

# NB/T 47014-2011 (JB/T 4708) 《承压设备焊接工艺评定》(宣贯大纲)

## 1 标准修订的背景

### 1.1 过程简介

### 1.2 国内承压设备制造安装企业简介

据国家质检总局特种设备安全监察局统计公布的, 2009 年特种设备制造、安装企业数量见表 1。

全国承压设备制造安装企业 (家)

	锅炉	压力容器	气瓶	压力管道
有许可证的制造企业	1269	3693	129	4047
有许可证设备(元)件制造企业	105			3282
安装改造维修企业	3763	680		3186

至 2010 年底为止, 国内取得美国 ASME 制造认证钢印共有 502 家企业。

国内承压设备制造、安装等企业数量最多的省份依次为江苏、辽宁、山东、四川。全国承压设备制造、安装企业将近 1 万家, 所拥有的焊接工艺评定项目数量惊人。

### 1.3 国内实施的焊接工艺评定标准

在锅炉、压力容器和压力管道行业内实施的焊接工艺评定标准:

- (1) JB 4708-2000 《钢制压力容器焊接工艺评定》;
- (2) JB/T 4734-2002 《铝制焊接容器》附录 B “铝容器焊接工艺评定”;
- (3) JB/T 4745-2002 《钛制焊接容器》附录 B “钛容器焊接工艺评定”;
- (4) JB/T 4755-2006 《铜制压力容器》附录 B “铜制压力容器的焊接工艺评定”;
- (5) JB/T 4756-2006 《镍及镍合金制压力容器》附录 B “镍及镍合金制压力容器的焊接工艺评定”;
- (6) GB151-1999 《管壳式换热器》附录 B “换热管与管板接头的焊接工艺评定”;
- (7) GB150-1998 《钢制压力容器》附录 C “低温压力容器”;
- (8) 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》附录 I “焊接工艺评定”;
- (9) DL/T 868-2004 《焊接工艺评定规程》;
- (10) GB 50236-1998 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》;
- (11) SY/T 4103-1995 《钢质管道焊接及验收》;
- (12) SY/T 0452-2002 《石油天然气金属管道焊接工艺评定》。

上述锅炉、压力容器和压力管道行业中主要的焊接工艺评定标准, 除 SY/T 4103 外, 都是参照采用 ASME 《锅炉压力容器规范》第 IX 卷 “焊接和钎接评定”, ASME IX 的权威性与广泛性一直为世界各国所公认。近些年来, 欧洲标准 EN 288 《金属材料的焊接工艺规程及评定》, 后来发展为 ISO 9956 《金属材料焊接工艺

规程和评定》，现又改为 ISO 15609，逐渐被国标认可。由于我国承压设备行业的设计、制造、安装、检验和使用标准大多参照 ASME《锅炉压力容器规范》，对欧盟发布的 97/23/EC《承压设备指令》以及 EN 13445《非火焰接触压力容器》则处于开始认识阶段，因此 JB 4708 修订过程中，从中国实际情况出发参照 ASME IX 不仅是合适的，也是合理的。

国内实施的焊接工艺评定标准特点：

- (1) 除 SY/T 4103《钢质管道焊接及验收》外，都是参照采用美国 ASME IX；
- (2) SY/T 4103 等效采用美国 API 1104 标准，我国长输管道行业普遍使用。

SY/T 4103 中没有冲击试验规定，适用于没有冲击试验要求的管道。

在长输管道行业中，国内有相应的国家标准，GB50251-2003《输气管道工程设计规范》和 GB50253-2003《输油管道工程设计规范》，这两份国家标准中，焊接工艺评定都规定采用 GB50236《现场设备工业管道焊接工程施工及验收规范》，在中国境内设计、施工、使用的长输管不采用中国国家标准，令人难以置信。倘若个别工程采用了国外标准设计、制造、其技术要求也不能比我国国家标准要求低。有专家在《长输管道焊接工艺评定标准分析及建议》（压力容器 2003 年第 7 期）一文中，已将 JB4708、GB50236、SY/T4103 三个焊接工艺评定标准做了对比，结论是 JB4708 中公共焊接工艺评定规则，可以更科学合理地代替 SY/T4103 和 GB50236。而 JB4708、GB50236 考虑到焊接接头冲击韧性试验，SY/T4103 则不考虑冲击韧性试验。当长输管道工程设计文件中要求冲击韧性试验，而焊接施工标准中根本不考虑冲击试验的焊接工艺评定因素，即使焊接工艺评定试件增做冲击韧性试验，也决定不了焊接工艺评定结果的替代范围与覆盖范围。在此情况下，长输管道焊接接头的冲击韧性如何保证？令人担忧。

GB50251 参照 ASME B 31.8《输气和配气管道系统》编制的，GB50253 则是参照 ASME B 31.4《输油配油管道系统》编制的；JB4708、GB50236 都是参照 ASME IX 卷编制的，SY/T4103 则是等效转换 API1104 而来的。ASME B 31.8 中的焊接工艺评定引用了 ASME IX 卷和 API1104，但执行时是有条件的，当规定有冲击韧性试验要求时应采用 ASME IX；当没有规定冲击韧性试验时应采用 ASME IX 卷或 API1104。

#### 1.4 统一承压设备焊接工艺评定标准所面临的问题

- (1) 产品类别增加到锅炉、压力容器、压力管道；金属材料类别增加到钢、铝、钛、铜和镍；焊接方法要增加等离子弧焊、气电立焊和摩擦焊。
- (2) 基本概念
  - ① 什么是焊接工艺评定？什么是 NB/T 47014 中的焊接工艺评定？
  - ② 焊接工艺评定流程；
  - ③ 焊接接头抗拉强度合格指标；
  - ④ 焊接接头冲击试验温度；
- (3) 弯曲试样的试验参数及试样加工要求；

(4) 换热管与管板的焊接工艺评定。

2 承压设备焊接工艺评定标准原理

2.1 焊接工艺评定与承压设备焊接工艺评定

2.1.1 焊接工艺评定

2.1.2 承压设备焊接工艺评定

2.1.2.1 对接焊缝和角焊缝焊接工艺评定

2.1.2.2 耐蚀堆焊焊接工艺评定

2.1.2.3 换热管与管板焊接工艺评定和焊接工艺附加评定

表 1 各焊接工艺评定标准特点

标准名称	焊接工艺评定类别	焊接工艺评定目的	重新评定焊接工艺的 判断准则
JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》	(1) 对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	为了获得焊接接头力学性能符合规定的焊接工艺指导书	焊接接头力学性能 (抗拉强度, 冲击韧性和弯曲性能)
	(2) 耐蚀堆焊工艺评定	为了获得堆焊层化学成分符合规定的焊接工艺指导书	堆焊层的化学成分
	(3) 型式试验件评定	在保证管与板接头的力学性能基础上, 获得全焊透的焊接工艺规程	在确保焊接接头力学性能基础上, 将焊接接头全焊透作为判断准则
JB/T 4734—2002《铝制焊接容器》附录 B“铝容器焊接工艺评定”	(1) 对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度, 冲击韧性和弯曲性能)
JB/T 4745—2002《钛制焊接容器》附录 B“钛容器焊接工艺评定”	(2) 型式试验件评定	与 JB 4708 相同	在确保焊接接头力学性能基础上, 将焊接接头全焊透作为判断准则
GB 151—1999《管壳式换热器》附录 B	换热管与管板的焊接工艺评定	为了获得管与板接头的组合焊缝焊脚高度之和 $H > 1.4\delta$ 的焊接工艺指导书	焊接接头上“ $f$ ”值 (但在附录 B 中从未提及焊接接头力学性能)
GB 5100—1994《钢制焊接气瓶》	气瓶主要焊缝 (纵焊缝、环焊缝) 焊接工艺评定	为了获得焊接接头力学性能、焊缝外观和内部缺陷符合标准规定的焊接工艺规程	焊接接头力学性能、焊缝外观及内部缺陷, 同时作为判断准则
《蒸汽锅炉安全技术监察规程》 附录 I “焊接工艺评定”	(1) 对接焊缝与角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度, 冲击韧性和弯曲性能)
	(2) 全焊透角接接头的评定	为了获得焊接接头力学性能和全焊透的焊接工艺指导书	焊接接头力学性能和全焊透同时作为判断准则 (与 JB 4708 型式试验件评定不同)
DL/T 868—2004《焊接工艺评定规程》	对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度, 冲击韧性, 弯曲性能和硬度)
GB 50236—1998《现场设备工业管道焊接工程施工及验收规范》	对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度, 冲击韧性, 弯曲性能)
SY/T 4103—1995《钢质管道焊接及验收》	对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度、弯曲性能), 但没有冲击韧性
SY/T 0452—2002《石油天然气金属管道焊接工艺评定》	对接焊缝、角焊缝焊接工艺评定	与 JB 4708 相同	焊接接头力学性能 (抗拉强度、弯曲性能、冲击韧性)

表 2 两类不同类型的焊接工艺评定

焊接工艺 评定类型	焊接工艺评定标准名称	焊接工艺评定目的
第 I 类型	JB 4708—2000 JB 4734—2002 JB 4745—2002 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》附录 I GB 5100—1994 DL/T 868—2004 GB 50236—1998 SY/T 4103—1995 SY/T 0452—2000	左侧各标准中的对接焊缝和角焊缝的焊接工艺评定目的是为了获得焊接接头力学性能符合规定的焊接工艺指导书
第 II 类型	JB 4708—2000 JB/T 4734—2002 JB/T 4745—2002	左侧各标准中的型式试验件评定的目的是焊接接头全焊透
	GB 151—1999 附录 B	目的在于: $H > 1.4\delta$ , mm
	GB 5100—1994	还有焊缝外形、尺寸和内外缺陷符合规定
	《蒸汽锅炉安全技术监察规程》附录 I	还有角接头全焊透
注: 第二类型焊接工艺评定是在获得焊接接头力学性能符合规定的焊接工艺指导书基础上, 继续评定。目的是为了获得焊接接头的全焊透或“H”值或焊缝外形及尺寸、内外缺陷符合规定的焊接工艺规程		

#### 2.1.2.4 螺柱电弧焊工艺评定

#### 2.1.3 承压设备焊接工艺评定目的

##### 2.1.3.1 焊接接头的力学性能符合规定

##### 2.1.3.2 预焊接工艺规程与焊接工艺规程

##### 2.1.3.3 超出标准规定以外检验

##### 2.1.3.4 焊接工艺评定规则和焊接工艺规程

#### 2.1.4 承压设备焊接工艺评定的基础

##### 2.1.4.1 材料的焊接性能

##### 2.1.4.2 焊接性能与焊接工艺评定

金属材料的焊接性能是焊接工艺评定的基础, 焊接工艺评定是制订焊接工艺规程的基础。

##### 2.1.4.3 检查焊接工艺评定的方法

##### 2.1.5 焊接工艺评定试件分类对象

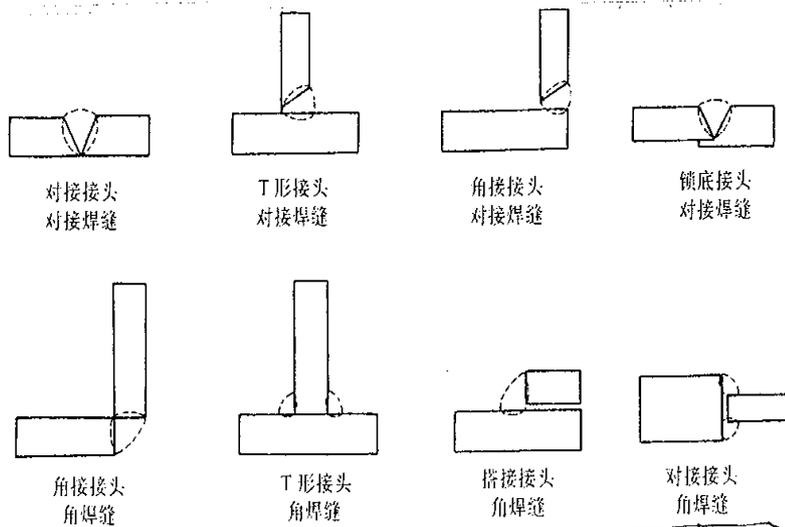


图 1 焊接接头与焊缝关系

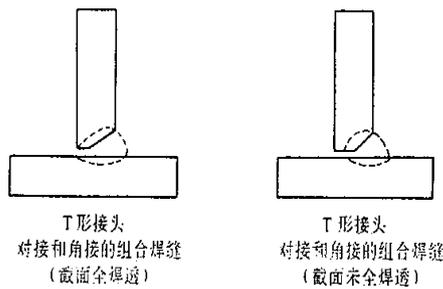


图 2 T形接头焊缝示意图

### 2.1.5.1 焊缝与焊接接头

### 2.1.5.2 焊接工艺评定试件分类对象是焊缝

### 2.1.5.3 焊接工艺评定即不是模拟件，也不是见证件

### 2.1.5.4 如何进行焊接工艺评定

### 2.1.6 焊接工艺评定与焊工技能评定

## 2.2 需要说明的几个问题

### 2.2.1 焊接工艺评定在承压设备焊接中的作用

#### 2.2.1.1 NB/T 47014 也适用于长输管道

#### 2.2.1.2 焊接工艺评定与焊接工艺附加评定

#### 2.2.1.3 国际（国家）焊接工艺评定标准

国际标准 ISO 15607:2003 《金属材料焊接工艺规程及评定——一般原则》，来源于 EN 288 《金属材料的焊接工艺规程及评定》，该规程有 9 组，与压力容器制造有关的有：

NB288-1 熔化焊的通用规程

NB288-2 电弧焊的焊接工艺规程

NB288-3 钢材电弧焊工艺规程

NB288-4 铝及铝合金电弧焊的焊接工艺试验

ISO 15607:2003 是由一系列标准组成的,表 3 给出了该系列标准的详细关系。

表 3 焊接工艺规程及评定方面的国际标准体系

方法	弧焊	气焊	电子束焊接	激光焊	电阻焊	螺栓焊	摩擦焊
一般原则	ISO 15607						
分类指南	ISO/TR 15608			—		ISO/TR 15608	
WPS	ISO 15609-1	ISO 15609-2	ISO 15609-3	ISO 15609-4	ISO 15609-5	ISO 15609-6	ISO 15609-7
考核合格的焊材	ISO 15610		—				
以前的焊接经验	ISO 15611					ISO 15611 ISO 14555	ISO 15611 ISO 15620
标准工艺	ISO 15612						
预生产焊接试验	ISO 15613					ISO 15613 ISO 14555	ISO 15613 ISO 14555
焊接工艺 评定试验	ISO 15614: -1 钢/镍及镍 合金 -2 铝及铝 合金 -3 铸铁 -4 铸铝抛 光焊 -5 钛、锆及其 合金 -6 铜及铜 合金 -7 堆焊 -8 管-板 -9 高压湿焊 -10 高压干焊	ISO 15614: -1 钢/镍及镍 合金 -3 铸铁 -6 铜及铜 合金 -7 堆焊	ISO 15614: -7 堆焊 -11 电子束焊接和激光焊	ISO 15614: -12 点焊、 缝焊 和 凸焊 -13 电阻对 焊 和 闪 光焊	ISO 14555	ISO 15620	

焊接工艺评定国际标准包括:

(1) ISO 15607: 2003 金属材料焊接工艺规程及评定——  
一般原则

(2) ISO 15609-1 金属材料焊接工艺规程及评定——焊接工艺  
规程——第一部分: 弧焊

(3) ISO 15609-2 金属材料焊接工艺规程及评定——焊接工艺  
规程——第二部分: 气焊

(4)ISO 15609-3 金属材料焊接工艺规程及评定——焊接工艺规程——第三部分：电子束焊

(5)ISO 15609-4 金属材料焊接工艺规程及评定——焊接工艺规程——第四部分：激光焊

(6)ISO 15609-5 金属材料焊接工艺规程及评定——焊接工艺规程——第五部分：电阻焊

(7) ISO 15610 金属材料焊接工艺规程及评定——基于考核合格焊接材料的评定

- (8) ISO 15611 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 基于以前焊接经验的评定
  - (9) ISO 15612 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 基于标准焊接工艺的评定
  - (10) ISO 15613 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 基于预生产试验的评定
  - (11) ISO 15614 -1 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第一部分：钢的弧焊和气焊、镍及镍合金的弧焊
  - (12) ISO 15614 -2 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第二部分：铝及铝合金的弧焊
  - (13) ISO 15614 -3 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第三部分：铸铁的弧焊
  - ISO 15614 -4 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第四部分：铸铝的抛光焊
  - (14) ISO 15614 -5 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第五部分：钛、锌及其合金的弧焊
  - (15) ISO 15614 -6 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第六部分：铜及铜合金的弧焊
  - (16) ISO 15614 -7 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第七部分：堆焊
  - (17) ISO 15614 -8 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第八部分：管子焊接（管-板接头）
  - (18) ISO 15614 -9 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第九部分：水下高压湿法焊接
  - (19) ISO 15614 -10 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第十部分：水下高压干法焊接
  - (20) ISO 15614 -11 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第十一部分：电子束及激光焊接
  - 21 (21) ISO 15614 -12 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第十二部分：点焊、缝焊及凸焊
  - (22) ISO 15614 -13 金属材料焊接工艺规程及评定 —— 焊接工艺评定试验 —— 第十三部分：电阻对焊及闪光焊接
  - (23) ISO 15620 焊接 —— 金属材料的摩擦焊
- ISO 15608 金属材料分类指南

ISO 15607 给出了焊接工艺评定的五种方式，见表 4。

表 4 评定方法

评定方法	应用说明
焊接工艺评定试验	应用普遍。 工艺评定试验不适用于实际接头形状、拘束度、可达性的情况除外。
焊接材料试验	仅限于使用焊接材料的那些焊接方法。 焊接材料的试验应包括生产中使用的母材。 有关材料和其他参数的更多限制由 GB/T 19868.1 规定。
焊接经验	限于过去用过的焊接工艺，许多焊缝在类项、接头和材料方面相似。具体要求参见 GB/T 19868.2。
标准焊接规程	与焊接工艺评定试验相似，其限定范围参见 GB/T 19868.3。
预生产焊接试验	原则上可以经常使用，但要求在生产条件下制作试件。适合于批量生产。具体要求参见 GB/T 19868.4。

我国已经等效采用了 ISO 15607:2003，国家标准为 GB/T 19866-2005 《焊接工艺规程及评定的一般原则》，其焊接工艺评定方式有 5 种：

- GB/T 19868.1 基于试验焊接材料的工艺评定
- GB/T 19868.2 基于焊接经验的工艺评定
- GB/T 19868.3 基于标准焊接规程的工艺评定
- GB/T 19868.4 基于预生产焊接试验的工艺评定
- GB/T 19869.1 钢、镍及镍合金的焊接工艺评定试验

各种评定方法应用说明见表 4

表 4 评定方法

评定方法	应用说明
焊接工艺评定试验	应用普遍。 工艺评定试验不适用于实际接头形状、拘束度、可达性的情况除外。
焊接材料试验	仅限于使用焊接材料的那些焊接方法。 焊接材料的试验应包括生产中使用的母材。 有关材料和其他参数的更多限制由 GB/T 19868.1 规定。
焊接经验	限于过去用过的焊接工艺，许多焊缝在类项、接头和材料方面相似。具体要求参见 GB/T 19868.2。
标准焊接规程	与焊接工艺评定试验相似，其限定范围参见 GB/T 19868.3。
预生产焊接试验	原则上可以经常使用，但要求在生产条件下制作试件。适合于批量生产。具体要求参见 GB/T 19868.4。

## 4 NB/T 47014 释义

### 4.1 适用范围

4.1.1 产品类别：锅炉、压力容器、压力管道

4.1.2 金属材料：钢、铝、钛、铜、镍

4.1.3 焊接方法：增加了等离子弧焊、摩擦焊、气电立焊、

## 螺柱电弧焊

### 4.1.4 焊接工艺评定类别增加:

换热管与管板焊接工艺评定

螺柱电弧焊焊接工艺评定

复合金属材料焊接工艺评定 (含不锈钢复合钢板焊接工艺评定)

### 4.2 重要的术语

- a) 焊接工艺评定
- b) 预焊接工艺规程
- c) 焊接工艺规程
- d) 焊接作业指导书

### 4.3 关于总则

4.3.1 4.1 条说明了 NB/T 47014 特性是: 承压设备行业通用性、基础性

4.3.2 4.4 重点说清 “什么是评定合格的焊接工艺”

4.3.3 4.5 焊接工艺规程程序

- a) 重要性: 统一对焊接工艺评定认识
- b) 着重说明 PWPS 与 WPS 之间的关系

### 4.4 关于 5 焊接工艺评定因素及类别划分

#### 4.4.1 通用焊接工艺评定因素

##### 4.4.1.1 焊接方法

##### 4.4.1.2 母材分类分组

- a) 分类分组特点
- b) 与 ASMEIX 对比

表 5 <sup>NB/T 47014</sup> JB4708 与 ASMEIX 分类分组对比

ASMEIX QW-422			JB/T4708 表 1		
类别	组别	分组依据	类别	组别	分组依据
P-No.1	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 415\text{MPa}$ 2) C C-Mn, C-Si 3) C-Mn-Si	Fe-1	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 415\text{MPa}$ 2) C C-Mn
	-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 515\text{MPa}$ 2) C, C-Si, C-Mn, C-Mn-Si		-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 515\text{MPa}$ 2) C, C-Mn, C-Mn-Ni
	-3	1) $\sigma_{bmin} \leq 585\text{MPa}$ 2) C-Mn-Cu, C-Mn-Si C-Mn, C-Mn-Si-V		-3	1) $\sigma_{bmin} \leq 550\text{MPa}$ 2) C-Mn, Mn-V, Mn-Nb
	-4	1) $\sigma_{bmin} \leq 690\text{MPa}$ 2) C-Mn-Si-C6, C-Mn-Si		-4	1) $\sigma_{bmin} \leq 610\text{MPa}$ 2) Mn-Cr-Mo-V Mn-Ni-Cr-Mo-V
P-No.3	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 450\text{MPa}$ 2) C-Mo, Cr-Mo	Fe-3	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 450\text{MPa}$ 2) C-Mo, Cr-Mo
	-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 515\text{MPa}$ 2) C-Mo, Mn-Mo, Cr-Mo		-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 530\text{MPa}$ 2) Mn-Mo
	-3	1) $\sigma_{bmin} \leq 620\text{MPa}$ 2) Mn-Mo, Mn-Mo-Ni Mn-Mo-V, Ni-Mo-Cr-V		-3	1) $\sigma_{bmin} \leq 620\text{MPa}$ 2) Mn-Mo-Nb
P-No.4	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 515\text{MPa}$ 2) 1Cr-0.5Mo, 1.25Cr-0.5Mo 1Ni-0.5Cr-0.5Mo	Fe-4	-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 490\text{MPa}$ 2) 1Cr-0.5Mo, 0.5Cr-0.5Mo 1.25Cr-0.5Mo
	-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 415\text{MPa}$ 2) 0.75Cr-0.5Ni-Cu		-2	1) $\sigma_{bmin} \leq 490\text{MPa}$ 2) 1Cr-0.3Mo-0.25V

續表5

ASMEIX QW-422			JB/T4708 表 1		
类别	组别	分组依据	类别	组别	分组依据
		0.75Ni-0.5Cu-Mo			1.5Cr-0.3Mo-0.25V
	-3	(钎焊)			
P-No 5	5A-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 515\text{MPa}$ 2)3Cr-1Mo,2.25Cr-1Mo	Fe-5	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 610\text{MPa}$ 2)2.25Cr-1Mo 3Cr-1Mo-V-Si-Ti
	5B-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 620\text{MPa}$ 2)5Cr-0.5Mo,9Cr-1Mo 5Cr-0.5Mo-Ti,5Cr-1.5Si-0.5Mo		-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 590\text{MPa}$ 2)5Cr-0.5Mo
	5B-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 585\text{MPa}$ 2)9Cr-1Mo-V		-3	1) $\sigma_{bmin} \cong 585\text{MPa}$ 2)9Cr-1Mo-V
	5C-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 585\text{MPa}$ 2)2.25Cr-1Mo-V,2.25Cr-1Mo (锻) 3Cr-1Mo-V-Ti-B,2.25Cr-1Mo(板)			
	5C-3	1) $\sigma_{bmin} \cong 655\text{MPa}$ 2)2.25Cr-1Mo 3Cr-1Mo-V-Ti-B			
	5C-4	1) $\sigma_{bmin} \cong 725\text{MPa}$ 2)2.25Cr-1Mo(铸、锻、板) 3Cr-1Mo-V-Ti-B			
	5C-5	1) $\sigma_{bmin} \cong 795\text{MPa}$ 2)2.25Cr-1Mo (锻、板) 3Cr-1Mo-V-Ti-B			
P-No.6	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 485\text{MPa}$ 2)13Cr,12Cr	Fe-6		1) $\sigma_{bmin} \cong 520\text{MPa}$ 2)13Cr
	-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 450\text{MPa}$ 2)15Cr			
	-3	1) $\sigma_{bmin} \cong 620\text{MPa}$ 2)13Cr-0.5Mo,13Cr			
	-4	1) $\sigma_{bmin} \cong 795\text{MPa}$ 2)12.5Cr-2Ni-Si 13Cr-4.5Ni-Mo			
P-No.7	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 415\text{MPa}$ 2)12Cr-1Al,13Cr 11Cr-Ti,18Cr-Ti-Cb	Fe-7	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 410\text{MPa}$ 2)13Cr,13Cr-Al
	-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 485\text{MPa}$ 2)17Cr,18Cr-Ti,18Cr-2Mo		-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 450\text{MPa}$ 2)17Cr
P-No.8	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 550\text{MPa}$ 2)18Cr-8Ni-N,18Cr-13Ni-3Mo 16Cr-12Ni-2Mo	Fe-8	-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 550\text{MPa}$ 2)19Cr-10Ni,18Cr-12Ni-2Mo-Ti 17Cr-13Ni-3Mo
	-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 600\text{MPa}$ 2)21Cr-11Ni-N 25Cr-20Ni,20Ni-8Cr,23Cr-12Ni		-2	1) $\sigma_{bmin} \cong 520\text{MPa}$ 2)25Cr-20Ni 25Cr-13Ni
	-3	1) $\sigma_{bmin} \cong 690\text{MPa}$ 17Cr-4Ni-6Mn 2)22Cr-13Ni-5Mn,21Cr-6Ni-9Mn			
	-4	1) $\sigma_{bmin} \cong 650\text{MPa}$ 2)20Cr-18Ni-6Mo 19Cr-15.5Ni-4Mo			
F-No.9	9A-1	1) $\sigma_{bmin} \cong 485\text{MPa}$ 2)2.5Ni,2.5Ni-1Cu 1.5Ni	Fe-9		1) $\sigma_{bmin} \cong 600$ 2)3Ni-Mo-V

续表 5

ASMEIX QW-422			JB/T4708 表 1		
类别	组别	分组依据	类别	组别	分组依据
	9B-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 550\text{MPa}$ 2) 3.5Ni	Fe-10		
	9C-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 485\text{MPa}$ 2) 4.5Ni			
	10A-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 725\text{MPa}$ 2) Mn-0.5Ni-V Mn-V			
	10B-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 415\text{MPa}$ 2) 1Cr-V			
	10C-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 570\text{MPa}$ 2) C-Mo-Si			
	10H-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 760\text{MPa}$ 2) 25Cr-6Ni-Mo-N 25Cr-8Ni-3Mo-W-Cu-N			
	10I-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 620\text{MPa}$ 2) 27Cr-1Mo, 25Cr-4Ni-4Mo-Ti 27Cr-1Mo-Ti, 27Cr			1) $\sigma_{bmin} \leq 410\text{MPa}$ 2) 27Cr-1Mo
	10J-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 550\text{MPa}$ 2) 29Cr-4Mo 29Cr-4Mo-Ti			
	10K-1	1) $\sigma_{bmin} \leq 585\text{MPa}$ 2) 26Cr-3Ni-3Mo 29Cr-4Mo-2Ni			

c) 表 1 以外材料评定方法

d) 评定规则

#### 4.4.1.3 填充金属及分类

a) 相关术语、定义

b) ASMEIX 分类原则

① ASMEIX: F-NO 适用于焊工考试

A-NO 合金体系与我国相差甚大

表 6

焊接工艺评定用钢质焊缝熔敷金属化学成分分类

A 编号	熔敷金属类型	化学成分 <sup>(1)</sup> , %					
		C	Cr	Mo	Ni	Mn	Si
1	软钢	0.20	...	...	...	1.60	1.00
2	碳钼钢	0.15	0.50	0.40~0.65	...	1.60	1.00
3	铬(0.4%~2%)钼	0.15	0.40~2.00	0.40~0.65	...	1.60	1.00
4	铬(2%~6%)钼	0.15	2.00~6.00	0.40~1.50	...	1.60	2.00
5	铬(6%~10.5%)钼	0.15	6.00~10.50	0.40~1.50	...	1.20	2.00
6	铬-马氏体	0.15	11.00~15.00	0.70	...	2.00	1.00
7	铬-铁素体	0.15	11.00~30.00	1.00	...	1.00	3.00
8	铬-镍	0.15	14.50~30.00	4.00	7.50~15.00	2.50	1.00
9	铬-镍	0.30	19.00~30.00	6.00	15.00~37.00	2.50	1.00
10	镍至 4%	0.15	...	0.55	0.80~4.00	1.70	1.00
11	锰-钼	0.17	...	0.25~0.75	0.85	1.25~2.25	1.00
12	镍-铬-钼	0.15	1.50	0.25~0.80	1.25~2.80	0.75~2.25	1.00

(1) 表中的单一值指最大值。

- ② 埋弧焊焊丝-焊剂型号
- c) 我国分类原则
  - ① 熔敷金属力学性能
  - ② 熔金属化学成分
  - ③ 熔敷金属金相组织
- d) 焊剂类型
- e) 填充金属评定规则
- 4.4.1.4 焊后热处理
  - a) 焊后热处理定义
  - b) 焊后热处理类别
  - c) 焊后热处理温度、时间与力学性能关系
  - d) 焊后热处理规范
- 4.4.2 专用焊接工艺评定因素及分类
  - 4.4.2.1 三类评定因素
  - 4.4.2.2 值得注意的重要因素与补加因素
    - a) 等离子弧焊时的坡口形式
    - b) 降低预热温度
    - c) 提高道间温度
    - d) 焊接电流与电弧电压
    - e) 线能量
- 4.5 对接焊缝与角焊缝的焊接工艺评定（母材、填充金属、焊后热处理的评定规则前面已述）
  - 4.5.1 试件厚度与焊件厚度
    - 4.5.1.1 试件厚度与焊件厚度定义
    - 4.5.1.2 先看表 9、表 10，后看表 7、表 8
    - 4.5.1.3 几处重要修改
      - a) 取消 JB4708 中表 3、表 4
      - b) JB4708 中 5.3.4.1 修改为 NB/T 47014 中 6.1.5.2
      - c) JB4708 中表 5 修改为 NB/T 47014 中表 7
- 4.6 试件的检验要求与结果评价
  - 4.6.1 试件检验目的
  - 4.6.2 合格指标
    - a) 抗拉强度：从“标准规定值的下限值”到“母材规定的抗拉强度最低值”
    - b) 弯曲试验：① A < 20% 的弯曲试验规定  
②  $\phi < 50\text{mm}$  弯曲试验规定

c) 冲击试验：①冲击试验温度：钢材标准规定的冲击试验温度；

②合格指标

#### 4.7 耐蚀堆焊工艺评定

4.7.1 重新评定堆焊焊接工艺评定的判断准则是堆焊层化学成分

4.7.2 变更内容：增加管状试件

4.7.3 需要说明的两个问题

a) 电渣堆焊与电弧堆焊

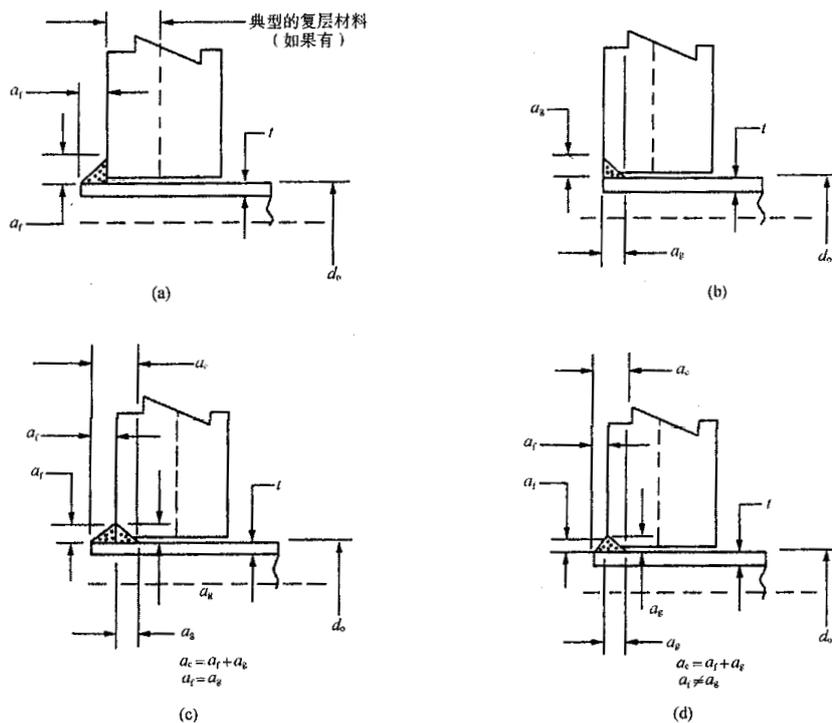
b) 立焊时的焊接方向

#### 4.8 换热管与管板焊接工艺评定和焊接工艺附加评定

4.8.1 换热管与管板之间焊接接头首先要保证力学性能

4.8.2 换热管与管板之间焊缝为受力焊缝

4.8.3 换热管与管板之间焊缝承受剪切力



注： $a_1$ —角焊缝焊脚高，mm；  
 $a_2$ —对接焊缝焊脚高，mm；  
 $a_1$ —角焊缝焊脚设计高，mm；[对图（b）， $a_1$ 为对接焊缝焊脚设计高度，mm]  
 $a_3$ —对接焊缝与角焊缝焊脚实际高度之和，mm。

管子与管板焊缝连接四种形式

表 7 换热管与管板连接焊缝尺寸

图 2 中的分图号	全强度焊缝的尺寸要求	部分强度焊缝的尺寸要求
(a)	$a_1 \geq a_2$ 或 $t$ 中的较大者	$a_1 \geq a_2$
(b)	$a_2 \geq a_1$ 或 $t$ 中的较大者	$a_2 \geq a_1$
(c)	$a_3 \geq (a_1 + a_2)$ 或 $t$ 中的较大者	$a_3 \geq (a_1 + a_2)$
(d)	$a_3 \geq (a_1 + a_2)$ 或 $t$ 的较大者	$a_3 \geq (a_1 + a_2)$

**4.8.4 换热管与管板的焊接工艺附加评定**

**4.8.5 换热管与管板焊接工艺评定与焊接工艺附加评定方法**

**5 关于 NB/T 47014 的实施意见（应以局里发文为准）**

**5.1 特设局或特种设备安全技术规范认可的焊接工艺评定标准**

a) 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》附录 I 焊接工艺评定

b) JB 4708

c) JB/T 4734-2002 附录 B

d) JB/T 4745-2002 附录 B

e) JB/T 4755-2006 附录 B

f) JB/T 4756-2006 附录 B

g) GB151-1999 附录 B

**5.2 需要说明的几个问题**

**5.2.1 “锅规”附录 I**

**5.2.2 GB151-1999 附录 B**

**5.2.3 冲击试验温度**

## **NB/T 47015-2011 (JB/T 4709)**

### **《压力容器焊接规程》宣贯大纲**

#### **1 修订简况**

#### **2 适用范围:**

- a) 材料
- b) 焊接方法
- c) 限于压力容器，不含气瓶

#### **3 NB/T 47015 性质**

- a) 推荐性标准：不是可用可不用的焊接规程标准，而是一旦选用则成为强制性标准
- b) 通用性：允许通过试验研究和实践基础的成果均可以用

#### **4 焊接材料**

表 1 常用焊接裂纹试验方法适用范围

试验方法名称	适用范围
T 型接头焊接裂纹试验法 (GB4675.3-84)	主要用于评价碳素钢和低合金钢角焊缝的热裂纹敏感性,也可以测定焊条及工艺参数对热裂纹的影响
压板对接 (FISCO) 焊接裂纹试验法 (GB4675.4-84)	主要用于评价碳钢,低合金钢、奥氏体不锈钢焊条及焊缝的热裂纹敏感性
十字搭接裂纹试验法	主要用于厚度 1~3mm 的结构钢,不锈钢、高温合金、铝合金、镁合金和钛合金等 TIG 焊及焊条电弧焊薄板的热裂纹敏感性,也可以测定焊条和焊丝的热裂纹倾向
斜 y 形坡口焊接裂纹试验法 (GB4675.1-84)	主要用于评价碳钢和低合金高强度钢焊接热影响区内的冷裂纹敏感性
搭接接头 (CTS) 焊接裂纹试验方法 (GB4675.2-84)	主要用于碳钢和低合金高强度钢焊接热影响区的冷裂纹敏感性评定
刚性对接裂纹试验方法 (GB/T119-96)	主要用于测定焊缝的热裂纹和冷裂纹,也可以测定焊接热影响区的冷裂纹
里海 (Lehigh) 拘束裂纹试验法	主要适用于评定碳钢,低合金高强度钢和奥氏体不锈钢焊缝金属的热裂纹和冷裂纹敏感性
焊接用插销冷裂纹试验方法 (GB9446-88)	主要用于测定碳钢和低合金高强度钢焊接热影响区对冷裂纹敏感性的定量试验方法

#### 4.1 相关术语

焊接材料、填充材料、焊丝、填充丝、焊缝金属、熔敷金属

#### 4.2 焊接材料选用原则

##### 4.2.1 焊缝金属与母材等强匹配

##### 4.2.2 符合设计文件规定

##### 4.2.3 合适的焊接材料与合理的焊接工艺相配合

##### 4.2.4 关于药芯焊丝

##### 4.2.5 异种钢焊接时的焊材选用

表 2 异种钢焊接时焊接材料选用

资料来源	异种钢	设计温度	填充金属
上海某石化工程标准	奥氏体不锈钢、镍基合金与铁素体钢相焊	≤315℃	309L
		>315℃-- ≤537℃	ERNiCr-3 或 ENiCrFe-3
		>537℃	ERNiCr-3 或 ENiCrFe-2
SH/T3526-2004 石油化工 异种钢焊接规程	铁素体钢与奥氏体不锈钢焊接	≤425℃	25%Cr-13%N:
		>425℃	镍基焊接材料
DL/T752-2001 火力发电 厂异种钢焊接技术规程	铬钼钢与奥氏体不锈钢焊接	<425℃	奥氏体钢焊条
		>425℃	镍基焊条
美国 金属手册 第八版 第六卷 焊接与钎焊	奥氏体不锈钢与碳钢、低合金钢焊接	≤371℃	309 ERNiCrFe-6
美国焊接学会编焊接 手册 第四卷 金属及其 焊接性	碳钢、低合金钢与奥氏体不锈钢焊接	≤427℃	奥氏体不锈钢
		>371℃	镍基合金

## 5 焊缝位置

### 5.1 GB3375 术语的局限性

### 5.2 焊缝位置规定方法

## 6 需要进行焊接工艺评定的焊缝与考试合格的焊工施焊的焊缝

### 6.1 需要进行焊接工艺评定的焊缝

### 6.2 需要考试合格的焊工施焊的焊缝

## 7 坡口

### 7.1 坡口作用

### 7.2 坡口设计及选用

## 8 预热

### 8.1 预热温度的确定

### 8.2 测温点范围与加热范围

### 8.3 道间温度不低于预热温度

## 9 熔敷金属扩散氢含量

### 9.1 焊条熔敷金属扩散氢含量与药皮含水量

### 9.2 焊丝熔敷金属的扩散氢含量

## 10 焊后热处理

### 10.1 焊后热处理定义与范围

### 10.2 焊后热处理作用

### 10.3 确定焊后热处理条件

### 10.4 焊后热处理规范

## 11 焊接工艺评定报告与焊接工艺规程

## 12 焊接返修

### 12.1 焊接返修对焊接接头性能的影响

### 12.2 重新进行焊后热处理

### 12.3 半焊道与回火焊道

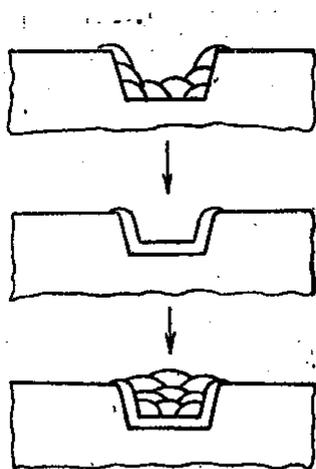
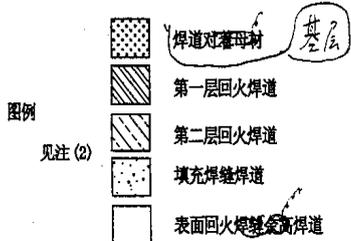
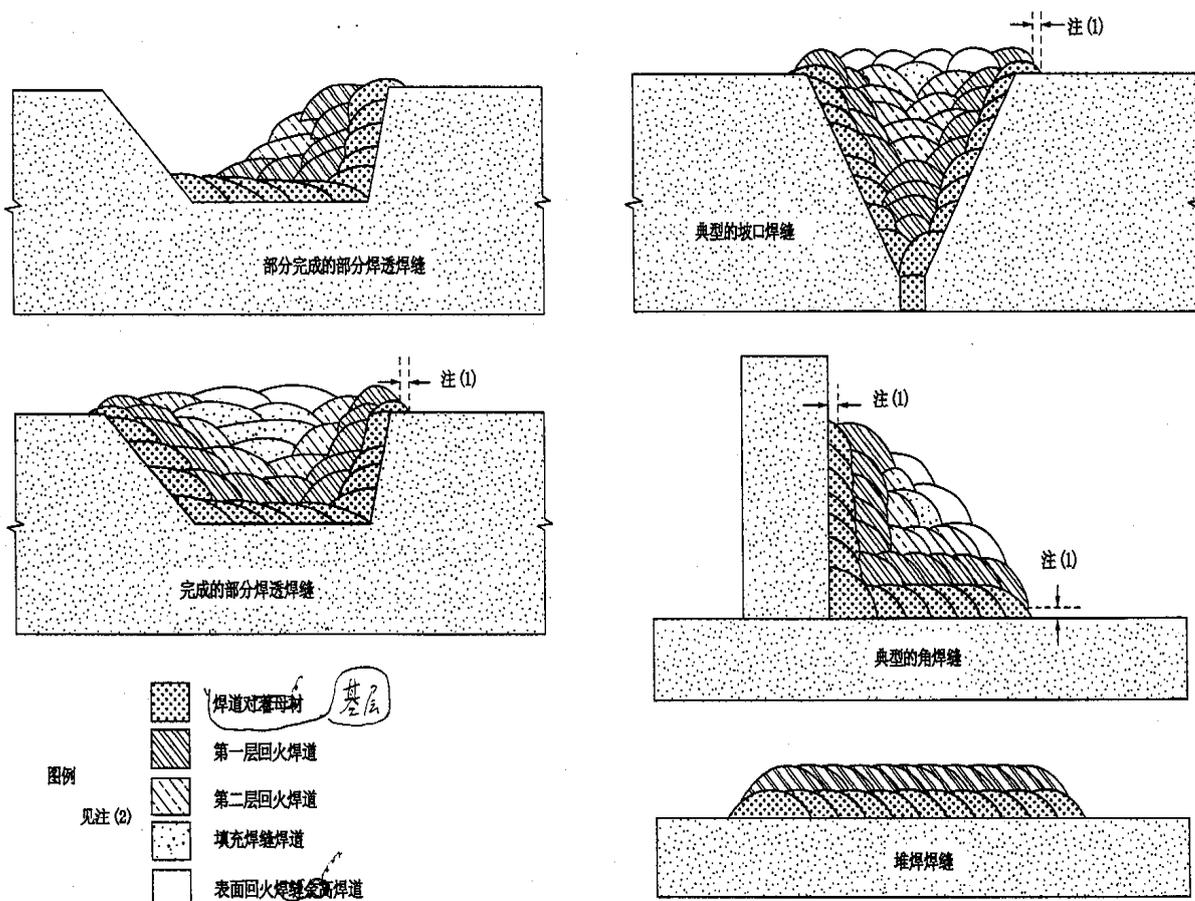


图 1 半焊道补焊  
工艺程序示意



通注:

- (a) 上面所示的焊道熔敷次序可以不同, 只要其最终焊道布置如图所示;
- (b) 表面回火焊道可有也可没有, 可以覆盖整个焊缝表面, 也可仅仅置于焊趾部分。

注:

- (1) 这是从表面回火时道边沿到焊趾的距离;
- (2) 接近完成表面的焊道可以是回火焊道和表面回火距离焊道。

图2

回火焊道焊接的本图

示意图

### 13 清洁厂房

#### 13.1 问题的提出

#### 13.2 污染来源及防止

#### 13.3 检验方法

## NB/T 47016-2011 (JB/T 4744)

# 《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》(宣贯大纲)

### 1 修订概况

### 2 适用范围

- 2.1 产品类别：从压力容器扩大到锅炉、压力容器和压力管道，但不包含气瓶
- 2.2 金属材料：从钢质扩大到钢质、铝质、钛质、铜质和镍质
- 2.3 焊接试件：产品焊接试件、产品焊接试板、模拟环和见证环
- 2.4 标准性质：方法标准，只规定如何做产品焊接试件，不规定要不要做产品

### 试件

### 3 被替代标准的特点

- a) 《蒸汽锅炉安全技术监察规程》(1996年)中(五)焊接接头的力学性能试验
- b) SY/T 4103-2006《钢质管道焊接及验收》

### 4 标准编制原则

- 4.1 标准的特点：只是通用性的基本规定，还必须符合安全技术规范，标准

### 或设计文件规定

- 4.2 标准目的：检验产品执行焊接工艺的正确性

### 4.3 力学性能的范围

### 4.4 两个坚持：

- a) 试件的工艺过程与焊接工艺与所代表的产品焊接接头相同
- b) 焊接接头力学性能与母材比对

表 1 -

标准名称	力学性能试验种类	取样位置
GB 3531—1996 低温压力容器用低合金钢板	拉伸试样, 冲击试样	厚度>60mm 钢板, 取自厚度 1/4 处
GB 6654—1996 压力容器用钢板	拉伸试样, 冲击试样	厚度>60mm 钢板, 取自厚度 1/4 处
GB 19189—2003 压力容器用高质高强度钢板	拉伸试样, 冲击试样	厚度>25mm 钢板, 取自厚度 1/4 处
GB 713—2008 锅炉和压力容器用钢板	拉伸试样, 冲击试样	厚度>40mm 钢板 取自厚度 1/4 处

#### 4.5 注重热影响区冲击韧性检测

### 5 若干重要条款的规定

#### 5.1 “试板”变更为“试件”

#### 5.2 试件母材条件

#### 5.3 试件的工艺过程与焊接工艺

#### 5.4 试件取样

#### 5.5 力学性能试验

##### 5.5.1 冲击试验：温度——不高于最低设计金属温度

##### 5.5.2 弯曲试验

### 6 力学性能试验合格指标

a) 拉伸试验：母材抗拉强度的最低值

b) 弯曲试验

c) 冲击试验： i 试验温度：不高于最低设计金属温度；  
ii 奥氏体不锈钢焊缝

表 2 0Cr18Ni9Ti 钢低温冲击试验结果

厂内试验 编号	夏比V型 缺口位置	夏比V型缺口 冲击试样尺寸 mm	冲击吸收功, J				侧向膨胀量, mm			
			试样 I	试样 II	试样 III	平均值	试样 I	试样 II	试样 III	平均值
05A10508-502	焊缝	5 × 10 × 55	14	16	16	15.3	0.47	0.45	0.48	0.47
	热影响区		49	52	68	56.3	0.98	0.84	1.32	1.05
05BW5006-495	焊缝	5 × 10 × 55	16	20	16	17.3	0.56	0.62	0.44	0.54
	热影响区		58	58	62	59.3	0.97	0.99	0.95	0.97
06BL-25006-134	焊缝	10 × 10 × 55	58	58	60	58.6	0.66	0.72	0.72	0.70
	热影响区		102	79	96	92.3	1.00	0.95	1.08	1.01
	焊缝	7.5 × 10 × 55	42	45	42	43.0	0.66	0.73	0.71	0.70
	热影响区		80	70	54	68.0	0.78	1.03	0.52	0.78
06A11516-69	焊缝	10 × 10 × 55	32	36	40	36.0	0.63	0.59	0.56	0.59
	热影响区		60	57	61	59.3	0.70	0.70	0.69	0.70

iii 标准试样与小尺寸试样

表 3 小尺寸冲击试样的冲击试验温度减低值

制取夏比冲击试样时所用材料的厚度, mm	被取出夏比冲击试样的缺口所在厚度, mm	因材料厚度薄而降低冲击试验温度值 $T_1$ , °C	因缺口所在厚度小而降低冲击试验温度值 $T_2$ , °C
—	$t=10.01$	—	0
8.99	—	0	—
8.00	—	0	—
—	$3/4t=7.49$	—	3
7.01	—	4	—
—	$2/3t=6.65$	—	6
5.99	—	8	—
—	$1/2t=5.00$	—	11
4.01	—	17	—
—	$1/3t=3.33$	—	19
3.00	—	22	—
—	$1/4t=2.51$	—	28

(1)  $t$  为标准夏比冲击试样缺口所在厚度。

(2) 材料厚度中间值可用内插法求得。

表 4 小尺寸冲击试样合格指标的尺寸系数

母体厚度 $t$ , mm	试样尺寸, mm	尺寸系数
$8.5 \leq t < 12$	$55 \times 10 \times 7.5$	0.83
$6 \leq t < 8.5$	$55 \times 10 \times 5$	0.67

# NB/T 47018-2011 (JB/T 4747)

## 《承压设备用焊接材料订货技术条件》(宣贯大纲)

- 1 编制概况
- 2 承压设备行业以往所使用的焊材标准
- 3 承压设备用焊接材料标准
  - 3.1 国内外焊接材料标准对照
  - 3.2 我国焊接材料国家标准特点
    - 3.2.1 焊接材料国家标准比较齐全
    - 3.2.2 参照美国国家标准编制
    - 3.2.3 国内焊接材料两个标准管理机构
    - 3.2.4 我国焊材标准中的不足
  - 3.3 中、外焊接材料标准对比

表 1 中外焊条国家标准对照表

中国	美国	日本	欧洲、德国	备注
GB/T 5117—1995 碳钢焊条	AWS A5.1—1991 碳钢手工电弧焊焊条	JIS Z3211—1991 低碳钢焊条	EN 499—1994 碳钢及细晶粒钢焊条	GB/T 5117 等效采用 AWS A5.1
GB/T 5118—1995 低合金钢焊条	AWS A5.5—1996 低合金钢焊条	JIS Z3212—1990, 高强度钢焊条 JIS Z3214—1999 耐候钢焊条 JIS Z3223—1993 钼及钨相耐热钢焊条 JIS Z3241—1999 低温钢用焊条	EN 499—1994 碳钢及细晶粒钢焊条 EN 1599—1997 耐热钢焊条 EN 757—1997 高强度钢焊条	GB/T 5118 等效采用 AWS A5.5
GB/T 983—1995 不锈钢焊条	AWS A5.4—1992 耐蚀铬钢及镍铬钢焊条	JIS Z3221—1989 不锈钢焊条	EN 1600—1997 不锈钢及耐热钢焊条	GB/T 983 等效采用 AWS A5.4
GB/T 984—2001 堆焊焊条	AWS A5.13—1980 堆焊用焊丝及焊条	JIS Z3251—1991 硬质堆焊焊条	DIN 8555—1.2—1978 堆焊用焊接填充材料	
GB/T 3670—1995 铜及铜合金焊条	AWS A5.6—1984 铜及铜合金焊条	JIS Z3231—1989 铜及铜合金焊条	DIN 1733T1—1979 铜及铜合金焊接填充材料	
GB/T 3669—2001 铝及铝合金焊条	AWS A5.3—1991 铝及铝合金焊条		DIN 7871—1975 铝及铝合金焊条	
GB/T 10044—2002 铸铁焊条及焊丝	AWS A5.15—1990 铸铁用填充丝及焊条	JIS Z3252—1992 铸铁焊条	DIN 8573T1—1978 铸铁焊接用填充材料	
GB/T 13814—1992 镍及镍合金焊条	AWS A5.11—1997 镍及镍合金焊条	JIS Z3224—1999 镍及镍合金焊条	DIN 1736—1980 镍及镍合金焊接填充材料	GB/T 13814—1992 等效采用 AWS A5.11—89
JB/T 4747.1—××承压设备焊条技术条件				全国锅炉压力容器标准化技术委员会正组织编制

表 2 中外焊丝国家标准对照表

中国	美国	日本	欧洲	备注
GB/T14957—1994 熔化焊用钢丝 GB/T14958—1994 气体保护焊用钢丝 (已废止) GB/T8110—2008 气保焊用碳钢、低合金钢焊丝	AWS A5.18—1993 碳钢用气保焊焊丝和填充丝  AWS A5.28—1996 低合金钢用气保焊焊丝和填充丝	JIS Z3312—1999 碳钢及高强度钢 MAG 焊接用实芯焊丝 JIS Z3325—1999 低温钢 MAG 焊接用实芯焊丝 JIS Z3316—1999 低碳钢和低合金钢用 TIG 焊丝及焊棒 JIS Z3317—1999 铝及铝青铜 MAG 焊接用实芯焊丝	EN 440—1994 碳钢气保焊焊丝和填充丝 EN 1668—1997 碳钢及细晶粒钢 TIG 焊丝和填充丝 EN 12070—1999 耐热钢气保焊焊丝	①GB/T 8110—2008 等效采用了 AWS A5.18—2005 和 AWS A5.28—2005 ②GB/T 14957 其中部分焊丝用于气体保护焊
YB/T 5092—2005 焊接用不锈钢丝	AWS A5.9—1993 不锈钢焊丝和填充丝	JIS Z3321—1999 焊接用不锈钢焊丝和填充丝	EN 12072—1999 不锈钢和耐热钢气保焊焊丝和填充丝	
GB/T 15620—1995 镍及镍合金焊丝	AWS A5.14—1997 镍及镍合金焊丝	JIS Z3334—1999 镍及镍合金焊丝和焊棒	DIN 1736—1985 镍及镍合金焊丝	GB/T 15620—1995 参照采用 AWS A5.14
GB/T 9460—1988 铜及铜合金焊丝	AWS A5.7—1984 铜及铜合金焊丝	JIS Z3341—1993 铜及铜合金焊丝	DIN 1733—1988 铜及铜合金焊丝	
GB/T 10858—2008 铝及铝合金焊丝	AWS A5.10—1999 铝及铝合金焊丝和填充丝	JIS Z3322—1990 铝及铝合金焊丝和填充丝	DIN 1732—1988 铝及铝合金焊丝和填充丝	GB/T 10858—2008 等效采用 ISO 18273: 2004 焊接材料-铝和铝合金实心焊丝和填充丝规程
JB/T 4745—2002 附录 D 压力容器用钛及钛合金焊丝	AWS A5.16—1990 钛和钛合金焊丝和填充丝			JB/T 4745—2002 附录 D 等效采用 AWS A5.16—1990
JB/T 4747.2—xx 承压设备用气体保护电弧焊焊丝技术条件				全国锅炉压力容器标准化技术委员会正组织编制

表 3 中外埋弧焊焊材国家标准对照表

中国	美国	日本	欧洲	备注
GB/T 5293—1999 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂	AWS A5.17—1997 碳钢用埋弧焊焊丝和焊剂	JIS Z3351—1999 碳钢和低合金钢埋弧焊焊丝	EN 756—碳钢及低合金钢埋弧焊焊丝	GB/T 5293—1999 等效采用 AWS A5.17—1989
GB/T 12470—2003 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂	AWS A5.23—1990 低合金钢用埋弧焊焊丝和焊剂	JIS Z3352—1988 碳钢和低合金钢埋弧焊焊剂	EN 760—埋弧焊用焊剂	GB/T 12470—2003 中除焊丝外, 其它基本与 AWS A5.23 相同
GB/T 17854—1999 埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂		JIS Z3324—1999 不锈钢埋弧焊用实芯焊丝和焊剂	DIN8556—1986 不锈钢用焊接材料	GB/T 17854—1999 等效采用 JIS Z3324—1988
JB/T 4747.3—xx 承压设备用埋弧焊钢焊丝和焊剂技术条件				全国锅炉压力容器标准化技术委员会正组织编制
	AWS A5.2—1992 碳钢和低合金钢氧—可燃气焊接填充丝			
	AWS A5.25—1997 电渣焊用碳钢和低合金钢焊丝和焊剂			
	AWS A5.26—1997 碳钢和低合金钢气电焊焊丝			
	AWS A5.30—1979 可熔化嵌条			
	AWS A5.8—1992 钎焊和熔钎焊钎料			
	AWS A5.31—1992 钎焊和熔钎焊钎剂			

### 3.3.1 焊条标准比较

a) 熔敷金属: 成分、性能、适用范围、操作性能

b) 常用焊条药皮类型

c) 节能环保

- d) 弯曲试验
- e) 奥化体不锈钢焊条冲击韧性

### 3.3.2 气体保护焊焊丝标准比较

- a) Cr-Mo 耐热钢和不锈钢焊丝的公称成分、熔敷金属力学性能相近
- b) GB/T 8110 中焊丝型号与我国合金体系差别较大
- c) GB/T 14957 是通用性焊丝标准
- d) 我国气体保护焊焊丝品种较少

### 3.3.3 埋弧焊焊材标准比较

- a) 我国没有埋弧焊专用焊丝标准
- b) 我国低合金钢焊丝、焊剂标准中没有熔敷金属化学成分
- c) 我国埋弧焊焊剂标准中没有焊剂组成与特性

## 3.4 承压设备的焊接对焊材要求

### 3.4.1 承压设备安全技术规范与标准规定

- a) 安全系数减低；
- b) 钢材性能提高；

表 4 GB 713—2008 各钢号主要性能表

GB/T 713—1997 GB 6654—1996 牌号	GB/T 713—2008 牌号	化学成份, %		力学性能		
		P	S	抗拉强度, MPa	温度, °C	V 型冲击功, J
20g 20R	Q245R <sup>a</sup>	≤0.025	≤0.015	380~520	0	≥31
16Mng、19Mng、16MnR	Q345R <sup>a</sup>	≤0.025	≤0.015	470~640	0	≥34
15MnNbR	Q370R	≤0.025	≤0.015	520~630	-20	≥34
18MnMoNbR	18MnMoNbR	≤0.020	≤0.010	570~720	0	≥41
13MnNiCrMoNb 13MnNiCrMoNbR	13MnNiMoR	≤0.020	≤0.010	570~720	0	≥41
15CrMog 15CrMoR	15CrMoR	≤0.025	≤0.010	440~590	20	≥31
14Cr1MoR	14Cr1MoR	≤0.020	≤0.010	510~680	20	≥34
12Cr2Mo1R	12Cr2Mo1R	≤0.020	≤0.010	520~680	20	≥34
12Cr1MoVg	12Cr1MoVR	≤0.025	≤0.010	430~590	20	≥34

### c) 焊材熔敷金属性能与母材不匹配

表 5 锅炉压力容器常用钢号及相匹配的焊材性能

GB 713 常用钢号牌号	焊条 (GB/T 5117、GB/T 5118)						埋弧焊焊材 (GB/T 5293、GB/T 12470)					
	相匹配的 焊条型号	化学成分, %		力学性能			相匹配的 焊材型号	化学成分, %		力学性能		
		P	S	抗拉强度 MPa	温度 °C	冲击功 J		P	S	抗拉强度 MPa	温度 °C	冲击功 J
Q245R	E4315	≤0.040	≤0.035	≥420	-30	≥27	F4A2-H08MnA	不规定	不规定	415~550	-20	≥27
Q345R	E5015	≤0.040	≤0.035	≥490	-30	≥27	F5A2-H10Mn2	不规定	不规定	480~650	-20	≥27
Q370R	E5515-G	不规定	不规定	≥540	不规定							
18MnMoNbR	E6015-D1	≤0.035	≤0.035	≥590	-30	≥27	F62A2-H08Mn2MoVA	不规定	不规定	620~760	-20	≥27
13MnNiMoR	E6015-D1	≤0.035	≤0.035	≥590	-30	≥27	F62A2-H08Mn2MoVA	不规定	不规定	620~760	-20	≥27
15CrMoR	E5515-B2	≤0.035	≤0.035	≥540	常温	≥27	F48P0-H08CrMoA	不规定	不规定	480~660	0	≥27
14Cr1MoR	E5515-B2	≤0.035	≤0.035	≥540	常温	≥27						
12Cr2Mo1R	E6015-B3	≤0.035	≤0.035	≥590	常温	≥27						
12Cr1MoVR	E5515-B2-V	≤0.035	≤0.035	≥540	常温	≥27	F48P0-H08CrMoVA	不规定	不规定	480~660	0	≥27
16MnDR (GB 3531)	E5015-G	不规定	不规定	≥540	不规定							
09MnNiDR (GB 3531)	无型号											
07MnCrMoVR (GB 19189)	E6015-G	不规定	不规定	≥540	不规定							

### 3.4.2 承压设备对焊接材料要求

### 3.4.3 承压设备用焊材供货要求

## 3.5 焊材国家标准不能符合承压设备技术要求

### 3.5.1 焊材国家标准中主要问题

a) 硫、磷含量

b) 抗拉强度无上限

表6 某厂36批E50XX型焊条抗拉强度统计表

E50XX型焊条熔敷金属抗拉强度实测值 MPa	实际达到的型号级别	批数		比例	
$526 \leq \sigma_b < 540$	E50XX	8		22%	
$540 \leq \sigma_b < 590$	E50XX	21		58.3%	
$590 \leq \sigma_b < 640$	E60XX	6	7	16.9%	19.7%
$640 \leq \sigma_b < 683$		1		2.8%	

c) 不规定弯曲试验

3.5.2 承压设备用焊材的合金体系要从中国实际情况出发

3.5.2.1 标准可以等效采用，合金体系不能。

3.5.2.2 焊材标准中对咬边、未熔合、冲击韧性亟待提高

3.5.3 焊接材料生产管理不能满足承压设备用焊材要求

a) 批量过大，控制不当

表7 焊材国标中批量规定

焊材标准	每批规定方法	批量(吨)
GB/T 983—1995	同一批号焊芯，同一批号主要涂料原料，以同样涂料配方，同样制造工艺	$\leq 10$
GB/T 5117—1995	同一批号焊芯，同一批号主要涂料原料，以同样涂料配方，同样制造工艺	$\leq 50$
GB/T 5118—1995	同一批号焊芯，同一批号主要涂料原料，以同样涂料配方，同样制造工艺	E5003-X $\leq 50$ E5013-X $\leq 50$ 其余 $\leq 30$
GB/T 8110—2008	同一炉号、同一形状、同一尺寸、同一交货状态	ER50-X $\leq 200$ ER49-1 $\leq 200$ 其余 $\leq 30$
GB/T 14957	同一牌号、同一炉号(或同一生产批号)、同一形状、同一尺寸、同一交货状态	不规定
YB/T 5092	同一牌号、同一炉号、同一尺寸、同一交货状态	不规定
GB/T 5293—1999	焊丝：同一炉号、同一形状、同一尺寸、同一交货状态 焊剂：同一批原材料、同一配方、同一制造工艺	焊剂 $\leq 60$
GB/T 12470—2003	焊丝：同一炉号、同一形状、同一尺寸、同一交货状态 焊剂：同一批原材料、同一配方、同一制造工艺	焊剂 $\leq 60$
GB/T 17854—99	焊丝：同一牌号、同一炉号、同一尺寸、同一交货状态 焊剂：同一批原材料、同一配方、同一制造工艺	焊剂 $\leq 10$

b) 生产、销售环节中储存条件差

3.6 焊接材料采购导则

3.6.1 采购的详细规定

3.6.2 焊材生产质保体系及实施

3.6.3 焊材批量划分类别

3.6.4 中、美两国焊接材料批量划分对比

(3) 焊接材料批量级别

①焊条

- a) T1级：按焊材厂质量保证大纲规定的焊条质量；
- b) T2级：焊材厂连续24小时内生产的焊条质量（不超过45000kg）。
- c) T3级：焊条厂连续24小时内生产的焊条质量（不超过45000kg）。但所用药皮与焊芯规定如下：
  - i 药皮：单一湿混料或组合湿混料；
  - ii 焊芯：焊材厂采用单一炉号或组合炉号材料连续24小时内生产的焊芯质量（不超过45000kg）。
- d) T4级：焊材厂采用组合湿混料和单一炉号焊芯生产的焊条质量；
- e) T5级：焊材厂采用单一湿混料和单一炉号焊芯生产的焊条质量。

②焊芯、焊带、焊丝和填充丝

- a) S1级：按焊材厂质量保证大纲规定的的质量。
- b) S2级：焊材厂用单一炉号或组合炉号材料在一个周期内所生产的质量（不超过45000kg）。
- c) S3级：焊材厂用单一炉号或组合炉号的材料，连续24小时内所生产的质量（不超过45000kg）。
- d) S4级：焊材厂用单一炉号的材料在一个周期内所生产的质量。

③埋弧焊焊剂

- a) G1级：焊材厂质量保证大纲规定的的质量。
- b) G2级：焊材厂用单一湿混料或单一炉料在一个周期内所生产的质量。

### 3.6.5 检验范围类别

8

焊材检验范围类别

检验范围类别代号	检验项目	批量级别	说 明
J1	化学分析	采购方指定	(1) 化学分析元素按标准规定。 (2) 用组合炉号来划分批量组元的有色金属材料，应提供符合批量各炉号的化学成分证明。
J2	按表 14 规定	采购方指定	用组合炉号来划分批量组元的有色金属材料，应提供符合批量各炉号的化学成分证明。
J3	按焊材厂规定	焊材厂指定	—
J4	按标准规定	采购方指定	用组合炉号来划分批量组元的有色金属材料，应提供符合批量各炉号的化学成分证明。
J5	按标准规定	焊材厂指定	(1) 焊材厂提供 12 个月的焊材在线生产按 JB/T 4747 规定检验合格报告。 (2) 用组合炉号来划分批量组元的有色金属材料，应提供符合批量各炉号的化学成分证明。
J6	按标准规定和订货合同规定的附加检验项目	采购方指定	订货合同中规定附加检验项目同时，还应指明试验方法和合格指标。

## 4 制订 NB/T 47018 的理念

### 4.1 制订 NB/T 47018 的原则

### 4.2 承压设备用钢质焊接材料成分设计

#### a) 熔敷金属硫、磷含量

- b) 熔敷金属抗拉强度限值
- c) 熔敷金属冲击韧性试验合格指标
- d) 熔敷金属弯曲试验

表 9

JB/T 4747 中焊材与相应钢材性能对比表

GB 713—2008 中 钢号	抗拉强度 MPa	V 型缺口冲击功 J	JB/T 4747 中相匹配焊 材型号 (上行为焊条, 下行为埋弧焊焊材)	抗拉强度 MPa	V 型缺口冲击功 J
Q245R	380 ~ 520	0℃, ≥31J	E4315	420 ~ 540	-30℃, ≥54J
			F4A2-H08MnA	415 ~ 535	-20℃, ≥34J
Q345R	470 ~ 640	0℃, ≥34J	E5015	490 ~ 610	-30℃, ≥54J
			F5A2-H10Mn2	480 ~ 600	-20℃, ≥34J
Q370R	520 ~ 630	-20℃, ≥34J	E5515-G	540 ~ 660	-30℃, ≥54J
18MnMoNbR	570 ~ 720	0℃, ≥41J	E6015-D1	590 ~ 710	-30℃, ≥54J
			F62A2-H08Mn2MoVA	620 ~ 740	-20℃, ≥34J
13MnNiMoR	570 ~ 720	0℃, ≥41J	E6015-D1	590 ~ 710	-30℃, ≥54J
			F62A2-H08Mn2MoVA	620 ~ 740	-20℃, ≥34J
15CrMoR	440 ~ 590	20℃, ≥31J	E5515-B2	540 ~ 660	室温, ≥47J
			F48P0-H08CrMoA	480 ~ 600	0℃, ≥34J
14CrMoR	510 ~ 680	20℃, ≥34J	E5515-B2	540 ~ 660	室温, ≥47J
12Cr2Mo1R	520 ~ 680	20℃, ≥34J	E6015-B3	590 ~ 710	室温, ≥54J
12Cr1MoVR	430 ~ 590	20℃, ≥34J	E5515-B2-V	540 ~ 660	室温, ≥47J
			F48P0-H08CrMoA	480 ~ 600	0℃, ≥34J

- e) 药皮含水量与扩散氢含量

## 5 NB/T 47018 介绍

### 5.1 NB/T 47018.1 介绍

### 5.2 NB/T 47018.2 介绍

### 5.3 NB/T 47018.4 介绍

### 5.4 承压设备用焊接材料生产商应具备条件

## 6 NB/T 47018 中技术指标的现实性

表 10 焊材有限公司压力容器专用焊条熔敷金属硫、磷含量示例

工厂牌号	统一牌号	P (%)	S (%)
CHE426R	J426	0.018	0.010
CHE427R	J427	0.020	0.011
CHE506R	J506	0.020	0.010
CHE507R	J507	0.020	0.010
CHE507RH	J507RH	0.010	0.010
CHE557R	J557	0.010	0.010
CHE606R	J606	0.015	0.007
CHE607R	J607	0.020	0.010
CHE607RH	J607RH	0.014	0.008
CHE307R	R307	0.020	0.010
CHE317R	R317	0.020	0.010
CHE407R	R407	0.011	0.014
CHS132R	A132	0.026	0.012
CHS137R	A137	0.023	0.008
CHS302R	A302	0.025	0.013
CHS307R	A307	0.025	0.012
CHS002	A002	0.024	0.012
CHS042	A042	0.023	0.011

表 11 GB 1300 中焊丝与三种焊剂匹配后熔敷金属抗拉试验结果

焊丝牌号	HJ 350		HJ 431		SJ 101	
	$R_m$ (MPa)	$\delta_s$ (%)	$R_m$ (MPa)	$\delta_s$ (%)	$R_m$ (MPa)	$\delta_s$ (%)
H08A	433	30.8	466	27.0	428	28.8
H08MnA	476	28.2	508	29.4	479	30.4
H01MnSi	527	32.0	545	28.2	—	—
H10Mn2	497	26.2	518	30.8	524	31.2
H08Mn2SiA	604	24.0	637	25.4	—	—
H08MnMoA	581	23.4	664	22.8	631	26.8
H08Mn2MoA	639	23.4	670	21.6	688	23.0
H08Mn2MoVA	662	25.0	—	—	—	—

## 7 NB/T 47018 存在的基础

### 7.1 为什么要制订 NB/T 47018

### 7.2 国外焊接材料标准中也有相同技术要求

表 12 国外焊条中硫、磷含量示例值

中国焊条牌号	相对应外国焊条牌号及硫、磷含量
J426 J427	神钢 LB-26; P: 0.013%; S: 0.007%
J506 J507	神钢 LB-52; P: 0.011%; S: 0.006% 好伯特 HOBART418; P: 0.011%; S: 0.014% 林肯 LH-70; P: 0.025%; S: 0.025%
J557	神钢 LB-57; P: 0.011%; S: 0.006%
J606 J607	神钢 LB-62; P: 0.011%; S: 0.006%
R407	好伯特 HOBART 9018B3; P: 0.014%; S: 0.009% 神钢 CM-A106; P: 0.016%; S: 0.004%
A102	神钢 NC-38; P: 0.025%; S: 0.003%
A132	神钢 NC-39; P: 0.025%; S: 0.003%
A202	神钢 NC-36; P: 0.018%; S: 0.002%

### 7.3 承压设备用焊接经济分析

表 13 埋弧焊、电渣焊、气保护焊和气电立焊所得熔敷金属和接头的力学性能

焊接材料级别		1	2	3	1Y	2Y	3Y	
熔敷金属试验	屈服强度 $\sigma_s$ (MPa)	$\geq 305$			$\geq 375$			
	抗拉强度 <sup>a</sup> $\sigma_b$ (MPa)	400 ~ 560			490 ~ 660			
	伸长率 $\delta$ , $l_0=5.65\sqrt{A}$ (%)	$\geq 22$						
	V型缺口冲击试验	试验温度 (°C)	20	0	-20	20	0	-20
平均冲击能量 (J)		$\geq 34$						
对接焊试验	接头抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)	$\geq 400$			$\geq 490$			
	V型缺口冲击试验	试验温度 (°C)	20	0	-20	0	-20	
		平均冲击能量 (J)	$\geq 34$					
	弯曲试验		试验后, 在试样受拉面上出现的裂纹或其他缺陷的长度不得大于 3mm					

注: a.当抗接强度超过上限时, 应经船级社特别考虑; b.冲击试验的个别值不得低于规定值的 70%。

### 7.4 国家标准只是起码要求, 制定行业或专用焊材标准是发展趋势

## 2011-10-27 答疑和所讲

1, 什么叫做角焊缝焊透了?

如 T 型接头角焊缝中, T 型接头尖点熔化了, 就叫做焊透了。

2, 工艺评定的依据是根据母材的焊接性能, 焊接性能最好是由焊接性试验得到, 可以查阅资料, 上网, 别的厂家的经验, 或是委托单位或机构得出焊接性试验报告, 焊接性能试验不能代替焊接工艺评定。换句话说在不知道焊接性能的情况下作出的焊接工艺评定也是不可靠的, 没有依据的, 特别是在新钢种!

3, 焊接技能评定和焊接工艺评定一定要区别认识, 目的不一样。

4, 焊接工艺评定的方法: a 按标准做 b 按经验做 (如高频焊管的制造, 制造企业凭自己单位成功制造的经验来编制焊接工艺评定, 形成企业标准, 这个没有统一的国家标准。)

5, 现在做 Q345R 的工艺评定最好做 -20℃ 的冲击, 以及是 GB150.2 可以使用到 -20℃ 该材料, 范围广一点。

6, 焊接方法和焊接方法的机械化程度一定要区分开来, 焊接工艺评定时重要因素的改变中有焊接方法的改变。

7, ASME 母材分组是按照是否有冲击试验要求来进行的, NB/T47014-2011 的母材分组是按照强度级别来的, 差别大, 但还是参照 ASME 第 IX 卷来。没有任何条文说明 NB/T47014-2011 的分类分组等同与 ASME 的分类分组, 尽管他们有惊人的相似。

8, 常温或是室温也是预热温度, 要填写具体的温度在 PWPS 中

9, 层间温度应填写最高的在 PQR 中

10 评定规则不等于焊接规程

11, EXX10-纤维素焊条, 木屑为药皮, 焊氢量很高, 可达 100ml/100g, 国内这内焊条质量不行, 长输管道会用, 打底后用热焊的方法使氢逸出。压力容器中不会用到。

12, NB/T47014 附录 D D.6 试件的形式要求焊前和焊后基本相同, 如图, D.1 D.2, 若是焊坍塌了则不能使用这个标准了, 那么可以参照 ISO15614.8-2002 这个标准的要求来进行评定。

13, 耐磨堆焊可以参照其他国外标准进行评定, 然后做成企业标准 文件存档供备查。

14, 06Cr19Ni10 等的冲击温度按照 GB150.4 进行

15, GB151-1999 附录 B  $H \geq 1.4 \delta$  焊脚长度 L3 是设计出来的而不是评定出来的。

16, 型式试验不用做了。

17, 焊接工艺评定的所有重要因素都必须满足, 否则只要有一项没有满足都要重新做评定,

18, NB/T47014-2011 表 6 (续) 类别—— 焊接工艺评定因素——6) 改变喷嘴只是指改变喷嘴的大小 (直径)

19, 附录 D 仅适用胀焊并用的接头 (只受剪切力, 不受压的) 管头角焊缝焊坍塌了也不适用本标准。

20,

21,

22,