



特种设备安全技术规范

TSG 31—2025

工业管道安全技术规程

Safety Technology Regulation for Industrial Pressure Pipe

国家市场监督管理总局发布

2025年9月22日

前 言

2018年5月,原国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)下达了《工业管道安全技术监察规程》(以下简称《工业管规》)的起草(修订)任务书,要求以2009年版《压力管道安全技术监察规程——工业管道》(TSGD0001—2009)为基础,整合现行安全技术规范,调整与法规、《特种设备目录》等不一致的内容,增加动力管道、制冷管道、非金属管道以及高压管道相关要求,系统解决法规规范实施中的突出问题,全面梳理工业管道的基本安全要求,形成关于工业管道的综合性安全技术规范。

2018年6月,起草工作组在北京召开第一次工作会议,确定了《工业管规》的编写大纲、修订原则、需要解决的主要问题和重点内容,并且就起草工作进行具体分工,制定了起草工作时间表。起草工作组分专业小组开展调研,并且召开多次研讨会,形成《工业管规》草案。

2018年10月,起草工作组在上海召开第二次工作会议,就起草工作中的主要问题进行了研讨,确定了各章节修订内容,形成《工业管规》初稿。

2019年3月、8月,起草工作组分别在北京、上海召开第三次、第四次工作会议,同时邀请行业有关专家参加,就《工业管规》初稿进行了研究讨论。2020年4月、6月、8月,起草工作组分小组召开多次讨论会议,对初稿进行完善。

2020年9月,起草工作组在北京召开第五次工作会议,对初稿进行充分讨论,并且进行修改完善后,形成征求意见稿初稿上报特种设备局。

2020年12月,特种设备局对征求意见稿初稿进行了研究讨论,提出了修改意见。起草工作组修改后形成征求意见稿。2021年1月,国家市场监督管理总局(以下简称市场监管总局)发布公告向社会第一次公开征求意见。

2021年8月,起草工作组在山东泰安召开第六次工作会议,对征求意见进行了处理,经讨论研究,形成第二次征求意见稿。2022年1月,市场监管总局发布公告向社会第二次公开征求意见。2022年上半年,起草工作组多次召开会议,对征求到的意见进行讨论。2022年9月,起草工作组在安徽合肥召开第七次工作会议,同时邀请行业有关专家参加,进一步进行研究讨论,形成送审稿。

2023年4月,特种设备局将送审稿提交至市场监管总局特种设备安全与节能技术委员会审议。2023年6月,起草工作组在贵州遵义召开第八次工作会议,根据审议意见对送审稿进行了修改,形成了报批稿初稿。2024年4月、6月,起草工作组在江苏南京、山东泰安召开第九次、第十次工作会议,按照有关行政许可和安全管理要

求对报批稿进行了修改完善，形成最终报批稿。

2025 年 2 月，本规程的报批稿由市场监管总局向 WTO/TBT 进行通报；2025 年 4 月，WTO/TBT 通报结束。

2025 年 9 月 22 日，本规程由市场监管总局批准发布。

本规程按照以下基本原则制定

1. 依据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》《特种设备目录》，以原有的 TSGD0001—2009、《压力管道监督检验规则》和《压力管道定期检验规则——工业管道》等安全技术规范为基础，进行合并和理顺逻辑关系，统一并且进一步明确基本安全要求，形成工业管道的综合性安全技术规范；

2. 根据行政许可改革的要求，调整各环节有关行政许可规定；纳入了近年来相关文件中提出的工业管道基本安全要求，对实施过程中发现的问题进行梳理，调整了部分内容；

3. 进一步明确工业管道适用范围边界，增加动力管道、制冷管道、非金属管道、高压管道以及机场供油管道专项安全技术要求；

4. 增加监督检验相关要求，明确制造监督检验和安装监督检验范围；

5. 明确引用标准与安全技术规范的协调关系，直接引用相关国家标准或者行业标准，不再对技术细节等内容进行重复规定。

目 录

1	总则	(1)
2	材料、管道组成件和管道支承件	(3)
3	设计	(14)
4	安装	(26)
5	监督检验	(36)
6	使用	(38)
7	定期检验	(41)
8	安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表	(61)
9	附则	(64)
附件 A	工业管道级别及其介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分	(66)
附件 B	工业管道设计文件与本规程基本安全要求比照表	(70)
附件 C	工业管道安装质量证明书	(74)
附件 D	工业管道年度检查	(76)
附件 E	工业管道定期检验报告	(81)
附件 F	特种设备检验意见通知书(1)	(85)
附件 G	特种设备检验意见通知书(2)	(86)

工业管道安全技术规程

1 总 则

1.1 目的

为了保障工业管道的安全使用,预防和减少事故,保护人民群众生命和财产安全,促进经济社会发展,根据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》,制定本规程。

1.2 适用范围

本规程适用于《特种设备目录》定义的、同时具备以下条件的工业管道:

- (1)最高工作压力大于或者等于 0.1MPa(表压,下同),并且不大于 100MPa(注 1-1);
- (2)公称直径大于或者等于 50mm;
- (3)输送介质为气体、液化气体、蒸汽,或者可燃(易燃)、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体。

工业管道(以下简称管道)包括工艺装置、辅助装置以及界区(注 1-2)内公用工程所属的工艺管道,火力发电厂用于输送蒸汽、汽水两相介质的动力管道,制冷管道。

注 1-1:最高工作压力大于或者等于 42MPa 的管道,本规程统称为高压管道。

注 1-2:工业管道与长输管道、公用管道之间一般以截断阀(隔离阀)为分界点。输油输气站场内的工艺管道与线路主管道的划分界限,一般以进出站截断阀(隔离阀)为分界点,或者由管道使用单位确定分界点。

1.3 适用范围的特殊规定

(1)长输管道系统中输油输气站场内的工艺管道、机场供油管道(注 1-3)应当依据本规程执行;

(2)低温绝热管、冷箱内(包括低温泵箱内)管道、套管式管道、子母罐内管道以及其他具有隐蔽特性或者服役期内不适宜拆解检验的管段或者管道系统,应当符合本规程第 1 章至第 5 章的规定。

注 1-3:机场供油管道包括机场油库管道和机坪加油管道。

1.4 不适用范围

本规程不适用如下管道:

- (1)军事装备和核设施的管道;

- (2)海上设施和矿山井下的管道；
- (3)移动设备上的专用管道，如铁路机车、汽车、船舶、航空航天器等；
- (4)石油、天然气、地热等勘探、开发和采掘装置的管道，以及油气田集输管道；
- (5)公称直径小于 150mm，并且其最高工作压力小于 1.6Mpa(表压) 的输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体(不包括液化气体、蒸汽和氧气)的管道；
- (6)设备本体所属管道(注 1-4)。

注 1-4：泵和压缩机(现场多级之间连接的管道除外)、汽轮机、燃气轮机、内燃机、制冷用机组撬块、速冻装置和其他输送或者加工流体设备的内部管道以及设备的外接管口。

1.5 管道范围的界定

本规程适用的管道,其范围包括管道组成件、管道支承件、连接接头、机械安全联锁装置和仪表。

(1)管道组成件，指用于连接或者装配成密闭的压力管道系统的部件，包括压力管道元件、安全附件以及有色金属(有色金属合金)制管件、铸造管件、挠性接头、耐压软管、紧固件、低温绝热管、直埋夹套管、视镜和管路中的节流装置(如孔板)等(注 1-5)；

(2)管道支承件，包括吊杆、弹簧支吊架、斜拉杆、平衡锤、松紧螺栓、支撑杆、链条、导轨、鞍座、底座、滚柱、托座、滑动支座、吊耳、管吊、卡环、管夹、U 形夹和夹板等；

(3)连接接头，包括管道组成件间的连接接头、管道与设备或者装置连接的第一道连接接头(焊缝、法兰、密封件以及紧固件等)、管道与非受压元件的连接接头；

(4)机械安全联锁装置和仪表。

注 1-5：(1)压力管道元件包括压力管道管子、压力管道管件、压力管道阀门、压力管道法兰、补偿器、压力管道密封元件以及压力管道特种元件,其中压力管道特种元件包括防腐管道元件和元件组合装置；元件组合装置是指由管子、管件、阀门、法兰、补偿器、密封元件等压力管道元件组合(焊接、法兰连接等)在一起具备某种功能的装置，包括燃气调压装置、减温减压装置、阻火器、流量计(壳体)(注 1-6)、工厂化预制管段(注 1-7)；

(2)安全附件是指管道上使用的安全阀、爆破片装置和紧急切断阀。

注 1-6：流量计(壳体)是指管子、板卷管、铸件、锻件、法兰、管件等经机械加工或者焊接而成的承受流量计内部介质压力的壳体。

注 1-7：工厂化预制管段是指制造单位在工厂内根据施工设计图将压力管道元件焊接或者法兰连接组装整体出厂的管道元件产品，包括：汇管、过滤器、分离器、凝气(水)缸、除污器、混合器、缓冲器、收发球筒、绝缘接头、鹤管等，不包括在施工现场进行的管道预制。

1.6 管道分级

本规程适用范围内的管道按照设计压力、设计温度、介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分为 GC1、GC2、GCD 级。

管道级别以及介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性的划分见本规程附件 A。

1.7 与技术标准、管理制度的关系

本规程规定了管道的基本安全要求,其他技术标准和管理制度不得低于本规程的规定。

1.8 不符合本规程规定时的特殊处理规定

采用新材料、新技术、新工艺,与本规程的要求不一致,或者本规程未作要求、可能对安全性能有重大影响的有关单位,应当向市场监管总局申报,实施沙盒监管,由市场监管总局按照新材料、新技术、新工艺的评审和批准程序组织进行技术评审和批准。

1.9 技术标准

(1) GB/T 20801《压力管道规范 工业管道》、GB/T 32270《压力管道规范 动力管道》,为满足本规程基本安全要求的标准;

(2) 输油输气站场内的工艺管道应当采用 GB/T 34275《压力管道规范 长输管道》或者 GB/T 20801 进行设计;当采用 GB/T 34275 进行设计时,其材料、设计、安装、检验、使用以及安全附件、阻火器、机械安全联锁装置的要求应当符合 GB/T 34275 的规定;

(3) 采用其他标准时,设计文件或者工程规定中包括符合本规程基本安全要求的符合性申明及比照表(见附件 B)。

1.10 监督管理

管道组成件的制造以及管道的设计、安装(含现场制作,下同)、改造、修理、使用的单位以及检验、检测机构等,应当严格执行本规程,并且按照特种设备信息化管理的规定,及时将所要求的数据输入特种设备信息化管理系统。

2 材料、管道组成件和管道支承件

2.1 材料

2.1.1 基本要求

(1) 符合本规程、GB/T 20801、GB/T 32270、相应材料标准以及设计文件的规定;

(2) 铸件和有色金属材料的断后伸长率应当不低于 14%,钢制金属材料(螺栓除外)断后伸长率应当不低于 16%,在最低使用温度下应当具备足够的抗脆断能力,由于特殊原因必须使用断后伸长率低于 14%的金属材料时,应当采取必要的防护措施,非金属管道中的纤维增强塑料以及纤维增强塑料衬里管道所用树脂材料的断后伸长率应

当不低于 2.5%;

(3) 在设计使用条件下应当具有足够的稳定性,包括物理性能、化学性能、力学性能、耐腐蚀性能、抗疲劳性能、抗蠕变性能以及组织稳定性等;

(4)应当满足相应制造、制作加工工艺(包括锻造、铸造、焊接、冷热成形加工、热处理等)的要求,用于焊接的碳钢、低合金钢的含碳量应当不大于 0.30%;

(5)几种不同的材料组合使用时,应当考虑可能出现的不利影响。

2.1.2 境外牌号材料的使用

(1)境外牌号材料应当是境外压力管道现行标准规范允许使用并且在境外已有在相似工作条件下使用实例的材料,其使用范围应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T 32270 的规定;

(2)境外牌号材料的化学成分应当与国内同类材料相当,其性能不得低于本规程的要求;

(3)应当对材料及其质量证明文件进行审核,对材料的化学成分和力学性能进行验证性复验,复验结果实测值符合本规程、GB/T20801 和 GB/T 32270 及其材料标准的要求后,方可投入使用;

(4)在首次使用前,应当掌握材料的焊接性能并且进行焊接工艺评定;

(5)复验结果以及工艺评定报告应当纳入产品质量证明文件;

(6)当境内制造单位制造境外牌号材料时,应当制定企业标准。

2.1.3 新材料的使用

2.1.3.1 未列入本规程采用相关标准的材料

采用的材料未列入 GB/T20801 或者 GB/T 32270,也未列入压力管道或者承压设备专用材料国家标准或者行业标准的,其制造的压力管道元件应当通过特种设备型式试验机构的试验验证,并且出具型式试验报告后,按照本规程 1.9 条的规定进行技术评审。

2.1.3.2 已列入压力管道或者承压设备专用材料标准的材料

采用的材料未列入 GB/T20801 或者 GB/T 32270,但已列入压力管道或者承压设备专用材料国家标准或者行业标准的,在首次使用前,材料研制单位应当提供必要的材料数据(包括化学成分、拉伸力学性能、疲劳试验数据、断裂韧性以及其他满足该材料使用范围要求的性能参数),其制造的压力管道元件应当通过特种设备型式试验机构的试验验证,并且出具型式试验报告,证明其各项性能指标符合本规程规定和设计文件要求的,方可投入使用。

2.1.4 材料代用

制造、安装时管道组成件的材料代用,应当取得原设计单位的书面批准。

改造、修理时管道组成件的材料代用,应当取得原设计单位或者具有相应资质的

设计单位的书面批准。

2.1.5 焊接材料

应当符合本规程、GB/T20801、GB/T32270、设计文件以及焊接工艺评定文件的规定。

2.2 管道组成件

2.2.1 基本要求

2.2.1.1 管道组成件的制造单位职责

管道组成件的制造单位(以下简称制造单位)应当按照相关安全技术规范要求取得特种设备制造许可证,按照批准的范围进行制造,依据有关法规、安全技术规范的要求建立管道组成件制造的质量保证体系并且有效运行,制造单位及其法定代表人(主要负责人)对管道组成件的制造质量负责。

2.2.1.2 监督检验

按照《压力管道监督检验规则》(TSG D7006)要求需要进行监督检验的管道组成件,制造单位应当在产品制造前,向从事特种设备监督检验的检验机构(以下简称监检机构)提出申请对其制造过程进行监督检验并且取得特种设备监督检验证书,方可出厂。压力管道元件采用境外标准设计的,制造单位还应当提供本规程要求的符合性申明和其产品与本规程基本安全要求的比照表,并且由监督检验机构进行确认。

2.2.1.3 型式试验

按照相关安全技术规范要求需要进行型式试验的管道组成件,应当经过特种设备型式试验机构进行型式试验合格后,方可出厂。型式试验的项目、要求以及结果应当满足型式试验安全技术规范的要求。压力管道元件采用境外标准设计的,制造单位还应当提供本规程要求的符合性申明和其产品与本规程基本安全要求的比照表,并且由型式试验机构进行确认。

2.2.1.4 出厂资料

(1)制造单位应当在管道组成件的明显部位做出清晰、牢固的出厂钢印标志或者采用其他可以追溯的标志,并且在出厂资料中注明;

(2)制造单位应当向管道组成件的使用单位提供质量证明书,质量证明书的内容应当齐全、清晰,并且印制可以追溯的信息化标识,加盖管道组成件制造单位质量检验章;可追溯的信息包括材料制造单位名称、材料牌号、规格、炉批号、交货状态(热处理状态)、质量证明书签发日期等内容;可追溯的信息化标识包括二维码、条形码等;

(3)质量证明文件的保存不得少于管道使用年限。

2.2.1.5 境外制造的管道组成件

境外制造的管道组成件未能在境外完成制造过程监督检验的,应当在管道组成件

入境到达口岸或者使用地后,由监检机构依据 TSG D7006,对 product 安全性能进行检验(到岸监检);随锅炉压力容器整机配套出厂的管道组成件,其产品质量由锅炉压力容器制造单位负责,并且应当随锅炉、压力容器同时进行产品安全性能检验。

2.2.2 使用要求

2.2.2.1 铸铁管道组成件

2.2.2.1.1 灰铸铁、可锻铸铁

灰铸铁和可锻铸铁用于管道组成件时,应当符合以下规定:

(1)不得用于 GC1 级、GCD 级管道和 GB/T 20801.2 《压力管道规范 工业管道 第 2 部分:材料》规定的剧烈循环工况;

(2)灰铸铁的压力额定值不大于 1.0Mpa,使用温度范围为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$;

(3)可锻铸铁的压力额定值不大于 1.0Mpa,使用温度范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$;

(4)应当采取防止超压、过热、急冷急热、振动等安全防护措施;

(5)在制造、现场制作和安装、维修过程中不得进行焊接;

(6)符合相应标准的压力-温度额定值。

2.2.2.1.2 球墨铸铁

球墨铸铁用于管道组成件时,应当符合以下规定:

(1)不得用于 GC1 级、GCD 级管道和 GB/T 20801 规定的剧烈循环工况;

(2)断后伸长率不小于 15%,压力额定值不大于 5.0Mpa,使用温度高于 -20°C 并且低于 350°C ;

(3)应当采用附铸试块取样;

(4)在制造、现场制作和安装、维修过程中不得进行焊接;

(5)符合相应标准的压力-温度额定值。

2.2.2.2 铸钢管道组成件

铸钢用于管道组成件时,应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定。

2.2.2.3 碳素结构钢管道组成件

碳素结构钢用于管道组成件时,应当符合以下规定:

(1)普通碳素结构钢(注2-1)不得用于 GC1 级、GCD 级管道;

(2)Q215A、Q235A 等 A 级镇静钢不得用于有毒或者易燃介质管道,设计压力不大于 1.6Mpa,设计温度不高于 350°C ,最低使用温度符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定;

(3)其他碳素结构钢用于管道组成件时,应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定;

(4)焊接的管道组成件,选用沸腾钢、半镇静钢时,厚度不得大于 12mm;选用 A 级镇静钢时,厚度不得大于 16mm;选用 B 级镇静钢时,厚度不得大于 20mm。

注 2-1: 普通碳素结构钢的定义见 GB/T 20801.2 的规定。

2.2.2.4 碳钢、奥氏体不锈钢管子及对焊管件

碳钢、奥氏体不锈钢钢管及其制造的对焊管件的使用限制应当符合表2-1 的规定。

表2-1 钢管及其对焊管件的使用限制

标准(注 2-2)	材料	钢管和管件制造工艺	不允许使用范围
GB/T 3091	普通碳素结构钢	(1)电阻焊焊管; (2)电熔焊焊管	(1)按照 2.2.2.3 条规定; (2)设计压力大于 1.6Mpa;
GB/T 13793	普通碳素结构钢	电阻焊焊管	(3)GC1 级管道;
SY/T 5037	普通碳素结构钢	电熔焊焊管	(4)GCD 级管道(电阻焊焊管);
GB/T 13401	CF370	无缝及焊接对焊管件	(5)剧烈循环工况
GB/T 971 1 (PSL1)	L210 L245	电阻焊焊管	(1)设计压力大于 4.0Mpa; (2)GC1 级、GCD 级管道; (3)剧烈循环工况
		板焊管	GC1 级管道
GB/T 971 1 (PSL2)	L290/X42 — L450/X65	电阻焊焊管	(1)A1.1 (1) 项的管道或者 气体介质管道; (2)GCD级管道; (3)剧烈循环工况
GB/T 8163	碳钢	无缝管	(1)GC1 级管道; (2)GCD 级管道时,设计压 力大于 1.6 Mpa或者设计温 度高于 300℃
GB/T 3087			(1)GC1 级管道; (2)GCD 级管道时,设计压 力大于 5.3 Mpa
GB/T 971 1 (PSL1)			GC1 级管道
GB/T 13401	CF415, CF485	无缝及焊接对焊管件	
GB/T 12771 (注 2-3) HG/T 20537.3 GB/T 13401	奥氏体不锈钢	电熔焊焊管(不添加填 充金属)及对焊管件	(1)GC1 级管道; (2)GCD 级管道时,设计压 力大于或者等于 16.7 Mpa, 或者设计压力大于或等于
HG/T 20537.4		纵缝未作射线检测的电 熔焊焊管(添加填充金 属)及对焊管件	4.0Mpa, 并且设计温度大 于或者等于 570℃; (3)剧烈循环工况

注 2-2: 表 2-1 标准名称如下:

- (1)GB/T 3087 《低中压锅炉用无缝钢管》 ;
- (2)GB/T 3091 《低压流体输送用焊接钢管》 ;
- (3)GB/T8163 《输送流体用无缝钢管》 ;
- (4)GB/T9711 《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》 ;
- (5)GB/T 12771 《流体输送用不锈钢焊接钢管》 ;
- (6)GB/T 13401 《钢制对焊管件 技术规范》 ;
- (7)GB/T 13793 《直缝电焊钢管》 ;
- (8)HG/T20537.3 《化工装置用奥氏体不锈钢焊接钢管技术要求》 ;
- (9)HG/T20537.4 《化工装置用奥氏体不锈钢大口径焊接钢管技术要求》 ;
- (10)SY/T5037 《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》 。

注2-3: 本规程应当采用 GB/T 12771 中的 I、II、III和V类, 且按照 NB/T 47013.2 《承压设备无损检测 第 2 部分: 射线检测》 的要求进行射线检测。

2.2.2.5 铬钼合金钢管道组成件

铬钼合金钢用于焊接的管子和对焊管件时,其焊缝应当在焊后热处理完成后进行100%射线检测或者超声检测, 其检测合格等级和其他技术要求应当符合本规程和GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的规定。

2.2.2.6 奥氏体不锈钢管道组成件

奥氏体不锈钢用于管道组成件时, 应当符合以下规定:

(1)低碳($C \leq 0.08\%$)非稳定化不锈钢在非固溶状态下(包括固溶后经热加工或者焊接), 一般不用于可能发生晶间腐蚀的环境;

(2)超低碳($C \leq 0.03\%$)不锈钢在 425℃以上的敏化温度区间内长期使用时, 应当考虑发生晶间腐蚀的可能性, 并且采取适当防护措施。

2.2.2.7 有色金属以及低熔点金属材料管道组成件

有色金属以及低熔点金属材料用于管道组成件时, 应当符合以下规定:

- (1)有色金属以及有色金属合金材料的使用,应当符合 GB/T20801 的规定;
- (2)铅、锌等低熔点金属及其合金的管道组成件,不得用于输送易燃介质的管道。

2.2.2.8 高温条件下使用的特殊规定

在高温条件下, 用于管道组成件的材料使用, 应当符合以下规定:

- (1)碳钢、碳锰钢、低温用镍钢,不得长期在 425℃以上使用;
- (2)铬钼合金钢在 400℃~550℃区间长期使用时,应当根据使用经验和具体情况提出适当的回火脆性防护措施;
- (3)奥氏体不锈钢使用温度大于 540℃ (GCD级管道大于 525℃), 铸件大于 425℃时, 应当控制材料含碳量不低于 0.04%,并且在固溶或者稳定化处理状态下使用;

(4)高温蠕变工况使用的铬钼合金钢(包括强韧型铁素体耐热钢)、300 系列奥氏体不锈钢、镍基耐热合金,应当考虑焊接接头高温持久强度的降低对管道组成件预期

寿命的影响;

(5)镍及镍基合金的使用温度上限应当符合 GB/T20801、GB/T32270 的规定;

(6)材料使用的其他技术要求应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T32270 的规定。

2.2.2.9 低温条件下使用的特殊规定

在低温条件下,金属材料及其焊接接头的使用温度限制和冲击试验要求应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T32270 的规定。

2.2.2.10 密封元件

密封元件的选用应当考虑设计压力、设计温度、介质以及使用寿命等的要求,并且符合本规程和 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定。

2.2.3 防腐蚀管道

防腐蚀管道包括金属管道及其 内部非金属防腐蚀衬里层(以下简称内防腐层)、外部非金属防腐蚀覆盖层(以下简称外防腐层)。

2.2.3.1 金属壳体

防腐蚀管道金属壳体材料的质量应当符合本规程的规定和设计文件的要求,且在防腐层衬里前需进行液压试验,试验要求应当符合 GB/T20801 的规定。

2.2.3.2 内防腐层和外防腐层

用于管道内、外防腐层的材料除应当满足设计文件的要求外,同时还应当符合以下规定:

- (1)有出厂合格证和相关检验资料;
- (2)材料在有效期内使用,不得使用过期的材料;
- (3)内防腐层的材料符合本规程 2.5.1 条和 2.5.3 条中有关非金属材料的要求。

2.2.3.3 防腐蚀管道组成件

2.2.3.3.1 防腐蚀管道组成件的基本要求

- (1)设计和使用温度由内、外防腐层材料的相关标准和设计文件确定;
- (2)设计压力应当符合本规程关于金属管道的相关规定;
- (3)管道基体和内、外防腐层的界面粘接强度不得低于设计文件的要求,安全使用的耐负压值不得低于失效值(注 2-4)的 80%。

注 2-4:失效值按照 HG/T4093 《塑料衬里设备 衬里耐负压试验方法》的规定测定。

2.2.3.3.2 防腐蚀管道组成件的泄漏试验和负压试验

防腐蚀管道组成件出厂前应当进行泄漏试验和负压试验,并且符合以下规定:

- (1)泄漏试验,当试验介质为液体时,试验压力为 1.25 倍设计压力,当试验介质为气体时,试验压力为 1.0 倍设计压力,试验压力在保压和检测期间应当保持不变,不发生渗漏;

- (2)当设计有要求时,按照设计规定的真空度进行负压试验,保压时间应当不低

于 1h(注 2-5)，试验期间不应当有明显形变或者凹陷，试验后内防腐层不应当有超过设计文件规定的脱层、吸扁、起泡、孔洞、裂纹等缺陷。

注 2-5：负压试验的保压时间和试验方法可按照 HG/T 4304《耐蚀聚烯烃(PO)塑料衬里技术条件》和 HG/T4093 的规定。

2.2.3.3.3 防腐蚀管道组成件的电火花检测

防腐蚀管道组成件出厂前应当按照设计文件的要求对防腐层进行电火花检测。

2.2.4 工厂化预制管段

工厂化预制管段应当符合以下规定：

(1)预制前，制造单位应当根据管道设计文件和工厂化预制管段技术文件的要求编制管道预制工艺文件，内容包括工厂化预制管段轴测图或者制造图、工厂化预制管段加工工艺卡、工厂化预制管段清单、管件坡口加工清单和技术要求；

(2)材料验收、下料、弯制、坡口加工、组对、焊接、热处理、检验等要求符合本规程、GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定；

(3)产品质量证明文件至少包括工厂化预制管段轴测图、压力管道元件的产品合格证、质量证明书(含原材料的质量证明书)或者复验、试验报告、管道焊接以及热处理记录、无损检测报告、检验和试验报告、工厂化预制管段清单、管道工厂化预制监督检验证书等内容，其中工厂化预制管段轴测图至少包括材质、规格、型号和炉批号、焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、焊缝返修和热处理位置、无损检测等信息。

2.3 管道支承件

管道支承件应当符合本规程、GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的要求，管道支承件应当提供产品质量证明文件。

2.4 高压管道专项要求

2.4.1 基本要求

2.4.1.1 管道组成件要求

(1)管道组成件一般采用钢、镍基合金和钛合金，除密封件外不得采用非金属材料；

(2)管子和管道组成件所用管子应当使用无缝管；

(3)管件不得使用铸造管件、承插焊管件、斜接弯头；

(4)锻制管件的锻件级别应当不低于Ⅲ级；

(5)透镜垫的加工原件，应当采用热加工工艺锻造成型，锻造比不小于 4；

(6)支管连接使用整体锻造支管、无缝三通或者能够进行 100%射线检测的对接焊缝的支管接头。

2.4.1.2 材料检测要求

2.4.1.2.1 检测一般要求

(1)无损检测应当按照 NB/T 47013 进行,射线检测技术等级不低于 AB 级,衍射时差法超声检测和相控阵超声检测技术等级不低于 B 级,无损检测合格级别应当不低于 I 级的要求;

(2)压力管道元件的硬度检测应当在热处理后进行。

2.4.1.2.2 管子检测要求

每根管子(包括制造管件的无缝管)应当进行超声检测,检测对比试块的人工反射体深度为试块厚度的 4%,耐压试验应当在检测合格后进行。

2.4.1.2.3 管件检测要求

(1)制造完成后应当对管件进行磁粉或者渗透检测;

(2)锻制管件应当在磁粉或者渗透检测后再进行超声检测。

2.4.1.2.4 阀门检测要求

(1)阀门制造完成后,其外表面和能够检测的内表面应当进行磁粉或者渗透检测;

(2)锻制阀门应当在磁粉或者渗透检测后再进行超声检测;

(3)所有阀门焊接接头应当进行 100%埋藏缺陷检测,优先选用射线检测;无法进行射线检测时,可以使用衍射时差法超声检测或者相控阵超声检测代替。

2.4.2 冲击试验

压力管道元件和螺栓应当按照相同炉号、相同批号和相同规格进行夏比 V 型缺口冲击试验,冲击试验按照 GB/T 229 《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》进行。

2.4.2.1 冲击试样

(1)每组冲击试样应当由三件冲击试样组成,当试件厚度小于或者等于 50mm,应当在中心位置取样;当厚度大于 50mm,应当在 1/4 厚度位置取样;

(2)标准夏比 V 型缺口冲击试样横截面为 10mm × 10mm 方形截面,横向取样;

(3)当试件尺寸或者形状不允许制备标准夏比 V 型缺口横向冲击试样时,可以制备纵向冲击试样或者小尺寸冲击试样;

(4)焊缝金属冲击试样应当横跨焊缝取样,缺口位于焊缝金属中,每个试样的缺口垂直于材料表面,并且试样的一个表面应当位于材料表面 1.5mm 之内;

(5)热影响区冲击试样应当横跨焊缝取样,试样应当有足够的长度使试样缺口位于热影响区内,缺口的加工方向近似垂直于材料表面,使冲击后的断裂面上包括更多热影响区材料。

2.4.2.2 试验温度

进行冲击试验的温度应当不高于下列情况的较低温度:

(1)20℃;

(2)除低温低应力工况(注 2-6)外,应当考虑管道操作条件范围、异常情况、极端环境温度、耐压试验以及泄漏试验温度等的最低温度。

注 2-6: 高压管道组件件的低温低应力工况是指应力水平小于或者等于 40MPa, 并且最低使用温度高于或者等于-46℃的工况。

2.4.2.3 验收准则

标准试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量见表 2-2。

表 2-2 最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量

试样方向	壁厚 (mm)	试样数量	规定最小屈服 强度≤932MPa 的材料冲击吸 收能量(J)	规定最小屈服 强度>932MPa 的材料冲击吸 收能量(J)
横向	≤25	3 个试样平均值	27	34
		单个试样最低值	20	27
	> 25 和 ≤50	3 个试样平均值	34	41
		单个试样最低值	27	33
	> 50	3 个试样平均值	41	47
		单个试样最低值	33	38
纵向	≤25	3 个试样平均值	54	68
		单个试样最低值	41	54
	> 25 和 ≤50	3 个试样平均值	68	81
		单个试样最低值	54	65
	> 50	3 个试样平均值	81	95
		单个试样最低值	65	76

- (1)至多允许有 1 个试样的冲击吸收能量低于 3 个试样平均值;
- (2)当制备宽度为 7.5mm 或者 5mm 的小尺寸冲击试样时, 冲击吸收能量指标分别为标准试样冲击吸收能量指标的 75%或者 50%;
- (3)螺栓材料的冲击吸收能量指标应当满足表 2-2 的横向值;
- (4)锻制压力管道元件, 冲击吸收能量指标应当满足表 2-2 的纵向值, 或者制备 3 组相互垂直的试样, 任何一组获得的最低冲击吸收能量值应当满足表 2-2 的横向值;
- (5)焊接接头应当制备母材、焊缝以及热影响区的冲击试样, 冲击吸收能量指标应当满足表 2-2 的纵向值。

2.5 非金属管道专项要求

2.5.1 非金属管道的材料要求

2.5.1.1 一般要求

非金属管道用非金属材料(注 2-7)应当符合本规程 2.1 条中的相关规定,还应当满足以下要求:

- (1)非金属管道的材料及其性能需满足设计文件的要求;
- (2)非金属管道的原材料不得使用或者添加再生料(回收料)(注 2-8)。

注 2-7: 非金属管道材料包括纤维增强塑料、聚乙烯及其他非金属材料。

注 2-8: 再生料(回收料)是指已使用过的塑料制品经清洁、破碎、研磨或者造粒后制得的材料。

2.5.1.2 纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道用材料

用于纤维增强塑料以及纤维增强塑料衬里管道的材料,应当符合以下规定:

(1)用于制造纤维增强塑料管道的树脂包括不饱和聚酯树脂、乙烯基酯树脂、环氧树脂、酚醛树脂等,在树脂使用前复验其热变形温度,其值至少高于压力管道设计温度 20℃;

(2)用于制造纤维增强塑料管道的纤维增强材料包括玻璃纤维、碳纤维、玄武岩纤维等,制造单位需检测纤维增强材料的最小抗拉强度,检测值不得小于其标称性能(注 2-9)的 90%;

(3)管道的层合板铺层需通过对纤维及其制品类型、树脂体系及配比、铺层的次序、方向和层数、成型工艺(含固化工艺)、树脂含量(重量比)等方面的设计以达到设计要求的力学性能;

(4)纤维增强塑料衬里管道的热塑性塑料衬里与纤维增强塑料结构层的层间剪切强度不得小于 5Mpa。

注2-9: 标称性能是指制造单位在产品说明书中标明的有关产品性能。

2.5.1.3 聚乙烯及其他非金属管道用材料

用于聚乙烯及其他非金属管道的材料,应当符合以下规定:

(1)氯化聚氯乙烯(PVC-C)树脂的氯含量(质量分数,下同)大于或者等于 65%,氯化聚氯乙烯(PVC-C)混配料的氯含量大于或者等于 57%;

(2)聚乙烯(PE)材料在试验温度 210℃下的氧化诱导时间不得小于 20min。

2.5.2 非金属管道元件

非金属管道元件除应当符合本规程 2.2 条中的相关规定和设计文件的要求外,还应当符合以下规定:

(1)非金属压力管道元件(注 2-10)制造单位应当有成熟的使用经验和可靠的试验方法,以确保原材料及非金属压力管道元件的适用性;

(2)非金属压力管道元件的制造单位应当对其制造工艺进行工艺评定或者工艺

验证。

注 2-10：非金属压力管道元件包括聚乙烯(含带金属骨架的聚乙烯、纤维增强聚乙烯)及其他非金属材料管子、管件和阀门;其他非金属材料管子、管件和阀门包括纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管和管件。

2.5.3 非金属管道元件的使用限制

2.5.3.1 一般要求

- (1)非金属管道元件应当根据实际使用工况考虑其安全系数和折减系数;
- (2)非金属管道元件不允许使用在超过设计压力、设计温度的环境下;
- (3)非金属管道元件的使用温度不高于其材料的热变形温度减 20℃。

2.5.3.2 纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里材料的压力管道元件

纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里材料用于压力管道元件时,其最低使用温度不得低于-40℃,最高使用温度不得高于 120℃,衬聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、可熔性聚四氟乙烯(PFA)不得高于 165℃。

2.5.3.3 聚乙烯及其他非金属材料压力管道元件

聚乙烯及其他非金属材料用于压力管道元件时,应当符合以下规定:

- (1)聚乙烯及其他非金属材料用于压力管道元件和金属管道衬里时,由设计者根据相关标准的规定和工况条件确定具体的设计和使用温度;
- (2)聚乙烯压力管道元件,在试验温度 210℃下的氧化诱导时间不少于 20min,加工前后熔体质量流动速率的变化率不大于 15%;
- (3)氯化聚氯乙烯(PVC-C)压力管道元件的氯含量大于或者等于 56%,管子的维卡软化温度(注 2-11)大于或者等于 110℃,管件的维卡软化温度大于或者等于 103℃。

注 2-11:维卡软化温度是指当匀速升温时,某一负荷条件下,横截面积为 1mm² 的标准压针刺入热塑性塑料 1mm 深度时的温度。

2.6 输油输气站场工艺管道的专项要求

- (1)按照 GB/T20801 的规定设计的,应当满足 GB/T20801 的规定和设计文件的要求;
- (2)按照 GB/T34275 的规定设计的,其管道组成件的材料要求、无损检测以及使用限制等应当满足 GB/T 34275 的规定和设计文件的要求。

3 设计

3.1 基本要求

3.1.1 设计单位

设计单位及其法定代表人(主要负责人)对管道的设计质量负责,设计单位应当取

得相应设计资质。

3.1.2 设计许可印章

设计许可印章应当满足以下要求:

(1)管道图纸目录和管道布置图上加盖设计单位压力管道设计许可印章(复印章无效),已加盖竣工图章的图样不得用于压力管道安装;

(2)管道设计许可印章中至少包括设计单位名称、许可证编号、许可有效期、单位法定代表人(主要负责人)和技术负责人等信息。

3.1.3 设计文件

3.1.3.1 设计文件内容

管道设计文件至少包括图纸目录、设计说明书、管道数据表、管道布置图、管道材料一览表以及直管强度计算书,必要时,管道设计文件还包括设备布置图、管道材料等级表、管道支吊架图、非标管件图、非标管件强度计算书和管道应力计算书等。

采用境外标准设计的管道,管道设计文件中还包括符合本规程基本安全要求的符合性申明,以及设计文件符合本规程基本安全要求的比照表(见附件B)。

3.1.3.2 设计说明书

设计说明书至少包括以下内容:

- (1)设计依据(包括管道的设计使用年限);
- (2)遵循的标准规范;
- (3)设计要求;
- (4)管道涂漆和绝热技术要求;
- (5)管道制作、安装(包括焊接)、试压、检验和验收的技术要求。

3.1.3.3 设计文件审批

管道数据表、管道材料等级表、设备布置图、管道布置图、强度计算书和管道应力计算书等主要设计图样或者文件,应当有设计、校核、审核三级签字。下列管道的材料等级表、应力计算书、设备布置图和管道布置图应当有设计、校核、审核、审定四级签字:

(1)GC1级管道;

(2)设计压力大于或者等于16.7Mpa,或者设计压力大于或者等于4.0Mpa,并且设计温度大于或者等于570℃的GCD级管道。

3.1.3.4 设计文件存档

设计文件的保存期限不得少于管道的实际使用年限。

3.1.4 设计

管道设计包括管道组成件、管道系统和管道支承件设计。设计者应当根据设计条件等给出管道的设计使用年限,设计使用年限的确定应当考虑以下因素:

- (1) 合同规定;
- (2) 相关设计选用标准;
- (3) 用于确定管道的预期寿命时所采用的年限。

3.1.4.1 管道组成件设计和选用

管道组成件设计和选用可以采用压力-温度额定值、压力设计、应力分析、验证性压力试验方法。

3.1.4.2 管道系统设计

管道系统的设计应当符合下列规定

(1) 管道的设计压力不大于该管道系统中所有管道组成件设计温度下的最大允许工作压力的最小值;

(2) 不同流体(运行)工况的管道连接时,位于分隔阀门任一侧的管道按照相应的工况条件进行设计,分隔阀门的额定值按照阀门两侧最苛刻工况确定;

(3) 管道分析方法符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定;

(4) 管道对设备管口的推力和力矩不得大于设备管口的允许推力和力矩。

3.1.4.3 管道支承件设计和选用

管道支承件布置和型式,应当与管道布置、管道柔性、防振设计、支承件承载大小相适应,其结构和连接应当具有足够的强度和适宜的刚度。管道支承件的设计和选用应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定。

3.1.5 温度和压力的确定

管道温度和压力的确定应当满足以下要求:

(1) GC1 级和 GC2 级管道设计压力不小于在操作中可能遇到的最苛刻的压力与温度组合工况的压力, GCD 级管道设计压力不小于运行中可能出现的最高持续工作压力;

(2) 管道设计温度按照操作中可能遇到的最苛刻的压力与温度组合工况的温度确定, GCD 级的管道设计温度不低于管内介质持续运行的最高工作温度;

(3) 当管道外壁温度受大气环境条件影响时,管道设计所确定的最高(或者最低)环境温度,按照该地区气象资料,取历年来月平均最高(或者最低)气温(注 3-1)的最高(或者最低)值;

(4) 不能按照 GB/T20801 和 GB/T32270 确定最大允许工作压力的管道组成件和连接接头,可以根据使用经验、应力分析、验证性压力试验等方法确定其最大允许工作压力。

注 3-1: 月平均最高(或者最低)气温是指当月各天的最高(或者最低)气温值相加后除以当月的天数。

3.1.6 载荷

设计时应当考虑本条(1)～(4)项载荷,必要时还应当考虑(5)～(12)项载荷:

- (1)管道内压、外压或者最大压差;
- (2)管道组成件、绝热层重量以及施加在管道上由管道支承的其他永久性载荷;
- (3)管道输送介质的重量;
- (4)水压试验或者管道清洗时的介质重量;
- (5)管道柔性元件在内压、外压或者最大压差下产生的推力;
- (6)室外管道承受的冰、雪载荷;
- (7)室外管道承受的风载荷;
- (8)地震引起的水平力;
- (9)流体排放产生的反力;
- (10)管内流体动量瞬时突变引起的瞬态作用力;
- (11)因管道受约束、端点位移、材料热胀系数差异、温度梯度引起的载荷;
- (12)管道系统由压力循环、温度循环以及其他循环引起的疲劳载荷。

3.1.7 最小壁厚

管道组成件的最小壁厚应当符合 GB/T 20801 和 GB/T 32270 的相应规定,设计时应当考虑腐蚀、冲蚀、螺纹深度或者沟槽深度所需的裕量。

3.1.8 无损检测

无损检测的方法、比例、合格标准等要求应当符合本规程、GB/T 20801 和 GB/T 32270 的相应规定。机场供油管道应当符合 MH 5034《民用运输机场供油工程施工及验收规范》的相应规定。

3.1.9 耐压试验和泄漏试验

管道安装后应当进行耐压试验。耐压试验的介质、压力、温度等要求应当符合本规程和 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定,并且在设计文件中予以规定。对于本规程附件 A1.1(1)项规定的管道以及输送易燃流体(易燃液体类别 4 介质除外)的管道,耐压试验后还应当进行泄漏试验,泄漏试验应当符合本规程和 GB/T 20801 的规定。机场供油管道应当符合 MH 5034 的相应规定。

3.2 金属管道设计要求

3.2.1 许用应力

金属材料(螺栓材料除外)许用应力应当按照表 3-1 确定,螺栓材料许用应力应当按照表 3-2 确定。

表 3-1 金属材料(螺栓材料除外)许用应力的取值

材料	许用应力不大于下列各值中的最小值(Mpa)				
	抗拉强度 下限值 R_m (Mpa)	设计温度 下抗拉强度 下限值 R_m^t (Mpa)	屈服强度 下限值 $R_{eL}(R_{P0.2})$ (Mpa) (注 3-2)	设计温度下 屈服强度 $R'_{eL}(R'_{P0.2})$ (MPa) (注 3-3)	持久强度平均值 R_D^i (注 3-4) 或者持久强度 最低值 RD_{min}^t (注 3-5) 或者蠕变极限 平均值 R_n^t (MPa) (注 3-6)
灰铸铁	$\frac{R_m}{10}$	$\frac{R_m^t}{10}$	—	—	—
可锻铸铁	$\frac{R_m}{5}$	$\frac{R_m^t}{5}$	—	—	—
球墨铸铁, 碳钢 (注 3-7)、 合金钢、铁素体不锈钢、延伸率小于 35% 的奥氏体不锈钢、双相不锈钢、钛和钛合金、铝和铝合金	$\frac{R_m}{3}$	$\frac{R_t}{3}$	$\frac{R_{eL}(R_{P0.2})}{1.5}$	$\frac{R'_{eL}(R'_{P0.2})}{1.5}$	$\frac{R_D^t}{1.5}, \frac{RD_{min}^t}{1.25}, \frac{R_n^t}{1.0}$
延伸率大于或者等于 35% 的奥氏体不锈钢和镍基合金	$\frac{R_m}{3}$	$\frac{R_t}{3}$	$\frac{R_{eL}(R_{P0.2})}{1.5}$	$0.90R_{i2}$ (注 3-8)	$\frac{R_D^t}{1.5}, \frac{RD_{min}^t}{1.25}, \frac{R_n^t}{1.0}$

表 3-2 螺栓材料许用应力的取值(注 3-9)

材料	许用应力不大于下列各值中的最小值(Mpa)				
	抗拉强度 下限值 R_m (MPa)	设计温度 下抗拉强度 下限值 R_m^t (MPa)	屈服强度 下限值 $R_{eL}(R_{P0.2})$ (MPa)	设计温度下 屈服强度 $R'_{eL}(R'_{P0.2})$ (MPa)	持久强度平均值 R_D 或者持久强度 最低值 RD_{min} 或者蠕变极限 平均值 R_n^t (MPa)
非热处理或者应变硬化的螺栓材料	$\frac{R_m}{4}$	$\frac{R_m^t}{4}$	$\frac{R_{eL}(R_{P0.2})}{1.5}$	$\frac{R'_{eL}(R'_{P0.2})}{1.5}$	$\frac{R_D}{1.5}, \frac{RD_{min}^t}{1.25}, \frac{R_n^t}{1.0}$
热处理或者应变硬化的螺栓材料 (注 3-10)	$\frac{R_m}{5}$	$\frac{R_m^t}{4}$	$\frac{R_{eL}(R_{P0.2})}{4}$	$\frac{R'_{eL}(R'_{P0.2})}{1.5}$	$\frac{R_D}{1.5}, \frac{RD_{min}^t}{1.25}, \frac{R_n^t}{1.0}$

注 3-2: $R_{P0.2}$ 为金属材料在常温下产生 0.2%非比例延伸强度, Mpa。

注 3-3: $R_{P0.2}^t$ 为金属材料在设计温度下产生 0.2%非比例延伸强度, Mpa。

注 3-4: R_D 为金属材料在设计温度下经 10 万小时断裂的持久强度平均值, MPa。

注 3-5: RD_{min} 为金属材料在设计温度下经 10 万小时断裂的持久强度最小值, MPa。

注 3-6: R_n^t 为金属材料在设计温度下经 1000 小时蠕变率为 0.01%的蠕变极限平均值, Mpa。

注 3-7: A 级碳素结构钢许用应力, 为表列各值中最小值乘 0.92。

注 3-8: 对于法兰或者其他有微量永久变形就可能引起泄漏或者故障的场合不能采用。

注 3-9: 表列螺栓设计许用应力准则仅用于非标法兰设计的螺栓强度要求, 而螺栓安装的目标应力可达 50%—70%螺栓材料的屈服强度。

注 3-10: 对于热处理或者应变硬化处理的螺栓材料, 许用应力取表中最小值。若该许用应力小于材料退火状态下的许用应力, 应当取非热处理或者应变硬化(即退火状态)螺栓材料的许用应力。

3.2.2 管道组成件

管道组成件的设计和选用应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T32270 的规定, 其涉及的材料、制造、焊接、热处理、无损检测、耐压试验和泄漏试验应当符合本规程、GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定。

3.2.2.1 法兰设计和选用

管道法兰设计和选用时应当符合以下规定:

- (1) 平焊法兰不得用于温度频繁变化的管道;
- (2) 剧烈循环工况的管道采用法兰连接时选用带颈对焊法兰或者整体法兰;
- (3) 胀接法兰、螺纹法兰(不包括高压用螺纹法兰-透镜垫密封型式)不得用于

GC1 级、GCD 级管道和腐蚀性的环境中;

(4)GC1 级管道和剧烈循环工况下的管道,采用最大螺栓安装载荷控制技术,法兰接头装配、紧固方法和紧固程序应当符合 GB/T20801、GB/T32270 的规定。

3.2.2.2 特殊要求

管道组成件还应当符合以下规定:

(1)GC1 级、剧烈循环工况、存在应力腐蚀或者缝隙腐蚀的管道不得采用螺纹连接;

(2)GC1 级和剧烈循环工况下使用的承插和半管接头,其公称直径不得大于 DN50;

(3)GC1 级和剧烈循环工况下的对焊管件,应当控制管件临界部位的最小壁厚,采用带折边异径管并且其半锥角不大于 30°;

(4)GC1 级管道和剧烈循环工况下使用的阀门,其阀帽或者阀盖的密封结构型式采用法兰连接、压力密封阀盖或者全焊透焊接结构,用于本规程附件 A1.1 (1)、(2)项列入的毒性和易燃介质(还包括设计压力小于或者等于 4.0 MPa)和 GB/T42594《承压设备介质危害分类导则》规定的致癌类别 1 的介质以及挥发性有机物(VOC)的阀门采用低逸散结构。

3.2.3 管道连接方式及要求

管道连接可以采用焊接、法兰连接、胀接、螺纹连接、扩口和非扩口压合、填函、钎焊和特殊管接头等连接方式,并且应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定。

3.2.4 管道应力分析

管道应力分析应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定。

3.2.5 耐腐蚀要求

对有特殊耐腐蚀要求的管道,例如存在晶间腐蚀、应力腐蚀、点腐蚀、缝隙腐蚀等腐蚀介质环境时,应当在设计图样上提出相应的耐腐蚀试验方法以及热处理等要求。对于有均匀腐蚀的管道,腐蚀裕量应当根据管道设计使用年限和介质对材料的腐蚀速率确定,并且还应当考虑介质流动对管道的冲蚀、磨蚀等影响,以满足管道安全运行的要求。

3.2.6 防腐蚀管道

3.2.6.1 一般要求

防腐蚀管道的设计除按照本规程金属管道的相关规定外,还应当满足设计文件的要求。机场供油管道应当符合 MH 5008《民用运输机场供油工程设计规范》和 MH 5034 的相应规定。

3.2.6.2 防腐蚀管道组成件的专项要求

防腐蚀管道组成件的设计和选用应当满足设计文件的要求,还应当符合以下规定:

- (1)根据设计条件对管道组成件的防腐表面提出质量要求(清洁度、处理等级、锚纹深度等);
- (2)金属壳体的结构长度满足各种内防腐层成型工艺的要求;
- (3)内防腐层的最小厚度满足设计文件的要求。

3.2.6.3 防腐蚀管道系统的专项要求

埋地金属管道在设计时应当选择符合要求的外防腐层,必要时,应当设置阴极保护系统、杂散电流排流装置。

3.3 高压管道设计的专项要求

3.3.1 设计文件

3.3.1.1 设计文件内容

设计文件还包括管道材料等级表、设备布置图、轴测图、管道支吊架图、非标管件图、强度计算书和管道应力计算书、设计说明书。

3.3.1.2 设计文件审批

管道数据表、设备布置图、管道布置图、管道材料等级表、强度计算书和管道应力计算书应当有设计、校核、审核、审定四级签字。

3.3.2 温度和压力

设计温度应当低于材料的蠕变温度,并且考虑最苛刻的压力和温度组合工况。对于高压管道系统,不允许任何偶然的超过设计范围的温度和压力变动。

3.3.3 许用应力

金属材料(螺栓材料除外)许用应力应当按照表 3-3 确定,螺栓材料许用应力应当按照表 3-4 确定。

表 3-3 金属材料(螺栓材料除外)许用应力的取值

材料	许用应力不大于下列各值中的最小值(Mpa)	
	屈服强度下限值 $R_{eL}(R_{p0.2})$ (MPa)	设计温度下屈服强度 $R'_e(R'_{p0.2})$ (MPa)
碳钢、合金钢、钛和钛合金、 双相不锈钢、延伸率小于 35% 的奥氏体不锈钢和镍基合金	$\frac{R_{eL}(R_{p0.2})}{1.5}$	$\frac{R'_e(R'_{p0.2})}{1.5}$
延伸率大于或者等于 35%的 奥氏体不锈钢和镍基合金	$\frac{R_{eL}(R_{p0.2})}{1.5}$	$0.90R^t_{eL}(R^t_{p0.2})$ (注 3-11)

注 3-11: 对于法兰或者其他有微量永久变形可能引起泄漏或者故障的场合不能采用。

表 3-4 螺栓材料许用应力的取值

材料	许用应力不大于下列各值中的最小值 (MPa)	
	屈服强度下限值 $R_{eL}(R_{p0.2})$ (MPa)	设计温度下屈服强度 $R_{eL}^t(R_{p0.2}^t)$ (MPa)
热处理或者应变强化的 螺栓材料	$\frac{R_{eL}(R_{p0.2})}{3}$	$\frac{R_{eL}^t(R_{p0.2}^t)}{3}$

3.3.4 压力管道元件压力设计和验证性压力试验方法

3.3.4.1 压力设计

直管在内压下计算厚度，应当按照公式(3-1)计算。

$$t = \frac{D-2C}{2}(1 - e^{-P/[\sigma]^t}) \quad (3-1)$$

对于延伸率大于或者等于 35% 的奥氏体不锈钢和镍基合金，且许用应力取决于设计温度下屈服强度时，应当按照公式(3-2)计算。

$$t = \frac{D-2C}{2}(1 - e^{-1.155P/[\sigma]^t}) \quad (3-2)$$

式中：

t ——计算厚度，mm；

D ——直管外径，mm；

C ——直管厚度附加量，mm；

P ——设计压力，MPa；

$[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力，MPa。

3.3.4.2 验证性压力试验方法

验证性压力试验方法的压力应当按照公式(3-3)计算。

$$P_t = 2P \frac{[\sigma] R_{eL}^a}{[\sigma]^t R_{eL}} \quad (3-3)$$

式中：

P ——设计压力，MPa；

$[\sigma]$ ——试验温度下材料的许用应力，MPa；

$[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力，MPa；

R_{eL} ——材料标准屈服强度下限值，MPa；

R_{eL}^a ——材料实际屈服强度，MPa。

按照公式(3-3)的压力进行验证性压力试验，压力管道元件应当不发生失效或者明显的塑性变形。

3.3.5 载荷

必要时, 载荷还应当考虑压力脉动载荷、 机器振动载荷。

3.3.6 静态应力分析

静态应力分析还应当满足以下要求:

(1)管道系统进行详细应力分析;

(2)持续载荷与偶然载荷组合工况下的管道应力小于或者等于设计温度下 1.2 倍的许用应力;

(3)管道系统中任何一处由位移引起的应力范围小于或者等于许用位移应力范围 S_A , 应当按照公式(3-4)计算。

$$S_A = 1.25S_i + 0.25s_i \quad (3-4)$$

式中:

S_i ——最低金属温度下的许用应力, Mpa;

s_i ——最高金属温度下的许用应力, Mpa。

(4)对每条管道、每个组成件和接头进行疲劳分析, 循环载荷包括压力循环、温度循环以及其他循环引起疲劳的载荷。

3.3.7 动力分析

往复式压缩机进出口管道应当进行动力分析, 动力分析至少包括自振频率分析、振动响应分析以及压力脉动分析。

3.4 非金属管道设计的专项要求

3.4.1 一般要求

非金属管道的设计除符合本规程 3.1 条的相关规定以外, 还应当满足如下要求:

(1)满足设计条件下的力学、耐腐蚀、蠕变和热膨胀等性能要求;

(2)非金属管道的支撑、防护、热变形补偿和接头连接型式符合相应标准的规定;

(3)有阻燃要求时, 采用阻燃树脂、 添加阻燃剂或者其他措施;

(4)有防静电性能要求时, 采取有效的防静电措施;

(5)对长期暴露在阳光下的非金属管道, 采取相应的隔离防老化措施;

(6)纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道不得用于输送最高工作温度超过 100℃ 的急性毒性类别 1 和急性毒性类别 2 的介质。

3.4.2 压力和温度

非金属管道的设计压力和设计温度应当根据工艺、环境和载荷等条件确定, 并且符合以下规定:

(1)非金属管道系统的每个组成件的设计压力, 应当大于或者等于运行中内压或者外压与温度相耦合时最苛刻条件下的压力;

(2)非金属管道的设计温度应当为管道在运行时,压力和温度相耦合的最苛刻条件下的温度。

3.4.3 安全系数和许用应力

3.4.3.1 纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道

纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道的安全系数和许用应力应当符合以下规定:

(1)管道的层合板(注 3-12)许用应力按照公式(3-5)计算:

$$[\sigma] = \varepsilon_d \times X_{\text{lam}} \quad (3-5)$$

式中:

$[\sigma]$ ——管道的层合板许用应力, MPa;

ε_d ——管道的层合板许用应变,按照指定值法或者长期性能测试法确定,并且小于树脂断裂延伸率的 10%;

X_{lam} ——管道的层合板弹性模量,按照采用铺层计算法或者铺层实测法进行计算, MPa。

(2)粘接接头的许用承载力不得低于被粘接管道的许用承载力。

注 3-12:层合板指由两层或者多层同种类或者不同种类材料压制而成的整体板材。

3.4.3.2 聚乙烯及其他非金属材料管道

聚乙烯及其他非金属材料管道的设计应力见公式(3-6):

$$[\sigma]_D = \frac{CRS_{T,t}}{C} \quad (3-6)$$

式中:

$[\sigma]_D$ ——设计应力(规定条件下的允许应力), MPa;

$CRS_{T,t}$ ——对应于设计工况和寿命(T, t)的分级要求强度,是对应于设计工况和寿命(T, t)的预测静液压强度置信下限 σ_{LPL} 向下圆整的优选数, MPa;

C ——总体设计系数,即安全系数,是一个大于 1 的数值。它的取值要考虑使用条件的影响以及管道组成件在系统中的特性,是在材料置信下限所包含因素之外考虑的安全裕度。

3.4.4 非金属管道组成件的设计

3.4.4.1 纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道组成件

纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道组成件的设计应当符合以下规定:

(1)按照 GB 51160《纤维增强塑料设备和管道工程技术规范》确定;

(2)用于有毒或者易燃流体介质时,采取安全防护措施。

3.4.4.2 聚乙烯及其他非金属材料管道组成件

聚乙烯及其他非金属材料管道组成件的设计应当符合以下规定:

(1)根据输送介质的种类、设计压力、设计温度、施工方法以及环境条件等,设

计和选用压力管道元件;

(2)在现行国家标准或者行业标准中,对压力管道元件的公称压力以及对应的工作压力-温度参数值作出规定的,均可作为设计基准,压力管道元件标准所规定的基础数值不低于管道的设计压力和设计温度

(3)在现行国家标准或者行业标准中,未确定许用应力或者压力-温度参数值的聚乙烯及其他非金属材料压力管道元件,其许用应力根据设计温度和长期静液压强度确定;

(4)不得用于在地面上输送易燃性流体介质;

(5)PVC-U 和 PVC-C 管道不得用于输送压缩空气或者其他压缩气体。

3.4.5 管道连接方式及要求

非金属管道的连接方式包括热风焊接、热熔焊接、电熔焊接、承插粘接、缠绕粘接、法兰连接,应当满足设计文件的要求,还应当符合以下规定:

(1)纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道组成件之间粘接所用树脂与管道材料一致;

(2)聚乙烯及其他非金属材料管道,根据管道组成件的材料特性和管道的工艺、环境和载荷等选用连接方式,管道与设备、阀门以及异种材料的管道之间采用法兰连接。

3.4.6 管道应力分析

纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道的应力分析应当符合 GB51160 的规定。

3.4.7 非金属管道系统的设计

非金属管道系统的设计除满足设计文件的要求外,还应当符合以下规定:

(1)根据非金属管道和介质重量以及管道的长度设计管道支吊架;对管道支吊架、导向架和固定架的选用进行分析计算,同时还需考虑由于局部应力集中造成管道的破坏或者变形过大,进行局部载荷的核算;

(2)架空敷设的非金属管道与高于其使用温度的设备、管道(无隔热)的净距离大于或者等于 0.5m,否则需采取隔热防护措施;

(3)非金属管道法兰与异种材料法兰连接时采用相适应的垫片或者垫环;

(4)对非金属管道系统可能出现的水锤、负压进行专项核算;

(5)非金属管道有足够的柔性或者设计有效的热补偿措施。

3.5 输油输气站场内的工艺管道的专项要求

(1)按照 GB/T20801 的规定设计的,应当满足 GB/T20801 的规定和设计文件的要求;

(2)按照 GB/T34275 的规定设计的,其设计压力、温度、载荷、许用应力、强度计算、应力分析以及腐蚀防护设计等应当满足 GB/T 34275 的规定和设计文件的要求。

4 安 装

4.1 基本要求

4.1.1 安装单位

管道安装单位应当取得相应的特种设备安装许可证,按照批准的范围从事管道安装工作,依据有关法规、安全技术规范的要求建立管道安装质量保证体系并且有效运行。安装单位应当按照本规程和 GB/T20801、GB/T32270 的规定对所安装的管道组成件、管道支承件以及材料等进行验收。安装单位及其法定代表人(主要负责人)应当对管道的安装质量负责。

4.1.2 安装告知

管道安装前,安装单位应当向管道安装工程所在地的特种设备安全监管部门办理安装告知。

4.1.3 安装监督检验

建设单位(或者安装单位)应当在施工前向监检机构提出管道监督检验申请,并且与监检机构签订监检合同(协议)。监检机构应当按照本规程以及 TSG D7006 的规定开展监督检验,建设单位、设计单位、安装单位、无损检测机构等应当接受监检机构监督检验。

4.1.4 安装工艺文件

管道安装施工前,安装单位应当编制与管道安装相适应的施工组织设计(施工方案)等工艺技术文件,经建设单位(或者其委托方)审批后方可进行管道安装工作。

4.1.5 设计变更

管道安装单位需要修改设计文件或者材料代用时,应当取得原设计单位同意变更的书面文件,并且应当在竣工文件中对改动部位作详细记载。

4.1.6 安装质量证明文件

4.1.6.1 文件内容

安装质量证明文件至少包括下列内容:

- (1)管道安装质量证明书(见附件 C);
- (2)管道安装竣工图,除设计单位提供的设计文件外,还包括管道轴测图、设计修改文件和材料代用单等,其中管道轴测图应当满足 GB/T20801 的要求;
- (3)管道组成件的质量证明书(含原材料的质量证明书)、合格证或者复验和试验报告、制造单位许可证、压力管道元件制造监督检验证书;
- (4)管道施工检查记录、无损检测报告、耐压试验报告、其他检验和试验报告。

4.1.6.2 文件存档

管道安装工程竣工后,安装单位应当将工程项目中的管道安装及其检测资料单独组卷,向管道使用单位(或者其委托方)提交安装质量证明文件和安装监督检验证书,并且由管道使用单位在管道实际使用年限内保存。

4.2 焊接和热处理

4.2.1 焊接工艺评定

压力管道元件的焊接以及压力管道元件与非受压元件之间的焊接,应当采用经过评定合格的焊接工艺,焊接工艺评定应当符合以下规定:

(1)符合本规程和 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的要求;

(2)焊接工艺评定完成后,焊接工艺评定报告应当经过安装单位焊接责任工程师审核,技术负责人批准,并且存入技术档案;

(3)焊接工艺评定技术档案(含焊接工艺评定试样)应当保存至该焊接工艺评定失效为止。

4.2.2 焊工

从事压力管道元件焊接以及压力管道元件与非受压元件之间焊接的焊工,应当符合以下规定:

(1)安装单位应当建立压力管道焊工技术档案;

(2)按照规定取得相应项目的特种设备作业人员资格证;

(3)按照焊接工艺规程的要求施焊,并且做好施焊记录;

(4)焊接接头焊完后,在焊接接头附近做焊工标记。对无法直接在管道受压元件上作焊工标记的,可以采用标签、挂牌或者可追溯的信息化标识等方法代替;

(5)非金属管道粘接作业,由安装单位自行培训、考核。

4.2.3 焊接材料

用于压力管道元件焊接以及压力管道元件与非受压元件之间焊接的焊接材料,应当符合 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的规定,并且满足以下要求:

(1)焊接材料应当有质量证明文件和相应标志,使用前应当进行检查和验收,不合格者不得使用;

(2)安装单位应当建立焊接材料的保管、烘干、清洗、发放和回收管理制度。

4.2.4 焊接质量控制

安装单位应当对焊前准备、焊接过程和焊后处理等各个环节进行严格管理,并且符合以下规定:

(1)焊接环境,管道焊接接头的设置,坡口的加工、清理与检验,焊件组对,焊前预热、后热,焊接工艺操作,焊后处理等,应当符合 GB/T20801、GB/T32270 以

及设计文件的规定;

(2)除设计规定需进行冷拉伸或者冷压缩的管道外,管道焊接接头不得进行强力组对或者采用热膨胀法组对

(3)应当采取措施防止管道焊接和热处理过程中产生附加应力、变形以及裂纹等缺陷;

(4)不得对管道焊接接头的变形进行加热校正。

4.2.5 焊接中断

除焊接工艺或者检验要求分次焊接外,每条焊缝应当一次连续完成焊接,当被迫中断焊接时,应当采取以下措施:

(1)防止裂纹产生的措施,如后热、缓冷和保温、焊后立即热处理等;

(2)中断焊接的焊件需要移动或者受载时,进行必要的保护或者支撑;

(3)恢复焊接前对焊道进行检查,确认无裂纹后,方可按照工艺要求继续施焊。

4.2.6 焊接接头返修

焊接接头返修应当符合以下规定:

(1)返修前进行缺陷产生的原因分析,提出相应的返修措施;

(2)采用经评定合格的焊接工艺,并且由合格焊工施焊,施焊时有详细的返修记录;

(3)同一部位(指焊补的填充金属重叠的部位)的返修次数超过2次时,重新制定返修措施,经过安装单位技术负责人批准后方可进行返修;

(4)返修后采用原检测方法重新检验合格,连同返修及检验记录(包括返修次数、部位、返修记录以及返修后的无损检测结果)记入技术文件和资料中提交使用单位;

(5)要求焊后热处理的管道,一般在热处理前进行返修,如果在热处理后进行返修,重新进行热处理。

4.2.7 热处理

按照 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件要求,在压力管道元件弯曲、成形或者焊接接头焊接后需要进行热处理的,热处理应当符合以下规定:

(1)安装单位在热处理前编制热处理工艺文件并且严格实施,焊接接头的焊后热处理工艺需满足焊接工艺评定的热处理要求;

(2)热处理设备配有经计量检定合格的测温仪表,并且可以自动绘制热处理的时间与温度关系曲线;

(3)管道焊后热处理一般在焊接工作全部结束并且经过检验合格后进行;对容易产生延迟裂纹的材料,焊后立即进行热处理,当焊后不能立即进行焊后热处理时,立即采取后热处理措施。

4.3 现场制作和安装

4.3.1 管道组成件、管道支承件和材料的验收、储存保管与标记

管道组成件、管道支承件和材料的验收、储存保管与标记应当符合以下规定:

(1)管道组成件、管道支承件和材料在安装前应当按照本规程、GB/T20801、GB/T 32270 以及设计文件规定对其质量证明文件、标记、规格型号、外观质量和几何尺寸进行检查验收,管道组成件按照检验批(注 4-1)进行材质复验、硬度检验、阀门试验、无损检测或者其他的产品性能复验,不合格者不得使用;

(2)管道组成件、管道支承件和材料,在施工过程中需妥善保管,标记明显清晰不得混淆或者损坏;材质为不锈钢、有色金属的,在储存期间应当与碳钢、低合金钢有效隔离;

(3)管子、管件在切割和加工前需做好标记移植。

注 4-1: 每个检验批表示同炉批号、同型号规格、同时到货的一批管道组成件或者材料。

4.3.2 材料复验

4.3.2.1 硬度检验

对于设计标准有硬度要求的碳钢、低合金钢的管道组成件,在使用前应当进行硬度验证性检验,检验数量应当按照每个检验批抽查 1%,且不少于 1 件,检验结果应当符合设计文件的规定。

4.3.2.2 材质复验

材质复验是指对于铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢以及镍及镍合金、钛及钛合金、锆及锆合金材料的管道组成件,在使用前应当采用光谱分析(PMI)或者其他方法对主要合金元素含量进行检查,其数量应当满足以下要求:

(1)对于 GC1 级管道,检查数量按照每个检验批的 100%;

(2)其他管道为每个检验批抽查 10%,且不少于 1 个管道组成件。

4.3.3 现场制作

现场制作(含安装单位在施工现场进行的管道预制)的管道,应当符合以下规定:

(1)按照本规程、GB/T20801、GB/T 32270 以及设计文件的有关规定进行加工制作、焊接、热处理、检验和试验

(2)夹套管的内管及管件存在焊接接头时,其焊接接头需经 100%无损检测;

(3)支吊架中要求全焊透的焊缝,需进行射线检测或者超声检测,并且符合本规程、GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定;

(4)支吊架需有材质标记。

4.3.4 管道安装

管道安装应当符合 GB/T20801、GB/T32270 的规定,并且满足设计文件和以下要求:

(1)管道接头装配不得采用任何导致设备或者管道产生有害残余应变的扭曲方法,除设计有冷拉、热紧的要求外,管道连接时,不得用强力对口、加热管子、加偏垫或者加多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏斜、错口或者不同心等缺陷;

(2)埋地防腐蚀管道的安装、补口、补伤以及阴极保护系统、杂散电流排流装置的安装需符合相关标准的要求;

(3)埋地管道的回填需在耐压试验、泄漏试验和防腐层检测合格后进行,并且按照隐蔽工程进行验收;

(4)机场供油管道还应当符合 MH 5034 的相应规定。

4.4 质量检验

4.4.1 外观检查

外观检查应当符合以下规定:

(1)管道组成件、管道支承件和连接接头(含焊接接头)安装完成后按照 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件要求进行外观检查,

(2)管道系统安装完毕后,检查其材质标识,无标识或者标识不清晰时,采用光谱分析或者其他方法对材质进行复查,结果满足 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的要求。

4.4.2 无损检测

4.4.2.1 无损检测单位

承担无损检测的单位应当符合以下规定:

(1)当无损检测由无损检测机构实施时,无损检测机构按照相应安全技术规范的要求取得特种设备检验检测机构核准证,从事核准项目范围内的管道无损检测工作;

(2)按照国家有关法律、法规、规章、安全技术规范以及相应标准实施检测,客观、公正、及时地出具检测报告,对检测报告的真实性、准确性、有效性负责。

4.4.2.2 无损检测人员

无损检测人员应当按照规定取得相应的特种设备无损检测人员资格证书,并且按照资格证书的范围进行相应的无损检测工作。

4.4.2.3 无损检测工艺文件

承担无损检测的单位应当按照设计文件的要求编制无损检测工艺文件并且实施。

4.4.2.4 无损检测的实施时机

无损检测实施时机应当符合以下规定:

(1)焊接接头的无损检测在外观检查合格后进行;

(2)有延迟裂纹倾向的材料至少在焊接完成 24h 后进行无损检测;

(3)有再热裂纹倾向的焊接接头,在焊接和热处理后各进行一次表面无损检测。

4.4.2.5 无损检测要求

管道焊接接头无损检测的检测等级、检测范围和部位、检测数量、检测方法、合格要求应当满足 GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的要求。抽样或者局部检测时,被检焊接接头的选择包括每个焊工所焊的焊接接头,被检固定焊的环向焊接接头不得少于所有被检环向焊接接头数量的 40%。机场供油管道还应当符合 MH 5034 的相应规定。

4.4.2.6 不合格焊接接头无损检测

不合格焊接接头返修后应当按照原规定的无损检测方法进行检测。对规定进行抽样或者局部无损检测的焊接接头,当发现不允许的缺陷时,应当用原规定的无损检测方法,按照 GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的规定进行累进检测。

4.4.2.7 无损检测记录和报告

承担无损检测的单位应当做好无损检测记录,正确填写无损检测报告,妥善保管无损检测档案和射线底片(包括原缺陷的底片)、超声自动记录资料;射线底片应当采用数字化永久存档,原始底片至少保存 7 年,之后应当转交使用单位妥善保管,直至管道报废。

4.4.3 硬度检验及其他检验

硬度检验及其他检验应当符合以下规定:

(1) 要求热处理的压力管道元件和焊接接头,热处理后按照 GB/T 20801、GB/T 32270 和设计文件规定进行硬度检验,当压力管道元件和焊接接头重新进行热处理时,热处理后需重新进行硬度检验;

(2) 焊缝金属的化学成分分析、焊缝铁素体含量测定、金相检验等检验需满足 GB/T 20801、GB/T 32270 和设计文件的要求。

4.4.4 防腐层管道质量检验

防腐蚀管道质量检验应当满足以下要求:

(1) 外防腐层和内防腐层表面以及翻边光滑平整,无龟裂、分层、杂质等缺陷;

(2) 内防腐层最小衬里厚度符合本规程 3.2.6 条的规定,并且内防腐层厚度均匀,最薄处不得低于设计厚度的 90%;

(3) 按照设计文件的要求对防腐层进行电火花检测;

(4) 施加阴极保护、设置排流装置的埋地管道,按照设计文件的要求对阴极保护的参数、排流效果进行检测。

4.5 耐压试验和泄漏试验

4.5.1 耐压试验通用要求

耐压试验应当符合以下规定:

(1) 耐压试验在热处理、无损检测合格后进行;

(2) 耐压试验前,安装单位、无损检测单位、建设单位、监检单位等相关单位对在压力管道安装过程中形成的质量记录,检验和试验报告,材料质量证明文件、复验或者试验报告,管道轴测图、设计变更以及材料代用文件等已经完成工作的施工质量文件进行审查,审查合格后方可进行耐压试验;

(3) 耐压试验一般采用液压试验,如果不能进行液压试验,需符合 GB/T 20801 和 GB/T 32270 的规定;

(4) 脆性材料不得使用气体进行耐压试验;

(5) 试验时至少采用两个量程相同并且经过检定合格的压力表,其中至少一块压力表安装于液位最高点,并且以安装于液位最高点的压力表读数为准,压力表的精度不得低于 1.6 级,量程为最大试验压力的 1.5倍~2.0倍;

(6) 试验时,按照试验要求对管道采取适当的临时加固措施,膨胀节应当设置临时约束装置

(7) 耐压试验现场需有可靠的安全防护措施;

(8) 试验完毕,经过建设单位(使用单位)同意后,及时拆除临时加固设施、临时约束装置以及安全防护设施;

(9) 机场供油管道还应当符合 MH 5034 的相应规定。

4.5.2 耐压(压力)试验以及免除或替代

耐压试验以及免除或替代应当符合 GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定。气压试验前,应当编制气压试验的安全操作专项方案,经过安装单位技术负责人和建设单位审批。

4.5.3 泄漏试验

应当按照 GB/T20801 以及设计文件的要求进行泄漏试验。泄漏试验应当在耐压试验合格后进行,泄漏试验可采用敏感性泄漏试验或者气密性试验。对于耐压试验采用气压试验,经过气压试验合格,并且在试验后未经拆卸过的管道可不进行泄漏试验。

4.5.4 吹扫、清洗

耐压试验合格后,应当按照 GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定进行吹扫或者清洗,吹扫时应当设置禁区。

4.5.5 防腐蚀管道耐压试验和泄漏试验专项要求

(1) 防腐蚀管道的耐压试验应当符合 GB/T 50726《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》的规定;

(2) 防腐蚀管道的泄漏试验应当满足设计文件的要求。

4.6 高压管道的安装专项要求

4.6.1 焊接

4.6.1.1 焊接工艺评定

高压管道的焊接工艺评定还应当满足以下要求:

(1)焊接工艺评定采用管状焊件, 并且进行冲击试验, 冲击试验的合格指标符合本规程的相应规定;

(2)评定用焊接试件使用与管道焊接相同牌号、 级别、 型号和标准的母材、 相同类别号的填充金属、 相同的焊接工艺以及热处理工艺;

(3)评定用焊接试件厚度的覆盖上限范围为试件厚度加上 6mm,最小值为试件厚度的 $1/2$, 当焊件厚度超过 50mm 时, 评定用焊接试件的最小厚度大于或者等于焊件母材厚度的 75%;

(4)评定用焊接试件除进行拉伸和弯曲试验外, 还需采用与母材要求相同的方法测定屈服强度,每个试样的屈服强度均不低于标准规定的母材屈服强度最低值, 两种不同标准屈服强度的材料焊接时,每个试样的屈服强度不低于两个母材标准屈服强度中的较小者。

4.6.1.2 焊接要求

高压管道组成件之间的焊接接头应当采用全焊透的对接接头,不得使用角接接头和焊接衬环。

4.6.1.3 现场制作与安装

现场制作与安装应当满足以下要求:

(1)焊件切割和坡口制备采用机械加工, 不得采用火焰切割, 不得现场制作弯管等任何管道组成件;

(2)焊件组对内壁齐平, 采用机加工或者修磨的方式修整消除内错边, 修整后的壁厚不小于设计厚度, 错边量小于 1.5mm。

4.6.1.4 焊接接头返修

焊缝同一部位(指焊补的填充金属重叠的部位) 的返修次数超过 1 次时,需重新制定返修措施, 经过安装单位技术负责人批准后方可进行返修。

4.6.2 质量检验

4.6.2.1 外观检查

外观检查应当满足以下要求:

(1)焊接接头在焊接完成后立即除去熔渣、 飞溅, 表面需要打磨平滑过渡后, 进行外观检查;

(2)检查支承件、 导向件和冷紧点以保证在开车、 操作和停车的所有条件下管道的位移不会发生过度的拘束。

4.6.2.2 无损检测

4.6.2.2.1 无损检测人员

无损检测作业人员应当具有 I 级及以上资格,无损检测审核人员应当具有该项目最高级别资格。

4.6.2.2.2 管道支承件

管道支吊架或者支承结构件角焊缝的表面,应当进行磁粉检测或者渗透检测,表面缺陷检测应当采用 NB/T 47013 《承压设备无损检测》中的检测方法,检测合格等级不低于 I 级。

4.6.2.3 焊缝光谱分析

所有合金钢管道的对接焊缝、支管连接焊缝均应当进行光谱分析,主要合金元素含量应当与母材相符。

4.6.3 耐压试验

4.6.3.1 基本要求

耐压试验应当采用液压试验。

4.6.3.2 试验压力

耐压试验的试验压力应当满足以下要求。

(1) 试验压力不得小于设计压力的 1.25 倍,当管道的设计温度高于试验温度时,试验压力应当不小于公式 (4-1) 的计算值:

$$p_t = 1.25 \times p_d \times \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \quad (4-1)$$

式中:

p_d ——设计压力, MPa;

$[\sigma]$ ——试验温度下材料的许用应力, MPa;

$[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力, MPa。

(2) 如果计算的试验压力会导致管道组成件产生塑性变形,试验压力可以降低至不导致塑性变形的最大压力。

4.6.3.3 试验要求

耐压试验还应当满足以下要求:

(1) 除在最终装配期间使用的螺栓连接件和垫圈,以及予以拆除或者隔离的安全阀、爆破片装置等外,每个管道组成件和焊缝需进行耐压试验

(2) 如果按照本规程 4.6.3.2 条规定的压力进行分段耐压试验,安装后的管道系统还需进行 1 次不低于设计压力 1.1 倍的耐压试验。

4.7 非金属管道安装的专项要求

4.7.1 非金属管道的焊接与粘接

4.7.1.1 基本要求

非金属管道的焊接与粘接(包括现场制作和安装)应当满足以下要求:

- (1)非金属管道受压元件的焊接(粘接)符合本规程的规定和设计文件的要求;
- (2)焊接(粘接)工艺评定技术文件(含工艺评定试样),按照本规程 4.2.1 条(3)项的规定执行;
- (3)焊接(粘接)和现场制作作业环境温度不得低于 5℃,并且不得超过 40℃,相对湿度不得大于 80%。

4.7.1.2 纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道

纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道的粘接应当符合以下规定:

- (1)需进行粘接工艺评定,粘接工艺评定符合 GB 51160 的有关规定;
- (2)管道粘接试样的制作、接头的位置,接口的处理、粘接等,符合 GB 51160 的规定。

4.7.1.3 聚乙烯及其他非金属材料管道的焊接(粘接)

聚乙烯及其他非金属材料管道的焊接(粘接)应当符合以下规定:

- (1)管道受压元件的焊接包括热熔、电熔、热风等,焊接(粘接)操作规程符合 HG/T 4281《塑料焊接工艺规程》的规定,聚乙烯焊接工艺评定符合 TSG D2002《燃气用聚乙烯管道焊接技术规则》的规定;
- (2)用于管道受压元件焊接的工具符合 TS GD2002 和 HG/T4281 的规定;
- (3)聚乙烯管道和聚乙烯复合管道焊接接头的外观检查按照 TSG D2002 的规定执行,其他非金属管道焊接接头的外观检查按照 HG/T 4281 的规定执行。

4.7.2 非金属管道的质量检验

非金属管道的质量检验应当符合以下要求:

- (1)非金属管道安装后需对连接接头(粘接、焊接、缠绕粘接)进行外观质量检查;
- (2)纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道安装后需对粘接接头进行固化度检测;
- (3)聚乙烯及其他非金属材料管道连接接头的无损检测按照设计文件的要求进行。

4.7.3 非金属管道耐压试验和泄漏试验

非金属管道耐压试验和泄漏试验应当符合以下要求:

- (1)用溶剂粘接的管道(PVC-U、PVC-C、ABS)耐压试验,在粘接完成至少 24h 后进行,并且符合溶剂生产企业的使用规定;
- (2)纤维增强塑料及纤维增强塑料衬里管道的耐压试验和泄漏试验符合 GB 51160 的相关规定;
- (3)聚乙烯及其他非金属材料管道的耐压试验和泄漏试验满足设计文件的要求。

4.8 输油输气站场内的工艺管道安装的专项要求

输油输气站场内的工艺管道安装还应当满足以下专项要求:

- (1)采用 GB/T20801 设计的,符合 GB/T20801 和设计文件的要求;
- (2)采用 GB/T 34275 设计的,其焊接、热处理和无损检测等符合 GB/T 34275 和设计文件的要求。

5 监 督 检 验

5.1 监督检验

管道的监督检验(以下简称监检),是在受检单位自检合格的基础上,由监检机构依据本规程对压力管道元件制造过程和管道施工过程实施的监督,以及满足基本安全要求的符合性验证。

监检工作不能代替受检单位的自检。应当进行监检而未经监检或者监检不合格的管道元件和管道,不得投入使用。

5.2 适用范围

TSG D7006 规定范围内的压力管道元件制造以及管道的安装、改造和重大修理过程的监检。

5.3 监检机构和监检人员

监检机构应当取得特种设备安全监督管理部门核准的相应资质,监检人员应当具有相应的资格。

5.4 监检依据

监检工作的依据为有关法律、法规、安全技术规范和设计文件等。

5.5 监检要求

按照 TSGD7006 的要求进行监检。

5.6 进口压力管道元件监检的专项要求

5.6.1 监检依据

进口压力管道元件的监检依据为本规程、有关的安全技术规范以及相关标准。

5.6.2 监检方式

监检可以采用下列方式:

- (1)进口压力管道元件(含锅炉压力容器整机配套)按照本规程 2.2.1.5 条的要求进行监检;
- (2)境内制造单位制造的出口返销压力管道元件,如果已经由监检机构按照本规

程的要求进行了监检,压力管道元件到达口岸或者到达使用地后,不再重复进行到岸检验。

5.6.3 监检程序

进口压力管道元件监检的基本程序如下:

- (1)受检单位书面提出监检申请;
- (2)相关技术文件和资料的审查;
- (3)境外监检或者到岸检验;
- (4)出具特种设备监督检验证书。

5.6.4 监检申请

进口压力管道元件的单位或者境外压力管道元件制造单位应当向使用地或者口岸地(使用地不确定时)的监检机构提出监检申请。

5.6.5 监检项目确定

按照本规程 5.5 条的要求,确定境外监检项目或者到岸检验项目。

5.6.6 境外监检

监检机构根据确定的境外监检项目,派出监检人员到境外按照本规程 5.5 条的要求进行监检。

5.6.7 到岸检验

5.6.7.1 到岸检验项目

监检机构根据确定的到岸检验项目进行检验,至少包括以下检验项目:

- (1)压力管道元件的材质、壁厚;
- (2)外观以及几何尺寸等宏观检验;
- (3)产品制造标志;
- (4)相关检验资料审查时,有怀疑的检验项目。

5.6.7.2 相关技术文件和资料的审查

需要审查的技术文件和资料,至少包括以下内容:

(1)设计文件,核查压力管道元件制造单位的许可资质和型式试验报告的有效性和覆盖范围;

(2)压力管道元件的材料质量证明文件,审查材料化学成分、力学性能与本规程基本安全要求的符合性;

(3)无损检测报告,压力管道元件采用境外标准设计时,还需要审查无损检测方法、比例与本规程基本安全要求的符合性;

(4)热处理报告,核查其与压力管道元件设计文件的符合性;

(5)外观以及几何尺寸检验报告,核查其与压力管道元件设计文件的符合性

(6)耐压试验和气密性试验报告,压力管道元件采用境外标准设计时,还需要审

查试验方法、试验压力等与本规程基本安全要求的符合性;

(7) 出厂资料。

5.6.8 监检证书

监检合格后, 监检机构按照本规程的要求及时出具特种设备监督检验证书(压力管道元件制造)。

6 使 用

6.1 使用单位基本要求

(1) 管道使用单位应当建立并且有效实施特种设备安全使用管理制度, 设置安全管理机构, 配备相应的安全管理人员, 制定操作规程, 并且进行经常性维护保养和定期自行检查, 及时排查和消除事故隐患;

(2) 新管道投入使用前, 使用单位应当核对本规程要求的安装质量证明文件, 在设计压力和温度范围内使用压力管道

(3) 建立管道安全风险防控的动态管理机制, 制定安全风险管控清单, 建立健全日管控、周排查、月调度工作制度和机制。

6.2 使用登记

使用单位应当按照 TSG 08《特种设备使用管理规则》的有关规定, 向所在地负责特种设备使用登记的部门(以下简称使用登记机关)申请办理特种设备使用登记证(以下简称使用登记证)。

6.3 管道操作规程

6.3.1 一般要求

管道的使用单位应当在工艺操作规程和岗位操作规程中, 明确提出管道的安全操作要求, 操作规程至少包括以下内容:

(1) 管道操作工艺指标, 包括最高工作压力、最高工作温度或者最低工作温度;

(2) 管道操作方法, 包括开、停车(机)的操作方法和注意事项;

(3) 管道运行中重点检查的项目和部位, 运行中可能出现的异常现象和防止措施, 以及紧急情况的处置和报告程序。

6.3.2 非金属管道操作规程的专项要求

非金属管道操作规程还应当满足以下要求:

(1) 非金属管道的工作温度如果高于常温, 在第一次升温后冷却到常温时, 需对法兰螺栓再次拧紧, 处于高温状态时不得拧紧螺栓;

(2) 非金属管道工作压力不得超过设计压力, 管道的工作温度不得超过设计温度;

(3)管道输送介质的种类、浓度等符合设计要求;当有变动时,需经过设计单位确认;

(4)管道增压、减压需缓慢均匀;

(5)不得用力敲击管道,避免硬、尖锐物撞击和外部挤压,不得附加设计以外的载荷。

6.4 管道经常性维护保养

使用单位应当建立管道巡检制度,并且对管道系统、支承件、机械安全联锁装置和仪表等进行经常性维护保养;对发现的异常情况及时处理并且记录,保证在用管道始终处于正常使用状态。

6.5 定期自行检查

6.5.1 一般要求

使用单位应当建立定期自行检查制度,按照相关安全技术规范和本单位安全管理制度的要求,对投入使用的压力管道进行日常检查、年度检查

(1)日常检查的主要内容为管道系统的运行状态以及安全附件、阻火器、机械安全联锁装置、仪表、支吊架等完好情况,管道系统无振动、摩擦以及异常响声,各密封面无泄漏,无其他异常情况;

(2)使用单位可根据本规则附件D和本单位所使用管道的特点和使用状况等确定管道年度检查的内容。

使用单位应当记录检查情况,对发现的安全风险隐患应当立即采取防范措施,对影响管道安全运行的隐患应当及时消除。

6.5.2 高压管道的专项检查要求

高压管道的定期自行检查,还应当符合以下规定:

(1)所有重负荷基础需定期自行检查,及时处理沉降;

(2)泵、压缩机进出口相连的管道,需每年进行振动监测评估。

6.6 定期检验

使用单位应当按照本规程 7.1.6 条的规定做好定期检验相关的准备工作。定期检验完成后,由使用单位组织对管道进行管道连接、密封、清洗置换、管道组成件和附件(含安全附件及仪表)安装等工作,并且对其安全性负责。

6.7 异常情况处理

管道发生下列异常情况之一的,操作人员应当立即采取应急措施,并且按照规定的程序,及时向本单位有关部门和人员报告:

(1)工作压力、工作温度超过规定值,采取措施仍不能得到有效控制的;

- (2)管道组成件及其连接接头发生裂纹、异常变形、泄漏等危及安全的;
- (3)管道支吊架或者管道支承结构件失效引起管道下沉、膨胀受阻危及管道运行安全的;
- (4)安全附件失灵、损坏等不能起到安全保护作用的;
- (5)垫片、紧固件损坏,难以保证安全运行的;
- (6)发生火灾等直接威胁到管道安全运行的;
- (7)管道发生冻堵的;
- (8)管道发生水锤、严重振动、异常响声,危及安全运行的;
- (9)其他异常情况的。

6.8 改造与修理

6.8.1 一般要求

管道的改造或者重大修理应当满足以下要求:

(1)改造或者重大修理方案需经过原设计单位或者具备相应能力的设计单位书面同意(应急抢修的管道重大修理工程除外,未改变材质的重大修理除外),并且经过使用单位技术负责人同意;

(2)改造或者重大修理前,改造或者重大修理单位向管道工程所在地的特种设备安全监管部门办理改造或者重大修理告知;

(3)改造或者重大修理过程中涉及的切割、标记移植、坡口制备、焊接、热处理、检验与试验等工作符合本规程和 GB/T 20801、GB/T 32270 的规定

(4)改造和重大修理过程,需经过具有相应资质的监检机构按照 TSG D7006 的规定进行监督检验,未经监督检验或者监督检验不合格的管道不得投入使用;

(5)改造和重大修理单位向使用单位提供改造或者重大修理施工方案、图样和施工质量证明文件等技术资料,使用单位需妥善保存改造和重大修理单位移交的技术资料。

6.8.2 耐压试验

有下列情况之一的管道,在改造与重大修理施工过程中应当进行耐压试验

- (1)用焊接方法更换管道受压元件的;
- (2)管道受压元件补焊深度大于 $1/2$ 实测厚度的;
- (3)改变使用条件,超过原设计参数并且经过强度校核合格的。

本条(1)(2)两项,如管道系统确因条件所限难以进行耐压试验的,应当对其所有新焊接对接接头进行 100%射线检测(或者超声检测),并且进行 100%表面无损检测合格(含新焊接角接头)。本条第(3)项如确因条件所限不能进行耐压试验,则耐压试验的免除或替代应当符合本规程和 GB/T 20801、GB/T 32270 的有关规定。

7 定期检验

7.1 定期检验通用要求

7.1.1 定期检验

管道定期检验,是指特种设备检验机构(以下简称检验机构)按照一定的时间周期,根据本规程以及有关安全技术规范及其相应标准的规定,对管道安全状况所进行的符合性验证活动。

定期检验应当在年度检查的基础上进行。

7.1.2 检验程序

定期检验工作的一般程序,包括检验方案制定、检验前的准备、检验实施、缺陷以及问题的处理、检验结果汇总、出具检验报告等。

7.1.3 安全状况等级

管道定期检验的安全状况分为1级、2级、3级、4级和5级,共5个级别。检验机构应当根据定期检验情况,按照本规程7.2条和7.6条的规定评定管道安全状况等级。

7.1.4 检验周期

7.1.4.1 金属管道检验周期

金属管道一般在投入使用后3年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据管道安全状况等级,按照以下要求确定:

- (1)安全状况等级为1级、2级的,一般不超过6年检验一次;
- (2)安全状况等级为3级的,一般每3年至6年检验一次;
- (3)安全状况等级为4级的,监控使用,其检验周期由检验机构确定,累计监控使用时间不超过3年;在监控使用期间内,使用单位应当采取有效的监控措施;
- (4)安全状况等级为5级的,使用单位应当对管道缺陷进行处理,否则不得继续使用。

7.1.4.2 基于风险的检验周期

管道定期检验可以采用基于风险的检验,其检验周期可以采用以下方法确定:

- (1)参照本规程7.1.4.1条的规定,依据基于风险的检验结果可适当延长或者缩短检验周期,但是最长不超过9年;
- (2)以管道的剩余寿命为依据,检验周期最长不超过管道剩余寿命的1/2,并且不得超过9年。

对于风险等级超过使用单位可接受水平的管道,应当分析产生较高风险的原因,

采用针对性的检验、检测方法和措施来降低风险,将风险控制在使用单位可接受的范围内。

7.1.5 特殊规定

7.1.5.1 检验周期的缩短

有下列情况之一的管道,应当适当缩短定期检验周期:

- (1)介质或者环境对管道材料的腐蚀情况不明或者腐蚀减薄情况异常的;
- (2)具有环境开裂倾向或者产生机械损伤现象,并且已经发现开裂的(注 7-1);
- (3)改变使用介质,并且可能造成腐蚀现象恶化的;
- (4)材质劣化、蠕变损伤明显的;
- (5)管道支吊架大面积失效、支承构件变形、断裂等造成管道应力显著升高或者出现管道局部变形的;
- (6)使用单位未按照本规程的规定进行年度检查的。

注 7-1: 环境开裂主要包括应力腐蚀开裂、氢致开裂等,机械损伤主要包括各种疲劳、蠕变等,参见 GB/T 30579 《承压设备损伤模式识别》。

7.1.5.2 不能按期进行定期检验的情况

因特殊情况无法按期进行首次定期检验的管道,由使用单位提出书面申请,经过使用单位主要负责人批准,并且将延期申请书面告知使用登记机关后,可以延长检验期,延长检验期的时间不得超过 1 年。

因特殊情况无法进行定期检验的非首次检验的管道,由使用单位出具书面申请,经过使用单位主要负责人批准,征得上次承担定期检验的检验机构同意,可以延期检验;或者由使用单位提出申请,开展基于风险的检验。

不能按期进行定期检验的管道,使用单位应当采取有效的监控与应急管理措施并且对延期检验的管道安全负责。

7.1.6 使用单位基本要求

使用单位应当满足以下要求:

- (1)制订管道定期检验计划,在管道定期检验有效期届满的 1 个月以前向检验机构申报定期检验;
- (2)做好检验配合和安全监护工作,对所提供相关资料的真实性负责;
- (3)对检验中发现的缺陷和问题,提出处理或者整改措施并且负责落实,及时将处理或者整改情况书面反馈给检验机构。

7.1.7 检验机构和检验人员

(1)检验机构应当按照核准的检验范围从事管道的检验工作,对检验报告的真实性、准确性和有效性负责(注 7-2);

(2)从事管道的检验和检测人员应当取得相应的特种设备检验检测人员证书,并

且按照相关规定进行注册;

(3) 检验机构接到使用单位的管道定期检验申报后, 应当及时进行检验;

(4) 检验人员应当严格按照批准的检验方案进行检验工作。

注 7-2: 真实性指的是报告以客观事实为基础, 不出具虚假证明; 准确性指的是报告所涉及的检测数据精度符合相关要求; 有效性指的是检验机构的资质、检验人员的资格符合要求, 检验、检测时测量用设备、仪器和工具在检定校准有效期内, 检验依据合法, 报告审批程序符合要求。

7. 1. 8 实施时机

定期检验一般在管道停止运行期间进行。当管道运行条件不影响检验的有效性和安全性时, 也可以基于管道的损伤模式和风险水平, 结合管道的使用情况制定检验策略, 在运行状态下实施检验。

7. 2 检验前的准备工作

7. 2. 1 检验方案制定

检验前, 检验机构应当制定检验方案, 检验方案由检验机构负责人或者授权的人员审查批准; 对于有特殊情况的管道, 检验机构应当就其检验方案征求使用单位的意见。

7. 2. 2 资料准备及审查

检验前, 使用单位一般应当向检验机构提供以下资料:

(1) 设计资料, 包括设计单位资质证明、设计说明书、设计图样、直管和非标管件计算书等;

(2) 安装资料, 包括安装单位资质证明、竣工验收资料(含管道组成件、管道支承件的质量证明文件), 以及管道安装监督检验证书等;

(3) 改造或者重大修理资料, 包括施工方案和竣工资料, 以及有关安全技术规范要求的改造、重大修理监督检验证书;

(4) 使用管理资料, 包括使用登记证、《使用登记表》《压力管道基本信息汇总表——工业管道》, 以及运行记录、开停车记录、运行条件变化情况、运行中出现异常以及相应处理情况的记录等;

(5) 检验、检查资料, 包括安全附件以及仪表的校验、检定资料, 定期检验周期内的年度检查报告和上次的定期检验报告, 检验人员应当对使用单位提供的管道资料进行审查。

本条(1)~(3)项的资料, 应当在管道投入使用后首次定期检验时进行审查, 以后的检验视需要(如发生改造或者重大修理等)进行审查。

7. 2. 3 现场条件

使用单位和相关的辅助单位(如修理、维护等单位, 下同), 应当按照要求做好管道停止运行后的技术性处理和检验前的安全检查, 确认现场条件符合检验工作要求, 做好有关的准备工作。检验前, 检验现场至少具备以下条件:

- (1)影响检验的附属部件或者其他物体,应当按照检验要求进行清理或者拆除;
- (2)为检验而搭设的脚手架、轻便梯等设施应当安全牢固,对离地面 2m 以上的脚手架应当设置安全护栏等防护装置;
- (3)需要进行检验的管道表面应当被打磨清理,特别是腐蚀部位和可能产生裂纹缺陷的部位应当被彻底清理干净,露出金属本体,进行无损检测的表面应当符合 NB/T 47013 的规定;
- (4)管道检验时,应当保证将其与其他相连装置、设备可靠隔离,必要时进行清洗和置换;
- (5)管道检验时,应当监测检验环境中易燃、有毒、有害气体,其含量应当符合有关安全技术规范及相应标准的规定;
- (6)在高温或者低温条件下运行的管道,应当按照操作规程要求缓慢地降温或者升温,满足检验工作的要求,防止造成人员伤害和设备损伤;
- (7)应当切断与管道有关的电源,设置明显的安全警示标志,检验照明用电压不超过 24V,电缆(线)应当绝缘良好、接地可靠;
- (8)需要现场进行射线检测时,应当隔离出透照区,设置警示标志,符合相关安全规定。

7.2.4 设备仪器检定校准

按照有关规定,检验所使用的设备、仪器和测量工具应当在有效的校验或者检定期内。

7.2.5 检验工作安全要求

检验工作应当满足以下安全要求:

- (1)检验人员确认现场条件符合检验工作要求后方可进行检验工作,并且遵守使用单位的有关动火、用电、高处作业、安全防护、安全监护等规定;
- (2)检验时,使用单位管道安全管理人员、作业和维护等相关人员应当到场协助检验工作,及时提供相关资料,并且提供可靠的联络手段。

7.3 金属管道定期检验项目与方法

7.3.1 检验项目

定期检验项目以宏观检验、壁厚测定、安全附件与仪表的检验为主,必要时应当增加表面缺陷检测、埋藏缺陷检测、材质分析、耐压强度校核、应力分析、耐压试验和泄漏试验等项目。

7.3.2 定期检验方法和要求

7.3.2.1 宏观检验

宏观检验主要采用目视方法,必要时可以利用内窥镜、放大镜或者其他辅助检测仪器设备、测量工具检验管道结构、几何尺寸、表面情况(例如裂纹、腐蚀、泄漏、

变形等)以及焊接接头、防腐层、隔热层等。

宏观检验一般应当抽查以下内容:

- (1)结构检验,包括管道布置,支吊架、膨胀节、开孔补强、排放装置设置等;
- (2)几何尺寸检验,包括管道焊缝对口错边量、咬边、焊缝余高等;
- (3)外观检验,包括管道标志,管道组成件及其焊缝的腐蚀、裂纹、泄漏、鼓包、变形、机械接触损伤、过热、电弧灼伤,管道支承件变形、开裂,排放(疏水、排污)装置的堵塞、腐蚀、沉积物,防腐层的破损、剥落,隔热层破损、脱落、潮湿以及隔热层下的腐蚀和裂纹等。

结构和几何尺寸等检验项目应当在首次定期检验时进行,以后定期检验仅对承受疲劳载荷的管道、经过改造或者重大修理的管道进行,并且重点检验有问题部位的新生缺陷。

7.3.2.2 壁厚测定

一般采用超声测厚方法对每条管道进行壁厚测定。测定位置应当具有代表性,并且有足够的测定点数。壁厚测定应当绘制测定位置简图,图中应当标注测定位置,记录测定点的壁厚值。测定位置选择和抽查比例应当符合以下要求:

(1)测定位置,优先选择易受腐蚀、冲蚀、制造成形时壁厚减薄和使用中易产生变形、积液、磨损部位,超声导波检测、电磁检测以及其他方法检查发现的可疑部位,支管连接等部位;

(2)弯头(弯管)、三通和异径管等,每条管道的测定抽查比例见表 7-1 (注 7-3);每个被抽查的管道组成件,测定位置一般不得少于 3 处,被抽查管道组成件与直管段相连的焊接接头直管段一侧的测定位置一般不得少于 3 处,检验人员认为有必要时,可以对其余直管段进行壁厚测定抽查;

表 7-1 弯头(弯管)、三通和异径管壁厚测定抽查比例

管道级别	GC1 和 GCD	GC2
弯头(弯管)、三通和异径管	≥30%且不少于 1 个	≥20%且不少于 1 个

(3)在检验中,发现管道壁厚有异常情况时,应当在壁厚异常部位附近增加测定点,并且确定壁厚异常区域,必要时,可适当提高整条管线的测定抽查比例;

(4)采用长距离超声导波、电磁等方法进行检测时,可以仅抽查信号异常处的管道壁厚;

(5)对于防腐蚀管道,在检验中发现局部减薄异常时,应当分析原因并且考虑更换相应的管段。

注 7-3:(1)抽查基数为弯头(弯管)、三通和异径管之和,如果存在弯头(弯管)、三通和异径管,则三种管件的抽查数量应当各不少于 1 个。

(2)管道材质为奥氏体不锈钢,或者介质无腐蚀性,或者减薄轻微(年均匀壁厚损失速率不超过 0.05mm/年),并且检验时已抽查部位壁厚无异常减薄情况的,抽查比例可以适当降低,但不得低于表 7-1 要求的 50%。

7.3.2.3 表面缺陷检测

表面缺陷检测应当采用 NB/T 47013 中的检测方法,铁磁性材料管道的表面缺陷检测应当优先采用磁粉检测。表面缺陷检测的要求如下:

- (1)宏观检查中发现裂纹或者有怀疑的管道,应当在相应部位进行外表面无损检测;
- (2)隔热层破损或者可能渗入雨水的奥氏体不锈钢管道,应当在相应部位进行外表面无损检测;
- (3)检验人员认为有必要时,应当对支管角焊缝等部位进行外表面无损检测抽查;
- (4)碳钢、低合金钢低温管道,Cr-Mo 钢管道,标准抗拉强度下限值大于或者等于 540Mpa 的低合金钢管道,长期承受明显交变载荷管道以及首次定期检验的 GC1 级管道,应当在焊接接头和应力集中部位进行外表面无损检测抽查,抽查比例应当不低于焊接接头数量的 5%,并且不少于 2个;
- (5)存在环境开裂倾向的管道,可以在外表面采用其他检测方法对内表面进行抽查,抽查比例应当不低于对接焊接接头数量的 10%,并且不少于 2个;
- (6)检测中发现裂纹时,检验人员应当扩大表面缺陷检测的比例,以便发现可能存在的其他缺陷。

7.3.2.4 埋藏缺陷检测

埋藏缺陷检测一般采用 NB/T 47013 中规定的射线检测或者超声检测等方法,当检验现场无法实施射线检测或者超声检测时,可采用其他有效的检测方法。首次检验的管道应当按照表 7-2 (注 7-4) 规定的抽查比例逐条进行焊接接头的埋藏缺陷检测,对所抽查的焊接接头进行 100%的检测(不具备检测条件的部位除外);当上次检验和本次检验发现存在内部损伤迹象,或者上次检验发现危险性超标缺陷时,应当按照不低于表 7-2 的抽查比例进行埋藏缺陷检测。

埋藏缺陷检测具体抽查比例和重点部位要求如下:

- (1)管道焊接接头超声检测或者射线检测的抽查比例见表 7-2;抽查时若发现安全状况等级 4 级或者 5 级的缺陷,应当增加抽查比例,增加的抽查比例由检验人员与使用单位结合管道运行参数和实际情况协商确定;

表 7-2 管道焊接接头超声检测或者射线检测抽查比例

管道级别	超声检测或者射线检测比例
GC1 和 GCD	焊接接头数量的 15%且不少于 2 个
GC2	焊接接头数量的 10%且不少于 2 个

(2)抽查的部位应当从重点部位选定,重点部位包括安装和使用过程中返修或者补焊部位,检验时发现焊缝表面裂纹需要进行焊缝埋藏缺陷检测的部位,错边量超过相关安装标准要求的焊缝部位,出现泄漏的部位以及其附近的焊接接头,安装时的管道固定口等应力集中部位,泵、压缩机进出口第一道或者相邻的焊接接头,支吊架损坏部位附近的焊接接头,异种钢焊接接头,管道变形较大部位的焊接接头,使用单位要求或者检验人员认为有必要的其他部位等;

(3)检验人员认为表 7-2 所规定的抽查比例不能满足检测需要时,可以与使用单位协商确定具体抽查比例。

注 7-4: 温度、压力循环变化和振动较大管道以及高压管道、工作温度大于或者等于 400℃ 管道的抽查比例应当为表 7-2 中数值的 2 倍。

7.3.2.5 材质分析

根据管道实际情况,可以采用化学分析或者光谱分析、硬度检测、金相分析等方法进行材质分析。材质分析应当符合以下规定:

(1)对材质不明的管道,一般需要查明管道材料的种类和相当牌号,可以根据具体情况,采用化学分析、光谱分析等方法予以确定,再次检验时不需要进行该项目检验;

(2)对有高温蠕变和材质劣化倾向的管道,应当选择有代表性部位进行硬度检测,必要时进行金相分析;

(3)有焊缝硬度要求的管道,应当进行焊接接头硬度检测。

7.3.2.6 耐压强度校核

当管道组成件公称厚度不明,或者全面减薄量超过公称厚度的 20%,或者检验人员对管道强度有怀疑时,应当进行耐压强度校核,校核用压力应当不低于管道允许(监控)工作压力。耐压强度校核参照相应管道设计标准的要求进行。

7.3.2.7 应力分析

检验人员或者使用单位认为必要时,应当对有下列情况之一的管道进行应力分析:

(1)无强度计算书,并且 $t_i \geq D_o/16$ 或者 $p_d / [\sigma]^t > 0.385$ 的:

式中:

t_i ——管道设计壁厚, mm;

D_o ——管道设计外径, mm;

p_d ——设计压力, Mpa;

$[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力, Mpa。

(2)有较大变形、挠曲的;

(3) 由管系应力引起密封结构泄漏、破坏的;

(4)要求设置而未设置补偿器或者补偿器失效的;

(5)支吊架异常损坏的;

(6)结构不合理,并且已经发现严重缺陷的;

(7)壁厚存在严重全面减薄的。

7.3.2.8 耐压试验

定期检验过程中,对管道安全状况有怀疑时,应当进行耐压试验。耐压试验由使用单位负责实施,检验机构负责检验。

耐压试验的试验参数、准备工作、安全防护、试验介质、试验过程、试验结论等应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T32270 的相关规定,试验压力、试验温度等参数以本次定期检验确定的允许(监控)工作参数为基础计算。

7.3.2.9 泄漏试验

对于本规程和设计文件规定需做泄漏试验的介质,试验方式和要求应当符合本规程和 GB/T20801、GB/T32270 以及设计文件的规定。泄漏试验由使用单位负责实施,检验机构负责确认。

成套装置中的管道,也可以用系统密封试验代替管道气密性试验。

7.3.2.10 安全附件与仪表检验

安全附件与仪表检验包括以下主要内容:

- (1)安全阀的校验有效期;
- (2)爆破片装置的更换情况;
- (3)紧急切断阀的使用状况;
- (4)压力表的检定有效期(适用于有检定要求的压力表)。

7.3.2.11 高压管道定期检验附加要求

高压管道定期检验附加要求包括以下主要内容:

(1)每次定期检验时应当选择有效的检测方法对管道焊接接头进行埋藏缺陷检测,抽查比例按照表 7-2 执行;

(2)应当选择超声检测方法对管道母材内表面进行抽查,比例由检验人员根据现场实际情况确定;

(3)拆卸的连接管道组成件应当进行宏观检查和表面缺陷检测抽查,拆卸的透视镜垫还需要继续使用时,应当进行硬度检测。

7.3.3 动力管道定期检验项目和方法的专项要求

7.3.3.1 定期检验项目

动力管道的定期检验项目除按照本规程的基本要求以外,GB/T 32270 或者设计文件对定期检验项目、方法和要求等有专门规定的,还应当符合其规定。根据动力管道的材质、服役时间、使用工况,必要时按照本条增加检验项目。

7.3.3.2 碳钢、低合金耐热钢动力管道

碳钢、低合金耐热钢动力管道的检验项目至少包括:

(1)工作温度大于或者等于400℃并且小于 450℃的,运行 8×10^4 h 后, 根据管道运行状态, 随机抽查硬度和金相组织, 下次抽查时间和比例根据检查结果确定;

(2)工作温度大于或者等于 450℃的, 需要进行硬度和金相检验, 重点检验石墨化和珠光体球化, 运行时间达到或者超过 2×10^5 h 的, 根据金相及硬度的检验结果, 必要时割管按照有关标准进行材质评定;

(3) 已经安装蠕变测点的动力管道, 核查蠕变测量结果是否满足有关标准要求;

(4) 已经运行 2×10^5 h 以上的动力管道, 经过检验发现金相组织球化、蠕变损伤或者材料劣化等级、蠕变应变、蠕变速率超过了有关标准要求的,应当及时处理或者更换。

7.3.3.3 9%~12%cr 系列钢制动力管道

9%~12%cr 系列钢制动力管道定期检验应当进行硬度与金相检验抽查。

7.3.3.4 其他要求

角焊缝应当进行磁粉或者渗透检测, 比例由检验人员确定。

7.3.4 制冷管道定期检验项目和方法的专项要求

以氨为制冷剂的管道, 使用单位除按照本规程 7.2 条的有关要求准备外, 还应当提交氨液充装时间以及氨液成分检验记录, 进行现场环境氨浓度检测, 确保现场环境氨浓度不得超过有关标准允许值。

检验机构除按照本规程 7.3.2 条的有关要求对管道进行检验外, 还需要对采用热氨融霜工艺的氨制冷管道进行以下项目的检验:

(1)应当对冲霜管上的超压、液击的控制装置进行宏观检验;

(2)首次检验时, 应当对回气总管管帽对接焊接接头进行 100%埋藏缺陷检测。

7.3.5 管道埋地段定期检验项目和方法的专项要求

7.3.5.1 检验项目与方法

检验人员应当综合考虑管道埋地段的设计、安装情况, 参照《压力管道定期检验规则——长输管道》(TSG D7003)确定检验项目和方法。

7.3.5.2 宏观检验

管道埋地段的宏观检验内容一般包括: 管道有无泄漏、埋深和走向位置信息、地面标识和标志完好情况、出土和入土点防腐层状况、地表沉降。如果发现存在地表沉降, 应当补充测量管道变形、位移情况, 必要时还应当进行应力测试和应力分析。

重点检查的位置包括: 承受疲劳载荷的管段、曾经发生过事故或者异常的管段、经过重大修理或者改造的管段。

7.3.5.3 非开挖检测

站场内管道埋地段应当按照 GB/T 37368 《埋地钢质管道检验导则》的相关规定进行检测。

其他管道埋地段应当采用有效的检测方法检测防腐层破损点。

7.3.5.4 开挖检测

站场内管道埋地段应当按照 GB/T 37368 的相关规定进行检测。

其他管道埋地段在内部介质无腐蚀性,管道腐蚀防护系统质量完好的前提下,可不进行开挖检测,必要时按照 GB/T 37368 的相关规定进行检测。

7.4 金属管道安全状况等级评定

7.4.1 评定原则

(1)管道安全状况等级应当根据定期检验的结果综合评定,以其中项目等级最低者作为评定等级;

(2)需要改造或者修理的管道,按照改造或者修理后的检验结果评定安全状况等级;

(3)安全附件与仪表检验不合格的管道(注 7-5),不允许投入使用;

(4)动力管道按照本规程 7.4.2 条和 7.4.4 条进行安全状况等级评定。

注 7-5:安全附件与仪表检验不合格的情况有:

(1)安全阀不在校验有效期内;

(2)爆破片装置未按期更换;

(3)紧急切断阀处于非完好状态;

(4)有检定要求的压力表不在检定有效期内。

7.4.2 检验项目的评级

7.4.2.1 管道位置或者结构评级

位置不当或者结构不合理的管道,应当按照以下要求评定安全状况等级:

(1)管道与其他管道或者相邻设备之间存在碰撞、摩擦时,应当进行调整,调整后符合安全技术规范规定的,不影响定级,否则可以定为 4 级或者 5 级;

(2)管道位置不符合安全技术规范或者有关标准要求,因受条件限制,无法进行调整,但是对管道安全运行影响不大,根据具体情况可以定为 3 级或者 4 级,如果对管道安全运行影响较大,则定为 5 级;

(3)管道有不符合安全技术规范或者设计、安装标准要求的结构时,无法及时进行调整或者修复的,对于不承受明显交变载荷并且经过定期检验未发现新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀)的管道可以定为 3 级或者 4 级,否则应当进行合于使用评价,合于使用评价确认不影响安全使用的,可以定为 3 级或者 4 级,否则定为 5 级;

(4)管道有不符合安全技术规范或者设计、安装标准要求的结构时,调整或者修复完好后,不影响定级。

7.4.2.2 管道组成件的材质评级

管道组成件的材质与原设计文件不符、材质不明或者材质劣化时,应当按照以下要求评定安全状况等级:

(1)材质与原设计文件不符,如果材质清楚,强度校核合格,经过检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),检验人员认为可以安全使用的,不影响定级;如果使用产生缺陷,并且确认是用材不当所致,可以定为 4 级或者 5 级;

(2)材质不明,如果检验未查出新生缺陷(不包括正常的均匀腐蚀),并且强度校核合格的(按照同类材料的最低强度进行计算),可以定为 3 级或者 4 级,否则定为 5 级

(3)材质劣化和损伤,发现存在表面脱碳、渗碳、球化、石墨化、回火脆化等材质劣化,以及蠕变、高温氢腐蚀等损伤现象,如果劣化或者损伤程度轻微,能够确认在操作条件下和检验周期内安全使用的,可以定为 3 级,如果已经产生不可修复的缺陷或者损伤时,根据损伤程度,定为 4 级或者 5 级;

(4)材质硬度值异常的,能够确认在操作条件下和检验周期内安全使用的,可以定为 3 级,否则定为 4 级或者 5 级;湿 H₂S 环境下硬度值超标,碳钢以及低合金钢管道焊接接头硬度值超过 HB200 但未发现应力腐蚀现象,检验人员认为在下一检验周期内不会发生应力腐蚀的,可以定为 3 级或者 4 级,否则定为 5 级;

7.4.2.3 管子、管件壁厚全面减薄评级

管子、管件壁厚全面减薄时,应当按照以下要求评定安全状况等级:

(1)管子、管件实测壁厚减去至下一检验周期的腐蚀量之后,不小于其设计最小壁厚,则不影响定级;

(2)耐压强度校核不合格,定为 5 级;

(3)应力分析结果符合相关安全技术规范或者标准要求的,不影响定级,否则,定为 5 级。

7.4.2.4 管子、管件壁厚局部减薄评级

7.4.2.4.1 管子局部减薄评级

管子壁厚局部减薄在制造或者验收标准所允许范围内的,则不影响定级。管子壁厚局部减薄超过制造或者验收标准所允许范围,同时满足以下条件的,按照表 7-3 或者表 7-4 定级,否则,安全状况等级定为 5 级:

(1)管道结构符合设计规范或者管道应力分析结果满足有关安全技术规范要求;

(2)在实际工况下,材料韧性良好,并且未出现材料性能劣化以及劣化趋向;

(3)壁厚局部减薄以及其附近无其他表面缺陷或者埋藏缺陷;

(4)壁厚局部减薄处剩余壁厚大于 2mm;

(5)管道不承受疲劳载荷。

表 7-3 GC2 管道所允许的局部减薄深度的最大值 (mm)

壁厚局部减薄	安全状况等级			
	$P < 0.3P_{L0}$		$0.3P_{L0} < P \leq 0.5P_{L0}$	
	2 级或者 3 级	4 级	2 级或者 3 级	4 级
$B/(\pi D) \leq 0.25$	$0.33t_e - C$	$0.40t_e - C$	$0.20t_e - C$	$0.25t_e - C$
$0.25 < B/(\pi D) \leq 0.75$	$0.25t_e - C$	$0.33t_e - C$	$0.15t_e - C$	$0.20t_e - C$
$0.75 < B/(\pi D) \leq 1.00$	$0.2t_e - C$	$0.25t_e - C$		

表 7-4 GC1 级管道所允许的局部减薄深度的最大值 (mm)

壁厚局部减薄	安全状况等级			
	$P < 0.3P_{L0}$		$0.3P_{L0} < P \leq 0.5P_{L0}$	
	2 级或者 3 级	4 级	2 级或者 3 级	4 级
$B/(\pi D) \leq 0.25$	$0.30t_e - C$	$0.35t_e - C$	$0.15t_e - C$	$0.20t_e - C$
$0.25 < B/(\pi D) \leq 0.75$	$0.20t_e - C$	$0.30t_e - C$	$0.10t_e - C$	$0.15t_e - C$
$0.75 < B/(\pi D) \leq 1.00$	$0.15t_e - C$	$0.20t_e - C$		

表中:

D ——缺陷附近管道外径实测最大值, mm;

t_e ——有效厚度, 缺陷附近壁厚的实测最小值减去至下一检验周期的腐蚀量, mm;

B ——缺陷环向长度实测最大值, mm;

P ——管道最大工作压力, MPa;

P_{L0} ——管道极限内压, 按照公式 (7-1) 计算, MPa;

C ——至下一检验周期局部减薄深度扩展量的估计值, mm。

$$P_{L0} = \frac{2}{\sqrt{3}} R_{el} \times \ln \frac{D/2}{(D/2 - t_e)} \quad (7-1)$$

式中:

R_{el} ——管道材料的屈服强度下限值, MPa。

7.4.2.4.2 管件局部减薄评级

管件壁厚局部减薄在制造或者验收标准所允许范围内的, 则不影响定级。管件壁厚局部减薄超过制造或者验收标准所允许范围, 可参照 GB/T 19624《在用含缺陷压力容器安全评定》和 GB/T 35013《承压设备合于使用评价》计算其剩余寿命, 按照

本规程 7.1.4.2 条 (2) 项确定其下次检验周期,按照表 7-5 确定其安全状况等级。剩余寿命低于 1 年的管件,安全状况等级定为 5 级。

表 7-5 管件局部减薄的安全状况等级

管件剩余寿命(年)	安全状况等级
$12 \leq \text{剩余寿命}$	2 级
$6 < \text{剩余寿命} < 12$	3 级
$1 \leq \text{剩余寿命} \leq 6$	4 级

7.4.2.5 裂纹缺陷评级

管子、管件存在表面或者埋藏裂纹缺陷时,应当打磨消除或者更换,打磨后形成的凹坑,按照本规程 7.4.2.4 条规定进行定级;如果凹坑在允许的范围内,则不需补焊,否则应当补焊或者进行应力分析,经过补焊合格或者应力分析结果表明不影响安全使用的,可以定为 3 级或者 4 级。

7.4.2.6 焊接缺陷(不包含裂纹)评级

7.4.2.6.1 焊接缺陷评级的基本原则

焊接缺陷在该管道所依据的施工验收标准所允许范围内的,则不影响定级;焊接缺陷超过该管道所依据的施工验收标准所允许范围(以下简称焊接超标缺陷)的,如果同时满足以下条件,则按照本规程 7.4.2.6.2 条的规定定级,否则定为 5 级:

- (1) 管道结构符合设计规范或者应力分析结果满足有关安全技术规范;
- (2) 焊接缺陷附近无新生裂纹类缺陷;
- (3) 管道材料标准抗拉强度的下限值小于 540MPa;
- (4) 在实际工况下,材料韧性良好,并且未出现材料性能劣化以及劣化趋向;
- (5) 最低工作温度高于 -20°C 的碳钢、低合金钢管道,或者最低工作温度大于或者等于 -196°C 的奥氏体不锈钢管道;
- (6) 管道不承受疲劳载荷。

7.4.2.6.2 焊接超标缺陷评级

(1) 咬边,GC1级管道咬边深度不超过 0.5mm,GC2 级管道咬边深度不超过 1.5mm 时,不影响定级,否则,管道咬边应当消除,打磨消除的凹坑按照本规程 7.4.2.4 条的规定定级;

(2) 圆形缺陷,圆形缺陷率(注 7-6)不大于 5%,并且单个圆形缺陷的长径小于 $0.5t_0$ 与 6mm 二者中的较小值,则不影响定级,否则定为 5 级;

(3) 条形缺陷(包括条形气孔和夹渣,下同),GC1 级管道的条形缺陷自身高度或者宽度的最大值不大于 $0.3t$,并且不大于 5mm 时,按照表 7-6 定级,否则定为 5 级;

GC2 级管道的条形缺陷自身高度或者宽度的最大值不大于 $0.35t_e$ ，并且不大于 6mm 时，按照表 7-6 定级，否则定为 5 级；

表 7-6 各级管道所允许的单个焊接接头中条形缺陷总长度的最大值(mm)

安全状况等级	2 级或 3 级	4 级
允许缺陷总长度的最大值	$0.50 \pi D$	$1.00 \pi D$

(4) 未焊透，管子的材料为 20 钢、Q345 或者奥氏体不锈钢时，未焊透按照本规程 7.4.2.4 条规定的局部减薄定级，除 20 钢、Q345 或者奥氏体不锈钢以外的其他材料，未焊透按照本条(5)项未熔合定级；

(5) 未熔合，GC1 级管道的单个焊接接头未熔合总长度不大于焊接接头长度的 50% 时，按照表 7-7 定级，否则定为 5 级；GC2 级管道未熔合的长度不限，按照表 7-7 定级；

表 7-7 各级管道所允许的单个焊接接头中未熔合自身高度的最大值

有效厚度	安全状况等级	
	2 级或者 3 级	4 级
$t_e < 2.5\text{mm}$	存在未熔合时，定为 5 级	
$2.5\text{mm} \leq t_e < 4\text{mm}$	不超过 $0.15t_e$ 且不超过 0.5mm 不影响定级；否则定为 5 级	
$4\text{mm} \leq t_e < 8\text{mm}$	$0.15t_e$ 与 1.0mm 中的较小值	$0.20t_e$ 与 1.5mm 中的较小值
$8\text{mm} \leq t_e < 12\text{mm}$	$0.15t_e$ 与 1.5mm 中的较小值	$0.20t_e$ 与 2.0mm 中的较小值
$12\text{mm} \leq t_e < 20\text{mm}$	$0.15t_e$ 与 2.0mm 中的较小值	$0.20t_e$ 与 3.0mm 中的较小值
$t_e \geq 20\text{mm}$	3.0mm	$0.20t_e$ 与 5.0mm 中的较小值

(6) 错边，管道外壁错边量缺陷按照表 7-8 进行定级；错边缺陷超过表 7-8 的范围，并且管道经过长期使用，该部位在定期检验中未发现较严重缺陷时，安全状况等级可以定为 3 级或者 4 级，如果存在裂纹、未熔合、未焊透等严重缺陷的，定为 5 级。

表 7-8 错边缺陷的安全状况等级评定

管道级别	错边量	安全状况等级
GC1	外壁错边量小于公称厚度的 20% 且不大于 3mm	2 级
GC2	外壁错边量小于公称厚度的 25% 且小于 5mm	2 级

注 7-6：圆形缺陷率，是指在射线底片有效长度范围内，圆形缺陷(包括圆形气孔和夹渣)投

影面积占焊接接头投影面积的百分比。射线底片有效长度按照 NB/T 47013 的要求确定。焊接接头投影面积为射线底片有效长度与焊接接头平均宽度的乘积。

7.4.2.7 管道组成件评级

存在有下述缺陷的管道组成件,应当按照以下要求评定安全状况等级:

(1)管子、管件表面存在皱褶、重皮等缺陷,打磨消除后,打磨凹坑按照本规程 7.4.2.4 条的规定定级;

(2)管子、管件的机械接触损伤、工卡具焊迹和电弧灼伤,应当打磨消除,打磨消除后的凹坑按照本规程 7.4.2.4 条的规定定级,除管子、管件之外的管道组成件的机械接触损伤、工卡具焊迹和电弧灼伤,不影响管道安全使用的,可以定为 2 级或者 3 级,否则可以定为 4 级或者 5 级;

(3)管道组成件出现变形,不影响管道安全使用的,可以定为 2 级或者 3 级,否则可以定为 4 级或者 5 级;

(4)管道组成件有泄漏情况的,对泄漏部位进行处理后,不影响管道安全使用的,可以定为 3 级或者 4 级,否则定为 5 级。

7.4.2.8 管道支吊架评级

管道支吊架出现异常,修复或者更换的,不影响定级。无法及时进行修复或者更换的,应当进行应力分析或者合于使用评价,分析或者评价结果不影响安全使用的,可以定为 2 级或者 3 级,否则可以定为 4 级或者 5 级。

7.4.2.9 管道耐压试验或者泄漏试验评级

管道耐压试验或者泄漏试验不合格,属于本身原因的,定为 5 级。

7.4.3 缺陷以及问题的处理

安全状况等级定为 5 级或者定期检验发现严重缺陷可能导致停止使用的管道,应当对缺陷进行处理,缺陷处理的方式包括采用修理的方法消除缺陷或者进行合于使用评价。合于使用评价应当按照相关安全技术规范和有关标准执行。

7.4.4 动力管道安全状况等级评定专项要求

7.4.4.1 焊接缺陷评级

焊接接头检测发现超过该管道所依据的施工验收标准要求的咬边、圆形缺陷、条形缺陷、未焊透时,应当进行返修或者合于使用评价,焊接接头中不允许裂纹和未熔合缺陷存在。

7.4.4.2 其他要求

有下列情况之一的动力管道应当定为 5 级:

- (1)外表面有宏观裂纹和明显鼓包,并且无法修复的;
- (2)明显胀粗;
- (3)蠕变损伤等级或者蠕变速率超过相应标准规定的;

(4)已经产生蠕变裂纹或者疲劳裂纹的。

7.5 定期检验结论及报告

7.5.1 金属管道检验结论

安全状况等级综合评定为1级、2级和3级的,检验结论为符合要求,可以继续使用。安全状况等级综合评定为4级的,检验结论为基本符合要求,有条件的监控使用。安全状况等级综合评定为5级的,检验结论为不符合要求,不得继续使用。

7.5.2 检验记录及报告

检验过程应当及时记录,检验记录应当详尽、真实、准确,其记载的信息量不得少于检验报告的信息量。检验记录应当由现场参加检验、检测的人员签字。

定期检验工作完成后,检验人员根据检验实际情况和检验结果,按照本规程规定评定管道的安全状况等级,出具《工业管道定期检验报告》(见附件E),并且明确允许(监控)运行参数以及下次定期检验的日期,其中单项报告的格式由检验机构在其质量保证体系文件中规定。

定期检验报告一般在现场检验工作结束后30个工作日或者约定的期限内完成。定期检验结论报告应当有检验、审核、批准三级签字,批准人应当为检验机构负责人或者授权的人员。检验报告(单项报告)应当由现场参加检验、检测的人员签字。

检验机构应当保存检验记录和检验报告至少到下一个检验周期。

7.5.3 检验初步结论

由于管道运行使用的需要,检验人员可以在报告出具前,先出具《特种设备检验意见通知书(1)》(见附件F),将检验初步结论书面通知使用单位,检验人员应当对检验意见的正确性负责。

7.5.4 问题处理的特殊要求

检验发现存在需要处理的缺陷,检验机构可以出具《特种设备定期检验意见通知书(2)》(见附件G),将检验情况通知使用单位。由使用单位负责委托有相应资质的单位处理缺陷,并且将问题处理结果书面反馈检验机构;检验机构收到问题处理结果书面反馈后,正式出具定期检验报告。使用单位在约定的时间内未完成缺陷处理工作的,检验机构可以按照实际检验情况出具定期检验报告,处理完成并且经检验机构确认后再次出具报告。

经检验发现严重事故隐患,检验机构应当出具《特种设备定期检验意见通知书(2)》,并且将情况及时告知使用登记机关。

7.5.5 检验结论复议

使用单位对检验结论有异议,应当在接到检验报告或者《特种设备定期检验意见通知书(2)》30个工作日内向当地或者省级人民政府负责特种设备安全监督管理的部

门提请复议。

7.6 非金属管道定期检验的专项要求

7.6.1 非金属管道检验周期

非金属管道一般在投用后 3 年内进行首次定期检验。以后的检验周期由检验机构根据非金属管道的安全状况等级, 按照以下要求确定检验周期:

(1) 安全状况等级为 1 级的, 一般每 3 年检验一次;

(2) 安全状况等级为 2 级的, 一般每 2 年检验一次;

(3) 安全状况等级为 3 级的, 应当监控使用, 其检验周期由检验机构确定, 累计监控使用时间不得超过 1 年;

(4) 安全状况等级为 4 级的, 应当对缺陷进行修复处理, 修复后按照 3 级进行监控使用;

(5) 安全状况等级为 5 级的, 不得继续使用。

7.6.2 非金属管道检验现场条件

非金属管道检验现场应当满足下列条件

(1) 所有检测设备不允许直接放置在管道内表面上;

(2) 严禁在管道内动火和用力敲击非金属部分;

(3) 管道内表面应当清洗干净、干燥, 不得有物料粘附。

7.6.3 非金属管道定期检验项目与方法

7.6.3.1 检验项目

定期检验至少包括以下项目:

(1) 非金属管道定期检验以宏观检验为主, 必要时增加耐压或者泄漏试验等项目;

(2) 非金属管道中的金属受压部件定期检验还应当符合本规程中关于金属管道的相应规定;

(3) 设计文件对非金属管道定期检验项目、方法和要求的规定。

7.6.3.2 非金属管道的检验内容

非金属管道的检验至少包括以下内容:

(1) 外表面宏观检验, 检验管道外表面是否有腐蚀失光、粉化、龟裂、凿痕、划痕或者开裂、磨损和机械接触损伤、鼓包、变形、纤维裸露等;

(2) 内表面宏观检验, 对于能够进行内表面检验的管道, 检验其内表面是否光滑平整, 是否有杂质、纤维裸露、裂纹, 是否有明显划痕, 是否有失光、变色、龟裂、树脂粉化、纤维失强等化学腐蚀缺陷, 是否有破损、裂纹、银纹等力学破坏缺陷, 是否有溶胀、分层、鼓泡等浸渗腐蚀缺陷, 焊接(粘接)接头树脂是否饱满, 是否有脱层、起皮、分层、破损等缺陷, 管件是否有破损、起皮、分层、翘边等缺陷;

(3)管道运行记录的工况, 是否符合原设计文件要求。

7.6.3.3 检验方法

宏观检验采用目视方法(必要时利用内窥镜、放大镜或者其他辅助检测仪器设备、测量工具)。

7.6.4 非金属管道安全状况等级评定

7.6.4.1 评定原则

(1)安全状况等级应当根据非金属管道的综合评定, 以其中项目等级最低者, 作为该管道的安全状况等级;

(2)需要改造或者修理的非金属管道, 按照改造或者修理结果进行安全状况等级评定;

(3)安全附件检验不合格的非金属管道不允许投入使用;

(4)对于可拆卸和可更换的压力管道元件在检验中发现腐蚀、磨损、破损时, 如果更换新件, 则以更换后状态进行评定。

7.6.4.2 安全状况等级评定

非金属管道的安全状况等级按照以下要求进行评定:

(1)内表面光亮如新, 没有腐蚀失光、龟裂、变色、树脂粉化、纤维失强、溶胀, 无磨损、机械接触损伤, 无裂纹、玻璃纤维裸露和分层, 管道无鼓包和变形, 并且外表面没有失光、龟裂、变色和明显损伤, 为1级;

(2)内表面有轻微的腐蚀失光、破坏、变色现象, 或者有轻微磨损、机械接触损伤现象, 无裂纹、龟裂、树脂粉化、纤维失强、溶胀、玻璃纤维裸露和分层, 管道有轻微鼓包和变形时, 或者外表面有轻微失光、龟裂、变色等损伤, 但无粉化、裂纹等损伤, 为2级;

(3)非金属管道经过局部修复后, 为3级;

(4)内表面局部有明显的腐蚀失光、变色现象, 或者局部的磨损、裂纹、机械接触损伤, 有局部的鼓包, 但是没有出现泄漏和明显的变形时, 或者外表面有局部明显的失光、龟裂、变色等损伤、有轻微的粉化和裂纹, 为4级;

(5)内表面有严重的腐蚀失光、变色、破坏, 或者裂纹、龟裂、树脂粉化、纤维失强、溶胀、磨损、机械接触损伤等, 出现泄漏和明显的变形时, 或者外表面有严重的失光、龟裂、变色、粉化等损伤, 为5级。

7.6.5 非金属管道检验结论

综合评定安全状况等级为1级、2级的管道, 检验结论为符合要求, 可以继续使用; 安全状况等级为3级的, 检验结论为基本符合要求, 有条件的监控使用; 安全状况等级为4级的, 外表面应当进行修复, 内表面如果是腐蚀原因造成, 则不能继续使用; 安全状况等级为5级的, 检验结论为不符合要求, 不得继续使用。

7.6.6 非金属管道埋地段的定期检验要求

非金属管道埋地段应当优先选择以下管段进行开挖检测：承受疲劳载荷的管段、曾经发生过事故或者异常的管段、经过重大修理或者改造的管段。检验要求按照设计文件和本规程 7.6.1 条~7.6.5 条的相关规定。

7.7 输油输气站场内的工艺管道定期检验的专项要求

输油输气站场内的工艺管道定期检验应当满足以下要求：

- (1)按照 GB/T20801 的规定设计的,应当符合本规程的要求;
- (2)按照 GB/T 34275 的规定设计的, 应当符合其标准的要求。

7.8 机场供油管道定期检验项目和方法的专项要求

7.8.1 机场油库管道

机场油库管道定期检验按本规程第 7 章中关于金属管道定期检验的相关要求执行。

7.8.2 机坪加油管道

7.8.2.1 检验项目和方法

机坪加油管道定期检验以宏观检验、阴极保护系统测试、杂散电流测试及耐压试验为主, 条件具备时开展外防腐层检测及开挖直接检测。

7.8.2.2 宏观检验

主要进行管道沿线异常检查、 阀井及阀井内管道外观检查以及杂散电流干扰源检查, 必要时, 对阀井内露管进行壁厚检测以及管地电位测试。

7.8.2.3 阴极保护系统测试

具有阴极保护系统的管道, 参照 GB/T 19285 《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验》开展阴极保护系统测试。

7.8.2.4 杂散电流测试评价

附近有杂散电流干扰源或是管地电位异常时, 按照 GB/T 19285 开展杂散电流测试评价。

7.8.2.5 外防腐层检测评价

条件具备时,参照 GB/T 19285 开展外防腐层检测评价。

7.8.2.6 开挖直接检测

条件具备时, 优先选取外防腐层局部破损处开挖进行直接检测。

开挖直接检测项目主要包括:

- (1)土壤腐蚀性检测, 检查土壤剖面分层情况以及土壤干湿度
- (2)防腐(保温)层检查, 检查防腐 (保温)层的外观质量及破损情况;
- (3)管地电位及杂散电流检测, 对管地电位进行检测, 必要时监测管地电位或管中电流以评价杂散电流情况;

(4)管道本体检测,包括检测管道壁厚和测绘管道本体凹陷、变形、损伤等缺陷情况;

(5)焊缝无损检测,探坑内管道有环焊缝时,应当采用目视、磁粉、渗透等一种或者多种方法对开挖出的环焊缝进行外观检查和表面缺陷检测,表面缺陷检测发现超标缺陷时应开展埋藏缺陷检测。

7.8.2.7 耐压试验

耐压试验由使用单位负责实施,检验机构负责检验。

耐压试验的试验参数[试验压力、温度等以本次定期检验确定的许用(监控)使用参数为基础计算]、准备工作、安全防护、试验介质、试验过程、试验结论等应当符合管道设计或施工验收标准的相关规定。

7.8.2.8 检验周期

机坪加油管道定期检验周期一般不超过6年。

7.8.2.9 问题处理与检验报告

检验发现问题的处理与检验报告,参照TSGD7003相关要求。

7.9 基于风险的检验(RBI)

7.9.1 基于风险的检验应用条件

申请对大型成套装置应用基于风险检验的管道使用单位,应当满足以下条件:

- (1)具有完善的管理体系和较高的管理水平;
- (2)建立健全应对各种突发情况的应急预案,并且定期进行演练;
- (3)管道运行良好,能够按照有关规定进行检验和维护;
- (4)生产装置及其重要设备资料齐全、完整;
- (5)工艺操作稳定;
- (6)生产装置采用数字集散控制系统,并且有可靠的安全联锁保护系统。

7.9.2 基于风险的检验实施

实施基于风险的检验时,符合以下规定:

(1)承担基于风险检验的检验机构需经过负责特种设备安全监督管理的部门核准,取得基于风险的检验资质,从事基于风险检验的检验人员应当经过相应的培训,熟悉基于风险检验的有关标准和专用分析软件;

(2)管道使用单位应当向检验机构提出基于风险检验的书面申请,并且提交其通过安全管理评价资料,基于风险检验的检验机构应当对收到的申请资料进行审查,并且告知使用登记机关;

管道使用单位应当向检验机构提出基于风险检验的书面申请,并且提交满足基于风险检验应用条件的相关资料,检验机构应当对收到的申请资料进行审查;

(3) 承担基于风险检验的检验机构应当根据管道运行状况、损伤模式、风险可接受程度等,按照本规程和相关技术标准的有关规定进行风险评估,提出检验策略(包括检验时间、内容和方法),出具风险评估报告;

(4) 管道使用单位应当根据基于风险的检验策略,制订具体的检验计划,由承担基于风险检验的检验机构负责制定具体的检验方案,并且实施检验;

(5) 对于装置运行期间风险位于可接受水平之上的管道,应当采用在线检验等方法降低其风险;

(6) 管道使用单位应当落实保障管道安全运行的各项措施,承担安全使用主体责任。

8 安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表

本规程的仪表包括压力表和测温仪表等。

8.1 通用要求

(1) 安全附件的制造单位应当按照安全技术规范的要求取得特种设备制造许可证;

(2) 按照安全技术规范要求需要进行型式试验的安全附件和阻火器,应当经过特种设备型式试验机构进行型式试验;

(3) 安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表的设计、制造和测试,应当符合 GB/T20801 和 GB/T 32270 的规定;

(4) 安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表出厂时应当随带产品质量证明文件,并且在产品上设置清晰、牢固的标识;

(5) 安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表应当按照本规程、相关安全技术规范和有关标准的要求进行检查和检验;

(6) 与压缩机和泵出口连接的高压管道,还应当设置超压泄放装置,防止出口阀门的误操作引起超压;

(7) 非金属管道应当按照设计文件的要求设置安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表;

(8) 采用 GB/T20801、GB/T34275 的规定设计的输油输气站场内的工艺管道,安全附件和阻火器的设置、安装和选用应当满足其标准和设计文件的要求。

8.2 超压泄放装置

8.2.1 超压泄放装置的设置

超压泄放装置的设置应当满足以下要求:

(1) 超压泄放装置包括安全阀和爆破片装置等,自动控制仪表和报警联锁装置一般不得替代超压泄放装置;在不允许排放或者不能设置超压泄放装置时,可以采用可

靠性不低于超压泄放装置的自动控制仪表或者报警联锁装置代替超压泄放装置,防止管道超压;

(2)可能超压的管道系统(包括连通的设备)根据设计要求在管道或者连通的设备上设置超压泄放装置;

(3)对于易燃介质、有毒介质,在超压泄放装置排出口设置导管,将排放介质引至安全地点,并且进行妥善处理;

(4)使用单位在管道系统使用前,确认已经按照设计要求设置超压泄放装置。

8.2.2 超压泄放装置的安装要求

超压泄放装置的安装应当满足以下要求:

(1)超压泄放装置一般安装在被保护设备或者管道的顶部,并且垂直向上;

(2)用于气体介质泄放的超压泄放装置安装在设备的气相空间,或者气体管道上;用于液体介质泄放的超压泄放装置安装在设备正常液面以下,或者液体管道上;

(3)超压泄放装置进口连接管道和管件的截面积不得小于超压泄放装置的进口截面积;当并联安装两个或者两个以上的超压泄放装置时,该连接入口的截面积,需大于或者等于共同作用的超压泄放装置(不包括备用装置)的进口截面积的总和,进口接管短而直;

(4)超压泄放装置入口、出口管道和支架的设计与安装需考虑超压泄放装置自重、泄放反作用力、热应力、振动以及其他外部载荷的作用;

(5)超压泄放装置与被保护的管道或者设备之间一般不安装切断阀;特殊情况下需要安装的,需确保切断阀的结构和通径不得妨碍超压泄放装置的安全泄放;

(6)安全阀校验合格后才能安装使用。

8.2.3 超压泄放装置的选用

超压泄放装置的选用应当满足以下要求:

(1)安全阀的整定压力或者爆破片装置的设计爆破压力,以及管道最大允许积聚压力的限制满足 GB/T20801 和 GB/T 32270 的规定;

(2)超压泄放装置的排放能力满足设计要求的安全泄放量,安全泄放量的计算按照 GB/T20801 和 GB/T 32270 的规定;

(3)超压泄放装置的选用考虑泄放时后处理系统产生的背压限制,超压泄放装置的背压限制满足 GB/T20801 和 GB/T 32270 的规定;

(4)安全阀不得用于管道内部压力快速上升的超压工况;

(5)爆破片装置用于可能产生爆炸性环境时,爆破时不得产生火花或者静电,用于安全阀进口的爆破片装置,爆破时不得产生碎片。

8.3 紧急切断阀

紧急切断阀的设置应当符合本规程、GB/T 20801、GB/T 32270 以及设计文件的要求。

8.4 阻火器

8.4.1 阻火器的设置

阻火器的设置应当满足本规程、GB/T20801 以及设计文件的要求。

8.4.2 阻火器的安装

阻火器的安装应当满足以下要求：

- (1) 单向阻火器的阻火端朝向潜在点火源；
- (2) 阻爆燃型阻火器距离潜在点火源的管道尽可能短，防止爆燃发展成爆轰，阻稳定爆轰型阻火器的安装避开管道中可能发生不稳定爆轰的位置；
- (3) 工艺介质含有颗粒或者其他会堵塞阻火元件的物质时，需设置压差监控设施；在可能发生冻结的情况，需设置加热防冻设施；
- (4) 可能发生稳定燃烧的管道型阻火器，需设置温度检测和紧急保护设施，防止阻火元件失效；
- (5) 改扩建工程的工艺条件或者管道布置改变后，需重新检查原有阻火器的适用性。

8.4.3 阻火器的选用

阻火器的选用应当符合 GB/T20801 的规定。

8.5 机械安全联锁装置

当手动阀门误操作会导致安全事故时，应当设置机械安全联锁装置。

8.6 仪表

8.6.1 压力表

8.6.1.1 压力表选用

- (1) 设计压力小于 1.6MPa 管道使用的压力表的精度不得低于 2.5 级，设计压力大于或者等于 1.6MPa 管道使用的压力表的精度不得低于 1.6 级；
- (2) 压力表量程应当为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍。

8.6.1.2 压力表检定

压力表的检定和维护应当符合国家计量部门的有关规定，压力表安装前应当进行检定，在刻度盘上应当划出指示工作压力的红线，注明下次检定日期。压力表检定后应当加铅封。

8.6.1.3 压力表安装

- (1) 安装位置应当便于操作人员观察和清洗，并且应当避免受到辐射热、冻结或

者震动等不利影响;

(2)用于蒸汽介质的压力表,在压力表与管道之间应当装有存水弯管;

(3)用于具有腐蚀性或者高黏度介质的压力表,在压力表与管道之间应当安装能隔离介质的缓冲装置。

8.6.2 测温仪表

(1)需要测量介质温度或者管道壁温的管道,应当装设测温仪表;

(2)测温仪表应当定期校准。

9 附 则

9.1 压力管道改造、重大修理的特殊规定

一次性更换相同介质压力管道总长度大于 500m 的施工过程,应当纳入新建管道安装过程进行管理。

9.2 撬装式承压设备系统或者机械设备系统

压力管道元件、可移动撬体与压力容器或者机械设备等设备、结构进行安装连接,形成具有某种功能的系统,组成撬装式承压设备系统或者机械设备系统(以下简称设备系统)。设备系统应当包含压力容器和压力管道元件,仅由压力管道元件组合在一起的装置属于压力管道元件中的元件组合装置。

(1)安装在设备系统上的压力容器,应当由具有相应资质的单位设计、制造,并且依据相应安全技术规范要求经过制造监督检验;安装在设备系统上的压力管道,应当由具有相应资质的单位设计,其中的压力管道元件应当按照安全技术规范要求取得相应的制造许可、进行型式试验或者经过制造监督检验。

(2)包含压力容器和压力管道的设备系统,可以由持有设备系统中相应级别压力容器制造许可证的制造单位进行组装,组装过程按照 TSG D7006 中关于元件组合装置的要求进行制造监督检验;或者由持有元件组合装置制造许可证的制造单位进行组装,组装过程按照 TSG D7006 中关于元件组合装置的要求进行制造监督检验;或者由持有设备系统中相应级别压力管道安装许可证的安装单位在该设备系统的安装施工现场进行组装,组装过程按照 TSGD7006 相应要求进行安装监督检验。

(3)设备系统在现场安装前,需要办理相应压力容器和压力管道的安装告知;设备系统中的压力容器和压力管道应当由使用单位分别申请办理使用登记。

(4)设备系统中的压力容器和压力管道,应当分别由具有相应资质的检验机构进行定期检验。

9.3 解释权限

本规程由国家市场监督管理总局负责解释。

9.4 施行时间

本规程自 2026 年 1 月 1 日起施行, 以下安全技术规范同时废止:

- (1) 《压力管道安全技术监察规程——工业管道》(TSGD0001—2009);
- (2) 《压力管道定期检验规则——工业管道》(TSG D7005—2018)。

本规程实施之前发布的其他相关文件和规定, 其要求与本规程不一致的, 以本规程为准。

国家市场监督管理总局

附件 A

工业管道级别及其介质毒性程度、腐蚀性和火灾危险性划分

A1 工业管道级别划分

A1.1 GC1 级

(1) 输送 GB/T 42594 《承压设备介质危害分类导则》中规定的毒性程度为急性毒性危害类别 1 介质、急性毒性危害类别 2 气体介质和工作温度高于其标准沸点的急性毒性危害类别 2 液体介质的工艺管道；

(2) 输送 GB/T 42594 中规定的易燃气体类别 1 和类别 2 (包括化学不稳定性气体类别 A 和类别 B) 以及易燃液体类别 1、类别 2，并且设计压力大于或者等于 4.0MPa 的工艺管道；

(3) 输送流体介质，并且设计压力大于或者等于 10.0MPa，或者设计压力大于或等于 4.0MPa 且设计温度高于或者等于 400℃ 的工艺管道。

A1.2 GC2 级

(1) GC1 级以外的工艺管道；

(2) 制冷管道。

A1.3 GCD 级

动力管道。

A2 介质毒性、易(可)燃性和腐蚀性划分

A2.1 一般规定

(1) 管道中介质的毒性危害和危险程度、分类原则以及定义是以 GB/T 42594 和 GB 30000 《化学品分类和标签规范》(注 A-1) 的规定为基础确定；管道中常见介质主要危害类别或者等级按照 GB/T 42594 附录 A 确定，以急性毒性为分类结果的类别即表内“/”左侧的类别；

(2) 介质危害性系指在生产和储存过程中因事故泄漏致使介质与人体接触、发生爆炸、燃烧、火灾引起的健康危害和安全危险程度，用介质的毒性以及易燃性表示，其危害和危险程度的划分分别按照本规程 A2.2 条和 A2.3 条的规定确定，介质的腐蚀性按照本规程 A2.4 条的规定确定；

(3)一种化学介质可能存在多种危害和危险种类,应当分别按照 GB 30000.2~GB 30000.29进行确定, 确定其危害程度或者危险性, 以高者为基准;

(4)本规程 A2.2 条列入的急性毒性介质(类别 1、类别 2、类别 3)视为有毒危险性介质; A2.3 条列入的易燃气体(类别 1、类别 2 和化学不稳定气体类别 A、类别 B)和易燃液体(类别 1、类别 2、类别 3 和工作温度高于其闪点的易燃液体类别 4)视为易燃的危险性介质; A2.2 条和 A2.3 条混合物应当视为有毒、易燃的危险性介质; A2.4 条列入的化学介质应当视为腐蚀性介质;

(5)管道介质危害类别应当按照本规程 A2.2 条、 A2.3 条、 A2.4 条确定, 当设计或者使用单位对于某类介质有长期使用和管理经验时, 经设计单位技术负责人同意, 使用单位技术负责人确认, 可以调整该类介质的危害类别。

注 A-1: GB 30000.2—GB 30000.29 《化学品分类和标签规范》。

A2. 2 毒性

A2. 2. 1 有毒介质和急性毒性

按照 GB/T 42594 和 GB 30000.18 的规定, 管道涉及的有毒介质应当根据其急性毒性进行分类, 如表A-1 所示。

表A-1 介质急性毒性类别

危害类别接触途径		类别 1 (注 A-5)	类别 2	类别 3
经口 LD50 (注 A-3)	mg/kg(按体重)	≤5	≤50	≤300
经皮 LDSO(注 A-3)	mg/kg(按体重)	≤ 50	≤200	≤ 1000
吸入气体 LC ₅₀ (注 A-2、注 A-4)	ppmv	≤ 100	≤ 500	≤2500
吸入蒸汽 LC ₅₀ (注 A-2、注 A-4)	mgL	≤0.5	≤2.0	≤ 10
吸入粉尘和烟雾 LC ₅₀ (注 A-2、注 A-4)	mgL	≤ 0.05	≤0.5	≤ 1.0

注A-2: LCSO(50%致死浓度): 化学品在空气中或者水中造成一组试验动物 50%(一半)死亡的浓度。

注 A-3: LDSO: 一次全部给予造成一组试验动物 50%(一半)死亡的化学品数量。

注 A-4: 表中的吸入临界值以 4h接触试验为基础, 根据 1h 接触产生的现有吸入毒性数据的换算: 对于气体和蒸汽, 应当除以因子 2, 对于粉尘和烟雾, 应当除以因子 4。

注 A-5: 《危险化学品目录》中注明的剧毒介质可视为急性毒性类别 1。

A2. 2. 2 混合物的毒性

混合物(介质) 的毒性应当按照 GB/T42594 中规定的混合物分类标准进行确定。

A2.3 易燃易爆

A2.3.1 易燃气体

按照 GB/T42594 的规定，管道涉及的易燃气体分类如表A-2所示。

表 A-2 易燃气体

类别	判据
类别 1	在20℃和标准大气压 101.3kpa下： a)在与空气的混合物中，体积分数为 13%或者更少时可点燃的气体； b)易燃性下限不限，与空气混合，可燃范围至少为 12 个百分点的气体
类别 2	在 20℃和标准大气压 101.3kpa 时，除类别 1 中的气体之外，与空气混合时有易燃范围的气体

注 A-6：气溶胶不应当分类为易燃气体。

A2.3.2 化学不稳定性气体

按照 GB/T 42594 的规定，管道涉及的化学不稳定性气体分类如表 A-3 所示。

表 A-3 化学不稳定性气体

类别	判据
类别 A	在 20℃和标准大气压 101.3kPa 时化学性质不稳定性易燃气体
类别 B	在温度超过 20℃和/或者气压高于 101.3kPa 时化学性质不稳定性易燃气体

A2.3.3 易爆介质

按照 GB/T42594 的规定，管道中易燃气体或者液体的蒸气、薄雾与空气混合形成的爆炸混合物，且爆炸下限小于 10%，或者爆炸上限和爆炸下限的差值大于或者等于 20%时,为易爆介质。气体或者液体的蒸气、薄雾与空气或者氧气形成的混合物遇火源发生爆炸,能使火焰蔓延的最低浓度,称作爆炸下限;能使火焰蔓延的最高浓度,称作爆炸上限。

A2.3.4 易燃液体

按照 GB/T42594 的规定，管道涉及的易燃液体分类如表A-4所示。

表 A-4 易燃液体

类别	判据
类别 1	闪点小于 23 °C且初始沸点不大于 35℃
类别 2	闪点小于 23 °C且初始沸点大于 35℃
类别 3	闪点大于或者等于 23℃且不大于 60℃
类别 4	闪点大于或者等于 60℃且不大于 93℃ (工作温度大于闪点的易燃液体)

注 A-7:

(1) 气溶胶不属于易燃液体, 工作温度大于其闪点的易燃液体类别 3 应当视为易燃液体类别 2。

(2) 为了某些管理目的, 可以将闪点范围在 55℃~75℃ 的瓦斯油、柴油和取暖用轻油视为特定组别。

(3) 为了某些管理目的(如运输), 某些黏性易燃液体, 如色漆、磁漆、喷漆、清漆、黏合剂和抛光剂等, 可以视为特定组别。 根据有关法规标准, 可以将其归类为非易燃液体。

(4) 对于闪点高于 35℃ 但是不超过 60℃ 的液体, 如果在联合国《关于危险货物运输的建议书试验和标准手册》规定的持续燃烧试验中得到否定结果, 为了某些管理目的可以不视为易燃液体。

A2.3.5 混合物的易燃性

混合物(介质) 的易燃性按照 GB/T 42594 的相应规定进行确定, GB/T 42594 未包含的其他易燃介质(见 A2.5.2 条)按照 GB 30000 的相应标准规定进行确定。

A2.4 腐蚀性介质

管道中的腐蚀性介质是指符合 GB 30000.17 类别 1 的金属腐蚀物, 即在试验温度 55℃, 钢或者铝表面的腐蚀速率超过每年 6.25mm 的化学介质。如果对钢或者铝进行的第一个试验表明, 接受试验的物质或者混合物具有腐蚀性, 则无须再对另一金属做试验。

A2.5 其他介质

A2.5.1 其他有毒介质

GB/T 42594 未涉及的皮肤腐蚀(GB 30000.19)、眼损伤(GB 30000.20)、呼吸道或者皮肤致敏(GB 30000.21)、生殖突变(GB 30000.22)、致癌性(GB 30000.23)、生殖毒性(GB 30000.24)、靶器官毒性(GB 30000.25 和 GB 30000.26)、吸入危害(GB 30000.27)、环境危害(GB 30000.28 和 GB 30000.29)及未列入本规程表 A-1 的介质急性毒性类别 4、类别 5 等具有健康或者环境危害的介质。

A2.5.2 其他易燃介质

GB/T 42594 包含的爆炸物、自反应物、自燃液体、自燃固体、遇水放出易燃气体、氧化性气体、氧化性液体、有机过氧化物和加压气体以及未包含的气溶胶(GB 30000.4)、易燃固体(GB 30000.8)、自热液体(GB 30000.12)、氧化性固体(GB 30000.15)等具有燃烧和爆炸危险性的介质。

A2.5.3 无毒、不可燃、无腐蚀性介质

是指毒性、易燃性、腐蚀性低于本规程 A2.2 条、A2.3 条、A2.4 条以及 A2.5.1 条和 A2.5.2 条的流体介质(不包括液化气体、蒸汽和氧气)。

工业管道设计文件与本规程基本安全要求比照表

序号	中国基本安全要求	产品相应标准要求	产品实际情况	符合性申明	备注 (处置情况)
1	【工业管规 2.1.1 条】 材料基本要求	含碳量(焊接): _____ % 断后伸长率(A): _____ % <input type="checkbox"/> 冲击试验	含碳量(焊接): _____ % 断后伸长率(A): _____ % <input type="checkbox"/> 冲击试验	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	采取必要的 防护措施,如 还不符合按 照本规程 1.9 条办理
2	【工业管规 2.2.2 条】 管道组成件的使用 要求	材料类别(牌号) 制造工艺条件(包括无损检测): _____ 工况条件限制(注): _____	材料类别(牌号): _____ 制造工艺(包括无损检测) 介质环境: _____ 设计压力: _____ MPa 设计温度: _____ °C	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
3	【工业管规 2.4 条】 高压管道专项要求	材料类别(牌号): _____ 制造工艺条件(包括无损检测): _____ 工况条件限制: _____	材料类别(牌号): _____ 制造工艺(包括无损检测) 介质环境: _____ 设计压力: _____ MPa 设计温度: _____ °C	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
4	【工业管规 2.5 条】 非金属管道专项 要求	材料类别(牌号) 制造工艺条件(包括无损检测): _____ 工况条件限制: _____	材料类别(牌号): _____ 制造工艺(包括无损检测) 介质环境: _____ 设计压力: _____ MPa 设计温度: _____ °C	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理

续表

序号	中国基本要求	产品相应标准要求	产品实际情况	符合性申明	备注 (处置情况)
5	设计要素	【工业管规 1.10 条】 引用标准	<input type="checkbox"/> GB/T 20801《压力管道规范 工业管道》 <input type="checkbox"/> GB/T 32270《压力管道规范 动力管道》 <input type="checkbox"/> GB/T 34275《压力管道规范 长输管道》	(列出与 GB/T 20801、GB/T 32270 和 GB/T 34275 相对应的境外标准)	—
6		【工业管规 3.1.6 条】 载荷	<input type="checkbox"/> 压力 <input type="checkbox"/> 重力载荷 <input type="checkbox"/> 介质质量 <input type="checkbox"/> 雪载荷 <input type="checkbox"/> 地震载荷 <input type="checkbox"/> 风载荷 <input type="checkbox"/> 冲击载荷 <input type="checkbox"/> 位移载荷 <input type="checkbox"/> 疲劳载荷 <input type="checkbox"/> 瞬态作用力 <input type="checkbox"/> 盲板力	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合时应提供相应报告
7		【工业管规 3.2.1 条】 管道材料的安全系数	灰铸铁的安全系数： 可锻铸铁的安全系数： 球墨铸铁、碳钢、合金钢、铁素体不锈钢、延伸率小于 35% 的奥氏体不锈钢、双相不锈钢、钛和钛合金、铝和铝合金的安全系数： 延伸率大于或者等于 35% 的奥氏体不锈钢和镍基合金的安全系数：	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	采取必要的防护措施，如还不符合，按照本规程 1.9 条办理

续表

序号	中国基本要求	产品相应标准要求	产品实际情况	符合性申明	备注 (处置情况)
8	设计 要求	【工业管规 3.1.4.1 条】 管道组件设计准则	<input type="checkbox"/> 压力-温度额定值 <input type="checkbox"/> 压力设计 <input type="checkbox"/> 应力分析 <input type="checkbox"/> 验证性试验方法	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
9		【工业管规 3.2.4 条】 管道应力分析	<input type="checkbox"/> 静态应力分析 <input type="checkbox"/> 动力分析	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
10	安装 要求	【工业管规 4.3.1 条】 管道组件及材料 检查	<input type="checkbox"/> 材质检查 方法及比例：_____ <input type="checkbox"/> 阀门试验 比例：_____ <input type="checkbox"/> 无损检测 方法及比例：_____ <input type="checkbox"/> 其他检查 方法及比例：_____	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
11		【工业管规 4.2.8 条】 热处理	<input type="checkbox"/> 焊后热处理：_____ <input type="checkbox"/> 成型后热处理：_____	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
12		【工业管规 4.4.2 条】 无损检测	方法及比例：_____	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理

续表

序号	中国基本要求	产品相应标准要求	产品实际情况	符合性申明	备注 (处置情况)
13	【工业管规 4.4.3 条】 硬度检验及其他检验	方法 & 比例: _____	方法 & 比例: _____	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
14	安 装 要 求	方法: _____ 试验压力: _____	方法: _____ 试验压力: _____	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
15		方法: _____ 试验压力: _____	方法: _____ 试验压力: _____	<input type="checkbox"/> 不适用 <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 处置后符合 <input type="checkbox"/> 不符合	不符合按照 本规程 1.9 条 办理
16	其他	以上未列出的条款			
需要强调说明的问题:					

注：工况条件限制是指材料在保持其物理性能、化学性能、耐腐蚀性能、抗疲劳性能以及组织稳定等性能条件下，用其制造的管道组件的使用范围，包括管道等级和工况、介质环境、设计压力(额定值)、使用温度、防护措施等。

附件 C

工业管道安装质量证明书

编号:

工程名称		工程编号	
交工单元名称		交工单元编号	
安装开工日期		安装竣工日期	
管道级别		管道长度	
设计单位			
无损检测机构			
监检机构			
建设单位 (使用单位)			

本工业管道的安装经质量检验，符合《工业管道安全技术规程》(TSG 31—2025)、设计文件和_____ (相关技术标准) 的要求。

附：《工业管道安装汇总表》共 页

检验员：

日期:

质量保证工程师:

日期:

安装单位(盖章)

年 月 日

特种设备生产许可证编号:

工业管道安装汇总表

质量证明书编号：

交工单元名称：				交工单元编号：																
管道编号	管道级别	起止点		设计压力(MPa)	设计温度(℃)	介质	材质	规格(mm)	长度(m)	铺设方式	焊口数量	无损检测方法/比例(%)	耐压试验方法	耐压试验介质	耐压试验压力(MPa)	泄漏试验介质	泄漏试验压力(MPa)	吹扫、清洗方法	腐蚀控制方式	保温(绝热)方式
		起 点	终 点																	

填表：

日期：

审核：

日期：

共

页

第

页

附件 D

工业管道年度检查

D1 年度检查一般要求

(1)使用单位每年对所使用的管道至少进行 1 次年度检查。年度检查工作完成后,应当进行管道使用安全状况分析,并且对年度检查中发现的隐患予以消除;

(2)年度检查工作可以由管道使用单位安全管理人员组织经过专业培训的作业人员或者专业技术人员进行,也可以委托有相应管道定期检验资质的特种设备检验机构进行。实施年度检查时,应当配备必要的检验检测仪器、设备。

D2 年度检查内容

年度检查至少包括管道安全管理情况、管道运行状况和安全附件、阻火器、机械安全连锁装置及仪表的检查,必要时进行壁厚测定和电阻值测量。

D2.1 管道安全管理情况检查

检查内容应当满足以下要求:

- (1)安全管理制度和安全操作规程齐全有效;
- (2)相关安全技术规范规定的设计文件、安装竣工图、质量证明文件、监督检验证书以及安装、改造、修理等资料完整;
- (3)安全管理人员资格证书有效,作业人员培训考核记录齐全;
- (4)经常性维护保养、运行记录、定期安全检查记录符合本规程、相关安全技术规范以及管理制度的要求;
- (5)年度检查、定期检验报告完整,检查、检验报告中所提出的问题完成整改;
- (6)安全附件、阻火器、机械安全连锁装置与仪表校验(检定)、修理和更换记录完整;
- (7)专项应急预案和演练记录符合相关安全技术规范以及管理制度的要求;
- (8)日常检查、月度检查中发现的危及管道安全运行的问题完成整改;
- (9)事故、故障以及处理情况记录完整。

D2.2 管道运行状况检查

D2.2.1 检查内容

检查内容应当满足下列要求:

- (1)管道漆色、标志等符合相关规定;
- (2)管道组成件以及其焊接接头等无裂纹、过热、变形、泄漏、损伤等;

- (3)管道外表面无腐蚀,无异常结霜、结露等;
- (4)管道无异常振动,管道与相邻构件之间无相互碰撞、摩擦等;
- (5)管道隔(绝)热层无破损、脱落、跑冷以及防腐层破损等,必要时可以采用红外热成像检测、热流密度检测等技术手段进行监测和节能评价;
- (6)支吊架无脱落、变形、失载、过载、腐蚀、损坏,主要受力焊接接头无开裂,支架与管道接触处无积水,弹簧支吊架状态正常,导向支架间隙、阻尼器和减振器位移符合要求,液压阻尼器无泄漏等;
- (7)阀门表面无腐蚀,阀体表面无裂纹、严重缩孔,连接螺栓无松动等,阀门关闭状态正常,阀门开启灵活;
- (8)放空(气)阀、排污(水)阀或者排放装置完好,无异常集气、积液等;
- (9)法兰未产生偏口以及异常翘曲、变形、泄漏,紧固件齐全无松动、腐蚀等;
- (10)波纹管膨胀节表面无划痕、凹痕、腐蚀穿孔、开裂,波纹管波间距符合要求,无失稳现象,铰链型膨胀节的铰链、销轴无变形、脱落、损坏,拉杆式膨胀节的拉杆、螺栓、连接支座符合要求等,膨胀节位移指示醒目明确;
- (11)管道外防腐层完好,无鼓包、变色等;
- (12)对有阴极保护装置的管道,检查其保护装置的完好性及阴极保护有效性;
- (13)埋地管道沿线无异常,不存在标识桩牌破坏、覆土沉降、介质泄漏迹象等;
- (14)机场供油管道的机坪加油管道的高点排气装置、低点排水装置、测漏系统功能正常;
- (15)机场供油管道的机坪加油管道每年至少进行一次耐压试验,并检查合格;
- (16)检查人员认为有必要的其他检查内容。

D2.2.2 检查重点部位

检查时,应当重点考虑以下部位:

- (1)压缩机、泵的进、出口部位;
- (2)补偿器、三通、弯头(弯管)、异径管、支管连接、阀门连接以及介质流动的死角等部位;
- (3)支吊架易损坏部位以及附近的管道组成件和焊接接头;
- (4)曾经出现过影响管道安全运行问题的部位;
- (5)处于生产流程要害部位以及与重要装置或者设备相连接的管段;
- (6)工作条件苛刻以及承受交变载荷的管段;
- (7)基于风险的检验分析报告中给出的高风险管段;
- (8)上次定期检验提出重点监控的管段。

D2.3 管道壁厚测定

需要重点管理的管道或者有明显腐蚀的弯头、三通、异径管以及相邻直管段等部位,应当采取定点或者抽查的方式进行壁厚测定;壁厚测定的布点和检测频次应当依据腐蚀部位测量结果确定;定点测厚的测点位置应当在单线图上标明,并且在年度检查报告中给出测厚结果;发现壁厚异常时,应当适当增加测厚点,必要时对该条管道的所有管段和管件进行壁厚测定。

D2.4 电阻值测量

对输送易燃、易爆介质的管道,以抽查方式进行防静电接地电阻值和法兰间接触电阻值测定。防静电接地电阻值应当不大于 100Ω , 法兰间接触电阻值应当不大于 0.03Ω (绝缘界面除外)。

D2.5 安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表检查

D2.5.1 一般要求

安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表应当符合本规程的规定和设计文件的要求,存在下列情况之一的安全附件、阻火器、机械安全联锁装置及仪表,不得使用:

- (1) 无产品合格证和铭牌的;
- (2) 性能不符合要求的;
- (3) 无产品监督检验证书的 (相关安全技术规范有要求的)。

D2.5.2 安全阀检查

安全阀检查内容应当满足以下要求:

- (1) 安全阀选型符合设计要求, 安装正确;
- (2) 安全阀在校验有效期内使用, 整定压力符合管道的运行要求;
- (3) 弹簧式安全阀调整螺钉的铅封装置完好;
- (4) 如果安全阀和排放口之间设置了截断阀, 截断阀处于全开位置, 铅封完好;
- (5) 安全阀无泄漏;
- (6) 放空管通畅, 防雨帽完好。

D2.5.3 爆破片装置检查

爆破片装置检查内容应当满足下列要求:

- (1) 未超过产品说明书规定的使用期限;
- (2) 安装方向正确, 产品铭牌上的爆破压力和温度符合运行要求;
- (3) 无泄漏;
- (4) 爆破片在使用过程中不存在未超压爆破或者超压未爆破的情况;
- (5) 与爆破片夹持器相连的放空管通畅, 放空管内无存水或者结冰, 防水帽、防

雨片完好;

(6) 如果爆破片装置和管道间设置截断阀的, 截断阀处于全开状态, 铅封完好;

(7) 爆破片装置和安全阀串联使用时, 如果爆破片装置设置在安全阀出口侧的, 检查与安全阀之间所装压力表和截断阀, 以及二者之间的压力、疏水和排放能力达到要求; 如果爆破片装置设置在安全阀进口侧的, 与安全阀之间所装压力表指示正确, 截断阀打开后无气体漏出。

D2. 5.4 紧急切断阀检查

紧急切断阀检查内容应当满足下列要求:

- (1) 铭牌符合要求;
- (2) 紧急切断阀的过流保护装置动作符合要求;
- (3) 无泄漏以及其他异常情况。

D2. 5.5 阻火器检查

阻火器检查内容应当满足下列要求:

- (1) 安装方向正确(限单向阻火器);
- (2) 标定的公称压力、适用介质和温度符合运行要求;
- (3) 无泄漏及其他异常情况。

D2. 5.6 机械安全联锁装置检查

机械安全联锁装置检查内容应当满足下列要求:

- (1) 结构完好;
- (2) 功能符合要求。

D2. 5.7 压力表检查

压力表检查内容应当满足下列要求:

- (1) 选型符合要求;
- (2) 定期检修维护制度, 检定有效期及其封签符合要求;
- (3) 外观、精确度等级、量程、表盘直径符合要求;
- (4) 在压力表和管道之间设置三通旋塞或者针形阀的位置、开启标记及其锁紧装置符合要求;
- (5) 同一系统上各压力表的读数合理。

D2. 5.8 测温仪表检查

测温仪表检查内容应当满足下列要求:

- (1) 定期校验和检修符合要求;
- (2) 量程与其检测的温度范围匹配;
- (3) 测温仪表及其二次仪表的外观符合要求。

D2.5.9 发现问题的处理

本规程 D2.5.2 条~D2.5.8 条规定的检查内容中,发现不符合要求或者有异常情况时,使用单位应当采取有效处理措施,确保管道的安全运行,否则应当暂停该管道运行。

D2.6 非金属管道年度检查的专项要求

非金属管道的年度检验内容应当符合本规程和设计文件的规定,还应当根据非金属管道的材质、服役时间、使用工况增加如下检查项目:

- (1)管道运行记录的工况符合原设计要求;
- (2)焊接(粘接)接头无开裂、拉脱;
- (3)管道周边未新增高温、腐蚀、易燃易爆等不安全因素;
- (4)管道外表面完好,无变色、纤维裸露、裂纹或者裂缝、分层、凹坑、划痕、鼓包、变形现象。

D3 年度检查结论及报告

年度检查工作中检查人员应当进行记录,检查工作完成后,应当分析管道使用安全状况,出具检查报告。年度检查结论分为符合要求、基本符合要求、不符合要求。

- (1)符合要求,指未发现影响安全使用的缺陷或者只发现轻度的、不影响安全使用的缺陷,可以在允许的参数范围内继续使用;
- (2)基本符合要求,指发现一般缺陷,经过使用单位采取措施后能够保证管道安全运行,可以在监控条件下使用,并且在检查结论中,应当注明监控条件、监控运行需要采取的措施以及整改完成期限;
- (3)不符合要求,指发现严重缺陷,不能保证管道安全运行的情况,不允许继续使用,应当停止运行或者由检验机构进行进一步检验。

年度检查由使用单位自行实施时,年度检查报告应当由使用单位安全管理负责人或者授权的安全管理人员审批。使用单位应当将年度检查报告及其记录存档保存,保存期限至管道注销或者报废。

附件 E

报告编号:

工业管道定期检验报告

装 置 名 称: _____

管 道 名 称: _____

使 用 单 位: _____

单 位 内 编 号: _____

检 验 类 别: _____ (首次定期检验、定期检验)

检 验 日 期: _____

(印制检验机构名称)

注 意 事 项

1. 本报告为依据《工业管道安全技术规程》(TSG 31—2025)对在用工业管道进行定期检验的结论报告, 检验结论代表该工业管道在检验时的安全状况。

2. 本报告应当由计算机打印输出, 或者用钢笔、 签字笔填写, 字迹要工整。 涂改无效。

3. 结论报告无检验、 审核、 批准人员等签字, 以及检验机构核准证号、 检验专用章或者公章无效。

4. 本报告一式两份, 由检验机构和使用单位分别保存。

5. 受检单位对本报告结论如有异议,请在收到报告书之日起 15 个工作日内, 向检验机构提出书面意见。

检验机构地址:

邮 政 编 码:

联 系 电 话:

电 子 邮 件:

工业管道定期检验结论报告

报告编号：

管道名称		单位内编号		
管道级别		起始—终止位置		
使用单位名称		使用登记证编号		
使用单位地址				
使用单位 统一社会信用代码		邮政编码		
安全管理人员		联系电话		
设计使用年限		投入使用日期		
检验依据	《工业管道安全技术规程》(TSG 31—2025)			
问题及其处理	[检验发现的缺陷位置、性质、程度以及处理意见(必要时附图或者附页，也可以直接注明见某单项报告)]			
性能参数	管道直径	mm	管道长度	m
	管道壁厚	mm	设计压力	Mpa
	设计温度	℃	工作压力	Mpa
	工作温度		工作介质	
检验结论	工业管道的安全状况等级评定为 级			
	(符合要求、基本符合要求、不符合要求)			
	压力	Mpa	温度	℃
	介质		其他	
下次定期检验日期： 年 月				
说明	(包括变更情况)			
检验：	日期：	检验机构核准证号： (检验机构检验专用章或者公章) 年 月 日		
审核：	日期：			
批准：	日期：			

工业管道定期检验结论报告附页

报告编号：

序号	检验项目	检验结果	备注
1	资料审查		
2	宏观检验		
3	壁厚测定		
4	耐压强度校核		
5	磁粉检测		
6	渗透检测		
7	射线检测		
8	超声检测		
9	化学成分分析		
10	硬度测定		
11	金相分析		
12	泄漏试验		
13	安全附件、阻火器、机械安全联锁装置检验		
14	耐压试验		

附件 F

特种设备检验意见通知书(1)

编号:

受检单位		
工业管道名称	单位内编号	检验结论意见
有关情况说明:		
本通知有效期至: 年 月 日		
检验人员:	日期:	(检验机构检验专用章或者公章)
		年 月 日
使用单位安全管理人员:	日期:	

注：本通知书只用于检验结论不存在问题，或者虽然存在问题但不需要受检单位回复意见，是在检验报告出具前对检验结果出具的有效结论意见，一式两份，检验机构、受检单位各一份，本通知在有效期内有效。

附件 G

特种设备检验意见通知书(2)

编号:

(填写使用单位名称) _____:

经检验, 你单位_____(填写装置名称)_____(管道名称: _____, 管道级别: _____, 单位内编号: _____)存在以下问题, 请于_____年____月____日前将处理结果报送我机构。

问题和意见:

检验人员:

日期:

检验机构技术负责人:

日期:

(检验机构检验专用章或者公章)

年 月 日

使用单位安全管理人员:

日期:

处理结果:

使用单位安全管理人员:

日期:

(使用单位公章)

年 月 日

注: 本通知书一式三份, 一份检验机构存档, 两份送使用单位, 其中一份使用单位应当在规定的时间内返回给检验机构。 当发现严重隐患时, 可以增加一份报压力管道使用登记机关。