

# 精益管理在设备增效的应用研究

## Application of Lean Management in Equipment Efficiency

■ 师少博 / 中国航发西航

精益六西格玛作为一种管理方法，使诸多企业获得了极大经济收益，提升了整体实力。为使设备效能得到有效利用，提升综合利用率，中国航发西航采用精益六西格玛管理法对生产线进行了改进调整，初步取得了良好效果。

近年来，航空发动机科研生产任务日益增加，中国航发西航作为重要的主机厂，通过国拨固定资产投资项目、企业募集项目及自筹资金项目，引进大批先进设备，但是受生产管理、人员管理、设备保障等方面因素的影响，设备效能没有得到有效利用，综合利用率不高，尤其是数控设备未能完全发挥应有潜能，制约了科研生产任务的完成。因此，如何提高关键、重要设备的利用率，充分发挥现有数控设备的加工能力，提高航空发动机研制、批产水平，降低企业生产成本迫在眉睫。

### 设备效率管理基本理论

设备效率管理泛指提高确定的时间内设备有效利用率的管理方法，目的是促使设备保持最佳状态并得到最大利用，大幅提升企业生产能力。为衡量和提高设备效率管理水平，项目实践中主要应用了“全员生产维护”(TPM)和设备综合效率(OEE)指标两个概念。

TPM的概念是由日本丰田公司首先提出。其中，T代表全体员工、全面系统、全部效率；PM代表生产维护(包括例行维护、预测性维护、预防性维护、立即维护)，主要特点为全效率、全系统、全员参加(如

图1所示)。

OEE指标是衡量设备效率管理的核心指标，在一些先进制造企业得到广泛的应用，计算方法为 $OEE = \text{设备开动率} \times \text{性能开动率} \times \text{产品合格率}$ 。其中，设备开动率指在确定的时间内，设备主轴加工时间与年时基数的比率；产品合格率指在确定的核算时间内，加工的合格零件数量与加工零件总数量之比；性能开动率指在确定的核算时间内，设备实际加工效率与设备理论加工效率的比值。概括来讲，OEE值是用来衡量在确定的一段时间内，该设备全面发挥设备功能并不产生废品的加工能力(如图2所示)。

### 项目实施

为准确摸清现有设备实际利用率，按照精益管理方法，中国航发西航成立了包括企业技术、设备管理、使用单位等部门相关人员的改进团队并经过调研，选取了连续未能按照计划完成科研生产任务的生产线为改进对象。该生产线设备以磨削和电火花加工为主，由于缺少有效的设备管理，各类设备综合利用率较低。根据生产线的情况，团队制订了能力测算、数据测量和制定改善目标、原因分析以及实施改善等4个项目实施步骤。

### 能力测算

为摸清生产线瓶颈点，团队梳

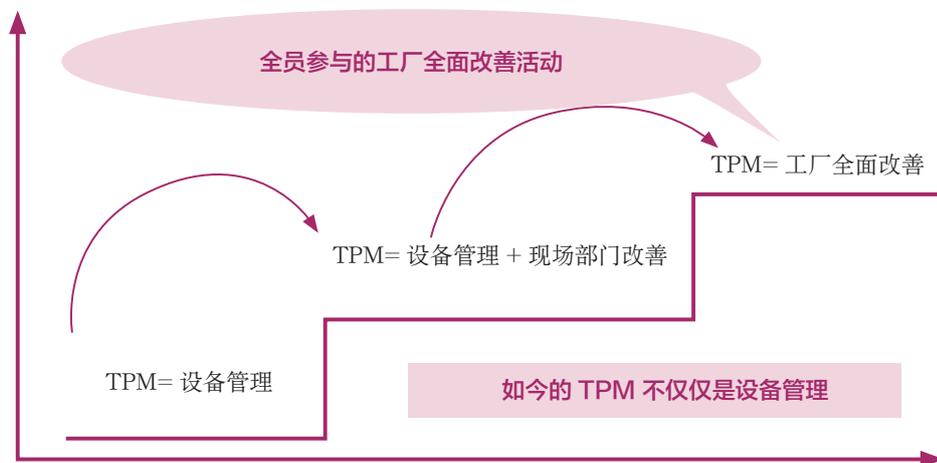


图1 TPM活动内容

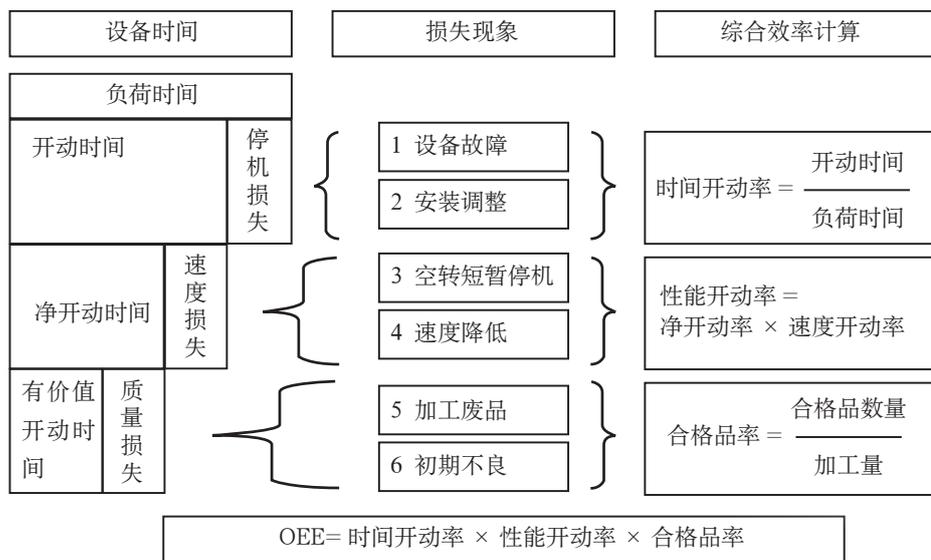


图2 各种影响因素与设备效率OEE的关系图

理了该生产线各类零组件的主要加工流程以及所用关键设备等信息，通过数控设备利用率采集、现场跟产、实作工时理论计算等方式，获取各类产品主要工序的实际加工时间，以此为基础对生产线的各类设备能力进行评估分析，对比科研生产计划需求，得出该生产线主要瓶颈点为打孔设备。

**数据测量、制定改善目标**

按照OEE计算公式，项目组计算出年初至项目开展时间打孔设备的周OEE值，取平均值得出当前设备综合利用率为36.6%。改善项目开展前，项目组经调研国内外同行业设备使用情况了解到，打孔设备OEE在40%以上，结合企业设备管理及生产任务的实际情况，项目组决定将此次项目OEE目标值设定在42%。根据目标，OEE值需要从36.6%提高到42%，分解到时间开动率需要从41.1%提升至45%，性能开动率需要从93.8%提升到96%，合格率需要从95.4%提升至99%。

**原因分析**

原因分析阶段主要包括对设备进行48h观察，分析问题的初步原因，寻找并评估可能的改善方向。在选定观察改进的对象后，利用精益六西格玛管理经典的48h观察法，在生产现场实际观察影响设备利用率的三大损失现象，采集现象发生的时

间并记录在观察表格中。通过精益管理法中经常采用的饼图、柏拉图等工具，对生产线中的4台打孔设备停机现象记录数据，并初步对造成停机的因素进行分析（见表1）。从饼图和柏拉图中可得出4台设备主要停机损失几乎是相同的，分别是由生产任务不饱满、生产准备时间过长、设备故障、企业及生产线维护要求、更换电极、科研试加工、设备维护效率低和设备的备品备件缺失导致的。

团队选用六西格玛分析阶段常用的矩阵图，并运用Matrix Plot软件进行分析，准确显示出正常工作与影响因素的关系，将主要改进集中在以下几点：合理安排生产任务，避免设备空闲损失，快速准确解决故障，降低设备故障率，减少设备故障停机损失，减少计划外换刀导致的停机损失，减少备品备件准备不足导致的停机时间。

**实施改善**

根据以上问题分析，项目组按

表1 打孔设备停机现象的饼图、柏拉图及初步分析

停机现象饼图	停机现象柏拉图	初步结论
		前7位停机损失是设备故障、等待、无生产计划、刀具转换、计划保养、改线、清洁
		前7位停机损失是无生产计划、设备故障、计划保养、刀具转换、等待、改线、清洁
		前7位停机损失是设备故障、等待、刀具转换、无生产计划、计划保养、改线、清洁
		前7位停机损失是等待、设备故障、无生产计划、刀具转换、备件缺失、改线、清洁

照既定的实施框架，制订详细的实施解决方案，并对实施效果进行评估及确认，按照实施过程的经验，总结提炼相应的制度流程，控制项目改善成效，并对其他生产线进行培训，达到全面、持续的改进效果。

针对生产准备时间过长导致的停机损失的问题，经过项目组协调生产线负责人，将电火花小孔机加工前、后两道工序人员进行了调整，制定了生产准备标准作业手册，并进行显性化管理。实施1周后规避了本工序生产准备不及时、无法流转至下道工序而导致的设备空闲损失。

针对设备的故障导致停机损失，当项目组调查该类设备历史维修数据时发现，不仅仅是打孔设备维修不及时，而是设备维修工作始终停留在被动管理的状态，整条生产线设备处于“坏了修，修了继续坏”的恶性循环，维修人员每天疲于应付大量设备报修。为彻底扭转该局面，经研究，制定了以下改进措施：引进并推广TPM管理理念，使设备维修人员从思想上改变以“维修数量论英雄”的思维习惯，变“被动维修为主动维护”。分析TPM活动推进过程中取得的成就，以宣讲和培训相结合，指导各级领导和生产管理者关注设备管理，科学合理地安排生产，管修结合，以管为主，修理为辅。逐步规范操作人员对设备的正确保养与使用，引导其积极参与生产现场各类改善活动。将TPM工作纳入到日常考核范畴，并与员工的效益挂钩，有效地调动了员工参加设备管理积极性。创建设备管理信息化平台，通过信息化平台获取设备维修信息传递、信息获取、信息处理、信息再生、信息利

用的功能。

针对更换工装等导致的停机损失的问题，项目组经过讨论确定引入快换思路，减少换刀时间，并在试点设备上引用了某系列工艺基准定位卡盘系统，工具或工件在各机床之间交换，无须重新找正，保持必要的定位精度，大幅减少停机时间，提高了设备的加工效率和加工质量。

针对设备的备品备件缺失导致的停机损失，项目团队分析了备件采购现状及存在的问题，制定如下措施：重新调整备件采购工作流程，明确责任，加快各环节审批效率；实时分析库存消耗，为采购提供决策依据；准确掌握机床零部件的使用寿命，定期更换，提前做好预知的备件储备采购，做到备件采购和库房储备均衡有效，尽最大可能满足生产现场的急需。

## 项目实施效果及后续巩固

通过实施上述措施及其他管理举措，项目组跟踪并计算改善后的设备效率指标，设备OEE值有了明显的提高：设备开动率从41.1%提升到46.2%；性能加工率从93.8%提升到98%；产品的合格品率从95.4%提升到99.1%；设备的综合效率最终由36.6%提升到44.8%，实现并超出项目制定的42%的目标。精益六西格玛的项目改进成果需确保其稳定性和可持续性，经跟踪2~3个月该设备的OEE值稳定在45%，超过了42%的目标，证明此次改善项目是成功的。

在确认改善效果后，项目组将改善措施编制成设备管理手册，将此次数控设备故障改善措施也编制成册，在公司范围内共享；将设备

利用率纳入企业关键绩效考核指标，引导全体干部职工主动开展设备保养、预防维护工作；编制《设备管理规定》，明确关键设备特殊管理要求及判定标准；针对关键设备日常保养内容进行可视化张贴，指导员工规范开展设备维护；全面优化备件采购、管理的信息化系统以及设备故障报修系统，提升管理效率。

## 结束语

项目完成后，通过设备OEE计算公式对该生产线设备能力再次核算，发现打孔设备不再是生产线的瓶颈设备，而数控磨床变成了新的瓶颈，由此证明，精益六西格玛的设备效率管理是一个螺旋式上升的循环改善，是永无止境的。

航空动力

（师少博，中国航发西航，工程师，从事公司战略规划、能力建设规划、固定资产投资项目管理等工作）

## 参考文献

- [1] 方柏鑫.面向涉密企业的DNC/MES集成应用[J].金属加工(冷加工),2013(9): 21-28.
- [2] 许焕刚.六西格玛绿带培训教程[M].北京:中国航空工业集团,2012:8-19.
- [3] 刘召奎.表面贴片设备的综合效率分析与应用[D].重庆:重庆大学,2009.
- [4] 张还.关于六西格玛质量管理在中小企业中应用的研究[M].广东:广东经济出版社,2014:11-19.
- [5] 马琳,韩清林,马艳华.浅谈设备效率管理[J].交通环保,2012(11):42-44.
- [6] 王微.涂装生产线综合效率优化研究[D].广州:华南理工大学,2006.
- [7] 胡辉.提高数控设备应用效率方法[M].江西:中航工业昌河飞机工业集团,2012:21-36.