

本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材
工程机械类专业规划教材

工程机械检测与维修

主 编 卢彦群

剖析故障诊断典型实例
展示维修领域最新成果
强化工程实际应用能力



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

工程机械检测与维修

主 编 卢彦群
副主编 朱桂英 孔江生
参 编 刘占良



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是为 21 世纪大学车辆工程(以工程机械为主)专业编写的一部专业课教材,共分 10 章,主要讲述可靠性与维修性理论、现代维修思想、机械零件的失效与检验、机械零件故障检测与诊断、机械零件主要维修方式以及典型零部件的维修与再制造等内容。

本书注重理论联系实际,可作为大学工程机械和汽车专业的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械检测与维修/卢彦群主编. —北京:北京大学出版社, 2012.9

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-21185-4

I. ①工… II. ①卢… III. ①工程机械—检测—高等学校—教材②工程机械—机械维修—高等学校—教材 IV. ①TU607

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 210346 号

书 名: 工程机械检测与维修

著作责任者: 卢彦群 主编

策 划 编 辑: 童君鑫 宋亚玲

责 任 编 辑: 宋亚玲

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-21185-4/TH·0314

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.75 印张 525 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

进入 21 世纪以来,随着社会经济的快速发展,加速了工程机械工业的快速发展和车辆技术的快速进步,工程机械的结构和功能日趋复杂和完善,自动化程度越来越高,产品品种越来越齐全。但是,在工程实际应用中因为许多不可避免的因素的存在,或者一些人为因素的影响,零件会发生失效,机械设备的可靠性会降低,车辆往往会出现各种故障,以致耽误工期,使用户蒙受经济损失,甚至会造成严重事故。因此,对机械设备实施状态检测,及时消除隐患、排出故障,保障车辆的正常运行,就成为一个十分紧迫的任务。

2011 年教育部工作要点指出,要启动中西部高等教育振兴计划,调整优化大学生招生结构,大幅增加工程类专业招生比例,加强应用型人才、复合型人才和拔尖创新人才培养,扩大卓越工程师教育培养计划试点范围。“要点”明确指出,要大力发展高等工程教育,培养一大批具有一定理论基础和较强实践能力的,适应现代生产、建设、管理、服务第一线的应用型人才,这是经济建设和社会发展的迫切需要,也为我们培养车辆工程方面的实用型人才提出了新的要求,也更加突出了编写一部车辆维修方面的实用型教材的重要性。

工程机械的维修水平,不仅关系到其完好率、维护费用、实用成本、工程进度和质量,也关系到工作效率和经营效益,同时也能够从一个侧面反映出一个企业的技术力量、管理水平和工程能力。只有掌握机械设备维修行业不断发展的新观念、新思想、新理论,熟悉以现代机械系统状况监测技术和故障诊断理论为基础,以传感设备、微处理器、故障诊断仪等设备为硬件支撑,以相关计算机应用程序为软件支持,以诊断专家系统为技术手段,以先进维修方式为工艺的修理技术,才能适应时代的发展和社会的进步,才能科学地判断故障类型、分析故障原因、确定故障部位、采取合理措施。

本书是机械制造与自动化、车辆工程、工程机械、汽车等专业的主要专业课教材,共分为 10 章,涉及维修思想、故障理论、可靠性与维修性理论、零件的失效及检验、故障的诊断与检测、摩擦与润滑、基本维修方法、典型机构的修理、再制造基础等内容,强调理论联系实际,注重实用性,力争吸取维修领域最新成果,对教学、工程实践都有一定的参考价值。

本书第 1、2、3、4、8 及第 10 章部分内容由卢彦群编写,第 6、7 章由孔江生编写,第 5、9 章由朱桂英编写,第 10 章部分内容由刘占良编写,全书由卢彦群统稿、审定。

由于水平所限以及时间限制,书中难免有疏漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

编 者
2012 年 6 月

目 录

第1章 绪论 1

- 1.1 工程机械的应用 2
- 1.2 工程机械的类型 2
- 1.3 工程机械的特点 2
- 1.4 工程机械的发展趋势 2
- 1.5 我国工程机械维修行业现状与
发展趋势 3
 - 1.5.1 现状 3
 - 1.5.2 发展趋势 4
- 本章小结 5
- 习题 5

第2章 工程机械的故障及可靠性与 维修性 6

- 2.1 工程机械的故障 7
- 2.2 工程机械故障基本理论 9
 - 2.2.1 故障基本理论 9
 - 2.2.2 故障基本规律 10
- 2.3 工程机械故障的衡量指标 11
 - 2.3.1 故障概率 11
 - 2.3.2 故障概率密度 12
 - 2.3.3 故障率 12
 - 2.3.4 平均故障间隔时间 13
- 2.4 工程机械的可靠性 14
 - 2.4.1 可靠性基本概念 14
 - 2.4.2 工程机械可靠性的
评价指标 15
 - 2.4.3 工程机械可靠性数据的
采集与分析 17
 - 2.4.4 系统可靠性及其
应用 18
- 2.5 工程机械故障的分布规律 20
 - 2.5.1 指数分布 20

- 2.5.2 正态分布 21
- 2.5.3 威布尔分布 22
- 2.5.4 影响故障分布规律的
主要因素 23
- 2.6 工程机械的维修性 24
 - 2.6.1 概述 25
 - 2.6.2 评价工程机械维修性的
主要指标 25
 - 2.6.3 提高工程机械维修性的
途径 28
- 本章小结 30
- 习题 30

第3章 摩擦与润滑 31

- 3.1 金属的修理学表面特征 32
 - 3.1.1 金属零件表面的几何
特性 32
 - 3.1.2 金属零件的表层结构 33
 - 3.1.3 金属表面的边界膜 34
 - 3.1.4 金属表面的接触 34
- 3.2 摩擦 35
 - 3.2.1 概述 35
 - 3.2.2 滑动摩擦 37
 - 3.2.3 滚动摩擦 40
 - 3.2.4 边界摩擦 41
- 3.3 润滑 42
 - 3.3.1 润滑的功用 42
 - 3.3.2 润滑的分类 43
 - 3.3.3 润滑方式 45
 - 3.3.4 工程机械润滑剂 46
- 本章小结 48
- 习题 48

第4章 工程机械维修思想和 维修方式 50

- 4.1 工程机械维修基本思想 51



4.1.1	被动维修思想	51
4.1.2	主动维修思想	51
4.1.3	以可靠性为中心的 维修思想	52
4.1.4	绿色维修思想	53
4.2	工程机械维修企业的竞争策略	54
4.2.1	树立现代服务理念	54
4.2.2	修正服务缺陷	54
4.2.3	提供超值服务	54
4.2.4	实施服务创新	55
4.3	工程机械的维护	55
4.3.1	概述	55
4.3.2	工程机械的维护分级及其 基本内容	57
4.3.3	工程机械的维护工艺	59
4.4	工程机械的修理	61
4.4.1	工程机械修理的分级和 内容	61
4.4.2	工程机械的大修方式	62
4.4.3	工程机械修理作业的劳动 组织方法	63
4.4.4	工程机械修理工艺和组织 方法的选择	64
	本章小结	64
	习题	65

第5章 工程机械零件的失效

5.1	概述	67
5.1.1	机械设备的失效	67
5.1.2	失效分析	67
5.1.3	零件失效的判断原则	67
5.1.4	失效的危害	67
5.1.5	零件失效的基本原因	67
5.1.6	机械零件失效的基本 类型	68
5.2	磨损	68
5.2.1	概述	69
5.2.2	磨料磨损	70
5.2.3	粘着磨损	72
5.2.4	疲劳磨损	75
5.2.5	腐蚀磨损	77
5.2.6	微动磨损	78

5.2.7	冲蚀磨损	80
5.3	断裂	80
5.3.1	断裂的类型	81
5.3.2	过载断裂	82
5.3.3	疲劳断裂	83
5.3.4	脆性断裂	85
5.3.5	减少和防止断裂危害的 措施	86
5.4	机械零件的变形失效	86
5.4.1	弹性变形失效	86
5.4.2	塑性变形失效	87
5.4.3	蠕变失效	89
5.4.4	预防变形失效的措施	90
5.5	腐蚀失效	90
5.5.1	化学腐蚀	91
5.5.2	电化学腐蚀	91
5.5.3	腐蚀失效的主要形态	92
5.5.4	减少和防止腐蚀失效的 措施	93
5.6	零件的老化	94
	本章小结	95
	习题	95

第6章 工程机械零件的检验

6.1	概述	97
6.1.1	工程机械零件检验的 作用	97
6.1.2	工程机械零件检验的 主要内容	97
6.1.3	工程机械零件检验的 基本步骤	98
6.1.4	保证工程机械零件检验 质量的措施	98
6.2	感官检验法	99
6.3	测量检验法	100
6.3.1	测量检验的特点	100
6.3.2	常用测量工具	100
6.3.3	测量检验注意事项	103
6.4	无损探伤	104
6.4.1	磁力探伤	104
6.4.2	渗透探伤	107
6.4.3	超声波探测	108

6.4.4 射线探伤	111	8.2.1 修理尺寸法	158
6.4.5 涡流探伤	112	8.2.2 附加零件修理法	160
6.5 典型零件的检验	114	8.2.3 零件的局部更换 修理法	161
6.5.1 壳类零件的检验	114	8.2.4 转向和翻转修理法	161
6.5.2 轴类零件的检验	117	8.2.5 调整法	162
6.5.3 齿轮的检测	118	8.2.6 更换零件法	162
6.5.4 轴承的检测	120	8.3 焊修法	162
6.5.5 弹簧的检验	121	8.3.1 概述	162
6.5.6 旋转零件平衡状况的 检验	122	8.3.2 补焊修复法	164
6.6 探漏	124	8.3.3 堆焊修复法	167
本章小结	126	8.3.4 火焰喷焊修复法	175
习题	127	8.4 金属热喷涂修复法	176
第7章 工程机械故障诊断	128	8.4.1 概述	177
7.1 概述	129	8.4.2 电弧喷涂	178
7.1.1 故障诊断的作用	129	8.4.3 气体火焰喷涂	179
7.1.2 故障诊断的内容	129	8.4.4 等离子喷涂	181
7.1.3 故障诊断的方法	131	8.4.5 超音速喷涂	182
7.1.4 工程机械故障诊断技术 发展趋势	134	8.5 电镀修复法	183
7.2 工程机械故障诊断的主要 参数及其参数标准	134	8.5.1 概述	183
7.2.1 诊断参数的类型	135	8.5.2 镀铬	185
7.2.2 工程机械常用诊断参数	136	8.5.3 镀铁	187
7.2.3 工程机械诊断参数的 选择原则	139	8.5.4 镀镍	190
7.2.4 诊断标准	140	8.5.5 电刷镀	191
7.3 工程机械重要参数的检测与 诊断	142	8.5.6 各类电镀层的特性及 作用	194
7.3.1 噪声的测量	142	8.6 粘接修复法	197
7.3.2 工程机械的油样分析	144	8.6.1 概述	197
7.3.3 液压系统的故障诊断	149	8.6.2 有机胶粘剂及其应用	198
7.3.4 柴油机几项主要指标的 诊断	151	8.6.3 无机胶粘剂及其应用	201
本章小结	154	8.6.4 粘接工艺	201
习题	154	8.7 矫正修复法	204
第8章 工程机械零件基本修复 方法	155	8.7.1 压力加工矫正	204
8.1 概述	156	8.7.2 零件的校正	205
8.2 机械加工修复法	157	8.8 研磨修复法	208
		8.8.1 概述	208
		8.8.2 工程机械零件的研磨 修复	209
		8.9 零件修复工艺的选择	210
		8.9.1 质量可靠	211
		8.9.2 工艺合理	213
		8.9.3 经济性好	217



8.9.4 修复效率高	217
8.9.5 维修生产工艺切实可行	218
本章小结	219
习题	219

第9章 典型零件的检修

9.1 机体零件与曲柄连杆结构的检修	221
9.1.1 气缸体和气缸盖的检修	221
9.1.2 气缸套的检修	223
9.1.3 曲轴的检修	225
9.1.4 连杆的检修	228
9.1.5 飞轮的检修	228
9.2 配气机构的检修	229
9.2.1 气门组零件的检修	229
9.2.2 气门传动组零件的检修	231
9.2.3 气门驱动组(配气凸轮轴和凸轮)的检修	232
9.2.4 气门间隙的调整	233
9.2.5 配气相位的检查和调整	235
9.3 柴油机燃料供给系统的检修	236
9.3.1 输油泵的检修	236
9.3.2 喷油泵的检修	238
9.3.3 喷油器的检修	242
9.3.4 柴油供给系统常见故障的排除	244
9.4 柴油机冷却系统的检修	247
9.4.1 水冷却系主要部件的失效及原因分析	247
9.4.2 水冷系统常见故障及其排除	248
9.4.3 水泵的修理	249
9.5 柴油机润滑系统的检修	250
9.5.1 润滑系统主要零部件的失效	250
9.5.2 润滑系统常见故障及其原因分析	252
9.5.3 机油泵的修理	253
9.6 工程机械电器设备的检修	254

9.6.1 蓄电池的检修	254
9.6.2 起动机的检修	255
9.6.3 交流发电机的检修	259
9.7 主离合器的检修	261
9.7.1 离合器常见故障及其原因分析	261
9.7.2 离合器主要零件的维修	263
9.8 变速器的检修	265
9.8.1 变速器的常见故障及其原因分析	265
9.8.2 普通齿轮式变速器的维修	267
9.8.3 自动变速器的维护	269
9.8.4 动力换挡变速器的检修	270
9.9 万向传动装置的检修	271
9.10 轮式底盘驱动桥的检修	272
9.10.1 后桥的常见故障及其原因分析	272
9.10.2 后桥的重要调整	273
9.10.3 后桥的维修	275
9.11 履带式底盘驱动桥的检修	276
9.11.1 后桥的常见故障及其原因分析	277
9.11.2 后桥的重要检查和调整	278
9.11.3 履带式机械驱动桥(后桥)的维修	280
9.12 轮式机械行驶系的检修	282
9.12.1 车架的修理	282
9.12.2 轮胎及车轮的修理	285
9.12.3 车轮的平衡	285
9.13 履带式机械行驶系的维修	286
9.13.1 履带式机械行驶系的故障、原因及排除方法	286
9.13.2 履带式机械行驶系主要零件的维修	287
9.14 轮式机转向系统的检修	290
9.14.1 转向系的常见故障与排除方法	290
9.14.2 前桥零件的检修	291

9.14.3 动力转向系的维修	293	10.1.3 再制造与循环经济的 关系	318
9.15 制动系统的检修	294	10.1.4 再制造与技术创新的 关系	320
9.15.1 制动系的常见故障及 原因	294	10.1.5 国际再制造业的发展 简况	321
9.15.2 制动器的检修	295	10.1.6 我国再制造业的发展与 现状	322
9.15.3 制动驱动机构的检修 ...	297	10.2 再制造的工程结构和关键 技术	323
9.16 液压与液力系统的检修	300	10.2.1 可再制造性评估	323
9.16.1 齿轮式油泵(或马达)常见 故障与排除	300	10.2.2 再制造的主要技术	325
9.16.2 柱塞泵(或柱塞马达)的 常见故障与排除方法 ...	301	10.2.3 再制造工艺设计	339
9.16.3 活塞式液压缸的常见 故障与排除方法	303	10.2.4 再制造的管理设计	342
9.16.4 液压阀的故障与排除 方法	308	10.3 工程机械再制造	344
本章小结	313	10.3.1 中国工程机械再制造 势在必行	344
习题	314	10.3.2 我国工程机械再制造的 制约因素	347
第 10 章 再制造	315	本章小结	348
10.1 概述	316	习题	348
10.1.1 再制造的基本概念	316	参考文献	349
10.1.2 再制造与其他相关行为 过程的区别	317		

第1章

绪论



本章学习目标

- ★了解工程机械的基本类型、应用特点；
- ★了解我国工程机械维修行业现状；
- ★了解国际上工程机械维修技术发展趋势。



本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
工程机械的应用特点	了解工程机械类型和应用特点	工程机械类型、应用、发展趋势
工程机械维修行业现状	了解国内工程机械维修行业存在的问题及维修技术发展趋势	故障诊断信息、维修体制、维修技术的发展动向



1.1 工程机械的应用

随着经济的快速发展和社会的巨大进步,工程机械在我国社会主义建设的伟大事业中占有越来越重要的地位,已经成为我国装备工业的重要组成部分。一般来讲,凡是土石方施工工程、路面建设与养护、流动式起重装卸作业和各种建筑工程所需的综合性机械化施工工程所必需的机械装备,统称为工程机械。它广泛地用于国防建设工程、交通运输建设,能源工业建设和生产、矿山石油等原材料工业建设和生产、农林水利建设、工业与民用建筑、城市建设、环境保护、铁路施工、物料搬运、大型风动工程等领域,是国民经济发展中绝对不可或缺的重要机械设备。

1.2 工程机械的类型

因为工程机械的用途非常广泛,所以其类型繁多,形式各异,按用途一般可分为以下几种类型:挖掘机械、铲土运输机械、工程起重机械、机动工业车辆、压实机械、路面机械、桩工机械、混凝土机械、钢筋和预应力机械、装修机械、凿岩机械、气动机械、其他工程车辆或机械。

1.3 工程机械的特点

国际上工程机械行业,经过近 100 年来的发展,已经能够生产 20 多个类型,近 5000 个规格型号的设备,品种齐全、形式多样、大小不一、类型各异。

在应用环境方面,工程机械作业的场合繁多、工况复杂、道路崎岖泥泞、温差多变、风吹日晒、空气污浊、环境恶劣。

因此,要求工程机械必须抗冲击、抗振动,零部件刚度大、强度大;在工地倾斜 $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 时仍能可靠地工作;必须适应剧烈的负荷变化,必须有大扭矩储备系数、大转速适应性系数和适应宽范围的温度变化的能力;必须适应恶劣的工作环境条件(如灰尘大、泥沙多等),适应停车、变速、制动、转向频繁变化的工况。

1.4 工程机械的发展趋势

从国际上看,工程机械在广泛应用新技术的同时也涌现出新结构和新产品。整机的可靠性得到很大提高,增加了电子信息技术含量,在集成电路、微处理器、微型计算机及电子监控技术等方面都有广泛的应用。产品的标准化、系列化和通用化得到完善。

纵观国内外工程机械制造业今后的发展,有以下几个方面的趋势:一是两极化,即产品向极小型和特大型方向发展;二是安全舒适,即改善驾驶员的工作条件,提高运行安全

性和操控舒适性；三是节能环保，即产品向着节能、降耗、低碳方向发展；四是轨迹控制微机化，即最大程度地实现自动化；五是高效灵活的液压系统；六是机、电、液、气一体化的多用途产品。

1.5 我国工程机械维修行业现状与发展趋势

1.5.1 现状

改革开放以来，我国工程机械拥有量迅速增加，不仅逐步引进技术、开发检测设备，而且在不断学习国外先进的维修管理经验的基础上，结合我国的具体情况，采用了以可靠性理论为指导、以机械技术状态检测为基础的按时维修与视情维修相结合的“项修制”。简单地说，它是先检测、后修理，坏什么、修什么，以恢复总成、整机技术性能指标为最终目的。它省工省时省料，针对性强，修理质量高，缩短了停机时间。实践证明，采用这种维修制度和办法效果显著。但是，与高速发展的工程机械制造行业和汽车维修行业相比，我国目前的工程机械维修行业还存在以下问题。

1. 有规矩，不规范

虽然制定了送修制度、修竣验收标准、维护分级制度以及相应的行业服务规章等，但大多数维修企业没有按相应的制度和标准执行，很多还处于无人监管的营运状态，操作规范性很差。

2. 修理外的售后服务市场亟待开发

比如，工程机械零配件的供应、维护与保养的技术指导、故障的检测与诊断、配置增容与局部改造、整机或整车改装、机手的岗前培训等方面都有大量的工作要做。

3. 急需培育 4S 或 6S 店

和汽车行业相比，工程机械的销售和维修经营都比较落后，甚至许多大中城市都没有正规的工程机械修理厂，或依附于汽车修理厂，或摊点式经营，或作坊式运营等，离 4S 或 6S 的标准相差很远，服务水平、维修质量、社会效益都很低下。

4. 人才不平衡

在工程机械维修行业，顶级人才需求持平，初级人才过剩，中高级人才短缺；行业内具有较深理论造诣的博士级人才够用，初、高中级文化程度的一线实际操作人员较多，而既有一定理论知识又有丰富实践经验的行业工程师、高级专业技术人员、诊断和咨询工程师等类型的人才十分短缺，是影响维修企业升水平、上档次，向现代化企业发展的一个瓶颈。

5. 对工程机械维修行业的科技含量要求越来越高

由于诸如 CAM、RPM、PE、RM 等工程机械制造技术的飞速发展，AD、OBD 等检测诊断技术的快速进步，再加上工程机械维修信息系统发生重大变革，基于用户、纸质文件、CD、计算机、internet 和经验之上的各方面的信息不断增多，使得该行业中科技进步



对收益的贡献率不断提高,因此,对人员科技素质的要求也越来越高。

6. 工程机械再制造业才刚刚起步

与国际先进的再制造业相比,我国的工程机械再制造业起步较晚,急需完善、规范和发展壮大。

1.5.2 发展趋势

1. 树立正确的维修思想

以可靠性为中心的维修理念,遵循了设备发生故障的规律,增强了维修的针对性、灵活性,提高了维修的效率和效益。因此,维修行业一定要转变观念,在坚持可靠性维修、绿色维修的基础上,不断完善工程机械的状态检测机制,努力使维修工作既可达到用户满意,也可实现维修企业经营目标的总体要求。

2. 改革维修体制

机械维修工作并非是一种简单的零部件更换的劳动,而是通过采取相应技术措施,使机械达到、恢复和保持其技术性能及可靠性、耐用性,使之发挥最大的机械效能的重要手段,工程机械的快速发展,新技术、新结构、新材料、新工艺在工程机械上的普遍应用,使机械性能得到很大提高,这种科技含量的增加,给维修工作提出了新要求,我们应针对工程机械使用的特点,在配置上、措施上全面提高维修技术水平,建立一种高效快速的维修机制。

(1) 要尽快成立责权统一的管理部门,以负责工程机械维修业的宏观调控和规划其整体发展。

(2) 要加大行业的立法和执法力度,制定系统、完备的法规制度和标准,使维修业有法可依、有据可凭,加快从行政命令型向依法管理型方向发展的步伐。

(3) 积极营造工程机械维修业多元化发展的外部环境,不同企业允许有不同的、各具特色的维修机制。

(4) 促使工程机械维修从专业分立向资源共享方向发展。拥有少量维修资源的企业,只有实现资源共享,优势互补,才能适应形势的变化,才能促进自身发展。

(5) 将传统的定点维修方式转变为定点维修与机动相结合的方式。组建专业化的巡回维修队伍,配备高性能的机动维修设备,实现现场维修服务。

3. 提高故障诊断的科学性

1) 逐步实施以状态实时检测结果为主要依据的现代故障诊断技术

随着科学技术的发展,特别是微电子、计算机信息技术的迅速发展,光、电、机、液、气一体化技术在工程机械上的应用将日益广泛。实践表明,工程机械越先进,结构就越复杂,其维修活动就越依赖于状态监测和故障诊断的技术。今后,随着状态监测和故障诊断技术的广泛应用,以先进的在线自动监测和故障诊断为手段,以可靠性为中心的维修理念将成为工程机械维修管理的主导理念。

2) 建立智能网络维修服务系统

建立智能网络维修服务系统将成为 21 世纪工程机械维修业的重点发展方向。运用网

络技术,可以超越国家、地区和时空界限,将工程机械的科研机构、技术咨询、生产厂、维修厂、配件站和使用单位联系起来,实现远程、快速、优质和全方位的服务。生产厂以此作为售后服务的主要手段,通过与工程机械配套的数据采集系统、运输管理系统、维修服务系统,直接或间接地从施工现场获得信息,按最佳效率时间采取措施完成售后服务。

4. 发展改进性修理和复合修理技术

随着电子、液压技术、CAD 技术和材料工程技术在工程机械上的广泛应用,具有集成化、智能化的新型工程机械的更新周期将进一步缩短,恢复性修理将更多地被改善性修理所取代。另外,采用两种或两种以上的修复工艺来修复零件或设备的复合修理方法,如:焊接+胶粘、多种表面修复技术等,能综合各法之长、弥补各法之短,具有最佳的经济效益,将成为修理工艺重点研究和发展的方向。

5. 积极发展再制造业

再制造是以规模化、批量化、专业化生产的方式,对报废机械产品、淘汰的机械设备进行全面升级改造的维修兼制造工程,再制造使用先进技术和现代管理手段,再制造产品要达到或超过原机性能,可对原产品进行技术升级,同时环保、节能、降耗,大大降低生产成本,是重要发展方向。

本章小结

本章综合阐述了工程机械的类型、应用范围、使用特点,简要介绍了工程机械今后的发展动向,重点讨论了当前工程机械维修行业中存在的问题以及工程机械维修发展趋势。



1. 试分析目前我国工程机械维修行业存在的主要问题。
2. 工程机械维修主要依据的信息渠道有哪些?
3. 今后工程机械维修应该向什么方向发展?

第 2 章

工程机械的故障及可靠性与 维修性



本章学习目标

- ★ 了解工程机械故障的类型及其特征；
- ★ 了解工程机械的可靠性及其指标，了解系统可靠性以及系统可靠度的计算方法；
- ★ 了解工程机械的维修性、描述维修性的指标以及提高维修性的主要措施。



本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
工程机械的故障	了解故障的基本分类，掌握描述故障主要指标及计算方法	按危害程度故障的 4 种类型，故障概率、故障率等概念
工程机械及系统的可靠性	了解表达工程机械及系统可靠性的主要指标及计算方法	可靠度、平均寿命、串并系统、并串系统等概念
工程机械的维修性	了解表达工程机械维修性的指标及其计算方法	了解维修度、维修概率、平均维修时间等概念

2.1 工程机械的故障

工程机械及其零部件在使用过程中会出现不同程度老化和性能衰退现象,这往往会导致某些故障的产生。在工程机械的检修中,首先要辨清故障模式,查明故障原因,验证失效机理,以提出合理的对应策略,减少故障的发生,提高维修质量和维修效益。

1. 故障

机械产品不能实现其规定的部分或全部功能的现象成为故障。对于工程机械而言,是指其整机、总成或零部件部分或完全不能完成其规定功能的状态。

应该注意的是,故障是一个相对的概念,是指一种不合格的状态,究竟是否可称为故障,就要看把合格分数线定在什么位置。因此,分析故障时,一定要明确规定的对象目标、规定的时间期限、规定的功能任务、规定的环境条件。

2. 故障类型

对故障进行类型划分,有利于明确故障的物理概念,评价故障的影响程度,以便于分门别类进行指导,从而提出相应维修决策。从不同角度考虑,有不同的故障类型。

1) 按工作成因分

(1) 人为故障:由于设计、加工、制造、使用、维护、保养、修理、管理、存放等方面的、人为的原因所引起的、使机械丧失其规定功能的故障。例如,零件装反,润滑油牌号用错等。

(2) 自然故障:由于自然方面的不可抗拒的内、外部因素所引起的老化、磨损、疲劳、蠕变等失效所导致的故障。例如,履带的正常磨损,面板的自然老化等。

2) 按故障危害的严重程度分

(1) 致命故障:造成机毁人亡重大事故,造成重大经济损失,严重违背制动、排放及噪声标准的故障。例如,制动突然失灵,发动机戳缸,转向突然失灵等。

(2) 严重故障:造成整机性能显著下降,严重影响机械正常使用,且在较短时间内无法用一般随机工具和配件修好的故障。例如,曲轴断裂、气缸严重拉伤等。

(3) 一般故障:明显影响整机正常使用,造成停机,但可以在较短时间内用随车工具和易损件修好的故障。例如,节温器损坏,制动器跑偏,离合器发抖等。

(4) 轻微故障:轻度影响正常使用,可在短时间内用简易工具排除的故障。例如,油管漏油,轮胎螺栓松动等。

3) 按故障发生发展的进程分

(1) 渐进性故障:逐渐发生、缓慢发展的,通过监控和检测可以预测和判断得到的故障。这种故障是机械的功能参数逐渐劣化所形成的,其特点是,故障发生的概率与时间有关,只是在机械有效寿命期后再发生。例如,链轨的正常磨损,气缸的正常磨损等。

(2) 突发性故障:突然或偶然发生的、不能通过事先检测预判到的故障。这是由于各



种有害因素和偶然的外界影响共同作用的结果。例如，半轴突然断裂，转向杆突然松脱，车轮突然被尖突物刺破而爆胎等。

4) 按故障的显现情况分

(1) 功能性故障：可以直接观察或感觉到的，设备不能完成其规定功能的故障。例如，冒蓝烟，工作温度过低，动臂折断，生产率下降等。

(2) 潜在性故障：已经发生并逐渐发展的，尚未影响机械规定功能的，但有可能随时萌发的，通过特定检诊手段才可以鉴别到的故障。例如，曲轴局部微小裂纹，喷油嘴轻度磨损等。

3. 工程机械常见故障现象

工程机械故障类型很多，最常见的几种情况见表 2-1。

表 2-1 工程机械常见故障现象

序号	故障	现象	举例
1	工作异常	表现出不能正常圆满地运行	提升缓慢，行车抖动，效率下降等
2	声音异常	表现出不正常的噪声	敲缸，气门异响，皮带啸叫等
3	气味异常	可以闻到特殊的气味儿	电线烧毁时的胶皮味儿，燃油泄漏时的生油味儿，离合器或制动器摩擦片过度磨损的焦糊味儿等
4	排放异常	尾气颜色异常	冒蓝烟，冒黑烟，冒白烟等，颗粒物超标等
5	温度异常	超出正常的工作温度范围	冷却液温度过低或过高，变矩器油温异常，轮胎温度过高等
6	油料消耗异常	油料添加、更换频繁	燃油、机油等油料消耗过快、过多
7	“一断”、“二开”、“三松”、“四磨”、“五漏”	折断、开裂、松弛、磨损、泄漏	杆件折断；开焊，开铆；皮(齿)带松，链条松，履带松；普通接触磨损，磨料磨损，疲劳磨损，粘着磨损；漏油，漏水，漏电，漏气，漏液

4. 故障发生的来龙去脉

故障的产生是一系列的机械作用、化学作用、物理作用和能量作用的结果，在此，我们仅从作用在工程机械上的能量的角度出发，以框图的形式表达故障产生的过程，如图 2.1 所示。