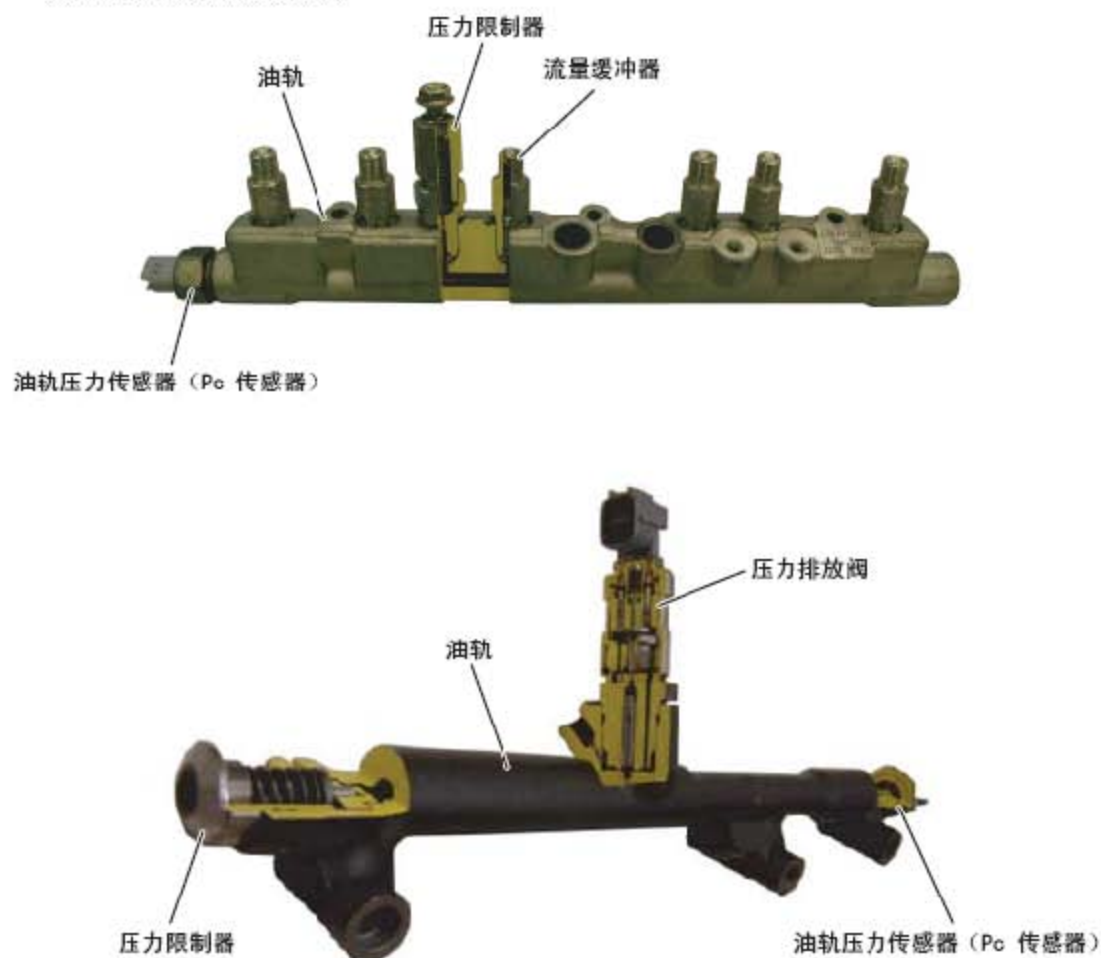


3.2 油轨

3.2.1 油轨功能和构成

- 油轨的功能是向各气缸喷射器分配由输油泵加压的燃油。
- 油轨的形状取决于车型，同时零部件也随之改变。
- 零部件为油轨压力传感器（Pc 传感器）、压力限制器，有些车型上还有流量缓冲器和压力排放阀。



3.2.2 零部件结构和工作原理

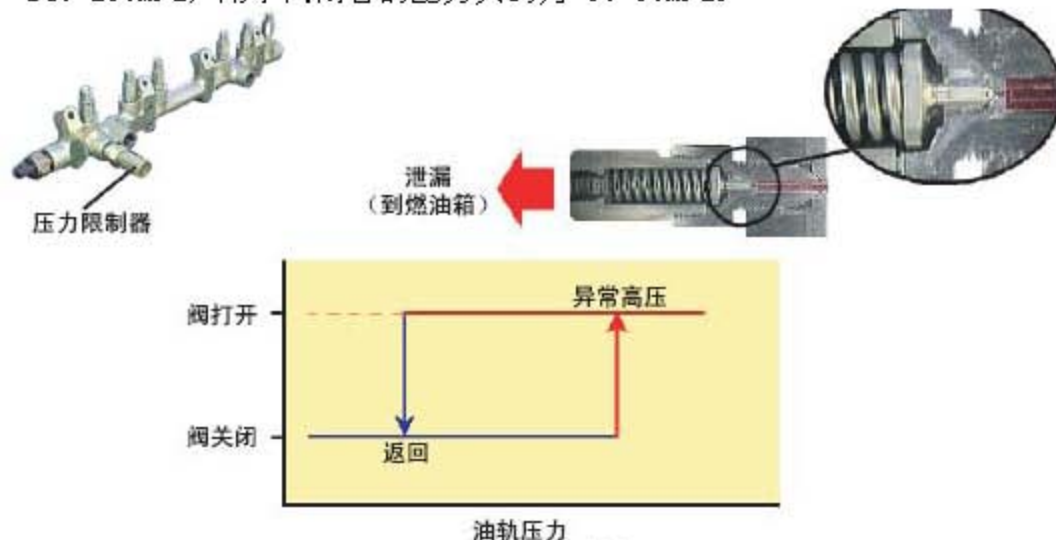
零部件	功能
油轨	存储从输油泵抽吸的加压燃油，然后将燃油分配到每个气缸喷射器。
压力限制器	如果油轨中的压力异常高，则打开阀释放压力。
油轨压力传感器 (Pc 传感器)	检测油轨中的燃油压力。
流量缓冲器	降低油轨中的燃油压力脉动。如果燃油过度流出，缓冲器将关闭燃油通道，从而防止更多燃油流出。大多数与发动机一起用于大型车辆。
压力排放阀	控制油轨中的燃油压力。大多数与发动机一起用于大型车辆。

3.2.2.1 压力限制器

如果压力异常高，则压力限制器打开以释放压力。如果油轨中的压力异常高，压力限制器工作（打开）。它在压力降低到一定水平之后恢复（关闭）。由压力限制器释放的燃油返回到油箱。

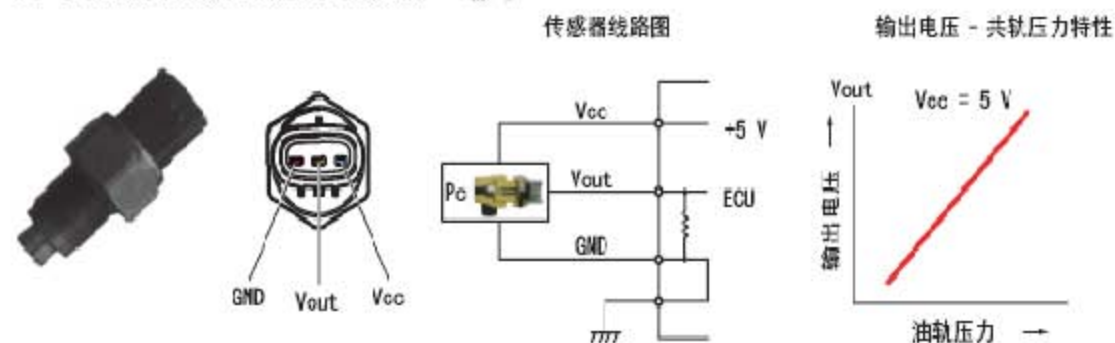
附注：

- 压力限制器的操作压力取决于车辆型号，用于阀开启的压力大约为 140-230MPa，用于阀闭合的压力大约为 30-50MPa。

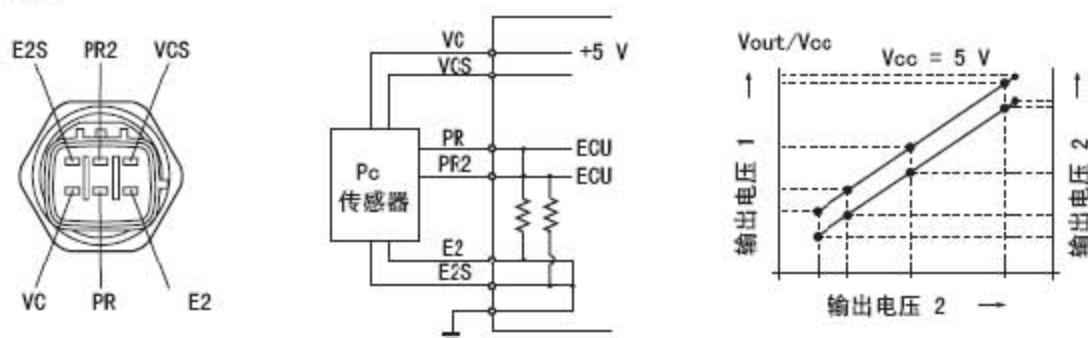


3.2.2.2 油轨压力传感器 (Pc 传感器)

油轨压力传感器 (Pc 传感器) 安装在油轨上。它检测油轨的燃油压力，然后发送信号给发动机 ECU。这是一个半导体传感器，它利用了压力施加到硅元件上时电阻发生变化的压电效应。

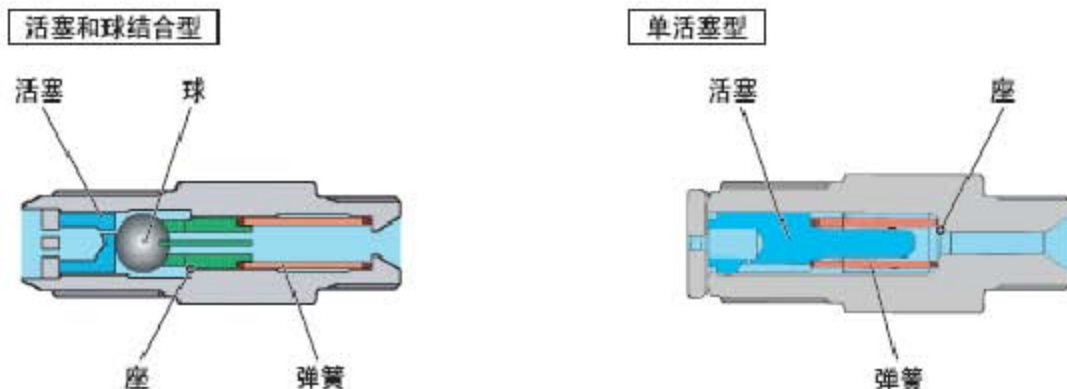


- 有些油轨压力传感器还有双系统，可以在出现故障时提供备用。输出电压被抵销。



3.2.2.3 流量缓冲器

流量缓冲器可降低加压管中的压力脉动,并以稳定的压力向喷射器提供燃油。流量缓冲器也可在出现燃油过度排放时(例如喷射管道或喷射器出现燃油泄漏的情况)切断燃油通道,从而防止燃油异常排放。有些流量缓冲器由一个活塞和球组成,而有些只有一个活塞。

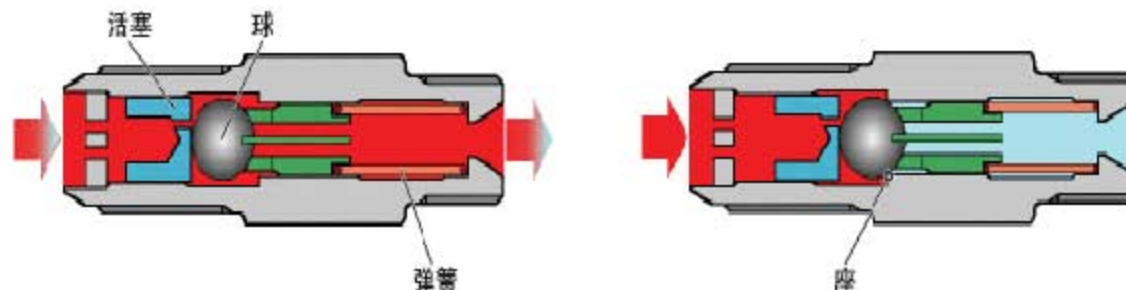


1). 活塞和球结合型的工作原理

当高压管中出现压力脉动时,它穿过量孔产生的阻力破坏了油轨侧和喷射器侧的压力平衡,因此活塞和球将移到喷射器一侧,从而吸收压力脉动。正常压力脉动情况下,由于油轨侧和喷射器侧的压力会很快达到平衡,因此活塞和球被弹簧推回到油轨一侧。如果出现异常排放(比如喷射器侧燃油泄漏导致),通过量孔的燃油量无法相抵,活塞将球推向座,这样燃油流向喷射器的通道被切断。

· 压力脉冲吸收期间

· 燃油切断

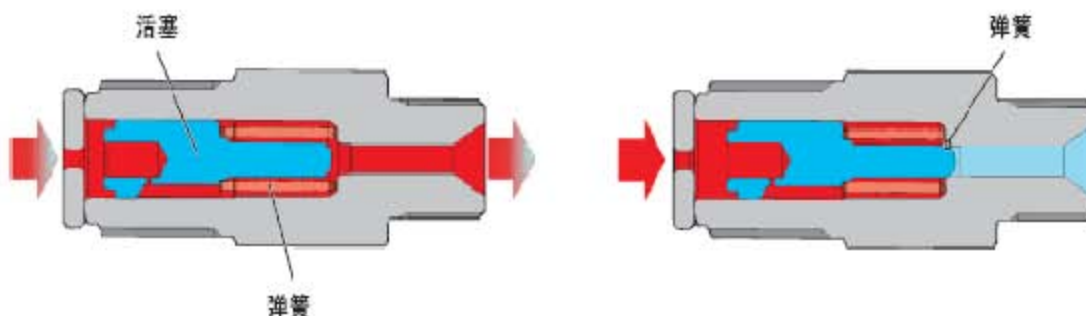


2). 单活塞型的工作原理

活塞直接接触座,然后直接切断燃油通道。工作原理与活塞和球结合型相同。

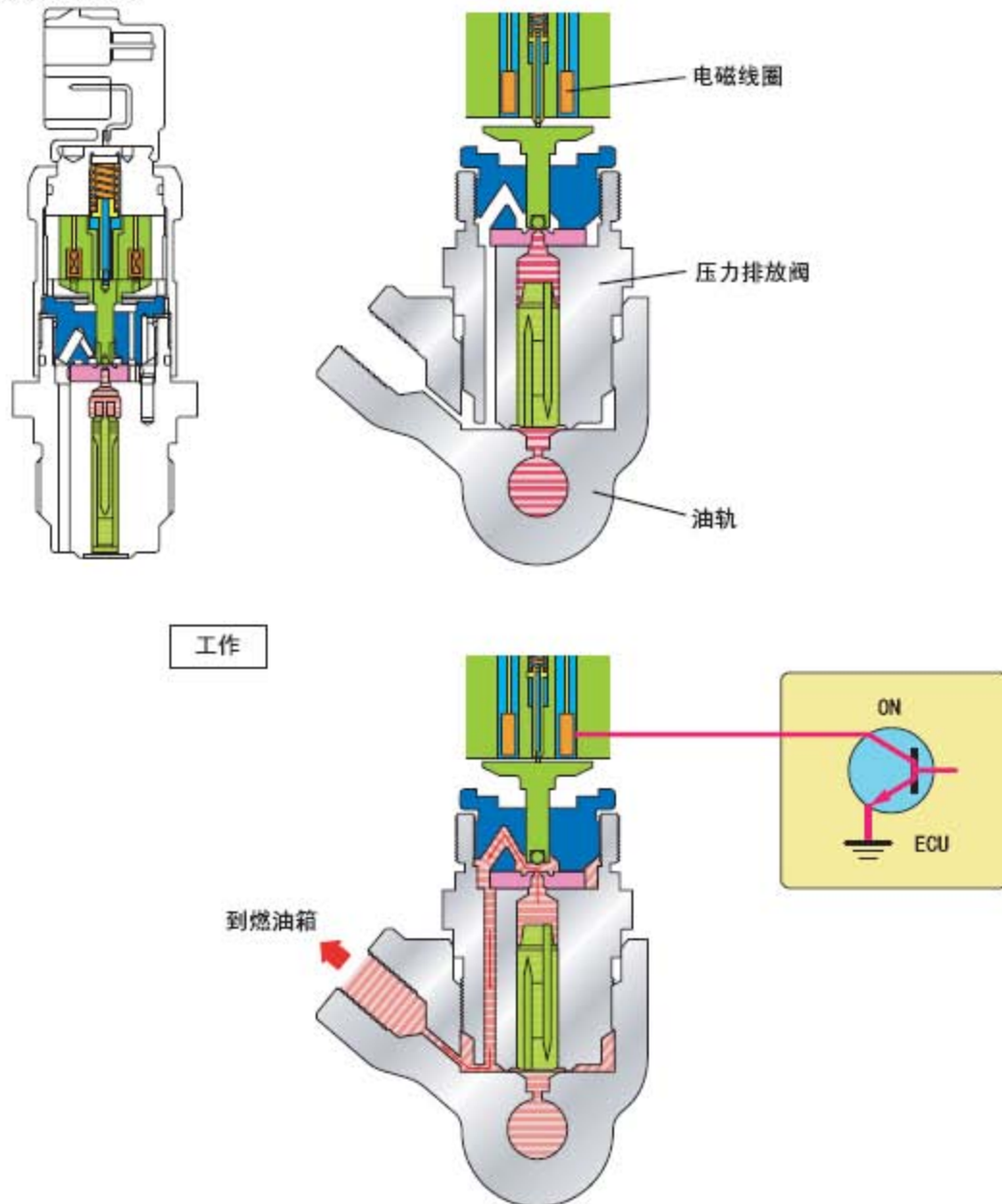
· 压力脉冲吸收期间

· 燃油切断



3.2.2.4 压力排放阀

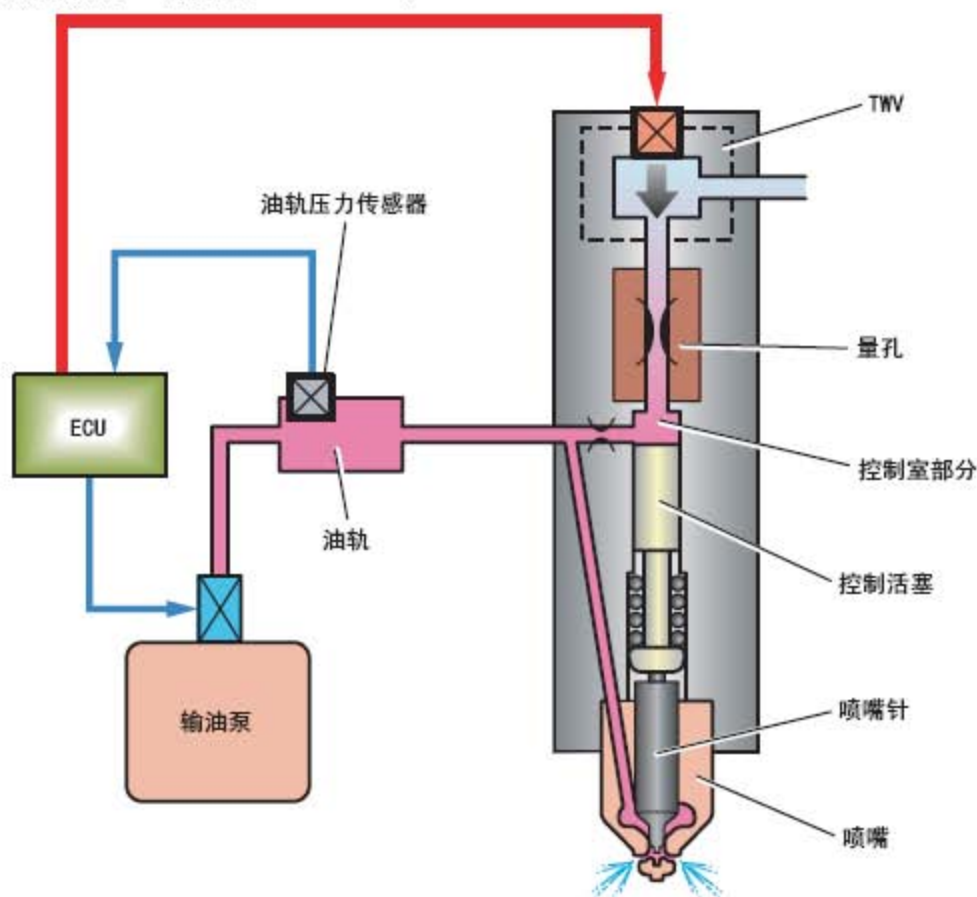
压力排放阀控制油轨中的燃油压力。当油轨压力超过目标喷射压力，或者当发动机 ECU 判断油轨的燃油压力超过目标值时，压力排放阀电磁线圈被通电。这将打开压力排放阀通道，使燃油能够流回到燃油箱，并使油轨的燃油压力降低到目标压力。



3.3 喷射器

3.3.1 概述

- 喷射器根据 ECU 发出的信号，将油轨中的加压燃油以最佳的喷射正时、喷射量、喷射率和喷射方式喷射到发动机燃烧室中。
- 使用 TWV（双向阀）和量孔对喷射进行控制。TWV 对控制室中的压力进行控制，从而对喷射的开始和结束进行控制。量孔可通过限制喷嘴打开的速度来控制喷射率。
- 控制活塞通过将控制室压力传递到喷嘴针来将阀打开和关闭。
- 当喷嘴针阀打开时，喷嘴将燃油雾化并进行喷射。
- 喷射器共有三种类型：X1、X2 和 G2。

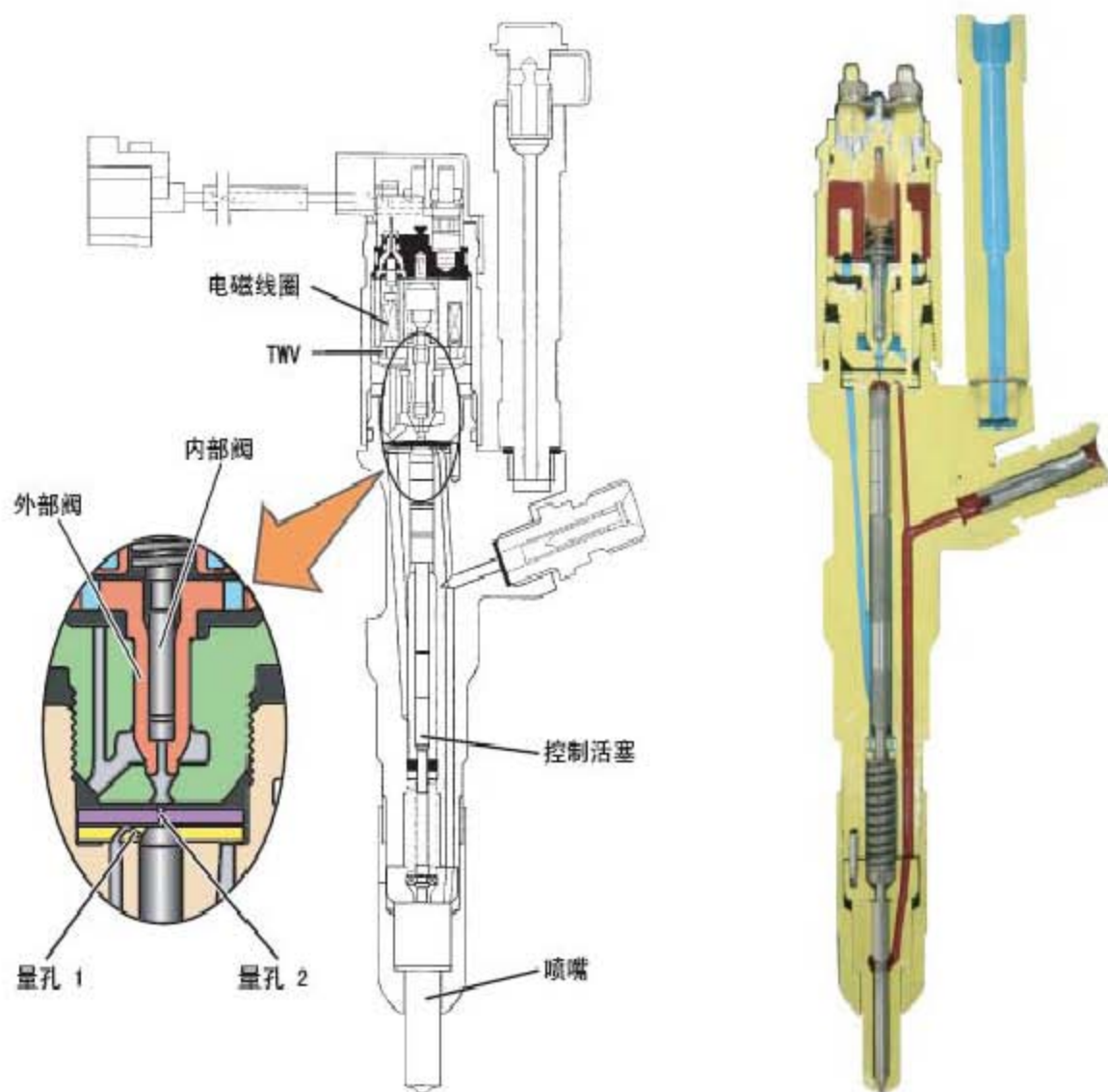


3.3.2 喷射器结构和特性

喷射器由一个喷嘴（类似于传统的“喷嘴和喷嘴保持件”）、一个控制喷射率的量孔、控制活塞和一个 TWV（双向电磁阀）组成。X1、X2 和 G2 型的基本构造都相同。

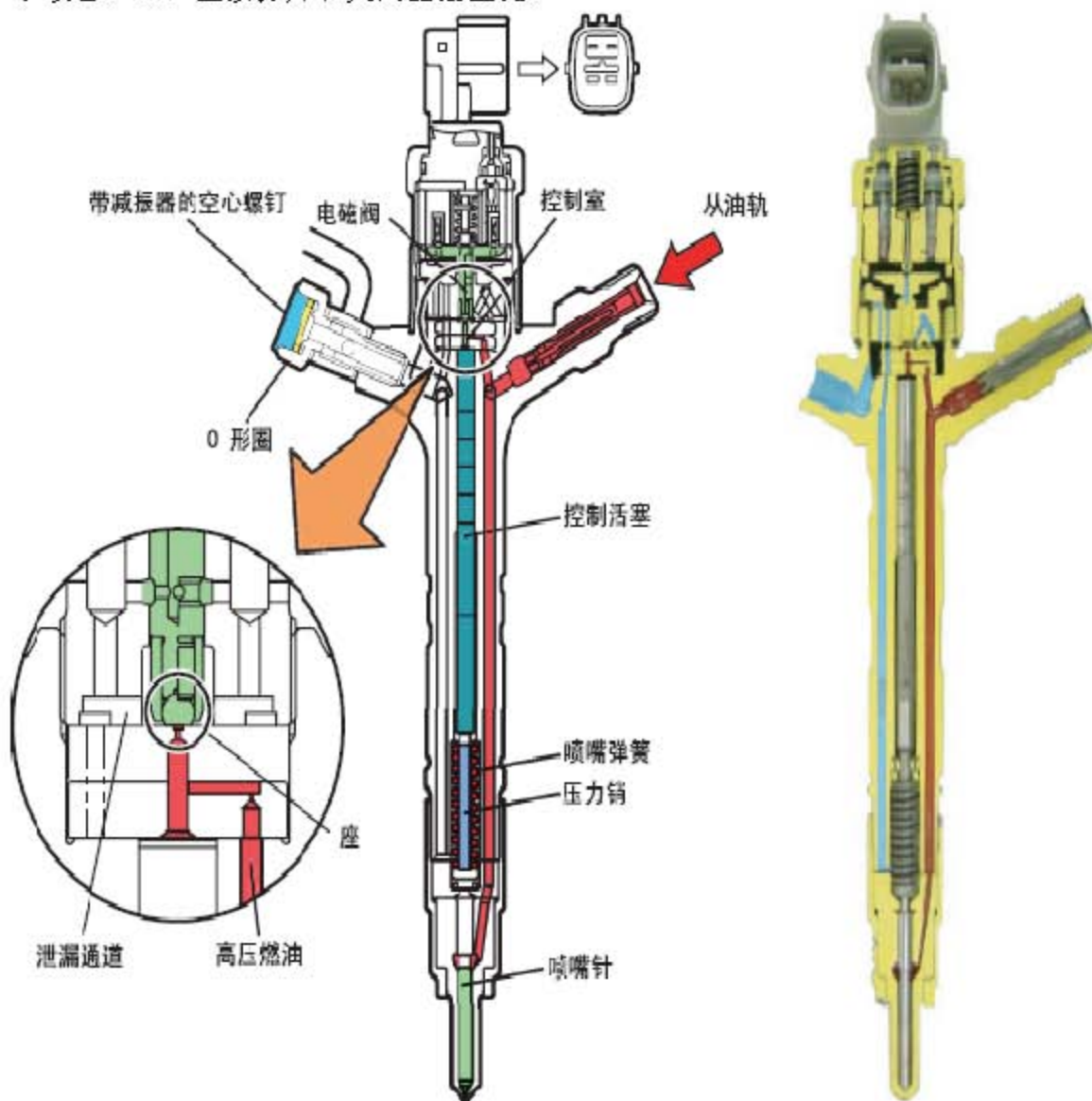
3.3.2.1 X1 型

通过对喷射进行电子控制可获得精确控制。TWV 由两个阀组成：内部阀（固定）和外部阀（活动）。



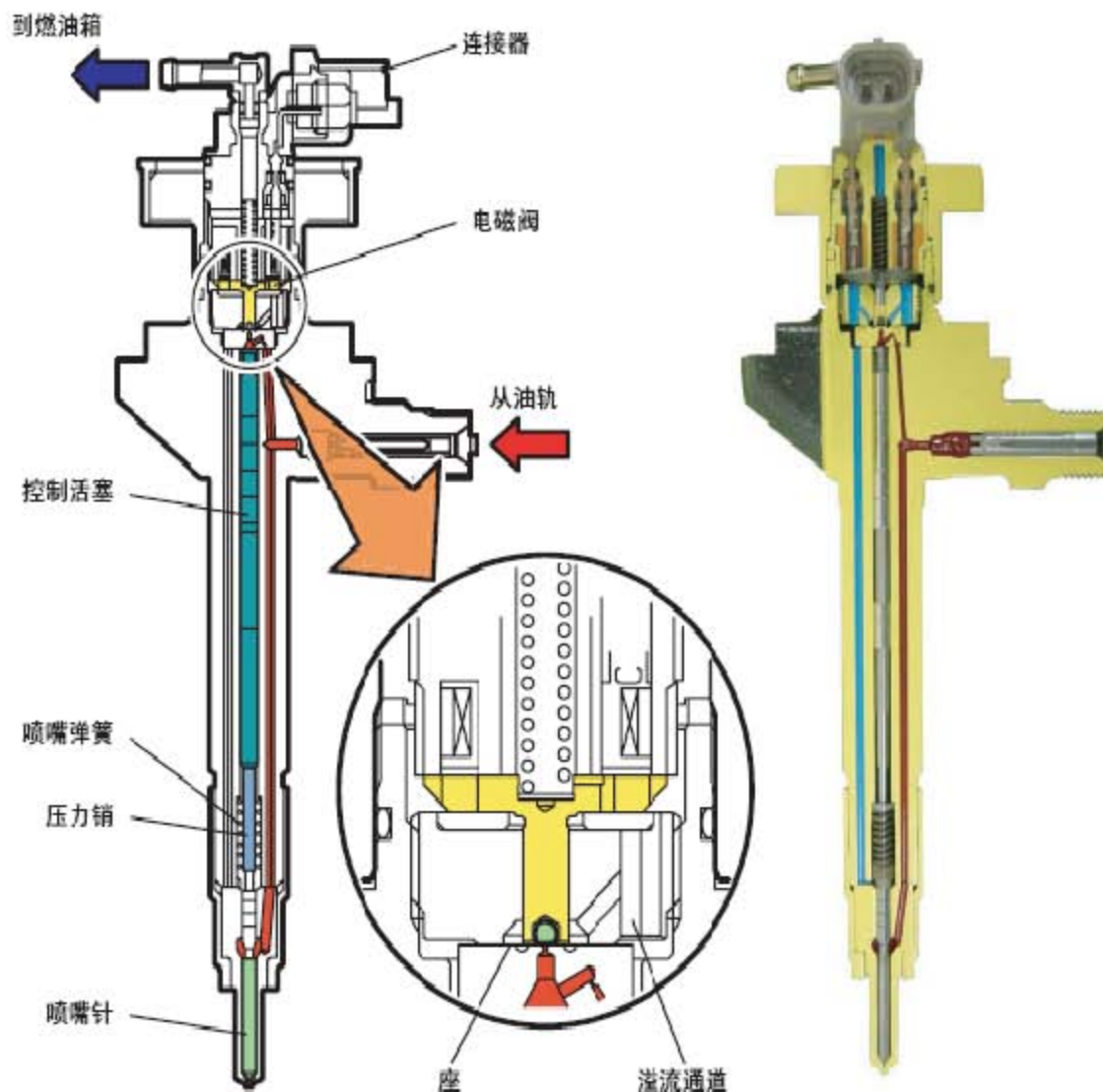
3.3.2.2 X2 型

通过减少喷射器执行负荷，使喷射器形状更小、更节能，其喷射精度也得到了改善。TWV 直接打开和关闭出油量孔。



3.3.2.3 G2 型

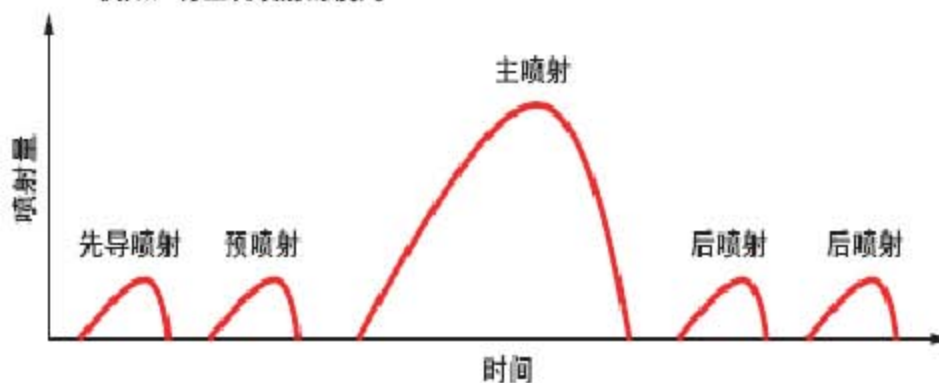
为了确保高压力，G2 型在压力强度、密封性能和压力磨损耐受性方面进行了改善。而且还改善了高速操作性，从而实现更高精度的喷射控制和多重喷射。



附注：

- 多重喷射是指为了降低废气排放和噪音，在不改变喷射量的情况下，用一到五次喷射来完成主喷射。

例如：有五次喷射的模式



3.3.3 喷射器工作原理

喷射器通过控制室中的燃油压力来控制喷射。T_{WV} 通过对控制室中的燃油泄漏进行控制，从而对控制室的燃油压力进行控制。T_{WV} 随喷射器类型的不同而改

变。

1). 无喷射

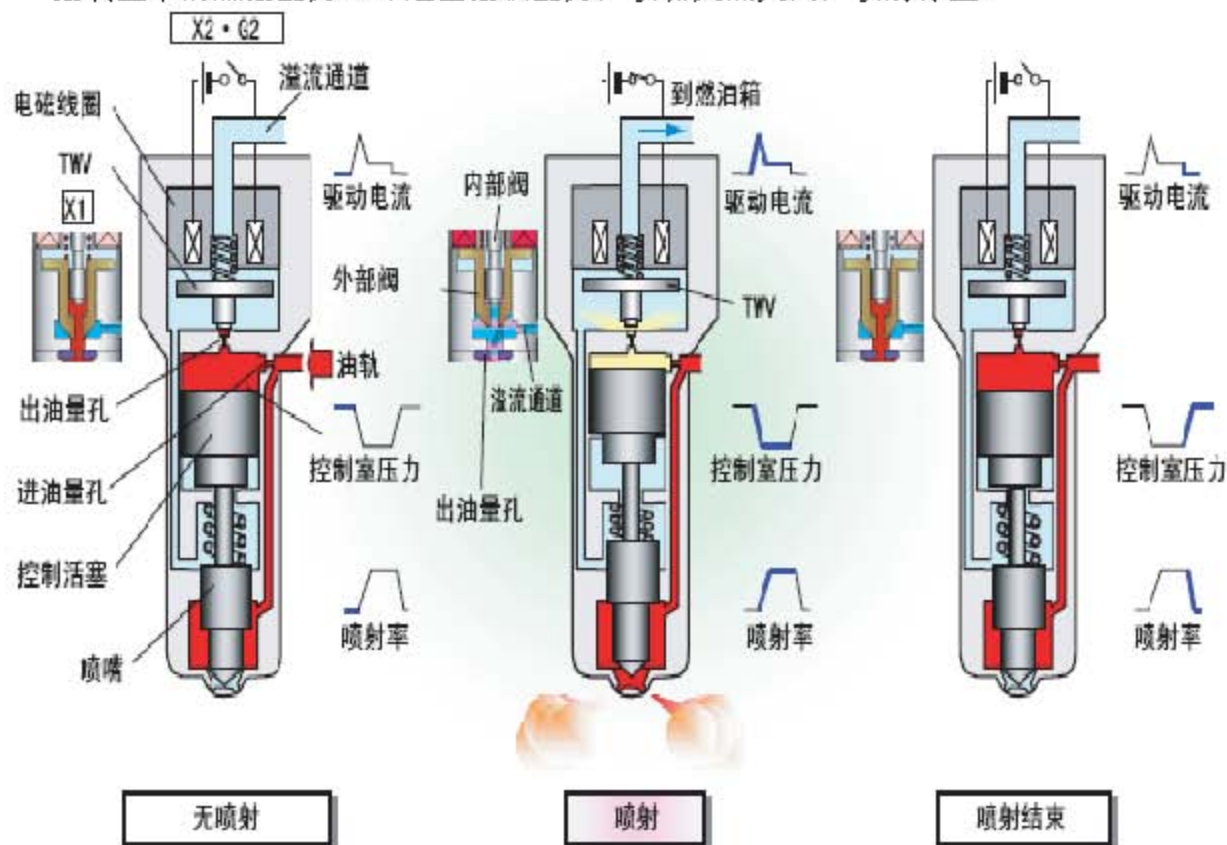
当 TWV 未通电时，它切断控制室的溢流通道，因此控制室中的燃油压力和施加到喷嘴针的燃油压力为同一油轨压力。从而，喷嘴针阀由于控制活塞的承压面和喷嘴弹簧力之间的差别而关闭，燃油未喷射。对于 X1 型，外部阀被弹簧力和外部阀中的燃油压力推向座，从而控制室的泄流通道被切断。对于 X2/G2 型，控制室出油量孔直接在弹簧力作用下关闭。

2). 喷射

当 TWV 通电开始时，TWV 阀被拉起，从而打开控制室的泄流通道。当泄流通道打开时，控制室中的燃油流出，压力下降。由于控制室中的压力下降，喷嘴针处的压力克服向下压的力，喷嘴针被向上推，喷射开始。当燃油从控制室泄漏时，流量受到量孔的限制，因此喷嘴逐渐打开。随着喷嘴打开，喷射率升高。随着电流被继续施加到 TWV，喷嘴针最终达到最大升程，从而实现最大喷射率。多余燃油通过如图所示的路径返回到燃油箱。

3). 喷射结束

TWV 通电结束时，阀下降，从而关闭控制室的溢流通道。当溢流通道关闭时，控制室中的燃油压力立即返回油轨压力，喷嘴突然关闭，喷射停止。

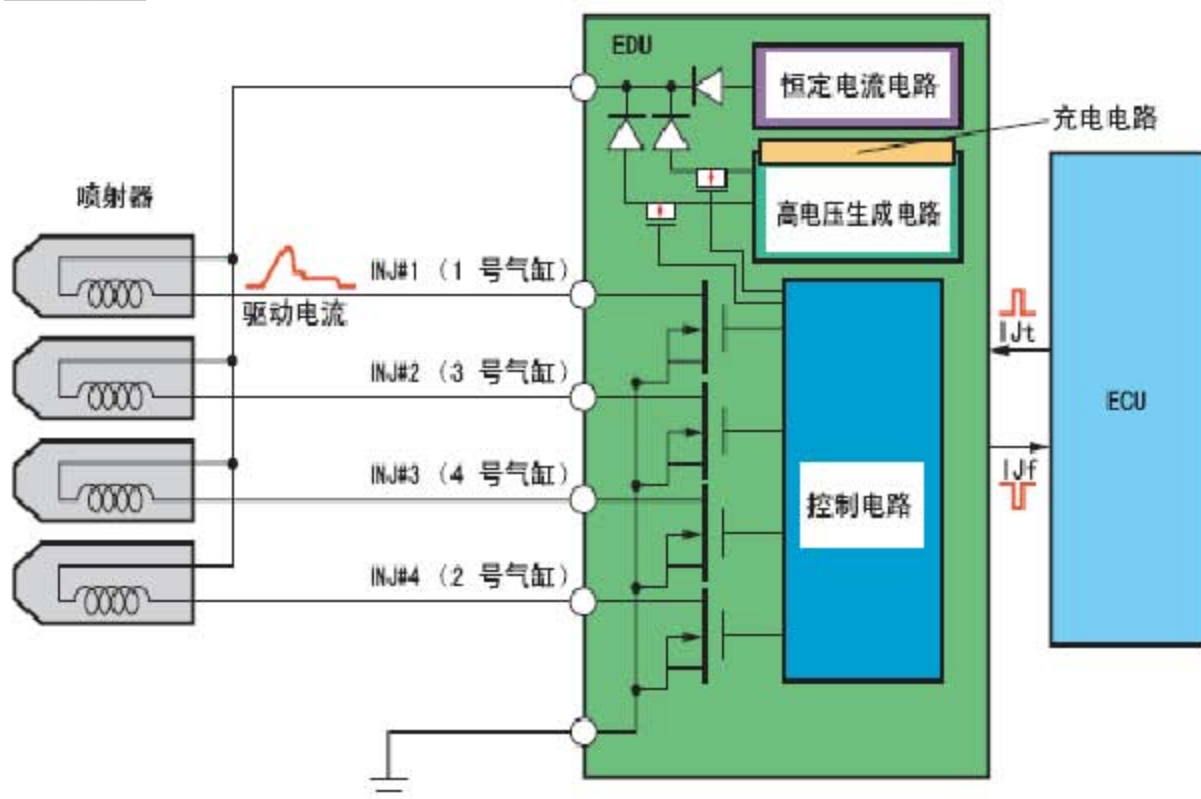


3.3.4 喷射器执行电路

为了改善喷射器的灵敏度，将执行电压变为高电压，从而加速电磁线圈磁化和 TWV 响应。ECU 中的 EDU 或充电电路将各自蓄电池电压提高到大约 110 V，

它通过 ECU 发出的启动执行器的信号而施加到喷射器上。

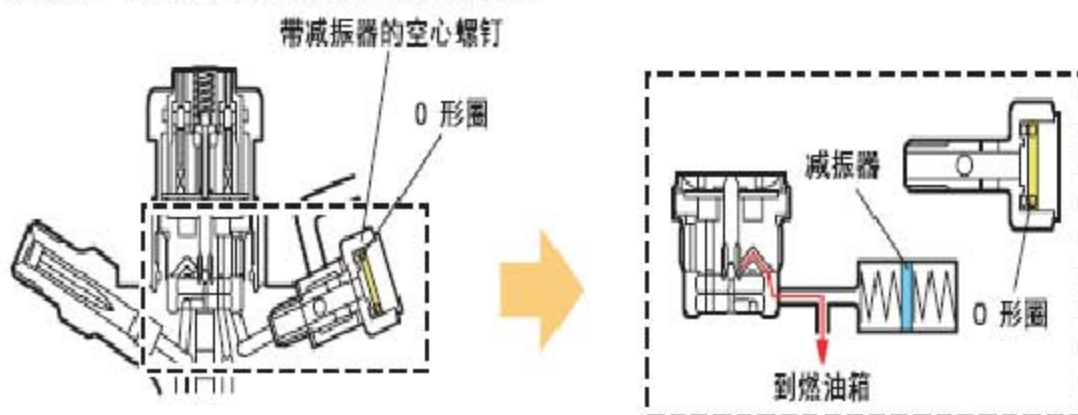
EDU 执行



3.3.5 喷射器其它零部件

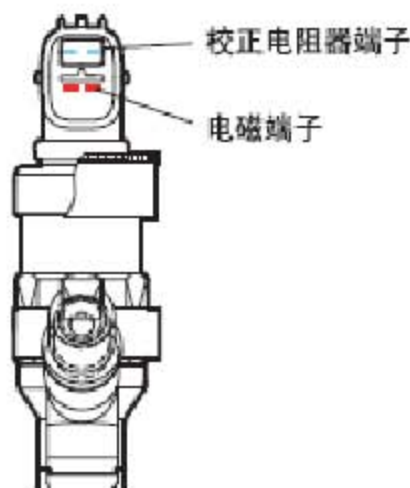
3.3.5.1 带减振器的空心螺钉

带减振器的空心螺钉通过减少泄漏燃油的背压脉动（压力波动），增加了喷射量精度。此外，它降低了背压对溢流管中燃油的依赖性（即使喷射指令相同，溢流管中的压力效应也会改变喷射量）。



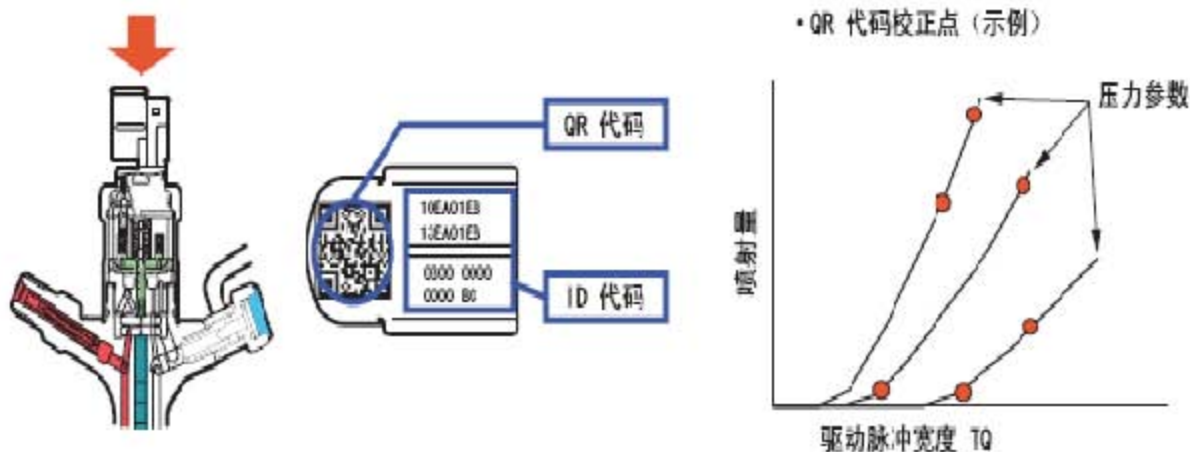
3.3.5.2 带校正电阻的连接器

带校正电阻的连接器在其连接器部有一个内置的校正电阻，可以将气缸中的喷射量变化降到最小。



3.3.5.3 带 QR 代码的喷射器

QR（快速响应）代码被用来提高校正精度。QR 代码包含喷射器中的校正数据，它被写入发动机 ECU 中。QR 代码致使燃油喷射量校正点的数目大大增加，从而极大地改善了喷射量精度。



附注：

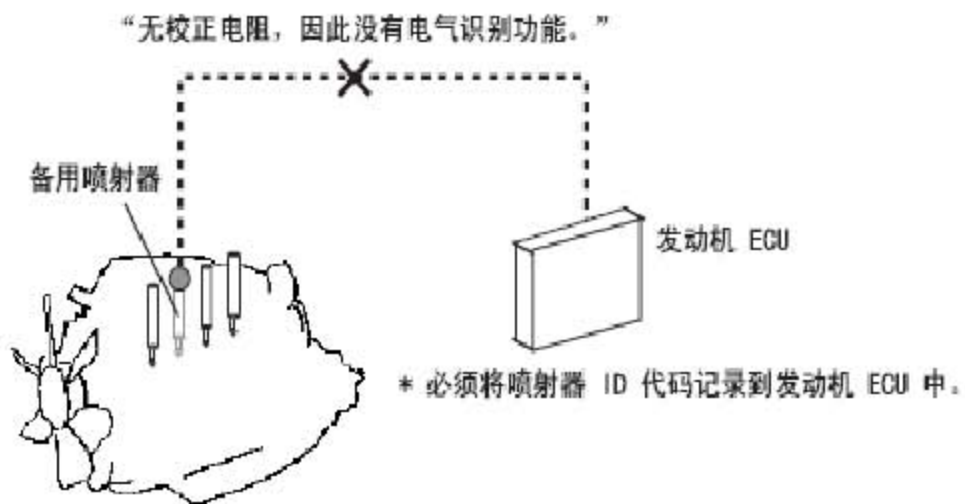
- QR 代码是由 DENSO 公司开发的一个新的二维代码。除了喷射量校正数据之外，代码还包括部件号和产品号，它们可以在非常高的速度下阅读。

1). 操作带 QR 代码的喷射器 (参考)

带 QR 代码的喷射器使发动机 ECU 能够识别和校正喷射器，因此当喷射器或发动机 ECU 被更换时，必须在发动机 ECU 中登记喷射器的 ID 代码。

A). 更换喷射器

必须将更换了的喷射器的 ID 代码登记到发动机 ECU 中。



B). 更换发动机 ECU

必须将所有车辆喷射器的 ID 代码登记到发动机 ECU 中。

“无校正电阻，因此没有电气识别功能。”

