



访问我们的官方网站了解更多内容

← 扫描二维码关注

新版ASME压力容器规范 冲击试验要求的归纳和探讨

Induction and Discussion of the Impact Test Requirements of the New Version of ASME Pressure Vessel

文/通标标准技术服务(上海)有限公司 施 擎

摘 要: 本文着重对ASME规范VIII-1分卷关于冲击试验的要求,进行了梳理和归纳,通过对规范的剖析,综合论述了ASME规范对碳钢和不锈钢材料在不同条件下的冲击试验要求。

关键词: ASME规范; 压力容器; 冲击试验; 焊接

引 言

美国机械工程师学会(ASME)发布的“锅炉压力容器规范”(以下简称ASME规范)是多年锅炉和压力容器行业工程经验和技術发展的结晶,它包含了极为丰富的资料,是国际上广泛采用的先进的锅炉压力容器规范,也是世界上公认的该行业的权威规范。带有ASME规范钢印的压力容器,已经被世界上绝大多数的国家认可和接受。随着我国装备制造业的不断发展和壮大,越来越多的国内压力容器制造厂已经取得了ASME授权钢印,在中国建造的带有ASME授权钢印的压力容器,正不断的出口到世界各地。因此,正确地理解ASME规范的条文显得尤为重要。

材料和焊接接头的冲击韧性是衡量其低温脆性断裂的重要指标,直接关系到压力容器设备在低温下的安全,因此ASME锅炉压力容器规范, VIII-1卷在不同章节用了大量的篇幅,对不同材料在各种条件下是否需要母材以及焊接工艺评定的冲击试验,做了细致的规定。由于这些规定分布在不同的章节,又前后互相制约,因此很多规范使用者在产品是否需要冲击

试验的问题上模糊不清。如果ASME规范要求冲击而实际没有执行,就会造成产品不符合规范要求;而如果ASME规范免除了冲击试验,而实际却做了,就会造成资源和时间的浪费。因此准确地理解ASME压力容器规范关于冲击试验的要求,具有技术和经济上的双重意义。本文参照最新的2013版ASME规范VIII-1分卷,剖析了碳钢和低合金钢以及不锈钢材料的冲击试验要求。

1 碳钢和低合金钢材料的冲击试验要求

压力容器是包含了多种部件的集合体,对于壳体、封头、接管、人孔、补强板、焊接垫板,焊接到受压件上的附件、管板、平盖板、法兰等承压设备各个部件都要按照独立元件对待,按下述定义的材料控制厚度和最低设计金属温度,来判定是否需要做冲击试验。由各个元件所决定的最低设计金属温度的最高值,将作为整台设备的最低设计金属温度。

如果按照下述章节的要求,冲击试验都不能豁免,那么必须进行材料和焊接工艺评定的冲击试验。

作者简介:施擎(1973-),男,全国检验经理。带领和管理全国检验团队完成既定工作目标。

1.1 与材料冲击试验相关的术语

材料控制厚度：与冲击要求直接相关的参数，其定义如下：

1.1.1 对于焊接结构，控制厚度取值如下：

(1) 对接接头（平缝头和管板上的对接接头除外），为相焊件中较厚的公称厚度；

(2) 角接接头，角焊缝和搭接焊缝，为相焊件中较薄的公称厚度；

(3) 平封头和管板，无论其上有无对接焊缝，控制厚度为与其相焊其它部件的厚度或平缝头和管板厚度的四分之一，取较大值；

(4) 非焊接的平封头和管板，控制厚度为其厚度的四分之一；

(5) 接管带补强板与筒体或封头的焊缝，应作为三个元件对待，每两个一组按上述规则确定控制厚度，以三个控制厚度的最小值，作为该接头的最小控制厚度。

(6) 非受压件与受压件相焊接，控制厚度为受压件的厚度。

1.1.2 对于非焊接式平封头和管板，其控制厚度为公称厚度的四分之一。

1.1.3 对于铸件，控制厚度为铸件公称厚度的最大值。

MDMT：最低设计金属温度，指承压设备在运行中预期出现的最低温度。

P-No：ASME规范IX卷按焊接性对材料的分组号。

碳钢和低合金钢：以下所指的碳钢和低合金钢是指列于ASME规范VIII-1卷，UCS-23中的材料。

不锈钢：以下所指的不锈钢是指列于ASME规范VIII-1卷，UHA-23中的材料。

1.2 碳钢和低合金钢材料冲击试验的免除条件

1.2.1 通用免除条件

多年的工程实践表明，材料的脆性断裂与使用温度有最直接的关系，当使用温度较高，对于通常的碳钢和低合金钢材料，比如SA-516 Gr.70，SA-A105，SA-106 Gr.B等，多年的工程经验表明，脆性断裂的可能性非常小，因而ASME规范VIII-1条款UG-20提供了碳钢和低合金钢材料冲击试验的基本免除条件，当以下要求都满

足时可以豁免材料的冲击试验。

(1) 仅限于P-No.1内，Group No 1和2的材料，当其控制厚度，不低于如下规定：

(a) 对列于ASME VIII-1卷，图UCS-66，曲线A的材料，13mm；

(b) 对列于ASME VIII-1卷，图UCS-66，曲线B，C，D的材料，25mm。

(2) 完工压力容器进行水压试验。

(3) 容器设计温度 $\leq 345^{\circ}\text{C}$ ， $\geq -29^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 热冲击、机械冲击载荷以及循环载荷不作为控制性的设计要求。

1.2.2 通过查表和计算进一步免除冲击试验

在防止材料脆性断裂领域，大量的研究都揭示出，材料的脆性破坏，不但与使用温度有关，而且与材料的化学成分、力学性能、微观组织、热处理状态、材料使用厚度，以及材料实际所受拉应力与许用应力之比值，有密切的关系。一般来说材料的使用温度越低，材料厚度越大，受拉应力与许用应力比值越高，越容易产生脆性破坏。反之，脆性断裂的可能性就比较小。因此ASME规范VIII-1卷，UCS-66对进一步免除材料的冲击试验要求，提供了可靠的依据。

冲击试验要求，提供了可靠的依据。

ASME规范VIII-1卷，条款UCS-66，以材料厚度和MDMT为基础设立了免除冲击试验的曲线图，见图1，在图中横坐标代表材料厚度，纵坐标代表MDMT。并根据材料的化学成分和性能，把材料分为四个组，分别是曲线A，B，C，D，各曲线代表的材料如下所述。在使用时，首先查找材料属于那条代表曲线，然后在再根据控制厚度和MDMT确定一个点，如果这个点在图上相应的曲线上方或者正好落在曲线上，则冲击试验可以免除，反之必须进行材料的冲击试验。

图1中曲线A代表：

1) 所有的不属于曲线B，C，D的碳钢和低合金钢板材、型材、棒材。

2) 正火加回火或者淬火加回火状态的SA-216 WCB，SA-216 WCC和SA-217 WC6铸件。

曲线B代表：

1) 正火加回火或者淬火加回火状态的SA-216 WCA铸件。

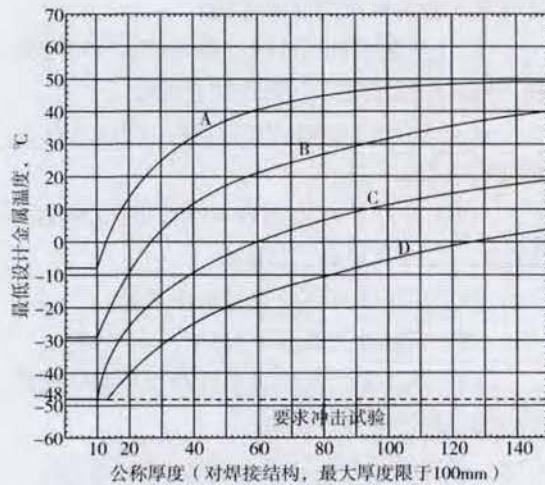


图1 碳钢和低合金钢材料冲击试验豁免曲线

2) 细晶粒化热处理或者淬火加回火状态的厚度 $\leq 50\text{mm}$ 的SA-216 WCB铸件。

3) 正火加回火状态的SA-217 WC9铸件, SA-285等级A和B板材, SA-285等级A板材, SA-515等级60板材。

4) 非正火状态的SA-516等级65和70板材, 非正火状态的SA-612, 非正火状态的SA-662等级B。

5) 热轧状态的SA/EN 10028等级P235GH, P265GH, P295GH和P355GH, SA/AS 1548等级PT430NR和PT460NR。

6) 除铸钢外, 曲线A中材料经过正火或细晶化热处理的, 但未列入曲线C和D中的材料。

7) 所有未列入曲线C和D的管子、管件、锻件材料。

曲线C代表:

1) 正火加回火状态的SA-182等级F21和F22锻件。

2) SA-302等级C和D。

3) 正火加回火或者淬火加回火状态的SA-336等级F21或者F22。

4) 正火加回火或者淬火加回火状态的SA-387等级21或者22。

5) SA-533等级B, C和E; SA-662等级A。

6) 列于曲线B a) 和c) 中的材料经过细晶化加正火热处理, 正火加回火热处理, 淬火加回火热处理, 并且没有列入曲线D中。

曲线D代表:

1) SA-203, SA-508等级1。

2) 正火或者淬火加回火状态的SA-516。

3) SA-524等级1, 2, SA-537等级1, 2, 3。

4) 正火状态的SA-612, 正火状态的SA-662。

5) SA-738等级A; SA-738等级A, 按材料标准规定加入铌和钒元素, 使用温度 $\geq -29^\circ\text{C}$; SA-738等级B, 使用温度 $\geq -29^\circ\text{C}$ 。

6) SA/AS 1548等级PT430N和PT460N。

7) 正火状态的SA/EN 10028-2等级P235GH, P265GH, P295GH和P355GH。

8) SA/EN 10028-3等级P275NH。

在承压设备运行中材料是否会发生脆性断裂, 不仅取决于材料厚度和MDMT, 而且其所受拉应力与许用应力之比值, 也是一个很重要的因素, 在相同的材料, 相同的MDMT下, 所受拉应力越小, 材料必然越不容易发生脆性断裂。因此ASME规范VIII-1卷, 设立了另外一个图表, 见图2。此图在材料所受拉应力与许用应力比值小于1时, 进一步降低免做冲击试验的金属温度提供了可靠的依据。

图中横坐标为MDMT降低值, 纵坐标表示为实际拉应力与许用应力之比值。在使用此图时, 首先按图中公式计算出应力比值, 然后对应用到图中曲线, 查找到相对应的横坐标, 即为MDMT的可降低值。用图1中确定的MDMT再减去图2中确定的降低值, 则可得到最终的MDMT。

在应用图2时必须注意到MDMT的最低限制,

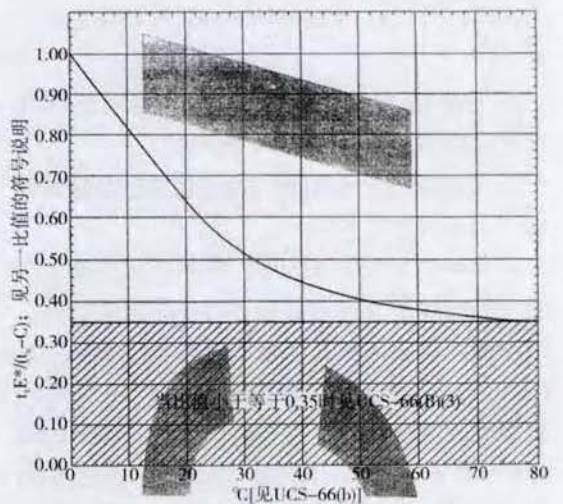


图2 免做冲击试验的MDMT的降低值

当MDMT低于 -48°C ，除非满足下述之一规定，材料必须做冲击试验。

a) MDMT $\geq -105^{\circ}\text{C}$ ，且由图2计算得到的应力比值 ≤ 0.35 ，或者：

b) 当ASME规范不要求，但实际按照规范UCS-56做了焊后热处理，则图1中确定的MDMT可降低 17°C ，降低后的MDMT可以低于 -48°C 。

1.2.3 薄壁材料冲击试验的免除条件：

对于薄壁材料，以及小直径管子，由于其壁厚或直径较小，冲击试样难于制取，只要符合以下要求，规范允许免除冲击试验。

1) 材料壁厚小于0.1英寸(2.5mm)，但使用时，MDMT不得低于 -48°C 。

2) P-No.1材料的管子外径 ≤ 4 英寸，在材料标准规定的最低屈服强度以及壁厚满足以下要求，且MDMT $\geq -105^{\circ}\text{C}$ ，可以免除冲击试验。

a) 最低屈服强度140-240MPa，壁厚 $\leq 6\text{mm}$ 。

b) 最低屈服强度250-310MPa，壁厚 $\leq 3.2\text{mm}$ 。

c) 最低屈服强度 $\geq 320\text{MPa}$ ，壁厚 $\leq 2.5\text{mm}$ 。

1.2.4 标准法兰材料的冲击试验规定：

对于法兰，由于其形状的特殊性，各个部位的厚度可能是不同的，因此不能单纯的按照上述条款进行判定，规范对符合ASME相关法兰标准的材料，做了进一步的特殊规定，如下所述：当MDMT $\geq -29^{\circ}\text{C}$ 时，以下法兰材料可以免除冲击试验：

a) 符合ASME B16.5标准的法兰。

b) 符合ASME B16.47标准的法兰。

c) 由SA-216等级WCB材料制造的剖分式松式法兰，如果法兰外径，法兰厚度和螺栓尺寸符合ASME B16.5中150磅级或300磅级法兰的规定。

d) 符合ASME B16.5标准的长颈法兰。

1.2.5 已做冲击试验材料的免除冲击试验规定：

对于已经做过冲击试验的材料，规范为其在冲击试验温度以下使用提供了可靠的依据：

1) 对按标准SA-320，SA-333，SA-334，SA-350，SA-352，SA-420，SA/AS 1548(L冲击代号)。

SA-437，SA-540(除按材料标准表2注释4生产的材料)和SA-765制造生产的材料，如果MDMT不比材料标准规定的冲击试验温度低 3°C ，

那么可以免除冲击试验。

2) 对于其它的进行了冲击试验的材料，仍可以按照图2，降低MDMT，降低后的MDMT，不得低于冲击试验温度减去由图2确定的降低值。

1.2.6 ASME规范规定的母材强制性冲击试验：

制造厂在确定母材免除冲击试验的MDMT时，不但要考虑上述条件，同时应考虑以下强制性的要求。

1) 任何焊接接头的控制厚度超过4英寸，且当MDMT低于 50°C 时，材料必须做冲击试验。

2) 若非焊接件的控制厚度大于6英寸，且当MDMT低于 50°C 时，材料必须做冲击试验。

3) 除非图1以及注释，明确免除，否则所有最小屈服强度大于455MPa的材料必须进行冲击试验。

1.3 焊接工艺评定的冲击试验要求：

在焊接过程中，焊丝类别、焊接热输入、预热温度、层间温度、有无热处理或者热处理类型等许多因素，对焊缝金属和热影响区的组织和性能有莫大的影响。因此对于焊接式压力容器，除了要考虑母材的冲击试验，焊接工艺评定是否要进行焊缝金属和热影响区的冲击试验，也是必须考虑的问题。ASME规范VIII-1卷规定，有以下情形之一，必须进行焊接工艺评定的冲击试验。

1) 按规范要求，当焊接接头中任一母材必须进行冲击试验。

2) 焊接接头中的母材按照上述章节1.2.5条款1)免除冲击试验，但MDMT低于 -48°C 。

3) 对于有填充金属的焊接，任何单个焊道的厚度大于13mm，而MDMT低于 21°C 。

4) 对于有填充金属的焊缝，接头中任何母材按照上述章节1.2.5条款1)或者上述曲线C或者D，免除冲击试验，而MDMT低于 -29°C ，但不低于 -48°C ，除非任何焊道厚度 $\leq 6\text{mm}$ ，且焊丝、焊剂、焊条或其组合按炉批号在不高与MDMT的温度下进行了冲击试验，否则，焊接工艺评定必须进行冲击试验。

5) 对于无填充金属的焊接，当焊缝厚度大于13mm，无论MDMT。

6) 对于无填充金属的焊接，当焊缝厚度大

于8mm, MDMT低于10℃。

而且, 工艺评定用母材, 必须与容器上所用材料有相同的P-No和G-No, 必须与容器上所用材料有相同的热处理状态, 焊缝和热影响区冲击值必须≥评定所覆盖材料最大厚度所对应的冲击值。

1.4 焊接产品试板的要求:

如果母材或者焊接工艺评定二者之一按规范要求冲击试验, 则必须对容器上A、B类焊缝按照每个焊接工艺提供产品焊接试板以进行冲击试验。

2 不锈钢材料冲击试验要求

不锈钢材料由于其具有优良的抗腐蚀、耐高温性能以及较低的脆性转变温度, 在压力容器中被广泛使用, 在压力容器行业最常用的不锈钢材料包括奥氏体铬-镍不锈钢、奥氏体-铁素体双相不锈钢、铬基铁素体不锈钢和铬基马氏体不锈钢。本节着重探讨ASME规范VIII-1卷对上述不锈钢材料的冲击试验要求。

对于焊接式压力容器, 焊接接头由母材、热影响区和焊缝金属组成。热影响区由于在焊接过程中经过了复杂的热循环过程, 因此其组织不同于母材, 焊缝金属由于经过了熔融的过程, 因而组织和化学成分往往也不同于母材。因此ASME规范VIII-1分卷对不锈钢母材, 热影响区和焊缝金属的免除冲击试验分别作出了规定。

2.1 母材和热影响区免除冲击试验的要求

2.1.1 奥氏体不锈钢

压力容器中常用的奥氏体不锈钢包括300系列的奥氏体铬-镍不锈钢和200系列的奥氏体铬-锰-镍系不锈钢, 如果满足以下要求, 其冲击试验都可以免除。反之, 必须进行冲击试验。

(1) 奥氏体铬-镍不锈钢(300系列)

a) 对于304, 304L, 316, 316L, 347型不锈钢, 当MDMT≥-196℃。

b) 除上面几种型号外的其它奥氏体铬镍不锈钢, 当含碳量≤0.1%, 且MDMT≥-196℃。

c) 当含碳量高于0.1%, 且MDMT≥-48℃。

d) 对于铸件材料, 其MDMT≥-29℃。

(2) 奥氏体铬-锰-镍不锈钢(200系列)

a) 当含碳量≤0.1%, 且MDMT≥-196℃。

b) 当含碳量高于0.1%, 且MDMT≥-48℃。

c) 对于铸件材料, 其MDMT≥-29℃。

2.1.2 奥氏体-铁素体双相不锈钢

无论是板材、锻件、铸件等任何制品型式, 只要其公称厚度≤10mm, 冲击试验可以免除。

2.1.3 铬基铁素体不锈钢

无论是板材、锻件、铸件等任何制品型式, 只要其公称厚度≤3mm, 冲击试验可以免除。

2.1.4 铬基马氏体不锈钢

无论是板材、锻件、铸件等任何制品型式, 只要其公称厚度≤6mm, 冲击试验可以免除。

由以上叙述可知, 奥氏体不锈钢特别是常用的300系列铬-镍不锈钢, 由于具有优良的延展性和低温韧性, 其脆性转变温度相对较低, 而大量的实验也证明, 奥氏体铬镍不锈钢在低至-196℃时仍具有优良的冲击性能, 因此ASME规范对奥氏体不锈钢的冲击要求相对比较宽松。对于奥氏体-铁素体双相不锈钢, 组织中既有奥氏体又含有铁素体, 其低温韧性介于奥氏体不锈钢和铬基铁素体不锈钢之间, 但在焊接时如果热输入过大极易导致铁素体晶粒粗大和σ相脆化相的析出, 导致冲击韧性严重下降, 因而ASME规范对其冲击试验的要求较为严格。铬基铁素体不锈钢和铬基马氏体不锈钢由于其强度高、硬度大, 故而脆性转变温度较高, 低温韧性较差, ASME规范对其冲击试验的要求最为严格。

大量研究表明, 不锈钢材料长时间处于某一较高温度范围会导致脆性增大, 韧性降低, 比如高铬钢, 奥氏体不锈钢, 奥氏体-铁素体双相不锈钢会产生475℃脆化。因此ASME规范VIII-1卷规定当不锈钢材料经过了以下温度范围的热处理或加热处理, 则必须在20℃或MDMT(取较低温度)下, 进行冲击试验。而且这一要求无论如何不能免除。

1) 奥氏体不锈钢, 经过480℃到900℃的加热处理, 除非当MDMT≥-29℃, 且产品冲击试板已进行冲击试验, 则对于304, 304L, 316, 316L型不锈钢经过480℃到705℃之间的加热处理, 冲击试验可以免做。

2) 奥氏体-铁素体双相不锈钢, 经过315℃

到955℃的加热处理。

3) 铬基铁素体不锈钢, 经过425℃到730℃的加热处理。

4) 铬基马氏体不锈钢, 经过425℃到730℃的加热处理。

2.2 焊缝金属免除冲击试验的要求

除非材料经过了上述的加热处理, 冲击试验不能免除, 否则, 当满足以下要求, 则焊缝金属的冲击试验可以免除。

1) 奥氏体铬-镍不锈钢母材含碳量不超过0.1%, 无填充金属焊接, $MDMT \geq -104^\circ\text{C}$ 。

2) 奥氏体焊缝金属含碳量不超过0.1%, 填充金属符合SFA-5.4, SFA-5.9, SFA-5.11, SFA-5.22和SFA-5.22, $MDMT \geq -104^\circ\text{C}$ 。

3) 奥氏体焊缝金属含碳量超过0.1%, 填充金属符合SFA-5.4, SFA-5.9, SFA-5.11, SFA-5.22和SFA-5.22, $MDMT \geq -48^\circ\text{C}$ 。

4) 对于奥氏体-铁素体双相焊缝金属, 铁素体焊缝金属, 马氏体焊缝金属, 当 $MDMT$ 不低于 -29°C 时, 若相似化学成分的母材免除冲击试验, 则焊缝金属也免除冲击试验。

5) 当 $MDMT$ 低于 -104°C , 则产品焊缝必须满足以下要求。

a) 焊接方法仅限于SMAW (手工电弧焊), SAW (埋弧焊), GTAW (钨极氩弧焊), GTAW (熔化极气体保护焊) 和等离子焊 (PAW)。

b) 焊接工艺评定必须包含冲击试验, 或者按ASME规范VIII-1卷, 工艺评定的冲击试验可以免除。

c) 无论是否添加焊接材料, 焊缝金属的含碳量不得超过0.1%。

d) 除以下免除情形, 焊接材料必须符合SFA-5.4, SFA-5.9, SFA-5.11, SFA-5.22和SFA-5.22标准。且在使用前, 每个炉批号的焊接材料包括埋弧焊焊剂, 必须进行 $MDMT$ 或更低温度下的冲击性能复验。冲击性能试验的方法和合格要求在ASME规范VIII-1卷, UHA-51 (f) 条款做了详细的说明, 此处不再赘述。

i) 只要使用相同焊接方法相同型号焊丝的工艺评定包含了冲击试验, 则使用GTAW和PAW焊接方法的ER316L和ER310型号的焊丝免除上

面的复验。

ii) 只要使用相同焊接方法, 相同焊材型号, 相同焊材制造厂牌号的工艺评定包含了冲击试验, 则ENiCrFe-2, ENiCrFe-3, ENiCrMo-3, ENiCrMo-4, ENiCrMo-6, ERNiCr-3, ERNiCrMo-3, ERNiCrMo-4, E310-15和E310-16的焊接材料免除以上使用前复验。

对于压力容器, 其发生脆性断裂的倾向不仅与材料性能和 $MDMT$ 有关, 而且与其在工作状态下所承受的拉应力有很大关系。实际拉应力越低, 则材料脆性断裂的倾向也越小。因此ASME规范对低应力状态下的材料和焊缝金属给予了冲击试验的特殊免除, 规定如下:

除非材料经过了上述的加热处理, 否则, 如果设计拉应力与材料许用拉伸应力之比小于0.35, 则材料、焊接工艺评定和产品焊缝同时都豁免冲击试验要求。

2.3 焊接工艺评定的冲击试验

焊接接头由母材、热影响区和焊缝金属组成, 因此当母材、热影响区和焊缝金属任何之一按照ASME规范要求进行冲击试验, ASME规范规定焊接工艺评定必须进行焊缝金属和热影响区冲击试验。

2.3.1 产品焊接试板的冲击试验要求

除以下免除条件外, 若工艺评定要求冲击试验, 则对产品上A、B类焊缝的每个焊接工艺至少提供一块产品试板进行冲击试验。

1) $MDMT$ 低于 -104°C , 但 $\geq -196^\circ\text{C}$ 时, 对于奥氏体不锈钢焊缝, 只要焊材材料按ASME规范的要求进行了冲击试验的预复验, 则产品焊接试板可以豁免。

2) 对于奥氏体不锈钢自熔焊缝 (无填充金属的焊缝), 若焊后经过固溶热处理, $MDMT \geq -196^\circ\text{C}$, 则产品焊接试板可以豁免。

3 ASME规范VIII-1卷冲击试验的方法和合格标准

3.1 冲击试验程序和试验设备

冲击试验设备和程序必须符合ASTM A370或ISO148标准的规定, 且冲击试验设备必须按ASTM E23标准进行校准, 试验设备的校准周期

为每年一次。

3.2 冲击试样和冲击试验温度

标准冲击试验冲击试样的尺寸必须符合图3要求。

当材料厚度 $\geq 10\text{mm}$ ，要尽可能取图3中所示的 10×10 尺寸的标准试样或者尽可能大的试样，当取得的试样缺口处宽度 $\geq 8\text{mm}$ ，则冲击试验温度 $\leq \text{MDMT}$ 即可，当取得的冲击试样缺口宽度

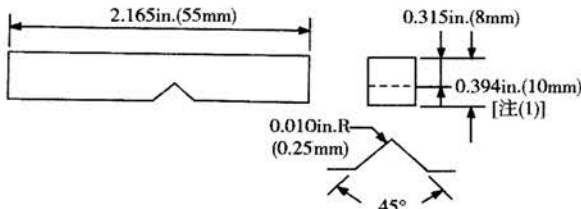


图3 标准夏比V型缺口冲击试样尺寸

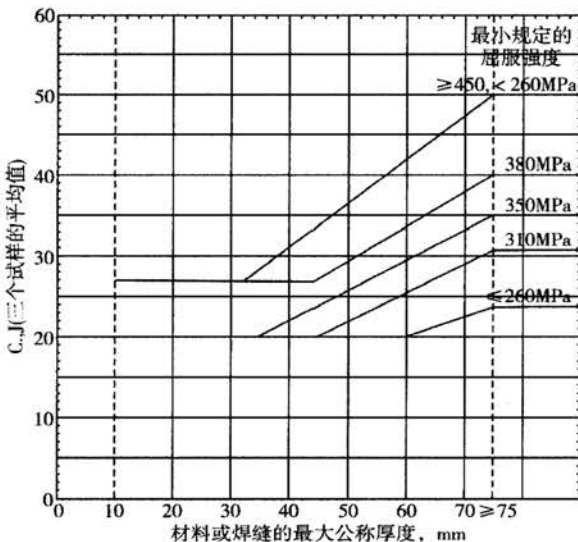


图4 UCS-23中所列的最小抗拉强度小于655MPa材料标准冲击试样的试验要求值

附表 对列于UCS-23中的最小抗拉强度低于655MPa的碳钢和低合金钢夏比冲击试验温度低于MDMT的数值

材料公称厚度或冲击试样的缺口宽度 (mm)	冲击试验温度降低值 (°C)
10 (全尺寸标准试样缺口宽度)	0
9	0
8	0
7.5	3
7	4
6	8
5	11
4	17
4.3	19
3	22
2.5	28
小于2.5	冲击试验不要求

小于 8mm ，则冲击试验温度必须在MDMT的基础上进一步降低。降低值见附表所示。

当材料厚度小于 10mm ，要尽可能取较大的试样，当取得的试样缺口处宽度 \geq 材料厚度的 80% ，则冲击试验温度不高于MDMT即可，当取得的冲击试样缺口宽度小于材料厚度的 80% ，则冲击试验温度必须在MDMT的基础上进一步降低。降低值为附表中，材料厚度对应的降低值与试样缺口宽度对应的降低值之差。

3.3 冲击试验的合格值

3.3.1 碳钢和低合金钢 (最小抗拉强度 $\leq 655 \text{MPa}$)。当选用标准 10×10 试样时，一组3个试样的平均冲击功按图4要求，单个试样的冲击功最低不能小于平均值的 $2/3$ 。对于小尺寸试样，冲击功应为图4中要求值乘以实际缺口宽度与标准试样缺口宽度之比值。

3.3.2 碳钢和低合金钢 (最小抗拉强度 $\geq 655 \text{MPa}$)。无论试样尺寸大小，冲击试验合格值按照下ASME规范VIII-1卷，UHT-6中的图UHT-6.1：夏比V型缺口冲击试验要求。

3.3.3 不锈钢。无论试样尺寸大小，冲击试验合格值按照下述要求。

MDMT $\geq -196^\circ\text{C}$ ，一组3个试样的侧向膨胀量都 $\geq 0.38\text{mm}$ 。

MDMT低于 -196°C ，采用316L填充金属时，一组3个试样的侧向膨胀量都 $\geq 0.53\text{mm}$ ，或者，当不采用316L填充金属时，冲击式样按照落锤法执行。

4 结束语

ASME规范在不断的修订过程中，对冲击试验的要求也不断的更新和完善。经过对2013版ASME规范VIII-1卷关于冲击试验章节和条文的梳理和归纳，把最新的规范要求，以更加条理化，清晰化的方式展现给读者，将有助于规范使用者快速掌握ASME规范对冲击试验的最新要求。

参考文献

- [1] ASME锅炉和压力容器规范VIII-1卷,2013版.压力容器建造规则[S].
- [2] ASME锅炉和压力容器规范IX卷,2013版.焊接和钎接评定[S].
- [3] ASME锅炉和压力容器规范II-A卷,2013版.铁基材料[S]. W