

《国外机械工业基本情况》参考资料

工 程 机 械

工程机械基本情况编写组

第一机械工业部情报所

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国机械工业形势一派大好。广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批林批孔运动，狠抓革命，猛促生产，巩固和发展了无产阶级文化大革命的丰硕成果，毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大号召，正在胜利地实现。

“知彼知己，百战不殆”。为了了解国外机械工业基本情况，我们组织有关单位，按机械工业各行业分别编写与出版一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

毛主席教导我们：“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”资本主义、修正主义国家的东西，必然打上资本主义的社会烙印和带有资产阶级的阶级偏见。因此，在参考国外情况的过程中，必须遵照伟大领袖毛主席的教导，采取分析、批判的态度。

本册为工程机械部分，参加编写工作的单位有：天津工程机械研究所、常德建筑机械研究所、天水风动工具研究所

由于我们水平有限，编辑工作中定有不少缺点和错误，请读者批评指正。

第一机械工业部情报所

一九七五年

目 录

| | |
|---------------------------------|-----|
| 一、行业情况 | 1 |
| (一) 工程机械的范围和服务对象 | 1 |
| (二) 工程机械的发展简史 | 1 |
| (三) 工程机械产值在国民经济和机械工业中所占比重 | 6 |
| (四) 工程机械与钢铁工业的关系 | 7 |
| (五) 工程机械技术引进与进出口额 | 8 |
| (六) 工程机械拥有量和装备率 | 9 |
| (七) 工程机械行业规模 | 10 |
| 二、工程机械科研工作情况 | 12 |
| (一) 美国 | 13 |
| (二) 日本 | 15 |
| (三) 西德 | 21 |
| (四) 法国 | 21 |
| (五) 英国 | 24 |
| (六) 苏联 | 26 |
| 三、工程机械企业情况 | 29 |
| (一) 美国卡特彼勒拖拉机公司 | 29 |
| (二) 日本小松制作所 | 30 |
| (三) 西德 O & K 公司 | 34 |
| (四) 法国波克兰公司 | 37 |
| (五) 苏联企业的一般情况 | 41 |
| 四、工程机械产品发展情况 | 43 |
| (一) 挖掘机械 | 43 |
| (二) 铲土运输机械 | 55 |
| (三) 工程起重机械 | 62 |
| (四) 压实机械 | 76 |
| (五) 桩工机械 | 85 |
| (六) 混凝土机械 | 105 |
| (七) 凿岩机械及风动工具 | 120 |
| (八) 工程机械发展趋向 | 127 |
| 五、工程机械的行业组织、学术会议、资料 | 135 |

一、行业情况

(一) 工程机械的范围和服务对象

按照我国通常的分类，工程机械主要包括挖掘机械、铲土运输机械（铲运机、装载机、平地机、推土机）、工程起重机械、压实机械、桩工机械、钢筋混凝土机械、路面机械、风动工具八大类。

苏联称建筑和筑路机械，市政工程机械、石料加工机械、土方工程准备工作机械、水泥制品和钢筋混凝土结构工艺设备和机械化工具等都包括在内。

日本称建设机械，挖泥船、自卸卡车、空气压缩机、钻坑凿孔机都包括在内。

美国称建筑机械，碎石机、空气压缩机、自卸卡车等都包括在内。

工程机械主要是为建筑房屋、筑路、水利水电、农林、矿山、海空港口等工程施工机械化服务的。一个国家生产和拥有多少工程机械对国民经济的生产建设，加快施工速度，保证工程质量，解放笨重的体力劳动均有很重大的意义。

(二) 工程机械发展简史

机动的工程机械是随着蒸汽机的诞生而出现，随着原动机的不断进步而发展，从蒸汽机发展到汽油机和柴油机，给工程机械产品的性能以及传动机构和机械结构均带来了很大的变化。

首先在英、美、法、德等国出现了蒸汽驱动的压路机、挖掘机和混凝土搅拌机。二十世纪初，开始在工程机械上采用电动机和内燃机。钢铁工业、汽车工业在这一期间迅速发展，为工程机械的发展提供了物质基础，另一方面由于交通、市政建设的发展，对工程机械提出了更多要求。起重机、挖掘机、压路机和混凝土搅拌机在这个时期无论从技术上或产量上都有了很大的进步。但还没有构成一个完整的行业。

三十年代初，资本主义世界经济发生危机，工程机械发展受很大影响。

第二次世界大战期间，用于军事目的的工程机械畸形发展。

二次大战后，由于战后重建工程需要，一些国家对工程机械的发展比较重视。

五十年代，由于汽车工业的迅速增长促使了公路工程事业的发展，各国均建造大量的高速公路，因此筑路用的机械特别是压实机械和铺路机械受到了格外的重视，由于市内建造的高速道、立体交叉公路、以及高层建筑等的扩大，使桩工机械也逐渐普及。同时由于大量公路的出现，道路工程的维护和保养以及冬季确保交通畅通的问题提到日程上来，促进了道路维修机械的发展。因此在五十年代工程机械发展的特点是产量的增大，技术的改进以及品种的扩大。

六十年代工程机械已经达到比较完善的程度，液压液力技术已经达到了普及。先进的电子技术，不仅使用在产品上而且还使用在试验研究工作上。激光在平地机上以及在隧道机械中得到了应用，收发报两用无线电话机也广泛地应用于管道的铺设、建筑的安装等工程中。六十年的工程机械产品在数量、质量和结构改进上得到进一步的发展。

目前工程机械一方面向着更加完善的结构、更加优越的性能、更加可靠新颖的技术方面发展，另一方面新的建设领域的开发，促使了工程机械向更宽的领域发展。

下面介绍美国和苏联的工程机械的发展简史：

1. 美国工程机械发展简史

从结构原理、设计技术和工艺水平来说，美国工程机械行业是独立地、自成系统地发展起来的。是最早采用机械能为动力的行业之一。在 1836 年出现了蒸汽机式挖掘机之后不久，便生产了第一批挖掘机。随后，相继出现了以蒸汽机为动力的钢轮压路机、履带式拖拉机、空气压缩机、混凝土搅拌机等。1909 年美国举办第一届工程机械展览会时，蒸汽机式钢轮压路机已经标准化。1908 年制成汽油机式的钢轮-履带拖拉机。据报道，1910 年，美国的正式汽车才处于试验阶段。所以，美国的工程机械行业比它的汽车行业发展得早，也比农业机械行业发展得早些。

汽油机和柴油机的发展，对美国的工程机械起着很大的革新作用。20 世纪 20 年代以来，美国垄断资本的发展和集中，美国汽车工业的畸形发展，使某些工程机械厂商被兼并，而以分公司的形式继续生产工程机械。美国资本的输出，在国外组织工程机械行业的跨国公司的，其数量也很庞大。据报导，1973 年美国国内外的工程机械的总产值，约占资本主义世界工程机械总产值的 85%。

(1) 1919 年以前的萌芽时期

由于蒸汽机的出现，开始制造机动的工程机械，如挖掘机、压路机等；但是，其他大多数机具，如铲运机、平地机和某些运土机具，仍用畜力牵引。

(2) 1919 年~1929 年：向施工机械化方向发展

由于电机、汽油机和柴油机的相继出现，给美国工程机械以有利的发展条件。土木工程技术与工程机械相互促进。二十年代，美国在一些较大的工程上，采用一些新的工程机械。如建筑 110 米高的大塔时，采用了功率 150 马力的电动起重机和工作容量 42.8 米³的混凝土搅拌机。用汽油机代替蒸汽机，提高压路机工作效率 30%。在纽约市开挖长 18 哩的引水隧道时，采用了风动凿岩机、风动的和电动的单斗挖掘机，电动机车等。在衬砌工程中采用了轨道式侧卸车。在开挖华盛顿市的一条 4.8×7.4 米隧道时，采用了装 4 台凿岩机的台车，实现了机械化。

(3) 三十年代情况：经济危机期间及危机之后

1929 年开始的经济危机使大批工人失业，建筑工程和工程机械一片萧条。从 1935 年开始，工程机械行业才又逐渐发展起来。

在三十年代初内燃机几乎全部代替了蒸汽机。在单斗挖掘机和摊铺机上使用闭式齿轮箱。有两种小型单斗挖掘机，已采用液压操纵和伸缩式动臂。采用“升降”原理工作的平地机，发动机功率达到 275 马力。曾采用振动原理来撒布较干的混凝土。在公路工程沿线，采用大型中心搅拌站供给混凝土，运输混凝土已采用自卸卡车。

在密西西比河码头工程里，使用的拉铲挖掘机，主臂长 53.3 米，用铝合金制成。

1930年~1931年在纽约市分别建造了高318米和381米的大楼，主要使用回转式起重机。

(4) 四十年代情况

四十年代初期，工程机械向着“大而快”和“小而轻”两个方向发展。在发展轮胎式拖拉机的同时，保持生产履带式拖拉机。陆军工兵和海军工兵都要求全轮驱动的工程车辆，于是出现了轮胎式推土机和轮胎式振动压路机。

在施工中，曾用16吨的蒸汽锤打60米长的工字钢桩。

在某大坝工程里，曾用一条16公里长的运输带运料，其下坡段兼用来发电，足够供给上坡段运转之用。

1942年和1949年修筑高129米和139米的大坝时，都用机械压实。

1948年在芝加哥举行的工程机械展览会上，展出的最大单斗挖掘机的斗容量为2.67米³；最大的履带式推土机的功率为180马力，重24吨，传动箱的前进和后退速度都是8挡。有一种轮胎式推土机采用液力变矩器传动，可以无级变速。有30吨气胎振动压路机，供填方压实和路基压实之用；另有一种箱形轮胎压路机，在压载箱里可装200吨生铁，用于高密度压实作业。展出的最大轮胎式推土机重45吨，发动机额定功率750马力，四轮驱动，推土板宽4.8米，一次可推运6.1米³、重30吨的土壤或岩石；其他轮胎式推土机重15到25吨，发动机功率200到300马力。

铲土运输和路面机械达到这样的水平：自行式平地机的平土板宽137厘米（前10年最宽的为106厘米）；拖式底卸运土车的容量13.7米³或15.2米³；混凝土摊铺机工作容量1.02米³（前10年最大的为0.81米³）；几种铲运机斗容量达到15.2米³，最大达到23米³；轮胎式推土机开始采用4轮驱动2轴转向；至此，前卸式装载机便开始出现。单斗挖掘机开始采用液力偶合器。

其他的技术发展有：伸缩臂、全回转、液压操纵的汽车式挖掘机；在双轮压路机上应用液力偶合器；混凝土铺路机采用振动光面器；双料斗摊铺机采用程序控制。

(5) 五十年代情况

由于防洪工程、大坝工程、原子能工程的需要，对工程机械提出了新的要求。

1949年，在大坝工程中，出现了就地制备全部骨料（包括沙子）的趋向。这是大型、高效的破碎机和筛分机发展的结果。在隧道工程中，凿岩机采用了碳化钨钎头，延长了寿命。

在五十年代里，某些轮胎式工程机械的车速，达到了48.2公里/小时，或更高。在工艺上采用新的淬火方法和合金材料，提高了斗齿、斗刃和钻钎的寿命。润滑剂和润滑方法的改进，在延长机器寿命中，也起了重要作用。此外，广泛采用液力变矩器，使动力系统负载平稳。柴油机采用涡轮增压器，增加了功率而不增加发动机尺寸。

大型化也是五十年代的一个特点，已出现载重40吨、400马力的运土车和双发动机共500马力的运土卡车，以及载重50吨的各种卡车，其中有的采用电动车轮驱动。工程用单斗挖掘机发展到斗容量3米³、3.8米³到9.9米³，而四十年代最大的是2.67米³，它们在大坝和防洪工程中，与上述运土车配套。履带式推土机发展到330马力，重22.3吨；大型轮胎式推土机也发展起来。

一机多用也是五十年代工程机械的一个特点。在农用轮胎式拖拉机上可以配上反铲和装载机。装载机的发展和应用，被认为是当时工程机械领域内的一次技术革命，只经过几年时

间就普遍代替了机械式小型单斗挖掘机，已有一种4轮驱动和4轮转向的装载机，斗容量达到4.5米³。

双轴牵引车牵引的铲运机越来越多，斗容量达到20.6米³。前后各装一台发动机的铲运机已开始出现，例如一种斗容量18米³的双发动机铲运机，前发动机功率300马力，后发动机功率200马力。在铲运机上的设计改革是：将铲斗做得矮而宽，将斗尾做成特定形状，使土料进入时翻滚，相互挤碎，减少间隙。

工程用起重机随着装配式建筑的发展而发展；当时最大的履带式 and 轮胎式起重机，已达到主臂长61米加付臂长15.2米，用来装配24层左右的楼房。汽车式起重机的起重能力，也达到了25、35和45吨，塔式起重机已开始出现。

轻型移动式柴油打桩机也发展起来，用于基础工程，但未能全部取代蒸汽打桩机。

由于新的公路系统石方量大，发展了履带式凿岩台车，可钻直径4吋、深40呎的炮孔。已采用硝磺加燃油的炸药。振动原理在压路机中已普遍应用，振频为3,600到4,500次/分钟。轮胎式振动压路机频率也达到700~1400次/分。出现了自行式的捣实压路机，部分取代了拖式羊足碾，工作速度达到16公里/小时。三轴和二轴串联的光碾压路机，达到自重20吨，都采用液力变矩器传动，碾压性能平稳。

破碎机多改成移动式，并在总机架布置颚式、辊式和锤式破碎机，能按粗细要求破碎大石块。沥青和水泥混凝土的搅拌楼都已自动化。移动式沥青搅拌机，工作容量达到6000吨，用电加热沥青。一次完成摊铺和光面的沥青摊铺机，都加装了履带改成自行式，工作宽度4.8米，厚度50.8厘米，只需要再碾压一次就完工。

随着水泥混凝土道路的发展，出现了高精确度的自行式平地机，都用液压操纵，在摊铺机前面靠着模板作业，工作速度快。在水泥混凝土摊铺机上有的采用3个储料斗。在摊铺机之后，用带振动器的平整机修补缝隙，最后用喷洒机修整表面。这方面的重要发展，是活模板摊铺机，它能一次完成各个工序，并拖着模板前进。

(6) 六十年代情况

这个时期的施工技术和设备，已达到比较完善的程度，出现了声波打桩机，开始采用电子计算机、电视机和激光仪。

由于导弹和月球火箭发射场、百层楼房、大桥大坝、快速道、隧道等工程的兴建，对工程机械在数量上和品种上都有进一步的需求。许多大型矿山机械经过改装和重新设计之后，用在土木工程上。例如：在大坝施工中，使用了单斗容量1.9米³的10个斗的斗轮式挖掘机，生产率达到了2700米³/小时。1963年前后，在几处直径7.9米的隧道工程中，已有效地采用隧道联合掘进机。

这十年的特点是：工程机械达到了广泛使用。工程机械的发展有两个趋向，一方面加大尺寸和功率；另一方面是保留或缩小尺寸而增加多用性和灵活性，以适应市政工程增长的需要。

大型轮胎式推土机由300马力增大到600马力；底卸运土车由65吨增大到100吨；链板式铲运机经过几年的改进就普及了，铲斗容量达到16米³，1969年达到26.7米³。

汽车式起重机发展最快，主臂加付臂的总长度由76.2米发展到137米；有一种型号的起重机起吊能力提高到250吨；伸缩臂起重机全伸长度为38米，起吊50吨。

凿岩台车钻孔直径达到0.3米，钻孔深度达到几百呎。

斗容量 2.3~3 米³ 的轮胎式装载机的需要量增长了两倍；市场上供应的装载机达到 14 米³(斗容量)。

在简化设备维修、提高利用率、延长寿命等方面，都作了专门的研究，除了直接改进机器之外，已有专业厂商生产一定规格的野外维修、保养专用车，以及燃料、润滑油和配件供应车等。某些建筑承包商还自制这类设备。

(7) 1969 年~1973 年的某些情况

由于欧洲各国及日本在国际市场上的竞争，使美国的出口量逐年下降，进口量（主要作为剥削国外廉价劳动力的一种手段）逐年上升。美国政府 1971 年 4 月发布的“职业安全与卫生条例”(OSHA)，在空气污染、噪音和人员安全等方面都订了新的标准，对该行业起着约束作用。这意味着产品需继续改进，成本随之上升。

经过六十年代的研究发展工作，到七十年代初期，已制成了某些探索月球的挖掘、起重和凿岩机械。六十年代发展起来的隧道联合掘进机已经成熟；刀具磨损、防护支撑、道壁衬砌、防水、防爆、隔音等问题都已解决；存在的问题是主机和辅助机械的配套——整个机组的利用率只达到 50% 左右。目前美国多采用掘进机开挖大型岩石隧道。

直接利用内燃机燃爆特性来排土的频爆式推土机，已经由美国陆军主管制成。它可用于开挖掩体、散兵坑、大型渠道等，比尺寸相当的一般堆土机效率高 5 倍。

激光仪已普遍用来引导隧道掘进机、挖沟机、平地机、铲运机等；收发报两用无线电话机广泛应用在管道铺设、建筑安装等工程和工地的通讯联络中。

2. 苏联工程机械发展简史

(1) 十月革命前

苏联在十月革命前，施工基本上是手工操作。建材设备的生产也谈不上机械化。现在属于建筑、筑路与市政机械工业部领导的 160 个工厂中，只有 29 个工厂是十月革命前建成的，但没有一个厂当时是生产建筑、筑路机械的。

(2) 1917~1940 年的情况

1931 年，沃夫罗夫厂首先制造两台轨道式的蒸气挖掘机，斗容量 2.5 米³；尼古拉叶夫工厂开始生产拖式平地机和轮式铲运机。1932 年，屋特金厂制造出全迴转履带挖掘机，斗容 1.5 米³。开始生产 150、250、375、500、750、1000 和 2500 升混凝土搅拌机。1931 年开始生产自行式压路机、碎石机、沥青洒布机。

第一个五年计划期间，生产了 44 种建筑机械。五年中主要建筑机械总产量为：106 台挖掘机，5240 台起重机和升降机，5400 台混凝土搅拌机，3600 台砂浆搅拌机，2500 台皮带输送设备。

1933~1937 年第二个五年计划期间“金属工人”厂、昆古尔厂、基米特罗夫和莫斯科机器制造厂开始生产挖掘机。挖掘机的产量从 1932 年 85 台增加到 1937 年 522 台。第二个五年计划末，由于建筑技术的发展，建筑业机械化装备达 7%；土方工程机械化水平达 48%；混凝土工程机械化 90%；建筑工人劳动生产率与 1928 年相比，增长 90%。

1940 年，苏联建筑机械已有 80 种产品。这些机器是由 25 个工厂生产，产量与 1931 年相比，增长 14 倍。

(3) 卫国战争时期和战后的建筑、筑路机械制造业

从战争的第一天起，苏联的经济转向国防需要。建筑、筑路机械行业与工业的其它部门，

停止了民用产品的生产，组织生产军用产品。

从1944年开始，恢复生产挖掘机、砂浆搅拌机、混凝土搅拌机、建筑卷扬机、沥青撒布机、拖式压路机和松土机、皮带运输设备、木材装载用起重机。

1946年成立建筑、筑路机械制造工业部，领导54个工厂。保证了战后时期发展建筑、筑路机械。1947年已经达到战前的生产水平。

战后第四个五年计划（1946~1950年）期间，投产200多种新机器。单斗挖掘机，斗容量为0.25、0.35、0.5、0.75和1.0米³，附有各种可换工作装置，还有多斗挖掘机、铲运机、推土机、自行式平地机、犁扬机。部属工厂这一时期产量增加到5.6倍。

1951~1955年第五个五年计划期间，挖掘机大约增长2.5倍，铲运机和推土机增长3~4倍，自行式起重机增长4~5倍。建筑业挖掘机拥有量增加3倍，铲运机和推土机增加到4.2倍，自行式起重机增加5.3倍。1955年建筑机械化装备率达16.6%。

1956年成批生产近200种新品种。1960年，挖掘机相对1955年增加到2.4倍，履带式起重机增加到7.1倍，轮胎式起重机增加到7.5倍，铲运机增长1.5倍，自行式平地机增长3.1倍，推土机增长1.7倍。

1959~1965年产品产量增加2.4倍，生产25200台挖掘机，32000台推土机，8400台自行式起重机。

(4) 1966~1970年期间

1965年改组成立了建筑、筑路与市政机械制造工业部，领导154个厂。

1966~1969年产品产量与前4年相比增长了1.5倍，1966~1970年产品品种从295种增加到近900种。并且解决了用于寒带气候条件下的机器生产问题。1969年建筑业有2300台寒带用的机器，1970年为3000多台。

(三) 工程机械产值在国民经济和机械工业中所占比重

近二十年来，工程机械在各国国民经济中占有重要地位。

美国1971年工程机械销售额44.26亿美元，占国民经济产值0.42%，占机械工业产值1.83，见表1-1。（C栏内不包括工程用拖拉机、履带式装载机。来源：参考资料28、29）

表 1-1 美国机械工业与工程机械销售额

（单位：亿美元）

| 年 份 | 国民经济产值 A | 机械工业销售额 B | 工程机械销售额 C | C/A | C/B |
|------|-------------|--------------|--------------|------|------|
| 1960 | 5113 | 1257 | 20.52 | 0.40 | 1.63 |
| 1965 | 6962 | 1803 | 34.52 | 0.49 | 1.91 |
| 1966 | 7627 | 2024 | 37.70 | 0.49 | 1.36 |
| 1967 | 8081 | 2096 | 37.67 | 0.46 | 1.80 |
| 1968 | 8794 | 2297 | 39.22 | 0.44 | 1.71 |
| 1969 | 9457 | 2431 | 44.35 | 0.46 | 1.82 |
| 1970 | 9730 | 2422 | 44.54 | 0.45 | 1.83 |
| 1971 | 10460 | 2584 | 44.26 | 0.42 | 1.56 |
| 1972 | 11520 | — | 48.24 | 0.42 | — |

日本 1960 年国民经济产值 154,990 亿日元, 工程机械产值占 0.32%。1972 年国民经济产值 906,000 亿日元。工程机械产值占 0.47%。1960~1972 年期间国民经济产值增加 4.83 倍, 工程机械产值增加 7.5 倍, 见表 1-2。

表 1-2 日本工程机械产值 (单位: 亿日元)

| 年 份 | 国民经济产值 A | 工程机械产值 B | B/A (%) | 年 份 | 国民经济产值 A | 工程机械产值 B | B/A (%) |
|------|-------------|-------------|------------|------|-------------|-------------|------------|
| 1960 | 154,990 | 504 | 0.32 | 1967 | 452,940 | 1,528 | 0.34 |
| 1961 | 191,260 | 803 | 0.42 | 1968 | 533,810 | 2,750 | 0.52 |
| 1962 | 216,660 | 958 | 0.44 | 1969 | 629,200 | 3,717 | 0.59 |
| 1963 | 255,760 | 1,132 | 0.44 | 1970 | 732,137 | 4,394 | 0.60 |
| 1964 | 295,310 | 1,268 | 0.91 | 1971 | 802,200 | 3,994 | 0.50 |
| 1965 | 326,500 | 889 | 0.27 | 1972 | 906,000 | 4,269 | 0.47 |
| 1966 | 384,000 | 1,099 | 0.29 | | | | |

西德 1971 年工程机械产值 30 亿马克, 占国民经济产值 0.40%, 占机械工业产值 4.91%。

1960~1971 年期间, 国民经济产值增加 1.5 倍, 机械工业产值增加 1.5 倍, 工程机械产值增加 1.5 倍, 增长速度相同, 见表 1-3。

表 1-3 西德机械工业与工程机械产值 (单位: 亿西德马克)

| 年 份 | 国民经济 产 A | 机械工业 产 B | 工程机械 产 C | C/A (%) | C/B (%) | 年 份 | 国民经济 产 A | 机械工业 产 B | 工程机械 产 C | C/A (%) | C/B (%) |
|------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| 1961 | 3326 | 285 | 14.10 | 0.42 | 4.92 | 1967 | 4946 | 376 | 16.01 | 0.32 | 4.25 |
| 1962 | 3601 | 308 | 16.90 | 0.47 | 5.49 | 1968 | 5400 | 400 | 20.90 | 0.39 | 5.15 |
| 1963 | 3840 | 309 | 18.36 | 0.48 | 5.94 | 1969 | 6034 | 481 | 27.02 | 0.45 | 5.63 |
| 1964 | 4209 | 339 | 21.24 | 0.50 | 6.26 | 1970 | 6828 | 570 | 36.06 | 0.44 | 5.26 |
| 1965 | 4604 | 376 | 21.34 | 0.46 | 5.68 | 1971 | 7561 | 611 | 29.98 | 0.40 | 4.91 |
| 1966 | 4907 | 390 | 18.33 | 0.37 | 4.70 | 1972 | 8285 | — | 31.12 | 0.37 | — |

(四) 工程机械与钢铁工业的关系

工程机械是以钢铁为主要原料, 又为钢铁工业服务的主要行业之一, 它与钢铁工业有着极为密切的联系。

美国工程机械销售额与钢产量有关, 1960 年销售额 2052 百万美元, 钢产量 9007 万吨。1970 年销售额 4454 百万美元, 钢产量 11941 万吨, 见表 1-4。

日本工程机械产量是随着钢产量的增加而增长。1957 年钢产量 1257 万吨, 每万吨钢生产工程机械 30 吨, 1967 年增到 51 吨, 见表 1-5。

西德每万吨钢生产工程机械比重较大, 1972 年钢产量 4371 万吨, 工程机械产量 45 万吨, 每万吨钢生产工程机械 103 吨, 见表 1-6。

表 1-4 美国钢产量与工程机械销售额

| 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械销售额 (百万美元) | 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械销售额 (百万美元) |
|------|---------------|-------------------|------|---------------|-------------------|
| 1960 | 9007 | 2052 | 1966 | 12163 | 3770 |
| 1961 | 8892 | 2150 | 1967 | 11541 | 3767 |
| 1962 | 8920 | 2315 | 1968 | 11893 | 3922 |
| 1963 | 9912 | 2732 | 1969 | 12797 | 4435 |
| 1964 | 11515 | 3200 | 1970 | 11941 | 4454 |
| 1965 | 11898 | 3452 | | | |

表 1-5 日本钢与工程机械产量

| 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械产量 (万吨) | 每万吨钢生产 工程 机 械 (吨) | 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械产量 (万吨) | 每万吨钢生产 工程 机 械 (吨) |
|------|---------------|----------------|-------------------------|------|---------------|----------------|-------------------------|
| 1957 | 1257 | 3.8 | 30 | 1963 | 3150 | 25.5 | 81 |
| 1958 | 1211 | 5.3 | 43 | 1964 | 3979 | 28.9 | 73 |
| 1959 | 1662 | 8.4 | 50 | 1965 | 4116 | 20.7 | 50 |
| 1960 | 2213 | 11.9 | 54 | 1966 | 4778 | 24.4 | 51 |
| 1961 | 2826 | 18.1 | 64 | 1967 | 6216 | 31.6 | 51 |
| 1962 | 2744 | 21.3 | 77 | | | | |

表 1-6 西德钢与工程机械产量

| 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械产量 (万吨) | 每万吨钢生产 工程 机 械 (吨) | 年 份 | 钢 产 量 (万吨) | 工程机械产量 (万吨) | 每万吨钢生产 工程 机 械 (吨) |
|------|---------------|----------------|-------------------------|------|---------------|----------------|-------------------------|
| 1958 | 2226 | 14.63 | 66 | 1966 | 3473 | 32.50 | 94 |
| 1959 | 2528 | 19.90 | 79 | 1967 | 3674 | 27.20 | 74 |
| 1960 | 3410 | 24.10 | 76 | 1968 | 4116 | 35.60 | 87 |
| 1961 | 3272 | 28.11 | 86 | 1969 | 4532 | 42.92 | 95 |
| 1962 | 3189 | 31.61 | 99 | 1970 | 4504 | 46.92 | 104 |
| 1963 | 3100 | 32.89 | 106 | 1971 | 4031 | 44.40 | 110 |
| 1964 | 3670 | 39.87 | 109 | 1972 | 4371 | 45.18 | 103 |
| 1965 | 3617 | 38.80 | 107 | | | | |

(五) 工程机械技术引进与进出口额

美国工程机械技术引进与产品进口比重极小。1972年工程机械销售额4824百万美元，进口率1.7%，出口率32%，见表1-7。

日本采取技术引进的方法，购买专利使用权和制造技术，吸收外国投资建立合资公司。1951~1959年技术引进9件，1960~1967年技术引进61件。建立三菱-卡特彼勒公司，资本168亿日元，其中美国投资占50%。1967年产值1528亿日元，进口率6%，出口率11%，见表1-8。

表 1-7 美国工程机械进出口额

(单位: 百万美元)

| 年 份 | 工程机械销售额 | 进 口 额 | 出 口 额 | 年 份 | 工程机械销售额 | 进 口 额 | 出 口 额 |
|------|---------|-------|-------|------|---------|-------|-------|
| 1960 | 2052 | 3 | 659 | 1970 | 4454 | 70 | 1594 |
| 1965 | 3452 | 37 | 1067 | 1971 | 4426 | 75 | 1449 |
| 1967 | 3767 | 55 | 1107 | 1972 | 4824 | 85 | 1541 |
| 1969 | 4435 | 65 | 1339 | | | | |

* 来源: 29

表 1-8 日本工程机械进出口额

单位: 百万日元

| 年 份 | 工 程 机 械 产 值 | 进 口 额 | 出 口 额 | 年 份 | 工 程 机 械 产 值 | 进 口 额 | 出 口 额 |
|------|-------------|-------|-------|------|-------------|-------|-------|
| 1958 | 23166 | 3704 | 1175 | 1963 | 11327 | 1750 | 5454 |
| 1959 | 34384 | 2352 | 3985 | 1964 | - | 2107 | 8788 |
| 1960 | 50493 | 3021 | 3168 | 1965 | 88991 | 2108 | 17933 |
| 1961 | 80333 | 4257 | 5077 | 1966 | 109974 | 4625 | 12238 |
| 1962 | 95885 | 1687 | 3528 | 1967 | 152813 | 9300 | 19676 |

西德工程机械出口率较高,1969年产值27亿马克,进口率21%,出口率35%,见表1-9。

表 1-9 西德工程机械进出口额

单位: 百万马克

| 年 份 | 工 程 机 械 产 值 | 进 口 额 | 出 口 额 | 年 份 | 工 程 机 械 产 值 | 进 口 额 | 出 口 额 |
|------|-------------|-------|-------|------|-------------|-------|-------|
| 1960 | 1204 | 92 | 310 | 1967 | 1601 | 210 | 797 |
| 1961 | 1419 | 152 | 368 | 1968 | 2090 | 326 | 826 |
| 1962 | 1690 | 238 | 360 | 1969 | 2702 | 569 | 957 |
| 1963 | 1835 | 301 | 425 | 1970 | 3006 | - | - |
| 1964 | 2124 | 345 | 510 | 1971 | 2998 | - | - |
| 1965 | 2134 | 335 | 566 | 1972 | 3112 | - | - |
| 1966 | 1833 | 266 | 682 | | | | |

(六) 工程机械拥有量和装备率

工程机械拥有量和装备率直接影响施工机械化程度,对基本建设起着重要作用。

美国1953年五种工程机械拥有量约50万台,其中挖掘机65000台,推土机266000台,铲运机36250台,起重机36000台,混凝土搅拌机100000台。全国人口约1.6亿,平均每万人拥有量31.25台,其中挖掘机4.06台,推土机16.6台。建筑业每千名职工装备率:挖掘机21台、推土机85.8台、铲运机11.6台、起重机11.5台、混凝土搅拌机32台。

日本1968年工程机械拥有量317000台,其中挖掘机18654台,推土机50883台,铲运

机 1640 台, 起重机 14208 台, 混凝土搅拌机 32636 台。全国人口约 1 亿, 平均每万人工程机械拥有量 31.7 台, 其中挖掘机 1.87 台, 推土机 5.09 台, 铲运机 0.16 台, 起重机 1.42 台, 混凝土搅拌机 3.26 台。

苏联 1970 年四种工程机械拥有量: 挖掘机 103300 台, 推土机 101700 台, 铲运机 29000 台, 起重机 118800 台。全国人口约 2.4 亿, 平均每万人拥有量: 挖掘机 4.27 台、推土机 4.52 台、铲运机 1.2 台、起重机 5.28 台。建筑业每千名职工装备率: 挖掘机 14.7 台, 推土机 14.5 台, 铲运机 4.2 台, 起重机 17 台。

西德 1970 年工程机械拥有量: 467244 台, 其中挖掘机 39574 台, 推土机 18300, 起重机 2135 台, 混凝土搅拌机 172578 台。全国人口约 0.6 亿, 平均每万人拥有量 77 台。其中挖掘机 6.5 台, 推土机 3 台, 起重机 0.35 台, 混凝土搅拌机 28 台。建筑业每千名职工装备率: 挖掘机 25 台, 推土机 11 台, 起重机 1.3 台, 混凝土搅拌机 112 台。

(七) 工程机械行业规模

美国 1972 年主要厂商 624 个, 职工总数 12.7 万人, 发货总额 52.92 亿美元, 其中出口额占 32%。美国厂商生产的工程机械约占资本主义世界市场的 85%, 行业厂商主要分布在中西部各州。

目前, 行业规模大于农业机械行业, 相当于矿山机械行业的四倍。1958 年以来, 发展规模和速度超过农业和矿山机械行业 (表 1-10)。

工程机械产品用于建筑业、农业、林业、矿业以及军事工程、环境保护工程和月球探索等部门。

表 1-10 美国工程机械行业规模*

| 年 份 | 厂 商 数 | 职 工 数 | 工 人 数 | 净 产 值 (千美元) | 发 货 额 (千美元) | 备 注 |
|------|-------|---------|---------|----------------|----------------|------------------|
| 1958 | 532 | 95,304 | 66,510 | 1,022,801 | 2,107,352 | 仅包括建筑和铲运机械(可比项目) |
| 1963 | 2259 | 210,959 | 146,753 | 2,732,269 | | |
| 1965 | | 246,776 | 174,225 | 3,556,033 | 6,799,364 | 包括可比项目和不可比项目 |
| 1966 | | 261,312 | 186,257 | 3,963,846 | 7,551,537 | " " |
| 1967 | 2305 | 273,000 | 179,000 | 4,136,000 | 7,865,000 | " " |
| 1968 | | 275,000 | 182,000 | | | |
| 1969 | | 283,000 | 198,000 | 4,949,000 | 9,244,000 | " " |
| 1970 | 1187 | 89,000 | | | 4,100,000 | 仅包括建筑和铲运机械(可比项目) |
| 1972 | 624 | 127,000 | | | 5,292,000 | " " |

* 资料来源: 28、26、43

日本 1957 年工程机械企业 88 个, 1968 年企业 122 个。

1971 年日本工程机械企业 204 个, 1000 人以上公司占 10%, 产值占 72% (表 1-11)。

1957—1972 年日本工程机械产量和产值见表 1-12。

西德 1973 年工程机械专业和兼业厂商 110 个, 多数产品由 6—7 个财团垄断生产。1971 年职工总数约 5 万人, 产值 29.98 亿西德马克。劳动生产率约 6 万西德马克, 折合人民币约

4.2 万元。1969 年投资 29 亿西德马克。

1966—1972 年工程机械产量和产值(表 1-13)。

表 1-11 1971 年工程机械企业规模

| 职 工 | 企 业 | 企 业 比 重 (%) | 产 值 比 重 (%) |
|----------|-----|----------------|----------------|
| ~300 | 136 | 67 | 12 |
| 300~500 | 21 | 10 | 5 |
| 500~1000 | 21 | 13 | 11 |
| 1000~ | 21 | 10 | 72 |
| 合 计 | 204 | 100 | 100 |

表 1-12 日本工程机械产量和产值

| 年 份 | 项 目 | | | 年 份 | 项 目 | | |
|------|------------|------------|---------------|------|------------|------------|---------------|
| | 数 量 (台) | 重 量 (吨) | 产 值 (百万日元) | | 数 量 (台) | 重 量 (吨) | 产 值 (百万日元) |
| 1957 | 38,876 | 38,630 | 16,557 | 1965 | 107,012 | 207,280 | 88,991 |
| 1958 | 39,778 | 53,239 | 23,166 | 1966 | 143,798 | 244,472 | 109,974 |
| 1959 | 46,898 | 84,148 | 34,384 | 1967 | 174,649 | 316,491 | 152,813 |
| 1960 | 60,117 | 119,169 | 50,493 | 1968 | 129,290 | — | 275,078 |
| 1961 | 83,148 | 181,818 | 80,353 | 1969 | 154,645 | — | 371,729 |
| 1962 | 101,525 | 213,180 | 95,885 | 1970 | 163,334 | — | 429,405 |
| 1963 | 109,895 | 255,659 | 113,273 | 1971 | 142,625 | — | 399,479 |
| 1964 | 123,086 | 289,985 | 126,898 | 1972 | 183,414 | — | 426,957 |

来源：① 建设机械化 20 年 ② 建设机械化 1973 年 7 月

表 1-13 工程机械产量和产值

| 项 目 | 年 份 | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 |
| 产量(万吨) | 32.5493 | 27.2062 | 35.5828 | 42.7188 | 46.9382 | 44.4102 | 45.1862 |
| 产值(亿西德马克) | 18.35526 | 16.03018 | 20.88965 | 26.88546 | 30.07246 | 29.98014 | 31.12040 |

二、工程机械科研工作情况

据统计，在一些主要的制造工程机械的国家像美、西德、日本、法、英的厂商在科研工作和试验工作方面的投资数额占销售总额的3~10%。目前在许多大型的工程机械制造厂内，均设置研究所（或技术发展中心）和研究室。为了在科研方面取得进展，各国均在以下几方面采取措施：

（一）人员配备

在研究所内除了占大部分的机械专业人员外，还适当地配置了化学专业、电气专业、冶金、物理、数学、土木、地质等方面专业的人员，以及一批科研方面的辅助人员，以便能够相互配合地完成科研项目。

（二）科研资金

科研投资有两个方面：一是科研项目工作进展中所耗费用；另一方面是为科研工作创造条件所投入的资金，主要用于购置试验用设备和仪器，以及建造大型工程机械试验场。

（三）积极开展基础研究

基础研究对于发展长远目标的产品具有重大的意义，同时为当前产品的改革提供可靠的理论依据。

（四）建立可靠的情报系统

准确的技术情报能够使科研人员及时了解国内外的科研成果和发展的动向，并能够帮助提出准确的预测和评价，以便有效地使用有限的科研力量，同时也能够避免其它厂商已经完成的重复工作。

（五）采用先进的测试技术和电子计算机

广泛地使用电子测试仪器能大大地缩短数据分析和计算的时间，提高测试工作的效率和准确的程度。

工程机械早期的科研工作是在施工工地上对机器进行实地考察并采用直接测量的方法，从测定的数据来研究机器的零件负荷和参数以便找出薄弱环节为改进旧机器和设计新产品提供依据。

经验表明这种方法时间太长，而且也不够完善。

为了适应科研工作的需要，在四十年代末开始应用电阻应变仪和示波器来记录和测定数据的间接测量方法，并订立试验程序和技术规程，以实际试验为基础，使机器的机构进行快速地磨损，测定各零部件出现的应力以及机器的实际效率。为了能在试验中得到实际工作中所遇到的负荷，建造了大型的工程机械试验场，在场内具有模拟出各种机器在实际施工中可能遇到的地形，以及测定机器各种性能所需要的设施。一个重要的发展是采用物理相似模型拟定机器的计算方法。

由于电子技术的迅速发展，引起了测试技术的变革，带来了研究方法的改进，今天的工程机械的试验和研究是在专门的试验场和试验台上进行，并对整机和各个部件进行试验，在试验中广泛地使用数据记录仪将机器在实地工作中所受的负荷、压力、应力、加速度等数

据，记录下来，通过实验室内的频度计分析器、干涉器等作电气处理进行解析，或者使用数据记录器将数据记录在磁带上在实验室内进行再生解析，并模拟施工现场的负荷作为新产品试验的依据，也结合其它试验仪器和电子计算机对机器进行室内的寿命试验。

今后在工程机械的研究工作中的方向，一方面是通过试验和研究提高机器的功效、寿命和可靠性，提高机器操纵的自动化程度，以及提高各个传动部分的效率，另一方面要解决机器的噪音、振动和污染的问题。

以下介绍各国试验研究的情况

(一) 美 国

1967年~1969年间美国工程机械研究和发展的费用超过10亿美元。现将美国工程机械行业中典型的研究机构介绍如下：

1. 卡特彼勒公司的研究机构

成立于1930年，在伊利诺斯州皮利亚市设有研究所和试验场。在莫斯维里州设有技术中心，占地66500米²，在阿里桑那州的凤凰城还设有一个试验场（1967年占地3500公顷）。

此外，该公司的某些分公司和大厂还各有一些研究室（实验室）和试验场地，据1972年统计有2000名工程师、科学家和其他专业人员，在国内外从事新产品及零部件的研究设计工作。试验研究工作主要在研究所和两个试验场进行，对于发动机动力系统和车辆部件方面的工作在研究所内进行，关于整机方面的试验研究工作在两个试验场内进行。

(1) 公司研究所

地址：伊利诺斯州皮利亚市

专业人员：化学家10人、机械工程师260人、物理学家10人、电气工程师35人、农业工程师60人、数学家5人、冶金学家25人、化学工程师10人、土木工程师30人、其他50人、技术人员175人、辅助人员120人，共计790人。

该研究所1962年开始修建，占地81万米²，到1971年建成共有6座建筑物，分别设置发动机研究与发展实验馆，燃气轮机实验馆，工程科学实验馆，服务-供应大楼，车辆部件试验馆，研究行政大楼。

业务范围：从事发动机的基础及应用研究，其中包括柴油机、汽油机和燃气轮机以及它们的配件、工作系统附件和结构的研究。

研究与发展机械的、液力的、液压的传动箱及其齿轮、操纵机构材料和加工工艺，发展整台的搬运车辆和搬运设备。

该研究所主要的业务是调试发动机，以及研究拖拉机、装载机、铲运机及其他工程机械，在行政大楼里有办公室、资料室和一个电算机中心。

发动机研究与发展实验馆：

其特点是试验室内隔音性能好，发动机在26个隔音的试验室里试验，通过装有两层玻璃的隔间观察。发动机的工作条件（压力和各点的温度）、性能（功率、扭矩、转速）都能自动记录。

发动机寿命试验在另外26个试验室内进行，发动机的调试又在别的20个试验室进行，

即调试喷油状况，以及研究润滑油和燃油。地下室专用来放置各种特性的燃油罐，通过管道网把燃油供给各实验室。

工程科学实验馆：

它用来研究应用力学，如为了进行铲运机车架构件的疲劳试验，装备有两个吊架，它们足以支承该公司最大型铲运机的整个车架。试验时用液压油缸加载，加载力相当于铲运机在最大负荷时所承受的力，试验的结果可供选择钢材时参考，以免过分增加机器的净重。

该实验馆的技术人员自制一些专用测量仪器，在调试方面节省了不少时间。例如在测量转速 70000~90000 转/分的涡轮增压器时，他们自制了安装在管道上的泵式收集器。还设计了一种装置，用来观察涡轮机的转轴或叶轮在润滑油膜破裂瞬间与轴承或定子的干摩擦，观察时通过阴极射线示波管屏。

车辆部件实验馆：

这是一个模拟实验馆，对于装载机铲斗、推土机推土板，以及铲运机铲斗等形状进行模拟试验。到 1967 年已能确定缩比模拟和实际尺寸模型试验之间的相互关系，曾将推土板和缩比模拟推土板作比较试验以求出推土板工作面最适宜的弧度。

(2) 凤凰城试验场

该试验场建于 1944 年，当时占地 3480 公顷，它有多种地面条件，从平坦的沙漠地带到固结的钙质粘土层，以至高出地面 800 米的岩石山区，当地气候全年有 85% 是晴天，降雨量不超过 180 毫米，场地条件变化不大，便于长时间的连续试验。

(3) 皮利亚市试验场

该试验场可进行低温、淋雨或其它特殊作业条件下的试验。某些更特殊的试验研究则直接在用户的工地上进行。

试验的目的是验证用新概念设计的产品的有效程度，并在效率、可靠性方面同旧概念设计的产品作比较，以保证产品在各种可能的作业条件下性能更好，并便于在产品出厂之前作某些临时修改。

在试验场上采用了一种仪表车，用多线电缆把样机上的应力、温度、压力等传感器与仪表车联接，在试验时与样机并行开动以便观察和记录样机在实际作业条件下的性能数据。在试验中收集的数据，均供给中心实验室利用。

在试验场上也对实际工地作模拟。

现在的试验已发展到对机器的各部件，包括润滑油以至轮胎等进行试验。试验的成果将对产品的设计作出贡献。如油浴式多片制动器的选择、利用单位时间的运输量和里程的关系来选择轮胎、轮胎式推土机和装载机的铰接转向机构中联接环的金属接头的选择，以及四连杆松土器的设计等等。

在试验场上，用长 27 米、宽 1.2 米、坡度 15% 的钢桩跑道来试验土方机械轮胎的“不正常磨损”。这条尖桩跑道布置在一道矮土沟的底部，尖桩是用工字钢裁成，各长 15 公分，都焊在钢板上，将钢板铺在坑底，桩尖向上。曾让满载的铲运机的一个车轮，通过钢桩跑道来回试验，直到轮胎撕毁或刮掉整块轮面为止。此外轮胎还进行摩擦磨损试验。

履带式样机或底盘，要进行越过石块障碍的试验，满布路面的石块，直径 1~2.4 米，为此样机的燃油箱要用厚 1.3 毫米的钢板来做。

轮胎式工程机械如铲运机，要越过与行驶方向垂直的和对角的土坑(障碍)，使样机承受