

高级技工学校教材

化工机械 维修管钳工艺

► 原学礼 主编



化学工业出版社
教材出版中心

高级技工学校教材

化工机械维修管钳工艺

原学礼 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

化工机械维修管钳工艺/原学礼主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 12

高级技工学校教材

ISBN 7-5025-8068-9

I. 化… II. 原… III. ①化工机械-维修-钳工-技工学校-教材②化工机械-维修-管子加工-技工学校-教材
IV. TQ050.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157927 号

高级技工学校教材 化工机械维修管钳工艺

原学礼 主编

责任编辑: 高 钰 韩庆利

文字编辑: 钱 诚

责任校对: 李 林

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 23¼ 字数 612 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8068-9

定 价: 37.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

全国化工高级技工教材编审委员会

主 任 毛民海

副主任 孔广友 王黎明 刘 雄 张文兵 苏靖林 曾繁京
律国辉

委 员 (排名不分先后顺序)

毛民海	孔广友	王黎明	刘 雄	张文兵	苏靖林
曾繁京	律国辉	王跃武	王万侠	李文原	胡仲胜
雷 俊	林远昌	李晓阳	韩立君	武嘉陵	简 祁
周仕安	米俊峰	王春湘	黄益群	郑 骏	王 宁
程家树	金跃康	韩 谦	张 荣	马武飏	宋易骏
何迎健	董吉川	郭养安			

内 容 提 要

本书是依据劳动和社会保障部颁发的《高级技工学校教学计划》和本课程教学大纲编写的。内容包括：化工管路的安装与修理，化工设备的安装与修理，化工机器的安装与修理，化工机械运行状态参数、振动和噪声的测定，化工机械安装与修理的施工管理等内容。

本书可作为高级技工学校化工机械维修专业、管钳专业的教材，也可作为职业培训及相关专业的参考用书。

前 言

本书是根据劳动和社会保障部颁发的《高级技工学校教学计划》，由全国化工高级技工教育教学指导委员会组织编写。

本书共分为五篇，其内容包括化工管路的安装与修理，化工设备的安装与修理，化工机器的安装与修理，化工机械运行状态参数、振动和噪声的测定，化工机械安装与修理的施工管理等。

本教材力求做到理论基础与实习操作尽可能地统一，使课程结构达到最大限度优化。教材力求采用最新国家标准，内容新颖、文字简练、通俗易懂、实用性强。

本书既可作为高级技工学校及大、中专院校的教材，也可作为职业培训和职业技能鉴定教材及工程技术人员的参考用书。

本书第一篇、第二篇、第四篇、第五篇由山东化工高级技工学校原学礼编写，第三篇由河南省化工高级技工学校穆运庆、郑端阳编写，原学礼任主编。

本书由江西化工高级技校宋易骏主审。云南省化工高级技工学校马玉福、岳阳工业技术学院符兴承参加了审议，编审者所在学校也给予了大力支持，在此一并表示由衷的谢意。

由于编者水平有限且编写时间较短，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者
2005年9月

目 录

第一篇 化工管路的安装与修理

课题一 化工管路安装与修理过程中的安全常识	3
课题二 化工管路的标准化	6
分课题一 管路的直径标准	6
分课题二 管路的压力标准	7
课题三 管子与管件	8
分课题一 管子	8
一、金属管	8
二、非金属管	12
三、衬里管	13
分课题二 管件	14
课题四 阀门的安装与修理	19
分课题一 基础知识	19
一、阀门的主要作用	19
二、阀门的分类	19
三、阀门型号编制方法	19
四、阀门的涂漆	22
分课题二 截止阀及其修理	23
一、截止阀的基础知识	23
二、截止阀的修理	26
分课题三 闸板阀及其修理	33
一、闸板阀的基础知识	33
二、闸板阀的修理	35
分课题四 安全阀及其修理	36
一、安全阀的基础知识	36
二、安全阀的修理	40
分课题五 其他阀门的检修	42
一、塞阀	42
二、球阀	44
三、碟形阀	46
四、节流阀	47
五、隔膜阀	47
六、止回阀	48
七、减压阀	49
八、疏水阀	51

课题五 管路的安装	56
分课题一 管路的热变形、热应力和热补偿	56
一、管路的热变形和热应力	56
二、管路的热补偿	57
分课题二 管路的跨度和管架	59
一、管路的跨度	59
二、管架	59
分课题三 管子的加工	63
一、管子的切割	64
二、管子的套丝	65
三、管子的弯曲	68
分课题四 管路的安装	75
一、管路的连接	75
二、阀门的安装	84
三、补偿器的安装	85
四、管路的试压	87
五、管路常见故障的分析判断与处理	87
分课题五 化工管路安装与修理质量鉴定规范	88
一、施工技术要求	88
二、工程验收	94
分课题六 管路的防腐保温和涂色	94
一、管路的保温	94
二、管路的涂色	96

第二篇 化工设备的安装与修理

课题一 换热器的安装与修理	103
分课题一 换热器安装基础知识	103
分课题二 列管式换热器的检修	106
一、管壁积垢的清除	106
二、泄漏的修理	106
三、管子振动的修理方法	109
课题二 塔类设备的安装与修理	111
分课题一 化工生产中常用的塔类设备	111
一、板式塔	111
二、填料塔	112
分课题二 塔类设备的安装	112
一、塔体的安装	112
二、板式塔内件的安装	117
三、填料塔内件的安装	122
分课题三 塔类设备的检修	123
一、工作表面积垢的处理	124
二、法兰密封面泄漏的修理	126
三、壳体破坏的修理	126

第三篇 化工机器的安装与修理

课题一 泵的安装与修理	133
分课题一 单级离心泵的检修	133
一、单级离心泵的拆卸	133
二、单级离心泵主要零部件的修理	135
三、单级离心泵的装配	143
四、单级离心泵的试车与常见故障排除	146
分课题二 多级离心泵的检修	149
一、分段式多级离心泵的拆卸	149
二、分段式多级离心泵主要零部件的检修	151
三、分段式多级离心泵的装配	154
四、多级离心泵的试车及常见故障排除	156
分课题三 往复泵的检修	158
一、往复泵的拆卸	158
二、往复泵主要零部件的检修	159
三、往复泵的组装	160
四、往复泵的试车与验收	162
五、往复泵常见故障分析判断与处理	162
分课题四 齿轮泵的检修	163
一、齿轮泵的拆卸	163
二、齿轮泵主要零部件的检修	163
三、齿轮泵的组装及调整	164
四、齿轮泵典型故障分析判断与处理	164
分课题五 螺杆泵的检修	165
一、螺杆泵的检修	165
二、螺杆泵的常见故障及处理	166
分课题六 真空泵的检修	167
一、往复式真空泵的检修	167
二、水环式真空泵的检修	169
分课题七 泵类设备的安装	171
课题二 压缩机的安装与修理	174
分课题一 基础知识	174
分课题二 活塞式压缩机的安装与修理	174
一、活塞式压缩机的检修规程	174
二、活塞式压缩机的拆卸	177
三、活塞式压缩机主要零部件的检修	183
四、活塞式压缩机辅助装置的检修	192
五、活塞式压缩机的组装	195
六、活塞式压缩机的安装	199
七、活塞式压缩机的试车与运转	206
八、活塞式压缩机典型故障分析判断与处理	208
分课题三 离心式压缩机的检修	210

一、离心式压缩机的拆卸·····	210
二、离心式压缩机主要零部件的检修·····	212
三、离心式压缩机的装配·····	216
四、离心式压缩机的试车·····	218
五、离心式压缩机常见故障分析判断与处理·····	220
课题三 风机的检修 ·····	222
分课题一 离心式鼓风机的检修·····	222
一、离心式鼓风机的拆卸·····	222
二、离心式鼓风机主要零部件的检修·····	223
三、离心式鼓风机的组装·····	228
四、离心式鼓风机的试车·····	229
五、离心式鼓风机常见故障原因分析及处理·····	230
分课题二 罗茨鼓风机的检修·····	231
一、罗茨鼓风机的拆卸·····	231
二、罗茨鼓风机主要零部件的检修·····	232
三、罗茨鼓风机的组装·····	234
四、罗茨鼓风机的试车·····	235
五、罗茨鼓风机常见故障原因分析及处理·····	236
课题四 离心机的检修 ·····	238
分课题一 离心机的拆卸·····	238
一、离心机检修操作规程·····	238
二、离心机主要零部件的拆卸方法·····	239
三、离心机拆卸过程中的注意事项·····	240
分课题二 化工厂常用离心机主要零部件的检修·····	241
一、离心机机座的检修·····	241
二、离心机回转体的检修·····	241
三、离心机液压控制系统的检修·····	242
四、离心机卸料机构的修理·····	242
分课题三 离心机的装配·····	243
一、主要零部件的装配方法·····	243
二、装配过程中的注意事项·····	244
分课题四 离心机的试车·····	245
一、试车前准备工作·····	245
二、试车的方法、步骤·····	245
三、离心机试车过程中常见故障的分析判断与处理·····	246
课题五 工业汽轮机的检修 ·····	251
分课题一 工业汽轮机的拆卸·····	251
分课题二 工业汽轮机主要零部件的检修·····	252
一、汽缸检修·····	252
二、叶片与转子的检修·····	256
三、隔板或静叶持环检修·····	262
四、汽封检修·····	264
五、轴承检修·····	266

六、汽轮机组找中心·····	268
分课题三 工业汽轮机的组装·····	269
一、回装时应注意的工作环节·····	269
二、零部件组装过程中的具体装配要求·····	270
分课题四 工业汽轮机的试车·····	271
一、试运转前的准备及注意事项·····	271
二、汽轮机静止状态试验·····	271
三、空负荷试验·····	272
四、带负荷试验·····	272
分课题五 工业汽轮机常见故障原因分析及处理·····	272

第四篇 化工机械的运行状态参数、振动和噪声的测定

课题一 化工机器的运行状态参数和故障诊断·····	277
分课题一 机器的运行状态参数和故障诊断·····	277
一、化工机械维修新技术·····	277
二、状态监测·····	277
三、机械故障诊断技术·····	278
分课题二 机器振动和信号处理·····	279
一、振动参数·····	279
二、机械振动的频谱·····	281
三、振动合成·····	281
四、振动评定标准·····	281
分课题三 机器振动的测试·····	282
一、测振传感器·····	283
二、测振仪·····	288
三、频谱分析的概念·····	289
分课题四 旋转机器振动的故障诊断·····	290
一、转子不平衡引起振动故障的分析·····	290
二、转子不对中引起振动故障的分析·····	291
三、油膜涡动和油膜振荡引起振动故障的分析·····	294
四、旋转失速引起振动故障的分析·····	299
五、密封及间隙动力失稳引起振动故障的分析·····	300
六、机器松动引起振动故障的分析·····	302
七、转子热套配合件过盈不足引起振动故障的分析·····	303
八、转子裂纹引起振动故障的分析·····	306
九、转子与静止件摩擦引起振动故障的分析·····	306
十、齿轮振动故障的分析·····	308
十一、滚动轴承引起振动故障的分析·····	309
课题二 噪声控制·····	313
分课题一 噪声的基础知识·····	313
一、噪声·····	313
二、噪声的危害·····	313
三、噪声卫生标准·····	313

四、噪声的测量方法·····	314
分课题二 噪声的控制·····	314
一、吸声法·····	315
二、消声法·····	315
三、隔声法·····	315
四、隔振与阻尼·····	316
五、噪声的个人防护·····	316

第五篇 化工机械的检修施工管理

课题一 化工机械检修管理 ·····	321
分课题一 化工机械检修管理制度·····	321
一、化工机器设备修理的管理制度·····	321
二、化工机械的计划检修·····	324
三、化工机器设备诊断技术及其发展动向·····	330
分课题二 国内外化工机械管理的主要评价指标·····	330
一、国外采用的主要维修评价指标·····	330
二、国内采用的主要维修评价指标·····	331
三、运转率和出力率·····	331
课题二 施工网络技术 ·····	334
分课题一 网络图的绘制方法和步骤·····	334
一、任务的分析与分解·····	334
二、统筹图(网络图)的组成元素·····	334
三、统筹图的基本画法·····	335
四、统筹图的全图编绘·····	337
分课题二 网络图时间参数的计算·····	339
一、时间参数的图上算法·····	339
二、时间参数的表上算法·····	344
三、时间参数的矩阵法·····	344
分课题三 作业时间不确定情况下网络技术应用的有关问题·····	344
一、任务按期完工的概率分析·····	344
二、紧急路线的再认识·····	346
三、计划难易系数·····	346
分课题四 网络的优化·····	346
一、经济赶工法·····	347
二、资源有限条件下工序开工最优安排法·····	347
课题三 检修施工方案的制定 ·····	349
分课题一 检修施工方案的主要内容·····	349
一、检修施工方案·····	349
二、施工方案文件·····	349
分课题二 施工方案的编制方法·····	350
一、正确地安排施工顺序·····	350
二、合理地制订施工进度·····	350
三、精密计算人力和物力·····	350

四、科学地布置施工总平面图.....	350
分课题三 施工顺序的确定.....	350
分课题四 施工方法的选择.....	350
一、技术合理性.....	351
二、施工可能性.....	351
三、施工的先进性.....	351
分课题五 施工方法的经济性.....	351
分课题六 检修施工进度计划的编制.....	351
一、确定施工顺序.....	352
二、划分施工项目.....	352
三、划分流水施工段.....	352
四、计算工程量.....	352
五、计算劳动量和机械台班量.....	352
六、确定各施工项或工序的作业时间.....	352
七、编制检修施工计划进度图表.....	352
分课题七 机械检修及安装工程的预算.....	352
一、工程预算的组成.....	353
二、检修工程预算的编制依据.....	353
三、检修工程预算的编制方法.....	354
参考文献	356

第一篇

化工管路的安装与修理

化工生产中所使用的各种管路统称为化工管路，在化工生产中管路的使用量是非常庞大的。有人把化工生产比作为管路的世界，把管路比作人体内的血管，它纵横交错无处不在。化工管路的功用是按工艺流程把各个化工设备和机器连接起来以输送某种介质，如高温高压的、低温低压的、易燃易爆的、有毒性的和腐蚀性的介质等。

在化工生产中，管路的安装和检修具有工作量大、技术复杂、精度较高等特点，管路的安装和检修工作，对保证化工生产的正常进行具有非常重要的意义。

本篇主要介绍化工生产中常用管子、管件、阀门的种类、作用、结构和修理方法，管子的加工、管路的连接形式、管路的安装以及化工管路常见故障的类型、产生的原因、排除方法等。

本篇教材中所涉及的几个名称的含义如下。

(1) 管子 横截面的几何形状是封闭环形，有一定的壁厚和长度，外表形状均匀，是流体介质的通道。化工生产中所用的管子绝大部分为圆环形断面。

(2) 管材 管子的制作材料。

(3) 管段 能独立进行加工的一段管子，是构成管路的最基本的单元。长径比较小的管段称为短管或管节。

(4) 管路 也称管道和管线，由管段、管件、管路附件、阀门等组成，与机器、设备相连，用于输送流体介质。

(5) 管件 一般指用于管子连接的标准件，广义的管件包括阀门。

课题一 化工管路安装与修理 过程中的安全常识

化工生产具有易燃、易爆，有害物质多，介质腐蚀性强，生产连续性高，生产方法和工艺流程多样、复杂等特点。检修的对象多半是接触易燃、易爆，有毒、有腐蚀性物质的设备，特别是在化工管路和容器检修过程中，有时需要进入密闭的容器内作业，稍有不慎，就会造成人身事故。为了保证化工生产的安全进行，防止事故的发生，下面简要介绍一些化工管路安装与修理过程中的安全常识。

1. 管路或容器内检修时常发生的事故及其原因

(1) 窒息 管路和容器内充满惰性气体或其他气体，氧气不足（氧含量低于 16%）就能造成窒息。

(2) 中毒 管路和容器内盛有的有毒气体或液体（如苯、甲醇、硫化碳、一氧化碳、硫化氢等）未排除干净而致人中毒。

(3) 爆炸 管路和容器内盛有的易燃液体或易燃气体（如汽油、甲醇、乙醇、苯、氢气、氨等）未排除干净，与空气混合达到爆炸浓度，遇明火即发生爆炸。

(4) 触电 在管路和容器内检修的，由于皮肤出汗而使人体电阻变得很小，若金属外壳导电，即使在低电压下，也易触电。

(5) 化学灼伤 管路和容器内盛有的酸、碱等介质未清洗干净，或进料管线未切断，有酸、碱溅出，可使人灼伤。

2. 管路检修的安全要求

(1) 管道检修前的处理 管道修理前应作停车、卸压、清洗、置换、通风处理，其处理的步骤、方法见表 1-1-1。

(2) 管路或容器检修过程中的安全要求 容器、管道虽经检修前处理，但在检修过程中仍可能产生有害介质，如在容器中涂漆、焊接、除锈以及残存物料挥发出有毒物质等，所以检修中仍需采取安全措施，见表 1-1-2。

(3) 工具的安全要求 工具的安全要求见表 1-1-3。

(4) 管道安装与拆卸的安全要求

① 管道安装时，必须同时做好支架将管体卡牢，以免管子掉下伤人。

② 管道安装未完时，要用木制圆塞堵好管口，并做好标记。中途停止安装时，要用盲板封住管口（或焊上堵头），再安装时，要重新检查并清理管内杂物。

③ 在生产中进行各种管线的安装或拆除旧管道时，应先进行空气置换，置换后用盲板与生产系统隔开，经分析合格后，才能安装或拆除。

④ 高压管道安装前，必须用压缩空气和蒸汽吹扫管内污物、焊渣等，并检查是否畅通。

⑤ 对于特殊管道（如有色金属管道、高压管道等）或特殊介质（如氧气、氨气、液氨等）管道，应按照相应技术文件的规定进行检修和安装。

(5) 沟、井、池检修的安全要求 阴井、地沟、涵洞、下水道、污水池等，检修时要视沟、井、池内具体情况采取不同安全措施。对于排放易燃、易爆、有害物质的沟、井、池，

表 1-1-1 管道检修前处理的步骤与方法

步 骤	方 法
停车、降温、卸压	关闭进口阀,停止传动设备,压力降至常压时,打开管路或容器排放阀(缓缓打开,注意余压)
隔离、切断	管路或容器内有传动设备,应切断电源,取下开关保险,卸掉传动皮带,并挂上警告牌,设备上的物料管线(包括惰性气、蒸气管线)应切断出入口阀门或卸下进口一节管线 将设备与管线之间的阀门一侧装上盲板,并挂上明显的标志
排除容器内介质	将容器内残留介质排放干净,附着在容器壁上的易燃有害物质应铲除掉。从容器中排放非导电性液体时,如苯、乙醚等,为防止静电产生,需把容器和容器之间用导线连接并接地
清洗	容器内残留酸、碱物质可用水稀释排放掉,可溶物用水冲洗,有机物可用蒸气吹扫或热水蒸煮 对黏胶状物采用能溶解黏胶状物的洗涤剂洗除
置换	容器内易燃、易爆和有害气体,一般可用“加水排气”法压出,也可直接用惰性气体或低压饱和蒸气进行吹扫置换(用惰性气置换,惰性气含氧量应小于1%)。吹扫开始,压力逐渐加大到 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$,维持2h,然后压力增至小于 $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 若需进入容器、管道内部检修,置换后,还须再用空气进行置换
气体取样分析	容器内气体必须达到以下要求。 可燃气体(或蒸气)或粉尘的浓度小于爆炸下限的1/4,下限高于4%的,置换后的浓度应小于0.5%(体积分数),下限低于4%的,置换后的浓度应小于0.2%(体积分数)。 有毒气体(或蒸气 $\leq$ 劳动卫生标准最高允许浓度) 有毒气体及粉尘的浓度不得超过“工业企业设计卫生标准”规定的最高允许浓度空气含氧量19%~21%
通风	将容器进出口全部打开,进行自然通风或机械通风 如容器内有可燃气体时,须用防爆通风装置进行通风

表 1-1-2 容器、管道检修中的安全措施

项 目	措 施
分析检查	经常分析检查容器内氧气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氰酸气、甲烷、乙炔、汽油蒸气、有机溶剂蒸气等,其浓度应符合动火和劳动卫生标准。分析检查一般每2h一次
通风	检修中不间断地向容器内通风换气
监护	检修者应佩戴有急救绳的安全带,容器外应有人监护,监护人应站在能够观察检修者的位置,时刻注意观察,并抓住急救绳的一端,随时准备救护。在容器外近处,准备一套急救用的氧气呼吸器或送风式长管面具,以备急用

表 1-1-3 工具的安全要求

项 目	安 全 要 求
照明灯具	容器内有可燃气体时,携带式安全灯的灯泡必须有带玻璃壳的保护罩 导线采用绝缘良好的橡皮或聚氯乙烯护套线,并不许有伤痕 携带式灯具,要用钩子吊挂 灯具在容器内使用,要求一直明亮,不要关闭 手提式安全灯电压不得超过36V,在潮湿场所,金属容器及钢架结构物等危险处灯具电压不得超过12V,或采用小电池为电源的手提式防爆安全灯
手动工具	手动工具要与作业性质相适应,要经常维护保养,处于良好状态 在可能存在易燃易爆气体或粉尘的容器内,要用不易产生火花的金属工具(如黄铜、铅青铜等),并以压缩空气作动力
电动工具	经常维护保养,使之处于良好状态 携带式电动工具的外壳要用导线可靠接地 在有可能存有易燃、易爆气体或粉尘的容器内,宜采用风动工具
焊接工具	在容器内焊接时,应铺好橡皮垫板,并在电气设备上盖以保护罩 焊接时要进行通风换气 不准在容器内随意排放乙炔气或氧气
梯子	梯子上端必须固定在容器壁上,下端要采取防滑措施 在玻璃钢衬里、搪瓷的容器内要采用吊梯