

高等学校专修科教学用书

化学生产机器及设备

(初 稿)

上 册

华东化工学院化工机器及设备教研组编

人 民 教 育 出 版 社

本书是华东化工学院化工机器及设备专修科(二年制)所用的教材。
在本教材中综合了“腐蚀与化工材料”、“化工过程及设备”、“泵与压气机”及“化学生产机器及设备”四门密切相联系的课程的内容。

全书分上、中、下三册出版。上册包括绪论、基本构造材料及其结构特点、容器与设备的壳体、流体的流动与输送等四部分。中册包括非均一系的分离及分离设备、传热过程及设备两部分。下册包括化学反应设备、传质过程及设备、冷冻过程及设备、固体粉碎与运输设备等四部分。

书中对各种典型的化学生产机器及设备,从材料选择、过程原理、结构分析、强度计算、设计步骤、运转要点等角度进行了全面的分析,并且反映了我国化学工业和化工机械技术的大跃进情况,介绍了我国创造发明和技术革命的成就。此外,在材料选择以及设备选用等方面,均注意到了我国的具体条件,与生产实际密切结合。

本书可供高等学校专修科、中等专业学校、半日制技术学校及工厂家余红专大学化工机器及设备专业作为教材之用,亦可供化工企业部门与设计部门中的化工机械工作人员作为工作中的参考。

化学生产机器及设备

(初稿)

上 册

华东化工学院化工

机器及设备教研组编

人民教育出版社出版 高等学校及学用书籍编辑部
北京宣武门内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第2号)

京华印书局印装 新华书店发行

统一书号 15010·910 开本 787×1093 1/4 印数 10 1/4 插页 3
字数 357,000 印数 0001—15000 定价 (7) 半1.50
1960 年7月第1版 1960 年7月北京第1次印刷

8164
3
高等学校专修科教学用书



化 学 生 产 机 器 及 設 备

(初 稿)

上 册

华东化工学院化工机器及设备教研组編

人 民 教 育 出 版 社

序 言

在总路綫的光輝照耀下,經過 1958 和 1959 連續两年的大跃进,我国已提前三年胜利完成了第二个五年計劃。工农业生产的飞跃发展,迫切要求更快地培养大量的又紅又专的技术干部。为了适应形势的需要,我院在 1958 年秋开始举办二年制的化工机器及设备专修科,以在短期内培养能从事化工車間机械員工作的技术干部。这一本教材就是为該专修科讲授“化学生产机器及设备”而在短期内編写出来的。

专修科的特点是要在較短的时间內学习比較多的实用知識,且要求在毕业后具有解决实际問題的能力。为了在教育工作中貫徹多快好省的精神,节省教学時間,提高教学效率,我們把相互密切联系的几門課程合并在一起讲授。在本課程中綜合了“腐蝕与化工材料”、“化工过程及设备”、“泵与压气机”及“化学生产机器及设备”四門課程的基本內容。在內容安排的系統性上,我們力求做到有机地結合。我們的意图是从材料选择、过程原理、結構分析、强度計算、設計步驟、运轉要点(包括操作、安装、维护、檢修)等角度来全面分析各种典型的化学生产机器及设备。

党的“教育为无产阶级政治服务,教育与生产劳动相結合”的教育方針,是我們編写这本教材时的指导思想。我們力求在教材中反映我国化学工业和化工机械技术的大跃进,化学工业当前的任务和方針,以及对于干部的又紅又专的要求。我們尽可能介紹世界上各种新的技术成就,特别是我国的創造发明和技术革命成就,如鑄鋼高压容器、文丘里洗滌器等。我們也尽量介紹我国的各种材料和机器设备的性能和規格。

学习苏联的先进技术亦是我們編写教材中的一个重要原則。本书中的大部分材料选自 И. Я. 克林諾夫、A. Г. 卡薩特金及 A. Д. 杜馬什涅夫的著作以及有关的苏联文献資料。苏联在化学生产机器及设备方面的技术成就是十分先进而异常丰富的,我們认为化工机械工作者必須坚持向苏联学习的正确方向。

目前在高等学校、中等专业学校、半日制学校以及工厂业余大学中都普遍設立了化工机器及设备专业。因此,虽然我們这本教材还是很不成熟的,我們还是大胆把它付印,以供各兄弟学校教学中的参考。对于各化工企业部門和設計部門中从事化工机械工作的技术員和工人同志,我們也希望这本书能提供一些帮助。

由于我們的政治水平很差,实际經驗又很缺乏,本书中一定有很多的缺点和錯誤,因此希望同志們能不惜破費時間,对我們提出宝貴的批評和指正。

华东化工学院化工机器及设备教研組

1960年2月

上册目录

序言	1	§ 1-26. 木材	55
緒論	1	§ 1-27. 酚醛塑料	56
一、化学工业的性质及特点	1	§ 1-28. 聚氯乙烯塑料	58
二、我国化学工业和化工机器制造工业发展		§ 1-29. 其他塑料	60
概述	2	六、非金属保护层	61
三、化学工业中的基本过程及设备	5	§ 1-30. 涂料与胶合剂	61
四、对化学生产机器及设备的基本要求	7	§ 1-31. 以片状材料复盖的保护层	66
五、化学生产机器及设备方面的技术革命	9	§ 1-32. 以块状材料衬砌的保护层及联合保护层	69
六、化工机械工作者的责任	10	§ 1-33. 耐酸搪瓷	71
第一章 基本构造材料及其结构特点	12	七、耐火材料、保温材料、密封材料	72
一、选择材料时应考虑的几个因素	12	§ 1-33. 耐火材料	72
二、化学生产机器及设备的腐蚀及防止腐蚀		§ 1-34. 保温材料	73
的措施	13	§ 1-35. 密封材料	74
§ 1-1. 电化腐蚀	13	第二章 容器与设备的壳体	78
§ 1-2. 影响腐蚀的因素	17	一、容器的应用与分类	78
§ 1-3. 化学腐蚀	19	二、受内压的薄壁容器	79
§ 1-4. 腐蚀破坏的种类	19	§ 2-1. 薄壁圆筒壳体基本理论	79
§ 1-5. 防止腐蚀的措施	20	§ 2-2. 圆柱形薄壁容器壳体	81
三、黑色金属及其合金	21	§ 2-3. 容器的顶盖与底	84
§ 1-6. 灰铸铁	21	§ 2-4. 薄壁容器设计的一般规则	85
§ 1-7. 机械性能较好的铸铁	24	§ 2-5. 铸铁及有色金属容器计算	89
§ 1-8. 合金铸铁	25	三、受外压的薄壁容器	99
§ 1-9. 铸铁设备结构特点	27	§ 2-6. 基本概念	99
§ 1-10. 碳钢与低合金钢	29	§ 2-7. 受外压的圆柱形壳体	103
§ 1-11. 合金钢	32	§ 2-8. 加强圈	102
§ 1-12. 钢的应用	33	§ 2-9. 受外压的顶盖	104
§ 1-13. 18-8 型不锈钢设备的结构特点	34	四、法兰联接	104
四、有色金属及其合金	36	§ 2-10. 化学设备的可拆联接	104
§ 1-14. 铜及其合金	36	§ 2-11. 法兰的公称直径、公称压力、连接尺寸	105
§ 1-15. 铝及其合金	38	§ 2-12. 法兰的结构类型与应用场合	107
§ 1-16. 铅及其合金	38	§ 2-13. 法兰联接的紧密性及螺栓的设计	109
§ 1-17. 镍及其合金	39	§ 2-14. 法兰的计算与设计	117
§ 1-18. 其他有色金属	40	五、容器与设备的附件及器壁开孔的补强	120
§ 1-19. 铜制设备的结构特点	40	§ 2-15. 设备上联接管子用的附件	120
五、非金属构造材料	42	§ 2-16. 手孔与人孔	122
§ 1-20. 非金属材料的一般特性	42	§ 2-17. 器壁开孔的补强	123
§ 1-21. 岩石	44	六、容器与设备的支座	126
§ 1-22. 耐酸陶瓷	45	§ 2-18. 垂直设备的耳式支座	126
§ 1-23. 玻璃	50	§ 2-19. 垂直设备的裙式支座	128
§ 1-24. 水泥与混凝土	52	§ 2-20. 水平设备的支座	132
§ 1-25. 不透性石墨	54	七、容器与设备的检验	134
		§ 2-21. 检验的目的	134

§2-22. 外部检查与内部检查.....	135	§3-7. 管路的联接与管件.....	177
§2-23. 水压试验.....	135	§3-8. 阀件.....	181
§2-24. 严密性试验.....	136	§3-9. 管路的热膨胀及其补偿.....	184
八、高压容器.....	137	§3-10. 管路的安装和布置.....	187
§2-25. 高压容器的应用和特点.....	137	三、液体的输送.....	191
§2-26. 高压容器壳体构造型式.....	139	§3-11. 往复泵.....	192
§2-27. 高压容器的强度计算.....	142	§3-12. 旋转泵.....	201
§2-28. 高压密封.....	145	§3-13. 离心泵.....	202
第三章 流体的流动与输送.....	153	§3-14. 流体动力泵.....	219
一、流体力学.....	153	§3-15. 泵的选择.....	222
§3-1. 基本概念.....	153	四、气体的压缩与输送.....	222
§3-2. 流体静力学.....	156	§3-16. 理想气体的压缩过程.....	223
§3-3. 流体动力学.....	158	§3-17. 往复压缩机.....	228
§3-4. 流体在导管中流动时的阻力.....	165	§3-18. 旋转压缩机.....	245
§3-5. 流体流速及流量的测定.....	169	§3-19. 涡轮鼓风机与涡轴压缩机.....	247
二、管路.....	174	§3-20. 通风机.....	250
§3-6. 管子的材料与规格.....	175	§3-21. 喷射气泵与压缩机.....	252

緒 論

一、化学工业的性质及特点

化学工业是将自然界的各种物质加以化学处理和物理处理以制成更有价值的产品的工业。化学生产机器及设备是化学生产中的主要生产工具，是提高劳动生产率和减轻劳动强度的重要手段，是化学工业中生产力的一个重要组成部分。

化学工业在我国社会主义建设中占有很重要的地位。1956年中国共产党第八次全国代表大会关于政治报告的决议中指出，“为了把我国由落后的农业国变为先进的社会主义工业国，我们必须三个五年计划或者更多一点的时间内，建成一个基本上完整的工业体系，……”，“……必须继续坚持优先发展重工业的方针，积极扩大冶金工业、机器制造业、电力工业、煤炭工业、石油工业、化学工业和建筑材料工业的建设，积极建立和发展我国重工业中目前还缺乏的或者是薄弱的而又最急需的部分，例如高级合金钢和稀有金属的冶炼，重型机器、专用机床和仪表的制造，有机合成化学工业、无线电工业和原子能工业的建设等等”^①。

化学工业是一个多行业、多品种，为国民经济各部门、人民生活各方面服务的工业。举例说，在重工业方面，化学工业为钢铁工业提供纯碱和硫酸，为矿山工业提供炸药，为机器制造和电机制造工业提供塑料和绝缘材料。交通运输业要求化学工业供给橡胶、塑料、油漆等材料。化学工业为轻工业生产大量的、多种的原料，如人造纤维、塑料、染料、漂白粉等等。农业生产的大跃进、迫切要求化学工业供给大量的化学肥料和农药。化学制药工业和抗菌素工业的发展更与人民的健康密切相关。化学工业又是一个新兴的材料工业，各种合成的与从天然物制成的材料（如塑料、陶瓷、玻璃等）具有各种优越的品质，为各方面的建设所迫切需要。化学工业也为国防事业提供高能燃料、炸药等。

化学工业又是一个最能综合利用各方面资源的工业。空气、水、石头、农作物下脚、其他工业的废料等都能成为化学工业的重要原料。在化学工业中可以說是沒有廢物的。例如，在炼焦工业中除了焦炭与煤气以外，同时又可得到染料和制药工业的重要原料；又如从玉米芯、棉子壳、糠等农作物下脚中可以提取合成纤维与塑料的重要原料——糠醛；又如海水就可以综合利用。因此，化学工业能为国家创造巨大的财富。也由于这一点，化学工业极其适宜于遍地开花，全民举办。

化学工业的范围极广，根据目前情况，大致分为十六个行业，一百一十六类，二万六千多品种。主要的化学工业有：基本化学工业（酸、碱、无机盐等），有机化学工业（塑料、人造纤维、合成橡胶、人造石油、染料等），化学电料工业，制药工业，橡胶工业等。

化学工业在技术上也有自己的特点。化学工业中广泛利用高温、高压，同样也利用冷冻、高

^① 中国共产党第八次全国代表大会文件，人民出版社，1956年第一版，82—83页。

度真空。化学工业中所处理的多数是有腐蝕性的、有毒的物质，有时且是可燃的、易爆的物品。化学工业多数是連續的大量生产。为了过程进行的方便，絕大多数过程是在液相或气相中进行的。这些特点使得化学生产中所用的机器及设备类型十分众多，結構也很复杂，并要求采用多种多样的构造材料。

二、我国化学工业和化工机器制造业发展概述

解放前我国的化学工业是十分薄弱的。多数的化工厂是一些生产日用品的小型企业，比较大的民族工业只有永利化学公司和天原电化厂等，产量也不很大，而且受着帝国主义和官僚资本的压迫，搖搖欲墮。日本帝国主义在我国东北用我国劳动人民的血汗办了一些化工企业，但抗战胜利后国民党腐朽政权无力使它們正常生产。值得提出的是当时抗日根据地人民办的一些“土”化工厂，有力地支援了抗日战争，狠狠地打击了日本帝国主义。

全国解放以后，在党的英明领导下，依靠工人同志的英勇劳动，各化工厂迅速恢复了生产。经过三年艰苦奋斗，1952年各主要化学产品的年产量已接近或超过解放前最高年产量。在第一个五年计划中，在苏联的无私援助下，我国化学工业打下了良好的基础。

从下面的表中可以看出在解放后我国化学工业的发展是何等迅速。

我国主要化学产品的年产量

产 品	解放前最高年产量	1952 年年产量	1957 年年产量	1957 年比 1952 年 增长百分比(%)
硫酸	18 万吨	19 万吨	63.2 万吨	233
純碱	10.3 万吨	19.2 万吨	59.6 万吨	164
燒碱	0.5 万吨	7.9 万吨	19.8 万吨	150
化学肥料	22.7 万吨	18.1 万吨*	63.1 万吨*	249
抗菌素	0	—	34.6 吨	—

* 不包括硝酸铵。

1958年是大跃进的一年，化学工业亦不例外，总产值比上一年增加了70%，这样的增长速度是任何资本主义国家所望尘莫及的。1958年各主要化工产品的产量如下：硫酸74万吨，为1957年的117%；純碱64万吨，为1957年的126%；燒碱27万吨，为1957年的136%；化学肥料（不包括硝酸铵）81.1万吨，为1957年的129%；抗菌素145吨，为1957年的419%。更重要的是经过这一年奋斗，化学工业作为一条战线已经形成，全民办化学工业已经开始。

我国化学工业的成就与苏联的无私援助是分不开的。苏联帮助我国建立了一批大型的化工企业，提供了全套的设计图纸和技术装备，并委派专家来我国协助安装和开工。这批大型企业已成为我国主要的化工基地和技术经验的传习所。苏联对我国毫无保留地提供技术资料。我国派遣了大批干部、工人和留学生到苏联去学习先进技术。苏联并派遣大批专家到我国来协助化学工业部、设计院、研究院、工厂、学校等开展工作和培训干部。

1959年我国化学工业在保證四大指标完成的前提下,实现了更大更全面的跃进,增长速度估計将达到45%以上,許多主要产品提前一个月至60天完成了国家計劃,几种主要产品与1958年比較,硫酸增长48—51%,燒碱增长30—34%,硝酸增长35—38%,純碱增长33—34%,合成氨增长40—42%,化学肥料增长37—45%,抗菌素增长126—140%。^①显然,这是一个很高的发展速度。

尽管我国化学工业发展的速度如此之快,但目前的情况仍然是远远满足不了各方面的需要。以化学肥料而論,1957年英国的产量是350万吨,日本的产量是700万吨,而我們在1959年尚只达到133.3万吨。如果我国化学肥料的产量在三、五年后能达到2500万吨,則每亩土地可施化肥31斤多一点,而日本目前每亩土地可施化肥123斤。其他方面当然也是生产跟不上需求。因此,我們必須千方百計地增产化工产品。

周恩来同志在关于发展国民經济的第二个五年計劃的报告中指出,应该“积极进行工业中的落后部門——石油工业、化学工业和无綫电工业的建設”。^②朱德同志在化学工业部1958年第一次生产厂矿长會議上的講話中也指出,“化学工业是第二次世界大战后正在迅速发展的一個工业部門,我国的工业是落后的,化学工业尤其落后,所以我們必須力爭更快地发展化学工业。”^③

在总路綫光輝照耀下,第二个五年計劃已經提前三年胜利完成。这样,正如党的八届八中全会公报所指出,“我們就可以在今后三年中把第二个五年計劃指标大大提高,并且可以騰出手来,用較多的力量来加强国民經济中的某些薄弱环节,……”^④由此,我們可以預期,化学工业在最近几年中必将有巨大的发展。

化学工业当前的任务是,既要为重工业、农业、輕工业和交通运输业服务,而且也要为人民生活和人民健康服务。1960年,我国根据几年来大跃进的經驗,进一步明确了以农业为基础的方針;化学工业亦要以为农业現代化服务作为自己的重大任务。

1960年,化学工业还是繼續大跃进的一年。按照国家的安排,总产值将比大跃进的1959年增长44—65%,主要产品将增长40%左右,而且在全国範圍內将进一步开展化工小土(洋)群运动。

化学工业的发展必須貫徹全国一盤棋的方針,在这一前提下發揮主动性和积极性,克服一切困难,千方百計增产節約,并为以后的大发展作好准备。在化学工业生产和建設中,必須認真貫徹中央指示的包含“五个并举”的一整套“两条腿走路”的方針,才可能取得正确而高速度的发展。

現有化工企业是目前生产中的基本力量。目前在現有化工企业中已掀起了一个以技术革新和技术革命为中心的群众性的增产節約运动。这一运动的主要内容是:改进生产流程和操作方法,簡化操作步驟,改进反应条件;充分利用資源,增加产品品种,作到物尽其用;改进設備和工具,提高生产能力;加强机器设备的防腐蝕工作;自力更生解决設備和材料問題;加强生产管理。

① “化学工业”,1960年,第1期,第1頁。

② 中国共产党第八次全国代表大会文件,人民出版社,1956年第一版,203頁。

③ “化学工业”,1958年,第5期,第1頁。

④ 中国共产党第八届中央委员会第八次全体會議公报,人民日报,1959年8月27日。

这一运动不仅有力地推动了生产,并且创造出很丰富的生产經驗。仅就初步的不完全的統計,1959年比較重大的技术革新和技术革命的措施,有500項以上。

中央和地方在当前还要兴建一批大中型的新化工厂;这些厂是化学工业的骨干。骨干企业是各地区整个化学工业前进的技术中心,培养干部的基地,也是重要化工原料的产地。有了骨干企业就可以带动一个地区的化学工业。

化学工业还必须城乡普遍开花,大搞小土群、小洋群和小的土洋結合群。1958年和1959年化学工业的小土群运动已取得了显著的成績。据不完全的統計,1959年小土(洋)群共建設了148个品种,1156个項目,几个主要品种的新增生产能力都很可观,例如硫酸小土(洋)群即增产了36.9万吨。小土群运动不是一个暫时的措施而是一个长远的方針。小土群可以充分利用当地的各種資源(特别是农产品),可以广泛利用非金属设备,技术容易掌握,投資少,建設快。小土群运动打破了化学工业的神秘观点,在群众中培养出大批的掌握化学技术的干部和工人,从而使化学工业在农村中、在群众中扎根开花。小土群既符合人民公社的經濟利益,又满足了农村中对化肥、农药、医药及其他化工产品的需要。小土群运动的开展要建筑在技术上过关的基础上,土洋并举,以土为主。在技术上过关之后,就要研究如何提高經濟效果。事实証明,小土群不仅能做到多快,也能够做到好省。例如,今年年初,无錫制酸厂原設計日产1.3吨(年产400吨)的小硫酸厂已达到日产6.7吨的記錄,酸的濃度为93%以上。又如,河北省徐水县商庄人民公社联合化工厂是一个小土(洋)群的工厂,自1958年8月兴建,经过一年多的努力,已发展成十二个車間,主要产品有15种,质量都很高。化学工业中的小土群运动在我国是有着广泛的群众基础和广阔的发展前途的。

化学工业还必须由一切有关的部門共同来搞,如粮食部搞糠醛生产,輕工业部搞酒精生产,冶金、石油、电力部門搞煤的綜合利用及煤焦油、石油廢气的加工利用等。

为了高速度发展化学工业,还必须把反对右傾机会主义的斗争进行到底。1959年六、七月份由于在一部分干部中滋长了右傾思想,生产就連續下降,但从八月以后,由于各企业在党委的领导下,坚决貫徹了党的八届八中全会決議,反右傾、鼓干劲、大搞群众运动,生产水平就連續上升。只有反透右傾、鼓足干劲,坚持政治挂帅,坚持大搞群众运动的方針,才能取得化学工业的更大的、持久的跃进。

设备和材料的问题是化学工业生产和基建中的一个根本問題。

解放前我国几乎没有化工机器制造工业,很多厂的設備都是由国外进口的,而且我国也无法供应制造化工設備所需的特种材料。解放以后,在党的领导下,经过工人与技术人員的共同奋战,陸續制成了4300[馬力]高压压縮机,合成氨用多层高压容器与鑄鋼高压容器,大型空气分离設備,以及迴轉过滤机,自动离心机等关键設備。目前我国已能自制全套的合成氨厂設備了。我国許多化工厂中都普遍采用了各种最先进的技术装备,如蒸汽煅燒炉、文丘里洗滌器、泡沫淋降板塔等。在小土(洋)群工厂的設備中更是发挥了独创性。同时,这几年来,经过各研究机关和企业的刻苦钻研,已經掌握了多种耐腐蝕材料的制造和使用,并有了創造性的成果,例如我国的特产生漆已經成功地广泛运用于各种防腐蝕工作中了。现在我国已經有了大型的化工机器制造

厂,并成立了化工机械研究所,建立了若干个研究中心。

然而目前设备制造和材料的供应问题仍然是供不应求的,许多基建工程受到了影响。除了化工部门自炼钢铁和自造设备之外,最重要的办法是大力推广非金属材料的使用。非金属材料本身有很多的优点,如耐腐蚀、重量轻、易于施工、宜于就地取材、价格低廉等,因此它们在设备制造中有其不可比拟的优越性,绝不能单纯看作金属材料的代用品。推广使用非金属材料是一个长远的方向。

此外我们尚应尽量采用新型的、高效能的设备,使一个设备能顶几个设备之用。国外已经采用的新型高效能设备,我们要进行试制,并加以改进,同时也要敢想、敢说、敢做、创造世界上没有的、新的高效能设备。对原有的设备也要充分挖掘潜力,加强防腐工作,延长使用年限和检修周期。

三、化学工业中的基本过程及设备

在化学工业中,从原料到成品,往往要经过几道以至几十道加工手续(工序)。例如,在硫酸工业中,固体原料硫铁矿要经过破碎、焙烧,所得到的二氧化硫气体要经过除尘、冷却、洗涤、除雾、除水然后通过接触剂转化成为三氧化硫,三氧化硫再经过吸收塔而生成硫酸或发烟硫酸。这些加工手续或工序,我们称为化工过程或简称过程。有的过程属于化学变化过程,如焙烧、转化等。有的过程是将物料进行物理处理的过程,如破碎、除尘、冷却等。在化学工业中所采用的过程多数属于物理处理的过程。

化学工业行业很多,每一种产品都有不同的制造方法,亦即要经历不同的一系列过程。虽然如此,我们若将各种化学工业中应用的过程加以归纳整理,就可以发现有許多过程在作用原理上是相同的,而用以实现这些过程的机器设备亦有其共同的特点。例如在烧碱制造中,碱液借蒸发而浓缩,而在制糖工业中,糖液亦需经过蒸发浓缩的过程,且这两个工业中所用的蒸发器亦有共同的特点。因此,我们可以从种类繁多的化工过程中归纳出若干个在作用原理上相同的“基本过程”,例如蒸发过程即是一个基本过程。

化学生产机器及设备是进行化工过程的工具,是为化工过程服务的。脱离了机器设备就无法进行化工过程,为了进行某一种化工过程可能采用不同的机器设备,但这些机器设备有着共同的作用原理,在结构上也往往可归为几种共同的类型。

根据过程的基本规律,可以把化学工业中的基本过程及设备分为下列几大类:

1. 流体动力过程及设备——包括遵循流体力学诸规律的过程,如流体的输送与增压、气相与液相非均一系的分离、液体的搅拌等;所用的设备有泵、压缩机、管路、旋风分离器、沉降槽、过滤器、离心机等。
2. 传热过程及设备——包括遵循传热诸规律的过程,如传热、蒸发等;所用的设备有热交换器、蒸发器、工业炉等。
3. 传质过程及设备——包括遵循传质诸规律的过程,如干燥、蒸馏、吸收、萃取、结晶等;所用

的设备有迴轉圓筒設備、干燥机、塔式設備、萃取器、結晶器等。

4. 热力过程及設備——包括遵循热力学諸規律的过程，如冷冻、深度冷冻等；所用的設備有冷冻机、气体分离設備等。

5. 机械过程及設備——包括遵循固体力学諸規律的过程，如固体的粉碎、过篩、运输、加料等；所用的設備有破碎机、篩子、运输机、加料器等。

6. 化学过程及設備——包括遵循化学反应諸規律的过程，如氧化、硝化、水解、聚合等；所用的設備有反应鍋、固定床和流动床的接触反应器等。

此外，在化工厂內，各种物料（原料、中間产品、成品等）必須用一定的設備来贮存。贮存物料的设备有容器、料仓等。

在一个設備中，可以同时或在不同時間內进行几个过程，例如在带攪拌的夹套反应鍋中就既进行攪拌又进行热交换又进行化学反应。

化工过程按其进行的方式又可分为間歇的、連續的和联合的三类。

間歇过程的特点是所有的工作步驟在同一位置而分別在不同的時間內进行；例如在板框式压滤机中，滤浆的过滤，滤餅的洗滌及去除等項步驟，系依次在不同的時間內进行。在間歇过程中，物料的物理与化学性質（压力、温度、濃度、速度等）随時間而改变。在間歇工作的設備中，物料的加入与卸出也是間歇的。間歇过程是一种不稳定的过程。

連續过程的特点是所有的工作步驟分別在不同的位置而在同一時間內进行。过程的进行是稳定的；加料和卸料是連續的。例如在迴轉式干燥机中，加料、干燥和卸料等步驟分別在設備的不同部分在同一時間內进行。在連續工作的設備中任一截面上，物料的物理与化学性質不随时間而变化，即在过程进行的全部時間內維持恒定。

在联合过程中，有些步驟是連續的，有些步驟是間歇的。例如在沉降槽中，悬浮液的进入和澄清液的排出是連續的，但沉淀物的排出則是間歇的。

連續过程可以使过程的进行全部机械化和自动化，减低手工劳动到最少的程度，从而提高了劳动生产率。連續过程中产品的质量均匀。連續工作的設備結構比較緊湊，生产能力大，利用率也较高。間歇过程則相反。因之，目前化学工业中尽可能采用連續过程而尽量不用間歇过程。联合过程比間歇过程优越一些，但也应向全盘連續化发展。

物料每經過一个过程，其物理性質或化学組成就起了一定的变化。这个变化即是我们对物料进行处理的目的。但是在任一过程中，物理性質或化学組分的变化均有一个限度，这个限度决定于工作条件下物系的平衡关系。例如，对于將食盐溶解于水的过程，在室温下每 100[克]的水只能溶解 35.7[克]的食盐，此即該溶解过程的极限。將过程进行到超过物系的平衡关系的程度是不可能的。

对某一个过程而言，所得到的成品的重量与原材料的重量之比称为該过程的产率，或成品率。产率的极限值决定于物系的平衡关系，此极限值称为平衡产率。然而由于过程完毕时，物系常尚未达到平衡，且过程进行中物料常有些损失，故实际产率往往小于平衡产率。

过程进行的速度亦是我们最关心的问题。过程进行的速度不决定于平衡关系而决定于一系

列其他的因素、随过程的不同而不同。决定过程速度的因素可总括为推动力和阻力两个方面。推动力可以以物系离开平衡状态的程度来衡量，亦可以说是决定于不平衡的程度。阻力则随各过程及设备而有所不同。推动力愈大、阻力愈小则过程进行得愈快。以传热过程为例，设有冷热二流体，一在管内，一在管外，此时传热的推动力为两流体温度之差，而阻力的大小则决定于管壁和流体本身的传热能力。若两流体的温度最后趋于相等，此时即达到了平衡，而推动力即消失，传热即无法进行。我们力求增大过程的推动力而减少过程的阻力，以使过程进行得更快一些。

四、对化学生产机器及设备的基本要求

化学生产机器及设备是为化工过程服务的；产品的质与量的主要决定因素之一，就是所采用的机器及设备。

机器与设备类型的选择及其主要尺寸决定于它们在整个生产中的地位、所担负的生产任务以及进行过程的条件（压力、温度、物态等）。机器设备各部件的具体结构及具体尺寸不仅决定于过程的要求，且取决于所用的构造材料、强度与刚度的要求、制造和运转的方便、安全可靠性等一系列的因索。

化学生产机器及设备所应满足的基本要求大体上可分为技术经济指标和结构要求两大类，而这些要求归根到底是以增产节约和保护劳动者、减轻劳动强度为前提的。这些要求深刻地影响着机器及设备的结构；机器及设备的完善程度亦可以从是否充分满足这些要求来衡量。

1. 技术经济指标 主要的技术经济指标是：生产能力，消耗系数，价格，操作费用和产品成本。

生产能力 机器及设备的生产能力以单位时间内所能完成的生产任务表示，例如泵的生产能力以 $[\text{米}^3/\text{小时}]$ 表示。单位生产能力是机器及设备每单位体积或单位重量（或单位面积）在单位时间内所能完成的生产任务，例如硫酸吸收塔的单位生产能力以 $[\text{吨酸}/\text{米}^3\text{容积}\cdot\text{日}]$ 表示。单位生产能力愈高则表明设备愈完善。单个设备的生产能力决定于生产任务的要求。一般说，对于同样的生产任务，宁可采用少数生产能力大的设备而不用多个生产能力小的设备，因为前者的单位生产能力往往较后者为大。当采用定型设备时，应力求使名义生产能力接近于实际生产能力。此外，在整个生产系统内各种设备的生产能力应力求相适应（平衡），否则有的设备能力有余，而有的设备成为生产中的薄弱环节。

消耗系数 消耗系数指生产每单位重量（或单位体积）产品所需消耗的原材料及能量，包括原料、燃料、蒸汽、水、压缩空气、电能等。消耗系数不仅与所采取的工艺路线有关，与设备的结构也有很大的关系。一般说消耗系数愈低愈好；但有时为了增加总的产量，也容忍适当地增加消耗系数。设备的效率愈高则消耗系数愈低。

价格 设备的价格影响到工厂投资的大小。在一定的投资额下，采用较贵的设备，就增加了固定资产的比例和折旧费，减少了周转资金。然而，不能认为价廉的设备一定是好的。有时设备复杂些，价格较高些，然而生产能力提高很多，寿命也较长，就宁可采用较贵的设备。当然，有时

生产任务較迫切,也可以采取价廉而不耐久的設備。

操作費用 操作費用包括劳动力支出,維護和檢修費用等。操作費用降低,产品成本亦随之降低。但操作費用不是一个孤立的因素,例如有时采用高度自动化的設備,操作費用是降低了,但投資大为增加。

产品成本 产品成本是整个生产中一切經濟效果的綜合反映。机器及設備的結構是否完善最終要以产品成本来衡量。当然,产品成本亦决定于工艺流程的是否合理,非生产費用的大小,原材料的价格等。在分析問題的时候要全面考虑这些因素。

2. 結構要求 除了技术經濟指标以外,化工机器及設備还要滿足一系列結構上的要求。下面討論其中最主要的一些要求。

强度 强度是对任何机器設備最基本的要求。設備的所有部件和零件都應該有足够的强度,否則就不能保證生产和工人的安全。然而,为了保證强度而盲目地增加构件的尺寸,就将造成材料的大量浪費,无必要地增加設備的重量,这是保守的做法。一般在設計时常将各零件做成等强度的,这样最节省材料。有时則有意識在設備中使某一个零件强度特別低一些,这样当設備在过载时这个零件首先破坏,而整个設備得以免于受到破坏;这种零件称为保安零件。

刚度 除去强度以外,尚应注意刚度。刚度即設備构件在外力作用下保持原来形状的性能。有时零件的破坏不是由于强度不够而是由于刚度不够,例如高速减速箱中的齒輪軸如果刚度不够,就会使齒輪互相撞击而致全部打坏。某些場合下,构件的变形不允許超过某一限度,例如泡罩塔的塔板中央的撓度如果太大,則中央泡罩浸沒深度过大,汽流都走塔板邊緣的那些泡罩通过,就影响了过程的进行。

耐久性 机器与設備的耐久性是根據所要求的使用年限来决定的。化工厂主要設備的使用年限一般規定为10—12年,但实际使用年限往往是超过这个数字的。一般工业中机器的耐久性决定于金属的磨損与疲劳,但化工厂設備的耐久性却多数决定于腐蝕的程度。設備的使用年限設計得过长是不必要的,因为在技术飞速发展的今天,新的高效能的設備不断的出現,現有的設備很快就会不合时代的要求。高压設備是一例外情况,一般設計使用年限为20—25年,因为高压設備外壳成本很貴,通常仅将內部裝置加以改进和掉換,而仍保留和使用原来的外壳。

安全 人是最寶貴的財富,所以一切机器与設備必須从結構上絕對保證安全。設計者应当使設備無論在正常操作或違反操作規程的条件下都能保證安全。應該看到,化工厂处理的很多物質是易燃、易爆或有毒的。化工厂中万一发生事故,往往带来惨重的損失。即使人身事故得以幸免,也会損失原料、成品或破坏了設備与厂房。对于危險的过程,应当尽量采用机械化、自动化、遙远控制等設備。近来在化工設備中开始广泛采用联动式保安裝置,使得万一違反安全操作規程時設備即不能启动或自动停車。設備的可靠的密封亦是保證安全的一个重要方面。設備內的物料如果漏泄出来,不仅造成損失,且常会使人中毒,腐蝕設備外壳,甚至引起爆炸;同样,如果空气漏入負压下工作的設備內,小則影响过程的进行,降低产率,大則引起爆炸事故。值得提出的是,在高压生产工厂內,对密封一般是很注意的,而在低压或常压生产的工厂內,人們往往对密封不予重視,这是不对的。

工艺性 机器设备零部件的结构应当有良好的工艺性,即是便于制造且能保证质量。例如,铸造的部件应考虑到造型的方便,且在铸造中不会产生缩孔、裂纹等。应当尽量避免复杂的加工工序和尽量减少加工工序、加工量。在设计时应尽量采用标准化的零部件,因为化工设备多数是单件生产的,故零部件的标准化是降低设备成本的一个重要方法。

操作方便性 在机器及设备的结构上还应当考虑操作的方便。机械化与自动化可以大大简化操作,但使设备复杂化、投资增加,在我国建设条件下只能逐步推广,不能一律要求。对于人工控制的设备,应该使需调节的部件尽量集中,或位于适当的位置,便于工人管理。同时也要考虑安装、维护、检修的方便,例如入孔的尺寸不宜过小。

材料消耗量 机器设备结构的完善性还表现在制造材料的消耗量上。钢铁材料价格虽低,但最近几年中供应尚是比较紧张的;贵重的材料尤其必须节约使用。应当采取各种办法,千方百计地节约构造材料。

运输方便性 此外,在设备的尺寸和形状上尚应考虑运输的方便。制造设备的工厂可能与使用设备的工厂距离较远;当用水路运输时一般尺寸不受限制,当用陆路运输时,就要考虑设备的直径与长度是否符合铁路运输的规定。

五、化学生产机器及设备方面的技术革命

从上面的各项分析可知对机器及设备的要求很多,且这些要求是相互联系而又相互矛盾的。例如,为了达到耐久和减轻重量,有时不得不采用贵重的材料。事实上可以说没有一种设备能全部满足这些要求。在决定结构时必须全面考虑各种因素,从中找出最重要的基本要求,尽量予以满足,而对一些与基本要求矛盾的次要要求只能不过多考虑。所谓重要与次要,完全是相对的,要看时间、地点、条件而定。例如对常搬动的设备,重量轻是重要的因素,而对固定设备来说,重量就是次要因素。

世界上没有也不可能有什么绝对完善的设备。在任一设备中,优点与缺点总是并存的。某一设备用于这一场合可能是有其特殊的优越性,但用到另一场合中优点可能变成缺点。技术不断发展,今天认为是好的结构,明天就可能显得落后。由这点也可以说明为何机器与设备的类型是如此众多。

由上面的分析也可以看出,在化工机器及设备领域内技术革命有着广阔的前途,也有充分的必要性。1959年全国化工机械科学技术会议指出,我国当前化工机械技术革命的主要任务是:

1. 推广使用高效能设备和强化现有设备,在结构上该简则简,缩小体积,减轻重量。
2. 在一切非高压,非高温设备中尽可能推广使用非金属材料。
3. 加强与改进设备的防腐蚀工作。
4. 试制新型化工设备,特别是关键性设备。
5. 节约合金钢与有色金属。
6. 解决现有化工设备中存在的技术问题。

在大搞技術革命的時候必須貫徹破除迷信與科學分析相結合的精神。一方面，我們不能迷信現有設備，特別是外國設備，以為再沒有什麼可改進的地方了，沒有潛力可挖了。事實上任何設備都有缺點，有時甚至必須從根本上革新。另一方面，也必須實事求是，不可違反客觀規律，要提倡事事經過試驗，凡是技術上尚未過關的，不成熟的事物，不可急於推廣。

在研究化工機器及設備的時候必須很好運用結構分析的方法。在任何結構中決沒有偶然和多余的東西。對每一機器設備及其零部件的結構，要仔細分析各項影響因素與結構形狀及尺寸之間的關係，它們間內在的聯繫及相互間矛盾，以及何者是主要因素，何者為次要因素。應該詳細分析各種結構的優缺點和適用場合，找出改進的方向。在充分熟悉和深入鉅研現有各種結構之後，就有可能根據自己的意圖創造出新穎的結構。

六、化工機械工作者的責任

朱德同志在化學工業部 1958 年第一次生產廠礦長會議上的講話中指出，“為了迅速地發展化學工業，干部的加強與提高具有決定意義。只紅不專，或者只專不紅，都是不好的，都是不適應我國社會主義建設事業的需要。希望大家努力使自己成為又紅又專，更紅更專，紅透專深的化學工業的人才。為了達到這個目的，一方面要努力加強思想鍛煉，政治是一切工作的統帥，離開政治，就等於沒有靈魂，做不好工作；另一方面要努力學習化學工業的技術知識，向一切外國學習，向一切內行的人學習，還要向人民群眾學習，除了學習還要創造，還要努力把化學工業的技術推向前進。只有同時從這兩方面加緊努力，才能從思想上、技術上都來個大躍進，化學工業也才能大躍進。”^①

1958 年 8 月化學工業部黨組關於化學工業當前方針和措施的決定中指出，“技術力量嚴重不足，是完成當前任務，特別是迎接即將到來的全面躍進的關鍵問題之一。採取多種有效措施，迅速展開技術干部的訓練工作，是全國化工領導部門的緊急任務。”“在培養干部方面，必須採取長期與短期、正規與臨時、上課與實干、工廠與學校相結合的辦法，才能適應化學工業遍地開花、迅速發展的需要。”^②

在化工技術干部中，當前尤其缺乏的是化工機械技術干部。化工機器及設備專修科的舉辦即是為了滿足國家對化工機械工作者的迫切需要。

化工機械工作者必須在思想上牢固地樹立工人階級的階級觀點、群眾觀點和集體觀點、勞動觀點、辯證唯物主義觀點；要樹立全心全意為人民服務的思想，努力學習並自覺貫徹黨的方針政策，同時，還必須具有敢想、敢說、敢做的共產主義風格。

化工機械工作者在化學工廠中要擔任機器及設備的運轉、設計和研究工作，在化工廠的生產和建設中是不可缺少的干部。

機器和設備的運轉包括安裝、運行、維護、檢修等方面。正確和迅速的安裝是化工廠開工生

^① “化學工業”，1958 年，第 5 期，第 3 頁。

^② 化學工業部黨組關於化學工業當前方針和措施的決定，“化學工業”。1958 年，第 11 期，第 4 頁。

产的先决条件。设备的正常运行也离不开化工机械技术人员。为了使机器设备长期正常地进行生产,还必须细致地进行维护,定期组织检修,并在有故障时迅速进行抢修。为了搞好这些工作,必须充分熟悉机器设备的结构和它们的设计原理。

解放以前,化工机器及设备多数是由国外进口的,技术人员只要会使用就行了。今天情况不同了,所有机器设备都要我国自行设计和制造。因此,化工机械工作者必须具备设计机器设备的能力。同时,在轰轰烈烈的技术革命运动中,随时都要求我们设计新的设备和零部件。

化工机械科学研究必须为化工生产大跃进服务。化工机械工作者应当成为化学工业技术革命的急先锋,因为产品的质量和产量往往决定于所用的机器设备,而大多数工艺上的改革都离不开设备的革新。

化工机械工作者必须树立理论联系实际的工作作风,要深入现场,熟悉实际情况,丰富实际知识,同时要努力钻研理论,掌握事物的内在规律,把理论与实际结合起来,才能做好工作,并且不断有所创造。

要做好化工机械工作还必须密切联系群众,充分相信工人群众的智慧和创造性,与工人群众结合,充分发动群众。工人是直接从事生产的,对机器及设备最为熟悉,清楚地掌握它们的性能和优缺点。有多年工作经验的老工人更是国家的宝贵财富。工人由于从事实际工作,有丰富的实际经验,因而最为敢想、敢说、敢做;相反,有的技术人员敢想而不敢说,或敢说而不敢做,其主要原因就是由于他们还缺乏丰富的实际经验。同时,也要看到任何事脱离了群众单干都是干不成的。所以,化工机械工作者必须很好和工人群众结合,否则将一事无成。

化工机械工作者还必须很好学习和熟悉化学工艺。机器和设备是为过程服务的,生产中许多问题必须用工艺与机械统一的观点来分析和解决。只有熟悉了生产工艺,化工机械工作者才可能处于主动地位,才可能创造性地工作。

化工机械工作者还必须熟悉国家的各项法令、规章、制度以及安全技术规程。

化工机器及设备是一门综合的科学,同时又是一门独立的学科。为了学好这一门科学,并且在以后进一步深入钻研,必须牢固地掌握各门基础科学,其中最重要的是数学、物理、化学工艺学、力学、金属工艺学、机械原理、机械零件、机械制图等。电工学、热力学、仪表学亦是与化工机械工作者所从事的工作直接有关的课程。

化工机械工作者也必须具有强健的体格,能够从事繁重而紧张的劳动,并且掌握和不断学习劳动技能,能够与工人一起参加劳动。

祖国的建设对化工机械工作者提出了很高的要求。在短短的学习年限中必须抓紧一分一秒,努力锻炼自己的思想和体格,牢固地掌握所学的知識,在工作岗位上更要不断地学习,从工作中学习,向群众学习,认真地多读点书,不断地前进,再前进!

在学习本课程的时候,可以以下列书籍作为主要参考书

1. 化工器械之腐蚀及耐腐蚀材料, H. H. 克林诺夫著, 1954年第二版; 火时中、潘家来译, 高等教育出版社, 1957.
2. 化学生产机器及设备, A. Л. 杜馬什涅夫著, 1956; 大連工学院化学生产机器及设备教研室译, 化学工业出版社.
3. 化学工业过程及设备(初稿), 張洪沅、丁緒淮、顧毓珍編著, 高等教育出版社, 1956.