

美国机械工业生产专业化

孙 明 玺

美国机械工业在国民经济中占有重要地位, 1975 年美国机械工业产值为 2810 亿美元, 为国民经济总产值(15160 亿美元)的 18.5%, 为加工工业产值(9920 亿美元)的 28.1%。同年美国机电产品出口额为 483 亿美元, 占美国总出口额(1062 亿美元)的 45.4%。1973 年美国机械工业从业人数占加工工业总人数的 30.7%, 净产值占 34.1%。①

美国机械工业在世界机械工业中也占有重要地位。虽然战后以来, 工业发达国家的机械工业发展不平衡, 美国发展速度较慢, 1950~1975 年年平均增长率仅有 4.2%, 只稍高于英国(2.9%), 而落后于其他工业发达国家(如日本—19.1%, 苏联—13.1%, 西德—7.4%), 但是, 直至七十年代, 美国机械工业产值仍居各国首位, 约占世界机械工业总产值的 30% 左右。②美国机械工业机电产品出口额在经济合作与发展组织中, 也一直居于首位, 仅 1973 和 1977 年略低于西德, 居第二位。③美国机电产品在世界市场上, 虽然某些传统机械产品已让位于其它国家, 但一些技术集约产品, 仍处于垄断地位, 如航空发动机、燃气轮机、核子反应堆、计算机、自动化装置、数控机床、电子元件、检测仪表、飞机、直升飞机等。

美国机械工业在加工技术和生产自动化方面, 目前仍处于领先地位, 机械工业的工人固定资产装备率和电力装备率比较高, 也就是说生产手段比较先进, 从而同其它国家相比, 全员劳动生产率也比较高。

西欧认为他们与美国机械工业的差距, 集中表现在两点, 一为科研水平, 一为管理水平。因而, 美国机械工业的生产管理, 包括生产专业化情况, 值得进行系统的研究分析。

在分析美国机械工业生产专业化以前, 首先要谈一下机械工业的特点。

机械工业有别于冶金、石油化工、煤碳和电力等流程性工业, 机械工业产品是由零部件组装的, 是组装式工业, 大量零部件宜于组织专业化集中生产。

机械工业产品品种多, 结构复杂, 全世界机械工业每年生产几十万种机电产品, 而每种产品都包括少至几十种, 多达几百万种的零部件。④这样数量庞大的零部件, 即使是垄断企业, 也难以由一家或几家承担。所以, 机械工业生产一台机器或一套设备, 势必要牵涉到几十家, 甚至几万家企业, 要求实现广泛的分工协作。

机械产品中的同一类零部件和毛坯, 有各种加工方案, 而不同方案的效率和质量相差甚远。而如果要采用高效设备和先进工艺, 往往必须具有一定的经济批量, 从而也要求实现专业化集中生产。所以, 机械工业实现专业化集中生产, 是生产技术发展的需要, 是客观发展的必然规律。

生产专业化是加快技术进步和生产发展的重要途径之一。在“三化”基础上, 集小批为

大批，扩大生产批量，有助于采用先进工艺和高效设备，以及先进的生产组织方式；有助于提高劳动生产率，提高产品质量及减少生产费用和简化生产管理；有助于缩短生产周期，加速产品更新和扩大产品变型；有助于工人和工程技术人员的培训和提高。

衡量一个行业的专业化水平，美国用两个指标表示，一为专业化程度，一为概括率。以机床工业为例，机床工业专业化程度系指机床工业主产品——机床产品产值，占机床工业总产值的比重，概括率系指机床工业生产的机床产值，占全国机床总产值的比重。

在美国工业统计中，还有一个指标亦可说明一个行业的专业化水平，即专业化程度达到 75% 以上的企业，占本行业企业总数的比重。

下面就三个问题，介绍一下美国机械工业生产专业化情况。

一、专业化的几种形式

(一) 产品专业化

美国机械工业生产专业化开始于产品专业化，早在本世纪初，美国已出现以产品为对象的专业厂，如拖拉机厂、汽车厂、机床厂等。

战后美国机械工业各产品行业专业化程度及概括率都在 70% 以上。据 1972 年调查，美国机械工业专业化程度和概括率最高的，一般机械工业是挖掘机和行走机械行业，分别为 97% 和 96%；汽车工业是轿车及其车身行业，分别为 96% 和 100%。^⑤

产品专业化发展至今，有如下几个特点是值得注意的。

1. 美国机械工业生产集中程度很高。据 1972 年调查，美国四家公司集中汽轮机行业全行业销售额的 90%，轿车及其车身行业四家公司集中 73%。^⑥

2. 美国机械工业通过纵横兼并，很多公司产品是多品种的，但是为了便于组织生产，公司内部分工很细，相互协作。

“履带牵引机”公司是美国最大的工程机械公司，下属 24 个企业（其中国外 11 个），公司包括 24 种基型，250 种型号尺寸产品，但每家企业分工很细，分别承担有限产品。

3. 随着生产和科学技术的进步，国民经济各部门对机械工业不断提出新的要求，要求发展新产品，扩大变型产品，机械工业产品品种不断增加。与此同时，生产和科技进步还加快了产品更新。据报导，美国机械工业每四年约更新 20% 左右机电产品，每二十年更新一轮；而新兴工业部门，如电子工业每十年更新一轮，宇航工业每十年更新一轮半。所以，在美国几乎很难找到连续生产二十年以上的产品。^⑦

为了适应国民经济发展需要，组织多品种生产以及有利于批量生产，在提高“三化”水平基础上，有的企业将结构相似产品集中生产，有的企业将工艺相近产品集中生产。

4. 在产品专业化基础上，提高“三化”水平，将同一性质零部件和毛坯集中生产，发展零部件和工艺专业化，是机械工业生产专业化的发展重点。美国机械工业产品专业厂已发展为只承担产品关键零部件加工的机加装配厂，大量零部件、毛坯，以及某些加工工艺依靠外协，即使大的垄断公司也不例外。

据 1972 年调查，美国机械工业的 97107 家企业中，自身从事黑色铸造生产工艺的只有 389 家（不包括划归冶金工业统计的专业化厂），占企业总数的 0.4%；从事有色金

属铸造的一435家(同黑色铸造),占0.45%;从事锻压的一868家(包括专业厂),占0.89%;从事电镀的2194家(包括专业厂),占2.26%;从事热处理的一3231家(包括专业厂),占3.30%;从事钣金的一6270家(包括专业厂),占6.46%;从事冲压的一11602家(包括专业厂),占11.95%。即使作为机械工业的主要工艺——机械加工和装配,从事的企业也只有18274家和3607家,分别占18.82%和3.71%。^⑤

(二) 零部件专业化

美国机械工业有大量零部件专业厂,零部件生产专业化程度是很高的。

美国1972年有汽车零部件企业2118家,占汽车工业企业总数的62.4%,从业人数40万人,占总数的50%,销售额183亿美元,占总数的27%。美国汽车零部件行业专业化程度为94%,可满足全国汽车零部件需要的86%。

美国汽车零部件行业不仅为汽车工业服务,同时还为农机、建筑、筑路机械等行业提供发动机,并有大量出口。美国1973年向国外出口的汽车组件中,91%用于在国外装配汽车。

美国建筑和筑路机械工业零部件产值相当可观,1972年仅轮式和履带式拖拉机零部件(包括备件)产值就达8.81亿美元,相当于主机产值的55.3%。

除行业性零部件企业外,美国还有强大的跨行业通用零部件企业,生产各种通用零部件,如减速器、液压件、紧固件、轴承等。

值得指出的是,零部件专业厂也不是全能厂,它也仅仅承担有限加工工序,它还通过二次承包,从外协厂得到某些零部件和毛坯。

经过长期的工业发展过程,在美国已形成了独立于整机行业的机械零部件行业。在经济上他们通过合同协议,或通过市场供求关系,为整机厂提供零部件;在技术上他们往往有自己的研究设计能力,自己的产品系列,自己的技术专长,与整机厂处于平起平坐地位,成为主机厂必不可少的依靠对象。

(三) 工艺专业化

工艺专业化不同于零部件专业化,工艺专业厂生产需要后续加工的毛坯和半成品,或者完成某些加工工艺。工艺专业化生产能力的发展,应超前整个机械工业,在技术方面,相对于整个机械工业也应有一定的储备。

工艺专业化重点是铸造专业化和锻压专业化。

1. 铸造专业化

美国铸造生产专业化水平比较高。据1971年统计,美国(包括加拿大)有各种铸造厂5254家,其中生产的铸件全部外销的专业铸造厂3494家,占66.6%;生产的铸件以外销为主,一部分自家使用的兼业铸造厂500家,占9.5%;生产的铸件全部自家使用的铸造厂815家,占15.5%;生产的铸件以自家使用为主,一部分外销的兼业铸造厂445家,占8.5%。^⑥

美国铸造业把铸件按重量分为外销件和内制件两种,把内制量占铸件总产量比重称为内制率。

据1973年调查,美国灰铸铁内制率为46.5%,可锻铸铁40.3%,铸钢17.2%,有色金属合金48.9%,就内制率而言,同其它工业发达国家相比,美国是比较高的。例如1973年

灰铸铁内制率日本为 40.6%，西德为 28.5%，法国只有 21.8%。^{⑧⑨⑩}

在分析美国铸造专业厂和铸件内制率时，有两个问题是值得注意的。

第一，美国专业铸造厂包括大公司的专业铸造分厂和独立车间，所谓独立车间系指：“从设计到提供铸件，每一工序都由铸造车间直接管理，其装备和组织应使车间成为厂内完全独立的单位，有可能不依赖于厂内其它车间，而完成全部的连贯的生产过程。”

据报导，美国仅大公司就有 1200 个铸造分厂和车间，其能力相当于全国铸造生产能力的 50%，其灰铸件产量占全国灰铸件产量的 46%。^⑪

第二，一般情况是内制率高，专业化水平低，铸造工艺比较落后。但是，美国内制率高是因为大部分大公司都有自己的铸造厂，这些工厂规模大，设备先进，工艺水平高。

七十年代，美国铸件内制率接近 50%，但内制量中的 50% 是由“通用”汽车公司、“福特”汽车公司、“克莱斯勒”汽车公司、“国际收割机”公司、“迪尔”公司和“履带牵引机”公司等大的垄断集团所属铸造分厂生产的。

美国铸造业不仅专业化程度高，同时集中程度也很高，这为广泛采用新工艺和高效设备创造了条件。

近年来，美国的企业数不断减少。1961~1972 年，铸造工厂由 5879 家（包括加拿大）减至 5043 家，减少 14.3%。由于企业数减少，企业规模扩大，平均每一家承担的铸件产量增加。1965~1973 年平均每一工厂灰铸件产量由 8050 吨增至 10540 吨，增长 30.9%；可锻铸铁由 12400 吨增至 15200 吨，增长 22.6%；有色金属铸件由 500 吨增至 550 吨，增长 10.0%；铸钢厂例外，由 4800 吨减至 3790 吨，减少 26.6%。^⑫

在减少、兼并铸造企业同时，美国还大量建设专业化铸造中心，并认为铸造中心的合理产量是年产 30~40 万吨铸件。

美国 1970 年和 1971 年尽管铸件产量下降，然而生产能力分别提高 5% 和 3.5%，这主要是依靠建立大型铸造厂取得的。于 1971 年部分投产的“福特”汽车公司的“罗克”铸造厂，年产 35 万吨铸件，相当于 140 万辆轿车所需的铸件，几乎集中了“福特”公司全部铸件需要量的 50%。^⑬

2. 锻压专业化

美国锻压专业化水平也比较高。1972 年机械工业 97107 家企业中只有 868 家（其中包括 208 家专业锻压企业）从事锻压工艺，占企业总数的 0.89%。即使象飞机工业和汽车工业这样锻件的最大用户（1975 年分别消耗全国锻件产值的 26.8% 和 18.9%），也分别只有 28 家（占企业总数的 2.6%）和 45 家（占 1.3%）从事锻压工艺。^{⑭⑮}

美国锻压行业有三种类型的工厂，即 1) 商业性的锻压工厂，生产的锻件全部外销；2) 机械或冶金企业所属的锻造工厂，生产的锻件部分自用，部分外销；3) 汽车厂等锻工分部或车间，生产的锻件供本厂自用。

据美国精密金属杂志调查，1976 年美国共有 1050 个锻压厂，其中 56.5% 的工厂生产的锻件全部外销，25% 的工厂生产的锻件供本企业使用，17.7% 的工厂为兼营厂。^⑯

1972 年美国生产 281.99 万吨锻件，其中商品锻件 187.12 万吨，占 66.4%，自家使用的只占 33.6%。锤锻自由锻件和合金钢模锻件大部分是商品锻件，如碳钢和合金钢锤

锻自由锻件中的商品锻件，分别占同类锻件产量的 80.8% 和 80.7%，合金钢模锻件占 80.0%。^⑤

在美国锻压行业中，还有一个值得注意的问题是模锻件和锤锻自由锻件大部分是专业锻压厂和机械工厂锻压车间生产的，而水压机自由锻件相当部分是由冶金厂提供的，特别是合金钢水压机自由锻件，大部分是由冶金厂提供的。1972 年冶金业提供的水压机碳钢自由锻件占 36.0%，合金钢自由锻件占 64.9%，不锈钢自由锻件占 87.7%。^⑤

美国锻压生产专业化水平高，为推行精密锻造提供了条件，1972 年，美国模锻件产量占锻件总产量的 80%。

（四）技术后方(或职能)专业化

机械工业技术后方占用大量人力，美国机械工业辅助工人，占全部工人的 33.4%，其中维修工人占 14.4%，起重运输和仓库管理工人占 23.3%，工具工人占 10.2%，技术检查占 15.3%。^④因而，提高辅助生产效率，实现技术后方专业化是十分重要的。

工艺装备对机械工业加工技术具有重要影响，因而工业发达国家都有一个强大的工具工业。美国工具工业已成为与机床工业平行的独立行业。1972 年工具工业拥有 7847 家企业，为机床工业的 6.14 倍，从业人数 14.45 万人，为机床工业的 1.89 倍，销售额 36.67 亿美元，为机床工业的 1.73 倍。^⑤

美国 1972 年工具工业不仅可以满足全国刃量具需要量的 88%，同时可满足全国工模具需要量的 78%，后一比重是相当可观的。由于美国有一个强大的工具工业，从而美国机械工业只有 8.84% 企业有工具车间和 1.13% 的企业有铸模车间。^⑤

随着生产自动化水平的提高，生产发生故障对生产影响越来越重。据 1967 年美国对 1200 家企业的调查，在大型企业中设备每停工一分钟，将损失两万美元。为此，美国除加强和改善企业维修部门外，还大力发展专业化集中的维修和备件的专业化生产。^⑤

为了扩大产品销路，美国机械工业企业比较重视为用户服务。其一，快速提供备件，对于国外订购备件，交货期很少超过 2~3 周，国内订购最多不超过两周，美国“辛辛那提-米那克隆”机床公司对用户订购备件的 75%，两天内可以交货；其二，长期提供备件，美国较大的机床和机械公司保证其产品在售出后的 10~12 年内，可以提供任何零部件；其三，为加速设备维修，产品制造厂在设备集中使用地区建立备件专业化仓库。例如，在一个集中 200 台建筑和筑路机械的工地，美国一建筑机械公司建立了一个维修备件仓库，更换一台发动机不超过 4 小时，大修一台拖拉机不超过 3 天；其四，产品机械制造厂不仅保证提供备件，必要时可以派出专业维修组，负责修理和更换复杂备件。^⑤

二、专业化协作的一些组织问题

美国机械工业生产专业化所以得以顺利发展，是因为有一系列具体措施保证的，概括起来有如下四点。

（一）充分发挥大中小企业作用，合理组织生产。美国机械工业固然有一些大规模垄断公司，然而企业的绝大多数是中小企业。美国 1972 年 100 人以下企业占各行业企业总数百分比分别为：一般机械工业（企业总数 42792 家）占 92.8%，电工机械工业（12274

家)占 79.3%，运输机械工业(8802 家)占 83.2%，仪器仪表工业(5987 家)占 87.2%，金属制品工业(29525 家)占 89.5%。^⑤

大量中小企业不仅分担了部分产品生产，有助于实现产品专业化，特别是他们还紧密围绕主机厂生产的需要，大力发展和生产各种辅机、零部件和备件，成为机械工业生产专业化的一支重要力量。据报导，美国机械工业企业中只有 40% 是产品专业厂，其余的 60% 是零部件专业厂。

(二) 大力提高零部件和毛坯的“三化”水平，使大部分零部件和毛坯已经商品化，成系列在市场上出售。据对美国十三家大型机械公司外购活动的调查，外购制品中按合同订货和承包工艺协作的，民用机械部分只占 10~20%，而市场选购的占 80~90%；飞机制造企业例外。

(三) 除市场选购外，美国还有健全的合同制，以确保专业化协作的顺利执行。美国的合同制大体有三种。一为共同承担一项工程(或产品)的临时性合同，这是一种松散的合作，项目完成后，合同失效；二为合同式专业化，参加合同的各公司在较长时间内相互协调产品分工，减少重复生产，扩大同一性产品批量；三为建立有从属关系的联合企业，调整产品分工，组织专业化生产。

由于有健全的合同制，美国供求双方通常建立经常而固定的联系，以保持协作关系稳定。例如，通用汽车公司 80% 的外协企业与通用公司协作已达 20~30 年之久。

(四) 确保产品质量，严格遵守交货日期。承包厂产品不符合质量要求，就要按合同规定返修或重新制作，并且要保证按期交货，延长交货期，要照章赔款。

三、生产专业化的经济效果

机械工业生产技术的发展要求实现生产专业化，生产专业化又推动了生产技术的发展。生产技术和生产专业化是相辅相成，互相促进的。生产专业化带来一系列技术经济效果，它有利于发展新产品，有利于采用新工艺和高效设备，有利于提高劳动生产率。

1. 有利于发展新产品

由于广泛开展专业化协作，产品主机厂仅承担有限的关键零部件设计、加工和产品装配，大部分零部件、毛坯依靠外购，大量加工工艺依靠外协。

很多企业外购费用往往占其销售额的 50~60%，并且外购费用中的相当部分，又是市场采购，因而产品主机厂虽然产品品种可能很多，产品更新速度可能很快，但每种产品在工厂的生产环节很短，宜于组织生产，宜于发展新产品。

2. 有利于采用先进工艺和高效设备

专业化集中生产，在“三化”基础上将同一性产品和工艺集中，扩大了批量，为采用先进工艺和高效设备创造了条件。

美国汽车工业是大批量生产行业，近十几年来，高效自动化设备大量增加。

据调查，美国汽车工业 1963~1977 年机床拥有量由 15.93 万台减至 12.90 万台(1972 年为 20 人以上企业统计数下同)，减少 19.0%，而专用机床由 3349 台增至 7794 台，增长 1.32 倍，自动线由 955 条增至 4108 条，增长 3.3 倍，自动装配机由 906 台增至 22

55 台, 增长 1.49 倍; 同期锻压机械由 5.79 万台减至 3.41 万台, 减少 41.1%, 而机械压力机自动线由 119 条增至 306 条, 增长 1.57 倍; 电弧焊机由 2.23 万台增至 2.30 万台, 增长 3.3%, 而自动焊机由 686 台增至 4418 台, 增长 5.4 倍。^⑩

美国铸造行业的专业化集中程度也很高, 1975 年铸造业已拥有各类自动造型线 1505 条, 其中水平分型 1035 条, 垂直分型 120 条, 高压造型 350 条。^⑪ 美国 500 人以上的铸造企业, 砂处理已全部实现了机械化, 而 20~500 人的企业只有 85% 实现了机械化, 500 人以上的铸造企业 80% 采用了自动造型机, 而 250 人以上的企业只有 50% 左右采用自动造型机。^⑫

在组织大批量专业化集中生产时, 采用高效设备和先进工艺具有十分明显的技术经济效益。

例如, 一台冷墩机效率每小时可达 3.5 万件, 一台数控径向锻机每年最高可锻打 18 万根车轴, 一台齿轮轧机效率为滚齿轮机的 6.5 倍, 加工一只齿轮只需要 3 秒钟, 机械加工自动线七十年代节拍最快的已达 30~20 秒, 年产 60~100 万件; 一条高压造型线每小时可造 330 箱铸型; 高速冲压每分钟往复行程可达 500 次以上。

3. 有利于提高劳动生产率

实现专业化集中生产, 由于加工自动化和工艺现代水平的提高, 有助于提高劳动生产率。

在美国机械工业中, 批量最大, 专业化集中程度最高的是汽车工业, 而汽车工业在全员劳动生产率和单位工时产值方面, 也远远高于其它工业。

1972 年美国汽车工业全员劳动生产率达 79160 美元, 为同年运输机械工业全员劳动生产率的 1.44 倍, 为一般机械工业的 2.19 倍, 为电工机械工业的 2.46 倍, 为仪器仪表工业的 2.31 倍, 为金属制品工业的 2.28 倍。

1972 年汽车工业单位工时产值为 4.61 美元, 为运输机械工业的 1.23 倍, 为一般机械工业的 1.78 倍, 为电工机械工业的 1.96 倍, 为仪器仪表工业的 1.69 倍, 为金属制品工业的 2.05 倍。

生产专业化固然有一系列优点, 但也不是一切问题都能通过专业化得到解决的。这是因为, 专业化的前提是同类产品、或零部件、或毛坯形成一定批量, 但在实际生产中总有那么一部分产品、或零部件、或毛坯形成不了批量, 而以单件、小批方式出现, 特别是主机厂这类生产形式比重还是很大的。

随着生产和科学技术的发展, 产品更新加速, 产品变型增多, 机械工业大量产品属于中小批量 (据报导, 美国机械产品的 75% 左右批量在 50 件以下), 因而, 在组织大批量生产专业化的同时, 积极实现中小批生产自动化, 成了六十年代后期机械工业的重点研究课题。

数控机床的出现和普及, 以及成组加工的推广, 为实现中小批加工自动化创造了条件。

数控机床产生于美国五十年代初, 但工业实用和普及则开始于六十年代。

1973~1976 年美国机械工业机床拥有量增长有限, 然而数控机床由 26695 台剧增至 40000 台, 增长 50%。^⑬ 1976 年美国拥有加工中心 6000 台。

在一般数控机床基础上,美国还发展了小型计算机数控、微型计算机数控、计算机直接控制和综合自动化系统。综合自动化系统最早出现于美国,近年来得到较快发展。综合自动化生产系统具有生产技术和生产组织统一,基本生产过程和辅助生产过程统一的优点,特别适用于中小批量多品量生产。在同一条线上,可以同时加工2~3种工艺相近、结构相似的零件,当工艺和零件结构发生较大变化时,综合系统调整也非常简单。七十年代中,这类综合系统世界上共有62套,美国有11套。美国1975年用于综合系统的机床占机床总产量的10%,预计到1980年和1988年将分别达25%和50%。^②

为适应中小批生产,铸造业出现了快换型板自动线,冲压业出现了快换冲模自动线,在冲压线上安上自动换冲模系统后,经济批量可以由3~5万件,减少到5千件。

以上的革新使生产的技术先进性、经济合理性和组织灵活性日趋统一,从而使实现中小批量生产自动化逐步成为可能。因此,美国已有从集中生产向分散生产过渡的征兆,这将是技术上的另一次飞跃。集中也好,分散也好,关键的问题在于有利于发展生产力,有利于提高劳动生产率,是以综合技术经济效果为转移的。

参 考 资 料

- ① [日]《世界の机械工业》(国别编),1977年版。
- ② [中]《国外机械工业的水平动向和展望》(初稿),一机部情报所,1978年。
- ③ [苏]《Бюллетень иностранной коммерческой информации》,《Бики》приложение,1978年,№1。
- ④ [苏]《Бики》приложение,1977年,№9。
- ⑤ [美]《Census of manufactures》1958、1963、1967、1972年。
- ⑥ [苏]《Бики》приложение,1972年,№9,1976,№5。
- ⑦ [中]《国外机械工业消息》,1977年238期,1977年209期、1973年94期。
- ⑧ [日]《海外铸造工业动向调查报告》,1975年。
- ⑨ [美]《Current Industrial Report》(Iron and Steel, Non-ferrous Castings),1973年。
- ⑩ [日]《素形材内衬化动向调查》,1977年。
- ⑪ [苏]《Литейное производство》,1975,№6。
- ⑫ [中]《国外机械工业基本情况》(汽车制造技术——铸造),长春第一汽车制造厂,1977。
- ⑬ [美]《Precision Metal》,1977,№11。
- ⑭ [苏]《Резервы машиностроения》,1975年。
- ⑮ [苏]《Экономика и организация промышленного производства》,1973年,№2。
- ⑯ [美]《American machinist》,1977年,№12,1963年,№12。
- ⑰ [美]《Foundry》,1975,№6。
- ⑱ [中]《国外机械工业基本情况》(铸锻机械),洛南铸锻机械研究所,1975年。
- ⑲ [美]《American machinist》,1977年,№10,1973年,№22。
- ⑳ [苏]《Экспресс информация Технологии и оборудование механосборного производства》,1977,№18。