

---

工业金属管道工程施工及验收  
相关标准和规范释义

GB 50517—2010

GB 50235—2010



---

# 一. 概述

## (一) 工业金属管道施工及验收标准规范的现状

### 1. 现行工程建设标准规范的构成

#### 1) 按法制区分:

技术法规: 由国家行政管理部门颁布实施的强制性技术文件, 如压力管道安全技术规范;

标准规范: 由标准化委员会审查批准发布实施的技术文件包括:

强制性标准;

推荐性标准。

#### 2) 按覆盖范围区分:

国家标准;

行业标准;

地方标准;

企业标准。

#### 3) 按包含内容区分:

技术法规: 包含设计, 材料, 施工, 检验及验收要求, 但只规定必须满足的最低技术要求。

技术规程: 包含设计, 材料, 施工, 检验及验收要求, 接近国外工程标准的模式;

施工验收规范: 包含施工、检验及验收要求, 我国最早推行的工程建设标准模式, 按设计和施工检验验收分别制定标准;

质量验收规范: 包含检验及验收要求, 按照“验评分离、强化验收、完善手段、过程控制”的指导原则进行编制,;

质量检验评定标准;

工艺规程 (工艺标准、施工规范): 强调施工工艺技术的要求。

## 2. 工业金属管道施工相关的现行技术法规、标准和规范

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》TSG D0001-2009

《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001-2006

《压力管道安装安全质量监督检验规则》（2002版）；

《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》；

《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》。

## 3. 现行工业金属道施工相关的标准和规范的适用范围

项 目	GB50235-2010	GB20801-2006	GB50517-2010	SH3501-2010	SH3502-2000	
适用范围	核能、矿井专用管道以外的所有工业管道施工	工业金属压力管道施工及验收	石油化工金属管道质量验收	石油化工钢制有毒、可燃管道施工及验收	石油化工钛、锆制管道施工及验收	
介 质	毒性	无毒及GB5044中规定的极度、高度和中度危害毒物	无毒及GB5044中规定的毒物	GB5044中规定的毒物	无毒及GB5044中规定的毒物	
	可燃性	可燃介质和非可燃介质	可燃和非可燃介质	可燃介质	可燃介质和非可燃介质	
	设计压力	≤42MPa（含真空）	0.1≤最高工作压力≤42MPa	≤42MPa（含真空）	400Pa（绝压）~42MPa（表压）	0~9.8MPa（表压）
	设计温度	材料允许使用的温度	无毒非可燃液体高于标准沸点,其他不限	≥-196℃	196~850℃	-60~250℃
材 料	钢、铸铁、有色金属、耐蚀衬里	钢、铸铁、有色金属、	钢、有色金属、复合管	钢	工业纯钛	

《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50236和《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB50184正在审批，批准发布后与《工业金属管道工程施工规范》GB50235和《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB50252配套使用。

火力发电厂中的非动力管道的施工及验收应参照上述标准规范实施。

GB50517-2010：1.0.3 条：本规范（）规定了石油化工金属管道工程施工质量验收的基本要求，当本规范与国家法律、行政法规的规定相抵触时，应按国家、行政法规的规定执行。

GB50235-2010：1.0.10 条：管道的施工，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## （二）术语

### 2.0.1 工厂化预制

在具有一定的加工能力和生产工艺相对固定的场所加工制作的过程。

### 2.0.2 石油化工管道

石油化工生产装置及辅助设施中用于输送毒性、可燃与无毒、非可燃性气体/液体介质的管道系统。

### 2.0.3 管件

管道组成件的一部分。是管道系统中用于连接、分支、改变方向与直径、端部封闭等直接与管子相连的零部件，包括弯头、弯管、三通、四通、异径管、管箍、螺纹接头和短节、活接头、软管接头、翻边短节、支管座（台）、堵头、管帽等。

### 2.0.4 管道组成件

用于连接或装配成压力密封、内含流体的管道系统中的管道元件。包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门以及膨胀接头、挠性接头、耐压软管、疏水器、过滤器和分离器等。

### 2.0.5 预制口

可以转动工件进行焊接作业的焊口。

### 2.0.6 固定口

无法转动工件进行焊接作业的焊口。

GB50235：

### 2.1.1 管道元件公称压力（PN）

由字母 PN 和无因次数字组合而成，表示管道元件名义压力等级的一种标记方法。

### 2.1.2 管道元件公称尺寸（DN）

由字母 DN 和无因次整数数字组合而成，表示管道元件规格名义尺寸的一种标记方法。

### 2.1.6 D 类流体管道

指不可燃、无毒或毒性为轻度危害程度、设计压力小于或等于 1.0MPa 和设计温度高于-20℃但不高于 185℃的流体管道。

### 2.1.7 C 类流体管道

不包括 D 类流体的不可燃、无毒或毒性为轻度危害程度的流体管道。

## （三）石油化工金属管道工程施工质量验收的基本规定

3.0.1 承担石油化工金属管道工程的施工、检测单位应取得相应的资质，并在资质许可范围内从事相应工作。

(1) 建筑业企业资质：按《建筑业企业资质等级标准》：

1. 化工石油工程施工总承包：分为特级、一级和二级；
2. 化工石油设备管道安装专业承包：分为一、二、三级。

(2) 压力管道安装许可：按《压力管道安装许可规则》，工业管道分为 GC1、GC2 和 GC3 级：

GC1 级：符合下列条件之一的工业管道：

1) 输送 GB 5044—1985《职业接触毒物危害程度分级》中规定的毒性程度为极度危害介质、高度有害气体介质和工作温度高于其标准沸点的高度危害液体介质的管道；

2) 输送 GB 50160—2008《石油化工企业设计防火规范》与 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或者甲类可燃液体（包括液化烃），并且设计压力大于或者等于 4.0MPa 的管道；

3) 输送流体介质，并且设计压力大于或者等于 10.0MPa，或者设计压力大于或者等于 4.0MPa 且设计温度大于或者等于 400℃的管道。

GC2 级：除本规定的 GC3 级管道外，介质毒性危害程度、火灾危险性（可燃性）、设计压力和设计温度低于 GC1 级的工业管道

GC3 级：输送无毒、非可燃流体介质，设计压力小于或者等于 1.0MPa 且设计温度高于-20℃、但是不高于 185℃的工业管道为 GC3 级。

《工业管道安全技术监察规程》第二条规定：

本规程适用于同时具备下列条件的工艺装置、辅助装置以及界区内公用工程所属的工业管道（以下简称“管道”）：

（一）最高工作压力大于等于 0.1MPa；

（二）公称直径大于 25mm；

（三）输送介质为气体、蒸汽、液化气体、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体及可燃、易爆、有毒、有腐蚀性的液体。

(3) 特种设备无损检测单位核准

有国家质检总局核准的特种设备无损检测机构资格，且有相应的检测项目（RT、UT、PT、MT）。

3.0.2 从事石油化工金属管道施工的焊工应取得相应的合格证书。并在合格证书认可的合格项目范围内作业。无损检测人员应取得相应的资格证书。

《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》

《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》

《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》；

GB50235：

3.1.2 施工单位应建立管道施工现场的质量管理体系，具有健全的质量管理制度和相应的施工技术标准，实施管道施工全过程的质量控制。

3.1.3 参加管道施工的人员和施工质量检查、检验的人员应具备相应的资格。

3.0.3 石油化工金属管道施工应按设计文件规定进行，修改设计或材料代用，应经原设计单位批准。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第三十六条 管道设计文件至少应当包括图纸目录（见附件 B 表 B—1）、工程规定、管道数据表（见附件 B 表 B—3）、设备布置图、管道平面布置图、轴测图、强度计算书、管道应力分析书，必要时还应当包括施工安装说明书。

第三十七条 管道工程规定中至少应当包括下列内容：

（一）管道材料等级表（见附件 B 表 B—2）、防腐处理、隔热要求、吹扫及清洗、管道涂色要求；

（二）管道组成件技术条件；

（三）管道组成件的设计寿命应当考虑工程设计寿命的要求；

（四）管道制作与安装（包括焊接）技术条件；

（五）试验和检验要求。

第三十八条 管道的图纸目录、管道平面布置图上必须加盖设计单位设计资格印章。

第三十九条 管道数据表、管道材料等级表、设备布置图、管道平面布置图、强度计算书和管道应力分析计算书等主要设计图样和文件，应当有设计、校核、审核三级签字。对于 GC1 类管道，管道材料等级表和管道应力分析计算书还应当有设计技术负责人审定的批准、签字。

3.0.4 金属管道的涂料防腐蚀施工质量应符合国家现行标准《石油化工设备和管道涂料防腐蚀技术规范》SH 3022—1999 的规定。

3.0.5 金属管道的隔热施工质量应符合国家现行标准《石油化工设备和管道隔热技术规范》SH 3010 的规定。

#### （四）石油化工金属管道分级

4.0.1 石油化工金属管道根据其输送的介质和设计条件可按表 4.0.1 划分。输送介质中常见的毒性介质、可燃介质可按本规范附录 A 确定。管道分级编码组成单元及各编码单元所代表的内容应符合本规范附录 B 的规定。

GB50235：3.2 条：管道分级

3.2.1 工业金属压力管道，应按《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001 的规定划分为 GC1、GC2、GC3 三个等级。

3.2.2 除压力管道以外的其它管道，应按 C 类流体管道和 D 类流体管道分类。

3.2.3 当输送毒性危害程度或火灾危险性不同的混合介质时，应按其危害程度及其含量，由设计文件确定管道级别。

《工业管道安全技术监察规程》附件 A：

（1）压力管道中介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性的划分应当以介质的“化学品安全技术说明书”（CSDS）为依据，按照本附件的划分原则确定。

石油化工管道分级与压力管道安全技术监察规程—工业管道分级对照

1	管道级别	输送介质	设计条件		TSG D0001 级别
			设计压力 (MPa)	设计温度 (°C)	

2	SHA1	(1) 极度危害介质(苯除外)、高度危害丙烯腈、光气介质	—	—	GC1
		(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	$P \geq 10$	—	GC1
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$	
3	SHA2	(3) 苯介质、高度危害介质(丙烯腈、光气除外)	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$	GC1
			$P < 4$	$t \geq -29$	
4	SHA3	(4) 中度危害、轻度危害介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$	GC2
		(5) 中度危害介质	$P < 4$	$t \geq -29$	
		(6) 轻度危害介质	$P < 4$	$t \geq 400$	
5	SHA4	(7) 轻度危害介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$	GC2
6	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	$P \geq 10$	—	GC1
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$	
			—	$t < -29$	
	SHB2	(9) 甲类、乙类可燃气体介质和甲 <sub>A</sub> 类、甲 <sub>B</sub> 可燃液体介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$	GC1
			(10) 甲 <sub>A</sub> 类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$
	SHB3	(11) 甲类、乙类可燃气体介质、甲 <sub>B</sub> 类、乙类可燃液体介质	$P < 4$	$t \geq -29$	GC2
(12) 乙类、丙类可燃液体介质			$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$	GC2
(13) 丙类可燃液体介质			$P < 4$	$t \geq 400$	GC2
SHB4	(14) 丙类可燃液体介质	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$	GC2	
9	SHC1	(15) 无毒、非可燃介质	$P \geq 10$	—	GC1
			—	$t < -29$	
	SHC2	(16) 无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$	GC1
	SHC3	(17) 无毒、非可燃介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$	GC2
			$1 < P < 4$	$t \geq 400$	
SHC4	(18) 无毒、非可燃介质	$1 < P < 4$	$-29 \leq t < 400$	GC2	
		$P \leq 1$	$t \geq 185$		
		$P \leq 1$	$-29 \leq t \leq -20$		
SHC5	(19) 无毒、非可燃介质	$P \leq 1$	$-20 < t < 185$	GC3	

《工业管道安全技术监察规程》附件 A:

#### A2 毒性危害程度

(1) 压力管道中介质毒性程度的分级应当符合 GB5044《职业性接触毒物危害程度分级》规定的,以急性毒性、急性中毒发病状况、慢性中毒患病状况、慢性中毒后果、致癌性和最高容许浓度等六项指标为基础的定级标准;

(2) 压力管道中介质的毒性危害程度包括极度危害、高度危害以及中度危害三个级别;

#### A4 火灾危险性

(1) 压力管道中介质的火灾危险性包括 GB50160《石油化工企业设计防火规范》及 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》中规定的甲、乙类可燃气体、液化烃和甲、乙类可燃液体。工作温度超过其闪点的丙类可燃液体,应当视为乙类可燃液体;

4.0.2 石油化工管道分级除应符合本规范第 4.0.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 输送氧气介质管道级别应根据设计条件按本规范表 4.0.1 中乙类可燃气体确定;

2 输送毒性或可燃性不同的混合介质管道级别应按其危害程度及含量确定;

3 输送同时具有毒性和可燃性介质管道级别应按本规范表 4.0.1 中高中管道级别确定。

4.0.3 本规范表 4.0.1 中所列管道的检查等级,除应符合相应管道级别的要求外,尚应符合下列规定:

1 钛及钛合金、锆及锆合金、镍及镍基合金、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;

2 铬钼合金钢、双相不锈钢、铝及铝合金管道的检查等级不得低于 2 级;

3 奥氏体不锈钢、设计要求冲击试验的碳钢管道的检查等级不得低于 3 级。

4.0.4 氧气管道的施工及验收应符合《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB16912 的有关规定。

## 二. 管道材料验收 (5)

### 5.1 一般规定

5.1.1 管道组成件必须具有质量证明文件并应有批号, 质量证明文件的性能数据应符合国家现行标准和设计文件规定。

检查方法: 核查质量证明文件。

GB50235:

4.1.1 管道元件和材料必须具有制造厂的产品质量证明文件, 并应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

4.1.2 管道元件和材料在使用前应按国家现行标准和设计文件的规定核对其材质、规格、型号、数量和标识, 并进行外观质量和几何尺寸检查验收, 其结果应符合设计文件和相应产品标准的规定。管道元件和材料标识应清晰完整, 并能够追溯到产品质量证明文件。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》:

第十八条 管道元件制造单位应当按管道元件供货批量, 提供盖有制造单位质量检验章的产品质量证明文件, 实行监督检验的管道元件, 还应当提供特种设备检验检测机构出具的监督检验证书。

管道组成件的质量证明文件包括产品合格证和质量证明书。产品合格证一般包括产品名称、编号、规格型号、执行标准等(具体格式见 B)。质量证明书除包括产品合格证的内容外, 一般还应当包括以下内容:

- (一) 材料化学成分;
- (二) 材料及焊接接头力学性能;
- (三) 热处理状态;
- (四) 无损检测结果;
- (五) 耐压试验结果 (适用于有关安全技术规范及其相应或者合同有规定的);
- (六) 型式试验结果 (适用于有型式试验要求的);

---

(七) 产品标准或者合同规定的其他检验项目；

(八) 外协的半成品或者成品的质量证明。

管道支承件应当按照有关安全技术规范及其相应标准的规定，提供产品的质量证明文件。

产品合格证和质量证明书应当有制造单位质量检验人员和质量保证工程师签章。

GB/T20801.2 材料：

### 3.5 质量证明书

材料质量证明（检验文件）的一种形式。由制造厂生产部门以外的独立授权部门或人员，按照标准及合同的规定，按批在交货产品上（或取样）进行检验和试验，并注明结果的检验文件。

制造厂质量证明书由独立于生产部门的制造厂检验部门签署并批准生效。法律法规有规定的，由法定检验检测机构出具监督检验证明。

## 9.2 质量证明

a) 材料应具有相应的质量证明文件；

b) 质量证明文件应包括标准以及合同规定的检验和试验结果，且具有可追溯性；

c) 未包括检验和试验结果的质量证明文件（合格证）仅限于 GC3 级管道组成件。

5.1.2 管道组成件应按相应标准进行表面质量检查和尺寸抽样检查。压力管道组成件上应有批号和 TS 许可标志。尺寸抽检数量应为每批 5% 且不少于一件。

检查方法：目视检查、测量检查。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第十九条 管道组成件应当逐件采用标志进行标记。标志内容一般包括制造单位代号或者其相应标准的要求。产品规格较小，无法标记全部内容时，

---

可以采用标签或者按照相应要求省略部分内容。从产品标志应当能追溯到产品质量证明文件。

GB/T20801.2 材料：9.1 材料标记

9.1.1 材料标记应符合相应标准和合同的规定。

9.1.2 标记内容至少应包括制造厂标记以及材料（代号）名称，下列管道组成件的标记还应包括材料炉批号或代号：

- a) GC1 级管道用管道组成件；
- b) 按本部分要求进行冲击试验的管道组成件；
- c) 铬钼合金钢（螺栓材料除外）管道组成件；
- d) 用于高温条件下的奥氏体不锈钢（H 型）管道组成件；
- e) 镍及镍合金、钛及钛合金管道组成件。

9.1.3 材料应逐件标记，标记应清晰、牢固，公称直径小于或等于 DN40 的材料可采用标签或其他替代方法进行标记。

5.1.3 设计文件有低温冲击值要求的材料，质量证明文件应有低温冲击韧性试验值。

检查方法：核查质量证明文件。

5.1.4 设计文件有晶间腐蚀要求的材料，质量证明文件应注明晶间腐蚀试验结果。

检查方法：核查质量证明文件。

5.1.5 用于极度危害介质管子、管件的质量证明文件中应有超声检测结果。设计压力大于或等于 10MPa 管道的管子、管件，质量证明文件中应有表面无损检测结果。

检查方法：核查质量证明文件。

5.1.6 实物标识应与质量证明文件相符。到货的管道组成件实物标识不清或与质量证明文件不符或对质量证明文件中的特性数据或检验结果有异议时，在问题和异议未解决前不得验收。

---

检查方法：检查实物、核查质量证明文件。

5.1.7 凡按规定作抽样检查的样品中，若有一件不合格，应按原规定数加倍抽检，若仍有不合格，则该批管道组成件不得验收。

检查方法：核查检查报告。

5.1.8 管道组成件验收后应分区存放，不锈钢、有色金属管道组成件不得直接与碳素钢、低合金钢接触。

检查方法：检查实物存放。

5.1.9 管子及管件经磁粉检测或渗透检测发现的表面缺陷允许修磨，修磨后的实际壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%，且不小于设计文件规定的负偏差。

检查方法：目视、测量检查，核查检验报告。

5.1.10 衬里管子、管件的衬里层应光滑、质地均匀，不得有裂纹、气泡分层及影响产品性能的其他缺陷。

检查方法：目视检查、测量检查。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第七十四条 管道元件在安装前应当按照设计文件和 GB/T20801 的规定进行材质检查、阀门试验、无损检测或者其他的产品性能复验，不合格者不得使用。

## 5.2 管子检查验收

5.2.1 管子的质量证明文件应核查下列内容：

- 1 制造厂名称；
- 2 需方名称；
- 3 合同号；
- 4 产品标准号；
- 5 钢的牌号；
- 6 炉号、批号、交货状态、重量、根数（或件数）；

- 
- 7 品种名称、规格及质量等级；
  - 8 产品标准和订货合同所规定的各项检验结果（包括参考性指标）；
  - 9 技术质量检查部门印章；
  - 10 质量证明文件签发日期或发货日期。

检查方法：核查质量证明文件。

5.2.2 管子应按同炉号、同批号及同交货状态核查其质量证明文件和管子的规格、数量、标志。

检查方法：核对产品质量证明文件、目视检查、测量检查。

5.2.3 管子标志应至少包括下列内容：

- 1 制造厂名称或商标；
- 2 产品标准号；
- 3 钢的牌号；
- 4 产品规格；
- 5 可追溯性识别码。

检查方法：目测检查。

5.2.4 当管子成捆供货时，应挂有二个标牌或标签，标牌或标签上应有炉号、批号、重量或根数和制造日期。

检查方法：核查产品标牌或标签。

5.2.5 钢管的表面质量应符合下列规定：

- 1 钢管内、外表面不得有裂纹、折叠、发纹、轧折、离层、结疤等缺陷；
- 2 钢管表面的锈蚀、凹陷、划痕、机械损伤及其他不允许缺陷的深度，不应超过相应产品标准允许的壁厚负偏差；
- 3 钢管端部螺纹、坡口的加工精度应达到设计文件或制造标准的要求；
- 4 应有符合产品标准规定的标识。

检查方法：目视检查、测量检查。

5.2.6 用于极度危害和设计压力大于或等于 10MPa 的管子，当外径大于

---

15mm 时，应对管子外表面进行验证性检验，导磁性钢管应用磁粉检测、非导磁性钢管应用渗透检测。抽检数量应为每批 5%且不少于一根，检测结果应符合国家现行标准《承压设备无损检测第 4 部分：磁粉检测》JB/T4730.4 的 I 级、《承压设备无损检测第 5 部分：渗透检测》JB/T4730.5 的 I 级。

检查方法：检查检验报告。

GB/T20801.4 制作与安装

## 5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

### 5.5 无损检测

5.5.1 对于以下管子和管件，应按 5.5.2 的要求进行外表面磁粉或渗透检测：

- a) GC1 级管道中设计压力大于或等于 10MPa 的管子和管件；
- b) GC1 级管道中输送极度危害介质的管子和管件。

5.5.2 检测时每批应抽样 5%，且不得少于一根（个），检测结果不得有线性缺陷。

5.2.7 铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金管子，应采用光谱分析或其他方法进行主要合金金属元素验证性检验，抽检数量应为每批（同炉号、同批号）5%且不少于一件。

检查方法：检查检验报告。

GB/T20801.4 制作与安装

## 5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

### 5.3 材质检查

对于合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢以及镍基合金、钛和钛合金材料的管道组成件，应采用光谱分析或其他方法进行材质抽样检查，抽样数量取每批（同炉批号、同规格，下同）的 5%且不少于一个管道组成件，并应符合 5.7 的规定。

### 5.3 阀门检查验收

---

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第二十条 管道用阀门除符合本规程外，还应当符合其他安全技术规范的规定。

5.3.1 阀门的产品质量证明文件应包括下列内容：

- 1 制造许可编号；
- 2 制造单位名称；
- 3 产品名称；
- 4 产品型号；
- 5 产品编号；
- 6 执行标准；
- 7 制造日期；
- 8 公称压力；
- 9 公称直径；
- 10 适用温度；
- 11 适用介质；
- 12 阀门材料；
- 13 出厂检验报告；
- 14 阀门检验、试验文件(需要时应包括阀门监检证书)；
- 15 检验人员签章以及制造单位检验章；
- 16 出厂合格证书。

检查方法：核查质量证明文件。

5.3.2 阀体上应有制造厂铭牌，铭牌上应有下列标识，且应符合设计文件的规定：

- 1 制造厂名称；
- 2 阀门型号；
- 3 公称压力；

---

4 公称直径;

5 产品编号。

检查方法：目视检查。

5.3.3 设计文件要求做低温密封试验的阀门，质量证明文件应有低温密封试验结果。

检查方法：核查质量证明文件。

5.3.4 设计文件要求进行晶间腐蚀试验的阀门，质量证明文件应有晶间腐蚀试验结果。

检查方法：核查质量证明文件。

5.3.5 非金属密封材料用于可燃介质阀门密封面时，质量证明文件应有防火试验的结果。

检查方法：核查质量证明文件。

5.3.6 衬里阀门阀体内表面应平整光滑，衬里层应与基体结合牢固，目视检查应无裂纹、鼓泡等缺陷。衬里阀门质量证明文件应有衬里层检测的结果。

检查方法：目视检查、核查质量证明文件。

5.3.7 阀门不得有损伤、缺件、锈蚀现象。阀体表面应平整光滑、无裂纹、缩孔、粘砂、疏松、夹层、重皮等缺陷。

检查方法：目视检查。

5.3.8 对焊连接阀门的焊接接头坡口，应按下列规定进行磁粉或渗透检测，检测结果应符合国家现行标准《承压设备无损检测第 4 部分：磁粉检测》JB/T4730.4 的 I 级、《承压设备无损检测第 5 部分：渗透检测》JB/T4730.5 的 I 级：

1 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢及铬钼合金钢的坡口应进行 100% 检测；

2 设计温度低于  $-29^{\circ}\text{C}$  的非奥氏体不锈钢坡口抽检数量应为 5% 且不得少于一个。

检查方法：核查检测报告。

5.3.9 铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金阀门应采用光谱分析或其他方法，对阀体主要合金金属元素进行验证性检验，抽检数量应为每批 5%且不少于一件。

检查方法：核查检验报告。

5.3.10 阀门在安装前，应按下列要求对壳体进行压力试验，试验压力应为阀门公称压力的 1.5 倍。试验结果应符合设计文件规定的相应的阀门标准：

1 用于 SHC4、SHC5 级别中设计压力小于或等于 1MPa 的阀门抽检数量应为每批 10%且不得少于一个；

2 其他管道的阀门应逐个进行。

检查方法：目视检查、核查检验报告。

5.3.11 阀门的上密封试验、低压密封试验和高压密封试验，应在壳体压力试验合格后进行。密封试验项目应符合设计文件规定的相应的阀门标准，检验数量应符合本规范第 5.3.10 条的规定。

检查方法：核查试验报告。

GB50235：4.2.3 阀门的壳体压力试验和密封试验应以洁净水为介质。不锈钢阀门试验时，水中的氯离子含量不得超过  $25 \times 10^{-6}$  (25ppm)。试验合格后应立即将水渍清除干净。当有特殊要求时，试验介质应符合设计文件的规定。

4.2.4 阀门的壳体试验压力应为阀门在 20℃时最大允许工作压力的 1.5 倍，密封试验压力应为阀门在 20℃时最大允许工作压力的 1.1 倍。当阀门铭牌标示对最大工作压差或阀门配带的操作机构不适宜进行高压密封试验时，试验压力应为阀门铭牌标示的最大工作压差的 1.1 倍。

4.2.5 阀门的上密封试验压力应为阀门在 20℃时最大允许工作压力的 1.1 倍。试验时应关闭上密封面，并松开填料压盖。

GB/T20801.4 制作与安装 5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

## 5.4 阀门试验

5.4.1 阀门壳体压力试验和密封试验应满足以下要求：

- a) 用于 GC1 级管道的阀门，应逐个进行壳体压力试验和密封试验。
- b) 用于 GC2 级管道的阀门，应每批抽查 10%，且不得少于一个。
- c) 用于 GC3 级管道的阀门，应每批抽查 5%，且不得少于一个。

5.4.2 阀门壳体的试验压力应取 1.5 倍的公称压力，密封试验宜按公称压力进行，并满足以下要求：

- a) 保压时间和密封面泄漏率应符合相应标准的规定；
- b) 对于试验合格的阀门，应填写阀门试验记录；
- c) 对不锈钢阀门进行水压试验时，水中的氯离子含量不得超过 0.01%。

5.4.3 经设计者或业主同意，对于公称压力小于等于 PN100、且公称直径大于等于 600mm 的闸阀，可随系统进行压力试验，密封试验可采用色印方法。

GB50235：4.2.7 公称压力小于 1.0MPa，且公称尺寸大于或等于 600mm 的闸阀，可不单独进行壳体压力试验和闸板密封试验。壳体压力试验宜在系统试压时按管道系统的试验压力进行试验。闸板密封试验可用色印等方法对闸板密封面进行检查，接合面上的色印应连续。

5.3.12 夹套阀门的夹套部分应以设计压力的 1.5 倍进行液压试验。

检查方法：目视检查、核查检验记录。

5.3.13 阀门液压试验介质可选用工业用水、煤油或黏度不高于水的非腐蚀性液体；气体试验介质可选用空气或惰性气体。奥氏体不锈钢阀门用水试验时，水中的氯化物含量不得超过 100mg/l，试验合格后应立即将水渍清除干净。

检查方法：目视检查、核查检验记录。

5.3.14 安全阀应按设计文件规定的阀门规格书要求验收，安全阀的铭牌、标志、铅封、出厂资料及质量证明文件应符合国家现行有关规定。

检查方法：目视检查、核查资料文件。

---

## GB/T20801.4 制作与安装 5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

### 5.4 阀门试验

5.4.4 应按设计文件规定的设定压力对安全阀进行调试，每个安全阀的启闭试验应不少于3次，并应填写安全阀整定记录。

5.3.15 疏水阀可在系统运行时进行检查，疏水后阀门应关闭且无漏气；双金属片式疏水阀应在额定的工作温度范围内动作。

检查方法：目视检查。

5.3.16 检验、试验合格的阀门应作出标识，并填写阀门检验、试验记录。

检查方法：核查检验记录、标识。

### 5.4 其他管道组成件检查验收

5.4.1 对其他管道组成件的产品质量证明文件应进行下列项目的检查，且应符合产品标准的要求：

- 1 化学成分及力学性能；
- 2 热处理、无损检测结果；
- 3 设计文件和合同规定的其他项目。

检查方法：核查产品质量证明文件。

5.4.2 管件外表面应有制造厂代号（商标）、规格、材料牌号、批号等标识，并与质量证明文件相符。

检查方法：目视检查，核查质量证明文件。

5.4.3 管件的表面应光滑，表面不得有裂纹、氧化皮等缺陷，表面的其他缺陷不得超过产品标准规定的允许深度。坡口、螺纹加工精度应符合产品标准的要求。焊接管件的焊缝应成形良好，且与母材圆滑过渡，不得有裂纹、未融合、未焊透、咬边等缺陷。

检查方法：目视检查、测量检查。

5.4.4 铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢、镍及镍基合金、钛及钛合金、锆及锆合金材料的管件，应采用光谱分析或其他方法进行主要合

金金属元素验证性检验。抽检数量应为每批 5%且不得少于一件。

检查方法：核查检验报告。

5.4.5 用于极度危害和设计压力大于或等于 10MPa 管道的管件，应对其外表面进行验证性无损检测，抽检数量应为每批 5%且不得少于一件。检测结果应符合国家现行标准《承压设备无损检测第 4 部分：磁粉检测》JB/T4730.4 的 I 级、《承压设备无损检测第 5 部分：渗透检测》JB/T4730.5 的 I 级。

检查方法：核查检测报告。

5.4.6 弯管的质量应满足下列规定：

- 1 不得有裂纹；
- 2 不得存在过烧、分层等缺陷；
- 3 弯曲处的最小壁厚不得小于设计文件规定的管子公称壁厚的 90%，且不小于设计文件规定的负偏差；
- 4 弯管制作后的几何尺寸应符合设计文件要求，直管段中心线偏差不得大于 1.5mm/m，且不得大于 5mm（图 5.4.6）；
- 5 弯管任意截面上的压扁度，应符合表 5.4.6 的规定。

检查方法：目视检查、测量检查。

表 5.4.6 弯管的压扁度

管道类别	压扁度
承受外压的管道	≤3%
SHA1、SHB1、SHC1 级管道	≤5%
其他管道	≤8%

注：压扁度为弯制后管子弯曲处的最大外径与最小外径之差与弯制前管子外径的比值。

GB50235：5.3.9 GC1 级管道和 C 类流体管道中，输送毒性程度为极度

危害介质或设计压力大于或等于 10MPa 的弯管制作后,应按《承压设备无损检测》JB/T4730 的规定进行表面无损检测,需要热处理的应在热处理后进行;当有缺陷时,可进行修磨。修磨后的弯管壁厚不得小于管子名义壁厚的 90%,且不得小于设计壁厚。

GB/T20801。4 制作与安装:

### 6.3 弯管

#### 6.3.4 弯管的不圆度、褶皱和减薄

a) 不圆度应满足以下要求:

1) 弯管的不圆度  $u(\%)$  应按式 (1) 计算。

$$u = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100 \quad (1)$$

其中,  $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$  分别为同一截面的最大、最小实测外径,单位为毫米 (mm)。

2) 对于承受内压的弯管,其不圆度应不大于 8%;对于承受外压的弯管,其不圆度应不大于 3%。

b) 弯管内侧褶皱高度  $h_m$  应不大于管子外径  $D_1$  的 3%,且波浪间距  $a$  应不小于  $12h_m$ 。其中,  $h_m$  为相邻两个褶皱的平均高度,并按图 1 和式 (2) 计算:

$$h_m = \frac{D_2 + D_4}{2} - D_3 \quad (2)$$

式中:  $h_m$ : 褶皱高度,单位为毫米 (mm);

$D_2$ : 褶皱凸出处外径,单位为毫米 (mm);

$D_3$ : 褶皱凹进处外径,单位为毫米 (mm);

$D_4$ : 相邻褶皱凸出处外径,单位为毫米 (mm)。

5.4.7 螺栓、螺母的螺纹应完整,并应无划痕、毛刺等缺陷,加工精度应符合产品标准的要求。螺栓、螺母应配合良好,应无松动或卡涩现象。

检查方法:目视检查。

5.4.8 设计压力等于或大于 10MPa 管道用的铬钼合金钢螺栓、螺母,应采

---

用光谱分析进行主要合金金属元素验证性检验，抽检数量应为每批 5%且不得少于一件，并每批螺栓、螺母应抽 2 套进行硬度验证性检验。

检查方法：核查光谱分析报告及硬度检测报告。

5.4.9 设计温度低于 $-29^{\circ}\text{C}$ 的低温管道的铬钼合金钢螺栓、螺母，应采用光谱分析进行主要合金金属元素验证性检验，抽检数量应为每批 5%且不得少于一件，并每批应抽 2 根螺栓进行低温冲击性能检验。

检查方法：核查光谱分析报告及冲击性能检验报告。

5.4.10 设计温度大于或等于 $400^{\circ}\text{C}$ 管道的铬钼合金钢螺栓、螺母，应采用光谱分析进行主要合金金属元素验证性检验，抽检数量应为每批 5%且不得少于一件。

检查方法：核查光谱分析报告。

GB/T20801.4 制作与安装

5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

5.6 硬度检查

对于设计压力大于或等于 $10\text{MPa}$ 的GC1级管道用高压螺栓和螺母，每批应抽取 2 根（个）进行硬度检验。

5.4.11 密封垫片应进行抽样检查验收，每批不得少于一件，并应符合下列要求：

1 缠绕垫片不得有松散、翘曲现象，其表面不得有影响密封性能的伤痕、空隙、凹凸不平及锈斑等缺陷；

2 金属垫片加工的尺寸、精度、光洁度应符合设计文件要求；表面应无裂纹、毛刺、凹槽、径向划痕及锈蚀等缺陷；

3 非金属垫片的边缘应切割整齐，表面应平整光滑，不得有气泡、分层、折皱、划痕等缺陷。

检查方法：目视检查、测量检查。

5.4.12 法兰应有标准编号、规格、材质、压力等级等标识，并与质量证明

---

文件相符，密封面应平整光洁，不得有径向划痕等缺陷；连接法兰面的衬里层应平整、光滑、色泽均匀。

检查方法：目视检查，核查质量证明文件。

5.4.13 补偿装置的材质、规格、型号应符合设计文件规定，其几何尺寸及公差应符合设计文件规定的标准要求。

检查方法：目视检查、测量检查。

5.4.14 呼吸阀、爆破片等安全附件的规格、材质、标识应符合设计文件要求，其质量证明文件的技术参数值应与设计文件一致，若不一致时，不得验收。

检查方法：目视检查、核查质量证明文件。

5.4.15 其他管道组成件的规格、材质、型号、标识应符合设计文件要求，其验收质量应按相应的产品标准执行。

检查方法：目视检查、核查质量证明文件。

### 5.5 管道支承件检查验收

5.5.1 管道支承件应具有质量证明文件，其材质、规格、型号应符合设计文件规定。

检查方法：目视检查，核查质量证明文件。

5.5.2 弹簧支、吊架上应附有弹簧的拉伸、压缩标尺，其标尺应注明载荷与位移的对应关系，锁定销应锁在设计冷态值位置上。

检查方法：目视检查。

5.5.3 弹簧支、吊架的弹簧的型号和尺寸应符合设计文件规定。

检查方法：目视检查、测量检查。

## 三. 管道预制 (6)

### 6.1 管子加工

6.1.1 管子切割前应进行标识移植。低温用钢管、不锈钢管、有色金属管不得使用钢印作标识。对于钛及钛合金、锆及锆合金且不得使用含有卤素

或卤化物材料的记号笔作标识。

检查方法：目视检查。

6.1.2 当采用火焰或等离子切割时，应修磨毛边及清除氧化层。

检查方法：目视检查。

6.1.3 钛及钛合金管、锆及锆合金管、镍及镍合金管和金属复合管应采用机械加工；不锈钢管和其他有色金属管宜采用机械或等离子方法加工。不锈钢管和钛、锆管及其合金用砂轮机切割或修磨时，应使用专用砂轮片。

检查方法：过程检查。

6.1.4 镀锌钢管宜采用钢锯或机械方法切割。

检查方法：过程检查。

6.1.5 管子切口（图 6.1.5）质量应符合下列规定，管子坡口加工应符合本规范第 7.2.1 条规定：

1 切口表面应平整、无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等缺陷；

2 切口端面倾斜偏差应为管子外径的 1%，且不得超过 3mm。

检查方法：目视检查、测量检查。

## 6.2 弯管制作

6.2.1 弯管现场制作宜采用壁厚为正偏差的无缝管。

检查方法：测量检查。

GB/T20801.4 制作与安装：6.3 弯管 6.3.4 弯管的不圆度、褶皱和减薄

c) 弯管宜采用正公差壁厚的管子制作，弯管制作前的管子壁厚应符合表 1 的规定。弯管制作后的最小厚度应符合 GB/T20801.3-2006 6.2 b) 的规定。

表 1 弯管制作前的管子壁厚 单位为毫米

弯曲半径 R	弯管制作前壁厚
--------	---------

$R \geq 6D$	$1.06t_d$
$6D > R \geq 5D$	$1.08t_d$
$5D > R \geq 4D$	$1.14t_d$
$4D > R \geq 3D$	$1.25t_d$
注：D 为管子外径， $t_d$ 为直管的设计厚度。	

6.2.2 弯管最小弯曲半径当设计文件无规定时，应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 弯管最小弯曲半径

管道设计压力 (MPa)	弯管制作方式	最小弯曲半径
$< 10$	热弯	$3.5 D_0$
	冷弯	$4.0 D_0$
$\geq 10$	冷热弯	$5.0 D_0$

注： $D_0$  为管子外径

检查方法：测量检查。

6.2.3 弯管制作应在材料特性允许范围内冷弯或热弯。弯管的热处理设计文件无规定时，应按本规范表 7.4.4 的规定进行。

检查方法：过程检查、热处理文件检查。

6.2.4 弯管制作质量应符合本规范第 5.4.6 条的规定。

检查方法：目视检查、测量检查。

### 6.3 夹套管加工

6.3.1 夹套管应预留调整管段，其调节裕量宜为 50 mm~100mm。

检查方法：测量检查。

6.3.2 夹套管内管的隐蔽对接焊缝应进行 100%射线检测，合格等级应符合本规范第 9.3.1 条相应管道级别的规定。

检查方法：核查射线检测报告。

6.3.3 夹套管内管与外管间的支承块应按设计文件施工，间隙应均匀，同轴度应为 3mm。

检查方法：目视检查、测量检查。

6.3.4 夹套管的内管及支承块等全部加工、焊接完毕，且所有焊缝无损检测合格后，应按本规范第 10 章规定进行压力试验。压力试验时，内管的所

有焊缝应外露。

检查方法：过程检查。

## 6.4 管段预制

6.4.1 管段预制宜采用工厂化预制施工方法，并应按管道单线图进行，在管道单线图上应标明管道编号、管段编号、焊接接头编号，并标出预制口与固定口。

检查方法：核查管道单线图。

6.4.2 管段预制加工（图 6.4.2）质量的偏差应符合表 6.4.2 的规定。

检查方法：测量检查。

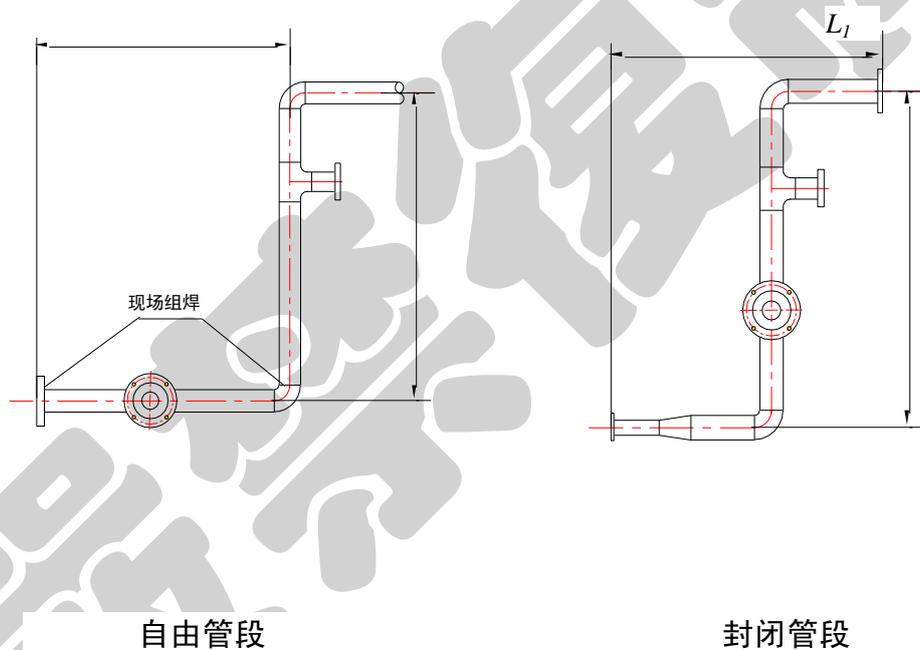


图 6.4.2 管段加工

$L$

表 6.4.2 预制管段加工质量的允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	
	自由管段	封闭管段

长度 $L$ 、 $L_i$		$\pm 10$	$\pm 1.5$
法兰面与管子中心垂直度	$DN < 100$	0.5	0.5
	$100 \leq DN \leq 300$	1.0	1.0
	$DN > 300$	2.0	2.0
法兰螺栓孔对称水平度		1.6	1.6

注：DN 为管道公称直径。

6.4.3 预制完毕的管段，应将内部清理干净，并及时封闭管口。管段外表面除应有本规范第 6.4.1 条规定的标识外，焊接接头还应有施焊焊工代号标记、检查标记和无损检测标记。

检查方法：目视检查。

#### 四. 管道焊接 (7)

##### 7.1 一般规定

7.1.1 管道焊接应有焊接工艺评定报告，并应符合国家现行有关标准的规定。

检查方法：检查工艺评定。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第六十二条 所有管道受压元件的焊接及受压元件与非受压元件之间的焊接，必须采用经评定合格的焊接工艺，施焊单位必须严格执行对焊接工艺的管理。

管道受压元件的焊接工艺评定应当符合国家相关标准的规定。焊接工艺评定完成后，焊接工艺评定报告和焊接工艺指导书应当经施焊单位焊接责任工程师审核，质量保证工程师批准，并存入技术档案。

GB/T20801.4 制作与安装：7.1 焊接工艺评定和焊工技能评定

7.1.1 管道承压件与承压件焊接，承压件与非承压件的焊接，均应采用经评定合格的焊接工艺，并由合格焊工施焊。

7.1.2 焊接工艺评定和焊工技能评定应分别符合 JB4708 及《锅炉压力

---

容器压力管道焊工考试与管理规则》的规定。

GB/T20801.4 制作与安装： 7.5.12 每个焊工均应有指定的识别代号。除工程另有规定外，管道承压焊缝应标有焊工识别标记，标记方法应符合 6.2.2 的规定。如无法直接在管道承压件上作焊工标记，则应用简图记录焊工识别代号，并将简图列入交工技术文件。

7.1.2 焊接材料应具有产品质量证明文件，且标识应与质量证明文件相符。

检查方法：目视检查，核查质量证明文件。

7.1.3 焊条的药皮不得有受潮、脱落或明显裂纹，焊芯不得锈蚀。焊丝表面应洁净，并应无毛刺、无锈蚀等缺陷，钛、锆焊丝应按批号定量分析其化学成分。焊剂应干燥、清洁、无夹杂物。库存期超过一年的焊条应检查外观并进行工艺性能试验，符合要求后方可使用。

检查方法：目视检查，核查报告与记录。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第六十三条 用于管道受压元件焊接的焊接材料，应当符合国家相关标准的规定。焊接材料应当有质量证明文件和标记，使用前应当进行检查和验收，不合格者不得使用。施焊单位应当建立焊接材料的保管、烘干、清洗、发放和回收管理制度。

GB/T20801.4 制作与安装： 7.2 焊接材料

7.2.1 焊接材料（包括焊条、焊丝、焊剂及焊接用气体）使用前应按设计文件和相关标准的规定进行检查和验收，且应具有质量证明文件和包装标记。

7.2.2 焊接材料的储存应保持适宜的温度及湿度，焊接材料库应保持干燥、清洁，室内的相对湿度应不超过 60%。

7.2.3 库存期超过规定期限的焊条、焊剂及药芯焊丝，应经复验合格后方可使用。焊接材料库存的规定期限应在焊接材料质量证明书或说明书上注明，并应符合以下规定：

a) 酸性焊接材料及防潮包装密封良好的低氢型焊接材料的规定期限一般为

---

两年；

b) 石墨型焊接材料及其他焊接材料的规定期限一般为一年。

7.2.4 应按焊接材料说明书的要求对焊条、焊剂和药芯焊丝进行烘干，焊丝使用前应按规定进行除油、除锈及清洗处理。

7.2.5 使用过程中应注意保持焊接材料的识别标记，以免错用。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第六十六条 管道焊接接头的位置，坡口的加工、检验及清理，焊件组对，焊前预热等，应当符合 GB/T20801 的规定。管道焊接接头的设置应当便于焊接和热处理，并尽量避开应力集中区。焊口组对时，除设计文件规定的管道预拉伸或者预压缩焊口外，不得强行组对。

7.1.4 焊接环境出现下列任一情况时，未采取防护措施不得施焊：

- 1 气体保护焊风速大于 2m/s，其他焊接方法风速大于 8m/s；
- 2 相对湿度大于 90%；
- 3 雨、雪环境；
- 4 焊件温度低于 $-18^{\circ}\text{C}$ 。

检查方法：目视检查，测量检查。

7.1.5 当焊件温度为 $-18^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 时，无焊前预热要求的材料应在施焊处 100mm 范围内预热到 $10^{\circ}\text{C}$ 以上。

检查方法：测量检查。

7.1.6 钨极氩弧焊宜用铈钨棒，焊接锆及锆合金使用的氩气纯度应为 99.999%，焊接其余金属使用的氩气纯度应为 99.99%。二氧化碳气体保护焊使用的气体纯度不得低于 99.5%，含水量不应超过 0.005%，使用前应预热和干燥。

检查方法：核查产品质量证明文件。

7.1.7 焊接接头坡口两侧各 20mm 范围内不得有油污、毛刺、锈斑、氧化皮及其他对焊接过程有害的物质。

检查方法：目视检查。

## GB/T20801.4 制作与安装：7.4 焊前准备

### 7.4.2 清理

a) 对于焊件坡口及内外表面，应在焊接前去除油漆、油污、锈斑、熔渣、氧化皮以及有害的其它物质；

b) 焊件坡口及内外表面的清理应满足表 3 的要求。

表 3 焊件坡口及其内外表面的清理

材料	清理范围 mm	清理对象	清理方法
碳钢、低温钢、 铬钼合金钢、不锈钢	$\geq 10$	油、漆、锈、 毛刺等污物	手工或机械等方法
铝及铝合金	$\geq 50$	油污、氧化膜 等	有机溶剂除油污化学 或机械方法除氧化膜
铜及铜合金	$\geq 20$		
钛及钛合金、镍及镍合 金	$\geq 50$		

7.1.8 不锈钢管采用电弧焊时，坡口两侧各 100mm 范围内应刷防飞溅涂层。

检查方法：目视检查。

7.1.9 奥氏体不锈钢焊接接头焊接后应按设计文件规定进行酸洗与钝化处理。

检查方法：目视检查，检查技术文件。

7.1.10 下列钢材管道的组装工卡具采用氧乙炔焰切割修磨后应作表面无损检测，合格级别应符合国家现行标准《承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测》JB/T4730.4 的 I 级、《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》JB/T4730.5 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。

检查方法：目视检查，核查检测报告。

## 7.2 坡口加工及接头组对

---

7.2.1 管子、管件焊接接头的坡口形式、尺寸应符合焊接工艺文件的要求。

检查方法：目视检查。

GB/T20801.4 制作与安装：7.4 焊前准备

7.4.1 坡口制备

a) 坡口加工应符合 6.1 的规定。坡口表面应光滑并呈金属光泽，热切割产生的熔渣应清除干净。

b) 坡口形式和尺寸应符合设计文件和焊接工艺规程的规定。

c) 当设计文件和相关标准对坡口表面提出无损检测的要求时，无损检测及缺陷处理应在施焊前完成。

7.2.2 坡口应按下列方法加工：

1 SHA1、SHB1、SHC1 级管道的管子，应采用机械方法加工；

2 不锈钢管、有色金属管道应符合本规范第 6.1.3 条的要求；

3 除本条第 1、3 款外其他管道的管子，当采用氧乙炔焰或等离子切割时，切割后应除去表面的氧化皮、熔渣及影响焊接质量的表面层。

检查方法：过程检查。

7.2.3 非机械方法加工的管道焊接接头坡口应按下列规定进行渗透检测，合格标准应符合国家现行标准《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》JB/T4730.5 的 I 级：

1 铬钼合金钢管道 100%检测；

2 标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢管道 100%检测；

3 设计温度低于 $-29^{\circ}\text{C}$ 的非奥氏体不锈钢管道抽检数量应为 5%且不得少于一个。

检查方法：核查渗透检测报告。

7.2.4 壁厚相同的管道组成件组对，应使内壁平齐，其错边量应为壁厚的 10%，且不应大于 2mm。

检查方法：目视检查、测量检查。

7.2.5 壁厚不同的管道组成件组对,管道的内壁差或外壁差大于 2.0mm 时,应按图 7.2.5 的要求加工。

检查方法:测量检查。

7.2.6 管道组对时应在距焊口中心 200mm 处测量直线度(图 7.2.6),当管子公称直径小于 100mm 时,允许偏差为 1.0mm,当管子公称直径大于或等于 100mm 时,允许偏差为 2.0mm,管段全长允许偏差不得超过 10mm。

检查方法:测量检查。

GB50235: 6.0.7 平焊法兰、承插焊法兰或承插焊管件与管子的焊接应符合设计文件和下列要求:

3 承插焊管件与管子焊接时,角焊缝的最小焊脚尺寸  $X_{\min}$  应为直管名义厚度  $t_{sn}$  的 1.25 倍,且不小于 3mm。焊前宜控制承口与插口的轴向间隙  $c$  为 1.5mm

4 机组的循环油、控制油、密封油管道,当采用承插焊接头时,承口与插口的轴向不宜留间隙。

7.2.7 管道焊缝应按下列规定进行布置:

1 除采用定型弯头外,管道环焊缝距离弯管起弯点不得小于管子外径,且不小于 100mm;

2 直管段上两条对接焊缝间的距离,不应小于焊件厚度的 3 倍,需焊后热处理时,不应小于焊件厚度的 6 倍,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。

3 卷管环向焊接接头对口时,两纵向焊缝间距应大于 100mm;

4 管道环焊缝不宜在管托的范围内,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;

5 焊缝及距焊缝 50mm 内不宜开孔,若开孔时,应对以开孔中心为中

心 1.5 倍开孔直径范围内的焊接接头进行 100%射线检测，其合格标准应符合相应的管道级别要求。

检查方法：目视检查、测量检查，核查检测记录。

#### GB/T20801.4 制作与安装：7.6 焊缝设置

管道（夹套管除外）焊缝的设置应避免应力集中区，且应符合以下规定：

a) 当公称直径大于或等于 150mm 时，直管段上两对接环焊缝中心面之间的距离应不小于 150mm；当公称直径小于 150mm 时，该距离应不小于管子外径。

GB50235：6.0.2 管道焊缝位置应符合下列规定：

1. 直管段上两对接焊口中心面间的距离，当公称尺寸大于或等于 150mm 时，不应小于 150mm；当公称尺寸小于 150mm 时，不应小于管子外径，且不小于 100mm。

b) 管道环焊缝距离弯管（不包括弯头）起弯点的距离应不小于 100mm，且不得小于管子外径。

c) 管道环焊缝与支吊架的净距离应不小于 50mm。需要热处理的焊缝与支吊架的距离应不小于焊缝宽度的 5 倍，且不得小于 100mm。

d) 不宜在焊缝及其边缘上开孔。当无法避免在焊缝上开孔或开孔补强时，应对以开孔中心为中心、在 1.5 倍开孔直径或补强板直径范围内的焊缝进行无损检测，检测合格后方可进行开孔。补强板覆盖的焊缝应磨平。

7.2.8 管道上被补强圈或支座垫板覆盖的焊缝应进行 100%无损检测，检测方法和合格等级应符合本规范第 9.3.1 条规定，并应合格后再覆盖。

检查方法：目视检查、核查检测记录。

### 7.3 焊接

7.3.1 焊条应按说明书或焊接工艺文件的要求进行烘烤。有色金属填充焊丝应使用不含硫的丙酮或乙醇进行脱脂处理。

检查方法：目视检查，检查焊材发放记录。

7.3.2 施焊时不得在焊件表面引弧或试验电流，含镍低温钢、铬钼合金钢、不锈钢的焊件表面不得有电弧擦伤等缺陷。

检查方法：目视检查。

7.3.3 定位焊应与根部焊道的焊接工艺相同，定位焊的焊缝不得有裂纹及其他缺陷。

检查方法：目视检查。

7.3.4 焊接完毕后，应将焊缝表面的溶渣及附近的飞溅物清理干净。

检查方法：目视检查。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第六十七条 GC1 级管道的单面对接焊接接头，应当采用氩弧焊进行根部焊道焊接。设计温度小于或者等于 $-20^{\circ}\text{C}$ 的管道、淬硬倾向较大的合金钢管道、不锈钢及有色金属管道的表面不得有电弧擦伤。

GB50235：

6.0.1 管道及管道组成件的焊接与焊后热处理应按本章和现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236 的有关规定进行。

6.0.3 公称尺寸大于或等于 600mm 的管道，宜在焊缝内侧进行根部封底焊。下列管道的焊缝底层应采用氩弧焊或者能保证底部焊接质量的其他焊接方法：

1 公称尺寸小于 600mm，且设计压力大于或等于 10MPa、或设计温度低于 $-20^{\circ}\text{C}$ 的管道。

2 对内部清洁度要求较高及焊接后不易清理的管道。

6.0.8 支管与主管的焊接应符合(图 6.0.8) 和下列规定：

1 安放式焊接支管或插入式焊接支管的接头、整体补强的支管座，应全焊透，支管与主管连接的角焊缝厚度不应小于填角焊缝有效厚度（图 6.0.8 的 (a) 和 (b)）。

2 补强圈或鞍形补强件的焊接应符合下列要求：

1) 补强圈与支管应全焊透,角焊缝厚度不应小于填角焊缝有效厚度(图 6.0.8 (c) 和 (d))。

2) 鞍形补强件与支管连接的角焊缝厚度不应小于  $0.7t_{\min}$  (图 6.0.8 (e))。

3) 补强圈或鞍形补强件外缘与主管连接的角焊缝厚度应大于或等于  $0.5t_r$  (图 6.0.8 (c)、(d) 和 (e))。

4) 补强圈和鞍形补强件应与主管和支管贴合良好。应在补强圈或鞍形补强件的边缘(不在主管轴线处)开设一个焊缝焊接和检漏时使用的通气孔(孔径宜为  $8\sim 10\text{mm}$ )。补强圈或鞍形补强件可采用多块拼接组成,拼接接头应与母材的强度相同,每块拼板均应开设通气孔。

3 应在支管与主管连接焊缝的检查和修补合格后,再进行补强圈或鞍形补强件的焊接。

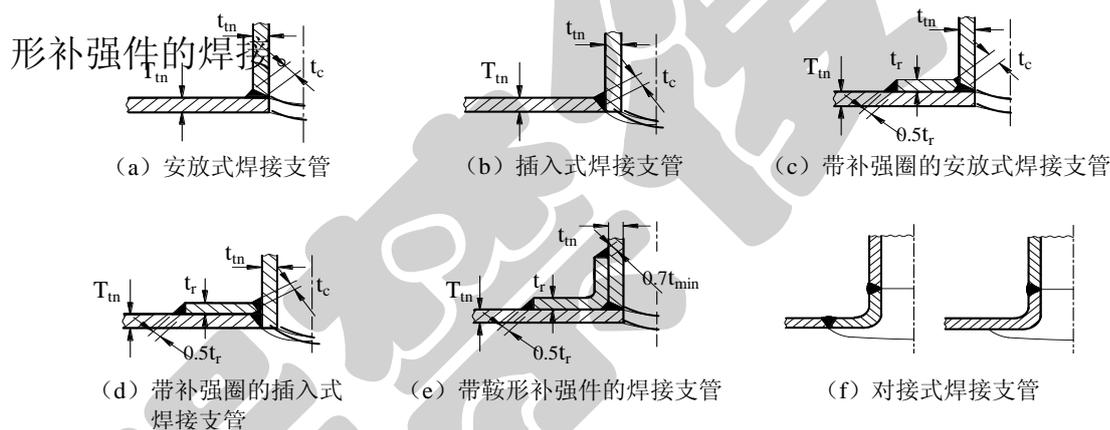


图 6.0.8 支管连接的焊缝形式

$t_{\min}$ —支管名义厚度 (mm);

$T_{\min}$ —主管名义厚度 (mm);

$t_r$ —补强圈或鞍形补强件的名义厚度;

$t_c$ —角焊缝有效厚度,可取  $0.7t_{\min}$  或  $6.5\text{mm}$  中的较小值;

$t_{\min}$ —支管名义厚度  $t_{\min}$  与鞍形补强件名义厚度  $t_r$  两者中的较小值。

## 7.4 预热与热处理

7.4.1 管道组成件焊前预热应按表 7.4.1 的规定进行。中断焊接后需要继

续焊接时，应重新预热。

检查方法：目视、测量检查。

表 7.4.1 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 (°C)
碳钢 (C) 碳锰钢 (C-Mn)	<25	≤490	10
	≥25	全部	80
	全部	>490	80
合金钢 (C-Mo、 Mn-Mo、Cr-Mo) Cr≤0.5%	<13	≤490	10
	≥13	全部	80
	全部	>490	80
合金钢 (Cr-Mo) 0.5% < Cr ≤ 2%	全部	全部	150
合金钢 (Cr-Mo) 2.25% ≤ Cr ≤ 10%	全部	全部	175
马氏体不锈钢	全部	全部	150 <sup>[a]</sup>
铁素体不锈钢	全部	全部	10
奥氏体不锈钢	全部	全部	10 <sup>[a]</sup>
低温镍钢 (Ni ≤ 4%)	全部	全部	95
8Ni、9Ni 钢	全部	全部	10
5Ni 钢	全部	全部	10
铝、铜、镍、钛及 其合金	全部	全部	10

注：奥氏体不锈钢的层间温度宜小于 150℃，马氏体不锈钢的层间最高温度为 315℃。

#### GB/T20801.4 制作与安装：8 预热

##### 8.1 一般规定

8.1.1 本章规定的预热要求适用于管道所有类型的焊接，包括定位焊、补焊和螺纹接头的密封焊。

8.1.2 预热温度等要求应在焊接工艺规程中规定，并经焊接工艺评定验证。

8.1.3 当用热加工法切割、开坡口、清根、开槽或施焊临时焊缝时，也应考虑预热要求。

##### 8.3 预热温度的测量

8.3.1 应采用测温笔、热电偶或其它合适的方法测量预热温度并记录，以保

证在焊前及焊接过程中达到和保持焊接工艺规程中规定的温度。采用的测量仪表应经计量检定合格。

8.3.2 可以采用电容储能放电焊将热电偶直接焊在工件上，且不必进行焊接工艺评定和技能评定。热电偶去除后，应检查焊点区域是否存在缺陷。

8.3.3 预热区域应以焊缝中心为基准，每侧距离应不小于焊件厚度的3倍，且不小于25mm。

7.4.2 异种钢焊接预热应按母材要求较高者确定，且不应低于该母材要求预热温度的下限值。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。

检查方法：过程检查，检查方案。

7.4.3 预热应在坡口两侧均匀进行。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。加热区以外100mm范围应保温。

检查方法：目视检查，过程检查。

7.4.4 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。后热温度应为300℃~350℃，保温时间不应少于0.5h。常用材料焊接接头的热处理温度，宜按表7.4.4的规定进行。

检查方法：过程检查。

表 7.4.4 常用材料焊接接头热处理

母材类别	名义厚度 (mm)	规定的母材最小抗拉强度 (MPa)	热处理温度 (°C)	保温时间 (min/mm)	最短保温时间 (h)
碳钢(C)、碳锰钢(C-Mn)	>19	全部	600~650	2.4	1
合金钢 (C-Mo、Mn-Mo、Cr-Mo) Cr≤0.5%	>19	全部	600~720	2.4	1
	全部	>490	600~720	2.4	1
合金钢 (Cr-Mo) 0.5%<Cr≤2%	>13	全部	700~750	2.4	2
	全部	>490	700~750	2.4	2
合金钢 (Cr-Mo) 2.25%≤Cr≤3% 和 C≤0.15%	>13	全部	700~760	2.4	2

合金钢 (Cr-Mo) 3%<Cr≤10% 或 C >0.15%	全部	全部	700~760	2.4	2
马氏体不锈钢	全部	全部	730~790	2.4	2
奥氏体不锈钢	全部	全部	无 <sup>[1]</sup>	—	—
低温镍钢 (Ni≤4%)	>19	全部	600~640	1.2	1
双相不锈钢	全部	全部	<sup>[2]</sup>	1.2	0.5

注 1 奥氏体不锈钢钢管稳定化处理、固溶处理应按设计文件要求。

2 对于双相不锈钢钢管，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。

7.4.5 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。加热区以外 100mm 范围内应予以保温，且管道端口应封闭。

检查方法：目视检查，测量检查。

7.4.6 热电偶测温计的安置应符合下列要求：

1 当管道的公称直径小于或等于 300mm 时，每个焊接接头应安置 1 个热电偶测温计；

2 当管道的公称直径大于 300mm 时，每个焊接接头应对称安置 2 个热电偶测温计。

检查方法：目视检查。

7.4.7 热处理的加热速度、恒温时间及冷却速度，宜符合下列规定：

1 加热升温至 300℃后，加热速度应按  $5125/\delta$  °C/h 计算，且不大于 220°C/h；

2 恒温时间可按碳钢 2.5min/mm、合金钢 3min/mm 计算，最短恒温时间应符合本规范表 7.4.4 规定，在恒温期间，各测点的温度应在热处理温度规定的范围内，其差值不得大于 50°C；

3 恒温后的冷却速度应按  $6500/\delta$  °C/h 计算，且不大于 260°C/h，冷

---

至 300℃后可自然冷却。

检查方法：检查热处理工艺文件、热处理曲线。

7.4.8 异种钢焊接接头的焊后热处理温度宜按要求较高一侧材料的热处理温度范围确定，但温度不应超过两者中任一钢号的下临界点。

检查方法：检查热处理工艺文件、热处理曲线。

7.4.9 经焊后热处理合格的管道焊接接头，如再进行焊接作业应重新进行热处理。

检查方法：过程检查。

7.4.10 热处理后应按下列要求进行管道质量的偏差的复查：

- 1 预制管段质量的偏差应符合本规范表 6.4.2 要求；
- 2 已安装管道质量的偏差应符合本规范表 8.1.21 和表 8.2.2 要求。

检验方法：目视检查、测量检查。

7.4.11 热处理时，管道上的焊接阀门及不参加热处理的元件等应处于保护状态。

检验方法：过程检查，检查保护措施。

## GB/T20801.4 制作与安装

### 7.5 焊接的基本要求

7.5.4 对焊接连接的阀门施焊时，所采用的焊接顺序、工艺以及焊后热处理，均应保证阀座的密封性能不受影响。

### 10 装配和安装

10.9.1 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭状态下安装；当阀门与管道以焊接方式连接时，阀门不得关闭，且宜采用氩弧焊打底。

## 五. 管道安装 (8)

### 8.1 一般规定

8.1.1 脱脂或其他化学处理后的预制管段、管道组成件，安装前应检查确认，不得有油迹或其他污染。

检查方法：目视检查。

8.1.2 埋地管道试压防腐后，应及时回填，并办理隐蔽工程验收。

检查方法：过程检查、检查隐蔽工程记录。

8.1.3 管道安装时，应检查法兰密封面及垫片，不得有影响密封性能的划痕、锈斑等缺陷。

检查方法：目视检查。

8.1.4 安装前，法兰环连接面与金属环垫应作接触检查。当金属环垫在密封面上转动 45° 后，检查接触线不得有间断现象。

检查方法：目视检查、过程检查。

8.1.5 软钢、铜、铝等金属垫片，应为退火状态。

检查方法：核查质量证明文件。

8.1.6 连接法兰的螺栓应能在螺栓孔中顺利通过。法兰密封面间的平行度允许偏差，应符合表 8.1.6 的规定。

表 8.1.6 法兰密封面间的平行度允许偏差

管道级别	允许偏差 (mm)	
	DN≤300	DN>300
SHA1、SHB1、SHC1、 SHA2、SHB2、SHC2	≤0.4	≤0.7
其他	≤0.6	≤1.0

检查方法：过程检查。

8.1.7 有预紧力要求的螺栓应按紧固程序完成拧紧作业，其预紧力应符合设计文件规定。扭剪型螺帽的螺栓，应拧紧到梅花头脱落。

检查方法：目视检查、检查施工记录。

8.1.8 流量取源部件安装应符合下列要求：

- 1 取源部件上、下游直管的长度应符合设计文件要求；
- 2 在规定的最小直管段范围内，焊缝内表面应与管道内表面平齐，管段

内表面应清洁。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.1.9 温度取源部件安装应符合下列要求：

- 1 与工艺管道垂直安装时，取源部件轴线应与工艺管道轴线垂直相交；
- 2 在工艺管道的转弯处安装时，宜逆介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相重合；

- 3 与工艺管道倾斜安装时，宜逆介质流向，取源部件轴线应与工艺管道轴线相交。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.1.10 法兰连接螺栓安装方向应一致，螺栓紧固后应与法兰紧贴。需加垫圈时，每个螺栓不应超过一个。紧固后的螺栓与螺母宜齐平或露出1个~2个螺距。

检查方法：目视检查。

8.1.11 螺栓、螺母装配时宜涂以二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉。

检查方法：目视检查。

8.1.12 管道系统试运行时，高温或低温管道的连接螺栓，应按下列规定进行热态紧固或冷态紧固：

- 1 螺栓热态紧固或冷态紧固作业的温度应符合表 8.1.12 的规定；

表 8.1.12 螺栓热态紧固或冷态紧固作业温度（℃）

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
-------	-----	------

2 热态紧固或冷态紧固宜在紧固作业温度保持 2h 后进行；

3 紧固管道连接螺栓时，管道的最大内压力应符合下列规定：

1) 当设计压力小于或等于 6 MPa 时，热态紧固的最大内压力应小于 0.3MPa；

2) 当设计压力大于 6 MPa 时，热态紧固的最大内压力应小于 0.5MPa；

3) 冷态紧固应在卸压后进行；

4) 紧固螺栓应有安全技术措施。

检查方法：目视检查、测量检查、技术文件检查。

8.1.13 管道预拉伸（压缩）前应具备下列条件：

1 预拉伸区域内固定支架间所有焊缝除预拉（压缩）口外已焊接完毕，需热处理的焊缝已作热处理，并经检验合格；

2 预拉伸（压缩）区域支、吊架已安装完毕，管子与固定支架已固定；

3 预拉伸（压缩）区域内的所有连接螺栓已拧紧。

检查方法：目视检查、检查施工文件。

8.1.14 当预拉伸（压缩）的焊缝需热处理时，应在热处理完毕后再拆除在预拉伸（压缩）时安装的临时卡具。

检查方法：目视检查、核查热处理文件。

8.1.15 穿墙及过楼板的管道，应加套管，管道焊缝不应置于套管内，穿墙套管长度不得小于墙厚，穿楼板套管应高出楼面50mm。穿过屋面的管道应有防水肩和防雨帽，管道与套管之间的空隙应采用不燃材料填塞。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.1.16 不锈钢管道法兰用的非金属垫片，其氯离子含量不得超过50mg/kg。

检查方法：核查质量证明文件或复验文件。

8.1.17 不锈钢管道与非不锈钢的金属支架之间，应垫入不锈钢薄板或氯离子含量不超过50mg/kg的非金属隔离垫。

检查方法：目视检查、核查质量证明文件或复验报告。

8.1.18 铬钼合金钢、含镍低温钢和含钼奥氏体不锈钢管道系统安装完毕后，应检查材质标识，发现无标识时应采用光谱分析核查材质。

检查方法：目视检查、复验检查。

8.1.19 阀门安装前，应按设计文件核对其型号，并按介质流向确定其安装方向。特殊要求阀门应按设计文件要求安装。

检查方法：目视检查。

8.1.20 当阀门与管道以焊接方式连接时，根部焊道应采用氩弧焊，焊接过程阀门不得关闭，且应对阀门采取防变形保护措施。

检查方法：过程检查。

8.1.21 管道安装质量的允许偏差应符合表8.1.21的规定。

检查方法：测量检查。

表8.1.21 管道安装质量的允许偏差（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	0.2%L，且≤50	
	DN>100	0.3% L，且≤80	
立管垂直度		0.5% L，且≤30	
成排管道间距		15	
交叉管的外壁或绝热层间距		20	

注：L—管子有效长度；DN—管子公称直径。

## 8.2 与转动机器连接的管道安装

8.2.1 与转动机器连接的管道，安装前应将内部清理干净。管道的水平度或垂直度应为 1mm/m。转动机器入口管道因水平偏差造成的坡度，应坡向分液罐一侧。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.2.2 与转动机器连接的管道及其支、吊架安装完毕后，应卸下接管上的法兰螺栓，在自由状态下所有螺栓应能在螺栓孔中顺利通过。当设计文件或产品技术文件未规定时，法兰连接质量的允许偏差，不应超过表 8.2.2 的规定。

检查方法：目视检查、测量检查。

表8.2.2 法兰连接质量的允许偏差

机器旋转速度 (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

8.2.3 管道与机器的连接法兰应进行最终连接检查。检查时，应在联轴器上架设百分表监视位移，松开和拧紧法兰连接螺栓进行观测，其位移值应符合下列规定：

- 1 转速大于 6000r/min 时，位移值应小于 0.02mm；
- 2 转速为 3000r/min~6000r/min 时，位移值应小于 0.05mm。

检查方法：目视检查、测量检查。

### 8.3 有色金属管道安装

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第八十一条 不锈钢和有色金属管道的制作和安装应当按照 GB/T20801、相关专业标准和设计文件的规定进行。

GB/T20801.4 制作与安装：11 不锈钢和有色金属管道

## 11.1 防护基本要求

11.1.1 不锈钢和有色金属管道组成件的制作和装配应有专门的场地和专用工装，不得与黑色金属制品或其他产品混杂。工作场所应保持清洁、干燥，严格控制灰尘。

11.1.2 管道吊装用的钢丝绳、卡扣不得与管道直接接触，应用木板或石棉制品等进行隔离。制作、安装过程中应避免不锈钢和有色金属管材表面划伤和机械损伤。

11.1.3 现场交叉安装不锈钢和有色金属管道时，应采取可靠的遮挡防护措施控制不锈钢和有色金属管道表面的机械损伤以及其他管道切割、焊接时的飞溅物对其造成的污染。

## 11.3 铝及铝合金管道

11.3.1 铝管扩口翻边使用胎具时可不加热，当需要加热时，温度应为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。管口翻边后不应有裂纹及表面拉痕等缺陷。

11.3.2 可根据接头形式、焊接位置及工况条件，在焊缝背面加临时垫环或永久性垫环。加垫环的焊接接头应内壁齐平。

永久性垫环的材质应符合设计规定，垫环表面必须清洁且无划伤、碰伤，装配时应避免表面机械损伤。临时垫环应采用对焊缝质量无不良影响的材质。

## 11.4 铜及铜合金管道

11.4.1 焊接连接时，紫铜管道应采用钨极氩弧焊或等离子焊接方法，不应采用氢—氧焰焊接。黄铜管道应采用氧—乙炔焰或氢—氧焰焊接。

11.4.2 扩口翻边连接的铜管应保持同轴，当公称直径小于等于 $50\text{mm}$ 时，其允许偏差应不大于 $1\text{mm}$ ；当公称直径大于 $50\text{mm}$ 时，其允许偏差应不大于 $2\text{mm}$ 。

扩口翻边的加热温度应为 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ 。

## 11.5 镍及镍合金管道

11.5.1 管道制作、安装时，不得使用可能造成铁离子污染的铁质工具，应

---

使用不锈钢制工具和专用砂轮片。焊接时坡口两侧的防护应符合 11.2.3 的规定。

11.5.2 管道连接使用的卡具不宜直接焊在管道上，否则卡具材质应与管道成分相近。卡具的拆除应用砂轮磨削，不得采用敲打、掰扭等方法。

11.5.3 焊接时应严格控制焊接热输入和层间温度，防止接头过热。对于小直径的管子，焊接中宜采取在焊缝两侧加装冷却铜块或用湿布擦拭焊缝两侧等措施，减少焊缝在高温的停留时间，增加焊缝的冷却速度。

## 11.6 钛及钛合金管道

11.6.1 扩口翻边应尽量加热到 300~400℃ 时进行，翻边不应出现裂口、拉痕、划伤、缩颈等缺陷。

11.6.2 管道与支吊架、支座或钢结构之间应垫入石棉制品或其他对钛无害的材料。

11.6.3 施焊前和焊接过程中应防止坡口污染。每焊完一道焊缝都必须进行焊层表面颜色检查。表面颜色不合格者，应立即除去，然后重焊。表面颜色检查参照相关标准执行。

8.3.1 有色金属管道安装时表面不得划伤。

检查方法：目视检查。

8.3.2 铜及铜合金、铝及铝合金管连接时应符合下列规定：

1 翻边连接的管子，应保持同轴度，公称直径小于或等于 50mm 时，其偏差不应大于 1mm；公称直径大于 50mm 时，其偏差不应大于 2mm；

2 螺纹连接的管子，其螺纹部分应涂以石墨机油。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.3.3 安装铜及铜合金波纹膨胀节时，其直管长度不得小于 100mm。

检查方法：测量检查。

8.3.4 有色金属管应采用尼龙带搬运或吊装。

检查方法：目视检查。

8.3.5 钛及钛合金、锆及锆合金管安装后，应防止其他焊接飞溅物撒落在管上。

检查方法：目视检查。

#### 8.4 伴热管安装

8.4.1 伴热管应与主管平行安装。当一根主管有多根伴热管伴热时，伴热管之间相对位置应固定。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.4.2 水平伴热管宜安装在主管下方或靠近支架的侧面，垂直伴热管应均匀分布在主管周围。伴热管应采用绑扎带或镀锌铁丝等固定在主管上。弯头部位的伴热管绑扎带不得少于三道，直伴热管绑扎点间距应符合表8.4.2的规定。

检查方法：目视检查、测量检查。

表8.4.2 直伴热管绑扎点间距（mm）

伴热管公称直径	绑扎点间距
10	800
15	1000
20	1500
>20	2000

8.4.3 设计文件规定不得与主管直接接触的伴热管，在伴热管与主管间应有隔离垫。当主管为不锈钢管，伴热管为碳钢管时，隔离垫宜采用氯离子含量不超过50mg/kg 的非金属垫或不锈钢薄板，并应采用不锈钢丝或不引起渗碳的绑扎带绑扎。

检查方法：目视检查、核查质量证明文件。

8.4.4 从分配站到各被伴热主管和离开被伴热主管到收集站之间的伴热管应排列整齐，不应互相跨越。

检查方法：目视检查。

## 8.5 衬里管道安装

8.5.1 衬里管道安装前,应按本规范第5.1.10条的规定核查衬里层的质量,并保持管内清洁。

检查方法:目视检查。

8.5.2 橡胶、塑料、玻璃钢、涂料等衬里的管道组成件,应存放在温度为 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的场所,并应避免阳光和热源的辐射。

检查方法:过程检查。

8.5.3 衬里管道安装需要调整长度误差时,宜采用更换同材质垫片厚度的方法。

检查方法:目视检查、测量检查。

8.5.4 衬里管道安装时,不得施焊、加热、碰撞或敲打。

检查方法:过程检查。

## 8.6 安全装置安装

8.6.1 安全阀安装前应进行整定压力、密封性能校验,校验合格的安全阀应有铅封、标牌和校验报告,并应符合下列规定:

1 整定压力试验不得少于3次,当整定压力小于或者等于 $0.5\text{MPa}$ 时,实测整定值与要求整定值的允许误差为 $\pm 0.015\text{MPa}$ ;当整定压力大于 $0.5\text{MPa}$ 时,允许误差为 $\pm 3\%$ 的整定压力;

2 整定压力调整合格后,应进行密封试验,当整定压力小于或者等于 $0.3\text{MPa}$ 时,密封试验压力应比整定压力低 $0.03\text{MPa}$ ;当整定压力大于 $0.3\text{MPa}$ 时,密封试验压力应为整定压力的 $90\%$ ;

3 校验合格后的铅封一面应为校验单位的代号标识,另一面应为校验人员的代号标识;铅封处所挂牌应有校验机构名称及代号、校验编号、安装的设备编号、整定压力和下次校验时间;

4 校验报告应依据校验记录出具,并按校验机构质量管理体系的要求签发。

检查方法：目视检查，核查校验报告。

8.6.2 安装安全阀时，应符合下列规定：

- 1 校验合格的安全阀，在搬运和安装过程中应保护好铅封；
- 2 安全阀应垂直安装，安全阀出口管道垂直向上排放时，应在出口管道最低处管底开设直径6mm ~10mm的泪孔。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.6.3 爆破片安装时应符合下列要求：

- 1 爆破片应安装在相应的夹持器内，并按产品技术文件或铭牌上箭头指示方向安装；
- 2 爆破片应在投料试车前安装。

检查方法：过程检查。

8.6.4 安全液封应垂直安装，垂直度不应超过1/1000，标高允许偏差为±5mm。

检查方法：测量检查。

8.6.5 阻火器应按产品技术文件或铭牌上箭头指示方向安装。

检查方法：目视检查。

## 8.7 补偿装置安装

8.7.1 “Π”形补偿器安装，有预拉伸（压缩）要求时，应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10 mm。

检查方法：测量检查、过程检查。

8.7.2 填料式补偿器安装应符合下列规定：

- 1 应与管道保持同心；
- 2 运行时，导向支座应自由伸缩；
- 3 应按设计文件规定的安装长度及温度变化，留有剩余的收缩量，剩余收缩量可按下式计算，其允许偏差为±5mm（图8.7.2）；

$$S = S_0 \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}$$

(8.7.2)

式中： $S$ ——插管与外壳挡圈间的安装剩余收缩量(mm)；

$S_0$ ——补偿器的最大行程(mm)；

$t_0$ ——室外最低设计温度( $^{\circ}\text{C}$ )；

$t_1$ ——补偿器安装时的温度( $^{\circ}\text{C}$ )；

$t_2$ ——介质的最高设计温度( $^{\circ}\text{C}$ )；

4 插管应安装在介质流入端；

5 填料石棉绳应涂石墨粉，并应逐圈装入，逐圈压紧，各圈接口应相互错开。

检查方法：目视检查、测量检查、过程检查。

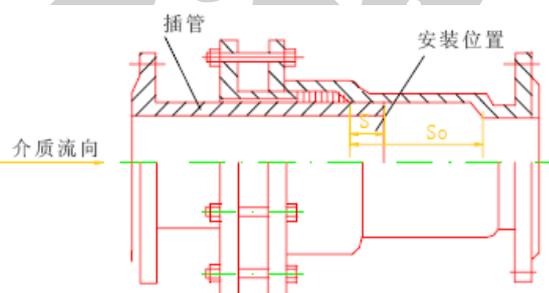


图8.7.2 填料式补偿器安装剩余收缩量

8.7.3 波纹管膨胀节安装应符合下列规定：

1 波纹管膨胀节内套有焊缝的一端，在水平管道上应迎介质流向安装(图8.7.3-1)，在垂直管道上应置于上部(图8.7.3-2)；

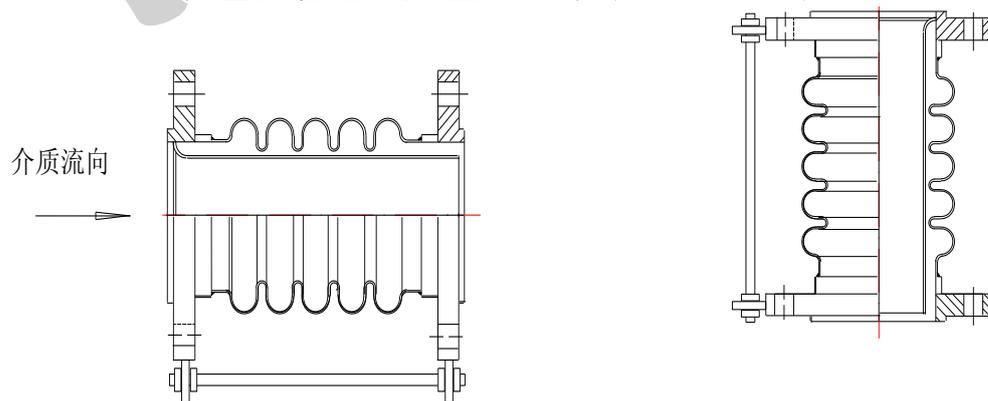


图 8.7.3-1 波纹管膨胀节水平管道安装

图 8.7.3-2 波纹管膨胀节垂直管道安装

- 2 波纹管膨胀节应与管道保持同轴；
- 3 波纹管膨胀节应待管道试车运行前拆除临时约束装置。

检查方法：目视检查、测量检查、过程检查。

#### 8.7.4 安装球型补偿器应符合下列规定：

- 1 球型补偿器安装前，应将球体调整到所需角度，并与球心距管段组成一体（图8.7.4-1）；

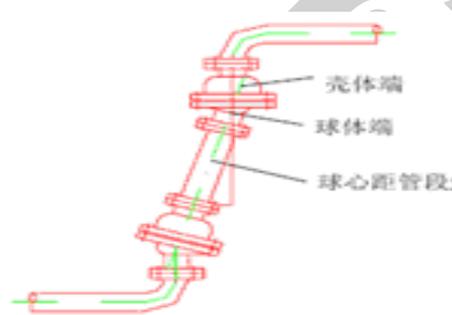


图8.7.4-1 球形补偿器与球心距管段的组合

- 2 球形补偿器的安装应紧靠弯头，使球心距长度大于计算长度（图8.7.4-2）；

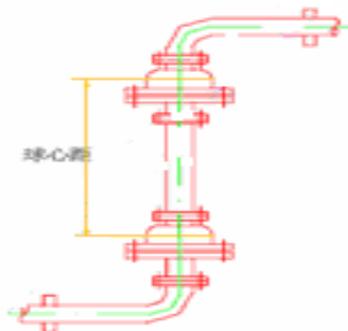


图8.7.4-2 球心距的安装长度

3 球型补偿器的安装方向，宜按介质从球体端进入，由壳体端流出安装（图8.7.4-3）；

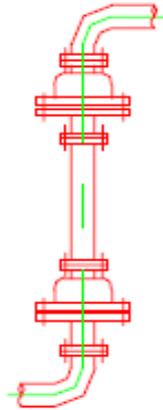


图8.7.4-2 球心距的安装长度

图8.7.4-2 球心距的安装长度

- 4 垂直安装球型补偿器时，壳体端应在上方；
- 5 球形补偿器的固定支架或滑动支架，应按设计文件规定执行；
- 6 运输装卸球型补偿器时，应防止碰撞，并应保持球面清洁。

检查方法：目视检查、测量检查、过程检查。

## 8.8 支、吊架安装

8.8.1 支架与管道焊接时焊脚高度和焊缝长度应符合设计规定，焊缝不得有裂纹，管子表面不得有咬边缺陷。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.8.2 支、吊架位置应正确，安装应牢固，管子和支承面接触应良好。

检查方法：目视检查。

8.8.3 吊杆应垂直安装，当设计文件要求偏置安装时，偏置量和偏置方向应满足设计文件的要求。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.8.4 固定支架和限位支架应按设计文件要求安装。固定支架应在补偿装

---

置预拉伸或预压缩前固定。

检查方法：目视检查、过程检查。

8.8.5 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。当设计文件要求偏置安装时，偏置量和偏置方向应满足设计文件的要求。

检查方法：目视检查、测量检查。

8.8.6 弹簧支、吊架的弹簧安装高度，应按设计文件规定进行调整。弹簧支、吊架的限位装置，应在试车前拆除。恒力弹簧安装方向及有配重要求的弹簧应符合设计文件要求。

检查方法：目视检查、过程检查。

8.8.7 管道安装完毕后，应按设计文件逐个核对，确认支、吊架的形式和位置。

检查方法：过程检查。

## 8.9 静电接地安装

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第八十条 有静电接地要求的管道，应当测量各连接接头间的电阻值和管道系统的对地电阻值。当电阻值超过 GB/T20801 或者设计文件的规定时，应当设置跨接导线（在法兰或螺纹接头间）和接地引线。对于不锈钢管道和钛管道，跨接导线或接地引线不得与钛管道及不锈钢管道直接连接，应当采用钛板及不锈钢板过渡。

8.9.1 有静电接地要求的管道，当每对法兰或螺纹接头间电阻值大于  $0.03\Omega$  时，应有导线跨接。

检查方法：目视检查、测试检查。

8.9.2 管道系统静电接地引线，宜采用焊接形式连接。对地电阻值及接地位置应符合设计文件要求。

检查方法：目视检查、测试检查。

8.9.3 不锈钢、有色金属管道，其导线跨接或接地引线不得与管道直接连接，应采用同材质连接板过渡。

检查方法：目视检查。

8.9.4 用作静电接地的材料或元件，导电接触面应除锈，且安装前不得涂漆。

检查方法：目视检查、过程检查。

8.9.5 管道系统的静电接地安装完毕并测试合格后，应及时填写管道静电接地测试记录。

检查方法：检查技术文件。

## 六. 管道焊接检查和检验 (9)

### 9.1 一般规定

9.1.1 管道完成焊接后应按本规范第 9.2 节和 9.3 节的规定进行焊接接头的外观检查 and 无损检测。

检查方法：目测检测、核查检测报告。

9.1.2 铬钼合金钢管道的射线检测宜在热处理后进行，并应对焊缝采用光谱分析进行主要合金金属元素验证性检查，每个管道编号的焊缝抽查数量不应少于 2 条。

检查方法：核查检测报告。

### 9.2 焊缝的外观验收

9.2.1 除本规范第 9.2.2 条外，管道焊接接头的外观质量应按表 9.2.1 进行验收，并应符合下列规定：

表 9.2.1 金属管道现场焊接接头外观质量等级

检查等级	1				2				3				4				5			
	对接环缝	纵缝 <sup>b</sup>	角焊缝	支管连接	对接环缝	纵缝 <sup>b</sup>	角焊缝	支管连接	对接环缝	纵缝 <sup>b</sup>	角焊缝	支管连接	对接环缝	纵缝 <sup>b</sup>	角焊缝	支管连接	对接环缝	纵缝 <sup>b</sup>	角焊缝	支管连接
表面线性缺陷 <sup>a</sup>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表面气孔	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
外露夹渣	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
咬边	○	○	○	○	□	○	□	□	□	○	□	□	□	○	□	□	□	○	□	□
余高	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

1 符号○表示焊缝不允许有表面线性缺陷、表面气孔、外露夹渣和咬边等缺陷存在；

2 符号□表示咬边深度，应为对接焊接接头中薄者厚度的 1/4，并小于或等于 0.5 mm，连续长度不得大于 100mm，且不大于焊缝总长的 10%；

3 符号△表示焊缝余高，对接焊接接头中薄者厚度小于或等于 6 mm 时，焊缝余高应按下列规定检查：

1) 检查等级 1 级~4 级管道为 (0~1.5) mm；

2) 检查等级 5 级管道为 (0~2.5) mm；

4 对接焊接接头中薄者厚度大于 6 mm 时，焊缝余高应按下列规定检查：

1) 检查等级 1 级~4 级管道为 (0~3) mm；

2) 检查等级 5 级管道为 (0~4.5) mm。

检查方法：目视检查、测量检查。

注 1：线性缺陷包括裂纹、未焊透、未熔合。

注 2：表中纵缝指现场焊接的直缝。

9.2.2 铝及铝合金管道焊缝外观检查前应将焊缝及其附近表面的飞溅物清除，焊缝外观质量应符合表 9.2.2 要求。

检查方法：目视检查、测量检查。

表 9.2.2 铝及铝合金管道焊接接头表面质量标准

序号	检查项目	质量要求
1	焊缝表面	与母材圆滑过渡，不得有裂纹、未熔合、气孔、氧化物夹渣及过烧等缺陷

2	焊缝余高	$\delta \leq 10\text{mm}$	$\leq 3\text{mm}$
		$\delta > 10\text{mm}$	$1/3\delta$ 且 $\leq 5\text{mm}$
3	焊缝咬边深度	$\delta \leq 10\text{mm}$	$\leq 0.5\text{mm}$
		$\delta > 10\text{mm}$	$\leq 0.8\text{mm}$
4	咬边总长度	板材	$\leq 10\%L$
		管材	$\leq 20\%L$
5	单面仰焊表面凹陷	$\leq 0.2\delta$ 且 $\leq 2\text{mm}$	
6	其他位置表面凹陷	焊缝表面应不低于基本金属	
7	角焊缝的焊脚高度	$\geq$ 两焊件中较薄焊件母材厚度的 70% 且 $\geq 3\text{mm}$	

注： $\delta$ —母材厚度；L—焊缝总长度

9.2.3 钛及钛合金管道、锆及锆合金管道焊缝除应按本规范第 9.2.1 条进行外观检查外，尚应在焊后清理前进行色泽检查，色泽检查应符合表 9.2.3-1 和表 9.2.3-2 的规定。

检查方法：目视检查

表 9.2.3-1 钛及钛合金焊道色泽检查合格标准

焊道颜色	保护效果	质量	处理方法
银白色	未被污染	合格	继续施焊
淡黄/金黄色	较轻的污染	合格	继续施焊
紫色 蓝色	低温氧化，较轻的污染	合格	继续施焊前打磨掉变色及相邻区域
	高温氧化，污染严重 <sup>(a)</sup>	不合格	继续施焊前切除以前焊道及相邻区域
灰色	保护不好，污染严重	不合格	继续施焊前切除以前焊道及相邻区域
灰白色			

注：钛及钛合金管道焊缝经酸洗能除去蓝色或紫色时为低温氧化，不能除去颜色时为高温氧化。

表 9.2.3-2 锆及锆合金焊道色泽检查合格标准

焊道颜色	保护效果	质量	处理方法
------	------	----	------

银白色	未被污染	合格	继续施焊
淡黄/金黄	较轻的污染	合格	继续施焊前用不锈钢丝刷清理
深黄/蓝色	较重的污染	不合格	继续施焊前打磨掉变色及相邻区域
黑色/灰色/白 垩色	严重污染	不合格	继续施焊前切除以前焊道及相邻区域

### 9.3 焊接接头的无损检测

9.3.1 管道焊接接头无损检测除设计文件另有规定外，厚度小于或等于30mm的焊缝应采用射线检测，厚度大于30mm的焊缝可采用超声检测，检测数量与验收标准应按表9.3.1规定进行，并应符合下列规定：

- 1 射线检测的技术等级应为 AB 级；
- 2 超声检测的技术等级应为 B 级。

检查方法：核查管道单线图和无损检测报告。

表 9.3.1 管道焊接无损检测数量及验收标准

检查等级	管道级别	对焊接头			角焊接头		
		检测数量	验收标准	合格等级	检测数量	验收标准	合格等级
1	SHA1	100%RT	JB/T4730.2	II级	100%MT	JB/T4730.4	I级
	SHB1	100%UT	JB/T4730.3	I级	100%PT	JB/T4730.5	
	SHC1						
2	SHA2	20%RT	JB/T4730.2	II级	20%MT	JB/T4730.4	I级
	SHB2	20%UT	JB/T4730.3	I级	20%PT	JB/T4730.5	
	SHC2						
3	SHA3	10%RT	JB/T4730.2	III级	—	—	—
	SHB3	10%UT	JB/T4730.3	II级	—	—	
	SHC3						
4	SHA4	5%RT	JB/T4730.2	III级	—	—	—
	SHB4	5%UT	JB/T4730.3	II级	—	—	
	SHC4						
5	SHC5	—	—	—	—	—	—

注：表中检测方法 RT 与 UT、MT 与 PT 的关系为“或”。

检查方法：核查变更文件。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：第八十五条

管道受压元件焊接接头射线检测和超声波检测的检查等级、检查范围和部位、检测数量、检测方法、合格标准应当不低于 GB/T20801 的规定，并且符合下列要求：

（一）管道的名义厚度小于或者等于 30mm 的对接接头应当采用射线检测，若采用超声波检测代替射线检测，应当取得设计的认可，并且其检测数量应与射线检测相同，管道名义厚度大于 30mm 的对接接头可采用超声波检测代替射线检测；

GB/T20801.5 检验与试验：

### 6.3 焊接接头的无损检测

#### 6.3.2 焊接接头的射线检测和超声波检测应符合以下规定

a) 检测比例应不低于表 1 和表 3 的规定，抽样检查时，固定焊的焊接接头的检测比例应不少于 40%。

表 1 检查等级、方法和比例<sup>[a]</sup>

检查等级 <sup>[a]</sup>	检查方法	焊缝类型及检查比例 (%)		
		对接环缝	角焊缝 <sup>[b]</sup>	支管连接 <sup>[c]</sup>
I	目视检查	100	100	100
	磁粉/渗透	100 <sup>[d]</sup>	100	100
	射线照相/超声波	100	/	100 <sup>[e]</sup>
II	目视检查	100	100	100
	磁粉/渗透	20 <sup>[d]</sup>	20	20
	射线照相/超声波	20	/	20 <sup>[e]</sup>
III	目视检查	100	100	100
	磁粉/渗透	10 <sup>[d]</sup>	/	10
	射线照相/超声波	10	/	/

IV	目视检查	100	100	100
	射线照相/超声波	5	/	/
V	目视检查	10	100	100

注：a：根据业主或工程设计要求，可采用较严格检查等级代替较低检查等级；

b：角焊缝包括承插焊和密封焊以及平焊法兰、支管补强和支架的连接焊缝；

c：支管连接焊缝包括支管和翻边接头的受压焊缝；

d：对碳钢、不锈钢及铝合金无此要求；

e：适用于大于或等于 DN100 的管道

表 3 制作过程中纵缝检查方法和检查比例（%）

纵向焊接接头系数, $\Phi_w$	目视检查	射线照相/超声波
$\leq 0.85$	100	/
0.90	100	10
1.00	100	100

注：GB/T20801.2-2006 附录 A 中表 A-1 和 GB/T20801.3-2006 表 14 中所含的纵缝除外。

GB50235:

8.4.1 除设计文件另有规定外，现场焊接的管道及管道组成件的对接纵缝和环缝、对接式支管连接焊缝应进行射线检测或超声检测。

8.4.2 管道的名义厚度小于或等于 30mm 的对接焊缝应采用射线检测。管道名义厚度大于 30mm 的对接焊缝可采用超声检测代替射线检测。当规定采用射线检测但受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。

9.3.2 设计文件规定射线检测的焊接接头改用超声检测时应征得设计单位和建设单位同意。

GB/T20801.5 检验与试验：6.3 焊接接头的无损检测

b) 管道的名义厚度小于或等于 30mm 的对接环缝,应采用射线检测;名义厚度大于 30mm 的对接环缝可采用超声波检测代替射线检测;当规定采用射线检测但由于条件限制需改用超声波检测时,应征得设计和业主的同意。

c) 焊接接头的射线检测和超声波检测验收标准应符合以下规定:

1) 环焊缝的检测应符合 JB/T 4730-2005 对压力管道环焊缝的检测要求,纵焊缝的检测应符合 JB/T 4730-2005 对锅炉和压力容器对接焊缝的检测要求,角焊缝及 T 型接头的超声波检测也应符合 JB/T 4730-2005 对锅炉压力容器角焊缝及 T 型接头的检测要求;

2) 100%射线检测的焊接接头按 JB/T 4730-2005 的 II 级合格,抽样或局部进行射线检测的焊接接头按 JB/T 4730-2005 的 III 级合格;

3) 100%超声波检测的焊接接头按 JB/T 4730-2005 的 I 级合格,抽样或局部进行超声波检测的焊接接头按 JB/T 4730-2005 的 II 级合格。

d) 管道的公称直径大于或等于 500mm 时,对每条环缝应按表 1 的检查比例进行局部检测。管道的公称直径小于 500mm 时,可根据环缝接头数,按表 1 的检查比例进行抽样检测。凡进行检测的环缝,应包括其整个圆周长度。

e) 选择被检焊缝时应包括每个参加产品焊接的焊工或焊接操作工所焊的焊缝,同时也应在最大范围内包括与纵缝的交叉点。当环缝与纵缝相交时,应包括检查长度不小于 38mm 的相邻纵缝。

6.3.3 局部无损检测的焊接接头位置及检查点应由建设单位或检验机构的检验人员选择或批准。

9.3.3 铬钼合金钢和标准抗拉强度下限值大于或等于 540MPa 钢等易产生延迟裂纹、再热裂纹倾向材料,应在焊接完成 24h 后进行无损检测;有再热裂纹倾向材料应在热处理后进行表面无损检测。

检查方法:过程检查、核查无损检测报告。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》:

第八十三条 有延迟裂纹倾向的材料应当在焊接完成 24h 后进行无损检

测。有再热裂纹倾向的焊接接头，当规定进行表面无损检测（磁粉检测或者渗透检测，下同）时，应当在焊后和热处理后各进行 1 次。

GB50235：8.3.1 除设计文件另有规定外，现场焊接的管道和管道组成件的承插焊焊缝、支管连接焊缝（对接式支管连接焊缝除外）和补强圈焊缝、密封焊缝、支吊架与管道直接焊接的焊缝、以及管道上的其他角焊缝，其表面应进行磁粉检测或渗透检测。

9.3.4 管道焊接接头的检测比例应按下列规定执行：

1 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检测时，经检验人员确认可对该条焊缝按相应的检测比例进行局部检测；

2 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；

3 焊接接头的无损检测比例应按管道编号统计。

检查方法：核查单线图、委托单和无损检测报告。

9.3.5 管道焊接接头按比例抽样检查时，检验批应按下列规定执行：

1 每批执行周期宜控制在 2 周内；

2 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；

3 焊接接头固定口检测不应少于检测数量的 40%；

4 质量检查人员应按下列原则选定焊接接头：

1) 应覆盖施焊的每名焊工；

2) 按比例均衡各管道编号分配检测数量；

3) 交叉焊缝部位应包括检查长度不小于 38mm 的相邻焊缝。

检查方法：核查管道单线图、无损检测报告和委托单。

9.3.6 累进检查应符合下列要求：

1 检验批中抽样检测的焊接接头评定合格，则可对该批焊接接头予以验收；

2 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按不合格焊接接头数量加倍进行检测，加倍检测接头及返修接头评定合格，则应对该批焊接接头予以验收；

3 若加倍检测的焊接接头中又检测出不合格焊接接头，应按不合格焊接接头数量再加倍进行检测，加倍检测接头及返修接头评定合格，则应对该批焊接接头予以验收；

4 若再次加倍检测仍出现不合格焊接接头，应对该焊工焊接的该批焊接接头全部检测，并对不合格的焊接接头返修，评定合格后可对该批焊接接头予以验收。

检查方法：核查管道单线图和无损检测报告。

9.3.7 同一焊接接头返修次数，碳钢管道不宜超过 3 次，其他金属管道不得超过 2 次。

检查方法：过程检查，检查焊接记录。

《压力管道安全技术监察规程—工业管道》：

第七十条 不合格焊接接头的返修，应当符合下列要求：

- （一）返修前应当进行缺陷产生的原因分析，提出相应的返修措施；
- （二）补焊应当采用经评定合格的焊接工艺，并且由合格焊工施焊；
- （三）同一部位（指焊补的填充金属重叠的部位）的返修次数超过两次时，应当考虑对焊接工艺的调整，重新制定返修措施，经施焊单位技术负责人批准后方可进行返修；

（四）返修后应当按照原规定的检验方法重新检验，并连同返修及检验记录（明确返修次数、部位、返修后的无损检测结果）一并记入技术文件和资料中提交给用户；

## 9.4 硬度检测

9.4.1 要求消除应力热处理的焊接接头，热处理后应检测硬度值。焊接接头的硬度检测区域包括焊缝和热影响区，热影响区的测定区域应紧邻熔合

---

线。

检查方法：目视检查、检查检测报告。

9.4.2 硬度检测的数量应满足下列要求：

- 1 在炉内热处理的每一热处理炉次应抽查焊接接头的 10% 进行硬度值测定；
- 2 进行局部热处理时应 100% 进行硬度值测定。

检查方法：核查硬度检测报告。

9.4.3 除设计文件另有规定外，焊接接头热处理后的硬度值应符合本规范表 7.4.4 的规定。表 7.4.4 中未列入材料或未注明硬度值的材料，应按设计文件执行。

检查方法：核查硬度检测报告。

GB/T20801.5 检验与试验：9.5 硬度检查

9.5.1 要求焊后热处理的焊接接头、热弯和热成形加工的管道元件，热处理后应测量硬度值。焊接接头的硬度测定区域应包括焊缝和热影响区，热影响区的测定区域应紧邻熔合线。

9.5.2 硬度检查的数量应满足以下要求：

a) 表 6 中有硬度值要求的材料，炉内热处理的每一热处理炉次应至少抽查 10% 进行硬度值测定，局部热处理者应 100% 进行硬度值测定。

b) 表 6 中未注明硬度值要求的材料，每炉（批）次应至少抽查 10% 进行硬度值测定。

9.5.3 除设计另有规定外，焊接接头热处理后的硬度值应符合下列规定：

a) 表 6 中有硬度值要求的材料，焊缝和热影响区的硬度值应符合表 6 的规定。

b) 表 6 中未注明硬度值要求的材料，焊缝和热影响区的硬度值：碳钢不应大于母材硬度值的 120%；其他材料不应大于母材硬度值的 125%。

9.5.4 异种金属材料焊接时，两侧母材和焊接接头均应符合表 6 规定的各自

---

硬度值规定。

## 9.6 替代热处理

正火、正火加回火或退火可代替焊接、弯曲或成形后的消除应力热处理，但焊接接头和母材的力学性能应符合相应标准的规定。

## 9.7 热处理基本要求的变更

9.7.1 设计者可根据具体工况条件，变更或调整消除应力热处理的基本要求，包括规定更为严格的要求（如对厚度较薄材料的热处理和硬度限制），也可放宽或取消热处理和硬度试验要求。

9.7.2 当放宽消除应力热处理和硬度试验要求时，应具备可供类比的成功使用经验，并考虑工作温度及其影响、热循环频率及其强度、柔性分析的应力水平、脆性破坏及其它有关因素。此外，还应进行包括焊接工艺评定在内的有关试验。

9.4.4 异种金属材料焊接接头，焊缝和两侧热影响区均应符合本规范第9.4.3条规定。

检查方法：核查硬度检测报告。

GB50235: 8.5.2 当检查发现热处理后的硬度值超标或热处理工艺存在问题时，可采用其他检测手段进行复查与评估。

## 9.5 焊缝铁素体检查

9.5.1 设计文件规定进行铁素体检查的焊接接头，应按现行国家标准《铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法》GB1954 测定铁素体含量。

检验方法：检查施工方案。

9.5.2 要求铁素体检查的管道，焊缝和热影响区的铁素体含量应符合表9.5.2的规定。

检验方法：检查试验报告。

表 9.5.2 焊缝铁素体含量

序号	材质	铁素体含量(体积比)	备注
1	含钼奥氏体不锈钢	≤5%	中高温工况
2	奥氏体-铁素体双相钢	30%~60%	腐蚀介质工况

## 七. 管道试验 (10)

### 10.1 一般规定

10.1.1 管道系统按本规范第9章检查和检验合格后,在初次运行前,每个管道系统应进行压力试验。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》:

第八十八条 管道安装完毕,经热处理和无损检测合格后,应当进行压力试验。压力试验一般采用液压试验,或者按设计文件的规定进行气压试验。当不能进行液压试验时,经设计同意可采用气压试验或者液压-气压试验代替。脆性材料严禁使用气体进行压力试验。

对于GC3级管道,经业主或设计单位同意,可结合试车,按照GB/T20801的规定,用管道输送的流体进行初始运行耐压试验。

第九十二条 现场条件不允许使用液体或者气体进行压力试验的管道,在征得设计单位同意后,可采取替代性试验。替代性试验应当同时满足下列要求:

(一) 凡未经过液压或气压试验的管道受压元件焊接接头,包括制造管道和管件的焊接接头,纵向焊接接头以及螺旋焊焊接接头均应当进行100%的射线检测或100%超声波检测合格。其他未包括的焊接接头应当进行100%的渗透检测或者磁粉检测合格;

(二) 应当按照GB/T20801的规定进行管道系统的柔性分析;

(三) 管道系统应当使用敏感气体或者浸入液体的方法进行泄漏试验,试验要求应当在设计文件中明确规定。

GB/T20801.5 检验与试验:

### 9.1.1.1 压力试验的替代

a) 对 GC3 级管道，经业主或设计同意，可按 9.1.6 规定的初始运行压力试验代替液压试验；

b) 当业主或设计认为液压试验不切实际时，可用 9.1.4 规定的气压试验来代替；如考虑到气压试验的危险性，也可用 9.1.5 规定的液压-气压试验来代替；

c) 当业主或设计认为液压和气压试验都不切实际时，如果下列两种情况都存在时，则可采用第 9.1.7 条规定的免除（或替代）办法：

1) 液压试验会损害衬里或内部隔热层，或会污染生产过程（该过程会由于有湿气而变为危险的、腐蚀的或无法工作），或在试验中由于低温而出现脆性断裂的危险；

2) 气压试验具有危险性，或在试验中由于低温而出现脆性断裂的危险。

### 9.1.5 液压-气压试验

如果使用液压-气压结合试验，则应满足 9.1.4 的要求，且被液体充填部份管道的压力应不大于 9.1.3 b) 的规定。

### 9.1.6 初始运行压力试验

对 GC3 级管道，经业主或设计者同意，可结合试车，用管道输送的流体进行压力试验。在管道初始运行时或运行前，压力应分级逐渐增加至操作压力，每级应有足够的保压时间以平衡管道应变。如果输送的流体是气体或蒸汽，则按 9.1.4e) 要求进行预试验。

GB50235:

8.6.1 管道安装完毕、热处理和无损检测合格后，应进行压力试验。压力试验应符合下列规定：

1 压力试验应以液体为试验介质。当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时，也可采用气体为试验介质，但应采取有效的安全措施。

### 8.6.2 压力试验的替代应符合下列规定：

1 对 GC3 级管道，经设计和建设单位同意，可在试车时用管道输送的流体进行压力试验。若输送的流体是气体或蒸汽，压力试验前应按 8.6.5 条第 5 款的规定进行预试验。

2 当管道的设计压力大于 0.6MPa，设计和建设单位认为液压试验不切实际时，可采用本规范第 8.6.5 条规定的气压试验来代替液压试验。

3 经设计和建设单位同意，也可用液压-气压试验来代替气压试验。液压-气压试验应符合本规范第 8.6.5 条的要求，被液体充填部分管道的压力不应大于本规范第 8.6.4 条第 4、5 款的规定。

4 现场条件不允许进行管道液压和气压试验时，可同时采用下列方法代替压力试验，但应经建设单位和设计单位同意：

1) 所有环向、纵向对接焊缝和螺旋焊缝应进行 100%射线检测或 100%超声检测。

2) 除本规范第 8.6.2 条第 4 款第 1 项规定以外的所有焊缝(包括管道支承件与管道组成件连接的焊缝)，应进行 100%的渗透检测或 100%的磁粉检测。

3) 应由设计单位进行管道系统的柔性分析。

4) 管道系统应采用敏感气体或浸入液体的方法进行泄漏试验，试验要求应在设计文件中明确规定。

5 未经液压和气压试验的管道焊缝及法兰密封部位，生产车间可配备相应的预保带压密封夹具，用于开车后泄漏部位的应急处置。

### 10.1.2 管道系统在压力试验前，应对下列资料进行确认：

1 管道组成件的质量证明文件，包括管道组成件的验证性和补充性检验记录；

2 焊接工作记录；

3 无损检测报告；

- 
- 4 热处理及硬度检测报告；
  - 5 符合本规范第 12.0.5 条要求的管道单线图；
  - 6 静电接地测试记录。

检查方法：核查有关记录和报告。

10.1.3 管道系统在压力试验前，应依据设计文件对管道系统按下列要求进行实物核查：

- 1 管道连接与管道及仪表流程图相符；
- 2 管道支、吊架形式、位置符合设计要求，弹簧安装高度正确；
- 3 管道组成件材质正确。

检查方法：现场实地核查。

10.1.4 压力试验除设计另有规定外应采用液压试验，采用其他试验方法应满足下列条件：

- 1 对 SHC5 级管道，经建设单位或设计单位同意，可按本规范第 10.5 节规定的初始运行压力试验代替液压试验；

- 2 受条件限制不能进行液压试验时，可采用本规范第 10.4 节规定的气压试验。

检查方法：现场实地核查、检查试压方案。

10.1.5 试验过程中如有泄漏，不得带压修理，缺陷消除后应重新试验。

检查方法：过程检查，检查试压记录。

10.1.6 分段试验合格的管道系统，封闭焊接接头经 100%射线检测合格，该焊接接头可不再进行压力试验。

检查方法：核查无损检测报告。

10.1.7 真空管道的试验压力应为 0.2MPa。

检查方法：核查试验报告。

10.1.8 参加试验的管道焊接接头不得包覆隔热材料和涂刷防腐层。

检查方法：目视检查。

---

10.1.9 管道系统试验合格后，应缓慢降压，排净试验介质，并按盲板加置记录拆除所用的临时盲板，同时应填写试验记录。

检查方法：过程检查。

## 10.2 系统设置

10.2.1 膨胀节参加系统试验时应符合下列规定：

- 1 自约束装置的膨胀节参加系统试验应符合本规范第 10.3.5 条规定；
- 2 外部约束的膨胀节应参加系统试验；
- 3 泄漏性试验时所有膨胀节应参加系统试验。

检查方法：目视检查。

10.2.2 不参加试验的设备、仪表、安全阀等宜采用盲板或其他措施与系统隔离，也可采用适合试验压力的阀门（包括其闭合机构）予以切断。

检查方法：目视检查、核查阀门试压资料或质量证明文件。

10.2.3 试验用压力表应经过校验且在有效期内，压力表的精度不得低于 1.6 级。压力表的满刻度值应为最大试验压力的 1.5 倍~2.0 倍。试验时系统内使用的压力表不得少于两块。

检查方法：目视检查。

10.2.4 管道系统压力试验时宜与设备隔离，当管道与设备作为一个系统进行试验时，应征得建设或设计单位同意，并符合下列规定：

1 管道的试验压力小于或等于设备的试验压力，应按管道的试验压力进行试验；

2 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，应按设备的试验压力进行试验。

检查方法：核定设备资料和试压方案。

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第八十九条 液压试验应当符合下列要求：

（五）当管道与容器作为一个系统进行液压试验，管道试验压力小于或

者等于容器的试验压力时，应当按管道的试验压力进行试验，当管道试验压力大于容器的试验压力，且无法将管道与容器隔开，同时容器的试验压力大于或等于按本条（三）计算的管道试验压力的 77%时，经设计单位同意，可以按容器的试验压力进行试验；

## GB/T20801.5 检验与试验

### 9.1.1.4 试验特殊规定

a) 管道组成件可以单独进行试验，也可以装配在管道上与管道一起进行试验。

b) 压力试验时为隔离其它容器而插入盲板的法兰接头，不需要进行压力试验。

c) 如果最后一条焊缝已按 5.4 的规定进行了制作过程中的检查，且经 100%射线检测或 100%超声波检测合格，同时管道系统或组成件已按本章的规定通过了压力试验，则连接这种管道系统或组成件的最后一条焊缝不需要再进行压力试验。

### 9.1.2 准备工作

#### 9.1.2.1 接头外露

a) 除按本规范预先进行过试验的接头可以包覆隔热层或覆盖层外，所有接头均不得包覆隔热层，以便在压力试验时进行检查。

b) 如果按 9.1.7c) 的规定进行泄漏试验时，所有接头均不应上底漆和油漆。

#### 9.1.2.2 临时支承件

输送蒸汽或气体的管道，必要时应加装临时支承件，以支承试验流体的重量。

## 10.3 液压试验

10.3.1 液压试验宜使用工业用水，奥氏体不锈钢管道系统以水为介质进行试验时，水中的氯离子含量不得超过 50mg/l。

检查方法：检查水质报告。

10.3.2 当冰冻或水对管道或工艺有影响时，可采用其他无毒液体。液体介质具有可燃性时，其闪点应大于 45℃，且应采取防护措施。

检查方法：检查试压方案和系统工艺条件要求。

10.3.3 当管道的设计温度高于试验温度时，试验压力应按下式计算：

$$P_s = 1.5P [\sigma]_1 / [\sigma]_2 \quad (10.3.3)$$

式中： $P_s$ ——试验压力(表压)(MPa)；

$P$ ——设计压力(表压)(MPa)；

$[\sigma]_1$ ——试验温度下，管材的许用应力(MPa)；

$[\sigma]_2$ ——设计温度下，管材的许用应力(MPa)。

当 $[\sigma]_1 / [\sigma]_2$ 大于 6.5 时，取 6.5。

当  $P_s$  在试验温度下，产生超过屈服强度的应力时，应将试验压力  $P_s$  降至不超过屈服强度 90% 时的最大压力。

检查方法：核查设计文件和试压方案。

10.3.4 夹套管内管的试验压力应按内管和外管二者中设计压力较大值计算试验压力。

检查方法：核查设计文件和试压方案。

10.3.5 带有自约束膨胀节的管道系统，试验压力不得超过膨胀节的试验压力，且小于膨胀节设计压力的 1.5 倍。膨胀节的试验压力不满足系统试验压力时，应从系统拆除。

检查方法：核查产品技术文件。

10.3.6 液体压力试验时液体的温度，当设计文件未规定时，管道系统液体温度不得低于 5℃，且应高于金属材料的脆性转变温度。

检查方法：目视检查、测量检查。

10.3.7 液体压力试验时，应缓慢升压，达到试验压力后停压 10 min，然后降至设计压力，停压 30 min，应以不降压、无泄漏、无变形即为强度和

---

严密性试验为合格。

检查方法：过程检查。

## 10.4 气压试验

10.4.1 当管道系统采用气压试验时，应满足下列条件：

1 脆性材料管道组成件液压强度试验合格，试验温度应高于金属材料的脆性转变温度；

2 试验系统应设置压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力加上 0.345 MPa 和 1.1 倍试验压力两者中的较小者；

3 试验压力超过 1.6MPa 时施工单位应编写专项方案并经设计单位、建设单位确认；

4 应采取安全防护措施。

检查方法：检查现场试验环境、查看系统设置，核查脆性材料管道组成件试验记录、试验方案和防护措施。

10.4.2 气压试验宜采用空气作为试验介质，也可采用无毒、非可燃气体作为试验介质。

检查方法：检查试压方案和系统设定。

10.4.3 系统试验压力设计无规定时，应按设计压力的 1.15 倍取值。

检查方法：核对试压方案。

10.4.4 气压试验的管道系统宜先进行预试验，预试验的压力宜为 0.2MPa。

检查方法：核对试压方案。

10.4.5 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 3 min，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 3 min，直至试验压力，稳压 10 min，再将压力降至设计压力，涂刷中性发泡剂对试压系统进行检查，管道无变形、无泄漏即为强度和严密试验合格。

检查方法：目视检查、过程检查。

## 10.5 初始运行压力试验

10.5.1 对 SHC5 级管道系统，可结合试车用管道输送的气体或液体介质进行压力试验，并应符合下列规定：

- 1 初始运行压力试验的试验压力应为流体操作压力；
- 2 输送的介质是气体时，宜按本规范第 10.4.4 条要求进行预试验。

检验方法：目视检查，过程检查。

10.5.2 初始运行压力试验时，应在运行压力稳定状态对管道进行检验，应以无变形、无泄漏为合格。

检查方法：目视检查，过程检查。

## 10.6 泄漏性试验和真空试验

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第九十三条 输送极度危害、高度危害流体以及可燃流体的管道应当进行泄漏试验。泄漏试验应符合下列要求：

（一）泄漏试验应当在压力试验合格后进行，试验介质宜采用空气，当采用卤素、氦气、氨气或其他敏感气体进行敏感性泄漏试验时，应当按设计文件或相关技术标准的规定进行；

（二）泄漏试验应当重点检验阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等，以发泡剂检验不泄漏为合格；

（三）泄漏试验时应当逐级缓慢上升，当达到试验压力，并且停压 10 分钟后，用涂刷中性发泡剂（十二烷基硫酸钠）的方法，巡回检查所有密封点，以不泄漏为合格。

10.6.1 管道系统的气体泄漏性试验应按设计文件要求进行，试验压力应为设计压力。

检查方法：过程检查，核查试验记录。

10.6.2 气体泄漏性试验应符合下列规定：

- 1 泄漏性试验应在压力试验合格后进行，试验介质宜采用空气；

2 当装置试车时综合气密试验的压力应能满足泄漏性试验的压力，经建设单位同意，泄漏性试验可结合装置试车同时进行；

3 泄漏性试验的检查重点应是阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排水阀等；

4 经气压试验合格，且在试验后未经拆卸的管道，可不进行气体泄漏性试验。

检查方法：过程检查，核查试验方案。

10.6.3 气体泄漏性试验时，试验压力应逐级缓慢上升，当达到试验压力时，停压 10 min 后，用涂刷中性发泡剂的方法，巡回检查所有密封点，无泄漏应为合格。

检查方法：现场逐点检查验收。

10.6.4 管道系统气体泄漏性试验合格后，应及时缓慢泄压，并填写试验记录。

检查方法：检查试验记录。

10.6.5 真空管道系统，压力试验合格后，应以 0.1MPa 气体进行泄漏性试验，试验应按本规范第 10.6.2 和 10.6.3 条的要求进行。

检查方法：检查试验记录。

10.6.6 真空管道在气体泄漏性试验合格后，真空系统联动试运转时，还应进行真空度试验。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。考核时间应为 24h，增压率应按下式计算，不大于 5% 应为合格：

$$\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \% \quad (10.6.6)$$

式中： $P_1$ —试验初始绝压（MPa）；

---

$P_2$ —24h 时的实际绝压 (MPa);

$\Delta P$ —24h 的增压率 (%)。

检查方法：现场实地检查。

10.6.7 设计文件规定用卤素、氦气、氨气或其他方法进行泄漏性试验时，应按专门技术规定进行。

检查方法：按相应技术规定检查。

## 八. 管道吹洗 (11)

### 11.1 一般规定

11.1.1 管道系统按本规范第 9 章验收合格后，应按使用要求进行系统吹洗，包括清理、吹扫和冲洗。

11.1.2 吹洗方法应根据管道的使用要求、工作介质及管道内表面的脏污程度确定，应按下列规定执行：

- 1 输送气体介质管道宜采用空气吹扫；
- 2 输送液体介质管道宜采用水冲洗；
- 3 输送汽体介质管道应使用蒸汽吹扫；
- 4 公称直径大于或等于 600mm 的管道，可采用人工清理。

检查方法：核查设计文件和核查吹洗方案。

11.1.3 非热力管道不得用蒸汽吹扫。

检查方法：核查设计文件和核查吹洗方案。

11.1.4 对有特殊要求的管道，应按设计文件规定采用相应的吹洗方法。

检查方法：核查设计文件，检查吹洗方案。

11.1.5 清洗排放的废液不得随地排放。

检查方法：现场检查。

11.1.6 吹洗前应检验管道支、吊架的牢固程度，必要时应予以加固。

检查方法：现场检查。

11.1.7 管道吹洗时系统最高压力不得超过设备和管道系统的设计压力。

---

检查方法：现场核查管道系统，核查吹扫方案。

11.1.8 吹洗管道验收和复位时，应由施工单位会同建设单位共同检查，并应填写“管道吹扫/清洗检验记录”。

检查方法：检查吹扫/清洗检验记录。

11.1.9 吹除物不得污染周围设备和管道，且不得进入已合格的管道。

检查方法：核查管道系统，核查吹扫方案。

## 11.2 吹洗系统设置

11.2.1 管道吹洗前，孔板、法兰连接的调节阀、重要阀门、节流阀、安全阀、仪表等应拆除，对于焊接的阀门和仪表应采取保护措施。

检查方法：核查管道系统。

11.2.2 不允许吹洗的设备及管道应与吹洗系统隔离。

检查方法：核查管道系统。

## 11.3 空气吹扫

11.3.1 管道系统吹扫的空气流速不宜低于 20m/s。

检查方法：过程检查，测量检查。

11.3.2 管道系统吹扫的顺序应按主管、支管、疏排管依次进行。

检查方法：检查吹扫流程，现场实地检查。

11.3.3 吹扫忌油管道系统时，气体中不得含油。

检查方法：检查吹扫设备。

11.3.4 验收时在吹除口应放置白布或涂白色油漆的靶板检查，在 5min 内，靶板上无铁锈及其他杂物为合格。

检查方法：检查靶板。

## 11.4 蒸汽吹扫

11.4.1 管道系统采用蒸汽吹扫时，管道系统的保温宜基本完成。

检查方法：现场核查。

11.4.2 蒸汽吹扫应先进行暖管，暖管过程中管道的热位移应在设计文件允

许范围。

检查方法：巡线检查管道热位移及支、吊架工作情况。

11.4.3 管道系统蒸汽吹扫的气体流速不应低于 30m/s。

检查方法：过程检查，测量检查。

11.4.4 汽轮机动力管道或设计文件有规定的蒸汽管道，蒸汽吹扫应进行打靶验收，最终验收的靶板应做好标识并妥善保管。靶板应由宽度不小于排气管道内径的 8%，长度略大于管道内径的抛光铝板制作。当设计文件或产品技术文件无规定时，蒸汽吹扫质量应符合表 11.4.4 的规定。

检查方法：过程检查，检查靶板。

表 11.4.4 蒸汽吹扫质量验收标准

序号	项目	质量标准
1	打靶次数	不宜少于 3 次
2	打靶持续时间	15 min
3	靶板上痕迹大小	Φ 0.6mm 以下
4	痕深	< 0.5mm
5	粒数	1 个/cm <sup>2</sup>

11.4.5 除本规范第 11.4.4 条规定外的蒸汽管道吹扫可用刨光木板检验，吹扫后，木板上无铁锈及其他杂物应为合格。

检查方法：检查靶板、检查相关资料。

## 11.5 系统冲洗

11.5.1 管道系统冲洗应使用工业用水，冲洗奥氏体不锈钢管道时，水中的氯离子含量不得超过 50mg/l。

检查方法：核查水质报告。

11.5.2 管道系统冲洗时，水的流速不得低于 1.5m/s，宜按主管、支管依次冲洗。

检查方法：检查冲洗方案，过程检查。

11.5.3 管道系统水冲洗应连续进行,应以排出口的水色和透明度与入口水色和透明度目视一致为合格。

检查方法:目视检查。

11.5.4 当管道系统经水冲洗合格后,应将水排净。

检查方法:过程检查。

## 11.6 化学清洗

11.6.1 管道系统进行化学清洗前应拆除或隔离不能参加清洗的部件。

检查方法:核查系统设定。

11.6.2 管道系统化学清洗后管道内的残液、残渣应清除干净,并应符合相应的标准。

检查方法:过程核查。

11.6.3 管道被清洗表面应无二次浮锈和过洗现象,并应形成完整的钝化膜。

检查方法:过程核查。

11.6.4 化学清洗过程中的废液应处理达标后排放。

检查方法:过程核查。

11.6.5 在化学清洗过程中,凡伴有酸洗工艺过程的应控制管道材料的腐蚀率和腐蚀量,其指标应不大于表 11.6.5 的规定。

检查方法:过程检查。

表 11.6.5 酸洗管道腐蚀率和腐蚀量要求

序号	管道材料	腐蚀指标		备注
		腐蚀率 (g/m. h)	腐蚀量(g/m <sup>2</sup> )	
1	碳钢类	6	72	包括合金钢
2	不锈钢类	2	24	

序号	管道材料	腐蚀指标		备注
		腐蚀率 (g/m. h)	腐蚀量(g/m <sup>2</sup> )	
3	铝及铝合金	2	10	
4	铜及铜合金	2	10	

11.6.6 化学清洗合格的管道，应进行封闭或充氮保护。

检查方法：现场查看，检查记录。

11.6.7 在被清洗管道中，有不锈钢时，清洗液中的氯离子含量不得超过50mg/l。

检验方法：目视检查、核查水质分析报告。

11.6.8 管道系统化学清洗钝化后的质量应符合下列要求：

1 清洗后碳素钢、合金钢材质，用酸性硫酸铜点滴液点滴钝化表面，点滴液由蓝色变为红色的时间不小于5s为合格；完成测定后，测定面应采用滤纸吸干，然后用水磨砂纸除去检验点上的红色痕迹，最后用钝化液擦洗干净；

2 奥氏体不锈钢材质，用酸性铁氰化钾点滴液点滴钝化表面，点滴液覆盖的面内10min内出现的蓝色点不多余8个点为合格；完成测定后，可用20%的醋酸对测定点擦除，然后用脱盐水或蒸馏水冲洗，再用钝化液擦洗干净。

检验方法：目视检查，核查检查记录。

## 11.7 管道脱脂

11.7.1 管道系统的脱脂应在系统泄漏性试验前完成。脱脂范围和质量要求应符合设计文件的规定。

检查方法：目视检查，核查设计文件。

11.7.2 脱脂过程检验与安装所用工具、量具、仪表等，应先经脱脂合格。

检查方法：目视检查。

---

11.7.3 脱脂剂或用于配制脱脂剂的化学制品应具有质量证明文件。用于奥氏体不锈钢的溶剂、冲洗水氯离子含量不应大于 50mg/l。

检查方法：核查质量证明文件。

11.7.4 管道系统脱脂的质量标准设计文件无规定时，应按下列规定执行：

1 直接与氧、富氧、浓硝酸等强氧化性介质接触的管子、管件、阀门等，可采用下列任意一种方法进行检验：

1) 用波长 3200 埃~3800 埃的紫外光检查脱脂件表面，无油脂荧光为合格；

2) 用清洁干燥的白色滤纸擦抹脱脂件表面，纸上无油脂痕迹为合格；

3) 用无油蒸汽吹洗脱脂件，取其冷凝液，放入一小粒（直径 1mm 以下）纯樟脑，以樟脑料不停旋转为合格；

4) 不能用上述方法检验的脱脂件，可取样检查脱脂后的溶剂油脂含量不得超过 350mg / l 为合格；

2 用浓硝酸清洗的设备和管道应分析其酸中所含有机物总量，应以不超过 0.03% 为合格；

3 用溶剂脱脂的脱脂件应将残存溶剂彻底吹除直至无溶剂气味为止；

4 用碱液脱脂者应用无油清水冲洗洁净至中性，然后干燥；

5 用蒸汽吹除者，应及时将脱脂件干燥；

6 设计规定的检验验收标准。

检查方法：目视检查，核查脱脂记录。

11.7.5 脱脂合格的管道应及时封闭保护。

检查方法：目视检查。

## 11.8 油清洗

11.8.1 润滑、密封及控制油系统管道应在管道系统试压、酸洗合格后进行油清洗。

检查方法：核查油清洗方案。

11.8.2 油清洗合格标准应符合设计文件或产品技术文件要求，当均无要求时，应采用滤网检验，合格标准应符合表 11.8.2 的规定。

检查方法：目视检查。

表 11.8.2 油清洗合格标准

机械转速 (r/min)	滤网规格 (目)	合格标准
$\geq 6000$	200	目视滤网无硬颗粒及粘稠物； 每平方厘米范围内，软杂物不 多于 3 个
$< 6000$	100	

11.8.3 油清洗合格的管道应采用氮封或其他保护措施。试运转时，应加注符合设计文件或产品技术文件的合格油品。

检查方法：目视检查，核查合格证。

## 九. 交工技术文件 (12)

《压力管道安全技术监察规程 工业管道》：

第六十条 管道安装工程竣工后，安装单位应当将工程项目中的管道安装单独组卷，向业主提交安装质量证明文件，在管道使用寿命期内永久保存。安装质量证明文件至少应当包括下列内容：

- (一) 管道安装质量证明书，其内容和格式应当符合附件 D 的规定；
- (二) 管道安装竣工图，至少应当包括管道平面布置图、管道轴测图、设计修改文件和材料代用单；
- (三) 管道轴测图上应当标明管道受压元件的材质和规格、焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检测方法、局部或抽样无损检测焊缝的位置、焊缝补焊位置、热处理焊缝位置等，并且能够清楚地反映和追溯管道组成件和支承件；
- (四) 管道元件的产品合格证、质量证明书或者复验、试验报告；
- (五) 管道施工检查记录和检验、试验报告。

---

12.0.1 管道工程施工应按检验试验文件进行过程质量控制,并应按国家现行标准《石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定》SH/T3543 的规定记录;施工过程应及时进行检查确认,并审查相关资料。

检查方法:检查施工过程质量控制记录。

12.0.2 管道施工过程的隐蔽工程未经监理检验确认,不得进行隐蔽施工。

检查方法:过程核查,检查隐蔽工程记录。

12.0.3 工厂化预制管段交付安装时,管段应有符合本规范第 6.4.1 和 6.4.3 条规定的标识,并按管道编号提交下列技术文件:

- 1 合格焊工登记表;
- 2 管道焊接工作记录;
- 3 管道对接焊接接头报检/检查记录;
- 4 管道焊接接头无损检测日委托单;
- 5 无损检测报告(包括射线、超声、磁粉及渗透检测等);
- 6 管道焊接接头热处理报告;
- 7 硬度检验报告;
- 8 管道焊接接头射线检测比例确认表。

检查方法:检查实物标识与相关质量控制记录。

12.0.4 管道工程交工时,参建单位应按国家现行标准《石油化工建设工程项目交工技术文件》SH/T3503 的规定提交下列技术文件:

- 1 设备/材料质量证明文件一览表;
- 2 管道组成件验证性和补充性检验记录;
- 3 金属材料化学成分分析检验报告;
- 4 管道材料发放一览表;
- 5 阀门试验确认表;
- 6 安全阀调整试验记录;
- 7 弹簧支/吊架安装检验记录;

---

8 滑动/固定管托安装检验记录（设计温度超过 350℃管道和低温管道）；

9 管道补偿器安装检验记录；

10 管道焊接接头热处理报告；

11 无损检测报告（包括射线、超声、磁粉及渗透等）；

12 硬度试验报告；

13 管道焊接接头射线检测比例确认表；

14 管道静电接地测试记录；

15 管道系统耐压试验条件确认与试验记录；

16 管道系统泄漏性/真空试验条件确认与试验记录；

17 管道吹扫/清洗检验记录；

18 给排水压力管道耐压试验条件确认与试验记录；

19 给排水无压力管道闭水试验条件确认与试验记录；

20 防腐工程质量检验记录；

21 隔热工程质量检验记录；

22 竣工图。

检查方法：检查相关质量控制记录。

12.0.5 管道工程交工时，施工单位除应提交本规范第 12.0.4 条要求的有关技术文件外，尚应提交符合下列要求的管道单线图：

1 标识管道焊接接头布置、编号和固定口；

2 标识施焊焊工代号；

3 标识无损检测的焊接接头及其检测方法；

4 标识应与无损检测报告相对应。

检查方法：检查管道单线图与无损检测报告。

12.0.6 管道工程施工过程形成的交工技术文件应经建设单位、监理单位检查确认。

类别	名称
甲	乙炔, 环氧乙烷, 氢气, 合成气, 硫化氢, 乙烯, 氰化氢, 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

检查方法: 检查文件的签署栏。

12.0.7 管道工程交工技术文件应按合同规定的工程范围和国家现行标准《石油化工建设工程项目交工技术文件规定》SH/T3503 的规定, 由责任单位负责编制、审核, 并向建设单位移交。

检查方法: 检查交工技术文件移交证书。

#### 附录 A 常用毒性介质、可燃介质

A.0.1 石油化工常用毒性介质见表 A.0.1。

表 A.0.1 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、光气、氯丁二烯、一氧化碳、硝基苯
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、四氟乙烯、氨

A.0.2 石油化工常用可燃气体见表 A.0.2。

乙	一氧化碳, 氨, 溴甲烷
---	--------------

表 A.0.2 常用可燃气体的名称

A.0.3 石油化工常用液化烃、可燃液体介质见表 A.0.3。

表 A.0.3 常用液化烃、可燃液体介质的名称

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, 环己烷, 辛烷, 异辛烷, 苯, 庚烷, 石脑油, 原油, 甲苯, 乙苯, 邻二甲苯, 间二甲苯、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, 环戊烷, 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<sub>A</sub>类。