

# 中华人民共和国行业标准

P

SH/T 3108-2000

---

## 炼油厂全厂性工艺及热力管道 设计 规 范

Specifications for design of plant-wide process  
and thermal piping of refineries

2000-10-26 发布

2001-03-01 实施

---

国家石油和化学工业局 发布

中华人民共和国行业标准

# 炼油厂全厂性工艺及热力管道 设计 规 范

Specifications for design of plant-wide process  
and thermal piping of refineries

SH/T 3108-2000

主编单位：中国石化集团北京设计院  
主编部门：中国石油化工集团公司  
批准部门：国家石油和化学工业局

# 国家石油和化学工业局文件

国石化政发(2000)391号

## 关于批准《石油化工厂区绿化设计规范》 等 27 项石油化工行业标准的通知

中国石油化工集团公司:

你公司报批的《石油化工厂区绿化设计规范》等 27 项石油化工行业标准草案,业经我局批准,现予发布。标准名称、编号为:

### 强制性标准:

序号	标准编号	标 准 名 称
1.	SH 3008-2000	石油化工厂区绿化设计规范(代替 SHJ8-89)
2.	SH 3011-2000	石油化工工艺装置设备布置设计通则(代替 SHJ11-89)
3.	SH 3012-2000	石油化工管道布置设计通则(代替 SHJ12-89)
4.	SH 3038-2000	石油化工企业生产装置电力设计技术规范(代替 SHJ38-91)
5.	SH 3504-2000	催化裂化装置反应再生系统设备施工及验收规范(代替 SHJ504-86)
6.	SH 3506-2000	管式炉安装工程施工及验收规范(代替 SHJ506-87)
7.	SH 3510-2000	石油化工设备混凝土基础工程施工及验收规范(代替 SHJ510-88)

### 推荐性标准:

序号	标准编号	标 准 名 称
8.	SH/T 3002-2000	石油库节能设计导则(代替 SHJ2-87)
9.	SH/T 3003-2000	石油化工合理利用能源设计导则(代替 SHJ3-88)
10.	SH/T 3013-2000	石油化工厂区竖向布置设计规范(代替 SHJ13-89)
11.	SH/T 3101-2000	炼油厂流程图图例(代替 SYJ1002-81)
12.	SH/T 3102-2000	石油化工采暖通风与空气调节设计图例(代替 SYJ1005-81)
13.	SH/T 3104-2000	石油化工仪表安装设计规范(代替 SYJ1010-82)
14.	SH/T 3105-2000	炼油厂自动化仪表管线平面布置图图例及文字代号(代替 SYJ1012-82)
15.	SH/T 3107-2000	石油化工液体物料铁路装卸车设施设计规范(代替 SYJ1020-82)
16.	SH/T 3108-2000	炼油厂全厂性工艺及热力管道设计规范(代替 SYJ1024-83)
17.	SH/T 3112-2000	石油化工管式炉炉管胀接工程技术条件(代替 SHJ1039-84)
18.	SH/T 3113-2000	石油化工管式炉燃烧器工程技术条件(代替 SHJ1040-84)
19.	SH/T 3114-2000	石油化工管式炉耐热铸件工程技术条件(代替 SHJ1043-84)
20.	SH/T 3115-2000	石油化工管式炉轻质浇注料衬里工程技术条件(代替 SHJ1045-84)
21.	SH/T 3116-2000	炼油厂用电负荷计算方法(代替 SHJ1067-85)
22.	SH/T 3117-2000	炼油厂设计热力工质消耗计算方法(代替 SHJ1069-85)
23.	SH/T 3118-2000	石油化工蒸汽喷射式抽空器设计规范(代替 SHJ1073-86)

- 24. SH/T 3119-2000 石油化工钢制套管换热器设计规范（代替 SHJ1074-86）
- 25. SH/T 3120-2000 石油化工喷射式混合器设计规范（代替 SHJ1075-86）
- 26. SH/T 3121-2000 炼油装置工艺设计技术规定（代替 SHJ1076-86）
- 27. SH/T 3122-2000 炼油装置工艺管线流程设计技术规定（代替 SHJ1077-86）

以上标准自 2001 年 3 月 1 日起实施，被代替的标准同时废止。

国家石油和化学工业局

二〇〇〇年十月二十六日

## 前 言

本规范是根据中石化(1998)建标字 159 号文的通知,由我院对原《炼油厂全厂性工艺及热力管线设计技术规定》SYJ1024-83 进行修订而成的。

本规范共分五章和四个附录。这次修订的主要内容有:

- 1 在工艺管道流程设计的规定中增加了航空煤油系统设计的规定。
- 2 按新的钢材标准对热油罐储存油品的最高温度作了调整。
- 3 取消了经济管径的计算公式。
- 4 增加了静电安全的有关规定。
- 5 在工艺及热力管道安装设计的规定中吸收了现行有关规范的新规定。
- 6 计量单位全部改用国际单位。

在修订过程中,针对原规定中存在的问题,进行了比较广泛的调查研究,总结了近几年来石油化工储运系统工艺及热力管道的实践经验,并征求了有关设计、施工、生产等方面的意见,对其中主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。

本规范在实施过程中,如发现需要修改补充之处,请将意见和有关资料提供给我们,以便今后修订时考虑。

主编单位地址:北京西城区安德路甲 67 号

邮 政 编 码:100011

本规范的主编单位:中国石化集团北京设计院

参 加 编 制 单 位:金陵石化公司设计院

清华大学

中国石化安全工程研究院

主 要 起 草 人:赵世健 周红儿

## 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	工艺管道流程设计	3
3.1	一般规定	3
3.2	管径及流速的确定	4
4	热力管道流程设计	5
5	工艺及热力管道安装设计	6
5.1	一般规定	6
5.2	管道的吹扫和放空	7
5.3	管道的跨度和间距	8
5.4	管道的热补偿	8
附录 A	防止水击破坏的控制流速的确定	9
附录 B	扫线管内径的确定	10
附录 C	管道最大允许跨度的确定	11
附录 D	埋地管道热位移计算	13
	用词说明	14
附	条文说明	15

## 1 总 则

- 1.0.1 本规范适用于新建炼油厂全厂性工艺及热力管道的设计。炼油厂的改、扩建设计可参照执行。
- 1.0.2 执行本规范时，尚应符合现行有关强制性标准规范的规定。

## 2 术 语

- 2.0.1 全厂性工艺及热力管道——指装置（单元）以外的工艺及热力管道。
- 2.0.2 工艺管道——指油品、添加剂、液化石油气、燃料气、放空油气、氢气、氮气和化学药剂等管道。
- 2.0.3 热力管道——指蒸汽、凝结水、热水、软化水、除盐水、脱氧水和压缩空气等管道。
- 2.0.4 储运系统——指炼油厂的原油、中间原料和液态、气态的石油产品的储存和运输的系统。
- 2.0.5 轻污油——闪点等于或低于 65℃及轻柴油的不合格油品。
- 2.0.6 重污油——闪点高于 65℃（轻柴油除外）的不合格油品、装置停工吹扫重油、储运系统重油管道的扫线油、污水处理场的回收油、催化油浆和焦化暖塔凝缩油等。
- 2.0.7 工厂自用燃料——各装置（单元）使用的燃料油和燃料气。



### 3 工艺管道流程设计

#### 3.1 一般规定

##### 3.1.1 工艺管道流程的设计必须符合下列要求:

- 1 应根据项目的建设要求统一规划,并按项目分期建设的要求进行设计。
- 2 应符合全厂总工艺流程的要求。
- 3 应符合装置(单元)的正常生产、事故处理和开、停工的要求。
- 4 在满足生产要求的前提下,力求简化,减少油品的周转。
- 5 应充分利用地形条件,实现油品自流输送。

##### 3.1.2 装置之间的原料油宜采取直接进料。当采取直接进料并且上下游装置又不同时停工检修时,流程设计应符合下列要求:

- 1 在受料装置停工期间,供料装置生产的原料油应进入储运系统储罐。
- 2 在供料装置停工检修期间,受料装置的原料油应由储运系统的储罐供给。

##### 3.1.3 由装置(单元)进入储运系统油品储罐的油品温度应符合下列要求:

- 1 进冷油罐的油品温度不得高于 95℃。
- 2 进热油罐的油品温度宜在 120~250℃之间,但应低于油品的自燃点。

##### 3.1.4 成品油系统工艺管道流程应符合下列要求:

- 1 在装置停工检修时,应有措施保证产品质量。
- 2 成品油的调合宜采用管道调合工艺。当采用罐内搅拌调合工艺时,对于需严格控制水分或需防止氧化的油品,不得采用压缩空气调和。
- 3 普通成品油的输送可一管多用,但应符合现行《石油产品包装、储运及交货验收规则》SH 0164 的规定。对含有添加剂的润滑油,在一管多用时,不得因混油带入油品的添加剂而影响产品的质量。
- 4 航空油品的组份油与成品油管道应专管专用。
- 5 喷气燃料在进组份罐、调合成品罐前及出厂前,均应进行精密过滤,保证过滤后的喷气燃料中机械杂质含量低于 0.26mg/l,游离水的含量低于 15ppm,纤维含量低于 10 根/l。

##### 3.1.5 工厂自用燃料系统流程应符合下列要求:

- 1 自用燃料油为常减压装置减压渣油时,减压渣油管道宜直接接至各用户;在该装置检修期间,应由储运系统向各用户供应燃料油。当减压渣油不能直接作为燃料油时,应由储运系统向各用户供应自用燃料油。
- 2 在不影响加热炉燃烧的情况下,自用燃料油中可调入不能作为商品燃料油组份的各种重质油。
- 3 燃料气系统应按现行《石油化工企业燃料气系统和可燃性气体排放系统设计规范》SHJ 9 执行。
- 4 在有天然气供应条件时,可用天然气作为工厂自用燃料。

##### 3.1.6 污油系统流程应符合下列要求:

- 1 轻、重污油系统应分别设置。
- 2 轻污油应送回装置回炼。
- 3 重污油宜用作自用燃料油。在不影响商品燃料油质量时可调入商品燃料油。
- 4 轻污油中的不合格汽油和不合格柴油宜分别设置管道和储罐,必要时可互相借用。
- 5 成品油罐区的不合格油,在不影响成品油质量的条件下,可调入成品油中,但流程设计应能使其送往污油罐或装置原料罐。

6 催化油浆和焦化暖塔凝缩油应以专用管道送入储运系统储罐，其他的重污油管道均可共用。

3.1.7 装置开工用油可借用已有的相应管道输送。

### 3.2 管径及流速的确定

3.2.1 除泵的吸入管道、自流管道、气体管道和对流速有特殊要求的管道可按工艺要求确定管径外，其余工艺管道的管径应按经济流速选择，工艺管道内介质的推荐经济流速见表 3.2.1。

表 3.2.1 工艺管道内介质的推荐经济流速

运 动 粘 度 ( $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ )	经 济 流 速 (m/s)
1~2	2.0~3.0
2~28	1.5~2.5
28~72	1.0~2.0
72~146	0.9~1.5
146~438	0.8~1.4

3.2.2 工艺管道的设计流量应根据全厂总工艺流程和作业要求确定。

3.2.3 工艺管道的设计流速应符合下列规定：

1 为防止静电引起火灾或爆炸，当油品的电导率小于 50Ps/m 时，油品管道的设计流速应符合下列规定：

a 轻质油品油罐入口管道的流速应小于 4m/s。

b 轻质油品的汽车油罐车装车管道流速，应符合式 3.2.3-1 的要求，且最大流速不得大于 7m/s。

$$VD \leq 0.5 \quad (3.2.3-1)$$

式中  $V$  —— 油品的流速 (m/s)；

$D$  —— 管道的直径 (m)。

c 轻质油品的铁路油罐车装车管道流速，应符合式 3.2.3-2 的要求，且最大流速不得大于 7m/s。

$$VD \leq 0.8 \quad (3.2.3-2)$$

d 添加了抗静电添加剂的油品，当其电导率大于 50Ps/m 时，或在管道出口附近安装了静电消除器的情况下，可提高流速，但不得大于 10m/s。

e 管道出口前有过滤网（网的目数大于 100 目）或过滤器（过滤精度高于  $30\mu\text{m}$ ）时，应使过滤器出口至管道出口的流动时间大于 30s。

f 轻质油中的游离水或污染物含量较高时，流速应小于 1m/s。

2 工艺管道内介质的流速应低于按附录 A 计算所得的水击安全流速。

3 为控制噪声污染，工艺管道内介质的流速应符合下列要求：

a 对于液体，应小于 9m/s；

b 对于气体，应小于或等于 52m/s。

4 对输送催化油浆等含有固体颗粒的液体管道，介质流速不宜小于 0.9m/s。

## 4 热力管道流程设计

- 4.0.1 热力管道宜采用枝状布置，其主干线应通过主要的和负荷大的用户所在区域或用户集中的区域。
- 4.0.2 热力系统的各类介质应单独设置管网，当管网的介质参数不能符合用户的特殊要求时，可专管输送。
- 4.0.3 蒸汽压力的分级应根据各类用户的需要，按逐级利用、供汽平衡的原则确定。
- 4.0.4 装置内所需蒸汽首先应利用本装置自产蒸汽，汽量不足时再由系统供给。装置自产的饱和蒸汽宜过热后再并入系统管网。
- 4.0.5 厂内应设凝结水回收管网，凝结水不宜就地排放。其回收原则如下：
- 1 应在凝结水集中的区域设凝结水收集站。
  - 2 污染凝结水与洁净凝结水应分别设置管网集输。
  - 3 凝结水回收宜采用压力式回收系统。
- 4.0.6 对于压力高于或等于 3.4MPa (G) 的蒸汽管道，必须进行温降计算；对于压力低于 3.4MPa (G) 的蒸汽管道，当对蒸汽温度有特殊要求时，也应进行温降计算。
- 4.0.7 热力管道应按下列原则进行压力降计算：
- 1 管道的计算流量应为该管道的连续负荷、间断负荷的折算负荷和管网损失之和。连续负荷、间断负荷的折算负荷和的计算，应按现行《炼油厂设计热力工质消耗量计算方法》SH/T 3117 的规定进行。
  - 2 管道的计算长度应为管道的直管段长度与局部阻力的当量长度之和。
- 4.0.8 热力管道内介质的推荐流速见表 4.0.8。

表 4.0.8 热力管道内介质的推荐流速

介 质	管 道 种 类	推荐流速 (m/s)
蒸 汽	高中压蒸汽管道 (3.4MPa~90MPa)	40~52
	低压蒸汽管道 (1.0MPa)	30~50
	饱和蒸汽管道	20~40
除氧水 软化水	压力管道	1.5~3
热 水	热水管道	1~2
凝 结 水	自流凝结水管道	0.5
	余压凝结水管道	0.5~1
	泵送凝结水管道	1~2
压缩空气	压缩空气管道	8~15

## 5 工艺及热力管道安装设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 管道的设计温度和设计压力的取值、管道器材的选用应符合现行行业标准《石油化工企业管道设计器材选用通则》SH 3059 的规定。

5.1.2 管道布置应结合平面布置和竖向设计，在满足生产、施工、检修和安全运行的条件下，力求降低管道工程建设费用，并应符合下列要求：

1 分期施工的管道应统一规划，并使管道在分期施工时互不影响，当分期界限明显，且后期施工的管道较多时，宜单独预留管带。前期工程的管道不宜穿越预留发展用地。

2 管架或管墩上（包括相应的穿越涵洞）应留有 10%~30% 不可预见管道敷设的空位。

3 布置地上敷设的管道时，不宜使管墩或管架所受的垂直荷载和水平荷载集中在一端。

4 布置腐蚀性或有毒介质的管道时，应采取避免由于管内介质泄漏而对外界造成危害的措施。

5 工艺及热力管道应共架、共墩布置，管道较多时应多层布置，但不宜多于三层。

6 管道布置，不应妨碍消防车的通行。

5.1.3 管道的连接，除因设排空口、预留接头、安装阀门、仪表或与设备连接等需要采用法兰或螺纹连接外，均应采用焊接。

5.1.4 蒸汽及气体管道支管应从主管上部引出。热力管道和燃料气管道的支管上应在靠近主管处安装阀门。

5.1.5 管道宜地上敷设，不宜埋地或管沟敷设。当管道埋地敷设时，管道的埋设深度应保证管道不因外力作用而发生破坏，且应避免最大冻土深度和地下水位等的影响。在一般情况下，管顶距地面不宜小于 0.5m。

5.1.6 管墩、管架的高度应符合下列要求：

1 管墩顶距地面不宜小于 0.4m。

2 管带下方需要通行时，管底与地面的净空不得小于 2.1m。

3 多层管架的层间距不宜小于 1.2m。

5.1.7 管带上的阀门应集中布置，便于操作。在管架上的管道阀组处应设操作平台及梯子。

5.1.8 有隔热层的管道，在管墩、管架处应设管托；不设隔热层的管道应不设管托。

5.1.9 管道支吊架的设置应符合下列要求：

1 允许管道有轴向位移，而对径向位移需要加以限制时，应设导向支架，导向支架不宜靠近弯头和支管。

2 对于立弯管应采取使管道能吸收自身所产生的竖向位移。若竖向位移的作用可能使管道产生的应力超过许用应力或使管道脱离支架，则应设弹簧支吊架。

3 高温管道、低温管道、振动管道和高中压蒸汽管道不得用来支撑其他管道。

4 有隔热层的管道宜采取措施减少支吊架处热（冷）量损失。

5 支吊架边缘与管道焊缝的净距不应小于 50mm，与需要热处理的管道焊缝的间距应大于焊缝宽度的 5 倍，且不应小于 100mm。

6 支吊架或管托不应与保冷管道、浓碱液管道和介质温度等于或高于 400℃ 的碳素钢管道直接焊接。

5.1.10 管道焊缝的设置，应符合下列要求：

- 1 管道对接焊缝的中心与弯管起弯点的距离不应小于管子外径,且不应小于 100 mm。
  - 2 不宜在管道焊缝及其边缘上开孔。
- 5.1.11 输送易燃、易爆物料的管道应按现行的《石油库设计规范》GBJ 74 的有关规定采取防静电和防感应雷的措施。
- 5.1.12 管道跨越铁路和道路时,铁路和道路两侧管道或管架的最突出部分距铁路中心线不得小于 3.0m;距公路型道路路肩不得小于 1.0m。距城市型道路路面边缘不得小于 1m。桁架底(无桁架者为吊架底或管底)与路面之间的净空高度应符合下列要求:
- 1 距行驶机车的铁路轨顶不得小于 5.5m。
  - 2 距主要道路路面不得小于 5.5m。
  - 3 距一般道路路面不得小于 5.0m。
- 5.1.13 管带与铁路或道路平行布置时,其最突出部分距铁路中心线不应小于 3.5m(铁路装卸台或洗罐台的管道除外),距公路型道路的路肩不得小于 1.0m,距城市型道路的路面边缘不得小于 1.0m。
- 5.1.14 管道穿越铁路及主要道路时,应符合下列规定:
- 1 管道与铁路或道路的交角不宜小于 60°。管道应敷设在涵洞或套管内,亦可采取其他防护措施。
  - 2 套管的两端伸出路基边坡不得小于 2.0m,路边有排水沟时,伸出水沟边不应小于 1.0m。套管顶距铁路轨顶不应小于 1.2m,距道路路面不应小于 0.8m,否则应核算套管强度。
- 5.1.15 全厂性工艺及热力管道应有坡度,并宜与地面坡度一致。管道的最小坡度不宜小于 2‰,管道变坡点宜设在转弯处或固定点处。
- 5.1.16 管道安装设计应满足管道抗震的要求。

## 5.2 管道的吹扫和放空

- 5.2.1 全厂性工艺管道应设有停工检修或停输后的吹扫接头,对于易凝油品管道,应设固定式吹扫接头,对于非易凝油品管道,宜设半固定式吹扫接头。
- 5.2.2 各种管道的扫线方向规定如下:
- 1 进出装置(单元)的工艺管道应从装置(单元)扫向储运系统罐区,但第 2、第 3 款的管道除外。
  - 2 工厂自用燃料油和放空油气进出装置(单元)的支管应从装置(单元)外扫向装置(单元);干线应由全厂性工艺管道扫向供油罐或火炬。
  - 3 化学药剂管道应由化学药剂设施扫向装置(单元)。
  - 4 装卸车管道宜由装卸台扫向罐区。
- 5.2.3 扫线管直径可按附录 B 计算确定,扫线管公称直径不应小于 25mm。
- 5.2.4 扫线介质的选用应符合下列要求:
- 1 闪点低于或等于 45℃的油品、燃料气、液化石油气和放空油气管道不得用压缩空气扫线。
  - 2 严格控制水分的油品、添加剂和酸类管道不得用水扫线,扫线介质宜用净化压缩空气或氮气。
  - 3 对受热后易大量挥发的介质,其输送管道不宜用蒸汽扫线;对受热后易使管道腐蚀加剧的介质,其输送管道不得用蒸汽扫线。
  - 4 设计温度高于 120℃的重质油管道可用轻柴油顶线。
  - 5 在氮气供给充足的情况下,宜用氮气扫线。对易氧化及易燃易爆介质的管道宜用氮气扫线。
- 5.2.5 全厂性工艺及热力管道的低点放空应符合下列规定:
- 1 蒸汽管道应设低点放空,当流向与敷设坡度方向相反时,尚应在翻越处设低点放空。
  - 2 有毒气体和可燃气体的管道、含有有毒物质的液体、腐蚀性液体的管道和自然点高出设计温度

之值不足 10℃ 的液体管道, 以及不产生凝结液的气体管道均不得设低点放空。

3 非净化压缩空气管道宜设低点放空。

5.2.6 无隔热层并且在使用后不排空的地上甲、乙类液体管道的每对切断阀之间, 应有泄压措施。

### 5.3 管道的跨度和间距

5.3.1 管架上连续敷设的直管道的最大允许跨度应按均布荷载作用下的水平多跨连续梁进行计算, 计算公式应采用附录 C 第 C.0.1 条所列公式。

计算时, 应同时符合正常操作状态下的刚度和强度条件。

5.3.2 按强度条件计算管道跨度时, 连续敷设的直管道末端的最大允许跨度应取第 5.3.1 条强度条件计算值的 0.8 倍; 水平弯管在紧靠弯头处的最大允许跨度则应取 0.67 倍; 在计算立弯管的跨度时, 应视立管重量为集中载荷。计算公式见附录 C 第 C.0.2 条。

5.3.3 当两支架间有集中荷载时, 应核算管道跨度, 以满足强度和刚度条件。

5.3.4 在管墩、管架上, 管道之间的净距不宜大于 100mm, 但法兰外缘与相邻管道之间的净距不得小于 25mm。

5.3.5 管子或隔热层距管架梁或管墩端部的净距应符合下列要求:

- 1 无隔热层管道, 不应小于 150mm。
- 2 有隔热层管道, 不应小于 120mm。

### 5.4 管道的热补偿

5.4.1 补偿器的设计和选型应符合下列规定:

1 管道的热补偿应优先利用自然补偿。

2 直管道宜采用 U 形补偿器。U 形补偿器的布置应符合下列要求:

- a 两个固定点间宜设一个方形补偿器。补偿器与固定点的距离不宜小于固定点间距的三分之一;
- b 油气放空管道的 U 形补偿器宜水平布置。

3 在采用 U 形补偿器的条件受到限制或不经济时, 可采用波纹管补偿器。有毒或易燃、易爆介质的管道不应采用套筒式补偿器。

4 对埋地敷设的管道产生热位移的管段应考虑热补偿, 在管道强度允许的条件下可设置挡墩。热位移计算公式见附录 D。

5.4.2 管道固定点的设置应符合下列规定:

- 1 应充分利用管道的自然补偿。
- 2 固定点宜靠近需要限制支管位移的地方。
- 3 多根水平敷设的管道在转弯处的横向位移量应小于该处的管间净距。
- 4 固定点应设置在需要承受管道振动、冲击荷载或需要限制管道多方向位移处。

## 附录 A 防止水击破坏的控制流速的确定

A.0.1 管内液体产生水击分直接水击和间接水击两种。

当  $\tau \leq \frac{2L_b}{U}$  时, 为直接水击;

当  $\tau > \frac{2L_b}{U}$  时, 为间接水击。

式中  $\tau$  —— 管道末端阀的关闭时间 (s);

$L_b$  —— 传播水击波的管道长度 (m);

$U$  —— 水击波在液体中的传播速度 (m/s)。

$$U = \sqrt{\frac{K}{\rho \left( 1 + \frac{K \cdot d_i}{E \cdot \delta} \right)}} \quad (\text{A.0.1-1})$$

式中  $K$  —— 液体的体积弹性模数 (Pa), 对于油品可取  $1.35 \times 10^9 \text{Pa}$ ;

$E$  —— 管材在操作温度下的弹性模量 (Pa);

$\rho$  —— 液体密度 ( $\text{kg/m}^3$ );

$d_i$  —— 管子内径 (m);

$\delta$  —— 管子壁厚 (m)。

1 防止直接水击的控制流速, 可按下式计算:

$$V_c = \frac{\Delta P \cdot 10^6}{\rho \cdot U} \quad (\text{A.0.1-2})$$

2 防止间接水击的控制流速, 可按下式计算:

$$V_c = \frac{\Delta P \cdot \tau \cdot 10^6}{2L_b \cdot \rho} \quad (\text{A.0.1-3})$$

式中  $V_c$  —— 控制流速 (m/s);

$\Delta P$  —— 管子允许的水击增压 (MPa)。

## 附录 B 扫线管内径的确定

B.0.1 扫线管内径可按下式计算:

$$d_{bi} = 0.142 \left( \frac{L_b \cdot d_i^4 V^2 \cdot \gamma_b}{\Delta P_b \cdot g} \right)^{0.19} \quad (\text{B.0.1-1})$$

$$\Delta P_b = P_b - 10^{-6} (\Delta H_1 + \Delta H_2) \gamma - P_e \quad (\text{B.0.1-2})$$

式中  $d_{bi}$  —— 扫线管内径 (mm); $L_b$  —— 扫线管计算长度 (包括直管长度和局部阻力当量长度) (m); $d_i$  —— 被扫线管内径 (mm); $V$  —— 扫线时被扫介质流速 (按被扫管线的长度和预定扫线时间确定) (m/s); $\gamma_b$  —— 扫线介质重度 (N/m<sup>3</sup>); $g$  —— 重力加速度, 取 9.81m/s<sup>2</sup>; $\Delta P_b$  —— 扫线时扫线管两端的压力差 (MPa); $P_b$  —— 扫线介质的压力 (MPa); $H_1$  —— 被扫管道在扫线时沿程摩擦损失 (m); $H_2$  —— 被扫管道两端位差 (m); $\gamma$  —— 被扫介质重度 (N/m<sup>3</sup>); $P_e$  —— 被扫管道出口处背压 (MPa)。



## 附录 C 管道最大允许跨度的确定

## C.0.1 连续敷设的直管道最大允许跨度

## 1 按刚度条件计算的公式

$$L_c = 0.00916 \sqrt[3]{\frac{E_w I_c}{W}} \quad (\text{C.0.1-1})$$

## 2 按强度条件计算的公式

$$L_c = 0.1095 \sqrt{\frac{Z_c \sigma_s \varphi}{W}} \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中  $L_c$  —— 连续敷设的直管道最大允许跨度 (m);

$E_w$  —— 管材在计算温度下的弹性模量 (MPa);

$I_c$  —— 扣除安全裕量  $C$  后的管子抗弯惯性矩 ( $\text{mm}^4$ );

$Z_c$  —— 扣除安全裕量  $C$  后的管子抗截面系数 ( $\text{mm}^3$ );

$W$  —— 管道单位长度重量 (N/m)。对于液体管道,  $W$  为管子自重、充液重和隔热结构重量之和; 对于气体管道,  $W$  为管子自重、凝液重和隔热结构重量之和。其中, 对于一般气体管道, 凝液重取充液重的 5%; 对于催化富气或相当于富气组成的其他气体的放空管道, 当无隔热层时, 取充液重的 20%;

$\sigma_s$  —— 管线持续外载许用应力 (MPa);

$$\sigma_s = \sigma - \frac{P_w (d_o - \delta_c)}{4 \delta_c}$$

$\sigma$  —— 管材在计算温度下的基本许用应力 (MPa);

$P_w$  —— 管道在计算温度下的操作压力 (MPa);

$d_o$  —— 管子外径 (mm);

$\delta_c$  —— 扣除安全裕量  $C$  后的管壁厚度 (mm);

$\varphi$  —— 环向缝系数, 取 0.7。

安全裕量  $C$ :

对于无缝钢管

$$C = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) \quad (\text{C.0.1-3})$$

对于螺旋焊缝钢管

$$C = \frac{1}{2} C_1 + C_2 \quad (\text{C.0.1-4})$$

式中  $C_1$  —— 腐蚀裕量 (mm);

$C_2$  —— 管子壁厚负偏差 (mm)。

C.0.2 末段直管、水平弯管、立弯管的最大允许跨度, 可按强度条件计算公式计算, 但应超过连续敷设的直管道最大允许跨度。

## 1 末段直管

$$L_e = 0.0894 \sqrt{\frac{Z_c \sigma_s \varphi}{W}} \quad (\text{C.0.2-1})$$

式中  $L_e$ ——末端直管最大允许跨度 (m)。

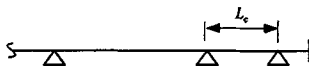


图 C.0.2-1 末端直管

## 2 水平弯管

$$L_h = 0.073 \sqrt{\frac{Z_c \sigma_s \varphi}{W}} \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中  $L_h$ ——水平弯管最大允许跨度 (指水平弯管的展开长度) (m)。

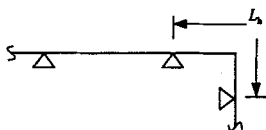


图 C.0.2-2 水平弯管

## 3 立弯管

$$L_v = \sqrt{h^2 + \frac{0.008 Z_c \sigma_s \varphi}{W}} - h \quad (\text{C.0.2-3})$$

式中  $L_v$ ——立弯管最大允许跨度 (m)；

$h$ ——竖管的高度 (m)。

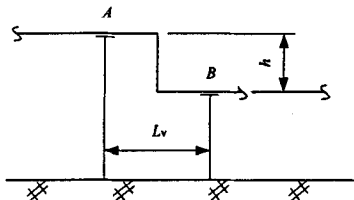


图 C.0.2-3 立弯管

## 附录 D 埋地管道热位移计算

D.0.1 埋地管道出土端或转向点至不动点间长度，可按下式计算：

$$L_g = \frac{1500 \alpha E_w (t - t_1) \delta}{m \gamma_s h_g \mu} \quad (\text{D.0.1-1})$$

埋地管道热位移按下式计算：

$$\Delta L_g = \frac{1}{2} \alpha L_g (t - t_1) \quad (\text{D.0.1-2})$$

式中  $L_g$ ——埋地管道出土端或转向点至不动点间长度 (m)；

$\Delta L_g$ ——埋地管道线热位移量 (m)；

$\alpha$ ——管材的线膨胀系数 (m/m℃)；

$t$ ——管内介质的操作温度 (℃)；

$t_1$ ——管道安装温度 (℃)；

$\gamma_s$ ——土壤平均容重 (N/m<sup>3</sup>)；

$h_g$ ——地面到管中心的深度 (m)；

$\mu$ ——土壤对管子的摩擦系数；

$m$ ——管径系数。当管道不保温时，取  $m=1$ ；当保温管道的保温层与管子表面间的附着力强时，取  $m=D_o/d_o$ ， $D_o$ 、 $d_o$  分别为保温层外径和管外径 (mm)。

## 用 词 说 明

对本标准条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

（一）表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

（二）表示严格，在正常情况下应这样做的用词

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

（三）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做，采用“可”。

中华人民共和国行业标准

# 炼油厂全厂性工艺及热力管道 设计 规 范

SH/T 3108-2000

条 文 说 明

2 0 0 0 北 京

## 目 次

3	工艺管道流程设计	19
3.1	一般规定	19
3.2	管径及流速的确定	19
4	热力管道流程设计	20
5	工艺及热力管道安装设计	21
5.1	一般规定	21
5.2	管道的吹扫和放空	21
附录 A	防止水击破坏的控制流速的确定	22
附录 B	扫线管内径的确定	23
附录 C	管道最大允许跨度的确定	24

### 3 工艺管道流程设计

#### 3.1 一般规定

3.1.1 全厂性工艺及热力管道流程的设计原则，主要是根据工艺生产和建设的客观需要提出的，概括如下：

(1) 为适应工程分期建设、分期投产的需要，管道设计也应进行统一规划。前期工程既要满足前期生产的要求，又要为后期生产、施工创造条件，使设计经济合理，有利于安全生产、安全施工。

(2) 全厂性工艺及热力管道是为实现全厂总工艺流程服务的。一方面要适应炼油厂不同加工方案的需要，或满足加工不同原油引起产品方案改变的需要；另一方面，又要满足装置正常生产、事故处理以及开、停工对管道系统的要求。

3.1.3 本条规定进冷油罐的油温不得高于 95℃，是为了使油温低于 100℃，避免因罐内有水而发生突沸。其中 100℃与 95℃之间的 5℃温差则完全是考虑工业操作和控制可能的误差，需要有足够的安全余量才能保证安全。

热油罐油品温度的上限是根据《石油化工立式圆筒形钢制焊接储罐设计规范》SH 3046-1992 的规定，在使用 Q235-AF 及 Q235-A 钢材时，使用温度最高为 250℃而确定的。热油罐油品温度的下限 120℃则是考虑罐内油温在 95℃~120℃范围内时，油罐顶部的温度可能低于 100℃，罐顶气相中的水分则可能凝结为水，有造成突沸的危险，所以 95℃~120℃这一油温范围在热油罐设计中不推荐使用。

当油罐的材质与新的立式钢罐设计标准不符，或使用温度超过 250℃时，则应对油罐强度进行核算。

3.1.4 根据我们的调查，对航空煤油的过滤和脱水不可有丝毫的疏忽，这方面的教训是惨痛的。因此，规范特别重申了航空煤油精密过滤器的设置和选用的规定，这些规定与国内、国际的相关标准是一致的。

#### 3.2 管径及流速的确定

3.2.1 管径选取的经济性取决于管材及管子配件价格、电价、贷款年限及贷款利率等参数，其中的某些基础数据波动频繁、变化较大。因此，设计中应根据当时的具体数据进行比较计算，确定经济合理的管径。本标准给出了推荐的经济流速范围。

##### 3.2.3

1 本款仅对轻质油的静电安全流速作了规定，对重质油没有作规定。这是因为重质油的电导率大于  $10^{-10}\text{s/m}$ ，通常不按易带电介质考虑，所以，对重质油不提流速限制。

3 过滤器（过滤精度高于  $30\mu\text{m}$ ）后的管道，特别是航空煤油的精密过滤器后的管道，应注意使油品从过滤器出口至管道出口的流动时间大于 30s。同时，仍应使管道中介质的流速不大于  $7\text{m/s}$ 。

4 由于油品中游离水和污染物的含量较高时，发生静电引起的爆炸的危险大大增加，所以才有本款的规定。但对游离水和污染物的含量达到多少才算含量较高，目前尚无统一的结论。

## 4 热力管道流程设计

4.0.1 热力管道采用枝状布置的投资较环状布置低。实践证明,枝状布置是可靠的,现有的炼油厂一般都采用枝状布置。

4.0.2 单管输送系统指单母管系统。若一条管道的输送量不够大而采用两条管道,但各装置(单元)只与其中一条管道连接时,仍属单管输送。某些重要装置(单元)对介质参数(如压力)有较严格的要求,而全厂性热力管网又不能满足时,才允许另设专线。

4.0.3 蒸汽压力按用户需要对口供应,不进行减压而是逐级利用,才能充分利用有效能,从而节约能源。

4.0.4 本条系指装置发生饱和蒸汽量较大时,如直接并入厂内过热蒸汽管网,未经充分混合即被利用,则将造成管网含水量过大,影响装置(单元)的正常工作。

4.0.5 回收凝结水的目的主要是回收热能和减少软化水流失。虽然目前凝结水除油还有些技术问题有待解决,而且往往凝结水回收因回收点比较分散、回收量又不大,都给凝结水回收带来困难,但为了节约能源、降低运行费用,本条规定了凝结水应予以回收的原则。

4.0.6 压力大于或等于 3.5Mpa (G) 的蒸汽主要供中压汽轮机使用。汽轮机对蒸汽的温度要求较严(例如 3.5Mpa (G) 的汽轮机额定蒸汽温度一般为 435℃),因之要求进行降温计算。

4.0.8 推荐流速的选取参考了下列文献:

《热力管网设计参考资料》1976 年版 冶金部编;

《化工工艺设计手册》第一册 1974 年版 化工部编;

《工业锅炉房设计手册》1975 年版 建筑工业出版社出版;

《火力发电厂汽水管道设计手册》电力部编;

《压缩空气站设计手册》1973 年版。



## 5 工艺及热力管道安装设计

### 5.1 一般规定

5.1.2 全厂性工艺及热力管道布置必须在全厂平面布置和竖向设计的基础上，一方面满足各装置及单元生产、施工、检修和安全运行的需要，一方面要使管线长度最短，从而节约投资。

5.1.10 管道焊缝的设置应在管道施工验收规范中已有规定，但在有关弯管、直管段的安装设计中，容易疏忽，在此重申了管道焊缝设置的基本要点。

5.1.15 全厂性工艺及热力管道的长度较大，采取管道坡度与地面一致的做法，可以避免因管道与地面的坡度不同（或反坡），使管架（墩）的高度变化太大。

### 5.2 管道的吹扫和放空

5.2.5 本条款不包括施工时试压用低点放空及高点放气。

## 附录 A 防止水击破坏的控制流速的确定

因管道末端阀门的关闭而产生的水击已越来越受到人们的重视，特别是随着炼油厂油品储运系统自动化水平的提高，气动阀门的使用越来越多，和其他操作方式的阀门相比，气动阀门的关闭时间明显缩短，水击危害更加突出。为了防止水击破坏，应对起主要作用的流速加以控制。炼油厂管道比长距离管道为短，多数情况是发生间接水击。本规定所给的计算式都是在最大水击增压发生点（即阀门处）的控制流速计算式。若计算其他点处的水击增压，则按水击原理分析计算。由于工程设计中大多按最不利的状态考虑，故一般按本规定计算式计算的控制流速可以得到较为安全的结果。

## 附录B 扫线管内径的确定

扫线管内径的计算式是按流体在管道内能量守恒的原则由水力计算公式推导出来的。将扫线介质主管接出端至被扫线介质出口端看成是一条连续管道，它应满足伯诺利定理。按照扫线管和被扫线管不同的水力状态计算沿程摩阻，最后导出计算扫线管直径的公式。其中有两点需要说明：

1 在考虑扫线管道的长度时，因其较短，阀门的局部阻力必须转化为当量长度进行计算，否则误差太大。而在扫线管内径未求出前要确定当量长度，只好预先假定直径进行计算，若最后算出的扫线管直径与原假设不同，则应调整原假设值再算，直至假设值与计算值相同为止。

2 由于扫线管的直径一般较小，而扫线管两端的压力差较大，在扫线管内的流动状态可近似认为处于阻力平方区，摩阻系数简化为  $\lambda = 0.11 \left( \frac{B_d}{d_i} \right)^{0.25}$ ， $B_d$  为当量粗糙度，由此推导出公式 (B.0.1-1)。

按照公式 (B.0.1-1) 计算，不同油品、不同扫线介质有不同的扫线管直径，可避免不同压力的扫线介质都采用相同的扫线管直径的问题。

## 附录 C 管道最大允许跨度的确定

炼油厂油品储运系统管道多用管墩和管架支撑。管道跨度的确定不仅影响管墩、管架的数量和投资,更主要的是它关系到管道能否长期安全运行。本规定中的跨度计算公式首先是保证管道安全运行,其次是使小直径的管道跨度不致太小。

### C.0.1 连续敷设的直管道最大允许跨度

在炼油厂油品储运系统中,管道一般都有 2% 左右的坡度,本规定将其简单视为水平管道进行计算。

跨度计算应按刚度条件和强度条件分别进行,取其较小值作为管道跨距。使跨距既满足管道在变形方面的要求,又保证了在持续外载作用下管道的应力处于许可范围之内。

计算公式中的系数取值:

#### 1 弯矩系数和挠度系数

油品储运系统管道习惯做成等跨布置,当把边跨和相当于边跨位置的特殊管段,例如末端直管、水平弯管等,进行跨度修正,使中间各跨的连续管道支座处的弯矩系数都接近  $1/12$ ,各跨的挠度系数都接近  $1/384$ ,便得出附录 C 中的各个公式。

#### 2 管道最大允许挠度

以往小直径管道由于受到相对挠度为 0.001 至 0.0013 的限制,致使跨度很小。据实际观测,公称直径不大于 150mm 的管道相对挠度不大于 0.003,公称直径 150mm 以上的管道相对挠度不大于 0.002,都看不出明显的挠度。本规定把相对挠度的限制放宽到 0.002,就能使小管径管道的跨度适当提高。

#### 3 环向焊缝系数

原规定  $\phi = 0.7$ ,在执行中没有发现问题。新发布的《钢制压力容器》(GB150-1998)规定,单面焊局部无损检测(带垫板)  $\phi = 0.8$ ;《钢制焊接常压容器》(JB/T4735-1997)规定,单面焊局部无损检测无垫板  $\phi = 0.7$ 。参照新发布的上述规范,并考虑油品储运系统管道的焊缝不在管道的支、吊点处,同时一般管道的实际跨距多数小于计算跨距,所以,此次修订仍取环向焊缝系数  $\phi = 0.7$ 。

#### 4 安全裕量

由于输送介质对管壁确有腐蚀作用和管子制造可能出现壁厚的负公差,所以在计算管道的跨度时,应将这两个因素考虑在内。

##### (1) 腐蚀裕量 $C_1$

管道中的油品属于微腐蚀性介质,其他介质(如汽、水、压缩空气等)的腐蚀性均不及油品严重。为了简化,所有管道(除酸、碱等腐蚀严重的管道外)均按油品的腐蚀程度计算。

在计算管壁厚度时,微腐蚀性介质管道的腐蚀裕量一般取 1.5mm。对外腐蚀来说,由于管子外壁已采取了防腐措施,例如刷漆等,所以不予考虑,即本规范仅考虑内腐蚀的作用。而管道的内腐蚀虽然有均匀的全面腐蚀,但点、片状的局部腐蚀亦比较突出,所以,在考虑腐蚀对管子断面的影响时,按 1.5mm 的壁厚全部被腐蚀掉计算是与实际情况不相符合的。因此,  $C_1$  取 1.5mm 的一半,即 0.75mm 比较合理。对腐蚀严重的酸、碱管道则应特殊处理。

##### (2) 管子壁厚负公差 $C_2$

对于无缝钢管,壁厚公差可能造成偏心,但对管子断面系数影响不大。而局部壁厚的负公差则造成壁厚的减少,对管子断面系数是有影响的,考虑整条管道不会都按壁厚负公差减少壁厚,也不会都按直径负公差减少直径,故对整条管道的壁厚和直径按同时出现负公差的一半计算。

对于螺旋焊接钢管, 由于使用的板材本身存在负公差, 即管子壁厚会均匀地减少, 所以螺旋焊接钢管的安全裕量  $C$  中的  $C_2$  值按全量计算。

### 5 管道持续外载许用应力

计算管道的跨度时, 不考虑热胀应力即二次应力, 只考虑一次应力。对于水平管道, 一次应力由内压轴向应力、支座摩擦力造成的应力、管道重力造成的应力组成。为简化计算, 忽略支座摩擦力(支座摩擦力较小), 并将管道重力引起的弯曲应力与内压引起的轴向应力直接迭加, 并要使迭加所得的应力不大于管材在计算温度下的基本许用应力。在扣除管壁安全裕量的情况下, 内压则取计算温度下的操作压力。

### 6 管道单位长度的重量 $W$

$W$  未包括风、雪、地震等短期荷载。在计算风、雪、地震等短期荷载与正常荷载组合情况下的许用应力时, 允许管材在计算温度下的许用应力提高 20%~30%。

水压试验是一种临时状态, 而且多数是在管道投产之前进行, 有隔热层的管道也都是在隔热层施工前进行。因此, 做水压试验管道的  $I$ 、 $Z$ 、 $\delta$  等均不考虑扣除安全裕量  $C$ , 每米管道的重量  $W$  为管子自重加充水重, 管道的内压  $P_w$  则取水压试验的试验压力。

对液体管道的跨距计算, 基本不用作水压试验状态的校核计算。而对气体管道的跨距计算, 当不考虑在水压试验时加设管道的临时支撑用以缩小跨距、保证安全时, 则需对跨距进行水压试验状态的校核计算。

对油品储运系统中可能出现凝液的气管道, 操作状态下的凝液重量取值:

由于催化富气放空管道没有保温层, 当其长度为 1000m, 管道进口温度为 40℃时, 管内凝液积存最多处, 其管内断面上有 18% 的面积为凝液。除此而外, 产生凝液较多的管道就是 1MPa 饱和蒸汽管, 放水距离按 200~300m 计算, 在其凝液积存最多处, 液体在其断面上所占面积不大于管子截面积的 5%。因此, 对可能产生凝液的气管道, 一般气体管道就取满管凝液重的 0.05 倍, 无隔热层的催化富气管道就取满管凝液重的 0.20 倍。

### C.0.2 末端直管、水平弯管和立弯管最大允许跨度:

附录中的计算公式未包括管道在一跨之内设有阀门或其他管子附件的情况。当设有阀门或其他管子附件时, 则应将它们作为集中荷载进行计算。

水平弯管、末端直管和立弯管出现的机会较多, 其最大允许跨度必须满足强度条件, 而刚度条件略可放松, 但最大允许跨度也不应超过连续敷设的直管的最大允许跨度。附录中给出了按强度条件计算的公式。

#### 1 末端直管

将边跨看作一端固定一端简支的梁。固定支座处的管子弯矩为:

$$M = \frac{1}{8} W L_e^2 \quad (\text{式-1})$$

经代入整理得出

$$L_e = 0.0894 \sqrt{\frac{Z_c \sigma_s \phi}{W}}$$

式中  $M$  —— 管子在固定支座处的弯矩 (N·m)。

## 2 水平弯管

当水平弯管的两个臂长不等时,其最大允许跨度(水平弯管的展开长度)可大于两个臂长相等的情况。因此,设 $AD=BD$ ,计算 $M_A$ 和 $M_B$ 。因为图形 $ADB$ 的重心在 $C$ 点(见图1), $C$ 点与支座 $A$ 或 $B$ 的距离为 $3L_h/8$ ,整个梁的重量由支座 $A$ 和 $B$ 平均分担,并将 $AD$ 或 $BD$ 视作悬臂梁。则:

$$M_A = M_B = \frac{1}{2}WL_h \cdot \frac{3}{8}L_h = \frac{1}{5.33}WL_h^2 \quad (\text{式-2})$$

从而得出

$$L_h = 0.073 \sqrt{\frac{Z_c \sigma_s \varphi}{W}}$$

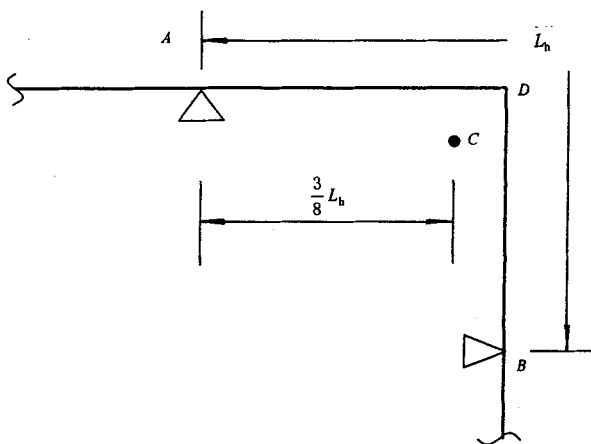


图1 水平弯管示意图

## 3 立弯管

竖管与两侧的支架不等距时,立弯管的最大允许跨度比竖管在两支架的正中间时大,因此,按最不利的情况(即竖管在两支架的正中间)计算 $A$ 和 $B$ 支座处管子的弯矩。竖管 $h$ 的重量作为集中荷载,由支座 $A$ 和 $B$ 平均分担,则:

$$M_A = M_B = \frac{1}{8}WL_v^2 + \frac{1}{4}WL_v h \quad (\text{式-3})$$

经整理推导出

$$L_v = \sqrt{h^2 + \frac{0.008Z_c \sigma_s \varphi}{W} - h}$$