

工·程·机·械·操·作·技·能·培·训·丛·书

挖掘机 操作技能培训教程

李波 于国迎 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

工程机械操作技能培训丛书

挖掘机操作技能培训教程

主 编 李 波 于国迎
副主编 吕瑞民 郑文贵

机 械 工 业 出 版 社

本书主要教会初学者认识、了解挖掘机的整体结构,一步一步地学会操作挖掘机,并逐步掌握熟练操作的技巧;同时还能使其学会保养维护的基本知识和要求,以及必要的安全操作规程和 safety 注意事项,做一名既会开挖掘机又会保养的合格挖掘机驾驶员。

本操作教程不仅适用于专业技术培训学校,也可供售后服务人员、维修人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

挖掘机操作技能培训教程/李波,于国迎主编.
—北京:机械工业出版社,2015.6
(工程机械操作技能培训丛书)
ISBN 978-7-111-50908-0

I. ①挖… II. ①李… ②于… III. ①挖掘机-技术
培训-教材 IV. ①TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 164970 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:赵 鹏 责任编辑:孙 鹏

版式设计:赵颖喆 责任校对:陈 越

封面设计:马精明 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18 印张·445 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-50908-0

定价:58.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

当前挖掘机培训方面的教程已有很多，或许读者手中正在阅读，可是就我在培训和教学中查阅和了解所知，随着科学技术的快速发展，新技术、新产品的不断涌现，挖掘机也有了新一代的产品，确立了新的机械理论体系。为满足职业技术培训学校及企业挖掘机驾驶培训的需要。我们在过去已编《挖掘机操作工培训教程》一书基础上，根据近年来挖掘机培训中收集的反馈信息，有针对性地改编成了新版《挖掘机操作技能培训教程》一书。本书在原有基础理论技术的基础上，突出添加了新理论、新技术、新内容和新的操作方法。主要目的是提高挖掘机驾驶员的实际操作能力，以及管理服务人员在挖掘机现场分析和解决问题的能力。

本书是针对新一代挖掘机，增添了电喷发动机理论技术、电脑控制以及电脑监控运用的操作内容，以了解认识新一代挖掘机、会开新型挖掘机、熟练掌握新型挖掘机与老一代挖掘机操作的要求和区别，最终成为一名既是操作高手、又会维护保养的合格驾驶员而编写的。

本教程按挖掘机培训的内容分为：新型挖掘机结构基础知识、新一代挖掘机操作的认识、挖掘机操作技术及安全以及挖掘机维护和保养。在论述挖掘机操作过程中，必须掌握哪些理论知识，需要具备哪些技能，同时在完成这些技能时要注意哪些事项，以及有哪些经验技巧以供参考，通过这些内容的学习体现该教程教、学、用的三大特点，使之达到学以致用的目的。

本书由李波、于国迎主编，吕瑞民、郑文贵任副主编，周乔、王文静、王芳、张浩、胡敏、张岩、马冰霜、李林、马冰雪、张斌、张翠参与编写，同时对山东省日照市鑫鑫职业培训学校在编写过程中给予的大力支持，表示衷心感谢！

由于编者水平有限，在编写过程中难免出现不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 挖掘机概述	1
第一节 挖掘机功能与组成	1
第二节 挖掘机的品牌类型	10
第三节 挖掘机主要技术参数	16
第四节 挖掘机特点及发展趋势	18
第二章 挖掘机动力系统	22
第一节 发动机基本知识	22
一、发动机概述	22
二、内燃机的分类	23
三、常用性能术语	25
第二节 发动机结构原理	27
一、发动机基本结构	27
二、发动机工作原理	27
三、发动机结构组成	28
第三节 柴油机电控喷油系统概述	52
一、电控柴油发动机发展回顾	53
二、柴油发动机电控系统的组成和控制原理	54
三、电控共轨燃油喷射系统	55
第三章 挖掘机的液压系统	62
第一节 液压系统	62
一、液压传动概述	62
二、液压传动的工作原理	63
三、液压传动的组成	63
四、液压传动系统的表达符号	63
五、动力传输路线	64
第二节 液压泵构造与原理	65
一、液压泵的功用与分类	65
二、液压泵的工作原理	67
三、液压泵的结构组成	70
四、调节器的功能与原理	77

五、先导泵	80
六、液压泵电磁阀	82
第三节 控制阀构造与原理	84
一、控制阀的功用与分类	84
二、控制阀的工作原理	85
三、主控制阀的结构组成	86
四、手控操纵阀	94
五、脚控操纵阀	95
第四节 液压马达、液压缸构造与原理	97
一、液压马达的功用与分类	97
二、液压马达的工作原理	98
三、液压马达的结构组成	101
四、液压缸的功用与分类	104
第五节 液压辅件构造与原理	109
第六节 工作装置构造原理	113
第七节 挖掘机的回转装置	114
一、回转机构	114
二、转台	120
第八节 挖掘机的行走装置	121
一、履带式行走装置的组成与工作原理	122
二、履带式行走装置的结构	123
三、履带式行走装置的传动方式	127
第四章 挖掘机电气系统	130
第一节 挖掘机电气设备	130
一、电源系统	130
二、发电机	133
三、交流发电机调节器	135
四、起动系统	138
五、全车电路	143
第二节 控制电路	146
第五章 挖掘机场内安全与驾驶	152
第一节 驾驶安全的重要意义	152
一、挖掘机驾驶员的素质和职责	152
二、驾驶操作安全要求	154
第二节 操纵杆的功能与控制	168
第三节 监控器仪表的功能与使用	175
第四节 挖掘机场内训练驾驶	193

一、起动与熄火的操作	193
二、起动发动机	198
三、起动发动机后的操作	199
四、关闭发动机	201
五、关闭发动机后的检查	202
六、挖掘机行走的操作	202
七、正确行走的操作	204
八、挖掘机转向的操作	205
九、挖掘机工作装置的操作	207
十、挖掘机正确停放的操作	209
十一、低温下挖掘机的使用与操作	209
第六章 驾驶作业技术	212
第一节 基础作业项目的操作	212
一、挖掘作业的操作	212
二、上下坡作业的操作	216
三、装车作业的操作	217
四、找平作业的操作	217
五、刷坡作业的操作	218
六、上下平板的操作	219
第二节 工地挖掘机操作作业	220
一、高效挖掘作业的操作	220
二、挖土甩方作业	224
三、挖沟作业	226
四、装载作业	227
五、找平作业	228
六、刷坡作业	230
七、破碎作业	231
八、节省燃料的作业要点	233
第七章 挖掘机维护与保养	234
第一节 挖掘机维护保养的主要内容	234
第二节 维护保养的周期	235
一、每天起动前维修保养项目	235
二、每间隔 50h 维修保养	236
三、每间隔 100h 维护保养	237
四、每间隔 250h 维修保养内容	238
五、每间隔 500h 维修保养内容	238
六、每间隔 1000h 维修保养内容	238

七、特殊情况下的维修保养	239
第三节 维护的方法	240
第八章 挖掘机故障与排除	256
第一节 故障的判断方法	256
第二节 故障诊断模式的操作	257
第三节 故障码表	268
第四节 一般机械故障诊断的判断方法	272
第五节 常见故障的排除	274

第一章

挖掘机概述

第一节 挖掘机功能与组成

1. 挖掘机的功能

挖掘机是用来开挖土壤的施工机械。它是用铲斗的斗齿切削土壤并装入斗内，装满土后提升铲斗并回转到卸土地点卸土，然后再使转台回转、铲斗下降到挖掘面，进行下一次挖掘。挖掘—回转—卸载—返回称为挖掘机的一个工作循环。如图 1-1-1 所示。

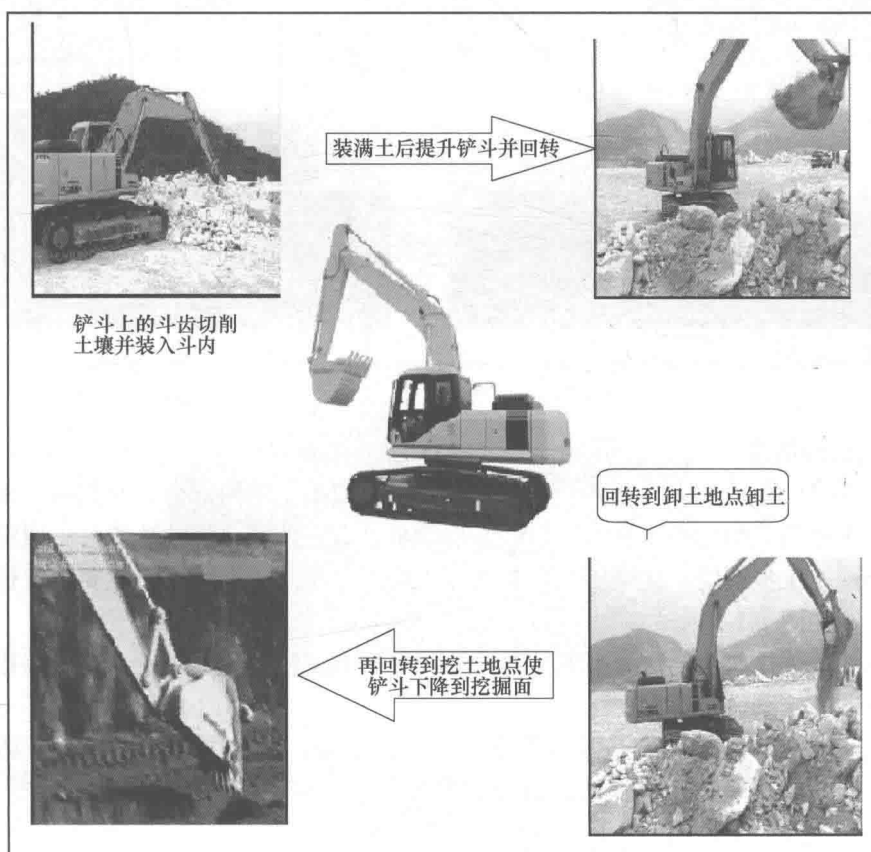


图 1-1-1 挖掘机一个工作循环图

挖掘机是一种多用途土石方施工机械，主要进行土石方挖掘、装载，还可进行土地平整、修坡、吊装、破碎、拆迁、开沟等作业，所以在公路、铁路等道路施工，桥梁建设，城市建设、机场港口及水利施工中得到了广泛应用。挖掘机兼有推土机、装载机、起重机等的

功能，能代替这些机械工作。如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 挖掘机施工用途

2. 挖掘机的组成

挖掘机的设计是相当人性化的，通常把挖掘机分成上、下两部分，我们叫上车部分、下车部分；上车相当人的躯干，它有心脏——发动机，有人的腰一样的功能——回转，有手臂一样的功能——工作装置：大臂、二臂和挖斗。而下车相当于人的腿，主要负责行走和整机转弯的功能。如图 1-1-3 所示。

挖掘机的总体结构包括动力装置、传动系统、操纵机构、回转装置、行走装置、工作装置、电气设备和辅助设备。

(1) 上体部分 上体部分是液压挖掘机的主体部分，是动力装置、液压传动系统、回转机构、工作装置、驾驶室和辅助设备主要装置的安装平台。更是产生动力、传递液压力、操作工作装置产生效能的平台。如图 1-1-4 所示。

上体部分的组成有上平台、驾驶室及操作机构。其平台上安装有发动机、液压泵、控制阀、回转机构、液压油箱、燃油箱、控制油路、电器部件、配重、工作装置等。

(2) 下体部分 下体部分是液压挖掘机整个机器的支承部分和行走装置，承受机器的全部重量和工作装置的反力，同时能使挖掘机作短距离行驶。



图 1-1-3 整机构成示意图



图 1-1-4 上部部分

液压挖掘机的行走装置采用液压驱动。驱动装置主要包括液压马达、减速机和驱动轮，每条履带各有各的液压马达和减速机。由于两个液压马达可独立操作，因此机器的左右履带可以同步前进或后退，也可以通过一条履带制动来实现转弯，还可以通过两条履带相反方向驱动，来实现原地转向，操作十分简单、方便、灵活。

下体部分按结构设计的特点分为履带式和轮胎式两大类。以履带式为例，主要组成有中央回转接头、回转支承、X 架、履带架、张紧装置、行走马达、减速机、四轮一带（支重轮、托链轮、驱动轮、导向轮、履带）。如图 1-1-5 所示。

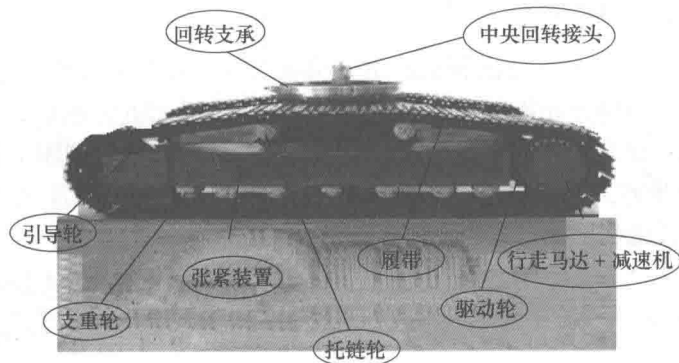


图 1-1-5 下部部分

3. 挖掘机三大基础理论系统

液压挖掘机的最大特点是液压传动理论。挖掘机液压传动系统是将柴油机输出的动力通过液压系统传递给工作装置、回转装置和行走机构等。液压挖掘机主要由机械原理、液压原理和电气原理三大理论基础构成一个整体，被称为机、电、液一体化的实践应用。如图 1-1-6 所示。

液压挖掘机的主要运动有整机行走、转台回转、动臂升降、斗杆收放、铲斗转动等。根据以上工作要求，把各液压元件用管路有机地连接起来的组合体叫做液压挖掘机的液压系统。液

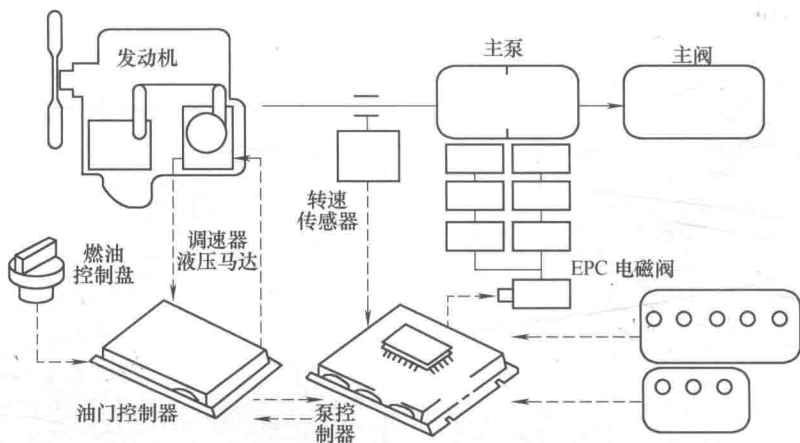


图 1-1-6 挖掘机机、电、液一体化

压系统的功能是把发动机的机械能以油液为介质，利用液压泵转变为液压能，传送给液压缸、液压马达等变为机械能，再传动各种执行机构，实现各种运动。液压挖掘机的液压系统常用的有定量系统、分功率变量系统和总功率变量系统。总功率变量系统是目前液压挖掘机最普遍采用的液压系统，通常选用恒功率变量双泵。液压泵的型号不同，采用的恒功率调节机构也不相同。

(1) 原动力系统 工程机械原动力使用的柴油发动机比较多，特别是大吨位、大功率的机械基本上都是使用柴油机。汽油发动机基本结构是由两大机构和五大系统组成，即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统等。而柴油发动机由于使用的燃料不同，混合气形成和点燃方式不同，其基本结构是由两大机构、四大系统组成，没有化油器、分电器、火花塞，而另设喷油泵和喷油器等，如图 1-1-7 所示。有的柴油机还增设废气涡轮增压器等。

(2) 液压系统 液压系统是挖掘机的主要特征之一，也是液压传动系统的重要组成部分。液压系统通常由四部分元件组成，另加液体（液压油）为传动介质，构成一个系统整体。四部分元件即：动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件。如图 1-1-8 所示。

① 动力元件。将机械能转化为液体压力能的元件。如挖掘机液压系统中液压泵即起此种作用。它为液压系统提供油压压力。

② 执行元件。将液体的压力能转化为机械能的液压元件。挖掘机工作装置机构中的液压缸即起此种作用。在液压系统中常见的是进行直线往复运动的液压缸，或进行回转运动的液压马达。

③ 控制元件。对液压系统的压力、流量和液流方向进行控制或调节的元件。挖掘机控制机构中的溢流阀、换向阀和平衡阀即属于此类元件。液压系统中的液压控制阀均为控制调节元件。

④ 辅助元件。上述三部分以外的其他元件。挖掘机液压系统中的油箱、吸油滤清器、回油滤清器属于此类元件。液压系统中的油箱、油管、管接头、压力表、过滤器和冷却器等均为辅助元件，它们对保证系统的正常工作也起着重要作用。

⑤ 液压油。在液压传动装置中，通常都采用矿物油作为工作介质，它不但能传递能量，而且对液压装置的机构与零件能起润滑作用。液压系统中液体的压力、流速和温度在很大范

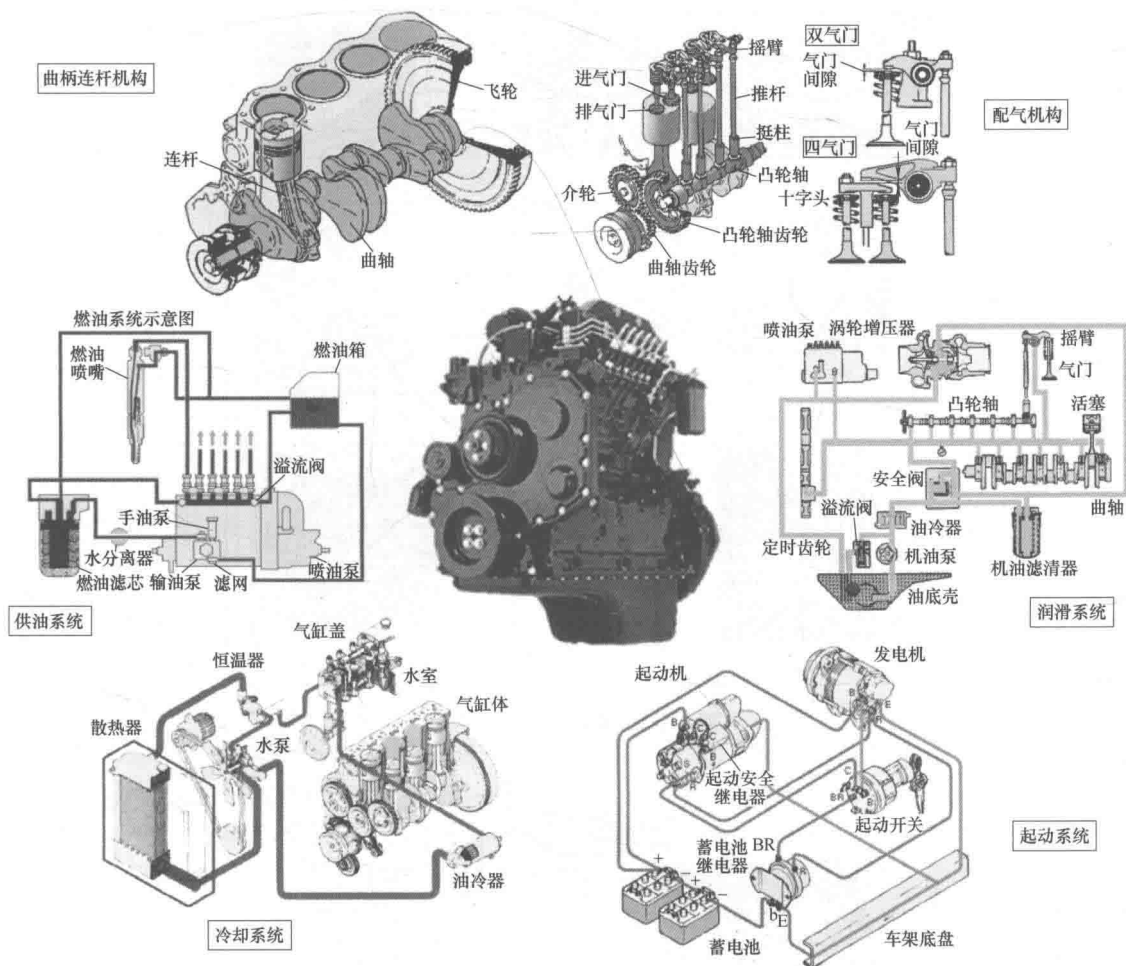


图 1-1-7 柴油发动机的结构系统

围内变化，油液的质量优劣直接影响着液压系统的工作，因而对工作液体性质的研究与工作液体的选择是十分重要的。

(3) 电气控制系统 挖掘机电气控制系统是电气设备和电子控制系统的统称，其基本分为两大类，一是电气设备，主要有电源、起动机、点火系、仪表、灯光照明及信号设备；二是电子控制系统，主要有传感器、电控单元、执行机构三部分组成。如图 1-1-9 所示。

1) 电气设备。电气设备由电源系统、用电设备(起动系统、点火系统、照明装置、信号装置、辅助电器)、电气监控装置(各种仪表、警告灯)与保护装置(接线盒、开关、保险装置、插接件、导线)等组成。

电源系统由蓄电池、发电机、调节器、工作情况指示(充电指示)装置构成。

发电机作为挖掘机正常工作时的主要电源，负责给除起动机外的用电装置供电，并向蓄电池充电。蓄电池作为挖掘机的第二电源，主要向起动机供电，并在发电机不发电或供电不足时，作为辅助供电电源。发电机的输出电压受调节器的调整，以保持供电电压恒定。工作情况指示装置用于指示电源系统的工作情况，如发电机是否正常发电，蓄电池处于充电还是放电状态，调节器的工作电压是否正常等。如图 1-1-10 所示。



图 1-1-8 液压系统四种元件

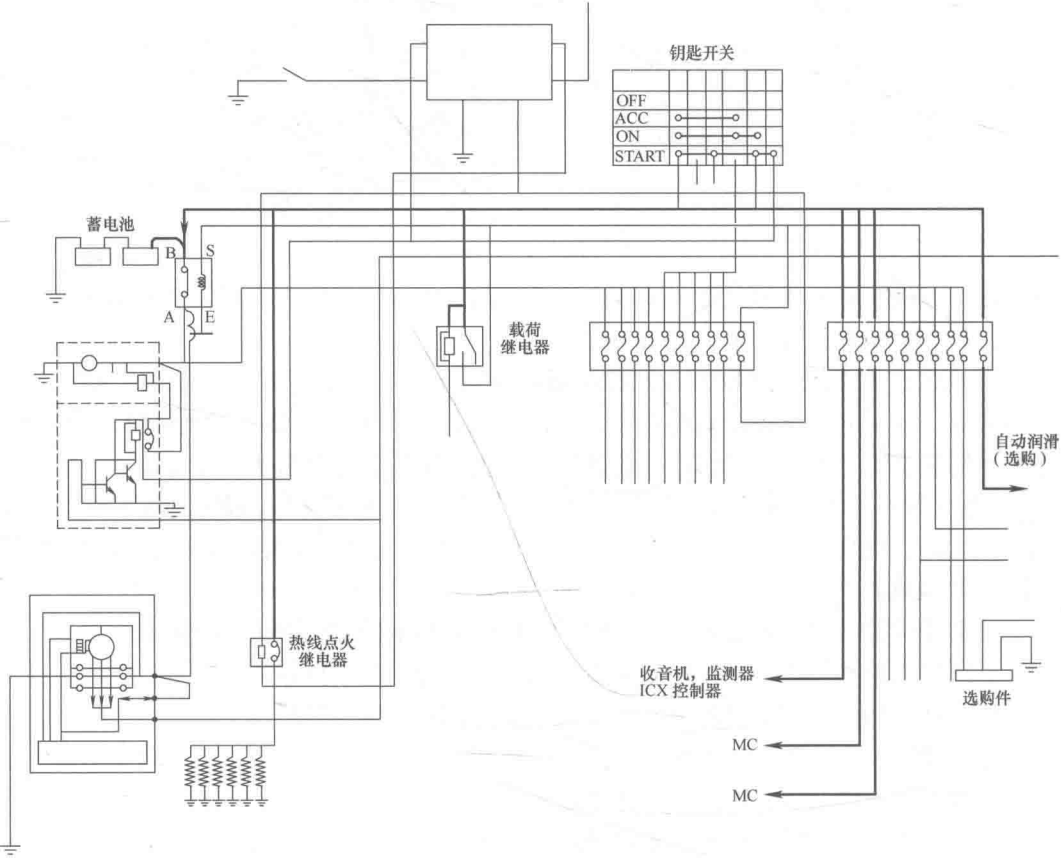
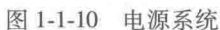


图 1-1-9 电气设备



挖掘机电子控制系统的硬件结构一般由三部分组成:信号输入装置、电子控制单元(ECU)和执行器,如图 1-1-11、图 1-1-12 所示。



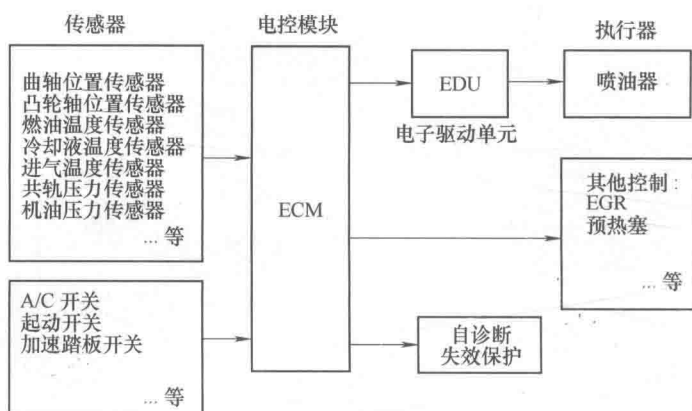


图 1-1-11 电子控制系统(续)

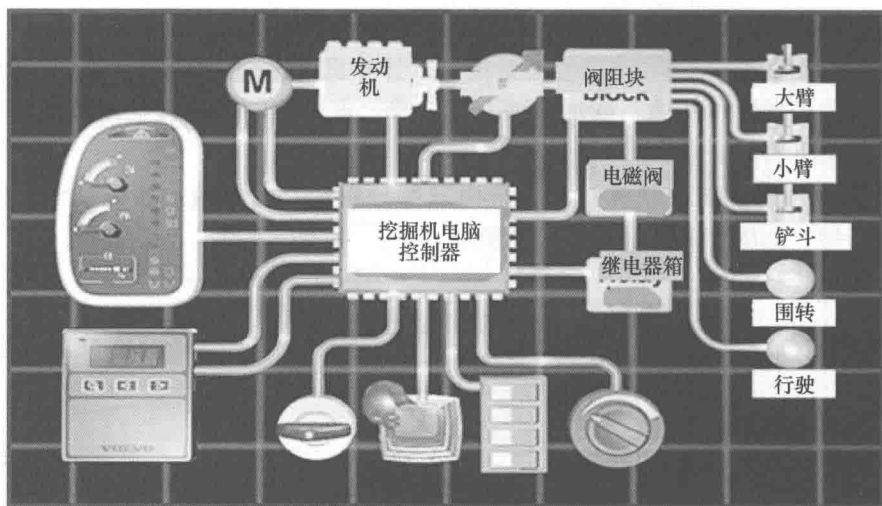


图 1-1-12 挖掘机计算机控制系统的基本组成

① 信号输入装置。信号输入装置的主要设备为传感器，传感器将装置的物理参数转换为电信号（数字式或模拟式），用以监测装置的运行情况和环境条件，并将这些信号输送到电子控制单元。换言之，传感器用各种电信号将一个虚拟的、与实际装置相同的“模拟装置”反映到控制系统中。传感器可被视为控制系统的神经。如图 1-1-13 所示。

② 电子控制单元。电子控制单元(ECU)接收和处理传感器发出的各种信息，并对这些信息进行分析，以了解装置的情况。利用事先制定的控制策略，决定在当前的状态下该如何控制这个装置；最后将这种决定转换成一条或多条指令输送到执行器。电子控制单元含有一个微处理器，并在内存中存储着设计者事先编制的程序或控制软件。电子控制单元可被视为控制系统的大

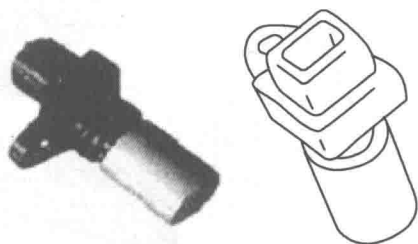


图 1-1-13 转速传感器

脑。如图 1-1-14 所示。

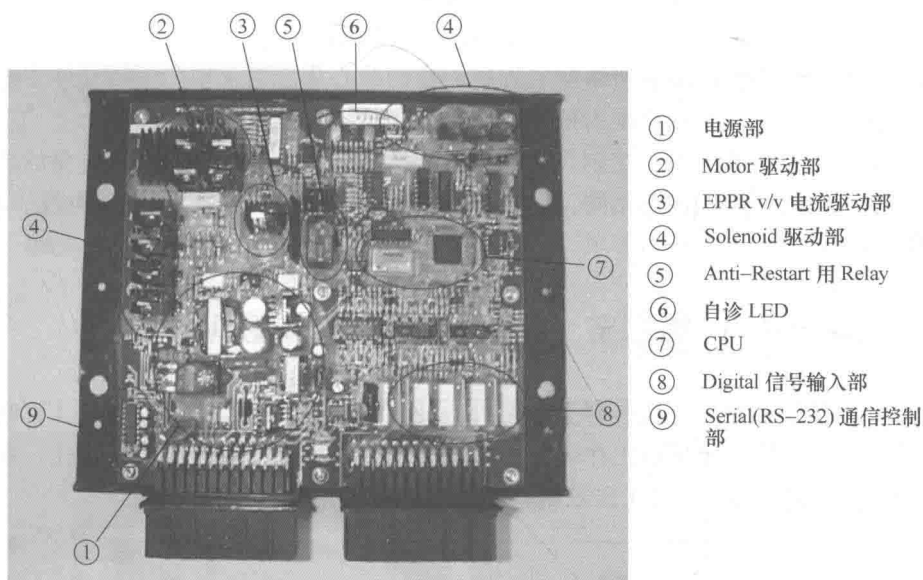


图 1-1-14 电子控制单元 (ECU)

③ 执行器。执行器接收电子控制单元发来的各种指令，通过本身的设计，将电信号转变为执行器的动作（可为电器元件的动作，也可为某种机械运动），这些元件的动作将改变装置的运行条件，决定装置的运行和输出。电磁阀是执行器的一种形式，如图 1-1-15 所示。

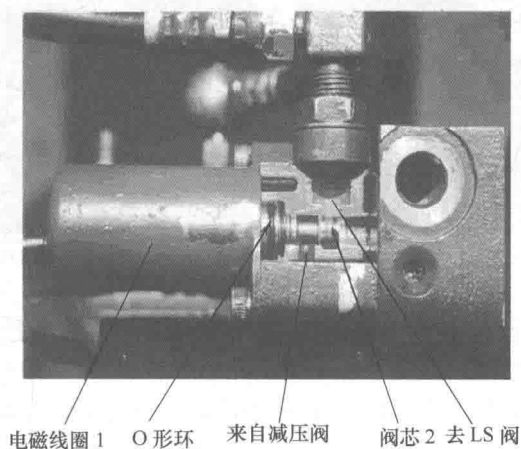


图 1-1-15 电磁阀

挖掘机电子控制的基本工作过程：挖掘机在运行时，各传感器不断检测挖掘机运行的工况信息，并将这些信息实时地通过输入接口传送给 ECU。ECU 接收到这些信息后，根据内部预编的控制程序，进行相应的决策和处理，并通过其输出接口输出控制信号给相应的执行器，执行器接收到程序信号后，执行相应的动作，实现某种预定的功能。

④ 挖掘机电子控制系统的软件。在挖掘机电子控制系统中，除硬件设备外，还必须配