

汽车检测与故障诊断技术 实验指导书

王 准 林慕义 编

北京信息科技大学

车辆工程实验室

2007 年 9 月

目 录

《汽车检测与故障诊断技术》课程实验教学大纲	0
一、课程简介:	0
二、课程实验目的:	0
三、实验的基本要求和方式:	1
四、主要实验项目及学时分配	1
五、实验重点与难点:	2
六、实验报告:	3
七、评分方法与依据	3
八、教材及实验指导书名称	3
实验指导书（任务书）	4
实验一 汽车自诊断系统应用实验	4
一、 实验目的:	4
二、 实验设备:	4
三、 实验原理:	4
四、 实验步骤:	5
五、 实验要求:	5
六、 实验注意事项:	5
七、 实验记录:	6
八、 实验思考题:	6
实验二 发动机点火系检测分析实验	7
一、 实验任务及目的:	7
二、 可选实验设备:	7
三、 实验原理:	7
四、 实验要求与方法:	8
五、 点火正时的检测:	10
六、 实验注意事项:	10
七、 验数据记录及结果分析:	11

八、	考核方法：	11
九、	实验思考题：	11
实验三	四轮定位实验	12
一、	实验任务及目的：	12
二、	可选实验设备：	12
三、	实验原理：	12
四、	实验要求：	14
五、	实验步骤：	15
六、	实验记录：	16
七、	实验注意事项：	16
八、	考核方法：	17
九、	实验思考题：	17
实验四	自动变速器和ABS故障诊断实验	17
一、	实验目的：	18
二、	实验设备：	18
三、	实验原理：	18
四、	实验步骤：	20
五、	实验要求：	20
六、	实验注意事项：	20
七、	实验数据记录：	20
八、	实验思考题：	21
实验五	汽车发动机性能综合检测与分析	21
一、	实验任务及目的：	22
二、	可选实验仪器与设备：	22
三、	实验原理：	22
四、	实验要求：	26
五、	实验纪录：	26
六、	实验注意事项：	26
七、	考核方法：	27
八、	实验思考题：	27

实验六 汽车安全性能综合检测分析.....	28
一、 实验目的与要求.....	28
二、 实验内容.....	28
三、 实验用仪器设备：	28
四、 实验方法与步骤：	28
五、 注意事项：	30
六、 实验报告内容：	31
七、 实验思考题.....	31
附录 1 实验报告封面.....	33
附录 2 实验报告撰写要求.....	34
附录 3 发动机综合性能检测.....	36
附录 4 实验记录	43

《汽车检测与故障诊断技术》课程实验教学 大纲

课程名称：《汽车检测与故障诊断技术》课程实验

课程编号：

课程类型：专业必修课

实验课程性质：独立设课

总学时：20 **实验学时：**8 **总学分：**2

应开实验学期：同学期

先修课：汽车电控技术、汽车构造、发动机原理、汽车理论

适应专业：车辆工程

制订日期：2007 年 7 月 20 日

一、课程简介：

本课程是车辆工程专业的主要专业课，涉及知识面广（懂构造、原理），综合性、应用性极强。它的任务是既要学会检测设备的结构、基本原理，又要学会检测方法及故障分析方法。体系包括检测基本知识，动力性、经济性检测、发动机检测、底盘检测及故障诊断分析，重点检测设备包括安全检测线、发动机分析仪、四轮定位仪等。随着《汽车检测与故障诊断技术》课程的进程，结合教学内容环节，安排相应的实验内容，帮助学生更好的理解教学内容和掌握汽车检测技术，加强学生的基本技能训练，提高学生的动手能力。

二、课程实验目的：

- 1) 在系统掌握现代汽车检测的理论、方法和标准，掌握诊断参数的获取方法及原理的基础上，针对性、创造性地开展实验，以验证或发现问题为主要目的；
- 2) 通过实验教学，使学生熟悉典型检测仪器与设备的结构特点、原理及使用方法，掌握汽车检测的基本规范；

3) 掌握并应用实验数据处理的基本方法,对实验结果进行分析讨论,得出结论;

4) 通过实验活动,培养学生思考问题、分析问题、解决问题的科学精神,掌握实验科学的基本规律。

三、实验的基本要求和方式:

1. 指导教师要求:实验前教师检查油、水、电齐全,环境安全,实验中教师不能离岗,教师学生分工协作共同试验,课后整理环境不留任何隐患。试验过程、数据、图像,每个学生必须都能看清。

2. 学生要求:

1) 根据课堂教学内容,在理论指导下,根据实验目的提出或选择实验内容,掌握实验设计的基本方法,掌握对实验路线和方法的可行性进行分析和论证的基本方法;

2) 熟悉掌握所需仪器的结构、原理、操作规范等;

3) 掌握实验数据的采集、处理等基本原理和方法;

4) 掌握实验数据的分析方法,得出科学的结论;

5) 提交实验报告;

6) 开展讨论会或答辩。

2. 实验方式:实车、实物运转,达到内容要求的工况、条件。

四、主要实验项目及学时分配

该课程的总学时数为 20 学时,实验学时数为 8 学时,实验项目名称和学时分配如下:

序号	实验名称	内容要求	实验学时	每组人数	实验属性	开出要求
1	汽车自诊断系统应用实验	诊断仪的接线及检测、解码器故障码的读取、清除和读取数据流、判	2	12	验证性	必做

		断故障				
2	发动机点火系检测分析实验	点火波形、初级线圈电流波形、凸轮轴位置和转速传感器信号波形、点火提前角	2	12	综合性	必做
3	四轮定位实验	车轮补偿、定位角测量、定位参数的调整	2	12	验证性	必做
4	自动变速器及ABS故障诊断实验	故障诊断仪的接线及检测、检测判断故障位置、ABS执行元件的诊断	2	12	验证性	必做
5	汽车发动机性能综合检测与分析	发动机性能综合分析仪、点火、喷油、电控、进排气系统检测与分析	2	12	设计性	选做
6	汽车安全性能综合检测分析	侧滑检测、制动检测、大灯检测、汽油机 HC/CO 测试	2	12	综合性	选做

说明：1) 设计性实验指给定实验目的要求和实验条件，由学生自行设计实验方案并加以实现的实验；综合性实验指实验内容涉及本课程的综合知识或与本课程相关课程知识的实验。

2) 实验项目 1 是基本实验项目，主要结合课程相关内容安排，由指导教师和学生共同完成。

3) 设计性实验中前三项必做，根据指导教师提出实验目，学生结合生产实际和实验室条件，设计实验内容。

五、实验重点与难点：

1) 实验重点：实验仪器与设备的结构、原理及使用方法，实验规范。

2) 实验难点：实验设计、实验数据的处理与分析。

六、实验报告：

给出实验目的、实验要求、实验结果分析。实验报告应全交，并由实验教师审阅（格式见附录）。

七、评分方法与依据

评分采用“5级”评分制，即“优”、“良”、“中”、“及格”、“不及格”。

实验现场、操作过程、测试方法、数据分析得分 80%，实验报告得分 20%。实验成绩占总成绩的 40%。具体评分指标及所占比例大致如下：

1) 实验目的与实验内容的合理性	20%
2) 实验设计的可行性	20%
3) 实验操作的规范性	20%
4) 实验数据处理和分析的科学性	20%
5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确	20%。

八、教材及实验指导书名称

1. 戴耀辉，汽车检测与故障诊断，北京：机械工业出版社，2007
2. 陈焕江，汽车检测与诊断（第二版），北京：机械工业出版社，2003
3. 张俊建，汽车诊断与检测技术，北京：人民交通出版社，1999
4. 实验室的各种实验仪器使用说明书
5. 自编：《汽车检测与诊断技术实验指导书》

实验指导书（任务书）

实验一 汽车自诊断系统应用实验

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验目的：

1. 掌握汽车自诊断系统的意义和原理，了解故障码的显示方式；
2. 掌握故障诊断仪的接线，学会用解码器读取故障码、清除故障码和读取数据流等的操作步骤；
3. 掌握根据故障码、数据流分析汽车电控系统的故障的基本方法；
4. 了解发动机电子控制系统故障的自我和电脑诊断方法；
5. 能够通过检测判断故障之所在。

二、 实验设备：

1. 桑塔纳时代超人 AJR 发动机实验台架；
2. 金德通用汽车解码器；
3. V. A. G1552 专用解码器；
4. 汽车专用万用表；

三、 实验原理：

发动机电控系统工作时，自诊断系统把检测到的非正常输入输出信号为故障信号，自诊断系统故障主要有以下几种：

1. 当某一电路出现超出规定范围的信号时，故障诊断系统就判定该电路信号出现故障。如水温传感器正常时其输出电压信号在 0.1-4.8V 范围内变化。若冷却水温度传感器输出电压低于 0.1V(相当于水温高于 139℃)或高于 4.8V(相当于水温低于-50℃)时，ECU 即判定为故障信号，存入存储器。

2. 发动机运转时, 当 ECU 在一段时间里收不到某一传感器的输入信号或输入信号在一段时间内不发生变化, ECU 亦判定为故障信号。如发动机在正常工作温度下运转时, ECU 在一分钟以上检测不到氧传感器的输出信号或氧传感器信号在 0.3-0.6V 间 1 分钟以上没有变化, 即判定为氧传感器电路有故障。
3. 发动机正常工作中, 如果偶然出现一次不正常信号, ECU 诊断系统不会判断为故障。只有当不正常信号持续一定时间或多次出现时, ECU 才将其判定为故障, 如发动机转速在 1000r/min 时, 转速信号 (Ne 信号) 丢失了 3-4 脉冲信号, ECU 不会判定为 Ne 信号故障, 同时, “CHECK” 灯也不会点亮, Ne 信号的故障也不会存入 ECU 内。
4. 要注意的是, ECU 判断出的故障, 只能提供故障的性质和范围, 如水温传感器与 ECU 间配线断路时, 水温传感器输出电压信号就会高于 4.8V (正常为 0.1-4.8V)。这时 ECU 判定和输出的故障信息为水温传感器发生故障。最后确定是传感器、执行器或相应配线的故障, 还应进一步检查确定。

四、 实验步骤:

1. 了解发动机实验台架的结构, 利用故障设置器设置故障;
2. 利用解码器读取故障码;
3. 观察、分析故障现象;
4. 选择测试方法和测试设备确定故障点;
5. 简述故障检测思路和检测过程, 说明理由;
6. 清除故障码, 恢复系统。

五、 实验要求:

记录实验数据、分析实验结果、撰写实验报告、答辩。

六、 实验注意事项:

1. 学生应严格遵守实验规则, 服从指导教师的指导, 实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容, 熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程;
2. 在实验中, 要集中精力, 注意观察分析实验现象, 认真记录实验数据;

3. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；

4. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

七、 实验记录：

故障码	可能故障原因	故障现象	故障排除过程和理由

八、 实验思考题：

1. 简述汽车自诊断系统的功用。
2. 汽车自诊断系统是如何判断传感器、执行器和电控系统本身的故障

的？

3. 解码器（故障诊断仪）都有那些方面的功能？

实验二 发动机点火系检测分析实验

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验任务及目的：

1. 学会用发动机综合分析仪的使用方法，并掌握点火波形的分析方法；
2. 掌握发动机点火系的基本组成，掌握点火系故障的诊断原理与分析方法；
3. 掌握点火系点火正时的检测方法及正时仪的使用。

二、 可选实验设备：

1. K-100 发动机综合分析仪；
2. AJR 发动机检测实验台；
3. K81 解码器
4. 汽车专用示波器；
5. 点火正时正时仪。

三、 实验原理：

自从点火系统发明以来，点火波形的测试就是汽车发动机诊断必不可少的检查项目。现在，有了先进的便携式汽车示波器，能够在示波器屏幕上观察点火波形的同时还能看到点火初级闭合角的数字显示，所有的一切操作都可以在人们的手中完成。如果有必要，甚至可以在路试中进行操作。然而，电子点火控制系统的出现，已不再需要进行闭合角调整工作了，因为点火闭合角已经改由发动机控制电脑来控制。现代发动机控制电脑含有最优化的点火控制图，它对点火正时、闭合角等因素的控制比传统的白金—电容系统要精确得多。这一点对发动机性能和尾气排放则更有益。但由于发动机控制电脑及其线路系统和点火控制模块都可能出现故障，所以点火闭合角测试仍然是有用的。同时对点火波形的分析也是检测发动机点火、燃烧过程及故障检测的重要手段和方法。

四、 实验要求与方法：

实验要求：

1、要求学生首先查资料，熟悉汽车发动机故障诊断过程，了解发动机综合分析仪结构与原理。

2、学生自己设计检测工艺。按 10 人为一实验小组，学生自己调试设备。各实验小组自己根据点火系故障的诊断技术原理、影响点火系统性能的因素，自己制定检测方法，选择检测仪器与工具；各实验小组提前将自己设计的检测工艺与方法，所需仪器工具等报实验指导老师，由实验室老师准备。指导教师只对关键过程进行指导。

3、要求学生记录实验数据、分析实验结果、撰写实验报告、答辩。

4、要求学生在实验过程中严格按照严格遵守实验规则，加强安全意识。

实验报告：

1、每人一份实验报告。

2、严格按照试验步骤注意记录试验数据，分析试验结果。

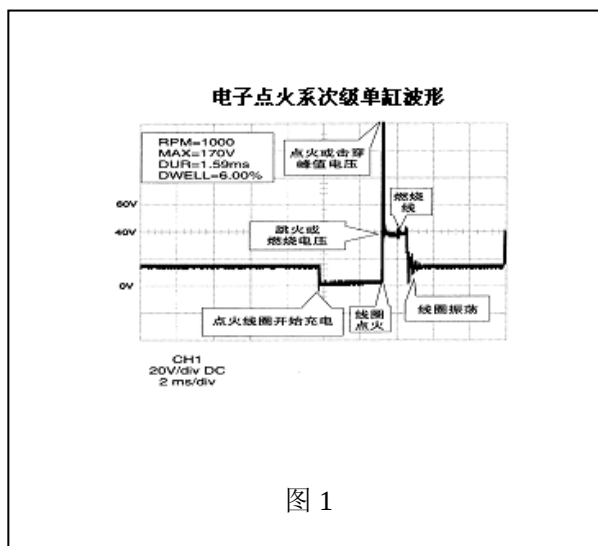
3、指出试验过程中存在的问题，并提出相应的改进方法。

实验方法（参考）：

1. 点火波形（单缸波形）测试方法：

1) 按波形测试设备使用说明连接波形测试设备，使发动机怠速运转，或加速发动机或按照行驶性能出现故障时或点火不良发生时

的条件来启动发动机或驾驶汽车。获得如图 1 所示的次级点火波形。



2) 确认各缸幅值、频率、形状和脉冲宽度等判定是否正常。.

3) 观察相应特定部件的波形部分的问题，核实次级点火闭合角是否在厂家

资料规定的范围以内。

2. 点火初级线圈电流波形测试方法：

当怀疑点火线圈短路或点火模块开关晶体管(或白金)有故障。还可以用以下方法进行诊断：

1) 按照波形测试设备使用说明连接波形测试设备。启动发动机并怠速运转、加速发动机或驾驶汽车使故障重现。如果发动机不能启动，就打开启动机让发动机转动，然后观察示波器显示。获得如图 2 所示的点火初级线圈电流波形。此波形可以检测出点火线圈在点火时其通电电流是如何建立和消失的。

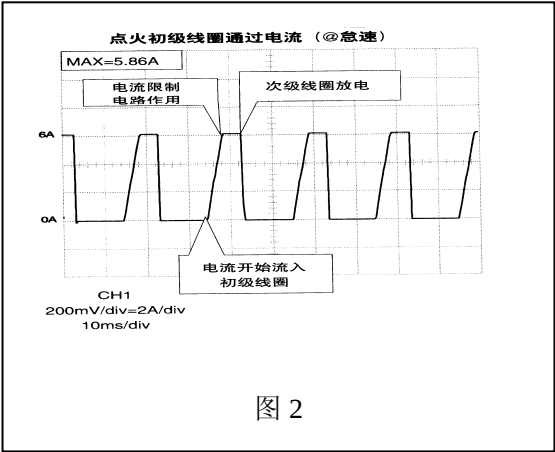


图 2

2) 对初级点火线圈进行更精确的动态测量，包括在工作状态下用分析电流波形的方法测试电流值(安培)；

3. 点火波形（平列波形）测试方法：

1) 照波形测试设备使用说明连接波形测试设备。让发动机怠速运转、急加速或路试汽车，使行驶性能或点火不良等故障现象再现。并确认各缸信号的幅值、频率、形状和脉冲宽度等判定性尺度是否一致。分电器点火次级平列波形如图 3 所示。

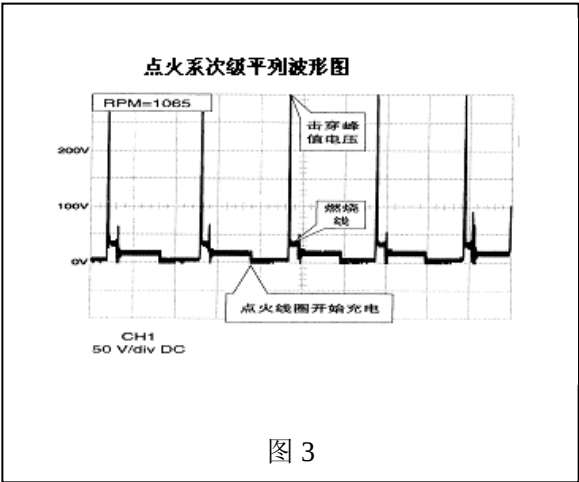


图 3

2) 点火次级平列波主要用于诊断造成点火不良的主要原因，如火花塞、高压线的短路或断路故障，或是

受损坏的火花塞。同前几个试验一样，本试验亦可以提供关于各缸燃烧质量非常有价值的资料。因为点火初级波形同样会受不同发动

3) 分析所测波形图中相关部件所相对应的波形特定段能分别指示出相应故障。

4. 点火波形（并列波形）测试方法：

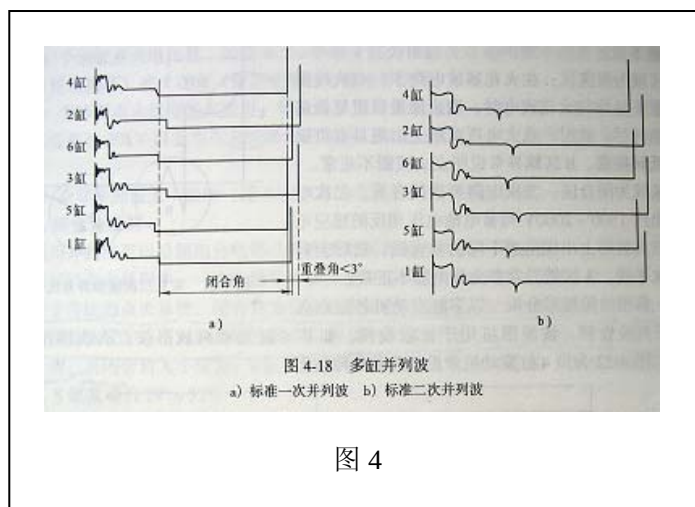
1) 按照波形测试设备使用说明连接波形测试设备。让发动机怠速运转、急加速或路试汽车，使行驶性能或点火不良等故障现象再现。并确认各缸信号的幅值、频率、形状和脉冲宽度等判定性尺度是否一致。点火次级并列波

形如图 4 所示。

2) 点火次级并列波主要用于诊断造成点火系统闭合角（传统点火系），如同前几个试验一样，本试验亦可

以提供关于各缸燃烧质量非常有价值的资料。

3) 分析所测波形图中相关部件所相对应的波形特定段能分别指示出相应故障。



五、 点火正时的检测：

利用正时灯检测发动机点火提前角。

六、 实验注意事项：

1. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；
2. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；
3. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪

器和设备；

4. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

七、 验数据记录及结果分析：

1. 记录点火单缸波形，并根据各缸点火波形关键数据分析判断相应特定部件的工作状况。
2. 记录点火并列波形，并根据各缸点火波形关键数据分析判断各缸工作一致性的工作状况。
3. 记录初级线圈电流波形，分析点火线圈的工作状况。
4. 测量凸轮轴位置和转速传感器信号波形，判断点火模块的工作状态。
5. 观察发动机不同转速下点火提前角，并简述如何确定最佳点火提前角。

八、 考核方法：

考核采用“5级”评分制，要求能够熟练连接测试线，并输入待测车辆的有关信息；能够严格遵守安全操作要求；能够根据检测情况进行故障分析，定出检测方案。

- 1) 实验设计的可行性 20%；
- 2) 仪器连接情况 10%；
- 3) 点火波形、点火提前角测试 20%；
- 4) 实验数据处理和分析的科学性 30%；
- 5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确 20%。

九、 实验思考题：

1. 简述发动机点火系的类型，画出本实验用发动机点火系的工作原理图。
2. 发动机综合性能检测包括那些主要检测内容。
3. 发动机综合性能检测仪的基本结构、工作原理及检测方法。
4. 简述点火波形排列形式及作用。
5. 举例说明四缸常见的故障波形有那些（图示说明）

6. 简述各缸波形间重叠角的大小及对点火的性能的影响。
7. 检测点火正时一般测几缸，为什么？

实验三 四轮定位实验

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验任务及目的：

1. 掌握汽车车轮定位参数定义和各定位参数的作用；
2. 学会四轮定位仪的使用方法，检测出被测车辆的四轮定位参数；
3. 分析判断所测定位参数是否满足要求；
4. 掌握定位参数的调整方法；
5. 拟定出调整的部位和步骤。

二、 可选实验设备：

1. 四轮定位仪（YCRF-525 型）；
2. 四柱举升机；
3. 实验用汽车（红旗 CA7220 轿车、桑塔纳 3000）；
4. 常用工具等。

三、 实验原理：

汽车四轮定位的设计目的是要保汽车在行驶时有自动保持直线行驶的性能，即当车轮转向後有自动回位的能力。为此汽车的转向轮（通常是前轮）设计有几个角度，如：主销後倾角、主销内倾角、转向轮外倾角、转向轮前束，统称转向轮定位角。

由于现代汽车用了各种新技术，使转向轮定位角出现变化，如轮胎用子午线、低气压扁平宽断面结构，使轮胎在行驶中受外力作用变形较大。有些车用管路对角线制动系统、前轮驱动等；有些使前轮定位角变成负值，部分轿车的後轮也有外倾角的前束规定。有些车的後轮是独立悬架，倾角和前束

可调，其原理与前轮相同。

转向轮定位角是评价汽车的操纵性和直线行驶稳定性的重要参数。如果前轮定位不正常，不仅会引起转向沉重，增加驾驶者的劳动强度，汽车的行驶也不稳定，不能保持直线行驶，车轮失去自动回正作用，还会造成汽车操纵失，有导致事故的危险。同时加剧转向机构和转向轮胎的磨损，使燃油消耗量增加，动力性能下降等。为此，汽车转向轮定位值是安全检测的重点项目之一，必须定时对汽车的四轮定位进行检测与调整。一般新车在驾驶 3 个月後就应做四轮定位，以後每行驶 1 万公、更换轮胎或减振器、发生碰撞後都应及时做四轮定位。

四轮定位检测仪用静态检测汽车的车轮定位参数，由电脑自动与原厂的设计参数进行对比，对汽车四轮定位算出偏差值，指导使用者对车轮定位参数进行相应的调整，使其符合原设计要求，以达到理想的汽车行驶性能，即操纵轻便、行驶稳定可靠，并减少轮胎的偏磨损。现在的四轮定位仪已很先进，激光电脑式的定位仪经过输入後，其液晶显示屏可显示其轮胎位置的现状，并可告知应该调节的角度。在校正器的配合下，很快便可将轮胎校正妥当。

维修行业“四轮定位检测仪”的电脑都存储了大量汽车车型四轮定位的资料。四轮定位检测仪主要由两部分组成：一部分是计算机软硬件，计算机是常见的 PC 机，这部分的关键是车规数据库；另一部分就是传感头，传感头主要由角度计及电位计（拉线式）或红外成像传感器（红外线式）两种传感元件组成。电位计或红外成像传感器用来测量束角、退缩角、推进角、轮距角；角度计用来测量外倾角。在转动转向盘测量时，角度计和电位计或红外成像传感器结合起来，由计算机对结果进行计算，可以测量主销後倾角、主销内倾角以及转向角。

四轮定位仪用于检测汽车(主要是轿车)前后轮、主销等的空间几何参数，为汽车制造、检修提供依据。检测出的几何参数与汽车相应的的许可参数相比较可计算出误差，然后采用一定的调整工具，即可修正汽车前后轮、主销等的误差，使汽车保持良好的运行状态。四轮定位角度是存在于悬吊系统和各活动机件间的相对角度，保持正确的四轮定位角度可确保车辆的直进性及操控性，改善车辆的转向性并确保转向系统之回复性，避免轴承不当受力而受损及失

去精度。更可确保轮胎与地面紧密接合，减少轮胎不当之磨耗及吃胎，确保转弯时的稳定性。

1. 外倾角(Camber)：定义为由车前方看轮胎中心线与垂直线所成的角度，向外为正，向内为负。其角度的不同能改变轮胎与地面的接触点及施力点，直接影响轮胎的抓地力及磨耗状况。并改变了车重在车轴上的受力分布，避免轴承产生异常磨损。
2. 内倾角(K. P. I.)：定义为转向轴中心线与垂直线所成的角度。有了内倾角可使车重平均分布在轴承之上，保护轴承不易受损，并使转向力平均，转向轻盈。反之，若内倾角为 0，则车重和地面的反作用力会在车轴产生很大的横向切应力，易使车轴受损，转向也会变得沉重无比。
3. 束角(Toe)：定义为由上方看左右两个轮胎所成的角度，向内为 Toe-in，向外为 Toe-out。束角的功用在于补偿轮胎因外倾角及路面阻力所导致向内或向外滚动的趋势，确保车子的直行性。
4. 后倾角(Caster)：定义为由车侧看转向轴中心线与垂直线所成的夹角，向前为负，向后为正。后倾角的存在可使转向轴线与路面的交会点在轮胎接地点的前方，可利用路面对轮胎的阻力让车子保持直进，其原理就如购物推车的前轮会自动转至你施力的方向并保持直进一般。后倾角越大车子的直进性越好，转向后方向盘的回复性也越好，但却会使转向变得沉重。

四、 实验要求：

实验要求：

- 1、要求学生首先查资料，熟悉汽车四轮定位参数检测过程，了解四轮定位仪结构与原理；
- 2、要求学生自己设计检测工艺。按 10 人为一实验小组，学生自己调试设备。各实验小组自己根据四轮定位参数检测技术原理、影响四轮定位参数的因素，自己制定检测方法，选择检测车辆与工具；
- 3、要求各实验小组提前将自己设计的检测方法，所选车辆及工具等报实验指导老师，由实验室老师准备。

4、要求学生根据实验室安排，独立完成实验数据的采集等实操环节，指导教师只对关键过程进行指导；

3、要求学生记录实验数据、分析实验结果、撰写实验报告、答辩；

4、要求学生在实验过程中严格按照严格遵守实验规则，加强安全意识。

实验报告：

1、每人一份实验报告。

2、严格按照试验步骤注意记录试验数据，分析试验结果。

3、指出试验过程中存在的问题，并提出相应的改进方法。

五、 实验步骤：

四轮定位检测操作步骤：

1. 准备工作

1) 汽车驶入四柱举升机平台，车头朝向转角盘。使汽车转向轮中心放置转角盘圆心上，将四柱举升机平台升到便于安装探测杆的高度。

2) 安装车轮定位传感器及轮夹绑带。

2. 测量工作

1) 在四个车轮安装四个探测杆（传感器），注意：四个探测杆位置不能互换。

2) 打开四个探测杆电源（POWER），电源指示灯亮。

3) 打开电脑开关，进入四轮定位仪工作界面。按操作提示的内容进行。

a) 选择车型

b) 定位准备

c) 偏心补偿

d) 初始测量

e) 主销测量

f) 校前状态

g) 后轴参数

- h) 前轴参数
- i) 校后测量
- j) 校后状态
- k) 打印
- l) 退出

按照安装顺序反过来拆卸，关闭探测杆电源（按 OK 约 3 秒钟）把仪器放回仪器架；关闭电脑。

车轮动平衡检测操作步骤：

1. 开机，
2. 被测车轮的装配
3. 车轮数据的输入
4. 按平衡机功能操作程序操作

六、 实验记录：

打印出被检测车的四轮定位参数。根据被检测车的四轮定位标准参数，判断是否需要调整；如果调整拟定出调整的部位和步骤。

七、 实验注意事项：

1. 待测车辆要停放可靠，严格遵守安全操作规范；操作过程要严格按照仪器提示进行，不得随意更改项目进程；
2. 机头的装卡应牢固可靠，以免损伤；测试过程中，不得在机头之间走动或放置杂物，以免影响机头测试质量；
3. 不得随意起动发动机，以免发生危险；车辆升起之后，锁好举升机安全保险杠，以免发生危险；
4. 车辆升起之后的测试中，人员不得随意接近举升机；机头感应线连接时，尽量避免交叉，以免影响测试质量。
5. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；

6. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；
7. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；
8. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

八、 考核方法：

考核采用“5级”评分制，要求能够熟练连接仪器，并进行车辆设置；能够正确操作仪器进行测试；能够根据仪器提示信息的出合理结论，做出调整建议。

- | | |
|------------------------------|------|
| 1) 机头的装夹 | 20% |
| 2) 开机操作按照提示操作 | 40% |
| 3) 实验操作的规范性 | 10% |
| 4) 指定调整部位 | 20% |
| 5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确 | 10%。 |

九、 实验思考题：

1. 绘图说明几何中心线及推力线的定义，四轮定位的测量基准是什么？
2. 汽车出现什么状况时需要做四轮定位？
3. 简述前轮外倾角的作用、故障现象和调整方案。
4. 简述前轮前束的作用、故障现象、调整方案及检测原理。
5. 主销内倾角及外倾角的定义及作用。
6. 四轮定位仪为何需要自动偏摆补偿？具体步骤有那些？
7. 车轮不平衡的原因有那些？
8. 简述车轮平衡机使用中的注意事项。

实验四 自动变速器和ABS故障诊断实验

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验目的：

1. 掌握自动变速器和 ABS 控制系统的工作原理和故障检测的基本方法；
2. 学会故障码和数据流的读取和分析方法；
3. 了解 ABS 执行元件的诊断方法。

二、 实验设备：

1. 发动机、自动变速器和 ABS 实验台架；
2. 1552 解码器；
3. 汽车专用万用表。

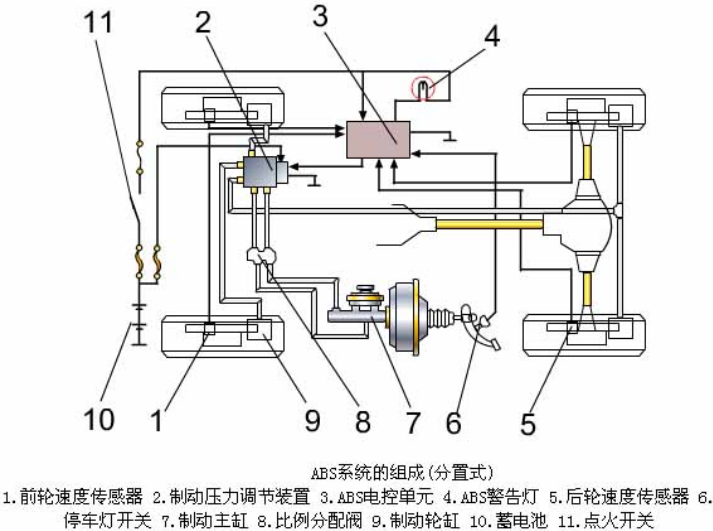
三、 实验原理：

自动变速器的结构：自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮机构、油泵、控制系统等几个部分组成。液力变矩器：位于自动变速器的最前端，安装在发动机的飞轮上，其作用与采用手动变速器的汽车中的离合器相似。可在一定范围内实现减速增矩。行星齿轮机构：包括行星齿轮组和换档执行机构。换档执行机构可以使行星齿轮组处于不同的啮合状态，以实现不同的传动比。大部分自动变速器的行星齿轮机构有 3—4 个前进档和 1 个倒档。这些档位与液力变矩器相配合，就可获得由起步至最高车速的整个范围内的自动换档。油泵：通常安装在液力变矩器之后，由飞轮通过液力变矩器壳直接驱动为液力变矩器、控制系统及换档执行机构的工作提供一定压力的自动变速器油。控制系统：新型汽车自动变速器的控制系统有液压式和电液式两种。液压式控制系统包括由许多控制阀组成的阀体总成以及液压管路。电液式控制系统除了阀体及液压管路之外，还包括电脑。传感器、执行器及控制电路等。阀体总成通常安装在行星齿轮机构下方的油底壳内。驾驶员通过自动变速器的操纵手柄改变阀体内的手动阀的位置，控制系统根据手动阀的位置及节气门开度、车速、控制开关的状态等因素，利用液压自动控制原理或电子自动控制原理，按照一定的规律，控制行星齿轮机构中的换档执行机构的工作，实现自动换档。

在汽车制动时，如果车轮抱死滑移，车轮与路面间的侧向附着力将完全消失。如果只是前轮(转向轮)制动到抱死滑移而后轮还在滚动，汽车将失去转向能力。

如果只是后轮制动到抱死滑移而前轮还在滚动，即使受到不大的侧向干扰力，汽车也将产生侧滑(甩尾)现象。这些都极易造成严重的交通事故。因此，汽车在制动时不希望车轮制动到抱死滑移，而是希望车轮制动到边滚边滑的状态。

由试验得知，汽车车轮的滑动率在 15%~20%时，轮胎与路面间有最大的附着系数。所以为了充分发挥轮胎与路面间的这种潜在的附着能力，目前在大多数车辆上都装备了防抱死制动系统(Antilock Brake System)，简称 ABS。通常，ABS 是在普通制动系统的基础上加装车轮速度传感器、ABS 电控单元、制动压力调节装置及制动控制电路等组成的，如下图。



制动过程中,ABS 电控单元(ECU)3 不断地从传感器 1 和 5 获取车轮速度信号，并加以处理，分析是否有车轮即将抱死拖滑。如果没有车轮即将抱死拖滑，制动压力调节装置 2 不参与工作，制动主缸 7 和各制动轮缸 9 相通，制动轮缸中的压力继续增大，此即 ABS 制动过程中的增压状态。如果电控单元判断出某个车轮(假设为左前轮)即将抱死拖滑，它即向制动压力调节装置发出命令，关闭制动主缸与左前制动轮缸的通道，使左前制动轮缸的压力不再增大，此即 ABS 制动过程中的保压状态。若电控单元判断出左前轮仍趋于抱死拖滑状态，它即向制动压力调节装置发出命令，打开左前制动轮缸与储液室或储能器(图中未画出)的通道，使左前制动轮缸中的油压降低，此即 ABS 制动过程中的减压状态。

四、 实验步骤:

1. 连接 1552 故障诊断仪, 启动发动机;
2. 分别选择自动变速器和 ABS 诊断模块, 读取故障码;
3. 设置故障码, 观察故障现象, 判断故障点并分析说明;
4. 选择执行元件诊断功能, 判断故障。

五、 实验要求:

记录实验数据、分析实验结果、撰写实验报告、答辩。

六、 实验注意事项:

1. 在读取故障代码之前, 应先检查汽车蓄电池电压是否正常, 以防止蓄电池电压过低而导致电脑故障自诊断系统工作不正常;
2. 跨接线的插孔应按照维修手册说明来接; 消除故障码后, 一定要进行验证, 确保故障码已被消除;
3. 学生应严格遵守实验规则, 服从指导教师的指导, 实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容, 熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程;
4. 在实验中, 要集中精力, 注意观察分析实验现象, 认真记录实验数据;
5. 遵守安全操作规程, 爱护实验仪器及设备, 不得乱动与本实验无关的仪器和设备;
6. 实验中出现异常情况, 应冷静对待并及时报告指导教师。

七、 实验数据记录:

1. 读取故障码判断故障

故障码	故障现象	判断故障点并分析说明

2. 执行元件诊断

序号	测试元件	现象记录分析	结论

八、 实验思考题：

1. 简述利用汽车故障诊断仪（解码器）读取和清除故障码的操作步骤。
2. 自动变速器的故障诊断都有哪些方法？简述这些方法的步骤和目的。
3. 简述 ABS 控制系统的组成和工作原理。
4. 简述 ABS 系统故障检测与诊断的一般程序。

实验五 汽车发动机性能综合检测与分析

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验任务及目的:

对发动机各系统的工作状态,如点火、喷油、电控系统和传感元件以及进排气系统和机械工作状态等的静态和动态参数进行分析,为发动机技术状态判断和故障诊断提供科学依据。

1. 掌握实验设计、实验数据处理和分析的基本方法;
2. 掌握发动机性能综合分析仪接线方法和基本操作;
3. 完成实验设计,对实验路线和方法的可行性进行分析论证;
4. 掌握实验数据处理和分析的基本方法。

二、 可选实验仪器与设备:

1. K-100 发动机综合分析仪
2. AJR 发动机检测实验台
3. 通用汽车解码器
4. 汽车专用万用表
5. 汽车专用示波器
6. 实验用车

三、 实验原理:

综合分析仪可进行的典型测试如下:

1. **起动性能测试:**可以对发动机的起动系、点火系和排放性能进行分析;
2. **发电机性能测试;**可对发电机的性能和充电系统进行分析;
3. **点火波形测试;**可获得不同排列方式初、次级点火波形,并能将其存储;
4. **点火参数检测;**可动态测量发动机转速、火花持续时间和闭合角;
5. **点火提前角与排气分析;**可以动态测量发动机转速,结合发动机上的上止点传感器动态测量点火提前角,实现对发动机正时的精确调整,并分析点火提前角对排放性能的影响;
6. **空燃比与排气分析;**可动态测量发动机转速、氧传感器电压和排放气体成分等参数,分析电控系统的综合控制性能;

7. **气缸压缩压力**；可分析各缸的压缩压力及其密封性；
8. **发动机断缸测试**；通过断缸控制可以分析某缸的工作状态，对发动机的“缺火”情况进行诊断；
9. **数字万用表**；可测量电压、电流、电阻、频率、温度和压力等物理量；
10. **通用示波器**；可显示测量波形，并能与图形库中标准比较。

金德 K100 发动机综合分析仪主要功能简介：

（一）主要功能

- 1、**诊断测试**：氧传感器检测，电瓶检测，启动检测，喷射系统检测，气缸相对压力测试；
- 2、**波形分析**：次级点火分析，次级点火顺序比较，次级点火并列比较，初级线圈波形，初级电流及闭合角，初级电压和电流，喷油嘴电压，交流发电机电压，交流发电机电流，真空压力，传感器信号波形，快速信号波形；
- 3、**发动机分析**：次级高压检测（次级失火、峰值电压检测、燃烧时间检测），点火提前角（正时枪（选购件）、凸轮传感器），喷射模拟，各缸平衡，断火检测；
- 4、**万用表**：伏特表、安培表、欧姆表、二极管测试、温度计、压力计、电压波形图、电流波形图；
- 5、**发动机设定**：发动机设定，特殊点火顺序；
- 6、**系统配置**：通信口，客户信息，打印设置。

（二）操作步骤

开机后进入标准测试页面，在相应按钮上点击鼠标左键，将进入下级测试页面，直到要测试或设置的页面以后，按照提示与汽车连接好线路，进行测试操作。系统自带帮助菜单，操作过程中可以按“F1”或点击屏幕上的“帮助”按钮获得提示，使操作过程简单明了，下面仅以水温传感器的测试为例作一简要说明。

- 1、开机进入标准测试页面（如图 1）；

标准测试

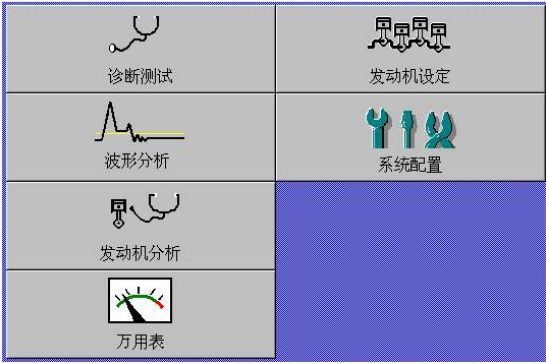


图 1

2、在“诊断测试”按钮上点击鼠标左键，将进入如图 2 所示页面；



图 2

3、在“喷射系检测”按钮上点击鼠标左键，将进入如图 3 所示页面；

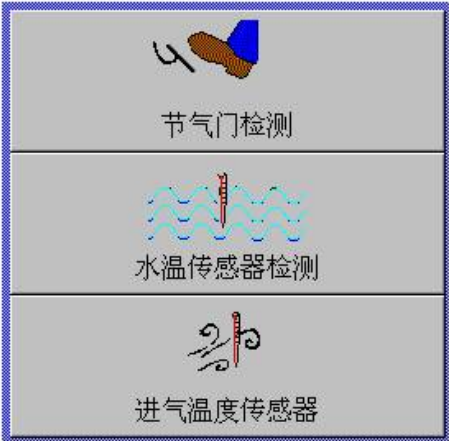


图 3

4、连接 F6 和 F8 探针至传感器顶针，如下图 4 所示：

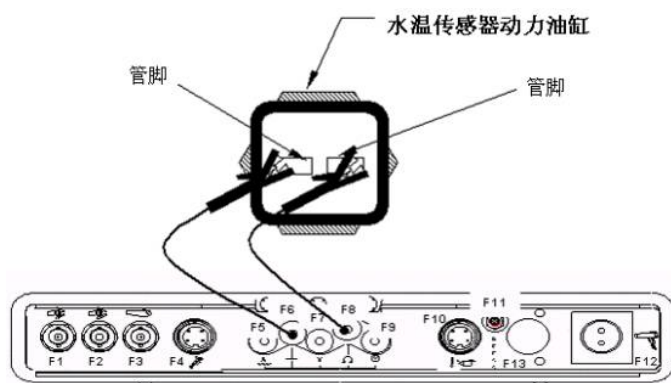


图 4

5、鼠标左键点击“水温传感器检测”按钮，即进入测试，屏幕将显示测试结果，如图 5 所示。



图 5

6、屏幕上各功能键作用，如下图 6 所示。

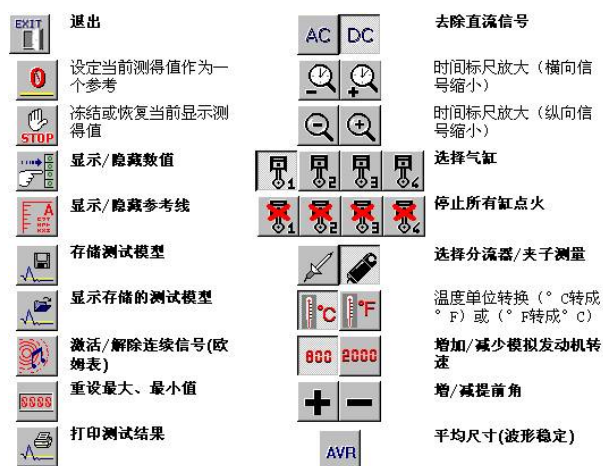


图 6

四、 实验要求：

实验要求：

- 1、要求学生首先查资料，掌握汽车发动机主要性能参数检测原理，熟悉汽车发动机故障诊断过程，了解发动机综合分析仪结构与原理；
- 2、学生自己设计检测工艺。按 10 人为一实验小组；
- 3、完成实验设计，对实验路线和方法的可行性进行分析论证；
- 4、各实验小组自己根据发动机故障诊断技术原理、影响发动机性能的因素，自己制定检测方法，选择检测仪器与工具；
- 5、各实验小组提前将自己设计的检测工艺与方法，所需仪器工具等报实验指导老师，由实验室老师准备；
- 6、根据实验设计和实验内容的要求，熟悉掌握所需仪器的结构、原理、操作规范等；
- 7、根据实验室安排，独立完成实验数据的采集等实操环节，指导教师只对关键过程进行指导；
- 8、要求学生对实验结果进行科学的分析和论证，得出科学的结论；
- 9、根据实验分析结果，故障排除和检验；
- 10、要求学生在实验过程中严格按照严格遵守实验规则，加强安全意识；
- 11、撰写实验报告、答辩。

实验报告：

- 1、每人一份实验报告。
- 2、严格按照试验步骤注意记录试验数据，分析试验结果。
- 3、指出试验过程中存在的问题，并提出相应的改进方法。

五、 实验纪录：

参见附录 4

六、 实验注意事项：

1. 起动发动机进行测试前，要将变速杆放于空档（手动档）或 P 位（自动档），拉紧手刹，抱死驱动轮；

2. 测试过程中，不得随意拔掉或插上传感器电插，以免损坏仪器或控制电脑；
3. 在测试线尚未连接完毕时，不得随意启动发动机；
4. 测试线放置位置安全可靠，以免损坏；
5. 注意探针的使用，用毕及时取下，以免影响车辆正常工作；
6. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；
7. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；
8. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；
9. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

七、 考核方法：

考核采用“5级”评分制，要求能够熟练连接仪器，并进行车辆设置；能够正确操作仪器进行测试；能够根据仪器提示信息的出合理结论，做出调整建议。

- | | |
|------------------------------|------|
| 1) 实验设计的可行性 | 20% |
| 2) 仪器连接、操作规范 | 20% |
| 3) 独立完成实验数据的采集 | 20% |
| 4) 实验数据处理和分析的科学性 | 20% |
| 5) 实验报告格式规范，讨论或答辩思路清晰，回答问题正确 | 20%。 |

八、 实验思考题：

- 1、发动机综合性能检测仪可以进行哪些方面的检测？
- 2、检测仪的准备接通电源，打开检测仪总开关后为何需暖机 20min？ 电源为何必须可靠接地？
- 3、在测试电喷发动机 ECU 时，仪器为何必须与发动机共搭铁线？为何只能在发动机不工作和点火系关闭的情况下，将信号提取系统连接到被测发动机上？
- 4、发动机准备需进行那几个过程？

实验六 汽车安全性能综合检测分析

适用专业：车辆工程

实验时数：2 学时

一、 实验目的与要求

汽车检测线是车辆安全检测的重要组成部分，通过本实验应达到以下基本要求：

1. 掌握实验原理及实验方法。
2. 熟悉检测线的国家标准。

二、 实验内容

汽车速度表误差的检验；汽车前轮侧滑的检验；汽车制动力的检验；汽车灯光检测；汽油机 HC/CO 测试

三、 实验用仪器设备：

汽车速度表检验台；汽车侧滑试验台；汽车制动试验台；汽车灯光检测仪；汽油机五气分析仪；汽车一辆。

四、 实验方法与步骤：

1. 控制部分的操作

- 1.1 使用前打开电源，预热 30 分钟。
- 1.2 首先进入汽车检测。
- 1.3 从系统设置中选取手动和自动。从检测设置中设置要检测的项目。
- 1.4 车辆登路，并输入车辆的信息。
- 1.5 点击汽车检测，进入车辆检测状态。

2. 汽车速度表误差的检验

把车的驱动轮放到速度表试验台上，放下托板，把车加速到速度表指示 40km/h, 这时鸣喇叭，点击微机控制中心的“保留速度值”，这时就记录下了对应

的实际车速。

3. 汽车前轮侧滑的检验

车辆以 3~5 公里的时速垂直的通过试验台，不打方向，不踩制动。

4. 汽车制动力的检验

4.1 控制部分的操作

4.1.1 使用前打开电源，预热 30 分钟。

4.1.2 首先进入汽车检测。

4.1.3 从系统设置中选取手动和自动。从检测设置中设置要检测的项目。

4.1.4 车辆登路，并输入车辆的信息。

4.1.5 点击汽车检测，进入车辆检测状态。

4.2 操作步骤

首先在轴重试验台上称出轴重。然后把车开到试验台上，降下托板。让滚筒转起来，这时首先采集车轮的阻滞力。然后踩制动，当左右轮的制动力之和大于 500N 时，控制中心自动采集制动力的大小，然后 3 秒钟电机停转，测试结束。

5. 汽车灯光检验

5.1 首先使被检车辆的前大灯离聚光镜 1 米。

5.2 被检车辆的摆正，检测时被检车辆的纵向中心线与仪器的光学中心线平行，可旋转对准旋钮，使聚光箱在一定范围内摆动。

5.3 检查仪器是否水平，若不水平可调整三个偏心螺栓。

5.4 检查仪器是否有电，把电源开关打到检查档，看发光强度刻度应指在三万以上。

5.5 打开远光，左右、上下移动仪器，使大灯的光束中心对准瞄准器的中心。

5.6 近光的检查：把大灯打到近光，旋转两刻度盘，使明暗截止线的拐点与显示屏的中心对齐，即可读出近光左右、上下的偏移量。

5.7 远光的检查：把大灯开到远光，将电源开关转到合适的档位，反复旋转两刻度盘，使两平衡指针指到中间位置，刻度盘上即可读出远光左右、上下的偏移量。同时在发光强度刻度盘上读出发光强度。

6. 排气分析检测

6.1 排气分析仪的连接

6.1.1 发动机转速传感器安装：将传感器夹套在发动机分缸点火高压线上，并将信号线插头连接到排气分析仪的转速插口上。

6.1.2 发动机机油温度传感器安装：

a. 传感器插入深度的确定：拔出机油尺，将机油传感器长度调节到与机油尺等长；

b. 将传感器插入油尺导管，并使橡胶塞可靠定位；

c. 将温度信号线插头连接到排气分析仪的机油温度插口上。

6.1.3 测量探头的安装：探头插入排气管深度不小于 400mm。

6.2 预热：

6.2.1 接通仪器电源开关，仪器预热 5 分钟后进入正常工作状态。

6.2.2 起动发动机，使发动机预热至冷却水温度不低于 80℃。

6.3 双怠速排放测定：

6.3.1 仪器操作：根据仪器显示屏的提示操作，使仪器进入双怠速测量界面。

6.3.2 车辆操作：根据仪器屏幕提示控制油门的开度，完成双怠速运转工况。

五、 注意事项：

1. 学生应严格遵守实验规则，服从指导教师的指导，实验前应认真预习实验指导书及有关教材的内容，熟悉本实验的目的、原理、方法及操作规程；

2. 在实验中，要集中精力，注意观察分析实验现象，认真记录实验数据；

3. 遵守安全操作规程，爱护实验仪器及设备，不得乱动与本实验无关的仪器和设备；

4. 实验中出现异常情况，应冷静对待并及时报告指导教师。

5. 汽车速度表试验台的滚筒是高速旋转的，一定注意；车的前方不要站人；

不要离车的两边太近。

六、 实验报告内容:

1. 原理概述。
2. 实验内容及步骤。
3. 数据记录及处理。
4. 实验结论及问题讨论。

七、 实验思考题

1. 汽车制动性能的评价指标有那些?
2. 在反力式滚筒试验台上测制动力时, 车轮处于滚动状态与处于抱死状态时, 测量的制动力有何区别? 为保证检测的准确可采取那些措施?
3. 简述车速表失准的原因。
4. 按照 GB7258—2004 的有关规定, 车速表允许的误差范围是什么? 它是怎样定义的?
5. 当车轮轮胎磨损后, 车速表指示的数值将偏快还是偏慢? 为什么?
6. 造成前轮侧滑的主要原因是什么?
7. 前轮侧滑量正、负号的含义是什么?
8. 某非独立悬架汽车前轮经过 0.5m 宽(沿前进方向)的双板联动侧滑台时, 滑板向外移动了 3mm。问:
 - 1) 该车前轮侧滑是否合格?
 - 2) 若不合格, 请分析造成侧滑超标的原因?
9. 简述双板联动侧滑台回零误差、拉力、同步性超标的调整方法和步骤。
10. 按测试方法和功能分类前照灯检测仪有哪几种类型?
11. 手动或电动投影式灯光检测仪, 靠什么装置来完成找正车身的? 靠什么装置来完成光轴跟踪的? 靠调节什么装置来测量光束方向的? 靠什么装置测量远光强度的?
12. 用手动或电动投影式灯光检测仪测量近光时调节遮光板, 使明暗截止线到什么位置时才可以读取仪表刻度盘上的示值? 用草图加以说明。

13. 尾气测试前为什么要使发动机冷却水和润滑油温度应达到汽车使用说明书所规定的热状态？进行自由加速试验排气可见污染物检验前为什么不能车辆不应长时间怠速运转？否则应怎么办？
14. 说明双怠速测试时高怠速的具体含义。

附录 1 实验报告封面

《汽车检测与故障诊断技术》 实 验 报 告

实验内容: _____

指导教师: _____

实验小组(专业班级): _____

实验时间: _____

组长签名: _____

成绩评定: _____

教师签名: _____

北京信息科技大学机电工程学院
车辆工程实验室

200 年 月 日

附录 2 实验报告撰写要求

一、实验报告撰写提纲：

- 1、 实验目的(问题的提出、实验的意义、实验的目的等)
- 2、 实验设备与方法(实验所有设备介绍、测试原理、实验方案设计、实验方法与步骤等)
- 3、 实验结果与分析(数据分析、现象分析、方法探讨等)
- 4、 结论与讨论

致谢

参考文献

二、书写规范

- 1、实验报告层次清晰，层次标题应简短明确，以不超过 15 字为宜，题末不加标点符号。各层次一律用阿拉伯字连续编号，如：“1”，“2.1”，“3.1.2”，一律左顶格。
- 2、图应有图题，放图下方居中，用阿拉伯数字编号，如：图 1；表应有表题，放表上方居中，用阿拉伯数字编号，如：表 1；表一律采用三线表。
- 3、试验数据的统计分析，如果是应用计算机软件的，尽可能用公开发行的程序。如果是自编的，应在文体后的附录中列出程序。在数表中各试验数据的平均数之后应列出平均数的标准误 (S.E.)，而不应列出标准差 (S.D.)。对各平均数的多重比较，只需用一个显著水平 ($\alpha = 0.05$, $\alpha = 0.01$, 或 $\alpha = 0.001$)，应使用邓肯氏新复极差检验法 (DMRT 法)。
- 4、文中所用的量度单位按“中国高等学校自然科学学报编排规范”(北京工业大学出版社，1993)中“附录 B 量和单位”的规定，如公斤用 kg，公里用 km，毫克用 mg，千瓦用 kW 等。
- 5、文中如果采用英文字母缩写的，应在第一次出现时就把英文的全称写出，如：GNP (Gross National Product)、小菜蛾 DBM (Diamondback Moth)。
- 6、文中引用的参考文献采用顺序编码制。对引用的文献，按它们在正文中出现的先后用阿拉伯数字连续编码，将序号置于方括号内，并视具体情况把序号作为上角标，或者作为语句的组成部分。例如：

……国内外学者对此进行了长期研究^[1~3], T·H·西涅阿科夫等^[4]曾建立了用解析法所需要的 6 个线性方程式。

……按文献[5]提供的参数设计出样机。悬挂机构的设计采用数值计算方法^[6]……

7、“致谢”按一级标题处理，不标序号。致谢内容同正文格式，对在实验中给予帮助、指导的老师、同学、实验室等表示感谢。

8、“参考文献”按一级标题处理，不标序号。参考文献只列入与论文（设计）研究关系密切的公开发表的主要文献。各条文献按在正文中的文献序号顺序排列，项目应完整，内容应明确，各个项目的次序和著录内容应符合规定。

参考文献为期刊时，按下列格式列出：

著者（外文姓前名后，3 人和 3 人以下作者全部列出，3 人以上作者只列前 3 人，后写“等”字）。题名。期刊名。出版年，卷号（期号）：起止页码 如期刊无卷号，则为“出版年，（期号）：起止页码”，例如：

[1] 庞雄飞. 种群数量控制指数及其应用. 植物保护学报, 17 (1): 1-6

参考文献为专著时：

著者. 书名. 版次（第 1 版不标注）。出版地：出版者，出版年. 起止页码
例如：

[2] Osamu Kitani. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Michigan: ASAE, 1999. 139-163

附录3 发动机综合性能检测

1 发动机综合性能检测的基本内容及特点

发动机是汽车的动力源，是汽车的“心脏”，汽车的一些基本技术性能都直接或间接地与发动机的相关性能相联系。因此发动机综合性能的检测对整车性能的了解至关重要。

发动机综合性能检测与发动机台架试验不同，后者是发动机拆离汽车以测功机吸收发动机的输出功率对诸如功率和扭矩以及油耗和排放等最终性能指标进行定量测定，而发动机综合性能检测装置主要是在检测线上或汽车调试站内就车对发动机各系统的工作状态，如点火、喷油、电控系统和传感元件以及进排气系统和机械工作状态等的静态和动态参数进行分析，为发动机技术状态判断和故障诊断提供科学依据，有专家系统的发动机综合分析仪还具有故障自动判断功能，有排气分析选件的综合分析仪还能测定汽车排放指标。

以下简单概括发动机综合分析仪的基本功能：

- (1) 无外载测功功能即加速测功法；
- (2) 检测点火系统。初级与次级点火波形的采集与处理，平列波、并列波与重叠和重叠角的处理与显示，断电器闭合角和开启角，点火提前角的测定等；
- (3) 机械和电控喷油过程各参数(压力、波形、喷油、脉宽、喷油提前角等)的测定；
- (4) 进气歧管真空度波形测定与分析；
- (5) 各缸工作均匀性测定；
- (6) 起动过程参数(电压、电流、转速)测定；
- (7) 各缸压缩压力判断；
- (8) 电控供油系统各传感器的参数测定；
- (9) 万用表功能；
- (10) 排气分析功能。

可见发动机综合分析仪是所有汽车检测设备中功能最多，检测项目和涉及系统最广的装置，因而它的结构也较复杂，技术含量也较高。事实上随着电子技术在汽车领域的飞速发展，原始的EFI (Electronic Fuel Injection)控制功能已延伸到汽车底盘和传动系的电子系统，成为控制面更广的电子管理系统

EMS(Electronic Management System)，现代研制的发动机综合分析仪的功能早已越出了发动机的范畴，增加了诸如:ABS (Anti-lock Brakesystem)、ASR(Acceleration Skid Response) 等底盘系统的测试功能。因此对发动机综合分析仪的管理和操作人员在使用、保养方面的培训应倍加关注。

区别于解码器和一般的发动机单项性能的检测仪，发动机综合性能检测仪具有以下三大特点：

(1)动态的测试功能

它的传感系统和信号采集与记忆存能迅速准确地捕获发动机各瞬变参数的时间函数曲线，这些动态参数才是对发动机进行有效判储系统断的科学依据。

(2)通用性测试过程不依据被检车辆的数据卡(即测试软件)；只针对基本结构和各系统的形式和工作原理进行测试，因此它的检测结果具有良好的普遍性，其检测方法同样也具有最广泛的通用性。

(3)主动性发动机综合检测仪不仅能适时采集发动机的动态参数，而且还能主动地发出指令干预发动机工作，以完成某些特定的试验程序，如断缸试验等等。

2 发动机综合性能检测装置的基本组成

目前各主要工业国家的有关厂家开发的发动机综合性能检测装置，千差万别，形式各异。但就一台配置齐全、性能良好的检测仪而言，概括起来不外乎由信号提取系统、信息处理系统、采控显示系统三大部分组成，如框图 1 所示。

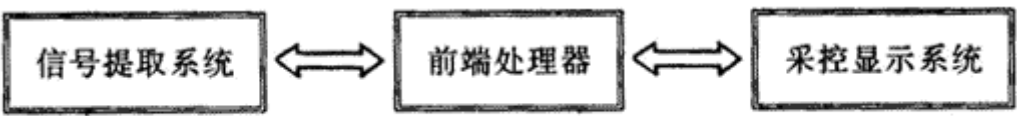


图 1 发动机综合性能检测装置的基本组成

图 2 为发动机综合性能分析仪一般结构型式的外形图。

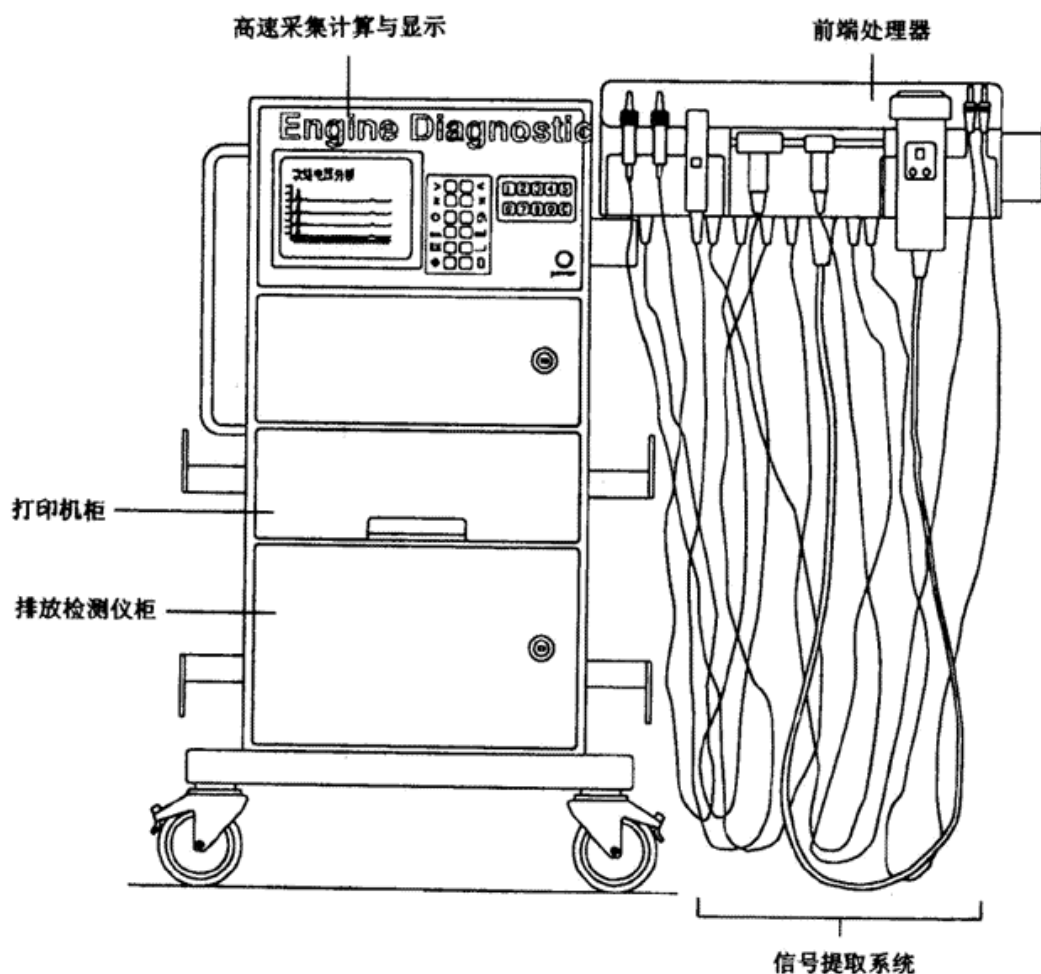
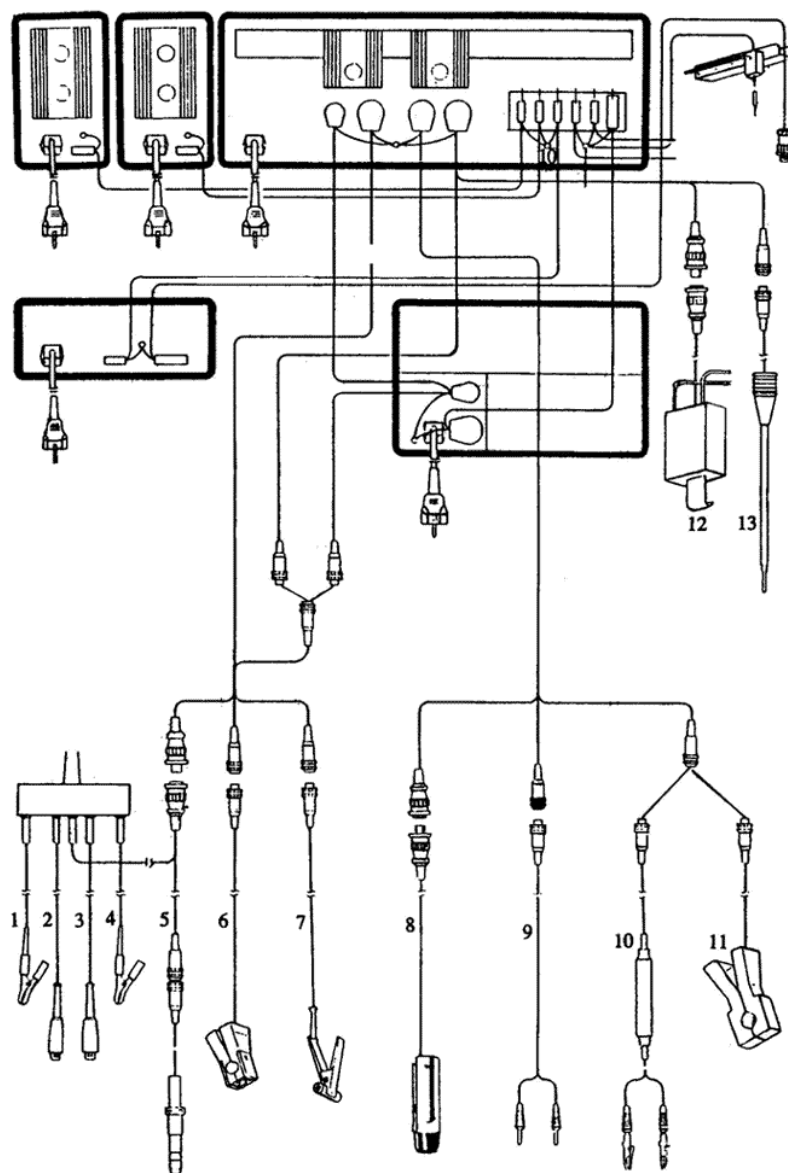


图 2 发动机分析仪外形图

2.1 信号提取系统

信号提取系统的任务在于拾取汽车被测点的参数值，鉴于被测点的机械结构和参数性质不同，信号提取装置必须具有多种形式以适应不同的测试部位。图 3 所示为大多数发动机综合性能分析仪的信号提取系统，图中显示这一系统是由一些不同形状的接插头或探头组成，以它们接触的形式不同可以分为四类。件 1 和 4 接蓄电池的正负极，件 2 和 3 接点火线圈初级的正负极，件 9 为万用表功能或测试各传感器时的接头，它可以再转接各类结构的探针以适应不同的测试点，如图 4 所示，件 10 两个鳄鱼夹由一个分流器引出，用以测定发电机电流，以上各接头属于直接接触的一类。



1,4. 蓄电池夹(红色为正极,黑色为负极) 2,3. 点火线圈初级接线夹
或电容式夹持器 8. 频闪灯 9. 探针 10. 鳄鱼夹 11. 电流互感器 12. 压力传感器 13. 温度传感器

图 3 信号提取系统



图 4 探针的转接头

第二类则是非接触式。电感式或电容式夹持器 6 和 7 分别钳于一缸点火线上和点火线圈高压线上以获得点火信号，件 12 实际上是一个电流互感器，夹持在蓄电池线上，可感应出起动电流。因为高电压和强电流直接接触测量极为困难。以上都是对电量参数的提取，对于非电量参数就必须先经过某一类型的传感器将非电量转变成电量，这就是第三类，如件 5 电磁式 TDC 传感器提供上止点信号，频闪灯 8 可寻找点火提前角，压力传感器 12 可将进气管或喉管真空度转变成电量，而件 13 为一热敏电阻，可将机油温度和冷却水温度等参数转换为电压值。对于电控燃油喷射 (EFI) 发动机，因计算机计算喷油脉宽和自动控制过程的需要，各非电量已被植入各系统的传感器直接转换成电量，它们的提取可用件 9 通过不同的转接头来完成，但为工不中断计算机的控制功能，必须通过 T 形接头来提取信号，如图 5 所示。

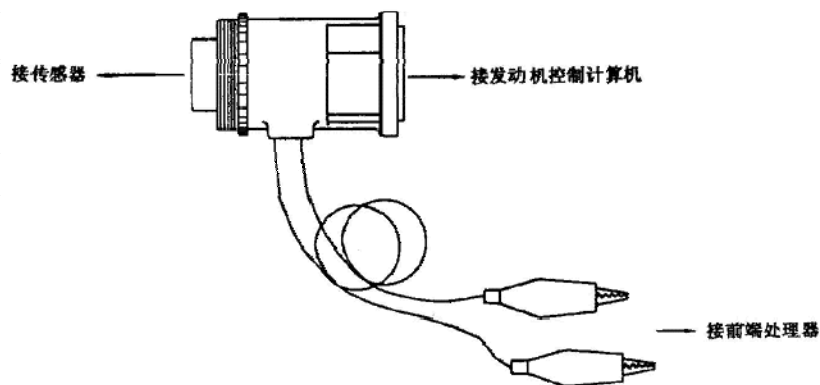


图 5 信号的 T 形接头

2.2 信号预处理系统

信号预处理系统也称前端处理器，俗称“黑盒子”，它是电控燃油喷射系统检测的关键部件，其作用相当手多路测试系统中的多功能二次仪表的集合，工作框图如图 6 所示，可将发动机的所有传感信号 (图示为 20 个)，经衰减、滤波、

放大、整形，并将所有脉冲和数字信号直接输入 CPU 的高速输入端(HSI)，也可经 F-V 转换后变为 0-5V 或 0-10V 的直流模拟信号送入高速瞬变信号采集卡。

发动机上装配的传感器是发动机控制和判断发动机故障的关键部件，但其输出的电信号千差万别，不能被车载计算机或发动机分析仪的中央控制器直接使用，必须经过预处理转换成标准的数字信号后送入计算机。

车载传感器的输出信号从电子学角度分，无外乎模拟信号和频率信号两种，应采取不同的处理方法。

对于模拟信号，如温度传感器、压力传感器、节气门位置传感器等其幅值为 0-5V，频率变化也比较缓慢，主要的处理手段是对其进行低通滤波和信号隔离。经低通滤波后的纯净低频信号再经过隔离装置送入 A/D 转换器，以消除模拟电路和数字电路的共地干扰。对于低频模拟信号的隔离多采用隔离放大器，即变压器隔离方式；也有先将模拟信号进行 V-F 转换，然后由光电隔离器再进行 F-V 转换的，但后一种方法多用于需远距离传输信号的场合。模拟信号中有一些幅值较小，如氧传感器为 0-1V，废气分析仪的电气接口输出信号多为 0-50 mV，这些信号若直接送入 A/D 转换器，由于不能充分利用 A/D 转换器的精度，转换精度很低，故需对其做放大处理。由于信号幅值的差异，故采用程控放大器，对不同的传感器输出信号由软件控制分配，以不同的放大倍数使输出信号幅值达到 A/D 转换器的全量程范围，以提高 A/D 转换器的精度。当然，这些信号经程控放大器放大以后，仍须经过低通滤波和信号隔离才能进行 A/D 转换，模拟信号中也有一些大幅值信号，如起动电压，对此须经过衰减以后再由低通滤波和隔离后方能进行 A/D 转换。模拟信号中也有一些信号如初次级点火信号、爆震信号、喷油脉冲、起动电流等，或具有较高的频率，或具有较高的电压、电流幅值，这些信号须特殊处理，如初次级点火信号由于线圈的自感和互感作用，其电压幅值可达 300 V 或 30KV，甚至更高，故须利用电压衰减器进行衰减后再进行后继处理，由于其频率很高(可达 1MHz 以上)，故须使用高速 A/D 转换器，才能保证转换后的信号不失真(即经数学处理后，准确复原信号)。对于起动电流其峰值可达 200A 以上，无法直接测量，须利用电流互感器转换成 0-5V 的电压信号再进行测量，车用爆震传感器和柴油机喷油压力传感器多用压电晶体作为敏感元件，其输出信号为电荷量，故须采用电荷放大器作为前级放大，且要从频率非常丰富的振动信号中准确提取有效信号，因而必须对其进行带通滤波。喷油脉冲在喷油器的电磁线圈断电瞬间也会

由于自感作用而产生 40V 左右的振荡，对此可利用电阻分压器分压后再后继处理。

对于频率信号，如发动机的转速、判缸信号、车速信号等，由于多选用电磁式、霍尔效应式和光电式传感器，其输出信号本身即为数字脉冲，但由于传输过程中的衰减、交变电磁波辐射等原因，也易形成一定程度的失真，故需对其进行整形，这多用电压比较器或施密特触发器进行实现，整形后输出的标准数字脉冲，再经高速光电隔离器送入后继电路，以消除其干扰，提高系统的工作可靠性。

为了实现传感器的准确测量，不影响发动机的正常运转，进行信号提取时必须保证电路有足够高的输入阻抗，而且为了保证预处理系统的主板安全，对各路输出信号均采取了限幅措施。

2.3 采控与显示系统

台式和柜式发动机综合性能分析仪多采用 14 英寸彩色 CRT 显示器，手提便携式则用小型液晶显示器，现代分析仪都能醒目地显示操作菜单，实时显示当前动态参数和波形，十字光标可显示曲线任一点的数值，同时也可显示极限参数的数值，并配以色棒显示以示醒目，用户可任意设定显示范围和图形比例。

为捕捉喷油爆震等高频信号，采集卡一般具有高速采集功能，采样率可达 10Msps，量化精度不低于 10Bit，并行 2 通道，有存储功能以供波形回取，锁定波形供观察分析或输出、打印之用。

附录 4 实验记录

实验内容					
实验仪器		生产厂家			
实验日期	年 月 日	气 温		湿 度	
实验人员		指导教师			
实验记录：					