

石油工程地质学

胡安定 主编

中国石化出版社

|     |         |
|-----|---------|
| 登录号 | 127672  |
| 分类号 | TE960.7 |
| 种次号 | 001     |

# 石油化工厂设备检查指南

胡安定 主编

胡安定、严绥、贾约鹏、何承厚 编



石油0122468

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书从我国石油化工厂的生产实际出发,汇集我国石油化工企业多年来开展设备检查活动的实践经验,并参考国内外有关设备检查方面的资料和文献,从技术管理的角度,介绍石油化工厂如何开展设备检查工作,陈述压力容器、换热设备、管式工业炉、机泵设备、常压及低压贮罐、辅助及其他设备、管线、阀门及管件的结构类型,并对设备劣化失效的原因(包括基础、结构件和建筑物)进行了分析,重点介绍了设备检查的内容和方法,并为参与检查活动的有关人员介绍一些必备的基础知识和必要的参考资料。

本书内容广泛,通俗易懂,实用性强,可供石油化工厂、炼油厂及化工厂从事生产管理、设备管理及安全管理的各级人员在开展及参与设备检查活动中使用,并可供大专院校有关专业的在校及毕业生学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

石油化工厂设备检查指南/胡安定主编;严绥等编. —北京:  
中国石化出版社, 1997 ISBN 7-80043-677-2

I. 石… II. ①胡… ②严… III. 石油化工厂-设备-检查-  
指南 IV. TF960.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 05937 号

\*

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010) 64241850

海王印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

\*

787×1092 毫米 16 开 35 印张 7 彩插页 894 千字 印 1 - 4000

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

定价:54.00 元

# 前 言

设备是企业进行生产的重要物质技术基础。石油化工厂具有高温、高压、易燃、易爆、易腐蚀、易中毒的特点。设备技术状况不好，会带来一系列严重的后果：故障损失大，能源消耗大，腐蚀磨损快，环境污染严重，安全不能保证。设备一旦发生问题会导致装置停产、火灾爆炸、人身伤亡等重大事故的发生，直接影响着企业的经济效益。

为了确保石油化工厂设备具有良好的技术状况，使生产装置安全、稳定、长周期、满负荷、优化地运行，就必须强化石油化工厂的设备管理。对设备经常开展检查工作是搞好设备管理的主要内容之一。通过设备检查能及时发现各种可能导致设备停机的故障和隐患，掌握设备劣化及失效的趋势和规律，以便对设备进行有针对性的维护及开展好预防性维修。设备检查工作开展得好，就为进一步减少设备劣化和故障，及时消除设备缺陷及隐患，提高设备的可靠度，减少或消灭设备可能发生的事故，确保设备经常处于良好状态，充分发挥其效能，从而为石油化工厂“安、稳、长、满、优”生产，打下良好可靠的物质技术基础。

长期以来在开展设备检查活动中，我们积累了不少经验，有许多好的作法；国外工业发达国家在开展设备检查方面，也有不少先进的科学技术和方法值得我们学习借鉴。为此，我们感到有必要编写一本系统介绍国内外石油化工厂开展设备检查工作的书籍，供石油化工企业有关人员参考。

《石油化工厂设备检查指南》的编写是从我国石油化工厂的生产实际出发，汇集我国石油化工企业多年来开展设备检查活动的实践经验，并参考国内外有关设备检查方面的资料和文献，从技术管理的角度出发，重点介绍石油化工厂如何开展好设备检查工作，陈述各类设备的结构类型及其劣化和失效的原因，以及设备检查的内容和方法；并为参与检查活动的有关人员介绍一些必备的基础知识和必要的参考资料。其中有关仪表和电气设备的检查内容，由于其专业性很强，中国石油化工总公司编制的《石油化工设备维护检修规程》的仪表部分（第七分册）和电气设备部分（第六分册）均有详细的论述，本书未作介绍。

为了兼顾各级参与设备检查的技术管理人员的需求，本书力求内容广泛，通俗易懂，实用性强，且为了便于读者阅读和保持各章的完整性，有些内容前后有意安排了一些重复。

编写这本书，希望能给石油化工厂（包括一些炼油厂及化工厂）从事生产管理、设备管理及安全管理的各级人员，诸如：主管生产、设备、安全的副厂长、副总工程师；机关有关处室的处长、工程师、技术管理人员；车间主管生产、设备、安全的副主任、工程师、技术人员及班组长等在日常生产操作运行中及装置停工大修中开展设备检查和技术管理工作提供一定的帮助。本书也可供大专院校在校及毕业生学习参考。

本书由中国石油化工总公司原生产管理部主管设备管理的副主任、教授级高工胡安定主编，以及长期以来一直从事石油化工设备管理的一些同志参与编写。其中第一章导论、第二章我国石油化工厂设备检查活动的类型及组成、第三章设备劣化和失效的原因及条件、第四章设备检查的准备工作、第五章检查仪器和工具、第六章设备检查安全注意事项、第十六章

停运及闲置设备的防护与检查及第十七章设备检查记录和报告由胡安定编写；第七章压力容器、第八章换热设备、第九章管式工业炉、第十一章机泵设备、第十二章常压及低压贮罐及第十四章管线、阀门及管件由严绥编写；第十三章辅助及其他设备及第十五章基础、结构件及建筑物由贾约鹏编写；第十章工业锅炉及辅助设备由何承厚编写。全书总纂及审定工作均由胡安定完成。

本书编写过程，得到中国石油化工总公司生产管理部、燕山石油化工公司、高桥石油化工公司、金陵石油化工公司、扬子石油化工公司、茂名石油化工公司、辽阳石油化纤公司、巴陵石油化工公司长岭炼油化工总厂、武汉石油化工厂、大庆石油化工总厂及兰州炼油化工总厂等单位有关领导及同志的大力支持和协助，在此表示衷心地感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，望读者给予指正。

编 者  
1996 年 1 月

# 目 录

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 第一章 导论                      | (1)  |
| 参考文献                        | (2)  |
| 第二章 我国石油化工厂设备检查活动的类型及组成     | (3)  |
| 第一节 设备检查活动类型及组成             | (3)  |
| 一、定期检查                      | (3)  |
| 1. 设备技术状况的定期检查              | (3)  |
| 2. 压力容器的定期检查                | (3)  |
| 3. 结合定期安全检查活动的设备检查          | (4)  |
| 二、不定期检查                     | (4)  |
| 1. 装置临时停工的设备检查              | (4)  |
| 2. 装置停工大检修的设备检查             | (4)  |
| 3. 备用设备轮换检查                 | (5)  |
| 4. 设备临时故障检查                 | (5)  |
| 5. 设备事故抢修检查                 | (5)  |
| 6. 新装置投产前的设备检查              | (5)  |
| 7. 停用、闲置设备的防护检查             | (5)  |
| 8. 其他临时安排的检查                | (6)  |
| 三、经常性检查                     | (6)  |
| 1. 生产操作工人的岗位巡回检查            | (6)  |
| 2. 生产岗位的程序化检查               | (6)  |
| 3. 维修工人的区域巡回检查              | (6)  |
| 4. 设备管理人员的巡检和点检             | (7)  |
| 5. “特级维护”的多方联检              | (7)  |
| 6. 专职检查人员的监督检查              | (7)  |
| 7. 理化检验部门的监测                | (7)  |
| 第二节 岗位责任制大检查                | (8)  |
| 第三节 石化系统设备大检查               | (8)  |
| 附录 I 石油化工设备完好及无泄漏标准         | (9)  |
| 附录 II 石油化工设备、管路静密封管理办法      | (19) |
| 附录 III 石油化工企业设备管理检查评级办法及标准  | (20) |
| 附录 IV 设备维护保养及文明生产制检查标准      | (40) |
| 附录 V 完好岗位检查考核评比办法           | (46) |
| 附录 VI 关键机组“特级维护”检查考核细则      | (63) |
| 附录 VII 备用设备检查实例             | (68) |
| 附录 VIII 生产操作工人巡回检查路线及检查内容实例 | (72) |

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| 附录Ⅸ 生产岗位设备的程序化检查实例 .....       | (72)        |
| 附录Ⅹ 关键机组巡回检查实例 .....           | (74)        |
| 参考文献 .....                     | (78)        |
| <b>第三章 设备劣化和失效的原因及条件 .....</b> | <b>(80)</b> |
| 第一节 概述 .....                   | (80)        |
| 第二节 腐蚀 .....                   | (82)        |
| 一、原油的腐蚀组分 .....                | (82)        |
| 1. 氯化氢和有机及无机的氯化物 .....         | (83)        |
| 2. 硫化氢、硫醇及有机硫化物 .....          | (85)        |
| 3. 二氧化碳 .....                  | (87)        |
| 4. 溶解氧及水 .....                 | (88)        |
| 5. 有机酸 .....                   | (88)        |
| 6. 氮化合物 .....                  | (88)        |
| 二、油品加工中所用的腐蚀性原材料 .....         | (89)        |
| 1. 硫酸及氟化氢 .....                | (89)        |
| 2. 苯酚 .....                    | (91)        |
| 3. 磷酸 .....                    | (92)        |
| 4. 烧碱——氢氧化钠 .....              | (92)        |
| 5. 水银 .....                    | (92)        |
| 6. 氨 .....                     | (92)        |
| 7. 氯 .....                     | (92)        |
| 8. 氯化铝 .....                   | (92)        |
| 三、环境腐蚀 .....                   | (93)        |
| 1. 保温层及防火层下的腐蚀 .....           | (93)        |
| 2. 管线的腐蚀 .....                 | (93)        |
| 3. 钢结构的腐蚀 .....                | (93)        |
| 四、冷却水的腐蚀 .....                 | (94)        |
| 五、高温腐蚀 .....                   | (94)        |
| 1. 氧 .....                     | (94)        |
| 2. 高温蒸汽 .....                  | (95)        |
| 3. 氧化钒 .....                   | (96)        |
| 4. 二氧化硫和硫化氢 .....              | (96)        |
| 5. 热腐蚀气体对铸铁的作用 .....           | (97)        |
| 六、常见的腐蚀形态 .....                | (98)        |
| 1. 晶间腐蚀 .....                  | (98)        |
| 2. 应力腐蚀开裂 .....                | (99)        |
| 3. 电化腐蚀 .....                  | (101)       |
| 4. 连多硫酸腐蚀 .....                | (103)       |
| 5. 小孔腐蚀 .....                  | (103)       |
| 6. 缝隙腐蚀 .....                  | (104)       |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 7. 铸铁的石墨腐蚀 .....           | (104)        |
| 8. 脱锌 .....                | (104)        |
| 9. 微生物腐蚀 .....             | (105)        |
| 10. 土壤腐蚀 .....             | (105)        |
| 七、金属腐蚀的防护 .....            | (105)        |
| 1. 正确选用材料 .....            | (105)        |
| 2. 合理设计结构 .....            | (106)        |
| 3. 改变操作环境 .....            | (107)        |
| 4. 应用缓蚀剂 .....             | (107)        |
| 5. 阴极保护和阳极保护 .....         | (107)        |
| 6. 覆盖层保护 .....             | (109)        |
| 第三节 冲蚀 .....               | (110)        |
| 一、固体在流体中的冲蚀 .....          | (110)        |
| 二、高速流体及涡流——气蚀现象 .....      | (111)        |
| 第四节 高温影响 .....             | (111)        |
| 一、高温蠕变 .....               | (112)        |
| 二、高温应力破坏 .....             | (112)        |
| 三、高温强度的特性 .....            | (112)        |
| 1. 金相结构变化 .....            | (112)        |
| 2. 化学组成变化 .....            | (115)        |
| 第五节 其他影响 .....             | (117)        |
| 一、脆性断裂 .....               | (117)        |
| 二、超压 .....                 | (120)        |
| 三、超载 .....                 | (120)        |
| 四、机械和风力损坏 .....            | (121)        |
| 五、材料和设备选择不当 .....          | (121)        |
| 六、地震造成的危害 .....            | (122)        |
| 附录 石油化工常用钢国内外牌号对照表 .....   | (123)        |
| 参考文献 .....                 | (127)        |
| <b>第四章 设备检查的准备工作 .....</b> | <b>(128)</b> |
| 第一节 检查计划的制订 .....          | (128)        |
| 第二节 装置运行期间的检查 .....        | (129)        |
| 一、运行期间设备检查内容 .....         | (131)        |
| 1. 外部裂缝的检查 .....           | (131)        |
| 2. 外部腐蚀的检查 .....           | (131)        |
| 3. 保温及防火层的检查 .....         | (131)        |
| 4. 管线的检查 .....             | (131)        |
| 5. 厚度检查 .....              | (131)        |
| 6. 转动设备的检查 .....           | (131)        |
| 7. 冷换设备的检查 .....           | (132)        |



|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 8. 构筑物的检查 .....          | (132) |
| 9. 暂停设备的检查 .....         | (132) |
| 10. 消防设施的检查 .....        | (132) |
| 二、运行期间设备检查项目明细表 .....    | (132) |
| 三、经常开展的动态监测工作 .....      | (134) |
| 1. 腐蚀监测 .....            | (134) |
| 2. pH 值监测 .....          | (134) |
| 3. 金属温度监测 .....          | (134) |
| 4. 保温绝热监测 .....          | (135) |
| 5. 水质监测 .....            | (135) |
| 6. 转动设备状态监测 .....        | (135) |
| 7. 操作变化对设备的影响监测 .....    | (135) |
| 第三节 装置停工期间的检查 .....      | (135) |
| 一、设备检查的准备工作 .....        | (135) |
| 1. 检查项目的准备 .....         | (135) |
| 2. 检查人员的准备 .....         | (136) |
| 3. 检查仪器、工具的准备 .....      | (137) |
| 4. 检查安全工作的准备 .....       | (137) |
| 5. 与操作人员座谈讨论 .....       | (137) |
| 二、主要装置停工前的准备工作 .....     | (137) |
| 1. 设备的拆卸和安全隔离 .....      | (137) |
| 2. 排空、通风及吹扫 .....        | (138) |
| 3. 安全警告标志和防护用具 .....     | (139) |
| 4. 遵循停工计划, 缩短检查时间 .....  | (139) |
| 参考文献 .....               | (140) |
| <b>第五章 检查仪器和工具</b> ..... | (141) |
| 第一节 视眼检查方法 .....         | (141) |
| 一、肉眼检查 .....             | (141) |
| 二、肉眼检查辅助器具 .....         | (142) |
| 1. 放大镜 .....             | (142) |
| 2. 平面镜和反射镜 .....         | (142) |
| 3. 照明用具 .....            | (142) |
| 4. 内窥镜 .....             | (142) |
| 5. 显微镜和望远镜 .....         | (143) |
| 6. 照相机 .....             | (143) |
| 7. 电视摄像与监控 .....         | (143) |
| 第二节 听觉检查方法 .....         | (144) |
| 一、锤击试验 .....             | (144) |
| 二、听觉检查辅助器具 .....         | (145) |
| 1. 听诊器 .....             | (145) |

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| 2. 超声和声发射检测仪器 .....                     | (145) |
| 第三节 手持检查测量工具 .....                      | (146) |
| 1. 手持工具 .....                           | (146) |
| 2. 刻度尺和卷尺 .....                         | (146) |
| 3. 卡尺和卡钳 .....                          | (146) |
| 4. 千分表和千分尺 .....                        | (147) |
| 5. 水平和垂直测量工具 .....                      | (147) |
| 6. 涂层厚度测量表 .....                        | (147) |
| 7. 空点探测器 .....                          | (147) |
| 8. 小型机械测量工具 .....                       | (147) |
| 9. 温度测量工具 .....                         | (148) |
| 第四节 检查仪器及技术 .....                       | (149) |
| 1. 超声波检查 .....                          | (149) |
| 2. 声发射监测 .....                          | (151) |
| 3. 射线检查 .....                           | (151) |
| 4. 磁粉检查 .....                           | (152) |
| 5. 着色渗透检查 .....                         | (154) |
| 6. 荧光检查 .....                           | (154) |
| 7. 电磁检查 .....                           | (155) |
| 8. 红外热像检查 .....                         | (155) |
| 9. 频闪检查 .....                           | (156) |
| 10. 激光检查 .....                          | (156) |
| 11. 振动监测 .....                          | (157) |
| 12. 铁谱分析检查 .....                        | (158) |
| 13. 泄漏检查 .....                          | (158) |
| 14. 金属材料的鉴别 .....                       | (159) |
| 15. 设备监测诊断系统 .....                      | (161) |
| 16. 工业管道计算机监测管理系统 .....                 | (162) |
| 第五节 机械检查 .....                          | (166) |
| 1. 拉伸、压缩和弯曲强度试验 .....                   | (166) |
| 2. 硬度试验 .....                           | (167) |
| 3. 冲击韧性试验 .....                         | (168) |
| 4. 疲劳试验 .....                           | (168) |
| 5. 蠕变试验 .....                           | (169) |
| 附录 I 美国石油学会 (API) 推荐采用的现场检查的仪器和工具 ..... | (169) |
| 附录 II 石油化工设备耐压试验规定 .....                | (177) |
| 附录 III 布氏、洛氏、维氏硬度换算表 .....              | (179) |
| 参考文献 .....                              | (181) |
| 第六章 设备检查安全注意事项 .....                    | (182) |
| 第一节 检查前的安全准备工作 .....                    | (182) |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第二节 一般安全注意事项              | (183) |
| 1. 通风及气体采样分析              | (183) |
| 2. 设备容器的安全进出              | (183) |
| 3. 安全带的准备                 | (183) |
| 4. 呼吸器具的配备                | (184) |
| 5. 搭好脚手架及工作架              | (184) |
| 6. 配备好个人防护器具和装备           | (184) |
| 第三节 安全防火防爆                | (184) |
| 第四节 有害物质的安全防护             | (185) |
| 1. 烃类蒸气                   | (185) |
| 2. 硫化氢                    | (186) |
| 3. 硫化铁                    | (186) |
| 4. 其他有害物质                 | (187) |
| 第五节 安全作业许可                | (187) |
| 附录 I 各种常用可燃物质简介           | (188) |
| 附录 II 可燃性悬浮粉尘的引燃危险性数据     | (211) |
| 附录 III 车间空气中有害物质的最高容许浓度   | (212) |
| 参考文献                      | (215) |
| <b>第七章 压力容器 (塔、罐、反应器)</b> | (216) |
| 第一节 概述                    | (216) |
| 第二节 压力容器劣化和失效的主要形式及原因     | (219) |
| 一、腐蚀                      | (219) |
| 二、时效作用使材料性能发生的变化          | (220) |
| 三、机械作用造成的损伤               | (221) |
| 1. 热冲击                    | (221) |
| 2. 循环的温度变化                | (221) |
| 3. 振动                     | (221) |
| 4. 超温超压引起的膨胀              | (222) |
| 5. 外部载荷引起的损伤              | (222) |
| 第三节 压力容器的安全管理与监察          | (222) |
| 第四节 在役压力容器的检查及其原则         | (223) |
| 第五节 在役压力容器的检查周期及种类        | (224) |
| 一、检查周期的确定                 | (224) |
| 二、检查的类别                   | (225) |
| 1. 非计划停工的检查               | (225) |
| 2. 外部检查                   | (225) |
| 3. 计划停工时的检查—内外部检验         | (225) |
| 第六节 在役压力容器的检查             | (226) |
| 一、安全措施及准备工作               | (226) |
| 二、压力容器的外部检查               | (227) |

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| 1. 梯子、平台等辅助结构件的检查 .....                      | (227)        |
| 2. 基础及钢结构的检查 .....                           | (227)        |
| 3. 地脚螺栓的检查 .....                             | (228)        |
| 4. 混凝土支座的检查 .....                            | (228)        |
| 5. 钢制支座的检查 .....                             | (228)        |
| 6. 容器接管的检查 .....                             | (228)        |
| 7. 容器接地设施的检查 .....                           | (229)        |
| 8. 容器油漆保温层的检查 .....                          | (229)        |
| 9. 容器的外表面检查 .....                            | (229)        |
| 三、压力容器的内部检查 .....                            | (230)        |
| 1. 一般压力容器的内部检查 .....                         | (230)        |
| 2. 带金属衬里容器的内部检查 .....                        | (231)        |
| 3. 非金属衬里的检查 .....                            | (233)        |
| 四、压力容器主焊缝及母材的检查 .....                        | (233)        |
| 1. 主焊缝的检查 .....                              | (233)        |
| 2. 母材力学性能的检查 .....                           | (234)        |
| 五、压力容器的整体承压能力试验 .....                        | (235)        |
| 第七节 压力容器检查缺陷的评定 .....                        | (235)        |
| 附录 现行与压力容器有关的主要法规、标准目录 .....                 | (237)        |
| 参考文献 .....                                   | (253)        |
| <b>第八章 换热设备（热交换器、冷凝器、冷却器、加热器、废热钢炉） .....</b> | <b>(254)</b> |
| 第一节 概述 .....                                 | (254)        |
| 第二节 换热设备劣化和失效的主要形式及原因 .....                  | (267)        |
| 一、腐蚀 .....                                   | (267)        |
| 1. 介质引起的均匀腐蚀 .....                           | (267)        |
| 2. 应力腐蚀开裂 .....                              | (268)        |
| 3. 冷却水引起的各种腐蚀 .....                          | (268)        |
| 4. 其他形式的腐蚀 .....                             | (269)        |
| 二、机械及热应力损伤 .....                             | (269)        |
| 1. 管子与管板胀接处发生松动 .....                        | (269)        |
| 2. 管子与管板大的温差引起焊缝开裂、胀接松脱 .....                | (269)        |
| 3. 化学清洗及机械清理引起的损伤 .....                      | (269)        |
| 4. 振动产生的疲劳损伤 .....                           | (269)        |
| 第三节 换热设备的检查 .....                            | (270)        |
| 一、检查周期的确定 .....                              | (270)        |
| 二、检查计划、工具及方法 .....                           | (271)        |
| 1. 准备工作 .....                                | (271)        |
| 2. 检查工具 .....                                | (271)        |
| 3. 检查方法 .....                                | (271)        |
| 三、检查内容 .....                                 | (272)        |

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| 1. 运行中的外部检查 .....                        | (272) |
| 2. 停工时的全面检查 .....                        | (273) |
| 3. 压力试验 .....                            | (274) |
| 参考文献 .....                               | (274) |
| <b>第九章 管式工业炉 (加热炉、转化炉、制氢炉、裂解炉)</b> ..... | (275) |
| 第一节 概述 .....                             | (275) |
| 第二节 管式工业炉劣化和失效的主要形式和原因 .....             | (286) |
| 一、管式工业炉运行工况的影响 .....                     | (286) |
| 二、原料组分变化的影响 .....                        | (287) |
| 1. 硫的影响 .....                            | (287) |
| 2. 原油酸值的影响 .....                         | (288) |
| 3. 原料比重的影响 .....                         | (290) |
| 4. 有害微量元素的影响 .....                       | (290) |
| 三、介质流速的影响 .....                          | (290) |
| 1. 流速高的影响 .....                          | (290) |
| 2. 流量小的影响 .....                          | (290) |
| 四、管束内介质压力的影响 .....                       | (290) |
| 1. 加速炉管蠕变 .....                          | (290) |
| 2. 损坏集合管内衬 .....                         | (291) |
| 3. 加速炉管脆性破坏 .....                        | (291) |
| 五、操作温度的影响 .....                          | (291) |
| 1. 炉管塌陷及下垂 .....                         | (291) |
| 2. 炉管弯曲 .....                            | (291) |
| 3. 炉管外表面氧化并起层脱落 .....                    | (291) |
| 4. 鼓胀或蠕变引起开裂 .....                       | (291) |
| 5. 金相发生变化 .....                          | (292) |
| 6. 炉管吊挂及支承力发生变化 .....                    | (293) |
| 7. 加速炉管的腐蚀 .....                         | (293) |
| 8. 热疲劳 .....                             | (294) |
| 9. 热冲击 .....                             | (295) |
| 六、燃烧产生的影响 .....                          | (295) |
| 七、清扫、置换引起的影响 .....                       | (296) |
| 八、爆燃的影响 .....                            | (296) |
| 九、振动的影响 .....                            | (296) |
| 十、大气环境的影响 .....                          | (296) |
| 第三节 管式工业炉的检查周期 .....                     | (296) |
| 一、炉子的安全性 .....                           | (297) |
| 二、炉子的运行效率 .....                          | (297) |
| 第四节 管式工业炉检查的安全防护及准备工作 .....              | (297) |
| 一、安全防护 .....                             | (297) |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 二、准备工作                         | (298)        |
| 三、一些特殊的准备工作                    | (298)        |
| 四、清洗与吹扫                        | (299)        |
| 1. 炉管外部清洗                      | (299)        |
| 2. 炉管内部清扫                      | (299)        |
| 第五节 管式工业炉的检查内容和方法              | (300)        |
| 一、外观检查                         | (300)        |
| 二、内部检查                         | (301)        |
| 三、锤击检查                         | (302)        |
| 四、测厚检查                         | (303)        |
| 五、压力试验                         | (304)        |
| 六、金相检验                         | (305)        |
| 七、管子胀接状况的检验                    | (305)        |
| 八、乙烯裂解炉管渗碳层的检验                 | (305)        |
| 九、超声波探伤检测粗晶奥氏体炉管的蠕变裂纹          | (306)        |
| 十、射线探伤检测转化炉、制氢炉炉管的蠕变裂纹         | (309)        |
| 十一、炉子基座的检查                     | (309)        |
| 十二、钢结构的检查                      | (309)        |
| 十三、炉体的检查                       | (310)        |
| 十四、耐火砖及保温的检查                   | (310)        |
| 十五、管卡、吊挂的检查                    | (311)        |
| 十六、燃烧器的检查                      | (311)        |
| 十七、烟道的检查                       | (311)        |
| 十八、烟囱的检查                       | (312)        |
| 十九、仪器、仪表的检查                    | (312)        |
| 二十、引风机、鼓风机的检查                  | (312)        |
| 二十一、吹灰器的检查                     | (313)        |
| 二十二、空气预热器的检查                   | (313)        |
| 附录 I 管式工业炉炉管壁厚的确定              | (313)        |
| 附录 II 管式工业炉炉管常用材料              | (315)        |
| 附录 III 转化炉、制氢炉辐射段炉管及乙烯裂解炉的设计数据 | (317)        |
| 附录 IV HK-40 离心铸造炉管的弯曲及校直       | (318)        |
| 参考文献                           | (319)        |
| <b>第十章 工业锅炉及辅助设备</b>           | <b>(321)</b> |
| 第一节 概述                         | (321)        |
| 第二节 工业锅炉劣化和失效的主要形式及原因          | (330)        |
| 一、过热                           | (330)        |
| 二、腐蚀                           | (331)        |
| 三、石墨化                          | (332)        |
| 四、磨损                           | (332)        |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 五、冲刷·····                            | (332) |
| 六、机械性损伤·····                         | (332) |
| 第三节 锅炉监察的要求·····                     | (332) |
| 第四节 工业锅炉的检查周期·····                   | (334) |
| 第五节 工业锅炉检查的安全措施及准备工作·····            | (334) |
| 一、检查的安全措施·····                       | (334) |
| 二、检查的准备工作·····                       | (334) |
| 第六节 工业锅炉检查的内容和方法·····                | (335) |
| 一、锅炉运行中的一般性外部检查·····                 | (335) |
| 1. 梯子、平台及钢结构·····                    | (336) |
| 2. 基础·····                           | (336) |
| 3. 锅炉的支撑结构·····                      | (336) |
| 4. 炉壁·····                           | (337) |
| 5. 外部泄漏·····                         | (337) |
| 6. 燃烧室内部情况·····                      | (337) |
| 7. 辅助设备·····                         | (338) |
| 二、锅炉停炉后的内部检查·····                    | (339) |
| 1. 管线、管接头及耐火衬里·····                  | (340) |
| 2. 锅炉的内部·····                        | (340) |
| 3. 炉子和炉膛的内部·····                     | (342) |
| 4. 辅助设备·····                         | (344) |
| 三、锅炉的水压试验·····                       | (345) |
| 参考文献·····                            | (346) |
| <b>第十一章 机泵设备（泵、压缩机、风机及驱动机）</b> ····· | (347) |
| 第一节 概述·····                          | (347) |
| 第二节 机泵设备劣化和失效的主要形式和原因·····           | (372) |
| 一、机械磨损·····                          | (373) |
| 二、由介质产生的腐蚀、冲蚀、气蚀和磨蚀·····             | (373) |
| 三、操作不当引起的损伤·····                     | (374) |
| 四、过大的接管安装应力引起壳体变形·····               | (374) |
| 五、基础受到的损伤·····                       | (374) |
| 第三节 机泵设备的检查周期及检查内容·····              | (374) |
| 一、确定停机检查周期的基本原则·····                 | (375) |
| 二、运行中的检查·····                        | (375) |
| 1. 运行参数的检查·····                      | (375) |
| 2. 设备状况的检查·····                      | (376) |
| 3. 定期的状态监测与诊断·····                   | (376) |
| 三、停机检查·····                          | (382) |
| 1. 停机检查的准备工作·····                    | (382) |
| 2. 机泵解体前的检查·····                     | (382) |

|                                                    |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| 3. 机泵解体与回装时的检查 .....                               | (382) |
| 附录 中国石油化工总公司《石油化工旋转机械振动标准》<br>(SHS 01003-92) ..... | (386) |
| 参考文献 .....                                         | (391) |
| <b>第十二章 常压及低压贮罐</b> .....                          | (392) |
| 第一节 概述 .....                                       | (392) |
| 第二节 贮罐劣化和失效的主要形式及原因 .....                          | (398) |
| 一、金属贮罐的腐蚀 .....                                    | (398) |
| 二、非金属贮罐的劣化 .....                                   | (399) |
| 三、贮罐的泄漏、开裂及基础沉陷 .....                              | (399) |
| 四、辅助设施的劣化 .....                                    | (399) |
| 第三节 贮罐的检查 .....                                    | (400) |
| 一、日常巡回检查及周期性检查 .....                               | (400) |
| 二、检查中的安全注意事项及检查工具 .....                            | (401) |
| 三、贮罐运行中的外部检查 .....                                 | (402) |
| 四、贮罐停用时的外部检查 .....                                 | (403) |
| 五、贮罐停用时的内部检查 .....                                 | (404) |
| 六、贮罐的充水试验 .....                                    | (405) |
| 第四节 贮罐的安全使用寿命评估 .....                              | (406) |
| 参考文献 .....                                         | (406) |
| <b>第十三章 辅助及其他设备</b> .....                          | (407) |
| 第一节 概述 .....                                       | (407) |
| 第二节 辅助及其他设备劣化和失效的主要形式及原因 .....                     | (418) |
| 第三节 辅助及其他设备的检查周期 .....                             | (419) |
| 第四节 辅助及其他设备的检查内容和方法 .....                          | (420) |
| 一、喷射抽吸设备的检查 .....                                  | (420) |
| 二、混合搅拌设备的检查 .....                                  | (420) |
| 三、离心分离设备的检查 .....                                  | (420) |
| 四、起重输送设备的检查 .....                                  | (420) |
| 五、冷冻设备的检查 .....                                    | (421) |
| 六、冷却设备的检查 .....                                    | (421) |
| 参考文献 .....                                         | (422) |
| <b>第十四章 管线、阀门及管件</b> .....                         | (423) |
| 第一节 概述 .....                                       | (423) |
| 第二节 管线、阀门及管件劣化和失效的主要形式及原因 .....                    | (443) |
| 一、腐蚀 .....                                         | (443) |
| 二、机械损伤 .....                                       | (443) |
| 1. 振动引起的疲劳损伤 .....                                 | (443) |
| 2. 过大的外力引起的损伤 .....                                | (443) |
| 第三节 管线、阀门及管件的检查 .....                              | (444) |



|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 一、管线、阀门及管件的检查周期           | (444) |
| 二、管线、阀门及管件的检查内容           | (444) |
| 1. 运行中的检查                 | (444) |
| 2. 停运时的检查                 | (445) |
| 3. 管线的试压及严密性试验            | (448) |
| 第四节 管线检查缺陷的评定             | (449) |
| 参考文献                      | (449) |
| <b>第十五章 基础、结构件及建筑物</b>    | (450) |
| 第一节 概述                    | (450) |
| 第二节 基础、结构件及建筑物劣化的主要形式和原因  | (453) |
| 一、基础                      | (453) |
| 1. 沉降                     | (453) |
| 2. 开裂                     | (454) |
| 3. 混凝土过烧                  | (454) |
| 4. 海水剥蚀                   | (454) |
| 5. 酸碱侵蚀                   | (454) |
| 6. 钢筋的损坏                  | (454) |
| 二、梯子、过道、平台、框架等结构件         | (454) |
| 1. 腐蚀                     | (454) |
| 2. 机械缺陷                   | (455) |
| 3. 磨损                     | (455) |
| 三、建筑物                     | (455) |
| 1. 砖石损坏                   | (455) |
| 2. 木料损坏                   | (455) |
| 3. 屋顶损坏                   | (455) |
| 第三节 基础、结构件及建筑物的检查周期及检查工具  | (455) |
| 1. 检查周期                   | (455) |
| 2. 检查工具                   | (455) |
| 第四节 基础结构件及建筑物的检查内容和方法     | (456) |
| 一、基础的检查                   | (456) |
| 二、梯子、过道、平台、框架等结构件的检查      | (456) |
| 三、建筑物的检查                  | (457) |
| 参考文献                      | (458) |
| <b>第十六章 停运及闲置设备的防护与检查</b> | (459) |
| 第一节 停运及闲置设备劣化的原因          | (459) |
| 一、停工过程的影响                 | (459) |
| 二、沉积物的腐蚀                  | (459) |
| 三、潮湿的危害                   | (460) |
| 四、其他环境因素                  | (460) |
| 第二节 停运及闲置设备的防护与检查措施       | (460) |