

设备诊断实施技术丛书

设备诊断实例

吴今迈 编著



海科学技术文献出版社

设备诊断实施技术丛书

设备诊断实例

吴今迈 编著

上海科学技术文献出版社

责任编辑：方 虹

封面设计：石亦义

设备诊断实施技术丛书

设 备 诊 断 实 例

吴今迈 编著

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

上海科技文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.75 字数 180 000

1997年1月第1版 1997年1月第1次印刷

印数：1—1 100

ISBN 7-5439-0968-5/T·437

定 价：10.00 元

《设备诊断实施技术丛书》编委会

主任委员：朱林生

副主任委员：沈一飞

主 编：佟德纯

委 员：(以姓氏笔划为序)

王 大 义	叶 万 水	石 来 德
华 占 秀	孙 雪 麟	李 柱 国
陈 兆 能	何 维 亨	吴 震 球
单 怀 俊	杨 建 珍	萨 本 信
葛 修 鑫	蔡 正	

前 言

高速发展的现代科技和社会消费,要求工业产品的性能和质量都要达到前所未有的高标准,这首先要依赖于工业生产设备的高精密度、高完善度和高可靠度。因此,现代工业中,对各种生产设备的管理显得尤为重要,越来越引起企业界和工程技术界的重视。这不仅因为生产设备的失效或精度的下降都要付出昂贵的代价,而且单靠人的经验去分析判断已十分困难。现代的服务于设备终生的设备管理中,包括设备运行、状态监测、故障诊断、趋势预报、决策维修等,所采用的技术手段及分析方法有几十种之多,并向着智能化、综合化和网络化发展,全面更新了原有的管理概念。高级精密的设备监测、诊断、分析仪器及高水准的管理技术人员,已成为现代化企业不可缺少的重要成员。

我国政府的有关部门将设备状态监测和故障诊断工作的要求纳入了《国营工业交通设备管理条例》之中,明确规定:“要根据生产需要,逐步采用现代故障诊断和状态监测技术、发展以状态监测为基础的预防维修体制”。把设备诊断技术列入了企业管理法规,并指出了设备诊断技术要为维修体制改革和设备现代化管理服务。

设备状态监测与故障诊断是设备诊断中的两个过程,两者既有密切联系又有区别。设备状态监测是指对设备某些参数(如振动、噪声、温度等)进行测取,将测定值与规定的正常值(门限值)进行比较,以判别设备的工作状态是否正常。若对设备进行定期或连续监测便可获得设备状态变化的趋势性规律,进而对

设备剩余的寿命作出估计,于是便可对设备状态进行预测、预报。状态监测又称为简易诊断,只要恰当选择监测参数、测点以及监测周期等,一般都能取得良好的效果,这种初级诊断适于现场作业人员实施。对设备产生故障的原因、部位和严重程度作出判断,为设备优化管理决策提供依据,称为精密诊断,是由专门技术人员实施。

设备诊断技术属于信息论范畴,因此它包括信号的采集、信号的分析处理(数据处理)和状态识别(包括判断和预报)三个基本环节。然而,信息技术不等于诊断技术。从事设备诊断的技术人员必须具备有关设备及零部件工作机理方面的知识,以及用于诊断和仪器设备或分析系统的有关知识。由于诊断及手段越来越发展,有关知识面也越来越广阔。现在以设备物理参数分类的常用设备状态诊断方法大致有以下几种:

(1) 振动诊断:以机械振动、冲击、机械导纳以及模态参数为检测目标。

(2) 声学诊断:以噪声(声压和声强)、声阻、超声、声发射为检测目标。

(3) 温度诊断:以温度、温差、温度场、热象为检测目标。

(4) 污染诊断:以泄漏、残留物、气体、液体、固体磨粒成分变化为检测目标。

(5) 光学诊断:以亮度、光谱和各种射线效应为检测目标。

(6) 性能趋向诊断:以机械设备各种主要性能指标为检测目标。

(7) 强度诊断:以力、应力、扭矩力为检测目标。

(8) 压力诊断:以压力、压差以及压力脉动为检测目标。

(9) 电参数诊断:以电流、电压、电阻、功率等电信号及磁特性为检测目标(包括对钢丝绳以电磁特性为检测目标)。

(10) 表面形貌诊断:以变形、裂纹、斑点、凹坑、色泽等为检测目标。

由上海市设备管理协会主持,邀请了多年来从事设备诊断技术工作及研究工作的专家,编写一套《设备诊断实施技术丛书》。丛书分批推出,各分册以设备状态中不同物理参数和设备类别为专题,介绍诊断信号的获取、分析、计算等的方法及原理,以及它们的检测标准,并辅以使用的各种诊断仪器方面的基本知识和实际操作步骤,供企业设备诊断技术人员在工作中作技术指导用书。对处于工作状态的设备进行诊断,不仅是与看不见的东西打交道,而且因为自身因素及环境因素的复杂,有极大的可变动性,人们必须依赖科学的方法和数学推理作出判断。技术人员只有熟知推导过程,才能准确、合理地使用诊断仪器显示系统提供的结论,最终达到对设备进行准确诊断的目的,并能不断适应更新的科学仪器为他们提供的诊断方法。为此,丛书将各种数学推导也作基本介绍,但不多也不深,如要作进一步深入研究,可以求助于许多已经出版的相应科目的理论专著。

设备诊断是一门新兴的边缘学科,同时也是发展迅速的学科。丛书将根据该领域内新技术新方法应用的出现,不断推出新的分册。希望这套书能成为技术人员和管理人员得力助手,不负全体编写人员的初衷和他们的辛勤笔耕。

目 录

第 1 章 设备诊断技术在工厂的应用	1
§ 1.1 工厂引入设备诊断技术的必要性	1
§ 1.2 设备诊断技术应用现状	2
一、在线监测装置	3
二、便携式检测仪表	4
§ 1.3 振动判断标准	7
一、绝对值标准	7
二、相对值标准	13
§ 1.4 利用振动法作设备精密点检与倾向管理	15
一、振动测试方法	15
二、测试数据管理	21
第 2 章 电动机故障诊断	23
§ 2.1 转子断条	23
一、设备概况	23
二、设备异常现象	24
三、测试方法	25
四、分析过程	28
五、结论与讨论	39
§ 2.2 电流过大脉动	43

一、设备概况	44
二、故障情况	45
三、测试方法	45
四、分析过程	48
五、结论与启发	54
§ 2.3 定转子碰擦	57
一、设备概况	57
二、故障情况	58
三、测试方法	59
四、分析 1973 年电机状况	61
五、分析 1987 年电机状况	68
六、结论与讨论	77
§ 2.4 从振动信号判断高压电动机某些故障的实例	79
一、使用的仪器及测点布置	79
二、电动机的轴承情况	80
三、电动机转子平衡及对中情况	81
四、电动机振动主要原因分析	81
第 3 章 动力设备故障诊断	87
§ 3.1 风机故障诊断	87
一、风机转子不平衡	87
二、转子谐振	90
三、轴对中偏移	92
四、轴承进异物	97
五、叶片变形	102
§ 3.2 大型空压机的状态监测与故障诊断实例	106
一、设备概况	106

二、振动测试分析方法	107
三、初期测振分析	114
四、本空压机的振动特征	118
§ 3.3 发电机组故障诊断实例	121
一、设备概况	121
二、炼焦厂干熄焦发电机故障	123
三、高炉煤气余压发电机故障	125
§ 3.4 泵的故障诊断实例	127
一、故障情况	127
二、测试方法	129
三、分析过程	131
§ 3.5 转子故障的复杂性识别	134
一、不对中和不平衡识别	136
二、不平衡、不对中和非线性振动识别	144
第 4 章 轧钢设备故障诊断实例	147
§ 4.1 钢管穿孔机状态监测	147
一、设备概况	147
二、测试方法	147
三、分析过程与记录	148
§ 4.2 带钢剪切机齿轮箱故障诊断	165
一、设备概况	165
二、测试方法	166
三、分析过程	171
四、结论与讨论	178

第 5 章 滚动轴承故障诊断要点	181
§ 5.1 必须测量宽频带域的振动	181
一、磁电式速度型传感器不适用	181
二、一般的加速度传感器不适用	182
三、测量高频振动效果较好	183
§ 5.2 轴承振动信号的频谱分析	183
一、轴承振动信号不能直接做频谱分析	183
二、出现问题的原因	185
三、正确的频谱分析方法	188
§ 5.3 大面积损伤的频谱特征	191
第 6 章 现场动平衡技术	198
§ 6.1 现场动平衡概论	198
一、进行现场动平衡的必要性	198
二、动平衡原理和方法	199
§ 6.2 冷轧涂层风机现场动平衡实例	202
一、设备概况	202
二、测试方法	202
三、分析与计算	205
第 7 章 电网谐波的测试及分析	226
§ 7.1 电网谐波及其测试方法	226
§ 7.2 FFT 分析仪测试电网谐波的原理及方法	227
§ 7.3 FFT 分析仪测试谐波的要点	229
一、合理选择频率分析范围	229
二、细化基波成分	232

§ 7.4 测试实例	232
一、高炉鼓风机起动装置引起的电网谐波	232
二、轧钢电动机供电系统引起的电网谐波	235
参考文献	

第1章 设备诊断技术在工厂的应用

§ 1.1 工厂引入设备诊断技术的必要性

设备诊断技术的产生和发展,完全来自企业的实际需要。60年代以来,电子技术和计算机技术的发展使工业生产越来越先进,生产设备趋向于大型化、连续化、自动化。但是设备规模越大,自动化程度越高,结构就越复杂,一旦出现故障,造成的经济损失也越大。

另一方面,现代化的设备,由于技术先进,结构复杂,因此点检工作量大,对点检质量的要求也高。一般来说,设备状态和故障因素很难靠人的感觉和经验判断。同时对于先进的、结构复杂的设备,不允许随便解体检查。就象医生为人看病一样,决不能动不动就要开刀检查。

对于设备维修工作者来讲,掌握设备状态是最基本的工作。只有了解设备状态,才能合理安排维修时间,决定修理和更换的部件,确保维修作业和更换作业的可靠性,决定预订备件的范围,决定维修方法等。但是准确掌握设备的状态,仅仅依靠点检员的耳听、手摸等五官感觉是绝对不行的。因为人的感觉不可靠,因人而异。经验需要积累,老职工经验丰富些,新职工经验就少。而且感觉和经验是无法确切地记录下来的,没有可比性。更何况有些设备故障的早期信息,凭人的感觉是采集不到的。因此对于现代化的机器,必须设法采用先进的仪器和科学的方法来监测诊断。

由于这些实际需要,促进了设备诊断技术形成和发展。设备诊断技术是先进的检测技术、信号处理分析技术和故障识别技术的综合,它可以在不停机或基本不拆卸设备的情况下,定量地掌握设备的状态,判断设备异常或故障的原因,并能预测其发展趋势。也就是说,在不停机的情况下,通过各种检测分析,可判断:

- ①设备状态如何,是否正常;
- ②异常或故障的原因及部位;
- ③异常程度如何,什么时候该修理。

这样就能避免突发性事故,将以往的事后维修和定期维修改为按设备的状态维修,减少不必要的维修,降低维修费用。还能大大减少备件库存量。这样一来显然可使企业的经济效益大大提高。因此,设备诊断技术虽然开发得比较晚,历史比较短,但是近几年来发展迅速,无论是发展速度还是研究规模,以及取得的成果和达到的应用程度,都是令人鼓舞的,而且越来越显示出这门新技术具有强大的生命力。

§ 1.2 设备诊断技术应用现状

设备诊断技术是一门新的多科性综合技术。一开始,设备诊断技术主要是设备故障诊断。即为了提高设备的可靠性,将故障防止于未然,逐步实行按状态进行维修的制度而开展的技术工作。然而设备诊断技术发展到如今,已不仅仅作故障诊断,还有设备性能诊断。所谓性能诊断,不只是从外观上看设备能否正常运转,而是要诊断此设备是否发挥了本来具有的功能,能否保证产品质量。目前国外一些大型钢铁企业中开展的设备诊断技术大多包含这两方面的内容。

国内当前开展的设备诊断技术,主要是搞设备状态监测和故障诊断。在我国的一些引进设备的大型钢铁企业中,设备状态监测和故障诊断装置已初具规模。主要可分为在线监测装置和离线检测装置两大类。其中都以振动检测为主。

一、在线监测装置

在一些重大关键的动力设备上都安装有在线监测仪表,例如钢铁厂内的高炉鼓风机、烧结主排烟风机,炼钢转炉抽烟风机、制氧站的原料空气压缩机、氧压机、氮压机等都装有振动监测传感器。高速旋转的设备上一般安装的都是涡流型非接触式传感器,直接测量轴振动。转速较低,1000r/min 左右的设备一般安装速度型传感器,直接测轴承座振动,测量参数均是振动位移,单位为 μm 。这些监测装置的显示部分,有的在地区控制室,有的就在现场机器旁边的仪表盘上。报警值分为两档,一是轻故障界限,振动达到此值,仪表自动报警;另一个是重故障界限,振动达到此值,机器便自动停机。

还有一些露天设备,平时无法接近的,例如冷却塔风机,平时日晒雨淋,周围还充满水汽。一般的振动传感器,在这样的环境下,可能寿命不长。这些设备上装的是弹簧式振动开关。平时不显示振动值究竟为多少,但可以调节设定振动开关的限值,一旦机器振动超过设定值,振动开关就会象设定继电器似的,触点断开,机器自动停下。这样可起到保护作用。

在线监测装置除振动监测外,还有温度监测、压力监测、风量监测等。振动监测装置目前只限于动力设备上有,钢铁厂中的典型设备——轧钢设备上,目前国内都还没有较完整的设备状态监测系统。另外现有的在线监测系统,其功能都只限于监测和报警,没有故障诊断功能,一旦报警,需要人工进一步检测和分

析,判断故障原因。

二、便携式检测仪表

这些仪表中数量最多的是测振仪,目前国内钢厂中常用的有以下几种振动仪表:

1. 机器检查器 MCV-021A 型

这是日本新日铁研制并且大量使用的点检仪表,外型小巧,如图 1-1 所示。

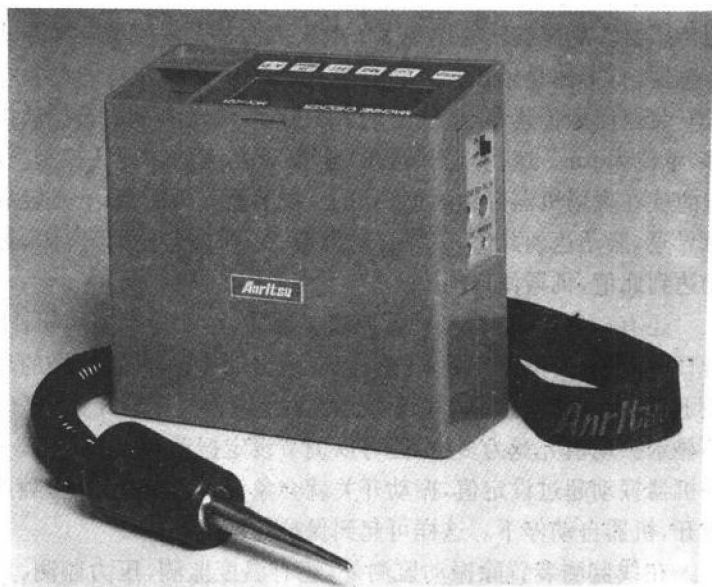


图 1-1 机器检查器 MCV-021A 型

机器检查器(machine checker)是很适合现场设备人员日常

点检用的便携式简易诊断仪表。它由设备诊断人员经过大量的摸索和实践研制而成。集合了各类振动仪表的优点,具有一般测振仪所没有的性能。用这一台仪表,就可方便地对重要旋转机械以及旋转机械部件(轴承类、齿轮类等)进行精密点检,是性能较好的点检仪表。主要特点是:

① 使用带探针的宽频带小型传感器,可以手持传感器测量,现场使用非常方便、灵活。

② 频响范围宽,可测量 $5\text{Hz}\sim 40\text{kHz}$ 内的各种振动信号,这是一般振动仪所不能达到的。

③ 可根据诊断对象,选择功能档。各档频率范围同各类机械故障特征相对应。

L_0 档:测量一般旋转机械的不平衡、不对中、松动、接触等。

M_d 档:各种机械故障产生的振动信号都能测到。

H_1 档:测量中高速滚动轴承故障。

H_1 -SLOW 档:可测低转速(300r/min 以下)滚动轴承故障。

④ 依靠切换开关,各档都能测量峰值、平均值,适应各类故障检测。

⑤ 有专用的判定标准可对照。

该标准是根据大量理论研究、实验分析、现场实际工作经验以及参考国内外通用标准研制而成的。用机器检查器检测时,该标准有一定的参考价值。判定标准值刻在用彩色塑料板制造的可转动的圆盘板上。圆盘板直径约 80mm ,现场使用非常方便。

⑥ 仪器体积小、重量轻,电池供电、液晶显示。

⑦ 仪器本身有包络检波功能,对滚动轴承故障诊断很有利。

⑧ 能接数据盒,如图 1-2 所示。存储现场检测的数据,包括测点号及方向等。现场测试可不用手工记录。还能联接微机,便于大量设备的倾向管理。