

第十章

热塑性片状模塑料及其制品冲压成型工艺及设备



第一节 概述

- 1 定义和特点
- 热塑性复合材料是以连续玻璃纤维毡、短切玻璃纤维毡、布、无捻粗纱和热塑性树脂复合而成的一种片状模塑料。
- 与热固性片状模塑料相似，借助金属对模、压机、冲压成型各种制品，所不同的是热固性片状模塑料是热压成型，热塑性片状模塑料则采用料片预热，冲压成型。
- 热塑性片状模塑料制品的特性：
 - 比强度高。
 - 能重复加工成型，不污染环境，降低成本。
 - 成型周期短。
 - 成型压力小。
 - 贮存期长。
 - 比热固性玻璃钢具有较高的耐化学腐蚀性、耐水性和气密性等。



第一节 概述

- 原料来源充足，价格便宜。
- 成本低。
- 机械化程度高。
- 与注射成型热塑性复合材料相比：
- 具有较高的强度和刚度。
- 抗冲击性能好。
- 产品尺寸精度高。
- 短纤维增强热塑性复合材料一般采用注射成型，产品尺寸较小，连续纤维增强热塑性玻璃钢则可采用冲压成型，能够生产大型玻璃钢制品。
- 成型压力小，对模具和压机的要求较注射成型工艺低。
- 与钢材比：
- 质量轻，密度小。
- 耐腐蚀，不生锈，使用寿命长。
- 形状设计自由度大。能一次成型形状较复杂的制品。



第一节 概述

- 在破坏极限强度内不产生塑性变形，吸收撞击能高。
- 工业化生产投资少。
- 2 纤维增强热塑性复合材料的基本性能
- 纤维增强热塑性复合材料分为高性能复合材料和通用型复合材料两种。
- 1) 高性能复合材料
- 高性能热塑性复合材料是以碳纤维、芳纶纤维及高强度玻璃纤维增强PEEK、PEK、PPS等高性能树脂等。研究较成熟的是碳纤维增强聚苯硫醚，碳纤维或玻璃纤维增强聚碳酸酯复合材料。



第一节 概述

- 纤维增强聚苯硫醚聚碳酸酯热塑性复合材料性能

性能	纯PPS	GR--PPS(GF-60%)	CR--PPS(CF--30%)	GR--PC(GF--40%)
密度 (g/cm ²)	1.34	1.84	1.4	1.51
拉伸强度(MPa)	75.9	170	178	160
弯曲强度(MPa)	141	230	266	240
弯曲模量(MPa)	2.4×10 ⁴	2.2×10 ⁴	2.45×10 ⁴	9.5×10 ⁴
连续使用温度(°C)	260	260	260	260
热变形温度(°C) (1.86MPa)	137	228	210	150
成型收缩率 (%)	1	0.08	0.2	0.3



第一节 概述

- 2) 通用型热塑性复合材料
- 通用型热塑性复合材料是指以玻璃纤维增强聚丙烯、聚乙烯尼龙等。其模塑料的性能与聚酯复合材料比较如下图

性能材料	尼龙6 GF--30 %	高密度聚 乙烯GF-- 30%	聚丙烯G F--40%	聚丙烯注 射制品GF --30%	不饱和聚 酯 (SMC) GF--30%	不饱和聚酯 (波纤维) GF--28%
密度 (g/cm ²)	1.46	1.11	1.19	1.2	2.0	1.6
拉伸强度(MPa)	113	55	165	80	95	90
拉伸模量(MPa)	7.6×10 ⁴	4.2×10 ⁴	6.9×10 ⁴		1.1×10 ⁴	8×10 ⁴
弯曲强度(MPa)	170	67	195	135	170	180
弯曲模量(MPa)	7.5×10 ⁴	3.5×10 ⁴	8.0×10 ⁴	4.5×10 ⁴	1.3×10 ⁴	8×10 ⁴
热变形温度(°C) (1.86MPa)	193	118	157	145	127	
冲击强度 (J/cm ²)	20	18	14	0.9	6	12



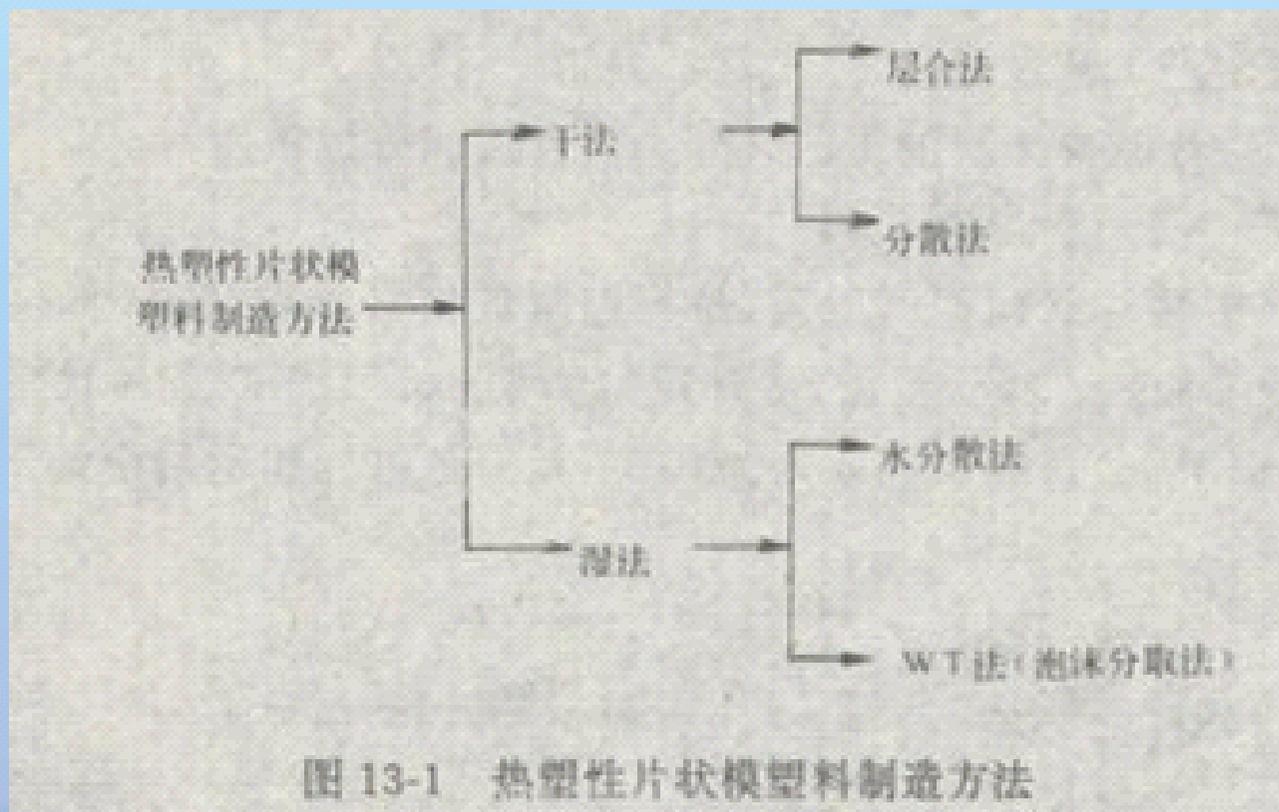
第一节 概述

- 3 发展和应用
- 60年代以来，美国PPG公司首先研究成功用连续玻璃纤维毡和熔融聚丙烯树脂，采取挤压法复合成功热塑性片状模塑料，与1972年实现工业化生产，国际市场上称为AZDEL冲压片材。
- 进入80年代，法国Arjomari公司利用造纸原理，研究成功湿法生产聚丙烯玻璃纤维热塑性冲压片材，欧洲市场称为GMT片材。
- 由于聚丙烯玻纤片状模塑料的密度小，强度高，能在-40℃~120℃温度范围内使用，抗冲击性能好几成本低等特点，用途广泛，发展很快。
- 连续纤维增强热塑性片状模塑料的用途非常广泛。它可以用来取代钢板铝合金板、不锈钢。一般来讲，凡是热固性SMC能用的地方，都可以用它代替。



第二节 热塑性片状模塑料的生产工艺及设备

- 热塑性片状模塑料的生产方法可归纳为湿法和干法两大类



第二节 热塑性片状模塑料的生产工艺及设备

- 1 原材料
- 生产热塑性片状模塑料的原材料主要是树脂和增强材料
- 1) 树脂
- 主要用聚丙烯或者改性聚丙烯生产片状模塑料。其优点多：
- 密度小 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$
- 抗冲击性好
- 可以在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用
- 工艺性好
- 2) 增强材料
- 国外主要用无碱玻璃纤维，国内则根据要求选择中碱或者无碱纤维。



第二节 热塑性片状模塑料的生产工艺及设备

- 根据美国PPG公司的经验，用于生产聚丙烯片状模塑料的玻璃纤维浸润剂配方如下，能够使聚丙烯和玻璃纤维界面牢固地粘接在一起。

材料	化学名称	质量%
偶联剂	乙烯基三-β 甲氧基乙氧基硅烷	4
PH调节剂	醋酸	1
游离基引发剂	α α' 双特丁基过氧化异丙苯	1.5
非离子表面活性剂	异辛基苯基聚乙氧基醇	0.85
润滑剂	Emerylobe	0.005
水		93.5



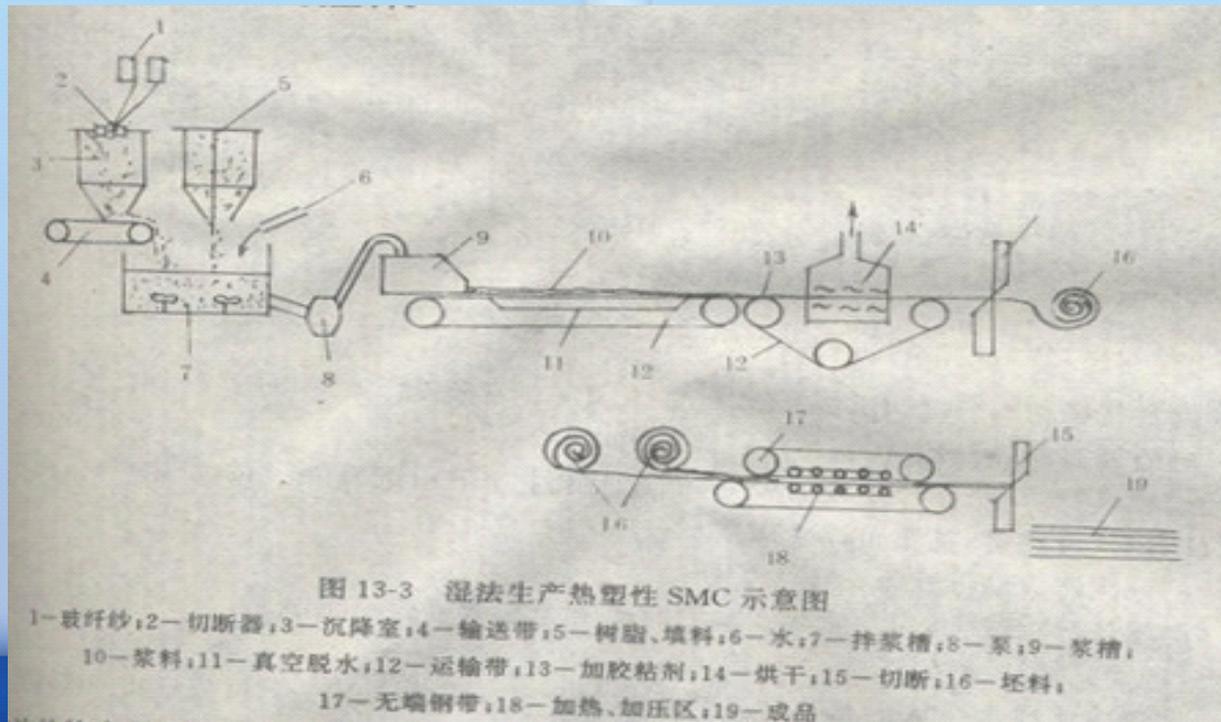
第二节 热塑性片状模塑料的生产工艺及设备

- 2) 分散法生产片状模塑料工艺
- 此法为日本NKK公司研究成功的一种方法，它是将短切玻璃纤维与聚丙烯或尼龙等树脂粉末在特殊的搅拌机内混合均匀，然后按设计厚度铺撒均匀，再经加热，加压制成片状模塑料。
- 干法优点：
- 可用连续纤维，连续纤维针刺毡，也可用短切纤维毡和短切纤维
- 纤维含量控制在20%~40%，产品厚度2mm~4mm，用多层压机生产时厚度可达50mm
- 纤维铺层方向可任意选择



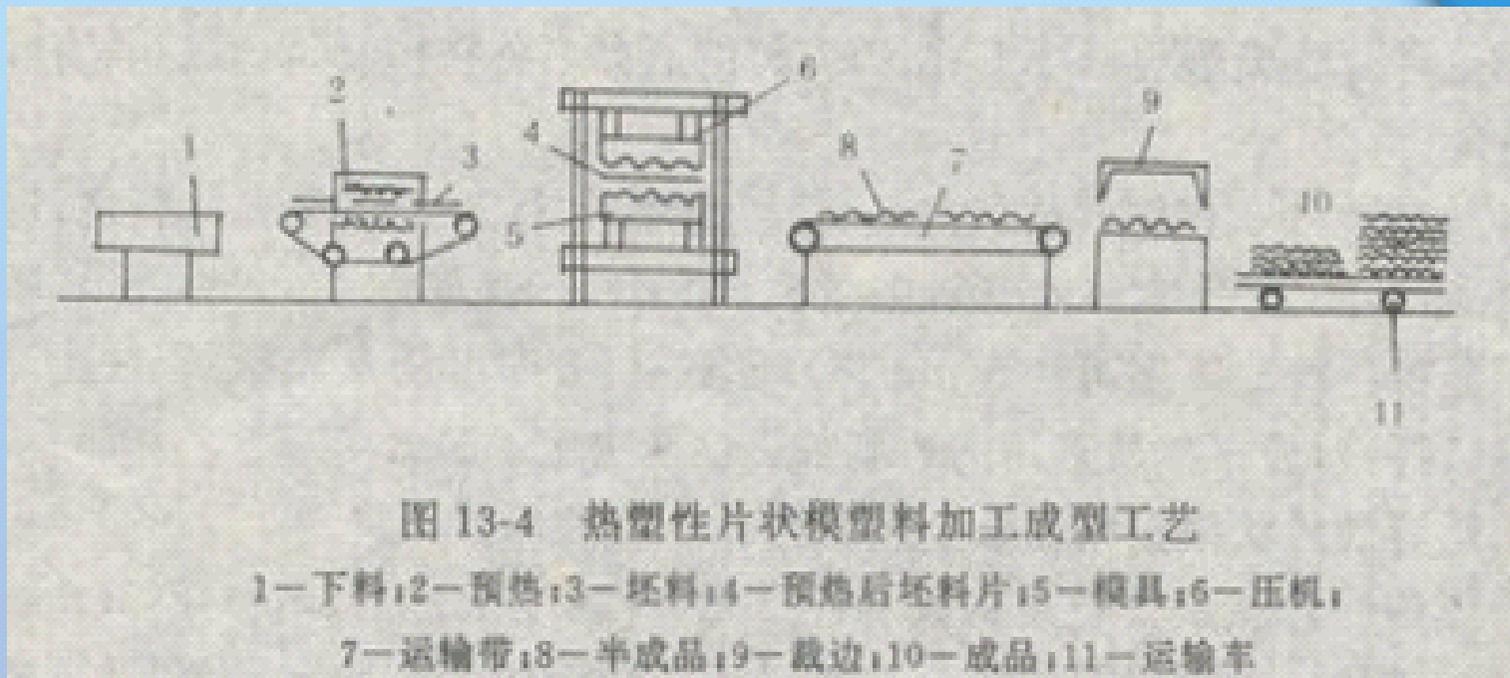
第二节 热塑性片状模塑料的生产工艺及设备

- 3 热塑性片状模塑料湿法生产工艺
- 湿法生产热塑性片状模塑料是将玻璃纤维无捻粗纱切成长7mm~50mm的短纤维，在搅拌器内与粉末状树脂加水搅拌成均匀的悬浮料浆，用泵将其输送到传送网上，经减压脱水，形成湿毡，再干燥，切断，收卷。



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 1 冲压成型工艺
- 热塑性片状模塑料制品的冲压成型工艺流程如下图



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 根据坯料在模具内的成型过程及加热温度，分为固态冲压成型和流动态冲压成型两种。
- 1) 热塑性片状模塑料的成型特点
- 热塑性片状模塑料加工成型特点：
- 成型周期短，生产率高。

项目	成型时间 (min)	年产量 (千件)
材料种类		
热塑性片状模塑料	25~50	250
热塑性塑料注射成型	40~90	120
热固性SMC	60~180	80
结构泡沫	150~180	50



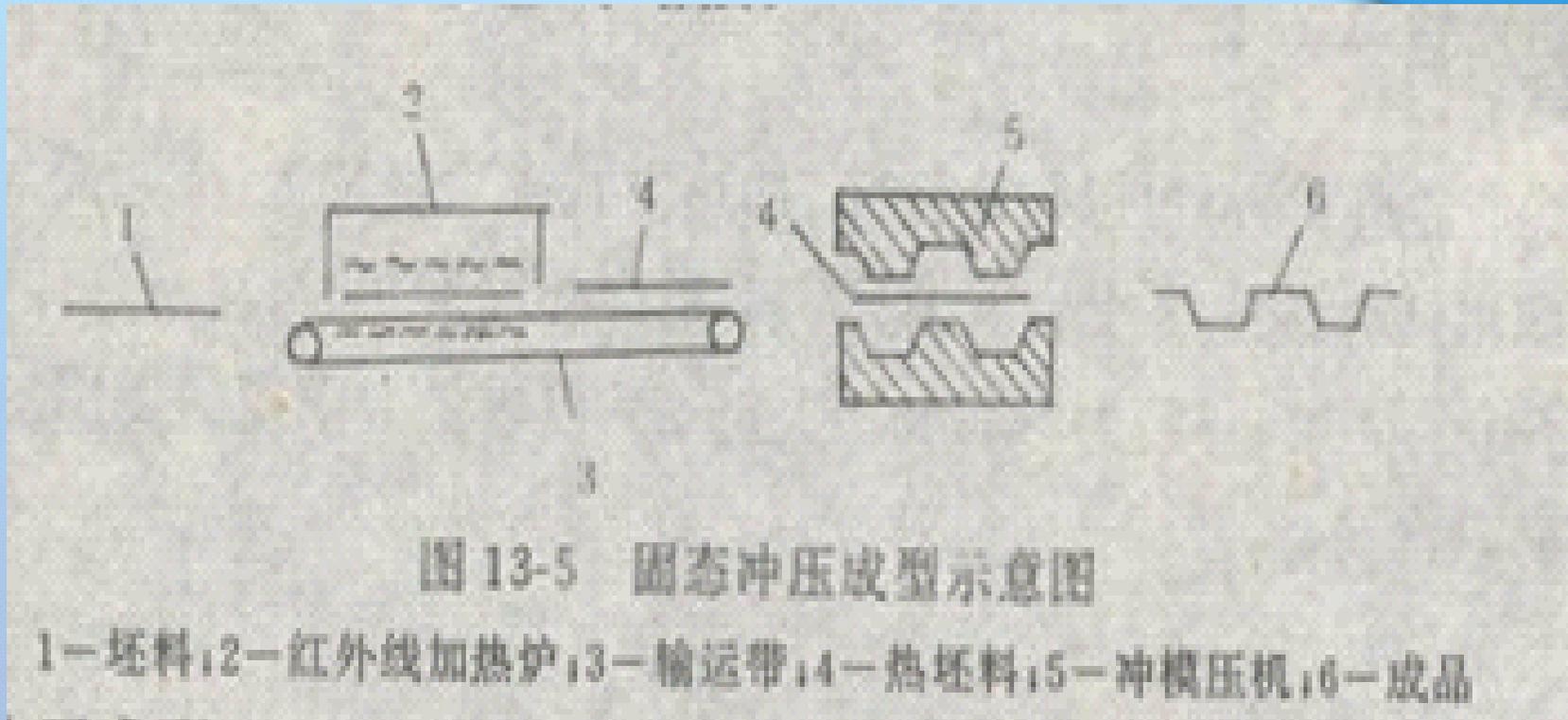
第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 片状模塑料
- 收缩率低
- 模具费用低
- 一次能成型形状复杂或大型制品
- 设计自由度大
- 2) 固态冲压成型
- 其工艺过程是按样板将片状模塑料剪切成坯料，然后在加热器内将料片加热到低于粘流态温度 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，装入模内，快速合模加压，在 70°C 模具内冷却脱模，再经修边成制品。固态冲压成型的特点：成型制品形状简单，周期短，成型压力小



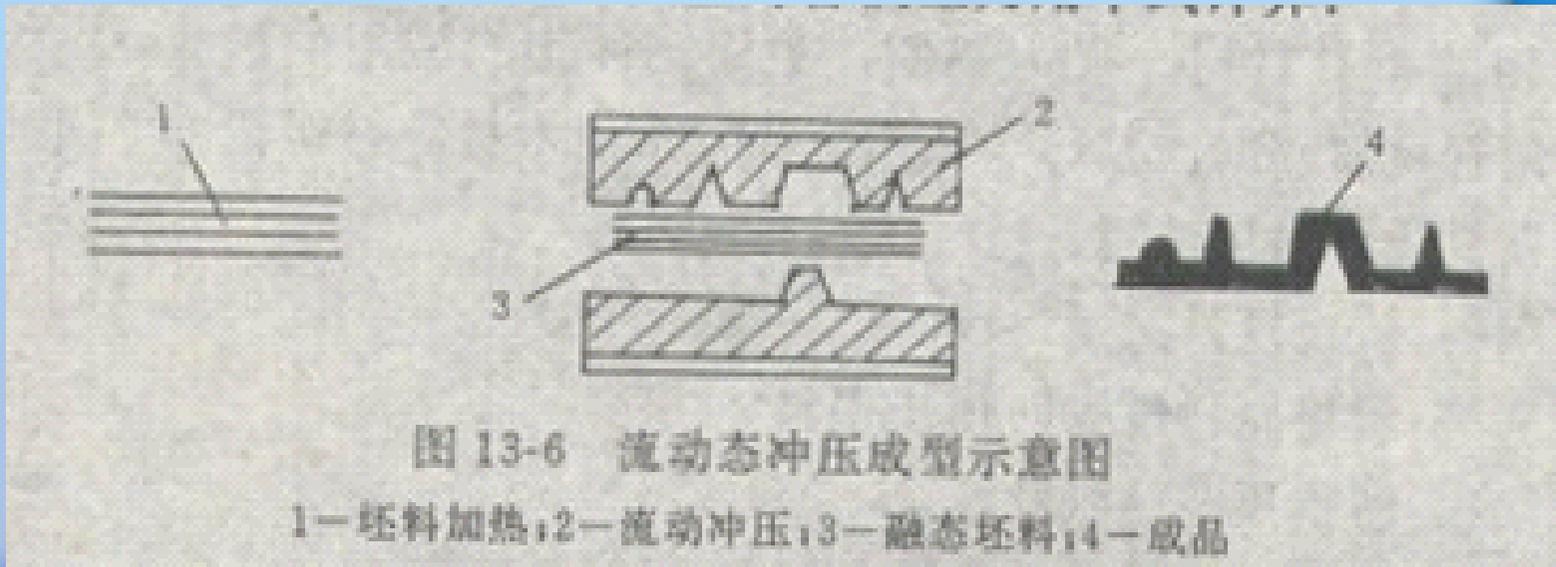
第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 固态冲压成型示意图如下



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 流动态冲压成型
- 流动态冲压成型是先将裁成与制品质量相同的坯料，在加热器内加热到高于树脂熔点 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 温度，放入模具内，快速加压，迫使融态坯料流动并填满模腔，冷却定型后脱模成制品。



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 2 冲压成型设备
- 冲压成型设备有剪切、加热、冲压等设备及模具组成。
- 1) 剪切设备
- 坯料剪切一般选用钢板剪切机，下料是根据制品的厚度、体积和重量设计出片材的形状层数和重量。应注意：
- 坯料的大小应比金属模具的展开面积略小，可以去1~5层层合。
- 坯料的重量应与制品重量相等。
- 片材坯料的形状对物料流动、制品性能和生产效率都有影响。
- 下料时要注意减少边角料



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 2) 加热炉
- 加热炉可以是隧道式，也可以是烘箱式。加热方式采用料片上、下两面加热，一般加热温度为 300°C ，热源用红外或者热风加热。
- 3) 压机
- 冲压成型热塑性复合材料制品的压机应具有以下功能：
- 合模速度快
- 压机的压力大小应根据所生产的制品尺寸而定，可根据流动态冲压工艺选型
- 保压时间，一般为 $10\text{s}\sim 50\text{s}$
- 4) 模具
- 冲压成型用的模具材料一般为铸钢。



第三节 热塑性复合材料制品冲压成型工艺及设备

- 冲压成型模具设计时应注意：
- 设置导向销，防止模具上下运动是产生横移。
- 设置安全块，防止原料过少时损伤模具。
- 设置进气孔，便于压缩空气脱模。
- 模具中设计循环水管，保证模具冷却温度在70℃左右



本章结束

