

张佑国 编著

火花塞的构造和使用维护

人民交通出版社

HUOHUASAI DE GUOZAO
HE SHIYONG WEIHU

火花塞的构造和使用维护

张佑国 编著

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍火花塞的构造、技术性能以及各种不同类型火花塞的特点和用途。全书共分十章。内容包括：火花塞的构造、选型、工作状态、故障分析和排除方法以及影响火花塞性能的各种因素等使用维护知识；世界上各主要火花塞公司的产品特点和技术标准；各种国产、进口汽车用火花塞的基本知识；目前国外火花塞新技术及发展方向等。

本书可供汽车驾驶员、汽油机使用人员和修理工人使用，亦可供从事汽车发动机设计、制造和科研部门的技术人员参考。

火花塞的构造和使用维护

张佑国 编著

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张：6.125 插页：2 字数：130 千

1985年1月 第1版

1985年1月 第1版 第1次印刷

印数：0001—17,870册 定价：0.84元

前 言

火花塞虽然是汽油发动机上的一个小零件，但其重要性却有“发动机心脏”之称。这是因为它对发动机的正常工作有直接影响。与其他汽车零件相比，火花塞是一种更换频繁的零件。近年来，我国进口汽车的数量增长很快，常常会碰到各种各样的国外火花塞。下面这些问题常常是大家所关心的，例如：这些国外火花塞的型号含义是什么；这些火花塞有什么特点；如何选用国产火花塞来代替它等等。面对这一系列问题，不少同志往往苦于缺乏火花塞方面的基本知识而无法解答。为解决这些问题，笔者编写了本书，希望它能对读者有所帮助。

本书虽是一本有关火花塞技术的专业书籍，但其目的仅在于使读者对火花塞有一个基本的了解。因此，本书不准备非常详尽地阐述火花塞方面理论性较深的内容。

本书编写过程中曾得到南京电瓷总厂火花塞分厂及南京火花塞研究所领导和同志们的大力支持与帮助，张路、钱凌同志为本书作了插图，在此一并表示感谢。

由于笔者水平有限，书中定有不当和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

1983年于南京

目 录

概 述	1
第一章 汽油机火花点火的基本原理	3
一、蓄电池点火装置	4
二、晶体管点火装置	7
三、磁电机点火装置	10
四、火花塞的工作原理	10
第二章 火花塞的构造和技术要求	12
一、火花塞的一般构造	12
二、火花塞的技术要求	18
三、火花塞的热特性	20
第三章 火花塞的分类和结构型式	30
一、火花塞的分类	30
二、火花塞的结构型式	33
第四章 火花塞的型号	46
一、中国	46
二、日本	49
三、苏联	53
四、联邦德国	56
五、英国	56
六、美国	58
七、国产火花塞与主要国外火花塞型号对照与互 换	68

第五章 各国火花塞技术标准	69
一、中国机械工业部标准 (JB687-78)	69
二、日本工业标准 (JIS B 8031-1974).....	70
三、苏联国家准标 (ГОСТ2043-74)	71
四、法国标准 (NFR 133-15-1969)	72
五、美国联邦规范 (W-S-506a)	72
第六章 火花塞的选型及其试验	74
一、安装尺寸及型式	74
二、选型试验	77
三、间隙试验	85
四、发动机的特殊要求	85
五、实际使用因素	87
六、选型中矛盾的权衡	89
七、动力性、经济性试验	90
八、道路试验	90
九、选型的最后工作	92
第七章 火花塞的工作状态和影响因素	94
一、火花塞的工作外貌、故障和排除方法	94
二、外界因素对火花塞的影响	104
第八章 火花塞的使用与维护	111
一、安装与拆卸	111
二、火花塞的清洗与检查	114
三、正常使用中火花塞的维护保养	121
四、火花塞的定期检查与更换	122
第九章 进口汽车用火花塞	124
一、进口汽车用火花塞的现状	124
二、进口汽车用火花塞对照表	126

三、进口汽车用火花塞的使用与维护·····	127
第十章 国外火花塞新技术及其发展方向·····	131
一、节能及排气净化用火花塞·····	131
二、扩大使用工况幅度的宽热值火花塞·····	139
三、适应新型电子点火系统的火花塞·····	144
四、火花塞的无线电干扰抑制·····	147
五、抗污损火花塞·····	149
六、转子式发动机用火花塞·····	152
七、测量发动机温度的测温火花塞·····	155
八、国外火花塞尺寸趋势及标准化·····	157
九、等离子火花塞和半导体火花塞·····	159
十、火花塞上的附加装置·····	162
附 录·····	166
一、火花塞电极间隙 in-mm 对照表 ·····	166
二、火花塞型式尺寸 in-mm 对照表 ·····	166
三、火花塞故障、原因及排除方法·····	167
四、国产汽车和汽油机用火花塞一览表·····	169
五、进口汽车火花塞配套替换表·····	181
六、进口摩托车火花塞配套替换表·····	188

概 述

火花塞是汽油发动机点火系统中的一个重要零件。它的主要功能是：把点火系统产生的脉冲高压转变为电火花来点燃气缸中的可燃混合气，从而推动活塞，使发动机运转。

火花塞从发明至今已有一百多年的历史。最早的内燃机点火方式是德国威廉·贝尼特 (William Banett) 于1838年发明的火焰点火法。这种方法是：燃烧室内的混合气由象蜡烛一样的火焰来点燃，火焰是从气缸外部通过旋转洞口引入燃烧室的。现代汽油发动机用的火花塞是法国路纳依 (Etienne Lenoir) 于1860年发明的。他用普通陶瓷绝缘体和两个电极制成了世界上第一只火花塞，这便是现代火花塞的雏形。

自从1823年英国萨姆·布罗 (Samual Broun) 的内燃机实用化以来，世界上汽车及其零部件工业的发展非常快，其速度几乎是其他任何机械工业无法比拟的。目前，全世界汽车拥有量大约已超过二亿五千万辆，而火花塞的年产量则多达20多亿只，这些火花塞一部分用于配套，大部分则供现有汽车维修使用。

国外生产火花塞的公司主要有美国：香槟 (Champion)、AC、摩托克拉夫 (Motorcraft)；日本：NGK、电装 (NIPPON DENSO)、日立 (HITACHI)；联邦德国：波许 (BOSCH)；英国：KLG；法国：艾奎姆 (EYQUEM)；意大利：马雷利 (Magneti-Marelli) 等。这些公司年产火花塞约有 15 亿只

左右，生产技术也较先进，品种也较齐全。据不完全统计，目前世界上火花塞的品种大约多达300种左右。

我国火花塞制造起步较晚，1952年首先在南京电瓷厂生产出我国第一只火花塞。三十多年来，火花塞制造业得到了飞跃的发展，目前全国已有七家火花塞生产厂，年产量达两千多万只，品种也发展到四十多种，质量也有了大幅度的提高，基本上满足了各种国产汽车和汽油机的配套、维修以及各种进口汽车的维修需要。

第一章 汽油机火花点火的 基本原理

汽油机燃烧室内的汽油和空气的混合气是靠火花塞电极间隙间的电火花来点燃的。要使火花塞电极间隙间产生火花，就需要能产生高压电的点火装置。目前，世界上有各种各样的汽油机点火装置，其中主要有蓄电池点火装置和磁电机点火装置。近年来，为了改善混合气的燃烧状况，采用了提高点火电压和点火能量的办法。随着电子工业的发展，一些新型的点火装置已付诸实用了，例如晶体管点火装置等。晶体管点火装置可分为电容放电型和非电容放电型两大类，两者都可以有触点式或无触点式两种，它们都可以应用在蓄电池点火装置或磁电机点火装置上。

不管哪种点火装置，其基本技术要求是应保证在各种工况下都能可靠地点燃混合气。为此，对各种点火装置有如下的要求：

(1) 要有足够高的电压（一般在 20000V 左右），以击穿火花塞的间隙，产生电火花；

(2) 要有足够的能量（一般在 50mJ 左右），使电火花足以点燃燃烧室中的可燃混合气；

(3) 产生火花的时刻必须与发动机运转相匹配，并且要有足够长的火花延续时间；

(4) 必须在各种环境下都能保证正常可靠地工作。

一、蓄电池点火装置

1. 蓄电池点火装置的组成

目前汽车上广泛使用的蓄电池点火装置如图 1 所示。

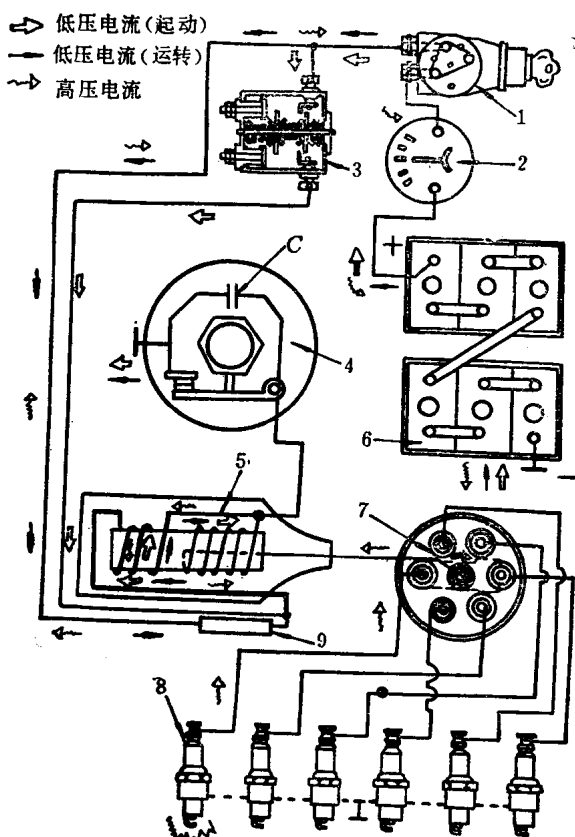


图 1 蓄电池点火装置

1-点火开关；2-电流表；3-起动开关；4-断电器；5-点火线圈；6-蓄电池；7-分电器；8-火花塞；9-附加电阻；C-电容器

(1) 蓄电池：它是点火装置的电源，一般额定电压为 6 V 或 12V（目前国产汽车点火装置电源多为 12V）。

(2) 点火线圈：它是将低压转变为高压的主要元件。实际上，它是一个变压器。在其铁芯上绕有两个绕组：初级绕组一般用较粗的漆包线（直径为 0.5~1mm）绕成 240~380 匝；次级绕组用较细的漆包线（直径 0.06~0.10 mm）绕成 1100~26000 匝。当蓄电池来的电流流过初级绕组时，设法迅速切断它，则在次级绕组中就可感应出高电压来。

(3) 断电-分电器（分电盘）：它包括两个部分，即断电器 4 和分电器 7。

断电器的任务是：通过旋转的凸轮，不断反复地接通与切断点火线圈的初级电流，并且担负自动调节点火正时的任务。

分电器由外壳与分火头组成。外壳内有与气缸数相等并一一对应的旁电极。分火头是旋转的，并且与点火线圈的高压端相接。当转子转动时，分火头就通过旁电极将高压按需要的点火次序配送到各缸火花塞上。

断电器的凸轮与分电器的分火头装在同一转轴上，并由发动机配气凸轮轴经齿轮驱动，转速为发动机曲轴转速的 1/2，这样才能保证上述动作的协调一致。

(4) 电容器：它与断电器触点并联，用来减弱断电器触点分开时的电火花，避免因电火花过大而严重烧蚀触点，这样可延长触点寿命。同时，它能增强点火线圈的次级电压。另外，对断电器电火花无线电干扰有一定的抑制作用。

(5) 火花塞：当高压按点火次序接通后，火花塞电极间隙间就产生电火花，点燃可燃混合气。

2. 蓄电池点火装置的工作原理

图 2 是图 1 的原理图。当发动机曲轴旋转时，通过齿轮驱动分电器小轴旋转，小轴上端的断电器凸轮不断地使触点 K 闭合、分开。当触点闭合时，点火线圈初级绕组中就有电流流过，其路径是由蓄电池正极经机体、断电器触点 K 、点火线圈

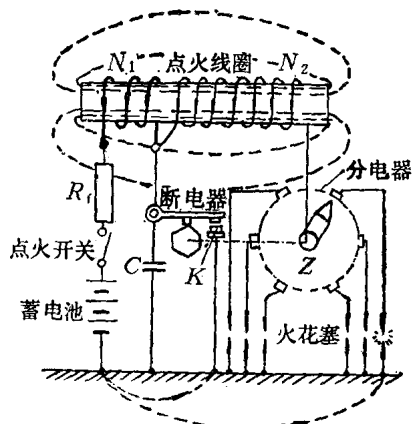


图 2 蓄电池点火装置原理图

初级绕组 N_1 、附加电阻 R_f 、点火开关，再回到蓄电池负极。电流通过点火线圈初级绕组时，在铁芯中形成磁场。当凸轮将触点打开时，初级电路被切断，初级电流及磁场迅速消失，而在次级绕组中感应出高压电动势。由于初级电流消失很快，次级绕组匝数又多，因此感应电动势可高达 $15000 \sim 20000V$ 。

高压电由次级绕组经初级绕组、点火开关、蓄电池、火花塞、高压点火导线、分电器旁电极、转子、高压导线，回到点火线圈形成闭合回路。在火花塞上，高压电击穿电极间隙，产生电火花，点燃可燃混合气，推动活塞做功，使发动机运转。

分电器小轴转子每转一圈，各气缸就按点火次序轮流点火一次。

综上所述，发动机的点火过程是：

(1) 触点闭合，电流流过初级绕组，产生磁场；

(2) 触点分开，次级绕组产生高压；

(3) 高压使火花塞形成火花，点燃混合气。

二、晶体管点火装置

目前采用的蓄电池点火装置所产生的次级电压，将随着发动机转速的提高而下降，因而不能保证发动机在高速时可靠点火。而且，现行点火装置对火花塞积炭比较敏感，因而当火花塞积炭污染时，次级电压就下降，也影响了点火可靠性。另外，在断电器触点分开时，触点处形成电火花，烧蚀触点，使触点寿命降低，从而限制了初级电流值的提高（最大不得超过5A）。

采用晶体管点火装置则可避免上述缺点，而且可以提高点火能量，改善发动机的燃烧状况，提高发动机的动力性和经济性，减少排气污染。

1. 有触点单晶体管点火装置

有触点单晶体管点火装置实际上是现行蓄电池点火装置的一种改进。它采用单晶体管回路来减少流过触点的电流，以达到保护触点不被烧蚀的目的。图3是其原理图。

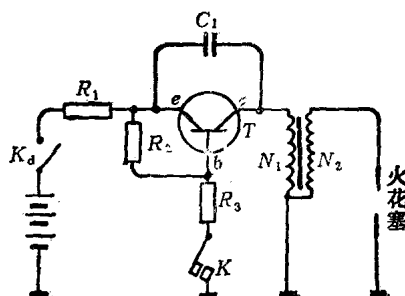


图3 晶体管点火装置原理图

接通点火开关，当触点 K 闭合时，由 R_2 、 R_3 的分压作用，使基极 b 的电位高于发射极 e ，产生基极电流，这时晶体管导通，接通点火线圈初级电路。当触点分开时，基极电流中断，使经点火线圈初级绕组的电流也中断，在点火线

圈的次级绕组中感应出高电压。 R_1 用来限制点火线圈的初级电流， R_2 、 R_3 用来控制基极电流。电容 C_1 用来保护三极管，以防止初级电流切断时的自感电动势损坏晶体管。在这种点火装置中，流过触点的只是晶体管的基极电流，约为初级电流的 $1/5 \sim 1/10$ 。

2. 无触点多级晶体管点火装置

上述有触点单晶体管点火装置虽然减小了触点电流，提高了次级电压，但它仍然要用断电触点，所以在转速很高时，触点臂可能发生跳动，影响点火。采用无触点点火装置就可克服这一缺点。

图4是无触点多级晶体管点火装置的示例。其基本原理是：采用多级晶体管回路，用电信号代替触点控制点火时刻。电信号脉冲由发动机转动而产生，并与发动机协调匹配。电信号经放大、波形变换后控制点火线圈初级电流的通断（通过控制回路中的晶体管），以在次级绕组中产生高压，送至火花塞。

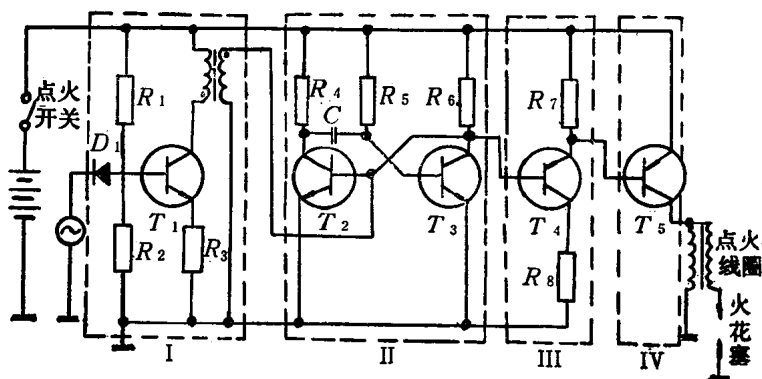


图4 无触点多级晶体管点火装置

I-放大电路；II-波形变换电路；III-直流放大电路；IV-控制开关电路

在无触点点火装置中没有机械触点部分，所以在发动机高速运转时，点火性能可保持良好。不过，在低速时，由于信号发生器输出电压不足，往往控制会失灵。

3. 电容放电晶体管点火装置

上述两种晶体管点火装置均靠切断初级电流而在点火线圈的次级绕组中感应出高电压。可是，当火花塞积炭污染漏电时，就建立不起较高的次级电压，而电容放电晶体管点火装置可克服这一弊病。

电容放电原理如图 5 所示。

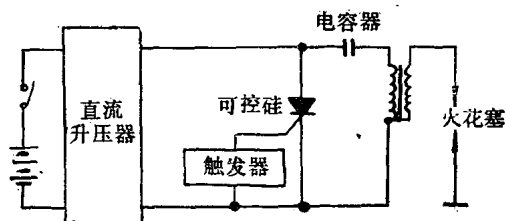


图 5 电容放电晶体管点火装置

蓄电池（或发电机）的低压直流电经电流升压器上升为 300~500V 的直流电，向 0.5~2.0 μ F 的电容器充电，触发器在规定的点火时刻触发可控硅，使之导通。电容器向点火线圈的初级放电，次级产生高压，送往火花塞，点燃混合气。

触发器如果是有触点的，则称为有触点电容放电晶体管点火装置；如果是无触点的（如磁电式、振荡式、光电式等）则称为无触点电容放电点火装置。

电容放电点火装置的优点是：可控硅触发速度快，次级电压上升时间非常短，不受发动机影响，可保证高转速下正常工作。另外，当火花塞积炭污染时，由于次级电压上升快，就能保证有足够高的电压值，因而点火可靠。

三、磁电机点火装置

许多拖拉机、小型汽油机上没有蓄电池，在发动机启动时，其转速较低，输出电压达不到点火装置所需的电压，所以这类发动机上常常采用磁电机点火装置。图6为磁电机点火装置线路简图。

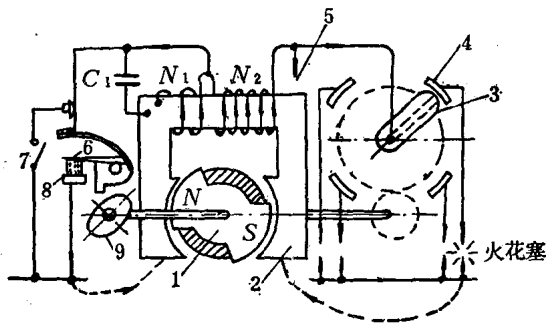


图6 磁电机点火装置图

1-旋转磁铁；2-铁芯；3-配电转子；4-旁电极；5-安全火花间隙；6-断电臂；7-短路开关；8-触点；9-凸轮

磁电机由永磁式小型低压交流发电机、感应线圈、断电器、分电器和电容器组成。当永磁式交流发电机转子旋转时，在感应线圈的初级绕组中产生低压交流电，断电器将初级电流切断，在次级绕组中就产生高压，再经分电器送往火花塞，产生电火花。

磁电机点火装置也有触点式和无触点式两大类。在无触点式磁电机点火装置中也可采用电容放电的结构设计。

四、火花塞的工作原理

通常人们总认为气体是绝缘的，这在一定范围内是正确的。但是，由于外界各种因素的影响（如各种射线、紫外线的照射等），空气或多或少会发生一些离解作用，中性的气