

普通高等院校机电工程类规划教材

机电设备绿色维修 技术及其应用

主 编 徐小涛

副主编 吴延林

机电产品绿色设计技术丛书

机电设备绿色维修 技术及其应用

王 强 编著
张 强 副编

普通高等院校机电工程类规划教材

机电设备绿色维修 技术及其应用

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书紧密跟踪国内外机电设备绿色维修技术的最新发展,深入浅出地介绍了几种典型机电设备绿色维修技术的基本原理,同时依据典型绿色维修技术的应用实践,详细介绍了信息化条件下几种典型机电设备绿色维修技术的技术体制、结构功能和工程实践。

本书内容包括机电设备绿色维修技术概述、绿色维修性设计、IETM在机电设备维修中的应用、再制造技术及其应用、故障诊断技术及其应用、机电设备预防性维修理论、机电设备维修管理信息系统以及机电设备绿色维修管理等国内典型应用的机电设备绿色维修技术体制等。

本书内容力求科学性、先进性、系统性和实用性,可供从事机电设备维修技术应用的工程技术人员、管理人员和机电设备维修企业培训员工作为技术参考书或培训教材,也可供高等学校机电工程专业和相关专业的高年级本科生作为教材或参考资料。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机电设备绿色维修技术及其应用 / 徐小涛主编. --北京:清华大学出版社, 2010.5
(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-22546-1

I. ①机… II. ①徐… III. ①机电设备—维修—无污染技术—高等学校—教材
IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 065315 号

责任编辑:庄红权

责任校对:王淑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:14.75

字 数:357千字

版 次:2010年5月第1版

印 次:2010年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:26.00元

产品编号:034146-01

前 言

随着国家可持续战略的深入推进和信息化建设步伐的加快,绿色概念成为各行业竞相提倡的发展理念,机电设备绿色维修技术作为机电设备维修技术的最新发展,在信息化技术的推动下,在国内机电设备维修行业得到了越来越广泛的应用。

为了适应机电设备维修行业的发展,满足从事机电设备绿色维修技术研究、管理、服务、教学的工程技术人员了解机电设备绿色维修技术发展的需要,作者专门编写本书。

全书分8章。第1章主要介绍机电设备绿色维修技术的基本概念、技术特点、基本功能和发展历程,综述了几种典型机电设备维修的基本理论和维修策略,并对国内机电设备维修行业实施绿色维修的支撑环境进行了分析。第2章主要介绍机电设备的维修性及其相关概念,对维修性设计的原则、基本要求、基本内容和维修环境进行了分析,同时,结合绿色维修的工艺和材料,对维修夹具的绿色化、自修复技术的应用以及绿色维修性的相关设计进行了阐述。第3章简要介绍交互式电子技术手册(IETM)的概念、主要特点以及在维修领域的应用优势,同时,结合IETM的分级标准、国内外的发展和关键技术,介绍了IETM的制作流程及其在机电设备维修领域中的工程应用。第4章介绍再制造技术的概念、发展及其在绿色维修领域的应用优势;同时结合再制造工艺知识的特点,以激光技术为例介绍了再制造技术的工程应用;最后针对再制造技术的发展趋势,介绍了虚拟再制造工程以及再制造工程的信息化应用。第5章介绍故障诊断技术的发展及其在机电设备绿色维修中的作用,并结合无损检测技术和振动监测技术说明了基于信号分析的故障诊断技术在机电设备绿色维修领域的应用价值。第6章介绍机电设备预防性维修技术的重要性及其基础理论,并结合预防性维修理论的发展重点介绍了以可靠性为中心的维修(RCM),最后介绍了主动维修技术在预防性维修过程中的应用。第7章主要介绍机电设备维修管理信息系统的发展历程和主要作用,同时结合机电设备维修的技术特点,阐述了机电设备维修管理信息系统的设计方法、步骤及工程实践运用。第8章介绍设备维修管理的基本内涵及标准化应用,并结合全面质量管理的理念和模糊评估理论,应用计算机辅助技术,介绍了信息化条件下机电设备绿色维修质量管理体系的工程运用。

本书由徐小涛主编,吴延林、李健参与编写。本书得到了通信指挥学院毕进南教授的大力支持,装备管理运用教研室李建军主任、硕士研究生导师孙月光副教授、硕士研究生导师刘建中副教授、熊华副教授、马同兵副教授、孙少兰副教授、郎为民副主任、胡东华讲师、王逢东讲师、李健讲师、任保全讲师、朱元诚讲师、高泳洪讲师、项宏宇讲师、张昆讲师、王会涛讲师对本书提出了宝贵的编写建议。武汉实验外国语学校高俊文老师、军械士官学校田铖讲师完成了部分文档的处理,并更正了不少错误,在此向他们表示衷心的感谢。

在编写过程中,得到了国防科技大学、华中科技大学、军械工程学院、长沙理工大学、解放军理工大学、中南大学、军械士官学校等单位的鼎力支持,他们为这本书的编写工作提供了大量宝贵的素材和翔实的应用实例。

由于机电设备绿色维修技术仍在不断发展之中,新的技术体制及应用不断涌现,加之作者水平有限,编写时间仓促,因而本书难免存在错漏之处,恳请各位专家和读者不吝指教。

作 者

2010年4月于武汉

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 机电设备绿色维修概述	1
1.1.1 机电设备故障对生产的影响	1
1.1.2 机电设备维修的污染原因及控制	2
1.1.3 机电设备绿色维修的概念	5
1.1.4 机电设备绿色维修的系统工程体系	6
1.2 设备故障相关性理论	8
1.2.1 故障及故障类型	8
1.2.2 可靠性概念	9
1.2.3 故障与可靠性指标	9
1.2.4 故障率曲线	12
1.2.5 故障及其后果与维修的关系	15
1.3 机电设备的基本维修理论	15
1.3.1 传统设备维修理论	15
1.3.2 针对性维修策略的理论依据	16
1.3.3 针对性维修的主要内容	17
1.4 机电设备的典型维修策略	18
1.4.1 维修基本理论和管理方法	18
1.4.2 维修策略的概念	20
1.5 绿色维修及相关维修理念	20
1.5.1 绿色维修的理论体系	20
1.5.2 绿色维修的实施策略	21
1.6 绿色维修支撑环境	22
1.6.1 实施绿色维修的基本要点	22
1.6.2 绿色维修政策	23
1.6.3 绿色维修资源及关键技术	24
第 2 章 绿色维修性设计	29
2.1 维修性概念及指标	29
2.2 绿色维修性的设计原则	30
2.3 维修性设计的要求	31
2.3.1 维修性定性要求	31
2.3.2 维修性定量要求	32
2.3.3 维修性定性要求的定量描述	33

2.4	机电设备维修性设计的基本内容	35
2.4.1	维修性设计的基本程序	35
2.4.2	维修性设计的基本内容	36
2.5	机电设备维修环境分析	41
2.6	维修工艺及材料	45
2.6.1	绿色维修生产工艺的类型	45
2.6.2	机械加工中的绿色修理工艺技术	46
2.6.3	绿色维修工艺的选择	47
2.6.4	绿色维修材料的选择	47
2.6.5	机电设备油液污染的控制	49
2.7	机床夹具绿色化	52
2.7.1	能源形式	53
2.7.2	工作介质	54
2.8	自修复技术在绿色维修中的应用	55
2.8.1	自修复技术的发展	55
2.8.2	智能自修复材料的自修复原理	57
2.8.3	自修复材料的有关研究	58
2.9	绿色维修性相关设计	60
2.9.1	面向拆卸的可回收性设计	60
2.9.2	机电设备的拆卸性评价	61
2.9.3	机电设备的装配性评价	63
2.9.4	模块化设计	64
2.9.5	人机工程设计	64
2.10	绿色维修的费用分析原则	65
第3章	IETM在机电设备维修中的应用	67
3.1	IETM的概念	67
3.2	IETM的主要特点及分级标准	67
3.2.1	IETM的主要特点	67
3.2.2	IETM的分级标准	68
3.3	IETM的发展	69
3.3.1	IETM在国外的的发展	69
3.3.2	IETM在国内的发展	71
3.3.3	IETM的智能化发展	71
3.4	IETM关键技术	74
3.5	IETM制作流程	76
3.5.1	IETM的结构形式	76
3.5.2	IETM的开发步骤	77
3.5.3	基于IETM的机电设备维修信息系统的硬件选择	78

3.5.4 基于 IETM 的机电设备维修信息系统的软件设计	79
第 4 章 再制造技术及其应用	80
4.1 概述	80
4.2 再制造技术的发展与应用	82
4.3 再制造工艺知识的分类与管理	84
4.3.1 再制造工艺知识的分类	85
4.3.2 再制造管理的影响因素和控制要素	86
4.3.3 再制造工艺知识的信息化管理	87
4.4 激光技术在机电设备再制造中的应用	89
4.4.1 激光再制造特点	89
4.4.2 基于激光技术的再制造典型应用	91
4.5 旧机床的数控化再制造	93
4.6 虚拟再制造工程及其关键技术	98
4.6.1 虚拟再制造工程的发展	99
4.6.2 虚拟再制造的技术特点	100
4.6.3 虚拟再制造工程的体系结构	101
4.6.4 虚拟再制造工程的关键技术	102
4.7 再制造工程中数字化标准构件的开发	103
4.8 计算机辅助检测技术的应用	105
第 5 章 故障诊断技术及其应用	107
5.1 故障诊断技术的发展	107
5.2 无损检测技术	108
5.3 振动监测技术	110
5.4 设备故障噪声特征分析	112
5.4.1 信号时域分析	112
5.4.2 信号幅值域分析	113
5.4.3 信号相关域分析	114
5.4.4 信号频域分析	115
5.4.5 信号时频分析	116
5.5 信息融合技术	118
5.5.1 信息融合特点及方法	118
5.5.2 信息融合过程	119
5.5.3 信息融合层次	120
5.5.4 信息融合的关键步骤	122
5.5.5 信息融合中模糊逻辑优势	123
5.6 模糊推理机制及其应用	124
5.6.1 模糊推理系统描述	124

5.6.2	模糊推理系统的设计	125
5.6.3	隶属度函数及其建立	126
第6章	机电设备预防性维修理论	129
6.1	机电设备预防性维修的重要性	129
6.2	机电设备预防性维修的理论基础	131
6.2.1	机电设备的故障特征	131
6.2.2	机电设备维修管理理论的发展	132
6.2.3	预防性维修的分类	134
6.3	现代机电设备预防性维修的基本原理	135
6.3.1	RCM 原则	135
6.3.2	RCM 理论体系	135
6.3.3	RCM 维修方式及制度	139
6.3.4	RCM 决策模型	142
6.3.5	预防性维修任务优化的意义	144
6.4	预防性维修策略的可靠性分析	145
6.4.1	传统维修策略	145
6.4.2	预防性维修周期的确定方法	151
6.4.3	预防性维修策略	152
6.5	主动维护技术	154
第7章	机电设备维修管理信息系统	157
7.1	机电设备维修管理信息系统概述	157
7.1.1	机电设备维修管理信息系统的发展历程	157
7.1.2	机电设备维修管理信息系统的主要作用 and 设计要求	158
7.2	机电设备维修管理信息系统的设计方法	160
7.2.1	机电设备维修管理信息系统设计的内容	160
7.2.2	机电设备维修管理信息系统数据库设计的方法	161
7.2.3	维修管理信息系统设计的基本步骤	161
7.2.4	机电设备维修管理信息系统设计应注意的问题	163
7.3	关键技术	164
7.3.1	C/S 网络结构	164
7.3.2	数据库访问技术	165
7.3.3	面向对象设计	167
7.4	系统分析	167
7.4.1	系统的可行性研究与需求分析	168
7.4.2	系统的功能分析	168
7.4.3	系统的体系结构	170
7.4.4	系统的设计原理	171
7.4.5	系统的技术需求分析	172

7.5	设备维修管理决策	173
7.5.1	决策支持的基本概念	173
7.5.2	设备更换决策	176
7.5.3	设备维修方法决策	177
7.6	系统结构设计	178
7.6.1	系统主要功能和设计原则	178
7.6.2	系统组成结构	182
第8章	机电设备绿色维修管理	185
8.1	机电设备维修管理概述	185
8.1.1	设备维修管理的基本内涵	185
8.1.2	ISO 9000 标准族在机电设备维修质量控制中的应用	185
8.2	全面质量管理	189
8.2.1	全面质量管理的概念	189
8.2.2	全面质量管理的技术方法	190
8.3	机电设备维修资源管理	191
8.3.1	维修资源供应链对维修管理的要求	191
8.3.2	维修资源供应管理系统模型	192
8.3.3	零部件全寿命周期分析	194
8.3.4	面向零部件全寿命周期的维修方法分析	195
8.4	维修质量体系的内涵	196
8.4.1	设备维修的质量特性	196
8.4.2	设备维修的质量规划	198
8.4.3	维修质量体系的基本要求	200
8.4.4	维修质量体系的基本要素	200
8.5	维修质量体系的实施	206
8.5.1	设备维修质量体系的建立	206
8.5.2	维修质量体系的运行机制	208
8.5.3	维修质量体系运行的 PDCA 循环	210
8.6	计算机辅助维修质量管理	211
8.6.1	计算机辅助维修质量系统国内外发展现状	211
8.6.2	质量管理需求分析	213
8.6.3	质量管理功能分析	213
8.6.4	维修质量控制文件包的数字化管理	217
8.7	模糊评估在机电设备维修质量中的应用	219
8.7.1	基于模糊评估的维修质量控制系统结构	219
8.7.2	维修质量模糊控制作业流程	219
8.7.3	质量状态的模糊评估	221
	参考文献	224

第 1 章 概 述

1.1 机电设备绿色维修概述

1.1.1 机电设备故障对生产的影响

随着现代工业的发展,企业中使用的设备大型化、自动化、高速化和复杂化程度越来越高,设备故障的危害也越来越大。据资料显示,现代制造环境下设备的故障维修费用以及设备维护成本占产品制造成本的 15%~40%。现代科学技术的飞速发展和市场竞争的加剧给制造企业带来了前所未有的机遇和挑战,企业为了提高自身的竞争力,将不得不考虑生产系统的设备故障对生产能力、生产成本、产品质量以及供货期和市场占有率的影响。企业设备的维修费用在产品成本中所占的比重相当大,在德国,用于维修工作的投资占到全国国民生产总值的 3%以上。

因此,采用有效的措施和策略对生产系统中的设备故障加以有效的控制,降低设备的维修费用,减少设备故障的发生,保证生产计划的顺利执行,可以显著地降低成本、增加利润,这对已引入竞争机制的商品生产社会来说,可以使企业面对众多的挑战,处于极为有利的地位。

1. 机电设备故障的特点

机电设备是工业领域完成生产任务的基本物资保障,维持设备高效、可靠运转是维持生产活动有序进行的首要前提,而制造系统中的设备无论其自动化水平多高,均无法避免在正常的生产过程中出现故障。随着制造系统向高速化、自动化、集成化、网络化、精密化方向发展,生产系统的故障呈现出自身的特点,主要表现为以下三方面。

(1) **偶发性** 先进生产系统大都是由各种机电设备等组成的复杂系统,电子装置与集成电路在设备中的大量使用大大简化了设备的机械结构,使机械耗损型故障大为减少,从而使故障呈现出极大的随机性,使故障的预测变得更为困难。

(2) **多故障形式** 先进制造系统多为由机械、液压、电气组成的复杂系统,单次故障可能为机械故障、电气故障或是液压故障,或同时出现几种故障,使故障形态呈现出多态性。

(3) **停机损失大** 现代机电设备多为高速连续运行的生产系统,设备故障引发生产系统的组织停顿,必将给高速运行的生产系统带来严重的生产损失。

2. 设备故障对生产的影响

生产系统中的设备在正常的生产活动过程中,不可避免会出现各种故障。故障的出现会严重影响生产活动的正常开展,给企业带来重大的经济损失,具体体现在以下几个方面。

(1) **影响生产计划和生产作业计划制订的合理性** 通常情况下,生产计划的制订和下达是按生产系统平均工作能力和平均开工率进行设计的,而生产系统是一个动态的系统,其生产能力和设备的状况也是动态变化的,这种不考虑系统当前所处状态而下达的生产任务是不客观、不合理的。因此,消除和减小设备故障对生产系统的影响对于车间合理组织生产

和合理生产计划的制订具有重要的指导意义。

(2) **制约生产能力的发挥,造成生产资源的浪费** 机电设备故障的存在严重制约生产能力。设备故障会导致整个生产系统处于停产状态,当维修部件供应不足引发生产系统长时间的组织停顿时,会造成巨大的停产损失,使固有的生产能力得不到发挥,引起生产资源的严重浪费。

(3) **增加产品成本,降低了产品的市场竞争力** 机电设备的维修费用在产品的成本中占有很大的比例,随着技术进步和设备自动化程度的提高,设备维修成本占产品制造成本的比例有越来越高的趋势。优化机电设备的维修策略,以合理的维修策略来保证机电设备高效地运行,可进一步降低产品的成本,提高产品的市场竞争力。

(4) **扰乱正常生产计划的执行** 基于生产计划制订出的生产作业计划,由于随机故障的影响,在生产现场可能无法严格执行。生产计划是在对生产系统的开工率作粗略估计的前提下制订的,没有对故障对生产系统开工率的影响作准确量化描述。因此,所制订的生产计划在现场执行时会出现生产能力不足和生产能力过剩两种情况。

(5) **增加了生产消耗** 因为机电设备故障造成停机和开机,会增加能源消耗和物料消耗,同时也使产品质量较难得到保证。

故障的存在不仅严重影响正常的生产活动,制约了生产效率的提高,造成极大的生产资源的浪费,如果能够准确地把握设备故障的变化规律,就能够对设备的故障进行准确地预测,从而可以尽量避免设备故障对生产系统的影响,极大地提高机电设备的开工率。对于由多个设备组成的生产系统而言,也就可以站在系统的角度上,对机电设备进行维修,产生相应的维修策略、机电设备维修人员的配备等多种机电设备维修的控制方案和控制策略。

1.1.2 机电设备维修的污染原因及控制

机电设备作为一种工业产品,对其进行维修实质上是一种再投资、再生产,同时,从更广泛的意义上讲,机电设备维修也是资源的再利用。因此,在机电设备维修过程中,也存在节约资源和减少污染的问题。传统的维修是粗放型的,只要是能达到“能使机电设备保持、恢复到或改善其规定技术状态”的目的,很少考虑维修时所采用的手段是否具有破坏性,所采用的材料是否环保,维修过程是否对环境、人员有害,以及产生的废料、废渣是否得到适当的处理,等等。因此,粗放型的传统维修是资源浪费型的、污染型的以及非人性化的。

1. 机电设备维修污染物质的成因

机电设备在建造后和使用过程中,受到周围介质的能量、机电设备内部的机械能、机械零件内能三种能量的作用,其组成单元发生复杂的物理、化学过程,将会导致机械零件发生诸如磨损、变形、腐蚀、断裂、老化等现象,材料的性状发生不可逆转的变化,导致机电设备的工作性能劣化。根据不同的情况,对机电设备的维修一般有两种方式:一种是通过技术维护和日常修理,包括检查、润滑、清扫、调整、更换易损件等,是保持机电设备处于可工作状态,减低设备工作性能劣化速率,预防早期劣化和故障的一套有效的技术组织措施;另一种是恢复机电设备工作能力的实用技术,包括采用焊接或堆焊、热喷涂、电镀、粘接、电火花覆盖、熔铸以及胶补技术和密封堵漏等技术。在这类修复技术中,以金属熔化焊接与堆焊、金属热喷涂、电镀等修复技术应用较广。

在技术维护和日常修理中所产生的污染物一般较少,主要是更换下的废弃零部件和更

换润滑油时清洗部件所用的煤油和清洗液,其中油液中含有各种润滑油脂的成分和一些由金属部件的重金属元素组成的金属磨粒,清洗液中不仅有金属磨粒,同时含有大量表面活性剂。而修复技术中的一些工艺则污染较为严重,例如电镀工艺所产生的电镀废水,其中含有大量重金属和强腐蚀性酸或碱,焊接与热喷涂技术中所采用的焊条和喷涂材料也会产生含有重金属的废渣。随着科学技术的飞速发展,机电设备的智能化程度越来越高,大量计算机设备和电子元器件广泛应用于机电设备中,这些设备及元器件更新换代往往很快,淘汰或更换的设备就成为无法回收和降解的电子垃圾。在清洗各种维修车间所产生的污水中也含有大量重金属污染物。此外,还有一个不容忽视的污染源就是用于机电设备的各种电池。

综合起来,机电设备维修过程中所产生的污染物质大致可以分为三类:一是维修油污即有机污染物,如清洗部件所产生的废煤油和废清洗液;二是维修污水即无机污染物,如废电镀液、镀件清洗液、其他清洗废水;三是固体废弃物,如不能修复的金属部件、含重金属的废渣、电子垃圾、废弃电池。

2. 机电设备维修中污染物质的性质及其危害

维修中的有机污染物以油液和表面活性剂为主。油液是易燃易爆物品,并且是具有刺激性的低毒物质。许多研究表明,煤油、汽油等石油烃类进入动物体内后,对哺乳类动物及人类有致癌、致畸、致突变的作用。如果进入土壤,会迅速渗透到土壤中,杀死土壤中的微生物,从而改变土壤成分,改变地表生态,遭受污染的地区可能在几十年甚至上百年的时间内都会寸草不生。同时还会导致石油烃的某些成分在粮食中积累,影响粮食的品质,并通过食物链危害人类健康。大量含油废水或废弃污油排出,如果排放量常超出水体的自净能力,会对水域造成污染。这些污染使河流、湖泊水体以及底泥的物理、化学性质或生物群落组成发生变化,影响了水系统的物质和能量的传递,从而降低了水体的使用价值,甚至危害到人的健康和水生物的生存。大量表面活性剂的排放主要是对水体的品质产生影响,造成水体的富营养化,藻类过量繁殖,致使水体中的含氧量下降,水生物死亡。

无机污染物主要产生自电镀废水,电镀废水一般有镀件清洗水、废电镀液和其他废水。镀件在电镀前要用酸将其表面的污物(油、锈、氧化膜等)清理干净,再用碱液进行碱洗和中和。含酸废水中含有硫酸、盐酸、硝酸、氢氟酸、重金属离子和部分添加剂,一般钢铁件酸洗后的清洗废水中含酸浓度为 $0.1\sim 1.5\text{ g/L}$,含碱废水与酸洗车间排出的含酸废水混合后,一般呈酸性。含酸废水由于其强烈的腐蚀性,量大的时候会直接引起动植物的死亡,出现使土壤板结的问题。电镀废水的组分复杂,不易控制,其中含有大量锡、铜、镍、铬、锌等重金属离子和游离氰、氢氧化钠、碳酸钠等盐类,以及部分添加剂、光亮剂等,属剧毒性或毒性较大的物质;有些属于致癌、致畸、致突变的三致物质,极易被土壤吸附,通过农作物的富集,进入人体。其中氰浓度和铜离子浓度一般在 50 mg/L 以下, Cr^{3+} 浓度在 200 mg/L 以下,镍离子浓度和酸性甲酸盐镀锌废液中的锌离子浓度在 100 mg/L 以下,碱性锌酸盐镀锌废液中锌离子浓度在 50 mg/L 以下。重金属离子进入水体,与水中生物作用形成有机金属配合物,更易被人体吸收,在肝脏蓄积,对人体造成严重的危害。电镀工艺中的磷化废水中含有大量磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸钠和锌盐等,一般废水含磷的浓度在 100 mg/L 以下,pH值为7左右,主要危害是造成水体富营养化,形成水华等水质灾害。

固体废弃物中的电池与重金属废渣对土壤和水体的污染仍然属于重金属污染类型,主要包括铅、锡、镍、锌等重金属离子。电子垃圾的主要问题是一些高分子材料难降解或无法

降解,回收成本高,再利用价值低,有些在回收工艺中会产生一些有毒气体,造成二次污染。

3. 机电设备维修中污染物质的处理

1) 石油类污染处理

维修过程中所产生的油污对环境的危害属于石油类污染,目前国内外许多学者对此进行了大量研究。传统的处理一般采用热处理以及化学浸出和水洗。热处理法是通过焚烧或煅烧,可净化土壤中大部分有机污染物,但同时亦破坏土壤结构和组分,且价格昂贵而很难实施。化学浸出和水洗也可以获得较好的除油效果,但所用的化学试剂的二次污染问题限制了其应用。目前土壤和水体中的石油烃类污染的治理多采用生物处理技术,即利用自然界存在的各种微生物,将废水中的石油烃进行降解,使废水净化后再排放。生物处理技术是一种成本较低、效果显著的污染治理技术,可在一般维修厂实现自行处理。利用过碳酸钠、过氧化钙、过氧化镁等释氧剂,可以增加土壤及水体的含氧量,改善土壤和水体的品质。由于这些过氧化物最终的降解产物是二氧化碳、水、钙离子、镁离子和钠离子,不产生二次污染,因而广泛应用于处理石油烃类污染和表面活性剂造成的水体富营养化问题。

2) 水污染处理

电镀废水组分复杂,一般分别由一个个单独含某物质的废水系统进行处理,处理后的水可以循环利用,如果废水量不大,也可进入电镀混合废水系统进行处理。一般电镀混合废水系统处理后的水能回收利用 50% 以上。较为成熟的重金属废水处理方法有化学法、离子交换树脂法、电解法、吸附法、反渗透法、电渗析法、蒸发浓缩法、生物法等。

化学法中包括化学沉淀法、氧化还原法、铁氧体法,其应用技术容易实现,只要化学反应试剂的选择准确,可以根据化学反应方程式准确地计算投加量。废水量少时可以用简单的手工操作,对不同的重金属离子可以在不同的 pH 值条件下进行分步沉淀。目前,化学处理方法是一种简单、高效的传统处理方法,广泛应用于含重金属离子废水的处理中。

离子树脂交换法是由单体聚合或缩聚而成的人造树脂(母体)经化学处理,引入活性基团而成的产物。因活性基团的交换性能不同,可分阳离子交换树脂和阴离子交换树脂。离子交换树脂处理污水的应用范围广泛,应用不同的树脂不仅可处理金属离子,还可以处理许多酸根等非金属离子,并且在除去金属离子的同时还可以回收金属离子。但是离子交换树脂要求对设备和操作的专业性强,处理量不大。

电解法是利用直流电进行溶液中的氧化还原反应来处理含重金属废水的有效方法,其特点是处理废水的同时可在阴极回收铬、铜、铅、锡、镍、银、金等金属,通过控制电极电位,可以把同一溶液中的多种金属离子分开,分别回收、提纯,得到纯度较高的单一金属。

吸附法是利用吸附剂表面大量的活性基团和孔隙吸附金属离子,将其吸附之后再行解吸的过程处理污染物质的。常见的有活性炭吸附、腐殖酸树脂吸附、斜发沸石吸附、麦饭石吸附等,适合处理量大、浓度低的废水。

生物法水处理是指利用自然界中的微生物,经过驯化,处理有机废水和重金属废水的工艺。水质处理一般分为三级:一级处理采用过滤、离心、沉淀等物理方法;二级处理一般采用化学和生物方法;三级处理是水质的进一步净化(深处理)的环节,常采用物理化学方法。经生物处理的水中因含有大量微生物,因而生化需氧量(COD)值较高,必须对其进行进一步的处理。

固体废弃物的处理方法主要是回收再利用,废弃的金属部件回收利用价值较高,一般不

会对环境产生危害,但对于含重金属的废渣往往采用掩埋的方式,无疑对环境埋下了极大的污染隐患,虽然其产生量不大,但组成复杂,污染机理复杂,不应当成为回收的死角。废旧电池和电子垃圾的回收工艺要求高,成本也较高,并且其中的许多材料成分是无法回收或降解的,因此,对于这类固体污染物的处理,仍然是一个世界性的难题。总之,固体废弃物一般维修部门无法自行解决,应采取集中储存、集中回收,交由专业厂家进行处理。解决物体污染物质的根本办法是研究和采用环境友好性材料,从源头上解决污染问题。

1.1.3 机电设备绿色维修的概念

机电设备是工业化进程中应用最为广泛的工业设备,机电设备维修行业量大面广,大到巨型设备的修复、小到零部件的修补,涉及的范围相当广泛,是国民经济不可缺少的基础产业。

传统的维修过程,由于没有考虑到维修过程中所造成的环境污染、人体伤害及资源的合理利用等问题,结果造成大量的资源、能源的浪费和环境污染,甚至是人体伤害。如焊接过程中主要产生弧光、电焊烟尘、金属气体、氟化氢、氮氢化合物、臭氧、一氧化碳和噪声等污染,由焊接而引起的电焊尘肺病就是其职业病之一。

环境污染、资源消耗、人口膨胀是当今人类社会面临的三大问题,其严重程度与日俱增,严重威胁着人类社会的生存与发展。自20世纪70年代以来,人们逐渐认识到必须转变对环境有害的生产和消费模式,从而形成了可持续发展的概念。

维修是使设备保持、恢复或改善其规定技术状态所进行的全部活动。其基本任务是充分发挥各种维修资源的作用,以最低的消耗,保持和恢复设备的性能。在传统维修过程中的一些环节,如设备的拆卸,零部件的清洗、修复,以及其他附加过程中(如燃烧过程、加热过程、冷却过程和成品整理)所使用的维修设备、维修场所,都可能成为人为的污染源。在维修中排放污染的空间分布方式多数为点污染源,主要是在维修过程中所使用的工艺方法(如清洗、焊接、粘接、喷涂、刷镀以及机加工等)所产生的污染物以废气、废水、废渣等形式污染着大气、水体及土壤,同时还可产生噪声、振动、电磁辐射、放射性和光辐射等污染,危害周围的环境,结果产生了浪费资源、污染环境、伤害人体等副作用。为此,提出绿色维修的概念。

随着可持续发展理念的深入人心,人们逐渐认识到必须转变对环境有害的生产和消费模式,从而形成可持续发展的概念。可持续发展是一种新的社会发展新观,也是一种新的经济发展战略,是今后世界各国、各行各业应普遍遵循的发展战略。在此共识下,出现了席卷全球的绿色浪潮。在机电设备行业中,绿色设计、绿色制造已为人们所熟悉。一个产品的生命周期,主要包括设计、制造、使用与维护并最终报废这几个过程。在这些环节当中产品的使用与维护的时间是最长的,耗能也是最大的,造成的污染也可能是最多的。鉴于此,为了在机电设备的维修过程中贯彻执行可持续发展战略和清洁生产模式,有必要实施绿色维修战略,逐渐在机电设备维修行业中推行绿色维修模式。

绿色代表着环境保护的意思,在能源危机、环境危机及生态危机日益严重的21世纪,倡导绿色环保观念的意义显得尤为重要。《京都议定书》签订以后,各国的环保战略经历了一场新的变革,在机电设备维修领域,以注重环境保护和生态的“绿色维修”成为各国竞相发展的新技术。目前,在机电设备的生产、使用、维修保养中,环境污染和人员健康问题也是非常现实的,不容回避;未来,以节约能源、资源,实行环境保护,实现可持续发展为主题的绿色维

修将成为机电设备维修技术发展的新趋势。

绿色维修是在维修的基础上综合考虑环境影响和资源利用效率的现代维修模式,即在维修过程及产品维修后直至产品报废处理这一段时期内,既要最大程度地使产品保持和恢复原来的规定状态,又要使维修废弃物和有害排放物最小;既对环境的负面影响最小,又对维修操作人员的劳动保护性好,还要使资源利用率最高。

由此可见,绿色维修是在综合考虑资源利用效率和对环境影响的条件下,使设备保持或恢复到规定状态的全部活动。在达到保持和恢复设备的规定状态这一物理目标的同时,还应达到在设备维修直至报废处理的全部活动中,对环境的污染最小、资源利用率最高的可持续发展目标。绿色维修应从两方面入手,一是在产品的设计初期就提出产品的绿色维修性要求,进行绿色维修性设计的有关研究;二是进行绿色维修生产的无污染或少污染工艺方法和污染防治研究。

机电设备绿色维修是综合考虑环境影响和资源利用效率的现代维修模式,机电设备的绿色维修主要体现在以下几个方面:

- 在机电设备维修过程中及设备维修后,直至产品报废处理这一段时期内,最大程度地使机电设备保持和恢复原来的规定状态;
- 在机电设备的维修过程中,要使维修废弃物和有害排放物最少,即对环境的负面影响最小;
- 要求在维修过程中对人员(维修者和使用者)的劳动保护性好;
- 在机电设备维修过程中要求维修资源利用率最高。

与现有维修相比,兼顾经济效益和环境效益的绿色维修具有如下特点:

- 绿色维修增加了维修的约束,同时扩大了维修的目标;
- 绿色维修的“绿色”贯穿于产品的整个生命周期内,体现在维修的各个方面;
- 绿色维修是一个动态演变的体系。

根据绿色维修的内涵及其特点,典型机电设备的绿色维修模型如图 1-1 所示。

机电设备的绿色维修可以最大限度地减少原材料和能源的消耗,降低成本,提高效益,对环境和人类的危害最小;对机电设备维修全过程进行科学的改革和严格的绿色管理,使维修过程中排放的污染最小;鼓励使用环境无害化的产品,使环境危害大大减轻。所以绿色维修方式可以实现资源的可持续利用,在维修过程中可以控制大部分污染,减少污染来源,具有很高的环境效益。同时,绿色维修可以在技术改造和结构调整方面大有作为,能够创造显著的经济效益。所以,无论从经济角度,还是从环境和社会角度来看,绿色维修是符合可持续发展战略的。

总而言之,绿色维修是一个涉及多方面的综合体系,推行绿色维修是符合可持续发展思想的。机电设备绿色维修是可持续发展理念在机电设备维修行业中的具体体现,是现代机电设备维修行业的可持续发展模式。研究机电设备的绿色维修问题,加大设备绿色维修理论研究的力度,积极探索设备绿色维修技术和方法对构建可持续发展的机电设备维修行业体系具有十分重要的现实意义。

1.1.4 机电设备绿色维修的系统工程体系

现代机电设备的绿色维修是一项系统工程,需要科学的筹划、设计、实施和管理。机电