

工程机械故障 诊断与排除

丁新桥 刘 霞 主编



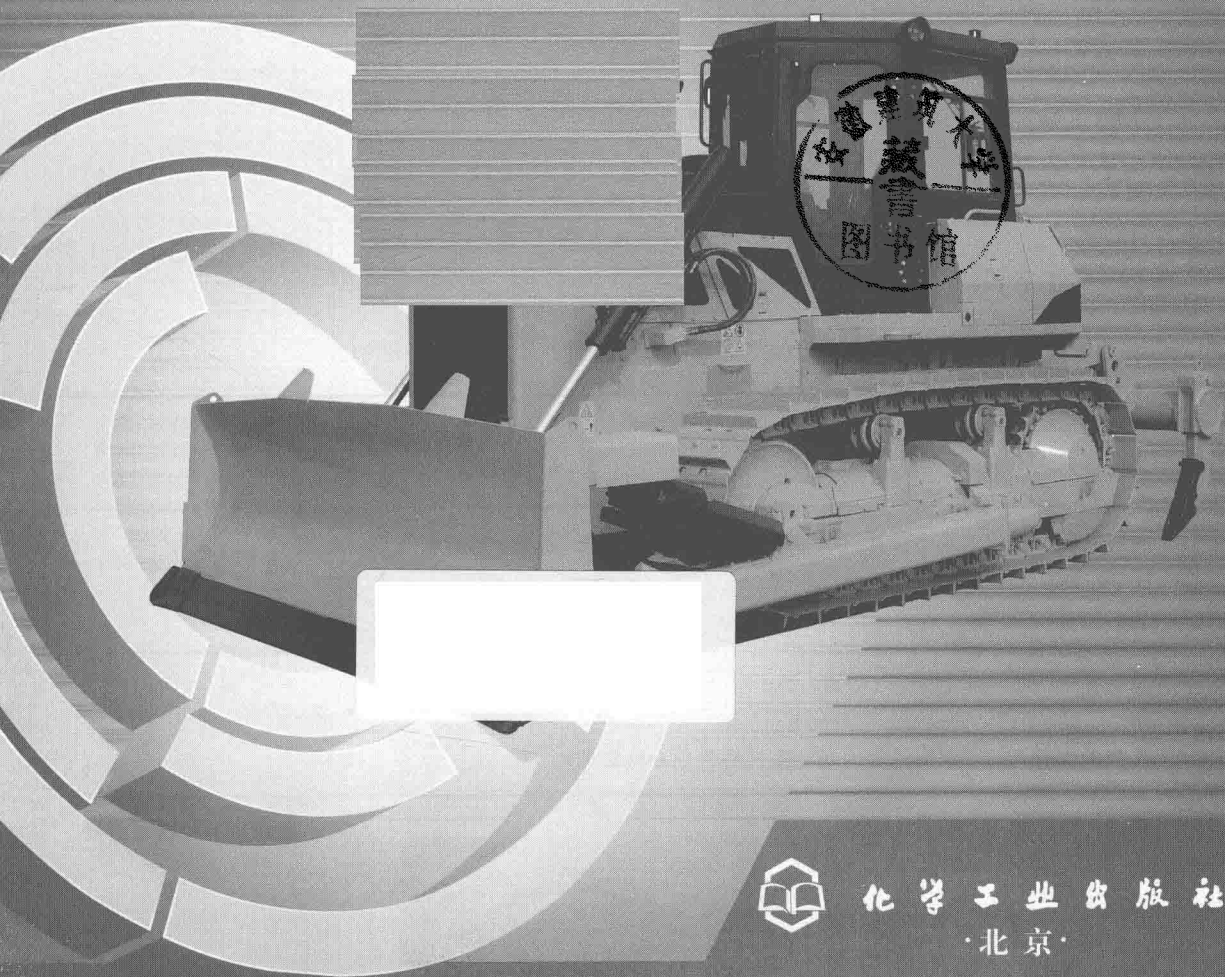
非外借



化学工业出版社

工程机械故障 诊断与排除

丁新桥 刘 霞 主编



化学工业出版社
·北京·

本书内容包括工程机械故障诊断与排除概述、工程机械柴油发动机故障诊断与排除、工程机械底盘故障诊断与排除、工程机械液压系统故障诊断与排除、工程机械电气设备故障诊断与排除等。书中以挖掘机、装载机、叉车、推土机等典型的工程机械作为载体,在讲述故障诊断与排除方法时,结合大量的典型故障实例,突出实际应用。

为方便学习,本书配套电子课件,如有需要,可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

本书可作为工程机械使用、售后服务、维修的技术人员和管理人员学习用书,也可作为职业院校、高等学校等工程机械类专业的教材,还可作为工程机械相关专业人员培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械故障诊断与排除/丁新桥,刘霞主编. —北京:化学工业出版社,2017.10
ISBN 978-7-122-30608-1

I. ①工… II. ①丁… ②刘… III. ①工程机械-故障诊断②工程机械-故障修复 IV. ①TU607

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 221223 号

责任编辑:韩庆利
责任校对:王素芹

文字编辑:张绪瑞
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 288 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:38.00 元

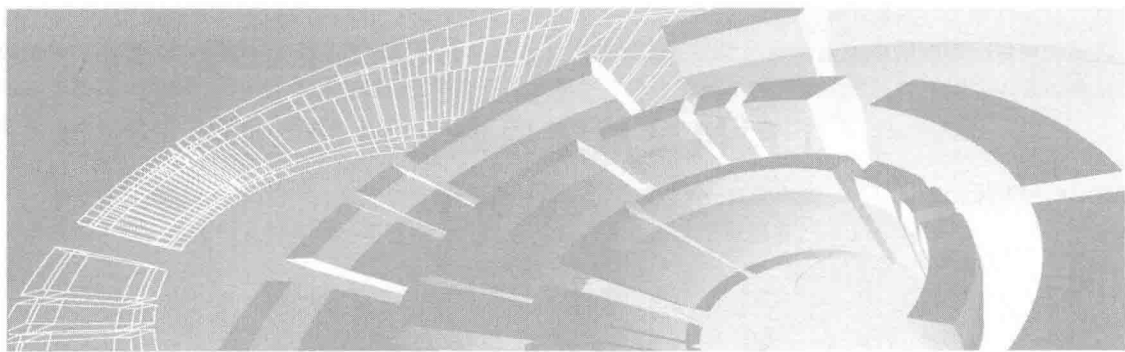
版权所有 违者必究

工程机械故障诊断与排除

编写人员名单

主 编 丁新桥 刘 霞

参 编 谈丽华 罗振华 王旭东



前 言



随着我国港口、公路、高铁和建筑领域的快速发展，工程机械行业的发展也异常迅猛。新工艺、新材料、新技术在各类工程机械上有着广泛的应用，这对工程机械行业从业人员的高技能高素质的要求也越来越高。

本书在广泛调研的基础上，选取挖掘机、装载机、叉车、推土机等典型的工程机械作为教学载体，分别介绍了工程机械故障诊断与排除概述、工程机械柴油发动机故障诊断与排除、工程机械底盘故障诊断与排除、工程机械液压系统故障诊断与排除、工程机械电气设备故障诊断与排除等方面的内容。书中内容注意与企业对人才的需求紧密结合，力求满足学科、教学和社会三方面的需求。

本书可作为工程机械使用、售后服务、维修的技术人员和管理人员学习用书，也可作为职业院校、高等学校等工程机械类专业的教材，还可作为工程机械相关专业人员培训用书。

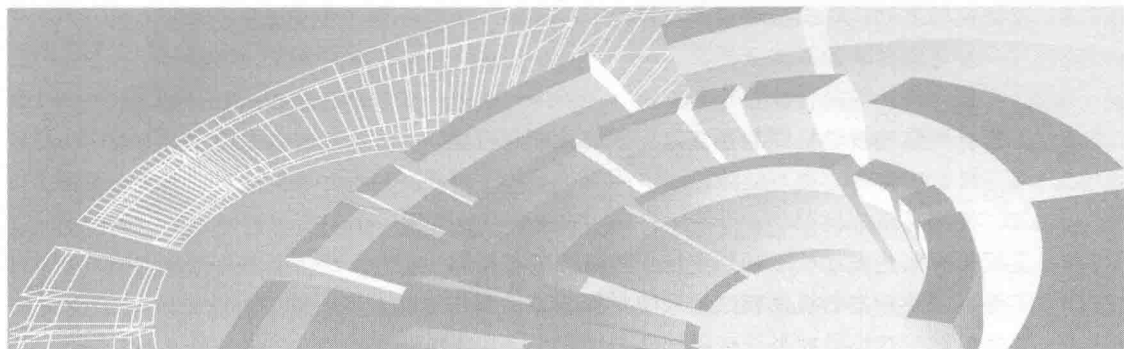
本书由武汉软件工程职业学院丁新桥、刘霞担任主编，参加编写的还有谈丽华、罗振华、王旭东。具体编写分工为：刘霞编写第1章和第2章的2.1~2.5，2.7；王旭东编写第2章的2.6；罗振华编写第3章；丁新桥编写第4章；谈丽华编写第5章。本书由丁新桥负责统稿。

本书的编写得到了武汉软件工程职业学院汽车工程学院领导的大力支持，在此表示衷心感谢。

为方便学习，本书配套电子课件，如有需要，可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

本书涉及各种类型的工程机械，内容较多，编者水平有限，不足之处，请读者批评指正。

编 者



目 录

第 1 章 工程机械故障诊断与排除概述	1
1.1 工程机械故障诊断与排除的基本概念	1
1.1.1 工程机械故障诊断的目的	2
1.1.2 工程机械常用术语	2
1.1.3 工程机械技术状况变化的标志	2
1.1.4 影响工程机械技术状况变化的因素	3
1.2 工程机械故障的类型	5
1.3 工程机械故障规律	5
1.4 工程机械故障诊断的内容	6
1.5 工程机械故障诊断与排除的分类	7
1.5.1 按目的和要求分类	7
1.5.2 按完善工程分类	7
1.6 工程机械故障诊断与排除的基本方法	8
1.6.1 工程机械传统的故障诊断方法	8
1.6.2 工程机械故障的智能诊断方法	8
1.6.3 工程机械设备故障信息的获取方法	9
1.6.4 工程机械设备故障的检测方法	10
思考题	12
第 2 章 工程机械柴油发动机故障诊断与排除	13
2.1 工程机械柴油发动机故障与排除的基本方法	13
2.1.1 工程机械柴油机功率的检测	15
2.1.2 气缸密封性的检测与故障诊断	18
2.1.3 曲轴箱窜气量的检测与故障诊断	20
2.1.4 气缸漏气率的检测与故障诊断	21

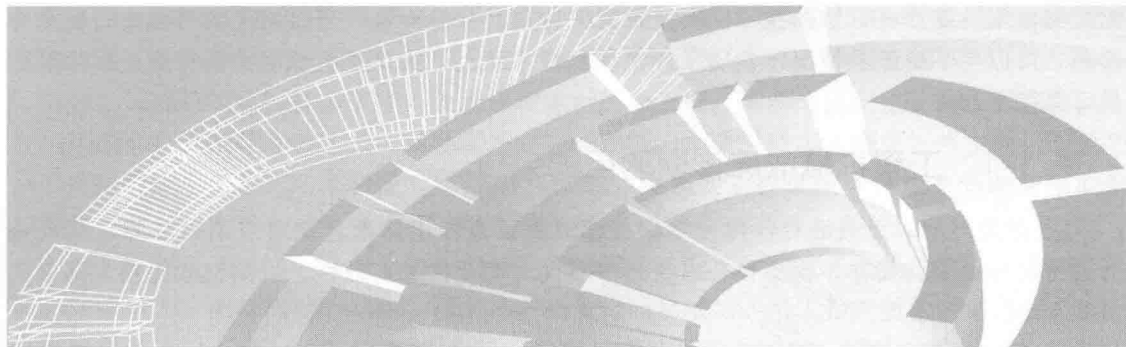
2.2 工程机械发动机异响故障诊断与排除	22
2.2.1 发动机异响的原因及类型	22
2.2.2 发动机异响的特征及诊断方法	24
2.3 工程机械柴油发动机润滑系统常见故障诊断与排除	36
2.3.1 机油压力的检测与故障诊断	36
2.3.2 机油品质的检测	37
2.4 工程机械柴油发动机冷却系统常见故障诊断与排除	38
2.5 工程机械柴油发动机燃料供给系统常见故障诊断与排除	40
2.6 工程机械柴油机电控系统故障诊断与排除	45
2.6.1 工程机械柴油机电控系统故障诊断与排除注意事项	45
2.6.2 工程机械柴油电控系统故障诊断常用仪器设备	48
2.6.3 工程机械柴油电控系统故障诊断的基本方法	52
2.7 工程机械柴油发动机常见故障诊断与排除实例	55
2.7.1 SY420 挖掘机发动机升温困难故障实例分析	55
2.7.2 三一 SY205C8M 挖掘机冒黑烟故障排除实例	56
2.7.3 卡特 320B 型挖掘机不能启动故障的排除	57
2.7.4 CAT365BII 发动机不能着车的故障诊断与排除实例	58
2.7.5 日立 EX200-5 型挖掘机发动机转速不改变故障诊断与排除实例	60
思考题	60

第 3 章 工程机械底盘故障诊断与排除

3.1 主离合器常见故障诊断与排除	62
3.1.1 主离合器打滑	62
3.1.2 主离合器分离不彻底	64
3.1.3 离合器发抖	65
3.1.4 离合器异响	66
3.2 动力换挡变速箱常见故障诊断与排除	67
3.2.1 挂不上挡	67
3.2.2 挡位不能脱开	67
3.2.3 变速箱工作压力过低	68
3.2.4 个别挡行驶无力	69
3.2.5 自动脱挡或乱挡	69
3.2.6 异常响声	70
3.2.7 故障实例	70
3.3 万向传动装置故障诊断与排除	72
3.3.1 传动轴噪声	72
3.3.2 启动撞击和滑行异响	73
3.3.3 故障实例	73
3.4 驱动桥故障诊断与排除	74
3.4.1 轮式驱动桥故障诊断与排除	74
3.4.2 履带式驱动桥故障诊断与排除	74

3.5 转向系常见典型故障诊断与排除	78
3.5.1 机械转向系常见典型故障诊断与排除	78
3.5.2 液压转向系的故障诊断与排除	79
3.6 制动系常见故障诊断与排除	84
3.6.1 液压式制动系典型故障诊断与排除	84
3.6.2 气压及气液式传动装置典型故障诊断与排除	87
3.7 行驶系常见故障诊断与排除	92
3.7.1 轮式机械行驶系常见故障诊断与排除	92
3.7.2 履带式机械行驶系典型故障诊断与排除	96
思考题	97
第4章 工程机械液压系统故障诊断与排除	98
4.1 工程机械液压系统故障诊断概述	98
4.1.1 工程机械液压系统故障的概念	98
4.1.2 工程机械液压系统故障的模式	98
4.1.3 工程机械液压系统故障的征兆	99
4.1.4 工程机械液压系统故障的分类	99
4.1.5 工程机械液压系统故障的特点	100
4.2 工程机械液压系统故障诊断方法	101
4.2.1 观察诊断法	102
4.2.2 逻辑分析法	103
4.2.3 仪器检测法	108
4.2.4 计算机辅助诊断法	108
4.3 工程机械液压系统故障诊断与排除的基本步骤	108
4.4 工程机械液压元件故障分析与排除	109
4.4.1 液压泵故障分析与排除	109
4.4.2 液压马达与液压缸故障分析与排除	115
4.4.3 液压控制阀故障分析与排除	122
4.4.4 液力变矩器故障分析与排除	132
4.5 工程机械液压系统常见故障分析与排除	132
4.6 典型工程机械液压系统故障诊断与排除实例	134
4.6.1 CPC05 型液压叉车故障诊断与排除实例	134
4.6.2 巨力 ZL50 装载机液压系统故障诊断与排除实例	135
4.6.3 挖掘机液压系统故障诊断与排除实例	137
4.6.4 汽车起重机液压系统故障诊断与排除实例	145
4.6.5 T180~220 型推土机液压转向系统故障诊断与排除实例	151
思考题	153
第5章 工程机械电气设备故障诊断与排除	154
5.1 工程机械电气设备故障检测与诊断的基本步骤与方法	154
5.1.1 工程机械电气设备的特点	154

5.1.2	工程机械电气设备检测与诊断的基本步骤	155
5.1.3	工程机械电气系统检测与诊断的基本方法	156
5.2	蓄电池的故障检测与诊断	158
5.2.1	铅蓄电池检测方法	158
5.2.2	蓄电池常见故障检测与诊断	163
5.3	交流发电机及调节器故障检测与诊断	164
5.3.1	发电机的检测	164
5.3.2	调节器的检测	166
5.3.3	交流发电机和调节器故障的诊断	168
5.4	启动系统故障检测与诊断	172
5.4.1	启动机不转动或转动无力	172
5.4.2	启动机控制电路故障	174
5.4.3	启动系其他故障诊断分析	175
5.5	工程机械电气系统故障诊断与排除实例	176
5.5.1	小松 PC200-6 型和 PC220-6 型挖掘机电气系统故障诊断与排除实例	176
5.5.2	小松 PC200-5 型挖掘机发动机不能启动故障诊断与排除实例	177
	思考题	179
	参考文献	180



第1章 工程机械故障诊断与排除概述

1.1 工程机械故障诊断与排除的基本概念

工程机械是基本建设工程施工所用各类机械设备的统称，广泛用于建筑工程、道路交通、矿山等行业，也称为建设机械。随着我国国民经济的快速发展，工程机械种类繁多，结构复杂，应用越来越广，新技术、新工艺应用也越来越多。这些现实状况，都给工程机械行业的维修、使用带来了相当的困难，同时，也带来了无限的商机。

现代工程机械设备运行的安全性与可靠性，取决于两个方面：一是工程机械设备设计与制造的各项技术指标的实现；二是工程机械设备安装、运行、管理、维修和检测诊断措施的实施。现代工程机械设备的检测诊断技术、修复技术和润滑技术已成为推进设备管理现代化，保证设备安全可靠运行的重要手段。

工程机械故障检测与诊断技术能为运营企业带来重大的经济效益，这方面无论在国外还是国内都已得到证实。

① 工程机械运营企业，配置故障检测与诊断系统能减少事故停机率，具有很高的收益/投资比。据日本资料统计，实施故障检测诊断后，事故率可减少 75%，维修费用可降低 25%~50%。

② 工程机械运营企业，配置故障检测与诊断系统能延长设备维修周期，缩短维修时间，为制订合理的维修制度提供基础信息，可极大地提高经济效益。

③ 从社会宏观角度上看，设备维修费用是一笔巨大的数目，而实施故障诊断带来的经济效益是巨大的。

④ 我国的公交运营企业每年用于设备大修、小修及处理故障的费用一般占固定资产原值的 30%~50%。采用检测诊断技术改善设备维修方式和方法后，一年取得的经济效益可达数百亿元。

从上述分析可以看出，工程机械设备检测诊断技术在保证设备的安全可靠运行，以及获取很大的经济效益和社会效益方面，效果是非常明显的。本书所指的检测技术主要是针对工

程机械使用性能而言,诊断技术主要是针对工程机械故障而言。通过对工程机械进行检测与诊断,可以在不解体的情况下判明工程机械的技术状况,为工程机械继续运行或进厂维修提供可靠依据和保证。

1.1.1 工程机械故障诊断的目的

① 能及时地、正确地对各种异常状态或故障状态作出诊断,预防或消除故障,对设备的运行进行必要的指导,提高设备运行的可靠性、安全性和有效性,以期把故障损失降低到最低水平。

② 保证设备发挥最大的设计能力。制订合理的检测维修制度,以便在允许的条件下充分挖掘设备潜力,延长服役期限和使用寿命,降低设备全寿命周期费用。

③ 通过检测、故障分析、性能评估等,为设备结构改造、优化设计、合理制造及生产过程提供数据和信息。

总体来说,设备故障诊断既要保证设备的安全可靠运行,又要获取更大的经济效益和社会效益。

事实上,如果加强故障诊断工作,有许多事故是可以防患于未然的。下面是一些事故增加的原因,也正是设备故障诊断所要解决的问题。

① 现代生产设备向大型化、连续化、快速化、自动化方向发展,一方面在提高生产率、成本、节约能源和人力等方面带来很大好处;另一方面,由于设备故障率增加和因设备故障停工而造成的损失却成十倍、甚至成百倍地增长,维修费用也大幅度增加。

② 高新技术的采用对现代化设备的安全性、可靠性提出越来越高的要求。

③ 现有大量生产设备的老化要求加强故障诊断。许多老设备、老机组,服役已接近其寿命期限,进入“损耗故障期”,故障率增多,有的甚至超期服役,全部更新经济负担很重,此时如有完善的故障诊断系统,将能延长设备的使用寿命。

1.1.2 工程机械常用术语

(1) 工程机械技术状况:定量检测得到的表征某一时刻工程机械外观和性能参数值的总和。

(2) 工程机械故障:工程机械部分或完全丧失工作能力的现象。

(3) 故障现象:故障的具体表现。

(4) 故障树:表示工程机械故障因果关系的分析图。

(5) 工程机械检测:确定工程机械技术状况或工作能力而进行的检查和测量。

(6) 工程机械诊断:在不解体(或仅卸下个别小件)条件下,确定工程机械技术状况或查明故障部位、原因而进行的检测、分析与判断。

(7) 诊断参数:供诊断用的、表征工程机械总成及机构技术状况的数值。

(8) 诊断周期:工程机械诊断的间隔时间。

(9) 诊断标准:工程机械诊断方法、技术要求和限值等的统一规定。

(10) 工程机械检测与诊断站:从事工程机械检测与诊断的企业性机构(暂在维修企业)。

1.1.3 工程机械技术状况变化的标志

工程机械是由成千上万个零件组成的系统,随着使用时间的延长和行驶里程的增加,零

件的形状、组织结构或表面质量等都不可避免地要遭到破坏,相互之间的配合状况和位置精度也逐渐变差,从而导致系统性能的退化,使用可靠性降低。其具体表现如下。

(1) 工程机械运行能力下降 工程机械运行能力下降,即动力性变差,具体表现为:工程机械最高行驶速度降低、最大爬坡度减小、加速能力及牵引能力下降等。当发动机有效功率和有效转矩小于额定功率和最大转矩的70%时,则表明工程机械运行能力变差而不能继续使用。

(2) 工程机械燃油、润滑油消耗增加 发动机由正常工作期进入磨损极限期,零件间的配合间隙增大,工程机械的燃油、润滑油消耗量将明显增加。当工程机械的燃油消耗量比正常额定用量增加15%~40%时,则表明工程机械燃油消耗量增加;润滑油消耗量比正常消耗量增加3~4倍,则表明工程机械润滑油消耗量增加。

(3) 工程机械工作可靠性变差 工程机械制动性能下降,车辆因故障停修次数增多、故障频率提高、运输效率降低等,使安全行车无保障,则表明工程机械设备工作可靠性变差。

1.1.4 影响工程机械技术状况变化的因素

1. 工程机械结构设计制造质量的影响

工程机械结构设计的科学性、合理性,材料的优劣,制造装配技术等都将直接影响其技术状况。由于工程机械结构比较复杂,各总成、零部件的工作状况也各不相同,具有较大差异,不能完全适应各种运行条件的需要,在使用中暴露出某些薄弱环节,这就属于设计制造质量的影响。

2. 配件质量对工程机械设备技术变化的影响

零件在制造或修理加工过程中,由于制造或修理加工的工艺不符合规定或满足不了零件的技术要求,如零件的尺寸公差、形位公差和表面粗糙度等在加工时没有达到设计的技术要求。在维修过程中勉强使用,这样就破坏了零件表面应有的几何形状和性能,使装配零件间相互关系和位置发生变化,因而造成零件的技术性能和使用性能变差或产生早期损坏,甚至在装配过程中,不能满足必要的技术条件,使零件的装配质量下降或无法装配使用。

3. 燃油品质的影响

工程机械多采用柴油,柴油品质对发动机零件磨损的影响也很大。如重馏分过多,会造成燃烧不完全,形成炭粒而使气缸磨损量增加,喷油器喷孔堵塞,影响发动机正常工作。柴油的黏度过大,将会增加机件运动阻力;黏度过小,将会失去润滑作用而加速零件的磨损。十六烷值选择不当,会使发动机工作粗暴,加速机件磨损。柴油中含硫量超过0.10%时,将使发动机零件磨损量增加。

4. 润滑油、脂品质的影响

润滑油品质对润滑质量有直接的影响。如:黏度影响润滑油的流动性,黏度大则流动困难,黏度小则不能形成稳定油膜,都将使润滑条件变差,加剧零件磨损。选用品质较好的润滑油,可明显降低零件磨损。润滑脂的品种、牌号很多,而且性能各异,使用时应针对工程机械设备上需要的润滑部位合理选用。此外,润滑脂应保持清洁,不能混入灰土、砂石或金属屑等杂物,以防增加机件磨损。

5. 运行条件的影响

(1) 气温 温度过高或过低都不利于工程机械正常工作。气温过高易造成发动机过热,

使润滑油黏度下降, 润滑效果变差, 发动机易爆燃或早燃, 加剧机件磨损。气温过低, 发动机热效率低, 经济性变差; 润滑油黏度增大, 使得润滑条件变差, 加速机件磨损, 发动机低温启动困难。

(2) 道路条件 在良好道路上行驶的工程机械, 行驶速度能得到发挥, 燃油经济性较好, 零件磨损较小, 使用寿命长; 反之, 在坏路上行驶时, 工程机械制动次数增多, 换挡频繁, 加剧离合器摩擦片、制动鼓与制动蹄片的磨损, 弹簧易疲劳, 都将缩短零件或总成的使用寿命。

(3) 使用因素的影响 使用因素包括多方面, 如驾驶操作方法、装载是否均匀合理以及行驶速度等。

① 驾驶操作。养成正确的驾驶操作习惯对延长工程机械使用寿命有直接的影响。如采用冷摇慢转、预热升温、轻踏缓抬、平稳行驶、及时换挡、爬坡自如、掌握温度、避免灰尘等一整套合理的操作方法。在使用制动时应多采用预见性制动而少采用紧急制动; 尽量控制离合器半联动使用次数, 防止造成离合器异常磨损; 换挡时应坚持采用“两脚离合器”。

② 装载质量。工程机械的最大装载质量, 必须严格控制在制造厂规定的范围内。如果超载, 各总成、零件的工作负荷增加, 零件磨损速度明显加快, 使得工作状况趋向不稳定。发动机长时间处于高负荷状况下工作, 造成发动机过热, 使得发动机磨损量增加, 如图 1-1 所示。

③ 行驶速度。工程机械行驶速度对发动机磨损量的影响比装载质量的影响更为明显。发动机转速与磨损量的关系, 如图 1-2 所示。

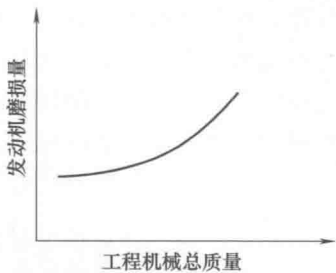


图 1-1 工程机械总质量与发动机磨损量的关系

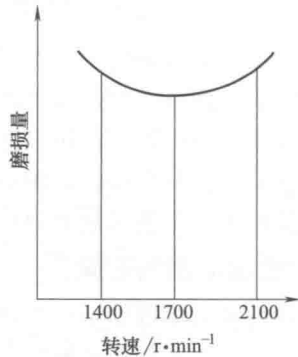


图 1-2 发动机转速与磨损量的关系

由图 1-2 可知, 发动机处于高速运转时, 活塞平均速度高、压力大, 故磨损量也相应加大; 发动机处于低速运转时, 机件润滑条件相对较差, 磨损量也同样加剧。有些驾驶员习惯使用加速滑行, 这种方法比稳定中速行驶给发动机造成的磨损量要增加 25%~30%。发动机启动次数越多, 加速终了的速度越高, 速度变化范围就越大, 发动机的磨损量也越大。因此, 必须控制行车速度, 选用合适的挡位。经常保持中速行驶, 不仅能减轻发动机磨损、延长其使用寿命, 而且还能提高工程机械燃油经济性。

每一种款型的工程机械, 都有一个较合适的行驶速度范围。在使用时, 必须正确估计发动机的动力, 做到及时换挡, 尽量避免出现高档低速或低挡高速行驶现象。有些驾驶员为了省油, 习惯用高档低速行驶, 而不是根据实际行驶速度选择挡位, 这种不良操作方法, 使得发动机处于极限工作状态或超负荷状态, 由于此时发动机转速较低, 发动机的润滑条件较

差,加剧了磨损,导致工程机械技术状况恶化。

6. 维修质量的影响

(1) 维护质量 维护质量的好坏,将直接影响零件的磨损速度和设备使用寿命。例如,燃料系统维护质量差,就会造成混合气浓度过浓或过稀,燃烧不完全,排气污染严重,发动机动力不足,机体过热等故障。

工程机械设备经过及时润滑、清洁、检查、紧固、补给、调整等,能减少机件磨损,避免工作中发出异响,也使得操纵轻便、灵活,保证安全行驶。

(2) 修理质量 工程机械设备通过修理能及时恢复其完好的技术状况。为保证修理质量和降低修理成本,必须根据检测诊断和技术鉴定来确定修理作业范围和深度。这样既能防止拖延修理造成车辆技术状况恶化,又能防止因提前修理而造成浪费。例如,发动机最大功率或气缸压力较标准降低 25% 以上时,燃油和润滑油消耗量显著增加,而车辆的其他总成、车架的技术状况良好,这时只需要进行总成大修,就能恢复其完好的技术状况;此时若进行车辆大修,会造成不必要的浪费,提高运输成本。反之,如除发动机技术状况明显变差,同时车体、车架或其他总成的技术状况也显著变差,这时应该进行车辆大修,才能完全或接近完全恢复车辆的完好技术状况;若只进行总成大修,则无法恢复整车技术状况。

1.2 工程机械故障的类型

工程机械及其零、部件的故障基本形式大致可分为:损坏、退化、松脱、失调、堵塞及渗漏、整机及子系统故障等类型,它们主要包括以下几类。

损坏型:断裂、裂纹、烧毁、击穿、弯曲、变形。

退化型:老化、变质、腐蚀、剥落、早期磨损。

松脱型:松动、脱落、脱焊。

失调型:间隙不当、流量不当、压力不当、行程不当、照度不当。

塞漏型:堵塞、不畅、泄漏。

整机型:性能不稳、功能不正常、功能失效、启动困难、供油不足、怠速不稳、总成异响及制动跑偏等。

1.3 工程机械故障规律

构成工程机械设备的基本单元是零件,许多零件构成了摩擦副,如轴承、齿轮、活塞与气缸等,它们在外力作用下,以及热力、物理和化学等环境因素的影响,经受着一定的摩擦、磨损,最后失效。对工程机械故障模式的统计结果表明,零件因表面损坏而失效占一半以上,其中磨损约占表面损坏故障的 50%。因此,了解零件磨损规律是非常必要的。

磨损所产生的故障属于渐进性故障。大量的试验与使用实践表明,零件磨损量与工作时间的关系,可用磨损曲线来表示,如图 1-3 所示。

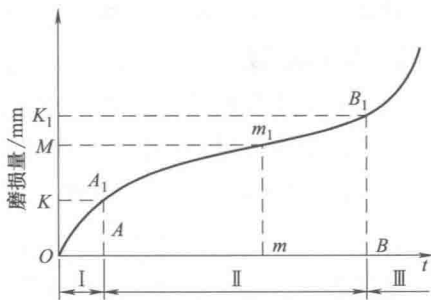


图 1-3 工程机械零件典型磨损曲线

由图 1-3 可以看出,零件的磨损过程基本上可以分为以下三个阶段。

I 阶段:零件装配后即进入运转磨合(走合)阶段,如图 1-3 中曲线 OA_1 段。它的磨损特点是在短时间内(OA 段)磨损量(OK)增长较快,经过一段时间后趋于稳定,它反映了零件配合副的初始配合情况。该阶段的磨损强度在很大程度上取决于零件表面的质量、润滑条件和载荷的大小。随着表面粗糙度的增加,以及载荷的增大,在零件初始工作阶段,都会加剧磨损。零件配合间隙也由初始状态逐步过渡到稳定状态。

II 阶段:又称正常磨损阶段,如图 1-3 中曲线 A_1B_1 段。零件的磨损特点是增长缓慢,属于自然磨损,且大多数零件的磨损量与工作时间成线性关系。磨损量与使用条件和维护条件的好坏关系极大,使用维护得好,可以延长零件的使用寿命。

III 阶段:又称极限磨损期。零件自然磨损到 B_1 点以后,磨损强度急剧增加,配合间隙急剧变大,磨损量超出 OK_1 ,破坏了零件正常润滑条件。零件过热,以致由于冲击载荷出现敲击现象,零件进入极限状态。因此,达到 B_1 点以后,零件不能继续工作,否则将出现事故性损坏。一般零件或配合副,使用到一定时间 B 点(到达 B_1 前后),应采取调整、维修或更换等预防措施,来防止事故性故障的发生。

由于零件在工程机械中所处的位置及摩擦工况不同,以及制造质量和功能等原因,并不是所有零件都有磨合期和极限磨损期。如密封件(油封)、燃油泵的精密偶件等,它们呈现不能继续使用的不合格情况,并不是因为在它们使用期内出现极限磨损,而是由于它们的磨损量已影响到不能完成自身功能的程度。

上述零件典型磨损曲线,对工程机械使用 and 维修具有一定的指导意义。例如,根据曲线变化规律,应做好磨合(走合)期的使用和维护,以减少零件的早期磨损,延长其使用寿命;在正常磨损阶段,应提高车辆的使用水平,及时维护,以减少零件的磨损;当车辆使用到 B 点时,则应及时进行维修,更换严重磨损零件,调整配合间隙,以恢复工程机械设备的技术性能。

1.4 工程机械故障诊断的内容

工程机械设备故障诊断内容包括状态检测、分析诊断和故障预测三个方面,其具体实施过程可以归纳为以下四个方面。

1. 信号采集

设备在运行过程中必然会有力、热、振动及能量等各种量的变化,由此产生各种不同信息,根据不同的诊断需要,选择能表征设备工作状态的不同信号,如振动、压力、温度等,是十分必要的。这些信号一般是用不同的传感器来采集的。

2. 信号处理

这是将采集的信号进行分类处理、加工,获得能表征机器特征的过程,也称特征提取过程,如振动信息从时域变换到频域进行频谱分析即是这个过程。

3. 状态识别

将经过信号处理获得的设备特征参数与规定的允许参数或判别参数进行比较、对比以确定设备所处的状态,是否存在故障及故障的类型和性质等,为此应正确制订相应的判别准则和诊断策略。

4. 诊断决策

根据对设备状态的判断,决定应采取的对策和措施,同时应根据当前信号预测及设备状态可能发展的趋势,进行趋势分析,上述诊断内容可用图 1-4 来表示。

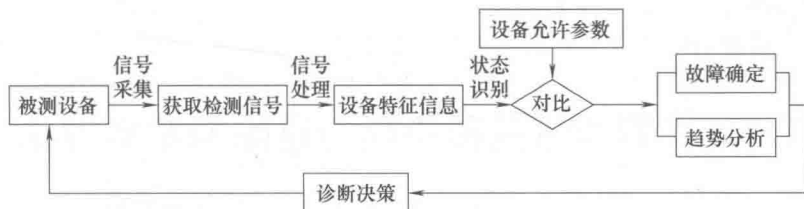


图 1-4 设备诊断过程框图

1.5 工程机械故障诊断与排除的分类

1.5.1 按目的和要求分类

1. 功能诊断与运行诊断

功能诊断是对新安装的机器设备或刚维修的设备检查其功能是否正常,并根据检查结果对机组进行调整,使设备处于最佳状态;而运行诊断是对正在运行的设备进行状态诊断,了解其故障的情况,其中也包括对设备的寿命进行评估。

2. 定期诊断与连续诊断

定期诊断是每隔一定时间对监测的设备进行测试和分析;连续诊断是利用现代测试手段对设备连续进行监控和诊断。究竟采用何种方式取决于设备的重要程度及事故影响程度等。

3. 直接诊断与间接诊断

直接诊断是直接根据主要零部件的信息确定设备状态,如主轴的裂纹、管道的壁厚等;当受到条件限制无法进行直接诊断时就采用间接诊断,间接诊断是利用二次诊断信息判断主要部件的故障,多数二次诊断信息属于综合信息,如利用轴承的支承油压来判断两根转子对中状况等。

4. 常规工况与特殊工况诊断

大多数是在机器设备常规运行工况下进行监测和诊断的,有时为了分析机组故障,需要收集机组在启停时的信号,这时就需要在启动或停机的特殊工况下进行监测和诊断。

5. 在线诊断与离线诊断

在线诊断是指对于大型、重要的设备为了保证其安全和可靠运行,需要对所监测的信号自动、连续、定时地进行采集与分析,对出现的故障及时做出诊断;离线诊断是通过磁带记录仪或数据采集器将现场的信号记录并储存起来,再在实验室进行回放分析。对于一般中小型设备往往采用离线诊断方式。

1.5.2 按完善工程分类

1. 简易诊断

利用一般简易测量仪器对设备进行检测,根据测得的数据,分析设备的工作状态。如利

用测振仪对机组轴承座进行测量,根据测得的振动值对机组故障进行判别或者应用便携式数据采集器将振动信号采集下来后再进行频谱分析用以诊断故障。

2. 精密诊断技术

利用较完善的分析仪器或诊断装置,对设备故障进行诊断,这种装置配有较完善的分析、诊断软件。精密诊断技术一般用于大型、复杂的设备。

1.6 工程机械故障诊断与排除的基本方法

设备故障的复杂性和设备故障与征兆之间关系的复杂性,决定了设备故障诊断是一种探索性的过程。就设备故障诊断技术这一学科来说,重点不仅在于研究故障本身,而且在于研究故障诊断的方法。故障诊断过程由于其复杂性,不可能只采用单一的方法,而要采用多种方法,可以说,凡是对故障诊断能起作用的方法就要利用,必须从各种学科中广泛探求有利于故障诊断的原理、方法和手段,这就使得故障诊断技术呈现多学科交叉的特点。

1.6.1 工程机械传统的故障诊断方法

首先是利用各种物理的和化学的原理和手段,通过伴随故障出现的各种物理和化学现象,直接检测故障。例如:可以利用振动、声、光、热、电、磁、射线、化学等多种手段,观测其变化规律和特征,用以直接检测和诊断故障。这种方法形象、快速,十分有效,但只能检测部分故障。

其次,利用故障所对应的征兆来诊断故障是最常用、最成熟的方法,以旋转式机械为例,振动及其频谱特性最能反映故障特点,是最有利于进行故障诊断的手段,为此,要深入研究各种故障的机理,研究各种故障所对应的征兆,在诊断过程中,首先分析在设备运转中所获取的各种信号,提取信号中的各种特征信息,从中获取与故障相关的征兆,利用征兆进行故障诊断。由于故障与各种征兆间并不存在简单的一一对应的关系,因此,利用征兆进行故障诊断往往是一个反复探索和求解的过程。

1.6.2 工程机械故障的智能诊断方法

在上述传统的诊断方法的基础上,将人工智能(Artificial Intelligence)的理论和方法用于故障诊断,发展智能化的诊断方法,是故障诊断的一条全新的途径,目前该方法已被广泛应用,成为设备故障诊断的主要方向之一。

人工智能的目的是利用计算机去做原来只有人才能做的智能任务,包括推理、理解、规划、决策、抽象、学习等功能。专家系统(Expert System)是实现人工智能的重要形式,目前已广泛用于诊断、解释、设计、规划、决策等各个领域。现在国内外已发展了一系列用于设备故障诊断的专家系统,获得了良好的效果。

专家系统由知识库、推理机以及工作存储空间(包括数据库)组成。实际的专家系统还应具有知识获取模块、知识库管理维护模块、解释模块、显示模块以及人机界面等。

专家系统的核心问题是知识的获取和知识的表示。知识获取是专家系统的“瓶颈”,合理的知识表示方法能合理地组织知识,提高专家系统的能力。为了使诊断专家系统拥有丰富的知识,必须进行大量的工作。要对设备的各种故障进行机理分析,可建立数学模型,进行理论分析;进行现场测试和模型试验;总结领域专家的诊断经验,整理成计算机所能接受的