

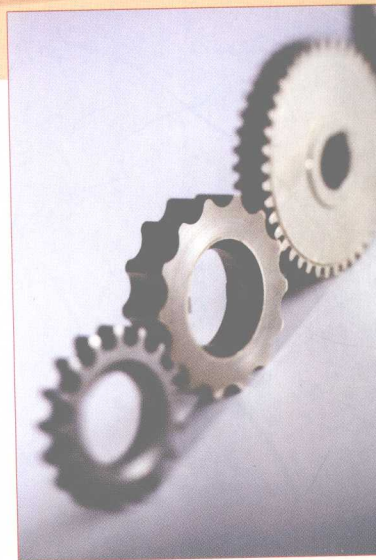


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

农机检测技术

彭富明 主编

农业机械化专业用



中国农业出版社

责任编辑 穆祥桐
封面设计 姜 欣
版式设计 王家璜
邵国平

中等职业教育国家规划教材

农业机械化专业书目

机械制图与公差
机械基础
机械制造基础
拖拉机汽车应用技术
农业机械应用技术
农机液压与气动技术
农机检测技术
中级农机修理工技能训练

林春江 主编
郝 婧 主编
丁新民 主编
蒋双庆 主编
胡 霞 主编
张宏友 主编
彭富明 主编
白长城 主编

ISBN 7-109-07221-5



9 787109 072213 >

ISBN 7-109-07221-5/S·4802

定价： 9.30 元



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

农机检测技术

农业机械化专业用

彭富明 主 编
张文立 责任主审
李相平 审 稿

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农机检测技术/彭富明主编. —北京: 中国农业出版社, 2001.12

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-109-07221-5

I. 农... II. 彭... III. 农业机械-检测-专业学校-教材 IV. S220.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 082432 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 穆祥桐

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行
2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 7.75

字数: 160 千字

定价: 9.30 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是中等职业学校农业机械化专业系列教材之一，是国家规划教材。本书主要包括现代检测技术的基本知识，基本参量的检测原理与方法，发动机及底盘检测的内容、方法及标准等。在编写上，检测技术基础是整个课程的基础，作为独立模块；传感器原理与结构，作为必须具备的知识在基本参量检测模块中出现，正体现了模块化教学风格；发动机与底盘检测，以参量检测为主线，拖拉机和汽车检测并重的原则组织编写。全书按照能力教育体系的要求，突出了理论知识的运用，着重于基本概念和原理的理解，强调针对性和实用性，具有明显的职业教育特色。

本书可供中等职业学校农业机械化专业或与车辆检测有关的专业使用，也可供有关工程技术人员参考。

中国农业出版社
中国农机出版社

编

审

人

员

农业机械维修工

主编

彭富明 (南京农业大学农业工程学院)

编者

田光辉 (四川省机电工程学校)

高 强 (南京农业大学农业工程学院)

主 审

孔华祥 (江苏省农机试验鉴定站)

中国农业出版社



为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

CHUBANSHUOMING*

编写说明



本教材是根据 2000 年教育部颁布的面向 21 世纪中等职业学校国家规划教材《农机检测技术》课程教学大纲编写的。本教材的任务是：使学生掌握现代检测技术的基本知识，非电量测量方法，拖拉机、汽车的检测内容、设备和方法，了解车辆有关的检测标准、运行安全技术指标，具有正确使用仪器设备对拖拉机、汽车进行检测和分析能力。本书内容力求按能力体系的特点，在“懂原理、重结构、会分析、能应用”的原则下体现职教的定向性、实用性和先进性以及少而精、理论联系实际、框架合理紧凑的要求，对力、扭矩、转速、功率、流量等基本参量从传感器到检测装置，同时兼顾汽车与拖拉机，以项目检测为主线，对发动机、底盘的有关性能检测，进行了较为详细的叙述，同时还附有按教学大纲规定应开设的 7 个实验的实验指导。

本教材教学时数为 40 学时，各章学时分配见下表（含实验实习）。

序 号	内 容	课 时 分 配	
		讲 课	实 验
1	检测技术基础	4	
2	基本参量的检测	8	2
3	发动机检测技术	10	6
4	底盘检测技术	6	4
总 计	40	28	12

本书由南京农业大学农业工程学院彭富明担任主编，并编写了第 1 章和第 3 章；高强编写了第 2 章；四川省机电工程学校田光辉编写了第 4 章。江苏省农机试验鉴定站的孔华祥担任本教材主审。

本教材在编写过程中得到了有关兄弟学校及各单位的大力支持和帮助，在此一并表示谢意。

由于编者水平有限，书中存在的缺点和错误敬请广大读者批评指正！

编 者

2001.9.28

BIANXIESHUOMING

目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明
编写说明

第 1 章 检测技术基础 1

第一节 汽车、拖拉机检测及技术状况	1
一、汽车、拖拉机检测技术与发展概况	1
二、技术状况变化原因及规律	2
三、技术状况参数	3
第二节 检测系统及智能化仪表	4
一、检测系统的基本组成	4
二、智能化仪表简介	5
第三节 测量误差及测量数据处理	7
一、测量误差分类	7
二、测量误差对测量结果的影响	8
三、测量误差来源及消除方法	9
第四节 仪表精度等级及仪表选择	10
一、仪表精度等级	10
二、仪表选择原则	10
习题与思考题	11

第 2 章 基本参量检测 12

第一节 力的检测	12
一、力传感器的分类	12
二、力的检测	12
第二节 转矩、转速及功率的检测	16
一、扭矩(转矩)检测	16



二、转速检测	18
三、功率检测	19
第三节 位移、速度及加速度的检测	21
一、位移检测	21
二、速度检测	22
三、加速度检测	23
第四节 流量的检测	24
一、气体流量的检测	25
二、燃油耗流量检测	26
三、其他型式的流量传感器	27
习题与思考题	30

第 3 章 发动机检测

31

第一节 汽缸密封性检测	31
一、汽缸压缩压力的检测	32
二、汽缸漏气量检测	34
三、曲轴箱窜气量检测	35
四、进气支管真空度检测	36
第二节 点火系性能诊断	37
一、观测点火波形	37
二、闭合角、重叠角的检测	40
三、检测点火提前角	42
第三节 发动机动力性检测	45
一、稳态测功和动态测功	45
二、无负荷测功测量原理、结构和应用	45
三、单缸功率的检测	47
四、对发动机功率技术要求	48
第四节 润滑油质量检测及消耗量测定	48
一、滤纸斑点分析法	48
二、介电常数分析法	50
三、润滑油消耗量测定	51
第五节 发动机排放污染物的检测	52
一、排放污染物成因与危害及标准	52
二、汽车排放标准及限值	53
三、汽油车怠速污染物排放检测	54
四、柴油车自由加速烟度排放检测	57
第六节 柴油机检测诊断的特殊性	59

一、柴油机的特点	59
二、供油压力波分析	60
三、汽缸压力检测	63
四、供油提前角检测	64
五、柴油机故障的人工经验检查法	65
习题与思考题	67

第 4 章 底盘检测

58

第一节 转向系性能检测	68
一、转向系性能指标及转向轮定位	68
二、转向轮定位的静态检测	69
三、转向轮定位的动态检测	72
第二节 制动性能检测	74
一、制动系性能指标	74
二、制动系性能检测	74
第三节 车速表及前照灯检测	79
一、车速表误差检测	79
二、前照灯检测	81
第四节 底盘功率检测	83
一、底盘测功机的基本结构与原理	83
二、底盘测功机的使用	84
习题与思考题	87

第 5 章 实验及实训

88

实验一 汽缸密封性能检测	88
实验二 润滑油质分析	90
实验三 发动机综合性能检测	91
实验四 汽油及柴油车污染排放物检测	93
实验五 转向系性能检测	96
实验六 前照灯检测	98
实验七 拖拉机变型运输机的综合性能检测	98
附录	102
附录一：QFC-5 型微机发动机综合检测仪简介	102
附录二：CTM-2001 型汽车拖拉机性能综合测试仪简介	105
参考文献	108

第 1 章

检测技术基础

第一节 汽车、拖拉机检测及技术状况

一、汽车、拖拉机检测技术的发展概况

汽车、拖拉机检测是在不解体条件下,借助仪器设备,按照一定的精确度要求定量地确定汽车、拖拉机技术状况或工作能力的技术工程。检测的内容包括汽车、拖拉机使用性能,如动力性、燃料经济性、操纵稳定性、安全性、防止公害性、舒适性、外观和使用可靠性等。

汽车、拖拉机诊断是在检测的基础上,进一步确定故障部位、故障原因、故障程度的技术过程。所谓故障是指汽车、拖拉机或总成部分或完全丧失工作能力的现象。通过诊断和维修及时采取措施,消除隐患或故障,保持和恢复汽车、拖拉机良好的技术状况或工作能力。

汽车、拖拉机检测技术是汽车、拖拉机诊断技术的基础,诊断含有检测的功能。汽车作为组成单元多,结构复杂的系统,检测与诊断作业往往结合进行,在国外称为车辆诊断技术。

汽车、拖拉机检测诊断技术的发展,大致经历了3个阶段:

第一阶段:机械结构——单机人工操作。这个阶段检测仪器设备较简单,测量精度也不高,但已从过去由人工凭实践经验定性检查,发展成仪器设备定量检测;从现场或路试检测技术,发展为相关性台架试验。它无论从时间、费用及检测数据可信性等方面都是一个质的飞跃。

第二阶段:机电一体化——计算机控制自动化。各项科学技术的进步,促使汽车、拖拉机性能检测项目更多,判断更快、更



准确,高精度传感器的应用,首先使检测单片机向智能电脑化、功能全、操作维护方便和易于联机等方面发展,继而实现系统自动化和智能化。具有代表性的,一种是车辆安全性能计算机测控系统;另一种是国外较流行的车辆维修检测系统。自动化检测设备或系统,不仅节省人力、时间,而且极大地提高了检测准确性和可靠性,也不需很高技术水平的熟练技术工人。与检测技术发展的同时,各国在检测标准法规的制定上也逐渐取得一致。

第三阶段:车载自诊断系统及车辆故障专家系统。车载自诊断系统作为车辆结构的组成部分,利用安装在车辆各个部位的传感器,将车辆主要的技术状况经常地、自动地用声光信号、数字或图形信号向操作者显示,始终维持发动机和车辆在最佳的工况下运转。现阶段车载自诊断系统主要对液面、温度、压力、真空度、电参数、转速、转矩、功率、制动防抱死性能等 50 多个单项参数进行实时监控。但对系统综合性参数的诊断仍较困难,需要在车外检测设备上进行。今后随车诊断和车外诊断方式会并存发展,但车外检测诊断技术将是发展的主流。

我国的汽车、拖拉机检测诊断技术起步较晚而发展很快,从“六五”计划期间列为新技术重点项目推广至今,全国各大中城市已陆续、有计划地建立了汽车安全性能检测站或综合性能检测站,对在用车状况和维修车质量实行监督,藉以保持或恢复汽车使用性能和可靠性。

汽车、拖拉机技术状况的预测、故障模式的建立、故障机理的解析技术、诊断参数信息识别、高新传感技术的开发和应用,将是检测诊断技术发展的趋势。

二、技术状况变化原因及规律

汽车、拖拉机技术状况是指定量测得的表征汽车、拖拉机某一时刻外观和性能参数值的总和。一辆汽车、拖拉机约由 8 000~9 000 种机械零件和电子元件组成。汽车、拖拉机随着行驶里程的增加,因零件磨损、腐蚀、疲劳、变形、老化和偶然性损伤等原因,引起技术状况变坏。这一变化与行驶里程间的关系称为技术状况变化规律。运用数理统计和可靠性理论分析汽车总成和零件损坏率特性,它遵循“浴盆曲线”变化规律,如图 1-1 所示。曲线划分成 3 个阶段:

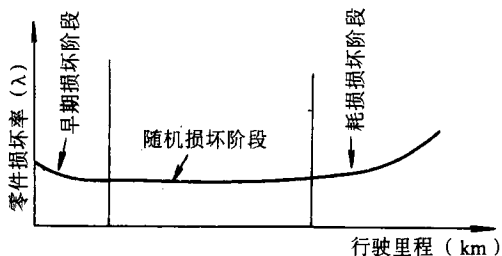


图 1-1 浴盆曲线

1. **早期损坏阶段** 在使用初期,零件损坏率是行驶里程的减函数。技术状况变化的速率取决于零件设计质量、制造工艺水平和材料力学性能。

2. **随机损坏阶段** 这阶段零件损坏率基本上是一个常数。所发生的损坏偶然性较大,并与零件所承受的负荷相关。

3. **耗损损坏阶段** 零件经长时间使用,它的物理性能已下降。零件损坏率是行驶里程的增函数。零件的损坏多属老化、疲劳等性质。在这一阶段,及时对汽车进行检查、维护和调整是延缓零件耗损损坏的有效措施。

三、技术状况参数

技术状况参数是评价汽车、拖拉机使用性能的物理量和化学量。汽车、拖拉机总成和零件的技术状况是由各种参数表征的，确定参数的变化量和变化规律是检测诊断的基础。

技术状况参数分为结构参数和诊断参数两类。

(一) 结构参数

结构参数是汽车、拖拉机在静态下测得的物理量。它直接表征被测对象具体的状况或能力，如零件的几何形状、尺寸、表面粗糙度、金相组织、形状与位置误差，以及配合关系等。

(二) 诊断参数

诊断参数是供检测诊断用的汽车、拖拉机在动态下测得的物理量。它间接表征被测对象的状况或能力。如功率、燃料消耗量、制动距离、异响和振动等。在工作状态下测得的诊断参数亦称工作过程参数，它与结构参数紧密相关，是被测对象的外部表征，全面地反映出被测对象总的状况和功能、质量等信息，是检测诊断的基本参数。少量的诊断参数伴随在工作过程中，称为伴生过程参数，如发热、噪声和振动等。它们间接地表征机构的状况，这些参数提供的信息狭窄但存在较普遍，常用于复杂机构的深入诊断。

无论是结构参数还是诊断参数，按参数的量值大小有标准值、许用值、极限值之分。标准值由机件功能或用途来确定，是设计和计算的原始数据，新的或大修竣工件应符合设计技术要求；许用值是组合件、机构或系统经维护调整后仍能正常工作的限界；极限值是使用极限尺寸，继续使用会导致使用性能下降和可靠性急剧恶化。测量值是检测诊断过程中，实际获得的数据，测量值与上述各个量值相比较，即能得出检测诊断结论。为保证结论的可信性和可靠性，选择技术状况参数应符合以下原则：

1. **灵敏性** 所选技术状况参数能表征状况微小的变化量，以提高检测诊断可靠性。
2. **单值性** 参数变化量能直接表征变化过程是渐增型还是渐减型，即有稳定的变化规律。

3. **稳定性** 在相同的检测条件下，参数应具有良好的重复性，即随机变化小。

4. **经济性** 参数在测量中所需费用低、工艺性好，易于检测。

5. **信息性** 参数所提供的信息准确，具有良好的可信性和可靠性。

总之，选择的技术状况参数应在一定的测量规范之内，否则，检测诊断过程便失去了意义。

常用的汽车技术状况参数见表 1-1。

表 1-1 常用的汽车技术状况参数

类 别	参 数	计 量 单 位
结构参数	磨损量	mm
	间隙	mm
	行程	mm
	车轮定位值	mm 或 (°)
	车轮平衡量	g·mm

(续)

类 别	参 数	计 量 单 位
工作过程参数	发动机功率或驱动桥输出功率	kW
	燃料和润滑油消耗量	L/100km 或 g/100km
	汽缸压缩压力	kPa 或 MPa
	汽缸漏气量	kPa 或 MPa
	曲轴箱窜气量	L/min
	进气歧管真空度	kPa
	润滑油介电常数 (亦称电容率)	%
	点火 (或供油) 提前角 (曲轴转角)	(°)
	触点闭合角 (或重叠角)	(°)
	切向力和自由转动量	N 和 (°)
	制动距离	m
	充分发出的制动减速度	m/s ²
	制动力	N
	侧滑量	m/km
	发光强度和光轴偏斜量	cd 和 mm
	废气成分和浓度	%, 10 ⁻⁶ 和 FSN
伴生过程参数	噪声	dB (A)
	振动	m/s ² 或 Hz
	温度	℃
	压力	kPa

第二节 检测系统及智能化仪表

在机械工程上,为了获得有关研究对象的状态、运动和特征等方面的信息,人们就要选择合适的测量仪表组成检测系统,采用一定的检测方法去进行测量。本节将简单介绍由一般仪表构成的检测系统的基本组成,并对智能化仪表作以简要介绍。

一、检测系统的基本组成

对于一个具体的检测系统,通常是由传感器、变换及测量装置、记录及显示装置和实验结果的分析处理装置等组成。有时,还有试验激发装置,如图 1-2 所示。

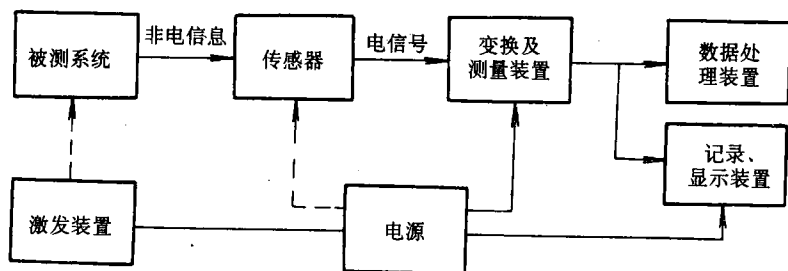


图 1-2 检测系统的基本组成

(一) 传感器

传感器是一种能把被测对象的某种信息检拾出来,并将其转换成电信号的装置。它是

一种获得信息的手段,在整个检测系统中占有首要的地位。因为它处于检测系统的输入端,所以它的性能直接影响着整个检测系统的灵敏度和精确度。传感器有时称为检测头,在生物医学及超声检测仪器中,常被称为换能器。具有规范输出的传感器称为变送器。传感器按结构原理,可划分为电阻式、电容式和电感式;而按检测信息的物理特性,可分为压电式、热电式、光电式、磁电式等。

(二) 变换及测量装置

其作用是把传感器送来的电信号变换成具有一定功率的电压或电流信号,以便推动下一级的记录和显示装置。这类装置常包括电桥电路、调制电路、解调电路、阻抗匹配电路、放大电路、运算电路等,在检测系统里是比较复杂的部分。在该部分常把要测的量与某一标准量进行比较,获得被测量与标准量的倍数关系,测量的误差范围等信息。对于传感器送来的变化频率很低、近似直流的微弱信号,可用调制、放大、解调和滤波电路消除放大器漂移的影响。

(三) 记录及显示装置

其作用是把变换及测量装置送来的电压和电流信号不失真地记录下来和显示出来。这类装置有光线示波器,它可以实现记录和显示两种功能;电子示波器,它只能显示而不能记录;磁记录器,它只具有记录功能而不能显示。记录和显示的方式一般有模拟和数字两种,前者是记录一条或一组曲线,后者是记录一组数字或代码。

(四) 数据处理装置

数据处理装置是用来对测试所得的结果(曲线或数据)进行分析、运算、处理。如对大量数据的数理统计分析,曲线的拟合,动态测试结果的频谱分析、幅值谱分析或能量谱分析等。

(五) 试验激发装置

试验激发装置是用以人为地模拟某种条件把被测系统中的某种信息激发出来,以便检测,如用激振器来模拟各种条件的振动,并将其作用在机械或构件上,把机械或构件产生的振动幅度、应力变化等信息激发出来,以便检测后对其在振动中的状态及特性进行研究分析。

二、智能化仪表简介

车辆检测中常用的设备,如制动、车速、侧滑、轴重、废气、烟度、声级、灯光试验等设备以及滑动、动平衡、发动机综合诊断等设备,其测量结果通过检测设备的指示仪表显示出来。传统的指示仪表大多数是指针式,这种仪表的最大缺点是精度低、分辨力差和寿命短,近年来已逐渐被智能化仪表所代替。

所谓智能化仪表一般是指以微处理器为基础而设计制造出来的一代新型仪表。由于增加了微机,可大大增强仪表的性能,简化仪器仪表的电路(硬件),从而使仪器的结构和功能发生了根本的变革,如智能化仪表不仅能进行测量,而且能储存信号和处理数据,同时在自动化系统中接受内部或外部的控制指令。

(一) 智能仪表的结构与特点

图 1-3 为智能仪表的简单框图。一般数字式仪表设有许多调节旋钮,在测量过程中的量程选择、极性变换、灵敏度调节和改变显示时间等等都需要人工操作。由图 1-3 可知,智能仪表是以微处理器作为控制单元,经过精心设计把仪表中的各个测量环节有机地结合起