

《国外机械工业基本情况》参考资料

# 挖 掘 机 械

国外工程机械基本情况编写组

第一机械工业部技术情报所

一九七九年

## 内 容 提 要

挖掘机械是工程机械的重要机种，是土石方开挖的主要机械设备。这份资料从五个方面介绍了国外挖掘机械的发展道路；当前的技术水平；行业与企业情况；主要品种（包括单斗液压挖掘机、矿用正铲和斗轮挖掘机和管道施工用轮斗挖沟机以及步行式挖掘机等）的技术发展现状；新产品研制过程中采用新结构、新技术和新工艺的情况；对今后的发展动向作了简要分析；最后还汇集了国外挖掘机制造业近期研制和推广的各种新材料；为初步了解国外挖掘机械的发展情况提供了一个宏观的认识，可供我国有关领导和同志制订规划和技术发展政策的参考。

## 挖 掘 机 械

国外工程机械基本情况编写组

（内部资料）

第一机械工业部技术情报所出版

天津红旗印刷厂印刷

中国书店（北京琉璃厂西街）经售

1979年6月北京

代号：79—21 · 定价：1.05元

# 出版说明

以华主席为首的党中央向全国人民提出了新时期的总任务，全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要研究和学习国外机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们组织有关单位编写一套《国外机械工业基本情况》参考资料。这项工作第一次开始于1973年，1975年基本完成。这次是第二轮，在内容和范围上比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。《国外工程机械基本情况》共分八分册：一分册—工程机械概况（综述，工程施工机械化，标准化、系列化、通用化，科研工作）；二分册—挖掘机械；三分册—铲土运输机械；四分册—工程起重机械；五分册—路面机械、压实机械，六分册—桩工机械；七分册—钢筋混凝土机械；八分册—凿岩机械与风动工具。

## 编写单位及主要执笔人

一、综述 天津工程机械研究所 宋廷兰

二、工程施工机械化 建筑科学研究院机械化研究所 吴济民 葛庆湘

三、标准化、系列化、通用化 天津工程机械研究所 贾毅

四、科研工作 天津工程机械研究所 陈强业

五、挖掘机械 天津工程机械研究所 抚顺挖掘机厂 高衡 贾毅 彭达武  
陈一文 吴思华

六、铲土运输机械 天津工程机械研究所 谢锦生 王永鑫 刘祖同 林信华  
刘玉春 华中杰 吴思华

七、工程起重机械 北京起重机器厂 长沙建筑机械研究所 田科 皮齐宝  
言正 黄金新 李道棧 王骆祥 华凡

八、路面机械 天津工程机械研究所 胡观身 贾毅

九、压实机械 长沙建筑机械研究所 李道棧 翁炎良 蔡素云

十、桩工机械 长沙建筑机械研究所 顾美珍 王秀龙

十一、钢筋混凝土机械 长沙建筑机械研究所 盛春芳 陶格兰 龚铁平

十二、凿岩机械与风动工具 天水风动工具研究所 葛振兴 周二如 陈宝春

参加这项工作的先后有科研、工厂、大专院校共10个单位、83位同志。此外，一些单位和同志还承担了大量翻译工作。

第一机械工业部技术情报所

# 目 录

一、概 述	1
(一) 挖掘机械的发展道路	1
(二) 从几项主要的技术经济指标, 看国外挖掘机械的技术水平	2
(三) 典型工程中, 挖掘机的装备率与使用效果	11
(四) 新产品研制过程中广泛采用新结构、新技术、新工艺和新材料	11
(五) 发展动向与展望	11
二、行业情况	17
(一) 概况	17
(二) 行业规模和生产能力	18
(三) 与有关行业的供求关系	21
(四) 生产管理与质量管理	22
(五) 职工队伍状况	23
三、企业情况	24
(一) 概况	24
(二) 发展历史较久的美国 B—E 公司	27
(三) 专为采矿工业提供大型矿用挖掘机的美国 Marion 公司	31
(四) 以制造挖掘机为主的美国 Harnischfeger 公司	35
(五) 液压挖掘机的著名制造厂家——西德的 Liebherr 公司	36
(六) 发展较早、能力较强、兼营多种挖掘机的西德 O&K 公司	37
(七) 专门制造液压挖掘机的法国 Poclain 公司	41
四、主要品种技术发展概况	48
(一) 单斗液压挖掘机由小到大发展迅速, 兴旺发达	48
(二) 大型矿用挖掘机出现半液压传动	65
(三) 斗容量 10—20 米 <sup>3</sup> 的矿用正铲挖掘机得到日益广泛的应用	66
(四) 步行式挖掘机逐步取代普通的剥离正铲挖掘机	81
(五) 矿用斗轮式挖掘机的设计与制造已发展到第五代, 即将进入第六代	88
(六) 轮斗式挖沟机正寻求新传动方式与新工作原理的应用	97
(七) 具有专门用途的特种挖掘机	106
五、国外挖掘机用材料	107
(一) 焊接结构用材料	107
(二) 挖掘机斗齿用耐磨材料	113
(三) 挖掘机用结构钢	118

# 一、概 述

掘挖机作为土、石方开挖的主要机械设备，发展至今大约已有140余年的历史。

目前，无论周期作业式或连续作业式挖掘机都在工业与民用建筑、交通运输、水电施工、露天或井下采矿以及现代化军事工程中有着十分广泛的应用，完成大约60%以上的土、石方施工工作量。对于减轻繁重的体力劳动、提高施工效率、加快工程进度，促进各项事业的发展都有很大的作用。据统计，一台1.0米<sup>3</sup>单斗挖掘机挖掘I—IV级土壤时，每班生产能力大约相当于300—400个工人一天的工作量；而一台日产20万米<sup>3</sup>的大型斗轮挖掘机则可代替5—6万人的劳动。可见，现代化建设工程不使用挖掘机是不堪设想的。

## (一) 挖掘机械的发展道路

工业革命推动了生产的大发展，带来了科学技术的新跃进。

模拟人的掘土动作而代之以蒸汽机驱动的“动力铲”，自十九世纪三十年代诞生后，基本工作原理至今一直未变。驱动工作机构之动力装置的不断变革是其不同发展阶段的重要标志。

挖掘机的整个发展过程是先有周期作业的单斗挖掘机，后有连续作业的多斗挖掘机。从第一台单斗挖掘机问世到第一台斗轮挖掘机的研制成功，中间相隔了整整100年。直到本世纪六十年代才有滚切式与铣切式挖掘机。轮斗式管道挖沟机、隧洞联合掘进机以及全液压传动的单斗挖掘机等。从动作原理上来看，百余年并无重大突破。

1. 蒸汽机驱动的单斗挖掘机从发明到广泛应用大约经历了100年。当时主要用来开挖运河和修建铁路。结构型式由轨道行走的半回转式进到履带行走的全回转式。

2. 内燃机与电动机驱动的单斗挖掘机已有50—70年的发展历史。

第一次世界大战之后出现了规模空前的动力革命。为了便于越野和扩大使用范围，出现了汽油机、柴油机或电动机驱动轮胎式与履带式单斗挖掘机。

3. 由半液压传动到全液压传动是挖掘机由传统的结构型式发展到现代结构的一次飞跃。

第二次世界大战后，随着飞机与机床液压传动技术的迅速发展。包括挖掘机在内的工程、矿山、起重运输等许多机械制造部门都广泛应用液压传动。液压挖掘机由六十年代初期占总产量15%发展到七十年代初期占挖掘机总产量的90%以上。近两年来，西欧市场上出售的单斗挖掘机几乎全部采用液压传动。与此同时，斗轮挖掘机、轮斗挖沟机、铣切式挖掘机等也在工作机构和臂架升降等部分采用液压传动。大型矿用挖掘机也在基本传动型式不变的情况下将工作装置改为液压驱动。

出现了挖掘机传动型式的液压化。

4. 控制方式的不断革新使挖掘机由简单的杠杆操纵发展到液压操纵、气压操纵、液压伺服操纵和电气控制、无线电遥控,直到最近又出现了电子计算机综合程序控制,人可在远离施工现场的集中控制室内通过工业电视监视数台挖掘机的工作。

单斗挖掘机起源于美国。在140多年中经历了四个重要的发展阶段,现已成为建筑施工和矿山采掘、装运中的主要设备。

多斗挖掘机起源于德国。在40多年中,几经更新、改进,目前已进入第五代,即将进入第六代。是采煤、采掘砂石及建筑材料工业中的高效率设备。

## (二) 从几项主要技术经济指标,看国外挖掘机的技术水平

### 1. 品 种

从六十年代以来的十多年中,国外挖掘机制造业发展极为迅速。通过采用各种新技术,产品更新换代的期限缩短到3—4年,甚至更短。由于采用电子计算机辅助设计,新产品的研制周期缩短到一年、甚至几个月。为了适应不同工程对象的要求,出现了斗

表5-1 两类挖掘机主要参数发展现状

参 数 名 称		单斗掘挖机	多斗挖掘机
铲斗容量	米 <sup>3</sup>	0.05~168	0.015~6.3
机 重	吨	1.5~13500	1.5~13000
总 功 率	马力	5~50000	5~11800
生 产 率	米 <sup>3</sup> /小时	5~9400	8~16000

表5-2 各国最大规格挖掘机主参数

国 别	类 型		单 斗 挖 掘 机						斗轮挖掘机 生 产 率 (米 <sup>3</sup> /小时)	
	单 位	发 展 情 况	机 械 式 斗容量(米 <sup>3</sup> )		液 压 式 斗容量(米 <sup>3</sup> )		步 行 式 斗容量(米 <sup>3</sup> )		已 生 产	正 研 制
			已 生 产	正 研 制	已 生 产	正 研 制	已 生 产	正 研 制		
美 国	152.9	—	2.3	4—6	168	—	—	—	1600	—
苏 联	20	—	2.5	4	100	—	—	—	12000	—
日 本	20.6	—	4.2	7—8	—	—	—	—	2000	—
西 德	4.1	—	8—10	15—20	—	—	—	—	25000	37500
法 国	—	—	7	10	—	—	—	—	—	—

容量 $0.01\text{米}^3$ 的建筑用微型反铲挖掘机和高达数十米乃至100余米斗容量 $168\text{米}^3$ 的巨型拉铲挖掘机。

近十年来,国外挖掘机的品种大约增加了10~15倍,随着电子工业的发展,新产品的设计与生产程序完全打破了常规。有时一年内一个公司就可以根据用户需要研制出若干新品种,以日本液压挖掘机的生产与发展为例,据日本通产省统计,1973年4月至1974年10月就发展了22个新品种;1974年11月至1975年11月又发展了22个新品种;1975年12月至1976年6月又发展了13个新品种。这样,从1973年4月至1976年6月的三年零两个月中,总共就发展了57个新品种。

据粗略统计,目前全世界大约已有300家公司制造近600种不同用途、不同规格的挖掘机。1972年,几个主要国家生产液压挖掘机的厂家与品种数见表5—3。

日本1977年统计、制造挖掘机的厂家总数已达26个,品种数为204个,其中液压挖掘机约有20个工厂制造136种产品,主要是中小型机。各品种所占比例见表5—4。

表5—3 国外液压挖掘机制造厂家与品种数

国 别	制造厂家数*	品 种 数
美 国	17	73
西 德	18	106
日 本	14	44
法 国	3	31
英 国	9	28
意 大 利	11	42
总 计	72	324

来源:〔1〕

\*指专门制造液压挖掘机的总公司,子公司和分公司均未计入。

表5—4 日本单斗挖掘机品种比例

品 种	年 代	所 占 比 例 (%)		
		1970年	1973年	1975年
斗 容 量 ( $\text{米}^3$ )	0.2~0.3	3	9	20
	0.3~0.6	80	67	53
	0.6~1.0	17	23	25
	1.0 以上	0	1	2

品种的发展不仅与原有工业基础有关,而且还与相邻行业、使用部门的需要等有关。日本出于环境保护的需要,近年来研制了若干种低噪音型挖掘机;开发水下资源又

要求研制包括水下挖掘机在内的成套水下工程机械。美国军工系统出于战争的需要，研制了具有通用底盘的军用工程机械族。这种由成批生产的单、双轴牵引车作为基础车辆，配装各种用途的工作装置，可以很容易地组合出数百种土方施工机械。

美国现有30多个公司生产100多种功率为12~600马力的单、双轴牵引车；8个主要的拖拉机公司（其中居垄断地位的是Caterpillar履带拖拉机公司），生产50多种履带拖拉机，最大功率达425马力。国外履带式液压挖掘机与履带式拖拉机主要零部件可以互换。

## 2. 产量、产值

国外挖掘机每年的总产量约为10~15万台（液压挖掘机8.5~13.5万台）。其中绝大多数是由美、苏、西德、日本等国生产的。美国年产挖掘机约2.5~3.0万台；苏联约4万台；日本2.5万台。世界单斗液压挖掘机的产量，10多年来逐年有所增加：1962只有2700台，1973年达到29800台。<sup>〔8〕</sup>西德液压挖掘机1960年产量仅900台。1970年达到5300台。法国到目前为止大约共生产了2.5~3.0万台液压挖掘机。日本液压挖掘机平均每年增加近2000台，但1973年比1972年增加了3千台。占挖掘机总产量的90%。苏联1973年生产液压挖掘机1605台，1974年增至2880台（包括悬挂式半液压挖掘机），约占挖掘机总产量的6.1%。美国官方公布的挖掘机产量数字只计全回转的。而悬挂式挖掘机的年产量约15000~20000台以上。<sup>〔2〕</sup>英国液压挖掘机1970年产量为1477台，目前仍不超过2000台，加上大型机械式挖掘机与多斗挖掘机，总产量约为3000多台。

全世界各种挖掘机的总保有量一直未能得到一个比较准确的数字。但据美、苏、日、法和西德等主要的挖掘机生产国粗略估计，大约在40~60万台以上。其中，西德1972年挖掘机保有量为42582台，苏联1976年仅建筑部门就拥有挖掘机148400台。1974年日本挖掘机的总保有量约为9.5~10万台。

几个国家挖掘机产量与产值见表5—5，5—6，5—7，5—8。

近年来美苏挖掘机生产增长情况见表5—9。

表5—5 日本单斗挖掘机的产量与产值 (单位：亿日元)

机 种	1973		1974		1975		1976		1977年四月以前	
	产量 (台)	产值	产量 (台)	产值	产量 (台)	产值	产量 (台)	产值	产量 (台)	产值
液压挖掘机	22394	1361.7	18434	1310.1	14368	1125.8	23347	—	2295	171.6
机械式挖掘机	1736	280.93	1175	249.9	720	240.7	967	—	62	27.4
悬挂式挖掘机	22200	1030	16400	836	9160	554	—	—	—	—

来源：〔3〕，〔4〕



表5—6 苏联挖掘机产值产量

年代	单斗挖掘机			多斗挖掘机	挖掘机备件 产值 (百万卢布)
	机械式	液压式	合计		
1970	29075	212	28000	2800	129.7
1971			30100	3100	148
1972			31700	3200	
1973			32600	3200	
1974			33700	3400	
1975			34650	3695	110
1976			36360	4040	
1977			37440	4160	
1978(计划)			37860	37860	3422

来源：〔5〕，〔6〕，〔8〕

表5—7 美国全回转液压挖掘机产量

年代	1970	1971	1972	1973	1974
产量(台)	2820	3137	3706	5528	5184*

来源：〔7〕

\*日本《建设の机械化》1976，№4统计为：6750

表5—8 西德建筑用单斗万能挖掘机产量产值

年代	1970	1971	1972	1973	1974	1975
产量、产值						
产量(台)	7498	6307	6203	6490	5170	4953
产量(万吨)	10.9	9.70	9.26	10.7	9.12	8.99
产值(亿西德马克)	6.39	5.78	5.97	6.45	5.74	6.29

来源：〔8〕

表 5—9

美、苏单斗挖掘机产量增长对比

年 代	挖 掘 机 产 量 (台)		
	美 国	苏 联	苏、美之比(%)
1960	12873	21622	160
1972	24421	31672	130
1975	25523	35444	157

法国主要制造液压挖掘机。七十年代初期的产量为6600台，产值相当于1.6亿美元，英国液压挖掘机年产约1500台，产值2840万美元。〔9〕

从各类挖掘机产量产值增长的速度来看，日本是最高的，其次是苏联，然后是西德和英国。

单从产量来看，苏联挖掘机的总产量始终是最高的。但美国挖掘机产量不计悬挂式挖掘机，而苏联则全部计入。苏联液压挖掘机的产量始终不高。据称，目前正在设法搞专业化生产，力争1980年达到12000台。从现在研制新产品的进度来看，达到这个指标是困难的，而且产品质量不高，性能不稳定、寿命低。

国外挖掘机生产的重要特点之一是备件的生产量较高。美国挖掘机备件的产量约占总产量的50%。说明，凡已公开出售的产品，是可以确保使用的。

### 3. 质 量

国外挖掘机产品在满足性能要求的前提下，都规定出具体的寿命指标。表5—10为目前国外挖掘机的几项主要技术经济指标。

表 5—10

国外挖掘机的几项技术经济指标

指 标	单 斗 挖 掘 机	多 斗 挖 掘 机
单位斗容生产率(米 <sup>3</sup> /小时·米 <sup>3</sup> )	80~200	1.8~2.5(米 <sup>3</sup> /小时·升)
每吨机重生产率(米 <sup>3</sup> /小时·吨)	2.3~4.5(正铲) 1.20~2.4(拉铲)	3~4(大型) 1.2~1.4(大中型)
单位斗容机重(吨/米 <sup>3</sup> )	40~90(剥离正铲) 30~45(拉铲)	0.9~1.2(吨/升)(小型) 1~1.8(吨/升)(中、大型)
单位斗容功率(马力/米 <sup>3</sup> )	120~140	1.5~2(马力/升)
每马力生产率(米 <sup>3</sup> /马力)	0.6~1.4(无运输工具转载) 0.2~0.5(有运输工具转载)	— —
每挖掘1米 <sup>3</sup> 的能量消耗	耗 电 0.4~1.2(千瓦·小时) 耗 油 0.06~0.15(升)	— —

来源：〔10〕

履带式液压挖掘机的整机寿命以第一次大修期作指标。美国规定：恶劣情况下为4年，8000小时；一般情况下为5年、10000小时；良好情况下则为6年、12000小时。日本规定整机寿命是：1.2米<sup>3</sup>以下为7年、9100小时；2.3米<sup>3</sup>以上则为7年10500小时。液压装置的大修周期为3500小时，换油周期1000小时。<sup>〔11〕</sup>苏联中小型单斗挖掘机的大修周期是：斗容0.5米<sup>3</sup>轮胎式挖掘机为7200小时；斗容0.25米<sup>3</sup>轮胎式挖掘机为9600小时；斗容0.5~0.8米<sup>3</sup>履带式挖掘机为12000小时；斗容1~1.25米<sup>3</sup>履带式挖掘机为15000小时。（见CH207—68）

表 5—11 苏联大型挖掘机关键零部件寿命

零 件 名 称	寿 命 指 标
环 形 轨 道	7~8 年
托 轮	4~5 年
推 压 齿 轮	4~5 年
斗 杆	2 年
斗 齿	50 天
推 压 齿 条	6~7 年
传 动 齿 轮	6~7 年
履 带 板	4 年
回 转 主 轴	7~8 年
钢 绳	30 万吨矿石

来源：〔12〕

美国150—B型挖掘机传动齿轮（直齿轮、模数M20、329、用碳钢制）使用寿命10年。由于改进了推压缓冲装置可使钢绳传动中，超过堵转的推压力由88%降到24%，钢绳寿命则由500~600小时提高到1840小时，相当于铲挖200多万吨铁矿石。表5—12是美国钢厂为挖掘机提供钢绳的性能。提高钢绳寿命为挖掘机采用钢绳推压创造了条件。斗齿材料略加改进，可使寿命由每组斗齿铲挖8000吨矿石提高到50~65万吨矿石（用奥氏体含锰12~14%的高碳钢，加钼2%，磷要求非常低）。<sup>〔13〕</sup>

#### 4. 成 本

国外挖掘机的制造成本主要包括：原材料与燃料、动力消耗，固定资产折旧费、人员费及其它费用。苏联挖掘机用于原材料方面的费用约占总成本的一半以上，其次是工资和社会保险提成。燃料动力消耗与折旧费还占不到10%。日本、西德和法国用在原材料方面的费用只占有较小的比重，而人员费、折旧费与其它费用却占的比例较大，约为30~40%。

日本三菱重工业（株）的几种液压挖掘机，包括工厂利润在内的国内市场售价见表5—13。

表 5-12

## 美 国 钢 绳 性 能

挖掘机型号	用钢绳部位	钢绳直径	绳 长	钢绳结构	破 断 力 (吨)
195-B	提升机构	$1 \frac{1}{2}$ "	212'	6 × 37 钢	114
280-B		$1 \frac{5}{8}$ "	403'	芯 右 捻	115
195-B	推压机构	$1 \frac{3}{4}$ "	116' × 2	6 × 37 钢	153
280-B		$1 \frac{5}{8}$ "	198' × 2	芯 右 捻	115
195-B	起重臂吊具	2"	34' × 4	铁索桥用 绳	245
280-B		$2 \frac{1}{4}$ "	84' × 4		310
195-B	开 斗	$\frac{1}{2}$ "	48'	6 × 37 麻	—
280-B		$\frac{1}{2}$ "	100'	芯 右 捻	—

表 5-13

## 三 菱 重 工 业 几 种 挖 掘 机 的 售 价

项 目 \ 型 号	MS-20	MS-40	MS-60	MS-100
售 价 (千日元)	4300	7050	9550	18000
残 品 价 (千日元)	430	705	955	1800
规 定 寿 命 (小 时)	6500 (5 年)			
年 度 作 业 小 时	1300			

注: 1元(人民币)=150日元

## 5. 劳动生产率

劳动生产率是与生产专业化程度有密切关系的。国外挖掘机的生产早就实现了专业化, 因而产量的提高比较容易, 劳动生产率较高。例如: 西德Liebherr公司在法国的子公司共有职工960人, 年产液压挖掘机1500台, 劳动生产率为1.5台/人·年; 法国Poclain公司共有职工3000人, 年产液压挖掘机5600台, 劳动生产率达到1.86台/人·年, 24万法郎/人·年; 日本三菱重工明石制作所约有1500人, 年产液压挖掘机3600台, 劳动生产率达2.4台/人·年。

## 6. 生产专业化程度愈来愈高

国外挖掘机产量、质量、利润等都是靠高度专业化生产来保证的。强大的工艺专业化和零件专业化保证能集中精力承担有限部分的加工工艺。各零部件行业的专业化程度一般都在85%以上。

美国制造挖掘机的公司总数约144家，从业人数1.39万人，每年净产值1.06亿美元，年销售额3.2亿美元。据95%以上的企业统计，专业化程度达94%。专业化程度在75%以上的企业占93.8%。

挖掘机行业自己承担各项加工工艺的企业数在全行业中的比重见表5—14。

表5—14 美国挖掘机行业专业化情况

企业数	自己承担各项加工工艺的企业数								
	黑色金属铸造	有色金属铸造	铸造模型	冲压	钣金	热处理	机加工	工具	自动螺纹加工
142	3	2	2	34	46	2	57	19	5
100%	2.1	1.41	1.41	23.9	32.4	1.41	40.14	13.4	3.5

来源：〔14〕

美国最大的汽车公司（通用汽车公司）专为挖掘机行业提供发动机。专业化生产的特点是：垄断程度高，八家大公司就垄断了工程机械总销售额的54%；零部件及工艺专业化企业较多，中小企业比重大，产品专业化水平高且不影响产品变型。

日本大约95%以上的企业毛坯与零部件是通过专业化生产来满足需要的。

法国自七十年代以来工业发展速度仅次于日本。零部件专业化程度在85%以上。其特点是：企业兼并与联合生产以保主机的需要；以工艺定产品，产品变型很方便；主机厂与零部件厂分工协作，实行分包制，由几个专业厂专门为主机厂配套；国家颁布了《专业厂关系指南》，同时还建立行业组织，成立协会，以促进挖掘机行业的发展。

挖掘机行业已成立协会的还有：苏联的全苏挖掘机协会（Союзэкскаватор）和美国的挖掘机与起重机协会（PCSA）。通过这些协会颁布标准，举办展览、出版技术资料，推动质量管理的不断改进，促进专业厂的技术改造。〔14〕

## 7. 原材料消耗

制造挖掘机必然要消耗钢材，而大量的挖掘机投入矿山使用又可大大促进炼钢工业的发展。进入七十年代以来，美日等国挖掘机所用的普通钢材消耗量四年中大约增长20%，而特殊钢的耗用量几乎不变，钢铁铸锻件约有10~15%的下降。〔15〕〔16〕〔17〕

钢铁工业的发展，不仅需要大量矿石，燃煤量也迅速增长。露天铁矿和煤矿逐年有所增加。七十年代以后，井下矿区也使用挖掘机和前端式装载机作主要装载设备。因此，挖掘机产量与钢产量互相制约而又互相促进（表5—15）。

表5—15

各国挖掘机产量与钢产量关系

名称	国别	美国	日本	苏联	西德	法国	英国
挖掘机产量 (台/年)		19760	25000	37000	6500	6600	4000
钢产量 (万吨/年)		13200	11714	13660	5323	2700	2288
用钢量 (台/万吨)		1.5	2.1	2.8	1.2	2.4	1.7

注：美、日、苏均为1974年数字，英、法钢产量为1974年数，挖掘机产量为1970年数。西德仅指中小型单斗挖掘机数

西德1971年，平均每台液压挖掘机耗钢10.6吨，每台挖掘机平均产值91640马克，1975年每台平均耗用钢19吨，每台平均产值125000马克(说明液压挖掘机正在向大型化发展)。

#### 8. 进出口与自给率

国外挖掘机主要生产国每年在所制造的挖掘机产品中均有10~15%的出口，有的更高。日本是靠竞争挤入国际市场的，故质量要求较高，挖掘机产品既进口又出口。西德由于七十年代以后，房屋建筑已达饱和状态，建筑业投资年年下降。挖掘机的出口量逐年上升，竭力在国外寻找销售市场(表5—16, 5—17)。

表5—16 各主要国家液压挖掘机产量产值与进出口比率

国别	产量与产值		出口率(%) (出口量占生产 总台数的比率)	自给率 (%)
	台数	金额 (亿美元)		
美国	4600	7.35	30	114.9
苏联	35444*		10	90
日本	24300	7.0	5	103.5
法国	9000	3.15	80	96.1
西德	5000	2.8	80	150.1
英国	2800	1.05	45	—
合计	45700	21.35	35	—

来源：〔18〕

\*苏联为机械式挖掘机产量

表5—17 苏联挖掘机历年进出口情况

年代	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
进口量(台)	1388	1612	1944	1368	1064	839	421
出口量(台)	—	2200	2100	2516	3006	2634	3025

### (三) 典型工程中, 挖掘机的装备率与使用效果

主要工业国家, 挖掘机已成为建筑、采矿等各种施工工程中的主要机械设备。装备率逐年有所提高。六十年代初, 国外每1000名建筑工人所拥有的挖掘机台数: 美国33台, 苏联8.3台, 西德11.8台。战后, 施工机械化水平普遍提高。日本在战后的经济恢复过程中, 深感劳动力不足, 土建工程量每年大约增长10%, 使用机械的数量则每年上升20~30%, 机械增长率为工程增长率的2~3倍。施工机械中, 挖掘机的保有量高达9.5~10万台。<sup>[19]</sup>这是世界各国所罕见的。七十年代初, 日本按人口全国总平均(全国人口按1亿计算), 每一万人占有挖掘机1.89台。<sup>[13]</sup>苏联1970年拥有挖掘机103300台。在施工队伍中, 平均每一千名建筑工人拥有挖掘机数达14.7台。以全苏联共有2.4亿人口计算, 平均每一万人就拥有挖掘机4.3台。据1976年统计, 每千名建筑工人所配备的单斗挖掘机斗容量数是4.8米<sup>3</sup>, 预计1980年将上升到6.7米<sup>3</sup>。美国是施工机械化水平最高的国家。挖掘机配合其它工程机械全部代替了人工劳动、生产效率高, 施工周期短。1972年美国《工程机械》杂志介绍美国某工程的施工周期约为1400小时, 其中挖掘机的总运转小时达到818小时, 利用率为58%, 挖掘机的利用率是靠可靠性来保证的。利用率高, 说明机器可靠耐用, 施工周期可以缩短, 施工成本又可以降低。日本关于液压挖掘机的实际使用费用计算(表5—18), 为我们提供了关于挖掘机经济设计的参考材料。

可见, 日本一台1.0米<sup>3</sup>液压挖掘机每米<sup>3</sup>的施工成本为0.2元(人民币), 更主要的是大大缩短了施工周期。

国外主要金属矿山所装备的挖掘机见表5—19。

苏联1974年动工兴建的第二条西伯利亚铁路干线全长3145公里, 计划1983年建成, 全线土方工程量2.6亿米<sup>3</sup>, 每年至少要完成2000万米<sup>3</sup>的土方量。使用825台挖掘机(743台单斗挖掘机, 82台斗轮挖掘机)。占全部施工机械和车辆总数的5.3%。另外, 还从日本进口了166台挖掘机。66%以上的土方工程将由挖掘机来完成。

### (四) 新产品研制过程中广泛采用新结构、新技术、新工艺和新材料

挖掘机采用新技术新材料的情况见表5—21, 日本挖掘机主要件所用材料见表5~20

### (五) 发展动向与展望

挖掘机是各种土、石方工程施工中的主要手段。其发展将与各类施工工程的具体要求密切相关, 同时也因各国的具体国情不同而异。

1. 单斗液压挖掘机将在国民经济的各部门大显身手。

单斗液压挖掘机自五十年代出现以来, 几经改型换代。有着眼于使用要求的型式变更, 也有着眼于简化结构、改善性能, 提高功能利用率的新旧换代。

建筑部门所用的挖掘机已经或正在为全液压挖掘机所代替。西德七十年代初液压式与机械式挖掘机的比例为9:1(表5—22), 在400家建筑企业使用的挖掘机中, 70%为液压的。日本已经超过9:1而达到9.5:0.5。

全液压挖掘机将进一步在金属和非金属矿山推广应用。目前正在提高功率、作业参数和功能利用率。首先在中小型矿山逐步取代机械式挖掘机。

表 5—18

关于液压挖掘机的使用费用

项 目		单 位	使用费用各计算值	举 例 (MS100型 挖掘机)
基 本 项 目	购 价	千日元	机 器 售 价	18000
	残 品 价	千日元	购 价 的 10%	1800
	耐 用 期	小 时	新机器使用期间应扣除10%作废品价。作业时间以6500小时计	6500
	年作业时间	小 时	5 年 1300小时	1300
折 旧 费	偿 还 费	日元/小时	$\frac{\text{购价} - \text{残品费}}{\text{耐用小时}}$	2495
	机 械 管 理 费	日元/小时	$\frac{0.06 \times \text{购价}}{\text{年作业小时}}$	830
机 械 运 转 费	油 脂 费	机 油	$\text{额定功率} \times 0.6 \times 0.003 + \frac{\text{机油箱容量}}{\text{更换时间}} \times \text{油单价}$	50
		液 压 油	$\frac{\text{液压油箱容量}}{\text{更换时间}} \times \text{油单价}$	68
		柴 油	$\frac{\text{额定功率} \times \text{柴油消耗率} \times \text{负荷率}}{\text{油比重} \times 1000} \times \text{柴油费}$	375
		齿 轮 油	柴油量 $\times 3\%$ $\times$ 机油单价	46
		黄 油	柴油量 $\times 1.5\%$ $\times$ 黄油单价	33
生产率(回转90°)	米 <sup>3</sup> /小时	$\frac{3600qfek}{Cmf_2}$	260	
利 用 率	%	用户实际利用率	87	
		$\frac{\text{作业小时}}{\text{作业小时} + \text{日常准备时间} + \text{故障停歇}}$	$\frac{1300}{1300 + 200}$	
使 用 费	日元/米 <sup>3</sup>	$\frac{\text{折旧费} + \text{机械运转费}}{\text{生产率} \times \text{利用率}}$	30.6	

来源：《对日技术座谈资料》(天工所存)



表 5—19 国外几个大型金属露天矿挖掘机装备情况与使用效果

矿 山 名 称 (国 别)	矿岩种类	开采量 (万吨/年)		挖 掘 机 型 号	斗容量 (米 <sup>3</sup> )	台 数	装 载 效 率	运 输 设 备		资 料 来 源	
		矿石	岩石					容 量 (吨)	台 数		
莱特山铁矿 (加拿大)	镜—赤铁矿, 石英矿	4500	3500	192—MP	15.3	3		150	8	(EMJ)1974.12,	
				H2100	12.6	5		170	17	(CMJ)1975.3,	
				295—B	15.3	4		45	8	(SMR)1973.51,	
洛尔洛克斯铜钼矿 (加拿大)	黄铜矿、辉钼矿、花岗闪长岩等	1270	3120	PH2100	11.5	4	17000吨/台班	120	23	冶金部、一机部赴加考察金属属露天矿资料, 1974.(CMJ)1973.8.	
		2715	4190	PH2100	11.5	6	5万吨/台·日	120	34	(EMJ)1970.8, (SMR)1970.6, (WM)1974.6,	
双峰铜钼矿 (美国)	辉铜矿、赤铜矿、石灰岩、粉砂岩等	1370	10450	191—M PH2100	11.5 11.5	3 2		85,100还有38~80米 <sup>3</sup> 铲运机	27+12 +24+48 =111	(Min. Mag.) 1970.9. (WM)1974.6.	
		1500	970	PH2100	9.2	5	1400吨/台小时	100	27	赴澳考察资料.1974.	
哈默斯利铁矿, 帕拉布杜铁矿 (澳大利亚)	赤铁矿, 褐铁矿	3300	550万米 <sup>3</sup> /年	ЭКГ—4	4	14					
				ЭКГ—8	6.8	8		27			(Гор.Ж.)1973.9.
				ЭКГ—8N	8.0	1					
卡奇卡纳尔太磁铁矿 (苏联)	铁磁铁矿, 辉长岩等	2120	1280万米 <sup>3</sup> /年		6.8	5		27	261	(Гор.Ж) 1973.1. 1975.3.	
					8.0	6					
					4.0	25		40			