



[苏联]A·X·西涅尼科夫著

白旭东 译

洪宗林 校

电子技术 在汽车中的应用

人民交通出版社

电子技术在汽车中的应用

〔苏联〕A·X·西涅尼科夫 著

白 旭 东 译

洪 宗 林 校

人民交通出版社

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了近代电子技术在汽车中的应用，主要内容有：发动机电子点火装置、汽车用频闪观测器、汽车用电子转速表、汽车电子报警器、汽车直流发电机电子调节器和汽车交流发电机电子调节器以及汽车电系检查器等，可供汽车驾驶员、技术人员以及汽车爱好者学习参考。

电子技术在汽车中的应用

〔苏联〕A·X·西涅尼科夫 著

白旭东 译 洪宗林 校

人民交通出版社出版

（北京市安定门外和平里）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

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_{毫米} 印张：4.625 字数：100 千

1980年3月 第1版

1980年3月 第1版 第1次印刷

印数：0001—19,300册 定价：0.39元

译者的话

本书比较系统地介绍了近代电子技术在汽车中的应用，对电子点火系、电子调节器还同普通点火系、普通调节器作了对比分析，对电子供油系、车轮防抱死装置和负荷感应法电子装置则未加介绍。所以，内容不够完善。书中除介绍了各种电子装置的电路图、工作原理外，还对安装、调试作了详尽的介绍，所以只要有一定的电子学基础知识，即可阅读和试制。

为了便于非电专业的汽车专业和汽车运用工程专业的人员阅读，在翻译过程中除将原书注解全部翻译外，译者还增加了一些译注，并列出国半导体器件同苏联电子管的牌号对照表，可供读者参考。

半导体器件对照表，由哈尔滨市广播器材厂谭学良提供和整理，全书由吉林工业大学汽运教研室洪宗林校阅，谭学良也对该书译文提了一些修改意见，还补充了译注，特此致谢。

由于译者水平不高，时间仓促，错误在所难免，请读者批评指正。

译者

序

近年来，对保证乘客安全、防止对大气污染的要求愈来愈高。

同排气污染进行斗争，导致研制新型电子点火系和由电子装置自动控制的燃油喷射系统，结合发动机改进设计并对排气进行催化净化。这些装置，使燃烧更加完全，保证排出物符合排气标准。譬如，美国制订的联邦排气标准规定：到1975年，排气中的一氧化碳和烃类氧化物的含量，应该比1970年减少90%，到1976年，氮氧化化合物的含量也要求有同样的降低。此外，还要求在小型汽车行驶80万公里以后仍然能满足上述要求；这实际上是要求设计制造出不需要进行保养的点火系、供油系等系统。

西德“福尔克茨瓦根”汽车制造厂，首先在大量生产的小客车上采用电子燃油喷射系统，该系统使用的电子装置中有220个以上的元件。

乘客对安全的要求，促使人们研究设计客用充气安全防护垫及其电子自动充气传感系统。“德尔科”厂生产的自动充气传感系统中，装有两个用磁铁吸住的减速敏感元件，而与引爆管串联，依靠引爆管刺破压缩空气囊去对安全防护气垫进行自动充气。整个系统由单晶片上的程序模拟集成电路控制。

在日本，为了提高车辆行驶的安全性，防止汽车和在前面行驶的汽车相撞，研究设计出简单的激光雷达预报装置，这个装置能够及时提醒驾驶员，他驾驶的汽车已经越过纵列行车

时各车辆间必须保持的最小安全距离，引起驾驶员的注意。

每位驾驶员都清楚地知道：制动时车轮抱死是多么的危险。这一问题的解决也要求助于电子装置；防抱死装置能够防止车轮抱死，保证在任何路面条件下，制动力平缓地增长。

电子车速信号器也提高了汽车行驶的安全性，当超速时向驾驶员发出信号。

近年来，汽车工业基本上不再使用机械触点式电压调节器，而代之以或者用集成电路，或者用分离元件的电子式电压调节器。用电子调节器代替机械调节器能够提高汽车电气设备的可靠性和延长使用寿命；同时还使保养维修简化。

“伏尔加”小客车上使用PP-350型电子电压调节器就是一个例子。

电子调速系统使汽车驾驶更加完善方便。这个系统采用由MOS场效应管组成的记忆装置(3Y)，驾驶员只要把方向盘上的按钮“整定—加速”按下，汽车就可以不受道路纵断面形状和坡度的限制，自动地加速到所需的车速值；而且，在放开按钮以后，汽车还可以自动保持这一速度。如果想降低车速，可以用同样的方法使用“整定—降速”按钮。电子调速系统在驾驶员踩踏制动踏板时能够自动停止工作。

电子技术也用到换档变速系统中，换档动作由液力机构执行。反映车辆行驶速度和加速踏板位置的传感机构，把信号作为信息输送到电子操纵装置中，电子操纵装置根据所接收到的信号，起动液力机构使它依照电子操纵装置的指令执行换档变速。根据接收到的各种信号，电子操纵装置选出最佳档位，并将其和实际档位相比较，如果不一致，它就发出信号，指示液力机构动作，去完成脱开离合器将变速器的档位换到所需的档位上去。

在其余采用电子技术的辅助装置中，值得提出的是：电

子刮水器，它的摆动频次可调，既可间歇工作又可连续工作；号称“警卫者”的电子报警器，它可以防止外人进入车内、起动发动机和进入行李厢；电子车速里程计，它所显示的数字能够从汽车前方的风挡玻璃上观察到；电子式“远近光”变换开关以及防止会车时由于汽车后桥下沉过度使迎面来车驾驶员眩目的汽车大灯反射镜位置自动调整器。

一个有趣的电子装置是“台尔科”电子器件厂研究设计出的防止醉后驾车的“酒醉探测器”。这种装置采用集成电路，装有类似电话机上的键盘和五位数码显示器。要想起动发动机，首先把仪器接通，一秒钟内仪器显示出一个由五位数字构成的随机数，驾驶员必须在三秒钟内按照显示出的数字在仪器的键盘上排按一遍；如果试排三次都没有成功，则在以后的30分钟内发动机由电子系统锁死，从而无法起动。

随着汽车应用电子技术解决的课题日益增多，使我们能够比较明确地展望出：今后在汽车上采用的最合适的电子装置是数字程序中心控制机。利用电子组件和电子系统能够实现多种控制机能，也降低了汽车电子设备的成本。借助于这种装置，可以同时控制点火系、燃油喷射系和制动系中的防抱死装置等。而且，任何新功能的增加只要求增加新的传感器，勿需其他附加装置。

除以上所述，电子技术在汽车维修用的检验设备中也有广泛应用，如用于检查调整点火系和车轮的平衡等。

本书详细地介绍一些汽车电子仪器的实际结构，对汽车无线电技术爱好者来说，是能够实际制作出来的；至于那些结构比较复杂的汽车电子设备，如电子燃油喷射装置、防抱死装置以及防撞车雷达等，由于这些装置对一般的爱好者来说是难于制作的，所以只在本书附列的参考资料中介绍一下它们的来源就行了。

目 录

序.....	1
发动机电子点火装置.....	1
1. 蓄电池点火系.....	2
2. 晶体管点火系.....	12
3. 电容放电式点火系.....	15
4. 电容放电式点火系的实际电路.....	20
5. 更加完善的电容放电式点火系.....	37
6. 次级电压稳定的电容放电式点火系.....	45
7. 光电感应式无触点电容放电式点火系.....	69
汽车用频闪观测器.....	92
8. 电路原理图.....	92
9. 结构和零件.....	94
10. 频闪观测器的使用	96
AT-1 型汽车电子转速表	99
11. 转速表的工作原理和电路图	99
12. 结构和零件	100
13. 转速表的标定	101
14. 转速表的使用	102
汽车电子报警器.....	102
15. 汽车电子报警器的工作原理和电路图	104
16. 报警器的结构和零件	107
17. 报警器的调整和在汽车上的安装	108
汽车直流发电机电子调节器.....	110

18.工作原理和电 路 图.....	111
19.电子调节器的结构和 零 件.....	114
20.调 试	116
汽车交流发电机电子调节器.....	120
21.结构和 零 件.....	122
22.调 整	124
汽车电系检查器.....	125
23.结构和 零 件.....	128
24.调整和 标 定.....	129
汽车电气线路搭铁极性的变更（附录）	131
半导体器件对照表.....	133
参考资料.....	135

发动机电子点火装置

绝大多数现代汽车采用蓄电池点火系，这种系统的结构从发明应用到现在，没有获得任何实质上的改进。但是，汽车发动机在同一时期，却取得了极其显著的进步。现代发动机的转速增高，压缩比加大。

蓄电池点火系今天显得落后、陈旧，甚至已经成为使发动机进一步完善化的障碍。因此，国内外进行很多研究，其目的是为了改进蓄电池点火系性能，或者选用技术性能更加优良的新型点火系来取代。

譬如，已经在研制的有：利用静电发生器的压电式点火系〔参考资料4〕；利用高频变压器及半导体火花塞的低电压点火系——它利用半导体材料的表面放电去点燃工作混合气〔参考资料1〕。但是，这些点火系未必能够在短期内应用到汽车发动机上，因为它们还有许多问题有待解决，而且迄今为止，对这些问题尚未提出成功的解决办法。

以前，也不止一次地考虑过用电子管进行点火；但是，由于用电子管装的点火装置外形尺寸太大，还需要150~300伏的电源而未能实现。

只有在晶体三极管、可控硅、稳压管和晶体二极管等半导体电子器件广泛出现之后，才使设计制造电子点火系的愿望成为现实。

目前广泛采用的有两种不同的电子点火系统：电容式和电感式。前者用可控硅，后者用晶体三极管。

对这两种形式的电子点火系，我们将在下面进行分析。

在分析电子点火系以前，需要先熟悉一下一般蓄电池点火系。

1. 蓄电池点火系

蓄电池点火系的工作原理如图 1 所示。点火系的线路由以下几个部分组成：

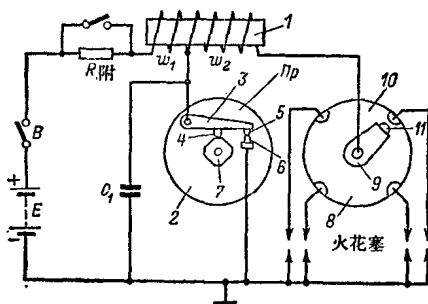


图 1 蓄电池点火系的工作原理图
电源——蓄电池 E

点火线圈 1，用于产生高压电脉冲，去击穿火花塞电极发生火花；

断电器 Π_D ，由底板 2，带有绝缘顶块 4 的活动臂 3、活动触点 5、固定触点 6 和棱数等于发动机气缸数的凸轮 7 构成；

电容器 C_1 ，减小触点打开时产生的火花，在断电器触点张开以后，用点火线圈的初级绕组一起构成初级电路振荡回路；

分电器 8 由分火头 9，上盖 10 构成，上盖中的电极数和发动机的气缸数相等，分火头的转速是发动机转速的一半，它装在断电器凸轮轴上；

点火开关 B ，接通或断开点火线路；

附加电阻 $R_{\text{附}}$ ，改善发动机起动时点火系的工作特性（它可以短时间短路）。

蓄电池点火系的工作原理如下所述。当发动机运转时，曲轴带动分电器的凸轮旋转，使触点时开时闭。当电源接通，触点闭合时，初级电路中点火线圈的初级绕组 ω_1 上有电流流过。流过的电流，其值由零增加到某个确定值，这个值的大小，由初级电路的电参数和触点闭合时间的长短决定，由于初级绕组中有电流流过，在点火线圈铁芯中形成磁场并储存电磁能。

断电器触点打开时，电流向电容 C_1 流动，并在由电容 C_1 和初级绕组构成的回路内发生衰减振荡。因为点火线圈是一个变压系数高达 100 的脉冲变压器。所以初级电路中的过渡过程使次级绕组感应 15~30 千伏的高压电。这个高压电，用分电器分配到发动机的各个气缸中。

当点火线圈的次级绕组输出的电压高到和火花塞电极间隙的击穿电压相等时，火花塞电极间隙被击穿，产生火花放电过程。

断电器触点打开一段时间后，重新闭合并开始第二个点火过程；点火线圈的高压电被传导到按照发动机各缸点火顺序的下一个气缸中。

蓄电池点火系对发动机气缸内压缩混合气点火的过程大体上可以分成两个阶段：触点闭合期间初级电路中初级电流的增长；触点打开后次级电路中高压电的产生。

触点闭合期间初级电流的增长

在分析这一阶段的工作时，我们假设次级电路对初级电流的增长过程没有影响，并将其视为开路；再用图 2 中的等

效电路去把它加以代替。

初级电流在触点闭合后按照指数规律增长,如图3所示。

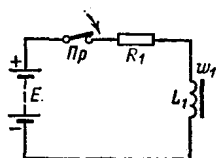


图2 蓄电池点火系触点闭合后的等效电路

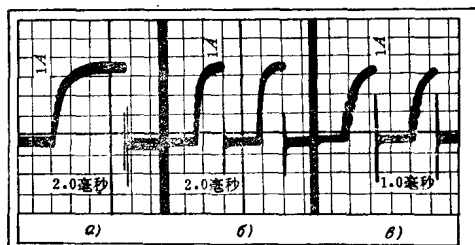


图3 发动机转速不同时蓄电池点火系的初级电流示波图
a)低速, б)中速, в)高速

$$i_1 = \frac{E}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right)$$

式中: E ——蓄电池端电压; R_1 和 L_1 ——点火线圈初级绕组的电阻和电感; t ——时间; $\tau_1 = \frac{L_1}{R_1}$ ——初级电

路的时间常数。

路的时间常数。

在 $t = 0$ 的开始时刻, $i_1 = 0$; 当 $t = 3\tau_1$ 时, 初级电流达到稳定值。现代汽车上使用的点火线圈, 初级电流在触点闭合后约经0.02秒钟达到稳定值。

在初级电流增长时, 不论是在初级电路还是在次级电路中, 均感应出按指数规律变化的电动势:

$$e_1 = -L_1 \frac{di_1}{dt} = -Ee^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$e_2 = -M \frac{di_1}{dt} = -\frac{M}{L_1} Ee^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

式中: M ——初级绕组和次级绕组的互感系数。

因为初级电流的增长速度很慢, 次级电路中感应的电动势很小, 只有 800~1200 伏; 无法击穿火花塞电极的间隙。触点闭合一段时间后, 被断电器凸轮打开。当其他条件相同时, 断开电流 I_p 的大小由触点闭合时间 t_3 决定 (这只有当 $t_3 < 3\tau_1$ 时才成立):

$$I_p = \frac{E}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{t_3}{\tau_1}} \right)$$

闭合时间 t_3 的大小由发动机转速 n 和发动机气缸数 N_n 决定。

假设 $\gamma_3 = \frac{t_3}{T}$ ——触点相对闭合率, T ——断电器触点的工作周期, 四行程发动机的 T 为:

$$T = \frac{120}{N_n \cdot n}$$

这时触点的闭合时间为:

$$t_3 = \gamma_3 T = \gamma_3 \frac{120}{N_n \cdot n}$$

而断开电流为:

$$I_p = \frac{E}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{R_1}{L_1} r_3 \frac{120}{N_n n}} \right) \quad (1)$$

由公式(1)可以得出: 初级电路中触点打开时的断开电流 I_p , 随着曲轴转速和发动机气缸数的增加而减小、随着触点相对闭合率的增加而加大。触点相对闭合率随断电器驱动凸轮的形状、触点间隙的大小而改变, 而与曲轴转速无关。断开电流 I_p , 还和初级电路的电参数有关, 它和蓄电池的电压成正比, 随附加电阻 R_1 的减小而增大, 随电感 L_1 的减小而增加。

触点打开后次级电路中高压的产生

为便于分析研究，用图 4 所示的等效电路来研究高电压在次级电路中的形成过程。在作等效电路中，假设：点火线圈的绕组之间没有直接偶合，分电器的火花触点代之以滑动触点，并把次级电路上产生的分布电容（火花塞电容、分电器电容、高压导线的电容等），用一个集中电容 C_2 等效代替，点火线圈中初级绕组 w_1 和次级绕组 w_2 间的偶合系数取为 1，次级电路中没有旁路分流，断电器触点对初级电流的截断是在瞬间完成的，把蓄电池上的电压略去不计并认为其内阻等于零。

根据初级电路中触点断开后的等效电路，振荡回路由初级线圈的电感 L_1 、消弧电容 C_1 和附加到初级电路中的电容 C_2 构成。

回路损耗由电阻 R_1 确定。触点打开时刻线圈磁场储存的能量为： $W_L = L_1 \frac{i_p^2}{2}$ 。因此，当触点打开以后初级电路中发生衰减振荡，其波形如图 5 所示。设 $R_1 = 0$ ，并且不

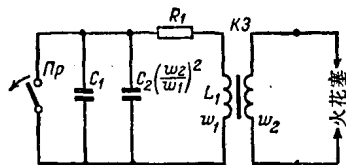


图 4 蓄电池点火系触点打开后的等效电路图

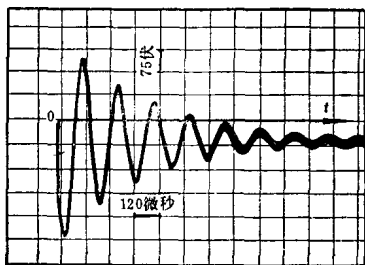


图 5 蓄电池点火系触点打开后初级线圈中电压变化的示波图（断电器触点上的电压）

考虑次级电路在这种情况下对初级电路的影响，我们可以求

出初级电路中的振荡频率为:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1 \left[C_1 + C_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 \right]}}$$

当点火线圈初级绕组的电感为 L_1 时,初级线圈上振荡电压的头半波的振幅值是〔注〕:

$$U_{1\max} = I_p \rho = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}}$$

式中: $\rho = \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}}$ ——回路的特性阻抗。

相应的次级电压的最大值等于:

$$U_{2\max} = I_p \frac{\omega_2}{\omega_1} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2}} \quad (2)$$

利用公式(1)和(2),可以对次级电压的最大值同发动机的工况和点火电路电参数间的关系进行深入分析。

由公式(2)得出:次级电压的最大值,在很大的程度上取决于触点断开时刻初级电流所能够达到的最大值,也就是取决于断开电流 I_p 。

从对公式(1)和(2)的分析讨论以及图3中给出的示波图得出的结论是:蓄电池点火系第一个带有根本性的缺点是,次级电压所能够达到的最大值随着发动机转速的增高和发动机气缸数的增加而下降。

这是因为发动机转速增加或气缸数增多后,断电器触点闭合时间缩短了,结果引起触点断开瞬间的初级电流减小;

注:断电器触点上(电容 C_1 上)的电压形式和初级线圈上的一样,只是相位相反。

而和初级电流 I_p 大小成正比的次级电压最大值，也就随着发动机转速的增加和气缸数目的增多而下降。

图 6 是四缸发动机和六缸发动机的次级电压最大值 $U_{2\max}$ 和发动机转速的试验曲线。由曲线看出，当发动机在中速区域和高速区域工作时，四缸发动机的次级电压最大值的曲线在六缸发动机的曲线之上。这是因为，当发动机以同一转速运转时，四缸发动机断电器触点闭合时间比六缸发动机的长。

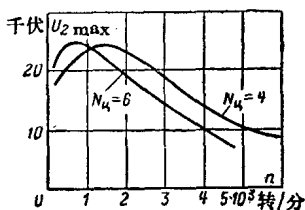


图 6 次级电压最大值 ($U_{1\max}$) 和发动机转速及气缸数之间的试验曲线

此外，还可以从图 6 中所示的曲线上看出：不论是四缸发动机还是六缸发动机，当它们在低速区工作时，次级电压的最大值都减小。而从公式 (2) 理论分析给出的是：在低速区，次级电压的最大值应该是一个常数，因为初级电路中的电流 I_p 值在低速区域是稳定的（参看图 3a）。

发动机工作在低速区域次级电压最大值降低的原因在于触点打开速度降低时，加到触点上的电压的增加比触点间隙绝缘强度的恢复来得快，这就引起触点张开时产生电弧放电。

触点打开时产生的电弧放电要消耗很大的能量，导致次级电压最大值的下降。电弧放电的强度，随触点打开速度的降低而急剧加大。由此可见，次级电压的最大值，只能在一定的发动机转速上获得。

这样，发动机在低速工作时点火系次级电压最大值下降，就成为蓄电池点火系带有根本性的第二个缺点。采用适当的消弧电容去消除这个缺陷实际上是不可能的。按照公式 (2) 去减小电容 C_1 ，并将它减小到 $C_1 = 0$ ，次级电压似乎