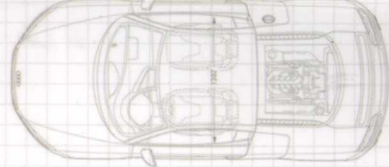


• 汽车原理与故障检修实例丛书 •



汽车点火系统原理 与故障检修实例



• 麻友良 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车原理与故障检修实例丛书

汽车点火系统原理与故障 检修实例

主 编 麻友良
副主编 孙林峰 喻美程

图牛志强编目(CIP)数据

汽车点火系统原理与故障检修实例 / 麻友良主编. — 北京: 机械工业出版社, 2010.12
ISBN 978-7-111-32831-1

I. ①汽… II. ①麻… III. ①汽车—点火系统—检修—实例

中国版本图书馆CIP

数据核字(2010)第211111号

责任编辑: 孙林峰

封面设计: 孙林峰

三河市国英印务有限公司

2010年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm 1/16

印数: 00001—00001

汽车点火系统
机械工业出版社
(汽车类) ISBN 978-7-111-32831-1

I. ①汽… II. ①麻… III. ①汽车—点火系统—检修—实例

中国版本图书馆中

国数据核字(2010)第211111号

责任编辑: 孙林峰

封面设计: 孙林峰

三河市国英印务有限公司

2010年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm

印数: 00001—00001



机械工业出版社

地址: 北京市西城区百万庄大街24号 100037

电话: (010) 68311666 68311667 68311668 68311669

传真: (010) 68311666 68311667 68311668 68311669

网址: <http://www.mechpress.com>

发行部: (010) 68311666

编辑部: (010) 68311667

印刷部: (010) 68311668

装订部: (010) 68311669

本书主要介绍传统触点式点火系统、无触点电子点火系统和电子点火控制系统的工作原理及故障检修方法；系统地介绍了典型点火系统电路的结构特点、常见的故障及其诊断方法，并列举了各类点火系统各种故障的检修实例。

本书可供从事汽车维修工作的技术人员和工人学习，也可作为大学本科、高职、高专、职业院校汽车专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车点火系统原理与故障检修实例/麻友良主编. —北京:
机械工业出版社, 2010.3
(汽车原理与故障检修实例丛书)
ISBN 978-7-111-29831-1

I. ①汽… II. ①麻… III. ①汽车—点火系统—理论
②汽车—点火系统—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 028896 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 赵海青 责任编辑: 高金生 责任校对: 申春香

封面设计: 路恩中 责任印制: 乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.5 印张·353 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-29831-1

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车点火系统是汽油发动机的重要组成部分,其性能的好坏直接影响着发动机能否正常工作。熟悉点火系统的组成和工作原理,掌握其故障检修方法,是从事汽车维修工作的技术人员和工人所必须的。

在汽车的发展过程中,汽油发动机点火系统从最开始的磁电机点火系统发展为传统的触点式蓄电池点火系统、晶体管辅助点火系统、无触点电子点火系统、电子点火控制系统。如今,电子点火控制系统已作为发动机电子控制系统的一部分,在汽车上得到了广泛的应用。

本书作者根据多年来所积累的汽车点火系统和汽车电器与电子控制系统的维修实践经验,并参考了其他的汽车点火系统故障检修书籍,编写了《汽车点火系统原理与故障检修实例》一书。

本书系统地介绍了传统触点式点火系统、无触点电子点火系统和电子点火控制系统的基本原理、部件结构类型、电路结构特点及故障检修方法,使读者能在全了解点火系统的基础上,熟悉各类点火系统的常见故障及故障的检修方法。

本书采用点火系统基本原理、结构类型、性能特点、电路分析、故障诊断、故障检修实例的结构形式,使其更符合读者学习的思维习惯,有助于读者系统全面了解、掌握点火系统的故障诊断方法和故障检修技术。

本书尽可能地采用通俗、简明的文字表达相关内容,并配以图形和图片,力求做到“图文并茂”,以使读者容易理解书中的内容。

本书可供从事汽车维修工作的技术人员和工人学习,同时也可作为大学本科、高职、高专、职业院校汽车专业学生的参考书。

本书由武汉科技大学麻友良教授任主编,孙林峰、喻美程任副主编,参加编写的有:朱爱萍、马凯、宋春铃、席敏、罗明胜等。

在本书的编写过程中,我们参考了大量的书籍和相关的资料,在此向这些作者表示衷心的感谢。由于编者水平所限,书中的疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

前言	1
第一章 点火系统概述	1
第一节 点火系统的基本要求	1
一、点火系统所产生的电压要足够高	1
二、点火系统所具有的点火能量要充足	2
三、点火系统控制的点火时间要适当	3
第二节 点火系统的发展概况与类型	4
一、点火系统的发展概况	4
二、点火系统的类型	5
第二章 传统点火系统	9
第一节 传统触点式点火系统的原理与特性	9
一、传统触点式点火系统的工作原理	9
二、传统触点式点火系统的工作特性	12
第二节 传统触点式点火系统的主要部件	13
一、点火线圈	14
二、分电器总成	16
三、火花塞	20
四、高压导线	23
第三章 电子点火系统	25
第一节 电子点火系统的组成与原理	25
一、传统触点式点火系统的缺陷	25
二、电子点火系统的组成与基本原理	26
第二节 电子点火系统的结构与原理	27
一、无触点分电器	27
二、电子点火器	31
三、点火线圈	35
第四章 电子点火控制系统	37
第一节 概述	37
一、机械式点火提前调节器的不足	37
二、配电器高压配电方式的不足	39

三、电子点火控制系统的优点	40
四、电子点火控制系统的类型	40
第二节 电子点火控制系统的控制原理	41
一、电子点火控制系统的基本组成	41
二、点火时间控制原理	42
三、点火线圈初级通电时间控制	46
四、发动机爆燃推迟点火控制	47
第三节 电子高压配电原理	49
一、高压配电电路原理	49
二、无分电器点火控制电路原理	50
第四节 电子点火控制系统的主要部件	51
一、传感器	51
二、电子控制器	63
三、点火线圈	65
四、点火控制模块与分电器	67
第五章 点火系统部件的故障检修	70
第一节 传统点火系统部件的检修	70
一、点火线圈的故障检修	70
二、分电器总成的故障检修	72
三、火花塞的故障检修	79
四、点火正时的检查与调整	80
第二节 电子点火系统部件故障检修	82
一、无触点分电器总成的故障检修	82
二、电子点火器的故障检修	85
三、其他部件的检修	86
四、点火正时的检查与调整	88
第三节 电子点火控制系统部件故障检修	89
一、传感器的故障检修	89
二、点火控制模块的故障检修	96
三、电子控制器的故障检修	97
第六章 点火系统电路故障分析与诊断	99
第一节 传统触点式点火系统电路故障分析与诊断	99
一、传统触点式点火系统常见故障原因分析	99
二、传统触点式点火系统常见故障诊断方法	102
三、传统点火系统使用与维修注意事项	103
第二节 典型电子点火系统电路故障分析与诊断	104
一、电子点火系统常见故障原因分析	104



二、电子点火系统常见故障诊断方法	106
三、桑塔纳轿车电子点火系统电路故障检修	108
四、富康轿车电子点火系统电路故障检修	113
五、北京切诺基汽车电子点火系统电路故障检修	118
六、解放牌 CA1092 型载货汽车电子点火系统的故障检修	122
七、整体式分电器的电子点火电路故障检修	124
八、电子点火系统使用与维修注意事项	127
第三节 典型电子点火控制系统电路故障分析与诊断	127
一、电子点火控制系统故障自诊断	127
二、北京切诺基汽车电子点火控制系统电路故障检修	130
三、丰田皇冠轿车电子点火控制系统电路故障检修	143
四、奥迪 100 型汽车电子点火控制系统电路故障检修	156
五、桑塔纳 2000GSI 型轿车电子点火控制系统电路故障检修	168
六、电子点火控制系统的故障诊断原则及使用与维修注意事项	173
第七章 点火系统故障检修实例	175
第一节 传统点火系统故障检修实例	175
一、松花江微型载货车不能起动	175
二、解放牌 CA1091 型载货汽车高温时自动熄火	176
三、东风 EQ1090 型载货汽车行驶中加速困难且排气管放炮	176
四、长安牌汽车行驶途中排气管放炮	177
五、解放牌 CA1091 型载货汽车起动后立即熄火	178
六、天津大发 TJ1010 旅行车发动机起动后立即熄火	178
七、天津夏利轿车热车时不能起动或运转不正常	179
八、东风 EQ1090 型载货汽车断电器触点频繁烧坏	180
九、东风 EQ1090 型载货汽车在发动机高速运转时出现熄火现象	180
十、松花江牌微型面包车停驶后不能起动	181
十一、夏利 TJ7100 型轿车阴雨天突然熄火或怠速不稳	182
十二、东风 EQ1090 型载货汽车行驶无力	183
十三、金杯面包车突然减速时排气管放炮	183
十四、解放牌 CA1091 型载货汽车起动困难	184
十五、夏利轿车在变速时熄火	185
第二节 电子点火系统故障检修实例	185
一、捷达轿车发动机不能起动	185
二、桑塔纳 GX 轿车起动困难且排气管有“突、突”声	186
三、东风 EQ1030 客货车化油器回火且排气管放炮	187
四、北京切诺基越野车行驶中自行熄火	187
五、丰田小轿车行驶无力且排气管放炮	188
六、解放牌 CA1091 型载货汽车不能起动	189

七、上海桑塔纳轿车怠速不稳	189
八、解放牌 CA1092 型载货汽车无法起动	190
九、雷诺牌轿车发动机自动熄火	191
十、丰田皇冠 2.0 轿车热机无怠速	192
十一、上海桑塔纳轿车加速发闷且动力下降	192
十二、解放牌 CA1021 皮卡车不能起动	193
十三、上海桑塔纳轿车左转向时突然熄火	193
十四、奥迪 100 型轿车不能起动	194
十五、解放牌 CA1046L 型汽车行驶中突然熄火	195
十六、上海桑塔纳轿车点火线圈连接烧坏	196
第三节 电子点火控制系统故障检修实例	196
一、桑塔纳 2000GSi 型轿车发动机热车时怠速抖动	196
二、红旗 CA7180AE 型轿车突然熄火后无法起动	198
三、上海大众 POLO 轿车不能起动	198
四、奔驰 S600 轿车加速不良且 ASR 灯亮	199
五、长安之星 SC6350C 型汽车不能起动	200
六、桑塔纳 2000GSi 轿车发动机不能起动	201
七、奥迪五缸轿车怠速不稳且加速不良	203
八、奥迪 A6 轿车突然熄火后不能起动	203
九、桑塔纳 2000GSi 型轿车事故修理后不能起动	204
十、奇瑞风云轿车发动机熄火后不能起动	205
十一、丰田佳美轿车行驶中偶尔熄火且热车起动困难	206
十二、奔驰轿车 600SEL 轿车加速不良	206
十三、丰田佳美轿车突然熄火后不能起动	208
十四、大宇王子 1.8L 轿车起动困难	209
十五、富康轿车不能起动	210
十六、黑豹载货汽车不能起动	212
十七、桑塔纳 2000GSi 型轿车加速无力且油耗增加	213
十八、广州丰田凯美瑞轿车热车时抖动	214
十九、东风 EQ1092F 型载货汽车不能加速	215
二十、长安面包车行驶中突然熄火	216
二十一、丰田雷克萨斯 LS400 型轿车行驶中发动机抖动后熄火	216
二十二、丰田至尊牌汽车行驶中发动机突然降速	217
二十三、本田雅阁 2.2L 轿车不能起动	219
二十四、丰田子弹头面包车发动机突然熄火	220
参考文献	221

第一章 点火系统概述

第一节 点火系统的基本要求

汽油发动机点火系统的作用是适时地产生电火花，点燃压缩终了的混合气，以使发动机能通过混合气的燃烧做功。为确保发动机稳定可靠地工作，对点火系统的基本要求是：要有足够高的电压、充足的点火能量、适当的点火时间。

一、点火系统所产生的电压要足够高

1. 电火花的产生

电火花可能谁都见过，雷鸣时的闪电、在插或拔电源插头时的跳火、在汽车电路中线路连接点瞬间断路或短路时的跳火等，这些都是由电弧放电形成的电火花。

以图 1-1 所示的电极间加直流电压 U_j 为例，说明电火花是如何产生的。电源使正负电极有电荷集聚，使正负电极之间形成电场 E 。提高电压 U_j ，正负电极之间电场 E 相应增强。当 E 增强至某一极限时，电极之间的气体分子就被电离，形成一个电荷运动的通道，正负电极之间就产生电弧放电。电弧放电实际就是负电极的电子经电离的气体“跳跃”到了正电极，同时产生了电火花。

2. 汽油发动机点火电压的影响因素

点火系统用于产生电火花，点燃混合气的电极组件称为火花塞，火花塞的电极伸入到发动机气缸燃烧室内。火花塞的点火在发动机压缩行程终了时进行，火花塞电极之间的混合气压力较高，因而电极之间需要有很强电场才能使气体电离。使火花塞电极跳火所需的电压称为击穿电压 U_j （或称点火电压），而 U_j 的高低与发动机工况及火花塞电极的状况有关。

（1）发动机工况

气缸内的混合气压力高、温度低时，气体的密度相对较大，气体电离所需的电场力就大，所需的击穿电压也就高。发动机在不同工况下，其压缩终了混合气的压力和温度不相同。因此，当发动机的转速和负荷改变

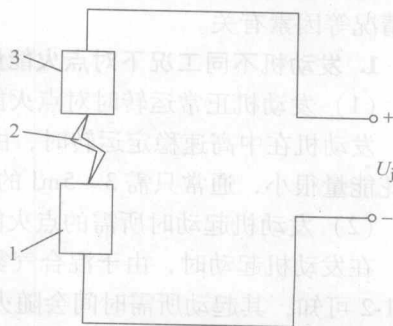


图 1-1 电火花的产生

1—负电极 2—电火花 3—正电极

时,火花塞的击穿电压也随之而变。

(2) 火花塞电极的温度和极性

当火花塞电极的温度超过混合气温度时,击穿电压可降低 30% ~ 50%。这是因为在电极温度高时,包围在电极周围的气体密度相对较低,气体容易被电离。由于火花塞中心电极的温度相对较高,因此当火花塞的中心电极为负时,火花塞电极的击穿电压可降低 20% 左右。

(3) 火花塞的间隙和形状

在同样的电压下,火花塞电极间的电场随其间隙的增大而减弱,要使电极间隙间的气体电离所需的电压就得升高。火花塞电极较细或电极表面有沟棱时,在同样的电压下,其电场的最强处要大于较粗、表面平坦的电极,因此所需的击穿电压可降低。

此外,火花塞电极上积油、积炭时,其击穿电压会相应升高。

3. 对点火系统电压的要求

如果点火系统所能产生的最高次级电压为 U_{2m} ,那么要使发动机在任何工况和状态下火花塞都能可靠跳火,就必须满足:

$$U_{2m} > U_{jm}$$

U_{jm} 为最高点火电压,发动机在正常工作温度且较高转速下,其击穿电压并不高。但是,在发动机冷机起动时,由于气缸壁、活塞及火花塞电极都处于冷态,吸入的混合气温度低,雾化不良,压缩时混合气温度也较低,再加之火花塞电极之间可能积有机油和汽油(冷机起动时提供较浓混合气,火花塞很容易积汽油),因此击穿电压比发动机正常工作时要高很多。此外,在汽车加速时,由于大量的冷空气突然进入气缸,使火花塞中心电极温度降低,气缸压力升高,因而其击穿电压也较高。

为了保证点火可靠,点火系统必须有一定的高压储备,使之在任何情况下,送往火花塞电极间的电压均高于火花塞的击穿电压。因此,通常要求 U_{2m} 在 20kV 以上。但次级电压过高将造成绝缘困难,使点火系统的成本提高。因此,点火系统的最高次级电压也不能太高。现代汽车汽油发动机的最高次级电压大都为 30kV 左右。

二、点火系统所具有的点火能量要充足

火花塞跳火后,能否确保可燃混合气迅速燃烧,还要看电火花是否有足够的能量。点燃混合气所必须的最低能量,与混合气的成分、浓度、火花塞电极间隙和电极形状及发动机工作情况等因素有关。

1. 发动机不同工况下对点火能量的要求

(1) 发动机正常运转时对点火能量的要求

发动机在中高速稳定运转时,由于混合气压缩终了的温度已接近自燃温度,因而所需的火花能量很小,通常只需 3 ~ 5mJ 的火花能量就可以使混合气迅速燃烧起来。

(2) 发动机起动时所需的点火能量

在发动机起动时,由于混合气雾化不良,电极温度低,因此,所需的火花能量最高。从图 1-2 可知,其起动所需时间会随火花能量的增加而减少。要使发动机起动迅速可靠,点火能量需要在 100mJ 以上。

(3) 发动机其他工况下的点火能量需求

发动机在怠速、急加速工况时,由于混合气的温度较低或混合气过浓、过稀等原因,需要有较高的点火能量才能保证混合气可靠燃烧。

2. 发动机节能与排放控制对点火能量的要求

现代汽车为了提高其经济性和降低废气污染物浓度,通常采用较难点燃的稀混合气,且又要求其迅速、完全地燃烧。这需要电火花有较大的能量,通常需要有50~80mJ的点火能量。

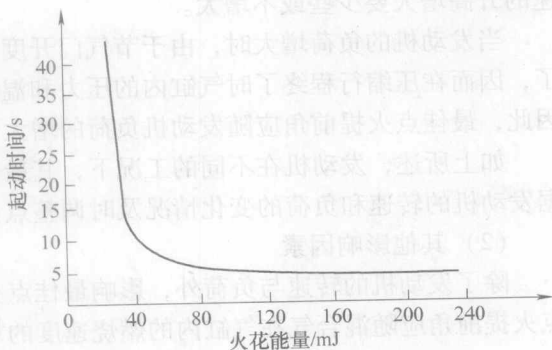


图 1-2 火花能量与起动时间的关系

总之,现代汽车为确保汽车起动迅速可靠、怠速平稳、加速性好,要求点火系统有足够的点火能量;为使汽车在运行过程中能始终保持混合气100%的点燃率,且混合气点燃后能燃烧迅速、及时、完全,以达到节能和降低排气污染的目的,对点火系统所具有的点火能量也提出了更高的要求。

三、点火系统控制的点火时间要适当

汽油发动机的最佳点火时间,应以发动机发出的功率最大,燃料消耗量最低以及是否产生爆燃等几方面来衡量。

由于火花塞电极跳火后,气缸内混合气的燃烧不是瞬间完成的,这个过程需要约千分之几秒的时间,混合气需要先经诱导期,然后进入迅速燃烧期,因此汽油发动机的点火时间是在压缩终了前的某一时刻。点火时间通常以点火提前角来表示,点火提前角是指从火花塞电极间开始跳火到活塞运行到压缩终了上止点的曲轴转角。

1. 点火时间对发动机功率的影响

理论与实践证明,最理想的点火时间是使发动机气缸内的燃烧最高压力出现在压缩终了上止点后 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$,这可使混合气的燃烧产生的机械功率达到最大。

如果点火时间过早(点火提前角过大),混合气的大部分燃烧在压缩行程进行,压缩行程活塞上行的阻力增大,导致发动机功率下降、油耗增加,且发动机容易产生爆燃。

如果点火时间过迟(点火提前角过小),混合气的大部分燃烧在活塞下行时进行,混合气燃烧的时间延长,且燃烧产生的最高压力和温度下降,也会导致发动机功率下降、油耗增加。过长的燃烧时间还容易引起发动机过热、排气管放炮。

2. 影响点火时间的因素

(1) 发动机转速与负荷

发动机最佳的点火提前角并不是固定不变的,当发动机的转速与负荷改变时,点火提前角也应作相应调整才能使点火时间保持在最佳状态。

当发动机转速升高时,在同一时间内曲轴过的角度增大了,如果混合气的燃烧速率不变,则最佳点火提前角应随发动机转速的升高而增大,它们之间成线性关系。实际上,转速升高后,由于混合气的压力和温度的随之提高以及扰流的增强,会使燃烧速度加快,因而最佳点火提前角随转速的上升而增大应该是一种非线性关系,在高速范围,点火提前角随转

速的升高增大要少些或不增大。

当发动机的负荷增大时,由于节气门开度增大,在同一转速下吸入气缸的混合气量增加了,因而在压缩行程终了时气缸内的压力和温度均会增高,这会使混合气的燃烧速度加快。因此,最佳点火提前角应随发动机负荷的增大而减小。

如上所述,发动机在不同的工况下,其最佳的点火提前角度不同,因而点火系统应根据发动机的转速和负荷的变化情况及时调整点火时间,以确保混合气的燃烧及时、完全。

(2) 其他影响因素

除了发动机的转速与负荷外,影响最佳点火提前角的因素有很多。在一定转速下,最佳点火提前角应随混合气在气缸内的燃烧速度的加快而减小。

1) 起动及怠速 虽然发动机起动和怠速时混合气的燃烧速度较低,但由于曲轴的转速也很低,混合气全部燃烧时间只占较小的曲轴转角。如果在起动和怠速时点火提前角与其他工况下相同,则会使大部分燃烧在压缩行程进行,甚至燃烧过程在活塞达到压缩行程上止点以前结束而使发动机反转,影响发动机的正常起动和怠速的稳定性。因此,发动机在起动和怠速时,点火提前角应减小,一般为 $5^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 或不提前。

2) 汽油的辛烷值 汽油的辛烷值与发动机的爆燃有密切关系,汽油的辛烷值高(汽油的标号高),其抗爆性越好,不易形成爆燃,为提高发动机的燃烧效率,应适当增大点火提前角;汽油的辛烷值越低,抗爆性越差,混合气燃烧速度就越快,所以应减小点火提前角。

3) 压缩比 发动机的压缩比大,压缩行程终了时混合气的压力和温度高,混合气的燃烧速度快。因此,随着压缩比的增大,点火提前角应适当减小。

4) 混合气的浓度 混合气的浓度不同,其燃烧速度也不同,故其最佳的点火提前角也应有所变化。试验证明,当混合气的浓度为 $\lambda = 0.8 \sim 0.9$ 时,混合气的燃烧速度最快。因此,当混合气过浓或过稀时,由于其燃烧速度较低,点火提前角应适当地增大。

5) 火花塞的数量与安装位置 在同一气缸内装有两个火花塞时,由于火焰传播的路程较短,燃烧过程的时间也较短,因此点火提前角应比用一个火花塞时小。此外,点火提前角的大小与火花塞的安装位置也有关系,火花塞的位置有利于燃烧速度提高的,点火提前角就应适当减小。

6) 进气压力和温度 进气压力和温度较低时,由于混合气的雾化和扰流较差,使混合气的燃烧速度降低,因而点火提前角应适当增大。

7) 发动机的温度 当发动机的温度较低时,混合的雾化相对较差,压缩终了混合气的温度也相对较低,这会使混合气的燃烧速度有所降低。因此,在发动机低温状态下,其点火提前角应适当增大。

从上述影响点火提前角的情况看,发动机型号不同、工作状态和条件不同,其最佳点火提前角也应不同,需要时,应进行静态(发动机不工作时)和动态(发动机运行时的自动控制)调整。

第二节 点火系统的发展概况与类型

一、点火系统的发展概况

点火系统作为汽油发动机必不可少的组成部分,伴随着汽车技术发展而不断地完善,已

达到了很高的水平。

1886年,第一辆以四循环内燃机为动力的汽车使用的是磁电机点火系统。这种点火装置依赖于自身的发电来提供电能,能满足单缸或双缸汽油发动机的点火要求,但对于运行平稳性和动力性更高的多缸汽油发动机则不能适应了。

1907年,美国人首先在汽车上使用了蓄电池点火装置,这种用蓄电池和发电机来提供电能的点火系统采用了点火线圈,通过断电器触点来控制点火线圈初级电流的通断,使次级适时地产生高压。这种能满足多缸发动机点火需求的点火装置一直沿用至今。当然,现在的蓄电池点火装置比当初的要先进得多。

最初的蓄电池点火系统无点火提前角自动调节装置,在汽车发动机运行过程中不能对点火提前角进行调节或依赖于驾驶员自己手动调节。一直到了1931年,美国人才首先使用了能根据发动机负荷和转速自动调节点火提前角的真空、离心点火提前调节装置。此后,这种触点式点火装置逐步得到完善,在汽车上得到了广泛的应用,并被称为“传统点火系统”。

随着人们对汽车发动机动力性、经济性及排放控制要求的日益提高,传统的触点式点火系统,其触点本身所固有的缺陷也越来越显现出来。20世纪60年代初期,出现了晶体管辅助点火系统,这种点火系统增加了一个电子放大器,通过增大点火线圈初级电流使点火性能得到了较大的提高,我国在20世纪80~90年代还在个别车型上使用。

晶体管辅助点火系统还保留了触点,不能完全消除由触点本身所造成的缺点。因此,在20世纪60年代末期很快就被无触点的电子点火系统所取代。无触点电子点火系统较为彻底地解决了传统点火系统由于触点所带来的一系列问题。因此,从开始使用至今,在汽车上得到了广泛的应用。

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、离心点火提前调节装置,使汽油发动机的点火时间控制与发动机的实际需要更趋于一致。此后,微处理器控制的电子点火系统的应用日渐增多,并与汽油喷射、怠速等发动机其他电子控制系统一起,实现了发动机的集中电子控制。随着汽油发动机汽油喷射系统全面取代化油器的到来,电子点火控制系统在汽车上的使用也日趋普及。

二、点火系统的类型

点火系统发展至今,已有多种类型,现以不同的分类方式,将各种点火系统的特点及目前使用情况加以概括。

1. 按点火系统的电源不同分

如果按照点火系统电能的来源不同分类,有磁电机点火装置和蓄电池点火装置两种类型。

(1) 磁电机点火装置

磁电机点火装置(图1-3)由磁电机本身产生点火所需的电能,即磁电机首先由发动机带动其转动发电,

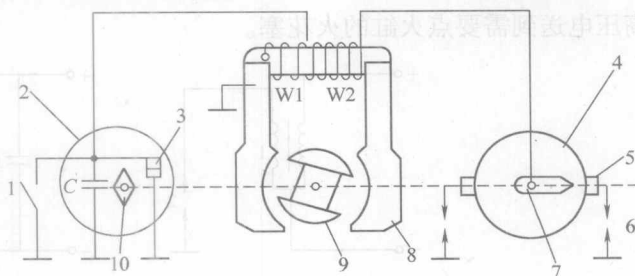


图1-3 磁电机点火装置

- 1—断火开关 2—断电器 3—触点 4—配电器
5—配电器旁电极 6—火花塞 7—配电器转子
8—铁心 9—永久磁铁转子 10—断电器凸轮
W1—初级绕组 W2—次级绕组

发出的低压电通过升压装置产生点火所需的高压电,然后再输送给火花塞,产生点燃混合气的电火花。由于结构本身的原因,磁电机点火系统仅适用于单缸或两缸的汽油发动机。磁电机点火系统在汽车上早已不使用,目前在一些摩托车还有少量的应用。

(2) 蓄电池点火装置

蓄电池点火装置点火所需的电能来源于蓄电池(起动时)和发电机(发动机正常工作时),通过点火线圈和断电器或电子点火器的配合,使点火线圈初级电流适时地通断,完成储能和产生高压过程,再通过配电器按点火顺序将高压送往各缸火花塞。蓄电池点火系统适用于多缸发动机,目前汽车上使用的点火装置均属此类。

2. 按点火系统储存点火能量的方式不同分

点火系统在产生高压电并使火花塞电极跳火以前,有一个储存从电源获取电能的过程,所储存的能量称为初级点火能量。按照初级点火能量的储存方式不同分,有电感储能式和电容储能式两种点火系统(图 1-4)。

(1) 电感储能式

电感储能式点火系统在产生高压点火前,从电源获取的能量以电感线圈建立磁场能量的方式储存点火能量(图 1-4a)。电感线圈储存初级点火能量 W_L 的大小与线圈的电感量 L 和线圈所形成的电流 I 的平方成正比,即

$$W_L = \frac{1}{2} LI^2$$

电感储能式点火系统,由点火线圈的初级绕组储存初级点火能量,这种类型的点火系统是汽车发动机普遍采用的点火系统。

(2) 电容储能式

电容储能式点火系统在产生高压点火前,从电源获取的电能以电容器建立电场能量的方式储存点火能量(图 1-4b)。电容器储存初级点火能量 W_C 的大小与电容器的电容量 C 和电压 U 的平方成正比,即

$$W_C = \frac{1}{2} CU^2$$

电容储能式点火系统设置专门的储能电容器储存初级点火能量,需要点火时,电容器向点火线圈初级绕组放电,在点火线圈初级绕组通电的瞬间,次级产生高压电,再由配电器将高压电送到需要点火缸的火花塞。

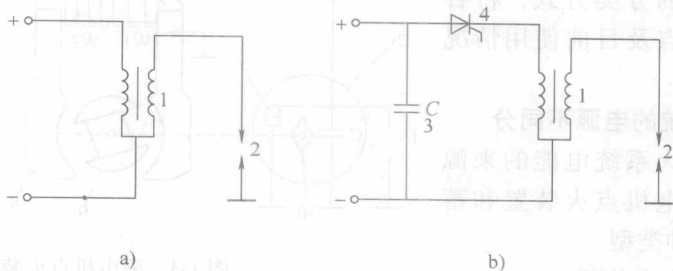


图 1-4 点火系统能量储存方式示例

a) 电感储能式 b) 电容储能式

1—电感线圈 2—火花塞 3—储能电容 4—晶闸管

电容储能式点火系统的突出优点是最高次级电压稳定、受火花塞积炭的影响小、能量转换效率高,其缺点是电火花的持续时间很短,低速时的工作可靠性低。因此,电容储能式点火系统在汽车上很少使用。

3. 按点火系统的结构形式不同分

汽车上广泛采用的是电感储能式点火系统,按照其结构形式不同分,点火系统可分为触点式、晶体管辅助式、无触点电子式(图 1-5)、微处理器控制式等几种类型。

(1) 触点式点火系统

触点式点火系统也被称为传统点火系统,其基本结构形式如图1-5a所示。传统点火系统依赖于断电器触点控制点火线圈初级电流的通断,因而存在缺陷,现在基本上已被淘汰,只是在一些较早生产的汽车上使用。

(2) 晶体管辅助点火系统

晶体管辅助点火系统的电子电路部分也被称为点火能量放大器,其基本结构形式如图1-5b所示。这种点火系统利用晶体管的放大作用,在减小断电器触点工作电流的同时,增大了点火系统初级电流,因而提高了点火系统的初级点火能量和工作可靠性。由于这种点火系统还有触点,未能完全消除触点式点火系统的缺陷。因此,已被无触点的电子点火系统所取代。

(3) 无触点电子点火系统

无触点电子点火系统由点火信号发生器和电子点火器替代了传统点火系统中断电器的作用(图 1-5c),彻底地消除了触点式点火系统由触点所带来的种种缺陷,被现代汽车广泛采用。

无触点电子点火系统按点火触发信号的产生方式不同分,又有磁感应式、光电式、振荡式和霍尔效应式等不同的形式,其中振荡式使用非常少。

(4) 微处理器控制的电子点火系统

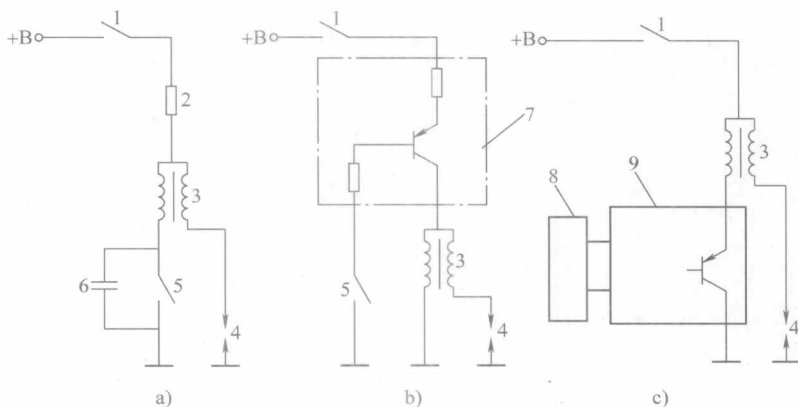


图 1-5 各种点火系统基本构成示意图

- a) 触点式点火系统 b) 晶体管辅助式点火系统 c) 无触点电子式点火系统
 1—点火开关 2—附加电阻 3—点火线圈 4—火花塞 5—断电器触点 6—电容器
 7—晶体管放大器 8—点火信号发生器(或发动机电子控制器)
 9—电子点火器(或称点火控制模块)

微处理器控制的电子点火系统改变了传统点火系统的点火提前角调节方式,微处理器根据发动机转速、发动机负荷及其他传感器的信号,经计算、分析与处理后向电子点火器输出点火控制信号,将点火提前角控制在最佳范围之内,从而降低了发动机的油耗和排气污染。

以微处理器为控制核心的发动机集中电子控制系统除了控制点火时间外,还可同时控制燃油喷射、发动机怠速、废气再循环、炭罐通气等。

图 2-1 所示为微机控制点火系统的基本原理图。图中,微机 ECU 接收来自转速传感器、负荷传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器等信号,经计算、分析与处理后,向点火器输出点火控制信号。点火器根据 ECU 输出的点火控制信号,控制点火线圈的初级电路,使点火线圈产生高压电,经分电器分配到各缸火花塞,点燃混合气。

图 2-1 微机控制点火系统的基本原理图

1. 点火控制信号的产生

微机 ECU 接收来自转速传感器、负荷传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器等信号,经计算、分析与处理后,向点火器输出点火控制信号。点火器根据 ECU 输出的点火控制信号,控制点火线圈的初级电路,使点火线圈产生高压电,经分电器分配到各缸火花塞,点燃混合气。

2. 点火线圈的初级电路

点火线圈的初级电路由点火开关、点火线圈、点火器组成。点火开关控制点火线圈的初级电路的通断,点火器根据 ECU 输出的点火控制信号,控制点火线圈的初级电路的通断。

3. 点火线圈的次级电路

点火线圈的次级电路由点火线圈、分电器、火花塞组成。点火线圈的次级电路产生高压电,经分电器分配到各缸火花塞,点燃混合气。



图 2-1 微机控制点火系统的基本原理图

1. 点火控制信号的产生

微机 ECU 接收来自转速传感器、负荷传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器等信号,经计算、分析与处理后,向点火器输出点火控制信号。点火器根据 ECU 输出的点火控制信号,控制点火线圈的初级电路,使点火线圈产生高压电,经分电器分配到各缸火花塞,点燃混合气。

2. 点火线圈的初级电路

点火线圈的初级电路由点火开关、点火线圈、点火器组成。点火开关控制点火线圈的初级电路的通断,点火器根据 ECU 输出的点火控制信号,控制点火线圈的初级电路的通断。

3. 点火线圈的次级电路

点火线圈的次级电路由点火线圈、分电器、火花塞组成。点火线圈的次级电路产生高压电,经分电器分配到各缸火花塞,点燃混合气。

第二章 传统点火系统

第一节 传统触点式点火系统的原理与特性

传统的触点式点火系统经历了一百多年的发展,其结构和性能不断地完善,几乎达到了完美的程度。但由于其结构原理本身固有的缺陷,被现代汽车所淘汰也是必然的。新出厂的汽车已不再使用触点式点火系统,但一些较早生产的汽车有的还使用触点式点火系统。本章介绍传统点火系统的主要目的是使读者能全面了解点火系统的结构类型,在熟悉触点式点火系统的基础上,能更好地学习并掌握电子点火系统的结构、原理及故障检修。

一、传统触点式点火系统的工作原理

1. 传统触点式点火系统的基本组成

传统触点式点火系统的组成如图 2-1 所示,主要由点火线圈、分电器、火花塞及其他附

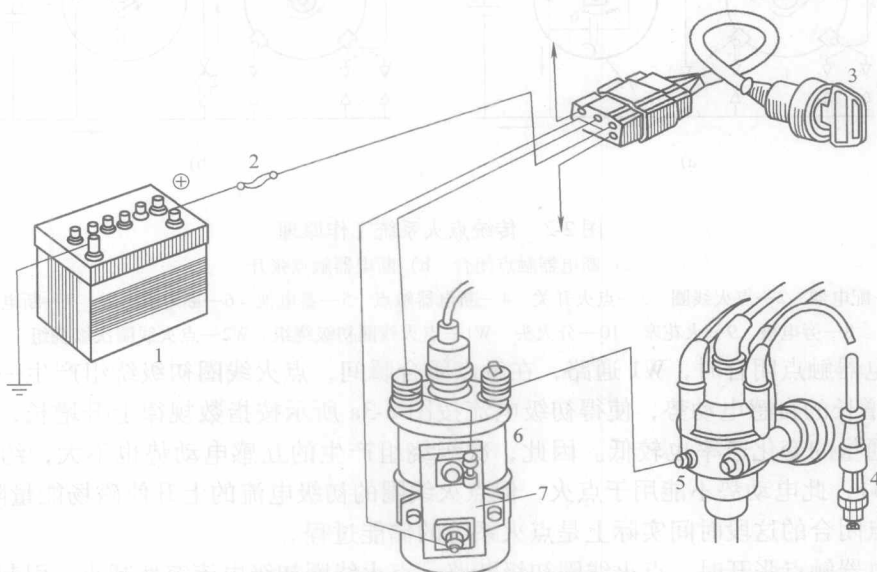


图 2-1 传统触点式点火系统的组成

1—蓄电池 2—易熔线 3—点火开关 4—火花塞 5—分电器 6—点火线圈 7—点火线圈附加电阻