

ICS 23.040
P 72
备案号: J1775-2014



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3517—2013
代替 SH/T 3517—2001

石油化工钢制管道工程施工技术规程

Technical specification for construction of steel piping
in petrochemical industry

2013-10-17 发布

2014-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	2
4 施工准备	3
4.1 技术准备	3
4.2 现场准备	5
4.3 材料及施工机具准备	5
5 材料验收	5
5.1 一般规定	5
5.2 管道组成件及支承件的验收	5
5.3 焊接材料验收	6
6 管道预制	6
6.1 一般规定	6
6.2 管道切割及加工	8
6.3 管道组对、预组装	9
6.4 夹套管预制	10
6.5 管道支、吊架制作	11
7 管道焊接	12
7.1 一般规定	12
7.2 焊接材料	12
7.3 焊前准备	13
7.4 焊接工艺要求	15
7.5 焊后热处理	17
7.6 焊接质量检验	19
8 管道安装	21
8.1 一般规定	21
8.2 埋地管道安装	23
8.3 仪表件安装	24
8.4 与转动机器连接的管道安装	25
8.5 伴管安装	25
8.6 夹套管安装	26
8.7 高温、高压管道安装	26
8.8 非金属衬里管道安装	26
8.9 阀门安装	27

8.10	补偿器安装	27
8.11	安全附件安装	28
8.12	管道静电接地安装	28
8.13	管道支、吊架安装	29
9	管道系统压力试验	29
9.1	一般规定	29
9.2	管道系统压力试验	31
9.3	真空度试验及泄漏试验	31
10	管道系统吹扫和冲洗	32
10.1	一般规定	32
10.2	水冲洗	33
10.3	空气吹扫	33
10.4	蒸汽吹扫	33
11	脱脂与化学清洗	34
11.1	脱脂	34
11.2	化学清洗	35
12	管道工程文件移交	35
	附录 A (资料性附录) 常用有毒介质、可燃介质	36
	本规程用词说明	37
	附: 条文说明	39

Contents

Foreword	V
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 General	2
4 Preparations for construction	3
4.1 Technical preparation	3
4.2 Field preparation	5
4.3 Preparations for material and construction equipment	5
5 Material inspection	5
5.1 General requirements	5
5.2 Acceptance inspection of pipe fittings and piping support	5
5.3 Inspection of welding material	6
6 Piping prefabrication	6
6.1 General requirements	6
6.2 Piping cutting and fabrication	8
6.3 Piping assembly and pre-assembly	9
6.4 Jacket piping fabrication	10
6.5 Fabrication of piping supports and hangers	11
7 Piping welding	12
7.1 General requirements	12
7.2 Welding materials	12
7.3 Pre-welding preparation	13
7.4 Requirements of welding process	15
7.5 Post-weld heat treatment	17
7.6 Welding quality inspection	19
8 Piping installation	21
8.1 General requirements	21
8.2 Underground piping installation	23
8.3 Instruments erection	24
8.4 Installation of piping connected with rotating equipment	25
8.5 Tracer installation	25
8.6 Jacket piping installation	26
8.7 High-temperature and high-pressure piping installation	26
8.8 Lined piping installation	26
8.9 Valve installation	27

8.10	Installation of expansion joints	27
8.11	Installation of safety accessories	28
8.12	Installation of piping electrostatic grounding	28
8.13	Installation of piping supports and hangers	29
9	Pressure test of piping system	29
9.1	General requirements	29
9.2	Pressure test of piping system	31
9.3	Test of vacuum and leakage	31
10	Blow-out and flushing of piping system	32
10.1	General requirements	32
10.2	Water flushing	33
10.3	Air blow-out	33
10.4	Steam blow-out	33
11	Degreasing and chemical flushing	34
11.1	Degreasing	34
11.2	Chemical flushing	35
12	Hand-over of piping work	35
Annex A (Informative)	Common toxic medium, flammable medium	36
	Explanation of wording in this specification	37
Add:	Explanation of articles	39

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2009年第一批工业行业标准制修订计划》（工信厅科[2009]104号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程共分11章和1个附录。

本规程的主要技术内容是：施工准备、材料验收、管道预制、管道焊接、管道安装、管道系统压力试验、管道系统吹扫和冲洗、脱脂与化学清洗、管道工程文件移交等。

本规程是在SH/T 3517—2001《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》的基础上修订而成，修订的主要技术内容是：

——删减了原标准中对设计的要求，力求与现行国家标准GB/T 20801《压力管道规范 工艺管道》和行标SH 3501《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》的要求协调一致；

——本规程在修订过程对部分施工实际中不常用或不成熟的规定进行了删除，并增加了近年在石油化工钢制管道施工中成熟的施工方法。

本规程由中国石油化工集团公司负责管理，由中国石油化工集团公司施工技术淄博站负责日常管理，由中石化第五建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本规程日常管理单位：中国石油化工集团公司施工技术淄博站

通讯地址：山东省淄博市临淄区建设路29号

邮政编码：255438

电 话：0533-6295840

传 真：0533-7501126

本规程主编单位：中石化第五建设有限公司

通讯地址：广州市荔湾区中山七路81号

邮政编码：510145

本规程参编单位：中石化南京工程有限公司

惠生工程（中国）有限公司

本规程主要起草人员：王永红 王一帆 王明春 钱德厚 胡联伟

本规程主要审查人员：仇俊岳 吴忠宪 张桂红 束志军 张印红 张照鹏 徐明才 柯松林

王兰喜 刘文光 王泽琪

本规程1991年首次发布，2001年第1次修订，本次为第2次修订。

石油化工钢制管道工程施工技术规程

1 范围

本规程规定了石油化工钢制管道的施工程序和技术要求。

本规程适用于石油化工工程中公称压力不大于 PN420 (CL2500), 设计温度-196℃~850℃的碳素钢、合金钢、不锈钢等钢制管道(以下简称管道)的施工, 不适用于长输管道、有色金属管道、非金属管道和城镇公用管道的施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规程。

- GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范
- GB 50517 石油化工金属管道工程施工质量验收规范
- GB/T 17116.1 管道支吊架 第1部分: 技术规范
- GB/T 19672 管线阀门 技术条件
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- HG 20202 脱脂工程施工及验收规范
- JB/T 3223 焊接材料质量管理规程
- JB/T 4730 承压设备无损检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- SH/T 3040 石油化工管道伴管和夹套管设计规范
- SH/T 3154 石油化工非金属衬里管道技术规范
- SH 3501 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定
- SH 3518 石油化工阀门检验与管理规范
- SH/T 3521 石油化工仪表工程施工技术规程
- SH/T 3525 石油化工低温钢焊接规程
- SH/T 3526 石油化工异种钢焊接规程
- SH/T 3533 石油化工给水排水管道工程施工及验收规范
- SH/T 3546 石油化工夹套管施工及验收规范
- SH/T 3547 石油化工设备和管道化学清洗施工及验收规范
- SH/T 3550 石油化工建设工程项目施工技术文件编制规范
- SH/T 3554 石油化工钢制管道焊接热处理规范
- SH/T 3606 石油化工涂料防腐蚀工程施工技术规程
- SY/T 0326 钢质储罐内衬环氧玻璃钢技术标准
- TSG D2001 压力管道元件制造许可规则
- TSG D3001 压力管道安装许可规则
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则
- TSG Z8001 特种设备无损检测人员考核规则
- YB/T 176 陶瓷内衬复合钢管

3 总则

- 3.1 承担本规程适用范围内钢制管道的施工单位,应持有质量技术监督行政部门颁发的相应等级的压力管道安装许可证。
- 3.2 从事本规程适用范围内管道工程施工的焊工应按 TSG Z6002 进行考试,取得合格证书。
- 3.3 从事管道施工的无损检测人员,应按 TSG Z8001 进行考核,并取得相应的资格证书。
- 3.4 从事无损检测的单位应在检测前,书面告知管道工程所在地的使用登记机关,按照规定接受监督检查。
- 3.5 管道施工的安全技术和劳动保护,应按国家现行的法规和 GB 50484 的规定执行。
- 3.6 从事压力管道施工的单位应在施工现场建立健全压力管道质量保证体系,并确保质量保证体系运行正常。
- 3.7 从事压力管道的施工单位应按 TSG D3001 的要求向压力管道施工所在地质量技术监督部门履行告知手续,并接受监督部门监督检查。
- 3.8 管道工程施工前,施工单位应当编制管道施工技术文件,经建设/监理单位批准后方可进行管道施工。
- 3.9 管道材料应符合设计文件和订货条件的要求,检验合格的材料方可发放使用。
- 3.10 管道施工过程中的设计文件修改或材料代用,应经设计单位批准。
- 3.11 管道分级应执行设计文件的规定。若设计文件未规定时,应根据介质的性质及设计条件按表 3.11 的规定进行分级。
- 3.12 表 3.11 中所列管道的检查等级除应符合相应管道级别的要求外,还应符合下列规定:
- 高铬镍钼奥氏体不锈钢管道以及设计明确规定为剧烈循环工况管道的检查等级不得低于 1 级;
 - 铬铝合金钢、双相不锈钢管道的检查等级不得低于 2 级;
 - 奥氏体不锈钢制压力管道和设计要求低温冲击试验的碳钢管道的检查等级不得低于 3 级。
- 3.13 管道工程施焊前,施工单位应根据设计文件进行相应材质的焊接工艺评定;设计文件无规定时按 NB/T 47014 的要求执行。

表 3.11 石油化工管道分级

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 P MPa	设计温度 t °C
1	SHA1	(1) 极度危害介质(苯除外)、高度危害丙烯腈、光气介质	—	—
		(2) 苯介质、高度危害介质(丙烯腈、光气除外)、中度危害介质、轻度危害介质	$P \geq 10$ $4 \leq P < 10$	— $t \geq 400$ $t < -29$
2	SHA2	(3) 苯介质、高度危害介质(丙烯腈、光气除外)	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(4) 中度危害介质、轻度危害介质	$P < 4$	$t \geq -29$
3	SHA3	(5) 中度危害介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(6) 轻度危害介质	$P < 4$	$t \geq -29$
		(7) 轻度危害介质	$P < 4$	$t \geq 400$
4	SHA4	(7) 轻度危害介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
5	SHB1	(8) 甲类、乙类可燃气体介质和甲类、乙类、丙类可燃液体介质	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$

表 3.11 石油化工管道分级 (续)

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 P MPa	设计温度 t °C
6	SHB2	(9) 甲类、乙类可燃气体介质和甲 _A 类、甲 _B 可燃液体介质	$4 \leq P \leq 10$	$-29 \leq t < 400$
		(10) 甲 _A 类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$
7	SHB3	(11) 甲类、乙类可燃气体介质, 甲 _B 类、乙类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$
		(12) 乙类、丙类可燃液体介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(13) 丙类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq 400$
8	SHB4	(14) 丙类可燃液体介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$
9	SHC1	(15) 无毒、非可燃介质	$P \geq 10$	$t < -29$
10	SHC2	(16) 无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
11	SHC3	(17) 无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
			$1 < P < 4$	$t \geq 400$
12	SHC4	(18) 无毒、非可燃介质	$1 < P < 4$	$-29 \leq t < 400$
			$P \leq 1$	$t \geq 185$
			$P \leq 1$	$-29 \leq t < 20$
13	SHC5	(19) 无毒、非可燃介质	$P \leq 1$	$-20 < t < 185$

注 1: 常见毒性介质、可燃介质参见附录 A。
注 2: 管道级别代码含义如下: SH 代表石油化工行业; A 为有毒介质; B 为可燃介质; C 为无毒、非可燃介质; 数字为管道的质量检查等级。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 在熟悉设计文件、施工图核查的基础上, 应由建设/监理单位组织施工单位进行图纸会审。图纸会审应先专业会审, 后综合会审。图纸会审主要审查下列内容:

- 设计文件及设计深度;
- 施工图、设计说明、管道一览表、综合材料表及其他数据表和专项设计规定;
- 管道单线图与管道平、立面图中管道的规格、型号、材质、数量、设计参数, 管道的空间位置;
- 管道施工用的预埋件、预留孔等在建筑、结构专业图上的数量、位置, 管廊、支架、管沟、管槽、管墩等;
- 管道与设备、仪表、土建等其他专业间相关内容的匹配情况;
- 设计选用的施工标准及技术要求;
- P&ID 与管道单线图的符合性、一致性。

4.1.2 管道施工前, 由建设单位组织设计单位对施工单位、监理单位进行设计交底。交底内容应包括如下内容:

- 设计文件总体介绍, 设计的意图说明;
- 装置规模、工艺流程及关键设备;
- 管道平面、立面布置;
- 工程特点、技术要求、施工标准及相关规范;
- 特殊材质或特殊的施工工艺要求;
- 采用的新材料、新技术、新工艺;
- 特殊的检验、试验要求;

- h) 专业设计界面和相关专业的接口要求;
 - i) 对图纸会审提出的问题的处理意见。
- 4.1.3 管道工程施工技术准备工作宜包括下列工作内容:
- a) 熟悉、核查设计文件,编制管道工程施工技术文件;
 - b) 核实管道工程内容;
 - c) 参加图纸会审及设计交底;
 - d) 组织本单位各级的施工技术交底;
 - e) 规划劳动力资源,培训人员;
 - f) 规划预制场;
 - g) 规划检测资源;
 - h) 细化管道单线图。
- 4.1.4 施工技术文件应按合同、设计文件和相关规范的要求,并结合本单位的资源配置、工程特点及工程所在地的环境等进行编制,并按 SH/T 3550 的要求经相关责任人批准后实施。
- 4.1.5 管道工程的施工技术文件应包括下列内容:
- a) 工程概况;
 - b) 编制依据;
 - c) 管道工程实物量一览表;
 - d) 管道施工方法及技术措施;
 - e) 管道材料的验收;
 - f) 检验和试验计划;
 - g) 管道施工网络计划及主要控制点;
 - h) 资源配置计划;
 - i) 管道施工区域平面布置图;
 - j) 焊接工艺试验及评定报告、焊接工艺操作规程;
 - k) 工程质量目标及控制方法;
 - l) 安全技术措施;
 - m) 热处理作业指导书。
- 4.1.6 管道单线图细化应核对管道组成件的数量、规格和材质等,宜包括下列内容:
- a) 管段尺寸和支吊架位置、型号;
 - b) 管道组成件的名称、规格、材质和数量;
 - c) 焊缝位置、焊缝编号,确定预制口和固定口;
 - d) 无损检测方法、比例;
 - e) 热处理等其他要求。
- 4.1.7 管道工程施工前,应由技术人员进行技术交底;技术交底应包括下列内容:
- a) 施工图及设计说明书;
 - b) 工程内容及工程量;
 - c) 施工工艺,关键技术;
 - d) 质量检验标准,工序交接要求;
 - e) 管道工程隐蔽要求;
 - f) 施工过程控制点及检验、试验要求;
 - g) HSE 管理要求;
 - h) 工程施工记录及要求。
- 4.1.8 主要工序作业前,技术人员应对操作人员进行工序交底,交底内容包括工序施工工艺、质量标准、安全注意事项等。

4.2 现场准备

- 4.2.1 施工现场在施工前应达到“四通”（道路通、电通、水通、通讯线路通）“一平”（场地平整）。
- 4.2.2 应按施工平面布置图设置材料堆放、施工机具、管道预制、临时办公和环保设施等场地。
- 4.2.3 用电设备已接电调试合格，且接地良好。
- 4.2.4 地下管道施工前应标明地下电缆、管道和其他构筑物，并应采取有效的防护措施。
- 4.2.5 管道施工前应对作业区域内的成品采取有效的防护措施。
- 4.2.6 管道施工所需脚手架、安全防护设施已按要求设置完毕。
- 4.2.7 按要求办理完毕各项施工手续。

4.3 材料及施工机具准备

- 4.3.1 管道组成件、管道支承件、管道焊接材料等材料到货并检验合格，能满足现场的施工进度要求。
- 4.3.2 施工机具、检验设备等已配置到位，并能满足现场施工进度要求。计量器具经校验合格并在有效期内。

5 材料验收

5.1 一般规定

- 5.1.1 材料验收除应符合 GB 50517 和 SH 3501 的规定外，尚应符合本规程的规定。
- 5.1.2 TSG D2001 制造许可范围内的管道元件应具有许可标志，实施监督检验的还应当提供特种设备检验检测机构出具的监督检验证书。
- 5.1.3 管道组成件、支承件和焊接材料应符合设计文件规定，当设计文件无要求时应符合本规程的规定。
- 5.1.4 管道材料标识应清晰，并处于各部件的可见表面。标识可采用钢印、雕刻或电蚀、喷涂、挂牌等方法。标识与质量证明文件不符的产品不得验收。
- 5.1.5 管道组成件和支承件在使用前应进行外观检查，SHC4、SHC5 级管道检查比例为 5%、且不少于 1 件，其余级别的管道 100%检查，其外观质量除应符合 GB 50517、SH 3501、设计文件要求及相应产品标准规定外，尚应符合下列要求：
 - a) 螺纹形式应符合相应产品标准的规定要求；
 - b) 焊缝应成形良好、且与母材圆滑过渡、不应有熔渣和飞溅，无裂纹、未熔合、未焊透等缺陷；
 - c) 低温钢管道组成件表面无尖锐刻痕或凹槽；
 - d) 衬里管子、管件、法兰、阀门衬里层应光滑、质地均匀、色泽均匀，衬里层应与基体结合牢固，目视检查应无裂纹、鼓泡等缺陷及影响产品性能的其他缺陷。
- 5.1.6 夹套管材料应按 SH/T 3546 验收，制造厂预制加工的夹套管应有质量证明文件和试验报告，并注明无损检测、压力试验的结果和数值。
- 5.1.7 在材料领取、自检、使用过程中应做好标识，并经报验合格后方可使用。
- 5.1.8 自检、报验和使用过程中，对有疑义的材料应做好标识和隔离，问题未解决前，该批产品不得使用。
- 5.1.9 材料应按待验收区、合格品区、不合格品区分区分类挂牌并妥善保管，不得混淆和损坏。不锈钢材料在运输、储存及使用过程中不得与碳钢、铬钼合金钢材料接触。
- 5.1.10 材料在使用过程中应检查其标识并进行标识的移植，标识应明显清晰，标识不清晰的应进行复验。
- 5.1.11 退库的材料应有交接记录，标识不清晰的应进行复验。
- 5.1.12 退还采购单位的材料应办理退货手续。

5.2 管道组成件及支承件的验收

- 5.2.1 管子和管件应按照 GB 50517 的 5.2、5.4 及 SH 3501 的 5.2 条验收。由制造厂制作的弯管，

验收应符合 SH 3501 第 6.1 条的要求。

5.2.2 阀门验收符合下列规定：

- a) 按照 SH/T 3518 验收；
- b) 双座双向、一单向座和一双向座的双座、双关双泄阀门的密封试验应按 GB/T 19672 验收。

5.2.3 法兰、法兰盖及翻边短节应按照 GB 50517 的 5.4 及 SH 3501 的 5.4 条验收。

5.2.4 紧固件应按照 GB 50517 的 5.4 及 SH 3501 的 5.5 条验收。

5.2.5 垫片应按照 GB 50517 的 5.4 及 SH 3501 的 5.6 条验收。

5.2.6 爆破片应按照 GB 50517 的 5.4 及 SH 3501 的 5.8 条验收。

5.2.7 阻火器应按照 SH 3501 的 5.9 条验收。

5.2.8 金属波纹管膨胀节应按照 SH 3501 的 5.7 条验收。

5.2.9 管道支管件应按照 GB 50517 的 5.5 及 SH 3501 的 5.10 条验收。

5.2.10 本规程未明确规定的其他管道组件的标识及验收标准应符合设计文件及相应的产品标准的要求。

5.3 焊接材料验收

5.3.1 焊接材料应有质量证明书和相应标识。

5.3.2 焊接材料的包装应满足相关标准或订货合同规定的要求，并应符合下列要求：

- a) 包装应完好，无破损、无受潮现象；
- b) 外包装应列出产品标准号、型号、牌号或代号、制造厂名称及商标、规格和净重、生产日期、批号或炉号、检验号、有效期；
- c) 内包装应有型号、牌号或代号、批号或炉号、规格、净重、制造厂名称。

5.3.3 焊接材料的外观应符合下列要求：

- a) 焊接材料应无破损、无开裂、无损伤、无受潮现象、锈蚀和污染等影响焊接质量的缺陷；
- b) 焊丝应光洁，不应有毛刺、划痕和氧化皮等，有表面镀层的焊丝，其镀层应均匀牢固，不应出现起鳞与剥离现象；
- c) 标识清晰、牢固，并与实物相符，焊条、焊丝应有牌号或色标标识；
- d) 焊条的焊芯与药皮的偏心度，应符合相应产品的标准。

5.3.4 使用单位应有焊接材料验收管理制度，并应符合 JB/T 3223 的规定。焊丝入库前应做好标识。

5.3.5 焊接用气体应符合设计文件要求，当设计文件无要求时应符合 GB 50236。

6 管道预制

6.1 一般规定

6.1.1 管道预制宜按图 6.1.1 进行。

6.1.2 特殊材质或有特殊要求的管道，宜在预制场进行预制，其他管道可在施工现场预制。

6.1.3 按本规程第 4.1.3 条和第 4.1.5 条的要求编制施工技术文件并细化单线图，明确预制范围、预制深度、工艺要求、分段原则、质量检验、工艺装备等内容。

6.1.4 管道预制加工的每道工序，均应对管道组件的标识，并做好标识的移植工作。低温用钢管、不锈钢管不得使用钢印作标识。

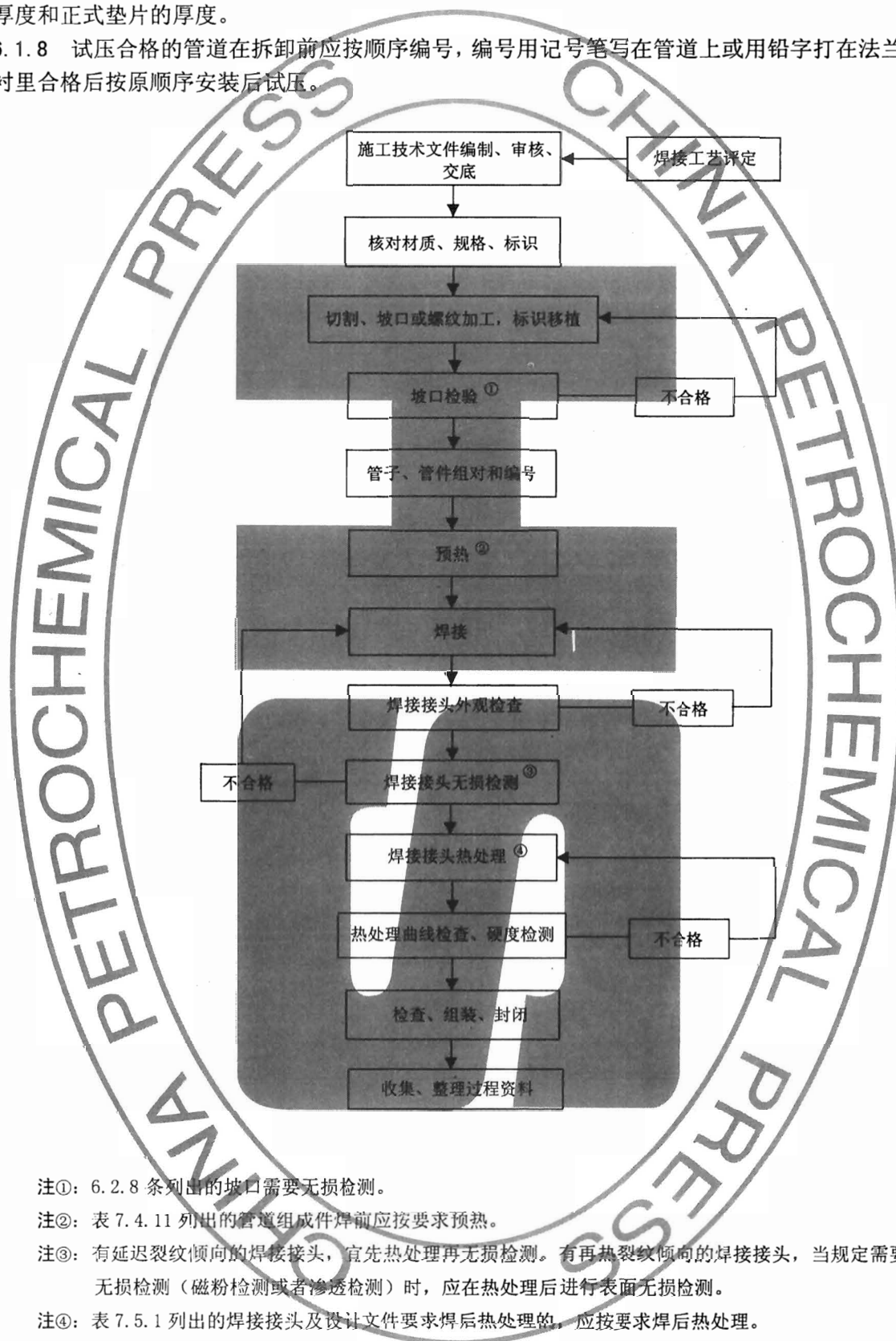
6.1.5 管道预制加工后，应对管内清理，不得留有砂土、铁屑及其他杂物，及时封闭两端，做好检验标识，妥善存放。

6.1.6 检查合格后的管道预制组件应有管道编号、管段号、焊缝编号、焊工号、无损检测标识和材料标识等标志，且与单线图一致。

6.1.7 衬里管道应按先预制安装、试压，后编号、拆卸、衬里、安装、试压的顺序进行；在管道预制

安装过程所有的焊接工作应全部结束，并试压合格；预制安装过程临时垫片的厚度应考虑法兰面衬里厚度和正式垫片的厚度。

6.1.8 试压合格的管道在拆卸前应按顺序编号，编号用记号笔写在管道上或用铅字打在法兰侧面；在衬里合格后按原顺序安装后试压。



注①：6.2.8 条列出的坡口需要无损检测。

注②：表 7.4.11 列出的管道组成件焊前应按表要求预热。

注③：有延迟裂纹倾向的焊接接头，宜先热处理再无损检测。有再热裂纹倾向的焊接接头，当规定需要进行表面无损检测（磁粉检测或者渗透检测）时，应在热处理后进行表面无损检测。

注④：表 7.5.1 列出的焊接接头及设计文件要求焊后热处理的，应按表要求焊后热处理。

图 6.1.1 管道预制工作流程

6.2 管道切割及加工

6.2.1 钢管应按预制加工图的尺寸下料。切割和坡口加工时应符合下列规定：

- a) 镀锌钢管和公称直径小于或等于 50mm 的钢管，宜用机械方法；
- b) SHA1、SHB1、SHC1 级管道和有淬硬倾向的管子宜用机械方法；
- c) 不锈钢复合钢管、不锈钢管宜采用机械加工或用等离子切割和加工坡口；
- d) 其他钢管可用火焰方法。

6.2.2 用火焰或等离子方法切割后应采用机械方法使表面平整并露出金属光泽。

6.2.3 用砂轮机切割、打磨坡口时，砂轮片的选择和使用应符合下列规定：

- a) 砂轮片和砂轮机的额定线速度应匹配；
- b) 砂轮片的材质应符合钢管材质的要求，其质量应符合安全使用要求。

6.2.4 采用等离子切割时，切割气体宜使用氮气或空气，切割电极宜采用钨钨棒。切割前，做好飞溅污染区域的防护。

6.2.5 管道组成件对接环焊缝组对时，应内壁平齐，其错边量不应超过壁厚的 10%，且应符合下列规定：

- a) 壁厚相同的，SHA1、SHB1、SHC1 级管道不大于 1mm，其他级别管道不大于 2mm；
- b) 壁厚不同的管道组成件组对，当内壁或外壁差大于 2mm，应按图 6.2.5-1、图 6.2.5-2 和图 6.2.5-3 的要求加工。

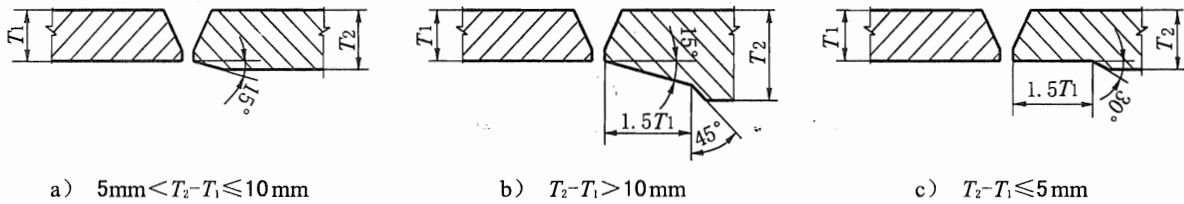


图 6.2.5-1 外侧齐平不同壁厚管道组成件的内坡口加工

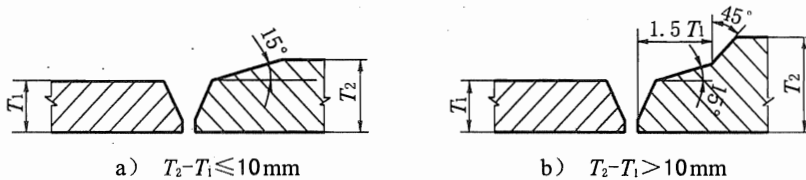


图 6.2.5-2 内侧齐平不同壁厚管道组成件的外坡口加工

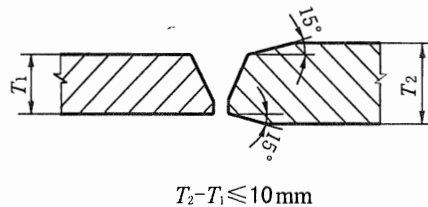


图 6.2.5-3 内侧、外侧均不齐平不同壁厚管道组成件的内外坡口加工

6.2.6 支管焊接接头的组对应符合以下规定：

- a) 根部间隙 g 应符合焊接作业指导书的要求；
- b) 安放式支管的端部形式及组对应符合图 6.2.6 a)、b) 的要求；
- c) 插入式支管的主管端部形式及组对应符合图 6.2.6 c) 的要求；
- d) 主管开孔与支管组对时的错边量 m 应取 0.5 倍的支管名义厚度或 3.2mm 两者中的较小值，必要时可进行堆焊修正。

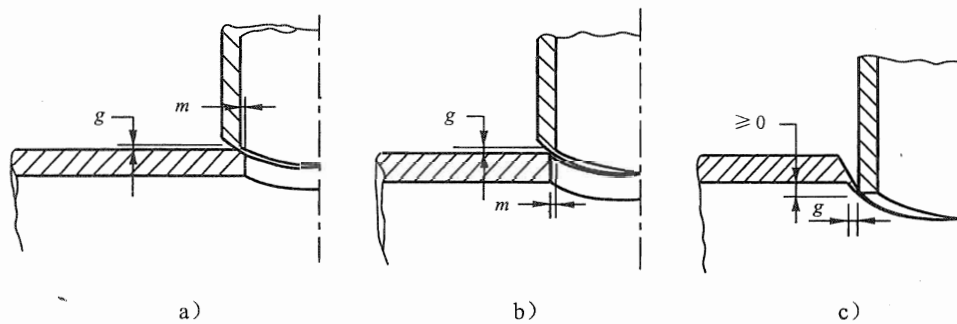


图 6.2.6 支管连接接头组对

6.2.7 坡口的质量应符合下列要求:

- 表面平整, 不得有裂纹、重皮、毛刺和凸凹缩口;
- 切割表面的熔渣、氧化铁、铁屑等应清理干净;
- 端面倾斜偏差为管子外径的 1%, 但不得超过 2mm;
- 坡口尺寸和角度应符合要求。

6.2.8 下列管子坡口采用热加工方法时, 坡口表面应进行无损检测, 检测结果不得有线性缺陷:

- 铬钼合金钢、材料标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 的管子坡口 100%检测;
- 设计温度低于 -29°C 的非奥氏体不锈钢管子的坡口应抽检 5%, 如有抽查不合格, 应加倍检测, 如再有不合格, 应逐件检测。

6.2.9 管螺纹加工应符合下列要求:

- 加工管端螺纹时, 应以内圆定心, 并使螺纹中心线与管子的中心线重合;
- 管端螺纹应按成品管件的螺纹标准加工;
- 螺纹加工后粗糙度 R_a 应不大于 3.2, 其表面不得有裂纹、凹陷、毛刺等缺陷, 轻微机械损伤或断面不完整的螺纹, 累计应不大于 $1/8$ 圈, 螺纹高度减少应不大于公称工作高度的 $1/5$;
- 管端螺纹加工后, 除应进行外观检查外, 还应用螺纹量规检查其精度, 也可用合格的螺纹管件单配, 以徒手拧入不松动为合格;
- 管端螺纹、密封面加工合格后应沉入法兰内 3mm~5mm, 如果管子暂不安装, 应在加工面上涂油防锈, 封闭管口, 妥善保管。

6.2.10 SHA1、SHB1、SHC1 级管道加工、检验合格后, 应及时填写管道加工记录。

6.3 管道组对、预组装

6.3.1 管段组对时, 应垫置稳固, 定位可靠, 防止焊接过程中产生变形。

6.3.2 管段对口时应在距接口中心 200mm 处测量直线度(图 6.3.2), 当管子的公称直径小于 100mm 时, 允许偏差 a 为 1mm; 当管子的公称直径大于或等于 100mm 时, 允许偏差 a 为 2mm, 管段全长的累计偏差不得超过 10mm。

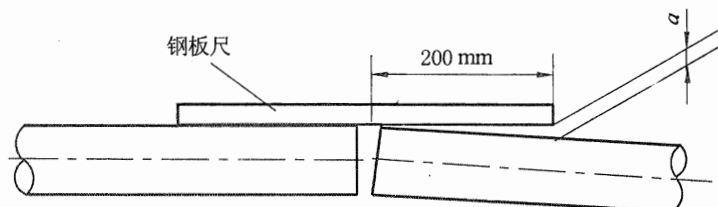


图 6.3.2 管段对口直线度测量

6.3.3 管道组成件组对宜使用对口器。

6.3.4 管段组对时, 不得采用强力对口或加热管子的方法来消除接口端面的过量间隙、错边和不同心

等缺陷。当发现这些缺陷时，应检查相邻或相关管段的尺寸，然后对产生缺陷的部位进行校正和返工。

6.3.5 管道上仪表取源部件应在规定位置先用机械方法开孔，再焊接其他管件。温度计取源部件的开孔，不得向里倒角。

6.3.6 管道预组装前，应对管道组成件进行检查和清理，具备下列条件方可组装：

- 管道组成件的材质、规格、型号均符合设计要求；
- 管道组成件内外表面的泥土、油垢及其他杂物等已清理干净；
- 标识齐全。

6.3.7 管段预制加工（图 6.3.7）质量的偏差应符合表 6.3.7 的规定。

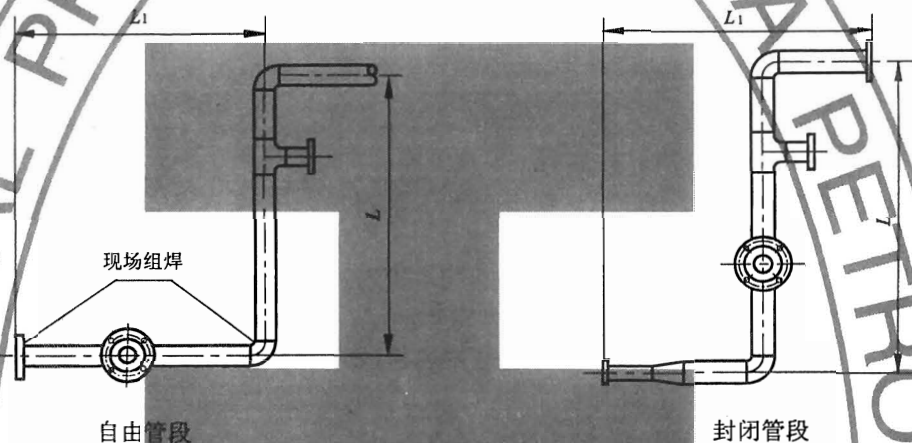


图 6.3.7 预制管段加工质量的允许偏差

表 6.3.7 预制管段加工质量的允许偏差

单位为 mm

项 目	允 许 偏 差	
	自由管段	封闭管段
长度 L 、 L_1	± 10	± 1.5
法兰面与管子中心垂直度	$DN < 100$	0.5
	$100 \leq DN \leq 300$	1.0
	$DN > 300$	2.0
法兰螺柱孔对称水平度	1.6	1.6

注：DN 为管道公称直径。

6.3.8 管道预制应方便运输和安装，管段应有足够的刚度与强度，否则应有临时加固措施，必要时应标出吊装索具捆绑点的位置。

6.3.9 管段预制完成后，应做好编号及防护保管工作，并按管线号出场。

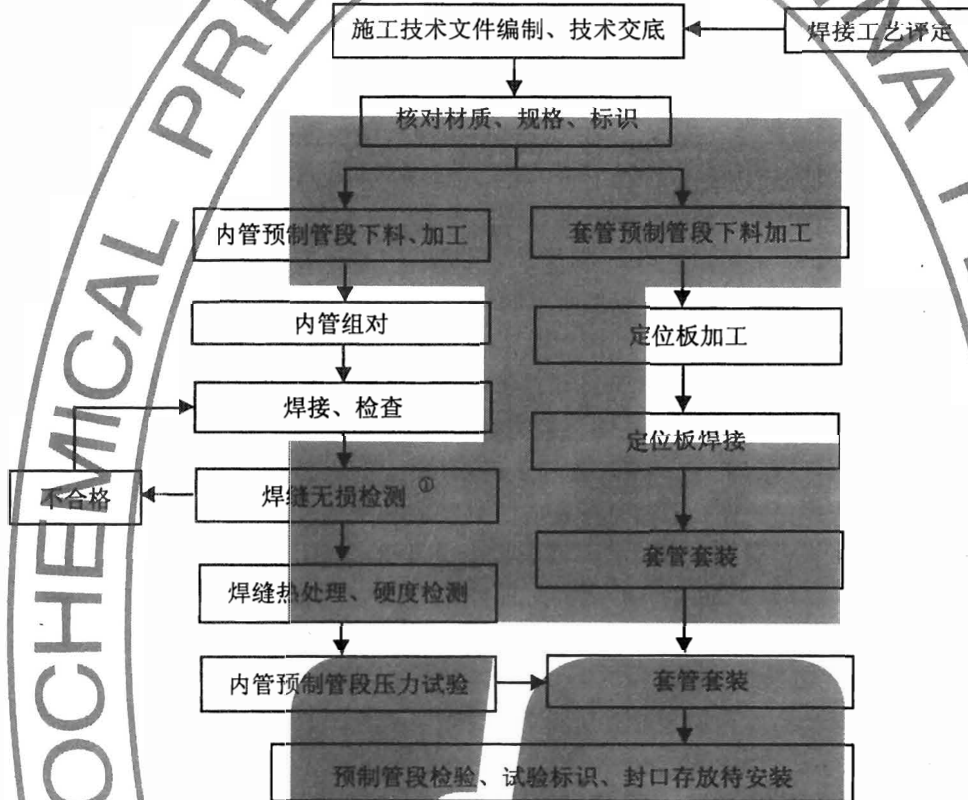
6.3.10 衬里管道的预制应符合下列规定：

- 预制衬里管道前应在现场实测下料尺寸，并需考虑法兰面衬里层和垫片厚度，按规定进行分段、编号，计算预制尺寸；
- 非金属衬里管道的机械加工、焊接、无损检测、编号等工作，应在衬里层作业前完成；
- 管道衬里前应进行强度和严密性试验，试验合格后由专业厂家衬里。
- 管道衬里还应执行 SH/T 3154 的规定。

6.4 夹套管预制

6.4.1 夹套管预制前，应核对管道规格、材质、各部尺寸。综合考虑坡度、垫片厚度、支架位置、仪表取源件位置、焊缝位置等因素，应减少焊缝数量，选择合理的预留调整管段。

- 6.4.2 夹套管的封闭段应预留 50mm~100mm 作为调整裕量。
- 6.4.3 全夹套管内管有焊缝时，应经无损检测、压力试验合格后，方可装套管隐蔽。
- 6.4.4 夹套管夹套间隙应均匀，定位板的材质和安装位置正确。
- 6.4.5 套管的管子、弯头、异径管若不剖分时，应在内管组装前套入。
- 6.4.6 套管上的连通管管口应预先开孔，套管应按各段编号进行组焊，焊接前后应及时清理内腔。
- 6.4.7 夹套管预制工艺流程见图 6.4.7。



注①、同图 6.1.1 注③。

图 6.4.7 夹套管预制工艺流程

6.5 管道支、吊架制作

- 6.5.1 管道支、吊架的型式、加工尺寸、材质和焊接应符合设计文件和 GB/T 17116.1 的规定。
- 6.5.2 钢板、型钢、钢管宜用机械加工，加工后应清除毛刺。切口质量应符合下列要求：
- 剪切线与下料线偏差不大于 2mm；
 - 切口处表面无裂痕；
 - 型钢端面剪切斜度不大于 2mm。
- 6.5.3 采用火焰或等离子方法加工时，应清理表面熔渣和飞溅物，其加工质量应符合下列要求：
- 手工加工的切割线与下料线的偏差不大于 2mm；
 - 半自动加工的切割线与下料线的偏差不大于 1.5mm；
 - 切口端面垂直度偏差应小于工件厚度的 10%，且不大于 2mm。
- 6.5.4 管道支、吊架的螺柱孔，应用机械方法加工。
- 6.5.5 管道支、吊架的管夹或 U 型管卡等应机械加工，圆弧部分应光滑，尺寸应与管子的外径相符。
- 6.5.6 支架底板及弹簧支架的工作面应平整。滑动或滚动支架的滑道加工后，应采取保护措施，防止划伤、碰损和腐蚀。
- 6.5.7 管道支、吊架制作和组装后，外形尺寸偏差不得大于 3mm，并做编号和标识。

7 管道焊接

7.1 一般规定

- 7.1.1 管道焊接应符合设计文件要求，若设计文件未规定时，应符合本规程的要求。
- 7.1.2 管道焊接应有相应项目的焊接工艺评定报告，并应符合 NB/T 47014 的规定。施焊前，应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书。
- 7.1.3 焊工应在其持有的资格证书的合格项目内按焊接作业指导书施焊。中断压力管道焊接工作六个月以上仍需从事压力管道焊接时，应按 TSG Z6002 的规定重新考试。
- 7.1.4 焊接环境出现下列任一情况时，未采取有效防护措施不得施焊：
 - a) 气体保护焊风速大于或等于 2m/s，其他焊接方法风速大于或等于 8m/s；
 - b) 相对湿度大于 90%；
 - c) 下雨或下雪时露天作业；
 - d) 焊件温度低于-18℃。
- 7.1.5 当焊件温度为-18℃~0℃时，无焊前预热要求的材料应在施焊处 100mm 范围内预热到 15℃以上。
- 7.1.6 每道焊缝应有焊缝编号和焊工钢印代号标识，并在管道单线图中标明。现场预制的管段，其焊缝编号和焊工钢印代号标识，在安装前应一一对应核查。
- 7.1.7 需要进行整体焊后热处理的管段，热处理前应完成管段上的全部焊接工作。
- 7.1.8 电焊机的电缆软线应完好无损，且接地线应与焊件可靠连接。
- 7.1.9 焊接过程中严防电弧损伤管材及管件表面，电弧不得损伤密封面和加工面。

7.2 焊接材料

- 7.2.1 焊接材料应储存在清洁、干燥的库房内，距墙面及地面均不得小于 300mm，相对湿度应不超过 60%，配置除湿机、干湿式温湿度仪。
- 7.2.2 焊条、焊剂及药芯焊丝的库存期超过质量证明文件或下列期限规定，应经焊接工艺性能复验，符合要求后方可使用：
 - a) 酸性焊接材料及防潮包装密封良好的低氢性焊接材料的规定期限一般为 2 年；
 - b) 石墨性焊接材料及其他焊接材料的规定期限一般为 1 年。
- 7.2.3 焊接材料的保管、烘烤、发放、回收等应有严格的管理制度，并符合下列要求：
 - a) 焊接材料的保管、烘烤、发放、回收应设专人负责，并做好记录；
 - b) 每名焊工均应配备焊条保温筒，做到随用随取。烘烤合格的焊条从烘烤箱或保温箱内取出后，应立即装入保温筒内，并妥善封盖；
 - c) 焊条、焊剂应按说明书或焊接作业指导书的要求进行烘烤，并在使用过程中保持干燥。
- 7.2.4 焊丝使用前应清除其表面的油污、锈蚀等；
- 7.2.5 焊条使用前，应经烘烤合格，并符合下列规定：
 - a) 烘烤箱与保温箱应有温度自动控制仪，烘烤温度允许偏差为±10℃。测温仪表应经检定合格，并在有效期内；
 - b) 烘烤箱内的焊条应分格堆放，每格宜叠放 3 层~5 层，且不得超过烘烤箱额定烘烤量；
 - c) 焊条烘烤时，升温速度不宜超过 150℃/h，降温速度不宜超过 200℃/h；
 - d) 不得将冷态焊条突然装入高温工作的烘烤箱内，也不得将高温的焊条从烘烤箱中取出任其迅速冷却。应随烘烤箱冷却到 150℃后取用或迅速移入保温箱内存放；
 - e) 不同烘烤温度要求的焊条，不得在同一烘烤箱内同时烘烤；
 - f) 经烘烤合格但未使用或已发放未用完的焊条，在常温下搁置超过 4h，使用前应重新烘烤。同一焊条的烘烤次数不宜超过三次。

7.3 焊前准备

7.3.1 焊接设备、热处理设备、检验设备应处于完好状态，仪器仪表应在校验期之内，并能满足焊接工艺的要求。

7.3.2 管道焊缝的设置应便于焊接、热处理及检验，并应符合下列要求：

- a) 管道焊缝不宜设在支、吊架的范围内，若焊缝被管托覆盖，则被覆盖的焊缝部位应进行 100% 射线检测。需要热处理的焊缝，外侧距支、吊架边缘的净距离宜大于焊缝宽度的 5 倍，且不小于 100mm；
- b) 除定型管件外直管段上两条对接焊缝间的距离，不应小于 3 倍焊件的厚度，需焊后热处理时，不应小于 6 倍焊件的厚度，且应符合下列要求：
 - 1) 管道公称直径小于 150mm 时，焊缝间的距离不小于外径，且不小于 50mm；
 - 2) 管道公称直径大于或等于 150mm 时，焊缝间的距离不小于 150mm；
- c) 在焊缝及其边缘上不宜开孔。若开孔时，应对开孔中心 1.5 倍开孔直径范围内的焊缝进行 100% 射线检测。卷管环向焊缝对口时，两纵向焊缝间距应大于 100mm；
- d) 焊制管件无法避免十字焊缝时，该部位焊缝应经射线检测合格，检测长度不应小于 250mm；
- e) 焊接接头的坡口形式及尺寸加工应符合设计文件要求，若设计文件无规定时，宜按表 7.3.2 选取；
- f) 上述部位的射线检测合格标准符合相应的管道级别要求。

表 7.3.2 焊接接头的坡口形式、尺寸及组对要求

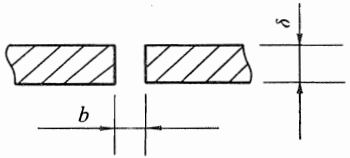
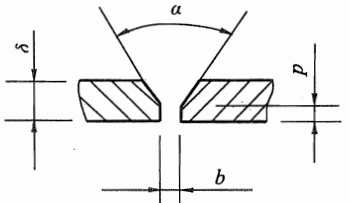
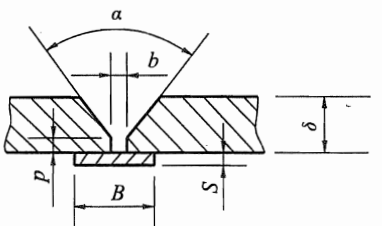
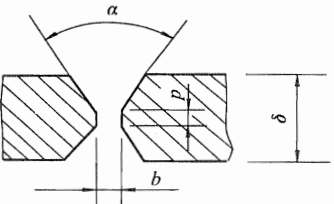
名称	形式	δ/mm	b/mm	p/mm	R/mm	H/mm	$\alpha/(\text{°})$	$\beta/(\text{°})$
I 形坡口		1~3	0~1.5	—	—	—	—	—
V 形坡口		≤ 8	1.5~2.5	0.5~1	—	—	65 ± 2.5	—
		> 8	2~3					
带垫环 V 形坡口		≥ 6	3~5	0~2	$S=3\sim 4$	$B=20\sim 30$	65 ± 2.5	—
X 形坡口		12~60	2~3	1~3	—	—	65 ± 2.5	—

表 7.3.2 焊接接头的坡口形式、尺寸及组对要求 (续)

名称	形式	δ /mm	b /mm	p /mm	R /mm	H /mm	α /(°)	β /(°)
双V形坡口		≥ 17	2.5~4	0.5~2	—	—	8~12	60~70
带钝边U形坡口		≥ 17	2.5~4	0.5~2	4~5	—	8~12	—
法兰角焊接头		—	—	—	—	1.4 δ +2~3	—	—
管件角焊接头		—	1~3	—	—	—	—	—
安装式三通支管坡口		≥ 4	2~3	1~2	—	0~2	45~55	—
插入式三通支管坡口		≥ 4	—	0.5~1.5	—	≥ 0	45~55	—

7.3.3 管子坡口应按 6.2.5 要求进行加工。

7.3.4 壁厚不同的管道组成件组对,按 6.2.5 b)要求进行,坡口按图 6.2.5-1、图 6.2.5-2、图 6.2.5-3 要求进行加工。

7.3.5 管子坡口加工成型后,应确认坡口加工质量(形式及尺寸),且表面不得有裂纹、分层等缺陷。

7.4 焊接工艺要求

7.4.1 管道焊接接头施焊的方法及工艺，应执行焊接作业指导书的要求。

7.4.2 公称直径大于或等于 500mm 管道的对接焊缝，可采用单面焊接双面成形的焊接工艺或双面焊接工艺，其他规格管道的对接焊缝底层宜采用氩弧焊焊接。

7.4.3 焊接接头组对时，几何尺寸、对口间隙应符合设计文件的要求。若设计文件未规定时，宜按表 7.3.2 选用。

7.4.4 焊接接头组对前，应用手工或机械方法清理坡口及其内外表面，在坡口两侧 20mm 范围内不得有油漆、毛刺、锈斑、氧化皮及其他对焊接过程有害的物质。

7.4.5 焊件组对时除设计文件另有要求外，焊接接头不得用强力方法组对。

7.4.6 焊件组对时使用卡具应符合下列规定：

- a) 卡具的材质宜与焊件的材质相同，否则应用焊接该焊件的焊条在卡具上堆焊过渡层；
- b) 焊接卡具应采用合格的焊接工艺。卡具焊接或拆除后，不得使焊件产生咬边、凹凸、裂纹等缺陷；
- c) 焊接在管道上的组对卡具，不得用敲打或掰扭的方法拆除。当采用火焰或等离子切割，应在离管道表面 2mm~3mm 处切割，然后用砂轮除去熔渣和氧化皮。下列钢材管道，修磨后应作磁粉检测或渗透检测，合格级别应符合 JE/T 4730 的 I 级：
 - 1) 铬钼合金钢；
 - 2) 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢。

7.4.7 焊接接头的定位焊应与正式焊接工艺相同。有预热要求时预热后进行定位焊。定位焊焊缝的尺寸要求，可参照表 7.4.7 的规定。

表 7.4.7 定位焊尺寸要求

单位为 mm

管壁厚 δ	<3	$3 \leq \delta < 5$	$5 \leq \delta < 12$	≥ 12
焊缝长度	6~10	10~15	15~20	20~30
焊缝厚度	2	3	4	≤ 6

7.4.8 环境温度低于 0℃ 时，含碳量大于 0.25% 或厚度大于 16mm 的焊件，定位焊与打底焊应连续进行，否则应采取后热缓冷措施。

7.4.9 管子及管件组对时，作为焊缝组成部分的定位焊缝，应符合下列规定：

- a) 焊缝应沿管周均匀分布；
- b) 焊缝表面不得有裂纹、气孔、夹渣、焊瘤等缺陷，否则应清除重焊；
- c) 有预热要求时预热温度取上限值；
- d) 焊缝的两端应为缓坡状，否则应进行打磨修整。

7.4.10 定位焊缝采用电弧焊时，宜距离焊缝交叉处 50mm 以上。

7.4.11 管道组成件焊前预热应按表 7.4.11 的要求执行。需要预热的焊件在整个焊接过程中，层间温度应不低于预热温度。中断焊接后需要继续焊接时，应重新预热。

表 7.4.11 管道组成件焊前预热要求

母材类别	名义壁厚 mm	规定的母材最小抗拉强度 MPa	预热温度 ℃
碳钢 (C) 碳锰钢 (C-Mn)	<25	≤ 490	10~50
	≥ 25	全部	80~150
	全部	>490	80~200

表 7.4.11 管道组成件焊前预热要求 (续)

母材类别	名义壁厚 mm	规定的母材最小抗拉强度 MPa	预热温度 ℃
合金钢 (C-Mo、Mn-Mo、Cr-Mo) Cr≤0.5%	<13	≤490	10~50
	≥13	全部	80~200
	全部	>490	80~200
合金钢 (Cr-Mo) 0.5% < Cr ≤ 2%	全部	全部	150~250
合金钢 (Cr-Mo) 2.25% < Cr ≤ 10%	全部	全部	180~350
马氏体不锈钢	全部	全部	150~200 ^a
铁素体不锈钢	全部	全部	10~50
奥氏体不锈钢	全部	全部	10~50 ^b
低温镍钢 (Ni≤4%)	全部	全部	95~150
8Ni、9Ni 钢	全部	全部	10~50 ^b
5Ni 钢	全部	全部	10~50 ^b
^a 马氏体不锈钢的层间最高温度为 315℃。 ^b 奥氏体不锈钢及 8Ni、9Ni、5Ni 钢的层间温度宜小于 100℃。			

7.4.12 异种钢焊接预热应按母材要求较高者确定。当环境温度低于 0℃时,其预热温度应取规定预热温度的上限值,且应符合 SH/T 3526 的规定。

7.4.13 预热应在坡口两侧均匀进行加热。预热范围宜为坡口中心两侧各不小于壁厚的 5 倍,且不小于 100mm。加热区相邻 100mm 范围内应予以保温。

7.4.14 低温钢焊接预热应按 SH/T 3525 的规定执行。

7.4.15 不锈钢管采用焊条电弧焊和熔化极气体保护焊时,坡口两侧各 100mm 范围内应涂白垩粉或其他防粘污剂。

7.4.16 焊接前去除焊件坡口及内外侧表面的油漆、油污、锈斑、熔渣、氧化皮等影响焊接质量的物质。

7.4.17 施焊时不得在焊件表面引弧或试验电流。含镍低温钢、不锈钢、铬钼合金钢以及材料标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 钢材管道,焊件表面不得有电弧擦伤等缺陷。

7.4.18 除焊接工艺或检验要求需分次焊接外,每条焊缝应一次连续焊完。如因故被迫中断,应采取防裂措施,特别对冷裂纹敏感的焊件应及时采取后热、缓冷等措施。再焊时应进行检查,确认无裂纹后方可按原工艺继续施焊。

7.4.19 单面焊根部焊道宜采用手工钨极氩弧焊施焊,对于不锈钢、不锈钢复合钢管、含镍低温钢等根部焊道焊接时,管内宜充氩气保护。

7.4.20 焊丝分段使用时,应先用无标记的一段,后用有标记的一段。

7.4.21 管道焊缝在填充与盖面时宜符合下列规定:

- a) 多层焊的焊缝每层施焊厚度不宜超过 4mm;
- b) 填充焊的焊条直径、焊接电弧电压和焊接电流应符合焊接作业指导书的规定;
- c) 盖面焊后,应及时清除焊渣与飞溅物,并在焊缝附近标识焊工代号。

7.4.22 在焊接中应确保起弧与收弧的质量。收弧时应将弧坑填满,多层焊的层间接头应相互错开。

7.4.23 焊接作业指导书中规定焊接线能量的焊缝,焊接线能量应符合焊接作业指导书的规定。

7.4.24 焊接作业指导书中规定层间温度的焊缝，应测量层间温度，并应符合焊接作业指导书的规定。

7.4.25 对焊接连接的阀门施焊时，阀芯位置应符合厂家要求，厂家无要求时应将阀门开启。焊缝根部焊道应采用氩弧焊。所采用的焊接顺序、焊接工艺及热处理应防止阀体过热变形，保证阀座的密封性能不受影响。

7.4.26 不锈钢管道焊接，应按下列要求进行：

- a) 选用较小的焊接线能量、采用短电弧、快速焊及多层多道焊接工艺，层间温度不超过 100℃；
- b) 有耐腐蚀要求的双面焊焊缝，与介质接触一侧应最后施焊。

7.4.27 焊接完毕后，应及时将焊缝表面的熔渣及附近的飞溅物清理干净。

7.5 焊后热处理

7.5.1 焊后热处理工艺应在焊接作业指导书中规定，并经焊接工艺评定验证。除设计文件另有规定外，常用钢材焊接接头的热处理，宜按表 7.5.1 的规定确定。含镍低温钢焊后热处理应符合 SH/T 3525 的规定、焊后热处理应符合设计文件或材料标准的要求。

表 7.5.1 常用钢材焊接接头热处理基本要求

母材类别	名义厚度 mm	母材最小规定 抗拉强度 MPa	热处理温度 ℃	恒温 时间 min/mm	最短恒 温时间 小时	布氏硬度 HB
碳钢 (C) 碳锰钢 (C-Mn)	>20	全部	600~650	2.4	1	≤200 ^c
合金钢 (C-Mo、Mn-Mo、Cr-Mo) Cr≤0.5 %	>20	全部	600~720	2.4	1	≤225
	全部	>490	600~720	2.4	1	≤225
合金钢 (Cr-Mo) 0.5%<Cr≤2%	>13	全部	700~750	2.4	2	≤225
	全部	>490	700~750	2.4	2	≤225
合金钢 (Cr-Mo) 2.25%<Cr≤3% 和 C≤0.15%	>13	全部	700~760	2.4	2	≤241
合金钢 (Cr-Mo) 3%<Cr≤10% 或 C>0.15%	全部	全部	700~760	2.4	2	≤241
马氏体不锈钢	全部	全部	730~790	2.4	2	≤241
奥氏体不锈钢	全部	全部	无 ^a	—	—	≤187
低温镍钢 (Ni≤4%)	>19	全部	600~640	1.2	1	—
双相不锈钢	全部	全部	— ^b	1.2	0.5	—

^a 奥氏体不锈钢稳定化处理应按设计文件要求。

^b 对于双相不锈钢，是否应进行焊后热处理不做具体规定，但热处理应符合材料标准要求。

^c 当设计对碳钢热处理后的硬度试验有规定时，其硬度值可按本表取值。

7.5.2 管道焊接接头焊后如不能立即进行热处理时，铬钼合金钢和标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢，焊后应立即后热缓冷，加热保温范围应与焊后热处理要求相同，后热温度应为 300℃~350℃。

7.5.3 对接环焊缝的热处理名义厚度应按焊接接头处较厚的工件厚度确定。

7.5.4 支管连接时，热处理厚度应按主管或支管的厚度确定，而不考虑支管连接件（包括整体补强或非整体补强件）的厚度。但如果任一截面上支管连接的焊缝厚度大于表 7.5.1 要求需要热处理的材料名义厚度 2 倍时，应进行焊后热处理；支管连接的焊缝厚度计算应符合下列规定：

- a) 安放式焊接支管见图 7.5.4 a), 焊缝厚度应取支管的名义厚度 T_b 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的和, t_c 应取 0.7 倍的支管名义厚度或 6.4mm 两者中的较小值;
- b) 插入式焊接支管见图 7.5.4 b), 焊缝厚度应取主管的名义厚度 T_h 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的和;
- c) 带补强板的安放式焊接支管见图 7.5.4 c), 焊缝厚度应取下列值中的较大值:
 - 1) 支管的名义厚度 T_b 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的和;
 - 2) 补强板的名义厚度 T_r 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的和;
- d) 带补强板的插入式焊接支管见图 7.5.4 d), 焊缝厚度应取主管的名义厚度 T_h 、补强板的名义厚度 T_r 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的三者之和。

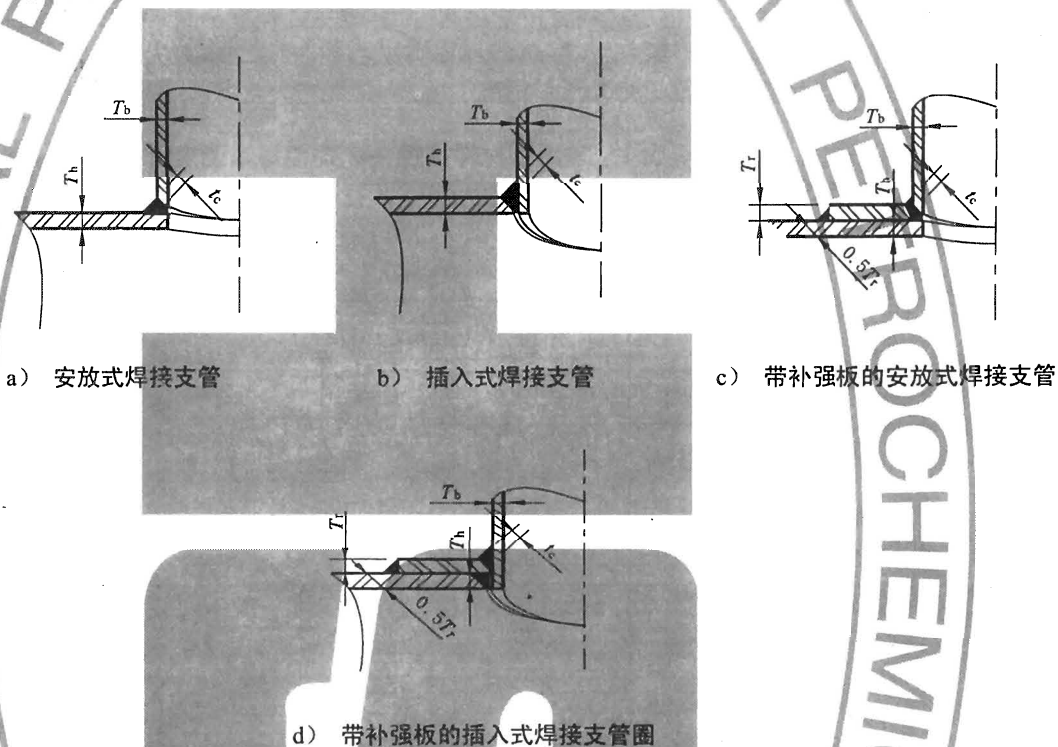


图 7.5.4 支管连接焊接接头形式

7.5.5 用于平焊法兰、承插焊法兰和公称直径小于或等于 50mm 管子连接的角焊缝、密封焊缝以及管道支吊架与管道连接的角焊缝, 如果任一截面的焊缝厚度大于表 7.5.1 要求的需要热处理的材料名义厚度的 2 倍时, 应进行焊后热处理。但下述情况可不要求热处理:

- a) 碳钢材料焊缝厚度小于或等于 16mm 时, 任意厚度的母材都不需要进行热处理;
- b) 合金钢材料焊缝厚度小于或等于 13mm 时, 如果预热温度不低于表 7.4.11 要求的最低值, 且母材规定的最小抗拉强度小于 490MPa, 则任意厚度的母材都不需要进行热处理。

7.5.6 热处理的加热范围应符合 SH/T 3554 加热带的规定。加热区以外 100mm 范围内应予以保温, 且管道端口应封闭。加热时阀体应有冷却措施, 阀瓣处于开启状态。

7.5.7 热处理温度宜采用热电偶进行测量, 当采用自动温度记录仪或接触式测温计测量热处理温度时, 测温点的数量和布置位置应符合 SH/T 3554 的规定。在整个热处理过程中连续测量和记录热处理过程, 形成温度-时间记录曲线, 每个工件的热处理曲线数量应与热处理时该工件上布置的测温热偶数量相符; 测温、记录仪在使用前应经校验合格。

7.5.8 热处理的加热速度、恒温时间及冷却速度, 应符合下列要求:

- a) 升温至 300℃后, 加热速度应按 $5125/\delta$ (℃/h) 计算, 且不大于 220℃/h;

- b) 恒温期间各测点的温度均应在规定的热处理温度范围内, 其差值不得大于 50°C ;
c) 恒温后的冷却速度应按 $6500/\delta$ ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$) 计算, 且不大于 $260^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。冷至 300°C 后可自然冷却。

注: δ 为管子的壁厚, mm。

- 7.5.9 异种钢焊接接头的焊后热处理, 应按 SH/T 3526 的规定执行。
7.5.10 焊后热处理合格的部位, 不得再进行施焊, 否则应重新进行热处理。管道预伸缩口组对时使用的工、卡具应在该焊缝的焊接及热处理完成后, 方可拆除。
7.5.11 焊后热处理的焊接接头应 100% 测量焊缝及热影响区两处的硬度值, 每处测量三个点, 取其平均值。热影响区的测定区域应紧邻熔合线。硬度值不得超过表 7.5.1 的要求。
7.5.12 异种钢焊接接头热处理后, 焊接接头两侧的热影响区硬度均应各自符合表 7.5.1 的规定。
7.5.13 焊接接头热处理后, 首先应确认热处理自动记录曲线。热处理自动记录曲线异常, 或被查部件的硬度值超过规定范围时, 应查明原因, 并对硬度不合格焊接接头重新进行热处理。

7.6 焊接质量检验

- 7.6.1 焊缝表面应去除渣皮、飞溅物, 并根据检验方法的要求, 对焊缝表面进行打磨处理。
7.6.2 焊缝外观应成型良好, 对接环焊缝的宽度以每边盖过坡口边缘 2mm 为宜。
7.6.3 角焊缝 (包括承插焊缝) 可采用凹形和凸形, 外形应平缓过渡。角焊缝的焊脚尺寸如设计文件未规定, 焊脚尺寸的最小值 X_{\min} 可取 1.4 倍的直管名义厚度或法兰颈部厚度两者中的较小值。平焊法兰或承插焊的角焊缝应符合图 7.6.3 的规定。焊脚尺寸 X 取直管名义厚度或 6mm 的较小值。

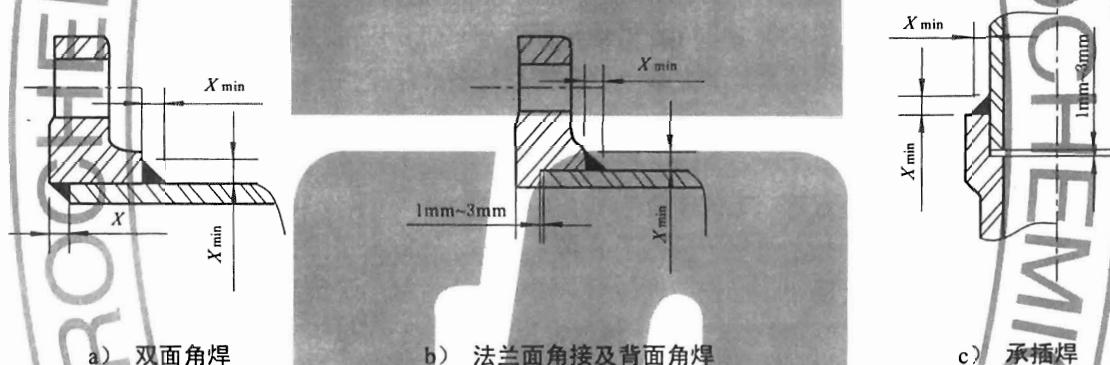


图 7.6.3 平焊法兰和承插焊的角焊缝

7.6.4 焊接接头表面的质量应逐件进行目视检查, 焊缝表面不得有低于母材的局部凹陷。并符合下列要求:

- 不允许有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅存在;
- 设计温度低于 -29°C 的管道、不锈钢和材料标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 的合金钢管道焊缝表面, 不得有咬边现象。其他管道焊缝咬边深度不应大于 0.5mm , 连续咬边长度不应大于 100mm , 且焊缝两侧咬边总长不大于该焊缝全长的 10%;
- 对接焊接接头中薄者厚度小于或等于 6mm 时, 焊缝余高应按下列规定检查:
 - 检查等级 1 级~4 级管道为 $(0\sim 1.5)\text{mm}$;
 - 检查等级 5 级管道为 $(0\sim 2.5)\text{mm}$;
- 对接焊接接头中薄者厚度大于 6mm 时, 焊缝余高应按下列规定检查:
 - 检查等级 1 级~4 级管道为 $(0\sim 3)\text{mm}$;
 - 检查等级 5 级管道为 $(0\sim 4.5)\text{mm}$ 。

7.6.5 各检查等级的焊接接头, 无损检测的方法和比例应符合设计文件要求; 当设计文件无要求时应不低于表 7.6.5 的规定。

表 7.6.5 管道焊接接头无损检验数量、方法及检测标准

检查等级	管道级别	对焊接头		角焊接头		支管连接接头	
		比例	检测标准	比例	检测标准	比例	检测标准
1	SHA1 SHB1	100%	RT II 级或 UT I 级、 MT I 级或 PT I 级 ^a	100%	MT I 级或 PT I 级	100%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
2	SHA2 SHB2	20%		20%	MT I 级或 PT I 级	20%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
3	SHA3 SHB3	10%	RT III 级或 UT II 级	—	—	10%	MT I 级或 PT I 级
4	SHA4 SHB4	5%		—	—	—	—

^a 对碳钢和不锈钢不进行 MT 或 PT 的检测。
^b 适用于等于或大于 DN100 的支管连接的受压焊缝。

7.6.6 有再热裂纹倾向的焊接接头在热处理后应进行表面无损检测。铁磁性材料宜采用磁粉检测。

7.6.7 焊接接头的无损检测除设计另有要求外，还应符合下述要求：

- a) 管道的名义厚度小于或等于 30mm 的对接环焊缝，应采用射线检测，当由于条件限制需改用超声检测时，应征得设计和建设单位的同意；名义厚度大于 30mm 的对接环焊缝可采用超声波检测；
- b) 检测技术等级和灵敏度应符合以下规定：
 - 1) 射线检测的技术等级为 AB 级；
 - 2) 超声波检测的技术等级不得低于 B 级；
 - 3) 磁粉检测可选用中、高系统灵敏度，渗透检测灵敏度等级为 3 级。

7.6.8 管道焊接接头的无损检测比例应按下列规定执行：

- a) 公称直径小于 500mm 时宜按焊接接头数量计算，抽查的焊缝受条件限制不能全部进行无损检测时，经建设/监理单位确认可对该条焊缝按相应的无损检测比例进行局部无损检测；
- b) 公称直径大于或等于 500mm 时应按每个焊接接头焊缝的长度计算；
- c) 焊接接头的无损检测比例应按管道编号统计。

7.6.9 管道焊接接头无损检测按比例抽样检查时，检验批应按下列规定执行：

- a) 每批执行周期宜控制在 2 周内；
- b) 应以同一检测比例完成的焊接接头为计算基数确定该批的检测数量；
- c) 焊接接头固定口检测不应少于检测数量的 40%；
- d) 应按下列原则选定焊接接头：
 - 1) 应覆盖施焊的每名焊工（焊工组）；
 - 2) 按比例均衡各管道编号分配检测数量；

7.6.10 局部检查时，应优先检查交叉焊缝部位，局部或抽样检查的交叉焊缝部位应包括检查长度不小于 38mm 的相邻焊缝。

7.6.11 抽样检查发现不合格焊接接头时，应符合下列要求进行累进检查：

- a) 在一个检验批中检测出不合格焊接接头，应在该批中对该焊工焊接的不合格接头数加倍进行检测，加倍检测焊接接头及返修接头评定合格，则应对该批焊接接头予以验收；

- b) 若加倍检测的焊接接头中又检测出不合格焊接接头,应对该焊工焊接的该批焊接接头全部检测,全部检测焊接接头及返修接头评定合格,则应对该批焊接接头予以验收。
- 7.6.12 局部检查的焊接接头发现不合格缺陷时,应按下列要求进行增加检查长度:
- a) 发现不合格缺陷时,应在该缺陷延伸部位增加检测长度,增加检测的长度为该焊接接头焊缝长度的10%,且不小于250mm;
- b) 若在增加检测长度范围内仍有不合格的缺陷,则对该焊接接头的焊缝进行全部(100%)检测。
- 7.6.13 不合格焊缝应进行返修,并按原规定的检测方法检查合格。焊缝同一部位的返修次数,碳钢管道不宜超过3次,其余钢种管道不宜超过2次;碳钢管道经过2次或其余钢种管道经过1次返修仍不合格的焊缝,如需再进行返修,应编制返修工艺措施,经施工单位技术负责人批准后,方可实施,并将焊缝返修次数、部位和无损检测结果等记入焊缝返修记录中。
- 7.6.14 焊接工作完成后,应在单线图(轴侧图)上标明焊缝编号、焊工钢印代号、固定焊焊接位置(2G、5G或6G)、无损检测方法、返修焊缝位置、热处理位置等可追溯性标识。

8 管道安装

8.1 一般规定

8.1.1 管道安装应具备下列条件:

- a) 预制的管段符合管道预制加工图的要求,各项检验已完成并符合设计文件和施工技术文件要求;
- b) 铺设或固定管道的管架、管墩、预埋件、预留洞或地沟等已按设计文件验收合格,并办理工序交接手续;
- c) 与设备专业的工序交接已完成;
- d) 管道组成件的到货数量、规格、材质等满足安装要求,各项入场检验合格;
- e) 管道组成件的脱脂、衬里、除锈、防腐已合格;
- f) 管道预制件、组成件的内部泥沙、浮锈、熔渣等其他杂物应清理干净;
- g) 管道上的开孔工作已结束,且开孔时的飞溅打磨干净;
- h) 埋地管道的管沟位置、沟底标高、截面尺寸满足管道施工;
- i) 管道安装工作若遇中断,应及时封闭敞开的管口;
- j) 管道安装的法兰、螺纹接头、对接焊缝和卷管直缝宜设置在便于拆卸或检修的位置。

8.1.2 管道安装宜按下列顺序进行:

- a) 先地下管道后地上管道;
- b) 先大管道后小管道;
- c) 先高压管道后低压管道;
- d) 先夹套管道后单体管道。

8.1.3 管道安装应符合下列通用要求:

- a) 安装法兰和垫片时,应对密封面进行外观检查,不得有影响密封性能的划痕、附着物等缺陷;法兰密封面上的铁锈、毛刺、尘土、油污等应清理干净;
- b) 环槽式密封面与金属环垫在安装前应作接触线色印检查,金属环垫在环槽密封面内转动45°后,检查接触线,不得有间断现象。如有间断应进行更换或研磨;
- c) 法兰装配时,应使密封面与管子中心线垂直,以法兰密封面为基准进行测量,垂直度偏差不应超过法兰外径的0.25%,且不大于2mm;
- d) 法兰装配时,螺栓、螺栓孔排列应根据设备本体法兰和阀门的安装位置跨中或跨心确定,如图8.1.3-1所示;
- e) 偏心异径管的安装应按设计要求安装,如图8.1.3-2所示;

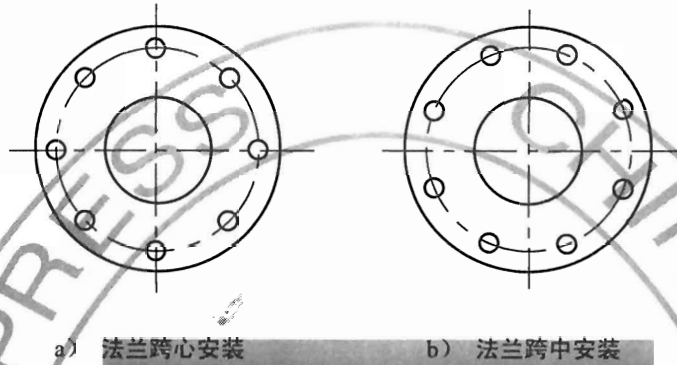


图 8.1.3-1 法兰跨心、跨中安装

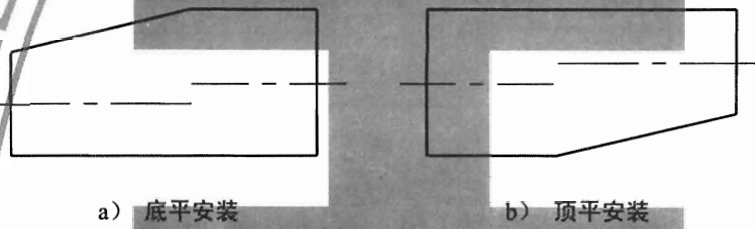


图 8.1.3-2 偏心异径管安装

- f) 法兰螺栓安装方向、外露长度应一致;
- g) 连接法兰的螺栓应能在螺栓孔中顺利通过, 拧紧螺母时应对称均匀, 如图 8.1.3-3 所示;

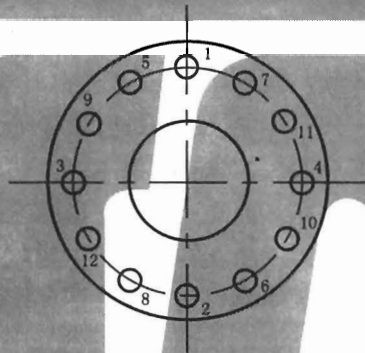


图 8.1.3-3 螺栓紧固顺序示意

- h) 高压管道、高温管道和 SHA1 级管道的法兰螺栓、螺母在安装前应确认其色标, 并在装置正式移交前检查核对材质;
- i) 高温或低温管道系统的法兰连接螺栓, 在系统试运行时应进行热态或冷态紧固; 热紧或冷紧宜按下列规定进行:
 - 1) 螺栓热紧、冷紧时的作业温度应按表 8.1.3-1 的规定执行;
 - 2) 热态或冷态紧固作业应在系统温度达到表 8.1.3-1 规定的温度 2h 后进行;
- j) 热态或冷态紧固法兰螺栓时, 应符合下列规定进行:
 - 1) 当设计压力小于或等于 6MPa 时, 热态紧固时管道内压力应小于 0.3MPa;
 - 2) 当设计压力大于 6MPa, 热态紧固时的管道内压力应小于 0.5MPa;
 - 3) 冷态紧固应在管道系统泄压除霜后进行;
 - 4) 紧固时应编制专项施工安全技术文件, 对参与管道紧固的工作人员预先进行技术交底; 紧固过程的操作人员应佩戴专用防护用具;

表 8.1.3-1 螺栓热态紧固、冷态紧固作业温度

单位为℃

工作温度	一次热紧、冷紧温度	二次热紧、冷紧温度
250~350	工作温度	—
>350	350	工作温度
-70~-29	工作温度	—
-70	-70	工作温度

- k) 穿墙套管的外露长度，每侧不应小于25mm，穿楼板套管应高出楼板面或地面50mm；
- l) 套管直径应符合设计规定，若设计未作规定时，应为主管外径(包括隔热层)加50mm~60mm；
- m) 主管与套管间的环形空隙，两端应用不燃物填塞。有振动的管道(如振动筛、往复泵或压缩机的连接管)，应填塞减振填料。填料填塞不宜过紧，并使管道居中；
- n) 不锈钢管道施工时，不得使用铁质工具敲击；
- o) 不锈钢管道与碳素钢支、吊架之间，应垫入中性隔离材料；不锈钢管不得与碳素钢支、吊架直接接触；
- p) 管道安装时，与设备连接的第一道法兰应加临时盲板隔离，以防脏物进入设备；盲板应有明显标识，专人负责安装与拆除；
- q) 在管道施工过程或试压、吹扫过程加装的盲板应有编号，且有盲板加装、拆卸记录；
- r) 除与转动机器连接的法兰外，管道法兰、与设备法兰间的连接，法兰面间的平行度偏差及间距应符合表 8.1.3-2；螺栓与螺母装配时宜涂二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉。
- s) 管道安装的偏差应符合表 8.1.3-3。

表 8.1.3-2 法兰间距、平行度

单位为 mm

管道级别	间距	允许偏差	
		DN≤300	DN>300
SHA	垫厚±1.5	0.4	0.7
SHB、SHC	垫厚±2.0	0.6	1.0

表 8.1.3-3 管道安装允许偏差

单位为 mm

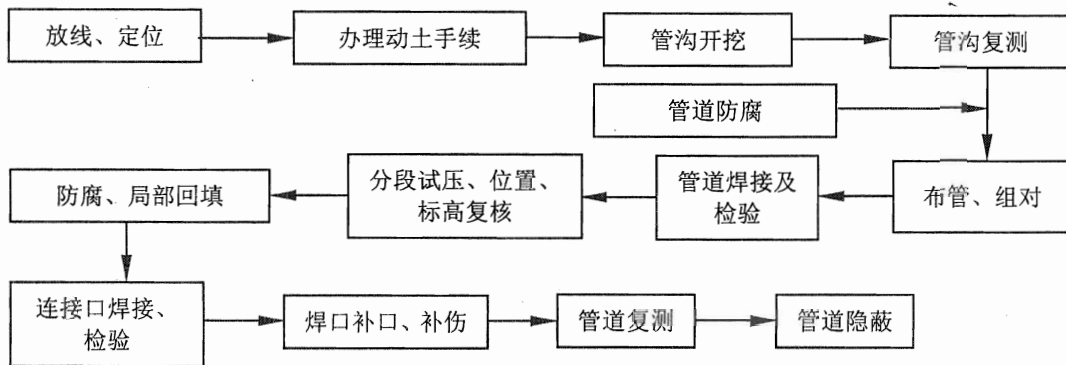
项目		允许偏差	
坐标	架空及地沟	室外	25
		室内	15
	埋地		60
标高	架空及地沟	室外	20
		室内	15
	埋地		25
水平管道直线度		DN≤100	2L‰，最大50
		DN>100	3L‰，最大80
立管垂直度		5L‰，最大30	
成排管道的间距		10	
交叉管的外壁或隔热层间距		20	

注：L——管道的有效长度；DN——管道公称直径。

8.2 埋地管道安装

8.2.1 埋地管道的土方工程施工除应符合SH/T 3533的要求外，还应符合GB 50268的要求。

- 8.2.2 埋地钢管外防腐应按设计文件进行施工。当设计文件无规定时，应按 SH/T 3606 执行。
- 8.2.3 埋地钢管直管段或预制管段在铺设前应按8.2.2的要求防腐检验合格，所有焊口应待压力试验后防腐。
- 8.2.4 吊装管段时宜选用相应规格的吊装带或采取防护措施的钢丝绳、机卡具，不得用钢丝绳直接捆绑已防腐合格的管段。
- 8.2.5 管道组对前应将内部杂物清理干净，组对时应避免强力组对；组对成型的焊口宜一次连续焊完；对于一次不能连续焊完的焊口和管道敞口应及时采取防护措施，避免杂物掉入。
- 8.2.6 埋地管道施工宜按图8.2.6所示的程序进行：



注：较长的管道系统，可进行分段施工和试压；试压合格，防腐处理后可进行分段回填，待系统最终全部施工完毕后，再进行系统试压。

图 8.2.6 埋地管道施工程序

- 8.2.7 沟槽内管道接口处的防腐施工应在焊接、试压合格后进行。
- 8.2.8 分段试验后的固定焊口，宜采用整体压力试验的方式最终检验，最后一道固定焊口可采用100% RT/UT无损检测替代压力试验。
- 8.2.9 埋地管道经试压合格与防腐后，应复测管道标高和坐标，组织有关单位进行隐蔽工程验收，有关人员应在隐蔽工程记录上签字确认。

8.3 仪表件安装

- 8.3.1 对于孔板、喷嘴、文丘里喷嘴和文丘里管等测流体流量的差压装置，上、下游直管段的长度应符合设计文件要求，且在此范围内的焊缝内表面应与管道内表面平齐，填写隐蔽工程记录。
- 8.3.2 管道上仪表取源部件的安装应符合 SH/T 3521 的有关规定。
- 8.3.3 温度计套管及其他插入件的安装方向与长度，应符合设计文件和相关标准要求。
- 8.3.4 流量孔板的取压点位置应符合设计文件要求，设计文件无要求时按图8.3.4。

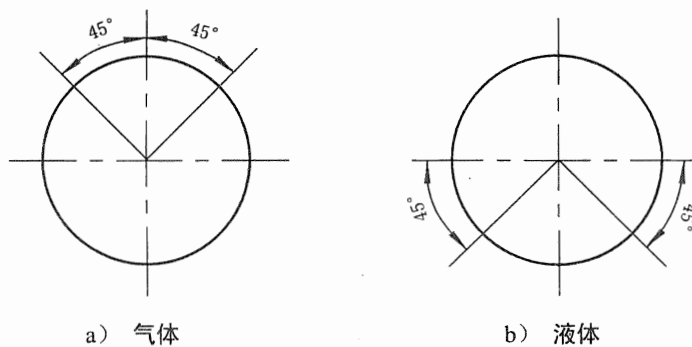


图 8.3.4 流量孔板取压点

8.4 与转动机器连接的管道安装

8.4.1 与转动机器连接的管道，其支架的安装应与管道安装同步进行，使管道的重量和其他外力的附加力矩不得传递到机器上。

8.4.2 管道的水平度或垂直度小于1mm/m。气体压缩机入口管道，应坡向分液罐一侧。

8.4.3 管道安装前应将内部处理干净，管内应无铁锈、尘土及其他污物；同时在与设备连接法兰处加一临时盲板，待管道试压、吹扫合格正式投用前拆除。

8.4.4 与转动机器连接的管道及其支、吊架安装完毕后，应检查机器连接管口处的法兰及螺栓，在自由状态下，所有法兰螺栓应能顺利通过螺栓孔，法兰密封面间的平行度、间隙和同心度，当机器的说明书未规定时，其值应符合表8.4.4的规定。

表 8.4.4 法兰密封面间平行度和同心度

机器转速 r/min	平行度 mm	同心度 mm
<3000	≤0.40	≤0.80
3000~6000	≤0.15	≤0.50
>6000	≤0.10	≤0.20

8.4.5 管道与转动机器连接法兰进行最终连接前，应在转动机器的联轴器上架设百分表监视其位移，在拧紧法兰连接螺栓时进行观测并记录。当机器的说明书未规定时，对于转速大于6000r/min的机器，位移值应小于0.02mm。对于转速小于或等于6000r/min的机器，位移值应小于0.05mm。

8.4.6 管道经复位检查若有超差，则需重新调整支架或焊口，直至合格；重新调整时，碳素钢管道允许进行局部加热。

8.5 伴管安装

8.5.1 伴管的铺设形式应符合设计文件要求；当设计文件未规定时，按SH/T 3040的要求进行铺设。伴管应与主管平行铺设，位置、间距、坡度应符合设计要求。

8.5.2 水平管道伴热管应安装在主管下方90°范围内，水平伴冷管应安装在主管的上方45°范围内；伴管在绕越管支座时，应靠近主管；伴管宜用绑扎带或镀锌铁丝与主管固定，弯管部分的绑扎点宜为3处~5处；直管部分的绑扎点间距应符合表8.5.2的规定。

表 8.5.2 伴管绑点间距

单位为 mm

伴管公称直径	绑扎点间距
15	1000
20	1500
25	2000

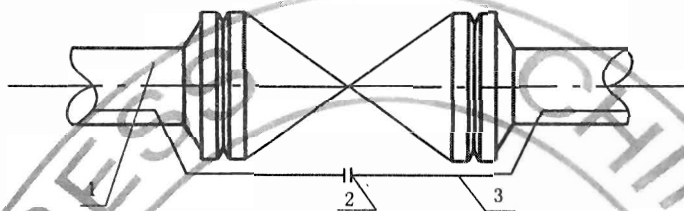
8.5.3 不得采用与主管直接焊接或在主管上焊接其他金属附件的方式来固定伴管。

8.5.4 当一根主管需要安装多根伴管时，应分段设置定距措施。水平安装时应均匀铺设在主管水平中心线的下部；垂直管道的伴管应均匀分布在主管的周围。

8.5.5 不允许与主管直接贴靠的伴管，应按设计文件在伴管与主管间设置隔离块（垫）。

8.5.6 在主管经常拆卸部位，伴管需设置法兰连接，具体设置如图8.5.6所示。

8.5.7 伴管的补偿器设置应每25m直管宜设置一个“Ω”形补偿器。



1—主管；2—法兰；3—伴管

图 8.5.6 伴管示意

8.6 夹套管安装

8.6.1 夹套管在安装套管前应检查内管外表面，内管上被隐蔽的焊缝应100%无损检测合格，如有缺陷应消除并试压合格后，再安装套管。

8.6.2 夹套管的定位板应在内管试压、隐蔽前焊在内管上，并对焊接质量进行检查，不得有烧穿和咬肉现象出现，如有缺陷应消除，试压合格后安装端板。

8.6.3 安装夹套管的端板时，应将内管和套管间的杂物清理干净。

8.6.4 夹套管跨接管的连接应按以下要求：

- a) 对于水平管道，当加热或冷却介质为气体时，连通管应安装在套管靠近端板处，且应高进低出；
- b) 对于水平管道，当加热或冷却介质为液态时，连通管应安装在套管靠近端板处，且应低进高出；
- c) 对于垂直管道的跨接管宜安在靠近端板处。

8.6.5 内管有法兰连接处应在跨接管上安装拆卸法兰。

8.6.6 夹套管的焊缝布置应符合以下要求：

- a) 直管段对接焊缝的间距，内管不小于200mm，外管不小于100mm；
- b) 环向焊缝距管架的净距不小于100mm，且不得留在过墙或楼板处；
- c) 外管水平剖切的纵向焊缝，应置于易检修部位。

8.7 高温、高压管道安装

8.7.1 铬钼合金钢管道组成件在施工前应按设计文件、施工技术文件逐件核对型号、规格、公称压力和材质等；管道施工结束后，压力试验前应核对管道组成件的材质逐件检查确认。

8.7.2 管道组成件的金属环垫和法兰应逐件检查其尺寸偏差、硬度值和粗糙度，且符合以下要求：

- a) 金属环垫的硬度应不大于相应标准的最大值，且应低于法兰的硬度30HB~40HB；
- b) 金属环垫和法兰密封面尺寸偏差应符合相应标准；
- c) 低碳钢金属环垫应检查其表面防锈油是否全覆盖，无覆盖则应检查环垫是否锈蚀；如有锈蚀应更换或处理；
- d) 金属环垫、法兰密封面表面不得有划痕、磕痕、裂纹和斑点等，表面粗糙度不大于Ra1.6。

8.7.3 管道的取源点、支管应在管道安装前完成开孔和焊接工作。

8.7.4 管道监察段的设置应按设计文件要求进行。

8.7.5 管道支、吊架的施工应随管道施工同步进行；支、吊架附件的材质、型号应符合设计文件。

8.8 非金属衬里管道安装

8.8.1 衬里管道安装前，管内应清理干净，并按设计文件和SH/T 3154要求检查衬里质量；如设计文件无要求则按如下规定检查：

- a) 衬环氧玻璃钢管道内衬检验应符合下列要求：
 - 1) 色泽均匀，平整光滑，无其他杂物、起鼓、裂纹、分层、发白或纤维外漏现象；

- 2) 不允许有直径大于 3mm 的气孔存在, 否则应修补;
- 3) 内衬层的厚度应用磁性测厚仪检查, 厚度应符合普通级大于等于 0.4mm, 加强级大于等于 0.6mm, 特加强级大于等于 0.8mm; 检查以抽样检查的形式进行, 抽样点应覆盖不同结构型式管道组成件, 每平方米不超过两点;
- 4) 针孔检查用电火花按 SY/T 0326 的要求进行;
- b) 衬胶管道用目测和锤击法检查胶层外观质量及胶层与金属的粘结情况, 不得有裂纹或海绵状气孔, 必要时用电火花法检查胶层, 不得有漏电现象;
- c) 衬陶或塑料管道用目测检查, 不得有金属外露及深度大于 0.5mm 的裂纹、划痕或小孔等缺陷。必要时应进行电火花法检查; 衬陶瓷管道应符合 YB/T 176, 不能用电火花检验, 应用化学方法检验;
- d) 凡有检漏孔的衬里管道, 应进行注水检查, 24h 内不得有漏水现象。
- 8.8.2 衬里管道安装, 应按预制加工时的编号依次进行, 不得混淆或颠倒。
- 8.8.3 搬运、吊装、堆放衬里管道组成件时, 应避免强烈震动及碰撞; 不得在衬里管道上敲击、加热、施焊或矫形。现场存放衬里管道组成件时, 应避免阳光照射或热源辐射衬里层。
- 8.9 阀门安装
- 8.9.1 阀门检试验工作已全部合格, 并按设计文件要求核对型号、规格。
- 8.9.2 安装方向应符合设计文件要求, 如设计文件无要求时, 应按阀门标注的方向安装; 阀门阀杆的安装位置应符合设计文件要求, 当设计文件未规定时, 应便于操作, 但不得垂直向下、影响安全通道和其他管道附件的安装。
- 8.9.3 采用承插焊接方式连接的阀门, 在承插端头应留有 1mm~2mm 的间隙。
- 8.9.4 采用整体热处理的管道上若有焊接阀门, 应在管段整体热处理后焊接, 该焊缝再进行热处理; 焊接阀门的焊缝热处理时阀芯位置应符合厂家要求, 厂家无要求时应将阀门开启。
- 8.9.5 有传动装置的阀门安装前, 应对传动装置进行操作试验, 其指示与阀门的启闭一致, 且动作可靠、启闭灵活、指示准确。
- 8.9.6 大型阀门安装前, 应预先安装好管道支吊架, 不得将阀门的重量附加在设备或管道上。
- 8.10 补偿器安装
- 8.10.1 管道补偿器应用机械方法按设计文件规定进行预拉伸或预压缩, 允许偏差为预伸缩量的 10% 且不大于 10mm; 预拉伸或压缩合格后应临时固定, 使补偿器的拉伸或压缩量在安装前保持不变。
- 8.10.2 管道补偿器预拉伸(或预压缩)时, 焊接接头组对所使用的工、卡具, 应待该焊接接头的焊接及热处理工作完毕并经检验合格, 安装后方可拆除。
- 8.10.3 管道补偿器预伸缩前应具备下列条件:
- a) 预拉伸或预压缩区域两端的固定支架间的所有焊接接头(预伸缩口除外)应焊接、检验完, 需热处理的焊接接头已热处理完并经检验合格;
- b) 预拉伸或预压缩区域内的支、吊架已安装完毕。管子与固定支架已焊接固定合格。区域内的支、吊架已留有足够的调整裕量。支、吊架的弹簧已按设计要求调整完, 并临时固定。不得使弹簧承受管道的载荷。
- 8.10.4 管道补偿器与管道之间若需预压缩时, 宜将两垂直臂向内压缩, 将间隙值变成过盈值, 做法与预拉伸相反。
- 8.10.5 管道补偿器水平安装时, 平行臂的坡度应符合设计文件的规定, 且补偿器两侧直管段的支架已按设计要求施工完毕。
- 8.10.6 金属波型补偿器的安装应符合下列要求:

- a) 补偿器的型号、规格、材质是否设计规定且临时固定装置完好;
 - b) 补偿器应与管道保持同一轴线,不得倾斜或错位;
 - c) 补偿器安装过程不得通过调整临时固定件的松紧来调整焊缝间隙,以免影响补偿器的正常功效;
 - d) 补偿器的安装方向应符合设计文件和成品说明书的要求;
 - e) 补偿器安装方向设计及厂家的规定。
- 8.10.7 金属波型补偿器在吊装、组对和焊接过程应采取防护措施,防止损坏补偿器的波形和临时固定件的松动。
- 8.10.8 金属波型补偿器在试压吹扫合格后、系统正式投用前应按波型补偿器的使用说明书或由制造厂家指导拆除临时固定件。
- 8.11 安全附件安装
- 8.11.1 安全阀、爆破片、阻火器等应按设计文件规定的位号安装。
- 8.11.2 安全阀在管道系统试压、吹扫合格正式投用前方可安装。需在管道系统上最终调校的安全阀,应在管道系统投入运行时及时调校,调校要求应符合 SH 3518 的有关规定;调校时,需有资质的单位进行,相关人员现场确认,并及时进行铅封和填写安全阀最终调校记录。
- 8.11.3 整定合格的安全阀,在搬运过程中应避免堆放、碰撞,铅封破损的不得安装。
- 8.11.4 爆破片安装时应符合下列要求:
- a) 爆破片宜在管道系统投产前安装,安装方向应与说明书或铭牌上箭头指示一致。
 - b) 安装爆破片时宜采用力矩扳手,对称均匀地拧紧螺栓,满足爆破片制造厂家文件要求,防止爆破片在夹持器中松动和因法兰受力过大或不均匀而导致损坏;
- 8.11.5 安全液封装置应垂直安装,垂直度偏差应小于等于 1/1000,标高允许偏差为±5mm。液封高度应在安装后进行复查,允许偏差为液柱高度的 5/1000。
- 8.12 管道静电接地安装
- 8.12.1 静电接地的管道除应符合设计文件要求外,还应符合下列要求:
- a) 法兰连接处各管段间应有良好的导电性;
 - b) 当每对法兰的电阻值超过 0.03Ω 时,应有导线跨接;
 - c) 跨接用材料可选用有接线端子的导线;
 - d) 跨接导线或接地引线不得与钢管直接连接,应采用有接线端子的导线跨接,接线端子应用与管道同材质的材料制成。
- 8.12.2 管道静电接地的安装应符合下列要求:
- a) 法兰的跨接型式在管外壁或管支座上应设置导线的连接端子,再用导线与接地支、干线连接后接地,也可利用管道的固定支架进行接地;
 - b) 型钢管架可作为接地连接系统的导体使用,并可在管架上焊接连接端子;
 - c) 地沟管道与接地支线间应采用挠性连接,并用螺栓紧固,连接导线宜选用 6mm² 铜芯电线,其长度应留有不小于 100mm 的裕量;
 - d) 跨接形式当设计未规定时,跨接线可固定在两法兰背面用螺栓把紧,使法兰背面与跨接线紧密贴合;安装参照图 8.12.2-1 和图 8.12.2-2 执行。
- 8.12.3 安装管道静电接地装置用的材料,安装前不得刷油,导电接触面应除锈,并接触紧密。
- 8.12.4 安装管道静电接地设施宜在管道安装、试压合格后进行,接地施工完毕后,法兰间或螺纹接头间的电阻值,以及管道系统对地电阻值都应测试,电阻值超过规定时,应进行检查与调整,合格后应及时填写管道静电测试记录。

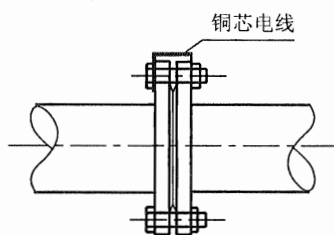


图 8.12.2-1 法兰连接静电接地示意

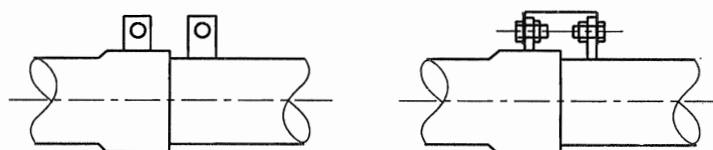


图 8.12.2-2 螺纹连接静电接地示意

8.13 管道支、吊架安装

8.13.1 管道支、吊架的结构形式、材质、规格、安装位置应符合设计要求。

8.13.2 支、吊架应与管道安装同步进行，并在管道安装时及时进行调整和校正；支、吊架或管托与管道接触应紧密。

8.13.3 热位移方向相反或位移值不等的数根管道，除设计有规定外，不得使用同一吊杆。吊架的吊杆，宜由不少于一副铰链调节螺栓组成。

8.13.4 固定支架和限位支架应严格按照设计要求安装。固定支架应在补偿装置（预拉伸或预压缩）安装前固定。

8.13.5 支、吊架的安装焊缝应符合设计文件要求，设计文件无要求时应满焊；管道与支架焊接时，管子不得有咬边、烧穿和裂纹等缺陷。

8.13.6 管道支、吊架与结构采用螺栓连接时，螺母与结构表面接触紧密以防螺栓偏心受力。

8.13.7 管道安装过程使用的临时支、吊架，应有明显的标记，其位置不得与正式管架冲突，管道安装完毕后，应及时拆除。

8.13.8 管道安装完毕后，应按设计要求逐个核对支、吊架的位置和型式；检查管托预偏置量及方向应符合设计文件及厂家要求；弹簧支吊架的限位块应在系统投用前拆除，其底部间隙应大于设计要求的可压缩量。

8.13.9 对于高温管道，在系统投用阶段应检查管托、支架位移情况，滑动管托应无脱落、固定支架焊缝无开裂现象。

8.13.10 管道的坡度应用支、吊架调整；不得采用在支座底部加多层垫板的形式调节。

9 管道系统压力试验

9.1 一般规定

9.1.1 管道系统按设计文件施工完毕，热处理和无损检测合格后，应按设计规定对管道系统进行压力试验；输送有毒介质和可燃介质的管道系统应按国家现行标准 SH 3501 的要求进行试验。

9.1.2 压力试验宜在管道系统吹扫或清洗之前进行；气体泄漏性试验应在管道系统吹扫或清洗之后进行。

9.1.3 除设计文件规定进行气压试验的管道外，管道系统的压力试验介质应以液体进行。液压试验确有困难时，经设计单位和建设单位同意，可用气压试验代替，但试验压力不宜大于 1.6MPa，并应符合

合下列条件：

- a) 管道系统焊接接头已按本规程 7.6.5 条规定检测合格；
- b) 脆性材料管道组成件经液压试验合格；且已按施工技术文件采取防护措施；
- c) 试压方案中应有切实的安全措施，经施工单位技术负责人批准。

9.1.4 当现场条件无法满足用液体或气体对管道系统、焊缝进行试验时，对管道系统和焊缝的检验应符合 SH 3501 的要求。

9.1.5 管道系统试压施工技术文件应包括下列内容：

- a) 管道系统试压流程图，在图上应标明系统编号、管线号及有关隔离设备的位号。同时还应标明注入点、打压点、放空点、压力表的安装位置，以及临时盲板的加装位置及编号；
- b) 试验项目、试验压力、试验介质、加压设备型号；
- c) 隔离盲板的规格、位置以及装、拆负责人；
- d) 应拆卸不参与试压的管道组成件，盲板的加装位置和采取临时连接措施；
- e) 试压进度、人员分工及责任；
- f) 升压步骤、停压时间、合格标准及检查方法；
- g) 安全技术措施；
- h) 记录表格格式。

9.1.6 管道系统压力试验前，应由施工单位、建设/监理单位和有关部门对下列资料进行检查确认：

- a) 管道组成件、焊材的制造厂质量证明书；
- b) 管道组成件、焊材的校验性检查或试验记录；
- c) 管道系统隐蔽工程记录；
- d) 管道的焊接工作记录；
- e) 阀门试验确认表记录；
- f) 无损检测报告；
- g) 焊接接头热处理记录及硬度试验报告；
- h) 静电接地测试记录；
- i) 设计变更及材料代用文件；
- j) 试压系统流程图：在设计提供的 PID 图上标注试压系统的范围。

9.1.7 管道系统试压前，应由施工单位、建设/监理业主和有关部门联合检查确认下列条件：

- a) 管道系统全部按设计文件要求安装完毕，符合设计文件的要求；
- b) 需试压检查的焊缝及其他部位不应隐蔽；
- c) 试压用的临时加固措施符合试验方案要求，临时盲板加置正确，标志明显，记录完整；
- d) 管道组成件的标识正确；
- e) 试压用的压力表的量程应为试验压力的 1.5 倍~2.0 倍、精度等级不得低于 1.6 级、检定标记符合要求；
- f) 有经批准的施工技术文件，并经技术交底；
- g) 根据施工技术文件应予拆除或隔离的设备、仪表、安全阀、爆破片等均已处理完毕；
- h) 水源可靠，水质合格；排泄点选择正确，符合环保要求。

9.1.8 液体压力试验介质应采用工业洁净水，当设计或生产工艺有要求时，可采用其他液体。奥氏体不锈钢管道系统用水试验时，水中的氯离子含量不得超过 50mg/L；气体试验介质宜采用空气、氮气或其他惰性气体；当采用氮气、惰性气体试验时，排气点应选择空旷、空气流通的场地。

9.1.9 管道压力试验时的试验介质温度，当设计文件未规定时，合金钢和脆性材料管道介质温度不得低于 15℃，其他管道液压试验时介质温度不得低于 5℃。

9.1.10 试验前应将不参与试验的其他系统、设备、仪表及管道附件等加以隔离，安全阀、爆破板应

拆卸或隔离。加置盲板的部位应有明显标识和记录, 并有专人负责拆、装; 采用隔离措施时, 应将运行中的管道系统与建设中的管道系统在建设单位见证情况下设置隔离盲板。

9.1.11 液体压力试验时, 向管道系统内注水过程中宜利用各管段高点的法兰、阀门、排气口、排液口等排净管道系统内的空气。

9.1.12 当管道与设备作为一个系统进行试验时, 应征得设计、建设单位同意, 并符合下列规定:

- a) 管道的试验压力小于或等于设备的试验压力, 按管道的试验压力进行试验;
- b) 管道试验压力大于设备的试验压力, 且设备的试验压力不小于管道试验压力的 77% 时, 按设备的试验压力进行试验;
- c) 对于带有膨胀节的管道系统, 在没有固定约束的情况下, 应按波纹管膨胀节设计压力 1.5 倍或管道系统试验压力两者的小值进行试验。但在任何情况下, 波纹管膨胀节的试验压力不得超过制造厂的试验压力。当系统试验压力大于上述规定的试验压力时, 膨胀节应从管道系统移开或隔离。

9.1.13 压力试验过程中若遇泄漏, 应降至无压后处理, 缺陷消除后应重新进行压力试验。液压试验合格排液时, 应打开放空阀。

9.1.14 管道系统试压合格后, 应及时排净试验介质, 排放时应注意人身及建筑物的安全。同时应拆除所有盲板, 并按 SH/T 3503 的填写管道系统试验记录。

9.2 管道系统压力试验

9.2.1 管道系统压力试验应符合下列规定:

- a) 液体压力试验的压力按 9.2.2 公式计算;
- b) 气体压力试验的试验压力为设计压力的 1.15 倍, 且试验压力不宜大于 1.6 MPa。
- c) 承受外压的管道, 液压试验压力为设计内外压差的 1.5 倍, 且应不小于 0.2 MPa。

9.2.2 管道系统的设计温度高于试验温度时, 管道的液压试验压力应按 9.2.2 公式计算, 换算后的试验压力不得使管道在试验条件下产生的周向应力或轴向应力超过试验温度下材料屈服强度的 90%, 且不得超过 1.5 倍管道组成件的公称压力等级。否则应将试验压力降低, 以满足液体压力试验时管道组成件应力值在安全范围内的要求:

$$P_t = 1.5 P_o \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]_2} \quad \dots \dots \dots (9.2.2)$$

式中:

- P_t ——试验压力, MPa;
 P_o ——设计压力, MPa;
 $[\sigma]_1$ ——试验温度下材料的许用应力, MPa;
 $[\sigma]_2$ ——设计温度下材料的许用应力, MPa。
 当 $[\sigma]_1 / [\sigma]_2$ 大于 6.5 时取 6.5。

9.2.3 应分级缓慢升压, 达到试验压力后停压 10min 且无异常现象。然后降至设计压力, 停压 30min 全面检查密封面、焊缝, 系统不降压, 焊缝、密封面不泄漏, 管道组成件不变形为试验合格。

9.2.4 气体压力试验时, 应用空气或其他无毒、不可燃气体进行预试验。预试验的气体压力应不超过 0.2 MPa。

9.2.5 气体压力试验时, 应逐步缓慢增加压力。当压力升至试验压力的 50% 时, 稳压 3min, 未发现异常或泄漏, 继续按试验压力的 10% 逐级升压, 每级稳压 3min, 至试验压力后, 稳压 10min, 再将压力降至设计压力, 涂刷中性发泡剂对试压系统的焊缝、密封面进行全面检查, 不泄漏为合格。

9.3 真空度试验及泄漏试验

9.3.1 真空管道系统试验真空度的确定应按设计文件的同时, 还应参照当地的大气压; 如当地的大气压低于标准大气压时, 真空度应同比例减少。

9.3.2 真空度试验的抽真空过程应缓慢进行,并随时检查系统的管道和设备等处有无变化,如有异常应立即停止抽真空;分析原因处理后继续进行。

9.3.3 真空度试验应在温度变化较小的环境中进行,当系统内真空度达到设计文件要求时,应停止抽真空,进行系统的增压率考核。考核时间为24h,增压率不大于5%为合格。增压率按9.3.3公式计算:

$$\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9.3.3)$$

式中:

ΔP —— 24h 的增压率, %;

P_1 —— 试验初始绝压, MPa;

P_2 —— 试验终止时的实际绝压, MPa。

9.3.4 设计文件规定用卤素、氦气、氨气或其他方法进行敏感性泄漏试验时,应按设计技术规定进行,并制定相应的安全防护措施。

10 管道系统吹扫和冲洗

10.1 一般规定

10.1.1 管道系统的吹扫和冲洗应有经批准的施工方案。

10.1.2 管道系统的吹扫和冲洗,应在管道系统压力试验合格后进行。

10.1.3 管道系统的吹扫和冲洗方法宜根据管道的工作介质确定,公称直径大于或等于600mm的管道,宜采用人工清理;公称直径小于600mm的液体管道宜采用水冲洗或气体吹扫;公称直径小于600mm的气体管道宜采用空气吹扫;蒸汽管道应以蒸汽吹扫;对有特殊要求的管道,应按设计文件规定采用相应的吹扫和冲洗方法。

10.1.4 管道系统吹扫和冲洗施工方案应有下列内容:

- a) 吹扫和冲洗程序、方法、使用介质、储气设备的设计压力和工作压力;
- b) 吹扫和冲洗介质的压力、流量、流速的操作控制方法以及介质的排放位置;
- c) 检查方法、合格标准;
- d) 安全防护措施及其他注意事项。

10.1.5 储气设备应设置临时安全排放口和压力表。

10.1.6 管道系统吹扫、冲洗前,应满足下列要求:

- a) 法兰连接的调节阀、安全阀、节流阀、阻火器、逆向止回阀、孔板等仪表件需拆除;已焊接在管道上的仪表件应采取保护措施;
- b) 不参与吹扫、冲洗的设备和管道系统,应与吹洗系统隔离;
- c) 管道系统必要时应采取临时加固措施。

10.1.7 管道系统吹扫、冲洗应按下列规定分段依次进行:

- a) 设备法兰口、阀门、仪表件前应设置吹扫、冲洗排放口;
- b) 按先主管后支管的顺序吹洗;
- c) 主管吹扫、冲洗时,应关闭支管阀门;
- d) 支管吹扫、冲洗应先从介质前进方向的第一支管开始依次进行。

10.1.8 吹扫、冲洗时,应对管道系统的焊缝、盲端、弯头等部位进行敲打,但不得损坏管子;不锈钢管道应用木锤或铜锤敲打。

10.1.9 吹扫、冲洗时应采取措施防止吹洗系统的排放介质进入其他设备或管道系统;应设置临时排放点,不得影响周围作业环境,不得随处排放。

10.1.10 对无法吹扫、冲洗的管道系统,应采用拆卸后人工清理或过程控制的方法确保其内部的清洁。

10.1.11 管道吹扫、冲洗合格后,不得再进行影响管内清洁的其他作业。

10.1.12 管道系统吹扫、冲洗合格后封闭前，应由施工单位会同有关单位共同检查确认，并按 SH/T 3503 要求填写记录。

10.1.13 蒸汽管道系统吹扫时应在管路系统的低点设置疏水装置，防止水击现象。

10.2 水冲洗

10.2.1 冲洗时宜采用工业用洁净水；奥氏体不锈钢管道使用氯离子含量不大于 50mg/L 的工业水进行冲洗。

10.2.2 水冲洗前应将排放管道接入排水井或排水沟中，并保证安全和畅通。排放管的截面不应小于被冲洗管截面的 60%。

10.2.3 冲洗时应以系统内可能达到的最大流量或不小于 1.5m/s 的流速连续进行。

10.2.4 当设计文件无规定时，水冲洗的质量应以出口的水质与入口处一致时为合格。

10.2.5 冲洗合格后应将管道系统内的积水全部排净，无法排尽时应用压缩空气吹干。

10.3 空气吹扫

10.3.1 管道系统空气吹扫时，宜利用生产装置的大型压缩机和大型容器，进行间断性吹扫；每一吹扫口每次的吹扫时间不少于 10min，吹扫次数不少于 3 次。

10.3.2 吹扫时应保证管路的流量最大；空气流速不宜小于 20m/s；忌油管道的吹扫宜在进气口设置临时过滤器对空气进行过滤。

10.3.3 对于缺乏提供大量连续吹扫空气的装置，也可采用分段吹扫法，即将系统管道分成许多部分，每个部分再分成几段，然后逐段吹扫，吹扫完一段与系统隔离一段。

10.3.4 管道系统在空气吹扫过程中，当目测排气无烟尘时，应在排气口用白布或涂有白漆的靶板检查，以 5min 内白布或靶板上无铁锈、尘土、水分及其他杂物为合格。

10.4 蒸汽吹扫

10.4.1 蒸汽吹扫前，应按下列要求装设排汽管：

- a) 临时排汽管直径宜与被吹扫管道直径相同，减少弯管的设置和直管长度；
- b) 临时排汽管道应引至室外，管口应朝上倾斜并加装消音器；排放口不得朝向临近的道路、设备、操作间或其他构筑物；
- c) 排放管的临时支架应合理牢固，能承受其排空时的反作用力、位移和冲击振动负荷。

10.4.2 蒸汽管道若在隔热作业前进行吹扫时，应采取安全防护措施。

10.4.3 蒸汽管道应以大流量蒸汽进行吹扫，流速不应低于 30m/s。

10.4.4 蒸汽吹扫时，应缓慢升温暖管，并及时疏水，恒温 1h 后，进行吹扫；然后自然降温至环境温度，再升温、暖管、恒温，进行下次吹扫，直至合格为止。

10.4.5 经蒸汽吹扫的管道应用下列方法进行检查：

- a) 靶板宜采用铝质，靶板表面应光滑，无划痕。铝质靶板厚度不得小于 5mm，宽度不小于排气管内径的 8%，长度应大于管子外径；
- b) 靶板放置后，应连续吹扫 15min，抽出靶板检查，蒸汽吹扫质量标准符合表 10.4.5；
- c) 连续两次以上靶板表面的痕迹符合表 10.4.5 的质量标准，则管道蒸汽系统吹扫合格。

表 10.4.5 蒸汽吹扫质量标准

项目	质量标准
靶板上痕迹大小	$\phi 0.6\text{mm}$ 以下
痕深	0.5mm
粒数	1个/cm ²
时间	15min

10.4.6 靶板和排放口的设置可采用图10.4.6所示进行安装。

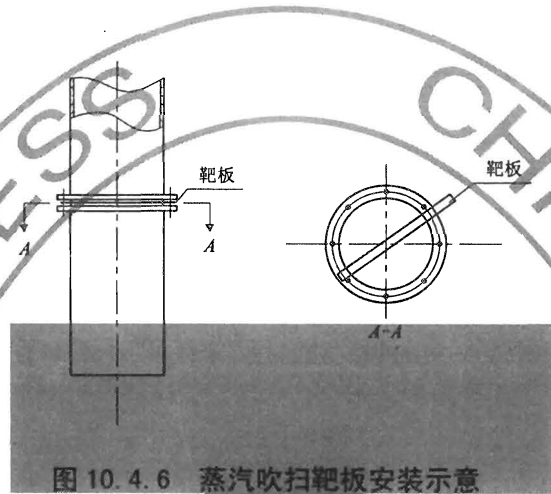


图 10.4.6 蒸汽吹扫靶板安装示意

11 脱脂与化学清洗

11.1 脱脂

11.1.1 脱脂应按设计文件要求和HG 20202的规定进行施工。在安装前应对管道系统的管道组成件进行脱脂，安装后应对管道系统整体脱脂。

11.1.2 脱脂前有明显油迹/锈迹和油垢的管道，应经喷砂除垢后方可进行脱脂。

11.1.3 当设计文件未规定时，脱脂剂宜根据管道材质按HG 20202的规定确定。

11.1.4 脱脂剂或用于配制脱脂剂的化学物品应具有质量证明书；使用前应检查其包装，对于已污染的不得使用；脱脂的有机溶剂含油量不应大于50mL/L。

11.1.5 用于管道脱脂、检验和安装的所用工器具等，应按施工技术文件的要求先脱脂合格，否则不得使用。

11.1.6 管道脱脂应在室外或通风良好的室内进行；脱脂现场地面应干燥整洁，脱脂剂不得长期被阳光曝晒。

11.1.7 采用浸泡法脱脂时可按如下方法进行：

- a) 需制作一个深度大于最大管径一半，长度能将整根管道放入的脱脂槽；
- b) 在脱脂槽中加入脱脂剂的量以能超过最大管径的半径为宜。脱脂过程宜采用大管套小管的方法；
- c) 脱脂时应将管道组成件放入脱脂剂中，宜浸过大管半径，浸泡1h~1.5h后将所有组成件翻转，使另一侧浸入脱脂剂，浸泡1h~1.5h后全部取出；用工业洁净水将管道组成件的内外表面冲洗干净，在自然通风状态下干燥。

11.1.8 采用蒸煮法脱脂应按如下要求进行：

- a) 需搭建一个能将需脱脂的管道组成件分批堆放的保温棚，搭建保温棚的材料宜选用塑料布和保温材料；
- b) 将脱脂材料分批堆放在棚中，堆放时材料在长度方向应有一定斜度，封闭保温棚通入低压蒸汽蒸煮24h后停汽自然冷却。

11.1.9 采用擦拭法脱脂时，施工用器具和施工人员的防护用品均需是无油脂产品。

11.1.10 经脱脂的管道系统组成件，应按设计文件要求的检验标准进行检查；当设计未规定时，管道组成件可用下列方法进行检查：

- a) 用擦拭法、喷砂或浸泡法脱脂的检查方法为：
 - 1) 用清洁干燥的白滤纸擦拭其内壁；纸上应无油脂痕迹为合格；

- 2) 用波长320nm~380nm的紫外光灯照射脱脂件表面,以表面无紫兰色荧光为合格;
- b) 用蒸煮法脱脂的检查方法为收集少量冷凝液于硬质器皿中,放入少许粒度小于1mm的纯樟脑,以樟脑球不停旋转为合格;否则应重新脱脂;
- c) 凡是与氧气接触的部件表面,油脂的残留量宜选用油分测试仪测量,其含量不得超125mg/m²。
- 11.1.11 脱脂合格的管道组成件应及时封闭管口并加以标识或采取其他防护措施,防止二次污染;在后续下料、组对、安装过程防止污染;并及时填写管道脱脂记录。
- 11.1.12 阀门脱脂应在水压试验合格后进行,应选用擦拭、浸泡和蒸汽蒸煮的脱脂方法,合格标准按11.1.10检查。
- 11.1.13 脱脂后的残液应按有关的安全与环境保护规定排放或回收集中处理。
- 11.1.14 凡经脱脂合格的管道组成件,在安装前应检查确认无二次污染现象。

11.2 化学清洗

- 11.2.1 化学清洗应按设计文件要求和 SH/T 3547 的规定进行。
- 11.2.2 管道系统的内表面设计文件要求化学清洗时,宜在投产前进行,可采用槽浸法或系统循环法。
- 11.2.3 当设计文件未规定时,化学清洗药剂宜根据管道材质按 SH/T 3547 的规定确定。

12 管道工程文件移交

管道工程交工技术文件应按 SH/T 3503 的规定填报整理并办理移交。

附录 A

(资料性附录)

常用有毒介质、可燃介质

表 A.1~表 A.3 分别给出了石油化工常用毒性介质、常用可燃气体及常用液化烃、可燃液体介质。

表 A.1 常用毒性介质

级别	名称
极度危害	汞及其化合物, 砷及其无机化合物, 氯乙烯, 铬酸盐, 重铬酸盐, 黄磷, 铍及其化合物, 对硫磷, 羰基镍, 八氟异丁烯, 锰及其无机化合物, 氰化物, 苯, 氯甲醚
高度危害	三硝基甲苯, 铅及其化合物, 二硫化碳, 氯, 丙烯腈, 四氯化碳, 硫化氢, 甲醛, 苯胺, 氟化氢, 五氯酚及其钠盐, 镉及其化合物, 敌百虫, 氯丙烯, 钒及其化合物, 溴甲烷, 硫酸二甲酯, 金属镍, 甲苯二异氰酸酯, 环氧氯丙烷, 砷化氢, 敌敌畏, 氯丁二烯, 一氧化碳, 硝基苯, 溴, 光气
中度危害	二甲苯, 三氯乙烯, 二甲基甲酰胺, 六氟丙烯, 苯酚, 氮氧化物, 苯乙烯, 甲醇, 硝酸, 硫酸, 盐酸, 甲苯
轻度危害	溶剂汽油, 丙酮, 氢氧化钠, 四氯乙烯, 氨

表 A.2 常用可燃气体

类别	名称
甲	乙炔, 环氧乙烷, 氢气, 合成气, 硫化氢, 乙烯, 氟化氢, 丙烯, 丁烯, 丁二烯, 顺丁烯, 反丁烯, 甲烷, 乙烷, 丙烷, 丁烷, 丙二烯, 环丙烷, 甲胺, 环丁烷, 甲醛, 甲醚(二甲醚), 氯甲烷, 氯乙烯, 异丁烷, 异丁烯
乙	一氧化碳, 氨, 溴甲烷

表 A.3 常用液化烃、可燃液体

类别	名称
甲	A 液化氯甲烷, 液化顺式-2-丁烯, 液化乙烯, 液化乙烷, 液化反式-2-丁烯, 液化环丙烷, 液化丙烯, 液化丙烷, 液化环丁烷, 液化新戊烷, 液化丁烯, 液化丁烷, 液化氯乙烯, 液化环氧乙烷, 液化丁二烯, 液化异丁烷, 液化异丁烯, 液化石油气, 液化二甲胺, 液化三甲胺, 液化二甲基亚硫, 液化甲醚(二甲醚)
	B 异戊二烯, 异戊烷, 汽油, 戊烷, 二硫化碳, 异己烷, 己烷, 石油醚, 异庚烷, 环戊烷, 环己烷, 辛烷, 异辛烷, 苯, 庚烷, 石脑油, 原油, 甲苯, 乙苯, 邻二甲苯, 间、对二甲苯, 异丁醇, 乙醚, 乙醛, 环氧丙烷, 甲酸甲酯, 乙胺, 二乙胺, 丙酮, 丁醛, 三乙胺, 醋酸乙烯, 甲乙酮, 丙烯腈, 醋酸乙酯, 醋酸异丙酯, 二氯乙烯, 甲醇, 异丙醇, 乙醇, 醋酸丙酯, 丙醇, 醋酸异丁酯, 甲酸丁酯, 吡啶, 二氯乙烷, 醋酸丁酯, 醋酸异戊酯, 甲酸戊酯, 丙烯酸甲酯, 甲基叔丁基醚, 液态有机过氧化物
乙	A 丙苯, 环氧氯丙烷, 苯乙烯, 喷气燃料, 煤油, 丁醇, 氯苯, 乙二胺, 戊醇, 环己酮, 冰醋酸, 异戊醇, 异丙苯, 液氨
	B 轻柴油, 硅酸乙酯, 氯乙醇, 氯丙醇, 二甲基甲酰胺, 二乙基苯
丙	A 重柴油, 苯胺, 锭子油, 酚, 甲酚, 糠醛, 20号重油, 苯甲醛, 环己醇, 甲基丙烯酸, 甲酸, 乙二醇丁醚, 甲醛, 糖醇, 辛醇, 单乙醇胺, 丙二醇, 乙二醇, 二甲基乙酰胺
	B 蜡油, 100号重油, 渣油, 变压器油, 润滑油, 二乙二醇醚, 三乙二醇醚, 邻苯二甲酸二丁酯, 甘油, 联苯-联苯醚混合物, 二氯甲烷, 二乙醇胺, 三乙醇胺, 二乙二醇, 三乙二醇, 液体沥青, 液硫

注: 闪点小于 60℃且大于或等于 55℃的轻柴油, 如果储罐操作温度小于或等于 40℃时, 其火灾危险性可视为丙_A类。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工钢制管道工程施工技术规程

SH/T 3517—2013

条文说明

2013 北京

修 订 说 明

SH/T 3517—2013《石油化工钢制管道工程施工技术规程》，经工业和信息化部 2013 年 10 月 17 日以第 52 号公告批准发布。

本规程是在 SH/T 3517—2001《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国石化集团第五建设公司，主要起草人是姚代贵、赵秀芬。

本规程修订过程中，编制组进行了多次的调查研究，总结了我国工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过试验取得了一些重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《石油化工钢制管道工程施工技术规程》编制组按章、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

4	施工准备	45
4.1	技术准备	45
4.3	材料及施工机具准备	45
5	材料验收	45
5.1	一般规定	45
5.2	管道组成件及支承件的验收	45
5.3	焊接材料验收	45
6	管道预制	45
6.1	一般规定	45
6.2	管道切割及加工	46
6.3	管道组对、预组装	46
6.4	夹套管预制	46
6.5	管道支、吊架制作	46
7	管道焊接	46
7.1	一般规定	46
7.2	焊接材料	47
7.3	焊前准备	47
7.4	焊接工艺要求	47
7.5	焊后热处理	48
7.6	焊接质量检验	48
8	管道安装	49
8.1	一般规定	49
8.2	埋地管道安装	49
8.3	仪表件安装	49
8.4	与转动机器连接的管道安装	49
8.6	夹套管安装	49
8.7	高温、高压管道安装	50
8.8	非金属衬里管道安装	50
8.9	阀门安装	50
8.10	补偿器安装	50
8.11	安全附件安装	50
8.12	管道静电接地安装	50
8.13	管道支、吊架安装	50
9	管道系统压力试验	51
9.1	一般规定	51

9.2	管道系统压力试验	51
10	管道系统吹扫和冲洗	51
10.1	一般规定	51
10.3	空气吹扫	51
10.4	蒸汽吹扫	51

石油化工钢制管道工程施工技术规程

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 本条指施工前对管道设计文件的审核,以及各专业设计文件与管道专业设计文件的符合性、匹配性和设计文件审核时应关注的主要审核内容。

4.1.8 本条规定了管道工程施工前,技术管理人员应向从事管道施工的各级管理人员和作业人员进行交底,交底内容既有设计技术文件和施工技术文件的具体要求,也有周围环境和施工现场的管理要求。

4.3 材料及施工机具准备

4.3.1 管道组成件、管道支承件以及管道焊接材料等材料应检验合格,供货进度要满足施工进度要求。

4.3.2 施工机具、检试验设备在施工前应配置到位、合理,而且应有合适的放置场地。计量器具应经相关单位检定合格并在有效期内。

5 材料验收

5.1 一般规定

5.1.2 本条根据 TSG D2001 规定了有制造许可的管道原件,在供货时除在元件外表面有许可标志外,还应提供有当地特种设备检验机构出具的监督检验证书。

5.1.3 为了实现材料的可追溯性管理,要求做好材料的标识。

5.1.8~5.1.11 规定了管道组成件的分区管理、标识移植和复验的具体要求,其目的都是从确保形成管道系统的组成件的入场、验收、管理和发放使用全过程可追踪、易识别;通过过程管理来形成合格的产品。

5.2 管道组成件及支承件的验收

本条规定了管道组成件、支承件的验收按现行国家标准和行业标准执行;验收工作主要是指按设计文件和合同要求对组成管道系统的元件由业主或采购方进行的验证过程。抽检的每批是指同炉批号,同材质、同规格。

5.3 焊接材料验收

5.3.1 本条是确保焊接材料质量必备要求,否则应重新复验或不得使用;焊材没有标识在使用中不易管理,易造成焊材的错用;且一旦被使用不易查找和识别。

6 管道预制

6.1 一般规定

6.1.2 为了控制好特殊材质或有特殊施工要求的管道的预制,提出这些管道应在预制场预制的要求。

6.1.1~6.1.3 管道预制一般在完成技术准备、现场准备和材料及施工机具的准备后,进行管子切割、加工坡口、螺纹加工、管段预组装、焊接和管道支、吊架的制作,以及各工序的质量检查和检验。增大管道的预制范围、预制深度,将有利于管道施工的质量控制和提高施工效率。

6.1.4~6.1.5 为防止材料错用和材料使用的可追溯性,做好材料标识和标志以及标识的移植是最简单、最直观、最有效和最可靠的手段之一,是工程质量控制的重要环节。预制组装的管段检查合格和检验合格的焊缝应做好合格标识,以便于质量管理和现场施工。

6.1.6 管道预制过程中要做好标识,同时在单线图上也做好标识,做到实物和单线图一致。

6.2 管道切割及加工

6.2.3 加工不锈钢材料时应使用专用砂轮片。由于砂轮机高速旋转，砂轮片的直径随着使用逐渐减小，砂轮片的额定线速度和最小直径应能满足安全使用要求。

6.2.4 等离子切割时飞溅很大，而且这种飞溅打磨困难，切割前应做好切割部位的内外防护。

6.2.5~6.2.8 坡口加工质量直接影响焊接质量，坡口按第 6.2.5 条、第 6.2.6 条加工，按第 6.2.7 条、第 6.2.8 条检查和检验。第 6.2.8 条参照 GB 50517—2010 第 7.2.8 条。

6.2.9 由于采用的螺纹加工标准不同，管端螺纹应按实测成品管件的螺纹标准加工，普通螺纹加工执行 GB/T 196。

6.2.10 SHA1、SHB1、SHC1 级管道的施工要求高，填写加工记录可以提高施工人员的工作责任心，强化工序管理，保证坡口质量，从而达到保证焊接质量的目的。

6.3 管道组对、预组装

6.3.1~6.3.4 管段应在自由状态下组对，不得附加外力或用其他方法强力组对。第 6.3.2 条参照 GB 50517—2010 第 7.2.6 条。

6.3.5 仪表取源部件应在规定位置先用机械方法开孔，目的是开孔时掉入管内的铁屑等杂物可以清理干净，机械方法开孔的几何尺寸和形状能满足仪表取源部件安装的精度要求，应避免使用火焰等热加工方法开孔。

6.3.6 为避免用错材料、保持管内清洁而需检查、确认的主要事项。

6.3.8 管道预制后应有足够的刚度和强度，避免运输、存放、吊装等过程产生永久变形，否则应采取临时加固等措施。

6.3.10 衬里管道对管道内表面的处理要求高，衬里工艺复杂，并需要专业设备，现场很难达到衬里条件。现场实测加工尺寸，管道衬里由专业厂家完成。衬里管道除执行设计文件还应执行 SH/T 3154 的规定。

6.4 夹套管预制

6.4.1 夹套管预制前应做好充分的准备，合理下料，最大限度减少内管的焊缝，内管及管件应采用无缝钢管制作。

6.4.2 夹套管的封闭段：夹套管施工过程中，按照加工图选择确定的、经现场实测安装尺寸后再行安装的内管和套管管段。由于封闭段焊缝位置固定，该焊缝的设置应便于组对、焊接和检验。

6.4.3 全夹套内管安装后将全部被套管隐蔽，内管不得存在质量隐患。本条参照 TSG D0001—2009 第七十五条。

6.4.4 夹套管定位板的规格选择和安装位置非常重要，它能起着保证夹套间距均匀的重要作用，不能阻碍环隙间介质的流动，应按设计图纸和规范要求安装。定位板应在内管试压前焊接完。

6.4.5~6.4.6 套管安装前应先进行连通管管口开孔，内腔清理干净后方能焊接套管的端板。这样能保证夹套内清洁，防止杂物堵塞夹套，夹套如果堵塞，很难清理。

6.5 管道支、吊架制作

管道支、吊架的结构型式多，需现场制作的支、吊架，在管道安装前，应根据设计图纸和支、吊架标准图集中加工预制，提高机械化制作程度，保证支、吊架的质量。弹簧支吊架、减振器、阻尼器、带滑板的滑动管托等应在专业的制造厂制造，在安装时，应按照设计文件及产品说明书进行安装。

7 管道焊接

7.1 一般规定

7.1.2 管道施工单位在管道施焊前，应根据评定合格的焊接工艺评定报告和工程项目实际施焊条件编制焊接作业指导书（WPS）和焊接工艺卡（焊接工艺规程）以指导焊工焊接作业。

7.1.3 焊工资格证书是指技术质量监督部门颁发的该焊工《特种设备作业人员证》，且其证书上的合

格项目在有效期之内，并有相应的见证资料证明该焊工所取得的某种焊接方法未中断特种设备焊接六个月以上。否则该焊工应经复审抽查合格后方可从事该焊接方法的焊接工作。

7.1.9 在焊接过程中严防电弧损伤管材及管件表面。电弧损伤管材及管件表面，造成表面缺陷，影响材料的安全使用，需要修磨处理，必要时需要补焊及修磨处理。

7.2 焊接材料

7.2.2 焊条的库存期应按该批焊条生产日期开始计算；在进行焊条的焊接工艺性能复验时，首先焊条药皮不得有水泡的痕迹，焊条焊芯不得有锈蚀现象，然后进行焊条的焊接试验。试验时，电弧燃烧应稳定；飞溅、烟尘无异常现象；焊缝成型良好，焊缝表面未产生气孔、裂纹等缺陷。焊条的焊接工艺性能复验应做好记录。

7.3 焊前准备

7.3.2 被管托覆盖的焊缝，属于隐蔽焊缝，被覆盖的焊缝部位应进行100%射线检测；需要热处理的焊缝，为了保证有足够绑扎热处理带或绳的空间和热处理效果，对焊缝距支、吊架边缘的净距离进行要求；在大规格管道中使用焊制管件时，往往无法避免十字焊缝，为了保证焊接质量，该部位焊缝应经射线检测合格。

7.3.5 管子坡口加工成型后，先确认坡口尺寸是否符合要求，然后检查坡口表面质量；为了避免坡口在热切割和热加工过程中发生的表面缺陷影响焊接接头质量，铬钼合金钢、材料标准抗拉强度下限值等于或大于540MPa管材、设计温度低于-29℃的非奥氏体不锈钢的管材坡口采用热加工方法时，本条和6.2.8条对坡口表面提出无损检测要求；其他管材坡口加工成型后，采用目视检查的方法检查坡口表面缺陷。

7.4 焊接工艺要求

7.4.2 公称直径大于或等于500mm管道的对接焊缝，若在管道内进行施焊时，通风、采光等条件满足安全管理要求时，可采用双面焊焊接工艺；否则应采取单面焊接双面成形的焊接工艺，其对接焊缝底层宜采用氩弧焊进行焊接。

7.4.5 除设计要求对管道进行预拉/预压技术要求外，保证其余组对状态为自由状态。

7.4.6 对卡具的焊接或拆除和铬钼合金钢、标准抗拉强度下限值大于或等于540MPa钢管上卡具拆除后表面无损检测做出了具体的要求，以避免由于卡具焊接和拆除造成影响管道质量问题。

7.4.7 焊接接头的定位焊缝承受组对应力，定位焊缝过短、过薄，容易撕裂，存在缺陷的可能性很大。这些缺陷在焊接过程中常常不能被全部熔化，保留在根部焊道中，形成根部缺陷。因此，本条给出了参考性定位焊缝尺寸，并且应对定位焊缝进行清理检查，对发现的缺陷进行打磨处理。对定位焊缝的焊接要求与正式焊缝同样对待（如合格焊工，相同的焊材、预热要求和焊接工艺等）。

7.4.9 将定位焊缝的两端应为缓坡状的目的是确保底层焊道成形良好，减少焊接根部缺陷和应力集中。

7.4.13 原标准规定预热范围应为坡口中心两侧各不小于三倍壁厚的范围；有淬硬倾向或易产生延迟裂纹的材料，两侧各不小于五倍壁厚的范围，且不小于100mm。为了便于执行，本次修订统一改为5倍且不小于100mm。预热范围并非仅是焊缝和热影响区，还要考虑管道的散热情况和环境温度，以保证管道焊接时焊缝和热影响区温度（含厚度方向温度梯度）符合要求。本条规定的预热范围是最低要求，实际预热的加热范围要结合管道的实际情况而定。

7.4.15 不锈钢管道焊接时若飞溅落到坡口两侧，易在沾污处引起腐蚀，从而影响焊接接头的使用性能，不锈钢管道坡口两侧应涂白垩粉或其他防粘污剂；该条要求主要针对不锈钢管采用焊条电弧焊和熔化极气体保护焊等飞溅大的焊接方法而言，钨极气体保护电弧焊和埋弧自动焊不存在飞溅问题。

7.4.17 含镍低温钢、不锈钢、铬钼合金钢以及材料标准抗拉强度下限值等于或大于540MPa钢材，表面缺陷存在会影响材料的安全使用，所以规定焊件表面不得有电弧擦伤等缺陷。

7.4.18 在原标准的基础上增加了除焊接工艺或检验要求需分次焊接外的条件，如工程项目现场受到

射线条件限制，需要分两次焊接，第一次焊接完成之后进行射线检测，第二次焊接完成后进行超声波检测，但这种检测方法事先应征得设计和建设单位的同意。

7.4.19 对于焊接时容易被氧化的管道（如不锈钢、不锈钢复合钢管、含镍低温钢等）单面焊根部焊道宜采用手工钨极氩弧焊施焊，并且管内宜充氩气保护。

7.4.22 焊接中起弧与收弧时焊接参数变化比较大，不易保证焊缝的质量。要求收弧时将弧坑填满，多层焊的层间接头应相互错开等都是保证焊缝质量重要措施。

7.4.23 焊接作业指导书中规定焊接线能量的焊缝，焊接线能量测定一般可以通过测量焊接电流、电弧电压和焊接速度等焊接参数进行计算。

7.4.25 焊接连接的阀门施焊和热处理时，由于其工艺方法不当造成阀门变形，影响阀门的密封性能。对焊接连接的阀门施焊时提出的各项措施，如将阀门适度开启以保证管道内部空气流通、焊缝根部焊道采用氩弧焊、采用适宜焊接顺序、尽量减小焊接电流等，以及在热处理时采取措施防止阀体过热变形，都是为了保证阀体不变形、阀座的密封性能不受影响。

7.5 焊后热处理

7.5.1 表 7.5.1 中规定了常用钢材焊后热处理基本要求和硬度值，与原规范相比，本次修订内容调整比较多，如钢材品种增加，焊缝和热影响区硬度值不再与母材硬度值、合金元素含量挂钩等。本次修订后表 7.5.1 中常用钢材焊后热处理基本要求和硬度值与 GB/T 20801—2006 一致，也符合 TGS D0001—2009 要求。

7.5.2 对于铬钼合金钢和标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢材等容易产生延迟裂纹的焊接接头，规定焊后立即进行焊后热处理，否则，应立即均匀加热到 300℃~350℃，保温缓冷。这样可以促使焊缝金属中氢的逸出，降低焊接残余应力，避免焊接接头中出现马氏体组织，从而防止氢致裂纹的产生。条文中所说的“立即”是指焊缝金属温度未降至预热温度之下。

7.5.4、7.5.5 这两条是对角焊缝（含密封焊缝）和支管连接焊接接头热处理的规定，由于表 7.5.1 中只规定了对接焊接接头需要热处理的厚度，所以这两条专门对角焊缝（含密封焊缝）和支管连接焊接接头需要热处理的厚度做了明确的规定。

7.5.6 本条在原规范热处理的加热范围的基础上进行放大，即热处理的加热范围为焊缝两侧各不少于焊缝宽度的 3 倍，且不少于 25mm。修改为热处理的加热范围为焊缝两侧各不少于焊缝宽度的 3 倍，且不少于 50mm，与 GB/T 20801—2006 一致。

7.5.7 本条规定了焊后热处理温度应进行测量和记录，并明确规定在整个热处理过程中连续测量和记录热处理过程，形成温度-时间记录曲线；为了确保记录的准确性，要求热电偶测温计与加热片（带）之间采取隔离措施。

7.5.8 本条规定的热处理的加热速度、恒温时间及冷却速度要求与 GB/T 20801—2006 一致，但与 NB/T 47015—2011《压力容器焊接规程》中要求不一致，工程项目在现场编制热处理方案和热处理工艺卡（热处理工艺规程）时，应防止混淆。

7.5.11 根据 GB/T 20801—2006 规定，现场焊后热处理焊接接头应 100% 测量焊缝及热影响区两处的硬度值，同时明确了硬度测量的合格指标。修改了原规范中应抽 20% 且不少于一个焊接接头进行硬度检测的规定。

7.6 焊接质量检验

7.6.1 根据焊接接头的表面目视检查、表面无损检测、射线检测或超声波检测等检查、检测方法不同，对焊接接头打磨处理要求不同，因此应按照检查、检测方法对焊接接头表面进行相应的打磨处理。

7.6.3 对于角焊缝（包括承插焊缝）的焊脚高度根据 GB/T 20801—2006 规定提出具体要求。

7.6.5 焊接接头无损检测的比例和验收标准按照检查等级和对应的管道级别确定，表 7.6.5 给出了各检查等级所对应管道级别的不同焊接接头形式的检测方法、比例和验收标准，符合 GB/T 20801—2006 的规定。

7.6.6 有再热裂纹倾向的焊接接头的表面无损检测,按照 GB/T 20801—2006 规定在焊接及热处理后各进行一次,焊后进行表面无损检测的目的是为了及时发现并消除由于焊接工艺不当造成焊后出现表面裂纹。但实际施工经验证明此项规定并非是必需的,有再热裂纹倾向的钢材采用适当的焊接工艺进行焊接,一般焊后不会出现裂纹,而是因热处理时被再次加热容易产生裂纹,所以该条只强调有再热裂纹倾向的焊接接头在热处理后应进行表面无损检测。

7.6.7 由于超声波检测技术在管道焊接中应用存在一些具体的问题,所以管道的名义厚度小于或等于 30mm 的对接环焊缝,原则上采用射线检测;当由于条件限制需改用超声检测时,应征得设计和建设单位的同意。

7.6.9 本条对管道焊接接头无损检测按比例抽样检查时,执行检验批进行了规定;满足 TGS D0001—2009 和 GB/T 20801—2006 要求,并保留了原标准关于焊接接头固定口检测不应少于检测数量 40% 的规定。焊工组是指流水作业或施焊同一焊接接头的 2 名或 2 名以上焊工的组合。

7.6.11 本条对抽样检测发现不合格焊接接头时,进行累计检查作出了具体的规定;与 TGS D0001—2009 和 GB/T 20801—2006 一致。

7.6.12 该条对局部检测的焊接接头发现不合格缺陷时,如何扩大检测比例做出了具体的要求,所有返修部位和扩大检测部位应按原规定的检测方法检查直至合格。

7.6.13 不合格焊缝超次返修应编制返修工艺措施,经施工单位技术负责人批准后,方可实施,并将焊缝返修次数、部位和无损检测结果等记入焊缝返修记录中。

8. 管道安装

8.1 一般规定

8.1.1 本条规定了管道安装前,应具备的基本条件。

8.1.3

- b) 环槽式密封面法兰多用于高压管道,其密封主要是依靠金属环垫与法兰密封面的线性接触来实现的,金属环垫在安装时应进行着色检查,主要是检查其线接触是否良好;如有间断,应进行研磨处理;
- k) 热紧或冷紧时管道系统各组成件的温度应达到表 8.1.3-1 规定的温度,是为了确保紧固作业时组成件的温度已平衡,且螺栓的膨胀或收缩已稳定;
- l) 对紧固作业人员进行技术交底,其目的是让参与紧固作业的人员在紧固前准确的了解需进行热紧或冷紧的具体位置、紧固作业需佩戴的防护用品、紧固作业时的顺序站位以及发生泄漏需采取的防护措施。

8.2 埋地管道安装

埋地管道施工时的管内清洁应随管道施工同步进行清理和验收,通过过程控制确保管道系统的内部清洁;管沟的宽度和放坡比例按 SH 3533 的要求根据地质情况确定,是为了确保施工过程的安全,以防管沟塌方而采取的施工技术措施;而在施工前必需办理相关动土手续,主要是针对老厂区或有其他隐蔽设施而采取的防止破坏地下设施技术措施。

8.3 仪表件安装

仪表件测量的准确程度与接近测点的管道内部焊缝与内壁的平缓过渡有直接关系,同时测点的安装位置与管道内的介质的状态有关。

8.4 与转动机器连接的管道安装

支架与管道安装同步进行、在自由状态下法兰螺栓能顺利穿过螺栓孔以及对法兰平行度的要求,其目的是确保能尽量减少转动设备受外力的作用。

8.6 夹套管安装

夹套管安装符合本条规定的要求外,还应符合 SH/T 3546 的要求。

8.7 高温、高压管道安装

8.7.1 本条为了确保铬钼合金钢管道组成件材料在材料领用、保管、发放、管道预制、管道安装各个环节材料的材质均符合设计文件要求。

8.7.2 本条要求是为了通过控制金属环垫与法兰密封面的加工尺寸、金属环垫的硬度以及两者表面的粗糙度来实现金属环垫与法兰密封面间的密封效果。

8.7.3 本条要求管道系统在安装后不在其上开孔，确保高温、高压管道的内部清洁。

8.7.5 高温、高压管道的管道支吊架对管道的试压、吹扫、运行都非常重要，要确保型号符合设计文件，并且与管道同步施工。

8.8 非金属衬里管道安装

衬里管道种类较多，检查方法也不一样，但应进行目测衬里层的外观质量。锤击法是检查管子与衬里层的粘结质量。电火花法是检查粘结情况和衬里层有无裂纹、汽泡及衬里层厚度是否符合要求等缺陷。金属衬里管道，除目测检查外，还应用注水试验来检查衬里层的缺陷。衬里管道的衬里层的粘接力是有限的，所以安装过程中要尽量避免碰撞和进行弯曲或角度矫正。为了避免非金属衬里层加速氧化，应避免阳光或热源照射，贮存时要注意。

8.9 阀门安装

阀杆的安装位置应符合设计文件要求，无要求时要考虑操作人员便于操作和不影响通道畅通以及局部阀门的安装位置排列整齐；设计有要求的软密封的焊接阀门焊接前应抽芯，焊接完成后等温度降至环境温度后方可安装。

8.10 补偿器安装

管道工程一般采用管道补偿器或金属波形补偿器来吸收管道的伸缩和端点位移；安装补偿器前，首先要确认补偿器的特性数据应符合设计规定，然后再按照第 8.10.3 条和 8.10.6 条的规定作好预伸缩（预压缩）前的准备工作，特别是管道补偿器两端的固定支架的型式和焊接质量；是确保补偿器安全运行的前提。同时在拆除金属波形补偿器的临时支撑件时需配专人按说明书的要求现场指导。

8.11 安全附件安装

8.11.2~8.11.3 安全阀的安装应按设计文件规定，不得擅自修改。安全阀的主要作用是防止管道系统因火灾、操作故障或停水、停电等事故导致管道系统压力增高发生爆炸；当系统压力增高到安全阀的定压值时，安全阀立即起跳泄压，降低系统压力，杜绝事故发生。一旦压力恢复正常，它即自行关闭，以保证生产系统正常运行。

8.11.4 爆破片由爆破片本体、夹持器、托架等部件装配而成的一种压力泄放安全装置。它可在管道压力突然升高而尚未引起爆炸前先行破裂，排出系统内介质使系统泄压，保护装置内设备、管道和其他附件的安全。本条规定了爆破片安装时的注意事项和技术要求。爆破片安装在介质无毒、不可燃对人体无害介质的管道系统上。

8.12 管道静电接地安装

有静电接地要求的管道系统，当任一接头或管道系统对地的电阻值超过 0.03Ω 时，应在接头（法兰或螺纹接头）间设置跨接导线；测量接头间的电阻或系统的对地电阻时应选用相匹配的测量设备；原标准、现行国家和其他行业标准对静电接地的接头样式均没有统一要求，如设计无要求，静电接地的样式按 8.12.2 中的图样执行。

8.13 管道支、吊架安装

管道支、吊架的结构型式、材质、规格、安装位置和焊缝长度、连接型式符合设计要求，是确保每一管段、管道系统受力和位移符合设计文件的基础，满足管道系统在最大设计参数条件下安全运行的保障；弹簧支架的安装位置和弹簧高度应符合设计要求，在安装前应核对弹簧支架的定位块是否齐全进行检查，管道系统正式投用前应将弹簧支架的定位块拆除。

9 管道系统压力试验

9.1 一般规定

9.1.1 规定了管道系统进行压力试验前应具备的条件是试压系统已按设计文件要求施工完毕且验收合格、各项检验和热处理工作合格。

9.1.3 因气压试验的危险性高,本条规定了管道用气压代替液压进行试验时需具备的条件以及试验压力,且条件应同时具备。

9.1.7 管道工程试压前,由施工单位和建设、监理业主代表和相关政府主管部门对设计文件完成程度、现场各项资源、施工技术文件的审批进行全面检查确认,确定是否管道系统可以进行试压。

9.1.8 当使用惰性气体、氮气为试压介质时,应合理设置排放点和隔离措施,以防人员进入排放点窒息。

9.1.13 本条从安全的角度规定,试压过程如遇泄漏,应将系统降至常压后处理,杜绝带压消漏。

9.2 管道系统压力试验

9.2.2 管道系统压力试验的目的是检查系统的承压能力,当管道材料的力学性能随温度的升高而降低,为了确保高温时的承压能力,当管道系统的设计温度高于试验温度时,其试验压力应按比例提高,但提高后的试验压力不应使系统中压力等级最小的管道组成件损坏。

由于按设计温度换算后管道液压试验的数值可能很高,使试验压力作用下管道组成件的轴向或径向应力超过了材料的屈服强度或组成件额定压力的1.5倍,使试验过程增加了不安全因素,则应降低试验压力。

10 管道系统吹扫和冲洗

10.1 一般规定

10.1.3 有特殊要求的管道系统,应根据设计文件规定的方法进行吹扫和清洗,比如喷砂、油清洗、脱脂、酸洗和钝化、抛光等等,施工时按专业规程进行。

10.1.4 管道系统吹扫和冲洗是管道投用前重要的工作,应编制施工技术文件,内容应符合本条规定。

10.1.5 本条主要从安全性方面考虑,根据储气设备的承压能力装设临时安全排放口和压力表,以保证安全。

10.1.6 管道系统进行吹洗时,强大高速的气流,带动管道内砂、石、焊渣等高速地流动,对管道系统的易损件可能造成破坏,吹扫前需按本条要求采取相应措施进行保护。

10.3 空气吹扫

10.3.1 为保证风速及每次吹扫的时间,需充分利用装置的大型压缩机来提供气源和大型容器来储存缓冲。

10.4 蒸汽吹扫

10.4.1 为蒸汽吹扫而设置的临时管道需进行热力计算后安装,支架等应合理牢固,确保安全。

10.4.6~10.4.7 蒸汽吹扫后的质量标准要求比较高,因为它是保证机组周期安全运行的关键,决不能马虎。

SH/T 3517-2013

《石油化工钢制管道工程施工技术规程》

勘误

原文

表 7.6.5 管道焊接接头无损检验数量、方法及检测标准

检查等级	管道级别	对焊接头		角焊接头		支管连接接头	
		比例	检测标准	比例	检测标准	比例	检测标准
1	SHA1 SHB1	100%	RT II 级或 UT I 级、 MT I 级或 PT I 级 ^a	100%	MT I 级或 PT I 级	100%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
2	SHA2 SHB2	20%		20%	MT I 级或 PT I 级	20%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
3	SHA3 SHB3	10%	RT III 级或 UT II 级	—		10%	MT I 级或 PT I 级
4	SHA4 SHB4	5%		—		—	

^a 对碳钢和不锈钢不进行 MT 或 PT 的检测。
^b 适用于等于或大于 DN100 的支管连接的受压焊缝。

勘误后（增加了 SHC 级管道）

表 7.6.5 管道焊接接头无损检验数量、方法及检测标准

检查等级	管道级别	对焊接头		角焊接头		支管连接接头	
		比例	检测标准	比例	检测标准	比例	检测标准
1	SHA1 SHB1 SHC1	100%	RT II 级或 UT I 级、 MT I 级或 PT I 级 ^a	100%	MT I 级或 PT I 级	100%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
2	SHA2 SHB2 SHC2	20%		20%	MT I 级或 PT I 级	20%	RT II 级或 UT I 级 ^b 、MT I 级 或 PT I 级
3	SHA3 SHB3 SHC3	10%	RT III 级或 UT II 级	—		10%	MT I 级或 PT I 级
4	SHA4 SHB4 SHC4	5%		—		—	
5	SHC5	—	—	—		—	

^a 对碳钢和不锈钢不进行 MT 或 PT 的检测。
^b 适用于等于或大于 DN100 的支管连接的受压焊缝。