

挖掘机

Excavators



金钟振 著
李昌镐 译



Excavators 挖掘机

—原理、测试与维修



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书图文并茂,以通俗易懂的方式描述了挖掘机的相关知识,将作者的丰富经验和知识传达给作者。本书从挖掘机的概念、种类到操作方式,做了详细的描述。此外,本书还对挖掘机的结构及工作原理、液压系统的工作原理以及常见故障的发生与排除,做了详细的介绍。全书结构严谨,措词得当,适合于广大从事工程机械研究开发、技术支持和具体操作的相关从业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

挖掘机——原理、测试与维修/金钟振著;李昌镐译.
—上海:上海交通大学出版社,2011
ISBN 978-7-313-07125-5

I.①挖… II.①金… ②李… III.①挖掘机—原理
②挖掘机—测试技术③挖掘机—维修 IV.①TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 025166 号

上海市版权局著作权合同登记号:图字:09-2010-776

挖 掘 机

——原理、测试与维修

金钟振 著

李昌镐 译

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海景条印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:23.75 字数:586 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印数:1~8 030

ISBN 978-7-313-07125-5/TU 定价:125.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

挖掘机，顾名思义是在建筑工地上进行挖掘作业的建筑机械。法国伯克兰(Poclair)公司研制开发出世界上首台液压式挖掘机。1960年，被首次引进到韩国，但当时由于没有合适的词汇描述，因此人们就用商标“伯克兰(Poclair)”来指称。

现在虽然已经有了准确的名称，但相关领域以外的很多人还是继续沿用“伯克兰(Poclair)”的称呼。挖掘机的使用也从建筑工地拓展到几乎所有的工程领域，成为使用最为广泛的工程机械之一。

1970年，随着韩国工业的飞速发展，对挖掘机的需求也越发巨大。当时有两家本土企业分别从法国伯克兰和日本日立公司引进技术开始国产化。到20世纪80年代末期，本土技术基本成型，自主研发生产的挖掘机也陆续诞生并出口至海外市场。时至今日，韩国的挖掘机生产基地已经遍布全球，产品也销往世界各个地区。

笔者踏入社会的第一步就是建筑机械生产企业，当时正值韩国挖掘机本土技术的飞速成长期，而笔者所在的企业也处在技术引进并加紧本土化生产的阶段，笔者也有幸被安排至挖掘机的售后服务部工作。随着对挖掘机的逐步了解，笔者对这一神奇的领域深深着迷，并与之度过了35年光阴。

本书将笔者丰富的经历和知识按以下几大篇章为读者进行了梳理：

1. 挖掘机的用途和结构。
2. 合理正确地使用挖掘机，以避免故障的发生。
3. 解析液压操作原理，分析故障发生原因并防止重复发生。

希望本书可以对广大读者有所帮助，愿更多的人士关注这一领域，促进挖掘机产业不断地发展成长。

2010年秋
金钟振

译者序

谨以本书答谢热爱工程机械的广大热心读者。

能有这次机会通过本书向业界人士表示感谢,我感到异常高兴。

本人从1997年开始踏入这片国土,从事挖掘机售后服务工作。后在2003年成立了第星油压公司,开始生产并销售工程机械用液压部件。回首过往13年的挖掘机售后服务和挖掘机液压部件配套工作,碰到过太多由于缺乏挖掘机基本知识而受累于工作的人。

每每这时,我就会遗憾为什么没有一本书可以使人简单易懂地了解挖掘机的基本知识。因此当我有机会成为这本《挖掘机——原理、测试及维修》的译者时,心情的激动可想而知。本书的作者金钟振先生是位有着35年挖掘机领域丰富从业经验的权威人士,他为韩国挖掘机事业的发展倾注了毕生精力,同时也培养了一批优秀的后备力量。

本书涵盖了从介绍挖掘机原理开始到挖掘机操作、检测与维修的专业知识,并以大量的图片进行了详细说明,使读者更容易理解。相信对业界人士以及对挖掘机感兴趣的读者了解挖掘机的专业知识及实际运用能够提供很大的帮助。

本人由衷地期望本书能够对广大读者带来业务上的帮助,同时为中国挖掘机市场能够早日成为引领世界的先驱而尽到微薄的力量。

第星油压工程机械(上海)有限公司

董事长 李昌镐

2011年1月11日

目 录

1	履带式挖掘机	4
	(1) 反铲式挖掘机	4
	(2) 正铲式挖掘机	5
	(3) 履带式挖掘机的结构	7
2	轮式挖掘机	23
	(1) 底盘	23
	(2) 行走装置	25
3	挖掘机的规格	28
	(1) 型号名	28
	(2) 铲斗容量	29
	(3) 作业范围	30
	(4) 举升力	31
	(5) 挖掘力	33
	(6) 循环时间	33
4	挖掘机的作业工具	34
	(1) 挖掘作业用铲斗	34
	(2) 特殊作业工具	36
5	特殊挖掘机	40
	(1) 加长臂挖掘机	40
	(2) 双节大臂挖掘机	41
	(3) 偏置大臂挖掘机	41
	(4) 拆楼机	43
	(5) 垃圾处理机	43
	(6) 山林设备	44
1	控制装置	52
	(1) 四向控制手柄	53

I

什么是挖掘机?

II

挖掘机的操作

III 挖掘机的的工作原理

(2) 两向控制手柄	56
(3) 行走及方向控制装置	57
(4) 开关面板	60
(5) 仪表盘	63
2 操作前注意事项	71
(1) 安全守则	71
(2) 确认异常	71
3 操作时注意事项	75

液压装置概述

1 液压工作油	80
(1) 液压工作油的三种特性	80
(2) 液压工作油的六种功能	80
(3) 液压工作油的规格	81
2 液压基本原理	81
(1) 流量	81
(2) 压力	82
3 液压装置的构成	85

挖掘机的液压装置

1 挖掘机液压装置的结构	92
(1) 液压油箱	92
(2) 液压泵	94
(3) 控制阀	99
(4) 驱动装置	132
(5) 冷却器	140
2 挖掘机的液压回路	141
(1) 先导油路	141
(2) 主油路	160

履带式挖掘机

- 1 工作装置的操作 178
 - (1) 铲斗回路 178
 - (2) 大臂回路 183
 - (3) 小臂操作 194
 - (4) 工作装置回路: 中位状态 213
- 2 回转操作 215
 - (1) 回转支承 216
 - (2) 回转马达 216
 - (3) 回转回路 231
- 3 行走操作 241
 - (1) 履带式挖掘机 241
 - (2) 轮式挖掘机 266

机电一体化系统

- 1 机电一体化系统的构成 299
- 2 机电一体化系统的工作原理 300
 - (1) 模式选择装置 300
 - (2) 其他操作 301

发动机

- 1 燃油的规格 303
- 2 柴油发动机的构造 304
 - (1) 燃油装置 305
 - (2) 润滑装置 312
 - (3) 冷却装置 313
 - (4) 吸气和排气装置 315

IV 挖掘机性能测试

- 1 性能测试** 320
 - (1) 工作装置的运行速度 322
 - (2) 回转机构的性能测试 324
 - (3) 行走机构的性能测试 327
- 2 压力测量及调整** 330
 - (1) 测量压力前准备工作 330
 - (2) 履带式挖掘机压力测量及调整 332
 - (3) 轮式挖掘机的压力测量及调节 341
 - (4) 驱动桥锁销控制压力 348
 - (5) 推土板工作压力 348

V 挖掘机故障诊断

- 1 工作装置的故障** 352
 - (1) 整车无动作 352
 - (2) 局部驱动装置无动作 353
- 2 回转装置的故障** 356
 - (1) 无法回转 356
 - (2) 回转启动慢,回转无力时 357
 - (3) 回转停止时滑移过大:滑移转动角度
小于 60°属正常 358
 - (4) 回转停止时冲击过大,发出异响 358
 - (5) 回转速度慢 358
 - (6) 挖掘作业时,上部车体前后晃动 359
 - (7) 回转时伴有震动和异响 359
- 3 行走装置的故障** 360
 - (1) 履带式挖掘机 360
 - (2) 轮式挖掘机 363

I

EXCAVATOR PART

什么是挖掘机?



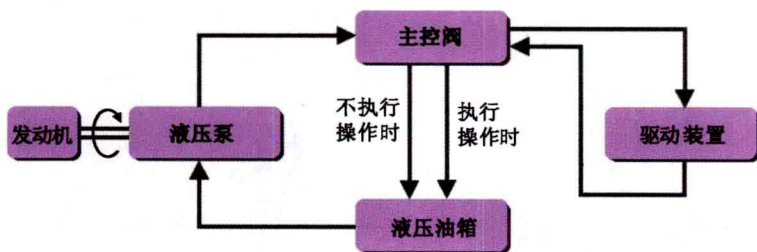
- ① 履带式/轮式挖掘机
- ② 挖掘机的规格/作业工具
- ③ 特殊挖掘机

什么是挖掘机?

01

挖掘机是通过液压油循环驱动工作装置用铲斗进行挖掘作业的建筑工程机械。同时,挖掘机还可以通过更换工作装置,满足挖掘作业外的多种工作要求。因此,挖掘机的使用不仅局限于建筑领域,已经拓展到各个工程领域。

挖掘机的液压装置包括:使工作油产生循环的液压泵、控制工作油流向的主控阀、执行具体操作的驱动装置和储存工作油的液压油箱。



各液压装置的循环示意图

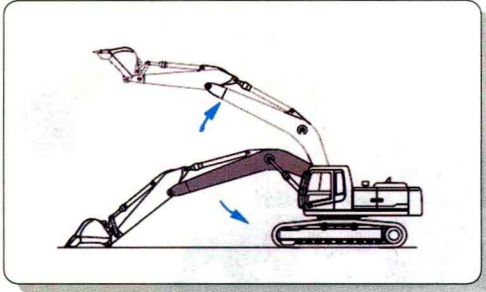
发动机带动液压泵转动,液压泵从液压油箱吸油并使工作油产生循环,主控阀将液压泵输出的工作油分配给各个驱动装置实现预期的动作。

驱动装置大体可分为两种:做往复运动的油缸和做旋转运动的马达。

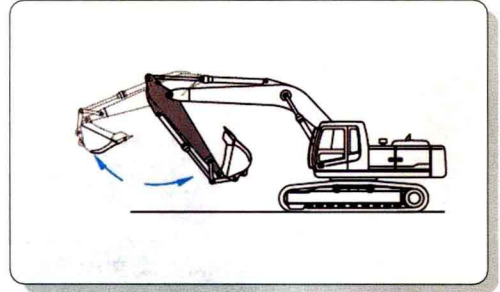
- 油缸:一般用于操作大臂、小臂和铲斗。
- 马达:一般用于上部车体回转和挖掘机的行驶。

挖掘机的操作

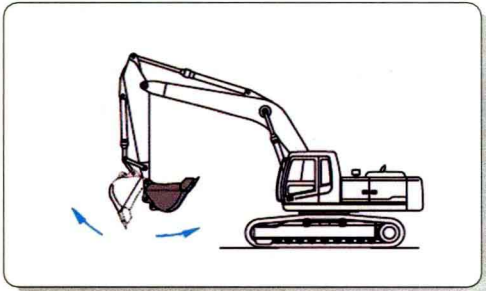
指以下 5 种动作,包括单独动作和复合动作。



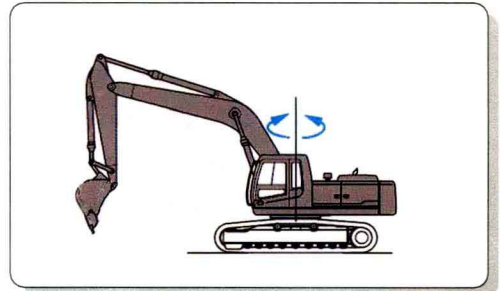
① 大臂提升和下降操作



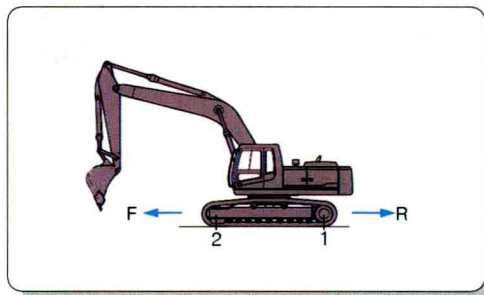
② 小臂内收和外摆操作



③ 铲斗内收和外摆操作



④ 上部车体的回转操作



⑤ 前进和后退的行走操作

R: 后退

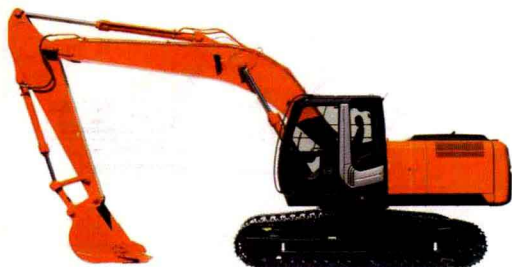
F: 前进

1. 行走马达

2. 引导轮

挖掘机的分类

根据行走装置的类型可分为履带式挖掘机和轮式挖掘机两种。



履带式挖掘机



轮式挖掘机

根据整车重量可分为以下几种：

- 小型挖掘机(Mini Excavators) 6t 以下；
- 中小型挖掘机(Midi Excavators) 6~12t；
- 中型挖掘机(Medium Excavators) 13~50t；
- 大型挖掘机(Large Excavators) 50t 以上。

1 履带式挖掘机(Crawler Excavators)

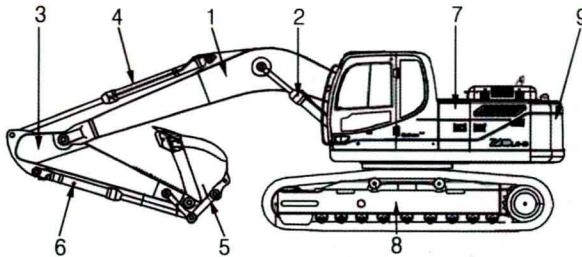
履带式挖掘机可以在不平整和泥泞的地面上依靠履带机构自由行走。履带的宽度越宽，与地面接触的面积越大，行走就越平稳。但履带结构也限制了行走速度，对路面也有一定的破坏性。

履带式挖掘机根据作业形式可分为以下两种：

- 用于挖掘地面以下的反铲式挖掘机；
- 用于挖掘地面以上的正铲式挖掘机。

(1) 反铲式挖掘机(Excavators, Back Hoe Type)

反铲式挖掘机的结构比较适合挖掘低于地面的工况，以驾驶室面向的方向为正面，它具有向前弯曲的大臂结构，挖掘时铲斗内收进行挖掘作业，铲斗背向前方，因此叫反铲式挖掘机。



1. 大臂
2. 大臂油缸
3. 小臂
4. 小臂油缸
5. 铲斗
6. 铲斗油缸
7. 上部车体
8. 下部车体
9. 配重

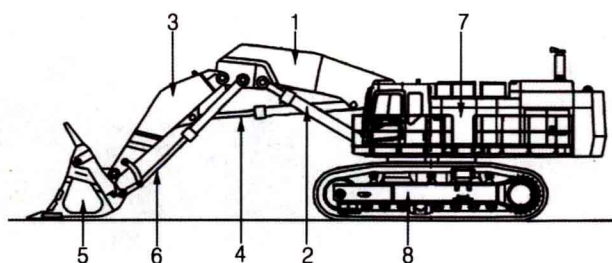
反铲式挖掘机的主要部件名称

(2) 正铲式挖掘机 (Loading Shovels)

正铲式挖掘机的铲斗朝向前方,作业时推动铲斗进行挖掘作业。正铲式挖掘机在推动铲斗进行挖掘作业时,车体本身会承受巨大的反向作用力,因此此种结构多用于 100t 以上的挖掘机。

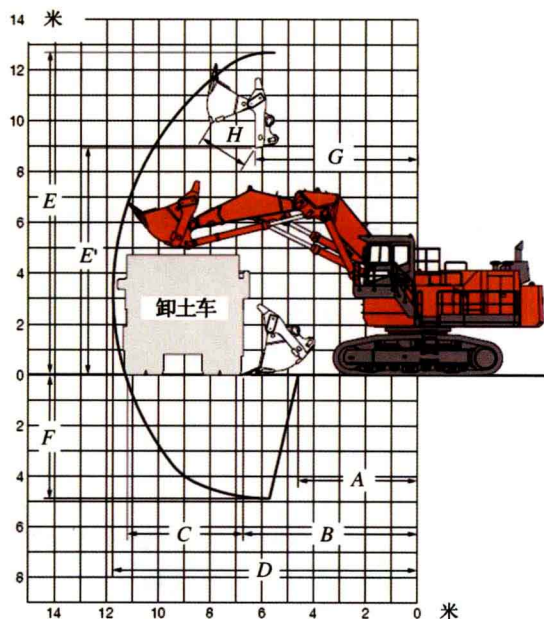


正铲式挖掘机主要应用于矿山。为方便将挖好的泥石进行卸载,使用了可以将铲斗底部开合的结构,这种铲斗叫底卸式铲斗。正铲式挖掘机采用直线型大臂结构,便于进行地面以上的挖掘。



1. 大臂
2. 大臂油缸
3. 小臂
4. 小臂油缸
5. 铲斗
6. 铲斗油缸
7. 上部车体
8. 下部车体

正铲式挖掘机的主要部件



- A: 最小挖掘距离
- B: 最小地面挖掘距离
- C: 最大地面挖掘距离
- D: 最大挖掘距离
- E: 最大挖掘高度
- E': 最大卸载高度
- F: 最大挖掘深度
- G: 最大卸载高度下的作业半径

正铲式挖掘机的作业范围

(3) 履带式挖掘机的结构

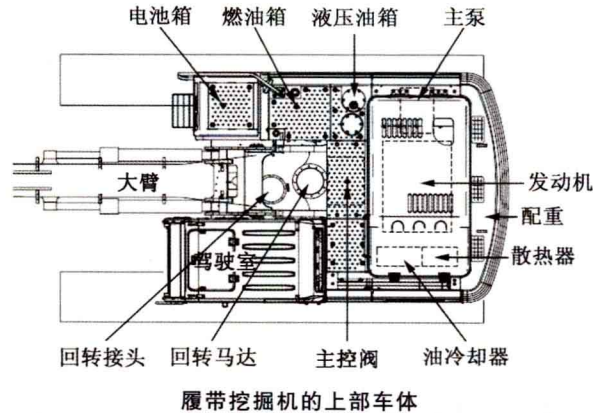
任何品牌和型号的挖掘机其结构和原理都大同小异。因此,了解以下内容有助于理解挖掘机。

※各组成部件的结构和工作原理请参考 92 页 02 篇相关内容。

1) 上部车体(Upper Structure)

① 主泵(Main Pump)

主泵是将油箱的工作油抽送至主控阀的部件,可分为流向主油路和先导油路的泵组成。从主泵输出的油可以在液压回路循环,带有流量特性,其单位可以用 LPM 或者 GPM 表示。



LPM(Liter per minute)?

指每分钟以升为单位的流量。若主泵流量是 200LPM, 则每分钟主泵输出的油容量为 200L。
(GPM 是 Gallon per minute 的简称。美国、英国等国家习惯使用英制单位。)



4 5 3 1 2 6 7

1. 主泵(变量转子泵)
2. 先导泵(定量齿轮泵)
3. 调节阀;主泵流量调节装置
4. 电磁阀
5. 蓄能器;吸收液压回路冲击的装置
6. 发动机油过滤器(远程设置式)
7. 水分离器;燃油回路的水分离器

a. 主泵(Main Pump)

主泵是使工作油循环起来的部件,挖掘机的所有动作所需的工作油都是由它来供应。通常开式系统的挖掘机主泵由两个变量转子泵组成。

- 变量泵:根据驱动装置的负荷可自行调节流量的泵。

变量泵的流量通常随驱动装置的负载增大而减小。

b. 先导泵(Pilot Pump)

先导泵是定量齿轮泵,控制挖掘机操作的信号油路先导由它来供应。同时对主油路起到辅助控制功能。

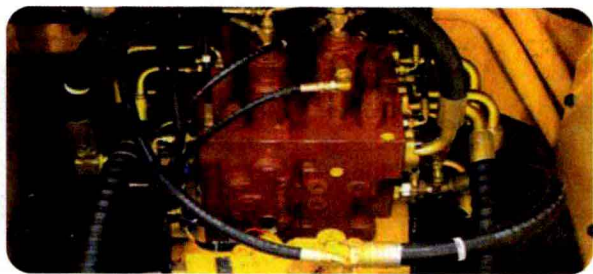
② 主控阀(Main Control Valve, MCV)

主控阀是将来自主泵的工作油按照操作意愿分配至各个驱动装置,实现挖掘机实际操作的部件。

履带式挖掘机通常有大臂操作、小臂操作、铲斗操作、回转操作、左行走操作和右行走操作等6种基本操作。上述6种基本操作都有相应的控制阀,主控阀就是将这些控制阀集中在一起的部件。此外主控阀还提供备选控制阀,因此常规的履带式挖掘机主控阀共有7种控制阀。(一般大臂操作和小臂操作是合流控制,因此会多出两个控制阀,一个主控阀通常共有9个控制阀)

备选控制阀用于控制铲斗以外的特殊作业工具。

控制阀由选择阀、单向阀和溢流阀构成。大体上回路构成呈并联回路,可同时进行几种操作。



主控阀

a. 选择阀(Selector Valve)

按照操作意愿使用信号开启或关闭油路的部件,一般是通过阀芯切换实现油路选择。

b. 单向阀(Check Valve)

防止工作油逆流的部件,一般位于选择阀的进口处。