

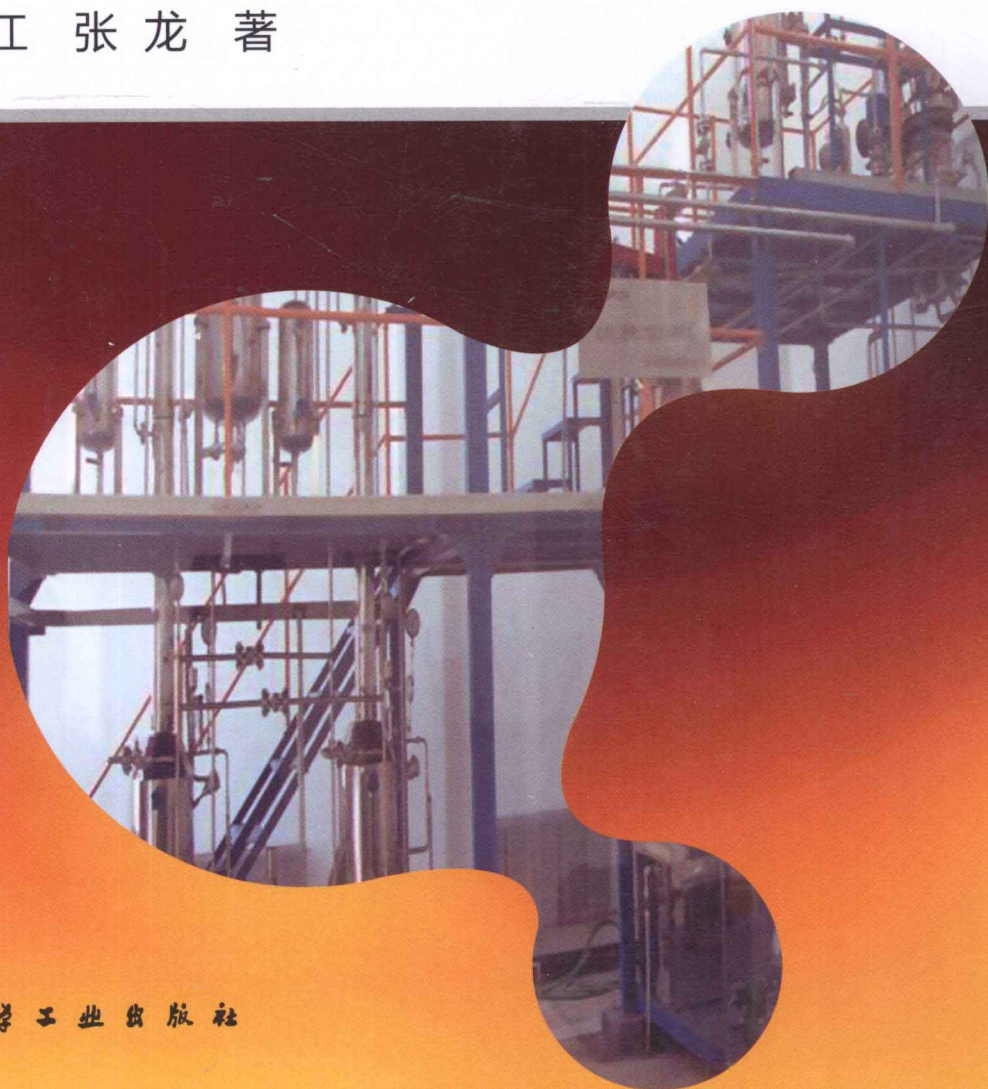
HUAGONG SHIYAN SHEBEI
SHEJI ZHIZAO YU YINGYONG

化工实验设备 设计制造与应用

■ 王树江 张 龙 著



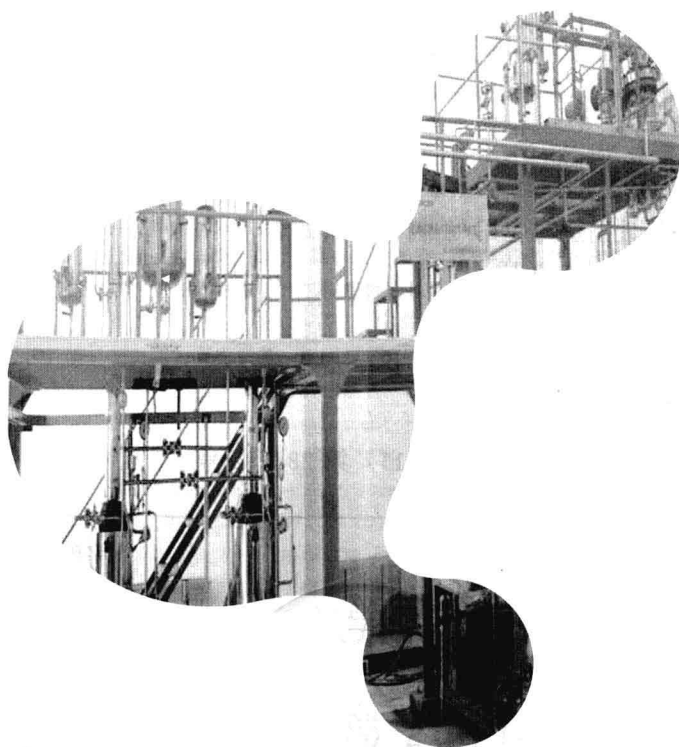
化学工业出版社



HUAGONG SHIYAN SHEBEI
SHEJI ZHIZAO YU YINGYONG

化工实验设备 设计制造与应用

■ 王树江 张 龙 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是作者长期从事化工教学、科研工作，又经过多年化工实验设备设计与制造的积累，阐述了化工实验设备设计考虑的因素及制造阶段的过程，论述了化工原理流体力学及单元操作设备，化工专业实验设备，与化工过程有密切关系的环境工程实验设备，实训式、中试性以及精细化工生产的设备的设计与制造，目的是通过小型实验设备设计与制造的积累，达到工业设计与制造的要求。

本书适用于高校化工、高分子、环境工程及过程装备专业师生阅读，更适用于从事化工实验设备设计、制造的广大科技工作者和工程技术人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工实验设备设计制造与应用/王树江，张龙著.
北京：化学工业出版社，2012.1

ISBN 978-7-122-12849-2

I. 化… II. ①王…②张… III. 化学工程-化学实验-实验设备 IV. TQ016.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 238792 号

责任编辑：杜进祥 徐雅妮
责任校对：边 涛

文字编辑：孙凤英
装帧设计：韩 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 401 千字 2012 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：39.00 元

版权所有 违者必究



经过多年的化工实验教学、科研以及实验设备的设计与制造，感到十分有必要编写这本书。一是目前在业内还找不到关于这方面较全面的著作；二是感到确有必要。从工作者角度看，有一本系统的参考性文献，对工作、研究等很有帮助。如果条件成熟的，可以亲身力行，作为工科的教师不失一次很好的锻炼、提高机会。对科研工作者，根据自己的需要，设计并创造一套更具有特色、适合自己使用的设备本身就是一种创新。对学生，通过这样一个系统的、全过程的学习，为进一步夯实专业基础，拓宽专业面提供难得机遇，同时也可作为创业的一种选择。

本书在第1章中以气汽给热系数测定为例，全面阐述了化工实验设备设计考虑的因素及制造阶段经历的过程。同时指出设备的调试在设备制造中的重要作用。在第2章中具体论述了化工原理流体力学及单元操作设备的设计与制造。这部分内容是化工专业基础，更是设备设计的基础，使实验设备结构尽量符合工业设备。第3章是化工专业实验设备的设计与制造。侧重经典基础内容，同时结合现代科学研究与发展需要增加了一些内容，如光催化反应装置、微型反应装置等。第4章是与化工过程有密切关系的环境工程实验设备的设计与制造。以水、气处理为主要内容，并侧重化工、化学方法的处理设备。第5章是实训式、中试性以及精细化工生产的设备的设计与制造，目的是通过小型实验设备设计与制造的积累，逐步达到工业设计与制造。最后附加一些设备设计需要的相关参数的附录。

实验设备的设计与制造要依据实验目的、实验流程、技术参数、配置要求以及自动化程度等多方面内容，麻雀虽小，五脏俱全。虽然是实验设备，但在设计制造过程中涉及内容不少于工业设备。通常情况下，工业设备注重生产能力、技术指标、安全因素以及投资等问题。而用于教学的实验设备要考虑实验目的、过程、操作稳定性，尽量达到工程训练目的，同时还要考虑外表美观，设备人性化，功能全面，使用方便、安全，运行费用较低等。对于科研用设备，要更注重效果，数据的准确性、重现性更好。

设计制造是辛苦的，但个人设计一旦变成实物，那种欣慰不言而喻。再经过实际调试、操作，有问题改进、完善、提高，使作品更完美。这样就会对设备理解更深、更全面。当然，这样的机会不是每个人都能有的。但每个人都是有想法的，可以使你的想法在其他教学、科研以及设计过程中得以实现。

本书中设计尺寸无特别说明，单位全部为：mm。本书适用于高校化工、高分子、环境工程及过程装备专业学生的教学参考书，更适用于从事化工实验设备设计、制造的广大科技工作者和工程技术人员使用。

感谢长春工业大学在本书编著过程中的大力支持和提供出版经费的支持！在本书编写过程中，王立托对绘图，贾国娟、秦雪对文字处理等提供了大力帮助，在此一并致谢。尽管在编写过程中力争做到十分的专业、十分的系统、十分的个人积累与创造，在广大读者面前仍会捉襟见肘。但愿仁者见仁！百家争鸣！



第 1 章 化工实验设备设计与制造过程	1
1.1 概述	1
1.2 化工实验设备设计	2
1.2.1 明确实验目的	2
1.2.2 实现设备功能	3
1.2.3 画出工艺流程图	3
1.2.4 技术参数	4
1.2.5 设备配置	4
1.2.6 设备外观形式	4
1.2.7 设计计算	4
1.2.8 材料的选择与确定	5
1.2.9 仪器仪表的选型	8
1.2.10 调节阀、风机等选型	11
1.2.11 设计加工图	14
1.2.12 设计中应注意的问题	15
1.2.13 实验设备制造的耗材、仪器及辅助设备清单	16
1.3 化工实验设备加工	17
1.3.1 加工方式的确定	18
1.3.2 设备制造使用工具	18
1.3.3 制造过程	19
1.4 化工实验设备安装	24
1.4.1 部件组装与固定	24
1.4.2 附属设备安装	25
1.4.3 仪表安装及布线	25
1.4.4 标牌制作及粘贴	25
1.5 化工实验设备调试	25
1.5.1 计算机数据采集及控制系统	26
1.5.2 实验结果示例	26
1.6 化工实验设备制造完成的后续工作	27
1.6.1 实验设备使用说明书	27
1.6.2 实验设备的包装及运输	27
1.6.3 实验设备的使用与维护	27
1.7 化工实验设备的市场开发	28

第2章 化工技术基础实验设备设计与制造	30
2.1 雷诺实验装置	30
2.1.1 关于雷诺数	30
2.1.2 工艺流程	31
2.1.3 雷诺演示实验装置设计	32
2.1.4 装置操作	33
2.1.5 操作注意事项	33
2.1.6 实验装置的功能及特点	33
2.1.7 设备主要技术数据及配置	33
2.1.8 数据记录	34
2.2 柏努利方程实验装置	34
2.2.1 关于柏努利方程	34
2.2.2 装置工艺过程	34
2.2.3 装置制作	35
2.2.4 装置操作	35
2.2.5 数据记录	37
2.3 离心泵性能测定实验装置	37
2.3.1 关于离心泵	37
2.3.2 工艺流程	38
2.3.3 装置设计与制作	38
2.3.4 装置操作	39
2.3.5 操作中应注意的问题	40
2.3.6 数据记录	40
2.4 流量计校核实验装置	40
2.4.1 流量计	40
2.4.2 装置工艺设计	42
2.4.3 设备制作	42
2.4.4 操作方法	42
2.4.5 实验记录	43
2.5 流体阻力综合实验装置	43
2.5.1 流体阻力	43
2.5.2 装置流程设计	44
2.5.3 装置制作	44
2.5.4 装置实物图	45
2.5.5 操作方法	45
2.5.6 数据记录	46
2.5.7 流体力学综合实验装置（计算机数据采集型）	46
2.6 筛板精馏实验装置	48
2.6.1 精馏	48
2.6.2 精馏塔功能	50
2.6.3 设备工艺与构成	51
2.6.4 加工与制作	51

2.6.5	操作方法	52
2.6.6	数据记录	53
2.7	填料精馏实验装置	53
2.7.1	填料塔	53
2.7.2	填料精馏塔流程简图	56
2.7.3	装置设计	56
2.7.4	装置操作	57
2.7.5	操作注意事项	57
2.7.6	数据记录	58
2.8	共沸精馏实验装置	58
2.8.1	共沸精馏	58
2.8.2	毛细管精馏	59
2.8.3	毛细管精馏塔设计	59
2.8.4	毛细管精馏塔制作	60
2.9	填料吸收塔实验装置	60
2.9.1	关于填料吸收塔	60
2.9.2	填料吸收工艺过程	61
2.9.3	装置设计与制作	62
2.9.4	操作步骤	62
2.9.5	数据记录	64
2.9.6	注意事项	64
2.10	洞道干燥实验装置	64
2.10.1	关于干燥	64
2.10.2	装置工艺	65
2.10.3	装置设计与制作	66
2.10.4	装置操作	66
2.11	流化床干燥综合实验装置	67
2.11.1	流化床	67
2.11.2	流化床干燥实验装置设计	69
2.11.3	装置制作	69
2.11.4	装置配置	70
2.12	搅拌实验装置	70
2.12.1	关于搅拌	70
2.12.2	装置设计与制造	71
2.12.3	装置进行的内容	71
2.12.4	数据记录	72
2.12.5	操作注意事项	72
2.13	过滤实验装置	73
2.13.1	板框过滤	73
2.13.2	装置流程设计	73
2.13.3	设备设计	73
2.13.4	操作步骤	73

2.13.5	注意事项	75
2.14	电除尘实验装置	75
2.14.1	电除尘	75
2.14.2	装置设计	75
2.14.3	操作过程	76
2.14.4	注意事项	77
2.15	旋风分离器实验装置	77
2.15.1	旋风分离器	77
2.15.2	工艺流程	77
2.15.3	装置设计与制作	77
2.15.4	操作说明	78
2.15.5	操作注意事项	78
2.15.6	功能	78
2.16	筛板塔、浮阀塔流体力学实验装置	79
2.16.1	筛板塔、浮阀塔	79
2.16.2	装置工艺	79
2.16.3	装置设计	79
2.16.4	装置制作	79
2.16.5	装置操作	80
2.16.6	注意事项	81
第3章	化学工程专业实验设备设计与制造	82
3.1	气液平衡实验装置	82
3.1.1	关于气液平衡釜	82
3.1.2	气液平衡釜设计	83
3.1.3	气液平衡釜加工制造	85
3.1.4	气液平衡釜加工制造中应注意的问题	87
3.1.5	气液平衡装置仪表箱	88
3.1.6	配置	88
3.1.7	操作方法(针对小型釜图3-13)	88
3.1.8	操作中应注意的问题	89
3.1.9	装置功能	89
3.1.10	技术指标	89
3.1.11	乙醇-水体系浓度与折射率的关系	89
3.2	管式反应器停留时间分布测定实验装置	89
3.2.1	管式反应器	89
3.2.2	工艺过程	90
3.2.3	装置设计	90
3.3	气固催化反应、精馏实验装置	90
3.3.1	关于气固催化反应	90
3.3.2	工艺流程	91
3.3.3	装置设计	91

3.3.4	配置	91
3.3.5	仪表箱面板说明	92
3.3.6	操作注意事项（特别强调精馏部分）	93
3.3.7	装置功能	93
3.4	乙苯脱氢制苯乙烯实验装置	93
3.4.1	乙苯脱氢	93
3.4.2	装置工艺过程	95
3.4.3	装置设计与制作	95
3.4.4	设备配置	97
3.4.5	反应装置实物图	97
3.5	连续流动釜式反应器停留时间分布测定实验装置	97
3.5.1	连续流动反应器	97
3.5.2	实验装置流程	99
3.5.3	装置设计	99
3.5.4	操作方法	99
3.6	高压反应、精馏实验装置	100
3.6.1	高压反应	100
3.6.2	操作步骤	101
3.6.3	实验记录	102
3.6.4	注意事项	102
3.6.5	装置工艺流程设计	102
3.6.6	装置设计	102
3.6.7	加工制作	103
3.6.8	仪表箱面板说明	104
3.6.9	使用说明	104
3.6.10	操作注意事项（精馏部分）	104
3.6.11	装置功能	105
3.7	流化床反应器实验装置	105
3.7.1	流化床反应器	105
3.7.2	流化床反应器工艺图	106
3.7.3	流化床加工	106
3.7.4	仪表箱加工	107
3.8	生物柴油制备实验装置	108
3.8.1	生物柴油	108
3.8.2	工艺流程图	109
3.8.3	装置设计与制作	109
3.8.4	装置构成	111
3.9	超滤膜分离实验装置	112
3.9.1	膜分离（超滤膜分离）	112
3.9.2	超滤膜分离工艺流程	113
3.9.3	装置设计	113
3.9.4	实验装置支架、仪表箱	113

3.9.5	加工材料	113
3.9.6	装置功能	113
3.9.7	应用实例	114
3.9.8	操作步骤	114
3.9.9	数据记录	115
3.10	萃取分离实验装置	115
3.10.1	萃取分离	115
3.10.2	工艺过程	115
3.10.3	装置设计与制作	116
3.10.4	操作步骤	116
3.10.5	技术要求	116
3.11	间隔壁精馏塔实验装置	116
3.11.1	间隔壁精馏塔	116
3.11.2	工艺流程设计	118
3.11.3	装置设计	118
3.11.4	装置加工	119
3.11.5	装置功能	120
3.12	催化精馏实验装置	120
3.12.1	催化精馏	120
3.12.2	装置工艺	122
3.12.3	设计与加工	122
3.12.4	催化精馏应用	123
3.13	光催化反应实验装置	124
3.13.1	光催化反应	124
3.13.2	光反应器	125
3.13.3	装置工艺	125
3.13.4	装置设计	126
3.13.5	光促催化反应器制作	127
3.13.6	装置配置	127
3.13.7	装置功能	129
3.13.8	光催化反应装置的应用	129
3.14	内循环无梯度反应实验装置	130
3.14.1	无梯度反应器	130
3.14.2	装置工艺	130
3.14.3	装置设计	130
3.14.4	实验步骤	131
3.14.5	装置功能	131
3.15	聚合反应实验装置	132
3.15.1	聚合反应装置	132
3.15.2	装置工艺	132
3.15.3	装置设计	132
3.15.4	装置功能	132

第4章 化工水、气处理实验装置设计与制造	134
4.1 絮凝沉降综合实验装置	134
4.1.1 絮凝沉降	134
4.1.2 装置工艺	135
4.1.3 装置设计	135
4.1.4 装置制造	135
4.1.5 装置组成	135
4.1.6 装置功能	136
4.1.7 实验装置特点	136
4.2 离子树脂交换柱处理水中阴、阳离子实验装置	136
4.2.1 离子交换	136
4.2.2 装置工艺	137
4.2.3 装置设计	137
4.2.4 装置制造	137
4.2.5 装置组成	138
4.2.6 装置功能	138
4.2.7 实验设备的特点	138
4.2.8 装置操作步骤	139
4.2.9 注意事项	139
4.2.10 实验数据记录	139
4.3 过滤与反冲洗实验装置	140
4.3.1 过滤与反冲洗	140
4.3.2 过滤与反冲洗工艺流程	140
4.3.3 装置设计	141
4.3.4 加工制造	142
4.3.5 操作步骤	142
4.3.6 实验注意事项	142
4.3.7 实验数据记录	143
4.4 臭氧脱色实验装置	143
4.4.1 臭氧脱色	143
4.4.2 臭氧脱色过程原理图	143
4.4.3 装置构成	143
4.4.4 装置设计	144
4.4.5 装置制造	144
4.4.6 操作步骤	144
4.4.7 数据记录	145
4.4.8 注意事项	146
4.4.9 装置功能	146
4.4.10 实验装置特点	146
4.5 超纯水制备装置	146
4.5.1 工艺流程	146
4.5.2 工艺流程说明	147

4.5.3	装置配置	149
4.6	一体型脱硫脱硝实验装置	151
4.6.1	概述	151
4.6.2	装置工艺流程	151
4.6.3	装置设计	151
4.6.4	装置制作	152
4.6.5	装置操作	153
4.7	活性炭法吸附二氧化硫	153
4.7.1	概述	153
4.7.2	实验流程图	154
4.7.3	装置设计	154
4.7.4	装置制作	154
4.7.5	装置操作	154
4.7.6	操作注意事项	154
4.7.7	实验数据记录	155
4.8	混凝实验装置	155
4.8.1	概述	155
4.8.2	装置流程	155
4.8.3	装置设计与制作	155
4.8.4	操作步骤	155
4.8.5	注意事项	157
4.8.6	实验数据及结果	157
4.9	曝气充氧实验装置	158
4.9.1	曝气充氧	158
4.9.2	曝气充氧工艺图	158
4.9.3	装置设计	158
4.9.4	装置制作	158
4.9.5	装置操作步骤	159
4.9.6	数据记录	160
4.9.7	数据及结果	160
4.10	含有机污水光促催化净化综合实验装置	161
4.10.1	有机污水光促催化净化	161
4.10.2	装置工艺图	161
4.10.3	装置制作	161
4.10.4	具体操作	162
4.10.5	实验设备的特点	162
4.10.6	装置功能	163
4.11	流化床诱导结晶处理含氟废水装置	163
4.11.1	概述	163
4.11.2	流化床结晶技术	165
4.11.3	流程设计	167
4.11.4	装置设计与制作	167

4.11.5 装置操作	167
4.12 泡沫分离实验装置	168
4.12.1 概述	168
4.12.2 吸附平衡、吸附速度	170
4.12.3 鼓泡分离技术在废水处理中的应用实例	172
4.12.4 装置设计	172
4.12.5 装置加工	172
4.13 气升式环流生物反应器装置	172
4.13.1 气升式环流反应器	172
4.13.2 装置工艺	173
4.13.3 装置设计	173
4.13.4 装置制作	173
第5章 中试设备、实训设备设计与制造	174
5.1 特种工程塑料水力粉碎机的设计与应用	174
5.1.1 概述	174
5.1.2 设备设计	174
5.1.3 操作过程	176
5.2 反应、过滤设备的设计与应用	176
5.2.1 设计方案1	176
5.2.2 设计方案2	176
5.2.3 设计方案3	177
5.2.4 设备加工制造	178
5.3 聚醚酮压片、冷却、粉碎一体机的设计与应用	179
5.3.1 压片、冷却、粉碎一体机设计	179
5.3.2 设备设计	179
5.3.3 操作过程	181
5.3.4 使用中应注意的问题	182
5.4 双辊齿式聚醚酮产物粉碎机的设计与应用	182
5.4.1 聚醚酮粉碎机	182
5.4.2 粉碎机设计	183
5.4.3 构成及作用	184
5.4.4 操作过程	184
5.5 可溶性固态物料过滤器的设计	185
5.5.1 熔体过滤	185
5.5.2 设备设计	185
5.5.3 装置特点	186
5.6 汽车阻尼片生产线冷却成型设备的设计	186
5.6.1 汽车阻尼片生产	186
5.6.2 工艺及设备设计	187
5.7 多功能流体力学综合实训装置	189
5.7.1 装置概述	189

5.7.2	系统组成	189
5.7.3	装置功能	189
5.7.4	装置的特点	190
5.7.5	流体力学综合实训装置工艺流程示意图	190
5.7.6	设备主要配置	190
5.8	多功能传热综合实训装置	191
5.8.1	装置概述	191
5.8.2	系统组成	191
5.8.3	装置功能	191
5.8.4	多功能传热综合实训装置工艺流程示意图	192
5.8.5	装置的特点	193
5.8.6	设备配置	193
5.8.7	平面布置	194
5.9	乙酸乙酯合成提纯综合生产实训装置	198
5.9.1	应用及性质	198
5.9.2	工艺流程设计	200
5.9.3	主要设计指标	200
5.9.4	装置布置示意图	200
5.9.5	装置功能	202
5.9.6	实训操作功能	203
5.9.7	单套装置配置及主要技术指标	204
5.9.8	DCS 配置	207
5.9.9	乙酸乙酯合成提纯综合生产实训装置图片	207
5.10	聚酯酮聚合反应生产工艺、设备的设计	207
5.10.1	设计任务	207
5.10.2	聚合生产工艺设计	207
5.10.3	聚合生产工艺过程	208
5.10.4	聚合釜设计	209
5.10.5	釜内附件、元件安装位置的确定	214
5.10.6	支座的选型及设计	215
5.10.7	减速器的选型	219
5.10.8	夹套上的焊缝结构的设计	220
5.10.9	固体物料进口的开孔及补强计算	220
5.10.10	反应釜辅助装置的设计	223
5.10.11	其他配件、附件的选定	225
5.11	聚酯酮合成产物精制工艺及装备的设计	226
5.11.1	不同精制工艺的研究	226
5.11.2	设备、工艺设计	231
5.11.3	具体实施方式	231
5.11.4	使用注意事项	232
5.12	变压吸附制氮装置的设计	233
5.12.1	工艺设计	233

5.12.2	单套装置设计能力	233
5.12.3	装置生产能力	233
5.12.4	变压吸附制氮装置配备表	233
5.12.5	除油缓冲罐填料	234
5.12.6	PN501-6.5B 制氮机组成清单	234
5.12.7	随机备品备件清单	235
附录		236
附录 1	工业用管子规格表	236
附录 2	目数与微米换算关系表	237
附录 3	水的相关参数 ($P=1.013\text{kN/m}^2$)	237
附录 4	水的黏度 ($0\sim100^\circ\text{C}$)	238
附录 5	某些固体材料的重要物理性质	238
参考文献		239

第 1 章

化工实验设备设计与制造过程

1.1 概述

随着科学技术的进步和高等学校培养人才的需要，传统化工实验设备面临新的挑战，由过去的验证性实验装置，逐步发展成种类繁多、功能全面、数据准确、自动化程度高、操作便利、安全可靠、管理使用人性化、训练工程化等。一些科研设备微型化、学生训练设备综合化。设备制造厂家也由过去的十几家发展到上百家，每个厂家为了站稳市场又各具特色，可谓百花齐放。

化工实验设备包括很广，如雷诺实验装置、柏努利方程实验装置、筛板精馏实验装置、气液平衡实验装置、聚合反应实验装置等。

实验设备设计与制造要经过多个环节：熟悉题目，掌握实验目的，了解设备功能、技术指标、装备配置。经过查阅文献，熟悉、理解相应实验设备设计与制造的背景及内涵，进一步明确设计内容，确定初步设计方案，进行设计计算、画图，检查、校核、确定设计方案，设备制造、安装、调试、编写使用说明书等。具体流程见图 1-1。

查阅文献是实验设备设计与制造过程中不可缺少的环节。通过查阅文献，广泛了解所设计实验装置的现状、发展、存在的问题及技术关键等信息，尽量使设计内容在保证完成实验目的及功能的前提下，有创新、有发展、有特色。实验设备设计与制作本身是一种创新。在设计过程中，每一个环节都尽量避免落入俗套，同时通过查阅文献，可将设计方案与他人相比较，发现自己设计内容的不足，加工制作过程中可能存在的困难，仪表及其他电器使用时能否准确正常，操作中有哪些不便利等。

同时，化工实验设备设计与制造是一个很复杂的过程，涉及多学科知识。首先，在设计初期，应掌握化学工程专业基础及专业知识，全面了解相应实验内容的化工工艺过程、相关设备、控制仪表等内容。如气汽给热系数测定这一实验属于化工传热方面的基础内容，其相应实验装置有多种形式。较早期的如华东理工大学的工艺型，整套实验装置依据工艺过程全

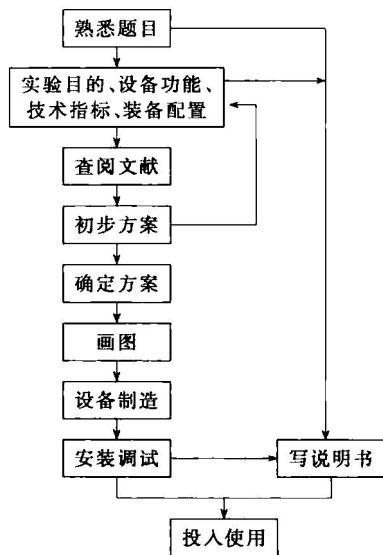


图 1-1 设计制造流程

部外露,来龙去脉一清二楚,设备配置较低,相应价格便宜。近十多年来出现了较新型的设备,如天津大学横置、立式、单管、多管等形式的装置,仪表配置及数据处理等做得非常好。也有厂家把设备变量通过相应测量仪表转换成数字信号进入计算机,实现计算机控制及数据自动采集。如浙大中控、河北瑞特等厂家生产的装置。其次,要有一定工程技术基本知识,能将所描述的内容系统地、清楚地以图纸形式表达出来。这一能力要从机械制图开始,多参加设计工作,多积累。再者,能系统地根据已掌握知识、信息等将整个设备建立起来。最后,要有一定的实际工程制造经验。因为实验设备的设计并非纸上谈兵,要付之于实物。一方面要求所设计内容在制造上能够实现;另一方面从制造上要求设计尽量简化、直观,便于实现。实验设备的设计与制造,需要我们认真掌握相关专业知识,长期积累,在实践中认真向有实际操作经验的工人、设计人员学习,通过设计将掌握的理论知识在实践中得到应用,将制作的产品作为完善理论的依据,从理论中来再到实践中去,不断完善,不断提高。

总之,作为实验设备的设计者,不一定各科、各专业知识都掌握得十分扎实、画图十分自如;不一定非得会用焊机、抛光打磨、或能使用机床;也不一定必须有公司或相应制造机器、设备的工厂,但一定要清楚设计制作过程中需要经历的步骤,以及如何实现这些步骤。这对设备的成功设计与顺利制造非常重要。

1.2 化工实验设备设计

实验设备设计是设备制造的基础,是完美实验设备出炉的关键。设计往往依据实验目的、实验装置的功能、技术参数及配置等要求进行,而工艺过程的选择确定至设计成败。实验设备设计有多种,一是针对工艺进行;一是针对目的开始,有时二者相结合,再有就是开发性设计。

1.2.1 明确实验目的

实验设备设计首先要清楚设计目标及实验目的。设计目标应以实验目的为出发点,并围绕其开展工作。如水汽给热系数测定这一实验的目的是:①掌握传热系数及传热膜系数(也称给热系数)的测定方法;②用测定的传热膜系数数据,检验通用的给热准数关联式;③学习如何运用实验方法,求出描述过程规律的经验公式;④应用传热学的概念和原理去分析强化传热过程等问题。

首先,目的①是围绕传热的基本理论知识,通过实验测定传热膜系数。实现这一目的通常只需要一个夹套换热管就可以,这也是设计思路的原始起点。其次②、③是根据实验数据与理论知识,通过计算机实现数据处理。然后,在以上目的基础之上,扩展怎样使传热效果更好,即强化传热。通过查阅文献,多方了解,强化传热方式多种多样。由基本传热知识可以知道,水汽换热过程热阻主要来自空气一侧。一般的,在换热器两侧的强制对流过程中,气体一侧的换热系数是液体一侧的 $1/50 \sim 1/10$ 。因此,改变气体一侧的换热面积及气体流动状态,同比改变液相一侧面积效果要好得多。气体一侧改变换热面积的方法有安装翅片、内插件或换热管表面进行处理等形式。小管径加装翅片比较复杂,安装内插件多被采用。图1-2为几种内插件的管内强化传热形式,最简单的是对管壁表面进行改造或增加粗糙度,达到强化目的,如螺旋管、横纹管、槽纹管等。从学生使用实验装置考虑,应选择结构相对简单、制作方便、效果好、技术稳定的方式。因此对比平直管,选择槽纹管作为强化传热管。具体尺寸详见图1-6,如果为更突出对比效果,可选择螺旋管,尺寸如图1-7,这样从实验目的出发的设备设计的主要工艺过程就基本确定。