



石油化工厂设备检修手册

第十分册 工艺管线

王怀义 张德姜 刘耕戌 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本分册为《石油化工厂设备检修手册》第十分册。主要内容包括管道工程的基础；管道设计的要点；管道图的绘制；管道器材的标准系列和选用；管道的静密封；管道的隔热和伴热；管道支吊架；管道的应力分析等。为管道检修的技术、管理人员提供了原设计的技术和应用资料，以期达到管道检修或改进后仍能符合原设计和生产的要求。

本书既可供石油化工企业主管检修的技术、管理人员阅读，也可供大专院校有关专业的师生和管道设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工厂设备检修手册.第十分册,工艺管线/王怀义等编著.
—北京:中国石化出版社,2002
ISBN 7-80164-166-3

I.石… II.王… III.①石油化工厂-化工设备-检修-技术手册
②石油化工厂-管道-检修-技术手册 IV.TE65-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 085591 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 38.5 印张 979 千字 印 1—4000

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

出版说明

《石油化工厂设备检修手册》是在原《炼油厂设备检修手册》的基础上补充、修订、编写而成的。原手册共有五个分册，已于1980年前后陆续出版。廿年来，这套丛书为我国炼油工业的发展作出了应有的贡献，得到了现场工程技术人员的好评。

随着科学技术的飞速发展，我国的炼油工业技术水平不断提高，管理水平日趋完善，石油化学工业也犹如初升的太阳，在国家经济建设中占有越来越重要的地位。老装置的技术改造，新装置的建设和投产，以及各种技术条件、标准及规范的变化，对设备检修技术及管理水平提出了新的要求。因此，迫切需要重新组织编写一套设备检修丛书，这就是《石油化工厂设备检修手册》诞生的由来。

本手册以国家、部委颁发的最新规范、标准为准绳，密切联系生产实际，力求解决检修现场带有普遍性的问题，跟上检修技术不断发展的步伐。这次修订，增加了土建工程、防腐工程、吊装工程三个分册；并把转动设备和静止设备按类别划分为数个分册。同时，对原有各分册的内容也进行了充实，在原来以炼油厂设备检修为主线的基础上，注意增加了石油化工厂设备检修方面的内容。修订后的手册在具体内容上，更加深入地接触了检修现场的实际情况。

修订后的《石油化工厂设备检修手册》的内容包括：基础数据、焊接、土建工程、防腐蚀工程、泵、压缩机、加热炉、换热器、容器、工艺管线、吊装工程十一个分册，将陆续组织出版。在组织编写过程中，得到了原中国石油化工总公司、中国石油天然气总公司、石油大学等有关方面的大力支持，使手册得以顺利出版，特此表示感谢。

本分册编写过程中曾得到中国石化集团公司北京设计院和洛阳石化工程公司、洛阳石化总厂有关领导的大力支持，并得到上海石化设计院康美琴副总工程师和洛阳石化工程公司李苏秦副总工程师以及配管室技术组许多同志的帮助，在此向他们致谢！

本书是炼油厂、石油化工厂、化工厂、建筑安装公司和检修公司等企业从事石油化工设备检修、管理的工程技术人员、干部必不可少的工具书，也可供其它有关专业工程技术人员参考。

目 录

第一章 管道设计基础	(1)	附录 4-7 日本 JIS 钢管特性数据表	(132)
第一节 管道的分级(类)	(1)	附录 4-8 国外常用配管用钢管的化学 成分和机械性能对照	(139)
第二节 设计压力、设计温度	(3)	第二节 管件	(150)
第三节 压力-温度参数	(4)	第三节 法兰	(177)
第四节 许用应力	(6)	第四节 法兰紧固件——螺栓、螺母	(221)
第二章 管道布置	(10)	第五章 阀门的选择和安装	(242)
第一节 概述	(10)	第一节 阀门的分类及基本参数	(242)
第二节 《石油化工企业设计防火规范》 对管道设计的要求	(10)	第二节 阀门的选用	(243)
第三节 管廊上管道的布置	(13)	第三节 石油化工企业常用阀门	(245)
第四节 塔、器的管道布置	(16)	第四节 管道上阀门的安装	(263)
第五节 加热炉的管道布置	(18)	第六章 工艺设备和管道的静密封	(274)
第六节 冷换设备的管道布置	(24)	第一节 概述	(274)
第七节 泵的管道设计	(28)	第二节 静密封结构	(280)
第八节 压缩机的管道设计	(46)	第三节 常用垫片类型	(287)
第九节 工艺及公用工程的管道布置	(55)	第四节 垫片的选用	(293)
第三章 管道设计图的绘制	(69)	第五节 常用垫片的规格尺寸	(304)
第一节 概述	(69)	第六节 安装垫片的技术要求	(318)
第二节 图例符号和缩写	(71)	附录 6-1 垫片标准汇总一览表	(320)
第三节 管道布置图的绘制	(72)	第七章 常用管道器材的综合选用	(325)
第四节 单管管段图的绘制	(76)	第一节 管道等级代号的确定	(325)
第四章 管道器材及其选择	(83)	第二节 阀门型号的确定	(326)
第一节 管子	(83)	第三节 石油化工装置常用管道等级表	(328)
附录 4-1 常用金属材料易产生应力腐蚀 破裂的环境组合	(119)	第四节 加工高硫原油主要管道器材的 选用	(372)
附录 4-2 碳素钢、低合金钢、合金钢、 奥氏体不锈钢无缝及焊接钢管 特性数据表(SH 3405)	(120)	第八章 管道的隔热与伴热	(376)
附录 4-3 奥氏体不锈钢无缝钢管尺寸和 理论质量 (SH 3405)	(129)	第一节 概述	(376)
附录 4-4 碳素钢、合金钢无缝钢管的尺 寸和理论质量 (SH 3405)	(130)	第二节 隔热材料及其选择	(379)
附录 4-5 奥氏体不锈钢焊接钢管的尺寸 和理论质量 (SH 3405)	(131)	第三节 隔热计算	(388)
附录 4-6 碳素钢、合金钢焊接钢管的尺 寸和理论质量 (SH 3405)	(132)	第四节 隔热结构的设计与施工	(405)
		附录 8-1 常用绝热材料性能	(412)
		附录 8-2 部分城市有关气象参数表	(414)
		第五节 工艺管道伴热	(418)
		第六节 电伴热	(437)
		第九章 管道应力分析	(448)
		第一节 管道应力分析基础	(448)

第二节 管道承受的荷载	(458)	第五节 常用管道支吊架系列	(533)
第三节 许用应力和许用应力范围	(459)	附录 10-1 支吊架结构设计的主要 依据	(555)
第四节 应力分析中的安全性判断	(461)	第十一章 管道的涂料防腐和表面色	(558)
第五节 管道热应力分析的简化计算 方法	(461)	第一节 管道的涂料防腐	(558)
第六节 设备的允许推力和力矩	(490)	第二节 表面色和标志	(576)
第十章 管道支吊架	(504)	附录一 管道设计“常见病”200 例	(578)
第一节 支吊架的型式及其选择	(504)	附录二 管道设计、施工及管道器材的 常用执行标准、规范目录	(597)
第二节 支吊架位置的确定	(511)	附录三 钢板、锻件、螺柱许用应力	(604)
第三节 支吊架荷载计算	(513)		
第四节 管道垂直位移量的近似计算	(526)		

第一章 管道设计基础

第一节 管道的分级(类)

在石油化工企业中有大量不同用途的管道，其输送介质的性质和操作参数的差异很大，因此其重要程度和危险性也不相同。为确保各种管道在设计条件下可靠的安全运行，要对重要程度和危险性不同的管道提出不同的设计、制作、施工、检验的要求。通常应用对管道进行分级(类)的办法来区别对待。

一、我国工业管道的分级(类)

(一) 按设计压力分级

在《工业管道维护检修规程》(SHJ 01005—92)(以下简称检修规程)中的管道分级是根据《工业管道工程施工及验收规范》(GBJ 235—82)(以下称 GBJ 235)规定的按设计压力将工业管道分为四级，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 管道分级

级 别 名 称	设计压力 p /MPa	级 别 名 称	设计压力 p /MPa
真空管道	< 0 (低于绝对压力 0.1MPa)	中压管道	$1.6 < p \leq 10$
低压管道	$0 \leq p \leq 1.6$	高压管道	$p > 10$

注:工作压力 ≥ 9.0 MPa,且温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ 的蒸汽管道可升级为高压管道。

但是，修改后的《工业管道工程施工及验收规范》(GBJ 235—82)改名为《工业金属管道工程施工及验收规范》(GB 50235—97)(以下称 GB 50235)已将管道分级取消。

(二) 按公称压力分级

习惯上将真空管道与低压管道合并，凡公称压力小于或等于 2.5 MPa 的管道称为低压管道；公称压力 4~6.4 MPa 的称为中压管道；公称压力为 10~100 MPa 的称为高压管道；公称压力大于 100 MPa 的为超高压管道。

(三) 按管道材质、工作温度及工作压力分类

在《检修规程》中第 1.1.5 条规定，管道按最高工作压力、最高工作温度、介质、管道材料等因素分类，是根据 GBJ 235 的规定，将一般工业管道分为五类。修改后的 GB 50235，已将其取消，旨在加强设计人的责任，由设计指定不同管道的施工、检验要求。

(四) 根据输送介质的危险程度和设计条件划分

这是《石油化工管道设计器材选用通则》(SH 3059—2000)的规定，如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 管道分级

管 道 级 别	适 用 范 围
SHA	1. 毒性程度为极度危害介质管道(苯除外) 2. 毒性程度为高度危害介质的丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢管道 3. 设计压力大于或等于 10.0MPa 的介质管道

管道级别	适用范围
SHB	1. 毒性程度为极度危害介质的苯管道 2. 毒性程度为高度危害介质的管道(丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢管道除外) 3. 甲类、乙类可燃气体和甲 A 类液化烃、甲 B 类、乙 A 类可燃液体介质管道
SHC	1. 毒性程度为中度、轻度危害介质管道 2. 乙 B 类、丙类可燃液体介质管道
SHD	设计温度低于 -29℃ 的低温介质管道
SHE	设计压力小于 10.0MPa 或设计温度高于或等于 -29℃ 的无毒非可燃介质管道

注:1. 毒性程度是根据《职业性接触毒物危害程度分级》(GB 5044—85)划分的。极度危害属于Ⅰ级,车间空气中有害物质最高容许浓度 $<0.1\text{mg}/\text{m}^3$;高度危害属于Ⅱ级,最高容许浓度 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。极度危害的介质如苯、氯乙烯、氯甲烷、氰化物等;高度危害的介质如二硫化碳、氯、丙烯腈、硫化氢、甲醛、氟化氢、一氯化碳等。详见 GB 5044—85。

2. 甲类、乙类可燃气体是根据《石油化工企业设计防火规范》(GB 50160—92)中可燃气体的火灾危险性分类划分的。甲类系指可燃气体与空气混合物的爆炸下限 $<10\%$ (体积);乙类是 $\geq 10\%$ (体积)。甲类可燃气体如乙炔、环氧乙烷、氢气合成气、硫化氢、乙烯、丙烯、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等。乙类可燃气体如一氧化碳、氨、溴甲烷等。详见 GB 50160—92。

3. 可燃气体、液化烃、可燃液体的火灾危险性分类是根据 GB 50160—92 确定的,如下表。

类别	名称	特征	举 例
甲	A	液化烃 15℃ 时的蒸气压力 $>0.1\text{MPa}$ 的烃类液体及其他类似的液体	液化石油气、液化天然气、液化甲烷、液化丙烷等
	B	甲 A 类以外、闪点 $<28^\circ\text{C}$	汽油、戊烷、二硫化碳、石油醚原油等
乙	A	可燃液体 $28^\circ\text{C} \leq \text{闪点} \leq 45^\circ\text{C}$	喷气燃料、煤油、丙苯、苯乙烯等
	B	$45^\circ\text{C} < \text{闪点} < 60^\circ\text{C}$	-35 号轻柴油、环戊烷等
丙	A	$60^\circ\text{C} \leq \text{闪点} \leq 120^\circ\text{C}$	轻柴油、重柴油、20 号重油、锭子油等
	B	闪点 $>120^\circ\text{C}$	蜡油、100 号重油、油渣、润滑油、变压器油等
甲	可燃气体	可燃气体与空气混合物的爆炸下限 $<10\%$ (体积)	
乙		可燃气体与空气混合物的爆炸下限 $\geq 10\%$ (体积)	

4. 混合物料应以其主导物料作为分级依据。

5. 当操作温度超过其闪点的乙类液体,应视为甲 B 类液体;当操作温度超过其闪点的丙类液体,应视为乙 A 类液体。

(五) 按管道工作温度分类(见表 1-1-3)

表 1-1-3

分类名称	工作温度	分类名称	工作温度
常温管道	-40 ~ 120℃	中温管道	121 ~ 450℃
低温管道	-40℃ 以下	高温管道	$>450^\circ\text{C}$

(六) 按管道内介质分类

输送冷、热水、过热或饱和蒸汽、凝结水、压缩空气、氮气等的管道称为汽水介质管道;输送硫酸、硝酸、盐酸、苛性碱、氯化物等的管道称为腐蚀性介质管道;输送毒性介质、可燃性介质等的管道可称为化学危险品介质管道;输送重油、沥青、硫磺、尿素溶液等的管道称为易凝固易沉淀介质管道;输送固体物料、粉粒介质的管道称为粉粒介质管道。

对上述管道，在设计、施工、运行上都有不同的要求。例如腐蚀性介质管道，所用管材必须具有耐腐蚀的化学稳定性和适宜的腐蚀裕量。本手册将在有关章节叙述。

二、美国国家压力管道标准的管道分类

美国国家标准 ASME 压力管道规范 ANSI/ASME B31.3 根据被输送流体的性质和泄漏时造成的后果，将化工厂和炼油厂管道输送的流体分为 D 类、M 类和性质介于二者之间的第三类流体。

D 类流体不易燃、无毒，并且在规定操作条件下对人类肌体无害；设计压力不超过 150lb/in^2 (1.05MPa)；设计温度在 -20°F (-29°C) 至 366°F (186°C) 之间。M 类流体有剧毒，在输送过程中如有少量泄漏到环境中，被人吸入或接触人体时能造成严重的和难以治疗的伤害，即使迅速采取措施也无法挽救。流体类别确定后即可按 ANSI/ASME B31.3 的有关章节具体要求对该流体的管道进行设计、施工和检验。

第二节 设计压力、设计温度

一、设计压力

按《石油化工企业配管工程术语》(SH 3051)(以下简称《术语》)规定，设计压力是在正常操作过程中、在相应设计温度下，管道可能承受的最高工作压力。按《石油化工企业管道设计器材设计通则》(SH 3059)(以下简称《器材通则》)，石油化工管道及其组成件的设计压力应不低于操作过程中可能出现的由内压(或外压)与温度一起构成的最苛刻条件下的压力。最苛刻条件是确定管子、管件最大壁厚或最高压力等级的条件。

(一) 与设备或容器连接的管道

所有与设备或容器连接的管道，其设计压力应与所连接的设备或容器的设计压力一致。

- (1) 当管道系统设有安全泄压装置时，管道的设计压力应不低于安全泄压装置的定压；
- (2) 当管道系统不设安全泄压装置时，设计压力应不低于控制阀失灵、泵切断阀误操作等因素可能引起的最高压力与静压头之和。

(二) 离心泵出口管道

当离心泵出口管道上不设安全泄压装置时，出口管道设计压力应取以下两项的较高值：

- (1) 离心泵的正常吸入压力加 1.2 倍的额定排出压力；
- (2) 离心泵的最大吸入压力^①加泵的额定排出压力。

(三) 真空系统管道

真空系统管道设计压力取 0.1MPa 外压。

二、设计温度

按《术语》规定，设计温度是在正常操作过程中，在相应设计压力下，管道可承受的最高或最低温度。按《器材通则》，石油化工管道及其组成件的设计温度应不低于操作过程中由压力和温度构成的最苛刻条件下的温度。即确定管子及管道组成件最大壁厚或最高压力等级的材料温度。不同结构的管道，其设计温度应按下列要求确定：

(一) 无隔热层管道的设计温度

- (1) SHA 级工艺管道及管道组成件，应取介质温度作为设计温度。当取其他温度作为设

① 最大吸入压力是指吸入容器的安全阀定压加静压后的值。

计温度时，必须经计算或试验确定；

(2) 除 SHA 级外的管道及管道组成件的设计温度，当介质温度低于 38 ℃ 时，取介质温度；当介质温度等于或高于 38 ℃ 时，可按下列原则确定：

a. 管子、对焊管件、承插焊或对焊端阀门及壁厚与管子相近的管道组成件，应不低于 95% 的介质温度；

b. 法兰、垫片及带法兰的阀门，应不低于 90% 的介质温度；

c. 螺栓、螺母等紧固件，应不低于 80% 的介质温度。

(二) 有隔热层管道的设计温度

(1) 带外隔热层的管道及其组成件，一般取介质温度作为设计温度。若经试验或测定证明可采用其他温度作为设计温度。

(2) 带内隔热层或衬里的管道及管道组成件的设计温度，应经计算或实测确定

(三) 夹套管及外伴热管的设计温度

当工艺介质温度高于伴热介质温度时，应取工艺介质温度作为设计温度；当工艺介质温度低于伴（加）热介质温度时，夹套管道应取伴（加）热介质的温度作为设计温度；外伴热管道应取伴（加）热介质温度减 10 ℃ 与工艺介质温度二者中较高值作为设计温度。

(四) 安全泄压管道的设计温度

应取泄压排放时可能出现的最高或最低介质温度作为设计温度。

(五) 需扫线的管道设计温度

应根据具体条件确定。当工艺介质温度低于扫线介质温度时，应取扫线介质温度作为需要扫线的工艺管道的设计温度；当扫线介质温度低于工艺介质时，工艺管道的设计温度应按上述(一)至(四)项确定。

第三节 压力 - 温度参数

管道组成件^❶的许用工作压力受工作温度的影响，一般随温度的升高而降低。在管道设计中将这种压力温度间的关系称为压力 - 温度参数。

由于压力 - 温度参数是以公称压力分级，所以也叫做压力 - 温度等级或简称压力等级。

所谓公称压力，即管道组成件在规定温度下允许承受的以压力等级表示的工作压力。例如 PN1.6 碳素钢对焊法兰(GB 标准)，在 200 ℃ 时允许最大工作力为 1.6 MPa。但是在 400 ℃ 允许工作压仅为 0.56 MPa。而美国 ANSI B16.5 中碳钢管法兰及法兰管件 PN300 lb/in² 的，在 454.5 ℃ 时最高工作压力与 300 lb/in² 相同，在 300 ℃ 时最高允许工作压力可达 561 lb/in²。

法兰、阀门等管件的结构设计，是以所用材料的许用应力为基准计算的。但是，工程上应用法兰连接的管道组成件很多，若以使用条件逐个计算，不仅工作量很大，而且法兰各异，致使法兰间的连接和互换性都有困难。与其逐个计算，不如按压力 - 温度参数以公称压力分级以达到标准化、系列化。这样既可减少种类又可互换。因此各国都制订以公称压力分级的压力 - 温度等级。凡属同一国家的，同一压力 - 温度等级的法兰，其密封面型式相同的都可互相连接。此压力 - 温度等级，常称公称压力(PN)，各国在制订公称压力时对不同材

❶ 按《术语》，连接或装配成管道系统的元件，包括管子、管件、法兰、阀门、支撑件以及补偿器、过滤器、分离器、阻火器等设备。

料的基准温度不同，所以相同公称压力值的法兰，在相同的温度下允许的工作压力就不同。

同样，使用温度与基准温度不同时，允许的工作压力与公称压力不同。某工作温度下允许的最大工作压力与公称压力的关系一般可由式 1-3-1 确定：

$$p = \frac{\sigma_t}{\sigma} \cdot PN \tag{1-3-1}$$

式中 p ——工作温度下允许最大工作压力，MPa；

PN ——公称压力，MPa；

σ_t ——工作温度 t 时的材料许用应力，MPa；

σ ——基准温度时的材料许用应力，MPa。

各国的管法兰公称压力系列虽不尽相同，但基本上仍属欧洲体系和美洲体系两大体系，如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 各国管法兰及法兰管件的公称压力系列

国 名	标准号	单位	公 称 压 力/PN			
			欧洲体系		美洲体系	
中 国	GB 9131 ^①	MPa (bar)	0.25、0.6、1.0、1.6、2.5、4.0、6.3、10、16、25、32、40(2.5)(6.0)(10)(16)(25)(40)		2.0 5.0 11 15 26 42 (20)(50)(110)(150)(260)(420)	
美 国	ANSI B16.5	psi	125、150、300、400、600、900、1500、2500 ^②			
		Bar	10、20、50、68、100、150、250、420			
日 本	JIS B2201	kgf/cm ²	2、5、10、16、20、30、63 ^③			
英 国	BS 10	ps	30、50、100、150、250、350、450、600、900			
德 国	DIN 2401	Bar	0.5、1、1.6、2、2.5、3.2、4、5、6、8、10、12.5、16、20、25、32、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、700、800、1000、1250、1600、2000、2500、4000、6300 ^④			
法 国	NF E92-002	kgf/cm ²	1、2.5、4、6、8、10、12.5、16、20、25、32、40、50、64、80、100、125、160、200、250、320、500、640、800、1000			
原苏联	ГОСТ 366	kgf/cm ²	1、2.5、4、6、10、16、25、40、64、100、160、200、250、320、500、640、800、1000			
ISO	ISO 7268	kgf/cm ²	系列 1: 10、16、20、50、100、150、250、420 系列 2: 2.5、6、25、40(应用加以限制, 尽可能取消)			

① 据 GB 1048—90 规定:管道元件公称压力如表 1-3-2 所示。

② 可写作 150lb、300lb……

③ 可写作 2K、5K……

④ 1966 年以前出版的 DIN 2401 规定为 64,可与 63 互换;优先选用黑体字的公称压力。

表 1-3-2

单位: MPa(Bar)

0.05(0.5)	2.0(20)	20(200)	100(1000)
0.1(1.0)	2.5(25)	25(250)	125(1250)
0.25(2.5)	4.0(40)	28(280)	160(1600)
0.4(4.0)	5.0(50)	32(320)	200(2000)

0.6(6.0)	6.3(63)	42(420)	250(2500)
0.8(8.0)	10.0(100)	50(500)	335(3350)
1.0(10)	15.0(150)	63(630)	
1.6(16)	16.0(160)	80(800)	

第四节 许用应力

按《石油化工企业管道设计器材设计通则》SH 3059 的规定：石油化工企业管道设计，其管道组成件的许用应力应符合下列要求：

(1) 承压管道组成件。管道支吊架及其附件的材料许用应力应按《钢制压力容器》GB 150 的规定。

(2) 管道柔性设计用应力限制应符合《石油化工企业管道柔性设计规范》(SHJ 41—91)规定。

(3) 管道系统需考虑临时荷载时，材料的许用应力应符合下列要求：

a. 在正常操作条件下由压力、质量以及其它持续荷载产生的纵向应力与风或地震等临时荷载产生的应力组合，其材料的许用应力可以取《钢制压力容器》规定许用应力的 1.33 倍。

进行应力组合时，风荷载和地震荷载不同时考虑。

b. 当设计无规定时，在试验条件下管道产生的应力不应超过管道材料在该试验温度下许用应力的 1.5 倍。

计算试验条件下产生的应力时，不考虑风、地震等临时荷载的影响。

(4) 具备下列条件的管道，当操作压力或温度或两者同时发生偶然变化时允许操作参数有适当的变化，但不超过第 5 项的规定。

a. 管道中无铸铁或其他非韧性金属材料制成的管道组成件；

b. 考虑临时荷载的管道，其纵向组合应力满足第 3 项的要求；

c. 管道在全部运行期间总的应力循环次数不超过 7000 次；

d. 变动后的管道压力不得超过管道系统试验压力，且阀门及管道连接处的密封元件不得因压力、温度的变化而降低或失去应有的密封性能。

(5) 符合第 4 项要求的金属管道，其超过设计条件的非经常性的压力、温度变动所产生的应力值，应符合下列要求：

a. 任何一次压力、温度变化持续时间不超过 10h 且全年累计不超过 100h 时，在提高压力、温度下，许用应力可提高 33%；

b. 任何一次压力、温度变化持续时间不超过 50h，且全年累计不超过 500h 时，其许用应力可提高 20%。

(6) 管道设计寿命宜为 10~15 年。

(7) 对于 SHA 类管道的法兰连接最低公称压力不宜小于 5.0MPa (300 lb/in² 级)；SHB、SHC 级管道的法兰连接不宜低于 2.0MPa (150 lb/in² 级)。

(8) 钢管许用应力见表 1-4-1。

表 1-4-1 钢管许用应力 (GB 150—1998)

钢 号	钢 管 标 准	壁厚/mm	常温强度指标		在下列温度(℃)下的许用应力/MPa														注		
			σ_b /MPa	σ_s /MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550		575	600

碳 素 钢 钢 管																						
10	GB 8163	≤10	335	205	112	112	108	101	92	83	77	71	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
10	GB 9948	≤16	335	205	112	112	108	101	92	83	77	71	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
10	GB 6479	≤16	335	205	112	112	108	101	92	83	77	71	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
		17 ~ 40	335	195	112	110	104	98	89	79	74	68	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
20	GB 8163	≤10	390	245	130	130	130	123	110	101	92	86	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
20	GB 9948	≤16	410	245	137	137	132	123	110	101	92	86	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
		≤16	410	245	137	137	132	123	110	101	92	86	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃
20G	GB 6479	17 ~ 40	410	235	137	132	126	116	104	95	86	79	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 425℃

低 合 金 钢 钢 管																						
16Mn	GB 6479	≤16	490	320	163	163	163	159	147	135	126	119	93	66	—	—	—	—	—	—	—	—20 ~ 450℃
		17 ~ 40	490	310	163	163	153	111	129	119	116	93	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15MnV	GB 6479	≤16	510	350	170	170	170	170	166	153	141	129	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		17 ~ 40	510	340	170	170	170	159	147	135	126	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09MnD ^①		≤16	400	240	133	133	128	119	106	97	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12CrMo	GB 9948	≤16	410	205	128	113	108	101	95	89	83	77	75	74	72	71	50	—	—	—	—	≤525℃
12CrMo	GB 6479	≤16	410	205	128	113	108	101	95	89	83	77	75	74	72	71	50	—	—	—	—	≤525℃
		17 ~ 40	410	195	122	110	104	98	92	86	79	74	72	71	69	68	50	—	—	—	—	≤525℃

续表

钢 号	钢 管 标 准	壁厚/mm	在下列温度(℃)下的许用应力/MPa																		注	
			常温强度指标																			
			σ_b /MPa	σ_s /MPa	≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600		
15CrMo	GB 9948	≤16	440	235	147	132	123	116	110	101	95	89	87	86	81	83	58	37	—	≤550℃		
15CrMo	GB 6479	≤16	440	235	147	132	123	116	110	101	95	89	87	86	81	83	58	37	—	≤550℃		
15CrMo	GB 6479	17 ~ 40	440	225	141	126	116	110	104	95	89	86	84	83	81	79	58	37	—	≤550℃		
12Cr1MoVG	GB 5310	≤16	470	255	147	144	135	126	119	110	104	98	96	95	92	89	82	57	35	≤575℃		
10MoWVNb	GB 6479	≤16	470	295	157	157	156	153	147	141	135	130	126	121	97	—	—	—	—	—		
		17 ~ 40	470	285	157	157	156	150	147	141	135	129	124	119	111	97	—	—	—	—		
12Cr2Mo	GB 6479	≤16	450	280	150	150	150	147	144	141	138	134	131	128	119	89	61	46	37	—		
		17 ~ 40	450	270	150	150	147	141	138	134	131	128	126	123	119	89	61	46	37	—		
1Cr5Mo	GB 6479	≤16	390	195	122	110	104	101	98	95	92	89	87	86	83	62	46	35	26	18		
		17 ~ 40	390	185	116	104	98	95	92	89	86	83	81	79	78	62	46	35	26	18		
钢 号	钢 管 标 准	壁厚/mm	在下列温度(℃)下的许用应力/MPa																		注	
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650		675
0Cr13	GB/T 14976	≤18	137	126	123	120	119	117	112	109	105	100	89	72	—	—	—	—	—	—	—	≤500℃
0Cr18Ni9	GB 13296 ^② GB/T 14976	≤13	137	137	137	130	122	114	111	107	105	103	101	100	98	91	79	64	52	42	32	27
		≤18	137	114	103	96	90	85	82	79	78	76	75	74	73	71	67	62	52	42	32	27

高 合 金 钢 管

续表

钢 号	钢管 标准	壁厚/mm	在下列温度(℃)下的许用应力/MPa																		注		
			高 合 金 钢 管																				
			≤20	100	150	200	250	300	350	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650		675	700
0Cr18Ni10Ti	GB 13296 ^②	≤13	137	137	137	130	122	114	111	108	106	105	104	103	101	83	58	44	33	25	18	13	
	GB/T 14976	≤18	137	114	103	96	90	85	82	80	79	78	77	76	75	74	58	44	33	25	18	13	
0Cr17Ni12Mo2	GB 13296 ^②	≤13	137	137	137	134	125	118	113	111	110	109	108	107	106	105	96	81	65	50	38	30	- 196 ~ 700℃
	GB/T 14976	≤18	137	117	107	99	93	87	84	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50	38	30	
0Cr18Ni12Mo2Ti	GB 13296	≤13	137	137	137	134	125	118	113	111	110	109	108	107	—	—	—	—	—	—	—	—	- 196 ~ 500℃
	GB/T 14976	≤18	137	117	107	99	93	87	84	82	81	81	80	79	—	—	—	—	—	—	—	—	
0Cr19Ni13Mo3	GB 13296	≤13	137	137	137	134	125	118	113	111	110	109	108	107	106	105	96	81	65	50	38	30	- 196 ~ 700℃
	GB/T 14976	≤18	137	117	107	99	93	87	84	82	81	81	80	79	78	78	76	73	65	50	38	30	
00Cr19Ni10	GB 13296	≤13	118	118	118	110	103	98	94	91	89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	- 196 ~ 425℃
	GB/T 14976	≤18	118	97	87	81	76	73	69	67	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
00Cr17Ni14Mo2	GB 13296	≤13	118	118	117	108	100	95	90	86	85	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	- 196 ~ 450℃
	GB/T 14976	≤18	118	97	87	80	74	70	67	64	63	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
00Cr19Ni13Mo3	GB 13296	≤13	118	118	118	118	118	118	113	111	110	109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	- 196 ~ 450℃
	GB/T 14976	≤18	118	117	107	99	93	87	84	82	81	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

注:中间温度的许用应力,可按本表的数值用内插法求得。

① 该钢管技术要求见 GB 150—1998 附录 A。

② 该行许用应力仅适用于允许产生微量永久变形之元件。

第二章 管道布置

第一节 概 述

随着现代化工业生产的迅速发展,管道布置设计作为一个专业——配管,在许多部门,尤其是在石油化工领域,已经得到越来越广泛的关注。这首先是由于配管工程设计在整个石油化工建设中占有重要地位。一个工艺装置所以能进行生产,是由于工艺过程所必需的工艺设备、机械,用管道按工艺流程加以连接的结果。工艺管道犹如人体的血管,没有血管人就不能生存;同样,工艺装置没有管道也就不能生产。

在进行设备平面布置和管道布置设计之前,设计人员应了解装置的生产操作、主要设备的吊装和基本的维修方法以及应遵守的技术规范、规定;还应了解技术的发展趋势,提高管道布置设计水平。随着技术的发展、设备可靠性和自动控制水平的提高,为发展联合装置创造了有利条件。由热联合、工艺联合等形式的联合装置,进而发展为合理化集中装置,即不仅把工艺过程相关的工艺装置联合起来,也把有关的系统设施、甚至把与工艺过程无关的装置联合起来集中控制,公用一个中央控制室、一个变配电间等。这样既可节省投资、节省操作人员,又可减少占地面积,改善环境污染,使设备和管道布置符合工艺流程、生产操作方便、施工方便、维修方便、整齐、美观、留有适当的发展余地等。

在石油化工工程建设中、工艺管道布置设计是实现工艺过程,确保安全、平稳生产操作的关键之一。工艺管道布置设计不仅要把装置内的所有设备、建筑物、构筑物等按最佳的条件进行合理的布置,为其他专业提供合适的设计条件,同时要用管道将各个工艺设备连接起来,建立整个工艺过程,使工艺装置最后获得合格的产品。

第二节 《石油化工企业设计防火规范》对管道设计的要求

石油化工企业使用或产生的物料,多属于可燃、易爆或有毒物质,潜在着火灾、爆炸或中毒的危险。

由于石油化工企业生产过程中管道的破裂或阀门泄漏,产生火灾爆炸的事故,不论在国外或国内多有发生。因此《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 中对管道的设计和器材的选用都做了原则规定。在设计、施工、检修中都应严格遵守。

一、工艺管道

(1) 可燃气体、液体烃、可燃液体管道除需要采用法兰连接外,均应采用焊接连接。公称直径等于或小于 25mm 的上述管道和阀门采用锥管螺纹连接时,除含氢氟酸等产生缝隙的腐蚀性介质管道外,应在螺纹处采用密封焊。

(2) 可燃气体、液化烃、可燃液体的管道,不得穿过与其无关的建筑物。

(3) 可燃气体、液化烃、可燃液体的采样管道,不应引入化验室。

化验室内有非防爆电气设备,还有电烘箱、电炉等明火设备,所以不应将可燃气体,

甲、乙类可燃液体的人工取样管引入化验室内，以防止因泄漏而发生火灾事故。

(4) 可燃气体、液化烃、可燃液体的管道，应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时，应采取防止气液在管沟内积聚的措施，并在进、出装置及厂房处设密封隔断，以阻止火灾蔓延和可燃气体或可燃液体流窜；现在管沟和埋地敷设的工艺管道主要是泵的入口管道。管沟内的污水，应经水封井排入生产污水管道。

(5) 当工艺管道和公用工程管道共架多层敷设时，宜将介质温度等于或高于 250℃ 的管道布置在上层；液化烃及腐蚀性介质管道布置在下层；必须布置在下层的介质温度等于或高于 250℃ 的管道，可布置在外侧，但不应与液化烃管道相邻。当塔底泵布置在管廊下部时，为尽可能降低塔的液面高度，并能满足提供有效气蚀余量的要求，可将其管道布置在管廊下层外侧。

(6) 氧气管道与可燃气体、液化烃、可燃液体管道共架敷设时，氧气管道应布置在一侧，与上述管道之间宜用公用工程管道隔开，或保持不小于 250mm 的净距。

(7) 公用工程管道与可燃气体、液化烃、可燃液体的管道或设备连接时：在连续使用的公用工程管道上应设止回阀，并在其根部设切断阀；在间歇使用的公用工程管道上应设两道切断阀，并在两阀间设检查阀。

(8) 连续操作的可燃气体管道的低点，应设两道排液阀，排出的液体应排放至密闭系统；仅在开停工时使用的排液阀，可设一道阀门并加螺纹堵头或盲板。

(9) 可燃气体压缩机、离心式可燃液体泵在停电、停汽或操作不正常情况下，应在其出口管道上安装止回阀，以避免介质倒流可能造成事故。

(10) 加热炉燃料气调节阀前的管道压力等于或小于 0.4MPa (表)，且无低压自动保护仪表时，应在每个燃料气调节阀与加热炉之间设置阻火器。烧燃料气的加热炉应设长明灯并宜设置火焰监测器。

(11) 加热炉燃料气管道上的分液罐的凝液，不应敞开排放，以防火灾发生。

(12) 进出装置的可燃气体、液化烃、可燃液体的管道，在装置的边界处应设隔断阀和“8”字盲板，在隔断阀处应设平台，长度等于或大于 8m 的平台，应在两个方向设梯子。

(13) 甲、乙 A 类设备和管道，应有惰性气体置换设施。

(14) 可燃气体压缩机的吸入管道，应有防止产生负压的措施，以免渗进空气形成爆炸性混合气体。多级压缩的可燃气体压缩机各段间应设冷却和气液分离设备，防止气体带液进气缸内而发生超压爆炸事故。当由高压段的气液分离器减压排液至低压段的分离器内或排油到低压油水槽时，应有防止串压、超压爆破的安全措施。

(15) 正压通风设施的取风口，宜位于甲、乙 A 类设备的全年最小频率风向的下风侧，并高出地面 9m 以上或爆炸危险区 1.5m 以上，两者中取较大值。

二、泄压排放

(1) 为保证压力管道的安全，在下列压力管道应设安全阀或采取其他安全措施：

① 在电动往复泵、齿轮泵或螺杆泵等容积泵的出口管道上应设安全阀(设备本身已有安全阀除外)。安全阀的放空口应接至泵入口管道上，并宜设事故停车联锁装置；

② 在可燃气体往复式压缩机的各段出口上应设安全阀。安全阀的放空管应接至压缩机一段入口管道上；

③ 可燃气体和可燃液体受热膨胀，可能超过设计压力的管道应设安全阀；

④ 在两端有可能关闭而导致升压的液化烃管道上，应设安全阀或采取其他安全措施；

⑤ 凡与鼓风机、离心压缩机、离心泵或蒸汽往复泵出口连接的设备不能承受其最高压力时，上述机泵的出口管道需设安全阀。

由于以上管道有可能在火灾、操作故障或停水、停电时造成管道超过设计压力而发生爆炸事故，故应设置安全阀或其他安全措施。

(2) 可燃气体、可燃液体设备的安全阀出口管道的连接，应符合下列规定：

① 可燃液体设备的安全阀出口泄放管，应接入储罐或其他容器；泵的安全阀出口泄放管，宜接至泵的入口管道、塔或其他容器；

② 可燃气体设备的安全阀出口泄放管，不得放入邻近地漏，这样既不安全，又污染环境，应接至火炬系统或其他安全泄放设施；

③ 高温可燃气体或可燃液体泄放后可能立即燃烧的，泄放时需紧急冷却后才可接至放空设施；

④ 氢气在室内泄放可能发生爆炸事故，所以应接出到压缩机厂房上空，以便于气体扩散；

⑤ 泄放可能携带腐蚀性液滴的可燃气体，应经分液罐后接至火炬系统。

(3) 可燃气体、可燃液体设备，应有事故紧急排放设施：对液化烃或可燃液体设备，应能将设备内的液化烃或可燃液体抽送至储罐，剩余的液化烃应排入火炬系统；对可燃气体设备，应能将设备内的可燃气体排入火炬或安全放空系统。

(4) 可燃气体排气筒、放空管的高度，应符合下列规定：

① 连续排放的可燃气体排气筒顶或放空管口，应高出 20mm 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上。位于 20m 以外的平台或建筑物，应满足图 2-2-1 的要求；

② 间歇排放的可燃气体排气筒顶或放空管口，应高出 10m 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上。位于 10m 以外的平台或建筑物顶，应满足图 2-2-1 的要求。

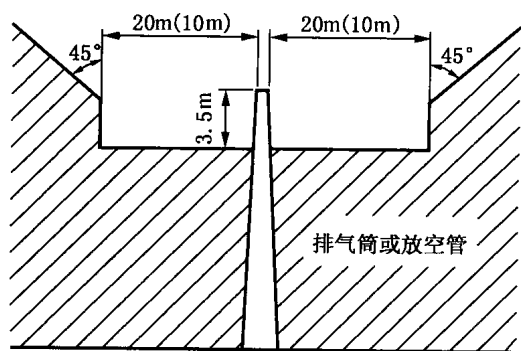


图 2-2-1 可燃气体排气筒或放空管高度示意图

注：阴影部分为平台或建筑物的设置范围

(5) 有可能被物料堵塞或腐蚀的安全阀，应在其入口前设爆破片或在其出入口管道上采取吹扫、加热或保温等防堵措施。

(6) 有突然超压的反应设备，设备内的可燃液体因温度升高而压力急剧升高；放热反应的反应设备，因在事故时不能全部撤出反应热，突然超压；反应物料有分解爆炸危险的反应设备，在高温、高压下因催化剂存在会发生分解放热，压力突然升高不可控制。上述这些设备仅设有安全阀是不可能安全泄压排放的，还应装设爆破片并装设导爆筒来解决突然超压或分解爆炸超压事故时的安全泄压排放。

因物料爆聚、分解造成超温、超压，可能引起火灾、爆炸的反应设备，应设报警信号和泄压排放设施，以及自动或手动遥控的紧急切断进料设施。

(7) 严禁将混合后可能发生化学反应并形成爆炸性混合气体的几种气体混合排放。

三、消防蒸汽

(1) 石油化工企业应设置与生产、储存、运输的物料相适应的消防设施，供专职消防人员和岗位操作人员使用。