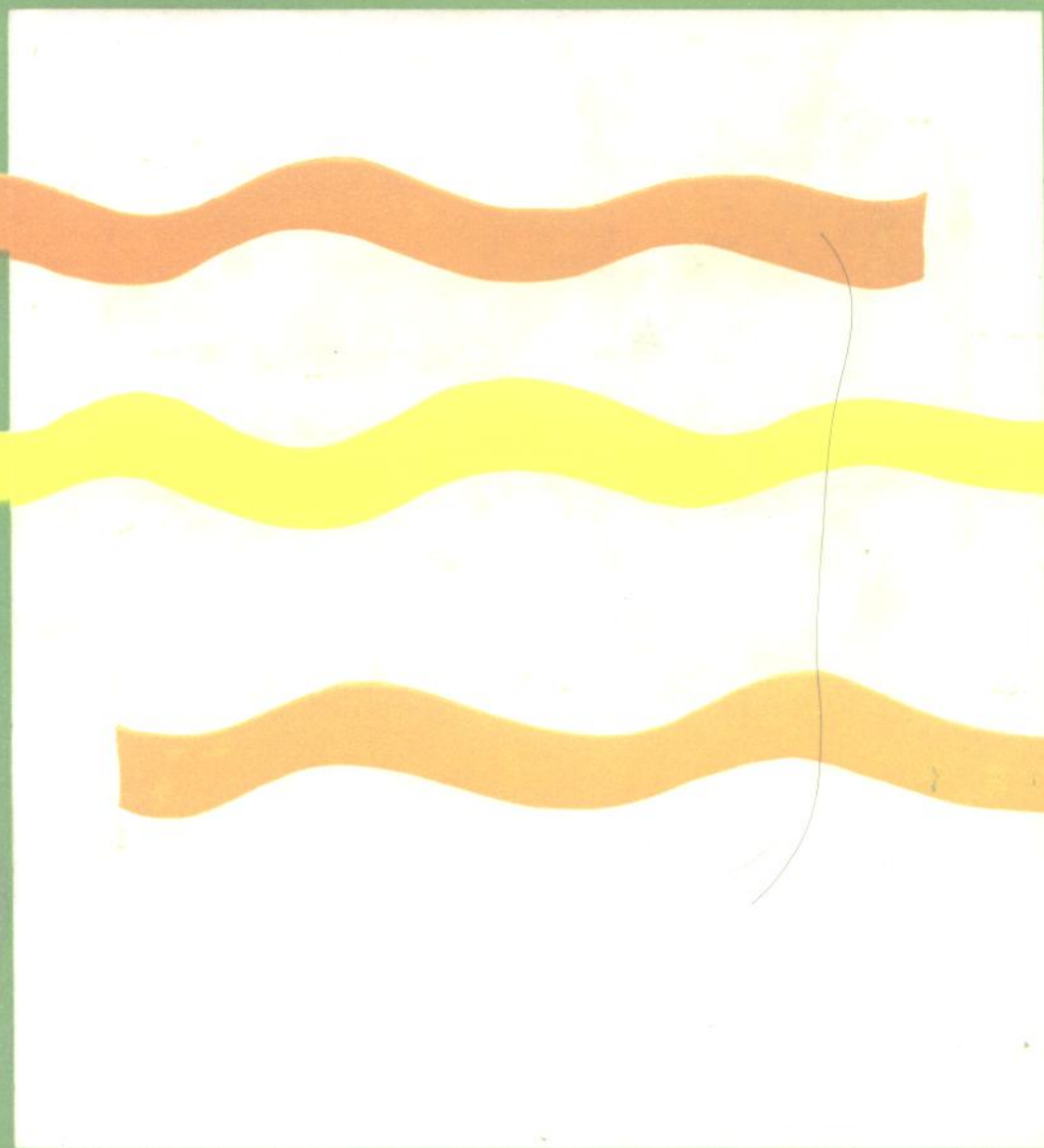


机械设备维修

陈冠国 编



机械工业出版社

TH17
S41

机 械 设 备 维 修

陈冠国 编



机 械 工 业 出 版 社

本书从我国现行维修工作的实际水平出发,除继承了维修工艺的主要内容外,考虑了维修科学的发展趋势,加强了维修理论的基础部分,吸收了国内外先进的内容和技术,注意了通用性、实践性和更广泛的适应性,具有实用、简明的特点。全书分为两大部分,前半部为维修的基础理论,后半部是维修实践,重点介绍了常用的几种修复工艺。

本书既可作为大中专院校机械类有关专业的维修课程教材,也可供从事机械设备维修的技术人员和工人参考,还可作为工矿企业培训维修人员用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设备维修/陈冠国编. —北京:机械工业出版社,
1997.8
ISBN 7-111-05563-2

I. 机… II. 陈… III. 机械设备-机械维修 N. TH17

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第02360号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:高文龙 版式设计:王颖 责任校对:唐海燕
孙淑卿

封面设计:郭景云 责任印制:卢子祥

机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1997年8月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·12.25印张·309千字

0 001—4 000册

定价:17.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

机械设备在使用过程中会逐渐老化,出现故障,乃至发生事故,从而影响或中断生产。为保持和恢复机械设备的使用性能,延长使用寿命,就要对其进行维修。因此,维修是维持生产所必须的,是节约能源和资源的重要措施和途径。

机械设备只有科学地组织和实施维修,才能使它充分发挥作用。多少年来,维修只是一门技艺,由师傅带徒弟,一代一代地延续下来。近年来,随着科学技术的进步,生产力的发展,机械设备向着精密化、智能化、自动化、大型化、小型化、复杂化、综合化方向发展,对它们的维修显得日益困难,维修费用逐渐增加。特别是70年代世界范围的能源危机出现之后,维修受到格外的重视和得到迅速的发展。能够在最短的时间内,以最少的人力和物力,有效地利用最新科学技术去完成维修工作,已成为急待研究和解决的课题。

许多国家在维修领域中广泛地应用了现代科学技术,使其从一般的技术保障作业发展成为专门的技术科学,不仅从技术上、微观上,而且从理论上、宏观上加以研究,成为一门独立的综合科学,联合国教科文组织在1974年把机械设备维修正式列入技术科学学科分类目录中。

我国随着国际上“维修工程学”和“设备综合工程学”的出现,在1979年8月举行的“第一次机械维修学术会议”上对机械设备维修这一门学科的体系作了初步探讨。十多年来,人们从大量的实践中逐步认识到,维修工作量的大小,时间的长短、质量的高低、人力的消耗,并不是单纯取决于维修工作本身,而是受机械设备自身状况的制约和影响,维修不能改变它的固有品质和性能。因此,需要从机械设备研制的最初阶段就把维修作为一个基本因素考虑进去,把设计、制造、使用、维修、管理、报废等作为一个系统加以对待和研究。只有这样才能从根本上改善维修工作。

机械设备维修工作所面临的各种问题,仅靠过去的一些传统观念、操作技艺知识,以及在实践中处理几个具体的技术问题是根本无法解决的。需要把近百年来在维修实践基础上零碎分散的理论、方法、经验加以整理、归纳和提高,从本质、规律和理论上进行研究,使其逐渐做到系统化、数量化、信息化,团结各行业从事维修工作的科技人员、技术工人,加强维修人材的培养,应用现代科学技术,改进和发展机械设备维修工作。

改革开放以来,随着工矿企业的迅速发展,机械设备的大量引进,维修已成为一个突出的问题。企业生产靠机械设备,机械设备维修靠技术,技术进步靠人的素质。维修人员的技术素质如何,对企业机械设备的维护保养和修理水平起着决定性作用。

为了满足迅速提高维修人员技术素质的需要,使学生不仅懂得机械设备如何设计,怎样制造,而且还要知道和掌握如何维修,编者在为河北理工学院机械设计与制造专业开设的机械设备维修课程自编教材的基础上,通过8轮的教学实践,总结了一些经验体会,收集了许多同行的宝贵资料和经验,得到了国内维修界老前辈和有关同志,以及机械工业出版社的精心指导、大力支持和帮助,得到了我院领导、师生的鼓励和帮助,编写了此书。在此,向以上各位同志表示衷心感谢。

在这本书中，力图突出的特点是：从我国现行维修工作的实际水平出发，除继承了维修工艺的主要内容外，考虑了维修科学的发展趋势，加强了维修理论的基础部分，吸收了国内外先进的内容和技术，注意了通用性、实践性和更广泛的适应性，做到了实用、简明。全书分为两大部分，前半部为维修的基础理论，后半部是维修实践，重点介绍了常用的几种修复工艺。

由于编者水平所限，对一些内容尚理解不深，实践也不够，难免有错误和不足之处，恳请大家批评指正。

编者

1996年10月

目 录

前言	
第一章 故障理论概述	1
第一节 概念	1
第二节 分类	2
第三节 故障特征量的描述	5
第四节 故障理论	7
第五节 故障规律	8
第六节 故障诊断简介	10
第二章 摩擦学概论	19
第一节 物体表面的性质	19
第二节 摩擦	20
第三节 磨损	24
第四节 润滑	31
第三章 失效理论概述	47
第一节 变形	47
第二节 断裂	50
第三节 腐蚀	55
第四节 气蚀	58
第五节 失效分析技术简介	59
第四章 机械设备的老化	64
第一节 老化的分类	64
第二节 老化的数量指标	64
第三节 老化的规律	67
第四节 老化后的补偿	67
第五章 可靠性理论概述	69
第一节 概念	69
第二节 可靠性的描述	69
第三节 系统的可靠性	71
第四节 可靠性理论在维修中的应用	75
第六章 机械设备的极限技术状态	76
第一节 机械设备完好标准的主要内容	76
第二节 极限技术状态的确定原则	77
第三节 极限技术状态的确定方法	78
第四节 零部件维修更换的原则	79
第七章 维修性理论概述	81
第一节 概述	81
第二节 影响维修性的主要因素和提高途径	83
第三节 维修思想	85
第四节 维修方式及选择	86
第五节 维修制度	88
第六节 维修性费用	91
第八章 维修前的准备工作	93
第一节 技术准备	93
第二节 组织准备	93
第三节 拆卸	94
第四节 清洗	97
第五节 检验	101
第九章 机械零件的修复技术	106
第一节 概述	106
第二节 钳工和机械加工	107
第三节 压力加工	112
第四节 金属喷涂	114
第五节 焊修	119
第六节 电镀	136
第七节 刷镀	145
第八节 粘接	149
第九节 修复工艺的选择和工艺规程的制订	154
第十章 机械零件修复后的性能	160
第一节 修复层与基体的结合	160
第二节 修复层的性能	161
第三节 改善修复层性能的主要工艺措施	166
第十一章 典型零部件的修复	168
第一节 轴的修复	168
第二节 齿轮的修复	172
第三节 轴承的修复	176
第四节 壳体零件的修复	180
第五节 机体零件的修复	182
第六节 其它零部件的修复	183
第七节 机床零部件的修复	185

第十二章 机械设备的装配	186	第四节 典型零部件的装配要点	188
第一节 装配精度和装配方法	186	第五节 总装配要点	196
第二节 装配工作注意要点	187	第六节 装配后的试验	197
第三节 装配工艺过程	187	主要参考文献	198

第一章 故障理论概述

第一节 概 念

在机械设备维修中,研究故障的目的是要查明故障模式,追寻故障机理,探求减少故障发生的方法,提高机械设备的可靠程度和有效利用率。同时,把故障的影响和结果反映给设计和制造部门,以便采取对策。

一、定义

故障是指整机或零部件在规定的时间和使用条件下不能完成规定的功能,或各项技术经济指标偏离了它的正常状况,但在某种情况下尚能维持一段时间工作,若不能得到妥善处理将导致事故。例如:某些零部件损坏、磨损超限、焊缝开裂、螺栓松动,使工作能力丧失;发动机的功率降低;传动系统失去平衡和噪声增大;工作机构的工作能力下降;燃料和润滑油的消耗增加等,当其超出了规定的指标时,即发生了故障。

对于故障,应明确以下几点:

(1) 规定的对象 它是指一台单机、或由某些单机组成的系统、或机械设备上的某个零部件。不同的对象在同一时间将有不同的故障状况,例如:在一条自动化流水线上,某一单机的故障足以造成整条自动线系统功能的丧失;但在机群式布局的车间里,就不能认为某一单机的故障与全车间的故障相同。

(2) 规定的时间 发生故障的可能性随时间的延长而增大。时间除了直接用年、月、日、时等单位外,还可用机械设备的运转次数、里程、周期作单位。例如:车辆等用行驶的里程;齿轮用它承受载荷的循环次数等。

(3) 规定的条件 这是指机械设备运转时的使用维护条件、人员操作水平、环境条件等。不同的条件将导致不同的故障。

(4) 规定的功能 它是针对具体问题而言,例如:同一状态的车床,进给丝杠的损坏对加工螺纹而言是发生了故障;但对加工端面来说却不算发生故障,因为这两种情况所需车床的功能项目不同。

(5) 一定的故障程度 即应从定量的角度来估计功能丧失的严重性。

在生产实践中,为概括所有可能发生的事件,给故障下了一个广泛的定义,即“故障是不合格的状态”。

二、模式

机械设备的故障必定表现为一定的物质状况及特征,它们反映出物理的、化学的异常现象,并导致功能的丧失。这些物质状况的特征称故障模式,需要通过人的感官或测量仪器得到,相当于医学上的“病症”。

常见的故障模式按以下几方面进行归纳:

1) 属于机械零部件材料性能方面的故障:包括疲劳、断裂、裂纹、蠕变、过度变形、材

质劣化等。

2) 属于化学、物理状况异常方面的故障：包括腐蚀、油质劣化、绝缘绝热劣化、导电导热劣化、熔融、蒸发等。

3) 属于机械设备运动状态方面的故障：包括振动、渗漏、堵塞、异常噪声等。

4) 多种原因的综合表现：如磨损等。

此外，还有配合件的间隙增大或过盈丧失、固定和紧固装置松动与失效等。

故障模式举例见表 1-1。

表 1-1 故障模式举例

序 号	名 称	模 式
1	轴承	弯曲、咬合、堵塞、开裂、压痕、卡住、润滑作用下降、凹痕、刻痕、擦伤、粘附、振动、磨损等
2	齿轮	咬合、破碎、移位、卡住、噪声、折断、磨损等
3	密封装置	破碎、开裂、老化、变形、损坏、漏泄、破裂、磨损、其它等
4	液压系统	液压缸
		爬行、外泄漏、内泄漏、声响与噪声、冲击、推力不足、运动不稳、速度下降等
		油泵
		无压力、压力流量均提不高、噪声大、发热严重、旋转不灵活、振动、冲击等
		电磁换向阀
		滑阀不能移动、电磁铁线圈烧坏、电磁铁线圈漏电、不换向等
5	机械系统	(1) 系统不能启动或在运行中停止运动； (2) 系统失速或空转； (3) 系统失去负载能力或负载乏力； (4) 系统控制失灵； (5) 系统泄漏严重； (6) 系统振动剧烈、噪声异常； (7) 某些零部件断裂、烧损、过量变形； (8) 电、磁、导断失调； (9) 其它

第二节 分 类

将故障进行分类是为了估计故障事件的影响深度、分析故障的原因、以便采取相应的对策。故障可从不同角度进行分类，见图 1-1。

一、临时性故障

临时性故障又称间断故障，它多半由机械设备的外部原因引起的。例如：工人误操作、气候变化、运输条件中断、环境设施不良等造成。当这些外部干扰消除后，运转即可正常。但临时性故障能导致永久性故障。

二、永久性故障

永久性故障主要有以下几种方法。

(一) 按故障发生时间分

1. 早发性故障

这是由于机械设备在设计、制造、装配、安装、调试等方面存在问题引起的。例如：新

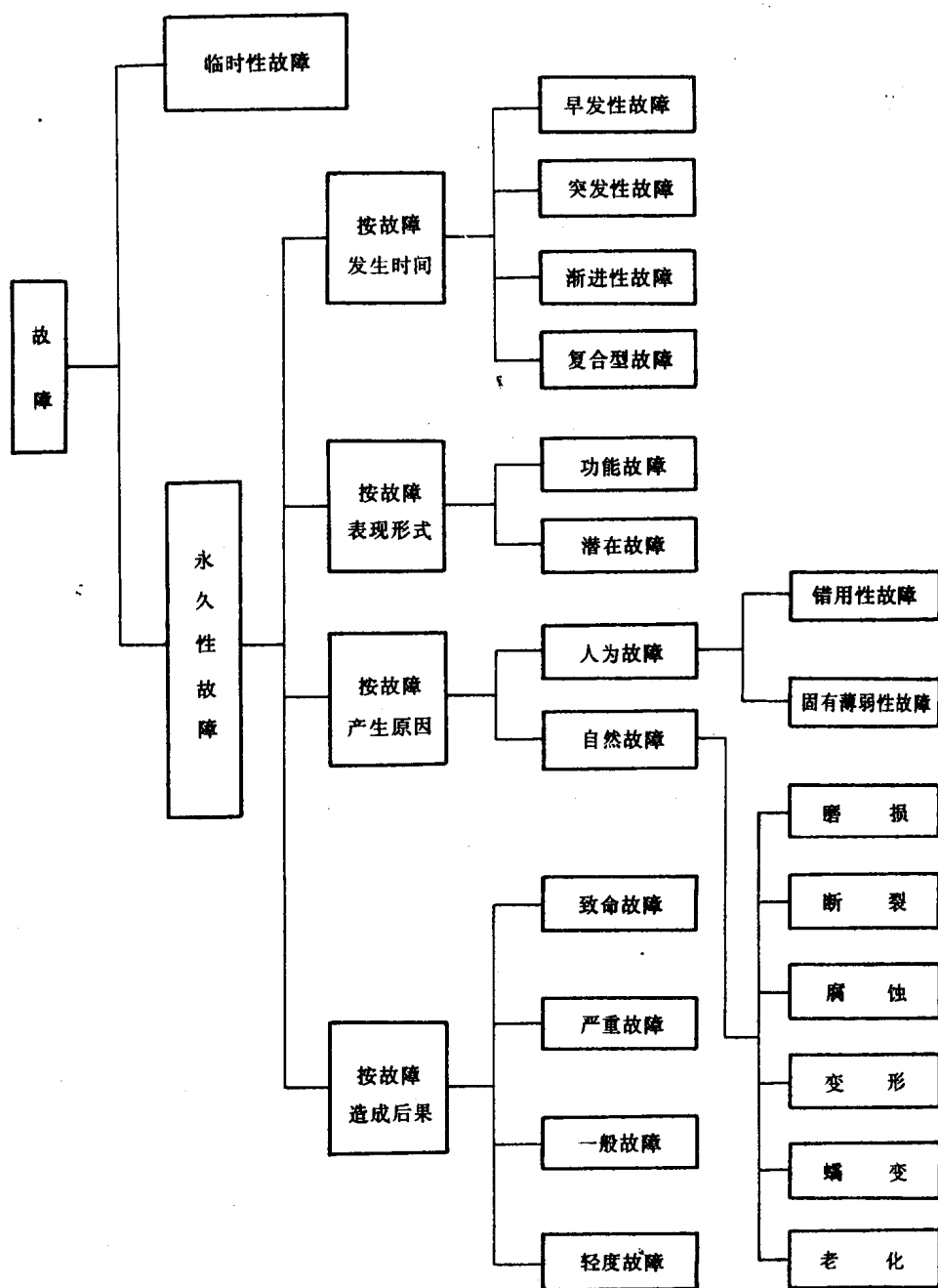


图 1-1 故障的分类

购入的液压系统严重漏油和噪声很大。这种情况可以通过重新检测、重新安装来解决处理；若设计不合理，需修改设计；如果元件质量差，则应更换元件。

2. 突发性故障

这是由于各种不利因素和偶然的外界影响因素共同作用的结果。故障发生的特点是具有偶然性和突发性，事先无任何征兆，一般与使用时间无关，难以预测。但它容易排除，通常

不影响寿命。例如：因润滑油中断而使零件产生热变形裂纹；因使用不当或出现超负荷引起零件折断；因各参数达到极限值而引起零件变形和断裂等。

3. 渐进性故障

它是因机械设备技术特性参数的劣化过程，包括腐蚀、磨损、疲劳、老化等，逐渐发展而成的。其特点是故障发生的概率与使用时间有关，只是在机械设备有效寿命的后期才明显地表现出来。故障一经发生，就标志着寿命的终结。通常它可以进行预测。大部分机械设备的故障都属于这一类。

4. 复合型故障

这类故障包括上述故障的特征，其故障发生的时间不定。机械设备工作能力耗损过程的速度与其耗损的性能有关。例如零件内部存在着应力集中，当受到外界作用的最大冲击后，继续使用就可能逐渐发生裂纹；又如摩擦副的磨损过程引起渐进性故障，而外界的磨粒会引起突发性故障。

（二）按故障表现形式分

1. 功能故障

机械设备应有的工作能力或特性明显降低，甚至根本不能工作，即丧失了它应有的功能，称功能故障。这类故障可通过操作者的直接感受或测定其输出参数而判断。例如关键零件坏了、精度丧失、传动效率降低、速度达不到标准值，使整机不能工作；生产率达不到规定的指标等。

2. 潜在故障

故障逐渐发展，但尚未在功能方面表现出来，却又接近萌发的阶段。当这种情况能够鉴别时，即认为也是一种故障现象，称潜在故障。例如零件在疲劳破坏过程中，其裂纹的深度接近于允许的临界值时，便认为存在潜在故障。探明了潜在故障，就有可能在达到功能故障之前进行排除，有利于保持完好状态，避免因发生功能故障而带来的不利后果，这在机械设备使用和维修中有着重要意义。

（三）根据故障产生的原因分

1. 人为故障

由于在设计、制造、大修、使用、运输、管理等方面存在问题，使机械设备过早地丧失了它应有的功能，称人为故障。它又分为：①错用性故障，这是指机械设备没有按照原设计规定的条件运转，超载、超速、超时，工作条件发生未料及的恶化等原因导致的故障。②固有薄弱性故障，它来源于机械设备本身，如设计不当、制造工艺差、材料低劣等，是固有薄弱环节构成故障隐患或故障诱发因素。

2. 自然故障

机械设备在其使用和保有期内，因受到外部或内部各种不同的自然因素影响而引起的故障都属于自然故障。例如正常情况下的磨损、断裂、腐蚀、变形、蠕变、老化等损坏形式。这种故障虽然不可避免，但随着设计、制造、使用和维修水平的提高，可使机械设备有效工作时间大大延长而使故障推迟发生。

（四）按故障造成后果分

1. 致命故障

这是指危及或导致人身伤亡，引起机械设备报废或造成重大经济损失的故障。例如机架

或机体脱离、车轮脱落、发动机总成报废等。

2. 严重故障

它是指严重影响机械设备正常使用，在较短的有效时间内无法排除的故障。例如发动机烧瓦、曲轴断裂、箱体裂纹、齿轮损坏等。

3. 一般故障

明显影响机械设备正常使用，在较短的有效时间内可以排除的故障。例如传动带断裂、操纵手柄损坏、钣金件开裂或开焊、电器开关损坏等。

4. 轻度故障

轻度影响机械设备正常使用，能在日常保养中用随机工具轻易排除的故障。如轻微渗漏、一般紧固件松动等。

此外，还可按故障的部位分为整体和局部；按故障的时间分为磨合、正常使用和耗损故障；按故障的责任分为相关和非相关故障；按故障外部特征分为可见和隐蔽故障；按故障的程度分为部分和完全；按故障的原因又可分为设计结构、生产工艺、材料、使用等故障。

故障通常采取几种分类法复合并用，如突发性的局部故障、磨损性的危险故障等。由此看出故障的复杂性、严重性和起因等情况。

第三节 故障特征量的描述

一、故障概率

机械设备的使用寿命是有限的，其技术状况随使用时间的延长而逐渐恶化，发生故障的可能性也随时间的推迟而增大，它是时间的函数。但是，故障的发生又具有随机性，无论哪一种故障都很难预料它的确切发生时间，因而故障可用概率表示。

从概率的概念出发，由概率理论可知，故障概率的分布是其密度函数 $f(t)$ 的积累函数，即故障发生的时间比率，或单位时间内发生故障的概率。它是单调增函数。故障概率可用公式表示

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (1-1)$$

式中 $F(t)$ ——故障概率；

$f(t)$ ——故障概率分布密度函数；

t ——时间。

当 $t = \infty$ 时，即 $F(\infty) = \int_0^{\infty} f(t) dt = 1$

机械设备在规定的条件下和规定的时间内不发生故障的概率称无故障概率，用 $R(t)$ 表示。显然，故障概率与无故障概率构成一个完整事件组，即 $F(t) + R(t) = 1$ ，或 $R(t) = 1 - F(t)$

二、故障率

故障率是指在每一个时间增量里产生故障的次数，或在时间 t 之前尚未发生故障，而在随后的 dt 时间内可能发生故障的条件概率，用 $\lambda(t)$ 表示，其数学关系式为

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (1-2)$$

该式说明故障率为某一瞬时可能发生的故障相对于该瞬时无故障概率之比。

根据不同的变化规律,故障率可分为四种类型。

1. 常数型

故障率基本保持不变,是一个常数,它不随时间而变化。此时的机械设备或零部件均未达到使用寿命,不易发生故障。但因某种原因也会导致发生故障,且有随机性。在严格操作、加强维护保养的情况下将随时排除故障,因此故障率很小。这是最常见的一种类型,见图 1-2 所示。

2. 负指数型

又称渐减型。由于使用了质量粗劣的零件,或制造中工艺疏忽,或装配质量不高,还有设计、保管、运输、操作等方面的原因,使机械设备投入运转的初期故障率很高,即有一个早期故障期。随着时间的推移,经过运转、磨合、调整,故障逐个暴露,并一个个排除后,故障率由高逐渐降低,并趋于稳定,成为负指数型故障率曲线,如图 1-3 所示。

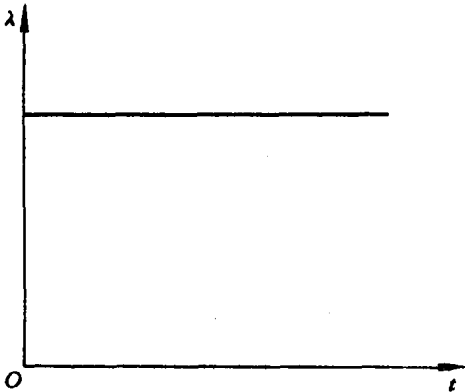


图 1-2 常数型故障率曲线

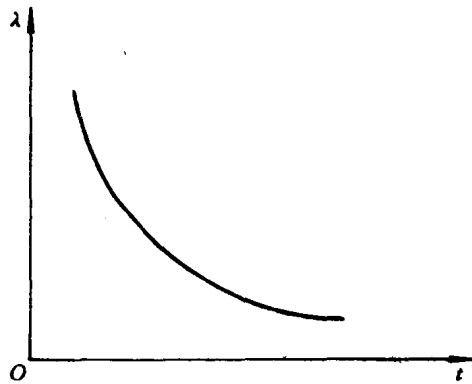


图 1-3 负指数型故障率曲线

3. 正指数型

又称渐增型。机械设备或零部件随着时间的增长,逐渐发生磨损、腐蚀、疲劳等,故障急剧增多,其故障率曲线是正指数型。渐进性故障的故障率属于这种类型,见图 1-4。

4. 浴盆曲线型

机械设备或零部件发生故障,包括前述的三种类型,由三条曲线叠加而成一条浴盆曲线,如图 1-5 所示。

浴盆曲线型是最常见的一种故障率类型。曲线划分成早期故障(初始故障)、随机故障(偶发故障)、耗损故障(衰老故障)三个阶段。

1) 早期故障期 ($0 \leq t \leq t_1$) 它相当于机械设备安装试车后,经过磨合、调整将进入正常工作阶段。若进行大修或技术改造后,早期故障期将再次出现。

2) 随机故障期 ($t_1 \leq t \leq t_2$) 此时期是机械设备的最佳工作期。

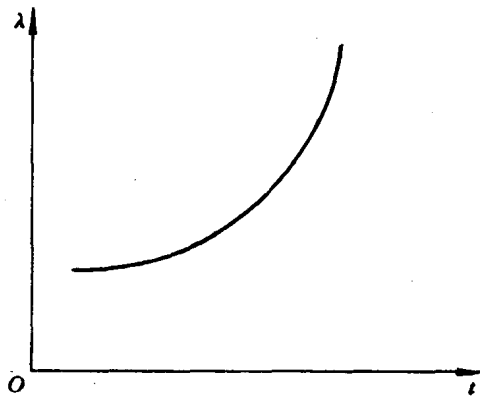


图 1-4 正指数型故障率曲线

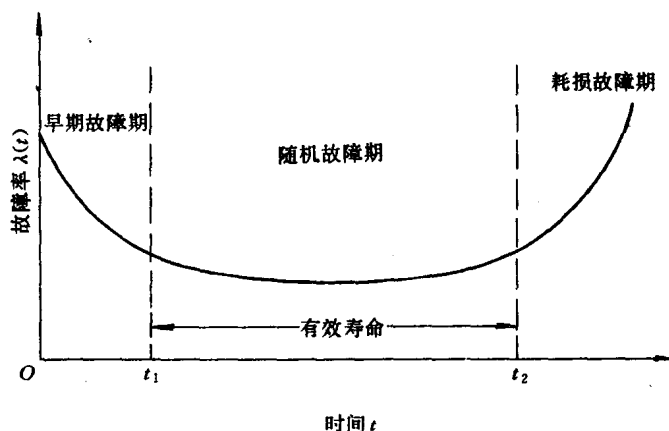


图 1-5 浴盆曲线型故障率曲线

3) 耗损故障期 ($t_2 \leq t \leq T_i$) T_i 为两次大修间的正常工作时间。大多数的机械设备或零部件经长期运转, 磨损严重, 增加了产生故障的机会。因此, 应在这一时期出现前进行预防维修, 或在这一时期刚出现时就进行小修, 防止故障大量出现, 降低故障率和减少维修工作量。

三、平均故障间隔时间 (MTBF)

它是可修复的机械设备和零部件在相邻两次故障间隔内正常工作时的平均时间。例如某机械设备第一次工作了 1000h 后发生故障, 第二次工作了 2000h 后发生故障, 第三次工作到 2400h 之后又发生故障, 则该机械设备的平均故障间隔时间为

$$(1000 + 2000 + 2400)h \div 3 = 1800h$$

平均故障间隔时间愈长, 说明愈可靠。

平均故障间隔时间可用公式表示

$$MTBF = \theta = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}{n} \quad (1-3)$$

式中 θ ——平均故障间隔时间;

Δt_i ——第 i 次故障前的无故障工作时间, 也可用两次大修间的正常工作时间 T_i 代替;

n ——发生故障的总次数。

第四节 故障理论

故障理论揭示了机械设备在使用过程中的运动规律, 它包括故障统计分析即故障宏观理论和故障物理分析即故障微观理论。

一、故障统计分析

它是应用可靠性理论, 运用统计技术和方法, 从宏观现象上, 定性地和定量地描述分析机械设备运动过程的模型、特点和规律性。显然, 故障统计分析可以对机械设备的结局作出规律性的大致描述, 提供信息, 反映主要故障问题, 但不能揭示事物的根本性质。

故障统计分析包括故障的分类、故障分布和特征量、故障的逻辑决断等。

二、故障物理分析

它是以机械设备在各种不同使用条件下发生的各种故障为研究对象，用先进的测试技术和理化方法，从微观和亚微观的角度分析研究故障从发生、发展到形成的过程，故障的机理、形态、规律及其影响因素。

故障物理分析包括故障机理和故障形态两个方面。

故障机理是研究机械设备发生故障的原因及其发展规律，即劣化理论。故障机理往往由于机械设备、零部件、材料、使用环境的差别而不同，很难扼要地把它说清，只能作简单地归纳，一般表现为断裂、磨损、变形、疲劳、腐蚀和氧化等。

故障形态的研究，是把故障机理和故障分析的研究，归结到故障的具体形态、类型和模式上。在大量统计和分析研究的基础上，用故障单元的外部特征作为判断故障内在联系的依据，具有鲜明的直觉感。

故障机理和故障类型的分析是维修策略，包括维修方式、管理体制、改造和更新等的决策依据，是维修技术的基础理论，对维修技术的应用和发展有重要的影响。

第五节 故障规律

一、基本规律

在前面的故障率类型的讨论中，已经指出了不同故障的出现时机，即机械设备在开始阶段具有较高的故障率，且此故障率是渐减型；到了有效寿命的后期，故障率便不断增大，为渐增型；而在其它使用期内，故障率为常数型，其值甚小。因此在整个寿命期内的故障率曲线为浴盆曲线，如图 1-5 所示。

从机械设备使用者的角度出发，对于曲线表示的早期故障率，由于出厂前已进行了调整，可认为已基本消除，不必考虑；随机故障通常容易排除，且一般不决定机械设备的寿命；唯有耗损故障才是影响有效寿命的决定性因素，因而是主要研究对象。

对于由大量零部件组成的机械设备，因各零部件结构特点和工作性质不同，其参数随时间变化的速率和极限指标也各不相同。如果用一组曲线表示各零部件的参数变化规律，即可根据各零部件达到极限指标的时刻而得到机械设备的故障分布规律，如图 1-6 所示。在图中，用坐标 u

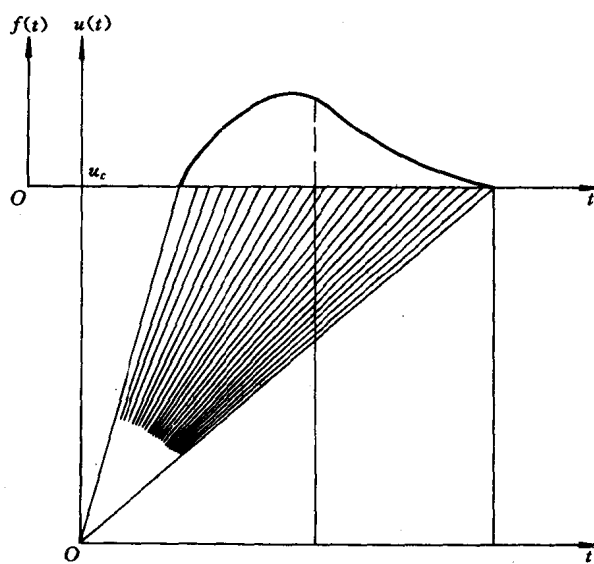


图 1-6 零部件状态参数的变化与故障
概率分布密度函数

(t) 表示零部件的状态参数， u_c 是极限值。用直线近似地表示了各个零部件的状态参数随时间变化的情况。应该指出，实际的参数变化规律大多数是非线性的。一般规律可写成如下公式

$$u(t) = ct^\nu + u_0 \quad (1-4)$$

式中 $u(t)$ ——状态参数；

c, ν ——常数；

t ——时间；

u_0 ——初始参数。

状态参数 $u(t)$ 达到极限值 u_c 后, 即引起故障。

图 1-6 中的 $f(t)$ 为相应的故障概率分布密度函数。

二、故障产生的主要原因及主要内容

故障产生的主要原因及主要内容见表 1-2。

表 1-2 故障产生的主要原因及主要内容

序 号	主 要 原 因	主 要 内 容
1	设 计	结构、尺寸、配合、材料、润滑等不合理, 运动原理、可靠性、寿命、标准件、外协件等有问题
2	制 造	毛坯选择不适合, 铸、锻、热处理、焊、切削加工、装配、检验等工序存在问题, 出现应力集中、局部和微观金相组织缺陷、微观裂纹等
3	安 装	找正、找平、找标高不精确, 防振措施不妥, 地基、基础、垫铁、地脚螺栓设计、施工不当
4	使用保养	违反操作规程, 操作失误, 超载、超压、超速、超时、腐蚀、漏油、漏电、过热、过冷等超过机械设备功能允许范围; 不及时清洗换油、不及时调整间隙、不清洗干净、维护修理不当、局部改装失误、备件不合格
5	润 滑	润滑系统破坏、润滑剂选择不当、变质、供应不足、错用、润滑油路堵塞等
6	自然磨损	正常磨损、材料老化等
7	环境因素	雷电、暴雨、洪水、风灾、地震、污染、共振等
8	人的素质	工人未培训、技术等级偏低、素质差等
9	管 理	管理混乱、管理不善、保管不当等
10	原因待查	其它原因

三、影响因素

在机械制造和维修中, 影响零部件参数值变化速率的因素主要有以下几个方面。

1. 设计规划

在设计规划中, 应对机械设备未来的工作条件有准确估计, 对可能出现的变异有充分考虑。设计方案不完善、设计图样和技术文件的审查不严是产生故障的重要原因。

2. 材料选择

在设计、制造和维修中, 都要根据零件工作的性质和特点正确选择材料。材料选用不当、或材质不符合标准规定、或选用了不适当的代用品是产生磨损、腐蚀、过度变形、疲劳、破裂、老化等现象的主要原因。此外, 在制造和维修过程中, 很多材料要经过铸、锻、焊和热处理等热加工工序, 在工艺过程中材料的金相组织、力学物理性能等要经常发生变化, 其中

加热和冷却的影响尤为重要。

3. 制造质量

在制造工艺的每道工序中都存在误差。工艺条件和材质的离散性必然使零件在铸、锻、焊、热处理和切削加工过程中积累了应力集中、局部和微观的金相组织缺陷、微观裂纹等。这些缺陷往往在工序检验时容易被疏忽。零件制造质量不能满足要求是机械设备寿命不长的重要原因。

4. 装配质量

首先要有正确的配合要求。配合间隙的极限值包括装配后经过磨合的初始间隙。初始间隙过大,有效寿命期就会缩短。装配中各零部件之间的相互位置精度也很重要,若达不到要求,会引起附加应力、偏磨等后果,加速失效。

5. 合理维修

根据工艺合理、经济合算、生产可能的原则,合理进行维修、保证维修质量。这里最重要、最关键的是要合理选择和运用修复工艺、注意修复前的准备、修复过程中按规程执行操作、修复后的处理工作。

6. 正确使用

在正常使用条件下,机械设备有其自身的故障规律。但使用条件改变,故障规律也随之变化。主要有以下几种。

(1) 载荷 机械设备发生耗损故障的主要原因是零件的磨损和疲劳破坏。在规定的使用条件下,零件的磨损在单位时间内是与载荷的大小成直线关系。而零件的疲劳损坏只是在一定的交变载荷下发生,并随其增大而加剧。因此,磨损和疲劳都是载荷的函数。当载荷超过设计的额定值后,将引起剧烈的破坏,这是不允许的。

(2) 环境 它包括气候、腐蚀介质和其它有害介质影响,以及工作对象的状况等。温度升高,磨损和腐蚀加剧;过高的湿度和空气中的腐蚀介质存在,造成腐蚀和腐蚀磨损;空气中含尘量过多、工作条件恶劣都会影响损坏。但是环境是一客观因素,在某些情况下可人为地采取措施加以改善。

(3) 保养和操作 建立合理的维护保养制度,严格执行技术保养和使用操作规程,是保证机械设备工作的可靠和提高使用寿命的重要条件。此外,需要对人员进行培训,提高素质和水平。

第六节 故障诊断简介

机械设备出现故障后,使某些特性改变,产生能量、力、热及摩擦等各种物理和化学参数的变化,发出各种不同的信息。捕捉这些变化的征兆,检测变化的信号及规律,从而判定故障发生的部位、性质、大小,分析原因和异常情况,预报未来,判别损坏情况,做出决策,消除故障隐患,防止事故的发生,这就是故障诊断。

故障诊断是近年来发展起来的多学科交叉的实用性新技术,是以现代科学技术为先导的应用性科学。它对减少运行中的机械设备故障起到重要的作用。据资料统计,采用该项技术后,可减少75%以上的机械设备事故,维修费用能降低25%~50%。目前,故障诊断技术的重要性已提到维修技术的里程碑的高度来认识,并大力开展故障诊断技术的开发工作。