
设备振动分析与故障诊断技术

陈长征 胡立新 编著
周 勃 费朝阳



科学出版社
www.sciencep.com

设备振动分析与故障诊断技术

陈长征 胡立新 编著
周 勃 费朝阳

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统介绍了现代设备状态监测与故障诊断的新理论、新方法和新技术。全书共分13章:第1章概括地介绍国内、外设备诊断技术的发展概况及前沿技术;第2~4章介绍机械振动分析基础理论、数据采集和信号处理基础知识、常见设备振动故障图谱识别以及利用频谱分析故障诊断的方法;第5章在前面的基础上讲述时域和包络分析;第6~10章为轴承诊断、齿轮及齿轮箱故障诊断技术、网络和在线诊断、激光对中技术和现场动平衡实际应用专题,结合案例阐明振动成因、振动检测方法、频谱/波形与故障类型相互关系;第11章介绍目前先进的故障诊断技术;第12章为噪声控制技术及应用;第13章为设备状态监测实施要点。

本书适合各类工、矿企业生产一线的设备设计、制造、管理、运行与维修人员阅读,也可作为普通高等学校相关专业本科生和研究生教材,或供相关公司研发、销售与技术支持人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

设备振动分析与故障诊断技术/陈长征等编著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-018806-9

I. 设… II. ①陈…②胡…③周…④费… III. ①机械振动-振动分析
②机械振动-故障诊断IV. TH113.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第045893号

责任编辑:王志欣 于宏丽/责任校对:鲁素
责任印制:刘士平/封面设计:高海英

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年5月第一版 开本:B5(720×1000)

2007年5月第一次印刷 印张:38

印数:1—3 000 字数:730 000

定价:76.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

随着企业设备管理的现代化,如何使设备连续、可靠、安全、高效地运转以适应现代企业管理的要求,显得尤为重要。现代工业的特点是生产设备大型化、连续化、高速化和自动化。它在提高生产率、降低成本、节约能源和人力、减少废品率、保证产品质量等方面有很大的优势,但由于机械设备发生故障而停工造成的损失以及维修费用也大幅度增加。许多发达国家在故障诊断技术尚未形成之前都有很多血的教训和巨额花费。国内目前很多企业还仍处在计划维修体制阶段,或者实施了状态监测但因没有可靠的技术人员支持导致半途而废,与企业现代管理相矛盾。国内、外实践表明,对设备实施有效的状态监测和故障诊断是保证生产的重要手段。

设备的振动信号中蕴藏了大量信息,能够帮助人们正确判断各类设备运行过程中的状态,振动分析理论和故障诊断技术是密不可分的有机体。基于振动分析的机械设备故障诊断就是以机械设备运行过程中产生的振动信息为核心来判别机械设备是正常运转还是发生了异常现象,也就是识别机械设备是否发生了故障。本书的主要目的是,介绍现代设备状态监测与故障诊断新理论、新方法和新技术,使读者掌握设备状态监测及故障诊断所需的基本理论知识,获得可预测的设备状态维修及设备状态监测工作的内容及方法;通过案例分析,提供企业设备维护与管理基准,使读者能够建立适应本企业设备状态监测的管理体系,预测并做出正确的维护计划;通过成功执行设备状态监测技术、监测设备运行状态、及时诊断和排除设备故障,为企业创造巨大的经济效益。

本书总结了作者近十年的研究成果,学术思想较新,凝练了作者从事设备故障诊断培训工作及研究生教学的心得,结构体系完整,图文并茂,生动活泼。

全书共分13章:第1章概括地介绍国内、外设备诊断技术的发展概况及前沿技术;第2~4章介绍机械振动分析基础理论、数据采集和信号处理基础知识、常见设备振动故障图谱识别以及利用频谱分析故障诊断的方法;第5章在前面的基础上讲述时域和包络分析;第6~10章为轴承诊断、齿轮及齿轮箱故障诊断技术、网络和在线诊断、激光对中技术和现场动平衡实际应用专题,结合案例阐明振动成因、振动检测方法、频谱/波形与故障类型相互关系;第11章介绍目前先进的故障诊断技术,包括专家系统、模糊、生物智能、盲分离算法、小波、分形、混沌和支持向量机等;第12章为噪声控制技术及应用,包括噪声的类别、性质和控制方法等内容;第13章主要介绍具体实施的注意事项、步骤和方法。

本书适用于大、中型企业从事设备维护的技术人员阅读，也可作为机械工程、力学、动力工程与工程热物理、控制工程、仪器科学与技术、电气工程等专业的研究生和本科生的教材。

本书参考了国内、外相关论著，在此谨向这些作者致以深深的谢意。感谢中国机械工程学会设备故障诊断中心提供的宝贵资料，特别感谢提供诊断实际案例的北京西马力检测仪器公司，感谢东北制药总厂等众多大型企业的鼎力支持，使本书得以顺利完成。

本书由陈长征教授、胡立新高工主编。第1~5章由陈长征执笔，第6、7、11章由周勃执笔，第8、9、10、12章由费朝阳执笔，第13章由胡立新执笔，全书案例由胡立新提供。

由于作者水平有限，书中不足之处企盼广大读者批评指正。

作者

2007年1月

目 录

前言

第 1 章 现代设备监测诊断技术概述	1
1.1 技术诊断学概述	1
1.1.1 诊断是一种新技术	1
1.1.2 技术诊断的基本思路	1
1.1.3 技术诊断学和故障预防	2
1.1.4 技术诊断学的分类	4
1.2 设备故障诊断技术的发展	7
1.2.1 现代工程对技术诊断的要求	7
1.2.2 技术诊断的发展概况	10
1.2.3 技术诊断的经济效益	13
1.2.4 技术诊断的工程应用	16
1.3 技术诊断学的理论基础	20
1.3.1 技术诊断学的数学基础	20
1.3.2 技术诊断学的物理基础	21
1.3.3 技术诊断学的力学基础	21
1.3.4 技术诊断学的化学基础	21
第 2 章 机械振动基础	22
2.1 振动的分类	22
2.1.1 按激振情况划分	22
2.1.2 按运动规律划分	22
2.1.3 按描述振动系统的微分方程划分	23
2.1.4 按描述振动系统的自由度划分	23
2.2 振动参量	24
2.2.1 简谐振动参量	24
2.2.2 简谐振动的矢量表示法及复数表示法	26
2.2.3 简谐振动的合成	28
2.2.4 拍	29
2.3 单自由度系统的振动	31
2.3.1 单自由度系统的无阻尼自由振动	32

2.3.2	求固有频率的能量法	37
2.3.3	单自由度系统有阻尼的自由振动	39
2.3.4	单自由度系统有阻尼的强迫振动	44
2.3.5	基础振动——第二类振动问题	52
2.3.6	振动的隔离	57
2.3.7	单自由度系统对任意激振力的响应	61
2.4	两个自由度系统的振动	65
2.4.1	拉格朗日方程	65
2.4.2	二自由度系统的自由振动	70
2.4.3	两个自由度系统的强迫振动	76
2.5	振动分析准备	86
2.5.1	测点编号规则	86
2.5.2	振动特性——振幅	89
2.5.3	振动特性——频率	93
2.5.4	振动相位	102
第3章	数据采集与信号处理	118
3.1	传感器	118
3.2	数据显示	120
3.2.1	如何显示数据: 趋势图	120
3.2.2	如何显示数据: 时域图	121
3.2.3	数据如何显示: FFT 频谱图	121
3.2.4	如何显示数据: 包络谱图	121
3.3	建立数据库	123
3.3.1	引言	123
3.3.2	监测系统的目的	123
3.3.3	选择测点参数	123
3.3.4	数据量的选择	126
3.3.5	时间和准确度	126
3.3.6	建立数据库实例	127
3.4	信号处理	130
3.4.1	信号分析概述	130
3.4.2	信号的分类	132
3.4.3	信号的时域分析	132
3.4.4	信号的幅值分析	135
3.4.5	信号的频谱分析	136

3.4.6 其他信号分析方法	140
3.5 信号数字化出现的问题	141
3.5.1 时域采样出现的问题	141
3.5.2 时域截断出现的问题	144
3.5.3 频域采样出现的问题	146
第4章 故障振动数据谱分析	149
4.1 频谱分析基础	149
4.1.1 故障频率	149
4.1.2 计算故障频率	149
4.1.3 故障频率的一般算法	152
4.1.4 传动装置	153
4.1.5 综合实例	155
4.1.6 小结	156
4.2 利用频谱分析法进行故障诊断	157
4.2.1 频谱分析简介	157
4.2.2 故障诊断分析	165
第5章 时域与包络分析	219
5.1 时域分析	219
5.1.1 时域图分析	219
5.1.2 时域图和FFT之间的关系	220
5.1.3 时域图的应用	229
5.1.4 时域图参数	234
5.1.5 时域图总结	237
5.2 包络谱分析	237
5.2.1 包络谱图简介	237
5.2.2 包络谱图的处理过程	238
5.2.3 包络频谱图的功能	245
5.2.4 包络谱图：冲击来源	247
第6章 轴承故障检测技术	249
6.1 轴承故障诊断概述	249
6.1.1 轴承诊断的意义及国内、外现状	249
6.1.2 轴承的分类和基本结构	250
6.2 轴承的故障特征	252
6.2.1 滑动轴承的损伤分析	252
6.2.2 滚动轴承的故障特征	254

6.2.3	轴承诊断的振动仪器介绍	259
6.3	滑动轴承的故障检测技术	263
6.3.1	滑动轴承的诊断方法	263
6.3.2	滑动轴承的油膜涡动故障	264
6.3.3	滑动轴承故障诊断综合案例	267
6.4	滚动轴承的故障检测	285
6.4.1	滚动轴承的状态监测和故障诊断的现状	285
6.4.2	滚动轴承的故障诊断技术	288
6.4.3	滚动轴承故障特征频率	292
6.4.4	滚动轴承故障诊断实例(西马力公司提供资料)	293
6.5	低速轴承故障检测技术	301
6.5.1	低速机械故障诊断的意义与现状	301
6.5.2	低速轴承的故障特征	303
6.5.3	低速滚动轴承的有限元分析	307
6.5.4	应力波在轴承检测中的应用	312
6.5.5	诊断实例	315
第7章	齿轮及齿轮箱诊断	323
7.1	齿轮及齿轮箱的故障特点	323
7.1.1	齿轮的振动和故障特征	323
7.1.2	齿轮箱故障的主要特征	327
7.2	齿轮故障的振动信号处理方法	330
7.2.1	齿轮故障诊断方法	331
7.2.2	齿轮故障诊断标准	334
7.2.3	齿轮的振动故障机理	336
7.3	齿轮故障诊断案例分析	338
第8章	网络诊断与在线监测	342
8.1	网络诊断技术	342
8.1.1	网络诊断	342
8.1.2	网络诊断的分类	342
8.1.3	诊断网络的意义	344
8.2	SPM网络化管理 Condmaster 软件系统	344
8.2.1	SPM网络化管理 Condmaster 软件系统的优点	344
8.2.2	SPM网络化管理 Condmaster 软件系统的分类	345
8.3	网络诊断系统介绍	345
8.3.1	CMS网络监控与诊断系统	345

8.3.2	MG-4 设备监控卫士	353
8.3.3	电机综合在线诊断系统	355
第 9 章	激光对中技术	358
9.1	对中的意义和目的	358
9.1.1	不对中的危害	358
9.1.2	对中的意义和目的	358
9.2	引起设备不对中的因素	359
9.3	不对中的分类	360
9.4	不对中振动的机理	361
9.4.1	齿式联轴器连接不对中的振动机理	361
9.4.2	刚性联轴器连接转子不对中的故障机理	364
9.4.3	轴承不对中的故障机理	365
9.5	转子不对中的故障特征	365
9.5.1	平行不对中	365
9.5.2	角度不对中	365
9.5.3	不对中故障的典型特征	366
9.6	转子不对中的故障诊断	367
9.6.1	转子不对中的故障诊断依据	367
9.6.2	故障原因与治理措施	368
9.6.3	案例分析	369
9.7	对中的方法介绍及其注意事项	370
9.7.1	对中方法	370
9.7.2	注意事项	373
9.8	激光对中过程	374
9.8.1	水平设备轴对中	376
9.8.2	垂直设备轴对中	380
9.9	诊断实例	382
9.10	对中仪器介绍	388
9.10.1	Colibri 经济型激光对中仪	388
9.10.2	加强型激光对中仪	389
第 10 章	现场动平衡技术	391
10.1	平衡的原理	391
10.1.1	产生不平衡的原因	391
10.1.2	不平衡的类型	392
10.1.3	不平衡的危害	393

10.1.4	转子平衡的原理	394
10.2	动平衡与静平衡	394
10.2.1	静平衡	394
10.2.2	动平衡	395
10.2.3	转子平衡的选择与确定	396
10.2.4	转子做静平衡的条件	396
10.2.5	转子做动平衡的条件	397
10.2.6	现场动平衡的意义	397
10.3	转子的动平衡方法	399
10.3.1	刚性转子和柔性转子	399
10.3.2	不平衡故障的特征	399
10.3.3	转子不平衡的诊断	404
10.3.4	刚性转子的平衡面数	405
10.3.5	刚性转子的平衡方法	405
10.3.6	实践经验	417
10.4	现场动平衡的一般程序框图	419
10.5	案例分析	420
10.6	动平衡仪器	424
10.6.1	经济型现场动平衡仪	424
10.6.2	现场动平衡仪	425
第 11 章	现代故障诊断技术	427
11.1	现代设备诊断技术介绍	427
11.2	故障诊断专家系统	429
11.2.1	专家系统的基本概念	429
11.2.2	故障诊断专家系统的设计	431
11.3	基于神经网络的智能故障诊断	432
11.3.1	神经网络故障诊断技术的发展	432
11.3.2	神经网络的基本原理	436
11.3.3	改进神经网络诊断空压机故障	445
11.3.4	应用神经网络提取故障特征参数	448
11.4	基于盲源分离的信号处理技术	452
11.4.1	盲源分离理论的研究进展	452
11.4.2	盲分离的自适应算法	455
11.4.3	应用卷积混合模型分离特征信号	458
11.4.4	基于盲分离的电机振动分析	461

11.5 设备故障的模糊诊断技术	464
11.5.1 模糊集和模糊理论	464
11.5.2 粗糙集理论及应用	468
11.5.3 基于模糊神经网络的故障诊断	472
11.6 生物智能计算在故障诊断中的应用	478
11.6.1 遗传算法的特点及应用	478
11.6.2 遗传算法在汽轮机故障诊断中的应用	482
11.6.3 基于人工免疫算法的故障诊断	485
11.6.4 DNA 算法	491
11.6.5 情感计算	493
11.6.6 蚁群算法	493
11.7 小波分析在故障诊断中的应用	496
11.7.1 小波分析概述	496
11.7.2 傅里叶变换与小波变换的区别	497
11.7.3 小波分析理论	498
11.7.4 小波奇异性理论在故障诊断中的应用	501
11.7.5 小波神经网络智能诊断方法	510
11.8 分形与混沌在故障诊断中的应用	513
11.8.1 分形理论及应用	513
11.8.2 混沌理论及应用	516
11.9 基于支持向量机的故障诊断技术	521
11.9.1 概述	521
11.9.2 基于 SVM 的故障诊断实例	523
第 12 章 噪声控制技术	527
12.1 噪声及其类型	527
12.1.1 噪声的定义	527
12.1.2 噪声的类型	528
12.2 噪声的危害	529
12.2.1 噪声对人类的危害	529
12.2.2 噪声危害的分类	529
12.2.3 影响噪声对机体不良作用的因素	530
12.3 噪声的表示方法	531
12.4 噪声标准	532
12.4.1 工业企业噪声标准	532
12.4.2 城市区域环境噪声标准	532

12.5	噪声危害案例	533
12.6	噪声控制途径	537
12.6.1	噪声控制的基本途径	537
12.6.2	隔声	538
12.6.3	吸声	542
12.6.4	隔声罩设计	543
12.7	工程实例	553
12.7.1	螺杆压缩制冷机组噪声治理	553
12.7.2	汽轮机机组噪声治理	560
12.7.3	方迪山庄中央空调机房噪声治理	565
第 13 章	设备状态监测实施要点	573
13.1	现场实施的八个要点	573
13.1.1	建设设备文档	573
13.1.2	设备振动监测点的选择与标注	573
13.1.3	测量参数类型选择	574
13.1.4	确定设备振动监测周期	575
13.1.5	设备振动监测信息采集与管理	576
13.1.6	设备状态判断	576
13.1.7	趋势分析和寿命预测	583
13.1.8	诊断效果评价	583
13.2	状态监测和振动分析的四个阶段	584
13.2.1	第一阶段: 监测	584
13.2.2	第二阶段: 分析诊断	585
13.2.3	第三阶段: 故障根源分析	591
13.2.4	第四阶段: 确认	591
	参考文献	592

第 1 章 现代设备监测诊断技术概述

1.1 技术诊断学概述

“诊断”一词在各个领域中广泛流行，比如医学诊断、企业诊断、市场诊断和环境诊断等，基于振动分析的机械设备故障诊断就是以机械设备运行过程中产生的振动信息为核心来判别机械设备是正常运转还是发生了异常现象，也就是识别机械设备是否发生了故障。对于机械设备失效后或发生事故之后进行的分析叫做失效分析，这是故障诊断的另一个方面。

现在国内、外流行两种术语，一种叫做机械系统诊断技术 (mechanical fault diagnosis)，包括机械设备、工程结构和工艺过程的故障诊断技术；另一种叫做机械设备的技术诊断 (technical diagnosis)，也叫技术诊断学 (technical diagnostics) 或工程诊断 (engineering diagnosis)，后者可以从更广泛的角度来理解诊断。

1.1.1 诊断是一种新技术

自从机器问世以来，人们就非常关心它的健康 能否正常工作。对于运行中的机器，人们总是用手摸，以测定它的温度是否过高、振动是否过大；用耳听，以判别运动部件是否有异响等，这种凭人的感觉、听觉和经验对机器设备的健康进行诊断的方法，在很早以前就有了，可以说几乎是与机器的发明同时出现的，人们把这种方法叫做传统的诊断技术，或叫做原始的诊断技术，这种简单的诊断技术在当前科学技术飞速发展的今天已远不够用了。现代的诊断技术是指应用最新的现代化仪器设备和电子计算机系统当代高新技术来检查和识别机械设备及其零部件的实时技术状态来诊断它是否健康的技术。现在人们所说的诊断技术就是指这种现代诊断技术。

1.1.2 技术诊断的基本思路

在医学中应用的诊断这个术语，人们已非常熟悉，但是把医疗诊断的基本逻辑思路应用到工程技术中形成的技术诊断或称工程诊断则刚刚开始，与医疗诊断类似，技术诊断的基本思路应该包括识别现状和预测未来两个方面。

1. 识别现状

以机器设备为例，所谓现状的识别是指对正在运行的机器设备的当前状态的

判断, 判别它是正常运行还是异常运行, 一旦运行失常, 那就是机器设备发生了故障。工程技术中故障的定义就是指机器设备运行功能的失常, 发现机器设备有了故障, 就需要进一步判断故障的性质和原因, 这相当于医学中的疾病确诊, 故可采用与医疗诊断相似的方法: 由局部推测整体和由现象判断本质。譬如可以对减速机的润滑油进行油样分析来判别减速机是否正常, 也可以从减速机的振动和噪声等信息来推测减速机有没有故障。从抽象到思维逻辑上来看, 工程系统的诊断就是系统辨识, 也就是辨识理论在工程技术中的应用。

2. 预测未来

诊断的另一个重要方面就是预测未来, 这一点在工程技术中意义重大, 譬如一台机器正在运转, 就可用辨识技术判别出它正在正常运行, 那么人们感兴趣的是它的正常运行能持续多久? 或者判别出它的运行已稍有异常, 那么要问, 还允许它运行多久? 具体地讲, 如果机器的轴出现了裂缝, 就需要诊断: 是否还可运行? 还能运行多久? 可见, “识别”和“预测”是技术诊断的两个不可缺少的方面。

1.1.3 技术诊断学和故障预防

由于机械设备和工艺过程对于任何一种工程技术都是不可分离的, 所以机械设备诊断和工艺过程的诊断也是不可分离的, 机械设备的诊断和工艺过程的诊断综合形成了生产系统的诊断。

国际测量学会 (IMEKO) 的第 10 专业委员会 (TC-10) 叫技术诊断半专业委员会。从科学术语的含义来讲, 技术诊断比工程诊断更为广泛和切合实际, 通常认为把工程技术诊断这门新兴的边缘学科叫做技术诊断学较为合适。

诊断的目的是为了预防事故的发生, 可以说, 技术诊断学的产生是因为许多重要的工业部门对其生产系统中的现代化机械设备及其零部件的工作可靠性的要求而引起的。要想实现事故的预防和故障的消除, 就必须查清各种故障或结构损伤产生的原因。在医学中为了弄清人的死亡原因就要进行解剖、化验和分析, 那么在工程技术中就要对失效后的零部件结构和材料进行全面的分析和研究, 这就是失效分析。只有找出失效的真实原因, 才能提出修复损伤和预防事故再次发生的措施。可见, 技术诊断学应该包含失效分析和故障预防。

1. 故障的定义

机器故障的定义是, 一台机器在它应达到的功能上损失了能力称为这台机器发生了故障。故障包括使机器设备立刻丧失其功能的破坏性故障、降低设备功能但没有完全丧失功能的功能性故障和人为的误操作停车故障。产生故障的原因有

人为误操作、由正常磨损或疲劳使机械设备达到其自然寿命和环境影响等三方面的因素。

“故障”一词在英语中是“fault”，也可译成“失效”；另一个英语名词“failure”，既可译成“失效”也可译成“故障”，但从汉语名词含义看，“故障”比“失效”的含义更广泛。例如，有时机器发生轻微或不很严重的故障时，它还没有完全失效。

2. 技术诊断的定义

所谓技术诊断就是对系统的运行状态作出判断，其含义是定量地识别系统的状态。系统指机械设备、工艺过程、工程结构或生产系统；系统的状态是指系统运行中其功能是否良好、正常、劣化或发生故障。如果系统是指机械设备，那么技术诊断就是机械设备故障诊断，要求定量地掌握设备的状态，即掌握它的性能和强度，了解零件的应力状态、性能的劣化和零部件的损伤等。从理论上讲，技术诊断就是系统辨识。

技术诊断学就是研究识别系统运行状态的科学，它研究系统运行状态在诊断信息时的反映。譬如，对机器来讲，机器故障诊断学就是识别机器或机组运行状态的科学。

1) 诊断对象

(1) 机械零部件的技术诊断。机械零部件的技术诊断包括对工程结构的损伤诊断，如齿轮、轴、轴承、梁、柱等的损伤诊断。

(2) 机器的技术诊断。机器的技术诊断包括对它的性能和强度的诊断和评价。在性能评价方面要诊断功能的正常和异常、故障和劣化，要分析其产生的原因；在强度的评价方面要分析其主要零部件的可靠性，预测其寿命；在机械设备的性能和强度的检测评价的基础上确定出修复和改善的方法。

机械设备在安装完成投入运行后就很难对它的关键零部件直接测试取得信息，所以绝大多数情况下都采用间接测量的方法。例如，对轴承的间隙和磨损、轴的裂纹发生和扩展都很难直接测量，但是可以采集到机械设备运行时的噪声和振动、油液中的磨损碎粒（简称磨屑）、轴承的温度和声发射的信息等，这些间接测取的信息叫做机器的“二次信息”。由于二次信息带有一定程度的“不确定性”，因此根据二次信息进行的间接诊断就不像直接诊断那样准确。譬如，用油温作为诊断轴承运行状态的特征参数时，以油温升高作为运行异常的代表时，就会出现异常，轴承运行异常时润滑油温会升高，但周围环境温度过高时也会使油温升高，因此间接诊断时常常会出现误诊断，即把“正常”误诊为“异常”或把“异常”误诊为“正常”，会引起决策错误。当采用多个特征参数进行诊断时就更加复杂。为了避免误诊断，就需要研究识别理论。

在识别理论中首先要求明确提出所需诊断的对象，也就是要明确区分所要识别的状态；其次要选定检测和诊断用的特征及确定这些特征参数和所要诊断的机械设备状态之间的关系；第三还要提出决策的规则，即诊断的原则。必须在这三方面都正确处理后才能对机械设备进行正确的诊断。

(3) 系统的技术诊断。企业（如工厂）对于其机组和生产系统的正常运行是最重视的，这一点具有特殊的重要性，因此技术诊断学必须包括系统的技术诊断。系统的技术诊断就以下面两个例子来说明。

例 1.1 渔轮的诊断。渔轮的传动系统中有两根轴，捕鱼时用两根轴，航行时用一根轴。若航行时坏了一根轴，但在到达捕鱼区前修好了，对捕鱼的功能没有发生故障；如果在捕鱼时坏了一根轴，就丧失了捕鱼功能，发生了故障，但仍没丧失航行的功能。

例 1.2 飞机在飞行时起落架不能顺利地收起和放下，但在降落前修理好了，也不算系统有故障。

可见系统故障与零部件故障互相有关但也有差别，而零部件故障与系统故障的关系，对于不同的系统也不相同，必须具体分析后才能确定。关于系统的技术诊断将在后面进一步讨论。

2) 诊断过程

技术诊断学的内容包括状态监测、识别诊断和预测三个方面，在预测系统的可靠性和性能时，如果识别出异常状态，就要对其原因、部位和危险程度进行诊断和评价，研究决定其修正和预防的方法，整个诊断过程表示在图 1.1 所示的框图中。一个系统或一台机器在运行过程中必然有能量、介质、力、热及摩擦等各种物理和化学参数的传递和变化，必然会由此而产生各种各样的信息，这些信息的变化直接和间接地反映出系统的运行状态，也就是说正常运行和异常运行时的信息变化规律是不一致的，技术诊断就是根据机器运行时产生的不同的信息变化规律——信息特征，来识别机器是处于正常运行状态还是异常运行状态的。图 1.1 中的流程说明，技术诊断的过程必定要包括“信息的采集、处理系统”和“状态识别、故障诊断和决策系统”两大部分。信息采集和处理系统包括把信息转换成电信号输出的传感器和对电信号进行数据处理的信号处理系统；状态识别和诊断决策系统包括状态识别（即系统运行特性辨识、标准图和标准谱数据库）及诊断决策程序。这两大部分将分别在后面进行阐述。

1.1.4 技术诊断学的分类

对所研究的对象进行分类实际上是一种分析问题的方法，从各种不同的角度进行分类就是从不同的侧面和深度来研究问题，因此对技术诊断进行分类也就是从不同的角度来分析和研究技术诊断学。