

化工设备事故分析

与 预防及应急处理技术

实用手册

主 编：徐帮学



银声音像出版社

《化工设备事故分析与预防及 应急处理技术实用手册》

第三卷

江苏工业学院图书馆
藏书章

银声音像出版社

目 录

第一编 化工设备常见事故分析

第一章	化工设备及其分类	(3)
第一节	化工设备概述	(3)
第二节	化工设备常用材料	(10)
第二章	化工设备事故分析	(19)
第一节	化工设备事故分析概述	(19)
第二节	化工机器事故分析	(38)
第三章	化工设备无事故与安全运行	(53)
第一节	安全设计的概念	(53)
第二节	厂址选择及总体布置	(55)
第三节	化工生产的安全评价	(65)
第四节	工艺装置	(92)
第五节	化工管道	(96)
第四章	化工各部门、岗位及工种安全职责	(117)

第二编 各种化工装备常见事故及其分析

第一章	塔槽釜爆炸常见事故及其分析	(163)
第二章	换热器常见事故及其分析	(191)
第三章	加热炉爆炸常见事故及其分析	(201)
第四章	废热锅炉常见事故及其分析	(218)
第五章	管道破裂、泄漏与爆炸常见事故及其分析	(227)
第六章	压缩机、风机常见事故及其分析	(238)
第七章	石油化工用泵常见事故及其分析	(297)
第八章	离心机常见事故及其分析	(305)

第三编 化工设备事故应急处理与预案编制

第一章	化工设备事故应急处理概述	(313)
-----	--------------	-------

第一节	事故应急管理简介	(313)
第二节	事故应急救援的基本原则和任务	(317)
第三节	事故应急救援系统	(318)
第四节	应急救援系统的运作	(320)
第五节	应急救援的组织与基本程序	(321)
第六节	国外重大事故应急系统简介	(327)
第二章	化工设备事故应急救援预案的分级、分类及基本要素	(333)
第一节	应急预案的基本要求	(333)
第二节	应急救援预案的分级	(335)
第三节	应急救援预案的类型及基本要素	(338)
第四节	应急救援预案的文件体系	(340)
第三章	化工设备事故应急救援预案编制	(344)
第一节	安全生产法的要求	(344)
第二节	事故应急救援的基本形式	(345)
第三节	应急救援的基本任务	(345)
第四节	生产经营单位制定事故应急救援预案的基本要求	(346)
第五节	生产经营单位制定事故应急救援预案的几个主要方面	(347)
第六节	社会力量应急救援指挥系统	(348)
第七节	事故应急救援预案的编写要求及其演练	(350)
第四章	化工设备事故现场急救知识与实用技术	(352)
第一节	现场急救概述	(352)
第二节	现场急救常用的几种急救技术	(353)
第三节	常见急症的急救	(355)
第五章	火灾爆炸事故现场急救处理	(366)
第一节	现场急救的意义	(366)
第二节	现场对伤员急救前的简单检查	(367)
第三节	外伤现场急救处理	(367)
第四节	触电现场急救处理	(368)
第五节	火焰烧伤现场急救处理	(371)
第六节	化学烧伤现场急救处理	(372)
第七节	中毒现场急救处理	(374)
第八节	高处跌落摔伤的现场急救处理	(374)
第九节	中暑现场急救处理	(375)
第六章	化工设备事故灭火作战组织指挥	(377)
第一节	灭火作战组织指挥的任务、原则	(377)
第二节	灭火作战组织指挥的要求	(378)
第三节	灭火作战组织指挥形式	(380)
第四节	灭火作战组织指挥的一般程序	(383)
第五节	灭火作战组织指挥层次	(386)

第六节	灭火指挥员	(387)
第七节	火场指挥部	(390)
第七章	化工设备事故灭火战斗行动	(392)
第一节	战斗行动准备	(392)
第二节	灭火出动	(394)
第三节	侦察与判断	(396)
第四节	战斗展开	(404)
第五节	进攻战斗	(409)
第六节	防御战斗	(414)
第七节	火场救人	(418)
第八节	疏散和保护物资	(420)
第九节	破 拆	(422)
第十节	战斗结束	(427)
第八章	化工厂消防设施与火灾扑救	(430)
第一节	灭火剂与灭火器材	(430)
第二节	起火与报警	(454)
第三节	灭火的基本方法	(456)
第四节	扑灭初起火灾的战术原则及指挥要点	(457)
第五节	化学危险物品火灾的扑救	(459)
第六节	电气火灾的扑救	(461)
第七节	仓库火灾的扑救	(462)
第八节	火灾中的疏散与自救逃生	(463)
第九章	化工设备事故应急救援培训、训练与演习	(472)
第一节	应急培训、训练与演习的指导思想及基本任务	(472)
第二节	应急培训	(472)
第三节	应急救援训练与演习	(479)
第四节	应急救援培训、训练与演习评估	(486)
第十章	应急救援预案检查表	(489)
第一节	应急救援预案的基本要求	(489)
第二节	危险辨识、风险评价及事故预防	(490)
第三节	应急指挥与控制	(491)
第四节	应急反应机构	(492)
第五节	监测、报警与通讯联络	(493)
第六节	应急关闭程序	(494)
第七节	应急设备与企业外援助	(494)
第八节	疏散与警戒	(496)
第九节	重新进入和恢复	(497)

第四编 化工设备事故预防技术

第一章 危险性预先分析	(501)
第一节 危险性预先分析概述	(501)
第二节 危险性预先分析的步骤	(502)
第三节 危险性识别	(504)
第四节 危险性等级	(506)
第五节 危险性控制	(508)
第六节 分析举例	(509)
第二章 职业安全卫生管理	(511)
第一节 职业安全卫生管理体制与机构	(511)
第二节 职业安全卫生法规与法制建设	(514)
第三节 安全、环境与健康管理体系	(517)
第四节 职业安全卫生管理制度	(529)
第三章 化工设备人身伤害事故预防安全教育技术	(538)
第一节 安全教育方法	(538)
第二节 安全教育的心理策略	(540)
第三节 安全动机及其激励	(542)
第四节 安全结构工资	(543)
第五节 安全意识强化技术	(546)
第六节 安全目标管理	(553)
第七节 安全文化建设	(556)
第八节 安全文化建设的心理策略	(562)
第九节 安全视牌管理法	(564)
第十节 安全心理训练	(566)
第十一节 安全态度改变	(571)
第十二节 安全风险抵押	(574)
第十三节 安全心理素质选拔	(578)
第十四节 复杂人一机系统中人因失误因素辨识技术	(583)
第十五节 基层安全管理	(587)
第十六节 全员参与安全管理	(590)
第十七节 群体动力学技术	(592)
第十八节 人—机系统分析	(596)
第十九节 “三无”班组竞赛	(597)
第二十节 原因排除方案 (ECRP)	(602)
第二十一节 顺序递进管理法	(603)
第二十二节 危险信息沟通	(606)

第二十三节 行动前征兆确定法	(611)
第二十四节 预知危险训练	(612)
第二十五节 预防事故的行为干预技术	(615)
第二十六节 综合预防法	(619)
第二十七节 职工情境意识测量及强化	(619)
第四章 化工设备事故预防常用分析仪器及其原理	(624)
第一节 气相色谱法	(624)
第二节 高效液相色谱法	(630)
第三节 紫外可见分光光度法	(639)
第四节 原子吸收光谱法	(649)
第五节 荧光光度法和化学发光分析	(654)
第六节 红外气体分析器	(659)
第七节 电位分析法	(662)
第八节 电导分析法	(667)
第九节 库仑分析法	(669)
第十节 极谱分析法	(671)
第五章 生产性粉尘作业危害程度分级检测方法	(677)
第一节 生产性粉尘	(677)
第二节 车间空气中粉尘浓度测定	(680)
第三节 生产性粉尘作业危害程度分级标准的理论基础	(687)
第四节 生产性粉尘作业危害程度分级测定方法	(696)
第五节 呼吸性粉尘检测方法	(699)
第六章 高温作业分级检测方法	(731)
第一节 生产环境气象因素	(731)
第二节 人体体温	(732)
第三节 产热过程	(733)
第四节 高温作业对机体的影响	(737)
第五节 高温作业分级标准及测定	(739)
第七章 有毒作业分级方法	(752)
第一节 作业环境常见毒物概论	(752)
第二节 生产性毒物作业危害程度分级	(783)
第八章 作业场所噪声检测	(790)
第一节 工业噪声概述	(790)
第二节 声学基础	(793)
第三节 噪声的物理量和主观听觉的关系	(798)
第四节 噪声测量仪器	(804)
第五节 噪声标准	(806)
第六节 噪声测量	(809)
第九章 防护用品及其正确选用	(811)

目 录

第一节	防护用品术语	(812)
第二节	防护用品分类	(814)
第三节	呼吸器官防护用品	(815)
第四节	防护服和护肤用品	(829)
第五节	头部防护用品	(840)
第六节	眼部、面部防护用品	(842)
第七节	手部的防护用品	(845)
第八节	足部的防护用品	(847)
第九节	防噪音用品	(850)
第十节	安全带和安全网	(852)
第十章	燃烧爆炸性物质	(857)
第一节	爆炸品	(857)
第二节	可燃气体	(862)
第三节	可燃液体	(865)
第四节	可燃固体	(872)
第五节	自燃物品	(881)
第六节	遇湿易燃物品	(887)
第七节	氧化剂和有机过氧化物	(893)
第十一章	分析化验和质量控制系统的准备	(898)
第一节	分析化验系统简介	(898)
第二节	开工前的准备	(901)
第三节	开工过程常用的分析预目的分析方法	(911)
第四节	日常生产过程中的中间控制与产品质量控制	(920)
第五节	忽视质量或分析工失误造成重大损失实例	(924)
第六节	环境监测的主要内容与检测方法及大气环境质量标准	(925)
第十二章	化工装备的维护管理	(937)
第一节	塔槽(罐)类容器的维护管理	(937)
第二节	换热器的维护管理	(940)
第三节	管式加热炉的维护管理	(943)
第四节	废热锅炉的维护管理	(948)
第五节	配管的维护管理	(953)
第六节	压缩机的维护管理	(956)
第七节	风机的维护管理	(978)
第八节	泵的维护管理	(986)
第九节	离心机的维护管理	(994)
第十节	汽轮机的维护管理	(1000)
第十三章	化工装置的强度试验和严密性试验	(1009)
第一节	化工装置的强度试验(水压试验)	(1009)
第二节	气密性试验的目的、条件和控制标准	(1011)

第三节	气密性试验的方法(含真空度试验)	(1012)
第四节	上下水管道的渗水量试验	(1013)
第五节	剧毒介质系统的泄漏量试验	(1017)
第六节	特殊情况下的气压强度试验(含安全阀的在线调压)	(1017)
第十四章	企业危险物品的仓储、装卸与运输的防火防爆	(1021)
第一节	危险物品的编号	(1021)
第二节	危险物品的特征与分类	(1022)
第三节	危险物品包装的基本要求	(1029)
第四节	仓库的特点与防火防爆的重要性	(1030)
第五节	仓库防火防爆基本知识	(1033)
第六节	化学危险物品仓库的防火防爆	(1039)
第七节	综合物资仓库的防火防爆	(1045)
第八节	常用专用仓库的防火防爆	(1047)
第九节	易燃、易爆危险物品的装卸安全	(1058)
第十节	易燃、易爆危险物品的运输安全	(1063)
第十五章	安全检测的质量控制	(1066)
第一节	质量控制的概念和意义	(1066)
第二节	检测实验室质量控制的基础	(1067)
第三节	检测数据的统计处理及结果表述	(1071)
第四节	检测方法的特性检验	(1088)
第五节	实验室内部质量控制	(1092)

第五编 化工设备事故安全管理与应急预防典型案例分

第一章	化工设备事故统计分析方法	(1101)
第一节	化工设备事故统计内容	(1101)
第二节	化工设备事故统计的基本方法	(1106)
第二章	化工设备火灾与爆炸事故技术分析	(1126)
第一节	事故现场勘察与取证	(1126)
第二节	物证分析与鉴别	(1142)
第三节	事故原因与过程分析	(1184)
第三章	安全定性评价方法	(1199)
第一节	安全检查法	(1199)
第二节	安全检查表法	(1200)
第三节	专家评议法	(1203)
第四节	专家函询法	(1207)
第五节	预先危险性分析	(1209)
第六节	如果……怎么办的定性分析方法	(1214)

第七节	危险性可操作研究	(1219)
第八节	原因 - 结果分析	(1225)
第九节	人的失误分析	(1229)
第十节	逻辑方法	(1240)
第四章	化工设备事故树分析	(1263)
第一节	概 述	(1263)
第二节	事故树的建造	(1265)
第三节	事故树的数学描述	(1276)
第四节	事故树的定性分析	(1284)
第五节	事故树的定量分析	(1295)
第六节	重要度分析	(1308)
第七节	事故树分析应用举例	(1317)
第五章	化工设备重大事故后果分析	(1320)
第一节	泄 漏	(1320)
第二节	火 灾	(1330)
第三节	爆 炸	(1334)
第四节	中 毒	(1341)
第六章	化工设备典型重大事故案例分析	(1346)
第一节	氢分塔爆炸事故分析	(1346)
第二节	氨合成塔泄漏事故分析	(1347)
第三节	液氯钢瓶爆炸事故分析	(1349)
第四节	氯气泄漏事故分析	(1352)
第五节	沥青贮罐火灾爆炸事故分析	(1353)
第六节	氯乙烯单体泄漏爆炸事故分析	(1355)
第七节	乙烯罐区爆炸燃烧事故分析	(1357)
第八节	炼油厂爆炸起火事故分析	(1358)
第九节	聚氯乙烯聚合釜超压爆炸事故分析	(1361)
第十节	氨冷器爆炸事故分析	(1363)
第十一节	列管式换热器失效原因分析	(1370)
第十二节	煤气发生炉爆炸事故分析	(1372)
第十三节	高压管道爆炸着火事故分析	(1374)
第十四节	氮氢气循环机活塞杆断裂引起爆炸事故分析	(1376)
第十五节	H22Ⅲ型压缩机曲轴断裂事故分析	(1382)
第十六节	往复活塞式压缩机活塞体螺塞脱落撞缸事故分析	(1388)
第十七节	6D32 压缩机连杆螺栓断裂事故分析	(1389)
第十八节	低密度高压聚乙烯 (LDPE) 装置乙烯压缩机超压故障的排除与理论 分析	(1392)
第十九节	离心式二氧化碳压缩机高压缸异常振动的原因分析	(1409)
第二十节	风机叶轮解体断裂事故分析	(1415)

第七章 化工设备监测系统常用传感器	(1417)
第一节 加速度传感器	(1417)
第二节 位移传感器	(1421)
第三节 压力传感器	(1428)
第四节 力觉传感器	(1431)
第五节 超声波传感器	(1435)
第六节 物流系统用接近开关	(1436)
第七节 光导纤维传感器	(1441)
第八节 栅网开关	(1443)
第九节 霍尔电流传感器	(1446)
第十节 AE (声发射) 传感器	(1449)
第十一节 CCD (Charge Coupled Device) 图像传感器	(1454)
第八章 设备信号的转换、滤波和预处理	(1458)
第一节 信号转换简介	(1458)
第二节 模拟信号与数字信号间的转换	(1461)
第三节 信号的放大	(1463)
第四节 模拟滤波器	(1466)
第五节 数字滤波器 (Digital Filter)	(1472)
第六节 信号预处理	(1482)
第九章 化工设备故障诊断技术	(1488)
第一节 概 述	(1488)
第二节 设备故障诊断中常用的监测方法	(1489)
第三节 故障诊断专家系统	(1495)
第四节 设备的远距离故障诊断专家系统	(1500)
第五节 基于人工神经网络的故障诊断系统	(1502)
第十章 化工厂安全检修	(1506)
第一节 化工厂检修的安全管理	(1506)
第二节 装置的安全停车与处理	(1508)
第三节 安全检修	(1512)
第四节 装置的开车	(1517)
第五节 不停车带压堵漏	(1518)
第六节 焊接安全	(1523)
第七节 起重作业安全	(1541)
第十一章 安全监督组织与监督	(1570)
第一节 概 述	(1570)
第二节 安全监督的程序	(1576)
第三节 安全监督实施原则	(1578)
第四节 安全监督的组织步骤	(1580)
第五节 安全监督的组织形式	(1582)

目 录

第六节 安全监督组织的人员配备	(1583)
第七节 项目 HSE 监督案例	(1584)
第十二章 安全信息工程	(1614)
第一节 安全信息技术的概念	(1614)
第二节 安全信息工程及其先进方法	(1619)
第三节 工业灾害控制技术与信息	(1622)
第四节 安全检测及监控与信息	(1624)
第五节 安全文化建设系统工程	(1627)
第六节 安全信息管理体系	(1643)
第七节 信息高速公路与安全信息网	(1649)
第十三章 安全监理工程	(1655)
第一节 工程建设监理的基本概念	(1655)
第二节 工程建设监理的范围和主要内容	(1662)
第三节 安全监理的基本概念	(1671)
第四节 安全监理的任务和监理的程序	(1676)
第五节 安全监理工程师应掌握工程建设中控制事故的预防措施	(1681)
第六节 安全、质量、减灾、环保综合监理体系	(1696)

第六编 化工设备事故分析预防与应急处理相关法律法规

中华人民共和国安全生产法	(1701)
中华人民共和国职业病防治法	(1713)
中华人民共和国消防法	(1726)
中华人民共和国环境保护法	(1734)
危险化学品安全管理条例	(1739)
特种作业人员安全技术培训考核管理办法	(1753)
使用有毒物品作业场所劳动保护条例	(1756)
特种设备安全监察条例	(1769)
中华人民共和国国家标准 重大危险源辨识	(1784)
职业安全健康管理体系指导意见	(1793)
职业安全健康管理体系审核规范	(1804)
中华人民共和国国家标准 环境管理体系 规范及使用指南	(1812)
中华人民共和国石油天然气行业标准	(1818)
国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定	(1833)
中国石油天然气集团公司安全监督管理办法	(1837)
中国石油天然气集团公司 HSE 创优升级计划	(1841)
附表 1 HSE 创优升级计划评价要素分级考核标准	(1846)
附表 2 HSE 创优升级计划自我评价评分加权系数表	(1861)

第十二章 化工装备的维护管理

第一节 塔槽（罐）类容器的维护管理

塔槽（罐）类容器的结构虽然简单，但是其开停车和操作相对比较复杂，它和工艺过程、工艺条件及整套装置的开车因素密切相关。这里只对各种塔槽（罐）类容器操作运行中经常发生的故障、维护管理方法的共同点进行简要介绍。

一、塔的维护管理

1. 运行中检查

为了保证塔安全稳定运行，必须做好日常检测或检查，并认真记录检查的结果，以作为定期停车检修的历史资料。日常检测或检查的项目如下。

- (1) 原料、成品、回流液等的流量、温度、纯度及公用工程流体（如水蒸气、冷却水、压缩空气等）的流量、温度和压力等。
- (2) 塔顶、塔底等处压力及塔的压力降。
- (3) 塔底温度，如果塔底温度低，应及时排水，并彻底排净。
- (4) 连接部件是否因振动而松弛。
- (5) 紧固件有无泄漏，必要时重新紧固。
- (6) 仪表是否正常，动作是否灵敏可靠。
- (7) 保温保冷材料是否完整，并根据实际情况进行修复。
- (8) 塔的机座和管线在开工初期受热膨胀后，不得出现错位。
- (9) 在寒冷地区运行的塔器，其管线最低点排冷凝液的结构不得造成积液和冻结破坏。

2. 停车检查

通常每年要定期停车检修一二次，将塔设备打开，检修其内部部件。注意在拆卸塔板时，每层塔板要作出标记，以便重新装配时不致出现差错。此外，在停车检查前，预先准备好备品备件，如密封件、连接件等，以便更换或补充。停车检查的项目如下。

- (1) 取出塔板或填料，检查、清洗污垢或杂质。
- (2) 检测塔壁厚度，作出减薄预测曲线，评价腐蚀情况，判断塔设备使用寿命。
- (3) 检查塔板或填料的磨损破坏情况。
- (4) 检查液面计、压力表、安全阀是否发生堵塞和在规定压力下动作，必要时重新调

整和校正。

(5) 如果在运行中发现有异常振动, 停车检查时要查明其原因。塔的常见故障及排除方法见表 12-1。

二、槽(罐)类容器的维护管理

1. 检查

槽(罐)类容器因结构和用途不同, 检查项目也不一样。槽(罐)类容器的检查, 通常指主体和金属、非金属村里的检查, 其检查项目如下。

(1) 主体

表 12-1 塔的常见故障及排除方法

序号	故障	故障原因	消除措施
1	污染	(1) 灰尘、锈、污垢(氧化皮、高沸点烃类)沉积, 引起塔内堵塞 (2) 反应生成物、腐蚀生成物(污垢)积存于塔内	(1) 进料塔板堰和溢流管之间要留有一定的间隙, 以防积垢 (2) 停工时彻底清理塔板, 若锈蚀严重时, 可改用高级材质取代原有材质
2	腐蚀	(1) 高温腐蚀 (2) 磨损严重 (3) 高温、腐蚀性介质引起设备焊缝处产生裂纹和腐蚀	(1) 严格控制操作温度 (2) 定期进行腐蚀检查和测定壁厚 (3) 流体内加入防腐剂, 器壁包括村里涂防腐层
3	泄漏	(1) 人孔和管口等连接处焊缝裂纹、腐蚀松动, 引起泄漏 (2) 气体密封圈不牢固或腐蚀	(1) 保证焊缝质量, 采取防腐措施, 重新拧紧固定 (2) 拧紧、修复或更换
4	压力降	(1) 液相或气相负荷增大 (2) 设备缺陷	(1) 减少回流比, 加大塔顶或塔底的抽出量; 降低进料量或进料温度 (2) 查明设备缺陷处, 采取相应措施

①腐蚀、侵蚀状况 可在清洗表面基础上通过肉眼检查, 如有点蚀可采用深度规、孔深计测量其深度。

②裂纹 可采用肉眼检查、磁粉探伤、浸透探伤法, 重点在焊缝处和连接部位。

③氢蚀 可采用超声波检查和通过可见光线的阴影状况由肉眼检查其表面。

④变形 可通过肉眼检查, 利用直尺、铅线、中心线等进行测量。

(2) 金属村里

①腐蚀、侵蚀状况。

②凸起状况 由肉眼或锤击检查, 用浸透探伤法检查村里有无开裂, 如发现有泄漏, 可将村里掀掉, 检查基体的腐蚀状况。

第十二章 化工装备的维护管理

(3) 非金属衬里(橡胶、合成树脂、玻璃和水泥等)

①破损、剥落、腐蚀。

②裂纹 可用火花试验检查裂纹、破裂情况,如发现衬里破坏,要对基体进行裂纹、破裂检查,必要时测定基体厚度。

2. 清洗

清洗的目的是清除槽(罐)类容器的污垢,常用的清洗方法如下。

①喷射清洗 利用高压气吹扫,清除污垢。

②机械清洗 利用刷子等工具清除污垢。

③化学清洗 通过结垢的取样分析,选择适宜的化学清洗剂将结垢溶解清除。此种方法是减轻劳动强度和提高运行效率的最佳清洗方法。

3. 检查试验

和压力容器一样,在投入使用前,对槽(罐)要进行耐压试验和气密性试验。

①耐压试验 通常进行水压试验,即使槽(罐)类容器充满水,排净空气,待器壁温度与水温度相同时,缓慢升压到规定压力。如果槽(罐)类容器的材质为奥氏体不锈钢时,为防止裂纹产生,应限制水中氯离子含量。

在冬季或寒冷地区进行水压试验时,应避免使用清水,以防冻。

对不宜用水进行试压的槽(罐)类容器,可进行气压试验。

②气密性试验 通常用空气进行气密性试验。

在进行气密性试验时,要缓慢升压至设计压力,并保持 30min,同时在检查部位用毛刷或加油器涂肥皂水或发泡液,如果发现有气泡产生,则发生气泡处便是泄漏点。

在法兰连接处,可事先贴上胶带,并在其上扎一个细孔,再涂肥皂水,通过产生的气泡找出泄漏点。

槽(罐)类容器常见故障及排除方法见表 12-2。

表 12-2 槽(罐)类容器常见故障及排除方法

序号	故障	故障原因	排除方法
1	严重腐蚀和侵蚀	(1) 材料本身不耐应力腐蚀	(1) 当槽(罐)内介质为烧碱、氯化物、硫化物、胺、氰化物、水银和氨时,材料选择尤应注意;对易发生腐蚀减薄的壳体,应定期检查,测定厚度变化,采用耐腐蚀衬里(金属、非金属),注入中性剂和腐蚀抑制剂
		(2) 焊接热处理方法不当	(2) 采用正确热处理方法,消除焊接加工产生的残余应力
2	严重泄漏	焊接、接管、阀门处及侵蚀所形成的孔隙,都容易产生泄漏	仔细进行检查、检修和测试,必要时进行更换

续表

序号	故障	故障原因	排除方法
3	其他	(1) 减压和加压操作损坏贮槽 (2) 排气阀、排气管损坏, 使槽(罐)内空气受压缩 (3) 槽内液体抽出, 受外压而起皱 (4) 槽(罐)类容器基础发生不均匀下沉	(1) 常压设备严禁减压和加压使用 (2) 定期检查、修复, 必要时更换 (3) 保持液面一定高度, 严禁擅自放低液位 (4) 基础要牢固, 定期检测基础下沉情况

第二节 换热器的维护管理

换热器的种类很多, 操作方法大同小异, 它们的共同点是利用两种物料间大量的接触面积进行热交换, 以完成冷却、冷凝、加热和蒸发等化工过程。而换热器的操作条件、换热介质的性质、腐蚀速度和运行周期决定了换热器维护管理的内容。现以广泛使用的列管式换热器为例, 讨论其维护管理方法。

一、启动

- (1) 首先利用壳体上附设的接管, 将换热器内的气体和冷凝液(如果流体为蒸汽时)彻底排净, 以免产生水击作用, 然后全部打开排气阀。
- (2) 先通入低温流体, 当液体充满换热器时, 关闭放气阀。
- (3) 缓缓通入高温流体, 以免由于温差大, 流体急速通入而产生热冲击。
- (4) 温度上升至正常操作温度期间, 对外部的连接螺栓应重新紧固, 以防垫片密封不严而泄漏。

二、运行和维护

- (1) 对于采用法兰连接的密封处, 因螺栓随温度上升(150℃以上)而伸长, 紧固部位发生松动, 因此, 在操作中应重新紧固螺栓。
- (2) 对于高温、高压和危险有毒的流体, 对其泄漏要严格控制, 应注意以下几点。
 - ①从设计角度出发, 尽量减少法兰连接, 少使用密封垫片。
 - ②从安装角度出发, 紧固操作要方便。
 - ③采用自紧式结构螺栓, 这样在升温升压时不需要重新紧固。
- (3) 换热器操作一段时间后, 换热性能会降低, 应注意以下几个问题。
 - ①传热表面上结污严重, 传热效果显著下降。
 - ②污垢将使管内径变小, 流速相应增大, 压力损失增加。

③产生管子胀口泄漏及腐蚀。

④操作条件不符合设计要求，而使材料产生疲劳破坏。

(4) 为使换热器长期连续运行，必须定期进行检查与清洗。

三、停车

(1) 首先切断高温流体，待装置停车前再切断冷流体。当石油化工生产需要先切断低温流体时，可采用旁路或其他方法，同时停止高温流体供给。如果较早地切断冷流体，则有可能因热膨胀而使设备遭到破坏。

(2) 换热器停车后，必须将换热器内残留的流体彻底排出，以防冻结、腐蚀和水锤作用。

(3) 排放完液体后，可吹入空气，使残留液体全部排净。

四、检查和清洗

换热器的检查和清洗分两个阶段进行。

1. 操作运行中的检查和清洗

操作运行中检查和清洗是一种积极的维护方法，它既能早期发现异常并采取相应的措施，又可保持管束表面清洁，保证传热效果和防止腐蚀。

(1) 定期检查流量、压力和温度等操作记录。

①如果发现压力损失增加，说明管束内外有结垢和堵塞现象发生。

②如果换热温度达不到设计工艺参数要求，说明管内外壁产生污垢，传热系数下降，传热速率恶化。

③通过低温流体出口取样，分析其颜色、密度、黏度来检查管束的破坏、泄漏情况，如果冷却水的出口黏度高，可能是因管壁结垢、腐蚀速度加快和管束胀口泄漏所致。

(2) 定期检查壳体内外表面的腐蚀和磨损情况，通常采用超声波测厚仪或其他非破坏性测厚仪器，从外部测定估计会产生腐蚀、减薄的壳体部位。

(3) 清洗。操作中清洗一般是指管内侧的清洗，对于易结垢的流体，可定期暂时地增加流量或进行逆流操作，以除去管内壁的污垢；也可根据流体种类注入适宜的化学药品，将污垢溶解去除。

2. 停车时检查和清洗

(1) 检查换热器管内外表面结垢的情况、有无异物堵塞和污染的程度。

(2) 测定壁厚，检查管壁减薄和腐蚀情况。

(3) 检查焊接部位的腐蚀和裂纹情况。因焊接部位较母材更易腐蚀，故应仔细检查。管子与管板焊接处的非贯穿性裂纹可用着色法检查。对发生破坏前正在减薄的黑色及有色金属管壁和点蚀情况的检查，国外采用涡流（电磁）测试技术。检查的部位有侧面入口管的管子表面、换热管管端入口部位、折流板和换热管接触部位和流体拐弯部位。

管束内部检查，可利用管内检查器或利用光照进行肉眼检查。对管束装配部位的松动情况，可使用试验环进行泄漏试验检查，根据漏水情况，可检查出管子穿孔、破裂及管子与管板接头泄漏的位置。如果发现泄漏，应再进行胀管或焊接装配。