

JB4730 《承压设备无损检测》应用指南

第三部分：超声检测与国外标准对比

新版 JB4730 标准条款及技术内容

1 范围

JB 4730 的本部分规定了承压设备采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪检测工件缺陷的超声检测方法和质量等级评定要求。

本部分适用于金属材料制承压设备用原材料、零部件和设备的超声检测，也适用于金属材料制在用承压设备的超声检测。

与承压设备有关的支承件和结构件的超声检测，也可参照本部分使用。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-410，T-510

【2】简要评述：(1) JB4730 和 ASME 规范均适用于锅炉压力容器材料和焊缝的超声检验。区别在于 ASME 还适用于核电站的制造和在役检验，JB4730 还适用于压力管道的检验。

(2) ASME 超声检验部分包括材料的厚度测量。

(3) ASME 超声检验部分除 A 型脉冲反射法外，还包括计算机成像技术，如合成孔径聚焦技术、线合成孔径聚焦技术、宽带全息照相、超声相控阵技术和超声衍射波时差技术（TOFD 技术）等。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

2 略

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3 一般要求

3.1 超声检测人员

超声检测人员的一般要求应符合 JB 4730.1 的有关规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-120；EN1718-1997-6.1

【2】相关技术内容：(1) ASME 有关无损检测人员规定的主要内容包括：无损检测人员应按照雇主书面的实施细则进行培训和鉴定，实施细则必须符合下列文件之一，即 SNT-TC-1A 无损检测人员资格鉴定和认证、ANSI/ASNT CP-189 ASNT 无损检测人员鉴定和认证标准或 ACCP、ASNT 中央认证程序。

(2) EN1718 规定：无损检测人员应按 EN473 进行培训、考核和鉴定。

【3】简要评述：(1) JB4730 规定的无损检测人员资格证书由国家机关即国家质量监督检验检疫总局颁发，ASME 规定证书由雇主颁发，EN473 则规定认证由认可的第三方颁发，如欧盟国家的无损检测学会、焊接学会等。

(2) ASME 规定的 3 个认证文件适用于各个行业的无损检测人员，因此，无损检测人员即使经过第三方如美国无损检测学会（ASNT）的培训、考核并取得 ASNT 颁发的证书，仍应接受雇主有关本企业设备、产品和规程的考试。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.2 检测设备

3.2.1 超声检测设备均应具有产品质量合格证或合格的证明文件。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-130

【2】**相关技术内容**: ASME 规定: 保证所使用的检验设备符合要求是规范使用者的责任。

【3】**简要评述**: ASME 没有明确提及质量合格证和合格证明文件, 但使用者有责任保证其设备符合要求。JB4730 特别强调这一点, 目的还在于规范国内的市场。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.2.2 探伤仪、探头和系统性能

3.2.2.1 探伤仪

采用 A 型脉冲反射式超声波探伤仪, 其工作频率范围为 0.5MHz~10MHz, 仪器至少在荧光屏满刻度的 80% 范围内呈线性显示。探伤仪应具有 80dB 以上的连续可调衰减器, 步进级每档不大于 2dB, 其精度为任意相邻 12dB 误差在 ± 1 dB 以内, 最大累计误差不超过 1dB。水平线性误差不大于 1%, 垂直线性误差不大于 5%。其余指标应符合 JB/T10061 的规定。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: ASME2004-T-431, T-4.6.1.1, T-4.6.2.1, 第 4 章附录 1, T-531, T-561.1, T-562.1。

【2】**相关技术内容**: ASME 规定: A 型脉冲反射式超声波探伤仪的频率覆盖范围至少为 1~5MHz, 仪器应装有步进增益控制 ≤ 2 dB。至少在示波屏高度 20%~80% 范围内, 垂直线性精度为满刻度的 $\pm 5\%$, 幅度线性在 12dB 范围内不超过 -2dB 和 +1.5dB。

【3】**简要评述**: ASME 规定的内容比 JB4730 少, 但它不仅给出了垂直线性和幅度控制的精度要求, 还规定了测量方法。上述指标中“-2dB”和“+1.5dB”系示波屏高度百分比的换算值。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.2.2.2 探头

3.2.2.2.1 晶片面积一般不应大于 500mm^2 , 且任一边长原则上不大于 25mm。

3.2.2.2.2 单斜探头声束轴线水平偏离角不应大于 2° , 主声束垂直方向不应有明显的双峰。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: ASME2004-T-432.1, T-532, EN1714-1997-6.3

【2】**相关技术内容**: (1) ASME 规定: 探头标称频率应为 1~5MHz, 如果产品材料晶粒结构等需要, 可采用其它频率以保证有足够的穿透力和更好的分辨力, 可以使用带接触楔块的探头以有利于超声耦合。

(2) EN1714 规定: 探头频率应为 2~5MHz, 但根据需要也可使用其它频率; 用横波要求超声波束从底面反射进行检测时, 应保证底面反射的声束角度不小于 35° , 最好不大于 70° ; 使用 2 个以上探头角度时, 声束垂直入射的角度差应 $\geq 10^\circ$ 。

【3】**简要评述**: 对探头的通用要求, 各标准规定的内容不同, 总的来说, JB4730 较全面。对探头晶片尺寸, ASME 在相关章节或 B 篇的应用标准中有规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.2.2.3 超声探伤仪和探头的系统性能

3.2.2.3.1 在达到所探工件的最大检测声程时, 其有效灵敏度余量应不小于 10dB。

3.2.2.3.2 仪器和探头的组合频率与公称频率误差不得大于 $\pm 10\%$ 。

3.2.2.3.3 仪器和直探头组合的始脉冲宽度 (在基准灵敏度下): 对于频率为 5MHz 的探头, 宽度不大于 10mm; 对于频率为 2.5MHz 的探头, 宽度不大于 15mm。

3.2.2.3.4 直探头的远场分辨力应不小于 30dB, 斜探头的远场分辨力应不小于 6dB。

3.2.2.3.5 仪器和探头的系统性能应按 JB/T 9214 和 JB/T 10062 的规定进行测试。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: 没有。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3 超声检测一般方法

3.3.1 检测准备

3.3.1.1 承压设备制造安装和在用超声检测中，检测时机及抽检率的选择等应按法规、产品标准及有关技术文件的要求和原则进行。

3.3.1.2 检测面的确定，应保证工件被检部分均能得到充分检查。

3.3.1.3 焊缝的表面质量应经外观检测合格。所有影响超声检测的锈蚀、飞溅和污物等都应予以清除，其表面粗糙度应符合检测要求。表面的不规则状态不得影响检测结果的正确性和完整性，否则应做适当的处理。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-471.1，T-471.5

【2】相关技术内容：ASME 规定：(1)通过探头以扫查整个检验体积。(2)当母材或焊缝表面影响检验时，应按要求对母材或焊缝予以处理使检验能够进行。

【3】简要评述：关于检测时机和抽检率，ASME 在第 V 卷中没有涉及，在其它相关制造卷中有规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3.2 扫查覆盖率

为确保检测时超声声束能扫查到工件的整个被检区域，探头的每次扫查覆盖率应大于探头直径的 15%。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-471.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：在平行扫查方向上，每个探头的扫查路径应重叠，其范围至少为换能器（压电晶体）垂直于扫查方向尺寸的 10%。

【3】简要评述：ASME 的规定比 JB4730 的要求低，但 ASME 的叙述较严密，指明重叠应是垂直于扫查方向晶片尺寸的 10%。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3.3 探头的移动速度

探头的扫查速度不应超过 150mm/s。当采用自动报警装置扫查时，不受此限。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-471.3

【2】相关技术内容：ASME 规定：a)探头扫查速度应不超过 150mm/秒，但满足下列 (b) (c) 要求时不受此限。b)超声仪器脉冲重复频率满足：探头以最大速度扫查时，在移动平行于扫查方向晶片尺寸一半的时间内，至少触发探头 6 次。c)在多个反射体上作动态校准时，动态校准在静态校准的 $\pm 2\text{dB}$ 之内并且脉冲重叠频率满足 T-471.2 的要求（见下条对比内容）。

【3】简要评述：ASME 对探头移动速度的规定与 JB4730 相同。另外，ASME 还对仪器的重复频率和动态校准作出了详细的规定，更具操作性。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3.4 扫查灵敏度

扫查灵敏度通常不得低于基准灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-471.4.1，T-471.4.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：a)距离波幅技术：扫查灵敏度应高于参考水平至少 6dB。B)非距离波幅技术：用于扫查的增益水平应适合于被检验的结构并且以最大速度扫查时能探测到校验反射体。

【3】简要评述：扫查时，仪器显示的信号幅度要比静态时低，为了不漏检缺陷，扫查灵敏度要高于基准灵敏度（参考水平），ASME 与 JB4730 的规定基本相同。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3.5 耦合剂

应采用透声性好，且不损伤检测表面的耦合剂，如机油、浆糊、甘油和水等。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-433，T-533

【2】相关技术内容：ASME 规定：耦合剂不应使工件有损伤，用于镍基合金的耦合剂硫含量不应大于 250ppm，用于奥氏体不锈钢、钛合金的耦合剂卤素（氯加氟）含量不大于 250ppm。

【3】简要评述：与渗透剂一样，ASME 规定了对耦合剂杂质含量的控制，目的在于防止硫、氯、氟等有害物质对工件的腐蚀。这一规定是 2004 版新增加的，符合世界标准的发展趋势。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.3.6 灵敏度补偿

- a) 耦合补偿。在检测和缺陷定量时，应对由表面粗糙度引起的耦合损失进行补偿。
- b) 衰减补偿。在检测和缺陷定量时，应对材质衰减引起的检测灵敏度下降和缺陷定量误差进行补偿。
- c) 曲面补偿。对探测面是曲面的工件，应采用曲率半径与工件相同或相近的试块，通过对比试验进行曲率补偿。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有。

【2】简要评述：实际上 ASME 也考虑到了由于试块和工件表面、材质和曲率不同引起的检测灵敏度下降，但表述的形式不同，ASME 主要从试块的制作上控制，即校验试块应采用与工件材质相同或相似的材料制作，其表面状态应能代表工件的表面状态，曲率也应在工件曲率的一定范围内。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4 系统校准和复核

3.4.1 一般要求

校准应在标准试块上进行，校准中应使探头主声束垂直对准反射体的反射面，以获得稳定的和最大的反射信号。

3.4.2 仪器校准

每隔三个月至少对仪器的水平线性和垂直线性进行一次测定，测定方法按 JB/T 10061 的规定进行。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-461

【2】相关技术内容：ASME 规定：在不超过 3 个月间隔内或初次使用之前超声仪器的示波屏垂直线性应按附录 1 评定，幅度控制线性应按附录 2 评定。

【3】简要评述：对 3 个月的间隔，ASME 和 JB4730 相同，但 ASME 没有要求对水平线性进行测定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4.3 新购探头测定

新购探头应有探头性能参数说明书，新探头使用前应进行前沿距离、 K 值、主声束偏离、灵敏度余量和分辨力等主要参数的测定。测定应按 JB/T 10062 的有关规定进行，并满足其要求。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4.4 检测前仪器和探头系统测定

3.4.4.1 使用仪器-斜探头系统，检测前应测定前沿距离、 K 值和主声束偏离，调节或复核扫描量程和扫查灵敏度。

3.4.4.2 使用仪器-直探头系统，检测前应测定始脉冲宽度、灵敏度余量和分辨力，调节或复核扫描量程和扫查灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4.5 检测过程中仪器和探头系统的复核

遇有下述情况应对系统进行复核：

- a) 校准后的探头、耦合剂和仪器调节旋钮发生改变时；
- b) 检测人员怀疑扫描量程或扫查灵敏度有变化时；
- c) 连续工作 4h 以上时；
- d) 工作结束时。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-466.1，T-466.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：当检验系统任何部分有变化，检验结束时以及检验过程中每隔 4 小时应在基准试上校核扫描量和灵敏度。

【3】简要评述：除了 JB4730-3.4.5-b，ASME 和 JB4730 的规定相同。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4.6 检测结束前仪器和探头系统的复核

- a) 每次检测结束前，应对扫描量程进行复核。如果任意一点在扫描线上的偏移超过扫描线读数的 10%，则扫描量程应重新调整，并对上一次复核以来所有的检测部位进行复检。
- b) 每次检测结束前，应对扫查灵敏度进行复核。一般对距离-波幅曲线的校核不应少于 3 点。如曲线上任何一点幅度下降 2dB，则应对上一次复核以来所有的检测部位进行复检；如幅度上升 2dB，则应对所有的记录信号进行重新评定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-466.3.1，T-466.3.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：a)如果扫描线上任何点的移动超过读数的 10%或者整个扫查范围的 5%（取较大值），应对距离范围校验进行纠正并在检验记录上注明。自最后一次有效校验以来的所有记录信号应重新检验并重新记录。

b)任何灵敏度变化超过幅度的 20%或 2dB，应纠正灵敏度校验并在检验记录上注明。如果灵敏度下降，自最后一次有效校验以来的所有数据应注明无效，所涉及的检验区域应重新检验。如果灵敏度上升，自最后一次有效校验以来的所有记录信号应重新检验并重新记录。

【3】简要评述：ASME 和 JB4730 的规定基本相同，但 ASME 规定校验的纠正应在检验记录上注明。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.4.7 校准、复核的有关注意事项

校准、复核和对仪器进行线性检测时，任何影响仪器线性的控制器（如抑制或滤波开关等）都应放在“关”的位置或处于最低水平上。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-431，T-531

【2】**相关技术内容**: ASME 规定: 对所有的检验, 抑制应设置在“关”的位置, 除非能够证明它不影响检验的线性。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

3.5 试块

3.5.1 标准试块

3.5.1.1 标准试块是指本部分规定的用于仪器探头系统性能校准和检测校准的试块, 本部分采用的标准试块有:

- a) 钢板用标准试块: CB₁、CB₂;
- b) 锻件用标准试块: CS₁、CS₂、CS₃;
- c) 焊接接头用标准试块: CSK-ⅠA、CSK-ⅡA、CSK-ⅢA、CSK-ⅣA。

3.5.1.2 标准试块应采用与被检工件声学性能相同或近似的材料制成, 该材料用直探头检测时, 不得有大于或等于 2mm 平底孔当量直径的缺陷。

3.5.1.3 标准试块尺寸精度应符合本部分的要求, 并应经计量部门检定合格。

3.5.1.4 标准试块的其他制造要求应符合 JB/T 10063 和 JB/T 7913—1995 的规定。

3.5.2 对比试块

3.5.2.1 对比试块是指用于检测校准的试块。

3.5.2.2 对比试块的外形尺寸应能代表被检工件的特征, 试块厚度应与被检工件的厚度相对应。如果涉及到两种或两种以上不同厚度部件焊接接头的检测, 试块的厚度应由其最大厚度来确定。

3.5.2.3 对比试块反射体的形状、尺寸和数量应符合本部分的规定。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: ASME2004-T-434, T-534

【2】**相关技术内容**: ASME 规定: a)制作校准试块的材料, 应与被检验材料之一有相同的产品形式, 以及相同的材料标准和相当的 P 号 (见 ASME 第 IX 卷, 焊接母材性能编号)。就这一节来说, P 号为 1、3、4 和 5 的材料被认为是相当的。

b) 校准试块的材料应当用直射波探头作全面的检查。有超过剩余底面反射的信号所在的部位, 都不应当出现在到达各校准反射体所需要的声程中。

c)如果部件材料是带堆焊层的, 则试块也应有堆焊层, 其堆焊规程应与产品零件一样。如果不能采用自动焊方法, 则应当用手工焊方法堆焊。

d)校准试块至少应进行材料标准中对该型号和类别的材料所要求的最低温度的回火处理。如果校准试块中除有堆焊层外还有焊缝, 并且部件焊缝在检验时已经过热处理, 则试块应作相同的热处理。

e)校准试块上各表面的粗糙度, 应能代表部件的表面粗糙度。

f)如果有两种或两种以上的母材厚度, 则校准试块的厚度应由焊缝平均厚度来确定。

【3】**简要评述**: a)ASME 规范中没有标准试块和对比试块之分, 它只有一个名称——校准试块 (Calibration block)。b)如果工件焊缝有两种或两种以上厚度的母材组成, ASME 规定试块厚度应由焊缝的平均厚度决定, JB4730 则规定由最大厚度来确定, 相比较而言, JB4730 的规定更合理。c)ASME 和 JB4730 都要求对试块材料用直探头进行检测, 但 ASME 的要求明显松得多。d)对试块表面粗糙度, ASME 要求能代表部件的表面粗糙度, 而 JB4730 则有具体规定。e)ASME 对试块堆焊层和热处理的规定值得借鉴。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4 承压设备用原材料、零部件的超声检测

4.1 承压设备用钢板超声检测

4.1.1 范围

本条适用于板厚为 6mm~250mm 的碳素钢、低合金钢承压设备用板材的超声检测和质量等级评定。

奥氏体钢板材、镍及镍合金板材以及双相不锈钢板材的超声检测也可参照本章执行。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: ASME2004-SA435-1.1

【2】**相关技术内容**: ASME 规定 :本规范包括厚度 $\geq 12.5\text{mm}$ 轧制的全镇静碳钢和合金钢板超声脉冲反射直射波检验的检验规程和验收标准。

【3】**简要评述**: JB4730 适用的厚度为 $6\text{mm}\sim 250\text{mm}$, ASME 为 $\geq 12.5\text{mm}$, 但没有厚度上限。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.2 探头选用

4.1.2.1 探头的选用应按表 1 的规定进行。

表 1 锅炉、压力容器用板材超声检测探头选用

板厚, mm	采用探头	公称频率, MHz	探头晶片尺寸
6 ~ 20	双晶直探头	5	晶片面积不小于 150mm^2
>20 ~ 40	单晶直探头	5	14 ~ 20 mm
>40 ~ 250	单晶直探头	2.5	20 ~ 25 mm

4.1.2.2 双晶直探头性能应符合附录 A (规范性附录) 的要求。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】**对应条款**: ASME2004-SA435-3.1 , 5.2

【2】**相关技术内容**: ASME规定: a)换能器通常为 $25\text{mm}\sim 30\text{mm}$ 直径或 25mm 见方。但有效面积不小于 450mm^2 的任何换能器均可使用。

b) 推荐采用 $2\frac{1}{4}\text{MHz}$ 的标称频率。由于材料的厚度、晶粒度、显微组织以及仪器或方法的特性等原因, 也可以要求改用较高或较低的频率。但是低于 1MHz 的频率, 只能在订货单位的同意下才能采用。

【3】**简要评述**: 由于 ASME 主要以底波法为主, 所以在探头的选择上与 JB4730 标准不同, 主要区别是: ASME 不采用双晶探头, 也不推荐采用 5MHz 探头, ASME 使用的探头尺寸较大为 21mm 以上。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.3 标准试块

4.1.3.1 用双晶直探头检测厚度不大于 20mm 的钢板时, 采用的 CB 标准试块如图 1 所示。

4.1.3.2 用单直探头检测厚度大于 20mm 的钢板时, CB 标准试块应符合图 2 和表 2 的规定。试块厚度应与被检钢板厚度相近。

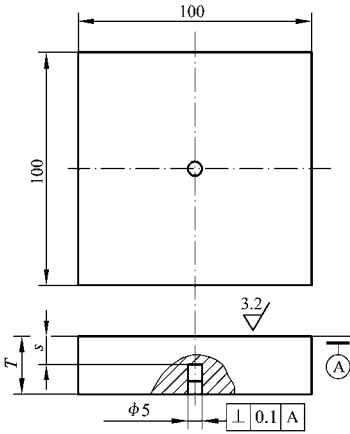


图 2 CB 标准试块

表 2 CB 标准试块

mm

试块编号	被检钢板厚度	检测面到平底孔的距离 s	试块厚度 T
CB -1	>20 ~ 40	15	20
CB -2	>40 ~ 60	30	40
CB -3	>60 ~ 100	50	65
CB -4	>100 ~ 160	90	110
CB -5	>160 ~ 200	140	170
CB -6	>200 ~ 250	190	220

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有

【2】简要评述：由于 ASME 采用底波法检测，直接在钢板上校验灵敏度，因此没有校准试块。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.4 基准灵敏度

4.1.4.1 板厚不大于 20mm 时，用 CB 试块将工件等厚部位第一次底波高度调整到满刻度的 50%，再提高 10dB 作为基准灵敏度。

4.1.4.2 板厚大于 20mm 时，应将 CB 试块 5 平底孔第一次反射波高调整到满刻度的 50%作为基准灵敏度。

4.1.4.3 板厚不小于探头的三倍近场区时，也可取钢板无缺陷完好部位的第一次底波来校准灵敏度，其结果应与 4.1.4.2 的要求相一致。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA435-5.3

【2】相关技术内容：ASME 规定：检验中所采用的测试频率和仪器的调节，应能从钢板无缺陷部位的底面产生出最小为 50%，最大为 75%满幅度的参考底面反射信号。当校准仪器时，晶片沿钢板表面扫查至少为 1T 或 150mm 的距离，取其中的较大值，并注意底面反射的位置。如果校准时发现底面反射位置偏移，就应对仪器重新校准。

【3】简要评述：JB4730 用试块调节灵敏度，ASME 用底波调节，并用底波作为参考波来评定缺陷信号。虽然 JB4730 规定当钢板厚度大于探头三倍近场区时也可用底波调节，但其含义与 ASME 是不一样的。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.5 检测方法

4.1.5.1 检测面

可选钢板的任一轧制表面进行检测。若检测人员认为需要或设计上有要求时，也可选钢板的上、下两轧制表面分别进行检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA435-5.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：超声检验应在板材的任一个主要表面上进行。如果发现的缺陷很接近验收的标准，则可以要求从另一个主要表面进行检查。

【3】简要评述：由于底波法在钢板两侧的检查结果可能相差较大，所以 ASME 规定当缺陷接近验收标准时可从另一面检查。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.5.2 耦合方式

耦合方式可采用直接接触法或液浸法。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA435-3.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：检验可用直接接触法、液浸法或液柱耦合法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.5.3 扫查方式

- a) 探头沿垂直于钢板压延方向，间距不大于 100mm 的平行线进行扫查。在钢板剖口预定线两侧各 50mm（当板厚超过 100mm 时，以板厚的一半为准）内应作 100%扫查，扫查示意图见图 3；
- b) 根据合同、技术协议书或图样的要求，也可采用其他形式的扫查。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA435-5.4，5.5 和补充要求

【2】相关技术内容：ASME 规定：a)应沿标称中心距离为 225mm 的垂直格子线连续进行扫查，或者按照制造厂的方案沿横跨板材主要轴线标称中心距离为 100mm 的平行线进行连续扫查，或是沿平行于板材主轴线的中心距为 75mm 或更小的平行线进行连续扫查。

b)扫查线应从钢板的中心或某一个顶角开始量起，并在钢板扫查面上距所有的边缘 50mm 内补加一条扫查线。
c)在订货单位和制造厂双方协商同意时，可从钢板的一个主要表面作 100%扫查，以代替 a)和 b)所规定的扫查。扫查应沿平行的途径连续进行，可以平行或垂直于板材主轴线，各次扫查之间的重叠不应少于 10%。

【3】简要评述：a)ASME 规定可作间隔为 225mm 的格子线扫查，也可作 100mm、75mm 甚至更小的平行线扫查或者 100%连续扫查，扫查方式比 JB4730 多。

b)JB4730 要求在剖口预定线两侧各 50mm 内作 100%扫查，ASME 则要求在钢板所有边缘 50mm 范围内增加一条扫查线。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.6 缺陷的测定与记录

4.1.6.1 在检测过程中，发现下列三种情况之一即作为缺陷：

- a) 缺陷第一次反射波（ F_1 ）波高大于或等于满刻度的 50%，即 $F_1 \geq 50\%$ ；
- b) 当底面第一次反射波（ B_1 ）波高未达到满刻度，此时，缺陷第一次反射波（ F_1 ）波高与底面第一次反射波（ B_1 ）波高之比大于或等于 50%，即 $B_1 < 100\%$ ，而 $F_1/B_1 \geq 50\%$ ；
- c) 底面第一次反射波（ B_1 ）波高低于满刻度的 50%，即 $B_1 < 50\%$ 。

4.1.6.2 缺陷的边界范围或指示长度的测定方法

- a) 检出缺陷后，应在它的周围继续进行检测，以确定缺陷的延伸。
- b) 用双晶直探头确定缺陷的边界范围或指示长度时，探头的移动方向应与探头的隔声层相垂直，并使缺陷波下降到基准灵敏度条件下荧光屏满刻度的 25%或使缺陷第一次反射波高与底面第一次反射波高之比为 50%。此时，探头中心的移动距离即为缺陷的指示长度，探头中心点即为缺陷的边界点。两种方法测得的结果以较严重者为准则。
- c) 用单直探头确定缺陷的边界范围或指示长度时，移动探头使缺陷波第一次反射波高下降到基准灵敏度条件下荧光屏满刻度的 25%或使缺陷第一次反射波与底面第一次反射波高之比为 50%。此时，探头中心的移动距离即为缺陷的指示长度，探头中心即为缺陷的边界点。两种方法测得的结果以较严重者为准则。
- d) 确定 4.1.6.1 c) 中缺陷的边界范围或指示长度时，移动探头（单直探头或双直探头）使底面第一次反射波升高到荧光屏满刻度的 50%。此时探头中心移动距离即为缺陷的指示长度，探头中心点即为缺陷的边界点。
- e) 当板厚较薄，确需采用第二次缺陷波和第二次底波来评定缺陷时，基准灵敏度应以相应的第二次反射波来校准。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA435-5.6

【2】相关技术内容：ASME 规定：当沿格子线扫查发现沿某一格子线的底面反射完全消失并伴随着连续出现的缺陷信号，则应对与信号相邻的所有方块面积作连续扫查。当沿平行线扫查而发现底面反射完全消失并伴随着连续出现的缺陷信号，则应对以这一信号为中心的 $225 \times 225\text{mm}$ 的方形表面作连续扫查。应采用

下述方法测定缺陷边界：移动换能器使其离开缺陷的中心，直至底面反射信号与缺陷信号的高度相等。在钢板上标出对应于换能器中心的点，重复这种操作以测出边界。

【3】**简要评述**：检测方法不同导致差异较大，ASME 的方法简单，容易操作。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.7 缺陷的评定方法

4.1.7.1 缺陷指示长度的评定规则

单个缺陷按其指示的最大长度作为该缺陷的指示长度。若单个缺陷的指示长度小于 40mm 时，可不作记录。

4.1.7.2 单个缺陷指示面积的评定规则

- a) 一个缺陷按其指示的面积作为该缺陷的单个指示面积。
- b) 多个缺陷其相邻间距小于 100mm 或间距小于相邻较小缺陷的指示长度（取其较大值）时，以各缺陷面积之和作为单个缺陷指示面积。
- c) 指示面积不计的单个缺陷见表 3。

表 3 钢板质量等级评定

等级	单个缺陷 指示长度 mm	单个缺陷 指示面积 cm ²	在任一 1m×1m 检测面积 内存在的缺陷面积百分比 %	以下单个缺陷 指示面积不计 cm ²
	< 80	< 25	3	< 9
	< 100	< 50	5	< 15
	< 120	< 100	10	< 25
	< 150	< 100	10	< 25
	超 过 级 者			

4.1.7.3 缺陷面积百分比的评定规则

在任一 1m×1m 检测面积内，按缺陷面积所占的百分比来确定。如钢板面积小于 1m×1m，可按比例折算。

4.1.8 钢板质量等级评定

4.1.8.1 钢板质量等级评定见表 3。

4.1.8.2 在坡口预定线两侧各 50mm（板厚大于 100mm 时，以板厚的一半为准）内，缺陷的指示长度大于或等于 50mm 时，应评为 级。

4.1.8.3 在检测过程中，检测人员如确认钢板中有白点、裂纹等危害性缺陷存在时，应评为 级。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-SA-435-6

【2】**相关技术内容**：ASME 规定：任何能引起底面反射信号全部消失的缺陷信号，而其范围又不能被直径为 75mm 或板厚之半（取其中的较大值）画成的圆所包围，都是不能验收的。

【3】**简要评述**：（1）JB4730 把钢板质量分成 V 级，ASME 没有分级。（2）ASME 对缺陷的评定方法简单且验收标准在世界上也属于较松的。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.1.9 横波检测

4.1.9.1 在检测过程中对缺陷有疑问或合同双方技术协议中有规定时，可采用横波检测。

4.1.9.2 钢板横波检测见附录 B（规范性附录）。

附录 B

(规范性附录)

承压设备用钢板横波检测

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA-577《钢板超声斜射波检验的标准规范》

【2】相关技术内容: ASME 与 JB4730 基本相同

【3】简要评述: JB4730 附录B系等效采用ASME-SA577 标准, 除文字上作了改写外, 技术上的主要改动有: (1)增加了探头方晶片面积的规定, 即方晶片面积不小于 200mm^2 。(2)检验频率规定为 $2\text{MHz}\sim 5\text{MHz}$, 而按ASME的通用要求为 $1\text{MHz}\sim 5\text{MHz}$ 。(3)规定了人工反射体形状为V形槽, 而按ASME-SA577, 槽的形状应由合同双方商定。(4)把扫描格子线中心距离从ASME的 225mm 改为 200mm 。

B.1 范围

本附录规定了用斜探头(横波)检测钢板中非夹层性缺陷的方法, 并将其作为直探头检测的补充。

B.3.1 对比试块用钢板应与被检钢板厚度相同, 声学特性相同或相似。

B.3.2 对比试块上的人工缺陷反射体为 V 形槽, 角度为 60° , 槽深为板厚的 3%, 槽的长度至少为 25mm 。

B.3.3 对比试块的尺寸、V 形槽位置应符合图 B.1 的规定。

B.3.4 对于厚度超过 50mm 的钢板, 要在钢板的底面加工第二个如 B.3.3 所述的校准槽。

B.4 基准灵敏度的确定

B.4.1 厚度小于或等于 50mm 的钢板

B.4.1.1 把探头置于试块有槽的一面, 使声束对准槽的宽边, 找出第一个全跨距反射的最大波幅, 调整仪器, 使该反射波的最大波幅为满刻度的 80%, 在荧光屏上记录下该信号的位置。

B.4.1.2 移动探头, 得到第二个全跨距信号, 并找出信号最大反射波幅, 记下这一信号幅值点在荧光屏上的位置, 将荧光屏上这两个槽反射信号幅值点连成一直线, 此线即为距离-波幅曲线。

B.4.2 厚度大于 $50\text{mm}\sim 150\text{mm}$ 的钢板

B.4.2.1 将探头声束对准试块背面的槽, 并找出第一个 $1/2$ 跨距反射的最大波幅。调节仪器, 使反射波幅为满刻度的 80%, 在荧光屏上记下这个信号的位置。不改变仪器调整状态, 在 $3/2$ 跨距上重复该项操作。

B.4.2.2 不改变仪器调整状态, 把探头再次置于试块表面, 使波束对准试块表面上的槽, 并找出全跨距最大反射波的位置。在荧光屏上记下这一幅值点。

B.4.2.3 在荧光屏上将 B.4.2.1 和 B.4.2.2 所确定的点相连接, 此线即为距离-波幅曲线。

B.4.3 厚度大于 $150\text{mm}\sim 250\text{mm}$ 的钢板

B.4.3.1 把探头置于试块表面, 使声束对准试块底面上的切槽, 并找出第一个 $1/2$ 跨距反射的最大幅度位置。调节仪器, 使这一反射波为荧光屏满刻度的 80%, 在荧光屏上记下这个幅值点。

B.4.3.2 不改变仪器的调整状态, 把探头再次置于试块表面, 以全跨距对准切槽获得最大反射, 在荧光屏上记下这个幅值点。

B.4.3.3 在荧光屏上将 B.4.3.1 和 B.4.3.2 所确定的点连成一直线, 此线即为距离-波幅曲线。

B.5 扫查方法

B.5.1 在钢板的轧制面上以垂直和平行于钢板主要压延方向的格子线进行扫查, 格子线中心距为 200mm 。

B.5.2 当发现缺陷信号时, 移动探头使之能在荧光屏上得到最大反射。

B.5.3 对于波幅等于或超过距离-波幅曲线的缺陷显示, 应记录其位置, 并移动探头使波幅降到满刻度的 25%来测量其长度。对于波幅低于距离-波幅曲线的缺陷, 当指示长度较长时, 也可记录备案。

B.5.4 在每一个记录缺陷位置上, 应以记录缺陷中心起, 在 $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ 的区域作 100%检测。

B.6 验收标准

等于或超过距离-波幅曲线的任何缺陷信号均应认为是不合格的。但是以纵波方法作辅助检测时, 若发现缺陷性质是分层类的, 则应按纵波检测的规定处理。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2 承压设备用钢锻件超声检测

4.2.1 范围

本条适用于承压设备用碳钢和低合金钢锻件的超声检测和质量等级评定。

本条不适用于奥氏体钢等粗晶材料锻件的超声检测，也不适用于内、外半径之比小于 80% 的环形和筒形锻件的周向横波检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-1.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：操作方法包括用直射波和斜射波技术对大型锻件作接触脉冲回波式超声波检验程序。直射波法包括 DGS（距离—增益—当量）法。

【3】简要评述：JB4730 对适用范围作了限定，ASME 没有那么明确。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.2 探头

双晶直探头的公称频率应选用 5MHz。探头晶片面积不小于 150mm²；单晶直探头的公称频率应选用 2~5MHz，探头晶片一般为 14~25mm。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-4.2，7.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 对于直射波扫查可采用换能器的最大有效面积为 650mm²，其最小尺寸为 20mm，最大为 30mm。对于斜射波扫查，可采用换能器的尺寸从 13×25mm 至 25×25mm。

b) 换能器应使用其标称频率。

c) 可以采用其它探头来评定和精确测定显示信号。

d) 如有可能，直射波的检验宜采用标称频率为 2.25MHz 的探头。但是，对于粗晶粒奥氏体材料和长距离探测最好采用 1MHz 频率，在很多情况下，检验粗晶粒的奥氏体材料，甚至可能要采用 0.4MHz 频率。为了得到更好的分辨力、穿透力或缺陷的检出力，也可采用其它频率。

【3】简要评述：(1) ASME 没有规定双晶探头。

(2) JB4730 规定直探头晶片尺寸为 14mm~25mm，而 ASME 则为 20~30mm。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.3 试块

应符合 3.5 的规定。

4.2.3.1 单直探头标准试块

采用 CS 试块，其形状和尺寸应符合图 4 和表 4 的规定。

4.2.3.2 双晶直探头试块

a) 工件检测距离小于 45mm 时，应采用 CS 标准试块。

b) CS 试块的形状和尺寸应符合图 5 和表 5 的规定。

4.2.3.3 检测面是曲面时，应采用 CS 标准试块来测定由于曲率不同而引起的声能损失，其形状和尺寸按图 6 所示。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-4.4, 4.5

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 校准设备时，应采用具有平底孔的参考试块。当合同或订货单有规定时，可用于确定直射波检验的记录水平。

b) 当订单或合同有规定时，可采用与所用的探头和仪器相配的 DGS 面板来确定直射波检验的记录灵敏度水平。所选用的 DGS 面板的范围必须包括所要检验的锻件整个厚度截面。

【3】简要评述：(1) JB4730 规定有一整套试块，而 ASME 则没有明确规定试块，如有需要，则由合同各方商定。(2) 对锻件的超声检测，我国标准与欧美标准的最大区别在于：我国习惯于用试块法或当量计算

法而欧美则常用 DGS 面板曲线。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.4 检测时机

检测原则上应安排在热处理后，孔、台等结构机加工前进行，检测面的表面粗糙度 $Ra \leq 6.3 \mu m$ 。国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-6.2, 7.1.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 除了在订货单或合同中另有规定，或是在锻件的图纸中另有标明以外，加工后的表面粗糙度不应超过 $6\mu m$ 。

b) 超声检验应在改善机械性能的热处理（不包括消除应力的处理）之后进行，但应在钻孔、开槽、车斜度或加工外部轮廓之前进行。如果要求作机械性能热处理锻件外形使锻件在处理之后不能作全面完整的检验，可允许在机械性能热处理之前进行检验。在这种情况下，锻件在热处理之后仍应尽可能完整地重新进行超声检验。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.5 检测方法

4.2.5.1 一般原则

锻件应进行纵波检测，对筒形和环形锻件还应增加横波检测。

4.2.5.2 纵波检测

a) 原则上应从两个相互垂直的方向进行检测，尽可能地检测到锻件的全体积。主要检测方向如图 7 所示。其他形状的锻件也可参照执行；

b) 锻件厚度超过 400mm 时，应从相对两端面进行 100% 的扫查。

4.2.5.3 横波检测

钢锻件横波检测应按附录 C（规范性附录）的要求进行。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-571.2，SA388-7.1.5~7.1.8

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 所有锻件和棒材应使用直射波法进行超声检验。

b) 环形锻件和其它空心锻件还应在二个周向用斜射波法检验，除非由于厚度和几何形状不能使用斜射波检验。

c) 经晶粒细化熔融处理并用于容器壳体的环形锻件还应用斜射波方法在两个轴向检验。

d) 如有可能，锻件的所有部分均应从两个互相垂直的方向作的扫查。

e) 用直射波扫查圆盘形锻件时，如有可能，应至少从一个平面和从圆周面上的径向进行。

f) 用直射波技术从径向扫查圆柱截面和空心的锻件。如有可能，也应对锻件作轴向检验。

g) 要用斜射波技术从外表面对空心的锻件进行检验。

【3】简要评述：ASME 与 JB4730 规定的内容基本相同。但 JB4730 规定锻件厚度超过 400mm 时，应从相对两端面进行 100% 的扫查，ASME 则无此规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.6 灵敏度的确定

4.2.6.1 单直探头基准灵敏度的确定

当被检部位的厚度大于或等于探头的三倍近场区长度，且探测面与底面平行时，原则上可采用底波计算法确定基准灵敏度。对由于几何形状所限，不能获得底波或壁厚小于探头的三倍近场区时，可直接采用 CS 标准试块确定基准灵敏度。

4.2.6.2 双晶直探头基准灵敏度的确定

使用 CS 试块，依次测试一组不同检测距离的 $\phi 3$ 平底孔（至少三个）。调节衰减器，作出双晶直探头的距离-波幅曲线，并以此作为基准灵敏度。

4.2.6.3 扫查灵敏度一般不得低于最大检测距离处的 $\phi 2\text{mm}$ 平底孔当量直径。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388- 7.2.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 用底面反射或参考试块技术或 DGS 法确定仪器灵敏度。

b) 底面反射技术(底面反射校准法适用于声波入射面与底面互相平行的锻件)——将衰减器调到适当的水平，例如 5:1 或 14dB，调节仪器控制，使其从锻件底面得到的底面反射信号大致为满幅度的 75%。将衰减器调到最大的放大率(衰减器调到 1:1)扫查锻件。评定缺陷时应将增益控制调到参考水平，当截面厚度或直径有明显变化时，需要重新校准灵敏度。

c) 参考试块的校准——参考试块的表面粗糙度应大致与被检工件相当，但不能优于被检工件。调节仪器，使其从规定的参考试块平底孔上得到所要求的信号幅度，在幅度大于仪器垂直线性范围时用衰减器确定其幅度，对于这些情况，在扫查锻件之前要除去衰减量。

d) DGS 校准——使用前先核实一下 DGS 面板所配的换能器尺寸和频率。可用数块参考试块和操作方法 E317 所述的方法来核实面板的准确性。这些面板与所用的超声换能器和脉冲回波系统配套。

【3】简要评述：内容基本相同。ASME 虽然涉及到了多种方法，但都没有具体规定，许多要求都应由合同双方协商，比如对于检测灵敏度，JB4730 要求为 $\phi 2$ 平底孔，但 ASME 则无相关规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.7 工件材质衰减系数的测定

4.2.7.1 在工件无缺陷完好区域，选取三处检测面与底面平行且有代表性的部位，调节仪器使第一次底面回波幅度(B_1 或 B_n)为满刻度的 50%，记录此时衰减器的读数，再调节衰减器，使第二次底面回波幅度(B_2 或 B_m)为满刻度的 50%，两次衰减器读数之差即为(B_1-B_2)或(B_n-B_m)的 dB 差值(不考虑底面反射损失)。

4.2.7.2 衰减系数的计算公式($T < 3N$ ，且满足 $n > 3N/T$ ， $m=2n$ ，
$$= [(B_n - B_m) - 6] / 2 (m - n) T \dots\dots\dots (1)$$

式中：

——衰减系数，dB/m (单程)；

($B_n - B_m$) ——两次衰减器的读数之差，dB；

T ——工件检测厚度，mm；

N ——单直探头近场区长度，mm；

m 、 n ——底波反射次数。

4.2.7.3 衰减系数的计算公式($T \geq 3N$)
$$= [(B_1 - B_2) - 6] / 2T \dots\dots\dots (2)$$

($B_1 - B_2$) ——两次衰减器的读数之差，dB；

式中其余符号意义同式(1)的规定。

4.2.7.4 工件上三处衰减系数的平均值即作为该工件的衰减系数。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.8 缺陷当量的确定

4.2.8.1 被检缺陷的深度大于或等于探头的三倍近场区时，采用 AVG 曲线及算法确定缺陷当量。对于三倍近场区内的缺陷，可采用单直探头或双晶直探头的距离-波幅曲线来确定缺陷当量。也可采用其他等效方法来确定。

4.2.8.2 计算缺陷当量时，若材质衰减系数超过 4dB/m，应考虑修正。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.9 缺陷记录

4.2.9.1 记录当量直径超过 4mm 的单个缺陷的波幅和位置。

4.2.9.2 密集区缺陷：记录密集区缺陷中最大当量缺陷的位置和缺陷分布。饼形锻件应记录大于或等于 4mm 当量直径的缺陷密集区，其他锻件应记录大于或等于 3mm 当量直径的缺陷密集区。缺陷密集区面积以 50mm×50mm 的方块作为最小量度单位，其边界可由 6dB 法决定。

4.2.9.3 底波降低量应按表 6 的要求记录。

表 6 由缺陷引起底波降低量的质量等级评定 dB

等级						
底波降低量	BG/BF	8	>8~14	>14~20	>20~26	>26
注：本表仅适用于声程大于近场区长度的缺陷。						

4.2.9.4 衰减系数：若合同双方有规定时，应记录衰减系数。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388- 8

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 在底面反射法中，幅度等于或超过相邻无缺陷信号区底面反射波高 10%的一些单个信号；在参考试块法中或 DGS 法中，等于或超过 100%参考幅度的一些信号。

b) 凡在同一平面上连续出现的一个信号，不论其幅度大小如何，其出现的面积比探头的直径大一倍，这个信号的范围，应准确地沿着反射幅度的变化而加以测定。

c) 同一平面的信号，如果连续出现范围的长轴大于 25mm，则应认为是该平面上的连续信号。在记录这些信号时，必须对波束在所估计的缺陷深度处的扩散作出校正。

d) 在底波法中，等于或超过底波 5%的缺陷信号。在参考试块波中，等于或超过基准波高 50%的信号，这些信号是连续游动或是密集出现时。

e) 此处游动信号的定义为当探头在锻件表面移动时，信号前沿在扫描线上移动的距离，相当于 25mm 或更大的金属深度。

f) 密集信号的定义为锻件中 50mm 或更小的立方体内有 5 个或更多的信号。

g) 底面反射的降低超过原来测定值的 20%时，按 10%的增量测量。

h) 应予记录的信号幅度，按 10%的增量作记录。

【3】简要评述：(1) JB4730 规定较详细，主要记录大于一定量的单个缺陷、密集缺陷和由缺陷引起的底波降低量。ASME 规定较笼统，具体操作时还应由合同双方确定相关内容，如参考基准等。(2) 与 JB4730 相比，ASME 规定有些特别的地方，如需记录游动信号以及底面反射降低超过原来测定值的 20%等等。(3) ASME 规定记录平面信号时，应对波束在缺陷深度处的扩散作出校正。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.2.10 质量等级评定

4.2.10.1 单个缺陷的质量等级评定见表 7。

表 7 单个缺陷的质量等级评定 mm

等级					
缺陷当量直径	4	4+ (>0 dB ~8dB)	4+ (>8 dB ~12dB)	4+ (>12 dB ~16dB)	> 4+16dB

4.2.10.2 缺陷引起底波降低量的质量等级评定见表 6。

4.2.10.3 缺陷密集区质量等级评定见表 8。

表 8 密集区缺陷的质量等级评定

等级					
密集区缺陷占检测总面积的百分比，%	0	>0~5	>5~10	>10~20	>20

4.2.10.4 表 6、表 7 和表 8 的等级应作为独立的等级分别使用。

4.2.10.5 当缺陷被检测人员判定为危害性缺陷时，锻件的质量等级为 级。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-10.3.1

- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 不允许有大于参考底面反射一定百分率的显示。
b) 不允许有等于或大于规定的参考试块中平底孔信号的显示。
c) 不允许有底面反射的降低大于参考底面反射一定百分率的区域。
d) 不允许 a) 或 b) 的显示与 c) 中的某些底面反射的降低现象同时出现。
e) 不允许有超过 DGS 法中规定的参考线的显示。

【3】简要评述：(1) JB4730 规定了对缺陷的质量等级，ASME 则没有分级。(2) ASME 没有对缺陷密集区的评定。(3) ASME 规定的仅是一些原则，具体参数应由合同双方商定。

附录 C

(规范性附录)

承压设备用钢锻件横波检测

C.1 范围

本附录适用于内、外径之比大于或等于 80% 的承压设备用环形和筒形锻件的超声横波检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-7.3.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：对于轴向长度大于 50mm，而且外内径比值小于 2.0:1 的环形和空心锻件，要从圆周上进行检验。

【3】简要评述：(1) 需横波检验的环形锻件内外径之比，JB4730 为 0.8，ASME 为 0.5，因此，ASME 需要对更多的环形锻件进行横波检验。(2) ASME 规定需横波检验的环形和空心锻件其轴向长度应大于 50mm，JB4730 无此规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.2 探头

C.2.1 探头公称频率主要为 2.5MHz。

C.2.2 探头晶片面积为 $140\text{ mm}^2 \sim 400\text{ mm}^2$ 。

C.2.3 原则上应采用 K1 探头，但根据工件几何形状的不同，也可采用其他的 K 值探头。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-7.3.2

【2】相关技术内容：ASME 规定：除了因为壁厚、外内径比或其它几何形状不能进行校准外，应采用 1MHz 的 45° 斜探头。若有希望达到更好的分辨率、穿透率和缺陷探测能力，则可采用其它频率。对外内径之比等于 2.0:1 的空心锻件作斜射波检查时，换能器应带有楔块，在所检验的工作截面形状和尺寸条件下产生所需要的波型和折射角。

【3】简要评述：(1) ASME 使用较低的频率，即 1MHz。(2) 按 ASME 需对内外径之比为 0.5 以上的环形锻件作横波检验，则探头折射角应为 $\beta=30^\circ \sim 45^\circ$ 。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.3 灵敏度校准试块

为了调整检测灵敏度，可利用被检工件壁厚或长度上的加工余量部分制作对比试块。在锻件的内外表面，分别沿轴向和周向加工平行的 V 形槽作为标准沟槽。V 形槽长度为 25mm，深度为锻件壁厚的 1%，角度为 60°。也可采用其他等效的反射体（如边角反射等）。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-7.3.3

【2】相关技术内容：ASME 规定：校准试块应当和它所代表的锻件有相同的标称成分、热处理和厚度。校准

试块的表面粗糙度应与被检工件相似，但不能更优。如果是同一批锻件，则可以把其中的一个锻件作为校准试块。内壁切槽（矩形或 60°V 形切槽）深度最大应为标称厚度的 3%或 6mm，选用其中的较小值，其长度约为 25mm，而厚度则取决于被检锻件的厚度。如有可能，最好是在工件的余量或工件的试样上开槽。

【3】**简要评述：**（1）ASME 规定切槽可以是矩形槽或 60°V 形切槽，而 JB4730 则采用 60°V 形切槽。（2）ASME 切槽深为 3%壁厚，JB4730 为 1%壁厚，显然 JB4730 的要求较严。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.4 检测方法

C.4.1 扫查方式

C.4.1.1 扫查方向见图 C.1。

C.4.1.2 探头移动速度不应超过 150mm/s。

C.4.1.3 扫查覆盖率应为探头宽度的 15%以上。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA388-7.3.4, 7.1.3, 7.1.4

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：a) 检验时，从外壁沿周向以正、反时针两个方向在整个表面积进行扫查。对于不能用直射波作轴向检验的锻件，要采用斜射波探头从两个轴向进行检验。

b) 为了保证锻件整体都能被检查到，要求探头的每次移动至少要有 15%的重叠。

c) 扫查速度不应超过 150mm/s。

【3】**简要评述：**内容基本相同，ASME 特别强调对不能用直探头作轴向检验的锻件，要用斜探头进行两个轴向的检查，JB4730 则无规定相关内容。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.4.2 基准灵敏度的确定

从锻件外圆面将探头对准内圆面的标准沟槽，调整增益，使最大反射高度为满刻度的 80%，将该值标在面板上，以其为基准灵敏度；不改变仪器的调整状态，再移动探头测定外圆面的标准沟槽，并将最大的反射高度也标在面板上，将上述两点用直线连接并延长，绘出距离-波幅曲线，并使之包括全部检测范围。内圆面检测时基准灵敏度也按上述方法确定，但探头斜楔应与内圆曲率一致。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA388-7.3.3, 7.3.4

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：a) 校准作斜射波检验的仪器，使其能从内壁表面、并沿锻件轴线方向和平行于轴线的矩形或 60°V 形切槽上得到约为 75%满幅度的信号幅度。在同一仪器调整值下，再从相同的外壁切槽得到第一次反射信号，连接两个反射信号的顶点作一直线，这就是幅度参考线。当从外壁表面探测不出外壁切槽时，如有可能（某些工件的内径可能太小以致不能作检验），应从内、外壁两面按上述进行检验。当从外壁作检查时，使用内壁切槽；从内壁作检查时，则用外壁切槽。如有需要，并有实际可能时，可以采用曲面的楔块。

b) 对于轴向扫查，采用在内壁和外壁上的矩形或 60°V 形切槽进行校正。这些切槽应垂直于锻件轴线，其尺寸应与轴向切槽相同。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.5 记录

记录波幅幅度大于距离-波幅曲线（基准线）高度 50%的缺陷反射波和缺陷位置。缺陷指示长度按 6dB 法测定。当相邻两个缺陷间距小于或等于 25mm 时，按单个缺陷处理（中间间距不计）。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA388-8.2

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：斜射波检验——记录等于或大于 50%参考线的缺陷信号。当不能作出幅

度参考线时，记录等于或大于 50%参考切槽信号的缺陷信号。

【3】**简要评述：**ASME 和 JB4730 都规定应记录等于或大于 50%距离——波幅曲线的信号。但 ASME 没有规定测长方法，也没有规定相邻缺陷的评定方法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

C.6 质量评级

C.6.1 缺陷波幅大于距离-波幅曲线（基准线）的质量等级定为 级。

C.6.2 波幅在距离-波幅曲线（基准线）50% ~ 100%的缺陷按表 C.1 分级。

表 C.1 缺陷质量等级

质量等级	单个缺陷指示长度
	1/3 壁厚，且 100mm
	2/3 壁厚，且 150mm
	大于 级者

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME-SA388-10.3.2

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：不允许有超过参考切槽的反射或幅度参考线的某一规定百分率的显示。

【3】**简要评述：**ASME 没有质量评级内容，也没有规定明确的验收标准应由合同双方商定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3 承压设备用铝及铝合金和钛及钛合金板材超声检测

4.3.1 范围

本条适用于厚度为 6mm 以上的承压设备用铝及铝合金、钛及钛合金板材的超声检测和质量等级评定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA548-1.1

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：本方法包括用于制造压力容器的厚度等于或大于 12.7mm 的铝合金板材采用脉冲反射法的超声检验。

【3】**简要评述：**(1) ASME 和 JB4730 适用的最小厚度不同，ASME 适用的最小厚度为 12.7mm，JB4730 适用的最小厚度为 6mm 以上。(2) ASME-SA548 不适用于钛及钛合金板材。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.2 探头选用

4.3.2.1 探头的选用应按表 1 的规定进行。

4.3.2.2 双晶直探头性能要求应符合附录 A（规范性附录）的要求。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA548-5, 8.2

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：a) 用于初始扫查的探头，其晶片或组合晶片的总有效面积不能小于 2.6cm²，也不能大于 19.4cm²。

b) 用于评定缺陷大小的圆形探头的有效直径，不应超过 19mm。推荐的频率为 5.0MHz。

c) 也可以采用 2.0~10.0MHz 范围内的其它频率。

【3】**简要评述：**(1) ASME 没有明确规定使用双晶探头。(2) ASME 推荐采用 5.0MHz 频率的探头，而 JB4730 在板厚 40mm 时，使用 5.0MHz 探头，板厚>40mm 时，使用 2.5MHz 探头。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.3 检测方法

4.3.3.1 检测面

可选板材的任一轧制表面进行检测。若检测人员认为需要或设计上有要求时,也可选板材的上、下两轧制表面分别进行检测。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-3.1

【2】相关技术内容: ASME 规定: 检查板材时, 在一个轧制面上进行超声扫查。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.3.2 扫查方式

a) 探头沿垂直于板材压延方向, 间距不大于 40mm 的平行线进行扫查。在板材剖口预定线两侧各 50mm 内应作 100%扫查, 扫查示意如图 3。

b) 根据合同、技术协议书或图样的要求, 也可采用其他形式的扫查。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-8.4, 8.5

【2】相关技术内容: ASME 规定: a) 将探头放在要检查的板材的一个角上, 使探头晶片的边缘距板材两边均约为 25mm。扫查从起始位置向着对边移动探头, 其方向应垂直于板材的主轧制方向。

b) 扫查移位, 完成首行扫查后, 沿板材的主轧制方向移动探头达一个预先给定的扫查间距, 并沿与上次扫查相平行的方向作第二行扫查, 按如下所述计算扫查移位距离: $S_i = 20 + 0.7D_s(\text{mm})$, 式中 D_s = 实际晶片的直径。

【3】简要评述: (1) ASME 没有剖口线两侧的扫查规定。(2) ASME 的扫查间距与探头尺寸有关, 最小为 33mm, 最大为 55mm。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.3.3 基准灵敏度的确定

将探头置于待检板材完好部位, 调节第一次底波高度为荧光屏满刻度的 80%, 以此作为基准灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-8.3

【2】相关技术内容: ASME 规定: 调节仪器的增益控制, 以使当探头位于要检查板材的无明显缺陷区域时, 在 A 型扫描的示波屏上能显示出相当于 $75\% \pm 5\%$ 满幅度的第一次底面反射幅度。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.4 耦合方式

耦合方式可采用直接接触法或液浸法。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-8.1

【2】相关技术内容: ASME 规定: 选用的方法虽然可以采用液柱耦合、直接接触或液浸法进行超声试验, 但最好是采用液浸法。

【3】简要评述: ASME 与 JB4730 规定的内容基本相同, 但 ASME 推荐使用液浸法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.5 缺陷记录

4.3.5.1 在检测过程中, 发现下列情况之一者即作为缺陷处理:

- a) 缺陷第一次反射波 (F_1) 波高大于或等于满刻度的 40%, 即 $F_1 \geq 40\%$;
- b) 缺陷第一次反射波 (F_1) 波高低于满刻度的 40%, 同时, 缺陷第一次反射波 (F_1) 波高与底面第一次反射波 (B_1) 波高之比大于或等于 100%, 即 $F_1/B_1 \geq 100\%$;
- c) 当底面第一次反射波 (B_1) 波高低于满刻度的 5%, 即 B_1 小于 5%。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-8.7

【2】相关技术内容: ASME 规定: 最大单个信号幅度大于标定的起始第一次底反射幅度的 50%, 或者第一次底反射信号的严重降低不是由于探头未对准或表面干扰所引起, 就应认为是内部缺陷信号。

【3】简要评述: ASME 与 JB4730 两标准基本相同, 但 ASME 没有对应于 JB4730 b) 条的内容。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.5.2 缺陷边界范围或指示长度的测定方法

- a) 检出缺陷后, 应在它的周围继续进行检测, 以确定缺陷的延伸。
- b) 用双晶直探头确定缺陷的边界范围或指示长度时, 探头的移动方向应与探头的隔声层相垂直, 并使缺陷波下降到基准灵敏度条件下荧光屏满刻度的 20% 或使缺陷第一次反射波高与底面第一次反射波高之比为 100%。此时, 探头中心的移动距离即为缺陷的指示长度, 探头中心点即为缺陷的边界点。两种方法测得的结果以较严重者为准。
- c) 用单直探头确定缺陷边界或指示长度时, 移动探头, 使缺陷第一次反射波高下降到检测灵敏度条件下荧光屏满刻度的 20% 或使缺陷第一次反射波高与底面第一次反射波高之比为 100%。此时, 探头中心移动距离即为缺陷的指示长度, 探头中心即为缺陷的边界点; 两种方法测得的结果以较严重者为准。
- d) 确定底波降低缺陷的边界或指示长度时, 移动探头 (单直探头或双直探头), 使底面第一次反射波升高到荧光屏满刻度的 40%。此时, 探头中心移动距离即为缺陷的指示长度, 探头中心点即为缺陷的边界点。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SA548-8.8

【2】相关技术内容: ASME 规定: a) 采用一个晶片有效直径不大于 19mm 的探头, 以板材探测面上中断扫描的点为中心的整个 152mm 见方的区域进行评定扫描。对这种评定, 建议采用如下的扫描间距: $S_i = 0.7D_s$, 式中 D_s = 探头晶片的实际直径。

- b) 为了确定缺陷的显示尺寸, 在板材的探测面上, 标出各对应于第一次底反射下降达 $95\% \pm 5\%$ 时探头的中心位置, 或是标出单个信号的幅度等于按 8.3 所述的标定第一次底反射幅度的 $50\% \pm 5\%$ 时探头中心的位置。
- c) 按 b) 所规定的缺陷条件之一或全部条件连续标出观察到缺陷时的探头位置。即使其范围已超出原来 152mm 见方的评定扫描区, 也应画出整个缺陷的轮廓。
- d) 缺陷估计尺寸, 定义为按本规程确定的以连续标出记录为边界的区域。

【3】简要评述: (1) 除双晶探头和用缺陷波高与底波高之比为 100% 的方法外, 其余相同。

(2) JB4730 测长的灵敏度比 ASME 高, 如对缺陷 JB4730 为 25% 基准波高, ASME 为 50% 基准波高, 而对底波降低量 JB4730 为 50% 基准波高, ASME 则为 5% 基准波高。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.6 缺陷的评定方法

4.3.6.1 缺陷指示长度的评定

- a) 一个缺陷按其指示的最大长度作为该缺陷的指示长度, 若单个缺陷的指示长度小于 25mm 时, 可不作记录。
- b) 两个缺陷相邻间距小于 25mm 时, 其指示长度为两单个缺陷的指示长度再加上间距之和。

4.3.6.2 单个缺陷指示面积的评定

- a) 一个缺陷按其指示的最大面积作为该缺陷的单个指示面积;

- b) 多个缺陷其相邻间距小于相邻较小缺陷的指示长度（取其较大值）时，以各缺陷面积之和作为单个缺陷指示面积。
- c) 指示面积不计的单个缺陷见表 9。

表 9 板材质量等级评定

等级	单个缺陷指示长度，mm	单个缺陷指示面积，cm ²	以下单个缺陷指示面积不计，cm ²
	< 25	< 6	< 4
	< 50	< 20	< 9
	< 75	< 50	< 25
	缺陷大于 级者		

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：没有

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.3.7 板材质量等级评定

4.3.7.1 板材质量等级评定见表 9。

4.3.7.2 在坡口预定线两侧各 50mm 内，缺陷的指示长度大于或等于 25mm 时，应评为 级。

4.3.7.3 当缺陷被检测人员判定为危害性缺陷时，板材的质量等级为 级。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA548-9

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 如果引起底反射完全消失（等于或大于 95%）的缺陷标记区域的最大尺寸超过 25mm，则该缺陷应认为是严重的，板材应当拒收。

b) 未引起底反射完全消失（等于或大于 95%）的单个超声信号的缺陷标记区域，若其长度超过 76mm 则也应当认为是严重的缺陷，板材不能验收。

c) 如果有两个相邻的底反射未完全消失（等于或大于 95%）的单个超声信号的缺陷标记区域各自长度大于 25mm，而且两者处于 75mm 的范围之内，则应认为两缺陷的靠近程度是严重的，板材应当拒收。

【3】简要评述：（1）JB4730 把板材质量分成 IV 级，ASME 没有分级。

（2）由于对缺陷测定的灵敏度不同，因此很难把 ASME 与 JB4730 比较，仅从数值上看 ASME 验收标准介于 JB4730 的 II 级和 III 级之间。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4 承压设备用复合板超声检测

4.4.1 范围

本条适用于基板厚度大于或等于 6mm 的承压设备用不锈钢、钛及钛合金、铝及铝合金、镍及镍合金、铜及铜合金复合板的超声检测和质量等级评定。基板通常采用碳钢、低合金钢板或不锈钢板。

本条主要用于复合板复合面结合状态的超声检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA578-1.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：本规范包括用直射波脉冲反射法作超声检验的检验规程和验收标准，适用于特殊用途的厚度等于或大于 10mm 普通轧制碳钢和合金钢的钢板及复合钢板。

【3】简要评述：（1）ASME 与 JB4730 适用的厚度下限不同，ASME 适用的厚度为 10mm，JB4730 适用的厚度为 6mm。（2）SA-578 不仅仅适用于复合钢板。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4.2 探头选用

4.4.2.1 探头的选用应按表 1 的规定进行。

4.4.2.2 双晶直探头性能要求应符合附录 A（规范性附录）的要求。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA578-4.2, 4.3, 5.5

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 换能器应为 25mm 或 30 mm 的直径或 25mm 见方。

b) 也可采用其它探头来评定和精确测定显示的信号。

c) 推荐采用 2.25MHz 的标称频率。当钢板厚度小于 22mm 时，可能需要采用 5MHz 的频率。由于材料厚度、晶粒大小、显微组织以及仪器或方法的特性等原因，也可以要求改用较低的频率。换能器应在其规定的频率下使用，检验时，应能产生出清晰而又易于辨认的信号。

【3】简要评述：(1) ASME 没有规定使用双晶探头。(2) ASME 使用大尺寸探头，大于或等于 JB4730 的上限。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4.3 检测方法

4.4.3.1 检测面

一般从基板侧表面进行检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA578-S6.1, S7.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 采用与本规范相一致的检验规程和技术，从复合层表面对钢板作检验。b) 采用与本规范相一致的检验规程和技术，从复合层表面对钢板作检验。但规定作 100%表面探测的除外。

【3】简要评述：(1) JB4730 规定从基板侧进行检测，而 ASME 则规定从复合层进行检测。

(2) 基板厚度较大时，从基板侧检测对板材的质量要求较高。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4.3.2 耦合方式

耦合方式可采用直接接触法或液浸法。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA578-5.4

【2】相关技术内容：ASME 规定：采用下述的方法之一进行试验：直接接触法、浸液法或液柱耦合法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4.3.3 扫查方式

a) 扫查方式可采用 100%扫查或沿钢板宽度方向，间隔为 50mm 的平行线扫查；

b) 根据合同、技术协议书或图样的要求，也可采用其他扫查形式；

c) 在坡口预定线两侧各 50mm 内应作 100%扫查。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA578-5.6.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：应沿标称中心距为 225mm 的垂直格子线进行连续扫查，或是按照制造厂的方案，沿横跨钢板主轴线的标称中心距为 100mm 的平行线进行连续扫查，或是沿平行于板材主轴线的中心距为 75mm 或更小的平行线进行连续扫查。扫查线应从钢板的中心或某一个顶角开始量起，并在钢板的探测面上离所有的边缘不到 50mm 处补加一条扫查线。

【3】简要评述：(1) ASME 没有规定对坡口预定线两侧的扫查，但规定离所有边缘不到 50mm 处补加一条扫查线。(2) ASME 规定的扫查线间隔较大，扫查方式较多，有格子线和平行线。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.4.4 基准灵敏度的确定

将探头置于复合钢板完全结合部位，调节第一次底波高度为荧光屏满刻度的 80%。以此作为基准灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-SA578-5.6.2, 5.6.3
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 进行一般扫查时，调节仪器使其能从板材无缺陷区的底面产生相当于 50%~90%满幅度的第一次反射信号。
- b) 如果在一般的扫查中发现有缺陷时，则调节仪器使其能从板材无缺陷区域的底面产生相当于(75%±5%) 满刻度的第一次反射信号。在评定缺陷的状态时，应保持这一仪器调整值。
- 【3】简要评述：按 ASME 规定进行一般扫查时，校验的第一次反射信号高度设定范围可较大，为荧光屏满刻度的 50%~90%，但评定缺陷时，应调节至 75%±5%。JB4730 则规定为 80%。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

- 4.4.5 未结合区的测定
- 第一次底波高度低于荧光屏满刻度的 5%，且明显有未接合缺陷反射波存在时(5%)，该部位称为未结合区。移动探头，使第一次底波升高到荧光屏满刻度的 40%，以此时探头中心作为未结合区边界点。
- 国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述**

- 【1】对应条款：ASME2004-SA578-S6.3, S7.3, 6.3
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 如果底面反射完全消失并伴随着出现复合层与基体钢板界面的反射信号，则该复合层应判为未结合。
- b) 当沿格子线的扫查发现某一格子线上有 a)所述应记录的情况，则应对邻近这一信号处的整个方格表面区域作扫查。当沿平行线的扫查发现有 a)所述应记录的情况，则应对这一信号处为中心的 225mm×225mm 的整个表面作扫查。采用下述方法测定缺陷边界：移动换能器离开缺陷的中心，直至底面反射信号与缺陷信号的高度相等，在钢板上标出换能器中心点。重复这种操作以测定其边界。
- 【3】简要评述：ASME 与 JB4730 的方法不同，JB4730 仅用底波测定，ASME 则同时用缺陷波和底波测定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

- 4.4.6 未结合缺陷的评定方法
- 4.4.6.1 缺陷指示长度的评定
- 一个缺陷按其指示的最大长度作为该缺陷的指示长度。若单个缺陷的指示长度小于 25mm 时，可不作记录。
- 4.4.6.2 缺陷面积的评定
- 多个相邻的未结合区，当其最小间距小于等于 20mm 时，应作为单个未结合区处理，其面积为各个未结合区面积之和。
- 4.4.6.3 未结合率的评定
- 未结合区总面积占复合板总面积的百分比。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：没有

新版 JB4730 标准条款及技术内容

- 4.4.7 质量等级评定
- 4.4.7.1 复合钢板质量等级评定按表 10 的规定。
- 4.4.7.2 在坡口的预定线两侧各 50mm 的范围内，未结合的指示长度大于或等于 25mm 时，定级为 级。

表 10 复合钢板质量等级评定

等级	单个未结合指示长度，mm	单个未结合区面积，cm ²	未结合率，%
	0	0	0
	50	20	2
	75	45	5
	大于 级者		

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-SA578-S6.4, S7.4
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 未结合显示如不能为 75mm 直径的圆所包围，则应按适当材料标准对复合层缺陷修补的要求和范围进行补焊，(见 S6.4)。
- b) 未结合显示若不能被 25mm 的圆所包围，则应按适当的材料标准对复合层缺陷修补的要求和范围进行补焊。此外，如果补焊面积超过复合面的 1.5%时应预先得到批准 (见 S7.4)。
- 【3】简要评述：(1) JB4730 分 IV 级，ASME 按 S6.4 和 S7.4 实际上分 2 个级别。(2) 对未结合的评定一般均采用面积，但 JB4730 还有指示长度的评定，标准中却未给出条状和面积的定义。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.5 承压设备用无缝钢管超声检测

4.5.1 范围

本条适用于外径为 12mm ~ 660mm、壁厚大于等于 2mm 的承压设备用碳钢和低合金无缝钢管或外径为 12mm ~ 400mm、壁厚为 2mm ~ 35mm 的奥氏体不锈钢无缝管的超声检测和质量等级评定。

本条不适用于内、外径之比小于 80%的钢管周向直接接触法横波检测，也不适用于分层缺陷的超声检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-SE213-1.1, 1.2
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 本操作方法包括用接触法或液浸法脉冲反射式斜射波对金属管材的缺陷进行超声探测的检验规程。
- b) 本操作方法可用于外径等于或大于 12.7mm 的管制品。
- 【3】简要评述：ASME 仅对最小管子外径作了规定，适用范围较广。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.5.2 试块的制备和要求

- 4.5.2.1 对比试块应选取与被检钢管规格相同，材质、热处理工艺和表面状况相同或相似的钢管制备。对比试块不得有大于或等于 2mm 当量的自然缺陷。对比试块的长度应满足检测方法和检测设备要求。
- 4.5.2.2 钢管纵向缺陷检测试块的尺寸、V 形槽和位置应符合图 8 和表 11 的规定。

表 11 对比试样上人工缺陷尺寸

级别	长度 l , mm	深度 t 占壁厚的百分比, %
	40	5 (0.2mm t 1mm)
	40	8 (0.2mm t 3mm)
	40	10 (0.2mm t 3mm)

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-SE213-11.1, ASME2004-T-534.1
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 校准参考试块应有适当的长度，并应从与被检材料有相同的标称直径、壁厚、材料、表面粗糙度以及热处理的长管子上制取。作校准用的管子应无缺陷以及其它能对参考槽的探测产生干扰的状态。b) 管状制品校准试块的校准反射体应为纵向 (轴向) 槽，长度不超过 25mm，宽度不超过 1.5mm，深度不超过 0.10mm 或名义壁厚的 5%，取较大值。校准试块应有足够的长度，以模拟受检产品通过检验设备时的操作。
- 【3】简要评述：(1) JB4730 规定槽的深度按级别的不同而不同，ASME 没有分级。(2) ASME 对人工槽深度的规定为 0.1mm 或 5%壁厚 (取较大值)，相当于 JB4730 I 级，但它没有上限规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.5.3 检测方法

- 4.5.3.1 钢管的检测主要针对纵向缺陷。横向缺陷的检测可按附录 D (规范性附录) 的规定，由合同双方

协商解决。

4.5.3.2 钢管的检测可根据钢管规格选用液浸法或接触法检测。

4.5.3.3 检测纵向缺陷时超声波束应由钢管横截面中心线一侧倾斜入射,在管壁内沿周向呈锯齿形传播(如图 9 所示)。检测横向缺陷时超声波束应沿轴向倾斜入射呈锯齿形传播(如图 10 所示)。

4.5.3.4 探头相对钢管螺旋进给的螺距应保证超声波束对钢管进行 100%扫查时,有不小于 15%的覆盖率。

4.5.3.5 自动检测应保证动态时的检测灵敏度,且内、外槽的最大反射波幅差不超过 2dB。

4.5.3.6 每根钢管应从管子两端沿相反方向各检测一次。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SE213-1.1, 4.1, 9.1, 12.3, 13.1

【2】相关技术内容: ASME 规定: a) 超声系统校正的基本方式是采用纵向参考切槽的人工缺陷。如果要求作横向检查,应提供横向切槽的规程。

b) 可以使用表面接触和液浸超声脉冲斜射波法。

c) 图 1 示意出声波在管壁中折射的特征图,超声能量的圆周方向传播用于探测纵向缺陷。

d) 进给螺距应足够小以保证在试验距离和校准时确定的灵敏度下达到 100%的覆盖。

e) 除了另有规定外,应在与校准仪器相同的条件下,只从一个圆周方向发射超声波来检验管子。也可以要求从两个圆周方向发射超声波来作检查。

【3】简要评述: ASME 与 JB4730 的规定基本相同,但 ASME 没有 15%覆盖率的规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.5.4 检测设备

4.5.4.1 检测设备由超声波探伤仪、探头和其他机械传动装置及辅助装置等组成。检测频率为 2.5MHz ~ 5MHz。

4.5.4.2 液浸法检测使用线聚焦或点聚焦探头。接触法检测使用与钢管表面吻合良好的斜探头或聚焦斜探头。单个探头压电晶片长度或直径小于或等于 25mm。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: 没有

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.5.5 灵敏度的确定

4.5.5.1 直接接触法横波基准灵敏度的确定,可直接在对比试样上将内壁人工 V 形槽的回波高度调到荧光屏满刻度的 80%,再移动探头,找出外壁人工 V 形槽的最大回波,在荧光屏上标出,连接两点即为距离-波幅曲线,作为检测时的基准灵敏度。

4.5.5.2 液浸法基准灵敏度按下述方法确定:

a) 水层距离应根据聚焦探头的焦距来确定;

b) 调整时,一面用适当的速度转动管子,一面将探头慢慢偏心,使对比试样管内、外表面人工缺陷所产生的回波幅度均达到荧光屏满刻度的 50%,以此作为基准灵敏度。如不能达到此要求,也可在内、外槽设立不同的报警电平。

4.5.5.3 扫查灵敏度一般应比基准灵敏度高 6dB。

4.5.6 验收要求: 无缝钢管的判废要求按相应技术文件规定。

4.5.7 结果评定: 若缺陷回波幅度大于或等于相应的对比试块人工缺陷回波,则判为不合格。不合格品允许重新处理,处理后仍按本标准进行超声检测和质量等级评定。

国外标准的对应条款及技术内容,技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-SE213-12.1

【2】相关技术内容: ASME 规定: 调节仪器使其能从内外表面的切槽产生出清晰可辨的显示信号。尽可能使内外表面切槽的相对信号近乎相等。采用两个信号中的较小值作为拒收的标准。在大直径或厚壁的管材上,如果内外表面切槽的信号幅度由于试验金属距离和内径曲率的原因而不能达到相等时,应按内外表面

切槽分别确定拒收标准。

【3】**简要评述**：ASME 规定的方法与 JB4730 液浸法检测灵敏度的校准相同（4.5.5.2）。另外，ASME 没有规定扫查灵敏度。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6 承压设备用钢螺栓坯件的超声检测

4.6.1 范围和一般要求

本条适用于对直径大于 M36 的承压设备用钢螺栓坯件进行超声检测和质量等级评定。

本条不适用于奥氏体钢螺栓坯件的超声检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-T-534.3 注

【2】**相关技术内容**：ASME 规定：螺栓材料，其中所指的“螺栓”是一个包含任何形式有螺纹紧固件的术语，它可用于压力边界中用螺栓固定的法兰连接部件。

【3】**简要评述**：ASME 没有规定螺柱的直径，其适用范围比 JB4730 广泛。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.2 探头

采用 2.5MHz ~ 5MHz 的单晶直探头或双晶直探头。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-SA388-4.2, 7.2.1

【2】**相关技术内容**：ASME 规定：a) 可采用换能器的最大有效面积 650mm^2 ，其中最小尺寸 20mm。
b) 换能器应为 25mm 或 30 mm 直径或 25mm 见方。

c) 如有可能，直射波的检验宜采用标称频率为 2.25MHz 的探头。但是，对于粗晶粒奥氏体材料和长距离探测最好采用 1MHz 频率，在很多情况下，检验粗晶粒的奥氏体材料，甚至可能要采用 0.4MHz 频率。为了得到更好的分辨力、穿透力或缺陷的检出力，也可采用其它频率。

【3】**简要评述**：JB4730 没有规定探头尺寸。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.3 试块

试块的尺寸和形状应符合 4.2.3 的规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-T-534.3

【2】**相关技术内容**：ASME 规定：图 T-534.3 的校准试块用于直射波的检验。

【3】**简要评述**：ASME 与 JB4730 都采用平底孔试块，JB4730 规定的孔径尺寸有 $\Phi 3\text{mm}$ 、 $\Phi 6\text{mm}$ 、 $\Phi 10\text{mm}$ 和 $\Phi 13\text{mm}$ ，ASME 规定按螺栓直径不同，平底孔尺寸为 $\Phi 1.5\text{mm}$ 、 $\Phi 3\text{mm}$ 、 $\Phi 5\text{mm}$ 、 $\Phi 8\text{mm}$ 和 $\Phi 10\text{mm}$ 。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.4 检测方法

承压设备螺栓坯件一般应采用纵波检测，尽可能检测到工件的全体积。检测表面粗糙度 $R_a \leq 6.3 \mu\text{m}$ 。

4.6.4.1 纵波径向探测

应按螺旋线或沿圆周进行扫查，行程应有重叠，扫查面应包括整个圆柱表面。

4.6.4.2 纵波轴向探测

应从螺栓坯件的两端面进行扫查，尽可能避免边缘效应对检测结果的影响。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-T-571.5

【2】**相关技术内容**：ASME 规定：a) 在车螺纹前，螺栓材料应做径向检验。

b)在车螺纹之前或之后，螺栓材料应沿轴向做检验。

【3】简要评述：ASME 与 JB4730 的规定相同，但 ASME 还规定了检测时机。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.5 灵敏度的确定

4.6.5.1 基准灵敏度的确定按 4.2.6 的规定。

4.6.5.2 扫查灵敏度一般不得低于最大探测距离处的 2mm 平底孔当量直径。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-571.5

【2】相关技术内容：ASME 规定：a)采用校准试块 A 中处于径向 1/4D 和 3/4D 声程孔的侧面反射信号来确定灵敏度。选择能得到最大反射信号幅度的某一声程的孔，并调节增益控制，使这一信号幅度达到示波屏满幅度的 80%±5%。不改变仪器的增益，得出其它声程的最大反射幅度，在示波屏上标出信号的幅度，连接各相邻点，并将 DAC 延长至能够包括需检验的范围。

b)增益使从平底孔产生的最大波幅位于满屏幅度的 80%±5%作为初始参考水平，应使用从 3 个平底孔得到的显示制作 DAC 曲线并延长至能够覆盖被检材料的整个范围。如果有任何一个平底孔信号幅度低于 20% 满屏幅度，则使用校准试块 A 和 B，以及 B 和 C 制作 2 条 DAC 曲线并记录下把每条 DAC 曲线的最高信号幅度调节至 80%±5%的增益设置。

【3】简要评述：ASME 与 JB4730 的主要不同点在于：ASME 规定对螺栓进行径向检测时，在试块的径向，用平底孔的侧面来确定灵敏度，这相当于使用长横孔。而 JB4730 径向和轴向检测时均用平底孔校验灵敏度，此时，径向检测要考虑曲率耦合损耗的问题。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.6 缺陷当量的确定

4.6.6.1 一般应采用距离-波幅曲线或算法确定缺陷当量。

4.6.6.2 计算缺陷当量时，若材质衰减系数超过 4dB/m，应考虑修正。衰减系数的测定按 4.2.7 的规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-580

【2】相关技术内容：ASME 规定：对于反射信号超过 20%DAC 的任何缺陷均应加以研究，直至能按照本规范有关卷的验收标准作出评定。

【3】简要评述：JB4730 仅确定缺陷当量，而 ASME 需对≥20% DAC 的信号加以研究，这其中包含了对缺陷性质的判断，如果是危险性缺陷如裂纹，则不允许存在。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.7 缺陷记录

4.6.7.1 记录当量直径大于 2mm 的单个缺陷的波幅和位置。

4.6.7.2 根据表 12 的要求，记录底波降低量。

表 12 由缺陷引起底波降低量的质量等级评定 dB

等级						
底波降低量	BG/BF	8	>8 ~ 14	>14 ~ 20	>20 ~ 26	>26
注：本表仅适用于声程大于近场区长度的缺陷。						

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA388-8.1, 8.1.1, 8.1.2, 8.1.2.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：下列各反射信号均应加以记录

a) 在参考试块法中，等于或超过 100%参考幅度的一些信号。

b) 凡在同一平面上连续出现的一个信号，不论其幅度大小如何，其出现的面积比探头的直径大一倍，这个信号的范围，应准确地沿着反射幅度的变化而加以测定。

c) 同一平面的信号，如果连续出现范围的长轴大于 25mm，则应认为是该平面上的连续信号。在记录这些信号时，必须对波束在所估计的缺陷深度处的扩散作出校正。

【3】**简要评述：**JB4730 规定较明确，而按 ASME 规定，对 $\geq 20\%$ DAC 研究过的信号均应记录。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.6.8 质量等级评定

4.6.8.1 单个缺陷的质量等级评定见表 13。

表 13 单个缺陷的质量等级评定 mm

等级					
缺陷当量直径	2	3	4	5	> 5

4.6.8.2 由缺陷引起底波降低量的质量等级评定见表 12。

4.6.8.3 按表 12 和表 13 评定缺陷等级时，应作为独立的等级分别使用。

4.6.8.4 当缺陷被检测人员判定为危害性缺陷时，螺栓坯件的质量等级为 级。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA388-10

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：a) 由订货单位和制造厂双方协议确定验收的质量等级。

b) 不允许有等于或大于规定的参考试块中平底孔信号的显示。

【3】**简要评述：**JB4730 对螺栓坯件的质量分为 V 级，ASME 没有分级。另外，ASME 的验收标准应由合同双方商定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7 承压设备用奥氏体钢锻件超声检测

4.7.1 范围

本条适用于承压设备用奥氏体钢锻件的超声检测和质量等级评定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA745-1.1

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：本操作方法包括接触法脉冲反射式超声检验奥氏体钢锻件的标准和规程，采用直射波或斜射波技术，或者两者同时采用。

【3】**简要评述：**

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7.2 探头

4.7.2.1 探头的工作频率为 0.5 MHz ~ 2MHz。

4.7.2.2 直探头的晶片直径为 14mm ~ 30mm。

4.7.2.3 斜探头的 K 值一般为 0.5 ~ 2。

4.7.2.4 为了准确测定缺陷，必要时也可采用其他探头。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-SA745-4.4, 8

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：a) 直射波扫查时，使用的最大名义有效面积为 970mm^2 ，并且其尺寸最小为 13mm，最大为 30mm 或以直径 20mm 为最小尺寸。

b) 斜射波扫查的换能器其名义有效面积应为 $325\text{mm}^2 \sim 650\text{mm}^2$ 。斜射波检验采用的探头应能在材料中产生 $30^\circ \sim 70^\circ$ 的波束角。

c) 在评定和精确测缺陷信号时，也可采用其它探头。所有的超声检验，均应在能足够穿透锻件厚度并能分辨所采用的参考标准条件下，使用可行的最高频率。实际检验时采用的频率决定于如下准则：

d) 标称试验频率应为 2.25MHz，此频率的采用通常因衰减而受到限制。

e) 可以采用 1MHz 的频率，这也是通常采用的频率。

- f) 在必要时，由于衰减的原因而可以采用 0.5MHz 的检验频率。
 - g) 订货单位可以要求在采用这样低的频率之前要预先通知。
- 如果某些区域甚至在 0.5MHz 的情况下也不能达到足够穿透时，可以采用别的无损检验方法（如射线照相）以保证锻件的可靠性，但这必须经订货单位与制造厂之间的协商。
- 【3】简要评述：ASME 对频率的选用有较详细规定，较合理，具有可操作性。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

- 4.7.3 试块
- 4.7.3.1 对比试块应符合 3.5 的规定。
- 4.7.3.2 对比试块的晶粒大小和声学特性应与被测锻件大致相近。
- 4.7.3.3 应制备几套不同晶粒度的奥氏体钢锻件对比试块，以便能将缺陷区衰减同试块作合理的比较。
- 4.7.3.4 对比试块的形状和尺寸按图 11 和表 14 所示。

表 14 奥氏体钢锻件试块尺寸 mm

3		6		10		13	
L	D	L	D	L	D	L	D
20	50	20	50	20	50	20	50
40	50	50	50	50	50	50	50
60	50	80	50	100	60	100	60
80	50	120	60	150	80	150	80
—	—	160	80	200	80	200	80
—	—	200	80	250	100	250	100
—	—	—	—	300	100	300	100
—	—	—	—	—	—	400	150
—	—	—	—	—	—	500	150
—	—	—	—	—	—	600	200

- 4.7.3.5 在条件允许时，经合同双方协议，可在锻件有代表性的部位加工一个或几个适当大小的对比孔或槽，代替试块作为校正和检测的基准。
- 国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述**
- 【1】对应条款：ASME2004-SA745-4.6
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 参考试块的晶粒大小，应与被检验的锻件相类似。但是，由于大的奥氏体锻件中晶粒大小和组织是有变化的，因此必须承认在其整个体积中奥氏体的声穿透性是有显著变化的。所以，对参考试块应加以选择，使其近似于被检验锻件的平均穿透性。在评定信号时，可以采用晶粒较粗大或较细小的补充试块。b) 也可以采用另一种方法，即在锻件的典型部位配制适当尺寸的参考孔或槽来进行校准和检验，这些参考孔或槽可在后续的机械加工中去除。当孔或槽在后续机械加工中不能去除时，其位置必须得到订货单位的认可。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

- 4.7.4 检测时机和工件要求
- 4.7.4.1 锻件原则上应在最终热处理后、粗加工前进行超声检测。检测表面粗糙度 Ra 6.3 μ m。检测面应无氧化皮、漆皮、污物等。
- 4.7.4.2 锻件应加工成简单的形状，以利于扫查和声束的覆盖。

- 国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述**
- 【1】对应条款：ASME2004-SA745-6
- 【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 锻件应在热处理后进行超声检验。

- b) 锻件的检验面应无外来物，如浮锈、涂料、污物等。
- c) 扫查面的表面粗糙度不应超过 6 μ m，但订单或合同中另有规定者除外。
- d) 锻件应经机械加工成简单形状，如矩形、平行面或同心面，以便达到全体积的覆盖。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7.5 检测方法

一般应进行直探头纵波检测。对筒形锻件和环形锻件必要时还应进行斜探头检测，但扫查部位和验收标准应由合同双方商定。

4.7.5.1 斜探头检测

奥氏体钢锻件斜探头检测应按附录 E（规范性附录）的要求进行。

4.7.5.2 直探头纵波检测

直探头纵波检测应符合 4.2.5.2 的规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-7.4~7.6

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 锻件所有的区域，都应尽最大可能达到至少从两个互相垂直的方向扫查。

b) 扫查圆盘和盘形锻件时，采用直射波至少从一个平面扫查，在可能时还应从圆盘圆周面做径向扫查。

c) 扫查圆形截面时，对于环形件和空心锻件，可从整个外表面（侧面或圆周面）用直射波技术，并以尽可能大的范围作轴向扫查。当长度/直径比（细长比率）超过 6:1 或轴向长度超过 600mm 时，还应尽可能从两个端面进行扫查。

【3】简要评述：ASME 和 JB4730 规定的内容基本相同。不同之处在于：ASME 规定环形锻件长度超过 600mm 时，应从两个端面扫查。JB4730 则为 400mm。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7.6 灵敏度的校正

4.7.6.1 当被检锻件厚度小于或等于 600mm 时，应根据定货锻件厚度和要求的质量等级，在适当厚度和当量的平底孔试块上校正，并根据实测值做出距离-波幅曲线（定量线）；当被检锻件厚度大于 600mm 时，在锻件无缺陷部位将底波调至满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。

4.7.6.2 扫查灵敏度应至少比距离-波幅曲线（定量线）或基准灵敏度提高 6dB。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-9

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 直射波检验用平底孔进行校准，孔的尺寸决定于所采用的质量等级。

b) 厚度等于或小于 150mm 时，可利用单一试块或距离幅度曲线进行检验。

c) 对 150 mm~600 mm 厚度的检验，采用距离幅度法。若从两个相反表面进行检验，可以采用 1/2 厚度的距离作校准。

d) 对于声程距离大于 600mm 的情况，采用下述方法之一进行检验：

- 至少从一个面按 QL-5（见 12.1.1）进行底反射检验。
- 在壁厚小于 200mm 的空心圆形锻件上，采用斜射波轴向扫查代替直射波的端面扫查，这种扫查的校准可在现成的圆周扫查所要求的轴向切槽上确定，或者在专为斜射波轴向扫查而配制的横向切槽上确定。

【3】简要评述：ASME 和 JB4730 的内容基本相同。但 ASME 对声程大于 600mm，壁厚小于 200mm 的空心圆形锻件规定了采用斜探头轴向扫查以代替直探头的端面扫查。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7.7 缺陷记录

4.7.7.1 由于缺陷的存在，而使底波降为满刻度 25%以下的部位。

4.7.7.2 波幅幅度大于基准线高度 50%的缺陷信号。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-13

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 记录伴随底反射损失为 75%示波屏满刻度的缺陷信号。如没有缺陷信号而有类似的底反射损失时，应以更低的频率进行扫查，如果仍然是这种情况在报告中应列为“未检验”区。b) 记录等于或超过参考曲线 50%的信号（包括直射波检验与斜射波检验）。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

4.7.8 质量等级评定

4.7.8.1 单直探头检测的质量等级评定见表 15。

4.7.8.2 斜探头检测的质量等级评定见表 16。

4.7.8.3 表 15 和表 16 的级别应作为独立的等级使用。

表 15 单直探头检测的质量等级评定 mm

工件公称厚度	80		> 80 ~ 200		> 200 ~ 300		> 300 ~ 600		> 600	
工件质量等级										
缺陷当量直径 或因缺陷引起底波降低后的幅度	3	> 3	6	> 6	10	> 10	13	> 13	5%	5%

表 16 斜探头检测的质量等级评定 mm

等级		
缺陷大小	V 形槽深为工件壁厚的 3%，最大为 3	V 形槽深为工件壁厚的 5%，最大为 6

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-12

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 直射波检验时，材料中产生的信号，在估计的缺陷深度上其最大幅度等于或超过 100%起始参考线或距离幅度校正曲线时应考虑拒收。

- QL-1-A 距离幅度曲线应以 No.8 平底孔 3mm 的幅度响应为基础。
- QL-2-A 距离幅度曲线应以 No.16 平底孔 6mm 幅度响应为基础。
- QL-3-A 距离幅度曲线应以 No.24 平底孔 10mm 的幅度响应为基础。
- QL-4-A 距离幅度曲线以 No.32 平底孔 13mm 的幅度响应为基础。
- QL-5-A 底反射检验应保证不出现底反射全部消失并伴随有缺陷信号的现象。当底反射低于示波屏满刻度的 5%时就应看作是底反射全部消失。

b) 作为一般准则，下述试验金属距离及其可在到的质量等级可用于一般情况：

- QL-1 一般用于 75mm 及以下的厚度。
- QL-2 一般用于 200mm 及以下的厚度。
- QL-3 一般用于 300mm 及以下的厚度。
- QL-4 一般用于 600mm 及以下的厚度。
- QL-5 往往用于超过 600mm 的厚度。

【2】 简要评述：JB4730 的验收标准与 ASME 基本相同。

附录 E

（规范性附录）

压力容器用奥氏体钢锻件斜探头检测

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745

【3】 相关技术内容：ASME 规定：SA745 奥氏体钢锻件超声检验的标准操作方法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

E.1 范围

本附录适用于内、外径之比大于或等于 80% 的承压设备用奥氏体钢环形和筒形锻件的超声斜探头检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-7.6

【2】相关技术内容：ASME 规定：如果由于衰减的原因不可能轴向穿透时，可用轴向斜射波检验代替直射波的轴向检验。对于外径/内径比小于 2:1，并且壁厚小于 200mm 的环形件和空心锻件采用斜射波技术从外径或内径进行检验，或者两种均采用，采用全跨距或半跨距技术，以达到 100% 体积覆盖或由经认可的规程所规定的覆盖程度。

【3】简要评述：(1) 适用的条件不同，JB4730 适用于内外径之比 $\geq 80\%$ ，ASME 适用于内外径之比 $\geq 50\%$ 。

(2) ASME 特别强调在一定条件下，可用斜射波代替直射波的轴向检验。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

E.2 对比试块

为了调整检测灵敏度，利用被检工件壁厚或长度上的加工余量部分制作对比试块。在锻件的内、外表面，分别沿轴向和周向加工平行的 V 形槽作为标准沟槽。V 形槽长度为 25mm，深度 t 为锻件壁厚的 3% 或 5%，角度为 60° 。也可采用其他等效的反射体（如边角反射等）。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-10.1.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 切槽的最大长度为 30mm，其长度垂直于声传播方向，其深度按质量等级的要求，可以是宽度不超过深度两倍的矩形槽，也可以为最小 60° 到最大 75° 夹角的槽，在锻件上的位置应不致产生相互干扰，应该用这样的切槽作为校准。

b) QA-1 斜射波的参考验收线应以深度为检验锻件厚度 3% 的切槽为基础。

c) QA-2 斜射波的参考验收线应以深度小于检验锻件厚度 5% 或 19.05mm 的切槽为基础。

【3】简要评述：ASME 可以采用矩形槽，也可以采用角度为 $60^\circ \sim 75^\circ$ 的 V 形槽。JB4730 则规定采用 60° 的 V 形槽。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

E.3 扫查方式

扫查方向如附录 D 中图 D.1 的规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-10.1

【2】相关技术内容：ASME 规定：环形件与空心圆锻件，应从其外圆周以两个圆周方向进行斜射波检验。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

E.4 基准灵敏度确定

E.4.1 采用切槽法时，一般需将探头置于外圆表面上，声束垂直于刻槽长度方向，移动探头并调整仪器灵敏度，使外壁槽第二次反射（W 型反射）或内壁槽第二次反射（N 型反射）回波高度至少为满刻度的 20%。连接外壁槽第一、第二次回波峰值点或内壁槽第一、第二次回波的峰值点，以此作为全跨距校正的距离-波幅曲线。

E.4.2 如果采用全跨距校正从内、外壁表面的槽上都得不到至少为满刻度 20% 的第二次回波，则应采用半跨距校正（此时内外壁均应各制一槽，并使其互不影响）。使来自外壁槽的第一次回波高度至少为满刻度的 20%，连接内壁槽第一次回波和外壁槽第一次回波的峰值点，以此作为半跨距校正的距离-波幅曲线。

E.4.3 内径小于 500mm，且长度超过 900mm 的筒形锻件，通常不从内表面进行扫查。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-SA745-10

【2】相关技术内容：ASME 规定：a) 通过探头的放置，从各切槽上获得最大响应，从而确定内、外径校准槽的响应。调整超声仪器的灵敏度，使最大试验金属距离的切槽信号（扫描线到波峰的高度）至少为 13mm。连接内外径切槽信号的波峰画一直线，这就是起始参考线，这种方法考虑的是全跨距校准。

b) 如果从内、外径切槽得到的响应（扫描线到波峰高度）不能达到 13mm 时，则应从外圆周（外径面）和内径面进行校准。调整超声仪器的灵敏度，使来自对面的切槽信号（扫描线到波峰高度）至少为 13mm，这个方法考虑的是半跨距校准。在有规定时，可用轴向斜射波代替直射波的端面扫查。

【3】简要评述：(1) 从文字上看 JB4730 和 ASME 规定的方法是不一样的，JB4730 全跨距校正用的是三、四次波，半跨距校正用的是—、二次波，而 ASME 全跨距校正用—、二次波，半跨距校正用一次波。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5 承压设备对接焊接接头超声检测

5.1 钢制承压设备对接焊接接头超声检测

5.1.1 适用范围

本条规定了钢制承压设备对接焊接接头的超声检测和质量等级评定。

本条适用于母材厚度为 8mm~400mm 全焊透熔化焊对接焊接接头的超声检测。母材厚度为 6mm~8mm 全焊透熔化焊对接焊接接头的超声检测应按照附录 G(规范性附录)的规定进行。承压设备有关的支承件和结构件以及螺旋焊接接头的超声检测也可按本条的规定进行。钛制承压设备对接焊接接头超声检测参照附录 M(资料性附录)的规定进行，奥氏体不锈钢承压设备对接焊接接头超声波检测参照附录 N(资料性附录)的规定进行。

如确有需要，壁厚为 4mm~6mm 的环向焊接接头的超声检测可参照 6.1 进行。

本条不适用于铸钢焊接接头、外径小于 159mm 的钢管对接焊接接头、内径小于或等于 200mm 的管座角焊缝的超声检测，也不适用于外径小于 250mm 或内、外径之比小于 80% 的纵向焊接接头超声检测。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-410；EN1714-1997-1

【2】相关技术内容：EN1714 规定了厚度 8mm 以上金属材料熔化焊缝的手工超声检验方法。主要用于焊缝和母材均为铁素体的全焊透焊接接头。

【3】简要评述：(1) ASME 没有明确规定可适用的最小厚度和曲率，从规范中的图表可见，凡是直径大于 0，厚度大于 0 的焊缝均可检测，由于 ASME 规定的是超声检测最基本的内容，许多内容均不作具体规定，由合同各方协商解决或在规程中规定。

(2) EN1714 主要适用于厚度 8mm 以上铁素体全焊透焊接接头，包括对接接头、插入式和骑座式管接头、T 型接头、L 型接头、十字形接头以及管式结构交叉接头等。标准中没有对适用的曲率范围作出限定。如经合同各方同意，标准中规定的方法也可用于其他材料或未焊透焊缝以及自动检测。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.2 超声检测技术等级

5.1.2.1 超声检测技术等级选择

超声检测技术等级分为 A、B、C 三个检测级别。超声检测技术等级选择应符合制造、安装、在用等有关标准及设计图样规定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：EN1714-1997-1

【2】相关技术内容：EN1714 规定了 4 种检验等级，即 A、B、C 和 D，每种等级对应于不同的缺陷检出概率。

【3】简要评述：(1) ASME 没有相应的检测技术级别分类。(2) EN1714 规定了 4 种检验等级，其中 A、B 级与 EN25817《钢电弧焊焊接接头——缺陷质量级别导则》中 C、B 级对应，即 A 级对应于 EN25817 的 C 级(中等)，B 级对应于 EN25817 的 B 级(严格)，而 C 级为各方商定的级别，D 级则为特殊应用的

级别。另外，与 JB4730 不同的是 EN1714 对标准中所有种类的焊接接头都规定了相应的级别要求。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.2.2 不同检测技术等级的要求

5.1.2.2.1 A 级仅适用于母材厚度 8mm~46mm 的焊接接头。可用一种 K 值探头采用直射波法和一次反射波法在焊接接头的单面单侧进行检测。一般不要求进行横向缺陷的检测。

5.1.2.2.2 B 级检测：

a) 母材厚度 8mm~46mm 时，一般用一种 K 值探头采用直射波法和一次反射波法在焊接接头的单面双侧进行检测。

b) 母材厚度大于 46mm~120mm 时，一般用一种 K 值探头采用直射波法在焊接接头的双面双侧进行检测，如受几何条件限制，也可在焊接接头的双面单侧或单面双侧采用两种 K 值探头进行检测。

c) 母材厚度大于 120mm~400mm 时，一般用两种 K 值探头采用直射波法在焊接接头的双面双侧进行检测。两种探头的折射角相差应不小于 10°。

d) 应进行横向缺陷的检测。检测时，可在焊接接头两侧边缘使探头与焊接接头中心线成 10°~20° 作两个方向的斜平行扫查，见图 12。如焊接接头余高磨平，探头应在焊接接头及热影响区上作两个方向的平行扫查，见图 13。

5.1.2.2.3 C 级检测：

采用 C 级检测时应将焊接接头的余高磨平，对焊接接头两侧斜探头扫查经过的母材区域要用直探头进行检测，检测方法见 5.1.4.4。

- a) 母材厚度 8mm~46mm 时，一般用两种 K 值探头采用直射波法和一次反射波法在焊接接头的单面双侧进行检测。两种探头的折射角相差应不小于 10°，其中一个折射角应为 45°。
- b) 母材厚度大于 46mm~400mm 时，一般用两种 K 值探头采用直射波法在焊接接头的双面双侧进行检测。两种探头的折射角相差应不小于 10°。对于单侧坡口角度小于 5° 的窄间隙焊缝，如有可能应增加对检测与坡口表面平行缺陷有效的检测方法。
- c) 应进行横向缺陷的检测。检测时，将探头放在与焊缝及热影响区上作两个方向的平行扫查，见图 13。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：EN1714-1997-附录 A（规定性）

【2】相关技术内容：EN1714 规定的对接接头检测级别要求主要有：（1）A 级适用于母材厚度范围 $t \geq 8\text{mm} \sim 40\text{mm}$ ，对纵向缺陷，采用 1 种角度的探头在焊缝的单面双侧检测，对横向缺陷，只有协议要求时才进行，可在焊缝的单面单侧用 1 种角度的探头进行 2 个方向的斜平行扫查。

（2）B 级适用于母材厚度范围 $t \geq 8\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 的焊接接头，对纵向缺陷，如果母材厚度 $t \geq 8\text{mm} \sim 15\text{mm}$ ，采用 1 种角度的探头在焊缝的单面双侧进行检测。如果母材厚度 $t \geq 15\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ，采用 2 种角度的探头在焊缝的单面双侧进行检测。对横向缺陷，只有协议要求时才进行。 $t \geq 8\text{mm} \sim 40\text{mm}$ 时，可在焊缝的单面单侧用 1 种角度的探头进行 2 个方向的斜平行扫查。 $t \geq 40\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 时，可在焊缝的单面单侧用 2 种角度的探头进行 4 个方向的斜平行扫查。母材厚度 $\geq 60\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 时，如协议要求，可将焊缝余高磨平，此时探头应放在焊缝上进行 2 个方向的平行扫查。

（3）C 级适用于母材厚度 $t \geq 8\text{mm}$ 的焊接接头，对纵向缺陷， $t \geq 8\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 时，用 1 种角度的斜探头在焊缝的单面双侧进行检测，用直探头在焊缝的一个面上进行检测； $t \geq 15\text{mm} \sim 40\text{mm}$ 时，用 2 种角度的探头在焊缝的单面双侧进行检测，用直探头在焊缝的一个面上进行检测； $t \geq 40\text{mm}$ 时，用 2 种角度的斜探头在焊缝的双面双侧进行检测。用直探头在焊缝的 2 个面上进行检测。对横向缺陷应将焊缝余高磨平， $t \geq 8\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 时，用 1 种角度的探头在焊缝的 1 个面上作 2 个方向的扫查， $t \geq 15\text{mm}$ 时，用 2 种角度的探头在焊缝的 1 个面上作 2 个方向的扫查。

【3】简要评述：EN1714 与 JB4730 的主要区别有：（1）EN1714 要求至少用 1 个角度的探头在焊缝的单面双侧进行扫查；（2）对 A、B 级而言，横向缺陷的检测只有在协议有要求时才进行；（3）C 级要求用直探头对焊缝进行检测。这一点在国外的标准中较为普遍，实际中也确实存在这种情况，即有些缺陷用斜探头

检测是合格的，而用直探头检测不合格。因此，对要求较高的焊缝，增加直探头的检测是合理的。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.3 试块

5.1.3.1 试块制作应符合 3.5 的规定。

5.1.3.2 采用的标准试块为 CSK- A、CSK- A、CSK- A 和 CSK- A。其形状和尺寸应分别符合图 14、图 15、图 16、图 17 和表 17 的规定。

5.1.3.3 CSK- A、CSK- A 和 CSK- A 试块适用壁厚范围为 6mm ~ 120mm 的焊接接头，CSK- A 和 CSK- A 系列试块适用壁厚范围大于 120mm ~ 400mm 的焊接接头。在满足灵敏度要求时，试块上的人工反射体根据检测需要可采取其他布置形式或添加，也可采用其他型式的等效试块。

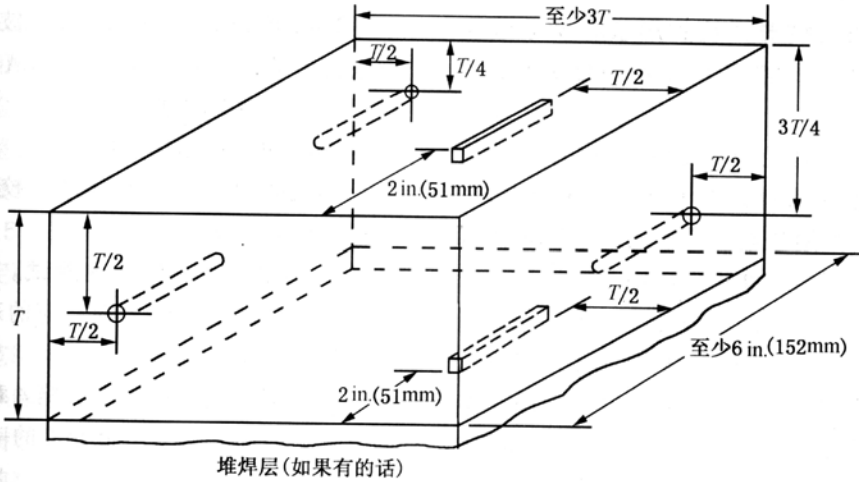
5.1.3.4 检测曲面工件时，如检测面曲率半径 $R \geq W^2/4$ 时（W 为探头接触面宽度，环缝检测时为探头宽度，纵缝检测时为探头长度），应采用与检测面曲率相同的对比试块，反射孔的位置可参照标准试块确定。试块宽度 b 一般应满足：

$$b \geq 2 S/D_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中：b——试块宽度，mm；
——超声波波长，mm；
S——声程，mm；
D₀——声源有效直径，mm。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-T-4.3、4.2
- 【2】相关技术内容：ASME 试块如下图和下表所示



焊缝厚度 t，in.(mm)	基准试块厚度 T，in.(mm)	孔的直径，in.(mm)	切槽尺寸
1 (25)	3/4 或 t (19 或 t)	3/32 (2.4)	宽=1/8~1/4in. (3.2~6.4)
>1~2 (25~51)	1 1/2 或 t (38 或 t)	1/8 (3.2)	
>2~4 (51~102)	3 或 t (76 或 t)	3/16 (4.8)	深是母材的 2%T 或 0.04in.(0.1mm)(取两者中的大者)
>4~6 (102~152)	5 或 t (127 或 t)	1/4 (6.4)	
>6~8 (152~203)	7 或 t (178 或 t)	5/16 (7.9)	长=最小 2in.(51mm)
>8~10 (203~254)	9 或 t (230 或 t)	3/8 (9.5)	
>10 (254)	t ± 1 (t ± 25)	注 (1)	

【3】简要评述：(1) ASME 规范采用的试块比较独特，其反射体为长横孔，试块厚度与孔径随工件厚度

变化。直探头、斜探头的水平线性校验和距离——波幅曲线的制作都在该试块上进行。从 ASME 推荐的校验程序来看，它采用声程定位法，简单易行，但不符合我国的习惯。主要问题是检测时对缺陷的水平位置和深度计算较麻烦。目前，世界上主要工业国家如日本已采用 ASME 试块的形式，JB4730 CSK-IVA 试块也基本采用这种形式。

(2) EN1714 没有对试块进行规定，从文中的内容来看，其采用的试块主要是国际焊接学会的 IIW-I、IIW-II 试块以及 3 mm 长横孔试块和 1mm、1.5mm、2mm、3mm、6mm 平底孔试块。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.4 检测准备

5.1.4.1 检测面

- a) 检测区的宽度应是焊缝本身，再加上焊缝两侧各相当于母材厚度 30%的一段区域，这个区域最小为 5mm，最大为 10 mm，见图 18。
- b) 探头移动区应清除焊接飞溅、铁屑、油垢及其他杂质。检测表面应平整，便于探头的扫查，其表面粗糙度 Ra 应小于等于 6.3 μm，一般应进行打磨。

(1) 采用一次反射法检测时，探头移动区大于或等于 1.25P：

$$P=2TK \dots\dots\dots (4)$$

或

$$P=2T\tan \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- P——跨距，mm；
- T——母材厚度，mm；
- K——探头 K 值；
- 探头折射角，(°)。

(2) 采用直射法检测时，探头移动区应大于或等于 0.75P。

c) 去除余高的焊缝，应将余高打磨到与邻近母材平齐。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也应进行适当的修磨，并作圆滑过渡以免影响检测结果的评定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-471.5、EN1714-1997-7、EN1714-1997-8

【2】相关技术内容：(1) ASME 规定：当母材或焊缝表面影响检验时，应对母材或焊缝进行修整以满足检验的要求。(2) EN1714 规定：检测体积为焊缝和焊缝两侧至少 10mm 或热影响区宽度（取两者中较大值）的区域。扫查表面应平坦，无妨碍探头耦合的外来杂物（如锈蚀、松散氧化皮、焊接飞溅、沟槽、凹坑等）。检测表面的波形度不得使探头与检测表面产生>0.5mm 的间隙。机加工表面粗糙度 Ra 6.3μm，喷砂表面 Ra 12.5μm。扫查区宽度为 1.25P。

【3】简要评述：ASME 的规定较笼统。EN1714 的规定很具体，与 JB4730 相比，主要区别是：(1) EN1714 规定检测区域包括焊缝两侧至少 10mm 区域，而 JB4730 规定这个区域最小为 5mm，最大为 10mm；(2) EN1714 对探头与检测面的间隙有规定，即不得大于 0.5mm，如果间隙在 0.5mm~1mm 之间，则应增加一种附加探头角度进行检测。(3) 扫查区宽度均为 1.25P。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.4.2 探头 K 值（角度）

斜探头的 K 值（角度）选取可参照表 18 的规定。条件允许时，应尽量采用较大 K 值探头。

表 18 推荐采用的斜探头 K 值

板厚 T，mm	K 值
6 ~ 25	3.0 ~ 2.0 (72 ° ~ 60 °)
>25 ~ 46	2.5 ~ 1.5 (68 ° ~ 56 °)
>46 ~ 120	2.0 ~ 1.0 (60 ° ~ 45 °)

>120 ~ 400	2.0 ~ 1.0 (60 ° ~ 45 °)
------------	---------------------------

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-472.1.1、EN1714-1997-6.3.2

【2】相关技术内容：（1）ASME 规定：探头角度应为 45° 或其它适合于被检工件几何形状和校验反射体的角度。（2）EN1714 规定：用横波要求超声波束从底面反射进行检测时，应保证从底面反射的声束角度不小于 35°，最好不大于 70°。用 1 个以上的探头角度时，所用斜探头至少有 1 个探头角度应符合这一要求。所用的 1 个探头角度应保证以垂直入射或尽可能接近垂直入射的声束检测焊缝熔合面。规定使用 2 个以上的探头角度时，声束垂直入射的角度差应 10°。

【3】简要评述：对焊缝超声检测而言，45° 探头主要用于检测与检测面垂直的表面缺陷，大角度探头则能从缺陷处得到较大的反射信号，主要用于检测焊缝内部缺陷，对要求较高的焊缝来说，同时使用这 2 种探头是最好的组合。ASME 强调前者，EN1714 强调后者，相比较而言，JB4730 的规定更为具体。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.4.3 检测频率

检测频率一般为 2MHz ~ 5MHz。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-432.1，EN1714-1997-6.3.1

【2】相关技术内容：（1）ASME 规定：标称频率一般为 1~5MHz。（2）EN1714 规定：频率应为 2~5MHz，并符合规定的验收等级。初始检测，如果按 EN1712《焊缝超声波检验验收等级》根据长度和幅度进行评定，应尽量选用较低的频率。如果按 EN1713《焊缝超声波检验缺陷定性》根据缺陷性质评定，也可以使用较高频率以提高分辨率。

【3】简要评述：超声检测中频率对检测结果有很重要的影响，不同的频率可能得出不一样的结果。就频率范围来说，ASME、EN1714 和 JB4730 基本相同。但 EN1712 和 EN1714 对频率的规定更为详细，不仅与母材厚度有关，还与验收级别、检测缺陷的方向（横向、纵向）等有关。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.4.4 母材的检测

对于 C 级检测，斜探头扫查声束通过的母材区域，应先用直探头检测，以便检测是否有影响斜探头检测结果的分层或其他种类缺陷存在。该项检测仅作参考，不属于对母材的验收检测。母材检测的要点如下：

- 检测方法：接触式脉冲反射法，采用频率 2MHz ~ 5MHz 的直探头，晶片直径 10mm ~ 25mm。
- 检测灵敏度：将无缺陷处第二次底波调节为荧光屏满刻度的 100%。
- 凡缺陷信号幅度超过荧光屏满刻度 20% 的部位，应在工件表面作出标记，并予以记录。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASME2004-T-472，483，EN1714-1997-9

【2】相关技术内容：（1）ASME 规定：斜射声束经过的母材区域应用直射束进行检测，以确定影响斜射声束检测能力的反射体。如果母材中的层状反射体干扰对检验区域的扫查，则应修改斜射波检验技术，使其能检验到最大的范围并在检验记录中注明。（2）EN1714 规定：扫查区中的母材焊前或焊后应使用直探头检测，发现缺陷时应对缺陷是否会影响斜射波检验作出评价。必要时对超声检测技术作适当调整。如果母材缺陷严重影响超声波束对焊缝检测区域的正常覆盖，经商定可考虑采用其他检测方法（如 RT）。

【3】简要评述：母材中的层状缺陷可能会影响斜射波的检验，ASME、EN1714 和 JB4730 都强调了这一点，与 JB4730 不同的是 ASME 和 EN1714 都没有规定具体的检测方法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.5 距离-波幅曲线的绘制

5.1.5.1 距离-波幅曲线应按所用探头和仪器在试块上实测的数据绘制而成，该曲线族由评定线、

定量线和判废线组成。评定线与定量线之间（包括评定线）为Ⅰ区，定量线与判废线之间（包括定量线）为Ⅱ区，判废线及其以上区域为Ⅲ区，如图 19 所示。如果距离-波幅曲线绘制在荧光屏上，则在检测范围内不低于荧光屏满刻度的 20%。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-B-462~465，EN1714-1997-10.2~10.3
- 【2】相关技术内容：（1）ASME 规定：用长横孔作出的曲线即为初始参考线（DAC 曲线），20%DAC 作为评定线。（2）EN1714 规定有参考线、评定线和记录线，按检验方法和验收级别而不同。
- 【3】简要评述：（1）ASME 只规定有参考线和评定线没有区域的划分。检测时，凡大于 20%DAC 的信号均应评定并记录。（2）EN1714 虽有参考线、评定线和记录线，但其含义与 JB4730 规定的评定线、定量线和判废线还是有区别的，也没有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区之分。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.5.2 距离-波幅曲线的灵敏度选择

- a) 壁厚为 6mm~120mm 的焊接接头，其距离-波幅曲线灵敏度按表 19 的规定。

表 19 距离-波幅曲线的灵敏度

试块型式	板厚，mm	评定线	定量线	判废线
CSK-ⅢA	6~46	2×40-18dB	2×40-12dB	2×40-4dB
	>46~120	2×40-14dB	2×40-8dB	2×40+2dB
CSK-ⅢA	8~15	1×6-12dB	1×6-6dB	1×6+2dB
	>15~46	1×6-9dB	1×6-3dB	1×6+5dB
	>46~120	1×6-6dB	1×6	×6+10dB

- b) 壁厚大于 120mm~400mm 的焊接接头，其距离-波幅曲线灵敏度按表 20 的规定。

表 20 距离-波幅曲线的灵敏度

试块型式	板厚，mm	评定线	定量线	判废线
CSK-ⅢA	>120~400	d-16dB	d-10dB	d

注：d 为横孔直径，见表 17。

- c) 检测横向缺陷时，应将各线灵敏度均提高 6dB。
- d) 检测面曲率半径 $R \leq W^2/4$ 时，距离-波幅曲线的绘制应在与检测面曲率相同的对比试块上进行。
- e) 工件的表面耦合损失和材质衰减应与试块相同，否则应按附录 F（规范性附录）的规定进行传输损失补偿。在一跨距声程内最大传输损失差小于或等于 2dB 时可不进行补偿。
- f) 扫查灵敏度不低于最大声程处的评定线灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

- 【1】对应条款：ASME2004-T-471.4，ASME2004-T-482，EN1714-1997-10.2~10.3
- 【2】相关技术内容：（1）ASME 规定：扫查灵敏度至少高于参考线 6dB 以上，即 DAC-6dB。（2）EN1714 规定了 4 种方法，它们的参考线、评定线和记录线见下表。

方法	参考反射体（mm）	参考线	评定线	记录线
方法 1	3 长横孔	3 DAC 曲线	DAC-10dB	验收级别 2：DAC-6dB 验收级别 3：DAC-2dB
方法 2	1、1.5、2、3 平底孔	平底孔 DAC 曲线	DAC-4dB	验收级别 2：DAC 验收级别 3：DAC+4dB
方法 3	深 h=1 的矩形槽	矩形槽 DAC 曲线	DAC-10dB	验收级别 2：DAC-6dB 验收级别 3：DAC-2dB
串列法	6 平底孔	6 平底孔	6 平底孔	6 平底孔

【3】**简要评述**：(1) ASME 虽然规定了扫查灵敏度，但同时又规定所有大于 20%DAC 的信号应进行评定，所以实际检测时一般均以 20%DAC (DAC-14dB) 作为扫查灵敏度。(2) EN1714 没有扫查灵敏度的规定，但按规定，所有大于或等于评定线的信号均应评定，因此，扫查灵敏度应不低于评定线。(3) ASME 和 EN1714 都没有检测横向缺陷各线灵敏度提高 6dB 的规定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.6 检测方法

5.1.6.1 平板对接焊接接头的超声检测

- a) 为检测纵向缺陷，斜探头应垂直于焊缝中心线放置在检测面上，作锯齿型扫查，见图 20。探头前后移动的范围应保证扫查到全部焊接接头截面，在保持探头垂直焊缝作前后移动的同时，还应作 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的左右转动。不同检测等级对纵向缺陷的检测要求见 5.1.2。
- b) 不同检测等级对横向缺陷的检测要求见 5.1.2。
- c) 对电渣焊焊接接头还应增加与焊缝中心线成 45° 的斜向扫查。
- d) 为观察缺陷动态波形和区分缺陷信号或伪缺陷信号，确定缺陷的位置、方向和形状，可采用前后、左右、转角、环绕等四种探头基本扫查方式，见图 21。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-T-472.1.2~472.1.3，EN1714-1997-12.2

【2】**相关技术内容**：(1) ASME 规定：应操纵探头使超声通过被检的焊缝和邻近的母材。(2) EN1714 规定：斜探头扫查时，可使探头在焊缝两侧作略带旋转的移动，即相对于正交方向左右偏转 10° 。

【3】**简要评述**：关于扫查方式，ASME 只规定了一条原则，EN1714 也只规定了 1 种扫查方式，JB4730 规定的扫查方式较多，这些都是实际检测中常用的方法，有助于对缺陷的评定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.6.2 曲面工件（直径小于或等于 500mm）对接焊接接头的超声检测

- a) 检测面为曲面时，可尽量按平板对接焊接接头的检测方法进行检测。对于受几何形状限制，无法检测的部位应予以记录。
- b) 纵缝检测时，对比试块的曲率半径与检测面曲率半径之差应小于 10%。
 - (1) 根据工件的曲率和材料厚度选择探头 K 值，并考虑几何临界角的限制，确保声束能扫查到整个焊接接头。
 - (2) 探头接触面修磨后，应注意探头入射点和 K 值的变化，并用曲率试块作实际测定。
 - (3) 应注意荧光屏指示的缺陷深度或水平距离与缺陷实际的径向埋藏深度或水平距离弧长的差异，必要时应进行修正。
- c) 环缝检测时，对比试块的曲率半径应为检测面曲率半径的 0.9 倍 ~ 1.5 倍。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款**：ASME2004-T-434.1.7

【2】**相关技术内容**：(1) ASME 规定：检验直径大于 500mm 工件时，应使用与工件曲率基本相同的试块，也可使用平试块。检验直径小于等于 500mm 工件时应使用曲率试块，检验范围为试块直径的 0.9~1.5 倍。

【3】**简要评述**：EN1714 没有对试块的曲率作出规定，但欧洲标准 EN583-2《超声检验第 2 部分：灵敏度和时基线调整》规定：检测纵缝时试块曲率半径与被检工件的曲率半径差应在 $\pm 10\%$ 之内，检测环缝时，试块曲率半径应不超过被检工件的 $+10\%$ 或 -30% ，要求与 JB4730 基本相同。另外，EN583-2 还详细规定了探头在曲率试块上测试入射点和折射角的方法并给出了曲面检测时的定位公式。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.6.3 管座角焊缝的检测

- a) 一般原则。
在选择检测面和探头时应考虑到各种类型缺陷的可能性，并使声束尽可能垂直于该焊接接头结构中的

主要缺陷。

b) 检测方式。

根据结构形式，管座角焊缝的检测有如下五种检测方式，可选择其中一种或几种方式组合实施检测。检测方式的选择应由合同双方商定，并应考虑主要检测对象和几何条件的限制。

1) 在接管内壁采用直探头检测，见图 22 位置 1。

2) 在容器内壁采用直探头检测，见图 23 位置 1。在容器内壁采用斜探头检测，见图 22 位置 4。

3) 在接管外壁采用斜探头检测，见图 23 位置 2。

4) 在接管内壁采用斜探头检测，见图 22 位置 3 和图 23 位置 3。

5) 在容器外壁采用斜探头检测，见图 22 位置 2。

c) 管座角焊缝以直探头检测为主，探头频率、尺寸应按 4.2.2 的规定执行，管座角焊缝和 T 型焊接接头超声检测时，管座角焊缝斜探头的距离-波幅曲线灵敏度按表 19 的规定，直探头的距离-波幅曲线灵敏度按表 21 的规定。距离-波幅曲线的制作可在 CS 试块上进行，详见 5.1.5.1。必要时应增加斜探头检测的内容。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：EN1714-1997-附录 A

【3】简要评述：EN1714 规定的检测方式与 JB4730 基本相同，不同点在于：(1) 管座角焊缝的检测也分 A、B、C、D 4 个级别。(2) 除较薄的焊缝 ($t \geq 8\text{mm} \sim 15\text{mm}$) 外，一般均需用直探头加上 1 个或 2 个角度的斜探头进行检测。(3) 规定了横向缺陷的检测。因此，它的内容更为完整。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.6.4 T 型焊接接头的超声检测

a) 适用范围。

本条适用于厚度为 6mm~50mm 的承压设备全焊透 T 型焊接接头的超声检测。其他用途的全焊透 T 型焊接接头的超声检测也可参照本条的规定进行。

b) 基本原则。

在选择检测面和探头时应考虑到检测各类缺陷的可能性，并使声束尽可能垂直于该焊接接头结构中的主要缺陷。

c) 检测方式。

根据焊接接头结构形式，T 型焊接接头的检测有如下三种检测方式。可选择其中一种或几种方式组合实施检测，检测方式选择应由合同双方商定，并应考虑主要检测对象和几何条件的限制。

1) 用斜探头从翼板外侧用直射法进行探测，见图 24 位置 1、图 25 位置 1 和图 26 位置 1。

2) 用斜探头在腹板一侧用直射法或一次反射法进行探测，见图 24 位置 2、位置 4，图 25 位置 2、位置 4 和图 26 位置 2、位置 4。

3) 用直探头或双晶直探头在翼板外侧沿焊接接头探测，或者用斜探头（推荐使用 K1 探头）在翼板外侧沿焊接接头探测，见图 24 位置 3、图 25 位置 3 和图 26 位置 3。位置 3 包括直探头和斜探头两种扫查。

d) 斜探头 K 值的确定。

用斜探头在翼板外侧进行探测时，推荐使用 K1 探头；用斜探头在腹板一侧进行探测时，探头 K 值根据腹板厚度按表 18 进行选择。

e) 距离-波幅曲线灵敏度的确定。

用斜探头探测时，距离-波幅曲线灵敏度应以腹板厚度按表 19 确定；用直探头探测时，距离-波幅曲线灵敏度应以翼板厚度按表 22 确定。

f) 扫查方式

直探头和斜探头的扫查按 5.1.6 的有关规定进行。

g) 对缺陷进行等级评定时，均以腹板厚度为准。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：EN1714-1997-附录 A

【3】简要评述：EN1714 规定了 2 种 T 型接头的检测，没有规定带衬板 T 型接头的检测，其检测方式与 JB4730 基本相同，不同点在于：(1) T 型接头的检测也分 A、B、C、D 4 个级别。(2) 除直探头外，还需用 1 个、2 个或 3 个角度的斜探头进行检测。(3) 规定了横向缺陷的检测。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.7 缺陷定量检测

5.1.7.1 灵敏度应调到定量线灵敏度。

5.1.7.2 对所有反射波幅达到或超过定量线的缺陷，均应确定其位置、最大反射波幅和缺陷当量。

5.1.7.3 缺陷位置测定

缺陷位置测定应以获得缺陷最大反射波的位置为准。

5.1.7.4 缺陷最大反射波幅的测定

将探头移至缺陷出现最大反射波信号的位置，测定波幅大小，并确定它在距离-波幅曲线图中区域。

5.1.7.5 缺陷定量

应根据缺陷最大反射波幅确定缺陷当量直径 或缺陷指示长度 L 。

a) 缺陷当量直径，用当量平底孔直径表示，主要用于直探头检测，可采用公式计算，距离-波幅曲线和试块对比来确定缺陷当量尺寸。

b) 缺陷指示长度 L 的检测采用以下方法：

1) 当缺陷反射波只有一个高点，且位于 Ⅲ 区或 Ⅳ 区以上时，使波幅降到荧光屏满刻度的 80% 后，用 6dB 法测其指示长度；

2) 当缺陷反射波峰值起伏变化，有多个高点，且位于 Ⅲ 区或 Ⅳ 区以上时，使波幅降到荧光屏满刻度的 80% 后，应以端点 6dB 法测其指示长度；

3) 当缺陷反射波峰位于 Ⅱ 区，如认为有必要记录时，将探头左右移动，使波幅降到评定线，以此测定缺陷指示长度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASEM2004-T-491，附录 D、EN1714-1997-12.5

【2】相关技术内容：(1) ASME 规定：所有大于 20%DAC 的显示都需按相关卷和验收标准进行评定，合格显示按相关卷的要求进行记录，不合格显示至少应记录显示的类型（比如裂纹、未熔合、夹渣等）、位置和沿伸范围（比如长度）。确定显示尺寸时，按反射体的最大波幅为准，缺陷的高度用半波高度法测定，缺陷的长度用 20%DAC 绝对灵敏度法测定。

(2) EN1714 规定：所有超过评定线的缺陷信号均应评定下列内容，(a) 最大回波幅度。(b) 缺陷指示长度（用 6dB 法）。(c) 缺陷指示高度（按协议进行）。(d) 缺陷性质（按协议或满足规定的验收等级时进行）。

【3】简要评述：(1) ASME 规定要对大于 20%DAC 的缺陷确定其性质，但规范没有给出具体的方法。缺陷高度用半波高度法测定，长度用 20%DAC 绝对灵敏度法测定，得到的数值有时会偏大，特别是缺陷高度，这些都与其验收标准相对应的。(2) EN1714 规定缺陷长度按 6dB 法测定，但验收标准 EN1712-1997《焊缝超声检测验收级别》则规定应按评定线绝对灵敏度法测定。由于 EN1714 仅是一个方法标准，所以应按 EN1712 执行。另外，对缺陷高度和性质的评定，欧洲都有相应的标准，可参考执行。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.8 缺陷评定

5.1.8.1 超过评定线的信号应注意其是否具有裂纹等危害性缺陷特征，如有怀疑时，应采取改变探头 K 值、增加检测面、观察动态波型并结合结构工艺特征作判定，如对波型不能判断时，应辅以其他检测方法作综合判定。

5.1.8.2 缺陷指示长度小于 10mm 时，按 5mm 计。

5.1.8.3 相邻两缺陷在一直线上，其间距小于其中较小的缺陷长度时，应作为一条缺陷处理，以两缺陷长

度之和作为其指示长度（间距不计入缺陷长度）。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：ASEM2004-T-482.1，EN1714-1997-12.5

【2】相关技术内容：（1）ASME 规定大于 20%参考线的缺陷应评定以确定其形状、性质和位置。（2）EN1714 规定：所有超过评定线的缺陷信号均应评定。

【3】简要评述：ASME、EN1714 和 JB4730 均规定对超过评定线的缺陷信号要进行评定，但含义有所不同，对 ASME 和 EN1714 而言，评定内容应包括信号幅度、长度、高度和性质。对 JB4730 来说，评定内容主要是缺陷性质，以确认是否存在危险性缺陷。只有当信号幅度超过定量线时，才对其长度、幅度和位置进行评定。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.1.9 质量等级评定

焊缝质量等级评定按表 23 的规定进行。

表 23 焊缝质量等级评定 mm

等级	板厚 T	反射波幅 (所在区域)	单个缺陷指示长度 L	多个缺陷累计长度 L
	6 ~ 400		非裂纹类缺陷	
	6 ~ 120		$L = T/3$ ，最小为 10，最大不超过 30	在任意 9T 焊缝长度范围内 L 不超过 T
	> 120 ~ 400		$L = T/3$ ，最大不超过 50	
	6 ~ 120		$L = 2 T/3$ ，最小为 12，最大不超过 40	在任意 4.5T 焊缝长度范围内 L 不超过 T
	> 120 ~ 400		最大不超过 75	
	6 ~ 400		超过 级者	超过 级者
			所有缺陷	
		、 、	裂纹等危害性缺陷	
注：1 母材板厚不同时，取薄板侧厚度值。 2 当焊缝长度不足 9T（ 级）或 4.5T（ 级）时，可按比例折算。当折算后的缺陷累计长度小于单个缺陷指示长度时，以单个缺陷指示长度为准。				

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：EN1712-1997

【2】相关技术内容：EN1712 的主要规定有（1）验收级别分为验收级别 2 和验收级别 3。验收级别与 EN1714 规定的检测级别有关。验收级别 2 通常要求检测级别至少为 B，验收级别 3 要求检测级别至少为 A。（2）缺陷分纵向缺陷和横向缺陷，对纵向缺陷和非平面状横向缺陷的评定见下表。

8≤t<15mm	
缺陷指示长度 l (mm)	回波幅度最大允许值
$l \leq t$	参考线
$l > t$	参考线-6dB
15≤t≤100mm	
缺陷指示长度 l (mm)	回波幅度最大允许值
$l \leq 0.5t$	参考线+4dB
$0.5t < l \leq t$	参考线-2dB
$l > t$	参考线-6dB
评定线：参考线-10dB	

记录线：验收级别 2=参考线-6dB

验收级别 3=参考线-2dB

(3) 排在一直线上, 间距 $<2l$ (l 为最长缺陷的长度) 的缺陷应视为连续性缺陷, 其累计总长应对照相应的验收级别评定。(4) 合格缺陷的累计长度, 在 $6t$ 焊缝长度内, 所有超过记录水平的单个允许缺陷的累计长度, 对验收级别 2, 应不大于该焊缝长度的 20%; 对验收级别 3, 应不大于该焊缝长度的 30%。

【3】简要评述:(1) ASME 没有验收级别, 在相关制造卷中有验收标准, 以第 VIII 卷压力容器为例, 验收标准为: 下列缺陷不合格:(a) 裂纹、未熔合和未焊透;(b) 幅度超过参考线 (DAC) 并且长度超过下列数值的缺陷: 6mm , $t \leq 19\text{mm}$; $1/3t$, $t > 19\text{mm} \sim 57\text{mm}$; 19mm , $t > 57\text{mm}$ 。

(2) EN1712 把验收级别与检测级别相对应, 即较高的验收级别要求较高的检测级别。另外, EN1713 还对横向缺陷、直线排列缺陷等作了解释和规定, 合理且具有可操作性。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2 堆焊层超声检测

5.2.1 检测范围和一般要求

本条适用于奥氏体不锈钢、镍合金等堆焊层内缺陷, 堆焊层与母材未接合缺陷和堆焊层层下母材再热裂纹的超声检测以及检测结果的质量等级评定。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-T-473

【2】相关技术内容: ASME 规定: 这里所叙述的方法应用于堆焊熔敷层的检验。技术 I 用于检验结合层和堆焊层内的缺陷, 技术 II 仅用于检验未结合的情况。

【3】简要评述: 堆焊层下母材再热裂纹是 70 年代初在核电站稳压器中发现的, 随着材料和焊接方式的改进, 这种缺陷已很少见。因此, 国外许多标准包括 ASME 都没有规定对这种缺陷的检测。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.2 检测方法

a) 使用双晶直探头和纵波双晶斜探头从堆焊层侧对堆焊层进行超声检测。

b) 用单直探头和纵波单斜探头从母材侧对堆焊层进行超声检测。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-T-473.1, 473.2

【2】相关技术内容: ASME 规定: 技术 I 使用双晶探头从堆焊层表面进行检测, 技术 II 用探头从堆焊层表面或母材表面进行检测。

【3】简要评述: JB4730 规定使用的纵波双晶斜探头和纵波单斜探头主要是针对堆焊层下母材再热裂纹的, 因此, ASME 没有采用。除此以外, ASME 与 JB4730 的主要区别在于 ASME 规定从母材侧只能检测未结合, 不能对堆焊层内的缺陷进行检测。实践表明, 只要条件满足, 如检测面与堆焊层平行, 用直探头检测堆焊层内的缺陷还是一种有效的方法。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.3 探头

5.2.3.1 双晶探头

a) 双晶探头 (直、斜) 两声束间的夹角应能满足有效声场覆盖全部检测区域, 使探头对该区域具有最大的检测灵敏度。探头总面积不应超过 325mm^2 , 频率 2.5MHz , 为了达到所需的分辨力, 也可采用其他频率。两晶片间隔声效果应保证良好。

b) 纵波双晶斜探头的 $K=2.75$ (折射角 $\theta = 70^\circ$), 焦点深度应位于堆焊层和母材的结合部位。

5.2.3.2 单直探头

探头面积一般不应超过 625mm^2 , 频率为 $2\text{MHz} \sim 5\text{MHz}$ 。

5.2.3.3 纵波斜探头

探头频率为 2 MHz ~ 5MHz, $K=1$ (折射角 $\theta = 45^\circ$)

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-T-432.2

【2】相关技术内容: ASME 规定: 用于技术 I 的双晶探头应使用带角度的一收一发技术, 声束有效焦点应位于被检区的中心。

【3】简要评述: 双晶探头具有聚焦作用, 因此它只能在一定范围内进行有效检测, 偏离这个范围灵敏度会很快下降。ASME 规定探头声束的有效焦点应位于被检区的中心, 主要是针对厚度较小的堆焊层。如果堆焊层厚度较大, 应考虑使用 2 个或 2 个以上焦点深度不同的探头以覆盖整个检测区域。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.4 对比试块

5.2.4.1 对比试块应采用与被检工件材质相同或声学特性相近的材料, 并采用相同的焊接工艺制成。其母材、熔合面和堆焊层中均不得有大于或等于 2mm 平底孔当量直径的缺陷存在。试块堆焊层表面的状态应与工件堆焊层的表面状态相同。

5.2.4.2 从堆焊层侧进行检测采用 T1 型试块, 母材厚度 T 至少应为堆焊层厚度的两倍。T1 型试块如图 27 所示。

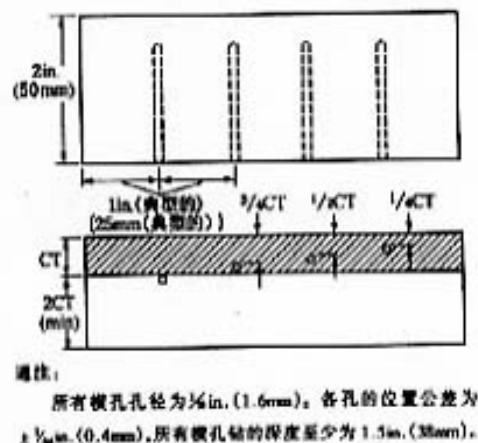
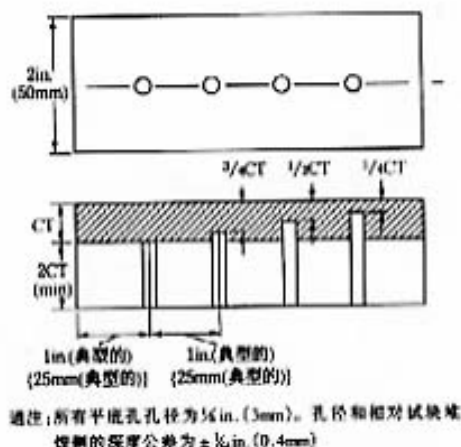
5.2.4.3 从母材侧进行检测采用 T2 型试块, 母材厚度 T 与被检母材的厚度差不得超过 10%。T2 型试块如图 28 所示。如果工件厚度比较大, T2 型试块的长度 L 应能满足检测要求。

5.2.4.4 检测堆焊层和母材的未结合, 采用 T3 型试块。当从母材侧进行检测时, 采用 T3 (a) 型试块, 被检测的工件母材厚度和试块母材厚度差不应超过 10%。当从堆焊层侧进行检测时, 采用 T3 (b) 型试块, 试块的母材厚度至少应为堆焊层厚度的两倍。T3 型试块如图 29 所示。

国外标准的对应条款及技术内容, 技术差异的简要评述

【1】对应条款: ASME2004-T-434.1.4, 434.4

【2】相关技术内容: ASME 规定: (1) 试块应采用与产品部件相同的工艺堆焊。当使用自动堆焊, 由于试块尺寸的限制不能堆焊时, 可使用手工堆焊。(2) 试块共有 4 种形式。(a) 用于技术 I 的试块, 试块有 1 个 $\phi 1.5\text{mm} \times 38\text{mm}$ 的长横孔和 1 个 $\Phi 3\text{mm}$ 的平底孔。长横孔位于结合面, 平底孔从母材侧一直钻到结合面。试块的堆焊层厚度至少等于被检工件的堆焊层厚度, 母材厚度至少为堆焊层厚度的 2 倍。(b) 用于技术 I 的试块, 试块有 4 个 $\Phi 3\text{mm}$ 的平底孔, 从母材侧钻入, 分别位于 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ 堆焊层厚度处以及结合面。(c) 用于技术 I 的试块, 试块有 4 个 $\phi 1.5\text{mm} \times 38\text{mm}$ 的长横孔, 从试块侧面钻入, 分别位于 $1/4$ 、 $1/2$ 和 $3/4$ 堆焊层厚度处以及结合面, 试块的其余要求同 (a)。(d) 用于技术 II 的试块, 试块有 1 个 $\Phi 10\text{mm}$ 的平底孔, 根据需从母材侧钻入或从堆焊层侧钻入, 位于结合面。试块堆焊层厚度至少等于被检工件的堆焊层厚度。从母材侧检测时, 试块母材厚度与工件母材厚度差应在 25mm 以内。从堆焊层侧检测时, 试块母材厚度至少为堆焊层厚度的 2 倍。



【3】**简要评述：**试块（b）和（c）是 ASME2004 版新增加的，主要用于制作 DAC 曲线。按原来的方法仅使用结合面一个孔校验，是一种比较简单的检测方法。当使用焦点深度不同的双晶探头或堆焊层厚度有变化时，可能会得到不同的检测结果。用 DAC 曲线检测可避免此类问题。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.5 灵敏度校准

5.2.5.1 采用 T1 型试块的校准

- a) 纵波双晶斜探头灵敏度的校准：将探头放在试块的堆焊层表面上，移动探头使从 1.5mm 横孔获得最大反射波幅，调节衰减器使回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。
- b) 双晶直探头灵敏度的校准：将探头放在试块的堆焊层表面上，移动探头使其从 3mm 平底孔获得最大波幅，调整衰减器使回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。

5.2.5.2 采用 T2 型试块的校准

- a) 将单直探头放在母材一侧，使 3mm 平底孔回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。
- b) 纵波斜探头灵敏度的校准：将探头放在试块的母材表面上，移动探头使从 1.5mm 横孔获得最大反射波幅，调节衰减器使回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。

5.2.5.3 采用 T3 型试块的校准

- a) 双晶直探头灵敏度的校准：将探头放在堆焊层一侧，使 10mm 平底孔回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。
- b) 单直探头灵敏度的校准：将探头放在母材一侧，使 10mm 平底孔回波幅度为满刻度的 80%，以此作为基准灵敏度。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-T-465

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：（1）用于技术 I 的校验，移动探头使从试块（a）上得到反射体得到最大回波，调节衰减器使回波幅度为满刻度的 $80\% \pm 5\%$ ，以此作为初始参考线。（2）用于技术 II 的校验，移动探头使从试块（d）上反射体得到最大回波，调节衰减器使回波幅度为满刻度的 $80\% \pm 5\%$ ，以此作为初始参考线。（3）用于技术 I 的另一种校验，用试块（b）或（c），移动探头找出反射体的最大回波，调节衰减器使回波幅度为满刻度的 $80\% \pm 5\%$ 。保持仪器设置不动，找出其它反射体的最大回波，连接这些回波的顶点即为 DAC 曲线，以此作为初始参考线。

【3】**简要评述：**除了制作 DAC 曲线外，ASME 与 JB4730 的校验方法相同。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.6 扫查方法

5.2.6.1 检测应从母材或堆焊层一侧进行。如对检测结果有怀疑时，也可从另一侧进行补充检测。

5.2.6.2 扫查灵敏度应在基准灵敏度基础上提高 6dB。

5.2.6.3 采用双晶斜探头检测时应在堆焊层表面按 90° 方向进行两次扫查；采用双晶直探头检测时应垂直于堆焊方向进行扫查。进行扫查时，应保证分隔压电元件的隔声层平行于堆焊方向。

5.2.6.4 缺陷当量尺寸应采用 6dB 法确定。

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】**对应条款：**ASME2004-T-473.1，T-473.2

【2】**相关技术内容：**ASME 规定：用双晶探头扫查时，隔声层平面应平行于焊带轴线，垂直于焊接方向扫查。用单直探头扫查时，可以垂直于焊接方向，也可以平行于焊接方向扫查。

【3】**简要评述：**由于堆焊层内的条状缺陷主要平行于焊带方向，因此，用双晶直探头检测时，如果隔声层平行于焊带方向，则能得到较大的反射。垂直于焊带方向扫查是为了避免漏检。

新版 JB4730 标准条款及技术内容

5.2.7 质量等级评定

堆焊层质量等级评定见表 24。

表 24 堆焊层质量等级评定

缺陷等级	堆焊层内缺陷	堆焊层界面缺陷	堆焊层未结合缺陷
	当量 1.5 - 2dB 的缺陷 (纵波双晶斜探头、纵波斜探头); 当量 3mm 的缺陷 (单直探头、双晶直探头)。	当量 1.5 - 2dB 的缺陷 (纵波双晶斜探头、纵波斜探头)	缺陷直径小于 25mm 的未结合区域;
	当量 1.5 - 2dB ~ 1.5+2dB 的缺陷(纵波双晶斜探头、纵波斜探头); 当量 3 ~ 4 且长度 30 mm 的缺陷(单直探头、双晶直探头)。	当量 1.5 - 2dB ~ 1.5+2dB 的缺陷(纵波双晶斜探头、纵波斜探头)	缺陷直径为 25mm~40mm 的未结合区域;
	超过 级或发现裂纹等危害性缺陷	超过 级或发现裂纹等危害性缺陷	超过 级

国外标准的对应条款及技术内容，技术差异的简要评述

【1】对应条款：无

【2】简要评述：ASME 没有规定对堆焊层的质量等级评定，在相关制造卷中也没有验收标准。通常的做法是以 $\Phi 3\text{mm}$ 平底孔作为参考曲线(DAC)，大于等于 50%DAC 的缺陷信号予以记录，大于等于 100%DAC 的缺陷信号为不合格。