

中华人民共和国行业标准

奥氏体不锈钢焊接钢管选用规定

HG 20537.1-92

主编单位：化工部设备设计技术中心站

批准部门：化 学 工 业 部

实施日期：1 9 9 3 年 5 月 1 日

化工部工程建设标准编辑中心

1993 北 京

1 主题内容与适用范围

本标准规定了化工、石化、医药等工业用奥氏体不锈钢^(注)焊接钢管的规格、技术要求、使用规定和有关设计参数。

本标准适用于换热器管束、容器壳体、接管和管道用奥氏体不锈钢焊接钢管。

注：本标准所指的奥氏体不锈钢也包括奥氏体-铁素体双相不锈钢。

2 引用标准

GB 150 《钢制压力容器》

GB 151 《钢制管壳式换热器》

GB 3323 《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》

HGJ 15 《钢制化工容器材料选用规定》

HGJ 19 《钢制低温压力容器技术规定》

HGJ 43 《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》

HG 20537.2 《管壳式换热器用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》

HG 20537.3 《化工装置用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》

HG 20537.4 《化工装置用奥氏体不锈钢大口径焊接钢管技术要求》

3 材料技术要求和制造工艺

3.0.1 管壳式换热器管束用奥氏体不锈钢焊接钢管应符合 HG 20537.2《管壳式换热器用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》的要求。

3.0.2 压力容器壳体、接管和其他管状受压元件(如盘管、管道、管件等)用奥氏体不锈钢焊接钢管应符合 HG 20537.3《化工装置用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》和 HG 20537.4《化工装置用奥氏体不锈钢大口径焊接钢管技术要求》的要求。

3.0.3 奥氏体不锈钢焊接钢管(以下简称焊管)的制造工艺按表 3.0.3 的规定。

不锈钢焊管制造工艺

表 3.0.3

名 称	制 造 工 艺	技术要求
换热管用焊接钢管	自动电弧焊(不加焊丝)如必要应进行冷加工;电阻焊,必须清除内毛刺	HG 20537.2
化工装置用焊接钢管 (如接管、壳体、管道等)	自动电弧焊(不加焊丝)如必要可进行冷加工;电阻焊,必须清除内毛刺	HG 20537.3
化工装置用大口径焊管	电弧焊(加焊丝)	HG 20537.4

注:自动电弧焊系指自动氩弧焊、等离子焊。

3.0.4 按附录 A 所列的国外奥氏体不锈钢焊接钢管标准生产的焊管,可认为具有相当于 HG 20537.2、HG 20537.3 和 HG 20537.4 的技术要求^(注)。

注:按国外标准生产的国外制造厂商必须具有经国际公认的质量检验机构认可的资格,如 TÜV、瑞典 ASS(NBOSH)、劳氏船级社(Lloyd)、ASME 等。

4 使用规定

4.1 规格

4.1.1 管壳式换热器用焊接钢管的规格按表 4.1.1 选用。由于特殊原因也可采用表 4.1.1 以外规格的焊接钢管。

换 热 管 规 格

mm

表 4.1.1

焊管 外径	壁 厚											
	1.0	1.2	(1.4)	1.6	(1.8)	2.0	(2.3)	2.6	(2.9)	3.2	3.6	4.0
10	*	*	*	*	*							
14	*	*	*	*	*							
16	*	*	*	*	*							
19		*	*	*	*	*	*					
22		*	*	*	*	*	*					
25		*	*	*	*	*	*	*	*			
32		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
38		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
45				*	*	*	*	*	*	*		
51				*	*	*	*	*	*	*	*	*
57				*	*	*	*	*	*	*	*	*
63						*	*	*	*	*	*	*
76						*	*	*	*	*	*	*

注：括号内规格为非常用规格。

4.1.2 换热管的公称长度一般采用 1000、1500、2000、2500、3000、4500、6000、7500、9000、12000mm,焊接钢管的定尺或倍尺长度应按换热管的设计长度选定。

4.1.3 化工装置用焊接钢管的常用规格(外径和壁厚)按表 4.1.3-1 选用,经供需双方协商也可采用其他规格的焊接钢管。大口径焊管按表 4.1.3-2 选用,但也可按常用钢板厚度规格采用其他壁厚规格的焊管。

4.1.4 化工装置用焊接钢管的长度一般不定尺。通常,焊管生产厂的供应长度为 6m。

化工装置用焊接钢管外径和壁厚

mm

表 4.1.3-1

公称 直径 DN	焊 管 外 径		壁厚系列号(Sch. No)				
	国际通 用系列	国内沿 用系列	5S	10S	20	40S	80S
			壁 厚				
10	17.2	14	1.2	1.6		2.3	3.2
15	21.3	18	1.6	2.0		2.9	3.6
20	26.9	25	1.6	2.0		2.9	4.0
25	33.7	32	1.6	2.9		3.2	4.5
32	42.4	38	1.6	2.9		3.6	5.0
40	48.3	45	1.6	2.9		3.6	5.0
50	60.3	57	1.6	2.9	3.2	4	5.6
65	76.1(73.0)	76	2	3.2	4.5	5	7.1
80	88.9	89	2	3.2	4.5	5.6	8.0
100	114.3	108	2	3.2	5	6.3	8.8
125	139.7(141.3)	133	2.9	3.6	5	6.3	10.0
150	168.3	159	2.9	3.6	5.6	7.1	11.0
200	219.1	219	2.9	4	6.3	8	12.5
250	273	273	3.6	4	6.3	8.8	12.5
300	323.9	325	4.0	4.5	6.3	10	12.5

注:括号内的外径(73.0、141.3)为与国际通用系列差别较大的,符合美国 ANSI B 36.19的外径。

大口径焊接管的外径和壁厚

mm

表4. 1. 3-2

公称 直径 DN	焊 管 外 径		壁厚系列号(Sch. No)			
	国际通 用系列	国内沿 用系列	5S	10S	20	40S
			壁 厚			
350	355.6	377	4	5	8	12
400	406.4	426	4	5	8	12
450	457	480	4	5	8	14
500	508	530	5	6	10	16
600	610	630	6	6	10	18
700	711	720	6	7	12	20
800	813	820	7	8	12	22
900	914	920	8	9	14	25
1000	1016	1020	9	10	14	28

4. 2 规格选用

4. 2. 1 焊管外径的选用应尽量符合表4. 1. 2、表4. 1. 3-1和表4. 1. 3-2的规定,两种外径系列的选择按工程设计的有关规定,且应明确表示,避免混淆。

4. 2. 2 焊管壁厚的选取,应符合4. 6的规定。

4. 2. 3 钢管上采用锥管螺纹连接时,应选用符合国际通用系列外径的焊管,壁厚至少采用40S 系列。

4. 3 许用应力

4. 3. 1 焊管在不同温度下的许用应力按表4. 3. 1-1的规定。表中未列入的钢号,其许用应力按材料各项强度数据分别除以表4. 3.

1-2的安全系数,取其中最小值。当温度低于20℃时,取20℃时的许用应力(未计入蠕变温度范围内的安全系数)。

常用奥氏体不锈钢许用应力

MPa 表4.3.1-1

钢 号 (相当于 AISI 代号)	在下列温度下的许用应力							
	≤20	100	150	200	250	300	350	400
0Cr18Ni9 (304)	137	137 (114)	137 (103)	130 (96)	122 (90)	114 (85)	111 (82)	107 (79)
0Cr18Ni10Ti (1Cr18Ni9Ti) (321)	137	137 (104)	137 (103)	130 (96)	122 (90)	114 (85)	111 (82)	108 (80)
00Cr19Ni10 (304L)	118	118 (97)	118 (87)	110 (81)	103 (76)	98 (73)	94 (69)	91 (67)
0Cr17Ni12Mo2 (316)	137	137 (117)	137 (107)	134 (99)	125 (93)	118 (87)	113 (84)	111 (82)
00Cr17Ni14Mo2 (316L)	118	118 (97)	117 (87)	108 (80)	100 (74)	95 (70)	90 (67)	86 (60)

注:① 采用表列许用应力值,钢管可能引起不大于0.1%的永久变形。如不允许存在上述微量的永久变形时,可采用括号内的许用应力值。
 ② 1Cr18Ni9Ti 为不推荐使用钢号。

安 全 系 数 表4.3.1-2

常温下最低抗拉强度 σ_b	常温下最低屈服强度 σ_s	设计温度下屈服强度 σ_s^t
n_b	n_s	n_s^t
≥3.0	≥1.5	≥1.1

注:采用表列 n_s^t 时,钢管可能引起不大于0.1%的永久变形。如不允许存在上述微量的永久变形时,应提高设计温度下屈服强度 σ_s^t 的安全系数,令 $n_s^t \geq 1.5$ 。

4.3.2 焊接钢管的许用应力值用于内压下的壁厚计算时,应乘以4.4规定的焊缝系数 ϕ 。

4.4 纵向焊缝系数 ϕ

4.4.1 根据焊接工艺和技术要求,奥氏体不锈钢焊接钢管的纵向焊缝系数 ϕ 按表4.4.1的规定。

焊缝的纵向焊缝系数 ϕ 表4.4.1

名 称	标 准	焊接工艺	探 伤	焊缝系数 ϕ	级别
换热管用焊接钢管	按 HG 20537.2	不加丝自动电弧焊或电阻焊	100%涡流探伤	0.85	
化工装置用焊接钢管	按 HG 20537.3	不加丝自动电弧焊或电阻焊	100%涡流探伤	0.85	
化工装置用大口径焊接钢管	按 HG 20537.4	加丝的双面电弧焊或相当于双面焊的全焊透单面自动电弧焊	100%射线探伤	1.00	I
			局部射线探伤(20%)	0.85	II
			不拍片	0.70	III
		加丝的单面自动电弧焊	局部射线探伤(见4.4.3)	0.70	IV
			不拍片	0.60	V

4.4.2 焊接钢管的射线探伤按 GB 3323的规定。其检查结果,对百分之百探伤者,Ⅰ级为合格;局部探伤者,Ⅲ级为合格,但不允许存在未焊透。局部探伤的检查长度应不小于每条焊缝长度的20%。

4.4.3 仅用于管道的采用加丝单面自动电弧焊的大口径焊管,焊缝局部探伤检查长度为每一焊工,每施焊15m 焊缝中应有150mm 进行射线探伤,Ⅲ级为合格。

4.4.4 表4.4.1所列的纵向焊缝系数 ϕ 仅用于钢管承受内压下的壁厚计算,当焊接钢管进行外压、轴向压缩、轴向拉伸、弯曲、膨胀、挠性等计算时,可不必计入表4.4.1规定的纵向焊缝系数 ϕ 。

4.4.5 当焊接钢管用于压力容器时,应采用纵向焊缝系数 ϕ 不小于0.85的制造工艺。

纵向焊缝系数 ϕ 小于0.85的焊接钢管仅能使用于最高工作压力小于0.1MPa 或不受劳动部“压力容器安全技术监察规程”监察的容器、零部件和管道。

4.5 使用范围

4.5.1 奥氏体不锈钢焊接钢管的使用压力按下列规定:

4.5.1.1 用作换热管、容器壳体、接管、盘管等的焊接钢管,其设计压力一般宜不大于4.0MPa。

用作流体输送管和管件的焊接钢管,其适用的管道压力等级一般宜不大于PN5.0MPa(300磅级)。

4.5.2 焊接钢管的使用温度范围为 $-196\sim+400^{\circ}\text{C}$ 。使用温度低于 -70°C 的添加焊丝的焊接钢管应按HGJ 19《钢制低温压力容器技术规定》的要求进行焊接工艺评定,焊缝金属的低温(设计温度下)冲击功,三个标准试样($10\times 10\times 55\text{mm}$)的平均值应不小于32J,单个试样的最低值应不小于27J。

壁厚系列为5S的钢管一般宜适用于温度不高于 200°C 的管道工程。但用于其他场合不受本条的限制。

4.5.3 介质和环境

4.5.3.1 纵向焊缝系数 $\phi<1.00$ 的焊接钢管不应使用于处理或输送极度或高度危害化学介质的化工装置。

4.5.3.2 符合HG 20537.2-92《管壳式换热器用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》的换热管,如全部封闭在压力容器壳体内,则

允许使用于极度或高度危害介质的场合,而且另一侧的其他受压元件可不按极度或高度危害介质压力容器的规定。

介质的毒性危害和爆炸危险程度分类按 HGJ 43《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类》的规定。

4.5.3.3 介质对奥氏体不锈钢具有应力腐蚀破裂可能性的场合,焊接钢管必须于焊后进行固溶或稳定化处理。

4.5.3.4 由于焊缝内侧余高将危及介质在管内的流动、清洗、反应或加速腐蚀及结垢时,应清除焊缝内侧余高。电阻焊焊管则必须清除焊缝内侧余高。

4.5.3.5 由于焊缝内侧余高将影响换热管与管板的胀接时,应清除换热管的管端焊缝内侧余高,清除长度应不小于管板厚度。

4.5.3.6 焊管使用在可能引起奥氏体不锈钢晶间腐蚀的环境时,应按 HGJ 15《钢制化工容器材料选用规定》的要求,进行晶间腐蚀试验。试样应包括焊管的纵向焊缝,试样状态为供货状态经敏化处理。一般情况下,敏化制度为 650°C 2小时,符合 HGJ 15《钢制化工容器材料选用规定》中4.3.5要求时,允许敏化制度为 650°C 半小时。

4.5.3.7 操作条件同时满足下列要求时,可免除焊管的热处理和/或酸洗、钝化处理(大口径焊管除外)。但用于洁净场合时,焊管应作酸洗、钝化处理。

- a. 介质无毒、无爆炸危险,且对材料无腐蚀倾向;
- b. 操作压力不大于 1.0MPa ;
- c. 工作温度不大于 200°C 。

4.5.3.8 采用保护气氛热处理时,可免除酸洗、钝化处理。

4.6 设计计算

4.6.1 采用焊接钢管作为承压元件的设计计算,应根据使用场

合,分别符合 GB 150《钢制压力容器》、GB 151《钢制管壳式换热器》的有关规定。

4.6.2 焊接钢管用作集箱、三通等支管和主管连接时,若支管不与主管的纵缝相交,在补强计算时,可不计入主管的纵向焊缝系数;若支管不可避免与主管的纵缝相交时,则应计入主管的纵向焊缝系数;支管计算时,则应计入支管的纵向焊缝系数。

4.7 焊接钢管的许用应力和纵向焊缝系数 ϕ

焊接钢管的许用应力和纵向焊缝系数 ϕ 按4.3和4.4的规定。

5 标 记

5.0.1 奥氏体不锈钢焊接钢管的标记应至少包括下列内容:

5.0.1.1 标准代号和标准号(HG 20537.2~20537.4);

5.0.1.2 外径,mm 及换热管的外径偏差等级(I 级应标志,II 级可不标志);

5.0.1.3 壁厚,mm;

5.0.1.4 长度,mm(对定尺或倍尺管);

5.0.1.5 材料牌号(钢号或其相当于 AISI 代号,见表4.3.1-1 所示);

5.0.1.6 制造工艺(代号按表5.0.1)或大口径焊管的级别(按表4.4.1)。

制 造 工 艺 代 号

表5.0.1

制造工艺	电弧焊	电弧焊加冷加工	电弧焊加管端 清除内焊道	电阻焊加 清除内焊道
代号	A	AC	APC	EC

注:采用电弧焊(A)时,代号可省略。

5.0.2 标记示例

示例一:

管壳式换热器用00Cr19Ni10,焊管规格 $\phi 25 \times 1.6\text{mm}$,外径偏差为 I 级,定尺长度6080mm,采用电弧焊(氩弧焊、等离子焊)工艺并冷加工清除内侧焊缝余高。其标记为:

25×1.6 I L=6080 304L AC HG 20537.2

示例二:

容器内蛇形加热器用0Cr18Ni10Ti 焊管,规格 $\phi 57 \times 2.9\text{mm}$,不定尺,采用电阻焊并清除内毛刺工艺。其标记为:

57×2.9 321 EC HG 20537.3

示例三:

容器壳体用00Cr17Ni14Mo2焊管,规格 $\phi 426 \times 5\text{mm}$,定尺长度4000mm,采用双面电弧焊工艺,局部射线探伤。其标记为:

426×5 L=4000 316L I HG 20537.4

附录 A 国外奥氏体不锈钢焊接钢管标准 (参考件)

本附录所列举的国外奥氏体不锈钢焊接钢管标准可认为具有相当于3.0.1和3.0.2所列标准的技术要求。

A1 换热管用焊管标准

美国 ASTM A249(ASME SA249)

德国 DIN17457/DIN28181

国际标准 ISO6758/ISO2604V

英国 BS3606

日本 JIS G3463

A2 化工装置用焊管标准

美国 ASTM A312(ASME SA312)

德国 DIN17457/DIN2463

瑞典 SS219711/ISO1127

英国 BS3605

日本 JIS G3459

A3 化工装置用大口径焊管标准

美国 ASTM A358(ASME SA358)

瑞典 SS219716/ISO1127

德国 DIN17455/DIN2463

日本 JIS G3468