



煤炭技工学校“十一五”规划教材

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

矿山机械维修与安装

KUANGSHAN JIXIE WEIXIU YU ANZHUANG

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

矿山机械维修与安装

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

煤炭技工学校“十一五”规划教材

矿山机械维修与安装

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

*

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 14³/₄

字数 344 千字 印数 1—5,000

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3480 - 1/TD407

社内编号 6285

定价 29.00 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

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任	朱德仁					
主任	邱江					
常务副主任	刘富					
副主任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东
	李传涛	孙怀湘	程建业			
秘书长	刘富(兼)					
	(按姓氏笔画为序)					
委员	牛宪民	王枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘富	吕一中
	孙怀湘	孙茂林	齐福全	何富贤	余传栋	吴丁良
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱江	邹京生	陈季言
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵杰	赵俊谦
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董礼	谢宗东
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成	
	王志甫					
	赵小峰	武熙				
	李冠亚	汪浩				
主编	王志甫					
副主编	赵小峰					
参编	李冠亚					

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月份召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《矿山机械维修与安装》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由王志甫任主编，赵小峰、武熙任副主编。其中，第一章、第四章由武熙编写；第二章由王志甫编写；第三章由赵小峰编写；第五章由李冠亚编写；第六章由汪浩编写。本教材由田珍、范喜明审稿。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材
编审委员会
2009年5月

目 次

第一章 机械维修基本知识.....	1
第一节 机械故障概论.....	1
第二节 机械维修基础.....	6
第三节 可靠性维修基本原理	13
第二章 零件失效及机械状态诊断	16
第一节 零件的磨损	25
第二节 润滑	41
第三节 零件的变形	43
第四节 零件的断裂	46
第五节 机械及零件的常规检验技术	55
第六节 机械故障诊断技术概论	61
第三章 机械零件的修理方法	61
第一节 零件的焊接修理	69
第二节 零件的电镀修复	74
第三节 零件的金属电喷涂修复	78
第四章 通用零件的修理	78
第一节 检修一般工艺过程	85
第二节 轴的修理和装配	92
第三节 过盈配合连接的装配	97
第四节 滑动轴承的修理与装配	113
第五节 滚动轴承.....	123
第六节 齿轮传动装置的修理与装配.....	137
第五章 机械设备的安装.....	137
第一节 机械设备安装的准备工作.....	147
第二节 机器和基础的连接.....	157
第三节 机械设备的安装.....	161
第四节 联轴器的安装检查与调整.....	170
第五节 机械设备的试运转.....	174
第六章 煤矿典型设备修理与安装.....	174
第一节 矿井大型提升机修理与安装.....	189
第二节 矿用大型空气压缩机修理与安装.....	201
第三节 矿井通风机修理与安装.....	

第四节	矿井排水泵修理与安装.....	206
第五节	带式输送机修理与安装.....	215
参考文献		226

第一章 机械维修基本知识

【学习目标】

1. 了解故障的含义、类型和特点；了解维修性、可靠性的含义。
2. 掌握故障产生的基本规律、影响故障产生的因素，以及维修方式和维修类别。

第一节 机械故障概论

一、故障的含义及其类型

（一）故障的含义

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以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，原动机功率降低、传动系统失去平稳工作状态、机器振动和噪声增大、工作温度升高等，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装配关系的破坏，如零件变形、断裂，配合松弛，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，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重新恢复到正常功能；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，使机械设备基本功能不能保证（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）故障的类型

故障可以按其性质、状态的不同分为以下3种类型。

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、偶然的外部影响或二者共同的作用所导致的故障，其特点是具有偶然性。如工作过程中出现意外因素引起机器超载和零件损坏、轮胎式行走机构被尖硬物拉破等，这些故障都与使用时间无关，是难以预测的。但突发性故障一般容易排除，通常不影响机械的寿命。

渐进性故障是由于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的故障，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，尤其是到了机械的有效寿命后期更加明显地表现出来。渐进性故障一旦发生，就表明机械设备应该进行修复。这类故障是逐渐发展形成的，一般可以进行预测，甚至在完全没有形成故障之前，就可采取一定的修复方案加以消除。

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。实

际故障一般可以通过操作者的直接感受或测定其输出技术参数判断出来。如关键零件损坏导致设备停机，设备生产率达不到规定指标等，都是实际存在的故障。由于这种故障使设备丧失了它应有的功能，故也常被称作功能故障。

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，它和渐进性故障密切相关。在设备功能没有丧失而故障在逐渐形成的过程中，这种状态如果能够被诊断出来，一般就认为机械存在潜在故障。潜在故障的继续最终将导致实际故障的发生。因此，在探明了机械的潜在故障之后，就应当在其形成实际故障之前进行排除，从而保持机械处于完好状态，避免由于发生实际故障而可能导致的其他后果。这种处理故障的观点是现代机械维修理论的重要内容和目的之一。

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。事故性故障往往是由于人的因素所导致的，所以属于人为故障，应当通过加大管理力度的办法加以避免。

自然故障是机器在使用过程中，由于受各种自然因素的影响而引发的故障。如零件出现磨损超限、腐蚀严重、疲劳断裂等损坏形式所导致的故障都属于自然故障。客观上讲，自然故障虽然不可避免，但只要掌握了各种损坏形式的原因和规律，并采取相应措施，提高维护管理水平，就可以延长机器的使用寿命，避免重大事故的发生。

二、故障的特点与故障管理

(一) 故障的特点

机器的运行过程是一个动态过程。机械设备的种类很多，机械故障的表现形式也随机械设备的不同而各不相同，即使是同一型号的机械设备，由于装配、安装和调试及其工作条件的差异，也往往表现出不同的工况状态和故障模式。但是它们又具有共同的特点，即机械及系统故障大部分具有随机性。所以，我们研究机械系统工况状态和故障的基本出发点就是必须遵循随机过程的基本原理。

归纳起来，机械及机械系统故障的基本特点可以概括为两点。

1. 故障发生的随机性

这里所说的随机性包含两个方面的含义：一是在不同时刻的观测数据是不可重复的，我们说当前时刻机器的工况状态和过去某一时刻没有变化或相同，只能理解为其观测值在统计意义上没有显著的差别；二是表征机器工况状态的特征值不是不变的，而是在一定范围内变化的。

所以，实际工作过程中用某次检测数据直接判断运行过程是不可靠的，对于不同时刻检测的数据只能从统计意义上看它们是否一致还是有显著差别，从而来判定机械实际工况的好坏。

2. 机械设备故障的多层次性

机械设备一般都是由成百上千的零部件组合装配而成的，零部件之间相互耦合，决定了机械故障的多层次性。一种故障往往是由多层次故障原因所造成，故障与现象之间没有一一对应的因果关系，如果只从某一侧面的分析对故障进行判断，很难作出正确的决策。

除此之外，机械故障还具有突发性、间歇性、缓变性、连续性等特点。

（二）故障管理

设备故障管理是设备管理的核心内容之一，开展故障管理的目的在于早期发现故障征兆，并及时采取措施进行预防和维修。故障管理工作的主要内容包括：

（1）宣传教育和技术培训相结合，实行全员参与管理的策略，强化故障防范意识。

（2）紧密结合生产实际，制定严格的设备管理制度和维护保养制度，及早发现故障隐患，规范人员操作行为，避免人为故障和重大故障的发生。

（3）熟悉机械设备的结构和工作原理，掌握设备的工作特性，做好设备的运行检查和记录，保证设备运行状态信息传递的及时性和准确性。

（4）配置先进的检查、检测和监测设备，对重要设备和零部件的工作状态进行实时监测，定期进行机械系统工作状态的分析，准确掌握设备故障的信息和征兆。

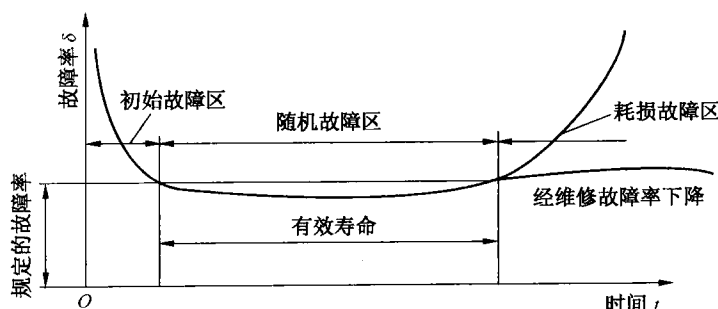
（5）针对所发生的故障或所发现的故障征兆，进行认真科学的分析和研究，判定故障的原因、类型，采取最佳的维修策略和维修方案及时进行排除，并对维修过程进行记录，以便进行后期统计和鉴戒。

（6）对经常或多次重复出现故障的部位或零件，要给予特别的关注和重点监测，必要的情况下对设备的该部位或零部件结构或系统进行技术改造。

三、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必然是随着使用时间的延长而逐渐增大，即故障率（即机械在某段时间内故障数与该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，而且在不同的运行时刻其故障率的大小也各不相同，但如果抛开具体设备结构、性能等方面的特征差异，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而变化是有一定的规律的。图 1-1 所示为机械故障率曲线，故障率的变化大致可分为初始故障区、随机故障区和耗损故障区。



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，或者产品存在没有被发现的设计、制造和装配的缺陷和失误，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，或者对出现的故障不断排除，故障率便逐渐降低，我们把这一阶段称作初始故障区。

因为初始故障区故障率随时间的延长而逐渐降低，所以也称其为渐减型故障区。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。处于正常磨合状态下发生的故障现象往往不会导致机器停机，且不用处理就会自动消失。

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，而且在任何时候都可能发生，与使用时间、新旧程度无关，因而也常称其为随机故障区或偶然故障区。由于突发性故障在任何时候发生的几率都相等，故障率可以看做是一个常数，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。

对于图 1-1 所示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，一般认为故障已基本消除，用户可以不必考虑。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。

四、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，而在这众多的因素中，往往是某一种或几种因素起着重要的作用。从机械维修学的角度出发，影响故障产生的因素可概括为以下两个方面。

（一）机械制造和修理因素对故障的影响

修理和制造通常采用相同的加工手段或相近的工艺。在制造或修理过程中，材料的品质、零件的加工精度及机器的装配质量等如果不符合要求，都会影响到机械技术参数和性能的变化，造成机械故障。因此，在制造或修理时必须考虑下列因素对故障的影响。

1. 零件材料的选择

随着材料技术的高度发展，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。

工矿机械中，许多零件必须同时具有必要的结构强度性能和不同的表面性能。为此，

在制造和修理中应合理选择零件材料，在满足零件结构强度性能要求的同时，满足提高或改善零件表面性能的要求，如在表面进行堆（补）焊、喷涂、电镀等以获得表面耐磨、耐腐蚀、高硬度等性能，从而达到提高零件工作耐久性、可靠性的目的。

2. 零件的加工质量

零件的加工质量包括它的各种尺寸精度、表面粗糙度和其他经过热处理所能达到的机械性能。采用不同的生产加工方法和工艺措施，可以使零件得到不同的工作性能。因此，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。

例如，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。对于受交变载荷的零件，可以采用表面塑性变形强化的方法进行处理，如滚压加工强化、挤压加工强化、喷丸处理强化等。经过强化处理后的零件，均可产生一定的残余压应力，从而显著地提高了零件的抗疲劳性能。

3. 机械的装配质量

影响装配质量的因素主要体现为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，如滑动轴承轴颈与轴承孔之间的间隙大小，减速器各轴之间的平行度、垂直度和同轴度等。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，如相互啮合的轮齿接触表面的面积和接触位置体现了装配关系的正确与否。

保证装配质量要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期大大缩短。

另外，机器装配质量的好坏直接与装配人员技术操作熟练程度和装配技术装备有着直接的关系。提高操作人员的技术水平，及时配置或更新检查、测量工具和装配机具，是提高装配质量的又一重要措施。

（二）机械使用因素对故障的影响

在正常使用条件下，机械有它自身的故障规律。但当使用条件改变时，机械的故障规律也随之发生改变。机械的使用条件是复杂的、变化的，导致故障产生的因素既有客观方面的，也有主观方面的，综合起来主要表现为工作负荷、工作环境、设备保养和操作水平等。

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，摩擦与工作负荷成正比关系，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。若令机械在额定负荷条件下的故障率（也称基本故障率）为 β_0 ，则当负荷改变时，可将基本故障率乘以一个负荷系数 K_f 来表示在负荷改变条件下的故障率，即

$$\beta_1 = \beta_0 K_f$$

式中 β_1 ——考虑负荷变化因素时的故障率。

一般情况下，机械设备都是在低于额定负荷的条件下工作的，即 $K_f < 1$ ；当负荷超过额定载荷时， $K_f > 1$ 。因此，我们使用任何机械设备时，必须确保其在额定负荷以下工作，

以降低故障率。

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,机械工作温度升高、工作副有杂质进入、空气中含有过量的腐蚀性气体等,都会导致零件的磨损和腐蚀加剧。所以,考虑工作环境对机械故障的影响时,可用环境系数 K_h 进行修正,故实际故障率可表示为

$$\beta_2 = \beta_1 K_f = \beta_0 K_h K_f$$

式中 β_2 ——考虑工作环境和负荷因素时的实际故障率。

由于煤矿井下工作环境条件比较差,一般可以认为 K_h 总是大于 1 的,所以煤矿机械的故障率较高,维修成本较大。尽管如此,还是可以通过采取一些必要的技术措施加以改善,如设备中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、改进空气滤清器和润滑系统滤油器等,都是基于改善工作环境条件所采取的手段。

3. 设备保养和操作水平

为了确保设备安全、可靠运行,控制故障率,延长设备使用寿命,必须建立合理的维护保养和修理制度,并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,任何的违章行为均可能导致重大事故的发生。同时,操作人员的技术熟练程度和应急能力,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,甚至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。

对于机械的保养和使用因素的影响,一般情况下可以用一个大于 1 的系数 K_b 加以修正。综合上述因素的影响后,机械的总实际故障率为

$$\beta = \beta_2 K_b = \beta_0 K_f K_h K_b$$

第二节 机械维修基础

一、机械的维修性

对于可修机械,在有潜在故障存在时和发生故障之后,可以通过维护和修复方法,使产品保持或恢复它的规定功能和工作性能。所以,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规定功能的过程。对机械进行维修时,所需的维修时间除与机械本身的结构有关外,还受到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到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,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规定功能的概率。

“规定的条件”和“规定的时间”对影响维修工作各方面的因素作出明确的规定，便于对设备的固有维修性进行比较。但对同种设备，即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。

实际维修过程中，维修度随规定的维修时间 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。

二、维修方式与修理类别

设备维修是为了保持或恢复设备完成规定功能的能力而采取的技术活动，包括各类计划修理、计划外的故障修理和事故修理。设备维修经济效益的高低，取决于设备维修性设计的优劣、维修人员技术水平的高低和维修组织管理及装备设施的完善程度3个方面。有计划地对设备进行预防检修，是我国工矿企业设备维修的根本制度，在目前乃至将来较长的时期内仍将占有重要的地位。

（一）设备维修方式

设备维修方式具有维修策略和维修制度的含义。现代设备管理强调对各类设备采用相应的维修方式，就是强调设备维修应依据设备自身的特点和工作条件，在保证生产的前提下，合理利用维修资源，达到寿命周期费用最经济的目的。目前国内外常用的维修方式如下。

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，按事先制订的修理计划和技术要求进行的维修活动。预防维修主要采取定期维修方式。

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。这种修理方式的计划性强，便于做好维修前准备，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、连续生产的流程式生产设备、动力设备，以及其他可以统计开动台时的设备。

由于设备劣化的规律各异，现场生产中对设备修理内容和时间难以做出准确的估计，所以定期维修容易造成维修过剩或维修不足现象，经济性较差。企业应在总结经验的基础上，结合自身的情况，对计划预修制度进行研究和改进，确立有针对性的计划预修制度。

我国目前实行的设备维修制度主要有计划预防维修制和计划保修制两种。

1) 计划预防维修制

计划预防维修制简称计划预修制，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的技术状态的一种设备维修制度。其主要特征如下：

（1）按规定的检查项目要求，对设备进行日常清扫、检查、润滑、紧固和调整等。

（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。

在煤矿生产中，综采工作面设备如采煤机、刮板输送机、带式输送机、液压支架等，一般安排两班生产一班检修（三八制）或三班生产一班检修（四六制）就属于计划预防

维修的定期维修方式。

2) 计划保修制

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，都要严格地按要求进行检查、保养或计划修理。

如煤矿大型固定设备中的通风机采用每月停机检修一次、矿井提升机每天固定 2h 以上停机检修时间等均属于计划保修的定期维修方式。

2. 预测维修

预测维修是一种以故障诊断技术为基础的，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，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和原因、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，所以又称为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效能。

1) 预测维修的作用和意义

预测维修的指导思想在于，大多数有故障的部件都将会给出它已处于失效的边缘或正在恶化的警告。预测维修可以带来如下益处：

(1) 根据预测维修大纲能够知道机器的状态，可以制订修理计划并使之执行，而不停止生产。通过预测维修的实施，有效的生产时间可以提高 2% ~ 10%。

(2) 可以预知维修的必需品并进行计划安排。预测维修实施后，设备的紧急抢修可以降低到总维修量的 5% 以下，加班抢修可以降低到总维修工时的 3% 或更少。

(3) 提高产品质量。产品质量通常受设备不利因素的影响，预测维修技术可以检测设备的状态，在危及产品质量之前，就可以采取措施。

(4) 消除不必要的预防维修，避免由于灾难性故障造成的大量维修工作，提高了安全性。

(5) 节约能源。预测维修对节能提供了几种潜在的可能性。消除高能量的振源，如不对中、不平衡，可以减少机器功率消耗的 10% ~ 15%。

因受到诊断技术发展的限制，目前采用状态监测维修投入成本较大，在技术操作和结果分析、判定方面的要求也较高，尚难全面推广。所以，目前该维修方式主要用于一些重点设备、关键或核心设备、利用率高的“精大稀”类设备等，但它是今后企业设备维修的发展方向。

2) 预测维修的技术构成

预测维修方法通常由几种技术组合而成，其基础是将振动监测与其他技术结合起来，可以对机电设备的健康状况进行评估，并可预测在生产中和设备上所出现的绝大多数机电问题。表 1-1 给出了几种国内外经常使用的预测维修技术。

表1-1 常用预测维修技术

技 术 项 目	实 际 应 用	技 术 项 目	实 际 应 用
离线振动频谱分析	所有旋转机械	电机电流特征分析	电机转子汇流条、偏心率
在线振动频谱分析	重要的旋转机械	汽化超声分析和真空泄露	蒸汽脱水器、压缩气体等
油质及磨损颗粒分析	重要的和低速旋转机械、传动箱等	脉冲回声超声分析	管道及容器厚度跟踪等
红外热像分析	电器部件、屋顶、热绝缘层等	工艺参数	工艺或机械能力下降和管壁腐蚀等
电机定子分析和电气脉动试验	定子损坏、绝缘损坏		

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、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效能，获得较好的维修经济性。值得注意的是，事后维修即坏了再修，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和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重要发展。主动维修是在实施设备维修过程中，对设备上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。

主动维修的目的是应用先进的研究方法和修复技术来显著地延长机器寿命，其理想目标是永久消除设备零部件的故障。

1) 主动维修的优越性

- (1) 找出缩短机器零件寿命的重复故障，并通过改进设计加以消除。
- (2) 通过性能验证确保新的或大修后的设备无缩短寿命的故障隐患。
- (3) 按精度标准进行设备安装和修理会明显地延长设备的使用寿命。
- (4) 辨认、消除或大量减少影响延长设备寿命的各种不利因素。

2) 主动维修技术组成

(1) 故障根源分析。一般情况下，设备故障会周期性地重复出现，这些重复出现的故障（如轴承寿命短、密封件损坏、结构性的开裂等）常常是某一个更为严重故障的征兆。但维修通常只解决那些表面症状，而且往往认为这些重复的修理是正常现象。实际上，周期性地出现故障，本身就不正常，应当查找出故障根源。主动维修重点关注的是设备存在的设计方面的问题，并加以改进。

(2) 高质量的大修和安装。无论是新机器，还是大修后的机器，高质量的安装和修理能大大地延长寿命。如转子的平衡和轴的对中性对机器的寿命影响至关重要，研究资料

表明,精确对中能使轴承平均寿命提高7倍,节省维修预算7%,机器装置可利用率提高12%,由不对中造成的被动维修减少一半。

(3) 严格的技术管理。技术管理最重要的有3条:一是必须保证在购置设备或大修设备时,拥有包括机器状态在内的技术要求等所有技术资料,掌握确定各种机械状态的振动测量的技术手段;二是当一台新机器或大修后的机器安装在基础上并与整套装置相连接时,必须验证整套装置运行正常,以确保修理质量;三是企业对所有机器和关键部件都必须保存运行记录,对可靠性极差的部件进行攻关性研究,以便确定有效的修理方案,解决可靠性问题。

(4) 及时进行技术改造。设备生产企业必须与设备使用企业联手合作,主动听取用户的技术意见,并进行跟踪监测服务,及时对机器进行重新设计,改进现有部件和确定新部件的技术要求等。

无论是什么样的机器,总会有其结构最薄弱的部分和环节,这也是机器最容易出现故障的部位。实施主动维修策略是要改变这个局部的结构或重新设计新的零件,这样可能会出现设备薄弱点的转移,所以要对设备的结构和工作特性及现场实际条件进行认真分析研究,确立科学合理的方案,避免结构上的变更导致其他零件故障率的增加,甚至导致发生意外的重大设备或人身事故。

(二) 设备修理类别

修理是维修策略实施的核心手段。修理类别是依据修理内容、要求以及工作量大小对设备修理工作进行划分的,主要有大修、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一系列修理项目,按实际需要进行有针对性的修理,恢复所修部分的性能。

在煤矿生产中,一般每年安排1~2次的全矿井停产检修工作,实质上就是集中起来进行全面中修的一种方式,其效果非常可观。

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,只结合掌握的技术状态的信息进行局部拆卸、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3种修理类别的工作内容对比见表1-2。

4. 定期检查试验和定期精度调整

该项工作属于计划修理的范畴,目的是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,以减少突发故障的发生;有针对性地提出相邻后续计划修理的内容,做好修前准备工作或据此调整修理计划;对关键的、重要的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,满足工作要求。通常该项检查的周期为