

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50540 – 2009

---

# 石油天然气站内工艺管道工程 施 工 规 范

Code for construction of pipe process  
in oil and gas transmission pipeline station

2009 – 11 – 30 发布

2010 – 06 – 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

石油天然气站内工艺管道工程  
施 工 规 范

Code for construction of pipe process  
in oil and gas transmission pipeline station

**GB 50540 - 2009**

主编部门：中国石油天然气集团公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 0 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2010 北 京

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 447 号

## 关于发布国家标准 《石油天然气站内工艺管道工程 施工规范》的公告

现批准《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》为国家标准,编号为 GB 50540—2009,自 2010 年 6 月 1 日起实施。其中,第 4.1.6、4.3.2、7.1.5、7.4.2、7.4.3、9.3.1、9.3.3、9.3.5、9.3.6 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇九年十一月三十日

## 前 言

根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,中国石油天然气管道局会同有关单位编制完成本规范。

本规范共分 12 章,主要包括:总则,术语,施工准备,材料、管道附件、撬装设备的检验与储存,下料与加工,管道安装,焊接,管沟开挖、下沟与回填,吹扫与试压,防腐和保温,健康、安全与环境,工程交工等方面的规定。

本规范在编制过程中,规范编制组总结了多年石油天然气站内工艺管道工程施工的经验,借鉴了国内已有的国家标准、行业标准以及国内外先进标准,并广泛征求了国内有关单位、专家的意见,反复修改,最后经审查定稿。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由中国石油天然气管道局负责具体技术内容解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,总结经验,积累资料,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议反馈给中国石油天然气管道局质量节能部(地址:河北省廊坊市广阳道 87 号,邮政编码:065000),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员名单:

**主 编 单 位:** 中国石油天然气管道局

**参 编 单 位:** 中油朗威监理有限责任公司

中国石油天然气管道局第三工程分公司

中国石油天然气管道局第四工程分公司



中国石油天然气管道工程有限公司  
中国石油天然气管道局第二工程分公司  
石油天然气管道工程质量监督站  
大庆油田建设集团有限责任公司  
中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司

主要起草人：续理 吴建中 郭泽浩 魏国昌 王 丽  
杨俊伟 徐 进 那 晶 郑玉刚 马 骅  
高泽涛 李文东 葛业武 陈 浩 董 浩  
赵 燕 葛新东 曹晓燕  
主要审查人员：宋 岚 张其滨 梁桂海 陈 涛 何 睿  
周剑琴 梁敏华 王志强 郭佳春 王 勇  
张成杰 王生清 张 颖

目 次

1 总 则..... ( 1 )

2 术 语..... ( 2 )

3 施工准备..... ( 4 )

4 材料、管道附件、撬装设备的检验与储存 ..... ( 5 )

    4.1 一般规定 ..... ( 5 )

    4.2 材料、管道附件、撬装设备的检验 ..... ( 5 )

    4.3 材料、管道附件、撬装设备的储存 ..... (12)

5 下料与加工..... (14)

    5.1 钢管下料 ..... (14)

    5.2 管件加工 ..... (15)

    5.3 管道单元预制 ..... (16)

6 管道安装..... (18)

    6.1 一般规定 ..... (18)

    6.2 管道安装 ..... (18)

    6.3 阀门安装 ..... (22)

    6.4 管道附件制作、安装 ..... (22)

7 焊 接..... (25)

    7.1 一般规定 ..... (25)

    7.2 焊接材料 ..... (26)

    7.3 焊接 ..... (28)

    7.4 焊缝检验与验收 ..... (31)

8 管沟开挖、下沟与回填 ..... (33)

    8.1 管沟开挖 ..... (33)

    8.2 管道下沟 ..... (34)

8.3 管沟回填 .....	(35)
9 吹扫与试压 .....	(36)
9.1 一般规定 .....	(36)
9.2 吹扫与清洗 .....	(36)
9.3 强度及严密性试验 .....	(38)
9.4 干燥 .....	(40)
10 防腐和保温 .....	(43)
10.1 一般规定 .....	(43)
10.2 防腐 .....	(43)
10.3 保温 .....	(44)
11 健康、安全与环境 .....	(47)
12 工程交工 .....	(49)
附录 A 管道对接接头坡口型式 .....	(50)
本规范用词说明 .....	(53)
引用标准名录 .....	(54)
附:条文说明 .....	(55)

## Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Preliminary work for construction .....	( 4 )
4	Inspection and storage on materials, pipe fittings and skid-mounted equipment .....	( 5 )
4.1	General requirement .....	( 5 )
4.2	Inspection on materials, pipe fittings and skid-mounted equipment .....	( 5 )
4.3	Storage of materials, pipe fittings and skid-mounted equipment .....	( 12 )
5	Cutting and processing .....	( 14 )
5.1	Steel pipe cutting .....	( 14 )
5.2	Processing on pipe fittings .....	( 15 )
5.3	Prefabrication of pipeline units .....	( 16 )
6	Installation of pipelines .....	( 18 )
6.1	General requirement .....	( 18 )
6.2	Installation of pipes .....	( 18 )
6.3	Installation of valves .....	( 22 )
6.4	Fabrication and installation of pipe fittings .....	( 22 )
7	Welding .....	( 25 )
7.1	General requirement .....	( 25 )
7.2	Welding materials .....	( 26 )
7.3	Welding .....	( 28 )
7.4	Inspection and acceptance of weld joint .....	( 31 )

8	Ditching, lowering-in and backfilling .....	( 3 3 )
8.1	Ditching .....	( 3 3 )
8.2	lowering-in .....	( 3 4 )
8.3	Backfilling .....	( 3 5 )
9	Blowing and pressure test .....	( 3 6 )
9.1	General requirement .....	( 3 6 )
9.2	Blowing and washing .....	( 3 6 )
9.3	Test on strength and leakage .....	( 3 8 )
9.4	Drying .....	( 4 0 )
10	Corrosion resistance and thermal insulation .....	( 4 3 )
10.1	General requirement .....	( 4 3 )
10.2	Corrosion resistance .....	( 4 3 )
10.3	Thermal insulation .....	( 4 4 )
11	Health safety and environment .....	( 4 7 )
12	Delivery of the project .....	( 4 9 )
Appendix A Preparation shape of butt-joint between pipes .....		( 5 0 )
Explanation of wording in this code .....		( 5 3 )
List of quoted standards .....		( 5 4 )
Addition; Explanation of provisions .....		( 5 5 )

## 1 总 则

**1.0.1** 为保证石油天然气站内工艺管道工程施工质量,做到安全环保、适用,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建或改(扩)建原油、天然气、煤气、成品油等站内工艺管道工程的施工。

**1.0.3** 本规范不适用于炼油化工厂、天然气净化厂厂内管道,以及站内泵、加热炉、流量计、撬装设备等设备本体所属管道的施工。

**1.0.4** 本规范规定了石油天然气站内管道工程施工的基本技术要求。当本规范与国家法律、行政法规的规定相抵触时,应按国家法律、行政法规的规定执行。

**1.0.5** 石油天然气站内工艺管道工程施工除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 干空气 dry air

在一定压力和温度条件下的空气,即露点低于 $-40^{\circ}\text{C}$ 的空气。

### 2.0.2 汽化器 carburetor

用于加热低温液体或液化气体,使之汽化为设计温度下的气体的一种加热装置。

### 2.0.3 干空气干燥法 dry air drying

通过持续地向管道内注入干空气进行吹扫,使残留在管道内的水分蒸发,并将蒸发后的湿空气置换出管道外,从而达到管道干燥目的的施工方法。

### 2.0.4 真空干燥法 vacuum drying

利用水的沸点随压力的降低而降低的原理,在控制条件下,用真空泵不断地抽取管道内的气体,降低管道中的压力之直达管壁温度下水的饱和蒸汽压,此时残留在管道内壁上的水沸腾而迅速汽化,汽化后的水蒸气随后被真空泵抽出的施工方法。

### 2.0.5 液氮干燥法 liquid nitrogen drying

液氮经汽化器汽化、被加热器加热后,以不低于 $50^{\circ}\text{C}$ 的温度进入管道进行低压间断性吹扫,管道内的水分与干燥氮气混合后被带出管道,从而达到管道干燥目的的施工方法。

### 2.0.6 撬装设备 prytopach equipment

在工厂将单体设备和工艺管道等组装到钢质底座上,整体拉运到现场、直接安装在基础上的成套设备。

### 2.0.7 支管座 branch outlet

子管与母管轴向成 $90^{\circ}$ 异径连接时,用于母管孔上的与支管相连接的过渡件。

### **2.0.8 管道单元      pipeline system unit**

采用预制的方法,将管道、管道附件按照设计的要求进行部分组装而成的单元。

### 3 施 工 准 备

**3.0.1** 施工前应进行现场调查、参与设计文件交底、编制并报批施工组织设计、进行资源准备。

**3.0.2** 现场调查应完成以下工作：

- 1 确定交通运输方案。
- 2 了解施工场地与相邻工程、农田水利等的关系。
- 3 调查可利用的电源、动力、通信、消防、劳动力、生活供应及医疗卫生条件。
- 4 调查施工中对自然环境、生活环境的影响及需要采取的措施。

**3.0.3** 参与设计文件现场交底应完成以下工作：

- 1 进行图纸会审,核对设计文件。
- 2 掌握工程的重点和难点,熟悉工艺流程。
- 3 会同设计单位现场交接和复查测量控制点、施工测量用的基准点及水准点,并对地下的障碍物进行标记。

**3.0.4** 施工组织设计应包括:编制依据、工程概况、施工部署、关键施工方案、进度计划、资源准备、质量保证措施、施工平面布置以及健康、安全和环境等主要措施内容。如有特殊要求的,应增加相关内容。

**3.0.5** 资源准备应包括下列内容：

- 1 建立项目组织机构。
- 2 配备施工人员,进行技术培训、质量安全教育。
- 3 进行施工机具配置。
- 4 进行施工主要材料的准备。

## 4 材料、管道附件、撬装设备的检验与储存

### 4.1 一般规定

4.1.1 作为站内工艺管道永久性组成部分的材料、管道附件、撬装设备的验收应由具备相应资质的施工单位、物资供应单位和建设(或监理)单位的人员参加。

4.1.2 材料和设备应具有产品质量证明文件、出厂合格证;专有产品还应包括使用说明书;进口物资应有商检报告;压力容器应有压力容器监督检验机构出具的监检报告。所有材料和设备质量应符合设计要求和产品标准。

4.1.3 检查时,应首先检查现场材料和设备的标志或标牌,规格、型号,以及有关材质是否符合设计和标准要求;并应进行外观检查,检查管子表面有无凿痕、凹痕、槽痕,以及过度锈蚀,检查设备包装是否完整,有无运输损坏,配件是否齐全。

4.1.4 对被检查的材料和设备的质量有怀疑时,应对材料进行复验。材料的理化性能检验,仪表、仪器的试验及复验应由取得国家或行业相应资质的单位进行。

4.1.5 对设计工况有特殊要求的管材及管件应按设计要求进行处理及检验。

4.1.6 若材料、管道附件、撬装设备不合格,严禁安装使用。

### 4.2 材料、管道附件、撬装设备的检验

4.2.1 材料的检验应符合下列要求:

1 设计有特殊要求的钢管及管道附件,应按设计的要求采购,并按要求进行检验;合金钢管宜用定量快速光谱分析仪进行光谱分析,每批应抽查5%,且不少于一件。



2 防腐(保温)管的管端预留长度应符合设计要求,外观应完好无损伤,标识完整、清晰,标识内容与实际相符。

3 工程中所用的焊条、焊丝、焊剂、保护气体等应符合设计和焊接工艺规程要求。

4 对不同厂家不同规格、型号的焊接材料应按照批次、批号分别进行检查。

5 工程所用的防腐保温材料型号、规格应符合设计要求。防腐保温材料性能应符合产品质量检验标准。

#### 4.2.2 管件、紧固件应符合下列要求:

1 管件、紧固件尺寸偏差应符合现行国家或行业标准的有关规定。

2 管件及紧固件使用前,应核对其制造厂的出厂合格证、质量证明文件。

3 按照设计图纸核对管件的管径、壁厚、压力等级、材质等参数。

4 管件及紧固件技术要求应符合设计要求,设计无要求时应符合国家现行标准《锻造角式高压阀门技术条件》JB/T 450 的有关规定。

#### 4.2.3 弯头的质量应符合下列要求:

1 符合现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459—2005 的规定。

2 弯头外观不应有裂纹、分层、皱纹、过烧等缺陷。

3 弯头的端面偏差、弯曲角度偏差及圆度、曲率半径偏差,应符合表 4.2.3 的要求。

表 4.2.3 弯头允许偏差

检查项目	公称直径(mm)			
	25~65	80~100	125~200	≥250
端面(mm)	≤1.0	≤1.0	≤1.5	≤1.5
曲率半径(mm)	±2	±3	±4	±5
弯曲角度	±1°	±1°	±1°	±1°
圆度	≤公称直径的 1%			

4 弯头壁厚减薄量应小于厚度的 10%，且实测厚度不应小于设计计算壁厚。

5 弯头坡口角度应满足设计规格书或焊接工艺要求。

4.2.4 弯管的质量应符合下列要求：

1 符合现行行业标准《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257—2004 的规定。

2 弯管外观检验，弯管内外表面应光滑，无裂纹、疤痕、皱纹、鼓包、分层、折叠、尖锐缺口等缺陷。

3 弯管允许偏差应符合表 4.2.4 的规定。

4 弯管直径应与相连接钢管直径一致。

表 4.2.4 弯管允许偏差

检查项目	公称直径(mm)	
	≤200	>200
外径偏差(无缝)(mm)	+2, -1	
壁厚减薄量	≤9%壁厚	
端面垂直度(mm)	≤1.5	≤2.5
端面平面度(mm)	≤0.8	
弯曲半径	弯曲半径小于或等于 1000mm 时,允许偏差为±5mm;弯曲半径大于 1000mm 时,允许偏差为±0.5%弯曲半径	
弯曲平面度(mm)	≤5.0	≤7.0
圆度	≤公称直径的 2.5%	

4.2.5 异径管的质量应符合下列要求：

1 符合现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459—2005 的规定。

2 异径管外观不应有裂纹、重皮，壁厚应大于大径端管段的壁厚。

3 异径管的圆度不应大于相应端外径的 1%，且允许偏差为



±3mm;同心异径管两端中心线应重合,其偏心值允许偏差为±5mm。

4 异径管尺寸允许偏差应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 异径管允许偏差

所有管件				90°和 45°弯头 及三通中心至 断面尺寸 (mm)	异径接头 总长(mm)	管帽 总长 (mm)	形位公差
公称尺寸 (mm)	坡口处外 径(mm)	端部内径 (mm)	壁厚				端面垂直 度(mm)
65	+1.6, -0.8	±0.8	不小于 公称 壁厚的 87.5%	±2	±2	±3	1
80~90	±1.6	±1.6		±2	±2	±3	2
100	±1.6	±1.6		±2	±2	±3	3
125~200	+2.4, -1.6	±1.6		±2	±2	±6	3
250~450	+4.0, -3.2	±3.2		±2	±2	±6	4
500~600	+6.4, -4.8	±4.8		±2	±2	±6	5
650~750	+6.4, -4.8	±4.8		±2	±2	±10	5
800~1200	+6.4, -4.8	±4.8		±5	±5	±10	5

4.2.6 三通的质量应符合下列要求：

1 符合现行国家标准《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459—2005 的规定,并应满足下列要求：

2 三通的外观不应有裂纹、重皮,三通的主管开孔口和支管坡口周围应清洁、无锈斑。

3 尺寸允许偏差应符合表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 三通允许偏差

所有管件				三通中心 至端面尺 寸(mm)	公称直径 (mm)	形位公差	
公称直径 (mm)	坡口处外 径(mm)	端部内径 (mm)	壁厚			端面垂直 度(mm)	三通平面 度(mm)
15~65	+1.6, -0.8	±0.8	不小于 公称 壁厚的 87.5%	±2	15~100	1	2
75~90	±1.6	±1.6		±2	125~200	2	4
100	±1.6	±1.6		±2	250~300	3	5
125~200	+2.4, -1.6	±1.6		±2	350~400	3	6
250~450	+4.0, -3.2	±3.2		±2	450~600	4	10
500~600	+6.4, -4.8	±4.8		±2	650~750	5	10
650~750	+6.4, -4.8	±4.8		±3	800~1050	5	13
800~1200	+6.4, -4.8	±4.8		±5	1100~1200	5	19

#### 4.2.7 法兰的质量应符合下列要求：

- 1 法兰密封面应光滑、平整，不应有毛刺、径向划痕、砂眼及气孔。
- 2 对焊法兰的尾部坡口处不应有碰伤。
- 3 螺纹法兰的螺纹应完好。
- 4 法兰连接件螺栓、螺母、垫片等应符合装配要求，不应有影响装配的划痕、毛刺、翘边等。

#### 4.2.8 支管座的质量应符合下列要求：

- 1 符合现行国家标准《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326—2003 的规定。
- 2 支管座的外观不应有裂纹、过烧、重皮、结疤、夹渣和大于接管壁厚 5% 的机械划痕或凹坑。焊接坡口要光滑过渡。坡口周围应清洁、无锈斑。

3 支管座的尺寸、壁厚等级等应符合现行国家标准的规定。

4 支管座尺寸允许偏差应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 支管座尺寸允许偏差

项 目	类 型	公称直径(mm)			
		6~20	25~100	125~300	350~600
		极限偏差(mm)			
结构高度	所有支管座	±0.8	±1.6	±3.2	±4.8
支管公称壁厚	对焊支管座	不小于公称壁厚的 87.5%			
与支管连接处的 端部外径		+0.8, -0.4		+1.6, -0.8	
与支管连接处的 端部内径		±0.4		±0.8	
承插孔直径	承插焊直管座	+0.5, 0		—	
流通孔径		+1.5, 0		—	

4.2.9 盲板、绝缘接头、汇管、封头质量应符合下列要求：

- 1 外观不应有裂纹、重皮、伤痕、毛刺、砂眼及气孔。
- 2 尺寸应符合设计要求。

4.2.10 螺栓、螺母应符合下列要求：

1 用于设计压力大于 6.4MPa 管道上的螺栓、螺母应符合国家现行有关标准的规定,使用前应从每批中各取两根(个)进行硬度检查,不合格时加倍检查;仍有不合格时,逐根(个)检查,不合格者不得使用。

2 当直径大于或等于 M30 且工作温度大于或等于 500℃ 时,应逐根进行硬度检查,螺母硬度不合格不得使用;螺栓硬度不合格,取最高、最低各一根检验机械性能,若有不合格,取硬度相近的螺栓加倍检验,仍有不合格,则该批螺栓不得使用。

4.2.11 支吊架的检验及其质量要求应符合下列规定：

- 1 支吊架表面应无毛刺、铁锈、裂纹、漏焊、表面气孔等。
- 2 支吊架用的弹簧表面不应有裂纹、折叠、分层、锈蚀等缺

陷,工作圈数偏差不应超过半圈。

3 自由状态时,弹簧各圈节距均匀,其节距允许偏差不应大于平均节距的 10%。

4 弹簧两端支撑面与弹簧轴线应垂直,其允许偏差不应大于自由高度的 2%。

#### 4.2.12 管线补偿器检验应符合下列要求:

1 管线补偿器检验应按出厂说明书和设计要求进行。

2 “II”形的弯曲钢管的圆度不应大于外径的 8%,壁厚减薄量不应大于公称壁厚的 15%,且壁厚不小于设计壁厚。

3 “II”形补偿器悬臂长度允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ ;平面翘曲每米允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ,且总长平面翘曲允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

#### 4.2.13 阀门应符合下列要求:

1 阀门应有产品合格证,带有伺服机械装置的阀门应有安装使用说明书。

2 阀门试验前应逐个进行外观检查,其外观质量应符合下列要求:

1) 阀体、阀盖、阀外表面无气孔、砂眼、裂纹等。

2) 垫片、填料应满足介质要求,安装应正确。

3) 丝杆、手轮、手柄无毛刺、划痕,且传动机构操作灵活、指示正确。

4) 铭牌完好无缺,标识清晰完整。

5) 备品备件应数量齐全、完好无损。

3 阀门应逐个进行试压检验,强度和密封试验应符合下列要求:

1) 试压用压力表精度不应低于 1.5 级,并经检定合格。

2) 阀门应用洁净水为介质进行强度和密封试验,强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍,稳压时间应大于 5min,壳体、垫片、填料等不渗漏、不变形、无损坏,压力不降为合格。密封试验压力为设计压力,稳压 15min,不内漏、压力不降为合格。



- 3) 阀门进行强度试压时,球阀应全开,其他阀门应半开半闭。密封试压时应进行单面受压条件下阀门的开启。手动阀门应在单面受压条件下开启,检查手轮的灵活性和填料处的渗漏情况;电动阀门应按要求调好限位开关试压运转后,进行单面受压条件下开启,阀门的两面都应进行单面受压条件下的开启,开启压力应不小于设计压力。不合格的阀门不应使用。
- 4) 止回阀、截止阀可按流向进行强度和密封试验。止回阀应按逆流向做密封试验、顺流向做强度试验,截止阀可按顺流向进行强度和密封试验。
- 5) 阀门试压合格后,应排除内部积水(包括中腔),密封面应涂保护层,关闭阀门,封闭出入口,并填写阀门试压记录。

4 安全阀安装前应检查其铅封是否完好,并检查有资格的检验部门出具的报告。

5 液压球阀驱动装置,应按出厂说明书进行检查,压力油应在油标 2/3 处,各部驱动灵活。

6 检查电动阀门的传动装置和电动机的密封、润滑部分,使其传动和电气部分灵活,并调试好限位开关。

#### 4.2.14 撬装设备应符合下列要求:

1 制造厂应提供出厂合格证、质量证明文件,使用说明书、试压记录。

2 撬装内设备应完好,尺寸应符合设计规定。撬装设备内控制箱、仪表、管路、阀门、元器件应符合设计要求。

3 按本规范第 4.2.7 条的规定,对撬装设备进出接口法兰进行检查并予以保护。

### 4.3 材料、管道附件、撬装设备的储存

#### 4.3.1 材料的储存应符合下列要求:

1 对已验收的钢管应分规格和材质分层同向码垛,分开堆放,堆放高度应保证钢管不失稳变形,且最高不应超过 3m。底层钢管应垫软质材料,并加防滑楔子。垫起高度为 200mm 以上。

2 钢管装卸应使用专用吊具,轻吊轻放。吊钩应有足够强度并防滑。装卸过程中应注意保护管口不受损伤。

3 检验合格的防腐管应根据规格、防腐等级,同向分类码垛堆放,防腐(保温)管之间、底层宜垫软质材料并加防滑楔子。

4 检验合格的焊接材料、防腐材料应分类入库存放。库房应做到通风、防潮、防雨、防霜、防油类侵蚀。

5 各类防腐、保温材料应分类存放,易挥发的材料要密闭存放,库房应保持干燥、通风。

4.3.2 管道组成件及管道支撑件在施工过程中应妥善保管,不得混淆或损坏,其色标或标记应明显清晰。材质为不锈钢、有色金属的管道组成件及管道支撑件,在储存期间不得与碳素钢接触。暂时不能安装的管道,应封闭管口。

4.3.3 管道附件的储存应符合下列要求:

1 验收合格的管件应分类存放,应保证管件的坡口不受损伤。

2 弯头、弯管、异径管、三通应采取防锈、防变形措施。

3 绝缘接头、绝缘法兰、法兰、垫片、盲板、应存放在库房中并加以保护,并应保证法兰的结合面不受损伤。

4.3.4 阀门、撬装设备宜原包装存放,随机工具、备件、资料应分类造册,妥善保存。



## 5 下料与加工

### 5.1 钢管下料

**5.1.1** 在设计压力大于 6.4MPa 条件下使用的钢管,其切断与开孔宜采用机械切割;在设计压力小于或等于 6.4MPa 条件下使用的钢管可采用火焰切割,切割后必须将切割表面的氧化层除去,消除切口的弧形波纹。坡口加工应根据设计和焊接工艺规程规定的坡口型式加工。坡口加工完成后如有机械加工形成的内卷边,应清除整平。

**5.1.2** 合金钢管不宜采用火焰加工,不锈钢钢管应采用机械或等离子方法切割。

**5.1.3** 钢管切口质量应符合下列要求:

1 切口表面应平整,无裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等。

2 切口端面倾斜偏差  $\Delta$ (图 5.1.3)不应大于钢管外径的 1%,且最大不超过 3mm。

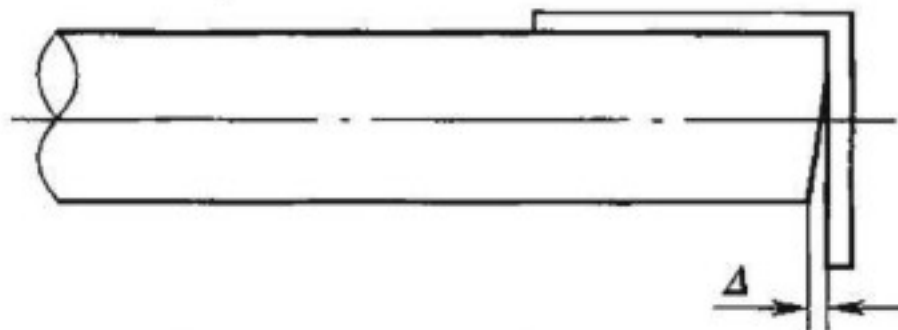


图 5.1.3 切口端面倾斜偏差

**5.1.4** 钢管因搬运堆放造成的弯曲,使用前应进行校直,其直线度每米不超过 1.5mm,全长不超过 5mm。

**5.1.5** 管端的坡口型式及组对尺寸应符合设计要求,设计无要求时应符合本规范附录 A 的规定。

5.2 管 件 加 工

5.2.1 II形弯管的平面度允许偏差  $\Delta$  应符合表 5.2.1 和图 5.2.1的要求。

表 5.2.1 II形弯管的平面度允许偏差  $\Delta$ (mm)

长 度	<500	500~1000	>1000~1500	>1500
$\Delta$	$\leq 3$	$\leq 4$	$\leq 6$	$\leq 10$

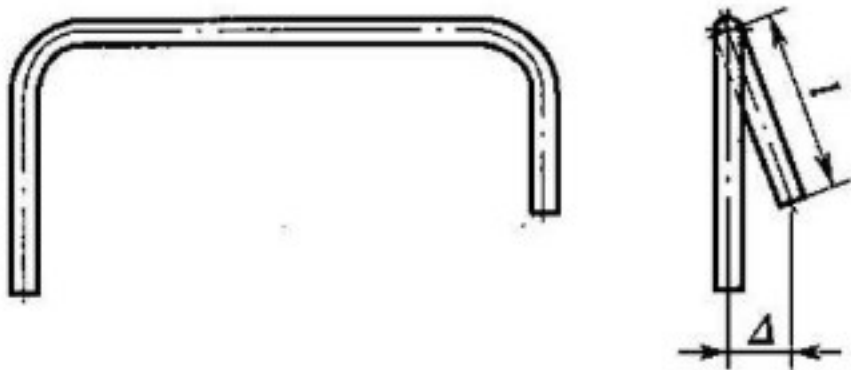


图 5.2.1 II形弯管平面度允许偏差  $\Delta$

5.2.2 汇管的制作及其质量应符合下列要求：

- 1 汇管宜选择预制成成品件。现场制作时,汇管母管宜选择整根无缝钢管或直缝钢管,不应采用螺旋焊缝钢管;采用直缝钢管对接时,纵缝应错开 100mm 以上。
- 2 汇管母管划线应符合下列要求：
  - 1)固定母管划出中心线;
  - 2)按设计要求的间距划出开孔中心和开孔线。
- 3 汇管组对时,应首先进行子管与法兰的组对。母管与子管组对时,应先组对两端子管,使之相互平行且垂直于母管,然后以两子管为基准组对中间各子管。
- 4 汇管组对时,子管与母管的组对采用支管座的方式与母管连接。当子管公称直径小于或等于 200mm 时,定位焊 4 点;当子管的公称直径大于 200mm 时,定位焊 6 点,并均匀分布。
- 5 汇管组对的允许偏差应符合表 5.2.2 的要求。

表 5.2.2 组对允许偏差

序号	项 目			允许偏差(mm)
1	母管总长			±3
2	子管间距			±1
3	子管与母管两中心线的相对偏移			±1.5
4	子管法兰接管长度			±1.5
5	法兰水平度或垂直度	子管直径(mm)	≤300	≤1
			>300	≤2
6	母管直线度	母管公称直径 (mm)	≤100	≤L/1000,最大 15
			>100	≤2L/1000,最大 15

注:L 为母管长度(m)。

6 封头组对前,应将汇管内部清理干净,组对焊接应符合设计要求。

7 汇管焊接质量应符合本规范第 7.4 节的规定。

5.3 管道单元预制

5.3.1 管道单元预制应在钢制平台上进行。平台尺寸应大于管道预制件的最大尺寸。

5.3.2 管道预制宜按管道系统单线图实施。

5.3.3 管道预制宜按单线图规定的数量、规格、材质选配管道附件,并宜按单线图标明管道系统号和按预制顺序标明各组成件的顺序号。

5.3.4 当采用单件或小单元预制时,应符合下列要求:

1 自由管段和封闭管段的选择应满足现场运输吊装和安装的条件,封闭管段应按现场实测后的安装长度加工。

2 自由管段的长度加工尺寸允许偏差为±10mm。

3 封闭管段的长度加工尺寸允许偏差为±1.5mm。

5.3.5 当采用组合件预制时,应符合下列要求:

1 管件组合的每个方向总长度尺寸允许偏差为±5mm。

2 管件组合的间距尺寸允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ 。

3 管件组合的角度尺寸允许偏差每米为 $\pm 3\text{mm}$ ,管端尺寸最大允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

4 管件组合的支管和主管横向的中心尺寸允许偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

**5.3.6** 管道单元预制件的组装、焊接和检验,应符合本规范第6章、第7章的有关规定。

**5.3.7** 预制完毕的管道单元预制件,应将内部清理干净,并应及时封闭管口。

## 6 管道安装

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 管道安装前,应对管道安装区域内的埋地管道与埋地电缆、给排水管道、地下设施、建筑物预留孔洞位置进行核对。
- 6.1.2 与管道安装相关的土建工程应经验收合格,达到安装条件。
- 6.1.3 工艺管道所用钢管、管道附件及其他预制件等符合本规范第4.2节的规定。
- 6.1.4 管架、管墩的坡向、坡度应符合设计要求。
- 6.1.5 钢管、管道附件内部应清理干净。安装工作有间断时,应及时封堵管口或阀门出入口。
- 6.1.6 焊缝质量的检验应符合本规范第7.4节的规定。
- 6.1.7 管道开口不应在管道焊缝位置,且应避开焊缝热影响区。

### 6.2 管道安装

- 6.2.1 对预制的管道应按管道系统编号和顺序号进行对号安装。
- 6.2.2 管道、管道附件、设备等连接时,不得强力组对。
- 6.2.3 安装前应对阀门、法兰与管道的配合进行检查,并应符合下列要求:
  - 1 对焊法兰与钢管配对焊接时,检查其内径是否相同。如不同,应按本规范第5.1.5条要求开内坡口。
  - 2 检查平焊法兰与钢管规格和圆滑过渡情况。
  - 3 检查法兰与阀门法兰配合情况以及连接件的长短。
- 6.2.4 坡口加工应符合本规范第5.1.5条要求。
- 6.2.5 钢管对接时,错边量应符合表6.2.5的要求。



表 6.2.5 钢管错边量(mm)

管 壁 厚	内壁错边量	外壁错边量
>10	1.1	2.0~2.5
5~10	0.1 壁厚	1.5~2.0
<5	0.5	0.5~1.5

6.2.6 异径管直径应与其相连接管段一致,错边量不应大于 1.5mm。

6.2.7 公称直径大于 200mm 的管道,管道组对时宜采用对口器。使用外对口器时,当根焊完成管道周长的 50%以上且均匀分布时才能拆除对口器;使用内对口器时,当根焊全部完成后才能拆除对口器。

6.2.8 钢管端口圆度超标时应进行校圆。校圆时宜采用整形器调整,不应用锤击方法进行调整。

6.2.9 管道组对时应检查平直度,见图 6.2.9,在距接口中心 200mm 处测量,当钢管公称直径小于 100mm 时,允许偏差为  $\pm 1\text{mm}$ ;当钢管公称直径大于或等于 100mm 时,允许偏差为  $\pm 2\text{mm}$ ,但全长允许偏差均为  $\pm 10\text{mm}$ 。

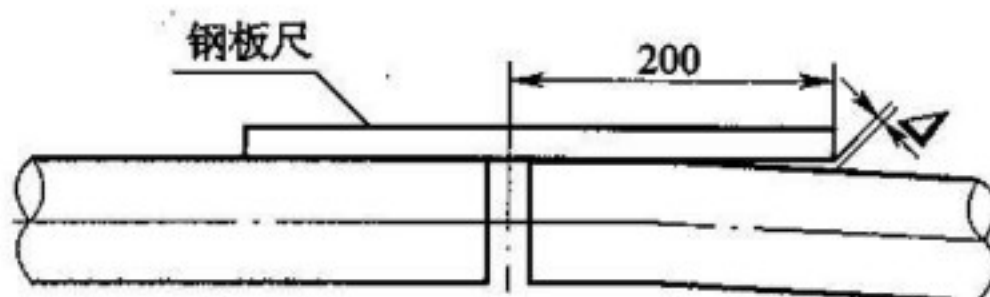


图 6.2.9 管道对口平直度检查

6.2.10 管道对接焊缝位置应符合下列要求:

1 直管段上两对接焊口中心面间的距离不得小于钢管 1 倍公称直径,且不得小于 150mm。

2 管道对接焊缝距离支吊架应大于 50mm,需热处理的焊缝距离支吊架应大于 300mm。

3 管道对接焊缝距离弯管(不包括压制、热推或中频弯管)起



点应大于 100mm,且不得小于管子外径。

4 直缝管的直焊缝应位于易检修的位置,且不应在底部。

5 螺旋缝焊接钢管对接时,螺旋焊缝之间应错开 100mm 以上。

6.2.11 钢管在穿建(构)筑物时,应加设保护管。保护管中心线应与管线中心线一致,且建(构)筑物内隐蔽处不应有对接焊缝。

6.2.12 管道安装允许偏差值应符合表 6.2.12 的要求。

表 6.2.12 管道安装允许偏差(mm)

项 目		允 许 偏 差	
坐标	架空	±10	
	地沟	±7	
	埋地	±20	
标高	架空	±10	
	地沟	±7	
	埋地	±20	
平直度	DN≤100	≤2L/1000	最大 40
	DN>100	≤3L/1000	最大 70
铅垂度		≤3H/1000	最大 25
成排	在同一平面上的间距	±10	
交叉	管外壁或保温层的间距	±7	

6.2.13 管道在地沟中安装应符合下列规定：

1 同一地沟内有数根管道时,应自下而上依次分层进行;在同层中,宜先安装大管后小管。

2 管道外壁(包括保温层或防腐层厚度)与地沟壁、沟底面的距离应符合设计要求,设计无要求时,可参考表 6.2.13。

表 6.2.13 管道外壁与地沟壁、沟底面的距离(mm)

公称直径	≤100	125	150	200	250	300	350	400	≥500
与地沟壁距离	85	85	90	90	95	95	110	135	150
与沟底面距离	200	200	200	200	200	250	250	250	250

**6.2.14** 连接动设备的管道,其固定焊口应远离动设备,并在固定支架以外。对不允许承受附加外力的动设备,管道与动设备的连接应符合下列要求:

1 管道在自由状态下,检查法兰的平行度和同心度,允许偏差应符合表 6.2.14 的规定。

表 6.2.14 法兰平行度、同心度允许偏差和设备位移

机泵转速(r/min)	平行度(mm)	同心度(mm)	设备位移(mm)
3000~6000	$\leq 0.10$	$\leq 0.50$	$\leq 0.50$
>6000	$\leq 0.05$	$\leq 0.20$	$\leq 0.02$

2 紧固螺栓时,应在设备主轴节上用百分表观察设备位移,其值应符合表 6.2.14 的规定。

**6.2.15** 法兰密封面应与钢管中心垂直。当公称直径小于或等于 300mm 时,在法兰外径上的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ ;当公称直径大于 300mm 时,在法兰外径上的允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。检查示意图见图 6.2.15。

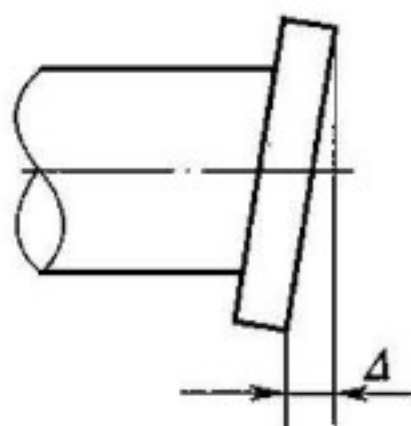


图 6.2.15 预制管段偏差

**6.2.16** 法兰螺孔应对称安装。管道的两端都有法兰时,将一端法兰与管道焊接后,用水平尺找平,另一端也同样找平。平孔不平度应小于 1mm。

**6.2.17** 管端与平焊法兰密封面的距离应为钢管壁厚加 2mm~3mm。

**6.2.18** 法兰连接时应保持平行,其允许偏差应小于法兰外径的 1.5%,且不大于 2mm。垫片应放在法兰密封面中心,不应倾斜或突入管内。梯槽或凹凸密封面的法兰,其垫片应放入凹槽内部。

**6.2.19** 每对法兰连接应使用同一规格螺栓,安装方向一致。螺栓对称拧紧。

**6.2.20** 法兰螺栓拧紧后,两个密封面应相互平行,用直角尺对称检查,其间隙允许偏差应小于 0.5mm。

**6.2.21** 法兰连接应与管道保持同轴,其螺栓孔中心偏差不超过孔径的 5%,并保持螺栓自由穿入。法兰螺栓拧紧后应露出螺母以外 0~3 个螺距,螺纹不符合规定的应进行调整。

**6.2.22** 螺纹法兰拧入螺纹短节端时,应使螺纹倒角外露,金属垫片应准确嵌入密封座内。

**6.2.23** 撬装设备安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的相关规定。

### 6.3 阀门安装

**6.3.1** 阀门安装前,应检查阀门填料,其压盖螺栓应留有调节余量。

**6.3.2** 阀门安装前,应按设计文件核对其型号,复核产品合格证及试验记录。

**6.3.3** 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。

**6.3.4** 当阀门与管道以焊接方式连接时,阀门不得关闭,焊缝底层宜采用氩弧焊。

**6.3.5** 阀门安装时,按介质流向确定其阀门的安装方向,应避免强力安装。在水平管段上安装双闸板闸阀时,手轮宜向上。一般情况下,安装后的阀门手轮或手柄不应向下,应视阀门特征及介质流向安装在便于操作和检修的位置上。

**6.3.6** 阀门安装后的操作机构和传动装置应动作灵活,指示准确。

**6.3.7** 安全阀应垂直安装。

### 6.4 管道附件制作、安装

**6.4.1** 管道附件制作的尺寸应符合设计要求,其外观应整洁,表



面无毛刺、铁锈,焊缝外形平整饱满,无凹陷、裂纹、漏焊及表面气孔等缺陷,表面焊渣应清理干净。

#### 6.4.2 管道支、吊架的安装应符合下列要求:

- 1 管道的支架、托架、吊架、管卡的类型、规格应符合设计要求。
- 2 管道支、吊架安装前要进行标高和坡降放线测量,固定后的支、吊架位置应正确,安装应平整、牢固,与管道接触良好。
- 3 固定支架应按设计要求安装。
- 4 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整,不应有歪斜和卡涩现象。其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移,偏移量应为设计计算的  $1/2$  或按设计规定。
- 5 支、吊架焊接应由有资格的焊工施焊。管道与支吊架焊接时,焊缝外形应平整饱满,不应有咬边、烧穿现象。
- 6 临时支架焊接不应伤及主材。

#### 6.4.3 膨胀节的预拉伸应符合下列规定:

- 1 膨胀节预拉伸应符合设计规定。
- 2 预拉伸区各固定支架安装牢固,各固定支架间所有焊缝(冷拉接头除外)焊接完毕并经检验合格,需做热处理的焊缝应做完热处理。
- 3 所有支、吊架已装设完毕,冷拉接头附近吊架的吊杆应预留足够的调整余量;弹簧支、吊架应按设计值预压缩并临时固定。
- 4 管线倾斜方向及倾斜度均应符合设计要求。
- 5 法兰与阀门连接螺栓应拧紧。
- 6 膨胀节预拉伸后,焊缝应经检验合格,需做热处理的焊缝应做完热处理后,方可拆除拉具。

#### 6.4.4 波纹膨胀节安装应符合下列要求:

- 1 波纹膨胀节应按设计文件规定进行预拉伸,受力应均匀。
- 2 波纹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,在竖直管道上应置于上部。
- 3 波纹膨胀节应与管道保持同轴,不应偏斜。
- 4 安装波纹膨胀节时,应设临时约束装置,待管道安装固定

后再拆除临时约束装置。

#### 6.4.5 球型膨胀节安装应符合下列要求：

- 1 球型膨胀节安装前,应将球体调整到所需角度,并与球心距管段组成一体。
- 2 球型膨胀节的安装应紧靠弯头,使球心距长度大于计算长度。
- 3 球型膨胀节的安装方向,宜按介质从球体端进入,由壳体端流出安装。
- 4 垂直安装球型膨胀节时,壳体端应在上方。
- 5 球型膨胀节的固定支架或滑动支架,应按照设计要求施工。
- 6 运输、装卸球型膨胀节时,应防止碰撞,并应保持球面清洁。
- 7 膨胀节、波纹膨胀节应按设计要求进行预拉压,受力应均匀,安装完成后,应拆除运输拉杆和限位拉杆。

#### 6.4.6 绝缘法兰的安装应符合下列要求：

- 1 安装前,应对绝缘法兰进行绝缘试验检查,其绝缘电阻应不小于  $2\text{M}\Omega$ 。
- 2 两对绝缘法兰的电缆线连接应符合设计要求,并应做好电缆线及接头的防腐,金属部分不应裸露于土中。
- 3 绝缘法兰外露时,应有保护措施。

#### 6.4.7 静电接地安装应符合下列要求：

- 1 有静电接地要求的管道,各段钢管间应导电。必要时,应设导线跨接。当每对法兰或螺纹接头间电阻值超过  $0.03\Omega$  时,应设导线跨接。
- 2 管道系统的对地电阻值超过  $100\Omega$  时,应设两处接地引线。接地引线宜采用铝热焊形式。
- 3 有静电接地要求的不锈钢管道,导线跨接或接地引线不应与不锈钢管道直接连接,应采用不锈钢板过渡。
- 4 用作静电接地的材料或零件,安装前不得涂漆。导电接触面必须除锈并紧密连接。
- 5 静电接地安装完毕后,必须进行测试,电阻值超过规定时,应进行检查与调整。



## 7 焊 接

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 站内工艺管道焊接适用的方法包括焊条电弧焊、半自动焊、自动焊或上述方法的组合。

7.1.2 焊接设备的性能应满足焊接工艺要求,并具有良好的工作 and 安全性能。

7.1.3 工艺管道焊接中异种钢、不锈钢管道焊接应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定执行,其余钢种焊接应按现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的有关规定执行。

7.1.4 工艺管道焊接中对所使用的任何钢种、焊接材料和焊接方法都应进行焊接工艺评定。异种钢、不锈钢管道焊接工艺评定应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定,其余钢种焊接工艺评定应符合现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的有关规定。并根据合格的焊接工艺评定编制焊接作业指导书。

7.1.5 从事本规范适用范围内管道工程施工的焊工应取得国家相应部门颁发的特殊作业人员资格证书,所从事工作范围应与资格证书相符。

7.1.6 焊工应经考试合格后方可上岗实施作业。

7.1.7 在以下气候环境中,如无有效的防护措施时,不应进行焊接作业:

- 1 雨雪天气。
- 2 大气相对湿度超过 90%。
- 3 焊条电弧焊、埋弧焊、自保护药芯焊丝半自动焊,风速大于

8m/s;气体保护焊,风速超过 2m/s。

4 环境温度低于焊接规程中规定的温度。

7.1.8 对不合格焊缝的返修,应制定返修工艺;同一部位的返修次数不得超过两次。异种钢、不锈钢管道返修工艺应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的要求执行,其余钢种返修工艺应按现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的要求执行。

## 7.2 焊接材料

7.2.1 焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂、焊接用气体及电极等。

7.2.2 焊接材料的检查应符合下列规定:

- 1 质量证明文件应符合相应标准的要求。
- 2 包装应完好,无破损。
- 3 产品外表面不得被污染,无影响焊接质量的缺陷。
- 4 识别标志清晰、牢固,并与实物相符。
- 5 焊接材料的检验应符合有关标准的规定。

7.2.3 焊条、焊丝、焊剂应储存在清洁干燥的库房内,距墙面及地面不得小于 300mm,储存环境的相对湿度不得大于 60%。施工现场的焊接材料储存场所及烘干、去污设施,应符合国家现行标准《焊条质量管理规程》JB 3223 的规定,并应建立保管、烘干、发放制度。

7.2.4 焊接材料应满足下列要求:

1 焊条应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定。

2 焊丝应符合国家现行标准《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092、《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB 8110、《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB 12470 的规定,焊丝的外观应符合下列规定:

1)焊丝表面应光滑、清洁,不应有毛刺、划痕、锈蚀和氧化皮等。

2) 焊丝表面的镀铜层要均匀牢固, 不应出现起鳞、剥离现象。

3 焊接用气体应符合下列规定:

1) 氩弧焊所采用的氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的规定, 且纯度不应低于 99.96%, 含水量小于 20mg/L。

2) 二氧化碳气体保护焊采用的二氧化碳气体纯度, 不应低于 99.5%, 含水量不应超过 50mg/L。

3) 氧乙炔焊所采用的氧气纯度不应低于 99%, 乙炔气的纯度和气瓶中的剩余压力应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的规定。

4) 充氮气保护的氮气纯度不应低于 99.5%, 含水量小于 50mg/L。

4 手工钨极氩弧焊宜采用铈钨极。

5 埋弧焊采用的焊剂应符合现行国家标准《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293 及《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470 的规定。

7.2.5 焊条、焊丝在使用前应按产品说明书进行烘干, 并应在使用过程中保持干燥。产品说明书无要求时, 可按以下要求进行:

1 低氢型焊条烘干温度为  $350^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ , 恒温时间为 1h~2h; 焊接现场应设恒温干燥箱(筒), 温度控制在  $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ , 随用随取; 当天未用完的焊条应收回, 重新烘干后使用, 重新烘干次数不应超过两次。

2 纤维素焊条在包装良好无受潮时, 可不烘干; 若受潮时应进行烘干, 烘干温度为  $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ , 烘干时间为 0.5h~1h。

3 不锈钢焊条应根据表 7.2.5 的要求进行烘干。

表 7.2.5 不锈钢焊条烘干温度和时间

牌 号	烘 干 条 件
钛钙型药皮	$200^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$
低氢型药皮	$200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$

4 焊丝使用前应清除其表面的油污、锈蚀等。



**7.2.6** 二氧化碳气体使用前应预热和干燥；当瓶内气体压力低于 0.98MPa 时，应停止使用。

### 7.3 焊 接

**7.3.1** 管道坡口加工和组对应符合本规范第 5.1.5 条的规定。

**7.3.2** 焊件组对前应将坡口及其内外侧表面不小于 10mm 范围内的油、漆、垢、锈、毛刺及镀锌层等清除干净，且不得有裂纹、夹层等缺陷。

**7.3.3** 焊前预热应符合下列要求：

1 有预热要求时，应根据焊接工艺规程规定的温度进行焊前预热。

2 当焊接两种具有不同预热要求的材料时，应以预热温度要求高的材料为准。

3 焊前预热的加热范围，应以焊缝中心为基准每侧不应小于焊件厚度的 3 倍，且不小于 50mm，设计有要求时，按设计要求执行。预热温度宜使用远红外线测温仪等测量仪器进行测量。测温点的部位和数量应合理，测温仪表应经计量检定合格。

4 管口应均匀加热，防止局部过热。焊件内外壁温度应均匀。

5 焊道层间温度应符合焊接作业指导书的要求。

6 当采用钨极氩弧焊打底时，焊前预热温度可按表 7.3.3 的规定执行。

表 7.3.3 常用管材焊前预热温度

管 材 类 别	名 义 成 分	管 材 牌 号	焊前预热温度(℃)
碳素钢	C	10,15,20,25	550~600
中低合金钢	C-Mn	16Mn	550~600
		16MnR	
	C-Mn-V	09MnV	550~650
		15MnV	550~650
	C-Mo	16Mo	550~600

续表 7.3.3

管 材 类 别	名 义 成 分	管 材 牌 号	焊前预热温度(℃)
中低合金钢	C-Cr-Mo	12CrMo	550~600
		15CrMo	650~700
		12Cr2Mo	650~710
		5Cr1Mo	650~710
		9Cr1Mo	650~710
	C-Cr-Mo-V	12Cr1MoV	650~710
	C-Ni	2.25Ni	550~600
		3.5Ni	550~580

7.3.4 在焊接过程中出现焊条药皮脱落、发红或严重偏弧时应立即更换。

7.3.5 施焊时严禁在坡口以外的管壁上引弧,焊接地线与钢管应有可靠的连接方式,并应防止电弧擦伤母材。

7.3.6 管道焊接时根焊应熔透,内成型应良好。层间焊间隔时间应符合焊接工艺规程要求。

7.3.7 对含铬量大于或等于 3%或合金元素总含量大于 10%的焊件,氩弧焊打底焊接时,焊缝内侧应充氩气或其他保护气体,或采取其他防止内侧焊缝金属被氧化的措施。

7.3.8 焊接时应采取合理的施焊方法和施焊顺序。

7.3.9 施焊过程中应保证起弧和收弧处的质量,收弧时应将弧坑填满。多层焊的层间接头应错开。

7.3.10 管子焊接时,应防止管内气体流速过快。

7.3.11 除工艺或检验要求需分次焊接外,每条焊缝宜一次连续焊完,当因故中断焊接时,应根据工艺要求采取保温缓冷或后热等防止产生裂纹的措施,再次焊接前应检查焊层表面,确认无裂纹后,方可按原工艺要求继续施焊。

7.3.12 需预拉伸或预压缩的管道焊缝,组对时所使用的工卡具应在整个焊缝焊接及热处理完毕并经检验合格后方可拆除。



7.3.13 低温钢、奥氏体不锈钢、耐热耐蚀高合金钢以及奥氏体与非奥氏体异种钢接头焊接及热处理应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

7.3.14 每道焊口完成后,应清除表面焊渣和飞溅。

7.3.15 完成焊口应做标记,使用记号笔或白色路标漆书写或喷涂方法在焊口下游 100mm 处以按照工艺分区、管道直径和壁厚进行标识,并在竣工轴测图上记录。

7.3.16 定位焊缝应符合下列规定:

1 焊接定位焊缝时,应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺,并应由合格焊工施焊。

2 定位焊缝的长度、厚度和间距可按表 7.3.16-1 管道定位焊缝尺寸和表 7.3.16-2 管道定位焊缝尺寸规定执行。

表 7.3.16-1 管道定位焊缝的位置与数量

公称直径 $DN(\text{mm})$	位置与数量
$DN \leq 50$	对称 2 点
$50 < DN \leq 150$	均布 2 点~3 点
$150 < DN \leq 200$	均布 3 点~4 点

表 7.3.16-2 管道定位焊缝尺寸

壁厚 $\delta(\text{mm})$	$\delta < 3$	$3 \leq \delta < 5$	$5 \leq \delta < 12$	$\delta \geq 12$
焊缝长度(mm)	6~9	8~13	12~17	14~20
焊缝高度(mm)	2	2.5	3~5	$\leq 6$

3 在焊接根部焊道前,应将定位焊缝表面的氧化膜清理干净,并进行检查,当发现缺陷时,应予以处理;焊接前应将定位焊缝其两端修整成缓坡形。过桥定位焊缝(根部上面)应予去除。

4 定位焊采用电弧焊时,不应在焊缝交叉处或急剧变向处施焊,应避开该处 50mm 左右。当环境温度较低时,应对焊件进行

预热,并加大定位焊缝长度。定位焊焊接电流比正式焊接电流大10%~15%,以保证焊透。当含碳量大于0.25%或厚度大于16mm的焊件在低温环境下定位焊后,应尽快进行打底焊,否则应采取后热缓冷措施。

## 7.4 焊缝检验与验收

**7.4.1 管道对接焊缝和角焊缝应进行100%的外观检查,外观检查应符合下列规定:**

1 焊缝上的焊渣及周围飞溅物应清除干净,焊缝表面应均匀整齐,不应存在有害的焊瘤、凹坑等。

2 对接焊缝允许错边量不应大于壁厚的12.5%,且小于3mm。

3 对接焊缝表面宽度应为坡口上口两侧各加宽0.5mm~2mm。

4 对接焊缝表面余高应为0mm~2mm,局部不应大于3mm且长度不应大于50mm。

5 角焊缝的边缘应平缓过渡,焊缝的凹度和凸度不应大于1.5mm,两焊脚高度差不宜大于3mm。

6 盖面焊道深度不应大于管壁厚的12.5%,且不应超过0.5mm。咬边深度小于0.3mm的,任何长度均为合格。咬边深度在0.3mm~0.5mm之间的,单个长度不应超过30mm,在焊缝任何300mm连续长度内,咬边累计长度不应大于50mm。累计长度不应大于焊缝周长的15%。

7 焊缝表面不应存在裂纹、未熔合、气孔、夹渣、引弧痕迹及夹具焊点等缺陷。

**7.4.2 焊缝外观检查合格后方允许对其进行无损检测,无损检测应按现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109的规定进行,超出现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109适用范围的其他钢种的焊缝应按国家现行标准《承压**

设备无损检测》JB/T 4730.1~4730.6 的要求进行无损检测及焊缝缺陷等级评定。

**7.4.3** 从事无损检测的人员应取得国家有关部门颁发的无损检测资格证书。

**7.4.4** 无损检测检查的比例及合格验收的等级应符合下列要求：

1 管道焊缝应进行 100% 无损检测，检测方法应优先选用射线检测或超声波检测。管道最终的连头段、穿越段的对接焊缝应进行 100% 的射线检测和 100% 超声波无损检测。

2 管道焊缝进行射线检测和超声波检测时，设计压力大于 4.0MPa 为Ⅱ级合格，设计压力小于或等于 4.0MPa 为Ⅲ级合格。

3 磁粉检测或渗透检测应按现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的规定进行。

## 8 管沟开挖、下沟与回填

### 8.1 管沟开挖

8.1.1 管沟开挖前,应对地下的构筑物、电缆、管道等障碍物进行定位,在开挖过程中采取保护措施。

8.1.2 测量放线应按照设计文件的要求进行,并应按照管道水平中心线及管沟上口宽度,打好开挖管沟的边线桩,并标出开挖深度,用消石灰标出管沟的边界线。

8.1.3 当地质条件满足表 8.1.3 的要求,且在地下水位以上时,管沟可不设边坡。

表 8.1.3 不设边坡的管沟允许深度(m)

土质类别	允许深度
密实、中密的砂土和碎石类土	1.00
硬塑、可塑的轻亚黏土及亚黏土	1.25
硬塑、可塑的黏土及碎石类土	1.50
坚硬的黏土	2.00

8.1.4 当管沟开挖深度超过表 8.1.3 的规定时,深度在 5m 以内的可以不加支护进行管沟开挖,坡比按设计要求进行。若无设计要求时,可按表 8.1.4 执行。

表 8.1.4 深度 5m 内的管沟最陡边坡坡度(不加支撑)

土壤类别	最陡边坡坡度		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土(填充物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00



续表 8.1.4

土 壤 类 别	最陡边坡坡度		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的碎石类土(填充物为黏性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土(经降水)	1 : 1.00	—	—
硬质岩	1 : 0.00	1 : 0.00	1 : 0.00

8.1.5 对于深度超过 5m 的管沟,可以将坡度放缓一档,并采用阶梯式开挖,或采取支护办法挖沟。

8.1.6 管沟的弃土距离管沟边不小于 0.5m,高度不宜超过 1.5m。

8.1.7 单管敷设时,管底宽度应按管道公称直径加宽 300mm,但总宽不应小于 500mm;多管道同沟敷设时,管沟底宽应为两边管道外廓宽加 500mm。当沟底设置排水沟时,可适当加宽管底宽度;当采用沟下焊接时,应根据焊接的需要设置操作坑,操作坑的大小应以便于操作为宜。

8.1.8 石方段管沟应按管底标高加深 200mm;采用细砂或软土回填应到设计标高。

8.1.9 对管沟深度超挖部分应进行夯实处理。

8.1.10 管沟尺寸允许偏差应符合下列规定:

- 1 管沟中心线偏差为±100mm。
- 2 管底标高允许偏差为±100mm。
- 3 沟底宽度允许偏差为±100mm。

## 8.2 管道下沟

8.2.1 管道下沟前应完成以下工作:

1 清理沟内塌方和硬土(石)块,排除管沟内积水。如沟底被破坏(超挖、雨水浸泡等)或为岩石沟底,应用砂或软土铺垫。



2 对管沟进行复测,达到设计要求后方可进行管道下沟。

3 管道防腐层经电火花检漏仪检查,无破损。有破损或针孔应及时修补,检测电压应符合设计或现行有关标准的规定。

#### 8.2.2 管道下沟应符合下列要求:

1 管道下沟用吊具宜使用尼龙吊带,严禁直接使用钢丝绳。

2 管道下沟时,应避免与沟壁挂碰,必要时应在沟壁突出位置垫上木板或草袋,防止擦伤防腐层。管道放置到管沟设计位置,悬空段应用细土或砂填塞。

3 管道下沟时,应有专人统一指挥作业。下沟作业段的沟内不得有人,应采取有效的措施防止管道滚管。

### 8.3 管沟回填

#### 8.3.1 管沟回填前,应完成以下工作:

1 管道焊缝经无损检测合格。

2 外防腐绝缘层检漏合格。

3 隐蔽工程验收合格。

#### 8.3.2 管沟回填应符合下列要求:

1 管道悬空段应用细土或砂填塞。

2 按回填进程依次拆除沟壁的支撑,且不得塌方。

3 管道两侧应同时进行回填,并进行夯实,管顶以上 300mm 内应采用人工回填,其余部分可采用机械回填;回填土分层夯实,每层 200mm~300mm,夯实后的土壤密实度不低于原土的 90%。

4 管沟回填时,应先回填直管段,后回填弯曲管段。

#### 8.3.3 管道地沟应符合下列要求:

1 在进行地沟内管道安装前,应进行沟底清理,不得留有污物与杂物。

2 地沟管道施工完毕后,应再次清扫地沟,并经隐蔽工程检查合格后方可加盖地沟盖。

## 9 吹扫与试压

### 9.1 一般规定

9.1.1 系统和仪表、电气、机械、防腐等专业连接的零部件安装完毕后,在管道投产前应进行系统吹扫清洗和试压。

9.1.2 吹扫试压应制定方案,并应采取有效的安全措施,经审查批准后实施。

9.1.3 试压前应将压力等级不同的管道、不宜与管道一起试压的系统、设备、管件、阀门及仪器等隔开,分别试压。

9.1.4 水压试验时,应安装高点排空、低点排水阀门。

9.1.5 试压用的压力表应经过检定,并在有效期内,精度应不低于1.5级,表的量程应为被测压力(最大值)的1.5倍~2倍。压力表应不少于两块,分别置于管道的两端。试压中的稳压时间应在两端压力平衡后开始计算。气压试验时,应在试压管道的首、末端各安装一只温度计,且安装于避光处,温度计分度值应小于或等于1℃。试验压力应以高位置安装的压力表读数为准。

9.1.6 试压中如有泄漏,禁止带压修补。缺陷修补合格后,应重新试压。

9.1.7 试压介质的排放应选在安全地点。排放点应有操作人员控制和监视。试压介质为水时应沉淀后排放。当环境温度低于5℃时,应采取防冻措施。

9.1.8 试压完毕,应将管道内介质清扫干净。及时拆除所有临时盲板,核对记录,并填写管道试压记录。

### 9.2 吹扫与清洗

9.2.1 管道吹扫前应符合下列要求:

1 管道吹扫前,系统中节流装置孔板必须取出,调节阀、节流阀必须拆除。

2 不参与系统吹扫的设备及管道系统,应与吹扫系统隔离。

3 管道支架、吊架应牢固,必要时应进行加固。

9.2.2 吹扫冲洗时,应以设备、机器为分界线,将管道逐段吹扫冲洗。吹扫冲洗顺序宜先干线,后支线。冲洗管道后,管道内的水应排净。

9.2.3 吹扫冲洗时,工作介质是液体的宜用洁净水,工作介质是气体的宜用空气,有衬里的设备系统应选用经分离空气,扫线压力应小于管道设计压力。如采用蒸汽吹扫应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

9.2.4 冲洗奥氏体不锈钢管道系统时,水中氯离子含量不得超过25mg/L。

9.2.5 用空气吹扫时,宜利用生产装置的大型压缩机或大型储气罐,进行间断性吹扫。吹扫气流的速度应大于20m/s,但吹扫起点的压力最高不应超过管道设计压力。

9.2.6 管道系统在空气或蒸汽吹扫过程中,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。

9.2.7 用水冲洗时,宜以最大流量进行清洗,且流速不应小于1.5m/s。

9.2.8 水冲洗后的管道系统,应用目测方法检查排出口的水色和透明度,应以出入口的水色和透明度一致为合格。

9.2.9 有特殊清洗要求的管道系统,应按专门的技术规程进行处理。

9.2.10 采用压缩空气爆破膜法吹扫管道,应符合下列要求:

1 吹扫流程宜与工艺流程一致,在系统的上游应具有足够储气量,宜选择一直径较大、管段较长的管道作为储气管。爆破口宜在管道的最低部位,没有支撑及固定的爆破端在爆破前应加以固



定,泄压口前端 20m 范围内禁止行人走动及堆放易损物品。

2 爆破吹扫应有明显的警戒安全措施,并有专人看护,爆破压力应控制在 0.3MPa~0.5MPa 之间,并据此选择爆破膜的厚度和层数。爆破膜可选择厚度  $\delta=1.5\text{mm}$  的青稞纸,可通过安装不同层数来达到所选择的厚度。爆破膜厚度宜通过试验来取得,也可按表 9.2.10 进行选用。

表 9.2.10 爆破膜厚度选择表

管线规格	DN100~DN150	DN200~DN250	DN300~DN500	DN600~DN800
厚度(mm)	3	4.5	6	7.5

3 扫线前应截止或隔断管道沿线支管,避免形成死角,管道沿线不宜有变径管。

4 每条管道吹扫后在管道末端排气口用涂有白色油漆的靶板检查,以无铁锈、灰尘及其他杂物为合格。

### 9.3 强度及严密性试验

9.3.1 埋地管道应在下沟回填后进行强度和严密性试验;架空管道应在管道支吊装安装完毕并检验合格后进行强度和严密性试验。

9.3.2 强度试验应以洁净水为试验介质。特殊情况下,经建设单位(或监理)批准,可用空气作为试验介质。严密性试验宜采用气体进行试验。

9.3.3 输送介质为液体的严密性试验,试验介质应采用洁净水。输送介质为气体的严密性试验,试验介质应采用空气。

9.3.4 对奥氏体不锈钢试验所用的洁净水所含氯离子浓度不应超过 25mg/L;试验后,应立即将水清除干净,试验用水温度不应低于 5℃。

9.3.5 工艺管道以水为介质的强度试验,试验压力应为设计压力的 1.5 倍;以空气为介质的强度试验,试验压力应为设计压力的 1.15 倍。工艺管道严密性试验压力应与设计压力相同。

**9.3.6** 强度试验充水时,应安装高点排空、低点排水阀门,并应排净空气,使水充满整个试压系统,待水温和管壁、设备壁的温度大致相同时方可升压。

**9.3.7** 用水为介质做强度试验时,升压应符合下列要求:

1 升压应平稳缓慢,分阶段进行,液体压力试验升压次数应符合表 9.3.7-1 的规定。

**表 9.3.7-1 强度试验升压次数**

试验压力(MPa)	升压次数	各阶段试验压力百分数
$P \leq 1.6$	1	100%
$1.6 < P \leq 2.5$	2	50%, 100%
$2.5 < P < 10$	3	30%, 60%, 100%

2 依次升至各个阶段压力时,应稳压 30min;经检查无泄漏,即可继续升压。

3 升到强度试验压力值后,稳压 4h,合格后再降到设计压力,进行严密性试验。试验方法及合格标准见表 9.3.7-2。

**表 9.3.7-2 试验方法及合格标准**

检验项目	强 度	严密性
试验压力(MPa)	1.5 倍设计压力	1 倍设计压力
升压步骤	升压阶段间隔 30min, 升压速度不大于 0.1MPa/min	—
稳压时间(h)	4	24
合格标准	管道目测无变形、无渗漏, 压降小于或等于试验压力的 1%	压降小于或等于 试验压力的 1%

**9.3.8** 用空气为介质做强度试验时,升压应符合下列要求:

1 升压应缓慢分阶段进行,升压速度应小于 0.1MPa/min。

2 将系统压力升到试验压力的 10%,至少稳压 5min,若无渗漏,就缓慢升至试验压力的 50%;其后按逐次增加 10%的试验压力后,都应稳压检查,无泄漏及无异常响声方可升压。

3 当系统压力升到强度试验压力后,稳压 4h,合格后再降到



设计压力,进行严密性试验。试验方法及合格标准见表 9.3.8。

表 9.3.8 试验方法及合格标准

介 质	空 气	
检验项目	强度	严密性
试验压力(MPa)	1.15 倍设计压力	1 倍设计压力
升压步骤	分三次升压。升压值依次为试验压力的 10%、50%,逐次增加 10%的试验压力直至 100%,间隔 5min,升压速度不大于 0.1MPa/min	—
稳压时间(h)	4	24
合格标准	管道目测无变形、无泄漏	无泄漏

9.3.9 当采用气压试验并用发泡剂检漏时,应分段进行。升压应缓慢,系统可先升到 0.5 倍强度试验压力,进行稳压检漏,无异常无泄漏时再按强度试验压力的 10%逐级升压,每级应进行稳压并检漏合格,直至升至强度试验压力,经检漏合格后再降至设计压力进行严密性试验,经检查无渗漏为合格。每次稳压时间应根据所用发泡剂检漏工作需要的时间而定。

9.4 干 燥

9.4.1 输送天然气的管道吹扫试压后,应进行管道系统干燥。干燥前,应进行试压后扫水检验。站场内管道系统扫水检验以站场最低点排气口没有明水排出视为合格。

9.4.2 站场管道干燥可采用干空气干燥、真空干燥和液氮干燥法,管道干燥可进行分区干燥,将待干燥管道与其他的管道、设备等用盲板隔离,也可整体干燥。

9.4.3 固定干燥临时管道,应设置警戒区。

9.4.4 干空气干燥应符合下列要求:

- 1 进入管道的干空气温度不宜超过 50℃。
- 2 管道干燥末期,当管道出口处的空气露点达到-20℃的空气露点后,继续用露点低于-40℃的干空气对管段进行低压吹扫,

直到管道后半部分被较低露点的干空气完全置换,即可进行密闭实验。

3 当管道末端出口处的空气露点达到 $-20^{\circ}\text{C}$ 的空气露点时,关闭干燥管道两端阀门,将管道置于微正压( $50\text{kPa}\sim 70\text{kPa}$ )的环境下密闭  $8\text{h}\sim 12\text{h}$  后检测管线露点。

4 密闭试验后露点升高不超过  $5^{\circ}\text{C}$ ,且不高于 $-20^{\circ}\text{C}$ 的空气露点,为合格。

5 在干燥验收合格后,应向管道内注入压力为  $50\text{kPa}\sim 70\text{kPa}$  的干空气或氮气,其露点不低于 $-40^{\circ}\text{C}$ 干空气或氮气的露点,并保持管道密闭。

#### 9.4.5 真空干燥应符合下列要求:

1 真空干燥过程中,应随时记录管道内的负压值和温度值。

2 站场工艺管线真空干燥时,应采用抽气量相当的真空泵,应每隔  $2\text{h}$  检测管道温度,管道温度不应低于  $5^{\circ}\text{C}$ ,以防止管内结冰。

3 在真空干燥前将管道两端封闭,与外界空气隔绝。

4 启动真空泵降低管内压力,每  $15\text{min}$  记录一次管道压力值,当管道内压力降低到  $8\text{kPa}$  时,开始进行渗漏试验。

5 当管道内压力降低到  $8\text{kPa}$  时,关闭真空泵组,密闭  $4\text{h}$ ,观察是否有渗漏发生。如有渗漏发生,应计算渗漏进管道内气体的体积。若渗漏进管道内气体的体积与管道容积的比率大于  $1\%$  时,应修补渗漏点后继续对管道抽真空。

6 当管道内压力降低到  $0.8\text{kPa}\sim 0.6\text{kPa}$  时,管道内气体的露点温度相应为  $5^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$  空气的露点;当降到  $0.1\text{kPa}$  时,管道内气体的露点相应为 $-20^{\circ}\text{C}$ 空气的露点。

7 当管道内压力降到  $0.1\text{kPa}$  时,关闭真空泵组,密闭  $24\text{h}$ ,计算渗漏进管道内气体体积,当该体积不超过渗漏试验时所计算的体积的  $0.6$  倍,即为合格。否则,应继续进行抽真空操作,直至合格。

8 在干燥验收合格后,应向管道内注入压力为 50kPa~70kPa 的干空气或氮气,其露点不低于 $-40^{\circ}\text{C}$ 干空气或氮气的露点,并保持管道密闭。

#### 9.4.6 液氮干燥应符合下列要求:

1 液氮汽化器的流量值应根据工艺管道、设备的容积进行选择,一般每分钟不低于一次干燥分路管道总容量值的 0.5 倍;对于大型场站的工艺管道可根据不同区域分别吹扫。加热装置宜采用工业用电加热器或水套炉加热,功率不应小于 15kW。

2 液氮罐与汽化器的连接管道应使用低温软管法兰连接,汽化器至加热炉的管道连接宜用无缝钢管连接,加热器与待干燥的管道连接宜采用钢管或软管连接。

3 干燥设备连接完成后,缓慢开启液氮罐出口阀门,液氮经汽化器汽化后进入加热器中加热,加热器出口处氮气的温度应控制在 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间。

4 开启待干燥管道的进气阀门,对管道进行反复间断性吹扫,进气压力一般为 $0.3\text{MPa}\sim 0.5\text{MPa}$ 之间。

5 采用露点仪检测管道出口处气体的露点,露点温度合格后。关闭液氮罐出口阀门,保持压力为 50kPa~70kPa 的氮气,并对干燥合格的管道进行密封和标识。



## 10 防腐和保温

### 10.1 一般规定

10.1.1 埋地管道防腐补口、补伤和检漏方法应符合国家现行有关防腐标准规定。

10.1.2 管道应按设计要求进行管道防腐。架空管道宜进行现场防腐(涂漆)作业,埋地管道的防腐宜进行预制作业。

10.1.3 凡遇下列情况之一者,若不采取有效的措施,则不应进行防腐作业:

- 1 雨、雪、雾、强风天气。
- 2 环境温度低于  $5^{\circ}\text{C}$  或高于  $40^{\circ}\text{C}$ 。
- 3 灰尘过多。
- 4 被涂表面温度高于  $65^{\circ}\text{C}$ 。
- 5 环境相对湿度大于 85%。
- 6 钢管表面结露。

7 已防腐、保温预制完毕的管道,当环境温度低于防腐、保温材料的脆化温度时,不得起吊、运输和敷设。

10.1.4 保温材料及其制品应采取防潮、防水、防雷、防冻、防挤压变形(成型产品)措施。

### 10.2 防腐

10.2.1 钢材表面处理应符合下列要求:

1 钢管和管件在防腐、涂漆及补口前应进行表面处理,除锈等级宜达到 Sa2 级,锚纹深度宜达到  $40\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 。

2 喷砂时,应采取适当措施防止磨料进入钢管以及其他附属设备内部。



3 表面处理后,应进行检查,发现除锈等级不符合要求时,应重新处理,直到合格为止。

#### 10.2.2 涂漆应符合下列要求:

1 防腐涂漆施工宜采用喷涂、刷漆或滚涂,涂漆施工前,应先试涂。使用稀释剂等的种类和用量应符合有关标准的规定。涂漆应在生成浮锈前完成。

2 涂漆应完整、均匀,涂装道数和厚度应符合设计要求和国家现行有关防腐标准的规定。

3 涂漆超过一遍时,前后间隔时间应根据涂料性质确定,且不得超过 14h。若涂装间隔超过规定时间,应对涂层表面进行处理后才能进行下一道涂层的施工。底漆未干时不应进行下一道涂漆作业。

4 涂层质量如遇到下列情况时应进行修补:

- 1) 涂层干燥前出现皱纹或附着不牢。
- 2) 涂层完工后出现脱落、裂纹、气泡、透底、皱皮、流坠、色泽不一等。
- 3) 施工中涂层受到损伤。
- 4) 涂漆遗漏或小于设计厚度。

### 10.3 保 温

10.3.1 保温应在钢管表面质量检查及防腐合格后进行。根据保温材料的不同,保温施工可采用捆扎法、充填法、浇注法、喷涂法等施工方法进行。

10.3.2 对已保温的管段或构件,应妥善保护,局部磨损处应及时修补。

10.3.3 采用有机保温材料时,环境温度和原材料温度宜控制在  $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,发泡后应有熟化时间。施工前宜在现场同条件进行试验,观测发泡速度、孔径大小、颜色变化、裂纹和变形情况等。

10.3.4 采用管壳预制块保温时,预制块接缝应错开,水平管的接缝应在正侧面。多层组合时,应分层绑扎,内层宜采用薄胶带固定,外层宜采用镀锌铁丝,包装钢带等绑扎。每块保温材料绑扎不

得少于两道,绑扎间距应符合下列要求:

- 1 硬质保温材料不应大于 400mm。
- 2 半硬质保温材料不应大于 300mm。
- 3 软质保温材料不应大于 200mm。
- 4 不得采用螺旋式缠绕绑扎。

**10.3.5** 补口处的保温层应圆滑过渡,并应按照设计要求进行防水层施工。

**10.3.6** 阀门、法兰处的管道保温宜在法兰外侧预留出螺栓的长度加 20mm 间隙。

**10.3.7** 管托处的管道保温,应不影响管道的膨胀位移,且不损坏保温层。

**10.3.8** 保温层质量应符合下列要求:

1 毡、箔、布类保温材料或保温瓦应用相应的绑扎材料绑扎牢固,充填应密实,无严重凹凸现象,同轴度误差不大于 10mm,保温厚度应符合设计规定,保温材料的容重允许偏差为 5%。

2 玻璃钢做表面保护层时,应缠绕紧密,涂料涂敷后不得露出玻璃布纹。

3 泡沫保温层厚度应均匀,表面应光滑无开裂。

4 金属薄板做保护层时,咬缝应牢固,包裹应紧凑,外观平整,光线折射均匀。

5 保温层表面和伸缩缝的允许偏差应符合表 10.3.8 的规定。

表 10.3.8 保温层表面和伸缩缝的允许偏差

序号	项 目		允许偏差	检验方法
1	表面平整度	涂抹	5mm	用 1m 靠尺和塞尺检查
		卷材成型	5mm	
2	外保护层松紧度	成型品	不大于成型品的外周长	用卷尺检查
3	厚度		8%	用钢针插入检查
4	伸缩缝宽度		5%	用尺检查

**10.3.9** 毡、箔、布类保护层包缠施工前应对黏结剂做试样检验,

包缠搭接应粘贴严密,环缝和纵缝搭接尺寸不应小于 50mm。

**10.3.10** 采用金属外保护层时,环向活动缝应按照设计留置,施工接缝应上搭下,并按照规定嵌填密封剂或在接缝处包缠密封带。

**10.3.11** 采用玻璃钢外保护层时,施工温度不宜低于 18℃,相对湿度不宜大于 80%,缠绕时应控制展带和缠绕速度以及搭接尺寸,并控制压实度,以消除可见气泡。环向活动缝应按照设计留置,施工接缝应上搭下,并按照规定嵌填密封剂或在接缝处包缠密封带。

## 11 健康、安全与环境

**11.0.1** 施工应遵循国家和行业有关健康、安全与环境的法律、法规及相关规定。

**11.0.2** 应做好营地建设及职工的营养、医疗保健工作,做好职业病、地方病的防治工作。

**11.0.3** 对高温、寒冷天气等特殊条件应采取有效的防护措施。

**11.0.4** 施工人员上岗前应接受安全教育和培训,培训后上岗。

**11.0.5** 应配备符合劳动保护规定的防护用品。

**11.0.6** 施工中应采取措施,减少施工噪声、振动。

**11.0.7** 工程机械作业时,不应在机械作业的范围内进行其他无关工作;机械在行驶中,不应进行修理和调整工作。动力机械吊具应有防过卷装置。

**11.0.8** 施工中配电箱应放置在避水、干燥的地方,且接地良好。应设专人管理并定期检查、维修和保养。严禁私自乱接电源。电力装置应有良好的接地,并应安装防触电保护装置。

**11.0.9** 试压及清扫作业时,人员应在警戒区外。

**11.0.10** 夜间工作时,机械照明灯、指示灯应齐全、完好,作业现场应具备照明。

**11.0.11** 现场施工时应设立防火间距、消防通道和逃生通道,并配备消防器材。

**11.0.12** 作业区应设置安全警戒区,设立明显标识,防止无关人员进入施工场地,避免发生安全事故。作业区严禁吸烟。

**11.0.13** 高处作业时,应设有相应的安全保护装置,施工人员应佩带安全带。

**11.0.14** 高压线下作业时,应保证有足够的安全作业距离。



**11.0.15** 横过外露的管道、电缆、钢丝绳等障碍物时,应采取保护措施。

**11.0.16** 氧气、乙炔瓶应按 5m 安全距离摆放,并设有回火阻止器。

**11.0.17** 防止废弃物的泄漏、蒸发和渗漏。

**11.0.18** 施工生产过程中产生的污水、废气应满足排放要求,固体废弃物应分类存放。

**11.0.19** 动火要符合现行行业标准《石油工业动火作业安全规程》SY 5858—2004 的要求。

## 12 工程交工

**12.0.1** 当施工单位按合同规定的范围完成全部工程项目后,由建设单位组织施工单位和设计单位、监理单位共同对站内工艺管道进行检查和验收,验收合格后,应及时与建设单位办理交接手续。

**12.0.2** 站内工艺管道工程交工后,交工资料的编制应按照合同要求进行;如无要求时,施工单位应至少提供下列资料:

- 1 工程说明;
- 2 主要验收实物工程量表;
- 3 施工质量验收记录;
- 4 施工图设计修改通知单;
- 5 技术核定(联络)单;
- 6 防腐绝缘施工记录;
- 7 隐蔽工程检查验收记录;
- 8 设备、阀门、管件、焊材等原材料合格证;
- 9 阀门试压记录;
- 10 无损检测报告;
- 11 强度、严密性试验记录;
- 12 管道吹扫记录;
- 13 管道清洗记录;
- 14 工艺管道干燥记录(天然气管道);
- 15 竣工图。

# 附录 A 管道对接接头坡口型式

## A.1 不等壁厚管道对接坡口型式

不等壁厚管道对接坡口型式见图 A。

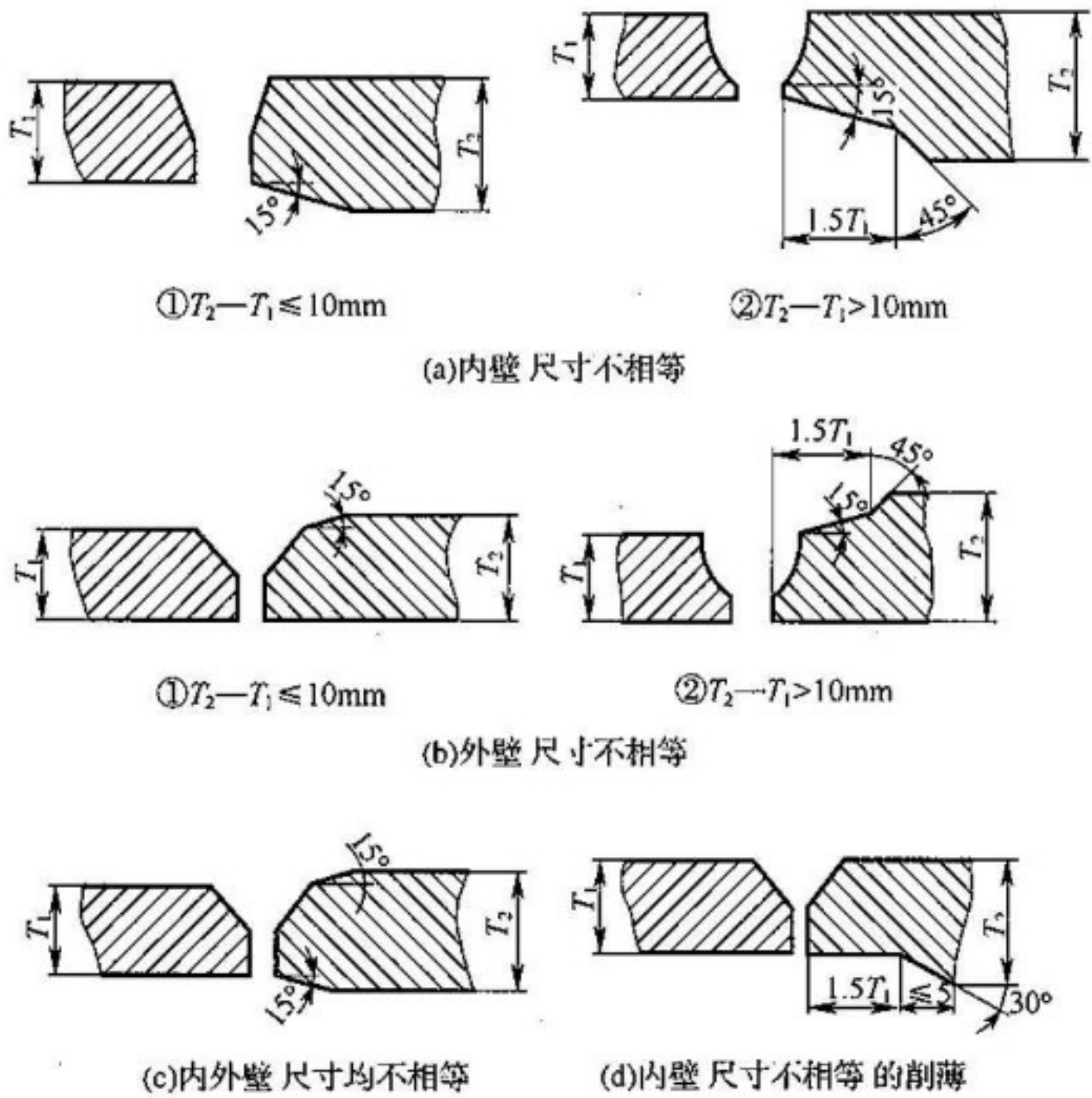


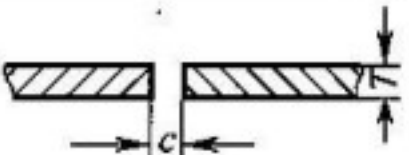
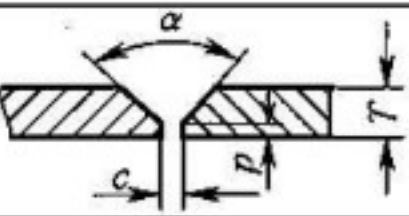
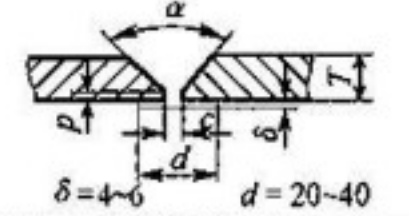
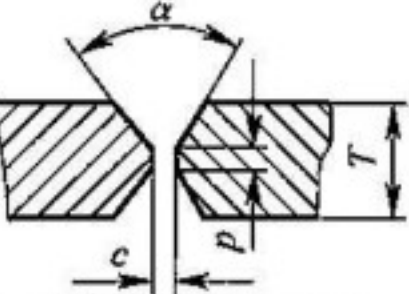
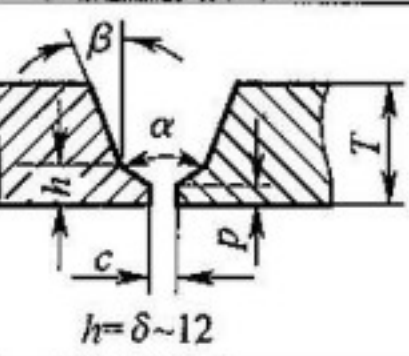
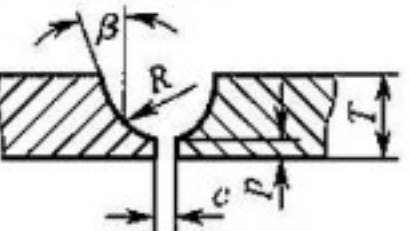
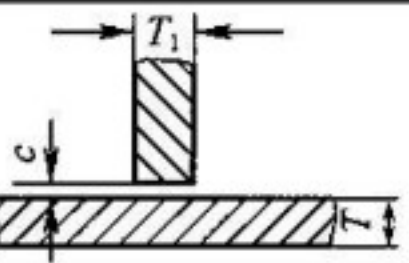
图 A 焊件坡口型式

注：用于管件且受长度条件限制时，图(a)①、(b)①和(c)中的 15°可改用 30°角。

A.2 等壁厚管道对接坡口型式

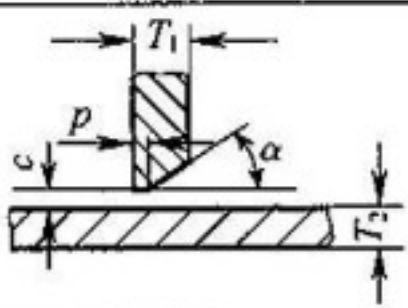
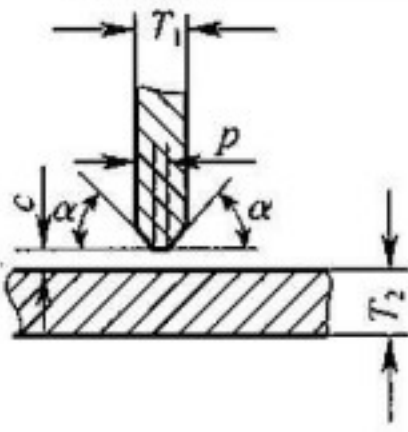
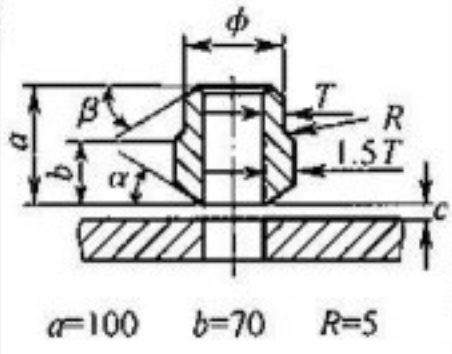
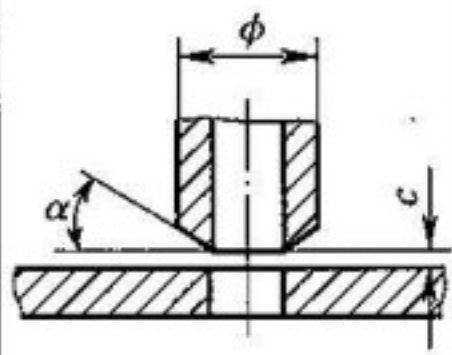
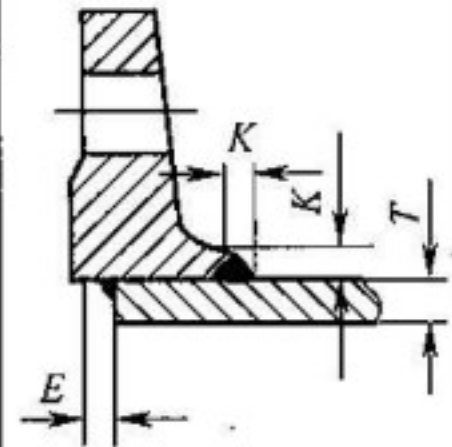
等壁厚管道对接坡口型式见表 A。

表 A 等壁厚管道对接坡口型式

项次	厚度 $T(\text{mm})$	坡口名称	坡口型式	坡口尺寸			备注
				间隙 $c(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	坡口角度 $\alpha(\beta)(^\circ)$	
1	1~3	I 型坡口		0~1.5	—	—	单面焊
	3~6			0~2.5			双面焊
2	3~9	V 型坡口		0~2	0~2	65~75	
	9~26			0~3	0~3	55~65	
3	6~9	带垫板 V 型坡口		3~5	0~2	45~55	
	9~26			4~6	0~2		
4	12~60	X 型坡口		0~3	0~3	55~65	
5	20~60	双 V 型坡口		0~3	1~3	65~76 (8~12)	
6	20~60	U 型坡口		0~3	1~3	(8~12)	
7	2~30	T 型接头 I 型坡口		0~2	—	—	



续表 A

项次	厚度 $T(\text{mm})$	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 $c(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	钝口角度 $\alpha(\beta)(^\circ)$	
8	6~10	T 型接头 单边 V 型 坡口		0~2	0~2	45~55	
	10~17			0~3	0~3		
	17~30			0~4	0~4		
9	20~40	T 型接头 对称 K 形 接口		0~3	2~3	45~55	
10	管径 $\phi \leq 76$	管座坡口		2~3	—	50~60 (30~35)	
11	管径 $\phi$ 76-133	管座坡口		2~3	—	45~60	
12		法兰角焊 接头		—	—	—	$K=1.4T$ , 且不大于 颈部厚 度; $E=$ 6.4, 且 不大于 $T$

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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”。

## 引用标准名录

- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
- 《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236
- 《氩》GB/T 4842
- 《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293
- 《溶解乙炔》GB 6819
- 《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB 8110
- 《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459—2005
- 《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470
- 《融化焊用钢丝》GB/T 14957
- 《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326—2003
- 《锻造角式高压阀门技术条件》JB 450
- 《焊条质量管理规程》JB 3223
- 《承压设备无损检测》JB/T 4730.1~4730.6
- 《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517
- 《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103
- 《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109
- 《油气输送钢制弯管》SY/T 5257—2004
- 《石油企业工业动火规程》SY 5858—2004
- 《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092

中华人民共和国国家标准

石油天然气站内工艺管道工程  
施 工 规 范

**GB 50540 - 2009**

条 文 说 明



## 制 订 说 明

《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540—2009 经住房和城乡建设部 2009 年 11 月 30 日以第 447 号公告批准发布。

本规范制订过程中编写组先后多次深入石油天然气站内工艺管道工程施工现场进行广泛现场调研,走访了西部管道工程、兰郑长工程中的站内工艺管道施工现场,同时参考了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236、《石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范》SY 0402 等相关标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,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,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1	总 则 .....	(61)
2	术 语 .....	(62)
3	施工准备 .....	(63)
4	材料、管道附件、撬装设备的检验与储存 .....	(64)
4.1	一般规定 .....	(64)
4.2	材料、管道附件、撬装设备的检验 .....	(64)
4.3	材料、管道附件、撬装设备的储存 .....	(65)
5	下料与加工 .....	(67)
5.1	钢管下料 .....	(67)
5.2	管件加工 .....	(67)
5.3	管道单元预制 .....	(67)
6	管道安装 .....	(69)
6.1	一般规定 .....	(69)
6.2	管道安装 .....	(69)
6.3	阀门安装 .....	(71)
6.4	管道附件制作、安装 .....	(71)
7	焊 接 .....	(72)
7.1	一般规定 .....	(72)
7.2	焊接材料 .....	(72)
7.3	焊接 .....	(73)
7.4	焊缝检验与验收 .....	(74)
8	管沟开挖、下沟与回填 .....	(75)
8.1	管沟开挖 .....	(75)
8.2	管道下沟 .....	(75)

8.3 管沟回填 ..... (75)

9 吹扫与试压 ..... (77)

9.1 一般规定 ..... (77)

9.2 吹扫与清洗 ..... (77)

9.3 强度及严密性试验 ..... (78)

9.4 干燥 ..... (79)

10 防腐和保温 ..... (81)

10.1 一般规定 ..... (81)

10.2 防腐 ..... (81)

10.3 保温 ..... (81)

11 健康、安全与环境 ..... (83)

12 工程交工 ..... (85)

附录 A 管道对接接头坡口型式 ..... (86)

## 1 总 则

- 1.0.1 本条说明了制定本规范的目的。
- 1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。
- 1.0.3 本条规定了本规范所不适用的几种类型的管道。
- 1.0.5 本条说明本规范与其他国家、行业现行有关标准的关系。



## 2 术 语

本章给出了本规范有关章节中引用的 8 条术语。目前在术语上存在地区和习惯差异,通过本规范统一站内工艺管道施工和验收的相关术语,以方便对本标准的理解。

本规范的术语是从站内工艺管道施工和验收角度赋予其含义,但含义不一定是术语的定义,同时还给出相应的推荐性英文术语,该英文术语不一定是国际通用的标准术语,仅供参考。

### 3 施 工 准 备

**3.0.1** 本条提出了施工准备的总体要求,规定了施工准备内容及准备工作的主要流程。



**3.0.2** 本条规定了现场调查应进行的工作。

**3.0.4** 本条对施工组织设计编制内容、构成要素作出了详细规定。

**3.0.5** 本条列出了资源准备所必需的内容。

## 4 材料、管道附件、撬装设备的检验与储存

### 4.1 一般规定

4.1.1 对站内工艺管道永久性组织部分的材料和设备应进行现场检查和验收,是质量管理要素决定的。物资供应单位和施工单位应严格进行交接检查和验收,建设(或监理)单位的人员参加有利于质量控制。

4.1.2 产品质量证明文件、出厂合格证,专有产品的使用说明书,进口物资的商检报告,压力容器出具压力容器监督检验部门的质量证明是文件证明材料,也保证了竣工资料的收集。另外建设(或监理)单位为了保证质量,一般制定了产品生产厂家的入围名录,自购物资应遵守这一规定。

4.1.3 本条规定了必要的外观检查内容。包括检查产品表面和包装等。

4.1.4 质量有疑问的材料,或合同和规范规定使用前需要复验的材料应进行复验。通过复验证实材料规格和质量符合要求。检验单位应具有权威和合法性。反之,牌号不明的材料和没有按规定复验的材料不可使用。入围名录之外的设备也应视为质量不清楚的设备而不应接受。

4.1.5 高酸性环境中使用的管件、紧固件,应符合特定的使用条件、特定的标准和设计的特定要求,这个规定只针对特殊产品的检查验收。

4.1.6 不合格的材料和设备严禁安装使用,保证工程的安全。

### 4.2 材料、管道附件、撬装设备的检验

4.2.1 本条规定了主要材料的检验要求,核定材料材质、规格、外

观和性能,防止使用不合格的材料。

**4.2.2~4.2.12** 这几条规定了主要管件、紧固件的检验要求,依据现行国家或行业标准《锻造角式高压阀门技术条件》JB/T 450,《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257—2004,《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459—2005,《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326—2003,《压力容器法兰分类与技术条件》JB/T 4700—2000。制定了相应的管件和紧固件允许偏差,以满足强制性标准的基本要求。

**4.2.13** 本条规定了阀门的检验要求,包括资料检查、外观检查、压力试验的基本要求,以及液压球阀驱动装置和电动阀门传动和电气部分的检验。安全阀不再进行现场调试,要求需具备资格的检验部门进行检验,检验后的铅封现场在安装中不允许去除。

**4.2.14** 撬装设备使得现场安装工程量减少,其质量控制主要在生产厂家,但运输过程应保护好。所以,接收时应检查出厂合格证、质量证明文件、使用说明书、试压记录,以及撬装内设备是否完好,尺寸是否符合设计规定,以及撬装设备内控制箱、仪表、管路、阀门、元器件应符合设计要求。并对撬装设备进出接口法兰进行检查并予以保护。

### 4.3 材料、管道附件、撬装设备的储存

**4.3.1** 本条是现场材料储存的管理要求,保证现场有适度的管理,吊运装卸安全和不损伤材料,以及保证储存条件符合要求,尤其对钢管的存放高度和稳定措施提出具体要求。对油漆和防腐材料提出了安全规定,要符合易燃物品的管理规定。

**4.3.2** 本条对不锈钢管道的存放提出了要求,主要是为了防止碳素钢对不锈钢的污染。

**4.3.3** 本条是现场管道附件储存的管理要求,从安全保管和使用角度提出了具体要求。很多管件没有富余数量,必须保管好才能



保证工程安装的质量和进度。特别是法兰的结合面,如果保护不好,将会影响法兰的密封效果。

**4.3.4** 本条是现场阀门、撬装设备储存的管理要求,阀门、撬装设备宜原包装存放,专用工具、备件、资料应分类造册、妥善保管。任何疏忽都可能影响到整体质量和交工验收。

## 5 下料与加工

### 5.1 钢管下料

**5.1.1** 为保证高压条件下使用的钢管强度,特提出采用机械切割的方法。对于大口径钢管及机械切割有困难时,在保证质量的前提下可采用其他方法如等离子方法切割。

**5.1.2** 对合金管道的坡口加工建议尽量采用冷加工的方式。

**5.1.3** 本条对钢管切口质量提出了要求。

1 本款对切口表面质量作出了规定,目的在于指导操作者进行工序质量控制。

2 提出本款的目的是保证对口质量,避免斜口组对。

**5.1.4** 本条是为确保管线的组装质量、保证横平竖直。

**5.1.5** 不等厚管子、管件组对时,要求内壁齐平。当内径不同时,按要求进行加工。当外壁错边量较大时,应加工成过渡段,以降低焊缝部位的应力集中。

### 5.2 管件加工

**5.2.1** 本条根据现行国家标准《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235—97 第 4.2.9 条有关内容提出。

**5.2.2** 制作汇管应选择整根无缝钢管,汇管组对时应注意其顺序。

### 5.3 管道单元预制

**5.3.1** 提出本条目的是为保证管道单元预制的质量,预制平台上应设置相应的模具和卡具。

**5.3.2** 管道系统单线图是管道预制的加工图,根据图纸的材料

表,可以核实材料的数量和规格,在管道系统单线图上可以标注好下料尺寸,减少施工差错,并确定好封闭管段,留出加工裕量或待实测的管段。因此,在管道预制工作中,按管道系统单线图施行,是较好的一种施工方法,可防止“错、漏、碰、缺”。

**5.3.3** 管道系统单线图上的管道系统号,是与工艺管道中的管道系统号相对应的,是同一条管线。因此,管道系统号表示该管线在工艺管道中的位置、管内通过的介质、管道的公称直径、管线顺序号以及管道等级分类号等。在管道预制过程中,不但要严格按单线图上标明的管道系统号进行,而且在预制完毕的管道上也应标明管道系统号,以便安装时“对号入座”。另外,为了使管道预制工作顺利进行,保证工作质量,减少工作差错,还应按照预制顺序标明各组成件的顺序号。

**5.3.4~5.3.5** 此两条是根据现行国家标准《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235—97 第 6.2.4 条有关内容提出。

**5.3.6** 管道预制与现场配管的工作性质相同,只是工作地点不同,因此,工作质量也应符合本规范的有关规定。

**5.3.7** 预制完毕的管段,无论在存放期间或是运输过程中,外部脏物都容易进入管内,因此,当管段预制完毕后,首先应将管内清理干净,然后再封闭管口,以保证管道的安装质量。

## 6 管道安装

### 6.1 一般规定

6.1.1 由于站场工程施工工艺管道安装交叉作业及与其他作业交叉多,在进行安装作业前,应认真核对图纸,对土建和安装图纸上有冲突的部位,应及时进行设计或工程变更,避免安装施工的返工或停工等问题的发生,保证各专业间的协调施工。

6.1.2 在进行安装作业前进行基础检查,是质量管理的一个主要措施。上道工序不合格,应严禁下道工序的施工,且土建基础应达到规定的强度要求后才能进行安装。这也是保证工程质量的一个主要措施。

6.1.3 在安装前,对钢管、管道附件以及预制件进一步检查,以确保安装的质量,不会出现安装错误。

6.1.4 安装前,应对所有的架、墩进行检查,确保安装完成后,管道的坡度符合设计要求。

6.1.5 保持管道内部清洁,可以达到保护管道系统上的阀门密封性能的作用,杂质可能造成阀门的密封面磨损,造成阀门泄漏、报废。

6.1.7 管道开口应避免焊接热影响区重合,防止应力的集中。当不可避免时,应按照设计要求采取补强措施。

### 6.2 管道安装

6.2.1 由于站场工艺管道繁多,为避免安装错误,在进行预制时,应按照管道系统号和顺序号进行逐个安装,防止管段的误接。

6.2.2 避免在组装过程中产生附加应力和减少内应力,防止焊接产生裂纹,使管道使用性能得到保证。



**6.2.3** 不同内径的法兰与钢管对口要有过渡段,以减少焊缝处的应力集中,减少焊接缺陷。

**6.2.6** 本条规定了异径管的两侧连接应采用与异径管的直径相同或相近的钢管误差要求。

**6.2.7** 确保根部焊道具有足够的强度,防止由于对口器的拆除和其他振动造成根部裂纹的产生,管径小于 200mm 的管道采用点焊或定位焊的形式进行对口,详细内容见第 7 章有关内容。

**6.2.8** 锤击易产生附加的应力集中。其是应力腐蚀的根源,不推荐使用。

**6.2.9** 本条对管子组对平直度偏差提出要求,来保证管道组对后达到横平竖直的效果。

**6.2.10** 本条规定了管道对接焊缝的相对位置要求,主要目的是防止焊接应力集中。

**6.2.11** 本条是为方便以后管道的检查和维修提出的。

**6.2.12** 本条所规定数据参考了现行国家标准《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235—97 第 6.3.29 条的有关内容。

**6.2.13** 本条为方便地沟中管道的安装和以后的检查、维护,提出管道在地沟中的安装尺寸要求。

**6.2.14** 由于焊接两端固定焊口会造成焊缝的残余应力增大,从而降低焊缝的质量;该焊缝距离动设备近,由于动设备的振动,会出现焊口的疲劳破坏;同时为防止出现热应力和热应力转移而损坏设备,保证正常生产,提出该条要求。

**6.2.15** 防止在螺栓紧固过程中出现附加应力,造成密封不严,对法兰与管道的安装尺寸提出要求。

**6.2.17** 本条的规定是考虑在进行管端与法兰焊接时不影响法兰密封面质量。

**6.2.18** 本条是为保证安装后,密封垫片能够起到密封作用,不发生泄漏,对法兰的平行度和垫片的安装而作出的规定。

**6.2.19** 本条是为保证均匀受力,防止个别螺栓强度不够而影响

密封而作出的规定。

**6.2.21** 本条是为保证螺栓连接满足强度的需要和防止螺栓松扣而作出的规定。

### 6.3 阀门安装

**6.3.1** 本条规定的主要目的是对阀门填料进行核对;当阀门压盖出现渗漏时,可以调整压盖螺栓压紧填料达到密封作用。阀门安装时应保证各螺栓的均匀受力,防止个别螺栓强度不够而影响密封。

**6.3.2** 本条是为了保证阀门对号安装,防止阀门的误安装而作出的规定。

**6.3.4** 关闭阀门焊接时,电弧可能会灼伤阀芯,使阀门关闭,开启时毁坏阀门密封面。

**6.3.5** 强力安装会产生附加应力,造成密封不严;手轮或手柄不得向下安装,以便于阀门的操作。

**6.3.6** 避免在安装过程中损坏阀门操作机构和传动装置,及时进行检查,消除隐患。

**6.3.7** 安全阀在垂直状态下才能发挥作用,为保证安全阀正常工作提出本条。

### 6.4 管道附件制作、安装

**6.4.2** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 6.11 节的有关规定。

**6.4.3** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 6.10 节的有关规定。

**6.4.4** 本条依据绝缘法兰使用说明书制定。

**6.4.7** 本条规定了静电接地的材料或零件,在安装前不得涂漆,以便使导线接触面接触良好,提高导电性能。

## 7 焊 接

### 7.1 一 般 规 定

7.1.2 焊接设备包括焊接工艺设备、焊接检验设备。

7.1.3 异种钢、不锈钢以外的钢种焊接一般采用等同美国 API 1104 的标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的有关规定进行焊接工艺评定、焊工考试、焊接检验、焊接以及验收。

7.1.5 根据原劳动部 1996 年 4 月 23 日颁布《压力管道安全管理与监察规定》和质检总局特种设备监察局 2009 年 5 月 8 日颁布《压力管道安装许可规则》TSG D3001—2009 的要求制定本条规定。

7.1.7 施焊环境对焊接质量的好坏有直接影响,因此,本条对施焊环境提出了基本要求。关于“焊接环境温度”的规定,国内不少标准提出允许焊接的最低环境温度值,但规定的温度值不尽一致。实际上,在整个焊接过程中,只要能保证被焊区域的足够温度(包括在必要时采取的预热、中间加热、缓冷等手段)就可顺利地进行焊接,获得合格接头,所以对环境温度值给予限制不是充分必要的,目前又尚无为大家所接受的公认合理的限制环境温度标准。故本条提出在采取措施,能保证被焊区域所需足够温度和焊工技术不受影响的情况下,对环境温度值不作强制性规定。

### 7.2 焊 接 材 料

7.2.3 焊条、焊丝、焊剂存放场地以及储存环境参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中第 3.0.6 条以及国家现行标准《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中第 5.2.3 条的有关规定。



**7.2.4** 参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中第 3.0.4 条、第 3.0.5 条中有关焊条、焊丝的有关规定。焊接用气体参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中第 3.0.7 条、第 3.0.8 条以及国家现行标准《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中第 5.2.4 条、第 5.2.5 条的有关规定。手工钨极氩弧焊,宜采用铈钨极,参考了国家现行标准《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中第 5.2.4 条的有关规定。

**7.2.5** 不锈钢焊条烘干要求参考了日本神钢对不锈钢焊条的规定,对于直接开封使用的焊条可以不进行烘干;已经开封或吸潮的焊条应进行烘干。

### 7.3 焊 接

**7.3.3** 焊前预热的加热范围参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定,不小于 50mm 的规定参考了现行行业标准《石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范》SY/T 0402 的有关规定。当采用钨极氩弧焊打底时,焊前预热温度可按表 5.2.3 规定的下限温度降低 50℃,参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

**7.3.7** 本条参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定,其中合金元素总含量规定为大于 5% 的焊件,在征求意见时,专家建议为 10%,但没有找到相关的标准。

**7.3.15** 完成焊口做标记按照工艺分区、管道直径和壁厚进行标识,便于实际的操作。

**7.3.16** 定位焊缝参考了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中第 6.3.3 条以及《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中第 5.4.15 条、第 5.4.16



条的有关规定。

#### 7.4 焊缝检验与验收

**7.4.1** 站内工艺管道焊缝除了有对接焊缝,还有角接焊缝,两种焊缝的外观要求不尽相同,本条对两种焊缝形式都作出了规定。

**7.4.2** 石油天然气管道行业钢质管道焊缝的无损检测一般执行行业标准,现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109—2005 标准已经应用了几年,适于石油行业管道的检测,但该标准的射线和超声波检测只适用低碳钢、低合金钢等金属,站内工艺管道可能会应用到一些超出该标准适用范围的合金材料,对这些材料应按国家现行标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 的规定进行检测和评定。

**7.4.3** 本条规定了无损检测人员的资格要求。

**7.4.4** 本条规定了无损检测的比例及合格级别及返修要求,由于射线和超声波检测对焊缝内部缺欠的检测效果优于表面检测,因此规定检测时应优先选择射线和超声波检测方法。

## 8 管沟开挖、下沟与回填

### 8.1 管沟开挖

8.1.3 因站场施工场地狭小,经常采用不设边坡措施,为保证施工安全对不设边坡的管沟深度进行规定。技术参数参考了国家现行标准《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中的有关规定。

8.1.4 本条的技术参数采用了现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 中关于管沟开挖的有关规定。

8.1.7 本条单管或多管道同沟敷设时的技术参数采用了现行行业标准《石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范》SY 0402 中第 6.0.1 条关于单管和多管同沟敷设的规定。

8.1.10 对管沟整体尺寸提出要求,避免管道悬空和对悬空段塞填。

### 8.2 管道下沟

8.2.1 为了保护管道外的防腐层,提出在管道下沟前应对管沟进行检查和相关的清理工作。

8.2.2 选择合理的吊装工具对保护管道和管道防腐层具有重要意义。

### 8.3 管沟回填

8.3.1 管沟回填前,应完成所有的隐蔽工程检查,但由于施工场地局限,立体交叉作业、进度原因,管道强度及严密性试验严重影响了施工的进度,管道经过无损检测后,质量有了保障,不会出现强度及严密性试验不合格问题。

**8.3.3** 管道地沟的要求参考了国家现行标准《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T 3517 中第 6.3.27 条的有关规定。

## 9 吹扫与试压

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 系统吹扫与试压主要是清扫站内管道内的杂物和进行安全性的试压,以保证站场的安全运行。

**9.1.2** 为保证吹扫的清洁程度与保证安全试压,必须由业主和监理审批后方可实施本项作业。

**9.1.3** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.1 节的有关规定,在试压前,应将不宜和管道一起试压的系统、设备、管件、阀门及仪器等隔离,是避免这些系统或部件在试压中造成损坏。

**9.1.4** 此条规定是防止在试压介质中含有气体,在环境和压力条件下,造成膨胀和收缩,使试压数值不精确。

**9.1.5** 试压用的压力表应经过检定,并在有效期内,精度应不低于 1.5 级,是计量标准的规定,是保证压力表数值的精确度的要求。在管两端安装压力表保证压力传递是均匀的,温度计的安装是保证充分考虑和处理环境的影响。高点压力表计数为准,是保证整个试压系统达到试压的强度及严密性要求。

**9.1.6** 不应带压修补,是防止试压压力产生波动,造成系统破坏和事故,也防止缺陷修补未达到修补要求。

### 9.2 吹扫与清洗

**9.2.4** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.2.1 条的有关规定。

**9.2.5** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.3.1 条的有关规定。



**9.2.6** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.3.3 条的有关规定。

**9.2.7** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.2.2 条的有关规定。

**9.2.8** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 8.2.5 条的有关规定。

**9.2.10** 本条是按照国家工法《超高压输气站场工艺管道爆破吹扫、气压试验施工工法》YJGF 108—2004 编制的,是近年来管道吹扫常用的一种施工方法。

### **9.3 强度及严密性试验**

**9.3.1** 埋地管道回填后试压主要考虑了地下管道安装时,可能会有不同标高的管道的安装,为保证管道安装的便利,可回填后组织试压。架空管道要求管道支吊架安装完毕后试压,主要考虑试压时管道可能发生振动时的管道安全。

**9.3.2** 为保证管道试压时的安全,不宜采用空气试压,但考虑在没有水源的地区或冬季的试压时,在保证安全的前提下,可采用空气作为试压介质进行试压。

**9.3.3** 本条根据现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 7.5 节压力试验的有关规定制定。

**9.3.4** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 7.5.3.1 款的有关规定。

**9.3.5** 本条参照了现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中第 7.5.3.5 款和第 7.5.3.6 款的有关规定。

**9.3.6** 本条考虑到在强度试验中,如不排净空气,会由于空气在温度变化的条件下,造成强度试验压力的异常波动,影响对试验结果准确性的判断,因此设高点排空阀门。强度试验结束后应排净系统内的水试验介质,因此设低点排水阀门。水温与管壁和设备壁的温度会有一定的差异,在升压的过程中可能会影响升压和稳

压的精度,因此要求充水后待水温与管壁、设备壁的温度一致后方可升压。

**9.3.7** 本条参照了现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 中第 10.2.3 条和《输油管道工程设计规范》GB 50253 中第 9.2.7 条的有关规定。

**9.3.8** 本条参照了现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 中第 10.2.3 条和《输油管道工程设计规范》GB 50253 中第 9.2.7 条的有关规定。

**9.3.9** 本条参照了现行行业标准《石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范》SY 0402 中第 7.3.4 条的有关规定。

## 9.4 干 燥

### 9.4.4

第 3 款 密闭试验是为了检测是否有未蒸发的水分,如果有未蒸发水,露点会升高。

第 4 款 对干燥结果数值进行了规定,其误差需考虑温度变化等因素,标准气压下管道内水蒸气相对水露点见表 1。

表 1 标准气压下管道内水蒸气相对水露点

露 点(℃)	真空压力(kPa)(绝对)
-30	0.0308
-25	0.0632
-20	0.1043
-15	0.1632
-10	0.2597
-5	0.4015
0	0.6108
5	0.8719

第 5 款 充入氮气等惰性气体比填充干空气对管道防腐蚀更有利,一般当业主有要求时才使用。

### 9.4.5

第 1、2 款 真空干燥时,因管道内压力迅速降低易使管内水分

结冰而不汽化,随着时间推移,管道吸收外界热量,冰溶化进而转化为水分。因此记录负压值和管道温度值,目的是控制管内负压值的下降速度来达到保持管内水分不结冰而汽化被抽出。否则结冰不溶化,水分抽不出会造成投产时的冰堵。

第4款 当真空泵开启后,管内压力下降迅速,故每15min记录一次压力值,当压力降到8kPa时,可进行渗漏试验。根据经验,在管道真空干燥时,每4h渗漏进管道的气体体积不能超过管道容积的0.1%,渗漏进管道的气体体积可按下式计算:

$$V_s = (P_2 - P_1)V/100 \quad (1)$$

式中: $V_s$ ——渗漏进管道内气体的体积( $m^3$ );

$P_2$ ——密闭后管道内的压力(kPa);

$P_1$ ——密闭前管道内的压力(kPa);

$V$ ——管道的总容积( $m^3$ )。

通过计算可知4h渗漏进管道气体引起的压力变化值为0.1kPa。

第7款 在管道压力达到0.1kPa进行24h密闭时,按照两次渗漏速度相同,可允许的压力变化值为0.6kPa,此时的压力变化并不是因为管道内的水分蒸发为水蒸气而引起的,而是由于外部空气渗漏进管道内所引起的。

#### 9.4.6

第1款 对液氮汽化器流量提出要求,目的是保证干燥管道时,汽化器能提供足量的干燥用氮气。

第2款 由于液氮温度很低,使用低温软管法兰连接比使用刚性管焊接安全、牢固。常温管道采用刚性和柔性均可。

第3款 氮气温度控制在 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间,保证不使管道涂层受热而破坏,也不至于温度过低而产生冰状水化物堵塞管道。

第4款 氮气压力 $0.3\text{MPa} \sim 0.5\text{MPa}$ 间断性吹扫,在混合流的状态下,使水汽化充分,与干燥氮气混合而被氮气带出,达到干燥管道的目的。



## 10 防腐和保温

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 各种埋地管道防腐补口、补伤和检漏方法已经有相应的现行国家防腐标准规范。首先应遵守这些标准规范的规定。

**10.1.2** 按工序规定管道防腐补口要在焊接和压力试验之后,否则,焊接返修将破坏补口。架空管道可以现场油漆作业,因为一般有作业条件;埋地管道受管沟沟下条件限制,沟下作业和质量检查不方便,一般应采取批量预制喷砂除锈和防腐涂漆,沟下仅仅补口作业。

**10.1.3** 本条强调保障质量的环境条件。

**10.1.4** 根据保温材料及其制品的特点提出一般防护措施。

### 10.2 防腐

#### 10.2.1

第1款 根据设计要求和现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923 的规定提出这一要求。

第2款 提出了防护要求。

第3款 提出了检验要求。

#### 10.2.2

第1款 根据油漆技术的发展,生产厂家产品的使用要求多有不同,因此,要求按厂家说明使用。一般通过试涂,才能掌握要领。

第2~4款 提出对涂敷的一般质量规定。

### 10.3 保温

**10.3.1** 根据保温产品的发展,生产厂家产品的使用要求多有不同



同,因此,要求按厂家说明使用。

**10.3.3** 针对现场发泡保温的特点提出环境温度和原材料温度,熟化时间,现场同条件进行试验。

**10.3.4** 本条为管道保温层安装一般规定,保证保温层的整体性和牢固性能。

**10.3.5** 为了美观和防水提出圆滑过渡,按照设计要求进行防水层施工。

**10.3.6** 为了阀门的维修需要,保温端部应留出间隙。

**10.3.7** 有位移管道处管托应能够沿管道位移方向自由活动,避免破坏保温层。

**10.3.9** 针对毡、箔、布类保护层包缠施工的特点提出黏结剂试样检验,包缠搭接环缝和纵缝搭接尺寸。

**10.3.10** 上下搭接、嵌填密封剂或包缠密封带可以减少外部水的入侵,提高保温效果。

**10.3.11** 针对玻璃钢防护层材料特性,对施工温度、湿度以及缠绕速度和搭接间距提出要求。

## 11 健康、安全与环境

**11.0.2** 按规定对人员进行体检,建立健康监护档案;对作业场所职业病危害因素进行监测和评价,改善工作条件,减少职业病危害因素;改善施工作业中医疗健康保障条件,严格饮食、饮用水、环境卫生管理,做好传染病、地方病等疾病预防。

**11.0.3** 高温季节施工,合理安排休息时间,避免疲劳作业,积极采取降温、消暑措施,确保作业人员的身体健康和生命安全,加强汛期安全生产管理,做好防台风、防雷击、防泥石流、防洪水、防淹溺、防塌方、防触电、防传染病等安全工作;寒冷季节施工,制定冬季施工安全措施,做好作业人员的防寒保暖工作。

**11.0.4** 对施工人员在项目开工前要进行安全教育和培训,使其了解项目有关 HSE 方针政策,项目概况及可能存在的风险,所在地的法律、法规,民俗禁忌,疫病预防,安全注意事项,应急及自救知识,项目部 HSE 规定等。

**11.0.5** 按有关规定为作业人员配备符合要求的安全帽、安全带、护目镜等防护用具。

**11.0.6** 施工作业应尽量采取措施减少噪声和振动,以防止噪声污染和局部振动过大造成施工作业困难。

**11.0.7** 工程机械作业时,在该机械作业范围内不能进行其他作业活动,避免交叉作业;机械在行走过程不能进行修理、缩放吊钩等操作;动力机械吊具应该具有限位装置,防止误操作造成危险。

**11.0.8** 施工现场用电安全应符合国家现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005 的要求。

**11.0.9** 试压作业风险较大,作业时人员要保持足够的安全距离,试压现场要布置警戒线,闲杂人员不得进入试压现场;清扫作业需

防止对人员造成物体打击等伤害,无关人员不得进入施工现场。

**11.0.10** 夜间施工由于人视觉受限,易发生事故,现场应有能够保障安全生产的照明条件。

**11.0.13** 按现行国家标准《高处作业分级》GB/T 3608—1993,高处作业指凡在坠落高度基准面 2m 以上(含 2m)有可能坠落的高处进行的作业称为高处作业。

## 12 工程交工

**12.0.2** 该条参考了现行行业标准《石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范》SY/T 0402 中第 9.0.2 条的有关规定,增加了施工质量验收记录、隐蔽工程检查验收记录、管道清洗记录、工艺管道干燥记录(天然气管道)四项。



## 附录 A 管道对接接头坡口型式

附录 A 参考了现行国家标准《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 中第 5.0.8 条和附录 B.0.1 的有关规定。