

中等专业学校教学用书

化工机械的安装和修理

大連工業專科學校
湖北化學工業專科學校 編
吉林化學工業專科學校



中國工業出版社

中等专业学校教学用书



化工机械的安装和修理

大连工业专科学校
湖北化学工业专科学校 编
吉林化学工业专科学校

中国工业出版社

本书内容包括机器设备的起重工作，机器及设备的基础，化工厂常用设备、管道、机器及其零件的装配、安装和修理，机器设备缺陷的现代检查，以及安装和修理工作中的技术管理和组织计划等。

可作为中等专业学校化工机械专业教科书，也可供化工厂机械工程技术人员参考。

化工机械的安装和修理

大连工业专科学校

湖北化学工业专科学校 编

吉林化学工业专科学校

中国工业出版社出版 (北京市朝内大街10号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第110号)

化工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $10^{24/32}$ ·字数250,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数0001—3533·定价(9-4)1.20元

统一书号15165·84(化工—3)

目 录

序言.....	6
第一章 緒論.....	8
第二章 起重工作.....	12
第一节 起重零件及工具的計算和选择.....	12
第二节 起重机的性能及选择.....	43
第三节 起重工作.....	48
第四节 起吊工作中的安全注意事項.....	62
第三章 機器及設備的基礎.....	65
第一节 基础的結構类型.....	66
第二节 基础尺寸的計算.....	68
第三节 动力基础的振动校驗.....	73
第四节 基础的施工.....	74
第五节 地脚螺栓.....	75
第六节 地脚螺栓偏差的处理.....	82
第七节 基础的驗收及安裝前的准备工作.....	84
第四章 靜止設備的安裝和修理.....	87
第一节 焊接容器的制造.....	87
第二节 不銹鋼設備的焊接和制造.....	93
第三节 鋁設備的焊接和制造.....	102
第四节 塔类設備的安裝和修理.....	106
第五节 换热器的安裝和修理.....	119
第六节 气柜的安裝和修理.....	126
第七节 合成塔的安裝和修理.....	140
第五章 管路的安裝和修理.....	153
第一节 弯管工作.....	158
第二节 管路的安裝.....	159
第三节 高压管路安裝.....	166
第四节 陶瓷管施工特点.....	171
第五节 設備及管道的保溫.....	173
第六章 标准零件的裝配和修理.....	176

裝 配	176
第一节 旋轉零件和部件的平衡	176
第二节 熱裝和冷裝	190
第三节 滑动軸承的裝配	194
第四节 滾珠軸承的裝配	200
第五节 皮帶傳動裝置的裝配	210
第六节 齒輪傳動裝置的裝配	214
第七节 聯軸節的裝配	225
標準零件的修理	234
第八节 用硬質合金復焊法修復零件	234
第九节 用金屬噴鍍法修理零件	238
第十节 用機械方法修理零件	245
第七章 機器的安裝和修理	255
第一节 离心泵的安裝和修理	255
第二节 鼓風機的安裝和修理	264
第三节 上懸式离心機的安裝和修理	270
第四节 壓縮機的安裝和修理	273
第五节 迴轉圓筒的安裝和修理	294
第八章 磨損和潤滑	302
第一节 摩擦的概念	302
第二节 磨損的種類和磨損曲綫	303
第三节 潤滑劑對於運動零件磨損的影響	305
第四节 潤滑油的物理——化學性質	307
第五节 潤滑油消耗量的確定	309
第九章 設備缺陷的現代檢查法	315
第一节 磁力探傷	315
第二节 超聲波探傷	319
第三节 γ-射綫照象探傷法	322
第四节 “X” 光探傷	324
第十章 安裝和修理工作的組織及計劃	329
安裝工作的組織及計劃	329
第一节 安裝工作的組織機構	329

第二节	安装工作的准备	330
第三节	安装工作的管理	330
第四节	快速安装及先进安装技术	333
	修理工作的计划及组织	335
第五节	修理制度	336
第六节	快速修理法	339
第七节	修理工作的组织	340

序 言

随着我国化学工业的迅速发展，有不少企业进行新建和扩建，将有大量机械需要安装起来；在现有生产企业中，有很多的设备需要管理、维护和修理。因此需要大批员工来从事这一工作。

化工机械的安装和修理课程开设的目的，就是为培养化工机械技术人员具有机器设备的安装、装配及修理的基础理论知识 and 实际知识。

从事机器设备安装和修理的技术人员，必须掌握有关的机器设备起重与机器设备基础这方面的知识。因此，本书在第二章内阐述了起重工具的选择和计算以及起重工作的基本知识；第三章内阐述了基础的计算、施工、检验及安装前的准备工作。

化工厂生产机器及设备的类型、结构及用途是多种多样的，所以本书不可能将各种机器设备的安装和修理全面介绍。因此从第四章至第七章仅阐述了化工厂中通用的典型的设备、管道、机器及其零件的安装、装配和修理的基本理论与实际知识。在第八章内叙述了机器维护方面的磨损和润滑知识。

在机器设备的安装和修理工作中，应用现代的科学技术来检验机器设备的质量，已占重要的地位。故在第九章内介绍了设备缺陷的现代检查法。

社会主义企业中，对机器设备的安装和修理非常重视技术管理与计划工作。因此，本书的第十章内介绍这方面的知识。

本书是根据中央化工部一九五九年指导性教育计划中所规定的时数及要求编写的，吸收了参加编写学校的教学及教学改革经验和几年来我国技术革命和技术革新的新成就。本书供中专化工机械专业教学使用，考虑到三、四年制的教学时数不同，因此将部分内容排成小字，以便斟酌使用。

本书取材于大连工专1960年编的安装和修理讲义，苏联A.

Я.沙皮諾著化工設備修理工艺，以及有关設備安裝經驗總結等資料，由大連工專、湖北化專、吉林化專有关教師集体編輯和編写。

由于我們馬列主义水平不高，业务能力有限、編写時間仓促，本书中必然会存在着很多缺点和錯誤，敬希各兄弟学校在教学过程中多予指正。

編者

1961.4.21.

第一章 緒 論

我国化工机械的安装和修理科学技术的发展过程 在党的领导下，在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，我国的工业建設，正以一日千里之势发展着。化学工业也不例外，無論是酸、碱、肥料工业方面或基本有机化学方面都是成倍地增长着。某些基本有机化学工业，在旧中国一无所有，而新中国成立后，从无到有，从小到大，建立起来了。其发展速度是资本主义国家望尘莫及的。

由于工业高速度发展，各种科学技术也相应地得到发展。安装和修理就是伴随着工业高速度发展的一門新兴的技术性科学。这一門科学在我国虽已有了很大的发展，但还不够系统性和全面。今后除了大量总结实际經驗并加以概括和提高外，还应该大力从事这方面的科学研究，促进它的成长与发展。

旧中国的工业是极其落后的，因而对机器和设备的安装与修理，無論是在实际知識方面或理論知識方面，也都是极其落后的。有关机器设备的安装和修理，旧中国积累資料极少，也沒有遗留下来相当的技术队伍。因此，新中国成立以后，在經濟恢复阶段及第一个五年計劃的开始阶段，在机器及设备的安装和修理方面存在不少問題。如某化工厂扩建一套中压合成设备，在安装合成塔时，曾因內筒上端总是靠在高压筒內壁上而拖延了竣工日期。又如一九五二年某化工厂安装第一台大型臥式压縮机时，在机座找水平基准面的位置时也遇到了困难。当时安装一台两段并列臥式电动压縮机需要3~4个月的施工期。在生产厂矿设备的維修方面，大都是采取发生事故后才修理，而修理技术又不够科学，日常对设备的维护工作也不够重視。因此，不易保証計劃性連續生产。故对及时完成或超額完成国家生产計劃产生了不利影响。

由于党的正确領導、工人階級創造性的忘我劳动及苏联在技

术上的无私援助，安装修理方面存在的所有問題，都迅速地得到了解决。現在我們已积累了丰富的經驗和資料，建立了各种性質的安装和修理队伍，可以担任各种复杂及精密的化工設備的安装和修理。这些成績都是通过艰巨的实践才获得的。

目前，在化工机器和設備的安装工作上，实行了施工組織設計，对安装現場的布置、安装所用的設備及工具、安装方法和步驟、安装質量要求及安装后的試驗，都事先进行周密的考虑、选择和計算。在安装过程中，特別注意推广快速施工法，以加快施工进度。

特別应当指出，几年来在化工基建部門中及生产厂矿中，召开了多次有关机器及設備的安装和維修經驗交流會議，广泛交流了快速施工的經驗及安装和修理方面的先进技术。对化工机器及設備的安装和修理科学技术的提高，都有着巨大的促进作用。

現有生产厂矿对設備維修已广泛采用了設備計劃預修制。这种修理制度是有計劃、有节奏地在設備未損坏之前就把它停下来加以修理。它最大的优越性是具有預見性。因而，完全适合于大生产及連續性生产的企业。

尽管我們已取得了很大的成績，但这方面的工作还做得不够完善，还不能符合客观发展的要求。特別是党提出了國民經濟应以农业为基础、工业为主导的方針后，全党全民掀起了大办农业大办粮食的高潮。为了支援农业的技术改造，化学工业，特別是化学肥料工业，在全国各地蓬勃地发展起来。因而对化工机械的安装和修理工作者提出了新的任务与要求。

本課程的內容和任务 本課程內容归納起来可分成五部分。

第一部分属于安装和修理工作的基础知識部分。內容包括緒論、起重工作及机器和設備的基础等三章。在緒論章內叙述了我国化工机械的安装和修理科学技术发展过程，本課程設置的任务及內容，安装和修理工作对化工厂正常生产的重要性，以及化工企业內安装和修理的特点。在起重工作章內，着重闡述了起重工具的計算和选择，以及起重工作的基本知識。机械基础章內主要介紹基础的計算、施工及驗收。

第二部分包括靜止設備的安裝和修理及管路的安裝和修理兩章。在靜止設備章內以介紹化工厂通用的設備為主，如塔類設備、氣櫃及換熱器等。但為了使學生對高壓設備的安裝和修理有一般的了解，敘述了氮廠合成塔的安裝和修理。在管路安裝和修理章內，介紹高低壓管的安裝和修理。

第三部分包括機器零件的裝配和修理、機器的安裝和修理以及磨損和潤滑等三章。在零件的裝配和修理章內，除了講授平衡及冷熱裝外，還介紹通用零件（如軸承、齒輪、聯軸節等）的裝配和修理。在機器的安裝和修理章內，基本上敘述了化工厂所有常用機器的安裝和修理基本理論及工藝。在磨損和潤滑章內，介紹了機器及零件在運轉過程中有關磨損及潤滑的基本問題。

第四部分介紹了安裝和修理工作質量及缺陷的現代檢查法，分析了電磁探傷、超聲波探傷、 γ 射綫探傷及X光探傷的基本原理。

第五部分介紹在安裝及修理工作中的組織及計劃。

本課程的任務是授予學生有關化工厂機器設備的安裝、裝配和修理的基本理論知識及實際知識、機器設備缺陷的現代檢查法，以及安裝和修理工作中的組織和計劃等知識。

安裝和修理工作對化工厂正常生產的重要性 安裝和修理工作對化工厂正常生產的作用是很大的。不管是新建或擴建化工厂都要安裝大量的機械設備，如果安裝質量不符合技術條件的要求，則將直接造成開工生產的障礙，或者引起設備的過早磨損及腐蝕、減少設備的壽命，情況嚴重時，甚至可能發生機械或人身事故。在化學工厂生產過程中，往往有高溫、高壓、低溫、低壓的過程，其生產的成品、半成品及原料常有各種腐蝕的性能。這些因素都能使設備變形和腐蝕，以致發生滲漏，造成損失。如果有毒的氣體漏出就會大大妨礙工人的健康。若是高溫高壓設備變形，則會引起爆炸，造成生產或其他方面的嚴重事故。同樣，化學生產機器因機械磨損而漸漸使機件的強度和間隙不符合標準，必須及時進行修理和更換零件以恢復機器、設備的工作能力。這是一種自然規律。這種規律是完全可以掌握的。當掌握了這種自

然规律以后，就可及时地进行机器设备的修理工作，防止发生事故，使设备经常处于正常的运转状态，赢得生产上的主动权。在机器设备的安装和维修过程中，人是起决定性的因素。人是机器的主人，人能制造机器，能使用机器，也能很好地安装和维修机器。因此，化工机械的安装和修理工作者，除了必须掌握必要的专业技术外，还必须树立工人阶级主人翁的责任感，兢兢业业地进行安装和维修工作。

化工机械安装和修理工作的特点 化学工业的生产与其他工业（如冶金、机器工业等）生产相比，无论在工艺上或设备上都有很多独特之点。因而对化工机器及设备的安装和修理，也有许多特点：

- （1）有高温高压、低温低压设备，因此，材料种类繁多，性能不一；
- （2）设备在安装和修理后，必须满足防漏、防腐、防爆的技术要求；
- （3）由于化工生产的连续性，要求修理及安装质量要高，施工时间要短；
- （4）静止设备数量多，体积庞大，室内室外都有；
- （5）配管工程复杂，工作量很大；
- （6）转动机器精密度高，构造复杂，要求安装质量高；
- （7）有各种保温、保冷、绝热工程及各种防腐复盖工作；
- （8）设备的安装和修理时，往往联系着设备的制造。

复习思考题

1. 试述我国在化工机械安装和修理技术方面的发展过程。发展速度这样快的根本原因是什么？
2. 学习本课程的任务是什么？你对学习本课程有何要求？
3. 安装和修理工作对化工厂，正常生产有何重要性？在安装和修理工作中，为什么人是起决定性的因素？
4. 试述化工机械的安装和修理工作的特点。

第二章 起重工作

在机器设备的安装和修理工作中，起重工作占的比重很大。起重工作包括设备的水平运输及垂直吊装，起重时各种工具及设备的选择和计算，以及在起重过程中的操作方法等。如何有組織地、安全地进行起重工作，也是很重要問題之一。

第一节 起重零件及工具的计算和选择

1. 鋼索 鋼索的主要数据載于表 2—1 中。鋼索是由几股鋼絲捻成的，而每一股又是由許多单根金属絲(低碳鋼絲)捻成。表 2—1 中載有 $6 \times 19 + 1$ 、 $6 \times 37 + 1$ 及 $6 \times 61 + 1$ 三种規格鋼索。标号中第一个数字是表示在鋼索中的股数，第二个数字表示每股中金属絲的根数，第三个数字是表示芯数。每一股中的金属絲越多，則鋼索越柔軟而且富于挠性。几股金属絲圍繞麻繩芯捻成鋼索。鋼索可以順捻，也可以交叉捻。

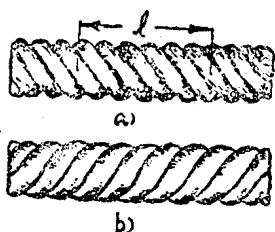


图 2—1 鋼索的捻法

a) — 順捻; b) — 交叉捻;
l) — 一个捻距

先把金属絲捻成股，然后再把金属絲朝同向捻成鋼索，这种捻法叫順捻法。

与順捻法不同，当金属絲是同一个方向(如向左)捻成股，而許多股是向另一个方向(向右)捻成鋼索，这种捻法叫交叉捻法。

在起重工作中，一般常用交叉捻鋼索。

图 2—1 中 a) 是順捻鋼索，b) 是交叉捻鋼索。

鋼索中各股每繞过一周所占的长度，称为一个捻距。

一般鋼索的断裂力可按式大約地計算，

$$P = 36 d^2 \text{ 或 } P = 3.9c^3$$

式中， P ——鋼索的断裂力，公斤，

表 2—1 鋼 索 的 主 要 數 據

直 徑 (毫米)		一米的約略 重 量 (公斤)	金屬絲的計算斷裂點 (公斤/毫米 ²)			
鋼 索	金屬絲		130	150	160	170
			鋼索的斷裂力 (公斤)			

鋼索 6×19+1

4.8	0.31	0.08	—	—	1,090	1,150
6.2	0.40	0.13	—	1,790	1,910	2,020
7.7	0.5	0.2	—	2,800	3,000	3,180
9.2	0.6	0.29	3,540	4,070	4,360	4,620
11.0	0.7	0.4	4,850	5,600	5,970	6,350
12.5	0.8	0.52	6,300	7,250	7,800	8,200
14.0	0.9	0.65	8,100	9,250	9,900	10,500
15.5	1.0	0.81	9,950	11,400	12,200	13,000
17.0	1.1	0.92	11,900	13,800	14,700	15,500
18.5	1.2	1.2	14,300	16,400	17,500	18,600
20.0	1.3	1.3	16,700	19,300	20,900	21,800
21.5	1.4	1.6	19,400	22,400	23,900	25,400
23.0	1.5	1.8	22,800	25,700	27,400	29,300
25.0	1.6	2.1	25,200	29,200	31,100	33,200
26.5	1.7	2.4	28,600	33,000	35,200	37,400
28.0	1.8	2.6	32,100	37,000	39,400	42,000
31.0	2.0	3.1	39,500	45,600	48,600	51,700
34.0	2.2	3.8	47,800	55,300	59,000	—
37.0	2.4	4.6	57,100	65,700	70,000	—
40.0	2.6	5.4	67,000	77,000	—	—
43.5	2.8	6.3	77,600	89,500	—	—
46.5	3.0	7.2	89,000	—	—	—

鋼索 6×37+1

8.8	0.4	0.24	—	3,430	3,660	3,880
11.0	0.5	0.38	—	5,360	5,780	6,150
13.6	0.6	0.57	6,700	7,760	8,200	8,770
15.5	0.7	0.77	9,100	10,500	11,200	11,900
17.5	0.8	1.0	11,900	13,700	14,600	15,600
19.5	0.9	1.2	15,000	17,300	18,500	19,700
21.5	1.0	1.6	18,500	21,400	22,900	24,300

直径 (毫米)		一米的約略 重 量 (公斤)	金屬絲的計算断裂点(公斤/毫米 ²)			
鋼 索	金屬絲		130	150	160	170
			鋼索的断裂力 (公斤)			
24.0	1.1	1.8	22,400	25,900	27,600	29,300
26.0	1.2	2.3	26,700	30,800	32,400	35,000
28.0	1.3	2.6	31,400	36,200	38,600	41,000
30.0	1.4	3.1	36,400	42,000	44,800	47,500
32.5	1.5	3.6	41,700	48,200	51,400	54,600
34.5	1.6	4.1	47,500	54,800	58,500	62,200
37.0	1.7	4.6	53,600	62,000	66,000	70,500
39.0	1.8	5.1	60,200	69,400	74,000	78,600
43.5	2.0	6.1	74,400	85,700	92,500	97,500
47.5	2.2	7.4	89,500	103,000	111,000	—
52.0	2.4	9.0	107,000	124,000	132,000	—
56.0	2.6	10.6	125,800	145,000	154,200	—
60	2.8	12.3	146,000	168,000	—	—
65	3.0	14.1	167,200	—	—	—

鋼索6×61+1

19.5	0.7	1.2	15,700	16,900	17,900	18,900
22.0	0.8	1.6	20,300	21,700	23,200	24,600
25.0	0.9	2.0	25,800	27,500	29,500	31,200
28.0	1.0	2.6	31,800	34,200	36,500	38,700
30.0	1.1	3.0	38,500	41,300	44,000	46,800
33.5	1.2	3.8	45,700	49,200	52,300	55,500
39	1.4	5.1	62,500	67,000	72,100	75,800

d ——鋼索的直径，毫米，

c ——鋼索周长，毫米。

例題 試計算直径为17毫米，圓周为53毫米型号为 $6 \times 19 + 1$ 的标准鋼索的断裂力(鋼索的直径由卡尺量出，圓周由鋼卷尺量出)。

$$P = 36 \times 17^2 = 10405 \text{ 公斤}$$

$$P = 3.9 \times 53^2 = 10955 \text{ 公斤}$$

1 米长鋼索的重量可按下列公式近似地計算出：

$$G = 0.33d^2 \text{ 公斤}$$

式中: d ——鋼索直径, 厘米。

例題 試計算直径为17毫米的1米长鋼索的重量。

$$G = 0.33 \times 1.7^2 = 0.95 \text{ 公斤。}$$

根据被吊升设备的重量和規定的安全系数, 計算出鋼索的最大允許拉力, 其公式为:

$$S = \frac{Q}{K}, \quad P = S \cdot n$$

式中: S ——鋼索的最大容許拉力, 公斤;

Q ——被吊升設備的重量, 公斤;

P ——鋼索的断裂力, 公斤;

n ——安全系数, 即断裂力与鋼索的最大容許拉力之比, 其数值見表2—2;

表 2—2 鋼索的安全系数 (n)

鋼 索 用 途	安 全 系 数 (n)
牽索或拉索	3.0
手动启动鋼索	4.0
机动启动鋼索	5.0
吊索	6~12

K ——系数。即被吊升設備的重量与卷扬机或拖拉机上鋼索尾端所承受的拉力之比。 K 值根据滑車中承受負荷的鋼索数目及导向滑輪数目从表2—3中查出。

例題 試計算用拖拉机吊升重25吨的设备所用的鋼索, 滑車中有六根鋼索承受負荷, 用两个导向滑輪。

解: (1) 从表2—3中查出, 采用这种起重方法时, 系数 K 的数值为:

$$K = 4.67$$

則

$$S = \frac{Q}{K} = \frac{25000}{4.67} = 5350 \text{ 公斤}$$

表 2-3 系数K的数值

滑車中承受 負荷的鋼索 數	導 向 滑 輪 數				
	0	1	2	3	4
1	1.0	0.94	0.83	0.83	0.78
2	1.94	1.82	1.71	1.61	1.51
3	2.82	2.65	2.49	2.35	2.20
4	3.65	3.43	3.23	3.04	2.85
5	4.43	4.17	3.92	3.68	3.46
6	5.17	4.86	4.67	4.29	4.04
7	5.86	5.51	5.18	4.87	4.57
8	6.51	6.12	5.75	5.40	5.08
9	7.12	6.69	6.29	5.91	5.56
10	7.69	7.23	6.79	6.39	6.00
11	8.28	7.73	7.27	6.83	6.42
12	8.73	8.21	7.72	7.25	6.82
13	9.21	8.66	8.14	7.65	7.19
14	9.66	9.08	8.53	8.02	7.59
15	10.63	9.47	8.91	8.37	7.87

(2) 由表 2-2 找出机动起重鋼索的安全系数为:

$$n=5$$

則 $P=S \cdot n=5350 \times 5=26750$ 公斤

(3) 如果采用鋼索的結構为 $6 \times 37+1$, 鋼索中金屬絲的最大張力为 140 公斤/毫米², 則在表 2-1 中根据該斷裂力的數值 $P=26750$ 公斤, 求得鋼索的直径为 26 毫米。

$6 \times 37+1$ 規格的鋼索的直径, 也可以从图 2-2 中查出。例如鋼索受力为 3 吨, 安全系数为 5.5, 若鋼索中金屬絲的最大張力为 160 公斤/毫米², 根据这些条件从图上找出鋼索的直径应为 19.5 毫米。

2. 麻繩 麻繩是用植物麻的纖維捻成, 起重工作中常用的是三股麻繩(如图 2-3)。因为植物纖維无塑性, 故都是交叉捻法。麻繩的优点是性极柔軟, 細帮打結容易, 使用方便。缺点是度低强、易磨損、易滲入水分、腐烂等等, 因此只能用在临时性