

TSG Z6002-2010特种设备焊接作业人员考核细则修订问题 探讨

设计院网：王维国

2019年11月29日

一、关于TSG Z6002-2010《考核细则》与NB/T47014-2011《承压设备焊接工艺评定》金属材料分类规定

- ▶ 1、TSG Z6002-2010版《考核细则》对焊工考试金属材料类别进行了分类，但其分类方法不同于NB/T47014-2011《承压设备焊接工艺评定》标准，许多承压设备常用金属材料在NB/T47014标准中有其分类代号，但在《考核细则》中则没有；
- ▶ 2、NB/T47014标准修订时间晚于TSG Z6002,该标准修订时根据承压设备相关标准的变化，如GB150-2011《压力容器》标准，纳入了许多新材料，基本涵盖了承压设备常用的材料，并对其进行了分类，但这些材料未纳入《考核细则》的类别范围；

- ▶ 3、随着承压设备制造业的发展，出现了许多新材料和境外牌号材料，这些材料既未纳入NB/T47014也未纳入《考核细则》的范围，对于NB/T47014来说，面临着如何按类别进行焊接工艺评定的问题，但NB/T47014标准附录B《母材、填充金属和焊接方法的补充规定》中对于这些未纳入的材料明确了其归类评定方法；
- ▶ 4、对于《考核细则》来说，对于未纳入的材料同样面临着如何按类别进行焊工考试的问题：

- ▶ **A7.1 金属材料**

- ▶ （1）如果不是表A2中所示例的材料，只要其化学成分、力学性能与表A2中某材料相近，考试机构在本单位使用的焊工考试管理方法中，便可将此材料列入某材料所在的类别中；
- ▶ （2）如果没有相应类别，则按照本细则第三十六条规定办理。

《考核细则》与NB/T47014标准之间金属材料分的异同

▶ 1、钢类金属材料归类

- ▶ 《考核细则》中将钢类材料分为Fe- I 、Fe- II 、Fe-III、Fe-IV四类，其中Fe- I 类为低碳钢，Fe- II 类为低合金钢，Fe-III类为含Cr量 $\geq 5\%$ 的Cr-Mo钢、铁素体钢及马氏体钢，Fe-IV类为奥氏体钢及奥氏体与铁素体双相钢，其分类与NB/T47014标准差别较大，两者之间的对比如下表所示：

- ▶ 表1 《考核细则》与NB/T47014标准中钢类金属材料分类对比

2、有色金属归类

《考核细则》中有有色金属，如铜及铜合金、镍及镍合金、铝及铝合金、钛及钛合金其分类方法与NB/T47014标准中的分类方法相同，但也存在NB/T47014标准中的材料未纳入《考核细则》的范围。

3、修订建议

(1) 钢类金属材料归类

对于列入NB/T47014标准，但未列入《考核细则》的钢类金属材料，根据其所在NB/T47014标准中所在类别号、组别号中其他材料在《考核细则》中类别号，将其纳入相应的类别号进行焊工考试；

- ▶ 对于NB/T47014标准中未纳入的新材料或者境外牌号材料用于承压设备制造时，按照NB/T47014标准附录B进行归类处理，归到相应的NB/T47014标准类别、组别，再按该类别、组别其他材料在《考核细则》中的类别号，将其纳入相应的类别号进行焊工考试；
- ▶ 对于无法归到NB/T47014标准的材料，单独进行焊工考试。

- ▶ (2) 有色金属材料归类
- ▶ 对纳入NB/T47014标准但未纳入《考核细则》的有色金属，按照NB/T47014标准中的类别号直接归到《考核细则》相应的类别号；
- ▶ 未纳入NB/T47014标准的有色金属材料牌号，按照附录B进行归类，再按其归类的类别号归到《考核细则》相应的类别号；无法归类的则应单独进行焊工考试。

二、标准更新对填充金属分类的影响

《考核细则》中关于焊条的分类及替代关系

表 A-3 填充金属类别、示例与适用范围

填充金属		试件用填充金属类别代号	相应型号、牌号	适用于焊件填充金属类别范围	相应标准
种类	类别				
钢	碳钢焊条、低合金钢焊条、马氏体钢焊条、铁素体钢焊条	Fef1 (钛钙型)	EXX03	Fef1	JB/T 4747 [GB/T 5117 GB/T 5118 GB/T 983 (奥氏体、奥氏体与铁素体双相钢焊条除外)]
		Fef2 (纤维素型)	EXX10 EXX11 EXX10-X EXX11-X	Fef1 Fef2	
		Fef3 (钛型、钛钙型)	EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef1 Fef3	
		Fef3J (低氢型、碱性)	EXX15 EXX16 EXX18 EXX48 EXX15-X EXX16-X EXX18-X EXX48-X EXXX(X)-15 EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef1 Fef3 Fef3J	
	奥氏体钢焊条 奥氏体与铁素体双相钢焊条	Fef4 (钛型、钛钙型)	EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef4	JB/T 4747 [GB/T 983 (奥氏体、奥氏体与铁素体双相钢焊条)]
		Fef4J (碱性)	EXXX(X)-15 EXXX(X)-16 EXXX(X)-17	Fef4 Fef4J	
	全部钢焊丝	FefS	全部实芯焊丝和药芯焊丝	FefS	JB/T 4747

▶ 《考核细则》中焊条的分类

▶ 按焊条的药皮类型分为：

▶ Fef1（钛钙型） EXX03

▶ Fef2（纤维素型） EXX10 EXX11

▶ Fef3（钛型、钛钙型） EXXX（X）-16

▶ EXXX（X）-17

▶ 和Fef3J（低氢型、碱性） EXX15 EXX16

▶ EXX18 EXX48

▶ EXX15-X EXX16-X

▶ EXX18-X EXX48-X

▶ EXXX(X)-15

▶ EXXX(X)-16

▶ EXXX(X)-17

▶ Fef3(钛型、钛钙型) EXXX(X)-16、EXXX(X)-17

▶ Fef3J(低氢型、碱性) 同样包含焊条型号 EXXX(X)-16、EXXX(X)-17

▶ 《考核细则》执行标准： JB/T4747 GB/T5117
GB/T5118 GB/T983

▶ 标准更新

▶ GB/T5117-2012 《非合金钢及细晶粒钢焊条》

▶ GB/T 5118-2012 《热强钢焊条》

▶ GB/T983-2012 《不锈钢焊条》

▶ GB/T32533-2016 《高强钢焊条》

▶ NB/T47018-2017 《承压设备用焊接材料订货技术条件》

GB/T983-1995和GB/T983-2012标准中关于焊条型号的分类发生了变化：

- ▶ GB/T983-1995标准中焊条型号：
- ▶ EXXX(X)-16：后两位数表示焊条的焊接位置、药皮类型及焊接电流的种类和极性
- ▶ -15：药皮类型为15的焊条通常为碱性，仅适用于直流反极性焊接。虽然有时也采用交流施焊，但焊接工艺性能往往受到影响。直径不大于4.0mm的焊条可用于全位置焊接；

- ▶ -16: 药皮类型为16的焊条适用于交流或直流焊接。药皮可以是碱性的也可以是钛型或钛钙型。为了在交流施焊时获得良好的电弧稳定性，这类焊条药皮中一般都含有易电离的元素，如钾，直径不大于4.0mm的焊条可用于全位置焊接。
- ▶ -17: 药皮类型为17的焊条是药皮类型16的变型，用二氧化硅代替药皮类型中的一些二氧化钛。由于药皮类型16和17两种焊条都适用于交流焊接，以前两种焊条药皮类型没有分开，都属于药皮类型16。

GB/T983-2012标准中的焊条型号：

- ▶ EXXX-1 6：后两位数分开表示，前一位数字表示焊接位置，后一位数字表示焊接电源种类和极性；
- ▶ 不同数字代表的药皮类型如下表所示：

表 3 药皮类型代号

代 号	药皮类型	电流类型
5	碱性	直流
6	金红石	交流和直流 ^a
7	钛酸型	交流和直流 ^b
^a 46 型采用直流焊接； ^b 47 型采用直流焊接。		

三、关于GMAW和FCAW之间区别以及与药芯自保护焊之间的关系

- 《考核细则》中熔化极气体保护焊代号为GMAW(含药芯焊丝电弧焊FCAW),但未明确两者之间的替代关系

表 A-1 焊接方法与代号

焊接方法	代 号
焊条电弧焊	SMAW
气焊	OFW
钨极气体保护焊	GTAW
熔化极气体保护焊	GMAW(含药芯焊丝电弧焊 FCAW)
埋弧焊	SAW
电渣焊	ESW
等离子弧焊	PAW
气电立焊	EGW
摩擦焊	FRW
螺柱电弧焊	SW

表 A-5 焊接工艺因素与代号

机动化程度	焊接工艺因素		焊接工艺因素代号
手工焊	气焊、钨极气体保护焊、等离子弧焊用填充金属丝	无	01
		实芯	02
		药芯	03
	钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊和等离子弧焊时，背面保护气体	有	10
		无	11
	钨极气体保护焊电流类别与极性	直流正接	12
		直流反接	13
		交流	14
	熔化极气体保护焊	喷射弧、熔滴弧、脉冲弧	15
		短路弧	16

- ▶ 在焊接工艺因素代号中，对于熔化极气体保护焊只控制背面保护气体（有、无）和熔滴过渡型式（喷射弧、熔滴弧、脉冲弧和短路弧）
- ▶ 如：焊接项目代号：
- ▶ GMAW-Fe II-3F-10-FefS-11/15
- ▶ FCAW-Fe II-3F-10-FefS-11/15
- ▶ 两者之间是否有替代关系，《考核细则》无明确规定；
- ▶ 自保护药芯焊丝是否可以纳入？如何通过焊接工艺因素进行区分并明确替代关系？

四、关于熔化极气体保护焊的熔滴过渡方式

- ▶ GMAW熔化极气体保护焊熔滴过渡的方式：
- ▶ 1、短路过渡：
 - ▶ 只发生在焊丝和熔池接触时，CO₂气体保护，焊丝直径不大于1.6mm，焊接电流不大于200A，焊接电压不大于22V，有飞溅，中、薄板焊接，全位置焊接时，打底焊时；
- ▶ 2、熔滴过渡
 - ▶ 熔滴直径大于焊丝直径，平焊位置，一般大于250A、24V时，均为熔滴过渡；CO₂气体保护超过短路过渡参数时，熔滴过渡飞溅大、焊道成型不良，难于在生产中应用

▶ 3、喷射过渡：

- ▶ 在富氩（MAG）或纯氩（MIG）保护时产生稳定的、无飞溅的轴向喷射过渡型式；
- ▶ 喷射过渡产生较大的熔深，焊缝成型平整美观，熔敷效率高，电弧稳定性强，适合几乎所有的金属和合金结构的焊接。

▶ 4、脉冲过渡：

- ▶ 采用脉冲熔化极气体保护焊。脉冲电流由维弧电流（基本电流）和脉冲电流组成，脉冲电流高于喷射过渡临界电流值，在脉冲期间形成脉冲弧；平均焊接电流低于临界电流时，熔滴呈喷射状态，实现无飞溅焊接。

- ▶ 熔化极气体保护焊，短路弧焊接对接焊缝试件，焊缝金属厚度 $t < 12\text{mm}$ ，经考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度为小于或等于 $1.1t$ ；若当试件焊缝金属厚度 $t \geq 12\text{mm}$ ，且焊缝不得少于3层，经考试合格后，适用于焊件焊缝金属厚度不限。

五、关于弯曲试验参数

表 A-17 弯曲试验参数

序号	焊缝两侧的母材类别	试样 厚度 S (mm)	弯心 直径 D_0 (mm)	支承辊 之间距离 (mm)	弯曲 角度 (°)
1	(1) A1 III 与 A1 I、A1 II、A1 III、A1 V 相焊； (2) 用 A1 fS3 类焊丝焊接 A1 I、A1 II、A1 III、A1 V (各自焊接或相互焊接)； (3) CuV； (4) 各类铜母材用焊条 Cuf3、Cuf6 和 Cuf7，焊丝 CufS3、CufS6 和 CufS7 焊接	3	52 50	60 58	180
		< 3	16.5 S	18.5 S + 1.5	

续表

序号	焊缝两侧的母材类别	试样 厚度 S (mm)	弯心 直径 D_0 (mm)	支承辊 之间距离 (mm)	弯曲 角度 (°)
2	A1 V 与 A1 I、A1 II、A1 V 相焊 A1 II 与 A1 I、A1 II 相焊	10	64 ⁶⁶	86 ⁸⁹	180
		< 10	6.6 S	8.6 S + 3	
3	Ti-1	10	76 ⁸⁰	98 ¹⁰³	
		< 10	8 S	10 S + 3	
4	Ti-2	10	95 ¹⁰⁰	118 ¹²³	
		< 10	10 S	12 S + 3	
5	除以上所列类别母材外，断后伸长率标准规定值下限大于或者等于 20% 的母材类别	10	38 ⁴⁰	60 ⁶³	
		< 10	4 S	6 S + 3	

弯曲试验参数的影响因素及确定原则

▶ 影响弯曲试验结果的因素：

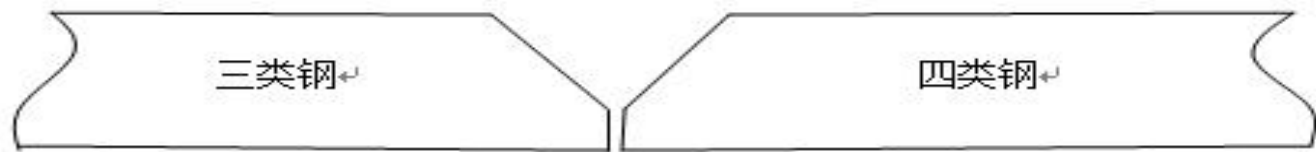
- ▶ 材料延伸率、弯心直径、支承辊之间的距离

▶ 试验参数确定原则：

- ▶ 1、弯心直径、支承辊之间的距离等弯曲试验参数应使弯曲试样外表面计算的纤维伸长率至少等于标准中规定的母材伸长率下限值；
- ▶ 2、在焊缝横向弯曲试样时，试验后焊缝及热影响区应完全位于试样的弯曲部分内。
- ▶ 焊工阅读和执行焊接工艺卡的能力、弯曲试验的目的？

六、特殊工艺持证要求

- ▶ 如三类钢和四类钢异种钢焊接，有些工艺为先用镍基焊材在三类钢侧堆焊过渡层，再用镍基焊材焊接，焊工持证项目如何要求？焊工考试机构资质如何要求？



- ▶ 焊工持证项目：
- ▶ 如1Cr5Mo和06Cr19Ni10之间焊接，焊条电弧焊，采用镍基焊条
- ▶ 1、按照异种钢焊接对待
- ▶ SMAW-FeIII/FeIV-1G-12-Nif1
- ▶ 2、按照先堆焊，然后堆焊层与奥氏体不锈钢焊接
- ▶ SMAW(N12)-FeIII-2G-Nif1
- ▶ SMAW-Ni I /FeIV-1G-12-Nif1 （ SMAW-FeIV-1G-12-Nif1 ）
- ▶ 3、因为镍与镍合金进行焊接操作技能考试时，试件母材可以用奥氏体不锈钢代替，是否可以认为镍基堆焊层与奥氏体不锈钢之间的焊接为镍基合金焊接？持证项目如下：
- ▶ SMAW(N12)-FeIII-2G-Nif1
- ▶ SMAW-Ni I -1G-12-Nif1

七、特种设备焊接操作人员 持证项目附页

▶ 特种设备焊接操作人员持证项目附页

八、锆材焊接操作人员考试

- ▶ NB/T47011-2010锆制压力容器
- ▶ 2010年08月27日发布，2010年12月15日实施

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总则	3
5 材料	8
6 制造、检验与验收	14
附录 A（规范性附录） 锆制压力容器焊工考试规则	27
附录 B（规范性附录） 锆制压力容器焊接工艺评定	45
附录 C（规范性附录） 锆制压力容器产品焊接试板的力学性能检验	62
附录 D（资料性附录） 衬锆及锆复合板压力容器焊接结构	66
附录 E（资料性附录） 压力容器用锆的材料性能	73
附录 F（资料性附录） 锆材标准	76
标准释义	99

九、耐磨堆焊

- ▶ 特种设备行业常用于阀门密封面堆焊，属于压力管道元件制造许可范围，由于无考核规则，参照《考核细则》第三十六条执行，由用人单位参照国内外相关标准制订规则，目前该行业焊工持证项目较为混乱。
- ▶ 堆焊焊条常用标准：GB/T984-2001 《堆焊焊条》

表 1 熔敷金属化学成分分类

型号分类	熔敷金属 化学成分分类	型号分类	熔敷金属 化学成分分类
EDP××-××	普通低中合金钢	EDZ××-××	合金铸铁
EDR××-××	热强合金钢	EDZCr××-××	高铬铸铁
EDCr××-××	高铬钢	EDCoCr××-××	钴基合金
EDMn××-××	高锰钢	EDW××-××	碳化钨
EDCrMn××-××	高铬锰钢	EDT××-××	特殊型
EDCrNi××-××	高铬镍钢	EDNi××-××	镍基合金
EDD××-××	高速钢		

表 2 药皮类型和焊接电流种类

型 号	药皮类型	焊接电流种类
ED××-00	特殊型	交流或直流
ED××-03	钛钙型	
ED××-15	低氢钠型	直流
ED××-16	低氢钾型	交流或直流
ED××-08	石墨型	

- ▶
- ▶ 标准中只给出了堆焊焊条的型号，但行业内习惯于使用牌号，包括阀门堆焊焊接工艺评定标准 GB/T22652-2008 《阀门密封面堆焊工艺评定》也使用焊条牌号作为焊接工艺评定的重要因素。
- ▶ 常用耐磨堆焊焊条牌号：
- ▶ D507、D577、D802、D812 均为钴基合金焊条