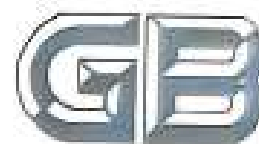


UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51455-2023

# 城镇燃气输配工程施工及验收标准

Standard for construction and acceptance of city gas  
transmission and distribution works

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

城镇燃气输配工程施工及验收标准

Standard for construction and acceptance of city gas  
transmission and distribution works

**GB/T 51455 - 2023**

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 2 3 年 9 月 1 日

中国建筑工业出版社

2023 北 京

中华人民共和国国家标准  
**城镇燃气输配工程施工及验收标准**  
Standard for construction and acceptance of city gas  
transmission and distribution works  
**GB/T 51455—2023**

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）  
各地新华书店、建筑书店经销  
北京红光制版公司制版  
天津翔远印刷有限公司印刷

\*

开本：850毫米×1168毫米 1/32 印张：6 $\frac{1}{4}$  字数：165千字  
2023年7月第一版 2023年7月第一次印刷  
定价：**60.00元**  
统一书号：15112·39422  
**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换  
（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

2023年 第72号

## 住房和城乡建设部关于发布国家标准 《城镇燃气输配工程施工及验收标准》的公告

现批准《城镇燃气输配工程施工及验收标准》为国家标准，编号为GB/T 51455-2023，自2023年9月1日起实施。原行业标准《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33-2005同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（[www.mohurd.gov.cn](http://www.mohurd.gov.cn)）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑出版传媒有限公司出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2023年5月23日



# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》（建标〔2013〕169号）的要求，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，编制了本标准。

本标准的主要技术内容：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 土方；5 基础及附属构筑物；6 输配管道；7 管道穿跨越；8 厂站工艺管道；9 储罐；10 厂站工艺设备；11 清扫和压力试验；12 竣工验收。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准主编单位：中国城市建设研究院有限公司  
（地址：北京市西城区德胜门外大街36号德胜凯旋大厦A座，  
邮编：100120）

北京市燃气集团有限责任公司

本标准参编单位：北京市政建设集团有限责任公司  
中国市政工程西南设计研究总院有限公司  
沈阳三全工程监理咨询有限公司  
中国市政工程华北设计研究总院有限公司  
住房和城乡建设部标准定额研究所  
港华投资有限公司  
深圳市燃气集团股份有限公司  
成都燃气集团股份有限公司  
重庆燃气集团股份有限公司  
昆仑能源有限公司

北京易成市政工程有限责任公司  
新地能源工程技术有限公司  
北京市燃气集团研究院  
华润燃气控股有限公司  
杭州市燃气集团有限公司  
中国市政工程西北设计研究院有限公司  
中交城市能源研究设计院有限公司  
中国城市燃气协会  
北京市煤气热力工程设计院有限公司  
深圳市燃气工程设计有限公司  
北京市公用工程设计监理有限公司  
北京城建道桥建设集团有限公司  
中国燃气控股有限公司  
淄博绿能燃气工程有限公司  
新兴铸管股份有限公司  
惠州市中京鼎工程设计咨询有限公司  
亚大塑料制品有限公司  
深圳市燃气工程监理有限公司  
北京市煤气工程有限公司  
北京优奈特能源工程技术有限公司  
北京北燃环能工程科技有限公司  
广西中辰建设有限公司  
北京德瑞通达管道清洗有限公司  
北京城建亚泰建设集团有限公司  
湖北建科国际工程有限公司  
唐山兴邦管道工程设备有限公司

本标准主要起草人员：杨 健 李美竹 余家兴 宋玉银  
马志宇 马俊峰 刘 彬 应援农  
尤英俊 廖 琪 刘 薇 张宏伟

本标准主要审查人员：	孔 恒	杨 罗	魏秋云	于燕平
	邵 山	吴军贵	王 峰	王春海
	李长缨	孙明焯	邢中礼	徐 静
	朱庆东	李正伟	王文化	董建忠
	白彦辉	王志伟	刘艳涛	白雪枫
	刘 璐	曹国权	李同光	李德友
	刘 兵	邬毛志	邱华伟	
	李献军	陈云玉	杜建梅	史业腾
	万 云	许 红	曲世强	陈加钦
	阎海鹏	陶春辉	张 臻	杨 青
	程学勇	赵德春		

# 目 次

1	总则 .....	1
2	术语 .....	2
3	基本规定 .....	4
3.1	一般规定 .....	4
3.2	施工准备 .....	4
3.3	施工现场安全防护 .....	5
3.4	质量验收 .....	6
4	土方 .....	8
4.1	开挖与支护 .....	8
4.2	回填与警示带敷设 .....	12
5	基础及附属构筑物 .....	16
6	输配管道 .....	19
6.1	一般规定 .....	19
6.2	钢质管道焊接 .....	21
6.3	钢质管道法兰连接 .....	25
6.4	埋地钢质管道防腐和阴极保护 .....	26
6.5	埋地钢质管道敷设 .....	29
6.6	聚乙烯管道敷设 .....	29
6.7	球墨铸铁管道敷设 .....	32
6.8	架空管道安装 .....	35
6.9	管道附件安装 .....	37
7	管道穿跨越 .....	39
7.1	一般规定 .....	39
7.2	水域开挖穿越 .....	39
7.3	水平定向钻穿越 .....	42

7.4	顶管法穿越	44
7.5	管桥和随桥跨越	47
8	厂站工艺管道	49
8.1	一般规定	49
8.2	管道安装	50
8.3	管道附件安装	54
9	储罐	60
9.1	一般规定	60
9.2	垫铁、地脚螺栓和支座安装	61
9.3	储罐安装	63
9.4	储罐附件安装	67
9.5	储气瓶组安装	69
10	厂站工艺设备	71
10.1	一般规定	71
10.2	调压、计量装置安装	71
10.3	静设备安装	74
10.4	动设备安装	78
10.5	灌装设备安装	82
10.6	撬装设备安装	84
11	清扫和压力试验	86
11.1	一般规定	86
11.2	清扫与测径	87
11.3	强度试验	89
11.4	严密性试验	92
12	竣工验收	94
	附录 A 分部、分项工程和检验批质量验收记录	97
	附录 B 分部、分项工程和检验批划分	102
	本标准用词说明	107
	引用标准名录	108
	附：条文说明	111

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	4
3.1	General Requirements .....	4
3.2	Construction Preparation .....	4
3.3	Safety protection of Construction Site .....	5
3.4	Quality Acceptance .....	6
4	Earthwork .....	8
4.1	Excavation and Support .....	8
4.2	Backfill and Warning Tape Laying .....	12
5	Foundation and Auxiliary Structures .....	16
6	Transmission and Distribution Pipeline .....	19
6.1	General Requirements .....	19
6.2	Steel Pipe Welding .....	21
6.3	Steel Pipe Flange Connection .....	25
6.4	Buried Steel Pipe Anticorrosion and Cathodic Protection Installation .....	26
6.5	Buried Steel Pipe Tape Laying .....	29
6.6	Polyethylene Pipe Tape Laying .....	29
6.7	Nodular Cast Iron Pipe Tape Laying .....	32
6.8	Overhead Pipe Installation .....	35
6.9	Pipe Fittings Installation .....	37
7	Crossing and Aerial Crossing of Gas Pipeline .....	39
7.1	General Requirements .....	39
7.2	Open-cut Excavating Method Crossing .....	39

7.3	Horizontal Directional Drilling Method Crossing .....	42
7.4	Pipe Jacking Method Crossing .....	44
7.5	Pipe Bridge and Pipeline Aerial Crossing .....	47
8	Process Pipeline of Plant and Station .....	49
8.1	General Requirements .....	49
8.2	Pipe Installation .....	50
8.3	Pipe Fittings Installation .....	54
9	Storage Tank .....	60
9.1	General Requirements .....	60
9.2	Parallels, Foundation Bolt and Support Installation .....	61
9.3	Storage Tank Installation .....	63
9.4	Storage Tank Fittings Installation .....	67
9.5	Group Gas Storage Cylinder Installation .....	69
10	Process Equipment of Plant and Station .....	71
10.1	General Requirements .....	71
10.2	Pressure Regulating and Metering Device Installation .....	71
10.3	Static Equipment Installation .....	74
10.4	Dynamic Equipment Installation .....	78
10.5	Filling Equipment Installation .....	82
10.6	Skid Mounted Equipment Installation .....	84
11	Sweep and Pressure Test .....	86
11.1	General Requirements .....	86
11.2	Sweep and Diameter Measuring .....	87
11.3	Strength Test .....	89
11.4	Leakage Test .....	92
12	Completion Acceptance .....	94
Appendix A	Division of Subsection, Sub-project and Inspection Batch .....	97
Appendix B	Records of Subsection, Sub-project and Inspection Batch Quality Acceptance .....	102

Explanation of Wording in This Standard .....	107
List of Quoted Standards .....	108
Addition; Explanation of Provisions .....	111



# 1 总 则

**1.0.1** 为规范城镇燃气输配工程施工及质量验收，保证施工安全和工程质量，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建和改建城镇燃气输配管道和厂站的施工及质量验收。

本标准不适用于人工煤气制气厂和液化石油气瓶装供应站的施工及质量验收。

**1.0.3** 城镇燃气输配工程施工及质量验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 城镇燃气输配工程 city gas transmission and distribution works

通常指从气源厂站或接收上游管道来气的站点等气源点，通过管道将符合质量要求的燃气输送至城镇燃气用户工程起点，具有输气、配气、储气和一定调峰功能的城镇燃气工程。包括输配干（支）管道、庭院管道、门站、储配站和调压站（箱）及辅助设施等，还包括压缩天然气供应站，液化天然气供应站及除液化石油气瓶装供应站以外的液化石油气供应站。

### 2.0.2 有限空间 confined space

封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口狭窄，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或氧含量不足的空间。

### 2.0.3 压实度 degree of compaction

土或其他填筑材料压实后的干密度与标准最大干密度之比。

### 2.0.4 水域开挖穿越 open-cut excavating method crossing

管道穿越河流（渠）等水域时，采用挖开河床敷设管道的施工方法。

### 2.0.5 水平定向钻穿越 horizontal directional drilling method crossing

采用水平定向钻机按设计轨迹在土壤中钻孔，并将管道拖拽敷设穿越障碍物的一种非开挖管道施工方法。

### 2.0.6 顶管法穿越 pipe jacking method crossing

借助顶推装置将预制管节顶入土中，并在其中敷设管道以穿越障碍物的一种非开挖管道施工方法。

### 2.0.7 管桥跨越 pipe bridge stride crossing

燃气管道独立或辅以桁架、托架等支撑结构跨越障碍物的敷设方式。

**2.0.8 随桥跨越** stride crossing along the roads and bridges

燃气管道随桥梁跨越障碍物的敷设方式。

**2.0.9 撬装设备** skid mounted equipment

在工厂内，按工艺要求将单体设备和工艺管道等组装并固定在同一底座上，可整体进行移动、就位的成套设备。

**2.0.10 清扫** sweep

采用清管设备或气体，清除燃气管道内部杂物的作业。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

- 3.1.1** 城镇燃气输配工程施工单位应建立健全保证施工安全和质量的管理体系。
- 3.1.2** 工程施工应符合设计文件要求，变更设计文件或材料代用应经原设计单位同意。
- 3.1.3** 工程选用的设备、材料等应在施工前进行进场验收，其规格尺寸、材质和性能应符合设计文件要求，质量应符合设计文件或相关国家现行标准要求，并应有质量证明文件。
- 3.1.4** 当施工采用新技术、新工艺、新设备时，应经技术论证和试用合格后，方可应用，且不得影响施工安全和质量。
- 3.1.5** 工程测量、施工、检验及验收过程应保存完整有效的记录。单位（子单位）工程、分部工程、分项工程和检验批的质量验收记录可按本标准附录 A 的格式填写。
- 3.1.6** 工程施工应按规定进行竣工验收，竣工验收合格且调试正常后，燃气设施方可使用。
- 3.1.7** 建筑、消防、电气、仪表、自控、防雷、防静电、采暖通风、报警及安防等配套工程的施工及验收应符合国家现行有关标准的规定。

### 3.2 施工准备

- 3.2.1** 施工单位在开工前应编制施工组织设计文件和质量计划，对关键的分部分项工程应分别编制专项施工方案。施工组织设计、质量计划和专项施工方案应按规定程序审批后执行。
- 3.2.2** 工程开工应具备下列条件：
- 1 完成设计文件会审；

- 2 建立施工单位项目管理机构；
  - 3 完成施工组织设计和施工方案审核；
  - 4 完成施工安全、技术交底；
  - 5 劳动力、材料、机具和检测手段满足施工要求；
  - 6 施工环境符合要求。
- 3.2.3** 施工单位应确定工程质量控制的单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。分部、分项工程和检验批的划分可按本标准附录 B 的规定执行。
- 3.2.4** 施工单位应按合同文件、设计文件和国家现行有关标准的要求，依据建（构）筑物和地下管线资料、工程水文和地质资料，对施工现场以及施工影响区域内的建（构）筑物、地下管线进行现场核实。
- 3.2.5** 对于受施工影响的建（构）筑物及地下管线等设施，应与有关单位协商制定相应的拆移、保护或加固方案，并应及时实施。
- 3.2.6** 施工测量控制网应根据管道线位、厂站内设施分布进行布设。控制点的设置应便于观测、不易被扰动，并应采取保护措施。施工测量应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 的规定。
- 3.2.7** 设备、材料等应按产品要求分类储存，堆放应整齐、牢固。

### **3.3 施工现场安全防护**

- 3.3.1** 施工应遵守国家和地方有关安全、文明施工、劳动保护、防火、防爆、环境保护和文物保护等规定。
- 3.3.2** 当在道路上施工时，应采用封闭式施工方法。在施工沿线应设置警示标志、照明和警示灯。
- 3.3.3** 在交通不可中断的道路上施工时，应有保证车辆、行人安全通行的措施和负责现场安全的人员。
- 3.3.4** 在有限空间内施工时，应采取保证施工人员安全和健康

的措施，并应符合下列规定：

- 1 施工前应进行有毒有害气体、含氧量检测，合格后方可进入；
- 2 焊接等施工影响空气质量时，应进行机械通风；
- 3 临时照明电源的电压应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定，严禁使用明火照明；
- 4 施工现场应设置安全监护人员。

3.3.5 在深度大于 1m 的沟槽或基坑施工时，应设置人员上下通道。通道的形式、位置和数量应根据土质、沟槽或基坑的长度或大小、施工人员数量等确定，且不宜少于 2 处。

### 3.4 质量验收

3.4.1 燃气输配工程的施工质量控制应符合下列规定：

- 1 施工单位应按检验批对工程的施工质量进行自检，合格后报监理单位验收；
- 2 各分项工程应按施工技术标准进行质量控制，每个分项工程完成后应进行检验。相关各分项工程之间，应进行交接检验；
- 3 隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，未经检验或验收不合格，不得进行下道工序。

3.4.2 检验批合格质量标准应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验合格率应达到 100%；
- 2 一般项目中的实测（允许偏差）项目抽样检验的合格率应达到 80%，不合格点的最大偏差值应在允许偏差值的 1.5 倍范围内；
- 3 主要工程材料、设备的进场验收和复验应合格；
- 4 主要工程材料的质量证明文件以及相关试验检测资料应齐全；
- 5 施工操作依据和质量检查记录应完整。

3.4.3 分项工程合格质量标准应符合下列规定：

- 1 分项工程所含检验批的质量验收应全部合格；
  - 2 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整；
  - 3 质量保证资料和试验检测资料应齐全。
- 3.4.4 分部（子分部）工程合格质量标准应符合下列规定：
- 1 分部（子分部）工程所含分项工程的质量验收应全部合格；
  - 2 工程质量控制资料应完整；
  - 3 分部（子分部）工程中所包含的管道连接、管道敷设、防腐、压力试验、绝热保温、设备等功能检验和抽样检测结果应符合本标准的有关规定；
  - 4 外观质量验收应符合要求。
- 3.4.5 单位（子单位）工程合格质量标准应符合下列规定：
- 1 单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程的质量验收应全部合格；
  - 2 工程质量控制资料应完整；
  - 3 单位（子单位）工程所含分部（子分部）工程有关安全及使用功能的检测资料应完整；
  - 4 使用功能试验应合格；
  - 5 外观质量验收应符合要求。

## 4 土 方

### 4.1 开挖与支护

4.1.1 沟槽及基坑的开挖、支护应根据工程地质条件、施工方法、周围环境等要求进行，并应符合国家现行标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

4.1.2 在地下水位较高场地或雨期进行施工时，应采取降水或排水措施，并应采取防止管道、构筑物漂浮及沟槽或基坑滑坡、塌方的措施。施工降水、排水应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 的规定。

4.1.3 混凝土路面和沥青路面开挖应使用机械切割。

4.1.4 管道沟槽应按设计文件规定的平面位置和高程开挖。当沟槽内有地下水或采用机械开挖时，槽底的预留值不应小于150mm，并应人工清底至设计高程。当沟槽为石方时，应超挖200mm~300mm，并应采用砂土回填至设计高程。

4.1.5 槽底宽度和工作坑尺寸应符合设计文件要求。当设计文件无要求时，应符合下列规定：

1 单管槽底组装时，槽底宽度不宜小于表4.1.5的规定。

表 4.1.5 单管槽底组装的槽底宽度

管道公称尺寸 DN	槽底宽度 (m)
≤80	0.6
100~200	0.7
250~350	0.8
400~450	1.0
500~600	1.3



续表 4.1.5

管道公称尺寸 $DN$	槽底宽度 (m)
700~800	1.6
900~1000	1.8
1100~1200	2.0
1300~1400	2.2

2 单管沟槽边组装或双管同沟敷设方式时，槽底宽度按下式确定：

$$A = D_1 + D_2 + s + c \quad (4.1.5)$$

式中： $A$ ——槽底宽度 (m)；

$D_1$ ——第一条管道外径 (m)；

$D_2$ ——第二条管道外径 (m)；

$s$ ——两管道之间的设计净距 (m)；

$c$ ——工作宽度 (m)，在槽底组装  $c$  取 0.6，在沟槽边组装  $c$  取 0.3。

4.1.6 梯形沟槽 (图 4.1.6) 上口宽度应按下式确定：

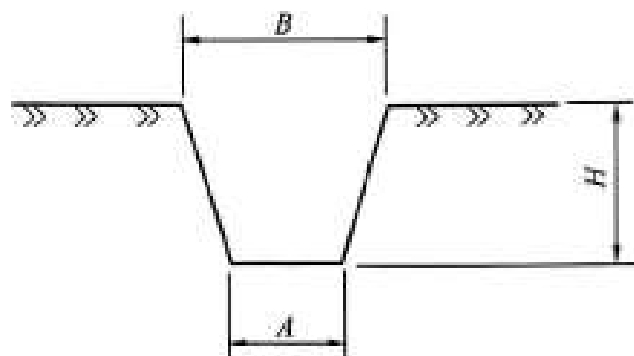


图 4.1.6 梯形沟槽横断面

$$B = A + 2H/n \quad (4.1.6)$$

式中： $B$ ——沟槽上口宽度 (m)；

$n$ ——沟槽边坡坡度；

$H$ ——沟槽深度 (m)。

4.1.7 当在无地下水的天然湿度土壤中开挖沟槽，且沟槽深度

不大于表 4.1.7 的数值时，沟槽壁可不设边坡。

表 4.1.7 不设边坡沟槽深度

土的类别	沟槽深度 (m)
密实、中密的砂土和碎石类土 (填充物为砂土)	1.00
硬塑、可塑的粉质黏土、粉土	1.25
硬塑、可塑的黏土和碎石类土 (填充物为黏土)	1.50
坚硬的黏土	2.00

4.1.8 当在构造均匀、无地下水的天然湿度土壤中开挖沟槽，且深度小于 5m 时，不设支撑沟槽的最大边坡坡度应符合表 4.1.8 的规定。当无法满足要求时，应采用支撑加固沟槽壁。对不坚实的土体应做连续支撑，支撑应有足够的强度。

表 4.1.8 深度小于 5m 不设支撑沟槽的最大边坡坡度

土壤类别	最大边坡坡度		
	坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
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
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 : 0.75
泥炭岩白垩土	1 : 0.25	1 : 0.33	1 : 0.67
干黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33

4.1.9 深度大于或等于 5m 的沟槽，应根据周边环境、土层性状和地下水等条件确定适宜的开挖方法和支护形式，边坡、支护结构稳定性验算应符合国家现行标准的规定。

**4.1.10** 沟槽一侧或两侧的临时堆土位置和高度不得影响边坡的稳定性和管道安装，临时堆土高度不宜大于 1.5m，距沟槽边距离不应小于 1m，且不得靠墙堆土。堆土前应对消火栓、雨水口等设施进行保护，且不得影响其使用。

**4.1.11** 当槽底无地下水，且超挖深度小于 150mm 时，可用原土回填；超挖深度大于或等于 150mm 时，应采用石灰土处理。当槽底地下水位较高或含水量较大时，应采取降水措施，并应采用级配砂石或天然砂回填至设计高程。超挖部分回填后应进行压实。

**4.1.12** 当槽底遇有废弃构筑物或硬石、木头、垃圾等杂物时，应在清除干净后铺设厚度不小于 150mm 的砂土或素土，并应平整、压实至设计高程。

### 主控项目

**4.1.13** 沟槽或基坑边坡应稳定，边坡护坡应完整，支撑应无明显变形，不得有滑坡、塌方现象。槽壁应平顺，围护墙体应整齐，不应有明显渗水。

检查数量：全数检查。

检查方法：对沟槽和基坑稳定、地下水以及周边环境等情况进行巡视，对关键节点进行安全验收，监测支撑变形、沉降和地下水位。

**4.1.14** 地基为原状土时，基底应均匀，不得有空洞。当土质与设计文件不符时，应对地基进行处理，压实度应符合设计文件要求；设计文件未要求时，应符合本标准的规定。采用复合地基时，地基承载力应符合设计文件要求。

检查数量：沟槽压实度检查数量按每 100m 取 1 组，每组 3 点；基坑压实度检查数量按每 1000m<sup>2</sup> 取 1 组，每组 3 点；复合地基检查项目和数量应符合相应国家标准的规定。

检查方法：验槽，钎探、压实度、地基承载力试验。

## 一般项目

**4.1.15** 沟槽槽底、基坑基底应平整，不应被扰动和受水浸泡。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**4.1.16** 沟槽的开挖断面、边坡坡度应符合施工组织设计或施工方案的要求。沟槽、基坑开挖的允许偏差和检查应符合表 4.1.16-1 和表 4.1.16-2 的规定。

表 4.1.16-1 沟槽开挖的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)		检查数量	检查方法
槽底高程	土方	±20	每 100m, 3 点	水准仪测量
	石方	+20, -200		
槽底中线每侧宽度	正偏差		每 100m, 6 点 (每侧各 3 点)	量尺测量

表 4.1.16-2 基坑开挖的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)		检查数量	检查方法
平面位置	50		每轴线, 2 点	经纬仪测量
基底高程	土方	±20	每 25m <sup>2</sup> , 1 点	水准仪测量
	石方	+20, -200		
平面尺寸	+50, 0		每座, 4 点	量尺测量

## 4.2 回填与警示带敷设

**4.2.1** 管道主体安装完成、焊接和防腐检验合格、井室及其他附属构筑物的现浇混凝土强度或砌体水泥砂浆强度达到设计文件要求后，应及时对沟槽或基坑进行回填。

**4.2.2** 回填时不得损伤管道及防腐层，不得使其发生位移。管道两侧和管顶以上 500mm 内的回填材料，应由沟槽两侧对称运入槽内，不得直接回填在管道上。井室周围回填应与沟槽回填同时进行。

4.2.3 沟槽应分层夯填密实，每层虚铺厚度应符合表 4.2.3 的规定。压实应沿井室中心或管道两侧对称进行，且不得漏夯。

表 4.2.3 回填上的每层虚铺厚度

压实机具	虚铺厚度 (mm)
木夯、铁夯	≤200
轻型压实设备	200~250
压路机	200~300
振动压路机	≤400

4.2.4 当管道两侧及管顶以上 0.5m 回填完毕并压实后，在保证安全的情况下，方可进行沟槽支撑的拆除，并应采用细砂填实缝隙。

### 主控项目

4.2.5 回填前应将槽底的杂物消除干净，且不得有积水。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

4.2.6 回填材料应符合设计文件要求，当设计文件未要求时，应符合下列规定：

1 不得采用有机物、冻土、垃圾、木材等材料；

2 管道两侧及管顶以上 500mm 内的回填土应采用砂土或素土，不得含有碎石、砖块等，且不得用灰土回填；

3 距管顶 500mm 以上的回填土中的石块不得大于 10%，直径不得大于 100mm，且应均匀分布。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

4.2.7 沟槽回填土（图 4.2.7）应分层压实，并应分层检查填土压实度，合格后方可进行上一层填土施工。沟槽回填压实度应符合设计文件要求，当设计文件未要求时，应符合下列规定：

1 对 I 区部位应采用中、粗砂或细土分层回填，每层厚度

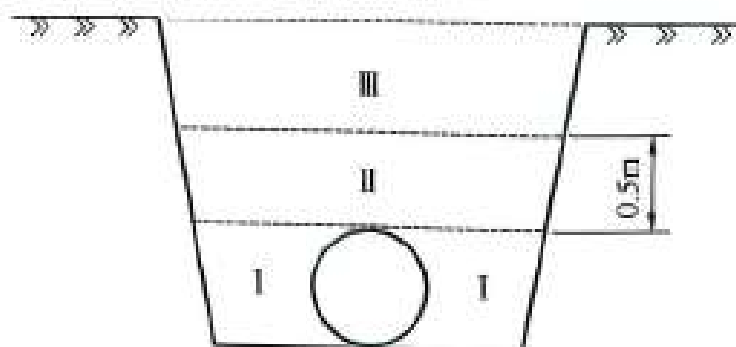


图 4.2.7 回填土断面

应为 100mm~200mm，压实度不应小于 90%；

2 对 II 区部位应采用符合要求的原土或中、粗砂回填，压实度不应小于 90%；

3 对 III 区部位应采用原土分层回填，压实度应符合相应地面对压实度的要求。

检查数量：100m/层，每层每侧 1 组，每组 3 点。

检查方法：现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 规定的环刀法、灌砂法等。回填土压实度以轻型击实标准试验获得的最大干密度为 100%。

4.2.8 基坑回填土的压实度应符合设计文件要求。在道路的路基范围内应符合道路路基填筑的压实度要求。

检查数量：50m/层，每层 1 组，每组 3 点。

检查方法：现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 规定的环刀法、灌砂法等。回填土压实度以标准击实试验获得的最大干密度为 100%。

4.2.9 厂站管道的地下管沟设计文件要求填砂时，应采用细砂回填。回填分层进行，每层厚度应为 100mm~200mm。压实度应符合设计文件要求，当设计文件未要求时，压实度不应小于 90%。

检查数量：100m/层，每层每侧 1 组，每组 3 点。

检查方法：现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 规定的环刀法、灌砂法等。回填土压实度以轻型击实标准

试验获得的最大干密度为 100%。

#### 一般项目

**4.2.10** 埋设燃气管道的警示带（板）应沿管道连续敷设。警示带（板）距管顶的距离宜为 300mm~500mm，不得敷设在路基和路面结构层内，管道正上方的敷设面应压实、平整。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

## 5 基础及附属构筑物

**5.0.1** 钢筋混凝土基础施工及质量验收应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。桩基施工及质量验收应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定执行。砌体结构工程施工及质量验收应按现行国家标准《砌体结构工程施工规范》GB 50924 和《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定执行。

**5.0.2** 不发火地面的施工及质量验收应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的规定，地面采用的碎石和试件应在金刚砂轮上经不发火性试验合格。

### 主控项目

**5.0.3** 构筑物预留套管的直径、位置应符合设计文件要求，管道外壁与套管的间隙应均匀，间隙填充材料应符合设计文件要求，且应填嵌密实。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量，目测观察。

**5.0.4** 原材料、预制构件的质量应符合设计文件要求和国家现行标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品质量证明文件、检查混凝土抗压强度试验报告和现场检测。

**5.0.5** 现浇结构混凝土抗压强度和砌筑水泥砂浆强度应符合设计文件要求。

检查数量：用于检验现浇结构混凝土抗压强度的试件应在浇



筑地点随机抽取。对同一配合比的混凝土，取样和试件的留置应符合下列规定：

- 1 每拌制 100 盘，且不大于 100m<sup>3</sup>时，取样不应少于 1 组；
- 2 每工作班拌制小于 100 盘时，取样不应少于 1 组；
- 3 连续浇筑大于 1000m<sup>3</sup>时，每 200m<sup>3</sup>取样不应少于 1 组；
- 4 每次取样应至少留置 1 组标准养护试件；
- 5 每个构筑物取样不应少于 1 组。

砂浆强度应以标准养护、28d 龄期的试块抗压强度为准。每一检验批且不大于 250m<sup>3</sup>砌体不同种类、不同强度等级的普通砌筑砂浆，每台搅拌机取样不少于 1 组。砌筑砂浆的验收批，同一类型、相同强度等级的砂浆试块不应少于 3 组。

检查方法：水泥砂浆抗压强度试验、混凝土抗压强度试验。

### 一 般 项 目

**5.0.6** 砌筑结构外观应符合下列规定：

- 1 灰浆应饱满，不得有通缝、瞎缝，抹面应密实平整，不得有空鼓、裂缝等现象；
- 2 预制装配式结构应坐浆、灌浆饱满密实，不应有裂缝；
- 3 井壁或墙面等应平整、光洁，不应有渗水现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**5.0.7** 井室的允许偏差和检查应符合表 5.0.7 的规定。

**表 5.0.7 井室的允许偏差和检查**

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
平面位置	15	每座 2 点	经纬仪测量
结构断面尺寸	+10, 0	每座 2 点	量尺测量
井室尺寸	±20	每座 2 点	量尺测量
井口与路面高差	绿地	+20	每座 1 点 水准仪测量
	路面	与道路规定一致	

续表 5.0.7

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
井底高程	开槽法管道铺设	$\pm 10$	每座 2 点	水准仪测量
	不开槽法管道铺设	+10, -20		
踏步、爬梯	水平及垂直间距、 外露长度	$\pm 10$	每座 1 点	量尺测量
预留套管	中心位置	10	每个 1 点	量尺测量
	高程	$\pm 10$	每个 1 点	水准仪测量

## 6 输配管道

### 6.1 一般规定

6.1.1 管材及管道附件在施工现场的堆放、吊装、搬运等应符合材料特性和产品说明书的要求，并应采取防止管材及管道附件受损的措施。

6.1.2 在地面上布管及组对焊接时，管道边缘至沟槽边缘的净距不应小于 1.5m。在坡地布管时，应采取防止滚管、滑管的措施。

6.1.3 管道、管道附件、设备等的吊装宜使用吊装机具，不应采用抛、滚、撬等方法就位。吊装时应采取防止管道及防腐层受损的措施。吊具宜使用尼龙吊带或橡胶辊轮吊篮，不得使用钢丝绳。

6.1.4 管道应在槽底高程和管道基础质量检验合格，清除沟槽内杂物和积水，管道外防腐层检查合格后，方可下沟，并应符合下列规定：

- 1 作业段的沟槽内不应有人，并应防止管道滚落沟槽；
- 2 下管时，应避免管道与沟槽壁刮碰，不得损伤管道及防腐层；
- 3 吊装时，吊点距环向焊缝距离不应小于 2m。

6.1.5 吊装设备的占位不应影响管道沟槽边坡的稳定。在架空高压输电线路附近进行管道吊装作业时，起重机等机械吊装设备与电力架空线路的最小距离应符合表 6.1.5 的规定。

表 6.1.5 机械吊装设备与电力架空线路的最小距离

电压等级 (kV)	最小距离 (m)	
	沿垂直方向	沿水平方向
<1	1.5	1.5

续表 6.1.5

电压等级 (kV)	最小距离 (m)	
	沿垂直方向	沿水平方向
10	3.0	2.0
35	4.0	3.5
66, 110	5.0	4.0
220	6.0	6.0
330	7.0	7.0
500	8.5	8.5

**6.1.6** 管道连接不得强力组对，管道与法兰应在自由状态下连接。

**6.1.7** 绝缘接头安装前应进行绝缘性能测试，其绝缘电阻值应大于  $20M\Omega$ 。

**6.1.8** 管道敷设完成后应对管道及管道附件的高程和中线坐标进行竣工测量。

**6.1.9** 管道沿线应设置路面标志，标志应埋设牢固、清晰完整，并应符合下列规定：

1 安装位置应为管道转弯、三通、四通、管道末端等，直线管段路面标志的设置间隔应符合设计文件要求；

2 路面上已有能标明燃气管线位置的阀门井、凝水缸部件时，可将该部件视为路面标志；

3 路面标志应设置在燃气管道的正上方，并能正确、明显地指示管道的走向和地下设施；

4 铸铁标志和混凝土方砖标志的强度和结构应保证使用后不松动或脱落；钢筋混凝土桩标志的强度和结构应满足不被人力折断或拔出；标志上的字体应端正、清晰，并凹进表面；

5 铸铁标志和混凝土方砖标志埋入后应与路面平齐；钢筋混凝土桩标志埋入的深度，应使回填后不遮挡字体；混凝土方砖标志和钢筋混凝土桩标志埋入后，应采用红漆将字体描红；

6 路面标志的形状、尺寸、标注字样、警示用语等其他要求应符合现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的规定。

## 6.2 钢质管道焊接

6.2.1 钢质管道的焊接施工应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 或《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032 的规定，也可按不低于上述标准相应技术要求的其他焊接施工标准执行。

6.2.2 管道焊接前应进行焊接工艺评定和焊接工艺规程文件编制。当管材、接头设计、壁厚、管径、焊接材料、预热、焊后热处理、电特性等焊接基本要素发生变更时，应重新进行焊接工艺评定和焊接工艺规程文件编制。

6.2.3 焊接材料在保管和搬运时应符合产品说明书的要求，并应符合下列规定：

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、保存和使用；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 应采取措施确保焊接气体的纯度、配比及含水量等指标符合焊接要求。

6.2.4 当出现下列情况且无可靠保护措施时，不得进行焊接作业：

1 大气相对湿度大于 90%，焊件表面潮湿、覆盖有冰雪；

2 雨、雪天气；

3 采用电弧焊焊接，作业现场风速大于 8m/s；采用气体保护焊等焊接，作业现场风速大于 2m/s；采用低氢型焊条焊接，作业现场风速大于 5m/s；

4 环境温度低于焊接工艺规程中规定的温度。

**6.2.5** 当抽样检验的焊缝全部合格时，抽样代表的检验批应视为全部合格；当抽样检验出现不合格焊缝时，应进行返修，并按下列规定扩大检验：

1 每出现 1 道不合格焊缝，应按原探伤方法再抽检 2 道该焊工同批焊缝；

2 第 2 次抽检仍出现不合格焊缝，应对该焊工所焊全部同批的焊缝按原探伤方法检验；对出现的不合格焊缝应返修，并应对返修的焊缝按原探伤方法检验；

3 裂纹缺陷的焊缝应从管道上切除；非裂纹性缺陷可直接返修，修补长度不应小于 50mm，否则应将该焊缝切除；

4 焊缝在同一部位的返修次数不得超过 2 次，根部返修不得超过 1 次，返修后应按原标准检测。

### 主控项目

**6.2.6** 管道、管件等材料的质量应符合国家现行标准的规定，材质、规格型号应符合设计文件要求。钢质弯管、弯头、三通、异径接头应采用机制管件。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查核对产品质量证明文件。

**6.2.7** 焊材型号应符合设计文件和焊接工艺规程文件的要求，焊材质量应符合国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：对照规程文件进行检查，核对产品质量证明文件。

**6.2.8** 焊缝的坡口形式和尺寸应符合设计文件和焊接工艺规程文件的要求。当无规定时，焊缝坡口形式和尺寸应符合现行国家

标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：用焊缝检验尺检查。

**6.2.9** 管道或管件对接焊缝组对时，内壁错边量不应大于母材厚度的 10%，且不应大于 2mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量，取最大值。

**6.2.10** 管道对口时应测量平直度，当管道公称尺寸小于 DN100 时，平直度允许偏差应为 1mm；当管道公称尺寸大于或等于 DN100 时，平直度允许偏差应为 2mm。全长平直度允许偏差应为 10mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：管道对口时应在距接口中心 200mm 处测量平直度，检查相互垂直的两个方向，偏差取最大值。全长平直度宜采用拉线法测量，从连接的管道两端拉直线，在中部量取管道与测线之间偏差的最大值，即为全长平直度。

**6.2.11** 焊前预热处理及焊后缓冷应符合设计文件和焊接工艺规程文件的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查热处理过程记录。

**6.2.12** 焊接完成后应对焊接接头进行焊缝质量检验，检验内容应包括外观检查 and 无损检测，检查数量及合格标准应符合设计文件要求。当设计文件未要求时，应按表 6.2.12 的规定执行。

表 6.2.12 焊缝质量检查数量及合格标准

焊口条件	外观检查		射线检测		超声波复检	
	检查数量	合格标准	检查数量	合格标准	检查数量	合格标准
高压、超高压管道	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	I
液态液化石油气管道	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	I

续表 6.2.12

焊口条件	外观检查		射线检测		超声波复检	
	检查数量	合格标准	检查数量	合格标准	检查数量	合格标准
管廊内的管道	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	Ⅰ
次高压燃气钢管	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	Ⅰ
中压及其以下燃气钢管	100%	Ⅱ	≥30%	Ⅲ	—	—
穿越或跨越铁路、公路、河流、桥梁、地铁等的管道	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	Ⅰ
车行道下、套管和过街沟槽内管道	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	—	—
有延迟裂纹倾向的焊口	100%	Ⅱ	100%	Ⅱ	100%	Ⅰ

注：同时出现表中的焊口条件时，执行较严格的合格标准。

检查方法：管道焊缝外观检查应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683 的规定执行。管道焊缝无损检测应按国家现行标准《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB/T 47013.2、《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》NB/T 47013.3 或《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032 的规定执行。有延迟裂纹倾向的焊口应在 24h 后进行无损检测。

**6.2.13** 射线检测受限的角焊接头可采用磁粉检测或渗透检测。采用磁粉检测或渗透检测时，焊缝质量不应低于现行行业标准《承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测》NB/T 47013.4-2015 或《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》NB/T 47013.5-2015 中的Ⅰ级。

检查数量：100%检测。

检查方法：磁粉检测或渗透检测。

**6.2.14** 管道组对时，纵向焊缝和环向焊缝的位置应符合下列规定：

1 对接焊缝相连接的两管道纵向焊缝间的距离不应小



于 100mm；

2 同一直管段上两个环向焊缝间的距离不应小于管子外径，且不应小于 150mm；

3 管道环向焊缝与支架、吊架边缘之间的距离不应小于 50mm；需要进行热处理的焊缝与支架、吊架边缘之间的距离不应小于焊缝宽度的 5 倍，且不应小于 100mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量。

### 6.3 钢质管道法兰连接

#### 主控项目

6.3.1 法兰的型号、规格、压力等级和材质应符合设计文件的要求和国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品质量证明文件、合格证。

6.3.2 法兰密封面应平整光洁，不得有毛刺及径向沟槽。法兰螺纹部分应平整，无损伤。凹凸面法兰应能自然嵌合，凸面的高度不得低于凹槽的深度。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

6.3.3 螺栓和螺母的螺纹应完整，不得有伤痕、毛刺等缺陷。螺栓与螺母应配合良好，不得有松动或卡涩现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，扳手检查。

6.3.4 法兰垫片不得重复使用，不得使用双垫片，并应符合下列规定：

1 非金属垫片应质地柔韧，不得有老化变质或分层现象，表面不应有折损、皱纹等缺陷；

2 金属垫片的加工尺寸、精度、光洁度及硬度应符合要求，

表面不得有裂纹、毛刺、径向划痕、凹槽和锈斑等缺陷；

3 金属包覆式及缠绕式垫片不应有径向划痕、松散、翘曲等缺陷。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

### 一般项目

6.3.5 法兰端面应与管道中心线垂直，当管道公称尺寸小于或等于 DN300 时，允许偏差应为 1mm；当管道公称尺寸大于 DN300 时，允许偏差应为 2mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：角尺、量尺测量。

6.3.6 法兰连接应符合下列规定：

1 法兰两侧端面应保持平行，偏差不得大于法兰外径的 1.5%，且不得大于 2mm，不得采用强紧螺栓的方法消除偏斜；

2 法兰中心应保持同一轴线，螺栓应自由穿入，螺孔中心偏差不应大于孔径的 5%；

3 垫片周边应整齐，垫片尺寸应与法兰密封面相符；

4 螺栓与螺孔的直径应配套，并应使用同一规格螺栓，安装方向应一致；紧固螺栓应对称均匀，紧固应适度，紧固后螺栓外露长度不应大于 2 倍螺距，且不应低于螺母；

5 螺栓紧固后应与法兰紧贴，不得有楔缝。当需要加设垫片时，每个螺栓每侧所加垫片不应大于 1 个。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

## 6.4 埋地钢质管道防腐和阴极保护

### 主控项目

6.4.1 埋地钢质燃气管道应使用预制防腐管道。管道防腐层材

料、补口和补伤材料、防腐等级及防腐层结构应符合设计文件要求和现行行业标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ 95 的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件。

**6.4.2** 管道防腐层应完整，发现防腐层缺陷应进行修复至复检合格。管道防腐层检验应符合下列规定：

1 管道在下沟槽前和下沟槽后应对防腐层进行外观检查，防腐层表面不得出现气泡、破损、裂纹、剥离等缺陷，并应采用电火花检漏仪进行全面检验；

2 防腐管回填后应对防腐层完整性进行检查。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，电火花检漏仪检测漏点。聚乙烯防腐层的检测电压为 15000V，熔结环氧粉末防腐层、双层环氧防腐层检漏电压为 5V/ $\mu\text{m}$ ；防腐层完整性采用交流电位梯度法或交流电流衰减法检查。

**6.4.3** 现场补口、补伤时，钢管的表面处理质量等级应达到国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 - 2011 中的 Sa2 $\frac{1}{2}$  级或 St3 级。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**6.4.4** 现场采用辐射交联聚乙烯热收缩带（套）或补伤片补口、补伤时，防腐层剥离强度不应小于 50N/cm。当采用聚烯烃胶粘带进行补口、补伤时，防腐层剥离强度不应小于 20N/cm。

检查数量：每 100 个补口、补伤处抽测 1 点，补口、补伤数量小于 100 时抽测 1 点。出现不合格时，应加倍抽测；当加倍抽测仍有不合格时，则该管段的补口、补伤应全部返修。

检查方法：辐射交联聚乙烯热收缩带（套）、补伤片按现行

国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 执行，聚烯烃胶粘带按现行行业标准《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414 执行。

#### 6.4.5 补口、补伤处不应有漏点。

检查数量：全数检查。

检查方法：电火花检漏仪检测漏点，辐射交联聚乙烯热收缩带（套）或补伤片的检漏电压为 15000V；聚烯烃胶粘带的检漏电压按  $7843\sqrt{T_c}$  计算，其中  $T_c$  为聚烯烃胶粘带厚度，单位为毫米。

#### 6.4.6 阴极保护电缆与管道应连接牢固、电气导通，连接处防腐绝缘处理应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，15000V 电火花检测漏点。

#### 6.4.7 阴极保护系统安装完成后，应按现行行业标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ 95 和设计文件要求对系统参数进行测试，并应合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：仪器检测。

### 一般项目

#### 6.4.8 补口、补伤表面不得有气泡、空鼓、皱折、烧焦、炭化等现象。纵向搭接宽度不应小于 100mm，环向搭接宽度不应小于 80mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

#### 6.4.9 阴极保护系统的安装应符合下列规定：

- 1 牺牲阳极埋设位置、间距应符合设计文件要求；
- 2 阴极保护系统与管道连接应符合设计文件的要求，电缆型号、截面积应符合设计文件的要求，全线标记应统一；
- 3 地下测试装置安装、标注标记应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

## 6.5 埋地钢质管道敷设

### 主控项目

6.5.1 钢质管道安装应稳固，管壁应无变形，安装后线形应直顺。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

### 一般项目

6.5.2 埋地钢质管道中心线和高程应符合设计文件要求，管道安装允许偏差和检查应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.2 埋地钢质管道安装允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
高程	±15	每 20m，1 点	水准仪测量或挂线、量尺测量
中心线	50	每 20m，1 点	经纬仪测量或挂线、量尺测量

## 6.6 聚乙烯管道敷设

6.6.1 聚乙烯管道的安装与敷设除应符合本标准外，尚应符合现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 的有关规定。

### 主控项目

6.6.2 管道、管件等材料的质量应符合设计文件要求和相关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品合格文件、检验报告。

**6.6.3** 管道连接前应进行外观检查，管材表面划伤深度不应大于管材壁厚的10%，且不应大于4mm。穿跨越敷设时，管材表面划伤深度不应大于管材壁厚的5%，管件及管道附属设备的外包装应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺、仪器检测。

**6.6.4** 热熔对接接头的质量检验应符合下列规定：

- 1 卷边对称性检验：沿接头整个圆周内的接头卷边应平滑、均匀、对称，卷边融合线的最低处不应低于管道的外表面；
- 2 接头对正性检验：接口两侧紧邻卷边的外圆周上的任何一处错边量不应大于管道壁厚的10%；

3 卷边切除检验应使用专用工具切除接口外部的熔接卷边，并应符合下列规定：

- 1) 卷边应实心、圆滑，根部应较宽；
- 2) 卷边切割面中不应有夹杂物、小孔、扭曲和损坏；
- 3) 背弯检验时，卷边切割面中线附近不应开裂、裂缝，且不应露出熔合线。

检查数量：卷边对称性检验和接头对正性检验应全部检查；穿越管道卷边切除检验应为100%，其他管道卷边切除检验不应少于15%。

检查方法：目测观察，量尺测量，检查焊缝记录，切除部分焊缝卷边检查焊接质量。

**6.6.5** 电熔承插连接接头的质量检验应符合下列规定：

- 1 电熔管件与管材或插口管件的轴线应对正；
- 2 管材或插口管件在电熔管件端口处的周边表面应有明显的刮皮痕迹；
- 3 电熔管件端口的接缝处不应有熔融料溢出；
- 4 电熔管件内的电阻丝不应被挤出；
- 5 从电熔管件观察孔中应可见指示柱移动或有少量熔融料

溢出，溢料不应呈流淌状。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

6.6.6 电熔鞍形连接接头的质量检验应符合下列规定：

- 1 电熔鞍形管件周边的管道表面上应有明显的刮皮痕迹；
- 2 鞍形分支或鞍形三通的出口应垂直于管道的中心线；
- 3 管壁不应塌陷；
- 4 熔融料不应从鞍形管件周边溢出；
- 5 从鞍形管件观察孔中应可见指示柱移动或有少量熔融料

溢出，溢料不应呈流淌状。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

6.6.7 电熔连接前应刮除插入端表皮的氧化层，刮削表皮厚度应为0.1mm~0.2mm。通电加热焊接的电压或电流、加热时间等焊接参数应符合电熔焊机和电熔管件产品说明书的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：刮削表皮厚度用千分尺测量，检查焊接记录。

### 一般项目

6.6.8 焊机应定期进行校准检验，周期不应大于1年。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查焊机校准和检定记录，电流表、压力表、时间计时器等计量仪表定期检定记录。

6.6.9 管道连接时，聚乙烯管材的切割应采用专用割刀或切管工具，切割端面应垂直于管道轴线，并应平整、光滑、无毛刺。

检查数量：抽查20%。

检查方法：目测观察，用直角尺或挂线、用量尺测量管道端面垂直度。

6.6.10 热熔对接连接应符合下列规定：

- 1 在固定连接件时，应将连接件的连接端伸出夹具，伸出

的自由长度不应小于公称外径的 10%；

2 连接件的端面接触后，应将其校直到同一轴线上，错边量不应大于壁厚的 10%；

3 铣削连接件端面，使其与管子轴线垂直，连续切屑的平均厚度不宜大于 0.2mm；

4 接口端面对接面最大间隙应符合表 6.6.10 的规定。

表 6.6.10 接口端面对接面最大间隙

管道公称外径 $d_n$	接口端面对接面最大间隙 (mm)
$d_n \leq 250$	0.3
$250 < d_n \leq 400$	0.5
$400 < d_n \leq 630$	1.0

检查数量：抽查 20%。

检查方法：长度用量尺测量，错边量在接口内壁贴靠测量。连接件端面与轴线垂直度用钢直角尺测量。切屑厚度用千分尺测量。接口端面对接面最大间隙用量尺测量。

6.6.11 法兰式钢塑转换管件的法兰盘、紧固件应经过喷塑或镀锌防腐处理。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

6.6.12 埋地聚乙烯管道中心线、高程和管壁变形应符合设计文件要求，管道安装允许偏差和检查应符合表 6.6.12 的规定。

表 6.6.12 埋地聚乙烯管道安装允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
高程	±15	每 20m, 1 点	水准仪测量或挂线、量尺测量
中心线	50	每 20m, 1 点	经纬仪测量或挂线、用量尺测量

## 6.7 球墨铸铁管道敷设

6.7.1 现场卸管、布管、下管应符合下列规定：



- 1 应按指定位置卸管；
- 2 布管宜沿开挖沟槽一侧连续排管；
- 3 管径小于 300mm 管道可采用人工下管，管径大于或等于 300mm 管道宜采用机械下管。

#### 6.7.2 球墨铸铁管道的连接应符合下列规定：

1 管道对口前，在插口端 240mm 工作面范围和承口端工作面范围内应将管道表面铸瘤及脏物铲除干净，表面应涂覆润滑剂；

2 接口配套压兰、支撑环、胶圈应无裂纹、龟裂等缺陷，压兰、支撑环、胶圈应套入插口正确位置，胶圈（涂油）进入承口应采用尼龙棒、硬杂木等非金属棒敲击就位；

3 插口压兰中心点与管道的轴径应同心，调整压兰与管子圆周间隙确保压头压在胶圈断面中心位置，承口法兰螺孔与压兰螺孔应对准，确认圆周间隙均匀后，再将所有螺栓对称均匀锁紧至扭矩值。

6.7.3 利用接口借转角时，管道应先按直线安装完成，螺栓拧到 80% 紧固力后再摆至预定角度，最后逐个螺栓均匀紧固。球墨铸铁管道允许借转角和平面借转距离应符合表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 球墨铸铁管道允许借转角和平面借转距离

管道公称尺寸 DN	借转角 (°)	6m 管子平面借转距离 (mm)
100~300	1.5	157
350~600	1.15	120
700	0.75	78

#### 6.7.4 现场切割短管应符合下列规定：

1 应选择带有可切割标识或符号的管子进行切割；切割后应进行倒角和腐蚀控制处理，倒角尺寸和腐蚀控制应符合设计文件要求和相关规范规定；

2 管道切割应采用砂轮切割机或其他有齿锯的切管工具，不得使用气割方法；

3 当现场无带有可切割标识或符号的管子时，应在测量核

实替代管子的插口尺寸、不圆度等符合要求后，方可进行切割；切割后应打磨插口的工作面长度至尺寸合格，并应进行倒角和腐蚀控制处理。

### 主控项目

**6.7.5** 球墨铸铁管材、管件和附件质量应符合设计文件要求和现行国家标准《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》GB/T 13295 的有关规定。产品应有出厂严密性试验合格文件，工厂试验压力不应小于 0.6MPa。管材及管件承插口密封工作面不应有连续的轴向勾纹，铸造勾纹修补应焊补，不得使用铸痕胶修补，管材及管件承口密封工作面应喷涂防腐漆。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品合格证和质量证明文件。

**6.7.6** 管道连接时，承口、插口部位应无破损、变形、开裂。插口推入深度应符合产品说明书的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，塞尺检查。

**6.7.7** 接口法兰与压兰连接时，插口与承口法兰压盖的纵向轴线应一致，连接螺栓终拧扭矩应符合产品使用说明书要求；连接后，连接部位及连接件应无变形、破损。

检查数量：每 10 个接口抽取 1 点，每点检查方向相互垂直的 4 个螺栓。

检查方法：目测观察，用扭矩扳手检查。

### 一般项目

**6.7.8** 橡胶圈安装位置应正确，不得扭曲。N1 型密封圈露出承口端面尺寸允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ ，S 型密封圈露出承口端面尺寸允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ 。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，探尺检查。

**6.7.9** 接口使用的螺栓和螺母等连接件的规格型号应一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**6.7.10** 球墨铸铁管道中心线和高程应符合设计文件要求，安装允许偏差和检查应符合表 6.7.10 的规定。

**表 6.7.10 球墨铸铁管道安装允许偏差和检查**

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
高程		±10	每 20m, 1 点	水准仪测量或挂线、量尺测量
中心线	每 10m	5	每 20m, 1 点	经纬仪测量或挂线、量尺测量
	全长	30		

## **6.8 架空管道安装**

**6.8.1** 管道支、吊架安装前应按设计文件要求的轴线位置和高程进行测设，固定后的支、吊架轴线位置和高程应符合设计文件要求；安装应平整、牢固，应与管道接触良好。

**6.8.2** 管道涂层涂料的种类、涂敷次序、层数、各层的表干要求及施工的环境温度应按设计文件和产品说明书的要求确定。

**6.8.3** 管道涂底漆前应清除被涂表面的铁锈、焊渣、毛刺、油、水等污物。管道安装完成后，应按本标准第 11 章的规定进行吹扫和压力试验，合格后，应补刷底漆并完成管道设备的防腐处理。

### **主控项目**

**6.8.4** 涂层材料的选用应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品质量证明文件。

**6.8.5** 钢管外表面处理质量等级应符合本标准 6.4.3 的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

6.8.6 支、吊架的结构类型、规格以及加工材料、构造尺寸应符合设计文件要求。

检查数量：抽查 10%，且不少于 10 点。

检查方法：目测观察，核对产品质量证明文件，量尺测量。

6.8.7 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移，偏移量应按设计文件要求或按设计计算位移值的 1/2 确定。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

#### 一般项目

6.8.8 管道的涂层应完整、均匀，漆膜应附着牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

6.8.9 支、吊架的防腐层应完整均匀、色泽一致、附着牢固。

检查数量：抽查 10%。

检查方法：目测观察。

6.8.10 支架与法兰或穿墙处墙面之间的距离不宜小于 200mm。

检查数量：抽查 10%。

检查方法：量尺测量。

6.8.11 管道中心线、高程应符合设计文件要求，管道安装允许偏差应符合表 6.8.11 的规定。

表 6.8.11 管道安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
中心线		25
高程		±20
水平管道平直度	$DN \leq 100$	$2L/1000$ ，且不大于 50
	$DN > 100$	$3L/1000$ ，且不大于 80
立管垂直度		$3L/1000$ ，且不大于 30

注：L 为钢质管道长度。

检查数量：每段或每 20m 取 1 点。

检查方法：中心线采用经纬仪测量或挂线、量尺测量；高程采用水准仪测量或挂线、量尺测量；水平管道平直度采用拉线法测量；垂直度采用坠线方法，量尺测量。

## 6.9 管道附件安装

6.9.1 管道附件安装前应将内部清理干净，不得存有焊渣、油污等污物和积水。

6.9.2 每处安装应一次完成，不得污染已清扫完毕的管道。

6.9.3 管道的安装误差不得采用调长器进行调整。当调长器与阀门同时安装时，应先将调长器与阀门组对，再安装在管道上。

6.9.4 阀门安装应符合下列规定：

1 阀门吊装、搬运时，吊装绳索严禁拴在手轮、阀杆或传动机构上；

2 法兰或螺纹连接的阀门应在关闭状态下安装，焊接阀门应在开启状态下安装。

6.9.5 管道附件安装完毕后，应及时对连接部位进行防腐处理，防腐等级应与管道一致。

### 主控项目

6.9.6 管道附件质量应符合设计文件要求和国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件。

6.9.7 阀门、凝水缸、放水管、补偿器和绝缘装置的安装位置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量。

6.9.8 阀门安装前应按阀门公称压力进行强度试验和严密性试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查阀体承压能力和密封性能的试验记录。

**6.9.9** 钢质管道附件接口防腐符合本标准第 6.4 节的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：按本标准第 6.4 节的规定检查。

**6.9.10** 钢质管道附件与管道焊接应符合本标准第 6.2 节的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：按本标准第 6.2 节的有关规定检查。

### 一般项目

**6.9.11** 管道附件外观不得有损伤、零件缺失和腐蚀等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**6.9.12** 阀门和调压器安装时，法兰应保持平行，允许偏差应为法兰外径的 1.5%，且不大于 2mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：塞尺、量尺测量。

**6.9.13** 绝缘接头和绝缘法兰的绝缘电阻值应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：电阻表检测。

**6.9.14** 架空管道防护设施安装位置应符合设计文件要求，架设应牢固，高度、尺寸应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

## 7 管道穿跨越

### 7.1 一般规定

7.1.1 管道穿跨越施工应符合现行行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250的有关规定。

7.1.2 穿跨越工程中燃气管道的焊接、敷设和质量检查应符合本标准第6章的有关规定。

7.1.3 不带水开挖穿越管道的沟槽、跨越工程基坑、基础工程的施工应符合本标准第4、5章的有关规定。

7.1.4 定向钻燃气管道敷设完成后应及时进行竣工测量，并应绘制实际管道位置图。

### 7.2 水域开挖穿越

#### 主控项目

7.2.1 采用导流围堰的方法开挖时，围堰内沟槽槽底应平直，不得有土坎，开挖深度应符合设计文件要求，其允许偏差应为 $\pm 200\text{mm}$ 。

检查数量：每20m不应少于1点。

检查方法：仪器测量，检查施工记录。

7.2.2 围堰内沟槽的位置应符合设计文件要求。

检查数量：每20m不应少于1点。

检查方法：仪器测量。

7.2.3 水下开挖沟槽位置、开挖深度应符合设计文件要求，开挖深度允许偏差应为 $\pm 300\text{mm}$ 。

检查数量：沟槽位置检查，沿管底不应少于5点；沟槽开挖深度检查，每5m不应少于1点。

检查方法：沟槽位置，水下观察、仪器测量；沟槽开挖深度，检查施工记录、测量记录。

7.2.4 采用沉管法施工时，管道下沉应均匀、平稳，无轴向扭曲、环向变形和明显轴向突弯等现象；水上、水下的接口连接质量应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查沉放施工记录及相关检测记录，检查水上、水下的接口连接检验报告等。

7.2.5 回填材料应符合设计文件要求，回填不得使管道发生漂浮和位移。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查试验记录。

7.2.6 带水开挖敷设管道稳管方法应符合设计文件要求，混凝土配重块稳管、混凝土连续覆盖层稳管应符合下列规定：

- 1 混凝土配重块、混凝土连续覆盖层的强度等级和密度、配重块质量应符合设计文件要求；
- 2 稳管后管道不应发生漂浮和滚动；
- 3 安装配重块不应损坏防腐绝缘层。

检查数量：配重块质量抽检5%，且不应少于5块；其他全数检查。

检查方法：检查试件强度试验报告，目测观察。

### 一般项目

7.2.7 围堰内沟槽开挖尺寸应符合设计文件要求，槽底宽度的允许偏差和检查应符合表7.2.7的规定。

表 7.2.7 围堰内沟槽槽底宽度的允许偏差和检查

土石种类	槽底最小宽度 (m)	允许偏差 (m)	检查数量	检查方法
淤泥、粉细砂	$D+4$ (8)	$\pm 0.6$	每100m, 5点	量尺、仪器测量
中粗砂、卵石	$D+3$ (6)	$\pm 0.5$		



续表 7.2.7

土石种类	槽底最小宽度 (m)	允许偏差 (m)	检查数量	检查方法
砂土、黏土	$D+2$ (5)	$\pm 0.5$	每 100m, 5 点	量尺、仪器测量
岩石	$D+2$ (5)	$\pm 0.5$	每 15m, 1 点	

注: 1  $D$  为管道外径 (包括防腐层或保温层厚度);

2 括号内为采用沟下组焊槽底宽度增加值。

7.2.8 水下沟槽开挖尺寸应符合设计文件要求, 槽底宽度的允许偏差和检查应符合表 7.2.8 的规定。

表 7.2.8 水下沟槽槽底宽度的允许偏差和检查

土石种类	槽底最小宽度 (m)	允许偏差 (m)	检查数量	检查方法
淤泥、粉细砂	$D+5$	$\pm 0.8$	每 100m, 5 点	量尺测量、 超声波探测
中粗砂、卵石	$D+4$	$\pm 0.6$		
砂土、黏土	$D+3$	$\pm 0.6$		
岩石	$D+2$	$\pm 0.6$	每 15m, 1 点	

注:  $D$  为管道外径。

7.2.9 水下开挖沟槽的管道敷设前, 管道及防腐层应无损伤、无变形; 敷设的管道与槽底接触应均匀、紧密, 敷设的允许偏差和检查应符合表 7.2.9 的规定。

表 7.2.9 水下开挖沟槽敷设管道的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
高程	0, -200	每 10m, 1 点	回声测深仪、多波束仪、测深图检查; 或水准仪、经纬仪、量尺测量定位标志。
中心线	50	每 10m, 1 点	

7.2.10 回填应两侧均匀进行, 回填高度应符合设计文件要求。

检查数量: 每 10m 检查 1 点。

检查方法: 目测观察, 用水准仪或测深仪检测回填高度; 检

查回填施工、检测记录。

7.2.11 稳管用管道混凝土连续覆盖层厚度不应小于设计值；配重块的数量不应少于设计文件要求，布设间距允许偏差应为±500mm。

检查数量：每20m检查1点，且不应少于5点。

检查方法：量尺测量，潜水检查。

### 7.3 水平定向钻穿越

#### 主控项目

7.3.1 导向孔钻进曲线、曲率半径应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工记录。

7.3.2 水平定向钻扩孔施工应分级进行，回拖前，孔内应无坍塌、沉渣和缩径等现象，导向钻扩孔直径应满足管道回拖要求，最小扩孔直径应符合表7.3.2的规定。

表 7.3.2 最小扩孔直径

穿越管道的公称尺寸 DN	最小扩孔直径 (mm)
<200	DN+100
200~600	1.5DN
>600	DN+300

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，扩孔钻头直径用量尺测量。

7.3.3 管道回拖前应对预制完成的管段进行强度试验，试验压力应符合设计文件要求。回拖完成后应按设计文件要求进行严密性试验，试验合格后应进行测径，测径应合格，且管道应无变形、褶皱。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查水压试验记录、测径记录。

7.3.4 回拖聚乙烯管道前应对管道表面进行外观检查，管材表

面划伤深度不应大于管材壁厚的 5%。连接后应对接口进行外观检查，焊接质量应符合现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 的有关规定。

检查数量：外观全数检查，热熔焊口卷边切除 100% 检查。

检查方法：目测观察，量尺测量、切边工具检查。

### 7.3.5 回拖钢质管道前应对防腐层进行电火花检漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：电火花检漏仪检测漏点，补口应采用定向钻专用热收缩带，补口、补伤检漏电压应为 15000V，熔结环氧粉末防腐层、双层环氧防腐层检测电压为 5V/ $\mu\text{m}$ 。

## 一般项目

7.3.6 水平定向钻导向孔入土点、入土角应符合设计文件要求，导向孔的允许偏差和检查应符合表 7.3.6 的规定，且偏差不应大于穿越长度的 1%。

表 7.3.6 导向孔的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差		检查数量	检查方法
		钢管	PE 管		
入土点	平面位置 (m)	0.02	0.02	纵向、纵向分别测两点，取最大值；高程测 1 点	平面位置用经纬仪测量，高程用水准仪测量
	高程 (m)	$\pm 0.1$	$\pm 0.1$		
	入土角度 ( $^{\circ}$ )	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$		
出土点	纵向 (m)	5 (1.0)	1	纵向、纵向分别测两点，取最大值；高程测 1 点	平面位置用经纬仪测量，高程用水准仪测量
	横向 (m)	2 (0.5)	0.5		
	高程 (m)	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$		
导向孔曲线与设计曲线的偏移量	竖向(上下) (m)	+1, -2 (+0.5, -0.5)	$\pm 1$ ( $\pm 0.5$ )	全数检查	检查施工记录
	横向 (m)	2 (0.5)	1 (0.5)		

注：括号内数值为城镇管网建设中，设计以及现场条件对精度有特殊要求的允许偏差值。

7.3.7 管段回拖应符合下列规定：

- 1 管段回拖力、扭矩、回拖速度等应符合施工方案要求；
- 2 管段回拖应连续进行；回拖力无突升或突降现象，回拖力应符合设计文件和施工方案的要求；
- 3 回拖过程中应采取设置发送沟、管托等防止管道防腐层损坏的措施。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工记录。

7.3.8 回拖完成的管道允许偏差和检查应符合表 7.3.8 的规定，且偏差不应大于穿越长度的 1%。

表 7.3.8 回拖完成的管道允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (m)	检查数量	检查方法
水平轴线	1.5 (0.5)	全数检查	陀螺仪测量管道实际轨迹；深度小于 5m 的管道用管线定位仪、探地雷达 (GPR) 探测
内底高程	±1.5 (0.5)		

注：括号内数值为城镇管网建设中，设计以及现场条件对精度有特殊要求的允许偏差值。

## 7.4 顶管法穿越

### 主控项目

7.4.1 工作竖井支护应符合设计文件和施工方案的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：现场检查。

7.4.2 钢质套管材质、尺寸及壁厚应符合设计文件要求。钢筋混凝土套管荷载等级、接口形式应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品质量合格证明书、性能检验报告、产品

制造原材料质量保证资料，检查产品进场验收记录。

#### 7.4.3 顶管法敷设钢质管道时应符合下列规定：

1 绝缘支撑架应安装牢固，绝缘垫位置应正确，绝缘支撑架不得与阳极相连；

2 应检测套管与穿越管段之间的绝缘电阻，电阻值应大于  $2M\Omega$ 。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查施工记录。采用 500V 兆欧表检测套管与穿越管段之间的绝缘电阻值。

### 一般项目

7.4.4 顶管工作井平面尺寸应符合设计文件要求，底部应平整，原状土应密实，工作井的后背墙表面应平直，且应垂直于顶进管道的轴线。工作井、导轨及装配式后背墙的允许偏差和检查应符合表 7.4.4 的规定。

表 7.4.4 工作井、导轨及装配式后背墙的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法	
工作井	中心线	10	全数检查	经纬仪测量或挂线、用量尺测量	
	基底高程	$\pm 20$		水准仪测量或挂线、用量尺测量	
	平面尺寸	矩形：每侧长宽		+50	挂中线用量尺测量
		圆形：直径		+50	
导轨	轴线位置	3		经纬仪测量	
	顶面高程	+3, 0		水准仪测量	
	两轨内距	+2		量尺测量	
装配式后背墙	垂直度	$0.1\% H$		垂线、角尺测量	
	水平扭转度	$0.1\% L$			

注：H 为后背墙的高度；L 为后背墙的宽度。

7.4.5 钢筋混凝土套管应无裂纹、管口破损等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

7.4.6 钢套管组对焊接的允许偏差和检查应符合表 7.4.6 的规定。

表 7.4.6 钢套管组对焊接的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
钝边 (mm)	±0.8	50%	焊缝检验尺测量
坡口角度 (°)	±5		
间隙 (mm)	±0.8		
错边量 (mm)	2		

7.4.7 顶管施工的允许偏差和检查应符合表 7.4.7 的规定。

表 7.4.7 顶管施工的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法	
顶管中心线	$L < 300\text{m}$	50	每个管节 1点	经纬仪测量或挂 中线、量尺测量	
	$300\text{m} \leq L < 1000\text{m}$	100			
	$1000\text{m} < L$	$L/10$			
顶管内底高程	$L < 300\text{m}$	$D_i < 1500$			+30, -40
		$D_i \geq 1500$			+40, -50
	$300\text{m} \leq L < 1000\text{m}$	+60, -80			
	$1000\text{m} < L$	+80, -100			
相邻管道错口	钢筋混凝土管	15%壁厚, 且不大于 20		量尺测量	
钢管竖向变形		$0.03D_i$			
对顶时两端错口		50			

注：L 为顶进长度； $D_i$  为管道内径。

## 7.5 管桥和随桥跨越

### 主控项目

7.5.1 单管拱混凝土支座的位置、管道的轴线位置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量、仪器测量。

7.5.2 桁架安装的地脚螺栓规格及紧固应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工记录。

7.5.3 托架结构尺寸、杆件规格、节点连接构造、支座形式应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量，检查施工记录。

7.5.4 钢结构防腐涂装前，钢材表面应进行除锈，除锈等级、涂装遍数和涂层厚度应符合设计文件要求。

检查数量：按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。

检查方法：用铲刀检查和采用现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 规定的图片对照目测观察，用测厚仪检测，检查施工记录。

### 一般项目

7.5.5 单管拱的允许偏差和检查应符合表 7.5.5 的规定。

表 7.5.5 单管拱的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
管拱的曲率半径	±20	全数检查	仪器测量
跨度	±20		
拱基础高程	±20		水准仪测量

7.5.6 桁架安装的允许偏差和检查应符合表 7.5.6 的规定。

表 7.5.6 桁架安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
空间对角线长度差	$L_1/1000$ ，且不大于 20	全数检查	挂垂线或拉线，用量尺测量
节点处杆件轴线错位	4		
轴线	10		
跨中垂直度	$H/250$ ，且不大于 15		
桁架侧向弯曲矢高	$L_2/1000$ ，且不大于 30		

注： $L_1$ 为对角线的长度； $L_2$ 为跨度； $H$ 为桁架单元高度。

7.5.7 托架的允许偏差和检查应符合表 7.5.7 的规定。

表 7.5.7 托架的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
跨中高度	±5	全数检查	挂垂线或拉线，用量尺测量
长度	± $L/2500$ ，且±10		
轴线	10		

注： $L$ 为托架长度。

7.5.8 钢结构防腐除锈处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等现象，涂层表面应均匀，不应有误涂、漏涂、褶皱、流坠、针眼、起泡、脱皮和返锈等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

7.5.9 随桥跨越管道支、吊架的安装应符合下列规定：

- 1 支、吊架组件及固定的螺栓、抱箍安装前，宜进行热镀锌防锈处理；
- 2 支、吊架安装应牢固，管道和支承面接触应良好；
- 3 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。



## 8 厂站工艺管道

### 8.1 一般规定

8.1.1 厂站工艺管道应在与管道相关的土建工程施工完成、验收合格后进行安装。

8.1.2 管道及附件应分区存放，不得混淆或损坏。材质为不锈钢、有色金属的管道、管道附件、支撑件应单独存放，不得与碳素钢接触。

8.1.3 管道焊接应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 的规定，钢质管道焊接质量验收应符合本标准第 6.2 节的规定。焊缝质量应符合设计文件的要求，当设计无要求时，焊缝质量应按本标准表 6.2.12 的规定执行。

8.1.4 厂站内埋地管道的施工应按本标准第 6 章的有关规定执行。

8.1.5 与储罐连接的管道应在储罐安装就位、沉降稳定后进行安装。储罐基础沉降指标应符合设计文件要求。

8.1.6 管道组成件的材质、规格、型号和质量证明书、安装使用说明书、外观质量及必要的尺寸等应根据设计文件和合同文件的要求，进行现场检查，技术文件资料应齐全完整。

8.1.7 支管座的开孔、焊接应在设备和管道吹扫、强度试验前进行。开孔应避开设备和管道的焊缝及其边缘，底座焊接焊缝应饱满，无夹渣、咬边等缺陷。

8.1.8 厂站工艺管道绝热施工应符合设计文件要求和现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 和《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的有关规定。

8.1.9 储罐的接地、防雷系统施工应符合设计文件要求和有关

标准的规定。

## 8.2 管道安装

8.2.1 管道宜遵循先地下管后地上管、先大管后小管、先高压管后低压管、先不锈钢管与合金钢管后碳素钢管、先夹套管后单体的顺序进行安装；采用地沟敷设时，管道安装应自下而上分层进行。

8.2.2 管道安装前，应将管道和设备内部清理干净。低温管道应进行脱脂，不得有油迹污染。

8.2.3 与动设备连接的管道，固定焊口应在固定支架以外。

8.2.4 法兰和其他连接件不应紧贴墙壁、地面或管架安装。

8.2.5 当管道穿过基础、墙体、地面设置在钢套管内时，应符合下列规定：

- 1 套管内的管道不应有环向焊缝，管道环向焊缝与套管端部的间距不应小于 30mm；

- 2 套管内壁与工艺管道外壁净距不应小于 20mm；

- 3 套管高出地面、基础不应小于 50mm；

- 4 管道与套管之间的间隙应均匀，采用的密封材料应符合设计文件要求，间隙封堵应严密。

8.2.6 安装不锈钢管道组成件时，不得使用铁制工具敲击。不锈钢管道组成件与支架之间应设置不锈钢或非金属衬垫，非金属衬垫的氯离子含量不应大于  $50 \times 10^{-6}$ 。

8.2.7 不锈钢焊件坡口两侧 100mm 范围内，在施焊前应采取防止焊接飞溅物沾污焊件表面的措施。

8.2.8 含铬量大于或等于 3% 或合金元素总含量大于 5% 的焊件，氩弧焊打底焊接时，焊缝内侧应充氩气或其他保护气体，内侧焊缝金属皮不应被氧化。

8.2.9 同种钢材焊接时，焊材的性能和化学成分应与母材相当。低温钢焊接时应选用与母材适用温度相同的焊材。

8.2.10 低温钢、奥氏体不锈钢、耐热耐蚀高合金钢的焊接和奥

氏体与非奥氏体异种钢接头的焊接均宜采用小电流、短电弧、快焊速和多层多道焊工艺，并应控制层间温度。

**8.2.11** 低温钢焊接完成后，应按设计文件要求对焊缝进行热处理。奥氏体不锈钢焊缝及其附近表面，应按设计文件要求进行酸洗和钝化处理。需进行热处理的焊缝和管道组成件，应在热处理后进行硬度检验。

**8.2.12** 管道安装间断时，应及时封堵管口和管道附件口。管道与设备连接应加临时盲板。

### 主控项目

**8.2.13** 管道及管件的材质、规格、型号应符合设计文件要求和国家现行标准的规定。钢管和管件的质量证明文件应齐全、完整，外观检查应无缺陷，并应符合下列规定：

1 管道及管件外观应完好无损，标识应完整、清晰，标识内容应与实际相符。防腐、保温材料型号、规格应符合设计文件要求；

2 合金钢管、不锈钢管及管件表面应无损伤、无锈蚀，管口应完好无损，安装前可根据需要按供货批次进行光谱半定量复验分析或采用其他检测方法复查其合金成分，并应做好标识；

3 钢管订货合同中对外表面有无损检测要求的，应对每批钢管抽取1%且不少于1根进行外表面磁粉检测或渗透检测；

4 设计文件要求进行低温冲击韧性试验的钢管及钢质管件应具有厂家提供的相应合格证明文件。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测检查，检查产品质量证明文件，光谱分析，磁粉检测或渗透检测，低温冲击韧性试验。

**8.2.14** 管道焊接方法应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工记录。

**8.2.15** 法兰连接及检验应按本标准第6.3节的规定执行，法兰

密封垫片应符合下列规定：

1 当不锈钢管道法兰采用非金属垫片时，氯离子含量不得大于  $50 \times 10^{-6}$ ；

2 柔性石墨、丁腈橡胶、聚四氟乙烯等非金属垫片应质地柔软，不得有老化变质或分层现象；表面不应有折损、皱纹等缺陷；

3 金属垫片的加工尺寸、精度、光洁度和硬度应符合有关标准规定，表面不得有裂纹、毛刺、凹槽、径向划痕和锈斑等缺陷；

4 缠绕式垫片的加工尺寸应符合国家现行标准的有关规定，且不得有径向划痕、翘曲等缺陷；金属缠绕式垫片安装应符合产品技术文件要求，不得出现开裂现象；

5 螺栓和螺母的标记应明显，钢材种类、牌号、规格等级应符合设计文件要求。管道系统上使用螺栓和螺母的硬度值等机械性能应符合设计文件要求和国家现行标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：设计压力大于或等于 6.3MPa 管道的螺栓和螺母，使用前应从每批中各取 2 根（个）进行硬度检查，不合格时加倍检查；仍不合格时，应逐个检查，不合格不得使用。

**8.2.16** 管道与设备、管道之间螺纹连接应符合设计文件要求，安装应符合下列规定：

1 螺纹应清洁、规整、无断丝，连接应牢固，管螺纹根部无外露螺纹；

2 镀锌碳素钢管和管件的镀锌层应无破损。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，无损检测。

**8.2.17** 卡套式管接头安装时，管道应对正，螺母应旋紧，连接应牢固、严密。采用卡套式管接头连接的管子，应按实际长度在专用机床或用手工锯切割，切面与管子中心线垂直度偏差不应大于管子外径公差的 1/2；管端应无毛刺、金属屑和污垢。

检查数量：全数检查。

检查方法：逐口观察。

8.2.18 管道及管件的清洗、脱脂和防腐应符合设计文件要求和现行行业标准《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202 的有关规定。绝缘装置的绝缘电阻、电缆线及接头的防腐应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查清洗记录、脱脂施工记录、绝缘电阻测试记录、防腐施工记录。

### 一般项目

8.2.19 管道加工外观质量应符合下列规定：

1 钢管切口表面应平整，无裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等；

2 切口端面倾斜偏差不应大于钢管外径的 1%，且不应大于 2mm；

3 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差应符合表 8.2.19 的规定。

表 8.2.19 自由管段和封闭管段的加工尺寸允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	
		自由管段	封闭管段
长度		±10	±1.5
法兰面与管子 中心垂直度	DN<100	0.5	0.5
	100≤DN≤300	1.0	1.0
	DN>300	2.0	2.0

检查数量：全数检查，实测偏差值每个管口在互相垂直方向上抽查 2 点。

检查方法：目测观察，量尺测量，垂直度偏差按法兰外径测量。

8.2.20 管道的中心线、高程和坡度应符合设计文件要求。管道安装允许偏差应符合表 8.2.20 的规定。

表 8.2.20 管道安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
中心线	架空	10
	地沟	7
	埋地	20
高程	架空	±10
	地沟	±7
	埋地	±20
平直度	$DN \leq 100$	$2L/1000$ , 且不大于 40
	$DN > 100$	$3L/1000$ , 且不大于 70
垂直度		$3H/1000$ , 且不大于 25
成排, 在同一平面上的间距		±10
交叉, 管外壁或保温层的间距		±7

注:  $L$  为管道长度,  $H$  为立管高度。

检查数量: 每段或每 20m 取 1 点。

检查方法: 中心线采用经纬仪测量, 高程采用水准仪测量, 垂直度采用坠线方法、用量尺测量, 其他偏差采用量尺测量。

### 8.3 管道附件安装

8.3.1 汇气管安装应符合下列规定:

1 汇气管宜采用预制成品件。

2 汇气管组对时, 应先进行子管与法兰的组对。母管与子管组对时, 应先组对两端子管, 并应相互平行且垂直母管, 中间各子管应以两端子管为基准组对。

3 组对焊接前应精确测量 2 台汇气管法兰之间的间距以及过滤器、调压器、计量装置和阀门等的安装尺寸。安装顺序应从一台汇气管开始, 依次安装两汇气管中间的设备, 最后固定汇气

管，不得强行组对。

**8.3.2** 压力表、温度计等一次仪表在工艺管道开孔安装时，宜采用机械钻孔。

**8.3.3** 流量计、调节阀和安全阀等设备拆除后进行复位时应更换垫片。

### 主控项目

**8.3.4** 管道附件应符合设计文件要求和国家现行标准的规定。设计文件要求做低温密封试验或主材材质低温冲击韧性试验的阀门，应具有制造厂提供的相应合格证明文件。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件。

**8.3.5** 阀门安装前，应进行外观检查、强度试验和严密性试验，试验压力应符合国家现行相关标准的规定。阀门外观应符合下列规定：

- 1 阀体的外表不得有裂纹、砂眼、机械损伤、锈蚀等缺陷；
- 2 阀体不得有磕碰、变形等影响产品使用性能的缺陷；
- 3 阀体内应无积水、锈蚀、脏污和损伤等缺陷。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，按国家现行相关标准的规定检测。

**8.3.6** 拉断阀、紧急切断阀、放散阀及安全阀等阀门的材质、型号、压力等级应符合设计文件要求，拉断阀、紧急切断阀、放散阀应经检测合格，安全阀应经调校，并应符合设计文件要求和国家现行标准的规定，安全阀铅封应完好。气动、电动、电液联动、气液联动等执行机构应经调试合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查标识、阀门检测报告、安全阀检定调校报告、阀门执行机构测试报告。

**8.3.7** 管道支架、托架、吊架、管卡及其他附件的材质、规格、型号应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查质量证明文件。

### 8.3.8 补偿器的材质、型号应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查质量证明文件。

8.3.9 放散系统管道焊缝无损检测的方法、抽检比例应符合设计文件要求，并经检测合格；绝缘接头和阻火器的材质、规格、型号应符合设计文件要求，绝缘电阻应试验合格。设有火炬时，点火系统电气联合调试应合格。放空立管和火炬的固定装置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：焊缝质量采用无损检测抽查，目测观察，检查质量证明文件。

8.3.10 静电导消接地装置、防雷击装置、报警装置及相关联锁装置的安装位置、规格、性能、参数等应符合设计文件要求，并经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：核对设计文件，检测相关参数。

## 一般项目

8.3.11 法兰安装时，法兰密封面及法兰垫片不得有划痕等缺陷。法兰螺栓拧紧后密封面应相互平行，用直角尺对称检查，其间隙允许偏差应为 0.5mm。法兰安装允许偏差应符合表 8.3.11 的规定。

表 8.3.11 法兰安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
轴线 (相对于管道轴线)	$DN \leq 300$	1
	$DN > 300$	2
平行度		不大于法兰外径的 1.5%，且不大于 2
螺孔中心位置		孔径的 5%



检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，用量尺、角尺测量。

### 8.3.12 阀门、安全阀安装应符合下列规定：

- 1 有方向性要求阀门的进出口方向应与燃气流向一致；
- 2 安装过程中不得损伤阀门密封面；
- 3 阀门安装后的操作机构或传动装置应动作灵活，指示准确；
- 4 法兰或螺纹连接的阀门应在关闭状态下安装；
- 5 焊接阀门应在打开状态下安装，打底焊应采用氩弧焊接方法；
- 6 安全阀应竖直安装，安装位置应便于检查和维修。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

### 8.3.13 管道支、吊架安装应符合下列规定：

- 1 管道支、吊架位置应准确，安装应平整、牢固，与管道接触良好；
- 2 导向支架、滑动支架的滑动面应洁净平整，不应有歪斜和卡涩现象。管道与支吊架焊接时，焊缝外形应平整饱满，不应有咬边、烧穿现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

8.3.14 补偿器的位置应符合设计文件要求。补偿器的预拉伸方法应符合设计文件和施工方案的要求，拉伸量应符合设计文件要求。Π形和Ω形管道补偿器安装前，应按设计规定进行预拉伸（预压缩），其允许偏差应为±10mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

8.3.15 汇气管安装允许偏差应符合表 8.3.15 的规定。直线管道连接的两台汇气管的法兰盘应对正，子管相互平行，排列应整齐。

表 8.3.15 汇气管安装允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)
母管总长		±3
子管间距		±1
子管与母管两中心线的相对偏移		1.5
子管法兰接管长度		±1.5
法兰水平度或垂直度	子管 $DN \leq 300$	1
	子管 $DN > 300$	2
母管平直度	母管 $DN \leq 100$	$L/1000$ , 且不大于 15
	母管 $DN > 100$	$2L/1000$ , 且不大于 15

注: L 为管道长度。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 量尺测量。

8.3.16 放散管应安装牢固、稳定, 焊缝饱满, 无夹渣、气孔、咬肉、裂纹等缺陷; 放散管的位置和高度应符合设计文件要求, 中心位置允许偏差应为 20mm, 高度不小于设计文件要求, 垂直度允许偏差应为放散管高度的 1%, 且不大于 20mm。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 目测观察, 量尺测量。中心位置根据轴线在垂直的两个方向量偏差值, 取最大值。垂直度采用坠线方法, 用量尺量取最大值。

8.3.17 管道附件制作尺寸、安装位置应符合设计文件要求, 外观应整洁, 表面无毛刺、铁锈, 焊缝外观应平整饱满, 不应有凹陷、裂纹、漏焊、咬边及表面气孔等缺陷, 表面焊渣应清理干净。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 目测观察, 量尺测量。

**8.3.18** 管道附件上的箭头方向应与燃气流向一致。阀杆、手轮等朝向应合理、可操作。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

## 9 储 罐

### 9.1 一 般 规 定

9.1.1 储罐安装前应对基础的质量进行验收，合格后方可进行安装。

9.1.2 储罐的接地、防雷系统施工应符合设计文件要求和国家现行标准的规定。

9.1.3 储罐的平台、栏杆、梯子、扶手等永久性安全设施，应与储罐主体同步制作、安装。

9.1.4 储罐与管道、储罐与附件的连接应符合设计文件要求，并应符合下列规定：

1 储罐与管道的连接应在进出口管道清扫及强度试验合格后进行；

2 储罐进、出管道的支吊架应安装完成；

3 对口应准确，不得强力连接；当连接存在偏差时，应对管道进行调整；

4 连接前应将连接两端清洗洁净，连接时不应有异物进入设备；

5 焊接应采用氩弧焊打底，分层施焊。

9.1.5 储罐的绝热做法、材料应符合设计文件要求，施工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 和《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的有关规定，现场施工应符合下列规定：

1 LNG 储罐的绝热层填充应在储罐严密性试验合格后进行，夹层应充氮气，粒状珠光岩应憎水；当设计文件无要求时，其充填密度应为产品标准密度的 1.2 倍~1.4 倍；

2 绝热层充填应分层进行，每层高度宜为 400mm~

600mm；充填材料应随加料均匀压实，密度应一致；

3 绝热层应逐层安装伸缩缝；带有支承环的储罐，除最低处的支撑环之外，每个支撑环应设置1道伸缩缝；

4 储罐的裙座、支吊架、仪表管座等附件，绝热层长度不得小于绝热层厚度的4倍或至垫块处，绝热层厚度宜为储罐绝热层厚度的1/2。

## 9.2 垫铁、地脚螺栓和支座安装

9.2.1 储罐安装精度符合要求后，方可对地脚螺栓预留孔进行二次灌浆，并应符合下列规定：

1 灌浆应一次完成，不得分次浇灌；

2 灌浆前，预留孔处应清洗干净并保持湿润；

3 环境温度低于0℃时，应采取防冻措施；

4 应将地脚螺栓的油污、氧化皮等清除干净，并应涂敷油脂；

5 预留孔中的混凝土达到设计强度后，方可进行设备安装。

9.2.2 垫铁的安装应符合下列规定：

1 储罐垫铁的设置应符合设计文件要求和现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定；

2 坐浆法应设置垫板，坐浆混凝土48h的强度应达到基础混凝土的设计强度；

3 临时垫铁安装水平允许偏差应为0.2‰，高程允许偏差应为±2mm，垫铁间的局部间隙不应大于0.05mm。

### 主控项目

9.2.3 地脚螺栓的材质、规格应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：核对、检查质量证明文件。

9.2.4 地脚螺栓预留孔灌浆混凝土强度应符合设计文件要求，

填充应密实、饱满、无裂纹，底座应无空隙、空洞。

检查数量：全数检查。

检查方法：混凝土抗压强度试验，目测观察。

**9.2.5** 地脚螺栓的螺母和垫圈应齐全，螺栓螺纹应无损伤，紧固应均匀。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，紧固程度采用力矩扳手检查。

**9.2.6** 当储罐底座与基础预埋件采用焊接连接时，应连接牢固，连接件厚度不应小于 5mm，并应满焊。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量，检查焊缝外观质量。

**9.2.7** 储罐支座或支吊架的规格、型号和材质应符合设计文件或产品说明书的要求，支座和支吊架构造应正确，防火涂料的类型、耐火等级应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

### 一般项目

**9.2.8** 现浇基础预埋地脚螺栓安装尺寸允许偏差和检查应符合表 9.2.8 的规定。

表 9.2.8 现浇基础预埋地脚螺栓安装尺寸允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
预埋地脚螺栓	中心线	2.0	挂中线、量尺测量
	顶高程	+20, 0	水准仪测量
	中心距	±2.0	量尺测量
	垂直度	1% <i>l</i> ，且不大于 2	坠线、量尺测量
预埋地脚螺栓孔	中心线位置	10	拉线、量尺测量
	截面尺寸	+20, 0	量尺测量
	深度	+20, 0	
	垂直度	<i>h</i> /100，且不大于 10	坠线、量尺测量

注：*h* 为地脚螺栓孔高度；*l* 为地脚螺栓长度。

检查数量：全数检查。

**9.2.9** 支座或支吊架的数量和位置应符合设计文件或产品说明书的要求；防火涂料应涂刷均匀、厚度偏差应符合设计文件要求。支座和支吊架应埋设牢固，与设备接触应紧密贴合。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

**9.2.10** 底座应与基础紧密贴合，连接应牢固。设备找平时，垫铁应成组设置，每组垫铁均应压紧，放置应整齐、平稳，外露应均匀，不得松动；安装在刚构架基础上的设备找正后，其垫铁与刚构架基础应焊牢。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**9.2.11** 滑动支座表面应平整、洁净，应能按设计文件要求自由滑动，并应涂覆二硫化钼等润滑脂。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

### 9.3 储罐安装

**9.3.1** 钢制焊接常压容器、现场制造的储罐应符合国家现行标准的规定。

**9.3.2** 当储罐安装高度大于 20m 时，不应在风力大于 4 级的天气条件进行安装。

#### 主控项目

**9.3.3** 储罐及附件应有齐全的质量证明文件、强度试验和严密性试验合格报告。规格及型号应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件和试验报告，核对规格及型号。

**9.3.4** 储罐表面应无划伤及外力冲击破损，涂层应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**9.3.5** 当储罐安装对坡度有要求时，应符合设计文件要求；无坡度要求的卧式储罐，水平度偏差应坡向储罐的排污方向。

检查数量：全数检查。

检查方法：采用水平仪或水准仪测量。

**9.3.6** 卧式储罐滑动支座的滑动端地脚螺栓与相应的长圆孔两端的间距应满足设备运行的胀缩条件，支板与底板应能滑动，支座滑动表面应清理干净，并应涂覆润滑剂。储罐与管道连接完成后，应松动滑动端螺母至 1mm～3mm 间隙，并应紧固锁紧螺母。

检查数量：全面检查。

检查方法：目测观察，塞尺测量。

**9.3.7** 低温液体储罐外壳应无破损、变形，真空度应符合要求。

检查数量：全面检查。

检查方法：检查产品文件。

#### 一般项目

**9.3.8** 管口不得有锈蚀，管口保护物和堵盖应完好，附件应齐全。储罐内不得有水、油和焊渣等杂物。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**9.3.9** 储罐安装的允许偏差应符合设计和产品说明书的要求。当设计文件和产品说明书无要求时，应符合下列规定：

1 圆筒形储罐安装的允许偏差和检查应符合表 9.3.9-1 的规定。

2 球形储罐整体安装的允许偏差和检查应符合表 9.3.9-2 的规定。

3 真空粉末绝热圆筒形低温液体储罐安装的允许偏差和检查应符合表 9.3.9-3 的规定。



表 9.3.9-1 圆筒形储罐安装的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)				检查方法	
		不与设备连接		与设备连接			
		立式		卧式	立式		卧式
		$D \leq 2000$	$D > 2000$				
中心线		5	10	5	3	挂线、量尺测量	
高程		$\pm 5$		$\pm 5$	$\pm 3$	水准仪测量或挂线、量尺测量	
水平度	轴向	—		$L/1000$	—	$0.6L/1000$	水平仪测量
	径向	—		$2D/1000$	—	$D/1000$	
方位 (沿底座环周围)		10	15	—	5	—	挂线、量尺测量
垂直度		$H/1000$ , 且不大于 30		—	$H/1000$ , 且不大于 30	—	坠线、量尺测量或用经纬仪测量

注：D 为容器外径，L 为卧式容器两支座间距离，H 为立式容器两端部测点间距离。

表 9.3.9-2 球形储罐整体安装的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
支柱垂直度	支柱高度 $H \leq 8m$	12	在球形储罐径向和周向两个方向坠线、用量尺或经纬仪测量，每个立柱测 2 点
	支柱高度 $H > 8m$	$1.5H/1000$ , 且不大于 15	
赤道线水平度		$2D/1000$ , 且不大于 3.0	水准仪或 U 形管水平仪测量、量尺测量，每个罐体 6 点

表 9.3.9-3 真空粉末绝热圆筒形低温液体储罐安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
垂直度	$H/1000$ ，且不大于 9.0	经纬仪测量或坠线、用量尺测量
高程	±5.0	水准仪或拉线、用量尺测量
纵向中心线	5.0	挂线、用量尺测量
横向中心线	5.0	

注：H 为储罐高度。

4 真空粉末绝热球形低温液体储罐安装的允许偏差和检查应符合表 9.3.9-4 的规定。

表 9.3.9-4 真空粉末绝热球形低温液体储罐安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
支柱垂直度	$2.0H/1000$ ，且不大于 15	经纬仪测量或坠线、用量尺测量
高程	±5.0	水准仪测量或挂线、用量尺测量
纵向中心线	5.0	挂线、用量尺测量
横向中心线	5.0	

注：H 为支柱高度。

5 常压容器安装的允许偏差和检查应符合表 9.3.9-5 的规定。卧式容器低位排放应符合设计文件要求。

表 9.3.9-5 常压容器安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)		检查方法
	圆筒形容器	箱槽容器	
中心线	15	15	挂线、用量尺测量
高程	±15	±5	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度	轴向	$L/1000$ ，且不大于 10	$L/1000$ ，且不大于 10
	径向	$D/1000$ ，且不大于 5	
垂直度	$H/1000$ ，且不大于 25	—	经纬仪测量或坠线、用量尺测量

续表 9.3.9-5

检查项目	允许偏差 (mm)		检查方法
	圆筒形容器	箱槽容器	
支架装配位置及上表面高程	±5	±5	水准仪测量或挂线、用量尺测量
支架立柱垂直度	—	$H/1000$ , 且不大于 10	经纬仪测量或坠线、用量尺测量

注：D 为容器外径，L 为卧式容器两支座间距，H 为立式容器两端部测点间距离。

检查数量：全数检查，中心线在相互垂直的两个方向各取 1 点，量取最大值；水平度在垂直的两个方向各取 1 点；高程不少于 1 点。

## 9.4 储罐附件安装

### 主控项目

**9.4.1** 储罐附件的规格、型号应符合设计文件要求，配件应齐全。材质、性能应符合国家现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件，核对设备相关参数。

**9.4.2** 安全阀、温度计、压力表等安装前应经检定或校验合格，并应在有效期内。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查相关检定或校验文件。

**9.4.3** 储罐附件的安装应符合设计文件和设备、产品说明书要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：按设计文件核对，目测观察。

**9.4.4** 储罐安全附件的安装质量和检查应符合表 9.4.4 的规定。

表 9.4.4 储罐安全附件的安装质量和检查

检查项目	质量要求	检查方法
液位计或液面信号反馈装置	固定牢固，位置、方向正确	目测观察
阀门	位置正确，操作灵活，无卡涩现象	目测观察，用手扭动检查
螺栓紧固	牢固，螺栓的螺纹上端应露出 2 扣~5 扣	力矩扳手检查，目测观察
调节阀	位置正确，安装方向应与介质流动方向一致	目测观察
温度计	安装位置和方向正确，便于观察	
压力表	安装位置和方向正确，便于观察	
安全阀	安装位置正确，按轴线垂直方向安装	
放散管	位置正确，固定牢固	
喷淋管	位置正确，固定牢固	

检查数量：全数检查。

### 一般项目

9.4.5 储罐附件安装的允许偏差和检查应符合表 9.4.5 的规定。

表 9.4.5 储罐附件安装的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
储罐附件	高程	±5	挂线、量尺测量
	方位	5	挂线、量尺测量
喷淋管、消防管	水平度	$D/1000$ ，且不大于 10	水平仪测量
	垂直度	$H/1000$ ，且不大于 10	坠线、量尺测量

注：D 为水平圆直径；H 为管道高度。

检查数量：全数检查。

#### 9.4.6 储罐附件和储罐防腐层应无明显损伤、划痕。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

### 9.5 储气瓶组安装

#### 主控项目

9.5.1 储气瓶的型号、规格及性能应符合设计文件要求，技术文件和质量证明文件应齐全，可追溯标识应完整，质量应符合国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件，核对设备相关参数。

9.5.2 储气瓶组的切断阀、安全阀、放散阀及压力监测装置等附件应安装齐全，并应经检验或检定合格。气瓶管口应完好，不得有划痕、锈蚀等缺陷。管口保护物和堵盖应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件、相关检定或校验文件。

9.5.3 储气瓶组与附件、工艺管道的安装位置应符合产品说明书和设计文件要求，焊缝应经无损检测合格。储气瓶安装后不得超出支架的外轮廓边缘。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查无损检测报告。

9.5.4 储气瓶支架应安装牢固，储气瓶组的安全防护装置和防撞装置应牢固、可靠。储气瓶组中的气瓶应进行固定和限位，紧固螺栓应有防松装置，紧固力矩应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，紧固程度采用力矩扳手检查。

## 一般项目

**9.5.5** 储气瓶的连接管道应排列整齐。储气瓶体表面不得有损伤，涂层应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

## 10 厂站工艺设备

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 工艺设备应在设备基础验收合格、进出口管道清扫及强度试验合格后进行安装。

**10.1.2** 工艺设备平台、栏杆、梯子、扶手等设施，应与主体设备同步制作、安装。

**10.1.3** 工艺设备的方位线、中心及吊挂点等标记应清晰。工艺设备吊装应符合产品说明书的要求，设备就位后，方可拆除设备保护装置。

**10.1.4** 进出口有切断阀的工艺设备，安装及工艺设备调试前不得开启或拆除阀门。

**10.1.5** 工艺设备与管道、工艺设备与附件的连接应符合本标准 9.1.4 条的规定。

**10.1.6** 工艺设备的接地、防雷系统施工应符合设计文件要求和国家现行标准的规定。

**10.1.7** 工艺设备垫铁、地脚螺栓和支座的安装和验收应符合本标准 9.2 节的规定。

### 10.2 调压、计量装置安装

#### 主控项目

**10.2.1** 调压、计量装置的调压器、过滤器、仪表及安全阀等附件的规格、型号和性能指标应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查

检查方法：检查设备的合格证、检验报告和试验记录等。

**10.2.2** 调压、计量装置连接管道的规格、材质应符合设计文件

要求，管道连接方式应符合设计文件要求，焊接管道的焊缝应经无损检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，焊缝采用射线、超声等方法进行无损检测。

**10.2.3** 调压器、指挥器的安装和导压管的连接应正确，调压阀杆轴线与管道应垂直。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查核对产品质量证明文件。

**10.2.4** 调压装置及连接管道的强度和严密性试验应合格，管道和调压器内部应清扫合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查试验记录。

**10.2.5** 计量装置、仪表应经检定合格。电气、仪表装置的防爆性能符合设计文件要求，过电压保护和雷击保护装置齐全，并应经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件、合格证和检定报告。

### 一般项目

**10.2.6** 调压器附件连接应牢固、紧密，且不得损伤。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，用扳手试拧紧。

**10.2.7** 预留的工艺管道与调压装置相应的进出口管道中心线应平行，中心线偏差不得大于 2mm。管道与设备连接应符合下列规定：

1 采用螺纹连接时，螺纹加工精度应符合国家现行标准的规定，螺纹应清洁、规整、无断丝，连接应牢固，管螺纹根部应无外露螺纹；

2 采用法兰连接时，对接应平行、紧密，连接面与管道中



心线应垂直，螺母应在同侧，螺杆露出螺母长度应一致，且不应大于螺杆直径的 1/2，衬垫材质应符合设计文件要求；

3 采用焊接连接时，焊口表面应无烧穿、裂纹、结瘤、夹渣、气孔等缺陷，管道连接应直顺，焊口无损检测的数量、质量等级应符合设计文件要求和国家现行标准的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量。

10.2.8 支座和支架的构造应正确，安装应平整、牢固，排列应整齐，支架与设备接触应紧密，连接应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查

检查方法：目测观察，量尺测量。

10.2.9 调压装置安装高度的允许偏差应符合表 10.2.9 的规定。

表 10.2.9 调压装置安装高度的允许偏差

检查项目	允许偏差 (mm)
调压器	±15
过滤器	±15
放散管阀门	±20
安全水封	±20
安全阀	±20

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量。

10.2.10 差压式流量计和孔板的安装应符合下列规定：

1 孔板端面应与管道中心线垂直，垂直度允许偏差应为  $D/1000$  ( $D$  为管道直径)，且不大于 1mm；

2 孔板孔口不得损坏，并按进出口方向指示的箭头安装；

3 孔板与管道的偏心度不应大于管道内径与孔口内径差值的 1.5%。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

10.2.11 涡轮流量计和超声流量计的安装应符合下列规定：

- 1 流量计应水平安装，流体流动方向应与壳体标识一致；
- 2 流量计应与管道同轴安装，轴线偏差应小于1mm；
- 3 上、下游直管段的长度应符合设计文件和产品技术文件的要求，直管段内表面应光滑、清洁；
- 4 整流器的安装应符合产品技术文件的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

10.2.12 调压、计量装置并排安装时，相邻两台装置的安装间距允许偏差应为±15mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

10.2.13 调压、计量装置及附件的着色应符合设计文件要求，漆膜应厚度均匀、色泽一致、附着良好，无流淌、污染、脱皮、起泡和漏涂等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

### 10.3 静设备安装

10.3.1 加臭储罐、缓冲罐等的安装应符合本标准第9章的有关规定。

10.3.2 静设备安装坡度应符合设计文件要求；当设计无要求时，水平度偏差宜坡向装置的排污方向。

10.3.3 气化器应采用机械吊装，大型气化器宜采用两台吊车吊装。运输和吊装时应采用保护钢架，安装完成后方可拆除。

#### 主控项目

10.3.4 静设备及其附件应按装箱单进行开箱检验，并应符合下列规定：

- 1 静设备的设计文件、质量证明文件和安装技术文件应

齐全；

- 2 配件和安全附件应齐全；
- 3 型号、规格及主要安装尺寸应与设计文件一致；
- 4 外观应无损坏和锈蚀，管口保护物和堵盖应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：按设计文件核对型号、规格，检查文件。

**10.3.5** 当过滤装置有安装方向要求时，指示的流向方向应与介质的流向一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：按照设计文件要求进行测量、计算和核对。

**10.3.6** 收、发球装置及压力容器强度试验、严密性试验应合格。设备与管道的连接方式应符合设计文件要求，压力试验合格，接口不应渗漏。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查试验报告、检测报告和施工记录。压力试验应按设计文件要求进行，向容器或系统内充入压缩空气、水或氮气等介质，在试验压力下，检查接口不渗不漏即为合格。

**10.3.7** 静电导消接地装置、防雷击装置、报警装置的安装位置、规格、性能参数等应符合设计文件要求，并应经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：核对设计文件，检测相关参数。

**10.3.8** 静设备防撞和安全防护设施的规格、材质和位置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查核对质量证明文件，量尺测量。

**10.3.9** 装卸装置的拉断阀、紧急切断阀、放散阀及安全阀等阀门的安装应符合设计文件要求，并应经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量，检查阀门检测报告。

**10.3.10** 静设备及其附件外观质量应符合下列规定：

- 1 表面应无损伤、变形和锈蚀，防腐涂料应完好；
- 2 工装卡具的焊疤应清除干净；
- 3 静设备管口应封闭；
- 4 不锈钢及复合钢板制设备的防腐蚀面、低温设备表面不应有刻痕和各类钢印标记；
- 5 奥氏体不锈钢制设备、铝和铝合金制设备表面应无铁离子污染；
- 6 防腐涂料应无流坠、脱落和返锈；
- 7 充氮设备应处于有效保护状态。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.3.11** 静设备底座应与基础紧密贴合，受力应均匀，连接应牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

#### 一般项目

**10.3.12** 收、发球装置及压力容器内不得有水、油和焊渣等杂物，附件应齐全。管口不得有锈蚀，管口保护物和堵盖应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.3.13** 加臭装置注入喷嘴插入燃气管道内的长度应大于燃气管道直径的60%。

检查数量：全数检查。

检查方法：量尺测量。

**10.3.14** 加臭装置不锈钢储罐液位计底阀安装、玻璃管保护装置的安装位置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.3.15** 装卸装置滑动、转动部位运动应轻便、灵活、平稳。

无阻滞现象。紧固件应连接牢靠，无松动。插接件应接触良好。装卸装置安装的平面位置允许偏差应为 20mm，高程允许偏差应为±10mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，用经纬仪、水准仪测量。

**10.3.16 空温气化器、水浴式气化器/加热器安装的允许偏差应符合设计文件要求，轴向水平低点应与设备的排污方向一致。当设计无要求时，允许偏差和检查应符合表 10.3.16 的规定。**

**表 10.3.16 空温气化器、水浴式气化器/加热器安装的允许偏差和检查**

检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
垂直度 (立式)	$H/1000$ ，且不大于 25	坠线、量尺测量
水平度 (卧式)	$L/1000$ ，且不大于 15	水平仪测量
高程	±2.0	水准仪测量或挂线、量尺测量
纵向中心线	2.0	挂线、量尺测量
横向中心线	2.0	

注：L 为设备宽度；H 为设备高度。

检查数量：全数检查。

**10.3.17 其他静设备安装应符合设计技术文件的要求。当设计无要求时，安装的允许偏差和检查应符合表 10.3.17 的规定。**

**表 10.3.17 其他静设备安装的允许偏差和检查**

检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
纵向中心线	5.0	挂线、用量尺测量
横向中心线	5.0	
高程	±5.0	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度 (卧式)	$L/1000$ ，且不大于 5	水平仪测量
垂直度 (立式)	$H/1000$ ，且不大于 5	经纬仪测量或坠线、用量尺测量

注：L 为设备宽度；H 为设备高度。

检查数量：全数检查。

**10.3.18** 静设备及附件的涂装应符合设计文件要求，漆膜应厚度均匀、色泽一致、附着良好，无流淌、污染、脱皮、起泡和漏涂等现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，厚度用超声测厚仪检测。

## 10.4 动设备安装

### 主控项目

**10.4.1** 动设备及附件应按装箱单进行开箱检验，并应符合下列规定：

1 动设备的设计文件、质量证明文件和安装技术文件应齐全；

2 配件和安全附件应齐全；

3 型号、规格及主要安装尺寸应与设计文件一致；

4 外观应无损坏和锈蚀，管口保护物和堵盖应完好。

检查数量：全数检查。

检查方法：按设计文件核对型号、规格，检查文件。

**10.4.2** 动设备的油封、气封应良好，且应无锈蚀。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.4.3** 动设备的各连接管路、接头及连接处应密封、无泄漏。动设备及其附属管道应进行严密性试验，试验压力应为设备最高工作压力，且应保压 10min，无泄漏为合格。附属设备中的压力容器在规定的质量保证期内安装时，可不进行强度试验，但应进行严密性试验。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查试验记录。

**10.4.4** 动设备内与介质接触的零件和部件、附属设备和管路的

脱脂应按现行行业标准《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202的有关规定执行。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查清洗、脱脂记录。

### 一般项目

**10.4.5** 动设备及附件的外观质量应符合下列规定：

- 1 表面应无损伤、变形和锈蚀，防腐涂料应完好；
- 2 工装卡具的焊疤应清除干净；
- 3 动设备管口应封闭；
- 4 不锈钢及复合钢板制设备的防腐蚀面、低温设备表面不应有刻痕和各类钢印标记；
- 5 奥氏体不锈钢制设备、铝和铝合金制设备表面应无铁离子污染；
- 6 防腐涂料应无流坠、脱落和返锈；
- 7 充氮设备应处于有效保护状态。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.4.6** 设备底座应与基础紧密贴合，受力应均匀，连接应牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.4.7** 整体出厂压缩机的安装应符合设计技术文件和国家现行标准的有关规定。安装的允许偏差和检查应符合设计文件要求；当设计无要求时，应符合表 10.4.7 的规定。

表 10.4.7 整体出厂压缩机安装的允许偏差和检查

项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
纵向水平度	0.05/1000	全数检查	水平仪测量
横向水平度	0.05/1000		

续表 10.4.7

项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
高程	±2.0	全数检查	水准仪或平尺、内径千分尺测量
纵向中心线	2.0		拉钢丝线或吊线坠、用量尺测量
横向中心线	2.0		

10.4.8 汽轮机安装的允许偏差应符合设计技术文件的要求；当设计无要求时，安装的允许偏差和检查应符合表 10.4.8 的规定。

表 10.4.8 汽轮机安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
纵向水平度	0.04/1000	全数检查	水平仪、精密水准仪测量
横向水平度	0.05/1000		
高程	±0.5		精密水准仪或平尺、内径千分尺测量
纵向中心线	2.0		拉钢丝线或吊线坠、用量尺测量
横向中心线	2.0		
转子水平度	0.02/1000		水平仪测量
转子与气缸中心的重合度	0.03		塞尺测量

10.4.9 电机与齿轮箱（增速机）间的联轴器端面间隙，应按电机的实际磁力中心线调整。电机安装的允许偏差和检查应符合表 10.4.9 的规定。

表 10.4.9 电机安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查数量	检查方法
纵向水平度	0.10/1000	全数检查	水平仪、精密水准仪测量
横向水平度	0.10/1000		
高程	±0.5		精密水准仪或平尺、内径千分尺测量
纵向中心线	2.0		拉钢丝线或吊线坠、用量尺测量
横向中心线	2.0		



**10.4.10** 联轴器装配后，联轴器两端面间隙值、两轴心径向位移、两轴线倾斜度应符合设备技术文件要求和现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查安装记录，用百分表、塞尺、千分尺或激光对中仪测量。

**10.4.11** 齿轮箱（增速机）和压缩机的底面应与底座紧密贴合，连接螺栓、滑动键的间隙及膨胀方向应符合设备技术文件的要求。汽轮机的汽缸与座架接触面应紧密贴合，接触面积应大于75%，自由状态下两面之间用0.04mm塞尺检查不得塞入；连接螺栓与螺孔的相对位置、座架与螺帽间的自由间隙，应符合技术文件的规定。电机的底面应与底座紧密贴合，连接螺栓安装应符合设备技术文件的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查安装记录，用塞尺等测量。

**10.4.12** 整体型泵安装的允许偏差应符合设计文件要求；当设计无要求时，应符合表10.4.12的规定。泵底座与支撑板之间的滑动板安装时，连接螺栓与纵向长圆孔两端的间距及松紧程度，应符合设计文件要求。泵的固定连接部件不应松动。

表 10.4.12 整体型泵安装的允许偏差和检查

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
中心线		5	经纬仪测量或挂线、用量尺测量
高程		±5	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度	纵向	0.1/1000	水准仪、水平尺、水平仪测量
	横向	0.2/1000	

注：水平度在泵的进、出口法兰面或其他水平面进行检测。

检查数量：全数检查。

**10.4.13** 低温液体泵进液管的高度、坡度应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，用水平仪测量。

**10.4.14** 低温液体泵进出口管道上补偿器的安装和调节应符合设计文件要求，不应有拉伸、扭曲和错位。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.4.15** 离心式低温液体泵安装的允许偏差和检查应符合表 10.4.15-1 的规定。柱塞式低温液体泵安装的允许偏差和检查应符合表 10.4.15-2 的规定。

**表 10.4.15-1 离心式低温液体泵安装的允许偏差和检查**

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
纵向中心线		2.0	经纬仪测量或挂线、用量尺测量
横向中心线		2.0	
高程		±3	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度	纵向	0.1/1000	水准仪、水平尺、水平仪测量
	横向	0.1/1000	

检查数量：全数检查。

**表 10.4.15-2 柱塞式低温液体泵安装的允许偏差和检查**

检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法
纵向中心线		2.0	经纬仪测量或挂线、用量尺测量
横向中心线		2.0	
高程		±3	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度	纵向	0.1/1000	水准仪、水平尺、水平仪测量
	横向	0.2/1000	

检查数量：全数检查。

## 10.5 灌装设备安装

### 主控项目

**10.5.1** 灌装设备的规格、型号应符合设计文件要求。质量证明

文件应齐全、完整，开箱检验应合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，核对产品技术文件，检查质量证明文件。

**10.5.2** 灌装秤、灌装转盘和钢瓶输送机等设备的安装应符合产品技术文件的要求。灌装秤应经计量检定合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：现场检查，检查计量检定报告等。

**10.5.3** 紧急切断阀安装应符合设计文件要求，并应经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查检测报告。

**10.5.4** 灌装设备的静电接地和报警装置的安装应符合设计文件要求，并应经检测合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：核对设计文件，检测相关参数。

**10.5.5** 灌装设备防撞和安全防护设施的规格、材质和位置应符合设计文件要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，检查核对质量证明文件，量尺测量。

#### 一般项目

**10.5.6** 灌装秤、检斤秤、地中衡等的安装精度应符合设计文件要求；当设计无要求时，水平度允许偏差应为 0.2/1000，垂直度允许偏差应为 0.5/1000。

检查数量：全数检查。

检查方法：水平度用水平尺测量，垂直度采用坠线方法、用量尺测量。

**10.5.7** 灌装转盘位置允许偏差应为 5mm。托轮安装高程允许偏差应为 1.5mm，圆周分布位置允许偏差应为 2mm。转盘传动机构应无卡涩现象。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，用水平尺、水准仪测量。

## 10.6 撬装设备安装

### 主控项目

**10.6.1** 撬装设备进场时，应对设备的型号、规格、外观及配件进行验收。设备型号、规格及性能检测报告应符合设计文件要求。设备及连接管件应完好、无损伤，外观质量及零配件材质应符合技术文件要求，阀门、压力容器和配件等应经检验、试验合格。设备质量证明文件应齐全、完整。

检查数量：全数检查。

检查方法：按设计文件核对，目测观察，检查出厂合格证、质量证明文件、使用说明书、试压记录等。

### 一般项目

**10.6.2** 撬装设备底座应与基础紧密贴合，受力应均匀，连接应牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察。

**10.6.3** 撬装设备安装的允许偏差和检查应符合表 10.6.3 的规定。

表 10.6.3 撬装设备安装的允许偏差和检查

检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法
高程	$\pm 10$	水准仪测量或挂线、用量尺测量
水平度	纵向 $L_1/1000$ ，且不大于 10	水准仪、水平尺、水平仪测量
	横向 $L_2/1000$ ，且不大于 5	
中心线	15	经纬仪测量或挂线、用量尺测量

注： $L_1$ 为撬装设备纵向长度， $L_2$ 为撬装设备横向长度。

检查数量：全数检查。

**10.6.4** 撬装设备并排安装时，相邻两台撬装设备安装间距的允许偏差应为 15mm。

检查数量：全数检查。

检查方法：目测观察，量尺测量。

## 11 清扫和压力试验

### 11.1 一般规定

11.1.1 输配管道和厂站工艺管道安装完成后，应依次进行清扫、强度试验和严密性试验。未完成清扫和压力试验的管道不得与既有的燃气管道连接。

11.1.2 清扫和压力试验前应编制专项施工方案，并应采取确保人员及设施安全的措施，方案应经审查批准后实施。

11.1.3 清扫和压力试验实施前，应划出警戒区并应设置警示标志，无关人员不得进入警戒区。吹扫口前、盲板（堵头）端头等处严禁人员靠近。

11.1.4 除本标准第 7.3.3 条规定需单独试压的穿越段管道外，埋地管道的清扫和压力试验应在回填后进行，架空管道的清扫和压力试验应在滑动支架、吊架、固定支架等紧固完成后进行。

11.1.5 输配管道穿跨越铁路、高速公路、二级以上公路和河流时，应单独进行压力试验。

11.1.6 管道系统内的调压器、流量计、过滤器、燃气表、节流装置、止回阀等设备，以及整体撬装设备、机械设备、压力容器等不得参与管道系统清扫。储罐、设备应单独进行强度试验。输配管道的线路截断阀不应参加试压前的清管。

11.1.7 清扫和试验管道上的所有堵头应加固牢靠。

11.1.8 当聚乙烯管道采用空气吹扫和试验时，进气口应采取油水分离、冷却及防静电措施，进入管道内的压缩空气温度不应高于 40℃。

11.1.9 当清扫和强度试验采用水作介质时，应采用洁净水。试验管道为奥氏体不锈钢时，水中氯离子含量不应大于  $25 \times 10^{-6}$ 。

11.1.10 试验前应检查试验段管道上所有阀门的开关状态，无

关管段应采用盲板（堵头）封堵或断开。

**11.1.11** 试验时发现的缺陷，应待试验压力降至大气压后再进行处理，处理合格后应重新进行试验。

**11.1.12** 在管道清扫和压力试验合格且与不参加管道系统清扫和压力试验的设备复位连接后，不得再进行其他作业。

**11.1.13** 采用水进行压力试验的钢质管道，在试验后应对管道系统进行干燥。管道干燥应按国家现行标准《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540 和《天然气管道、液化天然气站（厂）干燥施工技术规范》SY/T 4114 的有关规定执行，并应符合下列规定：

1 厂站内低温管道出口处的水露点应达到 $-40^{\circ}\text{C}$ ；

2 厂站内其他管道及输配管道出口处的水露点应比环境温度低 $5^{\circ}\text{C}$ ，且不应高于 $0^{\circ}\text{C}$ 。

**11.1.14** 管道干燥结束后，应采用干燥气体保压，次高压及以上管道的保压压力应为 $0.12\text{MPa}\sim 0.15\text{MPa}$ ；中压及以下管道的保压压力不应超过 $0.12\text{MPa}$ ，且不应大于设计压力。

**11.1.15** 对于验收合格后超过半年未投入运行且未进行保压的管道，钢质管道应重新进行吹扫和严密性试验；聚乙烯管道应重新进行严密性试验。

## 11.2 清扫与测径

**11.2.1** 管道清扫方式应符合设计文件要求；当设计无要求时，应符合下列规定：

1 厂站工艺管道应采用气体吹扫；

2 球墨铸铁管道、聚乙烯管道和公称尺寸小于 $DN100$ 或长度小于 $100\text{m}$ 的钢质管道，可采用气体吹扫；

3 公称尺寸大于或等于 $DN100$ 的钢质管道宜采用清管球（器）的方式进行清扫。

**11.2.2** 输配管道清扫出口应设在开阔地段并加固，出口端正前方应无建筑物。

### 11.2.3 管道吹扫应符合下列规定：

- 1 管道吹扫应按先主管后支管的顺序进行吹扫，脏物不得进入已吹扫合格的管道；
- 2 每次吹扫钢质管道的长度不宜大于 500m，聚乙烯管道每次吹扫长度不宜大于 1000m；
- 3 当管道长度大于 200m，且无其他可储气的管段或容器时，可采取分段储气、轮换吹扫的方式；当管道长度小于 200m 时，可采用管道自身储气放散的方式吹扫，打压点与放散点应分别设在管道的两端；
- 4 吹扫口与地面的夹角宜为  $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，吹扫口管段与被吹扫管段应采取平缓过渡的方式对焊连接，吹扫口的最小公称尺寸应符合表 11.2.3 的规定；

表 11.2.3 吹扫口的最小公称尺寸 (mm)

末端管道公称尺寸	吹扫口最小公称尺寸
$DN < 150$	与管道同径
$150 \leq DN \leq 300$	150
$DN > 300$	250

- 5 输配管道吹扫介质宜采用压缩空气，不得采用氧气和可燃性气体；
- 6 吹扫气流速度不宜小于 20m/s，且不应大于 30m/s；
- 7 吹扫压力不应大于 0.3MPa；当采用 PE80、SDR17 系列的聚乙烯管材时，吹扫压力不应大于 0.2MPa；
- 8 当目测吹扫排气无烟尘时，应在排气口设置白布或涂白漆木靶板检验，5min 后靶上无铁锈、尘土、水或其他杂物可判定为合格。

### 11.2.4 采用清管球（器）清扫应符合下列规定：

- 1 清管进出口应采用临时收、发球（器）装置；
- 2 管道直径应为同一规格，不同管径的管道应断开后分别进行清管；



3 对影响清管球（器）通过的管件、设施，在清管前应采取必要措施；

4 清管时最大压力不应大于设计压力，且不应大于 0.8MPa。

11.2.5 清管合格后，设置清管球（器）装置的输配管道应在试压前后分别进行测径。测径板通过管段后，无变形、无褶皱可判定为合格。

### 11.3 强度试验

11.3.1 试验时应设巡视人员，无关人员不得进入试验区。在升压过程中和强度试验稳压结束前，所有人员不得靠近试验区。人员与试验管道的防护警戒距离应符合表 11.3.1 的规定。

表 11.3.1 人员与试验管道的防护警戒距离

设计压力 $P$ (MPa)	防护警戒距离 (m)
$P \leq 0.4$	$\geq 6$
$0.4 < P \leq 1.6$	$\geq 10$
$1.6 < P \leq 4.0$	$\geq 20$
$4.0 < P \leq 6.3$	$\geq 30$

11.3.2 管道应分段进行压力试验。试验管道分段最大长度应符合表 11.3.2 的规定。

表 11.3.2 试验管道分段最大长度

设计压力 $P$ (MPa)	试验管道分段最大长度 (km)
$P \leq 1.6$	5
$1.6 < P \leq 4.0$	10
$4.0 < P \leq 6.3$	20

11.3.3 输配管道的强度试验压力和试验介质应符合表 11.3.3 的规定。设计压力大于 0.8MPa 的管道，当敷设在一、二级地区且在高寒地区时，可采用空气作为试验介质，试验压力应为

1.25 倍设计压力，并应符合下列规定：

- 1 钢质管道所有焊缝应经 100% 无损检测合格；
- 2 当采用气体作为试验介质时，应编制专项施工方案，并应制定安全措施。

表 11.3.3 输配管道的强度试验压力和试验介质

管道种类		设计压力 $P$ (MPa)	试验压力 (MPa)	试验介质	
钢质管道		$P > 0.8$	$1.5P$	纯净水	
		$P \leq 0.8$	$1.5P$ ，且不小于 0.4	空气或惰性气体	
球墨铸铁管道		$P$	$1.5P$ ，且不小于 0.4	空气或惰性气体	
聚乙烯管道	PE100	$P$	$1.5P$ ，且不小于 0.4	空气或惰性气体	
	PE80	SDR11	$P$	$1.5P$ ，且不小于 0.4	空气或惰性气体
		SDR17(17.6)	$P$	$1.5P$ ，且不小于 0.2	空气或惰性气体

11.3.4 厂站工艺管道的强度试验压力和试验介质应符合表 11.3.4 的规定。当设计压力大于 0.8MPa 的钢质管道采用气体介质进行强度试验时，所有焊缝应经 100% 无损检测合格，且应同时符合本标准第 11.3.5 条的规定。强度试验温度不得接近金属材料的脆性转变温度。

表 11.3.4 厂站工艺管道的强度试验压力和试验介质

厂站类型	设计压力 $P$ (MPa)	试验压力 (MPa)	试验介质
管道天然气	$P > 0.8$	$1.5P$	纯净水
	$P \leq 0.8$	$1.15P$ ，且不小于 0.4	空气或惰性气体

续表 11.3.4

厂站类型	设计压力 $P$ (MPa)	试验压力 (MPa)	试验介质
压缩天然气	$P$	$1.5P$	洁净水
液化石油气	$P$	$1.15P$	空气或惰性气体
液化天然气	$P$	$1.5P$	洁净水

**11.3.5** 管道天然气厂站和阀室内设计压力大于 0.8MPa、焊缝 100%无损检测合格、焊缝系数为 1.0 的钢质工艺管道，当不具备水压试验条件时，应经设计同意，并在制定切实可行试压方案及采取可靠的安全措施后，可采用空气或惰性气体介质进行强度试验，试验压力应为设计压力的 1.15 倍。

**11.3.6** 当采用水进行强度试验时，试验管段任何位置的管道环向应力均不应大于管材最低屈服强度的 90%。架空管道进行水压试验前，应核算管道及支撑结构的强度，必要时进行临时加固。试压时的环境温度宜为 5℃ 以上，否则应采取防冻措施。

**11.3.7** 试验管道的两端应安装压力表，压力表的量程应为试验压力的 1.5 倍~2 倍，精度不得低于 1.0 级，并应在有效校验期内。采用气体介质进行强度试验时，还应在管道两端安装温度计，安装位置应避光，温度计分度值不应大于 1℃。

**11.3.8** 强度试验应缓慢升压。采用水为介质时，当压力升至试验压力的 30% 和 60% 时，应分别进行检查，如无泄漏或异常，继续升压至试验压力，然后应稳压 1h，观察压力计，无变形、无压力降为合格。采用气体介质时，升压速度应小于 0.1MPa/min，当压力升到试验压力的 10% 时，应至少稳压 5min，当无泄漏或异常，继续缓慢升压到试验压力的 50%，进行稳压检查，随后按照每次 10% 的试验压力升压，逐次检查，无泄漏、无异常，直至升压至试验压力后稳压 1h，无持续压力降为合格。

**11.3.9** 分段试压合格管段之间相互连接的焊缝，经 100% 射线探伤和超声波探伤合格后，可不再进行强度试验。

**11.3.10** 采用水进行强度试验结束后，应及时将管道中的水放

(抽)净，并按本标准第 11.2 节的规定进行清扫。液化石油气和液化天然气管道清扫合格后，应进行干燥处理。

## 11.4 严密性试验

11.4.1 输配管道和厂站工艺管道均应在强度试验合格后进行严密性试验。

11.4.2 试验用的压力表或电子压力记录仪应在校验有效期内，其量程应为试验压力的 1.5 倍~2 倍。当采用压力表时，精度等级、分格值及表盘直径应符合表 11.4.2-1 的规定。当采用电子压力记录仪时，保存数据的时间间隔不应大于 5min，精度等级应符合表 11.4.2-2 的规定。

表 11.4.2-1 试验用压力表的精度等级、分格值及表盘直径

量程 (MPa)	精度等级	最小表盘直径 (mm)	最小分格值 (MPa)
0~0.16	0.4	150	0.001
0~0.60	0.1	150	0.005
0~1.0	0.4	150	0.005
0~1.6	0.4	150	0.01
0~2.5	0.25	200	0.01
0~4.0	0.25	200	0.01
0~6.0	0.16	250	0.01
0~10	0.16	250	0.02

表 11.4.2-2 试验用电子压力记录仪的精度等级

量程 (MPa)	精度等级
0~0.5	0.4
0~2	0.4
0~6	0.4

11.4.3 严密性试验介质和压力应符合下列规定：

- 1 输配管道严密性试验的介质宜采用空气或惰性气体；
- 2 厂站管道严密性试验的介质应采用空气或惰性气体；

3 低压管道严密性试验的介质应采用空气或惰性气体；

4 低压管道严密性试验压力应为设计压力，且不应小于5kPa；中压及以上管道严密性试验压力应为设计压力，且不应小于0.1 MPa。

11.4.4 强度试验介质采用气体时，可在强度试验合格后直接将压力降至严密性试验压力。当单独进行严密性试验或严密性试验重新进行升压时，升压速度不应过快。设计压力大于0.8MPa的管道试压，压力缓慢上升至试验压力的30%和60%时，应分别稳压30min，无异常情况后继续升压至严密性试验压力。达到试验压力后应进行稳压，当介质温度、压力稳定后进行记录。

11.4.5 严密性试验应连续记录24h，记录频率不应少于1次/h。当修正压力降小于133Pa时为合格。修正压力降应按下式确定：

$$\Delta P' = (H_1 + B_1) - (H_2 + B_2) \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \quad (11.4.5)$$

式中： $\Delta P'$ ——修正压力降（Pa）；

$H_1$ 、 $H_2$ ——试验开始和结束时的压力计读数（Pa）；

$B_1$ 、 $B_2$ ——试验开始和结束时的气压计读数（Pa）；

$t_1$ 、 $t_2$ ——试验开始和结束时的管内介质温度（℃）。

11.4.6 架空管道升压到严密性试验压力后，可采用起泡剂对所有焊口、接口进行检查，无泄漏为合格。

## 12 竣工验收

**12.0.1** 燃气输配工程施工质量验收应在施工单位自检的基础上，按检验批、分项工程、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程的顺序进行，并应符合下列规定：

- 1 工程施工质量应符合工程勘察、设计文件要求；
- 2 隐蔽工程在隐蔽前应已进行验收，并应形成验收文件；
- 3 涉及结构安全和使用功能的试块、试件和现场检测项目，应进行平行检测或见证取样检测；
- 4 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行检查；每个检查项目的检查数量，除本标准有明确规定外，应全数检查。

**12.0.2** 工程竣工验收前应具备下列基本条件：

- 1 完成工程设计文件和合同约定的各项内容；
- 2 工程质量检验合格；
- 3 工程文件、资料齐全。

**12.0.3** 工程竣工验收应按下列程序进行：

- 1 施工单位向监理单位提交验收申请和相关文件、资料；
- 2 监理单位应对施工单位提交的文件、资料进行审核和预验收，合格后编制工程质量评估报告，向建设单位提出验收申请；
- 3 勘察、设计单位应对勘察、设计文件及设计变更进行检查，并提出质量检查报告；
- 4 建设单位应组织勘察、设计、监理、施工等单位对工程进行竣工验收；
- 5 竣工验收不合格时，应提出书面意见和整改内容，签发整改通知，限期完成。整改完成后应重新验收。整改书面意见、整改内容和整改通知应编入竣工资料中。

**12.0.4** 工程竣工验收检查应符合下列规定：

- 1 审阅验收材料，内容应完整、准确、有效；
- 2 应按设计文件、竣工图纸对工程进行现场检查，标志、标识应符合要求；
- 3 工程质量应符合合同及有关标准要求；
- 4 设施和设备的安装应符合设计文件要求，无明显的外观质量缺陷，操作可靠，保养完善。

**12.0.5** 竣工资料的收集、整理工作应与工程建设过程同步进行，工程完工后应及时作好整理和移交工作。整体工程竣工资料宜包括下列内容：

1 工程依据文件：

- 1) 工程项目建议书、申请报告及审批文件、批准的设计任务书、初步设计、技术设计文件、施工图和其他建设文件；
- 2) 工程项目建设合同文件、招投标文件、设计变更通知单、工程量清单等；
- 3) 建设工程规划许可证、施工许可证、质量监督注册文件、报建审核书、报建图、竣工测量验收合格证、工程质量评估报告、质量检查报告、竣工备案文件等。

2 交工技术文件：

- 1) 图纸会审记录、技术交底记录、工程变更单（图）、施工组织设计和施工方案等；
- 2) 开工报告、工程竣工报告、工程保修书等；
- 3) 重大质量事故分析、处理报告；
- 4) 材料、设备、仪表等出厂合格证明，材质单、检验试验报告；
- 5) 测量记录、竣工测量成果、隐蔽工程记录、焊接记录、管道吹扫记录、强度试验和严密性试验记录、阀门试验记录、电气仪表工程的安装调试记录、施工中受检的其他记录等施工记录；

- 6) 工程施工过程影像资料；
  - 7) 反映隐蔽工程、实际安装定位、设计变更、工程洽商、燃气管道与其他市政设施特殊处理的位置和其他必要的项目等的竣工图纸。
- 3 质量验收记录：
- 1) 检验批质量验收记录；
  - 2) 分项工程质量验收记录；
  - 3) 分部（子分部）工程质量验收记录；
  - 4) 单位（子单位）工程质量验收记录；
  - 5) 单位工程质量控制资料核查记录。



## 附录 A 分部、分项工程和检验批 质量验收记录

**A.0.1** 检验批质量验收记录宜按表 A.0.1 的格式填写。检验批质量验收记录由施工单位项目专业质量检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织施工单位项目专业质量检查员进行验收，填写验收结论。

**表 A.0.1 检验批质量验收记录**

工程名称		分部工程名称	分项工程名称
施工单位		专业负责人	项目经理
检验批名称、部位			
施工执行标准名称及标准号		检验批编号	
质量验收标准规定		施工单位检查评定记录	监理（建设）单位验收意见
主控项目	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
一般项目	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
施工单位检查评定结果	项目专业质量检查员：                      年 月 日		
监理（建设）单位验收结论	监理工程师：                      年 月 日 建设单位项目技术负责人：      年 月 日		



**A.0.3** 分部（子分部）工程质量验收记录宜按表 A.0.3 的格式填写。分部工程质量验收由总监理工程师和建设单位项目负责人（专业技术负责人）组织施工单位项目经理和有关单位项目负责人进行验收。

**表 A.0.3 分部（子分部）工程质量验收记录**

工程名称				分部工程名称	
施工单位		技术部门负责人		质量部门负责人	
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	检验批数	施工单位检查评定结果	验收意见	
1					
2					
3					
4					
5					
质量控制资料					
安全和功能检验（检测）报告					
观感质量验收					
验收单位	施工单位	项目经理：_____			年 月 日
	勘察单位	项目经理：_____			年 月 日
	设计单位	项目负责人：_____			年 月 日
	监理单位	总监理工程师：_____			年 月 日
	建设单位	项目负责人（专业技术负责人）：_____			年 月 日

**A.0.4 单位（子单位）工程质量验收记录**宜按表 A.0.4-1 的格式填写。单位（子单位）工程质量竣工验收记录由施工单位填写，验收结论由监理（建设）单位填写，综合验收结论由参加验收各方共同商定，建设单位填写；并应对工程质量是否符合标准规定和设计要求及总体质量水平作出评价。单位（子单位）工程质量控制资料核查记录宜按表 A.0.4-2 的格式填写，由施工单位根据工程包含施工项目内容填写，结论由施工单位项目经理、总监理工程师（建设单位）分别填写。

**表 A.0.4-1 单位（子单位）工程质量验收记录**

工程名称				结构类型/ 数量	
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		竣工日期	
序号	项目	验收记录		验收结论	
1	分部工程	共 分部，经查 分部符合标准及设计要求 分部			
2	质量控制资料核查	共 项，经审查符合要求 项，经核定符合规范要求 项			
3	安全和主要使用功能核查和抽查结果	共核查 项，符合要求 项，共抽查 项，符合要求 项，经返工处理符合要求 项			
4	观感质量检验	共抽查 项，符合要求 项，不符合要求 项			
5	综合验收结论				
验收单位	建设单位（公章）	勘察单位（公章）	设计单位（公章）	施工单位（公章）	监理单位（公章）
	项目负责人：  年 月 日	项目负责人：  年 月 日	项目负责人：  年 月 日	项目负责人：  年 月 日	总监理工程师：  年 月 日



## 附录 B 分部、分项工程和检验批划分

**B.0.1** 检验批、分项、分部（子分部）工程应按下列原则确定：

1 分部工程：同一单位工程中的设备安装工程共同组成一个分部工程；同一单位工程中的同类型、同系统储罐安装工程共同组成一个分部工程；大型储罐的安装每台为一个分部工程或子分部工程。

2 分项工程：管道、大型储罐、压力容器、大型设备安装一般按工序划分；整体安装的储罐一般按设备台套划分。

3 分项工程可由一个或若干个检验批组成。

4 整体安装的储罐、容器、设备可按进场批次、型号、区位划分成一个或若干个检验批。

**B.0.2** 城镇燃气输配管道工程的分部、分项工程和检验批宜按表 B.0.2 进行划分。

表 B.0.2 城镇燃气输配管道工程分部、分项工程和检验批划分

分部工程		分项工程	检验批
土方		沟槽开挖与支护、沟槽回填（含警示带、警示板、示踪线等铺设）	可选择下列方式划分： ① 按流水施工长度； ② 按一定长度连续施工段或自然划分段（路段）； ③ 长度不大于 1000m； ④ 其他便于过程质量控制方法。
基础与附属构筑物	基础	桩基础、混凝土基础（钢筋、模板、混凝土）	每连续施工段，长度不大于 50m
	附属构筑物	钢筋混凝土结构（钢筋、模板、混凝土）、砌体结构、防水层	同一结构类型的附属构筑物不大于 10 座

续表 B.0.2

分部工程		分项工程	检验批
输配管道	钢质管道	管道焊接、管道法兰连接、管道铺设、附件安装(包括阀门、伸缩器、放散管、凝水缸等安装)、防腐(补口、补伤)和阴极保护	管线可选择下列方式划分: ① 按流水施工长度; ② 按一定长度连续施工段或自然划分段(路段); ③ 长度不大于1000m; ④ 其他便于过程质量控制方法
	球墨铸铁管	管道安装(法兰连接、承插口连接)、附件安装(包括阀门、伸缩器、放散管、凝水缸等安装)、防腐和阴极保护	
	聚乙烯管	管道安装(热熔连接、电熔连接、钢塑转换接头连接)、附件安装(包括阀门、放散管、凝水缸等安装)	
	架空管道	管道焊接、管道安装、附件安装、防腐	每跨或每100m;分段拼装按每跨或每段,且不大于100m
	清扫和压力试验	管道清扫、强度试验、严密性试验	可选择下列方式划分: ① 按单位工程施工长度; ② 按单位工程自然划分段(路段)
穿越管道	工作井	工作井(土方、钢筋、混凝土)、围护结构	每座井
	水域开挖	管道接口连接、水域开挖穿越管道铺设(管沟开挖、管基处理、管道沉放、稳管、标志及回填)、强度试验、管道防腐和阴极保护、附件安装、管道清扫(通球)、严密性试验	按1次连续施工段,其中清扫、严密性试验、阴极保护按连续施工段
	水平定向钻	钢质管道	管道接口焊接、钢管防腐层(除锈、补口和补伤)、强度试验、管道定向钻穿越(导向孔钻进、扩孔和回拖)、管道清扫(通球)、严密性试验、阴极保护

续表 B.0.2

分部工程		分项工程	检验批	
穿跨越管道	水平定向钻	聚乙烯管道	管道接口连接（热熔）、管道定向钻穿越（导向孔钻进、扩孔和回拖）、管道清扫（通球）、强度试验、严密性试验	按 1 次连续施工段
	顶管		顶管管道（钢筋混凝土管、钢管）、管道接口连接、管道铺设、附件安装、钢管防腐层（除锈、补口和补伤）、管道清扫（通球）、强度试验、严密性试验、阴极保护	按 1 次连续施工段划分 顶管采用的钢制管道、钢筋混凝土管均为套管，顶管完成后在管内进行燃气管道接口连接、铺设
	管桥、随桥跨越管道	管道接口连接（焊接）、管桥跨越（钢结构、单管拱、桁架、托架、钢结构等安装和防腐）、管道随桥跨越、附件安装、钢管防腐层（除锈、补口和补伤）、管道清扫（通球）、强度试验、严密性试验	每跨或每 100m；分段拼装按每跨或每段，且不大于 100m	

注：大型穿跨越工程可设独立的单位工程主要指：①一次顶进长度大于 300m 的顶管工程；②总跨长度不小于 300m 或主跨长度不小于 100m 的桥管工程；③多年平均水位水面宽度不小于 200m 或多年平均水位水面宽度 100m~200m 之间且相应水深不小于 5m 的水域开挖管道工程。

**B.0.3 城镇燃气厂站的分部、分项工程和检验批宜按表 B.0.3 进行划分。**

表 B.0.3 城镇燃气厂站的分部、分项工程和检验批划分

分部工程	分项工程	检验批
土方	基坑开挖、基坑支护、基坑回填	每座基坑
地基和基础	地基处理、混凝土基础（钢筋、模板、混凝土）、桩基础	每台设备，或每座厂站成组的设备同类型、同时施工的基础；地基处理方法相同的设备，数量不大于 10 座



续表 B.0.3

分部工程	分项工程	检验批	
附属构筑物	垫层、钢筋混凝土结构（钢筋、模板、混凝土）、钢结构（构件制作、安装、防腐防火涂层）	每台设备	
工艺管道	管道安装（焊接连接、法兰连接、卡套连接、螺纹连接）、附件安装（包括支吊架、阀门、安全阀、紧急切断阀、放散阀等）	可选择下列方式划分： ① 按流水施工长度； ② 按连续施工段； ③ 长度不大于 100m； ④ 其他便于过程质量控制方法	
储气装置安装	储罐（整体安装）	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、储罐安装（圆筒形储罐、球形储罐整体、真空粉末绝热圆筒低温液体储罐、真空粉末绝热球型低温液体储罐、常压容器）、附件安装	每台设备，或每座厂站成组的同一类型储罐
	储气瓶组	储气瓶组安装	每组设备，或每座厂站
	低压圆筒形储罐（现场组装）	储罐预制、组装、焊接、附件安装、涂料涂装、绝热层	根据《石油天然气建设工程施工质量验收规范 储罐工程》SY/T 4202，按每台设备、并分部位进行划分
	球形储罐（现场组装）	储罐预制、组装、焊接、附件安装、涂料涂装、绝热层	
	LNG 储罐（现场组装）	预应力混凝土结构、储罐预制、组装、焊接、附件安装、涂料涂装、绝热层	根据《现场组装立式圆筒平底钢质低温液化气储罐的设计与建造》GB/T 26978、《立式圆筒形低温储罐施工技术规范》SH/T 3537 每台设备按部位、工艺要求划分
设备安装	调压、计量装置	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、调压、计量装置安装，工艺管道安装	每台设备；多台相同型号的调压器串联或并联时，可作为 1 个检验批

续表 B.0.3

分部工程	分项工程	检验批	
设备安装	静设备	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、过滤干燥设备安装、清管设备安装、加臭设备安装、装卸设备安装（包括卸气柱、加气柱、加气机等）、气化设备安装（包括 LNG 水浴式气化器、LNG 空温式气化器、LPG 气化器、储罐增压气化器、卸车增压气化器、液氮气化装置）、换热器安装、湿气设备安装	每台设备；多台相同型号的设备同时安装时，可作为 1 个检验批
	动设备	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、压缩机安装（包括螺杆式压缩机、活塞式压缩机、离心式压缩机、低温蒸发气压缩机、透平式压缩机）、泵安装（包括整体安装泵、离心式低温液体泵、柱塞式低温液体泵）	每台设备；多台相同型号的设备同时安装时，可作为 1 个检验批
	灌装设备	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、灌装设备安装	每台设备
	撬装设备	地脚螺栓和支座安装（含垫铁）、撬装设备安装	每台设备；多台相同型号的设备同时安装时，可作为 1 个检验批
清扫和压力试验	管道及设备清扫、强度试验、严密性试验	按照每台设备、每个系统划分	
防腐工程	设备防腐层、工艺管道防腐（补口、补伤）、阴极保护	按照每台设备、系统进行划分，同一做法按照连续施工段落划分	
绝热工程	绝热层、防潮层、保护层	根据《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的规定，可按每台设备、系统进行划分	

注：容积 50000m<sup>3</sup> 及其以上的立式储罐每台为一个单位工程；容积小于 50000m<sup>3</sup> 的立式储罐一个设计分区或以承包合同为一个单位工程。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

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

- 1 《工程测量标准》 GB 50026
- 2 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 3 《工业设备及管道绝热工程施工规范》 GB 50126
- 4 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》  
GB/T 50185
- 5 《土方与爆破工程施工及验收规范》 GB 50201
- 6 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 7 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 8 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB 50209
- 9 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231
- 10 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》 GB 50236
- 11 《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》 GB 50540
- 12 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 13 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》  
GB 50683
- 14 《砌体结构工程施工规范》 GB 50924
- 15 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1  
部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材  
表面的锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1-2011
- 16 《水及燃气用球墨铸铁管、管件和附件》 GB/T 13295
- 17 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
- 18 《现场组装立式圆筒平底钢质低温液化气储罐的设计与  
建造》 GB/T 26978
- 19 《钢质管道焊接及验收》 GB/T 31032
- 20 《聚乙烯燃气管道工程技术标准》 CJJ 63

- 21 《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》 CJJ 95
- 22 《城镇燃气标志标准》 CJJ/T 153
- 23 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》 CJJ/T 250
- 24 《脱脂工程施工及验收规范》 HG 20202
- 25 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 26 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 27 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》 JGJ 111
- 28 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 29 《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》  
NB/T 47013.2
- 30 《承压设备无损检测 第 3 部分：超声检测》  
NB/T 47013.3
- 31 《承压设备无损检测 第 4 部分：磁粉检测》  
NB/T 47013.4
- 32 《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》  
NB/T 47013.5
- 33 《立式圆筒形低温储罐施工技术规范》 SH/T 3537
- 34 《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》 SY/T 0414
- 35 《天油气管道、液化天然气站（厂）干燥施工技术规范》  
SY/T 4114
- 36 《石油天然气建设工程施工质量验收规范储罐工程》  
SY/T 4202

中华人民共和国国家标准

城镇燃气输配工程施工及验收标准

GB/T 51455 - 2023

条文说明

## 编制说明

《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455 - 2023 经住房和城乡建设部 2023 年 5 月 23 日以第 72 号公告批准、发布。

为便于广大施工、监理、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《城镇燃气输配工程施工及验收标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 目 次

1	总则	115
3	基本规定	116
3.1	一般规定	116
3.2	施工准备	117
3.3	施工现场安全防护	118
3.4	质量验收	119
4	土方	121
4.1	开挖与支护	121
4.2	回填与警示带敷设	123
5	基础及附属构筑物	126
6	输配管道	128
6.1	一般规定	128
6.2	钢质管道焊接	129
6.3	钢质管道法兰连接	132
6.4	埋地钢质管道防腐和阴极保护	133
6.5	埋地钢质管道敷设	136
6.6	聚乙烯管道敷设	136
6.7	球墨铸铁管道敷设	139
6.8	架空管道安装	140
6.9	管道附件安装	141
7	管道穿跨越	144
7.1	一般规定	144
7.2	水域开挖穿越	144
7.3	水平定向钻穿越	146
7.4	顶管法穿越	147



7.5	管桥和随桥跨越 .....	148
8	厂站工艺管道 .....	149
8.1	一般规定 .....	149
8.2	管道安装 .....	150
8.3	管道附件安装 .....	155
9	储罐 .....	160
9.1	一般规定 .....	160
9.2	垫铁、地脚螺栓和支座安装 .....	161
9.3	储罐安装 .....	163
9.4	储罐附件安装 .....	164
9.5	储气瓶组安装 .....	165
10	厂站工艺设备 .....	167
10.1	一般规定 .....	167
10.2	调压、计量装置安装 .....	168
10.3	静设备安装 .....	170
10.4	动设备安装 .....	173
10.5	灌装设备安装 .....	176
10.6	撬装设备安装 .....	177
11	清扫和压力试验 .....	179
11.1	一般规定 .....	179
11.2	清扫与测径 .....	181
11.3	强度试验 .....	182
11.4	严密性试验 .....	183
12	竣工验收 .....	185

# 1 总 则

**1.0.1** 城镇燃气具有易燃、易爆和有毒等特点，确保燃气工程施工质量是燃气管理部门、燃气企业和施工单位的重要职责。近些年随着天然气用量的快速增长，城镇燃气建设的飞速发展，供气压力的提高和新材料、新工艺的广泛应用，对工程技术要求不断提高，必须加强对施工的管理，提高工程质量，杜绝因工程质量造成的灾害。本标准的制定，旨在规范城镇燃气输配工程的施工与质量验收工作，确保施工安全和工程质量。

**1.0.2** 本标准适用于城镇燃气输配工程，主要针对城镇燃气输配管道、厂站的工艺管线和设备的施工安装要求和检验。本标准适用范围不限定设计压力，主要考虑厂站的设计压力可能大于6.3MPa，其上限不可确定。

**1.0.3** 本标准主要针对城镇燃气输配管道、厂站工艺管道及厂站工艺设备的施工安装，但城镇燃气输配工程施工中涉及土建、消防、电气、仪表等其他专业，当工程有具体要求而本标准又无规定时，应执行相应的国家现行有关标准的规定。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 城镇燃气输配工程施工，需要确保达到安全施工和保证工程质量的目标，具备相应的管理体系是达到目标的重要手段，也是一个合格的工程施工单位应具备的基本条件。各施工单位的管理体系有所不同，但要具备保证施工安全、控制施工质量的相关内容。

**3.1.2** 施工单位对设计错误、材料代用、合理化建议及在施工中受条件限制不能按设计文件执行时，要按程序办理设计变更。习惯上，局部变更，不影响工程质量和施工安全及工程预算的，一般可由施工单位与设计单位进行协商，并作出变更记录。

**3.1.3** 工程建设需使用质量合格的设备和材料，不合格的设备和材料不但降低工程质量，还会给使用、运行和维护造成隐患。在工程的各个阶段，应对材料的质量认真把关，防止不合格品进入安装阶段。

**3.1.4** 积极鼓励施工应用新技术、新工艺、新设备，以提高施工技术水平及工程质量，但考虑燃气行业的特点，其推广应用要具有科学性。

**3.1.5** 工程测量、施工、检验及验收记录是建设工程重要环节，确保各检验、验收环节不被遗漏，保证工程质量有可追溯性，也促使对工程质量的重视和提高，本标准提出了主控项目和一般项目都应有并保存检验记录的要求。附录 A 在总结燃气输配工程多年来实践的基础上，列出了有关的质量验收记录表样式及填写要求，使用时，可根据工程的具体情况修改采用。

**3.1.6** 竣工验收是工程建设的最后一环，规范的验收程序、严格的验收要求，不但能及时发现工程中存在的质量隐患，而且能

促使施工单位管理和质量意识的提高。

**3.1.7** 本标准主要规定燃气输配管道、厂站工艺管道和工艺设备的施工及验收。燃气输配工程涉及消防、电气、防雷、接地、报警及自动控制等配套工程的施工及验收，都有相关国家现行标准，要遵照执行。如《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093、《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257、《通信管道工程施工及验收标准》GB/T 50374、《防静电工程施工与质量验收规范》GB 50944、《火炬工程施工及验收规范》GB 51029。给水排水、消防、电气安装等国家现行施工验收标准配套齐全，在此不再详述。

## 3.2 施工准备

**3.2.3** 燃气管道工程通常采用分期投资建设，工程招标时将一条管线分成若干单位工程。工程规模大小决定了工程项目的划分，规模较小的工程通常不划分检验批。本标准附录 B 给出了单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批的划分原则。

**3.2.4** 现场建（构）筑物及地下管线等可能影响到施工方法、工艺、技术措施和施工组织，在开工前对建设单位提供的资料进行现场核实是十分必要的。如地下管线的位置、高程，管道的介质、材质、运营年限及运行状况；现场地形、地貌环境条件。地下管线及建（构）筑物要核对相关资料，必要时可采用物探、坑探等方法核实实际位置，确定资料未能显示的其他管线等。当发现问题，及时调整施工方法或管线位置，避免施工中出现安全、质量隐患，避免返工、怠工甚至安全质量事故。

**3.2.5** 对于一些重要设施，需要与有关单位协商后确定拆移、保护和加固方法。施工中对其他市政设施的保护方案应与有关单位协商确定，特别是通信电缆、各类市政干管等。不能自行改变其他市政设施的位置，包括施工时临时改移，施工后恢复。

**3.2.6** 控制网是指由测量控制点构成的几何图形，其中测量控制点是在施工区域或测区选择一些起控制作用的点，其平面位置和高程要通过测量计算确定。控制网精度要符合工程对放样精度的要求，以限制测量误差的传播和积累。为建立控制网而进行测量工作即为控制测量，包括平面控制测量、高程控制测量等类型，平面控制网常规的布设方法有三角网、三边网和导线网等；高程控制测量的主要方法有水准测量和三角高程测量等。

按现行国家标准《工程测量标准》GB 50026，施工单位开工前测量设置控制点属于加密控制点，一般采用同等级扩展，其精度要求一般不低于同等级。控制点包括管道轴线控制桩、水准点以及监控量测基点。点位要通视良好、便于施测、远离施工变形区和适于长期保存；控制点一般要埋设混凝土桩或现浇混凝土，中心预埋钢筋。

**3.2.7** 不同材质的管材、附件和不同的设备储存和堆放的要求都有所不同，应按产品说明进行储存和堆放，保护设备、材料不被损坏，有利于施工现场安全和搬运方便。

### **3.3 施工现场安全防护**

**3.3.1** 安全施工、文明施工、劳动保护、防火、防爆、环境保护和文物保护等有关国家相关法律法规或标准，施工单位要熟悉并按规定执行，如《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146、《市政工程施工安全检查标准》CJJ/T 275 等。

**3.3.2** 施工现场实行封闭式管理，围墙或围挡要符合相关规定，当管线沿道路施工时，围挡可以连续设置，也可以按工程进度分段设置。设置的安全警示标志及照明和警示灯，要能够起到警示车辆和行人的作用。

**3.3.3** 道路安全措施包括为车辆、行人通行敷设临时设施，并要有足够的强度，且平整、牢固，并时常检查设施的使用情况等。应有人员在现场疏导提醒车辆、行人顺利和安全通行。

**3.3.4** 有限空间自然通风不良，易造成有毒、易燃易爆物质的

积聚或含氧量不足，极易造成施工安全事故或伤害施工人员的身体健康。在进入有限空间作业前，要判定其空气质量。在进行焊接等影响空气质量施工时，采取机械通风稀释有毒有害气体，换气次数根据空间大小、作业内容和时间确定，一般不小于3次/h。

**3.3.5** 本条规定为确保在边坡失稳或其他紧急情况时，人员能快速撤离。当沟槽较长（或基坑较大）或施工人员较多时，可适当设置多处上下通道，使施工人员能选择最近的路线快速撤离。

### 3.4 质量验收

**3.4.1** 本条是燃气输配工程施工质量控制的基本规定。各分项工程按施工技术标准进行质量控制，且在完成后进行检验（自检）；各分项工程质量进行交接检验（互检），所有隐蔽分项工程在隐蔽前进行检验。分项工程和工序概念不同，一项分项工程由一道或若干工序组成。

**3.4.2** 根据国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013的规定，检验批质量验收中主控项目经抽样检验均应合格是基本要求。对于计数抽样的一般项目，根据国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013附录D的规定，结合国家标准《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1-2012给出的计数抽样正常检验一次抽样结果的判定方法，当样本容量不大于50时，可判定为合格对应的合格率最小为80%。

结合实际工程经验，工程检验批容量通常不大，因此，本条规定一般项目的合格率不小于80%，并要求最大偏差不大于允许偏差值的1.5倍，既保证质量，也便于现场检查和验收评定。

**3.4.3** 分项工程质量验收合格的条件是分项工程所含检验批均验收合格。

**3.4.4** 工程质量控制资料主要包括：①图纸会审、设计变更和洽商记录；②施工组织设计、施工方案、质量计划和技术交底记录；③工程定位测量、测量复核记录和变形监测记录；④原材料

出厂合格证（质量证明文件）、监检报告、商检文件、进场检验（试验）报告等；⑤施工试验、复验和检测报告；⑥预制构件、预拌混凝土合格证；⑦隐蔽工程验收记录；⑧施工记录；⑨检验批、分项、分部工程质量验收记录；⑩工程质量事故及事故调查处理资料；⑪安全附件检查记录；⑫新技术、新工艺、新设备、新材料施工记录。

**3.4.5** 当工程规模较大时可考虑设置子单位工程，其质量验收合格条件同单位工程。

## 4 土 方

### 4.1 开挖与支护

**4.1.1** 工程地质条件主要指地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件等。施工方法主要包括采用大型机械施工、小型机具施工、人工施工或两者及以上配合施工。现行国家标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201 对土方开挖、基坑支护有详细规定，如开挖的坡度、开挖顺序及开挖方式等，基坑的支护可采取土钉墙、排桩等支护方式。现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 中对基坑支护的设计、各种支护结构的施工及基坑的开挖与监测等有详细规定。

**4.1.2** 沟槽和基坑积水不但影响安装作业和验收工作，严重时可能导致沟槽或基坑边坡失稳的安全事故，要高度重视。现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 详细规定了各种降水方法及施工要求，降水主要包括集水明排和真空井点、喷射井点等方法。

**4.1.3** 采用机械切割路面可大大降低对沟槽两边混凝土或沥青路面的损坏，并且有利于路面恢复的质量和外观。

**4.1.4** 槽底的预留值主要为防止沟槽超挖扰动原状土。

**4.1.5** 各施工单位的技术水平、施工机具和施工方法不同，施工环境和安装管道的材质不同等，槽底宽度可根据具体情况确定，本条给出了推荐值。槽底宽度及工作坑尺寸除满足安装要求外，还考虑了回填过程中管道防腐层不受破坏，不影响安装工程的试验和验收工作。

**4.1.6~4.1.8** 4.1.6 条的边坡坡度是指边坡垂直投影与水平投影的比值。表 4.1.7 和表 4.1.8 中土的类别是参照国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 - 2001（2009 年版）和《建筑地基



基础设计规范》GB 50007-2011 确定的。4.1.8 条给出了沟槽挖深小于 5m 不设支撑时的最大边坡坡度要求，还提出当不能满足要求时应对沟槽壁做支撑加固和对不坚实的土体做连续支撑的要求。当挖深达到或大于要求时，并不一定出现槽壁失稳造成塌方，在施工中很容易忽视及时支撑的重要性，且沟槽挖深达到应该支撑的深度时随即支撑，不应等沟槽完全挖好后再统一做支撑。

**4.1.9** 深度大于或等于 5m 的沟槽、基坑属于深基坑。深基坑采取土钉墙、钢板桩、排桩等支护措施，以确保施工安全。施工场地满足放坡条件的，可采取放坡，但应根据需要采取放缓坡度、支撑或阶梯式开挖等稳定边坡措施。支护结构设计、沟槽断面确定按现行国家标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定执行。稳定性是支护结构、边坡的重要安全指标，在支护结构、边坡设计时通过稳定性验算，确定边坡、支护结构是否满足施工要求，必要时，应委托有资质的单位进行支护结构设计。

**4.1.10** 沟槽两侧的堆土高度和堆土距沟边的距离没有量化，因其与沟槽深度、土质条件有关，施工中可参照其他有关标准。堆土不应妨碍消火栓的正常使用，泥土不应进入雨水口。

**4.1.11** 局部超挖部分回填后压实很重要，管道的不均匀沉降不但可能引起管道变形，且可能因管道变形而破坏防腐层。用石灰土、级配砂石、天然砂回填就是为了确保压实度达到要求。降水方法可根据岩土性质、施工方法、施工机具情况确定，保证管沟开挖和其他作业正常进行。当开挖地段为砂石、砂卵石、砂土、黏土时，可采用密封截水、明沟及大口井排水等方法；若为淤泥、流砂、粉砂或细砂，可采用井点降水方法。

**4.1.12** 废旧构筑物或硬石、木头、垃圾等杂物可能对管道防腐层造成损伤或造成槽底的密实度达不到要求。

### 主控项目

**4.1.13** 沟槽和基坑边坡的稳定，事关施工安全，除沟槽和基坑

安全验收时要达到要求外，在回填施工前，也要随时观察，出现问题及时处理。

**4.1.14** 复合地基是指在天然地基在地基处理过程中，部分土体得到增强或被置换，或在天然地基中设置加筋体，由天然地基土体和增强体两部分组成共同承担荷载的人工地基。常用的包括深层搅拌桩复合地基、高压旋喷桩复合地基、灰土挤密桩复合地基、夯实水泥土桩复合地基、石灰桩复合地基、砂石桩复合地基等类型。复合地基的桩体技术指标、地基承载力要达到设计文件要求的标准。地基承载力是复合地基的一项重要技术指标。

地基处理和复合地基质量验收执行现行国家标准《复合地基技术规范》GB/T 50783 和《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的规定。原状土地基，主要通过现场验槽进行，通过钎探探查地下一定范围内是否存在空洞、软弱土层，确认土层是否符合设计文件要求；换填处理地基，主要检查填土压实度。

## 一般项目

**4.1.15** 沟槽基底的平整情况关系到管道安装敷设的质量，需要重点控制。沟槽基底的扰动情况关系到地基承载力是否满足设计文件要求，施工质量验收时需要特别注意。槽底黏性土受水浸泡容易造成基础土质变软，大大降低地基承载力，受水浸泡的地基也不能直接作为管道基础，需要进行特殊处理。

## 4.2 回填与警示带敷设

**4.2.1** 及时回填沟槽可防止已验收合格的防腐层被损伤、管道暴晒和降雨引起沟槽积水，可及时恢复交通，减少不安全因素等。需及时回填的特殊地段，要确保施工质量，防止因验收不合格而返工，提前做好验收和回填土的准备，满足回填土的要求。

**4.2.2** 不规范回填容易造成管道及防腐层的损伤，先回填一侧然后回填另一侧，会使管道发生位移，特别是聚乙烯管道，因此

本条规定要两侧对称回填。

**4.2.3** 压实管道两侧的回填土时，注意保证管道及管道防腐层不受损伤。回填土的含水量对压实度的影响较大，如果增加压实遍数不能达到压实度要求时，就应调整回填土的含水量或调整虚铺土厚度。

燃气管道的管径一般较小，埋深较浅，一般不采用重型压实机具。当需采用重型压实机具时，管顶以上 0.5m 须有一定厚度的已压实的回填土，以减小荷载损伤管道，其厚度应根据重型压实机具的种类、规格和管道的承载能力确定。

**4.2.4** 保证安全是指拆除支撑前要对沟槽两侧的建（构）筑物、沟槽壁进行安全检查。例如检查槽壁及沟槽两侧地面有无裂缝、支撑有无位移、松动等情况，判断拆除支撑可能产生的后果。

### 主控项目

**4.2.5** 回填前进行清槽是基本要求，有利于槽底回填密实。槽底存在积水，有可能造成填土湿软，形成弹簧土、翻浆，使其填土压实度不符合要求；槽底存在杂物，容易造成较大的填土空隙，形成质量隐患。

**4.2.6** 不用冻土、垃圾、木材及软性材料回填不仅是为了保护管道和防腐层，而且是为了保证回填的压实度。坚硬的碎石、砖块对管材或防腐层的破坏不可小视，实际施工中，回填后用电火花检漏仪检测防腐层（回填前已验收合格）出现漏点，基本都是回填土不合格所致。

**4.2.7** 燃气管道沟槽回填和压实的目的，除埋设管道后应恢复原地貌外，更重要的是起到保护管道结构的作用。若在沟槽回填土上修筑路面，除符合本条规定外，还应满足道路工程回填压实要求，当有矛盾时由设计提出处理方案。

压实度又称为压实系数，评价压实度的标准有轻型击实和重型击实两种标准。燃气管道沟槽回填土的压实多采用轻型压实工具，且习惯上以轻型击实标准为准；本标准中除注明者外，皆以

轻型击实试验法求得的最大干密度为 100%。

胸腔回填时应注意对管道防腐层的保护。Ⅲ区压实度根据地面情况确定，遵循相应的标准。如在道路下的沟槽应执行现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中有关道路回填压实度的规定。

**4.2.8** 基坑回填土的压实度应执行设计文件要求。由于设施可能位于道路路基范围，为防止路基沉陷，在道路路基范围内还需执行道路路基填筑标准，一般路基填筑压实度不小于 95%。

#### 一般项目

**4.2.10** 敷设警示带（板）对保护燃气管道、防止遭受意外破坏是十分重要的，随着广泛的应用，需要重视警示带（板）的警示作用，做好埋设工作。警示带（板）敷设尽量靠近路面，是为了防止机械开挖时警示带（板）离燃气管道过近而起不到警示作用。不得埋入路基和路面结构内，是为了防止警示带（板）被损坏而造成提示语不清楚。

## 5 基础及附属构筑物

**5.0.1** 基础及附属构筑物的施工验收有完整的国家现行标准可依据，本标准没有涉及的，要按相关的国家现行标准进行施工验收，并做记录。

**5.0.2** 当厂站内存在燃气相对密度大于或等于 0.75 的空间时，一般需要采用不发火地面，或采用不发火花材料覆盖，防止出现安全事故。不发火地面是指地面混凝土、砂浆内含有白云石、大理石或其他骨料，不发火地面的试件应在金刚砂轮上进行摩擦试验。

### 主控项目

**5.0.3** 设计的预留套管直径不但考虑了管道安装的直径，也考虑了构筑物的沉降。设计会给出间隙填充使用的材料，一般采用柔性或半柔性材料填嵌密实以防止渗水。

**5.0.4** 混凝土原材料、半成品和成品进场时，对其规格、型号、外观和质量证明文件进行检查，并按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等有关规定进行检验。混凝土强度按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定分批检验评定。

**5.0.5** 用于检验混凝土强度和砂浆强度的试件均应在浇筑地点随机抽取检查。本条检查数量根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定确定，留置的试块是指 28d 标准养护试块，当设计对混凝土评定龄期有特殊要求时，执行设计文件要求。对于燃气构筑物，每座构筑物取样不得少于一次，浇筑时间不同的各部位应分别取样。本条砌筑砂浆包括预拌砂浆等类型，

验收批中同一类型、强度等级的砂浆试块一般不少于3组，以便于评定。

### 一般项目

**5.0.6** 砌筑结构的外观一定程度上反映砌体施工质量，需要在验收时特别注意，以保证砌体结构的整体性。如砌体通缝、瞎缝不利于砌体结构形成整体，不利于结构受力，容易在后期使用中出现结构裂缝等问题，是砌体结构施工应避免的质量问题。灰浆饱满、密实有利于砌块间粘结，保证砌体结构的整体性和防渗性能；抹面涉及结构的使用功能，密实平整，做到光洁、不渗水是抹面的基本质量要求，不能出现空鼓、裂缝等现象。

## 6 输配管道

### 6.1 一般规定

6.1.1 在堆放、吊装、运输已完成防腐层的钢质管道或非金属管道时，如不采取有效措施，防腐层、非金属管道表面、钢管端口可能会受到损坏。钢管吊装可采用专用尼龙吊带，运输时可采取在垫木上加橡胶垫板、在紧固带的钢丝绳上加橡胶防护套管等保护措施。聚乙烯管道在吊装装卸过程中易被划伤，且聚乙烯管道损伤后很难修复，因此非金属管道采用非金属绳索、吊带或专用工具吊装。

6.1.2 本条规定沟边到管壁的距离不仅是考虑焊接、防腐以及探伤人员的活动方便，而且主要为保证上述人员的工作安全，防止出现安全事故。

6.1.3 吊装较长的钢管时，依据管径核算吊点位置，确保吊运平稳，杜绝野蛮装卸。

6.1.4 管道敷设前检查沟槽的质量，避免管道下沟时出现问题。沟槽高程是保证管道埋深要求，管基质量牢固是保证管道不沉降。管道下沟时，可在沟壁突出位置垫上木板或草袋，防止砖头、石块等落在管道上。

6.1.5 施工用的吊装设备一般都放置在沟槽边上，因其本身自重较大，需要充分考虑这一点，安放的位置不能影响管道沟槽边坡的稳定。起重机等机械设备与电力架空线路的最小距离是保证开挖施工安全的技术规定，不按条文规定作业极易造成安全事故。

6.1.6 管道焊接强力组对焊接会在焊后产生很大的残余应力，导致焊缝提前失效。在焊接过程中，如强力对口点焊后撤除强制器具，在后续焊接过程中就可能导致焊缝产生裂纹。

**6.1.7 绝缘接头与绝缘法兰**主要作用是将安装有阴极保护系统的管道和设施，与没有安装阴极保护系统的管道和设施分隔开。安装前对绝缘装置的绝缘性能进行测试，是为了保证将完好的绝缘接头安装于管道上。

**6.1.8 竣工测量**是燃气输配工程建设管理的重要基础数据，因此要求燃气工程竣工后全面进行平面位置和高程测量。

**6.1.9 燃气**作为易燃易爆气体，在管线上方设置标志，是便于管道维护管理的有效措施，保证运营安全。随着城镇燃气的快速发展，燃气管网和各种设施在高速建设之中，城市其他项目的建设，立体化施工、打桩、开挖、定向穿越等施工给燃气管线的安全运行带来隐患。燃气管道设施的保护成为燃气运营安全的重点，为了确保安全，本条提出燃气管道设施标志的设置，以充分发挥标识的警示作用。

## **6.2 钢质管道焊接**

**6.2.1** 国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 适用于所有类型的钢材焊接以及异种钢焊接，内容较为全面；其焊接工艺评定执行的是《承压设备焊接工艺评定标准》NB/T 47014。

这两个标准存在着一定的差别，具有各自的特点和适用范围，因此，在输配管道施工中应根据设计文件要求执行《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 或《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032 的相关规定。

**6.2.2** 按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 及《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 的规定，燃气管道焊接前进行焊接工艺评定，符合规范要求后，由施工单位质量保证工程师或技术负责人审批。根据《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032 - 2014 第 12.5 节的要求，当焊接工艺规程中基本要素发生变更时，要重新进行焊接工艺评定。

**6.2.3** 低氢型焊条烘干到规定温度是必要的，焊条烘干主要依



据厂家说明书进行。已经开封或吸潮的低氢型焊条需要重新烘干。而纤维素焊条由于药皮中含有有机物，因此一般情况下不需要烘干。

**6.2.4** 管道焊接工序很容易受环境因素的不利影响，尤其是风的影响，风速大于允许值后容易造成气孔、夹渣等缺陷，影响焊接质量。

**6.2.5** 抽样检验是过程控制，在抽检出现不合格焊缝时，对该焊工负责的焊缝一查到底，直至停止其工作。标准中未指明由谁指定被抽查焊缝的位置，一般情况下由监理单位和建设单位的质检人员共同确定。

第3款对裂纹缺陷作出更严格的规定，是根据近几年工程实际经验以及《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369-2014第10.2.13规定提出的。

### 主控项目

**6.2.6** 采用机制管件能保证其质量，也减少了现场安装的工作量，而且利于防腐的施工。

**6.2.7** 在焊接工艺规程中对焊材型号提出了要求，因此要求对照工艺规程检查焊材型号。焊材质量是保证焊缝质量的关键，国家针对不同母材选用焊材的产品标准进行了详细规定，而质量证明文件符合国家现行有关标准的要求，因此需检查产品质量证明文件。在焊接过程中，当焊条药皮出现发红、燃烧或严重偏弧等现象时，会严重影响焊接质量，一般需要更换焊条。

**6.2.8** 焊接的坡口形式和尺寸直接影响焊口质量。在焊接工艺规程中对坡口形式与尺寸提出了要求，而焊接工艺规程来源于合格的焊接工艺评定并已经过审批，因此焊缝的坡口形式和尺寸既要符合设计文件的要求，还要符合焊接工艺规程的要求。当无相关文件要求时，也可以参照《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236，该标准对各种坡口形式和尺寸都有明确的规定。

6.2.9 本条引用国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011 第 7.2.4 条的要求。错边量的大小直接影响到根部焊道质量，尤其是单面焊焊缝，如局部错边量过大，易导致焊缝根部产生未熔合缺陷和造成应力集中。当内壁错边量过大时，还会因错边产生冲刷腐蚀。

6.2.10 在现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中给出了对口平直度  $e$  的测量方法。检查时需要测量相互垂直的两个方向，平直度允许偏差取二者中的最大值为最终结果。内壁错边量的测量方法见图 1。

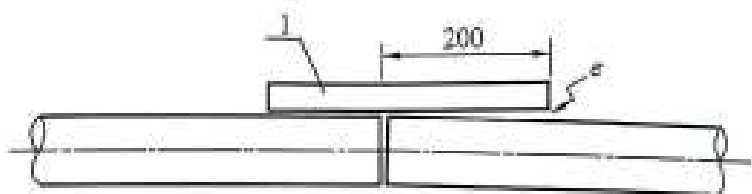


图 1 管道对口平直度

1—钢板尺； $e$ —管子对口时的平直度

6.2.11 焊前预热处理和焊后缓冷的目的是改善焊缝与近缝区金属组织与性能，降低焊接接头的残余应力，防止产生裂纹。哪些部位需要焊前预热与焊后缓冷由设计文件规定。焊前预热的参数为预热温度，焊后缓冷的参数包括冷却速度、保温时间等。

6.2.12 焊接质量是管道工程质量控制的关键，本标准根据管道的压力级别及敷设环境分别规定了焊缝质量检验比例及合格标准。由于城镇燃气管道敷设一般靠近城市，超高压、高压燃气管道、液态液化石油气管道，以及管廊内的管道危险性较高，通过多年工程实际经验，采用超声波及射线的“双百”检测，能大幅提高焊接质量，目前已被国内大多工程采用。

在现行行业标准《压力管道安全技术监察规程—工业管道》TSG D0001 中规定，有延迟裂纹倾向的材料应当在焊接完成 24h 后进行无损检测。延迟裂纹主要发生在低合金高强钢中。一般认为，屈服强度大于或等于 540MPa 的高强钢有延迟裂纹的倾向，建议在焊接完成 24h 后进行无损检测。屈服强度大于 420MPa，

小于 540MPa 的材料，考虑有延迟裂纹倾向的可能，可以根据焊材中的氢含量，管材中合金元素的含碳量以及焊接工艺等因素进行分析，从而确定是否有延迟裂纹倾向。

另外在工程中还会有返修焊口与碰死口的情况，虽然焊口的材料有可能不属于有延迟裂纹倾向的材料，但是考虑到返修焊口的晶体组织会发生变化，碰死口的焊口应力集中的风险较高，建议 420MPa 及以上强度材料的焊口也要在 24h 以后做无损检测。

**6.2.13** 由于射线检测可以更为直观地显示缺陷图像，检测结果能永久保存等优点，角焊缝的无损检测一般优先选用射线检测。但是由于不同角焊缝的结构、几何尺寸等差异较大，当遇到检测空间位置狭窄等原因无法采用射线检测时，可以选用磁粉检测或渗透检测。

磁粉检测是通过磁粉在缺陷附近漏磁场中的堆积以检测铁磁性材料表面或近表面处缺陷的一种无损检测方法，只能检测铁、钴、镍等铁磁性材料，而奥氏体不锈钢如 304、316 等材料是非铁磁性材料，不能传导磁，因此不能采用磁粉检测，但是可以选用渗透检测。

**6.2.14** 本条对于焊缝位置的规定主要为了防止焊缝过于集中形成应力叠加，以免造成焊接接头破坏的隐患，并考虑因位置障碍影响焊工施焊工作的进行。

### 6.3 钢质管道法兰连接

#### 主控项目

**6.3.1** 对法兰的规格进行检查，防止用错和使用不合格的产品。法兰的技术参数不同，会引起其尺寸的变化，但变化不大，在材料管理上容易混淆，尤其是材质，不通过特殊的检验，无法从外观对其进行分辨。因此对于法兰及其配套附件，对照设计文件和产品标注的执行标准进行检查。

**6.3.2~6.3.4** 法兰及其螺栓和螺母、垫片的质量直接影响法兰

连接的强度和密封性能，与焊接质量同样重要，列为检验主控项目。检验方法中可能用到量规及扳手等检验工具。

垫片的作用是通过自身形变去弥补法兰密封面上的微小不平整，安装后垫片表面和法兰表面会相互吻合，起到密封效果。拆卸后再次安装，重复使用的垫片表面由于已经产生变形无法完全地适应法兰密封面，容易引起泄漏。

### 一般项目

**6.3.5** 法兰端面与管道中心线垂直偏差过大，势必造成强力组装，在螺栓紧固过程中出现附加应力或造成密封不严。

**6.3.6** 本条规定是为了保证法兰的正常安装。垫片能够起到密封作用，安装后法兰的密封性达到要求，不发生泄漏。

**1** 法兰连接时保持平行，可防止法兰结合面的泄漏，用紧螺栓的方法消除偏斜，是强力安装的情形之一，短时间可能不会产生泄漏，但会降低垫片的使用寿命，给将来运行埋下隐患。

**2** 法兰连接不同轴，螺孔中心偏差超出要求，将给安装和将来的维护管理带来麻烦。

**3** 在两法兰的位置达不到要求时，有的安装人员采用斜垫片或双层垫片来达到密封的目的，这是不允许的。

**4** 紧固后螺栓外露长度过长，锈蚀后使螺母难以卸下，给将来维修带来不便；紧固后螺栓低于螺母不但会影响螺母的受力，还会使螺母的螺纹锈蚀。

## 6.4 埋地钢质管道防腐和阴极保护

### 主控项目

**6.4.1** 使用预制防腐管道是为了保证防腐质量，目前已被广泛采用。在现场防腐很难做到机械除锈。另外，在城镇道路上进行防腐施工可能影响交通和对环境造成污染。管道防腐层在现行行业标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ 95 中

有明确规定，防腐层基本结构见表 1。

表 1 防腐层基本结构

防腐层	基本结构	
	普通级	加强级
聚乙烯防腐层	$\geq 120\mu\text{m}$ 环氧粉末 + $\geq 170\mu\text{m}$ 胶粘剂 + 1.8mm~3.0mm 聚乙烯	$\geq 120\mu\text{m}$ 环氧粉末 + $\geq 170\mu\text{m}$ 胶粘剂 + 2.5mm~3.7mm 聚乙烯
熔结环氧粉末防腐层	$\geq 300\mu\text{m}$ 环氧粉末	$\geq 400\mu\text{m}$ 环氧粉末
双层环氧粉末防腐层	$\geq 250\mu\text{m}$ 环氧粉末 + $\geq 370\mu\text{m}$ 改性环氧	$\geq 300\mu\text{m}$ 环氧粉末 + $\geq 500\mu\text{m}$ 改性环氧

**6.4.2** 防腐管在下沟、安装就位的过程中和管沟回填时很容易损伤防腐层，形成腐蚀隐患。若能及时发现并采取补救措施，将有利于管道投运后的维护管理和安全运行。防腐管回填后进行完整性检查，若发现防腐层受损，及时采取补救措施。本条聚乙烯防腐层检测仅指电火花检漏仪现场检测。

**6.4.3** 达到 Sa2<sup>1/2</sup> 级或 St3 级的金属表面无可见的油、脂和污物，无疏松涂层、氧化皮、铁锈和外来杂质，且被清理表面应处理得更彻底，金属基底要有金属光泽，达到这样表面处理级别的钢管能够保证后期涂敷的防腐层更加牢固地粘贴在管道表面，起到防腐的效果。

**6.4.4** 本条是对补口、补伤防腐层的剥离强度提出的检验要求。目前在输配管道施工中主要采用辐射交联聚乙烯热收缩带（套）、补伤片、聚烯烃胶粘带进行补口、补伤施工。这些补口、补伤防腐层检验采用剥离试验方式，指标用“剥离强度”表示（N/cm）。辐射交联聚乙烯热收缩带（套）、补伤片剥离强度指标主要依据《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 提出，聚烯烃胶粘带剥离强度指标主要依据《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414 提出。

**6.4.5** 补口、补伤处不应有漏点是为了保证管道防腐层的完整性。由于补口、补伤所用的材料的厚度不同，因此要采用不同的检漏电压，以免击穿防腐层。

**6.4.6** 电缆连接部位是阴极保护系统较为薄弱的环节，要求电缆连接牢固、电气导通是为了保证最终的电保护效果。安装完成后检查导线的连接牢固程度，并用电火花检测导线连接部位的防腐层是否完整连续。

**6.4.7** 在行业标准《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ 95-2013 中，第 6.4.2 条规定，阴极保护系统竣工后，应进行下列参数测试：

**1 强制电流阴极保护系统的测试包括下列参数：**

- 1) 管道沿线土壤电阻率；
- 2) 管道自腐电阻率；
- 3) 辅助阳极接地电阻；
- 4) 辅助阳极埋设点的土壤电阻率；
- 5) 绝缘装置的绝缘性能；
- 6) 管道极化电位；
- 7) 管道保护电流；
- 8) 电源输出电流、电压。

**2 牺牲阳极阴极保护系统的测试包括下列参数：**

- 1) 阳极开路电位；
- 2) 阳极闭路电位；
- 3) 管道自腐蚀电位；
- 4) 管道极化电位；
- 5) 单支阳极输出电流；
- 6) 组合阳极联合输出电流；
- 7) 单支阳极接地电阻；
- 8) 组合阳极接地电阻；
- 9) 阳极埋设点的土壤电阻率；
- 10) 绝缘装置的绝缘性能。

## 一般项目

**6.4.8** 本条提出搭接宽度的要求是为了保证补口、补伤的质量,保证有足够的粘结强度,搭接过少会影响工程质量,影响防腐的效果。

**6.4.9** 在阴极保护系统安装中,牺牲阳极埋设位置和间距是否正确直接影响保护效果,牺牲阳极正确地安装才能对管道起到防腐保护的作用。

## 6.5 埋地钢质管道敷设

### 主控项目

**6.5.1** 本条对埋地钢管的整体质量提出要求,在管道搬运、铺设过程中,可能造成管壁发生扭曲、凹陷、褶皱,还有可能在外力作用下管壁受损,管壁的这些形变将改变管道的受力特性,严重影响管道的稳定和运行安全,验收中需要特别注意。管道按照测设的中线进行安装才能使管道线形符合设计文件要求,做到直线段平直、曲线段圆顺,有利于管道的运行安全,是管道验收的基本条件。

### 一般项目

**6.5.2** 本条参照现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的有关规定、并结合实践经验编制。

## 6.6 聚乙烯管道敷设

**6.6.1** 聚乙烯管道的连接、敷设等施工要求在现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63 中均有明确规定,本节是结合 CJJ 63 的内容制定了工程质量验收要求。

### 主控项目

**6.6.2** 施工前,核对工程上使用的管道、管件等材料与设计文

件要求的规格尺寸及形式是否相符，防止用错管材、管件。检查合格证和检验报告，是为了确认提供的产品是合格产品，管材、管件等材料的质量按现行国家标准《燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统》GB/T 15558 进行检验。

**6.6.3** 在聚乙烯工程施工中，管材有可能受到轻微划伤，现行行业标准《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJ/T 63 规定划痕深度不大于管材壁厚的 10%，且不大于 4mm。考虑到穿越工程在施工过程中管材很有可能会划伤，为了提高安全系数，因此要求在管道连接前对管材表面检查时，管材表面划伤深度不大于管材壁厚的 5%。由于管材表面划伤直接影响管材性能以及工程质量，因此要求全数检查。

**6.6.4** 对热熔对接接头进行卷边对称性和接头对正性检验是接头质量检验的最基本方法，也是比较简便和比较容易实现的方法，卷边切除检验比较复杂，所以三项检验要求的数量不同。本条款要求对热熔接头 100% 进行卷边对称性和对正性检查，抽样 15% 进行卷边切除检验。另外考虑到穿越工程属于非开挖施工，不可控因素比较多，因此要求穿越管道接头质量检验进行 100% 卷边切除检验。

**6.6.5** 本条规定了电熔承插连接接头质量检查项目、数量以及检查方法。

1 连接件轴线对正性检测，保证电熔管件与管材或插口管件焊接前配合间隙均匀，保证接口焊接后质量。

2 检查周边刮痕，是为了确认已经去除焊接表面上的氧化层。

3 在电熔连接过程中，通过电阻丝加热聚乙烯材料，会有一些量的熔融料发生移动，但是接缝处不能有熔融料溢出，若有熔融料溢出则说明电熔连接加热过度。

4 在电熔连接过程中电阻丝有可能会发生细微的位移，但是不能被挤出电熔管件。若电阻丝被挤出，很有可能电阻丝产生了较大位移，会导致短路而无法完成焊接。



5 电熔管件上的观察孔是为了观察连接情况而专门设计的，电熔管件一般在两端部均设有观察孔，不建议使用单观察孔的电熔管件。

6.6.6 本条规定了电熔鞍形连接接头质量检查项目、数量以及检查方法。

2 如果鞍形分支或鞍形三通的出口不垂直于管材的中心线，说明管件的鞍形面与管材的连接面没有完全接触，存在虚焊。

3 如果管材壁塌陷，说明可能是因为施压过大，导致管壁塌陷，塌陷之处，管件的鞍形面与管材的连接面也不能完全接触，存在虚焊。

6.6.7 氧化皮刮除得是否干净是影响焊接质量的关键环节，氧化皮刮得不干净，会造成虚焊。由于不同厂家生产的电熔焊机或电熔管件的焊接参数可能不同，因此，在电熔连接时，电压或电流、加热时间等焊接参数需按照生产企业提供的参数设定。

### 一般项目

6.6.8 聚乙烯管道连接设备的机械部分会磨损、变形；传感器及元器件会老化、漂移；因此需要定期进行校准和检定，周期不大于1年。由于焊机的质量直接影响焊接的质量，因此要求全数检查焊机校准和检定记录。

6.6.9 聚乙烯管采用专用割刀或切管工具切割端面，是为了保证管材插入端的整个圆周能够插入到位，避免因切割端面不平整导致的管材插入不到位、对中性差而造成的熔接缺陷。

6.6.10 本条规定了热熔对接连接的要求。

1 连接件伸出夹具的自由长度是根据铣削要求和加热、焊接卷边宽度的要求确定，国内外的经验一般不小于公称外径的10%。

2 校直两对应连接件，是为了防止两连接件偏心错位，导致接触面过少，影响焊接质量，国内外的经验是一般不大于壁厚的10%。

3 铣削连接面与管轴线垂直，是为了保证连接面能与加热板紧密接触。根据工程施工经验，连续切削平均厚度不宜大于0.2mm。

6.6.11 法兰式钢塑转换管件中的法兰盘、紧固件容易发生锈蚀，锈蚀后螺母难以卸下，给维修带来不便。因此要求法兰盘、紧固件要经防腐处理，并全数检查。目前，防腐处理的一般做法是表面喷塑或镀锌。

6.6.12 除接口作为重点控制外，对管道轴线、高程和外观质量作出规定，保证聚乙烯管道安装的整体质量。

## 6.7 球墨铸铁管道敷设

6.7.1 在沟槽一侧连续排管是为了方便安装。因管径300mm以下管子重量较轻，在管子下沟时可采取人工下管，节约吊车费用，而300mm以上推荐机械下管。

### 6.7.2

1 本款规定插口端240mm工作面范围是考虑到压兰、胶圈、支撑环及插入承口深度的空间，两管连接前应将压兰、胶圈、支撑环套按顺序套装在插口位置，否则无法实现密封。

2 安装胶圈有时会遇到胶圈很难推入承口的情况，需用非金属棒敲击进入，如采用金属棒容易损坏胶圈。

3 管道安装时，如果压兰中心点与管道不同心，将导致压头压偏胶圈造成受力的压兰与法兰压紧间隙不均，会挤坏胶圈致使密封不严。

6.7.3 在沟槽开挖无障碍的情况下，机械式柔性接口燃气用球墨铸铁管可以进行曲线安装，借转角就是每个接口可以允许偏转的角度，用来减少非标弯头的使用。80%的紧固力是螺栓初始拧紧的状态，如螺栓紧固力达到100%就无法借转角度。

6.7.4 现场可切割短管都带有可切割管标识“□”。生产厂家按合同要求提供一定比例的可切割管，如现场无可切割管，切管前需要测量管子尺寸，尽量选插口尺寸接近可切割管的尺寸再进行

切割。切口处的倒角和防腐处理方式符合设计文件要求。

### 主控项目

**6.7.5** 在现场除检查产品合格证和质量证明文件外，还需目测检查管材及管件承插口密封工作面外观，如工作面出现连续的轴向铸造勾纹会导致胶圈密封不严，如果有铸痕胶修补的部位会掩盖管子实际有效壁厚，降低使用寿命。

**6.7.7** 在检查时需要将压兰调整到与插口外径同心，使压兰的压头压在胶圈断面中心上，并使承口法兰螺孔与压兰螺孔对准，先穿“十字”位置上的四条螺栓，带上螺帽并轻轻拧紧（四条螺栓的受力要一致）。如果压兰和另一支直管的轴径不同心、不垂直，压兰压头就会压到另一支管承口工作面，造成压兰倾斜，胶圈一边受力压紧后会使其密封失效。

### 一般项目

**6.7.8** 接口安装完毕要检查胶圈进入承口内上下左右是否均匀，用特制的窄钢板长探尺量测允许误差值。

**6.7.9** 防止错用，接口使用的埋地螺栓和螺母等连接件的规格型号不一致，有时也能安装上，但会影响接口的强度。

**6.7.10** 除接口作为重点控制外，对管道中心线、高程作出规定，保证球墨铸铁管道安装的整体质量。

## 6.8 架空管道安装

**6.8.1** 与管子接触良好，才能确保每个管道支、吊架起到受力的作用。

**6.8.2** 涂料的种类较多，其涂敷次序、层数、各层的表干要求及施工的环境温度都不同，要根据设计和所选涂料，按产品说明书的要求进行涂装作业。

**6.8.3** 涂底漆前清除管道表面污物是为了保证施工质量。吹扫、压力试验完成后再补刷底漆并完成管道设备的防腐是为了更好地

发现缺陷。

### 主控项目

**6.8.4** 质量证明文件主要包括产品的质量合格证明书、各项性能检验报告、产品制造原材料质量检测鉴定等资料。

**6.8.6** 对照设计文件检查支、吊架的结构类型、规格以及加工材料、构造尺寸，为了防止将有缺陷或制造不合格的支、吊架安装在管道上，影响使用。有些采购的成品支、吊架需检查质量证明文件，而对于现场加工制作的支、吊架应检查加工记录。

**6.8.7** 工程中导向支架和滑动支架很多，导向支架或滑动支架滑动面的光洁平整情况常常被忽视，致使卡涩、歪斜现象时有发生，影响管道运行的平稳性。滑动面安装位置的偏移方向及偏移值也有时被忽视。

### 一般项目

**6.8.8、6.8.9** 管道和支架的外涂层质量检查是验收中的一个环节，主要看涂层颜色是否一致，有无出现剥落、皱纹等现象，如果出现此现象，证明涂层质量存在问题，需进行修补。

**6.8.10** 支架保持与墙的距离便于安装与维护检修。

**6.8.11** 架空管道的坐标、高程、平直度是控制管道安装质量关键指标，如果偏差大于允许范围，会造成管道应力集中，加速管道腐蚀、断裂。

## 6.9 管道附件安装

**6.9.1** 保持管道附件的内部清洁，主要是保证其能正常运转。有的管道附件及设备是不允许参加管道吹扫和试验的，在管道吹扫之后再行安装于系统中。如管道附件及设备的内部不干净，有可能导致管道附件及设备的不正常运转，杂物、脏物容易导致阀门关闭不严而内漏，也可能导致调压器的阀口关闭不严而使用户压力升高等。

**6.9.2** 本条要求每处安装一次完成，是为了防止安装过程中污染已清扫合格的管道。另外，过重的设备不一次安装到位，有可能损坏管道或设备本身。

**6.9.3** 调长器是用来调节燃气设备维检修引起的管道与设备轴向位置变化的，不承担因温度变化对管道的补偿功能，因此不能用来调整管道的安装误差。阀门与调长器先组对，后与管道上的法兰组对，是为了确保各个法兰面能平行，减少各个法兰密封面之间的泄漏。

**6.9.4** 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，如果阀门在开启状态下安装，杂物灰尘颗粒等物质有可能进入到阀座的接合处，造成阀门关闭不严，而在关闭状态下安装能有效避免此类现象。焊接阀门在开启状态下焊接安装，目的是利于散热，防止焊接时热量传导至阀门内部损坏密封件导致阀门关闭不严。

**6.9.5** 管道附件、设备安装的连接部位容易积水积垢，因此要及时对该部位进行防腐处理。

### 主控项目

**6.9.6** 关于阀门、调长器、绝缘接头和绝缘法兰等管道附件的国家现行标准主要有：

阀门涉及的标准：《石油、天然气工业用螺柱连接阀盖的钢制闸阀》GB/T 12234，《石油、石化及相关工业用钢制截止阀和升降式止回阀》GB/T 12235，《石油、石化及相关工业用的钢制球阀》GB/T 12237，《法兰和对夹连接弹性密封蝶阀》GB/T 12238，《管线阀门技术条件》GB/T 19672 等。

调长器涉及的标准：《金属波纹管膨胀节通用技术条件》GB/T 12777。

绝缘接头和绝缘法兰涉及的标准：《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》SY/T 0516、《阴极保护管道的电绝缘标准》SY/T 0086、《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》CJJ 95 等。

**6.9.7** 管道附件安装位置与设计文件符合是为了保证安装位置

的正确性，否则有可能影响附件的使用效果。如凝水缸安装位置不正确会造成管道内积水无法排出。

**6.9.8** 由于阀门从厂家运至施工现场往往经过了多次装卸、运输，使得这些设备的强度、严密性可能受到影响，因此在正式安装前，有必要按要求单独进行壳体压力和密封性的试验，确保阀门安装时合格。

**6.9.9** 管道附件的防腐与管道的防腐一样重要，有实例证明，多数腐蚀往往发生在附件（如法兰、螺栓等）部位，因此要做好管道附件接口部位的防腐，如涂刷防锈漆、包覆热收缩套（带）等形式。具体要求参考本章第4节中相关管道补口、补伤的规定。

**6.9.10** 管道附件与管道的焊接实际上就是管道与管道的焊接。如直埋阀门有一段袖管，袖管与管道的焊接实际上和管道之间的焊接要求是一致的，因此提出符合本章第2节“钢质管道焊接”的相关规定。

#### 一般项目

**6.9.11** 安装时要检查管道附件的完整性，不能有破损等现象，保证后期使用效果。

**6.9.12** 严格控制法兰的安装偏差，确保法兰对接面的平行，能够减少或防止对接面的泄漏。

## 7 管道穿跨越

### 7.1 一般规定

7.1.1 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250 中规定了水域开挖法、水平定向钻法、顶管法穿越和管桥、随桥跨越敷设的施工要求，本章按对应的施工方法提出质量控制要求。

7.1.2 穿跨越工程中燃气管道的敷设包括管道组对焊接、防腐及补口和补伤、阴极保护等，其施工及质量验收，在第 6 章中均有明确规定。

7.1.3 在不带水开挖穿越中有管道的沟槽开挖，在管桥跨越中有基坑开挖，其质量要求包括沟槽开挖和基坑开挖的允许偏差等，这些基础工程的施工及质量要求在第 4 章、5 章均有规定。

7.1.4 水平定向钻钻孔轨迹由入土直线段、入土弧线段、水平段、出土弧线段、出土直线段等组成，轨迹图的绘制有两种方法，一是根据行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016 中附录 A 的水平定向钻孔轨迹计算方法进行计算后绘制；二是采用随钻测量的方式，钻孔曲线由放置在钻头后端钻杆内的电子测向仪进行测量，并将测量结果传到地面的接收仪，这些数据经过处理和计算后，以数字的形式显示在显示屏上。

### 7.2 水域开挖穿越

#### 主控项目

7.2.1 根据实际工程经验，采用导流、围堰、大开挖穿越最突出的问题就是难以保证开挖深度符合设计文件要求，因此要求每 20m 检查 1 点是为了确保开挖深度的偏差在允许范围内。

7.2.3 水下开挖深度符合设计文件要求很重要，沟槽挖得越深，塌方和回淤量就越大，因此开挖深度要严格控制。

7.2.4 检查管道无轴向扭曲、环向变形和明显轴向突弯等现象，是保证施工质量的基本条件。采用水面浮拖法管道下沉时，需要在施工过程中控制好沉放速度，保证管道整体均匀、缓慢平稳下沉；并且在管道两端采用起重设备吊装时，需要保持管道水平，并同步沉放于基槽底，确保管道用力均匀，无轴向扭曲。采用底拖法管道下沉时，需要在牵引过程中严格控制牵引速度、牵引力，确保缓慢均匀。

7.2.5 回填材料符合设计要求，以防出现损坏管道的情况。管道回填过程要均匀，水下部位连续回填至满槽，水上部分分层回填夯实，避免出现管道漂浮和位移的现象。

7.2.6 稳管工程中混凝土配重块和连续覆盖混凝土的强度等级和密度符合设计文件要求，以保证稳管质量。同时管段下沟后不允许发生漂浮、位移和滚动，否则会稳管失效。当稳管措施使用配重块稳管或混凝土连续覆盖层稳管时，应注意保护防腐层不受破坏，一般做法是在配重块与钢管之间加橡胶隔垫等。

### 一般项目

7.2.7、7.2.8 综合考虑河流的土石性质、水流速度、开挖深度和施工方法等诸因素，以确定河底的宽度和边坡尺寸。如河床为流砂、粉砂、河水流速大，在挖沟时容易塌方和回淤，槽底应当宽，边坡比应大。如在黏土河床上开挖沟槽正好与上面相反。开挖深度、施工方法、槽底宽和边坡比也有关系。沟槽挖得越深，塌方和回淤量就越大。

7.2.9 管道沉放敷设完成后，检查管底与沟底接触的均匀程度和紧密性，防止出现河水冲刷管底，出现管道应力集中，造成扭曲变形。如果出现不紧密时，需要及时采用砂或砾石填补，否则后果将不堪设想。

7.2.10 回填两侧均匀，也是为了防止管道一侧不均匀带来的管



道受力；回填高度满足设计文件要求，满足防止水流冲刷、通航和河道疏浚的要求。

7.2.11 对于带水开挖，管道就位后，及时采用浇筑混凝土连续覆盖层或配重块进行稳管至关重要，尤其是对于水流冲刷较大、易产生紊流之处，或者管道拐弯、分段接口连接部位。如果施工中连续覆盖层厚度小于设计值，或者配重块的数量少于设计文件要求时，会造成管道漂移，将严重影响施工质量。

### 7.3 水平定向钻穿越

#### 主控项目

7.3.1 为了保证施工实际钻进曲线与设计曲线吻合，严格控制定向钻曲率半径和设计文件要求一致。

7.3.2 定向钻扩孔是完成导向孔后、管道回拖前的重要内容，为达到最小扩孔直径要求，避免一次扩孔过程中出现扭矩、拉力过大的情况，一般采取多次分级扩孔方法。做到孔内无坍塌、沉渣和缩颈是保证管道顺利回拖的重要条件。

7.3.3 水平定向钻回拖前对预制完成的管道进行水压强度试验，便于发现问题及时处理。采用定向钻铺设的管道在回拖清扫完成、严密性试验后进行测径，目前工程中一般采用铝制测径板，直径为钢管直径的90%。

7.3.4、7.3.5 回拖前对管道的防腐层或聚乙烯管材表面划伤深度检查是一项极其重要的内容，一旦发现问题及时补救。

#### 一般项目

7.3.6 水平定向钻施工中导向孔钻进质量的控制，是保证管道按设计轨迹正确就位的关键。导向孔允许偏差主要包括导向孔曲线、入土点和出土点允许偏差。

7.3.7 为了防止管道防腐层在回拖过程中受到损害，在回拖过程中需要设置发送沟、管托，减少管道被划伤的风险，保护管道

防腐层；管道回拖完成后，若发现管道表面防腐层出现破损，修复难度较大。管道回拖应连续进行，如停留时间太长，泥浆稠度等将随时间发生变化。

## 7.4 顶管法穿越

### 主控项目

7.4.1 为了确保施工安全，工作竖井的支护严格按照设计文件和施工方案要求，防止出现塌方事故，因此该内容作为主控项目。

7.4.2 顶管法穿越施工的套管分为钢质套管和混凝土套管，每个工程设计文件都会针对不同材质的套管，提出材质、尺寸、壁厚、接口形式等具体要求。本条将套管的质量要求作为主控项目提出，是考虑到套管质量关系到整个顶管工程的质量，必须严格控制确保其符合设计的要求。

7.4.3 检测套管与穿越管段的绝缘电阻值，如果电阻值大于 $2M\Omega$ ，证明绝缘支架的绝缘效果良好，能满足阴极保护的要求。

### 一般项目

7.4.4 工作井无论作为永久性主体结构，还是施工临时支护结构，均是工程施工重要内容，影响工程安全、质量，需要加以控制；要求后背墙表面平直，并垂直于顶进管道的轴线，是避免产生偏心受压，防止造成顶力损失和发生质量、安全事故。导轨的安装和装配式后背墙的安装到位是保证顶管机的正确就位，进而使套管能否按管线设定值顶进的先决条件。一般采用量尺对工作井每侧的宽度和长度测量。采用经纬仪对装配式后背墙的垂直度进行测量。导轨安装的允许偏差参考行业标准《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016 第 5.4.7 条确定。

7.4.6 本条主要对钢套管制作和组对提出要求。钢套管组对焊接过程中，对钝边、坡口角度、间隙和错边量的控制，是保证钢

套管焊接质量的基本要求。

7.4.7 对于顶管过程中的允许偏差控制，是保证整个工程施工质量的重要一环。施工过程中对顶管中心线和高程、顶管机姿态等进行测量，通常在顶管内安装可接受激光束的光靶传感器矫正顶进姿态，施工人员根据测量数据，及时调整顶管机顶进方向，使顶管机沿设计中心线顶进。

## 7.5 管桥和随桥跨越

### 主控项目

7.5.1~7.5.3 把单管拱、桁架和托架的结构安装作为主控项目提出，是保证各种结构符合设计的最关键因素。例如，结合管道行业的特点，对于单管拱，从支座位置和管道轴线几个方面加以控制，确保拱的施工质量。

7.5.4 钢结构作为单管拱、桁架和托架安装的主要支撑，其除锈、防腐处理质量是整个工程中重要的控制点，保证钢结构不受腐蚀影响，可以延长管道的使用寿命。

### 一般项目

7.5.5~7.5.7 控制单管拱、桁架和托架施工安装允许偏差，为了防止在安装过程中出现结构失稳造成安全隐患，是控制施工质量的关键。

7.5.9 在管道运营中，更换随桥跨越管道上的支、吊架组件、螺栓、抱箍较困难，因此在安装前采用热镀锌防锈处理，这样不容易锈蚀，可以使用更长时间。

## 8 厂站工艺管道

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 通过质量验收，对土建工程质量进行有效控制，如检查结构混凝土的强度是否达到设计文件要求，以防止吊装施工对结构造成的损坏，保证安装质量。

**8.1.2** 管道及管件分区分类存放，便于现场管理，防止错用。由于金属的电极电位不同，不同的金属接触时，将产生静电差，从而导致接触腐蚀，极大损伤管道和设备，因此，本条对不锈钢管、有色金属管道的存放提出要求，防止碳素钢管对不锈钢管的污染。

**8.1.3** 燃气厂站工艺管道种类多，管道焊接执行现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 的规定，一般按照压力管道中的工业管道进行监察。

厂站工艺管道焊接质量验收执行本标准第 6.2 节的规定，主要指工艺管道焊接分项工程质量验收的主控项目，本章不再赘述。对于特殊材料、高压及以上管道，设计文件一般需要明确焊缝质量要求、无损检测的方法和数量（如 100% 无损检测、外观质量达到 I 级等），执行设计文件要求。当设计未做要求时，根据管道的压力等级、是否有延迟裂纹倾向等条件按照按本标准表 6.2.12 选择相应的外观检查 and 无损检测合格标准。在厂站工艺管道中，还会根据工程需要采用其他无损检测方法，表 6.2.12 中尚未列出的其他无损检测方法的合格标准由设计确定。

**8.1.4** 本标准第 6 章输配管道，对埋地管道的施工与验收已作详细的规定，其中埋地管道安装的要求也适用于厂站埋地工艺管道安装，本章不再重复。

**8.1.5** 如果在储罐沉降稳定前连接管道，随着储罐使用过程中

基础的沉降，有增加管道变形甚至管道被拉断的风险。

**8.1.6** 进场验收是厂站工艺管道安装质量控制的重要环节，管道和设备进场后，一般由质检员对管道组成件的规格、型号、材质、标识、质量证明书逐件检查。质量证明书一般包括特种设备监检报告，并具有以下内容：

- (1) 化学成分及力学性能；
- (2) 合金钢锻件的金相分析结果；
- (3) 热处理及无损检测报告。

**8.1.7** 为了获取管道内燃气运行的温度、压力、流量、成分等参数，需要在工艺管道适宜的位置开孔，焊接安装取源部件。取源部件上的检测仪表、计量装置不参与管道系统的强度试验，强度试验时，可对孔口采取临时封堵措施。开孔底座焊接执行现行国家标准《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 中有关焊接的规定。流量取源部件的安装和质量验收执行现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。

**8.1.8** 城镇燃气输配工程的绝热工程主要指厂站工艺管道和设备的保温、保冷工程，绝热工程施工执行现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工规范》GB 50126 的规定，质量检验执行现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的规定。

## 8.2 管道安装

**8.2.1** 燃气厂站内管道数量较多，位置关系一般较为复杂，管道安装交叉作业多，为了避免返工、停工等问题，本条制定管道正常条件下安装遵循的原则。对于埋地管道，一般先深后浅；对于地沟敷设，一般先下后上，分层进行。合金钢和不锈钢等管道以及管径较大的管道，安装工艺相对复杂，环境要求高，一般宜先行安排施工。

**8.2.2** 本条针对管道清洁提出要求，尤其不锈钢管道对清洁度

要求较高。低温管在低温特殊条件下使用，常用不锈钢管道，通过脱脂可以彻底清除管道游离铁离子、大颗粒灰尘、焊渣和油脂等，防止其在使用过程中机械损伤和被铁离子、氯离子等杂质污染，保证使用性能。

**8.2.3** 固定焊口由于焊接两端确定会造成焊接的残余应力增大，当焊缝距离动设备近，由于动设备的振动，焊口可能会出现疲劳破坏，为防止损坏设备，保证正常生产，制定本条。

**8.2.4** 管道法兰和其他连接件与墙壁、地面或管架保持一定的距离，方便管道安装和维修。

**8.2.5** 管道及其附件投入使用后不可避免将发生振动，管道如果和墙体、楼板或其他构筑物浇筑或砌筑在一起，会约束管道的热胀冷缩，也会对管道造成危害，且不利于后期维护保养。因此，本条对穿墙套管设置提出要求。

第4款 管道与套管之间的间隙一般采用具有防水、防火功能的密封材料进行填充。

**8.2.6** 由于金属的电极电位不同，不同的金属接触时，将产生静电位差，从而导致接触腐蚀，因此本条对不锈钢设备和管道固定措施作出规定。对垫片的氯离子含量提出要求，防止不锈钢的晶间腐蚀，以保证和延长使用寿命。

**8.2.7** 不锈钢焊件焊接时若焊接飞溅物落到坡口两侧，容易在沾污处引起腐蚀，从而影响焊件的使用性能，可采取在坡口两侧涂掺加胶粘剂的白垩粉、专用的防飞溅涂料等措施。

**8.2.8** 对合金元素含量较高的钢种，氩弧焊打底焊接，管内无氩气或其他保护气体时，焊缝背面将被严重氧化，甚至形成疏松组织无法成形，严重影响焊缝质量。

**8.2.9** 焊材选择既要考虑焊材的工艺性能又要考虑与母材的匹配性。

**8.2.10** 低温钢、奥氏体不锈钢、耐热耐蚀高合金钢以及奥氏体与非奥氏体异种钢接头焊接，焊接方法、焊接材料和焊接过程控制对焊缝质量有着重要的影响。这几类钢材焊接工艺的共同特点

就是采用较小的焊接线能量施焊，并尽量降低层间温度，防止产生裂纹等缺陷。

低温钢实质上是属于屈服点为 350MPa~400MPa 级的低碳低合金钢，焊接的关键是保证焊缝和粗晶区的低温韧性。焊接低温钢时，控制焊接线能量，可防止因焊缝过热出现粗大的铁素体或粗大的马氏体组织。试验证明，增大焊接线能量时，焊缝和热影响区的韧性都随之下降。低温钢采用多层焊接方法，前一层焊道对后一层焊道起到预热作用，后一层焊道对前一层焊道有细化晶粒的热处理作用，对提高焊缝金属的塑性和韧性有较大的好处。每层焊道焊缝不宜太厚，一般为 2mm~3mm，过厚会使金属组织晶粒变粗，降低低温钢的力学性能。层间温度与预热温度等同。

奥氏体不锈钢采用小的焊接工艺参数焊接，可有效地防止合金元素的烧损，降低焊接残余应力，减少熔池在敏化温度区的停留时间，避免产生晶间腐蚀，同时也可防止热裂纹的产生。一般采用焊接热输入小、短弧快速焊的方法，焊条不做横向摆动，直线运条，以缩小高温停留时间，加快冷却速度。多层焊接时，层间温度一般低于 60℃。

耐热耐蚀高合金钢采用较小的焊接线能量焊接，可减小合金元素烧损和熔池过热而形成粗晶组织，获得较好“等强度”的接头。粗晶组织虽然对高温瞬时强度和持久强度有一定好处，但严重降低高温塑性和疲劳强度、并易引起热裂纹，过热区越宽，影响越严重。

奥氏体钢、异种钢接头的焊接，选用小电流、短电弧、快速焊工艺可有效降低熔合比，避免接头一侧产生淬硬组织。

**8.2.11 低温钢的焊后热处理**，可使焊缝组织晶粒细化、改善焊接接头的组织和性能，增加焊缝抗应力腐蚀的能力，并可消除焊接残余应力，从而提高焊缝冲击韧性。奥氏体不锈钢焊缝在空气中会形成氧化膜，但这种膜的保护性不够完善。通常先要进行彻底酸洗，再用氧化剂钝化，才能保证钝化膜的完整性与稳定性。

经过焊接，焊接热影响区的组织和性能将发生变化，实践表明，热影响区熔合线附近的硬度最高，该处金属的塑性最差，是焊接接头的薄弱地带，而离熔合线越远的地方就越接近被焊金属基体的硬度。通过热处理，可以对焊接热影响区进行回火软化，改善焊接接头的力学性能。焊缝的硬度检验区域包括焊缝和热影响区，硬度值的要求执行设计文件要求和现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的有关规定。

**8.2.12** 管道安装期间及时进行封堵是为了防止异物进入管道，防止系统出现质量安全问题。管道与设备间增加临时盲板以便于管道系统单独进行压力试验。

### 主控项目

**8.2.13** 本条所指钢管和管件的质量证明文件主要指制造厂家的材质报告和试验检测记录等文件。到场后，一般由建设单位或施工单位进行外观检查，主要检查管道表面是否存在凿痕、凹痕、槽痕以及过度锈蚀等缺陷，检查有无运输损坏等，具体要求执行相应的产品标准。

第1款 外观质量是管道质量控制的一个重要方面，一定程度上体现管道质量状况。

第2款 管材材质是工艺管道质量控制的重要内容。本条提出对管道和材料进行抽样检验，防止因供应的材料混用或假冒伪劣产品流入造成工程质量隐患，同时，也考虑检验成本，对复查的范围和数量要加以限制。光谱分析是当前现场检测较为快捷、方便的手段，但是其检查数量、适用范围和要求需要进一步明确，以利于施工控制。

光谱分析的目的是检验材料关键合金元素。根据检验的等级要求分为定性、半定量和定量共3种，常被用于合金钢材料（如管道、螺栓）等的复验。如对合金钢材料 1Cr5Mo 的关键合金元素 Cr 和 Mo 进行检验。三种检验方式如下：

1) 定性即鉴定被检材料中是否含有 Cr、Mo。



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

3) 定量则是根据材料中测定的谱线分析所有元素的含量。由于涉及元素众多, 需要大量试组, 对光谱仪的性能要求很高, 常见于试验室检测。

实际工程中应用最广的是“半定量”。虽然现场各单位使用的光谱分析仪从仪器性能上能够达到定量的水平, 但是鉴于测量的准确性和结果的权威性, 一般将其定位半定量较为适宜。

本款中的光谱半定量分析一般采用谱线强度 (黑度) 比较法。即: 将被测元素配置成标准系列, 将试样与标样在同一条件下放在同一块谱板上, 然后在映谱仪上对被测元素灵敏线的黑度与标准试样中该谱线的黑度进行比较, 即可得出该元素在试样中的大致含量。

**第 3 款** 主要针对用于高温、高压、低温和腐蚀环境的管道, 其钢管制造质量要求严格, 订货合同中一般需要对钢管质量提出检测要求。因此本条制定管道无损检测要求、检测数量。

**第 4 款** 对工作环境低于  $-20^{\circ}\text{C}$  的钢管及钢质管件, 当设计文件要求对材料低温冲击值进行试验时, 在产品质量证明书中要有低温冲击试验合格的报告, 现场安装时, 也需要进行低温冲击韧性试验, 合格方可使用。

**8.2.14** 厂站工艺管道焊接方法的选择对于管道安装质量有着重要的影响, 是质量验收的重要内容。

**8.2.15** 垫片和隔离垫的氯离子含量要求是从防止不锈钢的晶间腐蚀, 保证或延长使用寿命的角度考虑进行规定的。本条根据现行国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的规定编制。

**第 4 款** 金属缠绕式垫片是指外包金属环的缠绕式垫片, 外包的金属环片焊点在紧固力度较大时, 有可能出现断裂导致垫片报废的问题, 安装时需要注意紧固的力度, 按照产品技术文件的

要求操作，安装完成后应对垫片外观进行检查。

第5款 本标准管道系统使用的螺母和螺栓执行的标准主要有现行国家标准《紧固件 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 通用技术条件》GB/T 16938、《紧固件 机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2等。

**8.2.16** 管道螺纹连接时，螺纹外露、螺纹损坏均有可能造成连接性能达不到设计文件要求；镀锌层受到损坏，不仅影响管道外观质量，还会造成管道耐久性下降，影响管道运行安全。为避免这种现象的发生，连接前，重点检查螺纹状况；连接完成后，重点检查管道是否到位，镀锌层是否损伤，发现问题及时返修。

**8.2.17** 卡套连接一般用于压缩天然气管道系统。

**8.2.18** 燃气厂站脱脂主要用于LNG低温管道、低温液体泵和低温储罐的内罐等设备。厂站设备和管道清洗、脱脂方法主要有水冲洗、空气吹扫、蒸汽吹扫、管道脱脂、化学清洗和油清洗等方法，适用于不同的管道。

管道、管件的绝缘装置是厂站安全运行的重要保障，绝缘电阻通过现场试验确定。

### 一般项目

**8.2.20** 管道中心线、高程、坡度等指标在设计文件中明确，本条对安装允许偏差进行规定，以保证场站管道位置准确，排列整齐和外观质量良好，确保运行安全。安装允许偏差主要参照现行国家标准《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》GB 50540，结合实际经验确定。

## 8.3 管道附件安装

**8.3.1** 汇气管是厂站中汇集、分配必不可少的重要管道附件，压力大、受力复杂，安装要求严格。汇气管推荐采用预制成品管，可避免现场安装缺陷，提高产品的质量，保证产品安全。汇气管一般采用整根无缝钢管；本条强调现场汇管、封头组对连接

的顺序，是为了有效控制两端子管的相对偏差，提高安装精度，避免出现强行组对焊接而造成应力集中。

**8.3.2** 推荐采用机械钻孔，可保证开孔精度并能减少后期加工量。

**8.3.3** 拆卸后再次安装，重复使用的垫片表面由于已经产生变形不能完全适应法兰密封面，容易引起泄漏。

### 主控项目

**8.3.4** 管道附件包括管件、法兰、阀门及其组合件等。燃气厂站阀门众多，执行现行行业标准《燃气输送用金属阀门》CJ/T 514 等。对于液化石油气储配站、气化站和混气站内，用于系统切断的截止阀、球阀和止回阀等各类阀门一般采用液化石油气专用的阀门。LNG 管道的阀门执行现行国家标准《低温阀门 技术条件》GB/T 24925 的规定。

**8.3.5** 本条主要对阀门外观质量和试验提出要求。当施工现场不具备阀门压力试验条件，阀门压力试验可以采取驻厂监造、委托第三方检测等方式进行。阀门压力试验方法（试验压力、时间、合格标准等）可参照现行行业标准《燃气输送用金属阀门》CJ/T 514、《阀门检验与安装规范》SY/T 4102。

**8.3.6** 燃气工程使用的安全切断阀、放散阀产品执行现行行业标准《城镇燃气切断阀和放散阀》CJ/T 335 的规定。厂站设置拉断阀为安全保护措施，拉断阀拉断，两端能够立即自行密封，可迅速切断气源，防止事故发生。

燃气紧急切断阀是安装在燃气储罐/管道出口处紧急时能够快速切断的阀门，利用电磁阀来控制阀门的关闭，是目前比较理想的安全阀之一。燃气紧急切断阀是常开型脉冲触发式型电磁阀。燃气紧急切断阀结构简单，反应灵敏，动作可靠，事故自锁及手动复位功能等特点。紧急切断阀与可燃气体泄漏监测仪器相连接，当仪器检测到可燃气体泄漏时，自动快速关闭主供气体阀门，切断燃气的供给，及时制止恶性事故的发生。在厂站内设置

燃气紧急切断阀，可在中央控制室内集中控制，远距离遥控，紧急关闭事故现场的管线供气。

执行的标准主要有：《电磁式燃气紧急切断阀》CJ/T 394、《液化气体设备用紧急切断阀》GB/T 22653、《低温介质用紧急切断阀》GB/T 24918（主要用于 LNG 管道）等。

安全阀作为重要的安全保护装置，经过法定计量机构校准后方可安装使用，检验和铅封也由具备资格的检验部门实施。

气液联动装置调试包括执行机构和控制机构的调试，气液联动执行机构在厂家完成调试的，现场可不再进行调试；控制系统的调试在现场由厂家专业技术人员进行，一般由包括低压自动关闭性能、高压自动关闭性能、压降速率自动关闭性能及其远控功能等。

**8.3.7** 管道支架、托架、吊架、管卡及其他附件是管道的承力部件，本条强调对材质、规格、型号等内容的控制，保证附件材料合格。

**8.3.8** 补偿器根据作用不同分为不同类型，通过补偿器可调节管道温差产生的变形，调节管线纵向长度，以方便设备安装更换。补偿器由设计单位根据介质、伸缩长度确定其材质、规格和型号，施工中主要检查到场的补偿器材质、型号是否符合设计文件要求。

**8.3.9** 放散系统是燃气厂站重要的安全设施，用于管道和设备的操作放散、检修放散、安全放散和事故放散等，可单独或集中设置，并根据需要设置点火装置。集中放散装置的放散管口高度、位置由设计确定。本条主要是对放散系统中影响其运行安全的绝缘接头、阻火器、点火系统和放散口固定装置等重要设施安装质量提出要求。放散管道按照压力管道要求进行检验，焊缝进行无损检测。

## 一般项目

**8.3.11** 法兰的密封在试压或生产过程中一旦发生泄漏，仅靠紧

固螺栓往往解决不了问题，需将法兰拆卸进行研磨重新安装，对施工或生产影响较大。

**8.3.12** 本条对阀门、安全阀安装提出要求，防止出现安装错误，保证设施正常发挥作用。

第1款 止回阀（一个方向可流动，另一个方向呈自动关闭状态）、流量计、除污设施等附件，一般均标有介质流动方向，制定本款，加强质量检查，保证设备运行安全。不同的附件有不同的安装要求，执行设计文件要求和产品技术文件的规定，以保证安装质量。

第4款 为防止在螺栓紧固过程中出现附加应力，造成密封不严，法兰或螺纹连接的阀门在关闭状态下安装。

第5款 焊接阀门在打开状态下焊接，有利于焊渣等杂物清理，防止焊渣进入阀内损伤密封面；氩弧焊成型质量较好，用于焊接阀门打底焊可保证一次焊接合格率，有利于质量控制。

第6款 安全阀在竖直状态下才能发挥作用，制定本款以保证安全阀正常工作。

**8.3.13** 本条为管道支、吊架安装要求。

第1款 管道支架是保证管道的稳定安全运行的基本条件，支架的间距、位置在管道试压前要逐一确认，符合设计文件要求。

第2款 导向支架、滑动支架用于控制管道变形、位移的方向，跟补偿器一起，控制温度应力。支架滑动面光滑平整是基本要求，卡涩、歪斜将会导致管道局部应力集中和增加附加荷载，给管道安全运行带来安全隐患，施工中应特别注意。

**8.3.14** 补偿器可有效避免管道因热胀冷缩而造成破坏，其型号、位置在设计文件中确定，预拉伸或预压缩是减少管道系统运行中应力的一种措施，对保证安装的管道和设备正常运行十分必要，具体实施方法由设计单位确定。

**8.3.15** 汇气管作为厂站重要的设备，组装质量要求严格，本条根据现行国家标准《石油天然气站内工艺管道工程施工规范》

GB 50540 的有关规定并结合实际情况提出汇管组装的允许偏差，以便于质量控制。

**8.3.16** 放散管作为压力管道，本条对其焊缝外观质量提出基本要求；放散管在特殊情况下排出燃气，对周边影响较大，因此设计文件中对放散管管口的高度均有明确要求，安装时，对管口高度、垂直度进行检查，以保证厂站设施运行和周边安全。

**8.3.17** 管道附件焊接是附件安装的关键环节，焊缝缺陷不仅影响管道安装的外观质量，也会造成应力集中、壁厚减薄和局部腐蚀，因此现场应严格控制焊接外观质量。

**8.3.18** 在安装时保持气流方向与管道附件上的箭头方向一致，能够保证设备正常使用不被损坏。阀门的阀杆和手轮在安装时主要考虑方便阀门的启闭操作，同时注意尽量减少操作人员磕碰手柄和手轮发生事故，保证运营安全。

## 9 储 罐

### 9.1 一 般 规 定

**9.1.1** 储罐基础状况直接影响到储罐的安装质量及运行安全，因此，本条提出设备安装前进行基础质量验收的要求。混凝土结构和钢结构基础质量验收执行现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

**9.1.2** 接地和防雷装置是储罐重要的安全设施。其中，防雷系统安装执行现行国家标准《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599 的规定，接地装置安装执行现行国家标准《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257 和《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

**9.1.3** 储罐设置独立的平台、梯子等安全防护设施，以方便运营管理、维修，当其与储罐焊接时，焊缝质量与本体焊缝质量要求相同，并在储罐热处理前焊接完成，与储罐质量进行统一检验，热处理完成后不再与储罐本体进行焊接操作。由于储罐一般体积较大，与储罐主体同步进行，既为后期施工提供安全保证，也避免安全设施安装对储罐主体可能造成的损伤。

**9.1.4** 与工艺管道连接是储罐安装的重要环节，连接一般采用焊接、法兰连接和卡套连接等形式。

第 1 款 储罐（包括设备）安装完成后再进行管道连接，强度试验包括管道强度试验和储罐强度试验，储罐采用水介质进行强度试验，需要在沉降稳定后再进行管道安装。

第 2 款 设备进出口管道连接处设置支架，便于安装，保证接口安装牢固稳定，有利于系统运行安全。支架的位置、高程应

仔细找准，能够保证工艺管道与储罐（含设备）在自由状态下准确对口。

第3款 强力连接会造成连接处产生附加的安装应力，损伤紧固件，对设备（特别是动设备），可能给运行带来隐患。因此，管道与设备在自由状态下连接，可避免在组装过程中产生附加应力和减少内应力，防止焊接产生裂纹，使管道使用性能得到保证。当连接存在偏差时，一般应调整管道。

第5款 管道与储罐（含设备）连接部位受力较为复杂，因此焊接一般采用氩弧焊打底，做到根部焊透，保证焊接质量。

**9.1.5** 本条对厂站储罐绝热现场施工提出要求。

## **9.2 垫铁、地脚螺栓和支座安装**

**9.2.1** 预留孔二次灌浆是设备基础的重要环节，本条提出要求，以保证灌浆质量。

第1、2款 由于二次灌浆量一般不大，因此要求一次浇灌，保证混凝土整体性；浇筑前对预留孔进行清理，是为了保证二次灌注混凝土与基础结合良好。

第5款 预留孔中的混凝土未达到设计强度拧紧螺栓，地脚螺栓可能被拔出或松动。预留孔混凝土强度，可采用现场同条件混凝土试块进行检验，以此判断混凝土是否达到设计文件要求的强度。

**9.2.2** 本条强调垫铁安装首先执行设计文件的要求，当设备技术文件对垫铁设置有特殊要求或要求更为严格时，同时执行设备技术文件的规定。

第2款 坐浆法施工要求基面干净。坐浆混凝土一般采用细碎石混凝土，其强度较基础混凝土强度可提高一个等级，采取添加早强剂、加强养护等措施，尽快提高混凝土强度。

第3款 临时垫铁作为设备安装的重要控制措施，影响设备最终安装质量，因此，本款根据设备安装质量允许偏差，对临时垫铁安装提出要求。



## 主控项目

**9.2.3** 燃气厂站储罐和设备安装的地脚螺栓，在设备运行时承受振动、冲击力和温度变化等荷载，地脚螺栓的安装质量直接涉及储罐和设备的安全使用。地脚螺栓的规格，如直径、长度等采用游标卡尺量测。

**9.2.4** 灌浆混凝土质量影响设备运行安全，要做到密实、平整和美观，本条提出强度、填充等质量控制要求，通常灌浆混凝土上表面宜保持略有向外的坡度，高度略低于容器支座底板边缘的上表面。

**9.2.5** 地脚螺栓按照设计或产品技术文件规定的紧固力矩值进行紧固，紧固程度采用力矩扳手进行检验。

**9.2.6** 本条主要针对储罐和设备可能采用焊接连接提出的质量控制要求，对连接件厚度、焊接提出要求，保证基座与基础连接的刚度，减小变形。

**9.2.7** 厂站储罐（含设备）的支座或支吊架涂料一般具有防火功能，因此，本条对具有防火性能的涂料提出质量检验规定，以保证设备运营安全。

## 一般项目

**9.2.8** 地脚螺栓的位置偏差，直接影响罐体或设备就位能否顺利进行，影响安装进度和质量。本条根据相关规范，结合实践经验，对地脚螺栓安装偏差提出控制指标，便于检查验收。

**9.2.9** 支吊架与设备间不能有空隙，以起到支撑作用，保证设备正常运行。

**9.2.10** 本条主要对设备安装提出要求，设备找正后，设备底座与基础、底座与垫铁之间应做到压紧，不留空隙，保证荷载直接可靠地传到基础，防止应力集中，减少设备变形，保证运行稳定。设备与基础连接牢固是基本要求，是设备安全运行的基本保证。

**9.2.11** 燃气厂站卧式设备的滑动支座，滑动面上的杂物、毛

刺、飞溅等通常采用人工或机械方法磨平，再涂以润滑脂，以减少滑动阻力。

### 9.3 储罐安装

**9.3.1** 储罐现场制造按国家现行标准执行，主要有：《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB 50128、《钢制球形储罐》GB/T 12337、《球形储罐施工规范》GB 50094、《钢制低压湿式气柜》HG 20517、《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》GB/T 20368、《现场组装立式圆筒平底钢质低温液化气储罐的设计与建造》GB/T 26978 和《立式圆筒形低温储罐施工技术规范》SH/T 3537 等；大型储罐执行现行行业标准《大型焊接低压储罐的设计与建造》SY/T 0608。

LNG 钢质圆筒形外罐现场组装焊接执行的标准有：《立式圆筒形低温储罐施工技术规范》SH/T 3537、《石油化工钢制低温储罐技术规范》GB/T 50938 和《塔式容器》NB/T 47041 等。

**9.3.2** 本条要求为了保证储罐吊装施工的安全和安装质量，防止吊装过程中储罐发生失稳倾覆或出现较大的偏差。

#### 主控项目

**9.3.3** 整体安装的储罐的质量证明文件是安装、投入运行后操作的依据，对工程竣工验收有十分重要的意义。通过产品实物检查和资料核查，确认储罐的规格、型号和性能符合设计文件要求。

整体安装的储罐出厂前一般都进行了强度试验和严密性试验，并附有试验合格报告。LNG 储罐的质量证明包括脱脂和真空度的合格文件。当没有上述试验合格报告、质量证明文件或现场制造时，则需在现场进行试验、处理。

**9.3.4** 在储罐装卸、运输过程中，由于措施不当造成储罐表面的破损，将会给储罐的运行带来安全隐患；低温储罐的保温效果由真空度保证，储罐表面有划伤时，可能会影响真空度。

**9.3.5** 储罐安装时要注意坡度方向，防止储罐内积液，有利于

储罐运行管理。

**9.3.6** 在工作温度下经受膨胀或收缩的卧式储罐（容器），由于温差的作用，会使储罐的位置发生改变，滑动支座就是为适应这种变化而设置的，便于储罐自由伸缩，以消除热应力的影响，保证设备运行安全。

**9.3.7** LNG 储罐真空度对于设备保温效果影响较大，同时，真空度的检验可验证设备密封性能，间接说明损坏情况，因此本条针对真空度检验提出要求。

### 一般项目

**9.3.8** 整体储罐管口的保护封堵，主要是为了防止异物进入。当发现储罐保护封堵掉落，要仔细检查储罐内是否有异物，清理干净后，再对管口采取封堵保护措施。

**9.3.9** 储罐安装的找正与找平要与起重工密切配合，主要调整和测量方法如下：

- 1) 储罐支承（裙式支座、耳式支座、支架等）底面高程以基础上的高程基准线为基准；
- 2) 储罐的中心线位置以基础上的中心画线为基准；
- 3) 立式储罐的方位以基础上距离容器最近的中心画线为基准；
- 4) 立式储罐的垂直度以容器两端部的测点为基准；
- 5) 卧式储罐的水平度一般以容器的中心线画线为基准；
- 6) 储罐找正与找平的补充测点宜在下列部位选择：①主法兰口；②水平或铅垂的轮廓面；③其他指定的基准面或加工面。

## 9.4 储罐附件安装

### 主控项目

**9.4.1** 储罐附件是指与储罐本体配套的阀门、安全阀、防爆片、温度计、流量计、压力表、液面计等安全附件，也包括平台、梯

子、扶手、栏杆、喷淋管、消防管等安全设施。储罐附件进场时，对其型号、规格、外观和配件进行验收，核对是否与设计文件要求和设备清单一致。安全附件执行相应的产品标准；喷淋管、消防管执行国家有关消防设施标准，平台、梯子等执行国家有关钢结构安装标准。

**9.4.2** 安全阀、温度计、压力表等是保证储罐安全运行的重要部件，按设计文件要求的参数由专业机构进行检定。在验收时保证在检定有效期内使用，同时标明有效日期或下次检验日期。

**9.4.3** 储罐附件包括类型较多，当设备技术文件对专用附件或者设备安装有特殊要求时，需按设备技术文件的要求进行安装、检查验收，以保证设备安装质量和运行安全。

**9.4.4** 安全附件安装的位置、方向、连接方法等既要符合设计文件要求，也要符合产品技术文件的要求。安全附件安装位置和方向同时要考虑便于运行和检修人员观察和操作。

### 一般项目

**9.4.5** 本条提出球罐附件安装的高程、方位偏差控制要求，便于安装质量控制，保证安装效果。

**9.4.6** 附件对于储罐安全生产有着重要的作用，因此对其外观质量和防腐层保护提出具体要求，保证设备安装质量。

## 9.5 储气瓶组安装

### 主控项目

**9.5.1** 储气瓶由有资质的专业厂家制造，技术质量部门监督。型号、规格及性能与设计文件核对，以防用错。储气瓶现行国家标准主要有《站用压缩天然气钢瓶》GB/T 19158、《液化石油气钢瓶》GB/T 5842 和《焊接绝热气瓶》GB/T 24159 等。按有关特种设备的相关规定，气瓶标识牢固、完整，以利于追溯和运营的安全管理。

**9.5.2** 切断阀、安全阀、放散阀及压力监测装置是储气瓶的重要安全附件，按国家要求进行检验或检定，确保运行安全。瓶口是否完好直接影响到瓶口与管道的连接严密性，施工中需要特别注意保护。

**9.5.3** 储气瓶附件均安装在连接管路上，切断阀、安全阀、放散阀及压力监测装置安装的前后位置错误，会给运行造成安全隐患，要对照产品使用说明书和设计文件进行检查。

**9.5.4** 储气瓶一般是集中设置在瓶筐上形成气瓶组，将气瓶固定在支架上，气瓶与固定座之间一般衬垫厚度不应小于4mm的橡胶垫，既固定住气瓶，防止位移，也方便气瓶更换，为此提出检验的要求。

#### 一般项目

**9.5.5** 储气瓶组合理布置、排列整齐，是安全管理的基本要求。储气瓶在运输、安装过程中有可能受到外力作用，造成瓶体损伤、涂层破坏，对气瓶的使用和耐久性形成安全隐患，因此，对其外观质量提出要求。

## 10 厂站工艺设备

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 厂站设备不参与外部管线清扫和强度试验，防止损坏或污染、堵塞。但清管装置因可以参与管道清扫，且清扫和强度不会影响本身的性能，所以可不执行本条的相关规定。

**10.1.2** 安全设施与主体设备同时安装，减少不必要的交叉作业，施工中统筹考虑，保证工程施工质量和安全。

**10.1.3** 方位线标记为按设计图样和技术文件要求安装设备提供了基本保障；设备安装找正基准点（线）应选择设备制造时的基准母线，若制造单位没有将基准母线移植到到货的设备上，安装前要补充安装基准。中心标记和吊挂点标记为正确吊装提供了重要参考，避免吊装方法失误导致的设备变形、损坏甚至安全事故。

**10.1.4** 进出口设置关断阀的设备，出厂前，内部均已清理合格，安装及设备调试前开启或拆除，空气混入后，可能造成内部锈蚀，或者异物进入，造成设备堵塞，影响设备的运行安全；对于抽真空气化工器，不宜提前拆除或打开，否则会影响设备运行。

**10.1.5** 厂站一般工艺设备与管道连接执行本标准 9.1.4 条的规定，本条直接引用。

**10.1.6** 防雷系统执行现行国家标准《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599，接地装置执行现行国家标准《电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》GB 50257 和《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169。

**10.1.7** 设备垫铁、地脚螺栓和支座的安装和验收与本标准 9.2 节储罐相关内容相同。

## 10.2 调压、计量装置安装

### 主控项目

**10.2.1** 调压器、安全阀、阀门、过滤器、检测仪表及其他设备进场后，逐个进行检查，并与设计文件要求核对，质量证明文件中相应的检测报告齐全有效，如阀门已进行清洗、强度和严密性试验合格。

**10.2.2** 管道连接主要包括焊接、法兰连接等方式，为保证安装质量，调压装置与管道通常采用焊接，焊缝进行无损检测，合格方可进行下道工序。

**10.2.3** 指挥器是调压器的重要装置，其朝向按设备指示安装，否则会影响调压器的正常运行。调压阀具有方向性，因此安装时需特别注意，加强质量控制，控制阀杆状态，防止出现歪扭和倾斜等情况。

**10.2.4** 强度试验和严密性试验是检验现场组装调压装置性能的重要方法，强度试验合格后进行严密性试验。调压装置的严密性试验是在所有附件全部装配完毕后进行。试验时应关闭调压器信号管阀门，并将调压器隔离。关闭旁通阀门，关闭所有排气阀。从调压装置进、出口阀门缓慢向调压前、后管路分别充入其各自的试验压力，若试验压力高于 0.8MPa，先缓慢充气至试验压力的 30% 和 60% 时，检查各连接部位有无泄漏，合格后再继续按试验压力的 10% 逐级升压，每级稳压 3min~10min，检查有无异常现象，直至达到试验压力，关闭调压装置进、出口阀门。采用发泡剂对所有连接部位和接口进行检查，做到无泄漏；记录压力表读数，保压时间不应少于 1h，再检查各压力表读数，无压降为合格。

**10.2.5** 计量设备、仪表的准确性对于燃气贸易结算、安全管理具有重要的意义，按计量法规的规定由法定检测单位检定合格后方可安装，并注明有效期。

## 一般项目

**10.2.6** 调压器附件也是设备的重要组成部分，包括导压管、指挥器、压力表等，均需要加强过程质量检查，以保证调压器运行安全。

**10.2.7** 管道连接方法主要包括焊接、法兰和螺纹连接。本条针对三种连接方法质量控制提出要求。法兰连接时，调压装置的接口与管道平行，螺栓对称拧紧。

**10.2.8** 本条主要针对现场组装的调压装置的支架安装提出要求，以保证调压设施安全运行。调压装置通常设置支墩或支架，安装时调整支墩或支架，安装后的调压器、过滤器和阀门在一条直线上。

**10.2.9** 调压装置内的各设备按设计位置安装，保证工艺流程的实现，各设备重点控制好安装高度，保证装置的整体外观质量。

**10.2.10** 差压式流量计是燃气流量计的一种类型。该流量计要求上、下游直管段应具有一定的长度，以保证数据具有代表性，一般按设计文件或产品要求执行。孔板安装是差压式流量计的关键，流量计的位置通常高于孔板，导压管的坡度宜坡向孔板；孔板的偏心度、垂直度对于测量数据影响较大，需要严格控制。孔板在管道冲洗、吹扫完成后进行安装，与工艺管道同时进行压力试验。

**10.2.11** 涡轮流量计对于前后直管段的长度有要求，以保证测量准确，前置放大器与流量计间的距离一般不大于20m。超声流量计对于前后直管段的长度也有要求，一般在设计文件中明确。水平管道上换能器的位置通常与水平直径成 $45^\circ$ 夹角范围内，为保证测量精度，安装时，先将被测管道的内壁的结垢层或涂层清理干净。

**10.2.12** 本条主要针对相同型号的调压、计量装置并排安装时提出要求，保证厂站安装整体效果良好。

**10.2.13** 调压、计量装置及附件外观质量是质量验收的重要方



面，涂料不合格造成调压、计量装置的过早锈蚀、污染都可能影响到设备的运行，因此，本条对调压、计量装置及附件涂色提出要求，便于运行管理。涂色执行现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153 的有关规定。

### 10.3 静设备安装

**10.3.1** 站内静设备包括整装的压力容器、过滤装置、收（发）球装置、加臭装置、气化装置、换热装置、混气装置和装卸装置等，本节压力容器不包括储罐、储气瓶组，储罐、储气瓶组安装执行本标准第9章的有关规定。

**10.3.2** 静设备安装时，水平度坡向装置的排污方向，可防止积液，有利于运行管理。

**10.3.3** 气化器内管道接口较多，材料抗拉强度低，在运输和安装过程中容易发生焊口开裂、翅片变形，采用保护钢架进行运输和吊装确保气化器不损坏。因此本条对保护措施提出要求。

#### 主项项目

**10.3.4** 开箱检验是静设备验收的重要环节，检查内容包括：①箱号、箱数和包装；②设备名称、型号和规格；③设备质量证明文件；④设备内件及安全附件的规格、箱号和数量。静设备及附件的检验试验通过随机质量证明文件进行查验。静设备的设计文件、质量证明文件既代表了产品质量，又是安装、使用的说明书和技术指导资料。属于压力容器的设备，如过滤器，还需要按特种设备制造要求进行监检，出具相应的质量证明文件。

**10.3.5** 过滤装置主要是防止颗粒性杂质进入管道，造成堵塞，使阀门或其他设备失灵而不能正常使用。过滤器标有介质流动方向时，安装时应特别注意，否则将影响静设备安全运行和设备性能，甚至造成静设备损坏。

**10.3.6** 收、发球装置、过滤装置、压力容器等静设备出厂前已完成强度试验和严密性试验，可检查试验报告。静设备与管道的

连接是重要的环节，不同的连接方式、工艺措施对接口质量和系统安全运行影响较大，是质量验收的重点内容。

按照国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 - 2010、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 - 2011的规定，为确保系统和接口不渗不漏，通常进行压力试验，试验方法和试验压力由设计确定。当不具备强度试验（水压试验、气压试验）条件时，由设计单位、建设单位确定采用无损检测、管道系统柔性分析和泄漏试验代替强度试验。严密性试验重点检查法兰与螺纹连接处、阀门填料函、放空阀、排气阀、排净阀等密封点。

**10.3.7** 一些容易产生静电、燃气泄漏的设备均安装静电聚集接地和报警装置，如装卸装置，除固定、滑动转动部分的安装外，接地装置、报警装置均涉及设备运行安全，需要特别注意。

**10.3.8** 防撞和安全防护设施是为了保证静设备运行安全的重要装置，是装卸装置验收的重要内容，因此本条提出相应的要求。

**10.3.9** 拉断阀、紧急切断阀、放散阀是燃气厂站装卸装置的重要安全装置。拉断阀安装在加气设备出口，一旦被分为两节后，在节的端头具有自动密封功能，且密封后 5min 内管道压力降不大于 3MPa。加气设备拉断阀拉断，两端能够立即自行密封，同时，紧急切断阀应立即关闭，以保证安全。设置拉断阀，若软管断开，拉断阀可迅速切断气源，防止事故发生。

除产品检验合格外，紧急切断阀检测还包括安装完成后，与紧急切断系统进行的连锁试验。

**10.3.10** 静设备外观质量是设备安装前质量验收的重要内容，防腐涂料的损伤、设备的锈蚀以及不锈钢的污染都可能影响到设备的运行。设备外观检查一般与本标准 10.3.4 条的开箱检验同时进行，是设备厂家与施工单位共同验证设备质量，完成交接的重要一环。

**10.3.11** 本条主要对静设备安装提出要求，保证静设备荷载直接可靠地传到基础，防止应力集中现象发生，减少静设备变形，

保证运行稳定。

## 一般项目

**10.3.12** 安装前，通过进场验收对装置内部进行检查确认。管口及时封堵保护，可防止杂物进入设备内，保证静设备和系统安装质量。

**10.3.13** 加臭装置注入喷嘴通常安装在燃气成分分析仪、调压器、流量计后的水平钢质燃气管道上，注入喷嘴插入到管道一定深度才有较好的效果，本条对插入深度进行规定，以保证加臭效果。

**10.3.14** 加臭装置不锈钢储罐液位计是重要的安全附件，本条针对液位计提出检查验收要求，确保实现设计功能，保证运行安全。

**10.3.15** 设备的固定、滑动转动部分的安装质量均涉及装卸装置运行安全，在管道接口在保证不泄漏的前提下，还要做到能够灵活转动，这是设备正常使用的基本要求，因此本条将其作为质量控制内容进行检查验收。

**10.3.16** 液化天然气在气化器内获得热量变成气态并恢复到常温后才使用，城镇 LNG 气化站内通常设置有空温式（空浴式）气化器、水浴式气化器/加热器、BOG 加热器、EAG 加热器等设备。气化器作为一种换热器，结构形式多种多样，LNG 工程中常用的有板翅式、管壳式、翅片管片式等类型。对于管壳式气化器，安装时以保证整体水平为主，套管纵向水平度和横向水平度均以顶层换热管的上表面作为水平度的测量基准。

**10.3.17** 本条提出厂站其他静设备安装控制的允许偏差，当设备技术文件针对产品的特殊性能提出更严格的控制指标、项目时，执行设备技术文件的规定。垂直度测量基准采用与立式设备任意两条相邻的方位线作为设备垂直度测量基准，用经纬仪调整、测量设备垂直度时，从不同的方位线进行校核。卧式设备一般以两侧水平方位线作为水平度的测量基准，安装时，水平偏差

宜偏向设备的排泄方向，对于高温、低温设备，水平偏差宜偏向补偿温度变化所引起的伸缩方向。

**10.3.18** 设备涂色质量是设备安装前质量验收的重要方面，涂料不合格造成设备的过早锈蚀、污染都可能影响到设备的运行，因此，本条对设备涂色提出要求，便于设备运行管理。涂色执行现行行业标准《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153的有关规定。

## 10.4 动设备安装

### 主控项目

**10.4.1** 本节动设备包括泵、压缩机、电机等设备。

1) 泵的开箱检查，主要包括以下内容：泵设备合格证、设备技术文件齐全。检查泵的安装尺寸与工程设计图纸是否相符，泵的主要零件、密封件及垫片是否符合设计及设备技术文件的要求，是否完整，外观是否有损伤和划痕，轴的表面是否有裂纹、损伤和其他缺陷，泵进出口原密封是否完好，盘车有无异常声响，核查是否在制造厂规定的防锈及质量保证期内。

2) 压缩机由具有生产许可证的专业厂商制造，设备进场以装箱单为依据进行开箱检验，检查设备的产品合格证和质量证明书，整体安装的机组，出厂时已整体装配、调整完善，检查压缩机组的防锈保证期，一般宜在保证期内完成设备安装。

**10.4.2** 本条主要针对整体出厂的动设备制定。如压缩机出厂前，压缩机的零件、部件和附属设备做到无损伤和锈蚀等缺陷，清洗洁净，清洁度达到随机技术文件的要求。在规定的防锈保证期内安装时，如果发现压缩机内部有锈蚀，重新进行清除处理。当超过防锈保证期或有本条指出的缺陷时，由建设单位组织监理单位、施工单位、使用单位技术人员（必要时，设计和制造厂家参加）研究解决方案。

**10.4.3** 本条规定主要针对整体出厂的动设备制定。如压缩机管路、接头及连接处的密封和泄放很重要，既是环保要求也是安

全要求。根据现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的规定，无论是整体出厂还是解体出厂的压缩机组装后，均进行严密性试验；润滑系统因润滑方式和压力而规定各不相同，因此，按随机技术文件的规定进行处理。压缩机中的压力容器，对于出厂前进行强度试验，取得合格证且外表无损伤的，安装时不做强度试验，否则，应做强度试验。严密性试验可与管路系统一起进行。

**10.4.4** 动设备出厂前已脱脂，并出具脱脂合格记录时，现场可不进行脱脂。当低温液体泵出厂前进行脱脂处理后，应按下列方法之一进行检验：

1) 滤纸擦拭法：用清洁干燥的白色滤纸擦抹脱脂件表面，纸上无油脂痕迹为合格；

2) 紫光灯照射检查法：脱脂后用波长 320nm~380nm 的紫外光检查脱脂件表面，无油脂荧光为合格；

3) 樟脑检查法：用蒸汽吹扫脱脂时，盛少量蒸汽冷凝液于器皿内，并放入数颗粒度小于 1mm 的纯樟脑，以樟脑不停旋转为合格；

4) 溶剂分析法：用有机溶剂脱脂时，取样检查合格后的脱脂剂，油脂含量不大于 125mg/m<sup>3</sup> 为合格。

#### 一般项目

**10.4.5** 动设备外观质量是设备安装前质量验收的重要方面，防腐涂料的损伤、设备的锈蚀以及不锈钢的污染反映设备在制造、运输和安装过程中存在问题，可能有影响到设备运行的安全隐患。动设备外观检查与本标准 10.4.1 条的开箱检验同时进行，外观检查是设备厂家与施工单位共同验证设备质量，完成交接的重要一环。

**10.4.6** 本条主要对设备安装提出要求，保证设备荷载直接可靠地传到基础，防止应力集中现象发生，减少设备变形，保证运行稳定。

**10.4.7** 本条规定了整体出厂压缩机安装的允许偏差，主要参照国家现行标准《石油天然气建设工程施工质量验收规范 设备安装工程 第1部分：机泵类》SY 4201.1的有关规定编制。

**10.4.8** 汽轮机主要用于透平式压缩机。汽轮机与增速机等设备进行找正、调平时，同轴度执行随机技术文件的规定，本条参考现行国家标准编制，以保证压缩机整体装配质量。

**10.4.9** 电机与齿轮箱之间的联轴器的端面间隙调整前需确认电机的实际磁力中心线，这是为了避免因电机磁力中心线不对导致电机振动，造成设备损坏。对制造厂标牌注明的磁力中心线，通常在现场校准其准确度。

**10.4.10** 驱动机与泵一般采用联轴器和皮带两种方式连接，联轴器种类繁多，本条仅提出基本的质量要求：驱动机轴与泵轴、驱动机轴与变速器轴以联轴器连接时，两半联轴器的径向位移、端面间隙、轴线倾斜均执行设备技术文件的规定。当没有规定时，执行现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的规定。

**10.4.12** 本条根据现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275对整体型泵安装的允许偏差提出要求，保证设备正常运行。整体型泵的安装水平度，在泵的进、出口法兰面或其他水平面进行检测，泵的纵向以轴中心为基准，横向以泵的出口管的中心为基准。

低温液体泵安装时，注意泵在低温运行过程中轴向可以正常移动的范围，连接螺栓与长孔两端的距离满足设备最大位移的需要，具体参数在设计文件中确定。

**10.4.13** 低温液体泵主要应用于LNG厂站中。低温液体泵进液管的安装对于低温泵的正常运行极为重要，进液管位于液面的深度不足时，泵入口没有足够的液体启动，泵入口处的压力低于流体温度对应的饱和压力，LNG液体加速气化，形成大量气泡，在泵内形成汽蚀，严重时会影响泵的流量、扬程，导致效率下降，甚至泵无法运转。

**10.4.14** 本条主要针对低温液体泵安装提出要求，强调补偿器安装和调节执行设计技术文件的要求，以保证运行安全。

**10.4.15** 低温液体泵的纵、横向中心线允许偏差执行设备随机技术文件的要求，当没有要求时，执行本条规定。离心泵水平度测量方法与整体型泵的测量方法基本相同，柱塞式泵的水平度在曲轴外露部分或其他加工面上进行测量。泵的纵向以轴中心为基准，横向以泵的出口管的中心为基准。

## **10.5 灌装设备安装**

### 主控项目

**10.5.1** 灌装设备主要包括灌装秤、灌装转盘和钢瓶输送机等部件。开箱检验要求同本标准 10.3.4 条的规定。

**10.5.2** 灌装秤包括气动灌装秤、电子灌装秤等类型，要求设备性能稳定、称量准确，其精度经计量检定合格。

**10.5.3** 紧急切断阀是燃气厂站装卸装置的重要安全设施，当运营中软管出现断开情况，拉断阀可迅速切断气源，同时，紧急切断阀立即关闭，防止事故发生。紧急切断阀检测包括其与紧急切断系统进行的连锁试验。

**10.5.4** 灌装设备接地装置电阻值在现场按照产品技术文件要求进行测试，做到安全可靠。

**10.5.5** 防撞和安全防护设施作为保证灌装设备运行的安全装置，应进行质量验收。

### 一般项目

**10.5.6** LPG 灌瓶站验重设备主要有气动灌装秤和电子灌装秤两类，电子灌装秤安装较为简单，对计量影响较小，执行现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。本条主要对气动灌装秤安装质量提出要求，以保证计量精度。气动灌装秤安装前，先清理气动灌装秤，防止杂物进入。

空气管内，安装执行产品技术文件的要求，无要求时，执行本条的规定。

**10.5.7** 灌瓶转盘由型钢材料拼焊的底盘、带有液化气和压缩空气分配头的中心轴以及气动控制秤组成。底盘外缘轮箍通过电机和变速器用皮带传动。为了减小摩擦，底盘下部均匀分布胶皮轮托。液化气切断阀和气动灌瓶接头用压缩空气控制。安装前，检验转盘混凝土基础平整度，保证托轮均匀，转盘重心不出现较大的偏差。

## 10.6 撬装设备安装

### 主控项目

**10.6.1** 本标准撬装设备是指在工厂将单体设备和工艺管道等组装到钢质底座上，整体运至现场，直接安装在基础上的成套设备。本条属于撬装设备开箱检验的内容，进场检验是设备验收的重要环节。检查内容包括：①箱号、箱数和包装；②设备名称、型号和规格；③设备质量证明文件；④设备内件及安全附件的规格、箱号和数量。设备及附件的检验试验通过随机质量证明文件进行查验。设备的设计文件、质量证明文件既代表了产品质量，又是安装、使用的说明书和技术指导资料。如撬装设备中的过滤器属于压力容器时，还应按照特种设备制造要求进行监检。

撬装设备经厂家检验试验合格方可出厂，阀门、压力容器、配件均经检验合格，随机提供质量证明文件和设备的性能检测、试验报告齐全完整。

撬装设备随机技术文件包括：制造厂提供的出厂合格证、质量证明文件、使用说明书、检测报告、强度试验和严密性试验记录等，压力容器等特种设备的检验试验和监检报告。

### 一般项目

**10.6.2** 本条主要对撬装设备底座安装提出要求，保证设备荷载



直接可靠地传到基础，防止应力集中现象发生，减少设备变形，保证运行稳定。

**10.6.3** 本条根据现行行业标准《天然气净化装置设备与管道安装工程施工技术规范》SY/T 0460 编制，主要对厂站内撬装设备的高程、水平度和中心线位移提出要求。

撬装设备的水平度测量以撬装设备基座两端型钢上平面为基准；撬装设备底面高程以基础的高程为基准，撬装设备的基准线以基础的中心线为基准；设备找平、找正过程中，可选择主法兰口（指设备的物料进出口）、水平或垂直轮廓面、主要构件的基准面或加工面等作为补充测点，找平、找正通常在同一平面内互成直角的两个或两个以上方向进行。

**10.6.4** 相同型号的撬装设备并排安装时严格控制相对位置偏差，保证设备安装整体效果，有利于厂站安全管理。

# 11 清扫和压力试验

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 管道的清扫、强度试验和严密性试验的工序、介质、压力和升压方法不同，需要依次进行，否则可能损伤管道和设备。清扫和压力试验与现已运行的燃气管道必须完全断开，防止空气进入已运行的燃气管道或已运行的燃气管道内的燃气进入待试管道而发生事故。

**11.1.2** 燃气管道进行清扫、强度试验和严密性试验时，容易出现安全事故，做好安全防范工作十分重要。一般在进行清扫和压力试验前均要根据工程的具体情况编制专项施工方案，同时采取安全保护措施，并依据审批通过后的方案实施。

**11.1.3** 压力试验作业风险大，作业人员要保持足够的距离，试验现场要设置警戒线，无关人员不得进入试压现场，警戒范围在压力试验专项施工方案中明确。清扫时出口前端设置明显警戒标志是为了提示此处不能有人靠近。

**11.1.4** 架空管道在有约束状态下进行吹扫试压，可以防止管道变形与应力集中造成质量与安全事故。

**11.1.6** 调压、计量及控制设备结构部件精度要求高，清扫时做好隔离，避免杂质进入设备影响进度或损坏设备。对于储罐及设备，均为整体设备，一般均在工厂制造，出厂前进行单体压力试验，确保整体强度和严密性，增加工艺系统的安全程度。对于现场制作的储罐，单独进行压力试验，合格后方可与管道系统连接。

**11.1.7** 管道的堵头在试验时是最容易忽视和出现安全问题的地方，管道堵头的加固牢靠非常重要。

**11.1.8** 压缩空气是由压缩机提供，压缩机使用的油和冬天使用

的防冻剂容易随压缩空气流入管道内，油和防冻剂会对管道产生不良影响。压缩空气温度过高，可能对塑料管道造成损伤。

**11.1.9** 目前，在城镇燃气输配系统中越来越多地使用不锈钢材料，在对不锈钢材料进行检测时，控制检测液氯离子的含量，避免对不锈钢材料造成腐蚀。

**11.1.10** 吹扫、压力试验管段和待试管道与无关系系统隔离十分重要，否则验收很难完成。与现已运行的燃气管道必须完全断开，采用阀门隔离可能因阀门内漏无法完成验收，还可能因空气进入已运行的燃气管道或已运行的燃气管道内的燃气进入待试管道而发生事故。

**11.1.11** 试验时所发现的缺陷，必须待试验压力降至大气压后进行处理是为了保证施工安全。管道内带压时进行焊接、切割或拆卸法兰及丝扣等都是极其危险的，以往的施工中已有很多的教训。

**11.1.12** 设备复位后，不允许再进行其他作业，是为了防止管段二次污染，否则需要重新进行吹扫和质量验收，因此施工中需合理安排工序。

**11.1.13** 干燥是为了防止管道内壁锈蚀因而产生杂质。管道干燥可进行分区干燥，将待干燥管道与其他的管道、设备等用盲板隔离，也可整体干燥。

管道干燥可采用干空气、真空和氮气吹扫的方法，宜进行分区干燥，将待干燥管道与其他的管道、设备等用盲板隔离。

**第1款** 针对站内液化天然气等低温管道，对管道干燥要求高，本款管道出口处的水露点是指管道干燥末期，管道被较低水露点的干空气完全置换后、密闭试验4h后在管端测得的水露点。

**第2款** 站外管道和站内的其他管道（液化天然气管道除外）一般为常温管道，其干燥标准相对较低。本款提出基本规定，当设计有具体要求时，执行设计的规定。

**11.1.14** 管道干燥合格一般不能马上投入使用，为防止大气中的水分再次进入管道和设备，需要向管道内注入微正压、水露点

符合要求的干燥空气或氮气进行填充，且对管道进行密封，与外界空气进行隔绝，可以更好地保持干燥效果，防止管道锈蚀和变形。充入氮气及惰性气体比填充干燥空气对管道防腐蚀更为有效，当建设、设计有要求时采用。充入氮气的压力要符合本条的规定。

**11.1.15** 管道验收合格超过半年，管道未进行置换、封压措施，对于钢管，可能会因为端口密封不严造成大气水分进入管道，管道内壁开始锈蚀、受到污染，因此，在管道正式运行前要重新进行吹扫，清除管内杂物，同时进行严密性试验，确保管道严密、不发生泄漏。聚乙烯管道在未采取封压措施的情况下，管道是否发生破损、较大变形情况不能掌握，因此，在正式运行前，需要进行严密性试验，以检验管道系统的密封完好状态。

## 11.2 清扫与测径

**11.2.1** 根据多年的燃气管道施工经验，一般来讲，清管球清扫的效果较气体吹扫好，但施工较复杂。聚乙烯管道、球墨铸铁管道因管道内壁较干净、光滑，采用气体吹扫效果也较好。

**11.2.2** 清扫口不加固可能在吹扫过程中被损坏而脱落造成事故，在以往的施工中有过教训。清扫出口是整个吹扫段最应注意安全的地方，选择合适位置设安全区域，并由专人负责安全是十分必要的。

**11.2.3** 本条为管道吹扫要求。

第1款 在吹扫时按工艺流程对主管、支管等依次或分段吹扫，防止出现盲吹管段。

第2款 每次吹扫管道的长度最好不大于500m，过长的管线采用气体吹扫的方法很难吹扫干净，在施工中根据具体情况合理安排，分段吹扫。

第3款 由于气体流速过低无法验证吹扫合格，但受吹扫的压力限制，要达到流速要求就要采取适当的储气措施。

第4款 吹扫口与地面的夹角过大或吹扫管段与被吹扫管段

不采取平缓过渡对焊连接，吹扫时会增大吹扫管段的受力，影响吹扫口的稳定，甚至损坏吹扫口。吹扫口直径过小，管道内的气体流速可能达不到吹扫要求或管道内过大的物体不能通过吹扫口，而且造成吹扫口的气体流速过大，影响吹扫口的稳定，产生较大的噪声。

第6款 吹扫气体的流速不小于20m/s是保证管道能吹扫干净的条件之一；验收吹扫是否合格时，其气体的流速也应在20m/s左右，流速过低无法证明检验结果是合格的。

11.2.4 清管进出口采用的临时收、发球（器）装置，是由施工单位自行制作。规定清管压力是为了保证清管安全和管道不被损伤。

11.2.5 测径有利于尽早发现施工中存在的管道变形，及时消除隐患。清管合格后需进行测径，目前一般测径时采用铝质测径板，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、无褶皱为合格。

### 11.3 强度试验

11.3.1 试验时的巡视人员应通过培训，持证上岗，严格按专项施工方案进行作业。防护警戒距离是按照压力级别、根据现行规范并结合实践经验编制。

11.3.2 试验管道分段长度的规定是基本原则，分段进行压力试验的主要目的是为控制在城市施工占道时间过长，而且试验管道过长，一旦试验不合格将给查找漏点带来难度。一般来讲，城市管理部门也不允许施工占道过长。

11.3.3 对于一、二级地区敷设的管道且在高寒的特殊施工地段，可有条件地采用空气作试验介质，是参考输气管道验收的做法，在本标准要求更严格。

11.3.4 根据城镇燃气工程各类型厂站的性质规定了压力试验的一般要求，其中管道输送气态的输配系统厂站压力试验的一般要求与站外管道系统保持一致，液化石油气和液化天然气厂站由于

低温运行不宜采用液体做强度试验介质。压缩天然气场站压力较高，要求采用水压试验。

**11.3.5** 根据多年的实际工程经验，部分输配系统厂站在强度试验时遇到试压水源、废水排放及试验工序等的限制，同时厂站内设备较多，管道系统复杂，水压试验后无法完全排净管内积水，造成工艺设备堵塞等问题，采用液体做强度试验确有困难。本标准参考现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的相关条款，规定了输配系统厂站采用气体作为强度试验介质的条件。

**11.3.6** 在地形高差较大的时候，水压试验时要计算管道最低处的压力，当大于管道环向应力时，可采取分段试压。

**11.3.7** 两端设置压力表是在压力稳定后便于压力对比，并取其平均值进行计算。气压试验时由于受到温度的影响，需要进行温度补偿校核计算。

**11.3.8** 强度试验采用气体介质时，升至试验压力的 50% 后进行初检以防止意外的发生，初检可观察压力表有无持续下降，焊口、法兰接口、管道设备和管件等有无泄漏、异常等。

**11.3.9** 分段试压合格后碰口连接（黄金口）经无损检验合格后不再重复试验，是参考了国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369-2014 中第 14.1.3 条要求提出的。

**11.3.10** 液化石油气、液化天然气均为低温管道，对管道进行干燥，是保冷施工、低温介质运行的基本要求。

## 11.4 严密性试验

**11.4.1** 燃气管道在没有做强度试验的情况下，直接用气体做严密性试验并代替强度试验是危险的，严密性试验应在强度试验合格之后进行。

**11.4.2** 本条规定严密性试验所用压力表的要求，主要是为保证试验数据的可靠性。试验所用压力计的量程、精度等级、最小分格值及表盘直径选择不合理，在燃气管道小流量泄漏时可能不被

读出，另外一种情况是可能损坏压力计。

**11.4.3** 对于设计压力大于或等于 5kPa 的管道，一些标准存在严密性试验压力采用 1.15 倍设计压力的说法，目前，现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 - 2010 规定，对于采用气体进行的严密性试验，其试验压力为设计压力；现行国家标准《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369 - 2014 规定，水压试验、气压试验时，严密性试验压力均为设计压力。根据现行国家标准，严密性试验压力采用设计压力基本能够评价管道严密性能，多年的实践证明该方法是有有效、安全的。

**11.4.4** 缓慢升压是为了确保安全，稳压检查是为了及时发现问题。稳压时间的长短与环境温度、土壤条件等因素有关，施工中可根据具体情况确定。

**11.4.5** 严密性试验的合格判定条件为  $\Delta P' < 133\text{Pa}$ ，其含义是不能有压力降，133Pa 是考虑在读取压力计时可能产生的视觉误差。按水银压力计考虑，1 处读取的误差不会大于 1mm 汞柱，上、下累计的最大读取的误差为 2mm 汞柱，约 133Pa。 $\Delta P' < 133\text{Pa}$  的合格判定条件较为严格。在本标准制定过程中，绝大多数燃气公司认为该合格判定条件能够做到，而且有的燃气公司在企业标准中，已实行严密性试验的合格判定条件为无压力降。城市道路下敷设有各种市政管道，并且各管道、沟槽的安全距离较小，燃气管道只要有泄漏就有可能进入排污管线、电力电缆沟、供热沟槽内聚集而引发事故。从施工角度讲，只要有泄漏就说明工程质量存在问题，小的漏点也有可能在长时间的运行后扩大，所以，燃气管道的严密性试验不允许有泄漏是合理的。

**11.4.6** 架空管道裸露在外，受环境温度等外界因素影响较大，试压时间过长可能导致结果不准确，可采用直观检查。

## 12 竣工验收

**12.0.1** 施工质量验收是在施工单位自检合格的基础上，按工艺顺序及工程项目划分顺序进行，检验批→分项工程→分部（子分部）工程→单位（子单位）工程。施工前，制定分部、分项和检验批的划分方案，报建设单位（监理单位）审核。

**12.0.2** 本条提出了工程竣工验收的基本条件，在组织竣工验收的时候可根据工程特点，按建设单位及主管部门的要求，补充条件。

**12.0.3** 工程竣工验收是检验工程质量必不可少的一道程序，也是保证工程质量的一项重要措施。如质量不合格时，可在验收中及时发现和处理，以免影响使用和维修。规范的验收程序，严格的验收要求，不但能及时发现工程中存在的质量隐患，而且能促使施工单位管理和质量意识的提高。

对工程质量有争议、投诉和检验多次才合格的项目，是重点验收项目，必要时重新检验、复查。

**12.0.4** 工程竣工验收检查要求。

第1款 验收材料主要为本标准 12.0.5 中的各种文件、资料，即包括施工准备阶段的资料和包括施工过程中形成的工程资料以及竣工验收阶段形成的资料。

第2款 按设计、竣工图纸对工程进行现场检查是竣工验收检查的重要工作。主要有：检查工程的实体质量，检查工程是否按设计进行施工，检查竣工图纸是否真实、准确、完整地反映工程实际，检查现场的标志、标识是否符合要求。

**12.0.5** 竣工资料是证明工程建设质量情况的重要文件，需要妥善保管，不得事后随意补交竣工资料。如果不及时收集、整理可能导致丢失、遗漏，难以弥补。工程竣工后，及时进行资料立



卷、归档，这对工程投入使用后的运行管理、维修、扩建、改建等工作有重要的意义。

材料、设备、仪表等需要提供必要的质量合格证明文件、检验试验报告；对于特种设备，则需要提交特种设备的监检报告。本条中的“测量记录”既包含工程施工过程中的跟踪测量，也包含工程完工后的竣工测量，所有测量均做好记录，并在交工技术文件中体现。工程影像资料可以为竣工交验提供最原始、真实、形象的依据，随着社会的发展、科技的进步，影像资料在工程中的应用越来越广泛，越来越重要。

·  
·



统一书号：15112 · 39422  
定 价： 60.00 元