
ICS 77.120.01

P 72

备案号:



中华人民共和国石油化工行业标准

SH 3501—2011

代替 SH 3501—2002

石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程

施工及验收规范

Specification for construction and acceptance of toxic and combustible
medium steel piping engineering in petrochemical industry

2011-05-18 发布

2011-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 总则	2
5 管道组成件和支承件的验收	3
5.1 一般规定	3
5.2 管子和管件的验收	4
5.3 阀门验收	5
5.4 法兰、法兰盖及翻边短节的验收	6
5.5 紧固件的验收	6
5.6 垫片的验收	6
5.7 金属波纹管膨胀节的验收	7
5.8 爆破片的验收	7
5.9 阻火器的验收	7
5.10 管道支承件的验收	8
6 管道预制及安装	8
6.1 管道预制	8
6.2 管道安装	10
7 管道焊接	13
7.1 一般规定	13
7.2 焊前准备与接头组对	13
7.3 焊接工艺要求	15
7.4 焊后热处理	16
7.5 焊接质量检查	17
8 管道系统试验	19
8.1 管道系统压力试验	19
8.2 管道系统吹扫	21
8.3 气体泄漏性试验及真空度试验	22
9 施工过程文件和交工文件	22
附录 A (资料性附录) 常用有毒介质、可燃介质	24
附录 B (资料性附录) 弯管加工记录	25
用词说明	26
附：条文说明	27

前 言

本规范中国石化股份建标[2009]45号“关于下达2009年石油化工工程建设标准定额工作计划的通知”，由中国石化集团第十建设公司和中国石化集团第五建设公司对《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》SH 3501-2002进行修订而成。

本次修订时，遵守不低于现行压力管道安全技术规范和相关标准规定的原则，包括《压力管道安全技术监察规程—工业管道》TSG D0001-2009、《压力管道规范—工业管道》GB/T20801-2006和《石油化工管道工程施工质量验收规范》GB50517-2010等，以便于规范实施过程的协调。

本规范共分9章和2个附录，附录A和附录B均为资料性附录。本规范与SH 3501-2002《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》相比，主要变化如下：

- 标准名称改为《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》；
- 将原规范中管道分级规定进行了调整；
- 补充完善了管道组成件和支承件的检查验收的有关规定，增加了金属波纹管膨胀节、爆破片、阻火器等验收要求；
- 根据目前石油化工工程建设实际补充了斜接弯头预制的技术和弯管预制的技术要求；
- 增加了爆破片、阻火器等重要安全附件的安装要求；
- 增加了斜接弯头和支管连接等焊接技术要求；
- 修改了焊接接头质量检查等级及质量检验要求的规定，增加了铬钼合金钢焊缝光谱分析和不锈钢焊缝铁素体检查的要求；
- 对液压和气压试验的规定进行了修改。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由中国石化集团施工技术淄博站管理，由中国石化集团第十建设公司负责解释。

本规范在实施过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位，以便今后修订时参考。

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

主编单位：中国石化集团第十建设公司/中国石化集团第五建设公司

邮政编码：255438/730060

通讯地址：山东省淄博市临淄区建设路29号/甘肃省兰州市西固区康乐路27号

参编单位：惠生工程（中国）有限公司

邮政编码：201203

通讯地址：上海浦东新区张衡路1399号

参编单位：中国石化工程建设公司

邮政编码：100101

通讯地址：北京朝阳区安慧北里安园21号

主要起草人：吴忠宪、南亚林、张西庚、张桂红、单承家、陈永亮

主要审查人：吉章红、葛春玉、张发有、汪建羽、李永红、王金富、张宝江、胡联伟、束志军、李洪波、李江、殷汉伟、王永红、张忠、李宗德、干建菁、刘莉、曹宁

本规范1985年发布，1997年第一次修订，2001年第二次修订，2002年第三次修订，本次为第四次修订。

石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范

1 范围

本规范规定了石油化工工程中有毒、可燃介质钢制管道工程的施工、检查和检验要求。

本规范适用于石油化工工程中设计压力 400 Pa[绝压]~42 MPa[表压]，设计温度 -196 ℃~850 ℃的有毒、可燃介质钢制管道工程的施工及验收，不适用于长输管道和城镇燃气管道工程的施工及验收。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB 1954 奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法
- GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB 5044 职业性接触毒物危害程度分级
- GB 5777 无缝钢管超声波探伤方法
- GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火规范
- 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
- JB/T 4730 承压设备无损检测
- SH 3097 石油化工静电接地设计规范
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定
- SH 3518 阀门检验与管理规程
- 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 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定
- 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
- TSG D2001 压力管道元件制造许可规则
- TSG ZF001-2006 安全阀安全技术监察规程
- 国质检锅 [2002]109 号 锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则
- 国质检锅[2003]248 号 特种设备无损检测人员考核与监督管理规则

3 术语

SH 3501-2011

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

压力管道 pressure piping

石油化工工程中输送设计压力等于或大于 0.1MPa（表压）的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、有毒、有腐蚀性、设计温度等于或高于标准沸点的液体介质，且公称直径大于 25mm 的管道。

3.2

管道组成件 piping components

用于连接或者装配成承载压力且密闭的管道系统元件。

3.3

管道支承件 pipe-supporting elements

将管道荷载传递到管架结构上的元件。

3.4

质量证明书 inspection certificate

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，按批对交货产品进行检验和试验，并注明结果的检验文件。

3.5

标志 mark

在管道、管道组成件和支承件外表面或标签上所作的标识符。

3.6

检查 examination

施工单位履行质量控制职责的过程，即检查人员按照相关规范和工程设计的要求，对材料、组成件以及加工、制作、安装等过程进行的检测和试验，并作好记录和评价。包括抽样检查和局部检查。

3.7

检验 inspection

由业主、总承包单位或独立于管道施工单位以外的检验机构，对产品或管道施工是否满足规范和工程设计要求而进行的验证过程。包括抽样检验和局部检验。

3.8

脆性材料 fragile materials

延伸率小于 14% 的材料。

3.9

有毒介质 toxic medium

国家标准 GB 5044 定义的毒性程度为极度危害、高度危害、中度危害和轻度危害流体的总称。

3.10

可燃介质 combustible medium

国家标准 GB 50160 和 GB 50016 定义的可燃气体和可燃液体的总称。

4 总则

4.1 石油化工有毒、可燃介质钢制管道（以下简称管道）的施工应符合本规范的规定。本规范未作明确规定的，应符合设计文件和现行国家标准 GB 50517 的规定。

4.2 管道施工时，修改设计文件或材料代用，应经设计单位批准。

4.3 管道施工的安全技术要求和劳动保护，应符合国家现行的有关法规及现行国家标准 GB 50484 的有关规定。

4.4 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级别的压力管道安装许可证。

4.5 管道施工的焊工应按《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》进行考试，并取得相应资格证书。无损检测人员应按《特种设备无损检测人员考核与监督管理规则》进行考核，并取得相应资格证书。

4.6 管道分级除应符合表 1 的规定外，还应符合下列规定：

- a) 输送氧气介质管道的级别应根据设计条件按本规范表 1 中乙类可燃气体介质确定；
- b) 输送毒性不同的混合介质管道，应根据有毒介质的组成比例及其急性毒性指标（LD₅₀、LC₅₀），采用加权平均法获得混合物的急性毒性指标，然后按照毒性危害程度分级原则，以毒性危害级别最高者确定混合物的毒性危害级别，并据此划分管道的；
- c) 输送同时具有毒性和可燃性的介质管道，应按本规范表 1 中 SHA 和 SHB 的规定分别划分管道级别，并按两者级别的较高者确定。

表 1 管道分级

序号	管道级别	输送介质	设计条件	
			设计压力 MPa	设计温度 ℃
1	SHA1	(1) 极度危害介质（苯除外）、光气、丙烯腈	—	—
		(2) 苯、高度危害介质（光气、丙烯腈除外）、中度危害介质、轻度危害介质	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
2	SHA2	(3) 苯、高度危害介质（光气、丙烯腈除外）	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
			$P < 4$	$t \geq -29$
3	SHA3	(4) 中度危害、轻度危害介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(5) 中度危害介质	$P < 4$	$t \geq -29$
		(6) 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	$P \geq 10$	—
			$4 \leq P < 10$	$t \geq 400$
			—	$t < -29$
6	SHB2	(9) 甲类、乙类可燃气体介质和甲 _A 类、甲 _B 类可燃液体介质	$4 \leq P < 10$	$-29 \leq t < 400$
		(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 类可燃液体介质、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	$P < 4$	$-29 \leq t < 400$

注 1：常见的毒性介质和可燃介质参见本规范的附录 A。
注 2：管道级别代码的含义为：SH 代表石油化工业、A 为有毒介质、B 为可燃介质、数字为管道的质量检查等级。

4.7 表 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，还应符合下列规定：

- a) 设计文件规定为剧烈循环工况管道的检查等级为 1 级；
- b) 铬钼合金钢、双相不锈钢管道的检查等级不得低于 2 级；
- c) 奥氏体不锈钢和设计文件要求低温冲击试验的碳钢管道的检查等级不得低于 3 级。

4.8 输送氧气介质管道的施工及验收除符合本规范的规定外，还应符合现行国家标准 GB 16912 的有关规定。

5 管道组成件和支承件的到货验收

5.1 一般规定

SH 3501-2011

5.1.1 TSG D2001 制造许可范围内的管道元件制造单位，应具有质量技术监督行政部门颁发的相应类别的压力管道元件制造许可证，产品上还应具有许可标志。

5.1.2 管道组成件和支承件应符合设计文件规定及本规范的有关要求。

5.1.3 管道组成件、弹簧支吊架、低摩擦管架、阻尼装置及减振装置等产品应有质量证明书。质量证明书上应有产品标准、设计文件和订货合同中规定的各项内容和检验、试验结果。验收时应对质量证明书进行审查，并与实物标志核对。无质量证明书或标识不符的产品不得验收。

5.1.4 若对产品质量证明书中的特性数据有异议，或产品不具备可追溯性，供货方应按相应标准作补充检查试验或追溯到产品制造单位。问题未解决前，该批产品不得验收。

5.1.5 管道组成件和支承件在使用前应逐件进行外观检查，其表面质量除应符合产品标准规定外，尚应符合下列要求：

- a) 无裂纹、缩孔、夹渣、重皮等缺陷；
- b) 锈蚀、凹陷及其他机械损伤的深度，不应超过产品标准允许的壁厚负偏差；
- c) 螺纹、密封面、坡口的加工精度及粗糙度应达到设计文件或产品标准要求；
- d) 焊缝应成形良好，且与母材圆滑过渡，不得有裂纹、未熔合、未焊透等缺陷；
- e) 金属波纹管膨胀节、弹簧支吊架等装运件或定位销块应齐全完整，并无松动现象。

5.1.6 铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢管道组成件应按本规范规定采用光谱分析或其他方法对主要合金元素含量进行验证性检验，并作好记录和标志。

5.1.7 设计文件有低温冲击试验要求的材料，产品质量证明书应有低温冲击试验结果，否则应按现行国家标准 GB/T 229 的规定进行补项试验。

5.1.8 设计文件有耐晶间腐蚀要求的材料，产品质量证明书应注明按设计文件规定的试验方法进行晶间腐蚀试验的结果，否则应按现行国家标准 GB/T 4334 的有关规定进行补项试验。

5.1.9 凡按规定作抽样检查、检验的样品中，若有一件不合格，应按原规定数的两倍抽检，若仍有不合格，则该批管道组成件和支承件不得验收，或对该批产品进行逐件验收检查。但规定作合金元素验证性检验的管道组成件如第一次抽检不合格，则该批管道组成件不得验收。验收合格的管道组成件应作好标识。

5.1.10 本规范未明确规定的其他管道组成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。由制造厂制作的弯管，验收应符合本规范第 6.1 条的要求。

5.1.11 管道组成件应分区分类存放。不锈钢与碳钢、铬钼合金钢管道组成件不得接触。

5.2 管子和管件的验收

5.2.1 管子和管件使用前，应按要求核对质量证明书、规格、数量和标志。

5.2.2 管子的质量证明书应包括以下内容：

- a) 制造厂名称、合同号；
- b) 产品标准号；
- c) 钢的牌号；
- d) 炉号、批号和订货合同规定的其他标识；
- e) 品种名称、规格及质量等级；
- f) 交货状态、重量和件数；
- g) 产品标准和订货合同规定的各项检验结果；
- h) 质量检查部门的印记。

5.2.3 管件的质量证明书应包括以下内容：

- a) 制造厂名称；

- b) 制造日期、批号及订货合同规定的其他标识;
- c) 产品名称、规格、材料、材料标准号及产品标准号;
- d) 原材料化学成份和力学性能;
- e) 标准和订货合同规定的其他检验试验结果;
- f) 质量检查部门的印记。

5.2.4 SHA1、SHA2 及设计压力等于或大于 10MPa 的 SHB1 级管道用的管子质量证明书中应有超声检测结果, 否则应按现行国家标准 GB/T 5777 的规定, 逐根进行补项试验。

5.2.5 管子和管件应有清晰的标志, 其内容包括制造厂代号或商标、许可标志、材料(牌号、规格、炉批号)、产品编号等, 并且应当符合安全技术规范及其相应标准的要求。从产品标志应能追溯到产品质量证明文件

5.2.6 本规范第 5.1.6 条规定的管道组成件中的管子、管件的主要合金元素含量验证性检验, 每批(同炉批号、同材质、同规格)抽检 10%, 且不少于 1 件。

5.2.7 设计压力等于或大于 10MPa 的管子和管件, 外表面应逐件进行表面无损检测。

5.2.8 SHA1 级管道中设计压力小于 10MPa 的输送极度危害介质(苯除外)和高度危害的光气、丙烯腈介质的管子和管件, 每批应抽 5%且不少于 1 件, 进行表面无损检测。抽样检验发现有超标缺陷时, 应按本规范第 5.1.9 条的规定处理。

5.2.9 管子和管件的外表面无损检测结果不得有线性缺陷。发现的线性缺陷应进行修磨, 修磨后的实际壁厚不应小于相应产品标准规定的最小壁厚度。

5.3 阀门验收

5.3.1 阀门的质量证明书应包括以下内容:

- a) 产品名称或型号;
- b) 公称压力、公称通径和适用温度;
- c) 阀门主要部件材料;
- d) 产品出厂编号和订货合同规定的其他标识;
- e) 依据标准、检验结论及检验日期;
- f) 产品标准和订货合同规定的各项检验结果;
- g) 质量检查部门的印记。

5.3.2 设计文件要求做低温密封性试验的阀门, 应有制造单位的低温密封性试验的合格证明。

5.3.3 低温阀门、用于极度危害介质(苯除外)和光气、丙烯腈介质的阀门以及设计压力等于或大于 10MPa 的阀门, 其焊缝或阀体、阀盖等承压部件, 应有相应标准规定的无损检测合格证明。

5.3.4 阀门应有制造厂名称、阀门型号、公称压力、公称通径、许可标志和产品生产编号等标志。

5.3.5 阀门应按设计文件中的“阀门规格书”, 对阀门产品质量证明书中标明的阀体材料、特殊要求的填料及垫片进行核对。若不符合要求, 该批阀门不得使用。

5.3.6 本规范第 5.1.6 条规定的管道组成件中的阀门, 应对其阀体、阀盖及其连接螺栓的主要合金元素含量进行验证性检验, 每批(同批号、同材质、同规格)抽检 10%, 且不少于 1 件。

5.3.7 阀门应按国家现行规范 SH 3518 的规定对阀体(含阀门夹套)和密封面逐个进行压力试验。到制造厂逐件见证压力试验并有见证试验记录的阀门, 可以免除压力试验。

5.3.8 安全阀应按设计文件和 TSG ZF001-2006 的规定进行调试。调压时压力应平稳, 启闭试验不得少于 3 次。调试合格后, 应及时进行铅封。

5.3.9 试验合格的阀门应作出标识, 并填写阀门试验记录。

5.4 法兰、法兰盖及翻边短节的验收

5.4.1 法兰、法兰盖及翻边短节的质量证明书应包括以下内容：

- a) 产品名称和标准号；
- b) 公称压力、公称尺寸、密封面形式及壁厚（管表号）；
- c) 材料牌号（代号）及检验试验结果；
- d) 产品数量、批号；
- e) 质量检查部门的印记。

5.4.2 法兰、法兰盖及翻边短节的外观检查应符合如下要求：

- a) 密封面应平整，不得有锈蚀和径向划痕；
- b) 法兰和法兰盖的外缘应有许可标志；
- c) 产品标准号、公称尺寸、公称压力、材质及密封面型式代号，应与质量证明书相符。

5.4.3 本规范第 5.1.6 条规定的管道组件中的法兰、法兰盖和翻边短节，应对其主要合金元素含量进行验证性检验，每批抽检 10%，且不少于 1 件。

5.5 紧固件的验收

5.5.1 紧固件的质量证明书内容应包括以下内容：

- a) 名称（包括产品等级）、规格、尺寸、数量；
- b) 材料牌号及检验、试验结果；
- c) 标准编号；
- d) 批号（或出厂日期）；
- e) 质量检查部门的印记。

5.5.2 紧固件的螺纹应完整，无划痕、无毛刺等缺陷。加工精度符合产品标准的要求。

5.5.3 紧固件应有标志，内容应包括制造厂标识、材料代号、螺纹规格和公称长度。

5.5.4 下列管道用的铬钼合金钢螺柱和螺母应采用光谱分析对其主要合金元素含量进行验证性检验，每批抽检 5%。且不少于 10 件。

- a) 设计压力等于或大于 10MPa；
- b) 设计温度低于 -29°C ；
- c) 设计温度等于或大于 400°C 。

5.5.5 设计压力等于或大于 10MPa 管道用的铬钼合金钢螺柱和螺母应进行硬度检验，每批抽检不少于 10 件，硬度值应在设计文件或产品标准规定的范围内。若有不合格，按本规范第 5.1.9 条的规定处理。

5.5.6 低温管道用的铬钼合金钢螺柱应进行低温冲击性能检验，每批抽检不少于 2 根。试验结果应符合设计文件或产品标准的要求。若有不合格，应按本规范第 5.1.9 条的规定处理。

5.6 垫片的验收

5.6.1 垫片的产品合格证和标志应包括标准号、材质、产品代号、公称压力、公称直径、垫片型式等内容。

5.6.2 垫片应按下列要求进行检查，每批抽检不得少于 1 件：

- a) 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；
- b) 金属环垫和透镜垫的加工尺寸、精度、光洁度应符合设计文件或产品标准的要求，表面应无裂纹、毛刺、凹槽、径向划痕及锈蚀等缺陷；
- c) 非金属平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。

5.6.3 金属环垫和透镜垫应逐件进行硬度检验。检验位置应避开密封面，检验结果应符合设计文件或产品标准的规定。

5.7 金属波纹管膨胀节的验收

5.7.1 金属波纹管膨胀节的铭牌应包括下列内容：

- a) 制造厂名称、制造许可证编号和许可标志；
- b) 型号、型式和规格；
- c) 出厂编号；
- d) 设计温度和设计疲劳寿命；
- e) 外形尺寸、总质量；
- f) 出厂日期。

5.7.2 金属波纹管膨胀节质量证明书应包括下列内容：

- a) 膨胀节型式和型号；
- b) 出厂编号；
- c) 设计温度、设计压力、设计疲劳寿命和补偿量；
- d) 波纹管和受压筒节、法兰、封头等受压件的材质证明书；
- e) 膨胀节的外观检查、尺寸检查、焊接接头检测和压力试验等项目出厂检验结论；
- f) 产品标准号；
- g) 质量检查部门的印记。

5.7.3 金属波纹管膨胀节应按下列要求逐件进行外观检查：

- a) 波纹管和焊缝表面不得有裂纹、气孔、夹渣、凹坑、焊接飞溅物、划痕和机械损伤等缺陷；
- b) 装有导流筒的膨胀节有介质流向箭头；
- c) 装运件涂有黄色标识。

5.8 爆破片的验收

5.8.1 爆破片的标志应包括下列内容：

- a) 制造厂名称、制造许可证编号和许可标识；
- b) 爆破片的型号、形式、规格和批次编号；
- c) 材料、适用介质和爆破温度；
- d) 标定爆破压力或者设计爆破压力、泄放侧方向；
- e) 夹持器型号、规格、材料，以及流动方向；
- f) 检验合格标识及监检标识；
- g) 制造日期。

5.8.2 爆破片质量证明书应包括下列内容：

- a) 永久性标识的内容；
- b) 制造标准；
- c) 制造范围和爆破压力允差；
- d) 检验报告（包括爆破试验报告）。

5.8.3 爆破片的规格、材质及技术参数应符合设计文件的规定，并应逐件进行外观检查。表面不得有裂纹、锈蚀、微孔、气泡、夹渣、凹坑和划伤等缺陷，衬层、涂（镀）层应均匀、致密。

5.9 阻火器的验收

SH 3501-2011

5.9.1 灭火器的铭牌应包括下列内容:

- a) 制造厂名称、制造许可证编号和许可标识;
- b) 型号、形式和规格;
- c) 产品编号;
- d) 防火性能 (爆炸等级、安全防火速度等);
- e) 气体流量和压力降;
- f) 防火侧方向 (仅对于单向灭火器);
- g) 适用气体名称、温度和公称压力;
- h) 检验合格标识及监检标识;
- i) 制造日期。

5.9.2 灭火器质量证明书应包括下列内容:

- a) 铭牌上的内容;
- b) 制造标准;
- c) 检验报告;
- d) 其它的特殊要求。

5.9.3 灭火器的规格、材质及技术参数应符合设计文件的规定, 并应逐件进行外观检查。铸铁 (铝) 件不得有气孔、疏松、裂纹等铸造缺陷, 焊接件的焊缝不得有裂纹、气孔、夹渣、凹坑、焊接飞溅物等缺陷。灭火器内部不得有积水、锈蚀、脏污、加工削及损伤。

5.10 管道支承件的验收

5.10.1 管道支承件的材质、规格、型号、外观及几何尺寸应符合国家现行标准或设计文件规定。

5.10.2 弹簧支吊架上应有铭牌和位移指示板。铭牌内容包括支吊架型号、载荷范围、安装载荷、工作载荷、弹簧刚度、位移量、管道编号、管架号、出厂编号及日期等。定位销或块应在设计冷态值位置上。

6 管道预制及安装

6.1 管道预制

6.1.1 管道预制加工应按现场审查确认的单线图 (轴侧图) 进行, 预制加工单线图 (轴侧图) 上应标注管道编号、现场组焊位置和调节裕量。

6.1.2 管道预制过程中应核对并保留管道组成件的标志, 并做好标志的移植。低温钢管道和不锈钢管道组成件进行标志移植时, 不得使用钢印作标志。

6.1.3 碳钢可采用机械加工或火焰方法切割。含镍低温钢和铬钼合金钢宜采用机械加工方法切割。不锈钢应采用机械加工或等离子方法切割。若采用火焰或等离子切割, 切割后应采用机械加工或打磨方法消除熔渣和氧化皮, 使表面平整并露出金属光泽。

6.1.4 不锈钢管和管件采用砂轮切割或修磨时, 应使用专用砂轮片。

6.1.5 弯管最小弯曲半径应符合设计文件要求, 当设计文件未规定时, 应符合表 2 的规定。

表 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	3.5D ₀
	冷弯	4.0D ₀
≥10	冷、热弯	5.0D ₀

注: D₀为管子外径。

6.1.6 弯管制作后，表面不得有裂纹、过烧、分层、严重褶皱等缺陷。弯曲部分的最小壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%，且不得小于按名义壁厚负偏差计算的最小厚度。弯管处的最大外径与最小外径之差，应符合下列规定：

- a) SHA1 和 SHB1 级管道应小于弯制前管子外径的 5%；
- b) 其他等级管道应小于弯制前管子外径的 8%；
- c) 受外压的弯管应小于弯制前管子外径的 3%。

6.1.7 弯管制作后，直管段中心线偏差 Δ 不得大于 1.5mm/m，且不得大于 5mm。

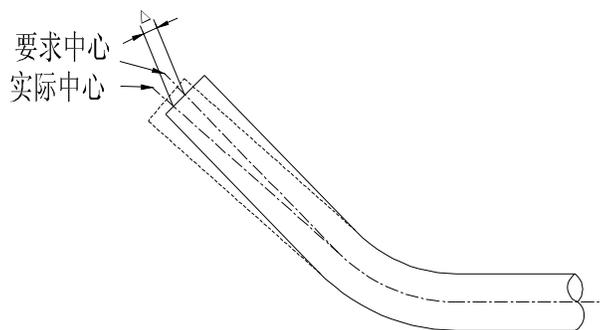


图 1 弯管中心线偏差

6.1.8 钢管热弯或冷弯后的热处理，应符合下列要求：

- a) 钢管的热弯温度与热弯后热处理如设计文件未作规定，应按表 3 的规定进行；

表 3 钢管热弯温度及热处理

母材类别 ^a	热弯温度 ℃	热处理要求	布氏硬度 HB
碳钢	750~1050	终弯温度低于 900℃，壁厚等于或大于 19mm 的 600℃~650℃回火处理	—
碳锰钢	900~1050	900℃~920℃正火	≤170
Cr≤0.5%的铬钼合金钢	800~1050	900℃~920℃正火	≤170
0.5%<Cr≤2%的铬钼合金钢	800~1050	980℃~1020℃正火加 720℃~760℃回火	≤180
2.25%≤Cr≤10%的铬钼合金钢	800~1050	850℃~875℃完全退火或 725℃~750℃高温回火	≤230
奥氏体不锈钢 ^b	900~1200	1050℃~1100℃固溶	≤190

注 a: 表中未列入的钢号，应按该材料供货状态的要求进行热处理；
注 b: 含铌、钛的奥氏体不锈钢应进行固溶加稳定化处理。

- b) 符合下列规定的钢管冷弯后，应进行消除应力热处理：
 - 1) 壁厚大于 19mm 的碳钢和碳锰钢钢管；
 - 2) 公称直径大于 100mm 或壁厚大于 13mm 的铬钼合金钢和含镍低温钢钢管；
 - 3) 有应力腐蚀的冷弯弯管；
 - 4) 要求进行冲击试验的材料冷弯成形应变率大于 5%时。
- c) 钢管冷弯后的热处理温度应符合表 4 的规定。

表 4 钢管冷弯后热处理

母材类别	热处理要求	布氏硬度 HB
碳钢；碳锰钢 (C-Mn)	600~650℃退火	≤170
合金钢 (C-Mo、Mn-Mo、Cr-Mo) Cr≤0.5 %	700~720℃退火	≤225
合金钢 (Cr-Mo) 0.5%<Cr≤2%	700~750℃退火	≤225
合金钢 (Cr-Mo) 2.25%≤Cr≤10%	700~760℃退火	≤241
奥氏体不锈钢和双相不锈钢	按设计文件要求	≤187

d) 管子弯曲成形应变率应按式(1)和式(2)计算, 计算后取两者中的较大值:

$$\text{应变率}(\%) = \frac{50D}{R} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{应变率}(\%) = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1} \right) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

D ——管子外径, (mm);

R ——管子中心线弯曲半径, (mm);

T_1 ——管子初始平均厚度, (mm);

T_2 ——成形后管子最小厚度, (mm)。

e) 热处理时的加热速度、恒温时间和冷却速度应符合本规范第 7.4.7 条的规定。

6.1.9 符合下列条件的弯管弯制后, 应逐件进行磁粉检测或渗透检测, 并填写弯管加工记录(参见附录 B)。若有线性缺陷应予以修磨, 修磨后的实际壁厚不应小于相应产品标准规定的最小壁厚度:

- a) 设计压力等于或大于 10MPa;
- b) 输送极度危害介质(苯除外);
- c) 输送高度危害的光气、丙烯腈介质。

6.1.10 经热处理的弯管应在变形量较大的部位进行硬度试验, 硬度值应符合本规范表 3 或表 4 的规定。

6.1.11 除设计另有规定外, 斜接弯头的焊接接头应采用全焊透型式。

6.1.12 夹套管制作应符合设计文件和国家现行标准 SH/T 3546 的有关规定。

6.1.13 管道采用管端透镜垫密封和螺纹法兰连接时, 螺纹和管端密封面的加工、检查应符合设计文件和相关标准的规定, 并有相应的检查记录。

6.1.14 检查合格后的管道预制组件应有管道编号、管段号、焊缝号、焊工号、无损检测标识和材料标识等标志, 且与单线图(轴侧图)一致。其内部不得有砂土、铁屑、熔渣及其他杂物, 并封闭。存放时应防止损伤和污染。

6.1.15 现场制作的管道支吊架应有材料质量证明书。

6.2 管道安装

6.2.1 管道安装前, 应逐件清除管道组成件内部的杂物。清除合格后, 应及时封闭。

6.2.2 管道上的开孔应在管段安装前完成。当在已安装的管道上开孔时, 管内因切割而产生的异物应清除干净。

6.2.3 采用金属环垫或透镜垫密封的法兰连接装配前, 法兰环槽(或管端面)密封面与金属环垫或透镜垫应作接触线检查。当金属环垫或透镜垫在密封面上转动 45° 后, 检查接触线不得有间断现象, 否则应进行研磨修理。

- 6.2.4 法兰连接装配时，应检查法兰密封面及垫片，不得有影响密封性能的划痕、锈斑等缺陷存在。
- 6.2.5 连接法兰的螺柱应能在螺柱孔中顺利通过。螺柱与螺母装配时宜涂二硫化钼油脂、石墨机油或石墨粉。紧固后的螺柱与螺母宜齐平。
- 6.2.6 法兰连接螺柱应对称顺序拧紧。设计文件规定有预紧力或力矩的法兰连接螺柱应拧紧到预定值。使用测力扳手时应预先经过校验，允许偏差为±5%。
- 6.2.7 法兰密封面间的平行度应符合表 5 的规定。

表 5 法兰密封面间的平行度

单位：mm

管道等级	平行度	
	DN≤300	DN>300
SHA1、SHA2、SHB1、SHB2	≤0.4	≤0.7
SHA3、SHA4、SHB3、SHB4	≤0.6	≤1.0

6.2.8 与转动机器（以下简称机器）连接的管道安装应符合下列要求：

- 管道的重量和其他外力不得作用在机器上；
- 管道的水平度或垂直度小于 1mm/m。气体压缩机入口管道因水平偏差造成的坡度，应坡向分液罐一侧；
- 与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柱，在自由状态下所有螺柱应能在螺栓孔中顺利通过。
- 法兰密封面间的平行度及同心度，当设计文件或制造厂文件未规定时，应符合表 6 的规定。

表 6 与机器连接法兰密封面平行度和同心度

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

6.2.9 机器试车前，应对管道与机器的连接法兰进行最终连接检查。检查时，在联轴器上架设百分表监视其位移，然后松开和拧紧法兰连接螺柱进行观测。当转速大于 6000r/min 时，其位移值应小于 0.02mm；当转速为 3000r/min 至 6000r/min 时，其位移值应小于 0.05mm。

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

- 螺柱热态紧固或冷态紧固作业的温度应符合表 7 的规定；

表 7 螺柱热态紧固、冷态紧固作业温度

单位：℃

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

- 热态紧固或冷态紧固应在紧固作业温度稳定后进行；
- 紧固管道连接螺柱时，管道的最大内压力应符合下列规定：
 - 当设计压力小于或等于 6MPa 时，热态紧固的最大内压力应小于 0.3MPa；
 - 当设计压力大于 6MPa 时，热态紧固的最大内压力应小于 0.5MPa；
- 冷态紧固应在卸压后进行；

- d) 螺柱紧固应有安全技术措施,保障操作人员的安全。
- 6.2.11 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。
- 6.2.12 管道上仪表取源部件的安装应符合国家现行标准SH/T 3521的有关规定。
- 6.2.13 设计文件有静电接地要求的管道,各段间应导电良好,对地电阻值及接地位置应符合设计文件要求,并进行电阻值测定。当每对法兰或螺纹接头间电阻值大于 0.03Ω 时,应有导线跨接,并应符合国家现行标准 SH 3097 和设计文件的有关规定。
- 6.2.14 不锈钢管道静电接地专用接地板应采用不锈钢板制作,接地引线不得与不锈钢管直接连接。
- 6.2.15 管道的静电接地安装完毕测试合格后,应及时填写管道静电接地测试记录。
- 6.2.16 “ Π ”形补偿器安装,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 10mm。“ Π ”形补偿器水平安装时,平行臂和垂直臂的坡度应符合设计文件的规定。
- 6.2.17 管道预拉伸或预压缩前应具备下列条件:
- 预拉伸或预压缩区域内固定支架间所有焊缝(预拉伸或预压缩口除外)已焊接完毕,需热处理的焊缝已作热处理,并经检验合格;
 - 预拉伸或预压缩区域支、吊架已安装完毕,管子与固定支架已固定;
 - 预拉伸或预压缩区域内的所有连接螺柱已紧固。
- 6.2.18 管道预拉伸或预压缩时,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后,方可拆除。
- 6.2.19 金属波纹管膨胀节安装,应按下列要求进行:
- 金属波纹管膨胀节内导流筒焊接固定端,在水平管道上应位于介质流入侧,在垂直管道上应置于上部或按设计文件规定;
 - 金属波纹管膨胀节应与管道保持同轴,不得偏斜;
 - 不得利用金属波纹管膨胀节的变形来调整或弥补管道的安装偏差;
 - 在安装过程中不得拆除或松开金属波纹管膨胀节的装运件。但在管道系统运行前,应按产品技术文件的要求拆除或松开金属波纹管膨胀节的装运件。
- 6.2.20 管道补偿装置安装调试合格后,应做好安装记录。
- 6.2.21 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。对安装有特殊要求的阀门应按设计文件要求或产品技术文件安装。
- 6.2.22 安全阀安装应符合下列规定:
- 调校合格的安全阀,在搬运和安装过程中应保护好铅封;
 - 安全阀应垂直安装;
 - 安全阀入口加设的盲板或安全阀上的压紧装置在系统运行前的所有工序完成后方可拆除。
- 6.2.23 爆破片应安装在相应的夹持器内,并在系统运行前的所有工序完成后安装。安装方向应与产品技术文件或铭牌上箭头指示方向相同。
- 6.2.24 管道中的阻火器应按产品技术文件或铭牌上箭头指示方向安装。
- 6.2.25 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 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 6.2.26 支吊架位置及形式符合设计文件的规定。管道安装时,应及时进行支、吊架的固定和调整工作。支吊架安装应牢固,管子和支承面应接触良好。固定支架的安装位置应作好记录。
- 6.2.27 不锈钢管道与支吊架上碳钢材料之间应垫入不锈钢薄板或氯离子含量不超过 50mg/kg 的非金属材料隔离垫。
- 6.2.28 吊杆应垂直安装。当设计文件要求支吊架偏置安装时,偏置量和偏置方向应符合设计文件的规定。

- 6.2.29 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。管道隔热层不得妨碍其位移。
- 6.2.30 弹簧支吊架应按设计文件和产品技术文件的规定进行安装调整。定位销或块应在试车前拆除。
- 6.2.31 支架与管道焊接时，管子表面不得有咬边现象。
- 6.2.32 管道安装完毕后，支吊架的形式和位置应按设计文件逐个核对。
- 6.2.33 管道系统安装完毕后应检查材质标志。铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢发现无标志时应采用光谱分析核查。
- 6.2.34 夹套管安装应符合国家现行标准SH/T 3546的有关规定。
- 6.2.35 管道穿过建筑物的楼板、屋顶或墙时，应设置套管，套管与管道之间的空隙应采用不燃烧材料密封。管道上的焊缝不应布置在套管内，与套管端部的距离不应小于 150mm。套管应高出楼面或屋顶 50mm，穿墙的套管长度不得小于墙厚。穿过屋顶的管道应有防水肩和防雨帽。
- 6.2.36 管道安装的允许偏差应符合表8的规定。

表8 管道安装的允许偏差

单位：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	0.2L%，且≤50
		DN>100	0.3L%，且≤80
立管垂直度			0.5L%，且≤30
成排管道间距			±10
交叉管的外壁或绝热层间距			±20
注：L—管子的有效长度；DN—管子的公称直径。			

7 管道焊接

7.1 一般规定

- 7.1.1 管道施焊前，应根据评定合格的焊接工艺指导书编制焊接工艺卡。焊工应按焊接工艺卡施焊。
- 7.1.2 焊工应持有有效的资格证书，并在合格项目内从事管道的焊接。
- 7.1.3 焊材应具有产品质量证明书。焊条的药皮不得有脱落或明显裂纹。焊丝在使用前应清除其表面的油污、锈蚀等。除焊条说明书对库存期另有规定外，库存期不宜超过一年，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。
- 7.1.4 焊条应按说明书的要求进行烘烤，并在使用过程中保持干燥。
- 7.1.5 对于无预热要求的钢种，当焊接环境温度低于 0℃或焊件温度低于-18℃时，应对焊件进行预热，预热范围为坡口中心两侧各不小于壁厚的 5 倍，且不少于 100mm，预热的温度不低于 15℃。
- 7.1.6 管道的施焊环境若出现下列情况之一时，应采取防护措施，否则，应停止焊接工作。
- 焊条电弧焊焊接时，风速等于或大于 8m/s；
 - 气体保护焊焊接时，风速等于或大于 2m/s；
 - 相对湿度大于 90%；
 - 下雨或下雪时露天作业。
- 7.1.7 钨极氩弧焊宜用铈钨棒。使用氩气的纯度应在 99.99%以上。
- 7.1.8 管道不得使用氧乙炔焰焊接。

7.2 焊前准备与接头组对

7.2.1 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) 除采用定型弯头外，管道焊缝的中心与弯管起弯点的距离不应小于管子外径，且不小于 100mm；
- b) 管道焊缝不宜在管托的范围内，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；
- c) 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；
- d) 在焊接接头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接接头进行 100%射线检测，其合格标准符合相应的管道级别要求；
- e) 卷管环向焊接接头对口时，相邻管子的两纵向焊缝应错开，错开的间距不应小于 100mm；
- f) 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。

7.2.2 焊接接头的坡口形式、尺寸及组对要求，应符合焊接工艺卡的规定。

7.2.3 管子坡口应宜用机械方法加工。当采用火焰或等离子方法加工时，加工后应除去影响焊接质量的表面层。

7.2.4 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：

- a) 铬钼合金钢、材料标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 钢材的管子坡口 100%检测；
- b) 设计温度低于-29℃的非奥氏体不锈钢管子的坡口应抽检 5%，如有抽查不合格，应按本规范 5.1.9 条规定加倍检测。

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

- a) 质量检查等级为 1 级的管道不应大于 1mm，其他级别的管道不应大于 2mm；
- b) 壁厚不同的管道组对，当管道壁厚的内壁差大于 a)款规定或/和外壁差大于 2.0mm 时，应按图 2 的要求加工。

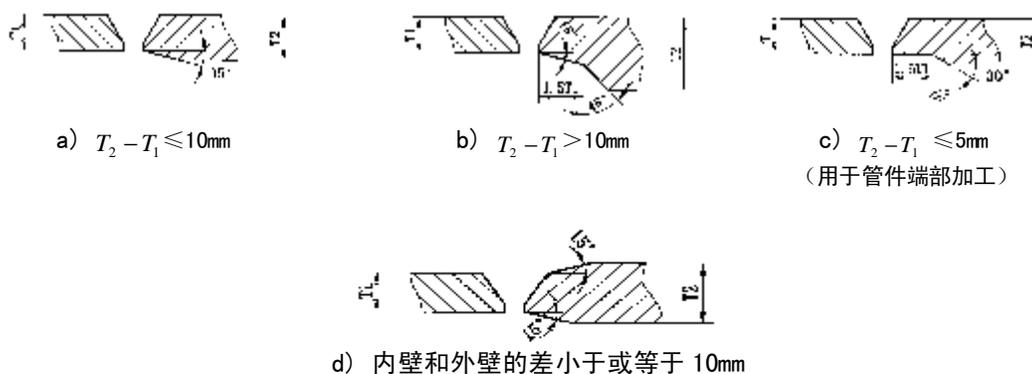


图 2 不同壁厚管子和管件加工

7.2.6 安放式和插入式支管焊接连接接头的制备和组对应符合以下规定：

- a) 根部间隙 g 应符合焊接工艺卡的要求；
- b) 安放式支管的端部制备及组对应符合图 3 a)、b) 的要求；
- c) 插入式支管的主管端部制备及组对应符合图 3 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。

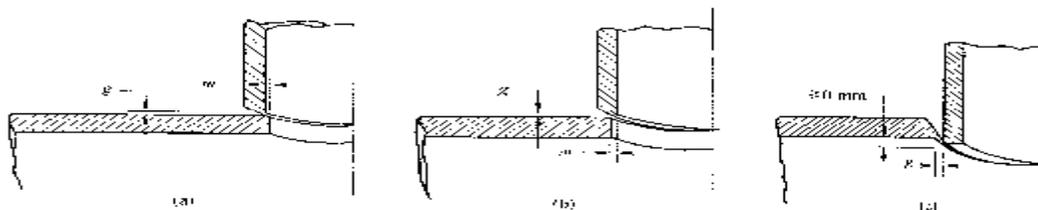


图3 支管连接接头组对

7.2.7 承插焊接接头的组对，端面间隙宜为 1mm~3mm（见图 5 中 b）。

7.2.8 焊接接头组对前，应用手工或机械方法清理其内外表面，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。

7.2.9 焊接接头组对前，应确认坡口的加工形式和尺寸，且不得有裂纹、夹层等缺陷。

7.2.10 不锈钢管采用焊条电弧焊时，坡口两侧各 100mm 范围内应涂白垩粉或其他防粘污剂。

7.2.11 施工过程中焊件应放置稳固，防止在焊接或热处理时发生变形。除设计文件要求进行冷拉伸或冷压缩外，不得用强力方法组对焊接接头。

7.2.12 定位焊应与根部焊道的正式焊接工艺相同。

7.2.13 定位焊的焊缝不得有裂纹及其他缺陷。定位焊焊缝两端宜磨成缓坡形。

7.2.14 在铬钼合金钢和不锈钢钢管上不宜焊接组对卡具，如焊接，卡具的材质应与管材相同，并采用评定合格的焊接工艺焊接，或用焊接该钢管的焊条先在卡具上堆焊过渡层。

7.2.15 焊接在管道上的组对卡具不得用敲打或掰扭的方法拆除。采用火焰切割时，应在离管道表面 2mm~3mm 处切割，并进行修磨。下列钢材修磨后还应作表面无损检测，合格等级符合管道相应等级要求。

- a) 铬钼合金钢；
- b) 标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 的钢材。

7.3 焊接工艺要求

7.3.1 管道组成件焊前预热温度应符合表 9 的规定，并通过焊接工艺评定验证。中断焊接后需要继续焊接时，应重新预热。

表 9 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	≥25	全部	≥80
	全部	>490	
碳锰钢	≥15	全部	≥80
	全部	>490	
Cr≤0.5%的铬钼合金钢	≥13	全部	≥80
	全部	>490	
0.5%<Cr≤2%的铬钼合金钢	全部	全部	≥150
2.25% ≤Cr≤10%的铬钼合金钢	全部	全部	≥180

7.3.2 低温钢焊接预热应按国家现行标准 SH/T 3525 的规定进行。异种钢焊接预热应按国家现行标准 SH/T 3526 的规定进行。

7.3.3 预热时应在坡口两侧均匀进行加热，预热范围应为坡口中心两侧各不小于壁厚的 5 倍，且不小于 100mm，并防止局部过热。加热区以外 100mm 范围应予以保温。

7.3.4 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。

7.3.5 公称直径等于或大于 500mm 管道的对接焊缝，宜采用单面焊接双面成形的焊接工艺或在焊缝内侧根部进行封底焊；公称直径小于 500mm 的管道对接焊缝的根部焊道应采用氩弧焊。

7.3.6 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。

7.3.7 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。再焊时应进行检查，确认无裂纹后方可按原工艺继续施焊。

7.3.8 焊接工艺卡中规定焊接线能量的焊缝，焊接线能量应符合焊接工艺卡的规定。

7.3.9 焊接工艺卡中规定层间温度的焊缝，应测量层间温度，并应符合焊接工艺卡的规定。

7.3.10 对焊接连接的阀门施焊时，应将阀门适度开启。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。

7.3.11 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。奥氏体不锈钢焊接接头焊后应按设计文件规定进行酸洗与钝化处理。

7.4 焊后热处理

7.4.1 焊后热处理工艺应在焊接工艺卡中规定，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温度，宜按表 10 的规定确定。低温钢焊后热处理应符合 SH/T 3525 的规定。

表 10 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	金属热处理温度 ℃	保温时间 min/mm	最短保温时间 h	布氏硬度 ^[a]
碳钢、碳锰钢	>19	全部	600~650	2.4	1	≤200
Cr≤0.5%的铬钼合金钢	>19	全部	600~720	2.4	1	≤225
	全部	>490				
0.5%<Cr≤2%的铬钼合金钢	>13	全部	700~750	2.4	2	≤225
	全部	>490				
2.25%≤Cr≤3%和C≤0.15%的铬钼合金钢	>13	全部	700~760	2.4	2	≤241
3%<Cr≤10%的铬钼合金钢	全部	全部	700~760	2.4	2	≤241
2.25%≤Cr≤10%且C>0.15%的铬钼合金钢	全部	全部	700~760	2.4	2	≤241

7.4.2 对接环焊缝的热处理名义厚度应为焊接接头处较厚的工件厚度。

7.4.3 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 10 规定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：

- 安放式焊接支管见图 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；
- 插入式焊接支管见图 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；
- 带补强板的安放式焊接支管见图 4 (c)，焊缝厚度应取下列值中的较大值：
 - 支管的名义厚度 T_b 和角焊缝的计算有效厚度 t_c 的和；
 - 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；
- 带补强板的插入式焊接支管见图 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。

7.4.4 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 10 规定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) 铬钼合金钢材料焊缝厚度小于或等于 13mm, 且母材规定的最小抗拉强度小于 490MPa, 当预热温度高于表 9 规定值时, 则任意厚度的母材都不需要进行热处理。

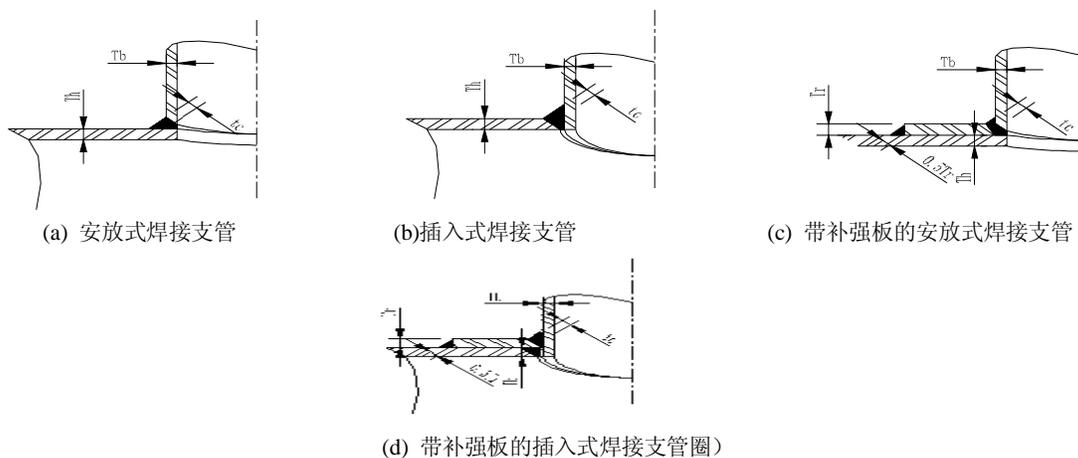


图 4 支管连接焊接接头形式

7.4.5 铬钼合金钢和标准抗拉强度下限值等于或大于 540MPa 钢材的管道焊接接头, 焊后应立即进行热处理。否则, 焊后应立即均匀加热至 300℃~350℃保温缓冷。加热保温范围应与焊后热处理要求相同。

7.4.6 热处理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。加热范围以外 100mm 区域内应予以保温。管道两端应封闭。

7.4.7 热处理的加热速度及冷却速度, 应符合下列要求:

- a) 升温至 300℃后, 加热速度应按 $5125/T \cdot ^\circ\text{C}/\text{h}$ 计算, 且不大于 220℃/h;
- b) 恒温期间各测点的温度均应在热处理温度规定的范围内, 其差值不得大于 50℃;
- c) 恒温后的冷却速度应按 $6500/T \cdot ^\circ\text{C}/\text{h}$ 计算, 且不大于 260℃/h。冷至 300℃后可自然冷却。

注: T 为管子的实际壁厚 (mm)。

7.4.8 异种钢焊接接头的焊后热处理, 应按国家现行标准 SH/T3526 的规定进行。

7.4.9 热处理温度应采用热电偶或其它合适的方法进行测量, 并采用自动温度记录仪器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—时间自动记录曲线。测温记录仪器应在校验合格期内。

7.4.10 经焊后热处理合格的部位, 不得再进行焊接作业, 否则应重新进行热处理。

7.4.11 经焊后热处理的焊接接头, 应对焊缝和热影响区进行 100% 硬度值测定, 且其硬度值均不得超过表 10 的规定。热影响区的测定区域应紧邻熔合线。

7.4.12 异种钢焊接时, 焊接接头两侧均应各自符合表 10 规定的硬度值。

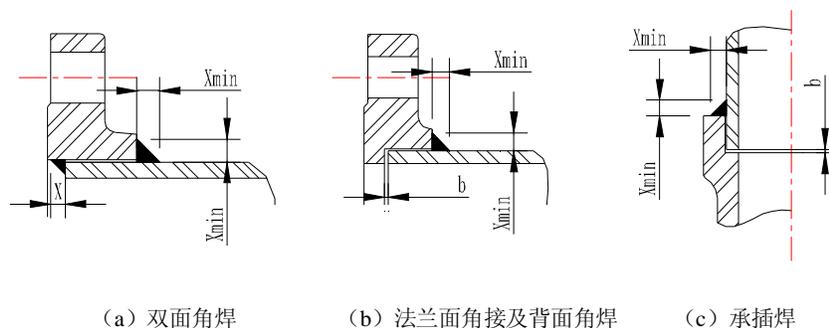
7.4.13 焊接接头热处理后, 首先应确认热处理自动记录曲线。热处理自动记录曲线异常, 应查明原因; 被查部件的焊接接头硬度值超过规定范围时, 应重新进行热处理。

7.5 焊接质量检查

7.5.1 焊接接头检查前, 应按检查方法的要求, 对焊接接头的表面进行相应处理。

7.5.2 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。

7.5.3 角焊缝 (包括承插焊缝) 可采用凹形和凸形, 外形应平缓过渡。平焊法兰或承插焊的角焊缝应符合图 5 的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。



(a) 双面角焊 (b) 法兰面角接及背面角焊 (c) 承插焊

注：图中 b 为承插焊组对间隙

图 5 平焊法兰和承插焊的角焊缝

7.5.4 焊接接头表面的质量应逐件进行外观检查，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% ；
- 焊缝表面不得有低于母材的局部凹陷。焊缝余高 Δh 应符合下述规定：
 - 质量检查等级为 1 级管道的对接接头，焊缝余高应小于或等于 0.1 倍的坡口最大宽度和 1 的和，且不应大于 2mm ；
 - 其余焊接接头，焊缝余高应小于或等于 0.2 倍的坡口最大宽度和 1 的和，且不应大于 3mm 。

7.5.5 铬钼合金钢管道焊缝应对合金元素含量进行验证性抽样检查，每条管道（按管道编号）的焊缝抽查数量不应少于 2 条。

7.5.6 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 GB 1954 的规定方法测定铁素体含量，焊缝和热影响区的铁素体含量应符合表 11 的要求：

表 11 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	$\leq 5\%$	中高温工况
2	奥氏体-铁素体双相钢	$30\% \sim 60\%$	腐蚀介质工况

7.5.7 焊接接头无损检测的比例和验收标准应按检查等级确定，并不应低于表 12 的规定。

表 12 管道焊接接头无损检验数量及验收标准

检查等级	管道级别或材料	对接接头		角焊接头		支管连接接头	
		比例	验收标准	比例	验收标准	比例	验收标准
1	SHA1 SHB1 剧烈循环工况管道	100%	RT II 级或 UT I 级、MT I 级或 PT I 级 ^b	100%	MT I 级或 PT I 级	100%	RT II 级或 UT I 级 ^a 、MT I 级 或 PT I 级
2	SHA2 SHB2 铬钼合金钢、双相不锈钢 管道	20%		20%	MT I 级或 PT I 级	20%	RT II 级或 UT I 级 ^a 、MT I 级 或 PT I 级
3	SHA3 SHB3 奥氏体不锈钢管道 有低温冲击试验要求的管 道	10%		—	10%	MT I 级或 PT I 级	

4	SHA4 SHB4	5%	RT III级或 UT II级	—	—
注 a 适用于等于或大于 DN200 的支管和翻边接头连接的对接焊缝及被补强板覆盖的支管与主管连接焊缝； 注 b 对碳钢和不锈钢不进行 MT 或 PT 的检测。					

7.5.8 焊接接头的表面无损检测应符合以下规定：

- a) 有再热裂纹倾向的焊接接头应在热处理后进行表面无损检测；
- b) 表面无损检测应符合国家现行标准 JB/T 4730 的规定。

7.5.9 管道焊接接头的检测比例应按下列规定执行：

- a) 公称直径小于 500mm 时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检查等级规定的检测比例进行局部检测；
- 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，检测长度不小于 250mm；
- c) 焊接接头的无损检测比例应按管道编号统计。

7.5.10 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：

- 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) 焊接接头抽样检查应符合下列要求：
 - 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。

7.5.11 抽样或局部检测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，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。

7.5.12 射线检测的技术等级为 AB 级，超声检测的技术等级不得低于 B 级，焊接接头的射线或超声检测应执行国家现行标准 JB/T 4730 的规定。

7.5.13 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/监理单位的同意；名义厚度大于 30mm 的对接环焊缝可采用超声检测。

7.5.14 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，碳钢管道不得超过 3 次，其余钢种管道不得超过 2 次。

7.5.15 焊接工作完成后，应在单线图（轴侧图）上标明焊缝编号、焊工代号、固定焊接位置（2G 或 5G）、无损检测方法、返修焊缝位置等可追溯性标识。

8 管道系统试验

8.1 管道系统压力试验

8.1.1 管道系统压力试验，应在管道系统安装完毕、热处理和无损检测合格后进行。

8.1.2 管道系统试压前，应由建设/监理单位、施工单位和有关部门对下列资料进行审查确认：

- a) 管道组成件、支承件、焊材的制造厂质量证明书；
- b) 管道组成件、焊材的验证性和补充性检查试验记录；

- c) 规定应填写记录的弯管加工记录、管端的螺纹和密封面加工记录;
- d) 符合本规范第 7.5.15 条要求并可追溯管道组成件的单线图 (轴侧图);
- e) 无损检测报告;
- f) 弯管和焊接接头热处理记录及硬度试验报告;
- g) 设计变更及材料代用文件;
- h) 经批准的试压方案 (含试压流程图)。

8.1.3 管道系统试压前, 应由施工单位、建设/监理单位 and 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安装完毕;
- b) 管道支吊架的型式、材质、安装位置正确, 数量齐全, 螺栓紧固, 焊接质量合格;
- c) 金属波纹管膨胀节两端临时固定牢固;
- d) 焊接及热处理工作已全部完成;
- e) 焊缝及其他应检查的部位, 除涂刷底漆外不得进行隔热等隐蔽工程施工;
- f) 试压用的临时加固措施安全可靠;
- g) 管道系统内的阀门开关状态正确;
- h) 管道组成件的材质标志明显清楚;
- i) 试压用的压力表不应少于 2 块, 压力表的量程应为最大试验压力的 1.5 倍~2.0 倍, 精度等级不得低于 1.6 级, 并在有效检定 (校准) 期内;
- j) 试压方案已经进行技术交底;
- k) 根据试压方案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, 临时盲板加置正确, 标志明显, 记录完整。

8.1.4 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, 并应符合下列条件:

- a) 管道系统内现场施工焊接接头已按本规范 7.5 条规定检测合格;
- b) 脆性材料管道组成件经液压试验合格;
- c) 试压方案中应有切实的安全措施, 经施工单位技术总负责人批准。

8.1.5 压力试验的压力应符合下列规定:

- a) 液体压力试验的压力为设计压力的 1.5 倍;
- 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 1.6MPa;
- 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 0.2MPa。

8.1.6 当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式 (3) 计算, 计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 倍管道组成件的额定压力。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:

$$P_t = 1.5P_0 \frac{[S]_1}{[S]_2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- P_t ——试验压力, (MPa);
- P_0 ——设计压力, (MPa);
- $[S]_1$ ——试验温度下材料的许用应力, (MPa);
- $[S]_2$ ——设计温度下材料的许用应力, (MPa)。

当 $[s]_1/[s]_2$ 大于 6.5 时取 6.5。

8.1.7 对于带有金属波纹管膨胀节的管道系统，应按金属波纹管膨胀节设计压力 1.5 倍或管道系统试验压力的较小者进行试验。但在任何情况下，管道系统试验压力不得超过金属波纹管膨胀节制造厂的试验压力。

8.1.8 当管道与设备作为一个系统进行试验时，应征得上级建设/监理和设计单位同意，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时，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，且设备无法隔离，设备的试验压力大于或等于管道试验压力的 77% 时，按设备的试验压力进行试验。

8.1.9 管道液压试验时的试验介质温度不得低于 5℃。同时，无论液压试验或气压试验，其试验介质温度均应高于相应金属材料的无延性转变温度。

8.1.10 液体压力试验介质应使用工业用水。当生产工艺有要求时，可用其他液体。不锈钢管道（含包括不锈钢设备的试压系统）用水试验时，水中的氯离子含量不得超过 50mg/L。

8.1.11 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。必要时可增设临时排气口，但试验合格后应及时将临时排气口封闭。

8.1.12 液压试验应分级缓慢升压，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，不降压、无泄漏和无变形为合格。

8.1.13 气体压力试验时，必须进行预试验。

8.1.14 预试验压力不应大于 0.2MPa。

8.1.15 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进行检查，无泄漏为合格。

8.1.16 试压过程中若有泄漏，不得带压修理。缺陷消除后应重新试验。

8.1.17 管道系统试压合格后，应缓慢降压。液体试验介质应排尽，排放时应考虑反冲力作用及安全环保要求。

8.1.18 液压试验合格排液时，应打开放空阀，并根据空气入口流量确定排液量。

8.1.19 管道系统试压完毕，应及时拆除所用的临时盲板，并在核对盲板加置记录后，填写管道系统试压记录。

8.1.20 分段试压合格的管道系统，如连接两段之间的接口焊缝经过 100% 射线检测合格，则可不再进行整体系统压力试验。

8.1.21 当设计单位或建设单位认为管道系统进行液压试验或气压试验均不切实际时，可以免除压力试验，但应满足下列要求：

- a) 环向、纵向以及螺旋焊焊接接头经 100% 的射线检测或 100% 超声检测合格；
- b) 与支管连接接头、角焊焊接接头经 100% 表面无损检测合格；
- c) 管道系统已按规定进行柔性分析；
- d) 管道系统通过敏感泄漏试验。

8.2 管道系统吹扫和清洗

8.2.1 管道系统压力试验合格后，应进行吹扫或清洗，吹扫可采用水冲洗、空气吹扫等方法。

8.2.2 管道系统吹扫前，应编制吹扫方案，经审查批准后，向参与吹扫的人员进行技术交底。

8.2.3 管道系统吹扫前，应具备下列条件：

- a) 不应安装孔板、法兰连接的调节阀、节流阀、安全阀、仪表件等。对已焊在管道上的阀门和仪表，应采取相应的保护措施；

SH 3501-2011

- b) 不参与系统吹扫的设备及管道系统，应与吹扫系统隔离；
- c) 管道支架吊架应符合要求，必要时应予以加固。

8.2.4 冲洗不锈钢管道系统时，水中氯离子含量不得超过 50mg/L。

8.2.5 吹扫压力不得超过容器和管道系统的设计压力。

8.2.6 管道系统水冲洗时，宜以最大流量连续进行冲洗，流速不得小于 1.5m/s。

8.2.7 水冲洗后的管道系统，以目测排出口的水色和透明度与入口的水色和透明度一致为合格。

8.2.8 管道系统空气吹扫时，空气流速不得小于 20m/s。

8.2.9 管道系统在空气吹扫过程中，应在排出口用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。

8.2.10 有化学清洗、油清洗或脱脂要求的管道系统，应按国家现行标准 SH/T 3547 的规定进行。

8.2.11 吹扫、清洗的顺序应按主管、支管、排放管依次进行。吹出的脏物不得进入已清理合格的设备或管道系统，也不得随地排放污染环境。

8.2.12 经吹扫合格的管道系统，应及时恢复原状，并填写管道系统吹扫记录。

8.3 气体泄漏性试验及真空度试验

8.3.1 输送极度危害介质、高度危害介质和可燃介质（工作温度低于 60° C 丙类可燃液体除外）以及设计文件规定的管道系统，应进行气体泄漏性试验。

8.3.2 泄漏性试验可结合装置试车同时进行。

8.3.3 气体泄漏性试验应符合下列规定：

- a) 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，试验压力为管道系统的设计压力或设备试验压力两者的较小者；
- b) 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；
- c) 泄漏性试验的试验压力应逐级缓慢上升，当达到试验压力时，稳压 10min 后，用涂刷中性发泡剂的方法，检查所有密封点，无泄漏为合格；
- d) 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。

8.3.4 经气压试验合格，且在试验后未经拆卸的管道，可不进行泄漏性试验。

8.3.5 真空管道系统，压力试验合格后，应以 0.1MPa 气体按第 8.3.2 条和第 8.3.3 条的要求进行泄漏性试验。

8.3.6 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。

8.3.7 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。增压率按下式计算：

$$\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔP ——24h 的增压率（%）；

P_1 ——试验初始绝压，（MPa）；

P_2 ——24h 时的实际绝压，（MPa）。

8.3.8 设计文件规定用卤素、氦气、氨气或气泡等其他方法进行敏感泄漏试验时，应按专门技术规定进行。

9 施工过程技术文件和交工技术文件

- 9.1 施工单位在施工过程中形成的施工过程技术文件应满足 SH/T 3543 的规定，其保存期不得少于五年。
- 9.2 施工单位按合同规定完成全部工程后，应及时与建设单位办理工程中间交接证书。
- 9.3 施工单位与建设/监理单位应对下列资料共同检查、确认。
- a) 管道补偿器的预拉伸或预压缩记录；
 - b) 管道系统的压力试验、泄漏性试验、真空度试验记录；
 - c) 管道系统的吹扫记录；
 - d) 管道系统的隐蔽工程记录；
 - e) 爆破片、安全液封、阻火器等安全装置的安装记录，安全阀试验、调试记录。
- 9.4 工程交接验收时，相关单位应向建设单位提交下列技术文件：
- a) 第 9.3 条经确认合格的资料；
 - b) 管道组成件、支承件和焊材的产品质量证明书；
 - c) 管道组成件、焊材的验证性检查记录；
 - d) SHA 级管道的弯管加工记录及管端的螺纹、密封面加工记录；
 - e) 管道组成件检查、试验记录；
 - f) 符合第 7.5.15 条要求并可追溯管道组成件的单线图（轴侧图）；
 - g) 无损检测报告；
 - h) 静电接地测试记录；
 - i) 设计变更及材料代用文件一览表；
 - j) 第 5.1.6 条规定的铬钼合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢管道组成件的合金元素分析报告；
 - k) 焊接接头的热处理报告及硬度检测报告；
 - l) 管道隔热、防腐工程施工记录；
 - m) 管道竣工图。
- 9.5 交工技术文件应符合 SH/T 3503 和合同规定的工作范围由责任单位编制。

附录 A
(资料性附录)

常用有毒介质、可燃介质

A.1 ~ 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、四氟乙烯、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, 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
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。

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

(一) 表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）。

(二) 表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

(三) 表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

(四) 表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。