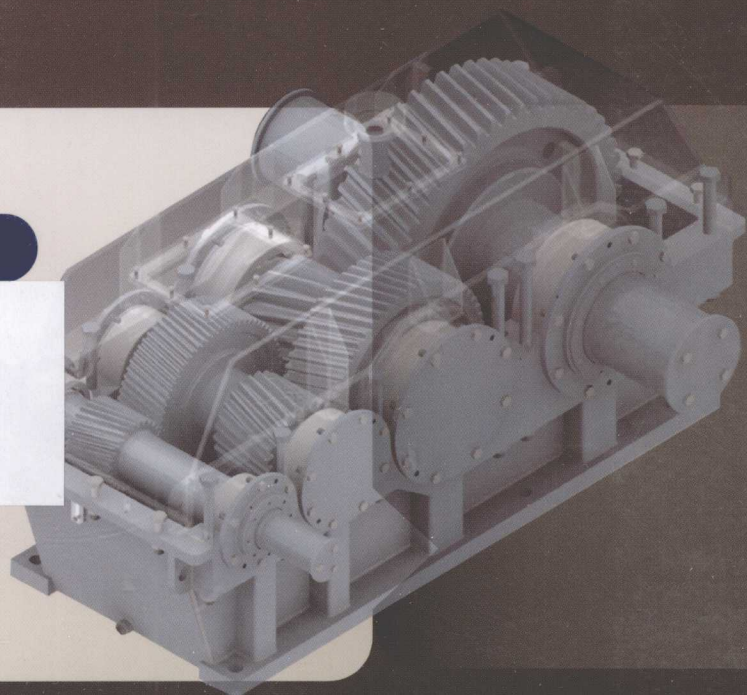


实用机械设备 维修技术

吴 拓 编著

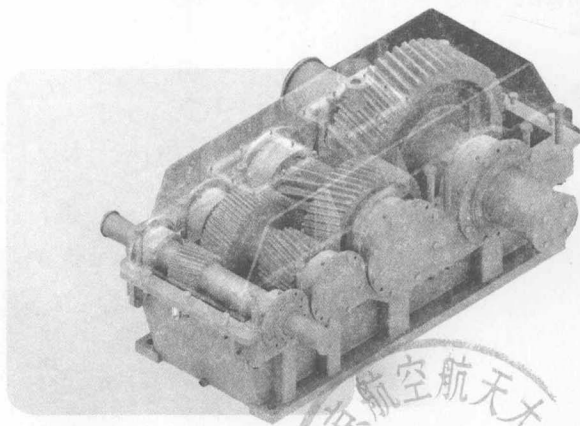
SHIYONG JIXIE SHEBEI
WEIXIU JISHU >>



化学工业出版社

合格后再进行整台机组的

SHIYONG JIXIE SHEBEI WEIXIU JISHU >>



★ 藏书 ★
图书馆

(1F001) 润滑油 号 01 北京昌平区回龙观镇北京市(北) 计划工业工程计 行发强出



化学工业出版社

· 北 京 ·



北航

C1663784

TH 12

66

013028230

图书在版编目 (CIP) 数据

实用机械设备维修技术/吴拓编著. —北京: 化学工业出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-122-17095-8

I. ①实… II. ①吴… III. ①机械设备-维修
IV. ①TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 080456 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 吴 静

文字编辑: 张燕文
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 28½ 字数 767 千字 2013 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

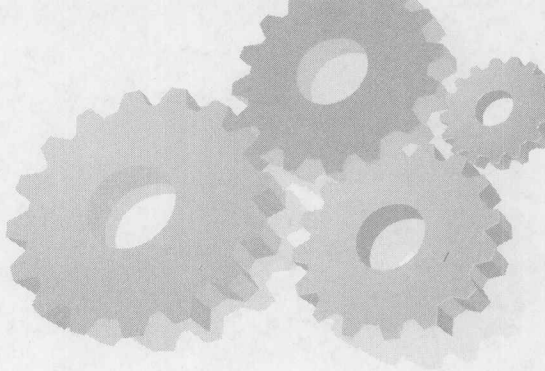
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



随着科学技术的进步,机械设备正在朝着自控、成套和机电一体化方向发展,维持机械设备正常运转的维修工作也正面临着新的挑战,维修思想、维修理论及其指导下的维修体制和维修制度等,已显得很不适应客观需求和新环境的变化,亟待改革与创新。当代机械设备技术正朝着集成化、大型化、连续化、高速化、精密化、自动化、流程化、综合化、计算机化、超小型化、技术密集化的方向发展,对机械设备维修技术也提出了新的要求。机械设备维修发展的总趋势将是:

(1) 机械维修管理的指导思想,将在认真研究和消化吸收先进的设备管理与维修理论和模式的基础上,充分体现市场竞争、设备效益、全系统、全员参与、质量控制等新的思想观念。

(2) 维修体制的模式将引入“无维修设计”,大多数企业将不设自己的修理车间,设备维修工作将委托原制造厂或专业化修理公司承担。设备用户只根据“维修指南”或“故障手册”进行日常维护或故障排除。

(3) 机械维修制度将在广泛应用设备诊断技术的基础上,主要实行预知维修。

(4) 维修人员没有大专以上文化水平难以胜任工作。随着设备的技术进步,现今的维修人员遇到的多是机电一体化,集光电技术、气动技术、激光技术和计算机技术为一体的复杂设备,当代的设备维修已经不是传统意义上的维修工所能胜任的工作,必须通过高等院校培养和对在职人员进行补充更新知识的继续教育,才能造就一批具有现代维修管理知识和技术的维修专业人员。

机械设备维修技术是一门综合性很强的学科,涉及的知识面广,与其相关的学科有摩擦磨损原理、润滑与密封原理、可靠性工程、管理工程、机器检测与诊断技术、先进制造技术、特种加工工艺、焊接工艺、电镀工艺、热处理工艺等。工业企业中从事设备管理和设备维修的技术人员很多,而且企业对这些人员的要求也越来越高。为了帮助工业企业中从事机械设备管理和维修的技术人员以及高校相关专业师生扩充知识、增强能力、提高技术水平,作者特编写了本书。

本书综合了维修理论、维修管理、维修工艺、维修技术、监测技术、诊断技术等各方面知识,并列举了一些维修实例,以期广大读者从中有所启迪、有所受益。主要内容包括:机械设备维修的理论基础、机械设备的维修管理、设备维修前的准备工作、机械设备的拆卸与装配、机械零件的修复技术、机械设备的润滑与密封、典型机械零部件的维修、典型机械设备的维修、机械设备故障的诊断技术、设备修理的精度检验等。

本书由吴拓编著,在撰写过程中得到了各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者和专家批评指正。

编者

CONTENTS

目 录

1	第1章	Page
CHAPTER	机械设备维修的理论基础	1
1.1	设备维修的基本概念	1
1.1.1	设备维修的定义及其作用	1
1.1.2	设备维修工作的分类	3
1.2	机械设备的故障	7
1.2.1	机械设备故障的概念及其判断准则	7
1.2.2	机械设备故障的等级划分	8
1.3	设备故障的统计特征	10
1.3.1	故障统计理论在维修和可靠性工程中的应用	10
1.3.2	故障的统计特征	10
1.3.3	产品故障的一般规律	13
1.4	设备故障发生的原因	14
1.4.1	设备自身缺陷的影响	14
1.4.2	使用方面的原因	15
1.4.3	设备维护与管理水平的影响	15
1.5	机械零件的失效形式及其对策	15
1.5.1	机械零件失效的分类	15
1.5.2	零件的磨损	16
1.5.3	零件的腐蚀损伤	22
1.5.4	零件的断裂	23
1.5.5	零件的变形	26
1.6	机械设备的极限技术状态	28
1.6.1	确定机械设备极限技术状态的原则	28
1.6.2	动力装置极限技术状态的判别	29
1.6.3	零件和配合副磨损极限的确定原则	30
1.6.4	机械设备极限技术状态的确定方法	31
2	第2章	Page
CHAPTER	机械设备的维修管理	33
2.1	设备的维修性分析	33
2.1.1	维修性指标	33
2.1.2	机械设备的有效度	36

2.1.3	维修性分配与验证	38
2.2	设备的维修管理	41
2.2.1	维修原则	41
2.2.2	维修制度	42
2.2.3	维修信息管理	45
2.2.4	维修计划管理	46
2.2.5	维修备件库存管理	48
2.2.6	维修质量管理	50
2.3	设备维修的技术经济分析	54
2.3.1	机械设备的寿命周期费用分析	54
2.3.2	维修措施的技术经济分析	57
2.3.3	设备大修及改造性维修的技术经济分析	58
2.4	机械设备的维修保障系统	63
2.4.1	维修保障系统的结构与功能	63
2.4.2	维修保障系统规划的原则	64
2.4.3	维修基地的类型与规划	65

3 第3章 设备维修前的准备工作 Page 66

3.1	设备维修方案的确定	66
3.1.1	机械设备修理的一般过程	66
3.1.2	修理方案的确定	67
3.2	设备修理前的技术和物资准备	67
3.2.1	修理前的技术准备	67
3.2.2	修理前的物质准备	71
3.3	常用修理检具、量具的选用	71
3.3.1	常用检具	71
3.3.2	常规量具	74
3.3.3	常用量仪	81
3.3.4	工具显微镜和三坐标测量机	84
3.3.5	常用研具	88

4 第4章 机械设备的拆卸与装配 Page 92

4.1	机械设备的拆卸与清洗	92
4.1.1	机械设备的拆卸	92
4.1.2	机械设备的清洗和除污	97
4.2	机械零件的技术鉴定	103
4.2.1	机械零件检验的分类及其技术条件	103
4.2.2	机械零件的检验方法	104
4.2.3	机械零件的检验内容	106
4.2.4	典型机械零件的检验	107
4.3	机械设备的装配	108
4.3.1	机械装配的基本概念和工作内容	109

4.3.2 机械装配的一般工艺原则和要求	109
4.3.3 典型零部件的装配工艺	111

5

CHAPTER

第5章

机械零件的修复技术

Page

134

5.1 机械修复技术	134
5.1.1 调整尺寸法	134
5.1.2 镶加零件法	135
5.1.3 局部修换法	136
5.1.4 塑性变形法	137
5.1.5 换位修复法	137
5.1.6 金属扣合法	138
5.2 焊接修复技术	141
5.2.1 钎焊与堆焊修复	142
5.2.2 机械零件的补焊修复	143
5.2.3 有色金属的焊接修复	145
5.2.4 塑料零件的焊接修复	146
5.3 熔覆修复技术	146
5.3.1 热喷涂修复	146
5.3.2 喷焊修复	147
5.3.3 喷涂层、喷焊层的质量测试	149
5.3.4 熔结修复	150
5.4 电镀和化学镀修复技术	152
5.4.1 电镀修复	152
5.4.2 化学镀修复	156
5.4.3 复合电镀修复	157
5.5 粘接与表面粘涂修复技术	157
5.5.1 粘接修复	157
5.5.2 粘涂修复	161
5.6 表面强化技术	164
5.6.1 表面机械强化	164
5.6.2 表面热处理强化和表面化学热处理强化	165
5.6.3 电火花强化	165
5.6.4 激光表面强化	167
5.6.5 电子束表面强化	168
5.7 刮研修复技术	168
5.7.1 刮研修复的特点	168
5.7.2 刮研工具和检测器具	169
5.7.3 平面刮研	170
5.7.4 内孔刮研	171
5.7.5 机床导轨的刮研	173
5.8 机械零件修复技术的选择	174
5.8.1 选择修复技术的基本原则	174
5.8.2 选择机械零件修复技术的方法与步骤	176

5.8.3	机械零件修理工艺规程的拟订	176
-------	---------------	-----

6 CHAPTER 第6章 机械设备的润滑与密封 Page 178

6.1	机械设备的润滑	178
6.1.1	机械设备润滑的作用及方式	178
6.1.2	机械设备润滑的状态与原理	179
6.1.3	润滑材料	183
6.1.4	稀油润滑	194
6.1.5	干油润滑	201
6.2	设备的密封	204
6.2.1	机械密封的使用与维修	205
6.2.2	填料密封的使用与维修	212
6.2.3	间隙密封的使用与维修	213
6.2.4	迷宫密封的使用与维修	214
6.2.5	浮环密封的使用与维修	215
6.2.6	动力密封的使用与维修	218

7 CHAPTER 第7章 典型机械零部件的维修 Page 221

7.1	轴的修理	221
7.1.1	轴的磨损或损伤情况分析	221
7.1.2	轴的修理方法	221
7.2	轴承的修理	223
7.2.1	滚动轴承的修理	223
7.2.2	滑动轴承的修理	225
7.3	孔的修理	227
7.3.1	连杆轴瓦的镗削	227
7.3.2	主轴瓦的镗削	227
7.3.3	镗缸与珩磨	228
7.4	壳体零件的修理	229
7.4.1	气缸体的修理	229
7.4.2	变速箱体的修理	230
7.4.3	机床主轴箱的修理	231
7.5	传动零件的修理	232
7.5.1	丝杠的修理	232
7.5.2	齿轮的修理	232
7.5.3	蜗轮蜗杆的修理	240
7.5.4	曲轴连杆的修理	241

8 CHAPTER 第8章 典型机械设备的维修 Page 243

8.1	普通机床类设备的维修	243
-----	------------	-----

8.1.1	卧式车床的修理	243
8.1.2	卧式铣床的修理	273
8.2	数控机床类设备的维修	282
8.2.1	数控机床关键零部件的特点	282
8.2.2	数控机床的维护与保养	286
8.2.3	数控机床的故障诊断	290
8.2.4	数控机床伺服系统的故障诊断	294
8.2.5	数控机床机械部件的故障诊断	300
8.2.6	数控机床液压与气动传动系统的故障诊断	308
8.3	液压系统的维修	314
8.3.1	设备液压系统的修理内容及要求	314
8.3.2	液压系统主要元件的磨损与泄漏	314
8.3.3	液压系统密封元件的损坏与外泄漏	316
8.3.4	液压元件的修理	317
8.4	工业泵的维修	325
8.4.1	工业泵的分类及主要性能参数	325
8.4.2	泵类设备的故障诊断与监测方法	332
8.4.3	泵的主要零部件的修理	340
8.4.4	泵类设备故障修理案例	347

9	第9章	Page
CHAPTER	机械设备故障的诊断技术	356
9.1	设备故障的信息获取和检测方法	357
9.1.1	设备故障信息的获取方法	357
9.1.2	设备故障的检测方法	358
9.1.3	机械设备故障诊断方法的分类	359
9.2	振动监测与诊断技术	361
9.2.1	振动监测与诊断技术概述	361
9.2.2	机械振动及其信号分析方法	361
9.2.3	振动监测与诊断	362
9.2.4	几种常见机械故障的振动诊断	370
9.3	噪声监测与诊断技术	382
9.3.1	噪声及其测量	382
9.3.2	噪声源与故障源识别	385
9.4	温度监测技术	386
9.4.1	温度测量基础	386
9.4.2	温度监测方法	387
9.5	油液监测与诊断技术	392
9.5.1	润滑剂及其质量指标	392
9.5.2	油液性能分析	394
9.5.3	油液监测与诊断技术	395
9.6	无损检测技术	403
9.6.1	无损检测技术概述	403
9.6.2	超声检测	404

9.6.3	射线检测	409
9.6.4	涡流检测	411
9.6.5	磁粉检测	413
9.6.6	渗透检测	414
9.6.7	声发射检测	417
9.6.8	光学检测	417
9.6.9	无损检测方法的比较	418

10 第 10 章 设备修理的精度检验 Page 421

10.1	设备修理几何精度的检验方法	421
10.1.1	主轴回转精度的检验方法	421
10.1.2	同轴度的检验方法	422
10.1.3	导轨直线度的检验方法	424
10.1.4	平行度的检验方法	428
10.1.5	平面度的检验方法	429
10.1.6	垂直度的检验方法	431
10.2	装配质量的检验和机床试验	432
10.2.1	装配质量的检验内容及要求	432
10.2.2	机床的空运转试验	433
10.2.3	机床的负荷试验	434
10.2.4	机床工作精度的检验	434
10.3	机床大修修理检验的通用技术要求	439
10.3.1	零件加工质量	439
10.3.2	机床装配质量	440
10.3.3	机床液压系统的装配质量	441
10.3.4	润滑系统的装配质量	442
10.3.5	电气系统的质量	442
10.3.6	机床外观质量	444
10.3.7	机床运转试验	444
参考文献		446

第1章

机械设备维修的理论基础

1.1 设备维修的基本概念

1.1.1 设备维修的定义及其作用

设备维修是对装备或设备进行维护和修理的简称。这里所说的维护是指为保持装备或设备完好工作状态所做的一切工作，包括清洗擦拭、润滑涂油、检查调校，以及补充能源、燃料等消耗品；修理是指恢复装备或设备完好工作状态所做的一切工作，包括检查、判断故障，排除故障，排除故障后的测试，以及全面翻修等。由此可见，维修是为了保持和恢复装备或设备完好工作状态而进行的一系列活动。

维修是伴随生产工具的使用而出现的。随着生产工具的发展，机器设备大规模的使用，人们对维修的认识也在不断地深化。维修已由事后排除故障发展为事前预防故障；由保障使用的辅助手段发展成为生产力和战斗力的重要组成部分；如今，维修已发展成为增强企业竞争力的有力手段，改善企业投资的有效方式，实行全系统、全寿命管理的有机环节，实施绿色再制造工程的重要技术措施。可以说，维修已从一门技艺发展成为一门学科。

(1) 维修是事后对故障和损坏进行修复的一项重要活动

设备在使用过程中难免会发生故障和损坏，维修人员在工作现场随时应付可能发生的故障和由此引发的生产事故，尽可能不让生产停顿下来，显然这对于保持正常生产秩序、保证完成生产任务是不可或缺的。

(2) 维修是事前对故障主动预防的积极措施

随着生产流水线的出现，设备自动化水平的提高，生产过程中一旦某一工序出现故障，迫使全线停工，则会给生产带来难以估量的损失；有的故障还会危及设备、环境和人身安全，造成严重的后果。对影响设备正常运转的故障，事先采取一些“防患于未然”的措施，通过事先采取周期性的检查和适当的维修措施，避免生产中的一些潜在故障以及由此可能引发的事故，则可减少意外停工损失，使生产有条不紊地按计划进行，保障生产的稳定性，还可节约维修费用。

(3) 维修是设备使用的前提和安全生产的保障

随着机器设备高技术含量的增加，新技术、新工艺、新材料的出现，智能系统的应用，导致设备越是现代化，对设备维修的依赖程度就越大。离开了正确的维修，离开了高级维修

技术人员的指导,设备就不能保证正常使用并发挥其生产效能,就难以避免事故,所以维修是设备使用的前提和安全生产的保障。

(4) 维修是生产力的重要组成部分

投资购买新设备的目的,是为了维持或扩大既定的生产力,完成规定的生产任务。然而就设备的新旧而言,新的并不意味着一定具有所要求的生产力,要达到要求往往需要经过一段时间的试运行,经过适当的维修;即使新设备从一开始或短期内就能够投产,也需要进行维护保养,将设备中旋转零部件在磨合后出现的“油泥”进行清洗,对配合间隙进行适当调整,对智能控制系统进行校验等,才能使新设备达到或者超越既定的生产力。

使用多年的旧设备的生产力,有的并不一定比新设备的生产力差,只要通过合理的维修或翻修,使它一如既往地或者更好地运转,其生产性能甚至超过新设备。这里起关键作用的是维修。所以,从某种意义上讲,维修是生产力的重要组成部分。

(5) 维修是提高企业竞争力的有力手段

激烈的市场竞争迫使企业必须提高产品质量,降低生产成本,以增强竞争力。维修是提高企业竞争力的有力手段,具体体现在如下几个方面。

① 维修保证设备正常运转,维持稳定生产,从根本上保证了所投入的设备资金能够在生产中体现出效益。

② 在许多情况下,维修提高了设备的使用强度甚至提高了设备的使用精度,延长了设备的寿命,从而增强了设备的生产能力,有效地提高了生产力。

③ 维修提供的售后服务,不仅可以保证产品使用质量,维护用户利益,提高企业信誉,扩大销售市场,还能够通过反馈信息来进一步改进产品质量,增强企业竞争力。

(6) 维修是企业一种有益的投资方式

企业投资是指固定资产的购买与投产。投资目的是形成一定的生产力。投资条件是所投入的资本能够在一定的周期内收回并增值。

维修投资是使固定资产的生产力得以维持下去的那一部分投资。与投资购买固定资产能够形成生产力相似,维修投资则能维持其生产力。在一定周期内,不仅可以收回维修投资成本,而且还能增值。一台设备,可能会因为使用操作不当而很快失去生产能力,使得人们不得不重新购买;如果通过认真和恰当的维修,能够使设备具有相当长的使用寿命,则可以延长设备的更新周期,通过维修替代了设备的投资。也就是说,维修可以替代用于扩大再生产和更新设备这两个方面的投资。传统观念把维修看成是一种资源和资金的消耗,显然是不恰当的。

(7) 维修是实行产品全面质量管理的有机环节

产品质量的管理,既要重视设计、制造阶段的“优生”,又要重视使用、维修阶段的“优育”,需要实行全面质量管理。产品投入使用后,通过维修才能发现问题,才能为不断改进产品设计提供有用信息,所以说维修是实行产品全面质量管理的有机环节。

(8) 维修是实施绿色再制造工程的重要技术措施

工业的发展和人口的增长,使自然资源的消耗急剧加快,为了缓解资源短缺与资源浪费的矛盾,保护环境,适应可持续发展,通过修复和改造,使废旧产品起死回生的绿色再制造新兴产业正在迅速发展壮大。

许多旧机器设备因磨损、腐蚀、疲劳、变形等而失去生产能力,通过采用一些新技术、新工艺、新材料等技术措施进行维修,不仅可以有效地修复和消除这些缺陷,恢复其性能,甚至可以改善技术性能,提高其耐高温、耐磨损、耐腐蚀、抗疲劳、防辐射以及导电等性能,延长设备的使用寿命,节省材料、能源和费用。所以,维修是实施绿色再制造工程的重要技术措施。

(9) 维修已从一门技艺发展为一门学科

传统观念认为维修是一种修理工艺,是一种操作技艺,大多凭眼睛看、耳朵听、手摸等直观判断或通过师傅带徒弟传授经验的办法来排除故障,缺乏系统的维修理论指导,这在早先机器设备简单的时期是符合当时客观实际的。随着生产日益机械化、电气化、自动化和智能化,设备故障的查找、定位和排除也复杂化,有时故障可能是多种因素例如机械的、液压的、气动的、电子的、计算机硬件或软件等综合引起的,仅凭直观判断或经验是难以发现问题的,而且现代维修不能只是出现故障后才排除,更要重视出现故障前的预防。如何避免维修实践中的盲目性,提高预防性维修的针对性和适用性,对科学维修产生了客观的需要。20世纪60年代以来,现代科学技术的新进展,特别是可靠性、维修性、测试性、保障性、安全性等技术要求的规范化,概率统计、故障物理、断裂力学和诊断技术的不断发展,以及多年维修实践数据资料的积累,为研究维修理论提供了实际的可能。这种客观需要与实际可能的结合,使维修这一事物不再是一些操作技艺的简单组合,而是建立在现代科学技术基础上的一门新兴学科,使维修从分散的、定性的、经验的阶段进入到系统的、定量的、科学的阶段,现代维修理论就此应运而生,而今维修已从一种操作技艺发展成为一门新的学科。

1.1.2 设备维修工作的分类

(1) 维修工作的种类

从不同的角度出发,维修工作可以有不同的分类方法,最常用的是按照维修的目的与时机,分为预防性维修、修复性维修、改进性维修和现场抢修四种维修工作。

① 预防性维修 是指通过对装备的检查、检测,发现故障征兆以防止故障发生,使其保持规定状态所进行的各种维修工作。预防性维修包括擦拭、润滑、调整、检查、更换和定时拆修或翻修等。这些工作是在故障发生前预先对设备进行的,目的是消除故障隐患。预防性维修主要用于故障后果会危及生产安全、影响生产任务完成或导致较大经济损失的情况。

预防性维修的内容和时机是事先加以规定并按照预定的计划进行的,因而也可称为计划维修。

② 修复性维修 是指设备发生故障后,使其恢复到规定状态所进行的维修工作,也称排除故障维修或修理。修复性维修包括故障定位、故障隔离、分解、更换、再装、调校、检验、记录、修复损坏件等。修复性维修因其内容和时机带有随机性,不能在事前做出确切安排,因而也可称为非计划维修。

③ 改进性维修 是在维修过程中对设备进行局部的技术改进,以提高其性能的工作。

在维修过程中,常常发现有些事故或故障的发生会和设计有关。为了消除隐患,往往需要采取一些措施对设备的原有技术状态,包括其物理状态和技术参数加以改进。例如,对易损坏的部位予以加强,或改变其应力条件,改变管线、线路的固定位置和固定方法,改变配合间隙,换用性能更好的材料等。这些工作既可以是预防性的,又可以是修复性的。同时由于其改动不大,不需要重新设计,不属于设备改装,由于它与设备改装不同,因而可以划为单独一类的维修工作,只有在维修过程中进行的并且与维修的目的一致的设备改进工作才属于改进性维修。

改进性维修主要针对的对象是:原设备部分结构不合理,新产品中已作改进的结构;故障频繁的结构;需要缩短辅助时间、减轻劳动强度、减少能耗和污染的结构;按新的工艺要求需要提高精度的结构。

④ 现场抢修 是指生产现场设备遭受损伤或发生故障后,在评估损伤的基础上,采用快速诊断与应急修复技术,对设备进行现场修理,使之全部或部分恢复必要功能或实施自救

的工作。这种抢修虽然属于修复性的,但是修理的速度、环境、条件、时机、要求和所采取的技术措施与一般修复性维修不同,也是单独一类的维修工作。

(2) 维修方式

维修方式是对设备及其机件维修工作内容及其时机的控制形式。一般来说,维修工作内容需要着重掌握的是拆卸维修和深度广度比较大的修理,因为它所需要的人力、物力和时间比较多,对装备的使用影响比较大。因此,实际使用中,维修方式是指控制拆卸、更换和大型修理时机的形式。在控制拆卸或更换时机的做法上,概括起来不外乎三种:第一种是规定一个时间,只要用到这个时间就拆下来维修和更换;第二种是不问使用时间多少,用到某种程度就拆卸和更换;第三种就是什么时候出了故障,不能继续使用了,就拆下来维修或更换。这三种做法分别称为定时方式、视情方式和状态监控方式。定时方式和视情方式属于预防性维修范畴,而状态监控方式则属于修复性维修范畴。

① 定时方式 是按规定的时问不问技术状况如何而进行拆卸工作的方式。此处的“规定的时间”可以是规定的间隔期、累计工作时间、日历时间、里程和次数等。拆卸工作的范围可以从将设备分解后清洗直到装备全面翻修。对于不同的设备,拆卸工作的技术难度、资源要求和工作量的差别都较大。拆卸工作的好处是可以预防那些不拆开就难以发现和预防的故障所造成的故障后果。工作的结果可以是设备或机件的继续使用或重新加工后使用,也可以是报废或更换。

定时方式以时间为标准,维修时机的掌握比较明确,便于安排计划,但针对性差,维修工作量大,经济性差。

② 视情方式 是当设备或其机件有功能故障征兆时即进行拆卸维修的方式。同样,工作的结果可以是设备或机件的继续使用或重新加工后使用,也可以是报废或更换。

大量的故障不是瞬时发生的,故障从开始发生到发展成为最后的故障状态,总有一段出现异常现象的时间,而且有征兆可查寻。因此,如果采用性能监控或无损检测等技术能找到跟踪故障迹象过程的办法,则就可能采取措施预防故障发生或避免故障后果。所以也称视情维修方式为预知维修或预兆维修方式。

视情方式能够有效预防故障,较充分利用机件的工作寿命,减少维修工作量,提高设备的使用效益。

在视情方式的基础上,20世纪90年代出现了主动维修方式和预测维修方式。主动维修方式是对重复出现的潜在故障根源进行系统分析,采用先进维修技术或更改设计的办法,从故障根源上预防故障的一种维修方式。预测维修方式是通过一种预测和状态管理系统向用户提供出正确的时间对正确的原因采取正确的措施的有关信息,可以在机件使用过程中安全地确定退化机件的剩余寿命,清晰地指示何时该进行维修,并自动提供使用任何正在产生性能或安全极限退化的事件恢复正常所需的零部件清单和工具,这是一种真正的视情维修方式。

③ 状态监控方式 是在装备或其机件发生故障或出现功能失常现象以后进行拆卸维修的方式,也称为事后方式。

对不影响安全或完成任务的故障,不一定非进行预防性维修工作不可,机件可以使用到发生故障之后予以修复;但是也不能放任不管,仍需要在故障发生之后,通过所积累的故障信息,进行故障原因和故障趋势分析,从总体上对设备可靠性水平进行连续监控和改进。工作的结果除更换机件或重新修复外,还可采用转换维修方式和更改设计的决策。

状态监控方式不规定设备的使用时间,因此能最充分地利用装备寿命,使维修工作量达到最低,是一种最经济的维修方式,目前应用较为广泛。

表1-1列出了三种主要维修方式的异同点,供选用时参考。

表 1-1 三种主要维修方式的异同点

对比项目	定 时	视 情	事 后
维修判据	按时间标准更换或维修	按状况标准	不控制送修,而按数据分析结果采取相应的措施
维修性质	预防性的	预防性的	非预防性的
控制对象	一个具体项目	一个具体项目	某项目或某机种所有重要项目的总体状况和维修大纲的有效性
控制方式	定期更换或分解	事前不断监控项目的状态变化	事后不断监控项目总体的状况(可靠性)
所需的基本条件	数据和经验,用以确定寿命	视情设计、控制手段、检查参数、参数标准和视情资料	数据收集分析系统
检查方法	分解检查	不分解检查(定量)	—
适用范围	影响严重,对安全有危害而且发展迅速或无条件视情的耗损故障	影响严重、对安全有危害,且发展缓慢并有条件视情的耗损故障	对安全无直接危害的下列三类故障: ① 偶然故障 ② 规律不清楚的故障 ③ 故障损失小于预防维修费用的耗损故障

(3) 维修工作类型

维修工作类型是按所进行的预防性维修工作的内容及其时机控制原则划分的种类。预防性维修工作可以划分为定时拆修、定时报废、视情维修和隐患检测四种维修工作类型,也可以划分为保养、操作人员监控、使用检查、功能检测、定时拆修、定时报废和综合工作七种维修工作类型。

① 四种预防性维修工作类型

a. 定时拆修 是指装备使用到规定的时间予以拆修,使其恢复到规定状态的工作。

b. 定时报废 是指装备使用到规定的时间予以废弃的工作。定时报废较之定时拆修是一种资源消耗更大的预防性维修工作。

有时把定时拆修和定时报废这两类维修工作统称为定时维修。

c. 视情维修 是指经过一定的时间间隔后,将观察到的装备或机件运行状态与适用的标准进行比较的工作。

d. 隐患检测 是指在某一具体的时间间隔内,为发现设备或机件已存在的但对操作人员来说尚不明显的隐蔽性功能故障所进行的检测工作,也称为隐蔽功能检测或使用检查。

严格地讲,隐患检测不是预防性工作,这是因为在故障发生之后才寻找故障的。之所以认为是预防性的,是因为如果隐蔽功能故障没有被发现,就可能引起连锁性的第二次,甚至多次故障的发生,其目的是预防多重故障。

② 七种预防性维修工作类型

a. 保养 是为保持设备固有设计性能而进行的表面清洗、擦拭、通风、添加油液或润滑剂、充气等工作。它是对技术、资源的要求最低的维修工作类型。

b. 操作人员监控 是操作人员在正常使用设备时对其状态进行监控的工作,其目的是发现潜在故障。这类监控包括对设备所进行的使用前检查,对设备仪表的监控,通过气味、噪声、振动、温度、视觉、操作力的改变等感觉辨认潜在故障。但它对隐蔽功能不适用。

c. 使用检查 是按计划进行的定性检查工作,如采用观察、演示、操作手感等方法检查,以确定设备或机件能否执行其规定的功能。例如对火灾告警装置、应急设备、备用设备的定期检查等,其目的是发现隐蔽功能故障,减少发生多重故障的可能性。

d. 功能检测 是按计划进行的定量检查工作,以确定设备或机件的功能参数是否在规

定的限度之内,其目的是发现潜在故障,通常需要使用仪表、测试设备。

e. 定时拆修 是指装备使用到规定的时间予以拆修,使其恢复到规定状态的工作。

f. 定时报废 是指装备使用到规定的时间予以废弃的工作。

g. 综合工作 是指实施上述的两种或多种类型的预防性维修工作。

(4) 维修等级

机械设备维修按设备技术状态劣化的程度、修理内容、技术要求和工作量大小可分为小修、项修、大修和定期精度调整等不同等级。

① 小修 是指工作量最小的局部修理。小修主要是根据设备日常检查或定期检查中所发现的缺陷或劣化征兆进行修复。

小修的工作内容是拆卸有关的设备零部件,更换和修复部分磨损较快和使用期限等于或小于修理间隔期的零件,调整设备的局部机构,以保证设备能正常运转到下一次计划修理时间的修理。小修时,要对拆卸下的零件进行清洗,将设备外部全部擦净。小修一般在生产现场进行,由车间维修工人执行。

② 项修 项目修理简称项修,是根据机械设备的结构特点和实际技术状态,对设备状态达不到生产工艺要求的某些项目或部件,按实际需要进行的针对性修理,只针对需要检修的部分进行拆卸分解、修复。修理时,一般要进行部分解体、检查,修复或更换失效的零件,必要时对基准件进行局部刮研,校正坐标,使设备达到应有的精度和性能。

项修包括如下主要内容。

a. 全面进行精度检查,确定需要拆卸分解、修理或更换的零部件。

b. 修理基准件,刮研或磨削需要修理的导轨面。

c. 对需要修理的零部件进行清洗、修复或更换。

d. 清洗、疏通各润滑部位,换油,更换油毡、油线。

e. 修理漏油部位。

f. 喷漆或补漆。

g. 按部颁修理精度、出厂精度或项修技术任务书规定的精度检验标准,对修完的设备进行全部检查。

③ 大修 设备大修是工作量最大、修理时间较长的一种计划修理。大修时,将设备的全部或大部分解体,修复基础件,更换或修复全部不合格的机械零件、电器元件;修理、调整电气系统;修复设备的附件以及翻新外观;整机装配和调试,从而全面消除大修前存在的缺陷,恢复设备规定的精度与性能。

大修包括如下主要内容。

a. 确编制大修技术文件,并做好修理前的各方面准备。

b. 对设备的全部或大部分部件解体检查,并做好记录。

c. 全部拆卸设备的各部件,对所有零件进行清洗并进行技术鉴定。

d. 更换或修复失效的全部零部件。

e. 刮研或磨削全部导轨面。

f. 修理电气系统。

g. 配齐安全防护装置和必要的附件。

h. 整机装配,并调试达到大修质量技术要求。

i. 翻新外观,重新喷漆、电镀等。

j. 整机验收,按设备出厂标准进行检验。

通常,在设备大修时还应考虑适当地进行相关技术改造,在不改变整机结构的情况下,按产品工艺要求局部提高个别主要部件的精度等。

对机械设备大修总的技术要求是：全面清除修理前存在的缺陷，大修后应达到设备出厂或修理技术文件所规定的性能和精度标准。

④ 定期精度调整 是指对精、大、稀设备的几何精度进行有计划的定期检查并调整，使其达到或接近规定的精度标准，保证其精度稳定以满足生产工艺要求。通常，该项检查的周期为1~2年，并应安排在气温变化较小的季节进行。

(5) 维修目标

维修的目标是以最少的经济代价，使设备经常处于完好和生产准备状态，保持、恢复和提高设备的可靠性，保障使用安全和环境保护的要求，确保生产任务的完成。

① 保障设备的完好状态，提高设备可用性 设备的完好状态是其可用性的主要标志。设备在使用过程中，需要进行预防性维修、修复性维修、改进性维修以及现场抢修，在这些维修工作实施期间，设备不能正常使用。因此，应尽量缩短维护、修理以及运输、等待器材备件所占用的时间，减少对使用的影响，以提高可用性或使用可用度。

② 保持、恢复和提高设备可靠性 维修的基本任务是保持和恢复设备设计时赋予的固有可靠性，在发现固有可靠性水平不足时，除了向工业部门反馈改进设计信息外，也需要通过改进性维修来提高可靠性。

③ 保障设备使用过程中的安全性和环境保护的要求 设备在使用过程中，一旦发生意外，不仅不能完成任务，还会给设备、人员和环境造成严重后果。因此必须保障使用过程中的安全性和环境保护的要求。有各种因素影响使用安全性和环境保护的要求，从维修方面来讲，主要是预防故障，特别是具有影响安全性和环境性的故障，同时尽力避免使用维修中的人为差错；对于出现的事故症状，应分析原因，找准根源，防患于未然。

④ 力求以最低的消耗取得最佳的维修效果 维修要实现上述可用性、可靠性、安全性的目标，需要消耗一定的人力、物力、财力，应进行维修的经济性分析，降低维修成本，力求以最低的消耗取得最佳的维修效果。

1.2 机械设备的故障

1.2.1 机械设备故障的概念及其判断准则

(1) 故障的定义

机械设备在使用过程中，不可避免地会发生磨损、断裂、腐蚀、疲劳、变形、老化等情形，使设备性能劣化而丧失规定的功能甚至生产能力，这种设备性能劣化而丧失规定的功能的现象即“故障”与“失效”。一般情况下，“故障”与“失效”是同义词。但严格来说，按照 GB 3187—82 规定，“失效是指产品丧失规定的功能，对于可修复产品通常称为故障”。

(2) 故障判断准则

以上已经明确了故障的含义，然而故障不能仅凭直观感觉来判定，必须依据一定的判断准则。

首先，要明确产品保持的“规定功能”是什么，或者说产品功能丧失到什么程度才算出了故障。有些规定的功能很明确，不会引起不同的认识，如发动机缸体损坏，迫使停机修理。有时规定的功能却难以确定，特别是故障的形成是由于功能逐渐降低的这种情况，例如发动机的磨损超过一定的限度，将会加剧磨损，引起功率降低，燃油消耗率增加，出现这种情况，可以算作故障。然而，磨损的限度使用中难以确定，像上述发动机情况，如果减小负