



普通高等教育“十二五”规划教材

现代造纸机械 状态监测与故障诊断 (第二版)

张辉 主编 张辉 张笑如 编著

Condition Monitoring
and Fault Diagnosis
for Modern
Papermaking Machinery
(Second Edition)



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十二五”规划教材

现代造纸机械状态监测与 故障诊断

(第二版)

张 辉 主编
张 辉 张笑如 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代造纸机械状态监测与故障诊断/张辉主编; 张辉, 张笑如编著. —2 版. —北京: 中国轻工业出版社, 2013. 5

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5019-9188-4

I. ①现… II. ①张… ②张… III. ①造纸机械-设备状态监测-高等学校-教材②造纸机械-故障诊断-高等学校-教材
IV. ①TS734

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 052085 号

责任编辑: 林 媛

策划编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全 责任校对: 晋 洁 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2013 年 5 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 17.75

字 数: 449 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-9188-4 定价: 50.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

130207J1X201ZBW

第二版前言

造纸工业在发达国家以及我国均被列为是国民经济的主要支柱产业之一。

近十几年来,我国造纸工业有了跨跃式的发展,与发达国家之间的差距明显缩小,无论在原料结构、产量、质量还是品种档次上都有了很大的提高,自2008年起我国造纸业产销量已成为世界第一大国;特别是造纸机械不断朝着连续化、大型化、集成化、精密化、自动化、高速度、高负荷以及结构复杂、科技含量高的方向发展。现代化造纸机体积庞大、结构复杂、操作要求高,一旦局部发生故障会造成大面积停产;盲目停机恢复时间长,有的甚至产生破坏性的事故。如何确保安全正常运行、做到预知性计划维护和修理,已经成为现代化造纸机械运行维护和管理的一大重要课题。

国内外实践证明,用现代高新技术开展机械设备的状态监测和实施故障诊断技术与机械设备日常管理相结合是保障机械设备安全正常经济运行的重要措施。现代设备监测诊断理论与技术是现代数学、力学、统计学、物理、机电、信息、监控、通信、计算机、网络和人工智能等集成,也是一门多学科交叉的新兴工程科学技术。

将机械设备监诊技术应用于造纸工业的研究,国外始于20世纪80年代末,整机应用始于90年代。1997年起国内大型造纸企业在进口装备上开始配套国外技术,逐渐开始应用。

应用该技术跟踪生产过程中设备动态规律特征,有利于提高设备的运行可靠性和生产效率,且为不断改进和提高造纸机械的设计与制造水平提供有力的理论依据。随着我国造纸工业装备水平的迅速提升,国内许多造纸企业对这方面的技术研究和应用已十分迫切。高等教育必须与时俱进,紧跟行业技术进步的脚步。鉴于上述背景,编著者在教学、科研和生产实践的基础上,于2004年12月出版了本教材第一版,在高等院校制浆造纸专业本科、研究生教育以及企业在职工程硕士和工程技术人员培训中,发挥了较好的作用。随着在国内造纸企业的应用越来越普及,为使内容更加完善和贴合造纸行业工程应用实际,以符合教育部“十二五”人才培养质量工程中强调工程化能力培养的精神,更好地适应教学与培训之需,今在第一版基础上,修订编写了第二版。

本书以现代造纸机械为背景,比较简明、系统地介绍了机械状态监测与故障诊断技术及其在造纸机械领域应用的起源、发展;基于振动分析的工程信号采集、特征提取与分析处理的基础理论原理;与造纸机械密切相关的基本机械的故障类型、产生机理、振动参量表现特征以及故障监诊方法,并以实际案例在工程应用中加以讨论。同时,对在造纸机械监诊中常用的温度、油样和超声方法加以了讨论。此外,就造纸机械监诊过程的典型故障诊断系统、智能诊断与状态评估、远程监测诊断系统以及故障诊断标准(振动与噪声)等做了介绍。

根据教学用途的特点,在内容安排上以相关技术原理为主,并紧密结合现代造纸机械中典型的应用,体现出行业特点,有独立的系统性和完整性。希望通过本教材第二版的推出,能进一步促进高校的教学和科研,进一步推动我国造纸工业在造纸机械状态监测和故障诊断技术方面的知识普及和应用推广。

本教材由南京林业大学组织编写,并得到亚洲浆纸(APP)金东纸业(江苏)有限公

司的大力支持和合作。本书第三章第三节，第四章第三节、第四节，第五章第五节中第三部分由金东纸业零故障诊断组张笑如高级工程师编写；其他章节由张辉教授编写。全书由张辉教授担任主编。

本书可作为轻化工程制浆造纸专业本科生、研究生教学教材，也可作为造纸工业广大工程技术人员和造纸机械制造企业设计人员的入门培训教材，还可作为从事本技术研究与应用人员的参考书。

本书从第一版出版以来，得到了教育部轻化工程教学指导委员会的支持，得到华南理工大学陈克复院士等国内专家的指导和支持；得到了亚洲浆纸（APP）金东纸业（江苏）有限公司、安徽山鹰纸业股份有限公司、山东日照亚太森博浆纸有限公司和湖南泰格林纸业集团、SKF（中国）销售有限公司上海代表处、德国舍弗勒集团（SCHAEFFLER）等单位的支持和帮助；本次第二版新增图表的整理、绘制得到了南京林业大学研究生张放等协助。在此一并表示衷心的感谢！

由于编著者受编写水平和时间限制，恳盼广大师生和阅读本教材的工程技术人员对本书存在的问题和不足提出宝贵意见！

编 者
2013 年 3 月

目 录

第一章 总论	1
第一节 机械故障诊断学的起源与发展	1
一、大机器生产对设备管理的必然要求	1
二、机械状态监测与故障诊断的产生	1
三、机械故障诊断学的提出	4
四、机械故障诊断技术的发展	5
五、推广机械监诊技术应用的意义	7
六、机械状态监测与故障诊断在我国的进展	8
第二节 造纸机械状态监测与故障诊断学	9
一、造纸机械特征及开展状态监测与故障诊断的必要性	9
二、国内外造纸机械状态监测与故障诊断的进展情况	10
三、造纸机械监诊学的定义	11
四、主要研究内容和机械故障诊断方法	12
五、造纸机械状态监测与故障诊断的过程	15
六、造纸机状态监测部位的主要分布	16
第三节 我国造纸机械状态监诊技术应用发展趋势	18
一、今后商业化应用需求	18
二、未来技术研究方向与发展和应用趋势	18
第二章 造纸机械诊断信号处理的理论基础	20
第一节 故障信号的采集与处理系统	20
一、基本概念	20
二、信号分类	20
三、信号采集与处理的相关学科	22
四、信号转换与传感器	23
五、信号的采集	23
六、信号处理及其分类	24
七、监测与诊断系统的工作过程与步骤	26
第二节 故障诊断的预测技术	27
一、预测的基本原理	27
二、预测的分类	29
三、预测的特点	30

四、预测的步骤	30
五、设备监诊中常用的几种预测技术	32
第三节 信号处理的时域分析	34
一、幅值域	34
二、时差域	36
三、平衡随机过程与非平稳随机过程	37
四、各态历经过程	38
第四节 信号处理的频域分析	39
一、周期信号的傅里叶级数展开式	40
二、非周期信号的傅里叶级数展开式	41
三、频域内的能量谱密度函数	41
四、巴什瓦 (Parseval) 定理	42
五、卷积定理	42
第五节 数字信号的处理分析	42
一、数字信号处理的基本流程	42
二、常用信号分析函数间的关系	43
三、采样与采样定理	44
四、混叠误差	45
五、截断与泄漏	46
六、加窗处理	47
七、量化与量化误差	49
第六节 快速傅里叶变换 (FFT)	50
一、离散傅里叶变换 (DFT)	50
二、快速傅里叶变换 (FFT)	50
三、基于傅里叶变换的补充分析	52
第七节 基于振动分析的故障诊断基本原理	56
一、基于振动分析的故障诊断	56
二、振动故障监测与诊断的任务	57
三、基于振动分析的故障诊断本质	58
四、振动故障诊断的程序	59
 第三章 造纸机械转动件的监测与诊断	 64
第一节 造纸机械转动件故障概况	64
一、转子系统、转子振动与转子故障间的关系	64
二、旋转机械振动故障的分类	65
第二节 转动件监测与诊断原理	66
一、转轴组件故障信号常用分析方法	66

二、转子不平衡	68
三、轴系不对中	70
四、转子裂纹	71
五、油膜涡动与油膜振荡	73
六、转子碰摩	76
第三节 造纸机械转动件的监诊应用	78
一、造纸机压榨辊监诊应用实例	78
二、造纸机张紧辊监诊应用实例	83
第四节 造纸机械转动件的动平衡技术	90
一、转子静力不平衡及动力不平衡的概念	90
二、转子平衡方法的类型及其选择	91
三、现场平衡法的基本原理	91
四、现场平衡的方法和步骤	92
第四章 滚动轴承系的监测与诊断	94
第一节 概述	94
一、基本情况	94
二、滚动轴承故障失效的主要形式	94
第二节 滚动轴承的振动诊断	95
一、滚动轴承的振动机理	96
二、滚动轴承动态信号的拾取	99
三、滚动轴承的振动故障识别	99
第三节 造纸机械滚动轴承监诊应用	104
一、轴承损坏的阶段性的	104
二、轴承振动变化特点	105
三、软压光机热辊轴承监诊实例	106
四、纸机中心压榨辊轴承监诊实例	109
五、烘缸轴承监诊实例	112
第四节 电动机及其轴承监诊	114
一、电动机故障特点与测点布置	114
二、电流冲蚀现象与轴承损坏	115
三、真空压榨辊交流变频传动电动机监诊	115
第五节 其他监测方法	118
一、接触电阻法	118
二、光纤监测技术	119
第六节 滚动轴承的振动测量及其标准	120
一、滚动轴承的振动测量	120

二、滚动轴承振动评判标准	120
三、滚动轴承的振动监诊系统	121
第五章 齿轮箱系的监测与诊断	124
第一节 概述	124
一、齿轮系传动与造纸机械状态	124
二、齿轮故障	124
三、齿轮故障诊断方法与比较	125
第二节 齿轮的常见故障	125
一、齿轮故障分类	125
二、齿轮故障的具体形式	126
第三节 齿轮的振动机理	127
一、齿轮的基本振动分析	127
二、齿轮振动信号的调制原理	129
三、齿轮振动信号的其他成分	134
第四节 齿轮故障诊断方法	136
一、功率谱(频谱)分析	137
二、倒频谱分析	138
三、时域同步平均法	143
四、时域分析法	146
第五节 造纸机械齿轮箱监诊应用	149
一、齿轮箱监诊共性问题	149
二、测点选择与安装	152
三、真空泵齿轮箱监诊实例	153
第六章 逻辑诊断与机械故障树分析	157
第一节 逻辑诊断基本问题	157
一、逻辑代数的基本概念	157
二、变量间逻辑关系与逻辑运算	157
三、故障诊断中的基本逻辑问题	159
第二节 故障树分析法概述	163
一、故障树分析起源与发展	163
二、故障树分析法基本概念	163
三、故障树分析法的过程	163
四、故障树分析法的优点	164
五、故障树分析法的缺陷	165
六、故障树分析的步骤	165

七、故障树分析法中采用的符号	166
第三节 故障树的建造	168
一、故障树建立的主要价值	168
二、建立故障树的主要步骤	169
三、建立故障树注意事项	170
四、故障树与结构函数	171
五、故障树的化简	172
第四节 故障树的定性分析	173
一、割集与最小割集	173
二、路集和最小路集	174
三、最小割集算法	174
四、最小路集算法	176
第五节 故障树的定量分析	177
一、事件和与事件积的概率计算公式	177
二、用最小割集结构函数求顶事件发生概率	178
三、事件重要计算	179
 第七章 造纸机械监诊系统简介	183
第一节 概述	183
第二节 监诊系统类型	183
一、监诊系统现状	183
二、监诊系统分类	184
第三节 监诊系统的组成	185
一、基本构成	185
二、发展趋势	186
第四节 定期监诊系统	187
一、数据采集器	187
二、软件功能及工作方式	188
第五节 连续监诊系统	190
一、单机系统	190
二、分布式集散系统	190
三、造纸机在线监诊系统介绍	191
第六节 故障诊断专家系统	195
一、专家系统概述	195
二、专家系统分类	197
三、专家系统的理想模型	197
四、专家系统的基本结构	198

第八章 润滑油系的监测与诊断	200
第一节 油样分析方法与应用	200
一、磁塞检查法	200
二、颗粒计数器方法	200
三、油样光谱分析法	201
四、油样铁谱分析法	201
第二节 油样光谱分析法	202
一、光谱分析法的物理原理	202
二、原子吸收分光光度计的工作原理	202
三、原子发射光谱法的工作原理	204
四、油样光谱法的发展应用概况	204
第三节 油样铁谱分析法	205
一、分析式铁谱仪的组成及工作原理	205
二、分析式铁谱仪的定性及定量分析	206
三、直读式铁谱仪的组成及工作原理	207
第四节 油样常规的判别标准	208
一、机械零部件磨损曲线	208
二、油样诊断的判别标准	209
三、油样常规理化分析	211
第九章 温度测量与设备监诊	213
第一节 温度与温度测量	213
一、温度测量的基本原理	213
二、温度测量方法	213
三、温度计的分类	214
第二节 红外监测基本原理	214
一、红外线	215
二、红外线辐射的基本定理	215
三、红外辐射基本定理	216
四、红外线辐射在大气中的传输	217
第三节 红外探测器	218
一、红外探测器的类型及工作原理	218
二、红外探测器的性能和特点	220
第四节 红外测温仪表	220
一、红外测温仪表的分类及工作原理	220
二、红外测温在设备诊断中的应用	222

第五节 红外热成像系统	222
一、红外热成像系统分类	223
二、光机扫描像仪的工作原理	223
三、红外热电视的工作原理	224
四、红外成像技术在设备诊断上的应用	225
第六节 造纸机械的温度诊断	226
一、红外温度诊断	226
二、温度诊断对象及诊断方法	228
三、造纸机械的温度诊断的实例	229
 第十章 超声与声发射监诊法	231
第一节 超声诊断基本原理	231
一、声与超声波	231
二、超声波的特点	231
三、超声波的类型	232
四、超声波的传播速度与声阻抗	233
五、超声波垂直射到平界面上的反射和透射	234
六、超声波倾斜入射到平界面上的反射和折射	238
七、超声波的衰减	239
八、超声声场	239
第二节 超声波探伤方法	240
一、脉冲反射法	240
二、穿透法	241
三、共振法	242
第三节 声发射技术	242
一、声发射机理	242
二、声发射信号的传输	242
三、声发射技术的特点	243
四、声发射技术测量的参数描述	243
第四节 超声诊断	244
一、超声波诊断仪	244
二、超声波探伤的应用	245
 第十一章 传感器及监诊标准简介	249
第一节 传感器简介	249
一、传感器定义	249
二、传感器命名法及代号	249

三、传感器的应用	250
四、传感器的分类	250
五、传感器的选用	251
第二节 造纸机械监诊常用的传感器	252
一、电涡流位移传感器	252
二、速度传感器	252
三、压电式加速度传感器	253
第三节 传感器的安装与使用	254
一、电涡流位移传感器探头的安装	254
二、加速度传感器的安装	254
三、传感器的使用	256
第四节 相关监诊标准与评价方法	256
一、振动标准	256
二、动平衡标准	259
三、对中标准	261
四、评价与诊断方法示例	261
第五节 机械监诊技术的主要理论和方法小结	263
主要参考文献	268

第一章 总 论

第一节 机械故障诊断学的起源与发展

机器状态监测与故障诊断技术起源于美国。为便于表述,本书中将“状态监测与故障诊断”简称为“监测与诊断”或“监诊”。机器监诊技术产生的背景是在20世纪60年代,由于航天、军工方面的事故发生造成了严重后果,为避免这些灾难性的后果,迫切需提高装备系统的稳定性、安全性、可靠性和故障预知性。并迅速发展于70~80年代、集大成于80~90年代。

随着计算机技术的发展和普及,各类动态信号采集、传输、存储及分析处理技术方法的进步和硬件、软件的不断完善,监诊技术的研究、应用得到迅速发展。这是一项年轻的、新兴的、既有基础理论又有广泛实际应用价值的正在不断完善和发展的交叉型工程应用性科学技术。

一、大机器生产对设备管理的必然要求

从18到19世纪,机器工业上曾相继出现了以蒸汽机和电动机为代表的两次飞跃,完成了从小作坊手工业到机器生产的工业革命。但由于工业生产规模较小,机器设备的技术水平和复杂程度都很低,且以间隙式生产为主,生产效率本身就低,设备的利用率和设备的维修费用问题不足以严重影响生产经营。加上当时对设备故障也缺乏系统认识,因此,对设备采取不坏不修,坏了再修的办法,这就是所谓的事后维修。谈不上什么设备管理。

进入20世纪后,特别是在第二次世界大战期间,出现了以福特装配线为代表的流水线生产方式。随着生产规模的不断扩大和大生产的兴起、发展,生产方式发生了很大的变化,生产装备系统中各单元设备的个别故障将对整体生产有很大影响。生产过程设备的完好率、利用率、生产率已严重影响到生产经营成果。必须通过技术、经济等系统的设备管理手段,确保各单元设备的完好协调,实现整个装备系统的正常运作。在这种背景下,大机器生产对设备管理不断重视,科学化、系统化、理论化设备管理提到议事日程上来了,便出现了定期预防维修的方式,以便有可能在机器尚未发生故障之前就进行检修或更换零部件。这种维修方式最早是在航空飞机上开始推行的。到了20世纪50年代,以化工、钢铁等企业为代表的流程工业也普遍采用了这种维修方式。定期预防维修比起事后维修方式的确是一大进步,多年来在设备维护管理中起到了积极的作用。

二、机械状态监测与故障诊断的产生

1. 定期预防维修的缺陷

由于对机械设备故障的发生和发展规律缺乏足够的认识,也缺乏了解设备运行状态的科

学手段，因此，定期预防维修的检修周期是凭借人的经验再加上某些统计资料制定出来的。这样，一方面很难预防许多由于随机因素引起的故障，另一方面又会造成许多过剩维修。

2. 庞大而复杂的生产体系使维护费用大幅度增加

20 世纪 60 年代以后，随着计算机和电子技术的飞跃发展，为了最大限度地提高工业生产率，促使机器设备朝着大型化、高速化、连续化、精密化、强载化、系统化以及自动化等高度现代化的方向发展，其结果使得生产体系的规模变得越来越大，各方面的性能指标变得越来越高，功能越来越多，设备的组成与结构也越来越复杂。这样的确是满足了提高生产效率、降低生产成本、节约能源、紧缩人员、提高产品质量以及减少废品等现代化大生产的要求。然而，随之也带来了新的问题。那就是，一旦生产中的机器设备发生故障，哪怕仅是局部的失灵，都会有可能导致整台设备停止运转，甚至还可能造成整条流水线或整个自动化车间停产。显然，在这样的条件下由于设备故障停工而造成的损失将大大地增加，维修费用也会大幅度地增加，从而在经济上造成巨大的损失。

例如，日本钢铁工业带钢生产过程中的退火工段，由原来的五道工序改造成为一道连续退火线以后，生产周期缩短为原来的 10%，废品率降低为原来的 52%，能源节约了 82%，操作人员减少到原来的 70%。但是，由于设备故障所造成的单位时间的损失却增长了 6 倍。并且，维修费用在生产成本中所占的比例也相对提高了。

日本曾对几个主要的工业部门做过统计，其统计资料表明（见图 1-1），20 世纪 70 年代以来维修成本在总成本中所占的比例越来越大。其中最大的是钢铁工业，设备的维修成本在生产成本中占 12.9%，维修费用在设备投资额中占 8.6%。

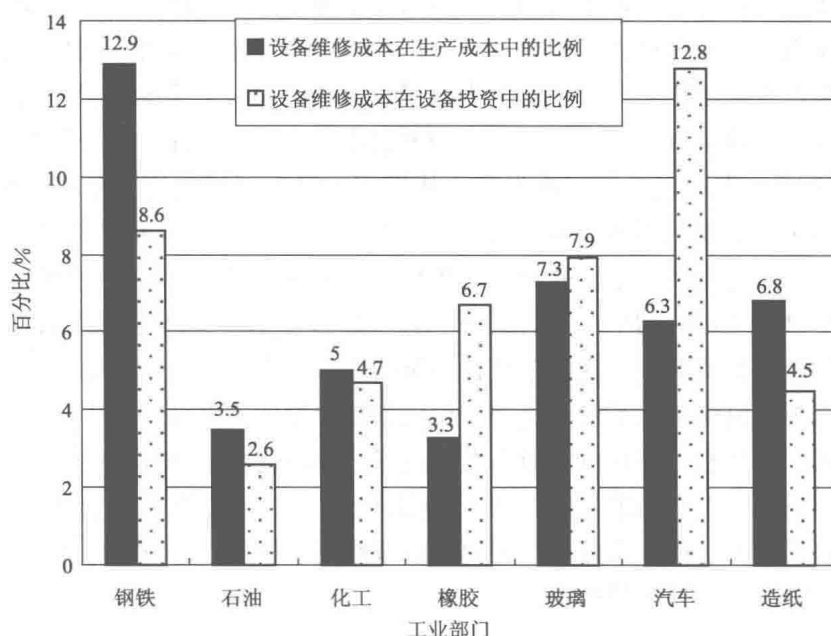


图 1-1 设备维修成本在总成本中所占的比例

根据美国国家统计局公布的资料，1980 年美国在工业设备的维修方面共花掉了 2 460 亿美元，而这一年美国的全国税收总额也不过为 7 500 亿美元（见表 1-1）。据美国设备维修

专家分析,在上述 2 460 亿美元的维修费用当中,有将近 1/3 的费用(即 750 亿美元)是浪费掉的。其主要原因是由于维修方法采用不当,包括缺乏正确的状态监测和故障诊断技术所造成的。

表 1-1

美国 1980 年度设备维修费用对比表

序号	费用	总额/亿美元	序号	费用	总额/亿美元
1	工业设备维修费用	2 460	3	工业部门遭盗窃破坏损失	400
2	税收总额	7 500	4	工业部门职工怠工损失	200
	联邦税收	5 200	5	铁路部门维修费用	113
	州和地方税收	2 300	6	“三里岛事件”的设备恢复费用	10

3. 人身安全、环境污染

更为严重的是,有许多设备(如航天飞机、核工业核反应堆等)的故障如果不能事先发现并采取措施的话,一旦酿成事故就可能直接危及人身安全,还可能造成环境污染、引起灾害,甚至进一步引发社会问题,导致极为严重的后果。

例如,1979 年 3 月 29 日美国三里岛核电站由于发生系统误判和误操作事故,致使反应堆芯严重损坏,放射性物质泄漏,这不仅造成数十亿美元的经济损失,而且还由于公害问题引起居民示威抗议,最终迫使国会出面调查干预。又如,1982 年 12 月在印度的帕博尔市,由美国联合碳化物公司经办的农药厂发生了异氰酸甲酯毒气泄漏事故,造成 2 700 多人死亡,20 多万人受害这一迄今为止世界上最大的工业事故。而 1986 年美国挑战者号航天飞机失事甚至使航天事业的发展一度陷于停顿。

在我国,由于机械设备发生故障而带来的损失也是十分惊人的。例如,1985 年 10 月 29 日山西大同第二电厂 200MW 的 2 号机组发生轴系运行超速,继而诱发轴系强烈振动,并最后断裂成 5 段,造成机组严重损坏。该事故的直接经济损失达 1 400 万元,间接损失巨大,无法估计。紧接着,事隔不到两年零四个月,1988 年 2 月 12 日陕西秦岭电厂 200MW 的 5 号机组轴系发生突发性强烈振动,转子上 5 处出现裂缝,轴系断裂成 3 段。这次事故的直接损失达 3 000 万元,间接损失无法估计。这两次事故都震惊国内外。此外,对我国石化行业引进的 300kt 合成氨和 400kt 尿素化肥厂中的五大透平压缩机组的初步调查结果表明,仅 1977 年和 1978 年两年的不完全统计,机械事故就高达 100 多次,遭受经济损失达几个亿元。

4. 高新尖端技术项目的迫切需要

在客观上,美国自 1961 年开始了执行具有划时代意义的“阿波罗”计划。在日本,作为技术进步的象征,1964 年建成了新干线和东京奥林匹克体育场。在英国,从节约资源和降低成本的角度出发,1970 年提出了设备综合工程学和寿命周期费用的问题。所有这些都涉及高新尖端技术,因此,给机械设备故障诊断技术的发展带来了极大的推动力。

5. 理论和技术的支持

20 世纪 60 年代中后期电子计算机和电子技术迅速发展,为研发监诊技术提供了有效的

工具。

1965 年快速傅里叶变换（FFT）和算法语言的出现，将信号处理技术从硬件到软件推向了一个新的高度；机械设备和零件的可靠性研究，机械零件损坏机理的研究等，像声发射技术、红外测温技术、油液分析技术、振动信号分析技术，以及各种无损检测技术的出现，从理论、实践和应用上支持和完善了状态监测与故障诊断技术。

因此，尤其是在今天，进一步深入地开展机械设备故障诊断方法和技术的研究，在实践中对机器的运行状态进行严格和有效的监测和分析，防止事故的发生或对故障给出早期预报，已经成为现代化工业生产的客观要求，成为保障生产正常安全运行的一个必不可少的组成环节。

三、机械故障诊断学的提出

1. 对机械设备不解体监测和诊断的要求越来越强烈

现代化设备技术先进、结构复杂、检修工作量较大，对检修质量的要求很高，一般情况下很难依靠人的感官和经验把故障因素尤其是不明显的潜在的故障检查出来。

对于运行中的设备或结构复杂的设备是不允许随便解体检查的，如果动不动就把它拆开检查，就好像医生动不动就为病人剖腹检查一样荒唐可笑。因为现代化设备结构复杂、体积庞大，大部分潜在故障从表面是很难识别的，在正常或稍有异常运转时为了检查设备状态而拆卸，不但工作量大，而且不必要地耗费大量时间，影响装备运行，有的甚至需要大量耗材；特别是对处于飞行中的航天飞机及运行中的重要设施实施拆开式的例行检查是绝对不可能的。这就要求采用先进的科学技术和仪器对现代化设备进行不解体监测和诊断。

2. 医学诊断学与机械故障诊断学

把医学诊断学中的基本思想推广到机械工程中来，就形成了设备故障诊断这一新兴学科——机械故障诊断学。

根据机械设备运行过程中产生的各种信息来判断机械设备是否正常运转，也就是识别机械设备是否出了故障，称为故障诊断。至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或故障分析，它们也是故障诊断的一个方面。

医学诊断学与机械故障诊断学思想的比照关系见图 1 - 2、对照见表 1 - 2。

因此，将现代化设备系统比作一个人的有机生命体系，采取“人性化”管理，加强其平时的“体检”和“保健”工作，保证其“健康、长寿”，是现代设备状态监测与故障诊断学的理念。

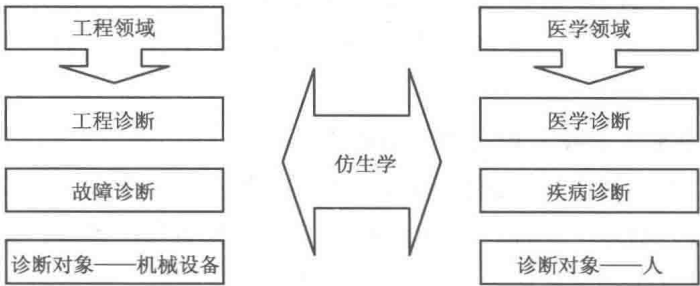


图 1 - 2 医学诊断学与机械故障诊断学思想的比照关系