

高职高专示范专业课程改革规划教材

汽车性能 与检测技术

仇雅莉 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专示范专业课程改革规划教材

汽车性能与检测技术

主 编 仇雅莉
副主编 毛 丽·张芳玲
参 编 周定武



机械工业出版社

本教材以汽车整车性能检测为主线,包括9个学习情境,介绍了汽车主要使用性能的相关知识。教材以汽车不解体检测诊断技术为主线,配套介绍了包括发动机无负荷功率检测、汽车动力性能检测、汽车经济性能检测、汽车制动性能检测、汽车操纵稳定性能检测、汽车行驶平顺性能检测、汽车通过性能检测、汽车外观检查、汽车车速表检测、汽车前照灯检测、汽车尾气检测、汽车噪声检测等14个工作任务,阐述了上述工作任务所用仪器设备的结构、原理和检测方法。并对汽车检测站作了简单描述。

本书理论联系实际,通俗易懂,可作为汽车运用与维修专业及相近专业的教材,也可作为从事汽车检测和维修工作的技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车性能与检测技术/仇雅莉主编. —北京:机械工业出版社,2014.4

高职高专示范专业课程规划教材

ISBN 978-7-111-45885-2

I. ①汽… II. ①仇… III. ①汽车—性能检测—高等教育—教材 IV. ①U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第030300号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐巍 责任编辑:徐巍

版式设计:霍永明 责任校对:潘蕊

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11印张·270千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-45885-2

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来,我国汽车工业发展迅速,汽车技术不断更新,对汽车维修行业从业人员的素质要求也随之提高。职业院校为适应我国汽车维修行业技能型紧缺人才培养的需要,不断进行课程改革。《高职汽车专业课程类型化重构研究》(课题编号:XJK012CZJ017)获湖南省教育科学“十二五”规划课题立项。在进行课题研究过程中,为配合高等职业院校进行课程教学改革,我们编写了这本学习情境化、任务驱动型的理实一体化教材。

本教材以汽车整车性能检测为主线,包括9个学习情境,介绍了发动机无负荷功率检测、汽车主要使用性能的相关知识。贯穿汽车不解体检测诊断技术,配套介绍了包括汽车动力性能检测、汽车经济性能检测、汽车制动性能检测、汽车操纵稳定性能检测、汽车平顺性能检测、汽车通过性能检测、汽车车速表检测、汽车前照灯检测、汽车尾气检测、汽车噪声检测等14个工作任务,阐述了上述工作任务所用仪器设备的结构、原理和检测方法。

本书注重理论联系实际,理论知识力求通俗易懂,深入浅出;实践知识注重实用,力求反映生产实际中的新知识、新技术、新设备、新工艺、新方法。

本书由湖南交通职业技术学院仇雅莉担任主编(学习情境1、8),湖南交通职业技术学院毛丽(学习情境5、6、7)、张芳玲(学习情境2、3、4)担任副主编,湖南汽车工程职业学院周定武参加编写(学习情境9)。

本书在编写过程中得到了相关单位领导和技术人员的大力支持,并参考了汽车界同仁的著作,在此一并表示感谢。

限于编者经历及水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评、指正。

编 者

目 录

前言

学习情境1 汽车发动机功率检测 1

1.1 发动机性能指标 1

1.1.1 发动机动力性能指标 1

1.1.2 发动机经济性能指标 3

1.2 发动机特性 3

1.2.1 发动机速度特性 3

1.2.2 发动机负荷特性 5

1.3 发动机功率标定 6

1.4 发动机功率检测 6

1.4.1 稳态测功 7

1.4.2 动态测功 7

1.5 发动机无负荷测功 9

1.5.1 发动机无负荷测功设备 9

1.5.2 发动机无负荷测功方法 11

1.5.3 检测标准 13

工作任务1 发动机无负荷 功率检测 13

综合测试 14

学习情境2 汽车动力性能检测 16

2.1 汽车动力性能评价指标 16

2.2 汽车的驱动力与行驶阻力 17

2.2.1 汽车的驱动力 17

2.2.2 汽车的行驶阻力 18

2.3 汽车行驶的驱动—附着条件 21

2.3.1 驱动—附着条件 21

2.3.2 附着力与附着系数 22

2.4 汽车的驱动力— 行驶阻力平衡图 23

2.5 影响汽车动力性的主要因素 24

2.5.1 发动机参数 24

2.5.2 传动系参数 25

2.5.3 汽车的外形及质量 26

2.5.4 轮胎结构 26

2.5.5 汽车的使用因素 26

2.6 汽车底盘输出功率检测 27

2.6.1 底盘测功机的结构与使用方法 27

2.6.2 底盘测功方法 30

2.6.3 结果判定 31

2.7 汽车动力性能路试检测 33

工作任务2 汽车底盘输出 功率检测 33

综合测试 35

学习情境3 汽车燃油经济性检测 37

3.1 汽车燃油经济性评价指标与 试验分类 37

3.1.1 汽车燃油经济性评价指标 37

3.1.2 汽车燃油经济性试验分类 38

3.2 汽车燃油经济性的影响因素 39

3.2.1 汽车使用方面 39

3.2.2 汽车结构方面 40

3.3 汽车燃油经济性台试检测 41

3.3.1 检测设备 41

3.3.2 汽车燃油经济性台试检测方法 43

3.3.3 检测结果评价 44

3.4 汽车燃油经济性路试检测 45

工作任务3 汽车燃油经济性 台试检测 45

综合测试 46

学习情境4 汽车制动性能检测 48

4.1 制动力学 48

4.1.1 制动力的产生 48

4.1.2 地面制动力、制动器制动力与 附着力的关系 49

4.2 汽车制动性能的评价指标 49

4.2.1 制动效能 49

4.2.2 制动效能的恒定性 51

4.2.3 制动时的方向稳定性 51



4.3 提高汽车制动性能的措施	53	6.2.2 汽车悬架装置检测方法	94
4.3.1 结构措施	53	工作任务7 汽车悬架装置检测	95
4.3.2 使用措施	54	综合测试	96
4.4 汽车制动性能台试检测	55	学习情境7 汽车通过性能检测	97
4.4.1 检测设备	55	7.1 汽车通过性能的评价	97
4.4.2 汽车制动性能台试检测方法	58	7.1.1 汽车通过性能的参数	97
4.4.3 检测标准	59	7.1.2 影响汽车通过性能的主要因素	100
4.5 汽车制动性能路试检测	60	7.2 汽车通过性能几何参数的测定	104
工作任务4 汽车制动性能台试检测	60	7.2.1 测量尺寸参数的场地及仪器	104
综合测试	62	7.2.2 案例	104
学习情境5 汽车操纵稳定性能检测	64	工作任务8 汽车通过性能几何参数测量	105
5.1 汽车稳定性能分析	64	综合测试	106
5.1.1 概述	64	学习情境8 汽车整车其他性能检测	108
5.1.2 轮胎的侧偏特性	68	8.1 汽车外观检测	108
5.1.3 汽车的转向特性	70	汽车外观检测主要内容	108
5.1.4 汽车的纵向、横向稳定性	73	8.2 汽车车速表检测	113
5.1.5 提高操纵稳定性的电子控制系统	74	8.2.1 汽车车速表误差分析	113
5.2 汽车四轮定位检测	75	8.2.2 汽车车速表检测方法	114
5.2.1 汽车四轮定位主要参数	75	8.2.3 检测标准	116
5.2.2 汽车四轮定位检测方法	76	工作任务9 汽车车速表检测	116
工作任务5 汽车四轮定位检测	81	8.3 汽车前照灯检测	118
5.3 汽车侧滑量检测	83	8.3.1 汽车前照灯分析	118
5.3.1 汽车侧滑量的检测原理	83	8.3.2 汽车前照灯检测	119
5.3.2 汽车双板联动式侧滑试验台	83	8.3.3 检测标准	123
5.3.3 汽车侧滑量的检测	84	工作任务10 汽车前照灯检测	124
工作任务6 汽车侧滑量检测	84	8.4 汽车尾气检测	125
综合测试	86	8.4.1 发动机燃烧过程	125
学习情境6 汽车行驶平顺性能检测	87	8.4.2 汽车尾气分析	127
6.1 汽车行驶平顺性能的评价方法	87	8.4.3 汽油车尾气检测方法	129
6.1.1 汽车行驶平顺性能分析	87	工作任务11 汽油车尾气检测	135
6.1.2 影响汽车行驶平顺性能的主要因素	89	8.4.4 柴油车尾气检测	136
6.2 汽车悬架装置检测	92	工作任务12 柴油车烟度检测	138
6.2.1 汽车悬架装置试验台	92	8.5 汽车噪声检测	139
		8.5.1 汽车噪声的形成与分类	140
		8.5.2 汽车噪声的评价指标	141



8.5.3 汽车噪声检测方法	142	9.4 汽车综合性能检测	161
工作任务 13 汽车噪声检测	149	9.4.1 综合性能检测线	161
综合测试	150	9.4.2 综合性能检测流程	164
学习情境 9 汽车检测站认识	151	工作任务 14 汽车检测站见习	165
9.1 汽车检测制度和标准	151	综合测试	165
9.1.1 检测制度	151	附录	166
9.1.2 检测标准	152	附录 A 机动车安全技术检验项目	
9.2 汽车检测站认识	153	和方法 GB21861—2008	
9.2.1 检测站的类型和职能	153	(附录 A:规范性附录)	166
9.2.2 检测站的布局	154	附录 B 机动车安全技术检验项目	
9.3 汽车安全环保性能检测	156	和方法 GB21861—2008	
9.3.1 安全环保检测线	156	(附录 B:检验项目)	167
9.3.2 安全环保检测流程	159	参考文献	170

学习情境 1 汽车发动机功率检测

学习目标:

1. 能够描述汽车发动机性能指标。
2. 能够理解发动机特性曲线图。
3. 能够运用发动机特性曲线图合理匹配发动机。
4. 能够运用检测设备完成汽车发动机功率检测。
5. 能够了解国家相关的检测标准。
6. 能够对检测结果进行分析判定。

情境描述:

对某客户的车辆进行发动机无负荷功率的检测。

内容介绍:

发动机功率是表明汽车发动机动力的特征之一。通过本情境的学习,对发动机性能指标和发动机特性曲线有一个基本认识。对发动机功率检测的方法和标准有一定的运用能力。



相关知识:

1.1 发动机性能指标

发动机性能指标有两种:一种是以工质在气缸内对活塞做功为基础而建立的指标,称为指示性能指标,它只能用来评定工作循环进行的质量好坏。另一种是以发动机功率输出轴上得到的净功率为基础而建立的指标,称为有效性能指标,它可用来评定整个发动机性能的好坏,它比指示指标更有实用价值。

以下主要介绍发动机有效性能指标。

想一想

指示功率和有效功率有何不同?

1.1.1 发动机动力性能指标

1. 有效功率

发动机曲轴上输出的功率称为有效功率 P_e (kW)。

气缸完成一个工作循环工质对活塞所做的有用功,称为指示功 W_i , 发动机单位时间所做的指示功,称为指示功率 P_i 。



发动机的指示功率并不能完全对外输出。功在发动机内部的传递过程中,不可避免地会有损失,这些损失包括:

1) 发动机内部运动件的摩擦损失。如活塞和活塞环与气缸壁之间的摩擦,各轴承与轴颈之间的摩擦等。

2) 驱动附属机构的损耗。如用来驱动配气机构、机油泵、冷却水泵等。

3) 泵气损失。进、排气行程中所消耗的功。

以上损失总和所消耗的功率称为机械损失功率 P_m 。发动机指示功率减去机械损失功率所得到的功率输出轴上能够对外输出的净功率,称之为有效功率 P_e 。

$$P_e = P_i - P_m$$

式中 P_i ——发动机指示功率(kW);

P_m ——机械损失功率(kW)。

2. 有效转矩

发动机曲轴输出的转矩称为有效转矩 M_e (N·m)。发动机的有效转矩、有效功率和对应转速之间的关系式为

$$P_e = M_e \times \frac{2\pi n}{60} \times 10^{-3} = \frac{M_e n}{9550} \quad (\text{kW})$$

式中 M_e ——有效转矩(N·m);

n ——转速(r/min)。

3. 平均有效压力

发动机在单位气缸工作容积中所作的有效功,称为平均有效压力 p_e (kPa)。它与有效转矩之间的关系式为

$$p_e = 3.14 \frac{M_e \tau}{V_h i} \quad (\text{kPa})$$

式中 M_e ——有效转矩(N·m);

τ ——行程数;

i ——气缸数;

V_h ——气缸工作容积(L)。

对总气缸工作容积一定的发动机来说, p_e 正比于 M_e , 也反映发动机单位气缸工作容积输出转矩的大小, 是发动机重要的动力性能指标。

4. 升功率

在标定工况下, 发动机每升气缸工作容积发出的有效功率, 称为升功率 P_L (kW/L)。 P_L 是从发动机有效功率出发, 对其气缸工作容积利用率作的总评价。公式为

$$P_L = \frac{P_e}{i V_h} = \frac{P_e}{V_L} \quad (\text{kW/L})$$

式中 P_e ——发动机的有效功率(kW);

i ——气缸数;

V_h ——气缸工作容积(L);

V_L ——发动机工作容积或排量(L)。

升功率越大, 说明发动机单位容积的功率越大, 强化程度越高。



1.1.2 发动机经济性能指标

1. 有效热效率

发动机的有效功 W_e 与所消耗燃料的热量 Q 之比, 称为有效热效率 η_e 。公式为

$$\eta_e = \frac{W_e}{Q}$$

式中 W_e ——有效功(J);

Q ——所消耗燃油的热量(J)。

有效热效率用以评价发动机的经济性, 表示燃料的热量可以有多少转变为有效功。

2. 有效燃油消耗率

单位有效功的耗油量, 称为有效燃油消耗率 g_e (g/kW·h), 也叫比油耗, 公式为

$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 10^3 \quad (\text{g/kW} \cdot \text{h})$$

式中 G_T ——发动机每小时耗油量(kg/h);

P_e ——发动机的有效功率(kW)。

η_e 、 g_e 是评定整个发动机经济性能的重要指标, G_T 表示每小时耗油量, 其中 g_e 更具有实用意义。 g_e 值越小, 说明发动机曲轴端每输出 1kW·h 的功所需消耗的燃料越少。

1.2 发动机特性

查一查

参阅相关资料查找所测车辆的发动机外特性曲线。

发动机性能指标随调整情况和使用工况而变化的关系, 称为发动机特性。这种变化关系通常用曲线表示, 称为发动机特性曲线。

通过分析特性曲线, 可以评价发动机在不同工况下的动力性、经济性及其他运转性能, 为合理选用发动机并有效利用发动机提供依据。同时还可根据特性曲线分析影响特性的因素, 寻求改进发动机特性的途径, 使发动机性能进一步提高。

提示:

发动机工况是指发动机的实际工作状况, 通常用发动机功率和转速或发动机负荷与转速来表示。

1.2.1 发动机速度特性

当发动机负荷不变时, 其性能指标随转速而变化的关系, 称为发动机速度特性。

1. 汽油机速度特性

当汽油机的燃油供给系和点火系均调整在最佳状态, 汽油机节气门开度固定不动, 其有效功率 P_e 、有效转矩 M_e 、有效燃油消耗率 g_e 随转速变化的关系, 称为汽油机的速度特性。表示上述关系的曲线称为速度特性曲线。

不同的节气门开度, 就会有不同的速度特性曲线, 所以发动机的速度特性曲线有无限多条。节气门全开时的速度特性称为汽油机的外特性。节气门部分开启时的速度特性称为汽油



机部分负荷速度特性。某汽油机外特性曲线如图 1-1 所示。

外特性表明发动机所能达到的最高性能。一般汽油机标明的最大功率、最大转矩及其相应的转速,都是以外特性为依据的。从外特性曲线可以看出 n_M 时转矩 M_e 最大; n_g 时,燃料消耗率(g_e)最低,发动机经济性好; n_p 时,发动机能发出最大功率(P_e)。

一般汽油机的工作范围应在 n_M 到 n_p 之间。在此范围,发动机具有良好的动力性和经济性。如果转速大于 n_p 时,动力性、经济性变坏;转速小于 n_M 时,发动机则不能稳定地工作。

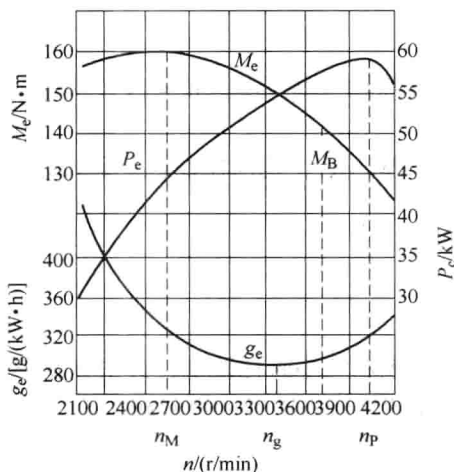


图 1-1 汽油机外特性曲线

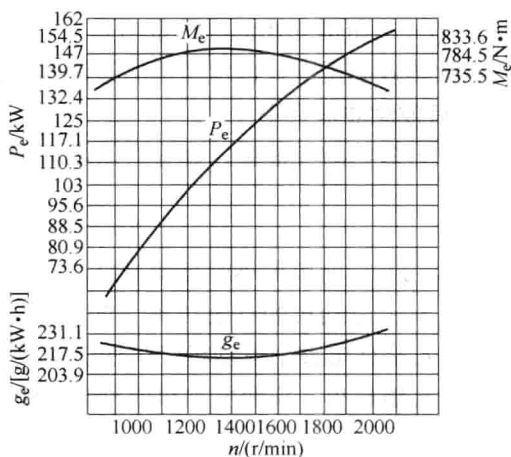


图 1-2 柴油机外特性曲线

2. 柴油机速度特性

当柴油机喷油泵的供油位置固定不变时,发动机的性能指标(P_e 、 M_e 、 g_e)随转速的变化关系,称为柴油机的速度特性。最大供油位置时的速度特性,称为柴油机的外特性。柴油机外特性曲线如图 1-2 所示。

3. 速度特性曲线分析

1) 转矩曲线弯曲度越大,适应外界阻力变化的能力越强。从图 1-1 和图 1-2 可看出,汽油机转矩曲线 M_e 随转速增加而较快向下倾斜,弯曲度较大,适应性好,能满足汽车的使用要求。当汽车行驶阻力增加(如上坡)而迫使车速降低时,发动机能自动提高转矩,汽车能在不换挡的情况下克服较大的行驶阻力。

柴油机转矩曲线变化较平坦,不能满足工作需要。例如,当汽车上坡时,加速踏板已踩到最大位置,当外界阻力矩突然增大而使转速下降时,柴油机发出的转矩增加不多,有可能使柴油机因克服不了阻力而停止运行,出现危险。因此,必须装调速器来改造柴油机的转矩曲线。

2) 最大扭矩 M_{emax} 对应的转速 n_M 越低,在汽车不换挡的情况下,发动机克服阻力的潜力越强。

在实际使用中,当汽车突然遇到比较大的阻力时,发动机转速将由于外界阻力的增加而降低。若 n_M 较小,则发动机能以较低的转速稳定地工作,并能充分运用内部运动件的动能来克服短期超载。因此,在汽车不换挡的情况下,发动机克服阻力的潜力增强。

3) 发动机的合理匹配能充分发挥其性能。不同用途的汽车,对转矩特性的要求是不同



的。例如长期行驶于山区的载重汽车，由于它对最高车速要求较低，经常使用高功率运行，后备功率较少，且要求具有在不良路面上的行驶能力。因此，应选用转矩曲线弯曲度大和 n_M 较低的转矩特性。

对于市内公共汽车，其加速性能对提高平均车速有很大影响，也应选用弯曲度较大的转矩特性。

中、高级小轿车对最高车速要求较高，需增大高转速时的转矩以提高它的超车能力。且因这种发动机的功率一般较大，后备功率较大，低速时已具备良好动力，宜选用 M_{emax} 出现在高转速下的转矩特性。

1.2.2 发动机负荷特性

负荷特性是指发动机转速不变，其经济性指标随负荷而变化的关系。

1. 汽油机负荷特性

当汽油机的燃油供给和点火系调整为最佳状态，发动机固定在某一转速时，每小时耗油量 G_T 和有效燃料消耗率 g_e 随负荷（以有效功率 P_e 表示）变化的关系，称为汽油机的负荷特性。

如图 1-3 所示为某汽油机在某一转速下的负荷特性。如果使转速保持在不同情况时，就可获得一系列相似的负荷特性曲线，并以此来全面评定不同转速及不同负荷下汽油机的经济性。

由图 1-3 可知，随着负荷的增大，有效燃油消耗率 g_e 逐渐减小，在小负荷区域减小得快（曲线陡），在大负荷区域减小得缓慢（曲线平缓），在接近全负荷时，有效燃油消耗率 g_e 又有所增大。当汽油机在较大负荷（最大功率 2/3 处）工作时，有效燃料消耗率 g_e 最低，经济性最好。

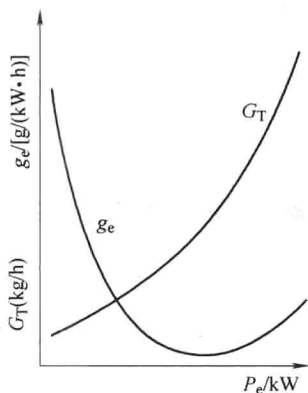


图 1-3 汽油机负荷特性

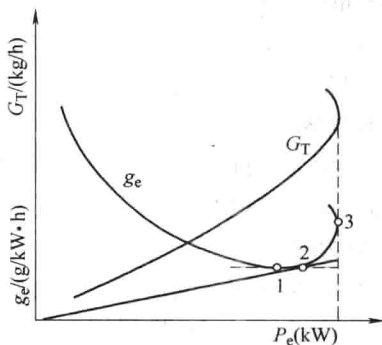


图 1-4 柴油机负荷特性

2. 柴油机负荷特性

柴油发动机在转速保持一定的情况下，改变燃油泵的供油位置，此时，每小时耗油量 G_T 和有效燃油消耗率 g_e 随负荷变化的关系，被称为柴油机的负荷特性。

柴油机负荷特性如图 1-4 所示。从负荷特性曲线可以看出， g_e 随负荷增加而减小，当喷油量到点 1 时 g_e 最小。从点 1 至点 2 几乎是一条水平线，说明柴油机在较大的负荷变化范围



内, 具有最好的经济性。当喷油量超过点 2 时, 曲线开始上升, 此时排气管冒黑烟, 直到点 3 负荷达到最大。到点 3 再继续加大喷油量, 动力性、经济性都急剧恶化, 无使用价值。

3. 负荷特性曲线分析

1) 发动机负荷特性中的 g_e 曲线越平坦, 数值越小, 说明经济性越好。

2) 为了提高汽车的燃油经济性, 希望发动机经常处于或接近耗油率低、负荷较大的经济负荷区运行, 故选配发动机时, 应注意在满足动力性要求的前提下, 不宜装置功率过大的发动机, 以提高功率利用率, 提高燃油经济性。

1.3 发动机功率标定

想一想

汽车发动机产品标牌上的功率和转速有何意义?

在发动机产品标牌上规定的有效功率及其相应的转速分别称作标定功率和标定转速。发动机在标定功率和标定转速下的工作状况称作标定工况。标定功率不是发动机所能发出的最大功率,

它是根据发动机用途而制定的有效功率最大使用限度, 即使用中允许的最大功率。同一种型号的发动机, 当其用途不同时, 其标定功率值并不相同。如果发动机只在最大功率情况下短期工作, 则标定功率可定得高一些; 如果发动机要在最大功率情况下长期运转, 则标定功率应定得低一些, 以保证发动机使用寿命要求。例如, 车用发动机经常是在较小的功率下工作, 仅在上坡和加速等情况下, 才短期使用最大功率, 故标定功率可定得高一些, 以获得较高的动力性能。而农用排灌和发电用的固定式发动机, 因经常在接近于最大功率的情况下工作, 同时还要保证发动机有足够的可靠性和使用寿命, 故标定功率定得低一些。

我国国家标准规定, 在发动机铭牌上标定的功率分为四种。

1. 15min 功率

这一功率为发动机允许连续运转 15min 的最大功率, 适用于需要有较大的功率储备或瞬时需要发出最大功率的汽车、快艇。

2. 1h 功率

这一功率为允许连续运转 1h 的最大功率。适用于需要有一定功率储备, 以克服突然增加负荷的机车、船舶等。

3. 12h 功率

这一功率为允许连续运转 12h 的最大功率。适用于需要在 12h 内连续运转、且负荷大的机车、工程机械、农用排灌机械和电站等。

4. 持续功率

这一功率为允许长期连续运转的最大功率。适用于需要长期连续运转的农用排灌、电站、船舶等。

1.4 发动机功率检测

发动机输出的有效功率是发动机的动力性指标, 而发动机的动力性与诸多因素相关。通



想一想

发动机功率检测的目的何在？有哪些检测方法？

过功率检测，可掌握发动机的技术状况，确定发动机是否需要维修或鉴定发动机的维修质量。

检测发动机有效功率的方法有两种：稳态测功和动态测功。

1.4.1 稳态测功

稳态测功是指发动机在节气门开度（或油量调节机构位置）一定，转速一定和其他参数都保持不变的稳定状态下，在测功器上测定发动机功率的一种方法。

稳态测功原理

稳态测功时，由测功器测出发动机的转速和转矩，然后通过以下公式计算，即可得出发动机有效功率

$$P_e = \frac{M_e n}{9550}$$

式中 P_e ——发动机有效功率(kW)；

M_e ——发动机有效转矩(N·m)；

n ——发动机转速(r/min)。

如测定发动机的额定功率时，将节气门全开（或油量调节机构位置限定在标定功率的循环供油量位置），由测功器向发动机的曲轴施加额定负荷，使其在额定转速下稳定运转，测出其对应的转矩，再由上式计算出额定功率。

常见的测功器有水力测功器、电力测功器和电涡流测功器三种。由于稳态测功时，需要对发动机施加外部负荷，所以也称为有负荷测功或有外载测功。

稳态测功精度高，发动机设计、制造、院校和科研单位做性能试验大多采用此方法。其缺点是使用设备价格高，操作复杂，需要将发动机从汽车上拆下来，不适于不解体检测。因而，在一般的汽车运输企业、汽车维修企业和汽车检测站中采用不多。

1.4.2 动态测功

动态测功是指发动机在节气门开度和转速等均为变化的状态下，测定发动机功率的一种方法。

1. 动态测功基本原理

动态测功是基于动力学的原理。当发动机在怠速或某一空载低转速运转时，突然全开节气门，加速运转，此时发动机产生的动力，除克服各种内部运动阻力矩外，将使曲轴加速运转，即发动机以自身运动机件为载荷加速运转。被测发动机的有效功率越大，曲轴的瞬时角加速度也越大，则加速时间越短。所以，只要测得角加速度和加速时间，就可以间接获得发动机功率。

由于动态测功时无须对发动机施加外部载荷，所以又称为无负荷测功或无外载测功。这种方法不需要大型设备，可用小巧的无负荷测功仪就车检测，特别适用于在用发动机的检测，省时、省力、方便。故一般运输企业、维修企业和检测站采用较多。

2. 用测角加速度的方法获取发动机有效功率

转矩与角加速度的关系为



$$M_e = I \frac{d\omega}{dt} = I \frac{\pi}{30} \frac{dn}{dt}$$

式中 M_e ——发动机有效转矩(N·m)；

I ——发动机运动机件对曲轴中心线的当量转动惯量(kg·m²)；

n ——发动机转速(r/min)；

$d\omega/dt$ ——曲轴的角加速度(rad/s²)；

dn/dt ——曲轴的加速度(1/s²)。

把 M_e 代入式 $P_e = M_e n / 9550$ ，整理得

$$P_e = Cn \frac{dn}{dt}$$

$$C = K \frac{\pi I}{9550 \times 30}$$

式中 K ——修正系数(由于发动机加速过程是一个非稳定工况,所以实际测得功率值是小于同一转速下的稳态测功值的,因而需进行修正)。

上式表明,发动机加速过程中,在某一转速下的有效功率与该转速下的瞬时加速度成正比。因此,只要测出加速过程中的这一转速和对应的瞬时加速度,即可求出该转速下的有效功率。对于一定型号的发动机,其转动惯量 I 为一常数。修正系数 K 的数值可通过台架对比试验得出。

3. 用测加速时间的方法获取发动机有效功率

根据动能原理,发动机在某一转速范围的加速过程中,发动机驱动曲轴转动所做的功等于曲轴旋转动能的增量,即

$$A = \frac{1}{2} I \omega_2^2 - \frac{1}{2} I \omega_1^2$$

式中 A ——发动机所做的功(J)；

ω_1 、 ω_2 ——测定区间起始角速度和终止角速度(rad/s)；

I ——发动机运动机件对曲轴中心线的当量转动惯量(kg·m²)。

若发动机从 ω_1 上升到 ω_2 的时间为 ΔT (s),则发动机在这段时间内的平均功率 P_{em} 为

$$P_{em} = \frac{A}{\Delta T} = \frac{1}{2} I \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{\Delta T} \text{ (W)}$$

注意到 $\omega = \frac{\pi}{30} n$,并以千瓦(kW)作为平均功率的单位,则有

$$P_{em} = \frac{C_1}{\Delta T}$$

$$C_1 = \frac{1}{2} I \left(\frac{\pi}{30} \right)^2 \frac{n_2^2 - n_1^2}{1000}$$

若已知转动惯量 I ,并确定测量时的起始转速和终止转速 n_1 、 n_2 ,则 C_1 为常数,称为平均功率测功系数。

由上式可知,发动机在起止转速范围内的平均有效加速功率与其加速时间成反比。即当发动机的节气门突然全开时,发动机由起始转速加速到终止转速的时间越长,则其有效加速功率越小;反之,则越大。因此,只要测得发动机在设定转速范围内的加速时间,便可得出



平均有效加速功率。

另外,还需要通过台架试验,找出稳态特性平均功率与外特性最大功率 P_{emax} 之间的关系。其中,加速时间 ΔT 与最大功率 P_{emax} 之间的关系可对无负荷测功检验仪进行标定,并输入微机,以便通过测量加速时间而直接读出功率数,也有的把它们之间的关系绘制成曲线图或排成表格,以便测出加速时间后能在图中或表中查出对应的功率值。



任务实施:

1.5 发动机无负荷测功

做一做

请列出发动机无负荷测功的步骤。

1.5.1 发动机无负荷测功设备

常用的发动机无负荷测功仪很多,下面以 EA3000 便携式发动机综合性能分析仪为例,介绍

其功能、结构和使用方法。

1. EA3000 便携式发动机综合性能分析仪功能

元征 EA3000 便携式发动机综合性能分析仪是元征科技股份有限公司推出的能够对汽车发动机及其电控系统进行检测及诊断的全新设备,可检测发动机各系统的工作状态、运行参数及排放性能,可实时采集初级和次级点火信号、喷油信号、电控传感器信号、进排气系统等的动态波形,同时可进行性能分析、波形存储与回放、测试结果查询等。与 smart-box 连接还能对汽车电控系统进行诊断,如读取故障码和数据流等。同时,还具有强大的在线帮助系统,为发动机的技术状态判断和故障诊断提供科学依据。

2. EA3000 便携式发动机综合性能分析仪结构

EA3000 便携式发动机综合性能分析仪外形结构如图 1-5 所示,它由以下几部分组成。

1) 信号提取系统。信号提取系统由各类夹持器、探针和传感器组成,与发动机的被测部位直接或间接连接以拾取被测信号。

2) 带液晶触摸屏的主机(内置高速采集卡、通信卡)。主机背面有 12 个信号输入接口,每个接口都标志号码(1280401 ~ 1280412),在连接信号提取系统的适配器时,注意要插入相应的接口,否则检测不到输入信号,如图 1-6 所示。

3) 喷墨打印机。

4) 废气分析仪(选配)。

5) 机架。

6) 诊断 SMART-BOX 等(选配)。

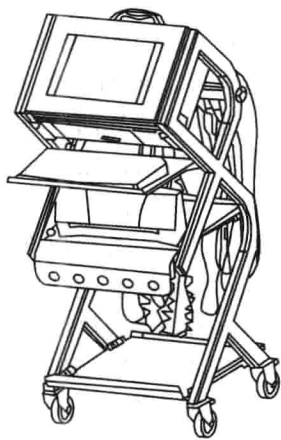


图 1-5 EA3000 外形结构图



3. EA3000 便携式发动机综合性能分析仪使用方法

仪器操作步骤及说明如下:

1) 开机。在测试前先开机预热 20min。

2) 系统启动、自检。打开主机电源开关, Windows 98 系统运行完毕后, 系统启动并自动执行 EA3000 便携式发动机综合性能分析仪程序, 主机将对预处理器通信、1280401 ~ 1280412 适配器逐一进行自检, 自检通过后, 相应适配器图标显示为绿色。如图标显示红色, 表示适配器未连接或连接不可靠, 如图 1-7 所示。

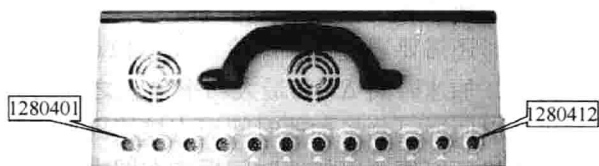


图 1-6 主机背面信号输入接口视图

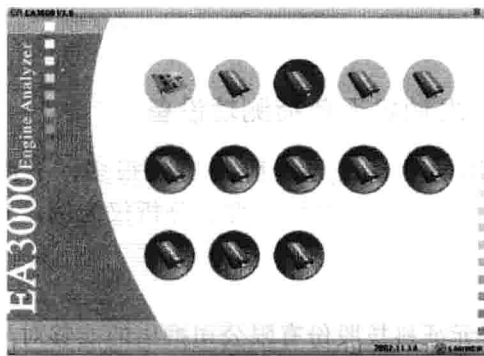


图 1-7 系统自检

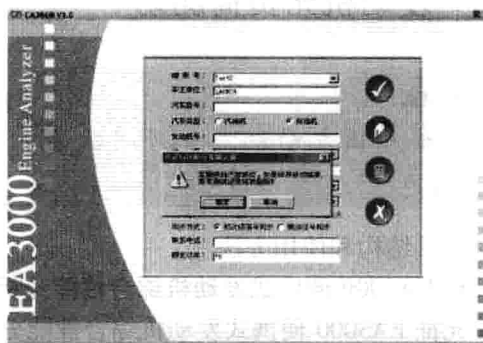


图 1-8 用户资料

3) 输入用户及车辆信息。系统通过自检后首先进入主界面, 在主界面中单击“检测”图标, 进入检测界面, 再单击“用户资料”图标, 如图 1-8 所示, 提示用户首先输入所测车型的相关资料(如汽车类型、冲程数、气缸数、点火次序、点火方式等。若用户准备测试无负荷测功, 则必须输入汽车的额定功率。否则, 在无负荷测功界面打印的结果表单中无测试数据)。

4) 选择测试种类。根据实际检测的需要选择测试的种类, 用户数据输入完毕后, 单击“确定”按钮, 进入检测界面, 如图 1-9 所示。这时可以在检测菜单中选择所要测试的项目, 检测菜单结构层次如图 1-10 所示。

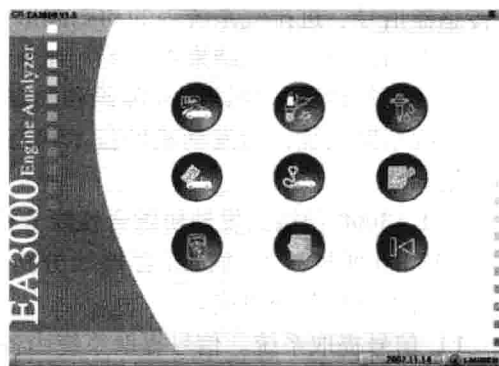


图 1-9 检测界面

5) 连接。根据检测的项目, 参照信号提取系统的说明把相关的信号提取传感器、信号夹等连到相应的部位。

6) 测试。

7) 打印测试结果。在测试过程中单击“打印”图标, 可对当前测试界面进行打印。

8) 技术指导。技术指导提供了仪器操作过程的技术指导及相关的技术资料, 如标准波