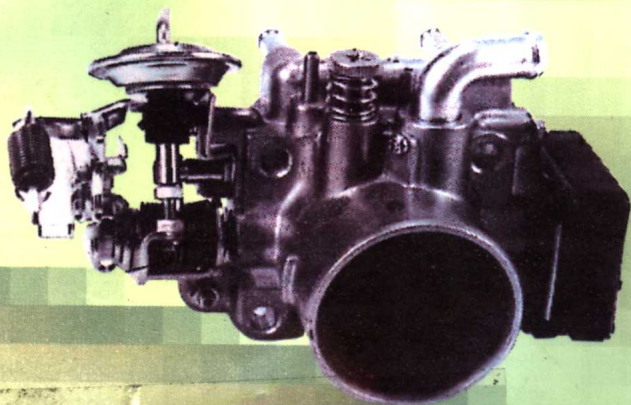


最新电控汽油喷射

〔日〕藤沢英也・小林久徳・小川王幸・棚桥敏雄 著
林学东 译 刘巽俊 审校



北京理工大学出版社

1003865

最新电控汽油喷射

[日]藤沢英也、小林久德、小川王幸、棚橋敏雄 著
林学东 译 刘巽俊 审校

北京理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新电控汽油喷射/(日)藤沢英也等著;林学东译. —北京:北京理工大学出版社, 1998. 4

ISBN 7-81045-345-9

I. 最… II. ①藤… ②林… III. 汽车-电子控制-喷油器
IV. U464.136

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01111 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-97-2000 号

责任印制: 李绍英 责任校对: 陈玉梅

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 6.875 印张 168 千字

1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月第 1 次印刷

I 印数: 1—4000 册 定价: 11.50 元

※图书印装有误, 可随时与我社退换※

前 言

电控汽油喷射技术应用于普通的家用车以来,已经历了约 25 年。在这之前,汽油喷射只是机械式的,而且只限于应用在赛车和一部分运动汽车等场合。

汽油喷射的价值之所以提高到目前这种程度并得到普及,正是因为电控技术的应用比以往的机械式控制更容易实现控制技术上的逻辑处理。从 1966 年由美国开始,到 1973 年在日本也实施汽车排放法规,汽油喷射既满足了排放要求,同时将汽车的驱动性能和燃油经济性提高到更高的水平。

对电控技术来说,刚开始时只是通过模拟电路来实现所需要的控制原理。后来,随着微机的发展及应用,使得控制项目及精度得到飞跃的提高,控制内容并没有只停留在对汽油喷射的控制,而已发展到点火控制、变速器控制等整车动力传动控制。

如今,装电控汽油喷射装置的汽车已广泛普及,到 1991 年为止,全世界已有 2800 万台汽车采用了电控汽油喷射系统,在日本也生产了 680 万台。在日本市场上销售的轿车中 70% 采用电控汽油喷射系统。

今后,电控汽油喷射技术的应用率将逐年增加。到目前为止,在汽车上的所有装置中,还没有几个装置象汽油喷射那样,使性能有如此大幅度的提高,而且推广如此的快。

6 年前曾出版过“电控汽油喷射”一书。该书主要对汽油喷射进行全面的说明,从内容取材上着重于在几年内能确保满足新的法规。但是,随着时间的推移,在电控汽油喷射领域,新技术层出不穷,作者深深地感到必须补充这些最新的技术,所以决定重新编写本书。

本书的第 1 章主要叙述电控汽油喷射的原理、历史及其特征;

第2章主要叙述电控汽油喷射的系统概要、组成部件及其控制方法。为了便于了解和掌握电控汽油喷射系统的实际内容，还介绍了最新应用的稀薄燃烧系统；第3章为了让读者了解电控汽油喷射的发展，介绍了包含点火控制及怠速控制等的发动机动力传动系统集中控制的最新内容；第4章为了有助于展望汽车的前景，对电控汽油喷射的发展动向进行了探讨。

最后，对本书参考文献的所有原作者致谢。在本书的执笔过程中得到了各方面的大力协助，对此也深表谢意。

1993年初夏

作者 藤沢英也
小林久徳
小川王幸
棚橋敏雄

目 录

第 1 章 汽油喷射概论

1.1 汽油机	(3)
1. 四冲程汽油机	(3)
2. 汽油机功率的控制方法	(4)
3. 空气和汽油的混合比(空燃比)	(4)
4. 空燃比和扭矩、排气成份的关系	(4)
1.2 汽油喷射的基本概念	(6)
1.3 汽油喷射的种类	(7)
1.3.1 空气量的检测方式	(7)
1. 质量流量方式	(8)
2. 速度-密度方式	(9)
3. 节气门-速度方式	(10)
1.3.2 喷射方式	(10)
1. 按喷射位置分类	(11)
2. 按喷射时间分类	(12)
1.3.3 燃油喷射压力	(14)
1.4 汽油喷射的发展史	(15)
1.4.1 车用发动机汽油喷射	(17)
1.4.2 电控汽油喷射的问世	(19)
1.4.3 电控汽油喷射的发展	(21)
1.5 汽油喷射的特征	(28)
1.5.1 发动机设计自由度	(29)
1.5.2 空燃比的控制精度	(30)
1.5.3 燃油消耗率	(31)

第 2 章 电控汽油喷射

2.1 质量流量方式	(35)
------------	--------

2.1.1	系统概述	(35)
1.	空气系统	(35)
2.	燃油系统	(36)
3.	控制系统	(36)
2.1.2	组成部件	(38)
1.	空气系统部件	(38)
2.	燃油系统部件	(56)
3.	控制系统的部件	(76)
2.1.3	燃油量的计算方法	(101)
1.	喷射持续时间的分类	(102)
2.	启动后的同步喷射持续时间	(102)
3.	基本喷射时间	(103)
4.	温度修正系数	(108)
5.	加减速运转修正系数	(111)
6.	非同步喷射	(113)
7.	回归理论空燃比的反馈修正	(115)
8.	学习控制	(116)
9.	高转速大负荷时的加浓修正	(119)
10.	无效喷射时间	(120)
11.	断油控制	(121)
12.	启动时喷射持续时间	(122)
2.2	速度-密度方式	(123)
2.2.1	系统概述	(123)
2.2.2	组成部件	(124)
2.2.3	燃油量的计算方法	(126)
1.	基本喷射时间	(126)
2.	怠速稳定修正	(129)
2.3	单点汽油喷射	(130)
2.3.1	系统概述	(130)
2.3.2	组成	(130)
2.3.3	喷油量的控制	(133)
1.	喷射方式	(133)

2. 附着在进气管壁上的汽油	(133)
2.4 稀燃系统	(134)
2.4.1 系统概述	(134)
2.4.2 组成	(135)
1. 空燃比传感器式稀燃系统	(135)
2. 燃烧压力传感器式稀燃系统	(138)

第3章 集中控制系统

3.1 单独控制和集中控制	(143)
3.2 辅助控制系统	(147)
3.2.1 点火控制	(148)
1. 通电时间控制	(149)
2. 点火定时控制	(149)
3. 机械式点火	(151)
4. 电控点火系统	(151)
5. 无分电器电子点火系统	(155)
3.2.2 爆震控制	(157)
1. 系统概述	(158)
2. 组成部件	(159)
3. 爆震的检测	(159)
4. 爆震的判定	(160)
5. 点火时刻的控制	(162)
3.2.3 怠速转速控制	(162)
1. 系统概述	(162)
2. 基本结构及其工作原理	(164)
3.2.4 排气再循环控制	(168)
1. 系统概述	(168)
2. 基本结构及其工作原理	(169)
3.2.5 变速器的控制	(171)
3.2.6 牵引力的控制	(176)
3.2.7 故障自诊断	(178)
1. 概述	(178)

2. 故障自诊断结果的显示	(179)
3. 传感器的故障诊断和故障应急	(179)
4. 微机的故障诊断和故障应急	(182)
5. 执行器的故障诊断及其故障防护	(182)

第4章 电控汽油喷射的发展动向

4.1 概述	(187)
4.2 汽油机的动向	(187)
4.3 汽油的动向	(189)
4.4 周边技术的动向	(189)
4.5 总结	(191)

第5章 术语解释

5.1 计算机术语	(195)
5.2 发动机术语	(197)
5.3 系统术语	(201)
5.4 其他术语	(207)
参考文献	(209)

第一章

汽油喷射概论

1.1 汽 油 机

汽油机是将汽油和空气混合的可燃混合气燃烧后获得的热能，转化为机械能的一种动力机械。汽油喷射的作用，就是测量进入气缸的实际空气量，并供给与此相适应的汽油量，控制空气和汽油的混合比(空燃比)。

这一节主要说明空燃比和汽油机性能之间的关系。

1. 四冲程汽油机

图 1.1 表示四冲程汽油机的工作过程。如图所示，在进气行程①中，活塞从上止点向下止点移动。此时，随活塞的下移，气缸容积增加，在气缸内产生真空度，因此吸入混合气；而在压缩行程②中，活塞从下止点向上止点运动，此时已进入气缸内的混合气被压缩。混合气的压缩程度越高，燃烧后爆发压力就越大。则作用在活塞顶上的压力也就越强；在作功行程③中，已压缩的可燃混合气被点燃而燃烧。燃烧所产生的爆发压力推动活塞作功，并

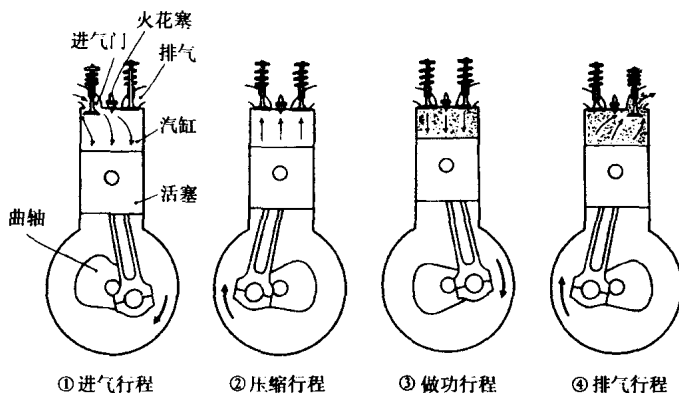


图 1.1 四冲程汽油机的工作过程

对外输出；在排气行程④中，通过活塞的向上运动，将气缸内燃气推出气缸外。单缸四冲程汽油机通过这样的进气、压缩、作功、排气四个行程，曲轴旋转两周完成一个工作循环，并对外输出一次功。

2. 汽油机功率的控制方法

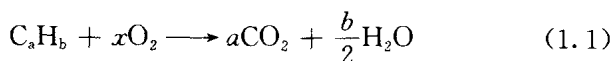
一般车用发动机的输出功率是通过司机操纵油门来控制的。对汽油机来说，油门的操作直接改变节气门开度，由此调节进入气缸的空气量，并对应这个空气量，按规定的空燃比，供给适量的汽油，以获得所需要的功率。

目前，控制向气缸内供给汽油量的方法有化油器和汽油喷射两种。这两种方法的区别，在下一节中叙述。

3. 空气和汽油的混合比（空燃比）

汽油机气缸内燃烧的是由空气和汽油混合而形成的可燃混合气，所输出的功率（扭矩）大小及排气成份随混合比的不同而变化。在讨论这种变化关系前先介绍混合比的概念。

由碳氢化合物组成的汽油与空气中的氧，按下式进行燃烧化学反应：



混合气中的空气和汽油的质量之比，称为空燃比，通常用 A/F 表示。满足(1.1)式的空燃比，称为理论空燃比。如图 1.2 所示，理论空燃比约等于 14.7。有时也用所谓过量空气系数表示混合气的特性。过量空气系数 λ 按下式定义：

$$\lambda = \frac{\text{实际空燃比}}{\text{理论空燃比}} \quad (1.2)$$

因此， $\lambda=1$ 相当于理论空燃比。

当混合气中汽油的浓度，比理论混合气浓时($\lambda < 1$)，这种混合气称为浓混合气，比理论混合气稀($\lambda > 1$)时，称为稀混合气。

4. 空燃比和扭矩、排气成份的关系

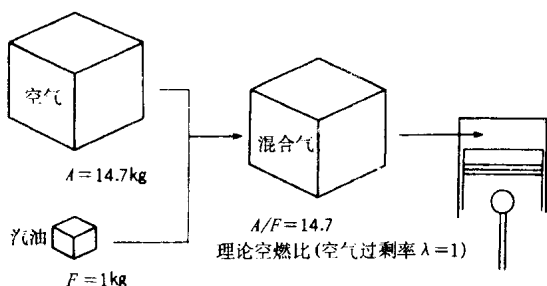


图 1.2 空气和汽油的混合比

在图 1.3 中表示发动机扭矩和排气成份随空燃比变化的关系。

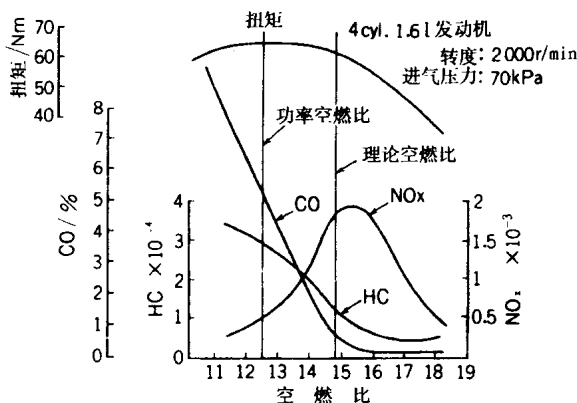


图 1.3 空燃比和扭矩、排气成份之间的关系

扭矩在空燃比等于 12.5, 比理论空燃比稍微浓时出现峰值。使扭矩最大的空燃比称为功率空燃比。

燃烧后排出的排气成份, 主要有由 (1.1) 式中表示的二氧化碳 (CO_2) 和水蒸汽 (H_2O), 除此之外, 还有空气中不参与燃烧的氮 (N_2) 和剩余的氧 (O_2), 汽油中的碳氢化合物 (HC), 不完全燃烧产

生的一氧化碳(CO)，以及在高温燃烧过程中产生氮氧化物。

氮氧化物中的一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)占大部分，统称为NO_x。

在上述的排气成份中，对大气有害的污染物主要有CO、HC和NO_x三种。

由图 1.3 可以看出各有害成份的浓度随空燃比的变化趋势：CO 和 HC 是以理论空燃比为界，随混合气变浓，近似直线上升，而在稀混合气领域，CO 和 HC 的浓度均比较低，且近似恒定。

NO_x 则在比理论空燃比稍为稀一点时出现最大值。

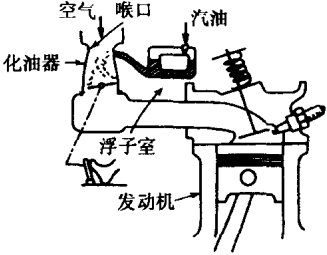
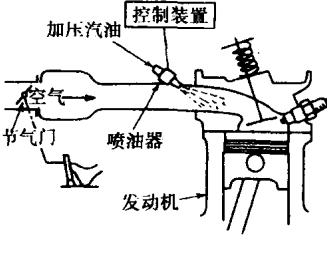
可见，发动机的性能与空燃比有密切的关系。因此，精确控制空燃比非常重要。

1.2 汽油喷射的基本概念

直接或者间接测量进入汽油机的空气量，并按规定的空燃比计量汽油的供给量，这一过程称为燃油配剂。

汽油机的燃油配剂，可根据汽油的供给方式分为化油器式和汽油喷射式两种。两者的不同点如表 1.1 所示。

表 1.1 化油器和汽油喷射的不同点

构 成	化油器	汽油喷射
		
燃料供给方法	通过空气流动在喉部产生的负压、将汽油喷在节气门上部的进气通道中	喷油器根据控制信号将适量的汽油喷在进气通道上

在化油器中,在节气门上方设有喉管,当空气流经喉管时,在喉部产生真空度,由此将汽油从浮子室连续地吸出来,并被流经喉管的空气雾化并与之混合而进入气缸。

汽油喷射系统一般由空气系统、燃料系统和控制系统等组成。它根据直接或间接检测出的进气空气量信号,计算出燃烧所需要的汽油量,并由控制系统发出喷油器开启信号,使加压的汽油通过开启的喷油器喷入发动机。

汽油喷射系统的空燃比控制方式,即检测进气空气量,计算出所需要的汽油量的方式,有三种不同类型。由于喷射方式、喷射时间的不同,燃油喷射系统的结构也有区别。喷油器的喷油压力与喷射方式有着密切的关系。

虽然汽油喷射有上述多种类型,但其共同的目的就是为了控制空燃比。

1.3 汽油喷射的种类

在这一节里,主要介绍汽油喷射中空燃比的控制方式,着重介绍进气空气量的检测方式、燃油的喷射方式和喷射压力等。

1.3.1 空气量的检测方式

图 1.4 表示进气系统的概况。一般进气空气量,基本上可以根据①节气门开度或者进气管压力和②发动机转速来推算。检测进气空气量的方法,可分为直接和间接两种。

直接检测方式称为质量流量(Mass Flow)方式。间接检测方式又可分为速度-密度(Speed Density)方式和节气门-速度(Throttle Speed)方式两种。速度-密度方式根据进气管压力和发动机转速推算进气空气量,从而计算所需的喷油量。而节气门-速度方式则根据节气门开度和发动机转速推算进气空气量,从而计算所需的喷油量。

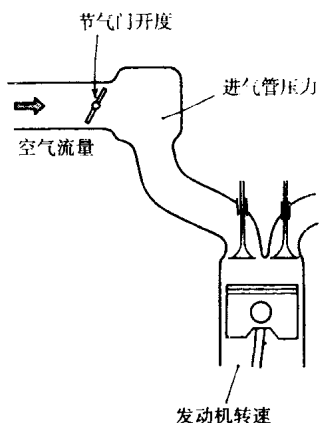


图 1.4 进气系统概况

图 1.5 表示分别用发动机转速与进气管压力以及发动机转速与节气门开度为坐标表达的排量为 2L 的发动机的进气空气量。

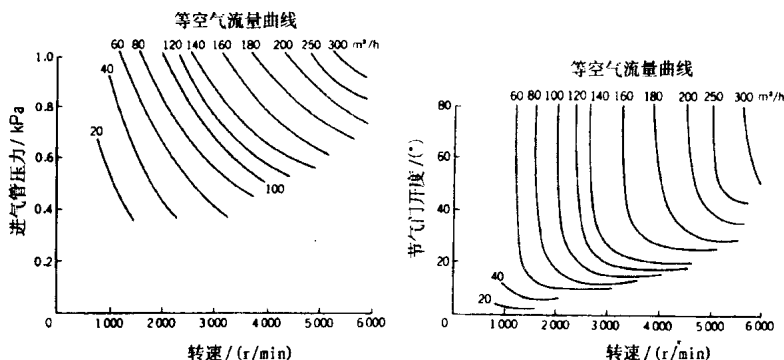


图 1.5 发动机的等空气量曲线族

图 1.6 表示上述三种方式的空燃比控制系统图。

1. 质量流量方式

质量流量方式，是通过空气流量计(Air Flow Meter)直接测量进气空气流量。在目前占主导地位的间歇喷射方式中，控制所