

团 体 标 准

T/CMES XXXX—202X T/CPASE P XXX—202X

高温临氢铬钼钢承压设备用焊接材料 订货技术条件

Technical Permission of Welding Materials for Chromium- Molybdenum Steel
Pressure Equipments for High-temperature Hydrogen Service

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中 国 机 械 工 程 学 会
中 国 特 种 设 备 安 全 与 节 能 促 进 会

发 布

目次

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 技术要求.....	3
4.1 通用规定.....	3
4.2 2%Cr-1Mo-¼V 钢用焊接材料技术要求	4
4.3 2%Cr-1Mo 钢用焊接材料技术要求	6
5 试验方法.....	12
5.1 化学分析.....	7
5.2 力学性能试验.....	7
5.3 射线检测.....	7
5.4 扩散氢含量测定.....	7
6 检验规则.....	8
6.1 批量划分.....	8
6.2 验收	8
6.3 复验	8
7 包装、标志和质量证明书.....	8
7.1 包装	8
7.2 产品标识和质量证明书.....	8
7.3 质量证明.....	8
附录 A（资料性） 订货技术条件表	10

前言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工程学会压力容器分会提出。

本文件起草单位：中石化广州工程有限公司、四川西冶新材料股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、四川大西洋焊接材料股份有限公司、哈尔滨焊接研究所、中国石化工程建设有限公司、中国石油化工股份有限公司洛阳分公司、一重集团大连核电石化有限公司、二重（德阳）重型装备有限公司、兰州兰石重型装备股份有限公司、合肥通用机械研究院有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院。

本文件的编制采用工作组制度，工作组名单如下：

主席：

副主席：

成员：

本文件技术审查专家：（排名不分先后）

本文件的编制得到了 xxxxxx 的技术指导。

四川西冶新材料股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、哈尔滨焊接研究所、四川大西洋焊接材料股份有限公司、一重集团大连核电石化有限公司、二重（德阳、镇江）重型装备有限公司、兰州兰石重型装备股份有限公司为本文件的起草提供了大量的试验数据。

中国机械工程学会标委会 xxxxxx、中国机械工程学会压力容器分会 xxxxxx 为本文件的起草提供了组织协调和保障工作。

本文件的制订是基于我国企业多年来在以炼油加氢反应器为代表的高温临氢铬钼钢承压设备用主体材料、焊接材料及设备制造方面的科研和生产实践积累的成果经验。

本文件由 7 个章节和 1 个附录组成，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装标志和质量证明书、附录 A “订货技术条件表”。

本文件的附录A为资料性附录。

本文件由中国机械工程学会联合中国特种设备安全与节能促进会向行业征求意见，组织技术审查，发布实施。

本文件为首次发布。

本文件由中国机械工程学会压力容器分会负责解释。

引言

中国机械工程学会于 2018 年成立了压力容器团体标准工作组。该工作组承担压力容器及压力管道的设计、制造、安装、改造、维修、使用、检验检测等方面团体标准（含指导性技术文件）的标准化工作。

本文件规定的技术方法和技术要求不涉及任何专利，但本文件的工程应用可能会涉及特定专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

对于本文件技术条款的询问应以书面形式向中国机械工程学会压力容器团体标准工作组提交，并有义务提供可能需要的资料。与本文件条款没有直接关系或不能被理解的询问将视为技术咨询的范畴，工作组有权拒绝回答。

对于未经中国机械工程学会书面授权或认可的其他机构对本文件的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的后果，学会将不承担任何责任。

1 范围

1.1 本文件规定了基层材料为 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢制高温临氢承压设备用焊接材料的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书等订货技术条件内容。

1.2 本文件适用于 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢制高温临氢承压设备基层材料用焊接材料，包括焊条电弧焊（SMAW）用焊条、埋弧焊（SAW）用焊丝和焊剂。

1.3 其他用途的 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢制承压设备，其基层材料用焊接材料可参照本文件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 228.2	金属材料 拉伸试验 第 2 部分：高温试验方法
GB/T 713.2	承压设备用钢板和钢带 第 2 部分：规定温度性能的非合金钢和合金钢
GB/T 2650	金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
GB/T 2652	金属材料焊缝破坏性试验 熔化焊接头焊缝金属纵向拉伸试验
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 4340	金属材料 维氏硬度试验
GB/T 5118	热强钢焊条
GB/T 10561	钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
GB/T 12470	埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
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 25775	焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志
GB/T 25777	焊接材料熔敷金属化学分析试样制备方法
GB/T 25778-2010	焊接材料采购指南
NB/T 47008	承压设备用碳素钢和合金钢锻件
NB/T 47013.2	承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测
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
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 47018.4	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
API RP934-A-2019	Materials and Fabrication of 2¼Cr-1Mo, 2¼Cr-1Mo-¼V, 3Cr-1Mo and 3Cr-1Mo-¼V Steel Heavy Wall Pressure Vessels for High-temperature, High-pressure Hydrogen Service (2¼Cr-1Mo, 2¼Cr-1Mo-¼V, 3Cr-1Mo 和 3Cr-1Mo-¼V 钢制厚壁高温高压临氢压力容器的材料与制造)
ASME SA-182	Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service

	(高温用锻制或轧制合金钢和不锈钢管道法兰, 锻制管配件, 阀门和零件)
ASME SA-336	Specification for Alloy Steel Forgings for Pressure and High-Temperature Parts (高温承压件用合金钢锻件)
ASME SA-387	Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, Chromium-Molybdenum (压力容器用铬钼合金钢板)
ASME SA-542	Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, Quenched-and-Tempered, Chromium-Molybdenum, and Chromium-Molybdenum-Vanadium (压力容器用淬火加回火的铬钼和铬钼钒合金钢板)
ASME Sect. VIII Div.2-2023	Rules for Construction of Pressure Vessels- Alternative Rules (压力 容器建造-另一规则)
ASTM E139	Standard Test Methods for Conducting Creep, Creep-Rupture, and Stress-Rupture Test of Metallic Materials (金属材料传导蠕变 蠕变断裂和应力断裂的标准试验方法)

3 术语和定义

3.1 模拟最大程度焊后热处理 Max. PWHT

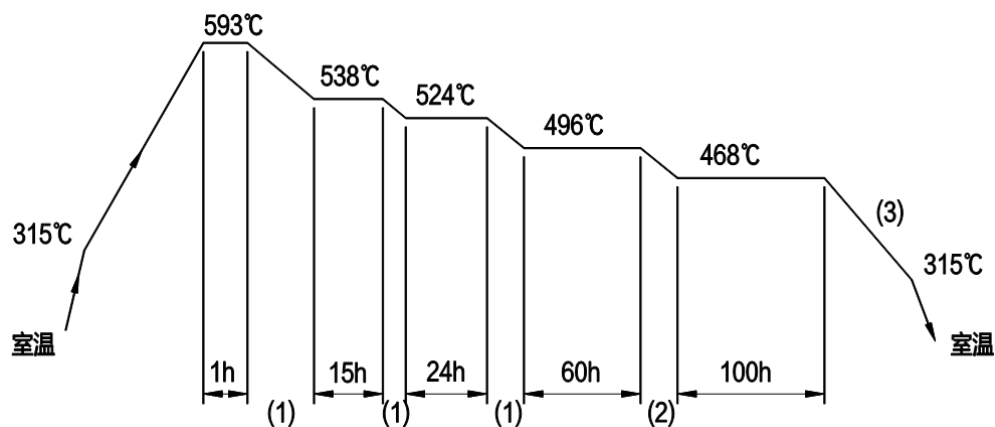
对试样进行的用于模拟承压设备制造和使用过程中可能经历的最大程度的热处理, 包括所有高于 482℃的制造热处理(如中间消除应力热处理、最终焊后热处理、一次可能在工厂返修后的焊后热处理)以及一次额外的留给用户将来使用的焊后热处理。

3.2 模拟最小程度焊后热处理 Min. PWHT

对试样进行的用于模拟承压设备制造过程中经历的最小程度的热处理, 即最终焊后热处理。

3.3 阶梯冷却热处理 S. C

对试样进行的用于评估 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢焊缝金属在高温下长期服役后的回火脆化倾向的一种加速脆化热处理。其工艺见图 3.3-1。



注: 升温时, 从室温加热至 315℃段, 加热速率无限制; 从 315℃加热至 593℃段, 加热速率不大于 56℃/h。降温时, 冷却速度: (1) 6℃/h (2) 3℃/h (3) 28℃/h; 低于 315℃后, 在静止空气中冷却至室温。

图 3.3-1 阶梯冷却热处理工艺

4 技术要求

4.1 通用规定

4.1.1 高温临氢承压设备用 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢基层材料常用标准和牌号宜符合表 4.1-1 和设计文件的规定。

表 4.1-1 基层材料常用标准和牌号

制品型式	中国		美国	
	标准号	牌号	标准号	牌号
钢板	GB/T 713.2	12Cr2Mo1VR	ASME SA-542	Type D CL. 4a
		12Cr2Mo1R	ASME SA-387	Gr. 22 CL. 2
锻件	NB/T 47008	12Cr2Mo1V	ASME SA-182、ASME SA-336	Gr. F22V
		12Cr2Mo1	ASME SA-182、ASME SA-336	Gr. F22

4.1.2 焊接材料除应满足 GB/T 12470、GB/T 5118、NB/T47018.1、NB/T47018.2 及 NB/T47018.4 的要求外，还应符合本文件的规定。

4.1.3 熔敷金属的化学成分应与基层材料的化学成分相匹配。SAW 熔敷金属主要合金元素应采用焊丝过渡，SMAW 熔敷金属主要合金元素应采用焊芯过渡。

4.1.4 盘条应采用电炉或转炉+炉外精炼工艺生产。盘条化学成分应符合表 4.1-2 的规定。

表 4.1-2 盘条化学成分（成品分析） wt%

	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S	V	Nb
2¼Cr-1Mo-¼V	0.05~ 0.15	0.30~ 1.30	0.05~ 0.35	2.00~ 2.60	0.90~ 1.20	≤0.005	≤0.003	0.20~ 0.40	0.010~ 0.040
2¼Cr-1Mo	0.05~ 0.18	0.30~ 1.30	0.05~ 0.30	2.00~ 2.60	0.90~ 1.20	≤0.007	≤0.003		≤0.010
	Sb	Sn	As	Ni	Cu	X ^注			
2¼Cr-1Mo-¼V	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.20	≤0.20	≤12×10 ⁻⁴			
2¼Cr-1Mo	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.20	≤0.15	≤12×10 ⁻⁴			

注：X = (10P+5Sb+4Sn+As) × 10⁻²，式中元素以质量百分数含量代入。

4.1.5 同一炉号的盘条坯料取样分析化学成分，C、Si、Mn、Cr 等主元素的偏析指数（熔炼成分与材上分析的比值）为 0.95-1.05。

4.1.6 盘条非金属夹杂物按 GB/T 10561 规定的 A 法进行评定，A、B、C、D 最大级别分别 ≤ 1.5 级，Ds 最大级别 ≤ 2 级。

4.1.7 盘条以退火状态交货，SAW 用盘条同一炉钢质量应不小于 40 吨。

4.1.8 埋弧焊剂和焊条药皮类型应为碱性，焊剂碱度系数宜不小于 3.0，药皮碱度系数宜不小于 3.2。碱度系数应在质量证明书中注明。

$$\text{注：碱度系数 } B = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO} + \text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + 0.5(\text{MnO} + \text{FeO})}{\text{SiO}_2 + 0.5(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)}$$

式中化合物以摩尔浓度表示。

4.1.9 埋弧焊剂应为烧结型焊剂，颗粒均匀，并能顺利通过标准焊接设备的焊剂输送管、阀门和喷嘴。焊剂的颗粒度宜为10-60目，超出颗粒度范围的粗颗粒和细颗粒焊剂总计应不大于10%（质量分数）。

4.1.10 埋弧焊剂中机械夹杂物的含量应不大于 0.10%（质量分数）。

4.1.11 埋弧焊用焊丝和焊剂应选自同一焊材生产商。

4.1.12 熔敷金属的扩散氢含量应不大于5ml/100g。

4.1.13 熔敷金属试样经 Min.PWHT 和 Max.PWHT 后进行纵向弯曲试验。面弯和背弯试样各取 1 个。试样弯曲到表 4.1-3 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。

表 4.1-3 纵向弯曲试验规定

试验温度	类型	试样尺寸 mm	数量	弯心直径 mm	弯曲角度
室温	纵向面弯	10×38×200	1	40	180°
	纵向背弯	10×38×200	1	40	180°

4.1.14 承压设备设计温度高于 440℃时，SAW 焊接接头所用的每批焊丝和焊剂组合，应按照 ASME Sect. VIII Div.2-2023 第 3.4.4.5 条要求进行高温恒应力试验，试样要求如下：

a) 取两个试样，一个试样平行于焊缝轴线（纵向试样，即全焊缝金属试样），另一个试样垂直于焊缝轴线（横向试样，即焊接接头试样）；

b) 标距内试样直径等于或大于 13mm，厚度等于和大于 19mm 的试样中心线应位于试件厚度的 T/4 处或紧靠中心线；

c) 横向试样的标距长度应包括焊缝和邻近熔合线至少 19mm 的母材。

4.2 2¼Cr-1Mo-¼V 钢用焊接材料技术要求

4.2.1 熔敷金属化学成分

采用各种焊接工艺得到的熔敷金属化学成分应符合表 4.2-1 的规定。

表4.2-1 熔敷金属化学成分 (wt%)

	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S	V	Nb
SAW	0.05~ 0.15	0.50~ 1.30	0.05~ 0.35	2.00~ 2.60	0.90~ 1.20	≤0.010	≤0.010	0.20~ 0.40	0.010~ 0.040
SMAW	0.05~ 0.15	0.50~ 1.30	0.20~ 0.50	2.00~ 2.60	0.90~ 1.20	≤0.010	≤0.010	0.20~ 0.40	0.010~ 0.040
	Sb	Sn	As	Ni	Cu	X ^a	K _f ^b		
SAW	≤0.003	≤0.010	≤0.010	≤0.20	≤0.20	≤12×10 ⁻⁴	≤1.5×10 ⁻⁴		
SMAW	≤0.003	≤0.010	≤0.010	≤0.20	≤0.20	≤12×10 ⁻⁴			

注：

a. $X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) \times 10^{-2}$ ，式中元素以质量百分数含量代入。

b. $K_f = Pb + Bi + 0.03Sb$ ，式中元素以质量 ppm 含量代入。

4.2.2 熔敷金属力学性能

熔敷金属试样经 Min. PWHT 及 Max. PWHT 后的力学性能均应符合表 4.2-2 和表 4.2-3 的要求。推荐 Min. PWHT 制度为 $705^{+0}_{-14} \text{ }^{\circ}\text{C} \times 8\text{hrs}$ ，Max. PWHT 制度为 $705^{+14}_{-0} \text{ }^{\circ}\text{C} \times 32\text{hrs}$ 。

表 4.2-2 熔敷金属力学性能

室温拉伸强度 R_m , MPa	590~760
室温屈服强度 $R_{p0.2}$, MPa	415~620
断后伸长率 A, %	≥ 18
室温断面收缩率 Z, %	≥ 45
冲击吸收能量 KV_2 (-30 $^{\circ}\text{C}$), J	三个试样平均值 ≥ 54 , 允许其中一个试样 ≥ 48
硬度, HV10	≤ 248

表 4.2-3 熔敷金属高温拉伸性能

试验温度, $^{\circ}\text{C}$	抗拉强度 R_m , MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$, MPa
454	≥ 461	≥ 338
482	≥ 445	≥ 330

4.2.3 熔敷金属回火脆化倾向

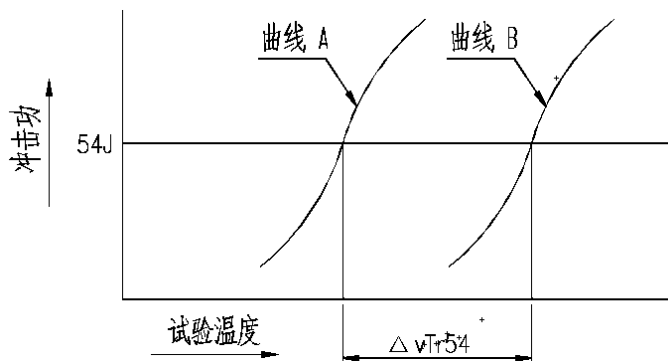
熔敷金属试样的回火脆化倾向应满足公式 4.2-1 的规定：

$$vTr54 + 3\Delta vTr54 \leq 0^{\circ}\text{C} \quad (4.2-1)$$

式中：

$vTr54$ —经 Min.PWHT 后的夏比冲击吸收能量为 54J 时对应的转变温度, $^{\circ}\text{C}$ ；

$\Delta vTr54$ —经 Min.PWHT + 阶梯冷却热处理后和经 Min.PWHT 后的夏比冲击吸收能量为 54J 时，对应的转变温度的增量，见图 4.2-1, $^{\circ}\text{C}$ 。



曲线 A: 阶梯冷却前冲击吸收能量与试验温度的关系曲线

曲线 B: 阶梯冷却后冲击吸收能量与试验温度的关系曲线

图 4.2-1 夏比冲击吸收能量与试验温度的关系曲线

4.2.4 高温恒应力试验

试样经 Max. PWHT 后，在 540 $^{\circ}\text{C}$ 、210 MPa 拉应力作用下，持续不断的时间应不低于 900 hrs。

4.2.5 再热裂纹敏感性试验

SAW 焊接接头所用的每批焊丝和焊剂组合应按 API RP934-A-2019 附录 B 的要求(具体如下)进行横向再热裂纹敏感性筛选试验, 试验结果应满足: 两个试样在 650℃ 下的断面收缩率的平均值应不小于 32%; 单个试样最低值不小于 29%。

- a) 取两个全焊缝金属试样, 试样位置为焊缝金属 T/2 处, 试样状态为焊后消氢态;
- b) 试样平行长度内的直径为 8mm, 标距为 28mm。试样制备, 试样形式、尺寸, 取样及试验程序按 API RP934-A-2019 附录 B 执行;
- c) 试验气氛: 在空气中试验, 可以使用保护气体但不是强制性的;
- d) 在 40min 内加热到测试温度 650℃±3℃;
- e) 保温 10min±1min;
- f) 以 0.8mm/min±20%的拉伸速率 (相对于应变速率约 5×10^{-4} /s) 进行试验, 记录载荷、变形、位移等参数, 直至试样断裂。

试样冷却后测量屈服强度, 抗拉强度, 断面收缩率, 延伸率。

4.3 2¼Cr-1Mo 钢用焊接材料技术要求

4.3.1 熔敷金属化学成分

采用各种焊接工艺得到的熔敷金属化学成分符合表 4.3-1 的规定。

表4.3-1 熔敷金属化学成分 (wt%)

	C	Mn	Si	Cr	Mo	P	S	Nb	
SAW	0.05~ 0.15	≤1.20	≤0.80	2.00~ 2.50	0.90~ 1.20	≤0.010	≤0.010	≤0.015	
SMAW	0.05~ 0.12	≤0.90	≤0.60	2.00~ 2.50	0.90~ 1.20	≤0.010	≤0.010	≤0.015	
	Sb	Sn	As	Ni	Cu	X ^a			
SAW	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.20	≤0.15	≤15×10 ⁻⁴			
SMAW	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.20	≤0.15	≤15×10 ⁻⁴			

注:

a. $X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) \times 10^{-2}$, 式中元素以质量百分数含量代入。

4.3.2 熔敷金属力学性能

熔敷金属试样经 Min. PWHT 及 Max. PWHT 后的力学性能均应符合表 4.3-2 和表 4.3-3 的要求。推荐的 Min. PWHT 制度为 690^{+0,-14}℃×8hrs, Max. PWHT 制度为 690^{+14,-0}℃×26hrs。

表 4.3-2 熔敷金属力学性能

室温拉伸强度 R _m , MPa	520~690
室温屈服强度 R _{p0.2} , MPa	315~620
断后伸长率 A, %	≥19
室温断面收缩率 Z, %	≥45

冲击吸收能量 KV ₂ (-30℃), J	三个试样平均值≥54, 允许其中一个试样≥48
硬度, HV10	≤235

表 4.3-3 熔敷金属的高温拉伸性能

试验温度, °C	抗拉强度 R _m , MPa	屈服强度 R _{p0.2} , MPa
454	≥411	≥231

4.3.3 熔敷金属回火脆化倾向

熔敷金属试样的回火脆化倾向应满足公式 4.3-1 的规定:

$$v\text{Tr}54+2.5\Delta v\text{Tr}54\leq 10^{\circ}\text{C} \quad (4.3-1)$$

式中符号定义见 4.2.3。

4.3.4 高温恒应力试验

试样经 Max. PWHT 后, 在 510℃、210 MPa 拉应力作用下, 持续不断的时间应不低于 650 hrs。

5 试验方法

5.1 化学分析

熔敷金属化学分析试样应按 GB/T 25777 规定制备, 也可在力学性能试件上或拉断后的拉棒上制取。

化学分析可采用任何适宜的分析方法, 仲裁试验时, 按供需双方确认的化学分析方法进行。

5.2 力学性能试验

熔敷金属力学性能试验应采用同等级母材。若采用其他母材, 应采用成分相当的焊条在坡口面及垫板面至少堆焊三层隔离层, 隔离层的厚度加工后不小于 3mm。

熔敷金属拉伸试样和冲击试样按 GB/T 25774.1 规定制备, 弯曲试样按 NB/T47018 规定制备; 室温及高温拉伸试验分别按 GB/T 2652、GB/T 228.2 进行, 冲击试验按 GB/T 2650 进行, 弯曲试验按 4.1.13 和 GB/T 2653 进行, 硬度试验按 GB/T 4340 进行。

SAW 焊材高温恒应力试验按 ASTM E139 进行, SAW 焊材横向再热裂纹敏感性筛选试验按 GB/T 228.2 进行。

5.3 射线检测

射线检测按 NB/T 47013.2 的规定执行。熔敷金属取样前应进行射线检测, 以避免缺陷部位。

5.4 扩散氢含量测定

熔敷金属扩散氢含量的测定按 GB/T 3965 规定执行。

6 检验规则

6.1 批量划分

焊条批量划分按GB/T 25778-2010规定中C3级执行。

焊丝（盘条）批量划分按 GB/T 25778-2010 规定中 S2 级执行；焊剂批量划分按 GB/T 25778-2010 规定中 F2 级执行。

6.2 验收

每批焊丝、焊剂、焊条按GB/T 25778-2010中级别5进行验收。

6.3 复验

6.3.1 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目检验、复验的要求。

6.3.2 力学性能复验

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。

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54J，允许有2个试样小于54J，但其中低于48J的试样只允许有1个。

背弯和面弯各作为一项。

6.3.3 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。

7 包装、标志和质量证明书

7.1 包装

焊接材料应采取适宜的包装，供货状态应符合GB/T 25775的规定，以保证其在正常的运输、搬运和贮存过程中不致损伤和变质。

7.2 产品标识和质量证明书

按本文件规定生产的焊丝、焊剂及焊条的内外包装、说明书及质量证明书上，应印有“承压设备焊丝（焊剂或焊条）”字样和产品标识“T/CMES XXXXXXX”；其内包装标签也应印有产品标识。

7.3 质量证明

7.3.1 生产商应保证出厂产品符合本文件的规定和订货合同的要求。

7.3.2 产品质量证明书中检验项目应符合本文件的规定和订货合同的要求,并填写实际检验结果。

附 录 A
(资料性)
订货技术条件表

A.1 2%Cr-1Mo-1/4V 钢制高温临氢承压设备基层材料用焊接材料熔敷金属订货技术条件表见表 A.1。

表 A.1 2%Cr-1Mo-1/4V 钢用焊接材料熔敷金属订货技术条件表

焊接方法		SAW	SMAW
采购文件编号			
扩散氢含量(ml/100g)		≤5	≅5
化学成分(%)	C		
	Si		
	Mn		
	P		
	S		
	Cr		
	Mo		
	V		
	Nb		
	Ni	≤0.20	≤0.20
	Cu	≤0.20	≤0.20
	X	≤12×10 ⁻⁴	≤12×10 ⁻⁴
Kr	≤1.5×10 ⁻⁴	/	
力学性能检验项目	热处理状态	要求值/实测值	
室温抗拉强度 R _m , MPa	Max.PWHT& Min.PWHT	/	
室温屈服强度 R _{p0.2} , MPa		/	
室温断后伸长率 A, %		/	
室温断面收缩率 Z, %		/	
454℃高温抗拉强度 R _m , MPa		/	
454℃高温屈服强度 R _{p0.2} , MPa		/	
冲击吸收能量 KV ₂ (-30℃), J		/	
弯曲试验 D=4a, 180°		沿任何方向不得有单条长度大于3mm的开口缺陷	
硬度, HV10	Min. PWHT		
回火脆化倾向评定试验	Min.PWHT Min.PWHT+S.C	VTr54+3ΔVTr54 ≤0℃	

高温恒应力试验 (在 540℃、210MPa)	Max.PWHT	≧900hrs.	
再热裂纹敏感性试验	SR		/
模拟焊后热处理条件	Min.PWHT		
	Max.PWHT		

A.2 2¼Cr-1Mo 钢制高温临氢承压设备基层材料用焊接材料熔敷金属订货技术条件表见表 A.2。

表 A.2 2¼Cr-1Mo 钢用焊接材料熔敷金属订货技术条件表

焊接方法		SAW	SMAW	
采购文件编号				
扩散氢含量(ml/100g)		≤5	≦5	
化学成分 (%)	C			
	Si			
	Mn			
	P			
	S			
	Cr			
	Mo			
	Ni	≤0.20	≤0.20	
	Cu	≤0.20	≤0.20	
	X	≤15×10 ⁻⁴	≤15×10 ⁻⁴	
力学性能检验项目	热处理状态	要求值/实测值		
室温抗拉强度 R _m , MPa	Max.PWHT& Min.PWHT	/		
室温屈服强度 R _{p0.2} , MPa		/		
室温断后伸长率 A, %		/		
室温断面收缩率 Z, %		/		
454℃高温抗拉强度 R _m , MPa		/		
454℃高温屈服强度 R _{p0.2} , MPa		/		
冲击吸收能量 KV ₂ (-30℃), J		三个试样平均值 ≥54, 单个试样最小值 ≥48		
弯曲试验 D=4a, 180°		沿任何方向不得 有单条长度大于 3mm 的开口缺陷		
硬度, HV10		Min. PWHT		
回火脆化倾向评定试验		Min.PWHT Min.PWHT+S.C	VTr54+2.5ΔVTr54 ≤10℃	

高温恒应力试验 (在 510°C、210MPa)	Max.PWHT	≧ 650hrs.	
模拟焊后热处理条件	Min.PWHT		
	Max.PWHT		

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

高温临氢铬钼钢承压设备用焊接材料订货技术条件

Technical Permission of Welding Materials for Chromium-Molybdenum Steel Pressure Equipments for High-temperature Hydrogen Service

(征求意见稿)

编制说明

高温临氢铬钼钢承压设备用焊接材料订货技术条件

1 范围

本标准适用于炼油厂加氢工艺装置中基层材料为 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢制高温临氢承压设备（如加氢反应器、热高压分离器、高压换热器等）基层材料用焊接材料。

炼油厂其他工艺装置如重整、歧化等装置及煤液化装置中 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢制承压设备，其基层材料用焊接材料可参照本文件。

鉴于国内供应商生产高温临氢铬钼钢承压设备用氩弧焊焊丝的经验尚不成熟，本文件仅规定了焊条电弧焊（SMAW）用焊条、埋弧焊（SAW）用焊丝和焊剂的相关技术要求，未包括氩弧焊焊丝。

3 术语和定义

模拟最大程度焊后热处理 Max. PWHT 和模拟最小程度焊后热处理 Min. PWHT 的定义源于 API RP934-A 及国内外主要制造商的长期实践，与 GB/T150-2024 的定义有所不同。

4 技术要求

4.1 表 4.1-1 仅列出了国内目前最常用的中美两国 2¼Cr-1Mo-¼V 及 2¼Cr-1Mo 钢基层材料常用标准和牌号，基层材料也可采用其他国家的相当材料。

4.2 为了保证熔敷金属主要合金元素成分的稳定性，特别规定主要合金元素应采用焊丝或焊芯过渡，不得通过药皮或焊剂过渡。

4.3 为了保证焊接接头/熔敷金属的性能，对制作焊丝或焊芯所用盘条的冶炼、成分等进行了规定。

4.4 2¼Cr-1Mo-¼V 熔敷金属化学成分源于 ASME Sect. VIII Div.2, 2¼Cr-1Mo 熔敷金属化学成分源于 ASME Sect. II-C。

4.5 熔敷金属力学性能和回火脆化倾向性能指标与基层材料相同。

4.6 SAW 焊接接头所用的每批焊丝和焊剂组合进行高温恒应力试验源于 ASME Sect. VIII Div.2-2023 的要求。

4.7 2¼Cr-1Mo-¼V SAW 焊接接头再热裂纹敏感性试验源于 API RP934-A-2019 附录 B 的要求。