

《国外机械工业基本情况》参考资料

橡 胶 塑 料 机 械

大连橡胶塑料机械研究所 编

第一机械工业部科学技术情报研究所

出 版 说 明

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，在内容和范围上都比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。本书为橡胶塑料机械部分，主编单位是大连橡胶塑料机械研究所。编写分工是：

化工部橡胶工业研究设计院负责编写橡胶压延、帘布裁断和橡胶挤出以及再生胶设备；

桂林橡胶工业设计研究院负责编写轮胎成型和翻胎设备；

北京化工学院负责编写塑料注射机、硫化车间设备；

华南工学院负责编写塑料挤出机、橡塑机基础理论研究及新技术的应用；

山东化工学院负责编写炼胶车间设备；

内蒙呼和浩特市橡塑机械厂负责编写开放式炼胶机；

北京塑料研究所负责塑料机械方面的资料翻译；

大连橡胶塑料机械研究所承担其余部分的编写工作。在审稿期间，特邀上海轻工业研究所全国塑料工业科技情报站参予工作，在此深表谢意。

第一机械工业部科学技术情报研究所

目 录

一、概况	1
(一) 橡胶工业与塑料工业现状及发展趋势	1
(二) 橡胶塑料机械现状及水平	4
(三) 今后橡塑机的展望	11
二、橡胶塑料机械厂家	14
(一) 美国	14
(二) 日本	15
(三) 西德	22
(四) 意大利	25
(五) 英国	27
(六) 法国	29
三、炼胶车间设备	32
(一) 炼胶系统	32
(二) 原材料的贮运、称量和投料系统	34
(三) 密炼机	41
(四) 开放式炼胶机	49
(五) 密炼机后的设备	55
(六) 其它类型混炼机	57
(七) 炼胶系统的自动化控制	61
四、压延车间设备	68
(一) 压延机	68
(二) 帘布裁断与接头装置	86
(三) 橡胶挤出机	92
五、轮胎成型车间设备	105
(一) 概述	105
(二) 轮胎成型机	106
(三) 成型机的供料装置	121
六、硫化车间设备	125
(一) 轮胎硫化设备	125
(二) 胶囊硫化机	145
(三) 轮胎生产模具	148
(四) 橡胶制品硫化机	152
七、塑料挤出机	165

(一) 主机	165
(二) 辅机	169
八、塑料注射成型机	173
(一) 概况	173
(二) 主要技术参数的水平	173
(三) 国外几种类型注射机的发展	178
(四) 新技术、新结构	185
九、塑料压延机	191
(一) 概况	191
(二) 供料设备的改进	191
(三) 压延机的技术进展	193
(四) 大小直径辊筒相结合的压延机	195
(五) 压延机的自动控制	196
(六) 薄膜双向拉伸装置	199
(七) 塑料压延机发展趋势	200
十、轮胎翻新设备	202
(一) 概况	202
(二) 传统翻胎法设备	202
(三) 预硫化胎面翻胎设备	207
(四) 工程胎翻新设备	210
十一、再生胶设备	213
(一) 再生胶生产工艺流程	213
(二) 再生胶生产设备	214
(三) 再生工艺发展趋势	215
十二、橡塑机械基础理论研究及新技术	216
(一) 橡胶机械基础理论的研究	216
(二) 塑化挤出理论研究近况	218
(三) 新工艺新技术	223
(四) 橡胶塑料工业科研系统	227

一、概 况

(一) 橡胶工业与塑料工业现状及发展趋势

橡胶和塑料工业在六十年代发展较快, 但到七十年代, 由于能源危机, 影响了橡胶工业与塑料工业的发展速度, 参阅表1-1~1-3。

表1-1 世界合成橡胶产量^{〔1〕} (单位: 万吨)

国别 年份	美 国	日 本	西 德	英 国	法 国	加 拿 大	意 大 利	苏 联	全 世 界
1972	245.54	81.94	30.00	30.71	36.81	19.55	20.00	92.50	675.00
1973	262.70	96.75	34.90	35.35	45.77	22.98	23.00	98.00	775.00
1974	249.00	91.00	34.00	35.00	48.00	25.50	26.50	105.00	757.50
1975	200.40	78.90		140.80 ^{〔1〕}	24.30	62.9 ^{〔2〕}		202.50 ^{〔3〕}	685.00
1976	230.40	94.10		174.20 ^{〔1〕}		77.7 ^{〔2〕}		219.10 ^{〔3〕}	795.00
1977	242.00	97.10		185.00 ^{〔1〕}		86.9 ^{〔2〕}		230.00 ^{〔3〕}	845.00

注: (1) 欧洲共同体数字; (2) 其它各国数字;
(3) 东欧各国数字。

表1-2 世界天然胶产量^{〔4〕} (单位: 万吨)

国别 年份	新加坡和 马来西亚	印 尼	泰 国	斯里兰卡	印 度	利 比 亚	柬 埔 寨	巴 西	全 世 界
1972	130.41	77.37	33.69	14.04	10.91	8.33	1.53	2.58	312
1973	154.23	88.58	38.20	15.50	12.32	8.55	1.65	2.34	350.5
1974	152.47	85.50	37.92	13.20	12.84	8.62	1.76	1.87	344.50
1975	147.76	82.25	34.87	14.88	13.60	8.28	1.00	1.93	331.50
1976	163.98	84.80	39.25	15.21	14.78	8.24	2.00	2.03	356.50
1977	161.32	83.50	42.64	14.62	15.16	8.00	1.50	2.26	360.00

表1-3 世界塑料生产量^{〔3〕} (单位: 十万吨)

国别 年份	美 国	西 德	日 本	苏 联	意 大 利	法 国	英 国	其 它	合 计
1972	99.67	55.14	56.75	20.40	21.24	21.00	16.08	73.87	364.15
1973	125.39	64.36	65.37	25.40	26.23	23.00	18.86	93.15	441.76
1974	124.55	62.71	66.93	25.00	26.50	26.16	18.65	97.38	447.88
1975	96.26	50.46	51.67	28.00	21.50	20.30	16.62	99.88	384.69
1976	124.83	64.47	58.03	25.65	27.50	25.62	24.38	117.13	467.61
1977	129.42	62.50	58.49	27.00	28.00	27.65	25.10	129.01	487.17

橡胶的消耗量和塑料的消耗量也反映各国橡胶工业和塑料工业水平。表1-4、表1-5是美国、日本和西德橡胶消耗情况。橡胶中用量最大的是轮胎，过去大多数是普通结构的，现已出现子午线结构，并成为轮胎的发展方向，见表1-6。塑料工业过去只做纯塑料制品，现已出现改性塑料制品，如增强塑料制品、共混制品、发泡塑料制品等。

表1-4 世界橡胶消耗量〔4〕 (单位：万吨)

项 目	年 份	国 别	美 国	日 本	西 德	法 国	英 国	意 大 利	世 界 合 计
天 然 胶	1972		65.09	31.20	19.30	16.02	17.40	11.80	323.00
	1973		71.20	33.50	20.56	16.23	18.65	12.00	340.25
	1974		73.83	31.20	19.40	16.24	16.73	12.50	351.75
	1975		66.60	28.52	19.71	15.62	17.05	11.90	336.75
	1976		68.67	30.20	19.52	16.68	16.83	13.50	355.00
	1977		80.35	32.00	19.44	16.36	17.24	12.80	369.00
合 成 胶	1972		232.82	58.80	36.24	29.78	27.82	22.00	673.00
	1973		244.02	71.00	44.26	30.47	32.96	24.00	757.50
	1974		221.02	61.50	40.41	30.84	27.92	15.50	745.00
	1975		196.37	58.48	35.96	27.77	26.63	21.90	702.75
	1976		217.21	65.80	43.84	28.61	32.74	26.00	791.50
	1977		248.09	69.00	44.03	29.48	32.10	27.50	843.25
总 计	1972		297.91	90.00	55.54	45.80	45.22	33.80	996.00
	1973		315.22	104.50	64.82	46.70	51.71	36.00	1097.75
	1974		294.85	92.70	59.81	47.08	44.65	38.00	1096.75
	1975		262.97	87.00	55.67	43.39	43.68	33.80	1039.50
	1976		285.88	96.00	63.36	45.29	49.57	39.50	1146.50
	1977		328.44	101.00	63.47	45.84	49.34	40.30	1212.25

表1-5 世界各国塑料消耗量〔3〕 (单位：千吨)

年 份	1971		1972		1973		1974		1975		1976	
项 目	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)	国内消耗量	平均每人消耗量(公斤)
西 德	3380	62	4210	71.14	5451	88	4754	76.6	4167	67.1	5532	90
美 国	8500	41.4	10995	53.1	13152	62.7	11145	52.9	8620	40.4	11306	52.3
法 国	1702	33.5	2163	42.2	2388	45.8	2587	46.2	2040	41.6	2501	47.5
意 大 利	1559	29.8	1730	31.99	2030	37	2250	40.8	1820	32.5	2542	45.1
英 国	1400	25.4	1634	29.41	1646	29.4	2033	36.4	11940	34.7	2490	44.5
日 本	3972	37.8	4343	41.28	5599	52.6	5829	53.2	3986	35.9	4715	41.7
芬 兰	208	44.6	—	—	356	76.4	295	62.9	347	73	396	84
瑞 典	400	50.6	—	—	575	70.6	655	80.3	555	70	682	83
奥 地 利	300	41	—	—	403	75.2	348	46.4	327	43.6	419	55.8
挪 威	140	37	—	—	188	47.5	217	54.4	200	50	211	52
瑞 士	230	38	—	—	366	56.8	362	56.8	254	40.1	331	52.6
加 拿 大	556	26.8	—	—	295	13.3	—	—	791	36.2	960	43.9

表1-6

主要工业国子午胎发展情况

(单位: 百万套)

国 家	年 份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
美 国		5.7	8	13	33	54	64	85
法 国		31.5	40	44.4	45	45	37.7	42.4
西 德		12.4	15	23.9	27.8	26.5	26.5	30
英 国		12.9	14.9	16	18.5	19	18.9	23.8
意 大 利		9.9	13	17	—	—	18.8	22.8
日 本		8	12	14.8	—	—	22.3	—

世界各国塑料与橡胶工业的发展给橡塑机械创造了有利条件并且提出了新的课题。另外, 原材料的发展仍在不断增长(见表1-7~1-9), 也为橡胶工业和塑料工业的发展提供了雄厚的物质基础。现在, 原材料的发展还包括再生原料, 如再生胶和再生塑料。目前在用胶

表1-7

世界天然橡胶生产量预测〔2〕

(单位: 万吨)

国 别	年 份	1980	1985
马来西亚		240	310
印尼(印度尼西亚)		100	120
泰 国		55	80
斯里兰卡		18	18.5
印 度		18.5	18
其它国家		48.5	53.5
合 计		480	600

表1-8

1980年世界合成橡胶生产量预测〔2〕

(单位: 万吨)

地 区	年 份	1975	1980
北 美		325	330
拉 美		30	47.5
西 欧		242.5	250
日 本		130	140
东 欧		200	300
其 它		22.5	52.5
合 计		950	1120

表1-9

世界石油化工产品产量预测〔5〕

(单位: 百万吨)

项 目	年 份	1963/1965	1972/1974	1990	年 间 增 长 率 (%)	
					63/65~72/74	72/74~1990
乙 烯		6.43	26.43	100.4	17	8.2
丙 烯		3.69	13.75	52	15.7	8.1
丁二烯/丁烯		2.35	6.48	13.9	11.9	4.6
苯		4.75	12.95	42.6	11.9	7.2
甲 苯		2.47	6.72	21.8	11.8	7.2
二 甲 苯		1.65	6.24	21.7	15.9	7.6
合 计		21.34	72.57	252.4	4.6	7.6

最多的轮胎工业上又出现翻修轮胎的行业，也给橡胶工业增添了新的项目，例如，美国在再生胶与翻胎工业上是做得比较早的，近几年其再生胶和翻胎量的生产情况见表1-10和1-11。

表1-10		美国再生胶的生产情况〔6〕							(单位：千吨)		
项 目	年 份	60	65	70	71	72	73	74	75	76	77
生 产		297.5	284.8	203.7	202.4	197.5	204.2	153.3			
消 耗		281	273.9	202.7	203.7	190.6	166.4	144.6			
消 耗 再生胶/生胶		17.8	13.1	8.0	7.4	6.4	5.3	4.6			

表1-11		美国新胎与翻新胎的销售量〔7〕		(单位: 百万套)	
年	份	乘用与载重新胎	翻 新 胎		
			乘 用	载 重	
1973		205	34.8	12	
1974		182	36.5	11.5	
1975		206	37.2	12	

(二) 橡胶塑料机械现状及水平

1. 橡胶机械类

橡胶机械包括面广，现以用量最多的轮胎机械作代表来反映。

1) 开放式炼胶机

开炼机是橡胶机械较早的一种设备，且已成批生产,并成系列,最大规格为 $\phi 860 \times 2540$ 。在六十、七十年代中，开炼机变化也不大，各国技术水平相差无几。开炼机普遍带翻胶和下片装置，调距也大多以电动代替原有的手动。目前出现较新的有在开炼机上加一个加压装置使胶料强制进入辊缝，提高混炼效率。但主机功率也普遍偏高。另外，瑞士等国还出现全液压传动的开炼机。这样，两个辊筒的速度可以无级变速，摩擦比可任意调整，使炼胶质量改善，产量提高。

2) 密闭式炼胶机

密闭式炼胶机国外已形成系列，各国大多使用本伯里式密炼机，且可成套供应，当前使用4棱转子结构已日益增多，最大密炼机的总容量为800升。而国外也有用K型密炼机的，它的最大密炼机总容量为860升。常用的11D密炼机最快转子转速为40转/分，且80转/分已开始使用，20转/分只用于特定场合，且各种型式密炼机已实现自动上料与出片，配套成龙地进行生产。为了更好地利用主电机功率，根据生产工艺功率消耗的特性，设计试制变速密炼机，下片出料多用挤出压片，胶片连续冷却装置配套。整机可实现自动作业。

3) 橡胶压延机

近几年, 各国压延机排列型式和规格系列差不多, 最大规格为 $\phi 915 \times 2500$ 的四辊压延机, 但常用的为 $\phi 700 \times 1800$ 的四辊压延机, 压延速度在 $8 \sim 80$ 米/分, 最高达 92 米/分和 120 米/分的压延速度正在试制之中, 压延精度可达 ± 0.005 毫米左右。一般配备有自动测厚反馈调距的操作系统, 已出现由电子计算机控制与分析生产情况, 实现了自动化操作, 一般成套设备只需要 $2 \sim 3$ 人。

压延配套的设备, 大多数供料是由挤出机连续供胶, 帘布自动干燥、冷却和自动放卷与收卷。对尼龙帘线来说, 还有浸胶热伸张装置相配, 对钢丝帘线来说还配有筒子架装置和钢丝帘线张力控制装置等附属配套设施, 使压延机能适应各种工艺的要求, 达到正常连续使用。

4) 帘布裁断机

现在, 使用较多的是全自动卧式裁断机, 且不少从帘布导开、运输、裁断、接头到最后卷取或直接送往成型机的供料架已实现自动化, 整个机器只要一个接头工人操纵就可以了。美、法、日、西德生产的裁断机水平比较高, 对各种用途裁断机已成系列产品, 对裁断帘布宽度最小为 30 毫米, 最大为 1650 毫米, 裁断宽度的精确度 ± 1 毫米, 裁断角度的精度 0.25° 。裁刀寿命: 一般裁断织物或人造丝帘布为 8000 刀次, 而裁断钢丝帘布时仅为 600 刀次。另外, 目前正发展激光裁断。

5) 橡胶挤出机

进入七十年代以来, 橡胶挤出机的应用范围日益扩大, 螺杆结构、辅助设施和自控装置均相应地作了变更和改进。除了常用的热喂料挤出机外, 现各国均大量推广和采用冷喂料挤出机, 为生产不同材质的同一制品而采用复合机头挤出机, 将橡胶挤出机用广用活, 成为工业生产所推广的一种主要趋势。

目前, 混炼用挤出机最大规格为 $\phi 750$ 毫米挤出机, 而成品用最大挤出机则为 $\phi 300$ 毫米, L/D 为 20 的挤出机。

6) 轮胎成型机

各国轮胎成型机已系列化生产, 结构也大致相同, 最大成型机规格为能成型 57 吋轮辋的外胎, 成型鼓可自动摺叠。随着轮胎结构的发展子午胎的成型机也不断完善, 机械化、自动化程度也较高, 一般除加料需辅助工外, 整台设备只需一人操作。

苏联对大批生产的轮胎还采用半自动外胎成型流水线作业, 它能成型普通胎和子午胎, 并使成型手工劳动量从 41% 降到 11% 。如成型 12 层 $12.00-20$ 外胎时, 生产能力为 $30 \sim 40$ 条/小时。

7) 轮胎硫化机

目前已普遍采用定型硫化机, 且成系列生产, 对尼龙胎硫化还配有后充气装置、配用硫化积分仪进行自动作业。在工业上正常使用最大规格为 100 吋, 而 125 吋美国曾报导过试生产。再大的就为不定型个体硫化机, 规格有 130 吋、 165 吋和 190 吋适于大胎硫化用。但仍有部分厂使用硫化罐硫化外胎, 其最大规格为有效直径为 240 吋 (即 $\phi 6100$ 毫米)。

除用个体硫化机外, 在大批量生产中也有用流水线硫化机组, 如苏联的 $БИМ-2-200$ 、 $БИМ-2-300$ 和 $БИМ-2-100$ 。机组生产能力分别为: 30 条/小时, 20 条/小时和 54 条/小时 (对应于 $7.50-20$ 、 $11.00-20$ 、 13 吋轮辋小客车胎)。

对于硫化模具,子午胎已广泛使用6至9个模瓣组成的扇形活络模具,胎模的材料最近还有用铝合金的。

8) 轮胎翻修设备

轮胎翻新,主要有四种方式:顶翻新、肩翻新、全翻新和花纹翻新。根据不同的翻新方式使用不同的轮胎打磨样板打磨旧胶层,然后贴上新胶,最后用局部翻新硫化机或整圆翻新硫化机硫化,较为先进的是用无胶囊硫化。无胶囊硫化可加快热量的传递速度,从而缩短硫化时间。

就目前传统法使用的设备水平来看,轮胎打磨设备是美国优于欧洲,贴胶设备则欧洲与美国的水平相接近,但在轮胎测试、模型设计和硫化设备方面,欧洲优于美国,因为欧洲的翻胎硫化机多不需使用轮辋。

9) 再生胶设备

虽然七十年代以来再生胶的生产有下降的趋势,但美、英等各国目前正在开辟再生胶的多种用途,为再生胶的开发利用提出新途径,又促使再生胶设备有所发展,再生胶设备与再生方法密切相关,对橡胶机械来说主要使用破胶机、密炼机和滤胶机。对于再生前旧胶的破碎均用开炼机,它要求破胶机辊筒白口层厚(约为20毫米左右),硬度高(一般在68~75 HS)、破胶机长径比小(在2以下),功率大且破碎胶片用带沟纹的辊筒。目前破胶机辊筒的最大规格为 $\phi 650 \times 2100$ 毫米,两个辊筒均有沟槽,辊筒表面镀铬或采用合金冷铸辊制成。

破碎后的胶多用滤胶机对再生胶进行过滤,一般用双螺杆挤出机进行滤胶,螺杆直径为250毫米,转速为45转/分。

用机械法再生旧胶时,则多用总容量250升的高速密炼机生产,一般转速为60~80转/分,并要求密炼机的上顶栓对胶料的压力为12.6公斤/厘米²,功率达1000~1800千瓦。

2. 塑料机械类^[8]

这里着重介绍挤出机、注射机和压延机的现状与水平。

1) 挤出机

挤出成型是塑料加工的主要成型方法之一。1975~1976年,日本用挤出成型的塑料平均占全部塑料加工中的40.25%。挤出机在七十年代后发展迅速,从1974~1977年西德挤出机的产量成倍提高。目前挤出机向大型化、高速化和自动化方向发展,如西德贝斯妥夫(Berstortl)公司的KE-600型均采用挤出机,螺杆直径为600毫米,长径比为24,电机功率为4000千瓦,当螺杆转速为60转/分时,产量为22300公斤/小时(低密度聚乙烯)。生产膜、板、管及被覆电线用挤出机,螺杆直径已增大至250毫米。因为螺杆直径的增加,挤出机的产量将显著提高,如一台4¹/₂吋挤出机。其产量为4¹/₂磅/小时/转/分,而一台6吋挤出机,其产量增加一倍(达9磅/小时/转/分)。近几年来,螺杆的长径比(L/D)也在增大,七十年代初期,在挤出机上L/D已大至32比1~36比1,如1973年美国塑料工业展览会展出的挤板机中,L/D为32比1——韦莱克斯(Wellex)公司;L/D为34比1——戴维斯·斯坦达德(Davis standard)公司及L/D为36比1——普罗德克斯(Prodex)公司。在聚苯乙烯发泡塑料挤出机中,螺杆长径比(L/D)为32比1至50比1。挤出机的转速也在提高,欧洲一些小直径的挤出机,转速已超过700转/分。西德阿尔平公司制造成各种高速绝热挤出机,其最高转速每分钟达1400转,最低每分钟为110转。由于螺杆结构的改进,转速的提高,挤出机单机生产能力也不断

提高,日本 HM 型 $\phi 90$ 毫米螺杆挤出机,生产聚丙烯的能力达 398 公斤/小时,聚乙烯达 386 公斤/小时。英国 TW 型 $\phi 90$ 毫米螺杆挤出机,生产热塑性塑料或胎面胶,产量达 1 吨/小时。

目前挤出机的技术动向,就主机来说,重点在螺杆结构的改进,以提高产量和增强物料的塑化能力。就辅机来说,以吹膜为例,重点在于冷却装置的改进,特别是利用各种内冷却方法,以提高辅机生产能力。关于提高挤出机产量的方法,目前国外大致有两种途径:一种是设计带有混炼段的螺杆,增加塑化熔融能力;另一种是按“均衡理论”设计的螺杆,在改进螺杆塑化能力的基础上,加强进料能力,以增加挤出机的产量。带混炼段设计的螺杆有很多种型式,大致有如下几种:

①屏障型螺杆,如麦勒华(Maillefer.)公司的 BM 螺杆,联合碳化物(Union carbide Co.)公司的直槽屏障型螺杆,埃甘(Egan Co)公司的三级混合螺杆及日本制钢所的键型屏障螺杆等。

②销钉螺杆,如哈蒂西(Hartig Co.)公司的混合螺杆,戴维斯·斯坦达德公司的销钉混合螺杆,亚琛塑料研究所(IKV)的混合螺杆。

③波浪型螺杆,如液压机械(HPM)公司的偏心波浪型螺杆及巴梅尔(Barmer Co.)公司的轴向波浪型螺杆。

④分割配置型螺杆,日本塑料工学研究所生产的 DIS 螺杆,它是基于静态混合器的原理设计而成,在螺杆上设有很多斜孔,使树脂流束达到分割配位混合的作用。

关于按“均衡理论”或按新概念设计的螺杆,是西德亚琛塑料研究所(IKV)提出制造的。其基本论点是在增进螺杆塑化能力的基础上,只要能多加进料,就必然会多出料。因此,按新概念设计的挤出机,其特点是在加料段装一带内沟槽的套筒,外部通水冷却,套筒内孔稍有锥度,便于进料。这样设计的挤出机,产量可提高 40~100%,而且在加料段能较早的形成高压,使挤出机的操作稳定。

双螺杆挤出机主要用来挤压硬聚氯乙烯等热敏性材料,适用于低温挤出成型。最近的技术现状是:①增大螺杆传动扭矩,但由于双螺杆的中心距较小,要传递较大扭矩(如 4050 公斤·米),齿轮的强度与寿命就难以保证。所以就如何提高螺杆传动扭矩和止推轴承寿命问题,各国正在开展研究工作;②往外反向回转的双螺杆挤出机的占优势达 90% 以上。反向旋转双螺杆挤出机的优点是摩擦热小,机头压力高,用粉料可直接加工成制品;③设置抽气、定量给料装置及采用高精度温度控制装置;④研究各种专用螺杆以适应各种不同物料的性能,提高制品质量与生产能力。

在双螺杆挤出机技术的基础上,国外又生产三螺杆和四螺杆挤出机及行星齿轮挤出机(Planetary-gear extruder),西德克劳斯·玛菲(Krauss-Matfe)厂制造的一种三螺杆挤出机,中心螺杆直径 220 毫米,外周螺杆直径 110 毫米,加工硬聚氯乙烯,产量达 700~800 公斤/小时。此外,行星齿轮挤出机的使用范围也在扩大。现在贝斯妥夫公司已用在压延机的备料上,有两大优点:一是减少消耗功率;二是缩短物料在机筒内的停留时间。这种设备能量消耗低于 0.05 千瓦小时/磅。物料停留时间对于 WE-240 型(挤出能力对硬聚氯乙烯为 5100 磅/小时)总的加工时间仅 14 秒。另外螺旋齿轮的设计消除了原料的积存并起到自洁作用。

上述的挤出机都是单级的,目前国外如日本、西德等国生产二级螺杆挤出机,第一级螺

杆（有单螺杆和双螺杆两种）与第二级的单螺杆成 90° 配置。第一级的螺杆直径大，转速低；第二级的螺杆直径小，转速高。这种两级挤出机每级可单独控制。

近几年来，挤出机的自动换网器发展很快，除液压滑块式的间断换网器外，还有连续换网装置。贝林公司（Berlyn Corp）制造一种新的连续换网系统，它与旧的不同点在于其换网的动力在外部产生的，与熔融物料的压力无关，而旧的则依靠熔料本身的压力来推动换网。因此，新结构不致因熔料压力不够而影响调换滤网。在连续换网时，物料的流动不被间断，物料通过滤板的压力降几乎没有变化。贝林公司指出，用滑板和换网装置，当滤网堵塞现象增加时，因压力降加大而引起的额外能量消耗为 $0.004 \sim 0.008$ 马力/小时/磅/1000磅/吋²，而贝林公司的 BCF 系统连续换网装置无此现象，以 6 吋挤出机来说，BCF 系统每年可节约电力 120×10^3 千瓦。另外，美国赫斯顿（Heston Co）公司发展了一种新的预充料盒式换网装置（Prefilled Cartridge Changer），在换网时，盒内就自行充满物料并将空气逐出。这种装置因备用的滤板是处在加热状态下，故适用于聚烯烃树脂，不适用于热敏性树脂。

关于吹塑薄膜辅机，目前主要是在改进风环和采用薄膜内冷装置。对膜泡直径测量及控制装置，在西德和意大利已有定型生产。机头多用螺旋机头，意大利科斯莫塑料公司的口模直径最大达 2200 毫米，西德雷芬豪赛（Reifenhäuser）厂达 2550 毫米的旋转机头仍有采用，但西德与意大利有的厂已改用人字板旋转代替旋转机头，据称人字板旋转对膜厚的均匀比旋转机头更佳。薄膜卷取装置，在西德采用中心卷取和表面摩擦卷取两种，而后者仍被广泛采用，一般卷取速度都已达 70 米/分以上，个别厂已达 100 米/分。

对膜泡进行外冷的空气环，目前出现新的产品，壳牌（Shell）公司设计一种圆锥形空气冷却环。环内有三道出气口，气流直接对向膜泡。膜泡与冷却环间的间隙沿环上部逐渐减少。这种结构由气流速度增加，提高了冷却效果，并由于在风环的出口外产生负压，因而大大地改善了膜泡的稳定性。此外，还有道·塔格（Dow-Taga）法，薄膜通过一个中空的环，环内不断有水流出，并使通过的薄膜附上一层水膜增加冷却效果。

薄膜内冷装置对提高辅机效率，对适应产量日益提高的挤出机是极为重要的。它具有提高产量和质量及快速起动的优点。内冷却能在不增加膜泡高度条件下加速膜泡的冷却，如有的内冷装置对折径在 55 吋以内的膜泡，冷却架的总高度可低于 30 呎，并当产量达到每吋口模周长为 22 磅时，亦不会出现薄膜粘连的现象。

内冷却装置从冷却系统可分为闭式与开式两种回路。闭式回路在膜泡内装一热交换器，冷却薄膜后的热空气由抽风机吸入热交换器，冷却后又重新冷却薄膜，如此循环不息。热交换器用水冷却。此种结构由戴维斯·斯坦达特公司制造。此系统能从膜泡吸取热量，使口模产量提高 15~25%。开式回路是由设在膜泡外部的冷却系统，由一台鼓风机将空气送入膜泡内，并由另一台抽风机将热空气从插在膜泡中的抽气管抽出，以达到增加膜泡冷却速度，伊干公司创制这种内冷装置。若使用制冷空气，生产效率可提高 50~150%。空气的流量调节由控制膜管直径大小的电子传感器直接控制。

关于硬管辅机，西德雷芬豪赛厂用 $\phi 250$ 毫米挤出机生产硬管、聚氯乙烯管可达 $\phi 800$ 毫米和聚乙烯管可达 $\phi 1600$ 毫米，壁厚 50 毫米，牵引机械采用履带式，夹持力通过油压系统调整。定径装置有的厂家采用管内正压，管外负压联合定径的方法，效果较好。

关于挤出平膜、板、复合薄膜辅机。西德很多厂有这类机械的生产线销售，包括二次加工，如切割、焊接、印刷、制袋或热成型等工序都在一条生产线上进行，这样生产效率高，

节省能源。机头，西德各厂家采用衣架式较多，日本有螺杆分配机头。雷芬豪赛厂的板辅机规格，工作宽度从800~3500毫米共分八种。德马格(Demag)厂挤膜辅机，工作宽度从600~2200毫米，共分五种规格，薄膜最小厚度为0.008毫米。ER-WE-PA挤出复合辅机工作宽度为400~3800毫米，挤出的薄膜最薄可达0.007毫米。

2) 注射成型机

目前，注射工艺仍是塑料成型加工中的主要方法之一，约30%的塑料是注射成型的，如日本在1976年注射成型的塑料占28.3%。在美、日、西德和意大利等主要塑料机械生产国家中，注射机的生产均占首位。如西德在1976年注射机的产量为21.546吨。这些国家的制造厂在对注射机形成系列化后，很多厂已在致力于标准化设计，制成构件式的部件，根据要求进行组合，以适应不同原料和制品的加工。目前生产的注射机以锁模力为35~80吨的最多。此外，国外仍在研制各种专用注射机，如热固性、橡胶和低发泡注射机等。注射机的控制方法与自动化程度也在不断提高，并向自适应控制方向发展。辅助设备也在提高其配套程度，如液压脱模和模具保护装置等，根据制品可任意选取组装，以扩大注射机对各种制品的适应性。

关于注射机的主参数，锁模力最大的是西德巴登弗尔德(Battenfeld)厂为5000吨注射机和日本名机厂12000吨的超大型注射机。注射机的塑化能力近几年有很大提高，主要是通过改进螺杆结构，增加转速达到的。日本名机SJ系列合模力为200吨的注射机，其塑化能力从133提高到170公斤/小时，西德克罗克纳(Klöckner)厂锁模力为110吨的注射机，其塑化能力达100公斤/小时，螺杆长径比一般在16~20比1，也有达24~25比1。螺杆转速也在提高，西德巴登弗尔德厂的BSKM型注射机，螺杆直径22~50毫米，最高转数达230~400转/分。日本名机SJ(C)系列中螺杆直径为50~70毫米的注射机，最高转速达350~458转/分。由于螺杆结构改进，螺杆注射行程提高到(3.5~5)D。注射速度普遍提高到9~12米/分，如西德约瑟夫·克劳斯(Josef—Krauss)厂，锁模力为160吨的注射机，注射速度达12米/分，注射压力已提高到1400~1800公斤/厘米²，在加工聚甲醛之类聚合物时，采用2300~2500公斤/厘米²高压，才能得到优质精密微型制品。闭模速度一般都在500~600毫米/秒以上，高速达900~1000毫米/秒，如西德约瑟夫·克劳斯厂的KH1200型为900毫米/秒甚至高达1100毫米/秒。

注射机的结构型式，各国已基本定型，没有很大突破，如锁模机构基本上还是两种：全液压与液压-连杆式，后者多用于锁模力为500吨以下的注射机。塑化部分仍沿用螺杆一线式居多。对螺杆的设计，如西德采用电子计算机进行，以适应不同原料和制品的要求。螺杆的驱动采用液压较多，特别采用低速大扭矩径向柱塞式液压马达日益增多，液压马达的优点是可以无级变速和无级变扭矩。另外，它不会超过额定扭矩，保护螺杆不致损坏。关于液压系统，西德普遍采用蓄能器、伺服阀和电磁比例阀，改进与简化了油路系统。

注射机的控制系统有很大发展，从普遍的固态控制发展到复杂的自适应控制。国外的典型控制系统有如下几类：

a. 监视系统。该系统有监视制品质量与参数极限两种。后者为监视在特定条件下设置的压力、温度、位移和作用力的上下极限，使机器在预定条件下工作。

b. 反馈系统。分三种：第一种是测定粘度指数，当有偏差时，反馈系统能增加或减少注射压力时间以补偿之；第二种是利用闭环控制以监视模腔压力，通过电气机-械溢流阀控制

注射压力和保压压力达到反馈；第三种是监视注射速度、注射压力及融料的温度，这些参数分别通过改变油泵的流量和压力和螺杆转速、背压以及机筒温度来控制整个机器的工作。

c. 计算机控制系统。一种是微型计算机采用逻辑程序来控制注射机的各种动作，并为操作出现的变化提供解决线索；另一种是微型计算机控制和记录产品数量、废品、废品原因及注射机的运转状态等数据。

目前，西德已有半数以上的注射机采用数字程控。克劳斯·玛菲厂计划从1980年起将全部采用数字程控。此外，还有不少厂，如巴登弗尔德厂已研制成功微型信息处理机，并已用到产品上去。西德已普遍采用测定模腔压力，进行伺服闭环控制。该系统中设有数字存储器，通过各种仪器测得的数据与储存器内给定的数据相比较，并通过系统自动加以调整，改变操作条件，直到与给定值相符合为止。

3) 压延机

塑料压延机是用来加工聚氯乙烯平膜的设备之一。1976年日本聚氯乙烯的消耗量约为122万6千吨，其中44%是经压延加工的。目前最大的压延机仍是日本石川岛播磨重工公司(IHI)制造的 $\phi 1000 \times 3300$ 毫米四辊压延机，但据西德克劳斯·玛菲厂报导，生产软聚氯乙烯薄膜的压延机辊筒宽度已达3600毫米，辊筒的排列形式目前以“L”型及倒“L”型的四辊压延机占多数。“Z”形压延机从理论上说是便于操作的，但实际上目前用得不多。在提高薄膜精度上，日本IHI重工公司与西德贝斯妥夫公司的钻孔辊改在热态下加工与测量，所以热辊的转动总能保持极高的精密性，使之能高速生产0.03~0.04毫米厚的薄膜。

近几年来，国外采用不同直径辊筒相组合的压延机以减少驱动功率和提高制品质量，西德克劳斯·玛菲报导，贝斯妥夫公司已制成一台供生产鲁维塞姆(Luvitherm)片材用的6辊“L”型压延机。1、2、4及6号辊的直径为700毫米，3及5号辊的直径为450毫米。日本石川岛播磨(IHI)重工也制成一种倒“L”型不同直径辊筒的压延机生产线，用来生产软聚氯乙烯薄膜。在引离辊后设有一套伸幅装置，薄膜经伸幅后幅宽达4500毫米，高速卷取速度达250米/分，最大产量达每小时7吨。

目前，为压延机配套的备料设备和喂料装置有很大改进与发展。以前的备料系统是分别由单独的密炼机、开炼机及挤出机等组成。现在已发展成为一种新颖的混挤机，即在一台设备内能连续完成混合与捏合等原来需要多台不同设备才能完成的功能。这种设备有西德W&P公司制造的Kombiplast混挤机，有美国法勒尔公司的SDCM型螺杆排料连续混炼机等。这类机器具有占地面积小、效率高和分散性好等优点。关于喂料装置，目前国外采用直接喂料方式，即物料经挤出机通过一平片机头压出，物料以平片状直接送进压延机的料坑，这样压出的薄膜公差很小，改善了制品质量。

近几年来，在控制制品精度方面，在原来采用的中高度、轴交叉和预弯曲的方法上又出现了新的技术，即美国法勒尔公司在研究通过物料粘度的控制，调整辊筒的负荷或变形，以期取消压延机上原来采用的中高度等补偿措施。这种粘度控制改善了薄膜尺寸的稳定性并减少制品由于在辊宽方向引起的收缩损失。在压延机控制方面也有新的进展：一种是制品厚度控制装置，目前大部分已采用APC自动测厚系统，用 β 射线厚度计沿制品横方向扫描，对制品纵横方向的厚度同时进行控制。APC装置不仅能自动控制制品的厚度，而且能进行质量监视和检验各种故障，并在打字机和显示器上分别记录与显示出来；另一种是辊温测量与调节装置，如西德贝斯妥夫公司通过测量物料或薄膜温度来控制辊筒温度。

其它如边缘定位控制装置、张力控制装置和制品质量的激光检查装置等都有新的发展。

综上所述,压延机是在朝着高速、高效、高精度和全自动控制方向发展。此外,机器的可靠性与寿命也被日益重视。日本 IHI 厂报导 IHI 精密压延机除一、二次正常的检修外,每年可在高速下连续工作350天。由于生产的是宽幅薄膜,操作速度与效率又高,所以 IHI 厂自称 IHI 压延机的生产能力较其它厂要高十倍。

4) 中空成型机

西德巴登弗尔德等厂生产的成型机,一般对单工位成型机,规格为2升的瓶子每小时能生产600只左右,八模的每小时达4000只。各厂都采用了自动切割飞边装置,有的还带自动检验装置,机器都是自动操作。西德沃依特·弗歇尔(Voith—Fisher)厂生产 FIB517 型及 FIP1017 型的注射吹瓶机,是目前世界上生产瓶子的最新方法。原料采用聚氯乙烯及丙烯腈等,生产的瓶子可耐12~16公斤/厘米²的压力,可用于盛装充气饮料。

5) 拉丝机

西德巴马格厂制造的拉丝机采用直径45、65及90毫米的挤出机,每级拉伸力为400公斤,拉伸比为6比1,机头孔数100,可选用三次或四次拉伸,线速度每分钟达200米。

6) 废旧塑料回收设备

废旧塑料的回用是塑料加工生产中很重要的环节,国外有专门生产废料回用机械的厂家,如日本的 JRM 公司和西德的康达克斯(Condex)厂等。这些厂均可成套提供适用聚烯烃和工程塑料等各种原料及膜、板、管、丝等各种形状的废旧塑料的回用设备。康达克斯厂从事各种物料破碎技术的研究已有四十多年历史,经营品种有180种,产品都是积木式的。JRM 公司在从事废旧发泡塑料回用技术的研究的基础上,生产多种其它废旧塑料回收设备,该公司的设备对废料不需破碎,废料强制加入融熔机后经挤出机连续切成粒料,这样,可防止空气污染,并无噪音。该设备可处理聚丙烯、聚乙烯、容器瓶子和膜及其它比重小的物料。

(三) 今后橡塑机的展望

橡胶和塑料的原材料日益增多,且物态也在不断发展,给橡胶工业和塑料工业的加工多样性增加了新的内容,这就必然促进橡塑机械加速发展。从总的趋势来看,要求橡塑机械朝连续化、高速化和自动化,向一次成型制得最终成品的方向发展。

从原材料来说,其状态将不再像现在这样的固体块状或粉状,将由块状变成粉状,也将由粉状转入乳液状的原料。据德尔菲(Delphi)法推算,1980年前不同状态橡胶在各种制品中使用比率为:轮胎方面,块胶占80%,颗粒胶占12%,液体橡胶占4%;胶管方面,块胶占68%,粉末橡胶占7%;注塑成型方面,块胶占绝大部分^[9]。随着注塑机及连续硫化装置等的普及,成型及硫化工序将大大改进,但由于液体橡胶所需新设备,投资昂贵,而粉末橡胶其粉末化进展不大,因此要正规应用尚待一定时间,估计1985年前变化不大,可能要到2000年时才能广泛应用。

对占橡胶用量最大的轮胎来说,由充气胎发展到实心胎(对工程胎而言),从普通结构轮胎发展到子午线结构轮胎(对乘用车而言),这一切要求橡胶机械应有相应的更新。轮胎帘布骨架材料现已从棉帘线到人造纤维帘线、钢丝帘线。人造纤维包括尼龙、玻璃丝及最近出现的B纤维帘线,要求压延前后装置要添加热伸张装置;要求轮胎硫化机要配有后充气装

置,也需橡胶机械相应发展和改善;对使用钢丝帘线时,要求裁断机、压延机也要进行改革,否则难于进行生产。

又由于天然橡胶产量供不应求,促使合成橡胶飞速发展,这又要求配炼系统要作相应的改进。因为合成胶容易获得粉末状原料,或者颗粒状态原料,这就便于加料的自动化,也促使连续混炼机的快速发展。但又由于连续混炼机受加料配料的连续按比例的限制和温度控制比较困难的原因,估计1985年前连续混炼机仍只作密炼机后的补充混炼用,尚不能作直混的设备。当连续按比例加料的自动系统一旦成功,它将代替密炼机作一次最终混炼,使配炼操作达到连续自动化的目的。

为简化轮胎生产流程,已出现浇注轮胎。据美国费尔斯通轮胎橡胶公司(Firestone)公布,它已于1970年小批量试验生产这种轮胎,估计到1985年可成批正式生产。将来小型二层帘布或无帘布轮胎都采用这种方法生产,故橡胶注射机应加快发展。

今后橡胶塑料机械仍将向高速、高效、连续化和自动化方向发展。机器在外形及结构上预计不会有很大的变化,但单机效率将继续提高。

单螺杆挤出机的螺杆,为适应不同原料的加工和提高生产效率,将日趋专用化,并且螺杆的结构将逐渐向组装式方向发展,如西德W&P公司等发展有不同特点的分段螺杆。双螺杆挤出机将日益增多,目前在西欧已占挤出机的40%,而且今后还有上升的趋势。用于造粒及硬聚氯乙烯制品挤出将更多的采用双螺杆挤出机。由于塑料在改性方面将有不断发展,因此仍将出现各种形式的造粒机,以适应高质高效生产粒料的需要。其它辅机品种继续有增加的趋势。在挤出机效率逐步提高的基础上,辅机效率也在相应提高,并着重于吹塑辅机冷却效率的提高和辅机控制水平的提高。目前西德有的厂已开始采用微型信息处理器对机组的生产过程,工艺参数进行最佳控制。据西德方面估计,到1985年就可以普遍采用。在挤出机辅机上的另一个趋势是进一步改进辅机,提高制品的精度、质量及控制的水平。

注射机的结构预计今后不会有很大的变化,今后注射机的趋势是更往构件式的方向发展,且中小型注射机仍以液压机械锁模为主,而大型注射机则多数为全液压锁模。预塑部分多数采用低速大扭矩液压马达,今后将会继续扩大使用。

在西德,用数字程序控制注射机已占大部分,目前都在研究采用微型信息处理器进行控制,有的已研究成功,今后几年内可大大普及。用计算机控制单台注射机,西德有些厂认为既无必要也不经济,今后,注射机的控制技术仍将有较大发展。

参 考 文 献

- [1] 国外橡胶动态 桂林橡研院 1978年9月28, No. 8, 9。
- [2] 国外橡胶工业动态 北京橡研院 73年, No. 66。
- [3] プラスチックス 1975, No. 6和1978年 No. 6。
- [4] Rubber Statistical bulletin Vol. 32, No. 12, Sep. 1978年, 表3, 4。
- [5] Plastics Age (日文版) 1978年, No. 6, P. 59。
- [6] 国外橡胶工业动态 北京橡研院 1977年3月15日, No. 70。
- [7] 国外橡胶工业生产技术资料(第五辑) 石油化学工业部情报所 1978年1月 P. 2。
- [8] 1. 轻工业部机械局赴西德考察塑料机械技术报告 1979年1月。
2. Plastics Engineering Handbook of the Society of the plastics Industry. Inc. fourth edition.
3. 日本ゴム协会志 2, Vol. 50, 1977年。

4. Japan plastics Industry Annual 1978年.
 5. Plastics Technology oct. 1977年.
 6. Modern plastics International Jannuary 1978.
 7. Plastics Film J. H. Briston.
 8. Modern plastics Encyolopedia 1977~1978.
 9. Folienherstellung im kalandrieverfahren——Krauss-Maffei AG.
- [9] 山东橡胶工业通讯 1978年 No. 2, P. 109。