

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50540-202X
代替GB50540-2009

石油天然气站内工艺管道 施工标准

Code for construction of process piping

in oil and gas transmission pipeline station

征求意见稿

20XXXX-XX 发布

20XX-XX-XX 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施工标准

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

GB 50540-202X

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：20XX年XX月XX日

中国计划出版社

202X 北 京

前 言

根据《住房和城乡建设部关于印发 2020 年工程建设规范标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2020〕9 号）的要求，中国石油天然气管道局工程有限公司会同有关单位修订完成本标准。

本标准在修订过程中，标准修订组总结了原标准执行过程中的不足和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。

本标准共分 12 章，主要内容包括：总则，术语和定义，施工准备，材料、管道附件及橇装设备检验，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，防腐与保温，健康安全环境，交工验收等方面的规定。

本次修订的主要技术内容如下：

1 原规范第 1 章第 1.02 条，修改为第 1 章第 1.02 条：本标准适用于新建或改（扩）建原油、成品油、液态石油气、天然气、煤层气、煤制天然气等站内和线路截断阀室工艺管道工程的施工。不适用范范围内明确了站内给排水管道、暖通管道、电仪管路、消防管线和动、静设备本体所属管道的施工；

2 原规范第 2 章中增加管道组成件、管件、三维图、数字标签和过桥焊缝的定义；

3 原规范第 3 章整体进行了修订。并在第 3 章中增加了 3.0.7 条，工艺管道安装施工中所用的检测设备和仪器，其精度等级应满足要求，并应在检定和校准的有效期内使用；增加了 3.0.8 条：从事站内工艺管道施工的人员、设备、机具、工程材料及重要工序宜设置数字标签。增加了 3.0.9 条：当工程管理对技术和质量控制参数采集上传有要求时，现场应具备数据上传功能。增加了 3.0.10 条：开工前，应以文件形式明确交工技术文件和记录，技术文件的编制应符合国家现行标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882 的有关规定。

4 原规范第 4 章整体进行了修订，改后分为 4.1 一般规定、4.2 材料的检查和验收、4.3 材料的储存，内容做了补充和归纳。将原规范第 7 章中的材料移入改后的本章。

5 原规范第 5 章的 5.3，修改后增加了工厂深度预制和试压要求，现场管道单元预制条件、预制方法和现场吊装及运输条件等；

6 原规范第 6 章的 6.2 条，修改后增加工艺管道对动、静设备连接时的无应力安装要求；增加了安装后的螺栓保护要求；

7 原规范第 6 章的第 6.2.10 条第 1 款，修改后为第 6 章的第 6.2.10 条第 1 款：同一管道上相邻两个对接环焊缝的间距当公称直径大于或等于 150mm 时，不应小于 150mm，当公称直径小于 150mm 时，不应小于管道的外径，且不应小于 100mm；

8 原规范第 7 章中增加了：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应进行焊接工艺评定。焊接工艺评定应符合国家现行标准《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 的规定，并根据合格的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程的条款。

9 原规范第7章的7.3.16条,将表7.3.16改为下表:并增加了过桥焊缝的处理要求;

表 7.2.15 管道定位焊缝的位置与数量

公称直径 DN/mm	位置与数量
DN≤50	对称 2 点
50<DN≤150	均布 2 点~3 点
150<DN≤200	均布 3 点~4 点
200<DN≤500	均布 4 点~6 点
500<DN≤1200	均布 6 点~10 点
1200<DN≤1500	均布 10 点~14 点

10 原规范第7章第7.4.1条第6款,修改为第7章第7.3.1条6款:盖面焊道咬边深度合格判定符合表7.3.1的规定;

表 7.3.1 咬边尺寸的合格判定

深度	长度
>0.8mm 或 >管壁厚 12.5%, 二者取较小值	任何长度均不合格
>6%~12.5%管壁厚或>0.4mm, 二者取较小值	在焊缝任何 300mm 连续长度内不超过 50mm 或焊缝长度的 1/6, 取二者中最小值为合格。
≤0.4mm 或 ≤管壁厚 6%, 二者取较小值	任何长度均合格

11 原规范第7章第7.4.4条中增加了全自动和相控阵超声波检测方法,并修改后为第7章第7.3.4条

12 增加第8章第8.3.3条:当管沟内为分层安装管道时,应完成第一层管道安装检测后,回填此层并夯实平整,再安装上一层管道。逐层形成安装回填。

13 原规范第9章的第9.2.6条,改后为第9章第9.2.6条:管道系统在空气或蒸汽吹扫过程的最后一次清扫后,应用白布靶放在工艺管线的排空处,检查 5min,白布靶上无固体颗粒物为合格。如不合格,应继续吹扫至检查合格。

14 原规范第9章的9.4.4条中考虑管道干燥的露点测定可能是在带压条件下测定,改后增加了露点换算图。

15 附录中增加相应的 11 个施工记录表格;

(上述内容审查完成后修改确定)

对条文说明根据修改后的正文进行了相应的修改。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,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。本标准在执行过程中,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,邮编:065000),以供今后修订时参考。

本标准主编单位:中国石油管道局工程有限公司

本标准参编单位: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
中油管道机械制造有限责任公司
北京东方华智石油工程有限公司
中国石油工程建设有限公司西南分公司
廊坊中油郎威监理有限责任公司

本标准主要起草人员：续理、付明、杨云兰、张磊、贾承、曾汉青、张培康、刁凤东、刘宇、徐进、
魏国昌、孙克雷、吴建中

本标准主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	施工准备	4
4	材料	1
4.1	一般规定	1
4.2	材料的检查和验收	1
4.3	材料的储存	7
5	下料与加工	1
5.1	钢管下料	1
5.2	管件加工	1
5.3	管道单元预制	2
6	管道安装	4
6.1	一般规定	4
6.2	管道安装	4
6.3	阀门安装	7
6.4	管道附件制作安装	8
7	焊接	10
7.1	一般规定	10
7.2	焊接	10
7.3	焊缝检验与验收	12
8	管沟开挖、下沟与回填	14
8.1	管沟开挖	14
8.2	管道下沟	15
8.3	管沟回填	15
9	吹扫与试压	16
9.1	一般规定	16
9.2	吹扫与清洗	16
9.3	强度及严密性试验	17
9.4	干燥	18
10	防腐和保温	21
10.1	一般规定	21
10.2	防腐	21
10.3	保温	22
11	健康、安全与环境	24
12	工程交工	25
	附录 A 管道对接接头坡口型式	26
	附录 B 交工技术文件	29
	本标准用词说明	错误! 未定义书签。
	条文说明	42

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、安全和环保，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于新建或改（扩）建原油、成品油、液态石油气、天然气、煤层气、煤制天然气等站内和线路截断阀室工艺管道工程的施工。
- 1.0.3 本标准不适用于炼油化工厂、天然气处理厂厂内管道，以及站内给排水管道、暖通管道、电仪管路、消防管线和动、静设备本体所属管道的施工。
- 1.0.4 石油天然气站内工艺管道工程施工除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 站内工艺管道 inside the station process piping

指石油天然气管道建设工程中的配套站场中用于输送液态、气态或气液态双相介质的加压、压力调整、收发球、计量或分输的工艺而连接的管道系统。

2.0.2 管道组成件 piping components

用于连接或装配成压力密封的管道系统机械元件，包括钢管、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门、安全保护设施以及诸如绝缘接头、绝缘法兰、膨胀节、挠性接头、耐压软管、过滤器、管路中的仪表（如孔板）和分离器等。

2.0.3 管件 pipe fittings

弯头、弯管、三通、异径接头和管封头等管道上各种异形连接件的统称。

2.0.4 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℃的空气。

2.0.5 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。

2.0.6 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份蒸发，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。

2.0.7 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，用真空泵不断的抽取管道内的气体，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。

2.0.8 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℃的温度进入管道进行低压间断性吹扫，管道内的水份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。

2.0.9 橇装设备 prytopach equipment

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

2.0.10 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。

2.0.11 三维图 three dimensional

利用三维软件，将钢管、管件、阀门和设备按系统或流程绘制的管路实体图。

2.0.12 数字标签 digital labels

指用于油气管道站场施工及管理人员、施工机具、设备、材料、焊口等对象所使用的数字化标识，包括条码、二维码、电子标签等。

2.0.13 过桥焊缝 pass bridge weld

指定位焊在整条焊缝焊接前，要先将被焊件的接缝和间隙通过点焊固定下来。防止焊件在焊接过程中的变形。根焊完成后，由于固定焊存在而形成了根焊局部凸起，此称为过桥焊缝。

3 施工准备

3.0.1 施工前应进行技术准备、人力资源准备、机具设备准备、物资准备和施工现场准备。并应向当地市场监督管理部门告知。

3.0.2 技术准备应包括下列内容：

- 1 进行图纸会审、设计交底及技术交底工作；
- 2 掌握工程的重点和难点，熟悉与交底专业相关的施工图设计文件；
- 3 进行施工组织设计、施工方案及质量、健康、安全和环境措施的编审工作；
- 4 焊接工艺规程的编制与批准；
- 5 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。

3.0.3 人力资源准备应包括下列内容：

- 1 建立项目组织机构；
- 2 组织主要工种的人员培训、考试取证。

3.0.4 机具设备准备应包括下列内容：

- 1 完成施工机具设备配置；
- 2 完成施工机具设备的检修维护；
- 3 完成具体工程的专用机具制作。

3.0.5 物资准备应包括下列内容：

- 1 施工主要材料的储存应能满足连续作业要求；
- 2 做好物资采购、验证、运输和保管工作。

3.0.6 施工现场准备应包括下列内容：

- 1 办理施工相关手续；
- 2 完成施工现场用水、电、路、通信、场地平整和施工临设工作；
- 3 确定交通运输方案；
- 4 了解施工场地与相邻工程、建（构）筑物、地下埋设物和农田水利等的关系；
- 5 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；
- 6 调查施工中对自然生态环境、生活环境的影响及需要采取的措施。

3.0.7 配备站内工艺管道安装施工中所用的检测设备和仪器，其精度等级应满足要求，并应在检定或校准的有效期内。

3.0.8 从事站内工艺管道施工的人员、设备、机具、工程材料及重要工序宜设置数字标签。

3.0.9 当工程管理对技术和质量控制参数采集上传有要求时，现场应具备数据上传功能。

3.0.10 开工前，应以文件形式明确交工技术文件和记录，技术文件的编制应符合国家现行标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882 的有关规定。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 工程所用的材料、管道组成件应由施工单位向监理报验，监理组织验收合格后方可使用。

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；需要出具压力管道元件制造许可证的管道组成件应出具相应的许可证。压力容器应有压力容器监督检验机构出具的监检报告。设计文件要求进行低温冲击试验的材料、管件，质量证明文件应提供冲击试验结果，其结果不应低于设计文件规定。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，应首先进行外观检查。检查设备包装应完整，无运输损坏；检查现场材料和设备的标志或标牌，规格、型号，以及材料材质应符合设计和标准要求，并应配件应齐全。

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机构进行。

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查。

4.1.6 若材料、管道附件、撬装设备不合格，严禁安装使用。

4.1.7 焊接材料（包括焊条、焊丝、焊剂、焊接用气体及电极等）的检查应符合下列规定：

- 1 包装完好，无破损；
- 2 产品外表面不应被污染，无影响焊接质量的缺陷；
- 3 识别标志清晰、牢固，并与实物相符。

4.1.8 防腐材料和保温材料的检查应符合下列规定：

- 1 包装完好，无破损。应标有生产厂家、产品名称、批号、重量和有效期；
- 2 性能应满足设计要求，当对防腐材料质量、保温材料的导热系数及容重有疑义时，

按批次进行抽检；

- 3 油漆选用的稀释剂、底漆和面漆应为配套的同组涂层材料组别。

4.2 材料的检查和验收

4.2.1 材料的检查和验收应满足下列要求：

1 设计有特殊要求的钢管及管道附件，按设计的要求采购，并按要求进行检查和验收；不合格时，应加倍抽查，若有一件不合格时，该批材料不应使用；

2 合金钢管宜用定量快速光谱分析仪分析合金钢中合金元素的成分和含量。每批应抽查 5%，且不少于一件。当不合格时，应加倍抽查，若有一件不合格时，该批材料不应使用；

3 防腐（保温）管的管端预留长度符合设计要求，外观完好无损伤，标识完整、清晰，标识内容与实际相符，管内清洁，管口予以封闭；

4 对不同厂家不同规格、型号的焊接材料按相应标准的要求，按批次、批号分别进行技术参数复验。当不合格时，应加倍抽检，有一件的技术参数不合格时，该批材料不应使

用；

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

6 检查钢管外观，表面凹痕大于公称壁厚 2%的应切除。液体管道凿痕和槽痕可补焊，并用磁粉或渗透检查，如无裂纹可使用，否则应切除；气体管道凿痕和槽痕应全部切除。不允许有超过公称壁厚 2%的锈蚀。

4.2.2 管件、紧固件应满足下列要求：

- 1 管件、紧固件尺寸偏差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，核对其制造厂的出厂合格证、质量证明文件等；
- 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 紧固件技术要求满足设计要求，设计无要求时符合《管法兰连接用紧固件》GB/T 9125 的有关紧固件的硬度规定。对紧固件的螺栓、螺柱和螺母进行硬度检查，每批中各抽取两个，不合格时加倍检查；仍有不合格时，逐个检查，不合格者不应使用。

4.2.3 弯头、异径管、管帽和三通的质量应满足下列要求：

- 1 压力等级、管件尺寸、表面轮廓、端部坡口、公差、材料、制作、热处理、检验和试验符合国家现行标准《钢制对焊管件规范》SY/T 0510 的规定；
- 2 管件外观无裂纹、重皮、皱纹、过烧等缺陷；
- 3 现场检查管件尺寸符合表 4.2.3 的规定；

表 4.2.3 管件允许偏差

公称直径 DN mm	端部直径偏差 mm	最小壁厚	圆度	异径管总长 mm	管帽总长 mm
15~65	≤1.0	公称壁厚 的 95%	2%DN	±2.0	±3.0
80~90	≤1.0			±2.0	±3.0
100	≤1.0			±2.0	±3.0
125~200	≤1.5			±2.0	±6.0
250~450	≤1.5			±2.0	±6.0
500~600	≤3.2			±2.0	±6.0
650~750	≤3.2			±5.0	±10
800~1200	≤3.2			±5.0	±10
1300~1500	≤3.2			±10.0	±10

4 管件钝边尺寸和坡口角度宜为图 4.2.3—1 所示。当管件的壁厚大于所匹配管子壁厚时，可采取孔锥型坡口，内坡口相交的内凹尖角处有不小于 R3 的圆角过渡，如图 4.2.3—2 所示。或管件钝边尺寸和坡口角度按设计文件的相关要求执行。

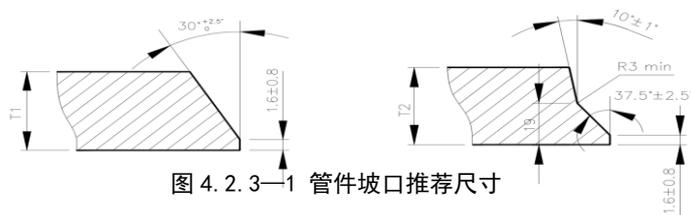


图 4.2.3—1 管件坡口推荐尺寸

T₁——端部壁厚小于等于 22mm 的；T₂——端部壁厚大于 22mm 的。

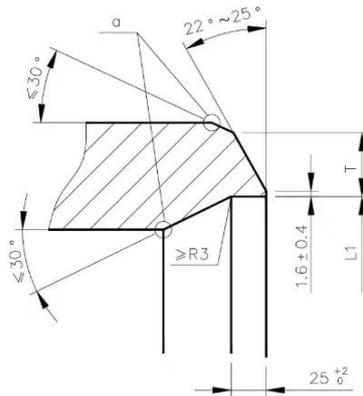


图 4.2.3—2 管件孔锥形坡口推荐尺寸

a——圆滑过渡；L——连接管内径；T——连接管壁厚。

4.2.4 弯管的质量应满足下列要求：

- 1 符合国家现行标准《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257的规定；
- 2 弯管外观检查弯管内外表面光滑，无裂纹、疤痕、皱纹、鼓包、重皮、夹杂和尖锐缺口等缺陷；
- 3 弯管允许偏差符合表4.2.4的规定；

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 (mm)	+2, -1	
壁厚减薄量	弯管半径=5D 时≤10%；弯管半径≥6D 时≤9%。	
端面垂直度 (mm)	≤1.5	≤2.5
端面平面度 (mm)	≤0.8	
弯曲角度 (°)	最大偏差±1	
弯曲半径	弯曲半径小于等于 1000mm 时，允许偏差为±5mm；弯曲半径大于 1000mm 时，允许偏差为±0.5%	
弯曲平面度 (mm)	弯管公称直径 DN≤250mm 时，平面度≤5mm；弯管公称直径 DN>250mm 时，平面度≤7mm。	
圆度	端部≤公称直径的 1%、 弯曲段圆度：5D≤弯曲半径≤6D 时，圆度≤2.5% 弯曲半径=4D 时，圆度≤3% 弯曲半径=3D 时，圆度≤3.7%	
弯管两端直管长度 (mm)	弯管公称直径 DN≤500mm 时，>250mm；弯管公称直径 DN>500mm 时，>500mm。	

4 弯管的钝边尺寸和坡口角度宜为图4.2.4所示。

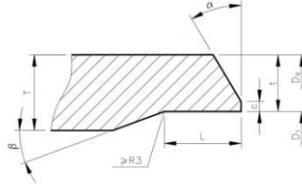


图 4.2.4 弯管孔锥形坡口推荐尺寸

D_0 ——热煨弯管直径； D_1 ——连接管内径； t ——连接管壁厚； T ——热煨弯管壁厚
 C ——钝边（1.6mm）； α ——坡口角度（ 30° ）； β ——内削角（ $\leq 30^\circ$ ）。

4.2.5 法兰的质量应满足下列要求：

- 1 法兰的尺寸和几何形状的误差符合设计和相关标准的规定；
- 2 法兰密封面光滑、平整，无毛刺、径向划痕、砂眼及气孔；
- 3 对焊法兰的尾部坡口处无碰伤；
- 4 螺纹法兰的螺纹完好；
- 5 法兰连接件螺栓、螺母、垫片等满足装配要求，不应有影响装配的划痕、毛刺、翘边等。

4.2.6 支管座的质量应满足下列要求：

- 1 支管座的尺寸和几何形状的误差符合现行国家标准《锻制承插焊、螺纹和对焊支管座》GB/T 19326的规定；
- 2 支管座的外观无裂纹、过烧、重皮、结疤、夹渣和大于支管壁厚5%的机械划痕或凹坑。焊接坡口光滑过渡。坡口周围清洁、无锈斑；
- 3 支管座尺寸允许偏差符合表4.2.6的规定。

表4.2.6 支管座尺寸允许偏差（mm）

支管公称直径		承插焊支管座		螺纹支管座	对焊支管座		
DN	NPS	承插孔径	流通孔径	结构高度	结构高度	端部外径	端部内径
6~20	1/8~3/4	+0.4 0	+1.5 0	±0.8	±0.8	+0.8 -0.4	±0.4
25~40	1~1 1/2	+0.4 0	+1.5 0	±1.6	±1.6	+0.8 -0.4	±0.4
50	2	+0.5 0	+1.5 0	±1.6	±1.6	+0.8 -0.4	±0.4
65~100	2 1/2~4	+0.5 0	+3.0 0	±1.6	±1.6	+0.8 -0.4	±0.4
125~300	5~12	---	---	---	±3.2	+1.6 -0.8	±0.8
350~600	14~24	---	---	---	±4.8	+1.6 -0.8	±0.8

4.2.7 绝缘接头和管汇质量应满足下列要求：

- 1 绝缘接头符合《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》SY/T 0516的规定。外观无裂纹、重皮、伤痕、毛刺、砂眼及气孔；端部垂直，坡口后端部内径与连接管内径一致，其端部直径偏差按表4.2.3执行，绝缘接头本体内径不大于连接管内径的2%。出厂时端部配备防尘管帽；

2 绝缘接头在驻厂监造的见证下，进行水压、水压加弯矩及绝缘电阻值试验。出厂时标注出厂编号、生产厂家、公称直径、压力等级和材质；

3 拔制管汇的尺寸和几何形状公差满足设计要求。

4.2.8 支吊架的检查及其质量要求应符合下列规定：

- 1 支吊架表面无毛刺、铁锈、裂纹、漏焊、表面气孔等；
- 2 支吊架用的弹簧表面无裂纹、折叠、分层、锈蚀等缺陷，工作圈数偏差不得超过半圈；
- 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，其允许偏差不大于自由高度的 2%。

4.2.9 管线补偿器检查应满足下列要求：

- 1 管线补偿器检查根据设计要求、出厂文件及相关标准进行；
- 2 “Π”形的弯曲钢管的圆度不大于外径的 8%，壁厚减薄量不大于公称壁厚的 15%，且壁厚不小于设计壁厚；
- 3 “Π”形补偿器悬臂长度允许偏差为±10mm；平面翘曲每米允许偏差为±3mm，且总长平面翘曲允许偏差为±10mm；
- 4 膨胀节的质量与检验根据设计要求、出厂文件及相关标准进行。

4.2.10 阀门应满足下列要求：

1 阀门有产品合格证及管道元件制造许可证，带有伺服机械装置的阀门有安装使用说明书；

2 阀门试验前逐个进行外观检查，其外观质量应满足下列要求：

- 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) 备品备件数量齐全、完好无损。

3 阀门可在工厂检验，检验依据标准为《阀门的检验和试验》GB/T 26480，驻厂监造人员在工厂内见证合格的阀门，并有试验合格报告，现场可免除安装前试验；

4 非驻厂监造的阀门在安装前进行试验，强度和密封试验应满足下列要求：

1) 试压用压力表精度不低于 1.0 级，表的量程为被测压力（最大值）的 1.5 倍~2 倍，并经检定合格；

- 2) 阀门使用洁净水为介质进行强度和密封试验，不锈钢阀门压力试验时，水中的氯离子含量不大于 25mg/L。强度试验压力为设计压力的 1.5 倍，稳压时间大于 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、无压力降为合格；

- 3) 阀门进行壳体强度试压时, 阀门应处于部分开启状态, 加压至设计压力的 1.5 倍, 壳体无液滴泄漏为合格。上密封试验宜在壳体压力试验时一并进行。上密封试验时, 阀门应处于全部开启状态, 松开填料压盖, 无液滴泄漏为合格。密封试验宜在壳体压力试验和上密封试验合格后进行, 密封试验时, 关闭阀门, 分别单向加压至设计压力, 无液滴泄漏为合格。手动阀门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, 阀门的两面均进行单面受压条件下的开启, 开启压力不小于设计压力。不合格的阀门不应使用;
 - 4) 止回阀、截止阀应按流向进行强度和密封试验。止回阀按逆流做密封试验、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, 排除内部积水(包括中腔), 密封面涂保护层, 关闭阀门, 封闭出入口, 并按厂家要求注脂, 填写阀门试压记录。记录格式参见附录 B 表 B.1。
- 5 安全阀安装前由取得资质的机构进行校验, 检验合格后铅封, 现场安装前检查其铅封处于完好状态, 并有合格标识, 安装后保留铅封;**
- 6 液压球阀驱动装置, 按出厂说明书进行检查, 压力油应在油标三分之二处, 各部驱动灵活;**
- 7 电(液、气)驱动阀按出厂说明书检查, 传动装置灵活, 电动机的密封有效、润滑管路无杂质和泄漏, 液压油和润滑油足量。并调试好限位开关。**

4.2.11 橇装设备应满足下列要求:

- 1 制造厂随机携带出厂合格证、质量证明文件, 使用说明书、强度和严密性试验记录;
- 2 橇装内设备完好, 尺寸符合设计规定。橇装设备内控制箱、仪表、管路、阀门、元器件满足设计要求;
- 3 橇装设备进出接口法兰有防尘管帽封闭;
- 4 橇体在现场单独组装后应进行严密性试验验收。

4.2.12 焊接材料应满足下列要求:

- 1 工程中所用的焊条、焊丝、焊剂、保护气体等满足设计和焊接工艺规程要求;
- 2 焊条符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《高强度焊条》GB/T 32533、《不锈钢焊条》GB/T 983 《承压设备用焊接材料订货技术条件》NB/T 47018.1~8 的规定。焊条的外观应符合下列规定:

- 1) 药皮应均匀紧密包覆在药芯周围, 不允许有超出相关标准规定的偏心度。药皮无影响焊接质量的裂缝、气泡、杂质、剥落、凸节、破头等缺陷;
- 2) 焊芯端面应露出, 露芯部分无明显锈蚀, 引弧端药皮倒角;
- 3) 焊条夹持端无药皮且焊芯的长度约 20mm 左右;
- 4) 焊条药皮具有耐潮性, 吸潮后不开裂或剥落。烘干后也不开裂或剥落;

5) 有引弧帽的焊条，引弧帽不应开裂或脱落。

3 焊丝符合现行国家标准《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》GB/T 8110、《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 5293、《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 12470、《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045、《高强钢药芯焊丝》GB/T 36233、《不锈钢药芯焊丝》GB/T 17853 及国家现行标准《焊接用不锈钢丝》YB/T 5092、《承压设备用焊接材料订货技术条件》NB/T 47018.1~8 的规定。焊丝的外观应符合下列规定：

- 1) 焊丝表面光滑、清洁，无毛刺、划痕、锈蚀和氧化皮等；
- 2) 焊丝表面的镀铜层均匀牢固，无起鳞、剥离现象；
- 3) 焊丝盘采用层绕，不应影响焊丝在送丝机构中的顺利送进。

4 焊接用气体应符合下列规定：

1) 氩气满足焊接要求，碳钢和低合金钢氩弧焊时氩气纯度不低于 99.96%，不锈钢氩弧焊时氩气纯度不低于 99.99%，氩气含水量体积小于 40mg/L；

2) 二氧化碳气体保护焊采用的二氧化碳气体纯度，不低于 99.5%，含水量体积不超过 12040mg/L；3) 氧乙炔焊所采用的氧气纯度不低于 99%，乙炔气的纯度和气瓶中的剩余压力符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的规定；

3) 二氧化碳气体使用前进行预热和干燥；当瓶内气体压力低于 0.98MPa 时，停止使用。

4.2.13 焊条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。产品说明书无规定时，应符合下列规定：

1 低氢型焊条烘干温度为 350℃~400℃，恒温时间为 1h~2h；焊接现场设恒温干燥箱（筒），温度控制在 100℃~150℃，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 不锈钢焊条根据表 4.2.13 的要求进行烘干。

表 4.2.13 不锈钢焊条烘干温度和时间

牌号	烘干条件
钛钙型药皮	200℃~250℃×1h
低氢型药皮	200℃~300℃×1h

4.3 材料的储存

4.3.1 材料的储存应满足下列要求：

1 对已验收的钢管分规格、材质分层同向码垛分开堆放，堆放高度保证钢管不失稳变形，且最高不应超过 3m。底层钢管垫有软质材料，并加防滑楔子。垫起高度为 200mm 以上；

2 钢管装卸使用专用吊具，轻吊轻放。吊钩有足够强度并防滑。装卸过程中注意保护

管口不受损伤；

3 检查和验收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 检查和验收合格的焊条、焊丝、焊剂储存在清洁干燥的库房内，距墙面及地面不应小于 300mm，储存环境的温度不应低于 5℃，相对湿度不应大于 60%。施工现场的焊接材料贮存场所及烘干、去污设施，符合国家现行标准《焊接材料质量管理规程》JB/T 3223 的规定，并建立保管、烘干、发放制度；

5 各类防腐、保温材料在规定的储存温度条件下采用分区和标识等方法对不同组别、有效期等进行分类存放，易挥发的材料密闭存放，库房保持干燥、通风。防止明火和静电产生，防止曝晒和雨淋。有“严禁烟火”的警示牌，并配备相应的消防器材；

6 保温材料不应在露天堆放，应防止水浸泡。

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，不应混淆或损坏，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，在储存期间不应与碳素钢、低合金钢等黑色金属接触。暂时不能安装的管子，应封闭管口。

4.3.3 管道附件的储存应满足下列要求：

1 验收合格的管件分类存放，保证管件的坡口不受损伤；

2 弯头、弯管、异径管、三通采取防锈、防变形措施；

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

4.3.4 阀门包装前清洁内部，现场宜原包装存放。

4.3.5 橇装设备现场宜原包装存放，存放地点宜在适宜吊装的安装现场。安装前端口应处于封闭状态，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 钢管切断与开孔宜采用机械切割；如采用火焰切割，切割后应将切割表面的氧化层去除，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 合金钢管宜采用机械切割，不锈钢钢管应采用机械或等离子方法切割。

5.1.3 钢管切口质量应满足下列要求：

- 1 切口表面平整，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 Δ 不大于钢管外径的 1%，且最大不超过 3mm（图 5.1.3）。

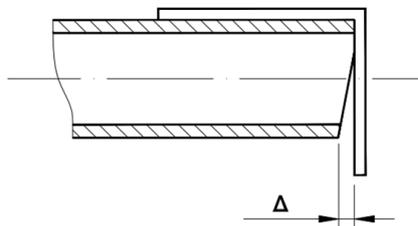


图 5.1.3 切口端面倾斜偏差

5.1.4 钢管因搬运堆放造成的弯曲，使用前应进行校直，其直线度每米允许偏差 1.5mm，全长允许偏差 5mm。

5.1.5 管端的坡口型式及组对尺寸应满足设计要求和焊接工艺规程的规定，当无要求时应符合本标准附录 A 的规定。

5.1.6 管道焊缝位置及其边缘 100mm 范围内不应开孔，管道上的开孔宜在工艺管道安装前开孔，开孔时宜采用磁力钻，制管焊缝应在支管座焊缝外侧 100mm 以外，并宜在管段安装前完成。当在已安装的管道上开孔时，管内因开孔产生的异物应用铁磁体清理干净。不能及时安装的，应将孔临时封闭。

5.2 管件加工

5.2.1 Π 形弯管的平面度允许偏差 Δ 应满足表 5.2.1 和图 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 Π 形弯管的平面度 Δ 允许偏差 (mm)

长度	<500	500~1000	>1000~1500	>1500
平面度	≤ 3	≤ 4	≤ 6	≤ 10

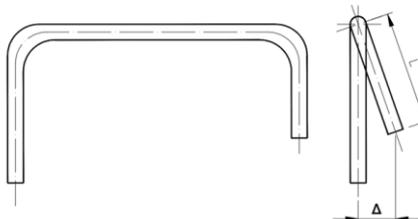


图 5.2.1 Π 形弯管平面度 Δ

5.2.2 管汇的制作及其质量应满足下列要求：

1 管汇宜选择预制成成品件。现场制作时，管汇母管宜选择整根无缝钢管或直缝钢管与支管座或三通组成，不应采用螺旋焊缝钢管；采用直缝钢管对接时，纵缝错开 100mm 以上；

2 管汇母管划线应满足下列要求：

- 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 管汇组对时，首先进行子管与法兰的组对。母管与子管组对时，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 管汇组对时，子管与母管的组对采用三通或支管座的方式与母管连接。其定位焊点数与定位焊焊缝尺寸宜按本标准表 7.3.16—1、表 7.3.16—2 执行，并均匀分布；

5 管汇组对的允许偏差满足表 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
			>300
6	母管直线度	母管公称直径 (mm)	≤100
			>100

注：L 为母管长度 (m)。

6 封头组对前，将管汇内部清理干净，无可见杂质；

7 管汇焊接质量符合本标准第 7.4 节的规定。

5.3 管道单元预制

5.3.1 站场工艺管道宜在工厂深度预制，整体预制完成后，按要求进行模块组装、清扫、试压和干燥。拆分前应进行标记，现场回装时仅进行局部连接。

5.3.2 模块化预制的模块，吹扫与试压时，强度试压时间应为 30min，严密性试压时间应为 2h。现场组装后的模块，吹扫与试压应按本标准规定执行。

5.3.3 现场管道单元预制应设立预制区，宜采用具有钢管切割、坡口、组对、自动焊接的工艺设备进行预制作业。管道单元组对宜在清洁的钢制平台上进行。平台尺寸应大于管道预制件的最大尺寸。管道焊接宜采用自动焊接工艺。

5.3.4 管道预制应按管道系统图纸的单线图或三维图规定的数量、规格、材质选配管道附件，并应按单线图或三维图标明管道系统号和按预制顺序标明各组成件的顺序号。

5.3.5 当采用单件或小单元预制时，应满足下列要求：

1 自由管段和封闭管段的选择满足现场运输吊装和安装的条件，封闭管段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。

5.3.6 当采用组合件预制时，应满足下列要求：

- 1 管件组合的每个方向总长度尺寸允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$;
 - 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 $\pm 1.5\text{mm}$ 。
- 5.3.7** 管道单元预制件的组装、焊接和检查和验收，应符合本标准第 6、7 章的有关规定。
- 5.3.8** 预制完毕的管道单元预制件，应用压缩空气将内部清理干净，并应及时封闭管口，填写记录。记录格式参见附录 B 表 B. 2、表 B. 3。

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。验收过程应记录，记录格式参见附录 B 表 B.4。
- 6.1.3 工艺管道所用钢管、管道附件及其他预制件应符合本标准第 4.2 节的规定。
- 6.1.4 应核实管架、管墩的位置、标高、坡向和坡度。管架、管墩的基础表面应修整，表面不应有油垢或松散层。放置垫铁（至周边 50mm）处应铲平，铲平部位水平度允许偏差为 5mm/m，且应与垫铁接触良好。需灌浆的基础应凿成麻面。
- 6.1.5 钢管、管道附件内部应清理干净，可采用人工清洁法、机械清洁法等。安装工作有间断时，应及时封堵管口或阀门进出口。
- 6.1.6 管道补偿器安装完成后应填写记录，记录格式参见附录 B 表 B.5。
- 6.1.7 焊缝质量的检查和验收应符合本标准第 7.3 节的规定。
- 6.1.8 工艺管道安装完成后应绘制工艺管道安装轴测图，其格式参见附录 B 表 B.2。

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，不应强力组对。
- 6.2.3 安装前应对阀门、法兰与管道的配合进行检查，并应满足下列要求：
- 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，按本标准第 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状态；
 - 3 检查法兰与阀门法兰配合状态以及连接件的长短；
 - 4 两个无缝管件可直接对焊。有缝管件相互焊接时，纵焊缝错开 100mm 以上；
 - 5 管件允许与对焊法兰焊接，不允许与平焊法兰焊接。
- 6.2.4 坡口加工应满足本标准第 5.1.5 条要求。
- 6.2.5 钢管对接时，错边量应满足表 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	≤2.5
5~10	≤0.1 壁厚	≤2.0
<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校正，不应使用锤击方法进行校正。不锈钢管道校圆应用铜制或不锈钢制整形器校正，不应使用铁制工具校正。

6.2.9 管道组对时应检查直线度，见图 6.2.9，检查方法是在距接口中心 200mm 处时钟面的 12 时和 3 时测量，当钢管公称直径小于 100mm 时，允许偏差 $\Delta \pm 1\text{mm}$ ；当钢管公称直径大于或等于 100mm 时，允许偏差 $\Delta \pm 2\text{mm}$ ，但全长允许偏差均为 $\pm 10\text{mm}$ 。

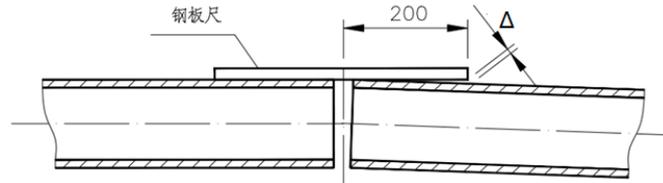


图 6.2.9 管道对口直线度检查

6.2.10 管道对接焊缝位置应满足下列要求：

- 1 同一管道上相邻两个对接环焊缝的间距当公称直径大于或等于 150mm 时，不小于 150mm，当公称直径小于 150mm 时，不小于管道的外径，且不应小于 100mm；
- 2 管道对接焊缝距离支吊架大于 50mm，需热处理的焊缝距离支吊架大于 300 mm；
- 3 直缝管的直焊缝位于易检修的位置；
- 4 焊接钢管对接时，制管焊缝之间错开 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)筑物内隐蔽处不宜有对接焊缝。

6.2.12 管道安装允许偏差值应满足表 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 \leq 100	$\leq 2 L\%$	最大 40
	DN $>$ 100	$\leq 3 L\%$	最大 70
铅垂度		$\leq 3 H\%$	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	

注：L 为总长、H 为总高

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，自下而上依次分层进行；在同层中，宜先安装大管后安装小管；
- 2 管道外壁（包括保温层或防腐层厚度）与地沟壁、沟底面的距离满足设计要求，设计无要求时，参见表 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 连接动设备的管道应采用无应力安装方法，先焊接封闭管段（指动设备出口法兰管道至设备第一道固定支架外的焊口），再与自由管段（指固定支架外焊口后面的管段）的连接焊口焊接，焊接连接焊口时应符合下列要求：

1 封闭管道在管道支、吊架完全就位的条件下，动设备法兰处于自由状态下，检查法兰的平行度和同心度，允许偏差符合表 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	≤0.10	≤0.50	≤0.05
>6000	≤0.05	≤0.20	≤0.02

2 当封闭管段与自由管段焊接连接时，先采用定位焊，再进行环焊缝的焊接，在焊接过程中，应对法兰的平行度和同心度进行百分表监测，当监测数值发生变化时，应进行消除；

3 紧固动设备法兰螺栓时，采用对称安装，安装力矩符合设备的拧紧力矩的要求。在法兰安装时，在设备联轴器上用位移测量仪器测量位移，应符合设备安装要求。

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

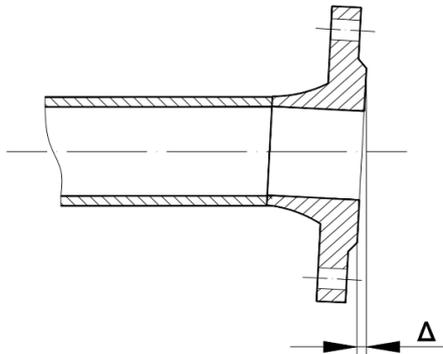


图 6.2.15 预制管段偏差

6.2.16 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 作为内焊道的焊接位置。如图 6.2.17 所示：

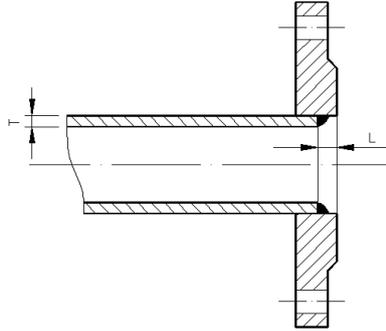


图 6.2.17 钢管管端与平焊法兰密封面距离

L——钢管管端与平焊法兰密封面距离； T——钢管壁厚；

- 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。螺栓应按对称次序拧紧。
- 6.2.20** 法兰螺栓拧紧后，两个密封面应相互平行，用量具对称检查，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，其螺栓孔中心偏差应不超过孔径的 5%，并保持螺栓自由穿入。法兰螺栓拧紧后应露出螺母以外 1~3 个螺距，螺纹不符合规定的应进行调整。安装完成后，应用螺栓保护套对螺栓进行密封涂脂保护。
- 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。
- 6.2.24** 不能参与工艺管道系统试压的钢管短节，安装前应试压合格。
- 6.2.25** 受限空间的管道安装应考虑无损检测的可实施性。

6.3 阀门安装

- 6.3.1** 阀门吊装时，应在阀体吊耳上吊装，不应以手柄或其它附件作为吊点。
- 6.3.2** 阀门安装前，应对袖管的材质及尺寸进行核查。
- 6.3.3** 阀门安装前，应按设计文件核对阀号、型号、口径、压力等级和介质流向，复核产品合格证及试验记录。
- 6.3.4** 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。现场安装前阀门及管道应清理内部。
- 6.3.5** 当阀门与管道以焊接方式连接时，球阀应全开状态后焊接，其它阀门应按阀门厂家的焊接安装要求进行开、闭。焊缝根焊宜采用氩弧焊。
- 6.3.6** 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。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。输油管道用球阀一端采用单活塞效应阀座，另一端采用双活塞效应阀座的阀门安装时，应按流向要求安装。

6.3.7 阀门安装后的操作机构和传动装置应动作灵活，指示准确，阀位正确。

6.3.8 安全阀应垂直安装并确认。安全阀前后设置截断阀时，截断阀应加铅封并锁定在全开状态。

6.4 管道附件制作安装

6.4.1 管道附件制作的尺寸应满足设计要求，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、吊架的安装应满足下列要求：

1 管道的支架、托架、吊架、管卡的类型、规格满足设计要求；

2 管道支、吊架安装前进行标高和坡降放线测量，固定后的支、吊架位置正确，安装平整、牢固，与管道接触良好；

3 固定支架按设计要求安装；

4 导向支架或滑动支架的滑动面洁净平整，无歪斜和卡涩现象。其安装位置从支承面中心向位移反向方偏移，偏移量为设计计算的 1/2 或按设计规定；

5 支、吊架焊接由有资格的焊工施焊。管道与支吊架焊接时，焊缝外形平整饱满，无咬边、烧穿现象；

6 临时支架焊接不应伤及主材；

7 弹簧支、吊架的弹簧高度，按设计要求安装，弹簧调整至冷态值，并记录。弹簧的临时固定件，待系统安装、试压后方可拆除。

6.4.3 膨胀节的预拉伸应符合下列规定：

1 膨胀节预拉伸符合设计规定；

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）焊接完毕并经检查和验收合格，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预留足够的调整余量；弹簧支、吊架按设计值预压缩并临时固定；

4 管线倾斜方向及倾斜度均满足设计要求；

5 法兰与阀门连接螺栓拧紧；

6 膨胀节预拉伸后，焊缝经检查和验收合格，需做热处理的焊缝做完热处理后，方可拆除拉具。

6.4.4 波纹膨胀节安装应满足下列要求：

1 波纹膨胀节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，在水平管道上迎介质流向安装，在垂直管道上置于上部；
 - 3 波纹膨胀节与管道保持同轴，不应偏斜；
 - 4 安装波纹膨胀节时，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 安装球型膨胀节，应满足下列要求：**
- 1 球型膨胀节安装前，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，按照设计要求施工；
 - 6 运输、装卸球型膨胀节时，防止碰撞，并保持球面清洁。
- 6.4.6 绝缘接头和法兰的安装应满足下列要求：**
- 1 安装前，对绝缘法兰（接头）进行绝缘性能测试，其绝缘电阻不小于 $20M\Omega$ ；
 - 2 绝缘法兰（接头）的电缆线连接满足设计要求，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（接头）外露时，要求有保护措施；
 - 4 绝缘接头在沟下组装时，采用水平无应力顺序组装，固定口连头不应设置在绝缘接头安装处。
- 6.4.7 静电接地安装应满足下列要求：**
- 1 有静电接地要求的管道，各段钢管间须导电。当每对法兰或螺纹接头间电阻值超过 0.03Ω 时，采用导线跨接；
 - 2 管道系统的对地电阻值超过 100Ω 时，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，须采用不锈钢板过渡；
 - 4 用作静电接地的材料或零件，安装前不应涂漆。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，进行检查与调整；
 - 6 静电接地安装完成后，填写记录，记录格式参见附录 B 表 B.6。

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手工焊、半自动焊、自动焊或上述方法的组合。宜优先选用自动焊方法进行站内工艺管道的焊接。根焊焊接宜选用氩弧焊。
- 7.1.2 焊接设备的性能应满足焊接工艺要求，并具有良好的工作和安全性能。
- 7.1.3 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应进行焊接工艺评定。焊接工艺评定应符合国家现行标准《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 的规定，并根据合格的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程。
- 7.1.4 工艺管道应按单线图、三维图对号顺序安装，焊接应按批准的焊接工艺规程执行。
- 7.1.5 从事本标准适用范围站场工艺管道工程施工的焊工应取得国家相应部门颁发的特种设备作业人员资格证书，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 环境温度低于焊接工艺规程中规定的温度。
- 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应超过两次。返修焊缝的焊接应符合焊接工艺规程的规定。

7.2 焊接

- 7.2.1 管道坡口加工和组对应符合本标准第 5.1.5 条规定。
- 7.2.2 焊件组对前应将坡口及其内外侧表面不小于 20mm 范围内的油、漆、垢、锈蚀、毛刺及镀锌层等清除干净，且不应有裂纹、夹层等缺陷。
- 7.2.3 焊前预热应符合下列要求：
- 1 有预热要求时，根据焊接工艺规程规定的温度进行焊前预热。当焊件温度低于 0℃ 时，所有钢管的焊接位置处应在始焊处 100mm 范围内预热至 15℃ 以上；
 - 2 当焊接两种具有不同预热要求的材料时，以预热温度要求高的材料为准；
 - 3 焊前预热的加热范围，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，测温仪表经检定或校准合格；
 - 4 管口均匀加热，防止局部过热。须保持焊件内外壁温度均匀；
 - 5 焊道层间温度符合焊接工艺规程的规定；
 - 6 常用管材的焊前预热温度可参照表 7.2.3 的要求制定，并经焊接工艺评定确认。

表 7.2.3 常用管材焊前预热温度

母材类别 (公称成分)	焊件接头母材厚度 T (mm)	母材最小规定抗拉强度 (MPa)	最低预热温度 (°C)
碳钢 (C)	≥25	全部	80
碳锰钢 (C-Mn)	<25	>490	80
合金钢 (C-Mo、 Mn-Mo、Cr-Mo)	≥13	全部	80
Cr≥0.5%	<13	>490	80
合金钢 (C-Mo) 0.5%<Cr≤2%	全部	全部	150
合金钢 (C-Mo) 2.25%<Cr≤10%	全部	全部	175
低温镍钢 (Ni≤4%)	全部	全部	95

7.2.4 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。

7.2.5 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。

7.2.6 管道焊接时根焊应熔透，内成型应良好。不锈钢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。层间焊间隔时间应满足焊接工艺规程要求。

7.2.7 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，因故中断焊接再次焊接前，应检查焊层表面确认无裂纹，并根据焊接工艺要求重新预热至规定的温度后，方可按原工艺要求继续施焊。

7.2.8 钢管焊接时，应防止管内气体流速过快。

7.2.9 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。

7.2.10 当日未使用完的焊丝可不从送丝机上拆下，但应采取防雨和防潮措施，次日焊接时应去除至少 2m 长焊丝后，方可进行焊接。

7.2.11 有焊后热处理要求的焊缝，应按焊接工艺规程的要求进行。

7.2.12 每道焊口完成后，应清除表面焊渣和飞溅。

7.2.13 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测合格后方可拆除。

7.2.14 完成焊口应做标记，标记内容应包括工艺分区、管道规格和焊口编号等信息。焊接参数等宜进行数字化全程记录，记录表格参见附录 B 表 B.7。

7.2.15 定位焊缝应符合下列规定：

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

2 定位焊缝位置与数量参见表 7.2.15，定位焊的长度与厚度的确定应能保证焊缝在正式焊接时不开裂；

表 7.2.15 管道定位焊缝位置与数量

公称直径 DN/mm	位置与数量
DN≤50	对称 2 点
50<DN≤150	均布 2 点~3 点
150<DN≤200	均布 3 点~4 点
200<DN≤500	均布 4 点~6 点
500<DN≤1200	均布 6 点~10 点
1200<DN≤1500	均布 10 点~14 点

3 在焊接根部焊道前，将定位焊缝表面的焊渣清理干净，并进行检查，当发现缺陷时，应予以处理；并将定位焊缝其两端修整成缓坡形。根焊道焊接完成后，过桥定位焊缝（根部上面）予以去除；

4 定位焊焊接时，不应在焊缝交叉处施焊，应避开该处 50mm 左右。当环境温度较低时，应按焊接工艺规程对焊件进行预热。

7.3 焊缝检验与验收

7.3.1 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清理干净，焊缝表面均匀整齐，无焊瘤、凹坑等；
- 2 对接焊缝允许错边量符合表 6.2.5 的规定；
- 3 对接焊缝表面宽度为坡口上口两侧各加宽 0.5~2mm；
- 4 对接焊缝表面余高为 0~2mm，局部不大于 3mm 且长度不大于 50mm。且表面余高与母材圆滑过渡；
- 5 角焊缝的边缘平缓过渡，焊缝的凹度和凸度不大于 1.5mm，两焊脚高度差不宜大于 3mm；
- 6 盖面焊道咬边深度合格判定符合表 7.3.1 的规定；

表 7.3.1 咬边尺寸的合格判定

深度	长度
>0.8mm 或 >管壁厚 12.5%，二者取较小值	任何长度均不合格
>6%~12.5%管壁厚或 >0.4mm，二者取较小值	在焊缝任何 300mm 连续长度内不超过 50mm 或焊缝长度的 1/6，取二者中最小值为合格。
≤0.4mm 或 ≤管壁厚 6%，二者取较小值	任何长度均合格

7 焊缝表面无裂纹、未熔合、气孔、夹渣、引弧痕迹及夹具焊点等缺陷；

8 焊接及外观检查完成后，填写记录，记录格式参见附录 B 表 B.7。

7.3.2 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《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的规定执行，不满足《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《承压设备无损检测》NB/T 47013.1~47013.15 的要求进行无损检测及质量评定。

7.3.3 从事无损检测的人员应取得国家市场监督管理总局颁发的无损检测资格证书。

7.3.4 无损检测检查的比例及合格验收的等级应符合设计要求，设计无要求时，应满足下列要求：

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全自动超声波检测（AUT）。当焊缝条件不满足全自动超声波检测时，可采用相控阵超声波检测（PAUT）。管道连头段、穿越段的对接焊缝应进行 100%的射线检测和 100%超声检测；

2 管道焊缝进行射线检测和超声波检测时，合格等级为设计压力不小于 4.0MPa 为 II 级合格，设计压力小于 4.0MPa 为 III 级合格；

3 返修焊口在 24h 后进行检测；

4 磁粉检测或渗透检测按《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 按照设计文件的要求，进行测量放线，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。用灰线标出管沟的边界线。

8.1.3 当地质条件和管沟深度满足表 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
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	1.5
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比 (不加支撑)

土壤类别	坡顶无载荷	坡顶有静载	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
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，应采用阶梯式开挖或进行拉森桩、板桩加支撑的方法开挖。

8.1.6 地下水位高的管沟开挖前，应采用明渠排水、井点及降水井降水、管沟加支撑等措施且效果明显后方可实施。

8.1.7 管沟的弃土距离管沟边不小于 0.5m，高度不宜超过 1.5m。

8.1.8 单管敷设时，管底宽度应按管道公称直径加宽 300mm，但总宽不小于 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。

8.1.9 石方段管沟应按管底标高加深 300mm；采用细砂或软土回填到设计标高。

8.1.10 对管沟深度超挖部分应进行夯实处理。

8.1.11 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 管道下沟前的应完成以下工作：

- 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，可用砂或软土铺垫；
- 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，电火花检漏和防腐层修补方法见本标准第 10 章的要求。

8.2.2 管道下沟应满足下列要求：

- 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，避免与沟壁碰挂，必要时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，悬空段用细土或砂填塞；
- 3 管道下沟时，设置专人统一指挥作业。下沟作业段的沟内不应有人，采取有效措施防止管道滚管。

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 管沟回填应满足下列要求：

- 1 管道悬空段用细土或砂填塞；
- 2 按回填进程依次拆除沟壁的支撑，且不应塌方；
- 3 管顶以上 300mm 内采用粒径不大于 20mm 的原状土或细砂人工回填，管沟其余部分可采用可用粒径不大于 250mm 原状土或岩石破碎后的石粒回填；管道两侧回填土应分层夯实，每层 200~300mm，夯填时应采取措施，防止管道变形。夯实后的土壤密实度满足设计要求，设计无要求时，土壤密实度不低于原土的 85%；

- 4 管沟回填时，先回填弯曲管段，后回填直管段。

8.3.3 当管沟内为分层安装管道时，应完成第一层管道安装检测后，回填此层并夯实平整，再安装上一层管道。逐层形成安装回填。

8.3.4 管道地沟应满足下列要求：

- 1 在进行地沟内管道安装前，进行沟底清理，不应留有污物与杂物；
- 2 地沟管道施工完毕后，再次清扫地沟，并经隐蔽工程检查合格。

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 制定吹扫试压专项方案，并采取有效安全措施，经审查批准后实施。
- 9.1.3 试压吹扫前，应将压力等级不同的管道、不宜于管道一起试压的系统、设备、管件、阀门及仪器等隔开，分别试压吹扫。动设备的附属管路，如润滑油管路、冷却系统管路，应按设备安装手册的要求清洗和试压。
- 9.1.4 试压用的压力表应经过检定，并在有效期内，精度应不低于 1.0 级，表的量程应为被测压力(最大值)的 1.5~2 倍。表盘直径宜大于 150mm，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仪，且安装于避光处，温度仪分度值应不大于 1℃。试验压力应以高位置安装的压力表读数为准。
- 9.1.5 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。
- 9.1.6 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 现场宜安装无线数据采集与监控系统对管道压力和温度数值进行采集和监控，对稳压过程中的压力和温度进行数字化全程记录。
- 9.1.9 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，并填写管道试压记录，记录格式参见附录 B 表 B.8。

9.2 吹扫与清洗

- 9.2.1 管道吹扫前应满足下列要求：
- 1 管道吹扫前，系统中节流装置孔板须取出，调节阀、节流阀须拆除；
 - 2 不参与系统吹扫的设备及仪器仪表，与吹扫系统隔离；
 - 3 管道支架、吊架应牢固，必要时进行加固。
- 9.2.2 吹扫冲洗时，以设备、机器为分界线，应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压缩空气，有衬里的设备系统应选用经分离水后的空气。扫线压力应小于工艺管道设计压力。如采用蒸汽吹扫应符合《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。
- 9.2.4 冲洗奥氏体不锈钢管道系统时，水中氯离子含量不应超过 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的最后一次清扫后，应用白布靶放在工艺管线的排空处，检查 5min，白布靶上无固体颗粒物为合格。如不合格，应继续吹扫至检查合格。

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，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，应满足下列要求：

1 吹扫流程宜与工艺流程一致，在系统的上游具有足够储气量，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 爆破吹扫有明显的警戒安全措施，并有专人看护，爆破压力控制在 0.3MPa~0.5MPa 之间，并据此选择爆破膜的厚度和层数。爆破膜可选择单层厚度 1.5mm 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。也可参考表 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 每条管道最后一次清扫后，用白布靶放在工艺管线的排空处，检查 5min，白布靶上无固体颗粒物为合格；清扫合格后应记录，记录格式参见附录 B 表 B.9。

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架安装完毕并检验合格后进行强度和严密性试验。试验过程中严禁采用站场工艺管道的阀门做为试压的工作阀门。试压的工艺管道应包括放空管路和排污管路。试压的环境温度应在 0℃ 以上，试压用水应在 5℃ 以上。不满足此要求时，应采取相应措施。

9.3.2 工艺管道的强度及严密性试验应符合设计规定，设计无规定时应满足下列要求：

1 强度试验介质应采用洁净水。特殊情况下，经建设单位批准，设计压力 6.4MPa 及以下可采用空气做为试验介质。强度试验压力值由设计计算确定；

2 严密性试验时，设计压力大于 6.4MPa 的试验介质应采用洁净水。设计压力小于等于 6.4MPa 的可用水或空气；

3 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；

4 强度试验充水时，应安装高点排空、低点排水阀门。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。

9.3.3 用水为介质做压力试验时，升压应满足下列要求：

- 1 升压应平稳缓慢，分阶段进行，液体压力试验升压次数符合表 9.3.3-1 的规定；
- 2 依次升至各个阶段压力时，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 9.3.3-2。

表 9.3.3-1 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
$2.5 < p$	3	30, 60, 100

表 9.3.3-2 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%

9.3.4 用空气为介质做压力试验时，升压应满足下列要求：

- 1 升压缓慢分阶段进行，升压速度小于 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，即缓慢升至试验压力的 50%；其后按逐次增加 10%的试验压力后，稳压检查，无泄漏及无异常声响方可升压；
- 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 9.3.4。

表 9.3.4 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)	设计计算确定	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

9.3.5 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，无异常无泄漏时应按强度试验压力的 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，将待干燥管道与其它管道、设备等用盲板隔离。也可整体干燥。

9.4.3 干燥用临时管道应固定，干燥过程中应设置临时警戒区。

9.4.4 管道干燥完成后，如带压测试露点，则应按图 9.4.4 的要求，换算压力条件下的露点温度。

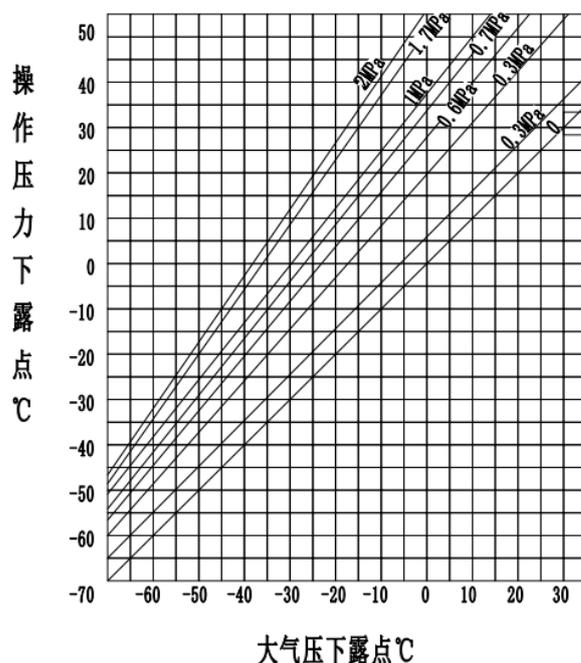


图 9.4.4 气体压力条件下的露点换算图

9.4.5 管道干燥完成后，应记录，记录格式参见附录 B 表 B10。

9.4.6 干空气干燥应满足下列要求：

- 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，即可进行密闭检测管线露点试验；
- 3 当管道末端出口处的空气露点达到-20℃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 kPa~70kPa 的环境下密闭 8~12h 后检测管线露点；
- 4 密闭试验后露点升高不超过 5℃，且不高于-20℃的空气露点，为合格；
- 5 在干燥验收合格后，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℃干空气或氮气的露点，并保持管道密闭。

9.4.7 真空干燥应满足下列要求：

- 1 真空干燥过程中，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，采用抽气量相当的真空泵，每隔 2h 检测管道温度，管道温度不低于 5℃，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 15min 记录一次管道压力值，当管道内压力降低到 8kPa 时，开始进行渗漏试验；

5 当管道内压力降低到 8kPa 时，关闭真空泵组，密闭 4h，观察是否有渗漏发生。如有渗漏发生，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 当管道内压力降到 0.1kPa 时，关闭真空泵组，密闭 24h，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，继续进行抽真空操作，直至合格；

7 在干燥验收合格后，向管道内注入压力为 50kPa~70kPa 的干空气或氮气，其露点不高于-40℃干空气或氮气的露点，并保持管道密闭。

9.4.8 液氮干燥应满足下列要求：

1 液氮汽化器的流量值根据工艺管道、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控制在 50℃~60℃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 0.3MPa~0.5 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 工艺管道所用的防腐保温材料、防腐保温施工方法应符合有关现行国家防腐标准规定。

10.1.2 管道应按设计要求进行管道防腐。埋地管道宜优选采用 3LPE 涂层，不能采用 3LPE 涂层的埋地管道宜进行防腐预制作业。地面管道涂层应为防腐耐候涂层，面漆宜进行现场防腐（涂漆）作业，面漆颜色与色环应按设计要求涂敷。当设计无要求时，应符合国家现行标准《油气田地面管线和设备涂色标准》SY/T 0043 的规定。

10.1.3 凡遇下列情况之一者，若不采取有效措施，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℃或高于 40℃；
- 3 灰尘过多；
- 4 被涂表面温度高于 65℃；
- 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，不应起吊、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。

10.1.5 防腐保温施工完成后应记录，记录格式参见附录 B 表 B.11。

10.2 防腐

10.2.1 钢材表面处理应满足下列要求：

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 Sa2.5 级，锚纹深度宜达到 40 μ m~75 μ m。表面处理完成后，用压缩空气将表面灰尘去除，表面清洁度为 2 级；

2 喷砂时，将钢管以及其他附属设备端口封闭，防止磨料进入；

3 表面处理，进行检查，发现除锈等级不满足要求时，重新处理，直到合格为止。

10.2.2 涂漆应满足下列要求：

1 防腐涂漆施工宜采用喷涂、刷漆或辊涂，涂漆施工前，先试涂。使用稀释剂等的种类和用量符合材料供应商的规定。底漆涂敷在生成浮锈前完成；

2 涂层表面完整、均匀，涂装道数和厚度应符合设计和现行防腐标准的规定。厚度应用磁性测厚仪检测，漏点应用湿海绵检测仪检测，检漏电压为：9V/300 μ m 或 90V/500 μ m。无漏点为合格。且无皱皮、桔皮、脱落、流坠、气泡、透底、裂纹和色泽不一致；

3 涂漆超过一遍时，前后间隔时间应根据涂料性质确定。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。

10.2.3 地下管道防腐应满足下列要求：

1 地下管道防腐施工宜采用三层 PE 结构，弯头表面宜喷涂无溶剂环氧涂料或熔结环氧粉末并用聚烯烃带缠绕保护，异型件表面用粘弹体包覆并用聚烯烃带缠绕保护；

2 防腐结构应完整、均匀，应符合设计和现行防腐标准的规定。厚度应使用磁性测厚仪检测，漏点用电火花检漏仪按 $5V/\mu\text{m}$ 检测。无漏点为合格；

3 当直管防腐层出现破损时，按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐技术》GB 23257 的规定进行补伤补口作业。其它管道的损伤按包覆的同种材料进行补伤作业；

4 地下防腐结构与地面防腐结构相交时，搭接时应先涂敷地下防腐层再涂敷地面管道涂层（不包括富锌涂料），搭接长度不小于 100mm。地下与地面交界处，宜采用热收缩带绕包，地面上部伸出长度应为 200mm，地下伸入 200mm 及以上；

5 地下防腐层经监理检验合格后方可隐蔽。

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。伴热带的安装应符合设计要求。

10.3.3 采用现场发泡保温时，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应少于 2 道，绑扎间距应满足下列要求：

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

10.3.5 补口处的保温层应平滑过渡，并按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 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。

10.3.9 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。

10.3.10 保温层质量应满足下列要求：

1 毡、箔、布类保温材料或保温瓦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，保温厚度符合设计规定，保温材料的容重允许偏差为 5%；

2 玻璃钢作表面保护层时，采用 8×8 的玻纤布紧密缠绕，设计无要求时，一般可为三布五油结构，搭接位置为 50%。涂料涂敷后不应露出玻璃布纹；

3 泡沫保温层厚度应均匀，表面光滑无开裂；

4 用金属薄板做保护层时，咬缝牢固，包裹紧凑，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符合表 10.3.10 的规定。

表 10.3.10 保温层表面和伸缩缝的允许偏差

序号	项 目		允许偏差	检查方法
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

10.3.11 毡、箔、布类保护层包缠施工前应对粘结剂做试样检查，包缠搭接应粘贴严密，环缝和纵缝搭接尺寸不应小于 50mm。

11 健康、安全与环境

- 11.0.1 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。
- 11.0.2 对高温、寒冷天气等特殊条件应采取有效的防护措施。
- 11.0.3 施工人员上岗前应接受安全教育和培训，培训后上岗。
- 11.0.4 应佩带符合劳动保护规定的防护用品。
- 11.0.5 施工中应采取措施，减少施工噪声、振动。不应在现场奔跑或饮酒后作业。
- 11.0.6 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。
- 11.0.7 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。
- 11.0.8 试压及清扫作业时，应设置试压警戒区，无关人员应在警戒区外。
- 11.0.9 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。
- 11.0.10 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。
- 11.0.11 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。
- 11.0.12 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。高处作业时，下方不应有其它作业及人员通行。
- 11.0.13 高压线下作业时，应保证有足够的安全作业距离。
- 11.0.14 横过外露的管道、电缆、钢丝绳等障碍物时，应采取保护措施。
- 11.0.15 氧气、乙炔瓶应按 5m 安全距离摆放，并设有回火阻止器。
- 11.0.16 防止废弃物的泄漏、蒸发和渗漏。
- 11.0.17 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。
- 11.0.18 动火应按相关的规定办理动火手续，隔离介质、动火时应用可燃气体检测仪进行检测，达到安全条件方可动火。
- 11.0.19 应根据施工现场和施工项目制定相应的应急预案和进行演练。

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,施工单位应提供下列资料:

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

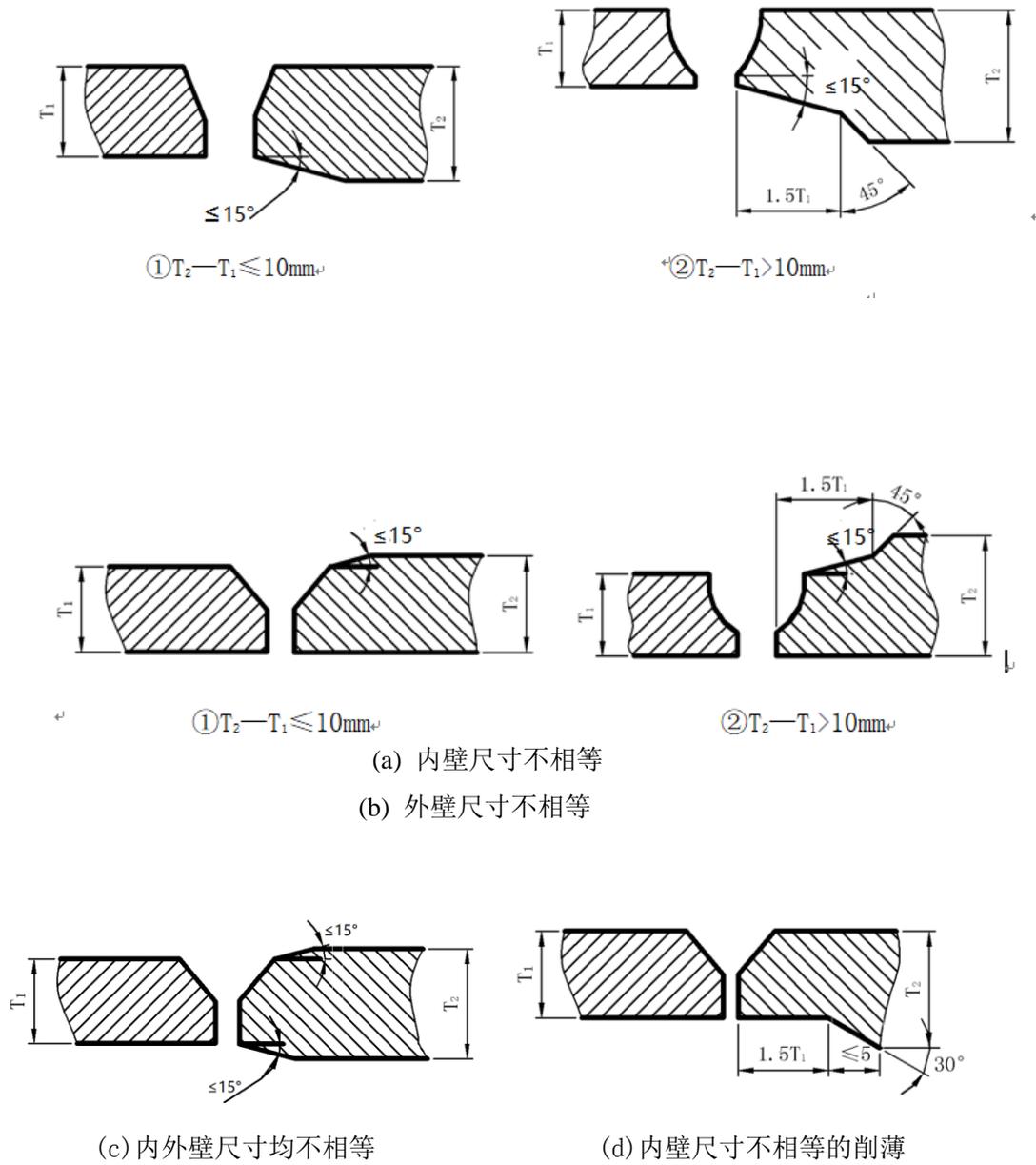


图 A.1 焊件坡口形式

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

表 A.2 等壁厚管道对接坡口型式

项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 α (β) ($^{\circ}$)	
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	—	—	
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		

续表 A.2

项目	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 α (β) ($^{\circ}$)	
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 Φ 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

附录 B 交工技术文件

表 B.1 阀门压力试验记录

B.1	阀门压力试验记录					单位工程名称： 单位工程编号：	
分部工程名称					试验介质		
名称	型号规格	公称压力 (Mpa)	强度试验		严密性试验		试验情况及 外观检查
			压力 (Mpa)	时间 (min)	压力 (Mpa)	时间 (min)	
施工单位				监理单位			
技术 (质量) 员： 班 (组) 长： 技术负责人：				监理工程师：			
年 月 日				年 月 日			

表 B.3 工艺管道安装记录

B.3		工艺管道安装记录					单位工程名称：	
							单位工程编号：	
分部工程名称						线位号		
序号	焊口/接口编号	管段/管件长度 (m)	规格	防腐形式	连接形式	安装日期	备注	
技术（质量）员：			班（组）长：			技术负责人：		
年 月 日			年 月 日			年 月 日		

表 B.4 管（墩）架安装记录

B.4	管（墩）架安装记录		单位工程名称： 单位工程编号：		
分部工程名称			图号		
管（墩）架编号	中心坐标（m）		基础标高（m）	管架顶标高（m）	备注
	X	Y			
施工单位：			监理单位：		

表 B.5 管道补偿器安装记录

B.5		管道补偿器安装记录					单位工程名称： 单位工程编号：		
分部工程名称									
设备位号	补偿器形式	规格	材质	固定支架间距 (mm)	设计压力 (MPa)	安装时环境温度 (°C)	安装预拉预压值 (MPa)		备注
							允许值	实测值	
简图及安装质量说明：									
施工单位					监理单位				
班（组）长： 技术（质量）员： 技术负责人：					监理工程师：				
年 月 日					年 月 日				

表 B.6 管道静电接地测试记录

B.6	管道静电接地测试记录	单位工程名称： 单位工程编号：		
分部工程名称				
线位号	法兰连接			
	接头型式	跨接导线规格	跨接导线材质	电阻值 (Ω)
附跨接方式简图：				
施工单位			监理单位	
技术（质量）员： 班（组）长： 技术负责人： 年 月 日			监理工程师： 年 月 日	

表 B.7 管道组对焊接记录

B.7	管道组对焊接记录				单位工程名称:	
					单位工程编号:	
分部工程名称		焊口编号		施工日期		
天气/温度		相对湿度 (%)		最大风速 (m/s)		
焊接方式		焊口类型		焊接工艺规程编号		
组对间隙 (mm)		组对最大错边量 (mm)		预热温度 (°C)		
根焊焊工号			热焊焊工号			
填充焊工号			盖面焊工号			
根焊焊材牌号/批号					规格	
热焊焊材牌号/批号					规格	
填盖焊材牌号/批号					规格	
层间温度 (°C)	热焊道温度	填充焊道温度			盖面焊道温度	
		F1: F2: F3: ... Fn:				
焊缝表面质量检查						
检查项	0-3 点位	3-6 点位	6-9 点位	9-12 点位	检查结果	
焊缝余高 (mm)						
焊缝宽度 (mm)						
错边量 (mm)						
外表面咬边						
技术 (质量) 员:		班 (组) 长:		技术负责人:		
年 月 日		年 月 日		年 月 日		

表 B.8 管道系统压力试验记录

B.8		管道系统压力试验记录					单位工程名称： 单位工程编号：			
系统名称					工作介质			工作温度 (°C)		
线位号	管线规格	材质	设计压力 (MPa)	强度压力试验			严密性试验			
				压力 (MPa)	稳压时间 (h)	检查结果	压力 (MPa)	稳压时间 (h)	检查结果	
施工单位					监理单位					
技术 (质量) 员： 班 (组) 长： 技术负责人： 年 月 日					监理工程师： 年 月 日					

表 B.10 管道干燥记录

B.10	管道干燥记录		单位工程名称： 单位工程编号：
分部工程名称			
线位号		设备位号	
工作介质		干燥介质	
干燥过程：			
检查结论：			
备注：			
施工单位		监理单位	
技术（质量）员： 班（组）长： 技术负责人：		监理工程师：	
年 月 日		年 月 日	

表 B.11 管道（阀门/设备）防腐、绝热施工记录

B.11		管道（阀门/设备）防腐、绝热施工记录						单位工程名称： 单位工程编号：			
分部工程名称								工程部位			
线位号 /位号	设备/管道 名称	规格	数量 (台/m)	防腐				绝热			
				结构形式	层次	厚度 (mm)	补口形式	结构形式	厚度 (mm)	外护层材料	
结论：											
施工单位						监理单位					
技术（质量）员： 班（组）长： 技术负责人： 年 月 日						监理工程师： 年 月 日					

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
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用词：
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用词：
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用词，采用“可”。
- 2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《不锈钢焊条》 GB/T 983
- 《非合金钢及细晶粒钢焊条》 GB/T 5117
- 《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》
GB/T 5293
- 《溶解乙炔》 GB 6819
- 《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》 GB/T 8110
- 《管法兰连接用紧固件》 GB/T 9125
- 《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》 GB/T 10045
- 《熔化焊用钢丝》 GB/T 14957
- 《不锈钢药芯焊丝》 GB/T 17853
- 《钢制承插焊、螺纹和对焊支管座》 GB/T 19326
- 《埋地钢质管道聚乙烯防腐技术》 GB 23257
- 《阀门的检验和试验》 GB/T 26480
- 《高强钢焊条》 GB/T 32533
- 《埋弧焊用高强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》 GB/T 36034
- 《高强钢药芯焊丝》 GB/T 36233
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- 《工业金属管道施工及验收规范》 GB 50235
- 《焊接材料质量管理规程》 JB/T 3223
- 《承压设备无损检测》 NB/T 47013.1~47013.15
- 《承压设备用焊接材料订货技术条件》 NB/T 47018.1~8
- 《油气田地面管线和设备涂色标准》 SY/T 0043
- 《石油天然气金属管道焊接工艺评定》 SY/T 0452
- 《钢制对焊管件规范》 SY/T 0510
- 《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》 SY/T 0516
- 《石油天然气钢质管道无损检测》 SY/T 4109
- 《油气输送用钢制感应加热弯管》 SY/T 5257
- 《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》 SY/T 6882
- 《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
施工标准

GB50540—××

条文说明

目 次

1	总则.....	46
2	术语.....	46
3	施工准备.....	46
4	材料.....	47
	4.1 一般规定.....	47
	4.2 材料的检查和验收.....	47
	4.3 材料的储存.....	48
5	下料与加工.....	50
	5.1 钢管下料.....	50
	5.2 管件加工.....	50
	5.3 管道单元预制.....	50
6	管道安装.....	52
	6.1 一般规定.....	52
	6.2 管道安装.....	52
	6.3 阀门安装.....	53
	6.4 管道附件制作安装.....	53
7	焊接.....	55
	7.1 一般规定.....	55
	7.2 焊接.....	55
	7.3 焊缝检验与验收.....	56
8	管沟开挖、下沟与回填.....	57
	8.1 管沟开挖.....	57
	8.2 管道下沟.....	57
	8.3 管沟回填.....	57
9	吹扫与试压.....	59
	9.1 一般规定.....	59
	9.2 吹扫与清洗.....	59
	9.3 强度及严密性试验.....	60

9.4 干燥	60
10 防腐和保温.....	63
10.1 一般规定.....	63
10.2 防腐.....	63
10.3 保温.....	63
11 健康、安全与环境.....	65
12 工程交工.....	66

国家标准《石油天然气站内工艺管道施工标准》 修订说明

《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》(GB50540—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。

《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》(GB50540—2009) (2012 局部修订版)经住房和城乡建设部 2012 年 12 月 24 日以第 1562 号公告批准发布。

2020 年住房和城乡建设部发布了《2020 年工程建设标准规范编制及相关工作计划》依据此计划,住房和城乡建设部标准定额司与《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》

(GB50540—2009)标准起草单位签订了《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》(GB50540—2009)标准修订合同。

本标准在修订过程中,修订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,走访了西气东输二线、西气东输三线、西部管道工程、兰郑长管道工程已完成的站内工艺管道施工现场,参与了中俄东线、中缅管道、标准制定和实践。参与了西气东输四线设计施工标准编写和企业 CDP 技术标准文件的编制等。同时对国内、国际相关标准进行研读和标准比对。对国内石油天然气站场设计施工的技术进步进行调研。提出了相关修订内容和形成了本标准的修订稿。

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施工标准》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,仅供使用着作为理解和把握标准规定的参考。

1 总则

- 1.0.1 本条说明了制定本标准的目的。
- 1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。天然气介质中包含 LNG 接收站中气化段部分的工艺管道和 CNG 的工艺管道。
- 1.0.3 本条规定了本标准所不适用的几种类型的管道。
- 1.0.4 本条说明本标准与其它国家、行业现行有关标准的关系。

2 术语

本章给出了本标准有关章节中引用的 13 条术语。目前在术语上存在地区和习惯差异，通过本标准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。

本标准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 本条规定了技术准备应进行的工作。
- 3.0.3 本条规定了人力资源准备应进行的工作。
- 3.0.4 本条规定了机具设备准备应进行的工作。
- 3.0.5 本条规定了物资准备应进行的工作。
- 3.0.6 本条规定了现场准备应进行的工作。
- 3.0.7 本条规定了工程所用的计量检测设备的检定和校准要求，凡是用于质量交接的计量检测设备应为检定，质量过程控制中使用的计量检测设备可以通过与检定过的计量检测设备相互比对形成校准。
- 3.0.8~3.0.9 根据国家推行数字化管理的要求和趋势，本条对站场施工数字化管理提出相关的具体要求。其重要工序是指数字化管理要求中需进行数据记录或上传的工序，如焊口、试压和干燥等。
- 3.0.10 为规范交工的技术文件，本条进行了相关规定。

4 材料

4.1 一般规定

- 4.1.1** 对站内工艺管道永久性组成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。
- 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材料必备的文件证明材料,不仅是材料的质量控制要求,也保证了竣工资料的收集。
- 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满足要求。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应使用。
- 4.1.5** 高硫和酸性环境中使用的管件、紧固件,应满足特定的使用条件、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** 本条为限制性条款,主要目的是保证工程的安全。
- 4.1.7** 主要是对焊接材料外包装的要求。
- 4.1.8** 主要是对防腐保温材料的基本要求。

4.2 材料的检查和验收

- 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。部分需要抽检的材料规定了抽检要求。
- 4.2.2** 本条规定了管件和紧固件的一般要求,管法兰用的螺栓、螺柱和螺母进行检查是依据 GB 50235 规定,其硬度指标来源于 GB/T 9125 的螺栓、螺柱和螺母相关硬度指标。
- 4.2.3~4.2.6** 此 4 条规定了主要管件的生产厂家的资质要求,相关产品的检验要求,依据和引用了 GB/T 19326、SY/T 0510、SY/T 0516、SY/T 5257 等现行国家或行业标准,为满足现场使用和质量控制,制定了现场检查的相应的管件和紧固件允许偏差(随着管件制造水平的提高,本标准允许偏差严于上述的标准允许偏差值)。为保证工艺管道与变壁厚的弯管和弯头等管件焊接时减少应力,本标准提出了采用孔锥形坡口的加工要求。
- 4.2.7** 由于绝缘接头在现场试压后安装仍然有泄漏的情况发生,为保证安装质量,要求在驻厂监造的条件下进行水压、水压加弯矩及绝缘电阻值三项试验,试验依据标准为SY/T 0516。拔制管汇近期在工艺管道上大量使用,由于没有标准依据,本条要求按设计要求进行检查。
- 4.2.8~4.2.9** 规定了支吊架及管道补偿器的检验的基本要求。

4.2.10 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，近年来，我国为保证阀门的制造质量，提出了在工厂进行检验的要求，本条要求在驻厂监造的条件下进行水压试验，可免除现场试验。同时对非驻厂监造的要求进行现场水压试验。工厂水压试验依据标准为GB/T 26480。

安全阀不再进行现场调试，要求要有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。

对阀门以及液压球阀驱动装置和电动阀门传动和电气部分的现场检验提出了要求。

4.2.11 橇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，但运输过程应注意保护，防止泄漏。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，以及橇装内设备是否完好，尺寸是否符合设计规定，以及橇装设备内控制箱、仪表、管路、阀门、元器件应满足设计要求。为保证管内清洁度，要求对橇装设备进出接口法兰进行检查并予以保护。由于在拉运或分块现场组装时可能出现的泄漏，现场安装在基础上后，要进行严密性试验。

4.2.12 本条列出了焊条、焊丝、焊剂主要依托标准，以便于使用。同时对焊条和焊丝外观提出了相应的检查要求。已经开封或吸潮的焊条应进行烘干。氩气质量参考了GB50235相关条款和相应的产品国家标准。目前自动焊采用的氩气执行国家标准《氩》GB 4842，但标准中氩气纯度太高，相应提高了自动焊施工成本，本条规定氩气纯度为99.96%。

4.2.13 不锈钢焊条烘干要求参考了相关标准的规定，对于直接开封使用的焊条可以不进行烘干。

4.3 材料的储存

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，以及保证现场储存条件满足要求，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。焊接材料存放场地以及储存环境参考了《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236以及《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T3517的有关规定。防腐材料的储存要防止混用，并对防火提出了相关要求。

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。在储存过程中，要注意标记，防止材料混用。

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、橇装设备储存的管理要求，阀门、橇装设备宜原包装存放，以便于吊装。专用工具、备件、资料应分类造册、妥善保存。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，防止焊接热影响区的影响，提出了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氧气或等离子方法的切割。

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，以防止合金元素的损失。

5.1.3

1 本款对切口表面质量做出了规定，目的首先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 本款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。

5.1.6 钢管开孔时，应尽量在预制阶段，以防止铁屑进入管内。如必须在安装完成后的工艺管道上开孔，则应用铁磁体将铁屑清理干净，防止铁屑落入管内。

5.2 管件加工

5.2.1 本条根据《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 有关内容提出。

5.2.2 制作管汇应选择整根无缝钢管或直焊缝钢管，用管节、三通和支管座组装成管汇。组对时应注意其顺序，以保证形位公差。

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，目前国内预制化水平较高，已有站场全部在工厂预制组装完成，现场只进行相应的回装工艺。

5.3.2 模块化在工厂组装后，由于均为地面组装，所有的试压问题容易发现，且模块到现场组装后仍要进行试压，所以工厂组装的模块，本条规定试压时间较短。

5.3.3 当工厂预制条件不成熟时，可尽量在现场设置预制区，将现场工艺系统划分出单元进行预制。预制过程中尽可能采用自动焊，以提高工效和焊接质量。

5.3.4 管道系统单线图或三维图应在管道预制前拆解为加工图或加工统计表，根据加工图纸或统计材料表，可以核实材料的数量和规格，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。在管道预制工作中，按管道系统三维图施工，是较好的一种施工方法，可防止“错、漏、碰、缺”。管道系统单线图或三维图中的管道系统号，是与工艺管道中的管道系统号相对应的，是同一条管线。在管道预制过程中，不但要严格按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。

5.3.5~5.3.6 此条是根据《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 有关内容提出。通过

标准使用，提出的尺寸偏差是适宜的。

5.3.7 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标准的有关规定。

5.3.8 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它作业交叉多,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,特别是壁厚,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、墩进行预先检查和标高测量,确保安装完成后,管道的标高和坡度满足设计要求。此条是参照 GB 50231 标准制定。
- 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。

6.2 管道安装

- 6.2.1** 由于站场工艺管道系统复杂,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** 应避免管道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,使管道完整性能得到保证。
- 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。管件具有垂直的端口,允许两个管件可直接对焊。由于管件没有直管段,不允许与平焊法兰对焊。
- 6.2.5** 本条提出了钢管组对时的错边量要求。
- 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的要求。
- 6.2.7** 应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它震动造成根部裂纹的产生,管径小于 200mm 的管道可采用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。不锈钢不应应用铁制工具校正,是为防止碳污染。
- 6.2.9** 本条对管子组对直线度偏差提出要求,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。此条与 GB 50236 保持一致。
- 6.2.11** 本条为方便以后管道的检查和维修提出。但有时穿墙时是弯管与直管相连。难以保

证穿墙管没有焊缝，本条采用不宜有的要求，进行了适当放宽。但安装时应无损检测完成后
再穿墙，防止穿墙后无法检测。

6.2.12 本条所规定数据参考了《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 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 焊接最后连接的终端固定焊口由于组装应力和焊接应力会造成焊缝的残余应力增
大，从而降低焊缝的质量；如果此焊缝距离动设备较近，由于动设备的震动，会出现焊口的
疲劳破坏；所以要求此焊缝必须远离动设备。

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的规定。增加螺栓保护
套是防止螺栓生锈，便于运行过程中的维修。

6.2.25 在与混凝土构件相交时，可能无法避免焊缝处于套管内或无法进行检测的死角，为
避免出现管道安装后，由于空间受限无法进行无损检测，需事先对此焊缝进行无损检测。

6.3 阀门安装

6.3.1 防止吊装对阀门的损坏。

6.3.2 本条规定的袖管的核查是防止由于袖管选材不当造成焊缝的开裂。

6.3.3 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 本条是为了保证阀门安装时，将螺栓等杂物滑入阀门内部而作出的规定。

6.3.5 阀门安装焊接，要防止电弧烧伤阀芯，球阀安装时，阀芯应处于开启状态，防止损
伤阀门密封面；截止阀的焊接通常是开启时进行焊接，主要是防止热膨胀造成密封的损坏。
但当截止阀芯的工作面暴露时，可采用关闭阀门后焊接，根焊完成后应立即将阀开启后进行
热焊。采用氩弧焊进行根焊可以保证根部焊道平整、飞溅小，可以更好的保护阀门。

6.3.6 强力安装会产生附加应力，造成密封不严；手轮或手柄不应向下安装是防止阀板重
力造成关闭不严，阀板通常不宜水平安装，以减少阀板重力的影响。要顺介质流向安装是阀
门特性决定的。

6.3.7 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。

6.3.8 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

6.4.1~6.4.2 此2条是要求在安装中进一步核实管道附件的类型、尺寸及外观满足图纸和安装要求。同时对安装提出了要求。

6.4.3~6.4.5 此3条对膨胀节的预拉伸和现场安装提出了相应的技术要求。

6.4.5 本条取消了绝缘法兰现场试压的要求，但对绝缘法兰的绝缘电阻测定仍要求在现场测定。为防止绝缘接头的泄漏，现场要求安装时应水平无应力安装，固定连头口不能设置在绝缘接头处。

6.4.5 本条规定了静电接地的材料或零件，在安装前不应涂漆，以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装设备、焊接检验设备。站场工艺管道焊接应积极推行自动焊接，以减少操作人员施工强度，提高焊接质量。

7.1.3 异种钢、不锈钢以外的钢种焊接原采用《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032 的有关规定，但覆盖性不足，现采用《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 进行焊接工艺评定、焊接工艺规程编写，焊工考试等。

7.1.5 根据国家市场监管总局特种设备安全监察局颁布《压力管道安装许可规则》TSG D300 的要求制定的本条规定。

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。

7.1.8 站场工艺管道焊接返修工艺大部与焊接工艺相当，但目前站场钢管的强度较高，焊接工艺规程应给予返修工艺的要求，防止返修后的焊缝开裂。

7.2 焊接

7.2.3 站内工艺管道的材料种类较多，如果没有预热，可能会造成管材焊缝的冷裂趋势，预热温度的选择不仅要考虑到防止冷裂，也要考虑到合理的预热温度，温度过高，会影响管材上的防腐涂层性能和使作业环境恶化，多耗用能源，影响环保和经济性。温度过低，起不到防止冷裂的作用。本条根据现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 第七章的要求，对焊接预热温度和焊后热处理温度做出了规定。当两种不同材料的管材焊接时，预热温度以要求温度较高的材料为准。并对预热范围进行了规定，以保证预热充分。焊前预热的加热范围参考《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 有关规定，这对于制定预焊接工艺规程有着很好的作用，实际焊接时，焊前预热应按焊接工艺规程进行。

7.2.4 电弧灼伤钢管可能会形成裂纹，一旦形成后，可以打磨处理，但打磨深度不能大于钢管允许的最大减薄量，打磨后应用渗透检测，防止出现裂纹。

7.2.8 管内气体流速过快可能造成根焊气孔，层间温度过低。

7.2.11 如需要进行焊后热处理的管材，本条规定应按焊接工艺规程执行。

7.2.14 完成焊口做标记按照工艺分区、管道直径和壁厚进行数字化标识，便于管道安装的数字化管理。

7.2.15 定位焊缝参考了《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 以及《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T35175 的有关规定。并根据站场管径的要求进行制定，此经过实践验证。

7.3 焊缝检验与验收

7.3.1 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，本条将两种焊缝形式都进行了要求。同时为方便使用，将咬边尺寸的合格判定，列成了一张表。

7.3.2 石油天然气管道行业钢质管道焊缝的无损检测执行行业标准 SY/T 4109，此标准得到广泛应用，其对石油天然气管道无损检测是适宜的，但 SY/T 4109 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 SY/T 4109 适用范围的合金材料，对这些材料应按《承压设备无损检测》NB/T 47013.1~47013.15 的规定进行检测和评定。

7.3.3 本条规定了无损检测人员的资格要求和相应的工作范围。

7.3.4 本条规定了无损检测的比例及合格级别及返修要求，由于射线和全自动超声波（AUT）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全自动超声波检测方法。当全自动超声波检测焊缝条件不具备时，可用相控阵超声波检测（PAUT）。由于返修焊口有较大的残余应力，本条规定返修焊口应在 24h 后检测。

8 管沟开挖、下沟与回填

8.1 管沟开挖

8.1.1 站场施工时，多工种联合作业，交叉施工时，要对管沟开挖面的电缆和地下障碍物进行保护。

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《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T3517 标准关于不设边坡管沟深度的规定；

8.1.4 本条的技术参数采用了《油气输送管道施工及验收规范》GB 50369 关于管沟开挖的有关规定。

8.1.6 本条提供了多种降水措施，当地下水位较低时，采用明渠排水+集水坑抽水较为经济可行。地下水位较高时，采用降水井降水较为经济，而轻型井点降水由于工艺系统较大，成本较高，一般不采用。

8.1.8 本条单管或多管道同沟敷设时的技术参数采用了《石油天然气管道站内工艺管道工程施工及验收规范》SY 0402 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。

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和避免与沟壁碰挂，可以保护管道和管道防腐层。管道下沟时应注意放置在设计要求的中心线处。

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 管顶不能夯实，主要是防止管道变形。先回填直管段的要求，是因为先回填弯曲管段时，直管段可能会在回填过程中起拱，造成管道变形。

8.3.3 当管沟内管道安装为多层时，应管道安装一层后经无损检测后即时回填并夯实，以利于下层管道安装。管道试压可统一进行，一般状态下，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。

8.3.4 管道地沟的要求参考了《石油化工钢制管道工程施工工艺标准》SH/T3517 标准的相关规定。

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,以保证站场的安运行。

9.1.2 为保证吹扫的清洁程度与保证试压过程管道与人员安全,必须由建设单位和监理审批后方可实施本项作业。

9.1.3 将不宜于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。如节流阀、过滤器、计量仪、压力调节器、系统的压力表、各传感器、动设备等。设置高点排空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。本条考虑到在强度试验中,如不排尽空气,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尽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。

9.1.4 试压用的压力表应经过检定,并在有效期内,精度应不低于 1.0 级,是计量标准的规定,是保证压力表数值的精确度的要求。在管二端安装压力表是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。

9.1.5 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。

9.1.8 根据数字化管理和试压监管的要求,现场要求将试压数据进行采集和上传。

9.2 吹扫与清洗

9.2.1 本条与 9.1.3 的要求基本一致,一是防止工艺管道内不宜参与吹扫与清洗的仪器与管道组成件破坏,二是对工艺管道安装的支撑件进行检查和稳固,防止振动破坏。

9.2.4 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。

9.2.5 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。

9.2.6 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。但无锈渍实践上难以做到,根据现场经验和工艺系统的要求,本条改为最后一次清扫后,用白布靶放在工艺管线的排空处,检查 5min,白布靶上无固体颗粒物为合格。

9.2.7 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。

9.2.8 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。

9.2.10 本条是按照 YJGF108-2004 的国家工法《超高压输气站场工艺管道爆破吹扫、气压试验施工工法》编制的，是近年来管道吹扫常用的一种施工方法。爆破膜厚度应通过爆破压力进行计算，表 9.2.10 只是一个参考数据。

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 站场工艺管道过去设计压力基本上控制在 6.4MPa 以下，随着材料、设备和压力容器制造工艺水平的提高，站场的设计压力不断提高，目前设计压力已达 60MPa。为保证安全，强度试验一般应以洁净水作为试验的介质，既要考虑到站场设计压力在 6.4MPa 以下是大量存在的，也要兼顾到 6.4MPa 以上设计压力试压作业的安全性。在 6.4MPa 及以下时，如果水源不易获得或必须在冬季试压，由于压力等级较低，可以用空气作为强度试验的介质；在 6.4MPa 以上时，为保证安全，必须用洁净水作为强度试验的介质。洁净水是指清洁淡水，或经过滤得到的清洁淡水，采用洁净水的目的主要是防止污染或腐蚀管道。

9.3.3 本条参照了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 标准的有关规定。

9.3.4 本条是依据《输气管道工程设计规范》GB50251 标准和《输油管道工程设计规范》GB50253 标准制定的。气体的试验压力是以工业管道壁厚计算为依据的，因此要由设计给定气体试验的压力值。

9.3.5 本条参照了《输气管道工程设计规范》GB50251 标准和《输油管道工程设计规范》GB50253 标准的有关规定。

9.4 干燥

9.4.2 本条提出了工艺管道干燥的三种方法，大的加压站一般可采用干空气干燥，分输站等较小的站可采用液氮干燥，真空干燥一般较少使用。

9.4.4 管道干燥完成后，如带压测试露点，露点温度比常压下会升高，可以用图 9.4.4 换算压力条件下的露点温度。

9.4.6

3 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。

4 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下表 9.4.6。

表 9.4.6 标准气压下管道内水蒸气相对水露点

露点, °C	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

5 充入氮气等惰性气体比填充干空气对管道防腐蚀更有利,通常要放置一段时间不能马上投产的站场才使用。

9.4.7

1、2 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的冰堵。

4 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:

$$V_S = (p_2 - p_1)V/100$$

式中:

V_S —渗漏进管道内气体的体积,单位为立方米 (m^3);

p_2 —密闭后管道内的压力,单位为千帕 (kPa);

p_1 —密闭前管道内的压力,单位为千帕 (kPa);

V —管道的总容积,单位为立方米 (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 0.1 kPa。

6 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。

9.4.8

1 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。

2 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。

3 氮气温度控制在 50℃~60℃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。

4 氮气压力 0.3MPa~0.5MPa 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。

5 采用露点仪检测管道出口处气体的露点，其露点温度应根据氮气的实时压力进行检测，并按图 9.4.4 查得压力露点值。

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。

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 本条强调保障防腐质量的环境条件。

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

1 根据设计和国家现行标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T8923 的规定提出这一要求。

2 本条为防护要求。

3 本条为检验要求。

10.2.2

1 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。

2 提出了油漆表面涂饰质量及漏点检测要求。

3 油漆遍数间隔时间，应依据油漆生产厂家的要求进行，一般的技术要求是当上道油漆表干时，涂装下道，当上道的油漆实干时，应对上道油漆表面磨毛后才能进行本道油漆的涂饰，以保证油漆涂层的完整性。

10.2.3

1 地下管道防腐一般要求与线路基本一致。地下的异形管、绝缘法兰、三通、阀门等，由于表面形状复杂，可采用粘弹体+冷缠带或热缩缠带结构形成防腐结构。

2 提出了防腐结构质量及漏点检测要求。

4 当地下防腐结构与地面防腐结构相交时，可以在地面标高处相交，但防腐应连续，不能形成裸露面。相交处用 400mm 以上宽度的热收缩带缠绕，地面标高以上长度为 200mm。这样做，既保证了防腐层的连续性，又防止了地面水的侵入。直观效果也比较整齐。

10.3 保温

10.3.1 根据保温产品的发展，生产厂家产品种类主使用要求多有不同，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，现场应同条件进行试验。

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。

10.3.8 为保证管道保温层质量和有利于交工验收，本条提出了相应的技术指标。

10.3.9 针对毡、箔、布类保护层包缠施工的特点提出粘结剂试样检验，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

11.0.1 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的产生；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。

11.0.2 高温季节施工，合理安排作息时间，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。

11.0.3 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。

11.0.4 按有关规定为作业人员配备满足要求的安全帽、安全带、护目镜等防护用具。

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

11.0.6 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。

11.0.7 施工现场用电安全符合《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的要求。

11.0.8 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，闲杂人员不应进入试压现场；清扫作业需防止对人员造成物体打击等伤害，无关人员不应进入施工现场。

11.0.9 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。

11.0.12 《高处作业分级》GB/T 3608 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《石油天然气管道站内工艺管道工程施工及验收规范》SY/T 0402 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 参考了《工业金属管道施工及验收规范》GB 50235 附录 B.0.1 的有关规定。

附录 B 是石油天然气站场工艺管道施工的标准记录，可用于数字化数据记录用竣工资料填报。