

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

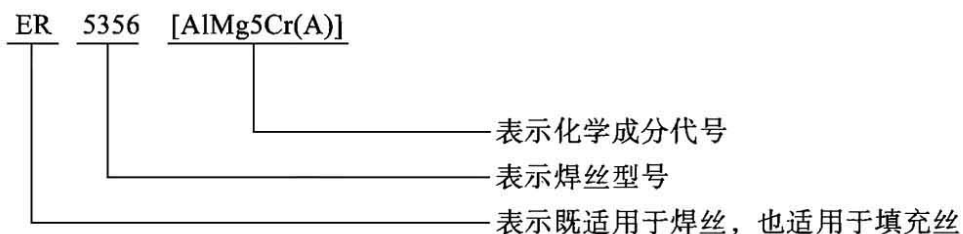
3.1 型号划分

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。

表 2 铝焊丝和填充丝的化学成分要求

		化学成分 (质量分数) ^{a,b} %													
化学成分代号	型号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Be	其他元素			
												单个	总量	Al	
铝															
Al99.0Cu	ER 1100	Si+Fe≤0.95	0.20	0.05~0.20	0.05	—	—	—	0.10	—	0.0003	0.05	0.15	99.0min ^c	—
	R 1100	Si+Fe≤0.95	0.20	0.05~0.20	0.05	—	—	—	0.10	—	0.0003	0.05	0.15	99.0min ^c	
Al99.88	ER 1188	0.06	0.06	0.005	0.01	0.01	—	—	0.03	0.01	0.0003	0.01	—	99.88min ^c	V≤0.05, Ga≤0.03 V≤0.05, Ga≤0.03
	R 1188	0.06	0.06	0.005	0.01	0.01	—	—	0.03	0.01	0.0003	0.01	—	99.88min ^c	
铝硅															
AlSi5Cu1Mg	ER 4009	4.5~5.5	0.20	1.0~1.5	0.10	0.45~0.6	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	—
	R 4009	4.5~5.5	0.20	1.0~1.5	0.10	0.45~0.6	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	
AlSi7Mg	ER 4010	6.5~7.5	0.20	0.20	0.10	0.30~0.45	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	—
	R 4010	6.5~7.5	0.20	0.20	0.10	0.30~0.45	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	
AlSi7Mg 0.5Ti	R 4011	6.5~7.5	0.20	0.20	0.10	0.45~0.7	—	—	0.10	0.04~0.20	0.04~0.07	0.05	0.15	余量	—
AlSi5	ER 4043	4.5~6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	—
	R 4043	4.5~6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	—	—	0.10	0.20	0.0003	0.05	0.15	余量	
AlSi12	ER 4047	11.0~13.0	0.8	0.30	0.15	0.10	—	—	0.20	—	0.0003	0.05	0.15	余量	—
	R 4047	11.0~13.0	0.8	0.30	0.15	0.10	—	—	0.20	—	0.0003	0.05	0.15	余量	

表 2 (续)

		化学成分 (质量分数) ^{a,b}											其他元素			
化学成分代号	型号	%											总量	Al	—	
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Be	单个				
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	0.15	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	0.15	余量	—
AlSi4Mg	ER 4643	3.6~4.6	0.8	0.10	0.05	0.10~0.30	—	0.10	0.10	0.15	0.0003	0.05	0.15	余量	—	
	R 4643	3.6~4.6	0.8	0.10	0.05	0.10~0.30	—	0.10	0.10	0.15	0.0003	0.05	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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	0.15	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。

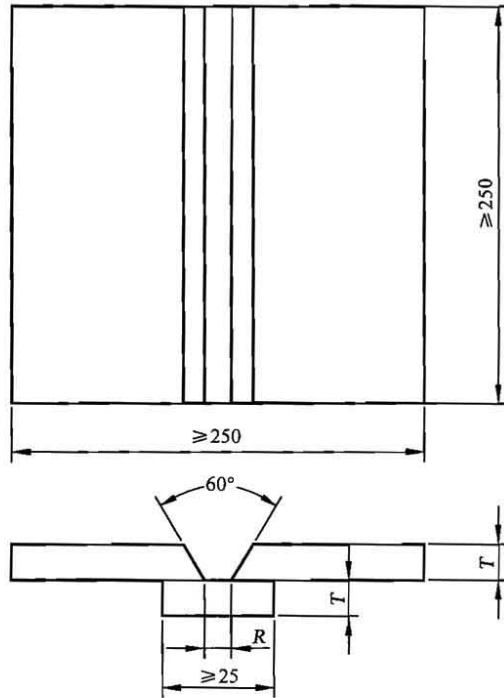


图 1 射线检测用对接焊缝试件

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。

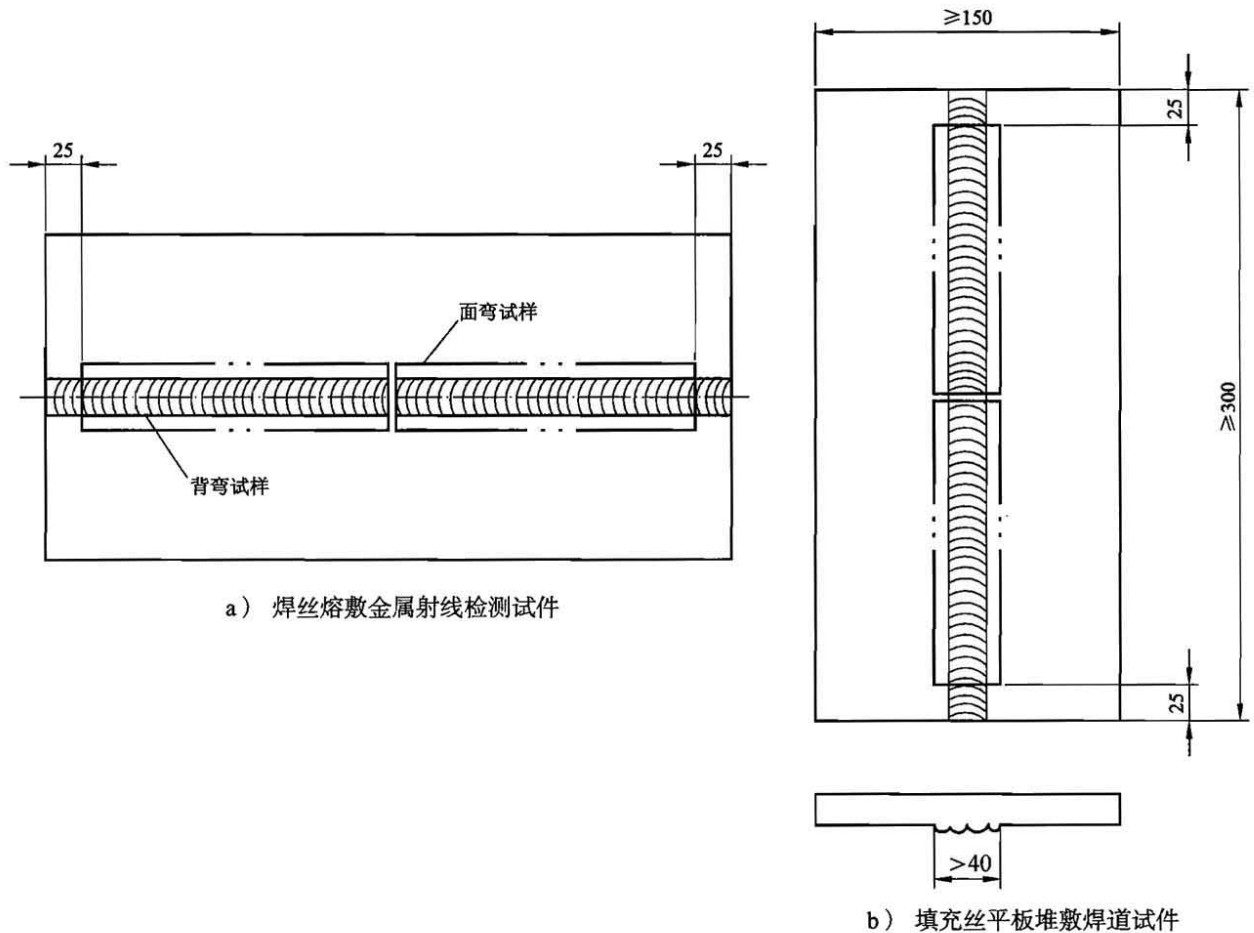


图 2 弯曲试样截取位置

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。

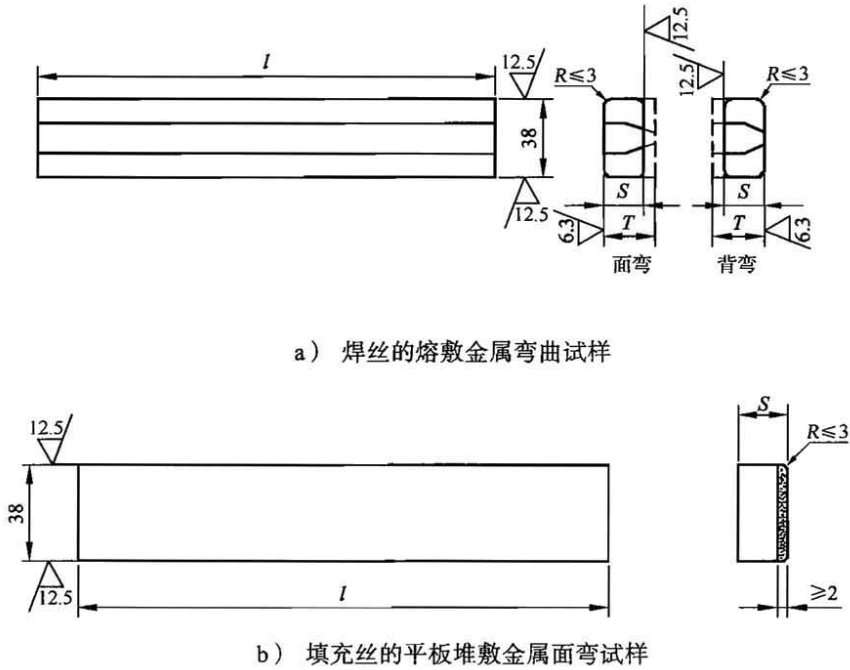
5.4.3.2 允许避开焊接缺陷、缺欠制取试样。

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 ($^{\circ}$)
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。