

康明斯电控发动机技术讲座



宁波日兴动力科技有限公司
宁波重康船舶设备有限公司



介绍内容:

- 康明斯电控燃油系统的发展历程
- CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理



康明斯电控燃油系统的发展历程

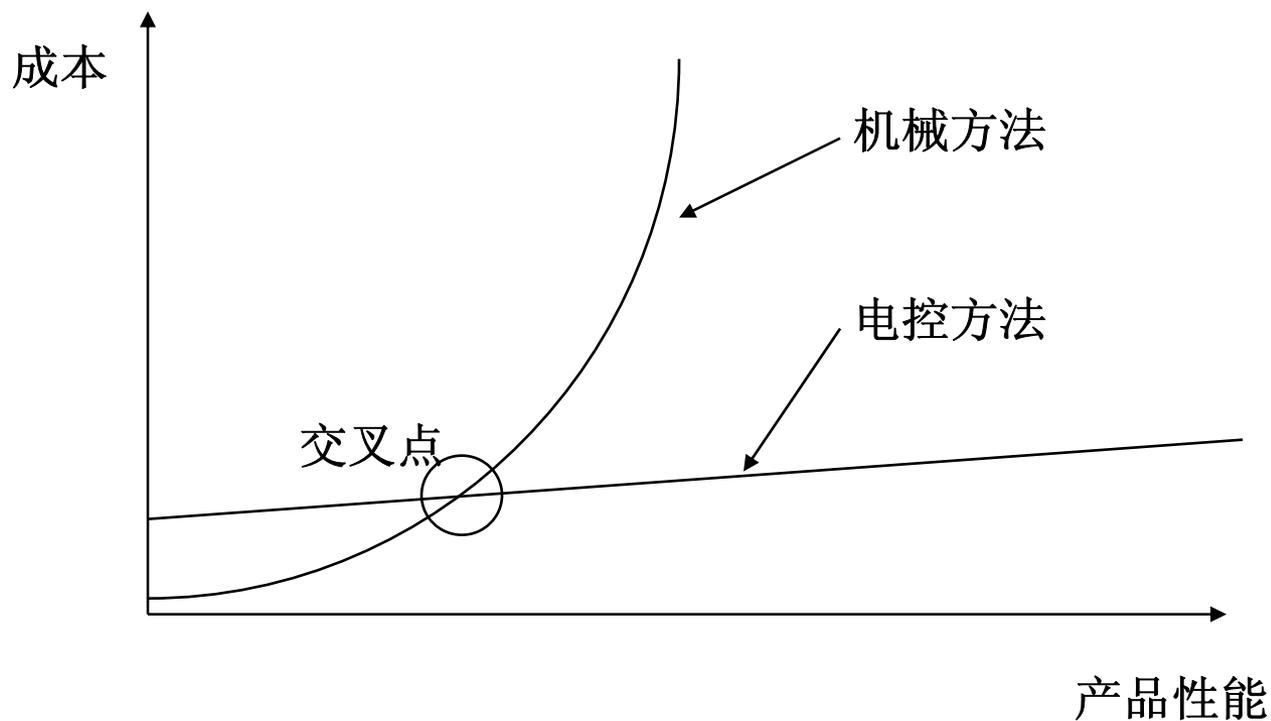
为什么要发展电控燃油系统

- 排放要求的驱使
- 灵活的性能开发能力
- 发动机标准化
- 市场对电子控制所能提供的各种应用特征的需求



康明斯电控燃油系统的发展历程

- 电控技术应用的必然性



康明斯电控燃油系统的发展历程

- 康明斯燃油系统发展历程
 - PT
 - PTG—STC
 - PACE———1987
 - PT PACE———1989
 - CELECT———1990
 - CENTRY———1991
 - CELECT PLUS———1995
 - QUANTUM———1995
 - IS———1998
 - HPI———



康明斯电控燃油系统的发展历程

PT燃油系统

- PT燃油泵和喷油器
- 固定正时
- 现有产品——所有应用

PTG—STC燃油系统

- PT燃油泵和STC喷油器
- 分步正时控制
- 现有产品——所有应用



康明斯电控燃油系统的发展历程

PACE燃油系统

- PT燃油泵和STC喷油器
- ECM控制
- 已作废——ON HIGHWAY 公路应用

PT PACE燃油系统

- PT燃油泵和STC喷油器
- PACER控制
- 已作废——ON HIGHWAY 公路应用

康明斯电控燃油系统的发展历程

CENTRY燃油系统

- PT燃油泵和STC喷油器
- CENTRY控制
- 现有产品——工业应用

QUANTUM燃油系统

- 简单齿轮泵燃油泵和无电磁阀喷油器
- QUANTUM控制，无限可变正时，大量电控应用特性
- 现有产品——QSK、QST工业应用（含发电）

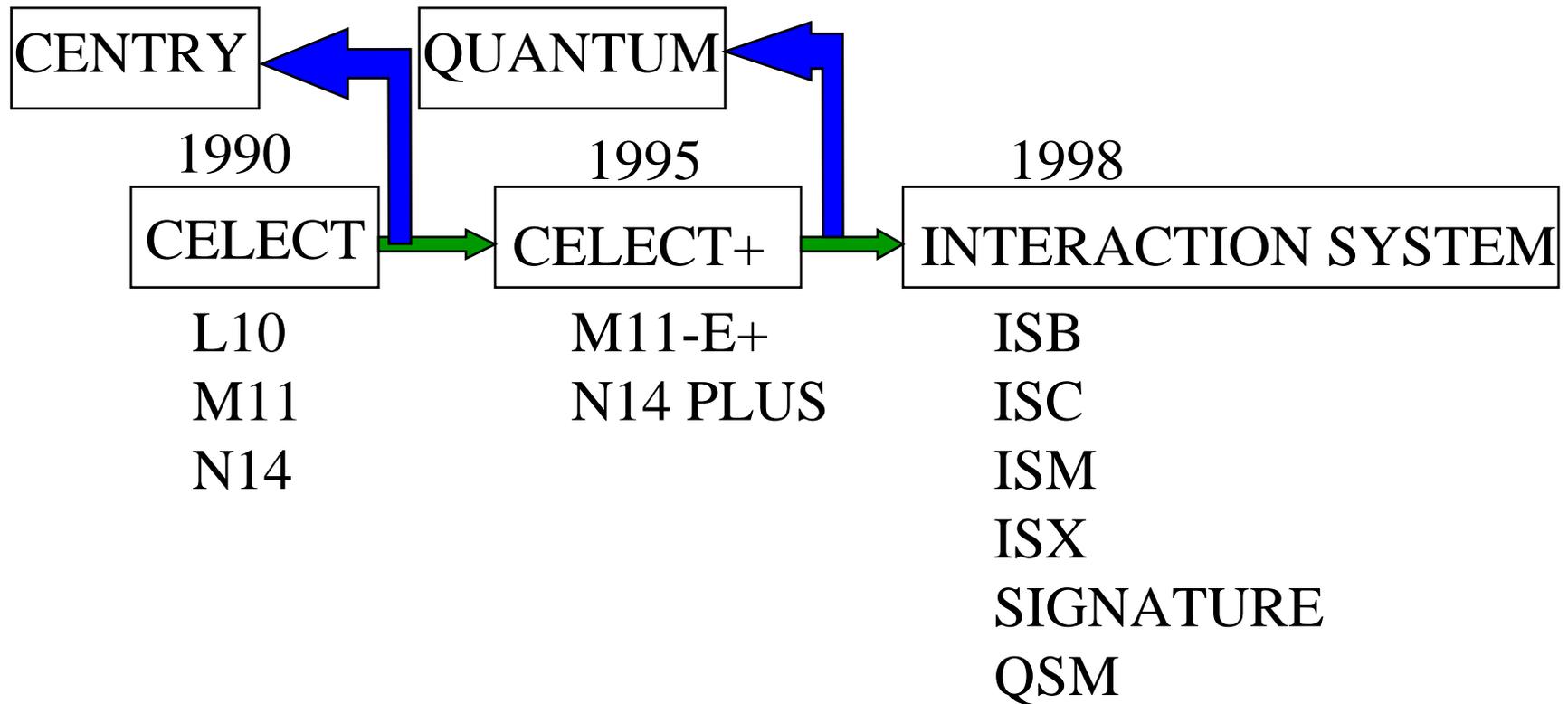
康明斯电控燃油系统的发展历程

CELECT燃油系统（CELECT、CELECT PLUS、IS/QSM）

- 简单齿轮泵燃油泵和CELECT喷油器
- ECM控制，无限可变正时，最多的电控应用特性
- 现有产品——车用（ISB、ISC、ISM、ISX、SIGNATURE、ISL、N14、M11-E、M11-E+）、工业应用（M11-E、M11-E+、N14、QSM）、船用（QSM、N14）

康明斯电控燃油系统的发展历程

—康明斯电控燃油系统的发展历程



CELECT 系统的发展历程

CELECT燃油系统三个阶段特点比较

Parameter	Celect	Celect plus	Interaction system(ISM)
Fueling frequency	Single pulse	Part-time dual pulse	Dual pulse(new cam)
Fueling parameter	TVO	TVO	Cubic milimeters
Timing parameter	TVC	TVC	SOI
Injectors	Celect	Celect	Celect
ECM	ECM-b	ECM-c	CM570
Boost sensor	Gage	Gage	Absolute
Oil pressure	Gage	Gage	Absolute
Oil temp	Separate from pressure	Separate from pressure	Combination with pressure
IMT sensor	Closed element	Open element	Open element
Coolant temp	Same	Same	Same
Communication	J1587	J1708	J1708/J1939
Mounting	Low	Low	High&low
Voltage	12V	12V or 24V	12V or 24V
Wire harness fuses	Yes	Yes	No

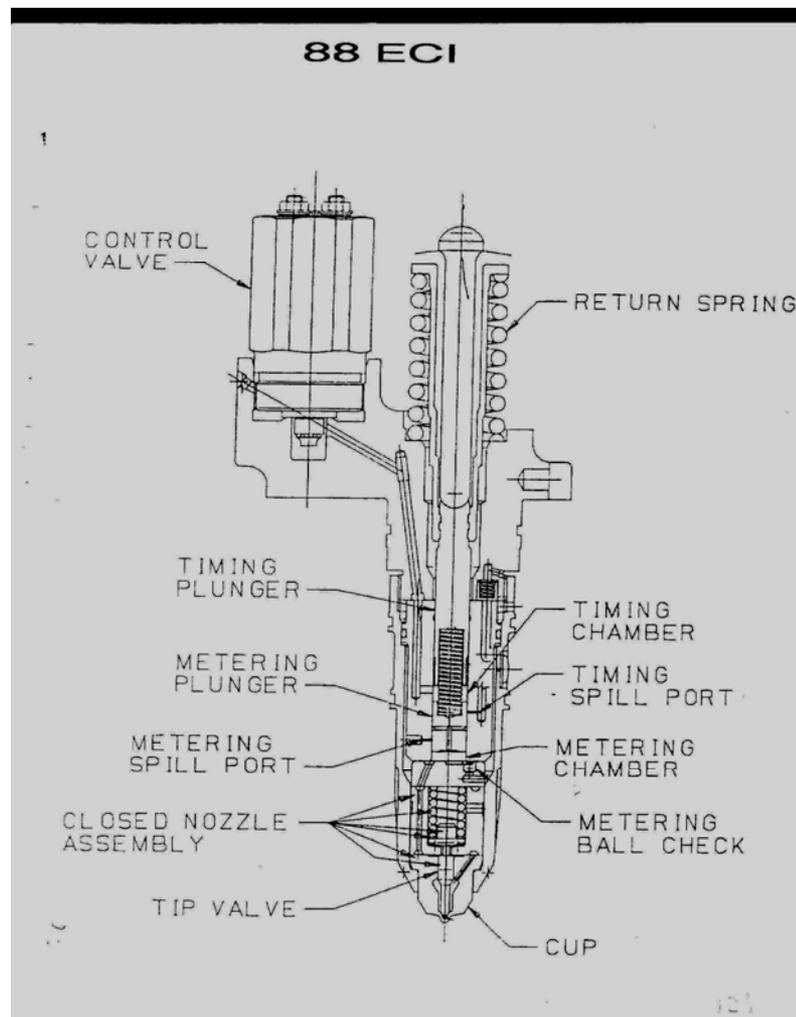
CELECT 系统的发展历程

CELECT喷油器的发展

- 88ECI
 - 康明斯第一个全电控燃油系统
 - 为88N14和L10设计发展
 - 18KSI喷射压力
 - 未发放

主要原因:

- NOZZLE 可靠性/耐久性
- BARREL 可靠性/耐久性
- PLUNGER 磨损
- 电磁阀可靠性/耐久性
- BODY 可靠性/耐久性

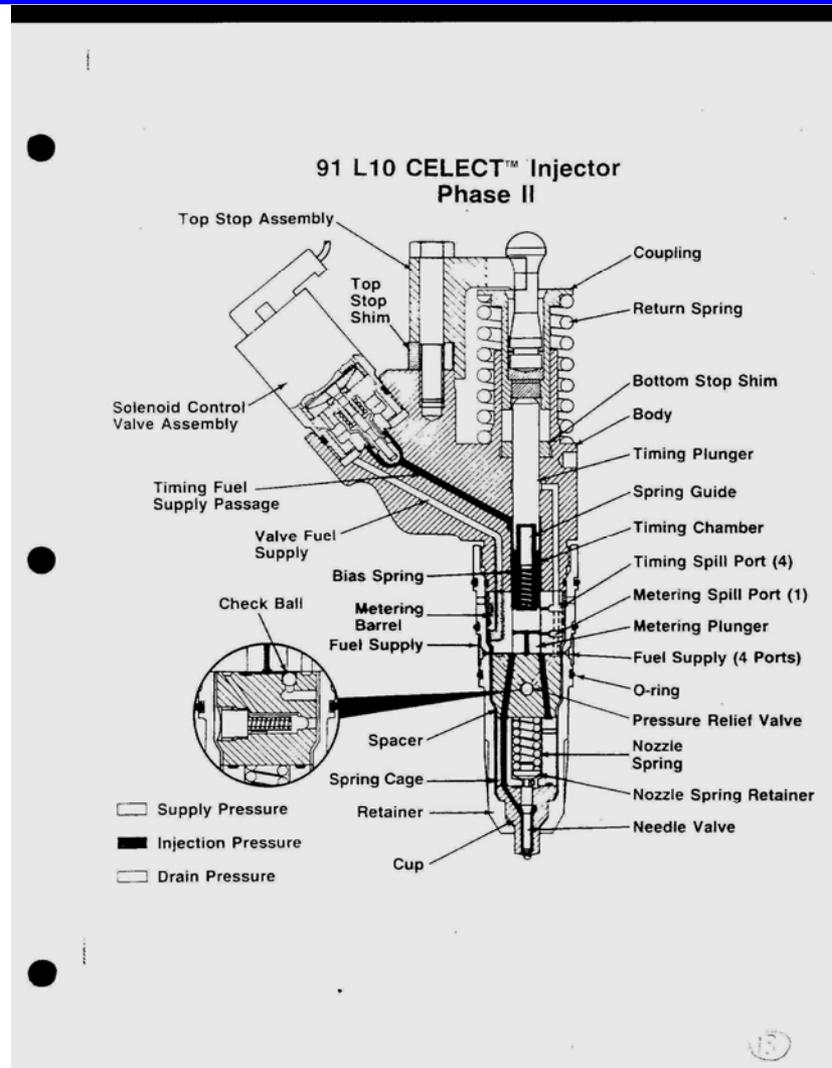


CELECT 系统的发展历程

CELECT喷油器的发展

- 91CELECT

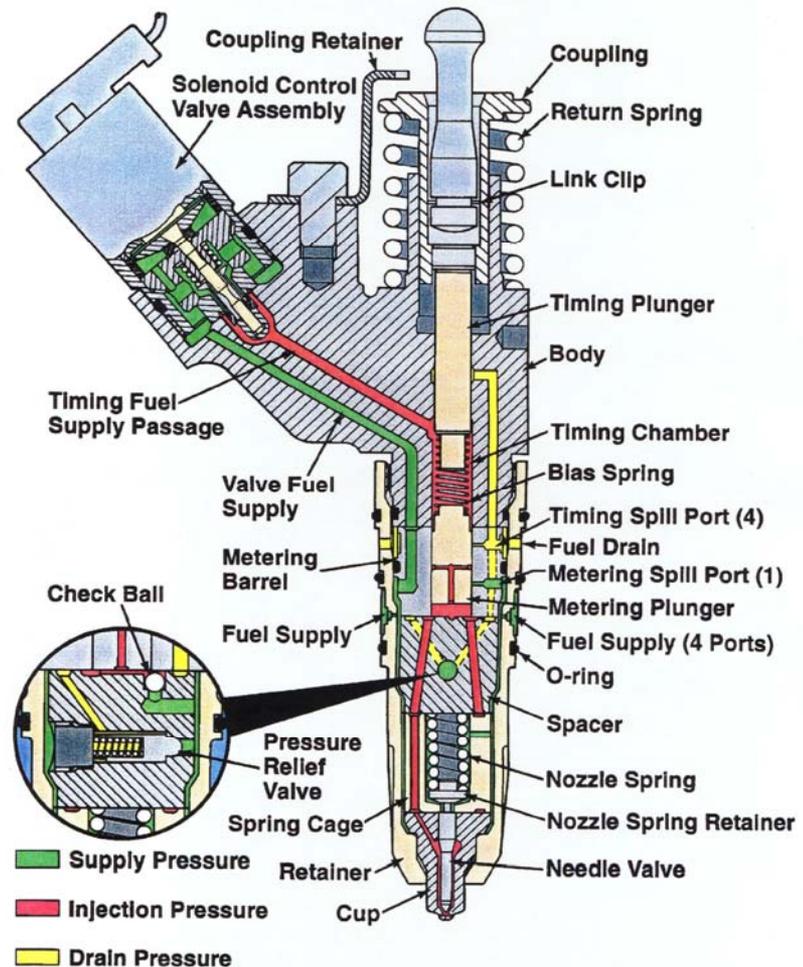
- 在88ECI基础上改进关键零件的可靠性
- 所有零部件新设计
- 基本工作原理不变
- 21.5KSI喷射压力



CELECT 系统的发展历程

CELECT喷油器的发展

- 94CELECT
- 减小TIMING PLUNGER直径至 $\phi 8\text{mm}$
- 增加NOZZLE SAC壁厚
- 改进电磁阀与BODY之间的密封
- 在喷孔上加AFM
- 增加喷射压力至24.5KSI



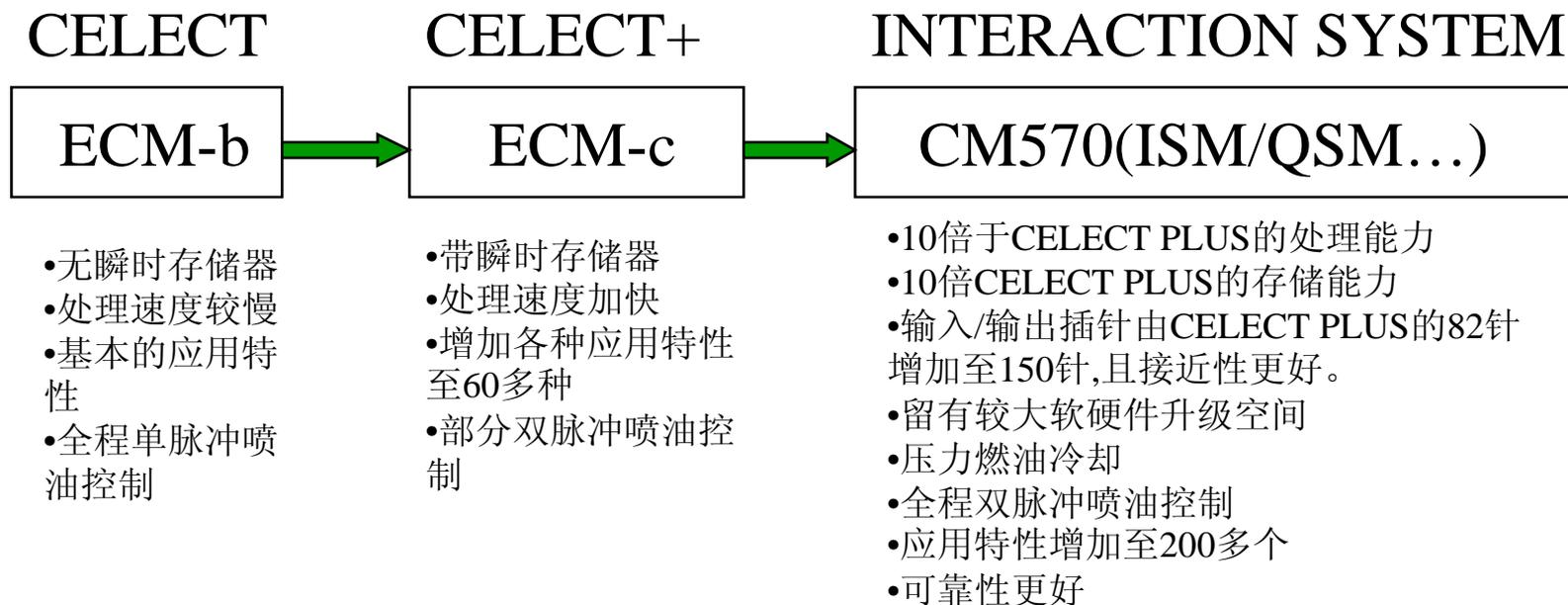
CELECT 系统的发展历程

CELECT喷油器的发展

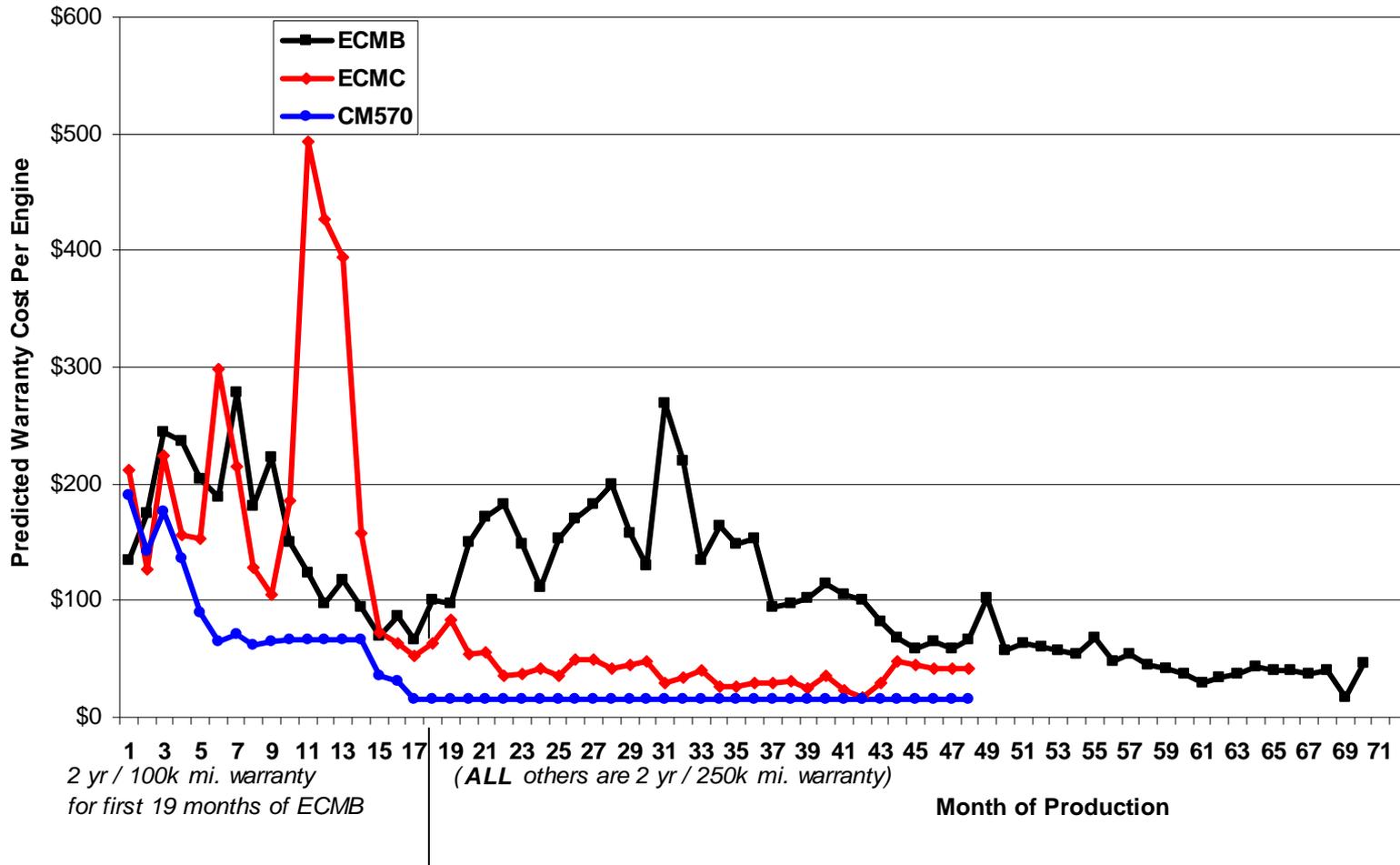
- 95~99CELECT
 - 采用陶瓷TIMING PLUNGER(95)
 - 采用高容量的METERING BARREL(95)
 - 在电磁阀上增加水份泄漏孔 (96)
 - 采用陶瓷METERING PLUNGER(98)
 - 采用DOUBLE PULSE控制(99ISM)
 - 喷油压力提高到27.5KSI?

CELECT 系统的发展历程

ECM的发展



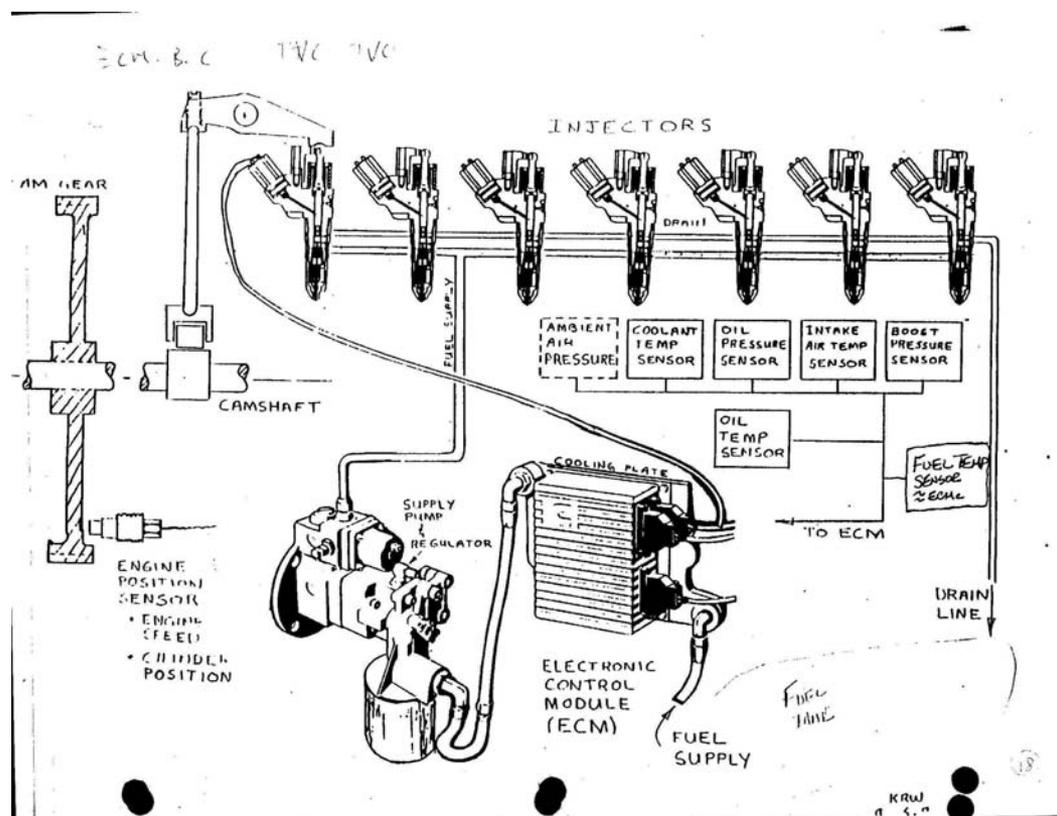
ECM Reliability



CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

CELECT电控燃油系统的构成

- 燃油泵及燃油管路
- 传感器
- ECM
- 执行器
- 导线
- 喷油器



CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 燃油泵及燃油管路

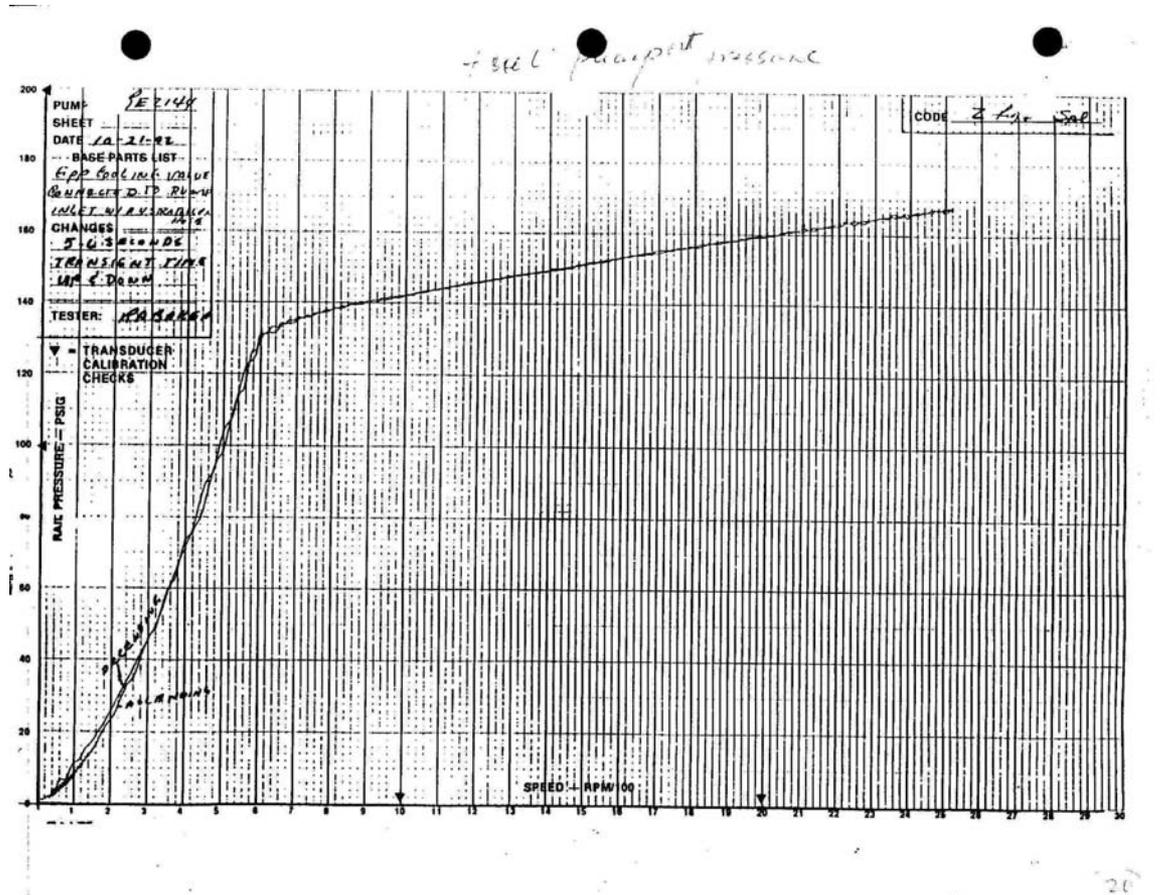
- 简单的齿轮泵向喷油器提供固定压力的燃油

发动机转速 (RPM)	流量 (pph)	压力 (psi)
2100	650	150-180
1200	520	130-160
175	135	25 minimum

- 燃油电磁阀可根据钥匙开关的on 或off 状态打开或关闭，也可根据发动机转速状态由ECM控制其开或关， >2730 rpm 关， <2100 rpm

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 典型的燃油泵输出曲线



CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 传感器

- 传感器是一种将物理量转换成电信号的装置，它们将系统状态传递给ECM，在ECM中再将电信号转换成数字信号进行处理。

• 主要的几种传感器

1) 发动机转速和位置传感器

- 测量发动机的转速和各缸活塞运转位置（TDC），参与喷油量和喷油时的确定
- 双线圈设计

2) 发动机进气增压压力和温度传感器

- 测量发动机进气增压后的压力和温度值
- 增压压力值参与喷油量的计算和AFC控制
- 进气温度值用于发动机保护和风扇控制功能

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

3) 环境大气压力传感器

- 测量环境空气压力值，用于发动机在不同海拔高度下工作时选择合适的喷油量（different fueling tables）

4) 发动机冷却水温传感器

- 测量发动机冷却水温度
- 保证发动机工况处于最佳的性能和排放水平
- 用于发动机保护功能和风扇离合器控制

5) 发动机机油温度传感器

- 测量发动机机油温度
- 用于发动机保护功能

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

6) 发动机机油压力传感器

- 测量发动机机油压力
- 用于发动机保护功能

?) 发动机燃油温度传感器?

- 测量燃油温度变化，计算燃油密度变化
- 用于调整喷油量以达最佳燃烧

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- ECM
- ECM（电子控制模块）是CELECT电控燃油系统的控制中心，它将传感器和各种控制装置和开关传来的电信号转换成数字信号进行处理，并将执行指令和数据信息传输给执行器和其它装置。其主要有以下几种功能：
 - 发动机喷油量和喷油正时的计算
 - 诊断监测
 - 操作者界面
 - 数据通讯
 - 辅助系统控制
 - 应用特性控制管理

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 执行器
- 执行器是将ECM计算处理后输出的指令最终转换为物理量来控制相应系统工作的装置。在康明斯电控发动机上主要有以下几种执行器：
 - 喷油器电磁阀
 - 发动机制动器控制阀
 - 燃油电磁切断阀
 - 风扇离合器控制阀
 - WASTEGATE 控制阀
 - CENTINEL 系统控制阀
 - 电子空压机调压阀

CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 导线束
- 导线束将ECM与传感器、执行器、电源和数据通讯装置等连接起来，同时还有作用：
 - 对导线做机械上的保护
 - 使各选用部件之间易于连接
 - 对连接做环境保护
 - 对接头EMI保护
 - 避免信号线和电源线相互干扰

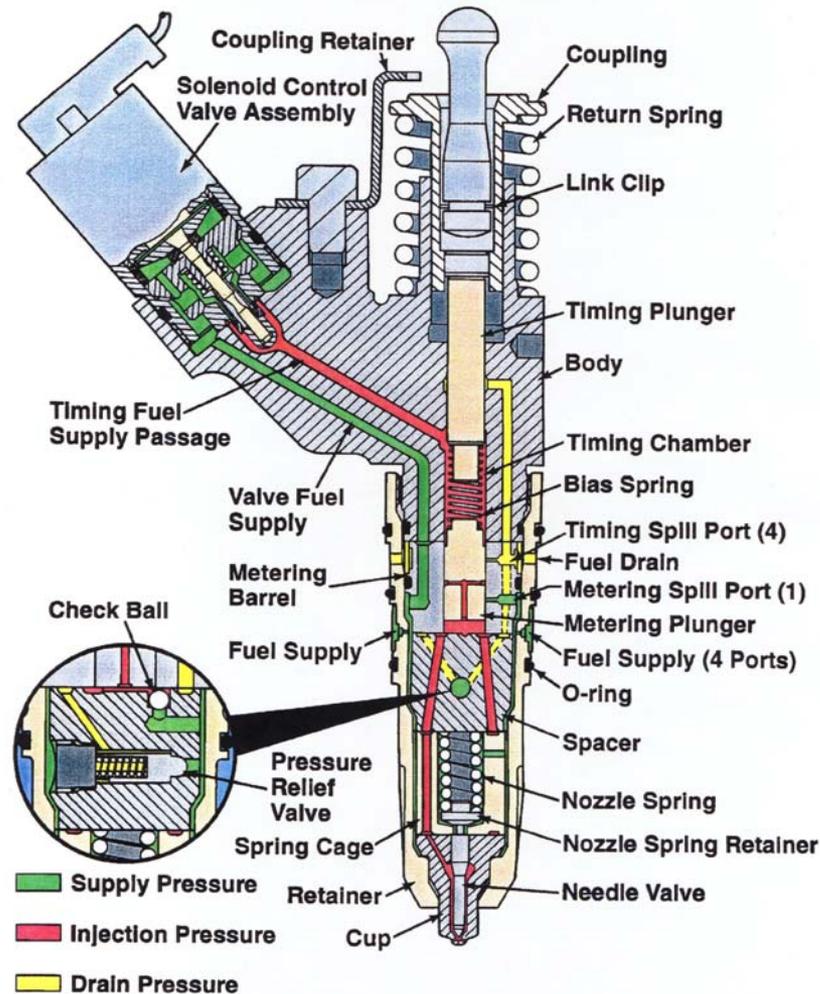


CELECT 电控燃油系统的构成及其工作原理

- 喷油器
 - CELECT喷油器通过电磁阀开关时间的控制，确定喷油量和喷油正时，并在凸轮轴动力的驱动下将计量的燃油按确定的正时高压喷入气缸燃烧。
 - CELECT喷油器工作原理：
 - 基本工作原理
 - 单脉冲控制工作原理（CELECT）
 - 部分双脉冲控制工作原理(CELECT Plus)
 - 全程双脉冲控制工作原理(IS)

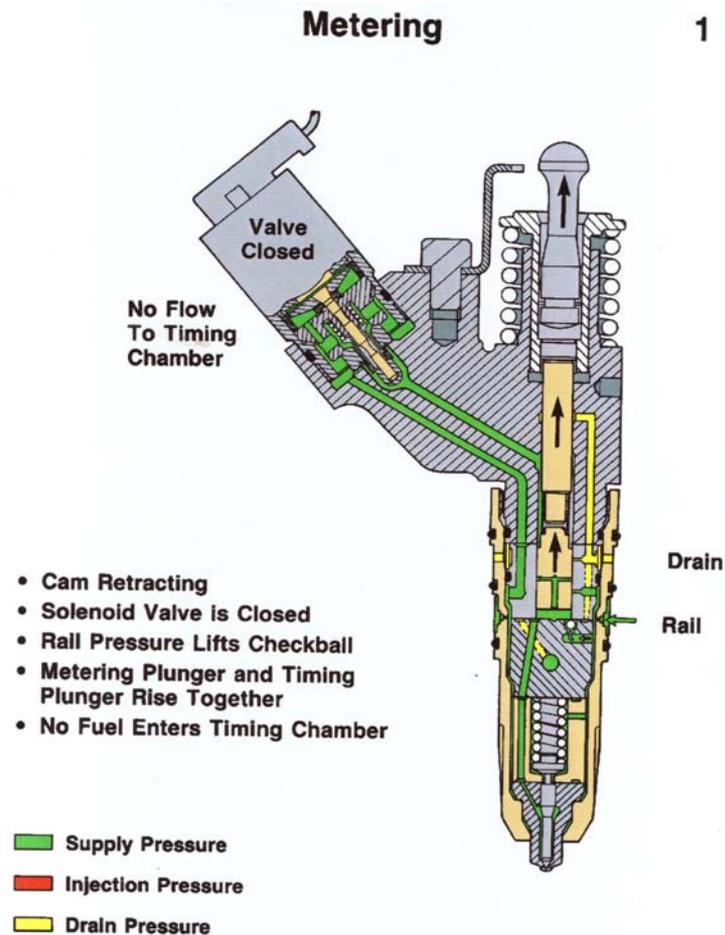
CELECT喷油器的结构及其工作原理

CELECT喷油器结构



CELECT喷油器的结构及其工作原理

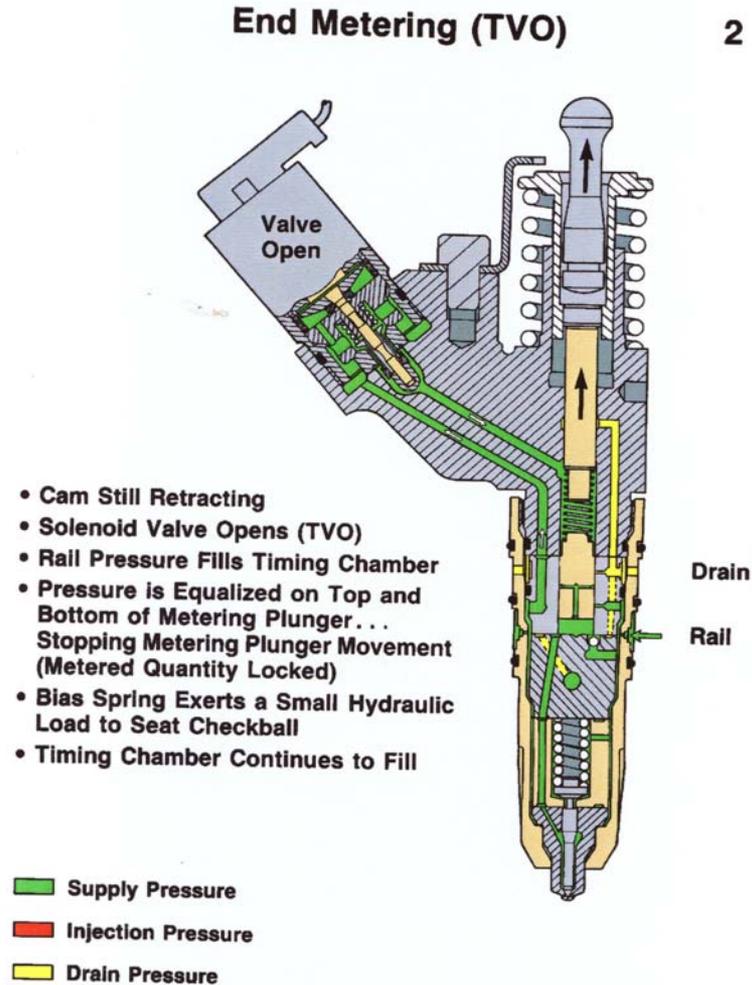
- CELECT喷油器基本工作原理（5步）
- 1) 喷射燃油计量



REV 9/19/96

CELECT喷油器的结构及其工作原理

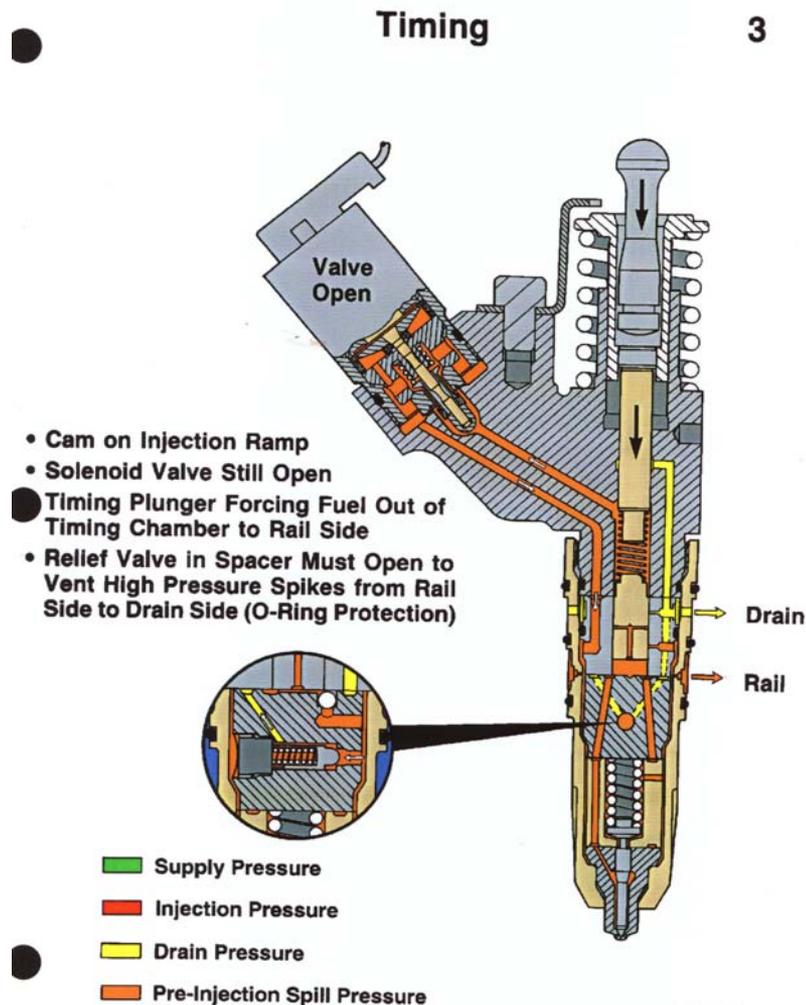
- CELECT喷油器基本工作原理（5步）
- 2) 计量结束



REV 9/19/96

CELECT喷油器的结构及其工作原理

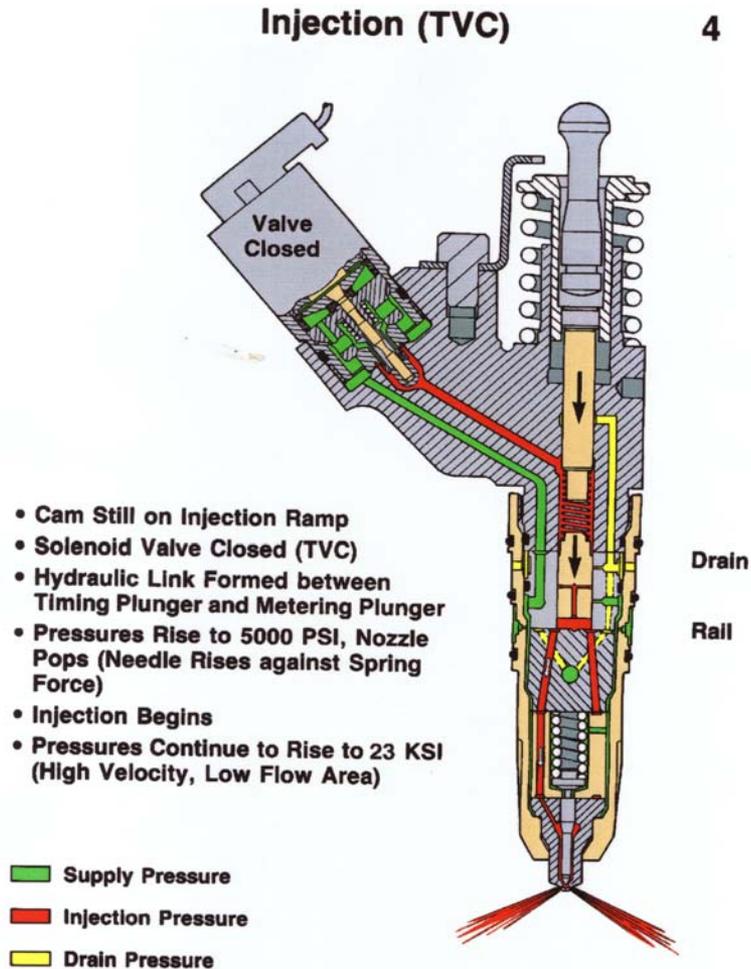
- CELECT喷油器基本工作原理（5步）
- 3) 喷油正时



REV 9/19/96

CELECT喷油器的结构及其工作原理

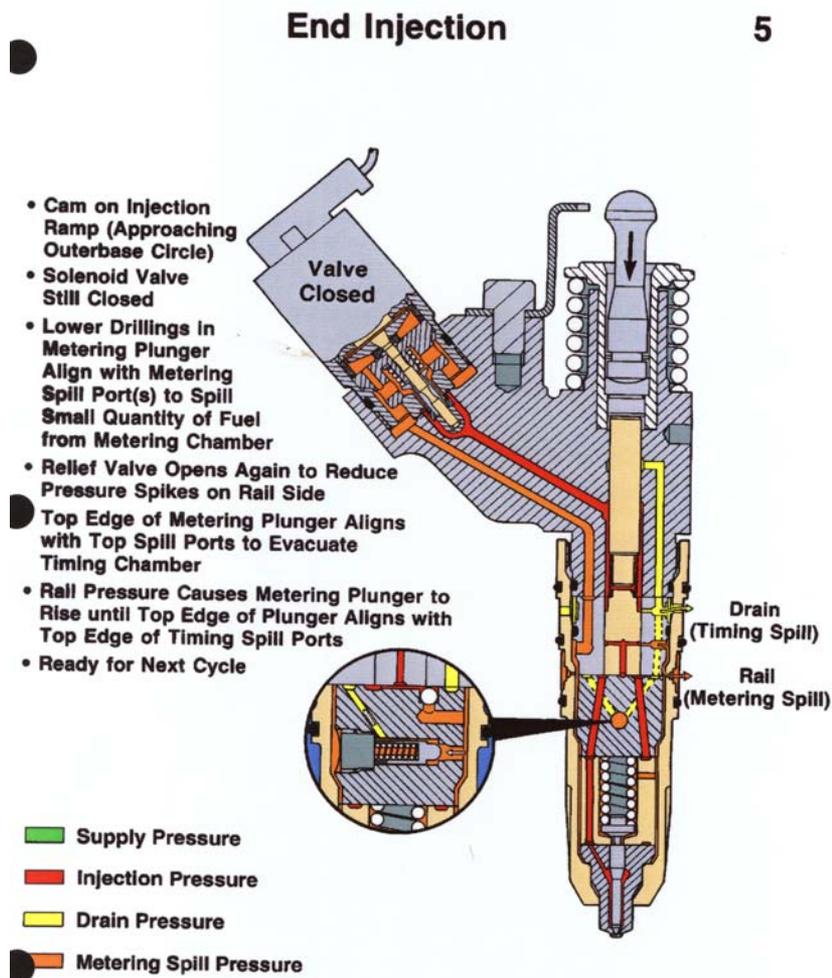
- CELECT喷油器基本工作原理（5步）
- 4) 喷油



REV 9/19/96

CELECT喷油器的结构及其工作原理

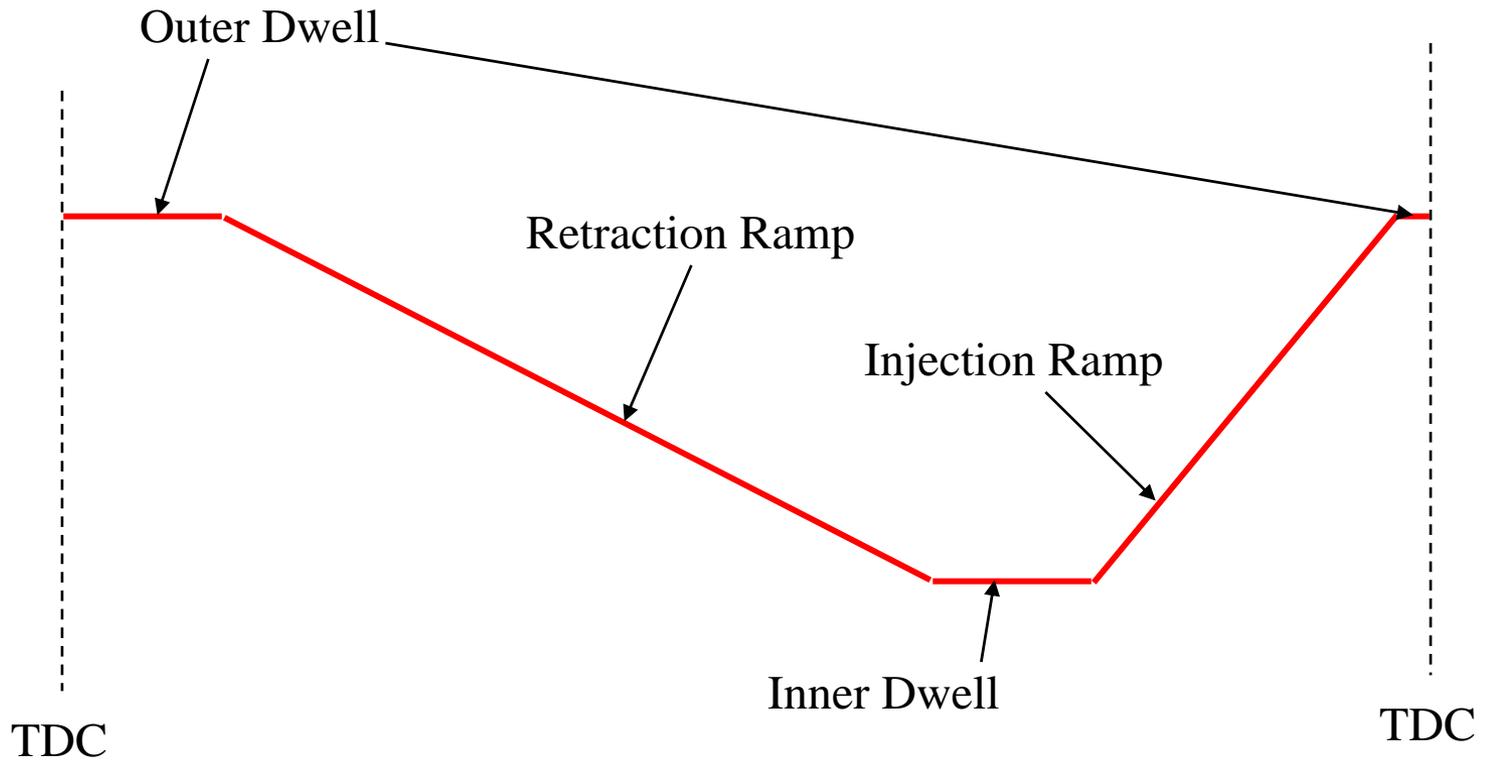
- CELECT喷油器基本工作原理（5步）
- 5) 喷油结束



REV 9/19/96

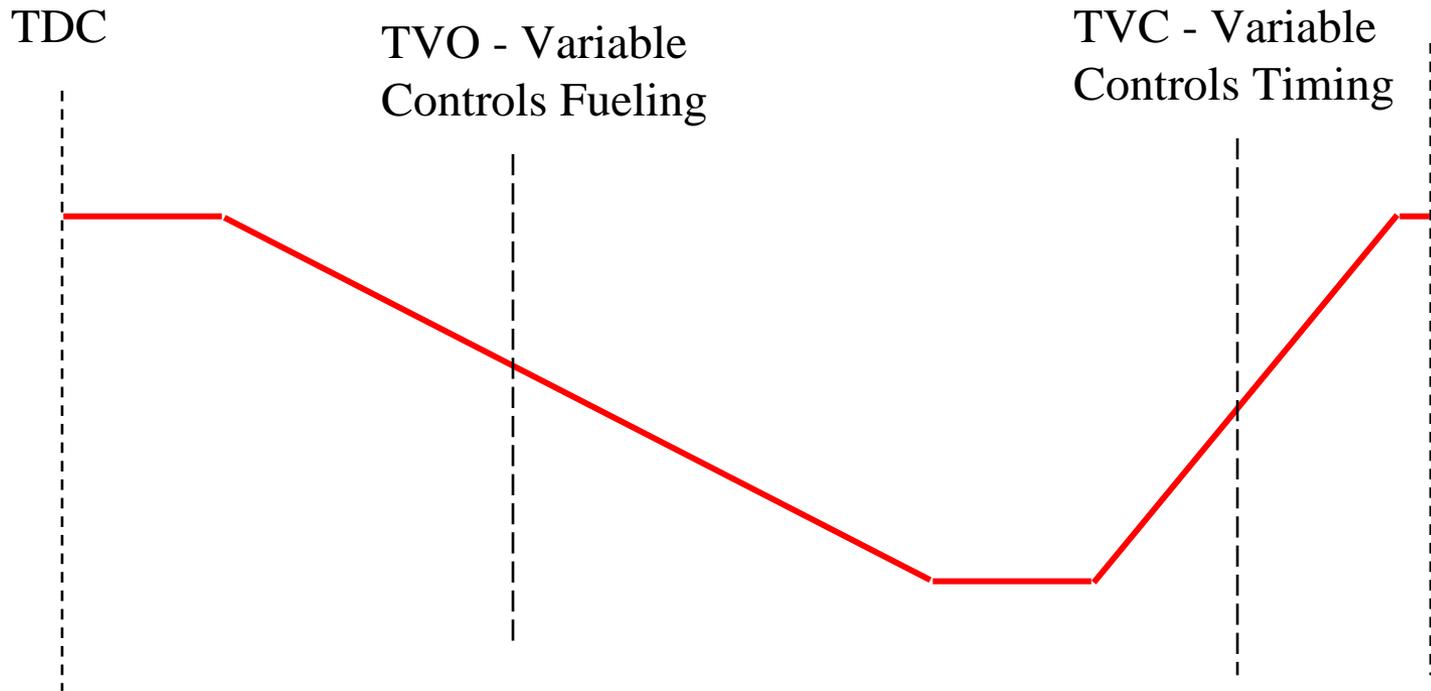
CELECT喷油器的结构及其工作原理

- Cam Profile



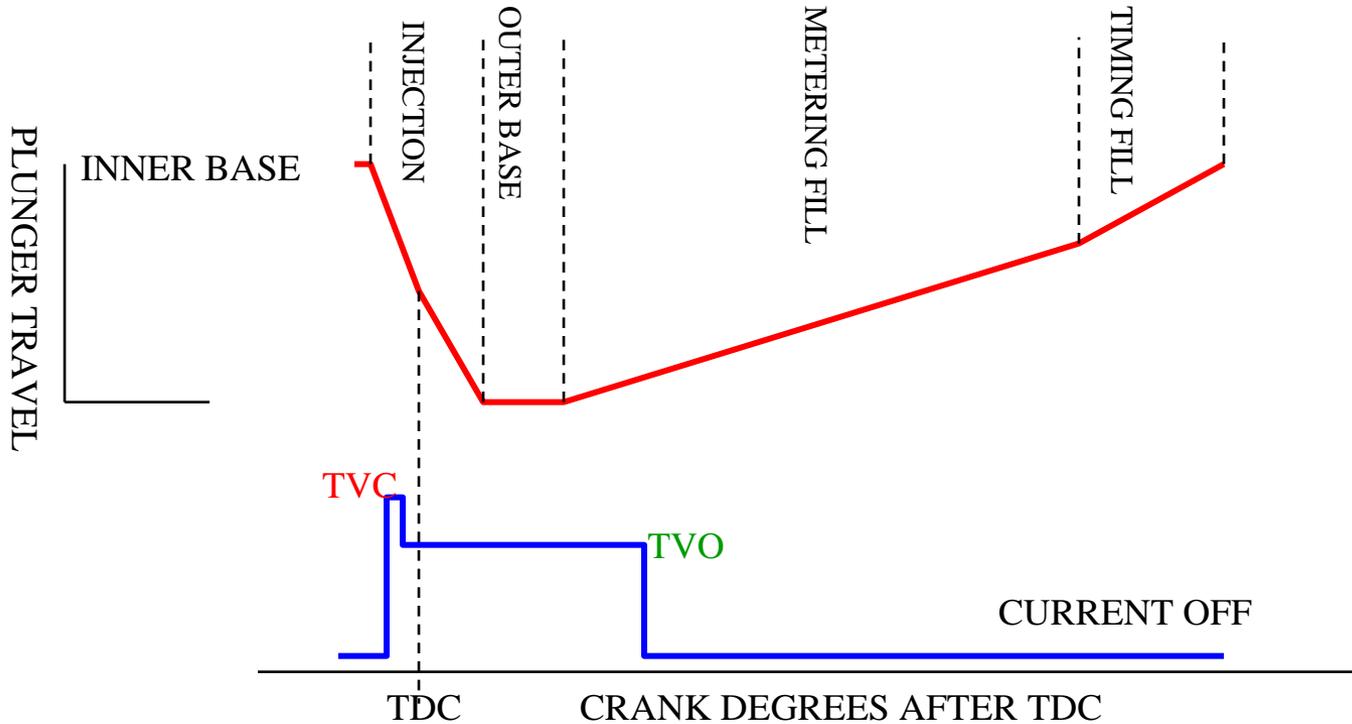
CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 单脉冲喷油控制(SPIC)



CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 单脉冲喷油控制(SPIC)

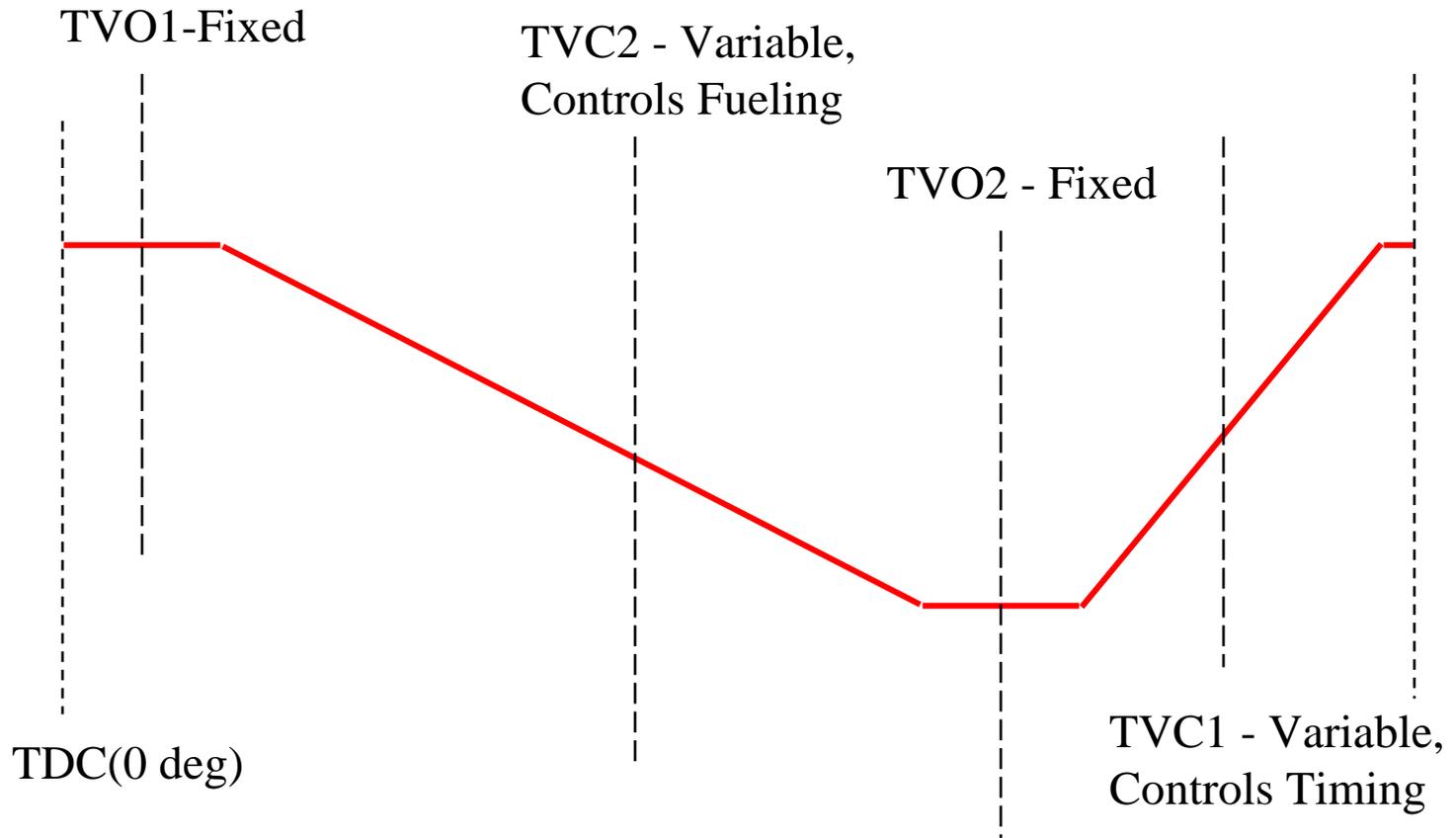


CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 单脉冲喷油控制(SPIC)
 - 一个喷油循环只有一次TVO和一次TVC，即一个脉冲。
 - 缺点
 - 在确定喷油量和实际喷射之间存在比较长的时间(dead time)
 - 怠速稳定性差
 - 发动机起动性能差（时间长）
 - 较差的发动机瞬态响应

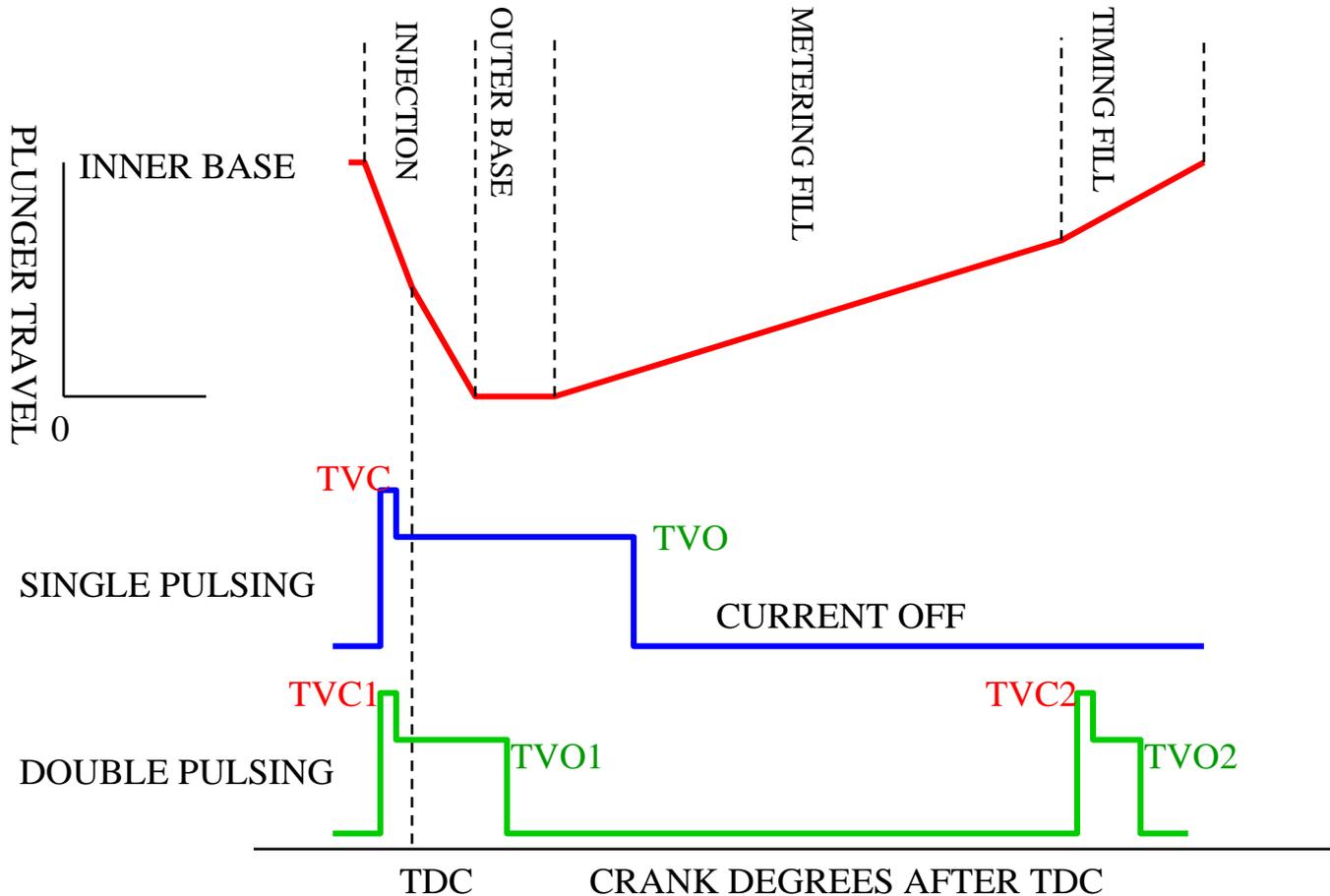
CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 部分双脉冲喷油控制(DPIC)



CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 部分双脉冲喷油控制(DPIC)

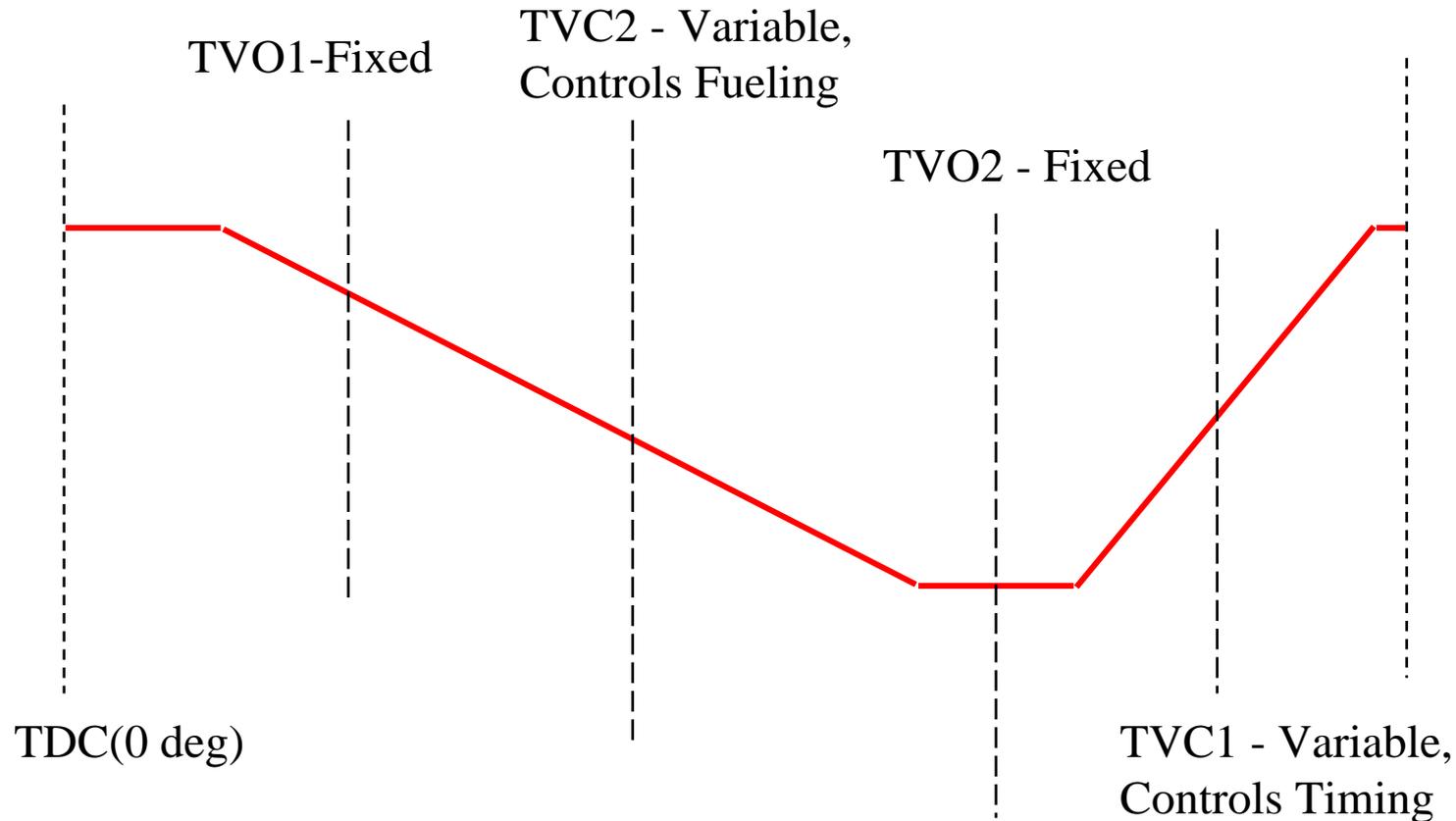


CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 部分双脉冲喷油控制(DPIC)
 - 一个喷油循环有一两次TVO和两次TVC，即两个脉冲。
 - 双脉冲控制仅用于低转速时，在发动机转速高于900RPM后仍使用单脉冲喷油控制
 - 优点
 - 缩短了喷油计量和实际喷射之间的时间
 - 更稳定的低速调速性能
 - 发动机起动性能差改善
 - 改善了发动机瞬态响应能力

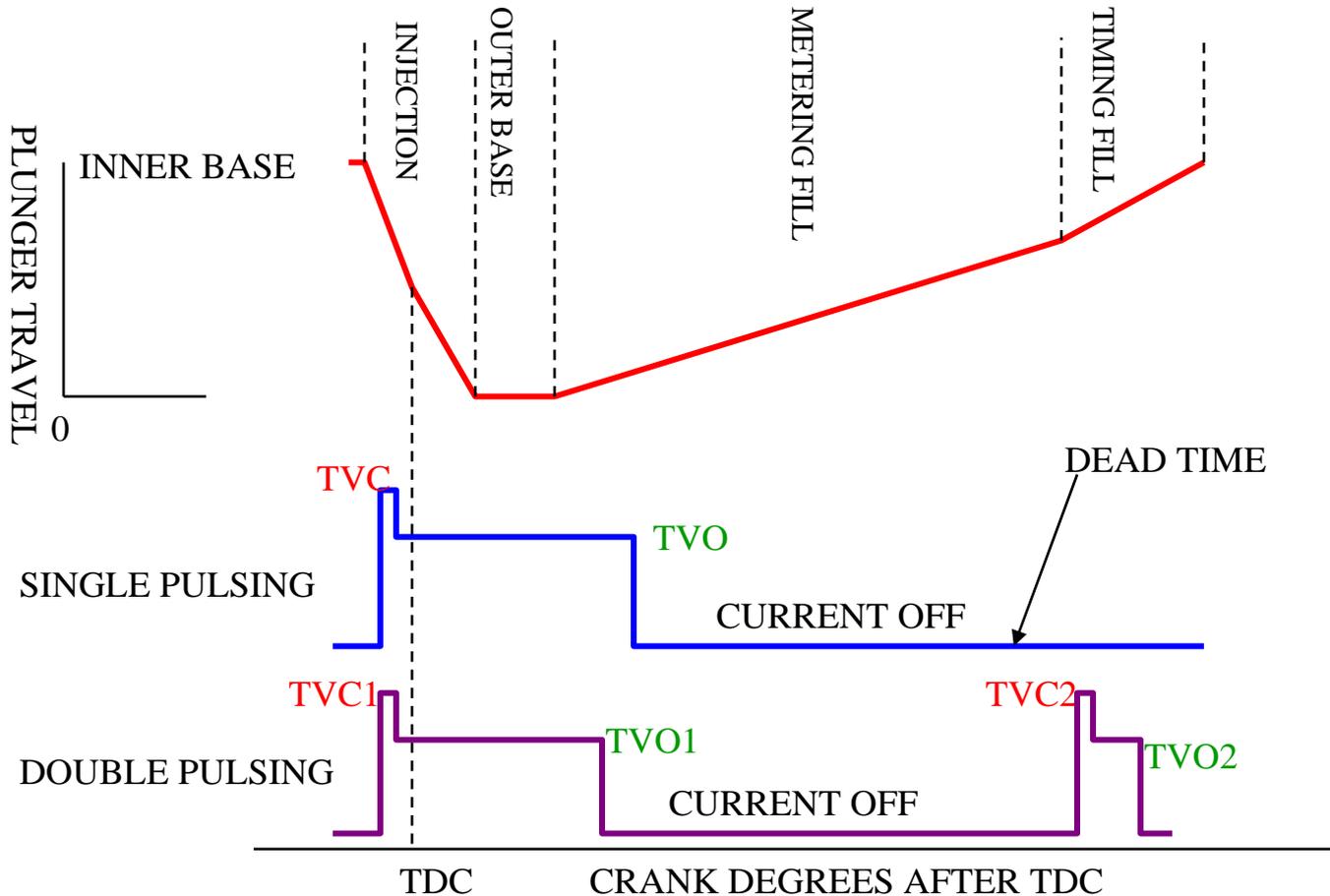
CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 双脉冲喷油控制(DPPF)



CELECT喷油器的结构及其工作原理

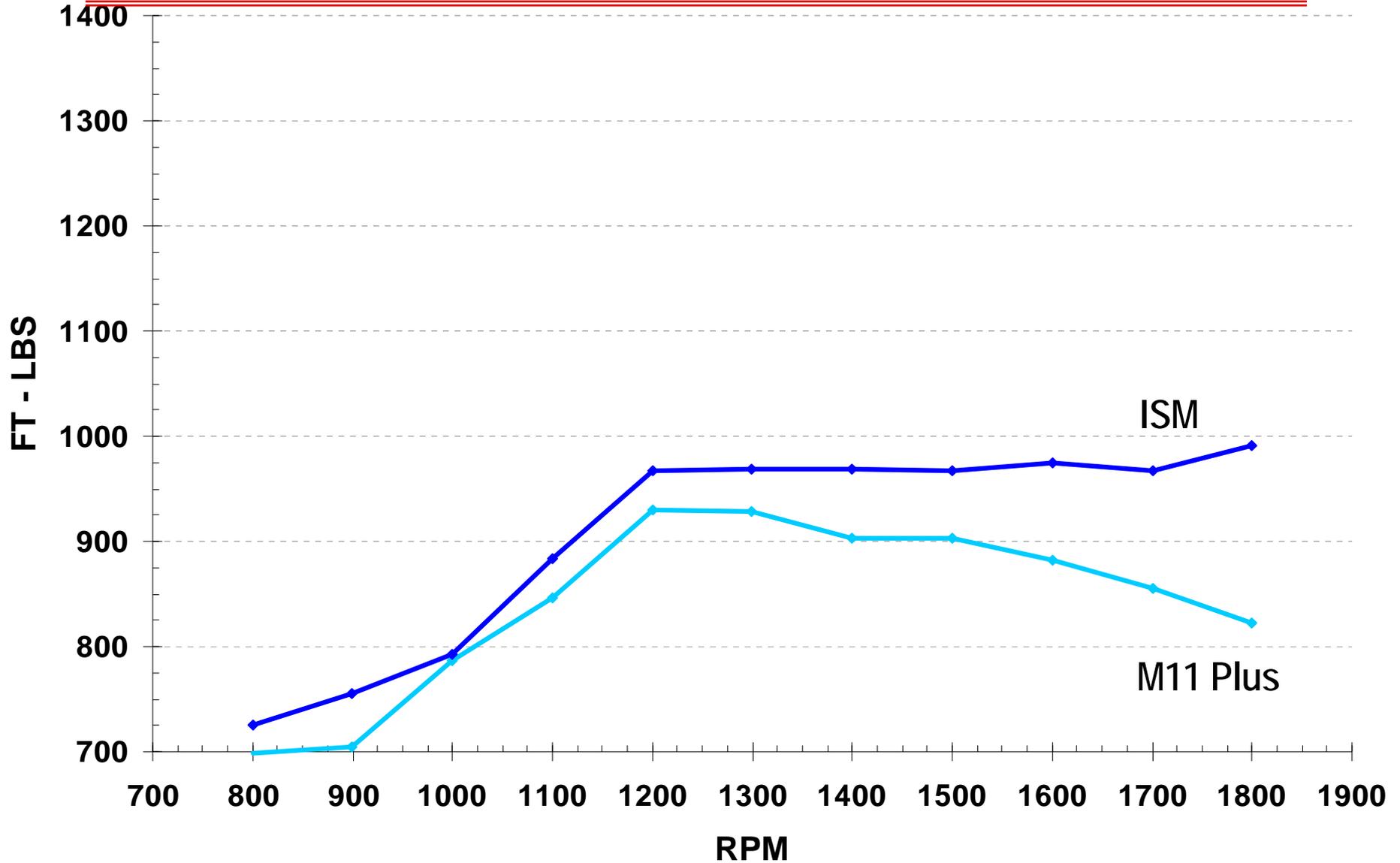
- 双脉冲喷油控制(DPPF)



CELECT喷油器的结构及其工作原理

- 双脉冲喷油控制(DDPF)
 - 一个喷油循环中有两次TVO和两次TVC，即两个脉冲。
 - 一个循环中进行两次燃油计量
 - 在整个发动机转速范围内使用双脉冲喷油控制
 - 优点
 - 缩短了喷油计量和实际喷射之间的时间
 - 两次喷油计量使计量更精确
 - 最佳的发动机瞬态响应能力

ISM Response: 2 Second Transient Torque



ISM Response: 2 Second Transient Torque

