

煤炭职业教育课程改革规划教材

MEITAN ZHIYE JIAOYU KECHENG GAIGE GUIHUA JIAOCAI

煤矿机械 修理与安装

MEIKUANG JIXIE XIULI YU ANZHUANG

● 主 编 汪 浩

煤炭工业出版社

责任编辑：周鸿超
编 辑：刘 鹏
封面设计：晓 杰



ISBN 978-7-5020-3669-0



9 787502 036690 >

定价：28.00 元

煤炭职业教育课程改革规划教材

煤矿机械修理与安装

主编 汪 浩

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿机械修理与安装/汪浩主编. --北京:煤炭工业出版社, 2010

煤炭职业教育课程改革规划教材

ISBN 978-7-5020-3669-0

I. ①煤… II. ①汪… III. ①煤矿-矿山机械-维修-职业教育-教材②煤矿-矿山机械-安装-职业教育-教材
IV. ①TD407

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 082810 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 13¹/₂

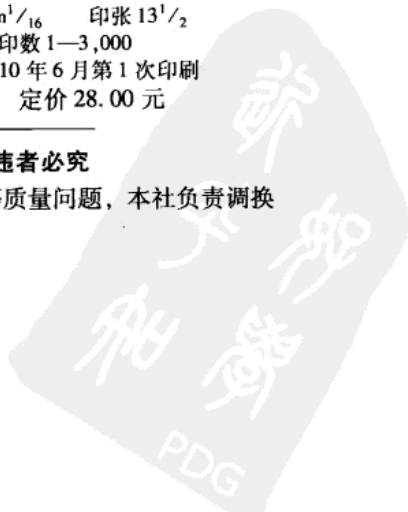
字数 316 千字 印数 1—3,000

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

社内编号 6479 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换



前 言

为满足煤炭工业新形势对煤炭职业教育发展的需要,加快煤炭职业教育教材建设步伐,结合培养技术应用性专门人才的要求和煤炭行业的自身特点,按照《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》,我们组织有关人员编写了本教材。本教材在编写过程中依据煤矿机械设备现场使用的实际情况,按照职业教育的教学要求,简化了系统、完整的理论体系,以实用、必需、够用为原则,力求使所讲内容尽可能与现场实际相结合,并最大限度地反映现代维修理论与维修技术方面的一些新成果和新应用。

本书由河南理工大学高等职业学院汪浩编写。在编写过程中,得到了其他兄弟院校、科研院所、机械修理厂等单位的大力支持与帮助,同时也参考了许多相关资料,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中缺点或错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2010年4月

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了机械维修基础知识、零件失效及设备故障诊断技术、机械零部件的修理与装配方法、机械设备的安装程序、煤矿常用机械设备的修理与安装工艺等。

本书可作为煤炭职业院校矿山机电、机电一体化等相关专业的教学用书或参考书，也可作为相关工程技术人员工作时的参考资料。

目 次

第一章 机械维修基础知识.....	1
第一节 机械故障概论.....	1
第二节 机械维修常识.....	4
第三节 可靠性维修基本原理.....	7
第二章 零件失效的一般形式	10
第一节 零件的磨损	10
第二节 零件的润滑	17
第三节 零件的变形和断裂	27
第三章 机械故障诊断技术	31
第一节 概述	31
第二节 磁粉探伤与超声波探伤检验	34
第三节 振动诊断技术	37
第四节 油样分析技术	39
第五节 故障诊断专家系统	42
第四章 机械零件的修理方法与工艺	45
第一节 零件的焊接修理	45
第二节 零件的电镀修复	52
第三节 零件的金属电喷涂修复	54
第四节 零件的黏接修补	57
第五章 通用零部件的修理与装配	61
第一节 机械零部件的检修工艺过程	61
第二节 轴类零件的修理与装配	65
第三节 过盈配合连接件的装配	73
第四节 滑动轴承的修理与装配	78
第五节 滚动轴承的拆卸、装配与调整.....	93
第六节 齿轮传动和蜗轮传动装置的修理与装配.....	101

第六章 机械设备的安装	114
第一节 机械设备安装的准备工作.....	114
第二节 机器和基础的连接.....	116
第三节 机械设备的安装工艺.....	124
第四节 联轴器的安装检查与调整.....	128
第五节 设备的试运转.....	138
第七章 煤矿常用机械设备的修理与安装	140
第一节 矿井大型提升设备的修理与安装.....	140
第二节 矿井大型通风机的修理与安装.....	151
第三节 矿用大型空气压缩机的修理与安装.....	155
第四节 矿用多级离心式水泵的修理与安装.....	166
第五节 采煤机的修理与安装.....	173
第六节 液压支架的修理与安装.....	182
第七节 掘进机的修理与安装.....	190
第八节 刮板输送机的修理与安装.....	197
第九节 带式输送机的修理与安装.....	202
参考文献	208

第一章 机械维修基础知识

第一节 机械故障概论

一、故障的定义与分类

(一) 故障的定义

通常,我们把机械设备在运行过程中丧失或降低其规定的功能及不能继续可靠运行的现象称为故障。机械发生故障后,其各项技术经济指标明显达不到要求。例如,机器瘫痪,原动机功率降低,润滑油消耗增加等,均属故障现象。

机械故障表现在结构上,主要是零件的损坏和零件之间相互关系的破坏,如零件变形、断裂,配合性质变化,紧固装置松动和失效等。

从系统的观点来看,故障包括两层含义:一是机械系统偏离正常功能,它的形成原因主要是因为机械系统的工作条件(包括零部件)不正常而产生的,可以通过参数调节或零部件修复使其恢复到正常功能;二是功能失效,是指系统连续偏离正常功能,且其程度不断加剧,使机械设备的基本功能不能得到保证(称为失效)。一般零件失效可以更换,关键零件失效往往导致整机功能丧失。

(二) 故障的分类

1. 按发生故障的时间分为突发性故障和渐进性故障

突发性故障是由于各种意外的内部原因、偶然的外部影响或共同作用所导致的故障,其特点是具有偶然性。渐进性故障是由零件工作过程中所存在的磨损、腐蚀、疲劳和老化等现象的延伸而逐渐发展形成,其特点是发生的概率与使用时间有关,随着时间的推移,故障现象逐步显现。

2. 按发生故障的状况分为实际故障和潜在故障

实际故障是指机械在工作过程中已经表现出工作能力明显下降或完全丧失的现象,一般可通过操作者的直接感受或测定其输出技术参数判断出来。潜在故障是指机械的正常功能逐步消退,但还没有明显的故障显现,和渐进性故障密切相关。

3. 按发生故障的原因分为事故性故障和自然故障

事故性故障是由于使用中维护不足、调整不当,以及违反操作规程或在制造和修复时使用了不合格的零件和材料而引起的故障。自然故障是机器在使用过程中,由于受各种自然因素影响而引发的故障。

二、机械故障产生的基本规律

机械投入使用后,其技术状况是随其使用时间的延长而逐渐由好变坏的,直至达到其使用寿命。因此,机械故障发生的概率是随着使用时间的延长而逐渐增大,即故障率

(机械在某段时间内故障数与此段时间内的总工作时间之比) 逐渐增大。

尽管不同的产品因其制造条件、结构特点及工作条件的不同而有不同的故障率，但对其故障产生的特性进行分析，我们会发现机械故障的产生随时间的变化是有一定规律的，这种变化规律如图 1-1 所示。

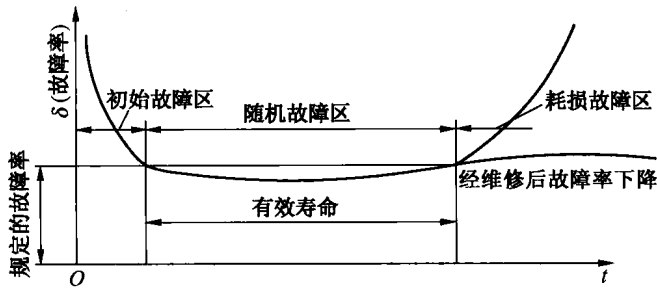


图 1-1 机械的故障概率曲线

1. 初始故障区

机械使用初期，由于各零部件之间没有进行磨合，其相互配合状态不能达到最佳效果，或产品存在没有被发现的设计、制造和装配缺陷，常常会有较高的故障率。随着工作时间的延长，零件之间经过足够的磨合，表面状况逐步得到改善，零件间相互配合关系趋于稳定，故障率逐渐降低，我们把这一阶段称作初始故障区（也称渐减型故障区）。此阶段一般经历的时间较短，多以小时或天计，其间出现的故障多为自然故障现象。

2. 随机故障区

初始故障区之后，机械运行处于相对稳定的状态，其故障率较小，一般稳定在规定故障率上下波动。此阶段的故障多为突发性故障，而且在任何时候都有可能发生，与使用时间、新旧程度无关，因而也常称作随机故障区或偶然故障区。由于突发性故障在任何一个时候发生的机会都相等，故障率可以看作是一个常数，因此，随机故障区又可称之为恒定性故障区。此阶段运行的工作时间较长，可以认为是零件的有效寿命期，其间发生的故障一般为突发性故障或事故性故障，必须进行处理才能保证设备继续运转。

3. 耗损故障区

机械运行到一定时间，机器零件受到长期磨损、疲劳、腐蚀和老化等因素的影响，部分零件或全部零件接近其有效寿命后期，故障率逐渐增加。此阶段的故障一般多为渐进性故障或自然故障，这种形式的故障是不可避免的，而且一旦发生故障，往往是多个零件同时存在缺陷，此时如设备继续运行，会导致零件的急剧损坏或较严重的故障，难以通过一般方法消除，故称这一阶段为耗损故障区。

以上所描述的机械运行过程中故障率变化规律的曲线，在可行性维修学上称作浴盆曲线。对于初始故障区，由于机械在出厂前或安装调试后已进行过各种试验，并经过充分调整，一般认为已基本消除，用户可以不考虑。处于随机故障区时，虽然有故障发生，但比较容易判定和排除，一般不决定机械寿命。只有接近或进入耗损故障区，机械的性能才发生明显的变化，预示机械有效寿命的终结，因而，防止或延缓机械零件进入耗损故障

区，从而延长机械使用寿命是故障诊断与维修学研究的主要内容之一。

三、影响故障产生的主要因素

机械故障的产生受到很多因素的影响，如设计、加工制造、装配、安装与调试、使用与操作等，而在这些因素中，往往是某一种或几种因素起着重要的作用，我们从机械维修学的角度出发，把影响故障产生的因素概括为以下几个方面：

（一）机械制造和修理因素对故障的影响

1. 零件材料

随着材料技术的高速发展，机械设备要选取的零件材料的品种越来越多，视其工作特点可分为结构材料、耐磨材料、耐热材料、耐腐蚀材料和其他特殊材料等。在机械设计、制造和修理中，要依据零件工作的性质和特点，合理选择材料。

2. 零件的加工质量

零件的加工质量包括零件的各种尺寸精度、表面粗糙度和其他经过热处理所能达到的机械性能等。在制造和修理零件时，要根据实际情况，选用最佳加工或修复方案，以确保零件的加工质量。如为了使钢制零件获得较高的强度和表面硬度，常可采用调质、渗碳、氮化和氰化等热处理和化学热处理工艺。

3. 机械的装配质量

影响装配质量的因素主要体现在零件装配的位置精度和接触精度。位置精度主要通过装配间隙的大小、位置关系的准确程度来体现；接触精度主要通过正常工作状态下接触面积的大小和接触部位的位置来体现。

保证装配质量的主要手段就是在装配过程中严格遵守装配技术规范的要求，并在装配前仔细检查、装配中精心调整、装配后严格检验。如果不能满足装配技术质量要求而投入使用，就可能引起附加应力和偏磨现象，导致零件加速失效，使零部件的有效寿命大大缩短。

另外，装配本身是一种严格的技术操作过程，机器装配质量的好坏直接与装配人员技术操作熟练程度及装配技术装备有着直接的关系。提高操作人员的技术水平，及时配置或更新其检查、测量工具和装配机具，是提高装配质量的又一重要手段。

（二）机械使用因素对故障的影响

1. 工作负荷

机器正常工作时，零件的磨损程度与摩擦呈线性关系，由于摩擦与工作负荷呈正比关系，因此零件的磨损程度与工作负荷的大小也呈线性关系。零件的疲劳损坏是在一定的交变载荷下发生的，随工作负荷的增大而加剧。因此，我们在使用任何机械设备时，都必须确保其在额定负荷以下工作。

2. 工作环境

机械设备的工作环境包括工作场所、气候条件、腐蚀介质和其他有害介质的影响以及工作对象的状况等。一般情况下，机械工作温度的升高、摩擦副有杂质进入、空气中含有腐蚀介质时，都会导致零件的磨损和腐蚀加剧。

工作环境对机械故障的影响是不可避免的，但可以采取一些必要的技术措施加以改善。如电动机或其他机械等采取风冷或水冷装置，设置防护装置，设备外壳涂防锈漆，采

用多功能的润滑剂等，都是基于改善工作环境条件所采取的手段。

3. 设备保养和操作技术

为确保设备安全、可靠地运行，控制故障率，提高设备使用寿命，必须建立合理的维护保养和修理制度，严格执行设备检修和使用操作规程。特别是生产环节中重要的、关键的设备（如煤矿生产中的通风机、提升机、空气压缩机等），对操作和维修的要求越来越高，因此，严格按照规程操作的要求丝毫不能放松。

另外，操作人员的技术水平和应急能力（如启动操作程序、加载条件和方法、处理各种突发情况的能力）、操作人员的职业道德等，都直接或间接地影响着机械的使用寿命。

第二节 机械维修常识

一、机械的维修性

机械具有可以通过维修手段来预防故障、查找原因和消除后果的性质，这种性质就是机械的维修性。维修性是机械的一种固有属性，它从机械设计的角度反映了机械维修的难易程度。

维修是指在规定条件下，规定时间内，按规定的程序进行相应的作业，使机械保持和恢复到能完成其规定功能的过程。对机械进行维修时，所需的维修时间与机械本身的结构有关，同时还受维修条件（如维修人员的技术水平、组织管理、备件和材料供应等）的影响。

机械维修性的好坏可以通过维修速度反映出来，即从发生故障到恢复正常状态所花费的维修时间。由于故障的原因、发生的部位以及设备所处的具体环境不同，维修所需的时间是一个随机变量，可以用一个描述维修时间的概率分布尺度来表示维修性，即维修度。

维修度是指在规定条件下使用的机械，在规定的时间内，按照规定的程序和方法进行维修时，保持或恢复到能完成其规定功能的概率。实际维修过程中，维修度随规定维修时间 t 的增加而增大，当 t 为 0 时，维修度为 0，即发生故障，等待修理；当 $t \rightarrow \infty$ 时，即维修时间接近无限大，维修度为 1，修理完毕（或不需修理）。在一定的时间内，维修度大，说明维修的速度快，反之维修速度慢。

维修度的大小，决定于修复率和要求完成维修的时间。若某些设备对维修时间要求不严格时，可用延长维修时间来提高维修度。但重要的设备或不允许长时间停机的设备，必须设法提高修复率来提高维修度。修复率的提高意味着维修速度的提高，这就要求有先进的工具、设备、熟练的技术工人和较高的维修组织管理能力。因此，对于同种设备，当维修对象和目标一定时，维修度也常用来评定维修企业的管理和技术水平。

二、机械设备的有效期

由于机械设备的维修占用了一定时间，而使设备在保有期内不能得到充分利用。为此可以引入有效度的概念，来衡量机械设备所能够得到充分利用的程度，即

$$\text{有效度} = \frac{\text{可能工作时间}}{\text{可能工作时间} + \text{不可能工作时间}}$$

由于任何产品的可能工作时间和不可能工作时间都是随机的，因此，有效度也是一个随机函数，它定义为可修产品在某一特定的瞬间维持其正常功能的概率。

因此，提高机械设备有效度的方法有两种：一是降低故障率，尽量减少不可能工作时间；二是提高修复率，尽量增加可能工作时间。应当注意，有效度只反映机械的现状是否完好，表示具备了可以使用的条件，而开机率的大小才能更准确地反映出机械设备实际利用的程度。

三、维修方式与修理类别

(一) 设备维修方式

目前，国内外常用的维修方式有预防维修、预测维修、事后维修和主动维修。

1. 预防维修

预防维修是为了防止设备性能和精度劣化，或为了降低故障率，按事先规定的修理计划和技术要求进行的维修活动。预防维修主要有以下维修方式：

1) 定期维修

定期维修是在规定时间的基础上执行的预防维修活动，具有周期性特点。它是根据零件的失效规律，事先规定修理间隔期、修理类别、工作内容和修理工作量。该修理方式的计划性强，便于做好维修前的准备，并可做长期的工作安排。它主要适用于已掌握设备磨损规律且生产稳定的流程式生产设备和动力设备、大量生产的流水作业和自动线上的主要设备以及其他可以统计开动台时的设备。

2) 计划预修

计划预防维修制度简称计划预修制，它是根据设备的磨损规律，按预定修理周期及其结构对设备进行维护、检查和修理，以保证设备经常处于良好技术状态的一种设备维修制度。其主要特征是：

(1) 按规定要求，对设备进行日常清扫、检查、润滑、紧固和调整等，以减缓设备的磨损，保证设备正常运行。

(2) 按规定的日程表对设备的运动状态、性能和磨损程度等进行定期检查和校验，以便及时消除设备隐患，掌握设备技术状况的变化情况，为设备定期检修做好准备。

(3) 有计划、有准备地对设备进行预防性修理。

3) 计划保修

计划保修制又称保养修理制，它是把维护保养和计划检修结合起来的一种修理制度，其主要特点是：

(1) 根据设备的特点和状况，按照设备运转小时（产量或里程）等，规定不同的维修保养类别和间隔期。

(2) 在保养的基础上制定设备不同的修理类别和修理周期。

(3) 当设备运转到规定时限，不论其技术状况如何，也不考虑生产任务的轻重，都要严格按照要求进行检查、保养或计划修理。

2. 预测维修

这是一种以故障诊断技术为基础，按实际诊断结果的需要进行修理的预防维修方式。

它是在状态监测和技术诊断基础上,获得设备运行的相关信息,并通过统计分析,正确判断设备的劣化程度、故障或将要发生故障的部位、原因、设备状况的变化趋势,掌握设备劣化发展情况,在高度预知的情况下,适时安排预防性修理,所以又称预知维修或状态监测维修。这样,可以在故障发生前进行适时修理,减少不必要的计划维修,提高设备的有效度,充分发挥零件的最大寿命。

3. 事后维修

事后维修就是对一些生产设备,不将其列入预防修理计划,待发生故障后或性能、精度降低到不能满足生产要求时再进行修理。它主要适用于非重点设备,如简单低值设备、利用率低的设备、维修性好或修理过程不复杂的设备、出现故障停机不影响生产大局的设备。采用事后维修策略可以发挥主要零件的最大寿命,获得较好的维修经济性。

事后维修即坏了再修。值得注意的是,事后维修作为一种维修策略,是实际生产过程中行之有效的方式,并不等于置之不理,而是要在日常的检查保养过程中安排必要的检查和保养。

4. 主动维修

主动维修也称改善维修,其目的是为了消除设备的先天性缺陷或频发故障,它是预防维修方式的一项重要发展。在实施设备维修过程中,对设备经常发生故障的局部结构或零部件进行改进性设计,提高零部件的性能和寿命,或改善设备运行的可靠性和维修性,使故障间隔周期延长或消除故障,从而降低故障率、停修时间和维修费用。

(二) 设备修理类别

依据修理内容、要求及工作量大小,设备修理工作主要分为大修、中修、小修、定期检查试验和定期精度调整等。

1. 大修

设备大修是工作量最大的一种有计划的彻底性修理。大修时,对设备的全部或大部分结构部件进行解体检查,修复基础件,更换或修复全部不可用的零件;修复、调整电气系统;修复设备的附件以及翻新外观等,从而达到全面消除修理前存在的缺陷,恢复设备规定的精度和性能。

2. 中修

中修也称项修,即项目修理。它是根据设备的结构特点及存在的问题,对技术状态劣化已达不到生产工艺要求的某些零件或部件,制定相应的修理内容,并按照结构位置的不同,规定出一系列修理项目,按实际需要进行的针对性修理,从而恢复所修部件的性能。

对生产中的关键设备,尤其是精、大、稀设备采用中修,可以解决计划预修与生产的矛盾,避免设备失修和修理过剩。

3. 小修

小修是维持性修理,不对设备进行较全面的检查、清洗和调整,只进行局部拆卸、更换和修复部分失效零件,以保证设备正常的工作能力。

以上三种修理类别的工作内容对比见表1-1。

4. 定期检查试验和定期精度调整

通过定期检查试验和定期精度调整,能够做到及时掌握设备的技术状态,发现和清除设备隐患以及较小故障,减少突发性故障的发生。并可针对性地提出后续修理计划,做好

表 1-1 设备大修、中修、小修工作内容的比较

技术要求的类别	大 修	中 修	小 修
拆卸分解程度	全部拆卸分解	针对检修部分拆卸、分解	拆卸检查部分磨损严重的机件和污秽部位
修复范围和程度	修复基础件，更换或修复主要件、大型件及所有不合格的零件	根据修理项目对修理部分进行修复，或更换不可用的零件	消除污秽积屑，调整零件间隙及相对位置，更换或修复不能使用的零件，修复达不到完好程度的部位
刮研程度	加工和刮研全部滑动接合面	根据修理项目决定刮研的部位	局部刮研或修补划痕，刮研碰伤的凹痕，改善表面状况
精度要求	按大修精度及通用技术标准检查验收	按预定技术要求验收	按设备完好标准验收
表面修饰要求	全部内外打光刮腻子、喷漆，手柄等零件更新或电镀	补漆或不进行	不进行
试 运 行	全面试运行	部件试运行	不进行

修前准备工作或据此调整修理计划。

对重要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，能够保证其精度稳定以满足加工要求。通常该项检查的周期为 1~2 年，也可根据设备状况规定检查周期，并应安排在气温变化较小的季节进行。

对动力设备、高压容器、起重运输设备等安全性要求较高的设备，应由专业人员按规定期限和规定要求进行试验，如空气压缩机储气罐的压力试验、提升机抱闸力矩检验、提升钢丝绳拉力检验、安全保护装置动作试验、煤矿大型固定设备的定期技术测定等。通过试验可及时发现问题，消除隐患，进行调整或安排修理。

第三节 可靠性维修基本原理

一、可靠性基本概念与工程概述

1. 可靠性与产品性能的可靠性

按照 GB/T 2900.13—2008 的规定，可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。在工程中，可靠性又称之为耐久性，耐久性好，即机器运行可靠，或者说机器性能保持性好。

产品性能的可靠性可分为固有可靠性和使用可靠性。固有可靠性属于产品的内在特性，取决于产品的设计、制造水平，而使用可靠性主要与机器设备在使用过程中的运行状

况、工作条件、维修方式及使用者的技术水平有关。

2. 评价机械产品的质量指标

产品的性能指标是指该产品完成自身所具有的某些规定功能的指标，它是由产品设计师设计和产品工艺师在制造过程中保证的，可以用测量仪器仪表测定出来的技术指标。一般通过产品主要技术特征参数基本上可以反映出来。

产品的性能指标、产品性能的可靠性和产品的可维修性是评价机械产品质量的3个主要指标。性能先进、经久耐用、便于操作、便于维修是进行产品设计的基本指导思想。

二、可靠性维修的含义与目标

机械产品在使用过程中具有不同的维修方式。因此，我们可将预防维修、预测维修和主动维修有机地结合起来，形成一个使产品性能得以保持或恢复的系统维修策略，称之为可靠性维修。可靠性维修的目标如下：

- (1) 始终掌握机器状况。机器运行状况信息可提供全部设备生产能力的现状。
- (2) 提高机器的使用寿命。通过高质量的维护保养和修理，减少损耗，降低机器故障率，保证昂贵设备获得更长的寿命。
- (3) 计划性更突出。依据先进的手段，全面掌握设备的工作特性，对设备运行的维护和修理、维修施工组织、维修工时、备品备件及其他维修必需品预先考虑并作周密计划，维修工作效率更高。
- (4) 协作性更突出。维修部门、采购供应部门、生产部门及相关辅助部门等密切合作，充分安排维修计划的实施，并保持生产能力的稳定。
- (5) 显著增加经济效益。大幅度减少企业维修费用，降低生产成本，提高利润指标。
- (6) 增强安全 and 环境意识。提高生产的安全性，保护工作环境，减少城市污染。

三、可靠性维修的原理与实施

随着现代技术的不断发展和进步，工矿企业生产过程中预测维修越来越受到重视，尤其是现代化大型工矿企业，机械设备规格多，种类多，数量多，单一依靠某种维修方式已难以保证设备的可靠运行，因而设备的维修采用可靠性维修技术来实现经济生产、安全生产和高效生产是非常必要的，即以预测维修为主要手段，通过状态监测随时获得比较准确和全面的运行状况信息，通过对信息的分析和处理，合理准确地判定设备的技术状况，确立对设备进行维护或修理的方案并实施。

在预测维修的指导下，明确决定所采用的预防维修或主动维修方案，并根据实际需要

将预防维修和主动维修结合起来，实质上就是使预防维修、预测维修和主动维修3大策略间得到平衡。这些策略综合起来，可以取长补短，以使设备获得最可靠的生产能力。这3种策略构成了一个天平，如图1-2所示。预测维修是天平杠的支点，预防维修和主动维修是两端的砝码，由预测维修提供的机器状态的精确数据，使得预防维修和主动维修两端的平衡成为可能。

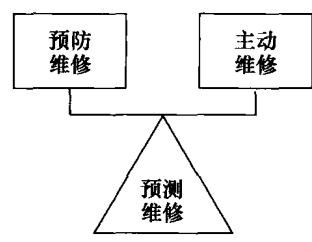


图 1-2 可靠性维修示意图

现实生产应用中可靠性维修的实施可以概括为“在

线监测、适时保养和及时修理”。



复习思考题

1. 什么是故障？机械故障是如何分类的？用所学的故障分类方法概括一种你所了解的某种故障属于哪一类型的故障。
2. 简述机械故障产生的基本规律。
3. 影响机械故障产生的因素有哪些？
4. 简述机械维修方式的类型。
5. 对比说明设备不同修理类别之间的主要差异。
6. 什么叫可靠性？可靠性维修的目的是什么？