

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

2010-08-18 发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

3 基本规定

3.1 钢结构检测的分类

- 3.1.1 钢结构的检测可分为在建钢结构的检测和既有钢结构的检测。
- 3.1.2 当遇到下列情况之一时，应按在建钢结构进行检测：
- 1 在钢结构材料检查或施工验收过程中需了解质量状况；
 - 2 对施工质量或材料质量有怀疑或争议；
 - 3 对工程事故，需要通过检测，分析事故的原因以及对结构可靠性的影响。
- 3.1.3 当遇到下列情况之一时，应按既有钢结构进行检测：
- 1 钢结构安全鉴定；
 - 2 钢结构抗震鉴定；
 - 3 钢结构大修前的可靠性鉴定；
 - 4 建筑改变用途、改造、加层或扩建前的鉴定；
 - 5 受到灾害、环境侵蚀等影响的鉴定；
 - 6 对既有钢结构的可靠性有怀疑或争议。
- 3.1.4 钢结构的现场检测应为钢结构质量的评定或钢结构性能的鉴定提供真实、可靠、有效的检测数据和检测结论。

3.2 检测工作程序与基本要求

- 3.2.1 钢结构检测工作的程序，宜按图 3.2.1 的框图进行。
- 3.2.2 现场调查宜包括下列工作内容：
- 1 收集被检测钢结构的设计图纸、设计文件、设计变更、施工记录、施工验收和工程地质勘察报告等资料；
 - 2 调查被检测钢结构现状，环境条件，使用期间是否已进行过检测或维修加固情况以及用途与荷载等变更情况；

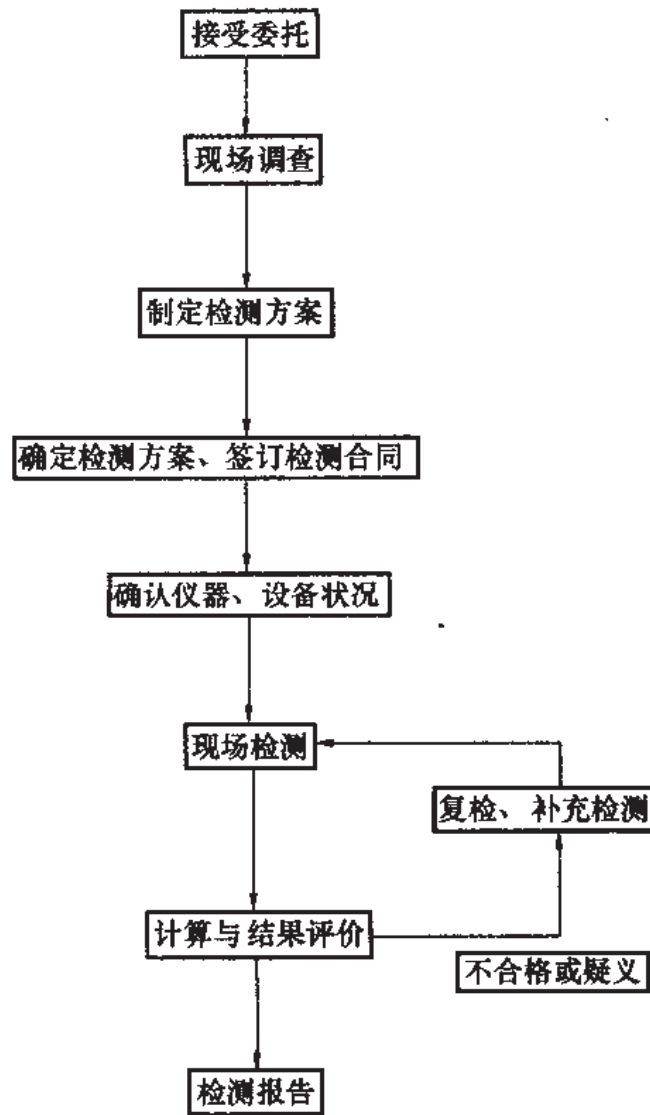


图 3.2.1 检测工作程序框图

3 向有关人员进行调查；

4 进一步明确委托方的检测目的和具体要求。

3.2.3 检测项目应根据现场调查情况确定，并应制定相应的检测方案。检测方案宜包括下列主要内容：

1 概况，主要包括设计依据、结构形式、建筑面积、总层数，设计、施工及监理单位，建造年代等；

2 检测目的或委托方的检测要求；

3 检测依据，主要包括检测所依据的标准及有关的技术资料等；

4 检测项目和选用的检测方法以及检测的数量；

- 5 检测人员和仪器设备情况；
- 6 检测工作进度计划；
- 7 所需要委托方与检测单位的配合工作；
- 8 检测中的安全措施；
- 9 检测中的环保措施。

3.2.4 检测的原始记录，应记录在专用记录纸上；记录数据应准确、字迹清晰、信息完整，不得追记、涂改，如有笔误，应进行杠改，并应由修改人签署姓名及日期。当采用自动记录时，应符合有关要求。原始记录应由检验及审核人员签字。

3.2.5 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常情况时，应进行补充检测。

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。

3.3.2 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

3.3.3 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。

3.3.4 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。

3.4 抽样比例及合格判定

3.4.1 钢结构现场检测可采用全数检测或抽样检测。当抽样检测时，宜采用随机抽样或约定抽样方法。

3.4.2 当遇到下列情况之一时，宜采用全数检测：

- 1 外观缺陷或表面损伤的检查；
- 2 受检范围较小或构件数量较少；
- 3 构件质量状况差异较大；
- 4 灾害发生后对结构受损情况的识别；
- 5 委托方要求进行全数检测。

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》GB 50205的规定。

3.4.4 既有钢结构计数抽样检测时，其每批抽样检测的最小样本容量不应小于表 3.4.4 的限定值。

表 3.4.4 既有钢结构抽样检测的最小样本容量

检验批 的容量	最小样本容量			检验批 的容量	最小样本容量		
	A	B	C		A	B	C
3~8	2	2	3	151~280	13	32	50
9~15	2	3	5	281~500	20	50	80
16~25	3	5	8	501~1200	32	80	125
26~50	5	8	13	1201~3200	50	125	200
51~90	5	13	20	3201~10000	80	200	315
91~150	8	20	32	—	—	—	—

注：1 表中 A、B、C 为检测类别，检测类别 A 适用于一般施工质量的检测，检测类别 B 适用于结构质量或性能的检测，检测类别 C 适用于结构质量或性能严格检测或复检；

2 无特别说明时，样本为构件。

3.4.5 既有钢结构计数抽样检测时，根据检验批中的不合格数，判断检验批是否合格。检验批的合格判定，应符合下列规定：

1 计数抽样检测的对象为主控项目时，应按表 3.4.5-1 判定；

2 计数抽样检测的对象为一般项目时，应按表 3.4.5-2 判定。

表 3.4.5-1 主控项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	0	1	80	7	9
8~13	1	2	125	10	11
20	2	3	200	14	15
32	3	4	>315	21	22
50	5	6	—	—	—

表 3.4.5-2 一般项目的判定

样本容量	合格判定数	不合格判定数	样本容量	合格判定数	不合格判定数
2~5	1	2	32	7	9
8	2	3	50	10	11
13	3	4	80	14	15
20	5	6	≥125	21	22

3.5 检测设备和检测人员

3.5.1 钢结构检测所用的仪器、设备和量具应有产品合格证、计量检定机构出具的有效期内的检定（校准）证书，仪器设备的精度应满足检测项目的要求。检测所用检测试剂应标明生产日期和有效期，并应具有产品合格证和使用说明书。

3.5.2 检测人员应经过培训取得上岗资格；从事钢结构无损检

测的人员应按现行国家标准《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445 进行相应级别的培训、考核，并持有相应考核机构颁发的资格证书。

3.5.3 取得不同无损检测方法的各技术等级人员不得从事与该方法和技术等级以外的无损检测工作。

3.5.4 从事射线检测的人员上岗前应进行辐射安全知识的培训，并应取得放射工作人员证。

3.5.5 从事钢结构无损检测的人员，视力应满足下列要求：

1 每年应检查一次视力，无论是否经过矫正，在不小于300mm 距离处，一只眼睛或两只眼睛的近视力应能读出 Times New Roman4.5；

2 从事磁粉、渗透检测的人员，不得有色盲。

3.5.6 现场检测工作应由两名或两名以上检测人员承担。

3.6 检测报告

3.6.1 检测报告应对所检测的项目作出是否符合设计文件要求或相应验收规范的规定。既有钢结构性能的检测报告应给出所检项目的检测结论，并应为钢结构的鉴定提供可靠的依据。

3.6.2 检测报告应包括下列内容：

1 委托单位名称；

2 建筑工程概况，包括工程名称、结构类型、规模、施工日期及现状等；

3 建设单位、设计单位、施工单位及监理单位名称；

4 检测原因、检测目的，以往检测情况概述；

5 检测项目、检测方法及依据的标准；

6 抽样方案及数量；

7 检测日期，报告完成日期；

8 检测项目中的主要分类检测数据和汇总结果，检测结论；

9 主检、审核和批准人员的签名。

7 内部缺陷的超声波检测

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于母材厚度不小于 8mm、曲率半径不小于 160mm 的碳素结构钢和低合金高强度结构钢对接全熔透焊缝，使用 A 型脉冲反射法手工超声波的质量检测。对于母材壁厚为 4mm~8mm、曲率半径为 60mm~160mm 的钢管对接焊缝与相贯节点焊缝应按照现行行业标准《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 的有关规定执行。

7.1.2 探伤人员应了解工件的材质、结构、曲率、厚度、焊接方法、焊缝种类、坡口形式、焊缝余高及背面衬垫、沟槽等实际情况。

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。

7.1.4 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。

7.1.5 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。

7.2 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：≥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《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 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

7.2.3 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 45°、60°、70°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、焊缝坡口形式等因素选择，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 (mm)	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	单面双侧 或双面单侧	—	直射法及 一次反射法	70° (K2.5)
25~50	单侧				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)		

7.2.4 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。

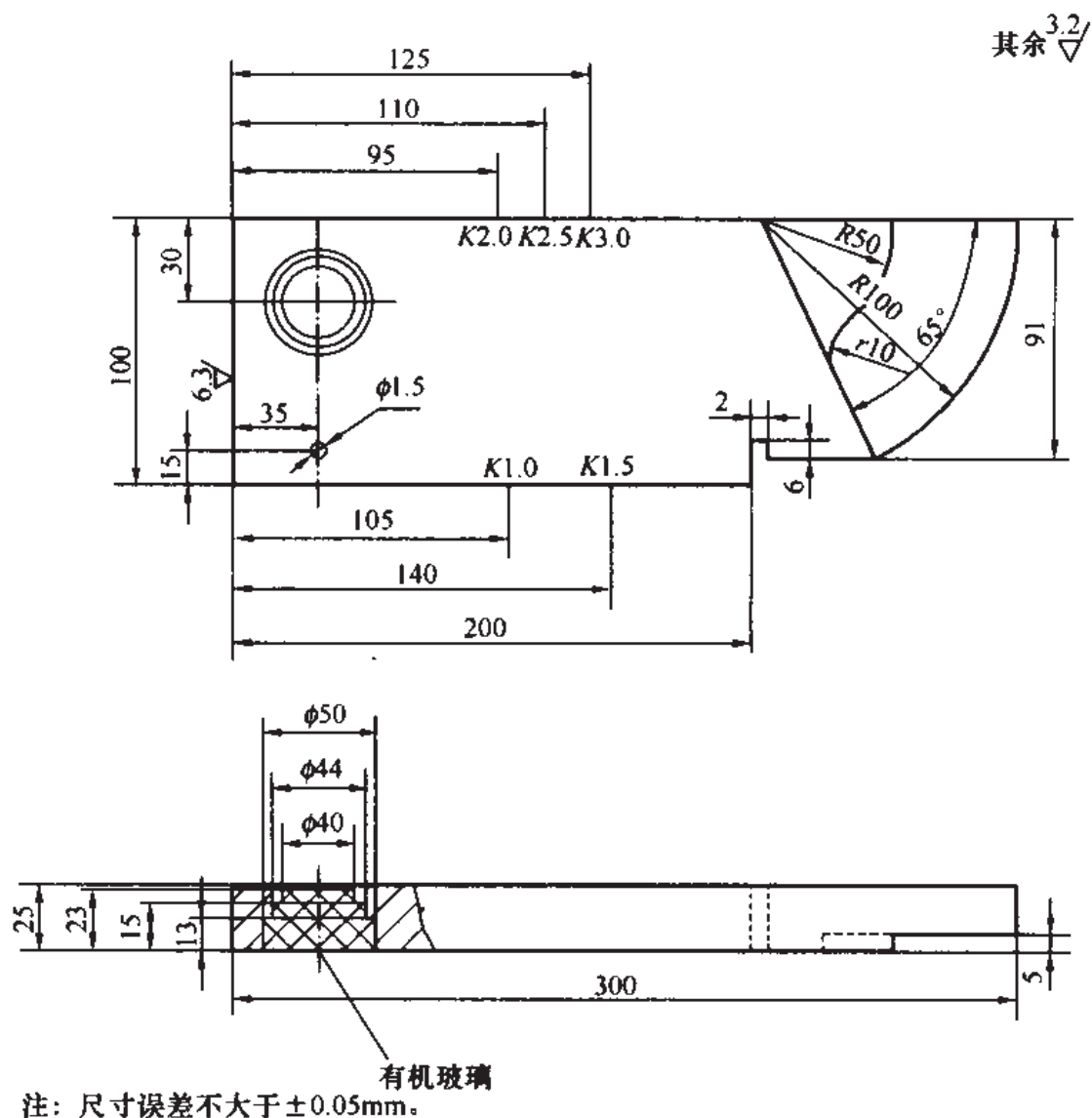


图 7.2.4 标准试块的形状和尺寸 (mm)

7.2.5 对比试块的形状和尺寸应与图 7.2.5 相符。对比试块应采用与被检测材料相同或声学特性相近的钢材制成。

代号	适用板厚 δ	对比试块
RB-1	8~25	
RB-2	8~100	
RB-3	8~150	

- 注: 1 尺寸公差 $\pm 0.1\text{mm}$;
 2 各边垂直度不大于0.1;
 3 表面粗糙度不大于 $6.3\mu\text{m}$;
 4 标准孔与加工面的平行度不大于0.05。

图 7.2.5 对比试块的形状和尺寸 (mm)

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。

7.3.2 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 $W^2/4$ 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。

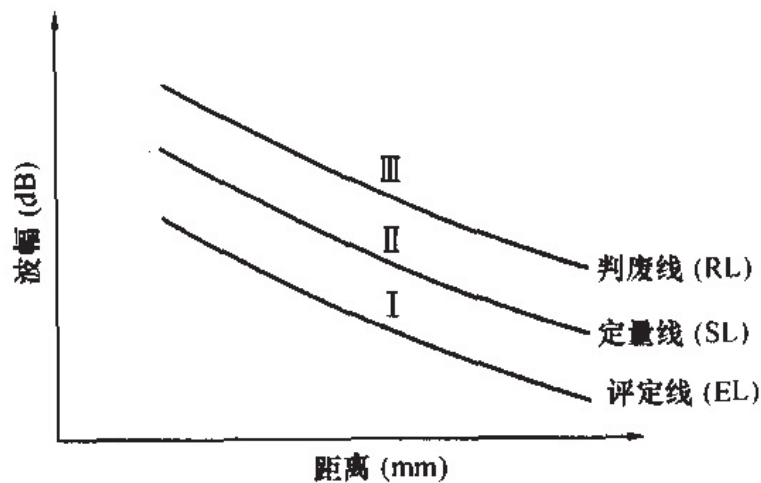


图 7.3.2 距离-波幅曲线示意图

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 $\phi 3$ 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	A 级	B 级	C 级
板厚 (mm)	8~50	8~300	8~300
距离-波幅曲线			
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

7.3.3 超声波检测应包括探测面的修整、涂抹耦合剂、探伤作业、缺陷的评定等步骤。

7.3.4 检测前应对探测面进行修整或打磨，清除焊接飞溅、油垢及其他杂质，表面粗糙度不应超过 $6.3\mu\text{m}$ 。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 $2.5K\delta$ ；当采用直射检测时，一侧修整或打磨区域宽度应大于 $1.5K\delta$ 。

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 $W^2/4$ 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 $W^2/4$ 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：

$$b \geq 2\lambda S/D_e \quad (7.3.5)$$

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)。

7.3.6 当受检工件的表面耦合损失及材质衰减与试块不同时，宜考虑表面补偿或材质补偿。

7.3.7 耦合剂应具有良好透声性和适宜流动性，不对材料和人体有损伤作用，同时应便于检测后清理。当工件处于水平面上检测时，宜选用液体类耦合剂；当工件处于竖立面检测时，宜选用糊状类耦合剂。

7.3.8 探伤灵敏度不应低于评定线灵敏度。扫查速度不应大于 150mm/s ，相邻两次探头移动区域应保持有探头宽度 10% 的重叠。在查找缺陷时，扫查方式可选用锯齿形扫查、斜平行扫查和平行扫查。为确定缺陷的位置、方向、形状、观察缺陷动态波形，可采用前后、左右、转角、环绕等四种探头扫查方式。

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）。



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。

7.3.10 在确定缺陷类型时，可将探头对准缺陷作平动和转动扫查，观察波形的相应变化，并可结合操作者的工程经验作出判断。

7.4 检测结果的评价

7.4.1 最大反射波幅位于 DAC 曲线 II 区的非危险性缺陷，其指示长度小于 10mm 时，可按 5mm 计。

7.4.2 在检测范围内，相邻两个缺陷间距不大于 8mm 时，两个缺陷指示长度之和作为单个缺陷的指示长度；相邻两个缺陷间距大于 8mm 时，两个缺陷分别计算各自指示长度。

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 ΔL 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)	A 级	B 级	C 级
	8~50	8~300	8~300
I	$2\delta/3$, 最小 12	$\delta/3$, 最小 10, 最大 30	$\delta/3$, 最小 10, 最大 20
II	$3\delta/4$, 最小 12	$2\delta/3$, 最小 12, 最大 50	$\delta/2$, 最小 10, 最大 30
III	δ , 最小 20	$3\delta/4$, 最小 16, 最大 75	$2\delta/3$, 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。

7.4.4 最大反射波幅不超过评定线（未达到 I 区）的缺陷应评为 I 级。

7.4.5 最大反射波幅超过评定线，但低于定量线的非裂纹类缺陷应评为 I 级。

7.4.6 最大反射波幅超过评定线的缺陷，检测人员判定为裂纹等危害性缺陷时，无论其波幅和尺寸如何均应评定为 IV 级。

7.4.7 除了非危险性的点状缺陷外，最大反射波幅位于 III 区的缺陷，无论其指示长度如何，均应评定为 IV 级。

7.4.8 不合格的缺陷应进行返修，返修部位及热影响区应重新进行检测与评定。

7.4.9 检测后应填写检测记录。所填写内容应符合本标准附录 D 的规定。

8 高强度螺栓终拧扭矩检测

8.1 一般规定

- 8.1.1** 本章适合于钢结构高强度螺栓连接副终拧扭矩（以下简称高强度螺栓终拧扭矩）的检测。
- 8.1.2** 检测人员在检测前，应了解工程使用的高强度螺栓的型号、规格、扭矩施加方式。
- 8.1.3** 对高强度螺栓终拧扭矩的施工质量检测，应在终拧 1h 之后、48h 之内完成。

8.2 检测设备

- 8.2.1** 扭矩扳手示值相对误差的绝对值不得大于测试扭矩值的 3%。扭矩扳手宜具有峰值保持功能。
- 8.2.2** 扭矩扳手的最大量程应根据高强度螺栓的型号、规格进行选择。工作值宜控制在被选用扳手的量限值 20%~80% 范围内。

8.3 检测技术

- 8.3.1** 在对高强度螺栓的终拧扭矩进行检测前，应清除螺栓及周边涂层。螺栓表面有锈蚀时，应进行除锈处理。
- 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画线，然后将螺母拧松 60° ，再用扭矩扳手重新拧紧 $60^\circ \sim 62^\circ$ ，此时的扭矩值应作为高强度螺栓终拧扭矩的实测值。
- 8.3.4** 检测时，施加的作用力应位于扭矩扳手手柄尾端，用力应均匀、缓慢。除有专用配套的加长柄或套管外，不得在尾部加

附录 D 超声波检测记录

表 D 钢结构超声波检测记录

工程名称			委托单位			
检测设备			设备型号			
设备编号			检定日期			
材 质			厚 度			
焊缝种类	对接平缝○ 对接环缝○ 角接纵缝○ T形焊缝○ 管接口缝○					
焊接方法			探伤面状态	修整○ 轧制○ 机加○		
探伤时机	焊后○ 热处理后○		耦合剂	机油○ 甘油○ 浆糊○		
探伤方式	垂直○ 斜角○ 单探头○ 双探头○ 串列探头○					
扫描调节	深度○ 水平○ 声程○	比例		试块		
探头尺寸			探头 K 值	探头频率		
探伤灵敏度			表面补偿			
设计等级			检测数量			
评定等级			检测日期			
检测依据						
探伤部位示意图						
探伤结果及返修情况	构件类型	轴线	焊缝位置	探伤长度	显示情况	备注
检验员	UT ____ 级		审核人	UT ____ 级		