

Petro-Chemical Equipment Maintenance Technology

石油化工设备

维护检修技术

(2013-2014版)

本书编委会 编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



石油化工设备维护检修技术

Petro-Chemical Equipment Maintenance Technology

(2013—2014 版)

本书编委会 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书收集的石油化工企业有关设备管理、维护与检修方面的文章和论文,均为作者多年来亲身实践积累的宝贵经验。内容丰富,包括:设备管理、状态监测与故障诊断、腐蚀与防护、检维修技术、密封与润滑、新设备与材料应用、节能与环保、工业水处理、仪表自控设备、电气设备等 10 个栏目,密切结合石化企业实际,具有很好的可操作性和推广性。

本书可供石油化工、炼油、化工及油田企业广大设备管理、维护及操作人员使用,对提高设备技术、解决企业类似技术难题具有学习、交流、参考和借鉴作用,对有关领导在进行工作决策方面,也有重要的指导意义。本书也可作为维修及操作工人上岗培训的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工设备维护检修技术:2013~2014版/《石油化工设备维护检修技术:2013~2014版》编委会编. —北京:中国石化出版社,2014.3
ISBN 978-7-5114-2575-1

I. ①石… II. ①石… III. ①石油化工设备-检修-文集 IV. ①TE960.7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 016833 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

889×1194 毫米 16 开本 33.5 印张 38 彩页 885 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

定价:128.00 元

《石油化工设备维护检修技术》

编辑委员会

主 任：胡安定

顾 问：高金吉 中国工程院院士

王玉明 中国工程院院士

副主任：（以姓氏笔画为序）

王子康 王妙云 周 敏 赵 岩 袁根乐

主 编：胡安定

编 委：（以姓氏笔画为序）

丁振君	丁智刚	于江林	于 群	马长东	马铁钢
尤兆宏	尹光耀	王书冯	王文灿	王世宏	王 光
王庆荣	王百森	王伯亮	王建军	王树华	王洪涛
王海清	王福利	王路军	邓杰章	包友明	白 桦
任名晨	刘小辉	刘玉力	刘春旺	吕长江	吕运容
吕胜杰	孙茂成	安 昱	庄晓东	庄晓峰	曲 毅
朱有志	朱晓东	朱晓东	朱晓明	朱铁光	许振语
严 红	严晓辉	何承厚	余建林	吴文伟	吴运祥
宋运通	宋晓江	张 勇	张迎恺	张忠安	张承峰
张明龙	张金柱	张拯平	张春雨	张维波	张锦红
张耀亨	李大仰	李因田	李信伟	李清河	李群友

杜志永	杜秋杰	杨 锋	杨 毅	杨兰州	杨晓冬
汪剑波	邵国刚	邵建雄	陆卫东	陆敏浩	陈文成
陈建新	陈彦峰	麦郁穗	周庆水	罗 辉	苗 一
范明新	金 强	施华彪	胡正海	胡红叶	胥晓东
赵 勇	赵亚新	夏智富	夏翔鸣	徐 钢	徐跃华
翁 刚	莫少朋	袁庆斌	袁和平	谈文芳	郭宏新
郭善忠	钱义刚	顾雪东	高金初	高海山	崔正军
常晓平	康宝惠	梁国斌	章 文	鄂运中	隋祥波
黄梓友	黄善祥	黄毅斌	游碧龙	董玉波	蒋利军
蒋蕴德	韩正民	韩敬翠	赖华强	雷启新	臧庆安
蔡清才	蔡隆展	谭怀山	潘传洪	穆澎淘	霍 炜
魏 鑫	魏治中				

管理增效 技术创新 推进设备管理向世界一流水平迈进*

——代《石油化工设备维护检修技术》序

中国石化已经站在打造世界一流的历史新起点上，发展目标已经确立，发展战略、发展模式都已经明确，最重要的是抓执行、抓落实。

今后两年集团公司设备管理工作的总体要求和目标是：以建设世界一流能源化工公司为目标，依靠技术进步，推进全员、全过程管理，坚持隐患必治和应修必修、修必修好的原则，提高设备本质安全水平，探索绿色设备管理模式，夯实生产经营基础。

今后一段时间，需要重点做好以下几项工作。

1. 进一步夯实管理基础，提升执行力。

要结合体系整合，继续梳理设备管理制度和业务流程，确保每项业务都有章可循。在总部制定《中国石化设备 KPI 考核指标》、《中国石化设备故障分类标准》、《中国石化仪表联锁保护系统管理规定》、《中国石化仪表电源管理办法》、《油田设备维护检修规程》、《油田设备维护检修定额》、《油田企业设备维修费管理规定》、《加油机管理规定》、《加气机管理规定》等设备管理制度和标准的基础上，企业要结合自身情况进行修订和完善，形成原则问题有制度、复杂业务有流程、简单工作有程序、结果评价有标准的制度体系。同时要加强宣贯力度，将制度和要求贯彻落实到基层。

2. 深化设备管理“比学赶帮超”活动。

通过历年设备大检查，各企业对自身设备管理水平的现状应该有充分的认识和定位。我们号召设备管理工作要继续深化“比学赶帮超”活动。“比”是基础，一是企业要与世界一流设备管理比水平，对照先进找差距，结合问题查不足；二是设备战线同志们要比干劲、比技术、比作风、比贡献、比创新，在比中争先进树典型，不断激发奋进动力。“学”是核心，要学习国内外先进的经验、技术和管理方法，达到学有所用、学以致用目的。“帮”是方法，通过企业和企业“一帮一”方式，设备工作者从管理水平、操作技能、处理问题的实践经验等方面互帮互学，提升集团公司整体管理水平。“超”是目标，通过学习设备管理先进企业、先进基层单位和先进个人的典型事迹，使一部分相对落后的企业、基层单位和职工，采取实际行动“超”过追赶目标。通过这一活动，营造奋勇争先、争创一流的设备管理氛围。

3. 调动全体员工积极性，强化设备全寿命周期管理。

企业要将设备前期管理职能纳入工程设计、项目建设和设备采购的内控程序，认

* 本文选自章建华同志在 2012 年中国石化集团公司设备工作会议上的工作报告，有删节。

真推行标准化设计、模块化建设、标准化采购工作。设计管理部门要坚持标准化设计原则，从源头把住设备选型关。工程建设部门要落实模块化建设工作，切实提高施工质量，合理控制工程进度。物资采购部门要结合标准化采购工作，推进总部集中储备和区域联合储备，对已具备标准化采购条件的物资推行集中储备，对通用物资实施区域联合储备，压缩企业重复储备规模。设备管理部门要提高物资需求计划的准确率，并要主动参加前期专业技术审查。

要加强设备运行管理，实现装置平稳操作。要严格现场管理，重视防腐工作、治理“低、老、坏”，改善现场设备面貌。要科学制定检修计划，确保“应修必修不失修、修必修好不过修”。

4. 抓好设备管理人才队伍建设。

各企业要重视引进和培养素质高、业务精、能力强的设备专业管理人才，特别是与生产运行比较密切的机、电、仪专业，企业应配备掌握核心设备使用、维护保养和检修技术的人员，建立我们自己的核心设备维保技术管理力量。要加大内部机、电、仪专业培训机构建设工作力度，充实专业技术教员，完善培训设施，提升培训水平。各企业要借“三支队伍”建设的有利时机，用好现有政策，提供相应待遇，留住人才、用好人才，充分发挥其应有的作用。

5. 进一步强化维保队伍的管理。

总部和各企业要认真总结、固化和推广近几年在加强改制维保队伍管理方面好的经验和做法。要把改制维保队伍的管理纳入企业日常管理，其负责人要参加企业 HSE 委员会扩大会、调度会、设备例会等相关会议，要吸纳改制维保单位参加企业各项主题活动，引导他们树立与我们“一条心、一股劲、一个目标、一家人”的理念，增强维保单位归属感。要按照石油化工检维修资质评审规则、程序和条件要求，有序开展检维修资质评审，严格执行资质审查和准入制度。要进一步加强承包商安全体系审核，规范检维修外协队伍管理，提高检维修安全和质量管控水平。

6. 加大设备隐患治理投入和新技术的推广应用。

各企业要结合安全、环保、节能减排等任务，加大设备更新改造和隐患治理力度，淘汰低效落后设备，降低能源物料消耗。上游板块在具备条件区域继续推广网电钻机、网电作业机、不压井作业装置、液压蓄能作业机、对置式往复大流量柱塞泵和双燃料发动机。炼化企业要继续通过优化控制、可变转速调节、先进保温技术、加热炉和锅炉整体节能技术、节水成套技术等推进设备节能，要结合高温油泵专项整改和示范泵区、示范润滑油站推广活动，打造高效安全泵区。在管理技术方面，要采用风险检验(RBI)、以可靠性为中心的维修(RCM)、安全联锁系统评估(SIL)等方法，应用承压设备安全评价和失效分析技术、先进无损检测技术、大型储罐检验及完整性评价技术，逐步实现状态检修。要总结推广全员生产维修(TPM)活动好的经验和做法，进一步提升现场管理水平。

7. 规范设备管理信息系统的应用。

炼化企业要重点抓好设备管理信息系统的应用工作。总部要组织开展设备管理信息系统达标竞赛，按照达标检查细则，对企业应用情况进行月度检查考核，确保系统单轨运行，有效支撑设备管理业务。要总结和推广应用经验，提高全系统设备管理信息系统应用水平。要加快设备管理信息系统与合同管理系统、实验室管理系统、生产执行系统等平台的集成和互通，实现信息共享，提高工作效率。油品销售企业要在试点基础上，加快推广步伐。加快中国石化大机组状态检测、腐蚀监测等系统的远程诊断中心建设步伐，发挥中国石化集团整体优势，强化技术支持作用，提高全系统机组运行和腐蚀监测分析水平。

8. 探索绿色设备管理模式。

绿色设备管理就是要以最少的资源和能源消耗、合理的环境保护要求，来维持设备的最佳工作状态，实现设备管理功能、环境保护、资源利用和维修人员身心健康的统一。要研究探索绿色设备管理概念和体系、设备污染的环境成本、设备使用与维护的绿色化、绿色故障管理与分析技术、设备的维修性和有效性、绿色维修的关键技术、绿色润滑、备件绿色制造工艺技术、库存控制与管理技术、废弃设备的再生处理技术、绿色设备管理的人才理念、设备管理信息系统与环境标准。力争探索并建立具有中国石化特色的绿色设备管理模式。

中国石油化工股份有限公司高级副总裁



编者的话

(2013—2014 版)

《石油化工设备维护检修技术》2013—2014 版又和读者见面了。本书由 2004 年开始，每年一版。2013—2014 版是本书出版发行以来的第十版，也是本书出版发行的第 10 年。值此出版发行 10 周年之际，特向多年来关心、热爱和支持本书的广大读者表示衷心的感谢！

《石油化工设备维护检修技术》是在中国石油化工集团公司、中国石油天然气集团公司和中国海洋石油总公司有关领导及部门的大力支持下，由三大石油公司及石油化工企业设备管理部门有关同志组成编委会，全国石化企业及为石化企业服务的有关科研、制造、维修单位供稿参编，由中国石化出版社编辑出版发行。

本书为不断加强石油化工企业设备管理，提高设备维护检修水平，不断提高设备的可靠度，以确保炼油化工装置安全、稳定、长周期运行，为企业获得最大的经济效益，并以向石油化工企业技术人员提供一个设备技术交流的平台为宗旨，因而出版发行后，一直受到广大石油化工设备管理、维护检修人员及广大读者的热烈欢迎。

每年年初征稿通知发出后，广大石油化工设备管理、维护检修人员以及为石化企业服务的有关科研、制造、维修单位和广大读者投稿十分踊跃。来稿多为作者多年来亲身经历实践积累起来的宝贵经验总结，既有一定的理论水平，又密切结合石化企业的实际，内容丰富具体，具有很好的可操作性和推广性。

为了结合本书的出版发行，使读者能面对面地交流经验，2010 年 6 月、2011 年 7 月、2012 年 6 月及 2013 年 6 月，中国石化出版社先后在苏州、南昌、西安及南京召开了“石油化工设备维护检修技术交流会”。中国石化、中国石油、中海石油及神华集团设备管理部门及所属石化企业有关设备管理领导及设备技术人员，以及为石化企业服务的部分科研、制造、维修单位的有关人员参加了会议。会上交流了设备维护检修技术的具体经验和新技术，对开好交流会及编好本书也提供了许多宝贵的有益建议，对今后进一步办好本书帮助很大。

本书 2013—2014 版仍以“状态监测与故障诊断”、“腐蚀与防护”、“检维修技术”栏目稿件最多，这也是当前石化企业装置设备长周期运行大家关心的重点。本版收到稿件较多，有的石化企业投稿就有三四十篇，说明该单位设备管理领导及部门的高度重视，我们在这里表示感谢！但由于本书篇幅有限，部分来稿未能编入，希望作者谅解。

编者受编委会及中国石化出版社的委托，尽力完成交付的任务，但由于水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者给予指正。

目 录

一、设备管理

科学检修 精心维护 提升石化装置长周期运行水平 向世界一流迈进	魏 鑫(1)
用一流的停工大检修 为建设一流的石化企业打好坚实的基础	王百森(5)
长周期运行下的大检修策略	王妙云(18)
实施设备现场标准化管理 全面提升炼油化工设备管理水平	周 敏 王庆荣 张敬耀(25)
炼化装置大检修管理经验浅析	马铁钢(30)
应用项目管理技术 科学组织大型炼厂检修	赵 岩 黄梓友 张继锋 许振语 李 锋(34)
建立预警机制 持续提升管理 努力降低机泵设备故障率	黄梓友(41)
绿色管理模式助推环保企业成长	左仲惠 孙林峰(46)
炼化装置大修信息管理平台的开发与应用	魏 冬 王瑞新 任 伟(50)
为石油化工发展做好产品全生命周期的优质服务	张 勇(53)

二、状态监测与故障诊断

基于风险的检验 RBI 技术在炼油装置的应用	李武荣(57)
焦化装置容器检验与 RBI 风险评估的结合	王 宇(66)
乙二醇装置基于风险 RBI 评估的检验	陈 堃(70)
RBI 技术在普光气田净化装置压力管道首检中的应用	李 俊 罗 海 薛 霞(76)
RBI 技术在大庆石化公司裂解新老区装置中的应用	闫世平 张宇辉 苏 敏(81)
石油化工设备失效案例分析	魏安安(84)
焦炭塔热处理后复合层焊缝裂纹原因分析	吉章红(89)
催化裂化装置烟气管道开裂、鼓包原因分析及对策	许 峰(93)
加氢装置循环氢脱硫塔氢鼓包检测分析	陆 登(98)
浅析气化炉下降管鼓包原因及对策	王彦海 周 夏(101)
应用 γ 射线扫描技术检测合成氨分馏塔的运行故障	汪李胜 刘其光 颜祥富(104)
成套检测技术在长输管线检测中的应用	赵铁瑞 姚连仲(108)
汽油吸附脱硫装置(S-Zorb)管板组件反吹接管裂纹故障分析及处理	李 辉(111)
58"液化石油气球罐裂纹原因分析	成 雷(116)
磁粉检测在压力容器检验中的应用	张重阳(120)
高频导波技术在储罐底板检测中的试验研究	田亚团(123)
基于物联网技术的机泵群智能监测与诊断系统在主要机泵上的应用	姜世庆(128)
催化增压机组振动大的故障诊断及解决措施	王英卓(133)
乙烯增压机振动原因分析及对策	王树丰(138)
聚丙烯装置环管泵 P30202 状态监测故障分析及处理	李丽红 华迪冠 郑雪良 孙 欣(142)

往复式压缩机活塞连杆监测探头的安装与调试	赵宏世	特力功	赖红娇(144)
离心式空压机轴瓦裂纹故障的分析诊断	胡学文	朱铁光	刘红梅 廖慕中(148)
K201 循环氢压缩机轴瓦故障分析及处理措施			高 丰(151)
高压电动机转子故障分析与诊断		李丽红	董亚婷(155)
利用多信息融合综合诊断设备轴承故障			陈兆虎(158)
法兰腐蚀缺陷的超声相控阵检测技术	郭 强	魏建华	张鲁滨(161)
硫磺装置主风机叶片断裂原因分析			周 伟(165)
阀门在线诊断系统的应用			楼伯华(169)
阀门螺栓断裂失效分析	闫世平	刘文智	夏智富(174)
离心压缩机轴向碰摩振动特征分析	杨国林	郭 欢	赵立超(177)

三、腐蚀与防护

中国石油炼化企业腐蚀与控制现状	周 敏	汉继程	陈 阵(181)
理性思考炼油装置低温腐蚀的解决途径			刘小辉(189)
加工高酸重质原油炼油厂的防腐策略	孙 亮	郑明光	张继锋 赵 岩 侯艳宏(196)
常减压塔塔体瓶薄腐蚀防护与检修技术	丁明生	谭金龙	陈明喜(201)
2 [#] 常减压装置腐蚀调查及原因分析			张 林(207)
蒸馏装置常压塔顶循系统腐蚀原因分析	张继锋	赵 岩	孙 亮 郑明光 侯艳宏(212)
减压塔填料腐蚀与防护	吕广磊	刘小辉	单广斌 金有海(219)
减压塔填料环烷酸腐蚀分析与防护			刘璆琴(224)
催化裂化装置的腐蚀风险分析	李贵军		刘小辉(230)
延迟焦化冷焦水空冷器管束腐蚀原因分析			李东珂(234)
连续重整装置 E1101 换热器管束失效原因分析	龚德胜	何超辉	吴建新(239)
制氢转化炉 F102 炉管的腐蚀与防护			刘丽华(243)
气分装置的腐蚀问题研究			张林浩(246)
2 [#] 柴油加氢装置设备腐蚀与防护			张树萍(249)
脱硫制硫装置的腐蚀问题分析			张 栋(255)
硫磺回收装置硫冷器换热管材料腐蚀试验研究	尹琦岭		张 杰(259)
PTA 装置加氢反应器腐蚀原因分析及修复			李武荣(263)
聚酯热煤炉空气预热器结垢与腐蚀原因分析			孙全胜(267)
GSP 气化炉水冷壁裂纹产生原因分析及防范措施			李 政(271)
煤气化装置损伤机理分析及腐蚀情况调查			臧庆安(274)
高含硫天然气净化过程典型腐蚀行为研究	许述剑	刘小辉	于艳秋 张晓刚 李 煌(278)
基于可靠性的油气长输管道腐蚀缺陷风险评估方法	黄贤滨	刘小辉	谢守明 叶成龙(283)
天然气管道开裂失效分析	单广斌	刘小辉	元 婧 瞿良云 王延平(289)
高含硫集气站腐蚀挂片带压更换技术	罗江伟	王庆潮	周胜红(293)
高含硫环境碳钢点蚀特点与形成规律	郭 强	魏建华	张锡洲(296)
20 [#] 碳钢在回用污水中的腐蚀行为研究	刘小辉	张艳玲	杜 平 陆鹏宇 王 丽(301)
普光气田腐蚀与防护	苏国丰	刘二喜	朱明喜(308)
油罐腐蚀与防护			刘子龙(313)

G001 原油缓冲罐泄漏原因分析及措施探讨	鄂 雪 宋 涛(315)
双相钢管束腐蚀原因分析及对策	孟凡亮(320)
高效传热特性管与低温余热回收防腐技术	郭宏新 杨 峻(324)

四、检维修技术

UOP 连续重整再生器失效分析与维修策略	方 成(330)
高含硫化氢装置抢修过程中硫化亚铁 自燃事故分析及对策	魏心笛 林秉方 熊安晗 尤佳佳(337)
2 [#] 催化烟机结垢情况及应对策略	苏光召(340)
化工装置管式加热炉空预器失效治理效果分析	钱广华(344)
国产化空分装置冷箱的优化改造	王树华(348)
论线性急冷换热器在乙烯装置的运行与维护	许玉良(351)
螺纹锁紧环换热器检修问题的探讨	王朝平(355)
加热炉空气预热器失效分析与处理	解光奎(360)
汽油吸附脱硫装置(S-Zorb)过滤器的清洗再生	左理胜 姜建平 曾蔚然(364)
20 万吨级硫磺回收装置加氢进料燃烧炉衬里改造	李 煌 张 杰 王团亮 贺飞鸿(367)
2 [#] 蜡油加氢装置新氢压缩机改造	闵繁荣 滕官祥(371)
往复式超高压压缩机填料盘改进措施探讨	卢敬田(374)
大硫磺 P2801 磁力泵故障处理	白聪俐(378)
中压锅炉给水泵修复技术	张柏成 闻明科 李晓晨 张定忠(382)
锅炉给水泵瓦温异常分析及对策	黄梓友(386)
闸阀阀板脱落原因分析及应对措施	王金燕 杨 光 齐学辉(389)
离心压缩机现场动平衡方法与实践	王胤龙 全红飞 郭九梅(392)

五、密封与润滑

煤制烯烃装置压缩机干气密封运行与维护	文定良(396)
窄腔泵机械密封失效分析及优化改进	李雪怡 马丽雅(401)
液态丙烯泵用机械密封改造设计	王玉鹏 鲁大强(405)
液力透平机械密封失效分析	吴松华(408)
换热器法兰连接用密封垫片的选用	吴树济 吴凯璐(412)
旋动射流技术在油雾润滑系统中的应用	胡庆球(418)

六、新设备、材料应用

新型蜂窝密封在石化压缩机上的应用	崔正军 赵锦文 王金华(422)
新型自紧式复合密封垫片的工业应用	徐 彬(425)
煤化工变换设备及管道材料选择探讨	刘胜华 熊同国(429)

ARC 修复材料在脱硫浆液泵上的应用	张星华(434)
无应力免焊封堵系统高效实现换热管封堵的应用	李玉明(437)

七、节能与环保

乙烯裂解炉节能改造综述	位卫卫(443)
2MCL807 延迟焦化富气压缩机节能改造	张韶伟 梁文彬 王少勇 李 锋(447)
CAS 铝镁质保温隔热材料与石化设备节能	苏永涛 肖礼祥 刘秋元(451)
石油化工泵节能技术及应用	李学勇(456)
整改延迟焦化加热炉存在问题促进节能效果	梁文彬 黄梓友(460)

八、工业水处理

延迟焦化装置吹气冷凝水处理工艺综述	周付建 龚德胜 王 湘 杨军文 许国平(464)
循环冷却水水质稳定性判断方法应用浅析	张艳玲 刘小辉(467)
一、二级滤器检修及改进提高装置产水量	刘玉凤(470)

九、仪表、自控设备

自动化仪表维护 E 化管理	王少勇 孙庆革(473)
浅谈仪表安装缺陷对日常维护的影响	刘 耀(478)
软件 SOE 功能在常规 PLC 中的实现与应用	张金柱 钱文琦(483)
离心式空压机控制系统国产化改造	雷大勇 梁 东(487)
HydroCOM 系统检维护技巧	孙洪泉(491)

十、电气设备

石化公司自备电厂设备检修模式探讨	赵永黎 王永春 赵晓勇(494)
变频器的故障处理及日常维护	李 倩(498)
快速切换装置在变电站所的应用与分析	范伟毅(502)
静电除尘器在我厂应用及常见电气故障分析	何文燕(508)
NBH 型高压变频器在锅炉大型电动机的应用	程占营(511)
煤气化装置 K1301 机组中压变频器长周期运行经验	高 健(515)
低压装置 6kV 配电室越级跳闸的原因分析与回路改造方案	赵欣廷(519)

科学检修 精心维护 提升石化装置 长周期运行水平 向世界一流迈进

魏 鑫

(中国石化镇海炼化分公司, 浙江宁波 315207)

摘 要 本文介绍了中国石化镇海炼化分公司 2012 年在部分装置进行生产运行的情况下, 采用合理的装置分系列检修方案, 进行了停工大检修, 为主要生产装置实现“四年一修”打下了坚实的基础, 通过科学检修, 精心维护, 进一步提升装置长周期运行水平, 向世界一流迈进的做法和经验, 供国内大型石化企业交流与借鉴。

关键词 科学检修; 精心维护; 长周期运行水平; 世界一流

镇海炼化目前拥有 $2300 \times 10^4 \text{ t/a}$ 原油加工能力、 $100 \times 10^4 \text{ t/a}$ 乙烯、 $200 \times 10^4 \text{ t/a}$ 芳烃生产能力。共有主要炼油和化工生产装置 62 套, 是目前国内最大的炼化一体化企业。

实现装置长周期运行有利于增加有效加工能力、降低成本费用, 提高经济效益, 也有利于开展优化工作, 提升竞争能力, 是企业管理水平的综合体现, 是向世界一流迈进的具体实践。镇海炼化按照总部装置长周期运行的要求, 对装置停工大修工作, 准备充分, 科学组织, 确保检修装置“开得起、稳得住、长周期”; 对生产运行装置, 以可靠性管理为核心, 精心维护, 保障长周期稳定运行。

1 镇海炼化装置长周期运行特点

(1) 统筹协调、滚动优化装置分系列检修方案。

镇海炼化拥有生产装置 62 套, 每月原油加工量近 180 万 t, 如果全部装置同步停工检修, 不仅给浙江地区成品油供应带来很大压力, 企业效益受到较大影响, 而且由于检修工作量十分惊人, 施工力量组织十分困难, 施工管理难度很高, 不利于检修改造安全、质量和进度的有效控制。因此, 统筹考虑油品供应、企业效益、检修风险, 将现有装置分为几个序列检修是保证装置长周期运行的最佳途径。我公司先由计划部门运用 PIMOS 软件从物料平衡上提出一二三次主体装置分组检修初步设想, 由生产、设备、销售部门从不同侧面提出初步设想中存

在的问题并提出调整建议, 然后重新测算物料平衡、效益最佳化, 形成相对合理的装置分系列检修方案。

(2) 细化公用工程系统检修方案, 为装置长周期运行护航。

镇海炼化在加工能力提升过程中, 公用工程板块融入装置建设, 同步规划, 同步建设, 同步发展, 水、电、汽管网、供配电回路、仪表控制回路与生产系统管网均有千丝万缕的联系, 大量的管网分散在各装置, 部分管网穿越主体装置与生产装置深度交叉, 管网运行错综复杂。主体装置分系列停工后, 公用系统无法全面地停下来检修, 系统隔离矛盾也很突出。要实现装置长周期运行, 确保公用工程系统长周期运行是前提。为此, 镇海炼化在装置分系列检修方案确定后, 生产部门组织各相关单位全面梳理水、电、汽、风、氮、氢、瓦斯分批次停运检修存在的问题并落实相应的对策措施, 制定出与装置系列检修相适应的公用工程系统分系列检修方案, 使公用工程系统的隐患缺陷也能及时消除, 为装置长周期运行护航。

(3) 建立基于风险评估的动态检修周期评价体系。

为确保装置在安全运行的基础上进一步延长装置运行周期, 最大限度地发挥设备能力, 增加有效生产时间, 节约修理费用, 我们在分设备、分专业陆续推行 RBI(基于风险的检验)、RCM(以可靠性为中心的维修)、SIL(安全完整

性等级)等基于风险的评估基础上,建立基于风险评估的动态检修周期评价体系,综合分析生产装置及系统的风险,理出各装置与系统存在的高风险问题,并通过计算消除装置风险的修理费用以及装置运行的能耗、物耗等数据,得出安全、经济的动态运行周期,为装置检修与安全管理提供决策支持,确保生产装置全面向“四年一修”迈进。

2 科学组织,充分准备,实现检修装置“开得起、稳得住、长周期”

2012年装置停工检修改造是镇海炼化历史上规模最大、涉及面最广、难度最高、要求最严的一次大修,完成了28套停工装置4494项检修任务和38项改造任务,全面实现了大修前既定的HSE、质量、进度目标。

(1)准备充分是检修成功的关键。2010年12月1日,距2012年2月13日I系列大修开始还有429天,检修准备工作开始启动。大修项目负责部门机动处、改造项目负责部门工程处和生产处、物装中心、运行部等单位一起,按照总经理的要求,结合薄弱环节整治,查找制约装置稳定运行的问题,梳理节能减排、降本增效、优化提升项目,编制了2012年装置检修改造总体方案。随后,组织机构建立、项目管理手册编制、施工单位落实、检修项目交底、图纸材料进度跟踪等各项准备工作有条不紊地展开,准备充分为检修改造任务的圆满完成奠定了扎实基础。

(2)科学组织是检修成功的保障。我们成立了以运行部设备主任挂帅的10个分指挥部,统筹管理本区域的现场管理、进度网络、资源配置等工作;机动处、工程处作为副指挥参与分指挥部运作,统筹公司设计、采购、技术、后勤等资源为分指挥部服务。组织模式的变革有效确保了分指挥部的完整性,解决了以往各部门各管一摊、各专业统筹协调难的问题,使繁重的检修工作得以高效地展开,达到了“1+1”大于2的效果。

(3)以检修战略合作为引导,带来检修承包商“高自主”。2012年镇海炼化大修大部分业务由日常保运单位承揽,“日常保运+停工检修”的战略合作思维使检修队伍十分重视此次检

修,检修队伍的高层领导带队在现场,靠前指挥,真抓实干,使检修管理由“被动执行”变为“主动作为”,现场安全、质量、进度控制均达到策划要求。检修中,我们将甲方查处问题与检修队伍自查的问题进行对比排名,在每次总指挥部会议上进行通报,有力地推动检修队伍质保体系、HSE体系向甲方的标准看齐,现场控制有了质的提升。同时,我们督促施工方做好检修前各项培训工作。为了完成PX装置首次换剂工作,施工单位制作了PX吸附塔实物模型,进行塔内件拆装模拟演练,为最终提前7天完成检修改造任务奠定了坚实基础。与此同时,对容易出现问题的保温、搭架工作对承包商进行实例培训,特别制作了样板,实地教学,效果十分明显。

(4)以《设备检修作业指导书》为参考,实现按规范检修。为抓好作业过程变更的规范与控制,减少检修作业自由度和随意性,尽力避免作业过程中产生的异常、故障及事故,我们将《设备检修作业指导书》应用于日常检修及装置停工大修中,规定各单位在设备检修技术交底时,必须向施工单位提供相应的《设备检修作业指导书》,为施工单位编制施工方案以及设备的检修提供参考依据。

3 以可靠性管理为核心,保障生产装置的平稳运行

根据总部关于主要装置实现“四年一修”的工作部署,我们在2011年成立了以主管设备副总经理任组长的长周期运行领导小组,下设系统规划、生产控制、设备保障、安全督导、技术攻关5个工作小组,全面指导、协调装置长周期运行、攻关工作。我们以设备可靠性管理为核心,做好源头控制、预防维护、风险评估、技术攻关、专项治理、现场运行等工作,保障生产装置的平稳运行。

(1)抓源头控制。一是抓好原料控制。我们针对炼化一体化生产对原油性质的要求,放弃了以往一味追求劣质化的做法,提出并实践了“适度劣质化”的思路。机动处防腐主管人员每月参加公司“计划优化暨原油采购讨论会”,根据原油的腐蚀特性,从腐蚀控制角度提出原油采购意见。生产过程中,紧盯各装置“设防

值”，杜绝硫、酸值超标，使设备腐蚀始终处于受控状态。二是开展设备标准化工作。我们对已有设备进行了标准化归类，发布了27份《设计审查购置导则》，从设计、制造的源头对设备进行规范化管控。三是规范设备资源市场。设备采购中，改变以往“低价中标”的简单做法，从设备全寿命周期成本进行分析，建立了“管用分离、相互制衡，制度说了算”的供应商资源市场管理新模式。

(2) 抓预防管理。一是抓薄弱环节整治。我们针对“四年一修”长周期运行存在的瓶颈问题进行了清理，并制定了详细的薄弱环节整治计划，至今已连续开展2年。今年年初，我们进一步调整了公司设备管理薄弱环节及整治计划，并每月跟踪整改进展情况，不断加大薄弱环节整治力度。二是抓举一反三落实。我们注重设备异常情况分析，将缺陷列入滚动计划进行专项整治，举一反三落实整改、落实监控措施，努力建立设备缺陷排查、治理、评估验收的闭环管理长效机制，提高设备本质安全。三是抓预防性维护。我们不断完善设备寿命管理台账，积极开展预防性维护工作，努力降低抢修率。对全公司机泵、3124台换热器的易损件建立了寿命管理台账，明确了易损件的使用寿命及整机大修周期，逐步实施预防性检修。例如，通过对乙烯装置裂解炉开展辐射段炉管寿命分析、燃烧器国产化攻关等措施，使气体炉的单周期运行时间达到224天，刷新了中国石化乙烯裂解炉最长运行纪录。

(3) 抓风险评估。我们通过开展RBI、RCM、SIL等基于风险的评估，对设备进行分级管理、分别制定针对性的检验维修策略、配置维护力量和费用。例如，公用工程部水气等装置通过RBI评估，确定了21根管线为高风险、中高风险，我们通过在线降险措施延期到了2014年底检验；2012年13套大修装置和5148台安全阀通过开展RBI评估工作，共节约检验费用3880.9万元，实现了装置运行安全性和经济性的统一。

(4) 抓技术攻关。我们围绕设备的热点及难点问题，及时组建挤压机、往复压缩机等多个技术攻关组，并充分利用设计、维保等单位

的技术资源，组织开展多专业联合攻关。2012年，通过开展消灭C、D区泵专项行动和“最差10台机泵”动态管理，完成消振235台，占公司CD区泵总数的58.75%；开展PP、PE挤压机多专业联合攻关，跳机次数从2010年的31次降至2012年的20次，连续运行时间达到了170天，创造了国内同类型机组运行的最好水平；开展水冷器长周期运行攻关和CFB锅炉长周期运行攻关，有效提高了水冷器和CFB锅炉的运行可靠性。

(5) 抓专项治理。我们通过设立专项治理费用，有计划地开展系统性整治工作，提高整体可靠性。2012年，我们完成高温泵改造85台，液态烃泵治理62台，芳烃泵治理27台；开展系统管线管架及液化气、酸性气、瓦斯管线的专项整治，共清除长期不用的管线36km；结合装置大修机会大力开展保温层下腐蚀专项检查整治，2012年共完成了6420个部位的保温层下腐蚀专项摸排治理，共发现并整治了25处腐蚀减薄隐患和211个腐蚀严重部位，彻底杜绝因管线外腐蚀造成的非计划停工问题。

(6) 抓平稳生产。我们进一步统一了安全平稳是最大效益的认识。根据总部“我要安全”活动的部署和“安全高于一切，生命最为宝贵”的理念，不断深化“从心出发、从行出发、从新出发”的HSE文化建设。通过建立全员HSE绩效档案、实施“五个不一样”（夜班和白班发现不一样、高处和低处发现不一样、巡检点和非巡检点发现不一样、危害程度高低不一样、恶劣天气与正常天气不一样）的“低头捡黄金”即时安全奖励机制、加大运行平稳率和产品合格率考核等一系列措施，狠抓安全生产、努力减少非计划停工。

(7) 抓现场管理。一是按照“运行管理现场化”的思路，不断强化现场运行管理的力量。为充分发挥专业化管理优势，使条块相互配合、协调发展，我们在运行部每天召开由设备、工艺、安全、操作、电气、仪表、检维修等人员共同参加的“七位一体协调会”，总结当天作业情况，安排今后几天操作与检修作业，协调解决作业需求与资源的矛盾，评估控制作业风险，收到了很好的效果。二是强化外包业务管理。

我们按照“谁主管、谁负责、谁使用、谁考核”的原则，建立了“用户负责区域、公司负责专业”的二维外包业务管理模式。业务主管部门负责制订外包业务的管理要求和考核细则，运行部设置专职“运行管理员”岗位，负责对外包业务进行日常的监督、检查，有效强化了对外包业务承包商的监督管理。同时，我们还不断深化日常考核、合同后评价、年度评价等工作机制，大力引进优质的承包商，有效地增强了承包商队伍的活力。

(8) 抓人员培训。根据设备管理人员的现状，依靠设备专业化的优势，利用各种渠道，开展有效的技术培训，不断提高各级设备管理人员技术水平。同时积极开展对技能操作人员的技能培训，提高操作人员对设备的驾驭能力，减少误操作带来的非计划停工等。如今年从各运行部选派 10 名工作满一年的设备专业大学生到我公司装置维保单位——建安公司进行为期 5 个月的培训，系统学习材料特性、设备结构、检修要点等内容，使这些人员经过培训，能将书本理论知识与现场设备管理更好地有机融合，既提升了设备人员的业务技能，也有利于保障装置设备的可靠运行。

4 装置长周期运行努力方向

(1) 认真制定实现装置“四年一修”的方案及规划。对影响装置长周期运行的因素和评价方法进行研究，从动态化设备可靠性与风险评估、预防性检修、催化剂寿命、分系列停工物料和公用工程平衡等方面寻找影响因素和评价方法，以设备可靠性为核心，进一步推进建立基于风险评估的动态检修周期评价体系。

(2) 在精细管理上下功夫，紧紧抓住制约装置长周期运行的主要矛盾，解决突出问题。加强对公司水、电、汽、风等公用系统改造，消除公用系统影响长周期运行的瓶颈问题。推广应用在线清垢、防垢技术；推进炼油区域仪表控制系统防护工作，在公司内网和 DCS 控制网络之间配置硬件防火墙，降低 DCS 控制网络感染病毒或非法入侵的机会。积极应用新技术新工艺，使设备保持良好的运行状态。

(3) 加强检维修计划、作业指导书标准化、程序化、规范化工作，实现维护、检修的标准化作业，并指导设备管理人员规范专业管理。

(4) 全面推广设备专业化管理工作，使设备专业人员在做好目前日常工作的同时，更加注重设备专业技术的学习、研究和管理。结合镇海炼化的特点，培养高素质的设备管理、维修人才，保持设备管理人员队伍的稳定。

5 结语

目前，公司装置长周期运行水平已经达到了国内先进水平，主要装置已经全面实现“三年一修”，20 多套主要装置平均运行周期达到 3.4 年，已具备高水平长周期运行的基础条件。因此，我公司通过自身的努力，完全可以在确保安全的基础上进一步延长装置运转周期，最大限度地发挥设备能力，增加有效生产时间，节约修理费用。同时，面对装置长周期运行的目标，仍有许多基础性工作需要实做，我们必须认真查找差距，积极探索，运用强有力的保障措施和先进的管理方法，确保装置长周期运行水平向世界一流迈进。