

化工工人技术理论培训教材



腐蚀与防护

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

1.9

61

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

腐 蚀 与 防 护

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

腐蚀与防护/化学工业部人事教育司, 化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997. 10
化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1927-0

I. 腐… II. ①化… ②化… III. ①化工设备-腐蚀-技术培训-教材 ②化工设备-防腐-技术培训-教材 IV. TQ050.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17998 号

化工工人技术理论培训教材

腐 蚀 与 防 护

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑: 王丽娜

责任校对: 陈 静 靳 荣

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 7 1/2 字数 195 千字

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—6000

ISBN 7-5025-1927-0/G · 533

定 价: 12.50 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共7册:《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应(一)》、《有机化学反应(二)》、《有机化学反应(三)》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共43册:《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表(一)》、《化工分析仪表(二)》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材6册:《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共11册:《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共20册:《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写作》、《标准化基础知识》和《化工生产管

理论知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材,尚是一种尝试,由于我们经验不足和教材编审时间的限制,部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意,为此建议:

一、各单位在组织教学过程中,应按不同等级的培训对象,根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求,以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外,还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况,制订相应的教学方案,确定相应的教学内容,以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题,可及时与我们联系,也可与教材的编者或出版单位联系,使教材中的问题得到及时更正,以利教学。

本套教材的组织编写,得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助,在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书共分三个单元:腐蚀与防腐蚀原理单元,常用的防腐蚀方法单元,非金属耐腐蚀材料单元。其中腐蚀与防腐蚀原理单元主要介绍金属腐蚀的分类、影响因素及金属防腐蚀原理。常用的防腐蚀方法单元则介绍了耐腐蚀金属及其合金,耐腐蚀有机材料,耐腐蚀无机材料,金属表面处理技术,电化学保护、环境处理方法以及耐腐蚀化工设备、管道的选材原则和结构工艺设计要求。在非金属耐腐蚀材料单元中主要介绍无机材料和有机材料的分类、性能及应用。

本书主要用于初中以上文化程度的在岗检修钳工的技术理论培训。

目 录

腐蚀与防腐蚀原理(检 002)	1
第一章 概述	2
第一节 腐蚀的危害与防腐蚀在国民经济中的作用	2
一、腐蚀的危害	2
二、防腐蚀在国民经济中的重要作用	3
第二节 腐蚀的定义及分类	3
一、腐蚀的定义	3
二、金属腐蚀的分类	4
第三节 金属腐蚀程度的表示方法	11
一、均匀腐蚀程度的表示方法	11
二、局部腐蚀的表示方法	12
第二章 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀	15
第一节 电化学腐蚀的基本知识	15
一、金属和电解质溶液	15
二、金属与电解质交界面上的特性	16
三、电化学腐蚀的机理	18
第二节 腐蚀电池的类型	22
一、宏观腐蚀电池	22
二、微观腐蚀电池	23
第三节 腐蚀过程动力学	24
一、腐蚀速度与极化作用	24
二、阴极极化与阳极极化	25
三、超电压	26
四、去极化作用	26
第四节 化学腐蚀	26
一、金属表面膜的概念	27
二、气体腐蚀	27

三、防止气体腐蚀的方法	28
第三章 影响金属腐蚀的因素	30
第一节 腐蚀介质的组成和浓度	30
一、氧化剂和溶解氧	30
二、溶液 pH 值的影响	30
三、介质中的杂质的影响	31
四、溶解盐及盐溶液的浓度对腐蚀的影响	32
第二节 温度	33
第三节 压力	34
第四节 流速	34
第五节 腐蚀产物	35
第四章 金属防腐蚀原理	37
第一节 防腐方法分类	37
一、金属或非金属材料覆盖层	37
二、电化学保护	37
三、介质处理及缓蚀剂	37
四、其他防腐方法	38
第二节 金属及其合金	38
一、纯金属的耐蚀特性	38
二、金属耐蚀合金化	38
三、主要合金元素对耐腐蚀性的影响	39
第三节 金属镀层	40
一、金属镀层的防腐原理	40
二、常见金属镀层的种类	40
第四节 金属的表面处理	41
一、金属表面处理对防腐的影响	41
二、金属表面处理的内容及方法	41
第五节 非金属材料	42
一、非金属材料的一般特点	42
二、常用的无机材料	43
三、常用的有机材料	43
第六节 电化学保护	43
一、电化学保护的原理	43

二、电化学保护的种类	44
第七节 介质处理及缓蚀剂	45
一、除去介质中的有害成分	45
二、添加缓蚀剂	45
第八节 设计和选材	46
一、合理设计	46
二、正确选材	47
常用防腐蚀方法(检 003)	49
第一章 耐腐蚀金属及其合金	50
第一节 耐腐蚀铸铁	50
一、高硅铸铁	50
二、其他合金铸铁	51
第二节 低合金钢	52
一、合金元素对低合金钢耐蚀性能的影响	52
二、常用耐蚀低合金钢	53
第三节 不锈钢	54
第四节 有色金属及其合金	56
一、铝及铝合金	56
二、钛及钛合金	57
三、其他有色金属及其合金	57
第二章 耐腐蚀有机材料	59
第一节 油漆涂料	59
一、油漆涂料的基本知识	59
二、常用的防腐涂料	60
第二节 橡胶	61
一、橡胶的种类和耐蚀性能	61
二、橡胶衬里	62
第三节 聚氯乙烯塑料	63
一、聚氯乙烯塑料的性能	63
二、聚氯乙烯塑料在防腐上的应用	64
第四节 氟塑料	66
一、氟塑料的性能	66
二、氟塑料在防腐上的应用	68

第五节 酚醛塑料	68
一、酚醛塑料的性能	68
二、酚醛塑料在防腐上的应用	69
第六节 其他塑料	70
一、聚乙烯塑料	71
二、聚丙烯塑料	71
三、氯化聚醚	71
四、聚苯硫醚	72
五、聚酰胺	72
第七节 合成树脂及玻璃钢	72
一、玻璃钢的种类及性能	72
二、玻璃钢增强材料及成型工艺	75
第八节 粘接剂	76
一、粘接剂的种类及性能	76
二、常用粘接剂的参考配方	77
第三章 耐腐蚀无机材料	80
第一节 硅酸盐材料	80
一、硅酸盐材料的共同特性	80
二、硅酸盐材料的种类及性能	80
第二节 陶瓷制品	82
一、陶瓷制品的性能	82
二、陶瓷制品在防腐上的应用	84
第三节 玻璃制品	86
一、玻璃制品的性能	86
二、玻璃制品在防腐上的应用	87
第四节 搪玻璃制品	89
一、搪玻璃制品的性能	89
二、搪玻璃制品在防腐上的应用	91
第五节 石墨材料及设备	93
一、石墨材料的性能	93
二、不透性石墨在防腐上的应用	95
第六节 胶合剂	96
一、胶合剂的种类及用途	96

二、胶合剂的应用	101
第四章 金属表面处理技术	105
第一节 金属的氧化处理	105
一、碱性氧化法	105
二、酸性氧化法	106
第二节 金属的磷化处理	107
一、热磷化法	107
二、冷磷化法	107
第三节 金属的钝化处理	109
一、钝化剂	109
二、施工方法	109
第四节 金属镀层	110
一、电镀	110
二、喷镀	111
三、化学镀	112
四、电刷镀	112
第五章 电化学保护	114
第一节 阴极保护	114
一、阴极保护的原理	114
二、阴极保护的应用	115
第二节 阳极保护	116
一、阳极保护的原理	116
二、阳极保护的应用	117
第六章 环境处理方法	120
第一节 缓蚀剂	120
一、缓蚀剂分类及影响缓蚀作用的因素	120
二、缓蚀剂的应用	122
第二节 腐蚀环境控制	122
一、化学清洗过程中缓蚀剂的应用	122
二、仓储设备中缓蚀剂的应用	124
第七章 选材和设计	126
第一节 选材	126
一、选材的原则	126

二、选材的步骤·····	127
第二节 设计·····	129
一、合理的工艺条件设计·····	129
二、合理的结构设计·····	130
非金属耐腐蚀材料(检 026)·····	135
第一章 非金属耐腐蚀材料的分类·····	136
第一节 无机材料·····	136
一、无机非金属材料的特点·····	136
二、无机非金属材料的分类·····	137
第二节 有机材料·····	137
一、有机材料的特点·····	137
二、有机材料的分类·····	139
第二章 非金属耐蚀材料的性能·····	141
第一节 无机材料的性能·····	141
一、硅酸盐材料·····	141
二、其他耐腐蚀非金属材料·····	144
第二节 有机材料的性能·····	147
一、高分子材料的性能·····	147
二、高分子材料的耐腐蚀性能·····	150
第三章 非金属耐腐蚀性材料的应用·····	157
第一节 无机材料的应用·····	157
一、耐腐蚀砖板·····	157
二、胶泥·····	159
三、酚醛树脂胶泥·····	161
四、衬里一般施工技术·····	166
五、砖板衬里的使用与检修方法·····	173
第二节 有机材料的应用·····	175
一、玻璃钢·····	175
二、塑料·····	186
三、涂料·····	201

腐蚀与防腐蚀原理

(检 002)

辽宁省石油化工学校 武海滨 编

辽宁省石油化工学校 杨一平 审

腐蚀与防护是一门新兴的边缘学科,它是随着生产的发展而逐渐建立起来的。腐蚀给人类造成了巨大的损失,特别是给化学工业带来的损失更为严重。因此,研究结构材料的腐蚀过程和腐蚀控制机理,以及采取措施,延长结构材料的使用寿命便显得十分重要。腐蚀与防护就是一门研究这些问题的学科。

要做好防腐工作,首先应了解产生腐蚀的原因、影响腐蚀的因素以及控制的机理,才能采取合理、有效的防腐蚀措施,达到预期的防腐目的。

本篇主要介绍有关腐蚀与防护的基本概念,化学与电化学腐蚀的基本原理,影响金属腐蚀的基本因素,以及金属防腐蚀的原理。学好本部分知识会对后续内容的学习打下良好的基础。

第一章 概 述

第一节 腐蚀的危害与防腐蚀在国民经济中的作用

一、腐蚀的危害

金属腐蚀几乎涉及国民经济各个部门、各个领域。如金属构件在大气中生锈;舰船遭受海水和海洋微生物的腐蚀;埋在地下的输油、输气管线因土壤和细菌的腐蚀而发生穿孔;钢材在轧制过程中因高温下与空气中的氧作用而产生大量的氧化皮等。化工机械由于经常与强腐蚀性酸、碱、盐介质接触,且生产又经常在高温、高压、高流速下进行,因而腐蚀更为严重。

腐蚀造成的危害是十分惊人的。据统计全世界每年因腐蚀而损失的金属相当于年产量的30%,其中除了三分之二可以重新回炉外,净损失达到了金属产量的十分之一。就连一些工业发达的国家每年因腐蚀而造成的损失也达到了国民生产总值的1%~4%。例如,美国每年有四千万吨钢铁因腐蚀而报废,约占其年产量的40%。我国每年也有一千万吨左右的钢铁因腐蚀而报废。英国1969~1971年的统计,腐蚀损失每年约13.6亿英镑;据美国国家标准局1977年的统计,美国每年

因腐蚀造成的经济损失约为 700 亿美元,超过了美国全年由于水灾、火灾、风灾和地震等自然灾害造成的经济损失的总和。据我国化工部门 10 个化工厂的调查,由于腐蚀造成的经济损失为当年生产总值的 3%~4%。一个大型染料厂,每年用于设备防腐维修和更新的费用竟高达 1600 万,可见由于腐蚀造成的经济损失之大。然而,更严重的是由于腐蚀造成机器设备破坏、人员伤亡,以及腐蚀造成设备的跑、冒、滴、漏,污染环境而引起公害,甚至发生中毒、火灾、爆炸等恶性事故。

腐蚀还会阻碍新技术、新工艺的发展。如,硝酸工业直到不锈钢问世以后才得到快速发展;合成尿素新工艺在本世纪初已完成试验,由于无法解决设备用材,因此,直到五十年代解决了熔融尿素对钢材的腐蚀问题,才使得合成尿素实现了工业化生产。

因此,研究材料的腐蚀原理,找到有效的防腐蚀方法是十分必要的。

二、防腐蚀在国民经济中的重要作用

从以上的叙述中,可清晰看到做好防腐工作的重要性。防腐工作搞好了,不但可以减少金属材料的大量浪费,避免巨大的经济损失,而且还可以防止许多恶性事故的发生。此外,对新技术、新工艺的发展还可起到促进作用。

合理地利用防腐蚀技术,对国民经济各部门、各领域的金属构件实施有效的防腐处理,降低因腐蚀造成的损失,实现增收节支,必将对我国经济的发展起到积极的作用。

第二节 腐蚀的定义及分类

一、腐蚀的定义

提到腐蚀,我们便会想到钢铁生锈变为褐色的氧化铁皮,铜生锈变为铜绿。但是,腐蚀并不是单纯地指金属锈蚀,因为钢铁的生锈只是一种现象,有些金属材料在某些特定环境中使用,虽然没有明显的类似生锈这样的腐蚀特征,但可能已遭到了腐蚀,出现了微小的裂纹,使金属丧失了某些机械性能。例如,不锈钢在硝酸介质中的晶间腐蚀和应力腐蚀破裂等。从导致金属设备或零件损坏而报废的主要原因来看有三个

方面:机械破裂、磨损和腐蚀。机械破裂,从表面看似与腐蚀无关,但是在相当多的情况下,常常是由于环境介质与应力联合作用而引起的破裂。磨损中也有相当一部分是磨损与腐蚀共同作用造成的。由此可见,材料的大多数破坏形式中都有腐蚀产生的作用。关于腐蚀的定义提法有多种。“腐蚀”这个词源于拉丁文“Corrodere”,意为“损坏”、“腐烂”。根据金属腐蚀的起因和过程,它是在金属材料和环境介质的相界面上反应作用的结果,因而金属的腐蚀可以定义为:金属与其周围介质发生化学或电化学反应而产生的破坏。

随着工业的发展,越来越多的非金属材料应用于工程领域,如塑料、橡胶、混凝土等,这些非金属材料在各种环境因素的作用下,也会发生各种破坏现象。如龟裂、溶解、溶胀、丧失强度等。因而将腐蚀扩大到包括非金属在内的定义应为:“材料(包括金属与非金属)由于环境作用引起的破坏或变质称为腐蚀”。这里所指的环境作用不只限于化学或电化学反应,还包括化学-机械、电化学-机械、生物作用以及单纯的物理(溶解)作用等。但它不包括单纯机械作用引起的材料断裂和磨损等破坏。

对于非金属来说,破坏一般是由直接的化学作用或物理作用(如氧化、溶解、溶胀等)所引起的。

目前所说的腐蚀主要是指金属的腐蚀,这是因为从使用的数量、腐蚀损失的价值及腐蚀学科研究的内容来看,迄今金属材料仍占主导地位。而且所用的化工机械大多数也是用金属材料制造的,所以下面主要研究金属材料的腐蚀机理及防护方法。

二、金属腐蚀的分类

金属腐蚀的分类方法很多。根据研究的侧重点不同,采用不同的分类方法。按反应机理,可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类;按腐蚀形式,可分为全面腐蚀与局部腐蚀两大类;按腐蚀环境分类,如大气腐蚀、土壤腐蚀等;此外,还有其他一些分类方法。

(一)按腐蚀机理分类

1. 化学腐蚀 指金属与非电解质直接发生化学作用而引起的破坏。腐蚀过程是一种纯氧化和还原的纯化学反应,即腐蚀介质直接同金