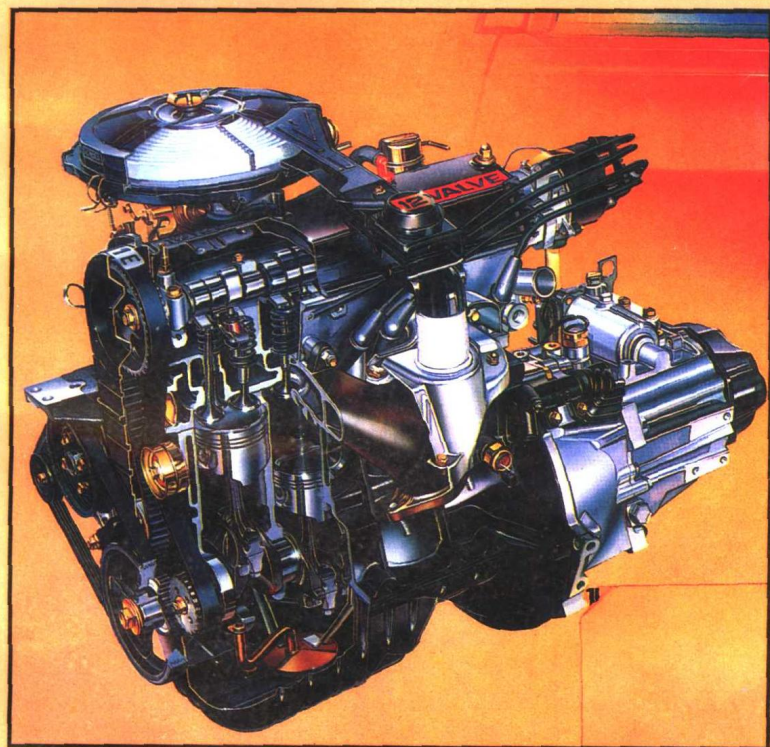


汽油喷射系统的 结构与维修

陈朔鹏 编著



北京理工大学出版社

汽油喷射系统的 结构与维修

陈朔鹏 编著

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书从汽油喷射系统的结构入手,论述了汽油喷射系统的维修。书中不仅介绍了所有主要种类的汽油喷射系统,还介绍了各种相关系统,包括很多当今汽车技术发展的最新成果,例如:发动机集中管理系统、线圈直接点火系统、自诊断系统等。为了作到对维修工作具有指导作用,本书力求内容实际、简明易懂,各种维修方法具体详尽。本书可以作为维修和使用汽油喷射系统人员的指导用书,也可以作为研究汽油喷射系统的技术人员及大专院校汽车专业师生的参考书。

注:本书讨论各种故障及其修理的前提是,除燃油供给系统外,汽车上的其它各系统均正常。在讨论结构和维修时,给出的数据视具体车型的变化而略有变化。

图书在版编目(CIP)数据

汽油喷射系统的结构与维修/陈朔鹏编著. —北京:北京理工大学出版社, 1997. 1

ISBN 7-81045-073-1

I. 汽… ①汽车-喷油器-构造 ②汽车-喷油器-维修 IV. U464.136

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第20972号

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 6842 2683

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 9.5印张 211千字

1997年1月第1版 1997年1月第1次印刷

印数: 1—6000册 定价: 11.50元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

目 录

第一章 汽油喷射系统概述	(1)
§ 1.1 汽油喷射系统的历史	(2)
§ 1.2 汽油喷射系统的分类	(8)
§ 1.3 维修操作中的基本常识	(22)
第二章 机械控制喷射系统	(28)
§ 2.1 K 型喷射系统的结构	(28)
§ 2.2 K 型喷射系统的维修	(48)
§ 2.3 KE 型喷射系统的结构与维修	(62)
§ 2.4 具体车型维修实例	(77)
第三章 电控燃油喷射系统	(95)
§ 3.1 D 型喷射系统的结构	(95)
§ 3.2 D 型喷射系统的维修	(107)
§ 3.3 L 及 L 改进型的结构与维修	(125)
§ 3.4 单点节气门体式的结构与维修	(137)
§ 3.5 具体车型维修实例	(151)
第四章 相关装置的结构与维修	(167)
§ 4.1 氧传感器与开、闭环控制	(167)
§ 4.2 电子控制点火与线圈直接点火系统	(181)
§ 4.3 电控单元与发动机集中控制系统	(202)
§ 4.4 排气催化装置的结构与维修	(214)
第五章 维修方法及检测设备	(221)
§ 5.1 汽油喷射系统的维修方法	(221)
§ 5.2 自诊断系统原理及应用	(250)
§ 5.3 现代检测方法及设备	(266)

附录 1 汽油喷射名词术语	(290)
附录 2 电线颜色代码	(298)
参考书目	(299)

第一章 汽油喷射系统概述

近几年,在汽车维修行业工作的人都有一个深切的感受,那就是采用汽油喷射系统的汽车越来越多。刚开始还只是在进口的高级轿车上才能见到这一系统,现在不仅在进口中档轿车和旅行车上,而且在有些国产车上也能见到了。目前一汽奥迪2.2E, 2.6E, 天津三峰, 广东三星等都已经采用了汽油喷射系统。一些准备投产的车型,例如高尔夫、新桑塔纳等,也将采用汽油喷射系统。国内已经出现了汽油喷射系统逐步取代化油器的形势。

国外从70年代开始,就在汽车上大量采用汽油喷射系统。先是在高级轿车上,然后逐步推广到中级轿车,到现在象夏利这一档次的微型车也已经采用。美国当前新生产出的汽油机轿车,全部采用了汽油喷射系统;西欧和日本也达到了90%,而且在最近的二三年内,也将全部采用。国内引进的一些较新的车型,在原车都配有汽油喷射系统。只是考虑到我国的一些具体情况,引进后又将其改为化油器。其中很重要的一个原因,就是维修力量跟不上。现在汽车维修行业的从业人员,大部分对汽油喷射系统缺乏了解,很多修理厂根本不敢修汽油喷射系统。如不改变这一状况,这些修理厂迟早将被淘汰。

§ 1.1 汽油喷射系统的历史

汽油喷射技术的发展历史可以追溯到 20 世纪初期,德国 Wright 兄弟首先在由他们制造的早期飞机发动机上采用了向进气管连续喷射汽油的混合气制备方法。1934 年德国研制成功第一架装汽油喷射发动机的军用战斗机。二次大战后期,美国开始采用机械式喷射泵向汽缸内直接喷射汽油的方法。

二次大战后,汽油喷射技术才逐渐应用于汽车发动机上。

1952 年,德国 Daimler - Benz 300L 型赛车装用了 Bosch (博世) 公司生产的第一台机械控制式汽油喷射装置,它采用气动式混合气调节器控制空燃比,向汽缸内直接喷射。

1958 年,德国成批生产的 Mercedes 220S 型轿车装备了 Bosch 公司和 Kugerfischer 公司共同研制和生产的带油量分配器的进气管汽油喷射装置。它采用双柱塞喷油泵经两个油量分配器将燃油均匀地分配到六个喷油器,喷向进气口,双联凸轮使喷油泵在发动机每转中向各缸喷射一次;而空燃比的控制则是通过加速踏板与离心式混合气调节器及进气管节流阀调节器之间具有一定传动比的联动机构实现的,并用进气空气温度调节器,空气压力修正传感器及带附加空气控制滑阀的冷却水温度调节器对燃油量进行修正,用电磁铁直接作用于喷油泵调节齿杆的方法实现启动加浓。

60 年代以前,车用汽油喷射装置大多采用机械式柱塞喷射泵,其结构和工作原理与柴油机喷油泵十分相似,控制功能也是借助于机械装置实现的,结构复杂,价格昂贵,因此发展缓慢,技术上无重大突破,应用范围也仅仅局限于赛车和为数不多的追求高速高功率的豪华型轿车上。在车用汽油

发动机领域内化油器仍占有绝对优势。

60年代,在一些发达国家中,随着汽车数量与日俱增,汽车排气对大气的污染日趋严重。欧、美、日各国相继制订了严格的汽车排放法规,限制排气中CO、HC和NO_x等有害物质的排放。70年代初,受能源危机冲击的影响,各国又制订了汽车燃油经济性法规。各种法规的要求愈来愈严格,已达到传统的机械式化油器和点火分电器难以胜任的地步,迫使世界汽车工业寻求各种技术途径,实现汽车节油和减少排放污染。

于是,一方面人们继续探索较柱塞喷射泵结构更简单,控制更方便,并无需驱动的机械式低压燃油控制系统。1967年,德国 Bosch (博世,常译作波许) 公司研制成功 K-Jetronic 机械式汽油喷射系统,由电动燃油泵提供0.36MPa 低压燃油,经油量分配器输往各缸进气管上的机械式喷油器,向进气口连续喷射,用承压板式空气流量计操纵油量分配器中的计量柱塞来控制空燃比。后来,经改进发展成为机电组合式的 KE-Jetronic 汽油喷射系统。它是在 K-Jetronic 系统的油量分配器上增设一只电-液混合气调节器,用以控制计量槽前后的压差,从而能快速大幅度地调节燃油量,提高了控制灵活性,并增加了控制功能,由于该系统的主要功能仍由机械装置完成,因此具备良好的应急功能。

另一方面,随着电子技术的飞速发展,汽车电子化成为各国汽车工业的重要发展方向。从60年代后期开始,电控汽油喷射经历了从晶体管、集成电路到微处理机控制,从模拟式到数字式控制的发展过程。

70年代后期迅速发展起来的以微机为基础的车用电控汽油喷射系统是世界汽车工业同时解决节油和排气净化两大

难题在技术上的重大突破。

1967年, Bosch 公司开始批量生产用进气管绝对压力控制空燃比的 D-Jetronic 模拟式电子控制汽油喷射系统, 装备在大众汽车公司生产的 VW-1600 型轿车上, 率先达到了当时美国加州废气排放法规的要求, 开创了汽油喷射系统电子控制的新时代。

随着排放法规愈来愈严格, 要求进一步提高控制精度, 完善控制功能。1973年, 在 D-Jetronic 系统基础上, 经改进发展成为 L-Jetronic 电控汽油喷射系统, 用翼片式空气流量计直接测量进气空气体积流量来控制空燃比, 比用进气管绝对压力间接控制的方式精度高, 稳定性好。1981年, L-Jetronic 系统又进一步改进发展成为 LH-Jetronic 系统, 用新颖的热线式空气流量计代替机械式空气流量计, 可直接测出进气空气的质量流量, 无需附加专门装置来补偿大气压力和温度变化的影响, 并且进气阻力小, 加速响应快。

为了在满足排放法规的前提下实现最佳的燃油经济性指标, 采用单项电子控制装置已远远不能满足要求。随着大规模集成电路和微型计算机的飞速发展, 使车用发动机对多因素的综合控制成为可能。1979年, Bosch 公司开始生产集电子点火和电控汽油喷射于一体的 Motronic 数字式发动机综合控制系统。与此同时, 美国和日本各大汽车公司也竞相研制成功与各自车型配套的数字式电控汽油喷射系统, 例如: 美国 GM 公司 DEFI 系统、Ford 公司 EEC-III 系统, 以及日本日产公司 ECCS 系统、丰田公司 TCCS 系统、五十铃公司 I-TEC 系统等, 这些系统能够对空燃比、点火时刻、怠速转速和废气再循环等多方面进行综合控制, 控制精度愈来愈高, 控制功能也更趋完善。

为了将电控汽油喷射系统进一步推广到普通轿车上, 1980 年美国 GM 公司首先研制成功一种结构简单, 价格低廉的 TBI 节气门体喷射系统。1983 年 Bosch 公司又推出了燃油压力只有 0.1MPa 的 Mono-Jetronic 低压单点喷射系统。与化油器相比, 这些单点喷射系统在进气管原先安装化油器的部位仅用一只电磁喷油器进行集中喷射, 能迅速地输送燃油通过节气门, 在节气门上方没有或极少发生燃油附着管壁的现象, 因而消除了由此而引起的混合和燃烧的延迟, 缩短了供油和空燃比信息反馈之间的时间间隔, 提高了控制精度, 排放效果得以改善。同时, 采用节气门转角和发动机转速来控制空燃比的所谓 a/n 控制方式, 省去了空气流量计, 结构和控制方式均较简单, 兼顾了发动机性能和成本, 对发动机结构的影响较小。因此, 随着废气排放法规日益严格, 这样单点喷射系统在排量小于 2L 的普通轿车上得到了迅速的推广应用, 大有完全取代传统式化油器的趋势。

在借助于电子设备实现空燃比高精度方面, 汽油喷射装置要比化油器来得优越, 因为在电子设备与化油器之间安装的执行元件将使化油器结构复杂、价格昂贵和维修困难。另一方面, 汽油喷射装置中空气和燃油分开测量, 燃油的测量与准备也分别进行, 在各种工况下都能精确地计量燃油, 而且在整个使用期内可以保持高精度和高稳定性。特别是分缸单独喷射的系统, 没有燃油在进气歧管内输送所需要的时间和附着于壁面的问题, 各缸性能均好, 瞬时响应快, 进气歧管的设计不必考虑燃油雾化质量和均匀分配的要求, 可按最佳充气效率来设计。同时, 由于电子控制的灵活性和计算机的强有力的处理能力, 电控系统可以根据发动机的各种运行工况, 如起动、暖机、怠速、加速、满负荷、滑行、环境温

度、海拔高度和燃油质量等的变化，实现最佳空燃比控制和最佳点火提前角控制，使发动机优化运行，从而取得良好的节油和排气净化效果。与传统的机械式化油器相比，电控汽油喷射系统可以使汽车发动机功率提高 5~10%，燃油消耗率降低 5~15%，废气排放量减少 20% 左右。同时，由于扭矩特性明显改善，大大提高了汽车的加速性，并且低温启动和热机运转性能也都得到了明显改善。

电控汽油喷射系统在各方面显示出的优越性，使之在 70 年代末 80 年代初得到了迅速的发展。在 1976 年至 1984 年的 9 年间，各国生产的轿车中采用电控汽油喷射的比重，德国由 8% 增长到 42%，日本由 3% 增长到 18%（至 1987 年已增长到 46%）。而美国的发展速度则更加迅速，1976 年电控汽油喷射系统尚未在美国生产的轿车上应用，至 1984 年即猛增到 39%，1985 年继续增长到 60%，1987 年已高达 70%。1990 年，美国、德国和日本生产的电控汽油喷射轿车所占的比例分别达到 90%、85% 和 60%。据统计，1987 年电控汽油喷射轿车的年产量，美国及加拿大已达 700 万辆，日本 350 万辆，欧洲 310 万辆，澳大利亚 20 万辆，即使是韩国和巴西也都达到年产 10 万辆的水平。电子控制技术已成为反映各国汽车水平的重要标志。

近年来，随着电控技术的愈加成熟，生产成本大幅度下降，电控汽油喷射的应用又有了新的发展：一是向无法规或轻法规的地区扩展。如以 1987 年台湾汽车市场为例，在 162 种进口车型中有 70% 采用了电控喷射，1989 年又发展到 79%。二是向载货车上发展。以前，电控汽油喷射只用于轿车，从 1986 年开始，美国通用汽车公司在其轻型卡车上也有不少采用了电控喷射系统。这都说明它的性能价格比高，有

市场竞争力。表 1-1 列出了主要的电控汽油喷射系统的种类。

表 1-1 国外主要电控汽油喷射系统及生产公司

年 份	公 司	系 统 名 称	主要控制功能
1967	Bosch(博世)	D - Jetronic	燃油多点喷射
1973	Bosch	K - Jetronic	燃油多点喷射(机械控制)
1973	Bosch	L - Jctronic	燃油多点喷射
1979	Bosch	Motronic	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速, 废气再循环
1981	Bosch	LH - Jetronic	燃油多点喷射
1982	Bosch	KE - Jetronic	燃油多点喷射(机械-电子式控制)
1986	Bosch	Mono - Jetronic	燃油单点喷射
1979	GM(通用)	EFI	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速
1979	GM	DEFI(TBI)	燃油单点喷射, 点火正时、怠速、废气再循环
1979	Ford(福特)	EEC - II (CFI)	燃油单点喷射, 点火正时、怠速、废气再循环
1982	Ford	EEC - IV	同上, 采用十六位微机控制
1980	Chrysler (克莱斯勒)	EFI	燃油电点喷射, 点火正时
1979	日产	ECCS	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速, 废气再循环
1980	丰田	TCCS	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速, 废气再循环
1980	三菱	ECI	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速, 废气再循环
1981	五十铃	I - TEC	燃油多点喷射, 点火正时, 怠速, 废气再循环
1981	日野	ET	燃油多点喷射
1982	Lucas (卢卡斯)	EMS	燃油多点喷射, 点火正时, 废气再循环

§ 1.2 汽油喷射系统的分类

汽油喷射系统就其实质来讲，是一种新型的汽油供给系统。化油器是利用空气流动时在节气门上方的喉管处产生的负压，将浮子室的汽油连续吸出并输送给发动机。汽油喷射系统则是根据直接或间接检测的进气信号，计算出发动机燃烧时所需要的汽油量，然后将加有一定压力的汽油，经过喷油器喷出，以供发动机使用。

一、汽油喷射系统的分类

汽油喷射系统的分类方法有多种。

一是按空气量的检测方式分，可分为直接式检测和间接式检测两种。直接进行检测的称为质量流量方式，K型和L型就是这种。间接进行检测的有两种方式，一种是根据进气管压力和发动机转速，推算出吸入的空气量并计算燃料量的速度密度方式，例如D型；另一种是根据节气门开度和发动机转速，推算吸入的空气量并计算燃料量的节流速度方式。这种方式由于是直接测量节气门开度的角位移，所以过渡响应性能好。目前在赛车中，有采用这种方式的。但是，由于吸入的空气量与节气门开度和发动机转速之间是复杂的函数关系，所以不容易测量吸入的空气量。现在在市场上大量出售的车辆中还没有采用这种方式控制空燃比的。

一是按喷射位置分，可分为直接喷油到汽缸内的缸内喷射和直接喷油到进气管内的进气管喷射两种。

缸内喷射方法，因采用喷油器安装在缸盖上的结构，所以喷油器本身必须能够承受燃气产生的高温、高压。发动机

设计时需要保留有喷油器的安装位置。在过去的机械式汽油喷射中，也有采用缸内喷射方式的，但是由于受到发动机结构上的制约，现在已经不再使用了。

现在采用的进气管喷射方式，根据喷油器的安装位置又分为两种：一种是在各缸的进气歧管上各装有一个喷油器的多点喷射方式；另一种是在进气管的集合部装有一个喷油器的单点节气门体式。不论以上哪种方式，同缸内喷射相比较，发动机本身的改动都较小，因而是有利的。另外，因喷油器不受燃烧反应产生的高温、高压的直接影响，设计喷油器时受到的制约也减小了。对于多点喷射方式，由于是在各缸分别安装一个喷油器，各缸之间的空燃比偏差可以不予考虑。因此，利用空气的惯性增压作用，可以进行高输出功率的设计。对于单点节气门体式，则需要设计安装向各缸分配燃料偏差较小的进气管。

另一种分类方法是按喷射时间分，可以分为连续喷油的连续喷射和间断喷油的间断喷射两种。在间断喷射方式中，又可分为喷射时刻与发动机转动同步的同步喷射，和与发动机转动不同步的异步喷射。

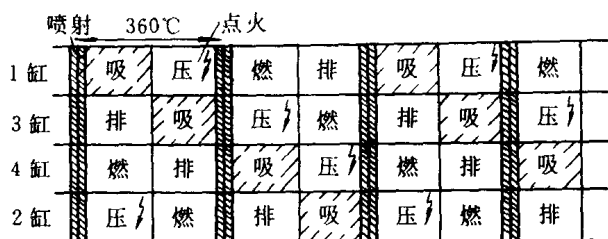
(1) 连续喷射

从原理上讲，连续喷射仅限于进气管喷射的情况。现在采用连续喷射方式的，主要是机械控制的 K 型和 KE 型。

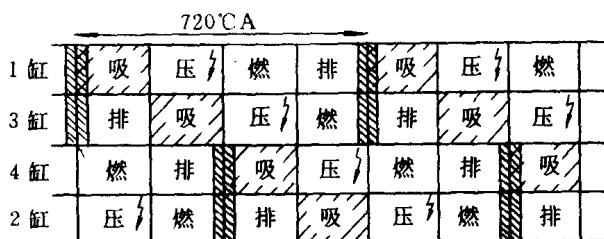
(2) 间断喷射

与发动机转动同步的间断喷射方式，还可以分为各缸喷油器独立喷射方式（独立喷射）、每转同时喷射方式（同时喷射）以及根据燃烧顺序分组的喷射方式（分组喷射）三种。以四缸发动机为例，这三种方式的喷射时刻如图 1-1 所示。

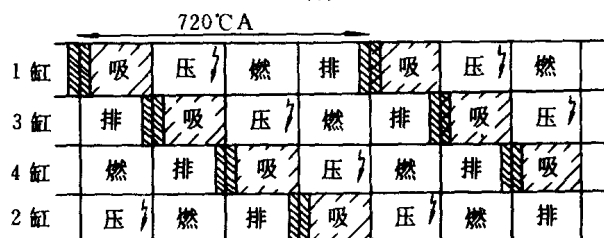
独立喷射是汽缸内喷射和进气管喷射都可以采用的喷射



(a)



(b)



(c)

图 1-1 间断喷射实例 (与转动同步)

(a) 每转同时喷射; (b) 两组喷射; (c) 独立喷射

方式。由于相对于各缸的每一次燃烧，所需要的喷射的汽油量都可以设定一个最佳喷射时刻，因此，可以展宽稀薄空燃比界限，降低燃油消耗。但是，由于是各缸独立喷射，因此，需要有判别向哪一缸喷射的汽缸判别信号。喷油器驱动回路

仅需要汽缸数目。

每转同时喷射，由于是将一次燃烧所需要的汽油量分成两次喷射，所以它仅用于进气管喷射。每转同时喷射与独立喷射不一样的是，它不需要汽缸判别信号，而且喷油器驱动回路通用性好，结构简单。

分组喷射也仅用于进气管喷射。分组喷射中，过渡空燃比的控制性能，位于独立喷射与同时喷射之间。喷油器分成几组，喷油时刻尽量靠近各缸的进气时刻，但有一定偏差。喷油时，同组的喷油器同时喷油。

与发动机转动不同步的间断喷射方式中，有根据频率进行喷油的喷射方式，日本三菱汽车的电控系统，采用的就是这种喷射方式。在这种系统中，采用卡门涡旋流量计测量空气流量。由于空气流量和卡门涡旋产生的频率成比例，因此可以设定喷嘴的开启时间并使其与涡旋的频率同步。这种喷射方式的控制性能居于连续喷射和与发动机转动同步的间断喷射之间。

汽油喷射系统的分类虽然很多，但和实际情况比较贴近的还是按结构分类。其具体分类如图 1-2 所示。

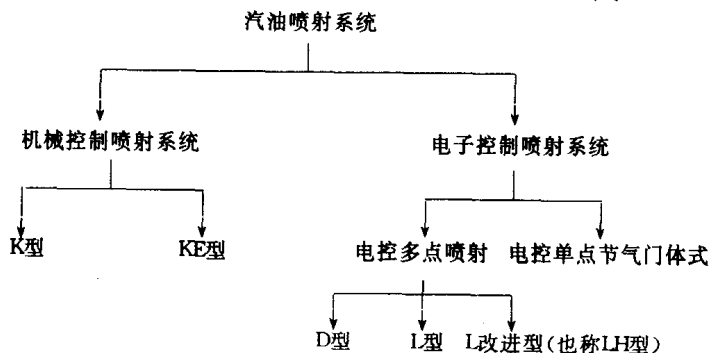


图1-2 汽油喷射系统的分类

本书在下面各章节的介绍中，也是按这一分类进行逐章介绍。

二、机械控制喷射系统

机械控制汽油喷射系统包括 K 型和 KE 型。

K 型的结构如图 1-3 所示。它的特点是：每个缸对应一个喷油器，安装在各缸进气门附近的进气歧管中，并且正对着进气门。发动机一旦起动，油管内的压力大于喷油器里针

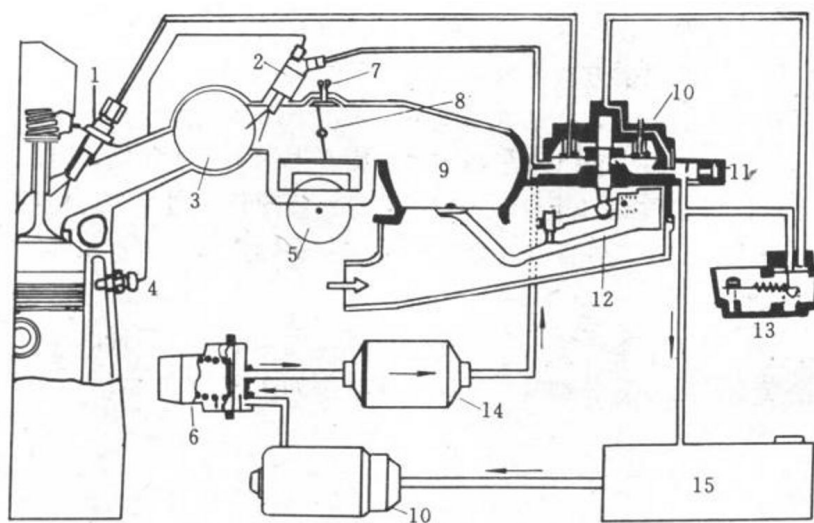


图 1-3 K 型系统图

1. 喷油器 2. 冷起动阀 3. 进气歧管 4. 温控时间开关 5. 怠速稳定阀 6. 蓄压器 7. 怠速调节螺钉 8. 节气门 9. 空气流量传感器 10. 燃油分配器 11. 初级压力调节器 12. 混合气浓度控制装置 13. 暖机调节器 14. 燃油滤清器 15. 油箱 16. 电动输油泵