

中国石油化工总公司(行业)标准

石油化工工程铬钼耐热钢管道焊接技术规程

SHJ 520-91

主编单位:中国石油化工总公司北京燕山石油化工公司

建筑安装工程公司

批准部门:中国石油化工总公司

施行日期:1991 年 7 月 1 日

1991 北京

中国石油化工总公司文件

中石化(1991)建字 67 号

关于颁发《石油化工工程铬钼耐热钢管道焊接技术规程》 等三项标准的通知

各直属公司、总厂、厂、院:

现批准下列标准为中国石油化工总公司(行业)标准:

一、北京燕山石油化工公司建筑安装工程公司主编的《石油化工工程铬钼耐热钢管道焊接技术规程》,编号为 SHJ520-91;

二、中国石油化工总公司第十建设公司主编的《石油化工仪表施工技术规程》,编号为 SHJ521-91;

三、北京燕山石油化工公司建筑安装工程公司主编的《石油化工绝热工程施工工艺标准》,编号为 SHJ522-91。

以上三项标准自一九九二年七月一日起实行。

各项标准章节条款分别由主编单位负责解释。

中国石油化工总公司
一九九一年十二月三十一日

编制说明

本规程是根据中国石油化工总公司(85)建标字第 84 号文的通知由我公司主编的。

在编制过程中,进行了比较广泛的调查研究,总结了多年来石油化工工程中铬钼耐热钢管道施工及验收经验,并征求了有关设计、生产、施工等方面的意见,对其中的主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。

在本规程施行过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料函告总公司施工规范管理站(通信地址:天津市 44 信箱转),以便今后修订时参考。

中国石油化工总公司北京燕山石油化工公司建筑安装工程公司

一九九一年七月

第一章 总则

第 1.0.1 条 本规程适用于石油化工工程铬钼耐热钢管道(包括工业炉管)的焊接施工。管道材质为铬钼耐热钢及其与碳素钢($C < 0.3\%$)、铬镍奥氏体钢组成的焊接接头。焊接方法为手工电弧焊和非熔化极氩弧焊。

第 1.0.2 条 本规程所依据的技术标准如下:

1. 《工业管道工程施工及验收规范(金属管道篇)》(GBJ235 — 82)
2. 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GBJ236 — 82)
3. 《炼油厂管式加热炉碳钢和铬钼钢炉管焊接工程技术条件》(GBJ1038 — 84)
4. 《石油化工剧毒、易燃、可燃介质管道施工及验收规范》(SHJ501 — 85)
5. 《石油化工工程焊接工艺评定》(SHJ509 — 88)
6. 《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》(GB3323 — 87)
7. 《锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤》(JB1152 — 81)
8. 《锅炉压力容器焊工考试规则》劳人锅(1988)1 号
9. 《钢制压力容器磁粉探伤》(JB3965 — 85)
10. 《钢制压力容器》(GB150 — 89)附录 H 渗透探伤

第 1.0.3 条 执行本规程的同时还必须符合设计文件的规定。

第 1.0.4 条 安全技术、劳动保护等应按国家有关法规及中国石油化工总公司《炼油、化工施工安全规程》(SHJ515 — 87)的有关规定执行。

第 1.0.5 条 管道焊接施工宜按图 1.0.5 的程序进行。

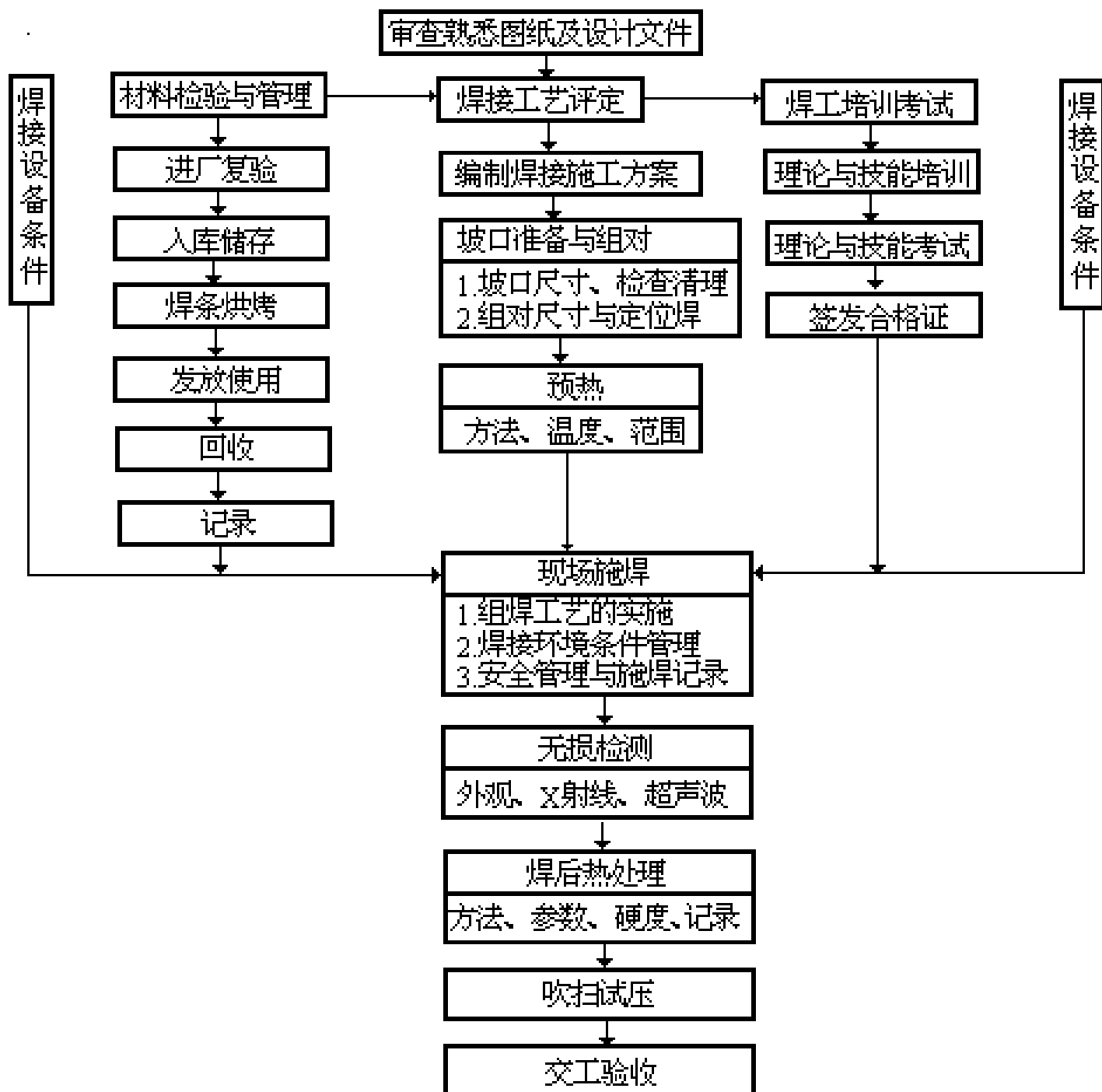


图105 管道焊接施工程序图

第二章 材料

第一节 管材与管件

第 2.1.1 条 管材、管件(包括进口材料)应具有出厂合格证或质量检验证明书。其检验项目和技术指标应符合国家标准或行业标准及有关技术条件的要求。

材质合格证应包括:钢号、炉批号、规格、化学成分、力学性能、供货状态及材料标准号。

若项目指标不全或对其材质有怀疑时,应予以复验。

第 2.1.2 条 经验收合格后应做上合格标记。入库贮存应按不同材质、规格分别放置,妥善保管。

第 2.1.3 条 常用铬钼耐热钢管的化学成分及常温力学性能见表 2.1.3。

国外材料应符合合同规定的材料标准。

第 2.1.4 条 材料在使用前应核对其材质、型号和规格。

第 2.1.5 条 管子、管件使用前应做外观检查,其表面质量应符合下列要求:

一、表面无裂纹、缩孔、折叠、重皮等缺陷;

二、若表面存在局部锈蚀凹陷时,必须保证最小壁厚。

第 2.1.6 条 若管材表面局部存在不允许的缺陷时,应予以消除。但缺陷消除后管壁厚度不应小于最小壁厚。

第二节 焊接材料

第 2.2.1 条 焊接材料的选择应根据被焊管材的化学成分、力学性能以及使用和施焊条件综合考虑。

选择原则规定如下:

一、一般应选用被焊管材化学成分相当的焊接材料;

二、焊缝金属的强度值应不低于管材标准值的下限。

常用铬钼耐热钢焊接材料的选用见表 2.2.1。

第 2.2.2 条 当管道工作温度低于 425 °C,且因现场施工条件限制难于进行焊后热处理时,经设计部门同意,可选用高铬镍(25%Cr — 13%Ni 以上)奥氏体焊接材料进行焊接,焊后不做热处理。

第 2.2.3 条 由铬钼钢组成的异种钢焊接接头焊接材料的选用一般应符合下列规定:

一、铬钼钢与碳素钢或不同钢号的铬钼钢之间组成的焊接接头,可按合金含量较低一侧的钢材选用焊接材料;

二、铬钼钢与奥氏体钢组成的焊接接头,且工作温度低于 425 °C时,应选用 25%Cr — 13%Ni 以上的奥氏体焊接材料;当工作温度高于 425 °C时,应选用镍基焊接材料。(镍 307)

异种钢焊接材料的选用见附表 1 — 1。

第 2.2.4 条 铬钼钢管道焊接所用焊接材料应有出厂合格证,其检验项目和技术指标应符合下列规定:

一、焊条符合《低合金钢焊条》(GB5118 — 85)和《不锈钢焊条》(GB983 — 85)的规定。

二、焊丝应符合《焊接用钢丝》(GB1300 — 77)的规定。

常用铬钼耐热钢管的化学成分及常温力学性能 表 2.1.3

钢号	化学成分 (%)											力学性能				
	碳	锰	硅	硫	磷	铬	钼	钨	钒	钛	硼	抗拉强度	屈服强度	延伸率	冲击值 α	硬度
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	W	V	Ti	B	σ _o MPa (kgf/mm ²)	σ _s MPa (kgf/mm ²)	δ %	J/cm ² (kgf/mm ²)	HB
12CrMo (GB5310-85) (GB6479-86) (GB9948-88)	0.08~0.15	0.40~0.70	0.17~0.37	≤ 0.040	≤ 0.035	0.40~0.70	0.40~0.55					412~559 (42~57)	206 (21)	21	69 (7)	≤ 156
15CrMo (GB5310-85) (GB6479-86) (GB9948-88)	0.12~0.18	0.40~0.70	0.17~0.37	≤ 0.040	≤ 0.035	0.80~1.10	0.40~0.55					441~638 (45~65)	235(24)	21	59 (6)	≤ 170
ZG20CrMoV	0.18~0.25	0.40~0.70	0.17~0.37			0.90~1.20	0.50~0.70		0.20~0.30			(50)	(32)			≤ 145
12Cr1MoV (GB5310-85)	0.08~0.15	0.40~0.70	0.17~0.37	≤ 0.035	≤ 0.035	0.90~1.20	0.25~0.35		0.15~0.30			471~638 (48~65)	255 (26)	21	59 (6)	≤ 166
ZG15Cr1Mo1V	0.12~0.18	0.40~0.70	0.17~0.37			1.20~1.75	0.80~1.20		0.20~0.40			(55)	(35)			200~255
1Cr2Mo (GB9948-88)	≤ 0.15	0.30~0.60	0.50~1.00	≤ 0.03	≤ 0.035	2.15~2.85	0.45~0.65					≥ 390 (≥ 40)	(175)	22	92	(179)
12Cr2Mo (GB5310-85) (GB6479-86)	0.08~0.15	0.40~0.70	≤ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	2.00~2.50	0.90~1.20					450~600 (46~61)	280 (29)	20	48J DVM 试样*	
12Cr2MoWVTiB (GB5310-85)	0.08~0.15	0.45~0.65	0.45~0.75			1.60~2.10	0.50~0.65	0.30~0.55	0.28~0.42	0.08~0.18	≤ 0.080	540~736 (55~75)	343 (35)	18		202~216
12Cr3MoVSiTiB (GB5310-85)	0.90~0.15	0.50~0.80	0.60~0.90			2.50~3.00	1.00~1.20		0.25~0.35	0.22~0.38	0.005~0.01	608~804 (62~82)	441 (45)	16		≤ 225
1Cr5Mo (GB6479-86) (GB9948-88)	≤ 0.15	≤ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	4.00~6.00	0.45~0.65					390~590 (40~60)	195 (20)	22	118 (12)	≤ 187

注：“*”表示 V 型缺口冲击功。

常用铬—钼耐热钢焊接材料的选用 表 2.2.1

钢号	焊条			氩弧焊丝	
	旧型号	新型号	统一编号	电建牌号*	国标牌号
12CrMo	TRCrMo-7	E5515-B1	热 207	TIG-R30	H13CrMo
15CrMo	TRCr1Mo-7	E5515-B2	热 307	TIG-R30	H13CrMo
ZG20CrMoV	TRCr1MoV-7	E5515-B2-V	热 317	TIG-R31	H08CrMoV
12Cr1MoV	TRCr1MoV-7	E5515-B2-V	热 317	TIG-R31	H08CrMoV
ZG15Cr1Mo1V	TRCr1MoVW-7	E5515-B2-VW	热 327	TIG-R31	H08CrMoV
1Cr2Mo	TRCr2Mo1-7	E6015-B3	热 407	TIG-R40	H08Cr2Mo1
12Cr2Mo	TRCr2Mo1-7	E6015-B3	热 407	TIG-R40	H08Cr2Mo1
12Cr2MoWVTiB	TRCr2MoWVB-7	E5515-B3-VWB	热 347	TIG-R40	H08Cr2MoVNB
12Cr3MoVSiTiB	TRCr3Mo1VNB-7	E5515-B3-VNB	热 417	TIG-R40	H08Cr2MoVNB
1Cr5Mo	TRCr5Mo1-7	E1-5Mo-15	热 507		H1Cr5Mo

注:*指能源部电力建设系统开发的专用氩弧焊丝

三、未列入国家标准的焊接材料应符合合同规定的技术条件。

焊接耐热钢常用焊条熔敷金属的化学成分和力学性能见附表 1 — 2。焊丝化学成分见附表 1 — 3。

第 2.2.5 条 进口焊接材料也应具有检验合格证或合格标记,并符合合同规定和技术标准。

第 2.2.6 条 施工单位应对焊材进行验收,验收合格后,应做上合格标记入库贮存,妥善保管。

第 2.2.7 条 若合格证遗失或对合格证有怀疑时,应按相应标准进行复验,复验合格方可入库。

第 2.2.8 条 焊材的贮存、保管应符合下列规定:

一、焊材库必须干燥通风。库房内不得放置有害气体和腐蚀性介质。

二、焊材应存放在架子上,架子离地面的高度和与墙壁的距离均不少于 300 毫米,并严防焊条受潮。

三、焊材应按种类、牌号、批号、规格和入库时间分类堆放。每垛应有明确的标注,防止混放。

四、焊材贮存库内应设置温度计、湿度计,保持库房内温度不低于 5℃,空气相对湿度不高于 60%,并做好记录。

第 2.2.9 条 焊材的领用、发放应符合下列规定:

一、焊条应设专人负责保管、烘烤、发放和回收,并有详细记录。

二、焊条使用前应按焊条说明书或按表 2.2.8 的规定进行烘干。

焊条的烘干温度 表 2.2.8

焊条药皮类型	烘干温度 ℃	恒温时间 (h)	待用温度 ℃
铬钼低氢型	350 — 400	2	100 — 120
铬钼奥氏体低氢型	200 — 250	2	100 — 120
氧化铁、钛钙型	150 — 200	1	80 — 100
纤维素型	80 — 100	1	50 — 80

三、烘好的焊条领出后,超过 4 小时不用,应重新烘烤,且重烘次数不得超过两次。

- 第 2.2.10 条 焊丝使用前应进行清理、除油、除锈。
- 第 2.2.11 条 氩弧焊所用的氩气纯度应不低于 99.9%,且含水量不大于 50ml/立方米。

第三章 焊前准备

第一节 焊接工艺评定

- 第 3.1.1 条 焊接工艺评定的方法和内容执行《石油化工工程焊接工艺评定》(SHJ509－88)的规定。
- 第 3.1.2 条 焊接工艺评定前应参照表 3.1.2 拟定初步焊接工艺。

管子手工电弧焊工艺参数				表 3.1.2 － 1
壁厚 (mm)	坡口形 式	焊条直径(mm)	焊接电流(A)	电弧电压(V)
1.5 — 8.0	V	管子垂直固定		
		Φ 2.5	70 — 90	21 — 24
		Φ 3.2	105 — 125	21 — 24
		管子水平固定		
		Φ 2.5	70 — 90	21 — 24
		Φ 3.2	95 — 110	22 — 25
8 — 26	V	管子垂直固定		
		Φ 3.2	85 — 105	21 — 24
		Φ 4.0	125 — 150	22 — 25
		管子水平固定		
		Φ 3.2	85 — 105	21 — 24
		Φ 4.0	105 — 130	22 — 25
> 20	U	管子垂直固定		
		Φ 3.2	85 — 105	21 — 24
		Φ 4.0	125 — 150	22 — 25
		Φ 5.0	230 — 250	23 — 26
		管子水平固定		
		Φ 3.2	85 — 105	21 — 24
		Φ 4.0	105 — 125	22 — 25
		Φ 5.0	200 — 220	23 — 26

管子手工钨极氩弧焊工艺参数

表 3.1.2 - 2

钨极		焊丝直径 (mm)	焊接电 流 (A)	电弧电 压 (V)	氩气流 量 (l/min)	喷嘴到工件距 离 (mm)
牌号	直径 (mm)					
WTh15	Φ 3.0	Φ 2 - 2.5	55 - 125	10 - 12	10 - 15	8 - 10

第 3.1.3 条 焊接工艺评定合格后应编写焊接工艺评定报告(POR),经审查后作为编制焊接工艺的依据,存档备查。

第二节 焊工

第 3.2.1 条 凡参加铬钼钢管道焊接的焊工必须按劳动人事部颁发的《锅炉压力容器焊工考试规则》或《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GBJ236 - 82)第六章规定及业经评定合格的焊接工艺进行考试。考试合格的焊工方能承担相应项目的焊接施工任务。

第 3.2.2 条 凡进行焊接工艺评定的焊工,待工艺评定合格后则该焊工为相应项目的合格焊工。

第三节 坡口加工及检查

第 3.3.1 条 坡口型式及尺寸的选用应根据易于保证焊接质量、填充金属量少、熔合比小、便于操作等原则综合考虑。

若设计无规定时,可参照表 3.3.1 进行选用。

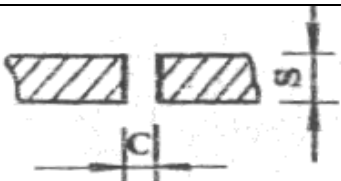
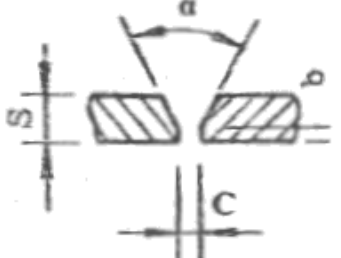
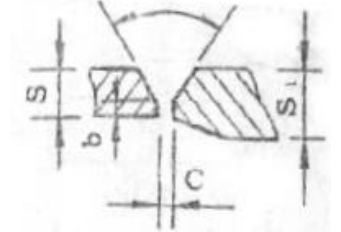
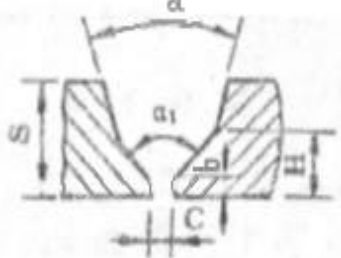
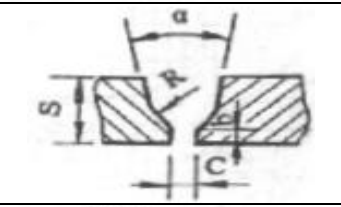
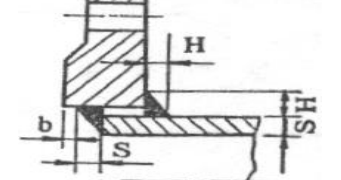
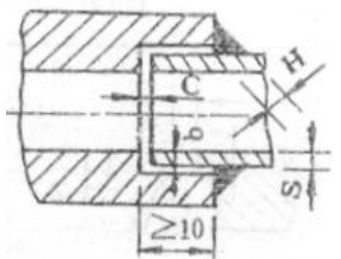
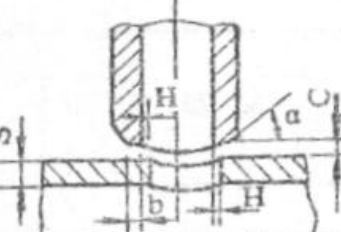
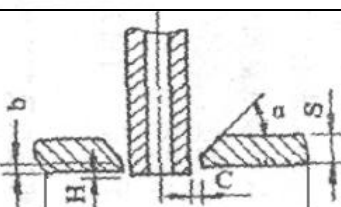
第 3.3.2 条 管子切割及坡口加工宜采用机械方法。当采用氧-乙炔火焰切割时,应清除溶渣、氧化皮,并将表面凹凸不平处打磨平整。

第 3.3.3 条 坡口加工后应进行外观检查。坡口表面不得有裂纹、分层等缺陷。

第 3.3.4 条 若设计要求对坡口表面进行无损探伤时,应执行现行标准《磁粉探伤》(JB3965 - 85)或《钢制压力容器》(GB150 - 89)附录 H。探伤范围为坡口及其两侧各 20 毫米处。

坡口型式和尺寸

表 3.3.1

接头名称	接头型式	壁厚 (mm) δ	H_1 (mm)	间隙 (mm) C	钝边 (mm) P	坡口角度		R (mm)
						α_1	α_2	
管子对接 I 型坡口		1~3	1.5 ± 0.5					
管子对接 V 型坡口		≤ 8 > 8		2 ± 0.5 2.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5 1.5 ± 0.5	$60^\circ \pm 5^\circ$ $60^\circ \pm 5^\circ$		
不等厚管子对 接 V 型坡口		≤ 8 > 8		2 ± 0.5 2.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5 1.5 ± 0.5	$60^\circ \pm 5^\circ$ $60^\circ \pm 5^\circ$		
管子对接双 V 型坡口		≥ 30	$\delta/3$	$+1.0$ 3 -0.5	1.5~2	$60^\circ \text{---} 70^\circ$	$50^\circ \text{---} 55^\circ$	
管子对接 U 型坡口		≥ 20		$+1.0$ 3 -0.5	1.5~2	$60^\circ \text{---} 70^\circ$		3~4
管子与平法兰 角接头			S	1~3				
管子承插角接 接头			S	2~3	0.5~1.0			
骑座式三通支 管坡口		≥ 4		2~3	1~2	$45^\circ \sim 55^\circ$		
插入式三通支 管坡口		≥ 4		1~3	1~2	$40^\circ \sim 50^\circ$		

第四节 组对与定位

第 3.4.1 条 壁厚相同的管子、管件组对,其内壁应做到平齐,内壁错边量不应超过壁厚的 10%,且不大于 1 毫米。

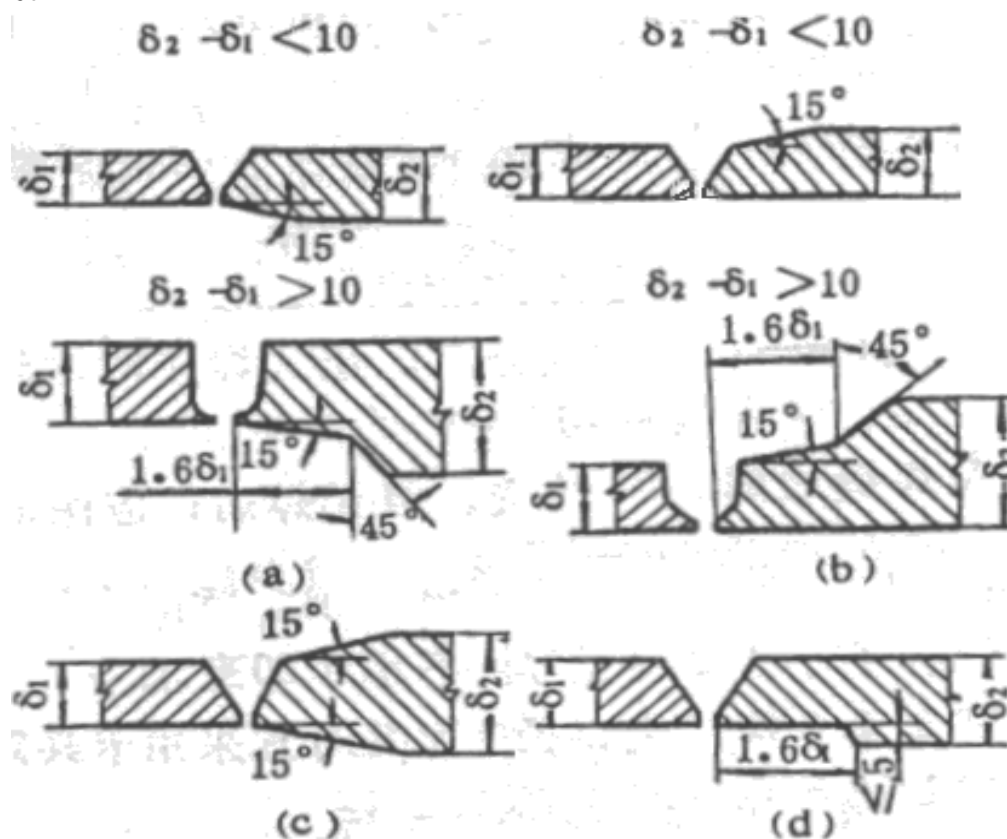
第 3.4.2 条 不同壁厚的管子、管件组对前壁厚差可按下列方法处理:

一、内壁尺寸不相等而外壁平齐时,可加工成图 3.4.2(a)的形式;

二、外壁尺寸不相等而内部平齐时,可加工成图 3.4.2(b)的形式;

三、内外壁尺寸均不相等时,可加工成图 3.4.2(c)的形式;

四、内壁尺寸不相等,厚度差不大于 5 毫米时,在不影响焊件强度的情况下,可加工成图 3.4.2(d)的形式。



(a)内壁尺寸不相等；(b)外壁尺寸不相等；
(c)内外壁尺寸均不相等；(d)内壁尺寸不相等的削薄

第 3.4.3 条 按第 3.4.2 条规定需要进行处理的管子 and 管件,可按下列方法进行加工:

一、壁厚差大于 2 毫米时可用车削加工；

二、壁厚差小于或等于 2 毫米时可用锉刀或手砂轮磨削。

第 3.4.4 条 焊前应将坡口及其边缘内外表面不小于 20 毫米范围内的油、漆、污、锈等清除干净。

第 3.4.5 条 管子组对时作为焊缝组成部分的定位焊缝应符合下列规定:

一、定位焊的焊接工艺应与正式焊焊接工艺相同;

二、定位焊缝的尺寸见表 3.4.5。

定位焊缝尺寸 (mm) 表 3.4.5

焊件厚度 S	焊缝高度	焊缝长度
≤ 4	< 3	6 — 10
> 4	$\leq 0.7S$ 且 ≤ 6	10 — 20

三、定位焊焊缝应均匀分布。正式焊接时,起焊点应在两定位焊缝之间。

四、定位焊缝应保证焊透,且无焊瘤;应保证熔合良好,且无焊接缺陷,发现裂纹等焊接缺陷时应及时消除。

五、为保证底层焊道成形好:减少应力集中,应将焊点两端形成缓坡。

六、正式焊接要求预热时,则定位焊缝也应按相同的要求预热,且取预热温度的上限。预热范围为从焊缝中心向两侧各不小于 3 倍壁厚,且不小于 50 毫米。

第 3.4.6 条 大口径厚壁管组对宜采用卡具定位。卡具如需与母材焊接时应符合下列规定:

一、卡具材料应与母材成分相近,其焊接材料、焊接工艺宜与正式焊接相同。

二、卡具焊接应预热,预热温度取正式焊接时预热温度的上限,预热范围不小于卡具以外三倍壁厚。且不小于 50 毫米。

三、卡具等附件的拆除应在热处理及耐压试验之前进行。热处理及耐压试验之后,不得在管道上焊接任何附件,否则应重新进行热处理及耐压试验;

四、卡具拆除宜用氧-乙炔切割或砂轮割除,不得用敲打法去除,以免损伤母材或产生裂纹。

五、卡具拆除后应修磨焊痕,并做渗透探伤。

第四章 焊接工艺

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 铬钼钢管道施工工艺要点如图 4.1.1 所示。

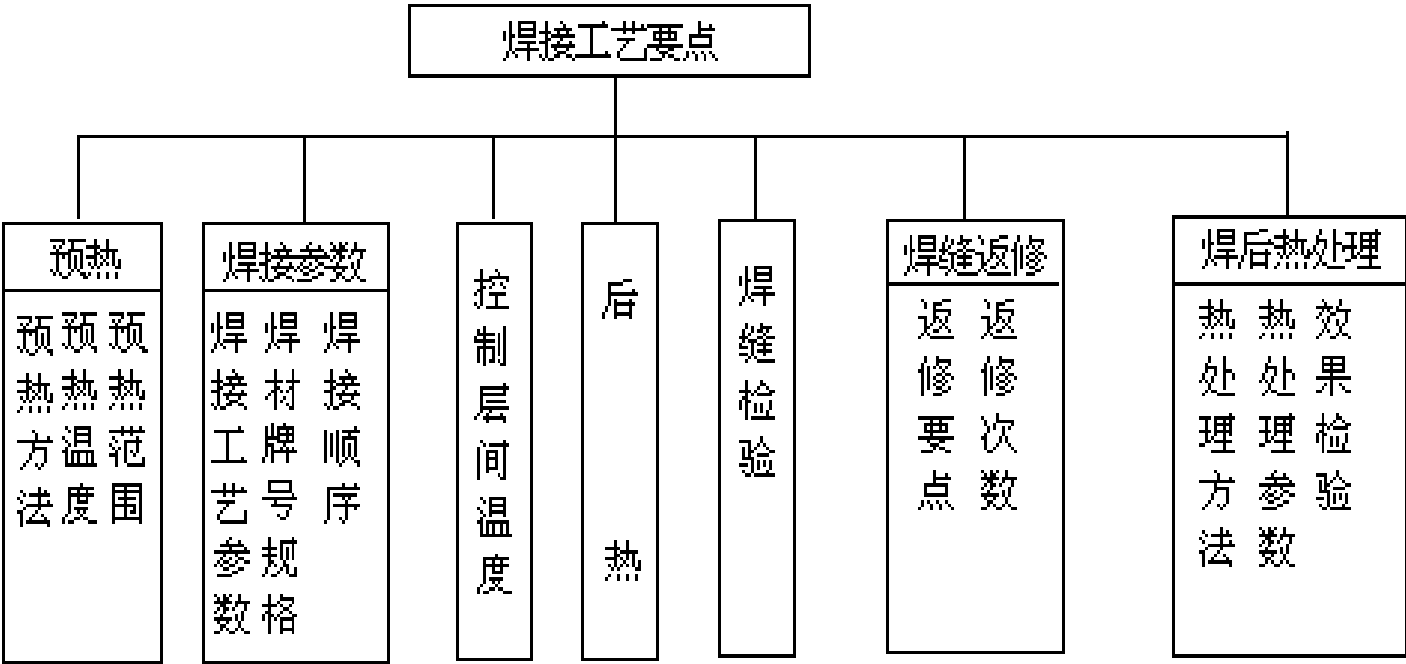


图4.1.1 焊接工艺要点

第 4.1.2 条 焊接环境条件应符合下列规定,否则应采取有效的防护措施。

- 一、环境温度不低于 0℃;
- 二、电弧焊时风速< 8 米/秒;TIG 焊时,风速< 2 米/秒;
- 三、相对湿度小于 90%;
- 四、无雨、雪天气。

第 4.1.3 条 焊接施工过程中及时填写焊接工作记录。表格见附表 2 — 1。

第二节 预热

第 4.2.1 条 管道施焊前应根据钢材的淬硬性、焊接环境、焊件刚性及焊接方法进行预热。

常用铬钼钢管道预热温度的选择见表 4.2.1。

常用铬钼钢管道预热温度 表 4.2.1

钢号	壁厚 (mm)	预热温度(℃)
12CrMo	≥ 15	150 ~ 200
15CrMo	≥ 12	150 ~ 250
ZG20CrMoV	≥ 6	250 ~ 350
12Cr1MoV	≥ 6	200 ~ 300
ZG15Cr1Mo1V	≥ 6	250 ~ 350
1Cr2Mo	≥ 6	250 ~ 350
12Cr2Mo	≥ 6	250 ~ 350
12Cr2MoWVTiB	≥ 6	250 ~ 350
12Cr3MoVSiTiB	≥ 6	250 ~ 350
1Cr5Mo	任意	250 ~ 350

注:若环境温度低于 0°C 时,预热温度取上限,且低于表中规定厚度也应进行 $50 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的预热。

第 4.2.2 条 预热方法宜采用电加热法,无条件时,也可采用火焰加热法。

第 4.2.3 条 预热应在坡口两侧均匀进行,防止局部过热。

第 4.2.4 条 预热范围是以对口中心线为基准两侧各不小于三倍壁厚,且不小于 50 毫米,见图 4.2.4。对 1Cr5Mo 等合金成分较高的管道其预热范围不小于 100 毫米。加热区以外的 100 毫米范围内应予以保温,以减小温度梯度。

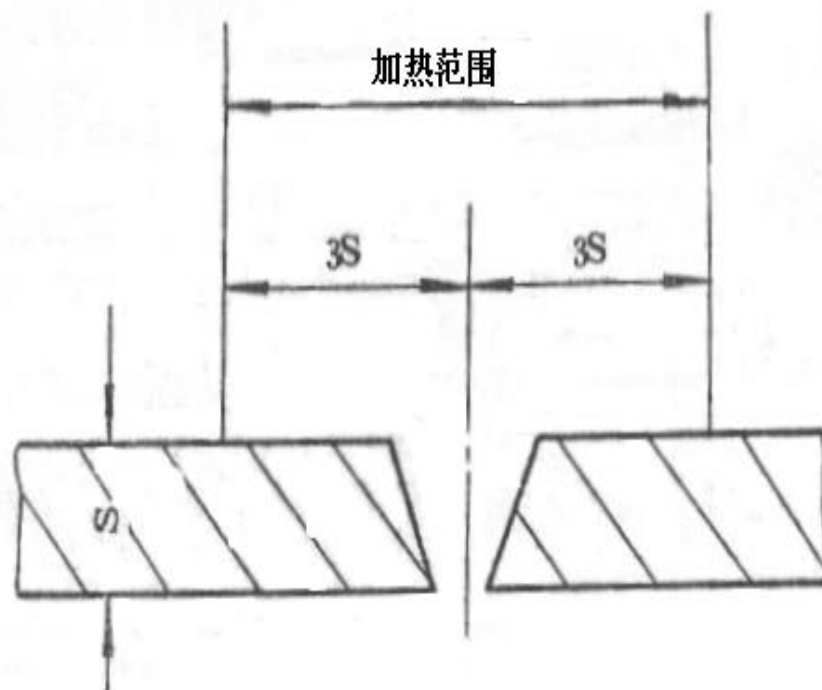


图 4.2.4 加热范围

第 4.2.5 条 异种钢焊接时,预热应按淬硬倾向大的一侧进行,且预热温度应取该钢种焊接时要求预热温度的下限。

铬钼耐热钢与奥氏体钢组成的焊接接头,奥氏体钢一侧不预热。

第 4.2.6 条 预热温度可用测温笔或触点式温度计进行测量。测量点应在整个圆周均匀分布。

第三节 焊接

第 4.3.1 条 铬钼耐热钢管道施焊前应编制焊接工艺说明书或焊接施工方案、经施工技术负责人审核、批准后实施。

第 4.3.2 条 管道的手工电弧焊、钨极氩弧焊应严格执行焊接工艺说明书的各项规定。

第 4.3.3 条 达到预热湿度后立即进行底层焊道的焊接,且应一次连续焊完。

底层焊道要求焊透、成型好,且厚壁管底层焊道焊肉厚度不得小于 3 毫米。

第 4.3.4 条 底层焊道宜采用钨极氩弧焊方法进行焊接,用奥氏体焊材焊接时,管内应充氩气保护。

第 4.3.5 条 底层焊道完成后一般应立即进行面层焊道的焊接,且应在保持预热温度的条件下,每条焊缝一次连续焊完。如中断焊接,应采取后热、缓冷等措施。再行焊接前应进行检查,确认无裂纹后方可按原工艺要求继续焊接。

第 4.3.6 条 多层焊时层间温度应等于或稍高于预热温度。每层的焊条接头处应错开。

第 4.3.7 条 多层焊时,其层数(n)一般符合下式规定:

$$n = \frac{S}{3.0} + 1$$

式中 n —— 焊层数;

S —— 管壁厚度(mm)。

第 4.3.8 条 焊口焊完后若不能及时进行焊后消除应力热处理时,应立即进行 300~350 °C, 15 ~ 30 分钟后热处理,然后保温缓冷。

第 4.3.9 条 钨极氩弧焊时所用的钨极直径应根据电流的大小进行选择。

不同规格的钨极,其许用电流范围见表 4.3.9。

钨极的许用电流(A) 表 4.3.9

钨极	Φ 2.5	Φ 3.0	Φ 4.0	Φ 5.0
钍钨极	75 — 110	100 — 160	140 — 250	320 — 375
钨极	比同直径的钍钨极电流增加 8%			

钨极端部应进行修整,其尺寸和形状参见图 4.3.9。

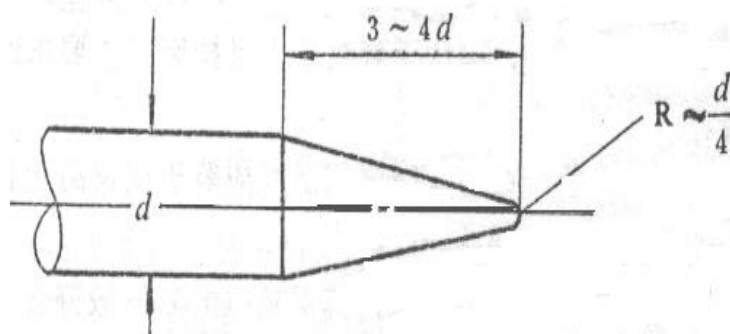


图 439 钨极端部尺寸和形状

第 4.3.10 条 安装管道冷拉口(预拉伸)所用的非焊工卡具需待焊口焊接和热处理完毕后方可拆除。

第四节 焊接检验

第 4.4.1 条 焊后首先对焊缝进行外观检查。检查前应将焊缝表面的熔渣、飞溅等清理干净。焊缝的外观质量应符合表 4.4.1 的规定:

焊缝的外观质量检查 表 4.4.1

焊缝外形尺寸			焊缝表面缺陷		
焊缝成型	焊缝余高 (mm)	焊缝每侧增宽 (mm)	裂纹 气孔 夹渣	咬边尺寸	
				深度 (mm)	长度 (mm)
与母材圆滑过渡	0 — 3	≤ 2	不允许	< 0.5	Σ l ≤ 10%L

表中 Σ l : 焊缝两侧咬边的累积长度。

L : 焊缝总长。

第 4.4.2 条 管道焊缝无损探伤数量和内部质量标准应按设计规定执行。若设计无规定时,应按下列要求进行。

一、管道分类

管道分类 表 4.4.2 — 1

材质	工作温度	工作压力(兆帕)			
		I	II	III	IV
铬钼钢	≥ 450 °C	任意			
	< 450 °C	≥ 9.81	> 3.93 ~ 9.81	> 1.57 ~ 3.93	≤ 1.57

注： 1.剧毒介质的管道为 I 类管道;
2.除 I 类管道外,有毒介质,甲、乙类火灾危险物质的管道均应升一类。

二、无损探伤数量执行表 4.4.2-2 的规定:

管道焊缝无损探伤数量 表 4.4.2 — 2

管道类别	探伤数量(%)
I 类管道及 II 类管道固定焊口	100
III类管道固定焊口	40
II 类及 III类管道的转动焊口	15
IV类管道固定焊口	10
IV类管道转动焊口	5

三、管道焊缝无损探伤方法宜采用射线探伤法。执行《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》(GB3323 — 87)附录 E 的规定,合格等级为 II 级。

若壁厚超过 21 毫米或其它原因也可采用超声波探伤方法。

四、若选用超声波探伤时,应对超声波探伤的部位做射线探伤复验。复验长度为探伤长度的 20%,且不小于 300 毫米或一个焊口。

五、超声波探伤方法和评定标准为:《锅炉和钢制压力容器对接焊焊缝超声波探伤》(JB1152-81) I 级合格。

第 4.4.3 条 规定进行局部无损探伤的管道,每条管线,每个焊工均应按规定比例进行抽查。

若探伤结果不合格时,除对不合格焊缝进行返修外,尚应对被查焊工所焊同类焊缝按原定比例加倍探伤。若仍有不合格者,则应对该焊工在该管线上的全部焊缝进行探伤。

第五节 焊缝返修

第 4.5.1 条 要求焊后热处理的管道,焊缝返修应在热处理前进行。
若热处理后还需返修,返修后应再做热处理。

第 4.5.2 条 焊缝返修程序见图 4.5.2 。

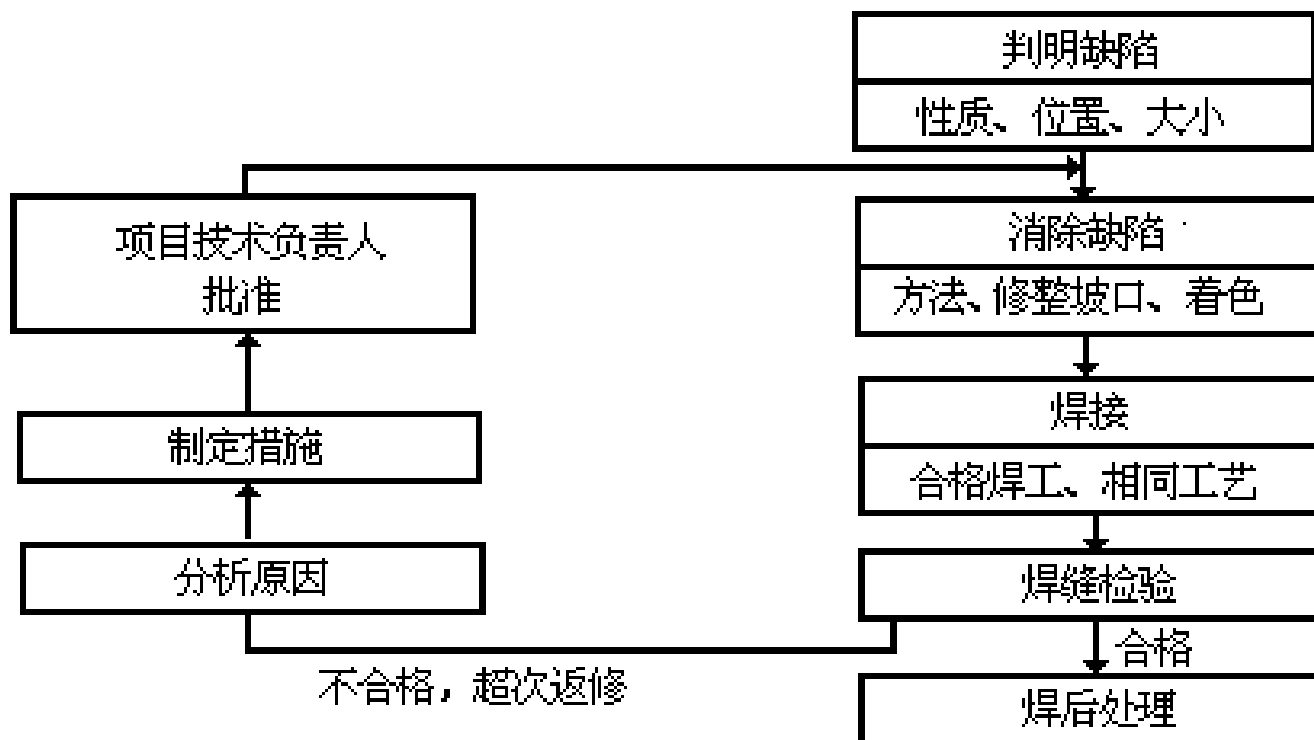


图4.5.2 焊缝返修程序

第 4.5.3 条 缺陷消除可采用砂轮打磨或探弧气刨方法。磨槽或刨槽需修整成适合补焊的形状,并经着色检验确认缺陷已被清除后方可补焊。

第 4.5.4 条 返修时采用与正式工程相同的焊接工艺,且取预热温度的上限,预热范围也应适当扩大。

第 4.5.5 条 返修部位应按原探伤方法进行检验,以无超过原订标准的缺陷为合格。

第 4.5.6 条 同一部位的返修次数不应超过两次。若超次返修应分析原因、制定措施,并经施工单位项目技术负责人批准。

第 4.5.7 条 返修部位、次数及检验结果均应记入标有焊缝位置的单线图中。

第六节 焊后热处理

第 4.6.1 条 管道的焊后热处理应按设计要求进行。若设计无具体要求时,按本规程执行。

第 4.6.2 条 管道的焊后热处理宜采用电加热法。在热处理过程中应能准确地控制加热温度,且使焊件温度分布均匀。

第 4.6.3 条 热处理的加热范围以焊缝中心为基准,两侧各不小于焊缝宽度的三倍,且不小于 25 毫米,加热区以外的 100 毫米范围应予保温。见图 4.6.3。

第 4.6.4 条 焊后热处理温度应低于母材供货状态下的原回火温度。焊后热处理的规范参数见表 4.6.4。

第 4.6.5 条 加热应均匀。恒温时,在加热范围内任意两点温差应低于 50 °C。

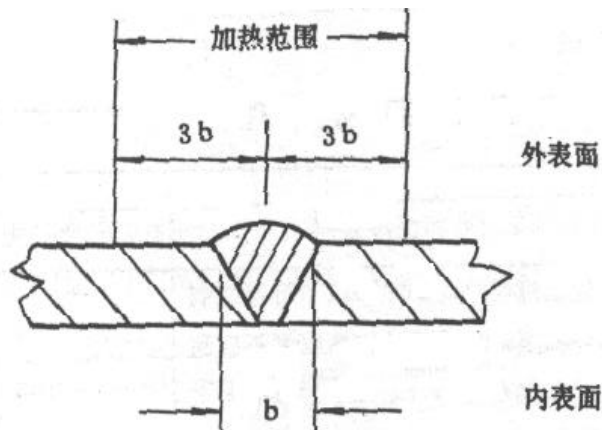


图 4.6.3 加热范围

第 4.6.6 条 温度控制准确,热处理过程中恒温温度偏差不应超过 $\pm 25^{\circ}\text{C}$,且不超过热处理的温度范围。

第 4.6.7 条 测温宜采用热电偶,并用自动记录仪记录热处理曲线。测温点在加热区域内,且不少于两点。

第 4.6.8 条 焊接接头的热处理质量应用硬度测定法进行检查,内容见表 4.6.8。

第 4.6.9 条 不同铬钼钢之间的焊接接头或铬钼钢碳素铝的焊接接头其热处理温度应按合金含量高者的下限。

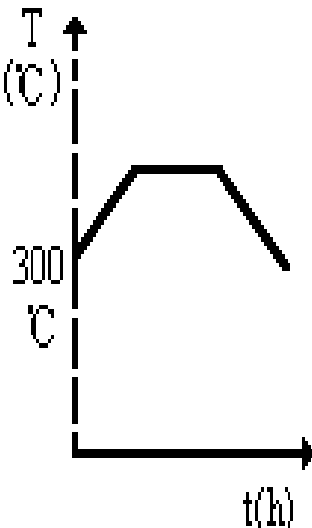
焊后热处理温度见附表 1-1。

第 4.6.10 条 不同厚度焊件组成的焊接接头焊后热理按厚者进行。

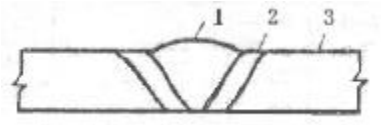
第 4.6.11 条 焊后热处理完成后,应对热处理焊口的 10%做超声波探伤和渗透检验,以无裂纹为合格。

第 4.6.12 条 管道热处理后应及时填写《管道热处理记录》格式见附表 2-2。

焊后热处理参数 表 4.6.4

参数	内容			热处理曲线
升温速度	1.升温过程中对 300 °C以下可不控制 2.升温至 300 °C后,加热速度不应超过 220*25/s (°C/h), 且不大于 220 °C/h （式中：s 为壁厚，mm)			
热处理温度	钢号	壁厚(mm)	温度 (°C)	
	12CrMo	≥ 20	650~700	
	15CrMo	≥ 10	650~700	
	ZG20CrMoV	≥ 6	720~750	
	12Cr1MoV	≥ 6	720~750	
	ZG15Cr1Mo1V	≥ 6	720~750	
	1Cr2Mo	≥ 6	720~750	
	12Cr2Mo	任意厚度	720~750	
	12Cr2MoWVTiB	任意厚度	750~780	
	12Cr3MoVSiTiB	任意厚度	750~780	
	1Cr5Mo	任意厚度	750~780	
恒温时间	每毫米壁厚恒温时间 3 分钟,且不少于 30 分钟。			
冷却速度	1.恒温后的冷却速度不应超过 275 米 25/s(°C/h) ， 且不大于 275 °C/h 。 2.300 °C以下自然冷却。			

热处理后硬度测定 表 4.6.8

项目	内容
检查焊口数量	管子外径大于 57mm 时，检查热处理焊口总数 10%；管外小于或等于 57mm 时，检查热处理焊口总数的 5%。且不少于一个焊口
硬度测定	每个焊口不少于一处每处三点。如图所示  1.焊缝；2.热影响区；3.母材
合格标准	焊缝硬度一般不超过母材布氏硬度 HB+100 ； 当含 Cr ≥ 2%时，HB ≤ 300
不合格处理	硬度值超过规定，加倍检查。仍不合格重新热处理，并做硬度测定

第五章 工程验收

第 5.0.1 条 水压试验前、由建设单位与施工单位对下列各项内容进行复查并签证:

- 一、管道焊接施工是否与设计文件相符;
- 二、管道焊接施工质量是否符合本规程及其它相关标准规范;
- 三、管道施焊记录是否正确、齐全;

第 5.0.2 条 工程交工验收时,施工单位应提交下列技术文件:

- 一、标有焊缝位置的单线图;
- 二、设计变更及材料代用联络单;
- 三、现场管道焊接工作记录:(附表 2 — 1)。
- 四、管道热处理记录;(附表 2 — 2)。
- 五、管材、管件及焊接材料的合格证明书或复验报告。

附录一 常用数据表

附表 1 — 1 焊接异种钢的焊条（焊丝）及焊后热处理温度推荐表

焊条		焊丝	热处理温度(°C)
1.J426 ， J427	7.R407	a — H08MnA …… a ' — TIG — J50	A — 一般不处理
J506 ， J507	8.R347	b — H08CrMo …… b ' — TIG — R10	B — 620~670
2.R107	9.R417	c — H13CrMo …… c ' — TIG — R30	C — 650~700
3.R207	10.R507	d — H08CrMoV …… d ' — TIG — R31	D — 720~750
4.R307	11.A302 ， A307	e — H08Cr2Mo1 …… e ' — TIG — R40	E — 750~780
5.R317	A402 ， A407	f — H08Cr2MoVNB	
6.R327	12.A132 ， A137	g — H1Cr5Mo	
		h — H1Cr24Ni13	
		H1Cr26Ni21	
		i — H1Cr19Ni9Nb	

C		1 — a — A													
C-Mo	16Mo	1 — a — B	2 — b — B												
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	12CrMo	1 — a — C	2 — b — C	3 — c — C											
1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	15CrMo	1 — a — C	2 — b — C	3 — c — C	4 — c — C										
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ MoV	ZG20CrMoV	1 — a — D	2 — b — D	3 — c — D	4 — c — D	5 — d — D									
1Cr- $\frac{1}{2}$ MoV	12Cr1MoV	1 — a — D	2 — b — D	3 — c — D	4 — c — D	5 — d — D	5 — d — D								
1Cr-1MoV	ZG15Cr1Mo1V	1 — a — D	2 — b — D	3 — c — D	4 — c — D	5 — d — D	5 — d — D	6 — d — D							
2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	1Cr2Mo	1 — a — D	2 — b — D	3 — c — D	4 — c — D	5 — d — D	5 — d — D	6 — d — D	7 — e — D						
$2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	12Cr2Mo	1 — a — D	2 — b — D	3 — c — D	4 — c — D	5 — d — D	5 — d — D	6 — d — D	7 — e — D	7 — e — D					
2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-VW	12Cr2MoWVB	1 — a — E	2 — b — E	3 — c — E	4 — c — E	5 — d — E	5 — d — E	6 — d — E	7 — e — E	7 — e — E	8 — f — E				
3Cr-1Mo-VTi	12Cr3MoVSiTiB	1 — a — E	2 — b — E	3 — c — E	4 — c — E	5 — d — E	5 — d — E	6 — d — E	7 — e — E	7 — e — E	8 — f — E	9 — f — E			
5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	1Cr5Mo	1 — a — E	2 — b — E	3 — c — E	4 — c — E	5 — d — E	5 — d — E	6 — d — E	7 — e — E	7 — e — E	8 — f — E	9 — f — E	10 — g — E		
18Cr-8Ni	1Cr19Ni9	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	11 — h — A	12 — i — A	
钢的公称成分	国产钢材牌号	C	C-Mo	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ MoV	1Cr- $\frac{1}{2}$ MoV	1Cr-1MoV	2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	$2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo	2Cr- $\frac{1}{2}$ Mo-VW	3Cr-1Mo-VTi	5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	18Cr-8Ni	

注：表中 a '、b '、c '、d '、e ' 焊丝为能源部开发的专用氩弧焊丝，可分别对应于 a、b、c、d、e 焊丝使用。

铬—钼耐热钢焊条熔敷金属化学成分和力学性能 附表 1 — 2

焊条型号		统一 编号	化学成分 (%)										抗拉强度 σ_b		屈服强度 σ_s		延伸率 δ_5				
新型号	原型号		C	Mn	Si	S、P	Cr	Mo	W	V	Nb	B	MPa	kgf/mm ²	MPa	kgf/mm ²	%				
E5015-A1	TRMo-7	R107	≤ 0.12	≤ 0.90	≤ 0.60	≤ 0.035		0.40~ 0.65					≥ 490	≥ 50	≥ 392	≥ 40	≥ 22				
E5016-A1					≤ 0.80																
E5018-A1																					
E5515-B1	TRCrMo-7	R207	0.05 ~ 0.12	≤ 0.90	≤ 0.60	≤ 0.035	0.40~ 0.65						≥ 540	≥ 55	≥ 441	≥ 45	≥ 17				
E5516-B1					≤ 0.80																
E5518-B1																					
E5515-B2	TRCr1Mo-7	R307	0.05 ~ 0.12	≤ 0.90	≤ 0.60	≤ 0.035	1.00~ 1.50	0.40~ 0.65					≥ 540	≥ 55	≥ 441	≥ 45	≥ 17				
E5516-B2					≤ 0.80																
E5518-B2																					
E5500-B2-V	TRCr1MoV-7	R317	0.05	0.70~	≤ 0.60	≤ 0.035	1.00~	0.40~		0.10~			≥ 540	≥ 55	≥ 441	≥ 45	≥ 17				
E5515-B2-V			~ 0.12	1.10			1.50	0.65		0.35											
E5515-B2-VW	TRCr1MoVW-7	R327	0.05 ~ 0.12	≤ 0.90	≤ 0.60	≤ 0.035	1.00~ 1.50	0.70~ 1.00	0.25~ 0.50	0.20~ 0.35											
E5515-B2-VW	TRCr1MoVWB-7	R347		≤ 0.90			1.50~ 2.50	0.30~ 0.80	0.20~ 0.60	0.20~ 0.60											
E6015-B3	TRCr3Mo1-7	R407					0.50~ 0.90	≤ 0.60	≤ 0.035	2.00~	0.90~					≥ 590	≥ 60	≥ 530	≥ 54	≥ 15	
E6016-B3					2.50	1.20															
E6016-B3-VN	TRCr3Mo1VNB-7	R417	≤ 0.12	0.50~ 0.90	≤ 0.50	≤ 0.035	2.40~ 3.00	0.70~ 1.00		0.25~ 0.50	0.35~ 0.65		≥ 540	≥ 55			≥ 14				
E0-5MoV-15	TRCr5Mo1-7	R507	≤ 0.12	0.50~ 0.90	≤ 0.50	≤ 0.035	4.50~ 6.00	0.40~ 0.70		0.10~ 0.35			≥ 540	≥ 55			≥ 14				
E1-23-13-15	TB25-13-7	A307	≤ 0.15	1.00~ 2.5	≤ 0.75	≤ 0.03	22.0~ 25.0	≤ 0.5	Ni12~ 14				≥ 550	≥ 56			≥ 25				
E2-26-21-15	TB25-20-7	A407	≤ 0.20	1.00~ 2.50	≤ 0.75	≤ 0.03	25.0~ 28.0	≤ 0.5	Ni20~ 22.5	Cu ≤ 0.5			≥ 550	≥ 56			≥ 25				
Ni307		Ni307	≤ 0.05				~15	2~6	Ni~70		3~5	Fe ≤ 7	685~785	70~80			30~40				

铬—钼耐热钢焊丝的化学成分

附表 1 — 3

焊丝牌号	化学成分(%)									标准号
	C	Mn	Si	S、P	Cr	Mo	Ni	V	Ti	
H08CrMo	≤ 0.10	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.60	≤ 0.30			GB1300-77
H13CrMo	0.11 ~ 0.16	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.60	≤ 0.30			GB1300-77
H08CrMoV	≤ 0.10	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	1.00 ~ 1.30	0.50 ~ 0.70	≤ 0.30	0.15 ~ 0.35		GB1300-77
H08Cr2Mo1	≤ 0.10	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.20				YB/Z11-76
H08Cr2MoVNb	≤ 0.10	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	2.20 ~ 2.60	0.60 ~ 0.800		0.20 ~ 0.35	Nb0.2 ~ 0.5	
H1Cr5Mo	≤ 0.12	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.030	4.00 ~ 6.00	0.40 ~ 0.60	≤ 0.30			GB1300-77
H1Cr24Ni13	≤ 0.12	1.00 ~ 2.00	0.30 ~ 0.70	S ≤ 0.020 P ≤ 0.030	23.0 ~ 26.0		12.0 ~ 14.0			GB4242-84
H1Cr26Ni21	≤ 0.15	1.00 ~ 2.00	0.20 ~ 0.50	S ≤ 0.020 P ≤ 0.030	24.0 ~ 27.0		17.0 ~ 20.0			GB4242-84
TIG-R10	≤ 0.06	0.90 ~ 1.10	0.45 ~ 0.65	≤ 0.015		0.45 ~ 0.60			0.03 ~ 0.06	上海电力 修造总厂 标准
TIG-R30		0.80 ~ 1.10	0.45 ~ 0.65	≤ 0.015	1.05 ~ 1.25	0.45 ~ 0.60			0.03 ~ 0.06	
TIG-R31		0.80 ~ 1.00	0.30 ~ 0.50	≤ 0.015	1.00 ~ 1.20	0.40 ~ 0.50		0.20 ~ 0.35	0.03 ~ 0.06	
TIG-R40		0.80 ~ 1.00	0.30 ~ 0.50	≤ 0.015	2.20 ~ 2.40	1.00 ~ 1.10			0.03 ~ 0.06	

国内外铬—钼耐热钢管材(钢号)对照表

附表 1 — 4

	中国	美国	日本	西德
	GB YB	ASME	JIS	DIN
$\frac{1}{2}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$	12CrMo	A214-T A335-P	STBA-20	13CrMo44 (1.7335)
$1\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$	15CrMo	A213-T A345-P	STBA-22 STFA-22 STPA-22	16CrMo44 (1.7337)
$1\frac{1}{4}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$		A199 — T11 A213 — T11	STBA-23 STFA-23 STPA-23	
$\frac{1}{2}\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{MoV}$	12CrMoV			
$1\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{MoV}$	12CrMoV			13CrMoV42 (1.7709)
Cr-1Mo	12Cr1Mo			
Cr-2Mo	12Cr2Mo	A199-T22 A213-T22 A200-T22 A335-P22	SYBA-24 STFA-24 STPA-24	10CrMo910 (1.7380)
$5\text{Cr} - \frac{1}{2}\text{Mo}$	1Cr5Mo	A199-T5 A213-T5 A200-T5 A335-T5	STBA-25 STFA-25 STPA-25	12CrMo195 (1.7862)

国内外铬－钼耐热钢管材化学成分和力学性能对照表 附表 1－5

材料分类	钢号	国别	化学性能(%)								力学性能				
			C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	V	抗拉强度σ _b		屈服强度σ		δ ₅ %
											MPa	kgf/mm ²	MPa	kgf/mm ²	
$\frac{1}{2}\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	12CrMo	中	≥ 0.15	0.40 ~ 0.70	0.20 ~ 0.40			0.40 ~ 0.70	0.40 ~ 0.55		≥ 412	≥ 42	≥ 245	≥ 25	21
	A214-T2 A335-P2	美	0.10 ~ 0.20	0.30 ~ 0.61	0.10 ~ 0.30	≤ 0.045	≤ 0.045	0.50 ~ 0.81	0.44 ~ 0.65		≥ 372	≥ 38	206	≥ 21	30
	STBA20	日													
	13CrMo44	德	0.10 ~ 0.18	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	≤ 0.040	≤ 0.040	0.70 ~ 1.00	0.40 ~ 0.50		441 ~ 569	45 ~ 58	≥ 275	≥ 28	22
$1\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	15CrMo	中	0.12 ~ 0.18	0.40 ~ 0.70	0.20 ~ 0.40			0.80 ~ 1.10	0.40 ~ 0.55		≥ 441	≥ 45	≥ 255	≥ 26	21
	A213-T12 A345-P12	美	≤ 0.15	0.30 ~ 0.51	≤ 0.50	≤ 0.045	≤ 0.045	0.80 ~ 1.25	0.44 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	20
	STBA22,STPA22	日	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	0.80 ~ 1.25	0.45 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	30 (纵) , 25(横)
	STFA22														
	16CrMo44	德	0.13 ~ 0.20	0.50 ~ 0.80	0.15 ~ 0.35	≤ 0.035	≤ 0.035	0.90 ~ 1.20	0.40 ~ 0.50	Ni ≤ 0.40					
$1\frac{1}{4}\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	A199-T11,A200-T11 A213-T11,A335-P11	美	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 1.00	≤ 0.030	≤ 0.030	1.00 ~ 1.50	0.44 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	20
	STBA22,STPA22	日	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	0.80 ~ 1.25	0.45 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	30 (纵) , 25(横)
	STFA22														
$1\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}-\text{V}$	12Cr1MoV	中	0.08 ~ 0.15	0.40 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37			0.90 ~ 1.20	0.25 ~ 0.35	0.15 ~ 0.30	≥ 471	≥ 48	≥ 255	≥ 26	21
	ZG20CrMoV	中	0.08 ~ 0.25	0.40 ~ 0.70	0.17 ~ 0.37			0.90 ~ 1.20	0.50 ~ 0.70	0.20 ~ 0.30	≥ 490	≥ 50	≥ 314	≥ 32	
	13CrMoV42	德													
$2\frac{1}{2}\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	Cr2Mo	中	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 1.00	≤ 0.030	≤ 0.035	2.15 ~ 2.85	0.44 ~ 0.65		≥ 392	≥ 40	≥ 177	≥ 18	22
	A119-T4	美	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 1.00	≤ 0.030	≤ 0.030	2.15 ~ 2.85	0.44 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 177	≥ 18	30
$2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$	15Cr2Mo	中	0.80 ~ 0.15	0.40 ~ 0.70	≤ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.25		451 ~ 598	≥ 46 ~ 61	≥ 284	≥ 29	20
	A119-T22,A200-T22	美	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.030	≤ 0.030	1.90 ~ 2.60	0.87 ~ 1.13		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	20
	A213-T12,A335-T22														
	STBA24,STPA24	日	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.030	≤ 0.030	1.90 ~ 2.60	0.87 ~ 1.13		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	30 (纵) , 25(横)
	STFA24														
	10CrMo910	德	≤ 0.15	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.50	≤ 0.040	≤ 0.040	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.20		441 ~ 569	45 ~ 58	≥ 265	≥ 27	20
$5\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	1Cr5Mo	中	≤ 0.15	≤ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.030	≤ 0.035	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.60	392	392 ~ 589	40 ~ 60	≥ 196	≥ 20	22
	A199-T5,A200-T5	美	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.030	≤ 0.030	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	20
	A213-T5,T50,A355-T5,T50														
	STBA25,STPA25	日	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	≤ 0.50	≤ 0.030	≤ 0.030	4.00 ~ 6.00	0.45 ~ 0.65		≥ 412	≥ 42	≥ 206	≥ 21	30 (纵) , 25(横)
	STFA25														
	12CrMo195	德	≤ 0.15	0.30 ~ 0.60	0.30 ~ 0.50	≤ 0.035	≤ 0.035	4.50 ~ 5.50	0.45 ~ 0.65		579 ~ 726	59 ~ 74	≥ 382	≥ 39	17

国内外铬—钼耐热钢管常用焊接材料对照表 附表 1 — 6

材料公称成分	焊接材料	中国		美国	日本		瑞典	德国		英国
		GB(型号)	统一牌号	AWS	JIS	KOBE STEEL	ESAB	DIN		BS
C-Mo	焊条	E5015-A1	R107	E7015-A1	DT1216	CMA-76	OK74.41	ETiMo22	SH Schwarz	E614
		E5016-A1	R106	E7016-A1		CMB-76	OK74.46		3TR	(MoR)
	焊丝	H08CrMo		ER80-SD2		TGS-M	OKTigrod13.09*	SGMo*	Union — 1Mo, DMo-1G*	A30
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo	焊条	E5515-B1	R207	E8013-B1,E8016-B1	DT1216	CMB-83				E217
		E5516-B1	R206	E8018-B1		CMB-86				
	焊丝	H13CrMo		ER80S-B2,ER80S-B2L		TGS-CM				
$1\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	焊条	E5515-B2	R307	E8013-B2,E8015-B2	DT2313	CMB-93	OK76.18	ETiCrMo125	SH Kupfer 1TR	E214
		E5516-B2	R306	E8016-B2,E8018-B2	DT2316	CMB-96		ETiCrMo126 ETiCrMo129	SH Kupfer 1K	
	焊丝	H13CrMo		ER80S-B2,ER80S-B2L		TGS-1CM	OKTigrod13.12*	SGCrMo1*	Union1CrMo,D CMS-1G*	A32
$\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ MoV $1\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{MoV}$	焊条	E5515-B2V	R317	E10016-G		CMV-106				E614
	焊丝	H08CrMoV						SGMoV*	DMV83-1G*	
1Cr-1MoV	焊条	E5515-B2-VW	R327	E9015-G,E10016-G		CMV-106			SH Kufer 3KC SH Kufer 3K	E614
	焊丝	H08CrMoV						SGMV*	DMV83-1G*	
$2\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$ $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$	焊条	E6015-B3	R407	E9015-B3,E9016-B3	DT2416	CMA-106	OK76.28	EKbCrMo229	SH Chromo2ks	E614
		E6016-B3		E9018-B3	DT2418	CMA-108				E914
	焊丝	H08Cr2Mo1		ER90S-B3,ER90S-B-B3L		TGS-2CM				A33
$2\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo-VW}$	焊条	E5515-B3-VWB	R347							
	焊丝	H08Cr2MoVNB								
3Cr-1Mo-VTi	焊条	E5515-B3-VNB	R417			CM-3				
	焊丝	H08Cr2MoVNB				TGS-3CM		SGCrMo2*	Union1CrMo910,CM2-1G*	
$5\text{Cr}-\frac{1}{2}\text{Mo}$	焊条	E1-5MoV-15	R507	E8016-B5,E502-16	DT2516	CM-5	OK76.35			E615
	焊丝	H1Cr5Mo				TGS-5CM		SGCrMo5	CM5-1G*	
25Cr-13Ni	焊条	E1-23-13-16	A302	E309-16	D309-16	NC-39	OK67.62	E22 12 R26	TEWD	
		E1-23-13-15	A307	E309-15	D309-15		OK67.75	E22 12 B20+	TEWDW	
	焊丝	H1Cr224Ni13	SH S820	ER309	Y309	TGS-309		SG-X12CrNi 2212	TEWD/SG	
25Cr-20Ni	焊条	E2-26-21-16	A402	E310-16	D310-16	NC-30	OK67.15	E25 20 R26	TEWC	
		E1-26-21-15	A407	E310-15	D310-15	E	25	E25 20 B20+	TEWC W	
	焊丝	H1Cr26Ni21	SH S830	ER310	Y310	TGS-310		SG-X12CrNi2 520	TEWC/SG	
镍基	焊条		Ni-307	ENiCrFe-1	DNiCrFe-1J15 DNiCrFe1	NIC-70A NIC-70AH				
			Ni-307B	ENiCrFe-3	DNiCrFe3-15 DNiCrFe3-16	NIC-703A NIC-703D	OK92.25 OK92.26	EL-NiCr19Nb EL-NiCr16FeMn	TEW Nicro182	
焊材	焊丝			ERNiCr-3		TGS-70NCb		SG-NiCr20Nb	TEW Nicro82/SG	

注:"*"表示焊材牌号选自西德 《BOHLER WELDING GUIDE》

附录二施工及验收记录

管道焊接工作记录(格式)

附表 2 — 1

单位工程名称:_____

分部分项工程名称:_____ 年 月 日

管线号	焊缝编号	规格	材质	焊接方法	焊接材料	预热温度 ℃	探伤检查结果及证件号	焊工姓名及代号

部门负责人: 技术负责人: 质量检验员: 施工人员:

焊后热处理记录(格式)

附表 2 — 2

年 月 日

工程编号:		工程名称:					
管线号:		规格:					
热处理位置:		材质:					
技术要求:							
热处理办法:							
热处理情况							
序号	升温速度 °C/h	恒温		降温速度 °C/h	硬度		
		°C	时间 (h)		焊缝	热影响区	报告单号
升降温曲线图:							
技术负责人:		质量检查员:		施工班组长:			

附录三 用词说明

本规程条文中要求严格程度的用词,在执行时按下述说明区别对待:

(一)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(二)表示严格,正常情况下应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(三)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

本规程主编单位和主要起草人

主编单位:中国石油化工总公司北京燕山石油化工公司建筑安装工程公司

主要起草人:田淑珍 戴群 沈学明