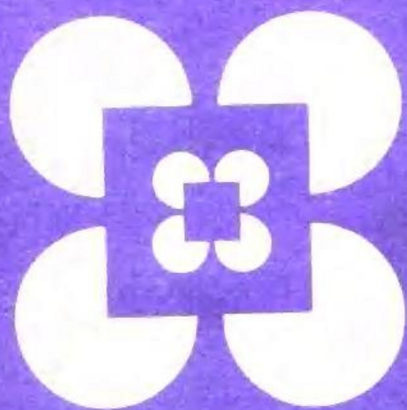


● 设备管理培训教材

设备的维修技术

广东省设备管理培训中心

胡 健 编



华南理工大学出版社

内 容 简 介

《设备的维修技术》是广东省设备管理培训中心组织编写的中高级设备管理人员培训教材之一，全书共六章，内容包括设备维修技术基础理论，尺寸链原理，设备零件修换原则，设备零件修复工艺及一些机床关键件、关键部件，以及在线带压堵漏修复工艺等。本书内容较为实用，可作为设备管理人员、工矿企业技术人员与技术工人的培训教材。

设备管理培训教材
设备的维修技术

胡健 编
责任编辑 赖淑华

华南理工大学出版社出版发行
(广州 五山)
番禺印刷厂印装

开本：787×1092 1/32 印张：7.25 字数：167千

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

印数 1—10 300

ISBN 7-5623-0253-7

TH·14 定价：3.50元

前 言

为了贯彻国务院1987年7月发布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》，在广东省经委和华南理工大学各级领导的关怀和支持下，广东省设备管理培训中心于1989年7月18日正式成立。为了贯彻广东省经委（1989）248号文件关于对企业设备管理干部岗位职务培训、考核的通知，本中心将编写一套设备管理干部培训教材，包括《设备管理条例讲解》、《设备管理应用经济法》、《设备综合管理学》、《设备的维修技术》、《设备的监测与诊断技术》、《设备的润滑技术与管理》、《计算机在设备管理中的应用》等。

这本《设备的维修技术》主要是考虑如何对设备管理人员进行培训，简要地介绍了维修技术，使设备管理人员了解我国目前的一些设备维修方法，以便在制定设备维修计划时，更经济、更符合实际情况地选择维修工艺方案。

由于编写此书的时间仓促，有些章节的图表不一定很准确，希同行给予指正。

编者

1990年12月

目 录

第一章 设备维修技术基础理论	(1)
第一节 设备维修技术的研究内容.....	(1)
第二节 设备维修技术研究的基础理论.....	(4)
第二章 尺寸链原理	(9)
第一节 尺寸链的基本概念.....	(9)
第二节 尺寸链计算的基本公式与计算方法.....	(19)
第三节 尺寸链计算的应用.....	(33)
第三章 设备零件修复工艺的选择	(40)
第一节 设备零件修理更换的原则及有关规定.....	(40)
第二节 磨损零件修复工艺分类.....	(49)
第三节 设备零件修复工艺的选择.....	(53)
第四章 零件的修复工艺	(59)
第一节 机械修复工艺.....	(59)
第二节 电镀修复工艺.....	(59)
第三节 焊接修复工艺.....	(79)
第四节 金属喷涂修复工艺	(101)
第五节 金属扣合修复工艺	(113)
第六节 粘接剂粘接修复工艺	(132)

第七节	塑性变形修复工艺	(147)
第八节	工程塑料修复工艺	(151)
第九节	冷态成型材料修复工艺	(160)
第十节	表面强化工艺	(161)
第十一节	设备零件修复新工艺的发展前景 及应用	(164)
第五章	机床关键件、关键部件的修复工艺	(167)
第一节	机床导轨的修复	(167)
第二节	机床主轴部件的修理	(178)
第三节	机床分度蜗轮副的修理	(202)
第四节	机床螺旋机构的修理	(206)
第六章	在线带压堵漏技术及其应用	(209)
第一节	设备系统泄漏的性质及我国常用的 带压堵漏方法	(209)
第二节	弗曼内特密封法堵漏技术及其应用	(212)

第一章 设备维修技术基础理论

第一节 设备维修技术的研究内容

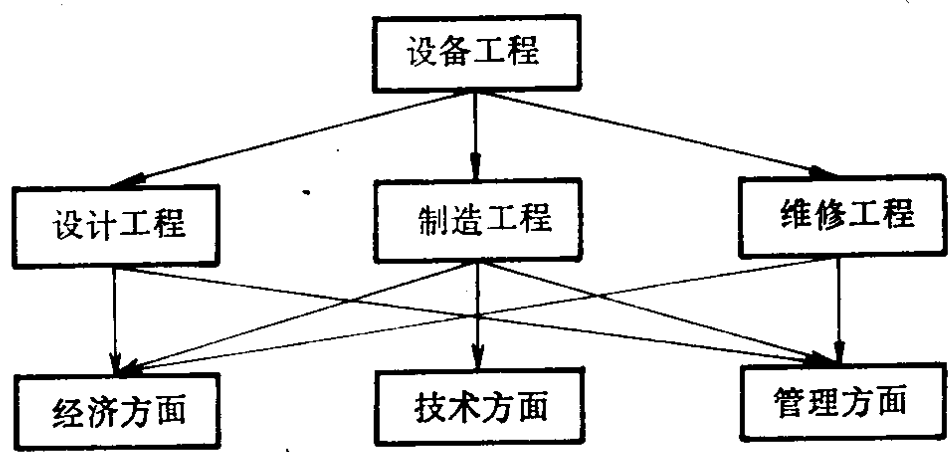
近年来随着生产力的发展，工业设备日益向着高精度、自动化、复杂化发展，特别是机械设备，对这些设备的管理和维修显得日益困难，而又日益重要；尤其是七十年代世界范围的能源危机和科学技术的飞速发展，使人类清楚地认识到科学社会化、社会科学化的特点，从而使许多新学科、边缘学科相继产生，“设备工程”学科在这一浪潮中应运而生，得到重视与发展。

在世界各国，尤其是工业发达国家，对“设备工程”认识较早，深入研究也较快，如英国、美国、日本、瑞典、意大利等国家。我国从七十年代后期更加深入开展这方面的工作和研究，在国家经委的领导和支持下，各省市相继成立了设备管理协会，各系统也先后成立了学术机构——维修学会、工程机械维修研究会等等，更可喜的是国家教委已批准在高等院校设置“设备工程与管理”专业，无疑这将对该专业的研究与开拓，对大批设备管理与维修方面的高级技术人才的培养与造就，对我国尽早实现四个现代化、尽早跨入世界先进国家行列都是一个巨大的推动。

“设备工程”学科包含的内容如表 1 - 1 所示，表中仅指大的分支。

这里要指出，维修性工程和维修工程，往往是易被人们混淆的两个概念。实际上，维修性工程是系统工程的一个组成部分，它是在产品设计及研制中为保证产品具有所要求的维修性而进行的各种理论研究及工程实践活动的一门学科，它包括维修性分析及设计、维修性试验及验证、维修性管理及信息反馈等内容。

表 1 - 1 设备工程学科所包含的内容



维修性工程的目的是保证产品获得所要求的设计特性，而维修工程 则旨在保证产品在 使用环境下达到预定的 利用率，指产品用户为保持现有产品正常工作或使故障的产品恢复到可使用状态所进行的工作。

维修性工程的作用是使产品在生产、安装及使用时的支援费用最少、使用中的停机时间最短；而维修工程的责任是

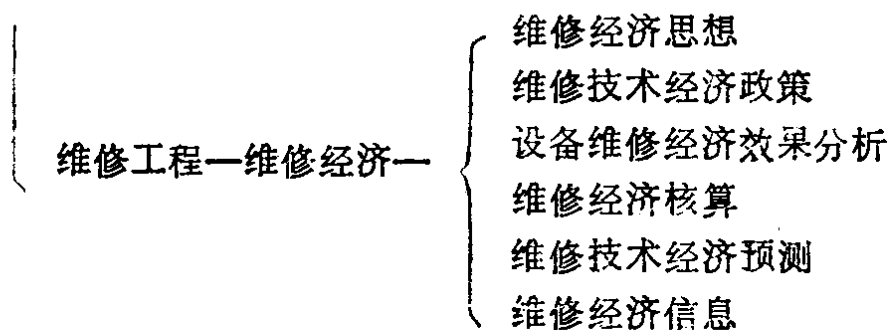
保证对产品进行及时、充分及经济的维修。

维修工程代表用户的需要，而维修性工程代表设计及生产部门对用户需要的响应。它们是互相补充、互相依赖的两门工程学科。

“维修工程”学科研究的内容可从表 1 - 2 看出。

表 1 - 2 “维修工程”学科所包含的内容

维 修 工 程	维修理论	{	故障理论	
			维修性和可靠性理论	
	维修技术	{	基础理论	
			状态监测和故障诊断	
			维修工艺及装备	
			零件的腐蚀及防护	
			维修质量检验技术及自动化	
			设备改造、维修技术中微机的应用	
	维修管理	维修系统	{	维修思想政策
				维修体制、方针
				维修技术管理
				维修人才培养
维修决策分析				
维修组织管理		{	维修组织计划	
			维修质量管理	
			维修物料保障	
			维修设施	
			维修数据管理	
维修信息		{	维修信息反馈	
			维修情报资料	



需要说明的是，维修性工程与可靠性工程是系统工程的两个分支，目前维修工程把它列为维修理论加以探讨。

从表 1 - 2 可以看出，维修技术是“维修工程”学科的一个重要分支，维修技术是一门复盖面较广的学科，它跨越部门界限，而又适用于各种产品对象，它建立在近百年维修生产实践的雄厚基础上，又是分散、零碎的维修经验高度系统化、理论化和信息化的集合。

第二节 设备维修技术研究的基础理论

从上节可知，维修技术是一门涉及很多学科知识的综合学科，并且在这众多学科的基础上发展起来，如力学、声学、金属物理学、金属化学、电工学、电子学、机械学、磨擦学、工艺学、计算机学等等。

但是由于“维修技术”有特有的研究对象，有特殊的研究领域，有独特的概念及范畴，所以它也有自己的基础理论。关于这方面的研究，国内外很多学者都在探索。仅就收集到资料及公认的学术观点，把维修技术基础理论简单介绍一下，详细内容将在以后各章节中叙述。

一、设备故障的概念和分类

(一) 设备故障的概念

所谓设备的故障，是指设备的各项技术指标（包括经济指标）偏离了它的正常状况，如某些零件或部件损坏，致使工作能力丧失；发动机的功率降低，传动系统失去平衡和噪声增大；燃料和润滑油的消耗增加等等。

设备的故障表现在设备的结构上是零件的损坏和零件之间相互关系的破坏，如零件的断裂、变形、配合件间隙增大、紧固装置松动等等。

(二) 故障分类

设备的故障可从不同的角度进行分类，主要有如下几种分类方法。

1、按故障发生的时间性分

(1) 突发性故障：这是由于各种不利因素和偶然的外界影响共同作用的结果，它的特点是具有偶然性。这种故障难以预测，一般与使用时间无关，但它一般容易排除，因此通常不影响设备的寿命。

(2) 渐进性故障：这是由于设备参数的劣化过程（磨损、腐蚀、疲劳、老化）逐渐发展而形成的，它的特点是其发生的概率和使用时间有关，它只是在设备的有效寿命后期才明显地表现出来。这种故障一旦发生，就标志着设备寿命将终结。由于这种故障的发展是渐进性质的，因而通常是可以预测的。

2、按故障显现的情况分

(1) 功能故障：设备丧失了工作能力或工作能力明显降低，即丧失了它的应有的功能，称为功能故障。这类故

障可以通过操作者的直接感受或测定其输出参数而判断出来。这种故障也称实际故障。

(2) 潜在故障：故障是在逐渐发展中，但尚未在功能方面表现出来，而同时又接近萌发的阶段，当这种情况能够鉴别出来时，即认为是一种故障现象，称之为潜在故障。查明了设备的潜在故障，就有可能在设备达到功能故障之前进行排除，这有利于延长设备的使用寿命，避免由于发生功能故障而可能带来的不利后果，对设备的使用维修实际上具有重要意义。

3、按故障发生的原因分

(1) 人为故障：人为故障往往是由于下列原因：a) 制造质量没有达到设计要求或者上次修理质量没有达到要求的几何精度和功能精度；b) 运输和保管不当；c) 违反设备操作规程。这种故障均使设备过早地丧失它应有的功能。

(2) 自然故障：设备在其使用期内，由于受外部和内部各种自然因素的影响而引起的故障都属于自然故障。如正常情况下的磨损、腐蚀、蠕变、老化等损坏形式都属于自然故障。但应该指出，人为的过失可以加剧上述损坏过程。

二、设备零件的失效

零件的失效就是零件失去正常工作能力，它是导致设备故障的主要原因。因此，研究零件的失效规律，找出其失效原因和采取改善措施，以延迟失效的到来，是维修技术基础理论的任务。它的研究对减少设备故障的发生和延长设备的使用寿命有着重要的意义。

下面简单介绍设备零件的失效形式。

(一) 磨损

机器设备在使用过程中，零件间的相对运动必然伴随着产生摩擦和磨损。摩擦造成能量损失和零件磨损，而磨损不仅使零件损坏，更重要的是会使机器丧失工作能力或遭到破坏。

磨损是零件失效的普遍和主要形式。

(二) 变形

机械在工作过程中，当外载荷引起的应力超过零件材料的屈服极限时，零件则产生变形，零件在加工时残留的残余内应力，也能使零件产生变形。

(三) 疲劳

在长期交变载荷下，齿轮、滚动轴承、轴和轴瓦都会产生疲劳裂纹而造成表面剥落或者整个折断。还有，由于额外振动而造成附加载荷，零件表面粗糙而造成载荷集中等都能促使疲劳破坏的发生。

(四) 腐蚀

腐蚀是指金属零件受周围介质的作用而引起损坏的现象，金属腐蚀是一个十分严重的问题，研究它具有非常重要的现实意义。

从以上故障和零件失效的介绍可以看出，维修技术基础理论应包括摩擦学、变形的研究、断裂的研究、腐蚀的研究，还有修理装配中尺寸链原理的研究等等。我们相信，随着维修技术的深入发展，更多、更好的基础理论将会出现，反过来这些理论又会促进维修技术进一步发展。

习 题

1. 试举例说明设备故障的分类，并联系日常的设备管理工作实

际说明哪些故障最易发生。

2. 选择一失效零件，试分析它的失效形式。

3. 简述设备维修技术基础理论的任务及研究意义。

第二章 尺寸链原理

在机器的设计、制造、装配、修理过程中，普遍存在着尺寸链问题。这是由于零件的尺寸在制造过程中，往往会出现制造误差，把这些有误差的零件进行装配，致使各零件的误差产生组合和累积，从而形成机器设备的总误差。这种零件的尺寸误差和综合误差之间的相互影响关系，逐渐发展成为尺寸链原理。

在设备维修中，主要的方法是使已经磨损的变形的零件恢复其设计时的尺寸，并有效地达到机器设备的性能指标和精度标准。这就必须应用尺寸链原理计算其修补厚度，使修补层既能恢复装配要求，又能更为经济地修理。

第一节 尺寸链的基本概念

一、尺寸链的定义及组成

（一）尺寸链的定义

机器上相互关联的零件都具有确定的相互位置尺寸，把这些互相有联系的尺寸按一定的顺序排列成封闭的图形，就构成了尺寸链。

（二）尺寸链的组成

尺寸链中各有关的组成部分，包括尺寸、角度、过盈

量、间隙等等，叫做尺寸链的链环，或者简称为“环”。

图 2-1 中，箱体和箱盖形成的内腔尺寸 A_1 和 A_2 ，轴套凸缘高度 A_3 和 A_5 ，以及轴肩长度 A_4 构成一组尺寸链。图示结构装配后形成一组传动件，要求轴肩和左轴肩凸缘间保留一定的间隙 N 。

这些尺寸环组成的尺寸链见图 2-2，其关系式可表示为：

$$N = (A_1 + A_2) - (A_3 + A_4 + A_5)$$

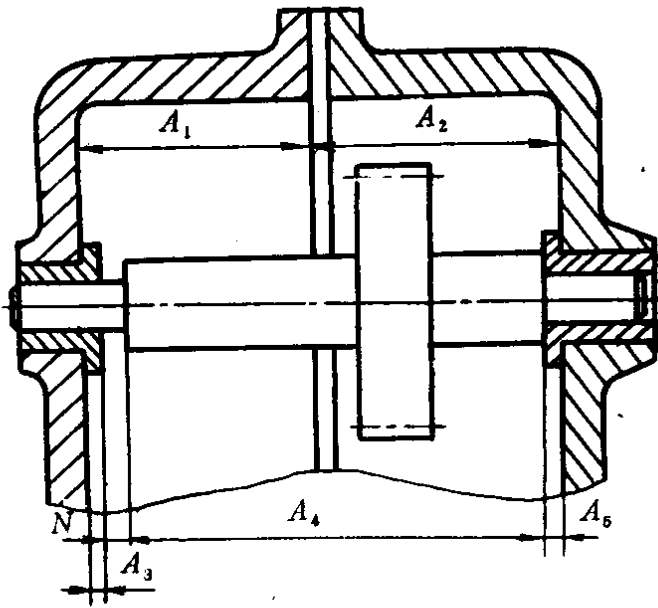


图 2-1

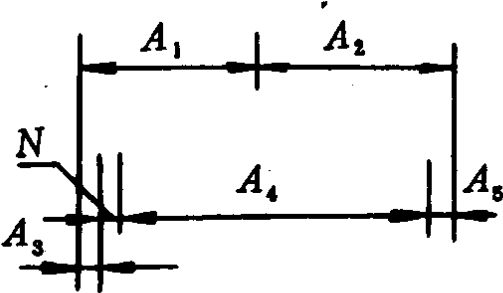


图 2-2 齿轮传动件尺寸链

A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 N 均称为齿轮传动件尺寸链的“环”。

在组成一组尺寸链的所有环中，由于组成环的性质不同，又可分为“封闭环”及“组成环”。

1、封闭环

凡是由其它尺寸大小不同的环而间接形成的最终环称为封闭环。它可能是一个尺寸或角度，也可能是一个间隙、过

盈量或其它数值的偏差。在装配中封闭环代表装配技术要求，体现装配质量指标。在加工中封闭环代表间接获得尺寸，或者被代换的原设计要求尺寸。

封闭环的特点是：其它环的误差必然综合累积在这个环上。因此，封闭环的误差是所有各组成环误差的综合。

封闭环在尺寸链中，用“ N ”来表示，它的正负号由实际情况而定。

如图 2-2 中 N 为封闭环。

2、组成环

在尺寸链中影响封闭环误差增大或减小的其它环，称为组成环。

组成环本身的误差是由其本身的制造条件（加工设备和加工方法）独立产生而存在的，不受其它环的影响。

组成环又可分为增环和减环。

（1）增环：在一组尺寸链中，凡因组成环实际尺寸增大（或减小），相应地使封闭环实际尺寸也增大（或减小）的组成环称为增环。图 2-2 中， A_1 、 A_2 为增环。

通常在尺寸链中，用 $\overrightarrow{A_i}$ 来表示增环，在计算中用“+”号。

（2）减环：在一组尺寸链中，凡因组成环实际尺寸增大（或减小），相应地使封闭环实际尺寸减小（或增大）的组成环称为减环。图 2-2 中， A_3 、 A_4 、 A_5 为减环。

通常在尺寸链中，用 $\overleftarrow{A_i}$ 来表示减环，在计算中用“-”号。

二、尺寸链所表示的基本关系

尺寸链所表示的基本关系是用来说明尺寸链的基本原理

和本质问题的，在建立尺寸链的基本概念中具有十分重要的意义。

从图 2-1 的例子可以看出，各个组成环的尺寸误差会影响封闭环的尺寸大小，即“组成环”和“封闭环”之间有影响关系，组成环误差将累积在封闭环上，从而形成封闭环的误差。

图 2-3 说明各组成环尺寸都有一定的偏差 B ，封闭环受各组成环的影响可能产生 $N_{\max}$ ；另一方面，在相反的极限情况下可能产生极小值 $N_{\min}$ 。

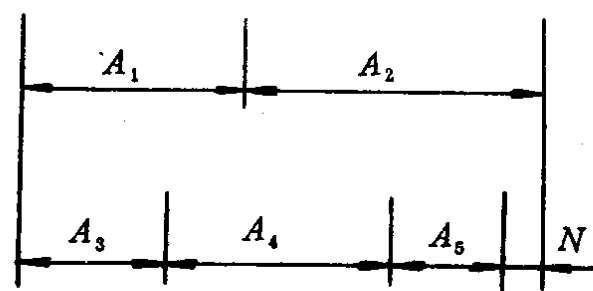


图 2-3 尺寸链基本关系图

$$N_{\max} = \sum_{i=1}^m (\vec{A}_i + B_i \vec{A}_i) - \sum_{j=m+1}^{n-1} (\overleftarrow{A}_j + B_j \overleftarrow{A}_j) \tag{2-1}$$

$$N_{\min} = \sum_{i=1}^m (\vec{A}_i + B_i \vec{A}_i) - \sum_{j=m+1}^{n-1} (\overleftarrow{A}_j + B_j \overleftarrow{A}_j) \tag{2-2}$$

式 (2-1) 减去式 (2-2) 得