



“十一五”立项精品教材



林业机械与木工设备 状态监测与故障诊断 技术及应用

Linye Jixie yu
Mugong Shebei
Zhuangtai Jiance
yu Guzhang
Zhenduan Jishu
ji Yingyong

◎ 朱典想 王 正 主编

中国林业出版社

林业机械与木工设备状态监测 与故障诊断技术及应用

朱典想 王 正 主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

林业机械与木工设备状态监测与故障诊断技术及应用/朱典想,王正编著. —北京:中国林业出版社, 2010. 3

ISBN 978-7-5038-5762-1

I. ①林… II. ①朱…②王… III. ①林业机械—监测②林业机械—故障诊断③木工机械—监测④木工机械—故障诊断 IV. ①S776②TS64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 244263 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail forestbook@163.com 电话 010—83222880

网址 www.cfph.com.cn

发行 中国林业出版社

印刷 北京北林印刷厂

版次 2010 年 3 月第 1 版

印次 2010 年 3 月第 1 次

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 19

字数 500 千字

印数 1~2000 册

定价 30.00 元

内容简介

本书系统介绍了设备故障诊断与监测的理论基础知识，同时结合作者的研究实践，运用林业机械与木工设备的故障诊断实例，重点讨论了林业与木工设备的故障诊断与状态监测方法。

本书是为林业机械与木工设备等专业方向的研究生编写的教材，作为该方向本科生教材使用时，可根据教学计划对其内容进行取舍。本书也可作为其他行业的生产、设备管理与维修等部门的工程技术人员开展设备状态监测与故障诊断时的参考用书。

王正高工撰写第六、七、八、九、十章。南京林业大学硕士生何继龙、黄飞、方堃、濮文娟、施瑾瑾，本科生李磊和王晓东等承担了本书的文字录入和插图等大量工作，谨此深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不少缺点和不妥之处，敬请诸位专家学者不吝赐教，编者对此深表感谢。

作 者

2009年9月于南京林业大学

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
第一节 状态监测与故障诊断是现代工业发展的要求.....	1
第二节 故障的定义和分类.....	4
第三节 设备状态监测及故障诊断技术的基本内容.....	5
第四节 诊断系统的组成.....	7
第五节 设备诊断技术的分类.....	9
第六节 诊断技术在工程上的应用	11
第七节 状态监测与故障诊断技术的发展动向	13
第二章 振动信号分析与处理	14
第一节 信号的分类与基本描述	14
第二节 信号的时域分析	17
第三节 信号的频域分析	23
第四节 功率谱分析	28
第五节 振动测试	34
第三章 设备状态监测常用传感器	48
第一节 概 述	48
第二节 压电式加速度传感器	49
第三节 磁电式速度传感器	56
第四节 电涡流位移传感器	60
第五节 复合式振动传感器	65
第六节 温度传感器	67
第七节 压力传感器	71
第八节 电量测量传感器	74
第九节 传感器的选用原则	76
第四章 旋转机械故障机理与诊断技术	79
第一节 概 述	79
第二节 旋转机械振动的基本特性	80
第三节 转子不平衡的故障机理与诊断	89
第四节 不对中故障机理与诊断	93
第五节 转子弯曲的故障机理与诊断	98
第六节 油膜轴承的故障机理与诊断.....	101

第七节	旋转失速与喘振的机理与诊断	110
第八节	动静件摩擦的故障机理与诊断	115
第九节	转子热套配合过盈不足的故障机理与诊断	119
第十节	转子支承部件松动的故障机理与诊断	121
第十一节	转轴裂纹的故障机理与诊断	124
第十二节	迷宫密封气流激振的故障机理与诊断	127
第十三节	轴电流的故障诊断	130
第十四节	旋转机械振动原因分析表	133
第五章	往复机械的故障诊断	140
第一节	概 述	140
第二节	往复机械常见故障与振动响应的关系	141
第三节	气阀故障信号特征与识别	143
第四节	敲缸故障的诊断	144
第五节	拉缸故障的诊断	146
第六节	主轴瓦拉伤故障的诊断	148
第七节	管网振动的机理与对策	149
第六章	齿轮常见故障与诊断	152
第一节	齿轮故障的常见形式与原因	152
第二节	齿轮的振动机理	156
第三节	齿轮的振动测量与简易诊断	161
第四节	齿轮故障诊断常用信号分析处理方法	164
第五节	齿轮常见故障信号特征与精密诊断	168
第七章	滚动轴承的故障机理与诊断技术	175
第一节	概 述	175
第二节	滚动轴承故障的主要形式与原因	176
第三节	滚动轴承的振动机理与信号特征	177
第四节	滚动轴承的振动测量与简易诊断	185
第五节	滚动轴承的精密诊断方法	192
第六节	滚动轴承其他诊断方法	195
第八章	红外技术与监测诊断应用	204
第一节	红外基础知识	204
第二节	红外测温简介	207
第三节	红外仪器简介	209
第四节	红外点温仪	210
第五节	红外线行扫描仪	214
第六节	红外热电视	216

第七节 红外热像仪·····	219
第八节 红外检测的工作内容与要求·····	223
第九节 红外诊断技术·····	225
第九章 林业机械与木工设备故障诊断应用实例·····	227
第一节 木工推台锯圆锯片端向跳动和旋转主轴振动试验实例·····	227
第二节 对 MB503A 型木工平刨床噪声测试分析实例 ·····	230
第三节 关于木工平刨床振动特征的试验研究实例·····	236
第四节 对圆锯片的动态特性的试验研究实例·····	241
第五节 国产人造板宽带砂光机功率谱密度和试验模态分析实例·····	244
第六节 木工带锯条结构系统的固有频率测试分析实例·····	253
第七节 木工铣刀固有频率的声学测量实例·····	260
第八节 瞬态激励法标定压力传感器参考灵敏度实例·····	264
第九节 用正弦信号激振法标定压力传感器参考灵敏度实例·····	268
第十章 设备故障的常用诊断标准·····	272
第一节 概 述·····	272
第二节 设备振动判断标准·····	272
第三节 旋转设备动平衡标准·····	286
第四节 轴系对中标准·····	289
参考文献·····	290

第一节 状态监测与故障诊断是现代工业发展的要求

一、设备维修的重要性

现代工业的特点之一，是生产设备向着大型化、高速化、连续化和自动化的方向发展，生产系统本身的规模越来越大，功能越来越多，性能指标越来越高，工作强度越来越重，各部分的关联越来越密切，结构越来越复杂，其结果是，一方面，它确实满足了提高生产率、降低生产成本、节约能源、减少劳动力、减少废品率以及提高产品质量等客观要求；另一方面，由于设备故障而造成生产线的停工、停产，即使只是一天，甚至一小时，其所造成的损失也比以往低生产水平时增加十倍乃至百倍，同时设备的维修费用也大幅地增长。

改革开放以来，我国的木材工业获得了跳跃式的发展，人造板的总产量突破 8000 万 m^3 ，居世界首位，其中胶合板和中密度纤维板的产量排名世界第一。木材工业的发展也促进了林业机械和木工设备的发展，据 2008 年的统计，我国的林业机械和木工设备的产量仅位于德国和意大利之后，排名世界第三。

虽然我国木材工业和林业机械与木工设备已获得了长足的发展，但总体上看科技创新和现代管理远不能适应林业发展的需要，林业行业科技含量低，设备管理水平也较低，科技贡献率只有 39.1%，不仅低于农业 49% 的水平，也低于全国 42% 的平均水平，更低于发达国家 70%~80% 的水平。为此我们必须牢固树立科技是第一生产力的概念，大力实施科教兴林，着力加强科技创新以及实施现代化的企业管理水平，设备管理是企业管理的一个重要方面，而设备的状态监测与故障诊断是现代工业发展的必然要求。

据美国国家统计局公布的数字，早在 1980 年美国在设备维修方面的花费就达 2460 亿美元，而同年全国的税收总额只有 7500 亿美元。在 2460 亿美元的设备维修费中，据美国专家的分析估计，有 750 亿美元是因不恰当的维修方法造成的浪费。

现代化设备对安全性和可靠性提出越来越高的要求，许多设备的故障若不能及时发现并加以预防，一旦发生事故，不仅造成巨大的经济损失，而且将会造成人员伤亡，甚至严重的环境污染。1984 年 12 月印度博帕尔农药厂异氰酸甲酯毒气泄漏事故，造成 2000 多人死亡，20 多万人受害。1986 年 4 月苏联切尔诺贝利核电站发生事故，溢出的放射性物质使大片地区受害，污染了西欧上空。1986 年 1 月美国挑战者号航天飞机失事，其火箭系统的故障引起了航天史上一起空前的大悲剧。工业企业中的高压容器、锅炉、大型球罐等发生爆炸破裂而造成严重后果的现象也是屡见不

鲜的。在现代化设备中,要做到不出现故障是很难的,但应努力争取早期发现并采取措施避免故障的发生,防患于未然。

现代化设备技术先进,结构复杂,一般情况下很难依靠人的感官和经验查处故障的因素。对于复杂先进的设备,不允许随便进行解体检查。动不动就把现代化设备拆开来进行检查,就如同医生看病时动不动就对病人开刀解剖来检查一样荒唐可笑。因此,这就要求采用先进的仪器和科学的方法对现代化设备进行不解体的状态监测和故障诊断,把设备维修工作提高到适应现代工业发展的水平。

二、设备维修体制的发展

生产的目标之一,是力求做到生产成本最低;而通过维修提高设备的可利用率,是达到这一目标的关键手段之一。维修工作涉及到的主要范围包括:① 合理确定维修和更换的间隔期及内容;② 选择适当的维修方法;③ 保证修理和更换作业的可靠性;④ 制定恰当的备件订货周期和贮存量。

随着科学技术的发展,设备维修方式经历了三个阶段:

(1) 事后维修:设备坏了才修,造成停工、停产,显然是一种不足的维修。

(2) 按时维修:按计划的间隔期对设备进行定期的小修、中修和大修等预防性检修,但由于故障发生的随机性和维修计划的确定性之间存在矛盾,因而既可能造成不足维修,也可能造成过度维修。

(3) 视情维修:将按时维修变成按时诊断,根据诊断结果确定是否进行检修及何时进行检修。这种维修方式既可控制因过剩维修而造成的费用上升,也可防止因不足维修而导致事故的发生。同时,因不搞定期维修,可减少材料消耗和维修工作量,也可避免部分因修理而出现的故障。

据日本统计,实行视情维修,事故率减少 75%,设备维修费用降低 25%~50%。20 世纪 90 年代初期,我国工交企业就达 40 余万个,总固定资产值约 7000 亿元,每年用于设备维修和故障处理的费用,一般占固定资产的 3%~5%。进入 21 世纪以后,我国工交企业的固定资产增值更大,若这些企业都采用状态监测和故障诊断技术,实行视情维修,每年可取得的经济效益达百亿元。

为使现代化设备保持正常运行状态所花费的维修费用和停机损失,在企业生产成本中所占的比例越来越大,设备维修在企业中日益成为一个突出的问题。视情维修这一先进的维修体制,受到国内外普遍的推崇和重视。我国 1983 年提出的《国营工业交通设备管理暂行条例》中,明确指出:“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。”

三、发展状态监测与故障诊断技术的意义

发展设备故障诊断技术,进行状态在线监测,有着潜在巨大经济效益和社会效益。这主要表现在以下几个方面:

(1) 可以减少或避免由于生产废品或导致整条生产线突然停止运转及突然发生恶性事故而造成的重大经济损失或人员伤亡。

(2) 能帮助设备维修人员及早发现异常现象, 查明故障原因, 预测故障影响, 从而实施有计划的针对性状态检查, 延长检修周期, 缩短检修时间, 提高检修质量, 减少备件贮备, 提高设备管理水平。

(3) 可以向设备操作人员及时提供设备状态的情报, 有效地支援设备运行, 提高设备使用的合理性、运行的安全性和经济性, 充分挖掘设备潜力, 延长设备的服役期限。

(4) 可以在设备的出场检验、性能评价、试车验收、样机比对、机构检修及设计优化等方面发挥作用。

(5) 利用故障诊断和状态监测技术, 不必将设备逐一拆开检验, 就有可能由局部推测整体、由现象判断本质、由当前预测未来, 实现设备的在线、实时和动态测量, 保证生产线可靠运转, 满足现代化设备对使用和维护的要求。

四、状态监测和故障诊断技术发展概况

设备诊断技术的历史从人类学会利用机器进行生产就开始了, 那时候人们用目视、手摸、耳听等手段对设备进行诊断。后来, 人们逐步采用一些仪器仪表测试, 掌握了简易诊断手段。随着科学技术的发展, 诊断技术也在进步。20 世纪 60 年代, 由于电子技术和计算机技术的迅速发展, 诊断技术从原来的简易诊断阶段发展到精密诊断阶段。到 70 年代基本上形成了一个独立、完整的体系。

美国 1961 年开始执行阿波罗计划。执行过程中出现的一系列设备故障, 导致美国宇航局积极从事诊断技术的开发, 进行故障机理和预报技术的研究, 以及可靠性分析及耐久性评价。在美国机械工程师协会领导下, 应用声发射诊断技术对压力容器故障诊断方面取得了较大进展。一些公司在轴承诊断技术、润滑油分析诊断技术等方面处于国际领先地位。在航空方面, 大规模地对飞机进行状态监测, 采用飞行器计算机数据综合系统, 分析处理大量飞行中的信息, 确定飞机各部位的故障原因, 并发出消除故障的指令。这一技术应用于大型客机上, 大大提高了飞行安全性。

英国机器保健中心于 20 世纪 60 年代末最早开始研究故障诊断技术。1982 年曼彻斯特大学成立了工业维修公司, 研究状态监测、应力分析、可行性分析等内容。欧洲其他国家在设备诊断技术方面也有很大发展。瑞典 SPM 公司的轴承监测技术, 挪威的船舶诊断技术, 丹麦 B&K 公司的振动监测和声发射监测仪器均各具特色。

日本密切注意世界性发展动向, 积极消化吸收引进的最新技术, 努力发展自己的诊断技术, 研究自己的诊断仪器, 到 20 世纪 70 年代中期, 基本上达到实用阶段。东京大学, 京都大学等高等院校着重基础性理论研究, 三菱、东芝等企业着重研究水平较高的实用课题。

当前我国冶金、石化和电力工业在设备诊断技术的开发和应用方面走在前面。此外, 机械行业在现场简易诊断和精密诊断方面, 航空工业在研制诊断仪器方面, 铁道部门在油液的光谱铁谱分析方面, 核工业在反应堆故障诊断和寿命预测方面, 交通部门在汽车不解体检测方面, 都取得了卓有成效的进展。国内一些研究所相继成立了诊断技术实验室, 一些重点高等院校在培养故障诊断方面的研究生。

应当指出, 我国各行各业在长期实践中, 通过各种设备的安装、运行、试验和检修, 在故障的查寻方面积累了相当丰富的经验。然而, 仅靠这些经验, 由人凭感官进行设备的主观诊断是不够的, 因为它们存在一定的局限性和片面性, 没有从理论上系统地研究总结, 形成一项有效的

技术,不少人习惯于凭个人经验对设备的故障作出大概的判断,动不动就停机大拆大卸,企图直接找出故障原因。事实上,对于先进复杂的现代化设备,采用这种手段往往是无法奏效的,不但诊断的可靠率低,费工费时,诊断周期长,而且这种手段是基于故障已发展到直观可见的程度,或已形成事故,才被人们觉察,无法提供事故之前、开始和过程中的确切状态变化数据,给分析事故带来很大困难。因此,在我国应用设备状态监测和故障诊断技术,不仅可减少维修费用,提高设备利用率,而且可以尽快地改变凭个人经验寻找故障的落后状况,对提高我国设备维修管理水平十分重要。

第二节 故障的定义和分类

通常,设备的基本状态有三种:正常状态、异常状态和故障状态。可见,故障只是设备的一种状态。

故障的定义:一台设备(或装置),其功能指标低于正常时的最低极限值。正常状态是指设备没有任何缺陷,或虽有缺陷但在允许的限度之内;异常状态是指设备的缺陷已有一定程度的扩展,使设备的状态信号发生变化,设备的性能劣化但仍能维持工作;故障状态是指设备由于性能指标严重降低,已无法维持正常工作。设备的故障(病症)有多种,不同的故障对应地表现出一系列的状态特征信息(病症)。这是设备的状态或故障得以被认识和诊断的基础。如同不同的疾病往往决定了不同的诊断方法一样,不同的设备故障往往决定了不同的诊断方法。从不同的角度出发,故障的分类方法也不相同。

1. 按故障产生的原因分类

根据发生故障的不同原因可把故障分为如下三类:

(1) 磨损性故障:设备正常运行时因磨损引起的故障,实际上反映了设备的寿命。

(2) 错用性故障:设备在运行中因操作不当或意外情况引起设备中某些零件的应力超过设备允许值而产生故障。

(3) 固有的薄弱性故障:设备在运行中应力没有超过设计允许值,但由于设计或制造不当,在设备中存在某些薄弱环节形成的故障。

2. 按故障工程技术的安全性分类

根据工程技术本身的特点,从生产安全要求来分类,可把故障分为如下两类:

(1) 危险性故障:故障发生后会对人身、生产和环境产生危险。

(2) 安全性故障。

3. 按故障系统功能丧失的程度分类

按系统功能丧失程度,可以把故障分为如下两类:

(1) 永久性故障:必须更换某些零件后,设备才能恢复其功能的故障,永久性故障又包括:全部丧失功能的完全性故障和丧失局部功能的部分性故障。

(2) 非永久性故障:又称间断性故障,故障使设备丧失某些功能,但不需要更换零件就可以排除故障使设备恢复其全部的功能。

4. 按故障发生的速度分类

按故障发生的速度可把故障分为如下两类:

(1) 突发性故障。

(2) 断发性故障。

5. 按故障持续的时间分类

按故障发生的持续时间, 可分为如下两类:

(1) 持续性故障。

(2) 临时性故障。

显然, 对于危险性的、突发性的、永久性的和持续性的故障, 人们往往予以更多的注意, 因为它们往往造成灾难性的损失, 且难于防范, 因而早期诊断更为重要。

第三节 设备状态监测及故障诊断技术的基本内容

一、诊断过程

在各个领域中广泛地应用着“诊断”这一术语, 例如医学诊断、企业诊断、环境诊断等。在设备维修管理领域中, 所谓诊断就是根据机械设备运行过程中产生的各种信息, 来判别机械设备是正常运转还是发生了异常现象, 也就是识别设备是否发生了故障, 故往往称为故障诊断。对设备失效后或发生事故后进行的失效分析, 也是故障诊断的一个方面。

在国外流行的术语有两种: 一种称为机械系统诊断技术(Mechanical Diagnosis); 一种称为机械设备的技術诊断(Technical Diagnosis)。

技术诊断的内容包括状态监测、识别诊断和预测三个方面。一个系统或一台设备, 在运行过程中必然有能量、力、热、介质和磨擦等各种物理的和化学的参数传递与变化, 也必然会由此而产生各种各样的信息, 这些信息的变化直接或间接地反映出系统或设备的运行状态。正常运行和异常运行时这些信息的变化规律是不一样的, 而技术诊断就是根据系统或设备运行时产生的不同的信息变化规律——信息特征, 来识别它是处在正常运行状态或是异常运行状态。

整个技术诊断过程, 如图 1-1 所示。技术诊断包括下列实施步骤:

(1) 信号检测: 按不同诊断目的选择最能表征系统或设备工作状态的信号, 一般由传感器将状态的信息转换成电信号输出。

(2) 信号处理: 又称特征提取, 对检测到的信号进行数据处理, 去掉冗余信息, 提取故障特征, 形成待检模式。

(3) 状态识别: 将待检模式与故障档案中的样板模式进行对比、作出状态的分类判别。为此须建立故障档案库, 规定判别准则。

(4) 诊断决策: 根据分类判别结果采取相应的对策, 对设备及其运行进行必要的预测与干预。预测就是诊断出来的故障, 在不采取任何措施的情况下, 估计继续进行下去将产生什么样的后果, 以及还能继续运行多少时间。干预则包括临时护理措施, 加强监测方案, 以及通过检修彻底治理等。

上述四个步骤是技术诊断过程的一个循环。有时一个复杂的故障不是通过一个循环便能正确地找到症结的, 往往需要多次反复循环, 逐步加深认识。

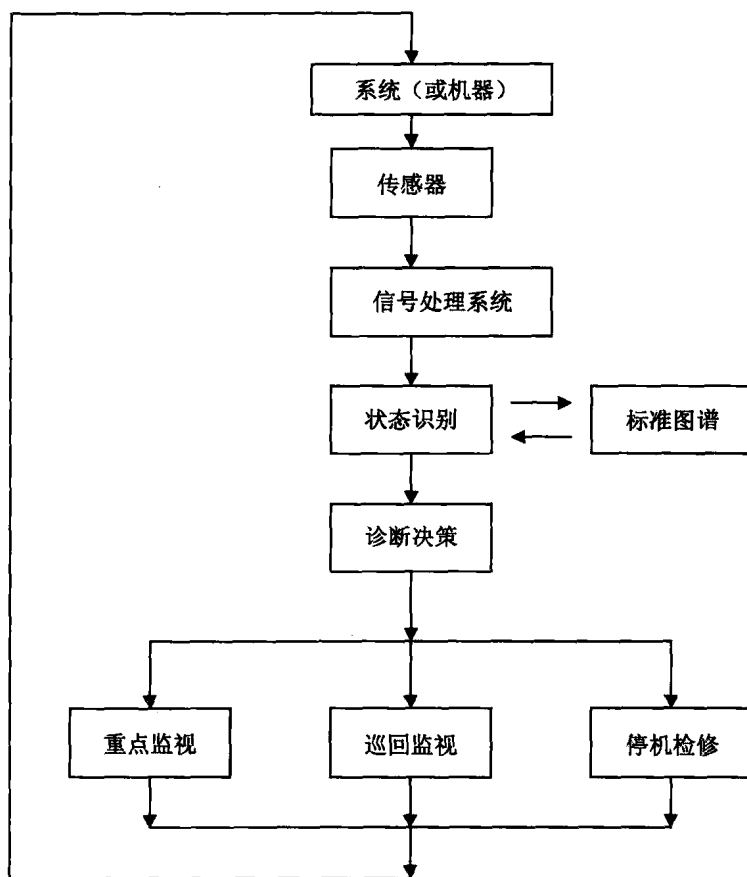


图 1-1 技术诊断过程方框图

二、诊断文档的建立

对设备诊断的过程，是将待检模式与故障档案中的样板模式进行对比，作出分类判别。如果没有诊断文档，则诊断工作便无法进行。建立诊断文档，就是将事先编制好的数据输入计算机，形成贮存在计算机中诊断用的标准数据库，即故障档案库。

目前普遍采用机械图像诊断和模型参数诊断两种类型。这里的机械图像，是指设备在运行过程中各种随时间变化的信息。如振动、噪声、温升、压力以及其他反映设备状态的各种参数，经过测试仪器拾取，并用记录仪器记录下来的图形。这里的模型参数，是指利用各种建模理论根据测试所得信号建立起来的表征系统特性的数学模型中所包含的各种动态参数。显然，它们都是设备故障诊断的原始依据。

根据被测机械图像或模型参数的变化来判断设备故障，具体诊断时常用的方法有两种：其一为分析法，将实测图像或模型参数与标准规范，即设备正常运行时的标准图像或标准模型参数，相比较来确定故障的有无、性质、部位、程度和原因。其二为统计法，把实测图像或参数与各种故障情况下的图像或模型参数相比较，根据类比关系作出判断。无论采用何种方法，都离不开事先对同类型被测设备的正常状态和各种故障状态下进行试验、分析和统计而建立起来的诊断文档。

建立诊断文档，即标准数据库，应考虑到以下几个方面：

(1) 设备诊断的目的除确定设备有无故障外，还要求能确定故障的性质、类别、部位、程度以及故障产生的原因和治理方法。在制定诊断文档时，要根据具体对象的特点和有关的先验知识，列出可能产生的各种故障、相应特征、敏感因子、差别阈值及名称代码，以便诊断人员或计算机能按预定程序访问、搜索、比较和判别。

(2) 理论计算与经验总结并重，建立诊断文档的方法有两种：一种是理论计算，即根据设备的设计额定参数、结构原理、材料强度等，推算其极限运行容限；一种是经验总结，即根据过去出现过的故障症状与实际故障状态之间的关系，经过积累总结，建立相应的极限运行容量。这两种方法必须并重，二者互为补充。

(3) 判断标准应根据具体情况灵活运用。常用的判断标准有三类，即绝对判断标准、相对判断标准和类比判断标准。

绝对判断标准是将在同一部位测定的值，与国际、国家行业或企业制定的“判断标准”相比较，判断结果为良好/注意/不良。

相对判断标准是对设备的同一部位定期进行测定，按时间的先后进行比较，以正常状态实测值为原始值，根据实测值与原始值的倍数比来进行判断。例如，在振动诊断中，对于低频振动，实测值达到原始值 1.5~2 倍时为注意区，4 倍左右时为异常区；对于高频振动将原始值的 3 倍定为注意区，6 倍左右定为异常区。

类比判断标准适用于具有多台在相同条件下运行的同样规格设备的场合，通过对各台设备的同一部位进行测定，相互比较，作出判断。例如，在振动诊断中，一般认为当某台设备的振动值大于其他多数设备同一部位测得的振动值一倍以上时，该台设备就可能存在异常。

无论采用那种判断标准，使用的测试仪器及装置、测量方法及测点位置，均应相同和一致，否则不能进行比较。

(4) 对于大多数设备，很难事先给出一个固定的诊断标准或阈值，因为具体情况不同，不可能一成不变。因此，建立诊断文档时，应使之有一定的自学习适应能力，即随机适应的能力。

(5) 在设备状态监测及故障诊断方面，前人已经做了大量的工作，积累了丰富的经验。国内外的研究人员已从事过多年系统的研究工作，其成果可供借鉴，或直接利用。在建立诊断文档时，要充分利用前人积累的经验 and 成果。

(6) 通过必要的故障模型试验或计算机模拟试验，进行故障机理的研究，建立起不同程度的同类故障的标准诊断档案，可以大大地提高诊断文档建立的效率。

第四节 诊断系统的组成

从广义的角度上讲，能够完成故障诊断任务的诊断系统，包括三个要素：技术诊断的手段——状态监测及故障诊断装置，即诊断所需的仪器设备；技术诊断的执行者——人；被诊断的对象——系统或机械设备。

但通常，人们则把诊断系统理解为用于实施监测与故障诊断的手段，即诊断装置。

一般而言，诊断系统主要由硬件及软件两大部分组成。

一、硬件部分

诊断系统的硬件部分由信号获取设备、信号处理及诊断设备和输出控制设备三个部分组成(图 1-2)。

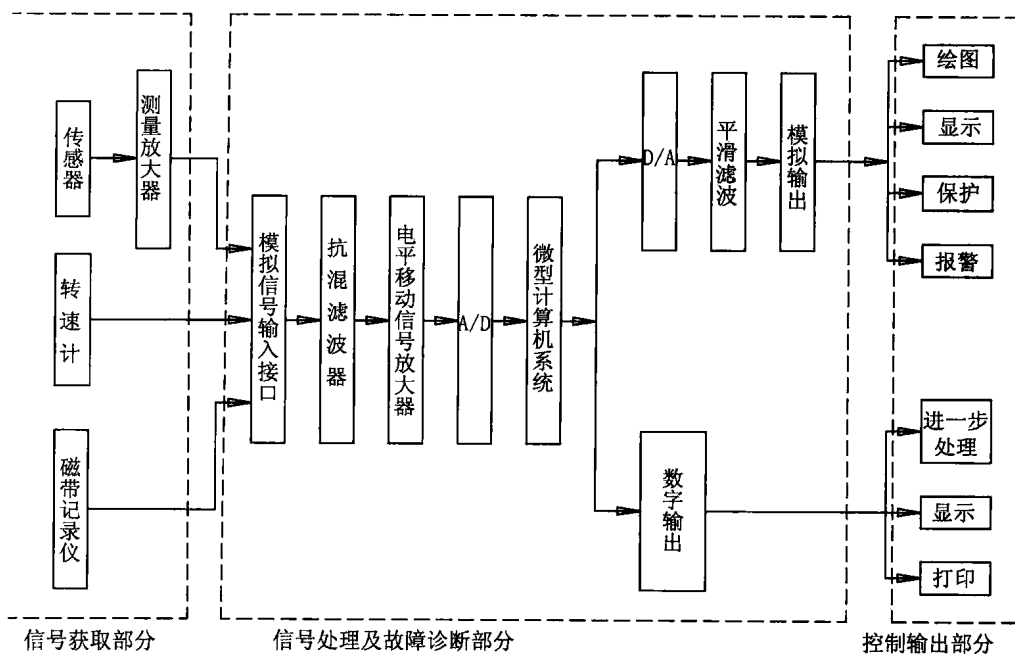


图 1-2 诊断系统硬件部分基本结构

(1) 信号获取设备：信号获取设备包括各种传感器、二次仪表及信号、数据记录装置。传感器将现场检测的物理量变为电量；二次仪表将电量进一步变换、放大、供在线分析之用；而记录装置则将二次仪表输出的信号保存下来，供离线分析之用。

(2) 信号处理及诊断设备：信号处理及诊断设备主要由模拟信号输入接口、抗混滤波器、电平移动信号放大器、A/D 变换器及微型计算机系统组成。

模拟信号输入接口为一多通道模拟信号输入控制板，便于将外界信息引入计算机；抗混滤波器保证进入处理系统的信号频谱被限制在采样频率所允许的最高频率之内，以免产生混迭误差；电平移动信号放大器是为了适应 A/D 只能转换一定量范围的信号的要求，调整输入模拟信号的电平，并对信号进行放大，尽量使 A/D 进行满量程测量，提高其转换精度；A/D 部分把输入模拟信号转换成时间上离散、幅度上量化的数字序列，以供计算机进行处理；微型计算机系统担任数字信号处理和诊断的各种运算及逻辑判断工作，是系统的基本环节。

(3) 输出控制设备：输出控制设备可分模拟量输出和数字输出两种，前者必须经过 D/A 变换，平滑滤波，然后再用绘图仪或显示器输出有关结果，或直接输出保护及控制信号。在这里 A/D 变换和平滑滤波器的作用主要是把计算机输出的数字信号转换成平滑的模拟信号。后者不需经过 D/A 转换和平滑滤波，可直接利用显示器、宽行打印等输出设备，甚至还可连向更大的系统，对输出数据作进一步的分析和处理。

二、软件部分

诊断系统的软件大致可以分为如下部分：

(1) 管理软件：统筹和协调信息交换；文档的建立、修改、调用；信号采集、处理软件的选择、调用；故障诊断与状态评价软件调用；监测过程管理及输入输出方式选择等。

(2) 文档软件：完成自动搜索敏感区、设置门坎值、特征值；存入有关诊断方案的操作步骤提示和运行参数；存入诊断过程和使用方法的文字说明；存入诊断结果的输出内容格式等。

(3) 信号采集和处理软件：采集合适的信号样本，对其进行各种分析处理，提取和凝聚故障特征信息，提高诊断的灵敏度和可靠性。

(4) 故障诊断和状态评价软件：对信号分析处理结果进行比较、判断，依据一定的判别规则得出诊断结论；或是由系统自动地诊断出状态的水平和各种故障存在的倾向性及严重性；或是帮助工程技术人员结合其他条件全面地作出判断或决策。

第五节 设备诊断技术的分类

工程中设备运行的状态多种多样，环境条件各不相同，由此产生了不同类型的技术诊断方法。设备诊断技术的分类方法很多，各从不同的着眼点出发，其中主要有以下几种：

1. 按诊断的目的和要求不同分类

(1) 功能诊断和运行诊断。对于新安装或刚维修的设备，需要诊断它的功能是否正常，并根据检查和诊断的结果监测故障的发生和发展。

(2) 定期诊断和在线监控。定期诊断是隔一定的时间对服役的设备进行一次检查和诊断，例如一个月或两个月进行一次，也叫做巡回检查和诊断，简称巡检；在线监控则是采用现代化仪器和计算机信号处理系统对设备运行状态连续监视和控制。哪些设备采用定期诊断，哪些设备采用在线监控，需要根据设备的关键程度，设备发生故障影响的严重程度，运行中设备性能下降的速度，以及设备故障发生和发展的可预测性，综合地加以考虑来确定。

(3) 直接诊断和间接诊断。直接根据关键零部件的状态信息确定这些零部件的状态，叫做直接诊断，例如轴承间隙，齿面磨损、轴或叶片的裂纹以及在腐蚀条件下管道的壁厚等，可进行直接观察和诊断。由于受到机械结构和运行条件的限制，无法进行直接诊断时，只能采用间接诊断，即通过二次诊断信息间接地判别关键零部件的状态变化。多数二次诊断信息属于综合信息，例如用润滑油温升或最新发展起来的声发射特性来反映轴承的运行状态。因此，间接诊断出现误诊断的可能性增大，即可能出现伪警和漏检的情况增大。

(4) 常规诊断和特殊诊断。在设备处于正常工作条件下进行的诊断为常规诊断，多数情况均属此类。个别情况下，需要创造特殊的条件来采集信息，称为特殊诊断，例如动力机组起动和停车过程，需要通过转子扭转、弯曲的几个临界转速，就需要采集起动和停车过程中的振动信号，而这些信号在常规诊断中是采集不到的。

(5) 在线诊断和离线诊断。在线诊断一般是指对现场正在运行的设备进行自动实时诊断。离