

第 13A 组

多点燃油喷射 (MPI) <4B11>

目录

概述	13A-2	发动机控制继电器控制	13A-38
控制单元	13A-5	燃油泵继电器控制	13A-39
传感器	13A-7	起动机继电器控制	13A-40
促动器	13A-20	氧传感器加热器控制	13A-41
燃油喷射控制	13A-24	空调压缩机继电器控制	13A-42
点火正时和载流时间的控制	13A-30	交流发电机控制	13A-43
节气门开度控制和怠速控制	13A-32	净化控制	13A-43
MIVEC 系统 (三菱新型气门正时电子控制系统) . .	13A-35	CAN.	13A-43
		诊断系统	13A-43

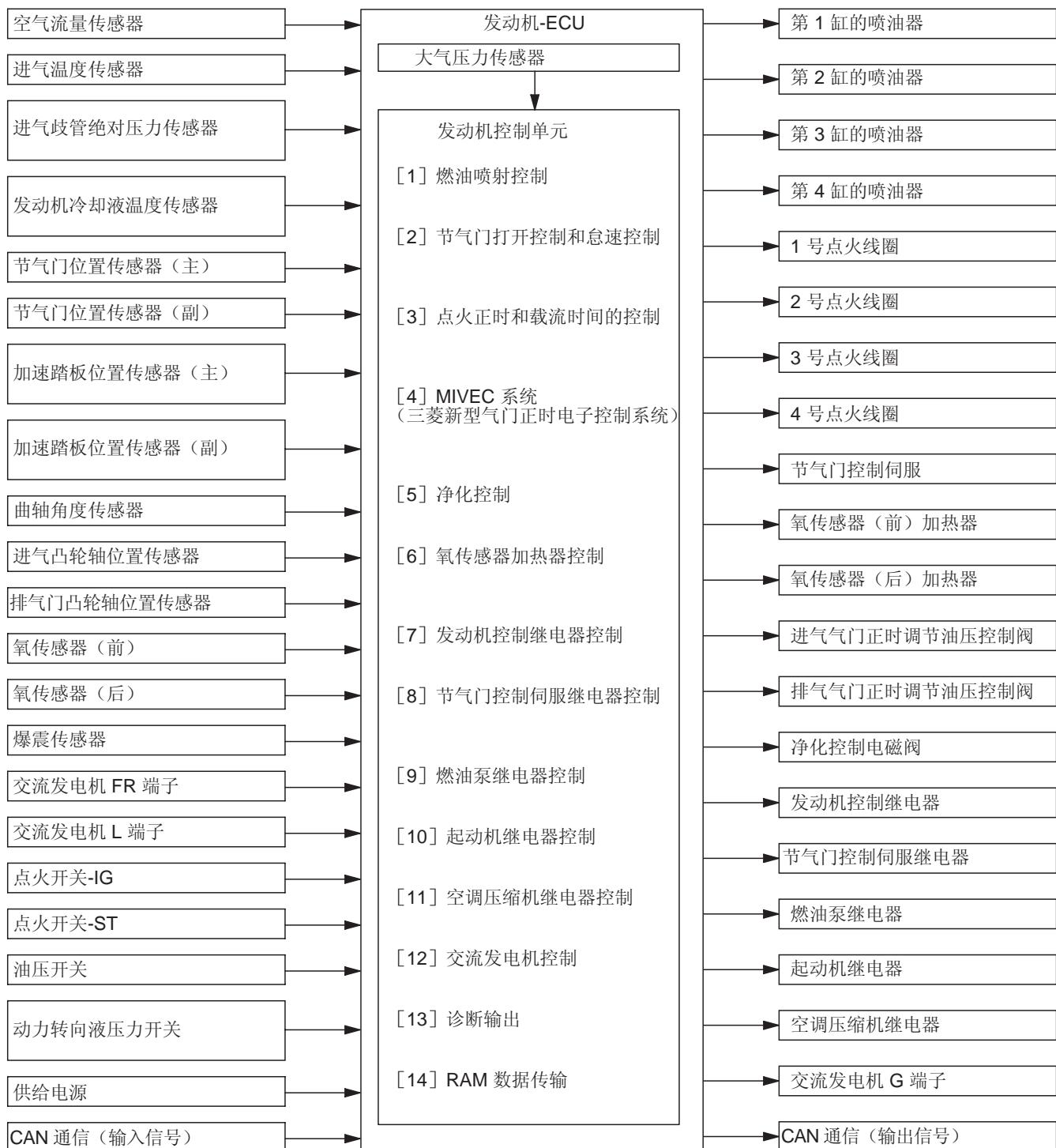
概述

在 2009 OUTLANDER 上, 针对 4B12-MPI 发动机已经进行了以下改变。

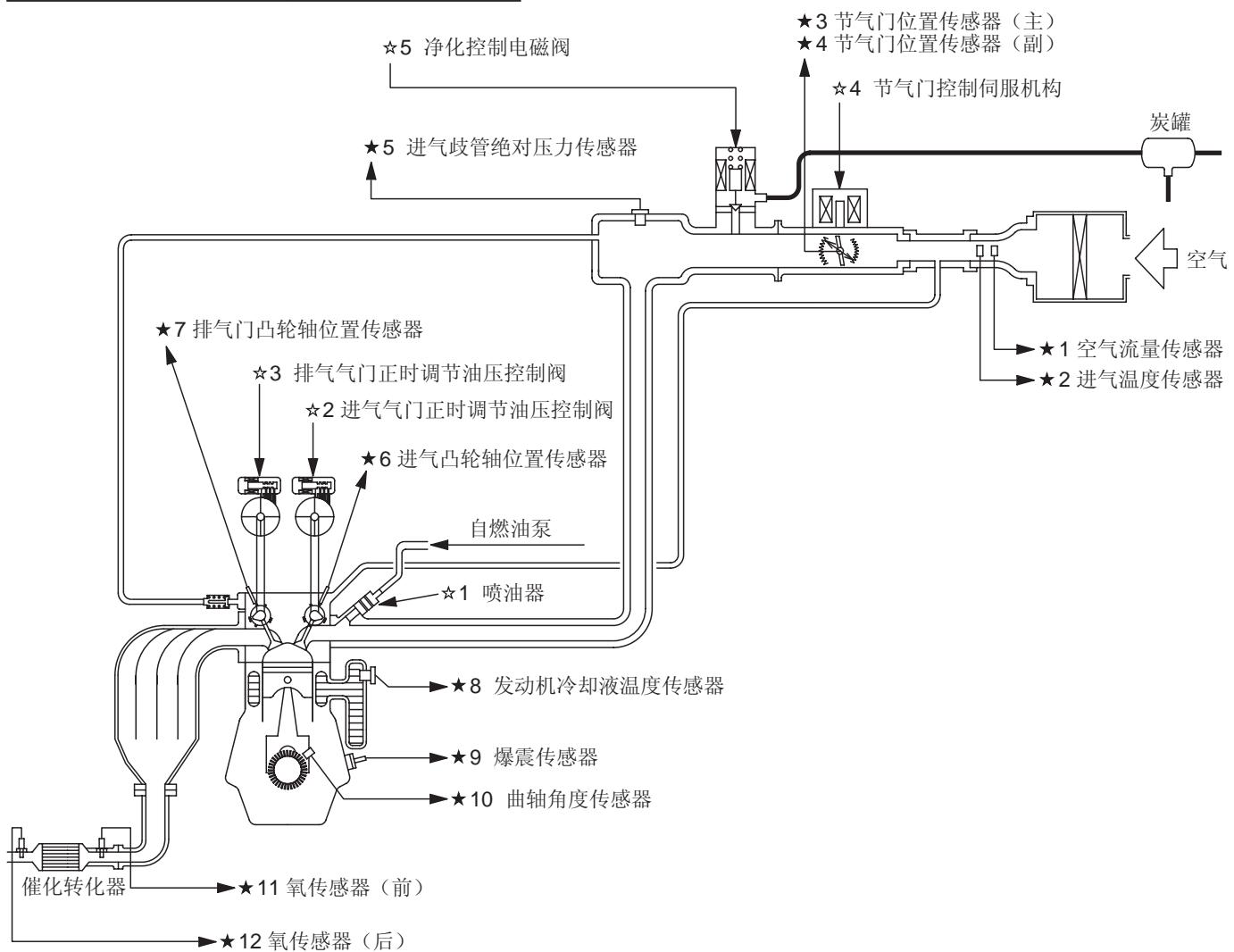
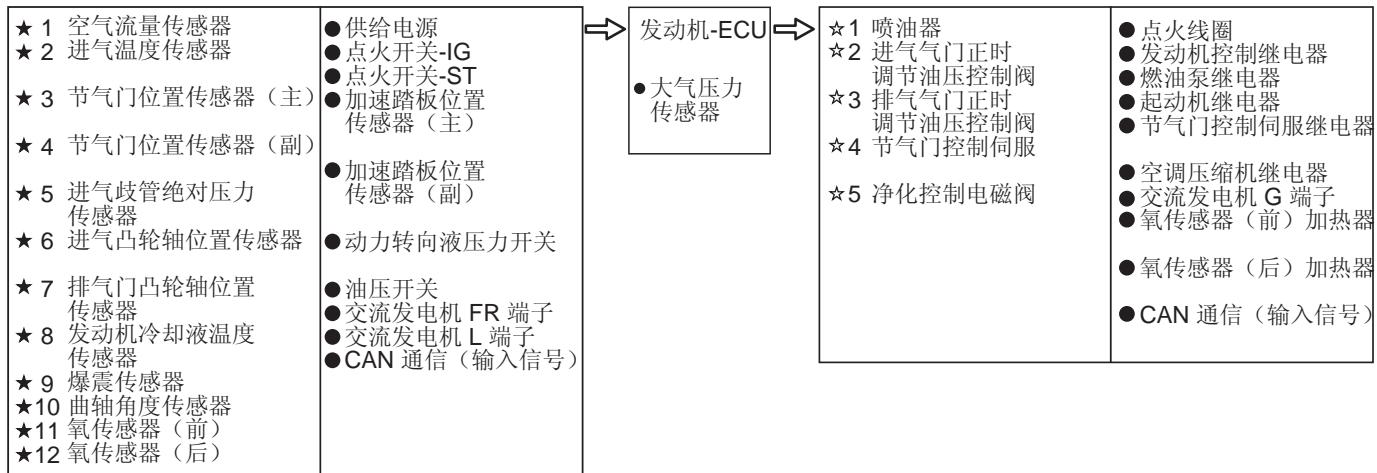
改进 / 加装	备注
停止使用 EGR 阀	简化了系统

M2132000102145

系统结构图



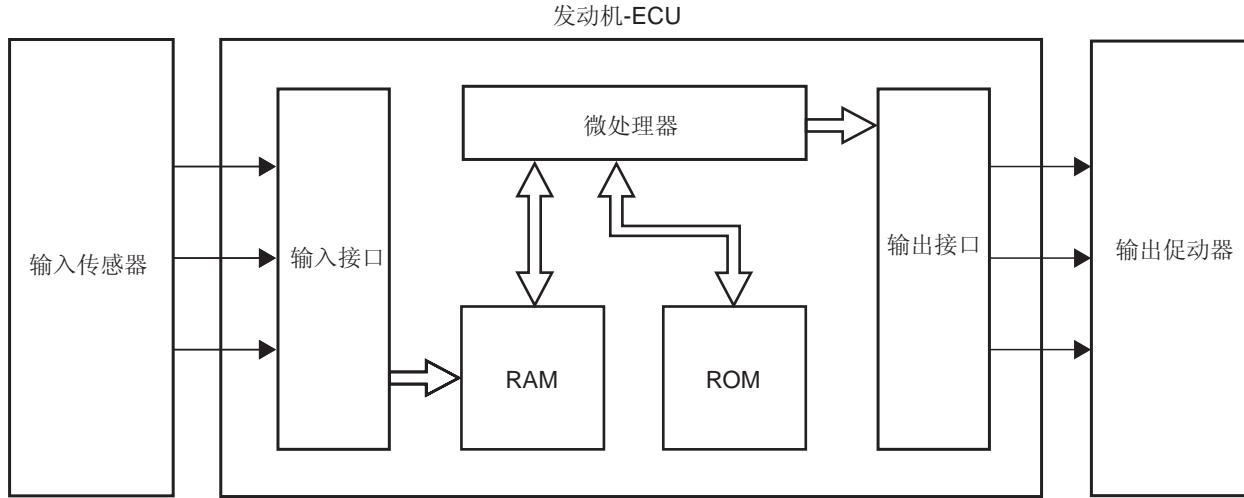
控制系统图



发动机 -ECU

M2132021500681

控制单元

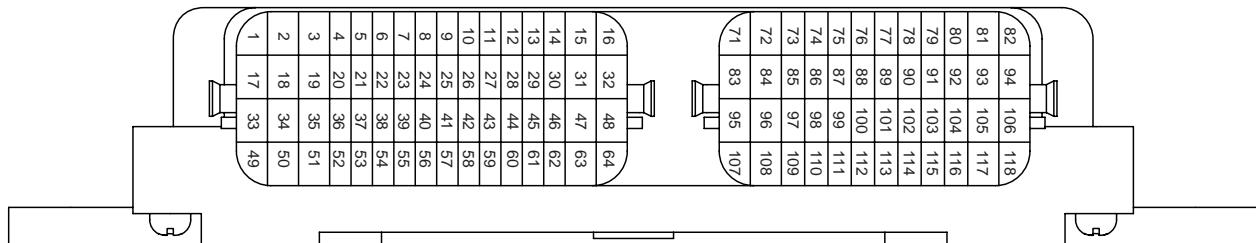


AK602218 AC

发动机 -ECU 安装在发动机舱中。发动机 -ECU 根据各传感器输入的信息判断（计算）最佳的控制，以处理行驶工况中不断的微小变化，并驱动促动器。发动机 -ECU 由 32 位微处理器和随机存取存储器 (RAM)，只读存储器 (ROM) 和输入 / 输出接口组

成。发动机 -ECU 使用能够重新写入数据的闪存 ROM，that 从而能使用专用工具改变和校正控制数据。发动机 -ECU 还使用电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)，这样，即使断开蓄电池端子，存储的补偿数据也不会被删除。

发动机 -ECU 插接器输入 / 输出针脚布置



AK602565 AB

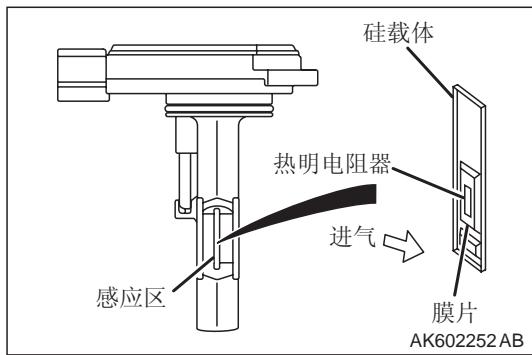
1	进气气门正时调节油压控制阀	2	第 1 缸喷油器
3	第 2 缸喷油器	4	第 1 缸点火线圈
5	第 2 缸点火线圈	6	起动机启动信号
7	排气门凸轮轴位置传感器	8	曲轴角度传感器
9	传感器供电电压	10	节气门位置传感器 (主)
11	节气门位置传感器 (副)	12	供至节气门位置传感器上的供电电压
13	节气门位置传感器接地	14	进气门凸轮轴位置传感器
15	节气门控制伺服 (+)	16	节气门控制伺服 (-)
17	排气气门正时调节油压控制阀	18	第 3 缸喷油器

19	第 4 缸喷油器	20	第 3 缸点火线圈
21	第 4 缸点火线圈	23	排气门凸轮轴位置传感器接地
24	曲轴角度传感器接地	25	爆震传感器 (+)
26	发动机冷却液温度传感器	27	发动机冷却液温度传感器接地
30	进气门凸轮轴位置传感器接地	34	氧传感器 (前) 加热器
35	氧传感器 (后) 加热器	36	机油压力开关
37	净化控制电磁阀	38	氧传感器 (前)
39	氧传感器 (前) 补偿电压	40	氧传感器 (后)
41	氧传感器 (后) 补偿电压	42	爆震传感器 (-)
44	施加到进气歧管绝对压力传感器上的供电电压	45	进气歧管绝对压力传感器
46	进气歧管绝对压力传感器接地	58	动力转向液压力开关
60	交流发电机 G 端子	61	交流发电机 FR 端子
62	交流发电机 L 端子	71	节气门控制伺服接地
72	供至节气门控制伺服的供电电压	73	发动机控制继电器
74	加速踏板位置传感器 (主)	75	供至加速踏板位置传感器 (主) 的供电电压
76	加速踏板位置传感器 (主) 接地	77	加速踏板位置传感器 (副)
78	供至加速踏板位置传感器 (副) 的供电电压	79	加速踏板位置传感器 (副) 接地
81	发动机 -ECU 接地	82	电源
83	节气门控制伺服接地	84	节气门控制伺服机构继电器
87	空气流量传感器	88	空气流量传感器接地
89	进气温度传感器	90	CAN 接口 (高电平)
91	CAN 接口 (低电平)	92	点火开关 -IG
93	发动机 -ECU 接地	96	燃油泵继电器
102	空调压缩机继电器	103	闪存 EP-ROM 数据重新写入电源
104	备用电源	105	点火开关 -ST
106	起动机继电器		

传感器

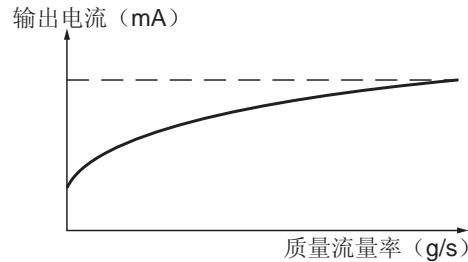
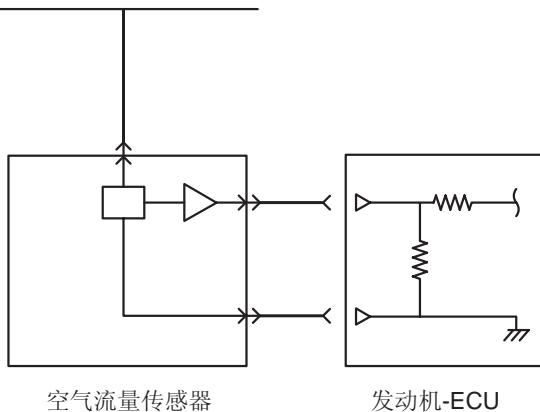
M2132001001104

空气流量传感器



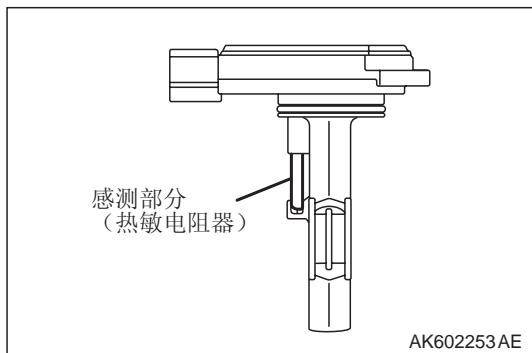
空气流量传感器安装在进气软管中。空气流量传感器由极小的热敏电阻器组成。空气流量传感器控制流经热敏电阻器的电流大小，并将热敏电阻器的温度恒定保持为进气温度。当空气质量流速增加时，空气流速变高，同时从热敏电阻器转移至空气的热量也增加。因此，空气流量传感器增大了热敏电阻器的电流大小。这样，电流大小随进气流量的增大而增大。空气流量传感器通过检测电流大小来测量进气流量。空气流量传感器放大检测到的电流量，然后将其输出到发动机 -ECU 中。发动机 -ECU 使用此输出电流和发动机转速以计算并确定基本燃油喷射时间。传感器特性如图所示。

自发动机控制继电器

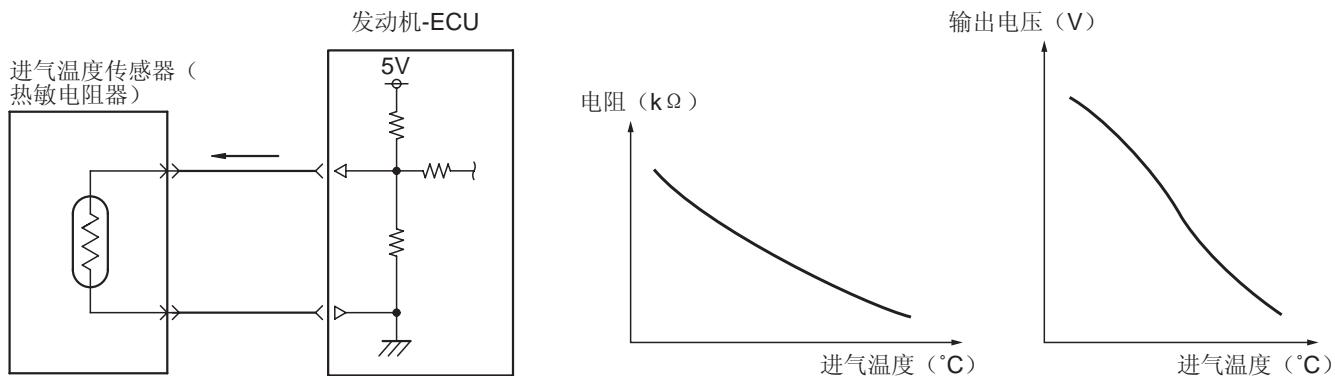


AK602221 AC

进气温度传感器

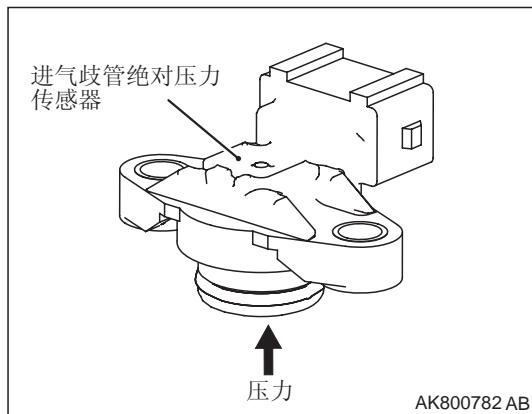


进气温度传感器集成在空气流量传感器中。进气温度传感器通过热敏电阻器的电阻变化检测进气温度，并将该对应于进气温度的电压通过输出到发动机 -ECU。发动机 -ECU 使用此输出电压补偿燃油喷射控制和点火正时控制。传感器特性如图所示。

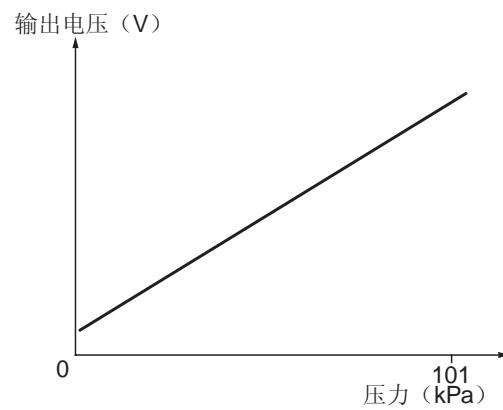
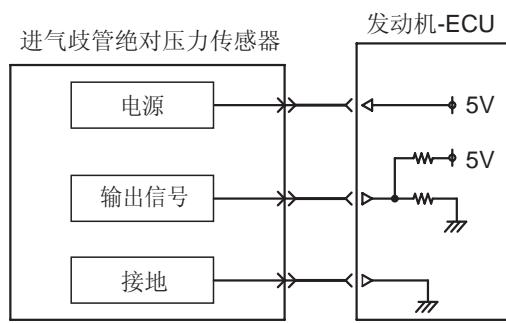


AK602207 AN

进气歧管绝对压力传感器

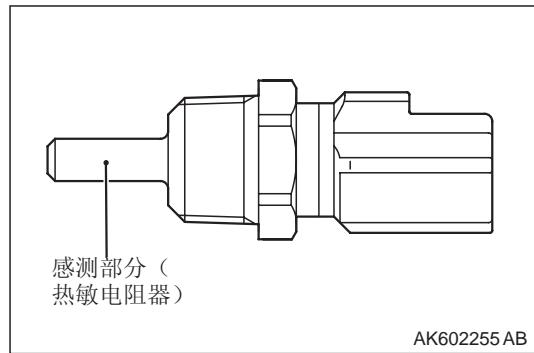


进气歧管绝对压力传感器安装在进气歧管中。进气歧管绝对压力传感器使用压阻半导体，根据进气歧管绝对压力输出电压至发动机-ECU。发动机-ECU 使用此输出电压以根据进气歧管绝对压力补偿燃油喷射量。传感器特性如图所示。

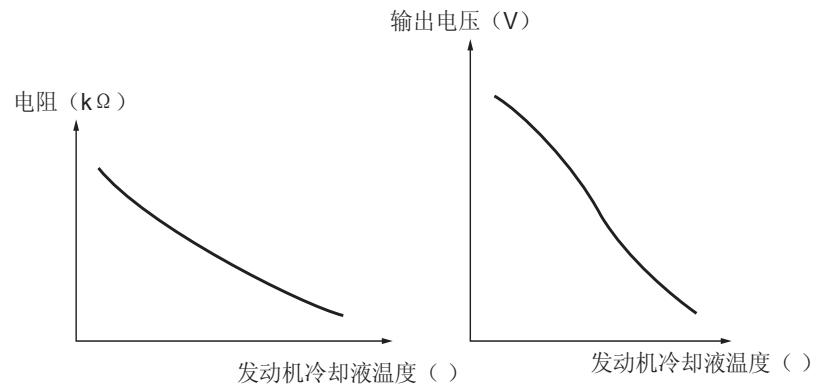
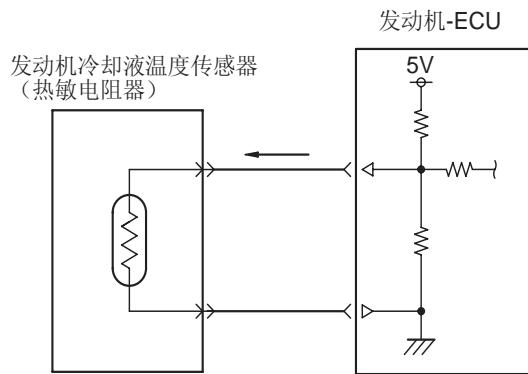


AK602206 AF

发动机冷却液温度传感器

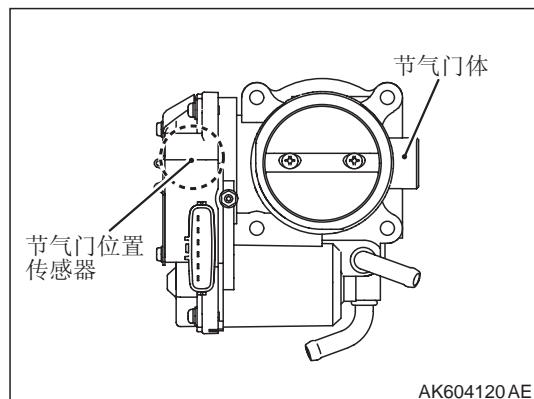


发动机冷却液温度传感器安装在节温器外壳中。发动机冷却液温度传感器使用热敏电阻器的电阻变化检测冷却液温度，并将对应于冷却液温度的电压输出到发动机 -ECU。发动机 -ECU 使用此输出电压以适当地控制燃油喷射量、怠速转速和点火正时。传感器特性如图所示。



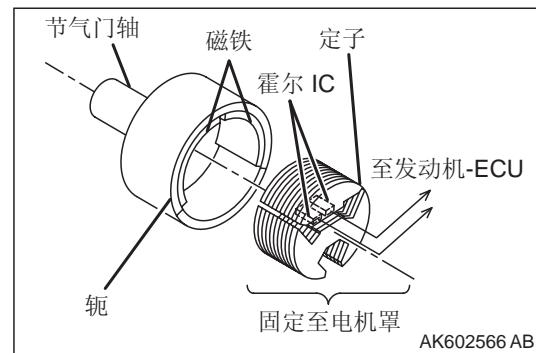
AK602208 AE

节气门位置传感器

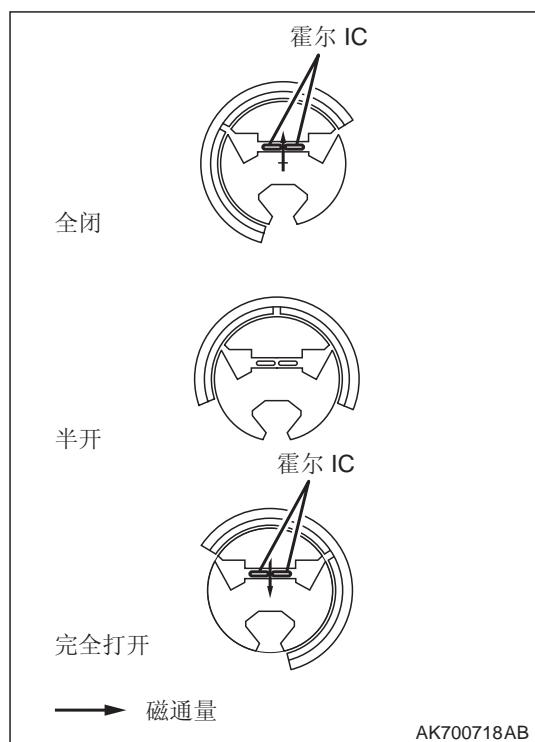


节气门位置传感器安装在节气门体中。节气门位置传感器根据节气门轴的转动角度将电压输出到发动机 -ECU。发动机 -ECU 使用此信号检测节气门开度，以执行节气门控制伺服反馈控制。节气门位置传感器使用非接触型霍尔 IC。

结构和系统

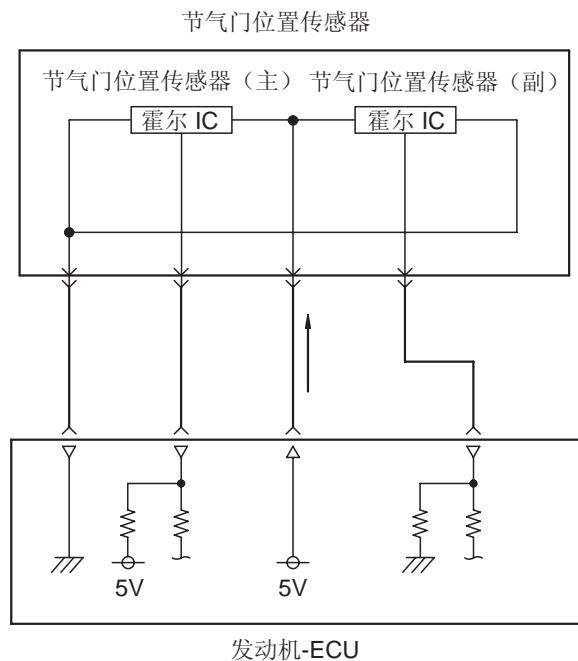


节气门位置传感器由固定在节气门轴上的永磁铁、根据磁通量强度输出电压的霍尔 IC，以及可将磁通量从永磁铁有效传导至霍尔 IC 的转子组成。

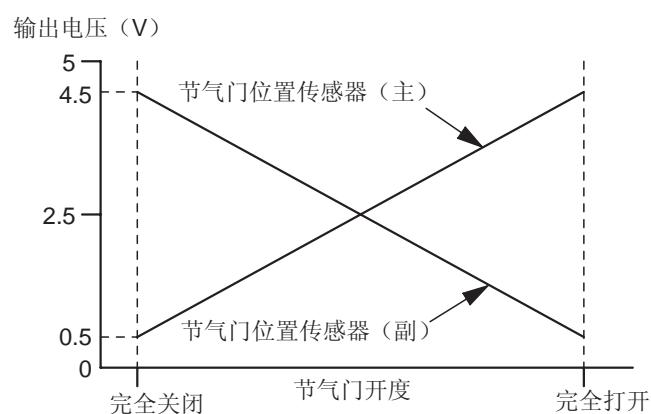


霍尔 IC 处的磁通密度与输出电压成比例。

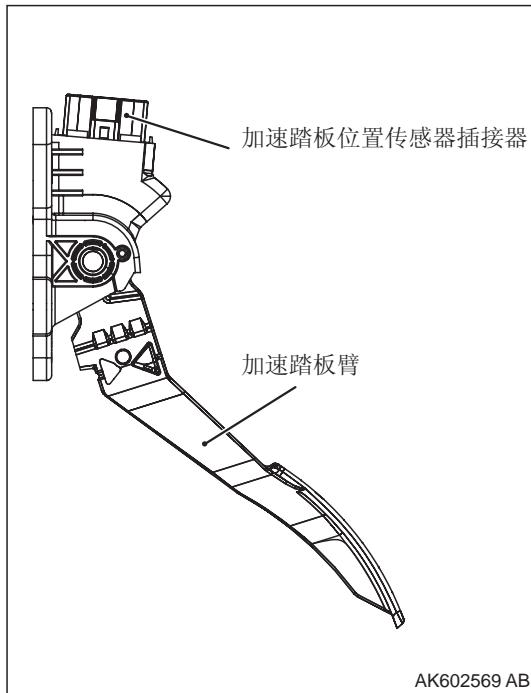
节气门位置传感器具有 2 个输出系统 – 节气门位置传感器 (主) 和节气门位置传感器 (副)，并且将输出电压输出到发动机 -ECU。节气门转动时，节气门位置传感器 (主) 和节气门位置传感器 (副) 的输出电压发生变化。这使发动机 -ECU 能够检测实际的节



气门开角。发动机 -ECU 使用此输出电压进行节气门控制伺服反馈控制。此外，发动机 -ECU 将节气门位置传感器 (主) 和节气门位置传感器 (副) 的输出电压进行比较，以检查节气门位置传感器中的异常。节气门开度与节气门位置传感器 (主) 和节气门位置传感器 (副) 输出电压之间的关系如下图所示。

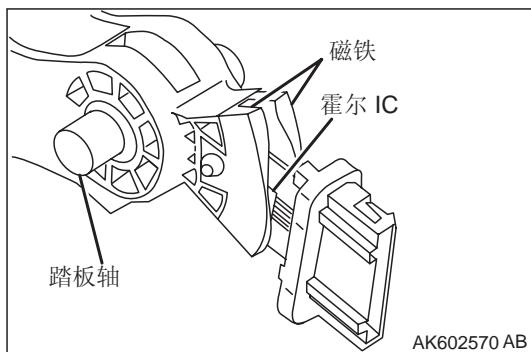


加速踏板位置传感器

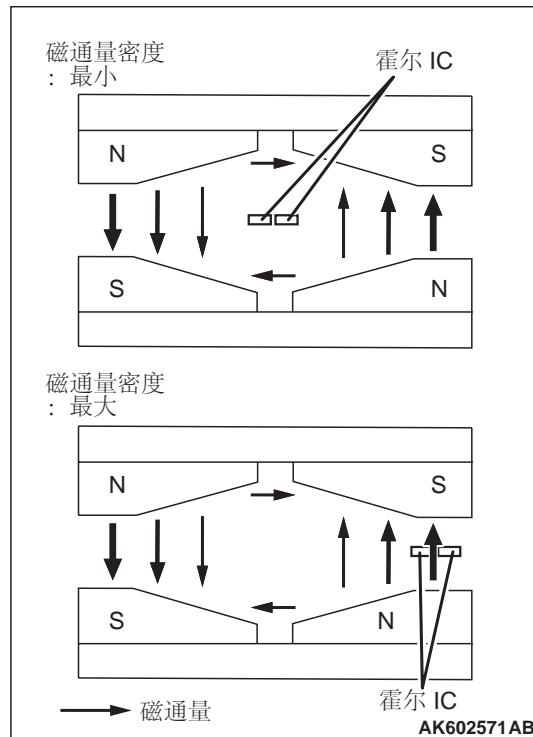


加速踏板位置传感器与加速踏板集成在一起，可检测油门的开度。发动机 -ECU 使用此传感器的输出电压控制合适的节气门开度和燃油喷射量。加速踏板位置传感器使用非接触式霍尔 IC。

结构和系统



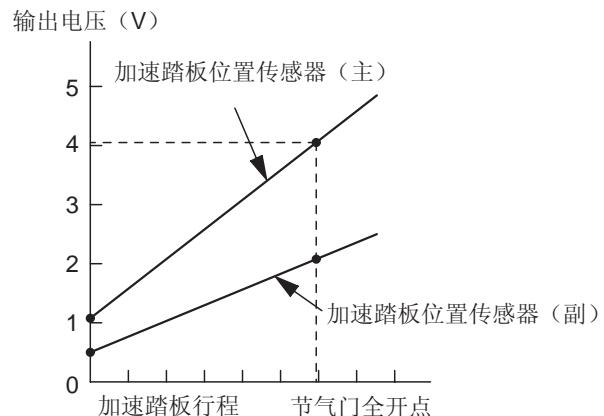
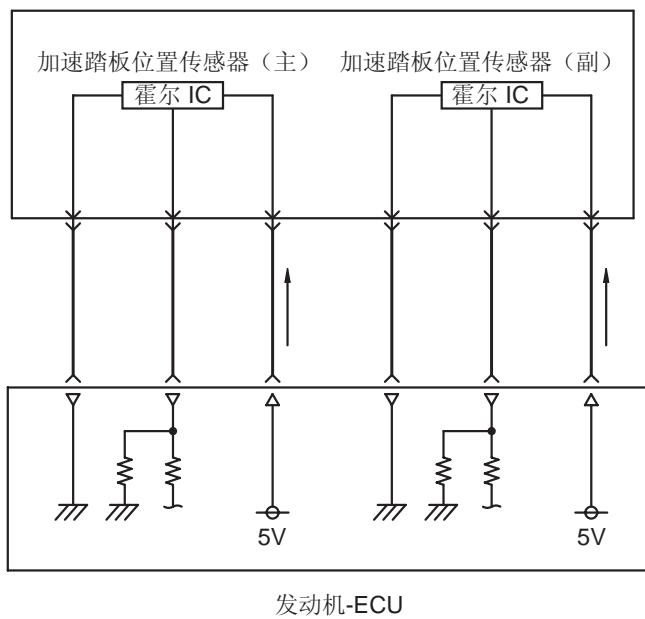
加速踏板位置传感器由固定在踏板轴的磁铁支架上的永磁铁、根据磁通量密度输出电压的霍尔 IC 以及一个有效地将磁通量从永磁铁引到霍尔 IC 的定子组成。



霍尔 IC 处的磁通密度与输出电压成比例。

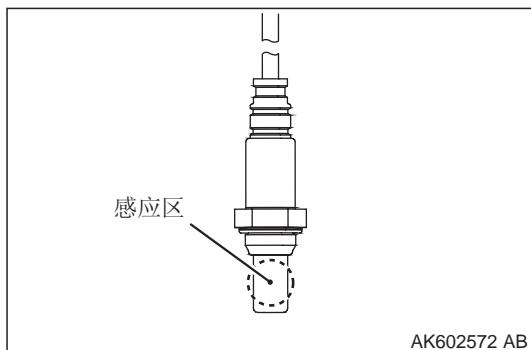
加速踏板位置传感器具有两个 2 输出系统 – 加速踏板位置传感器（主）和加速踏板位置传感器（副），并且输出电压输出至发动机 -ECU。根据加速踏板的下压程度，加速踏板位置传感器（主）和加速踏板位置传感器（副）的输出电压发生改变。这使发动机 -ECU 检测加速踏板的实际下压量。发动机 -ECU 使用加速踏板位置传感器（主）的输出电压进行合适的节气门开度控制和燃油喷射量控制。此外，发动机 -ECU 将加速踏板位置传感器（主）和加速踏板位置传感器（副）的输出电压进行比较，以检查传感器中的异常。油门开度与加速踏板位置传感器（主）和加速踏板位置传感器（副）之间的关系如下图所示。

加速踏板位置传感器

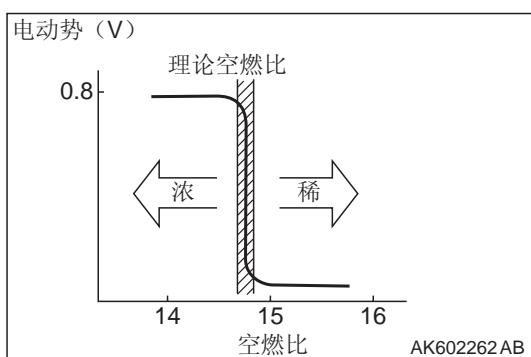


AK602211 AD

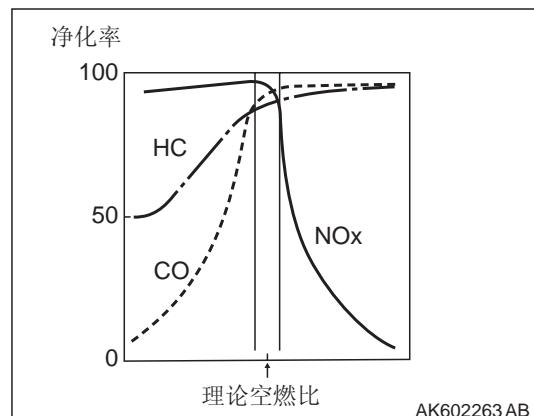
氧传感器



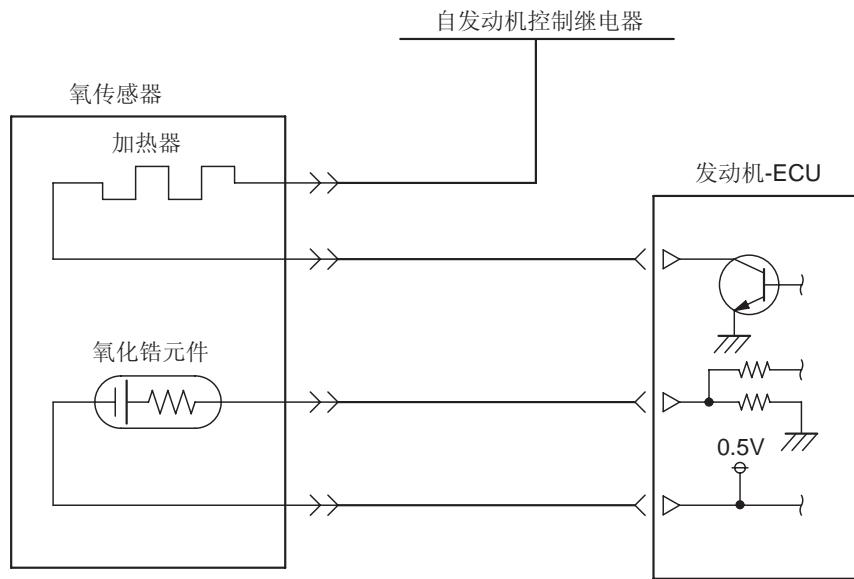
氧传感器安装在催化转化器上的 2 个位置（前、后）。氧传感器具有内置的加热器，以协助提前激活传感器。这样使发动机起动后一会即可进行空燃比的反馈控制。



该传感器利用固体电解质（氧化锆）的氧浓差室原理，且具有在接近理论空燃比时输出电压突然发生改变的特性。该特性用于检测排气中的氧浓度。对发动机-ECU 的反馈使其判断空燃比与理论空燃比相比较浓还是较稀。

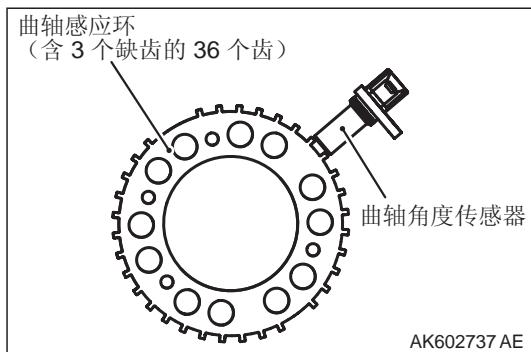


这使发动机-ECU 进行精确的反馈控制，以获得三元催化转化器具有最佳清洁效率的理论空燃比。

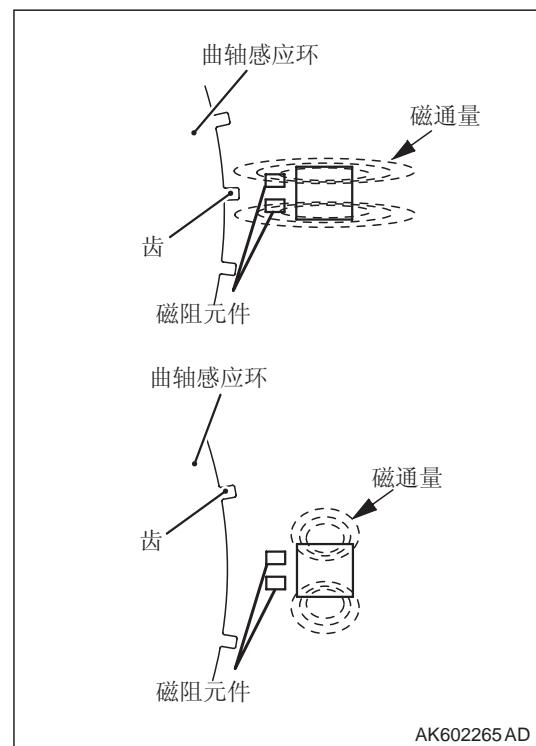


AK602576AB

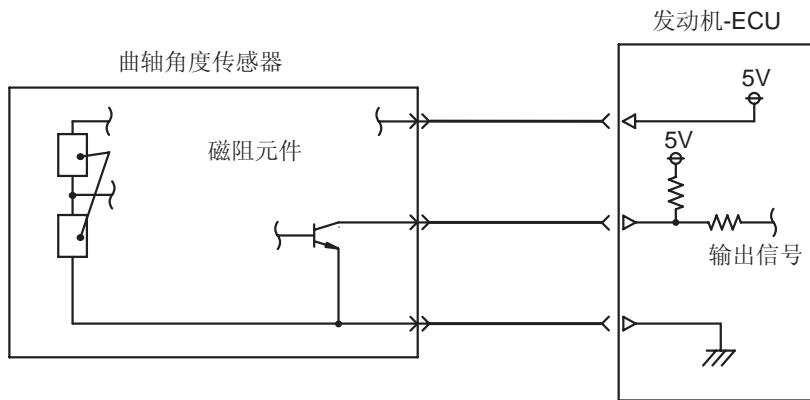
曲轴角度传感器



曲轴角度传感器安装在气缸体的排气歧管侧。曲轴角度传感器监测安装在曲轴上的曲轴感应环的转动（36齿，包括3个缺齿），并将其转换成电压（脉冲信号）输出到发动机-ECU。发动机-ECU 使用曲轴角度传感器的输出脉冲检测曲轴位置。

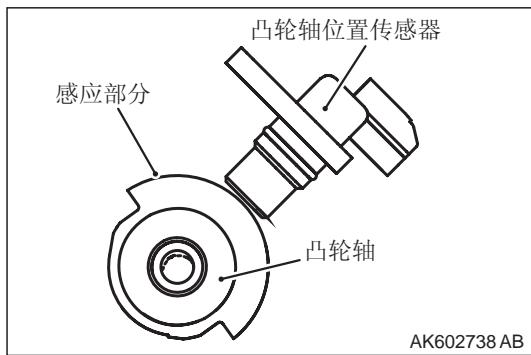


曲轴角度传感器使用磁阻元件。当曲轴-感应环的叶片经过磁阻元件的前表面时，磁铁的磁通量经过磁阻元件。这样，磁阻元件的电阻增大。当曲轴-感应环的叶片未经过磁阻元件的前表面时，来自磁铁的磁通量不经过磁阻元件，并且电阻降低。曲轴角度传感器将磁阻元件电阻的这种改变转换成5V脉冲信号，并将其输出到发动机-ECU。

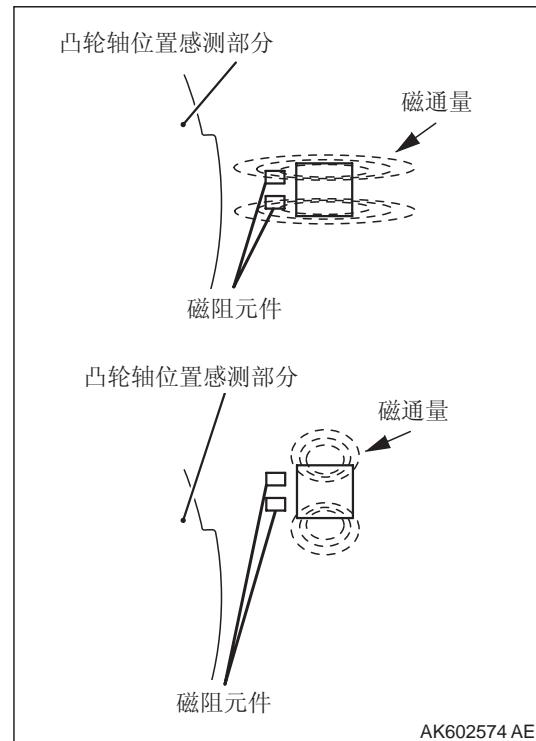


AK602285 AB

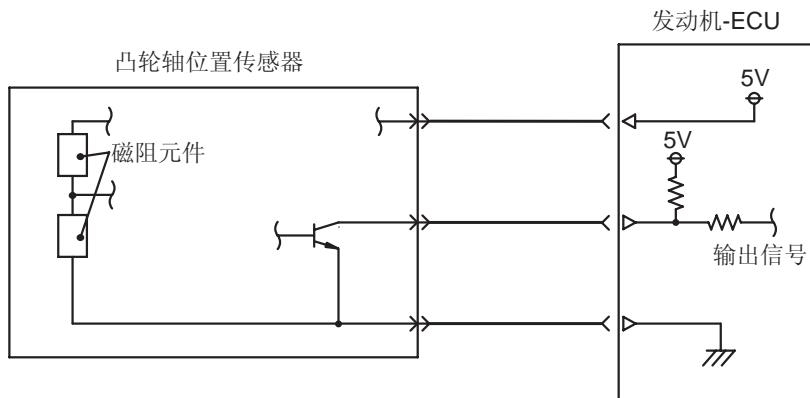
进气门凸轮轴位置传感器



进气门凸轮轴位置传感器安装在气缸盖的进气侧上。进气门凸轮轴位置传感器监视半月形传感部分的形状，并将其转换成电压（脉冲信号）转出到发动机-ECU。接收到此输出电压时，发动机-ECU影响反馈控制以优化进气门凸轮轴的相位。此外，发动机-ECU采用凸轮轴位置传感器输出脉冲信号与曲轴角度传感器输出脉冲信号相结合，以确定处于压缩冲程的气缸。



进气门凸轮轴位置传感器使用磁阻元件。当凸轮轴位置感应部分经过磁阻元件的前表面时，磁铁的磁通量经过磁阻元件。这样，磁阻元件的电阻增大。当凸轮轴位置感应部分未经过磁阻元件的前表面时，来自磁铁的磁通量不经过磁阻元件，并且电阻降低。进气门凸轮轴传感器将磁阻元件电阻的这种改变转换成 5 V 脉冲信号，并将其输出到发动机-ECU。

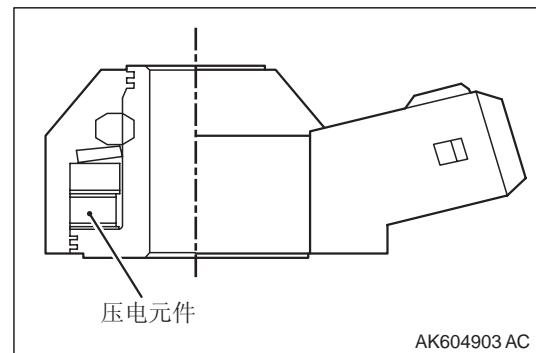


AK602287AB

排气门凸轮轴位置传感器

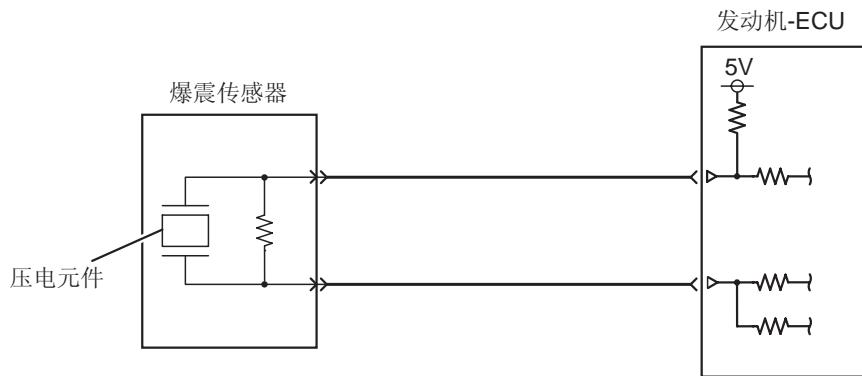
排气门凸轮轴位置传感器安装在气缸盖的排气歧管侧。排气门凸轮轴位置传感器监视半月形传感部分的形状，并将其转换成电压（脉冲信号）转出到发动机-ECU。接收到此输出电压时，发动机-ECU 影响反馈控制以优化排气门凸轮轴的相位。此传感器的结构和系统基本与进气门凸轮轴位置传感器相同。

爆震传感器



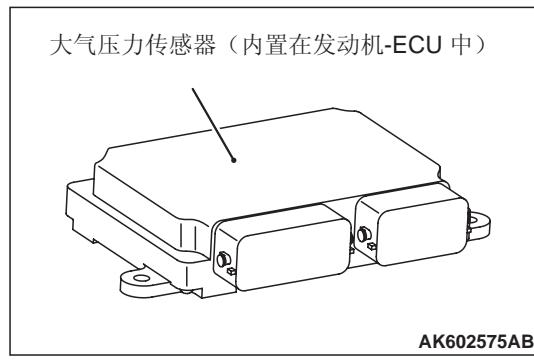
AK604903 AC

爆震传感器安装在气缸体的进气侧。爆震传感器使用压电元件将发动机工作时气缸体的振动转换成微小电压，并输出到发动机-ECU。发动机-ECU 使用来自爆震传感器的该微小输出电压，过滤掉气缸体的固有频率，以检测爆震，并根据爆震的强度补偿点火正时。

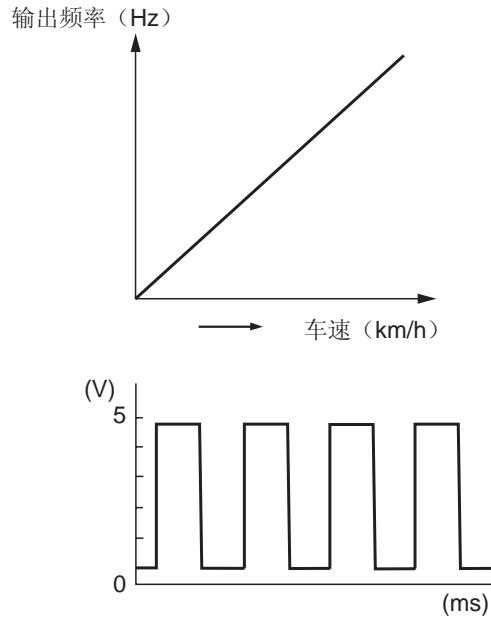
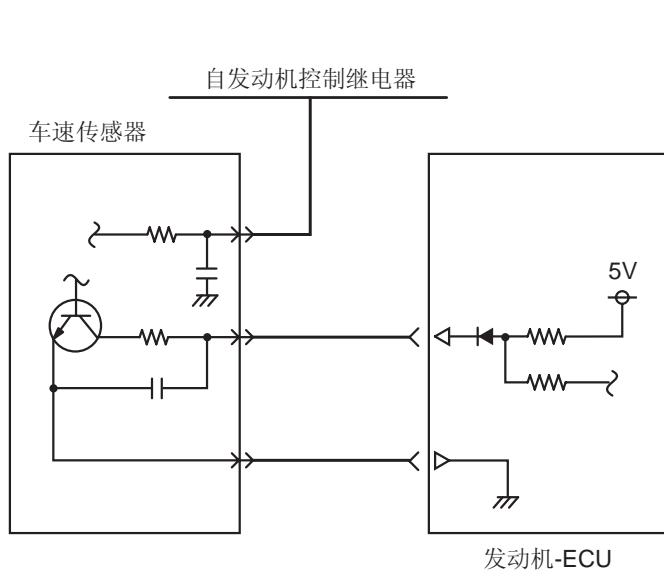


AK602226 AC

大气压力传感器

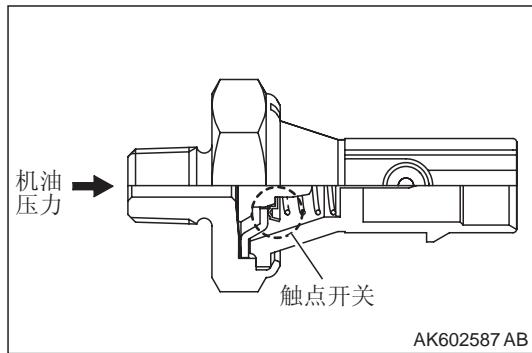


大气压力传感器内置于发动机-ECU 中。大气压力传感器是一个半导体扩散压力元件，根据大气压力输出电压到发动机-ECU。发动机-ECU 使用此输出电压感应车辆的海拔高度，并补偿燃油喷射量，以达到针对该海拔的合适空燃比。

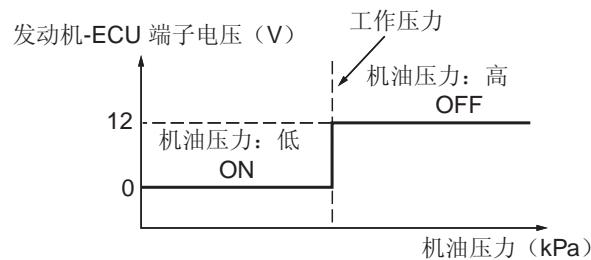
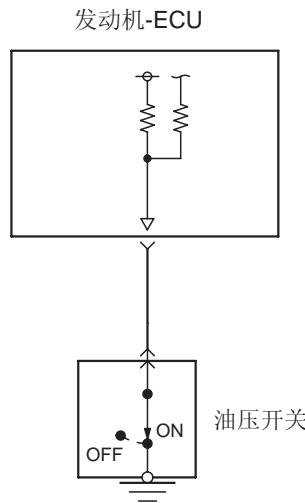


AK700679 AB

油压开关

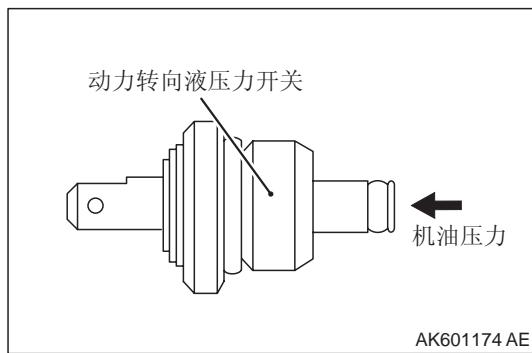


油压开关安装在气缸体的进气侧上。油压开关使用触点开关检测机油压力过高或过低。发动机起动后，当机油压力变得高于规定值时，油压开关的触点打开。从而使发动机 -ECU 检测到机油压力高于规定值。发动机 -ECU 通过 CAN 将 OFF 信号输出到组合仪表，然后关闭油压警告灯。

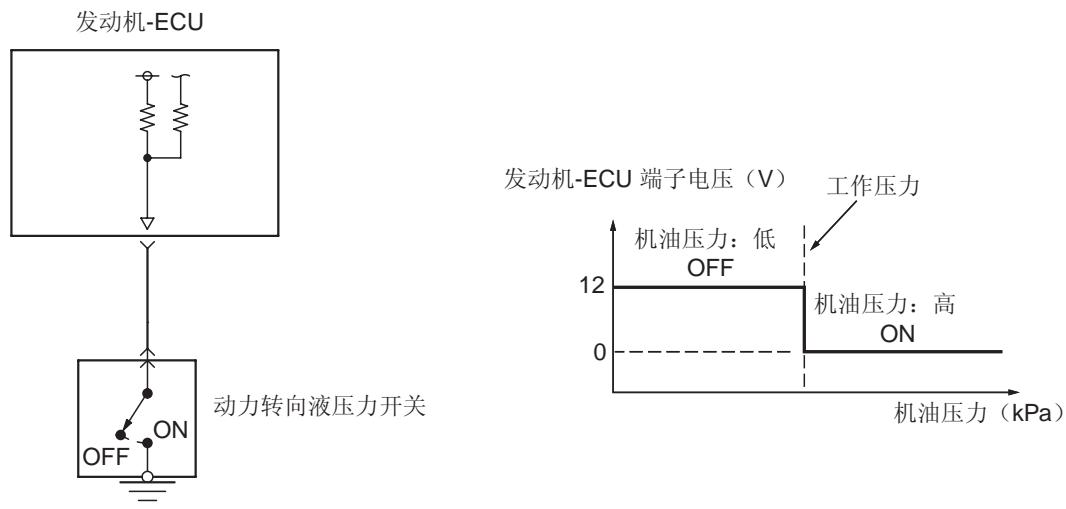


AK602228 AF

动力转向液压力开关



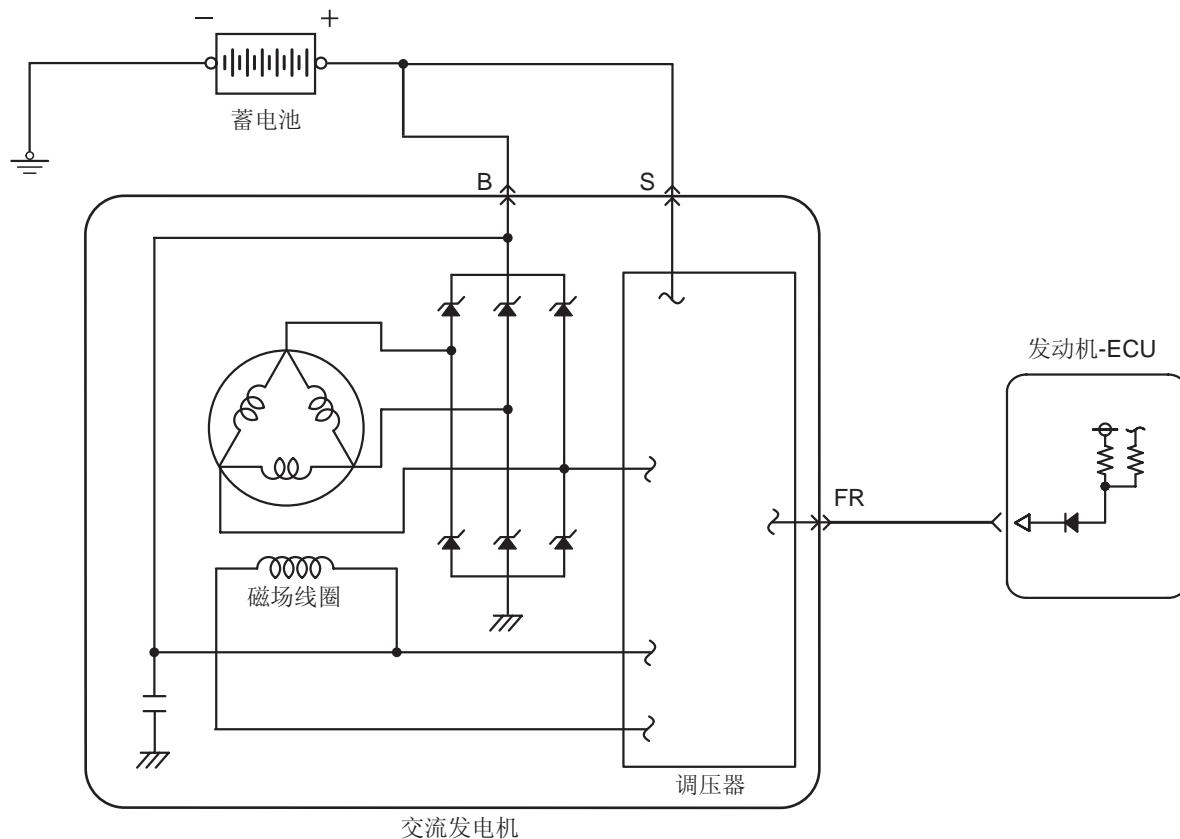
动力转向液压力开关安装在动力转向油泵上。动力转向液压力开关利用触点开关检测动力转向液压力。当动力转向油压力由于方向盘的操作而升高时，动力转向负载开关向发动机 -ECU 输出一个 ON 信号。发动机 -ECU 根据该电压执行怠速提升，并防止发动机转速由于动力转向负载而降低，从而维持稳定的怠速转速。



交流发电机 FR 端子

根据交流发电机的输出电流，交流发电机接通 / 断开调压器中的功率晶体管，以调整激磁线圈中的电流。用这种方式保持调节交流发电机输出电压（至约 14.4 V）。功率晶体管接通时间的比例 [ON 占空

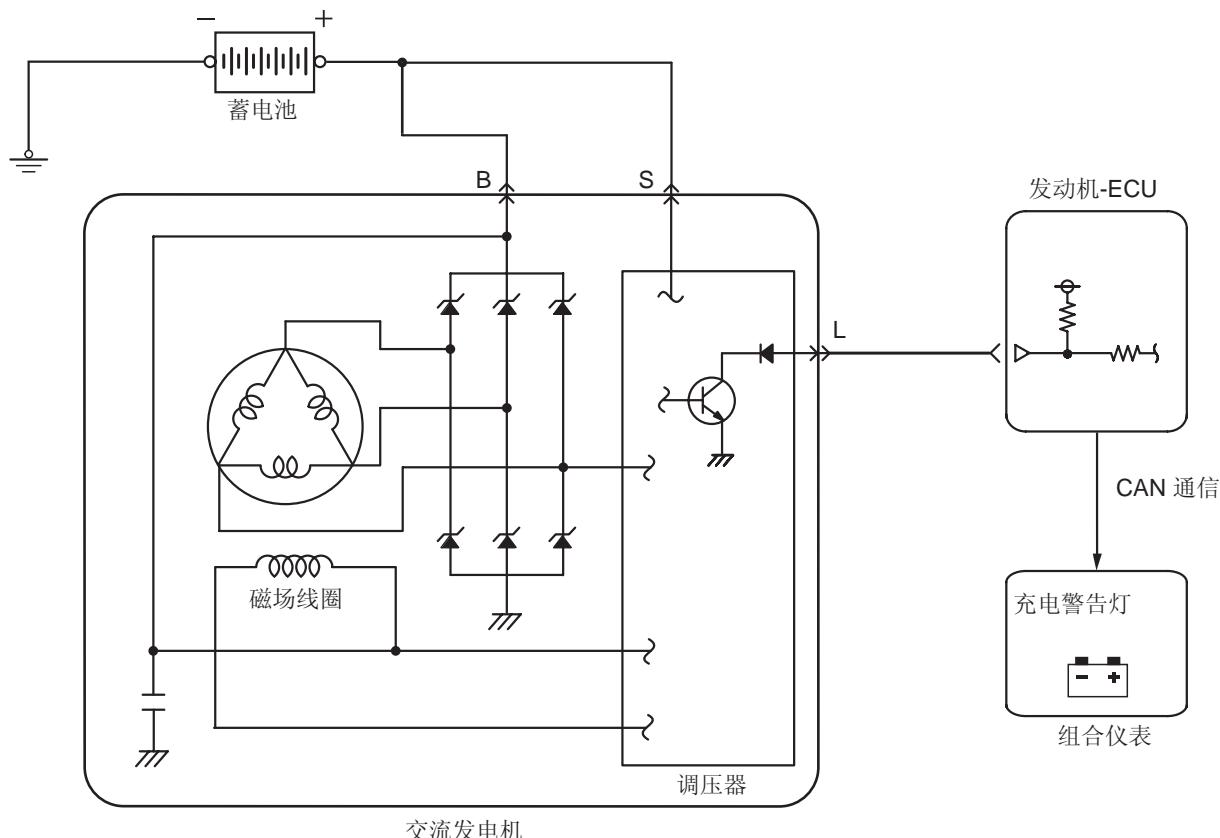
(duty) 比] 从交流发电机 FR 端子输出到发动机-ECU。发动机-ECU 使用此信号检测交流发电机输出电流，并根据输出电流（电负荷）驱动节气门控制伺服。这可防止电负荷导致的怠速转速的改变，且有助于保持稳定的发动机转速。



交流发电机 L 端子

打开点火开关后, 由发动机 -ECU 将电流输入到交流发电机 L 端子。这使调压器打开, 并且磁场线圈获得励磁。当交流发电机在这种情况下转动时, 在定子线圈中激发电压, 电流从 B- 端子通过换向二极管输出。同样, 产生的电压通过换向二极管输入到调压器。开

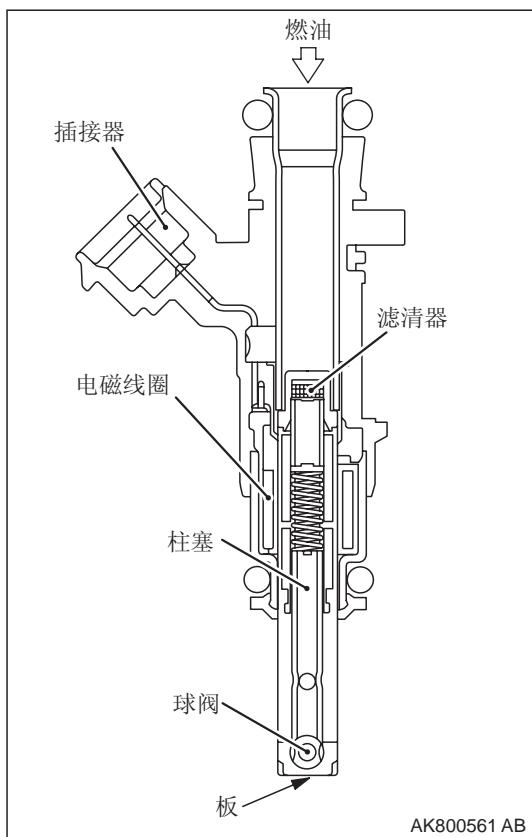
始产生电之后, 电流从此电路供应至磁场线圈。此外, 产生的电压从交流发电机 L 端子输出到发动机 -ECU。这使发动机 -ECU 检测到开始产生电。发动机 -ECU 通过 CAN 将 ON 信号输出到组合仪表, 然后关闭指示灯。



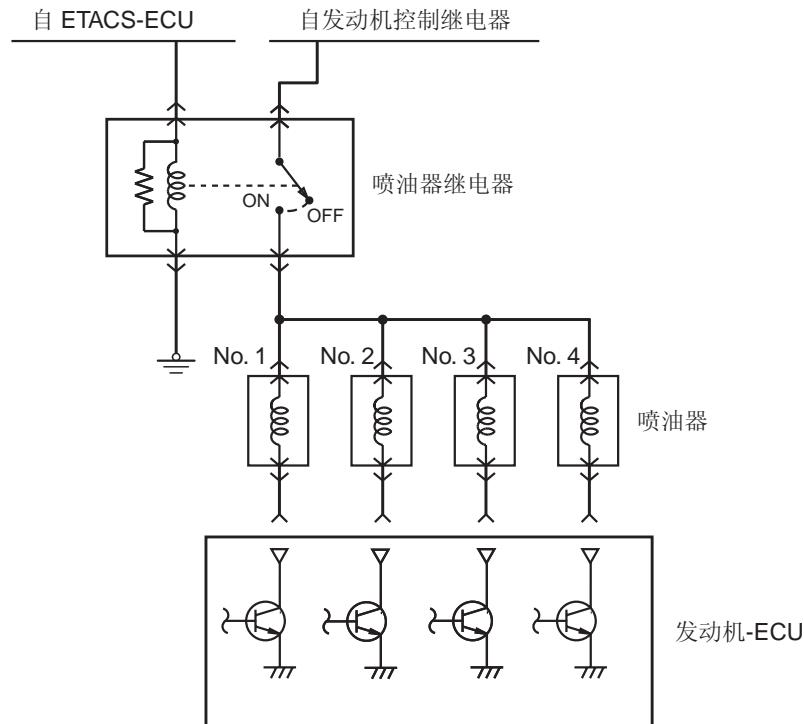
促动器

M2132002000795

喷油器

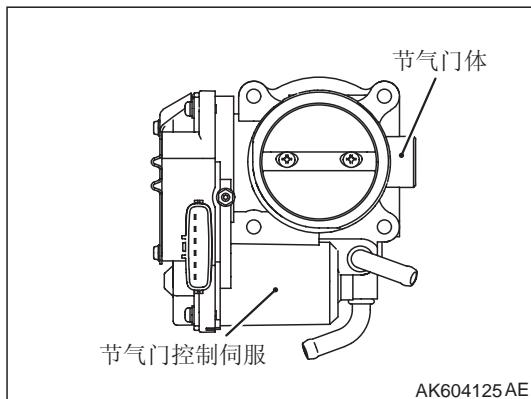


喷油器是一个带电磁阀的喷油嘴，根据发动机 -ECU 发送的喷射信号喷射燃油。各气缸的进气歧管中安装了一个喷油器，并固定在高压油管上。电磁线圈通电时，柱塞被吸入。球阀与柱塞集成在一起，并与柱塞一起被拉至全开位置，从而使喷射孔全开，并进行燃油喷射。



蓄电池的电压从喷油器继电器施加到喷油器上，并发送至发动机 -ECU。发动机 -ECU 打开其功率晶体管，并且使喷油器的接地电路就绪。这样，功率晶体管接通时，电流流经喷油器，且喷油器喷射燃油。

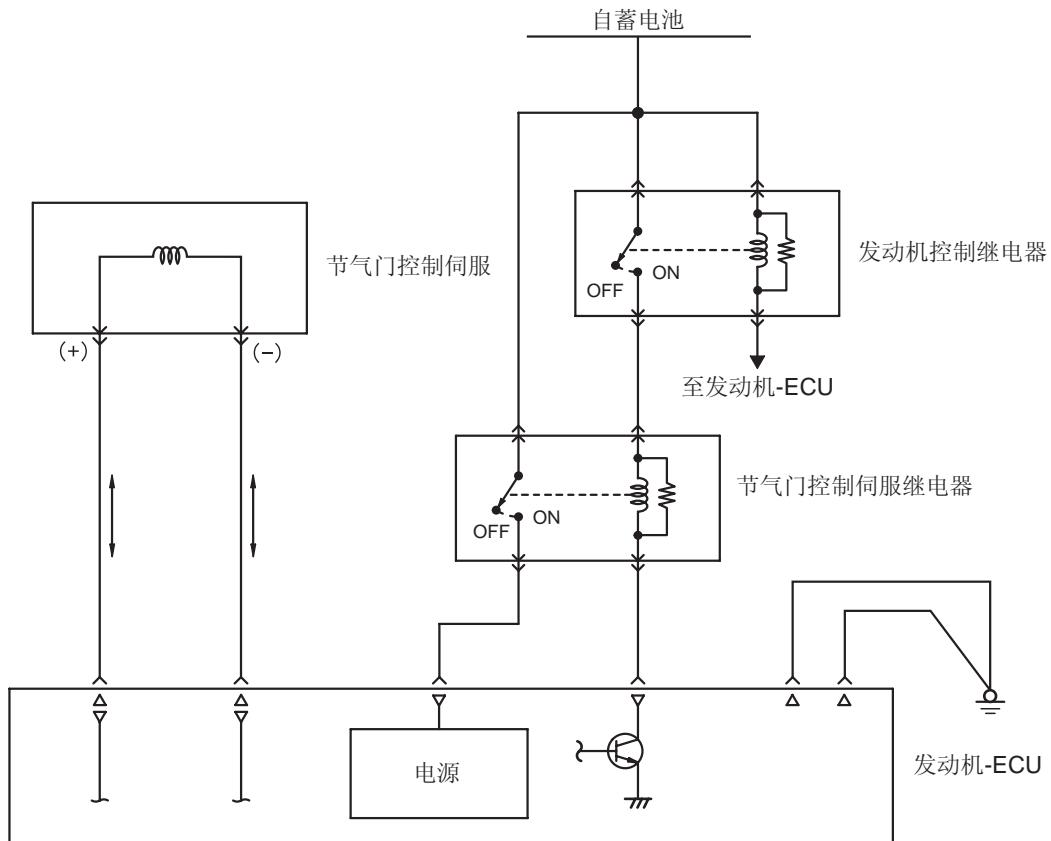
节气门控制伺服机构



节气门控制伺服安装在节气门体中。节气门控制伺服通过减速器打开 / 关闭节气门。发动机 -ECU 根据打开 / 关闭方向改变电流方向，并改变到电机线圈的电流，以控制节气门控制伺服。

节气门控制伺服由一个响应良好、能耗低并且小巧的带电刷 DC 电机组成，可以根据施加到线圈上的电流产生转动力。当没有电流经过节气门控制伺服时，节气门仍保持在指定的开度。所以，即使电流由于系统中的故障而停止，仍然能进行最低水平的运行。

AK700708 AB



AK602231 AF

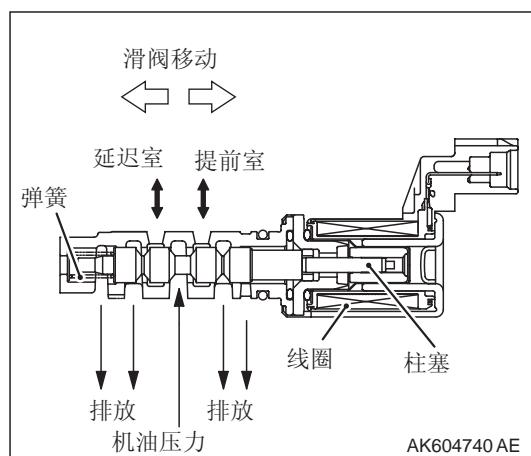
点火线圈

参阅第 16 组 – 点火线圈 [P.16-3](#)。

净化控制电磁阀

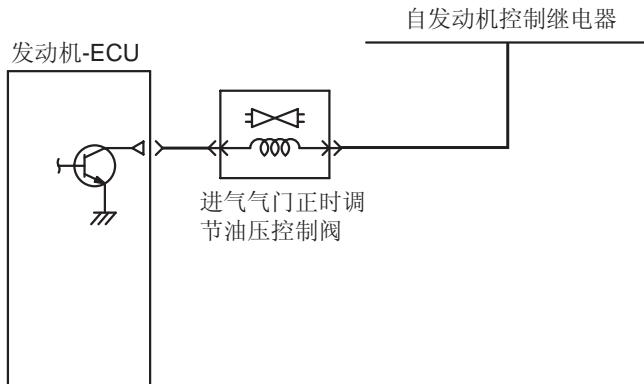
参阅第 17 组 – 排放控制 – 蒸发排放物控制系统 [P.17-10](#)。

进气气门正时调节油压控制阀



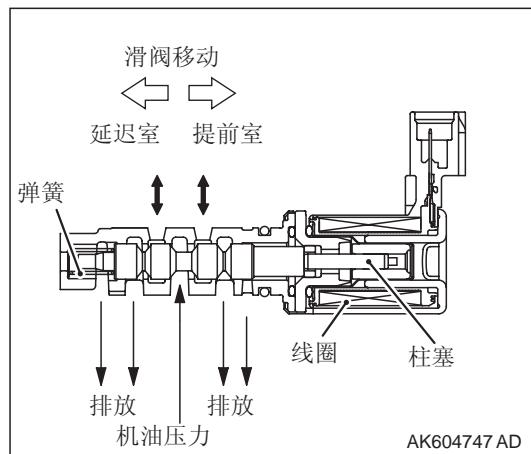
AK604740 AE

进气气门正时调节油压控制阀安装在气缸盖的进气侧。从发动机 -ECU 接收到占空 (duty) 信号时，进气气门正时调节油压控制阀移动滑阀的位置，并将气缸体产生的机油压力分配到 V.V.T. 链轮的提前室和延迟室中，以及连续地改变进气门凸轮轴相位。发动机停止时，通过弹簧使滑阀停在进气门凸轮轴最大延迟角的位置。发动机 -ECU 通过增加和减少进气气门正时调节油压控制阀的 ON 占空 (duty) 比来移动滑阀位置，使进气门凸轮轴位于目标相位角。占空 (duty) 比增加时，滑阀移动。链轮朝提前室方向转动。当占空 (duty) 比减少时，链轮朝延迟室方向转动。当达到中等占空 (duty) 比时，即滑阀位于中央位置时，所有油道均关闭。这会使相位角保持恒定。发动机 -ECU 根据发动机的运转改变和控制占空 (duty) 比，以获得最佳的相位角。

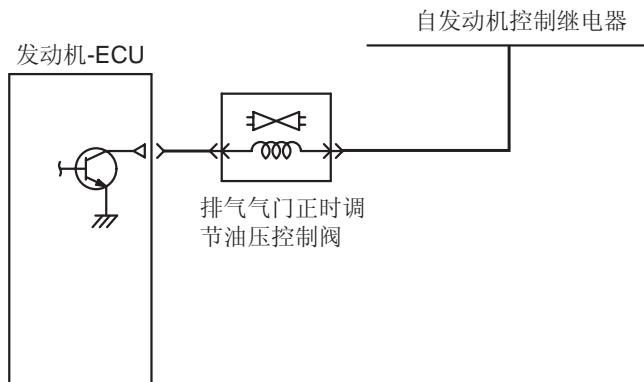


AK700721 AB

排气气门正时调节油压控制阀



排气气门正时调节油压控制阀安装在气缸盖的排气侧。从发动机-ECU接收到占空(duty)信号时，排气气门正时调节油压控制阀移动滑阀的位置，并将气缸体产生的机油压力分配到V.V.T.链轮的提前室和延迟室中，以及连续地改变排气门凸轮轴相位。发动机停止时，通过弹簧使滑阀停在排气门凸轮轴最大提前角的位置。发动机-ECU通过增加和减少排气气门正时调节油压控制阀的ON占空(duty)比来移动滑阀位置，使排气门凸轮轴位于目标相位角。占空(duty)比增加时，滑阀移动。链轮朝延迟室方向转动。当占空(duty)比减少时，链轮朝提前室方向转动。当达到中等占空(duty)比时，即滑阀位于中央位置时，所有油道均关闭。这会使相位角保持恒定。发动机-ECU根据发动机工作情况改变和控制占空(duty)比，以实现最佳相位角。

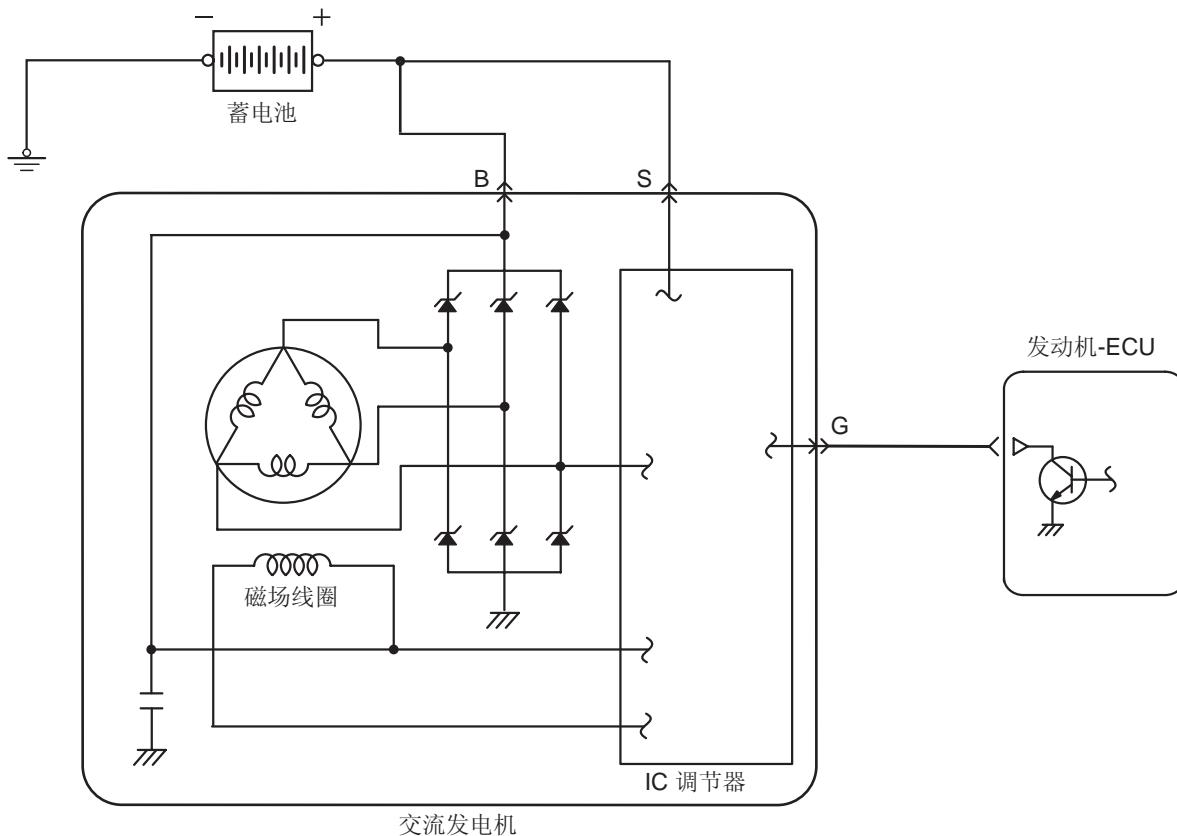


AK700722 AB

交流发电机 G 端子

发动机 -ECU 使用交流发电机 G 端子的 ON/OFF 以控制交流发电机输出电压。当发动机 -ECU 中的功率晶体管接通时，输出电压被调节到约 12.8 V。交流发电机输出电压降至 12.8 V 时，低于已充电蓄电池的电压，交流发电机几乎无电流输出。当发动机 -ECU

中的功率晶体管关闭时，输出电压被调节到约 14.4 V。当交流发电机输出电压约 14.4 V 时，交流发电机输出电流以产生电。如果电负荷突然变为交流发电机，则发动机 -ECU 控制交流发电机 G 端子的 On 占空 (duty) 比，以限制交流发电机负载由于发电而突然增加，从而防止怠速转速变化。



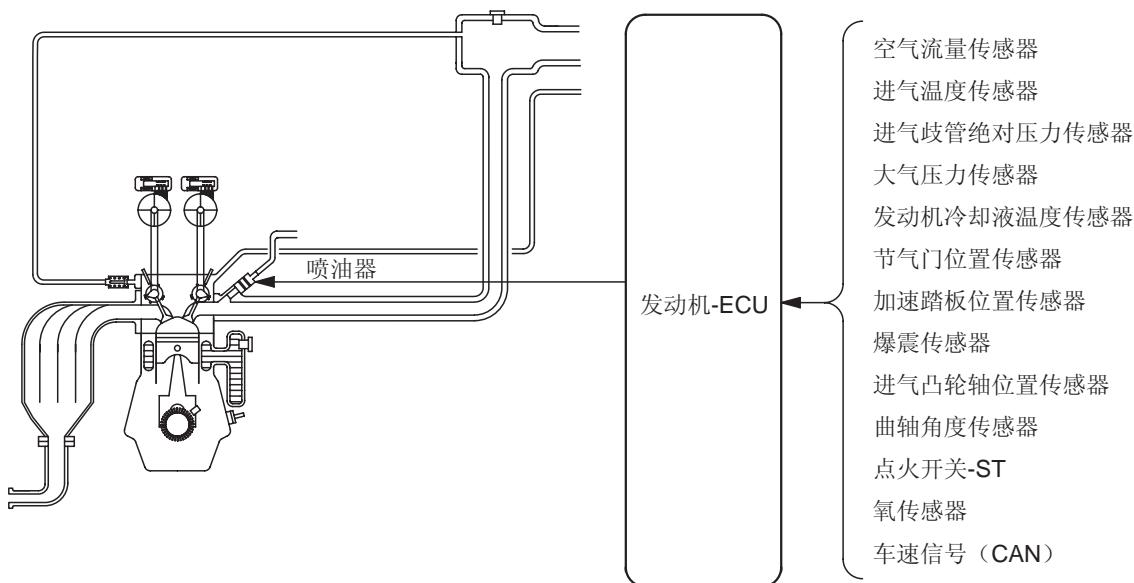
AK700723AB

燃油喷射控制

M2132003001519

对燃油喷射量进行控制，以实现与发动机运转工况的持续细微变化相一致的最佳空燃比。燃油喷射量由喷油器驱动时间（喷射时间）控制。存在一个指定的基本驱动时间，该时间随发动机转速和进气量的改变而改变。发动机 -ECU 根据进气温度和发动机冷却液温度等状况，对基本驱动时间进行规定补偿，以确定喷射时间。各气缸单独进行燃油喷射，发动机每转动两转，即进行一次燃油喷射。

系统配置图

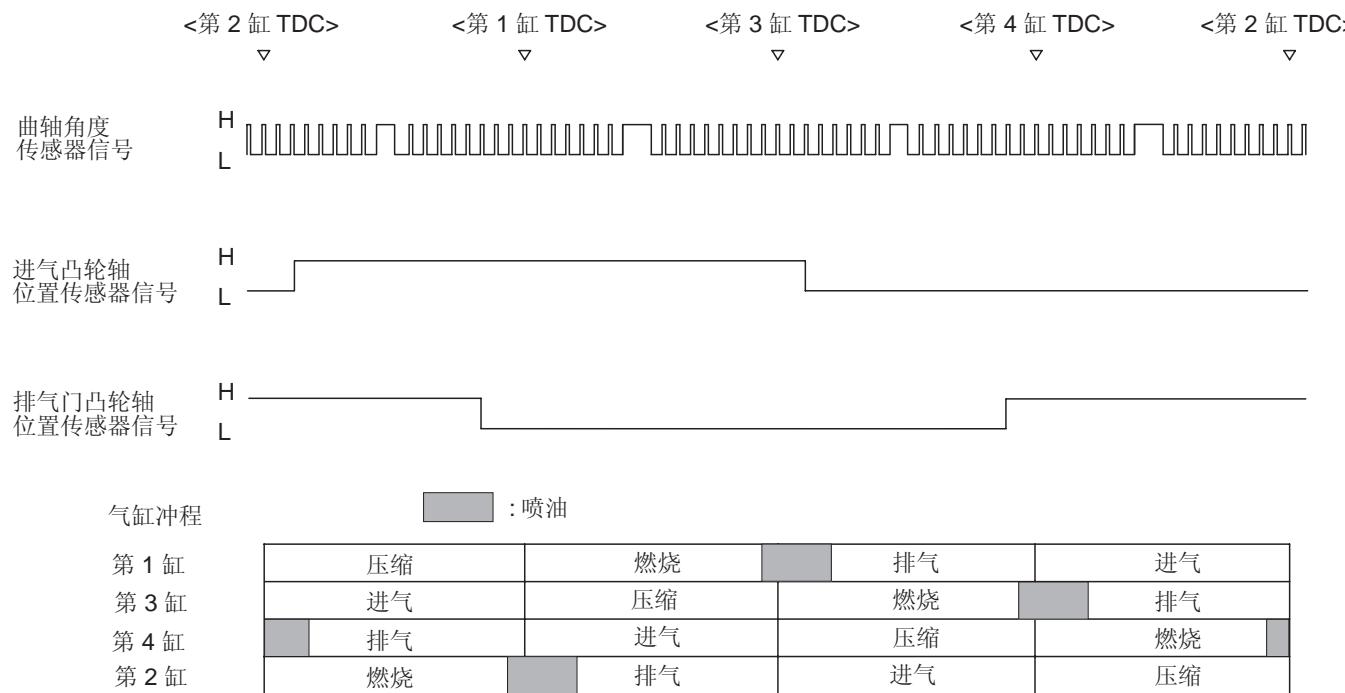


AK800144 AC

1. 喷油器促动 (燃油喷射) 正时

根据行驶工况，如下控制多点燃油喷射（MPI）情况下的喷油器驱动时间。

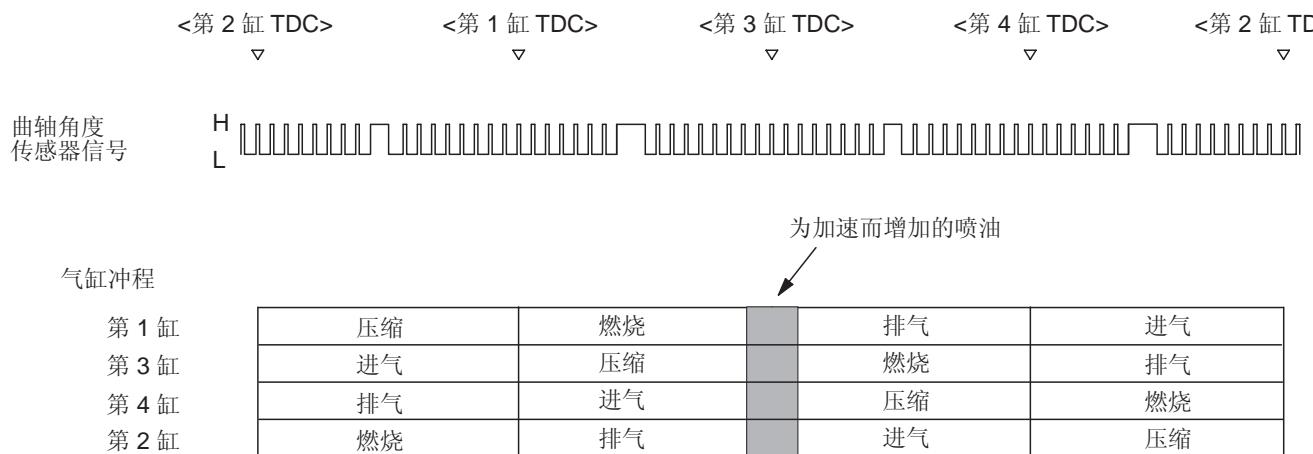
起动和正常工作期间的燃油喷射



AK604968 AB

根据曲轴角度传感器信号，可在各气缸处于排气冲程时，通过在最佳正时点驱动喷油器来实现各气缸的燃油喷射。发动机-ECU 比较曲轴角度传感器输出脉冲信号与进气门凸轮轴位置传感器输出脉冲信号，以确定气缸。在此基础上，按照 1-3-4-2 的气缸顺序进行顺序喷射。

加速期间的附加燃油喷射



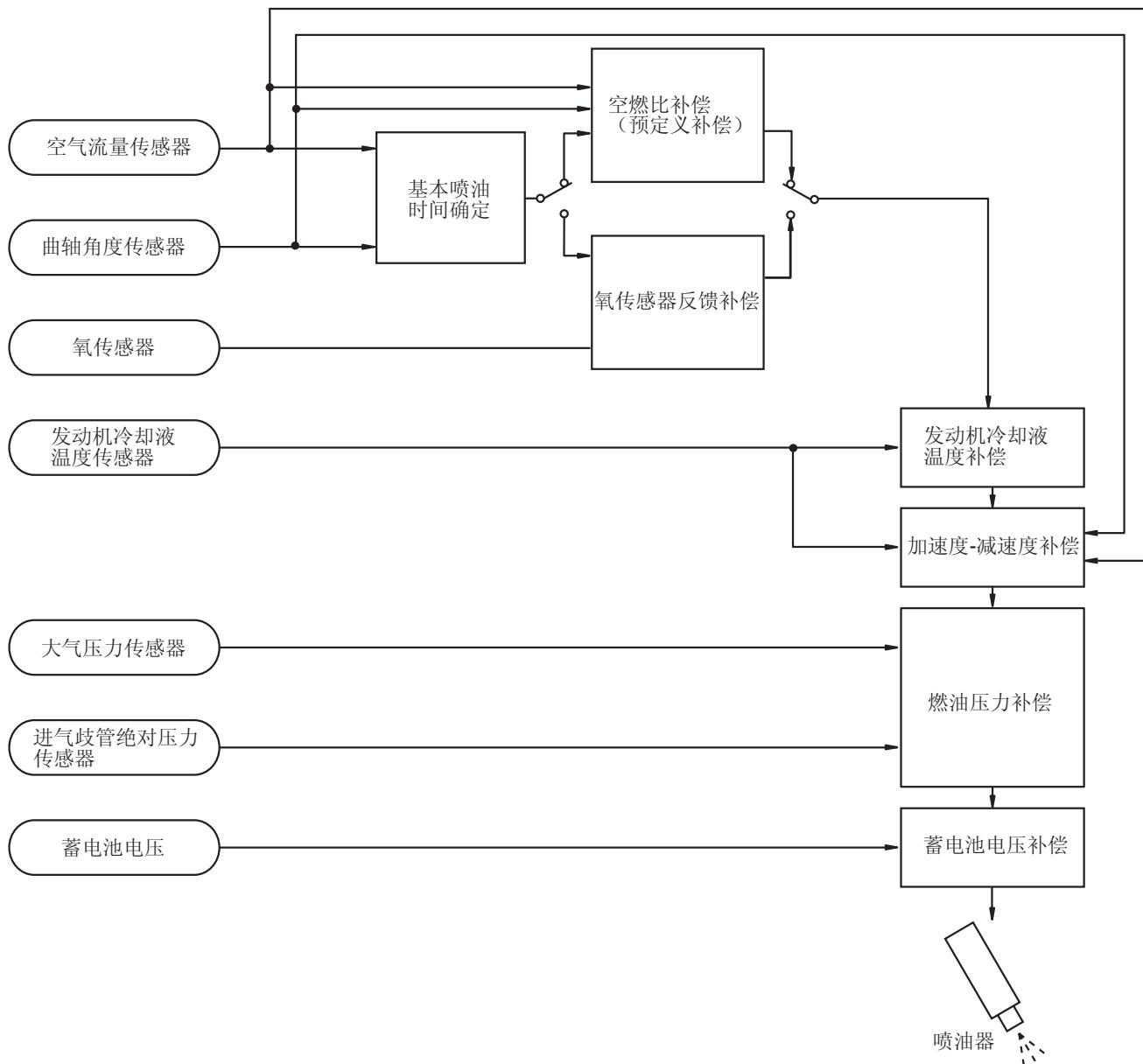
AK801379AB

除加速期间与曲轴角度传感器信号同步的燃油喷射以外，喷射的燃油量还取决于加速的延长。

2. 燃油喷射量 (喷油器驱动时间) 控制

在正常工作情况下，该图显示了计算喷油器驱动期间喷射量的流程图。根据空气流量传感器信号（进气量信号）和曲轴角度传感器信号（发动机转动信号）决定基本驱动时间。根据来自不同传感器的信号对基本驱动时间进行补偿，根据行驶工况计算最佳喷油器驱动时间（燃油喷射量）。

燃油喷射量控制结构图 (正常工作)



AK602278 AB

〔喷油器基本驱动时间〕

各气缸每个工作循环进行一次燃油喷射。基本驱动时间指在各气缸一个工作循环内，要达到理论空燃比时针对进气量的燃油喷射量（喷油器驱动时间）。燃油

喷射量随歧管压力与燃油压力（恒定）之间压力差（喷射的燃油压力）的改变而改变。因此，对理论空燃比的喷油器驱动时间进行喷射的燃油压力补偿，以达到基本驱动时间。

$$\text{基本喷油时间} \propto \frac{\text{每循环每缸的进气量}}{\text{理论空燃比}} \times \text{燃油喷射压力补偿}$$

AK602279 AB

一个气缸各循环的进气量由发动机 -ECU 根据空气流量传感器信号和曲轴角度传感器信号进行计算。同时，在发动机起动期间，由冷却液温度传感器信号确定的特性图值用作基本驱动时间。

[喷油器驱动时间补偿]

计算喷油器的基本驱动时间后，发动机 -ECU 进行以下补偿，以根据行驶工况控制最佳的燃油喷射量。

燃油喷射控制的主要补偿表

补偿	内容
氧传感器反馈补偿	氧传感器信号用于进行补偿，以达到三元催化转化器滤清效率最高的空燃比。根据行驶工况，有时可以不进行该补偿，以改进驾驶性能。（已进行空燃比补偿。） 发动机 -ECU 使用氧传感器（后）的输出信号补偿氧传感器（前）的输出信号。这样使输出信号由于氧传感器（前）老化而导致的偏差得到纠正，然后可以执行非常精确的排气控制。
空燃比补偿	在未进行氧传感器反馈补偿的行驶工况下，可在预置特性图值（随发动机转速和进气量的变化而变化）的基础上进行补偿。
发动机冷却液温度补偿	根据发动机冷却液温度进行补偿。发动机冷却液温度越低，燃油喷射量越大。
加速 / 减速补偿	根据进气量的变化进行补偿。在加速期间，燃油喷射量增大。同样，在减速期间，燃油喷射量减少。
燃油喷射补偿	根据大气压力与进气歧管绝对压力之间的压力差进行补偿。压力差越大，喷油器的驱动时间越短。
蓄电池电压补偿	根据蓄电池电压进行补偿。蓄电池电压越低，喷油器的驱动信号时间越长。
燃油补偿的学习值	学习到的补偿量用于补偿氧传感器的反馈。这使系统可根据发动机特性进行补偿。

[减速过程中的燃油限制控制]

减速下坡时发动机 -ECU 限制燃油，以防止催化转化器温度过度升高，以及改善燃油效率。

[超速运转时的燃油切断控制]

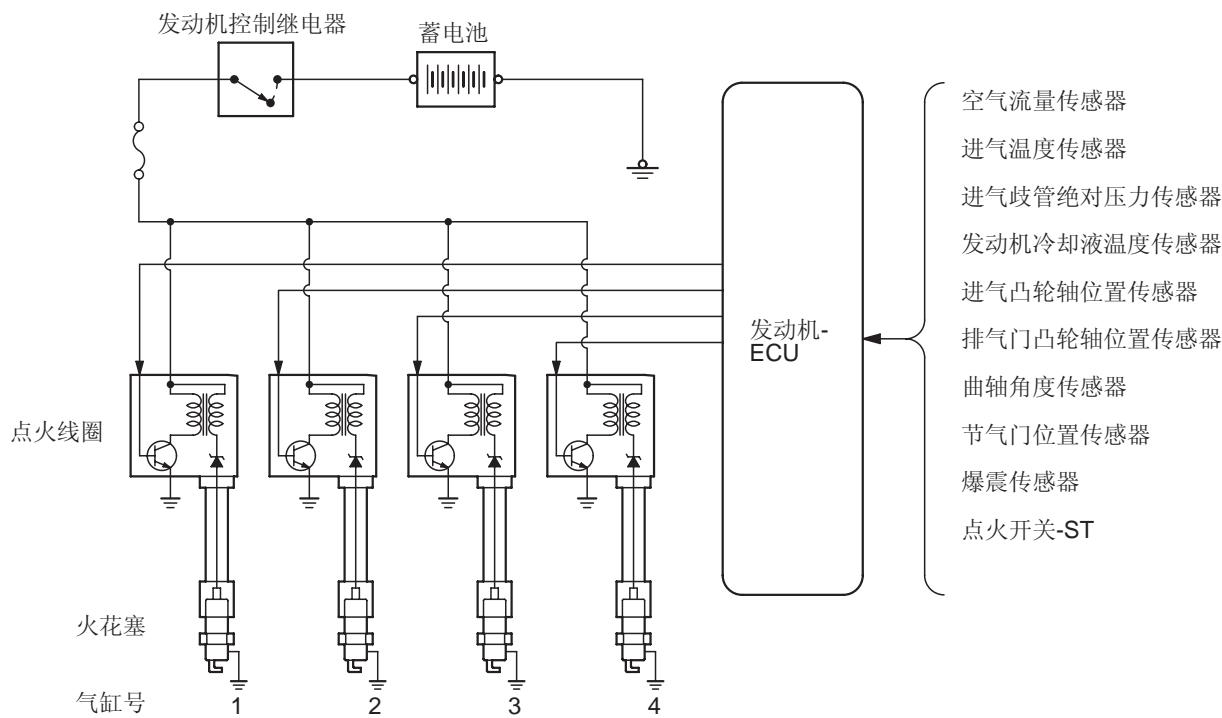
当发动机转速超过规定限值（6,600 r/min）时，发动机 -ECU 切断燃油供给，以防止超速运转，从而保护发动机。

点火正时和载流时间的控制

M2132027100391

根据发动机运转情况预先设置点火正时。根据预先设置的值（取决于诸如发动机冷却液温度、蓄电池电压等条件）进行补偿，以确定最佳点火正时。初级电流连接 / 断开信号被发送至功率晶体管，以控制点火正时。点火按照 1-3-4-2 的气缸顺序进行。

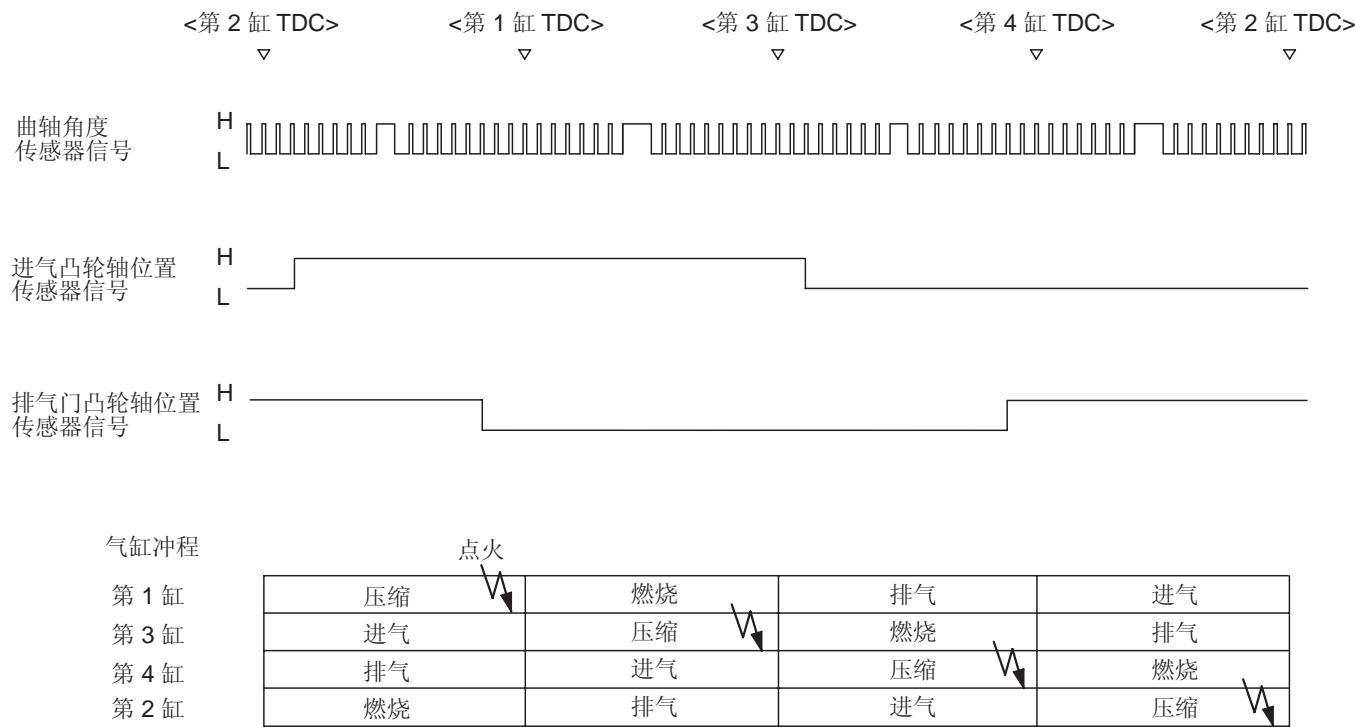
系统配置图



AK502722 AF

1. 点火功率控制

发动机-ECU 基于曲轴角度传感器信号和凸轮轴位置传感器信号确定点火气缸，计算点火正时，并将点火线圈初级电流连接 / 断开信号按照点火顺序发送至各气缸中的功率晶体管。



AK604969 AC

2. 点火提前控制和载流时间控制

[起动过程中]

发动机 -ECU 在固定点火正时 (5° BTDC) 与曲轴角度传感器信号同步启动点火。

[正常工作过程中]

根据进气量和发动机转速确定基本点火提前量后，发动机 -ECU 根据来自各传感器的输入进行补偿，以控制最佳的点火提前和载流时间。

点火提前控制和载流时间控制的主要补偿表

补偿	内容
进气温度补偿	根据进气温度进行补偿。进气温度越高，点火正时延迟时间越长。
发动机冷却液温度补偿	根据发动机冷却液温度进行补偿。发动机冷却液温度越低，点火正时提前时间越长。
爆震补偿	根据爆震的发生进行补偿。爆震越剧烈，点火正时延迟时间越长。
稳定的怠速补偿	根据怠速转速的变化进行补偿。在发动机转速低于目标转速的情况下，点火正时被提前。
换档时的延迟补偿	与正常的点火正时相比，换档过程中点火被延迟，已减少发动机输出扭矩，并减少换档带来的震动。
蓄电池电压补偿	根据蓄电池电压进行补偿。蓄电池电压越低，载流时间越长；蓄电池电压较高时，载流时间缩短。

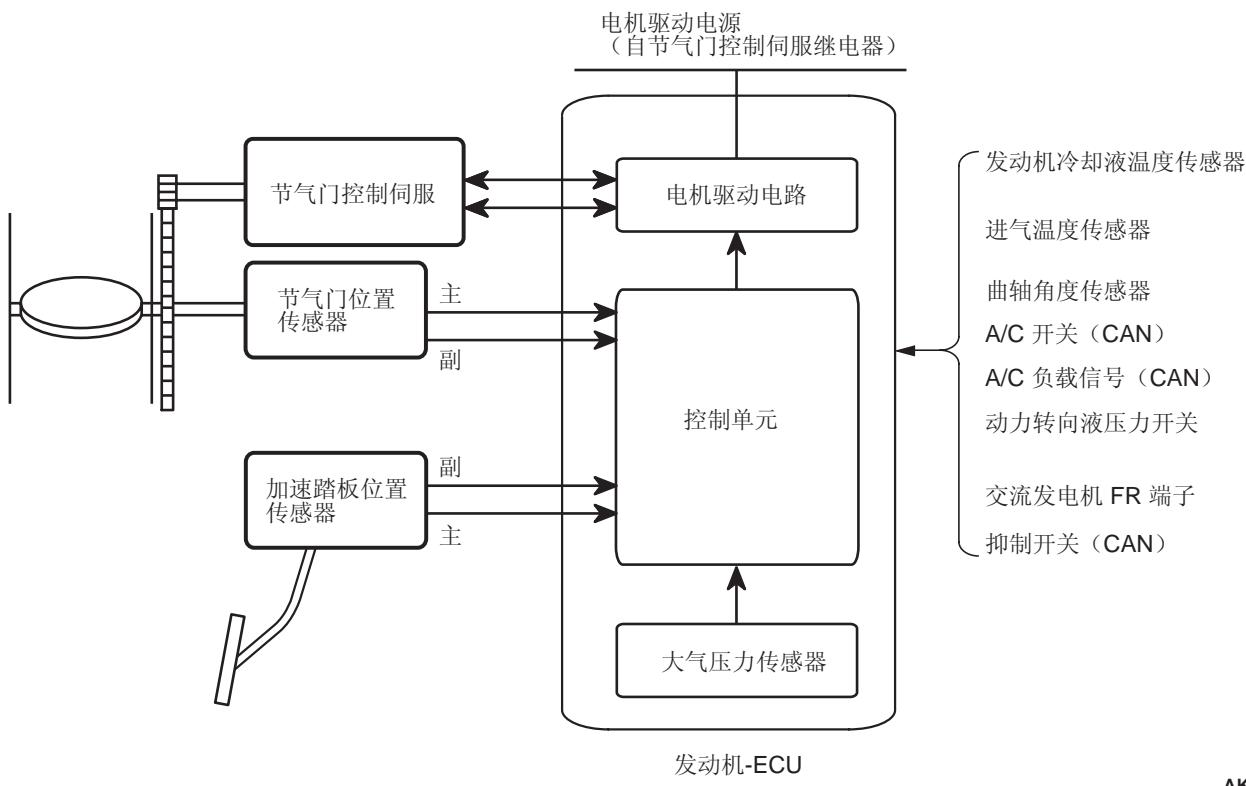
[检查点火正时的控制]

在 M.U.T.-III 促动器测试功能的基本点火正时设置模式期间，在与曲轴角度传感器同步的固定点火正时（上死点前 5°）进行点火。

节气门开度控制和怠速控制

M2132003500704

发动机 -ECU 通过加速踏板位置传感器检测加速踏板下压量（根据操作者的意图）。根据预先设置的基本目标开度，发动机 -ECU 额外进行不同的补偿，并根据目标开度控制节气门开度。



起动时

发动机-ECU 对基于发动机冷却液温度设置的目标开度进行各种补偿，从而控制用于起动的最佳空气体积。

怠速时

发动机-ECU 控制节气门，以达到基于发动机冷却液温度设置的目标开度。这样，可在发动机处于冷机和暖机状态时实现最佳怠速操作。同样，以下补偿可确保实现最佳控制。

行驶时

对基于加速踏板开角和发动机转速设置的目标开度进行补偿，以控制节气门开度。

节气门开度和怠速控制的主要补偿表

补偿	内容
稳定的怠速补偿 (起动后立即进行)	为在起动后立即稳定怠速转速, 应保持较大的目标开度, 然后逐渐减少该角度。根据发动机冷却液温度设置补偿值。
转速反馈补偿 (怠速时)	一旦目标怠速转速与实际发动机转速之间存在差异, 则发动机 -ECU 根据该差异补偿节气门开度。
大气压压力补偿	在高海拔下, 大气压力较小并且进气密度较低。因此, 根据大气压力对目标开度进行补偿。
发动机冷却液温度补偿	根据发动机冷却液温度进行补偿。发动机冷却液温度越低, 节气门开度越大。
电负荷补偿	根据电负荷对节气门开度进行补偿。电负荷越高, 节气门开度越大。
在 D 档换档时的补偿	变速器由 P 档或 N 档换至其它档位时, 节气门开度会增大, 以防止发动机转速降低。
空调工作时的补偿	根据空调压缩机的工作情况, 对节气门开度进行补偿。驱动空调压缩机时, 节气门开度增大。
动力转向液压力补偿	根据动力转向功能, 对节气门开度进行补偿。动力转向油油压升高且动力转向油油压开关打开时, 节气门开度增大。

初始化控制

点火开关关闭后, 发动机 -ECU 将节气门从完全关闭位置驱动至完全打开位置, 并记录节气门位置传感器 (主和副) 输出信号完全关闭 / 打开的学习值。记录的学习值用作补偿学习值, 以在发动机再次起动时补偿基本的目标开度。

发动机保护控制

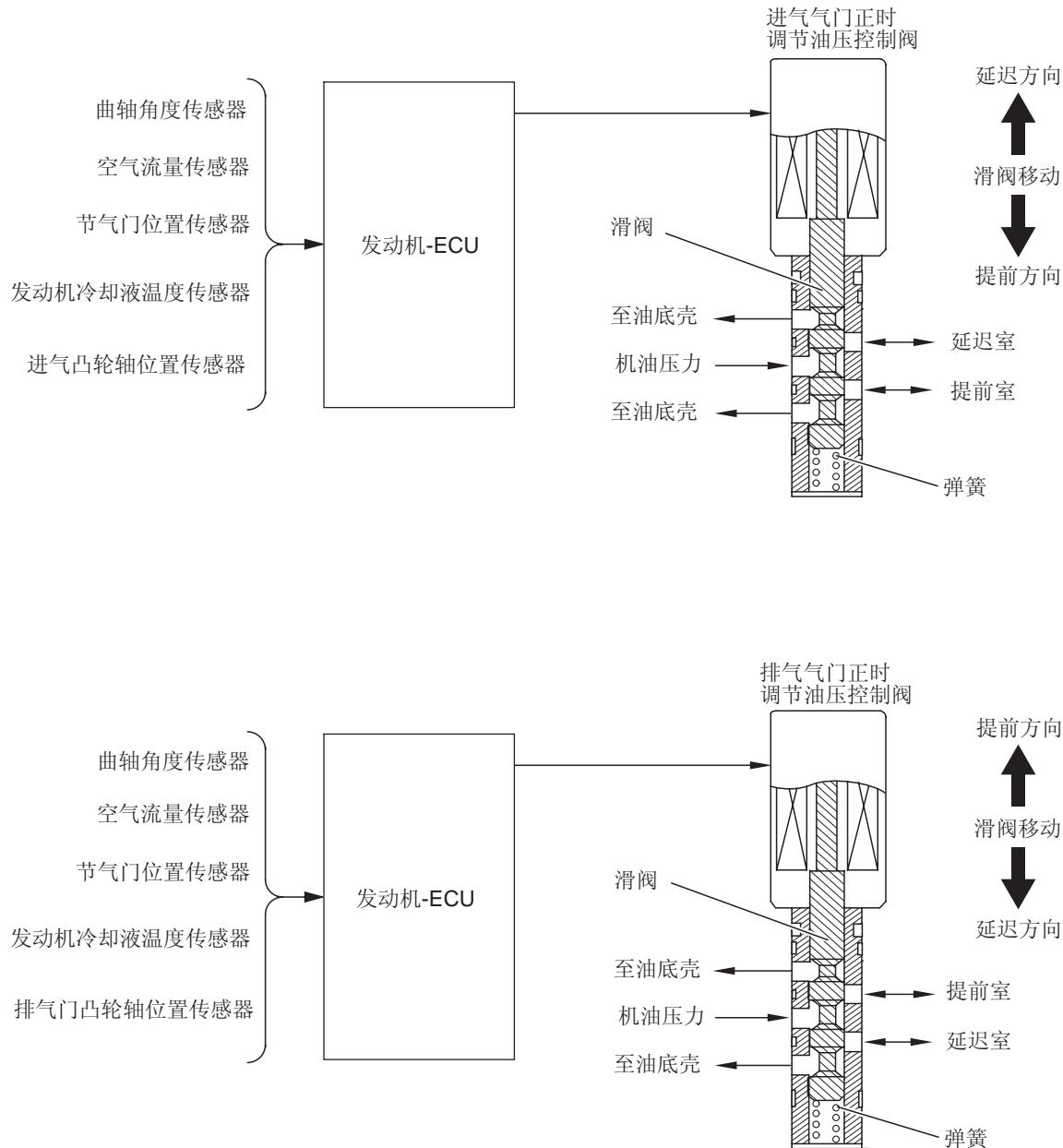
如果在车辆停止期间 (无负荷阶段) 仍持续高速空转超过规定时间, 则发动机 -ECU 关闭节气门并限制发动机转速, 以保护发动机。

MIVEC 系统 (三菱新型气门正时电子控制系统)

M2132023500740

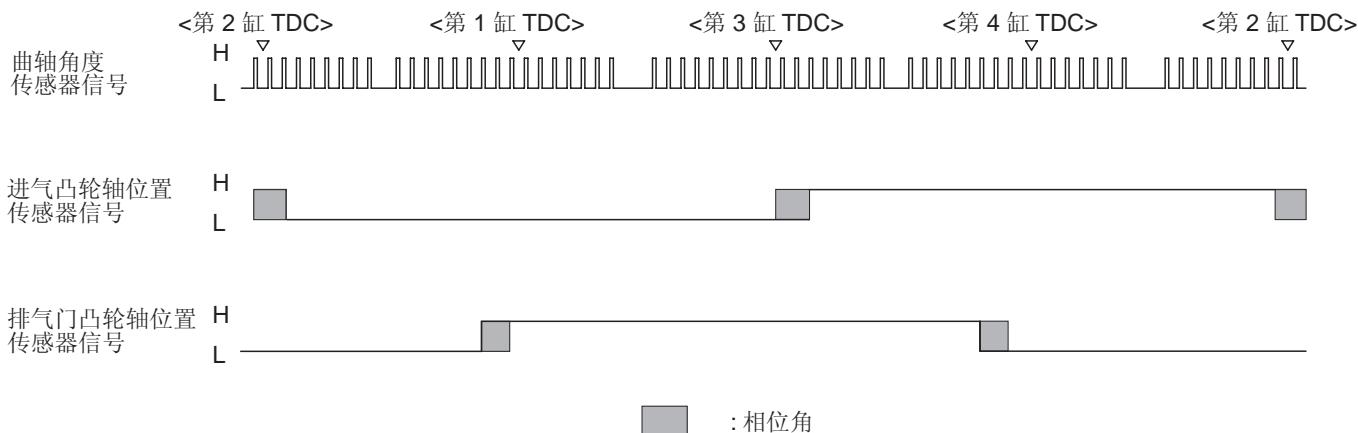
MIVEC 是一个持续改变进气门正时和排气门正时的控制系统。气门工作角不改变。MIVEC 实现针对发动机工况的最佳气门正时控制。因此，其稳定了怠速，并提高了所有驱动范围的功率输出和扭矩。

系统配置图



AK702860 AF

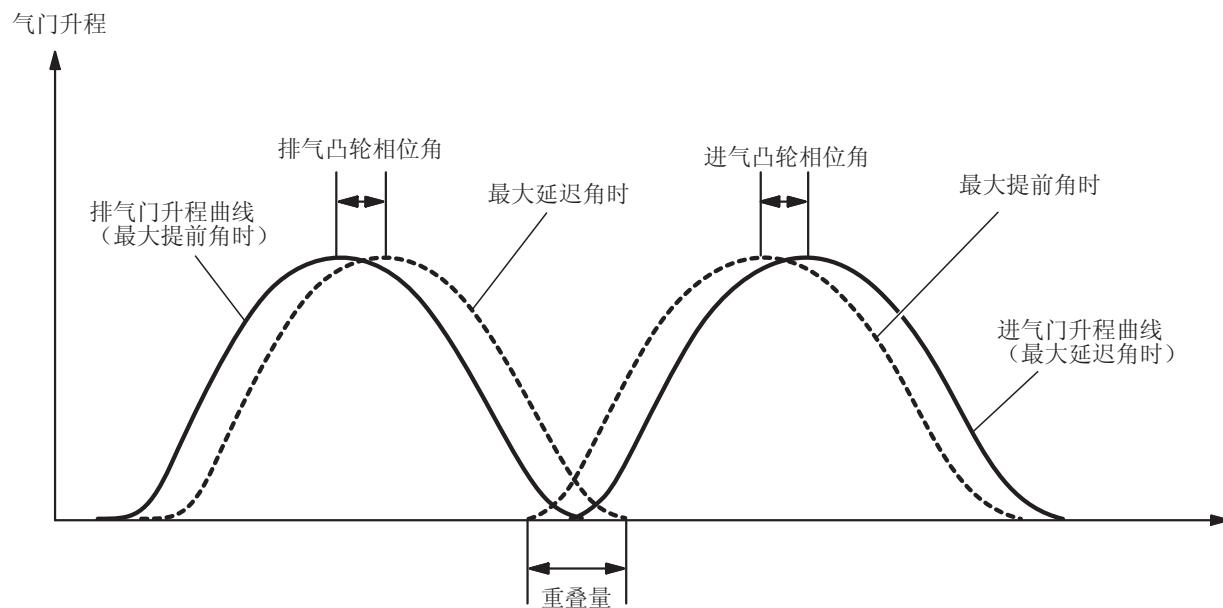
- 发动机-ECU 通过各传感器的信号评价发动机运转。
- 根据评价信息, 发动机-ECU 向进气气门正时调节油压控制阀和排气气门正时调节油压控制阀输出占空 (duty) 比信号, 以控制滑阀的位置。
- 通过改变滑阀的位置, 可以向延迟室或提前室施加机油压力, 从而连续地改变进气门凸轮轴和排气门凸轮轴的相位。



AK800145 AB

使用进气门凸轮轴位置传感器信号和排气门凸轮轴位置传感器信号计算出检测的相位角。

工作示意图



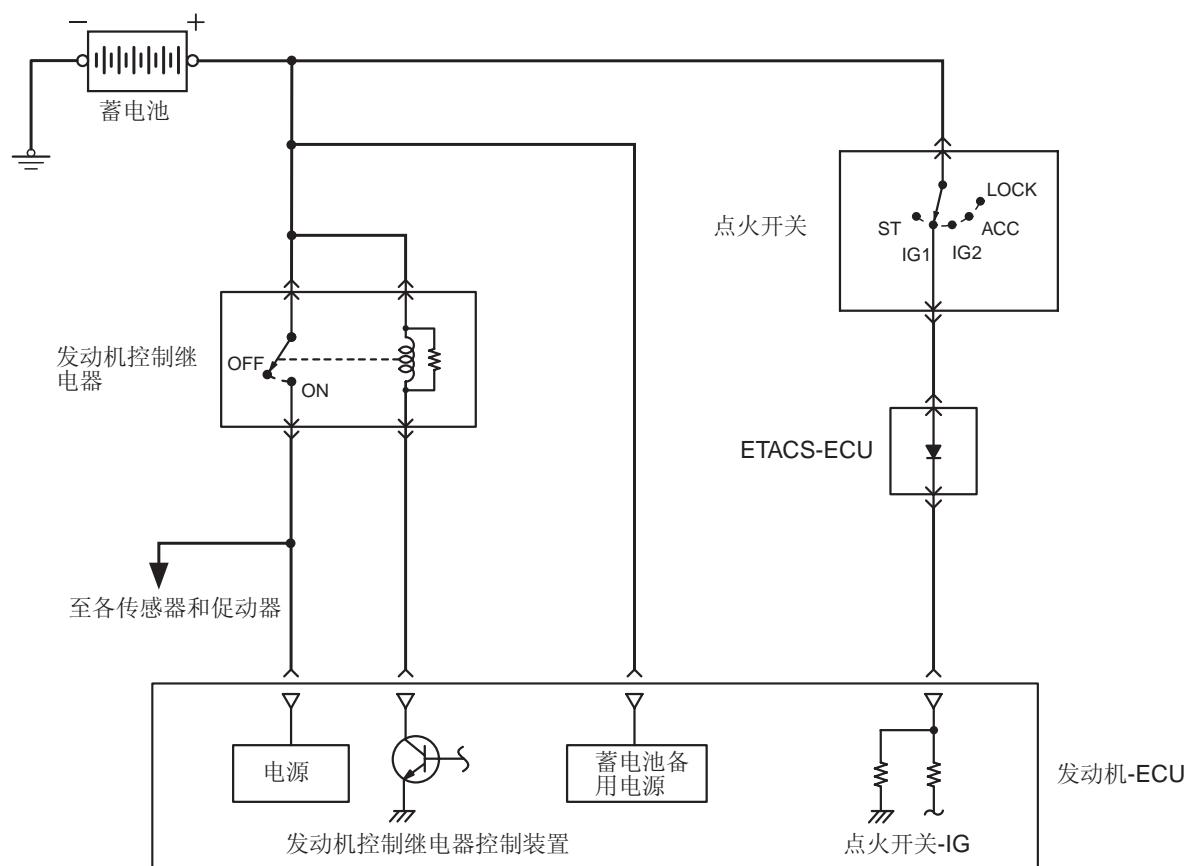
AK800146 AB

发动机-ECU 控制凸轮轴相位角以达到适合发动机负载和发动机转速的最佳气门正时。

	初始相位	控制方向
进气侧	最大延迟角	提前方向
排气侧	最大提前角	延迟方向

发动机控制继电器控制

M2132006000560



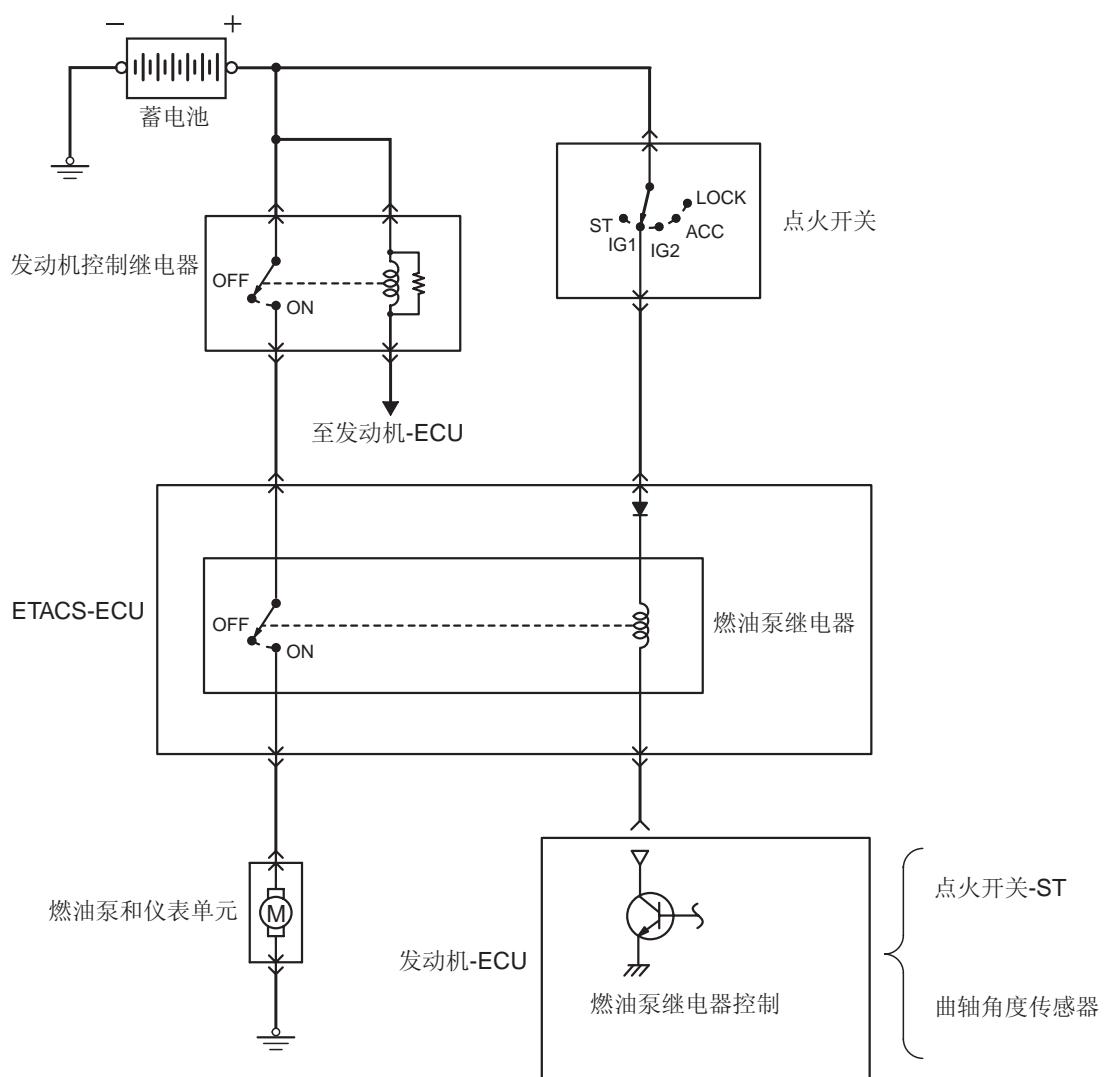
AK604134AD

当输入点火开关 -IG “ON” 信号时, 发动机 -ECU 接通用于控制发动机控制继电器的功率晶体管。这样, 电流流经发动机控制继电器的线圈, 继电器开关闭合, 并对各传感器和促动器供电。同样, 当输入点火开关 -IG “OFF” 信号时, 发动机 -ECU 执行以下控制, 然后关闭用于控制发动机控制继电器的功率晶体管。

• 节气门初始化控制

燃油泵继电器控制

M2132006500606

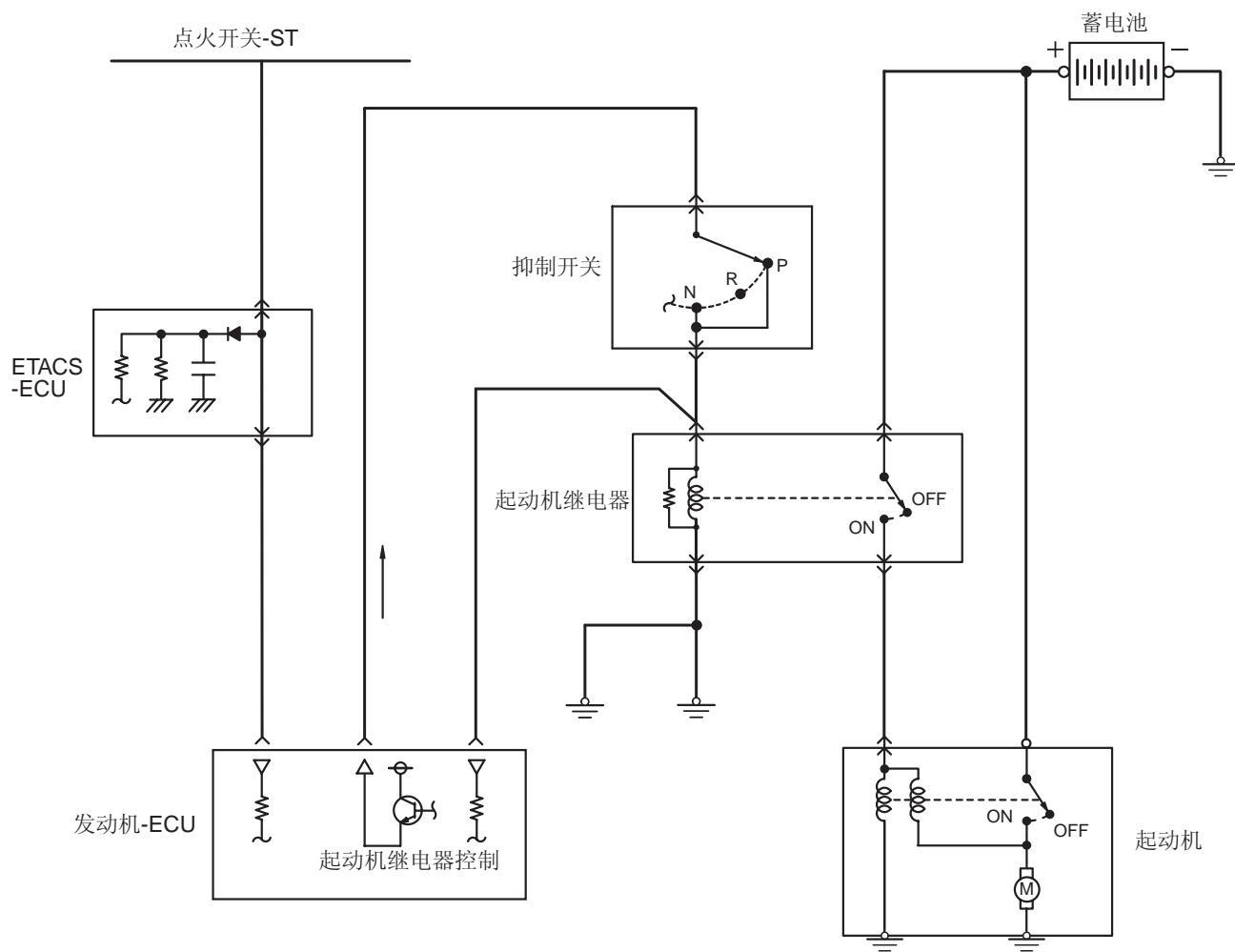


AK700635 AB

电流流经燃油泵继电器时，继电器接通，且燃油泵被驱动。燃油泵继电器内置于 ETACS-ECU 中。当输入点火开关 -ST 信号时，发动机 -ECU 接通用于控制燃油泵继电器的功率晶体管。这样，电源供至燃油泵。同样地，如果发动机转速降至设定值以下，则燃油泵关闭。这样，它通过使泵停止工作来应对诸如发动机熄火等突然停止的情况。

起动机继电器控制

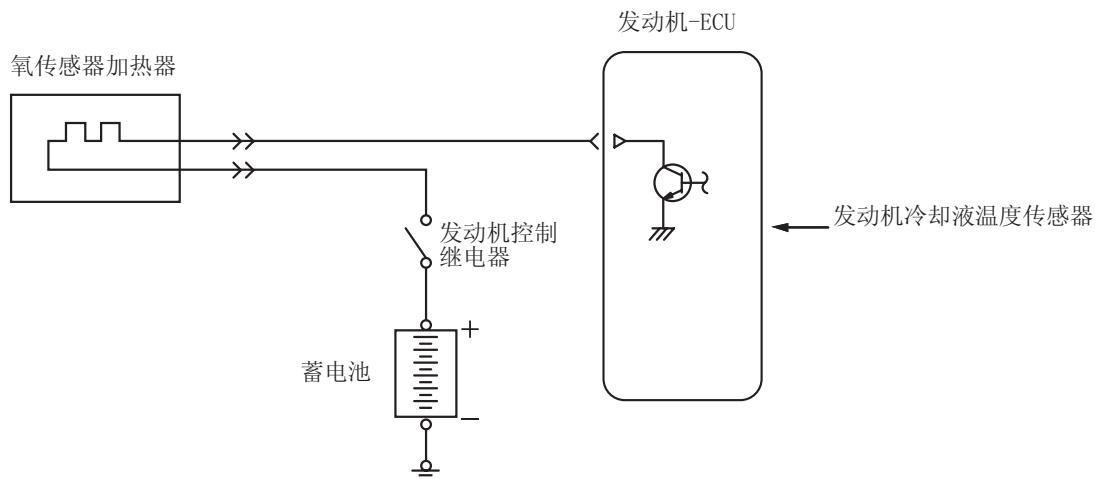
M2132025500508



当输入点火开关 -ST 信号时, 发动机 -ECU 接通用
于控制起动机继电器的功率晶体管。

氧传感器加热器控制

M2132007000574

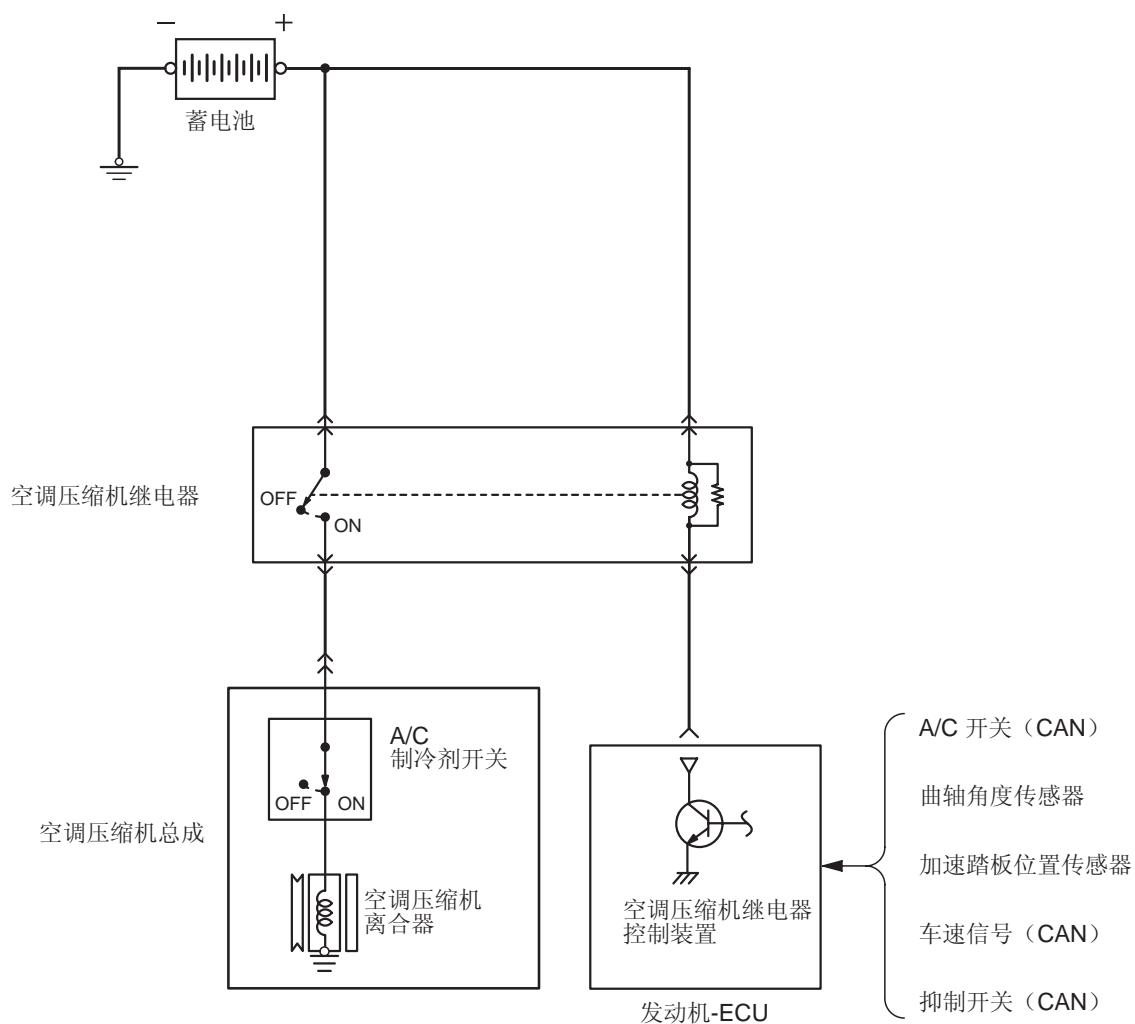


AK602241 AE

当排气温度过低时，氧传感器反应迟钝。因此，通过在排气温度过低时（如发动机起动后不久，或预热工作期间以及在减速过程中切断燃油时）使电流流过加热器来提高传感器温度，从而提高了响应性。根据行驶工况和氧传感器的活性状态，发动机 -ECU 改变流过加热器的电流量 [占空 (duty) 比]，以加快氧传感器的激活。

空调压缩机继电器控制

M2132034500517

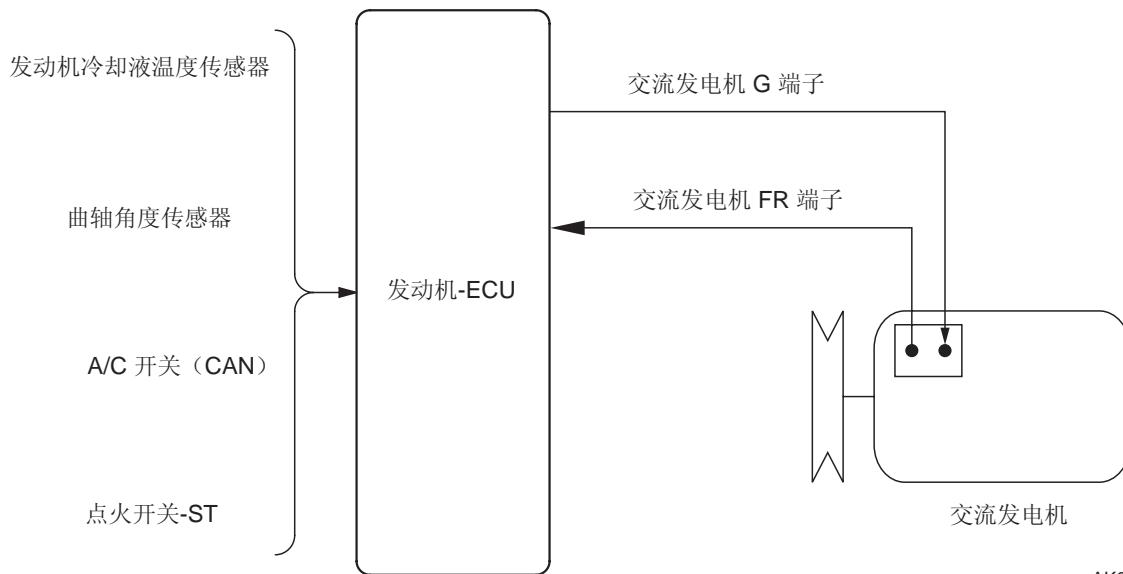


AK800141 AC

A/C 开关打开并且空调压缩机继电器达到其可以接通的状态后，发动机 -ECU 接通空调压缩机继电器，驱动空调压缩机。为防止发动机转速由于驱动压缩机的负载增加而发生改变，发动机 -ECU 控制空调压缩机继电器，以在完成怠速提升后驱动空调压缩机。同时，为稳定加速性能，如果节气门开度超出规定的限值，则发动机 -ECU 会关闭空调压缩机继电器一段规定的时间。

交流发电机控制

M2132025000536



在发动机怠速工作期间，发动机-ECU 控制交流发电机 G 端子与接地之间传导的占空 (duty) 比。[端子 G 的占空 (duty) 比控制为与调压器内部功率晶体管的 ON 占空 (duty) 比相同。如果发动机怠速期间前照灯等打开，则消耗的电流突然增加，但发动机

-ECU 通过逐渐增加交流发电机 G 端子 OFF 占空 (duty) 比来限制交流发电机输出电流的突然增加，从而输出电流仅逐渐增大。（前照灯等供应蓄电池电流，直至交流发电机产生足够的电流。）因此，发动机-ECU 防止怠速转速由于发动机负载突然增加而改变。

净化控制

M2132027500021

参阅第 17 组 – 排放控制 – 蒸发排放物控制系统
P.17-10。

控制器区域网络 (CAN)

M2132019000753

采用了 CAN 通信，以确保信息的可靠传递。参阅第 54C 组 – 概述 P.54C-2。

诊断系统

M2132009001711

发动机-ECU 提供以下功能，以便于系统检查。

定格数据

当发动机-ECU 检测到故障并存储引起的故障诊断代码时，还会存储当时的发动机工况。这样，M.U.T.-III 可用于分析该数据，以提高故障排除的有效性。以下给出了定格数据的显示项。

项目编号	数据	单位
1	里程表	km
2	点火循环 (暖机循环)	—
4	累计分钟数 *1	分钟
AA*2	空气流量传感器	g/s
AB*2	节气门位置传感器 (主)	%
BB*2	大气压力传感器	kPa
BC*2	相关节气门位置传感器	%
BD*2	节气门位置传感器 (副)	%
BE*2	加速踏板位置传感器 (主)	%
BF*2	加速踏板位置传感器 (副)	%
C0*2	燃油系统状态 1	闭环 *3
		开环 *4
		由于驱动状况引起的开环
		由于系统故障引起的开环
		基于单路的闭环
C1*2*5	燃油系统状态 2	N/A
C2*2	计算负荷气门	%
C3*2	发动机冷却液温度传感器	° C
C4*2	短时燃油修正 1	%
C5*2*5	短时燃油修正 3	****
C6*2	长时燃油修正 1	%
C7*2*5	长时燃油修正 3	****
CC*2	进气歧管绝对压力传感器	kPa
CD*2	曲轴角度传感器	r/min
CE*2	车速	km/h
CF*2	点火提前角	° CA
D0*2	进气温度传感器	° C
D1*2	发动机运转后经过的时间 *6	s
D6*2	净化电磁阀占空 (duty) 比	%
D8*2	供电电压	V
D9*2	绝对负荷值	%
DA*2	目标当量比	—
DB*2	进气温度传感器 (环境温度)	° C
DC*2	受控节气门开启装置控制	%

注: *1: 当前故障的累积时间从确定故障的时间点开始。

注: *2: 可以通过在 M.U.T.-III 的 “Self-diagnosis” (自诊断) 屏幕中选择 “Freeze Frame Data (OBD)” [定格数据 (OBD)] 来查看定格数据的项目。当检测到系统故障时, 仅存储第一个检测到的故障数据。

注: *3: 将氧传感器信号反馈至发动机 -ECU 以控制燃油的情况。

注: *4: 由于不满足切换为闭环的条件, 而不将氧传感器信号反馈至发动机 -ECU 的情况。

注: *5: M.U.T.-III 上显示的数据项, 但直列 4 缸发动机不适用, 其数据显示为 “N/A” 或 “****”。

注: *6: 发动机起动与故障检测之间的时间。

故障诊断代码

下表中给出了诊断和发动机警告灯项。

故障诊断代码检查表

故障诊断代码	诊断项目	发动机警告灯
—	发动机 -ECU	ON
P0011	进气可变气门正时系统	—
P0014	排气可变气门正时系统	—
P0031	氧传感器 (前) 加热器电路输入过低	ON
P0032	氧传感器 (前) 加热器电路输入过高	ON
P0037	氧传感器 (后) 加热器电路输入过低	ON
P0038	氧传感器 (后) 加热器电路输入过高	ON
P0102*1	空气流量传感器电路输入过低	ON
P0103*1	空气流量传感器电路输入过高	ON
P0107	进气歧管绝对压力传感器电路输入过低	ON
P0108	进气歧管绝对压力传感器电路输入过高	ON
P0112*1	进气温度传感器电路输入过低	ON
P0113*1	进气温度传感器电路输入过高	ON
P0117*1	发动机冷却液温度传感器电路输入过低	ON
P0118*1	发动机冷却液温度传感器电路输入过高	ON
P0122*1	节气门位置传感器 (主) 电路输入过低	ON
P0123*1	节气门位置传感器 (主) 电路输出过高	ON
P0125*1	闭环燃油控制的冷却液温度不足	ON
P0131	氧传感器 (前) 电路电压过低	ON
P0132	氧传感器 (前) 电路电压过高	ON
P0133	氧传感器 (前) 电路响应过慢	ON
P0134*1	未检测到氧传感器 (前) 电路激活	ON
P0137	氧传感器 (后) 电路电压过低	ON
P0138	氧传感器 (后) 电路电压过高	ON
P0171	燃油系统异常 (稀)	ON
P0172	燃油系统异常 (浓)	ON
P0201	第 1 缸喷油器系统	ON
P0202	第 2 缸喷油器系统	ON

故障诊断 代码	诊断项目	发动机警告灯
P0203	第 3 缸喷油器系统	ON
P0204	第 4 缸喷油器系统	ON
P0222* ¹	节气门位置传感器 (副) 电路输入过低	ON
P0223* ¹	节气门位置传感器 (副) 电路输入过高	ON
P0300* ²	检测到任意 / 多气缸断火	ON
P0301* ²	检测到第 1 缸断火	ON
P0302* ²	检测到第 2 缸断火	ON
P0303* ²	检测到第 3 缸断火	ON
P0304* ²	检测到第 4 缸断火	ON
P0327	爆震传感器电路输入过低	-
P0328	爆震传感器电路输入过高	-
P0335* ¹	曲轴角度传感器系统	ON
P0340* ¹	进气门凸轮轴位置传感器系统	ON
P0365* ¹	排气门凸轮轴位置传感器系统	ON
P0420	催化转化器故障	ON
P0443	净化控制电磁阀系统	ON
P0513	晶片防盗装置故障	-
P0603* ¹	电可擦可编程只读存储器 (EEPROM) 故障	ON
P0606* ¹	发动机 -ECU 主处理器故障	ON
P0622	交流发电机 FR 端子系统	-
P0630* ¹	底盘识别号码未编程	ON
P0638* ¹	节气门控制伺服电压范围 / 性能故障	ON
P0642* ¹	节气门位置传感器供给电源	ON
P0657* ¹	节气门控制伺服机构继电器电路故障	ON
P1021	进气气门正时调节油压控制阀系统	ON
P1025	排气气门正时调节油压控制阀系统	ON
P1231	主动稳定控制 (ASC) 可靠性检查	-
P1232	失效保护控制系统	-
P1233* ¹	节气门位置传感器 (主) 可靠性检查	ON
P1234* ¹	节气门位置传感器 (副) 可靠性检查	ON
P1235* ¹	空气流量传感器可靠性检查	ON
P1236* ¹	A/D 转换器	ON
P1237* ¹	加速踏板位置传感器可靠性检查	ON
P1238* ¹	用于扭矩监测的空气流量传感器可靠性	ON
P1239* ¹	发动机转速可靠性检查	ON

故障诊断代码	诊断项目	发动机警告灯
P1240	点火正时角可靠性检查	—
P1241 ^{*1}	扭矩监测	ON
P1242	故障安全控制监测	—
P1243	询问 / 响应错误	—
P1244	所有区域的 RAM 测试	—
P1245	循环 RAM 测试 (发动机)	—
P1247	CVT 可靠性检查	—
P1590 ^{*1}	CVT-ECU 到发动机 -ECU 的扭矩降低要求发生通信错误	ON
P1603 ^{*1}	蓄电池备用电路故障	ON
P1676 ^{*1}	改型编码系统	ON
P2100 ^{*1}	节气门控制伺服电路 (断路)	ON
P2101 ^{*1}	节气门控制伺服磁发电机故障	ON
P2122 ^{*1}	加速踏板位置传感器 (主) 电路输入过低	ON
P2123 ^{*1}	加速踏板位置传感器 (主) 电路输入过高	ON
P2127 ^{*1}	加速踏板位置传感器 (副) 电路输入过低	ON
P2128 ^{*1}	加速踏板位置传感器 (副) 电路输入过高	ON
P2135 ^{*1}	节气门位置传感器 (主和副) 范围 / 性能故障	ON
P2138 ^{*1}	加速踏板位置传感器 (主和副) 范围 / 性能故障	ON
P2228 ^{*1}	大气压力传感器电路输入过低	ON
P2229 ^{*1}	大气压力传感器电路输入过高	ON
P2252	氧传感器补偿电路电压过低	ON
P2253	氧传感器补偿电路电压过高	ON
U0001	BUS OFF (总线断开)	—
U0101 ^{*1}	CVT-ECU 暂停 (time-out)	ON
U0121	ABS-ECU 暂停 (time-out)	—
U0141 ^{*1}	ETACS-ECU 暂停 (time-out)	ON
U0167	KOS-ECU < 装配 KOS 的车辆 > 或 WCM < 装配 WCM 的车辆 > 通信错误	—

注：发动机 -ECU 检测到故障后，当发动机下次起动并且再次检测到相同故障时，发动机警告灯点亮。然而，对于在故障诊断代码编号列中标有 “*1”的项目，发动机警告灯仅在首次检测到故障时点亮。

注：故障诊断代码编号列中标有 “*2”的代码具有以下点亮发动机警告灯的条件。

- 如果检测到由于发动机断火引起的催化剂损坏，则发动机警告灯同时点亮。
- 如果检测到由于发动机断火导致排气恶化，则当发动机下次起动后检测到相同故障时发动机警告灯点亮。

△ 注意

当发动机 -ECU 发生故障时，发动机警告灯持续点亮。

数据清单功能

下表给出了数据清单项。

项目编号	检查项目	单位
1	蓄电池电压	V
2	曲轴角度传感器	r/min
3	目标怠速转速	r/min
4	车速信号	km/h
5	进气温度传感器	° C
6	发动机冷却液温度传感器	° C
8	进气歧管绝对压力传感器	kPa
10	空气流量传感器	mV
11	加速踏板位置传感器 (主)	mV
12	加速踏板位置传感器 (副)	mV
13	节气门位置传感器 (主)	mV
15	节气门位置传感器 (副)	mV
16	点火提前	° CA (BTDC)
17	喷油器的驱动时间	ms
36	V.V.T. 相位角 (进气)	° CA (ATDC)
39	V.V.T. 相位角 (排气)	° CA (ATDC)
74	制动灯开关	ON/OFF
76	A/C 开关	ON/OFF
79	起动信号 (点火开关 -ST)	ON/OFF
83	动力转向液压力开关	ON/OFF
84	怠速开关	ON/OFF
85	点火开关 -IG	ON/OFF
87	空档开关	ON/OFF
89	制动开关正常关闭	ON/OFF
90	机油压力开关	ON/OFF
93	空调压缩机继电器	ON/OFF
95	发动机控制继电器	ON/OFF
96	节气门控制伺服机构继电器	ON/OFF
97	燃油泵继电器	ON/OFF
AA	空气流量传感器	g/s
AB	节气门位置传感器 (主)	%
AC	氧传感器 (前)	V
AD	氧传感器 (后)	V
BB	大气压力传感器	kPa

项目编号	检查项目	单位
BC	节气门位置传感器 (相对值)	%
BD	节气门位置传感器 (副)	%
BE	加速踏板位置传感器 (主)	%
BF	加速踏板位置传感器 (副)	%
102	起动机继电器	ON/OFF

• 这些监视项目的值根据测量条件的边际差异、环境差异、车辆老化等条件而改变。

发动机 -ECU 监视项目

- 在监视项目部分中提供了用于通过发动机 -ECU 掌握发动机控制状况的项目。

项目编号	检查项目	单位
14	节气门位置传感器 (主) 中等开度学习值	mV
26	长时燃油修正	%
28	短时燃油修正	%
32	爆震延时	° CA
33	爆震控制学习值	%
47	风扇电机占空 (duty) 比	%
49	净化控制电磁阀占空 (duty) 比	%
58	节气门控制伺服机构	%
59	节气门控制伺服目标值	V
68	怠速控制学习值 (空调 OFF)	L/s
69	怠速控制学习值 (空调 ON)	L/s
72	绝对负荷值	%
73	计算负荷值	%
105	燃油系统状态	OL/CL/OL: DRV/OL-SYS/ CL: HO2S
106*	燃油系统状态 2	N/A

注: *: M.U.T.-III 显示屏上显示的数据项, 但直列 4 缸发动机不适用, 其数据显示为 “N/A”。

促动器测试功能

促动器测试项目在下表中给出。

项目编号	检查项目	驱动内容
1	喷油器	指定喷油器停止
9	燃油泵	燃油泵工作
10	净化控制电磁阀	电磁阀由关闭变为打开
14	冷却风扇电机	驱动风扇电机
16	空调压缩机继电器	继电器由关闭变为打开
17	进气气门正时调节油压控制阀、排气气门正时调节油压控制阀	气门正时调节油压控制阀由关闭变为打开