

机械状态检测 与故障诊断

张梅军 编著

JIXIE ZHUANGTAI JIANCE YU GUZHANG ZHENDUAN



国防工业出版社

National Defense Industry Press

工程机械系列教材

机械状态检测与故障诊断

张梅军 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

《机械状态检测与故障诊断》是根据机械状态特征判断机械故障、实现状态维修的一门课程。本书以机械状态信号采集、故障特征提取、故障识别、状态预测等几个关键内容为出发点,着重介绍了从事机械状态检测与故障诊断所必需的基础知识、检测手段、诊断方法、应用实例及应用场合。全书在系统的理论知识基础上,应用大量实例加以说明。全书共分9章:概论、温度诊断、油样诊断、振动诊断、声学诊断、故障树分析、最新智能诊断、工程机械状态检测与故障诊断以及其它诊断方法。

本书可供高等院校机械及相关专业师生使用,也可供有关从事状态检测与故障诊断的技术人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械状态检测与故障诊断/张梅军编著. —北京:国防工业出版社,2008.3

(工程机械系列教材)

ISBN 978-7-118-04995-4

I. 机... II. 张... III. ①机械-检测-高等学校-教材 ②机械-故障诊断-高等学校-教材 IV. TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021486 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 385 千字

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《工程机械系列教材》 编写委员会成员

主任委员 王耀华 龚烈航

副主任委员 高亚明 苏凡圉 周建钊

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 强 王占录 王新晴 李 均

陈六海 陈明宏 宋胜利 张梅军

赵建民 姬慧勇 鲁冬林 储伟俊

程建辉

前 言

随着科学技术的进步和发展,现代机械结构越来越复杂,功能越来越完善,自动化程度也越来越高。随之而来的是机械的故障越来越多,故障造成的损失也越来越严重,因此保证机械的安全运行、消除事故是十分迫切的研究课题。

本教材是在总结多年教学经验的基础上,吸收了前人的研究成果,结合多年来理论应用成果和实验数据编写而成。本教材兼顾机械故障诊断理论知识的系统性与实际应用性、基础理论与最新知识、系统的理论知识与实际应用实例之间的相互关系,将教学内容分成3个层次:基础知识、基本知识和最新知识。基础知识是本课程的入门知识,做到既可教学也可自学;基本知识是目前研究较多、较成熟的知识,注重的是系统的理论知识学习与实际的应用研究;最新知识是目前研究的前沿知识,主要从理论背景、系统的知识及应用场合进行讨论。

本教材由张梅军编著和执笔,石玉祥主审,唐建校对。在调研和收集资料过程中,参阅了大量的文献,并得到石玉祥、唐建、杨小强、何世平、徐文明、周宏程、陈江海等同志的大力支持,在此向他们及被引用文献作者表示深深的谢意。

由于时间仓促,编者水平有限,对于教材中存在的一些错误和不足之处敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 绪论	1
1.1 机械状态检测和故障诊断的目的和任务	1
1.1.1 状态检测和故障诊断的目的	1
1.1.2 机械状态检测和故障诊断的任务	2
1.2 机械的故障与维修方式	2
1.2.1 机械故障的分类	2
1.2.2 故障维修方式	3
1.3 机械状态检测与故障诊断	4
1.3.1 机械状态检测与故障诊断的过程	4
1.3.2 机械状态检测与故障诊断的内容	5
1.3.3 机械诊断信息及获取方法	5
1.3.4 机械故障诊断的类型	6
1.4 机械状态检测与故障诊断的发展	8
1.4.1 机械状态检测与故障诊断的技术地位	8
1.4.2 机械状态检测与故障诊断技术的发展	8
1.4.3 机械状态检测与故障诊断的发展方向	10
第2章 温度检测与诊断技术	12
2.1 温度检测的一般方法	12
2.2 接触式测温仪器	13
2.2.1 热电偶测温法	13
2.2.2 热电阻测温法	16
2.2.3 其它接触式测温法	17
2.3 非接触式测温仪器——红外测温仪器	18
2.3.1 红外概念	19
2.3.2 红外探测器	20
2.3.3 红外成像	22
2.3.4 红外热电视	25
2.3.5 红外测温仪	25
2.4 机械温度诊断	26
2.4.1 红外温度诊断	26
2.4.2 温度诊断对象及诊断方法	29
2.4.3 温度诊断应用	30

第3章 油样诊断技术	34
3.1 油样诊断技术	34
3.1.1 油样故障的特点	34
3.1.2 油样诊断技术	35
3.1.3 油样诊断原理	36
3.1.4 油样诊断的判别标准	37
3.2 磁塞检测技术	40
3.2.1 磁塞的结构和工作原理	40
3.2.2 磁塞的应用	41
3.3 油样光谱分析	42
3.3.1 光谱分析原理	42
3.3.2 光谱分析仪器	42
3.3.3 光谱诊断实例	45
3.3.4 光谱分析的特点	46
3.4 油样铁谱分析	46
3.4.1 分析式铁谱仪	47
3.4.2 直读式铁谱仪	49
3.4.3 旋转式铁谱仪	50
3.4.4 在线式铁谱仪	51
3.4.5 铁谱加热技术	52
3.4.6 铁谱分析的取样方法	53
3.4.7 铁谱分析的特点	54
3.5 其它油样分析方法	54
3.5.1 油样常规分析方法	54
3.5.2 颗粒计数方法	56
第4章 振动诊断技术	59
4.1 概述	59
4.1.1 振动诊断原理	59
4.1.2 振动诊断内容	59
4.2 振动检测方法与检测设备	62
4.2.1 振动检测方法	62
4.2.2 常用测振传感器	62
4.2.3 激振器	69
4.2.4 振动测量其它配套机械	71
4.2.5 振动测量传感器和分析仪器的配套	76
4.3 振动信号故障诊断	78
4.3.1 振动信号的分类	78
4.3.2 振动信号的时域故障诊断	79
4.3.3 振动信号的幅域故障诊断	82

4.3.4	振动信号的相关诊断	86
4.3.5	振动信号的频域诊断	90
4.4	典型振动诊断仪器介绍	101
4.4.1	207 电子听诊器	101
4.4.2	常用其它故障分析及监测仪器	102
第5章	声学诊断技术	104
5.1	噪声诊断技术	104
5.1.1	噪声的来源	104
5.1.2	衡量噪声的基本参数	104
5.1.3	噪声测量用传声器	108
5.1.4	声级计	110
5.1.5	噪声诊断实例	113
5.2	超声波诊断方法	115
5.2.1	概述	115
5.2.2	超声波的物理性质	116
5.2.3	超声波诊断仪	119
5.2.4	超声波诊断方法	121
5.2.5	超声波探伤的波形特征	123
5.2.6	超声波探伤的应用	125
5.2.7	超声波探伤的特点	126
5.3	声发射诊断技术	127
5.3.1	声发射技术的发展	128
5.3.2	声发射检测系统	128
5.3.3	声发射技术的基本特征	128
5.3.4	缺陷有害度评价	129
5.3.5	应用实例	129
第6章	故障树分析方法	131
6.1	故障树分析的基本概念	131
6.1.1	基本概念	131
6.1.2	故障树分析使用的符号	132
6.2	建立故障树	135
6.2.1	建立故障树步骤	135
6.2.2	建立故障树实例	137
6.2.3	故障树的结构函数	140
6.3	故障树的简化	142
6.3.1	特殊门的简化	142
6.3.2	用转移符号简化	144
6.3.3	按布尔代数的运算法则简化	145
6.3.4	应用举例	147

6.4	故障树的定性分析	148
6.4.1	基本概念	148
6.4.2	算法	150
6.5	故障树的定量分析	153
6.5.1	顶事件发生概率的求取	153
6.5.2	最不可靠割集及其意义	155
6.5.3	事件重要度	156
6.6	故障树分析举例	157
6.6.1	建立故障树	157
6.6.2	故障树定性分析	160
第7章	最新智能诊断技术	163
7.1	人工神经网络	163
7.1.1	人工神经网络的发展史	164
7.1.2	人工神经元模型	166
7.1.3	人工神经网络的结构	168
7.1.4	人工神经网络常见模型	170
7.1.5	人工神经网络的学习规则	177
7.1.6	人工神经网络应用实例	178
7.2	小波变换	179
7.2.1	从傅里叶变换到小波变换	179
7.2.2	小波变换	181
7.2.3	小波分解与重构	183
7.2.4	小波分析在故障诊断中的应用	184
7.3	模糊诊断方法	189
7.3.1	隶属函数	190
7.3.2	模糊向量	193
7.3.3	模糊关系方程	193
7.3.4	模糊系统的基本结构	194
7.3.5	模糊诊断准则	196
7.4	专家系统	197
7.4.1	概述	197
7.4.2	专家系统的组成和功能	202
7.4.3	推理机制	203
7.4.4	知识表示	206
7.4.5	知识的获取	207
7.4.6	新型专家系统	209
7.4.7	专家系统的特点	212
第8章	其它故障诊断技术	214
8.1	逻辑诊断方法	214

8.1.1	逻辑运算基本规则	214
8.1.2	逻辑诊断方法应用	216
8.2	贝叶斯分类法	217
8.2.1	一般概念	217
8.2.2	最小错误率的贝叶斯决策规则	218
8.2.3	最小平均损失(风险)的贝叶斯决策	219
8.2.4	最小最大决策规则	220
8.3	距离函数分类法	221
8.3.1	空间距离(几何距离)函数	222
8.3.2	相似性指标	223
8.3.3	信息距离判别法	224
8.4	灰色理论诊断法	224
8.4.1	一般概念	224
8.4.2	灰色预测方法	225
8.4.3	关联度分析	225
第9章	工程机械状态检测与故障诊断	227
9.1	发动机诊断	227
9.1.1	发动机振动和噪声诊断	227
9.1.2	发动机综合测试仪诊断	231
9.1.3	发动机漏气诊断法	236
9.1.4	发动机尾气诊断法	238
9.2	齿轮箱故障诊断	241
9.2.1	概述	241
9.2.2	齿轮箱故障机理	242
9.2.3	齿轮箱振动的频谱特性	243
9.2.4	齿轮箱振动故障诊断	246
9.3	滚动轴承故障诊断	248
9.3.1	概述	248
9.3.2	滚动轴承的故障机理	249
9.3.3	滚动轴承振动的频谱特性	250
9.3.4	滚动轴承振动故障诊断	251
9.4	旋转机械故障诊断	252
9.4.1	旋转机械振动评定标准	252
9.4.2	旋转机械监测参数	254
9.4.3	旋转机械常见故障	255
9.4.4	旋转机械振动故障诊断常用方法	257
参考文献		260

第 1 章 绪 论

本章主要介绍机械状态检测与故障诊断的基本概念。重点介绍机械的故障、故障的维修方式、故障的诊断以及故障诊断技术的发展和现状。

机械的状态检测与故障诊断是从人体疾病诊断演变而来的。常用的人体疾病诊断方法有体温测量、化验、听心音、心电图、X 光、超声波诊断等。对应于机械状态检测与故障诊断就有温度诊断、油样诊断、振动和噪声诊断、声发射诊断、红外诊断、超声波无损探伤等。表 1-1 是机械故障诊断与人体疾病诊断的比较。

表 1-1 机械故障诊断与人体疾病诊断的比较

人体疾病诊断方法	机械故障诊断方法	原理及特征信息
量体温	温度诊断	观察温度变化
化验(验血、验尿)	油样诊断	观察磨粒及其它成分变化
量血压	应力应变测量	观察压力和应力变化
测脉搏、听心音、做心电图	振动和噪声诊断 声发射诊断	通过振动和噪声的大小及变化规律来诊断
X 射线、超声波	红外诊断、超声波无损探伤	观察机体内部缺陷

1.1 机械状态检测和故障诊断的目的和任务

随着生产的发展和科学技术的进步,机械的结构越来越复杂,功能越来越完善,自动化程度也越来越高。由于各种各样不可避免的因素的影响,导致机械出现各种故障,以降低或失去其预定的功能,造成严重的甚至灾难性的事故。因此保证机械的安全运行,消除事故,是十分迫切的研究课题。

机械运行的安全性与可靠性取决于两方面:①保证机械设计与制造中各项技术指标的实现,如采用可靠性设计、提高安全性措施等;②落实机械安装、运行、管理、维修和诊断措施。现在机械设备诊断技术、修复技术和润滑技术已列为我国设备管理和维修工作的 3 项基础技术,成为推进机械管理现代化、保证机械安全可靠运行的重要手段。

1.1.1 状态检测和故障诊断的目的

(1) 及时、正确地对机械各种异常状态或故障状态作出诊断,预防或消除故障,提高机械运行的可靠性、安全性和有效性,将机械故障的损失降低到最低水平。

(2) 保证机械发挥最大的工作能力,制定合理的检测维修制度,充分挖掘机械潜力,延长机械服役期限和使用寿命,降低其全寿命周期费用。

(3) 通过检测监视、故障分析、性能评估等,为机械结构修改、优化设计、合理制造及

生产过程提供有效的数据和信息。

总之,机械状态检测与故障诊断既要保证机械的安全可靠运行,又要获取更大的经济和社会效益。

1.1.2 机械状态检测和故障诊断的任务

通常机械的状态可分为正常状态、异常状态和故障状态几种情况。正常状态指机械的整体或其局部没有缺陷,或虽有缺陷但其性能仍在允许的限度内。异常状态指缺陷已有一定程度的扩展,使机械状态信号发生一定程度的变化,机械性能已劣化,但仍能维持工作,此时,注意机械性能的发展尤为重要。故障状态则是指机械性能指标大幅下降,已不能维持正常工作。机械的故障状态还有严重程度之分,包括已有故障萌生并有进一步发展趋势的早期故障;故障程度尚不严重,机械尚可勉强“带病”运行的一般功能性故障;发展到机械不能运行须立即停机的严重故障;已导致灾难性事故的破坏性故障;以及由于某种原因瞬间发生的突发性紧急故障等。

状态检测和故障诊断的任务是了解和掌握机械的运行状态,包括采用各种检测、测量、监视、分析和判别方法,结合机械的历史和现状,考虑环境因素,对机械运行状态进行评估,判断其处于正常还是非正常状态,并对机械的状态进行显示和记录,对异常状态做出报警,以便运行人员及时处理,为机械的故障分析、性能评估、合理使用和安全生产工作提供信息和准备基础数据。

1.2 机械的故障与维修方式

简单地说,机械的故障是指机械功能的失常。具体地说,机械的故障是指机械的各项技术指标(包括经济指标)偏离了它的正常状态。如:机械零件损坏,丧失了它的工作能力;发动机功率降低,传动系统失去平稳,噪声增大;工作机构工作能力降低,燃料、润滑油消耗增加等统称为故障。

1.2.1 机械故障的分类

随研究的角度不同,机械故障的分类方法也不同。通常有以下几种分类方法。

1. 按部件损坏程度分类

按部件损坏程度来分可分为功能停止型故障、功能降低型故障和商品质量降低型故障3类。

功能停止型故障是指机械零件或机器损坏,丧失了工作能力。如机器不能启动,无法运转;汽车发动机不能发动、无法开车;工作机构不能工作等。

功能降低型故障是指机械虽能工作,但运行过程中机械功率降低或油耗增加。如发动机工作过程中功率降低,燃油、润滑油油耗增加;工作机构工作能力降低、工作无力等。

商品质量降低型故障是指机械虽能工作,但在工作中出现漏水、漏油、漏电、异常噪声、喘振、不规则跳动、传动系失去平稳等。

2. 按故障持续时间分类

按故障持续时间分可为临时性故障和持久性故障两类。

临时性故障是机械在很短时间内发生的机械丧失某些局部功能的故障。这种故障发生后不需要修复或更换零部件,只需对故障部位进行调整即可恢复其丧失的功能。

持久性故障是造成机械功能的丧失一直持续到更换或修复故障零部件后,才能恢复机械工作能力的故障。

3. 按故障是否发生分类

按故障是否发生可分为实际故障和潜在故障。

实际故障是指机械已经发生的故障。

潜在故障是指机械自身可能存在故障的隐患。在生产过程中,如果严格执行机械的使用和维修规程,采取有效的故障诊断措施,将能防止潜在故障发展成为实际故障。

4. 按故障发生时间分类

按故障发生时间可分为突发性故障和渐进性故障两类。

突发性故障的发生与机械的状态变化以及机械已使用过的时间无关,一般是在无明显故障预兆的情况下突然发生。因此,故障的发生具有偶然性和突发性。这类故障一般在实际工作中难以预测,故又称不可监测故障。对于这类故障,如果故障发生后易于排除,则可采用事后维修的方式来进行维修;如果不易排除,则需采用连续监测的方式来发现故障。

渐进性故障是由于机械质量的劣化,如磨损、腐蚀、疲劳、老化等逐渐发展而成,故障发生的概率与机械的使用时间有关。这类故障一般是可以预测的,因此常称为可监测故障。对于这类故障可以采用定期维修或状态检测的方式来预防故障的发生。

1.2.2 故障维修方式

机械故障与维修方式密不可分,不同的机械故障需用不同的维修方式。目前常用的机械故障维修方式主要有以下几种。

1. 事后维修

事后维修(Break - down Maintenance, BDM)即故障发生后再修理,也称坏了再修。它是最早、最常用的维修方式。由于零件坏了无法再利用,因此,事后维修的维修费用高。另外,若某些重要机械的关键零部件坏了会产生重大事故,因此,使用这种维修方式要承担一定的风险。

2. 定期维修

定期维修(Time - based Maintenance, TBM)是按一定的时间间隔定期检修,如汽车的大修、小修等。它是为了预防机械损坏而进行的维修,故又称预防维修(Preventive Maintenance)。采用定期维修方式时,不管机械有无故障,一到规定的时间都要进行定期检修、更换关键零部件。因此,这种维修方式一方面可能存在过剩维修,另一方面又可能出现提前失效而具有一定的危险性。

3. 状态监测

状态监测(Condition - based Maintenance, CBM)是对机械进行监测,根据机械有无故障及机械性能的恶化程度决定是否需要维修。因此状态监测又称预测维修(Predictive Maintenance)或视情维修。它克服了以上两种维修方式的不足,具有许多优点:

(1) 避免了过剩维修,防止因不必要拆卸使机械精度降低,从而延长机械使用寿命。

(2) 减少维修时间,提高生产效率和经济效益。

(3) 减少和避免重大事故。

(4) 降低维修费用。

多年来人们习惯使用的维修方式是事后维修和定期维修,因此,目前生产中大多仍使用事后维修、定期维修。但随着科学技术的不断发展,状态监测的优点将越来越为人们所共识。因此,加快进行维修体制的改革,由事后维修、定期维修向状态监测过渡,实行状态监测,进行机械故障诊断势在必行。

机械状态检测与故障诊断技术是测量机械状态信息、研究机械故障特征、判断机械故障、实现状态维修的一门课程,它利用各种仪器对机械状态进行测试,并对测试信号进行分析处理,提取机械的故障信息,据此判断机械的状态。因此,机械状态检测与故障诊断技术是一门机械专业的综合性应用边缘学科,是机械维修、管理发展的方向。

1.3 机械状态检测与故障诊断

简单地讲,机械状态检测与故障诊断就是对机械的运行状态作出判断。具体来说,它一般是指机械在不拆卸的情况下,用仪器、仪表获取有关输出参数和信息,并据此判断机械运行状态的一种技术手段。

1.3.1 机械状态检测与故障诊断的过程

机械状态检测与故障诊断的过程与看病的过程相似,图 1-1 所示是它与看病过程的对比。

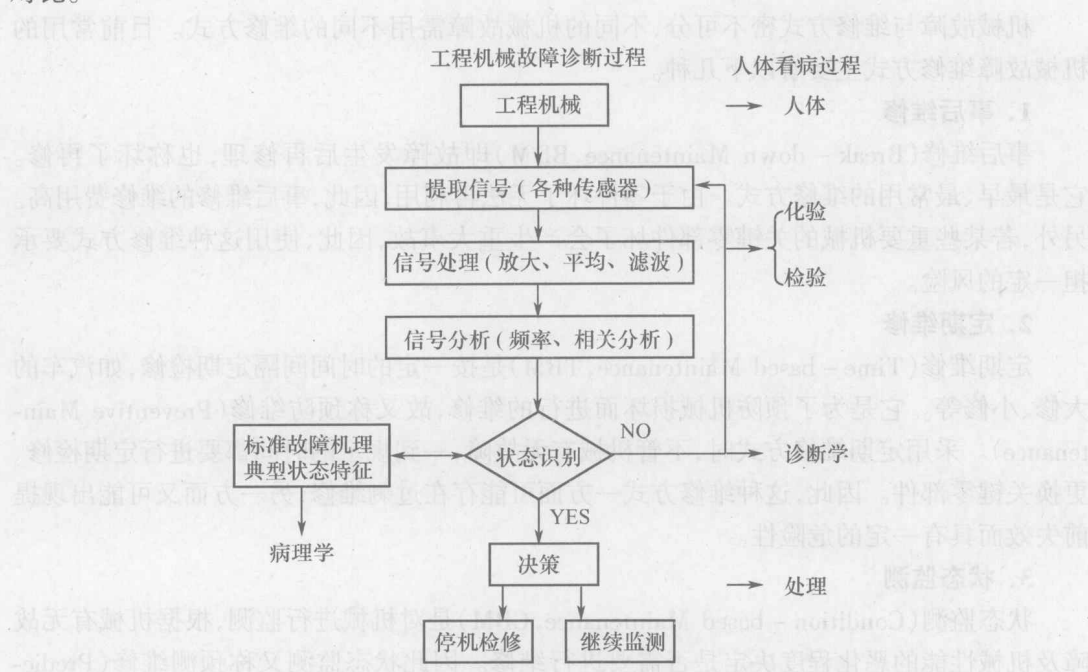


图 1-1 诊断过程

1.3.2 机械状态检测与故障诊断的内容

机械状态检测与故障诊断包括以下几个关键内容。

1. 状态信号采集

对运行中机械的状态进行正确的测试,获取合理的信号——状态信号。状态信号是设备异常或故障信息的载体,能够真实、充分地采集到足够数量,客观反映诊断对象——机械的状态信号,是故障诊断成功的关键;否则,以后各环节再完善也将是无效的。因此,状态信号采集的关键就是要确保采集到的信号的真实性。

2. 故障特征提取

采集到的信号是表征机械运行过程中的原始状态信号。一般故障信息混杂在大量背景噪声、干扰中,为提高故障诊断的灵敏度和可靠性,必须采用信号处理技术,排除噪声、干扰的影响,提取有用故障信息,以突出故障特征。

3. 故障识别

对提取反映机械故障特征的信息进行分析、比较、识别,判断机械运行中有无异常征兆,进行早期诊断。若发现故障,则判明故障位置和故障原因。

4. 状态预测

当识别出机械状态异常或故障后,必须进一步对机械异常或故障的原因、部位和危险程度进行评估。即根据所得信息,预测机械运行状态和发展趋势。

1.3.3 机械诊断信息及获取方法

1. 机械的状态信息和诊断信息

机械故障一般发生在机械的内部,而诊断是在机械不拆卸的情况下进行的,那么机械的内部故障如何反映到机械外部、在机械的外部信息中反映出来,这就涉及到机械的状态信息(参数)和诊断信息(参数)。

下面以发动机为例来说明机械的状态信息和诊断信息(图 1-2)。对于发动机,它有 3 种信息参数:输入信息(参数)、输出信息(参数)和二次效应信息(参数)。输入参数有电瓶电压、燃油量、空燃比等;输出参数有发动机输出扭矩、输出转速等;二次效应参数是指机械振动、温升、磨损物和声响等。其中,输入参数、输出参数、二次效应参数都反映了机械的运行状态,统称为机械的状态参数(信息)。而能反映机械某种故障特征的状态参数又称为机械的诊断参数(或诊断信息)。



图 1-2 机械状态信息的传递

2. 机械诊断信息的获取

要进行机械的状态检测与故障诊断,首先要获取机械运行过程中的诊断信息,常用的

方法有直接观察、振动和噪声测量、磨损残余物测量和机械性能指标测量等。

对机械进行直接观察和直接测量,可以获得机械运行状态的第一手资料。直接观察是通过人的感观(手摸、耳听、眼看)或借助于一些简单仪器(光学内孔检查仪、热敏涂料、裂纹着色渗透剂等)直接观察机械的工作状态。直接测量就是利用一些简单方法、简单仪表和仪器(如超声波探测仪、红外测温仪等)直接测量机械零件的性能状况,如直接测量管壁的厚度了解管壁的腐蚀情况,直接测量发动机气门间隙了解气门间隙是否正常等。这类方法只局限于能够直接观察和测量到的机械或零部件。

振动和噪声是机械运行过程中的重要信息。运行机械和静止机械的主要区别就是运行过程中机械产生了振动和噪声,而且机械的振动和噪声越大说明机械性能越差、工作状态越差。因此振动和噪声反映了机械的工作状态。

机械中使用过的润滑油中磨损残余物及其它杂质的形状、大小、数量、粒度分布及元素组成反映机械零件(轴承、齿轮、活塞环、缸套等)在运行过程中的完好状态。

机械的性能指标反映了机械的工作状态和工作性能,可用来判断机械的故障。机械性能测量包括整机性能测量和零部件性能测量。整机性能测量是测量机械的输出,如功率、转速等;或测量机械输出与输入之间的关系,如功率与油耗关系等。零部件性能测量是测量关键零部件的性能,如应力、应变等。

1.3.4 机械故障诊断的类型

机械故障诊断的分类方法很多,下面主要按诊断的目的、要求来进行分类。

1. 功能诊断和运行诊断

功能诊断是针对新安装或刚维修后的机械,检查它们的运行工况和功能是否正常,并根据检测和判断的结果对其进行调整,如发动机安装或修理好后的检查。功能诊断的主要目的是观察机械能否达到规定的功能。

运行诊断是针对正常运行中的机械,监视其故障的发生和发展而进行的诊断。运行诊断的目的是为了发现正常工作中的机械是否发生异常现象,以便及早发现、及早排除故障。

2. 定期诊断和连续诊断

定期诊断是每隔一定时间间隔对工作状态下的机械进行常规检查和测量诊断。它不同于定期维修。定期维修是每隔一定的时间间隔,不管机械的状态如何,都要对机械进行维护修理,更换关键零部件。而定期诊断则是每隔一定的时间间隔对机械进行测量和诊断,若诊断中发现机械有故障时才进行修理。

连续诊断是采用仪器及计算机信号处理系统对机械的运行状态进行连续的监视或检测,因此,连续诊断又称连续监测、实时监测或实时诊断。

对于一台机械,究竟采用哪种诊断方法主要取决于以下因素:

- (1) 机械的关键程度;
- (2) 机械产生故障后对整个机械系统影响的严重程度;
- (3) 运行中机械性能下降的快慢;
- (4) 机械故障发生和发展的可预测性。

表1-2列出了采用定期诊断或者连续监测的条件。

表 1-2 采用定期诊断或连续监测的条件

性能下降速度	故障不可预测	故障可预测
快	连续监测	定期更换
慢	定期诊断	定期诊断

3. 直接诊断和间接诊断

直接诊断是直接确定关键零部件的状态,如轴承间隙、齿轮齿面磨损、轴或叶片的裂纹、腐蚀环境下管道的壁厚等。直接诊断迅速而且可靠,但往往受到机械结构和工作条件的限制而无法实现。一般仅用于机械中易于测量的部位。

间接诊断是利用机械产生的二次信息来间接判断机械中关键零部件的状态变化,如用润滑油的温升反映主轴承的磨损状态,用振动、噪声反映机械的工作状态等。由于二次信息属于综合诊断信息,因此,在间接诊断中可能出现伪警或漏检。

4. 简易诊断和精密诊断

简易诊断是用比较简单的仪器、方法对机械总的运行状态进行诊断,给出正常或异常的判断,相当于人的初级健康诊断。简易诊断简单易行,方法比较成熟,目前较为普及。简易诊断主要用于机械性能的监测、故障劣化趋势分析及早期发现故障等。

精密诊断是针对简易诊断中判断大概有异常的机械进行的专门的诊断,以进一步了解机械故障发生的部位、程度、原因,预测故障发展趋势。精密诊断需要较为精密的仪器才能进行。它的主要目的是分析机械异常的类型、原因、危险程度,预测其今后的发展。图 1-3 所示为简易诊断与精密诊断的关系。

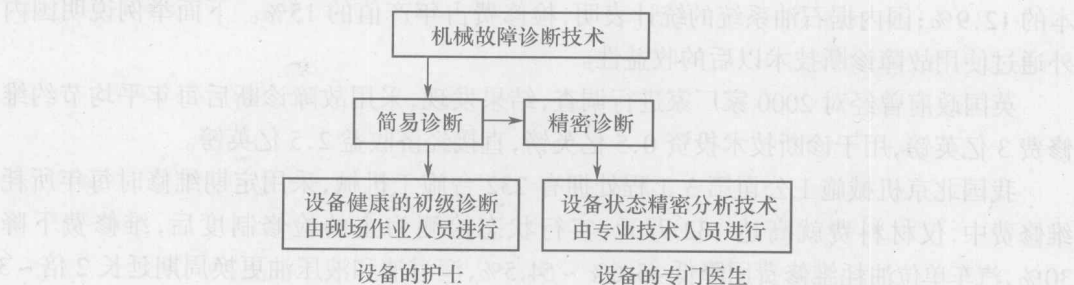


图 1-3 简易诊断与精密诊断的关系

5. 在线诊断和离线诊断

在线诊断是对现场正在运行中的机械进行的自动实时诊断。

离线诊断是通过记录仪或计算机将现场测量的状态信号记下,带回实验室再结合诊断对象的历史档案作进一步分析和诊断。

6. 常规诊断和特殊诊断

常规诊断是在机械正常工作条件下采集信息进行的诊断。大多数情况下的诊断都属于常规诊断。

特殊诊断是创造特殊的工作条件采集信号进行的诊断。例如,机械的转轴在起动和停机过程需通过转轴的几个临界转速,采集机械转轴在起动和制动过程中的振动信号是诊断故障所必须的,而这些信号在机械的常规诊断中是采集不到的,因此需要进行特殊诊断。