

工程机械操作工培训推荐教材

WAJUEJI CAOZUOGONG
PEIXUN JIAOCHENG

挖掘机操作工 培训教程

徐州宏昌工程机械职业培训学校 组织编写

李宏 主 编

李波 张钦良 副 主 编



化学工业出版社

工程机械操作工培训推荐教材

WAJUEJI CAOZUOGONG
PEIXUN JIAOCHENG

挖掘机操作工 培训教程

徐州宏昌工程机械职业培训学校 组织编写

李宏 主 编
李波 张钦良 副 主 编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是挖掘机驾驶员、操作工上岗的培训教材和入门读物。主要包括两大部分内容,即挖掘机操作技术与维护保养。操作技术部分主要讲述挖掘机基本常识、各大工作装置及操作与施工方面的知识,维护保养部分主要讲述发动机、液压系统、电气系统方面的知识及一般故障与排除方法。内容安排以适度、够用为原则,通俗易懂,突出理论与实践结合。本书可供工程机械专业教学及企业工程机械驾驶培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

挖掘机操作工培训教程/徐州宏昌工程机械职业培训学校组织编写,李宏主编. —北京:化学工业出版社, 2008.5

ISBN 978-7-122-02683-5

I. 挖… II. ①徐…②李… III. 挖掘机-操作-技术培训-教材 IV. TU621.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056932 号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:张燕文

责任校对:宋 玮

装帧设计:周 遥

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数258千字

2008年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00元

版权所有 违者必究

前 言

在当前科学技术不断进步，新技术、新产品不断涌现的情况下，为满足中等职业技术学校工程机械专业教学以及企业工程机械驾驶培训的需要，我们在过去已有教材、资料的基础上，根据近几年来挖掘机培训的教学实践，有针对性地编写了《挖掘机操作工培训教程》一书。本书从工程施工需要出发，注重培养学生的实际操作能力，以及在施工现场分析和解决问题的能力。

本书主要内容包括操作技术篇和维护与保养篇，操作技术篇主要讲述挖掘机基本常识、各大工作装置以及操作与施工；维护与保养篇主要讲述发动机、液压系统、电气系统的基本知识，以及常见的一般故障。本书在编写中力求通俗易懂，图文并茂，形式新颖活泼，克服了传统培训教材理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，突出了理论与实践的结合，使学员既学到真本领，又可应对技能鉴定考试，体现了科学性和实用性。

本书由徐州宏昌工程机械职业培训学校组织编写，李宏主编，李波、张钦良副主编，参与编写的还有宏昌学校的齐墩建、李峥、程学冲、周莉、王勇。

本书的编写征求了从事挖掘机职业培训、维修和驾驶人员的宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于水平有限，对书中不当之处恳请提出宝贵意见。

编者

目 录

第一篇 操作技术

第一章 基本常识	1
第一节 挖掘机的用途和分类	1
第二节 国内外挖掘机的发展概况	4
第三节 挖掘机的型号与编码	14
第四节 挖掘机的总体结构及特点	18
第二章 挖掘机的工作装置	27
第一节 工作装置的类别	27
第二节 反铲工作原理	28
第三节 反铲装置的组成及作用	30
第四节 铲斗的更换与安装	33
第五节 液压破碎器的使用	35
第三章 挖掘机的回转装置	40
第一节 回转机构	40
第二节 转台	47
第四章 挖掘机的行走装置	51
第一节 履带式行走装置	52
第二节 轮胎式行走装置	63
第五章 挖掘机的操作与施工	71
第一节 液压挖掘机的控制与操作部件	71
第二节 发动机的控制与操作	92
第三节 挖掘机行走的控制与操作	105

第四节	挖掘机转向的控制与操作·····	110
第五节	挖掘机工作装置的控制与操作·····	111
第六节	低温条件下挖掘机的使用与操作·····	112
第七节	挖掘机的施工方法·····	115

第二篇 维护与保养

第六章 发动机 ·····	135
第一节 概述·····	135
第二节 基本术语·····	136
第三节 发动机工作原理·····	136
第四节 发动机基本结构·····	138
第七章 液压系统 ·····	164
第一节 概述·····	164
第二节 液压系统基本回路·····	167
第三节 主要液压系统及功能·····	173
第八章 电气系统 ·····	190
第一节 基础知识·····	190
第二节 主要电气设备的基本原理·····	231
第三节 主电路与控制电路·····	244
第九章 维护保养与常见故障 ·····	255
第一节 维护保养的周期·····	255
第二节 维护保养项目及内容·····	255
第三节 常见故障诊断·····	259
第四节 常见故障排除·····	262
第十章 安全操作 ·····	276
第一节 提高安全操作意识·····	276
第二节 挖掘机检查维护的安全操作·····	282
第三节 挖掘机的操作安全·····	286
参考文献 ·····	297

第一篇 操作技术

第一章 基本常识

第一节 挖掘机的用途和分类

挖掘机是用来开挖土壤的施工机械。它是用铲斗上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。挖掘机在建筑、筑路、水利、电力、采矿、石油、天然气管道铺设和军事工程中被广泛地使用。挖掘机主要用于筑路工程中的堑壕开挖，建筑工程中开挖基础，水利工程中开挖沟渠、运河和疏浚河道，采石场、露天开采等工程中剥离和矿石的挖掘等。据统计，工程施工中约60%的土石方量是靠挖掘机完成的。此外，挖掘机更换工作装置后还可以进行浇筑、起重、安装、打桩、夯土和拔桩等作业。

挖掘机为八大类工程机械中的一类，其类型与机构形式繁多，可按照挖掘工作原理与过程、用途、构造特性等进行划分。

按照挖掘机的作业过程，可分成周期作业式和连续作业式两类。凡是挖掘、运载、卸载等作业依次重复循环进行的挖掘机为周期作业式，各种单斗挖掘机都属于此类。凡是上述作业同时连续进行的挖掘机为连续作业式，各种多斗挖掘机以及滚切式挖掘机、隧洞挖掘机等都属于这一类。通常分为单斗挖掘机和多斗挖掘机两类。

按照用途，单斗挖掘机可分为建筑型、采矿型和剥离型等。建筑型挖掘机又称通用型或万能型，中、小型挖掘机大部分为通用型，它使用反铲、正铲、抓斗、装载、起重等多种可换工作装置。采矿型、剥离型和隧洞挖进机等称为专用型，主要为大型和中型挖掘机，只配有正铲或装载工作装置。

按照传动方式，挖掘机可分为机械传动式和液压传动式。液压挖掘机与机械挖掘机的主要区别在于传动装置不同，以及由此引起的工作装置机构形式的不同。机械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、液压马达、油缸、控制阀及油管等液压元件组成。由于传动装置不同，控制装置也不同，机械挖掘机采用各种摩擦式或啮合式离合器和制动器来控制各个机构的启动、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。液压挖掘机按主要机构是否全部采用液压传动又分为全液压式与半液压式两种。半液压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，如大型矿用挖掘机等。目前国产轮胎式液压挖掘机多采用半液压式。

挖掘机的行走装置（底盘）形式有履带式、轮胎式、汽车式、步行式、轨道式、拖式等。履带式因有良好的通过性能，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。轮胎式挖掘机具有行走速度快、机车性好、可在城市道路通行等特点，故近年来在中、小型液压挖掘机中发展较快。汽车式、悬挂式挖掘机是以汽车及拖拉机为基础的机械（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。拖式挖掘机则没有行走驱动机构，转移时需由牵引车牵引，主要优点为结构简单、成本低。

单斗挖掘机工作装置的形式很多，常用的基本形式有机械传动和液压传动等。机械传动的挖掘机有正铲、反铲、拉铲、抓斗和起重、吊钩等工作装置（图 1-1）。液压传动的挖掘机有反铲、正铲、抓斗、装载和起重装置等（图 1-2）。

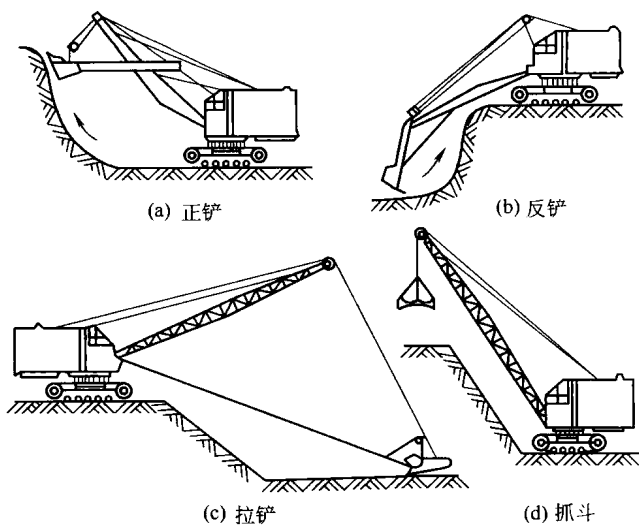


图 1-1 单斗机械挖掘机工作装置

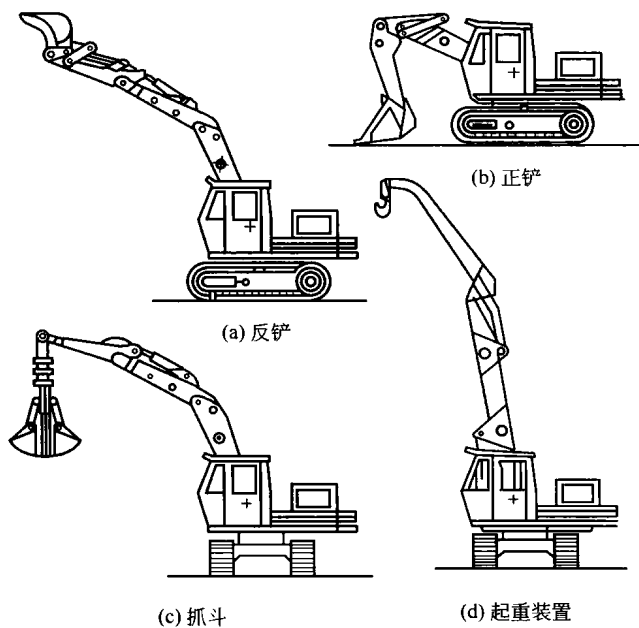


图 1-2 单斗液压挖掘机工作装置

多斗挖掘机主要按照工作装置的工作原理和构造特征，分为链斗式和轮斗式，以及滚切式和铣切式。按照多斗挖掘机工作装置的运动平面和挖掘机运行方向相一致或相垂直分：相一致者为纵向挖掘机；相垂直者为横向挖掘机。多斗挖掘机的主要形式如图 1-3 所示。

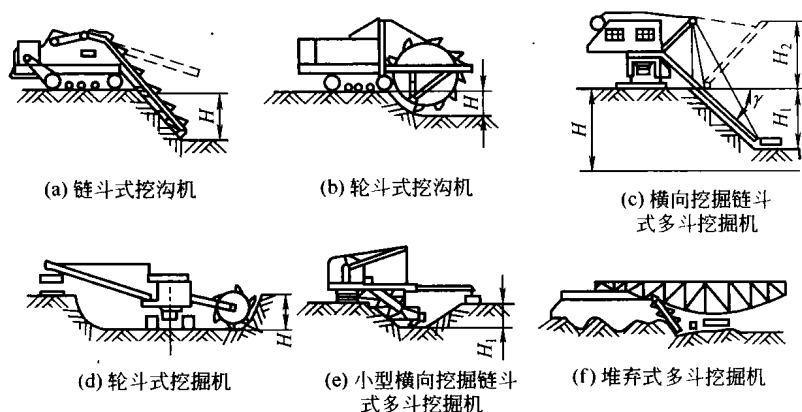


图 1-3 多斗挖掘机的主要形式

按回转部分转角的不同，液压挖掘机有全回转式和半回转式两类。大部分液压挖掘机为全回转式的，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。

第二节 国内外挖掘机的发展概况

一、国外发展简史

以蒸汽机驱动的“动力铲”诞生于 1837 年，发展至今已有百余年的历史。纵观挖掘机发展史，大致可分为以下三代。

1. 第一代挖掘机

电动机、内燃机的出现，使挖掘机有了先进而合适的动力装置，于是各种挖掘机产品相继诞生。1899 年第一台电动挖掘机出现了。第一次世界大战后，柴油发动机也应用在挖掘机上。这种柴

油发动机或电动机驱动的机械式挖掘机是第一代挖掘机。

2. 第二代挖掘机

随着液压技术的广泛应用，使挖掘机械有了更加科学适用的传动装置，液压传动代替机械传动是挖掘机技术上的一次飞跃。1950年德国开发的第一台液压挖掘机诞生了。液压化是第二代挖掘机的标志。

3. 第三代挖掘机

电子技术尤其是计算机技术的广泛应用，使挖掘机有了自动化的控制系统，使挖掘机向高性能、自动化和智能化方向发展。机电一体化萌芽约发生在1965年前后，而在批量生产的液压挖掘机上采用机电一体化技术是在1985年左右，当时主要目的是为了节能。电子化是第三代挖掘机的标志。

二、我国挖掘机简史

第一台手动挖掘机问世至今已有一百多年的历史，在此期间经历了由蒸汽驱动半回转挖掘机到电力驱动和内燃机驱动全回转挖掘机、应用机电液一体化技术的全自动液压挖掘机的逐步发展过程。由于液压技术的应用，20世纪40年代有了在拖拉机上装配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。初期试制的液压挖掘机是采用飞机和机床的液压技术，缺少适用于挖掘机各种工况的液压元件，制造质量不够稳定，配套件也不齐全。从20世纪60年代起，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（表1-1），产量猛增。1968~1970年间，液压挖掘机产量已占挖掘机总产量的83%，目前接近100%。

新中国成立初期，以测绘仿制前苏联20世纪30~40年代的W501、W502、W1001、W1002等型机械式单斗挖掘机为主，开始了挖掘机生产。由于当时国家经济建设的需要，先后建立起十多家挖掘机生产厂。

表 1-1 国外液压挖掘机制造厂及型号增长情况

国别	制造厂家数				产品型号数			
	1963	1966	1969	1972	1963	1966	1969	1972
德国	5	17	17	18	12	36	74	106
美国	2	8	14	17	4	19	43	73
法国	5	8	7	3	10	26	27	31
意大利	3	6	8	11	3	7	18	42
英国	3	6	9	9	3	12	22	28
日本	—	4	13	14	—	6	28	44
合计	18	49	68	72	32	106	212	324

注：制造厂家中包括专门生产液压挖掘机的公司，子公司以及在国内外的分厂均未计入。

1967 年开始，我国自主研制液压挖掘机。早期开发成功的产品主要有上海建筑机械厂的 WY100 型、贵阳矿山机器厂的 W₄-60 型、合肥矿山机器厂的 WY60 型挖掘机等，随后又出现了长江挖掘机厂的 WY160 型和杭州重型机械厂的 WY250 型挖掘机等。它们使我国液压挖掘机行业的形成和发展迈出了及其重要的一步。

到 20 世纪 80 年代末，我国挖掘机生产厂已有 30 多家，生产机型达 40 余种。中、小型液压挖掘机已形成系列，斗容有 0.1~2.5m³ 等 12 个等级、20 多种型号，还生产 0.5~4.0m³ 以及大型矿用 10m³、12m³ 机械传动单斗挖掘机，1m³ 隧道挖掘机，4m³ 长臂挖掘机，1000m³/h 的排土机等，还开发了斗容量 0.25m³ 的船用液压挖掘机，斗容量 0.4m³、0.6m³、0.8m³ 的水陆两用挖掘机等。但总体来说，我国挖掘机生产的批量小、分散，生产工艺及产品质量等与国际先进水平相比，还有很大的差距。

改革开放以来，通过积极引进、消化、吸收国外先进技术，促进了我国挖掘机行业的发展。贵阳矿山机器厂、上海建筑机械厂、合肥矿山机器厂、长江挖掘机厂等分别引进德国利勃海尔（Liebherr）公司的 A912、R912、R942、A922、R922、R962、R972、R982 型液压挖掘机制造技术。稍后几年，杭州重型机械厂引进德国玛克（Demag）公司的 H55 和 H85 型液压挖掘机生产技术，北

京建筑机械厂引进德国奥加凯 (O&K) 公司的 RH6 和 MH6 型液压挖掘机制造技术。与此同时, 还有山东推土机总厂、黄河工程机械厂、江苏常林机械厂、山东临沂工程机械厂等联合引进日本小松制作所 PC100、PC120、PC200、PC220、PC300、PC400 型液压挖掘机 (除发动机外) 的全套制造技术。这些厂通过数年引进技术的消化、吸收、移植, 使国产液压挖掘机产品性能指标全面提高到 20 世纪 90 年代的国际水平, 产量也逐年提高。

由于国内对液压挖掘机需求量的不断增加且需求日趋多样化, 在国有大、中型企业产品结构的调整中, 牵动了一些其他机械行业的制造厂加入液压挖掘机行业, 如中国第一拖拉机工程机械公司、广西玉柴机械股份有限公司、柳州工程机械厂等。这些企业经过几年的努力已达到一定的规模和水平。例如, 广西玉柴机械股份有限公司在 20 世纪 90 年代初开发的小型液压挖掘机, 连续多年批量出口欧、美等国家, 成为我国挖掘机行业中唯一能批量出口的企业。

综上所述, 改革开放促进了我国挖掘机械行业的迅猛发展。截至 20 世纪 90 年代末, 我国挖掘机械产品及生产厂家、与国外厂商技术合作情况分别列于表 1-2 中。

表 1-2 我国挖掘机产品及生产厂家分布情况

序号	产品名称	型号	规格	主要生产企业简称
1	微型液压挖掘机	WY1.3	1.3t	玉柴工程
2		WY1.5	1.5t	
3		WY2.5	2.75t	
4		WY3.5	3.4t	
5		JY35	3.5t	贵矿
6		WY2.3	2.3t	长江集团
7		WY4.2	4.2t	玉柴工程
8	伸缩臂挖掘机	MX-80	0.046m ³ /2.2t	抚挖
9		R130W	0.51m ³ /11.94t	常林现代
10		R5200W	0.87m ³ /18.8t	

续表

序号	产品名称	型号	规格	主要生产企业简称
11	伸缩臂挖掘机	W ₄ -60C	0.6m ³	贵矿(先导操作)
12		WYL12.5A	12.5t	江西长林
13		WYL12.5B		江西长林(进口液压件)
14		718R	20.5t	厦门雪孚(德国合资)
15	轮式液压挖掘机	WYL202	20t	长江集团、徐州重型(WYL20A)
16		JYL161	0.8m ³	贵矿(进口液压件)
17		JYL161-2		贵矿(进口柴油机)
18		WYL320	1.25m ³	贵矿(进口柴油机)
19		JYL60C	0.6m ³	贵矿
20		MH6A2	20t	北建(引进技术)
21	履带式液压挖掘机	WY12.5	12.5t	北建
22		JY60C	0.6m ³	贵矿
23		WY16	16t	合矿
24		R130LC-3	0.51m ³ /13.8t	常林现代
25		R200	0.87m ³ /19.6t	
26		R200LC	0.87m ³ /20.44t	
27		R200LC-3	1m ³ /21.3t	
28		R290LC-3	1.27m ³ /29.1t	
29		R360LC-3	1.62m ³ /36t	
30		R450LC-3	2.09m ³ /44.1t	合肥日立
31		EX200-5	0.8m ³ /18.8t	
32		EX200LC-5	0.8m ³ /19.3t	
33		EX210LC-5	1m ³ /19.9t	
34		EX300-3	1.38m ³ /28.6t	
35		WX350LC-5	1.62m ³ /32.6t	
36		320B	0.8m ³ /20.62t	徐州卡特彼勒
37		320BL	0.8m ³ /23.86t	

续表

序号	产品名称	型号	规格	主要生产企业简称
38	履带式液压挖掘机	325B	1.1m ³ /26.2t	徐州卡特彼勒
39		325BL	1.1m ³ /27.53t	
40		330B	1.4m ³ /32.9t	
41		330BL	1.4m ³ /34.66t	
42		PC100	10.73t	山东临沂(日本小松技术)
43		PC120	12.03t	
44		PC200-5	18.67t	江西长林(日本小松技术)
45		PC200-5LC		
46		PC200-6	18.9t	山推(日本小松技术)
47		PC200LC-6	20.2t	
48		PC220-6	21.8t	
49		PC220LC-6	23t	
50		PC300-5	30t	黄工(日本小松技术)
51		PC400-5	42t	
52		SK200 II	18.8t	成都工程(日本神户制钢技术)
53		SK220 II	22.9t	
54		SK310 II	30.1t	
55		SK430 II	41.9t	
56		718R	20.5t	厦门雪孚(德国合资)
57	挖掘推土机	WT80	0.3m ³ /9t	泗阳铲运(东方红 820KT 底盘)
58	履带式液压挖掘机	WY20	18.3t	鞍一工、柳工、合矿、一拖工程
59		WY20-YC	20t	玉柴工程
60		WY202		长江集团
61		WY203		
62		JT200	0.8m ³	贵矿
63	履带式液压挖掘机(加长臂)	JT200-2		

续表

序号	产品名称	型号	规格	主要生产企业简称
64	履带式液压挖掘机	RH6LC	20t	北建(德国技术)
65		EF200	0.8m³/18.6t	抚挖
66		WY100C	1m³/28.7t	
67	沼泽地软地面挖掘机	WY40ZR	0.5m³/15.7t	
68	履带式液压挖掘机	WY100A-SJ	1m³	上建
69	船用液压挖掘机	WY100S		
70	履带式液压挖掘机	SW200LC-3	0.8m³	
71		SW270-2	1.2m³	
72		SW270-SJ		
73		WY203HD	22t	长江集团
74		WY22LC		一拖工程
75		WY252CW	25t	长江集团
76		WY32	32t	北建、杭州重机、抚挖、一拖工程
77		WY322CW		长江集团
78		JY320	1.4m³	贵矿(进口液压件)
79		JY320-2		
80	履带式液压挖掘机(加长臂)	JY320G	0.4m³	贵矿
81	JY抓钢机		30t	
82	履带式挖掘机	WY160AHD	38t	长江集团
83	液压挖掘机	WY40A	40t	柳工
84	液压挖掘机(船用)	WY160A	26.5t	长江集团
85	液压挖掘机	WY160B	39t	
86	液压挖掘机(抓铲)	WY160A	38t	
87	液压挖掘机(加长臂)			
88	液压挖掘机	WY403	39t	
89	液压挖掘机(正铲、反铲)	W(D)452	45/42t	

续表

序号	产品名称	型号	规格	主要生产企业简称
90	液压挖掘机(正铲、反铲)	R942(S)	1.6m ³	上建
91		R942(D/K)	1.6m ³	上建(液压件、发动机进口)
92	液压挖掘机	R962	65t	长江集团
93		R982	90t	
94	液压挖掘机(船用)	WDZ200	2m ³	杭州重机
95	液压挖掘机	WK-2		
96		WY40	2.2m ³	
97		H55	2.7~3.3m ³	
98		H85	4.2~7.5m ³	
99		JY500	3m ³	贵矿
100	机械挖掘机	WD400	4.46m ³ /212t	抚挖
101		WD1200	12m ³ /465t	
102	挖掘装载机	WZ16-15E	0.16/0.9m ³	烟台工程

三、国外挖掘机目前水平及发展动向

20 世纪后期开始,国际上挖掘机的生产向大型化、微型化、多功能化、专用化和自动化方向发展。

① 开发多品种、多功能、高质量及高效率的挖掘机。为满足市政建设和农田建设的需要,国外发展了斗容量在 0.25m³ 以下的微型挖掘机,最小的斗容量仅 0.01m³。另外,数量最多的中、小型挖掘机趋向于一机多能,配备了多种工作装置,除正铲、反铲外,还配备了起重、抓斗、平坡斗、装载斗、耙齿、破碎锤、麻花钻、电磁吸盘、振捣器、推土板、冲击铲、集装叉、高空作业架、铰盘及拉铲等,以满足各种施工的需要。与此同时,发展专门用途的特种挖掘机,如低比压、低噪声、水下专用和水陆两用挖掘机等。

② 迅速发展全液压挖掘机,不断改进和革新控制方式,使挖掘机由简单的杠杆操纵发展到液压操纵、气压操纵、液压伺服操纵