



火花塞制造

南京电瓷厂工人集体编著

汽车拖拉机发动机用

火花塞制造

南京电瓷厂工人集体编著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書系南京電瓷廠製造火花塞的工人與有關工程技術人員集體編寫的，介紹了我國汽車拖拉機用火花塞的實際生產工藝和操作方法。

本書除了有關火花塞絕緣體的製造工藝以外，同時對火花塞金屬零件的大批生產、總成裝配工藝以及火花塞的造型和它的故障維修等方面，都作了介紹，因此在世界各國有關火花塞的文獻中，這是一本比較完整的書籍。

本書對火花塞和電瓷製造者以及設計奧圖循環內燃機的工程技術人員有實際使用價值，另外可作為發動機檢修和汽車拖拉機司機的參考資料。

汽車拖拉機發動機用

火 花 塞 制 造

南京電瓷廠工人集體編著

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經售

開本 787×1092 1/27 印張 4 10/27 插頁 2 字數 86,000

1958年11月第1版 1959年4月第1版第2次印刷

印數 3,001—6,100

統一書號：15119·1027

定 價：(十) 0.54 元

代 序

热烈祝贺汽车拖拉机发动机用“火花塞制造”一书出版。

中国第一部论述火花塞制造工艺的书籍，竟然由工人写成，这在政治上、技术上，具有很重大的意义。

党提出的伟大的技术革命运动的洪流，以排山倒海之势冲破了各种清规戒律，彻底摧毁了迷信观念，在工人中敢想、敢说、敢作、敢为的共产主义精神大大发扬了起来。就是在这种情况下，我厂火花塞工人首先立下了写书的宏大志愿，并且拿出象在生产上一样的冲天干劲，在有关工程技术人员的共同努力下，只化了一个星期就写成了这本书的初稿。

工人写书，自始至终都得到党的无比关怀和热情鼓励。

这本书不仅是技术革命的一支花朵，而且是劳动与技术结合的集体创作。我厂工程技术人员在工人写书过程中，作了不少努力。

我们相信，有了这次良好的开端，南京电瓷厂会有更多的人著书立说，总结生产实践中丰富宝贵的经验，以供互相学习互相提高。

南京电瓷厂火花塞生产工艺是比较落后的，使用的设备也很陈旧。但是我们火花塞绝缘体的素烧质量却已进入国际先进水平的行列，素烧完好率一般都能保持在92~93%的范围内。这是我厂火花塞工人在总路线光辉照耀下创造出来的奇迹，另外也应当感谢苏联无私的援助和苏联专家C. B. 路金贝尔同志在技术上的正确指导。

不久，在南京电瓷厂即将建成用最新的工艺和装备武装起来

的火花塞新型厂房，毋庸置疑，它必将为促进我国内燃发动机工业的蓬勃发展贡献无穷的力量。

南京电瓷厂火花塞生产全体工人和工程技术人员已提出了豪迈的口号，他们决心苦战三年，登上世界火花塞技术高峰，将英美帝国主义远远抛在后面。

南京电瓷厂厂长兼党委书记 苏平

1958年8月20日

前 言

这本书能够写成出版，首先要感谢我们工人阶级自己的政党——伟大的中国共产党。党的伟大的社会主义建设总路线，使我们工人破除了迷信，发扬了敢想敢说敢做的共产主义风格。从立下写书的宏大志愿到写成为止，党每时每刻都在关怀和鼓励我们。有了党才有这本书，这是我们工人在写书中的一致认识和共同体。

火花塞是由许多部件组成的，其中最重要的是绝缘体。火花塞是内燃发动机上一个必不可少的元件，它被紧旋在汽缸盖上，借助其两个电极工作时产生的高压电火花，点着汽缸内的可燃混合气，从而使发动机进入工作状态。火花塞的质量好坏，在很大程度上决定着发动机的功能。随着近年来汽车拖拉机工业在技术上的蓬勃发展，相应地要求内燃发动机具有更强化的工作规范，同时也就对火花塞提出了更高的要求，尤其是在质量性能方面，如耐冷热急变性、介电强度、机械强度和抗化学腐蚀性等。

自从1860年法国人路纳依(Lénoir)制出第一个火花塞以来，至今已近百年了。火花塞的主要部件——绝缘体所采用的原料，由于生产的发展及科学研究成果的促进，曾经过多次演变，由瓷质——滑石质——云母质——氧化铝质，以至近代的高氧化铝质及特高氧化铝质（氧化铝含量高达80%以上）。随着制造火花塞绝缘体所用原料的改良，则必须相应地改进其制造工艺。

火花塞绝缘体的制造工艺，目前在世界上大致可分为三类，即湿法挤制成型、干压成型、热压注成型，其中数热压注成型法最先进。本书对这三种制造工艺分别作了综合介绍。

火花塞，我国于1953年首次在南京电瓷厂试制成功，接着就开始了大批生产。从此结束了美英帝国主义火花塞在我国市场上垄断的历史。特别要提一下，1956年我国自制的“解放牌”汽车，它汽缸上所装备的火花塞，就是南京电瓷厂制造出来的。

党中央向全国发出十五年或更短的时间内赶上英国的伟大号召，激起了我们工人的冲天干劲和创造热情。到现在，我们和全国工人兄弟一样，在火花塞生产战线上，也创造了不少奇迹和技术革新成就，同时几年来我们在生产实践中也摸索到了一些经验，所有这些都是在本书所要着重介绍的内容。

最后，由于这是我国第一本论述火花塞制造工艺的书籍，故错误及不妥之处必定难免，敬请全国工人兄弟和科技界知识分子提出批评、建议，以供再版修正。

作 者

1958年7月23晚

目 录

代序

前言 1

第一章 火花塞的結構、工作条件及技术要求 1

第一节 火花塞的結構 1

第二节 火花塞的工作条件及技术要求 3

第三节 火花塞設計的发展趋向 12

第二章 火花塞絕緣体的制造 14

第一节 国内外火花塞絕緣体的制造工艺簡述 14

第二节 火花塞絕緣体坯釉原料及其要求 16

第三节 原料的加工及鉴定 19

第四节 絕緣体坯料的配合 21

第五节 絕緣体泥料的制备 26

第六节 絕緣体的成型方法 30

第七节 絕緣体的焙燒 41

第八节 火花塞絕緣体性能試驗 55

第三章 火花塞金屬附件的制造及裝配 59

第一节 鉄壳的加工 59

第二节 側电极材料的选择及其焊接方法 63

第三节 接綫螺杆、中心电极、接綫垫片的制造及裝配 64

第四节 接綫螺帽的制造 67

第五节 上、下垫圈的冲制 68

第六节 密封垫圈的冲制 74

第七节 火花塞的裝配 74

第八节 附件制造与裝配的发展方向 85

第四章 火花塞的試驗、选型及维护保养 93

第一节 火花塞成品檢查及試驗 93

第二节 火花塞的选型 95

第三节 火花塞的使用与维护	96
附录一 火花塞暂行技术条件(南京电瓷厂)	99
附录二 汽车、拖拉机及机器脚踏车发动机用点火火花塞 (国定全苏标准 ГОСТ 2043-54)	105
附录三 铁壳机械加工工艺卡片	111
附录四 接线螺杆加工工艺卡片	112
附录五 接线螺帽加工工艺卡片	113

第一章 火花塞的結構、工作条件及技术要求

火花塞是汽車拖拉机发动机点火系統的重要組合体，它的作用是将点火线圈或磁电机送出的高压电流，通过火花塞的中心电极去击穿火花塞的間隙，从而在中心电极与侧电极的間隙处产生火花，以点燃发动机燃烧室内的可燃混合气。

发动机的点火系統，应当保证在实际上可能遇到最严重的情况下，能可靠地将发动机汽缸内的混合气点燃。因此，除了要求点火裝置能发出足以打穿火花塞电极火花間隙的电压（一般在11,000伏以上）及点火时期应适合于发动机的工作情况外，对火花塞提出了更大的要求，这个要求是火花塞电极間隙所形成的火花应当具有足以使混合气可靠地点燃的能量。

第一节 火花塞的結構

火花塞在結構上可分为可拆型与不可拆型两种，图1表示不可拆型火花塞的結構。

絕緣体1是火花塞最重要的組合体，鉄壳2是用優質冷拉易切結構鋼材制作，下部的螺紋是旋在发动机的汽缸盖上，絕緣体固定在鉄壳中，并須具有良好的密封性。中心电极8的上部是金屬螺杆，高压电流經由接綫螺帽6，沿金屬螺杆3及中心电极通过，然后打穿中心电极8与侧电极7間所形成的間隙产生火花点燃混合气。电流通过火花間隙之后，沿机架回到点火裝置，絕緣体的上下肩隔处裝有上垫圈4及下垫圈5，压力經過这些垫圈傳到絕緣体。下垫圈是用紫銅冲制的，它不仅是火花塞的主要傳热途徑，而且也起

着密封作用,防止气体由燃烧室漏出,从而降低了发动机的功率。

图2为可拆型火花塞,这种火花塞与不可拆型火花塞之不同点为:不可拆型火花塞的絕緣体是用鉄壳的卷軋边缘固定在鉄壳內,而可拆型的絕緣体是用旋在火花塞鉄壳上部的螺帽套所压紧,因此火花塞的中心部分(絕緣体已裝有金屬螺杆及中心电极的部分),可以由鉄壳中取出。以便清洁炭渣,或当在絕緣体损坏时可以拆出更換。

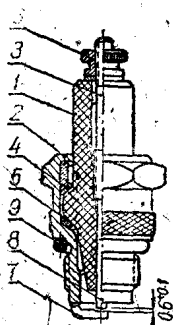


图1 不可拆型的火花塞

- 1—絕緣体; 2—鉄壳;
- 3—螺杆; 4—上垫圈;
- 5—下垫圈; 6—接綫螺帽;
- 7—側电极; 8—中心电极;
- 9—密封垫圈

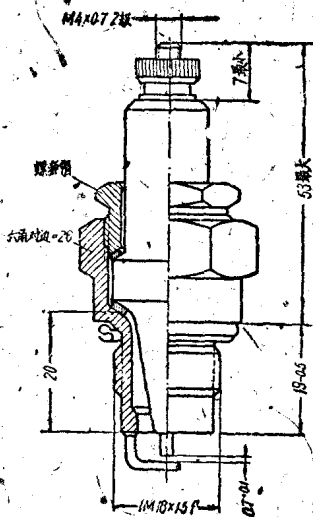


图2 可拆型火花塞

应当指出,用陶瓷質(剛玉質坯体)絕緣体来制造汽車拖拉机火花塞,在一般情況下,而且經長期运轉的經驗也証明,不可拆型火花塞是适当的,同时可拆型火花塞較不可拆型火花塞的鉄壳部分須多消耗20%的鋼材,增加人工25%,所以可拆型火花塞很少使用,仅在特种情況下才使用。

按照鉄壳旋入汽缸部分螺紋直徑的不同,火花塞有10公厘,14公厘、18公厘及7/8吋等不同尺寸,在一般发动机上常用的是14公厘及18公厘火花塞。

鉄壳旋入汽缸部分的通用螺紋規格有下列几种:

1 M 18×1.5;

特种 M 14×1.25 (外徑 $14^{+0.20}_{-0.45}$) (中徑 $13.17-0.112$);

1 M 16×1.0;

7/8"-18 ϕ 。

公制螺紋公差, 应符合第一机械工业部部頒机 61-56(f) 級公差标准, 图 3 为各种不同螺紋直徑的火花塞。

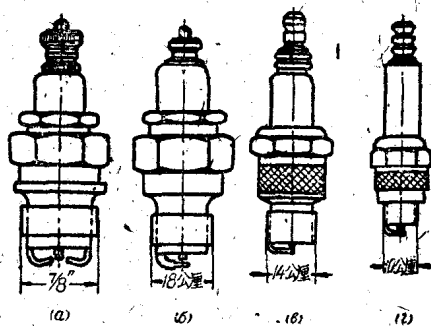


图 3 各种不同螺紋直徑的火花塞

第二节 火花塞的工作条件及技术要求

应当指出, 火花塞在发动机上的工作情况是很繁重的, 由于汽車拖拉机工业的飞跃发展, 对火花塞提出了更高的要求, 同时也对火花塞的品种系列化及特种发动机用火花塞方面提出了新的問題, 现代化汽車拖拉机发动机的热性能的提高是在提高发动机的功率及压缩比的基础上进行的。因此, 对火花塞的技术要求的提高主要是决定于发动机的热性能。火花塞热性能的提高除了改变設計型式及采用更好的材料外, 对于絕緣体的性能主要是对热性能、机械性能、电气性能及耐化学腐蝕性能提出了更高的要求。现代化汽車发动机用的火花塞, 其絕緣体如用滑石質、云母質及矽

① 該种螺紋标准詳見 1950 年自动机工程学会手册 (SAE. Handbook)

鋁質、瓷來製造，已經不能滿足發動機的要求，從而被淘汰了。用剛玉——莫來石質瓷，剛玉質瓷來作為火花塞的絕緣體是今后的發展方向。

發動機的工作條件對火花塞提出了機械、電氣及熱性能等方面的要求：

(1) 在機械方面：火花塞應當忍受工作混合氣燃燒時在汽缸內產生的壓力，這個壓力平均為 30 公斤/平方公分（高壓縮比約在 40 公斤/平方公分以上），而且壓力在火花塞將混合氣點火後的升高速率很大，由於發動機在工作時混合氣爆炸的數目每分鐘竟達 2000~3000 次或更高一些，因而每次爆炸時火花塞的絕緣體都遭受到突然的衝擊。絕緣體受到很大的壓力，可能被彈出鐵殼外。此外，絕緣體應當承受在卷軋火花塞鐵殼時（達 3500 公斤）經鋼墊圈傳給絕緣體的壓力，並且受到意外情況時，不應當有破裂情況發生。

(2) 在熱的方面：火花塞（主要是絕緣體）工作時，交替地忽而受到 1500~2000°C 的燃燒混合氣的高溫影響，忽而又被吸入汽缸內溫度為 50°C 的冷混合氣的襲擊而冷卻，這種驟冷驟熱的交替頻率極高。在火花塞絕緣體的裙部及電極處的溫度經常為 500~700°C，在這樣高的溫度作用下，火花塞應具有相當大的高溫絕緣電阻以保證火花塞的絕緣性。

圖 4 表示火花塞的熱分布及散熱曲綫，燃燒氣供給火花塞 40% 以上的熱量是由絕緣體的裙部傳給下墊圈再傳至汽缸體，另外一部分的熱量經過中心電極、鐵殼及上墊圈而傳出。在高壓縮比（一般在 7 以上）發動機上火花塞的熱傳導性能應當更好，以保證熱平衡。因此高熾熱數火花塞的絕緣體材料、電極材料、熱室容積及裙部長短都要作很大的調整，並且需要在絕緣體裙部進行研磨，裝上導熱鋼質套圈，以保證在最短時間內傳出熱量與輸入熱量的平衡。

(3) 在电的方面:火花塞的絕緣体应具有特別良好的絕緣性能,尤其是在高温时仍应保持相当大的电阻,从点火綫圈发出来的电压是从15,000~20,000伏左右,火花塞应在这样高的电压下保证电流的通过,而不被击穿。

火花塞的尺寸与絕緣体表面积应当在15,000~20,000伏的高

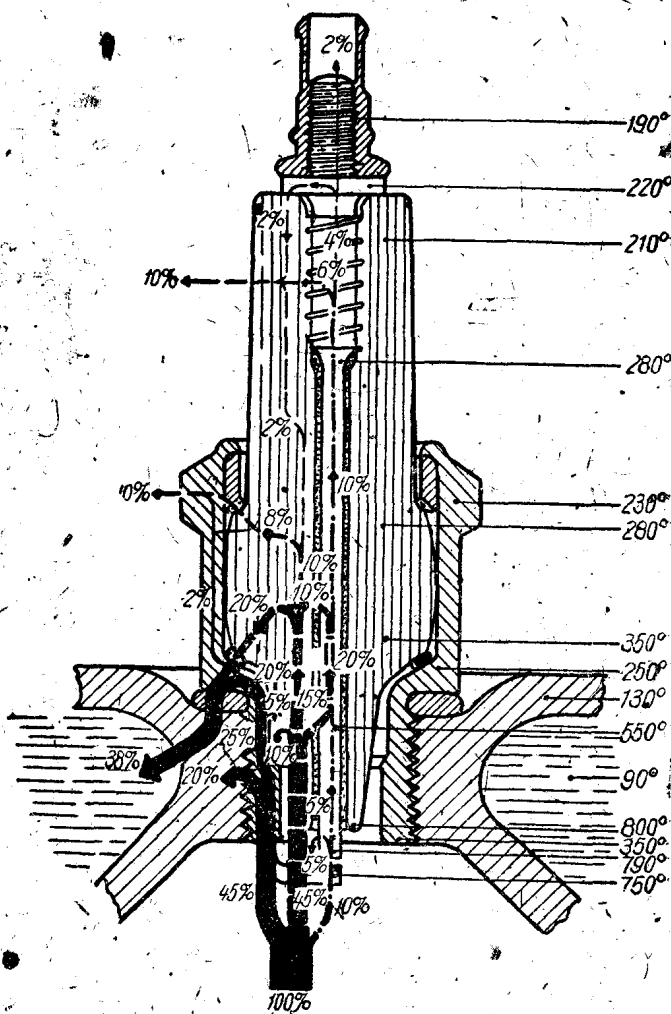


图4 火花塞的热分布及散热曲线

压下不致发生表面放电或閃絡放电的現象（火花由接綫螺帽沿絕緣体的表面击穿到火花塞的鉄壳或是穿过空气到火花塞的鉄壳）。

航空火花塞或高原地带使用的火花塞，还应当考虑到低压空气的击穿，电压比在正常地面上的击穿电压低的因素（击穿电压按伯申定律 $v_{np} = f(p\delta)$ 計算）

（4）火花塞的密封性能：火花塞的全部結構应当保証火花塞是完全密封的。火花塞应在压力差为 10 公斤/平方公分的条件下保証密封良好，因为当火花塞不密封时或密封性能不良时，从汽缸冲出的廢气將使火花塞絕緣体过热而破坏，或者引起发动机压缩减低而影响其功率。

火花塞的密封性能是由于絕緣体中心的膠合剂及絕緣体与鉄壳間的密封垫圈而得到保証的。

（5）火花塞的热特性：火花塞的热特性决定于发动机的热特性，但总的要求是当火花塞在工作时能有烧掉沉积在絕緣体裙部的炭渣及油污的温度（这个温度，称之为火花塞的自淨温度，一般在 $400 \sim 650^\circ\text{C}$ 間），亦即在低轉速低負荷时具有的自淨能力，并且在高轉速高負荷时（发动机功率在 85% 以上），火花塞絕緣体裙部或中心电极的温度不应产生炽热点火（就是进入汽缸的工作混合气不是由电火花点火，而是遇到炽热的絕緣体端部或中心电极而自燃）。前者称为火花塞的热下限，后者称为火花塞的热上限，无论那一种型式的火花塞，对于某一发动机的适合性都应满足这个要求。

火花塞过热的表现是在絕緣体的裙部表面上現出洁白色或有被熔融的小熔点，当工作一定時間以后，將出現自燃現象。火花塞过冷的表现是在絕緣体的裙部及电极上沉积炭渣，因而产生短路而不能跳火。最适合的火花塞絕緣体裙部应呈現深黄色。

火花塞在热特性方面来分类又可分为：1. 热型的；2. 中型的和 3. 冷型的。所謂热冷型之分是根据絕緣体裙部長度、热室容积

及中心电极伸出絕緣体部分的長度等因素来决定。很显然，絕緣体裙部長度过長，火花塞传达热量的途徑也就愈長，傳热愈慢，絕緣体本身的温度也就較高，所以称为热型火花塞；反之絕緣体裙部愈短則火花塞趋向于冷型。

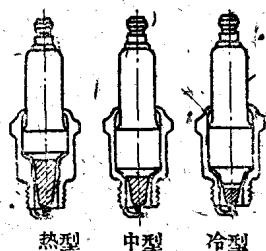


图5 不同热特性的火花塞

火花塞的积炭能产生分路电阻 R_n ，分路电阻 R_n 促使发生泄漏电流，破坏点火性能，当发动机在工作时电极間的电阻大，泄漏电流 $i = \frac{N}{R_n}$ 将是最大值。在还没有到达放电时，分路电阻內已先消耗的能量 W_m 为：

$$W_m = \frac{I}{R_n} \int_{t_0}^{t_1} u^2 \cdot dt。$$

式中 u ——次級电压；

t_0 ——初級电压；

t_1 ——击穿前电压降落時間；

因此，火花塞的热特性应当合乎对该发动机热性能的要求；亦即合乎热下限及热上限的适合性要求。不同的发动机的热性能应当用不同热特性的火花塞。沒有通用型的火花塞（在火花塞的選型中將詳細提到）。

火花塞热特性的标志在英、美、德等国是采用熾热数^①来表示，一般适用于中压缩比汽车发动机的火花塞的熾热数为 125~200，200~500 为高熾热数火花塞。在苏联火花塞的热特性是用絕緣体裙部長度来表示的，如 A 16 Y 即为 14 公厘，裙部長度为 16 公厘，用“烏拉石”絕緣体的火花塞。我国火花塞热性能亦以裙部長度表示。

① 熾热数是一段時間（以百分之一分为一个熾热数），在这段时间內裝置在按一定情况工作的特殊試驗发动机上的火花塞，开始产生熾热点火現象。熾热数愈大則火花塞愈冷，愈小則愈热。

各种不同发动机所选用不同热值的火花塞列如表1:

表 1

发动机型式	压缩比	火花塞型式	热 值
1. 低速的拖拉机发动机	3~4	很热的	20~35
2. 中压缩比汽车拖拉机发动机	4~5	较热的	45
3. 中压缩比汽车拖拉机发动机	5.5~7以下	中等的(较冷的)	145~200
4. 高压缩比汽车拖拉机发动机	7 以上	冷型的	200~500

如果将“热型”火花塞(热值小的)用于压缩比高的发动机上,则火花塞有过热现象,发动机在工作时就会发生炽热点火;相反,如果将“冷型”火花塞用于低、中压缩比发动机上,则火花塞太冷,发动机在工作时将失去自净能力,发生积炭现象。

(6) 火花塞的设计: 火花塞的设计是根据发动机的工作条件

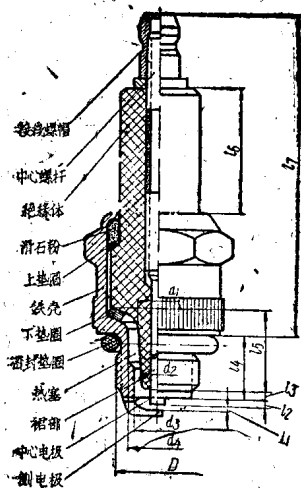


图 6 火花塞设计总成图

及技术条件(包括转速、负荷、缸数、最大功率及所采用的燃料种类等)来决定的,火花塞的总体设计应该保证火花塞符合于发动机的热性能要求,亦即当发动机在高转速、高负荷的情况下,火花塞不应发生炽热点火;在低转速、低负荷的情况下,火花塞有足够的温度来烧掉沉积在火花塞绝缘体裙部及电极上的炭灰和油污的自净能力。

作为火花塞设计的重要因素是要研究火花塞的热性能及采用材料的质量。

根据测定与研究结果,火花塞的热传导性能及热分布可以作