

摘要

汽车的动力表现与经济效益始终是消费者关心的焦点，而汽车的点火系统对于这两方面的影响尤为关键。微机控制点火系统的引入，不仅显著提升了驾驶的动力性能，还有效降低了燃油消耗，大幅提高了汽车的燃油经济性。正因如此，微机控制点火系统已成为现代汽车的优选配置。对于专业人员而言，深入理解微机控制系统的结构原理及维修方法显得尤为重要。

本文简要回顾了汽车点火系统的发展历程及其功能，并着重阐释了丰田卡罗拉点火系统的构造和工作原理。文中对卡罗拉点火系统的检修流程和故障排查进行了详尽的分析，并结合实际案例，探讨了丰田卡罗拉点火系统故障的具体解决方案。通过这些分析，我们能够对点火系统的结构原理有更为深刻的认识。

关键词：卡罗拉；点火系统；微机控制；结构原理

Abstract

Abstract

The dynamic performance and economic benefits of automobiles have always been the focus of consumer attention, and the ignition system of automobiles has a particularly critical impact on these two aspects. The introduction of the microcomputer-controlled ignition system not only significantly improves driving dynamics but also effectively reduces fuel consumption, greatly enhancing the fuel economy of vehicles. For this reason, the microcomputer-controlled ignition system has become a preferred configuration for modern automobiles. For professionals, it is particularly important to have a deep understanding of the structural principles and maintenance methods of the microcomputer control system.

This article briefly reviews the development history and functions of the automobile ignition system, focusing on explaining the structure and working principles of the Toyota Corolla ignition system. The article provides a detailed analysis of the maintenance procedures and troubleshooting for the Corolla ignition system, and explores specific solutions for Toyota Corolla ignition system failures through practical case studies. Through these analyses, we can gain a deeper understanding of the structural principles of the ignition system.

Key words: Corolla; Ignition system; Microcomputer control; Structural principles.

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
1.1 点火系统概述	1
1.1.1 点火系统的发展概况	1
1.1.2 点火系统基本功用	1
1.1.3 点火系统的作用与要求	1
1.2 点火系统分类	3
1.3 国内外研究综述	3
第二章 卡罗拉点火系统组成与工作原理	7
2.1 卡罗拉点火系统组成	7
2.2 卡罗拉点火系统工作原理	8
第三章 卡罗拉点常见系统故障	15
3.1 点火系统常见故障	15
3.1.1 点火系统故障	15
3.1.2 点火执行器故障	15
3.1.3 其他故障	16
3.2 点火系统故障分析	17
3.2.1 故障分析原则	17
3.2.1 故障分析步骤及方法	17
3.2.2 故障分析注意事项	17
第四章 卡罗拉点火系统故障检测分析	19
4.1 点火系统故障检测	19
4.1.1 曲轴位置传感器故障检测	19
4.1.2 爆震控制传感器故障检测	21
4.1.3 凸轮轴位置传感器故障检测	22
4.1.4 点火线圈故障检测	23
第六章 总结与展望	35
6.1 总结	35
6.2 论文存在的不足及展望	35
致 谢	36
参考文献	37

第一章 绪论

1.1 点火系统概述

1.1.1 点火系统的发展概况

随着汽车技术的进步，点火系统，作为汽油发动机的关键组成部分，也持续得到优化和完善。

早在 1886 年，第一辆搭载四冲程内燃机的汽车便采用了磁电机点火系统。而到了 1907 年，美国人首次在汽车上引入了蓄电池点火装置。该系统利用蓄电池和发电机供电，并通过点火线圈和断电器触点来控制初级电流的通断，从而在适当时机产生高压电能。然而，这一时期的点火系统尚未配备点火提前角装置。

1931 年，美国首次采用了可根据发动机负荷和转速自动调节点火提前角的真空和离心点火提前调节装置。

随着人们对汽车发动机动力性、经济性和排放控制要求的提升，传统触点式点火系统的缺陷逐渐暴露。因此，在 20 世纪 60 年代初，晶体管辅助点火系统应运而生。该系统通过增加一个电子放大器来增大点火线圈的初级电流，从而显著提升了点火性能。

到了 1976 年，美国通用公司首次将微处理器应用于点火时间控制，取代了传统的真空和离心点火提前调节装置，使点火时间控制更加符合发动机的实际需求。此后，随着微处理器的应用，点火性能得到了进一步的完善。

1.1.2 点火系统基本功用

点火系统是汽油发动机的重要组成部分，其基本功用是确保发动机在各种工况和使用条件下，气缸内能够适时、准确、可靠地产生电火花，从而点燃可燃混合气，使发动机正常运转并对外输出动力。

点火系统需要在每个气缸的工作循环中，根据发动机的运转顺序和点火提前角的要求，在压缩行程接近上止点时，通过火花塞在气缸内产生强烈的电火花。这个电火花要具有足够的能量和适当的时机，以确保可燃混合气能够迅速、完全地燃烧，从而产生足够的动力推动活塞下行做功。

为了实现这一基本功用，点火系统通常由电源（蓄电池和发电机）、点火线圈、分电器、火花塞等部件组成，其中，电源提供电能；点火线圈将电源的低电压转变为高压电；分电器则根据发动机的点火顺序，将高压电分配到各个气缸的火花塞上；火花塞则在适当的时机产生电火花，点燃可燃混合气。

现代汽车的点火系统还采用了先进的电子控制技术，如微机控制点火系统。这种系统可以根据发动机的运转状态和负荷情况，自动调整点火提前角和点火能量，以优化发动机的燃烧过程，提高发动机的功率和燃油经济性，同时降低排放污染。

1.1.3 点火系统的作用与要求

点火系统的作用主要是将蓄电池或发电机输出的低电压电流（通常在 12 至 14 伏特范围内）通过点火线圈进行升压，转化为高电压电流（介于 15 至 30 千伏之间）。随后，这一系统利用分电器，严格根据发动机的点火顺序，为火花塞提供所需的电能以触发电火花。更重要的是，无论发动机处于何种转速或承载何种负荷，点火系统都能够提供最适宜的时机提供充足的电压，确保火花塞可以产生足够强度的电火花来点燃气缸内的混合气体，进而使发动机实现最优的燃烧效果。

为了确保发动机能够稳定且可靠地运行，点火系统需要满足以下几个关键要求：

1. 能够产生足够高的次级电压

点火系统的核心任务之一是通过火花塞点燃混合气体，而火花塞的电极深入到发动机气缸的燃烧室内，依赖电极间的气体电离作用来产生电弧放电，即“跳火”。为实现这一过程，电极间的气体必须在高压下电离，因此必须有足够的电压驱动。使火花塞电极产生跳火所需的电压被称为击穿电压，该电压的大小与发动机的工况及火花塞的状态紧密相关。

(1) 发动机的工况对击穿电压有直接影响。当气缸内的混合气体压力较高、温度较低时，气体的密度会相应增大，因此需要更大的电场力来进行电离，这也意味着需要更高的击穿电压。随着发动机工况的变化，例如转速和负荷的调整，火花塞的击穿电压也会随之变化。

(2) 火花塞电极的温度和极性也是影响击穿电压的重要因素。当火花塞电极的温度高于混合气体的温度时，击穿电压可以降低 30%至 50%。这是因为电极温度较高时，包围电极的气体密度会相对较小。此外，由于火花塞的中心电极温度通常较高，因此当中心电极为负极时，火花塞电极的击穿电压可以降低约 20%。

(3) 火花塞的间隙和形状同样会影响击穿电压。随着火花塞电极间隙的增大，在相同的电压下，电极间的电场强度会减弱。因此，为使电极间隙的气体电离，所需的电压就会增加。另外，如果火花塞电极较细或电极表面有沟棱，在相同的电压下，其电场的强度会大于较粗或表面平整的电极，从而降低所需的击穿电压。

点火系统所能产生的最高电压被称为最高次级电压。为确保发动机在所有工况和状态下火花塞都能可靠地跳火，最高次级电压必须高于击穿电压。这是保证发动机稳定运行的关键因素之一。

1.2 点火系统分类

1.2.1 传统机械式点火系统

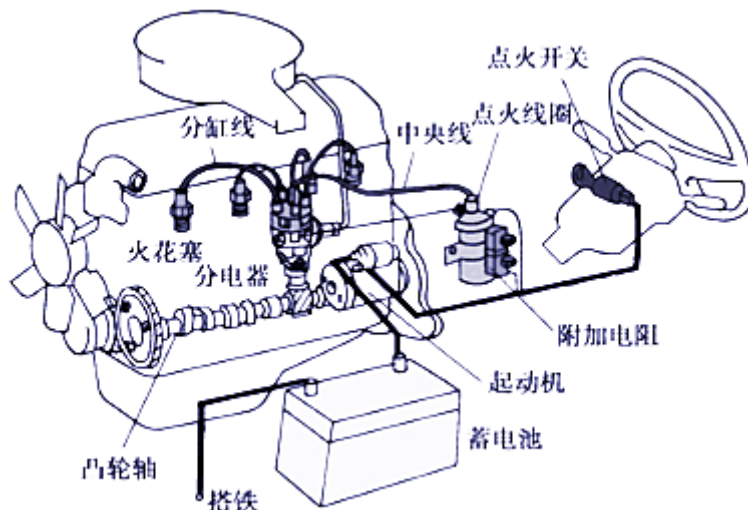


图 1-1 传统点火系统组成

蓄电池为点火系统提供所需的电能。当点火开关开启时，点火系统获得电源；关闭时则切断电源。点火线圈起到关键作用，它不仅能储存点火所需的能量，而且能将蓄电池的电压转换成高压电，以供点火使用。

分电器是点火系统中的一个重要组件，它由断电器和点火提前机构等多个部分构成。其中，断电器的主要功能是控制点火线圈初级回路的通断；而配电器则负责将点火线圈产生的高压电，根据发动机的工作顺序，精确地分配到各个气缸的火花塞上。

此外，点火提前机构在点火系统中也扮演着至关重要的角色。它能够根据发动机的转速、负载情况以及汽油的辛烷值，智能地调节点火提前角，以确保最佳的点火时机。

高压电通过火花塞引入气缸的燃烧室，在火花塞的电极间产生强烈的电火花，从而点燃混合气体，驱动发动机正常运转。

1.2.2 有触点电子点火系统

有触点电子点火装置采用了一种独特的方式来提升点火性能:通过减小触点电流来降低触点火花。这种装置实际上是一种结合了半导体技术的辅助点火系统。其组成部件包括电源、点火开关、分电器、点火线圈和火花塞,这些与传统点火系统相似。然而,这种系统的独特之处在于,它在点火线圈初级绕组的电路中加入了一个由三极管 VT、电阻和电容构成的点火控制电路。此外,断电器的触点被巧妙地连接在三极管的基极电路中,以精确控制三极管的导通与截止状态。

当接通点火开关 SW 且断电器触点闭合时,会触发一系列电路反应。具体来说,三极管的基极电路被接通,导致三极管进入饱和导通状态,进而接通了点火线圈的初级电路。此时,电流会从蓄电池正极流出,经过点火开关、点火线圈初级绕组、附加电阻,然后流入三极管的各个极,最终通过断电器触点回到蓄电池负极,完成一个完整的电路。在这个过程中,点火线圈的铁芯会积累磁场能。

而当断电器触点分开时,情况则完全不同。这时,三极管的基极电路被切断,导致三极管从导通状态迅速转变为截止状态。这一变化会切断点火线圈初级绕组的电路,使初级电流迅速降至零。这种急剧的电流变化会在点火线圈的次级绕组中产生高压电,这个高压电足以击穿火花塞的间隙,从而点燃混合气。

在发动机工作过程中,断电器的触点会不断地闭合和分开,这个过程精确地控制着三极管的导通与截止状态,以及初级电路的通断。通过这种方式,点火系统能够高效、稳定地工作。

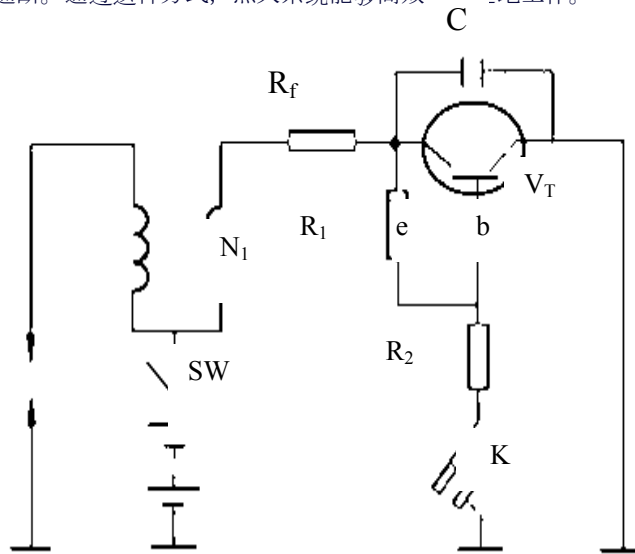


图 1-2 有触点式电子点火系统的电路原理图

1.2.3 无触点电子点火系统

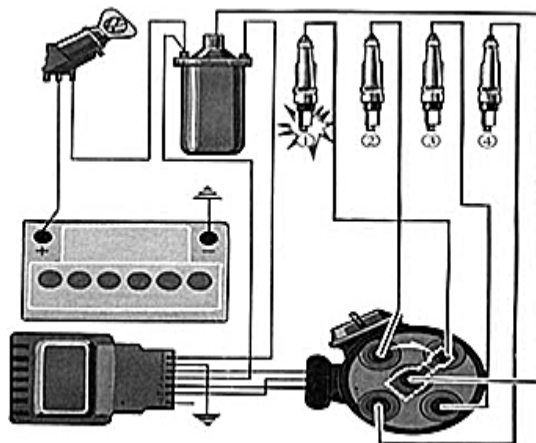


图 1-3 无触点电子点火电路图

随着汽车点火系统工作安全性要求的提升,触点式点火系统的不足逐渐显现。为了避免机械触点容易烧蚀损坏的问题,人们广泛应用晶体管技术,采用了非接触式传感器作为控制信号,并以大功率三极管为开关,从而取代了机械触点的无触点电子点火系统。

这种起关键开关作用的三极管被我们称为点火控制器或点火模块。这些控制器的触发信号来源于多种形式的信号发生器，如磁电式、光电式和霍尔式等。信号发生器将信号传输至点火控制器的控制端，以精准地操控电子开关的通断。此类电子开关不仅避免了接触不良的故障，还消除了触点间的火花问题，有效克服了触点式的弊端。然而，电子点火系统在点火提前角的控制上仍存在一定的不精确性，这主要取决于点火模块根据发动机转速进行的自动调节，其调节精度受点火模块复杂程度的影响，可能导致控制不够精确。

1.2.4 微机控制点火系统

随着微型计算机的快速进步，微电脑控制的发动机已经逐渐取代了传统点火模块的功能。微电脑凭借其强大的计算和控制能力，能够实时监控发动机的转速、水温、爆震信号、负荷变化以及自动变速箱的工作状态，并根据需求灵活调整点火提前角，从而实现精确控制。

如图 1-4 所示，微机控制点火系统主要由多个传感器（例如车速传感器、曲轴位置传感器、发动机转速传感器、温度传感器和爆燃传感器等）、发动机微机控制单元（ECU）以及点火执行器构成。这些点火执行器包括点火线圈、点火控制模块、分电器和火花塞等关键部件。该系统的显著特点在于，它能够在各种工况和环境条件下自动获取最佳的点火提前角，从而确保发动机在动力性、经济性、排放性能和工作可靠性等方面达到最优状态。

在工作过程中，系统可以持续控制点火线圈的导通角，以保持线圈中储存的点火能量稳定不变。此外，通过采用闭环控制，系统能够将点火提前角精确控制在爆震发生的临界点，从而提高燃烧效率，有利于提升发动机的各项性能。

微机控制点火系统的结构和控制电路相对复杂，这增加了维修的难度。一旦系统出现故障，通常需要整体更换，这无疑会增加维修成本。

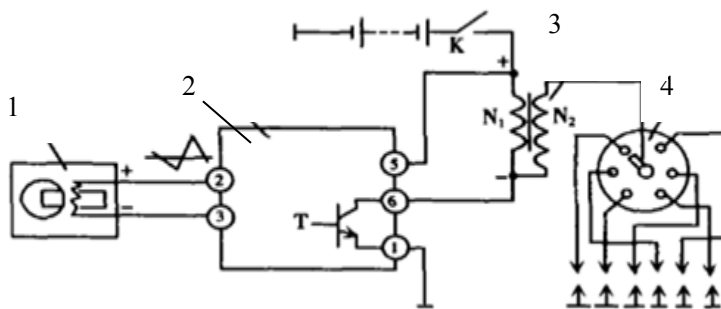


图 1-4 微机控制点火系统组成

1. 信号发生器；2. 点火执行器组件；3. 点火线圈；4. 配电器；

1.3 国内外研究综述

（一）国外研究现状

2022 年，Šarkan B, Loman M, Senko Š, et al. 在《Change in engine power in the event Of electronic components failures》^[1]提到在传统的内燃机中，仅使用电气控制来制备燃料混合物。为了使车辆及其部件正常运行，所有部件必须完美无缺，特定部件的故障可能会对道路安全产生负面影响。车辆技术状况的主要决定因素被认为是其发动机功率，燃烧混合物的制备受到单个部件断开的影响，从而降低了车辆的性能。实验表明断开一个电子部件对发动机性能的影响。所有的测量结果都与车辆在没有故障的情况下的样子进行了比较。当选定的部件断开连接时，与车辆处于无故障状态时相比，性能会急剧下降。观察到的下降发生在各种部件

从图中可以看出，断开曲轴位置传感器所记录的最大功率损失为 50.57 kW，这意味着与车辆无故障状态相比，发动机功率下降了近 50%。当进气歧管中的压力传感器断开时(28.17 kW)记录了另一个显著的功率损失，断开喷油器 (34.79 kW) 也降低了功率。通过断开点火线圈，功率平均降低了 30.78 kW。由于这些部件的断开，车辆表现出明显降低的性能。当断开其他监控部件时，发动机的性能并没有明显变化，断开这些部件时，发动机的性能与无故障状态相当。

2020 年，Sebok M、Kubis M、Gutten M 等。在《Diagnostics of automotive ignition System in operating conditions》^[2]通过分析点火系统的故障状态，利用高压脉冲行为的诊断方法和热成像的诊断方法，可以相应地回顾电气系统及其各部件的功能。在某些情况下，不可能使用经典的点火单线圈系统，建议继续进行温度场分析。利用传统的电压波形诊断方法和热成像测量方法，分析点火系统的故障状态，可以充分分析汽车电子系统及其单个部件的功能。利用传统的电压波形诊断方法和热成像测量方法，分析点火系统的故障状态，可以充分分析汽车电子系统及其单个部件的功能，这两种诊断方法都有一定的局限性，因为高压线圈和火花塞都被装在封装的金属容器中，热成像诊断可能会出现最大的问题。

（二）国内研究现状

2023 年，田先锋在《某汽车发动机点火系统常见故障及案例分析》^[3]中指出汽车发动机点火系统是使汽车正常工作的重要电器系统，主要包含传感器、微处理器、点火线圈、执行器、火花塞等。如果点火系统发生故障，会直接影响到传感器测得参数的准确性，从而无法精准运算与判断，导致发动机无法正常运行，进而引发浪费燃料、污染空气等问题。

2023 年，孙立武在《汽车发动机点火系统的故障诊断策略》^[4]指出在故障解决中可以通过检查点火系统来排除故障。点火系统包括火花塞、点火线圈、点火控制模块等组成部分，如果其中任何一个出现故障，都有可能导致发动机回火。因此，可以逐一检查这些部件，看是否存在磨损、腐蚀或者损坏的情况。如果发现问题，及时更换或修复是解决故障的关键。其次，还可以检查燃油系统是否存在问题。燃油系统包括燃油泵、喷油嘴、燃油滤清器等，如果其中任何一个部件出现故障，都有可能导致燃料供给不足，从而引发发动机回火。因此，

可以检查燃油系统的工作状态,观察燃油泵是否正常工作,喷油嘴是否堵塞,燃油滤清器是否需要更换等。

2023年,王蒙蒙在《点火系统常见故障的诊断与排除分析》^[5]指出近年来,我国汽车行业呈现出了迅猛发展的态势,越来越多的新技术和新工艺在汽车制造领域得到了应用,汽车的复杂程度提高,对于故障诊断工作提出了更高的要求。点火系统故障是汽车维的重点和难点,相关研究表明,汽车常见故障中,多数都是由点火系统引发的发动机障,而点火系统故障一旦发生,会导致车辆整体性能的下降,甚至会威胁车辆的使用安全。对此,维修人员必须做好点火系统常见故障的诊断分析,有效排除故障。

2022年,郑新在《汽车发动机点火系统故障诊断方法》^[6]提到我国汽车行业迅速发展,各种新技术、新工艺等在汽车制造中得到了广泛应用。随着先进电子控制技术的发展,电控点火技术也愈加复杂,最大限度地改善和提高了发动机的各项机能。汽车发动机电控点火故障不仅会影响车辆的输出性能和驾驶体检,还会给后续汽车行驶带来安全隐患,影响人们的正常出行,在汽车保养时需重视。

2022年,宋龙龙,范满珍,李春在《基于大众迈腾 B8L 点火系统常见故障诊断分析》^[7]指出随着新时代科技的迅速发展,汽车维修中各个模块的电控检修技术含量越来越高,汽车点火系统是由发动机控制单元进行智能控制。

2021年,马波在《浅析汽车电控发动机点火系统故障的诊断及排除》^[8]指出汽车电控发动机点火系统是通过电子与机械系统相互配合来完成控制的,在故障诊断和排除的过程当中需要首先判断什么地方出现了故障。一般情况下发动机机械故障不难判断与维修,而发动机电子故障因为涉及到的电路较多,所以在定位和维修的时候存在着一定的困难。

2021年,林可春,刘国平在《哈弗汽车发动机点火系统常见故障及案例分析》^[9]指出汽车发动机点火系统是指能够产生电火花的全部设备。目前,世界上所有汽车发动机内部的可燃混合气都是由电火花点燃。因此,点火系统对发动机工作性能有着重要的影响。

2020年,吴兴明,欧卫新在《汽车电控发动机点火系统故障诊断的方法》^[10]指出

随着智能化时代的来临，汽车的结构复杂程度更是比以往成千上万倍增加。汽车的核心就是汽车发动机，发动机最重要的就是两大机构和五大系统，其中，点燃汽油混合气的系统就是发动机的点火系统，由于发动机点火需要高电压，燃烧室温度也很高，所以这个系统是容易出现故障的一个系统。

2020年，高德宝在《汽车发动机电子点火系统常见故障诊断分析》^[11]指出随着技术的发展和更新，微机控制式电子点火系统早已经取代了存在一定缺陷的传统点火系统和普通带有分电器式的电子点火系统，点火系统具体分类：传统点火系统、电子点火系统、微机控制点火系统，微机控制式电子点火系统又可分为霍尔效应式、磁感应式（磁脉冲式）电磁振荡式和光电式。磁感应式电子点火装置和霍尔效应式因为良好的性能应用广泛，而光电式和电磁振荡式在现实中很少应用。

2019年，邓华在《汽车发动机点火系统故障诊断方法研究》^[12]中指出汽车在现代社会扮演了非常重要的角色，其成为人们主要交通运输方式，为人们提供了便捷的生活方式。但是汽车经常会出现各种各样的故障，导致无法正常使用。在发生汽车故障时，点火系统故障在汽车故障中所占比例最大，其概率达到了发动机故障概率的50%以上。点火系统故障会极大程度上影响人们的日常工作、生活甚至还可能危及司机、乘客的生命安全，因此我们必须重视对点火系统的检修，深入学习点火系统的故障诊断方法，为及时解决上述故障打好基础。

第二章 卡罗拉点火系统组成与工作原理

2.1 卡罗拉点火系统组成

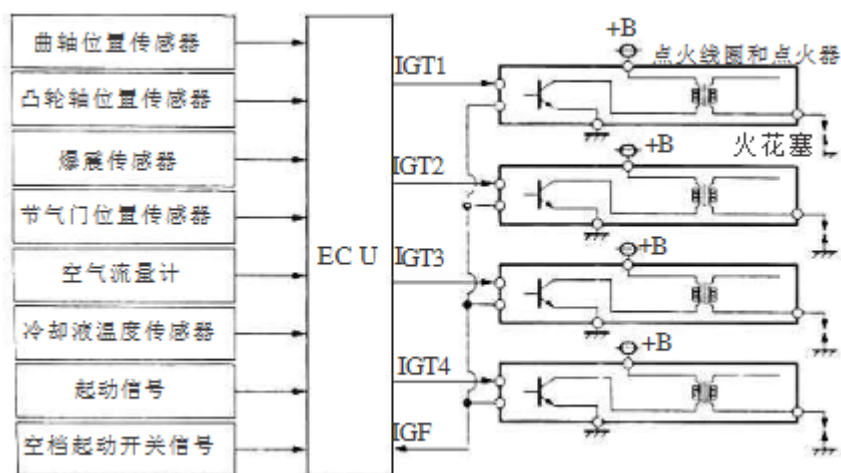


图 2-1 点火系统组成

在微机控制的点火体系中，ECU 会依据爆燃传感器(DS)的信号来判定发动机是否出现爆燃情况，并据此调整点火提前角，这种方式被称为点火提前角的闭环控制或防爆燃控制。

当发动机发生爆燃时，气缸内的可燃混合气不正常燃烧会导致压力急剧增加，进而引发缸体的振动，这不仅会降低发动机的输出功率，严重时还可能导致发动机的损坏。

目前，通过检测发动机缸体的振动频率来判断爆燃情况已被汽车行业广泛应用。通常，发动机爆燃时产生的压力冲击波频率范围大致在 6~12kHz。为了有效地检测这种振动，爆燃传感器常被安装在发动机缸体的侧面。

此外，微机控制的点火系统主要由三大部分构成：信号输入设备（包括各种传感器）、ECU 以及执行器。

信号输入设备：

这部分包括多种传感器和开关，它们负责监测与点火相关的发动机工作状态，并将这些信息传递给 ECU，为点火时刻的计算和控制提供依据。不同型号的汽车可能采用不同类型、数量、结构和安装位置的传感器，但它们的核心功能都是相似的。值得注意的是，除了爆燃传感器外，大部分传感器还同时服务于电控燃油喷射系统、怠速控制系统等。

各种开关信号在修正点火提前角时发挥作用。例如，启动开关信号在启动时修正点火提前角；空调开关信号在怠速且使用空调时修正点火提前角；而空挡启动开关则特定于自动变速器汽车，ECU 利用此信号判断发动机是处于空挡停车状态还是行驶状态，进而对点火提前角进行相应的修正。

ECU:

微机控制的点火系统是发动机集中控制系统的一个子部分，而 ECU 则是这个系统的核心。在 ECU 的只读存储器中，存储了监控、自检等程序，以及该型发动机在各种工作条件下的最佳点火提前角信息。ECU 不断地接收来自各种传感器和开关的信号，并根据预先编制的程序进行计算和判断，然后向点火控制器发出控制信号，以确保实现最佳的点火提前角和点火时刻控制。

执行器:

在微机控制的点火系统中，执行器即为点火控制器。它也被称为点火控制组件、点火器或功率放大器，是微机控制点火系统的功率输出部分。点火控制器负责接收 ECU 发出的点火控制信号，并进行功率放大，从而驱动点火线圈工作。

不同车型的点火控制器在电路、功能和结构上可能存在差异。有些点火控制器与 ECU 集成在同一块电路板上，而有些则是独立总成，通过线束与 ECU 连接，例如丰田轿车的 TCCS 系统。

2.2 卡罗拉点火系统工作原理

为了提高汽车的动力性能、降低油耗并减少排放污染，点火系统不仅需要提供充足的点火能量，还必须在控制点火时机方面具有高精度和对发动机各种工况变化的强自适应性。通过采用微机控制的燃油喷射系统，我们不仅能精确控制喷油量，还能有效控制点火系统。

现代汽车通常使用的点火线圈有两种类型：开磁路式和闭磁路式。而在微机控制的点火系统中，闭磁路式点火线圈被广泛采用。

闭磁路式点火线圈主要由铁芯、初级绕组和次级绕组组成。其铁芯由浸有绝缘漆的“山”字形硅钢片叠合而成，形成“旧”字形结构。次级绕组缠绕在铁芯内，而初级绕组则绕在次级绕组的外部，以便于散热。为了减小磁滞现象，铁芯中设置了一个微小的气隙。由于其磁路几乎是闭合的，因此得名闭磁路式点火线圈。这种设计的优点在于漏磁少、磁阻小、能量损失小，因此在产生相同感应电动势的情况下，所需的匝数更少，体积更小。

其工作原理如下：当点火开关接通时，低压电源通过点火开关的 15 端子和 15 号电源线连接到点火线圈的 15 端子上（即点火线圈的正极）。点火线圈的 1 端子（即点火线圈的负极）与 ECU 内部的大功率三极管相连。点火线圈初级电流的接通与切断由发动机 ECU 内部控制电路进行管理。ECU 通过精确计算导通角来控制点火线圈初级绕组的通电时刻，并通过计算点火提前角来控制初级电流的切断时刻。

微机控制点火系统的核心工作原理是（如图 2-2 所示）：微机根据曲轴位置传感器提供的信号判断活塞位置，并根据信号频率计算发动机转速。同时，通过电控燃油喷射系统的节气门传感器（或空气流量计）来确定负荷大小，从而对发动机的运行工况进行精确判断。根据发动机的转速和负荷，微机从存储单元中检索出对应的点火提前角和点火初级电路的导通时间，并利用这些数据对电子点火器进行精确控制。此外，微机控制系统还可以根据其他影响因素对这两个参数（点火提前角和通电时间）进行修正，实现点火系统的智能化控制。

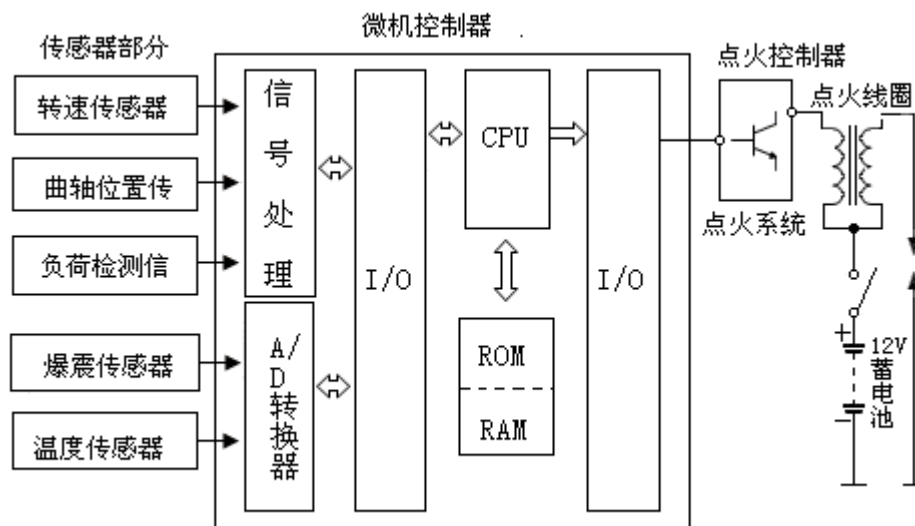


图 2-2 微机控制点火系统原理图

1. 点火提前角

(1) 点火提前角的定义及其重要性

点火提前角，指的是从火花塞点火的那一刻开始，到活塞运动到压缩冲程上止点这段时间内，曲轴所转过的角度。这一时间点对发动机的性能有着显著的影响。虽然从火花塞点火到混合气燃烧并释放出强大爆发力是一个相对短暂的过程，但由于曲轴的高转速，这期间曲轴转过的角度实际上是不容忽视的。如果在活塞达到上止点时才点火，混合气在燃烧的同时，活塞已经开始下移，导致气缸容积增大，进而使得燃烧压力下降，发动机功率也会随之降低。因此，确保点火提前角的精确性至关重要。

(2) 点火提前角对发动机性能的影响

为了优化发动机的工作性能，需要找到最佳的点火时刻。这一时刻的确定需要综合考虑多个因素，包括发动机的功率输出、燃油消耗率、燃烧的平稳性以及排气的清洁度。

发动机转速与点火提前角的关系

随着发动机转速的增加，最佳点火提前角也需要相应增大。在传统的点火系统中，通过机械离心调节器来控制点火提前角，但这种方式只能提供线性的调节，导致实际调节曲线与理想曲线存在较大差异。然而，采用电子控制的点火系统可

以更为精确地调整点火提前角，使其更接近理想的状态。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/005010134132011211>