



第七届全国设备维修与改造
第十届全国设备润滑与液压

学术会议论文集

设备维修与改造、 设备润滑与液压 技术及其应用

中国机械工程学会设备与维修工程分会 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



第七届全国设备维修与改造
第十届全国设备润滑与液压

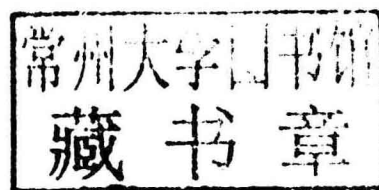
学术会议论文集

设备维修与改造、设备润滑与液压 技术及其应用

主编 中国机械工程学会设备与维修工程分会

编审 (按姓氏笔画为序)

马 彪 马跃进 王 麒 刘景元 沈 红 杨申仲
洪孝安 胡宪定 徐小力 敖立文 曹 建 熊晓光



机械工业出版社

本书是“第七届全国设备维修与改造”、“第十届全国设备润滑与液压”学术会议论文集，由中国机械工程学会设备与维修工程分会主编，共汇集了126篇论文。

全书共分两篇。上篇为设备维修与改造论文，内容有设备维修与改造技术综述、机械及机床、车辆及起重设备、电动机及泵类、锅炉及相关设备以及其他。下篇为设备润滑与液压论文，内容有润滑与密封、液压系统技术、油液及监控技术、结构与维修技术。

本书可供从事设备维修工程的技术人员和管理人员、研究院所和高等院校的科研人员、教师和研究生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

设备维修与改造、设备润滑与液压技术及其应用：第七届全国设备维修与改造、第十届全国设备润滑与液压学术会议论文集/中国机械工程学会设备与维修工程分会主编. —北京：机械工业出版社，2011.9

ISBN 978-7-111-35855-8

I. ①设… II. ①中… III. ①工程设备—维修—文集②工程设备—润滑—文集③液压技术—文集 IV. ①TB4-53②TH137-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 187483 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：沈 红 责任编辑：沈 红 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·27.25 印张·890 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-35855-8

定价：135.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

策划编辑：(010) 88379778

社服务中心：(010) 88361066 网络服务

销售一部：(010) 68326294 门户网：[http: //www. cmpbook. com](http://www.cmpbook.com)

销售二部：(010) 88379649 教材网：[http: //www. cmpedu. com](http://www.cmpedu.com)

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

第七届全国设备维修与改造、第十届全国设备润滑与液压学术会议论文集——《设备维修与改造、设备润滑与液压技术及其应用》今天与广大读者见面了。自2006年第六届全国设备维修与改造、2007年第九届全国设备润滑与液压学术会议以来，设备维修与改造、设备润滑与液压技术得到了较大发展。为了总结经验，交流推广取得的成绩，进一步探讨设备维修与改造、设备润滑与液压技术的发展趋势，促进我国设备维修与改造、设备润滑与液压技术的应用，努力在设备工程领域发展低碳经济，中国机械工程学会设备与维修工程分会决定于2011年10月召开第七届全国设备维修与改造、第十届全国设备润滑与液压学术会议，并于2011年1月上旬发出征文通知。截止到6月底的半年时间，共收到来自20个省市区的机械、冶金、有色、汽车、石油、化工、电力、钢铁、机车、能源、核电、轻工、兵器、航天等行业的企业、高校、研究院所以及学会、协会等应征论文126篇。其中，设备维修与改造论文83篇，设备润滑与液压论文43篇。经过学术会议论文评审小组评审，共评审出优秀论文40篇，其中，设备维修与改造25篇，设备润滑与液压15篇。

在编审过程中，对有些论文原著进行了删改，由于时间仓促，修改以后未能返回作者征求意见，如有不当之处，请作者予以指正。

在本次论文征集过程中，得到有关方面和人员的大力支持；在论文的编辑加工工作中，得到《设备管理与维修》杂志社的大力支持；本次学术会议论文集的出版得到了北京凯奇数控设备成套有限公司、北京凯普精益机电技术有限公司、深圳博望精密仪器公司的支持。在此，对热心并支持学会工作，组织、推荐、撰写和编辑加工论文的同志表示衷心感谢！

中国机械工程学会设备与维修工程分会
2011年9月

目 录

前言

上篇 设备维修与改造

一、设备维修与改造技术综述	3	
现代加工技术在设备维修中的应用	吕德龙	3
革新维保体制,通过预防保全彻底改善设备状态	陈刚	6
承钢 100t 系统喷雾冷却塔的节能改造	段立迎 张立秋	10
浅谈南屯电厂给水除氧系统的优化	张永 高广东 王秀娟 张峰	13
装备再制造升级内涵及体系研究	姚巨坤 朱胜 王晓明	17
水喷淋设备的改进分析	王东	21
扒渣机控制系统改造	高强	23
SJ235B 型加香机管道系统研究与优化	尹亮 罗民 林敏 邓勇	28
摩擦换向抽油机柔性轮改造设计及其节能分析	陆荣 陆达	34
节能减排与设备技术改造	赵维印	38
AHP 法在质量管理活动中的应用	王东 王春霖	41
开展平准化维修,提高维修效率	陈刚	46
快速 RCM 在流程工业中的应用	裴庆华 李东进 刘林祥	49
汽轮机轴系中心调整计算优化	秦专 胡冬清	53
蓄水池水回用循环水降低浊度和去除色度整改方案	张维鹏	63
球团 8m ² 竖炉配料膨润土除尘器系统改进	何克东 杨兰花 刘永武	66
参数调整处理变频器过电流故障	赵玉青	69
精确设置温控仪表 PID 参数提升煤气差温炉温控精度	邓文强	71
简论智能楼宇设备运维管理工程技术	谭永林	72
铁路模式机械再制造技术 设备维修改造的摇钱树	范喆	81
浅谈 Maximo 系统在北京首都国际机场的应用	李青蓝	84
漂洗水过滤器的改进	刘尚才	88
电弧炉的喷补操作技巧	白连庆	89
二、机械及机床		90
数控机床故障的诊断与处理	林林 张宫野	90
东芝轧辊磨床大修及数控系统改造	罗立凤 李实 周书 王胜军	
	王仑峰	93
大型滚齿机辅助工作台支撑系统研究	姚培根 韩兆举	97
感应加热在锻压工业中的应用	熊晓光 郭惠 康孝伟	100
设备电气维修大技术后面的小技巧	陈刚	104
时光科技交流异步伺服在大型立车的应用开发	刘洋 朱大光 胡健中	110
SPEED RUM4 卧式数控镗铣加工中心 V 轴液压夹紧改进	王建华 袁希鹏	113
也谈数控设备维改人员的培养	朱弘峰	115
浅谈数控机床的使用与故障排除技术	刘占朝	118
基于诊断技术的车床疑难故障检测	娄斌超	121

德国 SCHULER 公司 8t 五工位自动冲床改造	王跟回	124
基于 CDIO 理念的数控维修实训体系建设	孙宏昌 邓三鹏 李 彬	128
基于多技术信息融合的往复式机械故障诊断研究	杨书勇 徐小力 王立勇	131
脱硫除尘翻板限位控制方式分析与改进	梁茂森	135
西门子 840D 系统在改造美国吉丁斯 G50-RTX 加工中心的应用	原 泉 李 达	139
802DSI 系统在冷扎机上的改造应用	官 强 原 泉	142
数控曲轴内铣机床加工中的插补关系	原 泉 官 强	145
无球面瓦回转窑托轮轴承铜瓦的刮研实践	徐 彬 邢宏智 弓 洁	148
如何改造滚齿机床使其扩大加工范围	金晓英	150
交流异步电动机伺服控制技术的应用	胡健中 刘 洋	152
珩磨机珩磨条断裂故障分析	郭继程 高山阳 谢鹏鹏	156
重型卧车刀架数控改造	王文静 冯 超	158
压缩机安全技术浅析	魏新发	161
三、车辆及起重设备		163
海上平台起重机隐患及技术改造	张树龙	163
车辆腐蚀因素和预防对策	白连庆 殷国权	167
自动调心绞车底盘的应用	郭金花	169
轿车制动软设备故障分析	张法林	170
底特律 S40E 柴油机的故障分析	谭 宁	172
JTP 矿用绞车盘形制动器的维护与改进	仲 伟	174
创新节能型双动力履带式工程机械拖动及控制系统研制	陆汛弘	178
汽车涂装车间中央控制系统的规划与实施	邹阳方	184
桥式起重机控制线路改进	孙海英 田 奕 孙志刚 王君红	188
优化升级 80t/20t 桥式起重机电气控制系统	田 奕 孙海英 孙志钢 张 勇	191
四、电动机及泵类		194
浅析 PU-608 悬臂式离心泵泄漏原因及解决办法	刘新红	194
机泵轴组件对中的调试与测试检验	郑 忻 王卫兵 潘晓磊 郑伯琛	196
120 万 t/a 延迟焦化装置泵 P-150/2 断轴故障分析及处理	侯炳颖	200
2MCL457 机组电动机轴瓦高温故障分析及处理	侯炳颖	203
铸铁材质水泵体裂纹缺陷修复	汤小践 马保华	205
蒸汽喷射真空泵故障分析与处理	李明奇 赵 鹏 贾二强 李英杰	208
冶金用模块化减速电动机的冷却	蔡汉龙	212
CA6 机组带钢跑偏原因及对策	王 东 王春霖	215
解决 RG090/03 + 04 型空气压缩机轴承温度高的方法	沈安武 赵小龙 王立璞	218
循环水岗位电动机驱动风机的水轮机改造	张铁军	225
电动机的特护管理	洪长立	233
高压变频器在橡胶厂动力循环水泵的改造应用	洪长立	235
磁力泵不上量后磁传动器失效的故障分析与改造	冯永利 崔州行 唐 军 于开安	239
制氢螺杆压缩机故障的诊断与处理	张 丰	243
卧式离心振动分析研究	刘玉印	246
五、锅炉及相关设备		248
浅谈康萨克 15t 电渣炉滤波补偿装置国产化改造	刘 峰 闫振敏 何黔燕	248
锅炉高温烟管腐蚀的原因分析及防范措施	何 平 范钟梅	252

球团竖炉热链板机改造	何克东 杨全育 杨兰花	255
VD 钢包精炼炉抽真空故障的分析与判断	郭亚政 周林峰 田惠刚	258
六、其他		261
海洋平台用海水换热器材料的选择	杜喜军 韩敬艳	261
在役焦炭塔筒体鼓胀变形分析	郭宏伟 金春远	265
钢包吹包机的设计	郭亚政	270
梯型螺纹量规在航天产品中的检测应用	贾宗尧 邓 戈 高 晶 齐 刚	274
风根秤应用于铜精矿计量的研究与探讨	仲 伟	277
螺纹机械张紧装置在索道工程中的应用	刘补元	280
热溶胶涂布机涂布不均和出胶不均现状分析及采取的措施	葛晓森 巩建敏	283
浅谈大电流电力电子变流设备水冷却的附加损耗	林 立 李 宏	285

下篇 设备润滑与液压

一、润滑与密封		293
先进润滑技术——实现制造业“十二五”规划的保证	马先贵 胡俊宏	293
设备“终身润滑”技术问题的探讨	徐根元	298
合理润滑管理模式	王大中	301
高速行星传动行星轮滑动支承的润滑设计	王宏伟 陈 漫 郑长松	305
工程机械设备常用干油自动集中润滑系统的原理及特点	聂福全	311
锅炉给水泵汽轮机轴封漏汽的原因分析及改进措施	梁 柱 邓雨生 柯史壁	314
带压堵漏技术及其在热力系统的应用	刘德阳 袁 伟	317
滚动轴承佳状润滑的保全做法	郑 妍 薛玉坤 孙凤余 田木国	319
国产数控机床用油探讨	顾永其	322
引流器在异型管道带压堵漏中的应用	王 钢 熊卫红 陈芍桦	325
图表式润滑管理的应用与研究	朴希博	327
万灵霸在设备润滑中应用	关英威	329
二、液压系统技术		332
静液传动高速履带车辆转速调节控制策略仿真研究	张海岭 李和言 高志峰	332
卷取机 EPC 电液控制系统的动态特性分析	王 东 刘文健	338
基于 Matlab/Simulink 的冷轧带钢液压纠偏系统的建模与仿真	初晓旭 李国康	342
蓄能器在静液驱动车辆制动过程的吸收压力冲击研究	高志丰 马 彪 李和言 张海岭	346
履带车辆静液驱动液压系统建模与动态特性研究	李建林 陈 漫 李辉军	349
柱塞配流水压轴向柱塞泵运动学分析	王 东 陆全龙 刘文健	354
数字式水压节流阀动态特性的仿真研究	王 东 陆全龙	357
一种新型压铆机气液系统设计	闫兴民 刘奎宁 路晓亮 王保明	361
浅析荒磨机主液压系统的工作原理和操作要领	赵慧芳	364
三、油液及监控技术		367
RP-4652D (10W-40CF4 ⁺ 重负荷动力传动通用润滑油) 的研制	杨杰丹	367
CF-4 级别柴油机油摩擦学性能评定	杨 鹤 杨杰丹 卢文彤 宋海清	371
车辆综合传动装置液压与润滑系统目标污染度分析	李建林 马 彪 何春平	374
磨粒传感器线圈参数的仿真研究	吴 超 郑长松 陈 漫	381
乳化液浓度检测技术的发展及应用	王 东 王 兵 靳海水	385

不同液压油抗老化性能比较研究	杜雪岭 陈惠卿	389
离心式净油机在大 H 型钢轧机稀油润滑系统上的应用	赵 强 王英军	391
四、结构与维修技术		393
50t 电炉除尘风机轴承座漏油的改进	乔玉华	393
电液伺服阀的正确使用与维修	徐 达	395
大包滑动水口系统常见故障分析及处理	唐易荣	398
10DK9 × 2 型水泵轴承的调整与润滑	刘清卫 戴 强 宋传扩	400
浅谈液压油的使用与管理	刘占朝	402
浅谈液压润滑设备的维护及管理	袁希鹏	405
液压系统在海上应用及故障分析	张树龙	407
设备液压胶管的修复和应用	白连庆	410
热轧堆垛机液压系统故障诊断及维修	聂崇瑞	411
板式换热器泄漏原因分析及防护措施	李志刚 孙 国	414
机动设备液压系统的液压缸及其故障检修	肖永清	416
离心水泵填料密封的改造	陈爱圭	418
离心泵机械密封的维修技巧	殷 宏	421
液压设备上液压阀的使用与维修	朱 俊	423
汽车制造中连续生产设备液压系统的维护模式探索	李富贞	425

上 篇

设备维修与改造

一、设备维修与改造技术综述

现代加工技术在设备维修中的应用

吕德龙

(100097 兵器工业新技术推广研究所)

摘要 本文为推动设备管理创新活动的深入开展,不断探索设备管理和维修工作,在改进设备管理和维修体制、改善设备运行状态、减少设备故障、提高设备经济使用寿命、提高企业经济效益等方面大胆创新,总结先进经验,弘扬设备管理工作者的创新精神,促进设备管理与维修工作方法的发展和应用,深入探讨、交流设备管理的现代化进程。

关键词 现代 加工 设备 维修应用

1 引言

随着科学技术的迅速发展及新型工程材料的不断涌现和被采用,设备管理与维修工件的复杂程度以及加工精度要求越来越高,对设备管理与维修工艺技术也提出了更高的要求。由于受刀具材料性能、结构、设备加工能力的限制,使用传统的切削加工方法已很难完成对高强度、高韧性、高硬度、高脆性、耐高温和磁性等新材料及精密复杂、微细构件或难以处理的形状的加工。为了解决这些加工的难题,人们不断开发研究并成功采用“传统的切削加工以外的新的加工方法——特种加工方法”解决了很多现实工艺问题,并引起了机械制造工艺技术领域的许多变革。

进入 20 世纪以来,制造技术特别是先进制造技术的不断发展,作为设备管理与维修技术中的重要一部分,特种加工对制造业的作用日益重要。特种加工技术在国际上被称为 21 世纪的技术,尤其对新型武器装备的研制和生产,起到举足轻重的作用,可以说特种加工技术已经成为现代工业不可缺少的重要加工方法和手段。

由于材料科学、高新技术的发展和激烈的市场竞争,发展尖端国防及科学研究的急需,不仅新产品更新换代日益加快,而且产品要求具有很高的强度重量比和性能价格比,并正朝着高速度、高精度、高可靠性、耐腐蚀、高温高压、大功率、尺寸大小两极分化的方向发展。为此,各种新材料、新结构、形状复杂的精密机械零件大量涌现,对机械制造业提出了一系列迫切需要解决的新问题。例如,各种难切削材料的加工;各种结构形状复杂、尺寸或微小或特大、精密零件的加工;薄壁、弹性元件等刚度、特殊零件的加工等。于是,人们一方面通过研究高效加工的刀具和刀具材料、自动优化切削参数、提高刀具可靠性和在线刀具监控系统、开发新型切削液、研制新型自动机床等途径,进一步改善切削状态,提高切削加工水平,并解决了一些问题;另一方面,则冲破传统加工方法的束缚,不断地探索、寻求新的加工方法,于是一种本质上区别于传统加工的特种加工便应运而生,并不断获得发展。后来,由于新颖制造技术的进一步发展,人们就从广义上来定义特种加工,即将电、磁、声、光、化学等能量或其组合施加在工件的被加工部位上,从而实现材料被去除、变形、改变性能或被镀覆等的非传统加工方法统称为特种加工。

现代特种加工技术是借助电能、热能、光能、声能、电化学能、化学能及特殊机械能等多种能量或其复合以实现切除材料的加工方法。与常规机械加工方法相比,它具有如下的特点:

- 1) 不受材料强度、硬度等限制。特种加工技术主要不依靠机械力和机械能去除材料,而是用其他能

量(如电能、化学能、光能、声能、热能等)去除金属和非金属材料。它们瞬时能量密度高,可以直接有效地利用各种能量,造成瞬时、局部熔化,以强力、高速爆炸、冲击去除材料。其加工性能与工件材料的强度、硬度力学性能无关,故可以加工各种超强硬材料、高脆性及热敏材料,以及特殊的金属和非金属材料。

2) 以柔克刚。由于工具与工件不直接接触,加工时无明显的强大机械切削力,所以加工脆性材料和精密微细零件、薄壁零件、弹性元件时,工具硬度可低于被加工材料的硬度。

3) 向精密加工方向发展。当前已出现了精密特种加工工艺,许多特种加工方法同时又是精密加工方法、微细加工方法,如电子束加工、离子束加工、激光束加工等就是精密特种加工方法。精密电火花加工的加工精度可达微米级的 $0.5 \sim 1\mu\text{m}$,表面粗糙度可达到镜面的要求, R_a 为 $0.021\mu\text{m}$ 。

4) 可同时实现粗、精加工。特种加工中的能量易于实现转换和控制,工件在一次装夹中可实现粗、精加工的转换,有利于保证加工精度,提高生产率。

5) 用简单运动加工复杂形面。特种加工技术只需简单的进给运动即可加工出三维复杂形面。特种加工技术已成为复杂形面的主要加工手段。

6) 可以获得良好的表面质量。由于在特种加工过程中,工件表面不会产生强烈的弹、塑性变形,故有些特种加工方法可获得良好的表面粗糙度。热应力、残余应力、冷作硬化、热影响区及毛刺等表面缺陷均比机械切割表面小。

7) 各种加工方法可以任意复合。各种加工方法的任意复合可扬长避短,形成新的复合工艺方法,更突出其优越性,便于扩大应用范围。由于特种加工技术具有其他常规加工技术无法比拟的优点,在现代加工技术中,占有越来越重要的地位。表面粗糙度 $R_a < 0.01\mu\text{m}$ 的超精密表面加工,非采用特种加工技术不可。

2 快速逆向工程技术在设备维修中的应用

维修零件再制造过程是一个对报废零部件尺寸恢复,以及性能恢复或提升的过程。随着CAD、CAE、CAM等计算机辅助技术受到人们越来越多的重视,传统的基于经验和试错法的设计制造方法正走向基于知识的现代化设计制造的前沿领域。由于再制造毛坯大多是表面发生了磨损、腐蚀或损伤的报废零部件,毛坯的几何尺寸以及结构形貌在再制造之前一般并不确切知道。因此,再制造毛坯的测量与评价是进行现代化再制造的首要前提,而研究该过程的量化、精确化、可视化具有重要意义。

维修零件从产品数字化模型重建的角度,逆向工程可狭义地定义为将产品原型转化为数字化模型的有关计算机辅助技术、数字化测量技术和几何模型重构技术的总称。提出了一种基于逆向工程进行再制造毛坯的建模与分析的方法,该方法贯穿考虑了再制造全过程的特点,能有效地指导工程实际。

逆向工程可以迅速、精确、方便地获得实物的三维数据及模型,为产品提供先进的开发、设计及制造的技术支撑。据统计,国外70%以上的技术来自于反求。逆向工程已成为联系新产品开发过程中各种先进技术的纽带,并成为消化和吸收先进技术、实现新产品快速开发的重要技术手段。

3 表面强化技术在设备维修中的应用

表面强化技术种类繁多,常用于零件的表面技术,概括起来有三大类:表面组织转化技术、表面涂镀层技术和表面合金化技术。

各种表面技术特点各异,所需成本和所得表层性能也不尽相同。在实际生产中,针对自身的特点,结合其工作条件和使用要求,选择经济、有效的表面技术方法对进行表面处理或损坏进行修复,可以成倍地延长模具使用寿命。同时,还能改善产品质量,降低产品成本,提高生产效率,可谓一举多得,因此应加强推广使用表面技术。

4 多点压力成形在设备维修中的应用

多点压力成形机是把塑性成形技术和计算机技术结合为一体的先进制造设备。该设备可省去产品开发与制造过程中因模具设计、制造、调试和修改等复杂过程所耗费的时间和资金,显著缩短了研制及生产周

期，对产品的更新换代能作出快速的响应。

多点压力成形机是以计算机辅助设计、辅助制造和辅助测试（CAD/CAM/CAT）技术为主要手段的高技术集成系统。其基本原理是把传统的整体模具离散成一系列规则排列、高度可调的冲头群，各冲头的高度可由计算机随意控制，根据零件的目标形状调整冲头快速地构造出所需的成形曲面，从而实现板类件的快速、柔性 and 数字化成形。图 1、图 2 所示为多点成形原理和成形设备主要构成。

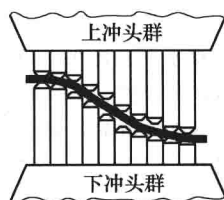


图 1 多点成形原理示意图

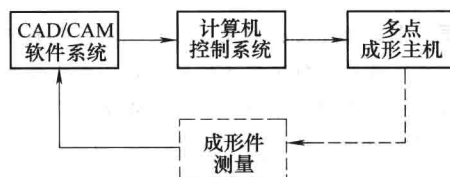


图 2 无模多点成形设备的主要构成

基本的多点压力成形设备由三大部分组成，即 CAD/CAM 软件系统、计算机控制系统及多点成形主机，其中多点成形主机是多点成形系统的核心。而 CAD/CAM 软件系统是根据成形件的目标形状进行几何造型及成形工艺计算等，并通过计算机控制系统调整冲头的高度位置，构造成形面，然后控制加载机构成形出所需的零件。由于成形面的重构过程及工艺参数的选择等均由计算机控制，因此多点成形过程容易实现自动化。如果结合针对成形结果的测量技术，还可实现闭环成形，进一步提高产品精度。

多点压力成形取代传统的整体模具，节省了模具设计、制造、调试和保存所需人力、物力和财力，显著地缩短产品生产周期，降低生产成本，提高了产品的竞争力。与模具成形法相比，不但节省了巨额加工、制造模具的费用，而且节省了大量的修模与调模时间。与手工成形方法相比，成形的产品精度高、质量好，并且显著提高生产效率。

革新维保体制，通过预防保全彻底改善设备状态

陈 刚

(130012 一汽轿车股份有限公司技术部)

摘 要 本文通过对公司设备管理现状问题的解析，借助 TPM 全员效率保全的预防保全的思想，探讨搭建一套行之有效的维保体系的可行性。由于体制改革和旧的维修管理体系的冲突，给不断发展的生产带来众多的问题和压力，改革现有维修体系，适应企业发展需要就成为不可回避的问题。分析现有体系架构和存在的问题，结合 TPM 的理念，为企业维修管理提出切实可行的思路。

关键词 维护体制 事后维修 预防保全 定期整備 设备点检

1 现行的设备自主维护体制及问题

2009 年设备停台数明显增高，究其原因，尽管有生产准备带来的部分停台，但设备管理中存在的问题，也不得不反思。首先要从现行设备养护体制谈起，才能认识到为什么停台会越来越多。当然，按“人、机、料、法、环”五个要素来讲，这只是方法上的原因。目前设备维护的做法沿用了前苏联老的计划维修体制及 2003 年以来从马自达公司学到的一些做法。

1.1 故障维修和故障管理

生产设备突发故障维修及管理，这是目前车间维修人员的主要任务。但存在以下问题：

(1) 出了故障后，维修人员成群地围在故障点，而大多数人员无非打下手（领备件、扶梯子、找工具等）。

(2) 维修标准化和培训不够，设备的修理指望个别维修技术人员，而大多数员工技能不足，造成了维修时间长，修理成本高。

(3) 维修人员大部分工具配备不全或工具状态不良，且图样资料不完善，影响维修效率。

(4) 故障真因分析及缺陷改善相当部分不到位，造成部分故障反复复发。

所以，维修人员的修理效率在一定程度上取决于管理，比如二发厂曾经规定，一般故障派维修人员最多不许超过两人（需要多人协助操作除外）。另外，值守期间必须佩带工具和保证工具可用，设备现场必须配备最常用的图样，且备件合理储备等。如果这些做到了，维修效率还是有望提高的。

另外，推行故障分析。对 10min 以上的故障开展真因分析，制定预防改善措施，对防止故障重复起到了重要作用。伴随零部件重大故障的增加，将引导大家逐步开展失效分析。

1.2 设备点检

设备点检的目的是通过对设备关键点的检查发现潜在隐患和劣化趋势，为预防维修提供依据。从 2003 年开始已经做了 6 年，但效果不理想。存在的问题如下：

(1) 点检内容多，覆盖面太宽，胡子眉毛一把抓，影响关键点的点检效果。

(2) 各车间表格标准不统一。

(3) 点检记录简单（画对号），造成一部分维修人员点检流于形式，无法控制效果。

(4) 部分点检作业内容（如原变电间）不专业，需要有选择地由技术部门统一作业标准。

1.3 年度计划预修

年度检修计划是 20 世纪 50 年代学自前苏联的，年底编制第二年的检修内容，次年每个月分解实施。分解后，要由技术人员下达每台设备的作业内容。其缺点是：

(1) 每年要报计划，按月分解，下达作业内容，填写工票，过程复杂，文字量大。

(2) 作业内容临时下达，取决于技术员的责任心和经验，没有统一标准，因而效果不理想。

(3) 按老方法，机械小修每复杂系数 7 个工时，电气 2 个工时。由于现在的设备复杂系数比几十年前成几倍、几十倍上升，工时已无法完成。

因而，事实上年度计划也同样流于形式，多数情况下变成了走纸面文件。

1.4 针对性计划

针对性计划是我们目前做得比较成功的。它依据日常点检、生产反馈、故障分析等提供的信息，把必须处理的紧急设备问题拿到节假日等集中的时间来做，一定程度上解决了部分设备隐患的维修，维持了设备状态。但问题是：

(1) 针对性计划尽管有预防作用，但是临时采集的，没有长远计划性和作业标准，因而不夠规范，预防作用不强。

(2) 内容多数是针对问题的点维修，不是面保全，因此不具备控制设备普遍状态的作用。

1.5 设备保养

设备保养是我们一直倡导的，但并没有开展起来。车间偶发性的保养，也只是擦擦设备，根本算不上保养，而且由于和生产计划的冲突而无法保证。

按照以上做法，事实上，我们即使有部分预防保全作业，也大多流于形式。现在的主要维修力量，九成都投入到了事后故障维修和针对性修理上面。而这些是以事后处理和临时性计划为主的，因而无法有效提升设备状态，这是造成大量停台的原因。

2 由事后维修过渡到预防保全

其实扁鹊三兄弟从医的故事大多数人都知道：国手扁鹊认为大哥善于防病，尽管没有赫赫的名声，却是他心目中最好的医生；二哥善于治小病于初发，因而同样是好医生，但当然也没有大的名气；而扁鹊自己，尽管成了国手，声名赫赫，但却是通过开肠破肚得来的，病人尽管也治好了，但损失已经造成了。

做设备养护，道理是一样的，必须从方法上完全扭转过来，把八成的精力放在预防保全上，我们越来越需要的是培养预防故障的高手。

具体办法是优化点检，并以点检和故障分析为保全的依据，以开展专业保养、定期整備、大中修及改造、针对性计划等预防性维修为主要作业内容，最大限度地压缩事后维修，以求取得最大的设备养护效率，并改善设备状态。新方法主要变化点如下：

(1) 专业保养。更正了目前车间把保养当简单清擦的工作，由设备的六项基础工作（清洁、完整、整齐、润滑、紧固、有序）做起，逐步深入到深层养护。

(2) 定期整備。集中把设备需要定期（如半月或1月以上）做的作业（如更换、校准、标定、换油、检测、调整等）制定出针对具体机台的作业标准，取代年度计划，从而使检修针对性、预防性增强，并简化流程。

(3) 优化点检。把外观和基础状态内容移到专业保养作业，1月（或半月）以上的作业移到定期整備，只点检关键隐患，这样点检可以做到更实。同时，重要点记录变打勾为数据化，以为其他作业方法提供依据。

(4) 失效分析。在“10故障”开展故障分析的基础上，要求1h以上的故障要作失效分析，以提高分析深度（修改故障分析表）。

新的方法架构如图1所示。

这样做后，设备点检为各种维保作业提供对策依据，而并行的故障维修、专业保养、定期整備、针对性修理、大中修及改造中，故障维修只占有很小的一部分，而大部分工作放在了预防性保全上，从而把工作中心转移到预防上来。

3 如何开展自主保全

3.1 要“取”也要有“舍”

按照我们的规划，新方法展开有两个构成部分。通俗的比喻叫做“搭台与唱戏”。车间确定直管主任，成立维修工段，设置TPM专项和推进员，区分维修工、保全工、上线电钳工等只是“搭台”，搭台后要唱戏，但是要唱新戏，而不是老戏。否则，我们走的还是老路。

做任何事，在“取”的同时，就要想到“舍”。关公疗毒尚需刮骨，没有“舍”，就没有真正的

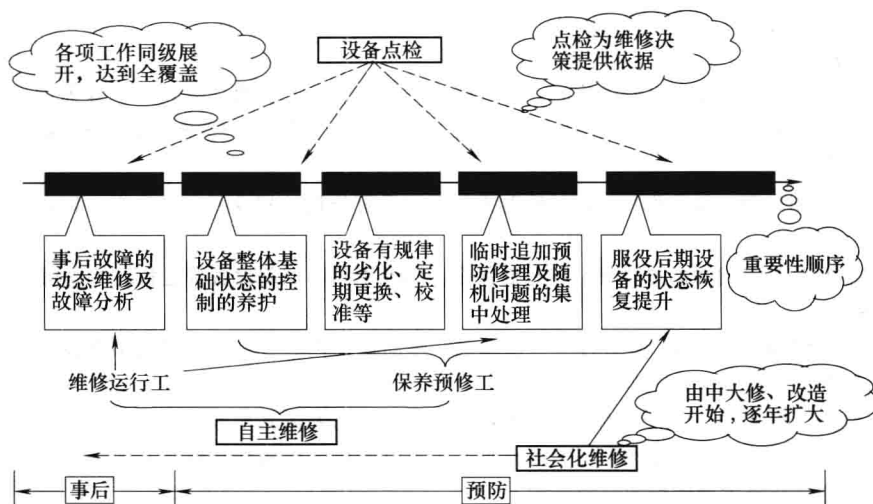


图1 维修体系重新规划

“取”。面对我们现在日益增高的停台和设备状态的劣化，所谓长痛不如短痛，是做出取舍的时候了。

以往，我们之所以只能把精力放在事后维修和针对性计划上，最主要的原因之一就是维修工组织问题，由于职责不清，所有人员都拥在事后维修上，并根据情况做点针对性计划。大家都做，往往等于大家都不做。由于分工不明确，事实上预防性养护根本没有做起来。出路只有在作业内容上明显区分，固定哪些人侧重故障维修，哪些人侧重养护，才能做实。

另一个原因，是和生产计划的冲突，人的体力毕竟是有限的，想要跟班作业的人在三班或节假日全不休息，组织起来会很难。因而区分有助于解决这个问题。

这样的搭台只是为了保证把新戏唱起来，演员各尽其职。

3.2 人员分工及任务

按照新的方法，由维修工负责设备点检、运行监护、故障维修，并部分支援针对性修理，保全工负责专业保养、定期整备、针对性修理、大中修及改造。我们的主要精力必须转移到预防保全上来，这是我们彻底改善设备状态的唯一出路。

(1) 维修工干什么？

1) 维修工首先要负责故障维修，故障维修是高技术的作业，需要有相当的技术积累和分析能力。面对日益复杂和高度自动化的设备，我们要给他们在线研究设备结构、图样和程序的时间。这不是简单培训就可以胜任的。

2) 要监护设备运行，即相当于运行工。维修工分片值守期间，要及时发现设备异常及停机，并以最快的反应速度处理。我们要根除维修工在线巡视或值守是闲逛的观念，这个观念不改变，就无法正确理解维修工的工作性质。

3) 进行设备点检。我们可以规定每天维修人员点检的分区、时间、线路、内容、标准、工具、方法、记录等，切实把点检做好。

4) 参加节假日针对性检修。针对技术性比较复杂的针对性检修计划，维修工应和保全工共同参加，但要各自侧重故障完善和改善性修理。

所以，只要管理得当，维修工是有事情可做的。

(2) 保全工干什么？划分保全工的想法，是要把预防性的保全做起来。具体可以做如下工作：

1) 专业保养。这部分人可以负责编制自己主管的所有机台的专业保养标准（技术员审核），并按标准开展日常保养。同时，他们还要指导操作工人的自主保全作业。

2) 定期整备，类似于以前的年度计划。可以由保全工自己制定针对每台设备的定期整备标准（技术员审核），并按计划和标准内容作业。

3) 针对性计划。利用节假日进行针对性计划的作业。

4) 大中修及改造。目前我们的大中修及改造大部分委托厂家来做,今后我们力所能及的要由保全工来做。

保全工的作业内容,只要逐步按机台编制出标准和作业内容,也不可能没有事做。

(3) 操作工做什么?

操作工的主要任务是生产操作,其次要学会设备保全和改善技能。在节假日时,操作工可以支援保全工作业,为重大的修理项目做助手。同时,好的操作工,经过培训、考试合格的,可以有条件转为保全工。

这样,就形成了操作工——保全工——维修工的梯队。根据人员评价体系和个人考核情况,梯队人员可以进行对流。

4 在生产和人员压力面前如何平稳过渡

为了解决当前人员不足的问题,尽量少影响短期生产。我们的想法是分阶段,循序渐进地过渡过来。但是必须做,这是没有选择的。即使短期有点影响,但随着设备趋于稳定,停台下降,我们忙于救火的状态就会很大程度得以改善。

第一阶段:先划分出少数人,比如几十个维修工中的五六个,把那些故障维修能力相对弱些,修设备在周边当下手的人抽出来,成立保全班。并做如下工作:

1) 对保全工进行大致组合分片,各负责一片设备,且互相支援。

2) 车间 TPM 管理人员组织保全工按顺序针对每个机台编制专业保养和定期整备标准,由车间技术员审核。先明确保全工的作业内容。

3) 跟班作业和必要时错班,把专业保养先局部开展起来,然后日益扩大。

4) 保全作业专业性不是很强的工作,节假日时间集中时,操作工支援作业。

第二阶段:随着保全作业内容的逐步展开,机台文件的完善,设备状态趋于稳定和人员补充,逐步增加保全人员,并开始错班,进入真正的双轨运行。

各车间由于生产班制不同,比如 24h 生产的车间,可以灵活管理。有条件 and 需要错班时错班,没有条件时跟班作业,但作业内容要区分开来。比如涂装,有维修段或备用滑撬、穿梭机等,即使跟班作业,也有事可做。

要做好每一件事,都要有付出。我们真心希望各级领导给予理解和支持,做出必要的舍弃,才能获取更大的收益。尽管会有阵痛的过程,但只要站在公司的利益高度上,共同努力,任何问题都会变得简单。