

内部资料 不得外传

2000 年的中国研究资料

第 23 集

第一分册

机械工业国内外科技水平和差距

中国机械工程学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1984.9

第 23 集
第 一 分 册

机械工业国内外科技水平和差距

中国机械工程学会

中国科协 2000 年的中国研究办公室

1984.9

前 言

自1988年5月中国科协和国务院技术经济研究中心号召自然科学工作者和社会科学工作者联合开展对“2000年的中国”研究以来,中国机械工程学会经过研究,考虑“2000年的中国”是一项大型研究课题,是宏观的综合预测工作,具有多学科领域多层次研究的特点。机械工业是国民经济的装备部,担负着向国民经济各部门提供现代化装备的重任。在“2000年的中国”的研究中,机械工业是个重要的基础研究的对象,为此号召各专业学会、地方学会,动员有志于此项工作的理事、专家、教授、工程技术人员和广大会员,组成优势的研究力量,深入调查研究,收集资料,独立地进行研究分析,着重本学科发展动向、趋势、技术开发前景,对国家经济发展的影响等方面的研究,提出有见解的、有建设性意见的研究报告,作为行政部门组织开展整个机械工业预测研究的一个补充或参考材料。

1984年4月,中国机械工程学会在苏州召开了“2000年的中国”机械科学技术部分的研究第一次学术会议。有六十多位专家和工程技术人员参加。有三十多篇论文进行了宣读和交流,对机械科学技术若干学科领域的发展预测进行了讨论,提出了较多有益的建议和措施意见。

这本材料是第一次学术会议上的一部分论文,经会议讨论后由作者再作补充修改后的预测研究成果,虽然不能全面反映机械科学技术发展的整个面貌,但是论述的问题和方面,正是作扑在自己的工作岗位上所得到的体会,为2000年预期要达到的目标,提出有益的建议,刊印出来,供各有关单位参考,有所裨益。

还有一部分论文,也提出了不少好的建议,由于论文中关于预测方面的内容不足,就不收集在这本材料中,另行采取措施,向各级领导单位反映他们的建议。

本资料的编辑工作主要由陈立同志完成。由于时间仓促,编者水平有限。选择论文和编辑出版这本材料难免有不恰当之处,望批评指正。

中国机械工程学会 秘书处

一九八四年九月十日

目 录

展望我国2000年的铸造生产.....	河北省机械电子工业厅	林惠德 (1)
2000年我国铸造机械技术发展探讨.....	机械部第四设计研究院	卫行熙 (6)
铸造专业人才预测初探.....	太原重型机械学院	贝彦良 (20)
热处理现状和发展趋势.....	机械科学研究院	朱源浦 (27)
锥齿轮传动国内外水平、发展趋势和建议.....	洛阳工学院齿轮研究室	梁桂明
.....	天津齿轮机床研究所	宋大义 (32)
机械工业用材现状调查及展望.....	上海材料研究所	瞿家骅 (41)
对于发展我国一台燃气轮机的途径分析.....	南京燃气轮机研究所	康洪元 (60)
谈谈我国的气动技术.....	上海工业大学	王孝华 (69)
气动系统的现状及发展.....	上海工业大学	徐炳辉 (73)
2000年的摩擦学展望.....	摩擦学学会	(82)
机构学的现状及其任务.....	上海工业大学	殷鸿梁 (92)
有色金属熔炼电炉国内外水平与差距.....		
.....	山东机械工程学会工业炉委员会	杨明义 (100)
轮式装载机国内外水平和差距.....	柳州工程机械制造厂	王永鑫 (107)
2000年轿车技术预测.....	上海拖拉机汽车工业公司	应爱斌 (121)

展望我国2000年的铸造生产

一、铸造行业的现状与差距

1、产量方面

据推算, 1980年我国铸造生产厂约12000个, 铸造职工100万人, 工程技术人员3万余人, 拥有铸造生产面积二千万平方米。

我国铸件总产量约 537.1 万吨 (系对国外报导数字, 实际超过这个数字, 约 750~800万吨), 居世界第四位, 与苏、美、日等国比, 见表 1。

表 1 1980年中、苏、美、日等国铸件总产量对比

单位: 万吨

序号	国家	总产量	其中各类铸件总产量和所占百分比				
			灰铸铁 (%)	可锻铸铁 (%)	球铁 (%)	铸钢 (%)	有色合金 (%)
1	苏联	2514 [2444.5]	[1658(67.8)]	[78.7(3.2)]	[25.2(1.0)]	[568.8(23.2)]	非铁铸件 [113.8(4.7)]
2	美国	1369.8	836.8 (61.0)	41.8(3.1)	214.5(15.7)	167.9(12.3)	108.8(7.9)
3	日本	735.0	387.0 (52.7)	33.2(4.5)	161.3(21.9)	73.3(10.0)	80.2(10.9)
4	中国	537.1	447.6*(83.3)			68.3(12.7)	21.2(3.9)
5	西德	439.2	274.2 (62.4)	18.7(4.3)	69.3(15.8)	29.4 (6.7)	47.6(10.8)
6	法国	273.2	146.8 (53.7)	6.9(2.5)	70.7(25.9)	21.8 (8.0)	27.0(9.9)
7	意大利	222.5△	143.5 (64.5)	6.5(2.9)	17.8(8.0)	13.3 (6.0)	41.4(18.6)
8	英国	213.7	141.9 (66.4)	15.0(7.0)	25.0(11.7)	17.4 (8.1)	14.4(6.7)

*我国灰铸铁包括可锻铸铁、球铁。

[] 苏联1976年的数字。△意大利是1979年产量。

2、质量方面

我国铸件在外观质量方面, 和国外同类型铸件相比, 表面光洁度一般低 2 级, 尺寸精度低 1~2 级。内在质量方面, 以碳当量相同的铸铁件相比, 机械性能一般比国外低 1~2 级, 例如在生产柴油机缸体时, 国外 $\Phi 30$ 毫米试棒抗拉强度为 25~35 公斤/厘米², 而我国为 20~25 公斤/厘米²; 在控制壁厚差方面, 国外为 4.6 ± 0.7 毫米, 我国为 6 ± 2.1 毫米。从目前见到的资料, 美国已能生产壁厚为 3.5 毫米的铸铁汽缸体。柴油机缸体铸件我国比国外重 30%。

我国在铸件重量公差控制方面也不够严格。还应加强使用性能 (如疲劳性能、低温性能、高温性能、冲击性能、消除应力和耐磨性、抗腐蚀性能等) 方面的试验研究工作。

作,例如提高缸套寿命的研究工作。目前,我国汽缸套使用寿命一般为3000~5000小时,国外则为6000~10000小时,相差一倍以上。

3、废品率方面

据1982年机械系统统计,铸件废品率为9%。日本法规定为5.5%,实际生产时低于法规数。美国铸件废品率一般为5~7%。

4、原材料(包括辅料)及生产工艺方面

(1)我国铸造用的硅砂,大部分只作筛分,含泥量一般在2%以上,水洗砂只占10%左右。精选砂目前生产量很小。日本铸造用硅砂都经水洗,并经过物理或化学的方法进行处理,含泥量一般小于0.2%,形状为多角形或接近圆形,特别是树脂砂造型用的精选砂要求更加严格。

(2)我国对涂料研制近年来才给予应有的重视。但当前基本上是使用厂自制,品种少,质量也不稳定。而日本已形成专业化生产,并以系列化、商品化、社会化供应。

(3)我国对“五剂”(孕育剂、球化剂、蠕化剂、分型剂、粘结剂)在近一年多来才开始提出专业化生产和供应问题。而国外已形成“三化”供应。

(4)我国铸造专用焦炭到1980年才引起有关部门的重视,并在1984年3月通过“镇江焦”(镇江焦化厂生产的铸造专用焦炭)的鉴定,但未形成大量供应市场的局面。国外早已实现标准化、社会化供应市场,而且质量好(固定碳含量都在90%以上)、块度大、强度高。目前我国仍处在应用冶金焦和“土焦”的阶段。

(5)我国铸造用生铁已有国标要求,但不少企业仍应用“土铁”(不符合国标)生产铸件,直接影响原铁水化学成份的控制和铸件质量的提高。要求生产铸造用小块生铁已得到重视,并开始供应市场。国外早已按铸造专用小块生铁供应市场。

(6)我国造型工艺仍以手工、干型为主,约占全部铸件总量的60%多,树脂砂只在少数工厂试生产。而日本约占50%基本上是以湿型粘土砂和机械造型生产线生产大批量和一定批量的铸件,有45%是采用自硬砂造型(其中树脂砂造型约占35%)用于大中型件和单件小批生产。

(7)我国特种铸造工艺所占比重还很小,压铸件就更少。但在特铸工艺中,熔模铸造比重较大,和苏联相近,比日本高十倍到几十倍,日本熔模铸造主要用于生产合金钢铸件,1980年生产的熔模铸件中,就有62.6%为合金钢铸件。特铸工艺所占比重在国外有所增长,如苏联1980年特种铸造件占全部铸件约19.8%。

(8)我国铸铁熔炼基本上仍采用单一冲天炉,铁水温度一般为1350~1450°C。冲天炉和电炉双联熔炼只在少数工厂采用。熔炼过程多数企业只进行鼓风机的风量、风压测定,部分工厂开始炉前快速测定铁水温度或安装过桥连续测温装置,少数工厂开始试用快速元素测定仪器。国外因采用“标准”生铁和铸造焦炭及热风装置,冲天炉出铁温度一般都在1500°C以上。据1977年资料载,美国70~80%的铸铁用冲天炉熔炼,英国为90%。但从发展趋势看,采用冲天炉—电炉双联熔炼或感应炉熔炼有所增长,由于采取先进的控制方法和配备准确的测试设备,铁水温度及化学成分均能满足工艺要求。

5. 管理水平及经济效益方面

(1) 我国铸造专业厂点少, 生产规模小。据四十一个工业城市1981年统计, 专业厂点数约占总厂点数的6%, 专业化水平不到30%, 平均每个铸铁厂点年产量为900吨, 年产10000吨以下生产厂点约占厂点总数的80%, 而欧美各国铸造厂点的数目却在减少, 但规模在扩大, 如美国1973年铸铁厂点生产规模为10540吨, 专业铸造厂点占铸造厂点总数80%, 专业化水平达75%左右。日本则相反, 规模小, 数量多。无论是日本或欧美, 50人以下的小厂仍占多数, 美国和加拿大, 1975年50人以下的小厂占65.1%。日本1970年50人以下的铸铁厂就占89.4%, 其人数占53%, 产值占45.2%。

苏联六十至七十年代曾发展大型铸造车间和专业化中心铸造厂, 规定不许建造年产一万吨以下的车间。但1983年资料报导, 由于建立中心铸造厂规模过大、品种多、铸件产品繁杂、建厂时间长、企业不好管理等, 又提出新建铸造厂应当专业面窄、规模小、自动化, 可以设置在小城镇。

我国组织铸造专业化生产要综合考虑, 做到产品质量好, 供货及时, 便于管理和取得合理的经济效益。

(2) 我国铸造行业职工1980年推算为100万人, 超过苏、美、日三国的总和。苏联大约为我国的一半, 美国1982年统计职工为26.9万人, 其中黑色铸件为19.1万人, 有色铸件为7.8万人; 工人数为21.7万人, 其中黑色铸件为15.1万人, 有色铸件为6.6万人。日本职工数1980年为10.2万人。美国铸造行业的技职人员约占职工总数的20%, 且有增长的趋势。我国铸造行业技术人员约占3%。

(3) 我国铸造行业全员劳动生产率为8吨/人年。目前日本是65吨/人年。据1975年资料介绍, 美国每一铸造职工每年生产53吨, 苏联41吨, 日本40吨, 英国30吨, 法国30吨, 西德26吨。铸铁件美国为78吨, 苏联52.6吨, 日本52吨, 英国41吨, 法国40吨, 西德33吨。

(4) 我国铸铁件每吨耗标准煤大约为650公斤, 国外先进国家为350~370公斤。

(5) 我国铸造行业“三废”治理还不完善。例如造型工部, 实测粉尘浓度为3~15毫克/米³, 日本为2.8毫克/米³, 熔化工部为10~12毫克/米³, 日本为3.7~4.2毫克/米³, 清理工部为几十到几百毫克/米³, 日本为9~15毫克/米³。

二、2000年的目标

我国机械工业正在以上质量、上品种、上水平、提高经济效益为中心, 加速技术改造, 改善经营管理, 健全责任制, 加强精神文明建设, 从而提高整个机械工业的素质水平。我们铸造行业应该围绕这个总要求, 努力改进原材料供应方法和渠道, 提高企业的素质, 并在改善合金性能基础上, 完善铸件成型过程中的各种手段, 合理地设计铸件结构, 减轻铸造毛坯重量。

1、要使全部铸造生产厂点都能采用符合工艺要求的造型材料、铸造生铁和焦炭。

铸造用辅料、“五剂”等在品种规格上实现“三化”供应。

2、要使铸造企业的素质——包括职工队伍（领导班子成员、管理人员、科技人员、工人队伍）素质，技术装备（生产设备、工艺工装、计量测试）素质，经营管理（全面计划管理、质量管理、经济核算、劳动人事管理，应用现代化管理方法和电子计算机管理）素质，适应铸造生产发展的要求。

3、在生产工艺上要：

（1）提高湿型机械造型和自硬砂（主要是树脂砂）造型比例，分别达到铸件总量的50%和30%。

（2）铁水出炉温度，关键件达到1500°C以上，一般件达到1450°C以上。铸铁熔炼设备必须满足高温、优质铁水、环境保护、节能和综合经济效益高的要求。

（3）用特种工艺的生产件占铸件总量的15%以上。

（4）努力发展节能、节约原材料、节省劳动力的新工艺方法，特别在减轻铸件重量方面，到2000年，铸件在减薄厚度15~20%情况下，铸件平均重量下降10~15%。

（5）大力采用机械化、半自动化和自动化生产操作，铸造生产机械化程度达80%以上。

（6）使铸造生产过程的每一道工序都配备精确测试仪器，用严格的检测手段生产出优质铸件。

4、在质量指标上：

（1）专业铸造厂的主要产品铸件质量达到ISO国际标准，一部分达到当时的国际水平。

（2）稳定生产高牌号（HT30—50以上）灰铸铁件，薄壁（壁厚4毫米）高强度铸件，铸态球铁件（包括铸态球铁管）和低合金高强度铸件。能生产壁厚2~3毫米的合金大型铸件。

5、在技术政策和经济政策上要能促进铸造行业的正常发展。

（1）充分利用我国铸造原材料资源，如铸造原砂（原砂有90%经过处理，精选砂占全部用砂量10%，擦洗砂达20%，水洗砂达60%）、铸造焦炭、铸造生铁、铸造用辅料做到按标准，定点、定质、定量、定时供应，特别是铸造原砂和膨润土，在满足国内需要基础上，积极争取出口。

（2）自硬砂造型，特别是树脂砂造型已在单件、小批量生产中普遍推广，粘土砂和干型限制使用。特别是干型，其比重要降到20%以下。积极研究水玻璃砂溃散性，争取铸件表面质量接近树脂砂的水平。

（3）新的高强度铸铁、铸态球铁、蠕墨铸铁、合金铸铁、合金铸钢要占很大比重，有色合金铸件也占有相当比重，争取占铸件总量的10%以上，特别是发展具有我国资源特点的稀土和钒钛铸铁、铸钢和有色合金新品种，在国际上处于领先地位。

（4）铸造生产的节能新技术、新工艺，如节电40%的远红外烘干、节省金属60~70%的保温冒口、比抛丸清理节电80%的电液压清砂和振动时效等普遍应用。

- (5) 铸造设备达到国内成套供应率80%以上, 铸造工艺装备实现专业化生产。
- (6) 铸造环保工作, 在噪音和粉尘控制方面达到当时先进工业国水平。
- (7) 对新建铸造厂点, 实现当时最新工艺和装备配套, 并在中小城市建厂。
- (8) 在“七五”计划期间实现四十一个工业城市整个调整规划基础上, 到2000年, 所有各省市组织铸造专业化的调整、改组规划和经济发展规划紧密结合起来。
- (9) 国家已制订并实施铸造行业在铸件协作价格、税收、材料供应和建立完善领导组织机构等, 在经济政策上实现有利于铸造生产协作的巩固和发展, 实现按劳分配的原则。

6. 我们的经济指标

- (1) 全员劳动生产率达到 40~50 吨/人年。
- (2) 铸铁件每吨耗标准煤达到350~400公斤, 铸钢件降低到650公斤标准煤, 钢水电耗降到650度/吨。
- (3) 铸铁件废品率降到4%以下, 铸钢件降到2.5%以下。
- (4) 铸铁件成品率达到70%以上, 铸钢件达到60%以上。

三、措施意见

我们的措施应该是建立强有力的铸造领导机构, 保证供应各种符合“国标”的材料, 以铸造企业的合理人员构成, 用先进的生产手段和促进铸造生产发展的各项方针、政策, 去实现铸造生产的稳步发展。

1、建立中国铸造总公司。在总公司统一领导下, 设立由行政、教育、科研生产企业等部门组成的联合体组织各类专业公司, 负责本公司的规划和计划, 并付诸实现。

2、由中国造型材料和中国铸造材料公司负责组织计划供应全国各铸造企业的所需原材料和各种辅料。

3、由中国铸造机械工业公司、中国铸造仪器公司、中国环保设备公司共同解决(包括引进)我国铸造企业所需的铸造、环保设备及生产过程各种测试控制仪表的供应、人员的培训直至用于正常生产, 实现我国铸造行业的文明生产。

4、由中国铸造人才与技术开发公司负责向铸造企业输送对口的各类大学、中专铸造人才(包括由职业学校培训的铸造工人), 并经常对企业人员组织轮流培训工作。

5、由中国铸铁、铸钢、有色及特种公司共同制订我国铸造金属材料的发展规划, 协调钢、铁、有色的比例关系, 并分别制定其工艺及材料发展规划、计划和付诸实现。

6、由中国铸造人才与技术开发公司负责与有关部、委共同制定有关促进我国铸造生产发展的技术经济政策, 建立铸造经济效益研究中心。

7、各有关公司都要在积极采用ISO国际铸造标准和工业发展国家的先进铸造标准的同时, 建立我国自己的完整的铸造标准体系。

2000年我国铸造机械技术发展探讨

一、我国铸造机械概况

1、简要的回顾

解放前我国没有铸造机械产品,拥有的铸造机械为数极少,更谈不上机械化铸工车间。1951年上海中国纺织机械厂建成了第一个机械化铸工车间。第一个五年计划及稍后时期156项重点工程中先后建成了在当时是具有先进水平的十多个机械化铸工车间(如第一汽车厂,第一拖拉机厂,东北机床一厂,富拉尔基重机厂,武汉重型机床厂等等)。同时国内还自行设计建成了不少有一定水平的铸工车间。适应这些需要,从1954年开始由专业制造厂制造出部分铸造机械,奠定了我国铸造机械行业的基础。这些铸造设备有些至今仍发挥着很大的作用,进入六十年代兴起了群众性的双革运动,产生了不少“轻小简廉”而又有一定实用价值的铸造设备(如凸轮造型机,独轮式铸型输送机,水玻璃壳型机……等),同时出现了自动造型线的尝试,使我国铸造生产的平均机械化水平有所提高,铸造机械行业日益扩大。在这样的历史背景下于1960年提出了年铸件产量全国平均应达铸铁27.6吨及铸钢28.4吨的指标。六十年代后期特别是七十年代,我国的铸造机械化及设备的水平进入到一个新的阶段。冲天炉机械化加配料,抛砂机造型线,各式自动、半自动微震造型线,高压造型线,铸件专用清铲线等高效设备纷纷建成;同时引进了DISA射压线,KW有箱高压线,成套砂处理设备先进设备;建成了以二汽48、50分厂为代表的高度机械化(部分自动化)的铸工车间。原农机部系统集中了机械系统各有关单位的较新成果初步建成了一个具有相当先进水平的柴油机新铸工车间。1980年前后,又先后引进了大型GF铸钢高压造型线, Hunter 水平分型脱箱造型机,高效的 Spomatic 自动造型线,强力抛丸清理设备。各专业铸造机械厂开始造出新一代的铸造机械,生产出了十多条自动造型线,大型混砂机,电液压清砂设备等较先进的设备,这些设备程度不同地发挥了作用,基本上满足了我国铸造生产的要求。

但由于十年动乱及在机械制造行业长期存在的“重冷轻热”思想的影响,我国铸造生产在铸件质量、劳动强度及作业环境、有效机械化程度、劳动生产率及各种管理方面仍处在十分落后的水平上。某些指标(例如废品率、劳动生产率、能耗)甚至低于五、六十年代的平均水平。铸造设备中一些生产线由于设计、制造、元件质量、配套情况,生产任务的变更及操作管理工作跟不上等原因,调试时间长、故障多、利用率不高,致使少数成了“死线”,有的停停开开发挥不了应有的效能。新一代的铸造机械在性能指标上均是比较先进的,但可靠性及耐用性还需时间的考验。

2、1930年我国铸造机械情况：

据不完全统计，我国从1954到1981年生产各种铸造设备约 54000台，其中造型制芯砂处理落砂清理设备占 91.7 %。

我国1930年铸件总产量约为 750 万吨左右，平均人年铸件量为 7.5 公斤（1980 年全世界人年铸件量为13公斤）。分析了一些正规设计的铸造车间，年产一吨铸件的平均设备投资为 500~650 元，其中铸造设备占 55~60%。按此粗略估算，1980 年我国各部门各行业拥有铸造设备原值（折成1980年价）为：

$$750 \text{ 万} \times (500 \sim 650) \times 0.55 \times 0.65 \approx 15.4 \text{ 亿元}$$

（注：上式中0.65是考虑了很多厂的装备水平低于正规设计水平而加的系数）

到1980年底我国有20个部定点铸造机械专业厂和 1 个铸造机械工业公司，其中重点厂 6 个。拥有固定资产11005万元，职工总数13800多人。工业总产值5570万元。此外还有若干兼生产铸造机械的工厂及若干非部定点厂。这些厂列入 1980 年 6 月部机床工具总局汇编的《铸造机械产品目录》的铸造机械共有54个品种 144 个规格。另据部铸锻机械研究所统计，按JB3000—81“铸造设备型号编制方法”分类，1981年底我国铸造机械共计有 242 个规格，其中正常生产的约有159个规格。除此之外，1975年以来由设计单位及工厂还设计制造了不少实用、有效、有一定水平的铸造设备，如二汽 50 分厂的长桥高压造型线，建湘柴油机厂的1000×700×270/250高压造型线及600×500×200/200有独立五个下芯工位的水平分型脱箱造型线，上海拖拉机厂1200×800×300/300的高压造型线等。但总的说来，进入八十年代后用户厂铸造机械的自制率比之六、七十年代已大大降低。

3、国外1980年前后铸造机械的发展简况

从1950年起，随着西方二次大战后的经济复苏，汽车、石油工业的飞速发展，铸造机械在性能、品种、自动化程度上迅速发展，进入六十年代出现了各种新型的铸造设备，最有代表性的是：丹麦迪沙公司的重直分型射压造型机（DISAMATIC），美国 Shalco 及Sutter公司的冷芯盒机，美国Hunter公司的水平分型脱箱自动造型机，英国Fordath公司的自硬砂连续混砂机等。1970 年后又出现了“8”字形连续混砂机，“V”法造型设备，强力抛丸设备，高转速（>500转/分），自硬连续混砂机，冲击成型造型机，静压造型机，逆流式混砂机等。七十年代中期建成投产的一些高度现代化的铸工厂，如美国福特汽车公司密执安铸造中心、美国迪尔公司球铁铸造厂、苏联卡玛河铸造厂、意大利菲亚特克雷圣廷诺特铁厂等，均集中反映了这个时期铸造设备的新发展。很明显，铸造机械的发展是和铸件产量、质量、铸造材料和工艺的发展以及整个机械制造业的发展（液压技术、控制技术）分不开的。

4、2000年我国铸造机械需求量预测

（一）2000年我国铸件需求量：1980年我国铸件总产量根据41个主要工业城市的统计，冶金部铸造生铁的分配数及粗钢产量综合估算，约为 750 万吨。考虑到今后机械制造业（主要是汽车、内燃机、农机）、冶金业、建筑工程（主要是管道）及轻工业（主

要是耐用消费品)对铸件需求量不断增加,铸件出口量也将稳步增加;又考虑到铸件质量将日益提高,其功能重量将有一定幅度的降低,铝合金件占的比重将加大,工程塑料必将代替部分铸件(管接头、浴盆等)、冲焊件也将代替一些传统铸件(如暖气片)以及能源增长的限制和粗钢产量的协调等因素。预测今后铸件产量年平均增长率为3%,则2000年预测铸件年产量将达:

$750\text{万吨} \times (1.03)^{20} = 1350\text{万吨}$ 。届时人年平均铸件量为11.3公斤。

(二) 2000年铸造设备需求量:考虑20年铸件产量增加的70%是以新建、扩(改建)铸工厂(车间)来获得的,每吨能力需铸造设备投资350元,则需 $(1350-750) \times 10000 \times 0.7 \times 350 \approx 15\text{亿元}$ 。现有750万吨/年的能力中60%需经适当的技术改造以满足今后铸件质量的要求并提高其生产能力达到 $750\text{万吨} + (1350\text{万吨} - 750\text{万吨}) \times (1 - 0.7) = 930\text{万吨}$,技术改造按每吨铸件需铸造设备300元计,则需 $750 \times 10000 \times 0.6 \times 300 \approx 13.5\text{亿元}$ 。除此之外正常的每年铸造设备更新按现有能力每吨每年5元计,则需 $750 \times 10000 \times 5 \times 20 = 7.5\text{亿元}$ 。以上三项共需铸造机械36亿元。这里仅指铸造机械,不包括铸造生产所需的其它设备,如熔炉、运输设备、工业用炉等。考虑其中85%是由专业铸造机械厂提供,15%是用户自制;再考虑到现在约有1亿元积压的引进铸造机械今后必将发挥作用;则要求铸造机械厂提供的国产铸造机械总值估计为 $36\text{亿} \times 0.85 - 1 = 29.6\text{亿元}$ 。

(三) 根据以上预测分析,要在2000年达到上述铸件产量,需要的铸造机械应提前五年提供,故对铸造机械来说从1980年起至1995年这15年中应提供 $[29.6\text{亿元} - (750\text{万} \times 5 \times 5)] \approx 27.7\text{亿元}$ 铸造机械。

二、铸造机械技术发展预测

到2000年,我国铸造机械中造型设备、制芯设备、砂处理设备等技术发展情况预测如下:

1、2000年我国造型设备的技术发展预测

造型设备一直是铸造设备的核心,形成一定铸造生产能力所需铸造设备投资中造型设备所占比例是较多的,对于批量流水生产铸铁件一般占60%左右。国外七十年代后期造型工艺及造型设备的发展均围绕提高铸件精度、表面粗糙度及形状公差、提高生产率、降低噪声等目标进行。

(一) 有箱高压造型机

有箱高压造型机(线)是国外批量生产中、大铸件的主要设备。据不完全统计,四家著名的厂商Herman、BMD、OE及KW公司至1980年已销售的有箱高压造型自动线总

数达1000余左右。近来的趋向是砂箱尺寸在 $1200 \times 800 \times 350 \sim 400/350 \sim 400$ 的用得最多,小尺寸的有被水平分型脱箱造型线代替的趋势。生产率:单机大尺寸的50~120型/时;双机的均在120~300型/时之间;最高的是日本新东公司的JSH—66型线,达330型/时,功能齐全,用户可以选择,例如:比压可调,多触头或成型压头,固定模板、穿梭模板或多块模板,各种加砂方式,各式输送机以适应不同的浇注冷却要求。

我国目前有箱高压造型线约有38条,其中汽车行业18条,拖拉机行业7条,柴油机行业6条,工程机械行业2条,军工系统2条,铁道、电机、液压件行业各1条。这38条中引进国外全线或主机的有11条,已投产使用的有23条,用于铸钢的有4条。

国外此类造型设备与国内自制的相比主要特点如下:

①品种规格多:以最早发展此类设备的美国Herman公司为例,共有19种规格,从 $560 \times 710 \times 150/150$ 到 $1600 \times 2490 \times 610/610$,而国内目前列入产品的仅有4种规格。

②可靠性好:一般机械电气故障率6~8%,有效运行率平均在80%以上,最好的,如美国通用汽车公司所属的铸工厂可达90%。而国内自制的,由于材料、加工、设计以及基础件(如阀、管接头行程检测元件、密封件、软管、电控元器件)的原因,再加上生产管理、维修及铁水、型砂、砂芯等供应的协调问题,设备故障率高于10%,有效运行率常低于80%。

③生产率高:高效的双主机线一般均在200型/时以上,国内目前最高设计生产率一般均不超过120型/时。

④充分发挥了高压造型的优越性,使铸件尺寸精度稳定在6~7级,壁厚公差达到±10%以内,重量比之普通机器造型减少5~15%。国内这方面研究试验不够,因之优越性未充分发挥。

预计到2000年此类设备我国将有所发展,发展的重点是 $1200 \times 800 \times 350/350$ 以上的,性能上主要是提高可靠性,并在模板和铸件设计上、型砂工艺上有提高,使铸件精度达到国外先进水平。

(二) 水平分型脱箱造型机(线)

这是近年内国外发展最多的造型设备,以最有代表性的Hunter·Bdp·Herman·BMD·Osborn五家的产品为例,共有7种型式,20种规格,其中Hunter机已销售1000余台。为了方便下芯,使下芯作业有较大的空间及足够的时间,进入八十年代又出现了两种设有独立下芯工位的机型,这就使水平分型脱箱机的铸件适应性更大了。

我国目前拥有的水平分型脱箱机为数不多,预计到2000年将有最快的发展,在品种上将重点发展Hunter型及有独立下芯工位的机型,砂块尺寸主要应是 400×500 , 500×600 , 700×900 三种。为了确保合型精度,应发展带箱合好后再脱型,射砂方式以顶射为宜,侧射或底射有较大局限性且可靠性差。

(三) 垂直分型无箱射压造型机(线)

这类造型机我国早在1967年就从丹麦DISA公司引进,之后国内仿制较多,至1980年我国已拥有近百台此类设备。实践证明用来生产小件,不带芯子或仅带少量小芯,是一

种高效、经济效益好的机型。预计今后在小件生产上仍将稳步发展，在大件复杂件生产上也将有所突破。

国外这类设备与国内自制的相比，主要特点如下：

①国外在垂直浇注方面作了大量试验研究，国内研究试验不够，至使某些铸件下层的机械粘砂明显比上层的严重。

②国外合型精度为 ± 0.1 毫米，国内新机器为 ± 0.2 毫米，使用一年后为 ± 0.3 毫米。

③国外型块输送装置(如2072PMC)同步性好，可保证型块间的间隙仅 $0.1\sim 0.2$ 毫米。国内大多数厂用带式输送装置，型块间隙最大的达3毫米以上，国内有些厂应用的夹移式输送机存在夹板变形以至无法工作的问题。

④国外配套设备较齐全，一般的配有模板更换装置，下芯机、专用浇注机。国内配套较差。

⑤最新型的丹麦2070机已采用微处理机控制，国内尚无采用。

今后20年主要应完善改进国内已生产的YZ及ZZ类造型机，配套设备配全，在功能及精度、可靠性、耐用度上全面达到国外水平，同时发展大一档的规格(相当于DISA2032即型块尺寸为 $600\times 775\times 400$)。

(四) 通用及专用的气动微震压实造型机

任何一个国家在八十年代初期不管铸造机械化水平已发展得多高，通用或专用的气动微震压实造型机在一定范围内仍普遍采用，这是因为它对型砂无特殊要求，砂箱简单，投产快，投资省：如压实比压提高到5公斤力/厘米²，同样可使硬度达到85，铸件可以达到理想的精度，配成自动半自动线可达到120~150型/时。所以国外若干著名的公司迄今仍生产多种改进的气动微震(包括震击)压实式造型机，例如Osborn公司的212—RJW，214—RJW，3161—RJW，3191—RJW型双面模板脱箱震压机，716—RJW，719—RJW，722—RJW，730—RJW，736—RJW顶杆式震压机等。在这类设备方面我们的差距是：

①功能少：国外Osborn的RJW型可以震击随后是压震，RMM公司则有全自动顶杆(或边辊)起模的及大转身降箱起模的。我国目前缺少大转身的，所以对于高吊砂的铸件只能采用老式的Z2310，Z2316，Z2520转台震实式造型机，而这些机器仅能震实无压实功能砂型，硬度差，且机器占地多，不便于和其它运输设备联接。

②规格少：以顶杆式为例，我国目前仅有Z154A、Z148C，Z148C，Z146及新发展的ZB1410等几种规格，最大砂箱尺寸为 $1000\times 800\times 300$ ，而国外以Osborn厂为例，从 $400\times 550\times 250$ 起共有5种规格，最大达 $950\times 1500\times 500$ (736—RJW)。

③起模：国外此类机大都采用气压油缸实现慢—快变速起模，国内大半是不可调的气压起模。

今后20年主要应发展 $1000\times 800\times 300$ 以上的大规格机器，配以边辊起模及进出箱输送设备。对于某些行业发展双工位的，例如部第四设计院和苏州铸造机械厂合作发展的转台式半自动气动微震造型机(ZB1410B)设有转台可上下型一机生产、起模工位和震击工位分开，这样只要配以合适的加砂装置及进出箱输送设备，单机小时生产率可达20~30型，而价格仅为同尺寸高压造型机的 $1/6\sim 1/8$ ，特别适用于中批量的拖拉机、

柴油机行业。

(五) 静压造型机

静压造型机是国外七十年代后期为了解决震击噪声而发展的一种新型机。瑞士GF公司应用天然气和空气混合点火后的高压气直接紧实砂型(称热法)、苏联研制用大于50公斤力/厘米²的高压压缩空气静压法,西德BMD公司及日本新东公司则研制用常规6公斤力/厘米²压缩空气直接紧实砂型之后再辅之以压实(称冷法)。目前国外已有正式产品投入应用的有:GF公司冲击造型机(线)约20线,BMD公司的“Airomatic”机,砂箱尺寸850×550×250一种,新东公司的APS—4(600×800×250)、APS—5(760×1000×300)及FBS—PO, FBS—P 2, FBS—P 3, FBM—P 4, FBM—P 3型无箱静压机。

由于此类机器噪声低、机器结构简单、紧实速度快、砂型紧实度均匀,相信今后会有较快的发展。国内目前已从机理研究进入工业化试验。按国内情况应重点发展“冷法”,为了加速发展可先引进样机及工艺技术(型砂要求、模样设计等)。预计到2000年这类造型机将部分代替高压造型机及大规格气动微震造型机。

(六) “V”法造型设备

“V”法造型1971年由日本发明,于1973年获得专利,十年后至1981年12月应用此法生产铸件的在日本有110家、美国25家、欧洲34家,年产铸件约16.2万吨。“V”法的专用造型设备也已由新东公司制出。“V”法造型所浇得铸件表面光洁,尺寸精度比高压造型还高,不需拔模斜度;型砂仅用纯净硅砂,不用任何粘结剂,这是它的主要特点。用于生产壁特薄、表面要求十分光洁的铸件无疑是一种极好的办法。但应该看到薄膜塑料的性能、涂料的涂刷、真空度的保持、铸件冷却速度较慢以及直浇口、通气口的开设及密封问题等也限制了它的推广。所以在国外十年来的发展并不如预期的那样快。

国内已有几家自行制造了“V”法造型设备并投入试生产,但迄今尚无专业制造厂生产“V”法专用设备。

估计我国今后20年此类工艺及设备的发展也不会太大。

(七) 干砂实模铸造设备

近年来美国及西欧发展了干砂实模铸造法,即采用发泡聚苯乙烯实模埋在纯净干砂中用震动将干砂紧实(或辅之以0.6~0.8巴的负压),直接浇注成铸件。此法在美国称为E·P·O法,已有通用汽车公司、G&W工业公司等用来大量生产铝气缸盖、不锈钢铸件及复杂铜铸件。CE公司和EFP公司合作发展了成套设备装在加拿大St·Catherines铸造厂生产汽车发动机用铝缸盖,生产率达160箱(640个缸盖)/时。此法最大的优点是:对于象缸盖这样的复杂件不用芯子,外表及内腔无披缝毛刺、表面光洁、属于物理成型型砂不需加任何粘结剂、适合于大量生产。由于不用芯子这一突出的优点,所以对于多孔道复杂内腔的铸件将有极大的吸引力。预计国外八十年代将有较大的发展。

国内这方面尚属空白,但到2000年随着我国汽车及中小柴油机的质量和产量不断提高,本法一定会得到发展。建议首先从铝缸盖搞起,之后用于铁缸盖及液压阀的生产上。

(八) 树脂自硬砂造型线(制芯)成套设备

树脂自硬砂造型法(包括制芯)七十年代中期在国外迅速推广。成套设备也大量涌现,著名的厂商有英国的Ferdath、Baker、Perkins公司、西德的Buderus公司、美国的CE公司、Carver公司及Shalco公司等。它们可以提供各种连续混砂机、新砂预热器、震动台输送设备、起模设备及成套砂再生装置。由于设备配套,故此法在国外不仅用于小批量大件生产,而且用于大批量大件造型及制芯。罗马尼亚1976年建成的阿尔巴由利亚机床铸造厂年产37500吨从0.1~25吨的铸铁件,造型及制芯全部采用呋喃树脂自硬砂,设有两条自硬砂造型生产线。美国迪尔公司的Waterloo8000铸铁厂有二条自硬砂制芯生产线,芯盒尺寸达1500×1200×450,生产率达60盒/时·每线。

国内树脂自硬砂在小批量大件生产中正在稳步发展,对于批量生产件的造型制芯目前应用不多,发展不快的主要原因是生产费用(树脂及优质原砂)仍较一般粘土砂及水玻璃砂高。但相信今后树脂价格会下降、大铸件精度要求也将不断提高,树脂自硬砂在今后20年必将有较快的发展。成套设备一定要尽快赶上。目前国内有重庆铸造机械厂的S243、S285、S2512连续混砂机及苏州机床厂的LS—5涡流盘式连续混砂机等。但在品种规格上不全,和国外相比有不小差距。从美国CE公司1983年最新样本来看,连续混砂机有三种型式四种混砂量,新砂预热器有8种规格,树脂砂再生装置有两种型式5种规格。

CE公司的新一代连续混砂机主轴转速达1800转/分,故混制均匀,产量高。国产一般是<100转/分的低速的,故产量低。CE公司的连续混砂机的叶片为碳化钨铜焊的,可换式,寿命高,出砂口设有锥形斗,上部有单独的抽风口以排除树脂砂的味道及细灰。树脂及催化剂均采用直流电机驱动不锈钢齿轮泵定量输送,据称重复定量精度达1%(这一点十分关键)。另外为了防止树脂及催化剂入口处粘砂堵塞,设有空气喷射器自动定时喷射,压力为<1公斤力/厘米²的压缩空气。这方面均是国产同类机应改进的地方。

砂再生是应用树脂自硬砂造型必需的工序。国外形式很多,但均包括破碎、擦搓、磁选、风选分级、冷却等工序,以确保再生砂得到全部再利用。

对于批量生产来说,国内应重点发展供制芯用单臂50公斤/分的,供造型用双臂150~300及250~500公斤/分的,并应有相应的配套设备。树脂及催化剂的耐腐蚀泵应尽早解决。

2. 2000年我国制芯设备的技术发展预测

制芯材料、工艺及设备均朝着砂芯强度大(不用芯骨)、溃散性好、硬化后脱出使芯子精度高、节能、生产速度快、效率高的目标发展。继壳芯、热芯盒芯后,七十年代后期国外树脂自硬砂芯及冷芯盒芯发展极快。在大批生产铸造厂中冷芯盒法推广极快,美国通用汽车公司所属各铸造厂从1976年到1979年冷芯盒芯比例从5%增至34%,西德1977年新建的奔驰汽车厂铸工厂年产6万台柴油机,100%是冷芯盒芯。在中小批生产铸造厂,树脂自硬芯已占统治地位,七十年代兴建的前述罗马尼亚的阿尔巴由利亚机床铸造厂,波兰库罗斯基年产3万吨机床铸件厂,美国林契堡中件铸工厂均是100%的树脂自硬芯。目前我国冷芯盒法处于研制及试生产阶段,但已取得良好的效果,第一拖拉

机厂用冷芯盒法制气道芯，发动机功率提高5马力，每马力小时油耗降低3克，但目前尚无正式成套设备供应。树脂自硬砂制芯到近年来已在小范围内投入生产，其设备实质上同造型设备。随着优质新砂及树脂供应的改善，冷芯盒法及树脂自硬砂法必将在今后20年内得到快速发展。

当然壳芯法、热芯盒法及传统的合脂砂芯仍将继续存在，而且在某些情况下仍将有一定程度的发展。粘土砂芯估计将逐步减少，甚至基本淘汰。

专用制芯机投资对于大批量生产而言占铸造设备的6~8%。我国目前生产的有：翻台震实式制芯机2种，壳芯机3种，普通射芯机3种，热芯盒射芯机9种。在大小规格上基本可以满足批量生产铸造行业的要求，但在功能上缺少两种机型，一是制造中空芯的热芯盒机。中空芯节省芯砂，硬化快，且节能，是一种十分经济的制芯法。瑞士GF公司对三乙胺冷芯、SO₂冷芯、中空热芯及壳作了详尽的综合评价，结果中空热芯名列第一。北京内燃机总厂自制了一台中空热芯盒机生产柴油机缸体主芯取得很好效果。二是水平分型侧射机。某些芯子要求上下平面平整不加修整（如缸盖水套芯），若顶射则上平面射孔处不平，故需侧射。西德迪尔公司Mannheim铸造厂就有此种侧射机。

冷芯盒专用机国外Shalco厂有五种，sutter厂有19种，最大的是Sutter厂生产的用于美国卡脱匹拉铸工厂的，芯重达362公斤。国内发展冷芯盒机主要应适合汽车、内燃机、拖拉机行业的需要。因为精度要求高的铸件大半是重要的箱体件，所以预计芯盒尺寸500×800至800×1000、芯重40~100公斤的需求量较多。发展冷芯盒制机芯一定要成套。除制芯机外要配全催化气供气装置、余气净化装置及空气干燥器，制芯机本身应自带侧抽风装置。预计今后20年内仅汽车、发动机、拖拉机行业需冷芯盒制芯机30~40台左右。从设备技术上看，冷芯盒机没有什么困难，主要应解决好耐腐蚀的催化气阀（Sutter厂是不锈钢的）及长效的空气干燥剂（Shalco厂用Dry-o-Lite球状多孔干燥剂）。

1982年美国发明了一种冷壳芯法由HPM公司发展了专用设备。该法采用与冷芯盒法相同的芯砂材料及工艺制得中空壳芯。其主要原理是用一微孔透气的材料制成芯盒，射入芯砂后从芯盒外侧通入一定压力的催化气，一定时间后催化气渗入一定厚度，使芯子外层硬化结壳，然后反吹氮气，倒出未硬化的余砂再回用。据报导此法生产速度和实心冷芯盒法相近，美国Haye's Albion马铁厂用来生产汽车差速器壳芯子，壳芯厚25毫米，芯重4.5公斤，为实心芯重的40%，估计可将冷芯成本降低20~30%。这是一个值得注意的新方法，它兼有壳芯及冷芯盒芯两者的优点，在今后20年内我国应有目的地开发此种新工艺以节省优质新砂及树脂，降低优质冷芯的成本。

除上述品种上的差距外，如何尽快地发挥制芯机的效益是一个值得重视的问题。国内有不少厂购置了25公斤及40公斤的热芯盒射芯机，但由于工装设计、制作跟不上，长期闲置未发挥作用，有些厂顶芯杆精度差，加上弹簧受热失灵常常造成故障。今后20年应妥善解决这个问题。

3. 2000年我国砂处理设备的技术发展预测。

砂处理设备和造型设备有密切关系，一般占铸造设备投资的12~14%，随着大型高