

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51132 – 2015

工业有色金属管道工程施工及 质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of
industrial non-ferrous metallic piping engineering

2015 – 09 – 30 发布

2016 – 06 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

工业有色金属管道工程施工及
质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of
industrial non-ferrous metallic piping engineering

GB/T 51132 - 2015

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2016年6月1日

中国计划出版社

2015 北 京

中华人民共和国国家标准
工业有色金属管道工程施工及
质量验收规范
GB/T 51132-2015

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.75 印张 94 千字

2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·870

定价: 23.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 927 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《工业有色金属管道工程施工 及质量验收规范》的公告

现批准《工业有色金属管道工程施工及质量验收规范》为国家
标准,编号为GB/T 51132—2015,自 2016 年 6 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出
版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2015 年 9 月 30 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发 2013 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2013〕6 号)的要求,由中十冶集团有限公司和二十一冶建设有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛调查研究,认真总结了有色金属管道的施工经验,主要包括铜、铝、铅、镍、钛、锆、钽、铌有色金属管道及其合金管道的安装及验收等实践经验,结合有色金属管道的特性,参考有关国家标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,通过反复讨论、修改和完善,最后经审查定稿。

本规范共分 10 章和 5 个附录,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、管道元件检验及储运、管子加工、管道焊接、管道系统安装、管道系统压力试验、管道系统吹扫与清洗、工程质量验收等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中十冶集团有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,如有意见或建议,请寄送中十冶集团有限公司(地址:西安市碑林区火炬路 10 号企图时代大厦 10 层,邮政编码:710043),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中十冶集团有限公司

二十一冶建设有限公司

参 编 单 位:中国黄金集团建设有限公司

山东建筑大学

西安优耐特容器制造有限公司

西北有色金属研究院

九冶建设有限公司

金川集团工程建设有限公司

十一冶建设集团有限责任公司

主要起草人:程法杰 管 拓 李录怀 吕有意 高文励
马西安 张志强 张金和 周系华 钟晓梅
王 毅 王 磊 王蒲初 张 成 孙万仓
周 华 周志军 张 东 王继胜 张新峰
吴昌将 连玉先 陈宏伟 李小艳 续 鹏
姚群毛 赵淑敏 韩迪波 吴小强 张 弦
杨金芳

主要审查人:江 嵩 张劲松 赵俊学 端木瑾 杨 惠
乔新泉 朴东光 张明祥 李 宁 陈文华
何 云 马 跃

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	管道元件检验及储运	(4)
4.1	一般规定	(4)
4.2	管子检验	(4)
4.3	阀门检验	(5)
4.4	其他管道元件的检验	(6)
4.5	管道元件的储运	(8)
4.6	质量验收	(9)
5	管子加工	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	管子调直及整圆	(11)
5.3	管子切割及坡口加工	(11)
5.4	弯管制作	(12)
5.5	管口翻边	(15)
5.6	支、吊架制作	(16)
5.7	质量验收	(16)
6	管道焊接	(18)
6.1	一般规定	(18)
6.2	焊前准备	(19)
6.3	焊接工艺	(20)
6.4	焊后热处理	(23)
6.5	焊后检验	(23)
6.6	质量验收	(24)

7	管道系统安装	(28)
7.1	一般规定	(28)
7.2	螺纹连接	(28)
7.3	法兰连接	(29)
7.4	管段预制	(30)
7.5	管道安装	(30)
7.6	质量验收	(36)
8	管道系统压力试验	(39)
8.1	一般规定	(39)
8.2	液压试验	(40)
8.3	气压试验	(41)
8.4	泄漏性试验	(42)
8.5	质量验收	(42)
9	管道系统吹扫与清洗	(44)
9.1	一般规定	(44)
9.2	管道系统水冲洗	(45)
9.3	管道系统吹扫	(45)
9.4	管道系统脱脂	(46)
9.5	管道系统化学清洗	(46)
9.6	质量验收	(47)
10	工程质量验收	(49)
附录 A	工业有色金属管道施工质量检查记录	(51)
附录 B	工业有色金属管道焊接坡口形式及尺寸	(63)
附录 C	分项工程质量验收记录	(70)
附录 D	分部(子分部)工程质量验收记录	(71)
附录 E	分部(子分部)质量控制资料检查记录	(72)
	本规范用词说明	(73)
	引用标准名录	(74)
	附:条文说明	(75)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Inspection and storage of pipiling components	(4)
4.1	General requirements	(4)
4.2	Pipes inspection	(4)
4.3	Valves inspection	(5)
4.4	Inspection of other pipeline components	(6)
4.5	Storage and transportation of piping elements	(8)
4.6	Quality inspection and acceptance	(9)
5	Pipe processing	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Pipe straightening and rounding	(11)
5.3	Pipe cutting and groove processing	(11)
5.4	Bending fabrication	(12)
5.5	Flanging edge of pipe orifice	(15)
5.6	Fabrication of piping support-bracket and hanger	(16)
5.7	Quality inspection and acceptance	(16)
6	Pipe welding	(18)
6.1	General requirements	(18)
6.2	Preparation before welding	(19)
6.3	Welding process	(20)
6.4	Heat treatment after welding	(23)
6.5	Inspection after welding	(23)

6.6	Quality inspection and acceptance	(24)
7	Piping system installation	(28)
7.1	General requirements	(28)
7.2	Threaded connection	(28)
7.3	Flanged connection	(29)
7.4	Prefabrication of pipes	(30)
7.5	Piping installation	(30)
7.6	Quality inspection and acceptance	(36)
8	Pressure test of pipe network	(39)
8.1	General requirements	(39)
8.2	Hydraulic pressure test	(40)
8.3	Air pressure test	(41)
8.4	Leakage test	(42)
8.5	Quality inspection and acceptance	(42)
9	Blowing and cleaning of pipe network	(44)
9.1	General requirements	(44)
9.2	Water flushing of pipe network	(45)
9.3	Air blowing of pipe network	(45)
9.4	Degreasing of pipe network	(46)
9.5	Chemical cleaning of pipe network	(46)
9.6	Quality inspection and acceptance	(47)
10	Inspection and acceptance of project quality	(49)
Appendix A	Inspection records for construction quality of industrial non-ferrous metallic piping	(51)
Appendix B	Form and dimensions for welding groove of industrial non-ferrous metallic piping	(63)
Appendix C	Batch quality inspection and acceptance record	(70)
Appendix D	Segments(sub-division) quality inspection and	

	acceptance record	(71)
Appendix E	Segments(sub-division) quality control data	
	inspection record	(72)
	Explanation of wording in this code	(73)
	List of quoted standards	(74)
	Addition;Explanation of provisions	(75)

CHAOJING360.COM

1 总 则

1.0.1 为了提高工业有色金属管道工程的施工水平,加强工业有色金属管道工程施工过程的质量控制与验收,确保工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于铜、铝、铅、镍、钛、锆、钽、铌及其合金的工业管道工程的施工及质量验收。

1.0.3 本规范不适用于下列工业有色金属管道工程的施工及质量验收:

- 1 制造厂成套设计整装于设备的管道。
- 2 军用设施及核能装置的专用管道。
- 3 海上设施和矿井用管道。

1.0.4 工业有色金属管道工程的施工及质量验收,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 工业有色金属管道 industry non-ferrous metal pipeline

由有色金属管子及其他管道元件连接或装配而成,在生产装置中用于输送工艺介质的工艺管道、其他辅助管道及为工业生产服务的管道。

2.0.2 晶间腐蚀 intergranular corrosion

在某些环境中,当晶界的溶解速度大于晶粒本身的溶解速度时,所产生沿金属晶粒边界或晶界发生的腐蚀现象。

2.0.3 固溶处理 solution treatment

将合金加热到高温单相区恒温保持,使过剩相充分溶解到固溶体中后快速冷却,以得到过饱和固溶体的热处理工艺。

2.0.4 弯管圆度 roundness

弯管横截面上最大外径和最小外径的差值与最大外径和最小外径的平均值的比值。

2.0.5 定位焊 tack welding

为装配和固定焊接接头位置而进行的焊接。

2.0.6 固定焊 fixed welding

在管道焊接连接过程中,待安装管段与已安装且位置固定的管道接口的焊接。

3 基本规定

- 3.0.1** 管道工程在施工前应有经审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。
- 3.0.2** 管道工程施工与其他相关专业之间应进行工序交接检验,并应形成质量验收记录。
- 3.0.3** 管道工程施工过程应完成各类施工技术文件、施工记录、检验报告、质量验收记录等工程验收工作。
- 3.0.4** 工业有色金属管道工程质量验收可按分项工程、分部工程(子分部)划分。
- 3.0.5** 同一个单位工程中的有色金属管道工程可划分为一个分部工程或若干个子分部工程。
- 3.0.6** 分项工程应按管道压力等级和材质进行划分。
- 3.0.7** 压力管道工程的施工应符合国家现行标准《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001 和《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 的有关规定。
- 3.0.8** 制造厂成套设计、散装供货且需现场组装的设备中,包含有色金属管道工程部分的施工及质量验收,应符合制造厂产品技术要求,且不得低于本规范的规定。
- 3.0.9** 管道绝热工程,除应符合设计文件的规定外,尚应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的有关规定。

4 管道元件检验及储运

4.1 一般规定

4.1.1 管道元件应具有制造厂的产品质量证明文件,技术参数应满足设计文件要求。

4.1.2 管道元件在使用前应按设计文件和国家现行有关有色金属及其合金产品标准的规定,核对材质、规格、型号、数量和标识,并应进行外观质量和几何尺寸的检查验收。设计要求进行无损检测时,应按现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 的有关规定执行。管道元件标识应清晰完整,应能追溯产品的供货状态,并应填写管道元件质量检查记录,格式宜符合本规范表 A.0.1 的规定。

4.1.3 镍、钛、锆、钽、铌及其合金材料的管道组成件,应对材质进行见证取样复验,并应标识。

4.1.4 设计文件规定进行低温冲击性试验的材料,质量证明文件应有低温冲击试验数据,且应符合设计文件的规定。

4.1.5 设计文件规定进行晶间腐蚀试验的管道元件,应提供晶间腐蚀试验文件,且试验结果应符合设计文件的规定。

4.1.6 用于胀口或翻边连接的铜及铜合金管、铝及铝合金管、铅管,施工前应进行胀口或翻边试验。

4.1.7 有色金属管道元件存放和运输时,不应与铁质材料直接接触。

4.2 管子检验

4.2.1 管子使用前应进行外径及壁厚的检验,外径检查应符合国家现行有关有色金属及其合金产品标准的规定;非标管子设计无

要求时,壁厚允许偏差应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 壁厚允许偏差

材 质	级 别	允 许 偏 差
铜及铜合金	—	$\pm 10\%$
铝及铝合金	普通级	$\pm 15\%$
镍及镍合金	普通级	$\pm 12.5\%$
	高精级	$\pm 10\%$
钛及钛合金	—	$\pm 12.5\%$
锆及锆合金	—	$\pm 12.5\%$
钽及钽合金	—	$\pm 10\%$
铌及铌合金	—	$\pm 10\%$

4.2.2 当设计无要求时,管子的直线度应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 管子的直线度

外径 $D(\text{mm})$	直线度 (mm/m)
$D \leq 30$	0~3
$30 < D \leq 110$	0~4

4.2.3 管子使用前,应进行外观质量检查,表面应光滑、整洁,应无针孔、裂纹、重皮和折叠等缺陷,表面局部缺陷应予以清除,清除后的壁厚不得小于管子公称壁厚的 90%。

4.3 阀门检验

4.3.1 阀门安装前应进行外观质量检查,并应符合下列规定:

- 1 阀体应完好,阀体、阀盖表面应无气孔、砂眼、裂纹等。
- 2 垫片、填料材质应符合设计文件的规定。
- 3 阀杆应无歪斜、变形,且传动机构、开启机构应灵活,应无阻滞、卡涩现象。
- 4 丝杆、手轮、阀柄等均应无毛刺、划痕、斑痕。

4.3.2 设计文件规定阀门进行低温密封试验时,应提供阀门低温密封试验报告。

4.3.3 镍、钛、锆、钽、铌及其合金阀门,应对阀体进行复验。

4.3.4 阀门安装前应进行壳体压力试验和密封试验,具有上密封结构的阀门还应进行上密封试验。阀门试验应符合下列规定:

1 试验用压力表的精度不应低于 1.6 级,并应经检定合格。

2 阀门壳体压力试验和密封试验应采用洁净水,镍及镍合金阀门试验时,水中的氯离子不得超过 50mg/L。

3 阀门壳体的试验压力应为 20℃ 时最大允许工作压力的 1.5 倍,稳压时间不应少于 5min,壳体不变形、无破裂、阀门不渗漏、压力不下降时应为合格。

4 密封试验应在压力试验合格后进行,密封试验压力应为 20℃ 时最大允许工作压力的 1.1 倍,稳压时间不应少于 3min,密封面不渗漏、压力不下降时应为合格。

5 试验合格的阀门应排尽内部积水,并应吹干,阀门应关闭,两端应封闭,并应做标记。

4.3.5 已脱脂的阀门可不进行壳体压力试验和密封试验。

4.3.6 安全阀安装前应按现行行业标准《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 的有关规定进行校验,应铅封,并应出具校验报告。

4.3.7 阀门试验合格后,应填写阀门试验记录。格式应符合本规范表 A.0.2 的规定。

4.4 其他管道元件的检验

4.4.1 管件的表面应光滑整洁,不得有裂纹、针孔、轧折、分层、凹陷、划痕、砂眼等缺陷。

4.4.2 法兰、法兰盖应有产品名称和标准编号、规格、材质、压力等级、密封面形式等标识,并应与质量证明文件一致,法兰质量应符合下列规定:

1 法兰密封面应光滑、平整,不应有毛刺、径向划痕、砂眼及气孔。

2 对焊法兰的尾部坡口处不应有损伤。

4.4.3 螺栓、螺母的螺纹应完整,并应无划痕、毛刺等缺陷,加工精度应符合设计文件的要求。螺栓、螺母应配合良好,应无松动或卡涩现象。

4.4.4 密封垫片应进行抽样检查验收,垫片应符合下列规定:

1 缠绕式垫片不得有松散、翘曲现象,垫片表面不得有影响密封性能的划痕、空隙、凹凸不平及锈斑等缺陷。

2 金属垫片加工的尺寸、精度及表面粗糙度应符合设计文件的规定,表面应无裂纹、毛刺及凹槽、径向划痕及锈蚀等缺陷。

3 非金属垫片的边缘应切割整齐,表面应平整光滑,不得有气泡、分层、褶皱、划痕等缺陷。

4.4.5 支、吊架的检验应符合下列规定:

1 管道支、吊架的材质、规格、型号、外观及几何尺寸应符合设计文件的规定。

2 支、吊架表面应无毛刺、浮锈、裂纹、漏焊和表面气孔等。

3 弹簧支、吊架上应有铭牌和位移指示板。铭牌内容应包括支、吊架型号、载荷范围、安装载荷、工作载荷、弹簧刚度、位移量、管道编号、管架号、出厂日期及编号等,定位销或块应在设计冷态值位置上。

4 支、吊架用的弹簧不应有裂纹、折叠、分层、锈蚀等缺陷。

5 弹簧在自由状态时,弹簧各圈节距应均匀,节距允许偏差应为平均节距的 $0\sim 10\%$ 。

6 弹簧两端支承面与弹簧轴线应垂直,允许偏差应为高度的 $0\sim 2\%$ 。

4.4.6 补偿器检验应符合下列规定:

1 补偿装置的材质、规格、型号应符合设计文件的规定,几何尺寸及公差应符合设计文件的规定。

2 补偿器检验应按出厂说明书和设计要求进行。

3 金属波纹管膨胀节质量证明书应包括下列内容:

- 1) 制造厂名称、制造许可证和许可标志;
 - 2) 膨胀节形式、型号及规格, 出厂编号, 设计温度、设计压力、设计疲劳寿命和补偿量;
 - 3) 波纹管 and 受压筒节、法兰、封头等受压元件的材质证明书;
 - 4) 膨胀节的外观检查、尺寸检查、焊接接头检测和压力试验等项目出厂检验结论, 产品标准号, 质量检查部门的印记。
- 4 金属波纹管膨胀节应逐件进行外观检查, 并应符合下列规定:
- 1) 波纹管和焊缝表面不得有裂纹、气孔、夹渣、凹坑、焊接飞溅物、划痕和其他机械损伤等缺陷;
 - 2) 装有导流筒的膨胀节应有介质流向箭头标识。
- 5 方形补偿器伸缩臂长度允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$, 平面翘曲每米允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$, 总平面允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

4.5 管道元件的储运

- 4.5.1 管道元件应按类别、材质、规格单独、整齐存放, 并应标识, 不得混合存放; 管子和管件的标识不得使用钢印, 镍及镍合金管子标识所用材料不得含有卤素或卤化物, 并应采取防腐、防变形、防表面损伤等措施。
- 4.5.2 镍及镍合金管道元件不得用含有卤素或卤化物的材料保护, 管子和管件不得存放在氯离子含量超过 50mg/L 的潮湿环境中。
- 4.5.3 管道元件运输时应采取防护措施, 且与运输箱体间应使用柔性材料进行隔垫保护。
- 4.5.4 铅管、钽及钽合金管、铌及铌合金管应存放在有柔性防护的支撑面上, 铅管应单层放置。
- 4.5.5 装卸管子时, 应采用专用吊具或柔性吊装带进行吊装。

4.6 质量验收

1 主控项目

4.6.1 管道元件应检查制造厂提供的质量证明文件,性能参数等应符合相关技术文件的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查合格证和质量检验报告,核对相关技术文件。

4.6.2 镍、钛、锆、钽、铌及其合金管子、管件、法兰等管道组成件的材质验证性检验数据,应符合设计文件和现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 和《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》GB 50517 的有关规定。

检验数量:同牌号、同炉号材料随机抽查 5%,且不少于 1 件。

检验方法:检查光谱分析报告或其他材质复验报告。

4.6.3 设计文件规定进行低温冲击性、晶间腐蚀检验的管道元件,检验结果应符合设计文件的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查检验报告。

4.6.4 铜及铜合金管、铝及铝合金管、铅管进行胀口或翻边试验,应符合本规范第 4.1.6 条的规定。

检验数量:同材质、同规格、同批号抽查 1%,且不少于 2 根。

检验方法:检查试验记录。

4.6.5 低温密封试验阀门的质量证明文件中应有低温密封试验报告,并应符合设计文件的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查质量证明文件。

4.6.6 阀门安装前的检验试验应符合本规范第 4.3.4 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查阀门试验记录。

4.6.7 安全阀整定压力调整、密封试验以及其他性能试验结果应

符合设计文件和现行行业标准《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001的有关规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查安全阀校验报告。

II 一般项目

4.6.8 管道元件的检验应符合本规范第 4.1.2 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查管道元件检查记录、外观和尺寸检查记录。

4.6.9 管子壁厚的允许偏差应符合本规范第 4.2.1 条的规定。

检验数量:同批号抽查 5%,且不少于 1 根。

检验方法:测量检查。

4.6.10 密封垫片的质量应符合本规范第 4.4.4 条的规定。

检验数量:同规格、同材质抽查 5%,且不少于 1 件。

检验方法:观察检查,检查其他材质复验报告。

4.6.11 管道支、吊架的检验应符合本规范第 4.4.5 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,卡尺检查。

4.6.12 补偿装置的检验应符合本规范第 4.4.6 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查,检查质量证明文件。

5 管子加工

5.1 一般规定

5.1.1 管子加工应采用专用加工工具,加工时应采取防止管子破损、变形、变质及降低材料使用性能的措施。不应使用铁质工具直接接触管道。

5.1.2 管子切割前,应进行标记移植。管子不得使用硬印标识。当采用色印标识时,色印不应含有对管子材料产生损害的物质元素。

5.1.3 管子加工时,应采取保证人身安全和环境保护的措施。

5.1.4 管子加工应符合相关技术文件和现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的规定。

5.2 管子调直及整圆

5.2.1 管子调直及整圆应在铺有软质垫板的平台上进行,调直应符合下列规定:

1 铜、铝、铅、钽、铌及其合金管子宜使用木锤、橡皮锤进行调直作业。

2 镍、钛、锆及其合金管子宜使用铜锤进行调直作业。

5.2.2 管子调直及整圆后,应将管内、外清理干净。

5.3 管子切割及坡口加工

5.3.1 铜、铝、铅、镍、钛、锆及其合金管子切割宜采用机械方法。当采用热切割时,应采用机械方法除去切割热影响区域。钽、铌及其合金管子宜采用线切割或机械方法。

5.3.2 采用砂轮切割,修磨镍、钛、钽、铌及其合金管子时,应采用

专用砂轮片及专用装置。

5.3.3 管子切割及坡口质量应符合下列规定：

1 切口表面应平整，并应无裂纹、毛刺、凸口、缩口、金属屑等现象。

2 管子切口尺寸端面倾斜偏差不应大于管子外径的 0～1%，且不得大于 3mm。

5.3.4 管子坡口形状及尺寸应符合焊接工艺规程的要求，坡口形式宜符合本规范附录 B 的有关规定。

5.3.5 锆及锆合金管子切割和加工坡口时，应采取收集锆屑的措施，施工现场应配备细沙或石灰粉等灭火材料；锆屑燃烧时不应使用水灭火。

5.4 弯管制作

5.4.1 弯管弯曲半径应符合设计文件的规定，设计文件无规定时，宜符合表 5.4.1 的规定。

表 5.4.1 弯管弯曲半径

管 材		弯曲半径 R	
		冷弯	热弯
铜管		$\geq 1.5D$	$\geq 1.0D$
铜合金		$\geq 2.0D$	$\geq 1.5D$
铝管	1035, 1150, 1050A, 1060, 1070, 1070A	$\geq 3.5D$	$\geq 3.0D$
铝合金管	5A05, 5A06	$\geq 4.0D$	$\geq 3.5D$
铝锰合金	3003, 3A21	$\geq 4.0D$	$\geq 3.5D$
铅管		$\geq 4.0D$	$\geq 3.5D$
钛及 钛合金管	$D \leq 10\delta$	$\geq 1.2D$	—
	$D \leq 25\delta$	$\geq 2.0D$	—
	$D \leq 50\delta$	$\geq 2.75D$	$\geq 2.5D$
	$D \leq 66\delta$	$\geq 3.2D$	$\geq 3.0D$

续表 5.4.1

管 材	弯曲半径 R	
	冷弯	热弯
锆及锆合金管	$\geq 6.0D$	$\geq 4.0D$
镍管	$\geq 4.0D$	$\geq 3.5D$
铌管	$\geq 3.5D$	—
钽管	$\geq 3.5D$	—

注: D 为管外径, δ 为管壁厚度。

5.4.2 有缝管制作弯管时,焊缝应避开受压及受拉区。

5.4.3 管子可采用弯管机或胎具进行热弯或冷弯。弯管机或胎具应清理干净。弯管应采取防止管子表面损伤的措施。

5.4.4 公称直径小于或等于 100mm 的铅管,可采用冷弯,公称直径大于 100mm 的铅管,可采用热弯。热弯时,管内不得装砂。

5.4.5 钽、铌及其合金管子制作弯管时,宜采用机械方法冷弯成形。

5.4.6 弯管作业应符合下列规定:

- 1 管子不应有嵌入物、裂纹等缺陷。
- 2 弯管的内、外表面应无划痕及污染。
- 3 弯管圆度应符合下列规定:

1) 弯管圆度应按下式计算:

$$u = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{(D_{\max} + D_{\min})/2} \times 100\% \quad (5.4.6)$$

式中: u ——弯管的圆度(%);

$D_{\max}$ ——管子弯曲后断面的最大外径(mm);

$D_{\min}$ ——管子弯曲后断面的最小外径(mm)。

- 2) 对于承受内压的弯管,弯管圆度应符合表 5.4.6-1 规定;
- 对于承受外压的弯管,弯管圆度不应大于 3%。

表 5.4.6-1 弯管圆度

管道类别	圆 度
钛管、锆管、镍管	$\leq 8\%$
铜管、铝管、铌管、钽管	$\leq 9\%$
铝合金管、铜合金管	$\leq 8\%$
铅管	$\leq 10\%$

- 4 弯制后的最小壁厚不应小于直管的设计壁厚。
- 5 弯管的管端中心偏差值应符合下列规定：
 - 1) 每米管段弯管的管端中心偏差(图 5.4.6-1)不得超过 3mm；
 - 2) 当直管段长度大于 3m 时,管段中心允许偏差应为 0~10mm。

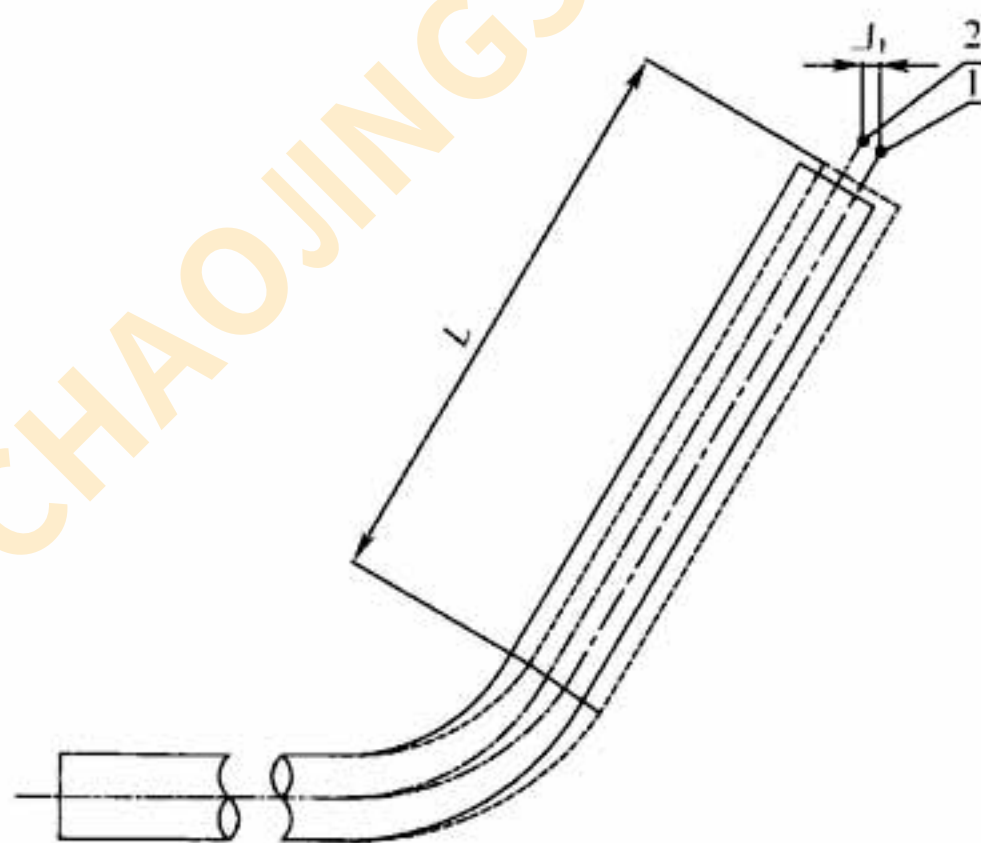


图 5.4.6-1 弯管的管端中心偏差

1—实际中心;2—要求中心; L —弯管的长度; Δ_1 —管端中心偏差

- 6 II 形弯管的平面度允许偏差(图 5.4.6-2)应符合表 5.4.6-2 的规定。

表 5.4.6-2 Π 形弯管的平面度允许偏差 (mm)

直管段长度 L		≤ 500	500~1000	1000~1500	> 1500
平面度 Δ_2	钛管、锆管、镍管	≤ 3	≤ 4	≤ 6	≤ 10
	铜管、铝管、铌管、钽管	≤ 3.5	≤ 4.5	≤ 6.5	≤ 10
	铜合金管、铝合金管	≤ 3	≤ 4	≤ 6	≤ 10
	铅管	≤ 4	≤ 5	≤ 6	≤ 12

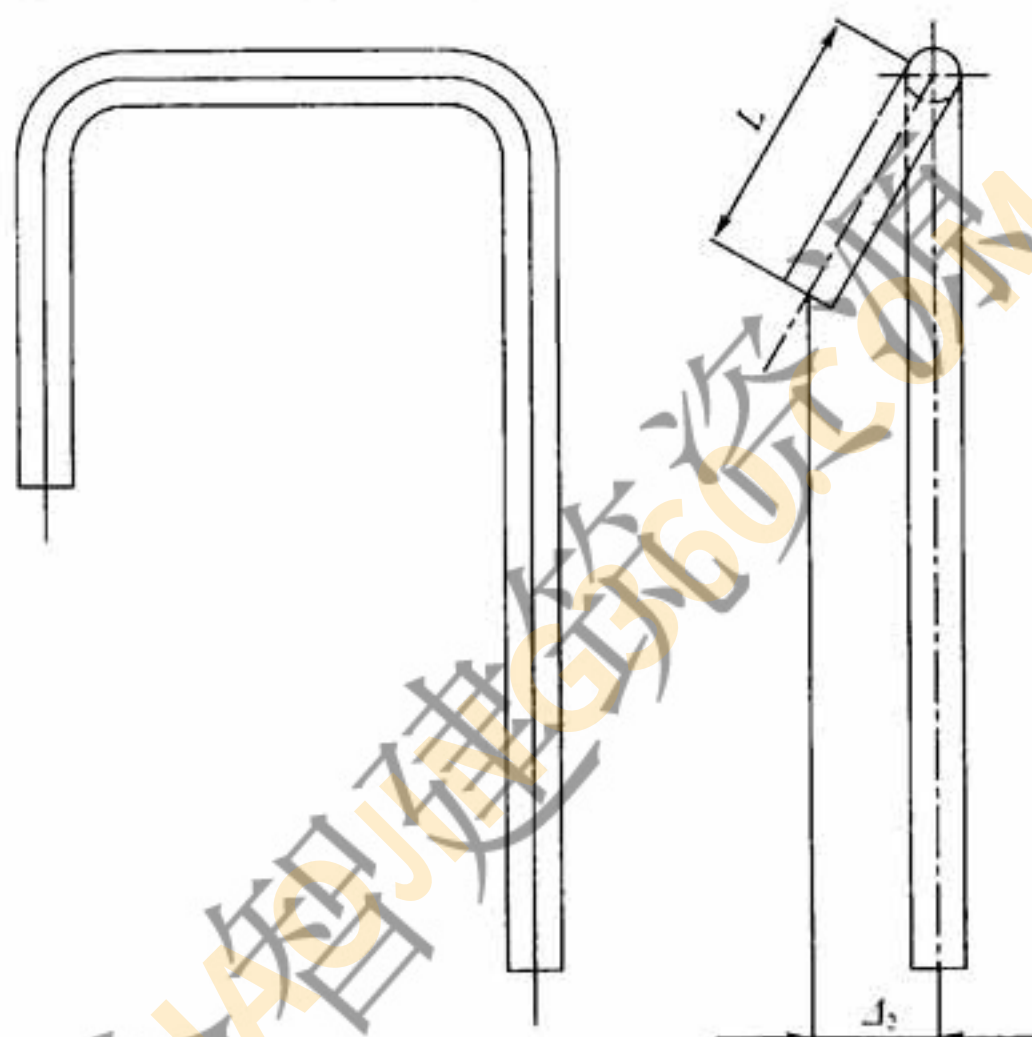


图 5.4.6-2 Π 形弯管平面度

L —弯管的直管段长度； Δ_2 —平面度

5.4.7 弯管加工合格后,应填写管道弯管加工记录和管道热处理报告,格式宜符合本规范表 A.0.3 和表 A.0.4 的规定。

5.5 管口翻边

5.5.1 扩口翻边应符合下列规定:

- 1 管子在翻边前应进行翻边试验。
- 2 扩口翻边用的管子应符合相应材料的国家现行有关标准

以及相应的扩口翻边加工工艺要求。

3 与垫片配合的翻边接头表面应平整,应按管法兰密封面的要求加工,并应符合设计文件和国家现行有关管路附件标准的规定。

4 扩口翻边后的外径及转角半径应保证螺栓及法兰能够自由装卸,法兰与翻边平面的接触应均匀。

5 翻边端面与管道中心线应垂直,垂直度允许偏差应为 $\pm 1\text{mm}$ 。

6 翻边的最小厚度不应小于管子最小壁厚的95%。

7 翻边接头不得有裂纹、豁口、拉痕、划伤、缩颈及褶皱等缺陷。

5.5.2 焊制翻边应符合下列规定:

1 焊制翻边的厚度不应小于连接管子的名义壁厚。

2 与垫片配合的翻边接头表面应按管法兰密封面的要求加工,并应符合设计文件和国家现行有关管路附件标准的规定。

3 焊后应对翻边部位进行机械加工或整形,外侧焊缝应进行修磨。

5.6 支、吊架制作

5.6.1 支、吊架的型式、材质、加工尺寸及精度应符合设计文件和国家现行有关管路附件标准的规定。

5.6.2 支、吊架的组装、主要受力构件焊接和检验应符合设计文件和现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的规定。焊后应进行观察检查,焊接变形应予以矫正。

5.6.3 支、吊架应进行防腐蚀处理,并应分类保管。

5.7 质量验收

1 主控项目

5.7.1 管子弯制后应检查最小厚度,且不得小于直管的名义壁厚。

检验数量:全数检查,每个弯管减薄部位的测厚检查不少于3处。

检验方法:检查测厚报告。

5.7.2 管道支、吊架主要受力构件的无损检测应符合设计文件的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:检查无损检测报告。

II 一般项目

5.7.3 管子切口质量应符合本规范第5.3.3条的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查,测量检查。

5.7.4 弯管质量应符合本规范第5.4.6条的规定。

检验数量:全部检验。

检验方法:几何尺寸检查,检查弯管加工记录。

5.7.5 扩口翻边应符合设计文件的规定,并应符合本规范第5.5.1条的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查,测量检查。

5.7.6 焊制翻边应符合设计文件的规定,并应符合本规范第5.5.2条的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查,测量检查。

5.7.7 制作完成后的管道支、吊架,应检查型式、材质、加工尺寸及精度,并应符合技术文件的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查,测量检查。

5.7.8 管道支、吊架焊接后的外观质量应符合技术文件的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查,测量检查。

6 管道焊接

6.1 一般规定

6.1.1 管道焊接工程施工前应进行焊接工艺评定,评定标准和方法应符合国家现行有关承压设备及管道焊接工艺评定标准的规定。

6.1.2 管道焊接前应依据焊接工艺评定编制焊接工艺规程。

6.1.3 管道焊接环境应符合下列规定:

1 钨极惰性气体保护焊及熔化极气体保护焊环境风速不应大于 1.5m/s,电弧焊、气焊环境风速应小于 8m/s。

2 铝、锆、钛、钽、铌及其合金管道焊接环境湿度应小于 80%,铜、铅及其合金管道焊接环境湿度应小于 90%。

3 焊接环境温度不应低于 5℃。

4 雨雪及大风天气焊接时应采取防护措施。

6.1.4 焊接用保护气体应符合下列规定:

1 管道采用氩气作为保护气体焊接时,氩气的露点应小于 -50℃,并应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的有关规定。氩气保护气体纯度应符合表 6.1.4 的规定。

表 6.1.4 氩气保护气体纯度(%)

管道材质	气体纯度
铜及铜合金	≥99.9
铝及铝合金	≥99.9
镍及镍合金	≥99.9
钛及钛合金	≥99.99
锆及锆合金	≥99.999
钽及钽合金	≥99.999
铌及铌合金	≥99.999

2 氧乙炔焊用乙炔气应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB/T 6819的有关规定,氧气纯度应大于 99.5%。

3 当采用氦气作为保护气体焊接时,氦气应符合现行国家标准《纯氦、高纯氦和超纯氦》GB/T 4844 的有关规定,有色金属管道焊接时的氦气纯度不应低于 99.99%。

6.1.5 定位焊应与正式管道焊接工艺一致。

6.1.6 引弧板和熄弧板材质应与母材相同。

6.1.7 焊接前有预热要求的焊件,焊接前应检查预热温度并记录,预热温度及预热区域范围应符合焊接工艺操作规程要求。

6.1.8 在主管上焊接薄壁支管,应采取防止支管被烧穿的措施。

6.1.9 多层多道焊时,每道焊缝完成后应进行观察检查,不得存在氧化、夹渣、气孔、未熔合等表面缺陷。下一道焊缝焊接前应清除上一道焊缝的焊接缺陷。焊缝接头宜错开布置。

6.1.10 双面焊接在进行背面焊接前,应检查并清除焊缝根部缺陷。

6.1.11 钛、锆、钽、铌及其合金管道焊接时,应制作专用气体保护罩。

6.1.12 焊接用保护气路宜分开设置,并应能独立控制;保护气体输送管应采用塑料软管,不得使用橡胶管或其他吸潮材质管子。

6.1.13 焊缝同一部位的返修不宜超过 2 次;确需进行 2 次以上返修时,应制订返修方案,并应记录。

6.1.14 对管道焊缝进行无损检测和热处理后,应在管道轴测图上标明焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检测方法和位置、补焊位置、热处理和硬度检验的位置。

6.2 焊 前 准 备

6.2.1 管道焊接前应对焊接材料进行检查,并应符合下列规定:

1 焊接材料质量证明文件应符合国家现行有关焊接与切割标准和焊接工艺评定要求的规定。

2 焊接材料外包装应完好、无破损,包装标识应清晰。

3 焊接材料的标识应清晰,应与产品实物相符;焊条表面不应受潮,药皮应完好,焊丝表面应光滑整洁;焊剂不应受潮。

6.2.2 焊件组对及焊接前,坡口处应采用机械法或化学法进行清理,清理范围及要求应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 坡口及坡口两侧表面清理

材 料	坡口两侧清理范围(mm)	清 理 要 求
铜及铜合金	≥ 20	无油污、氧化膜等
铝及铝合金	≥ 50	
镍及镍合金	≥ 20	
铅及铅合金	≥ 20	
钛及钛合金	≥ 20	
锆及锆合金	≥ 20	
钽及钽合金	≥ 20	
铌及铌合金	≥ 20	

6.2.3 管道对接组对应保证管壁平齐,错边量应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 管道组对错边量

材 料		错 边 量
铜及铜合金		不大于壁厚的 10%,且不大于 1mm
铝及铝合金	壁厚不大于 5mm	不大于 0.5mm
	壁厚大于 5mm	不大于壁厚的 10%,且不大于 2mm
镍及镍合金		不大于 0.5mm
铅及铅合金		不大于壁厚的 10%,且不大于 2mm
钛及钛合金、锆及锆合金		不大于壁厚的 10%,且不大于 1mm
铌及铌合金、钽及钽合金		不大于壁厚的 10%

6.3 焊 接 工 艺

6.3.1 铜及铜合金管道焊接应符合下列规定:

1 纯铜及黄铜宜采用气体保护焊。钨极气体保护焊焊接电源应采用直流正接,熔化极气体保护焊焊接电源应采用直流反接。

2 铜及铜合金管道焊接,壁厚大于 4mm 时,焊接前应对管道坡口两侧 100mm~150mm 范围内的母材进行均匀预热,纯铜预热温度宜为 300℃~500℃,黄铜预热温度宜为 100℃~300℃,预热后应清除焊件表面的氧化层。

3 黄铜采用氧乙炔焊接时,应符合下列规定:

- 1)应添加气焊熔剂;
- 2)不等壁厚黄铜管焊接火焰应偏向管壁较厚一侧;
- 3)不同牌号黄铜焊接火焰应偏向熔点较高一侧。

4 有洁净度要求的铜及铜合金管道焊接时,管道内宜充氮气保护。

6.3.2 铝及铝合金管道焊接应符合下列规定:

1 管道焊接宜采用气体保护焊;钨极惰性气体保护焊电源宜采用交流电源,熔化级惰性气体保护焊电源应采用直流反接。

2 管道焊接宜采用大电流、快速焊接的方法,焊丝的横向摆动不宜超过焊丝直径的 3 倍。

3 对于公称尺寸大于 600mm 的管道,宜采用氩弧焊双面对称位置同步焊接。

4 当采用多层多道焊时,道间温度应控制在 150℃以内。

6.3.3 铅及铅合金管道焊接应符合下列规定:

1 壁厚 8mm 以下的铅管宜采用氢氧焰焊接,壁厚 8mm 以上的铅管宜采用氧乙炔焰焊接。

2 长焊缝应采取边刮、边焊方式。

3 水平敷设的固定焊应采用开口焊接法。

4 硬铅及铅合金管垂直敷设的固定焊应采用焊环焊接法。

5 软铅及铅合金管垂直敷设的固定焊应采用杯口焊接法。

6 铅及铅合金管道焊接作业应采取安全防护措施。

6.3.4 镍及镍合金管道焊接应符合下列规定：

- 1 管道焊接宜采用气体保护焊。
- 2 管道打底层焊接宜采用惰性气体保护焊及焊条电弧焊。
- 3 管道采用钨极惰性气体保护焊单面焊双面成形时，管道内部焊缝区域应充氩气保护。
- 4 管道焊接应采用小线能量、短电弧，操作时应不摆动或小摆动，摆动幅度不应大于焊条直径的 2 倍。
- 5 小直径管道焊接时，宜在焊缝的两侧采用强制冷却措施。
- 6 采用多层多道焊时，道间温度应控制在 100℃ 以内。

6.3.5 钛、锆及其合金管道焊接应符合下列规定：

- 1 管道焊接宜采用惰性气体保护焊；钨极惰性气体保护焊时，应采用直流正接；当采用熔化极惰性气体保护焊时，应采用直流反接。
- 2 管道焊接区域及热影响区应充惰性气体保护。
- 3 焊接时焊枪不应摆动，并应采用短弧焊接；焊缝两侧宜采用强制冷却措施。
- 4 采用多层多道焊时，道间温度宜控制在 100℃ 以内。
- 5 焊后应进行焊层表面颜色检查。采用多层多道焊时，应对每道焊缝颜色进行检查，合格后可继续施焊。钛、锆及其合金管道焊缝颜色质量及处理应符合表 6.3.5 的规定。焊缝颜色不合格时，应进行处理或返修。

表 6.3.5 钛、锆及其合金管道焊缝颜色质量及处理

焊 缝 颜 色	质 量 标 准	处 理
银白色	合格	可不处理
金黄色	合格	可不处理
深蓝/蓝色	不合格	应清除蓝色
灰色/其他颜色	不合格	应进行返修

6.3.6 钽、铌及其合金管道焊接应符合下列规定：

- 1 管道焊接宜采用惰性气体保护焊或电子束焊；当采用钨极

惰性气体保护焊时,焊接应采用直流正接。

2 管道应在真空状态或惰性气体保护状态下进行焊接。

3 管道组成件无法在真空容器中进行焊接作业时,宜在洁净车间内进行作业,车间净化等级宜为 10 万级。

4 采用多层多道焊时,道间温度宜控制在 60℃ 以内。

5 焊后应进行焊层表面颜色检查。采用多层多道焊时,应对每道焊缝颜色进行检查,合格后可继续施焊。钽、铌及其合金管道焊缝颜色质量及处理应符合表 6.3.6 的规定。焊缝颜色不合格时,应进行处理或返修。

表 6.3.6 钽、铌及其合金管道焊缝颜色质量及处理

焊 缝 颜 色	质 量 标 准	处 理
银白色	合格	可不处理
深蓝/蓝色	不合格	应去除蓝色
灰色/其他颜色	不合格	应进行返修

6.4 焊后热处理

6.4.1 管道焊后热处理应符合热处理工艺文件的规定。

6.4.2 采用局部加热热处理时,加热范围应以焊缝中心为基准,每侧不应小于焊缝宽度的 3 倍,且不应小于 100mm。对热处理后进行返修的焊缝,返修后应重新进行热处理。

6.4.3 管道焊后热处理应填写热处理报告,格式应符合本规范表 A.0.4 的规定。

6.4.4 管道及管道组成件焊后热处理,尚应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 和《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 的规定。

6.5 焊 后 检 验

6.5.1 管道焊接作业后应对焊缝外观进行质量检查,焊缝表面不得有咬边,以及凹陷、气孔、夹渣、未焊透等缺陷。无损检测应在外

观检验合格后进行。

6.5.2 焊接后的管道表面应无电弧擦伤、焊渣及飞溅物。

6.5.3 管道焊缝无损检测应符合设计文件的规定,当设计文件无明确规定时,应符合下列规定:

1 有再热裂纹倾向的焊缝表面,应在焊接完成后和热处理后各进行 1 次无损检测。

2 钼、铌及其合金管道焊接完成后,应对全部焊缝表面进行渗透检测。

6.5.4 焊缝质量应按设计文件的规定进行无损检测,并应符合下列规定:

1 无损检测发现有不合格焊缝时,应进行返修处理,并应对返修部位重新进行无损检测。

2 无损检测的局部检验或抽样检验发现有不合格焊缝时,应对同一焊工所焊的同一检验批焊缝采用同一检验方法进行扩大检验,扩大检验数量应为原检验焊缝数量的 2 倍。

3 在焊缝上开孔或开孔补强时,应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板尺寸范围内的焊缝进行 100% 射线检测或超声检测;被补强板覆盖的焊缝应磨平,管孔边缘不应存在焊缝缺陷。

6.5.5 管道焊接检查应填写管道焊接检查记录,格式宜符合本规范表 A.0.5 的规定。

6.6 质量验收

I 主控项目

6.6.1 管道焊接前应对焊接材料进行质量检查,并应符合本规范第 6.2.1 条的规定。

6.6.2 管道对接组对完成后,应对错边量进行检查,并应符合本规范第 6.2.3 条的规定。

6.6.3 钛、锆及其合金管道应在焊接完成后、清理前对焊缝表面颜色进行检查,焊缝颜色应符合本规范第 6.3.5 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查焊接过程记录。

6.6.4 钽、铌及其合金管道应在焊接完成后、清理前对焊缝表面颜色进行检查,焊缝颜色质量应符合本规范第 6.3.6 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查焊接过程记录。

6.6.5 管道焊缝外观质量应符合本规范第 6.5.1 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查,检查焊接记录。

6.6.6 焊缝表面应按设计文件的规定进行渗透检测。当设计文件对焊缝表面无损检测无要求时,钽、铌及其合金管道全部焊缝表面应进行渗透检测。检测不合格的焊缝应进行返修处理,对返修部位应重新进行渗透检测。焊缝表面渗透检测应符合下列规定:

1 铜、铝、镍、钛及其合金管道焊缝表面质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 中 I 级的规定。

2 铅、锆、钼、铌及其合金管道焊缝表面不得存在裂缝、未焊透、焊瘤、气孔和线形缺陷。圆形缺陷直径不应大于 1.5mm,且在评定框尺寸 35mm×100mm 范围内不应超过 1 个。

检验数量:符合设计文件的规定。

检验方法:检查无损检测报告和管道轴测图。

6.6.7 渗透检测时,对于局部检验或抽样检验不合格的焊缝,应对同一焊工所焊的同一检验批焊缝采用同一检测方法进行扩大检验,扩大检验数量应为按原检验焊缝数量的 2 倍,并应符合下列规定:

1 铜、铝、镍、钛及其合金管道焊缝表面质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 中 I 级的规定。

2 铅、锆、钼、铌及其合金管道焊缝表面不得存在裂缝、未焊透、焊瘤、气孔和线形缺陷。圆形缺陷直径不应大于 1.5mm,且在评定框尺寸 35mm×100mm 范围内不应超过 1 个。

检验数量:符合设计文件的规定。

检验方法:检查无损检测报告和管道轴测图。

6.6.8 焊缝内部质量应按设计文件的规定进行超声检测或射线检测。检测不合格的焊缝应进行返修处理,对返修部位应重新进行检测。检测等级应符合下列规定:

1 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 超声检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅰ级;局部检测或抽样检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅱ级。

2 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 射线检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅱ级,局部检测或抽样检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅲ级。

3 铅、锆、钽、铌及其合金管道采用进行 100% 超声检测、局部检测或抽样检测时,焊缝内不得存在裂缝、未熔合、未焊透缺陷。

4 铅、锆、钽、铌及其合金管道进行 100% 射线检测和局部或抽样检测时,焊缝内不得存在烧穿、裂纹、夹杂、未熔合、未焊透、错边、气孔、根凹、根部咬边缺陷。

检验数量:符合设计文件的规定。

检验方法:检查无损检测报告和管道轴测图。

6.6.9 超声检测或射线检测时,对于局部检验或抽样检验不合格的焊缝,应对同一焊工所焊的同一检验批焊缝采用同一检测方法进行扩大检验,扩大检验数量应为按原检验焊缝数量的 2 倍;检测等级应符合下列规定:

1 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 超声检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅰ级,局部检测或抽样检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅱ级。

2 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 射线检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定

的Ⅱ级,局部检测或抽样检测的焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅲ级。

3 铅、锆、钽、铌及其合金管道进行 100% 超声检测、局部检测或抽样检测时,焊缝内不得存在裂缝、未熔合、未焊透缺陷。

4 铅、锆、钽、铌及其合金管道进行 100% 射线检测、局部检测或抽样检测时,焊缝内不得存在烧穿、裂纹、夹杂、未熔合、未焊透、错边、气孔、根凹、根部咬边缺陷。

检验数量:符合设计文件的规定。

检验方法:检查无损检测报告和管道轴测图。

6.6.10 在焊缝上开孔或开孔补强时,应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板尺寸范围内的焊缝进行无损检测,检测标准应符合下列规定:

1 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 射线检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅱ级。

2 铜、铝、镍、钛及其合金管道进行 100% 超声检测时,焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 规定的Ⅰ级。

3 铅、锆、钽、铌及其合金管道进行 100% 射线检测时,焊缝内不得存在烧穿、裂纹、夹杂、未熔合、未焊透、错边、气孔、根凹、根部咬边缺陷。

4 铅、锆、钽、铌及其合金管道进行 100% 超声检测时,焊缝内不得存在裂缝、未熔合、未焊透缺陷。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查无损检测报告和管道轴测图。

Ⅱ 一般项目

6.6.11 管子、管件接头的坡口形式、尺寸、清理质量应符合焊接工艺文件要求及本规范第 6.2.2 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查。

7 管道系统安装

7.1 一般规定

- 7.1.1 管道应根据设计文件、材料质量证明文件、材料性能等选用安装工艺及工具。
- 7.1.2 管道连接时,如存在端面间隙、错边、不同轴等情况,不得采用强力对接、加热管子、加偏垫或双垫的方法进行消除。
- 7.1.3 管道采用绝缘连接方式时,绝缘电阻值应符合设计文件的规定。
- 7.1.4 管道坡度、坡向、管道组成件的安装方向应符合设计文件的规定。
- 7.1.5 管道穿越墙体、楼板或构筑物时,应加设保护套管,套管与管道间应使用对管道无害的阻燃材料填塞。
- 7.1.6 有色金属管道组成件与黑色金属管道支承件之间,不得直接接触,应采用与管道同材质或对管道组成件无损害的材料进行隔离。
- 7.1.7 管道安装中断时,应对管口进行临时封堵。
- 7.1.8 管道安装过程中及安装完成后,应采取防止切割、焊接等作业产生的飞溅物损伤及污染管道的措施。
- 7.1.9 安装后的管道不得承受设计文件规定以外的载荷。
- 7.1.10 管道安装隐蔽工程应经验收合格后隐蔽,并应填写隐蔽工程验收记录,格式宜符合本规范表 A.0.6 的规定。

7.2 螺纹连接

- 7.2.1 螺纹连接应根据工况条件选用保护剂、润滑剂等,并不应对输送介质或管道产生影响。

- 7.2.2 螺纹连接的管道在安装前,应检查螺纹是否整洁、光滑、完好。
- 7.2.3 管螺纹宜采用车床切削加工,不应采用套丝机加工。
- 7.2.4 螺纹接头采用密封焊时,不应使用螺纹保护剂和密封材料。

7.3 法 兰 连 接

- 7.3.1 法兰、法兰垫片和紧固件的型式及参数应符合设计文件和国家现行有关管路附件标准的规定。
- 7.3.2 法兰连接前,应检查法兰密封面及垫片,不应有影响密封性能的划痕、斑点等缺陷。
- 7.3.3 法兰密封面应使用 1 个垫片。大直径垫片拼接时,对接口线不得沿径向设置,不应采用平口对接,应采用斜口或迷宫式拼接。
- 7.3.4 法兰应与管道同心装配,螺栓应能自由穿入,成对法兰密封面应保持平行,法兰平行度偏差应为法兰外径的 $0 \sim 1.5\%$,且不得大于 2mm。
- 7.3.5 法兰连接时,各紧固螺栓力矩应相等,并应达到设计值。不得用强紧螺栓的方法消除法兰接头的歪斜,紧固法兰螺栓应对称交叉进行。
- 7.3.6 法兰连接应使用同一规格的螺栓,螺栓安装方向应一致。紧固后的螺栓与法兰面间不得有楔缝,需要加设垫圈时,不应超过 1 个。紧固后的螺栓端头宜与螺母平齐。
- 7.3.7 松套法兰的焊接肩圈的材料牌号应与连接管道的材料牌号相同。
- 7.3.8 高温或低温管道应采取防止因热胀冷缩导致螺纹松动的措施。
- 7.3.9 铅及铅合金管道采用法兰连接时,应使用软质密封垫片。

7.4 管 段 预 制

7.4.1 管段预制前应现场实测确认,并应在轴测图上标明管线号、管段编号、现场组焊位置和调节余量。预制后,管段上的标记应与轴测图一致。

7.4.2 结构复杂的管段预制前,宜通过专用软件模拟确定预制管段的空间形状、尺寸及方位。

7.4.3 管段预制过程中,应核对并保留管道组成件的标识,并应做好标识移植。

7.4.4 封闭管段应按现场实测的安装长度进行加工。

7.4.5 管道上仪表取源部件的开孔和焊接宜在管段预制时进行。

7.4.6 管段预制后,管段内部应清理干净,管口应封闭。

7.4.7 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差应符合表 7.4.7 的规定。

表 7.4.7 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差(mm)

项 目		允 许 偏 差	
		自由管段	封闭管段
长度		± 10	± 1.5
法兰密封面与管子中心线的垂直度	$DN < 100$	0.5	0.5
	$100 \leq DN \leq 300$	1.0	1.0
	$DN > 300$	2.0	2.0
法兰螺栓孔的对称同轴度		± 1.6	± 1.6

注:DN 为管道的公称直径。

7.5 管 道 安 装

7.5.1 管道支、吊架间距应符合设计文件的规定。

7.5.2 试运行,高温或低温管道的法兰螺栓应按下列规定进行热态紧固或冷态紧固:

1 管道热态紧固或冷态紧固温度宜符合表 7.5.2 的规定。

表 7.5.2 管道热态紧固或冷态紧固温度(℃)

管道工作温度	一次热态、冷态紧固温度	二次热态、冷态紧固温度
>350	350	管道工作温度
250~350	管道工作温度	—
-20~250	—	—
-20~-70	管道工作温度	—
<-70	-70	管道工作温度

2 热态紧固或冷态紧固应在达到管道工作温度 2h 后进行。

3 紧固螺栓时,管道最大内压应根据设计压力确定。当设计压力小于或等于 6MPa 时,热态紧固时的最大内压力不应大于 0.3MPa;当设计压力大于 6MPa 时,热态紧固时的最大内压不应大于 0.5MPa。冷态紧固应在泄压后进行。

4 紧固螺栓时,应采取保证操作人员安全的技术措施。

7.5.3 法兰连接的管道安装时,法兰平面距支、吊架或墙面的距离不宜小于 100mm。

7.5.4 翻边松套法兰与管子的安装应符合下列规定:

1 公称直径小于或等于 50mm 时,同轴度偏差应为 0~1mm。

2 公称直径大于 50mm 时,同轴度偏差应为 0~2mm。

7.5.5 焊缝不应设置在穿墙、穿楼板的套管内及支、吊架处。焊缝距支、吊架最近边缘的净距离不应小于 50mm。需要进行热处理的焊缝,距支、吊架距离不应小于焊缝宽度的 5 倍,且不得小于 100mm。

7.5.6 同一直管段上两相邻焊缝中心面间的距离应符合下列规定:

1 公称直径大于或等于 150mm 时,不应小于 150mm。

2 公称直径小于 150mm 时,不应小于管外径,并不应小于 100mm。

7.5.7 管道焊接时,不宜在管道焊缝及其边缘处开孔或安装

支管。

7.5.8 管道支、吊架安装应符合下列规定：

1 管道支、吊架固定和调整应随管道安装进行，安装应牢固，位置应准确。

2 有热位移的管道吊架，吊点应设在位移的相反方向，并按热变形量计算值的 $1/2$ 偏位安装；热位移方向相反或位移值不等的不同管道，不得使用同一吊杆；无热位移的管道吊架，吊杆应垂直安装。

3 固定支架安装应符合设计文件的规定，并应在补偿装置预拉伸或压缩前进行固定；无补偿装置的冷、热管道直管段，不得同时安装 2 个及 2 个以上固定支架。

4 导向支架或滑动支架的滑移面应平滑、洁净，不得有歪斜、卡涩现象。滑动支架底板处不得临时点焊进行定位，不得焊接仪表及电气构件等。有热位移的管道，当设计文件无规定时，支架安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移，偏移量应为位移值的 $1/2$ ，绝热层不得妨碍支架位移。

5 弹簧支、吊架的弹簧高度应符合设计文件的规定，弹簧应调整至冷态值，并应进行记录。弹簧支、吊架的限位装置，应在管道系统安装、压力试验、绝热施工完成后再拆除。

6 在槽钢、工字钢翼板斜面上紧固管架，紧固件应设置相应的斜垫片。

7 管道安装时，不宜使用临时支、吊架；当使用临时支、吊架时，不得与正式支、吊架的位置冲突，临时支、吊架不得直接焊在管子上，并应有标识，应在管道安装完成后再拆除。

8 支、吊架安装完成后，应进行检查，并应填写支、吊架安装记录，格式宜符合本规范表 A.0.7 的规定。

7.5.9 阀门安装应符合下列规定：

1 阀门安装前，应按设计文件核对阀门型号，并按介质流向确定阀门的安装方向。

2 阀门与管道采用法兰或螺纹连接时,阀门应在关闭状态下安装阀门;阀门与管道采用焊接连接时,应在开启状态下安装阀门。

3 水平管路上的阀门,阀杆应朝上安装。

4 公称直径大于或等于 25mm 的管道,阀门安装处应单独设置支承装置。

5 不得采取强力对接的方式安装阀门,阀门不得承受设计以外的载荷。

6 阀门操作机构和传动装置应动作可靠、启闭灵活、指示准确。

7 安全阀安装应符合下列规定:

1)安全阀应垂直安装;

2)安全阀的出口管道应设置在对人或设施无损害的安全地点;

3)安全阀的进、出口管道上不得设置切断阀,必须设置时,切断阀应处在全启状态,并应用铅封锁定;

4)在管道试运行,应按现行行业标准《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 的有关规定和设计文件的规定对安全阀进行最终压力调整,并应做好调整记录,应使用铅封锁定。

7.5.10 补偿装置安装应符合下列规定:

1 方形补偿器的安装应符合下列规定:

1)方形补偿器安装前,应按设计文件的规定进行预拉伸或预压缩,预伸缩量的允许偏差应为预伸缩量的 10%,且不应大于 10mm;

2)预拉伸或预压缩应在两个固定支架之间的管道安装完成后进行,并应与固定支架连接牢固后进行;

3)预拉伸或预压缩的焊缝位置与膨胀弯管的起弯点距离应大于 2m;

4) 方形补偿器水平安装时,水平臂应与管道坡度相同;垂直安装时,最高点应设置排气装置,最低点应设置泄液装置。

2 波纹管膨胀节的安装应符合下列规定:

1) 波纹管膨胀节搬运、吊装时,绳索不得绑扎在波纹管的波节上;

2) 波纹管膨胀节安装前,应按设计文件的规定进行预拉伸或预压缩;

3) 波纹管膨胀节安装时,应设置临时约束装置,并应在管道安装固定后拆除临时约束装置;

4) 波纹管膨胀节在水平管道上安装时,波纹管膨胀节内套有焊缝的一侧应位于水平管道上介质的流入端;

5) 波纹管膨胀节在垂直管道上安装时,波纹管膨胀节内套有焊缝的一侧宜置于管道上部;

6) 安装时,应保证波纹管膨胀节与管道的同轴度,不得偏斜或引起膨胀节的周向扭转。在波纹管的两端应设置导向支架和固定支架,对管道的安装误差,不得采用使管道变形或膨胀节补偿的方法进行调整。

3 补偿装置安装完成后,应检查补偿装置的安装质量,并应填写管道补偿装置安装记录,格式应符合本规范表 A.0.8 的规定。

7.5.11 静电接地安装应符合下列规定:

1 管道系统的接地电阻值、接地位置及连接方式应符合设计文件的规定,接地引线应采用焊接形式。

2 有静电接地要求的管道,每对法兰或其他接头间电阻值超过 0.03Ω 时,应采用导线跨接。

3 跨接导线或接地引线不得与管道直接连接,应采用同材质的连接板过渡。

4 用作静电接地的材料或管道元件,安装前不得涂刷涂料,导电接触面应进行除锈处理,并应紧密连接,两接触件间的电阻值

不得超过 0.03Ω 。

5 静电接地安装完成后应进行测试,电阻值超过规定时,应进行检查与调整,并应填写管道静电接地测试记录,格式宜符合本规范表 A.0.9 的规定。

7.5.12 安装完成的管道表面应平整、光洁,机械划伤、异物嵌入等损伤的深度不得超过管道壁厚的允许偏差值。

7.5.13 管道安装允许偏差应符合表 7.5.13-1、表 7.5.13-2 的规定。安装作业应填写管道安装记录,格式宜符合本规范表 A.0.10 的规定。

表 7.5.13-1 铜、铝、铅、钽、铌及其合金管道安装的允许偏差(mm)

项 目		允 许 偏 差
坐标	室外	± 25
	室内	± 15
标高	室外	± 20
	室内	± 15
水平管道平直度	$DN \leq 100$	$1L\%$, 最大 20
	$DN > 100$	$1.5L\%$, 最大 25
立管垂直度		$2L\%$, 最大 15
成排管道间距		15
交叉管道的外壁或绝热层间距		20

注:DN 为管道的公称直径, L 为管道长度。

表 7.5.13-2 钛、镍、锆及其合金安装的允许偏差(mm)

项 目			允 许 偏 差
坐标	架空及地沟	室外	25
		室内	15
标高	架空及地沟	室外	± 20
		室内	± 15
水平管道平直度	$DN \leq 100$		$1L\%$, 最大 15
	$DN > 100$		$1.5L\%$, 最大 25

续表 7.5.13-2

项 目	允许偏差
立管垂直度	2‰, 最大 10
成排管道间距	15
交叉管道的外壁或绝热层间距	20

注: DN 为管道的公称直径, L 为管道长度。

7.6 质量验收

I 主控项目

7.6.1 有色金属管道组成件与黑色金属管道支承件之间隔离材料的材质及性能应符合设计文件的规定。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察检查, 检查隔垫的合格证及质量证明文件。

7.6.2 高温或低温管道法兰的紧固螺栓, 在运行时应按本规范第 7.5.2 条的规定进行热态紧固或冷态紧固。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 检查施工记录。

7.6.3 管道支、吊架的安装质量应符合本规范第 7.5.8 条的规定。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察检查, 测量检查, 检查管道支、吊架安装记录。

7.6.4 安全阀的安装质量应符合本规范第 7.5.9 条的规定。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 观察检查, 检查安全阀调整记录。

7.6.5 补偿装置的安装质量应符合本规范第 7.5.10 条的规定。

检验数量: 全数检查。

检验方法: 核查设计文件和产品技术文件。

7.6.6 静电接地的安装质量应符合本规范第 7.5.11 条的规定。

检验数量: 全数检查。

检验方法:测量电阻值,检查管道静电接地测试记录。

II 一般项目

7.6.7 成对法兰密封面应平行,法兰平行度偏差应为法兰外径的 $0\sim 1.5\%$,且不得大于2mm。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查。

7.6.8 法兰紧固螺栓的安装质量应符合本规范第7.3.6条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

7.6.9 翻边松套法兰与管子的安装应符合本规范第7.5.4条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查。

7.6.10 预制管段的标注及管口封闭应符合本规范第7.4.1条和第7.4.6条的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:观察检查。

7.6.11 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差应符合本规范表7.4.7的规定。

检验数量:全数检验。

检验方法:直尺检查。

7.6.12 管道坡度、坡向及管道组成件的安装方向应符合设计文件的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:水准仪或水平尺检查,检查安装记录。

7.6.13 管道穿越墙体、楼板或构筑物时,应符合本规范第7.1.5条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查,检查安装记录。

7.6.14 法兰平面距支、吊架或墙面的安装距离应符合本规范第 7.5.3 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:测量检查。

7.6.15 穿越墙体、楼板及需热处理的焊缝设置应符合本规范第 7.5.5 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测量检查。

7.6.16 阀门的安装位置、方向应符合设计文件的规定。连接应牢固、紧密,启闭应灵活。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,启闭检查。

7.6.17 管道安装完成后,管道表面质量应符合本规范第 7.5.12 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,测厚检查。

7.6.18 管道安装完成后,应检查安装质量,管道安装记录格式应符合本规范表 A.0.10 的规定。管道安装允许偏差应符合本规范表 7.5.13-1、表 7.5.13-2 的规定。

检验数量:每条管线号抽查不少于 3 处。

检验方法:水平尺、经纬仪、直尺、拉线或吊线检查。

8 管道系统压力试验

8.1 一般规定

8.1.1 管道系统除绝热施工外的安装工作全部完成并经检验合格后,应进行压力试验。

8.1.2 管道系统应根据设计文件的规定进行压力试验,并应符合下列规定:

1 压力试验前,应编制压力试验方案,并应采取安全措施。

2 压力试验方案应经审批确认后实施。

3 压力试验前,应对操作人员进行安全、技术交底。

4 由两种或两种以上材质组成的管道系统,应按不同材质的管道分别进行压力试验。

5 压力等级不同的管道及不宜与管道一起进行压力试验的设备、安全阀、爆破片、仪表等,应实施隔离,并应分别进行压力试验。

8.1.3 除设计文件规定进行气压试验的管道外,管道系统的压力试验应采用液体介质进行,液压试验确有困难时,经设计单位和建设单位同意,可用气压试验代替,并应采取安全措施。

8.1.4 压力试验用的压力表应经过检定,并应在有效期内,精度不应低于 1.6 级,压力表的量程应为被测压力最大值的 1.5 倍~2 倍。压力表不应少于 2 块,并应在压力试验的管道两端各设置 1 块压力表。

8.1.5 压力试验中发生泄漏时,不应带压修复。泄漏消除后,应重新升压进行压力试验。

8.1.6 压力试验介质排放应选择对人或设施无损害的安全地点,并应在专业人员的控制和监视下进行。试验介质排放应符合国家有关安全和环境保护的要求。

8.1.7 在压力试验完成后的管道上进行修补作业或增设物件时,应重新进行压力试验。

8.1.8 管道系统压力试验合格后,应拆除盲板及膨胀节等临时约束装置,并应填写管道系统压力试验记录,格式应符合本规范表 A.0.11 的规定。

8.2 液 压 试 验

8.2.1 管道系统进行液压试验前,应对管道系统和临时加压管道的外观、几何尺寸、连接质量及安全设施进行检查。

8.2.2 管道系统液压试验应使用洁净水。镍及镍合金管道或设备上连接有镍及镍合金管道进行试验时,水中的氯离子含量不得超过 50mg/L。当采用可燃液体介质进行试验时,液体介质的闪点不得低于 50℃,并应采取安全防护措施。

8.2.3 承受内压的地上管道系统试验压力应为设计压力的 1.5 倍。当管道的试验温度低于设计温度时,试验压力应符合下列规定:

1 试验压力应按下式计算:

$$P_T = 1.5P \frac{[\sigma]_T}{[\sigma]_d} \quad (8.2.3)$$

式中: P_T ——试验压力(MPa);

P ——设计压力(MPa);

$[\sigma]_T$ ——试验温度下管材的许用应力(MPa);

$[\sigma]_d$ ——设计温度下管材的许用应力(MPa)。

2 当试验温度下管材的许用应力与设计温度下管材的许用应力的比值大于 6.5 时,应取 6.5。

3 应校核管道在试验压力条件下的应力,当在试验温度下,试验压力产生超过屈服强度的应力时,应将试验压力降至不超过屈服强度时的最大压力。

8.2.4 管道与设备应分开进行压力试验。当管道与设备组成一个压力试验系统,管道试验压力小于或等于设备的试验压力时,应

按管道的试验压力进行压力试验；当管道试验压力大于设备试验压力，并无法将管道与设备分开，设备的试验压力大于本规范公式(8.2.3)计算的管道试验压力的77%时，经审核批准后，可按设备的试验压力进行压力试验。

8.2.5 对位差较大的管道，试验压力应计入试验介质的静压。液体管道的试验压力应以最高点的压力为准，最低点的压力不得超过管道组成件的承受力。

8.2.6 对承受外压的管道，试验压力应为设计内、外压力差的1.5倍，并不得低于0.2MPa。

8.2.7 管道系统液压试验时，试验管道的最高点应加设排气装置，最低点应加设泄液装置。试验前，应排尽压力试验管道内的空气。

8.2.8 管道系统液压试验的环境温度不宜低于5℃，当环境温度低于5℃时，应采取防冻措施。

8.2.9 液压试验应缓慢升压，当压力升至试验压力时，应稳压10min，然后将试验压力降至工作压力后，应稳压30min，并应检查压力试验管路，压力试验应无异常，管道无变形及渗漏，当压力无下降时，液压试验应判定为合格。

8.2.10 液压试验合格后，应排尽管道系统中的压力试验液体介质，并应在清理干净后，用干燥洁净的压缩空气将管道吹干。

8.3 气压试验

8.3.1 管道系统应按设计规定进行气压试验，气压试验应符合下列规定：

1 试验介质应采用干燥洁净的空气、氮气或其他不易燃烧和无毒的气体。

2 试验压力应为设计压力的1.15倍。

3 试验气体的加压系统应有压力控制装置，并应在气压试验管道上安装超压泄放安全装置，设定的开启压力不得高于试验压

力加上 0.345MPa 或 1.1 倍试验压力二者中的最小值。

4 气压试验前,应用压力试验气体进行预试验,试验压力宜为 0.2MPa。

5 气压试验应缓慢升压,当压力升至试验压力的 50%时,应稳压检查,在确认无异常或泄漏情况后,应按试验压力的 10%逐级升压,每升一级,应稳压 3min;压力升至试验压力后,应稳压 10min;然后将压力降至设计压力,检查管道各接口及连接处应无渗漏,当压力无下降时,气压试验应判定为合格。

8.3.2 气压试验合格后,应按试验压力的 10%逐级减压至管外大气压力。

8.4 泄漏性试验

8.4.1 输送极度危害介质、高度危害介质以及可燃介质的管道,应进行泄漏性试验。

8.4.2 泄漏性试验应在压力试验合格后进行,试验介质宜采用空气,泄漏性试验压力应为设计压力。

8.4.3 泄漏性试验可与试车工作同时进行。

8.4.4 泄漏性试验应按试验压力的 10%逐级缓慢升压,当达到试验压力后,应稳压 30min,阀门的填料函、法兰以及各连接点、接口应无泄漏。

8.4.5 经气压试验合格,并在试验后未经拆卸过的管道,可不进行泄漏性试验。

8.4.6 铜及铜合金管不宜用氨气检漏。

8.4.7 泄漏性试验合格后,应按规定速度缓慢泄压,并应填写泄漏性试验记录,格式应符合本规范表 A.0.11 的规定。

8.5 质量验收

I 主控项目

8.5.1 管道系统压力试验前,应检查压力试验范围内的管道系

统,安装质量应符合设计文件的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查全部安装资料及试验、检验资料。

8.5.2 管道系统压力试验应有经审批确认的压力试验方案。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查压力试验方案及审批程序。

8.5.3 管道系统液压试验应符合本规范第 8.2 节的有关规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查压力试验记录。

8.5.4 管道系统气压试验介质的选用、压力设定、稳压时间、合格标准应符合本规范第 8.3 节的有关规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查试验记录及报告。

8.5.5 泄漏性试验应按设计文件的规定进行,并应符合本规范第 8.4 节的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查泄漏性试验记录。

II 一般项目

8.5.6 液压试验后的管道系统应符合本规范第 8.2.10 条的有关规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

9 管道系统吹扫与清洗

9.1 一般规定

9.1.1 压力试验合格后的管道系统投入使用前,应对管道系统进行吹扫和清洗,并应编制管道系统吹扫与清洗方案,方案应经审批后实施。吹扫和清洗应采取安全措施。

9.1.2 管道系统吹扫与清洗应根据管道的使用要求、材质、工作介质、管道组成件的复杂程度、现场条件及管道内表面的洁净程度确定吹扫与清洗方案,吹扫前应进行技术交底。

9.1.3 不允许吹扫与清洗的管道及设备应进行隔离,吹扫与清洗管道系统中所用隔离或封堵用的盲板应加注标识。

9.1.4 管道系统吹扫与清洗前,应检查管道支、吊架的牢固程度,并应采取加固措施。

9.1.5 管道系统吹扫与清洗前,应将孔板流量计、阀门、仪表等管道组成件暂时拆除,并应以模拟体或临时短管替代,管道系统吹扫与清洗合格后应重新复位。以焊接形式连接的阀门、仪表等部件,应采取保护措施后再进行吹扫与清洗。

9.1.6 管道系统吹扫与清洗用的临时管道,应预先吹扫与清洗干净后再使用。

9.1.7 管道系统吹扫与清洗作业应按主管、支管、疏排管的顺序依次进行。

9.1.8 管道系统吹扫与清洗的排放口应设置在对人或设施无损害的安全地点,并应设置禁区和警戒线,应悬挂警示牌。

9.1.9 在待吹扫与清洗管道上的阀门或盲板打开前,不得关闭前一段管道上的排放阀或堵板。

9.1.10 管道系统吹扫与清洗合格后,检查、恢复工作及其他作业

不得影响管内清洁。

9.1.11 管道系统吹扫、清洗合格后,投入使用前应封闭,并应填写管道系统吹扫与清洗检查记录,格式应符合本规范表 A.0.12 的规定。

9.1.12 脱脂液、化学清洗液在使用前,应按脱脂液、化学清洗液的技术条件,对外观、不挥发物、水分、反应介质及油脂含量进行复验。

9.1.13 化学清洗和脱脂作业的操作人员应穿戴专用防护用具。

9.1.14 化学清洗液、脱脂残液及其他废液、清洗废水的处理和排放,应符合国家现行有关污染物排放标准的规定,并应进行无害化处理,不得随意排放。

9.2 管道系统水冲洗

9.2.1 管道系统冲洗应使用洁净水。冲洗镍及镍合金管道时,水中氯离子含量不得超过 50mg/L。

9.2.2 管道系统水冲洗的平均流速不应低于 1.2m/s,冲洗压力宜为 0.2MPa~0.3MPa,并不得超过设计压力。

9.2.3 冲洗用临时进水管道的截面面积宜与被冲洗管道的截面面积相近,但不得小于被冲洗管道截面积的 60%,冲洗用临时排放管道的截面面积不得小于进水管道的截面面积,排水时不得形成负压。

9.2.4 管道系统水冲洗作业应连续进行,当设计无规定时,排出口与入口处的水色和透明度经目测应一致。

9.2.5 管道系统冲洗合格后,应排净管道内积水,并应将管道吹干。

9.3 管道系统吹扫

9.3.1 管道系统吹扫压力不得大于系统设备和管道的设计压力;铜、铝、镍、钛、锆、钽、铌及其合金管吹扫平均流速不应小于 20m/s,铅及铅合金管吹扫平均流速不应小于 15m/s,且不应小于

设计流速。

9.3.2 忌油管道系统应使用无油压缩空气或其他不含油的气体进行吹扫作业。

9.3.3 吹扫时,宜使用白布或涂有白漆的靶板在排气口停放5min,未发现氧化物、水或其他脏物后,应再继续吹扫3min。

9.3.4 当工作介质为可燃或助燃气体的管道,用压缩空气吹扫合格后,使用前应使用安全气体进行置换作业。

9.3.5 临时排气管道应接至室外安全地点,排出口距地面不应小于2.5m,并应远离火源。

9.4 管道系统脱脂

9.4.1 忌油管道系统应按设计文件的规定进行脱脂处理。

9.4.2 配制的脱脂液应经试验鉴定,脱脂剂或脱脂液对工件、人体、环境应无危害。

9.4.3 脱脂现场应保持通风,不应受雨水、尘埃的污染,脱脂剂或脱脂液不宜受阳光直接照射。

9.4.4 脱脂、检验及安装使用的工器具、量具、仪表等,应在使用前按脱脂要求预先进行脱脂处理。

9.4.5 污染严重的管道脱脂作业前,应吹扫或擦洗管道内、外面。

9.4.6 已脱脂处理过的管道组成件,安装时应采取防止被再次污染的措施。

9.4.7 脱脂处理后的管道组成件,应排净内部残液,不应采用自然蒸发的干燥方法清除残液。

9.4.8 管道元件脱脂检验合格后应进行封闭,应使用洁净材料包装,应加注标识,并应填写脱脂记录。

9.4.9 管道系统脱脂应符合设计文件的规定。

9.5 管道系统化学清洗

9.5.1 化学清洗液的配方及技术参数的选择应通过试验确定。

9.5.2 在线循环化学清洗作业,应在管道系统压力试验合格后进行,对无须化学清洗的设备及管路应进行隔离,清洗液应从管道系统低端流入、高端流出。

9.5.3 管道的酸洗钝化作业,应按脱脂去油、酸洗、水洗、钝化、水洗、干燥的顺序进行。

9.5.4 配制酸洗液时,应先加水、后加酸液。

9.5.5 纯铜和黄铜管道酸洗应分开进行,铜及铜合金管道酸洗时不应使用铁制工具。

9.5.6 化学清洗合格后的管道系统,应采取防止再次污染的保护措施。

9.5.7 管道系统化学清洗应符合设计文件的规定。

9.6 质量验收

1 主控项目

9.6.1 管道系统吹扫和清洗应有经审批的方案。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查压力试验方案及审批资料。

9.6.2 管道系统冲洗应符合本规范第 9.2.1 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查水质检验资料。

9.6.3 管道水冲洗应符合设计文件的规定,当设计文件无规定时,应以排出口和入口处的水色和透明度目测一致判定为合格。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查管道系统冲洗记录。

9.6.4 管道系统空气吹扫应符合设计文件的规定,应以靶板上无氧化物、尘土、水或其他脏物时判定为合格。

检验数量:全数检查。

检验方法:检查靶板,检查管道系统吹扫记录。

9.6.5 管道系统脱脂应符合本规范第 9.4 节的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查管道系统脱脂记录。

9.6.6 管道系统化学清洗应符合本规范第 9.5 节的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查管道系统化学清洗记录。

9.6.7 吹扫、脱脂、化学清洗合格的管道系统,在投入使用前,应按设计文件规定检查管道系统封闭情况或已充保护气体情况。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查管道系统封闭记录。

II 一般项目

9.6.8 化学清洗后的管道系统应符合本规范第 9.5.6 条的规定。

检验数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10 工程质量验收

10.0.1 工业有色金属管道工程应按分项工程、分部(子分部)工程进行施工质量验收,并应在施工单位自检合格的基础上,按施工验收程序进行。

10.0.2 分项工程质量验收符合下列规定时应判定为合格,并按本规范表 C 的格式填写验收记录:

- 1 分项工程所含的检验项目均应符合合格的规定。
- 2 分项工程的质量控制资料应齐全。

10.0.3 分部(子分部)工程质量验收应符合下列规定,并按本规范表 D 的格式填写验收记录:

- 1 分部(子分部)所含的分项工程的质量应全部合格。
- 2 分部(子分部)的质量控制资料应齐全。

10.0.4 分部(子分部)工程质量控制资料检查记录,宜按本规范表 E 的格式填写。

10.0.5 管道工程质量验收时,应核查施工现场及施工过程中形成的各种施工现场技术管理文件、施工质量记录等工程资料,资料的格式要求宜符合本规范附录 A~附录 E 的有关规定。

10.0.6 工程验收时,应提交下列技术文件、施工记录和报告:

- 1 管道元件检查记录。
- 2 阀门试验记录。
- 3 安全阀试验记录。
- 4 管道弯管加工记录。
- 5 管道焊接检查记录。
- 6 焊缝返修检查记录。
- 7 无损检测报告。

- 8 管道热处理报告。
- 9 管道支、吊架安装记录。
- 10 管道隐蔽工程记录。
- 11 管道静电接地测试记录。
- 12 管道补偿装置安装记录。
- 13 管道安装记录。
- 14 光谱分析及其他理化试验报告。
- 15 管道系统压力试验和泄漏性试验记录。
- 16 管道系统吹扫与清洗记录。
- 17 安全保护装置安装检查记录。
- 18 管道防腐、绝热施工检查记录。
- 19 管道安装竣工图、设计修改文件及材料代用单。

附录 A 工业有色金属管道施工质量检查记录

A.0.1 工业有色金属管道元件检查记录宜符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 工业有色金属管道元件检查记录

工程编号			工程名称			分项工程名称			
管道元件名称	材质	规格型号	质量证明文件编号	单位	检查数量	几何尺寸检查	外观质量检查	无损检测	结果
检查人：			质量检查员：			专业工程师：			
年 月 日			年 月 日			年 月 日			

• A.0.2 阀门试验记录应符合表 A.0.2 的规定。

• 52 •

表 A.0.2 阀门试验记录

工程 编号					工程 名称						分项工程名称			
名称	材质	型号 规格	数量	公称 压力	压力试验			密封试验			上密封试验			试验结果
					介质	压力	时间	介质	压力	时间	介质	压力	时间	
试验人员：					质量检查员：					专业工程师：				
年 月 日					年 月 日					年 月 日				

A.0.3 工业有色金属管道弯管加工记录应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 工业有色金属管道弯管加工记录

工程编号				工程名称				分项工程名称			
管线号	弯管编号	材质	规格	弯曲半径	弯曲角度	尺寸偏差	圆度	弯管厚度	热处理	硬度值 HB	无损检测结果
弯管加工简图及说明：											
施工人员：				质量检查员：				专业工程师：			
年 月 日				年 月 日				年 月 日			

A.0.4 工业有色金属管道热处理报告宜符合表 A.0.4 的规定。

表 A.0.4 工业有色金属管道热处理报告

工程编号		工程名称		分项工程名称	
管线号		材质		加热设备	
规格			焊材牌号		
焊缝号	升温速度 (C/h)	热处理温度 (C)	恒温时间 (h)	降温速率 (C/h)	备注
热电偶布置方式:					
热处理曲线示意图:					
操作人:		质量检查员:		专业工程师:	
年 月 日		年 月 日		年 月 日	

A.0.5 工业有色金属管道焊接检查记录应符合表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 工业有色金属管道焊接检查记录

工程编号		工程名称				分项工程名称							
管线号		无损检测方法				无损检测比例							
焊缝 编号	接头 类型	管道 材质	管道 规格	固定或 转动焊口	焊接 方法	焊接材料 牌号/规格	预热 温度	层间 温度	后热 时间	焊工姓名/ 代号	施焊 日期	外观质量 检查结果	无损检测 结果
施工人员：					质量检查员：					专业工程师：			
年 月 日					年 月 日					年 月 日			

A.0.6 工业有色金属管道隐蔽工程记录应符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6 工业有色金属管道隐蔽工程记录

工程编号		工程名称			分项工程名称	
隐蔽(封闭)管线/附件名称		管线号	材质	规格	管线长度	防腐等级/ 检测结果
简图(管线布置、隐蔽位置、标高尺寸等): 						
隐蔽(封闭)检查结果: 						
建设单位		监理单位		施工单位		专业施工单位
专业工程师:		专业监理工程师:		项目负责人:		专业工程师:
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日

A.0.7 工业有色金属管道支、吊架安装记录应符合表 A.0.7 的规定。

表 A.0.7 工业有色金属管道支、吊架安装记录

工程 编号			工程 名称			分项工程 名称		
管线 编号	管架编号	结构形式、 型号、规格	坐标位置偏差 (mm)		管道标高偏差 (mm)		弹簧 调整值	备注
			允许值	实测值	允许值	实测值		
施工人员：			质量检查人员：			专业工程师：		
年 月 日			年 月 日			年 月 日		

A.0.9 工业有色金属管道静电接地测试记录应符合表 A.0.9 的规定。

表 A.0.9 工业有色金属管道静电接地测试记录

工程编号		工程名称			分项工程名称		
管线号	法兰或螺纹接头				系统接地		
	接头形式	跨接导线		电阻值	接地线		对地电阻值
		规格	材质		规格	材质	
建设单位		监理单位		施工单位		专业施工单位	
专业工程师：		监理工程师：		项目专业负责人：		专业工程师：	
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日	

- A.0.10 工业有色金属管道系统安装记录应符合表 A.0.10 的规定。

表 A.0.10 工业有色金属管道系统安装记录

工程编号						工程名称				分项工程名称					
序号	管线 编号	管道 材质	管道 规格	焊接连接		法兰连接		其他连接形式		最大安装偏差(mm)					
				转动 口数	固定 口数	压力 等级	垫片 材质	机械 接口		坐标	标高	平直度	铅锤度	坡度	
备注															
施工人员：				质量检查员：				专业工程师：							
年 月 日				年 月 日				年 月 日							

A.0.11 工业有色金属管道系统压力试验和泄漏性试验记录应符合表 A.0.11 的规定。

表 A.0.11 工业有色金属管道系统压力试验和泄漏性试验记录

工程编号		工程名称		分项工程名称							
试验前检查的内容				检查结果							
管道组成件安装完毕、正确											
阀门、法兰、螺栓、垫片安装正确											
支吊架安装正确											
焊缝焊接工作记录齐全											
焊缝外观检验合格											
无损检测合格											
热处理合格											
安全阀、爆破片及仪表元件等已拆下或加以隔离											
有盲板标识											
管线号	设计参数			压力试验				泄漏性/真空试验			
	压力	温度	介质	压力	介质	时间	结论	压力	介质	时间	结论
建设单位			监理单位		施工单位			专业施工单位			
专业工程师：			监理工程师：		项目专业负责人：			专业工程师：			
年 月 日			年 月 日		年 月 日			年 月 日			

A.0.12 工业有色金属管道系统吹扫与清洗检查记录应符合表 A.0.12 的规定。

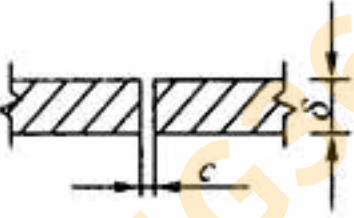
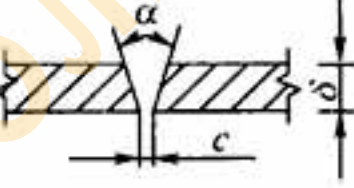
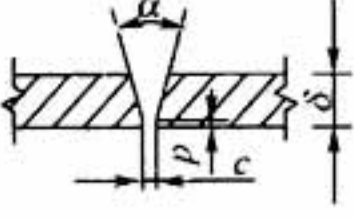
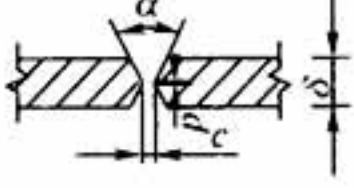
表 A.0.12 工业有色金属管道系统吹扫与清洗检查记录

工程编号			工程名称				分项工程名称		
管线号	材质	工作介质	吹洗				化学清洗(脱脂)		
			压力(MPa)	介质	流速(m/s)	鉴定	介质	方法	鉴定
建设单位		监理单位		施工单位		专业施工单位			
专业工程师:		监理工程师:		项目专业负责人:		专业工程师:			
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日			

附录 B 工业有色金属管道焊接坡口形式及尺寸

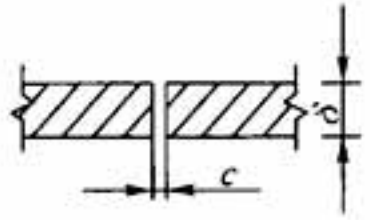
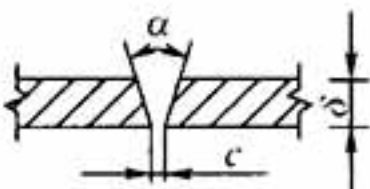
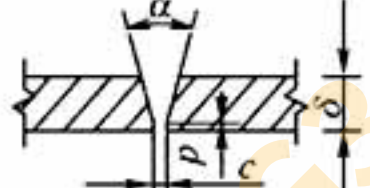
B. 0. 1 纯铜和黄铜管道钨极惰性气体保护焊的焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B. 0. 1 的规定。

表 B. 0. 1 纯铜和黄铜管道钨极惰性气体保护焊的焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	≤ 2	I 形坡口		0	—	—	—
2	3~4	V 形坡口		0	—	60~70	—
3	5~8	Y 形坡口		0	1~2	60~70	—
4	10~14	X 形坡口		0	—	60~70	—

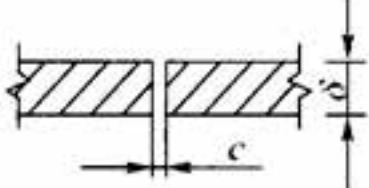
B. 0. 2 黄铜管道氧乙炔焊焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B. 0. 2 的规定。

表 B. 0. 2 黄铜管道氧乙炔焊焊接坡口形式及尺寸

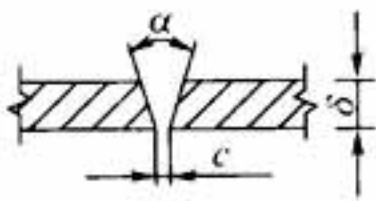
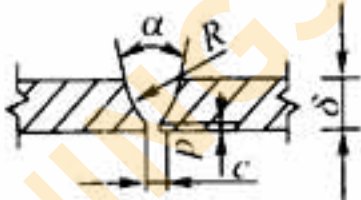
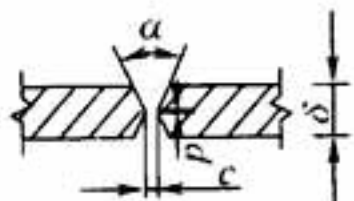
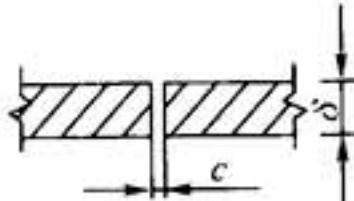
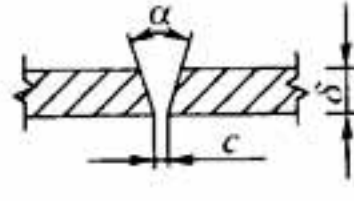
项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	≤ 3	I 形坡口		0~4	—	—	单面焊
	3~6			3~5	—	—	双面焊, 但不得两侧同时对焊
2	3~12	V 形坡口		3~6	0	60~70	—
3	>6	Y 形坡口		3~6	0~3	60~70	—
4	>8	X 形坡口		3~6	0~4	60~70	—

B. 0. 3 铝及铝合金管道焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B. 0. 3 的规定。

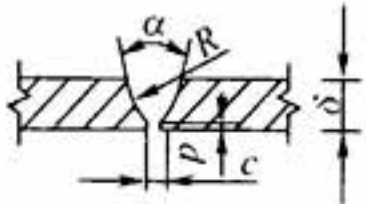
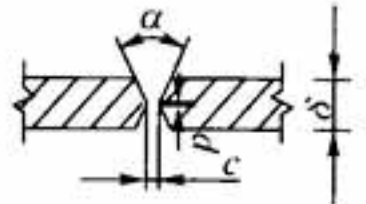
表 B. 0. 3 铝及铝合金管道焊接坡口形式及尺寸

焊接方法	项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
钨极惰性气体保护焊	1	<3	I 形坡口		0~1.5	—	—	单面焊
		3~5			0.5~2.5	—	—	双面焊

续表 B.0.3

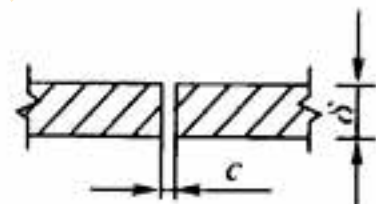
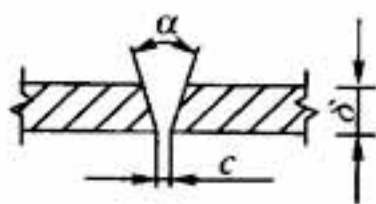
焊接方法	项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
钨极惰性气体保护焊	2	3~5	V形坡口		0~0.25	1~1.5	70~80	横焊位置 坡口角度 上半边 40°~50°; 下半边 20°~30°; 单面焊坡 口根部内 侧倒棱
		5~12			2~4	1~2	60~70	
	3	>8	U形坡口		0~2.5	1.5~2.5	55~65	U形坡口 根部圆角 半径为 6mm~ 8mm
	4	>12	X形坡口		0~2.5	2~3	60~80	—
熔化极惰性气体保护电弧焊	5	≤6	I形坡口		0~3	—	—	—
	6	6~20	V形坡口		0~3	3~4	60~70	—

续表 B. 0. 3

焊接方法	项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
熔化极惰性气体保护电弧焊	7	>20	U 形坡口		0~3	3~5	40~50	—
	8	>8	X 形坡口		0~3	3~6	70~80	—
		>26				5~8	60~70	

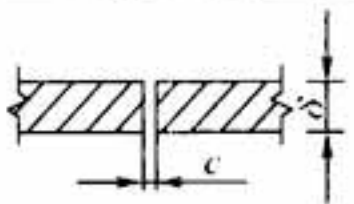
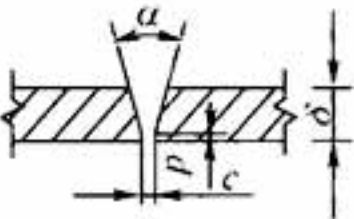
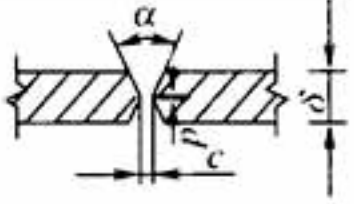
B. 0. 4 铅及铅合金管道焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B. 0. 4 的规定。

表 B. 0. 4 铅及铅合金管道焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	1~3	I 形坡口		0~1	—	—	—
2	>3	V 形坡口		0	1.5	45~90	—

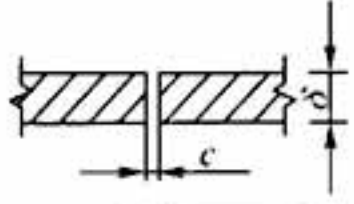
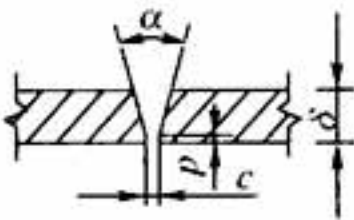
B. 0. 5 镍及镍合金管道焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B. 0. 5 的规定。

表 B.0.5 镍及镍合金管道焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	1~2	I 形坡口		1.0~2.0	—	—	单面焊
	3~6			1.0~2.5			双面焊
2	≤ 8	V 形坡口		2~3	0.5~1.5	70~80	—
	> 8					65~75	
3	12~32	X 形坡口		0~3	0~2.5	65~80	—
4	≥ 17	U 形坡口		2.5~3.5	1~2	30~60	$R=5\text{mm}\sim 6\text{mm}$

B.0.6 钛及钛合金管道焊接坡口形式及尺寸宜符合表 B.0.6 的规定。

表 B.0.6 钛及钛合金管道焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	1~2	I 形坡口		0~1	—	—	—
2	2~16	V 形坡口		0.5~2	0.5~1.5	55~65	—

续表 B. 0. 6

项次	管道壁厚 $\delta(\text{mm})$	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
3	12~38	X 形坡口		0~2	1~1.5	55~65	—
4	12~38	U 形坡口		0~2	1~1.5	30~60	$R=5\text{mm}\sim 6\text{mm}$

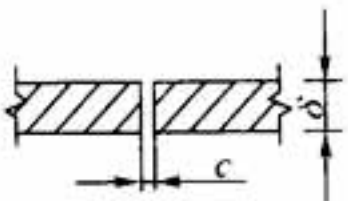
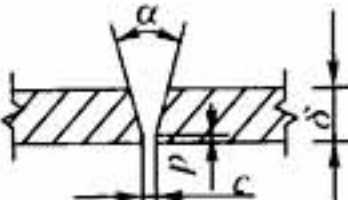
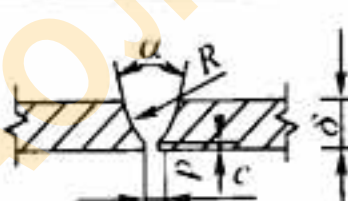
B. 0. 7 铝及铝合金管道焊接坡口形式及尺寸应符合表 B. 0. 7 的规定。

表 B. 0. 7 铝及铝合金管道的焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 $\delta(\text{mm})$	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	1~2	I 形坡口		0~1	—	—	—
2	2~10	V 形坡口		0.5~2	0.5~1.5	55~65	—
3	>10	X 形坡口		0~2	1~1.5	55~65	—
4	>10	U 形坡口		0~2	1~1.5	30~60	—

B.0.8 钽、铌及其合金管道焊接坡口形式及尺寸应符合表 B.0.8 的规定。

表 B.0.8 钽、铌及其合金管道焊接坡口形式及尺寸

项次	管道壁厚 δ (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(^{\circ})$	
1	≤ 2	I 形坡口		0~1	—	—	—
2	2~6	V 形坡口		0.5~2	0.5~1.5	55~65	—
3	> 6	X 形坡口		0~2	1~1.5	55~65	—
4	> 6	U 形坡口		0~2	1~1.5	30~60	—

附录 C 分项工程质量验收记录

表 C 分项工程质量验收记录

工程名称				检验批数	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包单位技术负责人	
序号	检验项目	施工单位检验结果		建设(监理)单位验收结论	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
质量控制资料					
施工单位质量检验员： 施工单位专业技术质量负责人： 年 月 日				建设(监理)单位验收结论： 专业技术负责人： (监理工程师) 年 月 日	

附录 D 分部(子分部)工程质量验收记录

表 D 分部(子分部)工程质量验收记录

工程名称				分项工程数量	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包单位技术负责人	
序号	分项工程名称	检验项目数	施工单位检验结果	建设(监理)单位验收结论	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
质量控制资料					
参加验收单位	建设单位	设计单位	监理单位	施工单位	
	项目负责人： 项目技术负责人： 年 月 日	项目负责人： 年 月 日	总监理工程师： 年 月 日	项目负责人： 项目技术负责人： 年 月 日	

附录 E 分部(子分部)质量控制资料检查记录

表 E 分部(子分部)工程质量控制资料检查记录

工程名称			施工单位		
序号	资料名称	份数	检查意见	检查人	
1	图纸会审、设计变更、协商记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
2	材料合格证及检验试验报告		☐ 符合 ☐ 不符合		
3	施工记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
4	施工检测、试验记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
5	检测报告		☐ 符合 ☐ 不符合		
6	隐蔽工程验收记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
7	压力试验/清洗与吹扫记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
8	中间交接记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
9	竣工图		☐ 符合 ☐ 不符合		
10	分部分项工程质量验收记录		☐ 符合 ☐ 不符合		
11	施工单位质量管理资料		☐ 符合 ☐ 不符合		
12					
结论:					
施工单位项目负责人:			建设单位项目负责人:		
			(总监理工程师)		
年 月 日			年 月 日		

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126
《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》GB 50517
《氩》GB/T 4842
《纯氮、高纯氮和超纯氮》GB/T 4844
《溶解乙炔》GB/T 6819
《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801
《承压设备无损检测》JB/T 4730
《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001
《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001

中华人民共和国国家标准

工业有色金属管道工程施工及
质量验收规范

GB/T 51132 - 2015

条文说明

CHAOJING360.COM

制 订 说 明

《工业有色金属管道工程施工及质量验收规范》GB/T 51132—2015,经住房和城乡建设部 2015 年 9 月 30 日以第 927 号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国工程建设中工业有色金属管道工程的施工及质量验收的实践经验;同时参考了国外先进标准《工艺管道》ASME B31.3 和《金属工业管道》EN13480.4,对有色金属管道的加工、焊接及特殊要求等进行了实地调研,通过工程中应用的钽管的焊接工艺评定试验取得了钽焊接工艺技术参数;并在全中国范围内,采取邮寄和网上征求意见的方式多次征求了有关单位及业内专家的意见,对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论,最后召开了专家审查会议,共同审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《工业有色金属管道工程施工及质量验收规范》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	(81)
2	术 语	(82)
3	基本规定	(83)
4	管道元件检验及储运	(84)
4.1	一般规定	(84)
4.2	管子检验	(85)
4.3	阀门检验	(85)
4.4	其他管道元件的检验	(85)
4.5	管道元件的储运	(85)
4.6	质量验收	(86)
5	管子加工	(87)
5.1	一般规定	(87)
5.2	管子调直及整圆	(87)
5.3	管子切割及坡口加工	(87)
5.4	弯管制作	(88)
5.5	管口翻边	(88)
5.6	支、吊架制作	(89)
5.7	质量验收	(89)
6	管道焊接	(90)
6.1	一般规定	(90)
6.2	焊前准备	(91)
6.3	焊接工艺	(92)
6.5	焊后检验	(95)
6.6	质量验收	(95)

7	管道系统安装	(96)
7.1	一般规定	(96)
7.2	螺纹连接	(96)
7.3	法兰连接	(97)
7.4	管段预制	(97)
7.5	管道安装	(98)
7.6	质量验收	(101)
8	管道系统压力试验	(102)
8.1	一般规定	(102)
8.2	液压试验	(103)
8.3	气压试验	(104)
8.4	泄漏性试验	(104)
8.5	质量验收	(104)
9	管道系统吹扫与清洗	(105)
9.1	一般规定	(105)
9.2	管道系统水冲洗	(105)
9.3	管道系统吹扫	(106)
9.4	管道系统脱脂	(106)
9.5	管道系统化学清洗	(106)
9.6	质量验收	(107)
10	工程质量验收	(108)

1 总 则

1.0.2 根据现行国家标准《压力管道安装许可规则》TSG D3001, 压力管道分为四级:长输油气管道(GA级)、公用管道(GB类)、工业管道(GC类)、动力管道(GD类),而本规范主要是针对工业有色金属管道,不包括长输管道(GA)、公用管道(GB)和动力管道(GD类)。

1.0.3 在工业管道范畴内,规定了不适用于本规范的有关工业管道种类。

1.0.4 散装供货,现场组装的设备,制造厂对其现场安装有详细的技术要求及规定,安装时除应执行制造厂的技术规定和设计要求,还应符合本规范规定。

2 术 语

2.0.4 弯管圆度是反映管子弯曲前后管子断面发生变化的参数。

2.0.5 定位焊俗称点焊,目的是为焊接前固定两对接件的相对位置。

2.0.6 在管道顺序连接过程中,已安装固定管道端头与将要和其对接的管道端口形成的对接焊口的焊接为固定焊口焊接,固定焊口焊接过程中,焊口位置是固定的,无法变化,因此,一个焊口可能出现平焊、立焊、仰焊、横焊状况,有时为保证有效焊接,需要较大的焊接空间。

3 基本规定

3.0.1 本条是根据《建设工程质量管理条例》及《建设工程施工现场管理规定》，对管道工程施工单位提出的质量管理基本要求。

3.0.2 专业间交接检验是施工过程中的重要环节，是对上道工序质量的认可及分清质量责任的有效手段，通过对上道工序的质量交接检验，可以保证工程质量，避免存在质量隐患或不必要的重复劳动。

3.0.3 施工资料是工程施工过程的真实记载，具有可追溯性，要与工程进度同步，保证其真实性、及时性和完整性，管理好施工资料与建设好工程是同等重要的，应予以重视。

3.0.4~3.0.6 单位工程由分部工程组成，分部工程由分项工程组成。有色金属管道安装工程往往是管道安装工程中的一部分工程内容，当工业管道安装工程作为单位工程，其中仅有一种有色金属管道时可按分部工程划分，若有多种有色金属管道时可按材质划分为子分部。

3.0.8 对于散装供货、现场组装的设备，制造厂一般对其现场安装有详细的技术要求及规定。

4 管道元件检验及储运

4.1 一般规定

4.1.1 管道元件应当按其供货要求,逐件或批量提供盖有制造单位质量检验章的产品质量证明文件。产品质量证明文件的内容及特性数据除应满足设计文件的规定,还要符合国家现行有关材料标准、专业施工规范的规定。

4.1.2 有色金属管道元件价格昂贵,且多使用在强腐蚀环境中,为保证管道系统安装质量及安全运行,本条对管道元件的材质、外观质量、几何尺寸与标识的检查做出规定。主要参考的有关国家现行标准包括《镍及镍合金管》GB/T 2882、《铝及铝合金管材外形尺寸及允许偏差》GB/T 4436、《钛及钛合金焊接管》GB/T 26057、《钛及钛合金无缝管》GB/T 3624、《锆及锆合金无缝管材》GB/T 26283、《铌及铌合金无缝管》GB/T 8183—2007、《钽及钽合金无缝管》GB/T 8182 等。

4.1.3 一是为防止因材料混用,产生质量隐患;二是因为它们多用于输送有毒、有害、强腐蚀介质;三是因为材料比较贵重,通过复验后可以根据材料性能确定施工工艺,防止材料浪费;四是由于管道元件的材质种类较多,施工现场确实存在到货与设计不符、使用错误的情况,故须严格控制。

4.1.4 设计文件要求的材料低温冲击试验由供货方按照标准要求完成,并提供试验相关数据,试验结果应满足设计文件的规定。

4.1.5 铝及铝合金、镍及镍合金有可能产生晶间腐蚀现象。设计文件规定进行试验时,应由供货方负责按相关标准完成试验,并提供试验数据,试验结果应满足设计文件的规定。

4.1.7 铁质材料与钛及钛合金、锆及锆合金、铅及铅合金、镍及镍

合金、钽及钽合金、铌及铌合金管道元件直接接触时,易产生表面铁离子污染、电化学腐蚀或表面损伤。

4.2 管子检验

4.2.1~4.2.3 这三条是对有色金属管子的检验要求,为确保管道工程质量,使用前应按国家现行相应材料标准对有色金属管道的尺寸偏差和外观质量进行检查,如现行国家标准《铝及铝合金管材外形尺寸及允许偏差》GB/T 4436、《锆及锆合金无缝管》GB/T 26283、《镍及镍合金管》GB/T 2882、《钽及钽合金无缝管》GB/T 8182、《铌及铌合金无缝管》GB/T 8183 等。

4.3 阀门检验

4.3.1 本条规定了阀门的检查要求,包括阀门外观及启闭机构。

4.3.4 本条对阀门的压力试验作了规定,试验使用洁净水为满足有色金属管道的安全生产和工艺特性,阀门安装前应进行试验,依据国家现行标准《工业阀门 压力试验》GB/T 13927 和《工业阀门 金属阀门的压力试验》ISO 5208,将试验压力计算依据规定为20℃时最大允许工作压力。

4.4 其他管道元件的检验

4.4.1~4.4.6 依据国家现行的有关标准规定了管件、法兰、紧固件、垫片、补偿器的检验要求,其相关参考依据如《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1、《紧固件 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 通用技术条件》GB/T 16938 等。

4.5 管道元件的储运

4.5.1 为加强现场材料的存放与管理,防止混用,规定应按牌号和规格分别存放;不允许混合堆放;要保护管道元件表面,防止损伤。

4.5.2 氯离子超标可使镍及镍合金管材产生应力腐蚀破裂、坑蚀等不良后果。

4.5.4 由于现场施工多数采用的是薄壁钽及钽合金管、铌及铌合金管,若放在硬质地面上会使管材受到损坏,有可能影响或降低使用性能,管子下方应有平整柔性保护材料。铅管质软且比重大,叠加存放会使管材弯曲或挤压变形,除需应有平整柔性保护材料,还应单层存放。

4.5.5 为保证有色金属管道在搬运和安装中表面不受到损伤,同时防止铁离子污染,影响使用功能,吊装时严禁采用钢丝绳。

4.6 质量验收

1 主控项目

4.6.1 管道元件的质量证明文件作为证明管道元件和材料出厂检验合格的资料,是进场材料验收的书面质量凭据,应逐项进行检查,以确认其内容及技术参数符合国家现行有关管道元件、材料标准和设计文件的规定。质量证明文件包括合格证、检验报告、产品说明书,检查内容包括产品的标准号、产品规格型号、材料的牌号、炉批号、化学成分、力学性能、耐腐蚀性能、质量等级等材料性能指标以及相应的检验试验结果。因其为进场材料验收的首要资料及证明,故将其作为主控项目。

4.6.2 本条提出了对镍、钛、锆、钽、铌及其合金材料的管道组成件,进行复验,以确定其材质,防止因供应的材料混用或有假冒伪劣产品流入,造成工程质量隐患,同时也考虑到检验成本问题,对复查的范围和数量要加以限制。应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 和《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》GB 50517 的有关规定。

4.6.3 设计文件规定进行低温冲击性、晶间腐蚀检验的材料应由供货方提供检验报告。

5 管子加工

5.1 一般规定

5.1.1 专用工具的使用有利于保证工程质量,也能防止异种残存材料相互污染,不同材质的有色金属管物理、化学、机械等性能差别较大,加工时应采取相应措施。

5.1.2 为保证管子不发生混用、错用现象,应当及时进行标识移植,硬印标识易引起管道表面损伤或污染;当采用色印标记时,色印中含有的氯、硫、铅等物质容易对材料构成伤害,因此应加以控制,如镍及镍合金管子不得用含有卤素或卤化物的色印。

5.1.3 有色金属管子加工(热弯、冷弯、切割、调直等)过程中有烫伤、划伤、碰伤等风险,应做好对应的安全防护。产生的粉尘、烟气等会对环境造成影响,应妥善处理。

5.2 管子调直及整圆

5.2.1 铜、铝、铅、钽、铌及其合金管子质地相对较软,宜使用木锤、橡皮锤进行调直作业;镍、钛、锆及其合金管子质地相对较硬,宜使用铜锤进行调直作业。

5.3 管子切割及坡口加工

5.3.1 机械方法加工属于冷加工,能保证管口的加工质量,热切割对于有色金属材料会产生热影响区,影响材料的性能,需再通过机械方法去除热影响区域。

5.3.2 砂轮片上的磨料和附着物会对有色金属管造成污染。

5.3.5 锆及锆合金管子切割和坡口加工时,应有收集切割粉末的措施,因为锆屑、锆粉表面能量高,与氧可迅速地发生反应,锆与氧

的反应为放热反应,锆在空气中被加热到高温会产生过分氧化,遇到明火可能燃烧,尤其是锆的切屑,表面积与质量的比值高,遇明火更易发生燃烧,因此,锆屑、锆粉必须回收,置于容器中放在无明火的隔离区域。本条还强调锆粉、锆屑一旦燃烧应采用细沙或石灰粉灭火,严禁采用水或泡沫灭火。

5.4 弯管制作

5.4.1 有色金属管弯制时,应选择合理的弯曲半径,半径过小,成形时易造成褶皱或撕裂。

5.4.2 由于焊缝塑性比母材差,受拉或受压区变形量大,易产生焊缝开裂现象。

5.4.3 弯管机或胎具多为钢制,为防止加工过程中铁离子污染,管子弯曲时表面需垫不锈钢板或塑料板加以保护。

5.4.4 液压弯管机可能会在铅管上顶出凹坑,铅管材质软,加热后硬度更低,如果在管内装砂,会使砂粒嵌入管壁而难以清除。

5.4.5 钽、铌及其合金的塑性较好,一般采用冷弯成形。

5.4.6 本条对弯管质量作出规定。

1 弯管若存在裂纹、分层、过烧等,将严重影响管子强度和金相组织,降低管子的使用寿命。

5.5 管口翻边

5.5.1 本条根据现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235编写。主要参考的国家现行标准有《钢制管法兰 技术条件》GB/T 9124、《石油化工钢制管法兰》SH/T 3406 等。有色金属管道法兰连接常采用翻边松套法兰连接,扩口翻边接头由管子扩口而成,欲保证翻边的最小厚度不小于管子最小壁厚的95%,且翻边接头的表面平整,翻边前的翻边试验是必要的。

5.5.2 本条根据现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235编写。主要参考的国家现行标准有《钢制管法兰 技术条

件》GB/T 9124、《石油化工钢制管法兰》SH/T 3406 等。管道的翻边如采用成品翻边接头,翻边的厚度不应小于连接管的名义壁厚,接头表面应按国家现行标准管法兰密封面的要求加工。本条是对成品翻边接头及焊接的技术要求。

5.6 支、吊架制作

5.6.1~5.6.3 支、吊架作为管道的支撑件对管道的安全运行起到重要的作用,制作质量直接影响到管道系统的安全运行。支、吊架制作应符合国家现行标准《管道支吊架 第1部分:技术规范》GB/T 17116.1、《管道支吊架 第2部分:管道连接部件》GB/T 17116.2、《管道支吊架 第3部分:中间连接件和建筑结构连接件》GB/T 17116.3、《可变弹簧支吊架》NB/T 47039 等的有关规定。

5.7 质量验收

I 主控项目

5.7.1 弯管壁厚是弯管制作重要指标之一,管子弯制时弯管外侧壁受拉易减薄,若壁厚检测不达标则不能满足安全性能使用的要求,故将管子弯制后的壁厚检验作为主控项目。

II 一般项目

5.7.5、5.7.6 这两条规定主要是依据国际标准《工艺管道》ANSI/ASME B31.3(美国机械工程师协会)和现行国家标准《压力管道规范 工业管道 第4部分:制作与安装》GB/T 20801.4,同时结合施工经验编制的,管道翻边引起螺栓装卸困难的原因往往是由于翻边尺寸大,延伸至法兰螺栓孔中,这种缺陷可以通过修磨方法进行处理。

6 管道焊接

6.1 一般规定

6.1.1 在管道焊接工程施工前,施工企业要收集相关资料,并进行焊接性工艺评定,以此作为确定焊接工艺评定参数的依据。焊接工艺评定是保证工程焊接质量的关键性因素,一是为了验证所拟定的工件焊接工艺的正确性,二是评价施工单位焊接焊缝的使用性能,所以焊接工艺评定必须在焊接前完成。铜、铝、镍、钛及其合金的工艺评定标准和方法应符合现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的有关规定,锆及锆合金应符合现行行业标准《锆制压力容器》NB/T 47011 的有关规定,铅、钽、铌及其合金应采用国际先进的焊接工艺评定方法。

6.1.2 制订焊接工艺规程是为了对有色金属管道焊接提供具有指导性和经过评定合格的焊接工艺文件,指导焊接人员作业,保证焊接质量。

6.1.3 焊接前要对焊接环境进行控制,焊接时,环境风速(焊接区域空气的流速)、焊接环境湿度、雨雪天气等是影响焊接过程中气体保护氛围稳定性的主要因素,并与温度共同作用影响焊缝质量。如果在焊接过程中,遭遇惰性气体保护焊环境风速大于 1.5m/s ,电弧焊、气焊环境风速大于 8m/s ,以及雨雪天气时,应采取相应的保护措施,例如搭设简易工棚等,以保证焊接质量。

6.1.4 对于不同有色金属材料的管道的气体保护焊,气体的纯度直接影响焊接质量,因此对气体纯度要求进行了规定。当采用氩气或氮气作为保护气体时,气体浓度主要参考现行国家标准《氩》GB/T 4842 和《纯氮、高纯氮和超纯氮》GB/T 4844 的有关规定。铜、铝、镍、钛、锆等金属保护气体在国家现行有关标准中均有所规

定,而对于钽、铌及其合金,由于金属的特殊性,经过焊接试验,确定其焊接时应选择纯度 99.999% 的氩气或 99.99% 氦气。

6.1.5 熔入母材的定位焊采用与焊接工艺评定相同的焊接工艺是为了保证焊缝的整体质量。

6.1.6 焊接时,在引弧处和收弧处的焊缝最易出现缺陷,此处的焊缝往往是不熔合的,同时容易产生焊接裂纹,收弧时有时还会有缩孔。而使用引弧板和收弧板即可避免母材焊缝上述缺陷的出现。采用与母材同材质是为了保证引弧处和收弧处熔池与焊缝处金属金相一致,保证焊接质量。

6.1.10 焊缝清根后的形状会影响焊缝的内部质量,所以要求对清根质量进行控制,清除缺陷后方可进行焊接。

6.1.12 焊接时要求保护气体与喷嘴保护气体不得相互干扰,如果不分开设置会导致焊缝区域的整体保护效果变差,所以应采用独立的气路提供各个保护区域的气体,同时各路气体流量要易于调节,以提高保护效果。保护气体输送管一般应采用防潮材料,以利于减少气管内壁上吸附的潮气,减少环境湿度对焊接过程的影响。

6.2 焊 前 准 备

6.2.1 有色金属管由于其材料具有特殊性和附加值高的特性,焊接前应对使用的母材和焊接材料进行检查,是防止不合格产品影响焊接质量。

6.2.2 本条规定了坡口及边缘内外侧的清理要求,是由于在坡口组对过程中或待焊过程,坡口表面有可能被氧化、污染,焊接时可能形成焊缝的夹杂物,影响焊缝成形质量。另外,工件表面粘污的物质(油污、油漆)中一些有害元素在焊接过程中会进入熔池,可能会产生焊接裂纹等缺陷,所以焊前必须彻底清理干净,并进行检查。

6.2.3 管道组对错边量在焊接中会影响到焊缝的焊接质量,错边

量过大容易产生未熔合等缺陷,导致焊缝不完整。针对不同种类有色金属管,错边量不同,需要区别对待,当错边量超出表 6.2.3 中常用管道组对错边量时,需要对接口进行调整,以保证焊接质量。

6.3 焊 接 工 艺

6.3.1 本条对铜及铜合金管道焊接工艺作出规定。

1 纯铜及黄铜一般采用气体保护焊。铜的导热率较大,一般宜采用能量集中的热源进行快速焊接,钨极气体保护焊焊接电源采用直流正接可以增大工件的热输入,防止出现未熔合,未焊透的现象。

2 铜及铜合金的热导率大,焊接区域的热量流失较快,容易产生焊缝未熔合或未焊透的缺陷,因此为了减少热量损失,焊接前需要进行提前预热,以提高焊缝区域的温度,控制温降速率,提高焊接质量。

3 当黄铜焊接采用氧乙炔焊焊接时,一般采用轻微的氧化焰,这样可使熔池表面形成一层氧化物薄膜,以阻止黄铜内锌(Zn)的蒸发和氧化,防止接头力学性能和防止耐腐蚀性能降低;氧乙炔焊时,被加热的黄铜极易与周围空气中的氧或火焰中的氧反应生成氧化物,使焊缝中产生气孔和夹渣等缺陷,使用气焊熔剂可以防止金属的氧化并消除已经形成的氧化物;对于不等壁厚或不同牌号黄铜焊接,由于厚度不一致,金属熔化程度不一致,焊接火焰偏向熔点较高和较厚一侧,增加其热值,可以保证两侧良好地熔合。

4 有洁净度要求的铜及铜合金管道焊接时,为了防止氧化层的出现,一般充氮气进行保护,另外,氮气价格较低,应用方便。

6.3.2 本条对铝及铝合金管道焊接工艺作出规定。

1 钨极惰性气体保护焊采用交流电源时,电弧具有清除焊件表面氧化膜的阴极雾化作用,可以打碎铝及铝合金管上的金属氧

化膜;同时又使钨极具有较大的电流承载力,所以施工中一般采用交流电源。熔化极氩弧焊均采用直流电源反接法施焊,反接后电极能量大,熔深大。

2 为了保证铝及铝合金管道焊缝熔透和熔合良好,在工艺规程允许范围内尽量采用大电流、快速焊,采用较大电流可以给母材焊接区域较大的热量,同时又使得熔池充分搅拌,使得气体和夹杂快速逸出;而采用较快速度焊接时,熔池存在时间短,吸收气体的机会少。

3 大口径铝管采用单面焊效率较低,焊缝质量难以保证,因此选用双面对称同步钨极氩弧焊可以有效提高现场焊接质量。

4 铝及铝合金管道采用多层多道焊时,一般要求较低的道间温度,因为如果道间温度过高,焊接焊缝强度和塑性都会降低,因此要严格控制道间温度。

6.3.3 本条对铅及铅合金管道焊接工艺作出规定。

2 本款规定主要是因为铅在焊接过程中极易形成氧化铅薄膜,氧化铅的熔点比铅高,而密度比铅小,如果不及时处理,会阻碍铅熔滴与熔池金属相熔合,产生夹渣、未焊透等缺陷。

4 焊环焊接法即在下一段管子的顶部焊一与管材材质相同的圆环,将上一段管子对正后进行焊接。

5 杯口焊接法即将下部管子的端头用木锥扩成承口,使其稍微收拢与上部管子对接后方可焊接。

6 铅管焊接时,空气中的铅蒸汽和氧化铅粉末易使焊接人员铅中毒,为了保证人身安全,要采取防护措施,如戴防毒面罩。

6.3.4 本条对镍及镍合金管道焊接工艺作出规定。

1 焊接区域加氩气保护能够隔绝空气,减少产生气孔,防止焊缝氧化。

4 镍及镍合金管道焊接时,焊条或焊丝一般不需要摆动,因为不摆动焊的线能量比较小,焊缝熔敷金属晶粒细小,可以有效避免出现气孔、未熔合等缺陷。

6 镍及镍合金的道间温度过高会引起热影响区和焊缝晶粒粗大,使焊接接头力学性能和耐蚀性下降,同时道间温度低有利于控制热裂纹的产生。

6.3.5 本条对钛、锆及其合金管道焊接工艺作出规定。

4 钛、锆及其合金管道焊接时一般采用较低的道间温度,是为了防止晶粒粗大和焊缝表面氧化。

5 钛、锆及其合金的焊缝颜色与氧化程度有关,焊接时,保护效果越差,温度越高,则氧化程度越大。氧化后的焊缝颜色呈现深蓝、灰色或其他颜色,氧化层的出现将严重影响焊缝质量。因此为了保证焊接质量,要对每一层焊缝颜色进行检查。如果发现焊缝呈现深蓝、灰色或其他颜色,说明焊缝区域已受到污染,需要采用机械方法或化学方法清除氧化膜,然后再进行焊接。

6.3.6 本条对钽、铌及其合金管道焊接工艺作出规定。

2 钽、铌及其合金化学活泼性强,对侵入的杂质敏感性强,空气中的杂质颗粒等侵入后易降低金属的塑性,增加冷脆界限,因此对焊接环境保护要求较高。我们对工程中应用的钽管进行了焊接、热处理、拉伸试验以及微观品相组织分析、静态浸泡试验等一系列试验研究,掌握了其特殊焊接技术工艺要求和焊接性能,由于铌管与钽管的焊接性能基本一致,所以可以参考钽管的研究结论。

钽管焊接应在真空状态或惰性气体保护状态下进行。真空状态的获取是在专用真空容器装置内,将空气抽出。当钽及钽合金、铌及铌合金管径过大时,则无法在真空装置内施焊,此时可以采用惰性气体保护焊,通常通过多次通入氩气或氩气与氮气的混合气体实现容器的高纯度保护气体气氛,以保证焊接质量。

5 钽、铌及其合金的焊缝颜色与氧化程度有关,焊接时,保护效果越差,温度越高,则氧化程度越大。氧化后的焊缝颜色呈现深蓝、灰色或其他颜色,氧化层的出现将严重影响焊缝质量。因此为了保证焊接质量,要对每一层焊缝颜色进行检查。如果发现焊缝呈现深蓝、灰色或其他颜色,说明焊缝区域已受到污染,需要采用

机械方法或化学方法清除氧化膜,然后再进行焊接。

6.5 焊 后 检 验

6.5.4 本条说明如下:

3 开孔部位将产生应力集中,应力衰减一般在开孔直径 1.5 倍或开孔补强板直径范围以内,所以要求对该范围内的焊接接头进行 100%射线检测或超声检测。

6.6 质 量 验 收

I 主 控 项 目

6.6.3、6.6.4 钛、锆、钽、铌及其合金管道焊接时,焊缝表面颜色与空气中的氧、氢、氮等浸入有关,其对焊缝的力学性能和耐蚀性能有不同程度的影响,因此应进行颜色检查。

6.6.5 焊缝外观成形均匀一致是焊接的基本要求之一;另外从观察检查来看,焊接接头应整齐、美观,焊缝应呈鱼鳞状。

6.6.6、6.6.7 现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 包含了铜、铝、镍、钛及其合金管道焊缝表面的无损检测的方法和判定标准,但不适用于铅、锆、钽、铌及其合金管道,铅、锆、钽、铌及其合金管道焊缝表面的无损检测一般按《工艺管道》ANSI/ASME B31.3 (美国机械工程师学会)的有关规定进行评定。

6.6.8~6.6.10 现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 包含了铜、铝、镍、钛及其合金管道焊缝内部的无损检测的方法和判定标准,可参照执行。铅、锆、钽、铌及其合金管道焊缝内部的无损检测一般按《工艺管道》ANSI/ASME B31.3 (美国机械工程师学会)的有关规定进行评定。

II 一 般 项 目

6.6.11 管子、管件接头的坡口形式、尺寸、清理质量是影响焊接质量的重要因素。

7 管道系统安装

7.1 一般规定

7.1.2 在管道连接过程中,强力对接作业会使管子产生应力;对管子进行加热处理会影响管材性能;加偏垫或双垫会影响管道连接的密封效果。

7.1.3 为防止产生电化学腐蚀,法兰、螺栓、螺母、垫圈等零部件与有色金属管道连接采用绝缘连接方式,绝缘电阻值应当符合设计文件要求。

7.1.5 管道系统投入运行后,不可避免地会产生振动及位移,若无保护套管隔离,管道有可能与墙体、楼板等发生接触,进而磨损管道,使管壁变薄,造成安全隐患,影响管道系统的正常运行。

7.1.6 加设隔垫一是为了保护管子,防止管道支承件的铁离子对有色金属管道的污染,二是防止损伤管材。

7.1.7 对管道临时封堵是防止施工现场的污物、垃圾等进入管道,造成管道污染或阻塞。

7.1.8 切割、焊接等其他临近作业的飞溅物会对管道产生污染及损伤,因此应采取防护措施。

7.2 螺纹连接

7.2.1 螺纹连接选用的保护剂、润滑剂等不得对输送流体和管道材料产生不良影响。如:在镍及镍合金管道安装中,不能使用含氯离子的保护剂、润滑剂。

7.2.4 螺纹保护剂和密封材料会影响焊接质量。

7.3 法兰连接

7.3.1 法兰、法兰垫片和紧固件的型式及参数主要参考的国家现行标准有《钢制法兰管件》GB/T 17185、《铜合金对焊法兰》GB/T 15530.2、《钢制管法兰 类型与参数》GB/T 9112、《管法兰用非金属平垫片 技术条件》GB/T 9129、《管法兰连接用紧固件》GB/T 9125 等。

7.3.3 管道的密封垫片采用斜口搭接时,应将垫片接头处削薄,使之重叠且平整,以保证垫片接口处的密封性能,斜口及迷宫式拼接可以增大介质流出的阻力而起到密封作用。

7.3.4 因法兰的密封效果与两法兰的平行度、法兰的密封面的粗糙度及垫片材料的属性、几何形状、尺寸大小有关,所以对法兰平行度偏差作出规定。

7.3.8 高温或低温管道在进入工作状态后,由于管道温度升高或降低引起胀缩,导致密封性能下降,易造成运行安全隐患,因此连接时应采用双螺帽、自锁螺帽、止动垫片等防松动措施。

7.3.9 由于铅质软,软垫片会在受力后被压缩而不会损坏铅管。

7.4 管段预制

7.4.1 管段预制前,一般根据设计图纸中的管道走向、位置、形状、尺寸进行施工现场实测实量,然后绘制轴测图,按轴测图进行预制加工,并标识管线号、管段编号、现场组焊位置,减少差错。

7.4.2 通过软件进行空间模拟,可以直观准确地绘制预制管段在管道系统中的空间位置、结构尺寸、支管方位及尺寸,防止管段间相互干涉、碰撞。

7.4.3 管道预制过程中,尽量保存原始标识。当切割、加工不可避免地破坏原始标识时,要做好标识移植。

7.4.5 为了保证仪表、取源部件安装方便,提高管道系统安装质量,预制的同时进行管道上仪表取源部件的开孔和焊接作业。

7.4.6 预制完毕的管段,无论在存放期间还是在运输过程中,外部污染物都容易进入管内,为保证管段内部清洁,应及时封闭管口。

7.5 管道安装

7.5.2 螺栓紧固作业是在施工时的常温环境状态下进行的,而管道系统工作时,是在工作温度下运行。高温或低温管道在进入工作状态后,由于管道温度升高或降低引起胀缩,致使常温时紧固的螺栓产生松动,导致密封性能下降,造成系统运行安全隐患。

7.5.3 本条规定是为便于安装及拆卸法兰,给紧固螺栓作业留出扳手的操作空间。

7.5.5 如果焊缝埋设在墙壁、楼板或套管内,将不便于安装和检修,且会造成质量安全隐患。焊缝位于支、吊架上,可能会因管道位移、振动等使焊缝受到损害。为便于热处理作业,焊缝与支、吊架间要有一定的操作距离。

7.5.8 本条对管道支、吊架安装作出规定。

3 设置管道固定支架是为了保证合理分配补偿器间的管道热膨胀量,均匀分配热补偿量,当温度变化引起高度膨胀或收缩时,固定支架能够防止管道在该点发生位移。与补偿装置配套的固定支架在预拉伸(压缩)前固定,一是便于补偿器的预拉伸(压缩),二是使补偿装置发挥应有的作用。在没有补偿装置的冷、热管道直管段上,若安装了2个或2个以上的固定支架,管道将不能适量地热胀冷缩,会导致管段产生巨大的热应力,使管道发生严重变形或导致支架倒塌。

4 鉴于有些施工现场常在滑动支架的底板上随意进行焊接,限制了管道热胀冷缩引起的位移,所以规定不得在滑动支架底板处临时点焊定位。对于有热位移的管道托架偏移量的规定,是基于管道安装时的环境温度低于系统运行时的介质温度,但在管道运行时,由于温度升高,随管道热胀冷缩而移动的托架中心在管道

受热伸长后与支架中心偏差在允许范围内,保证支架处于良好的受力状态。

5 若弹簧支、吊架的限位装置在管道系统安装、压力试验、绝热施工完成前拆除,则会因管道系统的试验、吹扫、绝热等作业造成受力弹簧的破坏。

7 有色金属管道安装时强调不宜使用临时支、吊架,是因为支、吊架的材质多为钢质,其铁离子易污染有色金属管道;若使用临时支、吊架时,则该支、吊架需有明显的标记,以防混用。

7.5.9 本条对阀门安装作出规定。

2 阀门与管道采用法兰或螺纹方式连接时,阀门处于关闭状态的目的是为了防止连接过程中的污物进入阀门;当采用焊接方式连接时,阀门处于开启状态的目的是排出焊接过程中产生的有害气体,并保证阀门内部清洁。

3 水平管路上阀门的阀杆若朝下安装,一是操作、检修不便,二是检修时阀内的积存介质泄漏会对人员造成伤害。

4 公称直径大于或等于 25mm 的有色金属管道大都采用法兰阀门,重量相对较大,单独设置支承可以防止因阀门自重较大对管道造成损害。

5 强力对口会造成附加应力,造成密封不严甚至损害阀门。

6 阀门在安装过程中有可能损坏操作机构和传动装置,所以安装完成后应及时进行检查,消除隐患。

7 本款是依据现行行业标准《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 对特种设备安全技术的有关规定编写的。安全阀在使用前的校验和投入使用时的调整,需由具有相应资质的检验单位进行,无相应资质的施工单位不能进行此项工作。

7.5.10 本条对补偿装置安装作出规定。

1 有关方形补偿器的安装说明如下:

1)为提高方形补偿器的工作能力,增加补偿器的安全性能,方形补偿器安装前均应按设计文件规定的预拉伸(压缩)量进行预拉

伸(压缩);

3)对预拉伸(压缩)焊口位置的规定是防止产生应力集中;

4)补偿器为管路的一部分,坡度及坡向应与所处管道一致;方形补偿器垂直安装时,在最高点和最低点设置相应装置,是为保证管道系统的正常安全运转。

2 有关波纹管膨胀节的安装说明如下:

1)为保护波纹管膨胀节不受损伤,绳索不得绑扎在波节上;

2)为提高补偿器的工作能力,增加补偿器工作的安全可靠,波纹管膨胀节安装前应进行预拉伸或预压缩;

3)为防止管道系统压力试验时波纹管膨胀节受到损害,波纹管膨胀节安装时应设置临时约束;

4)、5)在实际工作中,常常出现将波纹管的方向装反的情况,所以对波纹管的安装方向作出规定。水平管道中的介质会对焊缝造成冲刷和冲击,导致焊缝腐蚀,增大流动阻力,影响波纹管膨胀节的使用寿命;对于垂直管道而言,在波纹与内套间易积存液体,故对波纹管膨胀节的安装方向提出要求;

6)波纹管膨胀节安装时,保证波纹管膨胀节与管道的同轴度很重要,以确保膨胀节工作时各波节受力均匀,如果安装时波纹管膨胀节与管道不同轴,则在管道系统运行中,膨胀节就会出现波节受力不均的情况,甚至产生轴向扭转,将严重影响膨胀节的工作,缩短使用寿命。在波纹管两侧加设固定支架、导向支架,是确保波纹管正常工作的关键。

7.5.11 本条对静电接地安装作出规定。

2 有色金属管道输送的介质大多是有毒有害、腐蚀性强的介质,本款规定是为了防止静电感应引发的燃烧、爆炸事故。

3 采用同材质连接板是为了确保有色金属管不受到污染、侵害。

4 本款规定是为了让导线的接触面接触良好,提高导电性能。

7.6 质量验收

I 主控项目

7.6.3 支、吊架的安装位置及高度直接影响管道工程的安装质量,安装中常存在支、吊架安装位置不正确、埋设不牢固等情况,造成管道受力不良或产生振动,故将其列为主控项目。

II 一般项目

7.6.7 法兰安装的平行度是保证法兰密封的关键,是衡量法兰连接质量的重要指标之一。

7.6.10 本条规定是为了便于管段现场安装核对及管段预制的质量控制和检查需要。

7.6.11 为保证预制管段的安装质量,对预制完毕的管段进行质量控制及验收是必不可少的一道工序。预制管段尺寸的允许偏差是根据现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 和《石油化工金属管道工程施工质量验收规范》GB 50517 的有关规定编写的。

7.6.12 管道的坡度、坡向对输送化工物料、易液化气体及其他液体介质的管道尤为重要,生产过程中往往存在由于管道坡度、坡向不符合设计规定而导致管道内物料无法排尽的现象,故将本条作为一般项目质量验收,并要求现场实测检查。

7.6.13 穿越墙体、楼板或构筑物的管道,在投入使用后产生的振动会对墙体、楼板、构筑物产生破坏,同时影响管道本身的安全运行,因此对本条作出规定。

7.6.17 由于有色金属管材的硬度较小时,易发生机械损伤、凹瘪、折弯、异物嵌入等缺陷以及飞溅物造成的污染等,不仅影响管道的外观质量,也会造成应力集中、壁厚减薄和局部腐蚀。为避免这种现象发生,应在安装完成后进行质量检查。

8 管道系统压力试验

8.1 一般规定

8.1.1 管道系统压力试验必须在管道的加工、装配、安装、检验全部完成后进行。为确保压力试验前的各项工作全部完成以及压力试验时的安全,在压力试验前对管道安装质量和压力试验准备工作进行全面检查是必要的。

8.1.2 本条对压力试验作出规定。

2 为保证管道工程压力试验安全顺利进行,试验前应有经建设单位或监理单位审批的专项方案。

4 一般情况下,不同材质的管道所能承受的工作压力不同,且用于输送不同的介质,所以,压力试验应按不同材质的管道分别进行。

5 管道与设备组成一个试压系统时,为兼顾管道和设备的试验压力,当其耐压值不一致时,按就低不就高的原则,保证管道及设备安全。

8.1.3 进行气压试验时,在加压过程中随着压力升高,气相会改变,气体不易控制,易引起爆炸;液压试验时,因液体易于控制,安全系数高,所以压力试验尽量采用液体而不采用气体。钛、锆、钽、铌管材的气压试验均按相应的国家标准进行,现行国家标准《钛及钛合金焊接管》GB/T 26057 规定钛及钛合金管道气压试验的压力小于或等于 0.7MPa、《锆及锆合金无缝管材》GB/T 26283 规定锆及锆合金管道气压试验的压力小于或等于 1.0MPa、《钽及钽合金无缝管》GB/T 8182 规定钽及钽合金管道气压试验的压力小于或等于 0.7MPa、《铌及铌合金无缝管》GB/T 8183 规定铌及铌合金管道气压试验的压力小于或等于 1.0MPa。

8.1.6 本条规定是为了防止压力试验完成后,所排放的压力试验介质对周围环境污染及人体造成伤害。

8.1.7 对管道进行修补作业或增设物件,会影响管道的性能,所

以应重新进行压力试验。

8.2 液 压 试 验

8.2.2 液压试验使用洁净水,有利于保护管道。镍及镍合金管道或连接有镍及镍合金管道的设备进行试验时,对于水中氯离子含量的控制数值,在以往有关管道各类标准中,规定为不超过25mg/L,我们认为此要求偏于严格,执行中存在一定的难度,因为试验所用的“洁净水”实为当地自来水,而不少地方的自来水中氯离子已超过25mg/L;另一方面,工程实践证明,水中的氯离子即使达到50mg/L,对镍及镍合金管道的损害也微乎其微,完全可忽略不计。因此本条规定水中氯离子含量不得超过50mg/L,这也与现行国家标准《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TEG D0001和《压力管道规范 工业管道 第5部分:检验与试验》GB/T 20801.5的规定一致。本条规定试验用可燃液体介质的闪点不得低于50℃,是基于有色金属管道的实际情况——绝大多数有色金属管道施工时的环境温度低于50℃。

8.2.3 管道的试验温度低于设计温度时,由于试验温度下材料的许用应力高于设计温度下的许用应力,所以在确定试验压力时应予以补偿,补偿系数为 $[\sigma]_T/[\sigma]_d$ 。本条第2款、第3款对补偿系数和试验压力的规定是为了确保压力试验安全;其中对试验压力提出限制条件,要求在压力试验时,管道上任一点的周向应力或轴向应力均不得超过试验温度下材料的屈服强度,否则,材料将产生塑性变形,材料的性能将降低。公式(8.2.3)中的试验压力 and 设计压力均指表压。

8.2.4 管道多与设备连接,在与管道的同等条件下,一般设备的耐压值较管道高,且设备材质与管道有时亦不同,所以压力试验应以二者间较小的压力值进行。

8.2.7 管道系统液压试验时,若管道系统内留存有空气,则对管道系统压力试验的影响表现在,一是压力表测量的数值不准确,二是压力波动较大,不易稳定,因此,压力试验时应排尽管道系统内的空气。

8.2.9 液压试验时,若压力升高过快,或试验压力下稳压时间过长,会对管道材料的力学性能产生影响,所以液压试验要缓慢升压,待达到试验压力后,稳压 10min,即可检出管道的强度;管道的变形、泄漏等情况也在工作压力下检查。

8.3 气压试验

8.3.1 管道系统承受气体压力的能力较液体低,本条规定试验压力为设计压力的 1.15 倍;同时,气压试验还要进行预试验,以及采取分级升压、稳压等安全措施,使管道系统有足够的时间来平衡应变。检查管路的异常、变形、泄漏以及压力表值下降等工作在工作压力状态下进行。

8.3.2 气压试验完成后若泄压过快,有可能使管道材料产生脆化,所以,要遵循与升压相反的流程进行泄压作业,以保证管道系统的安全。

8.4 泄漏性试验

8.4.1 本条根据现行国家标准《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D00001 编写的。

8.4.7 为保证泄漏性试验安全,需按编制方案规定的速度值缓慢泄压。

8.5 质量验收

I 主控项目

8.5.1 为确保压力试验安全,压力试验前对管道安装质量和压力试验准备进行全面检查是必要的。

8.5.2 压力试验方案是指导管道压力试验的一项重要技术文件,其可靠性、针对性、可操作性直接影响压力试验的成败,所以必须经监理或建设单位代表签字确认后,方可实施。

8.5.4 气压试验有释放能量的危险,为确保安全,规定试验前应先进进行预试验、分级升压、稳压等平衡应变。

9 管道系统吹扫与清洗

9.1 一般规定

9.1.1 管道系统的吹扫与清洗是指在压力试验合格后,对指定的管道系统以气体进行吹扫,或以液体进行清洗,以使管道的内部清洁度达到设计文件规定的要求。

9.1.4 管道吹扫过程中,若支承不牢固,有可能导致管道吹扫、清洗过程中出现过管道变形、垮塌等事故。

9.1.5 如果管道组成件不拆除,吹扫过程中的污物、杂质将会阻塞或损害管道元件,待管道系统吹扫与清洗合格后再将其复位。

9.1.6 临时管道施工应与正式管道一样,符合本规范规定的焊接要求和清洁度要求,以提高吹扫清洁效果,缩短吹扫清洗周期。

9.1.8 本条规定是为防止管道吹扫工作中,造成人身伤害事故。

9.1.9 本条规定是防止管道系统压力急剧波动,引起管道爆裂及产生其他危害。

9.1.13 化学清洗剂、脱脂剂大多有毒、有害、有腐蚀性,为确保操作人员的安全与健康,应佩戴防护眼镜、防毒面具等防护用具。

9.1.14 为保护水资源和生态环境,防止污染和其他公害,保障人体健康,污染物排放应符合国家现行标准《污水综合排放标准》GB 8978及《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202 等的有关规定。

9.2 管道系统水冲洗

9.2.2 为获得管道系统冲洗的相应数据,我们对铜管、钛管进行了多次试验,得知有色金属管道的水力条件好,内壁表面比较光滑,污物粘附在管内壁的粘结力较小,管道连接过程中产生的焊渣、氧化物也比黑色金属材质管道少很多,当水流速为 0.6m/s

时,能够将公称直径小于或等于 25mm 的管道内壁上的各类污物清洗干净,水流速为 0.8m/s 时,能够将公称直径小于或等于 65mm 的管道内壁上的各类污物清洗干净,水流速为 1.0m/s 时,能够将公称直径小于或等于 100mm 的管道内壁上的各类污物清洗干净。考虑到施工现场的情况较实验室复杂,因此,本条规定的水平均流速不应小于 1.2m/s,冲洗压力宜为 0.2MPa~0.3MPa,且不得超过设计压力。

9.2.3 为保证管道系统有效冲洗,防止排水时形成负压损坏管道和设备,作出此规定。

9.3 管道系统吹扫

9.3.1 管道系统安装完毕、压力试验合格后,使用前要进行吹扫,清除施工过程中残留的焊渣、浮锈、金属氧化物以及施工中的灰尘、沙土等,吹扫作业可采用压缩空气、氮气等。

9.4 管道系统脱脂

9.4.3 脱脂剂中一般含有酸、碱或刺激性物质,有挥发的刺激性气味,所以脱脂作业现场要求通风良好,且不能被阳光照射。

9.5 管道系统化学清洗

9.5.2 在线循环化学清洗时,要对无关的设备及管道隔离,以防止清洗液对其造成侵蚀,影响使用性能,以致造成事故。清洗液流动时应从管道系统水平标高的低端处流入,从管道系统水平标高的前端处流出,低进高出可以使管道内充满清洗液,保证需要清洗的范围全部得到清洗。

9.5.4 采用浓硫酸酸洗作业时,往硫酸中加注水会产生剧烈的放热反应,使水沸腾而引起浓硫酸飞溅或爆炸,为保证安全,使用和稀释浓硫酸必须严格按操作要求进行。

9.5.5 对铜及铜合金管道酸洗作业时,若使用铁制工具,铁会与

酸洗液发生化学反应,铁制工具表面会出现镀铜现象,使管道的化学成分发生变化,从而影响管道的机械性能和化学性能。

9.6 质量验收

I 主控项目

9.6.1 吹扫是一项重要作业,并存在一定的不安全性,所以应提前编制方案。

CHAOJING360.COM

10 工程质量验收

10.0.1~10.0.6 根据现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252 及《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的规定编制。

CHAOJING360.COM

CHAOJING360.COM

S/N:1580242·870



9 158024 287004



统一书号: 1580242·870

定 价: 23.00 元