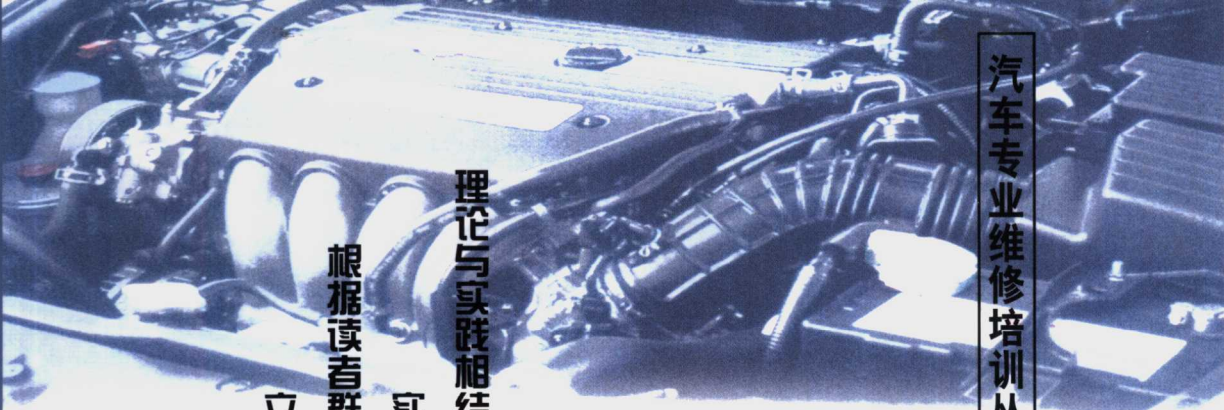




汽车专业维修培训丛书

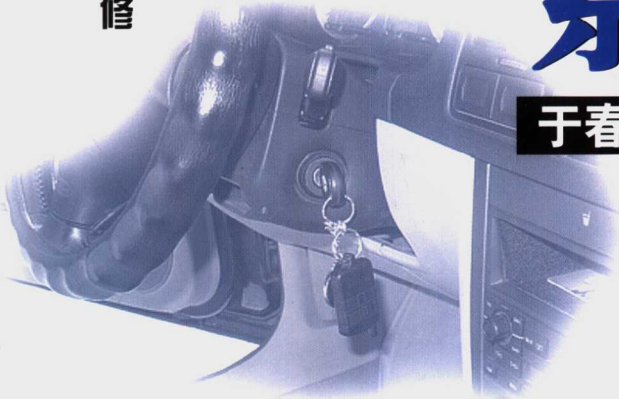
理论与实践相结合，实用性强

实例丰富，代表性强

根据读者群体组织资料，针对性强

立足结构，突出实践技能培养，重在检测维修

点火系统



于春鹏 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

汽车专业维修培训丛书

点 火 系 统

于春鹏 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

点火系统/于春鹏主编. —北京:化学工业出版社,
2005.5

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-7144-2

I. 点… II. 于… III. 汽车-点火系统-车辆修理
IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 051527 号

汽车专业维修培训丛书

点 火 系 统

于春鹏 主编

责任编辑:周国庆 周 红

文字编辑:麻雪丽

责任校对:洪雅姝

封面设计:于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 137 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7144-2

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《汽车专业维修培训丛书》编写委员会

主 任 齐晓杰

副主任 张金柱

委 员 (按姓氏笔画排序)

刁国强 于春鹏 王悦新 石美玉

齐晓杰 纪峻岭 苏清源 李 伟

李涵武 张 毅 张金柱 岳邦贤

赵雨旸 洪慕绥 鲍 宇

目 录

第 1 章 点火系统结构与工作原理	1
1.1 简述	1
1.2 点火线圈	4
1.2.1 点火线圈基本结构	4
1.2.2 高电压产生的原理	5
1.2.3 点火线圈的工作过程	7
1.2.4 带电阻器的点火线圈	9
1.3 分电器.....	10
1.3.1 断电器.....	10
1.3.2 电容器.....	10
1.3.3 点火提前装置.....	12
1.3.4 配电器.....	14
1.4 火花塞.....	15
1.4.1 火花塞结构.....	15
1.4.2 点火性能.....	16
1.4.3 火花塞的热特性.....	17
1.4.4 白金尖火花塞.....	18
1.5 晶体管点火系统.....	18
1.5.1 信号发生器.....	18
1.5.2 点火器.....	23
1.5.3 集成式点火总成.....	28
1.6 微机控制点火系统.....	29
1.6.1 系统组成与工作原理.....	29
1.6.2 点火提前角控制.....	31
1.6.3 通电时间控制.....	34
1.6.4 爆震控制.....	34
1.6.5 无分电器点火系统.....	39

第2章 故障诊断与维修	43
2.1 点火正时	43
2.2 点火系统主要部件的故障与检修	44
2.2.1 分电器的故障与检修	44
2.2.2 电容器的故障与检修	46
2.2.3 点火线圈的故障与检修	48
2.2.4 火花塞的故障与检修	48
2.2.5 信号发生器	50
2.2.6 点火器(电子点火组件)的检查	52
2.3 点火系统的故障诊断	54
第3章 典型点火系统结构与维修	57
3.1 美国车系点火系统结构与维修	57
3.1.1 通用计算机控制点火系统结构及故障检修	57
3.1.2 克莱斯勒计算机控制点火系统结构与故障检修	75
3.1.3 福特计算机控制点火系统结构及故障检修	81
3.2 日本车系点火系统结构与故障维修	97
3.2.1 丰田皇冠3.0发动机点火系统检修	97
3.2.2 丰田凌志汽车电控点火系统的检修	106
3.2.3 本田雅阁电控点火系统的检修	114
附录 发动机电控系统常用缩略语中英文对照表	117
参考文献	123

第 1 章 点火系统结构与工作原理

1.1 简 述

汽油发动机吸入了汽缸的燃油和空气的混合气，在压缩行程终了时需经电火花点燃，才能使混合气燃烧产生强大的压力，推动活塞运动而做功。因此，必须在汽油发动机上装配一套能在汽缸中产生电火花的装置称为点火系统，其基本结构如图 1-1 所示。

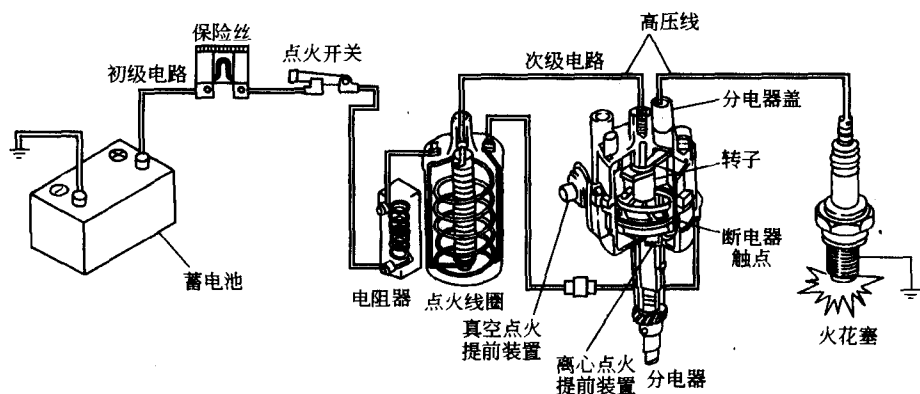


图 1-1 点火系统基本结构

(1) 汽油发动机有效运作必备的条件

- ① 较高的压缩压力。
- ② 正确的点火时刻和强烈的火花。
- ③ 良好的可燃混合气。

(2) 对点火系统的要求 为保证在各种使用条件下均能可靠地点燃混合气，对点火系统有如下要求。

① 能产生足以击穿火花塞电极间隙的电压 可燃混合气在汽缸内压缩时，火花很难穿过空气层（因为空气层有一定电阻，这一电阻随空气的压缩程度而增大），因此，必须有足够高的电压才能保证击穿火花塞电极间隙而产生点

火花。

② 产生的火花应具有足够的能量 要使混合气可靠点燃，火花塞产生的火花应具有一定的能量，发动机正常工作时，所需的火花能量很小，约 $1 \sim 5\text{mJ}$ ，而冷启动时因工作条件恶劣，则需产生至少 100mJ 的火花能量。

③ 点火时间应适应发动机的工作情况 点火系统应按发动机的工作顺序进行点火，且必须在最有利的时刻点火，只有这样才能保证发动机输出功率最大、油耗最小。

(3) 点火系统的发展变化

① 传统点火系统也称蓄电池点火系统、触点式点火系统。这种点火系统具有最基本的结构，在该系统中，通过用机械的方法接通和断开触点，使点火线圈的初级电流间歇流动，从而在点火线圈次级产生点火高压，如图 1-2 所示。

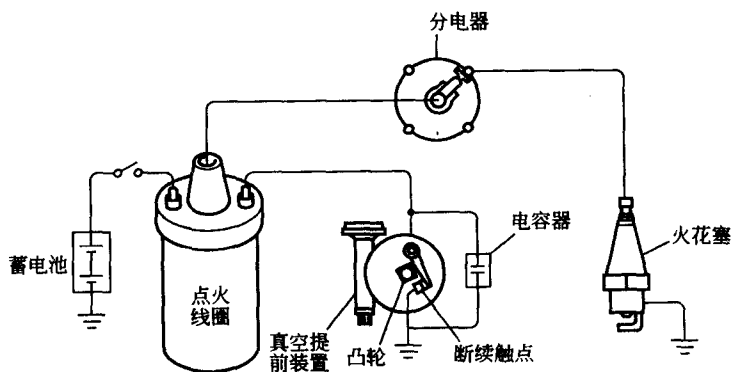


图 1-2 传统点火系统结构

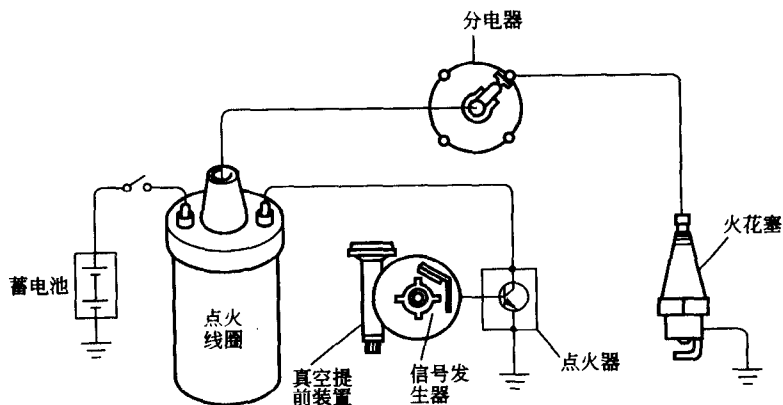


图 1-3 无触点电子点火系统结构

② 无触点电子点火系统 在该系统中，用信号发生器替代了老式触点结构，利用电子控制的方法使点火线圈的初级电流间歇流动，从而在点火线圈次级产生点火高压，如图 1-3 所示。

③ 普通微机控制点火系统 在该系统中，电控点火提前取代了传统的点火提前机构（真空及离心提前），并开始利用发动机电子控制单元控制点火提前，如图 1-4 所示。

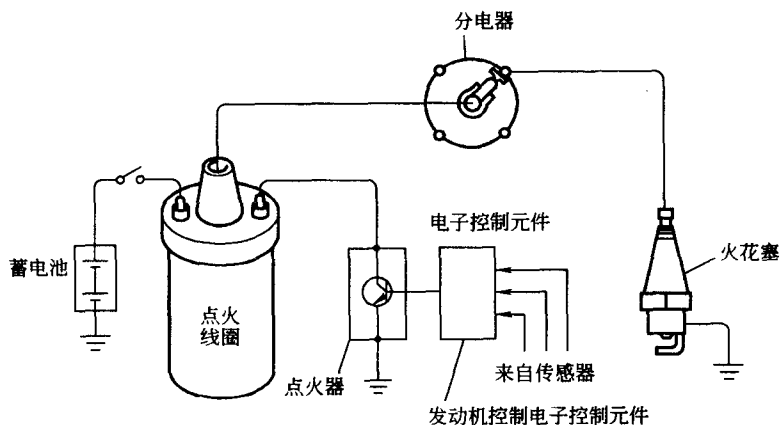


图 1-4 普通微机控制点火系统结构

④ 无分电器电子点火系统 简称 DLI（Distributor Less Ignition）系统。该系统使用多个点火线圈，直接向火花塞输送高压电，取消了机械式分电器结构，沿用了发动机电子控制单元控制点火提前的方法，如图 1-5 所示。

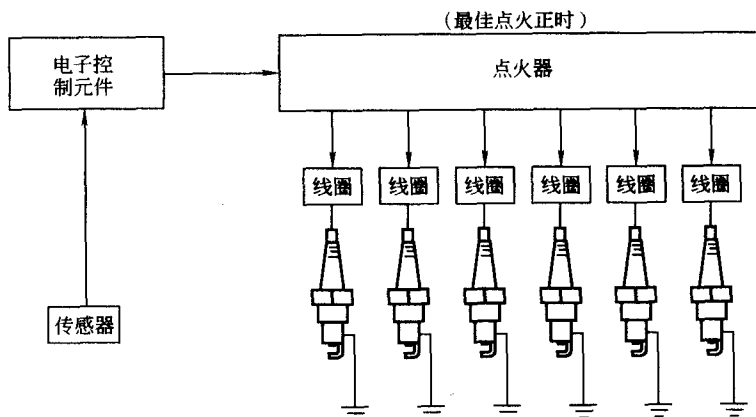


图 1-5 无分电器电子点火系统结构

1.2 点火线圈

1.2.1 点火线圈基本结构

点火线圈按磁路的结构形式不同，可分为开磁路式和闭磁路式两种。传统点火系统中广泛使用的是开磁路式点火线圈，闭磁路式点火线圈多用于高能电子点火系统。

(1) 开磁路式点火线圈 传统开磁路式点火线圈结构如图 1-6 所示。点火线圈的上端装有胶木盖，其中央突出部分为高压接线柱，其他接线柱为低压接线柱。根据低压接线柱数目，点火线圈分为两接线柱式和三接线柱式两种。点火线圈的铁心由硅钢片叠成，其上绕有次级绕组（直径为 $0.06 \sim 0.10\text{mm}$ 的漆包线绕 $11000 \sim 26000$ 匝）和初级绕组（用直径 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 的漆包线绕 $230 \sim 370$ 匝）。绕组和外壳之间，装有导磁用的钢片，外壳的底部装有瓷杯。

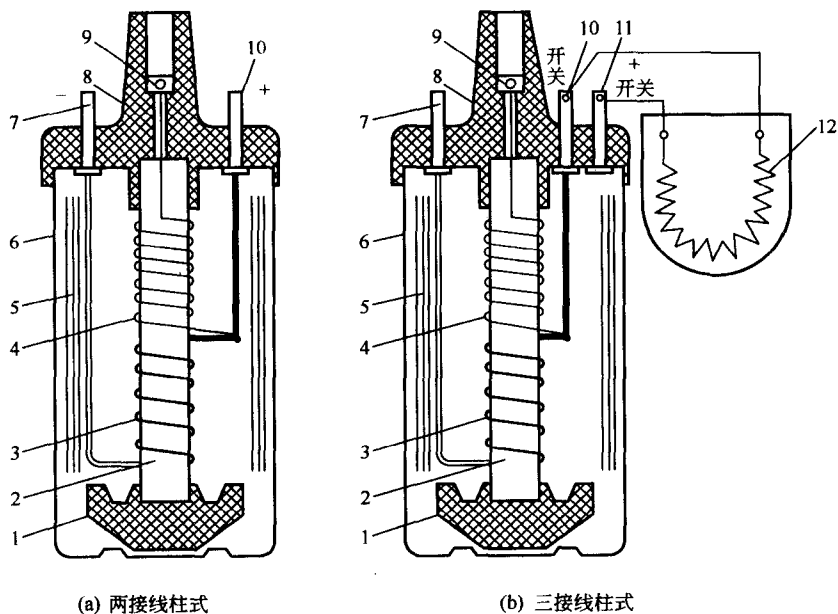


图 1-6 传统开磁路式点火线圈结构

- 1—瓷杯；2—铁心；3—初级绕组；4—次级绕组；5—导磁片；6—外壳；
7—低压接线柱负极；8—胶木盖；9—高压接线柱；10—低压接线柱
正极或“开关”；11—低压接线柱“开关”；12—附加电阻

为加强绝缘和防止潮气侵入,在外壳内填充石蜡和松香的混合物或者沥青和变压器油的混合物,前者称干式点火线圈,后者称湿式或油浸式点火线圈。

点火线圈低压接线柱的连接要正确,即“—”接线柱接至断电器触点,“+”接线柱接至点火开关,使初级电流从“+”接线柱流入,从“—”接线柱流出,这样才能保证高压电路为正极搭铁,即火花塞的中心电极为负极、旁电极为正极,可使火花塞的击穿电压降低 20% 左右。

(2) 闭磁路式点火线圈 其结构及磁路如图 1-7 所示。在“日”字形铁心内绕有初级和次级绕组,磁力线经铁心构成闭合磁路。为减少磁滞,常在铁心内侧设有一个微小的间隙。

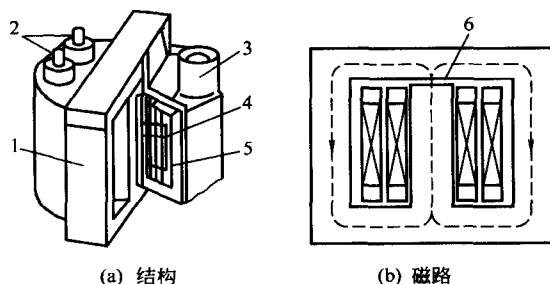


图 1-7 闭磁路式点火线圈结构及磁路

1—“日”字形铁心; 2—初级绕组接线柱;
3—高压接线柱; 4—初级绕组; 5—次级绕组; 6—空气间隙

闭磁路点火线圈的优点是漏磁少、磁阻小、能量损失小、能量变换率达 75% 以上,开磁路式点火线圈的能量变换率仅有 60% 左右。闭磁路式点火线圈采用热固性树脂作为绝缘填充物,外壳以热熔性塑料注射成型,绝缘性、密封性均优于开磁路式点火线圈,且体积日益小型化,可直接装在分电器盖上,使结构更加紧凑,并减小了次级分布电容,在电子点火系统中已被广泛采用。

1.2.2 高电压产生的原理

(1) 自感效应 电流流过线圈就会产生磁场,其结果是出现一个产生磁通的电动势,而这个磁通的方向正是阻止在线圈内产生磁通。所以,电路接通时,电流不能立即流过线圈,而是需要一段时间,电流才能增大。另外,当电流流过线圈并被突然切断时,在线圈内也产生一个电动势,其方向则是电流流动的方向,也就是阻止磁通消失的方向。因此,当电流开始在线圈内流动或电流被切断时,线圈内均产生电动势。这个电动势将阻止线圈内磁通的变化,此

现象就称为“自感效应”。电路原理如图 1-8 所示，感应线圈中电流与反电动势的变化如图 1-9 所示。

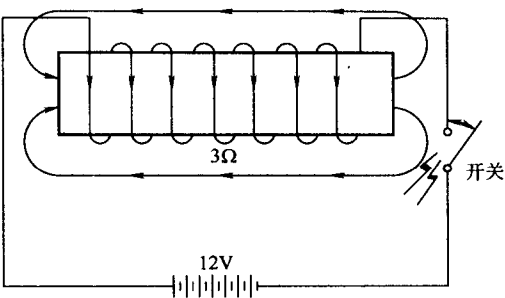


图 1-8 自感效应电路原理

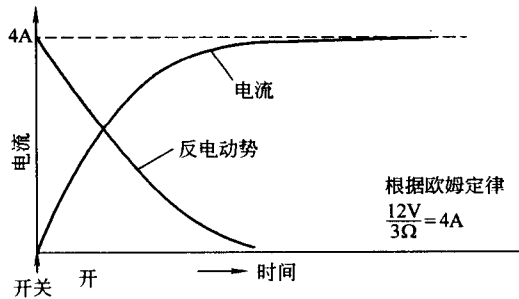


图 1-9 感应线圈中电流及反电动势的变化

(2) 互感效应 安装在同一铁心上的两个线圈，当其中一个线圈（初级线圈）内的电流发生变化时，在另一个线圈（次级线圈）内就会产生相应的电动势，其方向是阻止初级线圈内磁通的变化，此现象称为“互感效应”。当恒定电流流过初级线圈时，因磁通没有变化，所以次级线圈内则不产生相应的电动势，如图 1-10 所示。当开关断开时，初级线圈内电流被切断，原来产生的磁通将会消失，此时次级线圈内就会产生一个电动势，其方向是阻止这个磁通的消失，如图 1-11 所示。当开关再次闭合时，次级线圈内也会产生一个电动势，其方向是阻止初级线圈产生磁通，状态与电流被切断时刚好相反。由此可知，初级线圈电流被突然切断时，在初级线圈与次级线圈之间便会产生互感效应，导致点火线圈产生高压电流，如图 1-12 所示即为初级线圈和次级线圈之间的变化关系；而初级线圈电流刚被接通时，电流量的变化，也带来了磁通的变化，但是由于自感效应，初级线圈的电流并非突然增加，磁通量也是逐渐地变化，故次级线圈互感产生的电压达不到放电电压的要求。

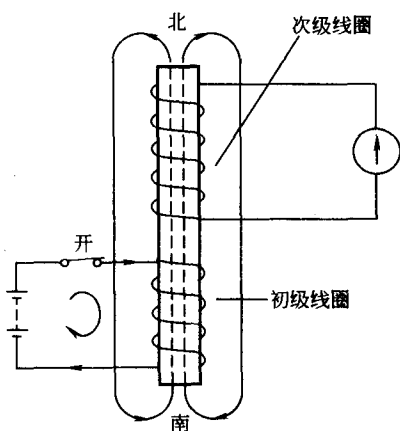


图 1-10 恒定电流流过初级线圈时无互感效应

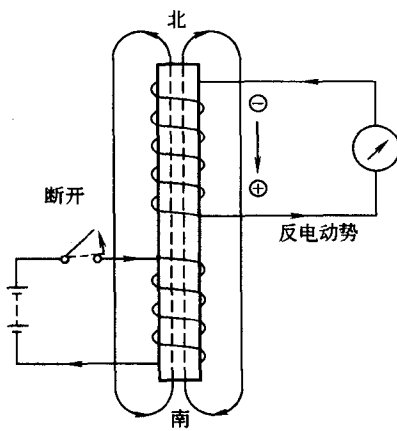


图 1-11 初级线圈电流变化时有互感效应

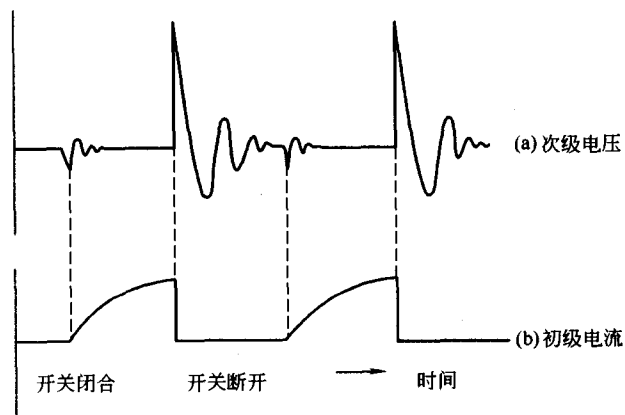


图 1-12 初级电流与次级电压的变化关系

感应电动势的大小一般取决于三方面因素：①线圈中产生的磁通量越大，感应电压越高；②线圈匝数越多，感应电压越高；③线圈内产生的磁通变化越快，感应电压越高。因此，要使互感效应产生的电动势（次级线圈产生的电压）较大，就必须保证初级线圈内的电流尽可能大且电流的切断要尽可能迅速。

1.2.3 点火线圈的工作过程

(1) 断电器触点闭合 初级电流由蓄电池正极流经初级线圈的正极端子、

负极端子、断电器触点至接地返回蓄电池负极，如图 1-13 所示。所以线圈周围便产生了磁力线，如图 1-14 所示。

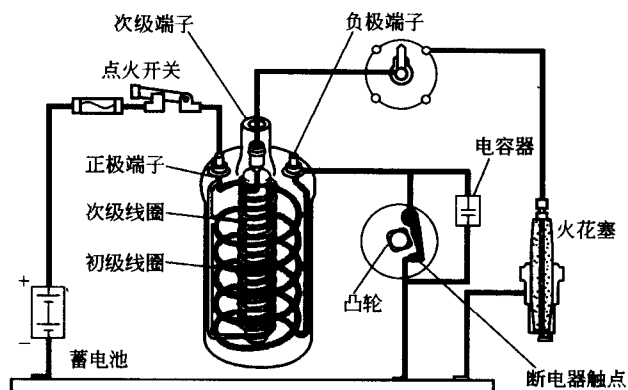


图 1-13 点火线圈工作电路

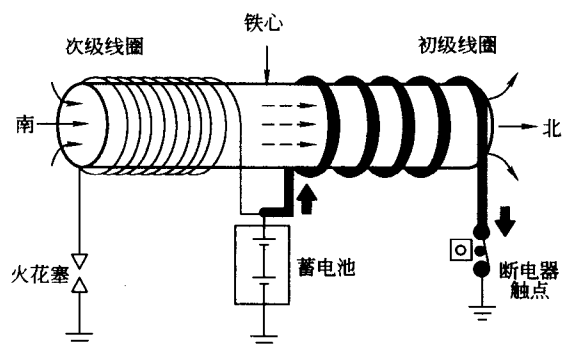


图 1-14 点火线圈工作结构示意图

(2) 断电器触点分开 当曲轴带动凸轮轴旋转时，分电器断电凸轮使触点分开，于是流经初级线圈的电流被突然中断。在初级线圈内产生的磁通开始减弱，由于初级线圈的自感效应和次级线圈的互感效应，使两线圈内均产生感应电动势，以阻止磁通的减弱。自感电动势升至 $200\sim 300\text{V}$ ，互感电动势则升至 $15\sim 20\text{kV}$ ，火花塞便产生火花放电。随着电流中断时间变短，磁通变化增加，结果是每个单位时间内都产生非常高的点火电压。

(3) 断电器触点再次闭合 当断电器触点再次闭合时，初级电流重新流入初级线圈，初级线圈的磁通开始增加。由于初级线圈的自感效应，产生一反电动势，阻止初级线圈内的电流增加，初级电流并非突然增加，因而导致次级线圈内无法产生较大的互感电动势。

1.2.4 带电阻器的点火线圈

(1) 带电阻器的点火线圈的构造 带电阻器的点火线圈增加了一个和初级线圈串联的电阻，与不带电阻器的点火线圈相比，可以减少发动机高速运转时次级电压的下降。安装普通点火系统的汽车，都使用这种点火线圈。一般分为两种形式，即外电阻器型和整体式电阻器型，其结构如图 1-15、图 1-16 所示。

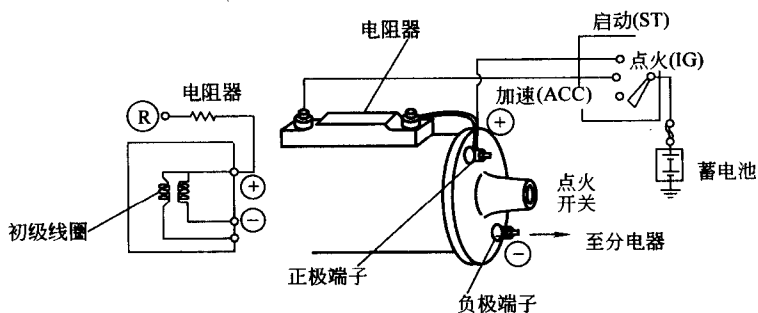


图 1-15 外电阻器型点火线圈结构

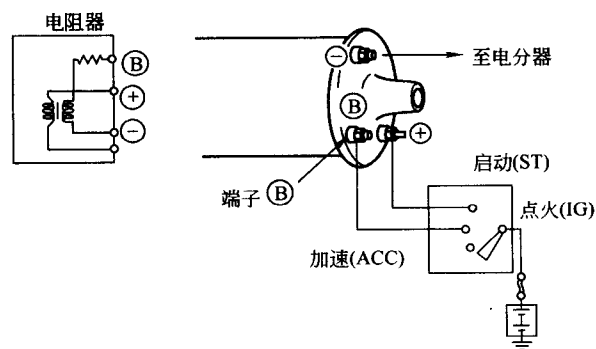


图 1-16 整体式电阻器型点火线圈结构

(2) 带电阻器的点火线圈的功能 如图 1-13 所示，当触点闭合电流开始流过初级线圈时，由于自感效应，从断电器触点闭合至达到初级电流饱和值这段时间内，将产生一阻碍这个电流增加的反电动势。所以，当电流开始在点火线圈的初级线圈内流动时，初级电流是逐渐增大的，且随初级线圈绕组匝数的增加，而增大电流滞后时间。

在不带电阻器的点火线圈中，发动机转速低时，断电器触点闭合时间长，有足够的电流流过初级线圈，可获得足够高的次级电压。但当发动机转速升高时，断电器触点接触时间就缩短，没有足够的电流流过初级线圈，次级电压必然会变低。

在带电阻器的点火线圈中，初级线圈绕组匝数减少了，因而由自感效应引起的阻碍初级电流增大的趋势也就减弱了。所以，初级电流升高得较快，即使在发动机转速升高时，也会有足够的电流流过初级线圈，防止次级电压降低过多。另外，带电阻器的点火线圈还有一个优点就是启动性能好。因发动机启动时，大量电流流过启动机，蓄电池电压下降，减少了点火线圈的初级电流，造成次级电压下降，点火火花变弱。为解决这一问题，一般采用短接附加电阻器的方法，即启动时初级电流直接流过初级线圈，而不流过附加电阻器，使蓄电池电压直接施加在初级线圈上，从而产生较强的火花。

1.3 分 电 器

分电器是点火系统中最为重要的总成，主要用于控制点火时刻、次级高压电的产生及分配。但随着汽车电子技术的发展，分电器的形式也不断地发生着变化。在晶体管式点火系统中，分电器的断电器部分已由机械式变为电子式；在电控点火提前系统中，分电器的断电器部分及点火提前装置均由机械式变为电子式；而在无分电器点火系统中，彻底取消了分电器，其功能则由其他结构来完成。下面以普通分电器为例对其结构及功能加以说明。

分电器一般由断电器、配电器、电容器和点火提前机构等组成，如图 1-17 所示。分电器的壳体由铸铁制成，下部压有石墨青铜衬套，分电器轴装在机油泵的顶端，利用速比为 1:1 的斜齿轮由凸轮轴经机油泵轴驱动，轴在衬套内旋转，用油杯进行润滑。

1.3.1 断电器

断电器的作用是周期性地通断点火线圈初级回路，一般由触点和断电凸轮组成。断电器触点副由钨合金制成，一触点固定，另一触点活动。固定触点搭铁，通过紧固螺钉固定在活动底板和下部的固定底板上，可借助转动偏心螺钉调整触点间隙；活动触点固定在触点臂的一端，触点臂的另一端套在销钉上，触点臂靠弹簧片压紧在断电凸轮上，触点臂经弹簧片和导线与壳体外面的绝缘接线柱连接。断电凸轮的凸角数和发动机汽缸数相同，断电凸轮与拨板制成一体，装在分电器轴上，经离心提前机构的离心重块由分电器轴驱动。

1.3.2 电容器

电容器一般安装在分电器壳外面，和断电器触点并联，由两条铝箔或锡箔

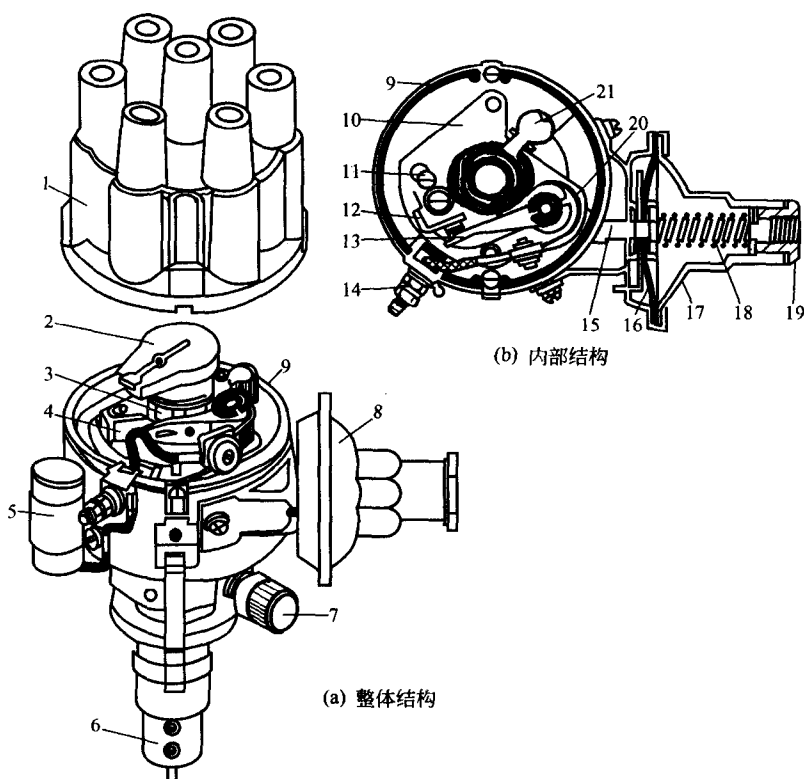


图 1-17 分电器总成

- 1—分电器盖；2—分火头；3—凸轮；4—触点及断电器底板总成；5—电容器；
6—联轴节；7—油杯；8—真空提前机构；9—分电器壳体；10—活动底板；
11—偏心螺钉；12—固定触点与支架；13—活动触点臂；14—接线柱；
15—拉杆；16—膜片；17—真空提前机构外壳；18—弹簧；
19—螺母；20—触点臂弹簧；21—油毡及夹圈

组成，在两条箔带之间夹以绝缘蜡纸，其中一条箔带的底部与外壳紧密接触，另一条箔带则通过与外壳绝缘的导电片由导线引出。

当初级电流切断速度增加时，次级线圈的感应电动势也相应增大。但是，由于自感效应，初级电流的突然断路会在初级线圈内产生约 500V 自感电动势，在断电器触点分开的瞬间，自感电流将以电火花的形式跨过触点，因此，初级电路不会立刻断流。为将触点产生电弧减至最小，断电器触点分开时，初级线圈产生的自感电动势就暂时“贮存”在电容器中，迅速切断初级电流，如图 1-18 所示。如图 1-19 所示为触点分开后初级电流的变化情况，有电容器时，时间 T_1 明显小于 T_2 ，触点产生电弧的可能性较小。