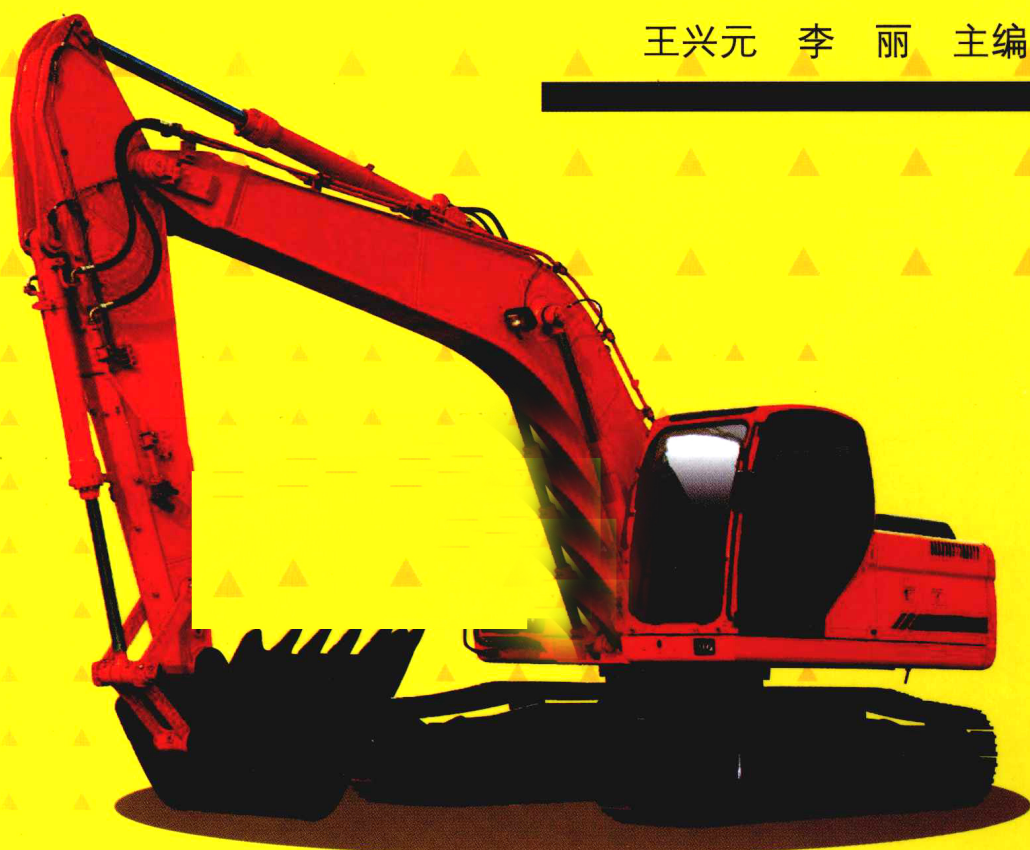


进口挖掘机电喷柴油机 结构原理与维修

JINKOUWAJUEJIDIANPENCHAIYOUJI
JIEGOUYUANLIYUWEIXIU

王兴元 李 丽 主编



辽宁科学技术出版社

进口挖掘机电喷柴油机 结构原理与维修

王兴元 李 丽 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

进口挖掘机电喷柴油机结构原理与维修/王兴元,
李丽主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 5381 - 6703 - 0

I. ①进… II. ①王… ②李… III. ①挖掘机 - 电子
控制 - 柴油机 - 结构②挖掘机 - 电子控制 - 柴油机 - 维修
IV. ①TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 199002 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 37.25

字 数: 800 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2010 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 董 波

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 李淑敏

书 号: ISBN978 - 7 - 5381 - 6703 - 0

定 价: 85.00 元

编辑部电话: 024 - 23284062 (联系人: 董波)

邮购热线: 024 - 23284502

E-mail: dongbo68@sina.cn

http: //www.lnkj.com.cn

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/6703

前 言

进口挖掘机具有性能优、用途广、操控方便等特点，广泛应用于建筑、交通、水利等行业。现在，进口挖掘机普遍装备电喷柴油机，电喷柴油机结构复杂，技术先进，故障率高，维修难度大，广大挖掘机维修人员迫切需要有关进口挖掘机电喷柴油机维修方面的图书，鉴于此，我们查找了大量资料并对资料进行了认真分析、翻译和整理，结合多年的维修经验，征求了一些专家和挖掘机维修人员的意见，编写了这本《进口挖掘机电喷柴油机结构原理与维修》。

本书首先介绍了进口挖掘机电喷柴油机的组成、分类和特点，然后详细介绍了小松、卡特、日立、神钢挖掘机装备的电喷柴油机的维修知识，包括结构、工作原理、维修数据、检测和调整方法、故障诊断和排除方法等。本书内容丰富，通俗易懂，图文并茂，实用性和可读性均较强。

本书由王兴元和李丽主编，副主编为王赓，参加编写的人员有贾登基、毕建军、李强、谷长宝、苏昆、李向宇、胡世珍、李刚峰、赵常珍、李江岩、王川、丁梅、王兴华、乔明磊、王兴杰、马晓庆、王志昌、王文超、孔海峰、赵小康、董宗亮、王关平、齐道臣、史海洋、张振友、梁臻、王煜亮、刘庆新、王志新、陈学宝、徐斌、高振杰、冯斌龙、刘朋、段忠彬、张坤、李英敏、律荣喜、王益宏、许岩臣、祝令新、乔仁政、冯滔、张振林、化志勇、李福州、李亚坤、刘朝、管正龙、邵辉建、史国成、曹全奋、郭艳亮、张宪亮、侍圆圆、高法、董宏毅、许鹏飞、张宏宇、皮建雄、张丹、孟繁年、莫强珍等。

由于时间仓促，水平有限，书中不当和错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 柴油机电子控制技术	1
第一节 柴油机电子控制技术概述	1
第二节 柴油机电控喷油系统简介	2
一、柴油机电控喷油系统控制原理	2
二、柴油机电控喷油系统分类	2
第三节 位置控制式电控喷油系统	4
一、位置控制式电控分配泵	4
二、位置控制式电控直列泵	5
第四节 时间控制式电控喷油系统	9
一、时间控制式电控分配泵	9
二、电控单体泵式喷油系统	9
三、电控泵喷嘴系统	9
第五节 柴油机电控共轨燃油喷射系统	11
一、电控共轨燃油喷射系统的结构和原理	11
二、典型电控共轨燃油喷射系统的组成部件	12
第六节 柴油机电控喷油系统传感器	17
一、热敏电阻式温度传感器	17
二、压力传感器	19
三、曲轴位置传感器	21
四、空气流量计	25
五、加速踏板（油门）位置传感器	27
六、位移传感器	29
七、氧传感器	33
第七节 柴油机其他电控系统和技术	36
一、可变喷嘴涡轮增压电控技术	36
二、废气再循环（EGR）电控技术	37
三、可变进气涡流控制系统	40
四、可变气门驱动系统	43
第二章 小松挖掘机（PC400-7 和 PC200-8）用 SAA6D125E-3 柴油机和 SAA6D107E-1 柴油机	49
第一节 SAA6D125E-3 柴油机和 SAA6D107E-1 柴油机结构特点	49
第二节 主要参数和技术规格	50
一、SAA6D125E-3 柴油机主要参数和技术规格	50
二、SAA6D107E-1 柴油机主要参数和技术规格	51
第三节 主体结构	52
一、概述	52

二、柴油机主要部件	64
第四节 润滑系统	93
一、润滑系统组成	93
二、润滑系统主要部件	93
第五节 冷却系统	99
一、冷却系统组成	99
二、冷却系统主要部件	99
第六节 燃油系统	103
一、概述	103
二、燃油系统主要部件	105
三、燃油系统的控制	113
四、燃油系统布置	115
第七节 电气系统	117
一、发电机	117
二、启动机	118
三、启动加热器	118
第八节 检测与调整	119
一、柴油机技术参数	119
二、测试、调整和故障诊断常用仪器和工具	120
三、柴油机测试与调整	121
第九节 机械故障诊断与排除	130
一、概述	130
二、机械故障的原因、诊断与排除	131
第十节 电子控制系统故障诊断与排除	134
一、故障代码显示	134
二、故障代码和故障原因	136
三、故障代码诊断	142
第三章 日立挖掘机（ZX330-3 和 ZX200-3 挖掘机）用 6HK1 柴油机和 4HK1 柴油机	176
第一节 4HK1 柴油机和 6HK1 柴油机概述	176
一、4HK1 柴油机和 6HK1 柴油机结构特点	176
二、4HK1 柴油机和 6HK1 柴油机调整与检查	178
第二节 主要参数和技术规格	182
一、4HK1 柴油机主要参数和技术规格	182
二、6HK1 柴油机主要参数和技术规格	183
第三节 主体部分的拆装与检测	184
一、汽缸盖罩	184
二、进气管总成	188
三、涡轮增压器和排气歧管	190
四、正时齿轮系统	196

五、摇臂轴总成	205
六、凸轮轴总成	209
七、气门油封及气门弹簧	215
八、汽缸盖	219
九、活塞和连杆	236
十、飞轮	244
十一、前盖	246
十二、曲轴前油封	248
十三、曲轴后油封	252
十四、曲轴	255
十五、汽缸体	262
第四节 润滑系统	267
一、功能检查	267
二、机油口盖总成	268
三、机油冷却器	270
四、油底壳	274
五、机油泵	275
第五节 冷却系统	279
一、冷却系统功能检查	279
二、水泵	280
三、节温器	287
四、驱动皮带	289
第六节 燃油系统	291
一、燃油系统维护	291
二、燃油滤清器总成	293
三、燃油滤清器滤芯	293
四、喷油器	294
五、供油泵	299
六、柴油机共轨组件	302
第七节 排气系统	306
一、EGR 阀和 EGR 冷却器	306
二、涡轮增压器	307
三、排气系统常见故障	313
第八节 柴油机电子控制系统	315
一、概述	315
二、电子控制共轨燃油喷射系统	316
三、废气再循环 (EGR) 系统	320
四、怠速转速控制系统	322
五、预热控制 (快速启动) 系统	323
六、电控模块 (ECM)	323

七、柴油机电子控制系统传感器	328
八、其他	338
九、柴油机电子控制系统维修	338
第四章 卡特挖掘机用 3126B 柴油机和 C-9 柴油机	353
第一节 3126B 柴油机和 C-9 柴油机结构特点	353
第二节 主要参数和技术规格	354
一、3126B 柴油机主要参数和技术规格	354
二、C-9 柴油机主要参数和技术规格	354
第三节 主体结构	355
一、概述	355
二、柴油机主要部件	361
第四节 润滑系统	364
一、润滑系统的结构特点与组成	364
二、润滑系统主要部件	366
第五节 冷却系统	367
一、冷却系统组成	367
二、冷却系统主要部件	367
第六节 燃油系统	368
一、概述	368
二、燃油系统主要部件	371
第七节 柴油机电子控制系统	387
一、电源系统	387
二、电控模块 (ECM)	389
三、燃油喷射控制系统	389
四、系统标定	392
五、柴油机电子控制系统传感器	394
第八节 柴油机检测与调整	400
一、柴油机检测与调整	400
二、柴油机运行状况检测与调整	405
三、燃油系统检测与调整	407
四、润滑系统检测与调整	411
五、冷却系统检测与调整	413
第九节 柴油机无故障码故障的诊断与排除	417
一、不能达到柴油机最高转速	417
二、冷却液温度过高	418
三、ECM 不接受工厂密码	418
四、ECM 不与其他系统或显示模块通信	419
五、电子维修工具不与 ECM 通信	419
六、柴油机无法启动	420
七、柴油机早期磨损	422

八、柴油机不着火，运转不顺利或不稳定	422
九、柴油机振动	423
十、柴油机冒黑烟	423
十一、机油消耗过多	423
十二、燃油消耗量过大	424
十三、柴油机冒白烟	424
十四、排气温度过高	425
十五、柴油机间歇性熄火	425
十六、功率间歇性低或功率降低	426
十七、功率低时对油门的响应差或无响应	426
十八、柴油机有机械噪声（敲击声）	427
十九、加速不良或反应不良	428
第十节 柴油机电控系统故障诊断与排除	429
一、术语解释	429
二、故障代码和事件故障代码	430
三、故障代码诊断	431
第十一节 柴油机有关电路检测	453
一、柴油机传感器供电电路检测	453
二、进气加热器电路检测	455
三、CAT 数据传输电路检测	461
四、电气接头检测	465
五、ECM 供电电路检测	469
六、柴油机压力传感器电路断路或短路检测	472
七、柴油机速度/正时传感器电路检测	477
八、柴油机温度传感器电路断路或短路检测	481
九、燃油泵继电器电路检测	484
十、喷油驱动压力检测	489
十一、喷油驱动压力控制阀电路检测	495
十二、喷油驱动压力传感器检测	498
十三、喷油器电磁阀电路检测	500
十四、柴油机机油压力过低指示灯电路检测	506
十五、油门开关电路检测	508
十六、用户定义的熄火装置输入电路检测	510
第五章 神钢挖掘机（SK200-8 和 SK330-8）用 J05E-TA 柴油机和 J08E-TM 柴油机	513
第一节 J05E-TA 柴油机和 J08E-TM 柴油机结构特点	513
第二节 主要参数和技术规格	514
一、J05E-TA 柴油机主要参数和技术规格	514
二、J08E-TM 柴油机主要参数和技术规格	515
第三节 主体结构	517

一、概述 517

二、主要部件 520

第四节 润滑系统 531

一、润滑系统组成 531

二、润滑系统主要部件 532

第五节 冷却系统 533

一、冷却系统组成 533

二、冷却系统主要部件 533

第六节 燃油系统 535

一、概述 535

二、燃油系统主要部件 538

三、传感器和继电器 546

第七节 柴油机故障诊断 548

一、柴油机故障诊断概述 548

二、柴油机故障诊断方法 549

第八节 柴油机故障诊断和排除 554

第一章 柴油机电子控制技术

第一节 柴油机电子控制技术概述

当前，对柴油机的经济性和排放控制提出了更高的要求，采用柴油机电子控制技术已势在必行。

采用柴油机电子控制技术可使喷油正时最优化，化解排放污染与经济性及动力性的矛盾。

采用柴油机电子控制技术可实现最理想的废气再循环时刻和排量，可使变涡流增压、废气催化等与柴油机工况的配合最优化，从而减少氮氧化合物和烟尘微粒的排放量。

采用柴油机电子控制技术可实现最理想的喷油器瞬时喷油速率调整。喷射初期喷油速率低，降低氮氧化合物的排放量；喷射结束时快速断油，降低烟度和碳氢化合物的排放量。在不同工况下还能进行适当调整。

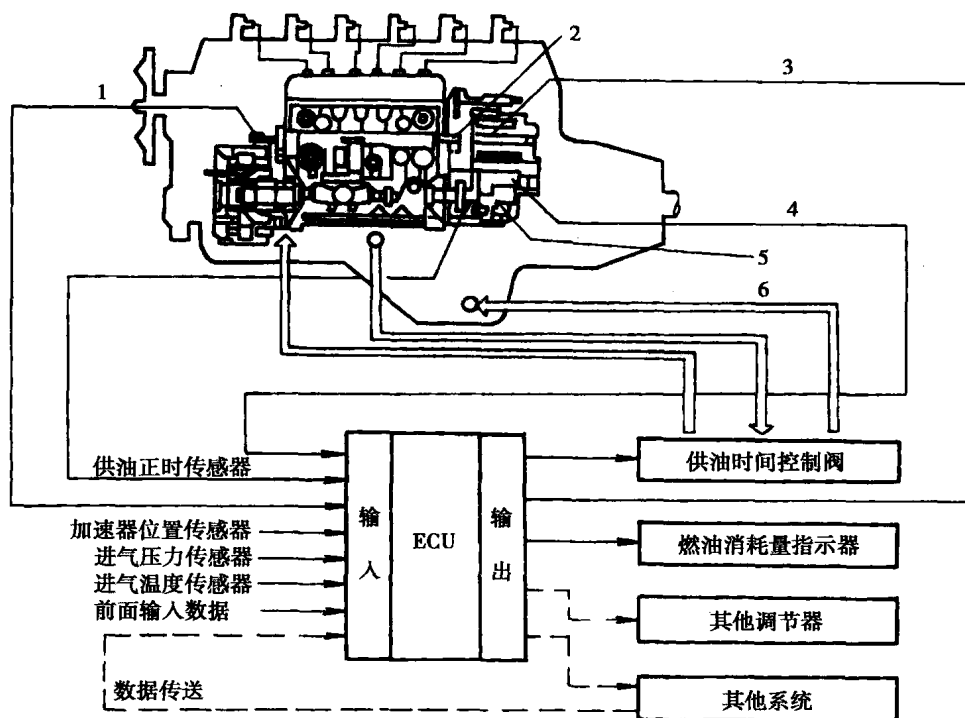
采用柴油机电子控制技术，由于控制精度高，控制自由度大，控制功能齐全，因此能实现整个运行范围内的参数优化，不仅能改善排放和经济性，而且能有效地改善低速性能、低温启动和怠速性能以及操作性能。

目前，在国外柴油机已普遍采用电子控制技术，电子控制共轨燃油喷射技术也已进入实用阶段。伴随着我国经济的飞速发展，在国内柴油机电子控制技术将迅速得到推广和应用，柴油机电子控制技术的鼎盛时期即将到来。

第二节 柴油机电控喷油系统简介

一、柴油机电控喷油系统控制原理

柴油机电控喷油系统与汽油机电控喷油系统有许多相似之处，整个系统由传感器、电控单元（ECU）和执行器三部分组成。柴油机电控喷油系统控制原理见图 1-2-1。



1-柴油机电控喷油系统 2-供油量控制齿杆 3-齿杆控制电磁线圈 4-齿杆位置传感器 5-功率放大器 6-柴油机电控喷油系统

图 1-2-1 柴油机电控喷油系统控制原理

传感器的作用是实时检测柴油机、车辆运行状态和使用者的操纵意图（操纵量）等信息，将这些信息输入电控单元。传感器包括柴油机电控喷油系统、加速踏板位置传感器、齿条位置传感器、喷油时刻传感器、车速传感器、进气压力传感器、进气温度传感器、燃油温度传感器、冷却液温度传感器等。

电控单元将各种传感器实时检测到的柴油机运行参数与 ECU 中预先已经存储的参数值或参数图谱（称为 MAP 图）进行比较，按最佳值或计算后的目标值将指令输送到执行器，执行器根据 ECU 的指令控制喷油量和喷油提前角，其还可以向其他控制系统传送必要信息。

执行器根据控制器送来的执行指令驱动调节喷油量及喷油正时的相应机构，从而调节柴油机的运行状态。

二、柴油机电控喷油系统分类

柴油机电控喷油系统的开发研究从 20 世纪 70 年代开始，至今已经历了 3 代。

第一代是位置控制式电控喷油系统。其基本保留了传统柴油机燃油供给系统的结构，只取消了机械式调速器，改成由传感器、电控单元和执行器组成的电子调速器（或称电子控制执行机构），因而这种喷油系统也被称为机械式改进型电控喷油系统，柴油机的结构几乎没有改动，故生产继承性好，便于对现有机器进行升级改造，其缺点是控制自由度小，控制精度差，喷油速率和喷射压力难以控制，而且不能改变传统喷射系统固有的喷射特性，很难大幅度提高喷射压力。

第二代是时间控制式电控喷油系统。其特点是仍维持传统的脉动式柱塞泵油方式，但供油量和供油正时的调节由电脑控制的强力快速响应电磁阀的开闭时刻所决定。这种喷油系统可以保留原来的喷油泵、高压油管、喷油嘴系统，传统喷油泵中的齿圈、滑套、柱塞上的斜槽、喷油提前器、齿杆等可全部取消。这种喷油系统的喷油压力依旧利用脉动柱塞的往复运动产生，因此对转速的依赖性很大。在低速、低负荷时，喷油压力不高，而且难以实现多次喷射，极不利于降低柴油机的噪声和振动。

第三代是时间—压力控制式电控喷油系统，即电控共轨燃油喷射系统。这是国外于 20 世纪 90 年代中期开始推向市场的新型柴油机电控喷油系统。它抛弃了以往使用的泵、管、嘴脉动供油的形式，采用一个高压油泵在柴油机的驱动下以一定的速比将高压燃油连续输送到公共容器——共轨内，高压燃油由共轨送入各缸喷油器。在这里，高压油泵并不直接控制喷油，而仅仅是向共轨供油，以维持所需的共轨压力，通过连续调节共轨压力来控制喷射压力，用高速电磁阀控制喷射过程。喷油压力、喷油量和喷油正时由电控单元（ECU）灵活控制。

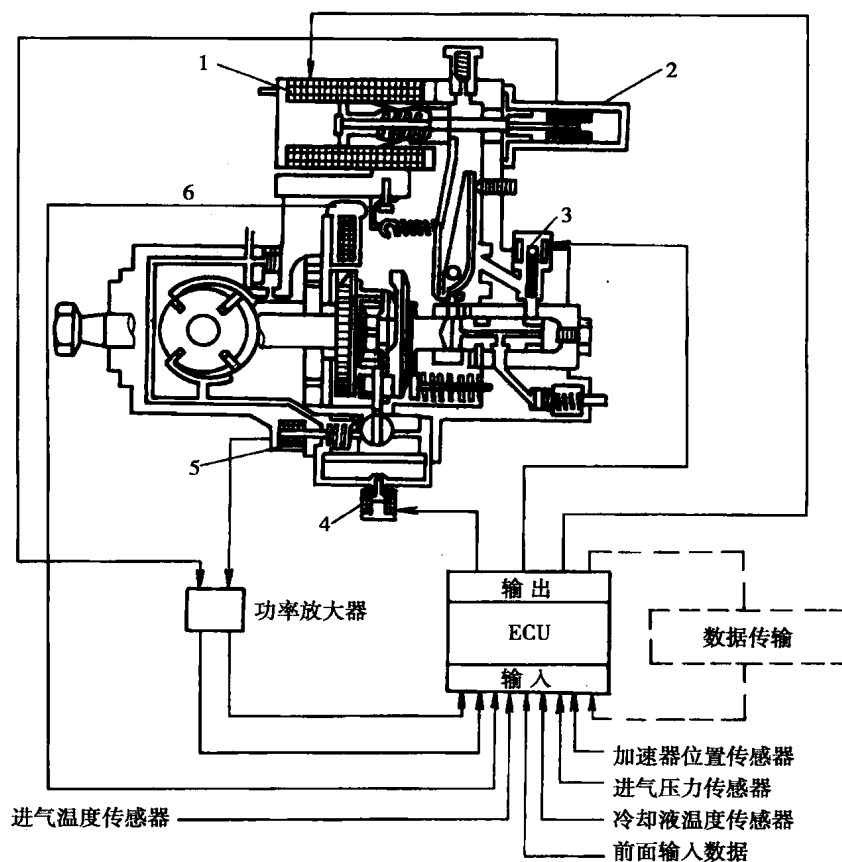
电控共轨燃油喷射系统具有以下优点：

- （1）喷射压力高，最高喷射压力达 200MPa。
- （2）喷射压力与柴油机转速无关，可以改善柴油机低速、低负荷性能。
- （3）可以实现预喷射，调节喷油速率形状：预喷射、后喷射、多段喷射，实现理想喷油规律。
- （4）由 ECU 进行控制，实现最佳的喷油正时和喷油量。
- （5）可以通过电控系统进行各缸工作均匀性校正。
- （6）喷油压力调节范围宽，能适应各种工况，启动性能好。

第三节 位置控制式电控喷油系统

一、位置控制式电控分配泵

位置控制式电控分配泵见图 1-3-1。位置控制式电控喷油系统是在 VE 分配泵喷油系统的基础上进行电子控制改造的电控喷油系统，它保留了 VE 型分配泵控制油量的溢油环（滑套），取消了原来的机械调速机构，采用一个布置在油泵上方的线性电磁铁，通过一根杠杆来控制溢流环位置，实现喷油量控制，并且将溢流环位置传感器信号作为反馈信号，实现闭环控制。溢流环位置传感器为螺管差动变压器式位移传感器。



1 - 溢油控制电磁线圈 2 - 溢油环位置传感器 3 - 断油线圈 4 - 正时控制阀 5 - 供油提前器活塞位置传感器 6 - 柴油机转速传感器

图 1-3-1 位置控制式电控分配泵

在喷油正时控制方面，位置控制式电控分配泵保留了 VE 泵原有的液压提前器并增加了一个正（定）时控制阀来控制液压提前器活塞的高压腔和低压腔之间的压差，正时控制阀见图 1-3-2。当电磁阀通电时，吸动磁芯，高压腔与低压腔形成通路，两室之间压力差消失，在复位弹簧作用下，液压提前器活塞复位，带动滚轮架转动，实现喷油提前。位置控制式电控喷油系统还设置了供油提前器活塞位置传感器，其检测正时活塞的位置，将此位置反馈给电控单元，以实现喷油正时的闭环控制。供油提前器活塞位置传感器也是差动变压器式位移传感器。

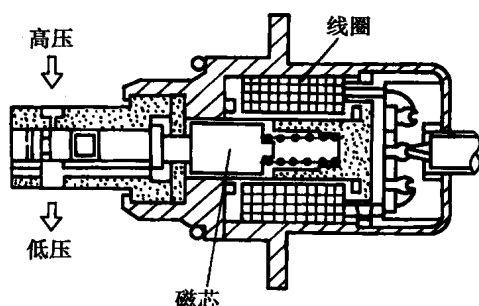


图 1-3-2 正时控制阀

二、位置控制式电控直列泵

在电控直列泵系统中，用电子调速器代替飞块，用电磁力代替离心力，控制齿杆位移。电子调速器结构见图 1-3-3。

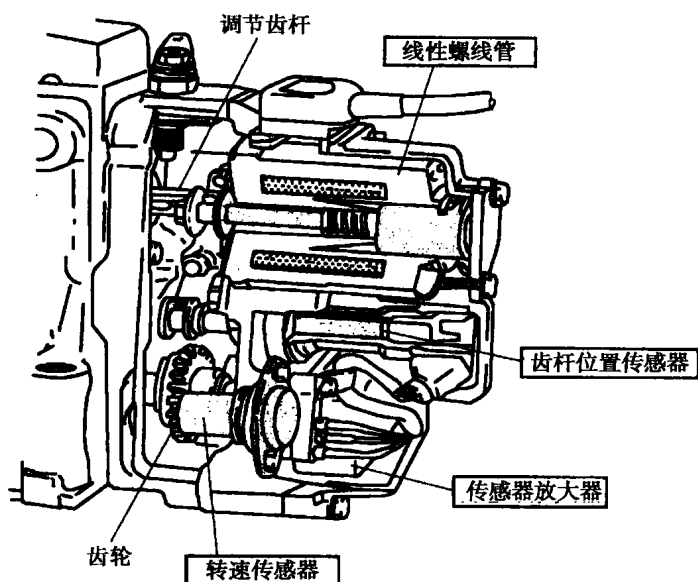


图 1-3-3 电子调速器结构

电子调速器控制原理示意图见图 1-3-4。当线性螺线管中的电流增加时，滑动铁芯向箭头方向移动，当与复位弹簧弹力平衡时停止运动。调节齿杆与滑动铁芯连接在一起，与滑动铁芯一起移动，从而改变喷油量。与调节齿杆联动的连接杆以支点 A 为中心，向逆时针方向（箭头方向）转动，因此，齿杆位置传感器的输出发生了变化。齿杆位置传感器输出信号经过传感器放大器整流放大后输送到计算机中，计算机将该信号与齿杆位置的目标值进行比较，根据两者的差值向线性螺线管发出驱动信号，改变喷油量。

电子提前器位于柴油机驱动轴和喷油泵凸轮轴之间，它可调节两轴之间的相位并传递喷油泵的驱动转矩。偏心凸轮式电子提前器见图 1-3-5，其包括双偏心轮（与机械式双偏心轮提前器原理一样）、沿喷油泵轴轴向均布的 4 个单作用液压油缸、拨叉和拨叉销等。液压油缸的工作介质为柴油机润滑油，用一个两位三通电磁阀控制液压油缸活塞的运动。偏心凸轮式电子提

前器工作原理示意图见图 1-3-6。液压活塞运动，推动可径向移动的滑块克服弹簧力向外运动，滑块通过滑块销使双偏心轮转动，双偏心轮转动改变了驱动轴与凸轮轴之间的相位，实现了喷油正时的调节。由于液压活塞仅是通过斜面来推动滑块，并不是通过铰链，因此即使液压系统失灵，滑块靠离心力仍可向外运动，像机械式喷油提前器那样起作用，但这时由于无液压力，提前角达不到所要求的角度。

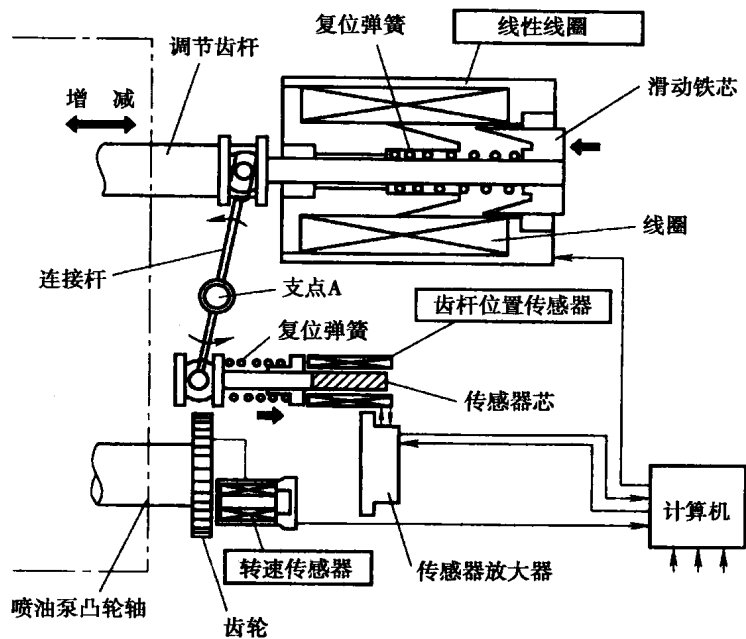


图 1-3-4 电子调速器控制原理示意图

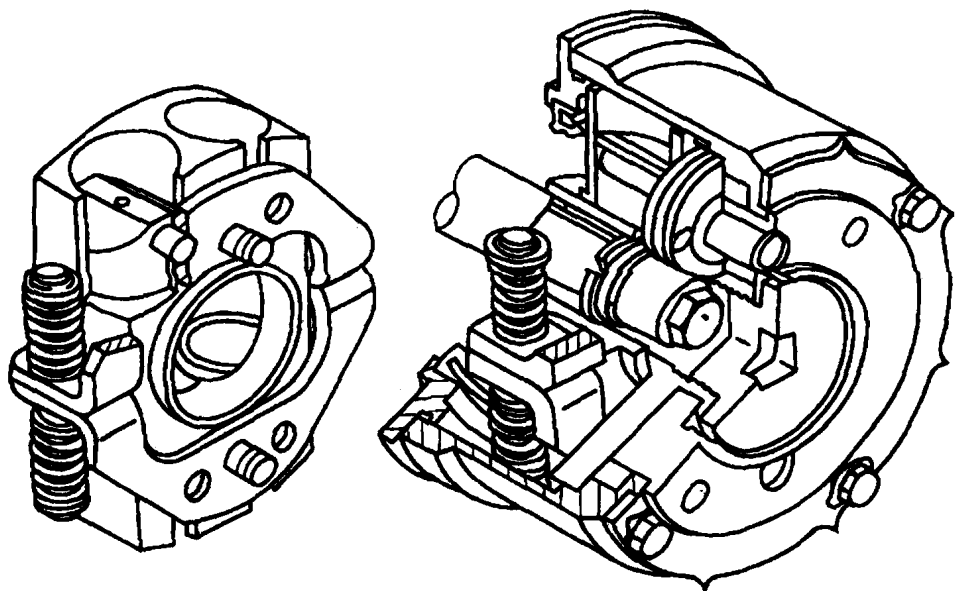
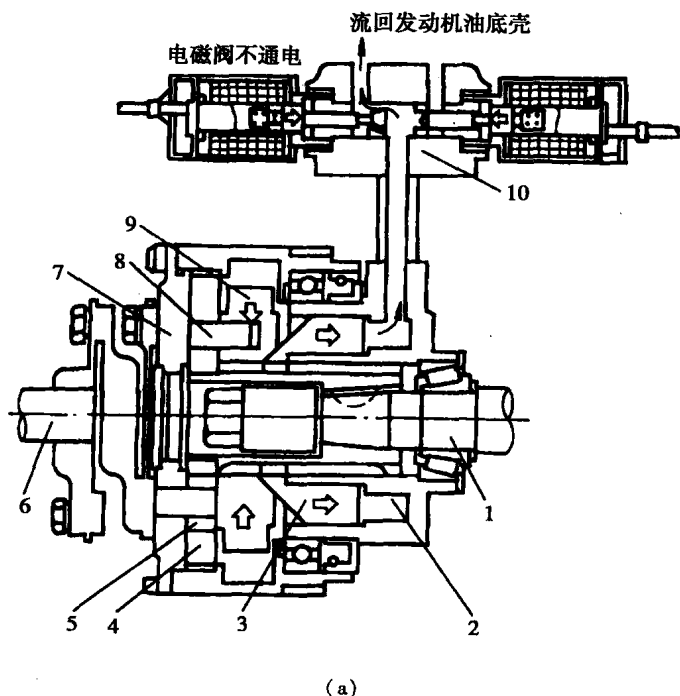


图 1-3-5 偏心凸轮式电子提前器



1 - 喷油泵凸轮轴 2 - 液压腔 3 - 液压活塞 4 - 大偏心轮 5 - 小偏心轮 6 - 喷油泵驱动轴 7 - 驱动外壳 8 - 滑块 9 - 滑块销 10 - 电磁换向阀

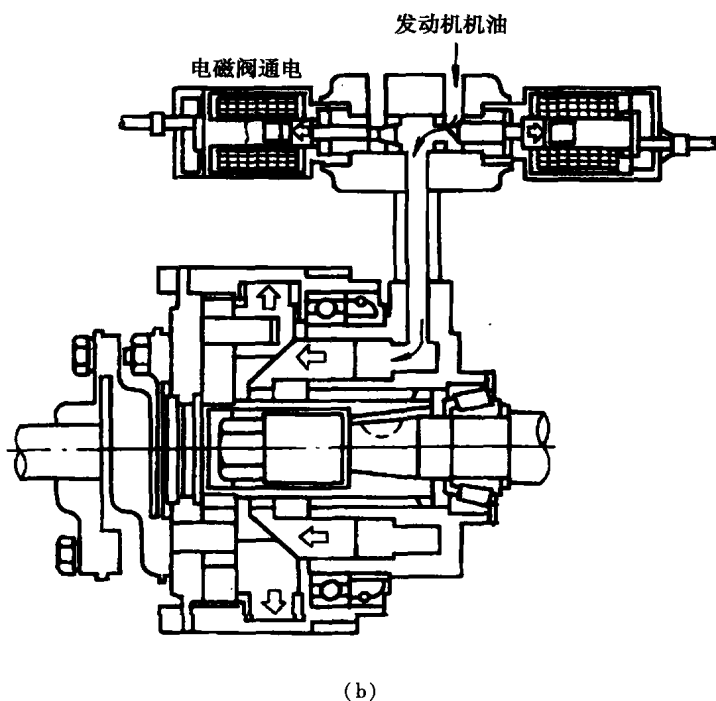


图 1-3-6 偏心凸轮式电子提前器工作原理示意图

ECU 根据齿杆传感器、喷油泵转速传感器、喷油时间传感器、冷却液温度传感器的信号发出指令，驱动电磁阀开闭，控制作用在液压活塞上的油压，液压活塞左右移动使滑块内外运动，从而改变柴油机驱动轴和喷油泵凸轮轴之间的相位，避免柴油机排气温度过高或严重冒烟。