/4为曲面时，距离-波幅（DAC）曲线的绘制应在曲面与探伤面曲率相同的对比试块上进行。距离-波幅（DAC）曲线的绘制应符合下列要求：  1 绘制成的距离-波幅曲线（图7.3.2）应由评定线EL、定量线SL和判废线RL组成。评定线与定量线之间（包括评定线）的区域规定为Ⅰ区，定量线与判废线之间（包括定量线）的区域规定为Ⅱ区，判废线及其以上区域规定为Ⅲ区。  wps6  **图7.3.2 距离**-**波幅曲线示意图**  **2** 对承受静荷载结构的焊缝进行超声波检测时，距离-波幅（DAC）曲线不同检验等级所对应的灵敏度要求应符合表7.3.2的规定。表中的DAC应以φ3横通孔作为标准反射体绘制距离—波幅曲线（即DAC曲线）。在满足被检工件最大测试厚度的整个范围内绘制的距离—波幅曲线在探伤仪荧光屏上的高度不得低于满刻度的20%。  **表7.3.2 距离—波幅曲线的灵敏度**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 检验等级  板厚(mm)  距离—波幅曲线 | A级 | B级 | C级 | | 8～50 | 8～300 | 8～300 | | 判废线 | DAC | DAC-4dB | DAC-2dB | | 定量线 | DAC-10dB | DAC-10dB | DAC-8dB | | 评定线 | DAC-16dB | DAC-16dB | DAC-14dB |   **表7.3.2 距离**-**波幅曲线的灵敏度**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 厚度（mm） | 判废线（dB） | 定量线（dB） | 评定线（dB） | | 8～150 | ∅3×40 | ∅3×40-6 | ∅3×40-14 |   3 对承受疲劳荷载的结构焊缝进行超声波检测时，距离-波幅曲线的灵敏度应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定。 |
| **7.3.4**  检测前应对探测面进行修整或打磨，清除焊接飞溅、油垢及其它杂质，表面粗糙度不应超过6.3μm。当采用一次反射或串列式扫查检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于2.5 K*δ*；当采用直射检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于1.5 K*δ*。 | **7.3.4** 检测前应对探测面进行修整或打磨，清除焊接飞溅、油垢及其它杂质，表面粗糙度不应超过6.3μm。当采用一次反射或串列式扫查检测时。探测面表面的不平整度，不应引起探头和工件的接触间隙超过0.5mm。如果间隙超标，应修整探测面表面。探测面应足够宽，以保证声束能覆盖整个检测区域，一侧修整或打磨区域宽度应大于2.5 *Kδ*；如果能实现焊接接头双面扫查，可缩短探测面宽度。当采用直射检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于1.5 *Kδ*。 |
| **7.3.5**  应根据工件的不同厚度选择仪器时基线水平、深度或声程的调节。当探伤面为平面或曲率半径R大于W2/4时，可在对比试块上进行时基线的调节；当探伤面曲率半径R小于等于W2/4时，探头楔块应磨成与工件曲面相吻合的形状，反射体的布置可参照对比试块确定，试块宽度应按下式进行计算：  *b*≥2*λS*/*D*e （7.3.5）  式中： *b*——试块宽度(mm)；  *λ*——波长(mm)；  *S*——声程(mm)；  *D*e——声源有效直径(mm)。 | **7.3.5** 检测前，应根据工件的不同厚度选择仪器时基线水平、深度或声程的调节。直探头应采用纵波声程调节，斜探头可采用声程调节、水平调节或深度调节。当探伤面为平面时，时基线的设定应在标准试块上进行；当探伤面为曲面时，时基线的设定应在与探伤面曲率相同的标准试块上进行。当探伤面为平面或曲率半径*R*大于*W*2/4时，可在对比试块上进行时基线的调节；当探伤面曲率半径R小于等于W2/4时，探头楔块应磨成与工件曲面相吻合的形状，反射体的布置可参照对比试块确定，试块宽度应按下式进行计算：  *b*≥2*λS*/*D*e （7.3.5）  式中： *b*——试块宽度(mm)；  *λ*——波长(mm)；  *S*——声程(mm)；  *D*e——声源有效直径(mm)。 |
| **7.3.9**　对所有反射波幅超过定量线的缺陷，均应确定其位置、最大反射波幅所在区域和缺陷指示长度。缺陷指示长度的测定可采用以下两种方法：  **1**  当缺陷反射波只有一个高点时，宜用降低6dB相对灵敏度法测定其长度；  **2** 当缺陷反射波有多个高点时，则宜以缺陷两端反射波极大值之处的波高降低6dB之间探头的移动距离，作为缺陷的指示长度（图7.3.9）。  29  图7.3.9 端点峰值测长法  **3** 当缺陷反射波在Ⅰ区未达到定量线时，如探伤者认为有必要记录时，可将探头左右移动，使缺陷反射波幅降低到评定线，以此测定缺陷的指示长度。 | **7.3.9** 对所有反射波幅超过定量线的缺陷，均应确定其位置、最大反射波幅所在区域和缺陷指示长度。缺陷指示长度的测定可采用以下两种方法：  **1**  当缺陷反射波只有一个高点时，宜用降低6dB相对灵敏度法测定其长度；  **2** 当缺陷反射波有多个高点时，则宜以缺陷两端反射波极大值之处的波高降低6dB之间探头的移动距离，作为缺陷的指示长度（图7.3.9）。  wps7  图7.3.9 端点峰值测长法  **3** 当缺陷反射波在Ⅰ区未达到定量线时，如探伤者认为有必要记录时，可将探头左右移动，使缺陷反射波幅降低到评定线，以此测定缺陷的指示长度。    宜采用本方法进行测量：测量时应将探头左右移动，回波幅度等于评定线的位置点 1 和2 应为缺陷显示的端点（图 7.3.9-1）；端点 1 和端点 2 之间的水平长度应为缺陷显示的测定长度（图7.3.9-2）。    1、2-回波幅度等于评定线的位置；a-最高回波；b-评定线  **图7.3.9-1 缺陷显示端点的确定**    *L*-缺陷显示的水平长度  **图7.3.9-2 缺陷显示长度的确测量** |
|  | **7.3.11** 检测过程中至少每4h和检测结束时，应对时基线和灵敏度设定进行校验。当检测过程中发现数据偏离时，应按表7.3.11的规定进行修正。  **表7.3.11 灵敏度和时基线修正**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 灵敏度 | | | | 1 | 偏差值≤2dB | 无需修正 | | 2 | 2dB＜偏差值≤4dB | 继续检测前，应修正设定 | | 3 | 偏差值＞4dB | 当偏差为负偏差时，应修正设定，同时该设备前次校验后检查的全部焊缝应重新检测；当偏差为正偏差时，应修正设定，同时该设备前次校验后检查的全部已记录的显示应重新检测 | | 时基线 | | | | 1 | 偏差值≤1% | 无需修正 | | 2 | 1%＜偏差值≤2% | 继续检测前，应修正设定 | | 3 | 偏差值＞2% | 应修正设定，同时该设备前次校验后检查的全部焊缝应重新检测 | |
| **7.4 检测结果的评价** | **7.4 检测结果的评价** |
| **7.4.3** 最大反射波幅位于Ⅱ区的非危险性缺陷，可根据缺陷指示长度Δ*L* 进行评级。不同检验等级，不同焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值应符合表7.4.3的规定。  **表7.4.3 焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值（mm）**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 检验等级  板厚(mm)  评定等级 | A级 | B级 | C级 | | | 8～50 | 8～300 | 8～300 | | | Ⅰ | | 2*δ*/3，最小12 | *δ*/3，最小10，最大30 | *δ*/3，最小10，最大20 | | Ⅱ | | 3*δ*/4，最小12 | 2*δ*/3，最小12，最大50 | *δ*/2，最小10，最大30 | | Ⅲ | | *δ*， 最小20 | 3*δ*/4，最小16，最大75 | 2*δ*/3，最小12，最大50 | | Ⅳ | | 超过Ⅲ 级 者 | | |   注：焊缝两侧母材厚度*δ*不同时，取较薄侧母材厚度。 | **7.4.3** 最大反射波幅位于Ⅱ区的非危险性缺陷，可应根据缺陷指示长度Δ*L* 进行评级。不同检测等级，不同焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值应符合表7.4.3的规定。  **表7.4.3 焊缝质量评定等级的缺陷指示长度限值（mm）**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 检  验测  等  级  厚  板  评定  等级 | A | B | C | | 8mm～50mm | 8mm～300150mm | 8mm～300150mm | | Ⅰ | 2*δ*/3；最小128mm | *δ*/3；最小106mm，最大3040mm | *δ*/3；最小106mm，最大2040mm | | Ⅱ | 3*δ*/4 ；最小128mm | 2*δ*/3；最小128mm，最大5070mm | 2*δ*/3；最小108mm，最大3050mm | | Ⅲ | *δ* ；最小2016mm | 3*δ*/4；最小1612mm，最大7590mm | 3*δ*/4；最小12mm，最大5075mm | | Ⅳ | 超过Ⅲ级者 | | |   注：焊缝两侧母材厚度*δ*不同时，取较薄侧母材厚度。 |
|  | **7.4.7A** 一级焊缝内部缺陷的评定等级不低于Ⅱ级时，应评定为合格焊缝；二级焊缝内部缺陷的评定等级不低于Ⅲ级时，应评定为合格焊缝。 |
| **8 高强度螺栓终拧扭矩检测** | **8 高强度螺栓终拧扭矩检测** |
| **8.3 检测技术** | **8.3 检测技术** |
|  | **8.3.1A** 高强度螺栓的终拧扭矩检测应采用扭矩法检测或转角法检测。 |
| **8.3.2** 对高强度螺栓终拧扭矩的检测，应经外观检查或小锤敲击检查合格后进行。 | **8.3.2** 对高强度螺栓终拧扭矩的检测，应经外观检查或小锤敲击检查合格后进行。 |
| **8.3.3** 高强度螺栓终拧扭矩检测时,先在螺尾端头和螺母相对位置划线，然后将螺母拧松60°，再用扭矩扳手重新拧紧60°～62°，此时的扭矩值应作为高强度螺栓终拧扭矩的实测值。 | **8.3.3** 高强度螺栓终拧扭矩的扭矩法检测时，应符合下列规定：  1 检测前，应采用0.3kg的小锤敲击高强度螺栓的螺母，检查是否存在漏拧、未拧紧的情况；小锤敲击检查合格后，方可进行扭矩法检测。  2 检测时，应先在螺尾端头螺杆端面和螺母相对位置划画线，然后将螺母拧松60°，再用扭矩扳手重新拧紧60°～62°，使其两线重合，此时的扭矩值应作为高强度螺栓终拧扭矩的实测值。 |
|  | **8.3.3A** 高强度螺栓终拧扭矩的转角法检测，应符合下列规定：  1 检测前，应对高强度螺栓的终拧转角角度进行逐一检查，检查初拧后在螺母与相对位置所画的终拧起始线和终止线所夹的角度是否达到规定值；终拧转角角度合格后，方可进行转角法检测。  2 检测时，应先在螺杆端面和螺母相对位置画线，然后卸松螺母，再按初拧扭矩和终拧角度拧紧螺栓，测量检测时所画两线间的夹角。 |
| **8.4 检测结果的评价** | **8.4 检测结果的评价** |
|  | **8.4.1A** 高强度螺栓终拧扭矩的转角法检测时所画两线间的夹角宜在±30°范围内。 |
| **9 变形检测** | **9 变形检测** |
| **9.1 一般规定** | **9.1 一般规定** |
| **9.1.2** 变形检测可分为结构整体垂直度、整体平面弯曲以及构件垂直度、弯曲变形、跨中挠度等项目。 | **9.1.2** 变形检测可分为宜包括结构整体垂直度立面偏移、整体平面弯曲以及构件垂直度、弯曲变形、跨中或侧向位移、侧向弯曲矢高、挠度等项目。 |
| **9.2 检测仪器** | **9.2 检测仪器** |
| **9.2.2** 用于钢结构或构件变形的测量仪器及其精度宜符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定，变形测量级别可按三级考虑。 | **9.2.2** 用于钢结构或构件变形的测量仪器及其精度宜变形检测应根据建筑物类型、变形测量类型以及项目勘察、设计、施工、使用或委托方的要求，按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定确定变形检测精度等级。变形检测应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定，变形测量级别可按三级考虑。 |
| **9.3 检测技术** | **9.3 检测技术** |
| **9.3.4** 尺寸大于6m的钢构件垂直度、侧向弯曲矢高以及钢结构整体垂直度与整体平面弯曲宜采用全站仪或经纬仪检测。可用计算测点间的相对位置差的方法来计算垂直度或弯曲度，也可采用通过仪器引出基准线，放置量尺直接读取数值的方法。 | **9.3.4** 尺寸大于6m的钢构件垂直度、侧向弯曲矢高以及钢结构整体垂直度立面偏移与整体平面弯曲宜采用全站仪、三维激光扫描仪或经纬仪检测。可用计算测点间的相对位置差的方法来计算垂直度或弯曲度，也可采用通过仪器引出基准线，放置量尺直接读取数值的方法。 |
|  | **9.3.4A** 结构整体立面偏移检测宜对每一立面上全部柱构件进行立面内侧向位移检测。柱立面内的侧向位移检测时，上测点、下测点应分别布置在钢结构安装主体的顶部和底部。结构的每一立面上最大的柱侧向位移应视为该立面的整体立面偏移。 |
|  | **9.3.4B** 结构的整体平面弯曲检测宜对每一立面上全部柱构件进行立面外位置检测。 柱立面外的位置检测时，应以每一立面2个角柱的连线或各柱的设计定位位置确定基准线，计算立面各柱的平面外相对位置差，且每一立面上最大的柱相对位置差应视为该立面的整体平面弯曲。 |
| **9.3.6** 钢构件、钢结构安装主体垂直度检测，应测量钢构件、钢结构安装主体顶部相对于底部的水平位移与高差，并分别计算垂直度及倾斜方向。 | **9.3.6** 钢构件、钢结构安装主体垂直度检测，应测量钢构件、钢结构安装主体顶部相对于底部的水平位移与高差，并分别计算垂直度及倾斜方向。 |
| **9.4 检测结果的评价** | **9.4 检测结果的评价** |
| **9.4.1** 在建钢结构或构件变形应符合设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205及《钢结构设计规范》GB 50017等的有关规定。 | **9.4.1** 在建钢结构或构件变形应符合设计要求和、现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范标准》GB 50205及和《钢结构设计规范标准》GB 50017等的有关规定。 |
| **12 防腐涂层厚度检测** | **12 防腐涂层厚度检测** |
| **12.4 检测结果的评价** | **12.4 检测结果的评价** |
| **12.4.1** 每处3个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度的85%，同一构件上15个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度。 | **12.4.1** 每处3个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度的85%80%，同一构件上15个测点的涂层厚度平均值不应小于设计厚度的90%。 |
| **12.4.2** 当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度：室外应为150μm，室内应为125μm，其允许偏差应为-25μm。 | **12.4.2** 当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度：室外应为不应小于150μm，室内应为不应小于125μm，其允许偏差应为-25μm。 |
| **13 防火涂层厚度检测** | **13 防火涂层厚度检测** |
| **13.1 一般规定** | **13.1 一般规定** |
| **13.1.4** 梁、柱构件的防火涂层厚度检测，在构件长度内每隔3m取一个截面，且每个构件不应少于2个截面。对梁、柱构件的检测截面宜按图13.1.4所示布置测点。    图13.1.4 测点示意图 | **13.1.4** 梁、柱、拉索等构件的防火涂层厚度检测，在构件长度内每隔3m取一个截面，且每个构件不应少于2个截面。对梁、柱、拉索等构件的检测截面宜按图13.1.4所示布置测点。    **图13.1.4 测点示意图** |
|  | **13.1.4A** 桁架结构构件的防火涂层厚度检测，上弦和下弦杆件应在杆件长度内每隔3m取一个检测截面，且每根杆件不应少于2个检测截面，腹杆每根杆件取不应少于一个检测截面。对桁架结构构件的检测截面宜按图13.1.4所示布置测点。 |
| 13.2 检测量具 | 13.2 检测量具 |
| **13.2.1** 对防火涂层的厚度可采用探针和卡尺进行检测，用于检测的卡尺尾部应有可外伸的窄片。测量设备的量程应大于被测的防火涂层厚度。 | **13.2.1** 对防火涂层的厚度可采用探针和卡尺针式测厚仪进行检测，用于检测的卡尺尾部应有可外伸的窄片。测量设备的量程应大于被测的防火涂层厚度。 |
| 13.3 检测步骤 | 13.3 检测步骤 |
| **13.3.2** 在测点处，应将仪器的探针或窄片垂直插入防火涂层直至钢材防腐涂层表面，并记录标尺读数，测试值应精确到0.5mm。 | **13.3.2** 在测点处，应将仪器的探针和窄片测针垂直插入防火涂层直至钢基材表面，并记录标尺读数，测试值应精确到0.5mm。防火涂层厚度测试示意见图13.3.2。    1--标尺；2--刻度；3--测针；4--防火层  **图13.3.2 防火涂层厚度测试示意** |
| 13.4 检测结果的评价 | 13.4 检测结果的评价 |
| **13.4.1** 同一截面上各测点厚度的平均值不应小于设计厚度的85%，构件上所有测点厚度的平均值不应小于设计厚度。 | **13.4.1** 同一截面上各测点厚度的平均值不应小于设计厚度的85%，构件上所有测点厚度的平均值不应小于设计厚度。构件上所有测点厚度的最小值不应小于设计厚度的85%，构件上80％测点厚度大于设计厚度。 |
|  | 15 钢材强度检测 |
|  | 15.1 一般规定 |
|  | **15.1.1** 本章适用于钢材强度检测。 |
|  | **15.1.2** 钢材强度检测宜采用现场取样的方法，当现场不具备取样条件时，可采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度。未知牌号钢材强度应采用现场取样的方法进行确定。 |
|  | 15.2 检测设备 |
|  | **15.2.1** 摆锤敲入法检测钢材屈服强度的设备应包括摆锤敲入仪和深度测量表。 |
|  | **15.2.2** 摆锤敲入仪应符合下列技术规定：  1 锤头质量应为（2±0.02）kg；  2 摆杆直径应为（10±0.1）mm；  3 轴承中心到锤头中心的距离应为（223±2）mm；  4 摆动角度应为（175±1）°；  5 当将摆锤敲入仪水平向固定于支架上，锤头自由摆动至最低点时的速度不应小于1.93m/s。 |
|  | **15.2.3** 测钉宜采用工具钢，其洛氏硬度（HRC）宜为60±2，并应符合下列规定：  1 细端应为半球面，半球的直径应为（2.00±0.03）mm；  2 细端长度应为（3.00±0.10）mm；  3 过渡段长度应为（4.00±0.10）mm；  4 粗端长度应为（53.00±0.10）mm，直径应为（6.00±0.06）mm。 |
|  | **15.2.4**  深度测量表的分度值应为0.01mm.。 |
|  | 15.3 检测方法 |
|  | **15.3.1** 钢结构现场取样，应符合下列规定：  1 截取钢材时应采取确保受检构件和结构安全的措施；  2 钢材截取位置宜选在应力较小的部位；  3 钢材试件的尺寸和数量应满足试验方法的要求；  4 应记录取样的具体位置、样品的尺寸、构件表面原始状态等信息。 |
|  | **15.3.2** 钢材屈服强度、抗拉强度检测每检验批不应少于2个。 |
|  | **15.3.3** 钢材强度检测的试件制样方法应按照现行国家标准《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》GB/T 2975 的有关规定进行制样，屈服强度、抗拉强度和伸长率检测应符合现行国家标准《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1的有关规定。 |
|  | **15.3.4** 采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度，钢材应符合下列规定：  1 钢材表面应清洁、平整，并打磨至露出金属光泽；  2 钢材厚度不应小于4mm；  3 曲率半径不应小于50mm。 |
|  | **15.3.5** 采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度，可按单个构件或按检验批抽样进行检测。按检验批抽样检测时，一个检验批抽样数不应少于6个构件。当一个检验批不足6个构件时，应对每个构件进行检测。 |
|  | **15.3.6** 摆锤敲入法检测时，构件上测区、测点的布置应符合下列规定：  1 应避开焊缝部位，在构件支座附近或设有加劲板的部位布置测区；避免构件因摆锤敲入检测而出现颤抖现象；检测钢柱时，宜在柱根部0.6m范围内布置测区；  2 对于H型钢柱测区应布置在测试翼缘的中间位置；对于圆形钢柱测区应布置在圆柱面的母线上；对于方管钢柱测区应布置在柱边缘位置；  3 所测构件上应布置12个测点，两相邻测点间的距离不宜小于30mm，测点与构件边缘的距离不宜小于5mm；  4 当检测过程中摆锤敲入仪出现滑动时，检测数据无效，并应重新选定测点。 |
|  | **15.3.7** 摆锤敲入法检测应按下列程序操作：  1 先打磨测试面，清除金属表面锈蚀和氧化皮，使其露出金属光泽，打磨区域不宜小于40mm×350mm；  2 将锤头提至顶部，测钉插入竖板上的测钉座中，测钉细端朝向被测构件，测钉座对准被测钢材；  3 将摆锤敲入仪的竖板紧贴在构件上，使竖板处于铅直位置；当构件本身不完全铅直时，可调整摆锤敲入仪上的调节螺丝，水准泡应居中；  4 紧压摆锤敲入仪的把手，确认水准泡居中，并确保锤头下摆不会伤及检测人员自身安全的前提下，拇指压激发杆，使锤头自由下摆，将测钉敲入钢材中；  5 将测钉从钢材中拔出，取出深度测量表，应将其其置于平整量块上，当扁头端面和平整量块表面重合时，将深度测量表的示值调为零，使深度测量表扁头紧贴被测钢材，并保持测量表垂直于被测钢材的表面，从测量表中读取显示值并记录，精确至0.01mm。 |
|  | 15.4 检测结果的计算与评价 |
|  | **15.4.1** 采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度时，计算第个构件钢材的敲入深度平均值时，应先剔除12个测量值中的1个最大值和1个最小值，按下式计算：  （15.4.1）  式中：——第个构件钢材的敲入深度平均值(mm)，精确至0.01mm；  ——钢材第 个测点的敲入深度值(mm)，精确至0.01mm。 |
|  | **15.4.2** 采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度时，第个构件钢材的屈服强度换算值应按下式计算：  （15.4.2）  式中： ——第个构件钢材的屈服强度换算值(MPa)，精确至1 MPa。 |
|  | **15.4.3** 采用摆锤敲入法检测钢材屈服强度时，钢材屈服强度的推定应符合下列规定：  1 当按单个构件检测时，钢材屈服强度推定值应按下式计算：  （15.4.3-1）  式中：——钢材屈服强度推定值(MPa)。  2 当按批抽检时，检验批钢材屈服强度推定值应按下式计算：  （15.4.3-2）  （15.4.3-3）  （15.4.3-4）  式中： ——同批构件中钢材屈服强度换算值的平均值(MPa)，精确至1 MPa；  *n*——检验批抽检的构件数量；  *k*——和*n*有关的钢材标准强度计算系数，可由表15.4.3查得；  *s* ——同批构件钢材屈服强度换算值样本的标准差（MPa），精确至0.1 MPa。  **表15.4.3 计算系数k值**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 检验批抽检的构件数量*n* | 计算系数*k* | 检验批抽检的构件数量*n* | 计算系数*k* | | 6 | 3.092 | 12 | 2.448 | | 7 | 2.894 | 15 | 2.329 | | 8 | 2.754 | 18 | 2.249 | | 9 | 2.650 | 20 | 2.208 | | 10 | 2.568 | — | — | |
|  | **15.4.4** 钢材力学性能检测结果应按现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591和《建筑结构用钢板》GB /T 19879的有关规定进行评定。 |
|  | 附录E 相控阵超声检测 |
|  | E.1 一般规定 |
|  | E.1.1 相控阵超声检测适用于厚度为6mm~100mm的低合金钢和普通碳素结构钢焊接接头相控阵超声检测与质量分级要求。厚度超过100mm的焊接接头在进行工艺验证后可参照本附录进行检测。对于其它材质的焊接接头，在考虑信噪比和声速各向异性的影响后，同时进行工艺验证后，也可参照本附录。 |
|  | E.1.2 从事相控阵超声检测的人员应符合现行国家标准《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445的要求或按合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证，通过有关相控阵检测技术的专门培训并取得相应证书。 |
|  | E.2 检测设备 |
|  | E.2.1 仪器主机应具有多通道超声波延迟控制发射、接收、放大、数据自动采集、记录、成像显示和分析功能。其主要技术指标应满足下列规定：  1 放大器增益最小调节步进不应大于0.5dB，放大器的-3dB频带应包括1MHz~15MHz范围。  2 采样频率不应小于探头中心频率的6倍。  3 波幅模数转换器位数不小于8位。  4 仪器主机水平线性偏差不大于1%，垂直线性偏差不大于5%。  5 任意连续1dB，衰减器累积误差不大于0.5dB；任意连续20dB，衰减器累积误差不大于1dB；任意连续60dB，衰减器累积误差不大于2dB。 |
|  | E.2.2 探头应由多个晶片（一般不少于8个）组成阵列，探头可加装用以辅助声束偏转的楔块或延迟块。其主要技术指标应符合下列规定：  1 探头各阵元的实测中心频率与标称频率间误差不应大于10%。  2 探头-6dB相对频带宽度不小于60%。  3 同一探头不同晶片间灵敏度差异应小于3dB，相邻两晶片之间串扰不应大于-25dB。  4 在探头中允许存在失效晶片，但失效晶片数量不得超过探头晶片使用总数的1/8，且不得出现相邻晶片连续失效。 |
|  | E.2.3 耦合剂的选择应符合本标准7.3.7条的规定。实际检测采用的耦合剂宜与检测参数校准时的耦合剂保持一致。 |
|  | E.3 检测实施 |
|  | E.3.1 A级检测技术等级应符合下列规定：  1 A级检测适用于工件厚度为6mm~50mm焊接接头且不具备B级检测条件时的检测。  2 检测时应保证相控阵声束对检测区域实现至少一次全覆盖。  3 可选择横波倾斜入射的沿线扫查＋扇扫描或横波倾斜入射的沿线扫查＋线扫描。一般从焊接接头单面双侧进行检测，如受条件限制，可选择双面单侧或单面单侧进行检测。  4 A级检测一般不需要进行横向缺陷检测。  5 A级不要求制作模拟试块。在对比试块上测量信噪比，应保证所有声束拟采用的声程范围内φ3横通孔信噪比大于9dB。 |
|  | E.3.2 B级检测技术等级应符合下列规定：  1 B级检测适用于工件厚度为6mm~100mm焊接接头的检测。  2 检测时应保证相控阵声束对检测区域实现至少两次全覆盖，两次覆盖的声束尽量来自大致相互垂直的两个方向。若因条件限制，只能来自一个方向，则两次覆盖的声束夹角不得小于10°。  3 当母材厚度为6mm~50mm时，可选择横波倾斜入射的沿线扫查＋扇扫描或横波倾斜入射的沿线扫查＋线扫描进行检测，一般从焊接接头单面双侧进行检测，如受条件限制，可以选择双面单侧或双面双侧检测。当厚度为50mm~100mm时，可选择横波倾斜入射的沿线扫查＋扇扫描进行检测，扫查方式为双面双侧。  4 受条件限制，无法做到焊缝的单面双侧或双面双侧扫查时，可增加三次波扫查（较薄工件），或增加沿线格栅扫查（较厚工件），来增大覆盖范围和实现多角度声束覆盖。  5 B级是否制作模拟试块由合同双方商定。在试块上测量信噪比，应保证所有声束拟采用的声程范围内φ3横通孔的信噪比大于12dB。 |
|  | E.3.3 C级检测技术等级应符合下列规定：  1 C级检测适用于工件厚度为6mm~100mm重要结构的焊接接头的检测。  2 采用C级检测时应将对接接头的余高磨平。  3 应保证相控阵斜入射声束对检测区域实现至少三次全覆盖，其中任两次覆盖的声束应尽量来自大致相互垂直的两个方向。若因条件限制只能来自一个方向，则任两次覆盖的声束夹角不得小于10°。  4 当母材厚度为6mm~50mm时，可选择横波倾斜入射的沿线扫查＋扇扫描或横波倾斜入射的沿线扫查＋线扫描进行检测，扫查面至少为焊缝单面双侧。当厚度为50mm~100mm时，可选择横波倾斜入射的沿线扫查＋扇扫描进行检测，扫查方式应为双面双侧。  5 受条件限制，无法做到焊缝的单面双侧或双面双侧扫查时，可增加三次波扫查（较薄工件），或增加沿线格栅扫查（较厚工件），来增大覆盖范围和实现多角度声束覆盖。  6 C级要求制作模拟试块。在模拟试块上测量信噪比，应保证所有声束拟采用的声程范围内φ3横孔的信噪比大于12dB。  7 C级检测应进行横向缺陷检测和在焊缝及附近母材的纵波直射声束扫描。 |
|  | E.3.4 探头和楔块选择应符合下列规定：  1 应根据被检工件的类型、规格尺寸、结构、材质、检测面以及检测方式综合选择相控阵探头、楔块和检测区域覆盖方式等。  2 相控阵探头选择的一般原则，对于薄工件焊接接头检测，多选用高频、小激发孔径的探头；对于厚工件焊接接头检测，多选用低频、大激发孔径的探头；在满足穿透的情况下，可选择孔径小的探头。  3 楔块的选择主要包括其类型和形状规格等，对于纵波直入射方式，一般选用0°楔块，对于斜入射方式一般选用带角度的楔块。对于曲面工件，当楔块与被检工件接触面的间隙大于0.5mm时，应采用曲面楔块或对楔块进行修磨，同时考虑对声束的影响。 |
|  | E.3.5 聚焦设置应符合下列规定：  1 焊缝初始扫查的聚焦深度设置不宜在近场区。当检测声程范围在50mm以下时，聚焦深度可以设置在最大检测声程处；当检测声程范围在50mm以上时，聚焦深度可以选择检测声程范围的中间值或其他适当深度。  2 在对缺陷进行精确定量时，或对特定区域检测需要获得更高的灵敏度和分辨力时，可将焦点设置在该区域，但应注意聚焦区以外声场劣化问题。 |
|  | E.3.6 扇扫描的角度设置应符合下列规定：  1 当使用横波倾斜入射时，角度范围不宜超出35°~75°，建议在40°~70°范围内，且应根据仪器和探头的综合性能评定。  2 当最大检测深度不超过100mm时，角度步进不得大于1°。当最大检测深度超过100mm时，角度步进不得大于0.5°。 |
|  | E.3.7 检测面与声束覆盖相关要求应符合下列规定：  1 应根据检测等级、检测区域的覆盖情况、检测实施的可操作性确定检测面和检测位置。  2 当对检测区域进行厚度扫查分区时，一次扫查检测深度范围内，最大声程处信噪比应满足不同检测等级对应的信噪比要求。各分区应在厚度方向以此向上覆盖相邻分区深度范围的25%（焊缝接头中心线处）。 |
|  | E.3.8 检测前修正应符合下列规定：  1 在检测前应使用ACG校准、TCG校准功能使检测范围内不同角度的声束对不同距离处对于相同类型和相同尺寸的反射体回波信号显示能达到基本一致的幅度，且对最大声程处横孔回波的信噪比满足不同检测等级对应的信噪比要求。  2 应对每个聚焦声束都进行校准和参考灵敏度的设定。 |
|  | E.3.9 灵敏度设置应符合下列规定：  1 可使用TCG和DAC两种方式设置灵敏度。  2 初始扫查时推荐采用TCG设置灵敏度 。  3 设置TCG灵敏度，探测深度为6mm~50mm时，将φ3×40横孔回波波幅调至满屏的适当高度，作为扫查灵敏度；探测深度大于50mm时，将φ3×40横孔回波幅度调至满屏的适当高度，作为扫查灵敏度。  4 设置DAC灵敏度，探测深度为6mm~50mm时，将DAC曲线的最大声程处的φ3×40横孔回波波幅调至满屏的适当高度作为扫查灵敏度；探测深度大于50mm时，将DAC曲线的最大声程处的φ3×40横孔回波幅度调至满屏的适当高度，作为扫查灵敏度。  5 曲面工件检测时，检测面曲率半径*R*≤*W*2/4时（*W*为探头接触面宽度），TCG或DAC校准应在与检测面曲率相同或相近的对比试块上进行。  6 纵焊缝的增益及声程修正可通过相应的模拟试块测定，也可通过仿真软件计算实现。  7 工件的表面耦合损失和材质衰减应与试块相同，否则应进行传输损失补偿，在所采用的最大声程内最大传输损失差小于或等于2dB时可不进行补偿。 |
|  | E.3.10 应根据被测构件的厚度进行扫查步进相关参数设置，其参数设置应符合表E.3.10的规定。  表E.3.10 扫查步进最大值（mm）   |  |  | | --- | --- | | 被测构件厚度*δ* | 扫查步进最大值 | | 6≤*δ*≤10 | 1.0 | | 10＜*δ*≤150 | 2.0 | | 150＜*δ*≤200 | 3.0 | |
|  | E.3.11 检测前，应采取一定的措施使探头沿预定轨迹移动。检测时探头位置与预定轨迹的偏离量不得超过探头前端距的10%。 |
|  | E.3.12 扫查过程中最大扫查速度应符合式E.3.12的规定，同时需满足耦合效果和数据采集的要求。  （E.3.12）  式中：*v*max——最大扫查速度（mm/s）；  *PRF*——脉冲重复频率（Hz）；  *N*——设置的信号平均化处理次数；  *M*——设置的电子扫描步进数量；  *Δx*——设置的扫查步进值（mm）。 |
|  | E.3.13 若需对构件在长度方向进行分段扫查，则相邻扫查区的重叠覆盖范围至少为20mm。 |
|  | E.3.14 分析数据之前应对所采集的数据进行评估以确定其有效性，数据应满足以下要求：  1 扫查步进的设置应满足本标准E.3.10条的要求；  2 采集的数据量满足所测焊缝长度的要求；  3 数据丢失量不得超过整个扫查的5%，且不得有相邻数据连续丢失；  4 扫查图像中耦合不良不得超过整个扫查的5%，单个耦合不良长度不得超过2mm。  5 若数据无效，应纠正后重新进行扫查。 |
|  | E.4 检测结果评价 |
|  | E.4.1 扇扫描时，找到不同位置扇扫描的不同角度A扫描中缺陷的最高回波幅度作为该缺陷的幅度。线扫描时，找到不同孔径组合时，缺陷最高回波幅度作为该缺陷的幅度。 |
|  | E.4.2 以缺陷最高回波幅度处所显示的缺陷深度、缺陷水平位置作为缺陷的相关数据值。 |
|  | E.4.3 缺陷长度确定应满足下列要求：  1 若缺陷最高幅度未超过满屏100%，则以此幅度为基准，找到此缺陷不同角度A扫描回波幅度降低6dB的最大长度作为该缺陷的长度；若缺陷最高幅度超过满屏100%，则找到此缺陷不同角度A扫描回波幅度降低至定量线的最大长度作为该缺陷的长度。  2 当缺陷回波只有一个波高点时，采用-6dB法测长；当缺陷回波有多个波高点时，采用端点-6dB法测长。 |
|  | E.4.4 相邻两个或多个缺陷显示（非点状），其在X轴方向间距小于其中较小的缺陷长度、在Y轴方向间距小于5mm，且在Z轴方向间距小于其中较小的缺陷自身高度时，应作为一条缺陷处理，该缺陷深度、缺陷长度及缺陷自身高度按如下原则确定：  1 缺陷深度：以两缺陷深度较小值作为单个缺陷深度；  2 缺陷长度：两缺陷在X轴投影上的前、后端点间距离；  3 缺陷自身高度：若两缺陷在X轴上无重叠，以其中较大的缺陷自身高度作为单个缺陷自身高度；若两缺陷在X轴投影有重叠，则以两缺陷自身高度之和作为单个缺陷自身高度（间距计入）。 |
|  | E.4.5 相控阵超声检测的评定曲线灵敏度应符合本标准表7.3.2的规定。 |
|  | E.4.6 钢结构焊缝不允许的缺陷：  1 反射波幅位于判废线以上的III区缺陷；  2 最大反射波幅超过评定线的裂纹，未熔合等危害性缺陷。 |
|  | E.4.7 除裂纹与未熔合外，钢结构焊接接头对超声波最大反射波幅位于DAC或TCG曲线Ⅱ区的其他缺陷，根据单个缺陷指示长度，缺陷的等级评定应符合本标准表7.4.3的规定。 |
|  | 附录F TOFD超声检测 |
|  | F. 1 一般规定 |
|  | F. 1. 1 本附录适用于厚度12mm~200mm低碳钢、低合金钢对接接头内部缺陷的检测与质量分级。 |
|  | F. 1. 2 从事TOFD超声检测的人员应符合现行国家标准《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445的要求或按合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证，并通过有关TOFD检测技术的专门培训并取得相应证书。 |
|  | F. 2 检测设备 |
|  | F. 2. 1 检测设备应包括仪器、探头、楔块、扫查装置和附件。 |
|  | F. 2. 2 探头和楔块应符合下列规定：  1 TOFD检测宜选用宽频带窄脉冲纵波探头；  2 单个探头实测中心频率与公称频率允许偏差为±10%，一个探头组中的两个探头应具有相同的晶片尺寸和公称频率，两个探头中心频率与公称频率允许偏差为±10%；  3 直通波波幅达到峰值10%以上的部分，周期数不应超过2个；  4 楔块与被检测面正常接触时，间隙不应大于0.5mm。 |
|  | F. 2. 3 扫查装置应符合下列规定：  1 应至少包括探头夹持装置和编码器；  2 探头夹持装置应能调整和固定探头以获得需要的PCS；  3 编码器应能适应工作环境的要求，检测时应能连续正常工作；  4 扫查装置可采用电动或手动移动，扫查装置所安装的位置编码器应与A扫查数据采集同步；  5 检测过程中扫查装置应保证PCS中点与参考扫查线相对位置偏差不大于2mm；  6 扫查装置应具有良好的往返重复性，在平板上500mm范围内往返扫查时，长度方向误差和轴线偏离不应大于5mm。 |
|  | F. 2. 4 检测仪器和探头的组合性能应包括水平线性、垂直线性、灵敏度余量、组合频率、-12dB声束扩散角和信噪比，并应符合下列规定：  1 发生下列情况时应测定仪器和探头的组合性能：  1）新购置的TOFD仪器和探头；  2）TOFD仪器和探头在维修或更换主要部件后；  3）检测人员有怀疑时。  2 水平线性误差不应大于1%，垂直线性误差不应大于5%。  3 灵敏度余量不应小于42dB。  4 仪器和探头的组合频率与探头标称频率之间允许偏差宜为±10%。  5 采用对比试块时，应能使检测区域范围内的反射体衍射信号幅度不小于满屏的50%，且信噪比应大于8dB。 |
|  | F. 2. 5 附件应包括试块、耦合剂和离线分析软件等实现设备检测功能所需的物件。 |
|  | F. 2. 6 耦合剂的选用应符合下列规定：  1 耦合剂应具有良好的润湿和透声性能，易清理，对被检构件无腐蚀性；  2 选用的耦合剂在检测环境温度下应保证稳定可靠；  3 实际检测用耦合剂应与检测系统设置和校准时所用耦合剂相同。 |
|  | F. 2. 7 离线分析软件应符合下列规定：  1 离线分析软件应能同时显示A扫查信号和B扫查信号或D扫查信号；  2 离线分析软件应实现直通波差分、数据局部缩放、缺陷在高度和长度方向上起止点的位置测量，以及数据和图像的输出等功能，用于测量的指针应具有拟合功能。 |
|  | F. 3 检测实施 |
|  | F. 3. 1 TOFD检测等级分为A、B、C三个级别，并应符合表F. 3. 1的规定。  **表F. 3. 1 TOFD检测等级**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 检测等级 | 检测面 | 扫查面  盲区 | 底面  盲区 | 横向缺陷检测 | 采用模拟试块验证工艺 | 扫查面表面检测① | 底面表面检测① | | A② | 单面 | ≤1mm | ≤1mm | — | — | 需要 | — | | B③ | 单面 | ≤1mm | ≤1mm | 需要 | — | 需要 | 必要时 | | C④ | 双面 | — | ≤1mm | 需要 | 需要 | 需要 | 需要 | | 注：①表面检测方法包括磁粉检测、渗透检测或涡流检测，宜采用磁粉检测；  ②A级检测时，底面有可疑相关显示时需进行底面表面检测；  ③B级检测时，必要时应采用模拟试块验证工艺进行底面表面检测；  ④C级检测时由于结构原因，在无法进行双面检测的局部可采用B级检测，但应采用模拟试块验证工艺且一般应进行底面表面检测。 | | | | | | | | |
|  | **F**. 3. 2 工业和民用钢结构常用构件焊接接头检测等级选择应符合表F. 3. 2的规定。  **表F. 3. 2 工业和民用钢结构常用构件焊接接头检测等级选择**   |  |  | | --- | --- | | 焊缝质量等级 | 焊接接头检测等级 | | 三级 | 检测等级不宜低于A级 | | 二级 | 检测等级不宜低于B级 | | 一级 | 检测等级为C级 |   注：重要部位的一级焊缝通常指结构关键节点或设计文件指出的重要节点，采用现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661中规定的Ⅳ类钢且板厚大于50mm的对接接头，以及需进行疲劳验算的横向对接接头。 |
|  | F. 3. 3 探头选取和设置应符合下列要求：  1 探头宜选择宽角度纵波斜探头，对于每一组探头对的两个探头，标称频率应相同，声束角度和晶片直径宜相同。  2 当母材厚度不大于50mm时，可采用一组探头对检测，宜将PCS设置为使该探头对声束交点位于钢板厚度2/3深度处。  3 当母材厚度大于50mm时，应在厚度方向分成若干不同的深度范围，采用不同参数的探头对分别进行检测；宜将PCS设置为使每一个探头对的声束交点位于检测深度范围的2/3深度处，该探头声束在所检测深度范围内相对声束轴线处的声压幅值下降不应超过12dB。  4 检测构件底面的探头声束与底面检测区域边界处法线间的夹角不应小于40°。  5 探头标称频率、晶片直径和主声束折射角度应根据板厚选择，探头组数原则上与厚度分区数一致，探头参数的选择和设置应符合表F. 3. 3的规定。  **表F. 3. 3 平板对接接头的探头选择和设置**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 母材厚度*δ*  （mm） | 厚度分区数或探头组数 | 深度范围  （mm） | 标称频率  （MHz） | 主声束折射角度*β*（°） | 晶片直径*D*  （mm） | | 12≤*δ*≤15 | 1 | 0~*δ* | 15~10 | 70 | 2~3 | | 15＜*δ*≤35 | 1 | 0~*δ* | 10~5 | 70~60 | 2~6 | | 35＜*δ*≤50 | 1 | 0~*δ* | 5~3 | 70~60 | 3~6 | | 50＜*δ*≤100 | 2 | 0~*δ*/2 | 5~3 | 70~60 | 3~6 | | *δ*/2~*δ* | 5~3 | 60~45 | 6~12 | | 100＜*δ*≤200 | 3 | 0~*δ*/3 | 5~3 | 70~60 | 3~6 | | *δ*/3~2*δ*/3 | 5~3 | 60~45 | 6~12 | | 2*δ*/3~*δ* | 5~2 | 60~45 | 6~20 |   6 若已知缺陷的大致位置或仅检测可能产生缺陷的部位，可选择聚焦探头，并将PCS设置为使探头对的声束交点为缺陷部位或可能产生缺陷的部位，且声束角度*β*宜为55°~60°。 |
|  | F. 3. 4 PCS应按照声束交叉点位置在所检测区的2/3处进行设置，并应符合下列规定：  1 不分区检测时，PCS应按下式计算：  （F.3.4-1）  式中：*l*pcs——PCS(mm)；  *δ*——被测构件的厚度(mm)；  *β——*主声束在被检构件中的折射角度（°）。  2 分区检测时应符合下列规定：  1）第一分区的PCS应按下式计算：  （F.3.4-2）  式中：——第一分区PCS(mm)；  *δ*1——第一分区的厚度(mm)。  2）第n分区的PCS应按下式计算：  （F.3.4-3）  式中：——第*n*分区PCS(mm)；  *δn*——第*n*分区的厚度(mm)；  *δ’n*——第*n*分区的初始厚度(mm)。 |
|  | F. 3. 5 扫查面和扫查方式选择应符合下列规定：  1 初始扫查方式分为D扫查、偏置非平行扫查和斜向非平行扫查。  2 当检测等级为A级或B级时，宜选择外表面作为扫查面，弧面和非平面对接接头的扫查面选择应考虑盲区高度的大小，扫查面的选择应考虑操作空间和耦合效果。  3 当需要检测焊接接头中的横向缺陷时，可采用斜向非平行扫查。  4 扫查面准备应符合下列规定：  1）探头移动区应清除焊接飞溅、氧化皮、油垢及其他杂质，表面应平整，便于探头的扫查，表面粗糙度*R*a值不应低于12. 5μm；  2）焊缝任意侧打磨宽度不应小于PCS加50mm；  3）检测前，焊缝外观质量应检测合格；保留余高的焊缝，如果焊缝表面有咬边、较大的隆起和凹陷等应进行适当的修磨，并作圆滑过渡以免影响检测结果的评定；  4）要求去除余高的焊缝，应将余高打磨到与邻近母材平齐，扫查方式为平行扫查的应去除余高；  5）检测前，应在被检构件扫查面上做标记，标记内容至少应包括扫查起始点和扫查方向，同时宜在母材上距焊缝中心线规定的距离处画线，作为扫查装置运动的参考。 |
|  | F. 3. 6 检测前应将检测设备设置为根据扫查步进采集信号。扫查步进值设置应符合表F. 3. 6的规定。  **表F. 3. 6扫查步进值设置（mm）**   |  |  | | --- | --- | | 钢板厚度*δ* | 扫查步进最大值*△x*max | | 12≤*δ*≤150 | 1. 0 | | *δ*＞150 | 2. 0 | |
|  | F. 3 .7 A扫查时间窗口设置和深度校准应符合下列规定：  1 检测前应对检测通道的A扫查时间窗口进行设置。  2 钢板厚度不大于50mm且采用单检测通道时，时间窗口的起始位置应设置为直通波到达接收探头前0.5μs~1.5μs，时间窗口的终止位置应设置为被检构件底面的一次波型转换后0.5μs~1.5μs，同时应使用直通波进行校准。  3 在厚度方向分区检测时，应采用对比试块设置各检测通道的A扫查时间窗口和进行深度校准，A扫查时间窗口应至少包含所需检测的深度范围，并应符合下列规定：  1） 首先应根据已知的对比试块内各侧孔实际深度，校准检测设备的深度显示；  2） 最上分区的时间窗口起始位置，应设置为直通波到达接收探头前0.5μs以上，时间窗口的终止位置，应设置为所检测深度范围的最大值；  3） 其他分区的时间窗口起始位置，应在厚度方向依次向上覆盖相邻检测分区深度范围的25%；  4） 最下分区的时间窗口终止位置，应设置为底面反射波到达接收探头后0.5μs以上；  5） 可利用检测设备经对比试块校核后的深度参数输入。 |
|  | F. 3. 8 检测灵敏度设置应符合下列规定：  1 检测前应设置检测通道的灵敏度。  2 若检测钢板厚度不大于50mm且采用单通道时，可直接在被检构件或对比试块上设置灵敏度。若直接在被检构件上设置灵敏度时，一般将直通波的波幅设定为满屏高的40%~80%；若直通波不可用，可将底面反射波波幅调整为满屏高的80%，再提高20dB~32dB；若直通波和底面反射波不可用，可将材料的晶粒噪声设定为满屏高的5%~10%作为灵敏度。  3 若在厚度方向分区检测时，应采用对比试块设置各通道检测灵敏度。将各通道A扫查时间窗口内各反射体产生的最弱衍射信号波幅设定为满屏高的40%~80%作为灵敏度，最上分区也可将直通波的波幅设定为满屏高的40%~80%。 |
|  | F. 3. 9 工艺参数调节应符合下列规定：  1 直接在被检构件上设置灵敏度时，在实际扫查前应检查灵敏度；  2 采用对比试块设置灵敏度时，在实际被检构件检测前应进行表面耦合补偿，表面耦合补偿量的确定宜符合现行国家标准《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345的有关规定；  3 采用对比试块进行A扫查时间窗口设置和深度校准时，应符合本规程第F. 3. 7节的规定。 |
|  | F. 3. 10 扫查应符合下列规定：  1 扫查时应保证实际扫查路径与拟扫查路径的偏差不超过PCS的10%。  2 扫查时应保证扫查速度不大于最大扫查速度*v*max，同时应保证耦合效果应满足数据采集的要求，最大扫查速度应按下式计算：  （F. 3. 10）  式中：*v*max——最大扫查速度（mm/s）；  *PRF*——脉冲重复频率（Hz）；  *N——*设置的信号平均化处理次数；  *Δx*——设置的扫查步进值（mm）。  3 每次扫查长度不应超过2000mm；若需对焊缝在长度方向进行分段扫查，各段扫查区的重叠范围应至少为20mm；对于环焊缝，扫查停止位置应越过起始位置至少20mm。  4 扫查过程中应密切观察波幅状况，发现直通波、底面反射波、材料晶粒噪声或波型转换波的波幅降低12dB以上或耦合不良时，应重新扫查整段区域；若发现直通波满屏或晶粒噪声波幅超过满屏高20%时，则应降低增益并重新扫查。 |
|  | F. 3. 11 检测数据的有效性评价应符合下列规定：  1 分析数据前应对所采集的数据进行评估，检测数据应符合下列规定：  1）A扫查时间窗口设置应符合本附录F. 3. 7节的规定；  2）采用的数据量应满足所检测焊缝长度的规定；  3）每一检测数据中的A扫查信号丢失量不得超过总量的5%，且相邻A扫查信号连续丢失长度不得超过本附录表F. 3. 6规定的扫查步进最大值的2倍；缺陷部位的A扫查信号丢失不得影响缺陷的评定；  4）直通波、底面反射波应较为平直，不得存在明显非缺陷引起的突变。  2 对于无效数据应重新进行检测。 |
|  | F. 4 检测结果评价 |
|  | F. 4. 1 TOFD图像显示分类、特点、测定和记录应符合表F. 4. 1的规定。  **表F. 4. 1 TOFD图像显示分类、特点、测定和记录**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 图像显示类别 | | | 显示特点 | 测定和记录 | | 相关显示 | 表面开口型缺陷显示 | 上表面开口型 | 直通波减弱、消失或变形，仅可观察到缺陷下端点产生的衍射信号，且与直通波同相位 | 应测定缺陷的位置、缺陷长度、缺陷深度以及缺陷自身高度，必要时还应测定缺陷偏离焊缝中心线的位置 | | 下表面开口型 | 底面反射波减弱、消失、延迟或变形，仅可观察到缺陷上端点产生的衍射信号，且与直通波反相位 | | 贯穿型 | 直通波和底面反射波同时减弱或消失，可沿壁厚方向产生多处衍射信号 | | 没有高度的埋藏型缺陷显示 | 点状显示 | 曲线弧状，且与拟合弧形光标重合，无可测量长度和高度 | 当某区域内数量较多时，应予以记录 | | 线状显示 | 细长状，无可测量高度 | 同表面开口型缺陷显示测定和记录方式 | | 有高度的埋藏型缺陷显示 | 条状显示 | 长条状，可测量高度，可见上、下两端产生的衍射信号 | | 非相关显示 | | | 被检构件外形结构或材料冶金等非缺陷引起的显示 | 记录位置 | |
|  | F. 4. 2 数据分析时，应注意与直通波和底面反射波最近的缺陷信号的相位，初步判断缺陷的上、下端点是否隐藏于表面盲区或在被检构件表面。 |
|  | F. 4. 3 焊接缺陷的定性应根据被检构件的材质、焊接工艺、缺陷位置、尺寸和数据图像进行综合判定，焊接缺陷定性的一般准则应符合下列规定：  1 数据分析人员应了解被检测对象的材质、焊接坡口形式、热处理状态、成型工艺和常见缺陷的类型。  2 定性前应对数据中的缺陷进行分析，得到缺陷的长度、高度、深度等位置信息，可增加平行扫查来确定缺陷相对焊缝横截面的位置信息。  3 可使用超声脉冲回波法、表面检测或其他方法辅助定性。  4 识别裂纹时应在分析A扫查、D扫查数据的同时综合考虑材料的焊接性能及焊接工艺。  5 典型焊接缺陷的一般特性如表F. 4. 3所示。  **表F. 4. 3 典型焊接缺陷和特性**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 缺陷类型 | | 一般特性 | | 气孔 | | 单个气孔长度和自身高度一般较小，在D扫查中信号显示为弧形；高度较小，通常没有可分辨的上下端点衍射信号；上端点是反射波，波幅相对较强，下端点是衍射波，波幅较弱；单个气孔在D扫查图像中特征明显，气孔的整个弧形信号波幅较均匀；群气孔数据由各个气孔的信号相互叠加而成 | | 夹渣 | 点状夹渣 | 点状夹渣与气孔类似，在D扫查中信号显示为弧形，上端点是反射波，下端点是衍射波，上端点一般无法分辨；点状夹渣和气孔在D扫查数据上存在一定的差异，点状夹渣的弧形顶部信号较强，常有明显的亮点 | | 条形夹渣 | 条形夹渣具有一定的长度，缺陷不均匀，有时候断续相连；上端点是反射波，下端点是衍射波，在D扫查图像中上端点信号强，下端点信号弱，局部常有波幅变化较大引起的亮点出现，并且下端点信号和变型横波信号均比较杂乱 | | 裂纹 | 内部裂纹  (图F. 4. 3-1) | 内部裂纹在D扫查图像上由顶部和底部尖端衍射信号组成，两个信号的相位相反；波幅一般比较弱且变化不大，开口较大的裂纹衍射信号会变强，裂纹的变形横波显示比较杂乱；焊缝内部有一定高度的条渣，D扫查图像与裂纹相似；但体积型缺陷的上端点信号相对于下端点更强，且上端点局部有明显的亮点 | | 表面裂纹  (图F. 4. 3-2) | 裂纹边缘通常是变化的弯曲轮廓，边缘比较陡时，边缘的衍射信号相对较弱。对于底面裂纹（图F. 4. 3-2a），在长度方向上裂纹信号两侧弧线延伸不会超过底面，消失得比较突然；裂纹上端点的衍射信号与直通波相位相反，端点各处波幅基本相当，变形横波比较杂乱。若裂纹长度和自身高度较大时，会将底波信号部分遮挡或全部遮挡  对于贴合比较紧密的裂纹（图F. 4. 3-2b），端点衍射信号弱，有时没有明显的上端点信号，仅能观察到底波信号部分或全部被遮挡；靠近下表面的气孔和夹渣的回波通常比较陡，两侧弧线延伸较长，甚至超过底面回波  裂纹的上端点轮廓比较平直时（图F. 4. 3-2c），缺陷D扫查显示上端点比较平直且波幅基本一致，上端点至底波之间信号少，这些特征均与未熔合相吻合，但变形横波比较杂乱  上表面开口裂纹只有下尖端的信号（图F. 4. 3-2d），相位与直通波相同；裂纹较大时，对应的直通波信号会消失或波幅有较大的减弱；上表面裂纹较小时通常使用软件先去除直通波后再进行分析判断 | | 小裂纹  (图F. 4. 3-3) | 小裂纹在数据分析时，应充分考虑焊接过程对缺陷性质的影响，对于怀疑的信号可使用脉冲回波法进行辅助定性；小裂纹在D扫查图像中显示与气孔相似，但上下端点均是衍射信号，信号波幅比气孔弱 | | 未熔合 | | 坡口未熔合的典型特征使D扫查数据中上下尖端信号成像比较平直、干净，信号较弱，波幅基本相当，变形横波图像比较清晰；夹渣上端点的成像也有可能比较平直，但局部常有波幅较高产生的亮点，且下端点成像通常比较杂乱。坡口边缘未熔合在平行扫查D扫查图像中可以看到上下端点存在一定偏移，并出现在坡口位置  层间未熔合的信号多为反射信号，信号较强、波幅较大 | | 未焊透 | | 未焊透在D扫查数据显示与未熔合基本一致，判断时应结合坡口形式和缺陷位置 |     （a）内部裂纹D扫查数据 （b）裂纹解剖后示意  **图F. 4. 3-1 内部裂纹数据与示意**    （a）常见底面裂纹 （b）贴合紧密的裂纹    （c）顶部平直的下表面裂纹 （d）顶部平直的上表面裂纹  **图F. 4. 3-2表面裂纹D扫查数据**    （a）小裂纹D扫查数据 （b）局部解剖裂纹示意  **图F. 4. 3-3 小裂纹数据与示意** |
|  | F. 4. 4 缺陷位置测定应符合下列规定：  1 应根据平行扫查或偏置非平行扫查得到的TOFD图像确定缺陷在X轴的位置。  2 使用拟合弧形光标法确定缺陷沿*X*轴方向前、后端点的位置时，宜符合下列规定：  1）对于点状显示，可采用拟合弧形光标与相关显示重合时代表的焊缝方向上位置数值；  2）对于其他显示，宜分别测定前、后端点位置，可采用拟合弧形光标与相关显示端点重合时显示的焊缝方向上位置数值。  3 可采用聚集探头改善缺陷位置的测定精度。 |
|  | F. 4. 5 表面开口型缺陷长度应根据缺陷前、后端点在*X*轴的位置计算而得到（图F. 4. 5）。    1——X轴；2——Z轴；*h*——缺陷自身高度；*l*——缺陷长度；*t*——钢板厚度  **图F. 4. 5 表面开口型缺陷尺寸** |
|  | F. 4. 6 缺陷深度测定应符合下列规定：  1 表面开口型缺陷显示应符合下列规定：  1）扫查面开口型和穿透型缺陷的深度为0；  2）底面开口型缺陷的深度为缺陷上端点与扫查面的最近距离。  2 埋藏型缺陷显示应符合下列规定：  1）点状显示的缺陷深度应为拟合弧形光标与点状显示重合时显示的深度值；  2）线状显示和条状显示的缺陷深度应为上端点与扫查面间的距离。  3 在平行扫查的TOFD显示中，缺陷距扫查面最近处的上端点反映的深度应为缺陷深度的精确值。 |
|  | F. 4. 7 缺陷自身高度测定应符合下列规定：  1 对于表面开口型缺陷显示，缺陷自身高度为表面与缺陷上或下端点间最大距离，如图F. 4. 5中*h*；若为穿透型，缺陷自身高度即为钢板厚度；  2 对于埋藏型条状缺陷显示，缺陷自身高度如图F. 4. 5中的*h*。 |
|  | F. 4. 8 焊接质量分级应满足下列规定：  1 焊缝中不得存在裂纹、未熔合、未焊透等危害性缺陷，检测人员判断缺陷类别为此类危害性缺陷时应评为Ⅳ级。  2 相邻两个或多个非点状缺陷显示，在*X*轴方向间距小于较小的缺陷长度且在*Z*轴方向间距小于较小的缺陷自身高度时，应作为一条缺陷处理，该缺陷深度、缺陷长度及缺陷自身高度应符合下列规定：  1）缺陷深度应取两缺陷深度较小值；  2） 缺陷长度应为两缺陷在*X*轴上的前、后端点间距离；  3）若两缺陷在*X*轴投影无重叠，以较大的缺陷自身高度作为单个缺陷自身高度；若两缺陷在*X*轴投影有重叠，以两缺陷自身高度之和作为单个缺陷自身高度。  4） 对于不需要疲劳验算结构，两缺陷间距不计入缺陷尺寸；需要疲劳验算结构两缺陷间距计入缺陷尺寸。  3 当各类缺陷评定的质量级别不同时，应以最低质量级别作为焊接接头质量级别。  4 质量等级评定时，母材不等厚的焊接接头应以母材厚度较薄的一侧计。 |
|  | F. 4. 9 不需要疲劳验算结构焊接质量分级应满足下列规定：  1 焊缝中不得存在下列缺陷：  1）裂纹、未熔合、未焊透等危害性缺陷；  2）表面开口型缺陷；  3）缺陷高度大于表F. 4. 9中*h*2的缺陷；  4）缺陷高度不大于*h*2时，不符合本附录第F. 4. 8条和表F. 4. 9规定的非点状缺陷。  **表F. 4. 9 非点状缺陷显示质量分级（mm）**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 质量等级 | 钢板厚度*δ*\* | 埋藏型缺陷高度≤*h*2时，所允许的单个缺陷最大长度*L*max | | 若*l*＞*L*max，埋藏型缺陷最大允许高度*h*1 | 多个缺陷总长 | | *L*max | *h*2 | | Ⅰ | 12≤*δ*＜40 | 15 | 4 | 1 | 1、对于单个或多个*h*≤*h*1的线状缺陷，在任意12*δ*范围内累计长度不得超过4*δ*且最大值为200mm  2、若多个缺陷各自长度*l*≤*δ*/2、高度*h*均为*h*1＜*h*≤*h*2，则在任意12*δ*范围内累计长度不得超过4*δ*且最大值为200mm | | 40≤*δ*＜60 | 25 | 5 | 2 | | 60≤*δ*＜200 | 40 | 6 | 2 | | Ⅱ | 12≤*δ*＜40 | 30 | 4 | 1 | | 40≤*δ*＜60 | 40 | 5 | 2 | | 60≤*δ*＜200 | 60 | 6 | 2 | | Ⅲ | 12≤*δ*＜40 | 40 | 5 | 2 | 1、对于单个或多个*h*≤*h*1的线状缺陷，在任意12*δ*范围内累计长度不得超过5*δ*且最大值为300mm  2、若多个缺陷各自长度*l*≤*δ*/2、高度*h*均为*h*1＜*h*≤*h*2，则在任意12*δ*范围内累计长度不得超过5*δ*且最大值为300mm | | 40≤*δ*＜60 | 60 | 6 | 3 | | 60≤*δ*＜200 | 80 | 7 | 3 | | Ⅳ | 12~200 | 超过Ⅲ级者 | | | | | 注：\*焊缝两侧母材厚度不同时，取薄侧厚度值。 | | | | | |   2 单个点的缺陷显示每150mm焊缝长度内个数不应大于*N*，*N*为1. 2*δ*，*δ*以mm为单位计。  3 对于密集型点状显示，按条状显示处理。 |
|  | F. 4. 10 需要疲劳验算结构焊接质量分级应满足下列规定：  1 点状显示应用评定区进行质量分级评定，评定区为一个与焊缝平行的矩形截面，沿*X*轴方向的长度为100mm，沿*Z*轴方向的高度为钢板厚度。  2 在评定区内或与评定区边界线相切的缺陷均应划入评定区内，焊接接头的质量级别评定应符合表4. 4. 10的规定。  **表F. 4. 10-1 各级别允许点状显示数（个）**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 质量等级 | 钢板厚度*δ*\*（mm） | 允许点状显示数 | | Ⅰ | 12~200 | *δ*×1. 0 | | Ⅱ | *δ*×1. 5 | | Ⅲ | *δ*×2. 0 | | Ⅳ | 超过Ⅲ级者 | | 注：\*焊缝两侧母材厚度不同时，取薄侧厚度值。 | | |   3 对于密集型点状显示，应按条状显示处理。  4 非点状缺陷显示的质量分级应符合表F. 4. 10-2的规定。  **表F. 4. 10-2非点状缺陷显示质量分级（mm）**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 质量  等级 | 钢板厚度*δ*\* | 埋藏型缺陷高度≤*h*2时，所允许的单个缺陷最大长度*L*max | | 若*l*＞*L*max，埋藏型缺陷最大允许高度*h*1 | 多个缺陷总长 | | *L*max | *h*2 | | Ⅰ | 12≤*δ*＜40 | 10 | 3 | 1 | 1、对于单个或多个*h*≤*h*1的线状缺陷，在任意12*δ*范围内累计长度不得超过3*δ*且最大值为150mm  2、若多个缺陷各自长度*l*≤*δ*/2、高度*h*均为*h*1＜*h*≤*h*2，则在任意12*δ*范围内累计长度不得超过3*δ*且最大值为150mm | | 40≤*δ*＜60 | 20 | 5 | 2 | | 60≤*δ*＜200 | 25 | 5 | 2 | | Ⅱ | 12≤*δ*＜40 | 20 | 3 | 1 | | 40≤*δ*＜60 | 30 | 5 | 2 | | 60≤*δ*＜200 | 50 | 5 | 2 | | Ⅲ | 12≤*δ*＜40 | 30 | 3 | 1 | 1、对于单个或多个*h*≤*h*1的线状缺陷，在任意12*δ*范围内累计长度不得超过5*δ*且最大值为300mm  2、若多个缺陷各自长度*l*≤*t*、高度*h*均为*h*1＜*h*≤*h*2，则在任意12*δ*范围内累计长度不得超过4*δ*且最大值为200mm | | 40≤*δ*＜60 | 40 | 5 | 2 | | 60≤*δ*＜200 | 60 | 5 | 2 | | Ⅳ | 12~200 | 超过Ⅲ级者 | | | | | 注：\*焊缝两侧母材厚度不同时，取薄侧厚度值。 | | | | | | |
| 引用标准名录 | 引用标准名录 |
| 1 《钢结构设计规范》GB 50017  2 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144  3《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205  4 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292  5 《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223  6 《碳素结构钢》GB/T 700  7 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591  8 《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323  9 《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445  10 《无损检测 磁粉检测 第2部分：检测介质》GB/T 15822.2  11 《无损检测 磁粉检测 第3部分：设备》GB/T15822.3  12 《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法) 》GB/T 20123  13 《建筑变形测量规范》JGJ 8  14 《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203  15 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5  16 《无损检测 渗透检测用试块》JB/T 6064  17 《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523  18 《无损检测 超声检测用试块》JB/T 8428  19 《无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法》JB/T 9214 | 1 《钢结构设计规范标准》GB 50017  2 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144  3 《钢结构工程施工质量验收规范标准》GB 50205  4 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292  5 《钢结构焊接规范》GB 50661  6 《钢结构通用规范》GB 55006  57 《钢铁及合金化学分析方法》GB/T 223  8 《金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法》GB/T 228.1  69 《碳素结构钢》GB/T 700  710 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591  11 《钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备》GB/T 2975  8 《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323  912 《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445  13 《焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽马射线的胶片技术》GB/T 3323.1  14 《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 3323.2  1015 《无损检测 磁粉检测 第2部分：检测介质》GB/T 15822.2  1116 《无损检测 磁粉检测 第3部分：设备》GB/T 15822.3  17 《建筑结构用钢板》GB /T 19879  1218 《钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法) 》GB/T 20123  19 《焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金》GB/T 37910.1  1320 《建筑变形测量规范》JGJ 8  1421 《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203  15 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》JB/T 4730.5  1622 《无损检测 渗透检测用试块通用规范》JB/T 6064  17 《无损检测 渗透检测用材料》JB/T 7523  1823 《无损检测 超声检测用试块通用规范》JB/T 8428  1924 《无损检测 A型脉冲反射式超声检测系统工作性能测试方法》JB/T 9214  25 《超声探伤用探头性能测试方法》JB/T 10062  26 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》NB/T 47013.5 |