

铁路职业教育铁道部规划教材

机械设备检修技术基础

JIXIESHEBEIJIAXIUXISHUJICHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

徐光华 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

机械设备检修技术基础

徐光华 主 编

何学科 主 审

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书共分七章,系统地阐述了机械故障、机械润滑、机械零件失效与分析、机械零件修复技术、机械设备拆装、机械故障诊断技术、机械设备维护与修理制度方面的基本知识和工作方法,并结合理论列举了维修施工中的具体案例,在继承了传统维修、检测工艺的内容基础上,对新设备、新工艺、新材料进行了大量补充。注重维修理论和实践相结合,实用性和系统性相结合。

本书作为铁道部高职教育规划教材,适用于高职高专机械专业教学,也可供从事机械设备检修、装配、操作等技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设备检修技术基础/徐光华主编. —北京:中国铁道出版社,2008.7

铁路职业教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-09073-9

I. 机… II. 徐… III. 机械设备—检修—职业教育—教材 IV. TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 112911 号

书 名:机械设备检修技术基础
作 者:徐光华 主编

责任编辑:金 锋

电话:010-51873133

电子信箱:td51873133@163.com

编辑助理:阚济存

封面设计:陈东山

责任校对:张玉华

责任印制:金洪泽 陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市华业印装厂

版 次:2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.5 字数:285 千

书 号:ISBN 978-7-113-09073-9/TH·136

定 价:22.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路职业教育铁道工程(大型养路机械操纵)专业教学计划“机械设备检修技术基础”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育铁道工程(大型养路机械操纵)专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育铁道工程(大型养路机械操纵)专业教材编审组审定。

机械设备在使用过程中由于各种原因,会出现各种各样的故障,为了排除这些故障,需要对故障设备进行维修。但只有采用针对性的维修措施,才能在最短的时间内以最经济的方法将设备修复。随着我国科学技术的不断发展,机械化生产、施工已经成为企业生产活动的主流,各类企业普遍缺少高技能应用型设备维修人员。

铁路行业也不例外,自1984年引进大型养路机械,特别是第六次大提速全面实施以及正在建设的高速铁路,大型养路机械已经成为确保线路质量,保证高速、重载和大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

与大型养路机械运用相适应的高技能人才的匮乏,已经成为铁路系统亟待解决的关键课题。为此铁道部在铁道工程高职教育中增设了大型养路机械操纵专业,并组建了铁道工程(大机专门化)教材编审委员会,制定了编写教学大纲。本书是根据此大纲,并在对铁路工务机械段深入调研的基础上编写的。

为了适应高等职业教育的教学改革,本书在编写过程中注意了以下几点:

(1)内容的系统性。既有机械检修的基础知识、管理知识,又有维护和修理的实用技术和方法,并列举了实例,层次分明。

(2)内容的前瞻性。书中介绍了目前应用和进一步探索的实用修复技术、机械拆装技术以及故障诊断技术。

(3)内容的实践性。由理论到实践再到实例,具有可操作性,有利于实践教学以及技能的形成。

通过本书的学习应使学生达到下列基本要求:建立磨损和摩擦的基本概念;了解故障机理以及零件失效分析;掌握零件修复技术;充分认识机械润滑的重要性,并掌握大型养路机械常用润滑材料的技术性能和代用原则;掌握机械拆装的基本原理;了解机械诊断技术的基本知识和机械检修制度的具体环节。

本书由吉林铁道职业技术学院徐光华任主编,吉林铁道职业技术学院王华任副主编,湖南交通工程职业技术学院何学科任主审。第一~四章、第七章由徐光华编写,第五章、第六章由王华编写。

本书作为铁道部高职教育规划教材,适用于高职高专机械专业教学,也可供从事机械设备检修、装配、操作等技术人员参考。

限于编者水平和经验,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

第一章 机械设备的故障与维修	1
第一节 机械设备的故障	1
第二节 机械设备的维修	8
复习思考题	12
第二章 机械零件的失效与分析	13
第一节 零件的磨损失效	13
第二节 零件的断裂失效	23
第三节 零件的腐蚀失效	31
第四节 零件的变形失效	36
复习思考题	40
第三章 机械润滑	41
第一节 机械润滑原理	41
第二节 润滑材料	47
第三节 润滑方式	54
复习思考题	56
第四章 机械零件修复技术	57
第一节 钳工和机械加工修复技术	57
第二节 焊接修复技术	63
第三节 热喷涂修复技术	73
第四节 电镀修复技术	79
第五节 粘接修复技术	89
第六节 表面强化技术	95
第七节 零件修复技术的选择及工艺规程制订	99
复习思考题	104
第五章 机械的拆卸与装配	105
第一节 机械装配的概念	105
第二节 机械零件的拆卸	107
第三节 零件的清洗	110
第四节 零件的检验	113
第五节 过盈配合的装配	115
第六节 联轴节的装配	117
第七节 滚动轴承的装配	119

第八节 滑动轴承的装配	123
第九节 齿轮的装配	126
第十节 密封装置的装配	130
复习思考题	135
第六章 机械故障诊断技术	137
第一节 概 述	137
第二节 常用机械故障诊断方法	141
第三节 机械故障诊断技术应用实例	150
第四节 机械设备突发性故障分析	157
复习思考题	165
第七章 机械设备维修管理	166
第一节 设备检查与维修	166
第二节 设备修理计划的实施	171
第三节 设备维修的技术经济分析	175
复习思考题	177
参考文献	178

第一章

机械设备的故障与维修

机械设备在运行过程中要承受力、热、摩擦等多种作用。随着使用时间的延长,其运行状态不断发生变化,有的性能将逐步劣化,有的零件将失效,甚至完全不能工作,从而发生故障。

机械设备的故障,是指机械的各项技术指标(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,传动系统失去平稳和噪声增大;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,均属于机械设备的故障。

机械设备的故障在其结构上的表现:主要是它的零件损坏和零件之间相互关系的破坏,如零件的断裂、变形,配合件的间隙增大或过盈丧失,固定和紧固装置松动和失效等。

机械设备维修是通过一定的技术手段,排除设备所发生的故障。

第一节 机械设备的故障

一、故障类型

1. 机械故障的分类

机械设备的故障可以从不同的角度来进行分类,主要分类方法有以下几种。

(1)按故障发生的时间性可以分为突发性故障和渐进性故障。

①突发性故障。这是由各种不利因素和偶然的外界影响共同作用的结果,这种故障发生的特点是具有偶然性。例如机械设备在运转过程中,由于过载而引起零部件的损坏;液压系统油路堵塞,高压油管爆裂;操作失误等引起的事故性损坏等。这类故障具有偶然性和突发性,一般与使用时间无关,难以预测。一般情况而言此类故障容易排除。

②渐进性故障。这是由于产品参数的劣化过程(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与使用时间有关,它只是在产品有效寿命的后期才明显地表现出来。渐进性故障一旦发生,就标志着产品寿命的终结,对大型养路机械而言,则往往是需要进行大修的标志。由于其渐进发展的性质,这种故障通常是可以进行预测的。

(2)按故障表征现象可以分为功能故障和潜在故障。

①功能故障。机械设备丧失了工作能力或工作能力明显降低,即丧失了设备应有的功能,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。关键的零件损坏,机械设备无法运转,属于功能故障;在正常操作的前提下,作业效率、作业质量达不到规定指标,也是功能故障。这种故障是实际存在的,因此也称实际故障。

②潜在故障。机械设备尚未丧失功能,根据某些物理状态、工作参数、仪器仪表检测,可以判断即将发生的故障,以及可能造成的一定危害。因此,应当在故障发生之前进行有效的维护或修理。这种根据某些物理状态、工作参数而事先鉴别出机械设备即将发生的故障,称为潜在故障。例如,零件在疲劳破坏过程中,其裂纹的深度是逐渐扩展的,同时其深度又是可以探测的。当探测到扩展的深度已接近于允许的临界值时,便认为是存在潜在故障,必须按实际故障来处置。探明了机械设备的潜在故障,就有可能在机械设备达到功能故障之前进行排除,这有利于保持机械设备的完好状态,避免由于发生功能故障而可能带来的不利后果。通过有效手段诊断潜在故障并及时予以排除,是现代维修技术中所要解决的一个重要课题。

(3)按故障发生的原因可以分为人为故障和自然故障。

①人为故障。机械在制造和大修时由于使用了不合格的零件或违反了装配技术条件,在使用中没有遵守机械的使用条件 and 操作技术规程,没有执行规定的保养维护制度以及由于运输、保管不当等原因,致使机械过早地丧失了它应有的功能,这种故障即称为人为故障。

②自然故障。机械在其使用和保养有效期(简称保有期)内,由于受外部和内部各种不可抗拒的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这一故障范畴。但应该指出,由于人为的过失而加剧了上述的损坏过程时,不属于此范畴。

2. 设备老化分类

机械设备在使用或闲置中会逐渐老化,直至报废。老化也属于故障范畴中,具有渐进性、潜在性、自然性特点。

(1)设备老化的分类

按老化的表征形式分为有形老化和无形老化。

①有形老化。机械及其零件的实体由于磨损、变形、断裂、腐蚀等原因而损坏,致使机械的精度降低、性能变坏的现象称为有形老化。

运转中的机械设备在力的作用下,零部件会发生摩擦、振动和疲劳现象,导致机械设备的实体损坏,这种老化叫做第Ⅰ种有形老化。它一般表现为:零部件的原始尺寸,甚至形状发生改变;零部件之间的公差配合关系发生变化,精度降低;零件破坏等。

以捣固车为例,这类老化,会使捣固车作业精度降低,如果不进行维护与修理,捣固车就不能正常工作,甚至发生事故。第Ⅰ种有形老化与使用时间和使用强度有关。

机械设备在闲置过程中,由于自然力的作用造成设备的有形老化,叫做第Ⅱ种有形老化。它是由于机械生锈、金属腐蚀、材料老化等原因造成的,与生产过程的作用无关。机械设备放置时间久了会自然丧失精度和工作能力。第Ⅱ种有形老化与闲置时间和保管状况有关。

②无形老化。无形老化又叫经济老化,它是由于非使用和非自然力作用引起的设备价值的损失,在实物形态上看不出来。

由于相同结构设备再生产价值的降低而产生的原有设备价值的贬低,叫做第Ⅰ种无形老化。如技术进步使生产率提高、劳动耗费降低,再生产这种机械设备的价格降低,从而使原机械设备发生贬值。

由于不断出现性能更完善、效率更高的机械设备而使原有设备显得陈旧落后,从而产生的经济老化(原设备的价值相对降低),叫第Ⅱ种无形老化。

机械设备的有形老化和无形老化造成的经济后果是有差别的。有形老化严重的设备在修理之前常常不能正常工作,而无形老化严重的设备却不影响它的继续使用。

(2) 设备老化的规律

机械设备及其零部件老化的规律主要包括以下几个方面。

① 零件寿命的不平衡性和分散性。

零件的寿命有两个特点:异名零件寿命的不平衡性和同名零件寿命的分散性。机械中每个零件的工作条件和设计各不相同,因而每个零件老化的速率相差很大,这就是异名零件寿命的不平衡性。机械修理人员常常以那些寿命较短的零件为研究对象,努力提高它们的寿命。但这些零件寿命提高以后,其他零件寿命又相对显得较短。所以异名零件寿命的不平衡是绝对的,而平衡只是相对的。

由于材质上的差异,加工与装配时的寿命也有差别,这就是同名零件寿命的分散性。它可以设法减小,但不能消除。也就是说,同名零件寿命的分散性也是绝对的。

同名零件寿命的分散性扩大了异名零件寿命的不平衡性。

以上零件寿命的两个特点也完全适用于部件和总成。

② 设备寿命的分散性、地区性和递减性。

由于零件寿命的分散性,机械设备寿命也具有分散性。

机械设备的寿命受自然条件的影响很大,在砂土或水田工作的拖拉机,其走行部分及减速箱磨损加剧;在寒冷和沙漠地区,发动机的腐蚀和磨料磨损会增加。由于气候和地理条件的影响,扩大了机械设备寿命的分散性,但这一影响,在相同地区具有相同的趋势,所以称为机械寿命的地区性。

材料机械性能的变化,需要相当长的时间。零件的许多缺陷需要经过相当长的时间才能逐渐显露出来,而修理后的机械设备的技术状况很难达到原设计要求。所以机械设备随着修理人员的努力,完全可以减少上述递减幅度,但是要想完全消除上述递减性,仅是通过修理的方法,是很难做到的。

机械设备在使用过程中,由于各部分之间的磨损及材料的疲劳和老化,性能逐渐变坏。这种物理的老化或者性能的老化,可以借助修理的方法得到全部或局部的补偿。这是因为:在机械设备的有形老化中,有一些可以通过修理的方法予以恢复,也有一些(如疲劳、腐蚀等)由于技术上的原因,在目前条件下还无法彻底恢复。所以经过修理的机械,其机械性能和使用效率是逐次递减的。

机械设备老化的补偿形式有修理、更换、更新和改造性修理等几种。修理是对老化的机械设备进行一系列加工,使之恢复原来的精度和技术性能;更换是用性能完全相同的新机械(或部件)替换老化了的机械(或部件);更新和改造性修理是在机械设备大修的同时,将机械设备的部分总成用结构性能较先进的总成为替换,使大修以后的设备结构和性能比以前提高,甚至超过原设计时的性能。

机械设备老化的补偿形式应该根据设备有形老化和无形老化的程度进行选择。假如机械设备已经达到完全有形老化,而它的无形老化期还没有到来,则通常采用修理的形式补偿。

由于目前技术的飞跃发展,无形老化期时间已大大缩短,所以在修理中,适时地进行改造性修理,才能使机械设备适应生产技术的发展。

每一种故障都有其主要特征,即所谓的故障模式或故障状态。各种机器设备,结构千变万化,即使一个系统、一台机器,其功能也是复杂的。罗列各种设备的故障状态是相当复杂的,但归纳它们的共同形态,可列出以下数种:异常振动、磨损、疲劳、裂纹、破断、过度变形、腐蚀、剥离、渗漏、堵塞、松弛、熔融蒸发、绝缘劣化、短路、击穿、异常声响、油质劣化、材料劣化、粘合、污

染、不稳定及其他。

二、设备的故障规律

机械设备的状况总是随着它使用时间的延长而逐渐恶化的,因而机械的使用寿命总是有限的。由此不难理解,机械发生故障的可能性总是随着使用时间的延长而增大,且机械故障的发生具有随机性,即无论哪一类故障,人们都难以预料它的确切发生时间,因而机械故障发生的情况只能用故障率来表示。

实践经验及试验表明,一般机械设备的故障率随时间的变化规律如图 1-1 所示。该曲线两头高、中间低,形状像个浴盆,因此称之为“设备故障率浴盆曲线”。从曲线上可以看出,机械设备的故障率随时间的变化大致分为三个阶段,即早期故障期、随机故障期和耗损故障期。

1. 早期故障期

早期故障出现在设备工作的早期,其特点是故障率较高,且故障随时间的增加而迅速下降。早期故障一般是由设计、制造上的缺陷等原因引起的,设备进行大修理或改造后,再次使用也会出现这种情况。设备在接近使用条件下的“磨合”或“调试”,可以认为设备被预先使用已超过这一阶段。

2. 随机故障期

随机故障期出现在设备的有效寿命期内,在这个阶段,故障率低而稳定。随机故障是由于偶然因素引起的,具有不可预测性,不能通过延长磨合期来消除。设计上的缺点、零部件的缺陷、维护不良、操作不当等都会造成随机故障。

3. 耗损故障期

耗损故障出现在设备使用的后期,其特点是故障率随运转时间的增加而增高。耗损故障是由设备零部件的磨损、疲劳、老化、腐蚀等造成的,这类故障是设备接近寿命末期的征兆。若事先进行预防性维修,可有效而又经济地降低故障率。

并不是所有设备都具有以上三个故障期,不少设备只具有其中一个或两个故障期。如有些设备没有早期故障期,有些则达不到耗损故障期。然而,从机械使用者的角度出发,对于曲线所表示的早期故障率,由于机械在出厂前已经过充分调试,可以认为故障已基本得到消除,因而可以不必考虑。随机故障通常容易排除,且一般不决定机械的寿命,唯有耗损故障才是影响机械有效寿命的决定因素,因而是主要研究的对象。

大型养路机械遵循的是一般机械设备的故障规律。在制造厂家经过调试后到生产现场使用,出现的故障由多到少,进而进入使用的稳定状态。经过十几年的使用后,随着设备役龄的增长,机械故障又呈现出大幅度增长的趋势,这时候设备就进入大修期。

三、影响设备故障的因素

虽然机械设备出现的故障是随机的,但也有许多因素影响设备故障的出现和规律。

1. 机械制造和修理对设备故障的影响

(1) 零件材料的选择

现代机械设备所用材料视其工作状况分别由结构材料、耐磨材料、摩擦材料、耐热材料、耐

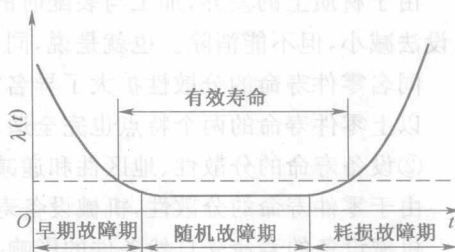


图 1-1 设备故障率浴盆曲线

腐蚀材料以及其他特殊材料所制成。在机械设计、制造和修理中,均要根据零件工作的性质和特点,正确选择这些材料。

在大型养路机械中,许多零件同时要求具有多种性能,如强度性能和不同的表面性能。为了提高零件的综性性能,以达到提高耐久性的目的,在制造和修理中利用表面覆盖层的办法来解决这一问题具有重要意义。因为这样可以利用基本材料来满足结构强度的要求,而且利用覆盖层可以获得耐磨、耐腐蚀等各种特殊需要的表面性能。在生产实践中,堆焊层、喷涂层、电镀层等是常见的可供选择的对象。

(2) 零件的加工质量

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。

为了改变钢制零件的强度和表面硬度,可以根据需要对零件进行诸如调质、淬火、渗碳、氮化、氰化等不同的热处理和化学热处理。

在交变载荷下工作的零件,利用表面塑性变形强化的方法,可以大大提高它的疲劳强度。例如,对轴类零件,包括发动机的曲轴在内,可以用滚压加工强化;对于小的内孔可用特制的挤压工具进行挤压加工强化;对于不规则的表面或粗糙表面,包括连杆、齿轮、弹簧、板簧等可采用喷丸处理强化。零件表面塑性变形的结果,使它产生了残余压应力,这时,当零件受到交变载荷的作用时,只有当载荷引起的拉应力与残余压应力抵消后仍超过疲劳强度时,才引起疲劳破坏。

利用电流的热效应和机械滚压加工的联合作用,可以同时改变金属的组织、硬度、表层残余应力和表面粗糙度,可以提高零件的疲劳寿命和耐磨性。对于复杂的铸铁零件质量,需要严格控制化学成分,防止白口和进行人工时效处理。

零件的机械加工质量包括它的精度和表面粗糙度。受加工方法、机床精度和生产工人等主观因素的影响,目前某些制造和修理企业中,由于零件加工质量不能满足要求,是机械产品寿命不高的重要原因。

(3) 机械的装配质量

机械的装配质量首先是要有正确的配合要求。配合间隙的极限值包括了装配后(经过磨合后)的初始间隙,当初始间隙过大时,机械的有效寿命期就会缩短。理想的动配合件的装配间隙应该是公差的下限值。

装配中各零件之间相互的位置精度也很重要,如同轴度、平行度、垂直度等。当达不到精度要求时,可能引起附加应力、偏磨等后果,从而加速零件的失效。

2. 使用因素对设备故障的影响

机械设备的故障率不仅与制造和修理质量有关,而且还与使用因素有关。在正常使用条件下,一定制造水平的机械,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。

就大型养路机械而论,它的使用因素是极为复杂的,它既有客观方面的因素,也有主观方面的因素。概括起来,主要有负荷因素、环境因素、技术保养因素和操作技术水平等。

(1) 负荷因素

机械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,零件在单位时间内的磨损程度随着负荷的变化而变化。而零件的疲劳损坏只是在一定的交变载荷下发生,它也是随交变应力的增大而加剧的。当负荷超过额定(或设计所允许的)负荷时,无论从磨损和疲劳方面都将引起剧烈的破坏,这是机械设备管理所不允许的。

(2) 环境因素

大型养路机械的工作环境包括气候条件、腐蚀介质和其他有害介质的影响以及工作对象的状况等。在温度升高的情况下,一般机械的工作温度也相应升高,这时的磨损和腐蚀影响必有所增大,因而加速机件的损坏。风冷柴油发动机在低温下工作,若没有充分的防护措施,会给腐蚀造成条件,从而加速汽缸的损坏;过高的湿度和空气中腐蚀介质的存在,会造成机件的腐蚀或腐蚀磨损;空气中含尘量过多,有可能进入摩擦副而加速磨损;铁道线路技术指标超标,会增大机械的振动程度;道床道砟的性能状态,都会影响大型养路机械的损坏速度。

环境因素是一个客观因素,但在某些情况下可以人为地采取某些措施来使之得到改善,如采用多功能的润滑剂、加装防护罩,或改进空气滤清器和润滑系滤清器,采用特制的链轨等。

(3) 技术保养和操作因素

建立合理的保养维护制度,严格执行技术保养和使用操作规程,是保证机械设备工作可靠性和提高使用寿命的重要条件。

机械在使用过程中,由于零件的磨损和变形等因素,可能会造成相互之间的某种失调,润滑剂会逐渐脏污、变质,各种滤清器可能出现堵塞,某些螺纹连接可能出现松动等。这种情况的出现和不断发展,将加速机械的损坏,导致故障率的提高。技术保养工作的任务,就是对这些现象的出现进行及时的排除。

在机械保养工作中,由于不严格遵守操作技术要求,如操作不当、调整工作没有达到技术要求、使用不合格的润滑剂或液压油、机械不清洁等,常常是导致机械加速损坏的原因。特别是在机械动力中随着高速增压柴油机的广泛应用,对润滑剂的要求越来越高,因此必须严格按照规定使用。

司机的操作技术水平也直接影响着机械的使用寿命。例如,启动操作方法、加载条件、对各种情况的处理能力以及司机的责任心等,都直接关系到机械设备的使用寿命。

技术保养和使用操作因素是属于主观因素,可以通过建立合理的保养维护制度和制定技术操作规程,进行人员培训等方法,以消除其不利影响。

四、设备的可靠性和维修性

一种产品质量的好坏,一般应有三个标准。首先是技术性能指标,即功能;其次是少出故障及出了故障易修复,即设备的可靠性和维修性。可靠性和维修性是研究产品故障情况的两个重要概念。从根本上讲,可靠性是主要的,如果设备很可靠、很少出故障,很少需要维修,则维修成本低。因而,从广义上讲,可靠性中包含有维修性。

1. 设备的可靠性

可靠性是体现产品耐用和可靠程度的一种性能,它是在设计时赋予产品的。

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。所谓“规定的条件”是指设计时考虑的环境条件(如温度、压力、湿度、振动、大气腐蚀等)、负荷条件(载荷、电压、电流等)、工作方式(连续工作或间歇工作)、运输条件、存储条件及使用维护条件等。设备处于不同条件下,其可靠性是不同的,设备对上述各种条件的适应性越强,则其可靠性就越好。

可靠性还是一项时间性质量标准。人们都希望设备能够长时间保持规定的功能,但是随着时间的推移,设备的可靠性将越来越低,设备只能在某一时限范围内是可靠的,不可能永远可靠。设备在设计时应规定时间性指标,如使用期、有效期、行驶里程、运转次数等。

设备的可靠性与“规定的功能”有着极密切的联系。“规定的功能”是指设备的性能指标,

而“规定功能的完成”是指若干功能的全体,而不是其中的一部分。

设备的可靠性又分为固有可靠性、使用可靠性和环境适应性三方面。固有可靠性是指设备在设计、制造之后所具有的可靠性;使用可靠性是指设备在使用和维修过程中表现出来的可靠性;环境适应性是指设备在周围环境的影响下所具有的可靠性。固有可靠性是设备所能达到的可靠性的最高水平。

可靠性问题之所以受到重视,是由于现代设备日益复杂,使用环境日益严酷,新技术、新材料从研究开发到应用的周期大大缩短,产生不可靠、不安全的因素日趋增多,设备发生故障造成的危害和损失显著增大。

2. 设备的维修性

维修性是设备在规定的条件下进行维修时,在规定时间内完成维修的可能性。也就是说,维修性就是产品进行维修的难易程度。

产品的维修性是在设计时被赋予的,它是一种设计特性。对维修性的基本要求是维修简便、维修停机时间短、维修成本低、对维修技术要求不高等。

维修性和维修是两个不同的概念。我们平时常说的维修,是指维护和修理而进行的所有活动,包括保养、修理、改装、翻修、检查、状态监控和防腐蚀等;而维修性是指产品在维修方面所具有的特性和能力。对于可修复产品在发生故障之后,一般可用维修方法进行修复,以弥补产品可靠性的不足,但维修需要占用一定时间,因而影响了产品的使用。因此,为了充分发挥产品的效能,当其发生故障以后,要求所需的维修时间越短越好,这就要求产品的维修性要好。

机械的维修时间是指在机械设备发生故障后,从寻找故障开始,直至拆卸、修理或更换零件、安装、调试,最后达到完全恢复正常功能为止的全部时间。维修时间事实上与维修条件有关,如修理的设备能力、维修的组织管理、维修技术水平、备件和材料供应等。

产品的维修性设计是当机械由于某些零件失效而出现故障时,能在结构上提供便于修理的条件,它可以归纳为以下几个方面:

(1) 维修的可达性 可达性是指维修时接近维修点的难易程度。在设计中,对易损的零部件特别应提供较好的可达性,如对某些内部零件应有供操作者进行检视和拆装或修理的适当通道,如开设窗口等。

(2) 拆装的便利性 在机械设备的修理中,拆装工作占有很大的工作量,提供拆装操作的便利条件,即可提高工作效能。通常应从以下几个方面来考虑:

① 有适合操作者进行操作和工具使用的空间。

② 采取便于装配的整体式安装单元,如柴油机许多部件的结构单元和装配单元一致,像油泵总成、分电器总成等,就体现了这一要求。

③ 采取可拆卸连接,如螺纹连接、插销连接等。

④ 采取便于拆装的密封措施,如液态密封胶、可剥离密封胶等。

⑤ 设置定位装置和识别标志,如定位销、盲孔、刻线和其他记号等,以保证装配过程中,零件相对位置的正确和操作的便利。

⑥ 设计和配置专用的拆装工具。

(3) 简化修理作业

① 减少产品维修的复杂性,使结构尽可能简化,特别应注意减少需要维修的项目和采取提

高易损零件寿命的措施,以减少修理的次数。

②提高零件的互换性。对于易损零件采取换件修理法,可以缩短机械的修理时间。为此首先要求结构上适于更换,同时应注意尽可能采用标准化和通用化的零件。

③采取可调整结构。零件在工作过程中由于磨损而造成间隙超限时,一般轴向间隙可采用调整方法来恢复,为此需要配置合适的调整装置。

(4)配置检测点和监测装置

由于现代机械结构日益复杂,机械状况的检测和诊断工作在维修中占有很大比重,为此设置合适的检测点就成为必要。随着诊断设备的日益广泛应用,设置集中的传感接线插头已经在某些机械中出现,与此同时,机械上的监测装置也越来越完善,除了传统的指示仪表外,大型养路机械还设置了自动报警装置,如显示红灯或鸣笛等,这对于维修工作有很大的指导意义。

第二节 机械设备的维修

设备在使用过程中,其零、部件会逐渐产生磨损、变形、断裂、蚀损等现象(统称为有形磨损)。由于零、部件使用的材质和工作条件不同,在一定时间内它们的有形磨损程度也不同。随着零、部件磨损程度的逐渐增大,设备的技术状态将逐渐劣化。由于一些零件因磨损而失去原有的功能和精度,设备会出现故障,使整机丧失使用价值。设备技术状态劣化或发生故障后,为了恢复其功能和精度而采取的更换或修复磨损、失效零件(包括基准件),并对整机或局部进行拆装、调整的技术活动,称为设备修理。所以,设备修理是使设备在一定时间内保持其规定功能和精度的重要措施。

从维修的发展概况来看,维修方式的发展趋势是从事后维修逐步走向定时的预防性维修,再从定时的预防性维修走向有计划的定期检查以及按检查发现的问题而安排的近期预防性计划修理。最近的趋势是随着状态监测技术的发展,在设备状态监测的基础上进行维修,即为按状态维修。这些是一般的发展趋势,这种趋势是从维修方式本身的技术经济效果来分析的,而没有考虑到设备本身在生产中的地位,及其对维修方式产生的影响等因素。各国不同的维修体系或维修制度都是根据本国的特点,在上述发展趋势下选择了某一种或几种方式的组合,或配合其他管理方法而形成的。所以,我们在探讨和研究各种不同的维修方式时,不能受哪一种特定维修体系的影响或被哪一种维修方式所约束,亦不应受其内容的限制。相反,我们要从维修方式的一般发展趋势来研究和分析各种不同维修方式的具体内容、特点,以及各种不同维修方式的优缺点。这样,就可以结合设备自身特点和生产需要,确定优化的维修方式,以取得较好的经济效益。

因此,从技术性、经济性(此处主要是指维修对企业经济效益的影响)分析,维修方式有其发展的总趋势,但最新的维修方式,或者说最先进的方式,在各种不同的情况下并不一定总是最经济的、效益最高的。只有结合实际工况要求,选择最适用的技术及管理方法,才能达到最经济和效益最高的目的。

设备维修方式是设备维修的策略模式。目前,国内外工业企业对生产设备采用的主要维修方式如图 1-2 所示。

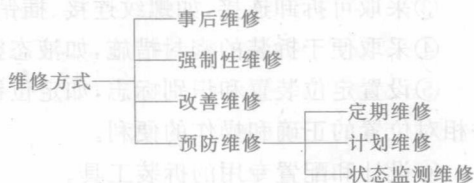


图 1-2 维修方式

每种维修方式各有其适用范围。企业应根据自己的生产特点、设备特点及其使用条件,选

择最适宜的维修方式。在一个企业内,也可同时采用几种维修方式,以达到设备综合效率高、停机损失小,在购置费不变的条件下寿命周期费用减到最低的目的。

一、事后维修

当人们对磨损发生的规律尚不能认识时,只能在设备故障发生后再进行修理。这种维修方式有不少缺点,主要是停机时间长,停机造成的生产损失大,尤其在设备对生产的影响较大时更为显著。但这种修理方式成本较低,对管理的要求低。这是因为它不需要为各种预防性措施付出代价,仅仅是修复损坏的部分。这种维修方式比较落后,尤其是对流程工业或制造业流水线上的设备,由于停机造成的生产损失过大,因而不宜采用的。但目前尚有一些国家的一些企业仍以此种维修方式为主,也有一些企业对它的一些非主要生产设备或利用率不高的一些设备采用此种方法进行维修。这样,可以降低维修成本,或缩小维修组织。

二、改善维修

为了消除设备的先天性缺陷或频发故障,对设备的局部结构或零件的设计加以改进,结合修理进行改装以提高其可靠性和维修性的措施,称为改善维修。它也是预防维修的一项重要内容。

设备的改善维修与技术改造的区别是:前者的目的在于改善和提高局部零件(部件)的可靠性和维修性,从而降低设备的故障率和减少维修时间及费用;而後者的目的在于局部补偿设备的无形磨损,从而提高设备的性能和精度。

三、强制性的维修方式

对一些关键性的零部件,由于其损坏将会造成巨大的停机损失,或由于某些零部件所处的位置难以拆卸,只能在其他部件分解时才能拆卸,如果单独进行这类零件的更换也将带来巨大的停机损失。在这种情况下,宜采取强制性的维修方式。从局部上看,对这些零部件采取上述某种维修方式是合理的,但对整台设备、整套装置或生产线来说就不够合理,也是不经济的。从全局出发,在摸索出一些经验和规律后,根据生产中的维修窗口(即生产的一些间隙,可用来进行维修而无需单独安排停机时间)或计划的停产期,来强制性地修理或更换这些零件,以使停机损失降至最低。这样虽然维修成本有所增加,但增加的成本与停机损失相比是微不足道的。

这种方式对一些流程工业中的关键设备,尤其是一些生产线上的关键设备,往往是有效的。特别是一些利用率很高,从生产上难以拿出时间来停机检修,而又需保证长期正常运行的设备,使用这种方法更为有效。

四、预防维修

为了防止设备性能、精度劣化或降低故障率,按事先规定的计划和相应的技术要求所进行的维修活动,称为预防维修。通常有三种预防维修方式,即计划维修、定期维修和状态(监测)维修。

1. 计划维修

计划维修的形式较多,但总的来说不外乎以下两种:一种是零件在使用期间所发生的故障是有规律的,可以通过统计求得,且对这些零件已经得出比较合理的使用寿命。因此,在寿命

结束前,定期更换或修理零件可以最大限度地利用零件,同时可以很大程度地减少突发故障(即临时故障)的发生,确保设备较长的运转时间。这是一种有效的预防措施。

另一种是把设备维修按其修理内容及工作量划分为若干个不同的修理类别,根据零件磨损的原理来确定每个修理类别之间的关系,确定每个不同修理类别之间的修理间隔,即确定每种修理类别的周期,并把各个不同修理类别按上述确定的关系组成一个系统,从而形成一个建立在零件平均磨损基础上的计划修理体系。执行中,可根据加工对象、批量等参数而选用不同的时间间隔。这种体系能够在使用运转时间的基础上,方便地建立起一套预防计划修理系统,达到以预防为主的目的,防止和减少紧急故障的发生,使生产和修理工作均能有计划地进行。这种方式的缺点在于所采用的参数往往由于不是实际情况的反映,因而与实际情况不尽相符。同时,为了达到预防的目的,应尽量避免故障的发生,因而保险系数取值趋于偏大,造成修理频率高、间隔短、设备利用率低、经济效益不好。此外,计算的时间间隔是对同种设备而言的,而实际上,每台设备的具体情况是不相同的,在修理内容和修理工作量上也不应相同,因而修理间隔周期也不一样。

由于计划维修方式有其独特的方法和特点,特别是因为它简便易行,可以进行较长周期的计划安排,因而目前仍有不少企业采用这种方式,尤其是在实际设备利用率不太高的情况下,执行起来是比较方便的,但也应看到其不可克服的弱点。

2. 定期维修

这是一种以时间为基础的预防维修方式。它具有对设备进行周期性修理的特点,根据设备的磨损规律,事先确定修理类别、修理间隔期及修理工作量;所需的备件、材料可以预计,因此可作较长时间的安排;修理计划按设备的实际开动时数安排。

定期维修方式适用于已掌握设备磨损规律和在生产过程中平时难以停机进行维修的流程生产、动能生产、自动线以及大批量生产中使用的主要设备。企业采用这种维修方式时,对某类某种具体设备,除了吸收其他企业同类同种设备定期维修的经验外,应重视探索积累本企业具体设备的磨损规律,据以制定出适合本企业设备实际情况的修理周期结构,并在实践中不断修改完善,切不可按国内外其他企业确定的某种模式生搬硬套。

3. 状态(监测)维修

这是一种以设备技术状态为基础的预防维修方式,亦称预知维修。它是根据设备的日常点检、定期检查、状态监测和诊断提供的信息,经过统计、分析、处理,来判断设备的劣化程度,并在故障发生前有计划地进行适当的维修。由于这种维修方式对设备适时地、有针对性地进行维修,不但能保证设备经常处于完好状态,而且能充分利用零件的寿命,因此比定期维修更为合理。但由于进行状态监测往往需要停机和使用价格昂贵的监测仪器,故它主要适用于连续运转的设备、利用率高的重点设备和大、精、稀设备。

随着设备状态监测技术的发展,开始有了一些可以监测设备状态的手段,把这些手段运用到设备检查工作,并采取信息分析和处理的方法,就可以较为准确地了解设备的实际状态。按这些检查中发现的情况,安排的修理项目应该是更符合设备实际的。这种按设备实际状况和需要及时进行修理的方式,称为状态修。其主要特点是效率高、经济性好,解决了多年来在预防维修中存在的过剩维修问题。

但是,采用这种方式必须具备以下重要的先决条件:

(1)设备故障的发生不具有明确的规律性。

(2)有着准确而有效的监测方法和技术,可以测试到缺陷及故障的存在。

(3)从发现故障的征兆开始到故障出现之间的故障潜在时间有足够的长度,使修理和排除故障的措施能够实现。

(4)对被监测的设备能够进行分解,有排除故障的可能性。

(5)明确设备在生产中的地位,使其有可能在故障被发现时采取措施排除故障。

在以上条件具备之后,这种方式才能是有效的和可能实现的。

在大型养路机械设备中,对具有突发性的随机故障是采取事后修理,而对于渐进性的耗损故障,则是实行预防修理。机械从投入使用到经过若干次技术保养和局部维修,到最后恢复性的大修,即为机械使用和修理的一个周期。

机械设备有了故障之后,在大多数情况下都是用维修措施来进行排除,以恢复其正常状态。但是,维修时机究竟应选在故障发生之前,还是选在故障发生之后,这是应该区别对待的。对那些由此可能导致重大事故,如人身伤亡或整个机械遭受破坏的故障,必须防患于未然,把它消灭在萌芽之中,这种情况下需要采用预防维修。还有由于复杂结构中的内部零件,当其达到失效程度而需修理时,会带来一系列附加的拆卸和装配等工作。当此种情况频繁出现时,将消耗大量维修时间,不仅增大了维修的成本,而且降低了机械设备的有效度。对于这种情况,也宜采用预防维修。事实上,在一般机械设备维修中,现在国内外都普遍采用这种预防维修制度。只有对那些简单的机具和机械的某些无关紧要的外部零件,才在故障发生之后进行事后维修。

由上所述,预防维修既可做到防患于未然,又可节省维修时间,有利于提高机械设备的有效度和经济效益。以柴油发动机的汽缸修理为例,当其磨损达到需要修理的程度时,因其可达性很差,修理需花费大量的拆装时间。为此,当对它进行修理时,也应同时对发动机内部的其他零部件进行预防性维修,从而可以避免因这些零件失效而需要进行的频繁拆装。由此可以看出这种维修制度的必要性和优越性。但是,它的优越程度还与其修理时机的选择有关。较为传统的选择原则是以机械设备的有效使用时间作为指标,当机械设备达到规定的使用期限时,即对其进行预防性修理。在修理中凡零件的技术参数达到或超过限度规定时,均应进行修理或更换。

机械设备采用了预防维修以后,使得有一部分零件不能得到充分利用,但也在一段时间内提高了设备的可靠度,也就减少了因发生故障而进行频繁维修所需的时间和费用,只要维修时机选择恰当,仍然是有利的。这种以机械设备使用时间作为维修时机选择标准的维修制度称为定期预防维修制度。

另一种维修方式则是根据机械设备的实际技术状况确定维修时机。即当机械设备的某些参数或性能通过连续监测及定期诊断,已确认下降到允许限度以下时才进行维修,这种维修制度称为按需预防维修制度。

由于机械故障率受使用条件的影响,定期预防维修制度有可能造成过度修理或失修两种偏向。而按需修理即可克服上述之不足,因而是具有更强生命力的一种维修制度。

随着科学技术的发展及管理方法的进步,近年来维修工作在各个方面都有较快发展。现就维修方式、维修技术及维修管理三方面的发展趋势介绍如下:

随着状态监测及故障诊断技术的发展,按设备状态进行维修的方式已经被公认为是维修方式中最新、效率最高的一种。这种维修方式目前仍是初步的,虽然已有不少国家或组织称其实行的维修方式是状态监测基础上的维修,但其实质只是在检查的基础上采用了一部分状态监测手段,距离实际要求的按状态进行维修尚有一定的距离,需要进一步研究、分析和积累经