

## 简谈设备管理与维修创新的趋势与方向

伴随自动化、智能化的进程，工业企业对设备管理与维修管理的要求越来越高。而现状是维修工人的技能培养脱节，高技能人才的引进成本变高，以及与企业降本增效的运营诉求设备维修管理变革成为必然趋势、大致包括以下分类：

01

### 推行全面生产维护（TPM）

受制于内部创新的局限性，通常会借助第三方咨询公司进行辅导。这是一种典型的以目标驱动（OEE\MTTR\MTBF\维修费用\备件库存等指标优化），过程管控，借助咨询机构中管理和维修专家将直接经验通过“开小灶”的方式，快速优化企业设备维修和管理能力的方法通常包括：

自主维护。正确地操作与简单维护，是保持设备在良好工况运行，减少非正常停机的必要手段，自主维护包括清扫、点检、异常发现与反馈、操作标准的制定和执行等内容构成；

预防性维修。一般是梳理设备的易损件、设备说明书的要求、润滑管理的规范、以及其他基于设备故障机理的周期性规律，全面梳理出零部件更换、修理的周期和执行标准，按照一定周期形成维修标准，并强调标准的执行。

点检与专业维护（预测性维修）。通过早期发现设备存在的潜在故障隐患和缺陷，实施动态的周期性检修计划实施消除，是预测性维修的基本定义。点检与专业维护，主要是通过梳理和制定点检标准，以连续性检测和日检、周检和月检的周期性监测为周期，视实际情况结合人工点检（手动诊断）、借助仪器的辅助点检（自动诊断）、借助移动互联网的点检系统或物联网系统（自诊断）的方式，以强化预测性维修诊断的准确性。

注：按周期换油向按质和设备状态换油的全优润滑系统建立，本质上也属于预测性维修范畴。

全员参与的持续改进与组织学习。针对故障发生的根源、结合精益生产与5S活动，发动全员开展源头查找与根除活动，也称为合理化建议活动。并将以往或合理化建议输出的方法进行总结提炼，常见的如单点课程，在组织内进行学习和推广。帮助企业形成学习与改进的学习型组织能力构建。

个别改善。识别出频发故障、长停机故障、费用较高的故障或影响质量、安全和环境的重大缺陷，通过故障机理分析，形成改善课题。通常这些故障需要规范作业标准、优化备件供给质量和效率或实施技术攻关，需要跨部门协同完成，也称之为课题改善。

维修绩效与组织管理优化。设备维修绩效是围绕MTTR和MTBF展开的，流水作业线还会以OEE或OPE作为辅助指标作为生产班组开展设备的维护的参考指标，维修绩效设计的目的在于落实全员参与，持续提升维修管理相关技能、责任和意识。必要时还需对维修组织优

化进行设计，包括维修资源配置、薪酬体系设计、以及职业技能的提升计划等。

02

## 设备管理数字化建设

设备管理数字化一般需要推行全面生产维护作为前提条件，也可以同步推进、相互配合（前期一般咨询带动软件、后期一般软件带动咨询）。目前，流行的方式是基于移动互联网的维修管理软件（数字运维）较为主流，通常包括以下功能：

移动化的报修工单管理。操作人员通过扫一扫设备二维码身份标识故障工单即时相应到维修人员维修人员扫码签到执行维修维修完成后反馈提交报修人确认关闭。这与维修管理相比，不仅仅大幅提高维修响应效率、还减少了维修记录的繁琐的填写。

预防性维修计划自动下达，避免漏修。按照预定好的周期，预防性维修计划准时下达给维修人员，避免漏修。

移动化点检与自主维护。利用智能手机或其他终端的便捷性，电子化的点检任务替代纸质点检表格，扫一扫轻松完成点检任务，辅以拍照功能，不仅可以解决点检漏检、错检和作假行为，更可以通过消缺工单，实现维修闭环，提高预测性维修效率和效果。

知识积累与重用（AI 应用场景）。维修记录是分析是企业维修积累的宝贵财富，以往这些记录只存在于纸质记录中，移动互联网时代，这些数据可以被有效调动，实现一键维修知识调用，帮助维修工人快速诊断和掌握维修技巧，提高维修人员技能培养速度。

实时监控功能。简单扫一扫，点检和维修作业定位、作业过程状态被记录下来，将这些过程实时反馈到监控看板上，即可呈现出作业完成率、人员动向和人员绩效情况，实现维修过程的动态管理。

维修智能分析。通过设备管理数字化（数字运维）获得的这些数据，与停机时分析、故障机理、管理理念相融合，按照月度、季度、半年、年度形成分析报告，应用于故障分析、业绩分析、供应链优化等各个方面，将有利于持续提升设备维修管理能力。

备注：在具体的行业应用中，设备管理数字化建设还应与行业特征结合起来，如作业票制度、特种设备与计量设备管理、润滑管理。必要时，可与故障检测的物联网系统打通。

03

## 维修组织创新的方向与要点

维修组织创新，我们很容易联想到维修外包。但由于工业设备存在个性化、高复杂性和用户重要性的特征，第三方维修外包企业往往只精专于某一个领域，无法承接工业企业的所有服务。一种可信的方式，是维修承包制，著名设备管理专家-张孝桐所提出的设备管家制，一些外资企业所提倡的 Mini Company（迷你公司）的应用，是维修承包制的典型做法。实

施维修承包制，需要把握以下几个关注点，包括：

全面生产维护是开展维修承包制的基础，同时上线设备管理数字化，有利于过程管控，并向企业和产线主体实现信息共享和即时监控；

设备部门作为承包的主体，企业应赋予其用人、薪资调整、工业备件采购等方向的自由度，双方应签署正式的合同，明确边界和范围；

不建议企业拿几台设备或一条产线作为试点，集团型企业可以拿一个独立工厂试点，或由企业组建的维修服务企业独立运营，以规避人际关系复杂性带来的风险；

试点企业，推荐由第三方咨询机构来辅助实施；

外包服务期间，应充分考虑到对生产产线的维修绩效激励，注重自主维护能力和运维（医患）关系的处理，而不是简单的承包处理。

近年来，一些大型集团，开始尝试将原来负责安装、改造的公司发展为维修外包企业，笔者不建议这些新组建的公司作为第三方去承包工厂产线设备，其主要业务应围绕服务承包主体的服务，包括：

提供维修人力资源服务，向承包主体承包服务商提供专家支持，或提供工程施工的劳务服务；

提供专业预测性检测服务，以帮助承包商提高预测性诊断的准确性，帮助其减少非计划停机；

提供或帮助引进第三方的公共服务，如空压机、锅炉和厂务的托管、合同能源服务业务；

提供工业品、第三方维修的集中代采服务，以渠道整合为主，尽量避免自营模式；

备注：有条件的大型制造业，应考虑工业维修服务平台的建立，强调对供应链上下游的赋能，帮助解决供应链存在的难点和痛点，不建议把重心放在维修业务方向。

## 分析设备管理与维修落后设备的技术进步的原因

日期：2020-02-29

有人预言，21世纪，先进的设备与落后的设备维修和管理队伍的矛盾将十分突出。设备的技术进步会始终超前于人才的进步。这句话一直在讲，发生在企业的事实一直在证明着我

的看法。为什么？

有的人说，设备是人来设计、制造的，有什么理由说人会落后于设备的进步呢？是的，设备是人来设计制造的，但并不是使用设备的人。当使用者终于掌握了设备的性能，可以驾驭设备的维修与管理了，也许这类设备要淘汰了，新的设备不断涌现，不断进入企业生产现场，使用者又开始了一个重新适应设备性能，了解设备结构的历程，这样周而复始，就像小狗不断的追逐着自己的影子或者尾巴一样，我们始终追不上设备的技术进步。

2008 年底，IBM 首席执行官彭明盛首次提出“智慧的地球”这一概念。IBM 所谓“智慧的地球”，即指把新一代的 IT、因特网技术充分运用到各行各业，把传感器嵌入、装备到各种物体中，通过互联形成“物联网”，而后通过超级计算机和云计算，使得人类以更加精细、动态的方式管理生产和生活，从而在全世界范围内提升“智慧水平”。

当今的互联网和物联网时代，设备电子化、信息化、数字化十分迅猛，设备的淘汰、更新以几何技术在加速。

智慧工业则是智慧地球的重要组成部分。智慧工业的核心是以一种更智慧的方法，通过利用新一代信息技术来改变工业装备和管理者的交互方式，以便提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度。

德国的工业 4.0 是智慧工业的具体对策，例如西门子公司提出数字化工厂，价值网络集成，产品生命周期的集成，信息纵向集成等概念。

美国则提出工业互联网的具体应对，例如通用电气提出通过工业互联网，1%的提升，再造一个美国。艾默生公司思考工厂内智能无线解决方案。美国的 NI 公司提出智慧电厂，“SmartGen”的整体解决方案。

我国一直在关注国际的变化，探索走出两化融合一条路，所谓的两化融合，就是信息化和工业化的高层次的深度结合，以信息化带动工业化、以工业化促进信息化，走新型工业化发展道路。

#### 分析设备管理与维修落后设备的技术进步的原因

在这样的国际形势下，各个行业进行了有益的探索，例如宝钢提出打造“决策支持系统”，采集所有重点设备的振动、温度、电流、绝缘等数据。所有数据汇集到企业大数据中心进行统计、分析，生成报告及报表供设备管理决策层使用，作为设备运行维护的决策依据。中石化提出智能工厂，智能油田的概念，并先期在燕山、镇海、茂名、九江等炼化企业开展试点，将围绕生产管控、设备管理、安全环保、能源管理、供应链管理、辅助决策等 6 个方面开展智能化应用。国家电网也提出智能电网的想法，他们以物理电网为基础，将现代先进的传感测量技术、通讯技术、信息技术、计算机技术和控制技术与物理电网高度集成而形成的新型电网。

智慧装备属于智慧工业范畴，关注生产装备的智慧化运营，通过对装备各种状态参数的搜集与智能化分析，为装备管理决策提供数据支撑。

对应于智慧装备，智能设备维护，SMART MAINTENANCE 也变成一个时髦的词汇。

记得以前修汽车，基本上是钳工活，当今的汽车，完全变成机电一体化的物件，很难设想一个机械钳工可以搞定。到了智慧工厂、智慧装备时代，机电一体化的专业仍然不够，没有信息化的知识就无法适应。

先进的设备，落后的管理和维护，又爱又恨的职业，学无止境，而知识和经验又不断的贬值，不断学习，却永远赶不上时代的步伐，这就是设备管理——永远不会失业的职业。

任何事物有优点必然有缺点，真理与谬误本来是一丝之差，悖论总蕴含其中。

有人说，既然设备管理与维修总是跟不上，智能化维护能否通过机器人来解决呢？有人提出设备自诊断、自维护，甚至自动修理等概念。我们说：不是不可能，而是不现实。航天飞机在太空，有了这个系统很好，因为太空人是不方便上去修理的。但这是需要成本代价的。如果所有设备都带上自诊断、自维护设备，必然加大设备制造成本，加大企业的生产投入。而这些自诊断、自修复设备的修复和管理，又是由谁来做呢？尽管太空飞船已经附带相关的自修复设备，常常需要宇航员临门一脚的故障处理，就是这个道理。

我们永远相信人类在不断进步，我们永远会陷入人类进步中给人类带来的困苦之中。就像

我们有了物质生活的丰富，却让地球被污染，环境被破坏；我们发明了核能的利用，却伴生出大规模杀伤武器，用来自相残杀；我们有了太空探索，却可能引发未来的太空大战；我们有了互联网，却出现黑客和网络盗窃者或者攻击者，出现大量的网络犯罪者，让我们的运行体系彻底瘫痪，让人类蒙受损失。未来智能化维护的任重而道远。

尽管如此，人类还在进步，还在不断的踽踽前行。

## 设备管理的信息化、数字化发展趋势

2019-04-19 09:24 来源: [设备管理找学府](#)

随着设备管理方式的不断变革，对管理现代化的要求日益提高，计算机信息系统的引入成为发展的必然趋势。

### 1. 设备综合管理信息系统的基本要点

随着生产过程自动化、无人化水平的不断提高，设备综合管理和重要性与日俱增。设备综合管理的职能应包括设备故障预防、设备保养、设备生产质量保证、设备诊断与故障排除等内容。

设备管理信息系统大体上是由设备自动诊断系统、定期诊断或点检信息管理系统和设备维护、维修管理系统这三部分组成。一个完善的设备综合管理信息系统应具备以下条件：

- 1) 根据必要性，按照工艺要求和科学的方法，对设备进行监测，随时掌握设备状态。
- 2) 对故障机理和质量的因果关系有明确的认识。
- 3) 对设备管理信息的采集、分析、判断、评价可以作系统化的处理。
- 4) 具有较高的设备管理和人才培养水平。

设备综合管理系统的粗略框架如图 1 所示。这里，设备在线监测诊断系统的功能，是对生产质量和运行有重大影响设备进行在线监测，遇到设备异常时，根据设备和质量的因果矩阵图及故障自身和因果机制，自动查明原因，指导操作人员进行处理。对中长期设备管理和质量管理数据，则经过管理网络传送给上级部门。

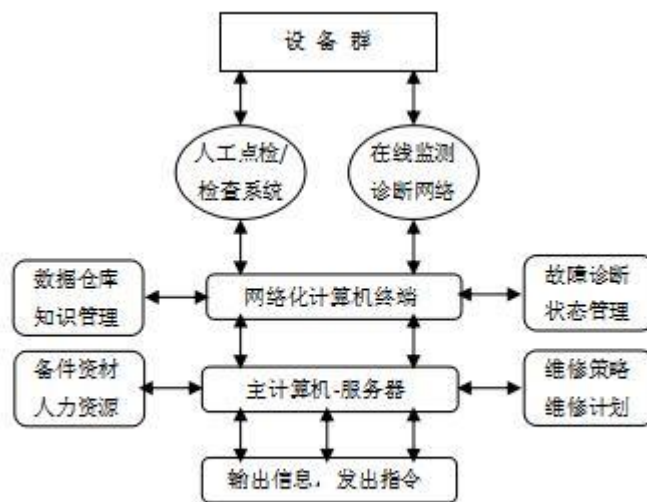


图 1 设备综合管理信息系统

设备点检管理系统主要是采集点检计划诊断所需信息，把诊断结果用简单的按键操作记录下来，进行适当维护保养或者传送给检修单位实施预防维修。这个系统的主要目的是提高工人诊断设备劣化征兆、处理微小故障的效率。

设备维修管理系统则是在诊断系统的基础上，进一步扩充设备标准系统、维修计划系统、工程管理系统、备品备件管理系统、润滑管理系统、预算管理系统及分析评价系统。

## 2. 系统的软硬件构成

按照目前技术进步水平和降低成本方面的考虑，除了对关键、复杂、先进及流程设备实行仪器在线监测以外，对于多数设备，一般采用人工点检诊断。这样的系统软件构成如图 2 所示。

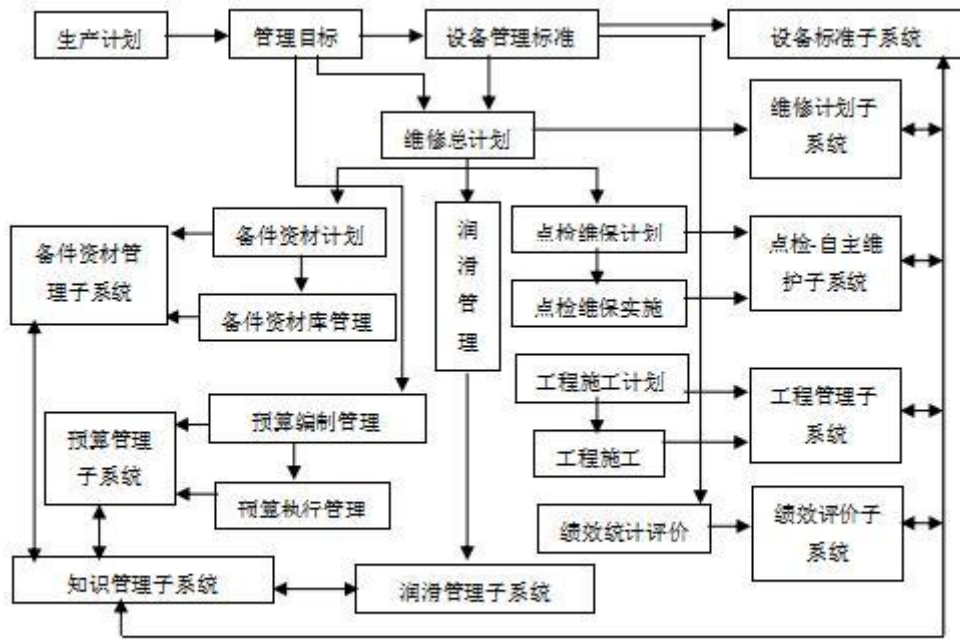


图 2 设备综合管理系统软件构成

其中，软件的开发应由经验丰富的维修管理人员担任。还要吸收包括物资管理等各部门在内的相关人员参加。维修标准化的工作需要投入较大力量。系统可以边建立、边修改、不断完善。

系统的硬件是由主计算机、设备诊断系统终端、多功能终端、图象处理、打印终端及连接光缆等构成，具体配置视系统大小确定。

### 3. 系统主要功能的说明

#### 1) 设备管理标准子系统

重要的工作是编码。系统应对设备、备件、维修工程施工、点检程序、故障均进行详细编码，对标准数据随时进行记录、修改或删除。同时，对所有模块管理均建立管理规范和行为标准，以便今后的绩效评价对照。

#### 2) 维修计划子系统

根据设备实绩结合标准编制 1~5 年的维修计划。计划的编制应有一定的灵活性，即应该和设备实际负荷、点检或监测信息、生产计划联系起来。

#### 3) 点检-自主维护子系统

此系统将点检业务流程、点检部位及标准、点检和自主维护等信息输入计算机，使计算机发挥点检-自主维护业务的监督、提示功能。另一方面，计算机还随时把输入的点检结果与标准进行比较，以便进行倾向管理和残存寿命预测，辅助维修决策和修正维修计划。

#### 4) 工程管理子系统

此系统主要是针对技术改造和项目引进，主要包括工程项目申请的批准、确定、劳力安排、作业计划、检查、绩效评价及作业效率评估等。

#### 5) 备件资材管理子系统

根据维修计划制定备件资材供应计划，进行调配进展管理、库存盘点。应用适当的库存模型，优化库存量以达到减少库存、节约开支的目的。另外，库存备件与资材计划应和维修计划周期结合起来，力求做到备件调配和交货期的吻合、稳定。

#### 6) 预算管理子系统

以维修计划和备件资材管理子系统为基础，自动生成未来周期的预算方案。另外，跟踪日常开支和预算执行结果，以期达到有效地执行预算和提高资金效率的目的。

#### 7) 润滑管理子系统

有的企业润滑内容少，可以并入维护子系统内。如果润滑量大，则应该根据六定（定点、定人、定量、定质、定法、定周期），二洁（加油孔清洁、加油工具清洁）和三过滤（领油过滤、转桶过滤、加油过滤）的原则进行润滑管理和油品、脂品管理。这种管理应和油质分析结合起来，实行动态管理。

#### 8) 评价分析子系统

通过积累的设备故障信息、设备运行效率信息对维修管理实绩进行评价，反馈到下一轮的维修总计划之中。

#### 9) 知识管理子系统

通过此模块将员工提案、维修经验、各项制度规范、成功失败案例、标准技术手册、外部学习等经验和知识管理起来。

在采用计算机管理信息系统时，企业应该注意以下几个问题。

#### 1) 设备管理现代化和标准化应该先行

计算机能够反映人的管理思想和方法，提高人的工作效率，但不能超越人。因此，企业在引进计算机管理系统时，首先要引进较先进和管理思想和方法，配合以先进的管理手段，这样才能充分发挥计算机管理的威力。例如采用现代决策理论指导设备前期管理、应用运筹学和系统工程理论指导编制维修计划、利用库存论指导备件管理等，这样的计算机管理系统是动态的，有一定的智能，而不仅仅是简单的数据流。另外，为了使计算机处理更快捷，要制定各种标准代码，包括设备、部件、零件、故障、维修方式、点检、质量、工程等，不做好这方面的工作，计算机管理就很难进行。

## 2) 点检数据输入逐渐向自动化过渡

首先,应该建立点检标准数据库。实际的点检结果输入是一项艰巨的任务。第一步是改变原来手工填写点检作业卡的做法,变成计算机输入。有条件的企业可逐步利用点检信息化工具 PDA、PAD 或者传感器采集信息再输入计算机,这样可以把点检员逐渐解放出来。点检数据的分析处理,也可以逐渐由人工调用数据判断,逐步向计算机自动判断过渡。

## 3) 人机界面及响应速度的不断改进

提高计算机的使用效率,要重视人机界面的不断改进。如采用触摸屏窗口、问答互动方式等,尽量让操作者多使用鼠标,少用键盘操作。另外在多终端、多用户情况下,应对网络的权限、分级和反应速度加以优化,一般回应等待时间不要超过 2s。

许多企业的实践证明,采用计算机管理信息系统,开始的软件、硬件投资可能较多,一旦工作进入正轨,则会大大提高工作效率和准确性,计算机管理系统给企业带来的经济效益是相当可观的。

在数字化、信息化的趋势下,国际设备维修管理的进展主要表现在以下几个方面。

### 1) 从 CMS 到 CBM

CMS 是状态监测系统 (Condition Monitoring System),即将设备信息通过传感器输送到计算机上进行分析、报警,以便管理者做出预防维修决策和计划。在有些企业计算机状态监测系统和维修决策是脱节的。从预知维修发展起来的 CBM (Condition Based Maintenance),即状态维修就是依赖设备状态来制订维修策略。从状态监测连通到状态维修管理是发展的必然趋势。

### 2) 从数据库、电子表格到 CMMS

设备维修管理的最初形式是数据库、电子表格一类的管理。无论是备件、设备台账还是维修管理,不过是用计算机代替了手工记账,但对计算机能力的发挥远远不够。CMMS,即计算机辅助维修管理系统,逐渐将来自不同领域的信息,通过计算机网络汇总、综合,并将计算机潜力发挥出来,有更高的管理效率。

### 3) 从数据记录到网络化、分析化和智能化管理

计算机通信技术的进步使世界变小,也使企业变小。网络把企业内部的各个部门联结起来,互通信息,更大程度地避免了信息的延误,提高了工作的准确性和效率。数字化的时代更重视数据的收集、整理和分析。统计分析技术的应用将成为维修管理的重要手段。如故障树分析、鱼骨分析、PM 分析、帕雷托主次图分析、可靠性为中心的分析决策等内容,将通过计算机来实现。维修模型的建立、设备的选型评估决策模型建立、备件库存模型的建立,都需要计算机辅助完成。计算机可以发挥决策、报警、计时、计数、提示,数据统计分析和直方图、圆分图、折线图、其它图像、文件自动生成、声音合成、虚拟仪器、电子视板等各种各样的智慧功能,为我们的维修管理提供支持。

设备系统的复杂性构成了管理软件的多样性,国际上使用的 CMMS 系统很多,仅欧洲就有几百个不同的版本。

我们国内在设备管理的计算机辅助管理发展相对滞后。国内的一些软件公司因为缺少熟悉设备管理的人才，其软件多为将落后设备管理模式的拷贝和电子信息化。例如将备件的手工台帐转化为电子台帐，这并不能真正提升企业备件管理水平。国外的软件多数是以工单为核心的管理，死板、单调，却价格昂贵，润滑、点检全以维修工单形式，也缺乏智能化的模块。

目前，我们国内以卓越维修理论团队为后盾的一些软件企业已经意识到这方面的问题，正在研发更先进的软件，淘汰那些落后的软件。这些软件将支持企业常规设备资产管理，并将故障分析和故障树的生成，备件库存优化，润滑六定、二洁、三过滤管理，以及点检维保的三圈闭环管理等内容融入其中；同时，软件还吸收了美国军方的交互式电子技术手册功能，将动态检修规范包含进来；软件兼具有支持 TnPM/TPM 体系推进功能，支持 6S 推进，清除六源 6H 活动，员工的六项改善和有氧活动，支持员工提案和单点课程得知识资产管理。这样的软件将成为目前为止最先进的，也是最适合中国国情的自主研发软件。

## 维修策略设计的案例分析及创新方向



设备管理大视野 | 设备管理及智能维护领导者 2019/10/26

00:10

相关标签：[制造业](#)

### 一、案例:某企业 RCM 策略应用的试点推进

#### 1. 确定维修模式选用标准

按照 RCM 策略思路,通过深入分析、研究预防、预知状态和事后维修等维修模式的特点和适用范围，结合试点机组主要设备的调研结果，重点从设备重要性、安全性、经济性等维度进行考虑,确定维修模式选用原则，制定通用机械（包括轴承、联轴器、减速机、主传动轴等 9 类）、电气

(电机、变压器、开关等 4 类) 和仪表设备的周期类检修项目的指导标准 (标准略)。

## 2. 完善周期检修项目标准

按照设备维修模式选用标准, 根据设备重要性、(潜在) 故障原因和机理、点检和检修实绩、物料应用实绩和设备使用环境等因素, 梳理优化试点机组的设备维修模式。

主要步骤:

- 1) 确定试点机组设备范围;
- 2) 根据设备分类标准, 确定设备分类;
- 3) 分析设备可能或已经发生的故障, 确定其产生原因;
- 4) 根据(潜在)故障原因, 确定对策 (维修项目);
- 5) 根据项目内容, 按照维修模式判定标准, 确定维修模式;
- 6) 对维修作业标准项目、点检标准进行修订完善。

通过分析, 对长期不滚动的周期检修项目标准重新认定, 确定项目周期或纳入状态维修项目范畴; 重点审视周期更换类项目 (周期性损坏或无法通过点检把握状态的零部件除外), 是否可以通过点检掌握设备运行状态 (异常或劣化), 依据点检对设备状态的把握实施更换; 重点分析点检

(含倾向性管理、精密点检)和检修实绩,借鉴长期的设备维护经验,对检修项目的周期进行优化调整。最后,将1 054个周期检修项目中的36%周期维修改为状态维修,2%周期维修改为事后维修,12%的标准对周期进行了延长,1%的标准对周期进行了缩短,涉及了对557个维修作业标准项目和357个点检标准的修订。



### 3. 预防维修优化为预知状态维修

对原先确定为周期更换,但能够通过点检手段掌握设备状态(异常或劣化)的项目,将其从预防维修改为预知状态维修模式。例如,镀锡机组工艺

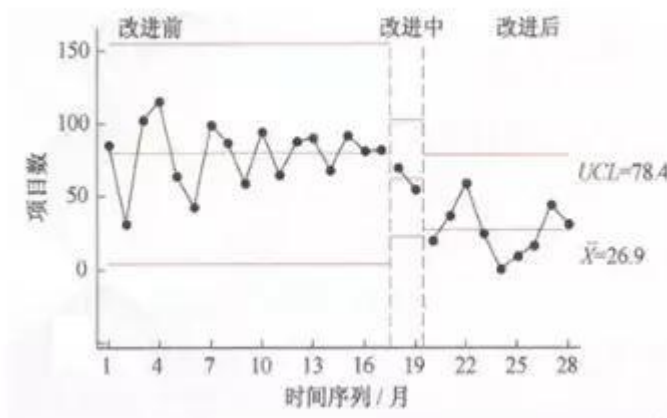
段淬水槽的沉没辊同步皮带更换,通过对设备运行状态和劣化程度的把握,更换周期从原来 5 个月调整为根据状态更换,同时对点检标准进行修订完善。原点检标准只对皮带的松动进行检查,现点检标准中增加了“对运行中皮带的跳动和跳齿等异常情况进行检查”、“利用停机时间对皮带的磨损情况进行定量检查”的要求,提高点检的针对性和有效性。经过改造增加备机后,对部分周期清洗的设备,从预防维修改为预知状态维修,同时对点检标准进行修订完善。例如:淬水槽热交换器周期类清洗项目,将原每月清洗一次的周期预防改为预知状态维修。由于新增了一台热交换器切换使用,因此通过修订点检标准,增加检查内容,当点检发现淬水流量低于 60 m<sup>3</sup> /h 时,再对切换停用的一台进行清洗,而不再采用周期清洗的维修模式。

#### **4. 预防维修优化为事后维修**

对于发生故障后不直接影响产量、质量、安全的设备,发生事故直接损失小于或等于 5 万元的设备,采用事后维修模式。例如:地下室照明灯泡、碱洗超滤装置等。根据现场设备的实际情况分析,地下室照明灯的损坏与机组的正常运行和产品的质量无直接关系,且可以利用日常维修时间进行维修,无需停机。且备件、材料费用较低,将维修模式从周期预防维修改为事后维修。

#### **5. 试点效果**

通过对设备维修模式的源头梳理优化，有效降低了试点机组的检修负荷和维修物料消耗，年创效 380 万元。试点机组的周期检修项目由改进前的月均 79 项下降到改进后的 27 项，降幅达到 66%；检修协力工时由改进前的月均 3 820 工时下降到改进后的 3 068 工时，如图所示。

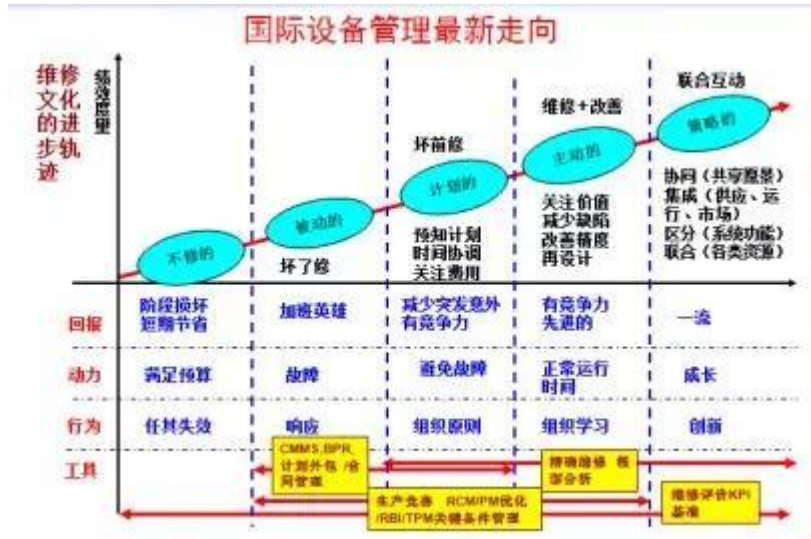


周期检修项目数量的优化结果

## 二、维修策略设计的创新方向

设备维修策略的创新，近年来呈现了越来越多的成果，新的管理、新的思想方法在设备管理方面取得了许多新的成果。比较典型的有：

从维修策略的发展历程可以看出，设备维修策略的重要性也被越来越多的企业所认可，企业从文化上理解和展开维修行为，形成了新的企业维修文化。图 2 显示了这一领域的发展态势。



## 国际设备管理新走向

### 1. 终身不修理的策略

由于电子技术的发展，某些设备（零部件）的集成度不断提高，高度集成的技术伴有许多专利和知识产权，使得这些设备或部件的修复变得昂贵和困难，因此重维护、不修理将成为这类新的策略，设备设计的可靠性的提高，不修理的设备会越来越多。

### 2. 网络支持下的维修

设备设计的电子化，网络化实现了设备制造的全球化。如 Solid works 的应用就实现了全球零部件的信息共享，许多设备在设计中就采用全球最优秀的零部件，这无疑提高了设备的可靠性水平，但设备使用中的各种问题只有通过网络技术服务才能解决，未来的许多维修会通过网络的支持来执行，尤其是网络信息的收集，通过电子手段支持数据采集与诊

断，进行故障分析及维修决策，E-maintenance，也就是电子化维护在全球悄悄兴起。

### **3. 自修复技术应用**

通过自动检测和自修复技术的应用，可以解决远程、修复难度较大的设备，如飞行中的飞机、航天飞船、核反应堆等设施，这也将成为未来的一个发展方向。