

ICS 71.120;25.180  
G 93  
备案号:34473—2012

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 2601—2011

代替 HG/T 2601—2000

---

### 高温承压用离心铸造合金炉管

Centrifugal casting alloy tubes for service  
of pressure bearing at high temperature

2011-12-20 发布

2012-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本标准代替 HG/T 2601—2000《高温承压用离心铸造合金炉管》。

本标准与 HG/T 2601—2000 相比主要变化如下：

——引用标准进行更新；

——增加术语和定义；

——增加用超声波测厚仪进行壁厚测定。壁厚偏差：对转化管偏差 1.2 mm 修改为 1 mm；对乙烯裂解炉管不大于 1 mm 修改为 0.8 mm；

——材质中增加 ZG50Ni45Cr35NbM；

——增加管段气密性检查；

——对炉管所允许的焊接接头数进行了修改。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化工机械与设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：四川华源高温炉管有限公司、天华化工机械及自动化研究设计院。

本标准主要起草人：肖明山、罗加宝、张俊科、吴国昌、万淳敏、王朝述、肖时禹、陈志鹏。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——HG/T 2601—1994；

——HG/T 2601—2000。

# 高温承压用离心铸造合金炉管

## 1 范围

本标准规定了高温承压用离心铸造合金炉管(以下简称炉管)的制造、试验、检验、标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于石油化工制氢转化炉以及乙烯裂解炉的炉管,也适用于其他高温承压用炉管。炉底辊、玻璃压辊等耐高温零部件亦可参照采用本标准。

## 2 规范性引用文件

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

GB/T 223 (所有部分) 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法

GB/T 2039 金属拉伸蠕变及持久试验方法

GB/T 4338 金属材料高温拉伸试验方法

GB/T 5678 铸造合金光谱分析取样方法

GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法

GB/T 9443—2007 铸钢件渗透检测

GB/T 11170 不锈钢多元素含量的测定 火花放电 原子发射光谱法(常规法)

JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定

JB/T 4730.2—2005 承压设备无损检测 第2部分:射线检测

JB/T 4730.5—2005 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**转化管 reformer tube**

在转化炉中使用的钢管。原料介质在该钢管中发生转化反应。

### 3.2

**裂解管 crackiny tube**

在裂解炉中使用的钢管。原料介质在该钢管中发生裂解反应。

### 3.3

**杨梅粒子 bayberry particle**

在炉管表面形成的形状同“杨梅表面”凸起物,凸起物直径: $\phi 0.3\text{ mm} \sim \phi 1.5\text{ mm}$ ,高度 $\leq 0.8\text{ mm}$ 。

### 3.4

**密实层 sound wall**

炉管径向截面的致密有效厚度。

4 要求

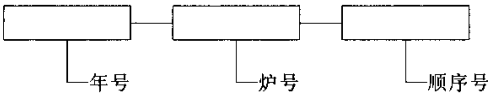
4.1 制造

4.1.1 炉管应由电弧炉或感应炉等设备熔炼,采用金属模离心铸造成管段,再根据需要焊成长管。

4.1.2 炉管可根据买方图样要求,以管段或组焊成长管、管排交货。

4.1.3 管段、组焊长管和焊缝均不需要进行热处理。

4.1.4 炉管在制造过程中,制造厂必须进行标记移植,标记移植所用墨水,其成分不得含 Sn、Pb、Zn、S、Cl 等有害元素。标记方法如下:



4.1.5 每一炉次均需检验,两炉或多炉钢水倒入同一钢包进行浇注,可作为一个炉次。

4.2 交货状态

根据用户要求,炉管可有下列三种交货状态:

- a) 炉管内、外壁均经机械加工;
- b) 炉管内、外壁均为铸态;
- c) 炉管外壁为铸态,内壁经机械加工。

4.3 炉管外壁

炉管外壁为铸态(除焊缝区机械加工外),交货时应进行喷丸(不锈钢丸)或喷砂处理。

4.4 化学成分与力学性能

4.4.1 牌号和化学成分

炉管钢种牌号和化学成分应符合表 1 的规定,若用户对化学成分另有要求,则按用户的图样和技术条件制造。为便于查对,附录 B 列出了部分材料牌号与国外相当牌号的对照。

4.4.2 力学性能

4.4.2.1 炉管的常温力学性能应符合表 2 的规定。

4.4.2.2 炉管的高温短时力学性能按买方要求,选择某一条件进行高温短时拉伸试验,其指标应符合买方与卖方一致同意的性能要求;如未规定温度,试验应在 871 ℃(或 900 ℃)温度下进行,不允许采用热处理的方法来改善试样的热拉伸性能,但试样在试验前可允许在试验温度下进行 24 h 时效,表 3 规定的数值可以用作参考。

表 1 材料牌号及化学成分

%

序号	牌号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	Nb	P	S	其他
1	ZG30Cr28Ni4	0.25~0.35	0.50~2.00	0.5~1.0	26.0~30.0	3.0~5.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	N: 0.2~0.28
2	ZG50Cr28Ni6	0.45~0.55	0.50~2.00	≤1.50	26.0~30.0	4.0~7.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
3	ZG35Cr24Ni7SiN	0.30~0.40	1.30~2.00	0.8~1.5	23.0~25.5	7.0~8.5	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
4	ZG35Cr28Ni10	0.30~0.40	0.50~2.00	≤1.50	26.0~30.0	8.0~11.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
5	ZG30Cr26Ni12	0.25~0.35	0.50~2.00	≤1.50	24.0~28.0	11.0~14.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
6	ZG33Cr25Ni14	0.28~0.38	0.50~2.00	≤1.50	24.0~28.0	12.0~14.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
7	ZG35Cr28Ni16	0.30~0.40	0.50~2.00	≤1.50	26.0~30.0	14.0~18.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
8	ZG30Cr25Ni20	0.25~0.35	0.50~2.00	≤1.50	23.0~27.0	19.0~22.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
9	ZG40Cr25Ni20	0.35~0.45	0.50~2.00	≤1.50	23.0~27.0	19.0~22.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
10	ZG40Cr25Ni20Si2	0.35~0.45	1.40~2.00	≤2.0	23.0~27.0	18.0~22.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
11	ZG45Cr24Ni24NbTi	0.40~0.50	≤1.0	≤1.0	22.0~25.0	22.0~25.0	≤0.50		0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	Ti: 0.1~0.5
12	ZG30Cr30Ni20	0.25~0.35	0.50~2.00	≤1.50	28.0~32.0	18.0~22.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
13	ZG40Cr30Ni20	0.35~0.45	0.50~2.00	≤1.50	28.0~32.0	18.0~22.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
14	ZG40Ni25Cr21	0.35~0.45	0.50~2.00	≤1.50	19.0~23.0	23.0~27.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
15	ZG14Ni32Cr20Nb	0.10~0.18	≤1.25	≤1.50	19.0~23.0	30.0~35.0	≤0.50		0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	
16	ZG45Ni35Cr25	0.40~0.50	≤2.0	≤2.00	24.0~28.0	33.0~37.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
17	ZG40Ni35Cr25Nb	0.35~0.45	≤2.0	≤2.00	24.0~27.0	32.0~37.0			0.6~1.5	≤0.03	≤0.03	
18	ZG40Ni35Cr25NbW	0.35~0.45	≤2.0	≤2.00	24.0~27.0	32.0~37.0		1.0~2.0	0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	
19	ZG50Ni35Cr17	0.40~0.60	0.50~2.00	≤1.50	15.0~19.0	33.0~37.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
20	ZG50Ni39Cr19	0.40~0.60	0.50~2.00	≤1.50	17.0~21.0	37.0~41.0	≤0.50			≤0.04	≤0.04	
21	ZG45Ni48Cr28W5Si2	0.40~0.50	≤2.0	≤1.50	26.5~29.5	47.0~50.0		4.0~6.0		≤0.03	≤0.03	Co: 13.0~17.0 Ti+Zr(微量) Nb+W+Mo≤3.0
22	ZG40Ni48Cr30W15Si2	0.35~0.45	1.0~2.0	1.0~1.5	28.0~32.0	45.0~50.0		14.0~17.0		≤0.03	≤0.03	
23	ZG50Ni36Cr26Co15W5	0.45~0.55	0.75~1.6	0.1~0.7	24.0~28.0	34.0~38.0	≤0.50	4.0~6.0		≤0.035	≤0.035	
24	ZG42Ni33Cr25Nb	0.40~0.45	≤2.0	≤2.0	23.0~27.0	32.0~35.0			1.0~1.8	≤0.03	≤0.03	
25	ZG45Ni35Cr27NbW	0.40~0.50	≤2.0	≤0.6	24.0~28.0	34.0~37.0	0.3~0.8	0.5~1.5	0.6~1.5	≤0.03	≤0.03	
26	ZG50Ni48Cr28W5	0.40~0.60	≤1.75	≤1.5	27.0~30.0	47.0~50.0		4.0~6.0		≤0.03	≤0.03	
27	ZG10Ni32Cr20Nb	0.08~0.16	≤1.5	≤1.25	19.0~22.0	31.0~34.0	≤0.50		0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	
28	ZG45Ni48Cr28W5Co5	0.40~0.50	1.25~1.75	1.0~2.0	26.5~29.5	47.5~50.5		4.0~5.0		≤0.03	≤0.03	
29	ZG35Ni24Cr18Si2	0.30~0.40	1.5~2.5	≤1.50	17.0~20.0	23.0~26.0				≤0.03	≤0.03	
30	ZG30Ni35Cr15	0.25~0.35	≤2.5	≤2.0	13.0~17.0	33.0~37.0				≤0.04	≤0.04	
31	ZG45Ni35Cr25NbM	0.40~0.50	≤1.5	≤1.0	23.0~27.0	33.0~37.0			0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	Ti+Zr(微量) N: 0.2~0.28 Re: 0.2~0.3 (加入量) Ti+Zr(微量)
32	ZG40Ni35Cr25W4	0.30~0.50	≤1.8	≤1.0	23.0~27.0	33.0~37.0		3.0~5.0		≤0.03	≤0.03	
33	ZG35Cr24Ni7SiN(Re)	0.30~0.40	1.3~2.0	0.8~1.5	23.0~25.5	7.0~8.5	≤0.50			≤0.04	≤0.03	
34	ZG10Ni35Cr25Nb	0.08~0.16	≤1.3	≤1.0	23.0~27.0	33.0~37.0	≤0.50		0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	
35	ZG50Ni45Cr35NbM	0.4~0.6	1.0~2.0	1.0~2.0	33.0~37.0	43.0~47.0	≤0.50		0.7~1.5	≤0.03	≤0.03	

注 1: 序号 6、7 钢种制造应确保最少的铁素体含量。

注 2: 乙烯裂解炉管 Si 含量由买卖双方商定。

注 3: Sn、Pb、Zn 含量均不超过 100 ppm(10<sup>-6</sup>)。

表 2 常温力学性能

序号	牌 号	屈服强度 $R_{el}$ /MPa $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$
1	ZG30Cr28Ni4		345	
2	ZG50Cr28Ni6		560	
3	ZG35Cr24Ni7SiN	340	540	12
4	ZG35Cr28Ni10	275	490	8
5	ZG30Cr26Ni12	235	490	8
6	ZG33Cr25Ni14	235	490	8
7	ZG35Cr28Ni16	235	490	8
8	ZG30Cr25Ni20	245	440	10
9	ZG40Cr25Ni20	235	440	10
10	ZG40Cr25Ni20Si2	245	431	10
11	ZG45Cr24Ni24NbTi	245	441	8
12	ZG30Cr30Ni20	245	450	8
13	ZG40Cr30Ni20	245	450	8
14	ZG40Ni25Cr21		390	5
15	ZG14Ni32Cr20Nb	186	448	25
16	ZG40Ni35Cr25	235	440	5
17	ZG40Ni35Cr25Nb	245	441	8
18	ZG40Ni35Cr25NbW	221	448	8
19	ZG50Ni35Cr17		440	4
20	ZG50Ni39Cr19		440	4
21	ZG45Ni48Cr28W5Si2	242	392	3
22	ZG40Ni48Cr30W15Si2	295	490	2
23	ZG50Ni36Cr26Co15W5	315	480	3
24	ZG42Ni33Cr25Nb	250	450	8
25	ZG45Ni35Cr27NbW	265	448	12
26	ZG50Ni48Cr18W5	245	448	3.5
27	ZG10Ni32Cr20Nb	186	448	25
28	ZG45Ni48Cr28W5Co5	242	448	5
29	ZG35Ni24Cr18Si2	195	390	5
30	ZG30Ni35Cr15	195	440	13
31	ZG45Ni35Cr25NbM	250	450	8
32	ZG40Ni35Cr25W4	250	450	7
33	ZG35Cr24Ni7SiN(Re)	340	540	12
34	ZG10Ni35Cr25Nb	186	448	25
35	ZG50Ni45Cr35NbM	250	450	4

表 3 高温短时力学性能

序号	牌 号	760 ℃		871 ℃		982 ℃		1 050 ℃	
		抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$
1	ZG50Cr28Ni6	51.4		17.7		6.27			
2	ZG35Cr24Ni7SiN			114	6.0	60.7	15.0		
3	ZG30Cr26Ni12			52.7	12.0	24.2	16.0		
4	ZG33Cr25Ni14			138	8.0	56.5	12.0		
5	ZG35Cr28Ni16			138	8.0	56.5	12.0		
6	ZG30Cr25Ni20	179		96.5	9.0	51.7	18.0		
7	ZG40Cr25Ni20	200	7.0	114	8.0	60.7	15.0		
8	ZG40Cr25Ni20Si2			114	8.0	60.7	15.0		
9	ZG40Ni35Cr25NbW							64	28
10	ZG50Ni36Cr26Co15W5					118	25.0		
11	ZG50Ni45Cr35NbM							60	40

表 3 (续) 高温短时力学性能

序号	牌 号	700 ℃		800 ℃		900 ℃		1 000 ℃		1 100 ℃	
		抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$	抗拉强度 $R_m$ /MPa $\geq$	延伸率 $A$ /% $\geq$
12	ZG45Ni35Cr27NbW					147	53	97	62	63	65
13	ZG14Ni32Cr20Nb					110	24.8				
14	ZG10Ni32Cr20Nb	296	39	196	40	102	45	68	50		
15	ZG10Ni35Cr25Nb	275(750 ℃)	36(750 ℃)	150(850 ℃)	44(850 ℃)	83(950 ℃)	54(950 ℃)	55(1 050 ℃)	62(1 050 ℃)		
16	ZG40Ni35Cr25Nb			265	20	147	30	93	38	61	39
17	ZG45Ni35Cr25NbM			256	31	160	33	101	39	65	40
18	ZG40Ni35Cr25W4			243	26	175	33	118	40	70	47

4.4.2.3 炉管的高温持久试验可按买方要求选择某一条件进行,若买方无特定要求,则试验在 871 ℃、69 MPa 条件下进行,其结果应符合表 4 的规定,表 4 中未列出牌号钢种的持久试验要求,由买方和卖方在订货合同中协商确定。

表 4 高温持久力学性能

序号	钢 号	最小断裂时间/h								
		871 ℃		900 ℃		982 ℃			1 050 ℃	1 100 ℃
		69 MPa	55 MPa	49 MPa	40 MPa	48 MPa	41 MPa	28 MPa	25 MPa	17 MPa
1	ZG35Cr24Ni7SiN	25								
2	ZG33Cr25Ni14	5.0	17			3.0	20			
3	ZG30Cr25Ni20	7.0	24			4.0	34			
4	ZG40Cr25Ni20	25				11				
5	ZG40Cr25Ni20Si2	25				11				
6	ZG14Ni32Cr20Nb				100					
7	ZG40Ni35Cr25Nb			100						
8	ZG40Ni35Cr25WNb								20	
9	ZG50Ni36Cr26Co15W5					100				
10	ZG45Ni35Cr25NbM			120					100	100
11	ZG50Ni45Cr35NbM									100

4.5 金相低倍组织

炉管断面金相低倍组织,对成品同时符合:

- a) 铸态外表面粗糙层厚度不大于 0.8 mm;
- b) 实层厚度符合图样要求,不允许有疏松;
- c) 冷、热两端断面晶层均匀。

4.6 制造公差

4.6.1 内、外径公差

4.6.1.1 内外表面均进行机械加工炉管的公差:

- a) 外径极限偏差: $+{}^{1.0}_{0}$ mm;
- b) 内径极限偏差 $-{}^{0}_{1.0}$ mm。

4.6.1.2 外表面为铸态,内表面进行机械加工的炉管的公差:

- a) 外径极限偏差应不大于表 5 所规定的值;
- b) 内径极限偏差: $-{}^{0}_{1.0}$ mm。

表 5 外径极限偏差

单位为毫米

炉 管 外 径	外径允许正偏差
50~100	2.0
>100~300	2.5
>300~600	3.0

4.6.1.3 内外表面均不进行机械加工以铸态交货的炉管,其最小壁厚应不小于密实层壁厚加上为了保证最小密实层壁厚的内径裕量和外表面粗糙层厚度,且壁厚上偏差应不大于表 6 所规定的值。



表 6 壁厚上偏差

单位为毫米

炉管外径	铸态壁厚的最大允许上偏差
50~150	3.0
>150~300	3.5
>300~600	4.0

#### 4.6.2 长度公差

4.6.2.1 总长小于 6 m 时,长度极限偏差为  $+3.2_0^{\circ}$  mm。

4.6.2.2 总长大于或等于 6 m 且小于 10 m 时,长度极限偏差为  $+6.4_0^{\circ}$  mm。

4.6.2.3 总长大于或等于 10 m 时,长度极限偏差为  $+10.0_0^{\circ}$  mm。

#### 4.6.3 直线度公差

管段或组焊长管直线度公差,任意 1 m 内为小于 2 mm,全长直线度公差为小于 10 mm。

#### 4.6.4 壁厚偏差

管段用超声波测厚仪进行壁厚测定。内表面机加工炉管壁厚在任意位置上偏差,对转化管为不大于 1 mm,对裂解管为不大于 0.8 mm。

#### 4.6.5 焊缝尺寸公差

4.6.5.1 焊缝表面应圆滑过渡到母材表面且不低于母材表面,焊缝余高应不大于 1.6 mm。

4.6.5.2 焊缝在焊接接头坡口边缘以外的覆盖宽度每边不大于 2 mm。

#### 4.7 炉管焊接

4.7.1 每根长管所允许的焊接接头数(炉管与两端法兰等附件焊缝除外):

a) 对于转化炉管,当全长小于或等于 10 m 时,应不多于 2 个;当全长大于 10 m 时,应不多于 3 个;

b) 对于乙烯裂解炉管或外径小于 100 mm,壁厚小于 10 mm 的炉管,当全长小于或等于 10 m 时应不多于 3 个,当全长大于 10 m 时应不多于 4 个。超过此范围的炉管,其焊接接头数由买卖双方协商确定。

4.7.2 长度小于 2 m 的管段其组焊位置应放在长管的端头,且该管长度最短不得小于 1.2 m。

4.7.3 焊接坡口必须用机械加工方法成型,其表面粗糙度不低于  $6.3\ \mu\text{m}$ 。

4.7.4 炉管施焊前的焊接工艺评定参照 JB 4708,并按下列要求进行:

a) 对接接头应按炉管母材要求进行常温拉伸、高温短时、高温持久试验;

b) 各项试验的试样数量均为 2 件。

4.7.5 炉管的焊接工作,应由取得《特种设备作业人员证》,且在有效期内的焊工担任。

4.7.6 组对时由于两管端同心度误差引起的管头对接环焊缝的错边量应不大于 0.25 mm。

4.7.7 焊接时不得使用衬环、衬垫,不允许有裂纹、未焊透、未熔合及咬边等焊接缺陷,焊接材料应保证熔敷金属的 C、Cr、Ni、Co、W、Nb 等元素含量和力学性能符合母材的要求。

4.7.8 当焊件温度低于 0℃ 时,应在始焊处 100 mm 范围内预热到 15℃ 左右。

4.7.9 组焊长管在长管端头进行标记,长管用阿拉伯数字表示。

#### 4.8 气密性试验

炉管管段须逐根进行气密性试验,试验压力为 0.5 MPa~0.7 MPa,稳压 3 min,不允许有渗漏。

#### 4.9 水压试验

4.9.1 炉管管段须逐根进行水压试验。试验压力按图样或合同要求进行,稳压时间不少于 10 min。组焊长管的水压试验应在无损探伤合格后进行,稳压时间不少于 15 min,试压完毕应将水吹干。水压试验合格后方可进行与其他管件的组焊。

4.9.2 试压用水应清洁,水的氯离子含量不超过 25 mg/L,水温不低于 5℃。

#### 4.10 无损检测

4.10.1 焊接接头坡口、打底及盖面焊缝表面、缺陷补焊区的母材和补焊金属均按 GB/T 9443—2007 进行 100% 的渗透检测。

4.10.2 对接焊缝及深度超过 3 mm 的补焊金属均应进行 100% 的射线检测。

4.10.3 管端加工后 25 mm 范围内的内外表面应进行液体渗透检测,如发现气孔夹渣或其他缺陷,则应切掉缺陷端,在切除后的 25 mm 管端再作试验,检验结果符合要求则验收合格;否则,相同的检验过程应重复进行直至合格为止。

#### 4.10.4 涡流检测

炉管内表面加工的管段应逐根按 GB/T 7735 进行 100% 涡流检测。并按下列条件验收:

a) 任何具有缺陷大于 0.25 mm 深度的管段被视为不合格,如有可能,可重新加工除去缺陷或去掉有缺陷区域,否则报废;

b) 当缺陷深度在 0.125 mm 和 0.25 mm 之间时,缺陷必须消除;

c) 当缺陷深度小于 0.125 mm 管段被视为合格。

#### 4.11 外观质量

4.11.1 对外圆不加工的炉管,要求外表面杨梅粒子分布均匀。

4.11.2 炉管表面不得有气孔、缩孔、砂眼、裂纹等缺陷和其他有害缺陷,炉管焊缝表面不应有裂纹、机械损伤及咬边、未熔合。

4.11.3 外表面为铸态交货的炉管,铸后必须清理到露出金属表面能作目视检查的程度。炉管外表进行 100% 渗透检测或荧光检测。

#### 4.12 缺陷修补

4.12.1 用于转化炉和裂解炉管的铸造缺陷不允许补焊。本标准 4.11.2 中的炉管缺陷出现在图样要求最小极限尺寸边界之外时,允许打磨清除,打磨后的炉管的表面应平滑过渡到相邻表面。

4.12.2 其他用途的炉管当 4.11.2 中的铸造缺陷的全部或部分出现在炉管最小实体状态边界之内时,应同时符合下列条件方可允许补焊:

a) 进入边界的深度径向不大于炉管允许最小壁厚的 20%;

b) 在 3 m 长度以内,单个缺陷面积(在炉管外壁圆柱面上)不大于 625 mm<sup>2</sup>;

c) 在 3 m 长度以内,各缺陷的总面积不大于 6 400 mm<sup>2</sup>;

d) 焊接缺陷允许返修,同一部位的返修不应超过 2 次。

4.12.3 水压试验、气密性试验发现的渗漏和冒汗缺陷不允许补焊。

### 5 试验方法和检验规则

#### 5.1 化学成分分析及产品化学成分允许偏差

5.1.1 化学成分分析可采用光谱分析法或化学分析法进行。每炉钢出炉时从钢水包中取样浇化学成分分析试块。化学分析试样必须在离试块表面 6 mm 以下钻取,按 GB/T 223 进行化学成分分析。光谱分析按 GB 5678 取样,按 GB/T 11170 进行分析。两种分析方法的分析结果应符合 4.4.1 的要求。

5.1.2 产品化学成分允许偏差应符合附录 A 的规定。

#### 5.2 力学性能试验

##### 5.2.1 常温力学性能试验

5.2.1.1 同一规格的订货数量在 10 根管段以下时,每炉做一次常温力学性能试验。

5.2.1.2 同一规格的订货数量大于或等于 10 根管段时,前 10 根按 5.2.1.1 进行常温力学性能试验,10 根以后的管段每 10 炉做一次常温力学性能试验。

5.2.1.3 常温力学性能试验应从所代表炉号的任一管段纵向切取拉伸试样。

**5.2.1.4** 常温力学性能试验取样时应注意取样的位置以避免取到内表面或外表面的非密实层,应注意取样位置为密实层部位。

**5.2.1.5** 按 GB/T 228 制备试样和试验,结果应符合 4.4.2.1 的要求。

### **5.2.2 高温短时力学性能试验**

**5.2.2.1** 同一规格的订货大于 20 炉时,每 20 炉做一次高温短时力学性能试验。

**5.2.2.2** 同一规格的订货数量小于 20 炉时,高温短时力学性能试验次数为 1~2 次。

**5.2.2.3** 高温短时力学性能试验试样应在常温管坯上切取,取样个数及取样位置应与 5.2.1.3 和 5.2.1.4 相同。

**5.2.2.4** 高温短时力学性能试验应在表 3 规定的温度下按 GB/T 4338 进行一种温度的高温短时性能试验;如果订货合同和图样没有试验温度,则按表 3 中 871℃(或 900℃)进行试验,结果应符合 4.4.2.2 的规定。

### **5.2.3 高温持久性能试验**

**5.2.3.1** 同一规格的转化炉管和裂解炉炉管每 50 炉做一次高温持久性能试验。

**5.2.3.2** 同一规格的订货数量多于 150 炉时,高温持久性能试验次数最多为 4 次。

**5.2.3.3** 非化工压力用炉管,如果合同和图样没有规定可以不做高温持久性能试验。

**5.2.3.4** 高温持久性能试验试样应在常温管坯上切取,取样个数及取样位置与 5.2.1.3 和 5.2.1.4 相同。

**5.2.3.5** 高温持久性能试验按 GB/T 2039 进行,其试验条件只进行表 4 中规定的一种温度和应力。如果图样没有规定,按表 4 中相应材质最低温度和应力进行试验,结果应符合 4.4.2.3 的要求。

### **5.3 金相低倍酸蚀试验**

#### **5.3.1 试验数量**

**5.3.1.1** 同一规格的订货数量不多于 10 根管段时,每根管段的两端各取一个金相低倍酸蚀试验试样。

**5.3.1.2** 同一规格的订货数量多于 10 根管段时,在首次生产的 10 根段中,每根管段的两端各取一个金相低倍酸蚀试验试样,以后每 20 根中选一根,在其两端各取一个金相低倍酸蚀试验试样。

**5.3.1.3** 如果任何一次金相低倍酸蚀试验发现管段不合格,必须对同一炉的所有管段逐根检查,且该批(20 根)中其它炉次管段需另行抽样检查,若仍有管段不合格,则该批管段(20 根)全部取试样检查。

**5.3.2** 金相低倍酸蚀试验按 GB/T 226 制备试样和试验,拍下金相照片,提出试验报告。炉管金相组织应满足 4.5 的要求。

### **5.4 复验**

如果炉管有任何一项结果不符合要求,应从同一炉(批)管段中另取双倍试样,进行该项目的复验,复验次数应不超过 2 次,复验结果仍不符合要求时,则判该炉(批)炉管不合格。

### **5.5 尺寸和形状公差检查**

炉管及其焊缝应逐根进行尺寸和形位公差检查,结果应符合 4.6 的要求。

### **5.6 外观检查**

**5.6.1** 用肉眼对每根炉管表面进行外观检查,结果应符合 4.11 的要求。

**5.6.2** 用塞规或通球对组焊炉管的对接焊缝内根部余高进行检查。塞规直径或球径为管内径减去 3.2 mm。

### **5.7 缺陷修补**

补焊区域按 4.12 进行,并由考试合格的焊工按评定合格的焊接工艺规程进行施焊。

### **5.8 无损检测**

**5.8.1** 炉管外表面及坡口渗透探伤按 GB/T 9443 的 01 级,炉管焊缝表面渗透探伤按 JB/T 4730.5 I 级。

**5.8.2** X 射线检测按 JB/T 4730.2 2005 中的 II 级要求验收,底片质量按 AB 级。

### 5.9 气密性试验

每根管段应按 4.8 进行气密性试验,不允许渗漏。

### 5.10 水压试验

每根炉管应按 4.9 进行水压试验,不允许渗漏和冒汗。

## 6 标志、包装、运输、贮存

### 6.1 标志

6.1.1 经检验合格后装架发运的炉管,必须逐根标注合格标志。

6.1.2 已包装的每组炉管应在包装架的中部和两端部分别钉上或系上相同标牌。标牌上应注明以下内容:

- a) 合同编号;
- b) 材质;
- c) 炉管根数;
- d) 包装后的长、宽、高;
- e) 净重和毛重;
- f) 制造厂名称;
- g) 出厂日期。

### 6.2 包装

6.2.1 炉管包装前应进行清理,除去内外表面的污物和异物。

6.2.2 炉管包装前应对加工坡口妥善保管。两端管口应用特制的木盖或不含氯的塑料盖封牢。

6.2.3 炉管管段和焊接长管,均应采用槽钢或角钢、“V”型木质卡板和螺栓成排分层卡夹式包装。

装夹应牢固可靠,使每组炉管成一个刚性整体。每一个包装架上应设有吊耳等吊装构件。非不锈钢金属或合金不得与炉管接触。

### 6.3 运输

6.3.1 当海运或途经沿海的陆运时,应采取防海水侵蚀的有效保护措施。

6.3.2 每批炉管应有经质量检验部门签章的合格证和质量证明书,质量证明书应包含下列内容:

- a) 每管段的炉号;
- b) 理化试验数据;
- c) 无损检测结果;
- d) 水压试验结果;
- e) 气密性试验结果;
- f) 尺寸和形位公差检查结果;
- g) 补焊和焊缝返修记录;
- h) 部分金相低倍组织照片。

### 6.4 贮存

炉管不得露天存放,并不得接触水和腐蚀性介质。

附 录 A  
(规范性附录)  
产品化学成分允许偏差

%

元素	含量范围	超出上限或低于下限的极限偏差值
C	$\leq 0.10$	0.002
	$> 0.10 \sim 0.30$	0.005
	$> 0.30 \sim 0.60$	0.01
	$> 0.60 \sim 1.20$	0.03
	$> 1.20$	0.05
Mn	$\leq 1.00$	0.03
	$> 1.00 \sim 3.00$	0.04
	$> 3.00 \sim 6.00$	0.05
	$> 6.00 \sim 10.00$	0.06
	$> 10.00 \sim 15.00$	0.10
	$> 15.00$	0.15
P	$\leq 0.04$	0.005
	$> 0.04$	0.010
S	$\leq 0.04$	0.005
	$> 0.04 \sim 0.20$	0.010
	$> 0.20$	0.020
Si	$\leq 1.00$	0.05
	$> 1.00 \sim 3.00$	0.10
	$> 3.00$	0.15
Cr	$> 4.00 \sim 10.00$	0.10
	$> 10.00 \sim 15.00$	0.10
	$> 15 \sim 20$	0.20
	$> 20 \sim 30$	0.25
	$> 30$	0.30
Ni	$\leq 1.00$	0.03
	$> 1.00 \sim 5.00$	0.07
	$> 5.00 \sim 10.00$	0.10
	$> 10.00 \sim 20.00$	0.15
	$> 20.00 \sim 30.00$	0.20
	$> 30.00 \sim 50.00$	0.30
	$> 50.00 \sim 75.00$	0.50
	$> 75.00 \sim 99.99$	0.70
Mo	$\leq 0.60$	0.03
	$> 0.60 \sim 2.00$	0.05
	$> 2.00 \sim 7.00$	0.10
	$> 7.00 \sim 12.00$	0.15
	$> 12.00$	0.20
Ti	$\leq 1.00$	0.05
	$> 1.00 \sim 3.00$	0.07
Co	$\leq 0.50$	0.01
	$> 0.50 \sim 2.00$	0.02
	$> 2.00$	0.05

A1(续表)

%

元素	含量范围	超出上限或低于下限的极限偏差值
Nb+Ta	≤1.50	0.05
Ta	≤0.10	0.02
Cu	≤0.50	0.03
	>0.50~1.00	0.05
	>1.00~3.00	0.10
	>3.00~5.00	0.15
	>5.00~10.00	0.20
	>10.00	0.30
Al	≤0.15	-0.005,+0.01
	>0.15~0.50	0.05
	>0.50~2.00	0.10
N	≤0.02	0.005
	>0.02~0.19	0.01
	>0.19~0.25	0.02
	>0.25~0.35	0.03
	>0.35~0.45	0.04
W	≤1.00	0.03
	>1.00~2.00	0.05
	>2.00	0.07
V	≤0.50	0.03
	>0.50~1.50	0.05
Se		0.03

附 录 B  
(资料性附录)  
部分材料牌号与国外牌号对照

序号	本标准中牌号	相当于国外牌号			
		美国	日本	法国	英国
1	ZG40Ni35Cr25Nb	HP-Nb		Manaurite 36X	H39W
2	ZG50Ni36Cr26Co15W5	Supertherm			
3	ZG45Ni35Cr27NbW		KHR35CW		
4	ZG50Ni45Cr28W5		NA22		
5	ZG10Ni32Cr20Nb			Manaurite 900	CR32W
6	ZG45Ni35Cr25NbM	HP-NbM		Manaurite 36XM	H39WM
7	ZG40Ni35Cr25W4				H34CT
8	ZG30Cr28Ni4	HC30	SCH2		
9	ZG50Cr28Ni6	HD50	SCH11		
10	ZG35Cr28Ni10	HE35	SCH17		
11	ZG30Cr26Ni12	HH30	SCH13		
12	ZG33Cr25Ni14	HH30	SCH13A		
13	ZG35Cr28Ni16	HJ35	SCH18		
14	ZG30Cr25Ni20	HK30	SCH21		
15	ZG40Cr25Ni20	HK40	SCH22		
16	ZG30Ni35Cr21	HN40	SCH19		
17	ZG40Ni35Cr20		SCH15		
18	ZG50Ni35Cr17	HT50	SCH15		
19	ZG50Ni39Cr19	HU50	SCH20		
20	ZG10Ni35Cr25Nb				CR39W

中 华 人 民 共 和 国  
化 工 行 业 标 准  
高 温 承 压 用 离 心 铸 造 合 金 炉 管

HG/T 2601—2011

出版发行:化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

化学工业出版社印刷厂

880mm×1230mm 1/16 印张 1 字数 30 千字

2012 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

书号:155025·1151

---

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定价:14.00 元

版权所有 违者必究