

工程机械使用与维修培训专用教材

挖掘机结构原理 与使用维修



济南运达工程机械公司培训部

工程机械使用与维修培训系列专用教材

- 《工程建设机械管理》
- 《沥青混合料摊铺机构造使用与维修》
- 《PY 系列平地机构造使用与维修》
- 《压路机构造维修与压实技术》
- 《沥青混合料拌和设备构造使用与维修》
- 《挖掘机结构原理与使用维修》
- 《推土机构造使用与维修》
- 《装载机构造使用与维修》
- 《工程机械液压系统故障分析与排除》

订购办法:

单位: 济南运达广告有限责任公司运达书屋

地址: 济南市无影山中路 118 号

邮编: 250032

电话: 0531-5963104

传真: 0531-5979024

工程机械使用与维修培训专用教材

编 辑 说 明

为适应工程机械管理、操作、维修等不同层次人员在职培训的需要,我们特编辑此套工程机械使用与维修培训系列专用教材:

- 1.《工程建设机械管理》
- 2.《沥青混合料摊铺机构造使用与维修》
- 3.《PY 系列平地机构造使用与维修》
- 4.《压路机构造维修与压实技术》
- 5.《沥青混合料拌和设备构造使用与维修》
- 6.《装载机构造使用与维修》
- 7.《推土机构造使用与维修》
- 8.《挖掘机结构原理与使用维修》
- 9.《工程机械液压系统故障分析与排除》

本套工程机械使用与维修培训系列专用教材编委会如下:

主 编:张 铁

编 委:张 铁 马先启

张存明 李海军

李广金 王 青

付俊祥 庄解兴

工程机械使用与维修培训系列专用教材编委会向提供相关资料的厂家及个人表示最衷心地感谢!另外,由于种种原因,未能与有关资料的个别作者取得联系,望作者给予谅解,并与我们尽快取得联系。

济南运达工程机械公司培训部

地址:济南市无影山中路 118 号

邮编:250032

电话:(0531)5972774 5987429-431

传真:(0531)5979024



济南运达工程机械公司

JINAN YUNDA ENGINEERING MACHINERY COMPANY

运达理念

服务是生命 创新是血脉 和谐是力量

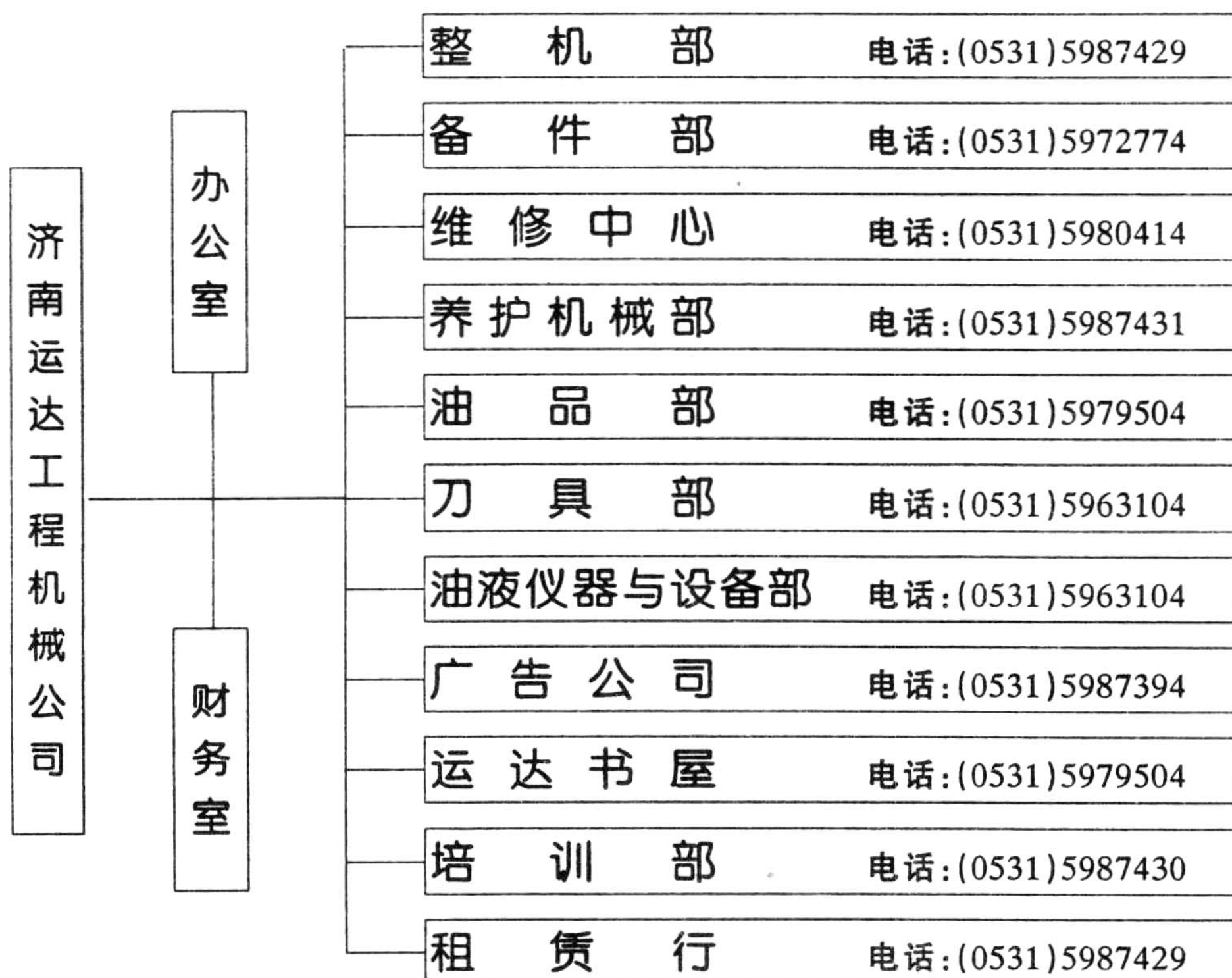
运达精神

拼搏 创造 奉献 牺牲

运达承诺

两全:全过程服务(售前论证、代购、代运、安装调试、使用维修、备件供应、技术改造等),全方位服务(广告宣传、信息咨询、金融、交通、生活、培训等)。

三心:买得放心、用得舒心、服务温心。



法人代表:张 铁

地址:山东省济南市无影山中路 118 号

网址:<http://www.yunda.com.cn>

邮编:250032

传真:(0531)5979024

电子信箱:yunda@jn-public.sd.cninfo.net

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 我国挖掘机发展简史	(1)
第二节 我国挖掘机制造企业发展概况	(6)
第三节 挖掘机电子化、自动化发展状况	(7)
第四节 挖掘机电子化和自动化发展趋势	(10)
第二章 挖掘机工作装置	(14)
第一节 工作原理	(14)
第二节 反铲工作装置的传动计算	(18)
第三节 正铲工作装置的传动计算	(20)
第四节 液压破碎锤的选择	(27)
第五节 挖掘机的稳定性	(30)
第三章 挖掘机回转装置	(33)
第一节 回转传动闭式回路	(33)
第二节 回转传动开式回路	(35)
第三节 回转传动装置主要元器件的选择	(37)
第四章 挖掘机行走装置	(46)
第一节 履带式行走传动装置的计算	(46)
第二节 轮胎式行走传动装置的计算	(52)
第五章 挖掘机控制系统	(61)
第一节 概述	(61)
第二节 发动机的控制系统	(62)
第三节 液压泵的控制系统	(64)

第四节	液压控制阀的控制系统	(78)
第五节	执行元件的控制系统	(83)
第六节	挖掘机整机的控制系统	(86)
第六章	挖掘机技术使用	(93)
第一节	挖掘机启动	(93)
第二节	挖掘机行走	(96)
第三节	挖掘机作业	(98)
第四节	液压破碎器	(104)
第七章	挖掘机检查、维护和调整	(107)
一、	周期性检查和维修	(107)
二、	周期性检查和维修注意事项	(107)
三、	检查和维修内容	(108)
四、	润滑剂和滤清器元件更换	(110)
五、	检查和维修	(112)
第八章	挖掘机故障诊断	(132)
第一节	一般性故障诊断	(132)
第二节	液压系统故障诊断	(135)

第一章 绪 论

第一节 我国挖掘机发展简史

我国挖掘机开发生产大致经历三个阶段,即创业起步、行业形成与全面发展。

创业起步及行业形成 1954 年我国第一台机械式挖掘机诞生在抚顺矿务局机电厂(后改为抚顺重型机器厂、抚顺挖掘机厂)。1955~1957 年间,又按原苏联科伏罗春挖掘机厂和乌拉尔重型机器厂的生产图纸,试制成功斗容量为 0.5m^3 、 1.0m^3 的建筑型挖掘机和斗容量为 3.0m^3 的采矿型挖掘机,当年投入小批量生产。到 1958 年,抚顺重型机器厂逐渐形成为挖掘机专业生产企业,生产 4 个等级 6 种型号的挖掘机。其中 4 种通用型具有正铲、反铲、起重、拉铲、抓铲、钻孔、打桩等多种工作装置,3 年共生产 363 台。一机部五局成立以后,到 60 年代末,挖掘机生产企业由抚顺一家迅速增加到 14 家,逐步形成挖掘机的独立制造体系。这个时期已经能生产的机械式挖掘机规格有 0.3 、 0.5 、 0.6 、 1.0 、 2.0m^3 ;采矿型有 2.0 、 3.0 、 4.0m^3 ,共形成 2 个系列 8 个等级 20 多个型号的产品,年产量已达到 300 多台。

行业发展阶段 70 年代初期,我国开始了液压挖掘机的研制新阶段。以上海建筑机械厂、合肥矿山机器厂、杭州重型机械厂、北京建筑机械厂、贵阳矿山机器厂、长江挖掘机厂等为主的企业,相继开发研制成功 0.2 、 0.4 、 0.6 、 1.0 、 2.0m^3 5 个等级 10 种型号的液压挖掘机(定量与变量泵、轮胎式与履带式)。其中上海建筑机械厂的 1.0m^3 液压挖掘机、贵阳矿山机器厂的 0.6m^3 轮胎式和履带式液压挖掘机、北京建筑机械厂的 0.2m^3 (拖拉机悬挂式)挖掘装载机、 0.4m^3 的 4 种液压挖掘机,由于采用了定量液压技术,基本符合当时国情,1975 年定型后转入批量生产。但是由于配套液压件产品质量不稳定等原因,中型液压挖掘机的生产规模发展不起来,国内用户仍以机械式挖掘机为主。与此同时,机械式单斗挖掘机还开发了斗容量为 1.0m^3 的隧道式(短臂)、 2.0m^3 的 WK-2 型采矿式和 $3\sim 4\text{m}^3$ 的 WP-3/4 型等 3 种机型。多斗挖掘机方面,杭州重型机械厂研制出小型横向挖掘机、斗轮挖掘机,长春工程机械厂研制出 GL20 型斗轮式挖沟机。另外水电与铁道等部门也开始了铣切式小型隧洞掘进机的开发。

改革开放后,液压挖掘机得到了进一步发展,随着国内液压件水平不断提高,部分采用进口液压件,1983 年以后,液压挖掘机的产品质量提高较快,中小型液压挖掘机形成系列产品,纳入正式生产的机型有:斗容量为 0.10 、 0.15 、 0.16 、 0.20 、 0.25 、 0.40 、 0.60 、 1.0 、 1.6 、 2.5m^3 10 个等级 30 个型号。生产企业除了原有的抚顺挖掘机厂、长江挖掘机厂、太原重型机器厂、杭州重型机械厂、合肥矿山机器厂仍生产几种机械式挖掘机以外,大部分主机厂均开始生产液压挖掘机。玉柴机器工程机械厂生产的 $0.04\sim 0.1\text{m}^3$ 微型液压挖掘机及柳州空压机集团挖掘装载机厂生产的 $0.3\sim 1\text{m}^3$ 液压挖掘装载机填补了空白。液压挖掘机的年产量到 1986 年达到 800 多台,占行业挖掘机总量的 55%。

进入 90 年代,随着改革政策不断完善,逐渐转入社会主义市场经济阶段,经济建

设高潮带动了液压挖掘机需求量不断上升,国内产品满足不了市场需求,开始从国外大量进口液压挖掘机及其二手机,1990年进口量只有549台,1991年上升到1852台,到1993年进口量高达6731台,是国产挖掘机数量的2.8倍。在这种情况下,国内部分企业纷纷与国外名牌厂商合资生产液压挖掘机,有的国外厂商,例如韩国大宇重工在烟台市兴办独资企业。至1997年,外商合资企业数量达到9家,独资企业1家。其中合肥日立、小松山推、烟台大宇、常林现代、徐州卡特彼勒、成都神钢等合资、独资企业,逐渐形成规模,与国内原有挖掘机企业形成竞争态势,液压挖掘机产量急剧上升,因而进口液压挖掘机数量也在下降。据1998年统计,全国挖掘机产量达到4500台,其中合资、独资企业挖掘机产量占80%,达3600多台,相应进口挖掘机数量下降到4700多台。从此液压挖掘机的技术水平和生产规模进入新的发展阶段,以合资企业为主体的液压挖掘机产品发展势头相当强劲。

随着液压挖掘机需求量上升,从“六五”计划开始,各厂先后从国外引进了先进的液压挖掘机制造技术。其中主要有:

1982年上海建筑机械厂引进德国Liebherr公司R942型/ 1.6m^3 液压挖掘机制造技术。

1983年杭州重型机械厂引进德国Demag公司的H55型/ 3.3m^3 、H85型/ 7.5m^3 大型全液压挖掘机技术,通过技贸结合进行合作生产。

1984年,由太原重型机器厂引进美国P&H公司斗容量为 $4\sim 8\text{m}^3$ 大型挖掘机制造技术。同时,由第一重型机器厂与美国P&H公司通过技贸结合,合作生产 23m^3 大型矿用挖掘机。

1985年2月,由建设部组织贵阳矿山机器厂、合肥矿山机器厂、长江挖掘机厂联合引进德国Liebherr公司的R912型/ 0.6m^3 履带式和A912型/ 0.6m^3 轮胎式液压挖掘机,R922型/ 0.8m^3 履带式和A922型/ 0.8m^3 轮胎式液压挖掘机及R962型/ 2.8m^3 、R972型/ 4m^3 、R982型/ 5.6m^3 大型履带式液压挖掘机制造技术。与此同时,北京建筑机械厂引进德国O&K公司MH6型/ 0.8m^3 轮式和RH6型/ 0.8m^3 履带式液压挖掘机制造技术。

通过“六五”期间的全面引进和消化吸收,我国的挖掘机制造技术水平在“七五”期间跨跃了一步,也提高了液压挖掘机的设计开发水平。

在我国工程建设机械行业中,挖掘机的开发生产相对起步较早,在发展初期,主要是机械式挖掘机,产量逐年上升。1966年全国产量只有480台,十年动乱中,挖掘机产品仍然得到了发展,到1978年全国产量达到1437台。到80年代,重点发展液压挖掘机,但在技术引进以前,受液压元件配套条件限制,发展速度减缓,到1986年全国挖掘机产量只达到1400多台,与1978年基本持平。通过技术引进以后及合资企业的发展,近十年来产量由1488台增长到4000多台。历年产量及进出口量见表1-1。

表 1-1 挖掘机械产品历年产量及进出口情况

单位:台

年份	产量	累计产量	进口量	出口量
1978	1437	13096		
1979	1554	14650		
1980	1145	15795		
1981	586	16381		
1982	953	17334		
1983	1550	18884		
1984	1700	20584		
1985	1669	22253		
1986	1488	23741		
1987	1762	25503		
1988	1579	27082		
1989	1632	28714	340	
1990	1134	29848	549	30
1991	1478	31326	1852	246
1992	2287	33613	6312	393
1993	2368	35981	6731	381
1994	2110	38091	3028	275
1995	2366	40457	3309	427
1996	2420	42877	3899	917
1997	3818	46695	6623	714
1998	4229	50924	4728	213

在产品产量增加的同时,规格品种也得到较大拓宽。广西玉柴机器股份有限公司生产的微型挖掘机年产量达到 500 台左右,并出口到欧洲和北美洲地区,整机机重级别为 1.3~4.2t。最大的液压挖掘机 H85 型斗容量达 7.5m³。在产品品种方面,除了常规通用的机械式和液压挖掘机以外,还发展了加长臂挖掘机和伸缩臂挖掘机、船用挖掘机、清污机、绞吸式清淤机、地下连续墙抓斗、挖掘装载机、挖掘推土机、沼泽地软地面挖掘机等产品。主要产品型号规格及生产企业见表 1-2。

表 1-2 挖掘机、挖掘装载机、地下连续墙抓斗、清污机、清淤机产品型号规格

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	轮式液压挖掘机	R130W	0.51m ³ /11.94t	常林现代
10		R200W	0.87m ³ /18.8t	
11		W4-60C	0.6m ³	贵矿(先导操纵)
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	厦门雪孚公司(德国合资)

续表 1-2

序号	产品名称	型 号	规 格	主要生产企业简称
15	轮式液压挖掘机	WLY202	20t	长江集团、徐州重型(WYL20A)
16		JLY161	0.8m ³	贵矿(进口液压件)
17		JYL161-2		
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		R220LC-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	
31		EX200-5	0.8m ³ /18.8t	合肥日立
32		EX200LC-5	0.8m ³ /19.3t	
33		EX210LC-5	1m ³ /19.9t	
34		EX300-3	1.38m ³ /28.6t	
35		EX350LC-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	
38		325B	1.1m ³ /26.2t	
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	江西长林(日本小松技术)
44		PC200-5	18.67t	
45		PC200-5LC		山推(日本小松技术)
46		PC200-6	18.9t	
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

续表 1-2

序号	产品名称	型 号	规 格	主要生产企业简称
59	履带式液压挖掘机	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		贵矿
64	履带式液压挖掘机	RH6LC	20t	北建(德国技术)
65		EF200	0.8m ³ /18.6t	抚挖
66		WY100C	1m ³ /28.7t	
67	沼泽地软地面挖掘机	WY40ZR	0.5m ³ /15.7t	
68	履带式液压挖掘机	WY100A-SJ	1m ³	上建
69	船用液压挖掘机	WY100S		
70	履带式液压挖掘机	SW200LC-3	0.8m ³	
71		SW270-2	1.2m ³	
72		SW270-SJ		上建(水陆两用)
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	1.4m ³	贵矿(进口液压件)
79		JY320-2		贵矿
80	履带式液压挖掘机(加长臂)	JY320G	0.4m ³	
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	
90		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

续表 1-2

序号	产品名称	型 号	规 格	主要生产企业简称
103	挖掘装载机	WZ2C	0.2/0.7m ³	北建
104		580L	0.2/0.8m ³	柳工(美国凯斯公司产品)
105		WZ30-25	0.3/1.0m ³	柳挖装载(中外合资)
106		WZ30-25A		
107	地下连续墙抓斗	ZLD80	6~1000mm×50m	抚挖
108		GB24		上海金泰(中德合资)
109	清污机(陆用)	QW100	1m ³ /20t	长江集团

第二节 我国挖掘机制造企业发展概况

1992年以前,我国挖掘机生产企业均得到了稳步发展,1994年开始,国有挖掘机生产企业连年滑坡。有人认为是市场问题,其实不然。自从改革开放以来,特别是1991年以后,国内挖掘机需求量增长非常快,就拿进口量来分析,1985年和1990年进口挖掘机分别为340台和549台,1991年上升到1852台,到1993年高达6731台,说明国内挖掘机市场相当好。在这种情况下,国内一些原来从事土石方工程建设机械生产的企业与国外挖掘机名牌生产厂商均看准了这个市场发展趋势,一拍即合,建立合资企业,从产品高起点开始,抢占市场。至1997年,合资企业发展到9家,独资企业1家,发展规模年生产能力为11700台,详见表1-3。

表 1-3 挖掘机械中外合资企业项目表

序号	项目名称	外方公司	中方企业	投资规模 (万美元)	中方投 资比例 (%)	产品纲领	开业时间	1998 年产销量 (台)		
								产量	销量	库存
1	小松山推工程机械有限公司	日本小松制作所等四家公司	山东推土机总厂	2980	50	PC200 及 PC220 型液压挖掘机 1000 台	1997.5.6	658	658	
2	卡特彼勒徐州有限公司	美国卡特彼勒公司	徐州工程机械集团公司	2980	40	卡特 300 系列液压挖掘机 1700 台	1997.9.26	342	350	29
3	成都神钢建设机械有限公司	日本神户制钢所等	成都工程机械集团公司	1100	45	SK200 至 SK400 型液压挖掘机 500 台	1995.2.1	104	253	34
4	合肥日立挖掘机有限公司	日本日立建机株式会社	合肥矿山机械厂	4800	25	合矿 WY 系列及日立 20~40t EX 系列 2000 台	1996.6.16	1117	1117	
5	詹阳机械工业集团有限公司	加拿大詹森公司	贵阳矿山机器厂	2500	40	贵矿 1~1.45m ³ 液压挖掘机 2000 台	1996.2.1	273	340	73
6	常州现代工程机械有限公司	韩国现代重工业株式会社	常州林业机械厂	2000	40	现代 POBEX200 及 290 型液压挖掘机 1000 台	1996.5.8	398	398	
7	鞍山利勃海尔液压挖掘机公司	瑞士利勃海尔公司	鞍山第一工程机械股份公司	735	75	R912-932 型液压挖掘机 400 台	尚未投产	-	-	-

续表 1-3

序号	项目名称	外方公司	中方企业	投资规模 (万美元)	中方投 资比例 (%)	产品纲领	开业时间	1998 年产销量 (台)		
								产量	销量	库存
8	厦门雪孚工程机械有限公司	德国雪孚集团公司	厦门工程机械股份公司	2300	49	0.8~1m ³ 液压挖掘机 600 台	尚未投产	-	-	-
9	凯斯柳工机械有限公司	美国凯斯公司	柳工机械股份公司	620	30	CASE - 580L 型挖掘装载机 500 台	1997.3.1	25	23	2
附	烟台大宇重工业(株)独资企业	韩国大宇重工		9000	0	挖掘机 2000 台	1996.7.28	479	479	

这些合资企业产品,在 90 年代已经完成了新一轮的技术更新,普遍采用了高压闭式双回路液压系统、节能高效的微电子转换装置、电子监控、故障自动报警等先进技术,大大提高了挖掘机的作业效率,性能价格比指标已经超过国产廉价的挖掘机产品,致使国有挖掘机企业的产品市场份额迅速下降,合资企业产品从 1996 年开始批量进入市场,发展迅速。据 1998 年统计,全行业挖掘机产量达到 4500 多台,其中合资企业产品已经占到 80% 以上。国有企业产品必须从技术进步,产品升级换代,企业机制转换,提高管理水平,开拓市场方面重新起步,探索新的发展思路。

第三节 挖掘机电子化、自动化的发展状况

目前,液压挖掘机电子化和自动化的主要目的是推进机器的节能、省力以及安全性。在日本的液压挖掘机上,现在最明显的效果是体现在机器的技术成本,即机器的成本与技术性能之比(成本/性能)。正是由于这项指标的不断改善,促进了日本液压挖掘机电子技术的顺利推进。然而现在也面临这样的问题,一方面是液压挖掘机电子技术的急速发展,另一方面这种技术的普及未能及时跟上,使其在维护、保养方面的问题成为必须研究的课题。这一点在国内同样更严重地存在,也是国内用户目前还普遍不太关注挖掘机电子技术性能的原因。

下面以日本的液压挖掘机为例,介绍其电子技术的发展现状:

1. 节能方面

日本最初的液压挖掘机电子化主要是围绕液压泵、柴油机怠速的节能来考虑的。现在日本液压挖掘机在节能方面主要有以下几种控制方式,如图 1-1 所示。

① ESS(Engine Speed Sensing) 柴油机转速传感。这种方式主要是使柴油机的输出功率能够完全成为泵的输入功率,而不必考虑传统的功率储备。同时,保证柴油机在瞬时超载下不会熄火。这种方式因没有功率储备而节能。

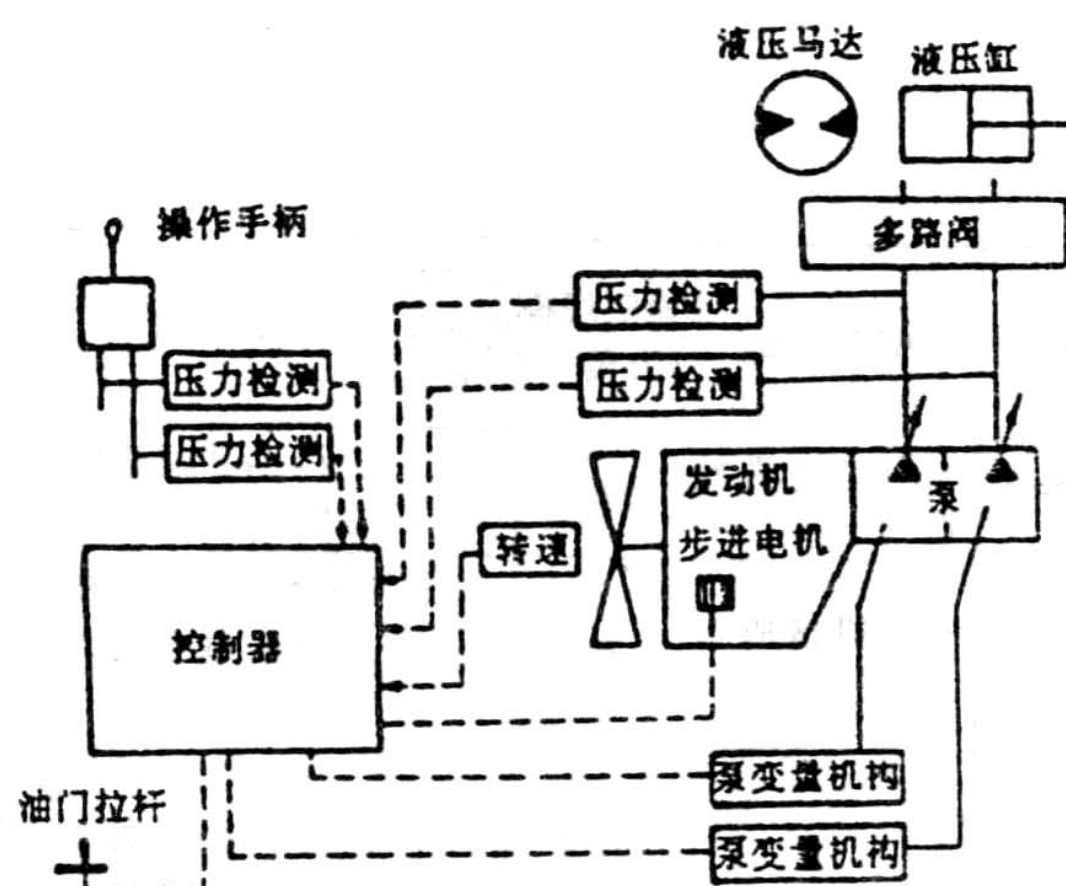


图 1-1 液压挖掘机的电子—液压控制系统

②电子负操作控制。液压挖掘机所有的操作手柄回中位时,泵的输出流量变为最小,随着手柄操作角度的加大,泵的输出流量增加。这样,随时减小泵的剩余流量,从而达到节能。

③电子 $p-Q$ 控制。当泵的出口压力增大时,使泵的流量减小,保证泵的输入功率始终一定,使其不会超过柴油机的输出功率,造成柴油机过载。

电子 $p-Q$ 方式一般与 ESS 方式联合使用,一般称为极限负荷调节。

④自动怠速。超过设定的时间不操作手柄时,柴油机转速自动下降作怠速运转。这样,在作业中断而又未停机时,带来节能和低噪音的效果。

⑤作业模式。根据作业环境、内容的要求,选择适当的作业模式,而对应于每种作业模式,柴油机和泵的功率自动重新设定,从而减小功率浪费。目前设定的作业模式,一般是重载作业、经济作业、细微作业三种。重载作业主要是考虑发挥柴油机的最大功率和挖掘机的最大出力;经济作业主要是考虑柴油机的油耗和挖掘机的正常出力,经济作业是最常用的一种模式;细微作业主要是考虑柴油机的噪音和挖掘机的精细挖掘。

2. 省力方面

液压挖掘机的操作绝大部分是复合动作,操作者需要有熟练的技术,特别是部分特殊挖掘工况,即便是熟练操作者,完成起来也非常困难。因此,液压挖掘机的半自动化、全自动化电子控制的研究,就是针对于此。日本液压挖掘机目前的控制方式主要有:

①斜面、平面挖掘控制。斜面挖掘、平面挖掘有时要求斗齿尖的移动精度保证在几毫米的以内。这时,操作人员控制起来就非常困难。而利用电子控制下的斜面挖掘、平面挖掘方式,操作者只需要操作斗杆的手柄,就可以完成作业。这种方式尤其对反复挖掘多种斜面、平面的作业最为有效。

②自动挖掘控制。挖掘机作业时最主要的动作是挖掘和卸土,每次挖掘总是尽可能使铲斗充满。这样,挖掘同样的土石,就可以减少卸土和回转的次数,提高挖掘效率。因此,铲斗的充满程度也是评价操作者熟练程度的重要指标。日本液压挖掘机自动挖掘方式,就是以铲斗的充满率为核心,采用模糊控制。操作者在实际作业时,只需按一下按钮,机器就可以实现高效率的自动挖掘,如图 1-2 所示。

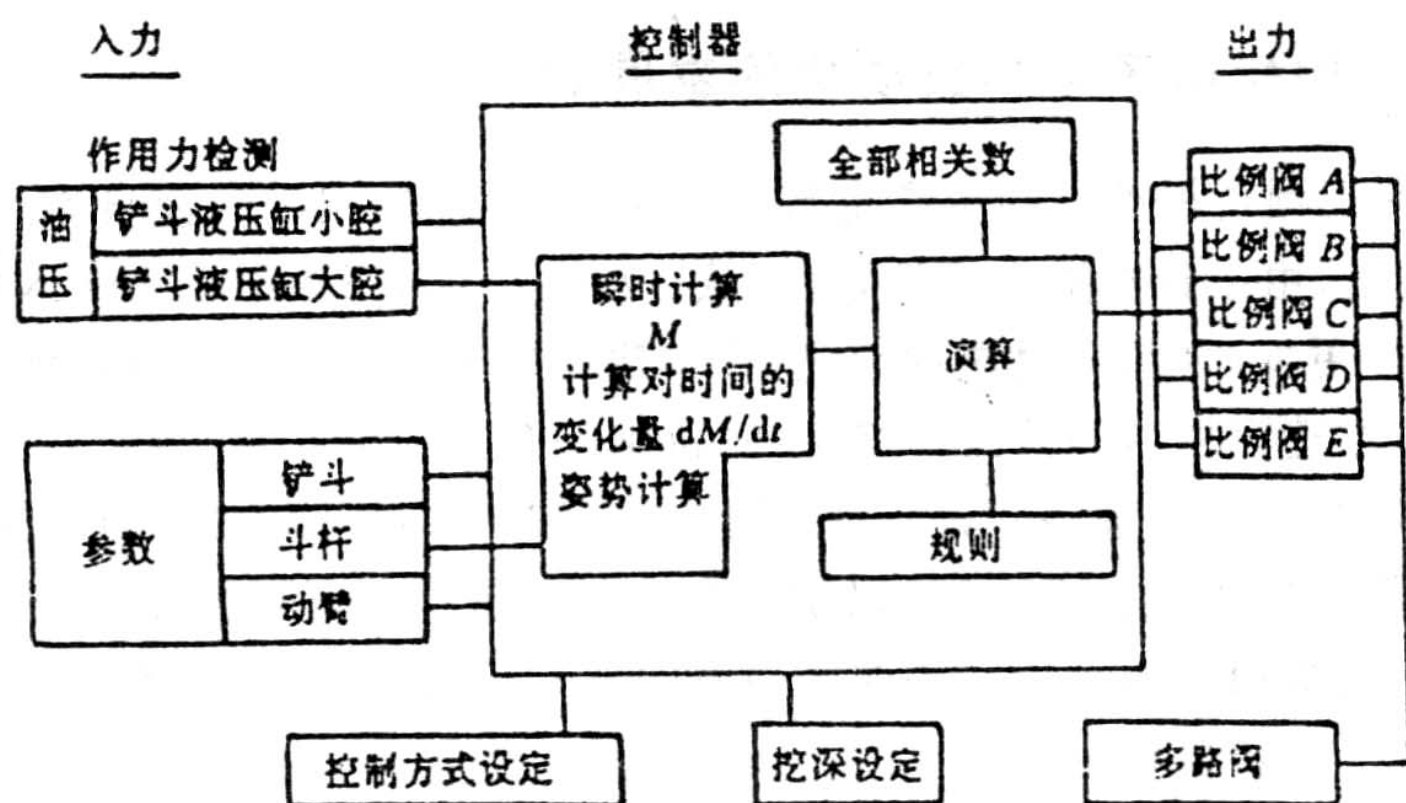


图 1-2 自动挖掘控制系统

3. 安全方面

液压挖掘机的市场拥有量非常大。但是由于挖掘机的操作不像起重机有严格的驾驶许可证制度,谁都可以上机操作。因此,引发的事故也较多。针对安全问题,日本公司又研究出了利用电子技术提高安全性的几种控制方式:

①接触防止装置。该装置是日本政府与企业共同研究和开发的项目。其作法是:在施工人员的工作帽和液压挖掘机上安装超声波检测装置。当施工人员不小心撞入挖掘机的作业范围时,挖掘机就会得到信号而自动停机,如图 1-3 所示。

②防干涉装置。对于超小型回转式挖掘机,设计上为了保证使工作装置回收回车幅内以实现更小的回转半径,采用偏置斗杆,但这又存在铲斗与司机室的干涉问题。另外,对于挖掘机在各种作业环境中,回转、抬臂时有可能碰上电线或其他各种障碍物,这也是挖掘机最常发生的事故。安装防干涉装置后,就可以预先设定。如:设定铲斗与司机室的相对距离;铲斗或斗杆与电线的相对距离。设定完后,司机即可放心操作,如果出现铲斗与司机室或电线接近时,机器会先发出提示警报声,再进一步靠近机器,会在你设定的距离上停止动作。

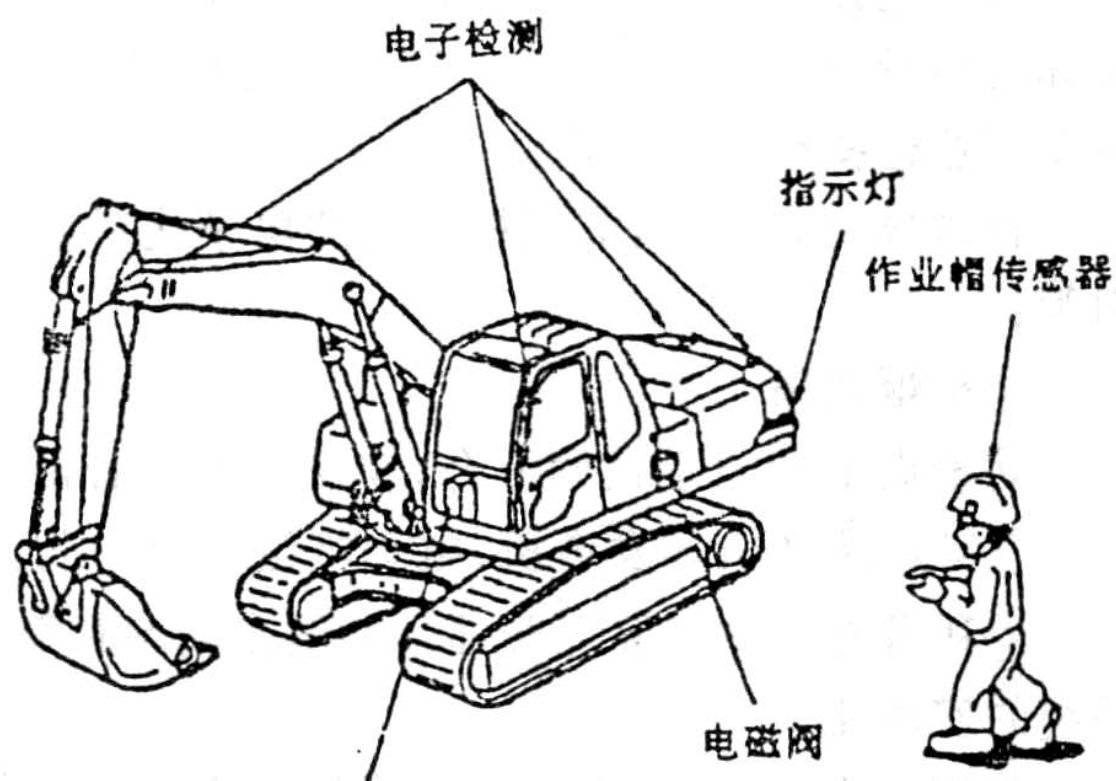


图 1-3

③远距离操作。日本的火山和地震较多,对于在人类无法进入的作业场地进行施工的问题,日本公司研制了远距离遥控的液压挖掘机及其他成套施工机械,并在以日本云仙普岳为代表的危险区域进行了实用。对于遥控液压挖掘机,国内的长江挖掘机厂的技术中心正在与浙江大学联合研制,一种是远距离遥控;一种是近距离遥控。但是,国内目前对遥控液压挖掘机的认识,几乎都普遍停留在只是用于危险区域的施工这一点上,而没有理解到遥控机型是实现无人化施工的一种重要途径,并且,只有遥控机型才可能最彻底解决工程机械劳动环境差、条件恶

劣 劳动安全等一系列问题。

第四节 挖掘机电子化和自动化的发展趋势

1996 年日本工程机械产品的生产量与前一年相比增加了 10%，使日本工程机械行业基本上得到恢复。但是，由于日本提高了消费税，从 1997 年 4 月开始市场又转入低迷，亚洲金融危机爆发，使其形势更加严峻。面对这种情况，日本建设机械行业的低价格发展意向进一步强烈，由此可能引起日本建设机械的持续价格革命。价格问题是一个方面，另一方面日本的建设机械目前也面临众多的课题，如围绕建设机械的社会，经济动向；环境破坏，能源问题，劳动力不足，人口高龄化；根据 PL 法的安全对策，以 EN 规定为代表的国际规则要求不断提高，而日本国内的规定相对却太缓和等等。从这些课题引发的各种要求来分析，对于液压挖掘机而言，其发展的方向仍是电子化和自动化。

在日本，现在建设机械的发展内容已经跨越了批量化的时代。面向 21 世纪，日本各公司都在思考发展对策，在液压挖掘机方面，其发展思路大致是：

1. 对应于环境问题

日本国内各种建设工地，都是采用机械施工。在众多的建设机械中，又是以数量众多的挖掘机为中心进行作业。因此，对于减少排烟、噪音、振动等要求，首先就针对液压挖掘机。目前，日本对于建设机械的排烟、噪音、振动已经制订了有关的规定，并且在建设省所管辖的工地上，必须是低噪音型、排烟对策型的液压挖掘机才可能允许施工。1996 年，日本排烟对策型、低噪音型液压挖掘机的生产量达到了 70%。另外，低振动型的液压挖掘机也开始生产。虽然，对于振动的有关评价指标还未最后确定，但在不久将来肯定会普及推广。

液压挖掘机的能源依存的是石油，而石油属于枯竭性资源，据分析目前地球的石油贮量按实际使用量推测，不到 40 年。因此，甲醇、天然气、电作为石油的替代能源正被提出来研究。在汽车行业这些研究最为深入。

在这样的状况下，液压挖掘机的电子化对应于环境要求，日本一些公司提出了以下的发展对策：

① 排烟对策

② 蓄电池和电动机的组合，实现 Zero—Emission 零排放挖掘机的实用化。

③ 实现柴油机和发电机、电动机组合成的混合型挖掘机的实用化。

④ 利用电子调速器对柴油机的输出功率和泵的输入功率进行复合控制，实现低排放、节能系统的实用化。

他们认为，与因为充电设备等基础条件的不完善而在苦苦支撑的电气汽车相比，液压挖掘机的作业由于作业场地的限制，加之施工人员的协助，实现② Zero—Emission 挖掘机的实用化是非常可能的。另外，虽然存在蓄电池的连续工作时间不长的问题，但在市内的作业工地范围较窄和外部电源的共用型是可以接受的，这样对于地下作业、室内改造、园林施工等首先以微型挖掘机为中心进行普及、推广是可行的。

但是，与柴油机型的挖掘机相比，还存在价格方面的问题。为此，日本的制造企业希望政府在新机型上给予税收优惠，同时，强化排气限制，这样来刺激发展。

对于排烟对策的③和④，日本一些公司正在进行以现有的柴油机功率完全被液压泵吸收的方式为基础，加以低排放、低能耗的发动机的研究。