

现代工程机

XIANDAI GONGCHEJI 系列丛书



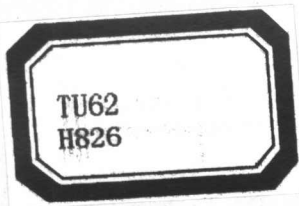
XIANDAI WAJUE JIXIE

现代挖掘机械

黄东胜 邱 斌 主编



人
民
交
通



71

现代工程机械系列丛书

XIANDAI GONGCHENG JIXIE XILIE CONGSHU

现代挖掘机械

黄东胜 邱斌 主编



TU62
H826

人民交通出版社
China Communications Press

Qat19/03

内 容 提 要

本书是《现代工程机械系列丛书》的《现代挖掘机》分册。全书共分七章,主要介绍了挖掘机底盘和挖掘装置的基本构造与工作原理,对几种常见的国产与进口挖掘机的液压系统、电子控制系统进行了详尽透彻的分析,对挖掘机的常见故障、诊断及维修技术作了详细的说明,并列举了大量的实例。

本书可供大专院校师生及从事工程机械研究设计、生产制造、应用管理和保养维修工作的技术人员参考,读者需具有一定的工程机械基础知识。

图书在版编目(CIP)数据

现代挖掘机 / 黄东胜, 邱斌主编. —北京: 人民交通出版社, 2003.9

ISBN 7-114-04554-9

I. 现… II. ①黄… ②邱… III. 挖掘机械
IV. TU62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 078443 号

广告许可证号: 京东工商广字第 474 号

现代工程机械系列丛书

现代挖掘机

黄东胜 邱斌 主编

正文设计: 彭小秋 责任校对: 张莹 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12 插页: 1 字数: 288千

2003年12月 第1版

2003年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001-3000 (全套共10册) 总定价: 260.00元

ISBN 7-114-04554-9

《现代工程机械系列丛书》编委会名单

名誉主任:孙国正(博导)

主任:陈润余

副主任:韩理安 黄家德 杜颖

委员:(以姓氏笔划为序)

邓爱民 尹继瑶 卢毅非 刘永芬 刘家东 刘良臣

许亚楠 孙孝安 张征宇 张连庆 何晨冠 易小刚

陈志霏 罗选民 罗绘 曹惠民

主编:邓爱民 田流 周萼秋

分册主编:

现代铲土运输机械 卢和铭 刘良臣

现代挖掘机械 黄东胜 邱斌

现代压实机械 周萼秋 易小刚 汤汉辉

现代高等级路面机械 田流 邓爱民 曹惠民

现代高等级公路养护机械 田流 邓爱民 曾格吾

现代起重机械 张劲 卢毅非

现代桩工机械 邓明权 陶格兰

现代桥隧机械 段书国 杨路帆

现代非开挖工程机械 邓爱民 肖姣美 田流

现代工程机械液压与液力实用技术 杨国平 刘忠

目 录

长沙理工大学有关学科的骨干教师和行业资深工程技术人员共同编辑了一套现代工程机械系列丛书,其中包括《现代铲土运输机械》、《现代挖掘机械》、《现代压实机械》、《现代高等级路面机械》、《现代高等级公路养护机械》、《现代起重机械》、《现代桩工机械》、《现代桥隧机械》、《现代非开挖工程机械》、《现代工程机械液压与液力实用技术》等 10 部专业著作,由人民交通出版社正式出版。这是我国工程机械行业的一件大喜事!

自从改革开放以来,在社会主义市场经济体制激励下,我国工程机械行业获得了突飞猛进的发展,取得了前所未有的成绩。现已发展成为我国机械工业十大行业之一,并迈入世界工程机械生产大国之列。

工程机械所以能够如此快速发展,首要原因是它们的用途广泛,市场遍布于国民经济各部门,并能够保证各种工程建设实现高速度、高质量和低成本,极大地提高用户的经济效益。根据工程机械行业 40 多年来的发展经验可知,工程机械在国内的重点市场基本分布于以下六大领域:一是交通运输领域,包括公路、铁路以及各种车站的建设;沿海、内河码头建设和起重运输作业;飞机场建设;管道工程建设。二是能源工业领域,包括火力、风力、水力和核电站建设;露天、井下煤矿开发和报废矿区的复垦改造;石油矿的开发、生产和复垦。三是原材料工业领域,包括黑色金属、有色金属、化工原料和建筑材料等系统的各种露天、井下矿山的开发、生产和复垦工程。四是农林水利领域,包括农村经济(农业、农村工业、农村商业、农村交通运输业、农村通信业、农村水利事业等)建设;林业生产,如植树造林、合理采伐、林区筑路、储木场和木材加工厂建设等;水利建设,包括大江大河干流治理,如堤防加固、控制性水利枢纽建设、蓄滞洪区安全设施建设、城市防洪设施建设等以及三峡、南水北调等大型水资源开发利用工程。五是城乡建设领域,包括现有城市扩建和改造、新城市尤其是众多的小城镇建设、广大新农村建设等。六是现代化国防工程建设领域,包括和平时期的国防工程建设和战争条件下的保障工程建设等。

在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》中明确提出的加强基础设施建设、实施西部大开发、稳步推进城镇化和实施可持续发展等四大经济发展战略,为工程机械行业提供了商机。也就是说,工程机械六大领域的重点市场,均包含在上述四大经济发展战略所规定的各种建设资金的投入范围之内。因此,我们说工程机械市场不仅广阔,而且持续的时间很长久。

长沙理工大学就是在这样的社会经济背景之下,编辑出版了这套现代工程机械系列丛书。作者选取了市场覆盖面较大的产品进行重点论述,对其结构、工作原理、操纵要点、使用规程、故障诊断、维护保养等各方面的应用技术进行了深入浅出的讲解。书中图文并茂,理论联系实际,内容新颖并具有明显的时代感。丛书的各个分册,在内容上既互相联系,又可独立应用,确实是一套实用性很强的工程机械专业书。

该丛书的读者对象,主要面向在交通、铁道、水利、电力、城建、机场、港口和国防工程等系

统从事基础设施建设的工程技术人员,经过适当取舍还可作为相关专业的教材,也可作为工程机械生产企业工程技术人员从事设计和制造加工的参考书。

谨以上述寥寥数语,作为我向长沙理工大学编辑出版该丛书的祝贺和向广大读者的推荐介绍。

杨红旗

2003年11月于北京

目 录

工程机械是城市建设、交通通信设施建设、农田水利、能源开发和国防建设与维护中不可缺少的施工机具。随着我国东部基础设施的逐步形成和完善,许多基础设施,如道路已进入维护阶段,以及我国西部大开发战略举措的实施,西气东输、西电东送、南水北调、三峡工程、青藏铁路等重大项目的建设,我国对施工机械与维修养护工程机械的需求不断上升。

随着我国对外开放的不断深入与发展,国外工程机械先进产品不断进入我国的施工用户,一方面对施工质量与施工进度的保障起到了良好的作用,另一方面也为国内工程机械厂家带来竞争压力与先进技术,促使国内工程机械与国外工程机械差距不断缩小甚至趋于接近,同时也为国内工程机械厂家带来了良好的效益与市场形象。

该套丛书以目前大量使用的国产机型以及大型基础工程中应用面广的进口机型为主,系统全面讲述各类工程机械的结构与工程原理、性能参数与使用技术,充分反映当前工程机械机电液一体化技术与操作使用的便利性和可维修性。

该丛书包括以下 10 册:

- 1.《现代铲土运输机械》
- 2.《现代挖掘机械》
- 3.《现代压实机械》
- 4.《现代高等级路面机械》
- 5.《现代高等级公路养护机械》
- 6.《现代起重机械》
- 7.《现代桩工机械》
- 8.《现代桥隧机械》
- 9.《现代非开挖工器机械》
- 10.《现代工程机械液压与液力实用技术》

由于各册系分工编写,在内容选择、结构层次、名词术语等方面,难免有不一致的地方;同时,由于时间仓促,以及作者的水平有限,不成熟之处和错误在所难免,我们衷心希望读者指正,并能将意见反馈给我们。

特别鸣谢以下赞助支持单位(排名不分先后):

- 1.长沙理工大学
- 2.长沙建设机械研究院
- 3.人民交通出版社
- 4.中国道路运输协会筑养路机械分会
- 5.武汉理工大学
- 6.长沙中联重工科技发展股份有限公司
- 7.陕西建设机械集团股份有限公司
- 8.三一重工股份有限公司

9. 湖南浦沅工程机械有限责任公司
10. 百莱玛—威猛(中国)有限公司
11. 四川建设机械(集团)股份有限公司
12. 抚顺永茂工程机械有限公司

该套丛书内容新,涉及知识面宽,适用性强,对工程机械用户及其厂家具有一定的指导和参考价值,同时,也可用作高等院校相关专业的教材或教学参考书,还可作为工程机械从业人员的培训教材。

此套丛书的编著过程中参考引用了大量中外文献,在此我们谨向有关部门专家学者表示诚挚的谢意,特别是参考文献中疏于列出的文献,我们表示万分歉意和感谢。

现代工程机械系列丛书 编委会

2003年11月

目 录

第一章 挖掘机概述	1
第一节 挖掘机在国民经济建设中的重要地位	1
第二节 挖掘机械发展概述	1
第三节 挖掘机械简介	4
第二章 履带式挖掘机底盘构造与原理	12
第一节 传动系统	12
第二节 转向系统	79
第三节 行走系统	84
第四节 制动系统	89
第三章 轮胎式挖掘机底盘构造与原理	92
第一节 传动系统	92
第二节 转向系统	93
第三节 行走系统和支腿结构及布置	100
第四节 制动系统	111
第四章 挖掘机工作装置构造与原理	116
第一节 反铲挖掘机	119
第二节 正铲挖掘机	122
第五章 液压系统	126
第一节 液压系统概述	126
第二节 液压系统分析	127
第六章 控制系统分析	142
第一节 挖掘机的电子控制系统	142
第二节 EX 220—3 挖掘机的控制系统	158
第七章 液压挖掘机液压系统故障诊断与排除	167
第一节 挖掘机液压系统故障的特征及排除步骤	167
第二节 挖掘机的使用及维修技术	171
主要参考文献	180

第一章 挖掘机概述

第一节 挖掘机在国民经济建设中的重要地位

挖掘机是工程机械的主要机种之一,是土石方开挖的主要机械设备,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的机械化施工中。挖掘机在近 20 年发展很快,由于机电液一体化的运用,挖掘机的性能得到很大的提高。现代挖掘机具有各种工作装置与功能,去掉挖斗的挖掘机是一个工作平台。随着我国经济建设的飞速发展,特别是国家逐步增加对高等级公路、铁路、住宅和水利设施的投入,挖掘机越来越显示出适应性强、作业效率高、优越性。据统计,工程施工中约有 70% 左右的土石方量由挖掘机来完成。

据统计,目前中国境内生产液压挖掘机的专业厂和兼业厂约有 20 余家。1994 年全国液压挖掘机产量为 2 010 台,1995 年为 2 366 台,比 1994 年增长了 17.4%;而 1996 年产量达到 3 104 台,与 1995 年相比较则增长了 31%;1997 年产量为 3 341 台,又比 1996 年增长 7.6%;1998 年全国液压挖掘机产量达到 4 021 台,比 1997 年增长 20.3%。1999 年挖掘机的销售量接近 6 000 台,分别比 1998 年增长 38% 和 37%。从 1994 年到 1999 年近 5 年时间全国液压挖掘机产量翻了两番。在 1999 年近 6 000 台的销售量中,中外合资企业和外商独资企业的销售量为 5 194 台(含贵州詹阳机械工业有限公司),占总销量的 90%。2000 年挖掘机产销量达到 8 000 台,增加了 32%。2001 年增势犀利无比,上半年 6 家主要挖掘机中外合资、外商独资企业较 2000 年同期增幅达 59.6%。从全国挖掘机市场的销售情况来看,20 吨至 22 吨级的中型液压挖掘机最受用户欢迎,需求量最大,约占挖掘机总销量的 78% 以上。从以上这些数字可以看出挖掘机市场在中国的巨大潜力,挖掘机在经济建设中起着越来越重要的作用。

随着国民经济的高速发展,液压挖掘机在各种工程建设领域,特别是在基础设施建设中的作用越来越明显,液压挖掘机作为一种快速、高效的施工作业机械愈来愈受到重视。这几年沿海的购机热潮很明显,增长速度接近 50%。

第二节 挖掘机械发展概述

一、挖掘机发展概况

1. 中国挖掘机行业的兴起和发展

我国挖掘机生产起步于 20 世纪 50 年代,1954 年成功地试制出我国第一台斗容为 1m^3 的机械传动正铲挖掘机。进入 80 年代以来,我国挖掘机行业通过技术引进、消化和合作生产等方式,吸收国外挖掘机生产的先进技术,使我国的挖掘机产品在技术水平、产品质量和生产管理等方面都有了进一步提高。国内挖掘机的发展起步较晚,目前国内市场国产挖掘机大多数

为 20~40 吨级的,超过 50 吨级的液压挖掘机较少。

从 1967 年我国开始自行研制液压挖掘机,至今经历了三个发展阶段:(1)自主开发阶段(1967~1979 年)。(2)技术的引进、消化、吸收与提高阶段(1980~1994 年)。(3)国外液压挖掘机生产企业全面进入我国市场,独资与合资企业迅速发展的阶段(1994 年至今)。我国是一个发展中国家,在其辽阔的土地上正在进行大规模的经济建设,这就需要大量的土石方施工机械为其服务,而液压挖掘机是最重要的一类土石方施工机械。因此,在中国存在着一个巨大的液压挖掘机的现实市场和更为巨大的潜在市场。一方面,近年来,我国液压挖掘机的产量和数量在不断增加;而另一方面,现在广大用户、各级施工单位对液压挖掘机在施工作业中的重要性认识越来越清晰,在众多场合用液压挖掘机替代装载机、推土机进行施工作业的效益也越来越明显,可以肯定液压挖掘机的发展空间很大。随着国家经济建设的不断发展,液压挖掘机的需求量正逐年大幅度增长。可以预料,今后几年我国液压挖掘机行业仍会有一个很大的发展,液压挖掘机的年产量将会以高于 20% 的速度增长。国内市场,主要由以下几个领域组成:交通运输工业领域、能源工业领域、原材料工业领域。国内液压挖掘机市场的特点:

- (1) 国外独资与中外合资企业在全行业中比重逐年迅速上升;
- (2) 国内市场对液压挖掘机机型的需求,以 20~25 吨级中型机型为主;
- (3) 国内用户对液压挖掘机的高性能、高质量与高可靠性的要求已被视为首要条件;
- (4) 采用国际先进配套件,注意不断提高制造水平与产品质量的企业,能够在国内液压挖掘机市场中占有一定的份额。

机电一体化、机器人化目前已成为工程机械的发展方向。将微电子技术、工业传感技术、实时控制技术和现代化控制理论与机械、液压技术综合运用于工程产品上,可大大提高产品的自动化程度和作业效率;且能耗少,连续作业能力强。在众多的工程机械产品中,液压挖掘机的控制技术有一定的代表性和通用性。

国外在挖掘机上应用机电一体化技术,主要体现在以下几个方面:

- (1) 泵-发动机电子负荷传感控制系统。
- (2) 液压挖掘机工况检测与故障诊断系统。
- (3) 无线遥控挖掘机。
- (4) 作业过程的局部自主化控制(即半自动化液压挖掘机)。
- (5) 全自动液压挖掘机。挖掘机自动化的最终目标是机器人化,由人指定挖掘任务后,其余工作由挖掘机自动完成。目前,低层次的局部自主式挖掘机发展较快,而全自动的液压挖掘机进展缓慢。

我国的工程机械机电一体化技术在工程机械上的应用与国外相比差距很大。目前我国在液压挖掘机上应用机电一体化技术研究较多,相对成熟的是节能技术、工况检测与故障诊断技术,至于遥控、半自动、全自动作业等机电一体化技术上几乎为空白。

在工程挖掘机的开发上应开发高性能的大型挖掘机以适应我国重大工程项目之需;应开发微型机,以满足开沟挖渠、埋线缆等窄小作业的需要;为发展适应煤炭、水利、农田、城建各方面需要的新品种挖掘机;应开发对挖掘机各种工况可进行监测、控制并改善操作人员劳动条件的挖掘机。挖掘和装载在现代工程中大量使用,因此开发两头忙的液压挖掘装载机是未来的一大趋势。有前途的产品是:大中型液压挖掘机、微型挖掘机、无人驾驶液压挖掘机、遥控水下挖掘机。

目前国外工程机械发展总的趋势是:发展快,水平高。如国外工程机械产品在集成电路、

微处理器、微型计算机及电子监控技术等方面都有广泛的应用,一些节能新技术得到了推广,可靠性、安全性、舒适性、环保性能得到了高度重视,并向大型化和微型化方向发展。借鉴国外工程机械产品的发展趋势,我国工程机械产品的发展走势应是:大力发展机电一体化产品,实现挖掘机工作状态的自动监测和控制,实现在有毒、有危险环境下机械作业的遥控,大力提高产品的质量、可靠性和技术水平,大力发展机械品种,加强新技术的应用,改善驾驶员的工作条件。

挖掘机的发展引人注目,而超大型挖掘机的发展更是惊人。大约在1974年,世界上首次出现工作重量超过150t的超大型挖掘机。经过20多年的发展,超大型液压挖掘机的工作重量最大现已达800t以上,铲斗斗容突破50m³。由于具有构造简单、操作方便、运动灵活及易于维护保养等优点,液压式挖掘机逐步代替了机械式和电动式挖掘机,并形成了超大型液压挖掘机系列。超大型挖掘机主要用于各种大规模露天矿山的开采及大型基础建设,同时还被用于填海造地工程及波斯湾河道疏通工程,其中正铲式挖掘机占大部分。目前生产超大型挖掘机的厂商较多,主要分布在美国、日本、德国,如卡特皮勒、小松、日立、德马克、O&K等公司。

大型液压挖掘机的开发生产大约从20世纪70年代初开始,如日立公司在1972年~1976年间开始开发的UH12型正铲大型挖掘机,其斗容量2.2m³,工作重量36t;UH20正铲大型挖掘机,斗容量3.2m³,工作重量50t,UH30正铲大型挖掘机,斗容量4.4m³,工作重量75t。1979年又开发了UH50正铲超大型挖掘机,斗容量8.2m³,工作重量175t。UH50超大型挖掘机在欧美等地的许多矿山得到了使用,其可靠性及耐久性得到认可。1987年,当时世界最大的EX3500型正铲超大型挖掘机(斗容量18.8m³,工作重量330t)在日本开发成功,并在这一年又开发了斗容量22m³、工作重量420t的正铲超大型挖掘机。此时世界其他公司也相继开发生产超大型液压挖掘机,如小松的PC1600型,三菱的MS1600型,利勃海尔的R992、R994、O&K的RH90C、RH20C等。1990年以后,超大型液压挖掘机的斗容不断增加,达50m³以上;机重不断加大,达300t~800t以上,目前已经形成超大型挖掘机系列。

超大型挖掘机的快速发展与普及非常惊人,这主要是液压挖掘机具有非常好的工作性能和耐久性、可靠性,提高工作效率和经济效益。

(1) 优越的操纵特性及作业性能

超大型液压挖掘机采用发动机-油泵的电气控制系统,可以最大限度地发挥发动机性能,降低油耗,使机械高效地工作。大部分挖掘机采用故障检测系统,利用装在驾驶室显示器为驾驶员提供各主要部件、系统及整机的工作状况,机械操作的自动化程度及适应性提高。另外,工作装置也进行了很大的改进,在斗杆与铲斗之间采用了平行伸缩机构,使铲斗的工作范围加大,作业性能提高。为使驾驶员容易观察到大型自卸汽车的装卸状况,挖掘机驾驶室的前窗采用了前倾斜的形式,具有良好的视野。为改善驾驶室的工作条件,驾驶室内均采用了大容量空气调节器,使驾驶员可以长时间工作而不致感到疲劳。一些超大型挖掘机上采用了履带接地长度可伸缩机构,能按需要改变挖掘机的接地面积,大大提高了挖掘机的作业性。

(2) 适应自卸汽车大型化的需要

近年来,矿山、大型水利工程及基础建设用的自卸汽车在不断向大型化方向发展,目前大多使用的是120吨~220吨级的自卸车。为了与自卸车相匹配,超大型挖掘机必须提高斗容量,使单位时间内的工作量增加,保证在联合作业中有较高的生产效率。

(3) 提高维修及保养性能

对于超大型挖掘机,良好的维修及保养性与提高生产率、降低成本有着直接的关系,也是

其重要的性能之一。超大型挖掘机根据机械结构及部件设立多个监测项目,驾驶员可以通过设置在驾驶室里的显示器了解机械各部分,如机械结构、液压系统、行走系统、回转系统及工作装置等的工作状况。为了日常易于进行维修保养,超大型挖掘机还装有许多自动润滑装置。

(4)大型反铲挖掘机需求装置

超大型挖掘机为了获得最大的装载能力,大部分采用的是大容量正铲斗。近年来与正铲挖掘机斗容量相当的反铲挖掘机的开发引起了世界注目。如 EX350-3 型超大型反铲挖掘机,其斗容量为 20.6m³,挖掘高度可达 11m。反铲挖掘反力非常稳定,可进行强有力的挖掘,具有较高的挖掘效率。

第三节 挖掘机械简介

挖掘机械是机械工程中的主要机种。各种类型与功能的挖掘机械,在国民经济建设的许多行业被广泛地采用,完成了绝大部分的土石方工作。现介绍一下挖掘机的分类。

一、按用途及结构特征分类(表 1-1)

挖掘机用途及结构特征分类

表 1-1

分 类	基本类型	主 要 特 点
按土方斗数分	1.单斗挖掘机	循环式工作,挖掘时间占 15%~30%
	2.多斗挖掘机	连续式工作,对土壤和地形适应性较差,生产率高
按结构特性分	1.正铲挖掘机	斗齿朝外,主要开挖停机面以上的土
	2.反铲挖掘机	斗齿朝内,主要开挖停机面以下的土
	3.拉铲挖掘机	土斗用钢丝绳吊挂于支架上,主要用于挖掘停机面以下的泥沙
	4.抓铲挖掘机	土斗具有活瓣,吊挂于支杆上,主要开挖停机面以下水中的土壤及装卸散粒物料
	5.其他机型	主要有刨土机、起重机、拔根机、打桩机、刷坡机等
按操作动力分	1.杠杆操纵	操纵紧张、生产率低
	2.液压操纵	操作平稳、作业范围较广
	3.气动操纵	操作灵敏、省力,主要用于制动装置

二、主要挖掘机类型简介

1. 建筑型挖掘机

该机型挖掘机的特点是具有反铲、正铲、拉铲、抓斗、起重吊钩等数十种工作装置,其中以反铲为主,可进行多种作业;多数是小型挖掘机,斗容量一般较小,在 2m³ 以下,斗容大于 4m³ 以上的挖掘机应用较少。单斗挖掘机一般都由一台柴油机驱动,也有用电动机或其他动力源驱动的。现今市场的挖掘机基本都由柴油机驱动。行走装置有履带式和轮胎式两种,行驶速度快,能远距离自行转场,机体重心低,运行稳定性好,操纵主要采用液压或气动。适用于挖掘 I~IV 级土及爆破后的 V—VI 级岩石。

2. 采矿型挖掘机

其主要工作装置为正铲,个别的配有拉铲装置和起重装置,斗容量较大,一般为 2~20m³。

现在在向液压控制和操纵普及,主要用于露天矿挖掘后的装载作业。

3. 剥离式挖掘机

有履带式 and 步行式两种,用于露天矿表面的剥离和大型建设工程及河道疏通和挖掘、土壤改造等工程中。履带式为正铲工作装置,斗容量一般为 $4 \sim 53\text{m}^3$,可开挖 I ~ IV 级土壤。步行式工作装置为拉铲,斗容为 $4 \sim 80\text{m}^3$ 。行走装置采用步行机构,其直接接地比压小,稳定性好,适宜于在松软、沼泽地面工作。这种行走装置当整机质量为 $160 \sim 1400\text{t}$ 时,作用于地面的压力仅为 $78.4 \sim 147.1\text{kPa}$ 。步行挖掘机作业范围大,斗容量也在向更大型化发展,最大已超过 200m^3 ,臂长 $300 \sim 400\text{m}$,被广泛用于露天矿表层的剥离、砂砾石开采、河道开挖及大型土坝、路基、桥基、水电站基础开挖等工程,有逐步取代履带式正铲挖掘机的趋势。

4. 隧道挖掘机

具有特种工作装置和较小的转台尾部回转半径,专用于隧道、坑道、地铁等狭窄的工作环境下,挖掘和装载 I ~ IV 级土壤或爆破后的 V—VI 级岩石。

5. 多斗挖掘机

它是一种由若干个挖斗连续循环进行挖掘作业的挖掘机械,主要用于 IV 级以下土壤中挖取土方或开挖沟渠、剥离采料场或露天矿场上的浮土、修理坡道以及装卸松散物料等作业。多斗挖掘机可分为链斗式多斗挖掘机和轮斗式多斗挖掘机。链斗式多斗挖掘机是将挖斗连接在挠性构件(斗链)上。现代链斗式多斗挖掘机的挖掘深度已超过 40m ,高度达到 27m ,斗容量达 2500L ,生产率达到 $3000\text{m}^3/\text{h}$,机体质量达 3000t 。轮斗式多斗挖掘机是轮斗固定在刚性构件(斗轮)上,以刚性斗轮取代斗链,用简单高效的输送带将土运出,因此,具有切削力大、切削速度快、生产效率高、运转平稳、动载荷小、卸土简便、可靠性好等优点。斗轮装在动臂端部,动臂长度和倾角可调,转台可旋转,故能挖出多种多样的掌子面。理论生产率为 $70 \sim 15000\text{m}^3/\text{h}$,上下挖掘总采掘高度 $3 \sim 77\text{m}$,斗轮直径 $1.9 \sim 2.2\text{m}$,斗容量 $0.05 \sim 8.6\text{m}^3$,斗杆长 $5 \sim 10.5\text{m}$,动力装置功率为 $45 \sim 14300\text{kW}$,机体质量 $17.5 \sim 7250\text{t}$ 。

6. 单斗液压挖掘机

单斗液压挖掘机(图 1-1)是一种采用液压传动并以一个铲斗进行挖掘作业的机械。它是在机械传动单斗挖掘机的基础上发展而来的,是目前挖掘机械中重要的品种。

它的作业过程是以铲斗的切削刃(通常装有斗齿)切削土壤并将土装入斗内,斗装满后提升、回转至卸土位置进行卸土,卸空后铲斗再转回并下降到挖掘面进行下一次挖掘。当挖掘机挖完一段土后,机械移位,以便继续工作,因此,是一种周期作业的自行式土方机械。

三、单斗液压挖掘机的基本组成和工作原理

单斗液压挖掘机为了实现上述周期性作业动作的要求,设有下列基本组成部分:工作装置、回转机构、动力装置、传动操纵机构、行走装置和辅助设备。常用的全回转式(转角大于 360 度)挖掘机,其动力装置、传动机构的主要部分、回转机构、辅助设备和驾驶室等都装在可回转的平台上,简称为上部转台。因而常又把这类机械概括成由工作装置、上部转台和行走装置三大部分组成。挖掘机的基本性能也就决定于各组成部分的构造和性能。

液压挖掘机与机械挖掘机的主要区别在于传动装置的不同,以及由于传动的改变而引起的工作装置机构形式的不同。机械传动的挖掘机采用啮合传动和摩擦传动装置来传递动力。这些装置由齿轮、链条、链轮、钢索滑轮组等零件组成。液压挖掘机则采用液压传动来传递动力,它由油泵、油马达、油缸、控制阀及油管等液压元件组成。由于传动装置不同,控制装置也

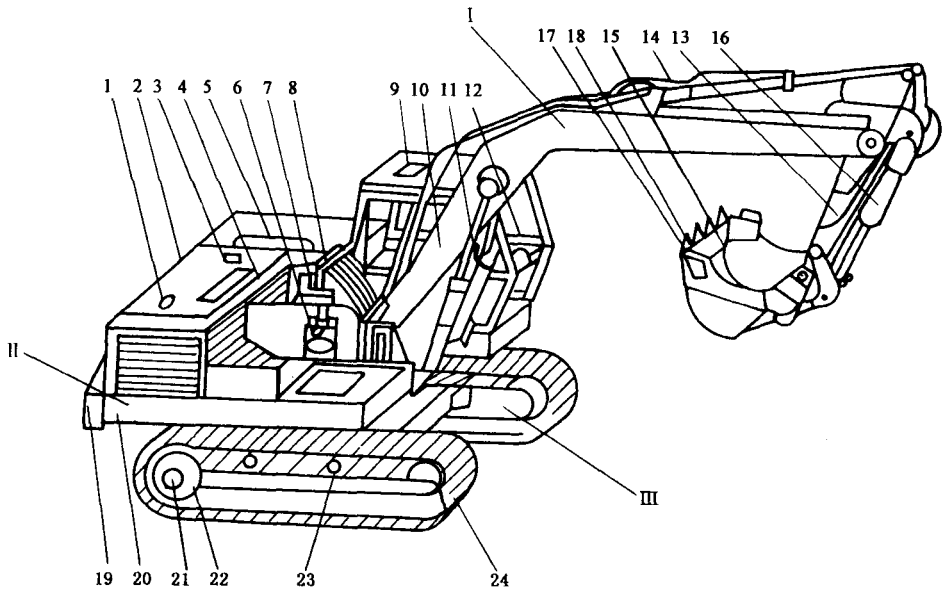


图 1-1 WY60A 型液压挖掘机主要结构图

1-柴油机;2-机棚;3-油泵;4-液控多路阀;5-液压油箱;6-回转减速阀;7-液压马达;8-回转接头;9-司机室;10-动臂;11-动臂油缸;12-操纵台;13-斗杆;14-斗杆油缸;15-铲斗;16-铲斗油缸;17-边齿;18-斗齿;19-平衡重;20-转台;21-行走减速阀;22-支重轮;23-拖链轮;24-履带板;I-工作装置;II-上部转台;III-行走装置

不同,机械传动挖掘机采用各种摩擦式或啮合离合器和制动器来控制各个机构的起动、制动、逆转和调速等运动,液压挖掘机则采用液压分配器及各种控制阀来控制各机构的运动。

图 1-2 所示为液压挖掘机基本组成及传动示意图。如图所示,柴油机驱动两个油泵,把高压油输送到两个分配阀,操纵分配阀,将高压油再送往有关液压执行元件(油缸或油马达)驱动相应的机构进行工作。

液压挖掘机的工作装置采用连杆机构原理,而各部分的运动则通过油缸的伸缩来实现。

图中所示为液压挖掘机最常用的工作装置——反铲装置。它由铲斗 1、斗杆 2、动臂 3、连杆 4 以及相应的三组油缸 5、6、7 组成。动臂下铰点接在转台上,利用动臂油缸的伸缩,使动臂(亦即整个工作装置)绕动臂下铰点转动,依靠斗杆油缸使斗杆绕动臂的上铰点摆动,而铲斗铰于斗杆前端,

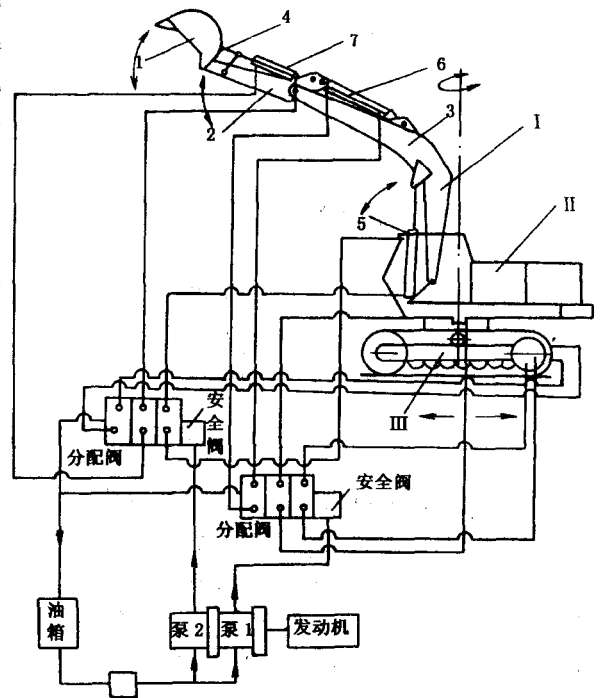


图 1-2 液压挖掘机基本组成及传动示意图

1-铲斗;2-斗杆;3-动臂;4-连杆;5、6、7-油缸
I-挖掘装置;II-回转装置;III-行走装置

并通过铲斗油缸和连杆使铲斗绕斗杆前铰点转动。

挖掘作业时,接通回转机构油马达,转动上部转台,使工作装置转到挖掘地点,同时操纵动臂油缸,小腔进油油缸回缩,使动臂下降至铲斗接触挖掘面为止。然后操纵斗杆油缸和铲斗油缸,油缸大腔进油而伸长,使铲斗进行挖掘和装载工作。斗装满后,将斗杆油缸和铲斗油缸关闭并操纵动臂油缸大腔进油,使动臂升高挖掘面,随之接通回转马达,使转斗到卸载地点,再操纵斗杆和铲斗油缸回缩,使铲斗反转进行卸土。卸完后,将工作装置转至挖掘地点进行第二次循环挖掘工作。

实际挖掘工作中,由于土质情况、挖掘面作业条件以及挖掘机液压系统等的不同,反铲装置三种油缸在挖掘循环中的动作配合可以是多种多样的,但也受到一定的限制(如能否复合动作等),上述仅为一般的工作过程。

总之,液压挖掘机采用三组油缸使铲斗实现有限的平面运动,加上油马达驱动回转运动,使铲斗运动扩大到有限的空间,再通过行走油马达驱动行走,使挖掘空间可沿水平方向得到间歇地扩大(即坐标中心可水平移位),从而可以满足挖掘作业的要求。由于挖掘作业要求的提高和多样化,工作装置的结构和驱动方式也在发展中。

四、单斗液压挖掘机的基本类型

1. 单斗液压挖掘机可按用途及其主要装置的特征进行分类

液压挖掘机按主要用途及工作装置的不同分为通用型和专用型两种。中小型挖掘机大部分为通用型,它装有反铲、正铲、装载、起重等多种可换工作装置。大型和中型液压挖掘机主要用于矿山采掘和装载,称为采矿型或矿用型,只配有正铲或装载工作装置。

按工作装置的结构不同分为铰接式和伸缩臂式挖掘机,常用者均为铰接式。伸缩臂式挖掘机因可用于平整清理场地和坡道等作业,故有挖掘平地机之称。

按行走装置的不同,液压挖掘机分为履带式、轮胎式、悬挂式及拖式等种。

履带式因有良好通过性能应用最广,对松软地面或沼泽地带还可采用加宽、加长以及浮式履带来降低接地比压。

轮式挖掘机具有行走速度快,机动性好、可在城市街道通行,故近年来在中小型液压挖掘机中发展较快。

汽车式、悬挂式是以汽车及拖拉机为基础机械(底盘)装设挖掘或装载工作装置的小型挖掘机,适用于城建小量土方工程及农村建筑。拖式则没有行走驱动机构,转移时由牵引车牵引,主要优点为结构简单、成本低。

按回转部分转角的不同,液压挖掘机有全回转和半回转两类。大部分液压挖掘机是全回转式的,小型液压挖掘机如悬挂式等工作装置仅能作 180° 左右的回转,为半回转式。

液压挖掘机按主要机构是否全部采用液压传动分为全液压式与半液压式两种。两者区别在于半液压传动挖掘机的行走机构采用机械传动,少数挖掘机仅工作装置采用液压传动。部分轮胎式液压挖掘机多采用半液压式。

2. 挖掘机的发展概况

单斗挖掘机开始出现于20世纪40年代末。它是在拖拉机上应用液压技术制成的一种悬挂作业装置而成为悬挂式液压挖掘机。

20世纪50年代后欧洲的一些厂家纷纷研制液压挖掘机,使液压挖掘机由悬挂式发展到全回转半液压式,再发展到全液压式,如1952年法国Poclairn公司制成半液压挖掘机;1955年

的联邦德国 Demag 公司制成履带式全液压挖掘机等都属于小型挖掘机。

在 1963 年前液压挖掘机的初步发展中,由于对液压技术的应用不熟悉,液压元件和附件的制造质量不过关,试验工作薄弱,配套件供应跟不上以及成本较高等一系列问题,使液压挖掘机发展较慢。1963 年西欧市场上液压挖掘机的产量仅占挖掘机总产量的 15%。

20 世纪 60 年代中期后,由于液压挖掘机结构的逐步完善,工程施工应用充分显示出其优越性,使产量急剧上升,得到迅速发展,到 60 年代末世界各国液压挖掘机产量占挖掘机总产量的平均值已达 80% 以上。

20 世纪 70 年代初,多数液压挖掘机已经过改型,其主要特点是广泛采用了带液压伺服装置的高压变量系统,并且向高速、高压、大功率发展。液压挖掘机不仅用于建筑工程,并开始在各种露天矿场试用成功。此时,液压挖掘机产量占挖掘机总产量的比重愈来愈大,日本 1976 年已达 95% 以上;联邦德国为 90% 以上;美国 1972 年生产的单斗挖掘机(包括悬挂式)已有 98.5% 采用液压传动;法国生产的挖掘机基本上都是液压的。

进入 20 世纪 80 年代,液压挖掘机的液压系统得到进一步完善,单斗挖掘机基本采用液压传动,质量和外观精益求精。液压系统向机电液一体化发展,根据挖掘机的工作状况自动调节发动机的转速和输出功率。电液伺服系统得到迅速发展,液压挖掘机进一步向大型化和超大型化发展,挖掘机的效率得到进一步提高。

20 世纪 90 年代以来,在挖掘机的开发和生产中基本采用了电液伺服系统和故障自诊功能。在人机配合性能上得到充分重视,操作越来越轻松、驾驶室越来越舒适、配置越来越豪华,产品更新越来越快,逐步向自动化、智能化、机器人化发展,这都归功于电子技术的发展。挖掘机在电液伺服控制系统上的长足发展使挖掘机在国外的铲土运输机械中占据了主流。挖掘机仍在继续朝着多功能化的方向发展,以主机作工作平台,配置多种工作装置以满足各种工况需要还将成为液压挖掘机的一大优势。大型化和微型化挖掘机、轮式挖掘机以及挖掘装载两用机等机型也是 21 世纪的热点。

3. 挖掘机的技术革命

近年来,由于电子技术的飞速发展及计算机的普遍使用,挖掘机开始广泛采用机电液一体化技术,向自动化、智能化和机器人化的方向发展,从而使挖掘机能进一步提高效率、节约能源、提高施工质量。这也就是工程机械发展史上的第三次革命。

机电液一体化技术的优点:

- (1) 提高了作业质量和工作的舒适性。
- (2) 节约了能源,提高了效率。采用机电液一体化技术,可节约能源 20% ~ 30%。
- (3) 改善了操纵性能,使操纵简单省力,可实现无人操纵或远距离操纵。
- (4) 提高了安全性和可靠性,可进行状态自动监测和故障诊断。
- (5) 为实现自动化、智能化提供了可能。

机电液一体化促进液压行业技术进步,电子技术的应用给液压技术的发展带来了新的革命,促使液压行业本身不断进行技术改进。

(1) 动力元件——泵 为适应闭环反馈自动控制的电液比例变量泵、电液伺服变量泵、负载敏感泵和控制元件集成形成多功能模块。

(2) 控制元件——阀 适应自动控制、通流能力大、响应速度快、易于集成的插装阀;精度高、响应速度快的数字阀;控制精度高、灵敏度高的伺服阀、比例阀;成本低、可靠性好的高速开关电磁阀等都被广泛采用。