

第三届全国机械设备故障诊断学术会议 论文集

1991.5.28 — 31

天 津

中国振动工程学会故障诊断学会

第三届全国机械设备故障诊断学术会议

论文集编审委员会

徐 敏 王奇浩 屈梁生 陈克兴

张瑞林 虞和济 姚定康 佟德纯

汪希宣 周轶尘 于尧治 沈密群

杨福兴

责任编辑

沈密群 杨福兴 徐建明 王晓峰

中国振动工程学会故障诊断（分科）学会

第一届学术委员会

主任、副主任、秘书长、副秘书长和委员

1、主任（理事长）：徐 敏

副主任（副理事长）：王奇浩 屈梁生 陈克兴 张瑞林

虞和济 姚定康

2、秘书长：张瑞林（兼）

副秘书长：佟德纯 王宜

3、委员（常务理事）：

于尧治 王奇浩 王 宜 王 正 陈克兴

汪希宣 应怀樵 沈一飞 佟德纯 林大渊

吴今培 吴震毅 屈梁生 周轶尘 张瑞林

徐 敏 姚定康 黄昭毅 寇 惠 傅汝楫

虞和济（21人）

中国振动工程学会故障诊断（分科）学会

第二届学术委员会

学术委员（理事）

于尧治	王奇浩	王 伟	王 成	石来德	冯 壁
肖汉梁	陈克兴	陈家骥	尹久征	汪希宣	沈一飞
沈庆根	佟德纯	许运秀	李川奇	李智炜	杜云天
武文斌	杨其明	杨国修	吴今迈	吴正毅	吴震球
周轶尘	屈梁生	张正松	张信志	张泉南	张瑞林
徐 光	徐 敏	徐世昌	常西畅	高金吉	高品贤
郭应龙	黄志达	黄昭毅	孙月明	钟 掘	径以广
赵学勛	赵淳生	翁维雄	蒋其昂	雷继尧	温熙森
谢寿炽	付汝楫	寇 惠	魏任之	虞和济	熊正清
蔡鲁闻	郑连璋	(共56人)			

中国振动工程学会故障诊断（分科）学会

专业学组及其负责人

1. 诊断原理与信号分析专业学组

组长：屈梁生， 副组长：佟德纯

2. 旋转机械故障诊断专业学组

组长：汪希宣， 副组长：付汝楫、沈水福
秘 书：沈庆根、周学业

3. 往复机械故障诊断专业学组

组长：周轶尘 副组长：施引、蒋其昂
秘 书：彭勇

4. 轴承与齿轮故障诊断专业学组

组长：于尧治 副组长：吴震球

5. 结构与设备故障诊断专业学组

组长：虞和济 副组长：杜云天、赵学勖
秘 书：原培新

6. 铁谱技术专业学组

组长：杨其明 副组长：肖汉栋、吴今迈
秘 书：时学素

7. 监测与诊断仪器专业学组

组长：武文斌 副组长：王正

九十年代展望——故障诊断技术发展更加迅速， 为我国工业建设服务前景光辉！

贺 词

继一九八八年六月，在北戴河召开“第二届全国机械设备故障诊断学术会议”以来，时隔三年，由中国振动工程学会故障诊断学会发起和主持的“第三届全国机械设备故障诊断学术会议”，于一九九一年五月二十八日至三十一日，在天津召开了。这是我国从事机械设备状态监测与故障诊断科技工作者与专家教授们的一次学术盛会，我代表中国振动工程学会故障诊断学会，向会议表示热烈的祝贺！

这次会议的主题是：“展望九十年代机械设备状态监测与故障诊断技术的迅速发展，及其为我国工业建设服务的光辉前景！”。这次会议不仅广泛地交流近年来我国在本领域内，各个方面所取得的辉煌成果，深入探讨本技术国内外的最新发展，同时，努力加强我们同行之间的紧密联系，更有力地推动本技术在九十年代的迅速发展，更有效地为我国国民经济、“八·五”建设、国防建设服务，以作出更大的贡献！

本论文集收集了一百四十多篇论文，内容十分丰富，涉及新的诊断理论与诊断方法，对于信号处理、模式识别、趋势分析、报警标准、专家系统、神经网络、……等，都有专文论述，有大量的工程诊断实例，可以为各类工程行业借鉴，在监测仪表及诊断系统方面，也有多篇专论，铁道技术发展迅速，集中了多篇具有代表性的论文。总之，本届会议，在广大作者的努力下，在各方面支持下，将论文汇集成册，其内容可以代表我国当前状态监测与故障诊断技术的水平！

祝贺会议成功！

谢谢！

中国振动工程学会

故障诊断学会理事长

徐敏

一九九一年五月二十八日

会 议 主 题

展望九十年代机械设备状态监测与故障技术的迅速发展，及其为我国工业建设服务的光辉前景！

目 录

一. 综 述

1-01	关于机械设备诊断学的研究 -----	杨叔子 史铁林等	(3)
1-02	试论我国机械设备故障诊断发展的若干技术政策问题 ---	黄昭毅 曹 珏	(9)
1-03	我厂应用设备状态监测与故障诊断技术效果显著 -----	周建国 张石柱	(16)
1-04	现代化企业转机状态监测与动态管理 -----	曾宪达 韩延良等	(22)
1-05	噪声与振动测量对工程机械的诊断与分析 -----	江国和 叶祖荫等	(30)
1-06	核电站故障诊断中计算技术的应用 -----	郑德高	(36)

二. 诊 断 理 论

2-01	有自学习功能的设备故障诊断系统 -----	段志善 谷立臣	(45)
2-02	设备运行状态的灰色预测及其改进方法 -----	段志善 谷立臣	(51)
2-03	用一种新的时序建模与谱估计方法诊断汽轮 发电机组故障 -----	叶 春 李华彪等	(57)
2-04	非同步信号自适应滤波及其在故障诊断中的应用 -----	赵飞鹏 沈水福等	(62)
2-05	一种实用的计算机在线监测、诊断、分析系统 -----	沈水福 赵飞鹏等	(68)
2-06	汽车发动机不能起动的故障树分析 -----	肖锡武	(73)
✓ 2-07	汽轮发电机组故障诊断专家系统探讨 -----	叶季生	(81)
2-08	故障类属度与故障严重度 -----	贺跃进	(86)
2-09	旋转机械故障诊断专家知识的表示与故障模拟基准 频谱的探讨 -----	李贵三 张正松等	(91)
2-10	故障信息量模糊图诊断法 -----	徐章遂 左宪章	(97)
✓ 2-11	故障诊断知识库(FDKB)的建立 -----	谢向前 徐世昌	(103)
2-12	应用事故树分析与状态监测技术预防控制 发动机事故 -----	刘 军	(110)
2-13	用反滤波器方法识别载荷谱 -----	吴 森 魏任之等	(118)
2-14	基于功率监控理论和模型参数估计的过程 监测方法 -----	温熙森 唐丙阳等	(124)
2-15	机械故障的灰色聚类诊断 -----	孙惠国	(130)
2-16	主分量分析方法在机械故障诊断中的应用研究 -----	韦冰峰	(136)
2-17	自主移动机器人的故障诊断系统体系结构 -----	郭 伟 郑钢铁等	(142)
2-18	用时序建模法研究机器磨损状态的动态历程 -----	褚秀萍 凌正炎	(149)

2-19	机械故障多参数诊断法 -----	陈家骥 毛怀东等	(153)
2-20	灰色理论在故障预测中的应用 -----	苏勋家 王汉功	(159)
2-21	机械故障诊断中的非线性问题 -----	傅有为 屈梁生等	(164)
2-22	模糊诊断方法与灰色诊断方法的比较 -----	刘永宏 徐 敏	(171)
2-23	灰色理论ABO型关联度分析在故障诊断中的应用 -----	刘永宏 徐 敏	(179)
2-24	机械设备故障的逐层诊断方法 -----	韩 捷 张瑞林	(187)
2-25	人工神经网络与故障诊断 -----	史习智	(194)
2-26	机械设备故障及其智能诊断的可靠性研究 -----	钟毓宁 杨叔子等	(200)
✓ 2-27	汽轮发电机组诊断专家系统DEST -----	史铁林 杨叔子等	(206)
2-28	基于知识的诊断系统的开发策略 -----	丁 洪 杨叔子等	(212)
2-29	一种状态识别的新方法 -- 神经网络与知识 集系统的集成 -----	丁 洪 朱心飏等	(216)
2-30	透平压缩机组故障诊断专家系统的研究 -----	关惠玲 张瑞林	(221)
2-31	样本个数对AR(n)模型参数估计的影响 -----	高品贤	(228)

三. 旋 转 机 械

3-01	某些发电机组的振值超标原因分析 -----	贺跃进	(237)
3-02	透平压缩机的非振动偏差及其消除 -----	汪家铭	(242)
3-03	200MW 电站机组稳定性的考察与分析 -----	吴秀卿	(249)
3-04	透平压缩机械亚异步振动的故障机理和特征 -----	沈庆根	(255)
3-05	裂纹转子的重力响应分析 -----	高建民 朱晓梅	(261)
✓ 3-06	大型工业汽轮机启动过程中强振的诊断与故障 排除 -----	王 平 薛克安等	(267)
3-07	关于建立旋转机械故障诊断专家系统的初探 -----	李 沈 虞和济等	(273)
3-08	对加热炉引风机产生强烈振动的故障诊断及现 场动平衡 -----	董润深 王纪彩等	(280)
3-09	国产200MW机组中、低压转子加长短轴突发振 动的频谱分析 -----	刘 有 刘 泉等	(286)
3-10	牙轮钻机实验台机架振动的振源分析 -----	任立义 何定源	(292)
3-11	回转机械振动信号采集用倍频器的讨论 -----	靳怀义 严普强等	(298)
3-12	关于"引进日本芳烃联合装置中BCL--304型压缩 机振动超限"故障的诊断 -----	孙葆龄	(304)
3-13	校正法在涡轮增压器技术诊断中的应用 -----	吕伯平 孙蓟沙等	(309)
3-14	旋转机械碰摩故障的诊断 -----	王嘉贤 于传敬等	(315)
3-15	设备监测和诊断技术在煤气风机上的应用 -----	李 武 王嘉贤等	(321)

3-16	煤气透平鼓风机的监测和诊断 -----	刘义祥 于文苑等	(327)
3-17	霍县发电厂1#机组异常振动的测试分析与诊断 -----	吴正毅 田瑞华等	(333)
3-18	某型战斗舰艇机舱主要机械设备振动监测曲线 和振动验收标准的确定 -----	刘长义 蔡鲁闻等	(338)
3-19	大型可逆式轧钢机工作状态在线监测系统的 研究 -----	寇 惠 原培新等	(346)
3-20	大型可逆式轧钢机轧制力矩及轧制压力在线 监测实用数学模型的研究 -----	肖越苏 寇 惠等	(351)
3-21	通风机的故障诊断 -----	虞和济 原培新等	(357)
3-22	650 轧机力能参数在线监测机理的研究 -----	原培新 虞和济等	(364)
3-23	几个振动故障的诊断及处理 -----	华永利	(369)
3-24	DHP40--2离心压缩机低速轴断裂诊断分析 -----	巩云鸿 张伟华等	(377)
3-25	TDMDS-1机械设备状态监测和故障诊断计算机辅 助系统及其应用 -----	张大卫 王殿举等	(384)
3-26	大型回转支承装置故障诊断技术的开发和应用 -----	佟德纯 李华彪等	(389)
3-27	大电机的状态监测与数据管理 -----	李华彪 沈密群等	(396)
3-28	脱水风机的振动测试分析报告 -----	张 谨 盛德恩等	(402)
3-29	550KW 风机工作状态监测系统研究 -----	原培新 郭万镇等	(406)
✓3-30	转子不对中故障的动态监测 -----	谢锦锋 汪希萱等	(412)
3-31	旋转式压缩机的振动分析 -----	潘永密 李思源	(417)
3-32	关于200MW汽轮发电机组的安全运行 -----	张优云 谢友柏	(426)
3-33	旋转机械同频振动的故障机理及识别 -----	高金洁	(431)
3-34	汽轮发电机组振动的模糊识别 -----	叶荣学 于立华等	(439)
3-35	旋转机械轴位移故障的综合分析方法 -----	郁雪松 华 杰	(444)
3-36	旋转机械在线监测软件系统研究 -----	关惠玲 张瑞林	(452)

四. 往 复 机 械

4-01	瞬时转速作为发动机诊断参数的有效性 -----	罗有乔 艾海斌等	(459)
4-02	诊断技术在动力站房的运用和发展 -----	熊正清	(467)
4-03	4E135 柴油机油头故障诊断 -----	张泉南 欧阳鸿强	(473)
4-04	试验模态分析方法在球磨机故障诊断中的应用 -----	张令弥 仲伟陵等	(482)
4-05	柴油机燃油喷射系统的故障诊断 -----	吴 波 杨叔子等	(488)
4-06	声诊断内燃机燃烧过程的研究 (一) 燃烧噪声识别 -----	陈锦祥 邢开明等	(494)
4-07	康明斯柴油机振动故障诊断技术初探 -----	李祖云 许小隼	(500)

4-08	汽油机点火系故障诊断	沈仲贤 揭玉苓等	(505)
4-09	机车柴油机常见故障的计算机辅助诊断	王洪海 张瑞林等	(512)

五. 轴 承 与 齿 轮

5-01	JZQ250型减速器故障的振动诊断及其减振器的 动态特性分析	罗孟杰 徐玉秀等	(521)
5-02	振动信号分析技术在机械故障诊断中的应用	郑太平	(529)
5-03	用功率谱、最大熵谱和Green函数诊断齿轮故障	程春芳 刘瑞昌等	(536)
5-04	大型透平机组轴承壳体振动分析	杨大军 崔秀英等	(542)
5-05	柴油机车“车轴齿轮箱”的动态特性	邢开明 冯庚斌等	(550)
5-06	设备状态监测与简易诊断分析	曾泽伟	(553)
5-07	转子—轴承系统低频涡动机制的实验研究	张正松 赵良军	(557)
5-08	齿轮疲劳断裂故障特征及诊断方法	周 影 孙月明等	(565)
5-09	轴承故障检测在设备改造中的应用	陈忠平	(571)
5-10	椭圆轴承动态涡动轨迹的仿真方法	沐华平 张正松等	(578)
5-11	CZ齿轮轴承自动精密诊断系统	唐鸿增	(586)
5-12	滚动轴承疲劳故障诊断参数的研究	陈克强 高金林等	(592)
5-13	电机滚动轴承故障诊断中的几个问题	王殿举 陈家骥等	(598)
5-14	齿轮箱故障在线诊断的微型计算机系统	万小毛 鲍 明等	(604)
5-15	汽车变速器中齿轮和轴承的磨损诊断	钟发祥 韦 勇	(609)
5-16	高频谐振技术在滚动轴承故障诊断上的应用	王亨其	(616)

六. 工 程 结 构 与 工 艺 流 程

6-01	电磁式管壁测厚仪	刘万灵 张文明	(625)
6-02	结构故障有限单元参数诊断法初探	荣见华 王彦菊	(631)
6-03	复合材料层合板损伤的能量诊断法	胡 列 姜节胜等	(639)
6-04	发火系统故障诊断仪	何福友	(646)
6-05	大型专型机床的故障特征与按状态维修的方法	吴 雅 李维国等	(652)
6-06	火力发电厂厂房结构振动故障诊断	李桂华 李炳益等	(658)
6-07	大型挖泥船的故障诊断	邢开明 邵 江等	(664)
6-08	电力生产与红外诊断技术	程玉兰	(671)
6-09	歼七飞翼调节锥的计算机检测	唐海平 李桂明等	(677)
6-10	应用激光和PC技术对发动机叶尖径向间隙进行 监测和故障诊断	吕伯平 孙蓟沙等	(682)

6-11	火炮反后座装置性能参数动态检测系统	贺 臣 徐书林	(687)
6-12	PM——预测维修系统的应用	韩廷良 曾宪达等	(692)
6-13	可靠性工程与CM&FD 技术综合应用的初步实践	王嘉贤 于传敬	(700)
6-14	水轮机叶片补焊后材料的疲劳裂纹扩展速率的测定	辜映华	(706)
6-15	钢筋混凝土高压输电塔安全性评估	韩庆大 寇 惠等	(710)
6-16	大型刚架振动裂纹的故障诊断	董勤文 任立义	(715)
6-17	钢丝绳截面损耗缺陷的检测技术开发	马宏党 蔡建龙等	(722)
6-18	顶底复吹转炉结构的安全性诊断	魏 宁 虞和济等	(729)
6-19	电气设备运行状态监测	刘 立 凌正炎等	(734)

七. 诊 断 仪 表 与 铁 谱 技 术

7-01	大型旋转机械在线监测与故障诊断系统 的研究与应用	张瑞林 徐 光等	(745)
7-02	振动故障监测系统的硬件及软件考虑	黄映云 朱石坚等	(751)
7-03	直读铁谱技术在现场检测中的应用	甄凯玉	(755)
7-04	谱分析软件及其应用	张大明	(760)
7-05	铁谱技术在港机上的开发应用	李 萍	(765)
7-06	安全行车60万公里机车柴油机的铁谱监测与 技术诊断	曾昭翔 董世衍等	(770)
7-07	6L350PN船舶柴油机状态监测与油样分析技术的 相关性	李柱国 陆锦华等	(775)
7-08	机械故障振声诊断演示仪	王献忠 蔡鲁闻等	(781)
7-09	轧钢机打滑现象及其监测	盛德恩	(787)
7-10	用于机械磨损状态监测的在线铁谱技术	刘 岩 袁崇军等	(793)
7-11	应用光谱和铁谱技术监控ND2和DF4型机车柴油 机架修磨合期	费名盛	(799)
7-12	旋转机械振动自动监测和动平衡数据自动处理 的智能装置的研究	许加兵 顾 晃等	(805)
7-13	钢丝绳磨损和绳径缩细无损检测的研究	康宜华 丁忠平等	(811)
7-14	集成霍尔元件在钢丝绳缺陷检测中的应用	丁忠平 康宜华等	(817)
7-15	应用铁谱技术确定采煤机的换油周期	刘爱生	(823)
7-16	浮点式模数转换及其在非周期信号采集中的应用	靳怀义 吴正毅等	(828)
7-17	具有实时数字滤波的多通道数据采集系统	张春宁	(833)
7-18	铁谱—光谱—颗粒自动计数器三种检测技术的 对比分析研究	陆培德	(840)

7-19	铁谱监测的系统开发 -----	陈德金 金锡志	(847)
7-20	汽车底盘故障微机诊断系统 -----	邓升明 李开涌	(854)
7-21	机械振动的激光非接触测量系统 -----	宋云峰 殷纯永等	(861)
7-22	一种实用的铁谱定量技术——关联度法 -----	褚秀萍 凌正炎	(865)
7-23	一种新型振动周期性监测工具——SP--200 数据采集器 and MCM 软件 -----	常西畅 邹昭平等	(871)
7-24	BB-1大机组振动监测与故障诊断系统 (电站专用) 计算机系统 -----	常西畅 孙 佐等	(877)
7-25	多通道动态信号分析系统 -----	张令弥 张春宁	(882)
7-26	基于FFT分析仪的计算机辅助信号处理系统 -----	陈 进	(888)
7-27	一种具有频域跟踪的可编程机械故障分析仪 -----	彭北青 范新勇	(893)
7-28	便携式MDC-1 式故障监测诊断采集器 -----	于尧治 刘小民等	(899)
7-29	铁谱定量新方法和定量仪在露天矿山机械上的应 用 -----	许小康 祁成柱等	(907)

— 综 述

关于机械设备诊断学的研究

华中理工大学 杨叔子 史铁林 丁 洪

摘 要

本文从学科的角度出发,深入研究了机械设备诊断学的基本概念与基本体系。用系统论的观点,阐明了机械设备的系统特性以及故障,征兆与特征信号的基本概念;提出了故障传播过程的实质与故障特性(层次性,相关性,延时性,不确定性);论述了“超层诊断”的实质。文中从知识推理这一角度出发,进一步讨论了机械设备诊断学的目的、任务与诊断过程,并对诊断方法进行了分类。

前 言

随着现代机械设备的不断大型化、复杂化,它们的工况监测与故障诊断技术也在变得越来越重要并由此而得到迅猛发展,成为现代科技的热点之一。考察这一技术的发展现状,可以发现,这一技术实质上还是诊断经验的堆积与有关学科方法的采用以及这二者的混和,而缺乏自身的学科体系,从而严重阻碍了这一技术更为迅速、深入、可靠的发展,使得理论研究走在应用研究的后边,这是一种不健康的发展趋势。为了摆脱这种现状,就必须建立这一技术自身的,以实践为基础的,同其它有关学科相融的独立的学科体系,以指导这一技术的深入发展与进一步应用。

毫无疑问,建立这一学科体系是需要共同努力和勇于创新的。本文是在文献[1]的基础上,对这一研究内容的深化探讨,作者愿与同行们在这方面共同探讨。

一. 故障的系统特性

为了研究机械设备的诊断问题,就必须深入了解与掌握机械设备及其故障的特点。从系统论的观点出发,机械设备也是一个系统,同其它系统一样,也是元素按一定的规律聚合而成的。也就是说,是由“元素”加上元素之间的“联系”而构成的。当然,“元素”也可以是子系统,子系统的“元素”还可以是更深层的子系统,如此类推,直至最低层的“元素”是物理元件。显然,系统是有层次性的。

系统的基本性质(或状态)取决于元素的性质(或状态)与联系的性质(或状态),而系统的行为(输出)则取决于系统的基本性质与系统同外界的关系(输入、客观环境的作用)。系统的“元素”与“元素间联系”之总体可称为系统的“构造”,而系统的行为中为人们所需要的(即设计中所要求实现的)部分即为系统的“功能”。系统在设计时,还要求其行为中的某些部分要满足一定的条件(如振动量、噪声级等),这些条件称为系统的“约束条件”。

虽然工程中的机械设备种类繁多,但基于其“构造”与“功能”,可将它们分为三类:

(1) 简单系统:在构造上,此系统由一个或多个物理元件组成,元件之间的联系是确定的;在功能上,系统的输出与输入之间存在着由构造所决定的定量或逻辑的因果关系。

(2) 复合系统:在构造上,此系统由多个简单系统作为元素组合而成,这种组合是多层次的,层次之间的联系也是确定的;因而在功能上,其特点与简单系统的相同。

(3) 复杂系统:在构造上,此系统由多个子系统作为元素组合而成,这种组合是多层次的,在子系统内、层次之内的联系至少是不完全确定的;在功能上,系统的输出与输入之间存在着由构造所决定的一般并非严格的定量的或逻辑的因果关系。

显然，机械设备是复杂系统，因为这类系统的输出一般表现为模拟量，而对相同的机械设备而言，它们相同的机械元件本身的几何特性（尺寸、形状、表面形貌...）也不可能完全一样，相同的联系（压力、间隙、介质状况...）也不可能完全一样，因此，即使在完全相同的输入（工作环境）下，相同的机械设备的状态与行为（输出）也就难于一样，并非确定。

所谓系统的故障，是指系统的构造处于不正常状态（劣化状态）。它导致系统相应的功能失调或约束条件不满足，即导致系统相应的行为不满足期望的要求。系统的这种劣化状态称为故障状态。

判断系统发生故障的准则是：在给定的工作条件下，系统的功能与约束条件若不满足设计所期望的要求，则可判定系统发生了故障。

显然，原级系统有故障，必定是它的相应的关系或联系处于劣化状态；某级子系统有故障，或者说，某级子系统的构造处于劣化状态，必定是此子系统的相应元素、联系处于劣化状态。由此可知，当上一级系统的元素有故障，则此故障必源于其下一级系统相应的元素、联系；但是，当上一级系统只是联系有故障，则此故障并不一定源于其下一级系统的元素、联系。

引起系统的元素和联系处于劣化状态的原因有两个方面，其一是工作环境变化为非正常，即系统的输入超过允许的范围；其二是在其正常工作环境下，元素、联系的状态由量变发展到质变而劣化。当然，也可以是这两者的联合作用。

设备的故障诊断，是指查明导致系统发生故障的指定层次子系统、联系的劣化状态。显然，故障诊断的实质就是状态识别。必须强调，故障诊断一定要同系统的层次相联系，不指定诊断所应到的层次，则故障诊断的概念是不清楚的，故障诊断的内容也是不确定的。

系统的特征信号，是指系统的某部分输出，而这部分输出是同所关心的系统功能与约束条件紧密相关的。系统的功能往往是特征信号的一部分。系统无故障、有故障的输出和特征信号分别称为正常的、异常的输出与特征信号。显然，特征信号中必然包含了系统中相应的元素、联系的有关状态的信息；因此，如何选取包含有关状态信息量最多的特征信号，成为机械设备诊断学的重要研究内容之一。

系统的征兆，是指对特征信号加以处理而提取出的、直接用于故障诊断的信息，显然，这种特征信息本身有时也可以作为征兆。因此，如何提取最有效地用于诊断的征兆，也是机械设备诊断学中的重要内容之一。

由以上的分析，可以用图1来表示系统的行为（输出）、功能，特征信号以及征兆之间的相互关系。

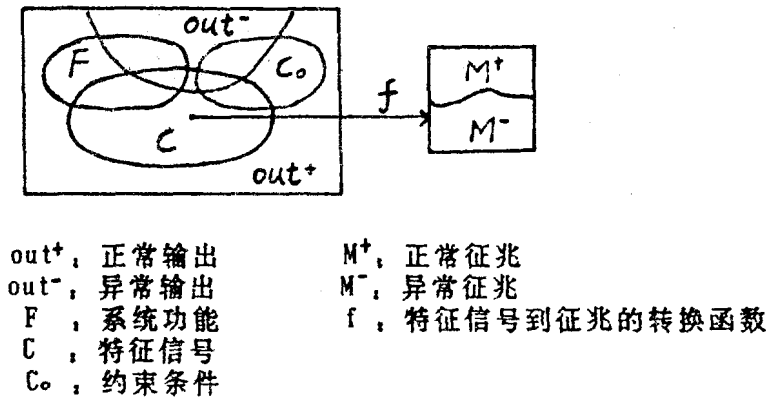


图 1