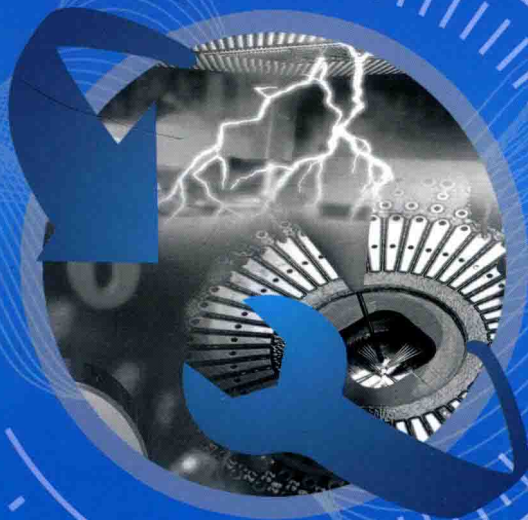


普通高等学校“十三五”规划教材

设备管理 故障诊断与维修

S HEBEI GUANLI GUZHANG ZHENDUAN YU WEIXIU

主 编 王振成
副主编 张 震 王 欣
周 爽 李自建



配套课件



重庆大学出版社

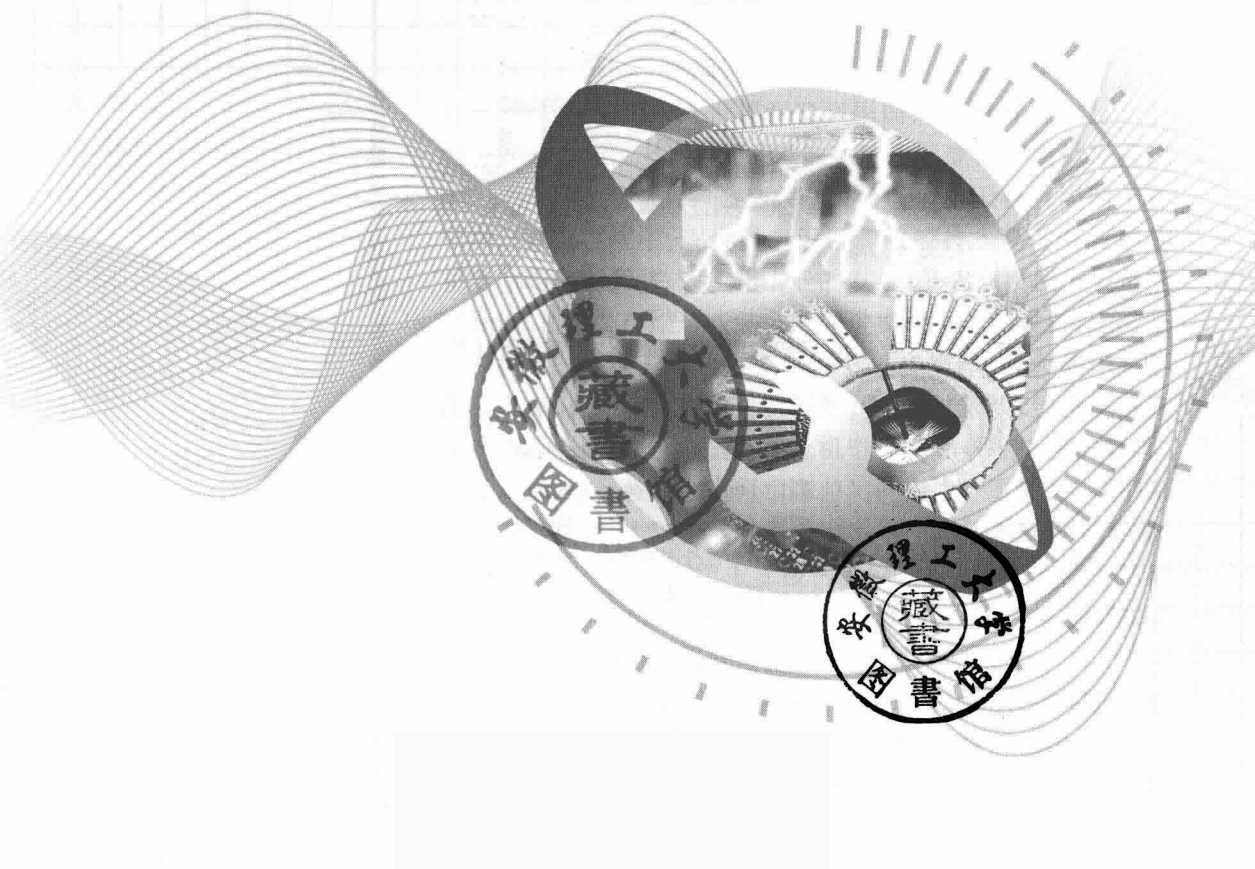
普通高等学校“十三五”规划教材

设备管理 故障诊断与维修

主 编 王振成

副主编 张 震 王 欣

周 爽 李自建



重庆大学出版社

内容提要

本书是普通高等学校“十三五”规划教材,主要介绍通用机电设备和现代数控设备管理、故障诊断与维修、状态监测的理论与应用技术。全书共12章,分为基础理论和应用技术两大部分。基础部分内容包括设备管理学、设备前期管理、应用管理、维修管理、信息管理、资料及档案管理理论和方法,设备故障诊断学和诊断方法;应用技术部分包括机电设备、液压设备和数控系统的一般维修技术与数控机床的状态监测技术。全书重点介绍了机械、电气、液压和数控设备的日常管理、故障诊断和维修技术。每章最后配有复习思考题,供学生课后复习训练之用。

本书可作为高等院校本科机械、机电类专业教材,也可供从事机电工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

设备管理故障诊断与维修 / 王振成主编. -- 重庆:重庆大学出版社, 2020.1

ISBN 978-7-5689-1602-8

I. ①设… II. ①王… III. ①机电设备—故障诊断—高等学校—教材②机电设备—维修—高等学校—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 215397 号

设备管理故障诊断与维修

主 编 王振成

副主编 张 震 王 欣

周 爽 李自建

策划编辑:曾显跃 鲁 黎

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:万清菊 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.75 字数:508千

2020年1月第1版 2020年1月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-1602-8 定价:49.80元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

中国的经济发展已走向了现代化工业的快车道,2018年GDP已达90.03万亿元(人民币),居世界第二。《中国制造2025》提出,坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针。坚持“市场主导、政府引导,立足当前、着眼长远,整体推进、重点突破,自主发展、开放合作”的基本原则。通过“三步走”实现制造强国的战略目标:第一步,到2025年迈入制造强国行列;第二步,到2035年中国制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平;第三步,到新中国成立一百年时,综合实力进入世界制造强国前列。2016年4月6日国务院常务会议上通过了《装备制造业标准化和质量提升规划》,要求对接《中国制造2025》。在这个从工业大国向工业强国迈进的过程中,现代机电设备和数控技术是工业发展的重要基石。高科技、现代化工业的发展,升级和换代了大量的高精度、机电高度融合或结合的先进机电一体化设备,尤其是数控技术的广泛应用与人工智能的逐步推广,极大地提高了生产效率、产品精度和质量。但是,鉴于我国原有经济基础和生产力水平的制约,掌握现代化机电设备和数控机床的管理、故障诊断、维修技术和运行状态监测的人才严重短缺,特别是具有数控技术、人工智能和高精尖机电一体化系统设备管理、故障诊断与维修的高级人才极为紧缺,这已成为全社会普遍关注的热点问题。而培养应用型、高素质、技术和技能型的高级专业人才,则是高等教育责无旁贷的任务。

基于此,我们编纂了本教材。本书以高素质、技术和技能型的高级专业人才培养和岗位需求出发,内容的选择、体系的构造与衔接、理论与技术和技能的量与度,适用于教学的需要,力求理论简洁实用,以经验、新技术和新技能型知识为主干、新故障诊断技术和仪器设备应用并举,图文并茂,突出重点,分散难点,由浅入深,循序渐进,通俗易懂,达到举一反三、

融会贯通、易懂易会、便于掌握和操作,体现了高等教育专业教学特色。

全书共分 12 章,由王振成教授、高级工程师担任主编并负责全书体系构建和统稿。参与本书编写的有:王振成(绪论、第 1 章和第 6 章),张震(第 10 章、第 11 章和第 12 章),王欣(第 2 章、第 3 章和第 4 章),周爽(第 5 章、第 7 章),李自建(第 8 章、第 9 章)。全书由郑州市“十大科技女杰”“十大科技巾帼”、机电工程专家刘爱荣教授担任主审,并提出了很多宝贵的建设性建议和意见,在此深表谢意。

本书配有全书 PPT 课件,课后复习思考题及参考答案,并附有配套 A、B 试卷与标准答案,供读者训练和自测使用。上述配套资料可从重庆大学出版社官网下载或向出版社索取。

本书在编写过程中得到了吴耀宇教授、李九宏教授、孙建廷副教授、张璐讲师和刘瑞礼高级工程师等各位专家的大力支持,对在绘图绘图、表格制作、稿件整理、实验数据的提供与分析,以及搜集机电设备管理、故障诊断、维修经验与经验数据的整理与验证分析等多方面给予的大力协助表示衷心感谢!同时,在编写过程中参考了许多专家编纂的教材和专著,在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中仍难免有不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

编者

2019 年 9 月

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 绪论 | 1 |
| 第 1 章 设备管理的基本理论 | 7 |
| 1.1 设备及设备管理的一般概念 | 7 |
| 1.2 设备现代化管理的基本内容 | 8 |
| 1.3 设备维修管理方式的演变 | 9 |
| 1.4 设备管理的一般规定 | 11 |
| 复习思考题 | 14 |
| 第 2 章 设备前期管理 | 15 |
| 2.1 设备前期管理概述 | 15 |
| 2.2 设备规划的制订 | 18 |
| 2.3 自制设备规划的管理 | 22 |
| 2.4 设备的选型 | 24 |
| 2.5 设备的招投标 | 27 |
| 2.6 设备的验收、安装调试与使用初期管理 | 31 |
| 复习思考题 | 38 |
| 第 3 章 设备资产管理 | 39 |
| 3.1 设备资产的分类 | 39 |
| 3.2 设备资产的基础管理 | 42 |
| 3.3 设备资产的动态管理 | 46 |
| 3.4 设备折旧 | 48 |
| 复习思考题 | 50 |
| 第 4 章 机电设备故障及零部件失效机理 | 51 |
| 4.1 概述 | 51 |
| 4.2 机械零件的磨损 | 55 |
| 4.3 金属零件的腐蚀 | 59 |
| 4.4 机械零件的变形 | 62 |
| 4.5 机械零件的断裂 | 63 |
| 复习思考题 | 67 |
| 第 5 章 机电设备故障诊断 | 68 |
| 5.1 概述 | 68 |
| 5.2 振动诊断技术 | 72 |
| 5.3 油样分析与诊断技术 | 84 |
| 复习思考题 | 88 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 第 6 章 机电设备维修方式与修复技术 | 89 |
| 6.1 机械设备维修方式 | 89 |
| 6.2 机械零件修复技术概述 | 91 |
| 6.3 机械修复技术 | 95 |
| 6.4 焊接修复技术 | 99 |
| 6.5 电镀修复技术 | 105 |
| 6.6 黏结与黏涂修复技术 | 113 |
| 6.7 热喷涂和喷焊技术 | 118 |
| 6.8 表面强化技术 | 123 |
| 复习思考题 | 127 |
| 第 7 章 液压系统维修 | 128 |
| 7.1 概述 | 128 |
| 7.2 设备液压部分的修理与调试 | 130 |
| 复习思考题 | 146 |
| 第 8 章 电气设备维修 | 147 |
| 8.1 电气系统故障检测 | 147 |
| 8.2 电气设备故障诊断常用的试验技术 | 160 |
| 8.3 常用电气设备故障诊断维修 | 169 |
| 复习思考题 | 188 |
| 第 9 章 数控系统的维护与管理 | 189 |
| 9.1 常用数控系统简介 | 189 |
| 9.2 数控系统的常见故障分析 | 192 |
| 9.3 FANUC 数控系统的故障诊断 | 194 |
| 9.4 SIEMENS 数控系统的故障分析 | 209 |
| 9.5 数控系统的维护与保养 | 214 |
| 复习思考题 | 217 |
| 第 10 章 数控机床故障诊断与维修 | 218 |
| 10.1 概述 | 218 |
| 10.2 利用 PLC 进行数控机床的故障检测 | 222 |
| 10.3 系统的故障诊断及维修技术 | 224 |
| 10.4 伺服系统的故障及维修技术 | 231 |
| 10.5 检测装置的故障及诊断 | 237 |
| 复习思考题 | 240 |
| 第 11 章 数控机床的运行状态维修与设备运行监测 | 241 |
| 11.1 数控系统运行状态保障基础 | 241 |
| 11.2 数控机床的运行状态维护 | 248 |
| 11.3 数控机床典型运行状态修复 | 256 |
| 11.4 设备状态监测与故障诊断的结合 | 266 |
| 复习思考题 | 287 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 第 12 章 设备维修管理 | 289 |
| 12.1 设备维修的信息管理 | 289 |
| 12.2 设备维修的计划管理 | 293 |
| 12.3 维修技术、工艺、质量管理 | 297 |
| 12.4 备件管理 | 301 |
| 复习思考题 | 303 |
| 参考文献 | 305 |

绪 论

(1) 设备管理发展简史

根据社会经济发展的需要,机器设备随着科学技术的发展而不断变革、进步。不同时代的机器设备各有其特点和运转规律。一方面,机器设备是由人发明制造的;另一方面,机器设备又是由人来操作使用的。使用机器设备,必须遵循机器本身的运转规律。不同时代的机器设备其管理要求是不同的,设备管理也是随着机器设备的生产和发展而不断演变的。

与企业管理的发展历程相适应,各国设备管理的发展,大致经历了三个主要阶段。

1) 事后维修阶段

所谓事后维修,是指机器设备在生产过程中发生故障或损坏之后才进行修理。

工业革命之前,生产是以手工业为主,生产规模小,技术水平低,使用的设备和工具比较简单,谈不上设备的维修与管理。

18世纪后期,机器生产在各行各业中逐渐得到推广与应用。随着企业采用机器生产的规模不断扩大,机器设备的技术日益复杂,维修机器的难度与消耗的费用也日渐增加,再由操作工人兼做修理工作已难以适应。于是,出现了维修工作逐步分离出来的局面,形成了专职的设备维修人员。在这个阶段,设备管理与维修已经开始受到重视,成为生产管理工作中的内容,但工作范围很窄,主要是事后修理机器,因此称为“事后维修阶段”。

2) 预防性定期修理阶段

自20世纪以来,科学技术不断进步,工业生产不断发展,设备的技术水平不断提高,企业管理进入了科学管理阶段。由于机器设备发生故障或损坏而停机修理而引起生产中断,从而打乱生产计划安排和劳动定额的完成,使企业的生产活动不能正常进行,带来很大的经济损失。特别是在钢铁、化工、石油、汽车制造等作业连续性很强的行业里,设备突发故障造成的经济损失更为严重,继续采用事后维修成了发展生产的障碍。于是,进入了为防止意外故障而预先安排修理,以减少停机损失的“预防性定期修理”的新阶段。由于这种修理安排在故障发生之前,是可以计划的,所以也称为计划预修。

在这个阶段,形成了两大设备维修体系:一个是苏联的“计划预修制”,并在东欧地区和我国得到广泛应用;另一个是美国的“预防维修制”,这种制度在西欧、北美地区和日本得到推广。

3) 综合管理阶段

无论是苏联的计划预修制,还是美国的预防维修制,都仅局限于设备维修与维修管理的

范围。这种管理体制已经不能适应现代设备与现代企业管理发展的要求,其局限性主要表现在以下四个方面:

①传统的设备管理只重视设备后半生的管理,不重视设备全过程的管理。设备的一生(全过程)包括规划(研究)、设计、制造、安装调试、使用、维修、改造、报废等诸多环节。设备的维护修理只是一种后天性的保养、维护工作。而设备设计、制造阶段存在的缺陷和弱点(如故障多、可靠性低、维修不便、影响人身安全、污染环境等)则是先天性的、固有的,单靠维护修理无法解决,必须要从设计、制造阶段抓起。

传统的设备管理还存在设计制造阶段(由设备研制单位管理)与使用阶段(由使用单位管理)信息不畅通,彼此脱节的弊病,这给设备后半生管理带来了许多障碍和困难。

②传统的设备管理只管技术,不重视设备的经济管理和组织管理。设备一生的运动过程,存在两种形态:一种是实物形态的运动过程,包括设备的设计、制造、安装、使用、维修、改造、报废等;另一种是价值形态的运动过程,包括设备的初始投资、折旧、维修费用、能耗费用、改造投资、收益以及设备一生的经济效益分析等。两种形态的运动形成两种性质的管理,即技术管理与经济管理。同时,这两种管理也要求取得两个方面的成果,即:一方面要求保持设备良好的技术状态,不断改善和提高设备的技术素质;另一方面要求节约设备的各项投资和费用支出,取得最好的经济效益。传统的设备管理重视设备的技术性能、技术指标的要求与检查,忽视设备经济效益、经济指标的评价与考核,这往往导致投入设备的费用高而收益差。

组织管理是实现设备技术管理目标和经济管理目标的前提和保证。如果没有坚强有力的组织管理来协调有关部门参与设备管理,调动操作人员、维修人员、各级设备管理人员和技术人员的积极性,即使使用了先进的设备,也难以充分发挥效用,达到预期的经济效果。

③传统的设备管理重视专业部门的管理,忽视有关部门的协调配合。设备管理工作涉及设备的选型、采购、安装、使用、维修、改造、报废等许多环节,在企业里这些工作常常是由不同的业务部门分管。比如,设备选型由工艺技术部门负责,设备采购由物资供应部门负责,安装调试由基建部门负责,设备使用由生产车间管理,设备维修由设备部门负责,设备改造由技改部门管理,等等。传统的设备管理只重视由设备部门负责开展的维护、修理工作,忽视对有关部门的统筹协调和分工配合,出了问题互相扯皮、推诿,得不到及时处理,不能有效地服务于企业的生产经营目标。

④传统的设备管理重视维修专业人员的作用,忽视广大职工的积极参与,设备管理工作内容丰富,涉及企业的许多部门和广大职工,绝非仅限于维护修理。就设备维修而言,也不是仅靠专业修理人员、管理人员的努力就能完全搞好的。传统的设备管理单纯强调专业设备管理队伍的作用,不注意激励、调动企业广大职工,特别是操作人员参与设备管理的积极性,甚至可能形成设备使用操作人员与维修人员之间的隔阂、对立,不利于全面、深入地做好设备管理工作。

现代科学技术和现代管理科学的成就,为现代设备管理的发展创造了良好的条件。20世纪60年代后期,一些工业发达国家为适应现代设备发展的要求,消除传统设备管理的弊端,提出了对设备实行综合管理的新思想、新观念,设备管理新的阶段从此开始了。

(2) 机电设备故障诊断与维修的意义

自21世纪开始,我国进入了全面建设小康社会的重要历史阶段,这是我国国民经济的又一个新的高速发展时期。早在“十一五”计划中,作为国民经济重要支柱产业的装备制造业

的发展被放在了重要位置,成为重点、优先发展的产业。

机电设备是制造业的重要装备,是企业生产的重要前提和物质基础。马克思曾经说过:“劳动生产率不仅取决于劳动者的技艺,而且也取决于他的工具的完善程度。”我国也有“工欲善其事,必先利其器”的古语。从这些至理名言蕴涵的深刻哲理中,可以得到这样的启示:在装备现代化设备的企业中,要做到“利好器”,才能“善好事”,本固而枝荣。

以当前风行的工厂资产管理(PAM)为例,它由三个部分组成:PAM = CDT(故障诊断) + QDT(质量诊断) + MST(维修决策)。PAM的组成充分反映了设备状态监测与故障诊断技术在企业生产经营活动中的地位,因此,搞好设备管理与维修工作对企业具有十分重要的意义。

设备管理与维修工作是一项系统工程,故障诊断是实施这一工程的重要手段之一。这项工作的好坏是反映一个企业的经营、管理水平、经济效益高低的重要标志。它几乎涉及企业生产活动的各个方面,与企业的生产发展和经营目标密切相关。搞好设备管理与维修工作是提高产品质量、降低物质消耗、实现安全生产、增进企业经济效益的重要保证。设备的管理与维修做得好,就能使设备经常处于良好的技术状态,不发生故障或少发生故障,确保生产秩序的正常进行,从而保证产品产量。质量指标的完成离不开及时维修设备,只有这样才可以减少故障停机时间,减少跑、冒、滴、漏造成的能源、资源浪费,节省维修费用,减少环境污染,利用诊断手段早期发现设备故障,还可以有效地避免设备事故和由此引起的人身安全事故。

(3) 企业设备现代化对故障诊断与维修工作的新要求

近年来,在我国机械制造企业中,现代化制造装备的数量越来越多,特别是以数控机床为代表的高自动化、高集成化、高效率化设备的广泛应用,使企业从生产方式到管理理念等各个方面发生了脱胎换骨的变化,从而也带来了设备维修技术与方式的革命。现代化制造装备综合应用了光、机、电和人工智能等先进技术,在生产过程中运用计算机及各种仪器实现了生产参数的自动测量、采集和控制,普遍具有较高的自动化程度。因此,从某种意义上讲,现代化加工设备对操作人员的技能要求降低了,而对维修工作却提出了更新、更高的要求。其原因在于:一是因为这些设备发生故障后,对生产的影响很大,给企业造成的经济损失较大,因而对设备故障要求早发现、早处理,尽量避免设备的故障停机,要达到这个要求,仅仅依靠传统的维修技术是不可能做到的,因此,就要在设备管理与维修工作中采用新技术,而故障诊断就是保障这一目标实现的重要手段之一。二是由于现代化设备综合应用了多种新技术,因此设备维修工作的内容也由单一的机械、电气维修转向了复杂的机、电、液、气等一体化维修,这就要求维修人员的技术要全面,业务素质要高,不但要懂得机械、液压、气动等系统的维修知识,而且还需掌握电气系统的维修技术;不但能通过自己的维修经验排除设备故障,而且要善于从书本上、从实践上、从他人的经验中获取知识提高水平。

经过多年的发展,我国机械设备维修技术取得了长足的进步,在修复工艺、故障诊断等方面取得了一些成果,为维修技术持续、快速、健康地发展奠定了技术基础。新的维修技术层出不穷,如表面复合技术、高接技术、高红外技术、液压新技术、虚拟技术、网络技术、绿色维修技术以及人工智能等已应用于设备故障诊断与维修中。但是,我国目前对状态监测与故障诊断的研究和应用还不够广泛、深入,维修保障的综合化、信息化水平仍然较低,维修性的设计与验证技术还很不成熟,软件密集型机械设备的故障与修复机理、腐蚀与防护机理等基础问题的研究也才刚刚起步,维修技术发展仍然面临巨大的挑战,其整体水平与我国现代化建设的需求还存在相当大的差距。特别是在高性能、高技术含量的数控装备的故障诊断与维修方面

差距更大,在企业中,数控装备故障停机后,因本企业维修技术力量薄弱不能维修,而等待设备制造厂商前来维修的现象较为普遍。

(4) 故障诊断与维修技术的新发展

故障诊断技术是设备维修方式不断发展的产物。维修方式的发展阶段可以概述为:从事后维修逐步发展到定时的预防维修,再从预防维修发展到有计划地定期检查以及按检查发现的问题安排近期的预防性计划修理。维修方式的最新发展是预测维修,即通过对设备状态进行检测,获得相关的设备状态信息,根据这些信息判断出隐患发生的时间、部位和形式,从而在故障发生前对设备进行维修,以消除故障隐患,做到防患于未然。显而易见,预测维修方式特别适合于高自动化、高技术及结构复杂的现代化设备,它可以有效地减少设备的停机时间,从而实现以最低的维修投入和最小的经济损失获取最大的效益。

实现预测维修的核心技术是设备故障诊断技术。目前,诊断技术在与信息有关的检测功能发展上,包括六个方面:

- ①状态监测功能;
- ②精密诊断功能;
- ③便携和遥控点检功能;
- ④过渡状态监测功能;
- ⑤质量及性能监测功能;
- ⑥控制装置的监测功能。

另外,电动机、电器诊断技术与仪器的研究将受到更多的重视,以改变过去在该方面投入较少的局面,设备的无损检测方式也将在今后有所突破。

1) 故障诊断技术的新发展

目前设备故障诊断与维修领域的最新理论认为,设备故障诊断技术应在下述五个方面进一步转变观念:

①以现场经验为基础诊断方法

应更加重视现场设备简易诊断方式的应用,应根据现场工作经验尽可能多地制订简易诊断标准。

②设备精密诊断技术向多变量参数综合监测分析方向发展

鉴于现代生产企业对故障停机时间的要求越来越严格,为进一步提高故障诊断的准确性,设备精密诊断技术开始向多变量参数综合监测分析方向发展。例如,对于轴承旋转的振动监测,采用多变量综合分析时,对一个测点要测三个方向(水平、垂直和纵向),过去由此造成的数据量增大,劣化趋势管理图中趋势曲线的互相重叠等问题,解决起来比较困难,现在可以充分利用现代化技术的各项成果来解决它。如采用神经网络、遗传算法或主分量分析法等处理复杂的数据。

③人工智能应用于设备故障诊断

人工智能(Artificial Intelligence,简称 AI)是计算机学科中研究、设计和应用计算机去模仿和执行各种拟人任务的一个分支。目前,人工智能最活跃的研究领域主要有:自然语言理解、机器人、自动智能程序设计、人工神经网络以及专家系统等。其中,专家系统是其最成功、实用性最强的一个领域。

专家系统是一类包含知识和推理的智能计算机程序。设备故障诊断专家系统是将人类

在设备故障诊断方面的多位专家具有的知识、经验、推理与技能综合后编制成的计算机程序。它利用计算机系统帮助人们分析解决只能用语言描述、思维推理的复杂问题,扩展了计算机系统原有的工作范围,使计算机系统有了思维能力,能够与决策者进行“对话”,并应用推理方式提供决策建议。专家系统还能通过不断学习、提高,丰富其知识库,提高故障诊断的准确率。

④设备诊断应向更广更深的领域发展

当前,设备诊断除包括故障、过程和质量诊断外,国外还盛行设备的效率诊断。以通用水泵为例,水泵的寿命一般为10年,在此10年的费用中,能源消耗费用约占95%,维修费用占4%,购置费用占1%。由此可见,要降低生产成本必须抓95%的能耗成本,方法就是及时进行设备效率诊断。水泵效率诊断的基本思想是:测量液体的压力、温度,进行效率计算分析,确保水泵以最高效率运行。具体做法是:通过水泵上的压力表、温度计、电动机功率计等仪表,将测量到的动态数据输出到一台泵效分析仪进行集成,并在微机上将结果显示出来。通过对水泵效率进行监测,及时对其进行必要的维修调整,保证其一直以最高效率运行。在水泵的全部工作期中,一般可降低10%的能耗,其节约价值相当于2倍的维修费用。

⑤远程诊断是诊断技术的发展趋势

远程诊断可以实现远隔万里的设备制造厂商与设备用户之间的信息交流,从而实现设备故障诊断。远程诊断可进行数据和图像的传输,不仅可以目视,还可以作计算机图像处理。这样就可以提高故障诊断的效率和准确性,有效地减少设备故障停机时间。

2) 维修技术与方式的新发展

先进的维修技术是以现代维修理论为指导,以信息技术、仿真技术和材料技术等为支撑,保持和恢复机械设备良好技术状态,最大限度地发挥其效能的综合性工程技术。它移植了“并行工程”等理论,深化了“以可靠性为中心的维修”理论,并且基于信息、网络等技术的发展,提出适用于满足分散性和机动性越来越强的“精确保障”“敏捷保障”等维修保障新理论。未来维修技术和方式的发展,将主要呈现出以下特点和趋势。

①预测维修广泛应用

美国宇航局(NASA)的相关研究表明,设备的故障概率曲线为六种,其中第六种适用于一些复杂的设备,如发电机、汽轮机、液压气动设备及大量的通用设备,而该类设备故障概率曲线表明,在整个工作期内设备的随机故障是恒定不变的,这说明对大多数设备采用以时间为基础的维修(TBM)是无效的。日本的研究还发现,设备每维修一次,故障率都会相应升高,在维修后一周之内发生故障的设备占60%,此后故障率虽有所下降,但在一个月后又开始上升,总计可达80%左右。从这个意义上讲,以时间为基础的维修对相当一部分设备来说不仅无益,反而有害。对于结构复杂、故障发生随机性很强的现代化设备,就更不宜采用以时间为基础的维修方式。因此,随着企业中现代化设备的迅速增加,要大力倡导预测维修方式。

②大力发展基于风险的维修

在美国一些企业中,倡导“最好的维修就是不要维修”。因此,他们推出了基于风险的维修方式(RBM),这种维修方式是和设备故障率及损失费用相关联的。作为风险维修应考虑三个权重因子,它们分别是偶发率 O 、严重度 S 及可测性 D ,合成为 $RBM = S \cdot O \cdot D$,其中每个分项各有其相关参数及计算方法。基于风险的维修实践同样表明:严重的故障并不多见,而一般不严重的故障却经常发生。在RBM中有两个指标,即安全因数(safety factor)和安全指

数(safety index)来反映这一情况。

③基于绿色制造的设备维修技术发展越来越受到重视

目前,造成全球环境污染的排放物有70%以上来自制造业,它们每年产生55亿t无害废物和7亿t有害废物,人类生存环境面临日益增长的机电产品废弃物压力及资源日益缺乏问题。譬如,截止到2017年底,北京市淘汰老旧汽车100万辆,仅2017年就淘汰44.7万辆。机电产品日益增长的报废品数量,使人们进一步认识到机电产品维修方式变革的必要性和重要性,因此,支持可持续发展的再造工程(Re-engineering)技术和能够减少机电产品废弃物对环境污染的绿色维修(green maintenance)技术应运而生,已成为21世纪机电设备维修技术的发展方向。

基于绿色制造的设备维修技术以最少的资源消耗保持、恢复、延长和改善设备的功能,实现材料利用的高效率,减少材料和能源消耗,从而提升经济运行质量和效益。一般说来,通过维修恢复一种产品的性能所消耗的劳动量和物质资源,仅是制造同一产品的几分之一甚至十几分之一,这种消耗的减少就意味着对环境污染的减少,有利于社会的持续发展。

基于绿色制造的维修技术包括故障诊断技术、表面工程技术、再制造工程、清洁维修工艺等,另外,还包括面向绿色维修的产品设计和材料的绿色特性选择等。

④信息技术的带动作用更加突出

信息技术以其广泛的渗透性、功能的整合性、效能的倍增性,在维修的作业、管理、训练、指导等诸多方面都有着非常广泛的应用。已经衍生了全部资源可视化、虚拟维修、远程维修、交互式电子技术手册等技术,促进了传统监测与诊断技术进步,产生了基于虚拟仪器的监测与诊断等新仪器及系统,推动了维修决策支持系统的智能化发展,提高了从各种完全不同的、分布极为分散的系统和数据库中检索信息的能力,加速了维修信息系统与维修保障等系统的融合。

⑤多学科综合交叉发展趋势明显

维修技术是一门典型的综合性工程技术,其发展和创新越来越依赖于多学科的综合、渗透和交叉。如故障诊断系统已经逐步发展成为一个复杂的综合体,其中包含了模式识别技术、形象思维技术、可视化技术、建模技术、并行推理技术和数据压缩等技术。这些技术的综合有效地改善了故障诊断系统的推理、并发处理、信息综合和知识集成的能力,推动故障诊断技术向着信息化、网络化、智能化和集成化的方向发展。

第 1 章

设备管理的基本理论

1.1 设备及设备管理的一般概念

1.1.1 设备的定义

设备是企业固定资产的主要组成部分,是企业生产中能供长期使用并在使用中基本保持其实物形态的物质资料的总称。它是企业进行活动的物质技术基础,是企业生产效能的决定因素之一。

当代设备的技术进步突飞猛进,朝着大型化、集成化、连续化、高速化、精密化、自动化、流程化、计算机化、超小型化、技术集密化的方向不断提高,从而推动了社会生产力的不断发展。

1.1.2 设备管理的一般概念

(1) 设备管理是一项系统工程

根据设备管理现代化的概念,设备管理是一项系统工程,是对设备的一生全过程综合管理。它包括从设备的技术开发、编制规划、研究、方案论证、定型、设计、制造、安装、调试(试运行)、使用、维修、改造、更新直至报废的全过程,也就是设备一生的管理。因此,设备管理是以设备的一生为出发点,将该系统的人力、物力、财力和资源、信息能力等,通过计划、组织、指挥、协调、控制,实施对设备的高效管理,最终达到设备寿命周期最长、费用最经济、综合效率最高的目的。

当设备产出一定时,周期设备投入费用越少,设备综合效率就越高。当设备投入一定时,周期设备产出越大,设备综合效率也越高。

如前所述,设备的一生管理基本上可分为两大部分:前期管理和后期管理。在我国,传统的设备管理体制长期以来是分割的,设备的前期管理由规划设计部门和制造厂完成,设备的后期管理由使用单位实施。这种管理体制,制造与使用脱节,约束机制很小,反馈速度缓慢,产品市场化步伐难以迈开,从而制约了设备一生效能的发挥与其不断创新、提高。在当前社会主义市场经济不断发展的过程中,树立设备一生管理的全局观念,加强设备一生的全过程

的综合管理,努力消除制造与使用脱节的弊端,无疑是提高设备综合效率的关键因素之一。

(2) 设备管理在企业管理中的地位和作用

①设备是企业进行生产活动的物质技术基础。随着科技不断进步和生产的不断发展,企业利用设备体系进行生产活动,生产过程大型化、高参数化、机械化、自动化、计算机化是现代企业的重要特征,先进的生产设备多数是机电一体化,集光电技术、气动技术、计算机技术和激光技术为一体而制成的。

②由于生产过程设备的技术性能和自动化程度越来越高,企业生产已逐步转向由人操纵自动化控制设备、由控制设备操纵机器设备直接来完成,逐步完成由操作的技术含量逐渐下降而维修的技术含量却逐步提升的转化。

③生产活动的目的是不断提高劳动生产率,提高经济效益,即以最少投入获得最大产出,实现最高的设备综合效率。而随着科技发展,自动化程度日益提高,现代化企业生产主体已日渐由生产操作人员方面转向设备管理维修方面。作为影响企业的产量、质量、成本、安全环保等因素,设备的突出作用已显得尤为重要。因此,设备管理已成为企业管理的重要部分,管理也是生产力。

④设备在企业中的地位和作用:一方面,由设备本身决定;另一方面,由设备管理决定。没有科学的设备管理,再好的设备也不能发挥好的作用。而前期不太好的设备交由生产企业使用后,经过科学的管理,逐步实现设备完善化,对设备实施精心维修,逐步进行技术改造,进行设备更新,也完全可以使设备安全、稳定、经济运行,达到高的综合效率。因此,加强科学的设备管理,是确保设备正常运行的重要保证,是提高设备质量的重要保证,是提高经济效益的保证,也就是管理出效率、管理出效益之所在。

1.2 设备现代化管理的基本内容

设备现代化管理是一个发展的、动态的、宏观的概念,在不同的发展时期有不同的目标和要求,但同时又是相对稳定的,它是当时世界公认的先进水平,为大多数国家所认同,但各国又都有其特色。它是运用现代先进科技和先进管理方法,对设备实行全过程管理的系统工程。

设备现代化管理的基本内容主要体现在以下十个方面:

(1) 管理思想现代化

树立系统管理观念,建立对设备一生的全系统、全过程、全员综合管理的思想;建立管理是生产力的思想。树立市场、经营、竞争、效益的观念;树立信息的观念;树立以人为本的观念,充分调动员工的积极性和创造性。

(2) 管理目标现代化

追求设备寿命周期最经济、综合效率最高,努力使设备一生各阶段的投入最低、产出最高。

(3) 管理方针现代化

管理方针现代化以安全为基础,坚持“安全第一”的方针,消灭人身事故,使设备事故降低为零。努力做到安全性、可靠性、维修性与经济性相统一。

(4) 管理组织现代化

努力做到设备管理的组织机构、管理体制、劳动组织以及管理机制现代化。要以管理有

效为原则,实现管理层次减少,管理职能下放,管理重心下移,实现组织结构扁平化。

(5) 管理制度现代化

推行设备一生的全过程管理,推动制造与使用的结合。实行设备使用全过程的全员管理与社会大系统维修管理相结合,推进设备一生全过程管理。

(6) 管理标准现代化

实行企业管理标准化作业,建立完善的以技术标准为主体,包括管理标准和工作标准的企业标准化体系。建立健全安全保证体系。建立完善的质量管理、质量保证和质量监督体系,建立完善的环境保护体系。

(7) 管理方法现代化

管理方法现代化主要运用系统工程、可靠性维修工程、价值工程,以及目标管理、全员维修、网络技术、决策技术、ABC 管理法和技术经济分析等方法,将定性分析与定量计算相结合,实施综合管理。

(8) 管理手段现代化

采用电子计算机管理、设备状态监测、设备故障诊断技术,实施设备倾向性管理和设备动态管理,做到设备受控。

(9) 管理人才现代化

培养一批掌握现代化管理理论、方法、手段和技能,勇于探索,敢于创新的现代化人才队伍,这是实施现代化管理的根本所在。

(10) 管理措施现代化

建立完善的信息和反馈系统,实施设备管理体系的 P(计划)D(实施)C(检查)A(改进)循环,不断提高设备管理水平。

1.3 设备维修管理方式的演变

工业发展从手工业直至机械化、电气化、电子化,随着科技发展和设备现代化水平的提高,维修管理方式也在不断革新和发展。尽管设备维修管理有许多学派,有许多理论,也有不同的看法,但从设备管理发展史来看,它还是有一定规律性的。维修管理方式主要包括两种基本方式:事后维修和预防维修。

1.3.1 事后维修

事后维修(或称故障维修)是指设备发生故障或性能下降到合格水平以下的非计划性维修。自 18 世纪 60 年代第一次产业革命(以蒸汽机为代表)工业化生产开始以后,设备维修主要是采取事后维修。这是一种比较原始的维修方式,一般是操作人员兼顾维修并凭经验进行,设备不坏不修,坏了就修,也称为“兼修”方式。它的特点是设备比较简单,科技水平和人员素质要求不高,设备管理意识薄弱,维修处于从属地位。

在现代设备管理要求下,事后维修在以下两方面仍然存在:

①维修策略中对生产影响极小的非重点设备,有多余配置的设备或从经营(费用)上采用其他维修方式不经济的设备,可以实行事后维修;

②突发事故,设备强迫停用,实行故障维修。