



第七届全国设备管理
第八届全国设备维修与改造

学术会议论文集

设备管理、 监测诊断及 维修改造

中国机械工程学会设备与维修工程分会 编



奥地利喜耐 HIRNER 环保、节能的创新固体润滑产品简介

二硫化钼 MoS_2 作为性能优良的固体润滑材料几十年来已在许多场合得到成功应用，奥地利喜耐公司创新性地开发了以下产品：1)减磨块（减磨润滑块、减磨防滑块）；2)减磨润滑膏；



以固体块状持续压力接触摩擦面成膜（减磨块）与流动输送到被润滑点固化成膜（减磨膏）两种方式工作，使二硫化钼 MoS_2 的应用更具优势，实现了多重的节能降耗，并可有效地保护环境。

减磨块特别适合于应用于如滚轮、回转环、支撑及驱动滚轮、回转炉、干燥设备、磨碎机、行车及各种轨道输送设备上（如立体仓库）的压力滚轮、索道设备上的换向轮、火车头及机车车轮、摩擦驱动轮、特殊工况下的链传动、滑动表面等等。

沥青搅拌设备

机车轮缘轮轨

工程机械



沥青干燥转窑

石膏转窑

立体仓库



起重设备轮缘滑轨

垂直运输设备



不含油脂的“流动”的减磨润滑膏 Molytrop®可用润滑枪,或用润滑压力杯,或在中央润滑装置(3巴即够)中,包括适合低温喷射,对润滑点进行独立润滑,输送到润滑点后会马上固化成膜,迅速减缓摩擦副之间的摩擦磨损。可以用于减磨块无法润滑,或油脂无法润滑的场合。

通过与欧洲、德国、奥地利的众多设备制造商的紧密合作,喜耐 hirner 的减磨块与减磨膏广泛应用于各类工业企业的相关设备中,可为你的设备运行提供简便实用、性能卓著、节能环保的润滑方案。

欢迎各位朋友来信来电垂询!

富新润滑保养技术应用服务部（上海富示科机电设备有限公司）

电话：021-51096963； 邮件：fusin09@sina.com, hirnercn@163.com

国外先进润滑保养技术合作推广

润滑保养应用技术服务

--奥地利喜耐 HIRNER 固体润滑

--润滑应用技术疑难问题分析与处理

--微量润滑、微量切削润滑

--润滑故障（事故）分析与处理

--油品质量在线监测；等等

--润滑保养应用技术培训

无油、无脂“流动性”固体润滑剂--Molytrop®润滑膏



第七届全国设备管理学术会议论文集
第八届全国设备维修与改造

设备管理、监测诊断及 维修改造

中国机械工程学会设备与维修工程分会 编



机械工业出版社

在国家节能减排等大政方针的指导下，设备管理、设备维修与改造、设备故障监测与液压润滑技术得到了较大发展。针对国内生产企业的技术发展和需求，中国机械工程学会设备与维修工程分会组织全国机械、冶金、航空、石化、电力、交通等行业技术人员，交流总结实践经验、探讨新技术新方法，指导实际工作。

本书在于开拓知识面，推广新技术、新经验、新方法，理论联系实际，极具交流和推广价值。本书是中国机械工程学会设备与维修工程分会组织的第七届全国设备管理 第八届全国设备维修与改造学术会议论文集，共分三部分，即设备管理，设备监测与诊断，液压润滑、更新改造及维修。共收集 60 篇论文。

本书可供装备制造企业的相关企业、科研院所、专业院校的技术人员和师生参考学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

设备管理、监测诊断及维修改造：第七届全国设备管理、第八届全国设备维修与改造学术会议论文集/中国机械工程学会设备与维修工程分会编. —北京：机械工业出版社，2013. 11

ISBN 978-7-111-44466-4

I. ①设… II. ①中… III. ①设备管理 - 学术会议 - 文集②机械维修 - 学术会议 - 文集 IV. ①F273.4 - 53②TH17 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 247344 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：刘雅娜

封面设计：姚 毅 责任印制：李 洋

北京华正印刷有限公司印刷

2013 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.75 印张 · 447 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-44466-4

定价：88.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

策划编辑 (010) 88379778

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

编 委 会

顾 问：高金吉 邢 敏

主 任：徐小力

副主任：杨申仲（常务） 张来斌 刘林祥 孙大森 王红军
洪孝安

编 委：（以姓氏笔画为序）

马 彪 王 麒 王永洲 刘景元 肖 颖 陈 庞
敖立文 许宝杰 梁 伟 范 靖 李东进

主 编：徐小力 杨申仲

副主编：王红军 刘景元

前 言

在国家节能减排等大政方针的指导下，设备管理、设备故障监测与诊断及设备维修与改造得到了较大发展。针对国内生产企业的发展和需求，中国机械工程学会设备与维修工程分会组织机械、冶金、航空航天、石化、电力、交通等行业技术人员，交流总结实践经验、探讨新技术新方法，指导实际工作，汇成了《第七届全国设备管理 第八届全国设备维修与改造学术会议论文集——设备管理、监测诊断及维修改造》一书。

中国机械工程学会设备与维修工程分会决定于2013年12月召开第七届全国设备管理 第八届全国设备维修与改造学术会议，并于2013年2月上旬发出征文通知。本书共汇集自全国机械、冶金、有色、汽车、石油、化工、电力、钢铁、机车、能源、核电、轻工、兵器、航空航天等行业的企业、高校、研究院所及学会、协会等应征论文60篇。其中，设备管理32篇，设备监测与诊断10篇、液压润滑、更新改造及维修18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。

本论文集出版得到北京信息科技大学、上海宝欧自动化有限公司、上海富示科机电设备有限公司的大力支持；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，在此，对热心学会工作，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
2013年10月

目 录

前言

一、设备管理	1	
运用全员预防维修思想,解析冲压领域产能不足问题	陈 刚 张洪元	1
设备综合能力指数 CMK 在焊装线的应用初探	戴 竞	6
轧辊表面裂纹及辊面小剥落成因及处理方法	陈 磊 李永昌 王 宾 王 军 董坤坤	8
企业设备维修备件管理综述	赵维印	10
加强油田设备管理,助力企业科学发展	田洪霞	15
实现热连轧机负荷分配与优化模型的板形控制研究	杨兴辉 刘超伟 王苏州 韩祯祥 孟晓亮	17
浅析影响装载机油耗的因素	梁开武 王荣忠	21
离心增压注水泵在吉林油田乾安区块的应用	王俊福 李洪洌 胡长悦 高云义	24
电能质量分析及治理研究	俞忠民	28
提高设备检修质量的应对措施	牛延铎	33
浅谈化工设备管理的新思路和新方法	常世芳	36
谈设备引进前期管理的创新研究与应用	葛晓森 巩建敏	38
机泵联轴器对中测量与机宜鉴识应用	郑 炘	40
巧装星箭杠杆式气动截止阀	常世芳	44
高炉泡沫渣成因、影响及预防措施	崔 春	46
非制造业生产车间库房资材的佳状仓储	郑 炘	49
保障机械设备使用收益递增的途径	郑 炘	52
浅谈杜尔加注机冷媒加注系统	杨 健	55
PROFINET 工业以太网总线在 RGV 上的应用	徐 勇	60
预知维修在钢厂设备维修中的应用	聂崇瑞 聂东宁	66
因联接螺栓缺失导致施工升降机受力不平衡产生的倒塌事故	李芳龙 余国意	69
强化岗位点检,有效提升设备管理水平	乔玉华	72
对冶金企业备件国产化的思考	聂崇瑞 聂东宁	75
三表对中方法的实际应用与优化	田 亮	77
精细化工行业设备管理模式探索	李朝阳	80
钢卷包装打捆机固定刀片失效分析与预防	赵 琦 于立祥	82
正确使用离心泵 保障供水站的稳定运行	杨国彬	85
浅议离心泵的机械密封与填料密封	马志刚	88
以机旁备件管理为中心的物资管理系统	段立迎	91
不二越电源电路测绘与原理分析	陈 刚	95
点检精细化、实效化的对策与方法实践探讨	陈 刚 徐 勇	101
进口板坯燃气切割程控气动阀门技术研究与维修	徐 达	107
二、设备监测与诊断	109	
高速数控机床电主轴系统故障机理及诊断	徐小力 孟玲霞 王西彬 陈 鹏	109
港口设备故障诊断系统的开发与应用	李 强 荆鸿超 赵 玮	115
油漆车间风机振动故障分析与处理	王 平	117

西门子 6SE70 变频器在热轧带钢传动控制中常见问题 分析	朱建强 常茂斌 吴小平 徐亚军 张 敏 …	120
基于归一化复杂度的往复式压缩机排气阀故障诊断	董作一 王华庆	124
滚动轴承外圈故障的显式动力学仿真与振动特征分析	崔 静 王华庆	127
钛离心风机故障诊断及排除	刘尚才 胡 涛	130
四轮定位仪 x-3Dprofile 激光传感器原理解析	张宗礼	133
线材轧机的简易故障诊断方法研究	罗新发 赵向丽	140
丙烷压缩机状态评估和寿命预测	刘稚钧	144
三、液压润滑、更新改造及维修		148
热连轧线液压活套控制的技术改进	董坤坤 王慧凯 郭万胜 陈金伟 张小亮 …	148
道法自然的微量切削润滑工艺	李东进	151
同步电动机集电环电灼伤故障分析及处理	朱传磊 徐亚军 于经国 曹丕磊 王 蒙 …	153
热轧卷取机卷筒故障分析及修复	王 宾 王 军 赵 杰 陈金伟 王慧凯 …	157
IMS 平直度仪的常见故障及处理	徐亚军 朱传磊 曹丕磊 王 蒙 王朝兵 …	160
连铸拉矫机液压系统漏油监测及防控	唐易荣	164
浅析触摸屏、编码器在刨床电气改造上的应用	李水山	167
锅炉多级泵的优化选型和节能改造	刘剑祥	169
谈中心传动浓密机的优化设计和节能改造	刘剑祥	171
混匀物料输送带减速装置的改造	王明江	173
拉矫机液压系统断流阀的研究使用	丁 晨	176
分体式智能塑壳断路器在油田矿区配电网设备改造 中的应用	郭景礼 陈寿新	179
智能退磁技术在过程优化与设备改造中的应用	李东进	182
气动剪板机离合器改造	罗相文	186
钢渣热闷作业用挖掘机的改进	吕启锋	191
独立机泵组传动系统问题分析与改造	赵晓凯 程永升 吕 永 赵跃佳	196
涂胶自动线的开发和应用	张拂晓	202
润滑经济的一次成功实践	顾永其	209

一、设备管理

运用全员预防维修思想，解析冲压领域产能不足问题

陈刚 张洪元

(130012 一汽轿车股份有限公司技术部)

摘要：公司冲压领域产能不足，有效冲程仅在6左右，落后于国内先进汽车企业水平，对生产产能的提升形成制约。为了有效提升冲压领域的产能，运用设备全员预防保全的思想和工具方法，对该领域进行了深入的调查和分析，并形成技术报告。报告指出了冲压领域目前存在的主要问题，并为后续改进提出了许多有益而且可行的建议。

关键词：冲压 有效冲程 全员预防 管理工具 标准化

1 从数据看现状

(1) 生产停台情况

1) 设备情况。对2013年1~4月的停机数据进行了前10位排序统计，结论是：A线拆垛站、机械手、移动工作台、液压拉伸垫四大类故障占总停台的59.5%；同样B线的前四大类故障占总停台的73.6%。

2) 模具情况。停台约占日历时间的15%~16%，大概是设备4倍左右。

(2) 有效冲程情况 拿到了近几年的有效冲程数据（表1），选择比较有代表性的一年。以A线为例，从表2中数据就可以看出，我们利用的时间在50%上下。

表1 2010年A、B线有效冲程

冲程	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
A线 5.22	目标	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	实际	4.61	5.01	5.15	4.99	5.49	5.15	5.53	5.38	5.65	0.00	0.00	0.00
B线 6.43	目标	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
	实际	5.63	6.79	6.57	6.6	6.26	5.93	6.73	6.85	6.54	0.00	0.00	0.00

表2 A线时间消耗比例表（9月，日历时间44640min，有效冲程5.65）

时间分类（按24h三班）			时间/min	百分率（%）	
计划休息			4456	9.98	
生产总时间 90.02%	技术部调试		2314	5.18	
	计划检修		5615	12.57	
	可利用时间 72.77%	停台时间 29.17%	换模时间	1781	3.99
			计划停台	1423	3.19
			车间调试	0	0.00
			设备故障	2797	6.26
			模具故障	6237	13.96
			生产停台	413	0.92
			外网停台	0	0.00
			板料停台	353	0.79
	叉车废料车	25	0.06		
实际生产时间			19252	43.10	

2 存在问题

(1) 设备、工装的现地现物问题

1) 设备、工装存在顽固性重复停机：①如拆垛站、机械手、移动工作台；②清洁度或板料质量相关问题，废料相关的堵废料、压痕，表面坑、褶皱、撕裂等模具相关问题。

2) 工装现场存放管理。以模具为例，存在如下现象（图1）：①存放场地开放，环境垃圾、粉尘没有防护措施；②模具带残余废料码放，搬运过程中可能掉进型面；③生活垃圾；④模具外表面脏，有油污、灰土、铁屑。好比要保护一个人的眼睛，只保护眼珠，却满身尘土是绝对不行的。模具型面和压制件要保证不出现脏点、拉毛、压痕，现场清洁度是必要条件之一，而不是光靠清洗。

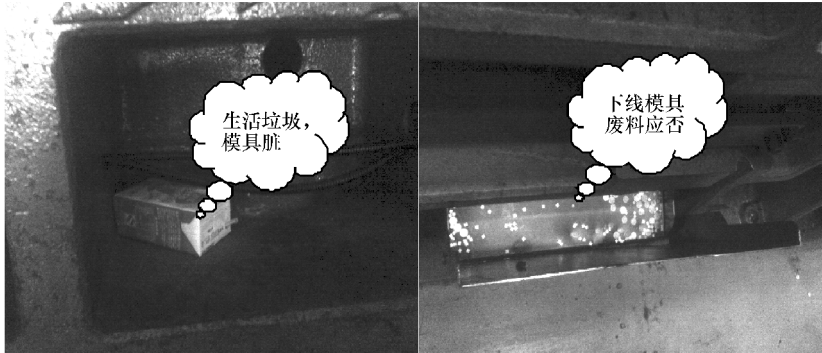


图1 模具现场

3) 料片现场存放管理。料片管理也反应诸多问题（图2）：①现场看到相当一部分的料片表面有油污、灰尘、铁屑；②有明显油污、泥土的脏木棒被用来压板料；③板料存放在天车移动路径下，模具吊运时，废料、污物掉落到板料上；④存放板料的托盘有明显污垢。

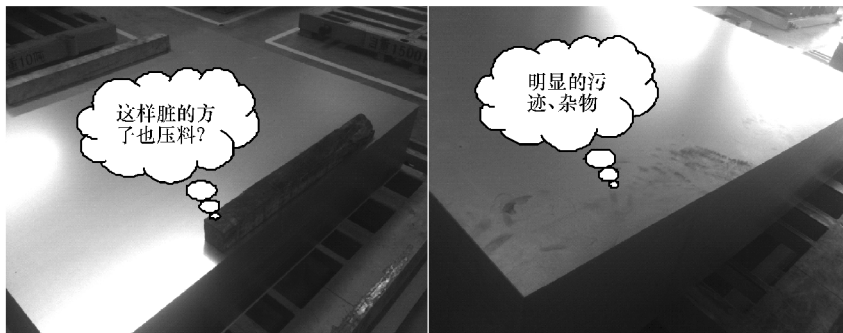


图2 板料现场图片

部分脏点、压痕停台应该和板料污染有关。当然，板料也有来料质量问题，但不能掩盖自身的管理问题。佛家“本来无一物，何处惹尘埃”的修为境界显然比“时时勤拂拭，勿使惹尘埃”高，模具、料片、端拾器管理也一样。

(2) 管理方法 冲压领域管理主要在如下三方面需要提升：

1) 现地现物管理体系主要的问题是缺少一个现地现物的、严谨的管理体系，这个体系包括针对某个具体现场过程的流程、规范、标准、方法，以支撑项目过程和大部分现场实物管理有序、高效，对生产影响最小。从项目人员的讲述可知，遇到问题临时拆招的打法多，相反指导现场过程的套路式打法（流程、规范）少。

2) 标准化的沉淀。随着项目的不断更迭, 每做一个新车型, 都应有一系列沉淀。这些沉淀既包括技术方法, 也包括管理方法。具体来讲是: ①典型现场实物作业过程的作业标准(作业要领书、标准工艺卡), 如清擦、换模、模具/端拾器整备、设备操作等凡是重复性的作业都可以编制。它不仅限于量产后的生产, 也包括调试、维修等非正常作业。②项目的过程管理规范, 比如模具/端拾器/料片上线前的整备、存放、验收和自动化参数管理, 以及调试预案。这些随项目的重复而积累和完善。有了这些积累, 通过培训和横展, 就可以快速地向新人掌握最基础的规则和技能, 而不是每个项目都从零起步。

3) 问题的处理方法: 设备、工装出现问题不可避免, 但在处理方法上找到规律性的东西, 从而把问题处理时间缩到最短和控制同类问题的复发。

技术人员, 在问题面前“不知道”“有可能”“估计是”之类的语言太多, 面对问题追求真因, 应该是一种自觉的工作习惯。

3 管理对策 (10 点建议)

建议通过如下工作的落实, 建立支持项目的现地现物的过程管理体制。

(1) 前期过程管理 建立冲压领域项目管理流程, 至少包括如下过程:

1) 技术要求/协议(建议1)。针对项目过程责任不清、厂家紧张度不足问题技术要求/协议需作如下完善: ①设备、工装技术要求/协议标准模板; ②订货分类标准, 尽量量化并严格执行。

2) 由“交棒式”到“伴跑式”的项目过程合意制度(建议2)。针对项目交付慢的问题, 建立项目过程管理合意制度, 在关键节点, 由相关部门提前确认、合意。节点可以包括: 技术要求、定标、图样会签、预验收、到厂实物接收、安装质量确认、TTO(PP、MP)确认、终验收等。每个节点都要有如下文件存档: ①问题清单及整改计划; ②合意会签单。

合意制度把在终验收节点的“交棒式”管理转变为工厂的“伴跑式”管理, 每个节点合意只确认前一次问题的整改结果和本阶段新的问题, 而不翻老账(关键问题除外)。做到个个节点不欠账, 一次交验合格率有望明显提升。

3) 严格的计划/风险前置管理及目视化(建议3)。生产准备大多没有公开目视化的计划管理, “计划”控制在项目人员脑子或电脑里, 由于人员的经验各不相同, 容易造成失控。建议: ①每个项目都要编制全过程的滚动计划; ②关键项目计划及进度要目视出来, 经理人员例行点检; ③计划编制时, 对风险要进行识别、标注和对策, 过程中关注; ④过程中要不断识别变化点, 在不影响整体进度的基础上, 平衡计划。

4) 重要项目调试有调试预案(建议4)。为减少调试对生产的停机, 重要调试应推行预案方法。有些项目调试由于准备不充分, 造成停机损失。比较复杂的调试过程应有调试预案, 把方案做到最优, 停机降到最少。调试预案包括调试计划时间、节拍、工装/板料上线前的整备、配合人员、资源准备、危险源识别、设备状态确认、4S等。可以做一个简单的表格, 项目人员花10~30min确认。

5) 内/外部验收区分(建议5)。实际情况中, 用户不愿意验收, 是由于担心一旦验收了, 生产厂家就不再管了, 停台指标却考核用户。在存在一些非原则问题的前提下, 能不能区别内/外部验收? 即用户先接收并管起来, 但对外不验收, 期间生产使用部门按责任承担停台。

(2) 现场管理——现地现物体系(建议6) 为细分关键工艺过程, 少犯重复错误, 应建立现地现物的保证体系。这对重要的不易受控的工序过程(不是所有过程都做)有重要意义。以板料为例, 可以包括: ①场地标准: 如何与污染源隔离; ②定置存放、托盘的管理标准; ③清洁度保证标准及记录: 场地环境、料片保洁、托盘保洁、允许裸放时间、休假管理、人员管理等; ④长期存放的定期整备标准及记录; ⑤上线前整备; ⑥上线条件和标准: 如清洁度、完好性、码垛状态; ⑦厂家生产过程管理等。

(3) 调试问题(故障)分析方法 在遇到调试问题时, 经常分析不透, 因而影响问题解决的进度。

1) 推行防止问题(故障)复发的九步法(建议7)。维修领域推行的“故障再发生管理九步法”可以借鉴: ①现状把握; ②真因分析: 由表及里连问五个为什么(5W方法); ③根据真因制定对策; ④实施改善; ⑤效果验证; ⑥横向展开: 对同类结构的设备或工装加以改进; ⑦标准化; ⑧OPL: 比较复杂的内容, 做成单点课件; ⑨拓展培训。

2) 在项目过程中运用 TOP10 方法 (建议 8)。定期根据生准项目数据积累, 对影响程度 (时间或频次) 排序, 取前十大问题进行重点对应。根据精力, 也可以重点解决前 3、5 项等问题。依据二八法则, 前 20% 的问题可能造成 80% 的影响, 所以 TOP10 方法是解决问题的捷径。

3) 问题消项跟踪计划 (建议 9)。对待问题最怕的是不追踪, 仅仅在会议上说说可能的原因, 问个对策。建议主要的问题落实到书面计划, 并在会议/目视板上跟踪解决进程。

(4) 标准化——解决人员能力持续提升问题 (建议 10) 每做一个车型项目, 都有可以沉淀的东西, 它可以分为两类: 一类是项目档案, 收纳技术文件、技术协议、项目计划、验收文件、货物清单、调试记录、图样资料等, 这些是项目原资料, 用于追溯; 一类是标准, 比如项目管理流程、规范、技术标准、调试预案、作业要领书、整备标准、检验标准、OPL 课件等, 这些是经验的积累, 用于核心技术提升和传承。

大家比较注意第一类的沉淀, 其实第二类才是经过需深度理解和转化的, 技术财富传承的重要方式。

4 技术对策 (3 点建议)

(1) 劣化模式分析攻关, 把典型问题消除在生产准备中 (建议 11) 成立攻关组, 查找和分析典型的顽固性问题模式。比如脏点、堵废料、表面坑、褶皱等。通过对问题形成的物理、化学等的机理分析, 进行立项攻关, 尽量把问题消除在生产准备中。

以丰田工厂的轴承失效分析为例, 他们把轴承的失效归纳为鳞片、划痕、粘咬、磨损、锈蚀、压痕、裂纹、烧熔、蠕变、电腐蚀、微振磨损等多种形式, 并分别对策 (图 3)。

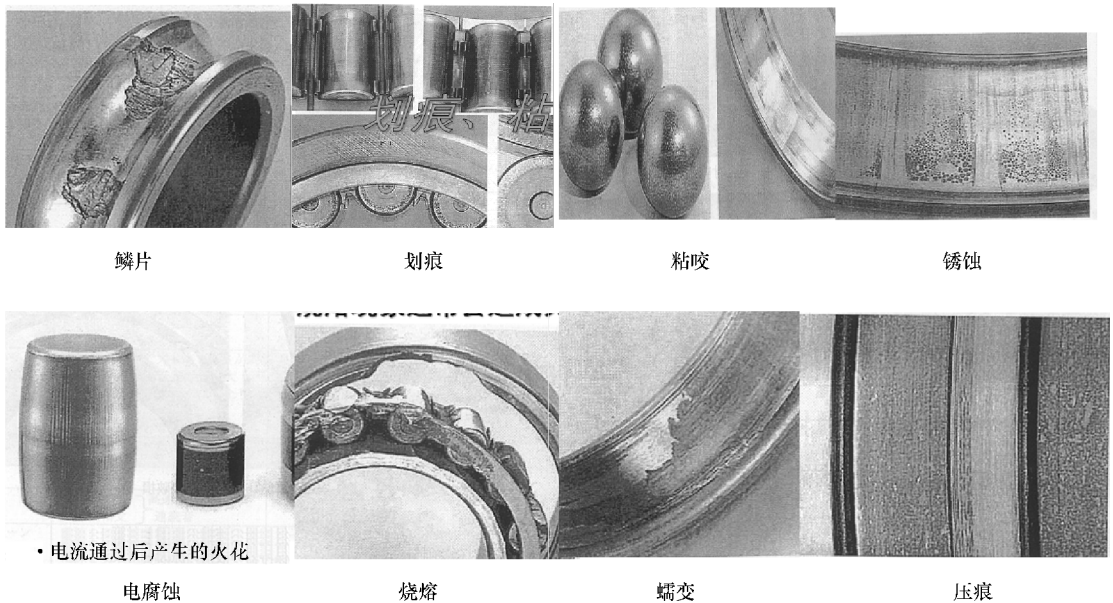


图 3 轴承失效模式

(2) 服役期设备/模具定期进行趋势分析, 找出瓶颈, 循环提升 (建议 12) 对服役期设备运用 TOP10 方法, 解决关键性问题。

(3) 引进状态监测技术 (建议 13) 很多贵重的备件, 不可能绝对杜绝损坏, 又储备不起, 一旦坏了, 将造成重大停线。可以把部分寿命较长且有趋势性劣化规律的备件不储备, 但要做定期状态监测, 然后根据监测记录, 识别何时储备备件, 何时更换。这要进行必要的投入, 如用于油质监测的油质分析仪、重要电动机监测的电动机检测仪、轴承等监测的振动分析仪等, 但阻止一次重大故障, 少储备一两个备件, 这个费用就找回来了。

建议对现场需要监测的项目进行识别, 然后买入监测设备, 建立状态维修流程、标准和记录表单, 在冲压领域试运行。

5 工艺人员学会运用常用的管理/技术工具（建议 14）

为了提升工艺人员对工作的管理能力，建议大家学会自觉运用一些管理/技术工具，形成习惯。如问题再发生防止的九步法、作业预案、TOP10 方法、失效分析、现地现物、5W 分析方法等。

6 结束语

只要长期坚持“复杂的问题简单化，简单化的问题标准化，标准化的问题持续化”的原则，每做一个项目就会有一次提高。好比 PDCA 循环，一个循环比一个循环高，且不断提升。这如同在上台阶，只能越走越高，使每个项目都有一个更高的起点。

设备综合能力指数 CMK 在焊装线的应用初探

戴 竞

(241006 奇瑞汽车股份有限公司规划设计一院)

摘 要:重点介绍设备综合能力指数 CMK 对焊装生产线评价的影响,在一个生产线建设完成后,目前通用的方法是利用三坐标对夹具坐标的测量。但这种方法只能检查单个夹具尺寸,无法判断有系统变差对车身尺寸的影响。而最后的结果应是一个合格车身和稳定的生产系统,那么如何判断整个生产过程能力能否达到要求,这是 SPC 控制方法下设备综合能力指数 CMK 所研究的目的。通过 SPC 控制理论,对控制图产生变差的差异性的分析,从而找出产生变差的真正原因。

关键词:CMK 系统变差 SPC 控制图 点 偏离

CMK 是设备综合能力指数,用来评价整个生产线设备的综合能力的指标。在一个生产线建设完成后,目前通用的方法是利用三坐标对夹具坐标进行测量。但这种方法只能检查单个夹具尺寸,无法判断有系统变差对车身尺寸的影响。如何判断整个生产过程能力能否达到要求,这是 SPC 控制方法下设备综合能力指数 CMK 所研究的目的。

在一个车身制造过程中,可以选定某车型在总拼工位的最关键性的尺寸作为研究对象,选定的尺寸对车身质量有重要影响,通常选择总拼工位左右侧围 Y 向尺寸,因为该尺寸最直接影响备门、尾灯、顶盖、翼子板的匹配间隙。

首先选定数据组,通常选择 25 组数据,而每组数据又含 5 组数据(通常叫做子组数据),合计要采集 125 组数据,也就是通过对 125 辆的数进行采集。(具体的采集计算机控制图方法不在这里详细说明)。

CMK 设备能力调查的数量不少于 125 件,特殊情况采用的方法是不调整夹具,没有设备参数调整,热机状态下及批量生产条件下,同一操作工,并在同物料单冲压件及标准件的操作。如无特殊要求,在有效测量数据 $n \geq 125$ 情况下,设备综合能力能力的要求为, $CMK \geq 1.67$ 。

根据采集的数据,利用 SPC 控制图的基本理论,对过程数据加以测定、记录计算和绘图,利用 Excel 函数和图表功能,从而得到控制图。图上有中心线(CL)、上控制界限(UCL)和下控制界限(LCL),并有按时间顺序抽取的样本统计量数值的描点序列,如图 1 所示。

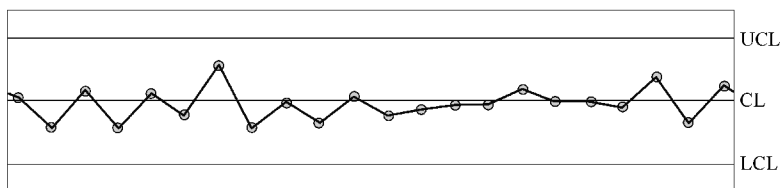


图 1

控制图的目的是:为了使生产过程或工作过程处于被“控制状态”。受控制状态即“稳定状态”,指生产过程或工作过程仅受偶然因素的影响,产品质量特性的分布基本上不随时间而变化的状态。反之,则为非控制状态或异常状态(图2)。控制状态的标准可归纳为两条:第一条,控制图上点不超过控制界限;第二条,控制图上点的排列分布没有过程受控所遵循的一般依据:连续 25 点以上处于控制界限内。

下面就控制描述过程缺陷的链、偏离、趋势、周期、接近五种基本现象分别描述。

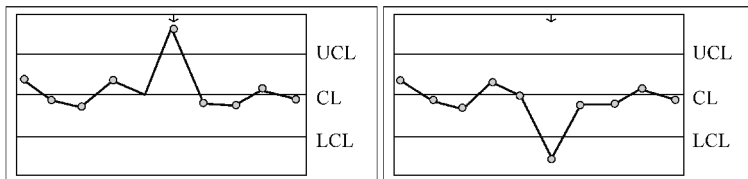
1) 链。点连续出现在中心线一侧的现象称为链,链的长度是用链内所含点数的多少来判别。如:①出现 5 点链时,应注意发展情况,检查操作方法有无异常;②出现 6 点链时,应开始调查原因;③出现 7 点链时,判定有异常,应采取的措施。

2) 偏离。较多的点间断地出现在中心线的一侧时称为偏离。如有以下情况出现,则可判断为异常状态:①连续的11点中至少有10点出现在一侧时;②连续的14点中至少有12点出现在一侧时;③连续的17点中至少有14点出现在一侧时;④连续的20点中至少有16点出现在一侧时。

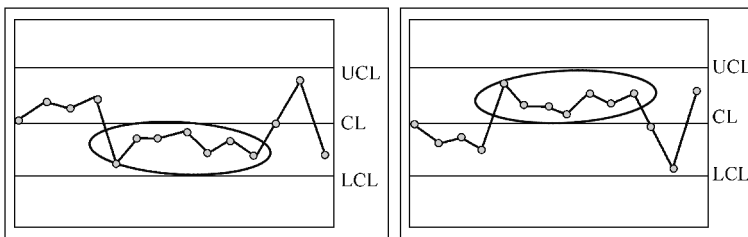
3) 趋势。若干点连续上升或下降的情况称为趋势,其判别准则如下:①出现连续5点不断上升或下降趋向时,要注意该工序的操作方法;②出现连续6点不断上升或下降的趋向时,要开始调查原因;③出现连续7点不断上升或下降的趋向时,应判断为异常,需采取措施。

4) 周期。点的上升或下降出现明显的一定间隔时,称为周期。判别缺陷表现如:①波状周期变动;②阶梯形周期变动;③大小波动等情况。

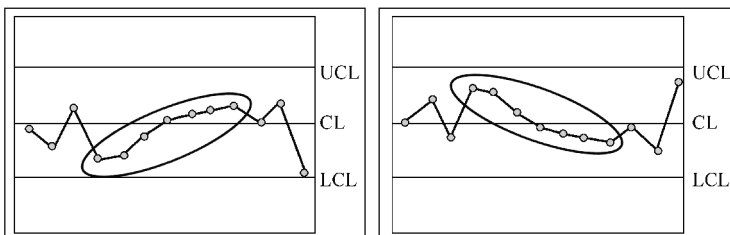
5) 接近。图上的测量点接近中心线或上下控制界限的现象称为接近。接近控制界限时,在中心线与控制界限间做三等分线,如果在外侧的1/3带状区间内存在下述情况下可判定为异常:①连续3点中有2点(该2点可不连续)在外侧的1/3带状区间内;②连续5点中有4点(该4点可不连续)在内侧的1/3带状区间内;③连续7点中有3点(该3点可不连续)在外侧的1/3带状区间内;④连续10点中有4点(该4点可不连续)在外侧的1/3带状区间内。



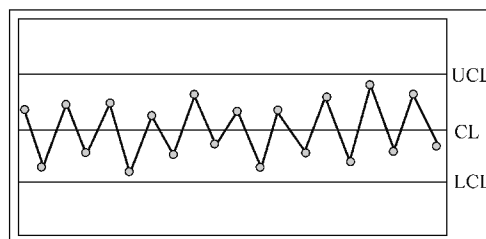
a) 出现一个或多个点超出控制限



b) 连续7点在平均值一侧



c) 连续7点连续上升或下降



d) 连续点交替上升和下降(周期性的特例)

图 2

轧辊表面裂纹及辊面小剥落成因及处理方法

陈磊 李永昌 王宾 王军 董坤坤
(276806 日照钢铁控股集团有限公司)

摘要: 研究如何处理热轧带钢支承辊表面裂纹及小剥落问题, 根据不同情况采取相应处理方式, 在保证支承辊正常使用的前提下, 降低支承辊工作层损失。

关键词: 支承辊 裂纹 小剥落 处理

1 引言

轧钢生产过程中, 轧辊的破坏形式主要有轧辊磨损、轧辊裂纹、轧辊剥落及轧辊断裂。热轧带钢支承辊在使用过程中, 辊面经常出现较深的小裂纹, 甚至在辊面出现小剥落。如果将产生的小裂纹或小剥落磨尽, 磨削量较大, 导致辊耗增加。本文研究如何处理支承辊表面裂纹及小剥落问题, 以达到减少支承辊磨削量, 降低辊耗的目的。

2 支承辊表面裂纹和小剥落

(1) 热应力造成的轧辊表面裂纹 由于多次温度循环变化产生的热应力造成轧辊逐渐破裂, 即裂纹, 是发生在轧辊表面薄层的一种微表面现象。轧制时, 轧辊受冷热交替变化剧烈, 从而在轧辊表面产生严重应变, 逐渐产生热疲劳裂纹。图1 是进行着色检测后显示出的裂纹形态。这种裂纹是由热循环应力、拉应力及塑性应变等多种因素形成的, 其中塑性应变使裂纹出现, 拉伸应力使其扩展。

(2) 支承辊辊面小剥落现象 支承辊辊面剥落一般有深层剥落、浅层剥落和端部剥落三种形式。从日钢 1580 热轧线的现场数据统计来看, 边部小剥落 (即掉肉) 是支承辊损坏的主要形式 (图2)。



图1 着色检测后的裂纹形态

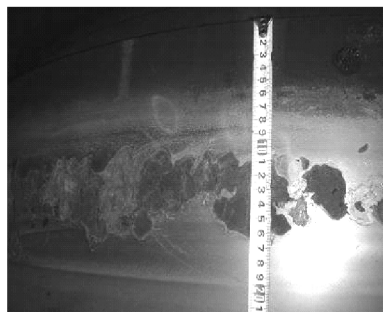


图2 辊面剥落掉肉

3 降低支承辊表面裂纹及小剥落概率

1) 出现裂纹的支承辊应及时更换进行磨削, 保证其适度的磨削量, 以消除残余裂纹。

2) 合理的轧辊辊形配置, 均匀辊间接触应力, 保持适量均匀磨损, 利用磨损的推动作用以有效消除轧辊剥落。改善支承辊倒角形式, 使支承辊在轧制末期与工作辊磨损后能形成良好接触。将支撑辊与工作辊接触区域向支承辊的辊身中心改变, 从而提高支承辊接触区强度。支承辊倒角由原来的一次直线倒角, 改为直线复合倒角形式。同时, 将原 100mm × 2mm 倒角修订为在 250mm × 0.7mm 倒角基础上增加 10mm × 2mm 二次倒角。

3) 轧制工艺方面要确保冷却水正常投入, 加强冷却喷嘴管理, 保证喷嘴和过滤网不堵塞, 水量足够, 喷洒均匀, 确保轧辊的温度控制在正常范围之内。在热轧带钢生产中还可应用轧制润滑技术, 实践证明, 轧制润滑可以减少轧辊的磨损, 降低轧制力及轧制转矩, 缓解轧辊热疲劳, 改善轧制应力状态。应用在线磨辊和工作辊横移技术以降低轧辊磨损, 延长轧制公里数, 减少换辊次数。

4) 合理安排优化换辊周期 (原支承辊换辊周期 7 天), 合理布置冷却水和轧制润滑等工艺 (表 1)。

5) 杜绝由于轧辊自身问题造成的轧辊表面裂纹。即消除轧辊在铸造和热处理中的残余应力, 控制轧辊热处理后的残留奥氏体量, 减少轧辊铸造过程中化学成分的波动, 特别注意控制碳、铬、钼含量。减少轧辊存在缩孔或气泡缺陷。

表 1 换辊原则

机架	轧制吨位或换辊周期
RE	(30 ± 5) 万 t 或 5 ~ 7 周
RW (高铬钢)	1.5 万 t
RB1	(8 ± 2) 万 t 或 (7 ± 1) 天
F1 - 4	(0.35 ± 0.1) 万 t 或 60 ~ 90km
F5 - 7	(0.35 ± 0.1) 万 t 或 60 ~ 90km
FB1 - 4	(16 ± 2) 万 t 或 (15 ± 1) 天
FB5 - 7	(8 ± 1) 万 t 或 (7 ± 1) 天

4 支承辊表面裂纹及小剥落的处理方法

(1) 表面裂纹处理方法

1) 采取加磨的方式去除支承辊表面裂纹。通过磨床涡流探伤粗判裂纹深度, 根据经验对支承辊进行加磨, 磨后再进行一次涡流检测及表面波检测, 确认裂纹除净后磨削完成。

2) 而对于涡流检测裂纹值较大的支承辊, 如将裂纹磨尽, 磨削量较大, 造成支承辊工作层重大损失。针对这种情况, 可结合涡流检测和表面波检测找到裂纹位置, 再采用斜探头对裂纹深度进行判定。判定好裂纹深度后, 对裂纹处用砂轮进行打磨, 将裂纹打磨掉。打磨后再用着色检测剂对打磨好的小坑进行着色检测, 如发现裂纹未打磨尽, 继续进行打磨, 直到打磨净为止; 并防止由于裂纹未打磨尽造成的支承辊裂纹扩展。通过这种方法, 能够大大减少支承辊的工作层损失。

(2) 表面小剥落处理方法 产生疲劳剥落, 处理方法是在小剥落处用粗砂轮进行打磨。在打磨过程中, 应注意将打磨的小坑从内向外圆滑过渡 (图 3), 避免打磨过程中出现尖端, 尤其是打磨的小坑边部与辊面接触的部位, 要圆滑过渡到辊身表面, 从而避免上机后由于尖端的存在而与工作辊产生接触应力, 在小坑周边产生新的裂纹。

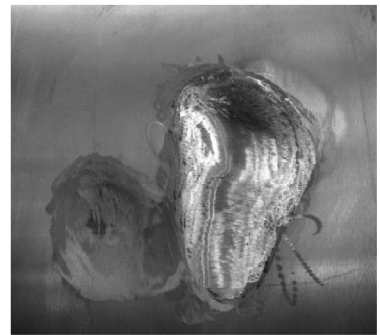


图 3 打磨后剥落处形态

5 结束语

通过完善磨削制度, 合理安排换辊周期, 合理的轧辊辊形配置, 保持支承辊适量均匀地磨损, 确保冷却水正常投入与加强喷嘴管理, 可有效降低支承辊表面裂纹及小剥落的发生概率。通过涡流检测及超声检测技术, 对出现裂纹及小剥落的支承辊进行合理处理, 从而有效减少支承辊工作层损失。