

石化工艺管道安装设计 实用技术问答

(第二版)

章日让 编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

TE973-44
0063

石化工艺管道安装设计 实用技术问答

(第二版)

章日让 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书分别介绍管道材料及器材设计、设备布置设计、管道布置设计、管道力学、管道施工及检验、压力管道设计管理与资格认证六个方面的内容。

本书具体地阐述了工艺管道安装设计人员在石油化工工艺装置工程设计中,必须了解和掌握的基础理论和实际技术。全书共列举了 800 多个问题,以问答的形式进行了详尽和准确的解答。书中力求讲清基本原理与基础理论以及工程实际中的设计技术,内容丰富、实用性强,不仅可作为石化工艺管道安装设计人员的培训教材,同时又可作为设计人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

石化工艺管道安装设计实用技术问答/章日让编著. —2 版.

—北京:中国石化出版社, 2007

ISBN 978 - 7 - 80164 - 065 - 9

I. 石… II. 章… III. ①石油管道 - 管道施工 - 问答 ②石油管道 - 设计 - 问答
IV. TE973 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 025443 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)84271859

读者服务部电话:(010)84289974

http://www.sinopec-press.com

E-mail: press@sinopec.com.cn

中国石化出版社图文中心排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 32 开本 14.375 印张 293 千字

2007 年 4 月第 2 版 2007 年 4 月第 2 次印刷

定价: 30.00 元

第二版前言

为了加强石化设计人员的业务学习和培训，进一步提高设计水平和设计质量，以适应石油化工工业发展的需要，并为从事石油化工设计、生产的工程技术人员业务学习提供参考，作者编写了《石化工艺管道安装设计实用技术问答》，于2001年出版、发行。几年来，《技术问答》已在石油化工设计、科研、生产等领域中得到了广泛应用，在工程设计和实践中发挥了重要作用。

为了适应新形势下广大工程技术人员学习和工作的需要，在中国石化集团宁波工程有限公司、中国石化集团宁波技术研究院领导的关心和大力支持下，我们对《石化工艺管道安装设计实用技术问答》进行了修订。本书第二版符合新的设计理念，根据国家、行业标准、规范和规定，对相关内容进行了完善和更新，并体现了石油化工装置在设计、建设和生产过程中健康、安全和环境(HSE)管理体系的要求。

参加本次修订工作的人员有章晨曦、尹俊杰、安二强等同志。

本次修订的内容由中国石化集团宁波工程有限公司亢万忠同志审阅。

第一版前言

一个优秀的石油化工工艺管道安装设计人员，应该具备考虑问题的广度、分析问题的深度、开展工作的力度，乃至思维方式及逻辑思维严密性等方面都不同于一般人的特殊素质和能力，每一位石油化工设计人员都应该真正认识到自己所肩负的重任，努力学习和工作，不断领悟人生，刻苦修炼，充实自己和完善自我，早日将自己磨炼成一名功力精深的设计高手。

要使设计人员具有很高的业务水平，除了在工程设计中具体磨炼外，同时还必须不断地进行有计划有组织的设计业务培训，强化学习效果，使实践与理论紧密结合，进而深化和熟练掌握专业设计知识，并举一反三，为设计工作打下深厚的基础。

培训是为了使设计人员学好适应工程设计，参加工程设计和进一步学习、提高所必需的工程设计的基本知识与基本技能，进一步培养设计能力，发展逻辑思维能力和空间概念，并能运用所学知识解决工程设计中的实际问题。培养设计人员良好的个性。

培训应做到加强设计人员的工程设计的基本知识的学习，训练设计人员的基本技能，发展设计人员的逻辑思维能力和运算能力和空间观念，逐步培养设计人员的分析问题和解决问题的能力，形成正确的设计意识。而且还应该使设计人员具有良好的个性品质，独立思考，勇于创新。

要达到上述培训目的，必须精选一个设计人员所必需的

基础理论、标准规范、工程实际应用中最有用的部分作为学习内容。内容的份量要适中，留有余地，在理论要求和难度方面也应适当。为此，在本人 37 年石化工艺装置设计经验和多年对工艺管道安装设计人员进行培训的基础上，广泛收集总结国内外设计标准和资料，编写了这部书，为从事石油化工设计、生产的工程技术人员的业务学习提供参考，以进一步推动石化工业的发展。

由于本人的水平有限，业务水平和经验均感不足，疏漏粗糙之处，在所难免，敬请读者不吝指教，至所企盼！

本书由中国石化集团兰州设计院副院长兼总工程师狄伯钧审阅。

目 录

第一章 管道材料及器材设计	(1)
1. 什么叫合金? 为什么要生产各种各样的合金材料?	(1)
2. 什么叫钢? 什么叫生铁?	(1)
3. 什么叫碳素钢? 碳素钢的强度等性能 主要取决于什么?	(1)
4. 什么叫合金钢? 在合金钢中, 经常加入 哪些合金元素?	(2)
5. 按钢的含碳量的不同, 碳钢可分为哪几类?	(2)
6. 按碳钢质量的高低(即主要根据钢中所含有害杂质 S、P 的多少)来分, 碳钢可分为哪几类?	(2)
7. 按钢的用途分类, 碳钢可分为哪几类? 各类的主要用途?	(2)
8. 什么叫结构钢? 合金结构钢与碳素结构钢有何 本质上的不同?	(3)
9. 为什么常采用合金结构钢来制造各类机械零件?	(3)
10. 按合金钢的用途分类, 合金钢分为哪几类?	(3)
11. 钢材的机械性能包括哪些重要指标? 各项指标的物理意义如何?	(3)
12. 什么叫金属材料的弹性变形? 什么叫弹性模量? 弹性变形的实质是什么?	(4)
13. 什么叫金属材料的塑性变形? 塑性变形的 实质是什么?	(5)
14. 什么叫普通低合金钢? 阐述采用普通低合金钢的 主要目的	(5)

15. 举出渗碳钢的几个实例 (6)
16. 阐述弹簧钢的一般特点 (6)
17. 什么叫腐蚀? 腐蚀的类别是如何划分的? (6)
18. 什么叫金属材料的全面(均匀)腐蚀? (7)
19. 什么叫晶间腐蚀? 引起晶间腐蚀的原因? (7)
20. 对于奥氏体不锈钢的晶间腐蚀, 有哪几种常用的
控制方法? (7)
21. 什么叫应力腐蚀? 它发生在什么情况下? 采用什么
方法防止发生应力腐蚀? (7)
22. 什么叫缝隙腐蚀? 防止缝隙腐蚀的最有效的办法? (8)
23. 什么叫孔蚀? 通常在什么情况下发生孔蚀? (8)
24. 什么叫腐蚀疲劳? 什么叫疲劳极限? 腐蚀疲劳的特征
是什么? (9)
25. 什么叫低温型氢腐蚀? 什么叫高温型氢腐蚀? 有哪些
防止氢鼓泡的方法? (9)
26. 什么叫氢脆? 什么叫氢蚀? 两者有何本质上的不同? ... (10)
27. 在氢腐蚀中, 钢材表面脱碳是如何发生的? 产生什么
后果? (10)
28. 在大多数情况下, 为什么氢蚀不发生在母材上而是
在焊缝和热影响区? (11)
29. 在选择和使用抗氢蚀钢材时, 为什么要特别重视施工
时的焊接质量和采用合适的焊接工艺以及必要的焊前
预热和焊后热处理? (11)
30. 阐述氢与硫化氢混合气体对金属材料的腐蚀情况及
腐蚀的主要影响因素 (12)
31. 什么叫应力腐蚀破裂? 哪些“材料——环境”体系可引
起金属的应力腐蚀破裂? (12)
32. 什么叫耐热钢? 什么叫金属的高温抗氧化性? 什么叫
金属的高温强度? (13)
33. 什么叫铸铁? 铸铁具有哪些不好的性能和良好的性能?

- 铸铁为什么具有一系列优良的性能? (14)
34. 什么叫做铸铁的石墨化过程? 根据铸铁在结晶过程中的石墨化程度的不同, 铸铁分为哪几类? (15)
35. 根据铸铁中石墨结晶形态的不同, 铸铁可分为哪几类? (15)
36. 工业上广泛使用的纯铝具有哪些独特性能和优点? (16)
37. 什么是紫铜? 紫铜具有哪些独特性能? (16)
38. 什么叫黄铜? 黄铜在性能上有哪些特点? (17)
39. 什么叫青铜? 青铜中比较重要的有哪几类? (17)
40. 什么叫金属的硬度? 实际工作中常用的硬度试验方法有哪几种? (17)
41. 简述布氏硬度试验原理。什么叫布氏硬度值? (18)
42. 简述洛氏硬度试验原理 (18)
43. 简述维氏硬度试验原理 (18)
44. 什么叫沸腾钢? 什么叫镇静钢? 两者有何本质上的区别? (19)
45. 什么叫低碳奥氏体不锈钢? 什么叫超低碳奥氏体不锈钢? 两者性能如何? (19)
46. 根据《石油化工企业管道器材设计选用通则》的规定, 介质对金属材料的腐蚀速率、管道金属材料的耐蚀性能是如何分类的? 在实际设计中, 应如何正确对待尚耐腐蚀材料? (20)
47. 铁碳合金状态图有什么用途? 铁碳合金的晶体相主要有哪些? (20)
48. 什么叫固溶化处理? (21)
49. 什么叫弹性变形? 什么叫塑性变形? (22)
50. 什么叫应力松弛? 什么叫蠕变? (22)
51. 什么叫 Cr-Ni 奥氏体不锈钢的敏化范围? (22)
52. 钢的热处理方法主要有哪几种? 简述各种热处理方法。正火与退火有何不同? (22)

53. 固溶处理对奥氏体不锈钢的性能起什么作用? 什么叫
稳定化处理? (23)
54. 含碳量对钢的焊接性能产生什么样的影响? 低合金钢
中的一些合金元素对钢的焊接性能有什么影响? (24)
55. 钢材有哪些常见缺陷? 这些缺陷会带来什么不良影响?
应进行哪些检验? (25)
56. Q235 - A·F、20、0Cr18Ni9 各为何种钢? 钢材牌号符
号是什么含义? (25)
57. 对苛性钠碱液管道应如何选用管道材料? (26)
58. 阐述压力管道器材的选材原则 (26)
59. 什么叫管道设计压力? (26)
60. 什么叫最大工作压力及最高工作温度? (26)
61. 什么叫管道设计温度? (27)
62. 阐述管道设计压力的确定原则 (27)
63. 如何选取管道设计压力? (28)
64. 阐述管道设计温度的确定原则 (28)
65. 铝及铝合金用作压力管道器材时, 应符合哪些要求? ... (30)
66. 什么叫金属材料的脆性转变温度? 如何确定脆性转变
温度? (30)
67. 对钢材的使用温度下限有什么规定? (30)
68. 什么叫低温低应力工况? 低温低应力工况管道是否需
遵守低温管道设计规定? (31)
69. 常用压力管道钢材在达到多高温度时方应考虑蠕变?
如何进行蠕变设计? (31)
70. 碳素钢和碳锰钢在高于 425℃ 下长期使用时, 应注意
什么问题? 为什么? (31)
71. 奥氏体不锈钢的使用温度高于 525℃ 时, 应注意什么
问题? 为什么? (31)
72. 对于介质中含有氢气的碳钢、低合金钢管道, 应如何
进行材料选择? (32)

73. 法兰连接用紧固件材料的选择, 应考虑哪些因素? (32)
74. 当采用未形成国家或行业标准材料时, 应注意
哪些问题? (32)
75. 输送剧毒及液化石油气体的压力管道及其组成件应采用
什么钢? 输送可燃介质的压力管道及其组成件不得
采用什么钢? (32)
76. 高温管道的钢材应符合哪些要求? (33)
77. 铸铁元件的使用应遵守哪些限制条件? (33)
78. 铸铝不得用于哪些介质及哪些管道? (33)
79. 除镀锌管道外, 螺纹连接宜用于多大公称直径的管道?
应符合哪些规定? (33)
80. 列出在石油化工压力管道设计中常用钢材牌号的适
用温度范围 (34)
81. 根据制造方法的不同, 钢管是如何分类的? 请简述各
种钢管的制造方法 (34)
82. 输送流体用钢管与结构用钢管有什么不同? 压力管道
应采用什么钢管? 在工艺管道安装设计的材料一览表
和综合材料表中, 为什么必须注明所用钢管的标准号? (35)
83. 除产品标准明确规定, 并经设计者确认可用于压力温
度参数较高或特定条件外, 焊接钢管宜按哪些规定
选用? (36)
84. 无缝钢管适用于什么管道? 其产品应符合哪些标准的
要求? (36)
85. 管道器材受压元件的壁厚选用应符合哪些要求? (37)
86. 常用压力管道材料一般在哪种热处理状态下使用? (37)
87. 碳素沸腾钢板 Q235 - A·F 与碳素镇静钢板 Q235 - A、B、
C 的适用范围有什么不同? (37)
88. 钢管壁厚系列的表示方法有哪几种? (38)
89. 压力管道中常用的锥管螺纹标准有哪几种? 相互间能
否互换? (39)

90. 压力管道主管与支管的连接方式有哪几种? 阐述管道开孔等面积补强的原则 (40)
91. 按《石油化工管道设计器材选用通则》(SH 3059) 的规定, 在什么情况下焊接支管无需补强? (40)
92. 支管直接焊接在主管上时, 应符合哪些要求? (41)
93. 对于特殊情况下的支管与主管的连接, 在设计中应采取什么措施? (41)
94. 在管道上采用补强圈补强时, 应遵循哪些规定? (41)
95. 目前, 管道器材元件强度计算主要根据哪个标准进行? 对于钢材各种强度性能, 如何选取安全系数? (42)
96. 叙述盲板与平板封头厚度计算公式的推导依据, 并列出其计算公式 (42)
97. 常用法兰密封垫片有哪几大类? 各大类的适用范围如何? (42)
98. 垫片性能参数 y 和 m 的定义是什么? 其物理意义怎样? (43)
99. 平面法兰、凹凸面法兰和榫槽面法兰三种密封面各有哪些优缺点? (44)
100. 受外载荷和内压同时作用的法兰, 如何选取法兰的设计压力? 请用算式进行表达 (44)
101. 利用标准法兰盖作异径法兰时, 法兰盖上开孔有何限制? (45)
102. 反映垫片密封性能的指标有哪几个? 这些指标的意义是什么? (45)
103. 影响垫片工作不佳的原因有哪些? (46)
104. 法兰密封用垫片, 除设计另有规定外, 应符合哪些要求? (46)
105. 法兰用紧固件应满足哪些要求? (47)
106. 螺栓的强度安全系数为什么比一般受压元件大? (48)
107. 管件(包括弯头、三通、异径管、管帽等)的选用应符合

- 哪些要求? (48)
108. 奥氏体不锈钢管道器材在什么情况下应进行酸洗、钝化处理? 钝化的目的是什么? (49)
109. 阐述施工现场配管代用钢材的原则 (49)
110. 哪些钢材不允许作为代用钢材? (50)
111. 配管材料的规格代用应满足哪些条件? (50)
112. 阐述配管材料的代用范围 (50)
113. 哪些配管材料的代用应进行认真核算, 符合设计要求的情况下方允许代用? (50)
114. 保温(冷)材料的代用包括哪些内容? (51)
115. 作为代用的保温(冷)材料, 应满足哪些要求? (51)
116. 不锈钢晶间腐蚀试验方法主要有哪几种? 如何选择? (51)
117. 什么叫冲击功? A_K 与 a_K 有什么不同? (52)
118. 低温钢材进行冲击试验时, 如何确定冲击功的合格指标? (52)
119. 低温管道用钢的冲击试验温度如何确定? (53)
120. 压力管道设计常用的无损检测标准有哪些? (53)
121. 在压力管道设计中, 常用的无损检验方法有哪几种? 各有哪些优缺点? (53)
122. 与射线检测方法相比较, 超声波检测有什么优缺点? (55)
123. 通用阀门有哪些标志? 其中哪些是必须使用的标志? 哪些是按需要选择使用的标志? (55)
124. 何谓阀门的驱动装置? 多回转阀门驱动装置和部分回转阀门驱动装置有什么不同? (56)
125. 钢制阀门的压力——温度等级是如何定义的? (56)
126. 在什么情况下, 阀门材料可能发生石墨化? (56)
127. 在什么情况下, 阀门材料可能发生过氧作用(即起氧化皮)? (56)

128. 在《通用阀门灰铸铁件技术条件》(GB/T 12226)中,
检验规则对需方检验是如何规定的? (57)
129. 何谓阀体的最小壁厚? 何谓阀体的附加壁厚? (57)
130. 隔膜阀的工作压力和工作温度是根据什么来选定的?
其最高工作压力和工作温度是由谁确定? (57)
131. 《蒸汽疏水阀技术条件》(ZBJ 16007)的检验规则
中规定了两种检验: 出厂检验和型式检验。请写出
型式检验应包括的内容 (58)
132. 阀门的气动装置, 按技术条件的规定应进行哪几项
试验? (58)
133. 闸阀的结构特点是什么? 在管道中多作何种用途? (58)
134. 截止阀和节流阀的结构特点各是什么? (59)
135. 止回阀的用途是什么? 有哪几种? 安装要求
是什么? (59)
136. 球阀的结构特点是什么? 对可燃、易燃介质用球阀
有何特殊要求? (59)
137. 隔膜阀的结构特点有哪些? (60)
138. 常用疏水阀的种类、结构特点、适用范围及安装要
求是什么? (60)
139. 阀门出厂前, 一般要根据什么标准进行哪些试验?
对试验介质和试验压力是如何要求的? (60)
140. 通用阀门规格书应包括哪些内容? 阀门型号能否全
面说明阀门规格? (61)
141. 在工艺物料及有毒、可燃介质管道上使用的闸阀、
截止阀和止回阀, 选用时其基本要求应符合哪些国
内标准的规定? (61)
142. 隔热的目的是什么? (62)
143. 隔热设计的基本原则是什么? (62)
144. 隔热层厚度计算的原则是什么? 什么叫经济保温
厚度? (62)

145. 保温层和保冷层的材料选用原则是什么? (63)
146. 保冷结构由内至外是由哪些层组成的? (64)
147. 保冷层厚度计算方法有哪几种? (64)
148. 伴热设计的原则是什么? (64)
149. 常用的伴热介质有哪几种? 如何进行选用? (65)
150. 设备和管道防腐蚀涂料的选用应遵守哪些原则? (65)
151. 哪些设备、管道及附属钢结构的表面应涂漆? (66)
152. 哪些设备、管道及附属钢结构的表面不应涂漆? (66)
153. 哪些设备、管道及附属钢结构应在制造厂涂刷防腐底漆? 哪些应在施工现场涂漆? (66)
154. 钢材表面原始锈蚀程度等级分为哪几个锈蚀等级? 各等级是如何定义的? (67)
155. 钢材表面除锈后的质量等级分哪几个除锈等级? (67)
156. 设备和管道的焊缝应在何时进行防腐涂料的涂装工作? (67)
157. 为什么涂漆前要对钢材进行表面处理? 常用的处理方法有哪些? (67)
158. 石油化工常用压力管道器材设计标准规范有哪些? (68)
159. 常用的金属材料标准有哪些? 各个标准主要包括哪些内容? (68)
160. 压力管道设计常用钢管标准有哪些? 它们对制造检验有哪些要求? (69)
161. 压力管道设计常用管件标准有哪些? (70)
162. 压力管道设计常用管法兰标准有哪些? 各标准分属于哪个体系? (71)
163. 压力管道设计常用管法兰用垫片标准有哪些? (72)
164. 压力管道设计常用管法兰连接用紧固件标准有哪些? (73)
165. 管道施工与检验常用的标准规范有哪些? (74)
166. 叙述《工业金属管道工程施工及验收规范》

(GB 50235)的适用范围	(75)
167. 叙述《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及 验收规范》(SH 3501)的适用范围	(76)
168. 在压力管道施工中主要采用的焊接方法有哪几种?	(77)
169. 对焊工资格管理有何要求?	(78)
170. 什么叫焊接工艺评定? 其目的是什么?	(78)
171. 如何表示焊条型号?	(78)
172. 在焊接过程中容易出现哪些焊接缺陷?	(79)
173. 什么是未焊透和咬边? 有何危害?	(79)
174. 《工业金属管道工程施工及验收规范》(GB 50235)对管道 焊接接头的射线照相检验和超声波检验如何要求?	(80)
175. 《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》 (SH 3501)对焊接接头表面质量提出了哪些要求?	(81)
176. 《石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范》 (SH 3501)对管道焊接接头的无损检验是怎样要求的?	(82)
177. 管道试验压力有何规定?	(83)
178. 设计温度高于试验温度的管道试验 压力应如何确定?	(83)
179. 液压试验用液体的温度有何规定?	(84)
180. 在什么情况下可用气压试验代替液压试验?	(84)
181. 在什么情况下应进行气体泄漏性试验?	(85)
第二章 设备布置设计	(86)
1. 设备布置设计应满足哪些要求和需要?	(86)
2. 设备布置应按哪些原则进行考虑?	(86)
3. 设备的间距应满足哪些要求?	(86)
4. 工艺设备的立面布置应按哪些原则进行考虑?	(87)
5. 在操作或检修过程中有可能被油品、腐蚀性介质或有 毒物料污染的区域应设围堰。此时, 对地面和围堰有	

哪些要求?	(87)
6. 装置内如需设放空设施时, 应符合哪些要求?	(87)
7. 按国际通用设计体制和方法, 在版次设计中, 设备布置图的版次划分是如何进行的? 基础工程设计和详细工程设计分别编制哪几版设备布置图?	(88)
8. 按照国际通用设计体制和方法, 在版次设计中, 设备布置专业的工程设计成品文件包括哪些内容?	(90)
9. 对于较大的装置, 设备布置专业为什么要编制分区索引图?	(90)
10. 阐述绘制设备布置图的依据和应遵循的设计规定	(90)
11. 设备布置图应表示哪些内容? 如何进行尺寸标注?	(91)
12. 阐述分区索引图的分区原则	(92)
13. 阐述由设备布置专业负责编制的设备安装图的设计范围	(92)
14. 设备布置设计如何满足工艺及流程的要求?	(93)
15. 设备布置设计如何满足环境保护、防火及其他安全生产的要求?	(93)
16. 设备布置设计应如何考虑方便操作?	(93)
17. 设备布置设计如何考虑便于安装和维修?	(94)
18. 设备布置设计应如何考虑经济合理的要求?	(94)
19. 设备之间的净距, 应首先遵循什么要求? 请列出非防火因素决定的或防火规范中未加规定的设备之间最小净距值	(95)
20. 进行设备布置时, 应如何考虑道路、铁路、通道和操作平台上方的净空高度或垂直距离?	(96)
21. 在进行设备布置设计时, 如何考虑道路和操作通道宽度?	(97)
22. 为什么安全生产对石油化工企业特别重要?	(97)
23. 什么叫设备布置设计的三重安全措施?	(97)
24. 什么叫一次危险? 什么叫次生危险?	(98)