

JC

案号：29748—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 0460 — 2010

代替 SY/T 0460—2000

天然气净化装置设备与管道安装工程 施工技术规范

**Technical code for construction of equipment and piping
installation engineering for natural gas conditioning
purification facilities**

中华人民共和国
石油天然气行业标准
天然气净化装置设备与管道安装工程
施工技术规范
SY/T 0460—2010

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 3.125 印张 83 千字 印 1—3000
2010 年 11 月北京第 1 版 2010 年 11 月北京第 1 次印刷
书号：155021·6521 定价：24.00 元
版权专有 不得翻印

2010—08—27 发布

2010—12—15 实施

国家能源局 发布

前 言

本规范主要审查人员：冯力胜、游开诚、韩建成、梁桂海、郑玉刚、高安翔、李利娟、甘顺发、宁永乔、申俊、李祖祥、颜新淮、刘波、王玮、何洪勇。

根据国家发展改革委办公厅《关于印发 2008 年行业标准计划的通知》（发改办工业〔2008〕1242 号）的要求，四川石油天然气建设工程有限责任公司会同有关单位编制完成本规范。

本规范是对 SY/T 0460—2000 的修订，删除了原规范有关鼓式硫磺结片机安装、热交换器安装、塔安装、机器安装四个章节，将其归入到设备、橇块安装章节里，同时将焊接与无损检测、热处理章节进行合并。增加了设备和管道外防腐蚀工程、绝热工程两个章节。本规范共分 13 章，主要内容包括：总则，术语和定义，设备、材料的进场验收和保管，设备、橇块安装，衬里、筑炉，火炬、尾气烟囱及塔架安装，工艺管道安装，焊接及热处理，设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压，设备和管道外防腐工程，绝热工程，单机试车，工程交工等方面的规定。

本规范在制定过程中，总结了多年天然气厂站施工的经验，遵循相关国家、行业标准，参考了国外的相关标准，广泛征求并采纳了国内有关单位、专家的意见编制而成。

本规范由石油工程建设专业标准化委员会负责管理。由四川石油天然气建设工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议反馈给四川石油天然气建设工程有限责任公司质量安全环保部（地址：四川省成都市华阳镇龙灯山，邮编：610213），以便今后修订时参考。

本规范主编单位：四川石油天然气建设工程有限责任公司。

本规范参编单位：中国石油工程设计有限责任公司西南分公司、石油天然气长庆工程质量监督站。

本规范主要起草人：黄正、严克勤、肖金学、吴忠、刘东。

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 设备、材料的进场验收和保管	4
3.1 一般规定	4
3.2 管道组成件的验收和保管	4
3.3 动设备的验收和保管	8
3.4 静设备的验收和保管	8
3.5 橇块的验收和保管	9
3.6 其他材料	9
4 设备、橇块安装	11
4.1 一般规定	11
4.2 静设备、橇块安装	14
4.3 塔安装	16
4.4 动设备安装	16
5 衬里、筑炉	17
5.1 一般规定	17
5.2 衬里	18
5.3 筑炉	20
5.4 冬期施工	21
5.5 烘炉	22
6 火炬、尾气烟囱及塔架安装	24
6.1 制作	24
6.2 安装	26
6.3 涂装	28
7 工艺管道安装	30

7.1 一般规定	30
7.2 工艺管道系统安装	32
7.3 埋地管道安装	34
7.4 夹套管制作及安装	35
7.5 管道附件制作、安装	36
8 焊接及热处理	37
8.1 一般规定	37
8.2 焊接	38
8.3 焊后热处理	40
8.4 焊接检验	41
9 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压	43
9.1 一般规定	43
9.2 设备的清理和封闭	43
9.3 工艺管道系统的吹扫清理	44
9.4 设备及管道系统的试压	44
10 设备和管道外防腐工程	46
11 绝热工程	48
12 单机试车	49
13 工程交工	50
本规范用词说明	52
引用标准名录	53
附件 天然气净化装置设备与管道安装工程施工	
技术规范 条文说明	54

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Acceptance and storage of equipment and material	4
3.1	General requirement	4
3.2	Acceptance and storage of pipeline components	4
3.3	Acceptance and storage of rotating equipment	8
3.4	Acceptance and storage of static equipment	8
3.5	Acceptance and storage of skid	9
3.6	Other materials	9
4	Installation of equipment and skid block	11
4.1	General requirement	11
4.2	Installation of static equipment and skid block	14
4.3	Installation of tower	16
4.4	Installation of rotating equipment	16
5	Lining and brickwork furnaces	17
5.1	General requirement	17
5.2	Lining	18
5.3	Brickwork furnaces	20
5.4	Construction in winter	21
5.5	Baker	22
6	Installation of torch, tail gas funnel and tower frame ...	24
6.1	Manufacture	24
6.2	Installation	26
6.3	Painting	28
7	Pipeline installation	30

7.1	General requirement	30
7.2	Installation of pipeline system	32
7.3	Installation of buried pipeline	34
7.4	Manufacture and installation of clip casing	35
7.5	Manufacture and installation of pipeline fittings	36
8	Welding and heat treatment	37
8.1	General requirement	37
8.2	Welding	38
8.3	Heat treatment after welding	40
8.4	Welding inspection	41
9	Purge, cleaning and pressure test of equipment and pipeline system	43
9.1	General requirement	43
9.2	Cleaning and closed of equipment	43
9.3	Purge and cleaning of pipeline system	44
9.4	Pressure test of equipment and pipeline system	44
10	External coating of equipment and pipeline	46
11	Thermal insulation work	48
12	Single equipment test - run	49
13	Work handing - over	50
	Explanation of wording in this code	52
	Normative standard	53
	Clause explanation	54

1 总 则

1.0.1 为了保证天然气净化装置设备与管道安装工程的施工质量，使安装工程达到技术先进、经济合理、安全适用、质量可靠的目的，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建的天然气净化装置设备与管道安装工程的施工。不适用于与高含硫化氢气体（天然气中 H_2S 体积分数大于或等于5%的）介质相接触的净化装置工艺安装工程的施工。

1.0.3 本规范强调了设备和材料的验收、保管、标识及发放，加强了对管道组成件的组装、焊接及检验、管道系统吹扫试压及最终试验的要求。

1.0.4 天然气净化装置设备与管道安装工程施工除应符合本规范外，尚应符合国家有关现行规范的规定。

2 术 语

2.0.1 管道组成件 piping components

用于连接或装配管道的元件，它包括管子、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门以及膨胀接头、挠性接头、耐压软管和直接安装在管道上的管路过滤器等。

2.0.2 管道系统 piping system

由管道、阀门、过滤器、流量计及调节阀组等组成的管道连通系统的总称。

2.0.3 单管轴测图 single pipe axonometrical drawing

用轴测方法表示的某一管道及其组成件的空间构成的图样，在该图上标明有该管道的空间尺寸，管道组成件的规格、型号及数量，焊口的代号、数量、探伤方法和管道的其他技术要求。

2.0.4 撬块 skid

将一台或多台设备、管线系统、仪表控制系统、电气系统等集合在一个共同的底座上，单独具有某一项或多项功能的组合。

2.0.5 天然气净化 natural gas conditioning

对天然气进行脱硫（碳）、脱水并对酸性气体等进行处理的工艺过程。

2.0.6 工艺装置 process unit

按生产流程至少完成一项产品或中间产品的生产单元与储存设备、建（构）筑物等组成的组合体，如脱硫（碳）装置、硫磺回收装置、尾气处理装置等。

2.0.7 光谱半定量分析 semi-quantitative analysis of spectral

一般采用谱线强度（黑度）比较法。将被测元素配制标准

系列，将试样与标样在同一条件下摄在同一块谱板上，然后在映谱仪上对被测元素灵敏线的黑度与标准试样中该谱线的黑度进行比较，即可得出该元素在试样中的大致含量。

3 设备、材料的进场验收和保管

3.1 一般规定

3.1.1 设备、材料的验收应由采办会同建设、监理、施工等相关单位专业代表共同进行，验收完毕后应填写验收记录。

3.1.2 设备现场检查验收时，应根据到货清单、制造图及合同文件进行，检查有关的技术文件和质量证明文件、特种设备监检证书、零部件和备件、专用工具，并对设备做外观和结构尺寸核查，填写验收记录。

3.1.3 管道组成件现场检查应根据设计文件或合同文件的要求，对管道组成件的材质、规格、型号及质量证明书、安装使用说明书、外观质量及必要的尺寸进行验收。

3.1.4 撬块应根据到货清单、制造图纸及合同文件等进行验收，核对其备品备件、专用工具、待装配的电气仪表附件，并对其外观质量及必要的安装尺寸等进行逐一检查。

3.1.5 凡按规定进行抽样检查的材料，若有一件不合格，必须加倍抽查，如仍有不合格，则该批材料不得使用，并应做好标识和隔离。

3.2 管道组成件的验收和保管

3.2.1 管道组成件技术文件资料不齐全的不得验收。

3.2.2 设计文件有低温冲击值、耐腐蚀等特殊要求的材料，产品质量证明书应有相应试验合格的报告。

3.2.3 管件验收时应逐一核对质量证明书，查验的以下内容应符合设计要求：

- 1 化学成分及力学性能。
- 2 合金钢锻件的金相分析结果。

3 热处理及无损检测报告。

3.2.4 合金钢管道及管件应逐件进行光谱半定量复验分析或其他检测手段复查其合金成分，并做好标识。

3.2.5 钢管的外观检查结果应符合下列规定：

1 无裂纹、缩孔、夹渣、折叠、重皮等缺陷。

2 局部的锈蚀、凹陷及其他机械损伤，其深度不应超过产品标准允许的壁厚负偏差值。

3 有明显的产品标识。

3.2.6 钢管订货合同中对外表面有无无损检测要求的，应对每批钢管还抽取 1% 且不少于一根进行外表面做磁粉检测或渗透检测。检测结果应符合合同指定的技术标准。

3.2.7 阀门的现场检查验收应符合下列规定：

1 用于高温、高压、腐蚀、低温环境的阀门，对壳体材质的化学成分应逐件进行光谱半定量分析复验，若有不合格，不得使用。

2 设计要求做低温密封试验或主体材质低温冲击试验的阀门，应具有制造厂提供的相应合格证明书。

3 阀体的外表不得有裂纹、砂眼、机械损伤、锈蚀等缺陷。铭牌等有关标志应正确、齐全、清晰，并符合相应规范规定。

4 阀体内应无积水、锈蚀、脏污和损伤等缺陷，法兰密封面不得有影响密封性能的划痕、沟槽及损伤，阀门两端应有防护盖保护。

3.2.8 DN50 及其以上或压力大于或等于 1.0MPa 的阀门应进行试压；强度试验压力为公称压力的 1.5 倍，稳压时间不低于 5min，密封性试验压力为公称压力，稳压 15min，以无渗漏、变形为合格。DN50 以下或压力小于 1.0MPa 的阀门每批抽查 10% 进行强度和密封性试压，且不少于 1 个；强度试验压力为公称压力的 1.5 倍，稳压时间不低于 5min，密封性试验压力为公称压力，稳压 15min，以无渗漏、变形为合格；如有不合格，应逐个进行试压。

3.2.9 阀门试压时应符合下列要求：

1 强度试压应使用洁净水，允许加入水溶性油或防锈剂，当环境温度低于5℃时应采取防冻措施，对奥氏体不锈钢阀门做强度试压时，水中氯离子含量不得超过25mg/L。

2 试压用压力表精度不应低于1.5级，并经检定合格且在有效期内。

3 强度试压时，球阀应为全开状态，其他阀门应为半开半闭。检查填料处的渗漏情况，阀门的两面都应进行单面受压条件下的开启，开启压力应不小于公称压力，电动阀门试压后应按要求调好限位开关。

4 止回阀应按逆流向做密封性试验、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。试压合格后应做灵敏性试验，开启和关闭次数不应少于三次。旋塞阀强度试验合格后，将手柄旋转90°再做一次密封性试验。

5 夹套阀内腔试压合格后，其夹套部分还应进行试压，试压压力为工作压力的1.5倍，稳压5min，无泄漏压降合格。

6 试验合格后的阀门应将阀体内的试验介质全部排净并用空气吹干，恢复对密封面的保护。并在阀门明显部位做出试验合格标志，填写阀门试验记录；禁油系统上使用的阀门严禁涂抹油脂类的防腐剂。

7 安全阀工作性能试验应由专业检定机构进行，检定合格后应做好铅封并出具检定证书。

8 已检定合格的安全阀在运输和安装过程中应采取有效保护措施，使其避免受振动和撞击。

3.2.10 法兰、弯头、三通、大小头等管件不得有裂纹、分层、皱折、过烧等缺陷。法兰密封面应光滑、平整、无划痕、无斑点。螺纹法兰的螺纹应完好；凹凸面配对法兰应配合良好；对焊法兰尾部坡口处不得有损伤。

3.2.11 管件的规格、型号、材质、标识应逐件进行检查。规格、型号、材质等标识应使用永久性标识，标识不清的管件不得

使用。

3.2.12 螺栓和螺母的标记应明显，钢材种类、牌号、规格等级应符合设计要求。合金钢螺栓、螺母应按到货数量的5%进行光谱半定量复验。设计压力大于或等于6.3MPa管道上的螺栓、螺母，使用前应从每批中各取两根（个）进行硬度检查，不合格时加倍检查；仍有不合格时，应逐根（个）检查，不合格者不得使用。当直径大于或等于M30且工作温度大于或等于500℃时，应逐件进行硬度检查，螺母硬度不合格不得使用；螺栓硬度不合格，取最高、最低各一件检验机械性能，若有不合格，取硬度相近的螺栓加倍检验，仍有不合格，则该批螺栓不得使用。

3.2.13 垫片的边缘应整齐，表面应平整光滑、无毛刺，不得有分层、折皱、划痕及影响密封性能的缺陷，特2铝垫片应经过退火处理。

3.2.14 支吊架的质量要求应符合下列规定：

- 1 表面应无毛刺、铁锈、裂纹、表面气孔等。
- 2 弹簧表面不应有裂纹、折叠、分层、锈蚀等缺陷。
- 3 自由状态时，弹簧各圈节距应均匀。
- 4 弹簧两端支撑面与弹簧轴线应垂直。

3.2.15 管线补偿器检验应按出厂说明书和设计要求进行检查验收。

3.2.16 管道组成件应使用枕木等做管垛，进行分区挂牌标识管理。容易发生材质污染的材料不得堆放在一起，并采取防污染存放措施，其中不锈钢与碳素钢不得堆放在一起，阀门宜使用原包装存放，随机备件、资料应分类造册，妥善保存，阀门及管件存放应采取防雨措施。

3.2.17 检验合格的防腐保温管应根据规格、防腐保温等级，同向分类码垛堆放，堆放高度应保证钢管不失稳变形及保证管子的坡口及防腐保温层不受损伤，防腐（保温）管之间、底层宜垫软质材料并加防滑楔子，垫起高度宜在200mm以上。

3.3 动设备的验收和保管

3.3.1 动设备开箱时，应查验以下内容并记录：

- 1 设备名称、型号、规格和数量。
- 2 装箱清单、技术文件和专用工具。
- 3 设备表面有无损坏和锈蚀等缺陷。
- 4 其他需要记录的情况。

3.3.2 动设备的底座尺寸，地脚螺栓孔位置、尺寸应符合设计文件规定。

3.3.3 开箱检查完毕后应恢复包装，做好防雨、防潮、防晒等保护措施。对零部件和专用工具应进行建档登记，做好标识，妥善保管，投产后移交生产管理部门。

3.4 静设备的验收和保管

3.4.1 静设备底座尺寸、地脚螺栓孔规格、数量应符合设计文件要求，且设备底座外径、地脚螺栓孔直径、相邻螺栓孔弦长和任意两螺栓孔弦长允许偏差不应大于 2mm。

3.4.2 静设备工艺接口和仪表接口的连接型式、方位和规格应符合设计要求，法兰接口法兰的水平度、垂直度偏差不得超过法兰外径的 1%（法兰外径小于 100mm 时按 100mm 计）且不得大于 3mm。

3.4.3 对已整体热处理的设备应对照相关图纸检查各种预焊件位置、尺寸、数量是否符合设计文件要求。

3.4.4 安装有填料及内部构件的设备，应根据内构件安装图对其内部构件的焊接质量，附件安装尺寸、填料的规格和数量等进行检查。

3.4.5 设备应放置在地势较高、排水及道路畅通的场所。

3.4.6 设备接口应使用盲板或丝堵等进行封闭。

3.4.7 设备保管时底部应铺垫枕木，上部宜使用覆盖物进行遮盖。

3.4.8 不锈钢设备及附件不得与碳钢设备和材料接触、混放。

3.4.9 采用氮气或其他惰性气体密封的设备应保持气密封压力；脱脂后的设备应防止油脂等有机物的污染。

3.4.10 板式换热设备安装前，板片和零部件间的保护材料不得拆除。

3.5 撬块的验收和保管

3.5.1 撬块的验收应根据供货清单、设计文件、撬块供货合同及组装图核对撬块结构尺寸、附件及与其他生产设施的连接关系。

3.5.2 现场安装的电气、仪表、管件等撬装附件的规格、型号和数量应满足撬块接口的安装要求。

3.5.3 撬块验收合格后应放置在平整的地面上，并对进出接口法兰予以保护。在撬块的受力位置应使用枕木支撑，宜使用不透明防雨雪和防晒的覆盖物对撬块进行遮盖，周边应具有良好保护设施，严禁碰撞。

3.6 其他材料

3.6.1 焊接材料型号规格应符合设计文件或焊接工艺规程的规定，其质量应满足产品制造标准。

3.6.2 防腐保温材料应符合设计文件要求及国家现行标准的规定。保温材料、涂料、稀释剂和固化剂等产品应在保质期内，必要时应送第三方有资质的实验室进行复验。

3.6.3 防火涂料除应具有厂家的质量证明书外，还应见证取样送第三方有资质的实验室进行性能复验，其结果应符合设计文件要求。

3.6.4 耐火砖的规格、型号及性能指标，耐火混凝土所用的水、水泥、骨料、外加剂等应符合设计文件要求和国家现行有关标准规定，现场验收合格后应见证取样送第三方有资质的实验室进行复验，其结果应符合设计文件要求。

- 3.6.5 钢材、锚钉的材质及规格应符合设计文件要求。
- 3.6.6 钢材表面或断面上不得有裂纹、结疤、折叠、气泡、夹杂和分层，表面缺陷深度不应大于钢板厚度负公差值。
- 3.6.7 钢材应按钢种、钢号和规格分别堆放，不锈钢和碳素结构钢不得混装混放。
- 3.6.8 其他材料验收合格后应堆放在符合材料存放要求的环境里并采取防雨防潮等保护措施。

4 设备、撬块安装

4.1 一般规定

- 4.1.1 设备、撬块在安装前应编制安装方案，报建设单位或监理批准后方可实施。
- 4.1.2 设备、撬块在安装前应由监理工程师组织土建施工、设备安装等相关单位的专业技术人员对设备基础进行检查验收，办理交接手续。基础应符合下列规定：
- 1 基础周围应经过回填夯实、平整。
 - 2 基础表面不得有露筋、蜂窝、孔洞，地脚螺栓预留孔中的杂物及积水等均清除干净。预埋地脚螺栓的螺母应保护完好，放置垫铁的基础表面应平整。
 - 3 基础的主要尺寸和位置允许偏差应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 设备基础主要尺寸和位置允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	基础坐标位置 (纵横轴线)	± 20
2	基础各不同平面的标高	0 - 20
3	基础上平面外形尺寸	± 20
	凸台上平面外形尺寸	- 20
	凹穴尺寸	+ 20
4	基础上平面的水平度 (包括地坪上需安装设备部分)	每米 5
		全长 10
5	垂直度	每米 5
		全长 10

续表 4.1.2

序号	项 目	允许偏差 (mm)
6	预埋地脚螺栓	顶端标高
		+20
		中心位置
7	预留地脚螺栓孔	中心距 (在根部和顶部两处测量)
		±2
		中心位置
8	带锚板的预埋活动地脚螺栓	±10
		深度
		+20
		孔壁垂直度 (全深)
		10
		标高
		±20 (5)
		0
		中心位置
		±5
		带槽的锚板水平度
		5
		带螺纹孔锚板水平度
		2

4 卧式设备基础固定端应按设计标高预留 30~40mm 厚的找平层。滑动端的预埋钢板表面应光滑平整。预埋钢板的水平度偏差不得大于 2mm/m。

5 需要进行二次灌浆层的混凝土基础顶面应凿出麻面。

4.1.3 吊装设备、橇块的机索具应符合吊装方案要求并检查合格,检测计量工(器)具应经过校验并在有效期内。

4.1.4 预留孔中安装地脚螺栓应符合下列规定:

1 地脚螺栓在预留孔中应垂直。

2 地脚螺栓在预留孔任何部位离孔壁的距离均应大于 15mm,地脚螺栓底端不应触碰孔底。

3 地脚螺栓上的油污和氧化物等杂物应清理干净,螺纹部分应涂上油脂保护。

4 预留孔中混凝土强度达到设计强度时,方可拧紧地脚螺栓,各地脚螺栓拧紧力应均匀。

5 紧固后的螺母与垫圈、垫圈与设备底座间应接触良好。

6 拧紧螺母后,螺栓应露出螺母 0~3 个螺距。

4.1.5 垫铁组的放置应符合下列规定:

1 地脚螺栓两侧应各放置一组垫铁,垫铁组应尽量靠近地脚螺栓。有立筋的设备底座,垫铁应放置在立筋部位下方。

2 相邻两组垫铁之间的距离不得超过 500mm。

3 斜垫铁应配对使用。立式设备每组垫铁不应超过三块,其他设备每组垫铁不应超过五块,垫铁组高度宜为 30~80mm。放置平垫铁时厚的应放在下面,薄的放在厚平垫铁与斜垫铁之间。

4 垫铁组应放置整齐、平稳,接触良好。调平后每组垫铁均应压紧,并用手锤逐组轻击听声音检查。动设备还应采用 0.05mm 塞规检查垫铁之间和垫铁与底座之间的间隙,在垫铁同一断面处从两侧塞入的长度总和不得超过垫铁长度的 1/3。

5 垫铁端面应露出设备底座外缘 10~30mm,垫铁组伸入长度应超过设备地脚螺栓所在位置。设备找平、找正后应将垫铁组进行层间点焊固定,但垫铁与设备底座之间不得焊接。

6 安装在金属结构上的设备调平后,其垫铁应与金属结构定位焊牢。

4.1.6 设备基础灌浆应符合下列规定:

1 灌浆前设备基础混凝土强度应达到设计强度的 75% 以上。预留地脚螺栓孔或基础与设备底座之间的灌浆应一次完成。

2 预留孔灌浆前,灌浆处应清洗干净,保持湿润不少于 24h,灌浆前 1h 应吹净表面积水,若环境温度低于 0℃ 时,应有防冻措施;灌浆应采用细碎石混凝土,其强度应比原基础混凝土的强度高一级;灌浆时应振实,并不应使地脚螺栓倾斜和影响设备的安装精度。当设备底座接触面要求较高时,灌浆层宜采用无收缩混凝土或水泥砂浆。

3 灌浆层厚度不宜小于 30mm,混凝土养护期间环境温度低于 5℃ 时应采取防冻措施。

4 当设备底座下不能全部灌浆,且灌浆层需承受设备负荷时,应设置内模板。

5 无垫铁安装的二次灌浆层达到设计强度的 75% 以上时，方可松掉顶丝或取出临时支撑件，并应复测设备水平度，检查地脚螺栓的紧固程度，应将支撑件的空隙用与二次灌浆同样的灌浆料填实。

4.2 静设备、撬块安装

4.2.1 静设备、撬块安装找平找正应符合下列规定：

1 静设备安装和撬块安装的底面标高应以基础的标高为基准。

2 静设备安装的中心线位置和撬块安装的基准线位置应以基础的中心线为基准。

3 静设备、撬块的方位应符合设计文件的规定。

4 立式设备的垂直度应以设备两端上的 0° 、 90° 、 180° 和 270° 的划线为基准。

5 卧式设备的水平度测量应以设备中心线为基准。

6 撬块的水平度测量应以撬块基座两端型钢的上平面为基准。

4.2.2 静设备、撬块找正、找平中的补充测点宜选择在下列部位：

1 主法兰口（指设备的物料进出口）。

2 水平或垂直轮廓面。

3 主要构件的基准面或加工面。

4.2.3 静设备、撬块找平、找正应按下列方法进行：

1 找正、找平应在同一个平面内互成直角的两个或两个以上的方向进行。

2 立式设备安装前应在基准方位做好观测标识，测量高度超过 20m 的立式设备的垂直度时，不应在风力大于 4 级的条件下进行。

3 静设备、撬块找平应采用垫铁进行调整，不得用紧固或放松地脚螺栓及局部加压等方法进行调整。

4 设计文件中有坡度要求的卧式设备，安装时坡向及坡度应符合设计要求；无坡度要求的卧式设备，安装水平度宜低向设备的排污方向。对于高温或低温设备，设备中心位置偏差宜偏向补偿温度变化引起的相反方向。

5 设备调整后的主要安装尺寸允许偏差应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 设备主要安装尺寸允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差			
		不与机器联接		与机器联接	
		立式	卧式	立式	卧式
中心线位置		$D_1 \leq 2000, \pm 5$ $D_1 > 2000, \pm 10$	± 5	± 3	± 3
标高		± 5	± 5	相对标高 ± 3	相对标高 ± 3
水平度	轴向		$L/1000$	—	$0.6L/1000$
	径向		$D_1/500$		$D_1/1000$
垂直度		$H/1000$, 且 ≤ 50 (30)		$h/1000$	—
方位 (沿底座环周)		$D_1 \leq 2000, \leq 10$ $D_1 > 2000, \leq 15$	—	≤ 5	

注： D_1 —设备外径； L —卧式设备支座间距离； H —立式设备的高度； h —立式设备两端的测点间距。

4.2.4 有滑动支座的卧式设备，安装前应清除滑动支座滑动表面上的油污、杂物、毛刺、飞溅等，涂以二硫化钼等油脂。工艺管道安装结束后应松动滑动端地脚螺栓的螺母以满足滑动要求，再安装锁紧螺母。当滑动端长孔不能满足设备滑动要求时，不得随意对设备底座滑动端长孔进行扩孔来满足滑动要求，扩孔方案应经设计单位批准。

4.2.5 换热设备的安装应符合《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542 的规定。

4.2.6 设备附件安装宜在其主体安装找平找正合格后进行，其

附件安装应符合相关标准要求。

4.3 塔 安 装

4.3.1 塔及其内件安装应符合《石油化工静设备安装工程施工技术规程》SH/T 3542 的规定。

4.4 动设备安装

4.4.1 动设备安装应符合《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 和《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的规定。

4.4.2 输送设备安装应符合《连续输送设备安装工程施工及验收规范》GB 50270 的规定。

5 衬里、筑炉

5.1 一般规定

5.1.1 衬里、筑炉施工前应具备下列条件：

- 1 工业炉、反应器进场验收应符合设计文件的要求。
- 2 炉体附属的钢结构与炉体连接应符合设计文件及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。
- 3 炉体所属附件（如手孔、人孔、点火孔等）安装应齐全、正确，炉顶烟囱的垂直度不应大于烟囱高度的 0.15%，且不应大于 20mm。

4 炉外防护支撑圈板应按设计文件焊接，且位置正确。

5.1.2 锚固件的安装应符合下列规定：

- 1 锚固件的焊接材料应选用与锚固件材质相匹配的材料。
- 2 锚固件的安装位置应符合设计要求。
- 3 锚固件与炉体的连接应牢固，并应对其逐一检查。

5.1.3 与耐火砖或混凝土接触的钢结构或设备的表面应进行喷砂除锈，除锈质量达到《涂装前钢材表面预处理规范》SY/T 0407 中规定的 Sa2.5 级。除锈后，应立即涂刷耐热防锈漆。反应器内壁除锈后的表面应立即涂水玻璃二度，涂层厚度应均匀，不得有孔洞和气泡。

5.1.4 穿过衬里的内部接管、钢件应进行隔热绝缘处理，宜选用绝热材料或阻燃材料对接管和钢件进行包裹。

5.1.5 衬里、筑炉的施工环境应符合下列要求：

- 1 施工的环境温度应在 5~30℃ 范围内。
- 2 炉内应有良好的通风设施，并具备相应的保温及降温措施。
- 3 炉体内应有安全照明装置，筑炉时应有良好的防雨、防

风和排水设施。

5.1.6 混凝土施工用水其 pH 值宜在 5.5~7 之间,氯离子含量应在 300mg/L 以下。

5.1.7 混凝土浇筑前,宜在炉体内部架设木模,其几何尺寸应符合设计要求,浇筑时每次加料厚度不应超过 300mm,并应采用插入式振动棒进行振捣,达到内部密实,直到表面泛浆、气泡逸出即可。

5.1.8 现场浇注混凝土的试块制取数量应符合下列规定:

- 1 同一设备同一配合比混凝土,每 20m³应取一组。
- 2 不足 20m³的浇筑混凝土,不同配合比应各取一组。

5.1.9 混凝土应检测下列项目:

- 1 110℃抗压强度。
- 2 110℃抗折强度。
- 3 750℃×3h 重烧线变化率。
- 4 500℃热面导热系数。

5.1.10 衬里、筑炉施工除应符合本规范外,还应符合《工业炉砌筑工程施工及验收规范》GB 50211、《石油化工管式炉轻质浇注料衬里工程技术条件》SH/T 3115 和《隔热耐磨衬里技术规范》SH/T 3531 的有关规定。

5.2 衬 里

5.2.1 轻质混凝土隔热层,宜采用旋转涂抹法或支模浇注法施工。

5.2.2 模板应有足够刚度和强度,模板表面应光滑,接缝严密,不漏浆。模板表面应采取防黏措施。

5.2.3 模板安装几何尺寸应符合表 5.2.3 的规定。

5.2.4 采用旋转涂抹法施工时,每瓣施工弧度宜不大于 120°,每瓣施工完成 12h 后,方可旋转进行下瓣施工。旋转时,衬里与壳体之间不应产生空隙。

表 5.2.3 模板安装允许偏差 (mm)

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	相邻模板表面的高低差	+3
		-3
2	表面最大局部平面度 (用 2m 直尺检查)	+8
3	垂直度	0
		+8
4	表面半径	0
		+4
		-3

5.2.5 轻质混凝土应采用强力搅拌机搅拌,每次搅拌的混凝土应在初凝前用完,且不宜超过 30min,轻质隔热混凝土应采用人工振捣。当轻质隔热混凝土的浇注厚度小于 50mm 时,宜采用人工涂抹或拍打成型的方法施工。涂抹时其表面应粗糙,不得压光。

5.2.6 轻质隔热混凝土应连续浇注施工。在前一层浇注料凝结前,应将后一层浇注料浇注完。如施工间歇超过初凝时间,应按施工缝要求进行处理。

5.2.7 采用预制块浆砌施工时,每块质量宜控制在 20~25kg 范围内。预制块应经检验,其热工性能和强度应符合设计要求。

5.2.8 轻质隔热混凝土绝热层预制块应符合下列规定:

- 1 缝宽应不大于 3mm,且填浆饱满。
- 2 墙面垂直度允许偏差为 0.3%,且全高应不大于 15mm。
- 3 平面度允许偏差不应大于 7mm。

5.2.9 轻质隔热混凝土环境温度大于 5℃时养护时间不少于 24h,环境温度低于或等于 5℃应采取防冻保暖措施,且应增加养护时间,养护完毕后方可吊装就位。

5.2.10 炉体吊装就位后,应对炉体的轻质隔热混凝土外观按下列要求进行检查,并对超标部分进行修补:

- 1 表面应无孔洞和麻面。
- 2 表面裂纹宽度不得大于 1mm。

3 厚度允许偏差应为 ± 3 mm。

4 圆度允许偏差不应大于8mm。

5.2.11 耐酸石棉板隔热层施工时,隔离层材料应符合设计要求,其表面应平整、无破裂,层间黏贴紧密,不得有间隙、分层等缺陷。

5.2.12 水玻璃珍珠岩混凝土施工应根据设计要求的配合比并结合现场情况制作试样并进行性能试验,其性能应符合下列要求:

1 密度应为 $200\sim 380\text{kg/m}^3$ 。

2 耐压强度应为 $0.6\sim 1.7\text{MPa}$ 。

3 导热系数 20°C 时应为 $0.0547\sim 0.0930\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,高温时(热面温度为 600°C ,平均温度为 400°C 时)应为 $0.0826\sim 0.1337\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

5.2.13 水玻璃珍珠岩混凝土隔热层应采用强力搅拌机搅拌。

5.2.14 水玻璃珍珠岩混凝土浇注后应进行养护。养护温度应为 $15\sim 30^\circ\text{C}$,养护时间宜为7d。养护期间禁止浇水、喷水雾或通蒸汽。

5.3 筑 炉

5.3.1 耐火浇注料应采用强力搅拌机进行机械搅拌。

5.3.2 耐火浇注料施工时应符合下列规定:

1 按照材料厂家的使用说明,根据施工时的环境温度、运输距离等情况进行水灰比的调配。

2 耐火层浇注料衬里施工后,待表面发热不粘手即可进行养护工作。隔热层上应留环向的凹凸口,与耐热混凝土层形成咬口。

5.3.3 可塑料耐火层施工宜采用捣打法。卧式炉体沿轴线方向分节捣打,每一分节长度不应大于 300mm ,每节从底到顶沿圆周从下向上沿径向捣打,并前后移动。捣打时力量适中,宜采用空气锤,锤头应采用硬质橡胶锤头。

5.3.4 可塑料的捣打宜连续进行。在捣打间歇时,宜用塑料布

将捣打面盖严,防止脱水。当间歇时间过长时,接缝应留在相邻两排锚固砖的中心线处。继续捣打时,应将已捣实的表面刮毛,如捣固表面已干燥,应喷雾状水润湿。

5.3.5 可塑料应分层捣打,每层铺块厚度不宜大于 50mm ,捣实后厚度宜为铺块厚度的一半。在铺装下一层之前,应先将已打实的表面刮毛,层间铺装时上下应错缝,搭缝位置宜在上层中部。

5.3.6 将铝合金模型砖放入锚夹内,进行可塑料捣打,然后取出铝合金模型砖,放入锚砖;将锚砖的周围捣实,不得损坏锚砖。

5.3.7 耐火层拆模宜在成型 24h 后,拆模时应避免敲打振动,顶部和突出部位脱模时间应适当延长。脱模后应及时修整耐火层表面,且及时切割膨胀缝和开通气孔。

5.3.8 可塑料耐火层试块的制取应符合本规范第5.1.8条的规定

5.3.9 工业炉耐火砖应在设备安装就位后进行砌筑。

5.3.10 炉内挡火墙所用耐火砖的型号、规格,挡火墙的位置、高度应符合设计文件要求,墙身应稳固。

5.3.11 耐火砖砌筑前应进行选砖、排砖、磨砖等工作。

5.3.12 膨胀缝的留设应符合设计要求,当设计无明确规定时应符合以下规定:

1 砌体的受力部位及炉体金属骨架部位不应留设膨胀缝。

2 不允许将耐火砖的膨胀缝留设在工作面直通炉外大气层,膨胀缝内无泥浆、碎砖等杂物。

5.4 冬期施工

5.4.1 当施工环境温度低于 5°C 时,应采取冬期施工措施。

5.4.2 施工前应编制冬期施工方案,并应经监理批准。

5.4.3 冬期施工应在保证施工质量的前提下进行,搅拌宜在暖棚中进行,施工中一般浇注料搅拌时间应比常温延长 50% ,不

超过 5min, 运输过程中应采取保温措施, 减少热损失。

5.4.4 混凝土冬期施工养护温度应保持在正常施工环境温度, 除 CA-50 铝酸盐水泥耐火浇注料外可采用蒸汽养护, 采用蒸汽养护时应控制温度在 $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 升温速度控制在 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 不超过 $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 降温速度不大于 $40^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 时间 1d, 冬期施工浇注料不应有失水现象, 应及时洒水养护。

5.4.5 筑炉完毕尚不能烘炉投产时应采取措施, 防止炉衬内游离水结冰。

5.5 烘 炉

5.5.1 烘炉前应检查衬里、筑炉质量, 其允许偏差应符合表 5.5.1 的规定。

表 5.5.1 筑炉与衬里允许偏差 (mm)

项次	项 目	规定值	允许偏差
1	砌体和混凝土	砌体和混凝土轴线位移	≤ 10
		砌体和混凝土标高	± 15
2	轻质耐热混凝土块砌体	缝宽	≤ 3
		墙面垂直度 (每米)	≤ 3
		墙面全高垂直度	≤ 15
		墙面平面度	≤ 7
3	浇灌轻质耐火混凝土	表面裂纹宽度	≤ 1
		厚度	$-5 \sim 8$
		圆度	≤ 8
		中心位置	≤ 5
		立面墙垂直度	≤ 8
4	可塑耐火层	表面裂纹	≤ 1
		厚度	$-5 \sim 8$
		圆度	≤ 8

续表 5.5.1

项次	项 目	规定值	允许偏差
4	可塑耐火层	中心位置	≤ 5
		立面墙垂直度	≤ 8
5	挡火墙砌体	砖缝厚度	2 -0.5~0
		垂直度 (每米)	≤ 3
		平整度	≤ 5

5.5.2 烘炉方案应经监理批准后执行。

5.5.3 耐热混凝土自然通风干燥达到设计强度后方可进行烘炉。

5.5.4 烘炉前应按设计提供的烘炉曲线制定操作规程和烘炉措施, 主要包括: 烘炉时间、最高温度、升温速度、恒温时间和降温速度等。

5.5.5 烘炉必须按烘炉曲线进行, 并应做好烘炉记录及绘制实际烘炉曲线。烘炉曲线记录宜采用自动记录仪。

5.5.6 在烘炉过程中, 应随时仔细检查炉衬的变化和膨胀情况。

5.5.7 烘炉结束后, 应对筑炉质量进行全面检查, 发现缺陷应及时修补, 直至合格; 经烘炉检验合格的炉子应及时封闭, 恢复安装原貌, 关闭炉子的阀门, 锁住手轮。

5.5.8 烘炉结束后的隔热耐火层外观质量应符合下列规定:

1 表面不得有贯穿性裂纹、蜂窝、麻面等缺陷, 炉衬表面裂纹宽度不应大于 5mm。

2 表面不平度偏差不应大于 8mm。

3 衬里层长度尺寸偏差不应大于 10mm。

4 衬里层表明轮廓度不应大于 8mm。

6 火炬、尾气烟囱及塔架安装

6.1 制 作

6.1.1 放样平台应平整，钢板表面不得有焊瘤和污物。

6.1.2 放样与下料应按工艺要求预留切割、加工及焊接收缩余量。放样时，杆件接头应避开孔眼位置。放样工作完成后，经检查合格后方可制作样板。

6.1.3 型钢腹杆接长时，接长长度不宜小于 1m，腹杆长度小于或等于 12m 时，接头不宜多于一处，大于 12m 时接头不宜多于两处，且接头位置与节点边缘焊缝的距离不宜小于 500mm。

6.1.4 塔架主肢采用型钢组合时，各接长对接焊缝不应在同一水平面上，且间距应大于 100mm。

6.1.5 下料的允许偏差应符合表 6.1.5 的规定。

表 6.1.5 钢尺直接下料的允许偏差

序 号	名 称	允许偏差 (mm)
1	两相邻孔中心距	± 0.5
2	孔边距	± 1.0
3	孔中心线间距	± 0.5
4	孔中心偏离	0.5
5	零部件长度和宽度	± 1.0

6.1.6 节点板与主肢相贯的两条贯穿榫缝的中心线应重合，其划线的偏差不应大于 2mm。

6.1.7 钢材切割或剪切后断面与表面的垂直度偏差不应大于板厚的 10%，且不大于 2mm。

6.1.8 钢管切割后，切口平面倾斜的允许偏差为外径的 1%，

且不大于 3mm。

6.1.9 塔架的管形主肢或管形腹杆的端部与节点板相贯时，榫缝宽度的允许偏差为 0~2mm，榫缝切割面应打磨干净。

6.1.10 塔架主肢或腹杆矫正后，侧向挠曲矢高和挠曲部分长度之比不应大于 1/1000，且不大于 4mm。

6.1.11 钢板在 1m 范围内局部平面度允许偏差不应大于 1.5mm。

6.1.12 杆件和节点板应用机械加工方法下料或钻孔。加工面应平整，无毛刺、飞边。孔距允许偏差应符合表 6.1.12 的规定。

表 6.1.12 螺栓孔间距允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差			
	螺栓孔距离 L			
	$L \leq 500$	$500 < L \leq 1200$	$1200 < L \leq 3000$	$L > 3000$
同一组内相邻孔距	± 1	—	—	—
同一组内任意孔距	± 1.0	± 1.5	—	—
相邻两组孔间距	± 1.5	± 1.5	± 2.0	± 3.0

6.1.13 塔架主肢柱脚底板焊接后的翘曲变形不应大于 3mm。

6.1.14 钢结构及钢烟囱的焊接及焊缝检验应符合设计要求，当设计无明确规定时应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6.1.15 采用法兰连接时，法兰面应与钢管中心线垂直。当公称直径小于或等于 300mm 时，在法兰外径上的允许偏差 e 为 ± 1 mm；当公称直径大于 300mm 时，在法兰外径上的允许偏差 e 为 ± 2 mm。检查示意图见图 6.1.15。

6.1.16 塔架杆件安装允许偏差应符合下列规定：

- 1 主肢与腹杆、腹杆与腹杆的组对间隙不宜大于 1.5mm。
- 2 两相交刚性腹杆应在同一平面上。
- 3 塔架组装后，各杆件轴线应交于节点，允许偏差为 5mm。

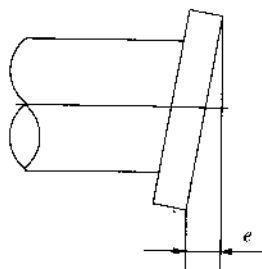


图 6.1.15 法兰垂直度偏差

6.1.17 柔性腹杆施加预应力应符合下列规定：

- 1 应力值应符合设计要求，允许偏差为 $\pm 5\%$ 。
- 2 施加预应力时，应防止对已加预应力的腹杆受扭变形。
- 3 同一节间的柔性腹杆，宜同时施加预应力。
- 4 吊耳附近的柔性腹杆应最后施加预应力。
- 5 腹杆施加预应力后，不得在腹杆上及其附近施焊或加热。

6.1.18 塔架各杆件焊接后，主肢挠曲矢高和挠曲长度之比不应大于 1/1000，其他杆件的允许偏差应符合下列规定：

- 1 杆件长度小于或等于 10m 时，挠曲矢高不应大于 5mm。
- 2 杆件长度大于 10m 时，挠曲矢高不应大于 8mm。

6.1.19 塔架平台长度和宽度允许偏差为 $\pm 4\text{mm}$ ，平台两对角长度差为 $\pm 6\text{mm}$ 。平台表面不平度（在 1m 范围内）允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ，梯子长度允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，梯子宽度允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ，梯子踏步间距允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ 。

6.2 安 装

6.2.1 塔架应分段进行组装，最后进行总装，其组装允许偏差应符合表 6.2.1-1 的规定，总装允许偏差应符合表 6.2.1-2 的规定。

6.2.2 当烟筒、法兰间使用陶纤毡作为垫片时，应安装金属跨接线。

6.2.3 尾气烟囱、火炬及塔架的安装应编制吊装施工方案，并报监理审批，合格后方可进行吊装。吊装方案应根据现场施工工

体条件选择整体吊装、分段吊装、分片吊装或倒、正装等吊装方法。做整体吊装时，应将塔架底部做刚性封固，并对吊点局部和塔架强度及变形做校核，必要时应采用临时加固措施。吊装前应符合下列要求：

表 6.2.1-1 塔架分段组装允许偏差

序 号	项 目	允许偏差 (mm)
1	平面对角线长度差	$L/1000$ 且 ≤ 10
2	空间对角线长度差	$L/1000$ 且 ≤ 15
3	塔架分段高（长）度	≤ 5
4	塔架分段主肢相对高差	2

表 6.2.1-2 塔架总装允许偏差

序 号	项 目	允许偏差 (mm)
1	平面对角线长度差	$L/1000$ 且 ≤ 15
2	空间对角线长度差	$L/1000$ 且 ≤ 20
3	任一横截面对角线长度差	$L/1000$ 且 ≤ 6
4	任一横截面宽度	± 5
5	任一节间距离	± 3

1 基础验收合格。

2 塔架钢结构及支架经检验合格。

3 烟筒制作与衬里经检验合格。

4 火炬点火系统安装符合设计文件的要求，连接牢固，点火动作准确。

6.2.4 尾气烟囱、火炬及塔架安装应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 火炬、烟囱、塔架安装允许偏差

项次	项 目	允许偏差 (mm)
1	坐标	≤ 15
2	底标高	± 10

续表 6.2.4

项次	项 目			允许偏差 (mm)
3	塔架	塔架的总高度		± 20
		塔架上下端截面尺寸		± 5
		塔架第一节中心偏差		≤ 5
		中心线垂直度		$\leq H^a\% \text{ 且 } \leq 30$
4	烟囱 (筒)	组装连接的直线度		$\leq L^b\%$
		组装连接的全长直线度		≤ 30
		内衬里的裂纹宽度		≤ 1
5	火炬、烟囱	中心线垂直度		$\leq H\% \text{ 且 } \leq 30$
		顶高度	火炬	± 20
			烟囱	± 20
		中心位置	火炬	≤ 10
			烟囱	≤ 10

^aH 为火炬、烟囱、塔架高度 (mm)。

^bL 为烟囱长度 (mm)。

6.3 涂 装

6.3.1 塔架涂装施工应在钢结构构件组装、预拼装检验合格后且吊装之前进行。塔架防火涂料涂装应在预拼装检验合格和普通涂料涂装检验合格、吊装之前进行。

6.3.2 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求,当产品说明书无要求时,环境温度宜在 5~38℃ 之间,相对湿度不应大于 85%。涂装时构件表面不应有结露;涂装后 4h 内应保护免受雨淋。

6.3.3 涂装前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。当设计无要求时,各类涂料对钢材表面除锈等级应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 钢材涂刷各类涂料前的除锈等级

涂 料 品 种	除 锈 等 级
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	St2
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯环氧树脂等底漆或防锈漆	Sa2
无机富锌、有机硅、过氯乙烯等底漆	Sa2.5

6.3.4 防腐涂料涂装遍数、防腐涂层厚度均应符合设计要求。当设计对防腐涂层无要求时,涂层干漆膜总厚度应为 150 μm ,其允许偏差为 -25 μm 。

6.3.5 塔架构件表面不应误涂、漏涂,涂层不应脱皮和返锈等。涂层应均匀,无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。

6.3.6 防火涂料涂装前钢材表面除锈及防锈底漆涂装应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

6.3.7 薄涂型防火涂料的涂层厚度应符合有关耐火极限的设计要求。厚型防火涂料涂层的厚度,80%及以上面积应符合有关耐火极限的设计要求,且最薄处厚度不应低于设计要求的 85%。

6.3.8 薄涂型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于 0.5 mm,厚涂型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于 1mm。

6.3.9 防火涂料涂装基层不应有油污、灰尘和泥沙等污垢。

6.3.10 防火涂层不应有漏涂、漏涂,涂层应闭合无脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷,乳突已剔除。

6.3.11 烟囱火炬的涂刷应符合设计文件或《油气田地面管线和设备涂色规范》SY/T 0043 的有关规定。

7 工艺管道安装

7.1 一般规定

7.1.1 工艺管道预制前应绘制单管轴测图，在单管轴测图上应有管道组成件的名称、规格型号、材质、空间尺寸和焊缝编号。单管轴测图应作为工程技术资料存档。

7.1.2 管道预制过程中，应核对管子的标识，并做好标识的移植。

7.1.3 管道安装前金属表面除锈、涂刷防腐底漆宜在预制作业场集中进行，涂刷底漆时应避开坡口 50~80mm。

7.1.4 合金钢管宜采用机械方法切割，奥氏体不锈钢管应选用等离子方法或机械方法切割，坡口修磨时应使用专用砂轮片。

7.1.5 奥氏体不锈钢管道在碳钢架上组对时，应采取有效措施防止材质污染。

7.1.6 管道切口表面应平整，无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、缩口、氧化物和铁屑等。

7.1.7 管道切口端面外径偏差不应大于管道外径的 1%，且不超过 3mm。

7.1.8 坡口组对前对坡口及内外表面进行清理，有色金属管道坡口两侧 50mm 范围内不得有任何污物，其余管道坡口 20mm 范围内不得有任何污物。清理合格后应及时组对焊接。

7.1.9 除设计文件要求进行冷拉伸或冷压缩外，严禁任何方式的强力组对。

7.1.10 管道系统组成件管口组对应符合下列要求：

- 1 壁厚相同的管道组成件组对时，宜做到内壁齐平。
- 2 不等厚管道组成件组对时，当内壁错边量超过规定或外壁错边量大于 2mm 时，应按《工业金属管道工程施工及验收规

范》GB 50235 的有关规定进行修整。修整后内壁错边不应超过壁厚的 10%，且不大于 2mm，修整宜使用车床、坡口机或专用砂轮机进行，不应使用火焰直接切割。

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

4 管道组对时应检查平直度，见图 7.1.10。在距接口中心 200mm 处测量，当钢管公称直径小于 100mm 时，允许偏差 α 为 $\pm 1\text{mm}$ ；当钢管公称直径大于或等于 100mm 时，允许偏差 α 为 $\pm 2\text{mm}$ 。全长允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

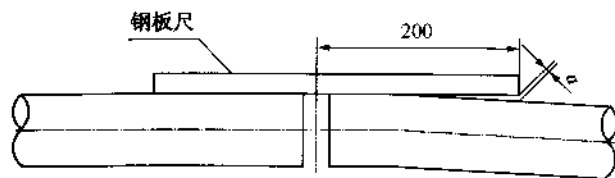


图 7.1.10 管道对口平直度检查

5 合金钢管道组对卡具材质应与管道材质相同或采取有效防材质污染措施。

7.1.11 管道对接焊缝位置应符合下列要求：

1 直管段上两对接焊缝中心面间的距离，当公称直径小于或等于 DN150 时，不应小于管道外径，且不得小于 50mm，当公称直径大于 DN150 时，不得小于 150mm。

2 管道对接焊缝距离支吊架应大于 50mm，需热处理的焊缝距离支吊架不得小于焊缝宽度的 5 倍，且不得小于 100mm。

7.1.12 管道安装前应符合以下规定：

- 1 与管道有关的土建工程已检验合格。
- 2 与管道连接的动静设备已找正合格，固定完毕。
- 3 管道组成件及管道支承件等已检验合格。
- 4 管道预制段已按要求检验完毕，安装件内部已清理干净，无杂物。

5 在管道安装前必须完成的脱脂、内部防腐及衬里等有关

工序已进行完毕。

7.1.13 管道穿越道路、墙体或构筑物时，应加套管或其他有效保护措施。

7.1.14 流量计、调节阀和安全阀等在进行拆除后复位时应更换垫片。

7.1.15 当设计无规定时，支吊架不应与管件焊接，且支吊架不得设置在管件上。

7.2 工艺管道系统安装

7.2.1 法兰密封面及密封垫片不得有影响密封性能的缺陷。

7.2.2 法兰连接应与管道同心，并保证螺栓自由出入，法兰螺栓应跨中心安装，法兰平行度不得大于 2mm，不得用强紧螺栓方法消除法兰的不平行度。

7.2.3 管道组成件连接时严禁强力组对。

7.2.4 法兰连接应使用同一规格螺栓，单头螺栓安装方向应一致；螺栓紧固后螺母应与法兰紧贴。不得有楔缝，需加垫圈时，每个螺母不应超过一个，紧固后的螺栓应露出螺母 0~3 个螺距。

7.2.5 安装不锈钢管道组成件时不得用铁质工具敲击，不锈钢管道法兰的非金属垫片的氯离子含量不得超过 50mg/L，组成件与支架间应垫入不锈钢或者氯离子含量不得超过 50mg/L 的非金属垫片。

7.2.6 管道组成件预拉伸（压缩）应符合下列规定：

1 预拉伸区域内固定支架所有焊缝已焊接完毕检验合格，需要热处理的焊缝已做热处理并检验合格。

2 预拉伸区域的支、吊架安装完成，并符合设计要求。

3 预制拉伸区域内所有连接螺栓已拧紧。

4 预拉伸后，拉伸口需热处理时，应在热处理完毕后方可拆除在预拉伸时安装的临时卡具。

7.2.7 “Π”形补偿器的制造及安装应符合下列规定：

1 “Π”形补偿器的钢管弯曲部分圆度不应大于外径的 8%，壁厚减薄量不应大于钢管壁厚的负偏差，且壁厚不小于设

计壁厚。

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

7.2.8 阀门安装应符合下列规定：

1 阀门安装前，应按设计文件核对型号，并按介质流向确定其安装方向。

2 法兰或螺纹阀门（球阀除外）应在关闭状态下安装；焊接阀门连接时阀门应处于开启状态，检查合格后立即封闭。

3 水平管道上的阀门，其阀杆及传动装置应按设计规定安装，动作灵活。

4 在需要热处理的管道上焊接阀门，应在管段整体热处理后进行焊接，焊接后其焊缝应进行局部热处理。

5 与阀门连接的法兰应保持同轴，以保证螺栓自由出入，紧固后外露螺杆为 0~3 个螺距。

6 阀门传动（伸长）杆与阀门的轴线夹角不应大于 30° ，其接头应转动灵活，有热位移的阀门，传动杆应有补偿措施并伸缩自如。

7.2.9 管道安装偏差应符合表 7.2.9 规定。

表 7.2.9 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	$DN \leq 100$	$\leq 2L/1000$	最大 40
	$DN > 100$	$\leq 3L/1000$	最大 70

工序已进行完毕。

7.1.13 管道穿越道路、墙体或构筑物时，应加套管或其他有效保护措施。

7.1.14 流量计、调节阀和安全阀等在进行拆除后复位时应更换垫片。

7.1.15 当设计无规定时，支吊架不应与管件焊接，且支吊架不得设置在管件上。

7.2 工艺管道系统安装

7.2.1 法兰密封面及密封垫片不得有影响密封性能的缺陷。

7.2.2 法兰连接应与管道同心，并保证螺栓自由出入，法兰螺栓应跨中心安装，法兰平行度不得大于 2mm，不得用强紧螺栓方法消除法兰的不平行度。

7.2.3 管道组成件连接时严禁强力组对。

7.2.4 法兰连接应使用同一规格螺栓，单头螺栓安装方向应一致；螺栓紧固后螺母应与法兰紧贴。不得有楔缝，需加垫圈时，每个螺母不应超过一个，紧固后的螺栓应露出螺母 0~3 个螺距。

7.2.5 安装不锈钢管道组成件时不得用铁质工具敲击，不锈钢管道法兰的非金属垫片的氯离子含量不得超过 50mg/L，组成件与支架间应垫入不锈钢或者氯离子含量不得超过 50mg/L 的非金属垫片。

7.2.6 管道组成件预拉伸（压缩）应符合下列规定：

1 预拉伸区域内固定支架所有焊缝已焊接完毕检验合格，需要热处理的焊缝已做热处理并检验合格。

2 预拉伸区域的支、吊架安装完成，并符合设计要求。

3 预制拉伸区域内所有连接螺栓已拧紧。

4 预拉伸后，拉伸口需热处理时，应在热处理完毕后方可拆除在预拉伸时安装的临时卡具。

7.2.7 “Π”形补偿器的制造及安装应符合下列规定：

1 “Π”形补偿器的钢管弯曲部分圆度不应大于外径的 8%，壁厚减薄量不应大于钢管壁厚的负偏差，且壁厚不小于设

计壁厚。

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

7.2.8 阀门安装应符合下列规定：

1 阀门安装前，应按设计文件核对型号，并按介质流向确定其安装方向。

2 法兰或螺纹阀门（球阀除外）应在关闭状态下安装；焊接阀门连接时阀门应处于开启状态，检查合格后立即封闭。

3 水平管道上的阀门，其阀杆及传动装置应按设计规定安装，动作灵活。

4 在需要热处理的管道上焊接阀门，应在管段整体热处理后进行焊接，焊接后其焊缝应进行局部热处理。

5 与阀门连接的法兰应保持同轴，以保证螺栓自由出入，紧固后外露螺杆为 0~3 个螺距。

6 阀门传动（伸长）杆与阀门的轴线夹角不应大于 30° ，其接头应转动灵活，有热位移的阀门，传动杆应有补偿措施并伸缩自如。

7.2.9 管道安装偏差应符合表 7.2.9 规定。

表 7.2.9 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	$DN \leq 100$	$\leq 2L/1000$	最大 40
	$DN > 100$	$\leq 3L/1000$	最大 70

续表 7.2.9

项 目		允许偏差	
铅垂度		$\leq 3H/1000$	最大 25
成排	在同一平面上的间距	± 10	
交叉	管外壁或保温层的间距	± 7	

7.2.10 安全阀的安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。

7.2.11 连接动设备的管道组成件的固定焊口应远离设备接口，对不允许承受附加力的动设备，管道组成件与设备连接时应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。

7.2.12 压力表、温度计等一次仪表接口在工艺管道上开孔安装时，宜采用机械钻孔。当采用气割开孔作业时，应在管道安装前进行，并将氧化铁等杂物清理干净，不得使用气割工具在已安装完毕的管道系统上开孔作业。

7.3 埋地管道安装

7.3.1 埋地管道安装应具备下列条件：

1 埋地管道防腐保温等预制作业已完成，且经检验合格。

2 埋地管沟深度、坐标、平整度、细土回填等经过检查验收符合要求。

7.3.2 埋地管道安装宜遵循先大口径管道后小口径管道、先钢制管道后非金属管道、先深埋管道后浅埋管道施工顺序。

7.3.3 埋地管道安装应考虑间距不大的各类管道同沟敷设，分区分段进行开挖管带作业。

7.3.4 管沟开挖应根据不同地质条件和埋地管道的数量确定其边坡系数和沟底宽度，岩石地质条件的管沟应比原设计超挖 200mm 以上，安装后应用细土回填至原设计标高。

7.3.5 同沟埋设的管道应平直，保持平行，其净空间距不应小于 100mm。

7.3.6 非金属管道安装时应在平整、压实的沟底上安装，若地基较松软或挠动较大时应采用混凝土管带等措施进行有效处理。

7.3.7 埋地管道组装焊接合格后应及时进行防腐保温补口补伤作业，防腐保温管道经电火花检查合格后应及时隐蔽，经检查合格后应首先使用细土进行人工回填并超过管顶 200mm，然后使用原状土分层回填压实，并做好隐蔽工程（封闭）记录。

7.3.8 给排水管道安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

7.4 夹套管制作及安装

7.4.1 夹套管预制时，应预留调整管段，其调节裕量宜为 50~100mm。

7.4.2 夹套管加工，应符合设计文件的规定。当主管有焊缝时，该焊缝应进行 100% 射线检验；外管焊缝应进行 100% 超声波检测，检测结果应符合《承压设备无损检测》JB 4730 中 II 级要求。

7.4.3 套管与主管间隙应均匀，并按设计文件规定焊接定位板，定位板材质应与主管相同，定位板应牢固焊接在内管外壁，且与外管内壁保持 3~4mm 间距，不得妨碍主管与套管的胀缩及介质流动，定位板与端部法兰距离保持在 1~1.2m，直管段上定位板间距不应大于 3m。

7.4.4 弯管的套管组焊，应在主管弯曲完毕并经探伤合格后进行。

7.4.5 夹套管主管的管件必须采用无缝管件，套管可采用剖切管组焊的形式，剖切管组焊应保证质量。

7.4.6 夹套管水平管道的蒸汽进出口为蒸汽高进低出，应将凝结水出口安装在水平管道的底部。蒸汽进出口宜采用机械开孔，当蒸汽连接管道在套管上采用气焊开孔作业时，应在夹套主管套入前进行，并将氧化铁等杂物清理干净，严禁使用气焊工具在已安装完毕的夹套管道系统上开孔作业。

7.4.7 夹套管宜分段进行压力试验，试压介质宜采用洁净水，试压应对主管和外管分别进行，试压压力为设计压力的 1.5 倍，稳压 10min，经检查无泄漏，目测无变形后降至设计压力，稳压 30min，以无压降、无渗漏为合格。

7.4.8 夹套外管调整段需剖切后安装时，纵向焊缝应置于易检修部位。

7.5 管道附件制作、安装

7.5.1 管道附件制作的尺寸应符合设计要求，其外观应整洁，表面无毛刺、铁锈，焊缝平整饱满，无凹陷、裂纹、漏焊及表面气孔等缺陷，表面焊渣应清理干净。

7.5.2 管道附件的安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

7.5.3 静电接地安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

7.5.4 补偿装置安装应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

8 焊接及热处理

8.1 一般规定

8.1.1 焊接及热处理设备的性能应满足焊接工艺要求。

8.1.2 工艺管道焊接的焊接工艺评定应按设计要求进行。当设计无规定时应按《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 的有关规定进行，并根据合格的焊接工艺评定编制焊接工艺规程。

8.1.3 焊工应取得焊工资格证书，所从事工作范围应与资格证书相符，焊工应经上岗考试合格后方可实施作业。

8.1.4 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 环境温度低于焊接规程中规定的温度时。

8.1.5 焊接材料应符合设计文件及产品标准的有关规定，且必须具有制造厂的质量证明书。

8.1.6 焊接材料的贮存与保管应设置专用库房，设有防潮和防雨等措施，焊材在使用前按使用说明书烘烤，并应在使用过程中保持干燥。产品说明书无明确要求时，可按下列要求进行：

1 低氢型焊条烘干温度为 350~400℃，恒温时间为 1~2h；焊接现场应设恒温干燥箱（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 纤维素焊条在包装良好无受潮时，可不烘干；若受潮时

应进行烘干，烘干温度为 80~100℃，烘干时间为 0.5~1h。

3 不锈钢焊条应根据产品要求进行烘干。

4 焊丝使用前应清除其表面的油污、锈蚀等。

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

8.1.8 手工钨极氩弧焊宜采用钨钨极，氩气纯度不低于 99.9%。

8.1.9 焊接及热处理施工除应遵守本规范外，还应符合《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

8.2 焊 接

8.2.1 管道坡口加工和组对应符合焊接工艺规程的要求。

8.2.2 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、毛刺及镀锌层等清理干净，且不得有裂纹、夹层等缺陷。

8.2.3 焊前预热应符合下列要求：

1 有预热要求时，应根据焊接工艺规程规定的温度进行焊前预热。

2 当焊接两种具有不同预热要求的材料时，应以预热温度要求高的材料为准。

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

4 管口应均匀加热，防止局部过热。焊件内外壁温度应均匀。

5 焊道层间温度应符合焊接工艺规程的要求。

8.2.4 在焊接过程中出现焊条药皮脱落、发红或严重偏弧时应立即更换。

8.2.5 施焊时严禁在坡口以外的管壁上引弧，焊接地线与钢管

应有可靠的连接方式，并应防止电弧擦伤母材。

8.2.6 对含铬量大于或等于 3% 或合金元素总含量大于 10% 的焊件，采用氩弧焊打底焊接时，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。当含碳量大于 0.25% 或厚度大于 16mm 的焊件，在低温环境下定位焊后，应尽快进行打底焊，否则应采取后热缓冷措施。定位焊缝分布及尺寸应符合表 8.2.6-1 和表 8.2.6-2 的规定

表 8.2.6-1 管道定位焊缝分布

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

表 8.2.6-2 管道定位焊缝尺寸 (mm)

壁厚 δ	$\delta < 3$	$3 \leq \delta < 5$	$5 \leq \delta < 12$	$\delta \geq 12$
焊缝长度	6~9	8~13	12~17	14~20
焊缝高度	2	2.5	3~5	≤ 6

8.2.7 管子焊接时应防止管内穿堂风。

8.2.8 焊缝宜连续施焊，当因故中断焊接时，应根据工艺要求采取保温缓冷或后热等防止产生裂纹的措施，再次焊接前应检查焊层表面，确认无裂纹后，方可按原工艺要求继续施焊。

8.2.9 对焊接线能量有规定的焊缝，施焊应测量电流电压、焊接电流及焊接速度等并做好记录，焊接线能量应符合焊接工艺规程规定。当焊接层数有明确规定时，其层数、厚度应符合焊接工艺规程规定。

8.2.10 焊缝应避免应力集中区，便于焊接和热处理，并应符合下列规定：

1 对接焊缝的中心到管道弯曲起点的距离不应小于管道外

径,且不应小于100mm。

2 在管道上开孔时,开孔必须远离焊接热影响区,并按设计要求进行补强。

8.2.11 需要热处理的法兰、阀门对接焊缝,施焊时应采取可靠措施,防止法兰或阀门的密封面过热而影响其密封性能。

8.3 焊后热处理

8.3.1 焊后热处理的加热速率、热处理温度下的恒温时间及冷却速率按设计文件或焊接工艺规程执行。当设计或焊接工艺规程无规定时,可按照表8.3.1的规定进行热处理。

表 8.3.1 常用管材热处理条件

管材类别	名义成分	管材牌号	热处理温度 (°C)	加热速度	恒温时间	冷却速度
碳素钢	C	10,15,20,25	600~650	当加热温度升至400°C时,加热速率不应大于205×25/T (°C/h)	恒温时间应为每25mm壁厚1h,且不得少于15min。在恒温期间内最高温度与最低温度温差应低于65°C	恒温后的冷却速率不应超过260×25/T (°C/h),且不得大于260°C/h,400°C以下可自然冷却
中低合金钢	C-Mn	16Mn 16MnR	600~650			
	C-Mn-V	09MnV	600~700			
		15MnV	600~700			
	C-Mo	16Mo	600~650			
	C-Cr-Mo	12CrMo	600~650			
		15CrMo	700~750			
		12Cr2Mo	700~760			
		5Cr1Mo	700~760			
		9Cr1Mo	700~760			
	C-Cr-Mo-V	12Cr1MoV	700~760			
	C-Ni	2.25Ni	600~650			
		3.5Ni	600~630			

注: T 为管材壁厚 (mm)。

8.3.2 热处理后应对焊缝和热影响区进行硬度检查,硬度值超过设计规定要求的焊缝应重新进行热处理,当设计无明确规定时,碳素钢不宜大于母材硬度的1.2倍,合金钢不宜大于母材硬度的1.25倍,合金钢焊缝热处理次数不应超过两次,其他焊缝热处理次数不应超过三次。

8.4 焊接检验

8.4.1 焊缝完成后应立即清除表面焊渣和飞溅,并进行外观检查。外观检查应符合下列规定:

- 1 焊缝表面应均匀整齐,不应存在焊瘤、凹坑等。
- 2 对接焊缝允许错边量不应大于壁厚的12.5%,且小于3mm。
- 3 对接焊缝表面宽度应为坡口上口两侧各加宽0.5~2mm。
- 4 对接焊缝表面余高应为0~2mm,局部不应大于3mm且长度不应大于50mm。
- 5 角焊缝的边缘应平缓过渡,两焊脚高度差不宜大于3mm。
- 6 咬边深度小于0.3mm的任何长度均为合格。咬边深度在0.3~0.5mm之间的,单个长度不应超过30mm,在焊缝任何300mm连续长度内,咬边累计长度不应大于50mm。累计长度不应大于焊缝周长的15%。

7 焊缝表面不应存在裂纹、未熔合、气孔、夹渣、引弧痕迹及夹具焊点等缺陷。

8.4.2 焊缝外观检查合格后方可进行无损检测。

8.4.3 从事无损检测的人员应取得国家有关部门颁发的无损检测资格证书。

8.4.4 焊缝无损检测的比例及验收合格等级应符合设计要求,检测结果应符合《承压设备无损检测》JB 4730的规定。若设计对检测比例和合格等级无规定时,应按下列规定执行:

- 1 无损检测应采用射线检测(RT)和超声波检测(UT),因结构等原因不能采用射线检测(RT)和超声波检测(UT)时,应经总监理工程师批准应选用磁粉检测(MT)或渗透探

伤 (PT)。各类检测的数量及合格等级应符合表 8.4.4 的规定。

表 8.4.4 环向焊缝无损检测数量及合格等级

序号	管道种类	射线检测 (RT)		超声波检测 (UT)		磁粉检测 (MT)		渗透检测 (PT)		
		数量 (%)	等级	数量 (%)	等级	数量 (%)	等级	数量 (%)	等级	
1	甲醇管道	100	Ⅱ	100	Ⅱ	100	I	100	I	
2	酸性介质管道	H ₂ S≤5%	50	Ⅱ	50	Ⅱ	50	I	50	I
		其他	10	Ⅱ	10	Ⅱ	10	I	10	I
3	非酸性介质管道	5	Ⅲ	5	Ⅲ	5	Ⅱ	5	Ⅱ	

2 穿越厂区道路的管道焊缝、试压后连头的焊缝应进行 100%射线检测 (RT) 和 100%超声波检测, 合格等级应符合设计要求。

8.4.5 接触酸性介质焊缝同一部位返修不得超过一次, 接触其他介质焊缝同一部位返修不得超过二次。

9 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压

9.1 一般规定

9.1.1 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压前应编制方案, 报监理并经建设单位批准后执行。

9.1.2 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压前应由技术负责人组织工艺专业工程师根据设计工艺流程图和现场实际情况绘制工艺管道系统吹扫及试压流程图, 试压流程图上应标注所有管道系统组成件和仪表规格型号、相对位置、压力等级分界点、吹扫及试压撤装点和隔离点等。

9.1.3 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压具备的条件应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 规定。

9.1.4 设备和工艺管道系统吹扫、清洗及试压宜按下列方式进行:

设备清理封闭→工艺管道系统分段吹扫清洗→工艺管道系统压力试验→设备和工艺管道系统空气吹干→设备和工艺管道系统泄漏性试验。

9.2 设备的清理和封闭

9.2.1 塔类、缓冲罐、储罐、分离器等具备清理条件的容器设备, 应打开人孔清理内部杂物脏物, 经建设、监理单位代表现场确认合格后进行封闭。

9.2.2 容器设备进行多次开启、封闭后应使用规格型号材质相同的新垫片。

9.2.3 容器设备每次封闭后应做好封闭检验记录。

9.3 工艺管道系统的吹扫清理

9.3.1 工艺系统流程较长、中间阀门设备等较少的管道系统宜采用爆破法进行。工艺系统流程较短、中间阀门及设备较多、且气源充足的管道系统宜采用空气吹扫法进行。对于管道系统直径大于 600mm 以上、三通及弯头较多、有存弯的埋地管道系统宜采用水冲洗或人工方法进行。

9.3.2 管道系统进行吹扫时，其吹扫压力应控制在 0.4~0.8MPa 范围内，流速不宜小于 20m/s，吹扫压力不得大于管道的设计压力。

9.3.3 吹扫管道时，气体中不得含油。

9.3.4 空气吹扫过程中，应以无明显尘土为合格。

9.3.5 透平机管道入口管道应采用蒸气吹扫，并设靶板检验，检测结果应符合《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

9.3.6 管道系统吹扫合格恢复拆除阀门时，不得使用原垫片，应更换使用新垫片。

9.4 设备及管道系统的试压

9.4.1 设备和管道系统宜单独试压，试压完成后应按系统工作压力进行严密性试压。

9.4.2 设备及管道系统压力试验分强度试压和严密性试压。强度试压应以水为试验介质，当管道的设计压力小于或等于 0.6MPa 时可用气体为试压介质，但应有有效的安全措施。脆性材料及非金属材料严禁使用气体进行压力试压。空气和氮气系统及燃料气系统应采用气体作为试压介质。

9.4.3 液压试验应使用洁净水。当对奥氏体不锈钢管道或对连有奥氏体不锈钢管道设备进行试压时，水中氯离子含量不得超过 25mg/L。

9.4.4 设备和管道系统用水进行压力试验时，环境温度不宜低

于 5℃，当环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施。

9.4.5 设备和管道系统采用水作为强度试压介质时，试验压力为设计压力的 1.5 倍，严密性试验压力等于设计压力。强度试验稳压 30min，严密性试验稳压 1h，稳压期间沿管道系统进行检查以无变形、无渗漏、无压降为合格。

9.4.6 气压试验稳压期间应用发泡剂检查焊口、法兰、螺纹连接处，阀门的填料函、放空阀、排气阀、排水阀应以发泡剂检查无泄漏，达到稳压时间为合格。

9.4.7 设备和工艺管道系统以水为介质进行压力试验时，合格后应及时从低点排水，排净后应使用压缩空气吹干。

9.4.8 输送有毒、可燃介质的工艺设备和管道系统必须进行泄漏性试验，试验介质宜采用空气，试验压力为设计压力。

10 设备和管道外防腐工程

10.0.1 工艺管道在施工现场进行防腐工程应具备下列条件:

- 1 管道系统的组成件焊口检测完成并且合格,热处理工作完成并合格。
- 2 管道系统的组成件的仪表接口、吊支架等附件工作安装焊接完成。
- 3 管道系统的吹扫试压工作已完成。
- 4 管道系统的组成件的材质及规格型号以及管道系统流程已经确认无误,符合要求。

10.0.2 有色金属管、不锈钢管、镀锌钢管等不宜涂刷涂料。

10.0.3 涂料的规格、型号应符合设计文件规定,涂料应具备相应的质量证明书。具有特殊防腐性能的涂料,每批使用前应进行复验。

10.0.4 涂料储存中应采取保护措施,严禁暴晒、雨淋。过期的涂料不得使用。

10.0.5 工艺管道的金属表面预处理的质量等级应符合下列要求:

- 1 金属表面预处理应按设计文件规定进行,设计文件无规定时宜采用机械喷砂或抛丸除锈方法,其质量等级达《涂装前钢材表面预处理规范》SY/T 0407 的 Sa2.5 级。
- 2 局部或少量的金属表面宜采用手工或动力工具除锈,金属表面预处理质量达《涂装前钢材表面预处理规范》SY/T 0407 中 St3 级以上规定。
- 3 磨料宜选用符合环保要求的材料,其性能应满足施工工艺的要求。

10.0.6 涂漆施工宜在 15~30℃ 的环境温度下进行,并应有相

应的防火、防冻、防晒、防风沙等措施。

10.0.7 涂漆使用前应按使用说明书进行配合比试验,在配合比试验合格的基础上方可进行作业;涂色标识按《油气田地面管线和设备涂色标准》SY/T 0043 的有关要求进行。

10.0.8 涂层质量应符合下列规定:

- 1 涂层应均匀、颜色应一致。
- 2 涂膜应附着牢固,无剥落、皱纹、气泡、针孔等缺陷。
- 3 涂层应完整,无损坏、流淌。
- 4 涂层厚度应符合设计文件规定。

11 绝热工程

11.0.1 工业设备及管道的绝热工程施工,宜在设备及管道的强度试验、严密性试验合格及防腐工程完工后进行,其质量应符合国家标准《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》GB 50126 的有关规定。

11.0.2 绝热工程施工前,设备、管道外表面应保持清洁干燥,冬雨季施工应有防冻、防雨措施。

11.0.3 需要在防腐衬里或整体热处理的设备及管道上焊接绝缘层的固定件时,焊接及焊后热处理必须在设备、管道试压和防腐衬里之前进行。

12 单机试车

12.0.1 单机试车应以施工单位为主,监理单位、建设单位、设备生产单位派员参加。试车方案应按设备随机文件资料和相关技术标准的规定结合现场实际情况编制。试车前应具备以下条件:

- 1 设备基础和二次灌浆的强度达到设计强度。
- 2 机器内部及附属系统已检查清洗,润滑油、冷却液已经添加到位,附属系统仪表、调节保护装置已经调校合格。
- 3 动力配电系统已经调试合格。
- 4 与机器连接的管道已经吹扫、冲洗、试压,且阀门操作灵活。
- 5 机器的进口需加过滤网的已经安装。
- 6 划定试车区,并设置警戒线。
- 7 已设置盲板,试车系统已与其他系统隔离。

12.0.2 单机试车必须包括保护性联锁和报警等自控装置。

12.0.3 严格按照机械说明书、试车方案和操作规程进行操作,并指定专人进行测试,并做好记录。

12.0.4 单机试车除符合随机文件规定外,还应符合下列规定:

- 1 无异常噪声、音响,机器的噪声测试值应符合国家现行有关标准的要求。
- 2 滚动轴承温升不超过 40°C ,其最高温度不超过 75°C ;滑动轴承温升不超过 35°C ,其最高温度不应超过 65°C ,其他部位的温升应符合随机文件的规定。
- 3 附属系统的压力、温度、振幅和噪声、电流等特性参数应符合随机文件规定。
- 4 机器紧固件无松动。

12.0.5 单机试车合格后,监理和建设单位代表应在试运转记录上签字确认。

13 工程交工

13.0.1 当施工单位按合同规定的范围完成全部工程项目后，应由建设单位组织施工单位和设计单位、监理单位共同对工程进行检查和验收，并应符合下列规定：

- 1 工程质量达到了有关施工及验收规范和设计文件的要求。
- 2 规定的技术资料和文件齐全，并经检查合格。
- 3 所有生产装置和各生产装置联合投料试车已经完成。
- 4 厂区内已清除因施工造成的与生产无关的杂物。厂房、机械已清理干净。
- 5 剩余备品备件和专用工具按清单进行移交。

13.0.2 验收合格后建设单位和施工单位应及时办理完工交接，完工交接应按有关规范要求办理签证手续，签办“工程交接证书”。

13.0.3 工程交接时，若有遗留项目，经建设单位同意，可办理工程交接手续，但遗留的工程必须限期完成。

13.0.4 施工单位应提供（不限于）下列交工资料：

- 1 工程说明。
- 2 主要验收实物工程量表。
- 3 施工质量验收记录。
- 4 施工图设计修改通知单。
- 5 技术核定（联络）单。
- 6 防腐绝缘施工记录。
- 7 隐蔽工程检查验收记录。
- 8 设备、阀门、管件、焊材等原材料质量证明书。
- 9 阀门试压记录。
- 10 无损检测报告。

- 11 强度、严密性试验记录。
- 12 工艺管道系统吹扫记录。
- 13 工艺管道系统清洗记录。
- 14 工艺管道干燥记录。
- 15 竣工图。

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本规范中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- | | |
|-----------|----------------------|
| GB 50126 | 工业设备及管道绝热工程施工及验收规范 |
| GB 50205 | 钢结构工程施工质量验收规范 |
| GB 50211 | 工业炉砌筑工程施工及验收规范 |
| GB 50231 | 机械设备安装工程施工及验收通用规范 |
| GB 50235 | 工业金属管道工程施工及验收规范 |
| GB 50236 | 现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范 |
| GB 50270 | 连续输送设备安装工程施工及验收规范 |
| GB 50275 | 压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范 |
| GB 50540 | 石油天然气站内工艺管道工程施工规范 |
| SY/T 0043 | 油气田地面管线和设备涂色标准 |
| SY/T 0407 | 涂装前钢材表面预处理规范 |
| SY/T 0452 | 石油天然气金属管道焊接工艺评定 |
| JB 4730 | 承压设备无损检测 |
| SH/T 3115 | 石油化工管式炉轻质浇注料衬里工程技术条件 |
| SH/T 3531 | 隔热耐磨衬里技术规范 |
| SH/T 3542 | 石油化工静设备安装技术规程 |

天然气净化装置设备与管道安装工程 施工技术规范

条文说明

修 订 说 明

《天然气净化装置设备与管道安装工程施工技术规范》(SY/T 0460—2010)经国家能源局2010年08月24日以第3号公告批准发布。

本规范是对SY/T 0460—2000的修订,根据工程建设的变化,淘汰了部分旧的生产制造工艺,故删除了SY/T 0460—2000中有关鼓式硫磺结片机安装。同时将热交换器安装、塔安装、机器安装等三个章节,将其归入到设备、撬块安装章节里,具体安装要求参见相应国家现行标准,从结构上保持统一。对SY/T 0460—2000中工业炉、反应器安装及衬里章节进行调整,删除了工业炉及反应器安装,具体安装参见静设备安装要求,不推荐现场制作工业炉等产品的行为,将其纳入设备或产品采购,验收要求参见容器或结构产品制作要求。同时将焊接与无损检测、热处理章节进行合并,体现工序的连续性。增加了设备和管道外防腐蚀工程、绝热工程两个章节,使净化装置施工工序完全得以体现。把试运转章节改为单机试车,是基于施工技术规范主要针对施工安装,联动试车属于生产运行管理单位统一指挥管理。

本规范修订过程中编写组先后多次深入天然气净化厂建设工程施工现场进行广泛现场调研,走访了川东北罗家寨天然气净化厂、土库曼斯坦巴格德雷A区天然气处理厂、龙岗净化厂、新疆迪拉2天然气处理厂等施工现场,同时参考了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235—1997、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236—1998、《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540、《高含硫化氢气田集输场站工程施工技术规范》SY/T 4118等相关设备及管道安装的国家 and 行业标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，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。但是本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1 总则	59
2 术语	60
3 设备、材料的进场验收和保管	61
3.1 一般规定	61
3.2 管道组成件的验收和保管	61
3.3 动设备的验收和保管	62
3.4 静设备的验收和保管	62
3.5 橇块的验收和保管	63
3.6 其他材料	63
4 设备、橇块安装	64
4.1 一般规定	64
4.2 静设备、橇块安装	64
5 衬里、筑炉	65
5.1 一般规定	65
5.2 衬里	65
5.3 筑炉	66
5.4 冬期施工	68
5.5 烘炉	69
6 火炬、尾气烟囱及塔架制作安装	70
6.1 制作	70
6.2 安装	70
6.3 涂装	70
7 工艺管道安装	71
7.1 一般规定	71
7.2 工艺管道系统安装	71

7.3	埋地管道安装	72
7.4	夹套管制作及安装	72
8	焊接及热处理	74
8.1	一般规定	74
8.2	焊接	74
8.3	焊后热处理	74
8.4	焊接检验	74
9	设备和工艺管道系统的吹扫、清洗及试压	76
9.1	一般规定	76
9.2	设备的清理和封闭	76
9.3	工艺管道系统的吹扫清理	76
9.4	设备及管道系统的试压	76
10	设备和管道外防腐工程	77
11	绝热工程	78
12	单机试车	79
13	工程交工	80

1 总 则

1.0.1 本条说明了制定本规范的目的。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。接触高含硫化氢气体（天然气中 H_2S 体积分数大于或等于 5%）的净化装置工艺安装工程，应符合《高含硫化氢气田集输场站工程施工技术规范》SY/T 4118 的规定。

1.0.3 阐述了本规范着重强调的施工技术内容，未将健康、安全、环境章节内容纳入本规范内，是考虑到该部分内容有独立的体系规范。

1.0.4 本条说明本规范与其他现行有关标准的关系。

2 术 语

鉴于其他通用专业术语在相关施工技术规范中都有了定义，行业内较为熟悉，在此不再重新明确。如“材料标识”这一类的术语，广大施工管理人员较为熟悉，在此不再纳入。

2.0.5 通常意义的天然气净化装置主要包括脱硫或脱碳（醇胺法或固体法）、脱水（甘醇类或分子筛）、分离凝析油、酸气提浓、硫磺回收、尾气处理、硫磺成型等装置。根据近年的工程设计和建设情况，天然气增压、脱水脱烃或轻烃回收、天然气精脱（脱水脱硫醇或脱硫脱醇）、液化气脱硫脱醇、甲醇回收、丙烷制冷甚至天然气增压等也比较常见，较以往的净化外延进行了广泛延伸。

2.0.7 光谱分析，目的是检验材料中的关键合金元素。根据检验的等级要求分为3种，即定性/半定量/定量，在石油化工建设领域常被用于合金钢材料（如管子、螺栓）等的复验。如对合金钢材料1Cr5Mo的关键合金元素Cr和Mo进行检验。三种检测方式如下：

1 定性即鉴定被检材料中是否含有Cr，Mo。

2 半定量则须测定Cr，Mo的含量（一般来说常用的光谱分析仪测出来的结果是一个区间，而非一个定值），同材质证明书（或规范）中的含量进行比较，以确认合金含量是否合格。

3 定量则是根据材料中测定的谱线分析材料中所有元素的含量。由于涉及元素众多，需大量试组，对光谱仪的性能要求很高，常见用于实验室检测。因此实际工程中应用最广的是“半定量”。

在工程实际中大部分单位使用的光谱检测仪从仪器性能而言基本能达到定量的水平，但鉴于测量的准确性及结果权威性，将其归为半定量较为合适。

3 设备、材料的进场验收和保管

3.1 一般规定

3.1.1 对材料和设备应进行现场检查和验收，供货单位和施工单位应严格进行检查和验收、设计单位、建设（或监理）单位参加有利于解决各种技术质量问题，避免后期扯皮。

3.1.2 压力容器等特种设备质量证明文件应有制作地特种设备检验单位出具的监检证书，便于以后在安装时向当地质量技术监督局办理告知业务。

3.1.5 对于抽检的材料，在加倍抽检后发现仍有问题，暴露出该批产品生产时存在质量管理问题，对于较为重要的材料，如果检查出现较多的不符合，证明了在生产过程出现了失控，限于检测手段的局限性，采用该批次合格品势必留下严重质量隐患。在吸取了以往较多的质量教训的基础上，故规定不合格批次产品全部不得使用。应杜绝再次检查挑选合格产品进场使用的行为。

3.2 管道组成件的验收和保管

3.2.3 大多数产品质量证明书由生产厂家出具，缺少相应的监管方进行审核，所以要求热煨弯头和弯管应实行驻厂监造制度，监造人员应在质量证明书里签字，从源头上保证了弯头（管）的生产质量，避免因质量问题影响工程进度。热煨弯管的验收参见《油气输送用钢制弯管》SY/T 5257 或设计单位技术规格书的要求。

3.2.4 本条规定了合金钢管及管件光谱检测要求。

3.2.8 物资进场检验是质量管理体系不可缺少的关键控制环节，阀门安装前应通过试压来验证阀门的质量满足其自身性能（特别是关断无渗漏的基本要求）。但在一些工程建设项目中，项目管

理单位以设计文件或项目文件要求的形式明确进口阀门不进行试压，致使在工程末期试压过程中出现各种泄漏现象，甚至造成了质量事故，因此从质量控制的目的出发，要求对公称通径 50mm 及其以上或压力大于或等于 1.0MPa 的阀门应进行逐个试压。

DN50mm 以下或压力小于 1.0MPa 的阀门每批抽查 10% 进行强度和密封性试压，且不少于 1 个，应按照同厂家、同规格、同型号的原则进行抽取试压，是为了验证不同厂家在生产过程中的质量可靠性。不得将不同厂家、不同规格、不同型号的阀门汇总抽查 10%。阀门抽查应由现场质量管理人员或监理工程师根据到货数量确定具体抽查数量。阀门的试压结果应符合《阀门的检查与安装规范》SY/T 4102 的有关规定。

3.2.9 蒸气夹套阀内外必须试压的规定是吸取了以往工程出现质量问题的教训。

安全阀的整定应送当地技术监督部门认可单位进行压力整定，取得整定证书。原则上施工单位自行整定无效，检验后的铅封标识在安装中不允许去除。

3.2.12 规定了主要紧固件的检验要求，依据和引用了《锻造角式高压阀门 技术条件》JB 450 等现行国家或行业标准以满足强制性标准的基本要求。

3.3 动设备的验收和保管

3.3.2 动设备的底座尺寸、地脚螺栓孔位置及尺寸是设备安装的重要保证，尺寸误差过大会导致后期无法安装，因此验收时不仅核对设计装配尺寸，还要核对土建专业设计图纸的尺寸。

3.4 静设备的验收和保管

3.4.2 法兰接口的法兰水平度及垂直度偏差和工艺安装法兰的允许偏差保持一致。

3.4.4 对有内部填料安装的设备应进入内部检查焊接质量。安装尺寸及数量应在查验质量证明文件后进行，重点核对构件安装

尺寸是否与设计图纸相符，避免给施工带来不必要的隐患。

3.5 撬块的验收和保管

3.5.1~3.5.3 检查出厂合格证、质量证明文件、使用说明书、试压记录，以及撬装内设备是否完好，对撬块进出接口法兰进行检查并予以保护，撬块内冲氮气的保护应注意端口密封，撬块在运输过程及安装过程妥善保护。

撬块内的压力容器应按照国家有关规定报使用地质量技术监督局备案。

3.6 其他材料

3.6.2 防腐保温材料进场验收时应检查其产品的保质期是否在施工周期内，对产品质量有怀疑时应送第三方有资质的实验室进行复验。

3.6.3 衬里材料生产厂家众多，导致良莠不齐，以往一些工程项目材料验收时只查验厂家质量证明文件，结果因材料质量问题造成了较为严重的高温塌落事故，规定见证取样送国家权威实验室进行复验是为了保证检测结果的公正性和权威性。

3.6.5 该条的钢材定义是指除管道组成件及设备外的其他钢材。

4 设备、撬块安装

4.1 一般规定

4.1.2 设备基础尺寸和位置偏差和 SY/T 0460—2000 中第 3.1.4 条相一致。

4.1.5 垫铁规格可参照《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231—2009 中附录 A 的规定进行加工制作。

4.1.6 当采用混凝土灌浆应符合现行国家标准《混凝土结构质量验收规范》GB 50204 的规定，二次灌浆时可采用树脂灌浆，其灌浆作业及质量要求应符合有关规范要求。对仅用于固定垫铁或防止油、水进入的灌浆层，且灌浆有困难时，其厚度可小于 30mm。

4.2 静设备、撬块安装

4.2.1 撬块的水平度测量以撬块基座两端型钢上平面为基准时，基座型钢应无变形、起拱现象。

4.2.3 表 4.2.3 是依据 SY/T 0460—2002 中第 3.2.4 条的规定。

4.2.4 现场安装时由于各种因素的影响致使设备底座滑动长孔不能满足滑动要求，以往一些施工单位对设备底座的重要性认识不足，随意扩孔，因此扩孔必须取得设备的设计单位同意，方可作业。

5 衬里、筑炉

5.1 一般规定

5.1.1 衬里、筑炉的设备进场后，应对其几何尺寸、内部接管、衬里抓钉等进行检查验收，且符合设计文件的要求。

5.1.3 该条是根据衬里材料的属性而确定，一般规定为喷砂除锈后即可进行衬里施工，但采用碱性耐火材料衬里时，则应对金属表面涂刷一层水玻璃。

5.1.4 穿过衬里的接管和钢件，在衬里之前，应进行隔热绝缘处理，补偿金属与非金属在热态下的膨胀差，防止损坏衬里层。

5.1.5 衬里筑炉的施工环境要求：

1 工业炉筑炉衬里的壳体基本为密闭式罐体，在内部施工应有通风系统，保持施工环境内空气流通。环境温度低于 0℃ 时，衬里材料内的水分容易结冰，泥浆结冻，体积膨胀，使黏结度大为降低。气温超过 35℃ 后，筑炉和衬里浇注后水分可能急剧蒸发，使衬里在初凝和终凝过程中得不到充分的水分养护，直接影响衬里的质量。

2 筑炉衬里所用的耐火材料均要进行防雨、防潮，同时施工时材料中不得有其他杂质进入衬里材料，故需防风沙。照明电压不得超过安全电压，电源线和炉壳、金属脚手架应有可靠的隔离措施。应采用扣件钢管式脚手架、钢跳板、立杆下垫木板。

5.1.9 隔热、耐火混凝土在衬里施工前，应按设计要求对筑炉衬里的隔热、耐火材料进行物理及热工性能实验，制作标准试块，试块几何尺寸为 160mm×40mm×40mm。

5.2 衬里

5.2.1~5.2.14 轻质耐火混凝土施工在分瓣施工衬里时，瓣与

瓣之间的施工缝应做成企口，充分衔接，同一瓣在施工时应连续完成。轻质隔热衬里应采用强力式慢速搅拌机混合材料，衬里成型宜采取人工涂抹及捣固。单层衬里可根据部位来确定是否表面抹光，双层衬里的隔热层表面应拉毛。衬里在浇注完毕后，应及时进行养护，参照厂家的使用说明书，根据衬里材料的胶合剂的性能确定养护手段及养护时间。

5.3 筑 炉

5.3.1 耐火浇注料分为致密和隔热两种。轻质耐火浇注料比隔热耐火浇注料重，比致密耐火浇注料轻，体积密度小于 1700 kg/m^3 ，有较高的机械强度，热稳定性和耐侵蚀性好，在石油化工工业炉中广泛使用。

插入式振捣器的振捣棒的振动强度可用加速度表示，加速度与振幅和振动频率平方成正比，材料内部传递速度和振捣器作用半径距离成反比。粒度小黏稠的浇注料由于骨料不易流动，振动时衰减系数大，振捣棒应选择频率高的振捣器，材料受震时接近震源部位先致密，在同一地点振动随着时间加长而增大，振捣棒的作用半径为 $30\sim 40\text{cm}$ ，振捣棒移动间距对于土木工程混凝土不宜大于 1.5 倍作用半径，耐火浇注料稠度大粒度小宜取 1 倍作用半径，每次振捣深度最大不超过棒长的 $2/3\sim 3/4$ ，插入下层浇注料深度 50mm 左右，振捣棒应快插慢拔慢移，振捣棒在每一位置振动延续时间应保持浇注料获得足够的捣实程度，即浇注料表面返浆，不再沉落为宜。浇注料为了不产生蜂窝孔洞，每个角落都应用振捣棒振捣密实，但过度振捣使浇注料粒度分布不均，强度降低，适度振捣，强度显著提高。

5.3.3 耐火可塑料应优先选用机械捣打，手工捣打仅用在不能机械捣打的部位。风镐使用压缩空气压力不小于 0.5MPa ，冲击频率宜 1100 次/min 。

锚固砖表面有凹凸形状增加与可塑料接触面积，使强度稳定气密性提高。锚固砖捣打时应用胶质（木质）手锤捣打，防止锚

固砖被金属工具直接捣打产生裂纹甚至损坏。卧式炉捣打方向必须垂直于施工面，立式炉捣打方向宜与炉衬受热面平行，这样可以减少炉衬分层现象。

耐火可塑料炉墙可不支模捣打，捣打后炉衬比设计尺寸厚时应及时削去多余部分。炉顶和开孔处应支模捣打。根据胶合剂种类、环境气候，耐火层自然干燥一段时间后脱模。拆模过早会在锚固砖受力处产生裂纹，当气温在 25°C 左右时，磷酸盐结合的可塑料以自然干燥 48h 后脱模为宜，硫酸铝结合的可塑料以自然干燥 72h 脱模为宜。

5.3.5 铺置耐火可塑料坯时应根据机具能力而定，层与层之间必须错缝，捣打时锤头移动距离应使其重合 $1/2$ ，并应充分捣打，使结合面趋于消失，捣打要均匀密实，捣打面应平整，捣打密实一层后才能铺置下层料坯。如遇施工间隙要用塑料布将捣打面覆盖，防止脱水，如时间较长应将捣打面脱水层削去或喷雾化水湿润再继续施工。

5.3.7 可塑料炉衬工作面应用钢丝刷拉毛露出内部气孔，以便在干燥和烘烤过程中水分能顺利排出。还要用铁丝在垂直工作面上开排气孔，孔的深度衬体厚度 $1/2$ 或 $2/3$ 之间。气硬性的可塑料大多用水玻璃或磷酸盐作为胶结剂，由于黏结剂向表面转移形成表面碱化现象，在干燥加热时，可能妨碍蒸汽排出，所以烘炉前最好进行喷雾化水润湿，冬期施工可塑料可直接烘炉烧结，如不能及时烘炉时应在干燥环境中养护，不得受潮。可塑料在 350°C 大多数游离水排除， $40\sim 55^\circ\text{C/h}$ 升温速度达到操作温度，并保持，可使可塑料表面形成稳定陶瓷结合。

可塑料内衬出现裂纹，在烘烤前必须按规范规定进行修补，否则会形成永久性缺陷。

5.3.11 耐火砌体砖缝决定施工精细程度，耐火砖砌缝为 3mm 。因砖缝抗气体侵蚀性差，必要时将砖缝做成 2mm ，甚至研磨砖使砌缝达到 1mm 以下。较大砖缝有调整砖的扭曲和尺寸误差作用，在一定程度上能缓冲砖的热膨胀，故砖缝是较薄弱的部位。

在工业炉内，砌体和砖缝中泥浆的工作条件相同，两者理化指标应相同或相适合，对于同一整体性砌体，如果使用两种不同材质的泥浆，会产生排异作用，导致砌体破坏。

5.4 冬期施工

5.4.1 水泥作为胶结剂的浇注料在 5℃ 环境中水化作用非常缓慢，即使 CA-50 铝酸盐水泥在 5℃ 以下，铝胶量形成较少，水化铝酸钙也少，强度增长慢，在气温下降时容易使炉衬受冻害。在低温条件下砌筑，耐火砖泥浆饱满度和外形尺寸不易保证，当气温低于 0℃ 时，对工业炉砌筑最为不利，砌筑泥浆时砖会迅速冻结在砌好的砖层上，耐火泥浆冻结会降低砌砖质量，砖缝中水分受冻体积膨胀，因而破坏了砖缝，降低砌体的强度，在烘烤和加热过程中，泥浆融化，并可能部分从砖缝中淌出，造成砖缝中泥浆不饱满。

水玻璃耐火浇注料，施工环境温度高低对水玻璃与氟硅酸钠之间反应有明显影响，温度高反应快，凝结时间短，温度低于 5℃ 反应几乎停止，耐火浇注料很难硬化。冬期施工是工程质量事故多发季节，制定好冬期施工措施并严格执行是保证质量的关键。炉衬筑炉完毕尚不能烘炉投产时应及时采取烘干措施，保证炉衬内游离水排除干净，只有此时才可不继续保持 5℃ 以上。

5.4.3 为了保证物料的出罐温度，应优先考虑水加热，但应控制温度，以免发生假凝现象。水泥不准加热，其他材料可以预热至 0℃ 以上，但不准用明火加热。骨料可放在蒸汽排管上加热，允许骨料加热，温度不得高于 300℃，加热时温度最高限值也是为了防止浇注料中水泥出现假凝现象，从出罐到浇捣后，养护均不得低于该物料炉衬的施工环境温度。冬期施工一般浇注料搅拌时间比常温延长 50%，一般不超过 5min，搅拌宜在暖棚中进行，运输过程中应采取保温措施，减少热损失。喷涂施工时对料管、水管等均应进行保温措施，减少热损失，防止受冻。

5.5 烘 炉

5.5.2 烘炉是投产前一项重要工作，其作用主要是排除炉衬中水分，同时炉衬得到焙烧而获得一定强度形成整体，正确烘炉可提高炉子的使用寿命，否则水分排不出去，将导致炉衬剥落，甚至爆裂事故，烘炉前必须制定完整的烘炉方案，具备条件方可进行。

根据工程建设和生产过程中所处不同阶段，在工业炉筑炉后不能立即投产时宜进行烘干，使整个工业炉内温度达到并保持在 110℃，达一周左右时间，以干燥炉衬的游离水分，避免工业炉在冬期期间内受冻害。

5.5.3 耐火浇注料必须经养护后才能烘炉，烘炉目的是排除耐火材料施工后衬体中的游离水、结晶水，以获得耐火材料的高温使用性能。铝酸盐水泥水化只需要本身重量 20% 左右的水，为了施工需要加入不与水泥起反应的适量水，游离水经过 110℃ 后基本排除，结晶水在以后加热过程中逐渐排除，300~350℃ 大量脱水，一般在 510~550℃ 排除完。

6 火炬、尾气烟囱及塔架制作安装

6.1 制 作

6.1.15 本条法兰垂直度偏差数据参考了《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540 中管道安装法兰与管道垂直度允许偏差的规定。

6.2 安 装

6.2.2 要求跨接线与法兰接触面除锈应干净,连接应紧密、牢固,是为了保持塔架和烟囱不同安装部位的导电性能良好,便于引雷。

6.2.3 高空作业及大型吊装必须编制施工方案,经监理批准后方可实施是行业施工的一贯做法。

6.2.4 塔架烟囱火炬的安装尺寸允许偏差和《石油天然气建设工程施工质量验收规范 天然气净化厂建设工程》SY 4209 的要求相吻合。

6.3 涂 装

6.3.7 本条规定与《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001 中第 14.3.3 条的要求一致。其检测依据及检测方法参见 GB 50205—2001 中第 14.3.3 条及附录 F 的规定。

6.3.11 塔架及烟囱火炬的涂色标记颜色必须符合国家现行标准的规定,符合安全管理的需要。

7 工艺管道安装

7.1 一般规定

7.1.1 单管轴测图是管道预制的加工图基础,依据管道单线图下料,减少施工差错,并确定好封闭管段,留出加工裕量。在管道预制工作中,严格按照单管轴测图进行预制,是站场深度预制的基础,可避免焊口编号的混乱,保证工艺安装与无损检测工序对焊接质量的追溯性。由于站场焊口较管线复杂,因此单管轴测图应存档备查。

7.1.10 管口的错边一直是工程质量控制的关键,除非采用专用器具进行校圆,否则不得采用野蛮的人工锤击方式进行。不等厚管道组成件组对时,当内壁错边量超过规定或外壁错边量大于 2mm 时应进行修整的规定,与大部分标准的超过 3mm 错边量修正坡口的规定提高了 1mm,是因为组焊过程中焊工无法对错边达 3mm 的坡口施焊,该条规定是为了保证现场焊接打底质量。具体修整要求按照《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定进行。

7.1.15 近年来随着工程设计的转变,原来在管道组成件上设计焊接支吊架已被摒弃。相关标准严禁在输送高含硫化氢气体介质的管道组成件焊接各类支架。净化装置区输送不同介质的管道数量较大,对管道上焊接支吊架不可避免,因此对一般工艺管道的管件做出规定是为了确保管件的长期运行安全。

7.2 工艺管道系统安装

7.2.1 对于满足密封性能的各类垫片,拆卸后就不再具有密封性,因此,阀门(法兰)拆卸后重新安装时垫片必须更换。

7.2.2 法兰与管道保持同心度,螺栓穿入自由不会因此产生附

加应力，垫片的放置规范是为了保证结合面的密封有效性。

7.2.4 设备及阀门螺栓紧固可采用手动扭力扳手，推荐采用液压或气动紧固。人工紧固对扭力无法有效控制，极易损坏垫片的密封性，且效率低下。为防止气体泄漏，紧固值来源于设计要求及生产厂家提供的数据，其他的可参考技术手册的规定。

7.2.5 对合金管道的坡口加工及组对应采用与其材质相符的工具，是避免合金材质受污染。

7.2.12 压力表、温度计等一次仪表接口在工艺管道上开孔安装，一般设计文件仅提供示意图，具体开孔位置应由仪表工程师和工艺工程师根据现场情况共同确定，这样可发现图纸规定开工位置的不适宜性并及时做出调整。各类开孔作业推荐采用机械钻孔，可保证开孔精度并能减少后期加工量。

7.3 埋地管道安装

7.3.1 站场工程施工工艺管道安装交叉作业及与其他作业交叉多，在进行安装作业前，应认真核对图纸，对土建和安装图纸上容易疏漏的螺栓预埋及混凝土浇筑，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，尤其是进口设备等未确定相关尺寸的设备，在安装前应留有足够调整余量，避免因结构尺寸不符返工。在进行安装作业前进行各项工序检查，是质量管理过程控制的重要体现。土建基础应达到规定的强度、设备找正，预制段检测合格完毕。做好前期的各项准备工作，会大大提高施工效率。

7.4 夹套管制作及安装

夹套管安装常见示意图如图 1 所示

弯头部分采用法兰及三通，主要是为了满足运行过程中清理各种杂物，处理液硫堵塞时较为顺利。

由于夹套管外管安装过程中产生的熔渣等杂物极难清理，故推荐采用机械开孔。施工中应采取有效措施确保夹套部分的清

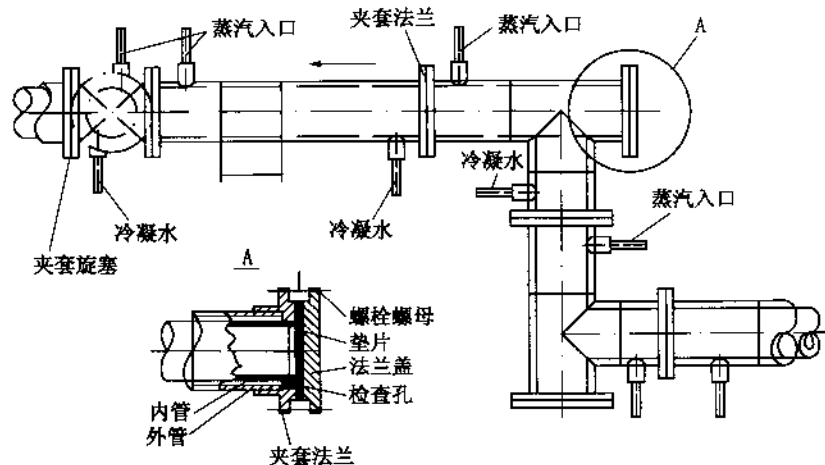


图 1 夹套管安装示意图

洁，否则会给后期运行带来不利影响。夹套管内外管试压的压力参见了《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235—1997 中第 7.5.3.11 条和第 7.5.3.12 条管道试压的规定，即可检验管道的强度，又对管道严密性进行有效的试验。经过实践证明，试压时间能满足管道系统的实际需要，且能提高功效。

8 焊接及热处理

8.1 一般规定

8.1.2 焊接工艺评定统一依据《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T 0452 有关规定进行，避免采用各种标准进行焊接工艺评定带来的混乱。

8.1.3 焊工资格证由质量技术监督局颁发，是进入工程施工的必要条件，上岗资格考试是由建设单位制定的，考试单位对拥有资格证的焊工进行项目考试，针对性较强，只有两证符合才有资格施焊。

8.2 焊 接

8.2.11 为防止法兰或阀门的密封性能失效，焊接时应采取防止电弧烧伤阀芯的措施，如采用氩弧焊进行打底焊接保护阀门内壁，相关焊缝热处理合格后方可进行法兰或阀门连接。

8.3 焊后热处理

8.3.1 焊后热处理工艺参数的确定在焊接工艺评定及焊接工艺规程中应有具体要求，是否热处理和具体参数是依据材料焊接特性采用焊接工艺评定来确定，本规范不再强制规定。

8.4 焊 接 检 验

8.4.4 对每个焊工施焊的焊缝的检测比例不做要求，是因为工程施工中抽检是对焊接质量进行评价，不是焊工考核，抽检的数量和具体位置应随机确定，其所检测的焊缝质量应能代表该管道的焊接质量水平。目前工程焊接施工中为提高施工功效，最大限度地发挥人力资源配置效益，工程广泛采用组合焊接形式，每道

焊缝多由数名焊工共同完成，焊工组的人员搭配因工程需要经常变动，SY/T 0460—2000 中对焊缝的抽检规定过于繁琐，可操作性差。且对焊工或焊工组采取增加抽检的要求属于现场质量工作管理范围，各施工管理单位根据实际情况加强焊接质量的管理，提高焊接质量水平，确保焊缝质量具有可追溯性。故本规范不再对此予以规定。

9 设备和工艺管道系统的吹扫、清洗及试压

9.1 一般规定

9.1.1 吹扫、清洗主要是清扫工艺管道内的杂物和保证输送介质的纯净，确保运行中不会对设备及阀门等造成堵塞。为保证试压吹扫工作的顺利进行，编制方案并经监理单位审核非常必要。

9.1.2 在试压前，应将不宜与管道一起试压的系统、设备、管件、阀门及仪器等进行隔离，是避免这些系统或部件在试压中造成不必要的损坏。

9.2 设备的清理和封闭

9.2.2 容器设备开启后原有的垫片密封性能会失效，因此必须更换新垫片方能确保密封性。

9.3 工艺管道系统的吹扫清理

9.3.1 对于管道系统直径大于 600mm 以上、三通及弯头较多、有存弯的埋地管道系统吹扫时，由于管径大吹扫压力无法保证吹扫效果，在保证安全的前提下，采用水冲洗或人工方法进行清理效果较气体吹扫效果要好，且能提高工效。

9.4 设备及管道系统的试压

9.4.2 为保证管道试压时的安全，不宜采用空气试压，但对空气及氮气和燃料系统在保证安全的前提下，可采用空气作为试压介质进行试压。

9.4.4 环境温度低于 5℃ 时，试压介质添加的防冻液不应应对管道组成件和设备产生腐蚀危害。试压结束后应做好清理工作。

10 设备和管道外防腐工程

10.0.2 有色金属管、不锈钢管、镀锌钢管等涂刷涂料可能对管子产生化学反应导致其防腐性能缺失，设计无明确要求时，建议不做涂刷。

10.0.3 涂料的规格、型号符合设计文件规定，涂料应具备相应的质量证明书。具有特殊防腐性能的涂料每批使用前应进行复验。

10.0.4 涂料储存中应采取保护措施，防潮、严禁暴晒雨淋。过期的涂料不得使用。

10.0.5 把磨料的环保性选用放在首位体现了对作业者健康或环境安全的尊重。

10.0.6 涂漆施工宜在 15~30℃ 的环境温度下进行，根据现场条件搭建施工棚，防止雨雪风沙对尚未表干的防腐层造成破坏。

10.0.7 涂漆使用前应按使用说明书进行配合比试验，如不具备适应性，应重新调整配合比。

10.0.8 随着防腐新材料的使用，其性能有所改变，设计文件对规定涂层厚度应做明确规定。

11 绝热工程

11.0.3 在整体热处理的设备及管道上焊接绝缘层的固定件时，应检查需热处理设备固定件的热处理完成情况，需热处理管道的绝缘支撑固定件焊件应与管道同时进行热处理。

12 单机试车

12.0.4 单机试车时，对工作温度大于或等于 250℃ 的高温管道，试车时应进行热拧紧。低于 350℃ 的管道在操作温度下拧紧一次，高于 350℃ 的管道应在 350℃ 时第一次拧紧，在操作温度下第二次拧紧，热拧紧应在工作温度下保持 24h 后进行，热拧紧时管道内压力降至 0.3MPa（设计压力小于 6MPa 时）或 0.5MPa（设计压力大于或等于 6MPa 时），应采取安全保护措施。

13 工程交工

13.0.1 工程验收及交接由建设管理单位进行组织，联动试车一般由生产运行管理单位组织实施，施工单位应完善各项工作，积极做好交接工作，积极配合建设单位及生产运行单位的投产运行工作。相关的交工资料目录参照了近年来工程建设行业管理的通用规定。