JB

中华人民共和国行业标准

JB/T 4747—2002

压力容器用钢焊条订货技术条件

Technical permission of steel welding rod purchasing for pressure vessels

2002-08-22 发布　　2003-03-01 实施

国家经济贸易委员会 发布

目　　次

前言 …… 7
引言 …… 9
1　范围 …… 11
2　规范性引用文件 …… 11
3　技术要求 …… 11
4　熔敷金属纵向弯曲试验方法 …… 14
5　包装 …… 15
6　批量划分 …… 15
7　质量证明书 …… 15
附录 A(规范性附录)　产品标识 …… 16

前　言

本标准首次制定。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由全国压力容器标准化技术委员会提出。

本标准由国家经济贸易委员会批准。

本标准由全国压力容器标准化技术委员会制造分委员会归口。

本标准负责起草单位：合肥通用机械研究所、天津市金桥焊材有限公司、锦州锦泰金属工业有限公司、上海电力修造厂有限公司和上海焊接器材有限公司。

本标准主要起草人：戈兆文、侯立尊、王大梁、窦万波、邱执中、谢永丹。

本标准由全国压力容器标准化技术委员会负责解释。

引　言

本标准在 GB/T 983—1995《不锈钢焊条》、GB/T 5117—1995《碳钢焊条》和 GB/T 5118—1995《低合金钢焊条》的基础上，增加、提高和变更了若干技术要求。

压力容器用钢焊条订货技术条件

1 范围

本标准规定了压力容器用钢焊条订货技术条件。

本标准适用于压力容器用碳钢焊条、低合金钢焊条、不锈钢焊条。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 232—1999 金属材料 弯曲试验方法

GB/T 983—1995 不锈钢焊条

GB/T 5117—1995 碳钢焊条

GB/T 5118—1995 低合金钢焊条

JB/T 4709—2000 钢制压力容器焊接规程

JB 4730—1994 压力容器无损检测

3 技术要求

压力容器用钢焊条出厂检验除应分别符合 GB/T 983—1995、GB/T 5117—1995、GB/T 5118—1995 规定外，还应符合本标准的规定。

3.1 焊条的偏心度

a) 直径不大于 2.5mm 的焊条，偏心度应不大于 5%。允许受检焊条数量的 5%，其偏心度大于 5%，但不大于 7%；

b) 直径为 3.2mm 和 4.0mm 的焊条，偏心度应不大于 4%。允许受检焊条数量的 5%，其偏心度大于 4%，但不大于 5%；

c) 直径不小于 5.0mm 的焊条，偏心度应不大于 3%。允许受检焊条数量的 5%，其偏心度大于 3%，但不大于 4%。

3.2 T 型接头角焊缝

T 型接头角焊缝根部不允许未熔合、未焊透。试验时立板与底板之间间隙为 0mm ~ 2mm。

3.3 熔敷金属的化学成分

压力容器常用钢焊条熔敷金属的磷、硫含量见表 1，表 1 中未列钢焊条熔敷金属的磷、硫含量应不高于相应母材标准规定值。

表 1　压力容器常用钢焊条熔敷金属的硫、磷含量规定　　%

焊条型号	牌号示例	S ≤	P ≤
E4303	J422	0.035	0.035
E4316	J426	0.020	0.030
E4315	J427	0.020	0.030
E5016	J506	0.020	0.030
E5015	J507	0.020	0.030
—	W707	0.015	0.020
E5016 – G	J506RH	0.015	0.025
E5015 – G	W607	0.015	0.025
E5015 – G	J507RH	0.015	0.025
E5516 – G	J556RH	0.015	0.025
E5515 – G	J557	0.015	0.025
E6015 – G	J607RH	0.015	0.020*
E6016 – D1	J606	0.015	0.025
E6015 – D1	J607	0.015	0.025
E5515 – B1	R207	0.030	0.030
E5515 – B2	R307	0.020	0.025
E5515 – B2 – V	R317	0.020	0.030
E6015 – B3	R407	0.015	0.025
E5MoV – 15	R507	0.020	0.030
E308 – 16	A102	0.030	0.035
E308 – 15	A107	0.030	0.035
E347 – 16	A132	0.030	0.035
E347 – 15	A137	0.030	0.035
E316 – 16	A202	0.030	0.035
E316 – 15	A207	0.030	0.035
E316L – 16	A022	0.030	0.035
E318 – 16	A212	0.030	0.035
E317 – 16	A242	0.030	0.035
E308L – 16	A002	0.030	0.035
E317L – 16	—	0.030	0.035
E410 – 16	G202	0.030	0.035
E410 – 15	G207	0.030	0.035

* 订货方与焊条生产厂协商，可按 P≤0.015%供货。

3.4 熔敷金属力学性能和弯曲性能

3.4.1 熔敷金属抗拉强度值与 GB/T 5117—1995、GB/T 5118—1995 下限值之差不应超过 100MPa。其中直径不大于 2.5mm 的耐热型低合金钢焊条熔敷金属抗拉强度值与 GB/T 5118—1995 下限值之差允许不超过 120MPa。

3.4.2 熔敷金属拉伸试验伸长率应不低于 GB/T 983—1995、GB/T 5117—1995、GB/T 5118—1995 规定下限值，且不低于 20%。

3.4.3 冲击试样取 3 个，其冲击试验结果平均值应不低于下述规定值，允许其中 1 个试样的冲击试验结果低于下述规定值，但不得低于下述规定值的 70%。

a) 压力容器常用钢焊条的焊缝金属夏比 V 型缺口冲击试验规定值见表 2；

b) 表 2 中未列的钢焊条的焊缝金属夏比 V 型缺口冲击试验规定值应不低于相应母材标准规定下限值。

表 2 压力容器常用钢焊条冲击试验规定

焊条型号	牌号示例	试验温度 ℃	冲击吸收功 ≥ J
E4303	J422	0	27
E4316 E4315	J426 J427	-30	27
E5016 E5015	J506 J507	-30	27
E5015-G	W607	-60	27
E5016-G E5015-G	J506RH J507RH	-40	34
	W707	-70	54
E5515-G	J557	-30	27
E5516-G	J556RH	-40	34
E6016-D1 E6015-D1	J606 J607	-30	27
E6015-G	J607RH	-50	54
E5515-B1	R207	常温	34
E5515-B2	R307H R307	常温	47
E5515-B2-V	R317	常温	47
E6015-B3	R407	常温	55
E5MoV-15	R507	常温	41

3.4.4 纵向弯曲试样弯曲到规定的角度后，其拉伸面上的焊缝金属内沿任何方向不得有单条长度大于 3mm 的裂纹或缺陷，试样的棱角开裂一般不计，但由夹渣或其他焊接缺陷引起的棱角开裂应计入。如订货单位要求，应提供弯曲试验结果。

3.5 焊缝金属射线透照检测

焊缝金属射线透照检测按标准 JB 4730—1994 进行，射线透照的质量应不低于 AB 级，焊缝缺陷等级应不低于Ⅰ级。

3.6 焊条药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量

低氢型药皮焊条药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量应符合表3的规定。焊条生产厂在质保书中应提供焊条药皮含水量。如订货单位要求也应提供熔敷金属扩散氢含量。

表3 低氢型药皮焊条药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量规定

焊条型号	熔敷金属扩散氢含量(甘油法) mL/100g	药皮含水量(正常状态) %
E43×× E50××	≤4.0	≤0.35
E50××-×	≤4.0	≤0.25
E55××-×	≤3.0	≤0.20
E60××-× E70××-×	≤2.0	≤0.15

4 熔敷金属纵向弯曲试验方法

4.1 应分别制备立焊试件和仰焊试件,试件厚度和坡口按焊条国家标准规定。

4.2 焊条直径为3.2mm或4mm。

4.3 试样

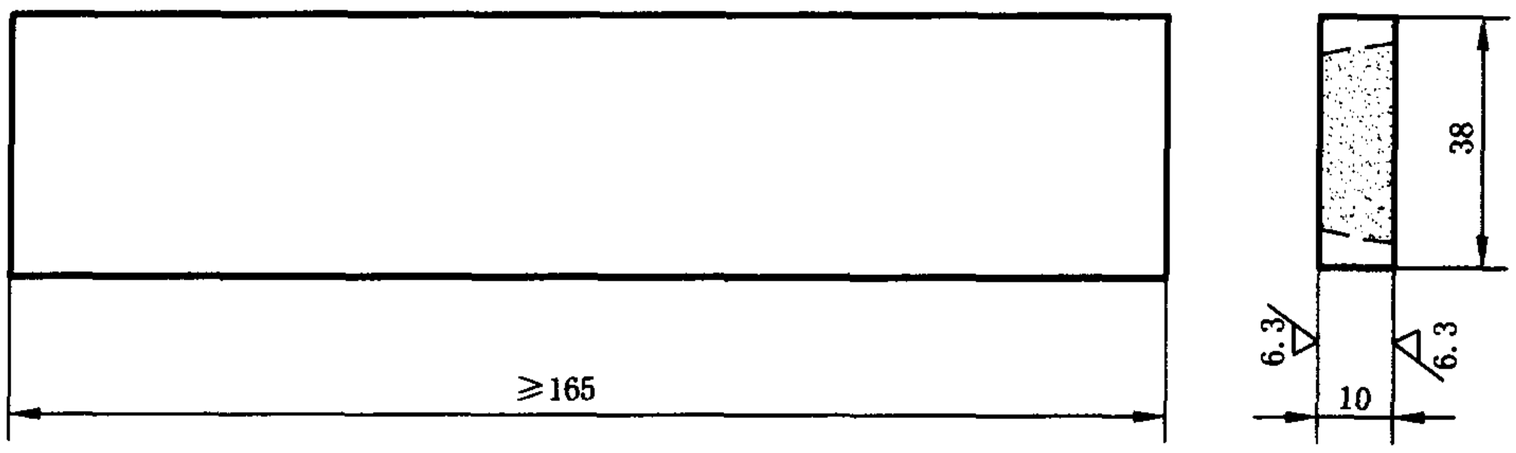
4.3.1 可采用冷加工法或热切割法切取试样。当采用热切割法时,应将热影响区部分用冷加工法去除。

4.3.2 去除试样焊缝余高前宜对试样进行冷校平。

4.3.3 去除焊缝余高及垫板后的试样表面应齐平,面弯试样与背弯试样各取1个。

4.3.4 制备面弯(背弯)试样时,应从背面(正面)加工去除多余厚度,试样的受拉面尽量靠近试件钢材表面。

4.3.5 试样尺寸见图1。



注:试样受拉面棱角 $R \leq 2$。

图1

4.4 弯曲试验应符合表4及GB/T 232—1999的规定。

表4 弯曲试验规定

试样厚度 mm	弯心直径 mm	支座间距离 mm	弯曲角度 (°)
10	40	63	180

5 包装

焊条包装应密封、防潮。

6 批量划分

6.1 碳钢焊条、低合金钢焊条每批不超过 30t。

6.2 低温钢焊条、不锈钢焊条每批不超过 10t。

7 质量证明书

质量证明书内容应齐全，各项数据应填实测结果。

附 录 A
（规范性附录）
产 品 标 识

按本标准规定生产的焊条，应在靠近焊条夹持端的药皮上印有压力容器用焊条的产品标识“JB/T 4747”，在正常的焊接操作前后应清晰可辨。在质量证明书和每包、每箱外面也应印有“压力容器用钢焊条”字样及标识。

JB/T 4747—2002

《压力容器用钢焊条订货技术条件》

标　准　释　义

JB/T 4747—2002《压力容器用钢焊条订货技术条件》

标　准　释　义

压力容器是具有爆炸危险的、在国民经济中广泛使用的特殊产品。我国政府十分重视压力容器的安全可靠性，专门设立了锅炉压力容器安全监察机构，遍布全国，加强了管理。全国压力容器标准化技术委员会成立以来，组织编制了多项标准，从标准上严格规范了压力容器的设计、制造、检验和使用各个方面的技术要求。

近20年来，锅炉压力容器安全监察局颁布了《压力容器安全技术监察规程》、《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》等法规，全国压力容器标准化技术委员会组织起草了一系列压力容器标准；如GB 150—1998《钢制压力容器》、GB 151—1999《管壳式换热器》和JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》等，在法规与标准中都对压力容器的焊接要求作了严格规定。

GB 150—1998中对压力容器用钢材（钢板、钢管、锻件）作了规定。GB 3531—1996《低温压力容器用低合金钢板》、GB 6654—1996《压力容器用钢板》和JB 4726～4728—2000《压力容器用锻件》等针对压力容器的特点，规定了用于压力容器钢材的技术要求。

全国已有2800余家压力容器制造和安装单位取得了锅炉压力容器安全监察局颁发的压力容器制造、安装许可证，这些单位都建立了压力容器制造（安装）质量保证体系，对压力容器焊材采购、验收和使用规定了一整套的管理办法。

焊接是制造压力容器的重要工艺，焊材的质量直接影响了压力容器质量。焊条生产厂应当按照压力容器技术要求生产焊条。

压力容器使用的焊条一直执行的标准是：GB/T 983—1995《不锈钢焊条》、GB/T 5117—1995《碳钢焊条》和GB/T 5118—1995《低合金钢焊条》。这三个焊条国家标准分别等效采用美国国家标准：ANSI/AWS A5.4—1992《不锈钢手工电弧焊焊条》、ANSI/AWS A5.1—1991《碳钢药皮焊条规程》和ANSI/AWS A5.5—1981《低合金钢药皮焊条规程》。标准可以等效采用，但国家资源不能“等效”，中、美两国钢材的合金体系差别较大，特别在低合金钢焊条范围内矛盾更突出，按照我国资源特点研制开发的若干低合金钢用焊条在GB/T 5118—1995中只能列入带“－G”的类别中，而带“－G”的焊条在ANSI/AWS A5.5—1981中只是为非美国钢材合金体系而设的“另册”，此时，焊条熔敷金属硫、磷含量不规定，焊缝金属冲击韧性值也不规定，这种情况对于压力容器用焊材来讲是绝对不允许的。

上述三个焊条国家标准都是通用性焊条标准，适用于建筑、农机、矿山、造船、水利等行业，其技术要求和生产规定与我国已形成的压力容器标准体系和管理体系很不适应，难以全面满足压力容器技术要求。因此，制定压力容器用钢焊条订货技术条件是确保压力容器

质量的基本要求。

1　关于应采用压力容器用钢焊条的焊缝的规定

焊接下列各类焊缝应采用压力容器用钢焊条：

(1) 受压元件焊缝；

(2) 与受压元件相焊的焊缝；

(3) 熔入永久焊缝内的定位焊缝；

(4) 受压元件母材表面堆焊、补焊。

2　关于“技术要求”的说明

根据压力容器的技术要求特点，在焊条国家标准基础上，制定压力容器用钢焊条订货技术条件，有关条款规定说明如下：

(1) 焊条的偏心度(3.1)

与其他焊接构件相比，压力容器壁厚较大，对焊缝与母材的熔合与焊透要求较高，因而在本标准中提高了焊条偏心度技术要求，详见正文。

(2) T 型接头角焊缝(3.2)

压力容器法规、标准和焊条国家标准对焊缝未熔合要求见表 1，未熔合属于面性缺陷，在压力容器中同裂缝一样危险，不允许在焊接接头中存在。如果焊条标准中都允许出现未熔合，那么如何能保证焊工考试试件、焊接工艺评定和压力容器产品中不出现未熔合呢?

表 1　法规、标准对焊缝未熔合的要求

法规、标准名称	焊缝未熔合的规定
压力容器安全技术监察规程(1999 年) 锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则 GB 150—1998《钢制压力容器》	JB 4730—1994 规定Ⅱ级片不允许有未熔合
JB 4708—2000《钢制压力容器焊接工艺评定》	角焊缝试件不允许出现未熔合
GB/T 5117—1995《碳钢焊条》	焊缝根部未熔合的总长度不大于焊缝总长度的 20%，当未熔合的深度不大于最小焊脚的 25%时，连续未熔合的长度不应大于 25mm
GB/T 5118—1995《低合金钢焊条》	焊缝根部未熔合的总长度应不大于焊缝总长度的 20%，连续未熔合的长度不大于 25mm

JB 4708—2000 中规定角焊缝根部应焊透，故本标准规定 T 型接头角焊缝不允许存在未熔合、未焊透。T 型接头角焊缝能否焊透取决于电弧穿透力和 T 型接头立板与底板的装配间隙两个因素，适当的间隙大小，才能保证角焊缝全都焊透。

(3) 熔敷金属的化学成分(3.3)

1999 年颁布的《压力容器安全技术监察规程》第 11 条规定:“压力容器专用钢材的磷含量(熔炼分析,下同)不应大于 0.030%,硫含量不应大于 0.020%。”压力容器用钢材和焊条国家标准中对硫、磷含量的规定对比见表 2,从中可见与压力容器用钢材相匹配的焊条国家标准中,硫、磷含量普遍高于母材。对于少数强度型低合金钢和几乎所有低温型低合金钢板、低温压力容器用碳素钢和低合金钢锻件来讲,相匹配焊条国家标准中的硫、磷含量都没有规定,这是不能允许的。一般来讲,焊缝金属是铸造组织,不均匀性大,比起钢板与锻件等轧制材料来力学性能要差一些。为了确保焊缝金属的性能不低于相应母材标准规定值的下限,我们有理由要求焊条熔敷金属硫、磷含量不高于相应母材。详见正文。

表 2　压力容器用钢材及与其匹配的焊条的硫、磷含量的规定　%

压力容器用钢材硫、磷含量规定			与钢材相匹配焊条硫、磷含量规定		
钢号	S	P	焊条型号	S	P
Q235 - A·F Q235 - A 10 20	≤0.050 ≤0.050 ≤0.035 ≤0.035	≤0.045 ≤0.045 ≤0.035 ≤0.035	E4303	≤0.035 (≤0.035)	≤0.040 (≤0.035)
Q235 - B Q235 - C 20R 20(锻)	≤0.045 ≤0.040 ≤0.020 ≤0.020	≤0.045 ≤0.040 ≤0.030 ≤0.030	E4316 E4315	≤0.035 (≤0.020)	≤0.040 (≤0.030)
09MnD	≤0.025	≤0.025	E5015 - G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
09MnNiD 09MnNiDR	≤0.015 ≤0.015	≤0.020 ≤0.025	W707	≤0.035 (≤0.015)	≤0.040 (≤0.020)
15MnNiDR	≤0.015	≤0.025	E5015 - G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
16Mn(锻) 16MnR	≤0.020 ≤0.020	≤0.030 ≤0.030	E5015 E5016	≤0.035 (≤0.020)	≤0.040 (≤0.030)
16MnD 16MnDR	≤0.015 ≤0.015	≤0.025 ≤0.025	E5016 - G E5015 - G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
15MnNbR	≤0.015	≤0.025	E5516 - G E5515 - G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
15MnVR	≤0.020	≤0.030	E5515 - G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)

表 2(续)　　%

压力容器用钢材硫、磷含量规定			与钢材相匹配焊条硫、磷含量规定		
钢号	S	P	焊条型号	S	P
20MnMo(锻)	≤0.015	≤0.025	E5015 – G E5515 – G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
20MnMoD	≤0.015	≤0.025	E5016 – G E5015 – G E5516 – G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.025)
13MnNiMoNbR	≤0.015	≤0.025	E6016 – D1 E6015 – D1	≤0.035 (≤0.015)	≤0.035 (≤0.025)
07MnCrMoVR 07MnNiCrMoVDR 08MnNiCrMoVD	≤0.020 ≤0.015 ≤0.015	≤0.030 ≤0.025 ≤0.020	E6015 – G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.015)
18MnMoNbR	≤0.020	≤0.025	E6015 – D1	≤0.035 (≤0.015)	≤0.035 (≤0.025)
20MnMoNb(锻)	≤0.015	≤0.025	E6015 – D1	≤0.035 (≤0.015)	≤0.035 (≤0.025)
10Ni3MoVD	≤0.015	≤0.015	E6015 – G	没有规定 (≤0.015)	没有规定 (≤0.015)
12CrMo 12CrMoG	≤0.035 ≤0.030	≤0.035 ≤0.030	E5515 – B1	≤0.035 (≤0.030)	≤0.035 (≤0.030)
15CrMo(锻) 15CrMoG 15CrMoR	≤0.020 ≤0.030 ≤0.020	≤0.030 ≤0.030 ≤0.030	E5515 – B2	≤0.035 (≤0.020)	≤0.035 (≤0.030)
12Cr1MoV(锻) 12Cr1MoVG	≤0.020 ≤0.030	≤0.030 ≤0.030	E5515 – B2 – V	≤0.035 (≤0.020)	≤0.035 (≤0.030)
12Cr2Mo 12Cr2Mo1(锻) 12Cr2MoG 12Cr2Mo1R	≤0.035 ≤0.015 ≤0.030 ≤0.025	≤0.035 ≤0.025 ≤0.030 ≤0.025	E6015 – B3	≤0.035 (≤0.015)	≤0.035 (≤0.025)
14Cr1MoR 14Cr1Mo(锻)	≤0.030 ≤0.015	≤0.030 ≤0.025	E5515 – B2	≤0.035 (≤0.015)	≤0.035 (≤0.025)
1Cr5Mo(锻)	≤0.020	≤0.030	E5MoV – 15	≤0.030 (≤0.020)	≤0.035 (≤0.030)

表 2(续)　　%

压力容器用钢材硫、磷含量规定			与钢材相匹配焊条硫、磷含量规定		
钢号	S	P	焊条型号	S	P
0Cr18Ni9	≤0.030	≤0.035	E308 – 15 E308 – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
0Cr18Ni10Ti 1Cr18Ni9Ti	≤0.030	≤0.035	E347 – 15 E347 – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
0Cr17Ni12Mo2	≤0.030	≤0.035	E316 – 15 E316 – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
0Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.030	≤0.035	E316L – 16 E318 – 16	≤0.030 ≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 ≤0.040 (≤0.035)
0Cr19Ni13Mo3	≤0.030	≤0.035	E317 – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
00Cr19Ni10	≤0.030	≤0.035	E308L – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
00Cr17Ni14Mo2	≤0.030	≤0.035	E316L – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
00Cr19Ni13Mo3	≤0.030	≤0.035	E317L – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
0Cr13	≤0.030	≤0.035	E410 – 15 E410 – 16	≤0.030 (≤0.030)	≤0.040 (≤0.035)
注:括号内数值为本标准规定。					

(4) 熔敷金属力学性能和弯曲性能(3.4)

① 熔敷金属抗拉强度(3.4.1)

GB 150—1998 中所列碳素钢和低合金钢拉伸强度都规定下限值和上限值。然而焊条国家标准和产品样本只规定熔敷金属抗拉强度下限值,而无上限值,当抗拉强度实测值不管超过下限值多少也合格。

焊条熔敷金属强度过高,会造成焊缝金属与母材的强度、塑性、韧性不匹配,影响焊接接头性能,给焊接工艺评定和焊接工艺的管理造成混乱。详见表 3,可知,当规定焊条熔敷金属抗拉强度上限值与国家标准规定值下限值之差不超过 100MPa 时,压力容器用焊条与压力容器用钢材之间可以做到良好的强度匹配。不锈钢焊条熔敷金属强度变化不会太大,故不规定上限值。

表 3　压力容器用钢及与其匹配的焊条的抗拉强度　　MPa

压力容器用钢材抗拉强度		与钢材相匹配焊条抗拉强度		
钢号	标准规定范围	焊条型号	国标规定下限值	本标准规定范围
Q235 – A·F Q235 – A 10 20	375 ~ 500 375 ~ 500 335 ~ 490 390 ~ 530	E4303	≥420	420 ~ 520
Q235 – B Q235 – C 20G 20g 20R 20(锻)	375 ~ 500 375 ~ 500 410 ~ 550 390 ~ 540 390 ~ 520 390 ~ 540	E4316 E4315	≥420	420 ~ 520
09MnD	400 ~ 540	E5015 – G	≥490	490 ~ 590
09MnNiD 09MnNiDR	420 ~ 570 430 ~ 570	W707	≥490	490 ~ 590
15MnNiDR	460 ~ 630	E5015 – G	≥490	490 ~ 590
16Mn 16MnR	450 ~ 600,490 ~ 670 450 ~ 640	E5016 E5015	≥490	490 ~ 590
16MnD 16MnDR	450 ~ 600 450 ~ 620	E5015 – G E5515 – G	≥490	490 ~ 590
15MnNbR	520 ~ 650	E5516 – G E5515 – G	≥540	540 ~ 640
15MnVR	490 ~ 665	E5515 – G	≥540	540 ~ 640
20MnMo	490 ~ 700	E5015 – G E5515 – G	≥490 ≥540	490 ~ 590 540 ~ 640
20MnMoD	490 ~ 700	E5016 – G E5015 – G E5516 – G	≥490 ≥490 ≥540	490 ~ 590 490 ~ 590 540 ~ 640
13MnNiMoNbR	570 ~ 720	E6016 – D1 E6015 – D1	≥590	590 ~ 690
07MnCrMoVR 07MnNiCrMoVDR 08MnNiCrMoVD	610 ~ 740 610 ~ 740 600 ~ 770	E6015 – G	≥590	590 ~ 690
18MnMoNbR	570 ~ 740	E6015 – D1	≥590	590 ~ 690

表 3(续)　　MPa

压力容器用钢材抗拉强度		与钢材相匹配焊条抗拉强度		
钢号	标准规定范围	焊条型号	国标规定下限值	本标准规定范围
20MnMoNb	610 ~ 790	E6015 – D1	≥590	590 ~ 690
10Ni3MoVD	600 ~ 770	E6015 – G	≥590	590 ~ 690
12CrMo 12CrMoG	410 ~ 560 410 ~ 560	E5515 – B1	≥540	540 ~ 640
15CrMo 15CrMoG 15CrMoR	430 ~ 600,440 ~ 640 440 ~ 640 450 ~ 590	E5515 – B2	≥540	540 ~ 640
12Cr1MoV 12Cr1MoVG	430 ~ 610 470 ~ 640	E5515 – B2 – V	≥540	540 ~ 640
12Cr2Mo 12Cr2Mo1 12Cr2MoG 12Cr2Mo1R	450 ~ 600 500 ~ 680 450 ~ 600 515 ~ 690	E6015 – B3	≥590	590 ~ 690
14Cr1MoR 14Cr1Mo	515 ~ 690 480 ~ 660	E5515 – B2	≥540	540 ~ 640
1Cr5Mo	390 ~ 590 590 ~ 760	E5MoV – 15	≥540	540 ~ 640

② 熔敷金属拉伸试验伸长率(3.4.2)

压力容器常用焊条熔敷金属拉伸试验伸长率国家标准规定下限值如表 4 所示,表 4 中尚有部分焊条伸长率标准规定值达不到 20%,《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》、JB 4708—2000 和 GB 150—1998 中试件都要进行 $D = 4a$ 的弯曲试验。根据计算,此时受拉伸部分伸长率为 20%,因此,我们规定压力容器用焊条熔敷金属拉伸试验伸长率下限值为 20%。

表 4　压力容器常用焊材熔敷金属伸长率标准规定值

伸长率标准规定值 %	压力容器常用焊材
≥15	J606,J607,J707,R407
≥17	W707Ni,W907Ni,J557,R207,R307,R317
≥20	J502

表 4(续)

伸长率标准规定值 %	压力容器常用焊材
≥22	J422,J426,J427,J506,J507,J506RH, J507RH,J507MoW,H08Mn2SiA + CO_2,所有焊剂
≥25	A132,A137,A212,A242
≥30	A202,A207,A022
≥35	A102,A107,A022

③ 焊缝金属夏比 V 型缺口冲击吸收功(3.4.3)

我国压力容器用钢和相匹配用焊条国家标准对冲击韧性试验要求对比如表 5,从表 5 可见根据我国资源特点研制的压力容器用钢如 15MnVR、07MnCrMoVR、16MnDR、15MnNiDR、09Mn2VDR,其相匹配焊条合金体系在国家标准中列为“-G”类,带“-G”型号焊条的冲击吸收功要求由供需双方协议商定,国家标准不作规定,而铬钼钢焊条冲击吸收功低于钢板。这些不足都在本标准中作了补充规定。按压力容器钢材和焊接接头对冲击试验的规定,本标准对焊缝金属冲击试样规定也只取 3 个,冲击试验结果取平均值,而不是按焊条国家标准规定,冲击试样取 5 个,并去掉其中最大值和最小值后取平均值,显然是提高了技术要求。

表 5　压力容器用钢及与其匹配的焊条的冲击吸收功规定

压力容器用钢冲击吸收功规定			相匹配焊条冲击吸收功规定		
钢号	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥	焊条型号 (牌号示例)	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥
Q235-A·F Q235-A 10 20	— — — 20	— — — 39(U 型缺口)	E4303 (J422)	0	27
Q235-B Q235-C 20R 20G 20(锻)	20 0 0 20 20	27 27 27 39(U 型缺口) 34	E4316 (J426) E4315 (J427)	-30 -30	27 27
09MnD	-50	21	E5015-G (W607)	协议要求 (-60)　(27)	

表 5(续)

压力容器用钢冲击吸收功规定			相匹配焊条冲击吸收功规定		
钢号	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥	焊条型号 (牌号示例)	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥
09MnNiD	-70	47	W707	-70 (-70)	27 (54)
09MnNiDR	-70	27			
15MnNiDR	-45	27	E5015-G (W607)	协议要求 (-60) (27)	
16Mn(锻)	0	31	E5016 (J506) E5015 (J507)	-30 -30	27 27
16MnR	0	31			
16MnD	-40	27	E5016-G (J506RH) E5015-G (J507RH)	协议要求 (-40) (34) 协议要求 (-40) (34)	
16MnDR	-40 -30	27			
15MnNbR	-20	34	E5515-G(J557) E5516-G(J556RH)	协议要求 (-30) (27) (-40) (34)	
15MnVR	0	31	E5515-G (J557)	协议要求 (-30) (27)	
20MnMo	0	34	E5015-G(J507RH) E5515-G(J557)	协议要求 (-40) (34) (-30) (27)	
20MnMoD	-40 -30	27	E5016-G(J506RH) E5015-G(J507RH) E5516-G(J556RH)	协议要求 (-40) (34)	
13MnNiMoNbR	0	34	E6016-D1(J606) E6015-D1(J607)	-30	27
07MnCrMoVR	-20	47	E6015-G (J607RH)	协议要求 (-40) (54)	
07MnNiCrMoVR	-40	47			
08MnNiCrMoVD	-40	47			
18MnMoNbR	0	31	E6015-D1 (J607)	-30	27

表 5(续)

压力容器用钢冲击吸收功规定			相匹配焊条冲击吸收功规定		
钢号	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥	焊条型号 (牌号示例)	试验温度 ℃	冲击吸收功 J ≥
20MnMoNbD	0	34	E6015 – D1 (J607)	– 30	27
10Ni3MoVD	– 50	47	E6015 – G (J607RH)	协议要求 (– 50)	(54)
12CrMo(管)	20	55(U 型缺口)	E5515 – B1 (R207)	常温	27 (34)
12CrMoG	20	27			
15CrMo(管) 15CrMo(锻)	20 20	47(U 型缺口) 34	E5515 – B2 (R307)	常温	27 (47)
15CrMoG	20	27			
15CrMoR	20	31			
12Cr1MoV(锻)	20	34	E5515 – B2 – V (R317)	常温	27 (47)
12Cr1MoVG	20	27			
12Cr2Mo	20	48	E6015 – B3 (R407)	常温	27 (55)
12Cr2Mo1(锻)	20	41			
12Cr2MoG	20	27			
12Cr2Mo1R	20	31			
14Cr1MoR	20	31	E5515 – B2 (R307H)	常温	27 (47)
14Cr1Mo(锻)	20	41			
1Cr5Mo(锻)	20	34	E5MoV – 15 (R507)	没有规定 (常温)	(41)
注:括号内数值为本标准规定。					

④ 纵向弯曲试验(3.4.4)

纵向弯曲试样试验合格指标与压力容器法规、标准相同,进行弯曲试验时注意只检验焊缝金属内的裂纹与缺陷。熔合线与热影响区内的裂纹、缺陷与母材有关,因而不在受检范围之内。

⑤ 低氢型药皮焊条含水量或熔敷金属扩散氢含量(3.6)

压力容器中的冷裂纹是经常出现的缺陷,熔敷金属中氢是促使产生冷裂纹的重要因素之一,严格控制焊条药皮含水量(或熔敷金属扩散氢含量)是防止产生冷裂纹的重要措施,我们根据 JB/DQ 7390—1988《碳钢焊条低合金钢焊条不锈钢焊条产品质量分等》中壹等品要求规定了压力容器焊条药皮含水量及熔敷金属扩散氢含量。

药皮含水量测定结果稳定,故作为标准首先采用。

(5) 熔敷金属纵向弯曲试验方法(4)

焊条国家标准和美国标准都不规定进行弯曲试验,日本 JIS Z 3211—1991《低碳钢用药皮焊条》、JIS Z 3212—1990《高强钢用药皮焊条》都规定了弯曲试验。弯曲试验是考核熔敷金属塑性和完好性(致密性、连续性)的工艺性试验,压力容器焊工考试、焊接工艺评定、焊接产品试板都规定弯曲试验。焊条熔敷金属首先应当保证弯曲性能,本标准参照采用了日本焊条标准规定了弯曲试验条款,并与国内压力容器焊接弯曲试验规定相一致。

适用于全位置焊接的焊条,按国家标准规定在平焊位置制备熔敷金属化学成分、拉伸试验和冲击试验试件。立焊和仰焊位置试件更能突出考验熔敷金属的完好性,我们参照日本标准规定了弯曲试验试件位置规定为立焊和仰焊。

试样去除焊缝余高前允许对试样进行冷校平,实际上对力学性能试验、弯曲试验来讲都是提高了技术要求。4.3.4、4.3.5 弯曲试样形式与尺寸、弯曲试验方法及合格指标与压力容器焊接弯曲试验相同。