

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50369 – 2014

油气长输管道工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of oil and gas
long-distance transmission pipeline engineering

2014 – 05 – 29 发布

2015 – 3 – 1 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

油气长输管道工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of oil and gas
long-distance transmission pipeline engineering

GB 50369-2014

主编部门:中国石油天然气集团公司

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2015年3月1日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
油气长输管道工程施工及验收规范
GB 50369-2014

☆

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

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3 印张 71 千字
2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·494

定价: 18.00 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 433 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《油气长输管道工程施工及验收规范》的公告

现批准《油气长输管道工程施工及验收规范》为国家标准，编号为GB 50369—2014，自2015年3月1日起实施。其中，第10.3.2、10.3.3、10.3.4条为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369—2006同时废止。

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

2014年5月29日

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发〈2012 年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》(建标〔2012〕5 号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了本规范。

本规范共分 17 章和 1 个附录。主要内容有:总则,术语,施工准备,材料及设备检验,交接桩及测量放线,施工作业带清理及施工便道修筑,材料、防腐管的装卸、运输及保管,管沟开挖,布管及现场坡口加工,管口组对、焊接及验收,管道防腐及保温工程,管道下沟及回填,管道穿越、跨越工程,管道清管测径、试压及干燥,管道连头,管道附属工程,工程交工等。

本规范修订的主要技术内容有:

1. 增加了技术文件的编制符合现行行业标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882 的要求;
2. 增加了钢管表面划痕深度在不同损伤情况下的处理规定;
3. 增加了管端椭圆度超标时,低温条件下的矫正方法及机具选择要求;
4. 增加了防腐管运抵施工现场后露天存放的时间及保护要求;
5. 增加了对冻土开挖管沟的边坡坡度规定;
6. 增加了不等壁厚对焊管端应采取加过渡管或坡口过渡处理措施的规定;
7. 修改了焊缝返修及处理的规定;
8. 修改了石方段管沟在沟底垫细土的厚度及细土最大粒径的规定;

9. 修改了下沟管道的端部管段暂不回填的长度;

10. 增加了管道稳管设施的安装要求;

11. 增加了管道试压装置的检验、检测要求。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由中国石油天然气管道局负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送至中国石油天然气管道局质量部(地址:河北省廊坊市广阳道 87 号管道大厦,邮政编码:065000)。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人、主要审查人:

主 编 单 位: 中国石油天然气管道局

参 编 单 位: 中国石油天然气管道局第三工程分公司

中国石油天然气管道局第四工程分公司

廊坊中油朗威工程项目管理有限公司

长庆石油勘探局油田建设工程公司

克拉玛依油田永升建设集团

中建七局安装工程有限公司

主要起草人: 魏国昌 王鲁君 王明宇 张永立 李金祥

王 炜 安金平 韩建成 郭泽浩 吴建忠

周 燕 徐 雷 廖 强 胡成洲 任 涛

高建国 陈连山 李龙波 王衡越 葛业武

尹辉庆 郭凤军 王五奇 王 宏 张炳杰

王乐生 李添添 陈 辉

主要审查人: 李献军 郑玉刚 徐 进 隋永莉 杨俊明

张 今 倪洪源 何 睿 李仁科 王 勇

梁桂海 韩建成 王平国 魏忠林 郭 超

李 强 马兰平 李艳华 徐大伟

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	施工准备	(3)
4	材料及设备检验	(4)
4.1	一般规定	(4)
4.2	检验及处理	(5)
5	交接桩及测量放线	(7)
5.1	一般规定	(7)
5.2	交桩、移桩	(7)
5.3	测量放线	(8)
6	施工作业带清理及施工便道修筑	(9)
6.1	施工作业带清理	(9)
6.2	施工便道修筑	(10)
7	材料、防腐管的装卸、运输及保管	(12)
7.1	装卸	(12)
7.2	运输	(12)
7.3	保管	(12)
8	管沟开挖	(14)
8.1	管沟的几何尺寸	(14)
8.2	管沟开挖	(15)
8.3	管沟验收	(16)
9	布管及现场坡口加工	(17)
9.1	布管	(17)
9.2	现场坡口加工	(18)

10	管口组对、焊接及验收	(19)
10.1	一般规定	(19)
10.2	管口组对与焊接	(19)
10.3	焊缝的检验与验收	(22)
11	管道防腐及保温工程	(25)
12	管道下沟及回填	(27)
12.1	管道下沟	(27)
12.2	管沟回填	(28)
13	管道穿越、跨越工程	(30)
13.1	管道穿越、跨越工程	(30)
13.2	穿越地下设施、管道、线缆	(30)
14	管道清管测径、试压及干燥	(31)
14.1	一般规定	(31)
14.2	清管、测径	(32)
14.3	水压试验	(32)
14.4	气压试验	(34)
14.5	输气管道干燥	(35)
15	管道连头	(36)
16	管道附属工程	(37)
16.1	截断阀室及阀门安装	(37)
16.2	阴极保护工程	(37)
16.3	里程碑、转角桩、标志桩、锚固墩、警示牌安装 及警示带敷设	(38)
16.4	线路保护构筑物	(39)
17	工程交工	(40)
附录 A	埋地管道弹性敷设的现场放线方法	(41)
	本规范用词说明	(46)
	引用标准名录	(47)
	附:条文说明	(49)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Preparation for construction	(3)
4	Checking of materials and fittings	(4)
4.1	General requirements	(4)
4.2	Checking and treatment	(5)
5	Pile transition route measurement and lineation	(7)
5.1	General requirements	(7)
5.2	Transition and movement of piles	(7)
5.3	Route measurement and lineation	(8)
6	Field cleanup and road construction for work	(9)
6.1	Field cleanup	(9)
6.2	Road construction for work	(10)
7	Loading, unloading, transportation and reserving of materials and coated pipes	(12)
7.1	Loading and unloading	(12)
7.2	Transportation	(12)
7.3	Reserving	(12)
8	Pipeline ditch excavation	(14)
8.1	The dimensions of ditch	(14)
8.2	Ditch excavation	(15)
8.3	Ditch checking and acceptance	(16)
9	Pipe laying and field beveling	(17)
9.1	Pipe laying	(17)

9.2	Field beveling	(18)
10	Pipe assembling and welding inspection and acceptance	(19)
10.1	General requirements	(19)
10.2	Pipe assembling and welding	(19)
10.3	Welding inspection and acceptance	(22)
11	Pipeline anticorrosion and insulation	(25)
12	Pipeline layed down to ditch and backfill	(27)
12.1	Pipeline laid down to ditch	(27)
12.2	Ditch backfill	(28)
13	Pipeline crossing and over-crossing project	(30)
13.1	Pipeline crossing and over-crossing project	(30)
13.2	Crossing underground facilities pipeline cable	(30)
14	Pipeline cleanup,diameter masurement testing and drying	(31)
14.1	General requirements	(31)
14.2	Cleanup and diameter masurement	(32)
14.3	Hydraulic testing	(32)
14.4	Pneumatic Testing	(34)
14.5	Gas pipeline drying	(35)
15	Pipeline connection	(36)
16	Pipeline auxiliary project	(37)
16.1	Installation of valves room and valves	(37)
16.2	Cathodic protection project	(37)
16.3	Installation of milestone,piles corner,mark stakes,piles anchor blocks warning signs and warning tape	(38)
16.4	Pipeline protection structures	(39)
17	Acceptance of project	(40)
Appendix A Lineation mehtod of underground pipeline		

elastic pipe laying	(41)
Explanation of wording in this code	(46)
List of quoted standards	(47)
Addition;Explanation of provisions	(49)

1 总 则

1.0.1 为提高油气长输管道工程施工水平,确保管道工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建或改建、扩建的陆地长距离输送油气管道、煤(层)气管道、成品油管道线路工程的施工及验收,不适用于油气场站内部的工艺管道、油气田集输管道、工业企业内部的油气管道的施工及验收。

1.0.3 油气长输管道工程施工及验收除应符合本规范规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 长输管道 long-distance transmission pipeline

指产地、储存库、用户间的用于输送油、气介质的管道。

2.0.2 弹性敷设 elastic pipe laying

管道在外力或自重作用下产生弹性弯曲变形,利用这种变形进行管道敷设的一种方式。

2.0.3 管件 fittings

与管子一起构成管道系统本身的零部件的总称,包括弯头、弯管、三通和管封头等。

2.0.4 水露点 water dew point

气体在一定压力下析出第一滴水时的温度。

2.0.5 冷弯管 cold bends

在不加热条件下,用模具(或夹具)将钢管弯制成需要角度的弯管。

2.0.6 热煨弯管 hot bends

在加热条件下,在夹具上将钢管弯曲成需要角度的弯管。

3 施 工 准 备

3.0.1 技术准备应包括下列内容：

- 1 进行图纸会审、设计交底及技术交底工作；
- 2 进行施工组织设计、施工方案及质量、健康、安全、环境措施的编审工作。

3.0.2 人力资源准备应包括下列内容：

- 1 建立项目组织机构；
- 2 配置满足工程需要的施工人员；
- 3 组织主要工种的人员培训、考试取证。

3.0.3 机具设备准备应包括下列内容：

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

3.0.4 物资准备应包括下列内容：

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

3.0.5 施工现场准备应包括下列内容：

- 1 办理施工相关手续；
- 2 施工用地应满足作业要求；
- 3 完成施工现场水、路、电、通信、场地平整及施工临设工作。

3.0.6 在开工前，应以文件的形式明确交工技术文件和记录，技术文件的编制应符合现行行业标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882 的有关规定。

4 材料及设备检验

4.1 一般规定

4.1.1 工程所用材料及设备的材质、规格和型号应符合设计要求,其质量应符合国家现行有关标准的规定,且应具有出厂合格证、质量证明书以及材质证明书。

4.1.2 管道线路的热煨弯管、冷弯管应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 管道线路的热煨弯管、冷弯管的规定

种 类		曲率半径	外观和主要尺寸	其他规定
热煨弯管		$\geq 4D$	无褶皱、裂纹、重皮、机械损伤;两端椭圆度小于或等于 1.0%,其他部位的椭圆度不应大于 2.5%	应满足清管器和探测仪器顺利通过。端部直管段保留长度: $DN \leq 500\text{mm}$ 时,不小于 250mm; $DN > 500\text{mm}$ 时,不小于 500mm
冷弯管 $DN(\text{mm})$	≤ 300	$\geq 18D$	无褶皱、裂纹、机械损伤;弯管椭圆度弯管部分小于或等于 2.5%,直管部分小于或等于 1.0%	端部直管段长度不小于 2m
	350	$\geq 21D$		
	400	$\geq 24D$		
	450	$\geq 27D$		
	500	$\geq 30D$		
	≥ 600	$\geq 40D$		

注: D 为管道外径, DN 为公称直径。

4.2 检验及处理

4.2.1 施工前,应对工程所用材料及设备的出厂合格证、质量证明书以及材质证明书进行检查,当对其质量有疑问时应进行复验。

4.2.2 钢管应按制造标准检查其外径、壁厚、椭圆度等尺寸偏差,且表面不得有裂纹、结疤、褶皱以及其他深度超过公称壁厚偏差的缺陷。

4.2.3 钢管如有划痕、凹坑、电弧烧痕、椭圆度超标、变形或压扁等缺陷时,应进行检查、分类及处理,并应符合下列要求:

1 钢管表面划痕的检查、分类及处理应符合下列要求:

1) 钢管表面划痕深度小于或等于公称壁厚的 5%,且不影响最小公称壁厚的缺陷,可进行修磨处理;

2) 钢管表面划痕深度大于公称壁厚的 5%,且不影响到最小公称壁厚的缺陷,应进行修磨处理,修磨后应进行壁厚确认。对于修磨后钢管表面划痕深度影响到最小公称壁厚的缺陷,输油管道可选用焊接方式补焊修复,输气管道应将带有缺陷的管段切除。

2 钢管表面凹坑的检查、分类及处理应符合下列要求:

1) 凹坑处有尖点或凹坑位于焊缝处应将该处管段切除;

2) 凹坑深度超过管道公称直径 2%的管段应切除。

3 输油管道的电弧烧痕可用砂轮修磨或焊接方式修复,修复后的厚度不得小于材料标准允许的最小厚度。

4 管端椭圆度超标时,应用适宜的方法及机具进行矫正。当环境气温为零度以下矫正时,宜对钢管进行局部加热至 $50^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

5 钢管出现变形或压扁时不应使用。

4.2.4 绝缘接头(法兰)安装前,应进行水压试验。试验压力应为设计压力的 1.5 倍,稳压时间应为 5min,无泄漏为合格。试压后应清除残余水,应使用 500V 兆欧表进行电绝缘检测,绝缘电阻应

大于 $2M\Omega$ 。

4.2.5 线路阀门安装前,应进行外观检查、阀门启闭检查及水压试验,其检验要求应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 线路阀门安装前的检查、试验规定

项 目		检查、试验内容	检验标准
外观检查		外表	不应有裂纹、砂眼、机械损伤、锈蚀等缺陷和缺件、铭牌脱落及色标不符等现象
		阀体内	应无积水、锈蚀、脏污和损伤等缺陷
		法兰密封面	不应有径向沟槽及其他影响密封性能的损伤
启闭检查		启闭	灵活
		启闭指示器	准确
水压试验	壳体 试验	1.5 倍管道设计压力, 持续时间 5min	壳体表面、阀体与阀盖连接处无渗漏或潮湿现象为合格。带袖管阀门的现场试验压力应为袖管的试验压力
	密封 试验	1.0 倍管道设计压力, 持续时间 15min	密封面无渗漏为合格

5 交接桩及测量放线

5.1 一般规定

5.1.1 设计单位与施工单位在现场进行控制(转角)桩、沿线路设置的临时性、永久性水准点的交接后,施工单位应进行测量放线,将桩移到施工作业带的边缘。

5.2 交桩、移桩

5.2.1 设计代表在现场向施工单位交接设计控制(转角)桩时,应核对桩号、里程、高程、转角角度。交桩后,施工单位应采取措施,保护控制(转角)桩,对已经丢失的桩应复测补桩。

5.2.2 平原地区宜采用与管道轴线等距平行移动的方法移桩(图 5.2.2),移桩位置应在管道组装焊接一侧,且宜在施工带边界线内 1m 的位置,转角桩应按转角的角平分线方向移动,平移后的桩可称为原桩的副桩。山区移桩困难时可采用引导法定位,即在控制(转角)桩四周植上 4 个引导桩,4 个引导桩构成的四边形对角线的交点为原控制(转角)桩的位置。

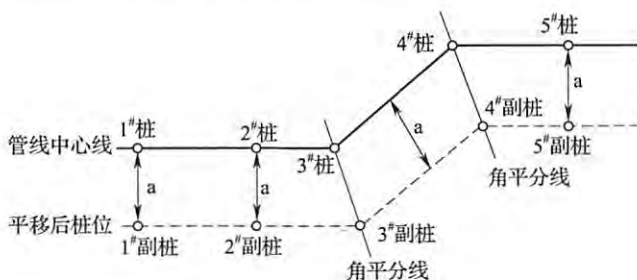


图 5.2.2 平行移桩方法

5.3 测量放线

5.3.1 测量放线应根据设计控制(转角)桩或其副桩进行。需要更改线路位置时,应经设计代表的书面同意后,方可更改。

5.3.2 管道测量放线应放出线路轴线(或管沟开挖边线)和施工作业带边界线。在线路轴线(或管沟开挖边线)和施工作业带边界线上应加设百米桩,桩间应做标记,且施工期间标记应保持完好状态。

5.3.3 管道水平转角较大时,应增设加密桩。弹性敷设管段或冷弯管管段,其水平转角应根据切线长度、外矢矩等参数在地面上放出曲线。采用预制弯管的管段,应根据曲率半径和角度放出曲线。弹性敷设可通过“工兵法”、“坐标法”或“总偏角法”等方法进行测量放样,做法应符合本规范附录 A 的规定。

5.3.4 地形起伏较大地段的纵向转角变坡点应根据施工图或管道施工测量成果表所标明的变坡点位置、角度、曲率半径等参数放线。

5.3.5 弹性敷设曲率半径不得小于钢管外直径的 1000 倍。垂直面弹性敷设管道的曲率半径应大于管子在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径,其曲率半径应按下式计算:

$$R \geq 3600 \{ [1 - \cos(\alpha/2)] D^2 / \alpha^4 \}^{1/3} \quad (5.3.5)$$

式中: R ——管道弹性弯曲曲率半径(m);

D ——钢管的外径(cm);

α ——管道的转角(°)。

5.3.6 在河流、沟渠、公路、铁路穿跨越段的两端,地下管道、电缆、光缆穿越段的两端,线路阀室两端及管线直径、壁厚、材质、防腐层变化分界处应设置临时标志桩,其设置位置应在管道组装焊接一侧,施工作业带边界线以内 1m 处。

6 施工作业带清理及施工便道修筑

6.1 施工作业带清理

6.1.1 施工作业带清理前应对施工作业带横断面布置(图 6.1.1)进行设计。

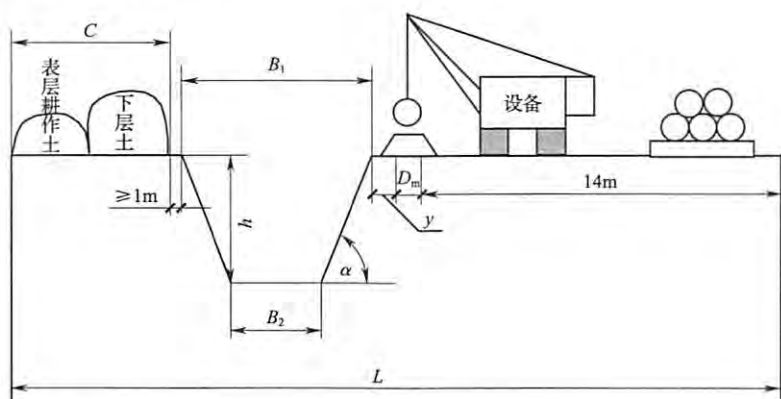


图 6.1.1 施工作业带横断面布置图

6.1.2 施工作业带占地宽度应与管道的直径、开挖土方的类型和体积、所使用的机械以及管道安装方法相适应。穿越、跨越河流、沟渠、公路、铁路、拖管车调头处、地下水丰富及管沟挖深超过 5m 的地段,应根据实际需要,增加占地宽度。林区、山区非机械化施工及人工凿岩地段根据地形、地貌条件,可减少占地宽度。

施工作业带占地宽度,一般地段宜按下列公式计算:

$$L = C + B_1 + y + D_m + Z + 1 \quad (6.1.2-1)$$

$$C = B_1 \cdot h \cdot A \quad (6.1.2-2)$$

$$B_1 = B_2 + 2h/i \quad (6.1.2-3)$$

$$B_2 = D_m + K \quad (6.1.2-4)$$

式中: L ——施工作业带占地宽度(m);

C ——土堆宽度(m);

B_1 ——管沟上口宽(m);

B_2 ——管沟底宽(m);

A ——土质调节系数,根据现场土质情况一般取 1.5~2;

h ——管沟深度(m);

i ——坡度, $i = \tan \alpha$;

α ——管沟开挖放坡角度($^\circ$);

D_m ——钢管的结构外径(包括防腐、保温层的厚度)(m);

K ——沟底加宽余量;

y ——安全距离(m),应按本规范表 9.1.6 取值;

Z ——施工作业侧宽度(m),根据管径大小及作业方式等因素,取值范围为 8m~14m。

6.1.3 在施工作业带范围内,对于影响施工机具通行或施工作业的石块、树木等地上障碍物应清理干净,沟、坎应予平整,有积水的低洼地段应排水。施工作业带清理时,应减少或防止水土流失。

6.1.4 清理和平整施工作业带时,应保护标志桩,损坏时应及时恢复。

6.2 施工便道修筑

6.2.1 施工便道应平坦,应具有足够的承载能力,应能保证施工车辆和设备的行驶安全。施工便道路面宽度宜大于 4m,并与公路平缓接通,每 2km 宜设置 1 个会车处,弯道和会车处的路面宽度宜大于 10m,弯道的转弯半径宜大于 18m。

6.2.2 施工便道经过河流、沟渠时,可采取修筑临时性桥涵或加固原桥涵等措施,桥涵承载能力应满足运管及设备搬迁的要求。

6.2.3 在沼泽、水田、沙漠等地区修筑施工便道时,应采取加强路基的措施。

6.2.4 施工便道经过地下管道、线缆、沟渠等地下构筑物或设施时,应采取保护措施。

6.2.5 陡坡地带施工便道修筑宜采取降坡或修绕行路等措施。

7 材料、防腐管的装卸、运输及保管

7.1 装 卸

7.1.1 防腐管装卸不得损伤防腐层,应使用不损伤管口的专用吊具,弯管应采取吊管带装卸。

7.1.2 所有施工机具和设备在行车、吊装、装卸过程中,其任何部位与架空电力线路的安全距离应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 施工机具和设备与架空电力线路的安全距离

电力线路电压(kV)	<1	1~35	60	110	220	330	n
安全距离(m)	>1.5	>3	>5.1	>5.6	>6.7	>7.8	$>0.01(n-50)+5$

7.2 运 输

7.2.1 防腐管的运输应符合交通部门的有关规定,拖车与驾驶室之间应设置止推挡板,立柱应牢固。

7.2.2 装车前,应核对防腐管的防腐等级、材质、壁厚,不宜将不同防腐等级、材质、壁厚的防腐管混装。

7.2.3 运输防腐管时,捆扎牢固,对防腐层采取保护措施。防腐管与车架或立柱之间、防腐管之间、防腐管与捆扎绳之间应设置橡皮板或其他软质材料衬垫,捆扎绳应套橡胶管或其他软质管套。弯管运输应采取保护措施,保温管的运输应使用配备装有柔性垫板的运管车。

7.2.4 阀门宜原包装运输,应固定牢固。

7.2.5 运至现场的防腐管,应逐根检查验收,办理交接手续。

7.3 保 管

7.3.1 材料应按产品说明书的要求妥善保管。存储过程中应进

行巡查。

7.3.2 材料存放场地应平整、无石块,地面不应积水。存放场地应保持 1%~2% 的坡度,并应设有排水沟。应在存放场地内修筑汽车与吊车进出场的道路,场地上方应无架空电力线。

7.3.3 成品管的存放和堆置高度应保证管子不会发生损伤和永久变形,采取防止滚落的措施。不同规格、材质的防腐钢管应分开堆放。每层防腐管之间应垫放软垫,最下层的管子下宜铺垫两排枕木或砂袋,管子距地面的距离宜大于 200mm。

7.3.4 阀门宜原包装存放,存放时应采取防水措施。

7.3.5 焊材、防腐补口材料等应存放在库房中,其中防腐补口材料应存放在通风干燥的库房,焊条长期存放时的相对湿度不宜超过 60%。

7.3.6 易燃、易爆物品的库房应按相关标准配备消防灭火器材。

7.3.7 防腐管运抵施工现场后,露天存放时间超过 3 个月时应采取防护措施。

8 管 沟 开 挖

8.1 管沟的几何尺寸

8.1.1 管沟的开挖深度应符合设计要求。侧向斜坡地段的管沟深度,应按管沟横断面的低侧深度计算。

8.1.2 管沟边坡坡度应根据土壤类别、力学性能和管沟开挖深度确定,深度在 5m 以内管沟的最陡边坡坡度应按表 8.1.2 确定。

表 8.1.2 深度在 5m 以内管沟的最陡边坡坡度

土壤类别	最陡边坡坡比 i		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土 (填充物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.00
中密的碎石类土 (填充物为黏性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土(经井点降水)	1 : 1.00	—	—
硬质岩	1 : 0	1 : 0	1 : 0
冻土	1 : 0	1 : 0	1 : 0

注:当冻土发生融化时,应进行现场试验确定其坡度。

8.1.3 深度超过 5m 的管沟边坡开挖时,应根据实际情况,采取放缓边坡、支撑或阶梯式开挖措施。

8.1.4 管沟沟底宽度应根据管道外径、开挖方式、组装焊接工艺

及工程地质等因素确定。深度在 5m 以内管沟沟底宽度应按下表确定：

$$B = D_m + K \quad (8.1.4)$$

式中：B——沟底宽度(m)；

D_m ——钢管的结构外径(包括防腐、保温层的厚度)(m)；

K——沟底加宽余量(m)，应按表 8.1.4 取值。

表 8.1.4 沟底加宽余量 K 值(m)

条件因素		沟上焊接				沟下焊条电弧焊接			沟下半 自动焊 接处 管沟	沟下焊 接弯头、 弯管及 连头处 管沟
		土质管沟		岩石 爆破 管沟	弯头、 冷弯管 处管沟	土质管沟		岩石 爆破 管沟		
		沟中 有水	沟中 无水			沟中 有水	沟中 无水			
K 值	沟深 3m 以内	0.7	0.5	0.9	1.5	1.0	0.8	0.9	1.6	2.0
	沟深 3m~5m	0.9	0.7	1.1	1.5	1.2	1.0	1.1	1.6	2.0

注：当采用机械开挖管沟时，计算的沟底宽度小于挖斗宽度时，沟底宽度按挖斗宽度计算。

8.1.5 深度超过 5m 的管沟，沟底宽度应根据工程地质情况进行处理。

8.2 管 沟 开 挖

8.2.1 开挖管沟前，应向施工人员说明地下设施的分布情况。在地下设施两侧 5m 范围内，应采用人工开挖，并应对挖出的地下设施采取保护措施。对于重要地下设施，开挖前应征得其管理部门同意，必要时应在其监督下开挖。

8.2.2 一般地段管沟开挖时，宜将挖出的土石方堆放到焊接施工对面一侧，堆土距沟边不应小于 1m。

8.2.3 在耕作区开挖管沟时，应将表层耕作土与下层土分别堆

放,下层土应放置在靠近管沟一侧。

8.2.4 爆破开挖管沟宜在布管前完成。爆破作业应由有爆破资质的单位承担。爆破作业应制定安全措施,规定爆破安全距离,不应威胁到附近居民、行人,以及地上、地下设施的安全。对于可能受到影响的重要设施,应事前通知有关部门和人员,采取安全保护措施后方可爆破。

8.2.5 开挖管沟时,应保护地下文物,当发现文物时应保护现场,并向当地主管部门报告。

8.2.6 在穿越道路、河流、居民密集区等地段进行管沟开挖时,应采取适当的安全措施,设置警告牌、信号灯、警示物等。

8.3 管 沟 验 收

8.3.1 直线段管沟应顺直,曲线段管沟应圆滑过渡,曲率半径应满足设计要求。

8.3.2 管沟中心线、沟底标高、沟底宽度、变坡点位移的允许偏差应符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 管沟中心线、沟底标高、沟底宽度、变坡点位移的允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
管沟中心线偏移	<150
沟底标高	+50 -100
沟底宽度	-100
变坡点位移	<1000

8.3.3 石方段管沟沟壁不得有欲坠的石头,沟底不应有石块。

8.3.4 开挖后应及时检查验收,不符合要求时应及时修整。

9 布管及现场坡口加工

9.1 布 管

9.1.1 应按设计图纸规定的钢管材质、规格和防腐层等级布管。布管前宜测量管口周长、直径,进行匹配组对。

9.1.2 堆管场地应平坦,无石块、积水和坚硬根茎等损伤防腐层的物体。防腐管下宜设置两条土埂或土袋。

9.1.3 堆管的位置应靠近管线,且应远离架空电力线。管堆之间的距离不宜超过 500m。

9.1.4 沟上布管前每根管子应设置管墩,平原地区管墩的高度宜为 0.4m~0.5m,山区应根据地形变化设置,管墩宜用袋装软质材料。

9.1.5 沟上布管时,管与管首尾相接处宜错开一个管径。吊管机布管吊运时,宜单根管吊运。进行双根或多根管吊运时,应采取有效的防护措施。

9.1.6 沟上布管及组装焊接时,应符合下列要求:

1 管道的边缘至管沟边缘应保持足够的安全距离,其值应符合表 9.1.6 的规定。

表 9.1.6 管道边缘与管沟边缘的安全距离

土壤类别	干燥硬实土	潮湿软土
安全距离(m)	≥ 1.0	≥ 1.5

2 管墩中心(组装管道中心)至管沟中心(线路中心)的距离应按下式计算:

$$S \geq D_m + K/2 + a + y \quad (9.1.6-1)$$

$$a = h/i \quad (9.1.6-2)$$

式中: S ——管墩(组装管线)中心至管沟(线路)中心的距离(m);

D_m ——钢管的结构外径(m);

K ——沟底加宽余量(m),应按本规范表 8.1.4 取值;

a ——管沟边坡的水平投影距(m);

h ——沟深(m);

i ——边坡坡度,应按本规范表 8.1.2 取值;

y ——安全距离(m),应按表 9.1.6 取值。

9.1.7 沟下布管时,防腐管首尾应错开摆放,错开距离宜为 100mm。

9.1.8 坡地布管时,应采取防止滚管、滑管的措施。

9.1.9 吊装和布管作业时,采用的吊装设备能力应满足作业要求,且吊具应为起重专用吊具。

9.2 现场坡口加工

9.2.1 管端坡口应根据焊接工艺规程加工、检查。

9.2.2 复合型坡口宜在施工现场进行加工。坡口加工应采用坡口机,刀具应采用一次成型的复合刀具。

9.2.3 管端坡口如有机械加工形成的内卷边,应用锉刀或电动砂轮机清除整平。

10 管口组对、焊接及验收

10.1 一般规定

10.1.1 管道焊接设备的性能应满足焊接工艺要求,并应具有良好的工作状态和安全性能。

10.1.2 焊接施工前,应制定焊接工艺预规程,进行焊接工艺评定。焊接工艺评定应符合现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的有关规定,并应根据合格的焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程。

10.1.3 焊工应具有国家有关部门颁发的相应资格证书。

10.1.4 在下列任何一种环境中,如未采取有效防护措施不得进行焊接:

- 1 雨雪天气;
- 2 大气相对湿度大于 90%;
- 3 低氢型焊条电弧焊,风速大于 5m/s;
- 5 自保护药芯焊丝半自动焊,风速大于 8m/s;
- 6 气体保护焊,风速大于 2m/s;
- 7 环境温度低于焊接工艺规程中规定的温度。

10.2 管口组对与焊接

10.2.1 管口组对的坡口型式应符合焊接工艺规程的规定。

10.2.2 不等壁厚对焊管端宜采用加过渡管或坡口过渡处理措施。壁厚差小于或等于 2mm 时可直接焊接,大于 2mm 时,应采用内削边处理,内坡角度宜为 $14^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

10.2.3 使用对口器应符合下列要求:

- 1 应优先选用内对口器,不具备使用内对口器条件时可选用

外对口器；

2 使用内对口器时，应在根焊完成后拆卸和移动对口器，移动对口器时，管子应保持平衡；

3 使用外对口器时，应在根焊完成不少于管周长 50% 后方可拆卸，所完成的根焊应分为多段，且应均匀分布。

10.2.4 管道组对应符合表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 管道组对规定

序号	检查项目	规定要求
1	管内清扫	无污物
2	管口清理(10mm 范围内)和修口	管口完好无损，无铁锈、油污、油漆、毛刺
3	管端螺旋焊缝或直缝余高打磨	端部 10mm 范围内余高打磨掉，并平缓过渡；采用自动超声波检测时，端部不少于 150mm 范围内余高应打磨掉
4	两管口螺旋焊缝或直缝间距	错开间距大于或等于 100mm
5	错边和错边校正要求	小于等于壁厚的八分之一，且连续 50 mm 范围内局部最大不应大于 3mm，错边沿周长应均匀分布
6	钢管短节长度	不应小于管子外径值且不应小于 0.5m
7	钢管对接角度偏差	不得大于 3°

10.2.5 焊接材料应符合下列要求：

1 焊条应无破损、发霉、油污、锈蚀，焊丝应无锈蚀和折弯，焊剂应无变质现象，保护气体的纯度和干燥度应满足焊接工艺规程的要求；

2 低氢型焊条焊前应按产品说明书要求进行烘干、保存及使

用;当天未用完的焊条应回收存放,重新烘干后首先使用,重新烘干的次数不得超过 2 次;

3 自保护药芯焊丝不应烘干,纤维素焊条不宜烘干;

4 焊丝应在焊接前打开包装;当日未用完的焊丝应妥善保管,防止污染;

5 应采用有效手段确保焊接气体的纯度、配比和含水量等指标符合要求;

6 在焊接过程中,如出现焊条药皮发红、燃烧或严重偏弧时,应立即更换焊条。

10.2.6 焊接过程中,对于管材和防腐层保护应符合下列要求:

1 施焊时不应在坡口以外的管壁上引弧;

2 焊机地线与管子连接应采用专用卡具,防止地线与管壁产生电弧而烧伤管材;

3 对于防腐管,焊前应在焊缝两端的管口缠绕一周宽度为 0.5m 的保护层。

10.2.7 焊前预热应符合下列规定:

1 预热应符合焊接工艺规程的规定;

2 当焊接两种具有不同预热要求的材料时,应以预热温度要求较高的材料为准;

3 预热宽度不应小于坡口两侧各 50mm,应使用测温蜡笔、红外线测温仪等测温工具测量;

4 管口应均匀加热;

5 当环境温度低于 -5°C 时,宜采用电加热进行预热。

10.2.8 管道焊接应符合下列规定:

1 管道焊接应符合焊接工艺规程的要求;

2 根焊完成后,应立即进行热焊;

3 焊道接头应进行打磨,相邻两层的接头不得重叠,应错开 30mm 以上;

4 各焊道宜连续焊接,焊接过程中,应控制道间温度;

5 焊道上的焊渣,在下一道焊接前应清除干净;

6 焊口宜当日焊完,当日不能完成的应至少完成管壁厚的50%,且不应少于3层;

7 在焊接作业中,焊工应对自己所焊的焊道进行自检和修补工作,每处修补长度不应小于50mm。

10.2.9 焊口焊完后应清除表面焊渣和飞溅。

10.2.10 对需要后热或热处理的焊缝,应按焊接工艺规程的规定进行处理。

10.2.11 每日作业结束后应将管线端部管口临时封堵。遇水及沟下焊管线应采取防水措施。

10.2.12 焊口应有标志,焊口标志应包括工程名称缩写、标段号、桩位号、流水号,标志可用记号笔写在距焊口(油、气流动方向下游)1m处防腐层表面,并应同时做好焊接记录。

10.2.13 焊缝返修及处理应符合下列规定:

1 所有带裂纹的焊缝应从管线上切除,焊道出现的非裂纹性缺陷,可直接返修;

2 焊缝返修应使用评定合格的返修焊接工艺规程。焊缝在同一部位的返修不应超过2次,根部只应返修1次。返修后,宜按原标准检测。

10.3 焊缝的检验与验收

10.3.1 焊缝经外观检查合格后方可进行无损检测。焊缝外观检查应符合下列规定:

1 焊缝外观成型应均匀一致,焊缝及其热影响区表面上不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣、飞溅、弧坑等缺陷;

2 焊缝表面不应低于母材表面,焊缝余高应在0~3mm范围内,向母材的过渡应平滑;

3 焊缝表面每侧宽度宜比坡口表面宽1mm~2mm;

4 咬边的最大尺寸应符合表10.3.1中的规定。

表 10.3.1 咬边的最大尺寸

深 度	长 度
小于或等于 0.4mm, 小于或等于管壁厚 的 6%, 取二者中的较小值	任何长度均为合格
大于 0.4mm 小于或等于 0.8mm, 大 于管壁厚的 6% 小于或等于 12.5%, 取 二者中的较小值	在焊缝任何 300mm 连续长度上不超 过 50mm, 或焊缝长度的 1/6, 取二者中 的较小值
大于 0.8mm, 大于管壁厚的 12.5%, 取二者中的较小值	任何长度均不合格

10.3.2 无损检测应符合国家现行标准《石油天然气管道工程全自动超声波检测技术规范》GB/T 50818 和《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的规定, 射线检测及超声检测的合格等级均应为 II 级。

10.3.3 输油管道的无损检测方法的比例应符合下列规定:

1 采用射线检测检验时, 应对焊工当日所焊不少于 30% 的焊缝全周长进行射线检测;

2 采用超声检测时, 应对焊工当日所焊焊缝的全部进行检查, 并对其中 10% 环焊缝的全周长用射线检测复验;

3 对通过居民区、工矿企业和穿越、跨越大中型水域、一二级公路、铁路、隧道的管道环焊缝, 以及所有碰死口焊缝, 应进行 100% 超声检测和射线检测。

10.3.4 输气管道的检测方法的比例应符合下列规定:

1 所有焊接接头应进行全周长 100% 无损检测, 无损检测方法应选用射线检测和超声检测。焊缝表面缺陷应选用磁粉或液体渗透检测。

2 当采用超声检测对焊缝进行无损检测时, 应按下列比例采用射线检测对每个焊工或流水作业焊工组当天完成的全部焊缝进行复验: 一级地区中焊缝的 5%, 二级地区中焊缝的 10%, 三级地

区中焊缝的 15%，四级地区中焊缝的 20%。

3 穿越、跨越水域、公路、铁路的管道焊缝，弯头与直管段焊缝及未经试压的管道碰死口焊缝，均应进行 100% 超声检测和射线检测。

10.3.5 射线检测复验、抽查中，有一个焊口不合格，应对该焊工或流水作业焊工组在该日或该检查段中焊接的焊口加倍检查，如仍有不合格的焊口，应对其余的焊口逐个进行射线检测。

10.3.6 管道采用全自动焊时，宜采用全自动超声检测，检测比例应为 100%，并应进行射线检测复验。全自动超声检测应符合现行国家标准《石油天然气管道工程全自动超声波检测技术规范》GB/T 50818 的规定。

11 管道防腐及保温工程

11.0.1 管道无损检测合格后,应及时进行防腐补口。

11.0.2 钢管、弯管、弯头的防腐和保温,现场防腐补口、补伤施工应符合设计要求和现行有关标准的规定。管道常用的内外壁防腐层应符合下列规定:

1 石油沥青防腐层应符合现行行业标准《埋地钢质管道石油沥青防腐层技术标准》SY/T 0420 的规定;

2 硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层应符合现行行业标准《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》SY/T 0415 的规定;

3 环氧煤沥青防腐层应符合现行行业标准《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》SY/T 0447 的规定;

4 聚乙烯防腐层应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定;

5 聚乙烯胶粘带防腐层应符合现行行业标准《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414 的规定;

6 熔结环氧粉末外涂层应符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 的规定;

7 熔结环氧粉末内防腐层应符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准》SY/T 0442 的规定;

8 液体环氧涂料内涂层应符合现行行业标准《钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》SY/T 0457 的规定;

9 管口预处理应符合现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的规定;

10 高温直埋管道保温应符合现行行业标准《直埋式钢质高

温管道保温预制施工及验收规范》SY/T 0324 的规定。

11.0.3 防腐层的外表面应平整,无漏涂、褶皱、流淌、气泡和针孔等缺陷;防腐层应能有效地附着在金属表面;聚乙烯热收缩套(带)、聚乙烯冷缠粘胶带,以及双组分环氧粉末补伤液、补伤热熔棒等补口、补伤材料应按其生产厂家使用说明的要求施工。

11.0.4 管道锚固墩、穿越段管道、阴极保护测试线焊接处的防腐,检查合格后方可进行下一道工序。阴极保护测试线焊接处的防腐材料应与管道防腐层相匹配并与测试线外皮粘接良好。

11.0.5 管道出、入土的防腐层应高出地面 100mm 以上,应在地面交界处的管外采取包覆热收缩套或其他防护性措施。热收缩套搭接处应平缓,无破损和漏点。

12 管道下沟及回填

12.1 管道下沟

12.1.1 管线的焊接、无损检测、补口完成后,应及时下沟。不能及时下沟时,应采取措施防止滚管。一个作业(机组)施工段,沟上放置管道的连续长度不宜超过 10km。

12.1.2 下沟前,应复查管沟深度,清除沟内塌方、石块、积水、冰雪等异物。石方或戈壁段管沟,应预先在沟底垫 300mm 厚细土,细土的最大粒径不得大于 20mm。

12.1.3 管道应使用吊管机等起重设备进行下沟,不得使用推土机或撬杠等非起重机具。吊具应使用尼龙吊带或橡胶辊轮吊篮,不得使用钢丝绳。当采用吊篮下沟时,应使用吊管机下沟,起吊高度以 1m 为宜,吊管机使用数量不宜少于 3 台。管道下沟吊点间距应符合表 12.1.3 的规定。

表 12.1.3 管道下沟吊点间距

钢管公称 直径(mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200
允许最大 间距(m)	6	9	12	13	15	16	17	18	19	21	23	24	25	26	28

12.1.4 管道下沟时,应由专人统一指挥作业,应采取切实有效的措施防止管道滚沟。

12.1.5 管道下沟过程中,应使用电火花检漏仪检查管道防腐层,检测电压应符合设计及现行有关标准的规定,如有破损或针孔应及时修补。

12.1.6 管道下沟时,应注意避免与沟壁挂碰,以防止擦伤防腐

层。管道应放置到管沟中心位置,距沟中心线的偏差应小于 150mm。管道壁和管沟壁之间的间隙不应小于 150 mm。管道应与沟底充分结合,局部悬空应用细土填塞密实。

12.1.7 管道下沟后应对管顶标高进行测量,直线段应每 100m 测一点,曲线段可对曲线的始点、中点和终点进行测量。

12.2 管 沟 回 填

12.2.1 一般地段管道下沟后应及时回填,回填前应排除沟内积水,山区易冲刷地段、高水位地段、人口稠密区及雨季施工等应立即回填。

12.2.2 耕作土地段的管沟应分层回填,应将表面耕作土置于最上层。

12.2.3 管沟回填前宜完成阴极保护测试引线焊接,并引出地面。

12.2.4 管道下沟后,回填应符合下列要求:

1 回填土应平整密实;

2 石方、戈壁或冻土段管沟应先回填细土至管顶上方 300mm,后回填原土石方。细土的最大粒径不应大于 20mm,原土石方最大粒径不得大于 250mm;

3 黄土源地段管沟回填应按设计要求做好垫层及夯实;

4 陡坡地段管沟回填宜采取袋装土分段回填。

12.2.5 下沟管道的端部,应预留出 50 倍管径且不小于 30m 管段暂不回填。

12.2.6 管沟回填土宜高出地面 0.3m 以上,覆土应与管沟中心线一致,其宽度为管沟上开口宽度,并应做成有规则的外形。管道最小覆土层厚度应符合设计要求。

12.2.7 沿线施工时破坏的挡水墙、田埂、排水沟、便道等地面设施应及时恢复。

12.2.8 设计上有特殊要求的地貌应根据设计要求恢复。

12.2.9 浅挖深埋土堤敷设时应根据设计要求施工。

12.2.10 对于回填后可能遭受洪水冲刷或浸泡的管沟,应采取压实管沟、引流或压砂袋等防冲刷、防管道漂浮的措施。

12.2.11 管沟回填土自然沉降密实后,应对管道防腐层进行地面检漏,且应符合设计规定。一般地段自然沉降宜为 30 天,沼泽地段及地下水位高的地段自然沉降宜为 7 天。

12.2.12 管道稳管设施的安装应符合设计要求。

13 管道穿越、跨越工程

13.1 管道穿越、跨越工程

13.1.1 管道穿越、跨越工程的施工应分别符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424 和《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460 的有关规定。

13.1.2 采用套管穿越的管道,当设计要求安装牺牲阳极时,应在穿入套管前完成,安装后应测量管道电位是否达到保护电位要求。输送管的绝缘支撑架应安装牢固,绝缘垫位置正确。绝缘支撑架不得与阳极相连。

13.1.3 输送管穿入套管前,应进行隐蔽工程检查,套管内的污物应清扫干净。输送管防腐层检漏合格后方可穿入套管内,穿入后应用 500V 兆欧表检测套管与输送管之间的绝缘电阻,其值应大于 $2\text{M}\Omega$ 。检测合格后应按设计要求封堵套管的两端口。

13.2 穿越地下设施、管道、线缆

13.2.1 管道穿越其他埋地管道、线缆时,应按国家有关规定及设计要求实施。

14 管道清管测径、试压及干燥

14.1 一般规定

14.1.1 石油天然气长输管道在下沟回填后应清管、测径及试压，清管、测径及试压应分段进行。

14.1.2 河流大中型穿跨越和铁路、高速公路、二级及以上公路穿越的管段应单独进行试压。

14.1.3 分段试压合格后，连接各管段的连头焊缝应进行 100% 超声检测和射线检测，不再进行试压，预制件及连头管段应在安装之前预先试压。经单独试压的线路截断阀及其他设备可不与管线一同试压。

14.1.4 试压中如有泄漏，应泄压后修补，修补合格后应重新试压。

14.1.5 管道清管、测径及试压施工前，应编制施工方案，制定安全措施，考虑施工人员及附近公众与设施安全。清管、测径及试压作业应统一指挥，并配备必要的交通工具、通信及医疗救护设备。

14.1.6 试压介质的选用应符合下列规定：

1 输油管道试压介质应采用水，在高寒、陡坡等特殊地段，经设计校核可采用空气作为试压介质，但管材必须满足止裂要求。试压时必须采取防爆安全措施。

2 输气管道位于一、二级地区的管段宜用水作试压介质，在高寒、陡坡等特殊地段可采用空气作试压介质。

3 输气管道位于三、四级地区的管段应采用水作试压介质。

4 管道试压水质应使用洁净水。

14.1.7 试压装置，包括阀门和管道应经试压检验合格后方能使用。现场开孔和焊接应符合压力管道安装有关标准的规定。试压

装置与主管连接口应进行全周长射线检测,合格级别应与主管线相同。

14.2 清管、测径

14.2.1 分段试压前,应采用清管球(器)进行清管,清管介质应用空气。清管次数不应少于2次,以开口端不再排出杂物为合格。

14.2.2 分段清管应设临时清管器收发装置,清管器接收装置应选择在地势较高且50m内没有建筑物和人口的区域内,并应设置警示标志。

14.2.3 线路截断阀不应参加清管。

14.2.4 清管宜选用复合式清管器,管径较小时也可选用清管球。清管球充水后直径过盈量应为管内径的5%~8%。

14.2.5 清管时的最大压力不得超过管材最小屈服强度的30%。

14.2.6 清管器应适用于管线弯管的曲率半径。

14.2.7 清管合格后应在试压前后分别进行测径。测径宜采用铝质测径板,直径为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的90%,当测径板通过管段后,无变形、褶皱可判为合格。

14.3 水压试验

14.3.1 水压试验应符合现行国家标准《液体石油管道压力试验》GB/T 16805的有关规定。

14.3.2 分段水压试验的管段长度不宜超过35km,应根据该段的纵断面图,计算管道低点的静水压力,核算管道低点试压时所承受的环向应力,其值不应大于管材最低屈服强度的0.9倍,对特殊地段经设计允许,其值最大不得大于0.95倍。试验压力值的测量应以管道最高点测出的压力值为准,管道最低点的压力值应为试验压力与管道液位高差静压之和。

14.3.3 试压充水宜加入隔离球,并应在充水时采取背压措施,以防止空气存于管内,隔离球可在试压后取出。应避免在管线高点

开孔排气。压力试验宜在 24 小时后进行,以缩小温度差异。

14.3.4 输油管道分段水压试验时的压力值、稳压时间及合格标准应符合表 14.3.4 的规定。

表 14.3.4 输油管道分段水压试验时的压力值、稳压时间及合格标准

分 类		强度试验	严密性试验
输油管道 一般地段	压力值(MPa)	1.25 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
输油管道大中 型穿越、跨越 及管道通过 人口稠密区	压力值(MPa)	1.5 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
合格标准		无变形、无泄漏	压降不大于 1%试验压力值,且不大于 0.1MPa

14.3.5 输气管道分段水压试验时的压力值、稳压时间及合格标准应符合表 14.3.5 的规定

表 14.3.5 输气管道分段水压试验时的压力值、稳压时间及合格标准

分 类		强度试验	严密性试验
一级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.1 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
二级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.25 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
三级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.4 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
四级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.5 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
合格标准		无变形、无泄漏	压降不大于 1%试验压力值,且不大于 0.1MPa

14.3.6 架空输气管道采用水压试验前,应核算管道及其支撑结构的强度,必要时应临时加固,防止管道及支撑结构受力变形。

14.3.7 试压宜在环境温度 5℃ 以上进行,当不能满足时,应采取防冻措施。

14.3.8 试压合格后,应将管段内积水清扫干净,山区清扫时应采取背压等措施,清扫出的污物应排放到规定区域,清扫应以不再排出游离水为合格。

14.4 气压试验

14.4.1 分段气压试验的管段长度不宜超过 18km。

14.4.2 试压用的压力表应经过校验,并应在有效期内。压力表精度不应低于 1.6 级,量程应为被测最大压力的 1.5 倍~2 倍,表盘直径不应小于 150mm,最小刻度应能显示 0.05MPa。试压时的压力表不应少于 2 块,并应分别安装在试压管段的两端。稳压时间应在管段两端压力平衡后开始计算。试压管段的两端应各安装 1 支温度计,且应避免阳光直射,温度计的最小刻度应小于或等于 1℃。

14.4.3 试压时的升压速度不宜过快,压力应缓慢上升,每小时升压不得超过 1MPa。当压力升至 0.3 倍和 0.6 倍强度试验压力时,应分别停止升压,稳压 30min,并应检查系统有无异常情况,如无异常情况可继续升压。

14.4.4 检漏人员在现场查漏时,管道的环向应力不应超过钢材规定的最低屈服强度的 20%;在管道的环向应力首次开始从钢材规定的最低屈服强度的 50%提升到最高试验压力,直到又降至设计压力为止的时间内,试压区域内严禁有非试压人员,试压巡检人员应与管线保持 6m 以上的距离。试压设备和试压段管线 50m 以内为试压区域。

14.4.5 油、气管道分段气压试验的压力值、稳压时间及合格标准应符合表 14.4.5 的规定:

表 14.4.5 油、气管道分段气压试验的压力值、稳压时间及合格标准

分 类		强度试验	严密性试验
输油管道	压力值(MPa)	1.1 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
一级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.1 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
二级地区 输气管道	压力值(MPa)	1.25 倍设计压力	设计压力
	稳压时间(h)	4	24
合格标准		不破裂、无泄漏	压降不大于 1% 试验压力值,且不大于 0.1MPa

14.4.6 气体排放口不得设在人口居住稠密区、公共设施集中区。

14.5 输气管道干燥

14.5.1 输气管道试压、清管结束后应进行管道干燥。

14.5.2 输气管道干燥应符合现行行业标准《天然气输送管道干燥施工技术规范》SY/T 4114 的有关规定。

15 管道连头

15.0.1 管道连头所用钢管、弯管等材料的材质、壁厚应符合设计要求。不参与试压的连头管段安装前应进行试压。

15.0.2 连头处宜设置在地形、地质条件较好的地段。连头处应设人行安全通道。作业面应平整、清洁、无积水,沟底比设计深度加深 500mm~800mm。

15.0.3 现场切割防腐管时,宜采用机械方法,也可采用火焰或等离子弧方法。

15.0.4 吊装时,吊具应固定牢靠,设专人指挥、监护。

15.0.5 连头时应采用外对口器,不应强力组对。

15.0.6 连头处的管道焊接应严格执行连头焊接工艺规程,应在焊接完成后进行 100%超声检测和 100%射线检测。

15.0.7 裂纹缺陷不应返修,其他缺陷只应返修 1 次。

15.0.8 检测完成后,应按要求进行防腐补口、补伤,经业主(或监理)确认合格后,应及时进行管沟回填。

16 管道附属工程

16.1 截断阀室及阀门安装

- 16.1.1 截断阀室的土建工程应符合国家现行相关标准的规定。
- 16.1.2 阀室工艺管道安装应符合现行国家标准《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540 的有关规定。
- 16.1.3 阀门安装前应熟悉阀门安装说明书,应按相关标准及制造厂家的说明书检查、安装阀门。
- 16.1.4 阀室内埋地管道和阀门应在回填土前进行电火花检漏,防腐绝缘合格后方可回填。
- 16.1.5 管道穿越阀室墙体或基础的缝隙应按设计要求封堵严密。
- 16.1.6 埋地管道和阀门周围应用细土回填,并分层夯实。
- 16.1.7 施工结束前应恢复地貌和清理现场。
- 16.1.8 阀室安装后应单独进行吹扫、试压。

16.2 阴极保护工程

- 16.2.1 线路阴极保护工程施工及验收应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448 的有关规定。
- 16.2.2 牺牲阳极的安装应符合下列要求:
 - 1 袋装牺牲阳极使用时应确保回填材料密实。当阳极和填包料分开供应时,阳极埋设应置于填包料的中心位置,导线应留有充分的余量。操作中不应损伤导线和接头。
 - 2 带状牺牲阳极埋设应符合设计要求。
 - 3 临时保护用的带状牺牲阳极应通过测试桩与管道连接,投产前应 与管道断开。

16.2.3 强制电流系统的安装应符合下列要求：

- 1 整流器外壳应接地可靠。
- 2 辅助阳极应按设计要求埋设，回填料应保证阳极周围均匀且没有空隙，回填时应避免损伤阳极和电缆。
- 3 电缆与整流器的连接应牢固并导电良好。
- 4 主电缆与阳极引线之间的连接应牢固且导电良好，连接点应进行防水密封。
- 5 直埋式阳极电缆应防止电缆外皮的绝缘损伤；所有电缆应留有足够的松弛余量，并应按设计要求回填。

16.2.4 阴极保护测试桩的连接和跨接应符合下列要求：

- 1 管道和测试导线的连接处应干燥、清洁，测试导线与管道的连接应牢固且导电良好。
- 2 与其他构筑物跨接或跨接绝缘接头的电缆连接应牢固，导电良好，并应按设计要求进行防腐绝缘。跨接连接应便于进行测试。
- 3 绝缘接头安装前应进行绝缘电阻测试，安装后应检测其电绝缘的有效性。

16.2.5 阴极保护投入运行前，应做好自然电位测试；运行后应做好保护电位和保护电流测试。测试记录应完整。

16.3 里程桩、转角桩、标志桩、锚固墩、 警示牌安装及警示带敷设

16.3.1 里程桩、转角桩、标志桩应进行检查验收，表面应光滑平整，无缺棱掉角，尺寸允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，混凝土强度应达到设计要求。油漆涂刷应均匀一致。埋设位置和深度应符合设计要求。

16.3.2 里程桩、转角桩、标志桩的设置以及标记内容与格式应符合设计要求和现行行业标准《管道干线标记设置技术规范》SY/T 6064的有关规定。

16.3.3 锚固墩预制件的尺寸、规格、材质应符合设计要求。焊接

时不得损伤管道母材,焊后应打磨棱角、毛刺,清除焊渣和表面锈蚀,除锈等级应符合现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 中规定的 Sa1 级,并按设计要求防腐绝缘。锚固墩及其以外 2m 范围内的管道防腐层经电火花检漏合格后方可浇筑混凝土,混凝土应加强养护。

16.3.4 警示牌应采用反光涂料涂刷。

16.3.5 警示带敷设应符合下列规定:

1 敷设警示带使用的材料、规格、颜色、用语、字体等应符合设计要求;

2 警示带应平整的敷设在管道的正上方,距管顶的距离宜为 0.5m,敷设时字面应向上;

3 警示带的敷设应连续,不应出现漏接。

16.4 线路保护构筑物

16.4.1 线路保护构筑物应在管道下沟后及时进行施工,并宜在雨季(洪水)到来之前完成。对于影响施工安全的地方应预先施工。

16.4.2 线路保护构筑物施工应符合现行行业标准《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》SY/T 4126 的有关规定。

17 工 程 交 工

17.0.1 施工单位完成合同规定范围内全部工程项目,并经验收合格后,应及时与建设单位办理交工手续。

17.0.2 工程交工验收前,施工单位应按照规定向建设单位提交技术文件。

附录 A 埋地管道弹性敷设的现场放线方法

A.1 纵向弹性曲线放线

A.1.1 纵向弹性曲线放线应按下列步骤执行：

1 按设计的纵断面图，在实地根据断面地形特点和里程，找到曲线上的起点 M、中点 O 和终点 N 及其他控制点的实地位置（图 A.1.1）；

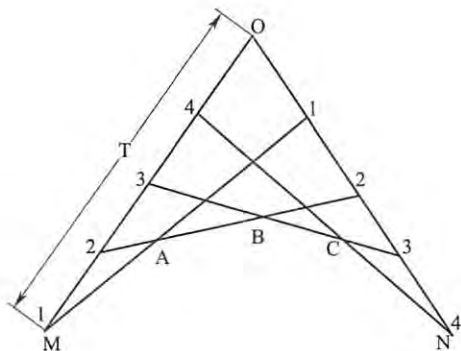


图 A.1.1 纵向弹性曲线的纵断面示意图

- 2 这些点位上应打好桩，各桩上应注明标高、挖深；
- 3 管沟开挖；
- 4 成沟后应将沟底修成平缓圆弧段。

A.2 水平弹性敷设放线

A.2.1 “工兵法”放样（图 A.2.1）应按下列步骤执行：

- 1 在实地应确定切线 T 的端点 M、O、N 的位置；
- 2 将切线 T 等分若干段，每段宜为 10m 或 20m，依次编分点号 1、2、3、4；

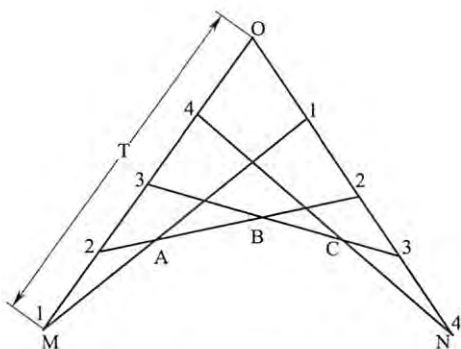


图 A. 2. 1 “工兵法”放样

- 3 用 4 根花杆找出各相邻直线(如 1-1、2-2)的交点(如 A 点);
- 4 宜用绳索经过 M、A、B、C、N 连成圆弧曲线。

A. 2. 2 “坐标法”放样(图 A. 2. 2)应按下列步骤执行:

- 1 利用曲线的 X、Y 坐标值放样,适用于地形开阔平坦的地区;

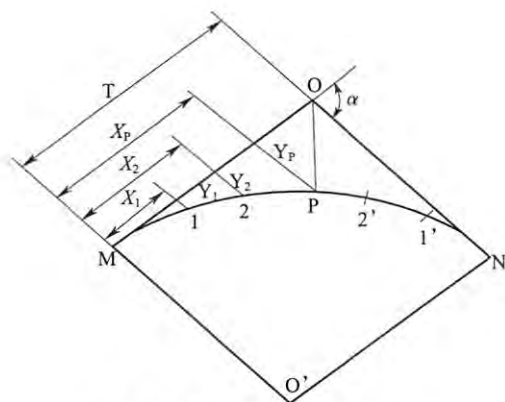


图 A. 2. 2 “坐标法”放样

- 2 把切线 $T=MO$ 或 $T=NO$ 作为 X 轴,过 M 点或 N 点的曲线半径 $R=MO'$ 或 $R=NO'$ 作为 Y 轴,计算出 1、2、3...n 各点的

直角坐标(X_i, Y_i)值,在现场用钢尺从切线起点 M 或 N 沿 MO 或 NO 方向量出各点的间距 X_i (一般取整数,如 10m、20m),插测钎做标记,再过此点做垂线量出 Y_i 值,直到 P 点,然后用绳索连接 M、1、2、...n、P、n'...2'、1'、N 各点成弧形曲线;

纵坐标值可按下式计算:

$$Y = X_2 / [R(1 + \cos\alpha)] \quad (\text{A. 2. 2-1})$$

当 α 较小时,纵坐标值也可按下式计算:

$$Y = X_2 / 2R \quad (\text{A. 2. 2-2})$$

A. 2. 3 “总偏角法”放样(图 A. 2. 3)应按下列步骤执行:

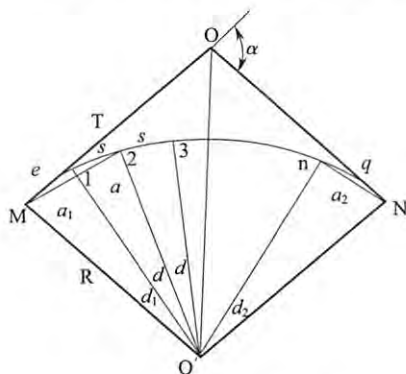


图 A. 2. 3 “总偏角法”放样

1 地势不太开阔或曲线半径很大时,可用偏角和弦长来测设曲线;

2 理论计算应符合下列原则:

1) 计算偏角和弦长。设 M 点到 1 点的弧长为 e , n 点到 N 点的弧长为 q ,其他各点间弧长为 S (一般取一整数,如 10m、20m),则各弧长所对圆心角应按下列公式计算:

$$d_1 = 3437.8(e/R) \quad (\text{A. 2. 3-1})$$

$$d_2 = 3437.8(q/R) \quad (\text{A. 2. 3-2})$$

$$d = 3437.8(S/R) \quad (\text{A. 2. 3-3})$$

相应于弧长 e, q, S 的弦长应按下列公式计算:

$$a_1 = 2R \sin(d_1/2) \quad (\text{A. 2. 3-4})$$

$$a_2 = 2R \sin(d_2/2) \quad (\text{A. 2. 3-5})$$

$$a = 2R \sin(d/2) \quad (\text{A. 2. 3-6})$$

- 2) 曲线上各点的总偏角。因半径 R 很大, 弧长 d 同所对应的弦长 a 可以看作相等。切线和弦的夹角等于弦所对圆心角的一半, 可以从图中得出曲线上各点的总偏角为:

$$\angle OM1 = d_1/2$$

$$\angle OM2 = d_1/2 + d/2$$

$$\angle OM3 = d_1/2 + d$$

.....

$$\angle OMN = d_1/2 + d/2 + d/2 + \dots + d/2 + d_2/2 = \alpha/2$$

有了各点的总偏角和各点间的弦长, 弦长可用弧长代替, 可在实地测设。

3 实地测设方法应按下列步骤执行:

- 1) 将仪器安置在 M 点, 使游标读数为 $0^\circ 00'$ 后视 O 点, 然后松开上盘使游标读数为 $d_1/2$, 并沿 $M1$ 方向在地面上量出一段相应于 e 弧的弦长 a_1 得 1 点位置;
- 2) 再松开上盘, 使游标读数为 $d_1/2 + d/2$, 同时把尺子零点对准 1 点, 以 1 点为圆心, 以相应于弧长 S 的弦长 a 为半径摆动钢尺, 它与视线相交的点即为 2 点的位置;
- 3) 用同样方法定出地面上其他各点, 最后定出 N 点, 看其是否与原有 N 点相符, 不相符时, 应重新测设。若 N 点与原有 N 点相符, 连接 $M, 1, 2, \dots, n, N$ 各点可为管道的弹性敷设曲线。

A. 3 管道弹性敷设

A. 3. 1 管道弹性敷设应符合下列规定:

- 1 水平角与纵向角宜用圆形曲线(即同一曲率半径)控制。

叠加曲线,应首先控制水平角的曲线,再控制纵向角的曲线,水平与纵向的两曲线应相叠加,确定叠加曲线。

2 应保证管道弹性敷设贴沟底,严格按照设计要求放线,管沟深度应符合设计要求。

3 弹性敷设段管段应独立下沟,严禁组焊成一条“长龙”下沟。

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

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

- 《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424
- 《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460
- 《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540
- 《石油天然气管道工程全自动超声波检测技术规范》
GB/T 50818
- 《液体石油管道压力试验》GB/T 16805
- 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448
- 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
- 《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315
- 《直埋式钢质高温管道保温预制施工及验收规范》SY/T 0324
- 《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407
- 《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414
- 《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》
SY/T 0415
- 《埋地钢质管道石油沥青防腐层技术标准》SY/T 0420
- 《钢质管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准》SY/T 0442
- 《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》SY/T 0447
- 《钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》SY/T 0457
- 《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103
- 《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109
- 《天然气输送管道干燥施工技术规范》SY/T 4114
- 《油气输送管道线路工程水工保护施工规范》SY/T 4126
- 《管道干线标记设置技术规定》SY/T 6064
- 《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882

中华人民共和国国家标准

油气长输管道工程施工及验收规范

GB 50369-2014

条文说明

修 订 说 明

《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369—2014 经住房城乡建设部 2014 年 5 月 29 日以第 433 号公告批准发布。

本规范是在《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369—2006 的基础上修订而成的,上一版的主编单位是中国石油天然气管道局,参编单位是中国石油集团工程研究院,主要起草人员是魏国昌、陈兵剑、郑玉刚、王炜、续理、高泽涛、马骅、苏士峰、陈连山、钱明亮、胡孝江、姚士洪、葛业武、李建军、隋永莉、田永山、杨艳、徐梅、李林、田宝州等。

本规范在修订过程中,编写组先后多次深入石油天然气管道施工现场进行广泛的调研,总结了我国工程建设石油长输管道工程施工及验收的实践经验,同时参考了国内外《液态烃和其他液体管线输送系统》ASME B31.4、《输气和配气管道系统》ASME B31.8、《输气管道工程设计规范》GB 50251、《输油管道工程设计规范》GB 50253 及《液体石油管道压力试验》GB/T 16805 等标准。

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,《油气长输管道工程施工及验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行过程中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是本条文说明不具备与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	(55)
2	术 语	(56)
3	施工准备	(57)
4	材料及设备检验	(58)
4.1	一般规定	(58)
4.2	检验及处理	(59)
5	交接桩及测量放线	(61)
5.1	一般规定	(61)
5.2	交桩、移桩	(61)
5.3	测量放线	(61)
6	施工作业带清理及施工便道修筑	(62)
6.1	施工作业带清理	(62)
6.2	施工便道修筑	(62)
7	材料、防腐管的装卸、运输及保管	(63)
7.1	装卸	(63)
7.2	运输	(63)
7.3	保管	(63)
8	管沟开挖	(65)
8.1	管沟的几何尺寸	(65)
8.2	管沟开挖	(65)
8.3	管沟验收	(66)
9	布管及现场坡口加工	(67)
9.1	布管	(67)
9.2	现场坡口加工	(67)

10	管口组对、焊接及验收	(68)
10.1	一般规定	(68)
10.2	管口组对与焊接	(68)
10.3	焊缝的检验与验收	(70)
11	管道防腐及保温工程	(71)
12	管道下沟及回填	(72)
12.1	管道下沟	(72)
12.2	管沟回填	(72)
13	管道穿越、跨越工程	(73)
13.1	管道穿越、跨越工程	(73)
13.2	穿越地下设施、管道、线缆	(73)
14	管道清管测径、试压及干燥	(74)
14.1	一般规定	(74)
14.2	清管、测径	(74)
14.3	水压试验	(75)
14.4	气压试验	(75)
14.5	输气管道干燥	(76)
15	管道连头	(77)
16	管道附属工程	(78)
16.1	截断阀室及阀门安装	(78)
16.2	阴极保护工程	(78)
16.3	里程桩、转角桩、标志桩、锚固墩、警示牌安装 及警示带敷设	(78)
16.4	线路保护构筑物	(79)
17	工程交工	(80)

1 总 则

1.0.1 本条旨在说明制定本规范的目的。在修订时去掉了降低工程成本的要求,是考虑其与本规范无直接关系。

1.0.2 本条说明本规范的适用范围。由于输送原油、天然气管道在施工及验收方面共性较多,煤(层)气管道、成品油管道在施工要求方面与石油天然气管道也无明显差别,因此将上述内容编写成一个规范。

1.0.3 本条说明本规范与其他国家、行业现行有关标准的关系。

2 术 语

2.0.1 本条的定义及范围参照国家质检总局发《压力管道安装许可规则》TSG D3001—2009 制订。

2.0.2 本条的定义及范围参照现行国家标准《输气管道工程》GB 50251—2003中第 2.0.16 条制订。

2.0.3 本条的定义及范围参照现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 2.0.17 条制订。

2.0.4 本条的定义及范围参照现行国家标准《输气管道工程》GB 50251—2003中第 2.0.25 条制订。

2.0.5 本条的定义及范围参照现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 2.0.22 条制订。

2.0.6 本条的定义及范围参照现行国家标准《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 2.0.23 条制订。

3 施 工 准 备

3.0.1~3.0.5 根据以往石油天然气长输管道工程施工的经验教训和长输管道工程的施工特点(易受征地、征路、材料供应、寒冷天气、高温天气、大风天气、汛期洪水、特殊地形等条件的制约)提出了为保证质量、按期完工、降低消耗,实现文明施工、顺序施工的这五条施工准备要求。

提出施工主要材料(包括防腐管、弯头、焊材、补口材料)的储存和现场征地量应能满足开工后作业要求作为开工的基本条件,是借鉴了国际工程(如中缅管道工程、中哈管道工程等)的经验及近几年国内大型管道工程施工经验。

3.0.6 本条为新增条文。提出在开工前应以文件的形式明确交工技术文件和记录编制所执行的标准和要求,主要是针对建设单位及监理单位提出的要求。

4 材料及设备检验

4.1 一般规定

4.1.1 因为工程采用材料及设备的材质、规格和型号是长输管道重要组成部分,是整个管道系统的构成单元,直接涉及管道的内在质量及结构安全。

所采购的工程材料、管道元件及设备的材质、规格和型号应符合下列国家或行业现行有关标准的规定:

(1)钢管标准:

《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711;

《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163。

(2)阀门标准:

《阀门检验与安装规范》SY/T 4102。

(3)管件标准:

《钢板制对焊管件》GB/T 13401;

《大直径钢制管法兰》GB/T 13402;

《钢制对焊管件规范》SY/T 0510;

《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》SY/T 0516;

《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257。

(4)焊接材料标准:

《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117;

《热强钢焊条》GB/T 5118;

《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293;

《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110。

(5)防腐材料标准:

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315;

《埋地钢质管道煤焦油瓷漆外防腐层技术规范》SY/T 0379;

《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407;

《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414;

《埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准》SY/T 0415;

《埋地钢质管道石油沥青防腐层技术标准》SY/T 0420;

《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》SY/T 0447;

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257。

4.1.2 本条冷弯管要求主要取自 ASME B31.4 中第 406.2.1 条、第 434.7.1 条的规定。对于管径大于或等于 600mm 的管道增加了其曲率半径大于或等于 40D 的规定,主要基于近几年的工程实践。

4.2 检验及处理

4.2.1 条文要求对于工程所用材料及设备的出厂合格证、质量证明书以及材质证明书进行检查,当对其质量有疑问时应进行复验,是确保材料及设备质量的必要途径,是目前确保材料及设备合格的有效手段。尤其是必要时进行实物复验,更是国际上跨国公司的一种通用做法,而我国实行不多。

4.2.2 为确保钢管质量,使用前应进行钢管尺寸偏差和外观质量检查。

4.2.3 本条说明如下:

1 对于钢管表面划痕的检查、分类及处理是依据现行国家标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711 的规定制订的;

2 对于钢管表面凹坑的检查、分类及处理是依据 ASME B31.8 中第 841.243 条的规定制订的;

3 输油管道的电弧烧痕可用砂轮修磨或焊接方式修复,修复后的厚度不得小于材料标准允许的最小厚度,是依据

ASME B31.4编制的；

4 本款提出了钢管椭圆度超标时，应用专用机具进行矫正。当环境气温为零度以下时，宜对钢管进行局部加热至 $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的温度，是根据在俄罗斯施工的经验提出的；

5 对于变形或压扁的检查及处理依据 ASME B31.4 中第 434.5 条的规定制订。

4.2.4 本条明确了绝缘接头水压试验和绝缘测试应在施工现场安装前进行，主要基于大量的绝缘接头泄露教训。一旦泄露，经济损失大、安全处置风险大、订货周期长，影响投产。

4.2.5 对于出厂前到制造厂逐件进行见证阀门试验并有见证阀门试验记录的阀门，可免除安装前（现场）试验。

5 交接桩及测量放线

5.1 一般规定

5.1.1 本条对于交接桩的组织、参加单位以及工作场所作出规定,是因为存在交接桩时只交数据表不到现场等不规范的现象。

5.2 交桩、移桩

5.2.1 通过核对桩号、里程、高程、转角角度,原桩丢失后复测补桩,防止造成工程失误。

5.2.2 由于设计控制桩是在开挖管沟范围内,因此施工前统一规定平移,或采用引导法引出原桩。副桩不宜设置到堆土侧,因为堆土将会埋掉副桩,给查找和测量工作增加困难。

5.3 测量放线

5.3.1 如果设计线路不合理,应经设计单位同意后改线,不得擅自改线。并且设计单位应提供与施工图相同的设计信息及数据,不应由施工单位随意进行优化。

5.3.2 为严格控制线路轴线(或开挖线)和占地边界线,加设百米桩后应拉线或撒白灰线做出标记。

5.3.3、5.3.4 转角处和变坡点是线路工程关键的控制位置,因此增设加密桩和根据其参数放线,以便精确控制线路位置。

5.3.5 本条依据现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003第4.3.14条制订。

5.3.6 加设临时标志桩便于明确特殊点的线路位置和对照检查。

6 施工作业带清理及施工便道修筑

6.1 施工作业带清理

6.1.1 图 6.1.1 施工作业带横断面布置图所示为典型做法。

6.1.2 在确定施工作业带占地宽度时,改变了原标准硬性规定数值的做法。而采用了考虑到各种影响作业带占地宽度因素的公式计算法,有利于减少用户和施工企业之间的分歧,保证工程顺利进行。对特殊地段占地可适当增加。山区地形复杂,非机械化流水时占地宽度不作明确规定。

6.1.3 清理工作给测量放线和施工机具进场创造工作条件,考虑到近几年环保要求不断提高,故提出了保护地表植被的要求。

6.1.4 提出本条要求旨在更好的保护标志桩。

6.2 施工便道修筑

6.2.1 从经济实用性角度出发,施工便道没有考虑路基和排水要求,仅考虑好天气条件下可以通过车辆,但在具体工程中,可根据需要加以考虑。对施工便道宽度、承载力、平坦的要求是总结了近几年钢管在便道上运输时屡次出现的翻车等事故而提出的。

6.2.2 一般在中西部地区应修临时性桥涵,西部无水或水很小的石质小河、沟渠可以不修。

6.2.3 沼泽等地区应根据路基条件修筑施工便道。

6.2.4 很多野外地下构筑物 and 设施没有考虑大型施工机具和车辆在其上面通过的情况,因此管道施工机具和车辆在上面通过前应酌情采取保护措施。

6.2.5 总结近几年陡坡地段施工经验,提出了本条技术要求。

7 材料、防腐管的装卸、运输及保管

7.1 装 卸

7.1.1 采用专用吊具可很好的保护管口。本条参考了 ASME B31.4 中第 434.4 条的要求。双联管长度(16m~24m)较长,因此采用扁担式吊具,扁担式吊具的形状为梯形。

7.2 运 输

7.2.1 本条对用汽车运输防腐管时,应符合交通管理部门的规定提出了要求。拖车与驾驶室间设置止推板,对保证驾驶员的安全是必要的。

7.2.2 本条旨在减少管子混装,预防安装时将不同种类的管子用错。

7.2.3 运输中保护防腐层具有重要意义,可减少修补,提高质量。

7.2.4 本条结合厂家的质量保证要求及国外通用做法提出。

7.2.5 本条规定的目的在于分清责任。

7.3 保 管

7.3.1、7.3.2 这两条提出了材料保管的原则性要求。

7.3.3 本条对管道元件的存放和堆置高度及不同规格、材质的防腐钢管应分开堆放作出了规定,并对每层防腐管之间应垫放软垫、最下层的管子下铺垫枕木或砂袋,管子距地面的距离等提出了要求。

7.3.4 相比修订之前本条对阀门存放作出了更严格的规定。

7.3.5 本条对于焊材、防腐补口材料的存放提出了具体要求。

7.3.6 本条补充了对易燃、易爆物品的库房配备消防灭火器材的。

要求。

7.3.7 防腐管运抵施工现场后,露天存放时间超过 3 个月时应采取防护措施是新增条款,是基于聚乙烯材料的性能要求及现场实际提出的。

8 管 沟 开 挖

8.1 管沟的几何尺寸

8.1.1 规定侧向斜坡管沟深度按低侧计算,可保证管道覆盖深度。

8.1.2 本条规定了管沟的边坡坡度。根据实际情况,施工时常有推土机、挖掘机、吊管机、拖拉机、运管车运行,应按动荷载考虑边坡坡度。本条增加了对于冻土边坡坡度的规定,适用条件是施工期间全天候均处于未融化的冻结状态。

8.1.3 深度超过 5m 的管沟一般采用阶梯式开挖。当采用机械开挖时,阶梯面的宽度要能容纳一台设备(单斗)行走,阶梯的高度以 3.5m 为宜,便于在单斗臂长范围内作业。

8.1.4 弯头、弯管处沟底加宽余量 K 值为 1.5m,是因为管线热胀冷缩,弯头、弯管地点有一定的变动,只有加大 K 值,才能消除影响。沟下焊接时,根据半自动焊焊接规程 K 值为 1.6m。连头处 K 值为 2.0m 是因为要进行沟下射线检测。

8.1.5 深度超过 5m 的管沟,沟底宽度应根据工程地质情况酌情处理,主要出于安全考虑。

8.2 管 沟 开 挖

8.2.1 应重视保护地下设施。在机械开挖时,不清楚地下设施,如电缆和光缆,很容易将其挖断造成事故,因此规定地下设施两侧 5m 范围内采取人工开挖。

8.2.2 为了保留施工作业场地,规定宜在施工一侧抛土。

8.2.3 本条规定是为了保护表层耕作土。

8.2.4 本条作出了必要的爆破安全规定。

8.2.5 根据保护文物法规,施工单位有责任保护地下文物不受损坏。

8.2.6 在道路穿越施工中设置警告牌、信号灯及在密集的居民区施工设置安全围栏、警示物等是保证安全的重要措施。

8.3 管 沟 验 收

8.3.1 本条是为确保管道下沟过程中及下沟后不受外力作出的规定。

8.3.2 本条对管沟中心线、沟底标高、沟底宽度、变坡点位移作出了规定,事实证明是十分必要的。

8.3.3 提出石方段管沟沟壁不得有欲坠的石头,沟底不应有石块,是为了加强对防腐层及钢管的保护。

8.3.4 加强管沟检查交接工作,目的是确保管沟开挖质量,避免下沟时出现问题。

9 布管及现场坡口加工

9.1 布 管

9.1.1 布管前选管是保证对口质量和效率的有效措施,尤其是大口径、大壁厚管道更明显。

9.1.2 提出本条旨在保护钢管防腐层。

9.1.3 本条出于安全和施工方便考虑。

9.1.4 沟上布管的管墩高度随地形变化。袋状物作管墩有比较稳定、柔软、不易损坏防腐层、耐用以及重量轻、易搬动等优点。0.4m 高度为保证焊接需要。

9.1.5 吊管机布管不宜双根或多根吊运,是因为管子之间在行进中互相碰撞,易损坏防腐层。

9.1.6 沟边到管壁的距离为大于或等于 1.0m(潮湿软土 1.5m),是考虑到焊接、防腐、探伤人员活动方便,更主要的是工作安全,不容易管线滚落下沟。有时先焊管后挖沟,挖沟机的边缘要超过沟边 0.8m 左右。给出计算公式,为的是确定布管位置。

9.1.7 沟下布管,管子首尾留有 100mm 的距离,并错开摆放,是防止管口碰撞和方便管线、坡口清洁及摘钩。

9.1.8 本条结合近几年陡坡地段施工经验提出。

9.1.9 在使用起重机进行吊装和布管作业时,其性能和配置应满足起重作业的要求。

9.2 现场坡口加工

9.2.1~9.2.3 这三条是从西气东输等管道工程的施工实践中总结而来,主要适用于大口径、大壁厚采用自动焊接时的管道工程。

10 管口组对、焊接及验收

10.1 一般规定

10.1.3 本条依据现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 制定。焊工应具有国家有关部门颁发的相应资格证书,是国家质检总局颁发的安全技术规范、标准(如《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002—2010)的要求,也是确保管道焊口质量的基本条件。

10.1.4 根据近几年的焊接工艺评定,总结西气东输、陕京线等工程的现场焊接的经验,确定了在用各种焊接方法时风的参数。

野外施工,管道焊接工序极易受环境因素的不利影响,尤其是受风的影响,风速超出允许值后,容易造成气孔、夹渣等缺陷。为了在风速超标时仍能焊接,目前管道施工企业有的采用了防风棚、防风保温棚。按照焊接方法不同、风速的大小不同,可选用两侧防风设施、简易防风棚、密闭型防风棚和密闭重型防风棚。

10.2 管口组对与焊接

10.2.1 本条提出管口组对的坡口型式应符合焊接工艺规程的规定,是因为项目焊接工艺规程对管口组对的坡口型式提出了要求,而且焊接工艺规程来源于合格的焊接工艺评定并已经过业主审批。同时,管口组对的坡口型式应符合焊接工艺规程的规定也是目前的通用做法。

10.2.2 本条提出不等壁厚对焊管端宜采用加过渡管或坡口过渡处理措施。壁厚差小于或等于 2mm 时可直接焊接,大于 2mm 时,应采用内削边处理,内坡角度应为 $14^{\circ}\sim 30^{\circ}$,是目前国内通常做法。

10.2.3 采用内对口器可使管口对接处错边减少,完成根焊后移去内对口器可防止由于强力造成焊接处开裂,这项规定是必要的。

10.2.4 本条提出的管道组对要求主要依据现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103 的规定。

10.2.5 焊条烘干主要应依据厂家说明书进行。将低氢焊条烘干到规定温度是必要的,而纤维素焊条由于药皮中有有机物,因此一般情况下不宜烘干。

10.2.6 管道焊接时采用专用卡具是必要的,否则地线与管外壁碰撞、接触产生电火花易烧伤母材。目前施工企业广泛采用的是半圆托架型专用卡具。施工现场大量实践表明,对于环氧粉末防腐管,焊接飞溅易造成每侧 0.3m 的防腐层烧伤,有时甚至漏出母材,导致防腐层破坏,对 0.5m 范围内进行保护即可防止出现飞溅灼伤问题。

10.2.7 预热的主要目的是为了降低钢材的淬硬程度,延缓焊缝的冷却速度,以利于氢的逸出和改善应力条件,从而降低接头的延迟裂纹倾向。如果层间温度不足,就相当于预热温度偏低而达不到预热的目的;但若层间温度过高或预热温度过高,易引起过热或产生接头塑性和冲击功的下降。

10.2.9 本条对焊口焊完后应清除表面焊渣和飞溅提出了要求。

10.2.10 目前,焊后缓冷多采用复合型缓冷装置,即由耐热材料、保温材料、保护层等组成,需缓冷焊缝,焊后不允许立即清除药皮,待缓冷结束后,方可清除药皮和修补。

10.2.11 对焊接管段进行临时封堵,可防止动物、杂物等进入正在组焊的管段。临时封堵装置可利用机械式、套筒式、收缩套堵板式等。

10.2.12 因为钢材强度提高,不宜打钢印,一般用记号笔标志,并写在防腐层上。

10.2.13 本条对焊缝返修作出了更明确的规定,主要是根据近几年工程实际作出的。

10.3 焊缝的检验与验收

10.3.1 本条参照了现行行业标准《钢质管道焊接及验收》SY/T 4103中第7.8.2条、第9.7条的规定。

10.3.2 本条为强制性条文,必须严格执行。强制要求长输管道执行国家现行标准《石油天然气管道工程全自动超声波检测技术规范》GB/T 50818和《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109是因为这两个标准来自石油天然气行业,对于缺陷、缺欠的判定更为合理。射线检测及超声检测的合格等级强制定为Ⅱ级更能满足长输管道的安全运行。无损检测标准采用石油天然气行业标准是基于目前的施工实践。检测的合格等级均为Ⅱ级是目前的通用做法。

10.3.3、10.3.4 这两条均为强制性条文,必须严格执行。10.3.3条依据现行国家标准《输油管道设计规范》GB 50253—2003中第9.1.8条规定,10.3.4条依据现行国家标准《输气管道设计规范》GB 50251—2003中第10.1.9条规定制订。强制要求输油、输气管道的无损检测方法及比例符合要求是因为它关系到管道焊缝的内在质量,关系到焊缝的几种检测方法的有效组合,关系到焊缝缺陷、缺欠的检出概率,对于保障管道安全、公众安全、环境保护有重大影响。

10.3.5 根据国内普遍做法作此规定。

10.3.6 依据西气东输等采用自动焊作业的工程实践作此规定。

11 管道防腐及保温工程

11.0.1 本条对无损检测与防腐补口工序的时间间隔提出了要求。

11.0.2 本条给出了管道防腐和保温工程应执行的标准。

11.0.3 本条提出了管道防腐和保温工程应达到的质量要求。

11.0.4 锚固墩、穿越段管道、阴极保护测试引线焊接处的防腐是薄弱环节,是质量控制点,所以要求经检查合格后方可进行下一道工序。

11.0.5 管线地下与地上交界处的防腐层易破损,同时也经常为两种不同类型的防腐,所以要求妥善处理,并要求增加热收缩套补口。

12 管道下沟及回填

12.1 管道下沟

12.1.1 本条规定是为了保护管道防腐层和不影响附近居民生产与生活活动,沟上焊接的管道应尽快组织下沟。

12.1.2 本条根据近几年管道工程实践,戈壁段细土最大粒径20mm对防腐层基本无影响。

12.1.3 本条是根据近几年管道工程的施工经验确定。沼泽水网及沙漠地带无法成沟时,可采用单侧或双侧挖掘机沉管下沟法。

12.1.4 作出本条规定是出于安全考虑。

12.1.5 本条规定下沟前的电火花检漏是因为前道工序均易造成防腐层损伤。

12.1.6 本条规定管道应放置到管沟中心位置是考虑到在沟下进行管段连头。

12.1.7 本条指出复测的目的在于确定管位。

12.2 管沟回填

12.2.1~12.2.4 这四条根据近几年管道工程的施工经验确定。

12.2.5 本条规定下沟管道的端部,应预留出50倍管径且不小于30m管段暂不回填,是出于沟下作业条件对于施工质量有影响的原因。

12.2.6~12.2.11 这六条根据近几年管道工程的施工经验确定。

12.2.12 本条对管道稳管提出了要求。

13 管道穿越、跨越工程

13.1 管道穿越、跨越工程

13.1.1 现行国家标准《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424、《油气输送管道跨越工程施工规范》GB 50460 已对管道穿越、跨越工程施工有专门的要求,因此执行本规范的同时,还要执行这两个规范。

13.1.3 套管与输送管之间绝缘不好将会使牺牲阳极带失效,本条参考了绝缘法兰的技术要求,将绝缘电阻规定为 $2\text{M}\Omega$ 。

13.2 穿越地下设施、管道、线缆

13.2.1 本条提出管道穿越其他埋地管道、线缆时,应按国家有关规定及设计要求实施,这也是工程通用做法。

14 管道清管测径、试压及干燥

14.1 一般规定

14.1.1 本条规定了在下沟回填后应分段清管、分段试压。

14.1.2 本条依据现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003中第 10.2.2 条制订。

14.1.3 连头、线路截断阀及其他设备不重复试压的规定,参考了 ASME B31.8 中第 841.3 条。

14.1.4、14.1.5 出于安全的需要,考虑施工人员及附近公众与设施的安全,作出了清管试压的安全规定,参考了 ASME B31.8 中第 841.36 条。

14.1.6 近几年管道试压实践表明,油气管道建设水平不断提高,试压发生泄漏已十分罕见,而且近几年试压的安全保障工作已达到相当水平。如 2013 年、2014 年大庆至铁岭原油管道工程在冬季试压时,由于温度太低,采用了空气试压,从而顺利完成了低温环境下的试压工作。

14.1.7 本条对于试压装置,包括阀门和管道应经过试压检验合格后方能使用的规定是出于安全考虑。

14.2 清管、测径

14.2.1~14.2.6 总结近几年清管的经验作出的这六条规定,是为了保证清管的质量与安全。清管接收端选择高地是为了防止排水倒灌。

14.2.7 本条是结合国际工程及西气东输工程实践而作出的规定,对管段进行测径有利于发现施工中出现的管道变形,对尽早清除隐患是必要的。

14.3 水压试验

14.3.1 引用现行国家标准《液体石油管道压力试验》GB/T 16805,是因为该标准对试压过程有更具体的规定。

14.3.2 分段长度定为不宜超过 35km,是因为随着近年施工质量提高,试压成功率较高,35km 的分段长度,不但可以提高试压工作效率,减少连头工程量和水资源浪费,而且会提高施工的经济效益。特殊地段一般是指山区陡坡地段,在西气东输工程、陕京线工程等的陡坡地段试压中,最大强度试验压力值均达到了 0.95 倍的管材最低屈服强度。

14.3.3 试压充水以前采取开孔排气,现在一般改为加隔离球,可以减少管线开孔。

14.3.4、14.3.5 试压的压力值和稳压时间均依据《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003 中第 10.2.3 条、《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 9.2.7 条的规定。允许压降根据《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003 中第 10.2.4 条、《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 9.2.7 条和近几年工程实践而确定。

14.3.6 由于输气管道内介质为气体,而试水压时,当管段较长时,其产生的静压力容易造成支撑结构受损。因此,该核算和加固是必要的。

14.3.7 当试压在环境温度 5℃ 以下进行时的防冻措施主要有液体降温法、集肤效应法及保温法等。

14.3.8 本条结合近几年管道清扫新的技术成果,提出了清扫的质量标准。

14.4 气压试验

14.4.1 本条规定是目前的安全做法。

14.4.2~14.4.4 这三条是为保证试压的精度和安全性作出的常

规规定,同时参考了现行国家标准《液体石油管道压力试验》GB/T 16805中第 10.1.3 条~10.1.6 条的相关规定。

14.4.5 压力值与稳压时间根据《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003中第 10.2.3 条、第 10.2.4 条和《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 9.2.5~9.2.7 条确定。试压合格标准,根据《输气管道工程设计规范》GB 50251—2003 中第 10.2.4 条、《输油管道工程设计规范》GB 50253—2003 中第 9.27 条和西气东输施工实践而确定。

14.4.6 本条是出于安全考虑。

14.5 输气管道干燥

14.5.1 本条提出了输气管道试压、清管结束后应进行管道干燥的程序要求。

15 管道连头

15.0.1 管道连头是指对施工中因穿越、跨越、阀室、清管、测径、试压、管道转角等处因施工技术要求的限制而预留的管口。本条强调了不参与试压的连头管段应进行预试压。

15.0.2 因连头处施工难度大、投入人员、机具较多、作业坑较深，故提出了作业环境的要求。

15.0.3 为保证连头质量，对切割防腐管作出了规定。

15.0.4 由于作业场地狭窄，根据以往施工经验教训，提出了吊装和监护的要求。

15.0.6 本条对连头处的管道焊接提出了更严格的要求，旨在保证焊接质量。

16 管道附属工程

16.1 截断阀室及阀门安装

16.1.1、16.1.2 这两条对于阀室的土建工程及工艺安装提出了原则要求。

16.1.3 阀室建完后,重量大、体积大的阀门运入室内时常常有困难,不得不拆门,因此要合理安排交叉施工。

16.1.4 阀室内埋地阀门和管道的防腐为质量控制点,应经检查合格后回填。

16.1.5 穿墙缝隙应堵严,防止墙外地下水流入,或者对于多房间的阀室,防止出现泄漏,油气流窜。

16.1.8 根据目前阀室安装的实际情况,提出了阀室安装后单独清管、试压的要求。

16.2 阴极保护工程

16.2.1~16.2.4 这几条对于牺牲阳极、强制电流系统、阴极保护测试桩的连接和跨接作出了规定,也是目前通用做法。

16.2.5 阴极保护需经测试后才知是否正常。由于外界干扰电流影响,自然电位异常时应由设计人员处理。

16.3 里程桩、转角桩、标志桩、锚固墩、 警示牌安装及警示带敷设

16.3.1、16.3.2 管道里程桩、转角桩、标志桩、警示牌是为了便于寻找管道位置以便维护管理,以及引起群众和其他单位从事建设施工、农业耕作等活动时注意,以避免损坏管道。因此,本规范对以上三桩的制作和埋设提出了较详细的要求。

16.3.3 为了使锚固墩更好地起到限制管道位移和保证管道稳定的作用,本规范作出了相应规定。

16.3.4 提出了对警示牌使用材料的要求,保证夜间醒目。

16.3.5 本条为新增条款,对于警示带敷设作出了规定,旨在规范警示带敷设工作。

16.4 线路保护构筑物

16.4.1 本条对于线路保护构筑物的施工时机提出了要求,是因为由于线路保护构筑物的修建不及时会造成冲沟毁管质量事故。

16.4.2 线路保护构筑物对管道安全有重要作用,所以要执行国家建筑施工及验收规范。

17 工 程 交 工

17.0.2 本条规定了工程交工前,施工单位应按照规定向建设单位提交技术文件。技术文件宜参照现行行业标准《石油天然气建设工程交工技术文件编制规范》SY/T 6882。