

国外铸造生产

(苏) 申斯多帕尔 著

金复华 译 杨恩长 校

Guowai Zhuzao
Shengchan

辽宁科学技术出版社

译 者 序

本书系根据基辅《Наукова Думка》出版，В. М. 申斯多帕尔等编者的《Литейное Производство за рубежом》一书（1983年版本）翻译的。由机械电子工业部沈阳铸造研究所组织出版。

本书论述了工业发达国家铸造生产研究成果的现状及长远发展趋势，内容包括：铸件的生产结构、主要用户、铸造车间的生产能力和组织结构及专业化、用于铸造发展的投资、铸造生产的劳动生产率、原料和能源等情况；分析了发展砂型铸造工艺和特种铸造法的基本技术经济观点和生态问题的观点；系统地介绍了国外生产高使用性能铸件和保证铸件质量等方面的问题以及国外提高铸件质量和效率的综合规划。

本书可供铸造专业人员在制定发展规划时参阅，同时可供从事铸造工作的科研和工程技术人员、高等、中等专业学校的教师、研究生以及大专院校的学生使用。

在本书的翻译过程中，韩德仁、张焕文二位高级工程师参加了校阅工作，在此表示衷心的感谢。由于本人的翻译水平和专业有限，书中不确切和错误之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

译 者

1987年于沈阳

前 言

铸造生产以异型金属毛坯和零件供应国民经济各部门，首先是机器制造业及金属加工业。现代机器及设备中，铸件的比重约占其总量的一半。铸件系采用铸铁、铸钢以及铅、铜、镁、锌、镍、锡、钛、铀，铅基合金制造。在铸造生产发展的基础上，广泛采用真空熔炼法制造高强度合金（超级合金）优质铸件，其使用性能不次于锻件。

苏联铸件年产量在2500万吨以上，机器制造业对铸造毛坯的需求促进了铸件产量的高速增长。在苏维埃政权时期，铸件产量增长了35倍，人均铸件产量超过了95公斤。但是，铸造生产的技术潜力还没有得到充分而有效的发挥，因此优质铸件的生产还不能满足国民经济发展的需求。

苏共二十六次提出了加速发展经济的任务。要求铸造生产更快、更广泛地采用节约原材料的高效生产工艺；采用特种铸造以提高优质合金铸件的生产量；扩大专业化，尤其是部门间的专业化，在此基础上，使铸造生产的集中化进一步得到发展。

生产尺寸精度高，加工余量小的铸件，可为机械制造业在不扩大机加工车间能力的情况下增加产量创造条件。国外在降低铸件的原材料消耗；采用新型结构材料、造型材料及辅助材料；改进生产方法；发展铸造车间的专业化和集中化方面积累了丰富的经验。近20年，在国外，特别是美国，高

使用性能铸件^①生产获得了发展，它与一般铸件相比，具有较好的尺寸和形状的稳定性，较好的致密性，而且制成最终产品需要的劳动量和装备消耗较少。这种铸件的材料性能具有各向同性的特点。应该指出，高使用性能铸件的应用，有力地证明了铸件作为零件的成形方法还有很大的技术潜力。

为论证对铸件的最佳需求与现有资源相适应的情况、铸造合金种类的生产和成型方法的最佳结构、铸造工艺有效发展途径的选择和评价铸件的技术潜力，必须了解国外铸造生产的现状和发展趋势。

本书分析并总结了国外铸造生产的主要特点和发展远景。

全书分为两部分。第一部分，总结了各种合金铸件的生产量和生产结构，铸件的主要用户，铸造车间的组织结构、生产能力、投资额、职工人数和劳动生产率、原材料和能源等国外30年来的统计数据；阐述了铸造生产的先进方法与经济问题和生态问题的关系；分析了与铸造车间的劳动保护及工作条件有关的问题。为确定苏联铸造生产的合理发展途径，还分析了国外铸造生产的现状和长远发展趋势。

写第一部分时，尽可能地考虑到铸造生产统计分析的特点，因为在欧美各国，由于其测算系统的不同，而使科技文献数据有所差别。美国的统计数字中，通常在决算期间统计的铸件产量中，也包括一体化企业生产的铸件产量。欧洲国家的统计数据则包括决算期全部铸件的生产量。由于市场行情的变化，美国每年统计的铸件产量数据可能与铸件生产数据不相符。不同的国家使用不同的消费部门的分类方法，还

① 高使用性能铸件，即铸件的相对强度较高。

有一些国家对许多术语，如“从事生产人员”和“生产工人”、“铸造企业”等内容的理解不一致，因而分类方法也不一样。

本书列举了用非铁合金和铁合金铸件代替航空火箭、通用机器制造业中的轧材和锻件收到经济效益的实例，分析了铸件的生产和应用的技术经济指标。作者确信，随着科学技术的发展，现代铸造作为零部件的成形方法，尤其在大量生产形状复杂的毛坯中，将会起到更大的作用。

本书介绍了新的工艺方法对铸件凝固过程的控制作用，包括采用热等静压法，可使铸件的使用性能达到更高的水平。

第二部分系统地介绍了影响高使用性能铸件的结构和性能的因素以及进一步提高铸件的质量和可靠性、扩大应用的问题；综述了国外对高使用性能的非铁合金及铁合金铸件的技术评价和它们不能正常投产的原因，以及国外拟改进的铸造工艺综合计划。该计划的实现，可保证铸件与锻件有很好的竞争能力（该结论主要根据美国的有关资料得出）。

本书概述了国外铸造工艺的发展现状，高屈服强度、高使用性能铸钢件（900~1300牛顿/毫米²）及钛合金铸件的生产、分析了单重9吨以下的高使用性能铸件的生产问题及解决该问题的综合计划；还介绍了铸造合金的冶炼和精炼、铸件结构、造型和浇注工艺、工艺参数（化学成分、杂质元素、热处理等）、铸件机械性能、焊接修补、铸造零件的结构接合方法、废铸件的修整及交货技术条件等。达到该技术条件时，可保证各种铸件所必须具有的性能和质量。

作者衷心感谢 К.И. Вашенко、С.П. Дорошенко、Ю.З. Бабаскин、Д.М. Колотило 和 Б.Б. Винокуру 等在写作过程中所给予的帮助和宝贵的指导。

目 录

前 言

第一部分 铸造生产的现状及其发展趋势

第一章 各种合金的铸件产量和生产结构.....	3
1. 铸件的生产水平.....	3
2. 铁合金铸件.....	13
3. 非铁合金铸件.....	28
第二章 发展铸造生产的技术经济观点.....	38
1. 铸造车间的集中化和专业化.....	38
2. 生产能力及投资额.....	45
3. 劳动生产率.....	48
4. 机械化和自动化.....	57
5. 熔炼设备.....	68
6. 动力设备.....	75
7. 炉料和造型材料.....	79
第三章 先进的铸件生产方法.....	86
1. 砂型铸造.....	86
2. 制芯.....	98
3. 特种铸造法.....	105
4. 工艺的定量评价.....	114
第四章 发展铸造生产的组织和生态方面的问题.....	118

1. 铸造车间的劳动保护和工作条件.....	118
2. 干部培训.....	121
3. 铸造生产的研究工作.....	123
4. 铸造生产的情报工作.....	127
5. 铸造生产的长期发展趋势.....	130

第二部分 高使用性能铸件的生产潜力和问题

第五章 高效结构铸件.....	141
-----------------	-----

1. 高使用性能铸件的生产现状.....	141
2. 铸件作为高效结构的潜力.....	151
3. 质量检验的作用和方法.....	156
4. 技术条件.....	165

第六章 高强度和高塑性合金钢铸件.....	168
-----------------------	-----

1. 铸钢件的性能.....	168
2. 熔炼和精炼工艺.....	170
3. 铸钢生产工艺及铸件缺陷.....	173

第七章 钛及其合金铸件.....	182
------------------	-----

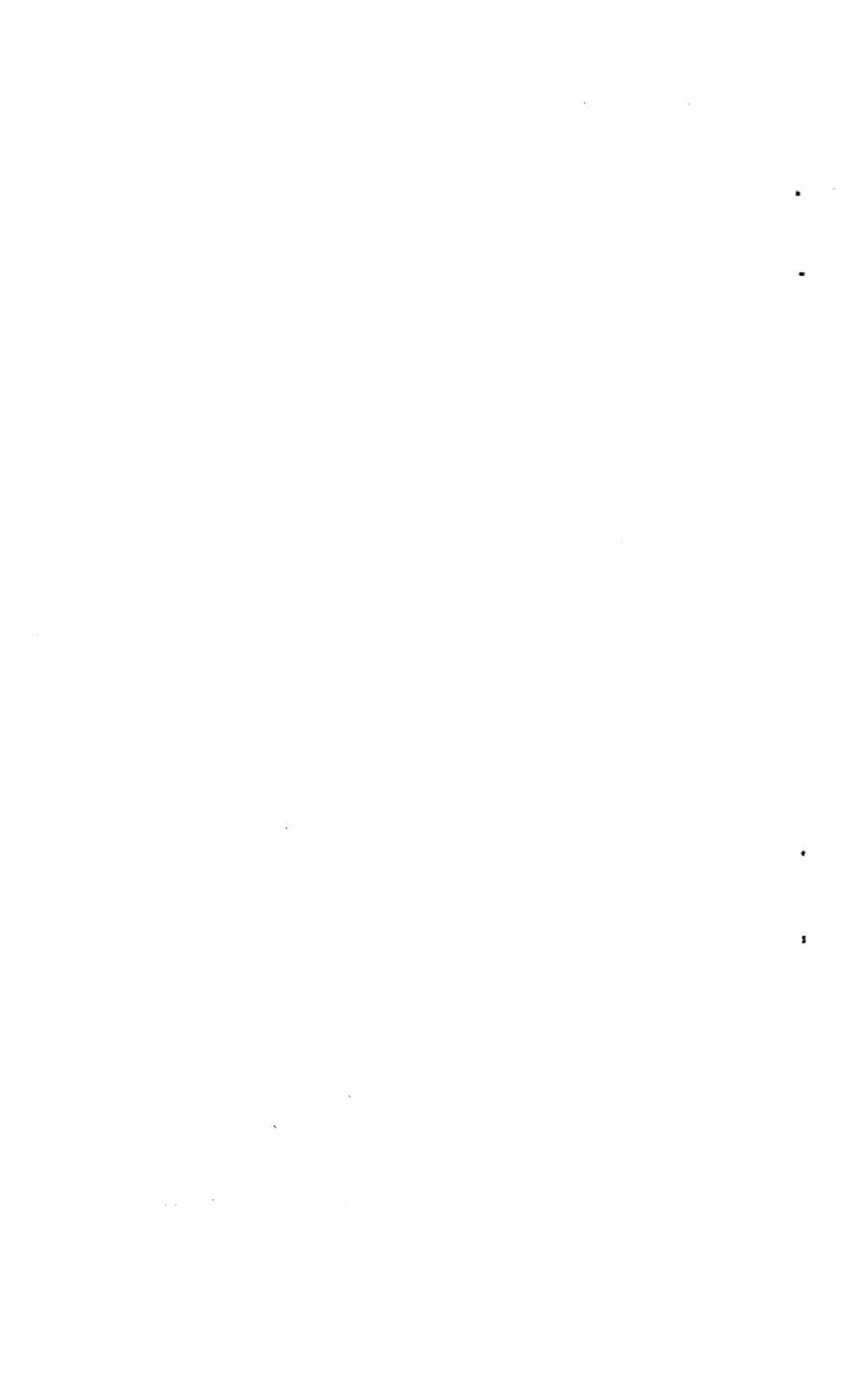
1. 钛合金的熔炼及其浇注工艺.....	182
2. 造型材料和造型工艺.....	187
3. 钛合金铸件的性能及其生产.....	191

第八章 高强度球墨铸铁件.....	206
-------------------	-----

1. 应用范围.....	206
2. 生产工艺.....	216

参考文献.....	234
-----------	-----

第 一 部 分
铸造生产的现状及
其发展趋势



第一章 各种合金的铸件产量 和生产结构

1. 铸件的生产水平

资本主义国家中的铸造生产与其他工业部门一样，是在行情不断变化和尖锐竞争的情况下生存和发展的。由于各因素之间的多样性和复杂性，使得对国外铸造现状的分析及长期发展的预测难以进行。铸造毛坯的优点，使铸造生产在工业发达国家中成为主导的工业部门之一。如美国1978年10项主要工业部门增加的生产产值^①指标中，铸件产值占第五位，仅次于汽车制造业、黑色冶金、化学制品及飞机制造业〔161、213〕，美国90%长期使用的零件是铸件，铸件的作用在不断增长。世界铸件产量（包括苏联在内），现为2000万吨（70年代初为7000万吨）。工业发达国家^②铸件的总生产量列于表1〔18—22、46、55、64—71、78—80、82—94、161、162、176、192、195、212、215、220〕。

① 关于“增加的生产产值”术语，美国商业部门指的是，从运出的产品产值和付出的劳务费中减去材料、储存、包装、燃料、购买的电力及间接工作的费用后所得的值〔161〕。采用该项指标，可避免一个企业的产品作另一个企业的原料时，人为地提高装运费，也是用于比较各部门和地区间的这种或那种相对的经济重要性的最有价值的指标。

② 在此以及下面所列世界铸件生产量的准确数据包括40多个国家的铸件生产量。1978—1980年世界铸件生产量包括中国〔71〕。

表 1

工业发达国家铸件的生产量 (万吨)

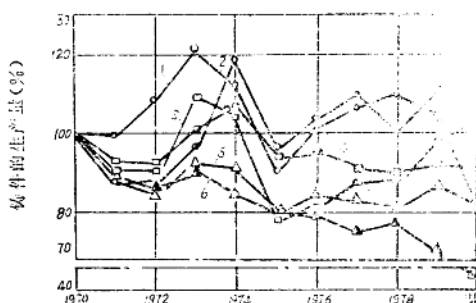
年代	美 国	日 本	联邦德国	英 国	法 国	意大利	世界总产量
1950	1362.5	97.5	223.8	389.0	151.1	55.9	—
1955	1705.6	139.4	362.6	444.2	145.8	79.0	—
1960	1352.1	287.0	453.1	412.8	223.7	95.3	—
1961	1254.5	344.8	456.8	434.8	234.5	109.7	—
1962	1383.4	320.5	436.9	403.3	241.2	118.8	—
1963	1511.5	330.5	414.9	416.6	244.0	130.0	—
1964	1667.4	384.2	476.4	439.0	261.3	114.4	—
1965	1861.9	371.7	484.3	474.6	257.9	117.8	—
1966	1891.1	403.0	426.2	448.2	250.0	137.4	—
1967	1717.0	509.5	388.1	387.2	252.5	163.3	—
1968	1771.5	576.6	453.5	414.8	259.6	176.3	7037.7
1969	1862.9	637.4	509.9	438.2	239.6	174.3	7628.4
1970	1626.3	708.7	533.1	439.7	305.2	201.4	7273.8
1971	1620.0	642.9	473.7	387.5	292.7	175.8	—
1972	1731.5	641.5	453.2	376.9	232.9	175.6	6889.3
1973	1584.2	777.6	495.0	398.1	308.1	193.9	7715.5
1974	1838.7	742.3	486.1	373.2	326.8	238.1	7236.6
1975	1485.9	553.9	427.9	352.7	287.0	194.5	7174.5
1976	1667.3	598.0	452.4	346.6	290.7	208.6	7974.6
1977	1745.0	624.2	444.4	330.5	279.7	220.9	8129.3
1978	1798.7	627.4	433.8	315.0	275.8	202.4	8633.9
1979	1714.9	697.1	464.5	310.0	261.4	222.5	8427.6
1980	1366.8	735.0	439.2	213.7	273.2	—	7976.1

表 2 工业发达国家铸件的生产量占世界总产量的比重 (%)

年代	美 国	日 本	联邦德国	英 国	法 国	意大利	总 计
1970	22.5	9.7	7.3	6.0	4.2	2.8	52.5
1980	17.2	9.2	5.5	2.7	3.4	2.8	40.6

1980年工业发达国家如美国、联邦德国、日本、法国、

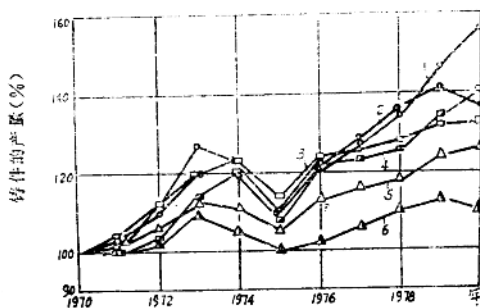
英国、意大利等国铸件的生产量总计为3250万吨。这些国家在世界铸件生产量中的比重，1970—1980年期间从52.5%减少到40.8%（表2）。美国铸件产量占世界产量的比重由1970年的22.5%降到了17%。中国也是铸件生产量较大的国家，其产量为500万吨〔71〕，波兰为250万吨，捷克斯洛伐克为160万吨，德意志民主共和国为140万吨，加拿大为130万吨，西班牙为97万吨，墨西哥为94万吨，朝鲜民主主义人民共和国为70万吨，澳大利亚为56万吨，匈牙利为35万吨，瑞典为35万吨〔79〕。



1—美国；2—意大利；3—日本；4—法国；5—联邦德国；6—英国

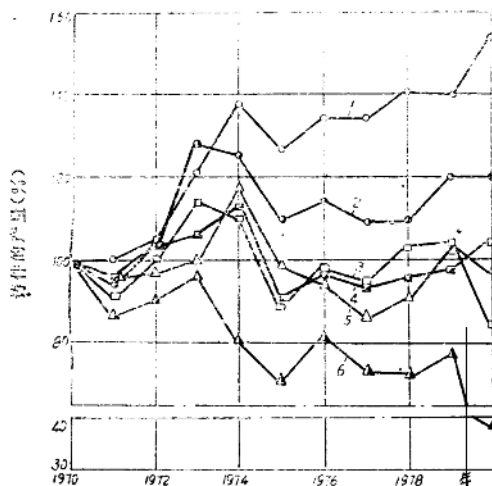
图1 国外铸件的生产量（与1970年之比，%）

由于以下两种原因，不管哪种合金的铸件按各国铸件总产量的吨位比较均可能得出错误的结论〔10〕：1）近20年来，铸件的壁厚和总重量明显减小了，因而与过去比较，在保持每个铸件工作性能不变或性能更高的情况下，1吨材料可生产更多的铸件；2）改进铸造合金和铸造工艺，减轻铸件的重量，提高强度，以及其他使用性能。如美国，现在与20年前相比，1吨液体金属可多生产20%的铸造零件。如



1—日本；2—美国；3—法国；4—意大利；5—联邦德国；6—英国

图2 国外工业产品产量（与1970年之比，%）



1—意大利；2—日本；3—美国；4—法国；5—联邦德国；6—英国

图3 国外炼钢量（与1970年之比，%）

1960年轻便汽车汽缸头的壁厚为7.94mm，而1972年为4.3mm，1976年为3.17mm。以下的分析尽可能考虑上述特点。

资本主义国家铸造生产的发展很不稳定（图1），因为整个工业生产（图2），包括黑色冶金（图3）的发展具有周期性。如果说，60年代国外铸件的生产量呈增长的趋势，则70年代的生产量平均保持在一个水平上，个别的国家生产量则下降了。这是由于成品铸件的数量下降，以及黑色冶金工业的衰退而引起的（表3）。

西欧国家工业生产的增长速度低于美国和日本。1980年美国社会性生产成品总产量比1979年下降了1~2%，英国下降了3%〔24〕。危机首先笼罩了汽车工业（载重汽车生产量减少54%，轻便汽车减少25%），住房建筑业（减少30%）农机生产部门（拖拉机减少25%），以及消费品生产部门。30个铸件消费部门中，21个部门的生产衰退了，致使1980年铸件的生产量突然下降（与1979年比下降了20%以上）。这样的衰退从前也有过，这与资本主义发展的不稳定性是密切

表 3 资本主义国家铸件产量与钢水熔量
和工业产品的生产量之比（%）

国 别	铸 件	铸 钢	工业产品
美 国	121/84	135/35	161/137
日 本	247/104	—/120	357/156
联邦德国	118/82	132/98	169/125
英 国	97/49	113/41	130/110
法 国	136/90	138/98	175/133
意 大 利	211/110	—/154	200/141

注：斜线前面的数据是1970年产量与1960年（100%）产量之比，斜线后面的数据是1980年产量与1970年（100%）的产量之比。

相关的。例如，铸件最高生产量（1973年）与最低生产量（1980年）之差在600万吨以上，占年生产量的30%（图4）。

近10年，美国的铸件年平均产量相对稳定，为1700万吨（表4），然而，目前产值却不断增长，为230亿美元（表5）。一方面是由于提高铸件的工作性能而增加了费用；改善铸件质量、减少机加工余量、采用高强度合金、提高铸件的重量精度和尺寸精度、改进铸件的结构，采用无损检测法检验铸件的质量（表5）〔161、162、213〕；另一方面是随着燃料、电能和原材料、劳动力、非生产消耗费用价格的上涨和膨胀而增加了费用（如1961—1979年间，美国1吨铸件的

表4 工业发达国家铸件的年平均产量（万吨）

年 代	美 国	日 本	联邦德国	英 国	法 国	意大利
1951—1955	1536.0	116.2	312.1	416.6	148.5	67.5
1956—1960	1420.6	211.0	392.9	422.0	184.5	81.1
1961—1965	1541.7	350.3	453.9	433.7	247.8	118.1
1966—1970	1764.3	567.0	462.2	425.7	271.4	170.0
1971—1975	1742.1	671.6	467.2	377.7	299.5	196.5
1976—1980	1659.1	656.3	446.5	309.9	280.2	213.3

注：日本在1951—1955年和1961—1965年期间，由于没有数据，所列数据为1950和1955、1955和1960年的平均值，意大利的为1976—1979年数据。

市场价格增长了1.8倍，达到1300美元，大约折合900卢布）。1吨铸件使用价值的大小决定于其出口的效益。在80年代，铸件的价格年增长为7~8%。

日本的铸造生产同样具有兴衰相间的特点。70年代铸件平均年生产量比60年代（表4），高50%，但目前的铸件生产量仍处于70年代水平，大约700万吨。

联邦德国的铸件产量1970年最高，在430~500万吨范围

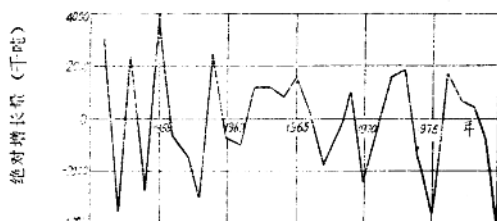


图 4 美国铸件年生产量的绝对增长量

表 5 美国铸件的生产价格

年 代	总 价 格 (10亿美元)	单 位 价 格 (美元/吨)	年 代	总 价 格 (10亿美元)	单 位 价 格 (美元/吨)
1961	6.0	460	1974	17.8	968.1
1965	9.6	516.1	1975	16.4	1101.3
1970	11.3	690.5	1976	20.2	1209.8
1971	11.6	718.5	1977	21.1	1268.8
1972	13.8	774.6	1978	23.0	1278.7
1973	17.0	856.7	1979	23.0	1347.1

内波动。虽然近20年铸件的总产量没有增加，但从提高金属强度和降低铸件平均重量的含义来讲，按件计算的生产量提高了57%〔70〕。用价格表示为122亿马克，即约44亿卢布，或者约950卢布/吨〔184〕。

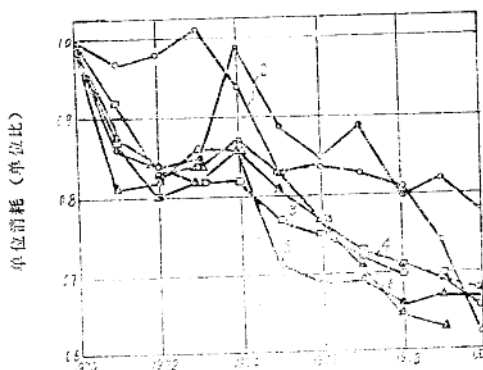
近十年，法国铸件（按重量）的生产实际上没有变化（280~300万吨）。若按价格计算，年生产量为160亿法郎（约25亿卢布），即与美国情况一样，1吨铸件的价格约900卢布〔156〕。

意大利的铸件生产量在200万吨水平，1971年最高生产量达到240万吨。

多数工业发达国家的铸件产量出现波动，而英国则从

60年代中期开始铸件总产量就不断地下降(年均降低2.2%)。这是由于,在此期间诸如美国和日本等国,虽然工业生产的增长速度缓慢,但仍保持着增长趋势。而西欧的英国等国家则不景气,在英国由于外国公司在国内市场竞争的扩大,工业产品的产量减少了。1979—1980年有55个铸造车间停止了生产。英国铸造生产的产值估计为12亿英镑(约18亿卢布)〔131〕,即1吨铸件的价格约560卢布。

发达国家工业产品的增长速度超过铸件生产的增长速度,原因是单位铸件的消耗量逐年下降(图5)。1970—1979年期间平均年降低量为:意大利2.8%,美国3.3%,联邦德国3.8%,法国4.0%,日本4.2%,英国5.2%。



1—美国; 2—意大利; 3—联邦德国; 4—法国; 5—日本; 6—英国

图5 单件工业产品的单位铸件消耗(与1970年比)

在工业产品生产中铸件单耗的降低同机器单位金属用量有关。由于机器单位功率的提高,金属和合金强度性能的提高,广泛推广先进工艺,以及金属少用量部门的超前发展,