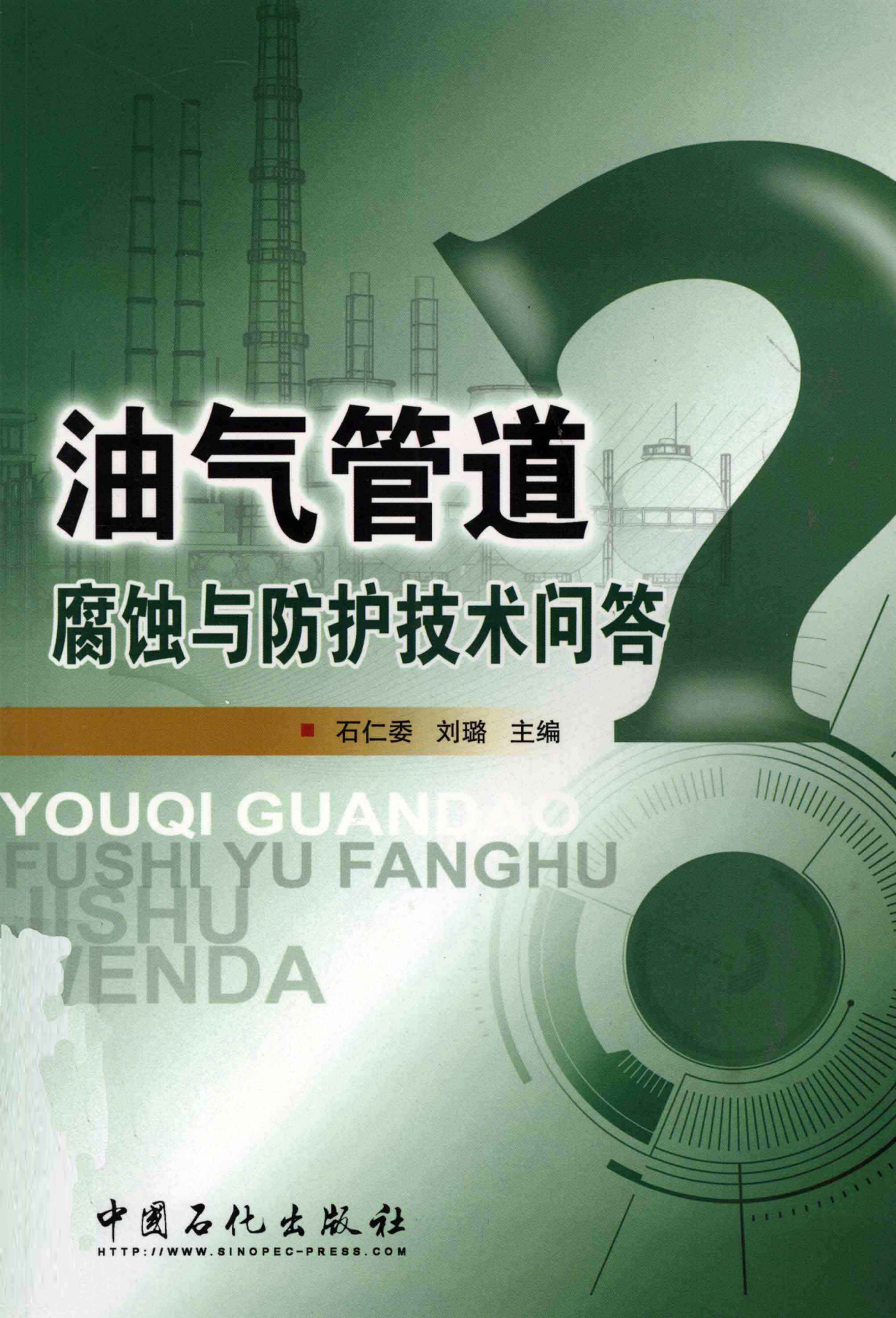




油气管道

腐蚀与防护技术问答

■ 石仁委 刘璐 主编

YOUQI GUANDAO
FUSHI YU FANGHU
JISHU
WENDA

中国石化出版社

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

油气管道腐蚀与防护 技术问答

石仁委 刘璐 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书从油气管道腐蚀与防护基础知识、检测技术、防护控制、发展趋势等四个方面出发,由浅入深、从理论到实践、全方位多角度介绍了油气管道腐蚀、检测以及防护方面的知识,重点介绍了腐蚀检测和防护控制的实践经验。通过本书学习,可以较为全面、深入地了解油气管道腐蚀特点、腐蚀监/检测技术与腐蚀控制技术方面的相关内容。

本书可供油气管道工程设计、检测、施工和管理人员使用,也可作为相关企业管道腐蚀与防护培训教材、题库或高等院校相关专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油气管道腐蚀与防护技术问答/石仁委,刘璐主编. —北京:中国石化出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-5114-0786-3

I. ①油… II. ①石… ②刘… III. ①石油管道-腐蚀-问答②石油管道-防腐-问答③天然气管道-腐蚀-问答④天然气管道-防腐-问答
IV. ①TE988.2-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 022969 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

读者服务部电话:(010)84289974

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

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 14 印张 320 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

定价: 35.00 元

前 言

腐蚀是一个普遍而严重的问题，遍及各个行业，很大程度上影响着化学、石油、机械及军工等领域的生产和发展。腐蚀所造成的损失相当惊人，每年都在几千亿元，并且逐年增加。腐蚀给石油化工行业带来的危害更是不容忽视的，设备的报废、管道失效穿孔，大多是由腐蚀造成的。腐蚀往往给油气田及油气储运企业造成重大经济损失、灾难事故和环境污染，甚至是人员伤亡。

由于油气管道服役于高温、高压、高含水、高矿化度、高溶解氧、高含 H_2S 和 CO_2 以及恶劣的土壤环境中，因此其腐蚀较其他领域更为严重，给油气生产、储运乃至国民经济带来的损失与危害更为巨大。任何防腐技术都不是万能的，这就要求我们在全面深入地了解油气管道腐蚀环境及特点的基础上，利用精确可靠的腐蚀监检测技术查找油气管道存在的隐患，避免失效引起的损失；通过合理地选材与结构设计，避免或减少腐蚀的发生；采用安全有效的局部修补技术对管道破损部位进行维护，延长管道的使用寿命；采取适宜的腐蚀防护技术与措施控制腐蚀，将油气管道的腐蚀损失降至最低。只有将检测、预防、维护与控制四者有机结合，才能保证油气管道的安全运行。

本书编写正是从油气管道腐蚀与防护的角度出发，针对油气管道特定腐蚀环境，结合胜利油田腐蚀与防护研究所多年来从事油气管道腐蚀与防护检测、评价与控制技术研究的实践经验，以一问一答的形式，对油气管道腐蚀与防护的基础理论、监/检测技术与防护控制技术等作了较为全面的阐述。

油气管道腐蚀检测、评价与控制是管道安全生产运行的重要保障，腐蚀与防护技术的研究和开发将是未来腐蚀科学发展的方向。在油气管道工程技术人员和管理人员中普及腐蚀防护知识，使以上人员在生产中能够及时了解油气集输系统的运行状况及腐蚀情况，并采取相应的措施减少腐蚀给油气生产和储运带来的损失，这对于保障油气田及油气储运安全生产、降本增效具有重要意义。

本书由石仁委与刘璐担任主编。其中，石仁委负责全书章节策划与审稿工作，刘璐负责全书统稿工作以及第四章的编写工作。此外，由张洁负责第一章的编写，杨为刚、刘超、龙媛媛负责第二章的编写，孙振华、龙媛媛负责第三章的编写。参与本书讨论的还有柳言国、王遂平、姬杰等同志，在此一并表示感谢。

由于作者水平和工程经验有限，难免有不妥之处，敬请指正。

目 录

第一章 腐蚀与防护基础知识	(1)
一、腐蚀的基本概念	(1)
1. 什么是腐蚀?	(1)
2. 金属腐蚀具有什么特点?	(1)
3. 金属的腐蚀是如何进行分类的?	(2)
4. 如何根据腐蚀形态对金属的腐蚀进行分类?	(2)
5. 常见的局部腐蚀包括哪几种类型?	(3)
6. 如何根据腐蚀机理对金属的腐蚀进行分类?	(4)
7. 如何根据腐蚀环境对金属的腐蚀进行分类?	(5)
8. 应力作用下的腐蚀有哪几种?	(5)
9. 应力腐蚀开裂有什么特点?	(6)
10. 空泡腐蚀是如何对金属形成危害的?	(7)
11. 什么是大气腐蚀?	(7)
12. 大气腐蚀如何分类?	(8)
13. 什么是土壤腐蚀, 土壤腐蚀有什么危害?	(8)
14. 土壤腐蚀的特点是什么?	(8)
15. 什么是海水腐蚀? 研究海水腐蚀的意义是什么?	(9)
16. 海水腐蚀有什么特点?	(9)
17. 不同的腐蚀类型危害程度大小是怎样的?	(9)
18. 如何表征金属的腐蚀速度?	(10)
19. 腐蚀控制的含义是什么?	(11)
20. 金属的耐蚀性等级如何划分?	(11)
21. 腐蚀研究的重要性是什么?	(12)
22. 腐蚀科学的发展经历了哪些阶段?	(12)
23. 腐蚀科学在我国的发展现状是怎样的?	(13)
二、金属电化学腐蚀的基本原理	(14)
24. 怎样理解金属的腐蚀是一个电化学过程?	(14)
25. 腐蚀原电池的工作过程包括哪些环节?	(14)
26. 腐蚀原电池中常见的化学反应是什么?	(15)
27. 铁锈、废金属的主要成分是什么, 它能不能回收再利用?	(15)
28. 阴、阳极明显分开的“腐蚀电池”, 在实际中会遇到吗?	(16)
29. “大电池”腐蚀的发生有哪些情况?	(16)
30. 什么是微观电池?	(17)

31. 形成微观电池的原因是什么, 如何检测是否发生微观腐蚀?	(17)
32. 如何理解“电极电位”?	(18)
33. 常见的“双电层结构”种类有哪些?	(19)
34. 几个关于电位的常用概念分别是什么含义?	(20)
35. 如何计算平衡电极电位?	(21)
36. 什么样的情况下金属才发生腐蚀, 金属腐蚀倾向的判据是什么?	(21)
37. 什么是极化作用?	(22)
38. 阳极极化作用产生的原因是什么?	(22)
39. 阴极极化作用产生的原因是什么?	(22)
40. 极化作用遵循什么规律?	(23)
41. 什么是极化曲线, 极化曲线对研究腐蚀有何意义?	(23)
42. 如何测定极化曲线?	(23)
43. 什么是塔菲尔方程?	(23)
44. 如何解读腐蚀极化图?	(24)
45. 在金属腐蚀研究中, 腐蚀极化图有何实际应用?	(24)
46. 什么是金属的去极化?	(25)
47. 产生去极化的原因是什么?	(25)
48. 什么是氢去极化腐蚀, 发生氢去极化腐蚀的条件是什么?	(25)
49. 什么是氧去极化腐蚀, 发生氧去极化腐蚀的条件是什么?	(26)
50. 通常采用什么方法降低氢/氧去极化作用, 控制金属的腐蚀?	(26)
51. 什么是电位 - pH 图?	(26)
52. 电位 - pH 图在金属腐蚀中有何应用?	(26)
53. 什么是金属的钝化, 金属钝化的标志是什么?	(27)
54. 引起金属钝化的因素有哪些?	(27)
三、油气管道的腐蚀	(28)
55. 油气管道的种类有哪些, 它们是如何分类的?	(28)
56. 油气金属管道的腐蚀如何分类?	(28)
57. 目前油气管道的腐蚀现状是怎样的?	(29)
58. 油气管道内腐蚀的环境介质有何特点?	(29)
59. 油气管道内腐蚀有哪几种典型的腐蚀类型?	(30)
60. 油气管道中的溶解氧腐蚀有何危害?	(30)
61. 硫化氢腐蚀对油气管道有何损坏?	(31)
62. 氢损伤包含哪些形式?	(31)
63. 硫化氢腐蚀导致材料失效的敏感性由哪些参数决定?	(33)
64. 什么是二氧化碳腐蚀, 二氧化碳腐蚀有何危害?	(33)
65. 什么是多相流腐蚀?	(34)
66. 影响多相流腐蚀的因素有哪些?	(34)
67. 油田污水及注水系统中常见的细菌有哪些, 其危害是什么?	(35)
68. 硫酸盐还原菌的主要繁殖部位有哪些, 如何判定其存在?	(36)

69. 硫酸盐还原菌是如何对油气管道造成腐蚀的?	(36)
70. 影响硫酸盐还原菌生长繁殖的环境因素有哪些?	(37)
71. 油气管道的外腐蚀形式有哪些?	(38)
72. 大气腐蚀的机理是什么?	(38)
73. 大气腐蚀的影响因素有哪些?	(38)
74. 金属材料在大气环境中的耐蚀性是怎样的?	(40)
75. 土壤腐蚀有何特点?	(40)
76. 土壤腐蚀的影响因素有哪些?	(41)
77. 油气管道土壤腐蚀的典型腐蚀类型有哪些?	(42)
78. 管道的土壤宏电池腐蚀有哪几种类型?	(43)
79. 管道的土壤微电池腐蚀是如何形成的?	(44)
80. 如何评价土壤的腐蚀性?	(44)
81. 金属材料在土壤中的耐蚀性是怎样的?	(45)
82. 目前我国海底管道的现状是怎样的?	(45)
83. 影响海水腐蚀性的因素有哪些?	(46)
84. 海水腐蚀有何特点?	(46)
85. 常见的海水腐蚀类型有哪些?	(46)
86. 海水腐蚀的机理是什么?	(47)
87. 海水含盐量与海水腐蚀性之间的关系是怎样的?	(49)
88. 溶解氧含量在海水中是如何分布的?	(49)
89. 温度对海水腐蚀性有什么影响?	(49)
90. 海水的 pH 值对其腐蚀性有什么影响?	(49)
91. 海水流速对海水腐蚀性的影响是怎样的?	(49)
92. 海洋生物对海水腐蚀性有何影响?	(50)
四、腐蚀的危害及其防治	(50)
93. 腐蚀的危害有哪些?	(50)
94. 腐蚀产物对环境造成哪些危害?	(51)
95. 腐蚀对钢铁工业造成的危害程度是怎样的?	(51)
96. 腐蚀对石油化工行业造成什么样的危害?	(51)
97. 油气管道腐蚀与防护基本思路是什么?	(52)
98. 目前常见的管线防腐措施有哪几种?	(52)
99. 常用的油气管道外防腐技术有哪些?	(52)
100. 常用的油气管道内腐蚀的防护技术有哪些, 各有何特点?	(53)
101. 为什么可以通过选材和材料表面改性减少腐蚀?	(53)
102. 油气生产中通常使用哪些非金属管道?	(53)
103. 非金属管道在选用时应注意什么?	(53)
104. 缓蚀剂技术有什么优点?	(54)
105. 覆盖层技术对管道腐蚀防护有什么作用?	(54)
106. 油田生产中通常使用何种材料的内涂层和内衬里?	(54)

107. 如何控制硫酸盐还原菌腐蚀?	(55)
108. 什么是电化学保护?	(56)
109. 如何防止海水腐蚀?	(56)
110. 什么是管线完整性管理, 管线完整性管理包含哪几个组成部分?	(56)
111. 管道完整性评价包含哪些主要内容?	(57)
112. 管道检测技术在管道完整性评价中的重要地位是什么?	(57)
113. 为什么说腐蚀是一把“双刃剑”?	(57)
第二章 管道腐蚀检测	(58)
一、管道检测的一般知识	(58)
1. 油气管道腐蚀监测的意义与作用有哪些?	(58)
2. 埋地管道检测技术分为哪几大类?	(58)
3. 地下管道检测一般应包括哪些内容?	(59)
4. 管道全面检验的内容是什么?	(59)
5. 管道外检测评价的目的是什么?	(59)
6. 管道外检测评价包括哪些内容?	(59)
7. 局部开挖检测应完成的工作有哪些?	(59)
8. 管道非开挖在线检测技术有哪些优点?	(60)
9. 对被检管道进行检测评价的标准是什么?	(60)
10. 对被检管道进行检测评价的具体内容是什么?	(60)
11. 在线全面检测工作流程包括哪些步骤?	(60)
12. 获取管道相关资料, 主要包括哪些内容?	(61)
13. 特征点编号的原则是什么?	(61)
14. 探测地下管道时应遵循什么原则?	(61)
15. 检测评价管道防腐层性能有哪些内容?	(62)
16. 管道防腐层破损点检测有哪些内容?	(62)
17. 管道沿线阳极倾向点检测分析有哪些内容?	(62)
18. 不开挖 TEM 技术管道剩余平均壁厚检测有哪些内容?	(62)
19. 管道风险点处剩余壁厚超声波开挖检测包含什么内容?	(63)
20. 管道检测成果都包含哪些内容?	(63)
二、埋地管道探测技术	(63)
21. 管道探测是如何定义的?	(63)
22. 管线与非金属管线探查方法有什么区别?	(63)
23. 管线探测必须具备哪些条件?	(63)
24. 地下管线探查应遵循哪些原则?	(64)
25. 管道探测方法有哪些?	(64)
26. 各种探测方法的优缺点及适用情况是怎样的?	(65)
27. 金属管线探测的原理是什么?	(65)
28. 金属管线常用探测方法有哪些?	(65)
29. 电磁法探查地下金属管线的主要特性依据是什么?	(66)

30. 常用金属管道检测仪(RD-4000)的探测模式有哪几种?	(66)
31. 理论上哪种探测方式更准确, 实际工作中呢?	(67)
32. 在什么情况下要使用单线圈峰值法探测管道, 为什么?	(67)
33. 上下重叠管道的探查方法有哪些?	(67)
34. 如何测量管道的埋深?	(68)
35. 如何对管道埋深的测量结果进行确认?	(68)
36. 如何对直接读数的埋深值进行复查?	(68)
37. 影响金属管道探测信号的因素有哪些?	(69)
38. 探地雷达(GPR)探测的原理是什么?	(69)
39. 非金属管线如何进行探测?	(69)
40. 埋地管道探测的基本程序是什么?	(69)
三、埋地管道外防腐层检测技术	(70)
41. 埋地管道外防腐层检测有什么意义?	(70)
42. 外防腐层检测技术如何分类?	(70)
43. 防腐层在不同阶段主要有哪些检测评价项目?	(71)
44. 埋地管道外防腐层破损点检测技术有哪些?	(71)
45. 电位梯度法的检测原理是什么, 应用范围是什么?	(71)
46. 电流梯度法的检测原理是什么?	(71)
47. 电流梯度法有什么特点?	(72)
48. 磁场分布法的检测效果受什么影响?	(72)
49. 等效电流梯度法的检测原理是什么?	(72)
50. 什么是变频选频法, 其检测原理是什么?	(72)
51. 变频选频法的检测参数有哪些?	(73)
52. 变频选频法有什么特点?	(73)
53. 常用埋地管道外防腐层性能检测方法有哪些?	(73)
54. 水下管道外检测通常检测哪些项目, 检测时有何要求?	(74)
55. 如何检测浅层海洋平台间海底管道防腐层?	(74)
56. 防腐层漏点开挖验证有哪些方法?	(74)
57. 什么是综合参数异常评价法, 有什么用途?	(75)
58. 防腐层性能评价的依据是如何规定的?	(75)
59. NACE 标准及其检测方法是如何规定的?	(76)
60. 半出露、架空状态下的管道外防腐层检测存在哪些问题, 怎样解决?	(76)
61. 管线防腐层破损点对防腐层性能检测有何影响, 如何解决?	(77)
62. 管道拐点、三通对防腐层检测有何影响, 如何有效消除其影响?	(78)
四、埋地管道阴极保护检测技术	(78)
63. 阴极保护的主要测量参数有哪些?	(78)
64. 阴极保护电位的定义是什么, 常用的测量仪表有哪些?	(78)
65. 阴极保护电位常用测试方法有哪些?	(79)
66. 埋地管道阴极保护标准是什么?	(79)

67. IR 降的定义和测量方法是什么?	(79)
68. 测试桩有什么作用?	(79)
69. 什么是 DCVG 检测技术?	(80)
70. DCVG 测试的典型应用有哪些?	(80)
71. DCVG 的原理是什么?	(80)
72. 如何使用 DCVG 发现防腐层破损点?	(80)
73. 什么是 CIPS 检测技术?	(81)
74. CIPS 检测系统由哪几部分组成?	(81)
75. CIPS 测试的适用范围有哪些?	(81)
76. CIPS 和 DCVG 组合测量有哪些用途?	(81)
77. CIPS 和 DCVG 组合测量有哪些优势?	(81)
78. CIPS 和 DCVG 由哪两个部分组成, 其作用是什么?	(82)
79. 进行 CIPS 测量时, 能得到几种管地电位, 各有何作用?	(82)
80. 阴极保护电流密度如何定义?	(83)
81. 埋地管道阴极保护电流密度用什么方法测量?	(83)
82. 阴极保护系统检测及维护周期如何确定, 包括哪些检查项目?	(83)
83. 阴极保护有哪几种类型, 各有什么优缺点?	(83)
84. 防腐层和阴极保护之间的关系怎样?	(84)
85. 阴极保护检测的目的是什么?	(84)
五、埋地管道管体腐蚀检测技术	(84)
86. 埋地管道管体腐蚀检测技术主要有哪些?	(84)
87. 目视法的检测原理、方法及优缺点是什么?	(85)
88. 渗透法的检测原理、方法及优缺点是什么?	(85)
89. 漏磁法的检测原理、方法及优缺点是什么?	(85)
90. 超声波法的检测原理、方法及优缺点是什么?	(86)
91. 射线照相法的检测原理、方法和优缺点是什么?	(87)
92. 涡流法的检测原理、方法和优缺点是什么?	(88)
93. 声发射法的检测原理方法和优缺点是什么?	(88)
94. 热像显示法的检测原理方法和优缺点是什么?	(88)
95. 管道内壁内窥镜检查法的工作原理是什么?	(89)
96. 爬行机器人内检测技术的原理和装置组成有哪些?	(89)
97. 清管器型管内检测技术的原理和装置组成有哪些?	(89)
98. 清管器型管内检测技术有何发展趋势?	(90)
99. 漏磁通检测技术(MFL)有何优缺点?	(90)
100. 压电超声波检测技术有何优缺点?	(90)
101. 电磁波传感检测技术(EMAT)有何优点?	(90)
102. 什么叫远场涡流检测技术?	(91)
103. 远场涡流检测技术有哪些优点?	(91)
104. 金属蚀失量评价法的原理是什么?	(91)

105. 金属蚀失量评价法相关术语和技术指标有哪些, 使用何种仪器?	(92)
106. 视综合参数异常评价法如何判断管体腐蚀?	(92)
107. 什么是阳极倾向点, 是如何出现的, 有什么危害?	(93)
108. 等效电流中心偏移法(No-pig)的原理是什么?	(93)
109. 长距超声导波反射法的检测原理是什么?	(94)
六、埋地管道泄漏探测技术	(94)
110. 埋地管道泄漏的探测分哪两类?	(94)
111. 流量平衡法内监测技术有何优缺点?	(94)
112. 负压波法内监测技术的原理和优缺点是什么?	(94)
113. 声波法内监测技术的原理和特点是什么?	(95)
114. 实时瞬态模型(RTM)法内监测技术的原理是什么?	(95)
115. 监控与数据采集(SCADA)法内监测技术有何优缺点?	(95)
116. 气体敏感法外监测技术的原理和优缺点是什么?	(95)
117. 激光光纤传感法监测技术的原理和优缺点是什么?	(96)
118. 电缆传感法监测技术的原理和优缺点是什么?	(96)
119. 埋地管道泄漏检测方法主要有哪几种?	(96)
120. 埋地管道直接检漏法主要有哪些?	(96)
121. 国内外常用埋地管道泄漏检测技术主要有哪些?	(97)
122. 燃气管道泄漏检查有哪些方法?	(98)
123. 使用组合检测技术检测油气管道泄漏的基础是什么?	(99)
124. 如何使用组合检测技术对输气管道进行检测?	(99)
125. 如何使用组合检测技术对输油管道微量渗漏进行检测?	(99)
126. 如何使用组合检测技术对输油管道盗漏进行检测?	(99)
127. 燃气查漏中可能遇到哪些干扰, 怎样判定?	(100)
128. 怎么查找盗油暗卡子?	(100)
129. 氢气示踪查漏技术的特点与原理是什么?	(100)
130. 常用的埋地管道泄漏实时监测技术有何特点和局限性?	(100)
七、管道特征点与风险点高精度定位技术	(101)
131. 什么是管道特征点与风险点高精度定位技术?	(101)
132. 什么是 GPS?	(101)
133. GPS 的三大部分分别有什么作用?	(101)
134. GPS 的特点有哪些?	(101)
135. GPS-RTK 技术较常规 GPS 技术有何先进之处?	(102)
136. 什么是 RTK 技术?	(102)
137. RTK 技术的原理是什么?	(102)
138. RTK 技术的关键是什么?	(102)
139. 提高 RTK 精度的技术关键是什么?	(102)
140. RTK 系统流动站的组成和作用是什么?	(103)
141. 进行校正控制点的选取原则是什么?	(103)

142. RTK 测量一般有哪些操作?	(104)
143. 在 RTK 作业模式下, 基准站和流动站是怎样工作的?	(104)
144. RTK 系统由哪几部分组成?	(104)
145. RTK 系统基准站的组成和作用是什么?	(104)
146. GPS-RTK 坐标测绘技术与常规的 GPS 测量方法相比有哪些优点?	(104)
147. GPS-RTK 作业能否顺利进行的关键因素是什么?	(105)
八、油气管道在线监测技术	(105)
148. 油气管道主要腐蚀监测方法有哪些?	(105)
149. 主要腐蚀监测方法的基本特性是什么?	(105)
150. 什么是警戒孔监视法, 其特点是什么?	(107)
151. 警戒孔监视法的要点是什么, 其应用范围是什么?	(108)
152. 什么是挂片法监测腐蚀速率?	(108)
153. 挂片法的特点是什么, 如何改进挂片法?	(108)
154. 什么是电阻法监测腐蚀速率, 其原理是什么?	(109)
155. 电阻法的应用范围是什么?	(109)
156. 氢压法分为哪几类?	(109)
157. 什么是电化学腐蚀监测方法, 电化学腐蚀监测方法有哪些?	(110)
158. 极化阻力测量探针有哪几种类型, 探针的测量过程分别是什么?	(110)
159. 线性极化阻力法的适用范围是什么?	(110)
160. 什么是交流阻抗探针, 其适用范围是什么?	(110)
161. 交流阻抗探针的测试原理是什么?	(110)
162. 什么是腐蚀电位监测法?	(111)
163. 腐蚀电位监测法的优缺点及其适用范围是什么?	(111)
164. 什么是电偶法, 电偶法的特点是什么?	(111)
165. 什么是氢渗透法?	(111)
166. 氢探针的适用范围是什么?	(112)
167. 什么是介质分析法, 其适用范围是什么?	(112)
168. 影响油气管道设备腐蚀监测方法选择的因素是什么?	(112)
169. 从腐蚀监测角度来看, 拟监测系统的宏观状况有哪几种?	(112)
170. 评判其腐蚀监测技术的适用性有几方面因素?	(112)
171. 腐蚀监测布点的必要性是什么, 需考虑哪几方面的因素?	(113)
172. 监测布点最重要的原则是什么?	(113)
173. 设备中哪些部位在监测布点时需要特别重视?	(113)
174. 影响设备腐蚀监测准确性的因素有哪些?	(114)
175. 采取什么措施能消除影响探针模拟生产设备腐蚀行为一致性的因素?	(114)
176. 探针的设计原则是什么?	(114)
177. 仪器的精度与在设备上所做的腐蚀监测的测量精度有什么区别?	(114)
第三章 管道的腐蚀防护	(116)
一、管道设备的防腐蚀设计	(116)

1. 压力管道总体设计的基本原则是什么?	(116)
2. 管道防腐设计的基本内容有哪些?	(116)
3. 如何通过结构设计避免腐蚀?	(117)
4. 如何妥善处理异种金属的接触?	(117)
5. 如何避免结构设计中的死角?	(117)
6. 如何避免结构设计中的间隙腐蚀?	(118)
7. 如何在设计上避免应力过分集中?	(118)
8. 防腐设计对制造安装及检修有什么要求?	(118)
9. 管道设备的选材遵循什么原则?	(119)
10. 油气管道设备对选材有哪些要求?	(119)
11. 管道设备选材时应考虑哪几方面因素?	(120)
12. 石油管道防腐设计时应注意什么?	(120)
13. 如何通过结构设计避免腐蚀?	(121)
14. 防腐结构设计应遵循什么原则?	(121)
15. 防腐结构设计时如何避免缝隙腐蚀?	(121)
16. 防腐结构设计时如何降低应力?	(122)
17. 如何进行管道防腐强度设计?	(122)
18. 何谓管道的柔性, 如何进行管道柔性设计?	(122)
19. 管道柔性设计的目的是什么?	(123)
20. 防腐钢管在布管时有何要求?	(123)
二、材料防腐技术	(123)
21. 油气管道及设备的耐腐蚀材料分为哪几类?	(123)
22. 碳钢的腐蚀特性是什么?	(123)
23. 什么是“不锈钢”, 其分类及特点如何?	(123)
24. 耐蚀合金在油气田中主要应用在什么领域?	(124)
25. 石油化工行业中常用的有色金属及其合金有哪些?	(124)
26. 锌在腐蚀防护技术中发挥的作用是什么?	(125)
27. 石油化工行业通常采用的耐腐蚀非金属管材有哪些?	(125)
28. 非金属管的优缺点如何?	(126)
29. 影响非金属材料腐蚀的环境因素有哪些?	(126)
30. 非金属材料较金属材料有什么腐蚀特点?	(126)
31. 什么是玻璃钢, 有哪些种类?	(126)
32. 玻璃钢有哪些性质, 影响玻璃钢耐蚀性的主要因素有哪些?	(127)
33. 玻璃钢在石油工业中的应用如何?	(127)
34. 什么是塑料?	(127)
35. 塑料的特性有哪些, 石油化工业中常用的塑料有哪些?	(128)
36. 什么是橡胶, 橡胶如何分类?	(128)
37. 石油工业中常用的橡胶有哪些?	(128)
38. 混凝土在防腐工程中的应用现状如何?	(128)

39. 高分子材料的腐蚀形式与特点如何?	(128)
40. 复合材料有什么耐腐蚀特点?	(129)
三、药剂防腐蚀技术	(129)
41. 什么是缓蚀剂, 它有什么特点?	(129)
42. 缓蚀剂如何分类?	(129)
43. 氧化型膜缓蚀剂与沉淀型膜缓蚀剂的缓蚀机理有什么区别?	(129)
44. 缓蚀剂的应用有何技术要求?	(130)
45. 石油工业中常用的缓蚀剂有哪些?	(130)
46. 目前油田使用的缓蚀剂主要有哪些型号, 分别适用于什么介质?	(131)
47. 如何选用缓蚀剂?	(132)
48. 缓蚀剂的选用原则是什么?	(132)
49. 缓蚀剂缓蚀效果的影响因素有哪些?	(133)
50. 缓蚀剂用量与缓蚀效果有何关系?	(133)
51. 如何对缓蚀剂进行测试与评价?	(134)
52. 结垢的危害有哪些, 油田水常见的水垢有哪些?	(134)
53. 如何鉴别垢?	(134)
54. 选择阻垢剂时应考虑哪些因素?	(135)
55. 石油工业常用的缓蚀性阻垢剂有哪些?	(135)
56. 油田污水及注水系统中常见的细菌有哪些?	(135)
57. 硫酸盐还原菌的主要繁殖部位有哪些?	(136)
58. 如何判定硫酸盐还原菌的存在?	(136)
59. 如何判定铁细菌的存在?	(136)
60. 怎样选择和评价杀菌剂?	(136)
61. 水处理用杀菌剂的种类有哪些?	(137)
62. 油田水处理常用的杀菌剂有哪些?	(137)
四、表面处理技术	(137)
63. 什么是表面预处理技术, 其目的是什么?	(137)
64. 钢材表面氧化皮和铁锈是怎样生成的, 有什么危害?	(137)
65. 涂镀前表面预处理的方法有哪些?	(138)
66. 表面预处理技术中机械处理的方法有哪些?	(138)
67. 什么是工具除锈, 其分类有哪些?	(138)
68. 喷射、抛射除锈有何优缺点?	(138)
69. 目前世界上应用较多的钢材表面除锈标准有哪些?	(138)
70. 什么是金属材料的脱脂, 如何进行脱脂?	(139)
71. 除油剂的除油机理是什么?	(139)
72. 管道、容器表面预处理中对除油剂的要求有哪些?	(140)
73. 什么是气相沉积及三束表面改性技术?	(140)
74. 什么是电镀技术, 有什么作用?	(140)
75. 什么是热浸镀技术, 主要有哪些热浸镀材料?	(140)

76. 什么是热喷涂技术,有何优缺点?	(141)
77. 常用的酸洗方法有哪些,其原理是什么?	(141)
78. 什么是磷化处理?	(141)
79. 镍-磷化学镀层的特点是什么?	(142)
80. 镍-磷化学镀在石油行业有何应用?	(142)
81. 常用的镀锌方式有哪些?	(142)
82. 什么是脉冲真空氮化防腐油管技术,该技术有什么优点?	(142)
83. 表面清洁度如何检验?	(142)
84. 表面预处理技术方法的选择标准是什么?	(143)
五、涂层防腐蚀技术	(143)
85. 防腐层的作用是什么?	(143)
86. 影响防腐层保护效果的因素有哪些?	(143)
87. 有效防腐涂层需要具备哪些特性?	(144)
88. 油气田生产中管道对其防腐层有何要求?	(144)
89. 油气田生产中储罐对其防腐层有何要求?	(144)
90. 油气田生产选用防腐层主要考虑的因素有哪些?	(145)
91. 油气田常用的防腐蚀涂料是如何划分的?	(145)
92. 防腐蚀涂料各组分的作用是什么?	(145)
93. 防腐蚀涂料各结构的性能是什么?	(146)
94. 管道、储罐常用的防腐蚀涂料有哪些?	(146)
95. 环氧树脂防腐涂料有哪些特性?	(146)
96. 环氧树脂防腐涂料分为哪几类?	(147)
97. 高氯化聚乙烯涂料有什么特点?	(147)
98. 油气田管道常用的涂装工艺有哪些,各有什么特点?	(147)
99. 管道内防腐涂层的技术要求有哪些?	(147)
100. 液体涂料的内涂敷方法有哪些?	(147)
101. 如何对内涂层进行修补和复涂?	(148)
102. 架空管道外防腐涂层有何技术要求?	(148)
103. 架空管道常用的外防腐涂层材料有哪些?	(148)
104. 埋地管道常用的防腐层种类有哪些,有何使用条件及标准?	(149)
105. 硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层较其他种类防腐层有何优点?	(150)
106. 如何合理选择管道外防腐层?	(150)
107. 环氧煤沥青用于钢质管道外防腐时有何性能要求?	(150)
108. 什么是聚乙烯防腐层,其特点是什么?	(151)
109. 埋地管道外防腐层的施工要求是什么?	(151)
110. 熔结环氧粉末防腐层有什么特点?	(151)
111. 什么是衬里,常用的衬里有哪些?	(152)
112. 中国埋地管道外防护层体系是怎样的?	(152)
六、管道与储罐电化学保护技术	(152)

113. 常用的管道与储罐电化学保护类型有哪些?	(152)
114. 什么是外加电流阴极保护法, 其应用范围如何?	(152)
115. 什么是牺牲阳极阴极保护法, 其主要应用在哪些领域?	(152)
116. 什么是杂散电流, 如何实施杂散电流保护?	(152)
117. 阴极保护的准则是什么?	(153)
118. 各类电化学保护技术各有什么优缺点?	(153)
119. 实施阴极保护的条件是什么?	(154)
120. 阴极保护的应用范围是什么?	(154)
121. 如何对比及选用阴极保护与阳极保护?	(154)
122. 牺牲阳极与外加电流阴极保护对比有何不同?	(155)
123. 阴极保护的基本控制参数有哪些?	(155)
124. 阴极保护运行管理的主要控制指标有哪些?	(156)
125. 如何对阴极保护状况进行测量与监控?	(156)
126. 对集输管网实施的区域性阴极保护方法有哪些?	(157)
127. 在应用常规方法测量管地电位的过程中应注意什么?	(157)
128. 如何对阴极保护设备进行管理?	(157)
129. 阴极保护系统故障分哪几类?	(158)
130. 牺牲阳极阴极保护技术的适用范围是什么?	(158)
131. 常用的牺牲阳极有哪些, 其性能及各自的使用场合是什么?	(158)
132. 如何设计埋地钢制管道牺牲阳极阴极保护系统?	(159)
133. 牺牲阳极在油田管道、储罐上是如何应用的?	(159)
134. 如何对牺牲阳极进行管理维护?	(159)
135. 牺牲阳极故障分析有哪几项内容?	(160)
136. 阴极保护的发展历史是怎样的?	(160)
七、管道防腐蚀工程安全技术	(161)
137. 管道防腐蚀施工安全管理的重要性是什么?	(161)
138. 管道防腐蚀工程现场安全管理制度中对安全生产责任制是如何规定的?	(161)
139. 原材料储存安全技术措施有哪些?	(162)
140. 除锈及管道、容器内作业的安全技术措施有哪些?	(162)
141. 管道防腐蚀涂装过程的安全技术有哪些?	(162)
142. 管道防腐蚀涂装过程中防火防爆的安全技术有哪些?	(163)
143. 管道防腐蚀涂装过程中防火防爆的安全措施有哪些?	(163)
144. 管道防腐蚀涂装过程中防毒安全技术包括哪些内容?	(163)
145. 防腐蚀涂装中的涂装废气和漆雾如何治理?	(164)
146. 对于防腐蚀涂装中的废水排放有何标准要求?	(164)
147. 管道化学清洗安全技术中化学清洗安全措施有哪些?	(165)
148. 管道化学清洗安全技术规定化学清洗废液如何处理?	(166)
149. 安全技术规定的内容是什么?	(166)
150. 从事防腐蚀工程的操作人员, 应采取什么劳动保护措施?	(167)

第四章 管道腐蚀与防护技术发展动向	(168)
一、管道腐蚀监测的新技术及发展	(168)
1. 目前普遍应用的不开挖管道外腐蚀检测技术有哪些, 其各自有何特点?	(168)
2. 目前埋地管道内腐蚀有哪些检测技术, 应用情况怎样?	(169)
3. 埋地管道内腐蚀检测技术的发展趋势是什么?	(170)
4. 什么是超声导波检测法(UGV), 有什么优点?	(171)
5. 什么是磁致伸缩超声导波技术, 有什么应用?	(171)
6. 什么是电指纹法(FSM)监测技术, 有什么优点?	(171)
7. 什么是无接触式磁力层析检测方法(MTM), 有何特点?	(171)
8. 管道检测技术的发展以及存在的问题有哪些?	(172)
9. 埋地油气管道泄漏检测技术应用现状如何?	(172)
10. 现阶段管道在线监测有什么特点?	(172)
11. 管道腐蚀监测技术应满足何种要求?	(174)
12. 管道腐蚀监测具有什么意义?	(174)
13. 现代腐蚀监测使用的仪器发生了什么变化?	(174)
14. 油气管道阴极保护系统监测技术的意义及应用现状怎样?	(174)
15. 阴极保护参数评价法的检测原理是什么?	(175)
16. 国内外天然气管道检测与评价的现状是怎样的?	(175)
17. 什么是天然气管道内腐蚀直接评价技术(DG-ICDA)?	(176)
18. 什么是应力腐蚀直接评价方法, 一般包括哪几个步骤?	(176)
19. 什么是旁路管线中试评价法, 是如何提出的?	(177)
20. 旁路管线中试评价法的功能有哪些?	(177)
21. 数字化油田集输管网建设有何必要性?	(177)
二、管道防腐技术的新技术及发展	(178)
22. 管道用化工陶瓷和化工搪瓷的区别是什么, 各有什么应用?	(178)
23. 什么是不透性石墨, 在管材中有何应用?	(178)
24. 新世纪防腐涂料向何方向发展?	(179)
25. 防腐涂料有什么新的品种?	(179)
26. 目前埋地钢质管道所使用的防腐覆盖层主要有哪些种类?	(180)
27. 3PE防腐工艺在国内应用现状怎样?	(181)
28. 国内外管道保温技术的应用现状是怎样的?	(182)
29. 外防腐层经过十几年的发展, 有何改进?	(182)
30. 管道的防腐蚀技术的发展现状是怎样的?	(182)
31. 管道的外防腐涂层技术的发展现状及趋势是怎样的?	(183)
32. 管道的内腐蚀技术的发展现状是怎样的?	(183)
33. 国内外管道内涂层的应用现状是怎样的?	(184)
34. 阴极保护技术有什么新进展?	(184)
35. 什么是区域阴极保护技术, 在城市中应用区域阴极保护技术有什么优势?	(185)
36. 缓蚀剂发展历程是怎样的?	(185)