

# 化工安全

## 技术手册

冯肇瑞 杨有启 主编



化学工业出版社

# 化工安全技术手册

冯肇瑞 杨有启 主编

化学工业出版社

(京)新登字039号

### 内 容 提 要

本书将各个学科领域中涉及化工安全技术的内容结合多年的实践经验,加以整理并系统化,汇编成便于使用的手册型工具书。书中着重应用方面的介绍和实用数据的收集。安全技术工作人员可以从中找到技术性的答案。设计和生产人员也可以从本书取得有用的数据,并提高所从事工作的安全水平。

### 化 工 安 全 技 术 手 册

冯肇瑞 杨有启 主编

责任编辑:林晨虹

封面设计:季玉芳

\*

化学工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号)

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>。印张56<sup>1</sup>/<sub>16</sub>。字数 1410 千字

1993年2月第1版 1993年2月北京第1次印刷

印 数 1—4,100

ISBN 7-5025-1043-5/TQ·610

定 价42.30元

## 序

安全技术是劳动保护科学的重要组成部分，是一门涉及范围广、内容丰富的边缘性学科，它已经为越来越多的科学工作者、广大的工程技术人员和安技人员所熟悉。

安全技术是生产技术发展过程中形成的一个分支，它与生产技术水平紧密相关。随着化工生产的不断发展，化工安全技术也随之不断充实和提高，目前，已经形成专业系统内容。由于，化工生产特点有异于其它工业生产，客观上具有较大的危险性。所以，保证化工企业的安全生产显得特别重要，只有实现安全生产，才能实现生产装置的长期、稳定、安全运转，从而，才能使企业取得较好的效益。这一目的和保障广大职工的安全与健康；保障国家财产不遭受损坏，一直是广大安技工作者的工作中心。

为了满足广大安技工作者的需要，有利于安全管理工作现代化，系统地掌握安全技术知识，从而认识安全生产规律，开展事故预测、预防技术，我们用了若干年时间，组织有关专家，在广泛吸收国内外经验的基础上，将涉及有关学科领域的安全技术知识及数据资料，进行系统化，编集成便于设计、科研、生产使用的手册型工具书。我高兴地向广大读者介绍并推荐这本手册，并深信这本手册的出版将对化学工业的安全生产起到十分有益的作用。

王培和

1991年9月20日

## 前 言

在治理整顿、深化改革的进程中，保证职工在生产劳动中的生命安全和身体健康，防止重大灾害恶性事故的发生，使生产的经济效益落在实处，是当前经济战线上的头等大事。

化学工业是国民经济的重要支柱之一，其产品有的是其它工业和农业必需品，有的则直接为生活服务。但由于化学物品和工艺过程具有易发生火灾、爆炸、中毒等事故的危险，因此应特别重视安全生产。

建国以来，在国家“安全第一、预防为主”的方针指导下，经过化工战线上的职工不懈努力，在化工安全领域里，取得了很大的成绩并积累了丰富的经验。企业事故逐年下降，安全面貌也大有改观。但从当前的形势看来，化工技术的发展日新月异，出现的安全新问题也日益增多。许多同志都希望得到具有一定深度和广度的化工安全技术工具书，以满足跟上工业发展和提高业务水平的需要。

由于安全技术是综合性的学科，有关书籍往往在面上论述较广而深度不够。有鉴于此，特组织有关专家，用数年时间，编出了“化工安全技术手册”一书，以敷应用。本书的特点为：

1. 对每一个安全技术涉及的学科领域，都作了比较深入的探讨，并结合多年的实践经验，进行了系统化的整理。
2. 尽量收集了实用的有关数据。
3. 尽可能选用了世界范围内推出的最新资料。

本书撰写承蒙化工部劳安司大力协助，王培和副司长审阅了全稿；本书第一章由石化总公司高维民、沈保森审校，在此一并表示深切谢意。

由于编辑者水平所限，错误之处在所难免，敬希各界同行不吝指教。

编者

1991.9

## 本书编写人员名单

(按章号顺序排列)

李崇理 诸洪坤 王树藩 郝纹一  
蒋永明 杨海涛 杨有启 孙桂林  
杨泗霖 戴新民 孙维生 陈安之  
王淑荪 嵇敬文 程兴仁 王春华  
冯肇瑞

冯肇瑞 杨有启 主编

# 目 录

## 绪论

## 第1章 安全设计

|                               |    |                         |    |
|-------------------------------|----|-------------------------|----|
| 1.1 安全设计 .....                | 6  | 1.5.4 设备结构 .....        | 27 |
| 1.1.1 安全设计的群众性与专业化 .....      | 6  | 1.5.5 设备压力 .....        | 27 |
| 1.1.2 安全设计的落实 .....           | 7  | 1.5.6 压力容器 .....        | 30 |
| 1.2 建厂选址与平面布置 .....           | 8  | 1.5.6.1 规范 .....        | 31 |
| 1.2.1 建厂选址 .....              | 8  | 1.5.6.2 内压力容器 .....     | 31 |
| 1.2.1.1 厂址与城市的相关位置 .....      | 8  | 1.5.6.3 外压力容器 .....     | 31 |
| 1.2.1.2 厂址与周围环境的相互关系 .....    | 8  | 1.5.6.4 高压厚壁容器 .....    | 31 |
| 1.2.1.3 与邻近企业的关系 .....        | 8  | 1.5.7 锅炉 .....          | 31 |
| 1.2.1.4 厂址的地理条件 .....         | 8  | 1.5.7.1 规范 .....        | 31 |
| 1.2.2 工厂的平面布置 .....           | 9  | 1.5.7.2 锅炉安全 .....      | 31 |
| 1.2.2.1 平面布置的基本条件 .....       | 9  | 1.5.8 换热器 .....         | 32 |
| 1.2.2.2 总体布置的基本原则 .....       | 9  | 1.5.8.1 规范 .....        | 32 |
| 1.2.2.3 道路 .....              | 13 | 1.5.8.2 换热器的安全 .....    | 32 |
| 1.2.2.4 防火堤 .....             | 13 | 1.5.9 配管 .....          | 32 |
| 1.2.2.5 设备间距 .....            | 14 | 1.5.9.1 规范 .....        | 32 |
| 1.3 安全评价 .....                | 15 | 1.5.9.2 配管安全 .....      | 32 |
| 1.3.1 工艺过程的安全评价 .....         | 15 | 1.5.10 贮罐 .....         | 34 |
| 1.3.2 物料危险性评价 .....           | 15 | 1.5.10.1 规范 .....       | 34 |
| 1.3.3 化学反应危险性评价 .....         | 15 | 1.5.10.2 贮罐安全 .....     | 34 |
| 1.3.4 对于运转条件失常造成的危险性的评价 ..... | 18 | 1.6 有毒物质的扩散与卫生保健 .....  | 36 |
| 1.4 土建工程 .....                | 20 | 1.6.1 污染暴露源对健康的危害 ..... | 36 |
| 1.4.1 化工装置土建工程安全设计的特点 .....   | 20 | 1.6.1.1 泄漏释放源 .....     | 37 |
| 1.4.2 建筑物的防火与防爆 .....         | 20 | 1.6.1.2 各种不同的释放源 .....  | 38 |
| 1.4.2.1 构筑物的耐火结构 .....        | 21 | 1.6.2 释放源的控制 .....      | 39 |
| 1.4.2.2 耐火结构的选用基准 .....       | 23 | 1.6.2.1 变更工艺过程 .....    | 39 |
| 1.4.2.3 需用耐火结构的部位 .....       | 23 | 1.6.2.2 物料替代 .....      | 39 |
| 1.4.2.4 耐火覆层材料 .....          | 23 | 1.6.2.3 壳装 .....        | 40 |
| 1.4.2.5 建筑物的防火、防爆结构 .....     | 24 | 1.6.2.4 隔离 .....        | 40 |
| 1.5 塔器的安全设计 .....             | 26 | 1.6.2.5 罩封 .....        | 40 |
| 1.5.1 安全设计工作中应该注意的几个问题 .....  | 26 | 1.6.2.6 局部通风换气 .....    | 40 |
| 1.5.2 一般的安全措施 .....           | 27 | 1.6.2.7 稀释通风 .....      | 41 |
| 1.5.3 设备材料 .....              | 27 | 1.6.2.8 改变工作习惯 .....    | 41 |
|                               |    | 1.6.2.9 人身防护 .....      | 41 |
|                               |    | 1.6.3 泄漏释放源的控制方法 .....  | 42 |
|                               |    | 1.6.3.1 转动机器中的释放源 ..... | 42 |

|         |                     |    |
|---------|---------------------|----|
| 1.6.3.2 | 泵和压缩机泄漏的监控方法        | 42 |
| 1.6.3.3 | 安全设计中防止泵和压缩机泄漏的注意事项 | 42 |
| 1.6.3.4 | 阀门的泄漏释放             | 44 |

|         |           |    |
|---------|-----------|----|
| 1.6.3.5 | 阀门的耐火安全结构 | 44 |
| 1.6.3.6 | 敞口管线      | 45 |
| 1.6.3.7 | 法兰的泄漏释放   | 45 |

## 第2章 燃烧爆炸的预防和灭火措施

2

|         |                  |     |
|---------|------------------|-----|
| 2.1     | 常用术语及理论          | 47  |
| 2.1.1   | 燃烧               | 47  |
| 2.1.1.1 | 燃烧和燃烧过程          | 47  |
| 2.1.1.2 | 燃烧形式             | 47  |
| 2.1.1.3 | 闪点、燃点            | 48  |
| 2.1.1.4 | 自燃和自燃点           | 48  |
| 2.1.1.5 | 燃烧速度             | 53  |
| 2.1.1.6 | 燃烧热和燃烧温度         | 55  |
| 2.1.1.7 | 燃烧产物             | 63  |
| 2.1.1.8 | 燃烧理论             | 63  |
| 2.1.2   | 爆炸               | 65  |
| 2.1.2.1 | 爆炸特征             | 65  |
| 2.1.2.2 | 爆炸分类             | 65  |
| 2.1.2.3 | 可燃气体爆炸           | 66  |
| 2.1.2.4 | 可燃粉尘爆炸           | 79  |
| 2.1.2.5 | 可燃气体与可燃粉尘混合物的爆炸  | 88  |
| 2.1.2.6 | 易爆物热分解爆炸         | 90  |
| 2.1.2.7 | 爆炸理论             | 91  |
| 2.2     | 爆炸参数计算           | 92  |
| 2.2.1   | 易爆化合物的氧平衡与爆炸变换方程 | 92  |
| 2.2.1.1 | 氧平衡              | 92  |
| 2.2.1.2 | 氧系数              | 92  |
| 2.2.1.3 | 爆炸变化方程理论确定法      | 93  |
| 2.2.1.4 | 爆炸变化方程式经验确定法     | 94  |
| 2.2.1.5 | 爆炸产物的体积          | 96  |
| 2.2.2   | 气体爆炸参数           | 96  |
| 2.2.2.1 | 爆炸参数计算           | 96  |
| 2.2.2.2 | 影响爆炸爆速的因素        | 98  |
| 2.2.3   | 凝聚相爆炸物爆轰参数计算     | 99  |
| 2.2.3.1 | 爆轰参数的理论计算        | 99  |
| 2.2.3.2 | 爆轰参数的近似计算        | 101 |
| 2.2.3.3 | 影响爆速的因素          | 104 |
| 2.2.4   | 爆热、爆温、爆压         | 104 |
| 2.2.4.1 | 爆热               | 104 |
| 2.2.4.2 | 爆温               | 110 |
| 2.2.4.3 | 爆压               | 112 |
| 2.2.4.4 | 爆炸能量             | 113 |
| 2.3     | 爆炸的破坏作用          | 116 |
| 2.3.1   | 爆炸破坏形式           | 116 |
| 2.3.1.1 | 震荡作用             | 116 |
| 2.3.1.2 | 冲击波              | 116 |
| 2.3.1.3 | 碎片冲击             | 116 |
| 2.3.1.4 | 造成火灾             | 116 |
| 2.3.2   | 冲击波              | 116 |
| 2.3.2.1 | 冲击波的形成           | 116 |
| 2.3.2.2 | 冲击波的计算           | 117 |
| 2.3.2.3 | 冲击波的破坏作用         | 117 |
| 2.3.2.4 | 冲击波的超压           | 118 |
| 2.3.3   | 爆炸物的爆炸效应         | 118 |
| 2.3.4   | 爆炸产物的扩散与蔓延       | 118 |
| 2.3.4.1 | 有毒液化介质的毒害区       | 118 |
| 2.3.4.2 | 可燃液化气容器破裂的燃烧区    | 119 |
| 2.4     | 燃烧、爆炸物理参数的测定     | 119 |
| 2.4.1   | 燃烧参数测定           | 119 |
| 2.4.1.1 | 闪点的测定            | 119 |
| 2.4.1.2 | 自燃点的测定           | 121 |
| 2.4.1.3 | 最小点火能量的测定        | 123 |
| 2.4.1.4 | 混合危险性的测定         | 123 |
| 2.4.1.5 | 冲击感度、摩擦感度的测定     | 125 |
| 2.4.2   | 爆炸参数测定           | 126 |
| 2.4.2.1 | 爆炸极限的测定          | 126 |
| 2.4.2.2 | 爆炸压力的测定          | 128 |
| 2.4.2.3 | 火焰逃逸界限的测定        | 129 |
| 2.5     | 燃烧、爆炸的预防         | 130 |
| 2.5.1   | 预防燃烧爆炸的一般原则      | 130 |
| 2.5.1.1 | 防止引起着火、爆炸的措施     | 130 |
| 2.5.1.2 | 火灾爆炸的局限化措施       | 131 |
| 2.5.2   | 防止可燃物外逸泄漏        | 131 |
| 2.5.3   | 消除点火源            | 133 |
| 2.5.3.1 | 明火               | 133 |
| 2.5.3.2 | 高热物及高温表面         | 134 |
| 2.5.3.3 | 自然发热及化学反应热       | 134 |
| 2.5.3.4 | 冲击、摩擦            | 136 |

|                        |     |                          |     |
|------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 2.5.3.5 绝热压缩 .....     | 136 | 2.7.2.3 干粉灭火剂 .....      | 153 |
| 2.5.3.6 电气火花 .....     | 136 | 2.7.2.4 卤代烷灭火剂 .....     | 153 |
| 2.5.3.7 静电火花及雷电 .....  | 136 | 2.7.2.5 二氧化碳灭火剂 .....    | 154 |
| 2.5.3.8 光线及放射线 .....   | 136 | 2.7.2.6 7150灭火剂 .....    | 154 |
| 2.5.4 惰化、稀释 .....      | 137 | 2.7.3 灭火器 .....          | 155 |
| 2.5.5 耐燃、抗爆结构 .....    | 138 | 2.7.3.1 泡沫灭火器 .....      | 155 |
| 2.5.5.1 耐火构造 .....     | 138 | 2.7.3.2 酸碱灭火器 .....      | 155 |
| 2.5.5.2 抗爆结构 .....     | 138 | 2.7.3.3 干粉灭火器 .....      | 155 |
| 2.5.6 安全间距 .....       | 138 | 2.7.3.4 二氧化碳灭火器 .....    | 156 |
| 2.5.7 防油堤和防爆墙 .....    | 139 | 2.7.3.5 “1211”灭火器 .....  | 157 |
| 2.5.8 阻火器 .....        | 139 | 2.7.3.6 灭火器的使用和保养 .....  | 158 |
| 2.5.9 水封 .....         | 140 | 2.7.3.7 灭火器的配置 .....     | 158 |
| 2.5.10 紧急切断 .....      | 140 | 2.7.4 消火栓 .....          | 159 |
| 2.5.11 泄压 .....        | 141 | 2.7.4.1 室内消火栓 .....      | 159 |
| 2.6 贮罐及贮罐区 .....       | 144 | 2.7.4.2 室外消火栓 .....      | 159 |
| 2.6.1 贮罐种类 .....       | 144 | 2.7.5 灭火设施 .....         | 160 |
| 2.6.2 贮罐及罐区安全 .....    | 144 | 2.7.5.1 喷水灭火装置 .....     | 160 |
| 2.6.2.1 安全间距 .....     | 144 | 2.7.5.2 二氧化碳灭火装置 .....   | 162 |
| 2.6.2.2 防火堤 .....      | 145 | 2.7.5.3 “1211”灭火装置 ..... | 163 |
| 2.6.2.3 防火设备 .....     | 147 | 2.7.5.4 干粉灭火装置 .....     | 164 |
| 2.6.2.4 洒水设备 .....     | 147 | 2.7.5.5 泡沫灭火装置 .....     | 165 |
| 2.6.2.5 贮罐的安全设备 .....  | 147 | 2.7.5.6 氮气灭火装置 .....     | 170 |
| 2.7 灭火及灭火设施 .....      | 148 | 2.7.5.7 蒸汽灭火装置 .....     | 171 |
| 2.7.1 灭火机理 .....       | 148 | 2.7.5.8 烟雾自动灭火器 .....    | 172 |
| 2.7.1.1 冷却 .....       | 148 | 2.7.6 警报、信号及检测仪表 .....   | 174 |
| 2.7.1.2 抑制反应量 .....    | 149 | 2.7.6.1 传感器 .....        | 174 |
| 2.7.1.3 减少反应物质浓度 ..... | 149 | 2.7.6.2 信号发射机 .....      | 179 |
| 2.7.1.4 初期灭火 .....     | 149 | 2.7.6.3 信号接收机 .....      | 180 |
| 2.7.2 灭火剂 .....        | 150 | 2.7.6.4 检测仪器 .....       | 180 |
| 2.7.2.1 水 .....        | 150 | 2.7.6.5 联动、紧急动作 .....    | 183 |
| 2.7.2.2 泡沫灭火剂 .....    | 151 |                          |     |

### 第3章 静电和雷电

|                     |     |                        |     |
|---------------------|-----|------------------------|-----|
| 3.1 名词术语和基本概念 ..... | 185 | 3.1.2.1 物质静电特征参数 ..... | 191 |
| 3.1.1 通用名词术语 .....  | 185 | 3.1.2.2 静电灾害名词术语 ..... | 195 |
| 3.1.1.1 电荷和电量 ..... | 185 | 3.2 静电产生、放电和引燃 .....   | 195 |
| 3.1.1.2 电场 .....    | 185 | 3.2.1 静电产生的基本方式 .....  | 195 |
| 3.1.1.3 电位 .....    | 187 | 3.2.1.1 接触起电 .....     | 195 |
| 3.1.1.4 导体 .....    | 188 | 3.2.1.2 破断起电 .....     | 196 |
| 3.1.1.5 绝缘体 .....   | 188 | 3.2.1.3 感应带电 .....     | 196 |
| 3.1.1.6 高斯定理 .....  | 189 | 3.2.1.4 电荷迁移 .....     | 196 |
| 3.1.1.7 电容 .....    | 189 | 3.2.2 影响静电产生的因素 .....  | 196 |
| 3.1.1.8 静电场能量 ..... | 190 | 3.2.2.1 物质种类 .....     | 196 |
| 3.1.2 专用名词术语 .....  | 191 | 3.2.2.2 杂质 .....       | 196 |

|         |                 |     |         |                     |     |
|---------|-----------------|-----|---------|---------------------|-----|
| 3.2.2.3 | 表面状态 .....      | 196 | 3.4.5.1 | 消除人体静电 .....        | 214 |
| 3.2.2.4 | 接触特征 .....      | 196 | 3.4.5.2 | 消除衣物静电 .....        | 214 |
| 3.2.2.5 | 分离速度 .....      | 196 | 3.4.6   | 防静电接地 .....         | 214 |
| 3.2.2.6 | 带电历程 .....      | 196 | 3.4.6.1 | 接地基本条件 .....        | 214 |
| 3.2.3   | 静电积聚和放电 .....   | 197 | 3.4.6.2 | 实际系统中的接地要求 .....    | 215 |
| 3.2.3.1 | 静电积聚 .....      | 197 | 3.4.6.3 | 接地方法 .....          | 217 |
| 3.2.3.2 | 静电放电 .....      | 197 | 3.4.6.4 | 接地系统的建立和监测 .....    | 219 |
| 3.2.4   | 静电引燃 .....      | 200 | 3.4.7   | 静电管理指标 .....        | 220 |
| 3.2.4.1 | 引燃能量 .....      | 200 | 3.4.7.1 | 导体带电指标 .....        | 220 |
| 3.2.4.2 | 放电引燃能力的确定 ..... | 200 | 3.4.7.2 | 非导体带电指标 .....       | 220 |
| 3.2.4.3 | 引燃界限 .....      | 202 | 3.5     | 静电测量 .....          | 221 |
| 3.2.5   | 静电放电的生理效应 ..... | 203 | 3.5.1   | 静电测量的一般问题 .....     | 221 |
| 3.3     | 静电危害及灾害 .....   | 203 | 3.5.2   | 电位和电场强度测量 .....     | 221 |
| 3.3.1   | 固体静电 .....      | 203 | 3.5.2.1 | 导体电位测量 .....        | 221 |
| 3.3.1.1 | 固体带电 .....      | 203 | 3.5.2.2 | 表面电位测量 .....        | 221 |
| 3.3.1.2 | 固体静电危害 .....    | 204 | 3.5.2.3 | 空间电位测量 .....        | 222 |
| 3.3.2   | 液体静电 .....      | 204 | 3.5.2.4 | 电场强度测量 .....        | 222 |
| 3.3.2.1 | 液体带电 .....      | 204 | 3.5.3   | 电量和电荷密度测量 .....     | 223 |
| 3.3.2.2 | 液体静电危害 .....    | 206 | 3.5.3.1 | 电量测量 .....          | 223 |
| 3.3.3   | 粉体静电 .....      | 206 | 3.5.3.2 | 面电荷密度测量 .....       | 223 |
| 3.3.3.1 | 粉体带电 .....      | 206 | 3.5.3.3 | 体电荷密度测量 .....       | 224 |
| 3.3.3.2 | 粉体静电危害 .....    | 208 | 3.5.4   | 静电电流测量 .....        | 226 |
| 3.3.4   | 气体静电 .....      | 208 | 3.5.4.1 | 导体流向大地的电流 .....     | 226 |
| 3.3.4.1 | 气体带电 .....      | 208 | 3.5.4.2 | 非导体流向大地的电流 .....    | 226 |
| 3.3.4.2 | 气体静电危害 .....    | 208 | 3.5.5   | 静电放电电量测量 .....      | 226 |
| 3.3.5   | 人体静电 .....      | 209 | 3.5.6   | 材料参数测量 .....        | 227 |
| 3.3.5.1 | 人体带电 .....      | 209 | 3.5.6.1 | 时间常数测量 .....        | 227 |
| 3.3.5.2 | 人体静电危害 .....    | 209 | 3.5.6.2 | 电阻率和电导率测量 .....     | 227 |
| 3.4     | 静电控制 .....      | 209 | 3.5.6.3 | 介电常数测量 .....        | 229 |
| 3.4.1   | 固体静电控制 .....    | 209 | 3.6     | 防雷 .....            | 229 |
| 3.4.1.1 | 降低电阻率 .....     | 209 | 3.6.1   | 雷电种类和参数 .....       | 230 |
| 3.4.1.2 | 增大湿度 .....      | 210 | 3.6.1.1 | 雷电种类 .....          | 230 |
| 3.4.1.3 | 电离 .....        | 210 | 3.6.1.2 | 雷电参数 .....          | 230 |
| 3.4.1.4 | 接地 .....        | 210 | 3.6.2   | 雷电危害和易受雷击的建筑物 ..... | 231 |
| 3.4.1.5 | 接地金属网的应用 .....  | 210 | 3.6.2.1 | 雷电危害 .....          | 231 |
| 3.4.2   | 液体静电控制 .....    | 211 | 3.6.2.2 | 易受雷击的建筑物 .....      | 231 |
| 3.4.2.1 | 排除可燃物 .....     | 211 | 3.6.3   | 防雷装置 .....          | 232 |
| 3.4.2.2 | 液体电荷产生的控制 ..... | 211 | 3.6.3.1 | 接闪器 .....           | 232 |
| 3.4.2.3 | 液体电荷的泄漏 .....   | 212 | 3.6.3.2 | 引下线 .....           | 235 |
| 3.4.3   | 粉体静电控制 .....    | 213 | 3.6.3.3 | 接地装置 .....          | 236 |
| 3.4.3.1 | 粉体电荷产生的控制 ..... | 213 | 3.6.3.4 | 消雷装置 .....          | 238 |
| 3.4.3.2 | 粉体电荷的泄漏 .....   | 213 | 3.6.4   | 防雷措施 .....          | 238 |
| 3.4.4   | 气体静电控制 .....    | 213 | 3.6.4.1 | 防直击雷 .....          | 238 |
| 3.4.5   | 人体静电控制 .....    | 214 | 3.6.4.2 | 防雷电感应 .....         | 242 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 3.6.4.3 防雷电侵入波 ..... | 242 |
|----------------------|-----|

## 第4章 压力容器

|                                 |     |                                  |     |
|---------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 4.1 名词术语与基本概念 .....             | 246 | 4.2.3.3 容器焊接 .....               | 286 |
| 4.1.1 压力及其单位 .....              | 246 | 4.2.4 组装与胀接 .....                | 289 |
| 4.1.1.1 压力 .....                | 246 | 4.2.4.1 组装 .....                 | 289 |
| 4.1.1.2 压力来源 .....              | 246 | 4.2.4.2 胀接 .....                 | 293 |
| 4.1.1.3 单位与换算 .....             | 247 | 4.3 安全装置 .....                   | 294 |
| 4.1.2 压力容器分类 .....              | 248 | 4.3.1 泄压装置 .....                 | 295 |
| 4.1.2.1 按压力等级划分 .....           | 248 | 4.3.1.1 种类 .....                 | 295 |
| 4.1.2.2 按工艺用途分类 .....           | 248 | 4.3.1.2 安全泄放量 .....              | 295 |
| 4.1.2.3 按危险程度分类 .....           | 248 | 4.3.2 安全阀 .....                  | 297 |
| 4.1.2.4 按容器种类分类 .....           | 248 | 4.3.2.1 分类与结构 .....              | 297 |
| 4.1.2.5 介质的划分 .....             | 250 | 4.3.2.2 选用与安装 .....              | 298 |
| 4.1.3 饱和状态和临界状态 .....           | 250 | 4.3.2.3 维护与检验 .....              | 300 |
| 4.1.3.1 饱和压力及其计算 .....          | 250 | 4.3.2.4 安全阀排放能力计算 .....          | 301 |
| 4.1.4 侵蚀、腐蚀、疲劳和蠕变 .....         | 259 | 4.3.3 爆破片 .....                  | 305 |
| 4.1.4.1 侵蚀 .....                | 259 | 4.3.3.1 爆破片选用原则 .....            | 305 |
| 4.1.4.2 腐蚀 .....                | 259 | 4.3.3.2 爆破片泄放面积计算 .....          | 305 |
| 4.1.4.3 疲劳 .....                | 260 | 4.3.3.3 爆破片厚度 .....              | 305 |
| 4.1.4.4 蠕变 .....                | 260 | 4.3.3.4 爆破片的制造要求 .....           | 305 |
| 4.1.5 钢材机械性能 .....              | 261 | 4.3.3.5 爆破片维护、检验 .....           | 306 |
| 4.1.5.1 强度 .....                | 261 | 4.3.4 防爆帽 .....                  | 306 |
| 4.1.5.2 塑性 .....                | 262 | 4.3.5 压力表 .....                  | 307 |
| 4.1.5.3 韧性 .....                | 262 | 4.3.5.1 结构、原理 .....              | 307 |
| 4.1.5.4 硬度 .....                | 262 | 4.3.5.2 选用、安装 .....              | 307 |
| 4.1.5.5 温度对低碳钢机械性能的<br>影响 ..... | 262 | 4.3.5.3 使用、检验 .....              | 308 |
| 4.1.6 安全系数和许用应力 .....           | 263 | 4.3.6 液位计 .....                  | 308 |
| 4.1.6.1 应力与应变 .....             | 263 | 4.3.6.1 分类与选用 .....              | 308 |
| 4.1.6.2 安全系数 .....              | 264 | 4.3.6.2 安全要求 .....               | 308 |
| 4.1.6.3 许用应力 .....              | 264 | 4.3.7 气瓶安全附件 .....               | 308 |
| 4.2 设计制造 .....                  | 271 | 4.3.7.1 安全泄压装置 .....             | 308 |
| 4.2.1 设计一般要求 .....              | 271 | 4.3.7.2 瓶帽 .....                 | 309 |
| 4.2.1.1 设计单位资格 .....            | 271 | 4.3.7.3 防震圈 .....                | 309 |
| 4.2.1.2 容器结构 .....              | 272 | 4.4 使用管理 .....                   | 309 |
| 4.2.1.3 材料选用 .....              | 276 | 4.4.1 新容器验收 .....                | 309 |
| 4.2.1.4 其它 .....                | 280 | 4.4.2 容器普查 .....                 | 310 |
| 4.2.2 容器壁厚计算 .....              | 281 | 4.4.3 立卡建档、维护检修 .....            | 311 |
| 4.2.2.1 计算公式参数 .....            | 281 | 4.4.3.1 立卡建档 .....               | 311 |
| 4.2.2.2 筒体、封头的强度计算公式 .....      | 284 | 4.4.3.2 正确操作、维护检修 .....          | 312 |
| 4.2.3 压力容器制造 .....              | 285 | 4.4.4 定期检验 .....                 | 315 |
| 4.2.3.1 制造单位 .....              | 285 | 4.4.4.1 检验单位、检验员的资格、<br>条件 ..... | 315 |
| 4.2.3.2 材料复验 .....              | 285 | 4.4.4.2 检验周期 .....               | 315 |

|         |              |     |
|---------|--------------|-----|
| 4.4.4.3 | 定期检验前准备工作    | 316 |
| 4.4.4.4 | 检验内容         | 317 |
| 4.4.4.5 | 检验方法         | 318 |
| 4.4.4.6 | 压力试验         | 325 |
| 4.4.5   | 在役容器的检验和缺陷处理 | 329 |
| 4.4.6   | 事故调查与上报      | 331 |
| 4.4.6.1 | 常见破坏形式和主要特征  | 331 |
| 4.4.6.2 | 物理爆炸威力的估算    | 331 |
| 4.4.6.3 | 事故分类与处理      | 334 |
| 4.4.6.4 | 事故调查与上报      | 335 |
| 4.5     | 蒸汽锅炉         | 336 |
| 4.5.1   | 分类与参数系列      | 336 |
| 4.5.1.1 | 分类           | 336 |
| 4.5.1.2 | 锅炉参数系列       | 338 |
| 4.5.2   | 锅炉运行         | 338 |
| 4.5.2.1 | 点火、升压        | 338 |
| 4.5.2.2 | 正常运行         | 339 |
| 4.5.2.3 | 停炉保养         | 340 |
| 4.5.3   | 锅炉给水         | 341 |
| 4.5.3.1 | 水中杂质及其危害     | 341 |
| 4.5.3.2 | 水质标准         | 342 |
| 4.5.4   | 常见事故         | 344 |
| 4.5.4.1 | 水位异常         | 344 |
| 4.5.4.2 | 汽水共腾与水击      | 344 |
| 4.5.4.3 | 燃烧异常         | 344 |

|         |                    |     |
|---------|--------------------|-----|
| 4.5.4.4 | 承压部件损坏             | 344 |
| 4.6     | 气瓶、槽车              | 345 |
| 4.6.1   | 总的规定               | 345 |
| 4.6.1.1 | 适用范围               | 346 |
| 4.6.1.2 | 设计、制造、充装、检验的<br>资格 | 346 |
| 4.6.1.3 | 类别划分               | 346 |
| 4.6.1.4 | 设计压力               | 347 |
| 4.6.1.5 | 气瓶漆色               | 347 |
| 4.6.2   | 气体充装量              | 347 |
| 4.6.2.1 | 气体状态方程             | 347 |
| 4.6.2.2 | 压缩气体充装量(充装压力)      | 347 |
| 4.6.2.3 | 液化气体充装量(充装系数)      | 349 |
| 4.6.2.4 | 溶解乙炔钢瓶的充装          | 352 |
| 4.6.2.5 | 液化气槽车充装            | 354 |
| 4.6.3   | 温度升高时满液瓶压的变化       | 354 |
| 4.6.3.1 | 过量充装钢瓶温度升高时<br>压力值 | 355 |
| 4.6.3.2 | 防止气瓶超装的措施          | 355 |
| 4.6.4   | 使用管理               | 356 |
| 4.6.4.1 | 使用                 | 356 |
| 4.6.4.2 | 运输                 | 356 |
| 4.6.4.3 | 储存                 | 356 |
| 4.6.4.4 | 定期检验               | 357 |

## 第5章 电气安全

|         |                   |     |
|---------|-------------------|-----|
| 5       |                   |     |
| 5.1     | 电气安全基础            | 359 |
| 5.1.1   | 触电事故种类            | 359 |
| 5.1.1.1 | 电击和电伤             | 359 |
| 5.1.1.2 | 电击种类              | 359 |
| 5.1.1.3 | 直接接触电击和间接接触<br>电击 | 360 |
| 5.1.2   | 电流对人体的作用          | 360 |
| 5.1.2.1 | 电流界限              | 360 |
| 5.1.2.2 | 电流持续时间            | 360 |
| 5.1.2.3 | 电流种类              | 362 |
| 5.1.2.4 | 电流途径              | 362 |
| 5.1.2.5 | 人体状况              | 363 |
| 5.1.3   | 电磁场对人体的作用         | 363 |
| 5.1.3.1 | 波段和场源             | 363 |
| 5.1.3.2 | 电磁场对人体的作用         | 364 |
| 5.1.3.3 | 电磁场防护概要           | 366 |
| 5.1.4   | 触电事故管理            | 366 |

|         |           |     |
|---------|-----------|-----|
| 5.1.4.1 | 触电事故调查    | 366 |
| 5.1.4.2 | 触电事故分析    | 367 |
| 5.1.5   | 触电急救      | 367 |
| 5.1.5.1 | 脱离电源      | 367 |
| 5.1.5.2 | 急救方法      | 368 |
| 5.2     | 触电防护技术    | 368 |
| 5.2.1   | 安全电压      | 368 |
| 5.2.1.1 | 人体允许电流    | 368 |
| 5.2.1.2 | 人体电阻      | 368 |
| 5.2.1.3 | 安全电压值及其应用 | 368 |
| 5.2.1.4 | 电源及回路配置   | 369 |
| 5.2.1.5 | 功能特低电压    | 369 |
| 5.2.2   | 绝缘        | 370 |
| 5.2.2.1 | 绝缘损坏      | 370 |
| 5.2.2.2 | 绝缘指标      | 370 |
| 5.2.3   | 屏护        | 373 |
| 5.2.3.1 | 屏护装置材料和安装 | 373 |

|                           |     |                                 |     |
|---------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 5.2.3.2 屏护装置安全要求 .....    | 373 | 5.2.10.3 等电位保护 .....            | 399 |
| 5.2.4 间距 .....            | 373 | 5.2.10.4 电气隔离 .....             | 399 |
| 5.2.4.1 线路间距 .....        | 373 | 5.2.10.5 绝缘监视 .....             | 400 |
| 5.2.4.2 变配电设备间距 .....     | 378 | 5.2.10.6 过电压防护 .....            | 400 |
| 5.2.4.3 用电设备间距 .....      | 380 | 5.3 电气防火防爆 .....                | 401 |
| 5.2.4.4 检修间距 .....        | 380 | 5.3.1 爆炸性物质和危险场所 .....          | 401 |
| 5.2.5 保护接地 .....          | 381 | 5.3.1.1 爆炸性物质 .....             | 401 |
| 5.2.5.1 基本名词术语 .....      | 381 | 5.3.1.2 危险场所 .....              | 403 |
| 5.2.5.2 保护接地原理 .....      | 381 | 5.3.2 电气火灾和爆炸原因 .....           | 410 |
| 5.2.5.3 保护接地应用范围 .....    | 383 | 5.3.2.1 危险温度 .....              | 411 |
| 5.2.5.4 接地电阻值 .....       | 383 | 5.3.2.2 电火花 .....               | 411 |
| 5.2.5.5 接地电阻测量 .....      | 384 | 5.3.3 防爆电气设备 .....              | 411 |
| 5.2.6 保护接零 .....          | 386 | 5.3.3.1 通用要求 .....              | 411 |
| 5.2.6.1 基本名词术语 .....      | 386 | 5.3.3.2 各类设备防爆要求 .....          | 413 |
| 5.2.6.2 保护接零原理 .....      | 386 | 5.3.4 电气防火防爆安全技术 .....          | 415 |
| 5.2.6.3 保护方式选择 .....      | 387 | 5.3.4.1 电气设备选型 .....            | 415 |
| 5.2.6.4 保护接零应用范围 .....    | 387 | 5.3.4.2 防爆电气线路 .....            | 418 |
| 5.2.6.5 工作接地 .....        | 388 | 5.3.4.3 变电所和配电所 .....           | 422 |
| 5.2.6.6 重复接地 .....        | 388 | 5.3.4.4 接地和接零 .....             | 422 |
| 5.2.6.7 保护装置整定 .....      | 388 | 5.4 化工常用电气设备安全运行 .....          | 424 |
| 5.2.6.8 接零装置 .....        | 389 | 5.4.1 变配电设备 .....               | 424 |
| 5.2.6.9 相零回路阻抗测量 .....    | 390 | 5.4.1.1 变配电所通则 .....            | 424 |
| 5.2.7 漏电保护 .....          | 391 | 5.4.1.2 变压器 .....               | 425 |
| 5.2.7.1 动作参数 .....        | 391 | 5.4.1.3 高压开关 .....              | 426 |
| 5.2.7.2 电压型漏电保护装置 .....   | 392 | 5.4.1.4 互感器 .....               | 426 |
| 5.2.7.3 零序电流型漏电保护装置 ..... | 392 | 5.4.1.5 电力电容器 .....             | 428 |
| 5.2.7.4 中性点型漏电保护装置 .....  | 393 | 5.4.2 电气线路 .....                | 428 |
| 5.2.7.5 泄漏电流型漏电保护装置 ..... | 393 | 5.4.2.1 线路种类和特点 .....           | 428 |
| 5.2.8 电工安全用具 .....        | 394 | 5.4.2.2 线路安全运行条件 .....          | 429 |
| 5.2.8.1 种类和用途 .....       | 394 | 5.4.3 用电设备 .....                | 430 |
| 5.2.8.2 使用安全要求 .....      | 395 | 5.4.3.1 电机和低压电器外壳防护<br>等级 ..... | 433 |
| 5.2.8.3 安全用具试验 .....      | 395 | 5.4.3.2 电动机 .....               | 433 |
| 5.2.9 检修安全 .....          | 395 | 5.4.3.3 低压电器 .....              | 436 |
| 5.2.9.1 主要安全制度 .....      | 396 | 5.4.4 专用电气设备 .....              | 439 |
| 5.2.9.2 停电安全技术措施 .....    | 398 | 5.4.4.1 单相电气设备 .....            | 439 |
| 5.2.9.3 低压带电检修 .....      | 398 | 5.4.4.2 电焊设备 .....              | 440 |
| 5.2.10 其它防护技术 .....       | 398 | 5.4.4.3 电动起重机 .....             | 440 |
| 5.2.10.1 加强绝缘 .....       | 398 |                                 |     |
| 5.2.10.2 不导电场所 .....      | 399 |                                 |     |

## 第6章 起重与搬运

|                     |     |                         |     |
|---------------------|-----|-------------------------|-----|
| 6.1 起重搬运机械的分类 ..... | 444 | 6.2 起重机械基本参数及工作级别 ..... | 446 |
| 6.1.1 起重机械的分类 ..... | 444 | 6.2.1 起重机械的基本参数 .....   | 446 |
| 6.1.2 搬运机械分类 .....  | 445 | 6.2.2 起重机工作类型 .....     | 446 |

|                                 |     |                           |     |
|---------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 6.2.3 起重机的工作级别和机构工作级别 .....     | 447 | 因及消除方法 .....              | 485 |
| 6.2.3.1 起重机工作级别 .....           | 447 | 6.5 臂架类型起重机 .....         | 490 |
| 6.2.3.2 机构工作级别 .....            | 448 | 6.5.1 汽车式起重机 .....        | 490 |
| 6.3 起重机械的易损零部件 .....            | 449 | 6.5.2 轮胎式起重机 .....        | 490 |
| 6.3.1 吊钩 .....                  | 449 | 6.5.3 塔式起重机 .....         | 491 |
| 6.3.1.1 吊钩种类和特点 .....           | 449 | 6.5.3.1 塔式起重机分类 .....     | 491 |
| 6.3.1.2 吊钩的危险断面 .....           | 450 | 6.5.3.2 塔式起重机主要技术参数 ..... | 493 |
| 6.3.1.3 吊钩的安全检查 .....           | 451 | 6.5.3.3 安全要求 .....        | 493 |
| 6.3.2 钢丝绳 .....                 | 451 | 6.5.4 臂架类型起重机的稳定性 .....   | 494 |
| 6.3.2.1 钢丝绳种类 .....             | 451 | 6.5.5 臂架类型起重机的安全装置 .....  | 496 |
| 6.3.2.2 钢丝绳破断原因 .....           | 453 | 6.6 起重机的验收 .....          | 501 |
| 6.3.2.3 钢丝绳选用计算 .....           | 453 | 6.6.1 桥式起重机的试验方法 .....    | 501 |
| 6.3.3 起重链条及化纤绳 .....            | 470 | 6.6.1.1 电气设备的试验要求 .....   | 501 |
| 6.3.3.1 起重链条绳 .....             | 470 | 6.6.1.2 负荷试验 .....        | 501 |
| 6.3.3.2 化纤绳 .....               | 471 | 6.6.1.3 静负荷试验 .....       | 501 |
| 6.3.4 制动器 .....                 | 473 | 6.6.1.4 动负荷试验 .....       | 502 |
| 6.3.4.1 种类和性能 .....             | 473 | 6.6.2 桥式起重机的试验方法 .....    | 502 |
| 6.3.4.2 制动器的选用 .....            | 476 | 6.6.2.1 安全装置的检测 .....     | 502 |
| 6.3.4.3 制动器的检查 .....            | 476 | 6.6.2.2 空载试验 .....        | 502 |
| 6.4 桥式类型起重机 .....               | 476 | 6.6.2.3 额定负荷试验 .....      | 502 |
| 6.4.1 桥式起重机 .....               | 476 | 6.6.2.4 超载25%静载试验 .....   | 502 |
| 6.4.1.1 基本性能 .....              | 477 | 6.6.2.5 超载10%动载试验 .....   | 503 |
| 6.4.1.2 桥梁、运行机构安装技术要求 .....     | 477 | 6.6.2.6 连续作业试验 .....      | 503 |
| 6.4.2 龙门式起重机 .....              | 481 | 6.7 简易起重工具与人力搬运 .....     | 503 |
| 6.4.2.1 龙门起重机的稳定性 .....         | 481 | 6.7.1 简易起重工具 .....        | 503 |
| 6.4.2.2 龙门起重机安装技术要求 .....       | 484 | 6.7.1.1 千斤顶 .....         | 503 |
| 6.4.3 桥式类型起重机安全装置 .....         | 485 | 6.7.1.2 手拉葫芦 .....        | 503 |
| 6.4.4 桥式起重机零部件常见损坏原因及消除方法 ..... | 485 | 6.7.1.3 卷扬机 .....         | 504 |
|                                 |     | 6.7.1.4 桅杆 .....          | 505 |
|                                 |     | 6.7.2 人力搬运安全管理 .....      | 508 |

## 第7章 焊接安全

|                         |     |                              |     |
|-------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 7.1 概述 .....            | 511 | 事故 .....                     | 518 |
| 7.1.1 名词术语 .....        | 511 | 7.2.3.2 乙炔发生器设计制造的安全要求 ..... | 519 |
| 7.1.2 焊接工伤事故和职业危害 ..... | 511 | 7.2.3.3 安全装置 .....           | 521 |
| 7.2 气焊与气割安全 .....       | 513 | 7.2.3.4 安全试验 .....           | 525 |
| 7.2.1 常见事故 .....        | 513 | 7.2.3.5 乙炔发生器使用安全 .....      | 527 |
| 7.2.2 常用危险品 .....       | 513 | 7.2.4 气焊常用气瓶 .....           | 528 |
| 7.2.2.1 乙炔 .....        | 513 | 7.2.4.1 氧气瓶 .....            | 528 |
| 7.2.2.2 电石 .....        | 515 | 7.2.4.2 乙炔瓶 .....            | 531 |
| 7.2.2.3 液化石油气 .....     | 516 | 7.2.4.3 液化石油气瓶 .....         | 532 |
| 7.2.2.4 氧气 .....        | 517 | 7.2.4.4 气瓶的定期检验和涂色 .....     | 533 |
| 7.2.3 乙炔发生器 .....       | 518 | 7.2.5 焊割炬 .....              | 533 |
| 7.2.3.1 乙炔发生器的火灾爆炸      |     |                              |     |

|                                  |     |                                  |     |
|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 7.2.5.1 设计制造安全要求 .....           | 533 | 7.4.3.1 电焊烟尘的来源 .....            | 544 |
| 7.2.5.2 焊割炬使用安全 .....            | 533 | 7.4.3.2 电焊烟尘的危害 .....            | 544 |
| 7.2.6 氧气与乙炔胶管 .....              | 535 | 7.4.3.3 有毒气体来源 .....             | 545 |
| 7.2.6.1 胶管爆炸着火事故的原因 .....        | 535 | 7.4.3.4 电焊烟尘和有毒气体的卫生<br>标准 ..... | 546 |
| 7.2.6.2 安全措施 .....               | 535 | 7.4.3 防护措施 .....                 | 546 |
| 7.2.7 氧气与乙炔管道 .....              | 536 | 7.4.4 射线防护 .....                 | 548 |
| 7.2.7.1 管道发生着火爆炸的原因 .....        | 536 | 7.4.4.1 来源与危害 .....              | 548 |
| 7.2.7.2 安全措施 .....               | 536 | 7.4.4.2 防护措施 .....               | 548 |
| 7.3 手工电弧焊安全 .....                | 538 | 7.5 特殊焊接作业安全 .....               | 548 |
| 7.3.1 常见事故 .....                 | 538 | 7.5.1 燃料容器检修焊补安全 .....           | 549 |
| 7.3.2 电焊机 .....                  | 539 | 7.5.1.1 置换动火的安全措施 .....          | 549 |
| 7.3.2.1 焊机保护性接地与接零安全<br>要求 ..... | 539 | 7.5.1.2 带压不置换动火安全措施 .....        | 550 |
| 7.3.2.2 焊机空载自动断电保护装置 .....       | 539 | 7.5.2 水下焊接与切割安全技术 .....          | 551 |
| 7.3.2.3 焊机的维护与检修 .....           | 539 | 7.5.2.1 水下焊割作业工伤事故 .....         | 551 |
| 7.3.3 常用工具 .....                 | 542 | 7.5.2.2 安全措施 .....               | 551 |
| 7.3.3.1 电焊钳安全要求 .....            | 542 | 7.6 焊接安全管理 .....                 | 554 |
| 7.3.3.2 焊接电缆安全要求 .....           | 542 | 7.6.1 焊接工作场所与消防措施 .....          | 554 |
| 7.3.4 电焊烟尘和弧光辐射防护 .....          | 542 | 7.6.1.1 焊接工作场所 .....             | 554 |
| 7.4 气电焊与等离子弧焊安全 .....            | 542 | 7.6.1.2 灭火措施及灭火物质的选择 .....       | 554 |
| 7.4.1 安全特点 .....                 | 542 | 7.6.2 焊接安全检查 .....               | 554 |
| 7.4.2 弧光辐射防护 .....               | 543 | 7.6.2.1 电石库 .....                | 554 |
| 7.4.2.1 弧光组成及危害 .....            | 543 | 7.6.2.2 乙炔站 .....                | 555 |
| 7.4.2.2 防护措施 .....               | 544 | 7.6.2.3 气瓶库 .....                | 557 |
| 7.4.3 电焊烟尘与有毒气体防护 .....          | 544 | 7.6.2.4 乙炔与氧气管道的布设 .....         | 558 |

## 第8章 化工厂腐蚀与防护

|                        |     |                         |     |
|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 8.1 化工厂的腐蚀 .....       | 560 | 8.2.4.1 腐蚀机理 .....      | 563 |
| 8.1.1 腐蚀 .....         | 560 | 8.2.4.2 影响因素 .....      | 563 |
| 8.1.2 腐蚀与安全 .....      | 560 | 8.2.4.3 防止孔蚀方法 .....    | 563 |
| 8.1.3 腐蚀的分类 .....      | 560 | 8.2.5 晶间腐蚀 .....        | 563 |
| 8.1.4 腐蚀机理 .....       | 561 | 8.2.5.1 腐蚀机理 .....      | 563 |
| 8.1.4.1 化学腐蚀 .....     | 561 | 8.2.5.2 影响因素及防止方法 ..... | 563 |
| 8.1.4.2 电化学腐蚀 .....    | 561 | 8.2.6 应力腐蚀破裂 .....      | 563 |
| 8.2 腐蚀类型 .....         | 561 | 8.2.6.1 腐蚀机理 .....      | 564 |
| 8.2.1 全面腐蚀 .....       | 561 | 8.2.6.2 腐蚀特征 .....      | 564 |
| 8.2.1.1 腐蚀速度 .....     | 561 | 8.2.6.3 防止应力腐蚀方法 .....  | 564 |
| 8.2.1.2 耐蚀等级 .....     | 561 | 8.2.7 氢损伤 .....         | 564 |
| 8.2.2 电偶腐蚀 .....       | 561 | 8.2.7.1 氢腐蚀 .....       | 564 |
| 8.2.3 缝隙腐蚀 .....       | 562 | 8.2.7.2 氢脆 .....        | 566 |
| 8.2.3.1 腐蚀机理 .....     | 562 | 8.2.8 腐蚀疲劳 .....        | 566 |
| 8.2.3.2 影响因素 .....     | 562 | 8.2.9 选择性腐蚀 .....       | 566 |
| 8.2.3.3 防止缝隙腐蚀方法 ..... | 562 | 8.2.9.1 黄铜脱锌 .....      | 566 |
| 8.2.4 孔蚀 .....         | 563 | 8.2.9.2 铸铁石墨化 .....     | 567 |

|                     |     |                             |     |
|---------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 8.3 腐蚀监测 .....      | 567 | 8.4.5 金属保护层 .....           | 588 |
| 8.3.1 电阻法 .....     | 567 | 8.4.5.1 保护层防护方法分类 .....     | 588 |
| 8.3.2 极化阻力法 .....   | 567 | 8.4.5.2 表面处理 .....          | 589 |
| 8.3.3 电位法 .....     | 567 | 8.4.5.3 化学转化膜 .....         | 589 |
| 8.3.4 无损检验技术 .....  | 567 | 8.4.5.4 金属衬里 .....          | 590 |
| 8.3.5 化学法 .....     | 567 | 8.4.5.5 复合板材 .....          | 591 |
| 8.3.6 挂片法 .....     | 567 | 8.4.6 非金属保护层 .....          | 591 |
| 8.3.7 监测孔 .....     | 568 | 8.4.6.1 表面处理 .....          | 591 |
| 8.3.8 氢监测 .....     | 568 | 8.4.6.2 胶接剂 .....           | 592 |
| 8.3.9 涡流技术 .....    | 568 | 8.4.6.3 衬里种类 .....          | 594 |
| 8.3.10 超声技术 .....   | 568 | 8.4.6.4 涂层种类 .....          | 594 |
| 8.4 腐蚀防护 .....      | 568 | 8.4.6.5 设备内壁用涂料 .....       | 594 |
| 8.4.1 正确选材 .....    | 568 | 8.4.6.6 设备构筑物用涂料 .....      | 594 |
| 8.4.2 合理设计 .....    | 587 | 8.4.7 非金属设备 .....           | 596 |
| 8.4.2.1 避免缝隙 .....  | 587 | 8.5 防腐蚀工程 .....             | 596 |
| 8.4.2.2 消除积液 .....  | 587 | 8.5.1 一般规定 .....            | 596 |
| 8.4.3 电化学保护 .....   | 587 | 8.5.1.1 沥青类防腐蚀工程 .....      | 596 |
| 8.4.3.1 阳极保护 .....  | 587 | 8.5.1.2 水玻璃类防腐蚀工程 .....     | 596 |
| 8.4.3.2 阴极保护 .....  | 587 | 8.5.1.3 硫磺类防腐蚀工程 .....      | 596 |
| 8.4.4 缓蚀剂 .....     | 587 | 8.5.1.4 树脂胶泥和玻璃钢防腐蚀工程 ..... | 596 |
| 8.4.4.1 缓蚀原理 .....  | 587 | 8.5.1.5 耐腐蚀涂料工程 .....       | 597 |
| 8.4.4.2 缓蚀剂分类 ..... | 587 | 8.5.1.6 耐酸陶管工程 .....        | 597 |
| 8.4.4.3 影响因素 .....  | 587 | 8.5.2 工程验收 .....            | 597 |
| 8.4.4.4 常用缓蚀剂 ..... | 588 |                             |     |

## 第9章 职业中毒与尘肺

|                               |     |                                           |     |
|-------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|
| 9.1 工业毒物 .....                | 599 | 作用 .....                                  | 604 |
| 9.1.1 概述 .....                | 599 | 9.1.4.3 对脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)合成的干扰 ..... | 604 |
| 9.1.1.1 定义 .....              | 599 | 9.1.4.4 对局部组织的刺激与腐蚀作用 .....               | 604 |
| 9.1.1.2 工业毒物的来源 .....         | 599 | 9.1.4.5 组织毒性 .....                        | 604 |
| 9.1.1.3 工业毒物的物理状态 .....       | 599 | 9.1.4.6 致敏作用 .....                        | 604 |
| 9.1.1.4 工业毒物的分类 .....         | 600 | 9.2 职业中毒 .....                            | 605 |
| 9.1.2 工业毒物的毒性 .....           | 600 | 9.2.1 一般概念 .....                          | 605 |
| 9.1.2.1 毒性 .....              | 600 | 9.2.1.1 定义 .....                          | 605 |
| 9.1.2.2 毒性评价方法 .....          | 601 | 9.2.1.2 职业中毒的特点 .....                     | 605 |
| 9.1.2.3 毒性分级 .....            | 601 | 9.2.2 工业毒物在化工行业中的分布 .....                 | 606 |
| 9.1.3 工业毒物的作用条件 .....         | 602 | 9.2.3 毒物的吸收、分布与排出 .....                   | 607 |
| 9.1.3.1 化学结构、理化性质与毒性的关系 ..... | 602 | 9.2.3.1 吸收 .....                          | 607 |
| 9.1.3.2 环境因素与毒性的关系 .....      | 602 | 9.2.3.2 毒物在体内的分布 .....                    | 608 |
| 9.1.3.3 个体因素与毒性的关系 .....      | 603 | 9.2.4 职业中毒的临床表现 .....                     | 609 |
| 9.1.4 毒物的毒理作用 .....           | 603 | 9.2.5 几种常见化学毒物急性中毒的                       |     |
| 9.1.4.1 对酶系统的干扰 .....         | 603 |                                           |     |
| 9.1.4.2 对氧的吸收、运输的阻断           |     |                                           |     |

|                                     |     |                                         |     |
|-------------------------------------|-----|-----------------------------------------|-----|
| 临床表现 .....                          | 609 | 9.4.2.1 加强领导 .....                      | 630 |
| 9.2.6 职业中毒的诊断 .....                 | 609 | 9.4.2.2 加强防毒的宣传教育,健全<br>有关防毒的管理制度 ..... | 630 |
| 9.2.6.1 诊断依据和诊断过程 .....             | 609 | 9.4.2.3 加强监测,严格执行工业<br>卫生法规 .....       | 630 |
| 9.2.6.2 诊断的注意事项 .....               | 609 | 9.4.2.4 严格执行“三同时”方针 .....               | 630 |
| 9.2.7 急性职业中毒的抢救与治疗 .....            | 617 | 9.4.2.5 卫生保健措施 .....                    | 631 |
| 9.2.7.1 现场急救设施与准备 .....             | 617 | 9.4.2.6 加强防毒的科学研究 .....                 | 631 |
| 9.2.7.2 抢救原则 .....                  | 618 | 9.4.2.7 二次尘毒源的消除 .....                  | 631 |
| 9.2.7.3 现场急救的复苏术 .....              | 618 | 9.4.3 个人防护措施 .....                      | 631 |
| 9.2.7.4 解毒剂的应用 .....                | 619 | 9.4.3.1 皮肤防护 .....                      | 631 |
| 9.3 尘肺 .....                        | 620 | 9.4.3.2 呼吸防护 .....                      | 631 |
| 9.3.1 生产性粉尘及其危害 .....               | 620 | 9.4.4 通风排毒措施 .....                      | 631 |
| 9.3.1.1 生产性粉尘的来源 .....              | 620 | 9.4.4.1 局部送风 .....                      | 631 |
| 9.3.1.2 粉尘的理化特性及卫生学<br>意义 .....     | 620 | 9.4.4.2 局部排风 .....                      | 632 |
| 9.3.1.3 粉尘的测定 .....                 | 621 | 9.4.4.3 全面通风换气 .....                    | 632 |
| 9.3.1.4 粉尘的危害 .....                 | 621 | 9.4.5 净化回收措施 .....                      | 632 |
| 9.3.2 矽肺 .....                      | 622 | 9.4.5.1 燃烧净化法 .....                     | 632 |
| 9.3.2.1 化学工业中可能发生矽肺<br>的行业 .....    | 622 | 9.4.5.2 冷凝净化法 .....                     | 638 |
| 9.3.2.2 影响矽肺发病的因素 .....             | 622 | 9.4.5.3 吸收净化法 .....                     | 640 |
| 9.3.2.3 矽肺的临床表现 .....               | 622 | 9.4.5.4 吸附净化法 .....                     | 649 |
| 9.3.2.4 矽肺的诊断 .....                 | 623 | 9.5 车间空气中有害物质的测定 .....                  | 652 |
| 9.3.2.5 肺功能测验及劳动能力鉴定 .....          | 623 | 9.5.1 空气样品的采集 .....                     | 652 |
| 9.3.2.6 矽肺的治疗 .....                 | 624 | 9.5.1.1 采集方案的设计 .....                   | 652 |
| 9.3.3 其它尘肺 .....                    | 624 | 9.5.1.2 采样方法 .....                      | 656 |
| 9.3.3.1 炭黑肺 .....                   | 625 | 9.5.1.3 采样注意事项 .....                    | 660 |
| 9.3.3.2 滑石肺 .....                   | 625 | 9.5.2 常见毒物测定方法 .....                    | 660 |
| 9.3.3.3 铸工尘肺 .....                  | 625 | 9.5.2.1 测定方法 .....                      | 660 |
| 9.3.3.4 电焊工尘肺 .....                 | 626 | 9.5.2.2 常见毒物的测定方法 .....                 | 669 |
| 9.3.3.5 煤肺 .....                    | 626 | 9.5.2.3 实验室标准气的配制 .....                 | 669 |
| 9.3.4 尘肺的并发症 .....                  | 627 | 9.5.3 有害物质浓度表示方法 .....                  | 676 |
| 9.3.4.1 肺结核 .....                   | 627 | 9.5.3.1 气体体积换算 .....                    | 676 |
| 9.3.4.2 肺部感染 .....                  | 627 | 9.5.3.2 浓度表示方法 .....                    | 676 |
| 9.3.4.3 肺原性心脏病 .....                | 627 | 9.5.3.3 测定结果的表达方式 .....                 | 677 |
| 9.3.4.4 自发性气胸 .....                 | 628 | 9.5.4 测定结果的评价 .....                     | 677 |
| 9.4 防毒措施 .....                      | 628 | 9.5.4.1 测定过程的质量控制 .....                 | 677 |
| 9.4.1 防毒技术措施 .....                  | 628 | 9.5.4.2 样品的评价 .....                     | 679 |
| 9.4.1.1 以无毒低毒的物料代替有<br>毒高毒的物料 ..... | 628 | 9.5.4.3 测定点的评价 .....                    | 679 |
| 9.4.1.2 改革工艺 .....                  | 629 | 9.5.4.4 劳动环境的评价 .....                   | 679 |
| 9.4.1.3 生产设备管道化、密闭化、<br>机械化 .....   | 629 | 附表9-1 车间空气中有害物质的最高<br>容许浓度 .....        | 680 |
| 9.4.1.4 隔离操作和自动控制 .....             | 630 | 附表9-2 居住区大气中有害物质最高<br>容许浓度 .....        | 681 |
| 9.4.2 防毒的管理教育措施 .....               | 630 | 附表9-3 地面水水质卫生要求 .....                   | 682 |