

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.1 ~ 47018.5—2017

NB/T 47018.6 ~ 47018.7—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件

Technical permission of welding materials for pressure equipment



2017-03-28 发布
2011-07-01 发布

2017-08-01 实施
2011-10-01 实施

国家能源局 发布

国家能源局

公告

2017 年 第 6 号

依据《国家能源局关于印发<能源领域行业标准化管理办法（试行）>及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《页岩气 储层改造 第2部分：工厂化压裂作业技术规范》等159项行业标准，其中能源标准（NB）34项、电力标准（DL）39项、石油标准（SY）86项，现予以发布。

上述标准中电力领域标准由中国电力出版社出版及中国计划出版社发行，煤炭领域标准由煤炭工业出版社出版发行，石油天然气、页岩气领域标准由石油工业出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件：行业标准目录

二〇一七年三月二十八日

目 录

前言	IV
NB/T 47018.1—2017 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 1 部分：采购通则	1
NB/T 47018.2—2017 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 2 部分：钢焊条	9
NB/T 47018.3—2017 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 3 部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝	27
NB/T 47018.4—2017 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 4 部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂	39
NB/T 47018.5—2017 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 5 部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂	47
NB/T 47018.6—2011 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 6 部分：铝及铝合金焊丝和填充丝	59
NB/T 47018.7—2011 承压设备用焊接材料订货技术条件	
第 7 部分：钛及钛合金焊丝和填充丝	71
编制说明	81

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

NB/T 47018—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为2个部分：

- 第6部分：铝及铝合金焊丝和填充丝；
- 第7部分：钛及钛合金焊丝和填充丝。

本标准按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准是对NB/T 47018.1~47018.5—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》的修订。与NB/T 47018.1~47018.5—2011相比，主要修改内容如下：

- NB/T 47018.1按GB/T 25778—2010要求，重新编制相关条文，调整了7类焊接材料每批最高限量，对使用药芯焊丝进行了规范，将焊条药皮含水量测定改为扩散氢测定，扩散氢规定用水银法或热导法；
- NB/T 47018.2中，按照2012年版焊条国家标准规定，变更了引用焊条国家标准名称，改变了焊条型号表示方法，增加了55个焊条型号，调整了熔敷金属冲击韧性合格指标和规定了扩散氢含量测定方法及合格指标；
- NB/T 47018.3中，总共增加了33个焊丝型号，更新焊丝型号的表示方法；
- NB/T 47018.4中，加强了埋弧焊材（焊丝及焊剂）质量保证书要求，规范了焊丝中磷、硫含量；
- NB/T 47018.5中增加了三个焊带型号：EQ317L、EQ2205和EQ2209。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院、中国特种设备检测研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本标准主要起草人：戈兆文、窦万波、房务农、寿比南、谢铁军、杨国义、李军、常彦衍、徐锴、李振华、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、肖辉英、侯杰昌、杨咏梅、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 4747—2002；
- NB/T 47018.1~47018.5—2011。

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.1—2017

代替 NB/T 47018.1—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 1 部分：采购通则

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 1: General rule

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言4

1 范围5

2 规范性引用文件5

3 基本要求5

4 批量标识6

5 组批规则6

6 质量证明7

7 复验7

8 保管和运输8

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

本部分是NB/T 47018—2017的第1部分。

本部分按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分是对NB/T 47018.1—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则》的修订。与NB/T 47018.1—2011相比，主要技术变化如下：

- 按GB/T 25778—2010的要求，重新编制了采购通则；
- 对使用药芯焊丝进行具体规范；
- 对表1中所列不锈钢焊条，碳钢焊芯、焊丝、填充丝，低合金钢焊芯、焊丝、填充丝，不锈钢焊芯、焊丝、填充丝，堆焊用不锈钢焊带，碳钢、低合金钢用焊剂，不锈钢用焊剂的每批最高限量做了调整；
- 增加了采购焊接材料应注明熔敷金属力学性能试件焊后状态的规定；
- 将焊条药皮含水量检验改为焊条熔敷金属扩散氢含量；
- 在产品质量证明书的检验项目中增加了弯曲试验。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：合肥通用机械研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本部分主要起草人：戈兆文、房务农、常彦衍、徐锴、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、肖辉英、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

NB/T 47018—2017的本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- NB/T 47018.1—2011。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第1部分：采购通则

1 范围

NB/T 47018—2017 的本部分规定了焊接材料采购基本要求、批量标识、组批规则、质量证明、复验、保管和运输。

本部分适用于承压设备用焊接材料供需双方，根据采购要求编制采购细则。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25778	焊接材料采购指南	
NB/T 47018.2	承压设备用焊接材料订货技术条件	第2部分：钢焊条
NB/T 47018.3	承压设备用焊接材料订货技术条件	第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝
NB/T 47018.4	承压设备用焊接材料订货技术条件	第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂
NB/T 47018.5	承压设备用焊接材料订货技术条件	第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂
NB/T 47018.6	承压设备用焊接材料订货技术条件	第6部分：铝及铝合金焊丝和填充丝
NB/T 47018.7	承压设备用焊接材料订货技术条件	第7部分：钛及钛合金焊丝和填充丝
JB/T 3223	焊接材料质量管理规程	

3 基本要求

3.1 采购承压设备用焊接材料，除应符合 GB/T 25778 的规定外，还应符合本部分的规定。

3.2 承压设备用焊接材料的经销商（以下简称经销商），应经焊接材料的生产商（以下简称生产商）许可，生产商负责对经销商进行培训与考核。

3.3 生产商或供货单位（含经销商）应向订货单位提供焊接材料质量证明书原件，允许供货单位（含经销商）提供复印件，但应加盖供货单位（含经销商）公章和经办人签章。

3.4 生产商应向焊接材料订货单位提供产品说明书，内容包括产品特点、性能指标、适用范围、保管要求、使用注意事项。

3.5 采用本标准以外的钢、铝、钛质国产焊接材料时，应符合下列规定：

- 在本标准中有相应种类但没有型号（或牌号）的焊接材料，其技术要求应不低于本标准中同种类焊接材料的规定，并有焊接性能和工程实验依据；
- 在本标准中没有相应种类的焊接材料，其技术要求应比照本标准的规定，并有焊接性能和工程实验依据；
- 药芯焊丝应按照 NB/T 47018.2 规定的技术要求编制订货技术条件，碳钢和低合金钢药芯焊丝应为碱性渣系。在订货合同中需包含保证药芯成分、药芯填充均匀性的具体内容和检验方法，以及打开真空包装后的药芯焊丝保证熔敷金属扩散氢含量的措施。

3.6 采用境外焊接材料时,应符合下列规定:

- a) 应选用境外相应承压设备规范允许使用,并有承压设备工程实践依据的焊接材料,其使用范围不应超出该规范的规定,且不能超出国内相近焊接材料的使用范围;
- b) 焊接材料的技术要求不应低于本标准中同种类焊接材料的规定。当本标准中没有同种类焊接材料时,其技术要求比照本标准的规定;
- c) 承压设备制造单位首次选用某种国外焊接材料时,应掌握该材料的焊接性能、使用条件和采购规则。

3.7 当订货单位对焊接材料有附加技术要求时,需要在订货合同中提出,并同时规定检验方法和合格指标。

3.8 订货单位应在订货技术条件中注明所采购焊接材料熔敷金属力学性能试件的焊后状态。焊后热处理条件按相应焊接材料标准的规定,当超出标准规定时,则另行协议。

4 批量标识

4.1 实心焊丝、填充丝、焊芯和焊带均按炉号标识,应由单一炉号的材料组成。

4.2 焊条涂料、烧结焊剂的湿搅拌料和熔炼焊剂的炉料均按控制化学成分标识。湿搅拌料在湿搅拌前、后,炉料在熔炼前、后,需经过充分试验,证明用于该批所有湿搅拌料(或炉料)的成分相当。试验至少应包括化学成分分析,其结果应符合焊接材料制造厂的规定范围。试验程序和试验结果应有记录。

5 组批规则

5.1 实心焊丝、填充丝、焊芯和焊带

批量是采用单一炉号、同一截面形状、同一规格和同一交货状态的材料,在一个生产周期内的产品数量。

5.2 焊条

批量是在连续 24h(即连续的正常工作班次)生产时间内用同样制造工艺生产的同一型号和规格的产品数量。

5.3 焊剂

批量是在一个生产周期内,用相同原材料混合物和同样的制造工艺,所生产同一型号的产品数量。

5.4 用于承压设备焊接材料的每批最高限量见表 1。

表 1 各类焊材每批最高限量

单位为 kg

焊 接 材 料 类 别	每 批 最 高 限 量
非合金钢及细晶粒钢焊条	50 000
热强钢焊条、高强钢焊条	30 000
不锈钢焊条	20 000
碳钢焊芯、焊丝、填充丝	50 000
低合金钢焊芯、焊丝、填充丝	30 000
不锈钢焊芯、焊丝、填充丝	20 000
堆焊用不锈钢焊带(厚度等于或小于 0.5mm)	20 000
铝及铝合金焊丝、填充丝	10 000
钛及钛合金焊丝、填充丝	1 000
碳钢、低合金钢用焊剂	50 000
不锈钢用焊剂	20 000

6 质量证明

- 6.1 生产商应当保证出厂产品符合本标准的规定和订货合同要求。
- 6.2 生产商在产品质量证明书中检验项目应不少于表 2 的规定，并填写实际检验结果，其余项目应保证合格。

当生产商确能保证弯曲性能时，可以免除弯曲试验，在质量证明书相应项目中填写合格。

表 2 承压设备用焊接材料的检验项目

焊接材料类型	材料类别及检验项目						
	标准	碳钢	低合金钢	不锈钢	堆焊	铝及铝合金	钛和钛合金
焊条	NB/T 47018.2	化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测， 熔敷金属扩 散氢含量 (限碱性药 皮焊条)	化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测， 熔敷金属扩 散氢含量 (限碱性药 皮焊条)	化学分析， 拉伸试验， 弯曲试验， 射线检测	—	—	—
GTAW、GMAW、PAW 用焊丝和填充丝	NB/T 47018.3	^a 化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测	^a 化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测	^a 化学分析， 拉伸试验， 弯曲试验， 射线检测	—	—	—
	NB/T 47018.6	—	—	—	—	^a 化学分析， 射线检测， 平板堆焊试验 (限填充丝)	—
	NB/T 47018.7	—	—	—	—	—	^a 化学分析， 射线检测
SAW、 ^d ESW 用焊丝 — 焊剂、焊带 — 焊剂	NB/T 47018.4	^b 化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测， 熔敷金属扩 散氢含量	^b 化学分析， 拉伸试验， 冲击试验， 弯曲试验， 射线检测， 熔敷金属扩 散氢含量	^b 化学分析， 拉伸试验， 弯曲试验， 射线检测	—	—	—
	NB/T 47018.5	—	—	—	^c 化学分析	—	—
^a 对焊丝。 ^b 对熔敷金属。 ^c 对堆焊金属。 ^d 不测定熔敷金属扩散氢含量。							

7 复验

7.1 通用规定

任何一个检验项目不合格时，该项目应加倍取样复验（冲击试验除外）。试样可从原试件或新焊制的试件上制取，复验的结果应全部符合对该项检验、复验的要求。

7.2 力学性能复验

- 7.2.1 复验熔敷金属拉伸性能时，应把抗拉强度、屈服强度及断后伸长率同时作为复验项目。
- 7.2.2 冲击性能复验时，应再取 3 个试样进行复验。其合格指标为前后两组 6 个试样的冲击功平

均值不应小于规定值，允许有 2 个试样小于规定值，但其中低于规定值 70% 的试样只允许有 1 个。

7.2.3 背弯和面弯各作为一项。

7.3 化学成分复验

每一种化学成分都作为一项，只须对不合格的元素含量进行复验。

8 保管和运输

生产商、经销商和焊接材料使用单位，应将成品焊材按 JB/T 3223 规定库存保管。在保管和运输过程中做到防潮、防腐蚀、防污染。



中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.2—2017

代替 NB/T 47018.2—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 2 部分：钢焊条

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 2: Electrodes for steel

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国 家 能 源 局 发布

目 次

前言	13
1 范围	15
2 规范性引用文件	15
3 技术要求	15
4 熔敷金属弯曲试验	21
5 产品标识	22
附录 A（资料性附录） 焊条型号对照	23

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

本部分是NB/T 47018—2017的第2部分。

本部分按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分是对NB/T 47018.2—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件 第2部分：钢焊条》的修订。与NB/T 47018.2—2011相比，主要技术变化如下：

- 按2012年新版焊条国家标准规定，将原GB/T 5117《碳钢焊条》更名为《非合金钢及细晶粒钢焊条》，原GB/T 5118《低合金钢焊条》更名为《热强钢焊条》，新增加GB/T 32533《高强钢焊条》标准；
- 在非合金钢及细晶粒钢焊条中保留了E4303、E4315、E4316、E5015、E5016、E5018、E5515-G 7个焊条型号，且与新版标准的焊条型号编制相同，但技术要求有所改变；保留了5个焊条型号，按新版标准规定变更相应型号放在括号内：E5015-E (E5015-N1)、E5016-E (E5016-N1)、E5515-E (-40℃) (E5515-N1)、E5516-E (E5516-N1)、E5515-E (-50℃) (E5515-N3)；增加了E4318、E5516-G、E5518-G (-30℃)、E5018-G (-40℃)、E5518-G (-40℃)、E5018-1、E5015-G、E5016-G、E5015-N2、E5515-N2、E5018-N2、E5516-N3、E5518-N3、E5515-N5、E5516-N5、E5518-N5、E5015-G (-70℃)、E5015-N5、E5016-N5、E5018-N5、E5015-N7、E5016-N7、E5018-N7共23个焊条型号；
- 在热强钢焊条中保留了下述5个焊条型号，按新版标准规定变更相应型号放在括号内：E5515-B1 (E55××-CM)、E5515-B2 (E55××-1CM)、E5515-B2-V (E55××-1CMV)、E6015-B3 (E62××-2C1M)、E5MoV-15 (E55××-5CMV)；增加了8个焊条型号：E50××-1M3、E52××-1CML、E55××-2C1ML、E55××-2CMWVB、E55××-2CMVNB、E62××-2C1MV、E62××-3C1MV、E50××-G；
- 在不锈钢焊条中保留了下述18个焊条型号：E308-15、E308-16、E308L-16、E309-15、E309-16、E309L-16、E309Mo-16、E309MoL-16、E316-15、E316-16、E316L-16、E317-16、E317L-16、E318-16、E347-15、E347-16、E410-15、E410-16，按新版标准型号编制规定除E309MoL-16变更为E309LMo-16以外，其余焊条型号与新标准规定相同；增加了4个焊条型号：E310-××、E310Mo-××、E347L-××和E2209-××；
- 高强钢焊条保留了3个焊条型号，将新国标中的对应型号列在括号内：E6015-D1 (E5915-G、-30℃)、E6016-D1 (E5916-G、-30℃)和E6015-E (E6215-3M2)；增加20个焊条型号：E6215-N2M1、E6216-N2M1、E5918-G (-30℃)、E5915-G (-40℃)、E5916-G (-40℃)、

E5918-G(-40℃)、E6216-N4M1、E6215-G(-40℃)、E6216-G(-40℃)、E6218-G(-40℃)、E6215-G(-50℃)、E6216-G(-50℃)、E6218-G(-50℃)、E6218-3M2、E6218-3M3、E6215-N5M1、E6216-N5M1、E6215-G(-60℃)、E6216-G(-60℃)和 E6218-G(-60℃)；

- 修订了熔敷金属拉伸试样断后伸长率合格指标；
- 除不锈钢焊条外，新增加焊条型号的熔敷金属冲击试验规定全部重新确定；
- 除不锈钢焊条外，所有焊条扩散氢含量需采用水银法或热导法测定，并规定了合格指标，不再使用焊条药皮含水量测定；
- 在弯曲试验中允许使用横向弯曲试样，增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定；
- 增加了附录 A “焊条型号对照”。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：合肥通用机械研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本部分主要起草人：戈兆文、房务农、常彦衍、徐锴、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、肖辉英、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

NB/T 47018—2017 的本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 4747—2002；
- NB/T 47018.2—2011。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第2部分：钢焊条

1 范围

NB/T 47018—2017 的本部分规定了钢焊条的技术要求、熔敷金属弯曲试验和产品标识。

本部分适用于承压设备用非合金钢及细晶粒钢焊条、热强钢焊条、高强钢焊条和不锈钢焊条。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 983—1995	不锈钢焊条
GB/T 983	不锈钢焊条
GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 3965	熔敷金属中扩散氢测定方法
GB/T 5117—1995	碳钢焊条
GB/T 5117	非合金钢及细晶粒钢焊条
GB/T 5118—1995	低合金钢焊条
GB/T 5118	热强钢焊条
GB/T 32533	高强钢焊条
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则

3 技术要求

3.1 通用规定

承压设备用钢焊条除应分别符合 GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 5118 和 GB/T 32533 的规定外，还应符合 NB/T 47018.1 和本部分的规定。

本部分焊条型号与其他相关标准型号之间对应关系，参见附录 A。

3.2 焊条的偏心度

3.2.1 直径不大于 2.5mm 的焊条，偏心度应不大于 5%；但允许 5% 的受检焊条的偏心度大于 5%，且不得大于 7%。

3.2.2 直径为 3.2mm 和 4.0mm 的焊条，偏心度应不大于 4%；但允许 5% 的受检焊条的偏心度大于 4%，且不得大于 5%。

3.2.3 直径不小于 5.0mm 的焊条，偏心度应不大于 3%；但允许 5% 的受检焊条的偏心度大于 3%，且不得大于 4%。

3.3 熔敷金属的化学成分

承压设备常用钢焊条熔敷金属的硫、磷含量规定见表1。

表1 承压设备常用钢焊条熔敷金属硫、磷含量规定

焊条类别	焊条型号	S (质量分数) /%	P (质量分数) /%
非合金钢及细晶粒钢焊条 (GB/T 5117)	E4303	≤0.020	≤0.030
	E4315		
	E4316		
	E4318		
	E5015		
	E5016		
	E5018		
	E5515-G		
	E5516-G		
	E5518-G		
	E5015-N1		
	E5016-N1		
	E5018-G		
	E5515-N1		
	E5516-N1		
	E5015-N2		
	E5515-N2		
	E5518-G	≤0.015	≤0.025
	E5018-1		
	E5015-G		
	E5016-G		
	E5018-N2		
	E5515-N3		
	E5516-N3		
	E5518-N3		
	E5515-N5		
	E5516-N5		
	E5518-N5		
	E5015-G		
	E5015-N5		
	E5016-N5		
	E5018-N5		
	E5015-N7		
	E5016-N7		
	E5018-N7		

表 1 (续)

焊条类别	焊条型号	S (质量分数) /%	P (质量分数) /%
高强钢焊条 (GB/T 32533)	E5915-G	≤0.015	≤0.025
	E5916-G		
	E5918-G		
	E6215-G		
	E6216-G		
	E6218-G		
	E6215-3M2		
	E6218-3M2		
	E6218-3M3		
	E6215-N2M1		
	E6216-N2M1		
	E6216-N4M1		
	E6215-N5M1		
	E6216-N5M1		
热强钢焊条 (GB/T 5118)	E50××-1M3	≤0.015	≤0.025
	E55××-CM		
	E55××-1CM		
	E52××-1CML		
	E55××-1CMV		
	E62××-2C1M		
	E55××-2C1ML		
	E55××-2CMWVB		
	E55××-2CMVNb		
	E62××-2C1MV		
	E62××-3C1MV		
	E55××-5CMV		
	E55××-G		

表 1 (续)

焊条类别	焊条型号	S (质量分数) /%	P (质量分数) /%
不锈钢焊条 (GB/T 983)	E308-××	≤0.020	≤0.030
	E308L-××		
	E309-××		
	E309L-××		
	E309Mo-××		
	E309LMo-××		
	E310-××		
	E310Mo-××		
	E316-××		
	E316L-××		
	E317-××		
	E317L-××		
	E318-××		
	E347-××		
	E347L-××		
	E410-××		
	E2209-××		
注 1: 热强钢焊条型号中“××”代表药皮类型 15、16 或 18。			
注 2: 不锈钢焊条型号中“××”见 GB/T 983 中表 2、表 3。			

3.4 熔敷金属力学性能

3.4.1 非合金钢及细晶粒钢焊条、热强钢焊条和高强钢焊条熔敷金属的抗拉强度与相应 GB/T 5117、GB/T 5118 和 GB/T 32533 规定下限值之差不应超过 120MPa, 其中直径不大于 2.5mm 的热强钢焊条熔敷金属的抗拉强度与 GB/T 5118 规定下限值之差不应超过 130MPa。

3.4.2 熔敷金属拉伸试样断后伸长率除应分别符合 GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 5118 和 GB/T 32533 规定外, 且应不小于 18%。

3.4.3 承压设备常用钢焊条的熔敷金属夏比 V 型缺口冲击试验规定见表 2。冲击试样取 3 个, 其冲击试验结果平均值应不小于规定值, 允许其中 1 个试样的冲击试验结果小于规定值, 但应不低于规定值的 70%。

3.4.4 熔敷金属弯曲试样弯曲到表 3 规定的角度后, 其拉伸面上的熔敷金属内, 沿任何方向不得有单条长度大于 3mm 的开口缺陷。试样熔敷金属的棱角开口缺陷可不计, 但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

对于断后伸长率 A 标准规定值下限小于 20% 的熔敷金属, 若按表 3 规定的弯曲试验不合格, 而其实测值小于 20%, 则允许加大弯心直径重新进行试验。此时弯心直径等于 $\frac{10 \times (200 - A)}{2A}$ (A 为断后伸长率规定值下限乘以 100), 支座间距等于弯心直径加 23mm。

表 2 承压设备常用钢焊条熔敷金属冲击试验规定

焊条类别	焊条型号	冲击试验	
		试验温度/℃	冲击吸收功 KV_2/J
非合金钢及细晶粒钢焊条 (GB/T 5117)	E4303	0	≥ 54
	E4315	- 30	
	E4316		
	E4318		
	E5015		
	E5016		
	E5018		
	E5515-G		
	E5516-G		
	E5518-G		
	E5015-N1	- 40	
	E5016-N1		
	E5018-G		
	E5515-N1		
	E5516-N1		
	E5015-N2		
	E5515-N2		
	E5518-G		
	E5018-1	- 45	
	E5015-G	- 50	
	E5016-G		
	E5018-N2		
	E5515-N3		
	E5516-N3		
	E5518-N3		
	E5515-N5		
	E5516-N5		
	E5518-N5		
	E5015-G	- 70	
	E5015-N5	- 75	
	E5016-N5		
	E5018-N5		

表 2 (续)

焊 条 类 别	焊 条 型 号	冲 击 试 验	
		试验温度/℃	冲击吸收功 KV_2/J
非合金钢及细晶粒钢焊条 (GB/T 5117)	E5015-N7	- 100	≥ 54
	E5016-N7		
	E5018-N7		
高强钢焊条 (GB/T 32533)	E62××-N2M1	- 20	
	E59××-G	- 30	
	E59××-G	- 40	
	E6216-N4M1		
	E62××-G		
	E6215-3M2	- 50	
	E6218-3M2		
	E6218-3M3		
	E62××-G		
	E6215-N5M1	- 60	
	E6216-N5M1		
	E62××-G		
热强钢焊条 (GB/T 5118)	E50××-1M3	0	
	E55××-CM		
	E52××-1CML		
	E55××-1CM		
	E5515-1CMV		
	E55××-2C1ML		
	E62××-2C1M		
	E5515-2CMWVB		
	E5515-2CMVNb		
	E62××-2C1MV	- 20	≥ 68
	E62××-3C1MV		
	E55××-5CMV	室温	≥ 54
	E55××-G		

注：高强钢焊条、热强钢焊条型号中“××”代表药皮类型 15、16 或 18。

注：高强钢焊条、热强钢焊条型号中“××”代表药皮类型 15、16 或 18。

表 3 弯曲试验尺寸规定

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

3.5 熔敷金属扩散氢含量

焊条熔敷金属扩散氢测定按照 GB/T 3965 进行，其含量应符合表 4 的规定。

3.6 熔敷金属射线检测

熔敷金属射线检测按 NB/T 47013.2 进行，射线检测技术应不低于 AB 级，质量等级应为 I 级。

表 4 焊条熔敷金属扩散氢含量规定

焊 条 型 号	熔敷金属扩散氢含量/ (mL/100g)
	水银法或热导法
E43××	≤8
E50××-×、E52××-×	≤7
E55××-×	≤6
E59××-×、E60××-×、E62××-×	≤5

4 熔敷金属弯曲试验

4.1 应分别制备立焊和仰焊试件，试件厚度和坡口形式相应分别按 GB/T 983、GB/T 5117、GB/T 5118 和 GB/T 32533 的规定。

4.2 焊接试件采用 $\phi 3.2\text{mm}$ 或 $\phi 4.0\text{mm}$ 焊条焊制。

4.3 试样制备

- a) 采用冷加工法或热切割法切取试样。当采用热切割法时，应用冷加工法去除热影响区；
- b) 允许避开焊接缺陷、缺欠制取弯曲试样，面弯与背弯试样各取 1 个，纵向弯曲试样示意图 1，或在相同位置取横向弯曲试样；

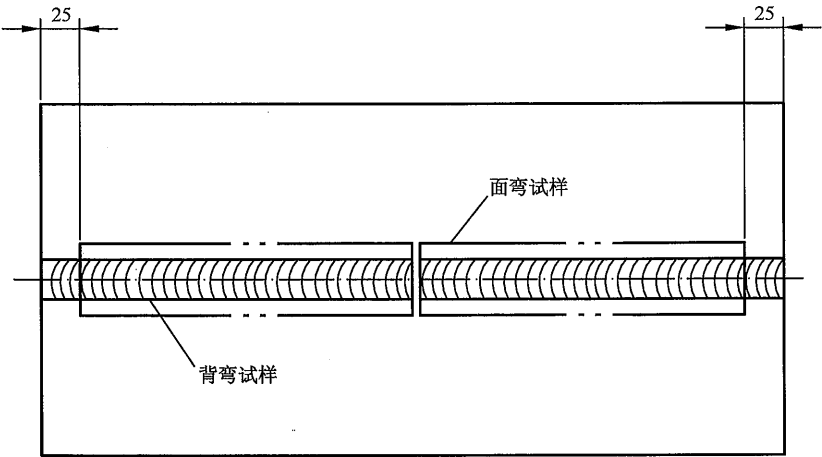
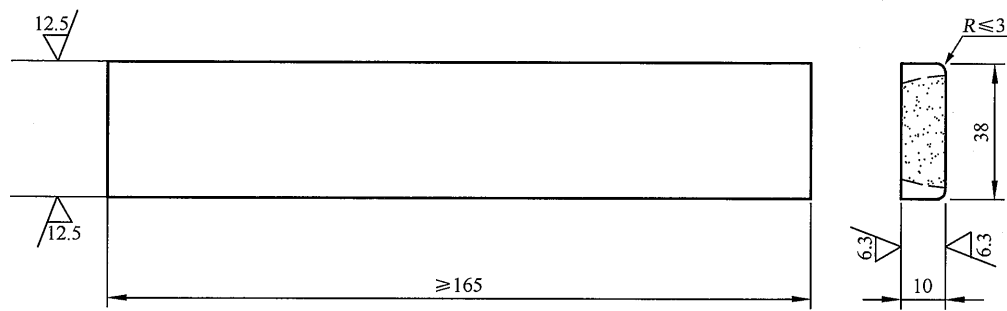


图 1 弯曲试样位置图

- c) 制备面弯（背弯）试样时，应从背面（正面）加工除去多余厚度，试样的受拉面尽量靠近试件表面；
- d) 焊缝余高及垫板应采用机械方法去除，试样的受拉面应齐平，纵向弯曲试样尺寸见图 2，横向弯曲试样尺寸按 NB/T 47014 的相关规定。



注：试样受拉面棱角 $R \leq 3$ 。

图 2 纵向弯曲试样尺寸

4.4 弯曲试验应符合表 3 及 GB/T 2653 的规定。

5 产品标识

按本部分规定生产的焊条，应在靠近焊条夹持端的药皮上印有产品标识“NB/T 47018”，且这种标识在正常的焊接操作前后应清晰可辨。在焊条每包、每箱的内外包装、说明书和质量证明书上应印有“承压设备用钢焊条”字样、产品标识“NB/T 47018”，其内包装标签也应印有产品标识。

附录 A
(资料性附录)
焊条型号对照

为便于应用，提供了本标准焊条型号与其他相关标准型号之间的对应关系，见表 A.1。

表 A.1 焊条型号对照表

种 类	本标准	NB/T 47018.2—2011		
		GB/T 5117—1995	GB/T 5118—1995	GB/T 983—1995
非合金钢及细晶粒 钢焊条 (GB/T 5117)	E4303	E4303	—	—
	E4315	E4315	—	—
	E4316	E4316	—	—
	E4318	—	—	—
	E5015	E5015	—	—
	E5016	E5016	—	—
	E5018	E5018	—	—
	E5515-G	—	E5515-G	—
	E5516-G	—	—	—
	E5518-G	—	—	—
	E5015-N1	—	E5015-E	—
	E5016-N1	—	E5016-E	—
	E5018-G	—	—	—
	E5515-N1	—	E5515-E	—
	E5516-N1	—	E5516-E	—
	E5015-N2	—	—	—
	E5515-N2	—	—	—
	E5518-G	—	—	—
	E5018-1	—	—	—
	E5015-G (-50℃、-70℃)	—	—	—
	E5016-G	—	—	—
	E5018-N2	—	—	—
	E5515-N3	—	E5515-E	—
	E5516-N3	—	—	—
	E5518-N3	—	—	—

表 A.1 (续)

种 类	本标准	NB/T 47018.2—2011		
		GB/T 5117—1995	GB/T 5118—1995	GB/T 983—1995
非合金钢及细晶粒 钢焊条 (GB/T 5117)	E5515-N5	—	—	—
	E5516-N5	—	—	—
	E5518-N5	—	—	—
	E5015-G (-70℃)	—	—	—
	E5015-N5	—	—	—
	E5016-N5	—	—	—
	E5018-N5	—	—	—
	E5015-N7	—	—	—
	E5016-N7	—	—	—
	E5018-N7	—	—	—
热强钢焊条 (GB/T 5118)	E50××-1M3	—	—	—
	E55××-CM	—	E5515-B1	—
	E55××-1CM	—	E5515-B2	—
	E52××-1CML	—	E5515-B2L	—
	E5515-1CMV	—	E5515-B2-V	—
	E62××-2C1M	—	E6015-B3	—
	E55××-2C1ML	—	E6015-B3L	—
	E55××-2CMWVB	—	—	—
	E55××-2CMVNB	—	—	—
	E62××-2C1MV	—	—	—
	E62××-3C1MV	—	—	—
	E55××-5CMV	—	—	E5MoV-15
	E55××-G	—	—	—
	E308-××	—	—	E308-15 E308-16
不锈钢焊条 (GB/T 983)	E308L-××	—	—	E308L-16
	E309-××	—	—	E309-15 E309-16
	E309L-××	—	—	E309L-16
	E309Mo-××	—	—	E309Mo-16
	E309LMo-××	—	—	E309MoL-16

表 A.1 (续)

种 类	本标准	NB/T 47018.2—2011		
		GB/T 5117—1995	GB/T 5118—1995	GB/T 983—1995
不锈钢焊条 (GB/T 983)	E310-××	—	—	—
	E310Mo-××	—	—	—
	E316-××	—	—	E316-15 E316-16
	E316L-××	—	—	E316L-16
	E317-××	—	—	E317-16
	E317L-××	—	—	E317L-16
	E318-××	—	—	E318-16
	E347-××	—	—	E347-15 E347-16
	E347L-××	—	—	—
	E410-××	—	—	E410-15 E410-16
	E2209-××	—	—	—
高强钢焊条 (GB/T 32533)	E62××-N2M1	—	—	—
	E5915-G (-30℃)	—	E6015-D1	—
	E5916-G (-30℃)	—	E6016-D1	—
	E5918-G (-30℃)	—	—	—
	E59××-G (-40℃)	—	—	—
	E6216-N4M1	—	—	—
	E62××-G (-40℃)	—	—	—
	E6215-3M2	—	E6015-E	—
	E6218-3M2	—	—	—
	E6218-3M3	—	—	—
	E62××-G (-50℃)	—	—	—
	E6215-N5M1	—	—	—
	E6216-N5M1	—	—	—
	E62××-G (-60℃)	—	—	—

注 1: 高强钢焊条、热强钢焊条型号中“××”代表药皮类型代号: 15、16、18。
注 2: 不锈钢焊条型号中“××”见 GB/T 983 中表 2、表 3。

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.3—2017

代替 NB/T 47018.3—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 3 部分：气体保护电弧焊 钢焊丝和填充丝

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 3: Steel electrodes and rods for gas shielded arc welding

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国 家 能 源 局 发 布

目 次

前言 30

1 范围 31

2 规范性引用文件 31

3 技术要求 31

4 熔敷金属力学性能和弯曲试验 34

5 产品标识 35

附录 A（资料性附录） 不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类别对照 36

附录 B（资料性附录） 不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能 37

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

本部分是NB/T 47018—2017的第3部分。

本部分按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分是对NB/T 47018.3—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝》的修订。与NB/T 47018.3—2011相比，主要技术变化如下：

- 规范性引用文件中增加了GB/T 25774.1、GB/T 29713、YB/T 5092、AWS A5.9；
- 焊丝代号增加了33个，其中碳钢、低合金钢焊丝11个：ER50-3、ER50-G、ER60-G、ER49-A1、ER55-B6、ER55-D2-Ti、ER55-D2、ER55-G、ER62-D2、ER60-G、ER62-G；不锈钢焊丝22个：S308、S308H、S308L、S308LSi、S309、S309L、S309LSi、S309Mo、S309LMo、S310、S316、S316H、S316L、S316LSi、S317、S317L、S318、S321、S347、S410、S430、S2209；
- 修改了部分原低合金钢焊丝和填充丝的硫、磷含量，并给新增加焊丝型号规定了硫、磷含量；
- 调整了原型号焊丝和填充丝熔敷金属冲击试验规定，补充了新增加低合金钢焊丝和填充丝的冲击试验规定；
- 增加了焊丝和填充丝熔敷金属拉伸试验规定；
- 在弯曲试验中允许使用横向弯曲试样，增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定；
- 重新规定了熔敷金属扩散氢含量测量方法（水银法或热导法）及其合格指标；
- 增加了附录A“不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类别对照”、附录B“不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能”。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：合肥通用机械研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本部分主要起草人：戈兆文、房务农、常彦衍、徐锴、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、杨咏梅、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

NB/T 47018—2017的本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- NB/T 47018.3—2011。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第 3 部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝

1 范围

NB/T 47018—2017 的本部分规定了气体保护电弧焊用钢焊丝和填充丝的技术要求、熔敷金属力学性能和弯曲试验、产品标识。

本部分适用于承压设备用气体保护电弧焊碳钢焊丝和填充丝、低合金钢焊丝和填充丝、不锈钢焊丝和填充丝。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 8110	气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
GB/T 25774.1	焊接材料的检验 第 1 部分：钢、镍及镍合金熔敷金属力学性能试样的制备及检验
GB/T 29713	不锈钢焊丝和焊带
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第 1 部分：采购通则
YB/T 5092	焊接用不锈钢丝
AWS A5.9/A5.9M: 2006	不锈钢光焊丝和填充丝 (Specification for bare stainless steel welding electrodes and rods)

3 技术要求

3.1 通用规定

- a) 承压设备气体保护焊用碳钢、低合金钢焊丝和填充丝除应符合 GB/T 8110 的规定外，还应符合 NB/T 47018.1 和本部分的规定；
- b) 承压设备气体保护焊用不锈钢焊丝和填充丝除应符合 GB/T 29713 的规定外，还应符合 YB/T 5092、NB/T 47018.1 和本部分的规定；
- c) 本部分不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类型号对照参见附录 A。

3.2 焊丝的圆度

焊丝的不圆度应不大于直径公差 40%，但允许 5% 的受检焊丝的不圆度大于直径公差 40%，但不应大于直径公差 50%。

3.3 焊丝的化学成分

承压设备气体保护电弧焊用钢焊丝和填充丝的硫、磷含量规定见表 1。

表1 承压设备用气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝硫、磷含量规定

焊丝代号 (型号、牌号)		S (质量分数) /%	P (质量分数) /%
ER49-1		≤0.015	≤0.025
ER50-3			
ER50-6			
ER50-G			
ER60-G		≤0.010	≤0.020
ER49-A1			
ER55-B2			
ER55-B2-Mn			
ER55-B2-MnV			
ER62-B3			
ER55-B6			
ER55-D2-Ti			
ER55-D2			
ER55-G			
ER62-D2			
ER55-Ni1			
ER55-Ni2			
ER55-Ni3			
ER60-G			
ER62-G			
H08Cr21Ni10Si	S308	≤0.020	≤0.025
H06Cr21Ni10	S308H		
H03Cr21Ni10Si	S308L		
H03Cr21Ni10Si1	S308LSi		
H12Cr24Ni13Si	S309		
H03Cr24Ni13Si	S309L		
H03Cr24Ni13Si1	S309LSi		
H12Cr24Ni13Mo2	S309Mo		
H03Cr24Ni13Mo2	S309LMo		
H12Cr26Ni21Si	S310		
H08Cr19Ni12Mo2Si	S316		
H06Cr19Ni12Mo2	S316H		
H03Cr19Ni12Mo2Si	S316L		
H03Cr19Ni12Mo2Si1	S316LSi		
H08Cr19Ni14Mo3	S317		
H03Cr19Ni14Mo3	S317L		
H08Cr19Ni12Mo2Nb	S318		
H08Cr19Ni10Ti	S321		
H08Cr20Ni10Nb	S347		
H12Cr13	S410		
H10Cr17	S430		
H03Cr22Ni8Mo3N	S2209		

3.4 熔敷金属力学性能和弯曲性能

3.4.1 承压设备用碳钢、低合金钢气体保护电弧焊焊丝和填充丝熔敷金属的拉伸试样断后伸长率应符合 GB/T 8110 规定，且不小于 18%。不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能参考值见附录 B。

3.4.2 承压设备气体保护电弧焊用钢焊丝和填充丝熔敷金属冲击试验规定见表 2。冲击试验结果平均值应不小于表 2 的规定，允许其中 1 个试样的冲击试验结果低于规定值，但应不小于规定值的 70%。

表 2 承压设备气体保护电弧焊焊丝和填充丝熔敷金属冲击试验规定

焊丝类别	焊丝型号	试验温度/℃	冲击吸收功 KV_2/J
碳钢、低合金钢焊丝 (GB/T 8110)	ER49-1	0	≥54
	ER50-3	-30	
	ER50-6		
	ER50-G		
	ER60-G		
	ER49-A1	0	
	ER55-B2		
	ER55-B2-MnV		
	ER55-B2-Mn		
	ER62-B3		
	ER55-B6		
	ER55-D2-Ti	-30	
	ER55-D2		
	ER55-G		
	ER55-Ni1	-45	
	ER55-Ni2	-60	
	ER55-Ni3	-75	
	ER60-G	-30	
	ER62-G	-40	

3.4.3 弯曲试样弯曲到表 3 规定的角度后，其拉伸面上的熔敷金属内沿任何方向不应有单条长度大于 3mm 的开口缺陷；试样熔敷金属的棱角开口缺陷可不计，但由未熔合、夹渣或其他内部缺陷引起的棱角开口缺陷长度应计入。

对于断后伸长率 A 标准规定值下限小于 20% 的熔敷金属，若按表 3 规定的弯曲试验不合格，而其实测值小于 20%，则允许加大弯心直径重新进行试验。此时弯心直径等于 $\frac{10 \times (200 - A)}{2A}$ (A 为断

后伸长率规定值下限乘以 100), 支座间距等于弯心直径加 23mm。

表 3 弯曲试验尺寸规定

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

3.5 熔敷金属扩散氢含量

熔敷金属扩散氢含量应符合表 4 的规定。

表 4 熔敷金属扩散氢含量

焊 丝 型 号	扩散氢含量/(mL/100g)(水银法或热导法)
ER49-1、ER 50- \times	≤ 7
ER 55- $\times \times$	≤ 6
ER 60- $\times \times$ 、ER 62- $\times \times$	≤ 5

3.6 熔敷金属射线检测

熔敷金属射线检测按 NB/T 47013.2 进行, 射线检测技术应不低于 AB 级, 质量等级应为 I 级。

4 熔敷金属力学性能和弯曲试验

4.1 试件制备

碳钢、低合金钢焊丝、填充丝试件按 GB/T 8110 规定制备。不锈钢焊丝、填充丝试件按 GB/T 25774.1 规定制备, 采用试件类型 1.2 或 1.3。在确保熔敷金属不受母材影响下, 也可以采用其他方法, 但仲裁试验时, 应按 GB/T 25774.1 要求制备试件。

4.2 试样制备

- a) 采用冷加工法或热加工法切取试样。当采用热切割法时, 应用冷加工法去除热影响区;
- b) 焊缝余高及垫板应采用机械方法去除, 允许避开焊接缺陷、缺欠制取试样;
- c) 试样数量见表 5, 弯曲试样的位置见图 1, 纵向弯曲试样尺寸见图 2, 或在相同位置取横向弯曲试样, 试样尺寸按 NB/T 47014 的相关规定;
- d) 弯曲试样的受拉面应齐平, 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表面。

表 5 熔敷金属力学性能和弯曲试样标准及数量

焊丝和填充丝的钢材类别	拉 伸 试 样	冲 击 试 样	弯 曲 试 样
碳钢、低合金钢	GB/T 8110, 1 个	GB/T 8110, 3 个	本标准, 2 个(背弯和面弯各 1 个)
不锈钢	GB/T 25774.1, 1 个	—	

4.3 试验方法

弯曲试验应符合表 3 及 GB/T 2653 的规定。

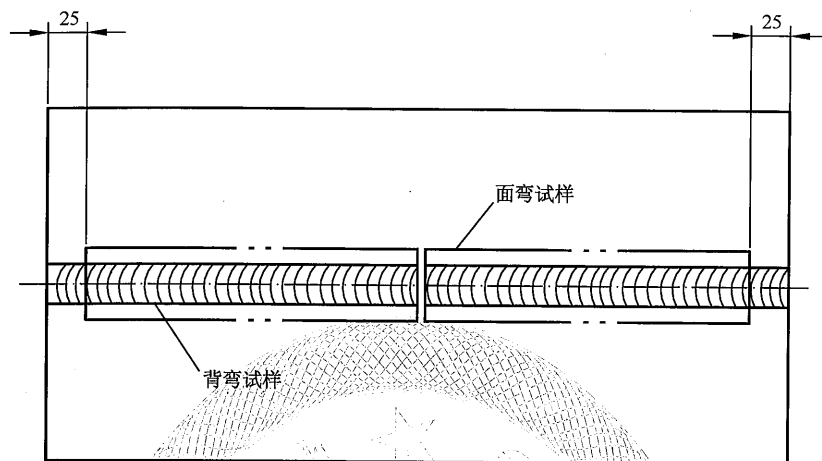
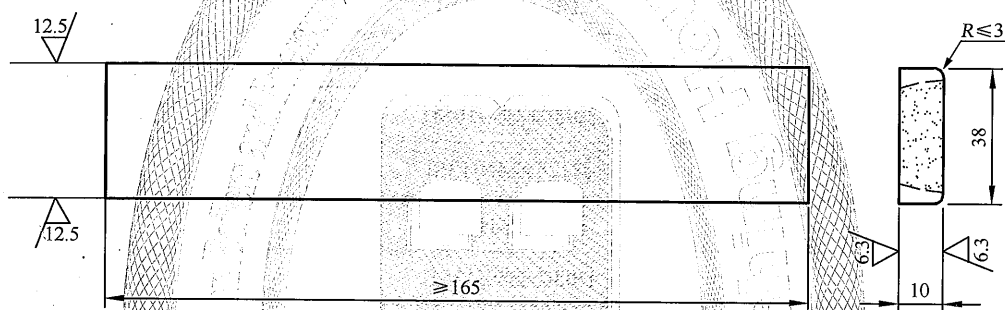


图 1 弯曲试样位置图



注：试样受拉面棱角 $R \leq 3$ 。

图 2 纵向弯曲试样尺寸

5 产品标识

按本部分规定制造的焊丝（填充丝）的内外包装、说明书以及质量证明书上应标有“承压设备用气体保护焊钢焊丝（填充丝）”字样和产品标识“NB/T 47018”，其内包装标签也应印有产品标识。

附 录 A
(资料性附录)

不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类别对照

不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类别对照见表 A.1。

表 A.1 本标准不锈钢焊丝型号与国内外牌号、类别对照表

本标准	YB/T 5092	AWS A5.9/ A5.9M: 2006
S308	H08Cr21Ni10Si	ER308
S308H	H06Cr21Ni10	ER308H
S308L	H03Cr21Ni10Si	ER308L
S308LSi	H03Cr21Ni10Si1	ER308LSi
S309	H12Cr24Ni13Si	ER309
S309L	H03Cr24Ni13Si	ER309L
S309LSi	H03Cr24Ni13Si1	ER309LSi
S309Mo	H12Cr24Ni13Mo2	ER309Mo
S309LMo	H03Cr24Ni13Mo2	ER309LMo
S310	H12Cr26Ni21Si	ER310
S316	H08Cr19Ni21Mo2Si	ER316
S316H	H06Cr19Ni12Mo2	ER316H
S316L	H03Cr19Ni12Mo2Si	ER316L
S316LSi	H03Cr19Ni12Mo2Si1	ER316LSi
S317	H08Cr19Ni14Mo3	ER317
S317L	H03Cr19Ni14Mo3	ER317L
S318	H08Cr19Ni12Mo2Nb	ER318
S321	H08Cr19Ni10Ti	ER321
S347	H08Cr20Ni10Nb	ER347
S410	H12Cr13	ER410
S430	H10Cr17	ER430
S2209	H03Cr22Ni8Mo3N	—

附 录 B
(资料性附录)

不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能

不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能参考值见表 B.1。

表 B.1 不锈钢焊丝和填充丝熔敷金属拉伸性能参考值

焊 丝 型 号	抗拉强度 R_m /MPa	断后伸长率 A /%
S308	550	25
S308H	550	30
S308L	510	25
S308LSi	510	25
S309	550	25
S309L	510	25
S309LSi	510	25
S309Mo	550	25
S309LMo	510	25
S310	550	20
S316	510	25
S316H	550	25
S316L	510	25
S316LSi	510	25
S317	550	25
S317L	480	25
S318	550	25
S321	550	25
S347	550	25
S2209	690	20
注：表中单值均为最小值。		

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.4—2017

代替 NB/T 47018.4—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 4 部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 4: Electrodes and fluxes for submerged arc welding

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国 家 能 源 局 发 布

目 次

前言	42
1 范围	43
2 规范性引用文件	43
3 技术要求	43
4 试验方法	45
5 产品标识	46

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

本部分是NB/T 47018—2017的第4部分。

本部分按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分是对NB/T 47018.4—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂》的修订。与NB/T 47018.4—2011相比，主要技术变化如下：

- 在焊接材料质量保证书规定中增加了焊剂、焊丝的批号及检验要求；
- 对焊丝和焊剂规定了磷、硫含量；
- 在不锈钢焊剂型号中增加了F310-H×××、F316CuL-H×××、F317-H×××；
- 增加了熔敷金属拉伸试样断后伸长率的规定下限值；
- 在弯曲试验中允许使用横向弯曲试样，增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定；
- 删除了碳钢和低合金钢用焊剂含水量规定，增加了埋弧焊熔敷金属扩散氢含量测定的规定；
- 删除了原附录A“承压设备埋弧焊常用钢焊丝和填充丝牌号”。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：合肥通用机械研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本部分主要起草人：戈兆文、房务农、常彦衍、徐锴、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、侯杰昌、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

NB/T 47018—2017的本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- NB/T 47018.4—2011。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂

1 范围

NB/T 47018—2017 的本部分规定了埋弧焊钢焊丝和焊剂的技术要求、试验方法和产品标识。本部分适用于承压设备埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂、低合金钢焊丝和焊剂、不锈钢焊丝和焊剂。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 3965	熔敷金属中扩散氢测定方法
GB/T 5293—1999	埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
GB/T 12470—2003	埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
GB/T 17854—1999	埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第2部分：射线检测
NB/T 47014	承压设备焊接工艺评定
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则

3 技术要求

3.1 通用规定

3.1.1 承压设备用碳钢、低合金钢、不锈钢埋弧焊用钢焊丝和焊剂除应分别符合 GB/T 5293—1999、GB/T 12470—2003、GB/T 17854—1999 的规定外，还应符合 NB/T 47018.1 和本部分的规定。

3.1.2 承压设备用埋弧焊焊接材料质量保证书中应包含下列内容：

- 焊剂批号与相组配焊丝批号，以及焊丝检验、焊剂检验和组配施焊后熔敷金属的检验结果；
- 碳钢和低合金钢用焊剂应注明焊剂类型（中性、活性）。

3.1.3 用于承压设备的埋弧焊焊丝和焊剂的批号应与符合 3.1.2 条的质量保证书内容相同；当焊丝和/或焊剂批号与质量保证书内容不同时，可按本单位质量保证体系规定进行检验，技术要求应不低于本标准，合格后才能用于焊接承压设备。

3.2 焊丝

埋弧焊用碳钢、低合金钢焊丝以硫含量不大于 0.015%、磷含量不大于 0.020%为宜；不锈钢焊丝以硫含量不大于 0.015%、磷含量不大于 0.025%为宜。

3.3 焊剂

焊剂以硫含量不大于 0.035%、磷含量不大于 0.040%为宜。

3.4 埋弧焊焊材熔敷金属化学成分

承压设备常用埋弧焊钢焊丝与焊剂组配施焊后，熔敷金属硫、磷含量规定值见表 1。

表1 承压设备常用埋弧焊焊材熔敷金属硫、磷含量规定

标 准	焊 剂 型 号	S (质量分数) /%	P (质量分数) /%
GB/T 5293—1999	F4××-H×××	≤0.015	≤0.025
	F5××-H×××		
GB/T 12470—2003	F48××-H×××		
	F55××-H×××		
	F62××-H×××		
GB/T 17854—1999	F308-H×××	≤0.020	≤0.030
	F308L-H×××		
	F309-H×××		
	F309Mo-H×××		
	F310-H×××		
	F316-H×××		
	F316L-H×××		
	F316CuL-H×××		
	F317-H×××		
	F347-H×××		
	F410-H×××		
	F430-H×××		

3.5 埋弧焊焊材熔敷金属力学性能

3.5.1 承压设备常用埋弧焊焊材熔敷金属力学性能应符合表2的规定。

3.5.2 熔敷金属拉伸试样断后伸长率应分别符合 GB/T 5293—1999、GB/T 12470—2003、GB/T 17854—1999 规定，且应不低于18%。

表2 承压设备常用埋弧焊焊材熔敷金属力学性能

标 准	焊 剂 型 号	拉 伸 试 验	冲 击 试 验	
		抗拉强度 R_m /MPa	试验温度/℃	冲击吸收功 KV_2 /J
GB/T 5293—1999	F4××-H×××	415~535	0, -20, -30, -40, -50, -60	≥30
	F5××-H×××	480~600		≥36
GB/T 12470—2003	F48××-H×××	480~600	0, -20, -30, -40, -50, -60, -70, -100	≥46
	F55××-H×××	550~670		≥51
	F62××-H×××	620~740		≥51

3.5.3 承压设备常用埋弧焊焊材的熔敷金属夏比 V 型缺口冲击试验规定见表 2, 熔敷金属冲击试样取 3 个, 其冲击试验结果平均值应不低于表 2 中的规定值, 允许其中 1 个试样的冲击试验结果低于规定值, 但不应低于规定值的 70%。

3.5.4 熔敷金属弯曲试样弯曲到表 3 规定的角度后, 其拉伸面上的熔敷金属内沿任何方向不应有单条长度大于 3mm 的开口缺陷, 试样熔敷金属的棱角开口缺陷可不计, 但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

对于断后伸长率 A 标准规定值下限小于 20% 的熔敷金属, 若按表 3 规定的弯曲试验不合格, 而其实测值小于 20%, 则允许加大弯心直径重新进行试验, 此时弯心直径等于 $\frac{10 \times (200 - A)}{2A}$ (A 为断后伸长率规定值下限乘以 100), 支座间距等于直径加 23mm。

表 3 弯曲试验尺寸规定

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

3.6 熔敷金属扩散氢含量

埋弧焊熔敷金属扩散氢含量测定按照 GB/T 3965 进行, 其含量应符合表 4 的规定。

表 4 埋弧焊焊材熔敷金属扩散氢含量规定

标 准	焊 剂 型 号	熔敷金属扩散氢含量/(mL/100g) (水银法或热导法)
GB/T 5293—1999	F4××-H×××	≤8
	F5××-H×××	≤7
GB/T 12470—2003	F48××-H×××	
	F55××-H×××	≤6
	F62××-H×××	≤5

3.7 熔敷金属射线检测

熔敷金属射线检测应按 NB/T 47013.2 进行, 射线检测技术应不低于 AB 级, 质量等级应为 I 级。

4 试验方法

4.1 熔敷金属化学分析

4.1.1 熔敷金属化学分析用堆焊试件的最小长度为 150mm, 试件上堆焊 8 层, 化学分析试样应取自第 5 层以上。

4.1.2 化学分析试样也可以从熔敷金属力学性能试验用试件的熔敷金属上制取, 但仲裁试验应按 4.1.1 的规定制取。

4.2 熔敷金属弯曲试验

4.2.1 制备平焊试件, 试件厚度和坡口形式应分别按 GB/T 5293—1999、GB/T 12470—2003 和 GB/T

NB/T 47018.4—2017

17854—1999 规定。

4.2.2 焊接试件采用 $\phi 3.2\text{mm}$ 或 $\phi 4.0\text{mm}$ 焊丝焊制，也可按供需双方协议。

4.2.3 试样制备

- 采用冷加工法或热切割法切取试样。当采用热切割法时，应用冷加工法去除热影响区；
- 允许避开焊接缺陷、缺欠制取弯曲试样，面弯与背弯试样各取 1 个，纵向弯曲试样位置见图 1，或在相同位置取横向弯曲试样；

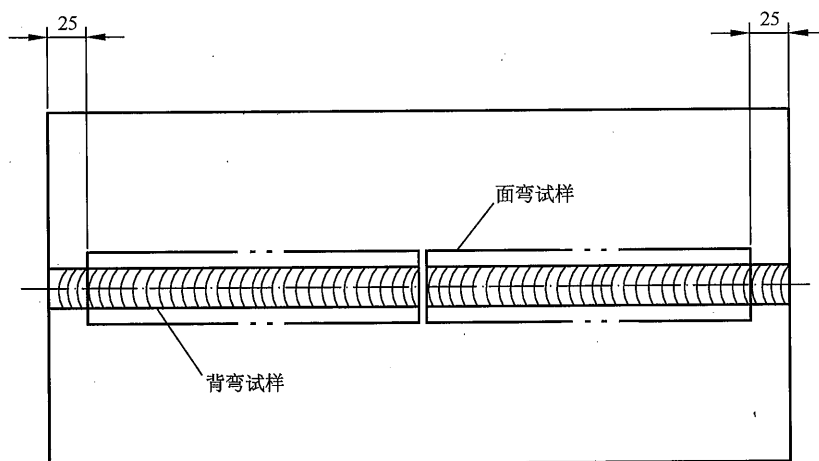
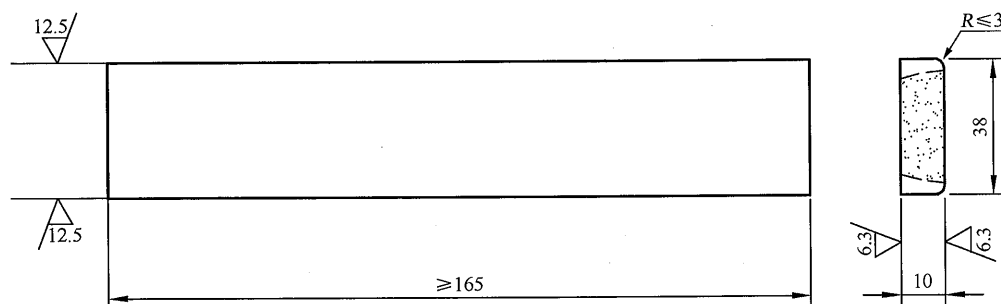


图 1 纵向弯曲试样位置图

- 制备面弯（背弯）试样时，应从背面（正面）加工除去多余厚度，试样的受拉面尽量靠近试件表面；
- 焊缝余高及垫板应采用机械方法去除，试样的受拉面应齐平，纵向弯曲试样尺寸见图 2，横向弯曲试样尺寸按 NB/T 47014 的相关规定。



注：试样受拉面棱角 $R \leq 3$ 。

图 2 纵向弯曲试样尺寸

4.2.4 弯曲试验应符合表 3 及 GB/T 2653 的规定。

5 产品标识

按本部分规定生产的焊丝、焊剂的内外包装、说明书以及质量证明书上，应标有“承压设备埋弧焊用钢焊丝（焊剂）”字样和产品标识“NB/T 47018”，其内包装标签也应印有产品标识。

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47018.5—2017

代替 NB/T 47018.5—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 5 部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 5: Stainless steel strip electrodes and fluxes for overlay welding

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国 家 能 源 局 发布

目 次

前言 50

1 范围 51

2 规范性引用文件 51

3 型号 51

4 技术要求 52

5 试验方法 54

6 检验规则 56

7 质量保证书 57

8 包装 57

9 标志、产品标识 57

前 言

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为5个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂。

本部分是NB/T 47018—2017的第5部分。

本部分按GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分是对NB/T 47018.5—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂》的修订。与NB/T 47018.5—2011相比，主要技术变化如下：

- 增加了3个焊带型号：EQ317L、EQ2205和EQ2209；
- 增加了3个焊剂/焊带组合堆焊金属型号：FX317L-E、FX2205-E和FX2209-E；
- 增加了检验FX317L-E、FX2205-E和FX2209-E堆焊金属化学成分时使用焊带的规定；
- 增加了质量保证书及其检验内容和批号的使用规定。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分起草单位：哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、合肥通用机械研究院。

本部分主要起草人：徐锴、李箕福、戈兆文、房务农。

NB/T 47018—2017的本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- NB/T 47018.5—2011。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂

1 范围

NB/T 47018—2017 的本部分规定了堆焊用不锈钢堆焊金属型号，技术要求，试验方法、检验规则，包装和标志、产品标识。

本部分适用于承压设备埋弧或电渣耐蚀堆焊。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 223（所有部分）	钢铁及合金化学分析方法
GB/T 1954	铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法
GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 4334	金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB/T 17854—1999	埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂
NB/T 47013.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测
NB/T 47013.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则

3 型号

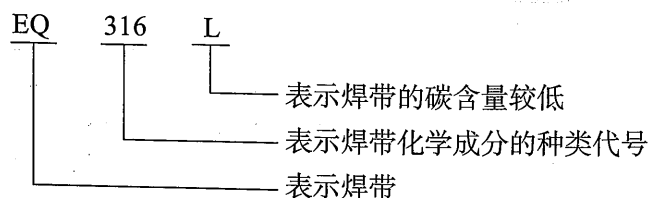
3.1 焊带型号

3.1.1 焊带型号按其化学成分进行划分。

3.1.2 焊带型号由两部分组成

- 第一部分的两个字母“EQ”表示焊带；
- 第二部分为字母“EQ”后面的数字或数字与字母的组合，表示化学成分分类，其中“L”表示碳含量较低，如有其他特殊要求的化学成分，该化学成分用元素符号表示放在后面。

3.1.3 焊带型号示例如下：



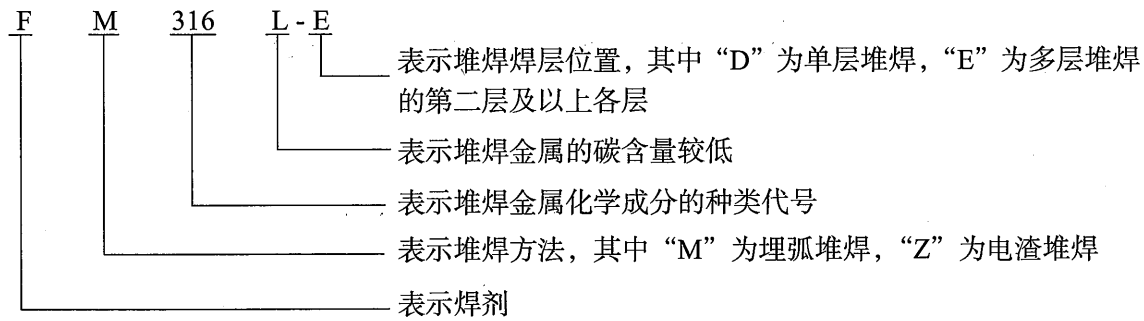
3.2 堆焊金属型号

3.2.1 堆焊金属的型号根据焊带-焊剂组配后堆焊金属化学成分进行划分。

3.2.2 堆焊金属的型号通常由四部分组成。字母“F”表示焊剂，“F”后面的字母表示堆焊方法，

“F”后面的数字或数字加字母的组合表示堆焊金属化学成分的种类代号，其中“L”表示碳含量较低，如有特殊要求的化学成分，该化学成分用元素符号表示，放在数字的后面，“-”后面表示堆焊焊层位置代号。

3.2.3 堆焊金属型号示例如下：



4 技术要求

4.1 通用规定

承压设备堆焊用不锈钢焊带和焊剂除应符合 NB/T 47018.1 的规定外，还应符合本部分的规定。

4.2 焊带

4.2.1 焊带应表面光滑，没有毛刺、裂纹、折痕和分层等缺陷，但允许有深度不超过厚度偏差 $\pm 0.025\text{mm}$ 的划伤和局部缺陷。

4.2.2 焊带的标准宽度规定为 30mm、60mm、90mm 和 120mm，焊带的标准厚度规定为 0.5mm。也可以经供需双方协商提供其他规格的焊带。焊带的宽度及厚度允许偏差按表 1 规定。

表 1 焊带的厚度、宽度及其允许偏差 单位为 mm

项 目	允 许 偏 差
宽 度	± 0.20
厚 度	± 0.05

4.2.3 成品焊带不允许接头。

4.2.4 切边焊带的直线度要求见表 2。

表 2 切边焊带的直线度 单位为 mm

焊 带 宽 度	长 度	允 许 偏 差
≤ 60	1 000	≤ 3.0
> 60	1 000	≤ 2.0

4.2.5 焊带的化学成分应符合表 3 的规定。

表 3 焊带的型号及化学成分（质量分数）

%

焊带型号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	N
EQ308	≤0.060	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	18.0~21.0	≤0.50	≤0.75	—	—
EQ308L	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	18.0~21.0	≤0.50	≤0.75	—	—
EQ309（A）	≤0.060	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	21.0~23.0	≤0.50	≤0.75	—	—
EQ309（B）	≤0.060	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	12.0~14.0	23.0~25.0	≤0.50	≤0.75		—
EQ309L（A）	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	21.0~23.0	≤0.50	≤0.75	—	—
EQ309L（B）	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	12.0~14.0	23.0~25.0		≤0.75		—
EQ309LMo	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~14.0	21.0~25.0	2.0~3.5	≤0.75	—	—
EQ316	≤0.060	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	11.0~15.0	17.5~22.5	2.0~3.5	≤0.75	—	—
EQ316L	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	11.0~15.0	17.5~22.5	2.0~3.5	≤0.75	—	—
EQ317L	≤0.030	≤1.00	1.0~2.5	≤0.025	≤0.015	13.0~15.0	18.5~20.5	3.0~4.0	≤0.75	—	—
EQ347	≤0.060	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
EQ347L	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
EQ309LNb	≤0.030	≤1.00	0.5~2.5	≤0.025	≤0.015	9.0~14.0	21.0~25.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
EQ385	≤0.025	≤0.50	1.0~2.5	≤0.025	≤0.015	24.0~26.0	19.5~21.5	4.2~5.2	1.2~2.0	—	—
EQ2205	≤0.030	≤0.90	0.5~2.0	≤0.030	≤0.020	5.0~7.5	21.0~23.5	2.5~3.5	≤0.75	—	0.08~0.20
EQ2209	≤0.030	≤0.90	0.5~2.0	≤0.030	≤0.020	7.5~9.5	21.5~23.5	2.5~3.5	≤0.75	—	0.08~0.20

注：不超过 Nb 含量总量的 20%，可用 Ta 代替。

4.3 堆焊焊剂

4.3.1 堆焊焊剂为颗粒状，焊剂能自由地通过标准焊接设备供给管道、阀门和喷嘴。颗粒度分为普通颗粒度与细颗粒度两档，其颗粒度的限制范围应符合表 4 规定，但根据供需双方的协议要求，允许供应其他粒度的焊剂。

表 4 焊剂颗粒度限制范围

焊剂颗粒度类别	普通颗粒度		细颗粒度	
颗粒度限制范围	< 0.450mm（40 目）	≤5%	< 0.180mm（80 目）	≤5%
	> 2.50mm（8 目）	≤2%	> 2.00mm（10 目）	≤2%

4.3.2 堆焊焊剂中机械夹杂物（铁屑、原材料颗粒、铁合金凝珠及其他杂质）的质量不应大于 0.30%。

4.3.3 堆焊焊剂的硫、磷含量：堆焊焊剂的硫含量不得大于 0.035%，磷含量不应大于 0.040%。

4.3.4 堆焊焊剂与焊带组配, 选择合理的堆焊工艺参数进行堆焊时, 应保持堆焊过程稳定, 堆焊焊道平整、成形美观, 脱渣容易。焊道与焊道之间、焊道与母材之间应熔合良好。

4.4 堆焊金属的化学成分

焊带和堆焊焊剂组配后的堆焊金属化学成分应符合表 5 的规定。

表 5 堆焊金属化学成分 (质量分数)

%

焊剂/焊带 组合堆焊金 属型号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	N
F×308-E	≤0.06	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	8.0~11.00	18.0~21.0	—	≤0.75	—	—
FZ308-D	≤0.05	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	8.0~11.00	18.0~21.0	—	≤0.75	—	—
F×308L-E	≤0.035	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	—	—
F×316-E	≤0.06	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	11.0~15.0	16.0~20.0	2.0~3.0	≤0.75	—	—
FZ316-D	≤0.05	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	11.0~15.0	16.0~20.0	2.0~3.0	≤0.75	—	—
F×316L-E	≤0.035	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	11.0~15.0	16.0~20.0	2.0~3.0	≤0.75	—	—
F×317L-E	≤0.035	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	12.0~15.0	18.0~20.5	2.5~4.0	≤0.75	—	—
F×347-E	≤0.06	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
FZ347-D	≤0.05	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
F×347L-E	≤0.035	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	9.0~12.0	18.0~21.0	—	≤0.75	8×C%~1.0	—
FX385-E	≤0.035	≤1.00	≤2.5	≤0.030	≤0.020	24.0~26.0	19.5~21.5	4.2~5.2	1.2~2.0	—	—
F×2205-E	≤0.035	≤1.00	≤2.0	≤0.030	≤0.020	5.0~7.5	21.0~23.5	2.5~3.5	≤0.75	—	0.08~ 0.20
F×2209-E	≤0.035	≤1.00	≤2.0	≤0.030	≤0.020	7.5~9.5	21.5~23.5	2.5~3.5	≤0.75	—	0.08~ 0.20
注 1: ×——表示堆焊方法。											
注 2: 不超过 Nb 含量总量的 20%, 可用 Ta 代替。											

4.5 堆焊层的弯曲性能

弯曲试验后在试样拉伸面上的堆焊层内不得有大于 1.5mm 的任一开口缺陷; 在熔合线上不应有大于 3mm 的任一开口缺陷。

4.6 堆焊金属铁素体含量由供需双方协商。

4.7 堆焊金属耐腐蚀性能由供需双方协商。

5 试验方法

5.1 试验用母材

堆焊试件用母材应选用低碳钢板或供需双方认可的钢板作试件, 厚度大于或等于 25mm, 长度大于或等于 400mm, 宽度大于或等于 150mm。

5.2 焊带的化学成分及表面质量

5.2.1 焊带化学成分分析应直接从焊带上取样, 化学分析可采用任何适宜的分析方法, 仲裁试验按 GB/T 223 (所有部分) 进行。

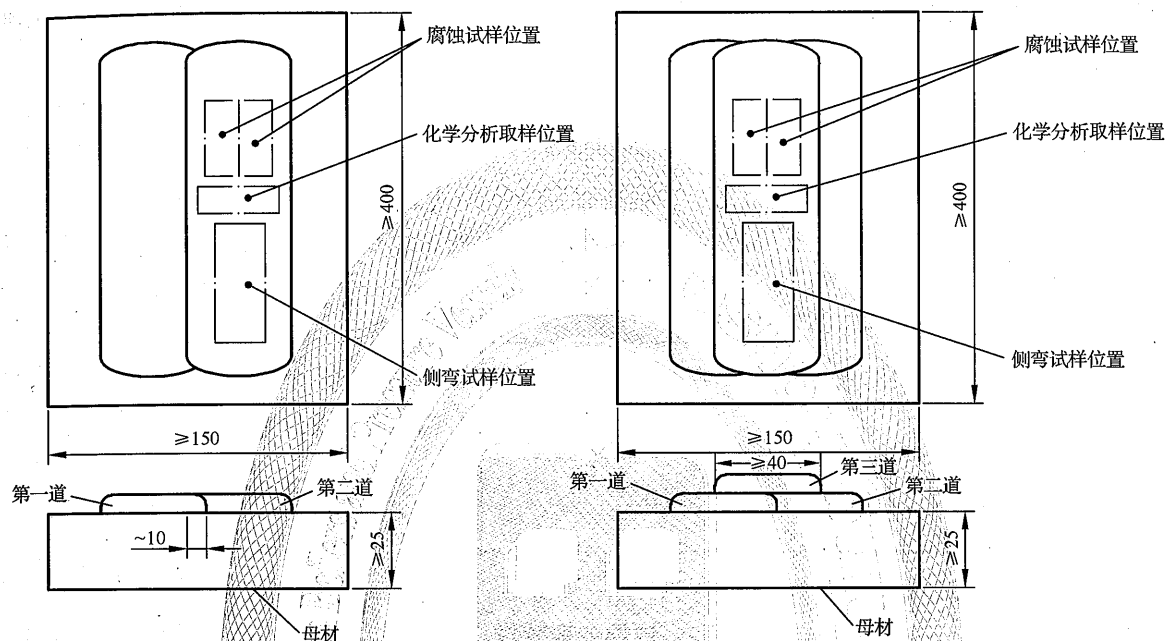
堆焊

5.2.2 焊带表面质量应按 4.2.1 的要求,对焊带进行目测检验表面缺陷及清洁程度。

5.2.3 用量具检查钢带的尺寸,每盘焊带测量点不少于 2 处。

5.3 堆焊金属试件制备

5.3.1 试件制备按图 1 规定。焊剂在焊前按焊接材料生产商推荐的条件烘干,在平焊位置施焊。



a) 单层堆焊或多层堆焊的第一层堆焊示意图

b) 多层堆焊示意图

图 1 堆焊试件及试样位置

5.3.2 当检验各型号堆焊金属化学成分时,应按表 6 规定进行堆焊。

表 6 检验各型号堆焊金属化学成分时使用焊带的规定

耐蚀堆焊金属型号	过渡层堆焊焊带型号	耐蚀层堆焊焊带型号
F×308-E	EQ309 EQ309L	EQ308
F×347-E		EQ347
F×316-E		EQ316
F×308L-E	EQ309L	EQ308L
F×347L-E		EQ347L
F×316L-E		EQ316L
F×316L-E	EQ309LMo	EQ316L
F×317L-E	EQ309LMo	EQ317L
F×385-E	EQ385	EQ385
F×2205-E	EQ2205	EQ2205
F×2209-E	EQ309LMo 或 EQ2209	EQ2209
FZ 308-D	(单层堆焊)	EQ309L
FZ 347-D		EQ309LNb
FZ 316-D	(单层堆焊)	EQ309LMo

5.3.3 堆焊规范由供需双方协议确定。

5.3.4 每层堆焊的焊道数量不限，应保证足够数量的试样。多层堆焊时，每层厚度 3mm~4mm；单层堆焊时，堆焊层厚度 4mm~5mm。

5.4 堆焊层的无损检测

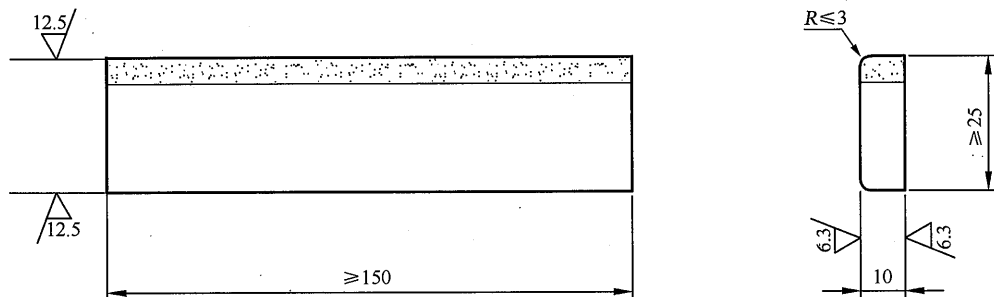
采用超声检测和渗透检测，分别按 NB/T 47013.3、NB/T 47013.5 的规定，检测结果不应有任何裂纹及未熔合。

5.5 堆焊金属化学成分分析

堆焊金属化学成分应从堆焊金属表面算起的堆焊层厚度 3mm 范围内取样分析。

5.6 堆焊层弯曲性能试验

5.6.1 在堆焊试件上切取 2 个侧弯试样，平行于焊接方向切取，取样位置见图 1，试样尺寸见图 2。



注：拉伸面棱角 $R \leq 3\text{mm}$ 。

图 2 堆焊侧弯试样

5.6.2 侧向弯曲试验应符合表 7 及 GB/T 2653 的规定。

表 7 弯曲试验的规定

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

5.7 堆焊金属铁素体含量

堆焊金属铁素体含量检验应按 GB/T 1954 的规定或供需双方协商的方法进行。

5.8 堆焊金属耐腐蚀性能试验

堆焊金属耐腐蚀性能试验应按 GB/T 4334 的规定或供需双方协商的方法进行。

5.9 焊剂质量检验

焊剂质量检验应按 GB/T 17854—1999 有关规定进行检验。

6 检验规则

6.1 取样方法

6.1.1 焊带取样，应按每批抽取总盘数 3%但不少于 2 盘进行化学成分、尺寸和表面检验。

6.1.2 焊剂取样，若焊剂散装，每批焊剂抽样不少于 6 处；若从包装的焊剂中取样，每批焊剂至少抽取 6 袋，每袋中抽取一定量的焊剂，总量不少于 10kg。把抽取的焊剂混合均匀，用四分法取出 5kg，供焊接试件用，其余的 5kg 用于其他项目检验。

6.2 验收

6.2.1 每批焊带的表面质量检验结果应符合 4.2.1 的规定。

6.2.2 每批焊带尺寸检验结果应符合表 1 和表 2 的规定。

- 6.2.3 每批焊带的化学成分检验结果应符合表3的规定。
- 6.2.4 每批焊剂质量检验结果应符合4.3的规定。
- 6.2.5 每批焊带-焊剂组合后堆焊金属化学成分应符合表5的规定。
- 6.2.6 每批焊带-焊剂组合后堆焊金属弯曲性能结果应符合4.5的规定。
- 6.2.7 每批焊带-焊剂组合后堆焊金属铁素体含量及堆焊金属耐腐蚀性能应符合4.6和4.7的规定。

7 质量保证书

7.1 检验内容

承压设备用堆焊焊接材料质量保证书中应包含焊剂、过渡层焊带和耐蚀层焊带的批号和它们各自的检验结果,以及焊剂、焊带和组配堆焊后检验的结果。

7.2 批号

用于承压设备的焊剂、过渡层焊带和耐蚀层焊带的批号应符合7.1中质量保证书的要求;当上述3个批号中只要有1个与质量保证书不同时,可根据本单位质量保证体系规定进行检验,技术要求不得低于本标准,合格后才能用于承压设备堆焊。

8 包装

8.1 焊带

- 8.1.1 采用适当形式的内包装,应保证干燥,不受环境污染,防止焊带锈蚀。
- 8.1.2 焊带外包装应保证能防止焊带在正常运输、装卸和使用时不受损坏,并应保持清洁、干燥。
- 8.1.3 焊带的松弛直径,应保证焊带能在自动焊设备上连续送进。

8.2 焊剂

焊剂包装应保证正常运输和贮存过程中不受损坏,并保证焊剂贮存1年内不变质。

9 标志、产品标识

- 9.1 每件焊剂、焊带的外包装及焊带卷的内侧或焊带盘的侧缘上应有标志(记):名称、标准号、型号、牌号、焊接材料生产商名称、商标、规格、净重、生产日期、批号、检验号。
- 9.2 按本部分规定制造的焊带、焊剂包装、说明书以及质量证明书上应标有“承压设备堆焊用不锈钢焊带(焊剂)”字样、产品标识“NB/T 47018”,在内包装标签上也应印有产品标识。

NB/T 47018—2017《承压设备用焊接材料订货技术条件》编制说明

1 概况

依据我国承压设备相关法规、安全技术规范和标准的规定,结合我国焊接材料国家标准编制的NB/T 47018—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》,实施以后取得了良好的效果。

国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会于2012年11月5日发布了新版GB/T 983—2012《不锈钢焊条》、GB/T 5117—2012《非合金钢及细晶粒钢焊条》和GB/T 5118—2012《热强钢焊条》等三项标准,分别代替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》,并于2013年3月1日实施。上述三项标准1995年版全是采用AWS美国焊接学会标准编制的,而2012年版则转变为采用ISO国际标准编制。焊条国家标准改版后,采购通则、标准名称、熔敷金属化学成分及分类、药皮类型及特性、性能指标、检验方法及型号编制方法等方面都有较大变化。

NB/T 47018作为行业标准必须迅速作出调整与变动,以便与新版国家标准相适应,全国锅炉压力容器标准化技术委员会(以下简称“锅容标委”)于2014年4月向国家能源局申请立项建议提前出修订版。国家能源局在2015年初以国能科技(2015)12号函正式下达修订NB/T 47018.1~47018.5—2011的计划,计划编号“能源20140640~20140644”。

NB/T 47018—2011实施以后,又发布了TSG G0001—2012《锅炉安全技术监察规程》、GB/T 150—2011《压力容器》、GB/T 16507—2013《水管锅炉》、GB/T 16508—2013《锅壳锅炉》、GB/T 29713—2013《不锈钢焊丝和焊带》以及GB/T 3965—2012《熔敷金属中扩散氢测定方法》等与承压设备焊接密切相关的国家规范与标准。在NB/T 47018实施过程中,存在着焊接材料型号(或牌号、钢号)较少,冲击韧性指标需要调整、改变扩散氢测定方法,对药芯焊丝使用规定不明确,埋弧焊的焊丝批号与焊剂批号组配检验未写入质量证明书中等问题,在NB/T 47018—2011修改之际,一并研究解决。

为了加快修订进度,提高修订版征求意见稿、送审稿质量,锅容标委邀请了承压设备设计院、研究院、特种设备检测研究院、锅炉、压力容器制造企业和安装企业,以及原NB/T 47018—2011起草人,开会讨论、研究,会议期间所提意见质量较高,也比较容易集中、统一。标准送审稿经全锅容标全体委员函审,2015年10月20日统计回函,结果为表决通过。

GB/T 5117—2012只适用于抗拉强度低于570MPa的非合金钢及细晶粒钢焊条,而大于或等于590MPa的高强钢焊条国家标准报批稿,直到2014年年底才正式定稿,于2016年2月底批复后,本标准才有条件上报。

本标准起草单位:合肥通用机械研究院、中国特种设备检测研究院、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局、哈尔滨焊接研究所、江苏省特种设备安全监督检验研究院扬州分院、中冶建筑研究总院、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、天津市金桥焊材集团有限公司、昆山京群焊材科技有限公司、中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本标准主要起草人：戈兆文、窦万波、房务农、寿比南、谢铁军、杨国义、李军、常彦衍、徐锴、李振华、王荣、马容忠、唐伯钢、李箕福、蒋勇、明廷泽、肖辉英、侯杰昌、杨咏梅、郑伊洛、姚润钢、孔红雨。

2 修订说明

2.1 修订背景

我国加入 WTO 以后，采用国际标准制修订我国相关标准是大势所趋。全国焊接标准化技术委员会，已采用国际标准修订出版了前述 3 个焊条国家标准，还在继续修订埋弧焊焊材、药芯焊丝等国家标准。以国家标准为基础编制订的行业标准必然也要及时修订。国家焊材标准是以不同种类（焊条、焊剂、焊丝等）划分的，而 NB/T 47018《承压设备焊接材料订货技术条件》则包含了承压设备所用各种金属材料的不同种类焊材。预计今后若干年内，NB/T 47018 的修订改版可能比较频繁。

焊接材料国家标准繁多，每项标准中所列焊材类别也是多种多样，本标准只是按照承压设备标准规范所列各种金属材料涉及的焊接材料，编制订货技术条件，供设计和建设单位选用，但不能将本标准当作焊材选用手册使用。本标准中某些焊接材料国内暂时不能生产，NB/T 47018 所给出的技术指标，可供研发或向外订货使用。

2.2 采购通则

《采购通则》是 NB/T 47018 的核心，是确保焊材质量稳定性、可靠性的基础。NB/T 47018.1—2011 是采用 AWS A5.01 编制的。近年来编制 AWS A5.01 也采用了 ISO 14344《焊接及相关过程 渣保护和气保护焊接材料 采购指南》。于 2011 年 6 月实施的 GB/T 25778—2010《焊接材料采购指南》也是采用 ISO 14344:2010。因此，按 GB/T 25778—2010 修订 NB/T 47018.1 理所当然。GB/T 25778 中术语“单一干配料”，可以是组分齐全的配方，也可以是配方的若干种组分混合；组合干配料应是由两份或两份以上单一干配料组成。在修订版 NB/T 47018.1 中仍坚持焊芯、焊丝和填充丝应由单一炉号的材料组成，而焊条药皮和焊剂仍要进行包括化学成分分析的充分试验。药皮与焊剂中含有多种矿物、氧化物和合金，采用 X 射线荧光分析仪是焊材生产商必备的手段。

母材的焊接性能是承压设备焊接的基础。同样，焊接材料也有焊接性，部分焊材生产商缺少焊接技术人员和焊接试验室，不重视、不掌握焊接材料的焊接性能的状况不能继续下去了。

2.3 药芯焊丝

中外各国生产的药芯焊丝总量中，酸性渣的钛型、钛钙型有缝药芯焊丝生产量仍占绝大多数，酸性渣药芯焊丝虽然施焊工艺性能好，但熔敷金属含氧量高，冲击韧性（特别是经焊后热处理后）不佳，其抗裂性也差；少数厂家可以生碱性渣的钙型药芯焊丝，其熔敷金属力学性能特别是冲击韧性优越、抗裂性也好，但施焊工艺性能较酸性渣的药芯焊丝差。20 世纪 60 年代湖南某石化厂的球罐群普遍使用酸性渣焊条焊接，投产不久便普遍产生裂纹，危害极大。从此以后，在承压设备行业里，都要求使用碱性渣（低氢型）药皮焊条。NB/T 47018.1—2011 中 4.4.2 规定“在本标准中没有相应种类的焊接材料，其技术要求应比照本标准的规定”，但在承压设备中使用药芯焊丝的厂家大都没有遵守。在不了解药芯焊丝特点的情况下，使用酸性渣药芯焊丝，值得关切。渣系相同的药芯焊丝与焊条有相同特性，所以在 NB/T 47018.1 修订版中明确规定使用药芯焊丝应按照 NB/T 47018.2 规定的技术要求，编制订货技术条件。

现行碳钢、低合金钢和不锈钢 3 个药芯焊丝国家标准中都有如下条文：“焊丝的药芯应分布均匀，以使焊接工艺性能和熔敷金属性能不受影响”。但目前药芯焊丝生产线缺少有效的保障措施，用以实现国家标准的规定。也没有看到使人信服的检测报告，证实药芯焊丝中的药芯成分及药芯填充的均匀性，所以熔敷金属成分稳定性难以得到肯定。

刚打开真空包装后的药芯焊丝，马上测定熔敷金属扩散氢含量，可以符合规定。但药芯焊丝不能烘干，开包待焊的药芯焊丝熔敷金属扩散氢含量是否还在规定范围内，这是使用有缝药芯焊丝的单位必需慎重考虑的现实。

2.4 冲击韧性

(1) 锅炉压力容器的冲击试验

目前，国内承压设备行业尚无完整地综合考虑到钢材类别、等级、交货状态、强度、厚度、温度等因素的冲击韧性试验准则。需要不需要做冲击试验？冲击试验的合格指标是多少？这些在安全技术规范、标准和设计文件中各不相同，没有统一。

作为锅炉、压力容器都适用的 NB/T 47018，对于同一型号的焊材，只能按要求较严的条件确定冲击试验合格指标，以期有较广泛的适用范围。

在 NB/T 47018 中，按照焊材熔敷金属成分及力学性能来确定冲击试验要求，如对于既用于锅炉，也用于压力容器的铬钼热强钢焊材，则要求 0℃ 或室温冲击。在 NB/T 47018 中从来都没有将不同成分不同性能的焊材按统一的冲击韧性考核，更没有把锅炉、压力容器用焊材按统一的冲击韧性考核。

焊材国家标准中的冲击试验合格指标，是适用各行各业最起码的要求，难以适用于有爆炸危险的承压设备。焊材标准中力学性能试件的施焊条件都是最佳状态，比工业化大生产条件下条件要优越得多，因此有必要提高 NB/T 47018 中焊材质量证明书中熔敷金属冲击韧性合格指标。焊材熔敷金属冲击韧性合格指标不能按母材规定值考核，熔敷金属不可能具备形成母材冲击韧性的客观条件。承压设备绝大部分要经焊接加工，母材热影响区中过热区性能要比母材有所下降，焊材熔敷金属冲击韧性合格指标应当考虑到这个事实。

(2) 焊接材料的冲击韧性合格指标

在承压设备中材料的冲击韧性是个重要性能，但要确定焊接材料熔敷金属的冲击韧性合格指标，不仅要考虑到相匹配的钢材，还得考虑承压设备本身的特点。GB/T 150—2011《压力容器》在 TSG R0004—2009《固定式压力容器安全技术监察规程》基础上给钢材、焊接接头冲击韧性最低值作了规定，见表 1。

表 1 碳素钢和低合金钢钢材及焊接接头冲击功最低值

钢材标准抗拉强度下限值 R_m /MPa	3 个标准试样冲击功平均值 KV_2 /J
≤ 450	≥ 20
$> 450 \sim 510$	≥ 24
$> 510 \sim 570$	≥ 31
$> 570 \sim 630$	≥ 34
$> 630 \sim 690$	≥ 38
注：对 R_m 随厚度增大而降低的钢材，按该钢材最小厚度范围的 R_m 值确定冲击功指标。	

TSG G0001—2012《锅炉安全技术监察规程》、GB/T 16507—2013《水管锅炉》和 GB/T 16508—2013《锅壳锅炉》中的焊接工艺评定都引用了 NB/T 47014—2011《承压设备焊接工艺评定》，产

品焊接试件都引用了 NB/T 47016—2011《承压设备产品焊接试件的力学性能检验》，他们中的冲击韧性合格指标也与表 1 相同。

焊接材料熔敷金属冲击韧性的合格指标考虑了钢材及其焊接性、焊接接头组成，承压设备从原材料制成产品并进入服役全过程中各种冷、热加工作用和焊接材料标准中规定的试验方法特点而作出的。

钢材的冶炼、轧制等影响冲击性能的条件优于熔敷金属；钢材焊接过热区已经弱化、软化、脆化，其冲击韧性将降低，没有任何标准或文件规定其合格指标。为了保证在工业化大生产的现场条件下产品内在质量的可靠性，NB/T 47018 确定熔敷金属冲击韧性合格指标的原则是从表 1 规定出发，增加适当的裕量。

(3) 不锈钢的冲击试验

GB/T 150.3—2011 中规定，设计温度低于 -196°C 的奥氏体型钢材制压力容器才称为低温容器，目前还没有设计规范。GB/T 150.4—2011 规定设计温度低于 -100°C 且不低于 -196°C 时的铬镍奥氏体不锈钢制压力容器，在相应焊接工艺评定时，应进行焊缝的低温冲击试验。除此以外，没有看到要求奥氏体型钢材焊接接头进行冲击试验的标准规范，这是因为奥氏体型钢材及焊接接头的冲击韧性非常好，在一般条件下肯定能保证合格，因而免除冲击试验。

2.5 熔敷金属的断后伸长率

承压设备的焊工考试、焊接工艺评定与产品焊接试件力学性能检验，都规定要进行弯心直径是试样厚度 4 倍的弯曲试验，NB/T 47018 便对熔敷金属拉伸试样作出断后伸长率不低于 20% 的规定。但在锅炉安全技术规范和标准中都规定锅炉受压元件用钢板的室温断后伸长率应当不小于 18%。承压设备用材料有向高强钢发展的趋势，故在修订版中保留 4 倍弯曲规定的同时，也适当降低焊接材料熔敷金属断后伸长率的指标，并增添允许加大弯心直径的条款。

2.6 熔敷金属扩散氢含量

在 GB/T 5117—1995、GB/T 5118—1995 中，都同时规定了焊条药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量两种平行方法，NB/T 47018.2—2011 中采用焊条药皮含水量测定方法，其原因是药皮含水量测定方法数据重复性好，又没有污染。在 2012 年版的焊条国家标准中已经取消焊条药皮含水量测定方法。

早在 15 年前，钢铁研究总院就对中国 80 余家焊条厂生产的 E5015、E5016 和 E5018 三种碱性焊条，用水银法测定熔敷金属扩散氢含量，结论是：所有厂家生产焊条达到国际标准规定的低氢型（ $5\text{mL}/100\text{g} < \text{HD} \leq 10\text{mL}/100\text{g}$ ）焊条标准，50% 厂家达到超低氢型（ $\text{HD} \leq 5\text{mL}/100\text{g}$ ）焊条标准。

根据 AWS A4.3—1993 给出的甘油法与水银法对应关系（见表 2），将 NB/T 47018.2—2011 中表 4 中甘油法测定焊条熔敷金属扩散氢含量指标转换成水银法测定指标，写入修订版中。

表 2 焊条熔敷金属两种测氢方法的对应关系

甘油法 (mL/100g)	0.0	0.5	1.2	1.9	2.6	3.2	3.9	4.6	5.2	5.9	6.6	7.2	7.9
水银法 (mL/100g)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0

2.7 焊条型号

NB/T 47018 修订版的重点在于 NB/T 47018.2，而 NB/T 47018.2 修订的重点内容在于焊条型号的选用。每个焊条型号的冲击试验温度与冲击吸收功能量下限值都在标准中作了规定。

NB/T 47018.2 中所列焊条型号,都是围绕承压设备用钢材(钢板、钢管和锻件)设定的,由于提高了焊条熔敷金属冲击韧性合格指标,且力争使用国家标准的焊条常规型号,只有在NB/T 47018.2 中提高该型号焊条熔敷金属冲击吸收能量的下限值,为了减少NB/T 47018.2 中冲击吸收能量的下限值分档数量,有时也采用较低试验温度的焊条型号,或者使用带“G”的焊条型号。

带“G”的焊条型号表明在焊条国家标准中,没有规定熔敷金属化学成分、冲击试验温度和力学性能试验用母材的“三没有”焊条型号,通常在焊材生产商或研究单位开发新品种焊条时使用。

2.8 焊丝标准

全国钢标准化技术委员会与全国焊接标准化技术委员会都制订钢焊丝标准。目前,我国尚无针对焊接方法或焊接工艺的专用焊丝标准,基本上是通用焊丝标准。GB/T 8110 虽为气体保护焊钢焊丝标准,但也有限定保护气体类型。GB/T 8110 除了规定焊丝的化学成分外,还给出了熔敷金属力学性能,其他钢焊丝标准都只规定了焊丝化学成分,并不规定熔敷金属的化学成分与力学性能,这属于NB/T 47018.1—2017 中3.5之a)“……有相应种类但没有型号(或牌号)的焊接材料,……”,使用单位应按3.5之a)规定,在采购合同中提出气保护电弧焊焊丝熔敷金属力学性能等技术要求,焊材生产商则按合同生产、检验,当均符合NB/T 47018 规定时,可以加上标识“NB/T 47018”。为使读者对不锈钢焊丝熔敷金属拉伸性能有所了解,我们在NB/T 47018.3—2017 附录B中引用了GB/T 29713 的附录A,供参考。

在NB/T 47018.3 的规范性引用文件中,引用了YB/T 5092—2005、GB/T 29713—2013 和AWS A5.9/A5.9M: 2006 三个不锈钢焊丝标准。GB/T 29713—2013 采用国际标准ISO 14343: 2009《焊接材料 不锈钢和耐热钢电弧焊用焊丝、填充丝及焊带 分类》。GB/T 29713—2013 与AWS A5.9/A5.9M: 2006 相比,其焊丝化学成分相同;YB/T 5092—2005 与AWS A5.9/A5.9M: 2006 相比,除316L 中Si 含量稍高以外,其余皆相同。

国内已有单位研制开发金属粉型焊丝,目前尚未见到金属粉型焊丝用于承压设备的工程实例与鉴定文件。当使用金属粉型焊丝时,应遵照NB/T 47018.1 中3.5之b)规定。

2.9 焊丝(带)与焊剂

埋弧焊、堆焊与其他焊接方法不同,他们所用的焊接材料需包含焊丝(带)与焊剂相组配施焊,使用单位需要保证的是两种焊材组配焊接后熔敷金属性能,而不仅仅是焊丝(带)或焊剂的质量保证。埋弧焊、堆焊的焊材质量究竟如何保证需要明确,笔者曾在焊博会上随意搜集了四家生产商的产品样本,同样是HJ431+H10Mn2,而得到的型号强度级别分别为40kg、50kg 和55kg 三种,且冲击功差别也大。事实告诫我们,埋弧焊和堆焊所用的焊丝(带)及焊剂,应从同一家生产商采购,由生产商提供的产品质量证明书中保证熔敷金属质量,而用户也应使用质量证明书中指明批号的焊丝(带)和指明批号的焊剂组配后的施焊产品。当出现不是质量保证书中相组配的指明批号焊丝(带)与焊剂时,则用户可根据本单位质量保证体系规定进行检验,合格后方可使用。

2.10 堆焊焊材

NB/T 47018.5—2011 是我国第一部堆焊用不锈钢焊带和焊剂标准,该标准的特点是在同一标准中同时规定了焊带、焊剂及其组配后堆焊金属的技术要求,分别给过渡层堆焊焊带、耐蚀层堆焊焊带和堆焊金属确定了型号。NB/T 47018.5 中的焊带与焊剂都已工业化批量生产,并在核电、尿素和加氢等设备上大量使用。

GB/T 29713—2013 中的焊带成分与 NB/T 47018.5 有较大差异,后者更符合国内实际需要,而且有相组配的焊剂。在修订本标准时,只增加了经实际工程考验的 3 个焊带型号:EQ317L、EQ2205 和 EQ2209,没有引用 GB/T 29713—2013 的焊带。

3 修订内容

(1) NB/T 47018.1 中,改按 GB/T 25778—2010 规定,重新编制了采购通则。对使用药芯焊丝进行具体规范,调整了 7 类焊接材料每批最高限量,将焊条药皮含水量测定改为扩散氢测定,增加了采购焊接材料应注明熔敷金属力学性能试件焊后状态的规定,在产品质量证明书的检验项目中增加了弯曲试验;

(2) NB/T 47018.2 中,按照国家标准规范,变更了引用焊条国家标准名称,增加了 55 个焊条型号,更改了焊条型号表示方法,调整了熔敷金属冲击韧性合格指标,规定了扩散氢含量的合格指标,修订了熔敷金属拉伸试样断后伸长率合格指标,在弯曲试验中增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定;

(3) NB/T 47018.3 中,增加了 33 个焊丝型号,更新焊丝型号的表示方法,修订了部分碳钢和低合金钢焊丝的硫、磷含量,调整了焊丝熔敷金属拉伸试验、冲击韧性试验规定,重新规定了熔敷金属扩散氢含量,在弯曲试验中增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定;

(4) NB/T 47018.4 中,规定了埋弧焊材(焊丝及焊剂)质量保证书中写明焊丝与焊剂批号和检验的内容,对焊丝与焊剂界定了磷、硫含量,增加了 3 个不锈钢焊剂型号;增加了熔敷金属拉伸试样断后伸长率的规定下限值;在弯曲试验中增加了允许加大弯心直径重新进行试验的规定,删除了碳钢和低合金钢用焊剂含水量规定,增加了埋弧焊熔敷金属扩散氢含量测定的规定;

(5) NB/T 47018.5 中,增加了 3 个焊带型号,增加了 3 个焊剂/焊带组合堆焊金属型号和检验堆焊金属化学成分时使用焊带的规定,增加了质量保证书条款、检验内容与批号规定。

4 本标准的特点

新修订的焊条国家标准是我国第一次采用国际标准,对我国承压设备行业有较大影响,作为行业标准 NB/T 47018 理应按照国家焊条新版标准进行修订,这对标准编制与贯彻执行也带来若干新问题。

NB/T 47018 修订版的主要任务是将承压设备法规、安全技术规范、标准对焊接的要求与焊接材料现行标准有机结合起来,根据国内实际状况,有效地协调技术要求,为建造符合规范的承压设备提供优质、可靠、经济的国产焊材。为此,工作开始便进行焊条国家标准新、旧版本条文对比、承压设备规范对焊接要求与焊条国家标准规定对比、钢材与焊条规定特性(成分类别、强度级别、冲击试验)对比,从中找出有用的规律,谨慎地规范了本标准的修订工作。

修改版的内容,仍保持 NB/T 47018—2011 的主要特点:

(1) 进一步降低熔敷金属中硫、磷含量,与锅炉、压力容器用钢标准接近;

(2) 限制熔敷金属抗拉强度上限,力争使熔敷金属抗拉强度与锅炉压力容器用钢材标准中的抗拉强度在等强范围内;

(3) 调整并提高了熔敷金属冲击韧性,给在建造和使用承压设备时的焊缝金属冲击韧性符合规定提供了条件;

(4) 在坚持弯心直径为 4 倍试样厚度的弯曲试验前提下,适当降低熔敷金属断后伸长率,以适应强度级别较高的承压设备用钢材;

(5) 采用了检验精度更高的扩散氢测定方法, 确保熔敷金属的抗裂性。

5 水平与建议

NB/T 47018 作为国内第一部承压设备专用焊接材料标准, 在国内焊接材料行业中首先倡导并编制采购导则。NB/T 47018 规范了承压设备用焊接材料生产、使用、经销和采购各基本环节, 保障了焊接材料质量和降低了采购成本。

本标准修订过程中, 邀请了设计单位、安全监察单位参加, 两次会议对各方意见充分讨论、研究, 达成一致意见。根据大家意见扩大了承压设备用焊接材料的范围, 对焊接材料熔敷金属冲击韧性有了新的理念, 调整了合格指标, 在本标准中所列焊条型号的冲击韧性合格指标, 比安全技术规范和标准规定合格值有所提高, 留有适当裕量。这大大提高了承压设备的抗脆性破坏能力, 与国外同类产品也毫不逊色。

修订版保持了 NB/T 47018—2011 特点, 扩大了品种范围, 提高了冲击韧性合格指标, 扩散氢测定方法精度更高。

本标准的水平在国内先进。

保证焊条与焊剂质量的关键是, 焊接材料厂要具备焊条药皮、烧结焊剂的原料、配料和熔炼焊剂的原料、炉料的成分分析手段, 确保其稳定性与均匀性, 才能为焊条电弧焊、埋弧焊质量提供保障。

埋弧焊熔敷金属成分与性能是由焊丝(带)与焊剂组合施焊而成的。同一牌号的焊丝配同一牌号焊剂(但都是不同厂家出品)所得到的焊剂型号都有可能不相同, 也即熔敷金属抗拉强度与冲击韧性都不同。所以我们要求在同一家生产厂采购埋弧焊焊丝(带)与焊剂, 该厂出具的质量证明书的技术数据, 应当来源于用户所购买所示批号的焊丝和所示批号焊剂组合施焊后的熔敷金属性能。当用于承压设备时, 仍采用该批号的焊丝和该批号的焊剂组合。

NB/T 47018.3 范围内的气体保护电弧焊丝, 除 GB/T 8110 外, 都不保证熔敷金属的力学性能与成分, 当使用单位采购这些焊丝时, 在合同中按 NB/T 47018.1 中 3.5 规定注明熔敷金属的力学性能与成分要求, 供方供货时的焊材质量证明书中也必须列出各项检验要求, 并有“NB/T 47018”标识。

焊后热处理是建造承压设备的常用工艺, 几乎所有钢的焊缝金属在焊后热处理后, 抗拉强度均下降。随着温度的提高, 时间的延长, 抗拉强度继续下降, 焊后热处理对冲击韧性影响还与成分有关。采购焊接材料时一定要掌握图纸技术要求与建造工艺规程对焊后热处理规定, 在采购合同中注明焊接材料力学性能试件焊后状态。标注焊后状态的焊接材料在标准中都有焊后热处理保温温度与保温时间规范, 这种规范并非承压设备产品焊后热处理规定。如果要求焊材超出标准规范进行焊后热处理, 则应在合同中另行协议。

6 焊材生产商必备条件

承压设备用焊接材料生产商应具备下列条件。

(1) 规模: 生产规模足够大, 产品类别多, 经过培训与考核的分销商遍布全国, 生产埋弧焊丝(埋弧焊剂)的生产厂同时也生产埋弧焊剂(埋弧焊丝);

(2) 管理: 组织机构齐全, 质量保证体系有效运转, 具备在网上可接收查询质量保证书的条件;

(3) 技术: 专业技术人才充分, 技术水平国内领先。设有焊接试验室可进行焊接性试验;

(4) 原材料：定点供应，渠道通畅；

(5) 设备：生产焊条、焊剂的厂家应具有用于原材料、湿混料、炉料成分分析仪器（如 X 射线荧光分析仪）和先进的混合、搅拌装置等设备；生产焊条、焊丝、填充丝及焊带的厂家应具有直读光谱仪；

(6) 质量：产品质量连续 12 个月合格。

中华人民共和国行业标准

NB/T 47018.6—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 6 部分：铝及铝合金焊丝和填充丝

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 6: Bare aluminum and aluminum-alloy welding electrodes and rods

2011-07-01 发布

2011-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... 52

1 范围..... 53

2 规范性引用文件..... 53

3 型号..... 53

4 技术要求..... 54

5 试验方法和检验规则..... 57

6 标识..... 60

前 言

NB/T 47018—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为7个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂；
- 第6部分：铝及铝合金焊丝和填充丝；
- 第7部分：钛及钛合金焊丝和填充丝。

本部分是NB/T 47018的第6部分。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分负责起草单位及起草人：

合肥通用机械研究院	戈兆文、房务农
国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局	常彦衍

本部分参加起草单位及起草人：

中冶建筑研究总院	唐伯钢
钢铁研究总院安泰科技股份有限公司	李箕福
哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司	徐 锴
四川大西洋焊接材料股份有限公司	陈义岗
天津市金桥焊材集团有限公司	侯永泰
昆山京群焊材科技有限公司	郑伊洛

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）负责解释。

承压设备用焊接材料订货技术条件

第 6 部分：铝及铝合金焊丝和填充丝

1 范围

NB/T 47018 的本部分规定了铝及铝合金焊丝和填充丝的型号编制、技术要求、试验方法、检验规则。

本部分适用于承压设备气焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊和等离子弧焊用铝及铝合金焊丝和填充丝。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 10858	铝及铝合金焊丝
GB/T 20975（所有部分）	铝及铝合金化学分析方法
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第 1 部分：采购通则
JB/T 4730.2	承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测

3 型号

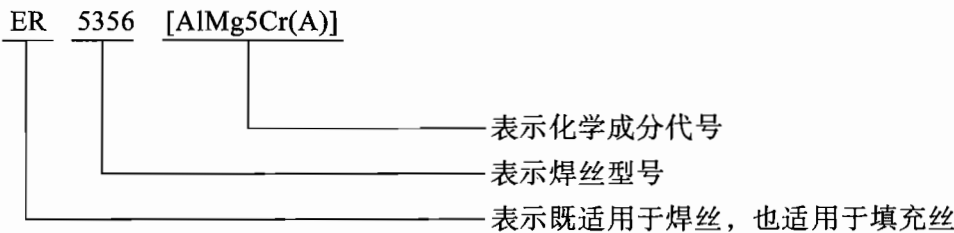
3.1 型号划分

焊丝和填充丝的型号按化学成分和使用场合进行划分。

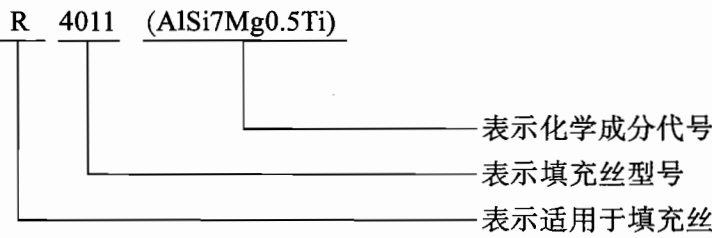
3.2 型号编制方法

焊丝和填充丝的型号由四部分组成。第一部分为焊丝和填充丝的代号，E 表示适用于焊丝，R 表示适用于填充丝，ER 表示既适用于焊丝，也适用于填充丝；第二部分四位数字表示焊丝或填充丝型号；第三部分为可选部分，表示化学成分代号。

焊丝型号示例如下：



填充丝型号示例如下：



4 技术要求

4.1 通用规定

承压设备用铝及铝合金焊丝和填充丝，除应符合 GB/T 10858 的规定外，还应符合 NB/T 47018.1 和本部分的规定。

4.2 焊丝和填充丝的化学成分分析、熔（堆）敷金属弯曲试验、焊丝的熔敷金属射线检测和填充丝的平板堆敷焊道检验，按表 1 的规定进行。

4.2.1 焊丝和填充丝的化学成分应符合表 2 规定。

表 1 焊丝、填充丝要求检验的项目

型 号	熔（堆）敷金属 弯曲检验	焊丝和填充丝 化学分析	焊丝的熔敷金属射线检测	填充丝平板堆敷焊道检测
ER 1100	○	○	○	—
R 1100	○	○	—	○
ER 1188	○	○	○	—
R 1188	○	○	—	○
ER 4009	○	○	○	—
R 4009	○	○	—	○
ER 4010	○	○	○	—
R 4010	○	○	—	○
R 4011	○	○	—	○
ER 4043	○	○	○	—
R 4043	○	○	—	○
ER 4047	○	○	○	—
R 4047	○	○	—	○
ER 4145	○	○	○	—
R 4145	○	○	—	○
ER 4643	○	○	○	—
R 4643	○	○	—	○
ER 5183	○	○	○	—
R 5183	○	○	—	○
ER 5356	○	○	○	—
R 5356	○	○	—	○
ER 5554	○	○	○	—
R 5554	○	○	—	○
ER 5556	○	○	○	—
R 5556	○	○	—	○
ER 5654	○	○	○	—
R 5654	○	○	—	○

注：○ —— 表示要求检验的项目。

55

表 2 (续)

化学成分 分代号	型号	化学成分 (质量分数) ^{a,b} %											
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Be	其他元素	
												总量	Al
铝硅													
AlSi10Cu4	ER 4145	9.3~10.7	0.8	3.3~4.7	0.15	0.15	0.15	—	0.20	—	0.0003	0.05	余量
	R 4145	9.3~10.7	0.8	3.3~4.7	0.15	0.15	0.15	—	0.20	—	0.0003	0.05	余量
AlSi4Mg	ER 4643	3.6~4.6	0.8	0.10	0.05	0.10~0.30	—	—	0.10	0.15	0.0003	0.05	余量
	R 4643	3.6~4.6	0.8	0.10	0.05	0.10~0.30	—	—	0.10	0.15	0.0003	0.05	余量
铝镁													
AlMg4.5Mn 0.7(A)	ER 5183	0.40	0.40	0.10	0.50~1.0	4.3~5.2	0.05~0.25	—	0.25	0.15	0.0003	0.05	余量
	R 5183	0.40	0.40	0.10	0.50~1.0	4.3~5.2	0.05~0.25	—	0.25	0.15	0.0003	0.05	余量
AlMg5Cr(A)	ER 5356	0.25	0.40	0.10	0.05~0.20	4.5~5.5	0.05~0.20	—	0.10	0.06~0.20	0.0003	0.05	余量
	R 5356	0.25	0.40	0.10	0.05~0.20	4.5~5.5	0.05~0.20	—	0.10	0.06~0.20	0.0003	0.05	余量
AlMg2.7Mn	ER 5554	0.25	0.40	0.10	0.50~1.0	2.4~3.0	0.05~0.20	—	0.25	0.05~0.20	0.0003	0.05	余量
	R 5554	0.25	0.40	0.10	0.50~1.0	2.4~3.0	0.05~0.20	—	0.25	0.05~0.20	0.0003	0.05	余量
AlMg5Mn1Ti	ER 5556	0.25	0.40	0.10	0.50~1.0	4.7~5.5	0.05~0.20	—	0.25	0.05~0.20	0.0003	0.05	余量
	R 5556	0.25	0.40	0.10	0.50~1.0	4.7~5.5	0.05~0.20	—	0.25	0.05~0.20	0.0003	0.05	余量
AlMg3.5Ti	ER 5654	Si+Fe≤0.45	0.05	0.05	0.01	3.1~3.9	0.15~0.35	—	0.20	0.05~0.15	0.0003	0.05	余量
	R 5654	Si+Fe≤0.45	0.05	0.05	0.01	3.1~3.9	0.15~0.35	—	0.20	0.05~0.15	0.0003	0.05	余量

^a 对本表中有规定值的元素进行分析。如分析时表明存在着其他元素, 则应确定它们保证不超过 “其他元素” 极限值。

^b 除非另有规定, 表中所列单个值为最大值。

^c 非合金化铝的铝含量是 100.00%与材料中存在不小于 0.010%的其他金属元素总量 (在确定总量前用第二位小数表示) 之差值。

4.2.2 焊丝熔敷金属射线检测应按 JB/T 4730.2 进行，射线检测技术不应低于 AB 级，熔敷金属质量等级为 I 级。

4.2.3 填充丝应进行平板堆敷焊道检验，要求熔池流动性好，无飞溅、焊道形状规则，宽度与高度均匀，表面光滑，无裂纹，无气孔。

4.2.4 焊丝熔敷金属和填充丝的堆敷金属均应进行弯曲试验。弯曲试样弯曲到规定的角度后，其拉伸面上的熔敷金属内沿任何方向不应有单条长度大于 3mm 的开口缺陷，试样熔敷金属的棱角开口缺陷可不计，但由未熔合、夹渣或其他内部缺欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

4.3 焊丝和填充丝的表面质量和均匀性

4.3.1 焊丝和填充丝表面应保持光亮、光滑，不应有毛刺、凹坑、划痕、氧化皮、裂纹、折叠及夹杂，宜进行抛光处理。

4.3.2 盘装焊丝应是连续的，并能保证在机动焊、半自动焊和自动焊的设备上均匀连续送进。

4.4 符合检验要求的焊丝，可以不进行平板熔敷焊道检验而用作填充丝；符合检验要求的填充丝，再经熔敷金属射线检测合格后，才可以用作焊丝。

5 试验方法和检验规则

5.1 化学分析

5.1.1 焊丝和填充丝的化学成分分析按批进行。

5.1.2 每批焊丝或填充丝化学成分应符合表 2 的规定。如在常规分析中发现有其他元素时，则应作进一步分析，以便确定其总量是否超过表 2 所规定的数值。

5.1.3 化学分析仲裁试验方法应符合 GB/T 20975 的规定。

5.2 焊丝的熔敷金属射线检测

5.2.1 焊丝应按批检验。

5.2.2 试件用母材见表 3，垫板材料与试件母材相同。

表 3 试件用母材

序号	焊丝和填充丝型号	母 材 代 号
1	ER 1100, R 1100, ER 1188, R 1188	1060, 3003
2	ER 4009, R 4009, ER 4010, R 4010, R 4011, ER 4043, R 4043, ER 4145, R 4145, ER 4047, R 4047, ER 4643, R 4643	6061, 3003
3	ER 5183, R 5183, ER 5356, R 5356, ER 5554, R 5554, ER 5556, R 5556, ER 5654, R 5654	3004, 5052, 5083, 5086, 5A03

5.2.3 试件尺寸见图 1，焊接试件前，按表 4 规定的参数定位。

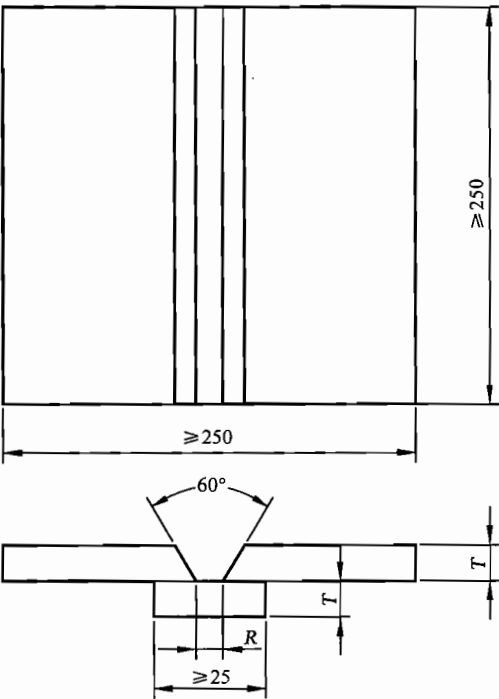


图 1 射线检测用对接焊缝试件

表 4 焊接试件前的定位参数

焊丝直径 mm	板厚 T mm	最小根部间隙 R mm	焊接位置
0.8 1.0	4.5 6.0	6.0	仰焊
1.2	6.0	6.0	仰焊
1.6	10.0	10.0	仰焊
2.4	10.0	10.0	平焊
3.2	10.0	13.0	平焊

- 5.2.4 试件用熔化极气体保护焊，当双方没有协议时，按焊材制造厂提供的焊接工艺文件施焊。
- 5.2.5 始焊及施焊过程中，试件温度应不低于 16℃，起弧时及道间温度应不超过 60℃。
- 5.3 填充丝的平板堆敷焊道检测
- 5.3.1 填充丝按批检验
- 5.3.2 试验用母材见表 3，试件尺寸为宽度大于或等于 150mm，长度大于或等于 300mm，厚度按 5.2.3 规定。
- 5.3.3 试件采用钨极氩弧焊，交流电源在平焊位置施焊，当双方没有协议时，应按焊材生产商提供的焊接工艺文件施焊。
- 5.3.4 采用钨极氩弧焊检验合格的填充丝也适用于气焊和等离子弧焊。
- 5.4 弯曲试验
- 5.4.1 进行弯曲试验的焊丝和填充丝按批进行。

5.4.2 纵向弯曲试样应从焊丝的熔敷金属射线检测试件或填充丝平板堆敷焊道检测试件上截取，截取位置如图 2，焊丝的熔敷金属射线检测试件上截取 1 个面弯试样，1 个背弯试样；填充丝平板堆敷焊道试件上截取 2 个面弯试样。

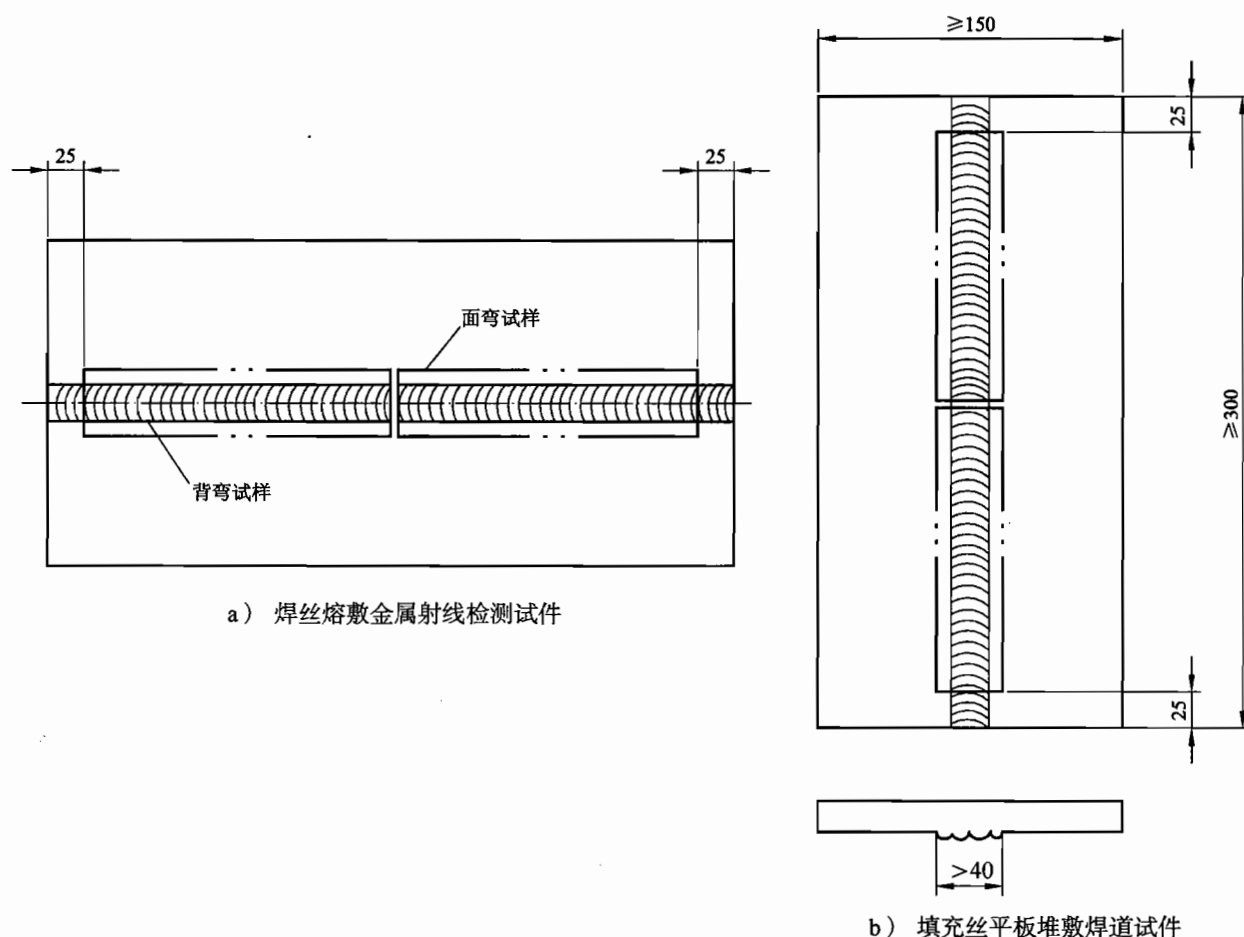


图 2 弯曲试样截取位置

5.4.3 纵向弯曲试样

5.4.3.1 采用冷加工方法取样，当采用热加工方法取样时，则应去除热影响区。

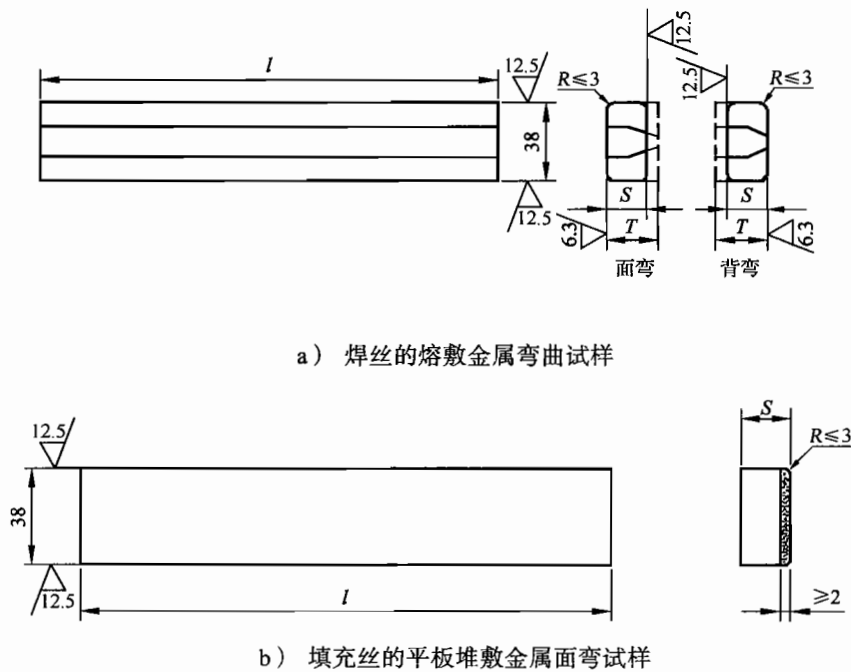
5.4.3.2 允许避开焊接缺陷、缺欠制取试样。

5.4.3.3 试样加工：

- a) 焊缝的余高和垫板应采用冷加工方法去除；
- b) 试样的拉伸表面应加工齐平，不得有划痕和损伤。

5.4.3.4 试样形式：

- a) 纵向弯曲试样见图 3；
- b) 属于表 3 中序号为 2 的焊材：当 $T > 3\text{mm}$ 时，取 $S=3\text{mm}$ ，从试样受压面去除多余厚度；当 $T \leq 3\text{mm}$ 时， S 尽量接近 T ；
- c) 属于表 3 中序号为 1、3 的焊材：当 $T > 10\text{mm}$ 时，取 $S=10\text{mm}$ ，从试样受压面去除多余厚度；当 $T \leq 10\text{mm}$ 时， S 应尽量接近 T 。



注 1: 试样长度 $l \approx D + 2.5S + 100$ 。
注 2: 试样拉伸面棱角 $R \leq 3\text{mm}$ 。

图 3 纵向弯曲试样

5.4.4 试验方法:

- a) 按表 5 和 GB/T 2653 规定进行弯曲试验;
- b) 弯曲角度应以试样承受载荷时测量为准。

表 5 弯曲试验参数

表 3 中序号	试样厚度 S mm	弯心直径 D mm	支承辊之间距离 mm	弯曲角度 (°)
1	10	40	63	180
	< 10	$4S$	$6S+3$	
2	3	50	58	
	< 3	$16.5S$	$18.5S+1.5$	
3	10	66	89	
	< 10	$6.6S$	$8.6S+3$	

6 标识

- 6.1 按本部分规定制造的焊丝和填充丝的外包装、说明书以及质量证明书上, 应标有“承压设备用铝及铝合金焊丝(填充丝)”字样、产品标识“NB/T 47018”。在内包装标签上也应印有产品标识。
- 6.2 每根直条状填充丝的端部用永久性印记, 标示出型号和产品标识。

中华人民共和国行业标准

NB/T 47018.7—2011

承压设备用焊接材料订货技术条件 第 7 部分：钛及钛合金焊丝和填充丝

Technical permission of welding materials for pressure equipment
Section 7: Titanium and titanium-alloy welding electrodes and rods

2011-07-01 发布

2011-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... 64

1 范围..... 65

2 规范性引用文件..... 65

3 牌号..... 65

4 技术要求..... 65

5 试验方法..... 67

6 检验规则..... 69

7 焊丝的缠绕..... 69

8 包装..... 69

9 标识..... 69

附录 A（资料性附录） 中美标准中钛及钛合金焊丝、填充丝代号 70

前 言

NB/T 47018—2011《承压设备用焊接材料订货技术条件》分为7个部分：

- 第1部分：采购通则；
- 第2部分：钢焊条；
- 第3部分：气体保护电弧焊钢焊丝和填充丝；
- 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂；
- 第5部分：堆焊用不锈钢焊带和焊剂；
- 第6部分：铝及铝合金焊丝和填充丝；
- 第7部分：钛及钛合金焊丝和填充丝。

本部分是NB/T 47018的第7部分。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本部分负责起草单位及起草人：

合肥通用机械研究院	戈兆文、房务农
国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局	常彦衍

本部分参加起草单位及起草人：

中冶建筑研究总院	唐伯钢
钢铁研究总院安泰科技股份有限公司	李箕福
哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司	徐 锴
四川大西洋焊接材料股份有限公司	陈义岗
天津市金桥焊材集团有限公司	侯永泰
昆山京群焊材科技有限公司	郑伊洛

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）负责解释。

承压设备用焊接材料订货技术条件
第 7 部分：钛及钛合金焊丝和填充丝

1 范围

NB/T 47018 的本部分规定了钛及钛合金焊丝和填充丝的牌号编制、技术要求、试验方法、检验规则。

本部分适用于承压设备钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊和等离子弧焊用钛及钛合金焊丝和填充丝。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不住日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 3620.1	钛及钛合金牌号和化学成分
GB/T 3623	钛及钛合金丝
GB/T 4698（所有部分）	海绵钛、钛及钛合金化学分析方法
GB/T 5168	α - β 钛合金高低倍组织检验方法
NB/T 47018.1	承压设备用焊接材料订货技术条件 第 1 部分：采购通则
JB/T 4730.2	承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测

3 牌号

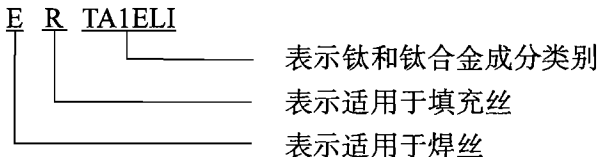
3.1 焊丝和填充丝按化学成分和使用场合进行牌号分类。

3.2 牌号编制

“E”表示适用于焊丝；“R”表示适用于填充丝；“ER”表示既适用于焊丝，也适用于填充丝。

“R”或“ER”后面的数字和英文字母为牌号系列。

焊丝和填充丝牌号示例如下：



4 技术要求

4.1 承压设备用钛及钛合金焊丝和填充丝除应符合 GB/T 3623 的规定外，还应符合 NB/T 47018.1 和本部分的规定。

4.2 牌号、状态、尺寸

焊丝和填充丝的牌号、状态、直径及其允许偏差应符合表1的规定。

表1 钛焊丝和填充丝牌号、状态、直径及其允许偏差

牌 号	状 态	直径, mm	直径允许偏差, mm
ER TA1 ELI ER TA2 ELI ER TA3 ELI ER TA4 ELI ER TA9 ER TA10	冷加工态 (Y) 真空退火态 (M)	0.5 ~ 1.2	+0.03 -0.05
		> 1.2 ~ 5.0	± 0.05

4.3 熔炼方法和化学成分

4.3.1 用于制作焊丝和填充丝的铸锭应采用真空自耗电弧炉熔炼, 熔炼次数不得少于2次。

4.3.2 焊丝和填充丝的化学成分(熔炼分析)应符合表2的规定。

表2 钛和钛合金焊丝和填充丝化学成分(质量分数)

%

牌号	主 要 成 分				杂 质 元 素					残余元素≤	
	Ti	Mo	Ni	Pd	Fe	O	C	N	H	单个	总和
ER TA1ELI	余	—	—	—	≤0.08	0.03~0.10	≤0.03	≤0.012	≤0.005	≤0.05	≤0.20
ER TA2ELI	余	—	—	—	≤0.12	0.08~0.16	≤0.03	≤0.015	≤0.008	≤0.05	≤0.20
ER TA3ELI	余	—	—	—	≤0.16	0.13~0.20	≤0.03	≤0.02	≤0.008	≤0.05	≤0.20
ER TA4ELI	余	—	—	—	≤0.25	0.18~0.32	≤0.03	≤0.025	≤0.008	≤0.05	≤0.20
ER TA9	余	—	—	0.12~0.25	≤0.12	0.08~0.16	≤0.03	≤0.015	≤0.008	≤0.05	≤0.20
ER TA10	余	0.2~0.4	0.6~0.9	—	≤0.15	0.08~0.16	≤0.03	≤0.015	≤0.008	≤0.05	≤0.20
注: 当合同中未特别指明时, 残余元素包括 Al、V、Sn、Mo、Cr、Mn、Zr、Ni、Cu、Si、Yt (当该牌号中主要成分元素中含有上述元素时, 应从残余元素中除去)。合同中未注明时, 不提供残余元素的分析结果。											

4.3.3 如从焊丝和填充丝成品上取样进行化学成分复验时, 其分析的允许偏差见表3。

表3 钛和钛合金焊丝和填充丝成品化学成分分析允许偏差

%

成分元素	Mo	Ni	Pd	Fe		O			C	N	H	单个残余元素
				≤0.20	≤0.30	≤0.10	0.10~0.15	≤0.25				
允许偏差	±0.03	±0.03	±0.02	+0.05	+0.10	+0.02	±0.02	+0.03	+0.01	+0.01	+0.002	+0.02

4.4 金相检验(低倍)

焊丝和填充丝的横向金相检验(低倍)结果不应有裂纹、折叠、气孔、分层、缩尾、金属或非金属夹杂物及其他影响使用的缺陷。

4.5 表面与宏观质量

焊丝和填充丝表面应清洁, 表面光滑, 不应有毛刺、凹陷、划痕、氧化皮、折叠以及其他影响使用的缺陷。也不应有润滑剂和其他外来物质的污染。

4.6 熔敷金属纵向弯曲性能

熔敷金属纵向弯曲试样弯曲到规定的角度后, 其拉伸面上的熔敷金属内沿任何方向不应有单条长度大于3mm的开口缺陷, 试样熔敷金属的棱角开口缺陷可不计, 但由未熔合、夹渣或其他内部缺

欠引起的棱角开口缺陷长度应计入。

5 试验方法

5.1 焊丝和填充丝化学成分分析试样可采取熔炼分析或成品分析，仲裁试验应按 GB/T 4698 的规定进行。

5.2 焊丝和填充丝的尺寸检验应使用精度为 0.01mm 的量具测量。

5.3 焊丝和填充丝的金相检验（低倍）按照 GB/T 5168 的规定进行。

5.4 焊丝和填充丝的表面与宏观质量的检查采用目视进行。

5.5 熔敷金属射线检测和弯曲性能检验

5.5.1 试件制备

5.5.1.1 试件用母材按表 4 规定。

表 4 试件用母材与焊丝、填充丝

试件类别（按 NB/T 47014）	焊丝、填充丝牌号	试件用母材牌号（GB/T 3620.1）
Ti-1	ER TA1ELI	TA1
	ER TA2ELI	TA2
	ER TA9	TA9
Ti-2	ER TA3ELI	TA3
	ER TA4ELI	TA4
	ER TA10	TA10

5.5.1.2 试件尺寸及坡口见图 1。

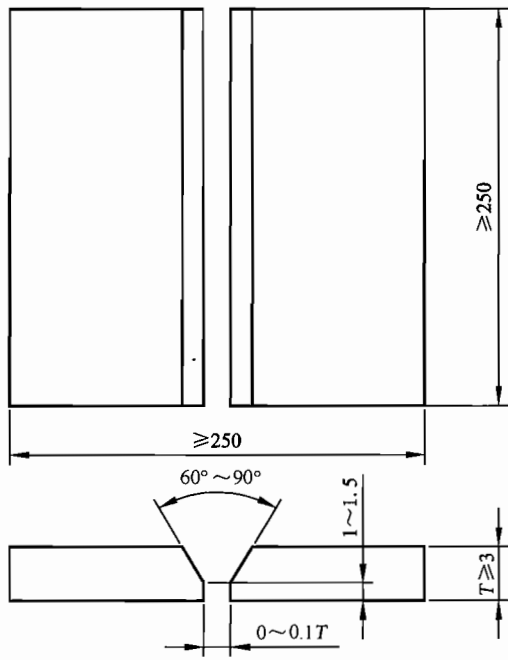


图 1 试件及坡口尺寸

5.5.1.3 试件应在平焊位置施焊。

5.5.1.4 焊接方法为熔化极气体保护焊或钨极气体保护焊，当双方没有协议时，按焊接材料生产商提供的焊接工艺文件施焊，试件焊缝不得少于2层。

5.5.1.5 熔敷金属射线检测应按 JB/T 4730.2 进行，射线检测技术应不低于 AB 级，质量等级为 I 级。

5.5.2 熔敷金属弯曲性能检验

5.5.2.1 试件允许避开缺陷、缺欠制取弯曲试样，取样位置及数量见图 2。

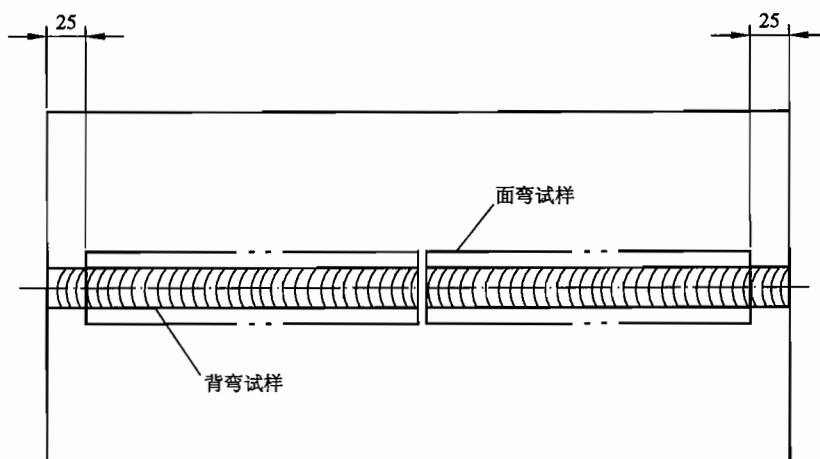
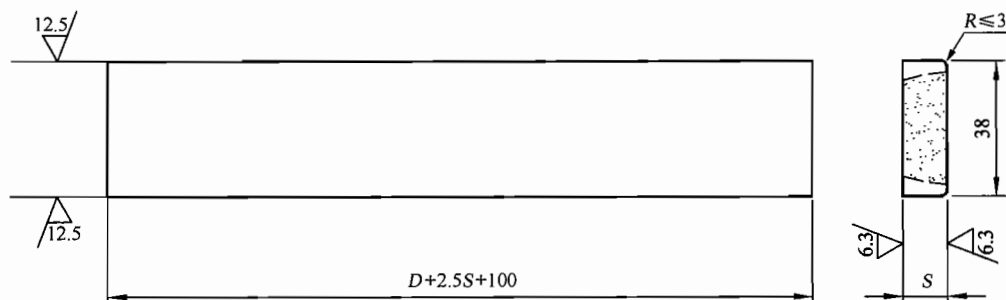


图 2 弯曲试样位置图

5.5.2.2 应采用冷加工法切取试样。

5.5.2.3 焊缝的余高和垫板应采用冷加工法去除。

5.5.2.4 试样的拉伸表面应加工齐平，不应有划痕和损伤，弯曲试样见图 3。当 $T > 10\text{mm}$ 时，取 $S=10\text{mm}$ ，从试样受压面去除多余厚度；当 $T \leq 10\text{mm}$ 时， S 尽量接近 T 。



注：试样受拉面棱角 $R \leq 3\text{mm}$ 。

图 3 弯曲试样尺寸

5.5.2.5 弯曲试验应符合表 5 及 GB/T 2653 的规定。

表 5 弯曲试验参数

试件类别	试样厚度 S mm	弯心直径 mm	支座间距离 mm	弯曲角度 (°)
Ti-1	10	80	103	180
	< 10	8 S	10 S +3	
Ti-2	10	100	123	
	< 10	10 S	12 S +3	

6 检验规则

6.1 检验项目

每批焊丝和填充丝均应进行化学成分、尺寸、金相检验（低倍）、表面与宏观质量、熔敷金属射线检测和弯曲试验。

6.2 取样位置和取样数量

6.2.1 每批焊丝和填充丝在成品上取样进行 C、O、H 和 N 含量分析，其他成分的含量以原铸锭的分析结果报出，仲裁分析应在焊丝和填充丝成品上取样。

6.2.2 每批焊丝和填充丝任取 2 卷（或根）分别在每根的两端各取 1 个试样进行横向金相检验（低倍）。

6.2.3 焊丝和填充丝应逐根（卷）进行尺寸、表面与宏观质量的检查。

7 焊丝的缠绕

7.1 焊丝的供货形式为带内撑的焊丝卷、焊丝盘，填充丝的供货形式为直条。

焊丝的供货形式需经供需双方协商，也可采用其他形式。

7.2 焊丝和填充丝应满足在自动或半自动焊接设备中连续送进的要求。

7.3 每个焊丝卷、焊丝盘的焊丝应是同一炉号连续长度的焊丝，焊丝的缠绕不允许有锐弯、扭结、波浪、嵌入、重叠，并可无障碍地自由退绕。焊丝的外端应固定并有标记，明显易找。

7.4 当焊丝有接头时，应予以适当加工，以使其不影响焊丝的在焊接设备中均匀、连续送进。

8 包装

8.1 焊丝和填充丝的内包装应保证干燥、不受环境污染，防止锈蚀。

8.2 焊丝和填充丝的外包装应防止在运输和存放过程中损坏。

9 标识

9.1 按本部分规定制造的焊丝和填充丝的内外包装、说明书以及质量证明书上，应标有“承压设备用钛及钛合金焊丝（填充丝）”字样、产品标识“NB/T 47018”，在内包装标签上也应印有产品标识。

9.2 每根直条状填充丝的端部用永久性印记，标示出牌号和产品标识。

附 录 A
(资料性附录)

中美标准中钛及钛合金焊丝、填充丝代号

NB/T 47018.7 与 GB/T 3623—2007 钛及钛合金丝、AWS A5.16—2004 钛和钛合金焊丝和填充丝三个标准中的焊丝、填充丝代号如表 A.1，它们的化学成分见各自标准规定。

表 A.1 中美标准中钛及钛合金焊丝、填充丝代号对照

标准号	NB/T 47018.7 牌号	GB/T 3623 牌号	AWS A5.16 型号
钛和钛合金焊丝 及填充丝代号	ER TA1ELI	TA1ELI	ER Ti-1
	ER TA2ELI	TA2ELI	ER Ti-2
	ER TA3ELI	TA3ELI	ER Ti-3
	ER TA4ELI	TA4ELI	ER Ti-4
	ER TA9	TA9	ER Ti-7
	ER TA10	TA10	ER Ti-12

NB/T 47018.1~47018.7—2011 (JB/T 4747) 《承压设备用焊接材料订货技术条件》编制说明

1. 概况

中国承压设备的实际情况,是我们编制“承压设备用焊接材料订货技术条件”的出发点与依据。

承压设备包含锅炉、压力容器、气瓶和压力管道,他们是具有爆炸危险的、在各行业中广泛使用的特殊产品。承压设备绝大多数为焊接结构,因此,用于承压设备的焊接材料便成为承压设备焊接质量的重要方面。早在2004年1月国家质量监督检验检疫总局就将特种设备用焊接材料列入《特种设备目录》中,要对其实施安全监督。

我国政府十分重视承压设备的安全管理工作,国务院2003年颁布了第373号令《特种设备安全监察条例》,近30年来国家安全生产机构发布了大量的部门规章,全国锅炉、压力容器和气瓶标准化技术委员会也编制了一系列标准,所颁发的法规、部门规章和标准都对承压设备的焊接作出仔细而又严格的规定。

我国焊接材料标准大都等效采用美国焊接学会(AWS)制订的国家标准,并且被承压设备行业所引用,通用性的焊材国家标准难以满足承压设备要求,给承压设备的安全可靠使用带来忧虑。

在仔细分析压力容器焊接技术规定与所采用焊条国家标准之间的技术差异后,原全国压力容器标准化技术委员会组织制定了JB/T 4747—2002《压力容器用钢焊条订货技术条件》,协调了用于压力容器的焊条与压力容器焊接技术要求之间差别,标准实施以后取得了良好效果。

TSG R0004—2009《固定式压力容器安全技术监察规程》已经降低了压力容器的安全系数并提出若干严格的技术要求。GB 713—2008《锅炉和压力容器用钢板》中,大大降低了硫、磷含量,提高了冲击吸收功指标,迫切的要求与之匹配的焊接材料也作相应调整。

全国锅炉压力容器标准化技术委员会于2005年1月编制了“关于编制JB/T 4747—200×《承压设备用焊接材料订货技术条件》的立项报告”,着手组建焊接材料标准起草小组。

2005年4月19日召开了《承压设备焊材订货技术条件》起草小组会议,确定了修订版JB/T 4747(即NB/T 47018)编写大纲,确定“以承压设备安全技术监察规程和相关标准为依据,密切结合我国焊材的实际情况”,“依照原JB/T 4747—2002中技术条件作为编制其他焊材订货技术条件的出发点”等原则,2006年3月召开了起草小组第二次会议,对“讨论稿”进行讨论。2006年4月完成“征求意见稿”,给全国锅炉压力容器标准化技术委员会的委员和设计、制造、焊材生产厂及监察单位发出250份“征求意见稿”共收回函42份,意见218条,都已经造表登记,逐一作了回答。并对照“征求意见稿”一一修改,演变为“送审稿”。于2007年12月送出“送审稿”给各位委员审查,同时也给各方面专家发出,扩大征求意见范围。《承压设备焊接材料订货技术条件》其范围包括焊条、焊丝、焊带和焊剂,金属种类包括碳钢、低合金钢、不锈钢、钛和铝,NB/T 47018牵涉到设计、制造、安装、使用和监检各部门,能不能生产出符合NB/T 47018的焊接材料,能不能及时购买到,采购渠道是否通畅、及价格合理性等问题直接影响到标准的贯彻与实施。为慎重起见,编制小组成员不仅到南京、昆山、上海、锦州、抚顺、哈尔滨和自贡召开座谈会、交流会,广泛的

NB/T 47018.1~47018.7—2011 (JB/T 4747) 编制说明

征求意见,全国锅炉压力容器标准化技术委员会秘书处还在2008年1月和11月两次召开全国重点的锅炉、压力容器厂、焊材生产厂、石化、电力和锅炉压力容器行业标准管理机构以及中国焊接标准化技术委员会焊接材料标准分会联席会议,对“送审稿”认真审查、交流和沟通,标准编制方、供方和需方取得一致意见,而进一步促成“报批稿”。

药芯焊丝在我国发展很快,在“讨论稿”中也列出了《承压设备用药芯焊丝技术条件》,讨论过程中发现,目前国内还没有一个单位所生产的药芯焊丝,可以达到用于承压设备焊材的技术要求。故在“征求意见稿”中则删去药芯焊丝的内容。

AWS A-5.01《填充金属采购导则》中规定了焊材批量划分方法和检验项目类别,以使采购方根据产品重要性及供应方信任度,采购质优价廉焊材。国内还没有焊材采购导则,我们原在“送审稿”附录中补充列出采购规定,由于采购导则的重要性,在“报批稿”中将附录上升为分标准即NB/T 47018.1《承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分:采购通则》,是全国第一个焊材采购标准。

2007年底,全国锅炉压力容器标准化技术委员会秘书处召开了会议,由标准主要编写人员将“送审稿”中的重点问题,向特种设备安全监察局相关部门、部分专家和秘书处成员进行汇报,经讨论研究后统一了意见。为形成“报批稿”奠定了基础。

从“讨论稿”到“报批稿”过程中,由于标准适用范围的重大变化,内容作了多处变更与增删;为与相关法规、标准在时间与技术规定协调一致,在进度上作了相应调整,为全面完整的反映各阶段实际情况,本标准报批时,将“征求意见稿”和“送审稿”两次回函意见汇总同时上报。

本标准起草单位及起草人:

合肥通用机械研究院	戈兆文、窦万波、房务农
中国特种设备检测研究院	寿比南、谢铁军、杨国义
国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局	李 军、常彦衍
中冶建筑研究总院	唐伯钢
钢铁研究总院安泰科技股份有限公司	李箕福
哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司	徐 锴
四川大西洋焊接材料股份有限公司	陈义岗
天津市金桥焊材集团有限公司	侯永泰
昆山京群焊材科技有限公司	郑伊洛

2. 修订内容

目前,我国承压设备所使用的焊接材料国家标准和行业标准主要有:

GB/T 983—1995	不锈钢焊条
GB/T 3623—2007	钛及钛合金丝
GB/T 5117—1995	碳钢焊条
GB/T 5118—1995	低合金钢焊条
GB/T 5293—1999	埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
GB/T 8110—2008	气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
GB/T 10858—2008	铝及铝合金焊丝
GB/T 12470—2003	埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
GB/T 14957—1994	熔化焊用钢丝
GB/T 17854—1999	埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂

YB/T 5092—2005 焊接用不锈钢丝

NB/T 47018 的编制方式是根据承压设备对焊接技术规定,在现有标准基础上增加、修改或补充条款的办法,当现有标准不能符合承压设备焊接技术要求时,才重新编写。

与 JB/T 4747—2002 相比, NB/T 47018 增加了采购导则、气体保护电弧焊焊丝和填充丝、埋弧焊钢焊丝和焊剂、不锈钢堆焊用焊带和焊剂、铝及铝合金焊丝和填充丝、钛及钛合金焊丝和填充丝等内容,对钢焊条部分内容也作了变更。

1、NB/T 47018.1

参照 AWS A-5.01

① 3 术语和定义

参照 AWS A-5.01 等标准,在国内首次引入“填充金属”等 10 个概念,将“填充金属”与“焊接材料”、“焊丝”与“填充丝”区分开来,在国内首次出现。

② 4 基本要求

4.1~4.3 中对生产商、分销商和使用厂之间关系进行定位, 4.4 中规定了使用本标准以外焊接材料的技术要求。

4.5 国内承压设备行业尚需进口部分焊材,该条参照“固定式压力容器安全技术监察规程”对进口钢材的要求编写的。

③ 5 焊接材料批量划分

本条款参照 AWS A-5.01 第 4 条、第 5 条而编制的,为简化生产、销售与使用中管理,根据国内生产经验将 AWS A-5.01 批量划分 5 种级别,简化为一种级别,也即规定了单一炉号的焊芯、焊丝和焊带,而药皮与焊剂可以是单一湿混料(炉料),也可以是组合湿混料(炉料)的前提下限定了承压设备用焊接材料的每批重量。

④ 6 质量证明书

根据国内部分质量证明书中检验项目只填“合格”,不填检验结果数据的做法,参照 AWS A-5.01 第 6 条而编制的,尽管在表 2 中没有列出的检验项目,生产厂也应承担“合格”的责任。

⑤ 7 复检

这条要求适用于所有按 NB/T 47018 生产的焊接材料。

2、NB/T 47018.2

NB/T 47018.2 实际上是对 JB/T 4747—2002 的修订,主要变更如下:

① 根据 GB 713—2008 对磷、硫含量的规定,进一步降低相应焊条熔敷金属中磷、硫含量;

② 根据 GB 713—2008 对冲击试验的规定,进一步提高相应焊条熔敷金属冲击试验要求,表 2 所列的数值指标均为焊条生产厂主动提出;

③ 当用甘油置换法测定的熔敷金属中的扩散氢含量小于 2mL/100g 时,必须使用气相色谱法,故表中焊条型号为 E60XX-X,扩散氢含量规定从小于或等于 2mL/100g 改为小于或等于 2.5mL/100g。

3、NB/T 47018.3

该分标准是在 GB/T 8110—2008《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》基础上编制的。

① 表 1 中焊丝硫、磷含量的限值与表 2 中熔敷金属冲击试验规定,都是对应于 GB 713—2008 作出的;

② 实心焊丝属于低氢型焊接材料,但当焊丝表面清理不干净时,或电弧受到不完全保护,从空气中来的水分、气体流通不当或电弧不够短等情况下都可能增加熔敷金属中氢含量的;

③ GB/T 14957—1994 中有一部分焊丝也可用于气体保护焊, 但该标准是通用性焊丝标准, 既不保证熔敷金属化学成分, 又不保证熔敷金属力学性能, 故难以列入 NB/T 47018.2 中。

4、NB/T 47018.4

该分标准是在 GB/T 5293、GB/T 12470、GB/T 17854 和 YB/T 5092 基础上编制的。

① 埋弧焊熔敷金属性能受到焊丝与焊剂双重影响。NB/T 47018.4 只能规定熔敷金属力学性能和硫、磷含量及焊剂中硫、磷限量, 由焊材生产厂确定焊丝中硫、磷含量、焊剂原材料、焊剂配方及焊剂制造工艺;

② 埋弧焊熔敷金属中硫、磷含量与 GB 713—2008 相对应;

③ 埋弧焊熔敷金属力学性能在国标基础上, 限制了抗拉强度上限, 从而使其与 GB 713—2008 中钢材强度匹配更合理。

5、NB/T 47018.5

该分标准是参照 JIS Z 3322: 2002《不锈钢带极堆焊材料》和哈尔滨焊接研究所威尔焊接有限责任公司、钢铁研究总院安泰科技股份有限公司两家企业标准而编制的, 是国内第一个堆焊用焊带与焊剂标准。

① 3 堆焊金属型号

堆焊金属型号表示方法类似于 JIS Z 3322, 但增加了堆焊方法代号。

② 4 技术要求

国内两家企业所生产的焊带与堆焊焊剂已经用于国内加氢反应器、尿素合成塔及核电站容器多年, 焊带与堆焊金属成分范围经历过大批生产考验, 部分取代了进口。

③ 根据产品需要而确定的焊带化学成分 (见表 3), 以及堆焊熔敷金属化学 (见表 5)。

④ 耐蚀堆焊熔敷金属化学成分与堆焊方法、过渡层和耐蚀层焊带型号有关, 规定见表 6。

⑤ 4.3 堆焊焊剂

与不锈钢埋弧焊焊剂不同, 目前尚无堆焊焊剂型号标准, 两家企业都有专用的堆焊用焊剂牌号。

4.3.3 根据堆焊熔敷金属要求限定了硫、磷含量。

⑥ 5.3 堆焊熔敷金属试件制备

图 1 采用了 JIS Z 3322 中 5.1.3 图 1, 限于试件尺寸, 弯曲试样与堆焊方向相同。

⑦ 5.6 堆焊层弯曲性能试验

5.6 条与 NB/T 47014 中相应规定相同

⑧ 6.1 取样方法

6.1.1 抽取不少于 2 盘的规定是扩大抽取范围, 防止焊带混盘。

焊带每炉号重量不大, 碳、硫、磷偏析较好控制, 故抽取两盘但只作一端分析。

6、NB/T 47018.6

按 GB/T 10858—1989 采购的铝及铝合金焊丝, 用于焊接铝制容器时, 对气孔十分敏感, 容器制造厂大都采购按 AWS A-5.10 生产的焊材, 国内可以按 AWS A-5.10 供应焊丝和填充丝, 但铝锭要进口, 用于焊丝的铝锭成分与标准中列出成分并不完全相同。故编制人员决心等效采用 AWS A-5.10 编制。标准编制后期得知 GB/T 10858 已经采用 ISO 18273: 2004《焊接材料—铝和铝合金实心焊丝和填充丝规程》进行修订。经对比 NB/T 47018.6 所列铝焊丝和填充丝成分与 ISO 18273: 2004 完全相同。NB/T 47018.6 中检验项目较 GB/T 10858—2008 齐全。国内已经按 AWS A-5.10 生产焊丝和填充丝已经使用多年, 故 NB/T 47018.6 基本条款不变, 技术要求较 GB/T 10858 要高。

① 3 型号

型号表达方法基本与 GB/T 10858 相同,按 NB/T 47018 中做法焊丝与填充丝用“ER”表示。

② 4 技术要求

熔(堆)敷金属弯曲试验在 AWS A-5.10 和 GB/T 10858 中都没有规定,本标准规定的目的是为了测定熔(堆)敷金属致密性。

焊丝的熔敷金属射线检测和填充丝平板堆焊焊道检测在 AWS A5.10 中就有规定,而 GB/T 10858 中没有,这两项检测目的是检测焊缝(焊道)内部缺陷。

7、NB/T 47018.7

JB/T 4745—2002《钛制焊接容器》标准起草组认为:GB/T 3623—1998《钛及钛合金》中的钛焊丝仍然不能满足钛制压力容器用钛焊丝的要求,此标准中的焊丝杂质成分仍然比美、日等国钛焊丝标准中杂质成分高得多,故 JB/T 4745 编制了附录 D“压力容器用钛及钛合金焊丝”,其化学成分直接引用 AWS A-5.16, AWS A-5.16 已作为压力容器用钛焊丝的专用标准。宝鸡有色金属加工厂已按美国钛焊丝标准批量生产,并有出口。本标准编制过程中,全国有色金属标准化技术委员会组织修订了 GB/T 3623,于 2007 年 4 月发布。新版标准中基本按照 AWS A-5.16—2004 调整了焊丝化学成分。故本标准参照 AWS A-5.16—2004 及国内实践基础上编制。

① 3 牌号

GB/T 3623—2007 中焊丝的牌号与钛板牌号相同, NB/T 47018.7 规定在其前面加“ER”,以表明焊丝、填充丝特点。

② 4.4 熔炼方法和化学成分

按 AWS A-5.16—2004 要求规定了焊丝和填充丝成分,较 GB/T 3623—2007 中杂质元素限定更严,曾与 GB/T 3623—2007 主要编制人员沟通过,认为国内可以生产,不存在技术障碍。

③ 5.5.1 试件制备

表 4 规定试件用母材牌号为 GB/T 3620.1 中牌号,因为没有写年代号故应为最新版。因为 JB/T 4745—2002 中所规定使用钛板牌号为 GB/T 3621—1994 中所列材料。使用表 4 时要注意标准的版本。

④ 6.2.1 成分分析

碳及气体元素(O、H、N)均为杂质元素,与 GB/T 3623—2007 相比,本标准规定应在成品上取样分析。

3. 本标准的特点

除 JB/T 4747—2002 外,至今为止,我国承压设备用焊材所采用的标准都是国家标准,因为没有采购标准,故所采购使用焊材都是由焊材生产厂确定批量等级及填写质量证明书的焊材。国家焊材标准都是最基本最通用的技术要求,批量划分等级、质量证明书中的检验项目也是普遍常用要求,显然将承压设备的焊接与矿山机械,普通钢结构要求等同,这使人非常担心焊缝的内在质量。

钢质承压设备焊接材料对熔敷金属主要有下列要求:

- 1、进一步降低国家标准中的硫、磷含量,接近 GB 713 标准规定值;
- 2、限制抗拉强度上限;
- 3、冲击试样夏比 V 型缺口冲击功高于 GB 713 标准规定值;
- 4、拉伸试样断后伸长率 $A \geq 20\%$;
- 5、弯曲试验,弯心直径等于 4 倍试件厚度,弯曲角度为 180° ;

6、扩散氢含量较低。

在 NB/T 47018 中, 上述要求在 NB/T 47018.2、NB/T 47018.3 和 NB/T 47018.4 中已经充分体现出来。

NB/T 47018.3 符合上述技术要求是比较顺利的, 因为国内冶炼水平大大提高, 低硫、低磷成分完全可以保证。NB/T 47018.2 在大生产条件下要保证达到上述技术要求需要挑选进厂焊芯, 才可以做到, NB/T 47018.4 要从焊丝、焊剂两方面出发, 才能保证熔敷金属满足上述技术要求, 国内主要生产厂都同意埋弧焊用焊丝、焊剂配套供应, 由焊材生产厂保证熔敷金属性能, 这是较为满意的措施。我们曾看到一份由归口单位编写的“碳素钢及低合金高强度钢埋弧焊用焊丝、焊剂、焊丝-焊剂数据集”, 从中可见, 早在 1988 年末国内焊材生产厂的实际水平基本已经达到 NB/T 47018 的水平。

焊接材料的施焊工艺性极大影响了其使用效果, 按 NB/T 47018 生产的焊条、焊丝、焊剂、焊丝-焊剂, 经过参加编制该标准的焊材生产厂共同努力, 不仅技术要求达到 NB/T 47018 的规定, 而且焊接工艺性能、焊工操作性能也满足大生产的要求。

国内两大企业生产的不锈钢焊带与焊剂已经多年, 但一直没有行业标准, NB/T 47018.5 填补了焊接材料行业标准的空白。由生产厂与使用厂和标准方共同编制的标准, 必定有生命力。

NB/T 47018.6 参照采用了 AWS A5.10, 其检验项目较 AWS A5.10 多, 国内承压设备行业基本都使用按美国标准生产的焊丝, 按 NB/T 47018.6 生产的焊丝及填充丝不会给焊接工艺、操作性能及熔敷金属性能带来变化。

NB/T 47018.7 参照采用了 AWS A 5.16, 比 GB/T 3623 提高了杂质元素含量要求, 国内已能批量供应, 将使得钛制压力容器焊缝质量更上一个台阶。

4. 水平与建议

NB/T 47018 是国内第一个承压设备行业专用焊接材料标准。NB/T 47018.1 是国内焊接材料行业第一个采购导则。NB/T 47018 规范了承压设备用焊接材料生产、使用、经销和采购各基本环节, 保障焊接材料质量和降低采购成本。

为了做好焊材标准的编制修订, 全国锅炉压力容器标准化技术委员会做了大量准备工作, 组织“承压设备用中外焊接材料标准研究课题”, 以中国承压设备用焊材为基础, 比较美国、日本和欧洲三个工业先进国家焊材, 掌握当前国内外水平, 从中找出国产承压设备用焊材发展方向, 给编制 NB/T 47018 做好充分的技术准备。

NB/T 47018 修订工作得到了全国焊接标准化技术委员会焊材分委员会的支持与帮助。本标准修订小组成员有国内最大焊材研究机构、焊接材料生产龙头企业和承压设备用材重点用户。在编制过程中, 各阶段工作仔细深入, 不仅多次深入现场进行调研, 搜索资料, 仅在“送审稿”阶段就召开了两次全国性会议, 面对面研究落实按 NB/T 47018 要求所生产焊材的现实性、经济性和市场供销渠道, 详细进行讨论并取得一致意见。标准修订工作是慎重的、严谨的, 技术规定也是科学的、现实的, 具有最大限度经济合理性。本标准的水平为国内先进。

本标准整个编制过程中, 一直受到国家质量技术监督部门的关注与指导, 我们建议在承压设备行业(锅炉、压力容器、气瓶和压力管道)执行 NB/T 47018, 建议废止下列标准的附录:

JB/T 4745—2002《钛制焊接容器》附录 D“压力容器用钛及钛合金焊丝”。

5. 生产商必备条件

承压设备用焊接材料生产商应具备下列条件：

- (1) 规模：生产规模足够大，产品类别多，分销商遍布全国；
- (2) 管理：组织机构齐全，质量保证体系有效运转；
- (3) 技术：技术水平国内领先，专业人才充分；
- (4) 原材料：定点供应，渠道通畅；
- (5) 设备：生产焊条、焊剂的厂家应具有用于湿混料、炉料成分分析仪器（如 X 射线荧光分析仪）和先进的混合、搅拌装置等设备；生产焊条、焊丝、填充丝及焊带的厂家应具有直读光谱仪；
- (6) 质量：产品质量连续 12 个月合格。