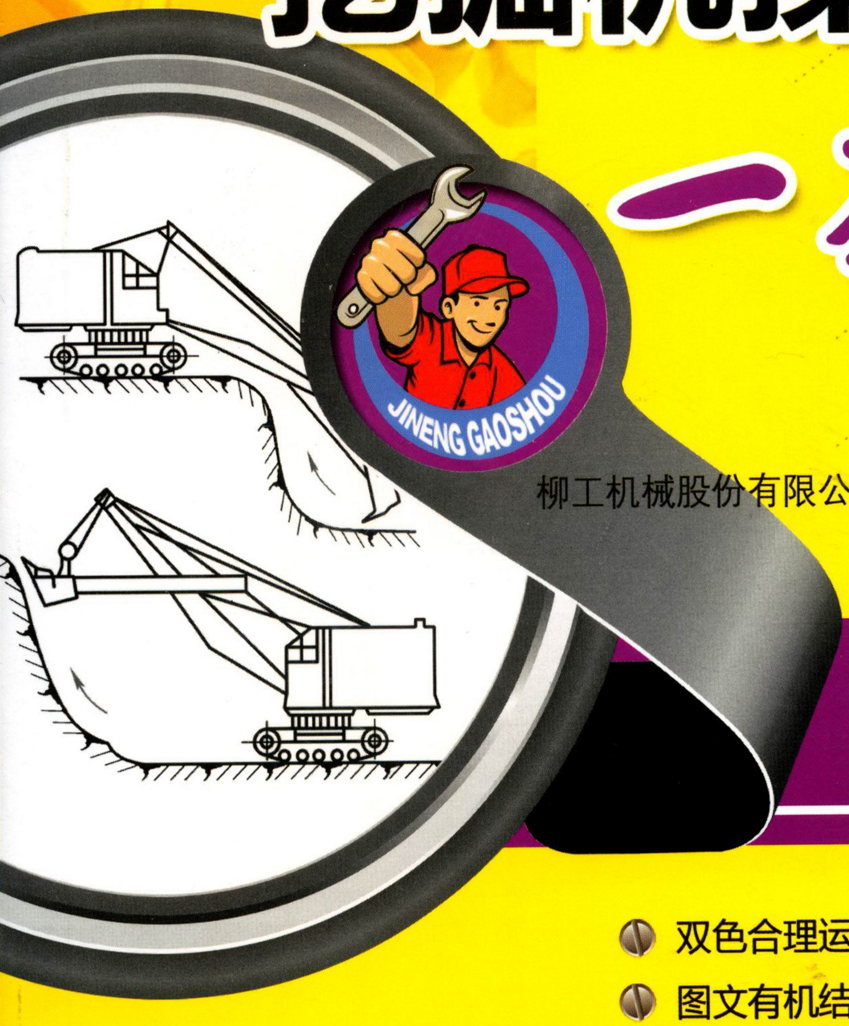
机械工人新手易学一本通

双色图解挖掘机操作工一本通



柳工机械股份有限公司职业培训学校　组编
林明智　主编

XINSHOU YIXUE
YIBENTONG

- 双色合理运用，重点难点一目了然
- 图文有机结合，步骤方法形象直观
- 经验方法总结，技能技巧快速掌握

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

机械工人新手易学一本通

双色图解
挖掘机操作工一本通

主　编　林明智
副主编　梁明孔　屈多田
参　编　戴柳娥　李　健　莫丽洁　马朝志
　　王　栋　邢树鑫　钟科俊

机 械 工 业 出 版 社

本书主要介绍了挖掘机操作工必须掌握的基本知识和操作技能，主要内容包括：挖掘机基本知识，挖掘机安全操作注意事项，挖掘机的操作方法，发动机系统，液压系统，履带行走系统，电气系统，空调系统，挖掘机的保养与维修。本书图文并茂，形式新颖，并且采用双色印刷，对不容易理解和掌握的内容进行重点提示，能够使读者快速掌握挖掘机操作技巧。

本书可供挖掘机操作与维修人员使用，还可供职业院校、技工学校工程机械专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

双色图解挖掘机操作工一本通/林明智主编；柳工机械股份有限公司职业培训学校组编. —北京：机械工业出版社，2014.4
（机械工人新手易学一本通）
ISBN 978-7-111-46384-9

Ⅰ.①双… Ⅱ.①林… ②柳… Ⅲ.①挖掘机－操作－图解
Ⅳ.①TU621.07－64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 067333 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：赵磊磊 宋亚东 责任编辑：赵磊磊 宋亚东
版式设计：常天培 责任校对：佟瑞鑫
封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

保定市中画美凯印刷有限公司印刷
2014 年 7 月第 1 版第 2 次印刷
169mm×239mm · 11.5 印张 · 247 千字
3 001—5000册
标准书号：ISBN 978-7-111-46384-9
定价：29.80 元

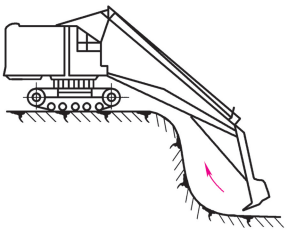
凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务		网络服务	
社 服 务 中 心：	（010）88361066	教 材 网：	http://www.cmpedu.com
销 售 一 部：	（010）68326294	机工官网：	http://www.cmpbook.com
销 售 二 部：	（010）88379649	机工官博：	http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：	（010）88379203	**封面无防伪标均为盗版**	

前　言

Preface

挖掘机具有铲取挖掘力大、作业稳定、安全可靠和生产率高等优点，目前已经成为工程机械产品家族中市场保有量最高的一个机种。它广泛应用于工业与民用建筑、交通运输、水利电力工程、农田改造、矿山采掘以及现代化军事工程等领域中。由于科学技术的发展，各种新技术、新材料不断在挖掘机上得到应用，尤其是电子技术和信息技术的应用使得挖掘机在作业效率、可靠性、安全性和操作舒适性以及节能、环保方面取得了长足的进步。挖掘机逐步向大型化、微型化、多功能化、智能化方向发展。挖掘机的快速发展也对操作人员提出了更高的要求，为满足广大挖掘机操作工快速适应岗位以及提升技能的需要，我们组织柳工机械股份有限公司的技术专家编写了本书。



本书主要介绍了挖掘机操作工必须掌握的基本知识和操作技能，主要内容包括：挖掘机基本知识，挖掘机安全操作注意事项，挖掘机的操作方法，发动机系统，液压系统，履带行走系统，电气系统，空调系统，挖掘机的保养与维修。本书图文并茂，形式新颖，并且采用双色印刷，对不容易理解和掌握的内容进行重点提示，介绍了实际操作过程中常见的问题、操作技巧和安全注意事项。

本书可供挖掘机操作与维修人员使用，还可供职业院校、技工学校工程机械专业师生参考。

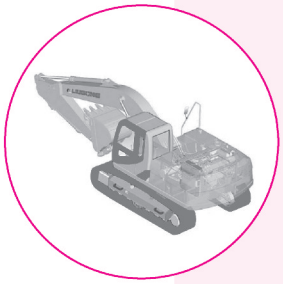
本书由柳工机械股份有限公司职业培训学校组织编写，林明智任主编，梁明孔、屈多田任副主编，戴柳娥、李健、莫丽洁、马朝志、王栋、邢树鑫、钟科俊参加编写。本书的编写还得到了柳工机械股份有限公司相关领导和其他技术人员的大力支持，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

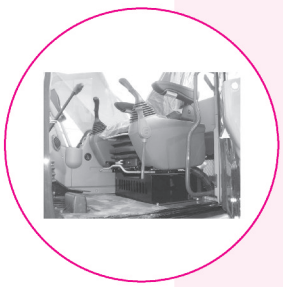
编　者

Contents

目　录







前言

第 1 章　挖掘机基本知识

1. 1　挖掘机概述 / 1
1. 2　挖掘机的分类 / 1
1. 3　液压挖掘机的基本结构 / 4
1. 4　液压挖掘机的基本工作原理 / 6
1. 5　挖掘机的主要参数 / 6

第 2 章　挖掘机安全操作注意事项

2. 1　安全标志 / 11
　2. 1. 1　安全警示标志 / 11
　2. 1. 2　安全标志位置及说明 / 11
2. 2　挖掘机安全操作 / 18
　2. 2. 1　安全规定 / 18
　2. 2. 2　保护自己 / 18
　2. 2. 3　了解设备 / 18
　2. 2. 4　检查机器 / 18
　2. 2. 5　了解工作区域 / 19
　2. 2. 6　安全上、下机器 / 19
　2. 2. 7　起动机器前警告所有员工 / 19
　2. 2. 8　安全起动机器 / 19
　2. 2. 9　谨防排烟避免窒息 / 20
　2. 2. 10　安全驾驶和操作机器 / 20
　2. 2. 11　选购件、附件的安全使用 / 23
　2. 2. 12　机器的安全维护 / 24
　2. 2. 13　特殊安全防护 / 29
　2. 2. 14　紧急情况下的应急措施 / 29
　2. 2. 15　预防紧急情况的准备 / 30

第 3 章　挖掘机的操作方法

3. 1　操作说明 / 31
　3. 1. 1　挖掘机方向 / 31
　3. 1. 2　操纵机构 / 31
　3. 1. 3　控制开关面板及收音机 / 31
　3. 1. 4　开关盒 / 31
　3. 1. 5　油门位置开关及点火开关 / 32

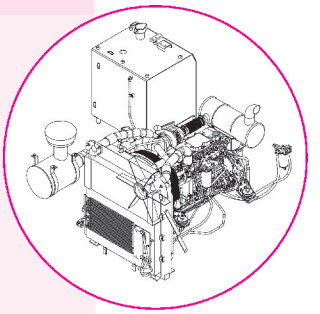
目　录

Contents

3. 1. 6　前窗洗涤器开关 / 33
3. 1. 7　备用开关 / 33
3. 1. 8　显示器的调整 / 33
3. 1. 9　点烟器及周边装置 / 33
3. 1. 10　显示器 / 34
3. 1. 11　操作员座椅 / 41
3. 1. 12　计算机辅助功率控制系统 / 44
3. 2　挖掘机具体操作方法 / 46
3. 2. 1　新机试运转 / 46
3. 2. 2　机器操作与使用的注意事项 / 47
3. 2. 3　发动机的操作 / 47
3. 2. 4　挖掘机的操作 / 48
3. 2. 5　挖掘作业方法 / 51
3. 2. 6　斜坡上的行驶 / 58
3. 2. 7　使用动臂和斗杆提升单侧履带 / 59
3. 2. 8　在软地上的操作 / 59
3. 2. 9　在水或泥水里操作 / 59
3. 2. 10　破碎操作 / 60
3. 2. 11　避免倾倒 / 61
3. 2. 12　避免其他危险的操作 / 61
3. 2. 13　选择合适的履带板 / 62
3. 2. 14　短距离拖拉机器 / 62
3. 2. 15　短距离拖拉物品 / 63
3. 2. 16　运输机器 / 63
3. 2. 17　起吊机器 / 64
3. 2. 18　起吊铲斗 / 64

第 4 章　发动机系统

4. 1　发动机系统工作原理 / 65
4. 1. 1　发动机系统布置示意图 / 65
4. 1. 2　进气系统示意图 / 65
4. 1. 3　燃油系统示意图 / 66
4. 1. 4　排气系统示意图 / 66
4. 1. 5　冷却系统示意图 / 67



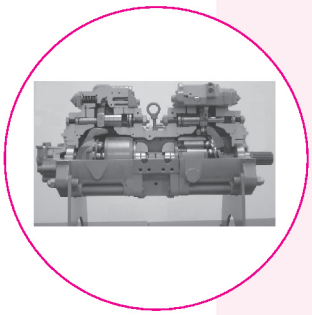
Contents

目　　录

4.2　元件介绍 / 68
4.2.1　柴油箱 / 68
4.2.2　油水分离器及手油泵 / 68
4.2.3　机油滤清器 / 68
4.2.4　空气滤清器 / 68
4.2.5　消声器 / 69
4.2.6　散热器组 / 69

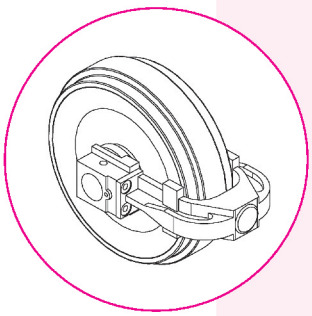
第5章　液压系统

5.1　液压原理基本知识 / 70
5.1.1　液压系统原理图常用元件符号及说明 / 70
5.1.2　由液压元件组合而成的特种阀 / 74
5.2　挖掘机液压系统的原理与特点 / 75
5.2.1　液压系统原理图 / 75
5.2.2　液压传动原理 / 77
5.3　元件介绍 / 93
5.3.1　液压油箱 / 93
5.3.2　油泵 / 96
5.3.3　主控制阀 / 99
5.3.4　回转马达及减速机 / 108
5.3.5　行走马达及减速机 / 110
5.3.6　油缸（动臂、斗杆和铲斗）/ 111
5.3.7　手先导阀 / 112
5.3.8　行走脚先导阀 / 114



第6章　履带行走装置

6.1　履带行走装置的作用 / 116
6.2　履带行走装置基本结构 / 116
6.2.1　回转支承 / 117
6.2.2　张紧装置 / 117
6.2.3　引导轮总成 / 118
6.2.4　驱动轮 / 118
6.2.5　托链轮 / 118
6.2.6　支重轮 / 118



目　录

Contents

6.2.7　履带总成 / 118

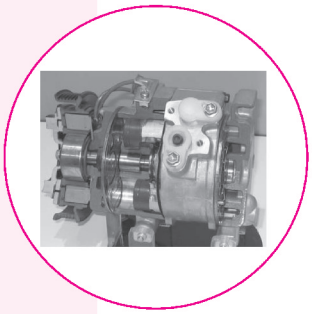
第7章　电气系统

7.1　挖掘机电气系统基本原理 / 119
7.1.1　系统布置示意图 / 119
7.1.2　电源电路 / 120
7.1.3　启动与停止电路 / 120
7.1.4　GPS 电路 / 122
7.1.5　传感器/报警开关电路 / 124
7.1.6　雨刮系统电路 / 124
7.1.7　开关盒电路 / 125
7.1.8　应急系统电路 / 125
7.2　挖掘机电子控制系统 / 128
7.2.1　功能信息 / 128
7.2.2　发动机与柱塞泵的调节 / 128
7.2.3　自动怠速功能 / 129
7.2.4　强制怠速功能 / 130
7.2.5　应急系统 / 130
7.2.6　显示器系统 / 130
7.2.7　发动机与液压泵控制 / 133
7.2.8　显示器操作 / 133



第8章　空调系统

8.1　空调系统布置及原理 / 134
8.1.1　空调系统布置示意图 / 134
8.1.2　空调系统原理 / 134
8.1.3　空调电器控制原理图 / 135
8.2　空调系统基本结构 / 136
8.2.1　压缩机 / 136
8.2.2　空调控制面板 / 136
8.2.3　冷凝器总成 / 136
8.2.4　蒸发器总成 / 137
8.2.5　储液罐总成 / 137
8.2.6　风机主继电器 / 138



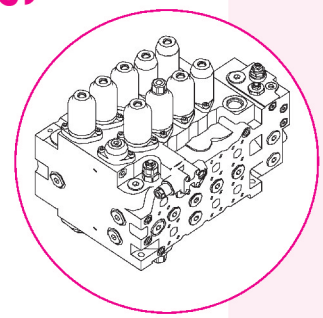
Contents

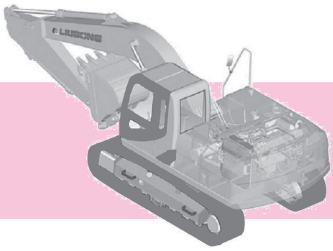
目　　录

8.2.7　压缩机离合器继电器 / 138
8.2.8　涨紧轮总成 / 138

第 9 章　挖掘机的保养与维修

9.1　正确的维护保养方法 / 139
9.2　工作装置的保养与维修 / 143
9.3　回转轴承的保养与维修 / 144
9.4　发动机系统的保养与维修 / 146
9.5　齿轮油的检查与更换 / 150
9.6　液压系统的保养与维修 / 152
9.7　电气系统的保养与维修 / 163
9.8　空调系统的保养与维修 / 169
9.9　其他保养 / 172





第1章 挖掘机基本知识

1.1 挖掘机概述

挖掘机是一种高效率、应用最广泛的工程机械，已经成为工程机械产品家族中市场保有量最高的一个机种。据统计，工程施工中约有60%以上的土石方量是靠挖掘机械来完成的。挖掘机广泛应用于工业与民用建筑、交通运输、水利电力工程、农田改造、矿山采掘以及现代化军事工程等领域中。

近年来，挖掘机是整个工程机械行业中产、销量增长最快的一个机种，尤其是通用的中型、小型单斗液压挖掘机，不仅可用于土石方的挖掘、挖沟、清淤、装载物料、修整边坡及平整场地等，而且通过工作装置的更换，还可用于破碎、拆除、起重、抓取、夯实、钻孔、采伐林木等多种作业，已成为机械化施工中广泛使用的不可或缺的重要机械装备。

第一台具有现代特点的挖掘机问世至今已有170多年的历史。在动力方面，经历了由蒸汽驱动到电力驱动和内燃机驱动，现在已经发展到混合动力。在控制方面，经历了由纯机械传动到液压传动，再到机电液一体化控制，逐步提高了作业效率，降低了能源消耗，提高了复合操纵性。

由于液压技术的应用，20世纪40年代有了在拖拉机上配装液压反铲的悬挂式挖掘机。20世纪50年代初期和中期相继研制出拖式全回转液压挖掘机和履带式全液压挖掘机。从20世纪60年代中期起，液压挖掘机进入推广和蓬勃发展阶段，各国挖掘机制造厂和品种增加很快，产量已达挖掘机总产量的80%以上。20世纪70年代起，液压挖掘机广泛采用高压变量系统，向高速、高压、大功率发展，产量占挖掘机总产量的90%以上。目前液压挖掘机产量已几乎占挖掘机总产量的100%。

由于科学技术的发展，各种新技术、新材料不断在挖掘机上得到应用，尤其是电子技术和信息技术的应用使得液压挖掘机在作业效率、可靠性、安全性和操作舒适性以及节能、环保方面取得了长足的进步。液压挖掘机逐步向大型化、微型化、多功能化、智能化方向发展。

1.2 挖掘机的分类

挖掘机按照作业方式的不同，分为连续作业式和周期作业式（见图1-1）。如斗轮挖掘机、挖沟机等均属于连续作业式挖掘机（见图1-2）。周期作业式挖掘机又可分为机械式挖掘机（见图1-3）、单斗液压挖掘机（见图1-4）等。其中单斗液压挖掘机是目前挖掘机械最重要的品种，其分类（按机器重量）如图1-5所示。

微型挖掘机：整机重量≤0.8t

小型挖掘机：0.8t＜整机重量≤6t

小中型挖掘机：6t＜整机重量≤10t

中型挖掘机：10t＜整机重量≤40t

大型挖掘机：40t＜整机重量≤100t

特大型挖掘机：100t＜整机重量

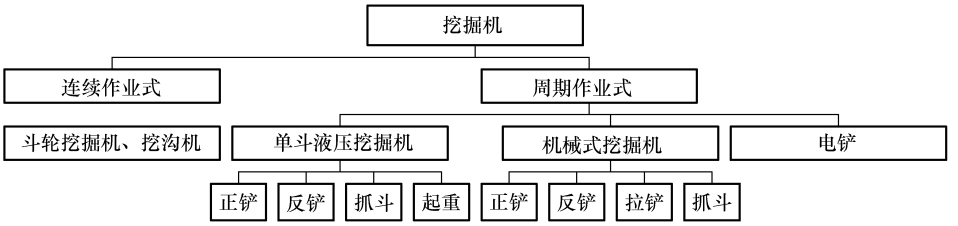
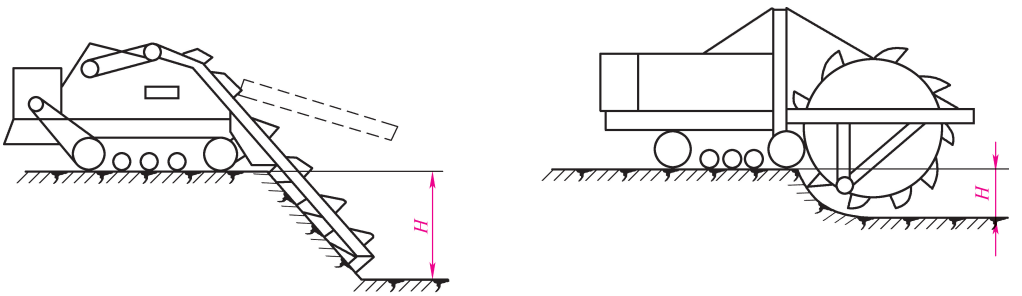


图 1-1　挖掘机分类



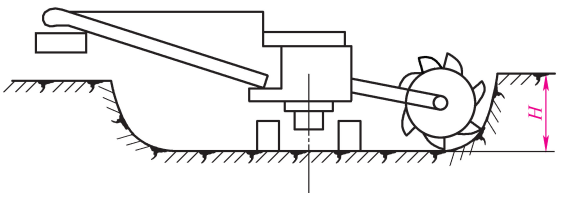


图 1-2　连续作业式挖掘机

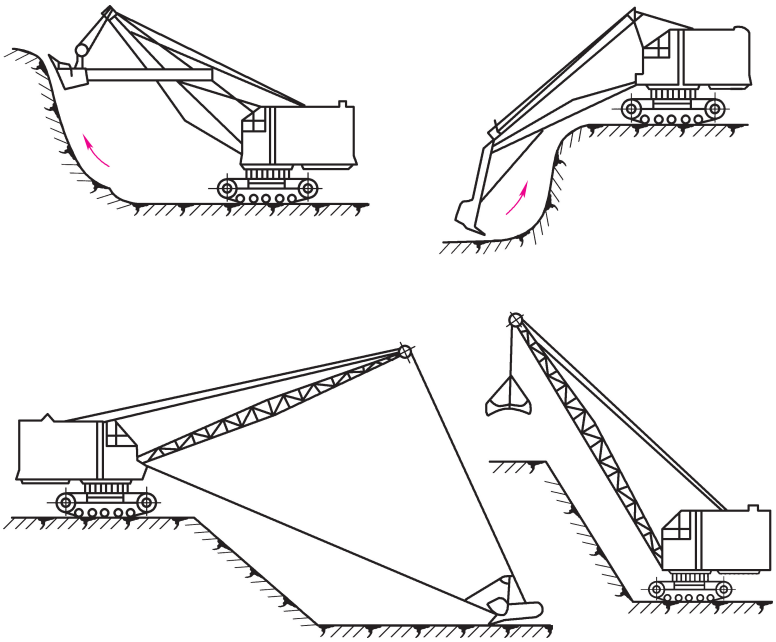


图 1-3　机械式挖掘机

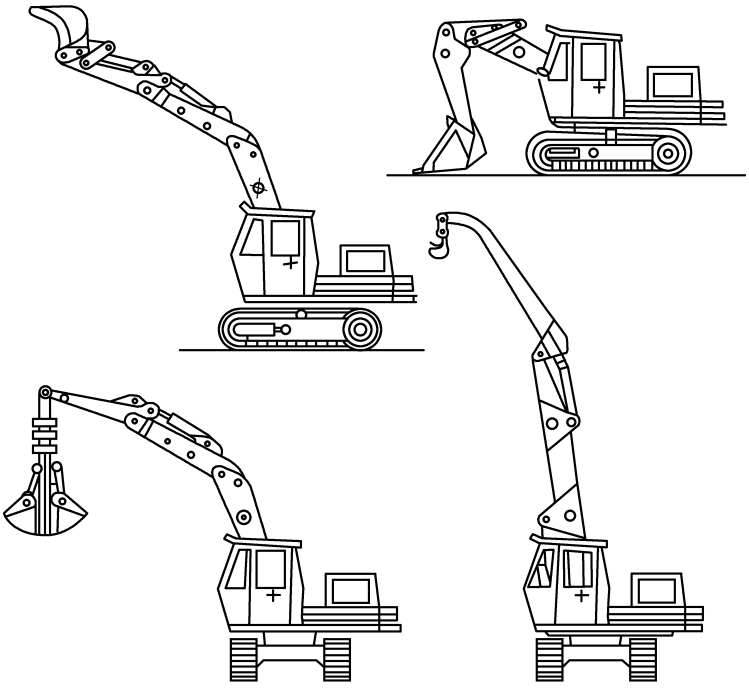


图 1-4　单斗液压挖掘机

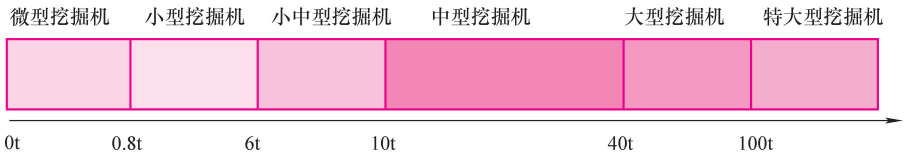


图 1-5　单斗液压挖掘机的分类

习惯上人们把机器重量小于 10t 的液压挖掘机均称作小型液压挖掘机。

1.3　液压挖掘机的基本结构

单斗液压挖掘机（以下简称液压挖掘机）是采用液压传动并以一个铲斗进行周期性挖掘作业的挖掘机。单斗液压挖掘机基本上由工作装置、上车体、下车体三大部分组成，如图 1-6 所示。工作装置顾名思义就是液压挖掘机的执行机构，一台挖掘机根据不同工况可以配置不同的工作机构（特别是铲斗）。

上车体是液压挖掘机的主要安装平台，安装有回转平台、发动机系统、液压系统、电气系统、覆盖件等部件、驾驶室、配重等系统与部件，如图 1-7 所示。

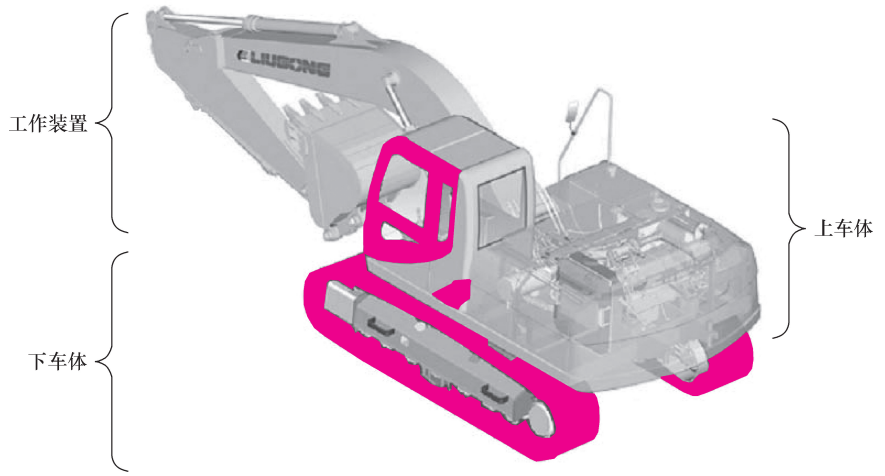


图 1-6　单斗液压挖掘机基本结构

如图 1-8 所示为液压挖掘机内部结构与部件的名称。工作装置由动臂、斗杆、铲斗、连杆、摇杆及销轴等组成。下车体由行走架、四轮一带（驱动轮、引导轮、支重轮、托链轮、履带）、履带张紧装置、行走马达等组成。液压系统安装在上车体、下车体及工作装置上，主要由液压泵、主阀、先导阀、油缸（动臂、斗杆、铲斗）、马达（回转、行走）、液压油箱、管路及其他液压附件组成。电气系统主要安装于上车体与工作装置上，由蓄电池、主控制盒、控制器、监控器、电锁、雨刮器、传感器、各种开关、灯具、线束、电缆及其他附件组成。

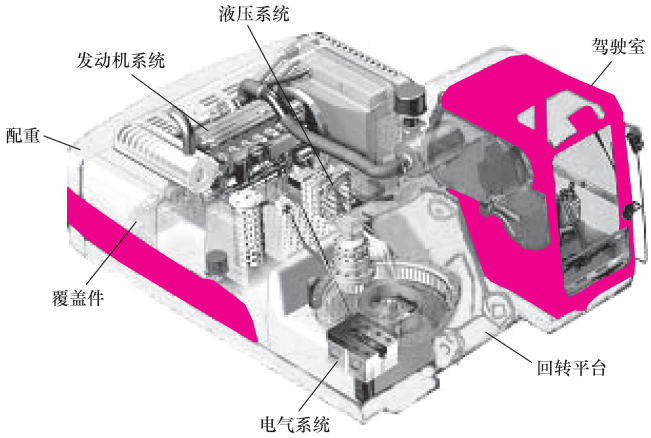


图 1-7　上车体构成

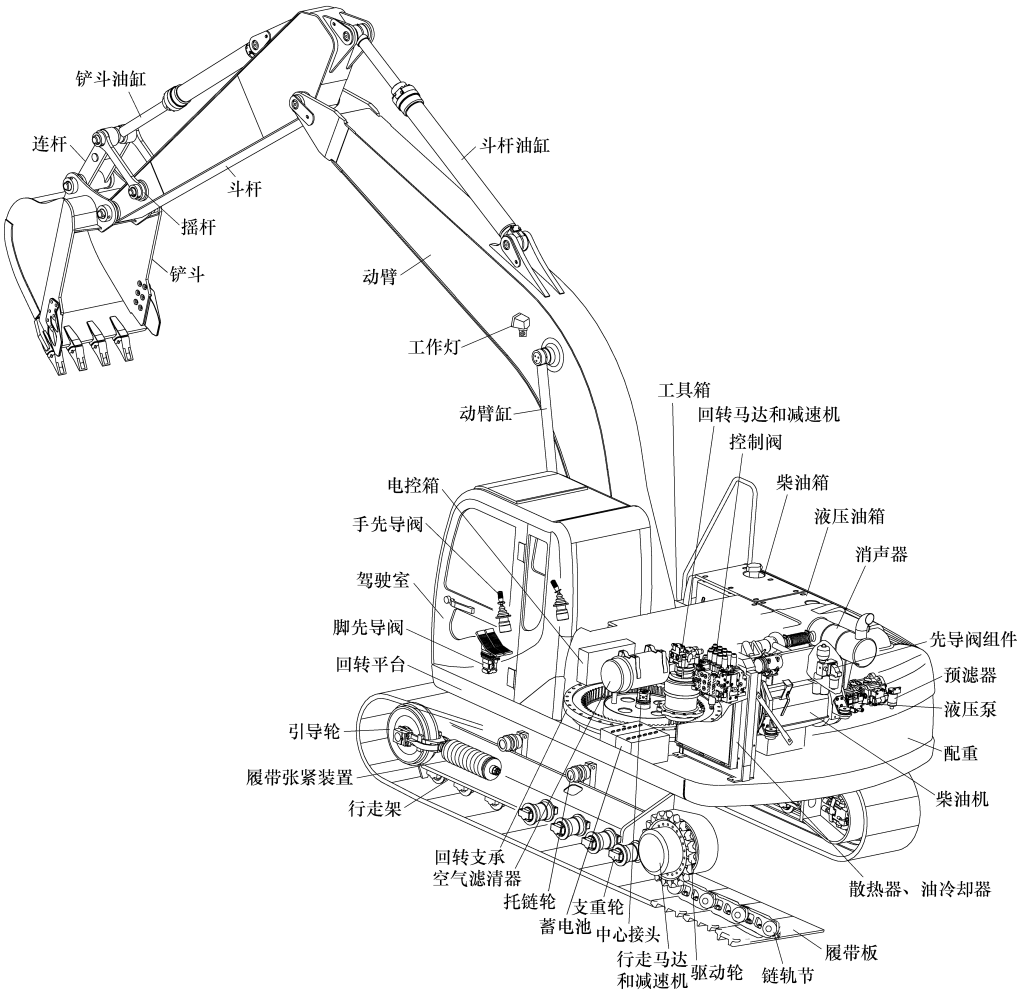


图 1-8　液压挖掘机内部结构与部件的名称

1.4 液压挖掘机的基本工作原理

液压挖掘机的基本工作原理如图 1-9 所示。挖掘作业时，操纵回转机构液压马达，转动上部机构，使工作装置转到挖掘地点，同时扳动动臂先导手柄操纵动臂油缸，使动臂油缸小腔进油液并回缩，使动臂下降至铲斗接触工作面为止，然后扳动斗杆与铲斗先导液压手柄操纵斗杆油缸和铲斗油缸，使斗杆油缸与铲斗油缸大腔进油并伸长，进行挖掘和装载工作。斗装满后，让斗杆与铲斗先导手柄回中位，斗杆油缸和铲斗油缸停动并保持长度，扳动动臂先导手柄使其大腔进油并伸长，举升动臂使铲斗离开挖掘面与障碍物，扳动回转先导液压手柄，操纵回转马达使上车体回转，使铲斗转到卸载地点，再扳动铲斗先导液压手柄，使铲斗缸回缩，使铲斗反转进行卸料。卸完后，将工作装置转至挖掘工作面进行下一个循环工作。

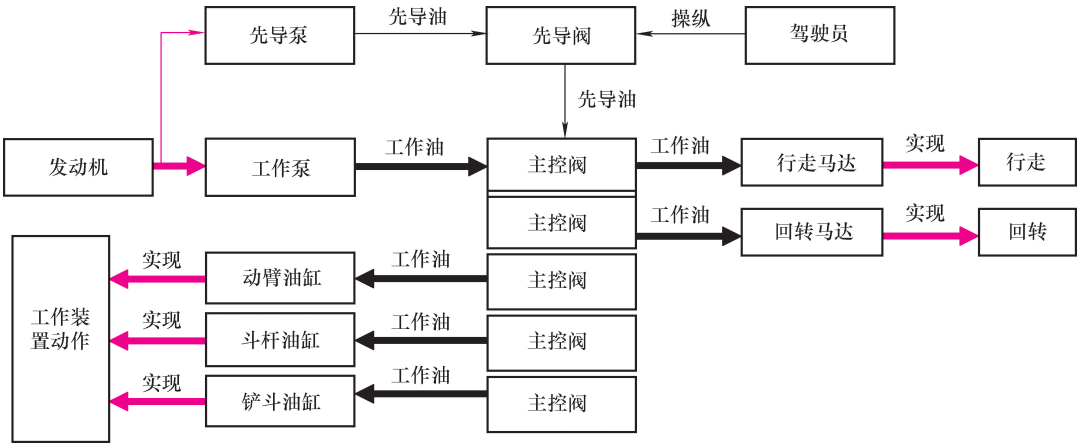


图 1-9　液压挖掘机的基本工作原理

实际挖掘工作中，由于土质情况、挖掘面作业条件以及作业要求的不同，反铲装置三种液压缸在挖掘循环中的动作配合可以是多种多样的，可以完成各种复杂的动作，上述仅为最简单的操纵过程。总之，液压挖掘机利用杠杆原理，液压缸推动动臂、斗杆和铲斗产生各构件之间的相对旋转运动，从而实现人为控制的挖掘和卸料动作，通过采用三组液压缸和回转马达，实现三维立体的作业，再通过行走马达驱动行走，使挖掘空间沿水平方向得到间歇的扩大，从而满足挖掘作业要求。

1.5 挖掘机的主要参数

一台挖掘机可以通过一系列参数来表征机器的特性，通过参数对比用户可以知道一台挖掘机基本性能的状况。

1. 操作重量

挖掘机三个主参数之一，是指挖掘机带标准工作装置、司机并且加满燃油的总重量。

操作重量决定了挖掘机的级别，也决定了挖掘机挖掘力的上限。

2. 发动机功率

挖掘机三个主参数之一，有总功率和

净功率之分，决定了挖掘机的动力性能。

（1）总功率（SAE J1995） 指在没有消耗功率附件，如消音器、风扇、交流发电机及空气滤清器的情况下，在发动机飞轮上测得的输出功率。

（2）净功率

1）指在装有全部消耗功率附件，如消音器、风扇、发电机及空气滤清器的情况下，在发动机飞轮上测得的输出功率。

2）指在装有发动机运行必需的消耗功率附件，一般为风扇的情况下，在发动机飞轮上测得的输出功率。

3. 斗容

挖掘机三个主参数之一，是指铲斗能够装载物料的体积。一台挖掘机可以根据物料密度不同配置斗容大小不同的铲斗。合理选择斗容是提高作业效率与降低能耗的重要手段之一。

斗容一般分为堆装斗容和平装斗容两种，挖掘机常用标定斗容为堆装斗容。堆装斗容根据自然安息角的不同有 1∶1 堆装斗容（见图 1-10）和 1∶2 堆装斗容（见图 1-11）两种。

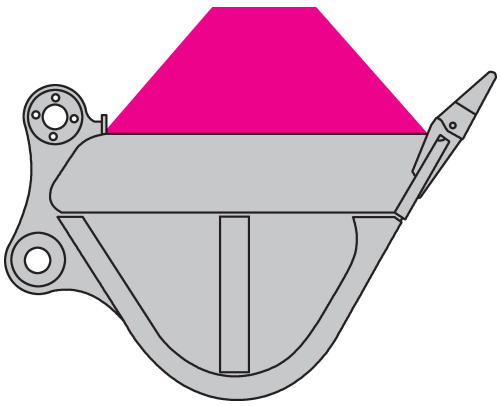


图 1-10 1∶1 堆装斗容
（SAE、ISO、GB 标准、PCSA）

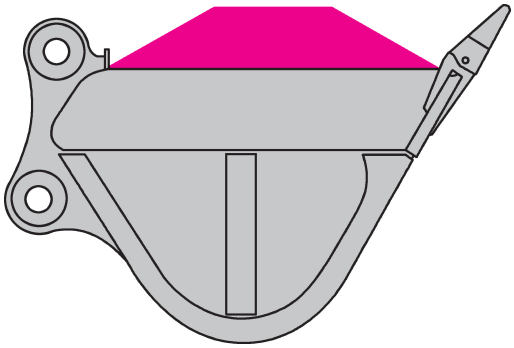


图 1-11 1∶2 堆装斗容（CECE 标准）

4. 挖掘力

包括斗杆挖掘力（见图 1-12）和铲斗挖掘力（图 1-13），两个挖掘力的动力不同，斗杆挖掘力来自斗杆油缸，铲斗挖掘力来自铲斗油缸。

根据挖掘力作用点的不同，可将挖掘机的计算与测量方法分为两类：

（1）ISO 标准 作用点在铲斗刀板边缘。

（2）SAE、PCSA、GB 标准 作用点在斗齿尖。

很明显按 ISO 标准，挖掘力要大一些。

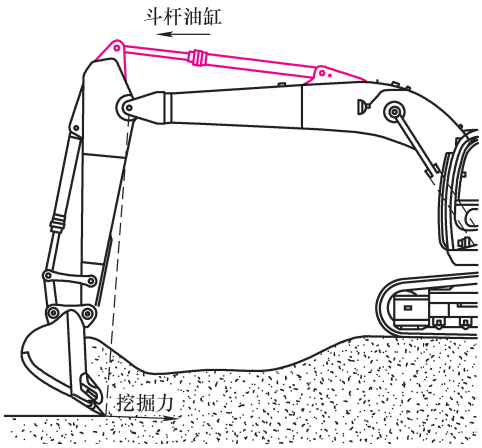


图 1-12 斗杆挖掘力

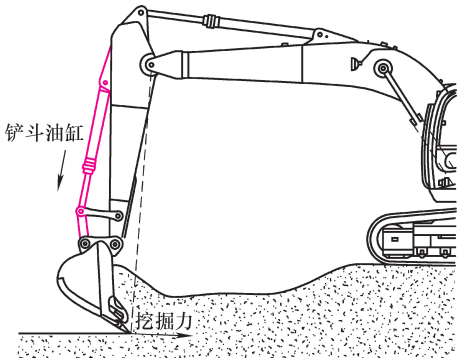


图 1-13　铲斗挖掘力

5. 工作范围

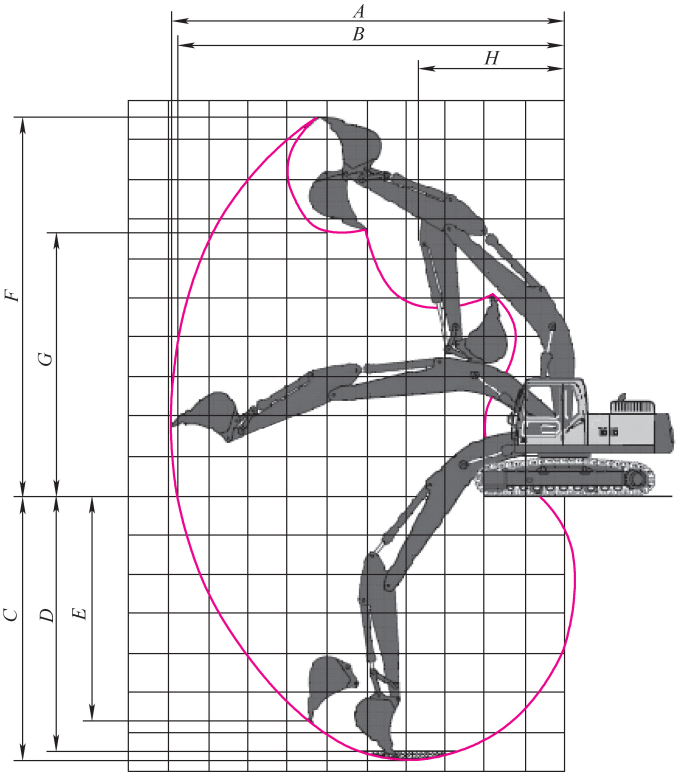
指挖掘机不回转的情况下，铲斗斗齿齿尖所能达到的极限位置点连线的内部区域。挖掘机经常利用图形来形象地表达工作范围，如图 1-14 所示。挖掘机作业范围通常用最大挖掘半径、最大挖掘深度、最大挖掘高度等参数表示。

6. 运输尺寸

指挖掘机在运输状态的外形尺寸（见图 1-15）。运输状态一般是指挖掘机停在平坦的地面上，上、下车体纵向中心面相互平行，铲斗油缸、斗杆油缸伸出最长长度，放下动臂直至工作装置接触地面，所有可打开的部件处于关闭状态的挖掘机状态。

7. 回转速度和回转力矩

（1）回转速度　是指挖掘机空载时，稳定回转所能达到的最大平均转速。标注的回转速度，既不是指起动时也不是指制动时的回转速度。对于一般的挖掘工况，挖掘机在 0° ~ 180° 的范围内工作时，回转马达有加速和减速，当转到 270° ~ 360° 范围时，回转速度达到稳定。



A	最大挖掘半径
B	最大地面挖掘半径
C	最大挖掘深度
D	最大挖掘深度2.4384m
E	最大垂直挖掘深度
F	最大挖掘高度
G	最大卸载高度
H	最小回转半径

图 1-14　挖掘机作业范围