

# 纸浆模塑模具的制作材料及其性能

高娟娟, 黄俊彦, 曲晓晴

(大连工业大学 纺织轻工学院, 辽宁 大连 116034)

**摘要:** 针对制作纸浆模塑模具用材料的基本要求, 介绍了各种制模材料的特性、规格及其对纸浆模塑生产的影响, 综述了各种材料制作纸模模具的方法及其应用。

**关键词:** 纸浆模塑; 模具材料; 材料特性; 制模方法

中图分类号: TB484.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)04-0010-04

## Materials and Characteristics of Mould in Pulp Molded Production

Gao Juanjuan, Huang Junyan, Qu Xiaoping

(School of Textile and Light Industry, Dalian Polytechnic University, Dalian Liaoning 116034, China)

**Abstract:** According to basic requirements of mould materials, the characteristics of mould materials and influence factors on pulp molded production were summarized. The molding method and application in pulp molded production were introduced. The good reference for mould making in pulp molded production was provided.

**Key words:** pulp molded; mould materials; material characteristics; molding method

### 0 前言

纸浆模塑制品是一种新兴的绿色环保型产品, 具有原料来源广泛、生产工艺简单、无污染、易降解、可回收再利用等特征<sup>[1]</sup>。在纸浆模塑制品的生产过程中, 纸模模具是一个关键部件, 模具的开发设计技术要求高, 投入大, 周期长, 风险也较大。随着纸浆模塑制品生产规模的不断扩大、使用市场的不断拓展、产品性能的不断改善, 模具的开发设计及其制作材料的研究也在不断深化。纸浆模塑模具的耐用性除取决于模具结构设计及其使用与维护外, 最根本的问题是制模材料的基本性能能否与模具的加工要求与使用条件相适应。根据模具的结构和使用情况, 合理选用纸浆模塑的制模材料, 是纸浆模塑模具设计的关键环节。

目前, 纸浆模塑制模材料仍以钢材为主, 但根据

纸模制品的成型工艺条件, 也可采用低熔点合金、低压铸铝合金、黄铜和其他非金属材料等<sup>[2-3]</sup>。其中, 金属制模材料应具备以下基本性能: 1) 加工性能良好, 热处理后变形小。因为模具零件往往形状复杂, 且在淬火后加工困难, 或根本不能加工, 所以在选择模具材料时, 应尽量选择热处理后变形小的金属材料。2) 抛光性能良好。纸模制品要求具有较好的光泽和表面状态, 因而模具必须进行很好地抛光处理, 选用的金属材料不应含有粗糙的杂质和气孔等。3) 耐磨性能良好。纸模制品的表面光度和尺寸精度都与模具表面的耐磨性有直接关系, 因此要求模具表面硬度大, 具有很高的耐磨性, 这样才可经受生产操作中的机械磨擦和划伤。4) 耐腐蚀性能良好。湿纸模及其添加剂对模具表面有化学腐蚀作用, 所以要选用耐腐蚀的金属材料或对其进行表面处理。

收稿日期: 2010-06-12

作者简介: 高娟娟(1987-), 女, 山西吕梁人, 大连工业大学本科生, 主要研究方向为商品包装技术,

通信作者: 黄俊彦(1960-), 男, 辽宁大连人, 大连工业大学副教授, 硕士, 主要从事包装工程方面的教学及科研工作,

E-mail: hjunyan@126.com

另外, 纸浆模塑模具的制得还需用到一些制造初造型的母模或在样品上翻倒制模的过渡材料。过渡材料有木材、型砂、石蜡、硅橡胶、石膏、树脂等<sup>[3-4]</sup>。

## 1 钢材

### 1.1 合金工具钢

可用作纸模模具材料的合金工具钢的钢号及化学成分见表1(参见GB1299-2000)。其中, 两种钢号的工具钢中都不含化学成分W和V, 都含有质量分数为0.85%~1.15%的Ni。

表1 合金工具钢的钢号及化学成分

Table 1 Grades and chemical composition of alloy tool steel

钢号	化 学 成 分 / %				
	C	Si	Mn	Cr	Mo
3Cr2Mo	0.28~0.40	0.20~0.80	0.60~1.00	1.40~2.00	0.30~0.55
3Cr2NiMo	0.32~0.40	0.20~0.40	0.60~0.80	1.70~2.00	0.25~0.40

### 1.2 不锈钢

可用作纸模制品模具零部件的不锈钢必须能在一定的温度和腐蚀条件下长期工作, 并保证其力学和物理性能不变。但不锈钢的价格比一般钢材要贵得多, 而且它的切削加工性能较差。纸模模具用不锈钢的钢号和化学成分见表2(参见GB/T 1220-2007)。其中, 除了钢号为1Cr17Ni2的不锈钢含有质量分数为1.50%~2.50%的Ni以外, 其他钢号的不锈钢均不含Ni。

表2 不锈钢的钢号及化学成分

Table 2 Grades and chemical composition of stainless steel

牌号	化 学 成 分 / %			
	Mn	Si	C	Cr
2Cr13	≤ 1.00	≤ 1.00	0.16~0.25	12.0~14.0
4Cr13	≤ 0.80	≤ 0.60	0.36~0.45	12.0~14.0
9Cr18	≤ 0.80	≤ 0.80	0.90~1.00	17.0~19.0
9Cr18Mo	≤ 0.80	≤ 0.80	0.95~1.10	16.0~18.0
Cr14Mo4V	≤ 0.60	≤ 0.60	1.00~1.15	13.4~15.0
1Cr17Ni2	≤ 0.80	≤ 0.80	0.11~0.17	16.0~18.0

  

牌号	化 学 成 分 / %			
	P	S	V	Mo
2Cr13	≤ 0.035	≤ 0.030	—	—
4Cr13	≤ 0.035	≤ 0.030	—	—
9Cr18	≤ 0.035	≤ 0.030	—	—
9Cr18Mo	≤ 0.035	≤ 0.030	—	0.40~0.70
Cr14Mo4V	≤ 0.030	≤ 0.030	0.10~0.20	3.75~4.25
1Cr17Ni2	≤ 0.035	≤ 0.030	—	—

## 2 有色金属材料

### 2.1 铝合金

铸造铝合金具有较高的耐腐蚀性能和一定的强度、硬度、耐热性能及焊接性能, 比钢材易于切削加

工成型, 可以大幅度缩短模具加工周期, 因此在纸模制品模具中得以广泛应用。铸造铝合金模具用于尺寸较小、中等批量的纸浆模塑制品的生产时, 由于成型压力不大, 使用寿命可以得到延长。用于精度要求不高的工业内包装制品时可以直接采用精铸成型的铝合金模具, 而精度要求较高的工业内包装制品则必须采用机械切削加工法制造的模具。铝合金板材经过塑性加工和焊接后也可制成纸模制品的模具。

1) 铸造铝合金。纸模模具用铸造铝合金主要为两种铝硅合金, 一种牌号为ZAlSi7Mg, 代号为ZL101, 另一种牌号为ZAlSi7MgA, 代号为ZL101A, 两种合金都含有质量分数为6.5%~7.5%的Si, 0.25%~0.45%的Mg, 余量的Al, 且都不含Cu, Zn, Mn; 牌号为ZAlSi7MgA代号为ZL101A的铝硅合金还含有质量分数为0.88%~0.2%的Ti(参见GB/T 1173-1995)。

2) 铝合金板材。纸模模具用铝合金板材主要为防锈铝, 其牌号和化学成分见表3(参见GB/T 3190-2008)。纸浆模塑模具所用的铝及铝合金轧制板材的力学性能见表4(参见GB/T 3880-1997)。

表3 防锈铝合金加工产品的牌号及化学成分

Table 3 Grades and chemical composition of rustproof aluminium alloy processing products

牌号	主 要 化 学 成 分 / %					
	Cu	Mg	Mn	Zn	Cr	Al
LF2	0.10	2.0~2.8	或 Cr0.15~0.4	—	—	余量
LF21	0.20	0.05	1.0~1.6	0.1	—	余量

表4 铝及铝合金轧制板材的力学性能

Table 4 Mechanical property of aluminium alloy plate

牌号	供货状态	厚度 / mm	抗拉强度 / MPa	伸长率 / %	
				5D	50 mm
3A21	H112	> 4.5~10.0	≥ 110	—	≥ 16
		> 10.0~12.5	≥ 120	—	≥ 16
		> 12.5~25.0	≥ 120	≥ 16	—
		> 25.0~80.0	≥ 110	≥ 16	—
5A02	H112	> 4.5~12.5	≥ 175	—	≥ 7
		> 12.5~25.0	≥ 175	≥ 7	—
		> 25.0~80.0	≥ 155	≥ 7	—

### 2.2 黄铜

纸模模具用铸造铜合金主要为普通黄铜, 其代号为ZH62, 主要化学成分为Cu(质量分数为60%~63%)和Zn(余量)(参见GB 1176-1987)。

### 2.3 黄铜网和不锈钢网

网模是附在纸浆模塑模具上用作为纸模成型时过滤水分的重要材料, 其品质直接影响到制品质量和生产效率。网模用网一般为金属网和塑料网, 金属网又分黄铜网、不锈钢网和镀铬网, 网丝直径一般在0.15~0.

0.25 mm。按网的编织方法又分为单经网、三经网、捻织网和双层织网等。网孔几何形状有正方形、长方形和六边形。网目一般在40~65目<sup>[4-5]</sup>。纸模网模用黄铜网、不锈钢网的规格见表5(参见GB/T 5330-2003)。

表5 工业用金属丝编织方孔筛网规格

Table 5 Square hole screen with interwoven metal wires for industrial use

网孔尺寸 / mm		网丝 直径 / mm	筛分面积 百分率 / %	单位面积网重 / (kg·m <sup>-2</sup> )		相当英制 目数 / (目·英寸 <sup>-1</sup> )
R10	R20			黄铜	不锈钢	
		0.200	44	0.933	0.841	42.33
0.400	0.400	0.180	48	0.782	0.705	43.79
		0.160	51	0.640	0.577	45.36

广州华工环源绿色包装技术有限公司为满足同行对模具用网的需求,结合自身从事模具加工、生产的经验,根据纸模模具对丝网的特殊要求,采用进口不锈钢丝并进行特殊加工处理,成功研制出用于纸浆模塑工业包装制品、餐具制品模具的专用ZMW系列不锈钢网,其主要品种及参数见表6。这些不锈钢网的规格都为15 m<sup>2</sup>/卷,材质都为进口非磁不锈钢丝,其中,-X型号的网纹为斜纹,-P型号的网纹为平纹。

表6 ZMW系列不锈钢网主要品种及参数

Table 6 Main varieties and parameters of ZMW series stainless steel screen

参数	型 号					
	ZMW -30-18X	ZMW -30-20X	ZMW -40-18X	ZMW -40-20X	ZMW -40-020P	ZMW -40-022P
目数 / (目·英寸 <sup>-1</sup> )	30	30	40	40	40	40
线径 / mm	0.18	0.20	0.18	0.20	0.20	0.22

  

参数	型 号				
	ZMW -50-018P	ZMW -50-020P	ZMW -50-022P	ZMW -60-016P	ZMW -60-018P
目数 / (目·英寸 <sup>-1</sup> )	50	50	50	60	60
线径 / mm	0.18	0.20	0.22	0.16	0.18

ZMW系列不锈钢网除了具有一般不锈钢网的表面光滑、耐腐蚀、韧性好、耐压、抗拉、耐高温等特征外,还具有柔软度好、驯服度好、打折不反弹等特点,能轻易包附在各种复杂的几何形状(如凸凹面、弧面、小沟、槽等)的模具上。产品的各种物理性能与进口的纸模专用不锈钢网接近,且价格低廉,是一种优良的纸塑模具网材。

## 2.4 铜基球状粉末冶金

在使用定型模具进行湿纸模压榨烘干过程中,定型模具中的网模会使制品表面产生网痕,而且网模在

频繁挤压中会很快变形甚至破损。为了解决这个问题,业内人士开始研制一种采用铜基球状粉末冶金制造的新型无网模,这种无网定型模具具有精度高、内外表面光滑、无网痕等特点,寿命是一般网模的10倍,而且成本仅为传统模具的50%左右。

## 3 其它制模材料

除了以上所述的各种钢材和有色金属外,环氧树脂和低熔点合金等也可用作纸模模具的制模材料,但一般只适用于小批量纸模制品或试制产品的生产。

### 3.1 环氧树脂

环氧树脂一般用来制作成型模具中的转移模,其制得的转移膜具有一定的机械强度、良好的化学稳定性和工艺性能,可缩短模具生产周期,降低模具生产成本。为保证模具的制造精度,可采用浇注法直接从对应的凸模或凹模上(或者石膏过渡模)翻倒制造出模具。

环氧树脂制模所用材料如下:

1) 环氧树脂:环氧树脂品种很多,目前使用较广泛的有双酚A类环氧树脂和脂环族环氧树脂。双酚A类环氧树脂粘结力高,化学稳定性好,收缩率低,机械和电气性能良好,如环氧树脂634#、环氧树脂6101#。

脂环族环氧树脂粘度低,工艺性能好,分子结构紧密,固化后硬度大,耐热性能好,耐紫外光老化特性好,如环氧树脂6207#。

2) 填料:填料可降低成本,减少环氧树脂用量,降低线膨胀系数和收缩性能,提高树脂的机械强度。常用填料有铝粉、氧化铝、石英粉、碳化硅、钢丝绒、玻璃纤维等。

3) 硬化剂:硬化剂能促进环氧树脂的固化反应。常用硬化剂有乙二胺、间苯二胺、顺丁烯二酸酐、苯均四酸二酐、邻苯二甲酸酐等。

4) 封闭剂:使用石膏模作过渡模时,涂在石膏模上的封闭剂为聚乙烯醇。聚乙烯醇是一种白色无味的粉末,能溶解于水中。封闭剂的主要作用是防止环氧树脂液在浇注过程中渗入石膏模微孔内。

5) 脱模剂:常用的脱模剂有硅油、二硫化钼。硅油是一种含硅的合成材料,常用的二甲基硅油是一种无色透明的油状物。二硫化钼是一种蓝灰色的固体粉末,有金属光泽,对酸的抗腐蚀性能较强,作为脱模剂用的二硫化钼粒度越细越好。

环氧树脂浇注材料的配方如下:

1) 配方一:型号为6207#的环氧树脂(工业级)83 g;型号为634#的环氧树脂(工业级)17 g;金属铝

粉(100~200目)220 g; 顺丁烯二酸酐(化学纯)48 g; 甘油(化学纯)5.8 g; 钢丝绒(工业级)适量。

2) 配方二: 型号为6207#的环氧树脂(工业级)83 g; 型号为634#的环氧树脂(工业级)17 g; 金属铝粉(100~200目)250 g; 金属铁粉(还原铁粉)(200目)100 g; 顺丁烯二酸酐(化学纯)48 g; 甘油(化学纯)5.8 g; 钢丝绒(工业级)适量。

3) 配方三: 型号为634#的环氧树脂(工业级)100 g; 金属铝粉(100~200目)170 g; 苯均四酸二酐(化学纯)21 g; 顺丁烯二酸酐(化学纯)19 g; 钢丝绒(工业级)适量。

### 3.2 低熔点合金

利用低熔点合金浇铸制模方法, 可以纸模样品为母模直接翻倒出转移模具。低熔点合金浇铸制模不仅可缩短模具的制造周期, 节约钢材, 还可节省劳动力。低熔点合金的种类较多, 目前使用较多的是一种由质量分数为58%的铋和42%的锡制成的铋锡合金。

低熔点合金融化与浇铸过程如下: 将搀和好的铋锡合金料置于熔锅内, 加热至140℃左右(温度测量可采用半导体点温计或普通温度计), 融化均匀后即可浇铸在准备好的纸模样品母模上成型, 铸型后的铸件冷却约0.5 h, 最后修正铸件浇铸时留下的残痕, 即可制得转移模。

### 3.3 塑料网

纸模网模用塑料网主要为涤纶网等, 主要有30目/英寸(丝径有0.25 mm和0.30 mm两种)、40目/英寸(丝径为0.25 mm)、50目/英寸(丝径为0.2 mm)、60目/英寸(丝径有0.20 mm和0.15 mm两种)、80目/英寸(丝径为0.15 mm)几种型号。

## 4 结语

随着“绿色包装”的悄然兴起和纸浆模塑设计与

生产技术的发展, 纸浆模塑制品将拥有广阔的市场前景。在开发和设计纸浆模塑模具的过程中, 研究各种制模材料的特性和如何应用各种模具材料, 对于降低纸浆模塑的生产成本, 满足用户的多样需求, 提高经济效益, 有着重要的经济意义和社会意义。

### 参考文献:

- [1] 刘志忱, 黄俊彦. 纸浆模塑制品的模具设计[J]. 纸和造纸, 2001(3): 27-29.  
Liu Zhichen, Huang Junyan. The Mold Design of Pulp Molded Products[J]. Paper and Paper Making, 2001(3): 27-29.
- [2] 王文生. 纸浆模制品的模具设计[J]. 黑龙江造纸, 2004(4): 40-42.  
Wang Wensheng. The Mold Design of Pulp Molded Products [J]. Heilongjiang Pulp & Paper, 2004(4): 40-42.
- [3] 于永建, 张新昌. 纸浆模塑产品的模具设计[J]. 机电信息, 2003(22): 27-29.  
Yu Yongjian, Zhang Xinchang. The Mold Design of Pulp Molded Products[J]. Information of Mechatronics, 2003(22): 27-29.
- [4] 于永建. 纸浆模塑真空吸滤成型机理及其模具参数研究[D]. 无锡: 江南大学, 2005.  
Yu Yongjian. The Study of Vacuum Filtering Shape Mechanism of Pulp Molded & Mould Parameter[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2005.
- [5] 刘志忱. 纸浆模塑机理及其模具设计研究[J]. 广东包装, 2001(2): 12-15.  
Liu Zhichen. The Study of Mechanism of Pulp Molded & Mold Design[J]. Guangdong Packaging, 2001(2): 12-15.

(责任编辑: 徐海燕)