

# 浅谈我国聚氨酯设备的发展概况

张春锦 张佑涛

(温州飞龙聚氨酯设备工程有限公司 温州 )

**摘要:** 伴随我国聚氨酯工业的快速发展,我国的聚氨酯反应注射成型技术及装备从无到有直至今天日趋成熟与稳步发展。本文简要介绍了我国聚氨酯反应注射成型技术及装备的发展历程,以及当前市场上的几种机型,同时指出了该技术及装备的未来发展趋势。

反应注射成型是指针对多种有机合成的高分子材料,通过改变材料的化学结构,采用物理变化的方法(如温度、重量比例和高剪切等)来生产制造出各种不同性能和用途的产品。这些产品具有耐磨、耐老化、耐碱、耐油、耐臭氧、耐低温、透声性好、弹性好、粘接力强以及生物相容性等优点,可广泛应用于轻工、建筑、汽车、纺织、机电、船舶、石化、冶金、能源和军工等国民经济各个领域。我国聚氨酯反应注射技术及装备的设计、开发和制造,经历了从无到有,从最初模仿到独立设计、自主创新的过程。目前国产设备的技术水平和工艺性能已逐步接近或达到国际先进水平,除满足国内生产需求外,同时还部分出口到国外。近十几年来,我国聚氨酯工业得到飞速发展,从产量和品种来说我国已成为聚氨酯工业大国;但从质量和技术角度来说,我国和国际先进水平比较尚有一定差距。

## 1 发展历史

综观我国反应注射成型技术及装备的发展历史,大致可分为初期发展、技术创新以及升级换代 3 个阶段。

### 1.1 初期发展

我国聚氨酯工业的发展,起步于 20 世纪 60 年代初期,是以自力更生精神为主体发展起来的。起初,江苏省化工研究所利用其开发的发泡工艺生产制成了聚氨酯泡沫塑料。到 60 年代中期,一些单位及各泡沫厂先后引进了不同的国外设备,70 年代有一些具有一定规模的小型工业装置开始生产不同的聚氨酯泡沫塑料。1977 年,浙江温州产的聚氨酯泡沫喷灌机在北京毛主席纪念堂的地下保温工程中获得了成功的应用,成为当时行业内的轰动事件。然而,由于当时工业水

平有限，有关设备配件、电器及控制仪器受到限制，设备的质量和性能与国外设备相比相差甚远，突出表现为设备生产的成品率低，且设备的故障率高。因此，开发高性能和故障率低的聚氨酯反应注射成型装备，成为当时及后来国产设备发展的关键所在。

## 1.2 技术创新

①鞋底连帮成型机。20 世纪 90 年代初，浙江温州的制鞋业开始兴起，特别是由于运动鞋市场好、利润高，很多私有企业进入运动鞋的生产领域。然而，当时主要设备没有国产化，他们只能从国外高价进口（当时一台德国鞋底连帮圆盘聚氨酯注射机的价格高达 800 万元），造成短期内无法回收投资。包括我公司在内的几家国内的反应注射设备生产单位看到了这一问题，通过与鞋企合作，共同开发、互惠互利，经过多次改进和技术创新，终于成功开发出了可取代国外设备的高性能、适于新工艺的聚氨酯低压成型机（鞋底连帮成型机，见图 1）。



图 1

②中高温聚氨酯弹性体浇注机。我国聚氨酯工业始于 20 世纪 60 年代初，当时，我国以聚酯多元醇和 MDI 为基础的混炼型聚氨酯弹性体（MPU）已具有中试规模，并开始了浇注型聚氨酯弹性体（CPU）的开发。70 年代 CPU 投入中试并得到批量生产，与此同时，基于聚酯和聚醚的热塑性聚氨酯弹性体（TPU）的研究与开发也有进展。这一阶段的胶料和聚氨酯制品主要为国防军工配套服务。从

80 年代初开始，我国加强了对外合作与交流，不断从国外引进原料和聚氨酯制品的生产技术。1984 年之后，南京橡胶厂、山西省化工研究所及沈阳聚氨酯橡胶厂等单位先后引进 10 多台 CPU 机主机及卧式离心成型机、喷涂机。1989 年，我国第一台 CPU 聚氨酯弹性体浇注机在温州诞生并在齐齐哈尔橡胶厂投入使用。这些举措促进了国内 CPU 浇注机从仿制到自主设计和创新的飞跃，大大加快了我国聚氨酯弹性体工业的发展。

**聚氨酯弹性体浇注机**  
**POLYURETHANE ELASTOMER CASTING MACHINE**



③聚氨酯泡沫发泡机。20 世纪 80 年代，国内各大化工企业分别引进聚氨酯

多元醇生产技术。聚氨酯多元醇可被用来加工成各种泡沫制品，如各类座垫、汽车内饰、防腐材料、保温材料及仿木家具等。这些应用占到我国聚氨酯材料应用的 60%左右，因此也推动了我国多组分聚氨酯发泡机的快速发展。设备无论是在计量泵选型，还是电气控制方面都实现了更新换代；机头由静态混合改为动态高剪切混合及高压雾状混合等形式，替代了原有的手工操作，从而实现了泡沫设备的自动化生产。

## 全自动聚氨酯发泡机 FULL-AUTOMATIC POLYURETHANE FOAMING MACHINE



图 3 全自动聚氨酯发泡机

### 1.3 升级换代

进入 21 世纪，随着国民经济进入快车道，我国聚氨酯工业得到快速发展，聚氨酯反应注射成型装备的制造能力和水平也随之不断提高。与此同时，欧洲各

大设备生产厂家（德国 DESMA、意大利康隆、法国博雷和赛格麦以及日本东邦等）相继进入中国市场，也有公司在中国设置设备代加工厂以抢占中国市场。台湾聚氨酯设备企业也分别在广州东莞投资办厂。国内的聚氨酯设备生产厂家主要集中在浙江地区，所生产的设备包括各类聚氨酯发泡设备、聚氨酯低压浇注机以及鞋底连帮成型机等。其中有些厂家，如温州飞龙聚氨酯设备工程有限公司的设备技术在某些方面已接近或达到了国际先进水平。

**聚氨酯加色全自动弹性体浇注机**  
**COLOR ADDED FULL AUTOMATIC POLYURETHANE ELASTOMER CASTING MACHINE**



图 4

## 2 反应注射成型设备的类型及比较

### 2.1 低压机

该类机器采用低压计量泵输送，通过机械混合装置高剪切混合，用溶剂清洗混合腔。其优点除结构简单、操作方便及投资少外，还包括以下几点：

①工作温度范围宽。低压机适用温度范围广，常温型（20~30℃）、中温型（40~80℃）以及高温型（80~170℃）的机器都有。

②适用黏度范围广。低压机可用的原液的黏度从几  $\text{mPa} \cdot \text{s}$  到  $30000\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。以聚氨酯弹性体浇注机为例，无论是预聚体黏度  $>2000\text{mPa} \cdot \text{s}$ ，还是 MOCA 黏度  $<50\text{mPa} \cdot \text{s}$ ，都适用于该机器。

③混合比可调范围大。生产 NDI 型预聚体法聚氨酯弹性体时，要求混合比为 100:1~100: 5，而低压机能满足生产工艺，且混合均匀。

④吐出量范围广。吐出量最小为  $0.3\text{g/s}$ ，可用于生产工业用电控门锁密封条、高弹耳塞等产品；而浇注量最大可达  $1000\text{kg/min}$ ，可用于生产特大流量军舰护舷。

## 大型聚氨酯发泡机(1000kg/min) LARGE-SIZED PU FOAMING MACHINE



⑤适用生产领域广。可用于各种类型的聚合物反应注射成型，包括：发泡类——生产软泡、硬泡、半硬泡及微孔弹性体等发泡制品，同时可以添加填料15%~30%；不发泡类——包括常温型弹性体（一步法）、中温型弹性体（半预聚体法）、高温弹性体（预聚体法）及TPU热塑性弹性体的成型，以及环氧树脂灌胶和MC尼龙高温浇注；双组分或多组分反应注射成型——适应不同原料生产工艺要求。

### 2.2 高压机



该类机器采用高压计量泵输送，使原液在高压下形成高速雾状而冲撞混合（ $n > 150 \text{ m/s}$ ），再由精密配合的高压推杆将混合腔刮净。其优点是：浇注头体型轻巧，浇筑后免清洗，适合于每次浇注后间歇时间较长的生产（如冰箱保温层）。但高压机结构复杂、投资高，对操作及维修技术要求也较高，而且不适合很小浇注量、混合比相差较大以及原料黏度变化较大的场合。

### 2.3 高速机

该类机器采用中压计量泵输送，具有高速锯齿形螺杆混合装置（ $n > 1500 \text{ r/min}$ ），利用推进锥形的高速螺杆刮净混合腔，因此可免清洗。高速机结构复杂、加工精度高，且对操作和维修人员的要求较高，加之高昂的价格，使其目前的国内用量很少。

### 2.4 三种机型比较

高压机和高速机以进口为主。其优点是质量可靠。缺点是应用范围小，在黏度、温度、混合比及吐出量等变化较大时就不适用；价格昂贵，回收成本较慢；维修费用高。

低压机则由于具有上述诸多优点，特别是成本优势，使其在国内得到了十分广泛的应用。

## 3 发展趋势

经过 20 多年的努力和实践，我国反应注射成型装备的技术水平和使用性能基本赶上或达到了国际先进水平，能满足各种产品的生产工艺要求。机器已达到的性能指标包括：浇注量从  $0.3 \text{ g/s}$  至  $1000 \text{ kg/min}$ ；原料黏度适用范围从几  $\text{mPa} \cdot \text{s}$  至  $30000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ ；温度从常温至  $200^\circ\text{C}$ ；混合比在  $0 \sim 200$  可调。

展望我国反应注射成型装备的未来发展方向，应该包括以下几点：设备向高自动化程度发展，通过人机界面实行远程控制；设备向精细化方向发展，并实现规模化生产，降低成本；设备制造的工艺水平和质量将通过充分应用各种新材料、新工艺和新技术得到进一步提高；设备制造向其他领域延伸和发展，能满足多组分、聚合型等多种不同工艺要求的领域，如 MC 尼龙浇注机的开发；可以 24 h 全天候自动化生产的 TPU 热塑性弹性体浇注机将得到开发。

聚氨酯全自动数控热塑型弹性体浇注机  
FULL-AUTOMATIC NUMERICAL CONTROL THERMOPLASTIC ELASTOMER  
CASTING MACHINE



图 6