

现代汽车维修

上海市职业技术教育培训教材编审委员会 审编

黄 虎 夏令伟 主编

XIANDAI QICHEWEIXIU



上海交通大学出版社

现代汽车维修

上海市职业技术教育培训教材编审委员会审编

主 编 黄 虎 夏令伟

主 审 葛贤康 汤定国

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是由汽车专业资深专家、教授与具有汽车维修丰富实践经验的专业人员合作编写的现代汽车维修教材。全书分为《知识篇》和《实践篇》。《知识篇》系统阐述了现代汽车电控发动机、自动变速器、ABS 和 ASR、悬架和动力转向、空调和安全气囊等结构、原理;《实践篇》详尽阐述了现代汽车维修专用检测仪器的使用、各总成故障诊断及其排除方法。本书知识全面、系统,重视技能实践,具有很强的指导性和应用性。

本书可作为现代汽车维修人员专业技能培训、鉴定考核以及高级维修工和技师进修的首选教材,也可作为现代汽车维修职业技能教育的主干教材,还可作为现代汽车广大维修人员工作中的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车维修 / 黄虎,夏令伟主编. - 上海:上海交通大学出版社, 2001(2005 重印)

ISBN 7-313-02780-X

I. 现… II. ①黄… ②夏… III. 汽车 - 车辆修理
IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 056493 号

现 代 汽 车 维 修

黄 虎 夏令伟 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:52.75 字数:1303 千字

2001 年 9 月第 1 版 2005 年 3 月第 5 次印刷

印数:11701~13750

ISBN 7-313-02780-X/U·101 定价:65.00 元

版权所有 侵权必究

编写说明

近二三十年来,随着世界汽车保有量的迅速增加,也给人类带来了能源危机、环境污染、交通事故等一些问题和公害。因此,在 21 世纪,人们提出了“创造与人类相协调的汽车”,必须妥善解决汽车节能、净化、安全、流通性和再循环服务等重大问题。为此,现代汽车也开始陆续采用一系列的电子控制技术,诸如电子控制汽油喷射、自动变速器、防抱死制动系统等等。可以预见,21 世纪的现代汽车必将全面进入电子化时代——汽车各个系统将由电脑实行全面集中自动控制的电子化时代。

现代汽车的发展,从传统的机械控制变成电子控制,使汽车的结构、原理和使用、维修有了很大的变化,特别是对现代汽车的维修人员从工作内容到工作方法都提出了更新更高的业务要求,急需进行相应的技术培训。为了适应这一迫切需要,上海市劳动和社会保障局于 1999 年 4 月颁布了《现代汽车维修岗位标准》,并于 2000 年下半年委托上海工程技术大学汽车工程学院和上海市交通学校汽车专业科教师编写了这本《现代汽车维修》培训教材,由上海交通大学出版社正式出版。

《现代汽车维修》培训教材分上、下两篇。

上篇为知识篇(即培训教材应知部分),由上海工程技术大学汽车工程学院教师负责编写,主要介绍电控汽油喷射和电子点火、自动变速器、防抱死制动系统、悬架控制系统、转向助力系统、空调系统、维修信息系统等结构、原理和使用知识。其中绪论、第 1 章由葛贤康编写,第 2 至第 5 章由陈志恒编写,第 6 章由郑荣祥编写,第 7 至第 10 章由黄虎编写,第 11 至第 12 章由胡加编写,第 13 至第 15 章由胡宁编写,第 16 至第 17 章由浦维达编写。上篇由黄虎主编,葛贤康主审。

下篇为实践篇(即培训教材应会部分),由上海市交通学校汽车专业科教师负责编写,主要介绍检测仪器使用,电控发动机、自动变速器、防抱死制动系统、空调系统、防盗系统的检测与故障排除方法。其中第 18 章、第 28 章由李丕毅编写,第 19 章至第 21 章由夏令伟编写,第 22 章至第 23 章由刘如飞编写,第 24 章至第 25 章由汪臻编写,第 26 章至第 27 章由唐惠江编写。下篇由夏令伟主编,汤定国主审。

本教材内容新颖,系统全面,图文并茂,通俗易懂,同时理论紧密结合实际,实用性强,可操作性强,可作为具有中等以上文化程度和中级以上汽车维修工水平的就业人员的培训教材,也可供广大汽车驾驶、维修和管理人员以及职业技术学院汽车专业师生阅读参考。

本教材在编写、出版过程中,得到了上海市职业培训指导中心、上海交通大学出版社以及有关专家的指导和支持,在此一并表示衷心感谢。由于编写水平有限,时间仓促,书中缺点、错误之处,敬请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2001 年 5 月

上篇 知识篇

绪论	3
第1章 汽油机对可燃混合气、点火系的要求与排气净化	7
1.1 汽油机对可燃混合气的要求	7
1.2 汽油机对点火系的要求	9
1.3 汽油机排气净化	11
复习思考题	15
第2章 汽油机电子控制概述	16
2.1 汽油机电子控制系统及控制内容	16
2.2 汽油喷射的分类	19
2.3 电控汽油喷射的主要优点	26
复习思考题	27
第3章 电子控制汽油喷射系统	28
3.1 空气供给系统	28
3.2 燃油供给系统	42
3.3 发动机运行状况传感器	53
3.4 电控单元和汽油喷射控制	62
复习思考题	69
第4章 汽油机电子控制点火系统	71
4.1 概述	71
4.2 点火提前角和闭合角控制	74
4.3 爆震传感器与爆震控制	79
复习思考题	83
第5章 辅助控制系统	84
5.1 排气净化与排放控制	84
5.2 电控怠速控制系统	91
5.3 进气控制系统	96
复习思考题	99
第6章 汽油机电子控制的自诊断系统	100
6.1 自诊断系统概述	100

6.2	自诊断系统示例	101
6.3	第二代随车微机自诊断系统(OBD-Ⅱ)简介	109
6.4	安全保险功能与备用系统	114
	复习思考题	115
第7章	自动变速器概述	116
7.1	自动变速器迅速发展的原因	116
7.2	液力变矩器式自动变速器	117
7.3	自动变速器的档位	121
7.4	自动变速器预选杆的联动装置	122
7.5	预选杆使用中必须注意的问题	123
7.6	自动变速器的换档规律图	123
	复习思考题	124
第8章	耦合器和变矩器	125
8.1	耦合器和变矩器的结构特征	125
8.2	变矩器输出扭矩增大原理	127
8.3	变矩器中的导轮设置单向离合器的原因	128
8.4	变矩器锁止离合器(TCC)	128
8.5	变矩器锁止离合器的作用条件	130
	复习思考题	131
第9章	行星齿轮变速机构	132
9.1	简单的行星齿轮机构的特点	132
9.2	行星齿轮机构变速执行元件	134
9.3	典型复合式行星齿轮机构	140
	复习思考题	154
第10章	液力变矩器自动变速器的控制系统	155
10.1	液力自动变速器的控制原理	155
10.2	液压系统的油压和调压装置	160
10.3	反映发动机负荷变化的感应装置	162
10.4	反映汽车车速变化的感应装置	164
10.5	自动变速器中的阀	166
10.6	油泵	169
10.7	电子控制自动变速器	173
10.8	典型的电控元件	178
10.9	液压回路	182
10.10	一般故障诊断	191
	复习思考题	192
第11章	汽车的防抱死制动系统(ABS)	194
11.1	概述	194
11.2	ABS的控制	198

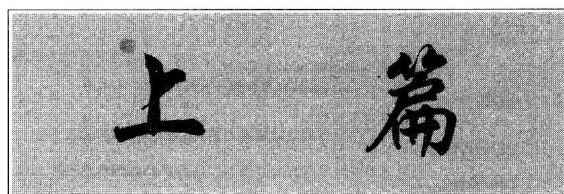
11.3	防抱死制动系统的结构及工作原理	203
11.4	TEVES MK2 型防抱死制动系统	218
11.5	ABS 的故障诊断	221
	复习思考题	222
第 12 章	汽车驱动防滑转电子控制系统	223
12.1	概述	223
12.2	ASR 系统部件的结构原理	227
	复习思考题	229
第 13 章	悬架控制系统	230
13.1	概述	230
13.2	悬架控制系统的基本组成与分类	232
13.3	悬架控制系统的控制方式	233
	复习思考题	249
第 14 章	汽车动力转向系统	250
14.1	概述	250
14.2	动力转向系统结构与工作原理	256
	复习思考题	261
第 15 章	汽车安全气囊	262
15.1	概述	262
15.2	安全气囊系统组成及工作原理	262
	复习思考题	268
第 16 章	汽车空调系统	269
16.1	汽车空调功能	269
16.2	汽车空调特点	270
16.3	汽车空调组成	271
16.4	汽车空调工作原理	272
16.5	空调系统分类	275
16.6	空调系统结构与部件	277
16.7	汽车空调控制	284
16.8	电脑控制的空调系统	289
16.9	空调箱体管道	294
16.10	故障分析	295
	复习思考题	297
第 17 章	汽车维修信息系统	298
17.1	汽车维修技术信息的作用	298
17.2	汽车维修信息的来源	298
17.3	汽车维修信息库的分类	300
17.4	汽车维修信息系统的组成和特点	301
17.5	米切尔(MITCHELL)系统的检索方式	302

17.6 快捷按钮的功能	305
17.7 工时与费用计算	307
17.8 车身 17 位编码的含义	308
17.9 打印功能	309
复习思考题	310

下 篇 实 践 篇

第 18 章 汽车专用检测仪器使用	313
18.1 汽车专用万用表	313
18.2 V.A.G 1552 诊断仪	316
附表	329
18.3 ADC2000 汽车诊断电脑	342
18.4 OTC 诊断仪	379
18.5 OB91 欧洲车辆解码器	390
18.6 EA-1000 发动机综合性能分析仪	403
18.7 FLUKE 98 汽车专用示波器	439
复习思考题	471
第 19 章 电控发动机控制系统部件检测	472
19.1 传感器检测	472
19.2 开关信号检测	518
复习思考题	524
第 20 章 发动机电控系统维护和检修	525
20.1 检修注意事项	525
20.2 电子控制系统检修工艺	527
20.3 燃油供给系统检修	530
20.4 空气供给系统检修	549
20.5 点火系统检修	562
20.6 废气排放净化控制	588
20.7 发动机故障码和故障的关系	595
20.8 发动机真空波形检测	598
复习思考题	603
第 21 章 电控发动机常见故障检查与排除	604
21.1 故障检查与排除的基本方法	604
21.2 常见故障检查与排除	607
21.3 示波器波形检查和故障排除	624
复习思考题	631

第 22 章 电控自动变速器拆装、检修与维护作业	632
22.1 自动变速器拆装调整	632
22.2 自动变速器的分解和检修	637
22.3 自动变速器维护作业	670
复习思考题	672
第 23 章 自动变速器常见故障检查与排除	673
23.1 故障诊断原则与注意事项	673
23.2 自动变速器故障检测程序	674
23.3 自动变速器常见故障检查与排除	687
复习思考题	705
第 24 章 防抱死制动系统(ABS)检测与维护作业	706
24.1 车轮转速传感器检测	706
24.2 ABS 控制器	717
24.3 ABS 系统的放空气程序	733
复习思考题	739
第 25 章 防抱死制动系统(ABS)常见故障检查与排除	740
25.1 有故障码的故障检查与排除	740
25.2 无故障码的故障检查与排除	748
25.3 偶发性故障的检查与排除	752
复习思考题	753
第 26 章 汽车空调的维护、安装与检修	754
26.1 汽车空调的正确使用	754
26.2 汽车空调安装、维修和保养时的基本注意事项	755
26.3 汽车空调系统的常规检查	758
26.4 汽车空调系统常见故障分析和排除方法	763
复习思考题	768
第 27 章 空调制冷系统维护作业	769
27.1 维护工具与设备	769
27.2 检修的操作技能	774
复习思考题	788
第 28 章 现代汽车防盗系统检修	789
28.1 凌志 LS400 防盗系统检修	789
28.2 通用车系防盗系统检修	805
28.3 桑塔纳 2000 GSI 防盗系统检修	817
复习思考题	829
参考文献	831



知 识 篇

绪 论

汽车,从最初发明到现在,已有一百多年的历史。

1886年,德国人卡尔·本茨将一台 0.65 kW 的汽油机装在一辆三轮汽车上,世界上第一辆汽车诞生,由于其机动灵活、适应性强,具有可以实现“门到门”的直达运输、迅速及时、服务性强等突出优势,因此很快就成了世界交通运输网之首。

一百多年来,汽车的发展已不仅是一种简单的交通运输工具,还创造了巨大的社会财富、科技进步和现代文明。同时,汽车工业自身也得到了日益迅速的发展,已成为世界各国经济发展的支柱产业。表 0.1 所示为 1999 年世界各国的汽车产量排名。

表 0.1 1999 年世界各国汽车产量排名

排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
国家	美国	日本	德国	法国	西班牙	韩国	加拿大	英国	中国	意大利	墨西哥	巴西	俄罗斯
产量 (万辆)	1 301.9	998.6	568.8	318.0	285.2	284.3	273.5	197.3	180.5	170.1	151.8	134.6	117.21

但是,特别是最近二三十年来,随着汽车保有量的迅速增加,也给人类带来了一些公害,比如能源危机、环境污染、交通事故等等。

目前,汽车主要燃用汽油或柴油,这些燃油生产都属于石油产业。因此,汽车能源问题目前主要是指石油能源危机。汽车是消耗石油能源的大户,汽车用油约占石油总消耗量的 40% 左右。随着全世界汽车保有量的日益增大,石油消耗量也必然日益增多,这就加速了世界性石油能源危机的到来。

现在,世界环境污染问题日益严重,已严重地影响着人类的生存和发展。汽车是环境的主要污染源之一。我国的汽车大都集中在一些大、中城市,保有量中有相当一部分是本应淘汰的旧车,还在带“病”工作,其余的汽车也缺乏采用能有效控制尾气排放的净化措施。因此,一些大、中城市的汽车排放污染也相当严重,其污染物所占的分担率往往超过 70% 以上,确实已到了不治不理不行的地步。

汽车交通事故已成为严重的全球性社会问题。一些国家的汽车交通事故的统计数字真是触目惊心,累计死于汽车交通事故的人数甚至比在战争中的死亡人数还多。我国的汽车交通事故状况也很严重,死亡人数高居不下,甚至比美国、日本还多。

由此可知,随着汽车保有量的迅速增加,给人类带来的一些公害是多么严重。因此,在 21 世纪人们提出了“创造与人类相协调的汽车”,必须妥善解决节能、净化、安全、流通性和再循环服务等重大问题。

20 世纪 70 年代,为了解决汽油机的节能特别是排放问题,开始采用电子控制的汽油喷射

装置;80 年代,进而扩展到采用电子控制的自动变速器、防抱死制动系统等等,进一步解决汽车行驶的性能和安全问题。

现代汽车电子控制系统主要由传感器、电控单元和执行器三个部分组成,如图 0.1 所示。各种传感器向电控单元提供大量反映汽车运行工况和环境状况的参数信号(如负荷、转速、冷却液温度、车速和环境温度、大气压力等)。电控单元将这信号进行处理后,经过计算、分析、判断、比较、决策后发出最佳运行指令。执行器则根据电控单元的指令实现控制汽油机的空燃比、点火时刻以及自动变速和防抱死制动等,使汽车达到最佳运行性能。

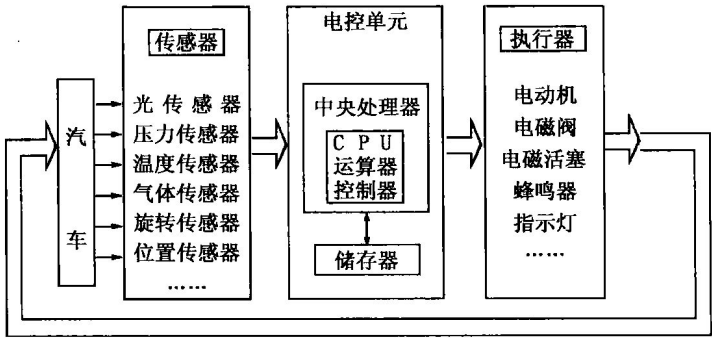


图 0.1 现代汽车电控系统示意图

下面简要介绍一些关于电控汽油机、电控自动变速器和电控防抱死制动系统的基本工作原理。

1. 电控汽油机

电控汽油机的示意图如图 0.2 所示。图中所示的汽油喷射装置属于多点喷射控制方式,即在汽油机的每个气缸进气支管中均装有燃油喷射器,通过对于各个燃油喷射器的控制来控制喷入各个气缸的燃油量。具体工作原理是这样:反映汽油机运行工况的空气流量计(传感器)1、冷却液温度传感器和氧传感器 6 将各种信号输送给电控单元 ECU。电控单元将这些信号经过处理后发出指令给怠速控制执行器 2、喷油器 3 和点火器 7,实现控制汽油机的空燃比、喷油时刻和点火时刻,使汽油机达到最佳运行性能。

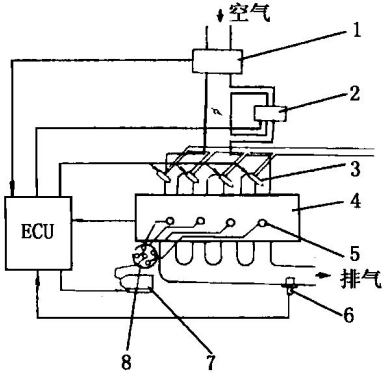


图 0.2 电控汽油机的示意图

- 1—空气流量计; 2—怠速控制执行器;
- 3—喷油器; 4—发动机; 5—火花塞;
- 6—氧传感器; 7—点火器; 8—分电器

2. 电控自动变速器

近二十年来,为了简化汽车驾驶操作,提高汽车行驶性能,很多现代汽车上装有电控自动变速器。电控自动变速器的示意图如图 0.3 和图 0.4 所示。带有超速档的电子控制全锁止式变矩器,从 1 档到高速档,整个转速范围内都使用微型计算机实行锁止控制。各种传感器(冷却液温度、发动机转速、节气门开度、车速等)将信号输入微型计算机,经过处理后微型计算机发出指令使离合器锁止电磁阀或高速档电磁阀工作或停止,从而操纵油压控制机构,实现对于变速器的控制。电控无级变速器则是通过改变 V 形皮带轮的有效直径,连续变换其传动速

比。在油压控制下,当从动皮带轮的 V 形槽向两侧扩大,而主动皮带轮向中心收拢时,主动轮传动半径变大,而从动轮传动半径变小,则得到高转速、小扭矩的传递;反之,则得到低转速、大扭矩的传递。

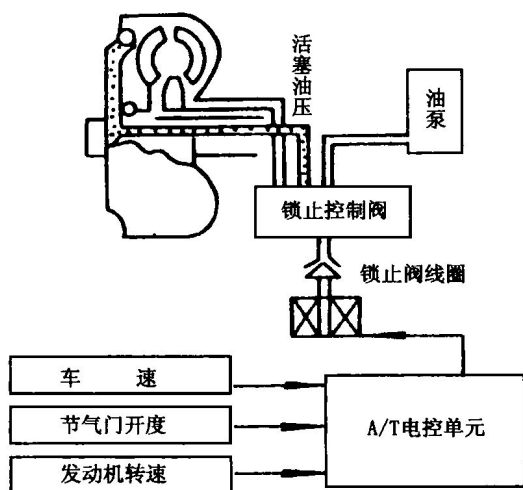


图 0.3 电控锁止式变矩器

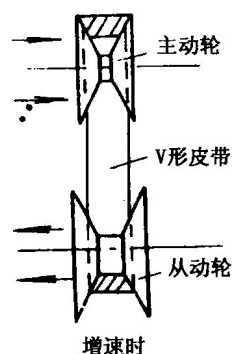


图 0.4 电控无级变速器

3. 电控防抱死制动系统

众所周知,在汽车行驶中采取制动措施时,主要是靠轮胎与地面的摩擦产生制动作用。近年实践表明,如果汽车制动时过早将车轮抱死,轮胎与地面之间的摩擦系数反而会减小,影响制动效果;同时,制动时将车轮抱死,还会产生侧滑、跑偏等现象,影响制动安全。因此,为了获得最佳制动效果,保证制动安全,现代汽车上采用了电控防抱死制动系统。

电控防抱死制动系统的示意图如图 0.5 所示。每个车轮上装有一个转速传感器 1,将车轮转速信号输送给电控单元 2。电控单元经过信号处理后判断车轮抱死的可能性,并向液压(制动液)控制器 3 发出指令。需要防抱死时,通过电磁阀使制动油压调节器工作,降低制动油压,

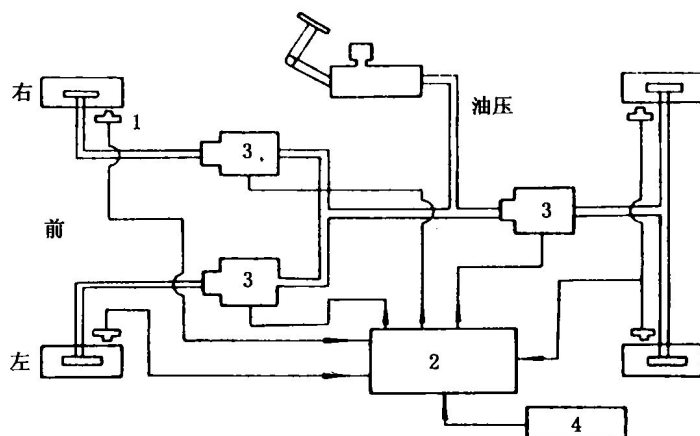


图 0.5 电控防抱死制动系统示意图

1—车轮转速传感器; 2—电控单元; 3—液压(制动液)控制系统; 4—减速传感器

防止发生抱死。

现代汽车除了采用上述几种主要的电控系统之外,还有采用电控的安全带使用检查系统、水平悬架控制系统等等。

21 世纪的未来汽车将全面进入电子化时代(汽车电脑化时代),汽车多个系统由电脑实行全面集中的自动控制,例如,进一步采用驾驶员状态监察系统;汽车车速控制系统;主动转向控制系统;汽车行驶导航系统;……。

复习思考题

1. 为什么说“汽车的发展给人类创造了社会进步和现代文明”?
2. 随着汽车保有量的迅速增加,给人类带来了哪些公害?
3. 现代汽车的发展有哪些主要特点?
4. 现代汽车电控系统主要有哪些部分组成? 并说明其基本工作原理。
5. 21 世纪汽车全面进入电子化时代,试举出三个应用实例。

第 1 章

汽油机对可燃混合气、点火系的要求与排气净化

汽油机的电子控制系统主要是根据汽车运行工况控制其空燃比、点火时刻等,使发动机的动力性、经济性和排放等性能指标达到优化。因此,在学习汽油机电控系统之前,有必要先简要介绍一些关于可燃混合气空燃比、点火时刻和排气净化方面的基础知识。

1.1 汽油机对可燃混合气的要求

众所周知,汽油机按一定的比例将汽油与空气相混合而形成可燃混合气。通常将可燃混合气中所含汽油与空气质量的比值,称为“混合比”,用来表示可燃混合气的成分或浓度。一般可燃混合气的成分或浓度可用过量空气系数 α 或空燃比 A/F 表示,即

$$\alpha = \frac{\text{实际吸入气缸的空气量(kg)}}{\text{理论上汽油获得完全燃烧所需的空气量(kg)}}$$

或

$$\frac{A}{F} = \frac{\text{混合气中空气含量(kg)}}{\text{混合气中汽油含量(kg)}}$$

根据汽油燃烧的理论计算,1 kg 汽油完全燃烧大致需要 14.7 kg 空气。此时,过量空气系数 $\alpha = 1$ 或空燃比 $A/F = 14.7$,我们将这种可燃混合气称为标准混合气。如果 $\alpha < 1$ 或 $A/F < 14.7$,这种可燃混合气就称为浓混合气;如果 $\alpha > 1$ 或 $A/F > 14.7$,则称为稀混合气;此外,如果 $\alpha < 0.88$ 或 $A/F < 13$,这种可燃混合气就称为过浓混合气;如果 $\alpha > 1.15$ 或 $A/F > 17$,则称为过稀混合气。

图 1.1 所示为不同可燃混合气成分的燃烧试验结果(图中 U_T 为火焰传播速度),由此可知:当 $\alpha < 0.4$ 或 $A/F < 6$ 时,发动机虽然能够着火,但是由于严重缺氧,火焰无法传播而随即熄火,称此值为燃烧上限。当 $\alpha < 0.88$ 或 $A/F < 13$ 时,火焰虽

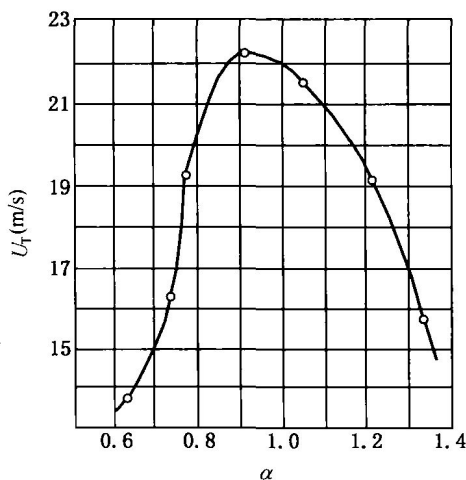


图 1.1 可燃混合气成分对火焰传播的影响