

中等专业学校試用教材

轻工业机器及设备

轻工业部南京机电学校 编

轻工业出版社

中等专业学校試用教材

輕工业机器及設備

轻工业部南京机电学校 編

輕工业出版社

1965年·北京

中等专业学校試用教材
輕工业机器及设备
轻工业部南京机电学校 编

*

轻工业出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許証出字第118号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米 $1/32$ · $17^{24}/32$ 印张·1插頁·456千字

1963年6月中国财政经济出版社第1版第3次印刷

1965年12月新1版北京第1次印刷

印数: 1~1,000 定价: (9)2.05元

統一书号: K15042·1259

前 言

本書系根据1961年3月輕工业部召开的中等专业学校专业教材會議的決定，由輕工业部南京机电学校編写的。本書的教学时数約为150学时。

本書的取材，基本上以該校的原有講义为基础，上海輕工业学校供給了大部分有关輕工业机械自动化的資料，也采用了“化学生产机器及設備”、“起重运输机械”等書中的有关部分。

本書共分四篇。第一篇总論，包括緒論，設備的基本构造材料及其結構特点两章。第二篇容器，包括容器的主体及頂底盖，容器的主要构件两章。第三篇輕化工机械及設備，包括热交換器、蒸发器及塔設備，攪拌器，回轉圓筒設備，离心机，物料的粉碎及篩选設備五章。第四篇运输机械及輕工业机械自动化，包括运输机械，輕工业机械的自动化装置两章。

本書經輕工业部教材編审委员会組織有关人員校閱过，可以作为輕工业中等专业学校試用教材。

目 录

第一篇 总 論

緒論	(7)
第一章 設備的基本構造材料及其結構特点	(9)
第一节 概述	(9)
第二节 金屬的腐蝕及防腐方法	(12)
第三节 黑色金屬及其合金	(16)
第四节 有色金屬及其合金	(35)
第五节 非金屬材料	(44)
第六节 保温材料及密封材料	(52)
第七节 結語	(60)

第二篇 容 器

第二章 容器的主体及頂底盖	(61)
第一节 容器的用途和分类	(61)
第二节 薄壁容器的基本理論	(65)
第三节 內压圓筒形容器的計算	(73)
第四节 容器頂盖和底的計算与設計	(81)
第五节 鑄鉄和有色金屬容器的計算	(108)
第六节 外压容器的設計和計算	(112)
第七节 高压容器	(121)
第八节 压力容器的設計标准和一般規定	(130)
第三章 容器的主要构件	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 法兰連接	(143)

第三节	供操作与安装修理用的几种主要附件	(169)
第四节	容器的开孔与补强	(186)
第五节	设备的支座和支脚	(193)

第三篇 輕化工机械及设备

第四章	热交换器、蒸发器和塔设备	(217)
第一节	热交换器的分类及其在輕工业中的应用	(217)
第二节	列管热交换器	(218)
第三节	其他热交换器的结构特点	(241)
第四节	蒸发器	(252)
第五节	塔设备	(261)
第六节	塔设备的风力载荷计算	(278)
第五章	搅拌器	(287)
第一节	概述	(287)
第二节	机械搅拌器的类型和构造	(288)
第三节	机械搅拌器的功率计算	(305)
第四节	气流搅拌器	(311)
第五节	填料函	(312)
第六章	回轉圓筒设备	(321)
第一节	概述	(321)
第二节	零件及其结构	(324)
第三节	机械计算	(339)
第四节	轉筒尺寸及主要参数的决定	(344)
第七章	离心机	(348)
第一节	概述	(348)
第二节	常速离心机	(354)
第三节	高(超)速离心机	(365)
第四节	离心机的机械计算	(375)
第八章	物料的粉碎和篩选设备	(388)

第一节	概述	(388)
第二节	粉碎设备的分类与结构	(390)
第三节	粉碎设备的理论基础	(408)
第四节	筛选	(413)

第四篇 运输机械及轻工业机械自动化

第九章	运输机械	(422)
第一节	概述	(422)
第二节	带式运输机	(423)
第三节	板式运输机	(456)
第四节	刮板运输机	(469)
第五节	提升机	(473)
第六节	悬式运输机	(484)
第七节	螺旋运输机	(488)
第八节	摇摆式运输机	(497)
第九节	重力运输设备	(503)
第十节	辅助装置	(509)
第十一节	气力运输装置	(516)
第十二节	水力运输装置	(531)
第十章	轻工业机械的自动化装置	(532)
第一节	概述	(532)
第二节	自动上料机构和定量机构	(533)
第三节	自动包装(灌装)机	(552)
第四节	自动线	(565)

第一篇 总論

緒 論

一、本課程的任务

輕工业是国民經济的重要組成部分。解放后，在党的正确领导下，我国輕工业获得了迅速发展。輕工业的迅速发展，需要大量又紅又专的技术人才。由于輕工业的特点是：行业多，内容复杂，机械设备的种类也包罗万象，所以在中等技术干部的培养上，必須注意一专多能的要求，使他們能掌握比較广泛的专业技术。如以一个机械技术人員來說，既要能担負机器设备的維修和保养工作，又要能进行设备的安装、設計和制造工作。本書在編写时是力求能适应这种要求的。

輕工业中很多行业的生产是属于化工性質的，如造紙，制糖，发酵，食品制造，制盐及盐化工，硅酸盐以及制革等。本書的編写还特別注意到这一特点。

本書的主要内容包括上述行业中各种常用的生产设备和厂內运输设备，也适当涉及到自动化装置問題，例如包装机自动生产綫等，目的是启发学生如何利用机器来提高劳动生产率和減輕劳动强度。对于各种机器设备，还要求学生能基本上熟悉它們的结构特点，做到能正确选择使用；另外也要求他們能掌握这些设备及其零件的設計方法，做到能合理地确定它們的尺寸，正确地分析其中存在的問題，以便不断地提出改进的意見。此外，还要求学生能掌握一些必要的安全技术知識。

二、本課程的講授方法

本課程的講授內容虽限于輕工业化工性質工厂的生产机器和設備，但属于这一类机器設備的范围仍然是很广的。講授这些設備可以有以下两种方法：

1. 按不同的行业和它的生产流程講授專門設備，例如制糖，可以根据生产流程講授运输、切碎、压軋、淨化处理、蒸发、結晶、离心分离以及干燥包装等的专用设备。

2. 将不同行业使用的設備加以系統归納，而以几类典型設備为中心进行講授。例如，食品工业、硅酸盐工业、酒精工业、造纸工业都要使用各种类型的粉碎和破碎設備；我們認為就可以将所有这类設備加以系統地归納，找出其共同的特点，专在“物料的粉碎和篩选設備”一章中来講授。

本書是为适应于第二种講授方法而編写的。

在安排本書有关化工設備的內容时，曾考虑到它和“化工过程及設備”一書的分工問題。对此，基本上采取了以下原則：凡內容上对化工操作原理要求較高，而对設備只要求进行类型和标准規格选择者，則把这些內容归在“化工过程及設備”中講授，如液体和气体輸送設備等；凡內容上既对化工操作原理要求較高，又要求对設備必須掌握其結構特点和机械計算者，如热交換器、蒸发器及塔設備等，則分別把化工操作原理部分归在“化工过程及設備”中講授，而把結構和机械計算放在本書中講授。

第一章 設備的基本構造材料 及其結構特点

第一节 概 述

在輕工业工厂中，机器及設備的工作条件是很复杂的。它們在不同的温度和压力下工作，承受着不同性質和大小載荷。它們所处理的物料往往具有不同程度的腐蝕性、易燃性以及不同的相态。此外对产品的純度要求也各不相同。因此机器及設備的材料种类也很繁多。所用的材料有：黑色金属，有色金属，非金属材料，以及用这些材料制成的各种板材、管子、鍛件及鑄件等。随着我国科学技术的发展，新材料、新品种的不断增多，因而所选用的材料，不仅能滿足工艺上的要求，而且又經濟安全，切实可行。这就必須对各种材料的特性以及我国材料的生产情况有所了解。

由于材料的品种規格极其繁多，性質各不相同，在选择材料时应考虑到以下几方面的因素：

一、机械性能

說明机械性能最主要的項目是：拉伸、壓縮及弯曲时的强度极限 σ_b 、屈服极限 σ_s 、弹性模数 E 、延伸率 δ 、断面收縮率 ψ 、冲击韌性 α_k 、材料的布氏硬度 H_B 或洛氏硬度 H_R 。这些性能是相互联系的，且随热处理的情况而变化。

强度极限及屈服极限对于选择許用应力具有很重要的意义，它直接影响到設備的結構、大小及尺寸。在決定設備的刚性、稳定性及温度应力时，弹性模数 E 又起很大的作用。延伸率、断面收縮率及冲击韌性可以判断材料的可塑程度。如某材料强度极限

很大，但 δ 、 ψ 、 α_k 很小，那么这种材料就不宜作受拉应力或受冲击载荷的零件。材料的硬度说明它的耐磨性。

材料的机械性能是随温度而变的。温度很低时，一般材料的 α_k 降低很快，会发生冷脆现象，如低碳钢只能在 -30°C 以上使用。温度升高时材料的机械性能也有很大的变化。在高温下须考虑蠕变极限 σ_n 。

二、耐 蚀 性

在轻工业工厂中，经常会碰到各种具有腐蚀性的物料。这样，设备材料的耐蚀程度就会影响到设备的寿命及产品的质量。材料的耐蚀性通常用腐蚀速度 K_c （毫米/年）来表示。腐蚀速度越小，则耐蚀性越好。按ГОСТ 5272—50，金属的耐蚀性可按十级标准评定（见表1—1）。材料的腐蚀速度在1（毫米/年）以下者，可认为适用于化工器械。

表 1—1

金属的耐蚀性分级表

耐 蚀 程 度	耐 蚀 等 级	腐 蚀 速 度 (毫米/年)
完 全 耐 蚀	0	<0.001
极 耐 蚀	1	0.001—0.005
	2	0.005—0.01
耐 蚀	3	0.01—0.05
	4	0.05—0.1
尚 耐 蚀	5	0.1—0.5
	6	0.5—1
欠 耐 蚀	7	1—5
	8	5—10
不 耐 蚀	9	>10.0

三、物理性能

材料的物理性能如重度、导热性、熔点、耐热性、透明性、热膨胀性等均很重要。反应鍋的夹套和蛇管需要导热性較大的材料（如銅、鋼等）；反应鍋上的窺鏡、液位計，必須采用透明的玻璃。提到設備使用的极限温度，就必须考虑熔点的高低。計算温度应力时，又必須以热膨胀系数为依据。所以选择材料时也应当詳細考虑其物理性能。

四、材料的制造工艺性能

在选择材料时应同时考虑到如何制造的問題。例如形状复杂的設備应采用鑄造，这是因为鑄鉄設備不易焊接，鑄鋼設備制造比較困难等。材料的主要工艺性能包括切削性、热处理性、可焊接性、可鍛性等。

五、材料的組織与成分

因为材料的組織与成分会影响材料的强度、耐蝕性、热处理方法及施工方法等，所以应当了解材料的組織与成分和其性能間的关系。例如低碳鋼不能淬火，因此焊接鋼板时的含碳量最好不超过0.3%。

六、材料的价值和来源

选择材料时，应当注意价格低廉并能有充分的供应。例如以用銅和用鋼制造的反应器来比較，銅制的耐蝕性强、传热好、外表美觀；但鋼制的价廉易得，所以在使用上就可以考虑采用鋼制的，再衬上耐腐蝕衬里。材料的来源必須因时因地根据我国的实际情况来考虑，因此必須充分熟悉我国材料供应的情况。有些材料我国虽尚未生产，但有不少材料是我国特产的，其性能是非常好的。随着社会主义建設的发展，材料的价值与来源会起巨大

的变化。

綜上所述，材料的性能是互相連系的，有些要求是矛盾的。因此，在选择材料时，如果要各方面都得到滿足，有时会有困难。这样，我們就应当首先滿足主要的要求，然后再照顧到次要的要求。例如压力容器的設計，首先必須考虑要有較高的强度限及伸长率；而生产食品的容器，首先要保證不产生副反应、不腐蝕，以保證产品质量。

第二节 金属的腐蝕及防腐方法

金属或合金与外界介質起化学作用或电化作用而引起的破坏称为腐蝕。由于腐蝕的結果不仅使机器及設備損坏，而且影响了产品的质量，因此，防腐問題在輕工业工厂中显得非常重要。

按腐蝕的机理，腐蝕可分为电化腐蝕及化学腐蝕。凡与电解質溶液接触时，伴有电流产生的腐蝕，称为电化腐蝕。

电化腐蝕的过程是这样的：电极电位不同的金属与电解質溶液接触，而当两金属形成回路时，則将有电流产生而形成电池。电极电位低的金属易丢掉电子，并以金属离子状态进入溶液中，而不断地被腐蝕掉。电子流向电极电位高的金属，并在和溶液交界处同阳离子結合。这样，电极电位高的金属——阴极不会被腐蝕，而电极电位低的金属——阳极不断地被腐蝕，如图 1—1。

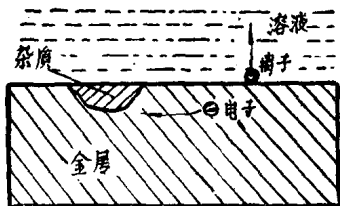


图 1—1 金属的电化腐蝕

不同的金属有不同的电位（見表 1—2），同一金属，組織不同时，电极电位也不同。因此，由几种不同材料制成的設備，材料中混有杂质或其他組分，材料具有几种成分等等，都可能产生电化腐蝕。相反地，材料越純，組織单一，則越不易产生电化腐蝕。在生产实践中，从耐蝕观点来說，材料的純度越高越

好，焊条的成分应和基体金属一致。

表 1—2 金属在25°C时的标准电极电位

金 属	电 位 (伏 特)
$K \rightarrow K^+ + e$	-2.92
$Ca \rightarrow Ca^{++} + 2e$	-2.87
$Na \rightarrow Na^+ + e$	-2.71
$Mg \rightarrow Mg^{++} + 2e$	-2.34
$Al \rightarrow Al^{+++} + 3e$	-1.07
$Zn \rightarrow Zn^{++} + 2e$	-0.762
$Cr \rightarrow Cr^{+++} + 3e$	-0.71
$Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e$	-0.440
$Ni \rightarrow Ni^{++} + 2e$	-0.250
$Pb \rightarrow Pb^{++} + 2e$	-0.126
$Fe \rightarrow Fe^{+++} + 3e$	-0.036
$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e$	0
$Cu \rightarrow Cu^{++} + 2e$	+0.345
$Cu \rightarrow Cu^+ + e$	+0.522
$2Hg \rightarrow Hg_2^{++} + 2e$	+0.798
$Ag \rightarrow Ag^+ + e$	+0.7995
$Hg \rightarrow Hg^{++} + 2e$	+0.845
$Au \rightarrow Au^{+++} + 3e$	+1.42
$Au \rightarrow Au^+ + e$	+1.68

鋼是多組織的合金， Fe_3C 及石墨的电极电位比鉄高，它們是阴极，这样当鋼与电解質溶液接触时，鉄(阳极)将被腐蝕。因此在选择材料时，应尽量避免电极电位相差很大的金属相接触。鋼不得与下列金属相接触：銅及其合金、鍍及其合金、貴金属及其合金等。如果必須接触时，則最好采用鍍鋅或鍍錳的鋼零件。不銹鋼不得与鋁及鋁合金、銅及銅合金等相接触。鋁合金也不得与鋼、銅合金、鎂合金等相接触，但可以与鍍鋅、鍍錳的材料相接触。

此外介質浓度不同，水中溶有氧气等，也都会造成电化腐蝕

或加速电化腐蚀。

在非电解质溶液或干燥的气体中，金属在腐蚀时不会产生电流，此种腐蚀称为化学腐蚀。实际上，由于外界条件的变化，化学腐蚀很可能转化为电化腐蚀。例如水蒸汽在金属表面凝结时，大气的化学腐蚀就转化为电化腐蚀。

设备的腐蚀必须防止。防止腐蚀的基本办法是选择合适的耐腐蚀材料，并且正确地决定结构。在材料已选定后，可采用下述办法来减小或防止腐蚀。

一、电化防腐

电化腐蚀可用电化方法来防止。如果把锌板和钢板连在一起（如图 1—2 及图 1—3），则锌（电极电位为 -0.762 伏）将成为阳极，而原来为阳极的铁（电极电位为 -0.440 伏），则变成了阴极。这样，锌被腐蚀了，而钢板得到了保护。这种保护称为“护屏保护”，并已用在锅炉上。电极电位较低的金属称为“护屏”。凡是电极电位低的金属都可用来保护电极电位较高的金属。

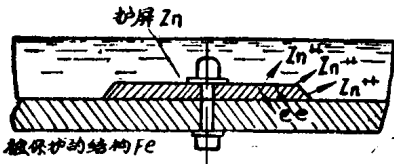


图 1—2 鋼结构的护屏保护

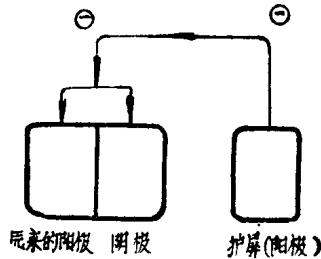


图 1—3 护屏保护原理

如果在钢板上接上一直流电源（如图 1—4），使钢板中的铁（原来的阳极）变成阴极，则钢板就不被腐蚀了。这种方法称为阴极保护。在这种保护法中，阳极可采用不易腐蚀的材料，如石墨等。

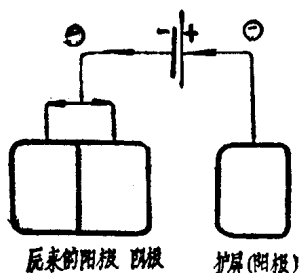


图 1—4 阴极保护原理

二、介質处理

某些介質經過一定处理后，它的腐蝕性可以在很大程度內減弱。主要的处理方法有下面两种：

1. 去除对腐蝕影响较大的一些組分。例如将鍋爐进水中的溶解氧和 CO_2 除去，則能消除它对鍋爐的腐蝕性；又如在溶液中加入少許亚硫酸鈉，能吸收溶解氧，使腐蝕减弱。

2. 溶液中加入“緩蝕剂”。緩蝕剂的作用有二：

(1) 生成鈍化保护膜，如在中性溶液內，当沒有 Cl^- 离子时，添加0.05%的重鉻酸鉀能大大减低它对铁的腐蝕。

(2) 緩蝕剂被吸附在金属表面 这样就阻碍了金属与溶液的接触。很多有机物質，如动物胶、糠醛等，可作为这类緩蝕剂。但随着温度的升高，它們的效用会减小。

各种緩蝕剂都只有一定的适用范围，只能随金属与介質的不同而选用适当的緩蝕剂。

三、表面保护层

表面保护层通常采用金属保护层和非金属保护层，而后的应用尤其广泛。

金属保护层是在金属表面复盖一层耐蝕金属。复盖的方法有电镀、噴镀、扩散、热浸、热压等。

非金属保护层是采用各种非金属衬里，如搪瓷及涂料等。

除此以外，还可采用表面化学处理及涂油膏的方法来保护金属，例如在铝锅表面进行氧化处理以提高其耐蚀能力；在貯藏和运输中的金属部件涂上油膏以防止腐蚀。

由上述可以看出，由于轻工业生产中，有不少介质具有不同的腐蚀性，因此在选择材料时，固然要考虑材料的机械、工艺、物理等性能，而对材料的耐蚀性也应慎重考虑。

第三节 黑色金属及其合金

铁及铁的合金称为黑色金属。工业上所用的铁并非纯铁，而是铁和其他元素（碳、硅、锰、磷、硫等）的合金。含碳量高于1.7%的铁碳合金称为铸铁，含碳量低于1.7%的称为钢。

铸铁的熔点比钢低，铸造性能比钢好，然而性脆，强度比钢低。加入特种元素能提高它们的机械性能及耐蚀耐热等性能。

一、铸 铁

用于制造机器设备的铸铁一般可分为：灰铸铁、机械性能较好的铸铁及合金铸铁。现分别叙述如下：

灰铸铁

灰铸铁的应用很广泛，这是因为它具有很多优点：铸造性及切削性好，具有一定的吸收或抵偿震动的能力以及价格低廉等。

灰铸铁及其他金属的物理性能见表1—3。

我国冶金工业部规定铸造生铁（灰铸铁）的牌号根据含硅量的多少共分六级。牌号为铸40、铸35、铸30、铸25、铸20、铸15（代号为Z40、Z35、Z30、Z25、Z20、Z15）六种。在进行强度计算时，一般仍可参考苏联标准。各种灰铸铁的机械性能见表1—4。