

设备管理中的机械故障诊断技术与状态监测维修^{*}

许立学

(广东中烟工业公司 广州卷烟二厂, 广东 广州 510640)

摘 要: 简述了机械故障诊断技术与状态监测维修的发展概况、概念; 论述了状态监测在于掌握设备发生故障之前的异常征兆与劣化信息, 以便事前采取针对性措施控制和防止故障的发生, 从而减少故障停机时间与停机损失的意义; 介绍了故障诊断、状态监测的工作原理和工作程序, 包括信息库和知识库的建立, 以及信号检测、特征提取、状态识别和预报决策等 4 个工作程序; 对如何建立状态监测体系进行了研究; 在建立起检测小组的基础上, 从简易诊断入手, 逐步过渡到设备的故障诊断; 根据测点选择原则确定合适的设备测点; 根据需要的振动测量参数配置合适的测量仪器; 根据现场设备的具体情况确定检测周期, 可以每隔 30 天、15 天、10 天、7 天、3 天、1 天检测一次, 一般情况可按照选定原则来确定检测周期。

关键词: 设备故障诊断技术; 状态监测维修; 状态监测; 设备状态检测; 检测周期

中图分类号: TH17 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) S1-0185-04

1 故障诊断技术的发展概况

设备故障诊断技术是 20 世纪 60 年代初, 由于军工、航天的需要发展起来的一门新技术, 最早开展这方面研究的是美国。设备诊断技术一直与设备维修紧密联系, 随着设备管理、维修方式的发展、诊断技术的进步, 设备故障诊断在不同的设备管理方式中表现出不同的功能作用, 并且越来越占据主要的地位。

(1) 事后维修阶段。在 19 世纪工业化初期, 当时机器设备本身技术水平和复杂程度都很低, 当设备在运行当中突然发生故障, 才被迫停机修理。这一阶段的维修被称为事后维修。故障诊断的目的就是迅速找到故障发生的部位, 为机器的迅速修复提供依据。故障诊断的手段是通过通过对设备的解体分析并借助以往的经验以及一些简单的仪器。

(2) 预防维修阶段。进入 20 世纪后, 随着大生产的发展, 机器设备本身的技术复杂程度也有所提高, 设备故障或事故产生的影响显著增加, 从而出现了定期预防维修方式。预防维修立足于将故障隐患消除在发生之前。也就不可避免地形成了一定程度的过剩维修。这时故障诊断的目的在于为合理的维修周期的制定提供依据, 并在定期维修前检查突发性故障。这一阶段的诊断手段主要是一些简单的状态监测仪, 多设有一定运行参数的报警值, 能

够对突发故障进行预测。

(3) 状态监测阶段。从 20 世界 60 年代起, 设备诊断技术随着计算机技术、信号处理技术等的发展, 出现了更科学的按设备状态维修的方式。这一阶段以状态监测为中心, 维修策略是定期地对设备的状态进行监测, 依据监测的结果决定是否对设备进行维修。从而避免了预防维修中的过剩维修, 大大降低了维修成本, 这种维修也被称为预测性维修 (Predictive Maintenance)。诊断的手段是以信号采集与处理为中心, 多层次、多角度地利用各种信息对设备运行状态进行评估。

(4) 智能管理阶段。进入 20 世纪 80 年代以后, 人工智能技术和专家系统、神经网络技术的发展和在工程设计中的应用, 使设备维修达到了智能化的程度。虽然这一阶段发展的历史并不长, 但已有的研究成果表明, 设备智能诊断具有十分广泛的应用前景。

2 故障诊断、状态监测的概述

2.1 设备故障诊断技术的概念

设备故障诊断技术又称设备状态诊断技术 (Machine Condition Diagnosis Technique), 是一种通过监测设备的状态参数, 发现设备异常情况, 分析设备故障原因, 并预测预报设备未来状态的一种技术。其基本功能是在不拆卸和基本不拆卸设备的情况下, 掌握设备运行现状, 定量地监测和评价设备

^{*} 收稿日期: 2005-02-02

作者简介: 许立学 (1975 年生), 男, 助理工程师, E-mail: nhaihm@21cn.com

的以下状态：①设备所承受的应力；②强度和性能；③故障和劣化；④预测设备的可靠性。在设备发生故障的情况下，对故障原因、故障部位、危险程度进行评定，并确定正确的修复方法。

2.2 设备状态监测的概念

对运转中的设备整体或其零部件的技术状态进行检查鉴定，以判断其运转是否正常，有无异常与劣化征兆，或对异常情况进行追踪，预测其劣化趋势，确定其劣化及磨损程度等，这种活动就称为状态监测（Condition Monitoring）。状态监测的目的在于掌握设备发生故障之前的异常征兆与劣化信息，以便事前采取针对性措施控制和防止故障的发生，从而减少故障停机时间与停机损失，降低维修费用和提高设备有效利用率。

3 状态监测维修的意义

状态监测的目的在于掌握设备发生故障之前的异常征兆与劣化信息，或者在故障处于轻微阶段时将其检测出来，以便事前采取针对性措施控制和防止故障的发生，从而减少故障停机时间与停机损失，降低维修费用和提高设备有效利用率。既能使设备经常保持良好状态，又能充分利用零件的使用寿命。设备检修周期长度根据设备状况来定，这样可以充分发挥设备的潜力，可以做到根据实际情况进行维修，有可能制定恰当的订货周期和储备量，因而可缩短维修时间和节省维修费用。显然状态监测维修是一种更科学、更加合理的维修方式，既可避免过剩维修又可防止维修不足。

4 状态监测维修与故障诊断的关系

设备诊断技术与人们熟悉的医学上的症状诊断是十分相似的，对设备进行的定期检查，就相当于对人体进行的健康检查，设备定期检查中发现的设备技术状态异常现象，则相当于人体检查中发现的各种症状，根据设备技术状态对设备劣化程度与故障部位、故障类型故障原因所作分析判断就相当于根据人体和人体症状对病位、病名、病因所作的识别鉴定即诊断。

所以，进行设备诊断必须有正确的根据，这就必须进行状态监测和记录，掌握设备从过去到现在的经历及状态。状态监测与故障诊断是诊断技术的两个组成部分，有联系但又不同。状态监测主要是对设备的技术状态进行初步识别，故障诊断则是对该状态的进一步分析识别和判断。所以，状态监测是设备诊断的基础，设备状态监测是设备诊断技术不可缺少的组成部分。设备故障诊断技术的完善、发展和普遍应用，是实现设备维修体制变革的前提，最终实现状态监测维修，以取代传统的定期计划维修体制。

5 故障诊断、状态监测的工作原理和工作手段

设备诊断技术的工作原理及工作程序如图 1 所示，它包括信息库和知识库的建立，以及信号检测、特征提取、状态识别和预报决策等 4 个工作程序：

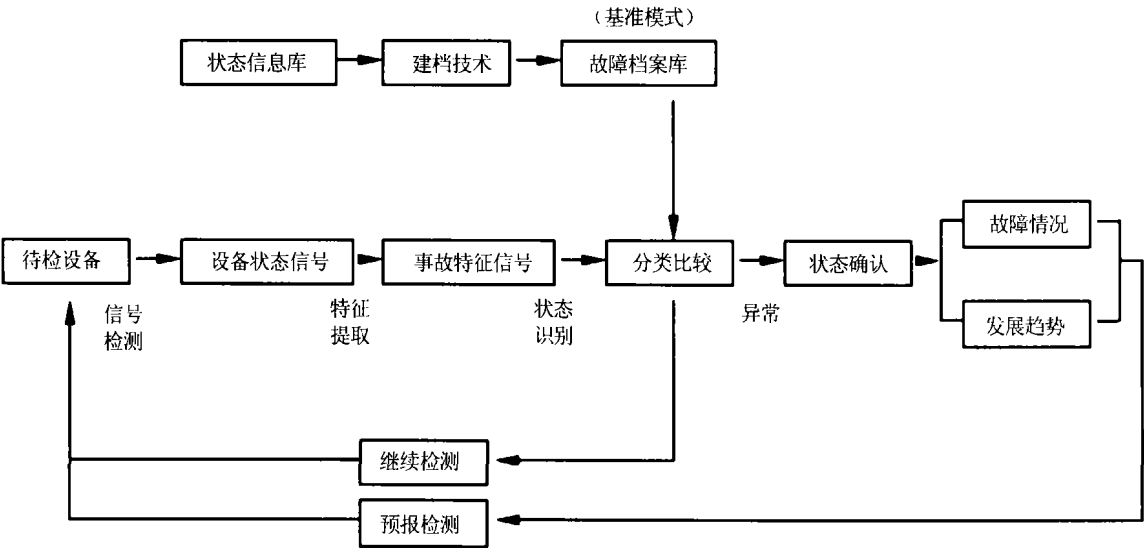


图 1 诊断技术的工作原理和工作程序

Fig 1 Operating principle and working program of the Diagnosis Technique

(1) 信号检测：按照不同诊断目的和对象，选择最便于诊断的状态信号，使用传感器、数据采集器等技术手段，加以监测与采集。由此建立起来的是状态信号的数据库，属于初始模式。

(2) 特征提取：将初始模式的状态信号通过信号处理，进行放大或压缩、形式变换、去除噪声干扰，以提取故障特征，形成待检模式。

(3) 状态识别：根据理论分析结合故障案例，并采用数据库技术所建立起来的故障档案为基准模式。把待检模式与基准模式进行比较和分类，即可区别设备的正常与异常。

(4) 预报决策：经过判别，对属于正常状态的可继续监视，重复以上程序；对于属于异常状态的，则要查明故障情况，做出趋势分析，估计今后发展和可继续运行的时间，以及根据问题所在提出控制措施和维修决策。

6 如何建立状态监测体系

在设备管理中，开展了设备状态检测工作不等于就实现了设备状态监测维修；实现状态监测维修的前期工作是如何组织好本单位设备管理部门开展好设备状态检测工作，能否建立起一套完善的检测体系，是关系到设备状态监测维修工作成败的关键。

6.1 建立监测小组及其任务

在建立起检测小组的基础上，从简易诊断入手，逐步过渡到设备的故障诊断，以提高设备维修质量、保证设备安全生产、降低维修成本和提高经济效益为中心，积极开展设备的状态检测和质量控制，积累经验和必要的数据库，建立起种类齐全的检测体系，建立企业标准，做好设备状态监测维修的前期准备工作，逐步实现设备状态监测维修的改革。

6.2 确定监测设备和测点

6.2.1 设备选定 在开展设备监测初期，选择的监测设备不要太多，一般根据参加检测的人员多少和测试仪器的多少来确定。在检测初期一般选择 B 类设备为宜。因为一般的 B 类设备都有备台，作为试点时即使发生了设备故障，也不会影响到正常的安全生产；选择适当的设备台数，可以缩短检测周期，对积累数据和检测经验有很大的好处。经过一段时间的检测，积累一定的经验和数据后，再扩大检测范围。

6.2.2 测点选定 制定测点方案的正确与否是关系到测量结果的重要工作，此前应做好两方面的工作，第一，查阅有关机械设备的文件和技术图纸资

料，对设备的结构原理、机械运动动力学、故障机理等要有一个透明的了解；第二，到现场去实地考察，主要看传感器的安装位置是否可行。测点选择方案一旦形成，要绘制斥点布局图，并给每一个测点编制一个编号，以方便使用。

根据以下原则来选择测点：

- (1) 设备振动的敏感点、离机器核心部位最靠近的关键点及容易产生劣化现象的易损点；
- (2) 选择刚性支撑点，如机座、轴承座；
- (3) 大型机械则必须在机器前、后、上、下、左、右、中等部位进行测量；
- (4) 要考虑到环境因素，如是否有大的振动源，要避开高温、高湿点及出风口；
- (5) 测点数量的选择应能反映机器的主要运行状态，测点的数量要适中。

6.2.3 需要说明的问题 振动测点选择的原则只是一个理论上的问题。如果在具体选择测点时，为了迁就原则而不惜破坏设备的机械结构，则是非常不可取的，因为这与检测的本质相违背。其实在实际选择测点时，能按原则选择最好，就是选择不到最佳点也没有太大的关系，只是在判断设备故障时会有些麻烦。

6.3 选择合适的监测仪器和振动参数

一般来讲，在配置检测仪器时从下面几个方面来考虑：

- (1) 先从简易诊断入手，考虑需要哪些种类仪器；
- (2) 从振动入手，考虑哪些仪器是必备的；
- (3) 从局部入手，考虑在初期检测中做些什么工作；
- (4) 从建立检测体系入手，考虑建立哪些体系所必须配置哪些基本仪器；
- (5) 从重点入手。

振动的测量参数包括振动的运动参数（位移、速度、加速度）和量值参数（峰值、平均值和有效值）。

6.4 监测周期的确定

设备的测试周期没有统一的标准，因为即使同类型的设备，在不同的现场由于使用条件的不同，其技术状态变化也不完全一样，所以检测周期应根据现场设备的具体情况具体确定。检测周期，可以每隔 30、15、10、7、3、1 天检测一次，具体天数可根据不同对象确定。一般情况可按照下列情况选择检测周期：

- (1) 三班工作制设备，平均每个班次利用率在 4 h 以上者；单台设备利用率每天在 6 h 以上者的 A

类设备；利用率每天在 4 h，加工精度高的大型单一重点 A 类设备；转速高的设备（ $> 3000\text{ n/s}$ ）；故障后影响面大及容易造成不安全现象的设备，一般检测周期定为 7 天。

（2）单台设备利用率每天在 4 h 以上的 B 类设备；生产中关键单台设备；但利用率每天在 4 h 以下的 A 类设备；出厂时间长、自身价值高的设备；对生产影响较大的设备，检测周期一般为 10 天。

（3）一般的 B 类设备；利用率每天在 2 h 左右的 A 类设备；设备的润滑油液分析；设备检测周期一般为 15 天。

（4）压力容器测厚、测泄漏等检测周期定为 30 天。

（5）一旦发现测定数据有变化，应根据数据偏离程度的大小来决定缩短检测周期间隔的长短。设备超过报警值进入注意区域，要缩短检测周期一个档次；如果设备进入故障区域，而不能立即停机进行维修的设备，一般视情况应把检测周期缩短为 3 天或 1 天。

（6）新安装设备和大修前后应加强检测，初期一般 2~3 天为宜，待测得数据恢复正常时，按规定周期进行检测。

（7）如装有计时钟的设备，可按计时钟的实际工作时间来确定检测周期。

（8）电器线路、元器件检测一般 15 天为宜；电机（10 kW 以上）检测一般 10 天为宜。

（9）检测周期的制定除上述原则外，还受到使用环境等因素的制约，因此应根据自身的条件和实际情况加以修订，以满足状态监测工作开展的需要。

参考文献:

[1] 赵艳萍, 姚冠新, 陈骏. 设备管理与维修[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

[2] 徐玉秀, 原培新, 杨文平. 复杂机械故障诊断的分形与小波方法[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

[3] 徐扬光. 设备工程与管理[M]. 第二版. 上海: 华东理工大学出版社, 1993.

[4] KUNIYOSHI Sugiuma. Role played by TPM in European Companies Conference Proceedings, Euromaintenance' 96. 1996.

[5] 徐温厚, 查志文. 工业企业设备管理[M]. 北京: 国防工业出版社, 1987.

[6] 李葆文. 全面生产维护—从理念到实践[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.

The Machine Condition Diagnosis Technique and Condition Based Maintenance in Equipment Manage

XU Li-xue

(China Tobacco Guangdong Industrial Corporation, Guangzhou No. 2 Cigarette Factory, Guangzhou 510640, China)

Abstract: To describe the general situation and concept of the Condition Diagnosis Technique and the Condition Based Maintenance; Expatiate the purpose of the Condition Monitoring; gripping unwonted symptom and bad instance information, so can reduce the shutdown time and save the money; To introduce the operating principle and working program of the Condition Diagnosis Technique, which is included establishing the data base and repository; To study how to set up the system of the Condition Monitoring; first set up one group for machine condition detection, form simple diagnosis to precise diagnosis; choose the appropriate point on the equipment to detected by the selective principle; choose the right instrument by the parameter of the vibration which is to be detected; can detect one times every other 30 days, 15 days, 10 days, 7 days, 3 days, 1 day. In commonly situation, can make certain the detection cycle by selective principle.

Key words: Machine Condition Diagnosis Technique; Condition Based Maintenance; Condition Monitoring; Condition Detection; Detection Cycle