

化工厂机械手册

化工设备的维护检修

《化工厂机械手册》编辑委员会 编

化学工业出版社

目 录

第16篇 化工设备的维护检修

常用符号

第1章 化工设备的通用维护检修技术7

1 概 述7

1.1 化工设备的分类7

1.2 化工设备维护检修的重要性7

1.3 化工设备维护检修的主要内容7

2 运行中的维护与检查8

2.1 运行中的物理、化学监控8

2.2 维护性检查10

2.2.1 运行中经常性检查10

2.2.2 定期停用检查11

2.3 维护检查安全要点11

3 化工设备的常见缺陷和故障12

3.1 积 垢12

3.1.1 积垢的危害12

3.1.2 积垢原因12

3.2 泄 漏12

3.3 壁厚减薄13

3.4 局部变形13

3.5 裂 纹14

3.6 材料的物理化学损坏14

3.7 静电电击和火花15

4 化工设备的检修15

4.1 检修前的准备和清理15

4.2 停车后的检查16

4.3 积垢的清理17

4.3.1 机械清理法17

4.3.2 化学清洗法19

4.3.3 高压水冲洗法20

4.4 局部变形的修理20

4.5 壁厚减薄的修理和判废21

4.6 裂纹的修理21

4.7 泄漏的排除22

4.7.1 泄漏部位的检测22

4.7.2 排除泄漏的措施23

4.8 化工装置的带压堵漏技术23

4.8.1 概 述23

4.8.2 化工装置泄漏部位及原因24

4.8.3 带压堵漏基本理论25

4.8.4 带压堵漏密封剂(粘结剂、密封剂料)25

4.8.5 带压堵漏适用范围26

4.8.6 带压堵漏法26

4.9 设备修理后的检验30

4.9.1 设备修理后的检查30

4.9.2 设备修理后的试验30

4.9.3 设备交付使用前的安全检 查33

第2章 塔设备33

1 概 述33

1.1 塔设备在化工生产中的用途33

1.2 塔设备的分类34

1.2.1 按操作压力分类34

1.2.2 按化工单元操作分类34

1.2.3 按气液接触的基本构件分 类34

2 塔设备结构35

2.1 塔设备的基本部件35

2.1.1 塔 体35

2.1.2 塔体支座35

2.1.3 塔体附件36

2.2 填料塔36

2.2.1 填 料36

2.2.2 喷淋装置40

2.2.3 液体再分布装置43

2.2.4 填料的支承结构43

2.2.5 除沫器43

2.3 板式塔44

2.3.1 塔板的基本要求44

2.3.2 塔板的主要部件44

2.3.3 泡罩塔板46

2.3.4 浮阀塔板47

3 维 护48

3.1 塔设备的检查48

3.2 常见故障与处理方法49

4 检 修50

4.1 检修前的准备工作	50	2.5 结构及材质	98
4.2 主要零部件的修理	51	2.5.1 换热器介质流程	99
4.2.1 塔 体	51	2.5.2 结 构	99
4.2.2 喷淋装置	52	2.5.3 主要零部件、材质及技术 条件	100
4.2.3 除沫器	52	2.6 安 装	102
4.2.4 塔 板	52	2.6.1 安装要求	102
4.2.5 填料塔内件	53	2.6.2 主要零部件技术标准	102
4.3 检修质量标准	54	2.7 设备使用注意事项	103
4.3.1 塔体检修质量标准	54	2.7.1 开车前的注意事项	103
4.3.2 塔内件检修质量标准	55	2.7.2 运行中的注意事项	103
4.3.3 鼓泡元件的检修质量标准	57	2.7.3 停车时的注意事项	104
4.4 塔设备的组装	59	2.7.4 常见故障及处理方法	104
5 试验与验收	60	2.8 维 修	105
5.1 压力试验	60	2.8.1 拆卸检查注意事项	105
5.2 验 收	61	2.8.2 清 洗	106
第3章 换热器	62	2.8.3 重新组装	106
1 管壳式换热器	62	2.9 试压与验收	107
1.1 结 构	63	2.9.1 试 压	107
1.1.1 固定管板式换热器	63	2.9.2 验 收	107
1.1.2 浮头式换热器	63	第4章 废热锅炉	108
1.1.3 U形管式换热器	63	1 概 述	108
1.1.4 填函式换热器	64	1.1 化工厂用废热锅炉	108
1.2 维 护	64	1.2 化工厂用废热锅炉的特点	108
1.2.1 日常检查	64	2 石油化工工业用废热锅炉的基本型 式和典型结构	110
1.2.2 循环冷却水系统的预处理	65	2.1 基本型式	110
1.2.3 腐蚀与防护	66	2.1.1 列管式废热锅炉	112
1.2.4 振动的防护	70	2.1.2 挠性管式废热锅炉	122
1.2.5 高温介质入口的热防护	73	2.1.3 插入管式废热锅炉	130
1.3 检 修	75	2.1.4 双套管式废热锅炉	142
1.3.1 检修前的准备	75	2.1.5 直流式废热锅炉	147
1.3.2 清 理	76	2.1.6 填料函式废热锅炉	148
1.3.3 换热管的修理	79	2.1.7 烟道式废热锅炉	149
1.3.4 换热管的更换	79	2.2 主要零、部件结构	150
1.3.5 机械滚胀	83	2.2.1 管板及其与管子的连接	150
1.3.6 焊 接	88	2.2.2 高温气体入口部的热防护 装置	151
1.3.7 爆炸胀接	90	2.2.3 气体入口分布器	152
1.3.8 液压胀管	91	2.2.4 耐热衬里	153
1.3.9 液袋胀管	91	2.2.5 汽 包	153
1.3.10 橡胶胀管	91	3 材 料	154
1.3.11 试 压	93	3.1 国内废热锅炉用金属材料的情况	154
2 板式换热器	93	3.2 引进石油化工装置中废热锅炉主 要零、部件用金属材料情况	157
2.1 结构特点	93		
2.2 工作原理	98		
2.3 技术性能及工艺条件	98		
2.4 过滤器	98		

3.3 废热锅炉用耐火、隔热材料	158	3.1 维 护	208
4 维 护	166	3.1.1 传动装置	208
4.1 开、停时的维护	166	3.1.2 搅拌器	209
4.2 运行时的维护	167	3.1.3 壳体(或衬里)检测	209
4.2.1 水	167	3.2 维护要点	209
4.2.2 “火”	172	3.3 反应釜常见故障及处理方法	210
4.2.3 汽	172	4 检 修	211
4.2.4 安全装置	173	4.1 检修前的准备	211
4.2.5 运行中的故障处理	174	4.2 减速机的检修	211
4.3 停车后的维护	177	4.2.1 圆柱齿轮减速机	211
5 检 修	178	4.2.2 蜗轮蜗杆减速机	214
5.1 检修内容及修前准备	178	4.2.3 行星摆线针齿减速机	215
5.1.1 检修内容	178	4.3 釜体检修	217
5.1.2 检修前的准备	178	4.3.1 铸铁釜体的缺陷修复	217
5.2 受压壳体的检验与修理	179	4.3.2 钢制(或不锈钢衬里)釜体 的缺陷修补	222
5.2.1 受压壳体的检查	179	4.3.3 瓷板(或瓷砖)衬里设备	225
5.2.2 筒体的焊补	181	4.3.4 橡胶及玻璃钢衬里设备	228
5.2.3 法兰密封的修理	184	4.3.5 搪玻璃设备	229
5.2.4 汽包的检查与修理	186	4.4 密封装置的检修	230
5.3 传热管束(内件)的检查与修理	186	4.4.1 填料密封	230
5.4 非金属隔热衬里的检查与修理	195	4.4.2 机械密封	231
5.5 压力试验	198	4.5 检修质量标准	233
5.6 煮 炉	198	4.5.1 传动装置	233
5.7 检修安全及注意事项	198	4.5.2 釜 体	233
第5章 反应釜	199	4.5.3 密封装置	234
1 概 述	199	4.5.4 搅拌装置	234
1.1 反应釜用途	199	5 试车验收	235
1.2 反应釜的分类	200	5.1 试车前的准备	235
1.2.1 钢制(或衬瓷板)反应釜	200	5.1.1 空载试车	235
1.2.2 铸铁反应釜	200	5.1.2 验 收	235
1.2.3 搪玻璃反应釜	200	第6章 低压湿式气柜	236
1.3 反应釜的特点及发展趋势	201	1 概 述	236
2 反应釜的结构	202	2 结 构	239
2.1 壳 体	203	2.1 钟罩与中节	240
2.2 搅拌装置	203	2.1.1 顶板与顶架	240
2.2.1 桨式搅拌器	203	2.1.2 顶 环	241
2.2.2 框式和锚式搅拌器	203	2.1.3 水 封	241
2.2.3 推进式搅拌器	204	2.1.4 升程限制机构	241
2.2.4 涡轮式搅拌器	204	2.2 水槽与框架	242
2.2.5 特殊型式搅拌器	205	2.2.1 水 槽	242
2.3 搅拌器的选型	205	2.2.2 水槽溢水口	243
2.4 轴 封	207	2.2.3 导 轨	243
2.4.1 填料密封	207	2.2.4 导 轮	243
2.4.2 机械密封	207	2.2.5 垫 梁	244
3 维护及常见故障处理	208		

2.3 配 重	244	1.3.3 电加热器	285
3 维护与检修	244	1.3.4 补偿装置	287
3.1 不停车补漏	244	1.3.5 塔 体	291
3.1.1 环氧玻璃钢法	244	1.4 合成塔的腐蚀	291
3.1.2 粘接法修补	245	1.4.1 钢的氢腐蚀	292
3.2 检 修	245	1.4.2 钢的氮化腐蚀	295
3.2.1 安全交出	246	1.4.3 一氧化碳腐蚀	296
3.2.2 质量标准	246	1.5 材料的选择和应用	296
3.3 腐蚀与防腐	246	1.5.1 塔 体	297
3.3.1 腐蚀机理	246	1.5.2 内 件	298
3.3.2 防 腐	248	1.5.3 废热锅炉	302
3.4 总体试验	251	1.6 维 护	303
3.4.1 试验内容	251	1.6.1 塔本身的维护	303
3.4.2 试验前的准备工作	251	1.6.2 电加热器的维护	303
3.4.3 气密试验	252	1.6.3 触媒的维护	304
3.4.4 升降试验	252	1.7 检 修	306
3.5 置 换	252	1.7.1 检 查	308
4 事故防止与处理	253	1.7.2 修理与质量要求	308
4.1 地震对气柜的危害	253	1.8 安 装	312
4.1.1 气柜受震害的调查	253	1.8.1 安装前的准备工作	312
4.1.2 防震措施	253	1.8.2 安 装	312
4.2 气柜爆炸事故及防止	253	1.9 试 车	319
4.3 气柜倾斜、抽瘪事故及处理	254	1.9.1 试 车	319
4.3.1 造成气柜倾斜的原因	254	1.9.2 竣工验收技术文件	319
4.3.2 解决气柜倾斜的办法	254	2 尿素合成塔	319
4.3.3 用内压法修复抽瘪气柜	254	2.1 种 类	319
第7章 氮肥工业用设备	256	2.1.1 套筒式尿素塔	320
1 氨及甲醇合成塔	256	2.1.2 衬里式尿素塔	320
1.1 工作原理	256	2.2 结 构	325
1.2 常用合成塔的技术特性	256	2.2.1 衬 里	325
1.2.1 并流双套管式合成塔	257	2.2.2 检漏系统	328
1.2.2 并流三套管式合成塔	257	2.2.3 顶盖密封	330
1.2.3 单管并流合成塔	259	2.2.4 接 管	333
1.2.4 U形管合成塔	261	2.3 腐蚀和衬里材料	334
1.2.5 螺旋径向合成塔	264	2.3.1 尿素合成反应的腐蚀机理	334
1.2.6 鼠笼式径向合成塔	265	2.3.2 腐蚀的类型	335
1.2.7 双层并流合成塔	267	2.3.3 介质对腐蚀的影响	336
1.2.8 双层两次合成塔	268	2.3.4 衬里材料	337
1.2.9 外置式副产蒸汽合成塔	270	2.4 维 护	340
1.2.10 内置式副产蒸汽合成塔	273	2.4.1 操作维护	340
1.2.11 多层轴向冷激式合成塔	275	2.4.2 日常检查与保养	343
1.2.12 二层径向冷激式合成塔	278	2.5 检 修	344
1.3 结 构	280	2.5.1 修前准备	344
1.3.1 触媒筐	281	2.5.2 修前检查	344
1.3.2 换热器	281	2.5.3 检 修	346

2.5.4 检修安全注意事项	349	4.2.5 烧嘴	427
2.6 验收与试车	349	4.3 常用计算	430
3 二氧化碳汽提塔	350	4.3.1 炉墙壁厚热工计算	430
3.1 工作原理	350	4.3.2 炉管计算	435
3.2 结构	352	4.4 “竖琴管排”的弹簧读数曲线	445
3.2.1 高压管箱和管板	357	4.4.1 理想弹簧位移读数曲线与 设计弹簧位移读数曲线	446
3.2.2 衬里	360	4.4.2 实际弹簧位移读数曲线的 分析	447
3.2.3 液体分布系统	361	4.4.3 弹簧调正	449
3.2.4 汽提管	366	4.5 维护与常见故障处理	451
3.2.5 密封结构	367	4.5.1 运行中的维护	451
3.2.6 膨胀节	369	4.5.2 开、停车维护要点	452
3.2.7 爆破板	369	4.5.3 常见故障处理	452
3.3 耐腐蚀材料	371	4.6 检修	456
3.3.1 316L(改良型)不锈钢	371	4.6.1 停炉检查	456
3.3.2 25-22-2型不锈钢	373	4.6.2 砌体施工	466
3.3.3 焊接材料	376	4.6.3 耐火混凝土炉衬施工	470
3.4 汽提塔的腐蚀损坏形式和原因 分析	381	4.6.4 钢结构修理	476
3.4.1 衬里	381	4.6.5 炉管修理	478
3.4.2 焊缝	382	5 固定层煤气炉	484
3.4.3 液体分配系统及汽提管液 体分布系统	382	5.1 概述	484
3.5 维护	383	5.2 常用煤气发生炉的技术特性和 工艺参数	486
3.5.1 开停车时的维护	383	5.2.1 仿L型 $\phi 1.98\text{m}$ 固定层煤气 炉	487
3.5.2 正常生产中的维护	384	5.2.2 L型 $\phi 2.26\text{m}$ 液压传动固定 层煤气炉	487
3.5.3 尿素设备的保温	385	5.2.3 U·G·I型 $\phi 3\text{m}$ 固定层 煤气炉	490
3.6 检查	386	5.2.4 L型 $\phi 3.6\text{m}$ 固定层煤气 炉	491
3.6.1 液体分布器阻力降检查	388	5.2.5 MARK-1型 $\phi 2.71\text{m}$ 加 压固定层煤气炉	493
3.6.2 汽提管及高压管板的检查	390	5.2.6 MARK-4型 $\phi 2.848\text{m}$ 加 压固定层煤气炉	494
3.6.3 几种检漏方法	393	5.3 结构	495
3.7 检修	395	5.3.1 加料装置	495
3.7.1 修前准备	395	5.3.2 炉体装置	501
3.7.2 修理注意事项	397	5.3.3 炉底传动装置	505
3.7.3 衬里的修理	397	5.3.4 排渣装置	514
3.7.4 汽提管的修理	400	5.4 自动控制机	526
3.7.5 碳钢壳体和管板的修理	402	5.4.1 ZK8-57型自动机	528
3.7.6 密封面的修理	403	5.4.2 EKS-162型自动机	537
3.8 验收	403	5.4.3 DKS-192型自动机	544
4 一段转化炉	404		
4.1 一般转化反应	404		
4.2 结构	405		
4.2.1 总体结构及布置	405		
4.2.2 钢结构	409		
4.2.3 砌体	410		
4.2.4 炉管系统	420		

5.5 维 护.....	549	标准	612
5.5.1 润 滑.....	549	1.6 试 车.....	614
5.5.2 主要操作技术指标.....	550	2 制磷电炉.....	614
5.5.3 运转中检查与维护的主要 要求.....	551	2.1 技术性能.....	614
5.5.4 故障及处理方法.....	552	2.1.1 技术性能与操作条件.....	614
5.6 检 修.....	555	2.1.2 主要参数.....	615
5.6.1 主要零、部件检修方法及 报废标准.....	555	2.2 结 构.....	617
5.6.2 检修中的重点施工工艺.....	560	2.3 电炉的维护.....	621
5.6.3 检修质量标准.....	564	2.3.1 电极升降器的润滑.....	621
5.7 试车验收.....	573	2.3.2 运行中的检查及维护.....	622
5.7.1 试 车.....	573	2.3.3 常见故障及处理方法.....	622
5.7.2 验 收.....	576	2.4 检 修.....	624
6 重油气化炉.....	577	2.4.1 电极升降器.....	624
6.1 工作原理及炉型.....	577	2.4.2 电极水封.....	625
6.1.1 工作原理.....	577	2.4.3 电极夹持器.....	625
6.1.2 气化炉炉型.....	579	2.4.4 外 壳.....	625
6.2 结 构.....	581	2.4.5 拱 顶.....	626
6.2.1 气化炉.....	581	2.4.6 炉 衬.....	627
6.2.2 喷 嘴.....	587	2.5 试 车.....	629
6.2.3 废热锅炉.....	590	2.5.1 电极升降器的试车.....	629
6.2.4 急冷室.....	593	2.5.2 烘 炉.....	629
6.3 维 护.....	595	2.5.3 负荷试车.....	631
6.3.1 常见故障及其原因.....	595	3 磷酸萃取槽.....	632
6.3.2 维护要点.....	596	3.1 技术性能.....	632
6.4 检 修.....	597	3.1.1 技术性能及工艺条件.....	632
6.4.1 气化炉.....	597	3.1.2 经验数据.....	633
6.4.2 炉体砌筑与烘烤.....	598	3.2 结 构.....	633
6.4.3 主要附属设备.....	601	3.3 维 护.....	635
6.5 试车及验收.....	603	3.3.1 润 滑.....	635
6.5.1 试 车.....	603	3.3.2 检查及维护要点.....	635
6.5.2 验 收.....	603	3.3.3 常见故障及处理方法.....	635
第8章 磷肥工业.....	604	3.4 检 修.....	636
1 普钙化成室.....	604	3.4.1 主要检修技术.....	636
1.1 技术性能.....	605	3.4.2 部件制造技术要求、检修 质量与更换标准.....	640
1.2 选型计算.....	605	3.5 试 车.....	641
1.3 结 构.....	606	3.5.1 加水试车.....	641
1.4 维 护.....	608	3.5.2 负荷试车.....	641
1.4.1 日常维护.....	608	第9章 硫酸工业.....	642
1.4.2 主要故障原因及处理 方法.....	609	1 硫铁矿沸腾焙烧炉.....	642
1.5 检 修.....	610	1.1 工作原理和特点.....	642
1.5.1 主要零部件检修.....	610	1.1.1 工作原理.....	642
1.5.2 部件检修质量标准与更换		1.1.2 几种炉型特点及技术性能.....	642
		1.2 结 构.....	643
		1.2.1 炉壳及衬里.....	643

1.2.2 空气进风装置	648	3.3 维护要点	707
1.2.3 进矿及排渣装置	651	3.3.1 电器装置的维护	708
1.2.4 出气装置	657	3.3.2 电除雾器主体的维护	708
1.2.5 去热装置	657	3.3.3 常见故障处理	709
1.2.6 升温装置	659	3.4 检修	709
1.3 维护与检修	661	3.4.1 电器装置	709
1.3.1 维护	661	3.4.2 电除雾器主体	710
1.3.2 炉体的检修	663	3.5 维修中的主要安全注意事项	716
1.3.3 空气系统的检修	665	3.6 试车	716
1.3.4 去热系统的检修	666	4 转化器	717
1.3.5 升温装置的检修	667	4.1 作用原理及分类	717
1.3.6 进矿及排渣装置的检修	667	4.2 内部换热式转化器	718
1.3.7 出气装置的检修	668	4.3 中间换热式转化器	719
2 电除尘器	669	4.3.1 外置式转化器	719
2.1 分类、作用原理及效率	669	4.3.2 内置式转化器	726
2.1.1 分类	669	4.4 径向转化器与卧式转化器	728
2.1.2 作用原理	669	4.4.1 径向转化器	728
2.1.3 效率	670	4.4.2 卧式转化器	728
2.2 特性及工艺操作条件	671	4.5 沸腾床转化器	729
2.2.1 特性	671	4.6 维护与检修	730
2.2.2 工艺操作条件	671	4.6.1 维护	731
2.2.3 电器装置及其特性	672	4.6.2 常见故障及处理方法	731
2.3 结构	673	4.6.3 检修	732
2.3.1 壳体	674	4.7 试车与验收	733
2.3.2 气体分布装置	675	第10章 硝酸工业	735
2.3.3 电晕极及收尘极	676	1 氨接触氧化炉及废热锅炉	735
2.3.4 振打装置	677	1.1 技术性能	735
2.3.5 排灰装置	680	1.1.1 氧化炉和废热锅炉的规格参数	735
2.4 维护要点	680	1.1.2 工艺条件	735
2.4.1 电器装置的维护	680	1.1.3 氨氧化过程对氧化炉的要求	736
2.4.2 机械部分的维护	681	1.2 氧化炉结构	737
2.4.3 常见故障及处理方法	682	1.2.1 综合法氧化炉结构	737
2.5 检修	683	1.2.2 加压法氧化炉结构	740
2.5.1 电器部分检修	683	1.3 废热锅炉结构	743
2.5.2 机械部分的检修	686	1.3.1 综合法废热锅炉结构	743
2.6 维修中的安全注意事项	694	1.3.2 加压法废热锅炉结构	744
2.7 试车	695	1.4 维护与保养	744
3 电除雾器	696	1.4.1 生产过程中的维护保养	744
3.1 作用与工作原理	696	1.4.2 停车状态下的维护保养	744
3.1.1 作用	696	1.4.3 停车检修中的维护保养	744
3.1.2 工作原理	696	1.4.4 长期停车时的维护保养	744
3.1.3 电器装置及其特性	697	1.4.5 常见故障及处理方法	744
3.2 类型与结构	697	1.5 检修	745
3.2.1 类型	697		
3.2.2 结构	698		

1.5.1	综合法氧化炉及废热锅炉 的检修	746
1.5.2	加压法氧化炉及废热锅炉 的检修	753
1.5.3	氧化炉、废热锅炉的拆、 装顺序及注意事项	757
1.6	铂网的活化、再生、修补及铂 灰回收	758
1.6.1	铂网的技术特性	758
1.6.2	铂网的拆卸、安装	759
1.6.3	铂网的再生、修补、活化	759
1.6.4	铂灰回收	761
1.7	试车、验收	762
1.7.1	试 车	762
1.7.2	验 收	762
2	直硝反应釜	763
2.1	技术性能	763
2.1.1	设备分类及技术性能	763
2.1.2	主要操作技术指标	764
2.2	结 构	764
2.3	维 护	765
2.3.1	运行中检查及维护要点	765
2.3.2	常见故障及处理方法	766
2.4	检修及安装	768
2.4.1	主要部件检修方法	768
2.4.2	部件制造技术要求, 检修质 量标准与更换标准	771
2.4.3	反应釜安装	771
2.5	试车与验收	773
2.5.1	气密性试压前的准备工作	773
2.5.2	气密性试压及验收	774
第11章	纯碱工业	774
1	碳化塔	774
1.1	技术性能	774
1.1.1	规格及技术性能	774
1.1.2	工艺操作条件	775
1.2	结 构	775
1.3	维 护	777
1.3.1	运行中的正常操作及检查	777
1.3.2	常见故障及处理方法	777
1.4	检 修	778
1.4.1	检修技术	778
1.4.2	塔体的安装	781
1.4.3	主要部件材质与制造技术 要求	783

1.4.4	检修质量标准与更换标准	784
1.5	试车验收	785
1.5.1	试车前的准备	785
1.5.2	水压试验	785
1.5.3	硫化钠防腐	785
1.5.4	负荷试车	786
1.5.5	验 收	786
2	石灰窑	786
2.1	技术性能	786
2.1.1	性能和工艺条件	786
2.1.2	经验数据	788
2.2	结 构	789
2.2.1	窑 体	790
2.2.2	加料装置	790
2.2.3	布料装置	791
2.2.4	卸灰装置	791
2.3	维 护	791
2.3.1	润 滑	791
2.3.2	运行中的检查及维护要点	792
2.3.3	常见故障及处理方法	793
2.4	检 修	795
2.4.1	主要检修技术	795
2.4.2	主要部件的材质与制造技 术要求	797
2.4.3	主要部件规格、检修质量标 准与更换标准	797
2.5	试 车	799
2.5.1	空负荷试车	799
2.5.2	烤 窑	799
2.5.3	负荷试车	799
3	氯化铵结晶器	800
3.1	技术性能	800
3.1.1	结晶器的技术性能及工艺 条件	800
3.1.2	外冷器的性能及工艺条件	801
3.1.3	轴流泵的技术性能	802
3.2	结 构	802
3.2.1	结晶器	802
3.2.2	外冷器	804
3.3	维 护	806
3.3.1	运转中检查及维护要求	806
3.3.2	常见故障及处理方法	806
3.4	检 修	807
3.4.1	结晶器的主要检修技术	807
3.4.2	外冷器主要检修技术	808

3.3.1 维护要点	897	2.4 电石炉炉体	927
3.3.2 检查要求	898	2.5 电石炉烟罩	930
3.3.3 常见故障及处理方法	898	2.6 密闭式炉炉盖	930
3.4 安 装	898	2.7 液压系统	932
3.4.1 安装前的检查	898	2.8 密闭式炉的炉气净化装置	932
3.4.2 安 装	899	2.9 电石冷却筒	935
3.5 检 修	901	2.10 绝缘材料	936
3.5.1 检修周期与内容	901	3 电石炉的维护	936
3.5.2 辐射段炉管的焊接及质量标准	902	3.1 电极卷扬机	936
3.5.3 对流程炉管质量标准及检查	905	3.2 电极夹持器	937
3.6 裂解炉的铸件及其附件的质量标准	906	3.3 电极压放装置	938
3.6.1 裂解炉的铸件	906	3.4 电石炉炉体	939
3.6.2 附 件	906	3.5 电石炉炉盖	939
3.7 耐火衬里检修及质量标准	906	3.6 油压装置	940
3.7.1 辐射段及对流程砖墙的检修及质量标准	906	3.7 电石冷却筒	941
3.7.2 炉墙砖缝标准	908	4 检 修	941
3.7.3 炉内衬的检修	908	4.1 电石炉制造技术要求	941
3.8 试 车	911	4.2 主要检修技术和质量标准	943
3.8.1 烘 炉	911	4.3 主要零部件报废更换标准	945
3.8.2 蒸汽开车	912	5 炉体砌筑	946
3.9 验 收	913	5.1 砌炉前的准备	946
第14章 电石炉	913	5.2 砌筑材料质量标准	947
1 结构型式和技术参数	913	5.3 砌筑质量标准	955
1.1 结构型式	913	5.4 砌筑方法	955
1.2 技术参数	915	6 试车和验收	957
2 结 构	921	6.1 空负荷试车	957
2.1 电极卷扬机	921	6.2 常温下部分设备负荷试车	958
2.2 电极夹持器	923	6.3 烘炉、烘焙电极	958
2.3 电极压放装置	927	6.4 送电前的检查和试动作	958
		6.5 送电后检查	958
		6.6 竣工验收	959
		参考文献	959
		附录 法定计量单位和单位换算	964

3.3.1 维护要点	897	2.4 电石炉炉体	927
3.3.2 检查要求	898	2.5 电石炉烟罩	930
3.3.3 常见故障及处理方法	898	2.6 密闭式炉炉盖	930
3.4 安 装	898	2.7 液压系统	932
3.4.1 安装前的检查	898	2.8 密闭式炉的炉气净化装置	932
3.4.2 安 装	899	2.9 电石冷却筒	935
3.5 检 修	901	2.10 绝缘材料	936
3.5.1 检修周期与内容	901	3 电石炉的维护	936
3.5.2 辐射段炉管的焊接及质量标准	902	3.1 电极卷扬机	936
3.5.3 对流段炉管质量标准及检查	905	3.2 电极夹持器	937
3.6 裂解炉的铸件及其附件的质量标准	906	3.3 电极压放装置	938
3.6.1 裂解炉的铸件	906	3.4 电石炉炉体	939
3.6.2 附 件	906	3.5 电石炉炉盖	939
3.7 耐火衬里检修及质量标准	906	3.6 油压装置	940
3.7.1 辐射段及对流段砖墙的检修及质量标准	906	3.7 电石冷却筒	941
3.7.2 炉墙砖缝标准	908	4 检 修	941
3.7.3 炉内衬的检修	908	4.1 电石炉制造技术要求	941
3.8 试 车	911	4.2 主要检修技术和质量标准	943
3.8.1 烘 炉	911	4.3 主要零部件报废更换标准	945
3.8.2 蒸汽开车	912	5 炉体砌筑	946
3.9 验 收	913	5.1 砌炉前的准备	946
第14章 电石炉	913	5.2 砌筑材料质量标准	947
1 结构型式和技术参数	913	5.3 砌筑质量标准	955
1.1 结构型式	913	5.4 砌筑方法	955
1.2 技术参数	915	6 试车和验收	957
2 结 构	921	6.1 空负荷试车	957
2.1 电极卷扬机	921	6.2 常温下部分设备负荷试车	958
2.2 电极夹持器	923	6.3 烘炉、烘焙电极	958
2.3 电极压放装置	927	6.4 送电前的检查和试动作	958
		6.5 送电后检查	958
		6.6 竣工验收	959
		参考文献	959
		附录 法定计量单位和单位换算	964

第16篇 化工设备的维护检修

编写单位:

石家庄化肥厂 南京化学工业公司 吉林化工学院 大连化学工业公司
安庆石油化工总厂 吉林化学工业公司 舒兰化肥厂 河北省化肥公司
泸州天然气化工厂 四川化工总厂 广州氮肥厂 太原化肥厂 天源化
工厂 金山石油化工总厂 燕山石油化工总厂 吴淞化工厂

篇审人:

张允任 高炎武

编写人:

籍英杰	关宪固	马殿举	王煜明	辛守成	张登厚	邱德良	李永信
高炎武	高鹏志	乐朝辉	张允任	任晓善	张孝征	丁忠良	沈永强
郭大文	许德和	王兴创	蒋祖钨	包于飞	朱开廉	李国成	卞正荣
刘 敏	程义镜	范彩凤	刘坤吉	黄纯玉	王海彪	夏祥华	谢永林
须耀勤	胡永基	段思桥	何国强				

校核人:

程以德	张允任	高炎武	万天铭	李瑞宏	魏天明	<u>李恩宏</u>	于德清
吴桂纯	陈伯根	赫崇骧	胡锡章	刘祥林	葛孝禄	张延林	朱开廉
包于飞	卞正荣	姜尚献	随松瑞	周懋德	王玉堂	胡永基	沈永兴

统稿人:

余成辑

常用符号

(第1章 化工设备的通用维护 检修技术)

- D_i ——设备壳体内径, cm
 p ——操作压力, kgf/cm^2 Pa
 p ——实际最高操作压力, kgf/cm^2 Pa
 p_T ——水压试验压力, kgf/cm^2 Pa
 p'_T ——气压试验压力, kgf/cm^2 Pa
 Q_L ——泄漏量, $\text{mHg} \cdot \text{L/S}$
 s ——实际剩余壁厚, cm
 $s_{\min}$ ——设备壳体最小允许壁厚, cm
 V ——设备总容积, L
 $[\sigma]$ ——设备试验温度下材料的许用应力, kgf/cm^2 Pa
 $[\sigma]'$ ——工作温度下材料的许用应力, kgf/cm^2 Pa
 σ_t ——水压试验时的压力, kgf/cm^2 Pa
 ϕ ——焊缝系数

(第3章 换热器)

- A_r ——橡胶胀管元件的横截面积, cm^2
 D ——管板孔胀前内径, mm
 d_0 ——胀紧前管子的外径, mm
 d_i ——管子胀紧后的内径, mm
 e ——胀紧前管子与管孔的间隙, mm
 H ——管子的胀紧程度, mm
 h_0 ——管子内径的胀大值对管板孔内径的相对百分率, %
 h_d ——管子内径的胀大值对管子内径的相对百分率, %
 h_s ——管子内径的胀大值对管壁厚度的相对百分率, %
 L ——拧紧后板束长度, mm
 p ——施加于管子内壁的胀管压力, kgf/cm^2 Pa
 p_0 ——管子内壁屈服压力, kgf/cm^2
 s ——管壁厚度, mm
 W ——在加载拉杆上施加的压力, kgf/cm^2

- y ——胀管器推进距离, mm
 α ——胀杆锥体母线偏角。
 η ——胀管头效率, %
 σ_r ——管子材料常温屈服限, kgf/cm^2 Pa

(第5章 反应釜)

- a ——加工余量 mm
 D ——蜗杆轴直径 mm
 D_i ——反应釜内径 mm
 d_i ——搅拌直径 mm
 E ——弹性模数 kgf/cm^2 Pa
 H ——显微硬度 kg/min
 i ——公称齿高 mm
 H_1 ——毛坯齿高 mm
 h ——反应釜有效高度 mm
 k ——毛坯齿宽 mm
 l ——齿长 mm
 l_1 ——毛坯齿长 mm
 p ——反应釜压力 kgf/cm^2 Pa
 r ——转速 r/min
 s ——节圆上的公称齿宽 mm
 s_1 ——毛坯齿宽 mm
 t ——齿侧间隙 mm
 z ——加工余量 mm
 α ——膨胀系数 $1/^\circ\text{C}$
 γ ——比重 kg/cm^3 Pa
 λ ——导热系数 $\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h}^\circ\text{C})$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

(第7章 氮肥工业用设备)

- A ——材料常数
 每个周期的失重 g
 a ——补偿器的直臂长度 cm
 垫板长度 cm
 B ——托砖板宽度 mm
 δ ——许用应力参数
 b ——垫板宽度 cm
 b_1 ——绝热层设计厚度 mm
 b_2 ——耐火层设计厚度 mm

C ——壁厚附加量 mm
非蠕变损伤造成的外径变化值 mm

D ——管子外径 mm

D_w ——波纹管外径 mm
管子外径 cm

D_g ——垫片平均直径 mm

D_m ——炉管平均直径 mm

D_n ——炉管内壁直径 mm

D_w ——炉管外径 mm

D_o ——油压测力计的油缸的直径 cm

d ——管子的内径 mm
垫片内径 mm

d_B ——波纹管壳内径 mm
管子内径 cm

d_o ——油压测力计拉杆的直径 cm

E ——波纹管材料的弹性模数 kgf/cm^2 Pa

E_T ——管子材料的弹性模数 kgf/cm^2 Pa

E_t ——使用温度下材料的弹性模数
 kgf/cm^2 Pa

F ——弹性力 kgf N

F_K ——壳体(或中心管)横截面积 mm^2

F_T ——管子的横截面积 mm^2

f ——摩擦系数
炉管受热不均匀系数

H ——底板与外壁接点尺寸 mm

HV ——维氏硬度

H_1 ——夹层锅炉内壁下端与炉底法兰平面距离
mm

H_2 ——底板组装后的实有高度 mm

h ——作用力与支撑点间的距离 mm
补偿器管的悬伸长度 cm

J ——管子截面惯性力矩 cm^4

K ——炉管外径 D_w 与内径 D_n 之比值

L ——壳体(或套管)、管子的长度 mm
扳手长度 mm
构件长度 mm
扳手的力臂长度 cm

M_1 ——每只螺栓在达到计算紧固载荷时,克服螺
纹摩擦所需的力矩 $\text{kgf} \cdot \text{cm}$ $\text{N} \cdot \text{cm}$

M_2 ——每只螺栓在达到计算紧固载荷时,克服螺
母及垫圈的摩擦所需的力矩
 $\text{kgf} \cdot \text{cm}$ $\text{N} \cdot \text{cm}$

N ——结构系数

n ——波纹管的波数
垫板堆数

螺栓个数

n_c ——安全系数

O ——表面积 cm^2

P ——地脚螺栓的总扳紧力 kgf N

紧固顶盖螺栓的总载荷 kgf N
Larson-Miller指数

P_p ——试验压力 kgf/cm^2 Pa

P_o ——当扳手的作用力为 Q 时,油压测力计的指
示压力 kgf/cm^2 Pa

p ——炉管承受的内压力 kgf/mm^2 Pa

Q ——扳紧时的力 kgf
通过管壁的传热量 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
材料的蠕变活化能 $\text{Kcal}/(\text{kg} \cdot \text{mol})$
 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{mol})$

q ——炉表面单位面积热损失量 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

$[q]$ ——初定的炉外壁允许热损失值 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

q_s ——设计热损失值 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

R ——管的弯曲半径 cm
螺栓平均半径 mm
螺母及垫圈间的诱导摩擦半径 cm
气体常数 $\text{Kcal}/(\text{kgMol} \cdot ^\circ\text{C})$
 $\text{J}/(\text{kgMol} \cdot ^\circ\text{C})$
腐蚀速度 $\mu\text{m}/48\text{h}$

R_o ——垫圈摩擦面上的外径 cm

r ——螺栓螺纹的平均半径 cm

r_o ——垫圈摩擦面上的内径 cm

s ——钢的比重
炉管壁厚 mm

s_p ——波纹管壁厚 mm

s_1 ——按 $[q]$ 计算的耐火层厚度 m

s_{1s} ——按 s_1 选定的耐火层标准厚度 m

s_2 ——按 $[q]$ 计算的绝热层厚度 m

s_{2s} ——按 s_2 选定的绝热层标准厚度 m

s ——炉管计算壁厚 mm

T ——管壁设计温度 $^\circ\text{C}$
本次测量与上一次测量的炉管工作时间 h
试验温度 K
炉管工作温度 K

T_o ——初设的炉墙层间温度 $^\circ\text{C}$

T_{os} ——设计层间温度 $^\circ\text{C}$

T_k ——管壁绝对温度 K

T_m ——由工艺计算确定的管壁平均温度 $^{\circ}\text{C}$
 $T_{m \max}$ ——炉管管壁最大平均温度 $^{\circ}\text{C}$
 T_d ——炉管设计温度 $^{\circ}\text{C}$
 T_0 ——大气温度 $^{\circ}\text{C}$
 测定时的大气温度 $^{\circ}\text{C}$
 T_1 ——炉墙内壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 管内介质温度 $^{\circ}\text{C}$
 T_{1s} ——设计炉外壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 T_2 ——实测炉外壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 初算的炉墙外壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 t ——工作状态下构件的温度 $^{\circ}\text{C}$
 管壁蠕变寿命 h
 断裂时间 h
 剩余寿命 h
 $[t]$ ——给定的炉管设计寿命指标 h
 t_k ——壳体(或中心套管)的平均温度 $^{\circ}\text{C}$
 t_r ——管子平均温度 $^{\circ}\text{C}$
 t_w ——炉管外壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 t_n ——炉管内壁温度 $^{\circ}\text{C}$
 $[t_s]$ ——炉管实际设计寿命指标 h
 t_0 ——装配时现场温度 $^{\circ}\text{C}$
 安装时构件的温度 $^{\circ}\text{C}$
 炉管寿命 h
 炉管设计寿命 h
 V ——使用后炉管孔洞面积率 %
 (v_c) ——一个测量周期 T 内的平均蠕胀速率 h^{-1}
 W ——合成塔的总重量(包括底座) kg
 W_c ——炉管材料含碳量 %
 W_s ——垫片宽度 mm
 α ——螺旋角
 材料线膨胀系数 $1/^{\circ}\text{C}$
 自然对流给热系数 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$
 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 材料的蠕变特性参数 mm^2/kgf
 α_{cx} ——系数
 α_k ——壳体(或套管)材料的线膨胀系数 $1/^{\circ}\text{C}$
 α_r ——管子材料的线膨胀系数 $1/^{\circ}\text{C}$
 α_1 ——管内流体传热系数 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$
 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 α_2 ——管外流体传热系数 $\text{Kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$
 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 β ——系数
 1/2 螺纹牙型顶角
 ΔL ——波纹管膨胀节的补偿量 mm
 柔性结构的补偿量 cm

ΔL_0 ——实际需要的补偿量 mm
 ΔT ——温度安全度 $^{\circ}\text{C}$
 ΔT_d ——温度安全度 $^{\circ}\text{C}$
 δ_k ——壳体(或套管)材料的线胀系数 $1/^{\circ}\text{C}$
 δ_r ——管子的自由伸长量 mm
 λ_1 ——耐火层材料在平均工作温度 T_{m_1} 时的导热系数 $\text{Kcal}/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
 λ_2 ——绝热层材料在平均工作温度 T_{m_2} 时的导热系数 $\text{Kcal}/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
 σ ——管壁在内压作用下的平均应力
 kgf/mm^2 Pa
 管壁平均破断应力 kgf/mm^2 Pa
 炉管应力 kgf/mm^2 Pa
 试验应力 kgf/mm^2 Pa
 $[\sigma]$ ——炉管材料在设计温度和设计寿命时的许用应力 kgf/mm^2 Pa
 $[\sigma]'$ ——使用温度下材料的许用弯曲应力
 kgf/cm^2 Pa
 炉管材料在工作温度 t 时的许用应力
 kgf/m^2
 σ_a ——A处承受的弯曲应力 kgf/cm^2 Pa
 σ_c ——材料在相应温度、寿命条件下的持久极限
 kgf/mm^2 Pa
 $(\sigma_{eq})_{p=r}$ ——在内压 p 作用下, 包括蠕变影响的炉管内壁第三强度理论确定的当量应力 kgf/mm^2 Pa
 σ_s ——由于触媒等重量的附加载荷产生的附加应力 kgf/cm^2 Pa
 σ_r ——温度应力 kgf/cm^2 Pa
 σ_u ——在制造过程中产生的残余应力
 kgf/cm^2 Pa
 ϕ ——垫板与基础的接触面积系数
 φ ——螺纹副的摩擦角
 炉管纵向焊缝系数

(第8章 磷肥工业)

a ——电极与炉壁最小距离 mm
 b ——两电极最小距离 mm
 D_p ——电极中心圆直径 mm
 d ——电极直径 mm
 E ——化成室生产强度 $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$
 E_p ——电炉二次相电压 V
 H ——电炉炉膛高度 m
 k ——化成室有效容积系数
 p ——电炉表面容积强度 kVA/m^2

p_0 ——电炉炉底功率 kVA/m^2
 Q ——化成室生产能力 t/h
 电炉容量 kVA
 S ——电炉炉膛底面积 m^2
 T ——化成室物料停留时间 h
 V ——化成室全容积 m^3
 V' ——化成室有效容积 m^3
 $V_{\text{腔}}$ ——电炉炉膛容积 m^3
 γ ——物料假比重 t/m^3
 ϕ ——化成室装裁系数

(第9章 硫酸工业)

A ——收尘极总面积, m^2
 a_r ——加速度平均值
 c ——电除尘器的电场电容, μF
 D ——收尘极极间距, cm
 D ——设备直径(或水力直径), m
 d ——进气管直径, m
 E ——平均电场强度, 静电单位, 即 $300\text{V}/\text{cm}$
 E_0 ——临界电场强度, kV/cm
 F ——沸腾炉炉床面积 mm^2
 H ——沸腾炉高度, mm
 H_1 ——沸腾层高度 mm
 H_2 ——沸腾层上段高度, mm
 H_3 ——沸腾炉扩大段高度, mm
 H_4 ——沸腾炉炉膛顶段高度, mm
 h ——电晕极的有效长度, cm
 h ——进气管口到设备底板的距离, m
 I ——电晕电流, mA
 I ——沸腾炉焙烧强度, $\text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$
 K_p ——平衡常数
 k ——空间电荷效应修正系数
 L ——电极长度, cm
 L ——收尘极板长, m
 L ——电除尘器收尘管长, m
 l ——两块分布板之间距, m
 N_d ——气体通道数目
 n ——每个气体通道中电晕极数目
 p ——电晕极极间距, cm
 Q ——处理的烟气体量, m^3/s
 R ——沉淀极截面半径, cm
 R ——两极间距, cm
 R ——电除尘器收尘管半径, m
 r ——电晕极半径, cm
 r ——粉尘粒子的半径, cm

r ——电晕极线半径, cm
 u ——被净化气体的粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$
 V ——峰值电压, kV
 V ——沸腾炉炉膛容积, m^3
 $\bar{V}$ ——平均流速, m/s
 V ——气体流速, cm/s
 v_m ——按全截面积计算的平均流速, m/s
 V_0 ——临界电压, kV
 v ——烟气在极板间的流速, m/s
 v ——烟气在管中的流速, m/s
 W ——雾粒驱进速度, cm/s
 w ——荷电粒子的驱进速度, cm/s
 x ——二氧化硫平衡转化率
 η ——电除尘器除尘效率
 ϵ ——电场内部空间的介电常数, ≈ 1

(第11章 纯碱工业)

D ——石炭窑内径 mm
 G ——生产能力 $\text{t}/\text{台} \cdot \text{日}$
 H ——石炭窑有效高度 mm
 n ——容积利用系数 $\text{t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
 v_t ——碳化塔总容积 m^3
 v_n ——碳化塔有效净容积 m^3

(第12章 氯碱工业)

d ——管板孔的直径 mm
 d_1 ——胀管后管子内径 mm
 d_2 ——胀管前管子内径 mm
 d_3 ——未胀时管板孔径 mm
 H ——管子的胀紧率
 S ——未胀时管板孔径与管子外径之差 mm

(第13章 乙烯工业)

A ——搅拌轴最大弯曲值 mm
 a ——塑料变形部位长度 mm
 B ——搅拌轴套筒端面锉削量 mm
 D ——搅拌轴套筒外径 mm
 D_0 ——炉管外径 mm
 H ——最大弯曲测点至锉削起点套筒高度 mm
 h ——密封环高度 mm
 L ——反作用力 R - R 之间距离 mm
 L_c ——密封面接触压力 kgf/mm^2 Pa
 L_n ——轴承寿命系数 小时
 n ——搅拌轴转数 r/min