

文章编号: 1673- 9469(2010) 04- 0092- 03

## AFD 在企业 TPM 中的应用

刘佳琪, 陈子顺

(河北工业大学 机械工程学院, 天津 300130)

**摘要:**介绍了 TPM 的基本目的以及在运行中存在缺乏系统性识别潜在失效因素的弱点。提出了将 AFD 应用于 TPM 的基本方法, 并以此提高制定设备保全项目的正确性以及最终减少设备使用过程中的故障。应用一个实例验证了将 AFD 应用于 TPM 的有效性。

**关键词:** 预期失效预测; TPM; 保全项目

**中图分类号:** TH17

**文献标识码:** A

## The application of AFD in enterprise's TPM

LIU Jia-qi, CHEN Zi-shun

(College of Mechanical Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

**Abstract:** Total Productive Maintenance(TPM) is an efficient path through enhancing productive to improve the core competitiveness of enterprise. The objective and operation weakness of lack of identifying potential failure factors systemically of TPM are introduced. The schemes of integrating AFD method are applied into TPM so as to improve correctness of establishing equipment maintenance items and to reduce the equipment failure. The validity of methods of integrating AFD into TPM is verified with an example.

**Key words:** anticipatory failure determination; TPM; maintenance items

TPM(Total Productive Maintenance)是指“全员参与的生产性保全”,其目标是最合理的成本生产出最好的产品,提高企业的核心竞争力。TPM从生产系统的整体出发,构筑能避免所有损耗(灾害、不良、故障等)发生的机制,其范围涉及到开发、设计、生产、销售及管理等在内的所有部门,通过公司从决策层到一线员工全员参与的小组活动,使其成为零故障、零浪费以及零不良的高效率企业,最终实现零损耗的目标。本文的研究范围仅涉及 TPM 在生产设备管理中的应用<sup>[1-3]</sup>。

### 1 TPM 在企业设备管理中的应用

设备的故障率决定着生产线生产效率的水平,因此设备的故障率将决定产品的制造成本,最终将决定企业的竞争能力。设备故障率的水平与企业的设备管理水平密切相关,具体来说就是与设备保全的方法有关。设备管理水平的低下常以

较高的设备故障率来显现,其根源主要体现在企业对设备的自主保全和定期保全的保全项目不全面或不正确以及未彻底实施等方面。因此,企业在设定设备的保全项目时采用科学和系统的方法是非常必要的,这也是 TPM 管理方法的基本要求。

### 2 企业目前实施 TPM 存在的问题

在许多企业,TPM 所推行的设备点检体制的常用分析方法主要是:主次图法、鱼刺图法、MTBF (Mean Time Between Failure) 分析法、M-Q (Machine - Quality) 分析法、目视管理、失效模式、影响和危害分析等<sup>[1]</sup>。通过这些传统的方法,可以根据以往的故障或工程师的经验给出潜在故障模式并进行分析,进而可以将这些故障消灭在萌芽状态。但是这种识别故障模式的方法并不能对设备未出现过的新故障进行有效预防,从而导致设备继续出现故障。这些分析方法都存在共同的问题,即

收稿日期: 2010- 09- 03

基金项目: 河北省教育厅自然科学研究计划资助项目(2008428)

作者简介: 刘佳琪(1983-),男,河北滦南县人,硕士,从事创新设计研究。

对设备故障的分析缺乏全面性和系统性, 其结果只能对设备故障进行事后分析, 对设备故障的消除没有明显效果。

据日本企业的设备管理经验, 通过长期认真点检, 60% 的设备故障能在萌芽状态就及时发现<sup>[4]</sup>。然而要达到 TPM“故障为 0”的目标就必须将设备的所有潜在故障都消灭在萌芽状态。AFD 是专门用于失效分析和预测的系统方法, 是发明问题解决理论 (TRIZ) 在失效分析上的具体应用。因此, 将 AFD 方法应用于 TPM 之中是企业深化设备管理从而大幅降低设备停机率的必然趋势。

### 3 预期失效预测 (AFD)

AFD 预期失效预测方法<sup>[5-6]</sup>是一种事前分析方法, 其应用主要包括两个方面, 其一是对已经发生的失效问题进行原因分析, 此时称为 AFD-1; 其二是对尚未发生失效的系统进行失效预测, 此时称为 AFD-2。对于第一种情形, 应用 AFD 可以找出产生失效的真正原因, 如图 1 所示。

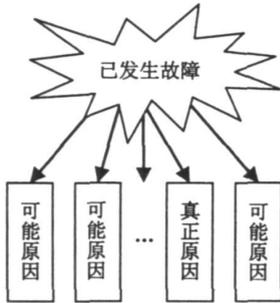


图1 应用 AFD-1 分析失效的原因

Fig.1 Applying AFD-1 to analyze Failure reasons

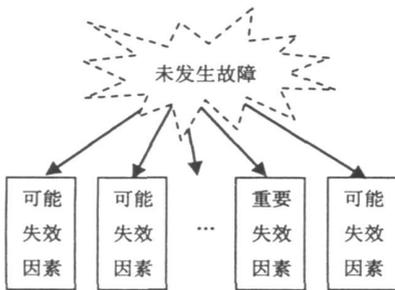


图2 应用 AFD-2 分析重要潜在失效因素

Fig.2 Applying AFD-2 to analyze critical potential

对于第二种情形, 通过 AFD 可找出最有可能发生失效的重要潜在失效因素, 如图 2 所示。

### 4 将 AFD 应用于 TPM 的方法

为了有效预防设备的故障发生, 作为 TPM 的重要工作应在设定设备保全项目时要充分应用 AFD-2, 即通过对设备功能的分析充分识别设备需要检查的环节。将 AFD 方法应用于 TPM 的过程如图 3 所示。

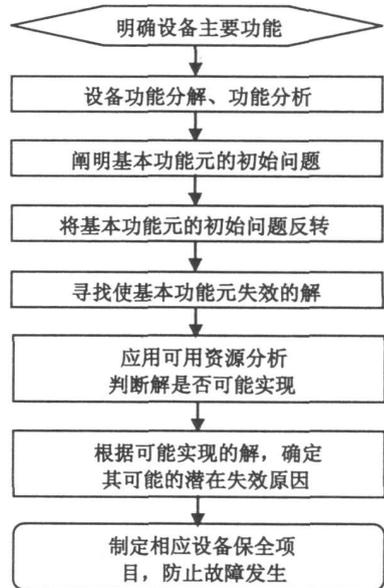


图3 基于 AFD 方法设备保全项目制定流程

Fig.3 Base on AFD method equipment maintenance items establish procedure

设备故障的发生最终将导致设备某项功能劣化或者丧失。对设备进行功能分析的目的是通过分析设备的物理结构和原理以及与设备功能的关系来识别潜在的失效因素或机制。在此过程中, 对设备进行功能分解是必要的, 而后再应用 AFD 确定所有重要的潜在失效因素, 这样才能较全面地查找和分析潜在的失效, 然后进行针对性的改进。

不管是对于已发生失效还是失效预测, 已识别的故障原因或可能的失效因素都应进行有效的管理, 即应将其确定下来进而进行日常或定期的检查以防止其劣化而发生相应的故障。

基于 AFD 制定设备保全项目, 首先要对设备进行自上而下的功能分解, 分解到最基本的功能单元为止, 或者也可以按照实际需要设备功能分解到某一功能水平, 然后应用 AFD 对分解的功能单元进行失效分析或失效预测(通过失效分析查找已知失效的原因, 通过失效预测分析得出设备所有的潜在故障), 然后根据已知故障或潜在故

表1 对圆柱齿轮减速器进行失效分析过程

Tab. 1 The process of failure analysis for column gears reducer

步骤	输入功能单元	减速功能单元	输出功能单元
描述初始问题	输入轴弯曲或断裂	齿面疲劳和断齿	输出轴弯曲或断裂
将初始问题反转	如何使输入轴弯曲或断裂?	如何使齿轮齿面疲劳和断齿?	如何使输出轴弯曲或断裂?
寻找产生失效的解	输入轴承受过大的径向力(或弯矩)	齿面接触应力大、落入异物或过载	承受弯矩 扭矩过大
判断解是否可能出现	电机驱动轴和输入轴不同心可以产生失效 无安装要领书,对于同心	润滑无规定,落入异物、杂质无防护	输出轴安装不同心或过载
确定可能失效原因	无相应要求,对紧固螺母无扭矩要求	无定期添加润滑油和检查其密封性的规定	紧固螺母扭矩无要求,对减速器的选型正确性无要求
确定保全项目	对于减速器安装做出文件化的要求	对减速器使用过程及保养做出文件化要求	对减速器负荷及选型做出明确规定

障发生所需资源或条件来制定相应的点检标准,从而将故障消灭在萌芽状态。

## 5 应用实例

以圆柱齿轮减速器为例。圆柱齿轮减速器的主要功能为输出一定的转速和转矩。常见的故障如图4所示。按图3所示流程图对圆柱齿轮减速器进行功能分解及失效分析。

功能分解:确定圆柱齿轮减速器的功能:减速功能,输出转速和转矩。

如图4所示对圆柱齿轮减速器进行功能分析、功能分解并确定其基本功能单元。按照其功能结构可分解为:动力输入功能单元(输入轴)、减速功能单元(齿轮及轴承)、动力输出功能单元(输出轴)。

应用 AFD 对三个功能元分别进行失效分析,具体分析过程如表1所示。

通过表1的分析可以得出减速器可能产生的失效及其原因,因此将通过制定相应的保全项目及实施检查和维护来消除失效发生的原因或消除潜在失效发生所需的条件。

## 6 结语

AFD 方法为我们提供了一个全新的问题解决方法。将 AFD 应用于 TPM 中克服了采用传统的以经验为主的设定设备保全项目方法的不足,应用 AFD 方法为正确和系统地设定设备保全项目创造了条件,为提高设备性能和保持低的设备故障率打好了基础。

## 参考文献:

- [1] 李葆文. 设备管理新思维新模式[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [2] 徐保强, 李葆文. TPM 推进实务和案例分析[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
- [3] 刘承元. TPM 活动[M]. 深圳:海天出版社, 2002.
- [4] 揭露美国日本先进设备管理真相[EB/OL] [http:// www.pmec.net/bencandy- 6- 51395- 1. htm](http://www.pmec.net/bencandy-6-51395-1.htm).
- [5] The anticipatory failure determination fact sheet [J/OL] [http:// www. Triz- journal. com/](http://www.Triz-journal.com/).
- [6] JACK HIPPLE. Predictive failure analysis: how to use triz in "reverse" [J/OL]. TRIZ Journal, Sep, 2006. [http:// www. triz- journal. com/](http://www.triz-journal.com/).

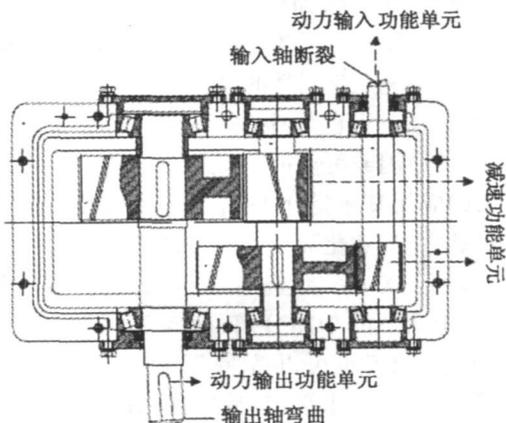


图4 圆柱齿轮减速器

Fig. 4 Column gears reducer