

 工程建设机械系列丛书

液压挖掘机结构 原理及使用



张铁 编著

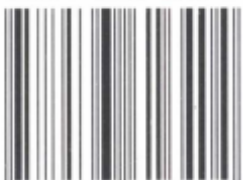
石油大学出版社

责任编辑 / 宋秀勇

封面设计 / 孟卫东



ISBN 7-5636-1640-3



9 787563 616404 >

定价: 76.00元

工程建设机械系列丛书

液压挖掘机结构、原理及使用

张 铁 编著

石油大学出版社

内 容 提 要

本书在叙述液压挖掘机工作装置、回转装置、行走机构及转向机构、液压系统、操纵系统、控制系统的结构、原理的基础上,重点介绍了液压挖掘机技术使用,其中包括了液压挖掘机的作业方式、操作规程、生产率计算及影响生产率因素分析,挖掘机走合与启动以及行走、液压破碎器的技术使用,液压挖掘机的检查与调整以及维护、故障诊断与排除等。

本书不仅适用于液压挖掘机操作、修理、技术人员的专业技术培训,也可供大中专院校相关专业师生教学、自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压挖掘机结构、原理及使用/张铁编著. —东营:石油
大学出版社,2002. 11
(工程建设机械系列丛书)
ISBN 7-5636-1640-3

I. 液… I. 张… III. 液压传动-掘进机械 IV. TD42

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第084173号

液 压 挖 掘 机 结 构、原 理 及 使 用

张 铁 编 著

责任编辑:宋秀勇(电话 0546—8392139)

封面设计:孟卫东

出 版 者:石油大学出版社(山东 东营 邮编 257062)

网 址:<http://mail.hdpu.edu.cn/~upcpress>

电子信箱:yibian@mail.hdpu.edu.cn

印 刷 者:石油大学印刷厂

发 行 者:石油大学出版社(电话 0546—8392563)

开 本:185×260 1/16 印张:16.875 字数:455千字 2插页

版 次:2002年12月第1版第1次印刷

印 数:1—3050册

定 价:76.00元

工程建设机械系列丛书

编 委 会

主 编	张 铁			
编 委	张 铁	马先启	李海军	
	李广金	王 青	闫成春	
	付俊祥	陈敬春	姜武杰	
	刀主福	张文海		

工程建设机械系列丛书

管理类

- 工程建设机械管理
- 工程建设机械营销管理
- 工程建设机械营销谈判
- 工程建设机械施工管理

结构使用维修类

- 工程建设机械机电液一体化
- 工程建设机械液压系统故障分析与排除
- 工程建设机械电器与自动控制
- 工程建设机械PT燃油系统
- 工程建设机械故障诊断与分析

典型机型结构、原理及使用

- 挖掘机结构、原理及使用
- 平地机结构、原理及使用
- 摊铺机结构、原理及使用
- 压路机结构、原理及使用
- 挖掘机结构、原理及使用
- 沥青混合拌和设备结构、原理及使用

前 言

单斗挖掘机有机械传动和液压传动两类,其中的机械传动挖掘机已有一百多年历史,它是利用机械传动件(齿轮、钢索滑轮组、卷筒等)带动各种机构动作,具有结构简单、制造容易、坚固耐用等优点,多用于矿山开挖等作业;液压传动挖掘机也有50多年历史,它是利用液压元件(液压泵、液压马达、液压缸等)带动各种构件动作,具有功率密度大,结构紧凑,重量轻;无级调速,调速范围大;启动性能好,能实现快速正反转;布置灵活,基本不受总体结构的限制;运转平稳,工作可靠,能自行润滑,使用寿命长;有过载保护功能;容易实现自动化,操纵简便省力;液压元件容易实现“三化”等许多优点,尤其是中小型挖掘机均采用液压传动。

我国挖掘机行业大致经历了创业起步、行业形成与全面发展等三个阶段。进入20世纪90年代,随着改革开放政策的逐步完善,国民经济基础建设高潮推动了我国挖掘机行业的迅速发展。从此我国液压挖掘机的技术水平和生产规模进入新的发展时期,以合资企业为主体的液压挖掘机发展势头相当强劲。国产的、合作生产的、进口的液压挖掘机在我国各种工程建设中发挥出巨大的作用。

为满足广大挖掘机操作、维修、技术人员提高工作能力、业务素质的需要,特组织有丰富知识的高校教师和实践经验的工程技术人员,在大广泛收集资料的基础上,精心编著《液压挖掘机结构、原理及使用》。本书不仅满足在职人员的专业技术培训的需要,也非常适用于相关专业师生的教学、自学参考。

本书由张铁主编,并执笔第5~8章。参加编写的有:郑煜(第1、2章)、张世俭(第3、4章)。全书由郑训教授审阅、修订。

由于时间仓促、水平有限,书中定有疏漏或不当之处,敬请广大读者批评、指正。

编著者

2002年10月



张铁，山东蓬莱人，1962年1月5日生于内蒙包头市。1980年入长安大学工程机械专业学习，获工学学士学位，1984年分配至山东交通学院任教，1988年在吉林大学工程机械专业读研究生，获工学硕士学位。现任山东交通学院副教授，《工程建设机械》杂志主编，中国公路学会筑机学会理事，中国工程机械学会铲运机械学会理事，中国公路建设行业协会筑养路机械分会理事，中国工程机械工业协会市政养护工程机械处副秘书长，维修分会副理事长，施工机械用户协调委员会副理事长。公开发表论文40余篇，出版《张铁论文集(1986—1996)》、《张铁论文集(1997—2001)》两卷，主编工程建设机械系列丛书及工程建设机械使用与维修系列教材20余种。

目 录

第1章 绪 论	(1)
1 单斗液压挖掘机总体结构	(1)
2 挖掘机简史	(5)
3 我国挖掘机生产现状及发展趋势	(5)
4 国外挖掘机目前水平及发展动向.....	(10)
5 国产液压挖掘机型号与编制.....	(11)
第2章 液压挖掘机工作装置	(14)
1 反铲结构.....	(14)
2 反铲工作原理.....	(18)
3 液压破碎器.....	(19)
4 反铲挖掘机的稳定性.....	(22)
第3章 液压挖掘机回转装置	(25)
1 回转装置.....	(25)
2 转 台.....	(33)
第4章 液压挖掘机行走装置	(35)
1 履带式行走装置.....	(35)
2 轮胎式行走装置.....	(43)
3 履带式液压挖掘机行走装置的计算.....	(48)
4 轮胎式液压挖掘机行走装置的计算.....	(50)
第5章 液压挖掘机液压系统	(52)
1 概述.....	(52)
2 基本回路和辅助回路.....	(53)
3 液压系统.....	(58)
第6章 液压挖掘机操纵系统	(90)
1 作业操纵系统.....	(90)
2 轮胎式液压挖掘机转向操纵系统.....	(94)
3 液压随动系统在液压挖掘操纵系统中的应用.....	(99)
第7章 液压挖掘机控制系统	(101)
1 发动机的控制系统	(101)
2 液压元件控制系统	(109)
3 液压控制阀控制系统	(123)
4 执行元件控制系统	(128)
5 液压挖掘机整机控制系统	(131)
第8章 液压挖掘机技术使用	(138)

1 液压挖掘机的作业方式	(138)
2 液压挖掘机的操作规程	(141)
3 液压挖掘机生产率计算及影响生产率因素分析	(143)
4 液压挖掘机走合	(144)
5 液压挖掘机启动	(145)
6 液压挖掘机行走	(149)
7 液压破碎器的技术使用	(149)
8 液压挖掘机的检查、调整和维护	(152)
9 液压挖掘机液压系统故障诊断与排除	(193)
附录 柴油机操作规程	(261)

第1章 绪 论

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,在采石场、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进行浇筑、起重、安装、打桩、夯土和拔桩等作业。

1 单斗液压挖掘机总体结构

单斗液压挖掘机的总体结构包括动力装置、工作装置、回转机构、操纵机构、传动系统、行走机构和辅助设备等,如图1-1所示。常用的全回转式液压挖掘机的动力装置、传动系统的主要部分、回转机构、辅助设备和驾驶室等都安装在可回转到平台上,通常称为上部转台。因此又可将单斗液压挖掘机概括成工作装置、上部转台和行走机构等三部分。

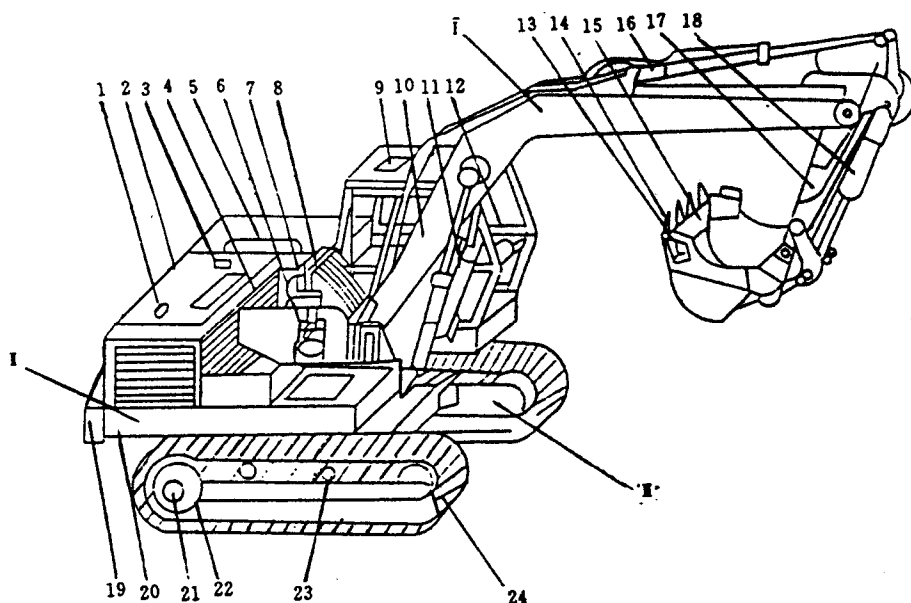


图1-1 单斗反铲液压挖掘机

- 1—柴油机;2—机罩;3—油泵;4—多路阀;5—油箱;6—回转减速器;7—回转马达;8—回转接头;9—驾驶室;10—动臂;
11—动臂油缸;12—操纵台;13—边齿;14—斗齿;15—铲斗;16—斗杆油缸;17—斗杆;18—铲斗油缸;19—平衡重;
20—转台;21—行走减速器;22—行走马达;23—托链轮;24—履带;I—工作装置;II—上部转台;III—行走机构

1.1 動力裝置

單斗液壓挖掘機的動力裝置，多採用直立式多缸、水冷、一小時功率標定的柴油機。

1.2 傳動系統

單斗液壓挖掘機的傳動系統將柴油機的輸出動力傳遞給工作裝置、回轉裝置和行走機構等。單斗液壓挖掘機用液壓傳動系統的类型很多，習慣上按主泵的数量、功率調節方式和回路的數量來分類。有單泵或雙泵單回路定量系統、雙泵雙回路定量系統、多泵多回路定量系統、雙泵雙回路分功率調節變量系統、雙泵雙回路全功率調節變量系統、多泵多回路定量或變量混合系統等六種。按油液循環方式分為開式系統和閉式系統。按供油方式分為串聯系統和並聯系統。

凡主泵輸出的流量是定值的液壓系統為定量系統；反之，主泵的流量可以通過調節系統進行改變的則稱為變量系統。在定量系統中，各執行元件在無溢流情況下是按油泵供給的固定流量工作，油泵的功率按固定流量和最大工作壓力確定；在變量系統中，最常見的是雙泵雙回路恒功率變量系統，有分功率變量與全功率變量之分。分功率調節系統是在系統的每個回路上分別裝一台恒功率變量泵和恒功率調節器，發動機的功率平均分配給各油泵；全功率調節系統是用一個恒功率調節器同時控制着系統中所有油泵的流量變化，從而達到同步變量。

開式系統中執行元件的回油直接流回油箱，其特點是系統簡單、散熱效果好。但油箱容量大，低壓油路與空氣接觸機會多，空氣易滲入管路造成振動。單斗液壓挖掘機的作業主要是油缸工作，而油缸大、小油腔的差異較大，工作頻繁，發熱量大，因此絕大多數單斗液壓挖掘機採用開式系統；閉式系統中執行元件的回油是不直接返回油箱，其特點是系統結構緊湊，油箱容積小，進、回油路中都有一定的壓力，空氣不易進入管路，運轉比較平穩，避免了換向時的衝擊。但系統較複雜，散熱條件差。在單斗液壓挖掘機的回轉裝置等局部系統中，有採用閉式回路的液壓系統。為補充因液壓馬達正反轉的油液漏損，在閉式系統中往往還設有補油泵。

1.3 回轉機構

回轉機構使工作裝置及上部轉台向左或向右回轉，以便進行挖掘和卸料。單斗液壓挖掘機的回轉裝置必須能把轉台支撐在機架上，不能傾斜並使回轉輕便靈活。為此，單斗液壓挖掘機都設有回轉支撐裝置（起支撐作用）和回轉傳動裝置（驅動轉台回轉），它們被統稱為回轉裝置。

1.3.1 回轉支撐

單斗液壓挖掘機用回轉支撐的結構型式，分為轉柱式和滾動軸承式等兩種，可參閱本書第3章1。

1.3.2 回轉傳動

全回轉液壓挖掘機回轉裝置的傳動型式有直接傳動和間接傳動兩種。

1) 直接傳動。在低速大扭矩液壓馬達的輸出軸上安裝驅動小齒輪，與回轉齒圈啮合。國產WY100、WY40、WLY25、WY60、W₁-60C等型挖掘機的回轉傳動均採取這種傳動型式。

2) 間接傳動。由高速液壓馬達經齒輪減速器帶動回轉齒圈的間接傳動結構型式，如圖1-2所示。國產WY60A、WY100B、WY160、WLY50等型挖掘機則採用這種傳動型式。它結構緊湊，具有較大的傳動比，且齒輪的受力情況較好。軸向柱塞液壓馬達與同類型液壓油泵的結構基本相同，許多零件可以通用，便於製造及維修，從而降低了成本。但必須裝設制動器，以便吸

收较大的回转惯性力矩,缩短挖掘机作业循环时间,提高生产率。

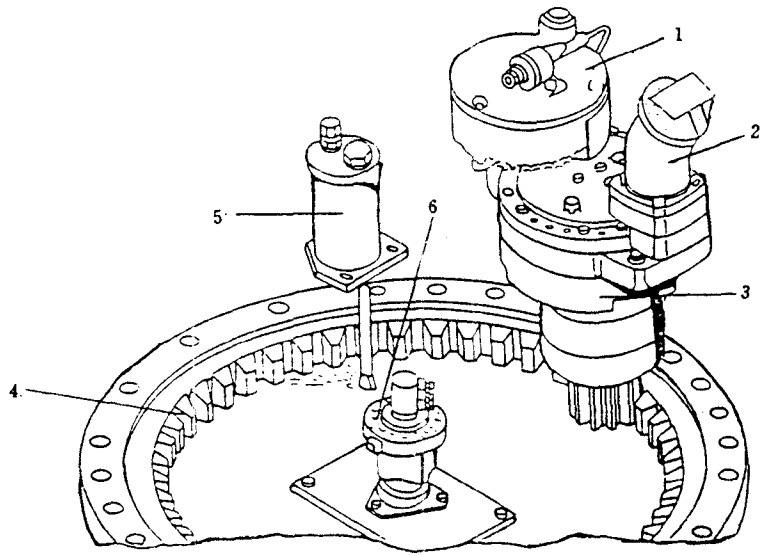


图1-2 间接传动的回转传动

1—制动器;2—液压马达;3—行星齿轮减速器;4—回转齿圈;5—润滑油杯;6—中央回转接头

1.4 行走机构

行走机构支撑挖掘机的整机质量并完成行走任务,多采用履带式和轮胎式。

1.4.1 履带式行走机构

单斗液压挖掘机的履带式行走机构的基本结构与其他履带式机构的大致相同,但它多采用两个液压马达各自驱动一条履带。与回转装置的传动相似,可用高速小扭矩马达或低速大扭矩马达。两个液压马达同方向旋转时挖掘机将直线行驶;若只向一个液压马达供油,并将另一个液压马达制动,挖掘机则绕制动一侧的履带转向;若使左、右两液压马达反向旋转,挖掘机将进行原地转向。

行走机构的各零部件都安装在整体式行走架上。液压泵输出的压力油经多路换向阀和中央回转接头进入行走液压马达,该马达将压力能转变为输出扭矩后,通过齿轮减速器传给驱动轮,最终卷绕履带以实现挖掘机的行走。

单斗液压挖掘机大都采用组合式结构履带和平板型履带板——没有明显履刺,虽附着性能差,但坚固耐用,对路面破坏性小,适用于坚硬岩石地面作业或经常转场的作业。也有采用三履刺型履带板,接地面积较大,履刺切入土壤深度较浅,适宜于挖掘机采石作业。实行标准化后规定挖掘机采用质量轻、强度高、结构简单和价格较低的轧制履带板。专用于沼泽地的三角形履带板可降低接地比压,提高挖掘机在松软地面上的通过能力。

单斗液压挖掘机的驱动轮均采用整体铸件,能与履带正确啮合、传动平衡。挖掘机行走时驱动轮应位于后部,使履带的张紧段较短,减少履带的摩擦、磨损和功率消耗。

每条履带都设有张紧装置,以调整履带的张紧度,减少履带的振动噪声、摩擦、磨损及功率损失。目前单斗液压挖掘机都采用液压张紧结构,如图1-3所示。其液压缸置于缓冲弹簧内部,减小了外形尺寸。

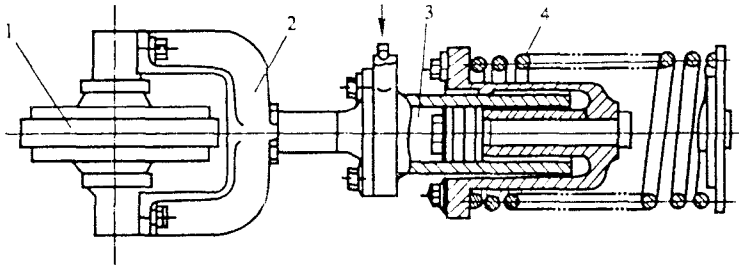


图 1-3 履带液压张紧装置

1—引导轮;2—连接叉;3—液压缸;4—缓冲弹簧

1.4.2 轮胎式行走机构

轮胎式挖掘机的行走机构有机械传动和液压传动两种。其中的液压传动的轮胎式挖掘机的行走机构如图1-4所示,它主要由车架1、前桥8、后桥5、传动轴6和液压马达7等组成。行走马达安装在固定于机架的变速箱上,动力经变速箱、传动轴传给前、后驱动桥。有的挖掘机再经轮边减速器驱动车轮。采用高速液压马达的传动方式使用可靠,省掉了机械传动中的上、下传动箱及垂直轴,结构简单且布置方便。

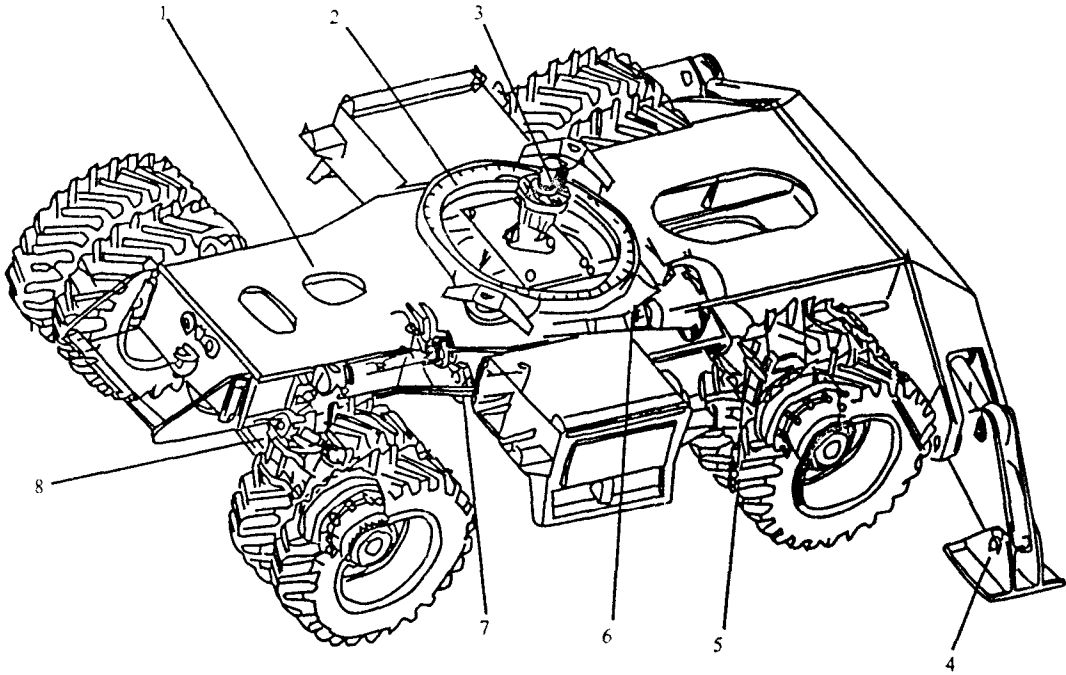


图 1-4 单斗液压挖掘机轮胎式行走机构

1—车架;2—回转支撑;3—中央回转接头;4—支腿;5—后桥;6—传动轴;7—液压马达及变速箱;8—前桥

轮胎式单斗液压挖掘机的行驶速度不高,后桥常采用刚性悬架,使结构简单。前桥悬挂多为摆动式,如图1-5所示。车架5和前桥4中部铰接,两侧设有悬挂液压缸2,其一端与车架连接,而活塞杆与前桥连接。控制阀1有两个位置:挖掘机作业时控制阀将两个液压缸的工作腔与油箱的油路切断,液压缸将前桥的平衡悬挂锁住,阻止其摆动,以提高挖掘机的作业稳定性;挖掘机行走时控制阀使两个悬挂液压缸的工作腔相通,并与油箱接通,前桥便能适应路面情况,并使左、右车轮随时着地,保持足够的附着性能,使挖掘机有足够的附着力,提高挖掘机的通过性能。

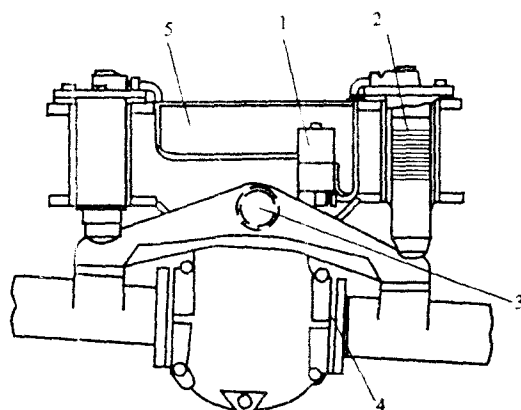


图 1-5 摆动式前桥液压悬挂

1—控制阀；2—液压缸；3—销轴；4—前桥；5—车架

2 挖掘机简史

第一台手动挖掘机问世至今已有 130 多年的历史,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。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(见表 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%,目前已接近 100%。

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
西 德	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:制造厂家中仅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。

3 我国挖掘机生产现状及发展趋势

我国的挖掘机生产起步较晚,从 1954 年抚顺挖掘机厂生产第一台斗容量为 1 m^3 的机械式单斗挖掘机至今,大体上经历了测绘仿制、自主研制开发和发展提高等三个阶段。

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,开始了我国的挖掘机生产历史。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。

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。它们为我国液压挖掘机行业的形成和发展迈出了极其重要的一步。

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0.1~2.5 m³等12个等级、20多种型号,还生产0.5~4.0 m³以及大型矿用10 m³、12 m³机械传动单斗挖掘机,1 m³隧道挖掘机,4 m³长臂挖掘机,1 000 m³/h的排土机等,还开发了斗容量0.25 m³的船用液压挖掘机,斗容量0.4 m³、0.6 m³、0.8 m³的水陆两用挖掘机等。但总的来说,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,有很大的差距。

改革开放以来,积极引进、消化、吸收国外先进技术,以促进我国挖掘机行业的发展。其中贵阳矿山机器厂、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德玛克(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、江苏长林机械厂、山东临沂工程机械厂等联合引进了日本小松制作所的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80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。例如,中国第一拖拉机工程机械公司、广西玉柴股份有限公司、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,玉柴机器股份有限公司在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。截止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、表1-3中。

表1-2 我国挖掘机械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	1.3 t	玉柴工程
2		WY1.5	1.5 t	
3		WY2.5	2.75 t	
4		WY3.5	3.4 t	
5		JY35	3.5 t	贵矿
6		WY2.3	2.3 t	长江集团
7		WY4.2	4.2 t	玉柴工程

续表 1-2

序号	产品名称	型 号	规 格	主要生产企业简称
8	伸缩臂挖掘机	MX-80	0.046 m ³ /2.2 t	抚挖
9		R130W	0.51 m ³ /11.94 t	常林现代
10		R5200W	0.87 m ³ /18.8 t	
11		W ₄ -60C	0.6 m ³	贵矿(先导操纵)
12		WYL12.5A	12.5 t	江西长林
13		WYL12.5B		江西长林(进口液压件)
14		718R	20.5 t	厦门雪孚公司(德国合资)
15	轮式液压挖掘机	WLY202	20 t	长江集团、徐州重型(WYL20A)
16		JLY161	0.8 m ³	贵矿(进口液压件)
17		JYL161-2		
18		WYL320	1.25 m ³	贵矿(进口柴油机)
19		JYL60C	0.6 m ³	贵矿
20		MH6A2	20 t	北建(引进技术)
21	履带式液压挖掘机	WY12.5	12.5 t	北建
22		JY60C	0.6 m ³	贵矿
23		WY16	16 t	合矿
24		R130LC-3	0.51 m ³ /13.8 t	常林现代
25		R200	0.87 m ³ /19.6 t	
26		R200LC	0.87 m ³ /20.44 t	
27		R200LC-3	1 m ³ /21.3 t	
28		R290LC-3	1.27 m ³ /29.1 t	
29		R360 LC-3	1.62 m ³ /36 t	
30		R450LC-3	2.09 m ³ /44.1 t	
31		EX200-5	0.8 m ³ /18.8 t	合肥日立
32		EX200LC-5	0.8 m ³ /19.3 t	
33		EX210LC-5	1 m ³ /19.9 t	
34		EX300-3	1.38 m ³ /28.6 t	
35		EX350LC-5	1.62 m ³ /32.6 t	
36		320B	0.8 m ³ /20.62 t	徐州卡特彼勒
37		320BL	0.8 m ³ /23.86 t	
38		325B	1.1 m ³ /26.2 t	
39		325BL	1.1 m ³ /27.53 t	
40		330B	1.4 m ³ /32.9 t	
41		330BL	1.4 m ³ /34.66 t	山东临沂(日本小松技术)
42		PC100	10.73 t	
43		PC120	12.03 t	江西长林(日本小松技术)
44		PC200-5	18.67 t	
45		PC200-5LC		
46		PC200-6	18.9 t	山推(日本小松技术)
47		PC200LC-6	20.2 t	
48		PC220-6	21.8 t	
49		PC220LC-6	23 t	
50		PC300-5	30 t	黄工(日本小松技术)
51		PC400-5	42 t	
52		SK200 I	18.8 t	成都工程(日本神户制钢技术)
53		SK220 I	22.9 t	
54		SK310 I	30.1 t	
55	SK430 I	41.9 t		
56	718R	20.5 t	厦门雪孚(德国合资)	