

# 设备零故障管理，预测性保全与智能维护体系 培训班

课程背景：

设备，是现代工业企业运营的必备条件和实力体现。随着科学技术的持续进步和飞速发展，工业设备的更新以及智能化提升也在逐渐加快，这就对企业的设备管理提出了更高的要求。设备是否良性运转将直接影响着企业“产量、质量、成本、交期、安全和士气”。

实际上，很多企业的维修人员常常成为忙碌的救火队员，奔波于紧急维修、抢修之中，每天提心吊胆的提防意外状况的降临！因为，一旦产量完不成，质量上不去，交期有耽误，往往都会归结于“设备问题”！

另外，针对设备问题为什么会频发，生产部门和设备部门往往会各执一词，生产部门抱怨设备部门没能找准设备的“病根”、没能进行设备预知维修；设备部门抱怨生产部门没能对设备进行很好的维护，没能消除“人为劣化”的因素。

那么，企业应该如何实施设备预知维修？如何能有效预防设备故障的发生或实现故障“零”化？

本课程授课左明军老师将会通过理论讲授、真实案例分析、情景行动学习和实战等方式让学员掌握解决上述问题的方法，并形成一套符合本企业实际、具有本企业特色的设备维修与管理模式。

#### 课程目的：

掌握设备预知维修方法，追求设备“零”故障，让设备管理轻松起来！

#### 课程特色：

**30%**的理论知识讲授、**50%**的真实案例解析、**20%**的情景行动学习与实战！

#### 课程收益：

通过大量的真实案例解析、情景行动学习和实战，深入浅出的让学员掌握设备预知维修与设备零故障管理的核心思想与实施方法，促进该方法在学员企业的落地推行。

#### 序

掏心窝子，设备人的困惑！

“干干干”导致停线一天损失深度剖析

#### 1、现代设备管理新理念与新模式

设备管理的前世今生。

传统设备管理的七大困局。

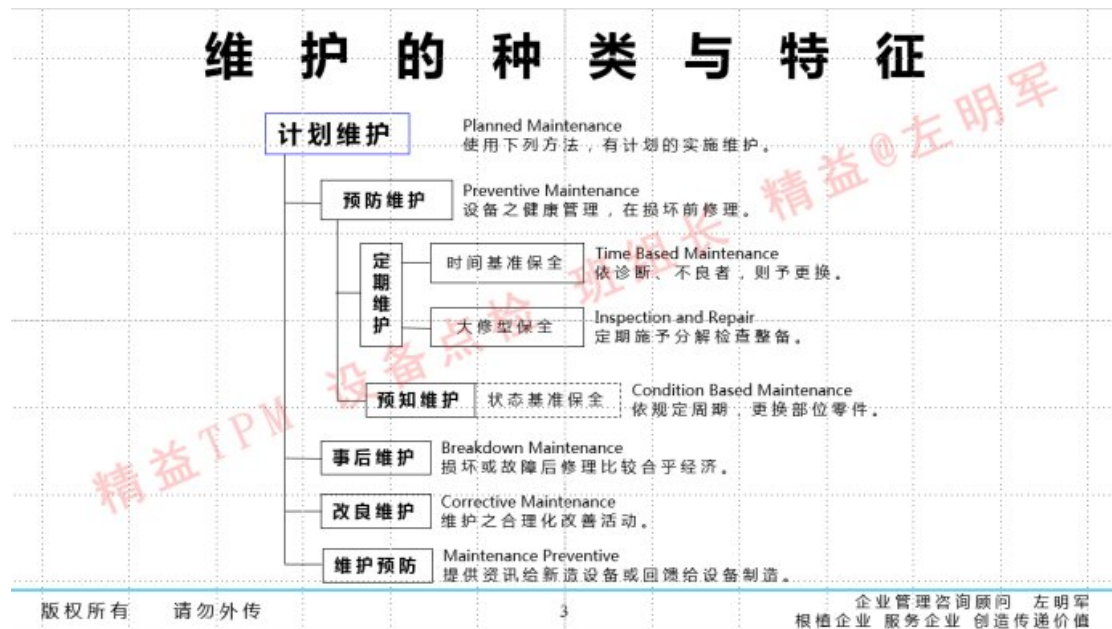
设备维修方式的演变历程

事后维修（BM）特征解读

预防性维修（PM）特征解读

全员设备维护（TPM）从零开始的18年看设备故障管理

设备预知维修的实施及设备零故障管理与智能维护



## 2、现代设备点检管理体系的建立

设备点检的概念与实质

现代设备点检的分类（岗位点检与专业点检）

什么是岗位点检？

岗位点检的体系构成与核心内容

自主点检的实施与体系建立

旋转设备、塔槽设备、管道设备清扫点检案例

某常见设备《不合理发现清单》的设计与应用

某汽车企业案例-点检基准书编制

某常见设备《点检基准书》的设计与发布

设备液压系统总点检的策划与执行

设备动力传动系统总点检的策划与执行

设备电气控制系统总点检的策划与执行

什么是专业点检？

专业点检的体系构成与核心内容

专业点检的实施与体系建立

点检员技能评估标准

点检定修评价标准

案例解析四：某军工专业点检实施案例

案例解析五：某汽车企业预检预修实施案例

某常见设备的弱点改善

什么是“三位一体”点检制

点检的 PDCA 12 个环节

### **3、设备维护前瞻性的预测方法 (EFMEA)**

什么是潜在失效模式及后果分析 (FMEA)

潜在失效模式及后果分析 (FMEA) 的分类

什么是设备潜在失效模式及后果分析 (EFMEA)

EFMEA 的核心观念

# EFMEA 的分析步骤

**表 1 离心泵故障模式及影响分析**

项目号	系统或部件名称	功能	潜在故障模式	故障产生的原因	对系统产生的影响	故障检测方法	S	O	D	R	设备维修管理方式	预防措施
1	壳体	介质的承压部件	振动, 噪音过大	1. 泵轴真空。	机械损坏 机泵停用	仪器 手摸 眼看	4	1	1	4	事后维修	工艺调整
				2. 泵轴与原动机对中不良。			3	2	2	12	状态维修	重新调整
				3. 轴承磨损严重。			2	4	2	16	状态维修	更换
				4. 转子部分平衡被破坏。			2	5	2	20	状态维修	检查并消除
				5. 地脚螺栓松动。			3	2	1	6	状态维修	紧固螺栓
			泵体过热	1. 轴承磨损。	机械损坏 机泵停用	手摸 眼看 仪器检测	2	4	2	16	状态维修	更换并校正轴线
				2. 泵排量小而实际排量小。			4	1	1	4	事后维修	工艺调整
				3. 泵轴与原动机对中不良。			3	2	2	12	状态维修	重新校正
				4. 泵内摩擦。			1	10	1	10	状态维修	检查消除
							1	10	4	40	改进维修	检查更换
2	转子	对所输送介质的传动能	转子动平衡被破坏 联轴器体摆动过大	1. 设计、制造、安装缺陷。	机泵停用	手摸 眼看 仪器检测	5	3	2	30	改进维修	检查修复或更换
				2. 腐蚀。			1	10	2	20	状态维修	检查更换
				3. 塑性变形。								
3	密封	避免介质泄漏	泄漏量过大	1. 泵轴或密封环磨损过多形成转子偏心。	机泵停用	眼看	3	4	2	24	定期维修	更换并校正轴线
				2. 机械密封安装不当。			3	4	1	12	状态维修	重新安装
				3. 轴套磨损严重。			2	5	2	20	状态维修	检查更换
				4. 泵轴与原动机对中不良或弯曲。			3	2	2	12	状态维修	重新校正
				5. 密封液压力不当。			2	4	1	8	状态维修	比密封仓前压力大 0.05-0.15Pa
			泄漏量过小或不漏	6. 填料安装不当。	机泵停用	手摸 眼看 仪器检测	2	4	1	8	状态维修	重新调整
				7. 操作波动过大。			5	1	1	5	事后维修	工艺调整
				1. 机械密封安装不当。			3	4	1	12	状态维修	重新安装
				2. 密封液压力不当。			2	4	1	8	状态维修	比密封仓前压力大 0.05-0.15Pa
				3. 填料安装不当。			2	4	1	8	状态维修	重新调整
4	轴	传递扭矩	磨损严重或弯曲	1. 安装不当。	机械损坏 机泵停用	手摸 眼看 仪器检测	2	5	2	20	状态维修	重新安装
				2. 储存运输不当。			1	4	2	8	状态维修	重新校正轴线
5	轴承	润滑	轴承温度过高	1. 转动部分平衡被破坏。	机械损坏 机泵停用	仪器 手摸	2	5	2	20	状态维修	检查消除
				2. 轴承与密封环磨损过多形成转子偏心。			3	4	2	24	定期维修	更换或重新校正轴线
				3. 润滑油变质。			2	8	1	16	状态维修	更换润滑油
				4. 轴承箱内机油过少或过多。			2	8	1	16	状态维修	按规定添油或换油
				5. 轴承冷却效果不好。			4	2	1	8	状态维修	检查调整

版权所有 请勿外传

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值

## EFMEA在平台的应用

设备潜在失效模型及影响分析

设备名称	组成元件	潜在失效模式	潜在失效后果	S	潜在失效原因	O	现行检测/预防措施	D	RIF	改善措施	改善后 S	改善后 O	改善后 D	改善后 RIF
离心泵	进口过滤器	混入杂质	损坏泵	6	过滤器失效; 换油时混入	3	每六个月换液压油	6	96	加强油样检测频率; 换油时旁路工作; 保证油品品质	6	2	4	64
		乳化杂质	影响泵压设备工作	6	油中混入水分	4		2	48		6	3	2	36
离心泵	出口过滤器	堵塞	降低出口压力, 影响泵压设备工作	5	寿命老化; 液压油品质变差	2	检查脏堵指示器	2	20	执行现有措施	5	2	2	20
		过滤性能变差	无法去出液压油混入杂质	5	寿命老化; 未及时发现	2	检查脏堵指示器	2	20	执行现有措施	5	2	2	20
离心泵	冷却风扇	通风量减弱	液压油温度有所升高	2	风扇损坏; 转速降低	3	巡检目测	2	12	执行现有措施	2	3	2	12
		无法工作	液压油温度明显升高	5	冷却风扇马达或冷却液循环	3	巡检目测	2	30	执行现有措施	5	3	2	30
站台 离心泵	液位指示器	不能准确显示液位	不能及时发现油箱内液位降低	4	本身损坏	2	巡检目测	2	16	执行现有措施	4	2	2	16
		露出油油	液压油漏至设备底座	2	密封不良	4	巡检目测	2	16	执行现有措施	2	4	2	16
	主泵	内部元件损坏	无法使用, 无法建立油压	6	质量不佳; 油内杂质导致损坏	3	巡检听声; 使用部门报告	3	12	保证油品品质; 保证质量	6	2	3	48
		轴承损坏	电机工作不正常	5	轴承质量不佳; 保养不到位	2	巡检听声; 使用部门报告	3	30	执行现有措施	5	2	3	30
	冷却泵	露出油油	液压油漏至设备底座	2	密封不良	4	巡检目测	2	16	执行现有措施	2	4	2	16
		内部元件损坏	无法使用, 油温明显升高	6	质量不佳; 油内杂质导致损坏	3	巡检听声; 使用部门报告	2	48	保证油品品质; 保证质量	6	2	2	36
	冷却泵电机	轴承损坏	电机工作不正常	5	轴承质量不佳; 保养不到位	2	巡检听声; 使用部门报告	3	30	执行现有措施	5	2	3	30
		绝缘损坏	电机无法工作, 无法建立油压	6	自身绝缘老化; 电机过载	2	巡检; 使用部门报告	2	32	执行现有措施	6	2	2	32
	调节阀	无法调整压力	系统输出压力不正常	5	老化; 质量问题	3	巡检; 使用部门报告	2	30	执行现有措施	5	3	2	30

版权所有 请勿外传

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值

设备潜在失效模式及后果分析表 (FMEA)										2014年3月				
设备名称	JF39-60CB/2压力机			部门	车房厂	设备FMEA编号	11	编制日期:		共 页	检查结果	处理措施		
资产编号	072113-000332			编制:	设备动力厂	审核:	修订日期:		第 页					
项目号	系统或部件名称	功能	潜在故障模式	故障产生的原因	对系统产生的影响	故障检测方法	S	O	D	RPN	维修策略	预防措施		
1	离合器与制动器	传递动力和制动旋转	滑块无行程	进气管路漏风	离合器无法正常工作	检查、检测	5	0	1	5	事后维修	检查紧固		
				气室密封圈老化			1	1	1	1	事后维修	定期检查		
				密封接头漏风			2	0.5	1	1	事后维修	定期检查		
				气室复位不理想			1	1	1	1	事后维修	检查调整		
				旋转编码器连接松动			1	1	1	1	事后维修	检查紧固		
2	溢块液压保护系统	避免设备超负荷工作	达不到保护压力	气动泵磨损	设备无法运行	检查、检测	3	3	1	9	状态维修	检查更换		
				溢压管路泄漏			1	1	1	1	事后维修	检查紧固		
				压力继电器调整不当			3	2	1	6	状态维修	调整		
3	滑块	承载上模冲压力工作	与工作台平行度超差 滑道磨损	制动调整软轴断裂	影响工件质量	检查、检测	2	2	1	4	事后维修	检查紧固		
				润滑失效			5	0.5	1	2.5	事后维修	加强检查		
4	平衡缸	平衡滑块及上模重量	漏风	密封圈老化	主电机连接超负荷工作	查看主电机电流表	2	2	1	4	事后维修	检查更换		
5	气垫	工件拉伸	气垫上平面不平 活塞缸漏风 串风	气垫紧固螺栓松动	影响工件质量	检查、检测	5	1	1	5	事后维修	检查紧固		
				密封圈老化			4	2	1	8	状态维修	检查更换		
6	电气控制	控制机床运行	接点开焊 安装在床身上的各控制箱内接头松动	机床移动	机床无动作	仪表检测	1	0.5	2	1	事后维修	检查焊接		
				双按钮操作失灵			机床移动造成车头松动、损坏	压机无单次动作	2	2	2	8	状态维修	定期全面紧固
				移动工作台开进、开出到位接近开关失灵			油污	接近开关失效	2	2	1	4	事后维修	检查维护
				电器元件损坏			高温	设备无法正常运行	2	2	1	4	事后维修	检查降温装置
				检测限位油污失效			工作台无法切换	眼看、检查	1	2	1	2	事后维修	加强维护
				气动泵受到磨损			设备运动部位磨损加剧	5	2	1	10	状态维修	检查更换	
8	主润滑系统	润滑	油路污染 接近开关损坏 过滤器堵塞 各分油器流量不均匀	长期使用	设备无法运行	手摸、眼看、检测精度及间隙	1	2	1	2	事后维修	检查更换		
				调整不当			1	2	1	2	事后维修	检查清理		
				局部堵塞			2	2	1	4	事后维修	调整		
				4			0.5	1	2	事后维修	加强润滑检查			

版权所有 请勿外传

17

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值

## FMEA的分类

各类FMEA方法的原理是一致的，只是具体应用领域不同：

- DFMEA：设计阶段FMEA，在产品概念设计阶段进行
- PFMEA：过程FMEA，关注生产过程中的各道步骤
- EFMEA：设备FMEA，针对已投产设备开展分析
- SFMEA：体系FMEA

其中，DFMEA及PFMEA最为常用，尤其是在汽车工业之中。

版权所有 请勿外传

5

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值



#### 4、以可靠性为中心的设备维修 (RCM)

以可靠性为中心的设备维修 (RCM) 理念及要点解读

可靠性理论在设备维修中的应用

RCM 的起源与发展

RCM 的主要内容

RCM 理论中的设备故障模型

RCM 分析中的七个基本问题

RCM 逻辑决策分析 (EFMEA)

RCM 分析-失效分析阶段

案例解析七：离心泵失效分析

RCM 分析-失效模式与影响分析阶段

离心泵振动失效模式与影响分析

RCM 分析-评估阶段

RCM 检修方式的选择

## **5、设备预知维修基因解码与实施**

设备维修方式的分类

设备维修方式的选择

真的不一样：预防性维修与预知性维修的区别

预知性维修（CBM）概念解读

预知性维修（CBM）三大要素解析

预知维修的实施-设备状态信息的收集与分析

预知维修的实施-过程能力指数 CPK 收集与分析

预知维修的实施-OEE、MTBF、MTTR、MTTF 的收集与分析

案例解析十：OEE、MTBF、MTTR、MTTF 的计算

预知维修的实施-设备潜在失效模式及后果分析（EFMEA）

预知维修的实施-消除失效模式措施的制定

预知维修的实施-措施的实施及失效模式消除

## 英国标准(British Standard)对CBM的定义

直译即所谓CBM“对应被监视机器的参数的变化所示主要劣化所实施的维护”。亦即：监测反映设备内部主要劣化的参数变化，针对监测到的劣化状态实施维护

其中“针对.....而采取.....(in response to)”在这里是重点，就是说“针对劣化采取维护”。反过来说，如果没有表示劣化的参数变化(即使预防维护周期已到)，则为不维护的意思。

这是一种以设备的状态为基准，来决定保养时期的方法。亦即是藉设备诊断技术，定量的掌握设备组成零件的劣化状态及其倾向，并根据这些零件的劣化特性、运转情况，对机件劣化程度进行定量的预测，并适时实施修补、更换。这种方法也称作预知保养。

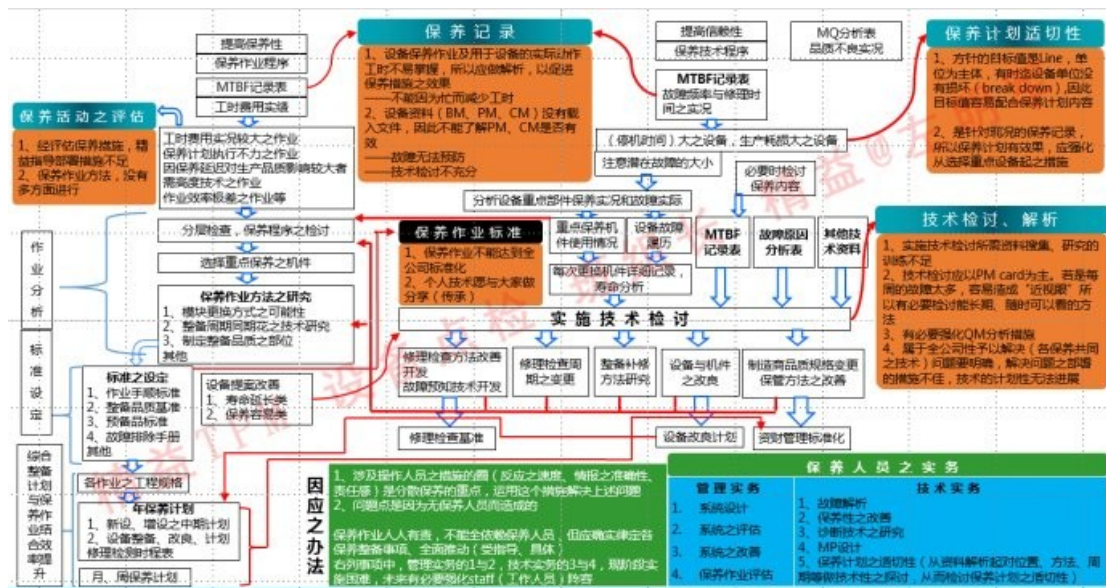
### — Condition Base Maintenance —

Maintenance carried out in response to a significant Deterioration in a machine as indicated by a change in a monitored parameter of the machine condition

版权所有 请勿外传

5

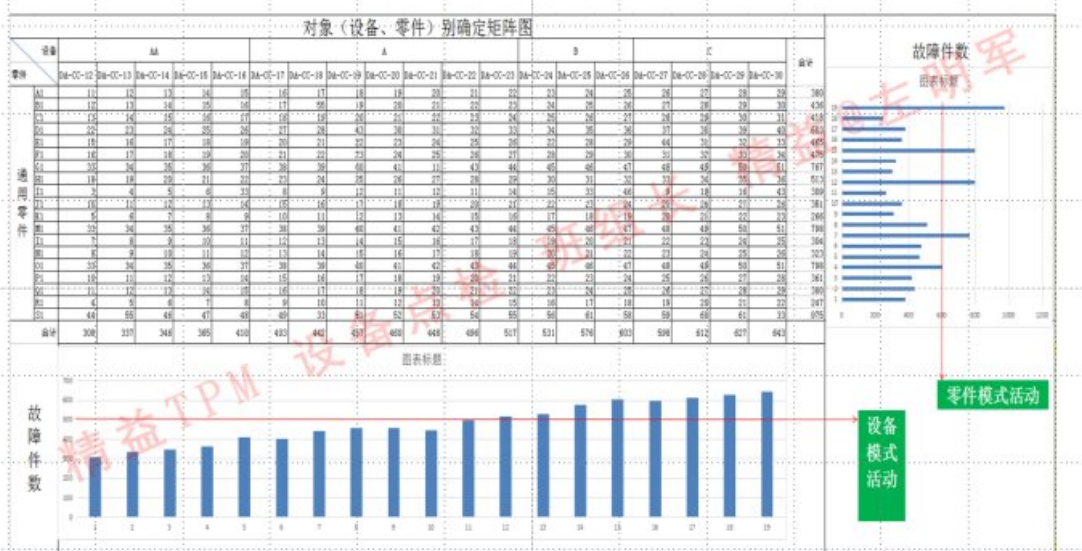
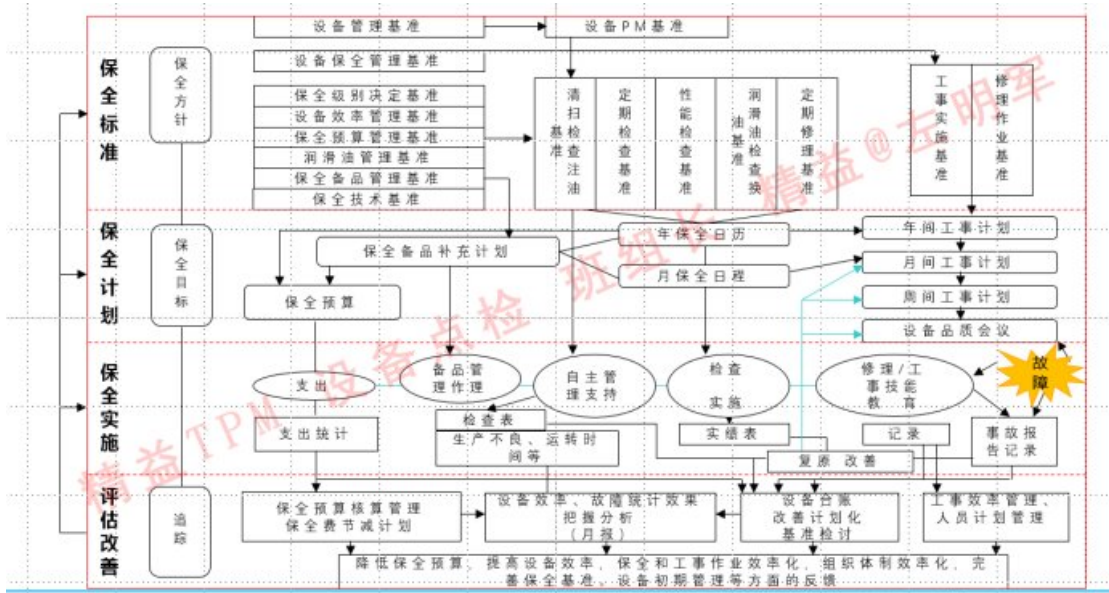
企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值



版权所有 请勿外传

13

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值



## 零故障四阶段

MTBF正常化

固有寿命正常化

劣化复原正常化

实施预知保全

### 保全7个步骤活动

步骤	计划维护（重点零件模式）	计划维护（设备模式）	自主维护
1	重点零件的选定	基本条件与现况的差异分析	初期清扫（清扫、点检）
2	目前维护方法的改善	基本条件与现况的差异对策	发生源困难部位对策
3	维护基准的制订	基本条件基准的制订	自主维护暂定基准的制订
4	寿命延长总点检	寿命延长总点检	总点检
5	维护整備之效率化	维护整備之效率化	自主点检
6	预知维护之实施	预知维护之实施	标准化
7	水平展开，系统建立	水平展开，系统建立	自主管理的彻底落实

版权所有 请勿外传

37

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值

## 零故障四阶段

MTBF正常化

固有寿命正常化

劣化复原正常化

实施预知保全

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

复原放任劣化

消灭强制劣化

复原外观劣化

改善设计缺陷

防止偶发故障

五感发现劣化

实施定期维护

突发异常分析

确定劣化模式

研究劣化参数

预测诊断技术

版权所有 请勿外传

44

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值



行动学习七：自行车的 TPM。

设备零故障五大对策解读

设备零故障实现四阶段 11 个环节

设备零故障实现路径（一）：强制劣化与自然劣化的转换

某常见设备强制劣化与自然劣化分析

设备零故障实现路径（二）：延迟固有寿命

某常见设备设计上的弱点改善

设备零故障实现路径（三）：探索自然劣化模式（EFMEA）与参数

案例解析十三：某常见设备劣化在物理上的解析，设备信息大数据的应用

设备零故障实现路径（四）：实施预知维修

设备的劣化趋势管理流程

**改变企业设备管理现况**

**要改变现况                      必须创新**

			
<b>绳子</b>	<b>扇子</b>	<b>柱子</b>	<b>萝卜</b>

版权所有 请勿外传

5

企业管理咨询顾问 左明军  
根植企业 服务企业 创造传递价值

## 故障：

日本工业标准委员会对故障的定义“所谓故障，即对象(系统、机器或零部件)丧失其规定性能的状态。”而规定的性能，是指对象应达到最高效率的能力。

### 设备故障产生三大要因：

#### 1.1 强制劣化要因

所谓强制劣化就是设备使用不当或使用工况没有达到设备本身的需求，而促使设备劣化产生故障。俗话说就是人为的强迫设备发生劣化所以亦称为人为故障要因。强制劣化要因故障的产生原因主要有三个：

##### 1.1.1 应有的基础条件不完备因素

##### 1.1.2 没有遵守使用条件因素

##### 1.1.3 劣化的放任置之不理

#### 1.2 自然劣化要因

#### 1.3 设计缺陷要因

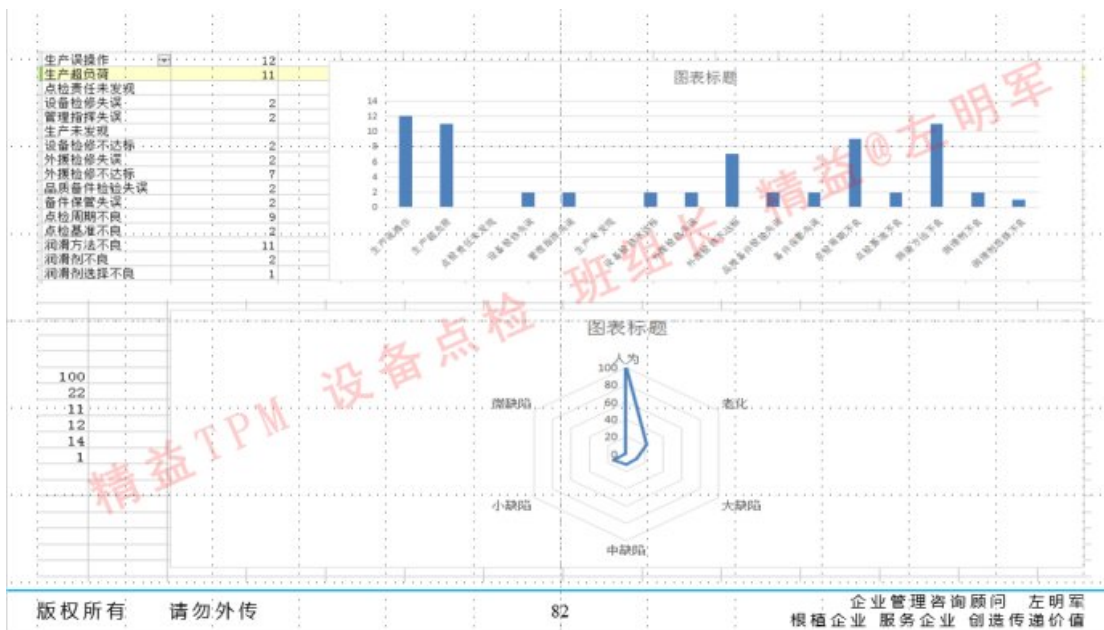


## 设备故障产生要因定员工培育主要要素



画虎不成  
反类犬







复原外观劣化

改善设计缺陷

防止偶发故障

五感发现劣化

实施定期维护

突发异常分析

确定劣化模式

研究劣化参数

预测诊断技术



## 7、设备预知维修的实施

### 5.1 设备维修方式的分类

### 5.2 设备维修方式的选择

5.3 真的不一样：预防性维修与预知性维修的区别

5.4 预知性维修（CBM）概念解读

5.5 预知性维修（CBM）三大要素解析

5.6 预知维修的实施-设备状态信息的收集与分析

5.7 预知维修的实施-过程能力指数 CPK 收集与分析

5.8 预知维修的实施-OEE、MTBF、MTTR 的收集与分析

案例解析十：OEE、MTBF、MTTR 的计算

5.9 预知维修的实施-设备潜在失效模式及后果分析（EFMEA）

5.10 预知维修的实施-消除失效模式措施的制定

5.11 预知维修的实施-措施的实施及失效模式消除

## **8、设备智能维护系统与工业 4.0**

什么是工业 4.0

什么是智能维护

智能维护的应用领域

智能维护的发展趋势

工业 4.0 下的设备智能维护体系

智能维护、大数据、云数据

设备管理信息化发展趋势

什么是智能维护（预测性维护）

什么是流水账？什么是伪数据？

大数据的理解

何时切入信息化

什么是手持终端,利与弊(国内案例)

为什么要开源管理系统

信息化系统如何搭建

基础数据管理、点检管理、数据分析管理、数据查询管理、运维管理、文档管理.....后台管理

手持智能点检仪、在线采集、无线采集；温度、加速度、速度、位移、动平衡.....

设备运维：设备树、频率报警设置、计划组态、计划下载、数据采集，数据回收、数据分析、报警查询、违规查询、测点查询、波形数据、诊断助手；问题跟踪、缺陷管理、故障管理、保养管理、零修检修预修；润滑管理；备件管理；文档管理.....

## **8、设备预知维修及设备零故障管理常见误区**

瞎子摸象

零故障是伪命题

面对现实