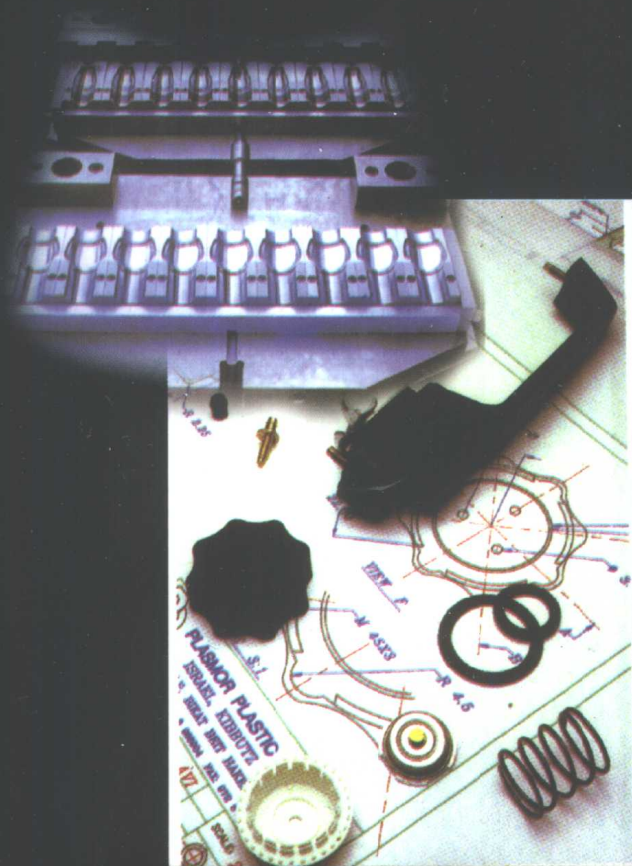


塑料加工工程丛书

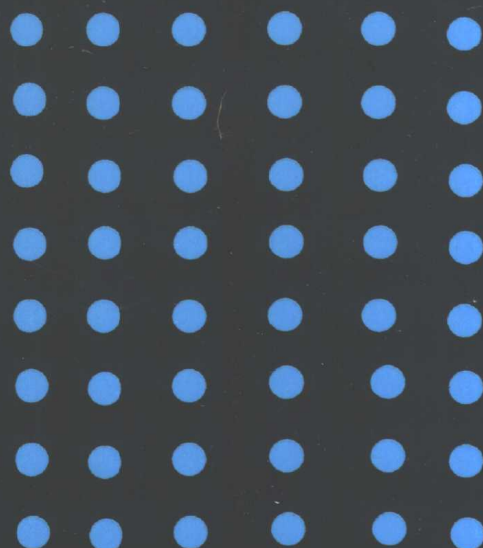
塑料制品与模具设计题案

材料选择 · 计算习题 · 设计方案 · 结构实例

刘 际 泽 主 编



中国轻工业出版社



塑料加工工程丛书

塑料制品与 模具设计题案

材料选择 · 计算习题 · 设计方案 · 结构实例

刘际泽 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料制品与模具设计题案/刘际泽主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2001. 6

(塑料加工工程丛书)

ISBN 7-5019-3104-6

I. 塑… II. 刘… III. ①塑料制品-设计②模具-设计 IV. TQ320

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 12436 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云

版式设计: 丁 夕 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010—65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.5

字 数: 485 千字 印数: 1—4000

书 号: ISBN 7-5019-3104-6/TQ·240

定 价: 35.00 元

• 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 •

前 言

塑料在我们日常生活中被广泛地应用,在工业、农业、建筑、运输、包装、医疗等行业塑料已成为重要的材料。由于塑料品种繁多,当您的产品准备采用塑料制品时,究竟采用什么塑料?什么几何形状?怎样的成型模具结构才能制造出符合要求的制品呢?

根据我国许多企业工程技术人员,特别是从事产品工业设计人员对塑料的了解不多,而自己的产品又不能不采用塑料制品,我们组织了此书的编写。本书从不同的角度阐述了塑料的基本知识、产品设计的计算方法,力求使此书能够使在校学生和非塑料专业的工程技术人员、工美设计人员,能迅速掌握常用塑料的基本知识和性能、掌握必要的设计计算方法,书中还以大量的表格、图例、习题来加深对塑料制品设计人员的认识。针对计算机的普及,本书特别增加了两章关于计算机辅助设计方法的基本内容。

有过塑料制品和模具设计经验的人都知道:塑料制品的设计决不是简单的造型问题,特别是工程上应用的结构制品,它所涉及的内容很多,如热成型问题、环境问题、载荷问题、塑料收缩问题、经济和安全问题等,显然塑料制品的结构设计是有其独特的方法。

本书比较适合用作塑料制品与模具设计的教材。也适合作为塑料工程技术人员设计和培训参考书。本书的第1章~第5章由刘际泽高级工程师撰写;第6章由陈孝康技师撰写;第7章、第8章由唐志玉教授撰写;全书由周康宁高级工程师审稿。本书在策划、组稿过程中得到了杨明锦、李玉琴、安宏星、赵伟、孙小青等高级工程师的指导,在此表示感谢。

作者

2001年2月

“塑料加工工程”丛书包括:

- 《塑料加工技术大全》
- 《合成树脂与工程塑料生产技术》
- 《塑料挤出技术手册》
- 《塑料制品与模具设计题案》
- 《塑料连接技术手册》
- 《塑料挤出机及制品故障判断与修复》
- 《现代注塑机控制》
- 《塑料注射机及制品故障判断与修复》

目 录

第 1 章 塑料材料和选择	(1)
1.1 塑料材料的性能、特点、用途	(1)
1.1.1 热固性树脂	(1)
1.1.2 热塑性树脂	(11)
1.1.3 发泡树脂	(34)
1.2 塑料材料的制造方法	(38)
1.2.1 热固性树脂	(38)
1.2.2 热塑性树脂	(39)
1.3 材料的选择	(46)
1.3.1 塑料的一般优点	(46)
1.3.2 塑料的试验方法	(46)
第 2 章 成型加工方法和模具	(51)
2.1 压制成型	(51)
2.1.1 从操作上分类	(51)
2.1.2 从构造上分类	(51)
2.1.3 各种构造模具的特点	(54)
2.1.4 成型工艺	(55)
2.2 传递模塑成型	(55)
2.2.1 传递模塑成型的特点	(55)
2.2.2 传递模塑成型的种类	(56)
2.2.3 筒式、集成式、挤压式的特点和用途	(57)
2.2.4 传递模塑成型试验实例	(57)
2.3 层压成型	(60)
2.3.1 高压层压法	(60)
2.3.2 低压层压法	(60)
2.4 注射成型	(60)
2.4.1 注射成型机的种类	(61)
2.4.2 柱塞式注射装置	(64)
2.4.3 螺杆式注射装置	(66)
2.4.4 注射成型机的特性	(66)
2.4.5 成型周期	(67)
2.4.6 螺杆注射机的塑化部件	(68)
2.5 挤出成型	(73)
2.5.1 概述	(73)

2.5.2 成型加工	(74)
2.6 吹塑成型.....	(75)
2.7 真空成型.....	(76)
2.7.1 真空成型的种类	(77)
2.7.2 真空成型的特点	(77)
2.8 搪塑成型和浸渍成型.....	(77)
2.8.1 搪塑成型	(77)
2.8.2 浸渍成型	(78)
2.9 粉末成型.....	(78)
2.9.1 流动浸渍法（流化床法）	(78)
2.9.2 粉末烧结成型法（恩格尔法）	(78)
2.9.3 离心成型法（海斯勒法）	(79)
2.9.4 浸渍法（林氏粉料流化法）	(79)
2.9.5 旋转成型（滚塑）	(80)
2.10 压延成型	(80)
2.11 铸塑成型	(80)
2.12 发泡成型	(80)
2.12.1 发泡加工	(80)
2.12.2 热固性树脂的发泡成型	(81)
2.12.3 注射发泡成型	(81)
2.12.4 挤出发泡成型	(81)
2.12.5 可发性珠粒成型法	(81)
2.12.6 其它成型加工方法	(82)
2.13 粘接加工	(82)
2.13.1 熔融粘接	(82)
2.13.2 溶剂粘接	(83)
2.13.3 粘接剂粘接	(83)
2.14 机械加工	(83)
2.15 表面装饰	(83)
2.15.1 热固性树脂的彩绘成型	(85)
2.15.2 热塑性树脂的表面装饰成型	(85)
2.15.3 二次成型的装饰方法	(86)
2.15.4 多色成型	(86)
2.15.5 热烫印	(86)
2.15.6 电镀	(87)
2.15.7 涂饰	(87)
2.15.8 印刷	(88)
2.15.9 植绒	(90)
2.15.10 发泡制品	(90)

2.15.11 染色	(91)
2.16 热塑性树脂复合材料的注射成型	(91)
2.16.1 注射成型机和混合混炼装置	(92)
2.16.2 材料	(93)
2.16.3 模具	(94)
2.16.4 成型条件和物性	(94)
2.16.5 多层成型	(106)
2.17 成型压力、锁模力和成型制品的投影面积	(107)
2.17.1 压制成型	(108)
2.17.2 传递成型	(108)
2.17.3 注射成型	(109)
2.18 浇口和流道	(109)
2.18.1 浇口的种类	(109)
2.18.2 热流道	(112)
2.18.3 多型腔浇口尺寸	(112)
2.18.4 浇口尺寸计算	(114)
2.18.5 流道、浇口的配置	(114)
2.18.6 开设浇口的位置及应注意的问题	(115)
2.19 顶出方法	(119)
2.19.1 推杆脱模顶出	(119)
2.19.2 推管脱模顶出	(119)
2.19.3 推板脱模顶出	(119)
2.19.4 空气顶出	(119)
2.19.5 并用顶出	(120)
2.20 制品下凹的处理	(120)
2.21 模具材质	(122)
2.22 模具制作	(123)
2.23 模具的质量	(127)
第3章 制品设计	(130)
3.1 成型制品的收缩、膨胀、不正	(130)
3.1.1 收缩	(130)
3.1.2 不正	(131)
3.1.3 收缩率的变化	(131)
3.2 分型线	(134)
3.3 脱模斜度	(135)
3.4 壁厚	(137)
3.5 筋和凸起	(138)
3.6 圆角和角壁厚	(140)
3.7 聚烯烃树脂模具设计要点	(141)

3.7.1	平面部分的设计	(141)
3.7.2	容器底部的设计	(141)
3.7.3	侧壁的设计	(141)
3.7.4	边的设计	(141)
3.8	文字	(142)
3.9	孔和长孔	(142)
3.9.1	孔	(142)
3.9.2	长孔	(143)
3.10	嵌件	(144)
3.10.1	嵌入物	(144)
3.10.2	嵌入配件	(144)
3.11	螺纹的成型	(145)
3.12	塑料电镀的设计要点	(146)
3.12.1	成型的容易性	(146)
3.12.2	电镀的容易性	(146)
3.13	尺寸公差	(146)
3.13.1	产生尺寸误差的原因	(146)
3.13.2	尺寸公差	(149)
第4章	塑料成型制品的设计	(153)
4.1	聚合物的强度	(153)
4.2	成型制品的破坏	(154)
4.3	时间依存变形性	(155)
4.3.1	短时间应力-应变特性	(155)
4.3.2	长时间应力-应变曲线	(156)
第5章	挤出和注射成型设备的设计公式	(159)
5.1	挤出机头	(159)
5.1.1	压力降的计算	(159)
5.1.2	温度上升和滞留时间	(168)
5.2	挤出螺杆	(169)
5.2.1	固体输送	(169)
5.2.2	熔融体输送	(171)
5.2.3	固体的熔融化	(177)
5.2.4	熔融体的温度偏差	(182)
5.2.5	螺杆挤出成型机的比例放大	(183)
5.2.6	挤出螺杆的机械设计	(183)
5.3	注射成型	(185)
5.3.1	流道引起压力下降	(185)
5.3.2	模具充填	(186)
5.3.3	注射成型材料的流动性	(187)

5.3.4	模具内的熔融体冷却	(190)
5.3.5	冷却管道设计	(192)
5.3.6	注射成型机螺杆中的熔融化	(194)
第6章	塑料模具的结构	(196)
6.1	塑料压制模	(196)
6.2	塑料压铸模	(200)
6.3	塑料挤出成型模(挤出机头)	(202)
6.3.1	挤出成型工艺	(202)
6.3.2	挤出机头分类及基本结构	(203)
6.4	塑料吹塑成型模	(210)
6.4.1	吹塑成型工艺	(210)
6.4.2	吹塑模具结构	(212)
6.5	塑料吸塑成型模和气压成型模	(214)
6.5.1	塑料吸塑成型	(214)
6.5.2	塑料气压成型	(215)
6.6	塑料发泡成型模	(216)
6.6.1	压制法成型	(217)
6.6.2	低发泡注射成型	(217)
6.7	塑料注射模具	(219)
6.7.1	塑料注射成型工艺概述	(219)
6.7.2	塑料注射模具的结构形式	(219)
第7章	计算机辅助几何造型设计	(227)
7.1	形体的表示	(227)
7.1.1	形体的定义	(227)
7.1.2	几何造型的要求	(229)
7.1.3	外部模型与内部模型	(229)
7.2	几何造型中常用的表示形式	(230)
7.2.1	内部模型的表示形式与数据结构	(230)
7.2.2	三维实体表示方法	(234)
7.2.3	体素的集合运算与操作	(243)
7.3	参数曲线与曲面	(244)
7.3.1	参数表示的特点	(244)
7.3.2	三次样条曲线	(245)
7.3.3	Bezier 曲线	(249)
7.3.4	B 样条曲线	(251)
7.3.5	双三次曲面	(252)
7.4	SM 的主要技术及典型的几何造型系统	(255)
第8章	计算机辅助注塑模具设计	(258)
8.1	注塑模具的浇注系统设计	(258)

8.1.1	流变参数的变化与选择	(258)
8.1.2	浇注系统的功能	(260)
8.1.3	浇口部位与塑件质量	(263)
8.1.4	浇注系统截面尺寸	(271)
8.1.5	浇口选择与种类	(281)
8.2	注塑模的冷却计算与系统设计	(288)
8.2.1	塑件冷却时间	(288)
8.2.2	冷却水道计算与布局	(295)
8.3	注塑模具的结构设计	(308)
8.3.1	典型模具系列	(308)
8.3.2	模具图的生成	(310)
8.3.3	模具强度和刚度校核	(312)
8.4	注塑模具的加热设计	(313)
8.4.1	大平壁的一维稳定传热	(313)
8.4.2	圆筒壁的一维稳定传热	(314)
8.4.3	模具加热功率的计算	(315)
参考文献		(317)

第 1 章 塑料材料和选择

塑料定义为：“主要原料是高分子聚合物（大部分是合成树脂），经人工制成有用的形状的固体，称做塑料。不包括纤维、橡胶、涂料、粘接剂等高分子物质”。

塑料分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。热固性塑料，经受热而发生化学反应，当加热（加压）达到一定温度而硬化并固化。热固性塑料，一经加热固化后，再受热也不能恢复到原来的状态；热塑性塑料，在受热后达一定温度则熔融软化流动，经冷却而固化。热塑性塑料，可反复加热熔化、冷却固化，材料的化学性能不变。

1.1 塑料材料的性能、特点、用途

1.1.1 热固性树脂

热固性树脂不仅用做成型材料，而且在粘接剂、油漆、涂料、表面处理剂等领域内获得广泛应用。与热塑性树脂对比，热固性塑料有如下优点：

- ①耐热性、力学性能、电性能、硬度、尺寸精确性优良；
- ②改变增强材料、填料以及树脂组成，其物理性能可大幅度变化；
- ③设计的自由度大，易于嵌入金属件和整体成型。

所以，热固性树脂在机械工业、电气工业、汽车工业、机车造船工业、建筑机械等许多部门作为结构材料、电绝缘材料、耐腐蚀材料、耐热材料、层压材料而灵活应用并发挥着作用。

顾名思义，热固性树脂具有受热硬化的性质，其硬化分为缩聚反应和加成聚合反应两种情况。表 1-1-1 中按硬化反应类型做了汇总。当由于缩聚反应而硬化时，因为有水或甲醇等低分子物分离出来，所以要求成型压力高，并且视具体情况还要排气。

表 1-1-1 热固性树脂及其成型方法

热 固 性 树 脂		成 型 方 法							增强材料	填 料
硬化	种 类	压缩	传递	层压	注射	真空成型	浇铸	手糊		
缩聚反应	酚 醛 树 脂	○	○	○	○	—	△	—	玻璃纤维	碳酸钙
	脲 醛 树 脂	○	○	—	—	—	—	—	碳 纤 维	滑 石
	三聚氰胺树脂	○	○	○	—	—	—	—	有机纤维	云 母
	呋 喃 树 脂	○	—	○	—	—	—	○	天然纤维	矾 土
	硅 树 脂	○	—	○	—	—	—	—	石棉纤维	炭 黑
加成反应	环 氧 树 脂	○	△	○	—	△	○	○	晶 须	玻璃片
	不 饱 和 聚 酯	○	△	○	△	△	○	○	纸	中空微球
	烯 丙 树 脂	○	—	○	—	—	△	—	其 它	硅 球

○：应用多；△：应用少；—：未应用。

对于热固性树脂的成型，由于使材料在模具内流动和赋形，然后发生不可逆硬化反应，所以除材料流变性能和热性能之外，硬化特性也是成型过程中的重要因素。相反，对于热塑性树脂的成型，材料的冷却固化只不过是物理变化，仅考虑流变性能和热性能即可。

1.1.1.1 酚醛树脂

酚醛树脂是由苯酚、甲酚、二甲酚等酚类化合物和甲醛经加热缩聚得到的热固性树脂。

a. 性能和特点

酚醛树脂可不添加任何添加剂，直接制成制品。如果添加填料等简单的添加剂，能够改善酚醛树脂的不同性能。酚醛树脂中添加填料，不仅起到增量的作用，还能得到我们所要求的某些特殊性能。表 1-1-2 所示为成型用不同填料的特点。

表 1-1-2 成型用不同填料的特点

材 料	特 点	缺 点	主要用途
木粉(小橡子、白桦木、白杨、枫树等的木粉填料) 细度为 80 目左右	价廉；能和树脂充分混合，得到一般性能	耐油、耐水性能差，得不到性能良好制品	一般成型用
各种纤维屑	力学性能好，得到耐冲击性能制品	混炼操作困难；比体积大，材料质量不稳定	机械方面用
石 棉	耐水、耐热、耐药品性能好，尺寸稳定性能好	相对密度大，混炼操作非常困难	耐热方面用
云 母	优异的电性能，良好的耐热性能	和树脂亲和性能差，力学性能不好	电器方面用
二氧化硅	良好的耐热性能、耐水性能、电性能	相对密度大，模具表面易磨损变粗，不光洁	耐热方面、电器方面用
滑石粉	良好的耐酸性能、电性能	模具表面易磨损，制品不易脱模	电器方面用
化学纤维	良好的冲击性能、电绝缘性能、吸水性能	价格昂贵；成型收缩率大，热变形温度低	高级绝缘方面用

表 1-1-3 所示为酚醛树脂的一般性能。酚醛树脂具有价格低廉，成型和二次机加工容易，良好的电绝缘性能、力学性能及尺寸稳定性，优越的耐热性能和热变形温度等优点，不足之处在于：得不到无色制品，限制了制品着色，耐碱性差，耐电弧性能比脲醛树脂和三聚氰胺树脂差。

b. 用途

主要产品有：配电用制品（配电盘、开关配线零件）、插座、插头、开关盖、蓄电池盒、电话机、收音机等。

层压制品，由纸和布作基材的印刷线路的绝缘板、电气和通讯相关的绝缘材料、安全帽、轴承等制品。表 1-1-4 所示为不同基层层压板的用途。

表 1-1-3

酚醛树脂的一般性能

性能	ASTM 试验法	酚 醛 树 脂			
		非填充	木粉和棉条填充	石棉填充	云母填充
成型性	—	可	优	良	可
压制成型温度/℃	—	132~160	143~193	132~193	138~177
压制成型压力/MPa	—	14.1~28.1	14.1~28.1	14.1~28.1	14.1~28.1
压缩比	—	2.0~2.5	2.1~4.4	2.0~14	2~10
成型收缩率/%	—	0.010~0.012	0.004~0.009	0.0005~0.004	0.001~0.004
相对密度	D792	1.25~1.30	1.32~1.45	1.45~1.90	1.65~1.92
比体积/(cm ³ /kg)	D792	800~771	757~690	690~527	572~513
折射率	D524	1.5~1.7	—	—	—
拉伸强度/MPa	D638	49.2~56.2	45.7~70.3	38.7~52.7	45.7~49.2
相对伸长率/%	D651	1.0~1.5	0.4~0.8	0.18~0.50	0.13~0.5
拉伸弹性模量/MPa	D638	5272.5~5624	5624~11951	7030~21090	21090~35150
压缩强度/MPa	D695	70.3~210.9	154.7~253.1	140.6~246.1	175.8~210.9
弯曲强度/MPa	D790	84.4~106.5	59.8~84.4	56.2~93.4	56.2~84.4
冲击强度 (缺口 Izod) / (J/m)	D256	0.1~0.2	0.13~0.3	0.14~1.85	0.16~0.3
硬度 (洛氏)	D785	M124~M128	M98~M120	M96~M115	M100~M110
热系数/ $\times 4.17$ [W/(m ² ·h·℃)]	C117	3~6	4~7	8~22	10~14
比热容/ $\times 4.18$ [kJ/(kg·℃)]	—	0.38~0.42	0.35~0.4	0.28~0.32	0.28~0.32
热膨胀系数/($\times 10^{-5}$ /℃)	D696	2.5~6.0	3.0~4.5	0.8~4	1.9~2.6
耐热度 (连续) /℃	—	121	177~182	177~260	121~149
热变形温度/℃	D648	116~127	127~171	149~204	149~177
玻璃纤维填充					良
					138~177
					14.1~28.1
					2~10
					0.001~0.004
					1.75~1.95
					572~513
					—
					35.2~84.3
					0.2
					23199
					119.5~281.2
					70.3~421.8
					0.16~2.65
					M95~M100
					9~11
					—
					0.8~1.6
					177~260
					149~316

续表

性 能	ASTM 试验法	酚 醛 树 脂			
		非填充	木粉和棉条填充	石棉填充	云母填充
电阻率 (50% R.H. 23℃) / $\Omega \cdot \text{cm}$	D257	$10^{11} \sim 10^{12}$	$10^9 \sim 10^{13}$	$10^{10} \sim 10^{13}$	$10^{12} \sim 10^{14}$
耐电压强度 (短时间 3.16mm 厚) / (kV/mm)	D149	9.8~13.8	3.9~14.7	5.9~11.8	9.8~15.3
击穿电压强度调电压 3.16mm 厚 / (kV/mm)	D149	11.8~15.7	7.9~15.7	1.9~13.8	13.8~15.7
相对介电常数					
60Hz	D150	5.0~5.5	5.0~13	7.5~50	4.7~6.0
10 ³ Hz	D150	4.5~6.0	4.4~9.0	6~30	4.4~5.5
10 ⁶ Hz	D150	4.5~5.0	4.0~6.0	5.0~10.0	4.2~5.2
介电损耗角正切					
60Hz	D150	0.06~0.0	0.05~0.3	0.1~0.3	0.03~0.05
10 ³ Hz	D150	0.03~0.08	0.04~0.2	0.1~0.4	0.03~0.04
10 ⁶ Hz	D150	0.015~0.03	0.03~0.07	0.4~0.8	0.005~0.01
耐电弧性/s	D495	痕迹	痕迹	120~200	痕迹
吸水率 (24h 3.18mm 厚) / %	D570	0.1~0.2	0.3~0.7	0.1~0.50	0.01~0.05
燃烧速度	D635	非常慢	非常慢	非常慢	非常慢
太阳光线影响	—	表面暗色化	表面暗色化	一般暗色化	一般暗色化
弱酸影响	D543	有一点变化	有一点变化	有一点变化	有一点变化
强酸影响	D543	有一点变化	对氧化性酸、分解还原性酸、有机酸有一点变化	对氧化性酸、分解还原性酸、有机酸有一点变化	对氧化性酸、分解还原性酸、有机酸有一点变化
弱碱影响	D543	有一点变化	根据碱浓度有一点变化	根据碱浓度有一点变化	根据碱浓度有一点变化
强碱影响	D543	分解	强碱侵蚀	强碱侵蚀	强碱侵蚀
有机溶剂影响	D543	没有	没有	没有	没有
机加工性能	—	可	良	良、不可	不可
透明度	—	透明、半透明	不透明	不透明	不透明
					玻璃纤维填充
					7×10^{12}
					4.7~10.6
					5.5~14.6
					7.1
					6.9
					4.6~6.6
					0.05
					0.02
					0.02
					4~190
					0.1~1.2
					非常慢
					一般暗色化
					有一点变化

表 1-1-4

不同基基层压板的用途

类 型	基 材	用 途	备 注
电器和机械用	纸、细纹布、尼龙布、涤纶布、玻璃布	电机、变压器、车辆低压电器制品、通讯机零件、配电盘	具有优越的电绝缘性能、力学强度
机械（冲击）零部件	细纹布、粗纹布、玻璃布	机械零部件、齿轮、轴承	优异的冲击性能和拉伸屈服强度
耐热用	玻璃布、石棉布	强电和家用电器制品中隔热、保温用	极佳的力学强度和耐热性能
冲切加工用	纸、细纹布、涤纶布、尼龙布	与通讯机相关的绝缘板、真空管座、家用电器零件	用冲切加工法直接成型制品（常温或加热）
印刷线路板用	纸、铜箔	收音机、电视机等印刷线路板配线用电路	具有优异的粘贴铜箔性能、绝缘性能、冲切加工性能
夹具用	纸	机械加工用	优越的机加工性能和力学强度
耐酸用	纸、细纹布	人造纺丝用筒、缠绕管	极佳的耐酸性能、力学强度

铸型制品主要有：低压成型、真空成型用的模型（塑料模型）、按钮、拉刀、烟嘴等制品。当用做塑料模型时，主要是应用在精度高的工装和简单的模型，其优点是：模型加工修理比较简单，不必进行模具表面的精加工，价格比钢材价廉。

由于酚醛树脂具有优越的耐酸性能，用于涂料方面的应用主要是：耐酸容器衬里涂层，化学装置的衬里、漆包线用的清漆、线圈等的涂层。

酚醛树脂应用于粘接剂方面主要是：砂轮、砂纸的粘接剂，翻砂用粘接剂。

利用酚醛树脂在甲阶的可溶性，最早被应用于胶合板的粘接剂，使用合成橡胶、聚乙烯醇缩甲醛、尼龙等树脂改性的酚醛树脂粘接剂，应用于轻金属的粘接剂。

1.1.1.2 脲醛树脂

由尿素和甲醛经缩聚得到的热固性树脂称做脲醛树脂，也称做尿素树脂。

a. 性能和特点

脲醛树脂与酚醛树脂相比是无色的，能够得到外观漂亮、颜色鲜艳的成型品。由于脲醛树脂具有优异的耐电弧性能，而被应用于耐电弧性能高的电器制品中。

脲醛树脂与酚醛树脂相比，不足之处在于：耐水性能差、耐老化性能差。但是，具有非常优越的耐溶剂性能、耐油性能，不会受到苯、乙醇等各种溶剂和各种油类的溶解。

脲醛树脂制作的粘接剂，具有优越的粘接力；制作的涂料涂膜光亮；还可制成无色透明和各种颜色的涂料，涂料干后无异味，耐水性能、耐热性能、耐溶剂性能优异，不会受到油类的溶解和污染。表 1-1-5 所示为脲醛树脂的一般性能。

b. 用途

使用脲醛树脂，能够得到外观颜色鲜艳、价格低廉的制品，而被广泛应用于消费品中，如各种容器、餐具、按钮、收音机外壳、配线用部件等制品。

脲醛树脂作为粘接剂使用，主要用做：缝纫机台面、家具、玩具、车辆、船舶等木质部分的粘接，竹木制品的粘接。为了提高石膏模型的强度，将脲醛树脂作为制作石膏模型

表 1-1-5

脲醛树脂和三聚氰胺树脂的性能

性能	ASTM 试验法	脲醛树脂		三 聚 氰 胺 树 脂						
		α -纤维素 填充	非填充	α -纤维素 填充	纤维素 填充	布 丝 填充	石 棉 填充	细纹布 填充	薄片状布填充 (改性酚醛)	
成型性	—	优	良	优	良	良	良	良	良	
压制成型温度/℃	—	135~177	149~148	138~188	143~182	135~166	138~171	135~166	149~177	
压制成型压力/MPa	—	14.1~56.2	14.1~35.1	10.5~56.2	10.5~42.2	28.1~56.2	7.9~49.2	28.1~26.5	28.1~56.2	
压缩比	—	2.2~3.0	2.0	2.1~3.1	2.2~2.5	4~7	2.1~2.5	5~10	5~10	
成型收缩率/%	—	0.006~0.014	0.011~0.012	0.005~0.015	0.006~0.008	0.006~0.007	0.005~0.007	0.003~0.004	0.003~0.006	
相对密度	D792	1.47~1.52	1.48	1.47~1.52	1.45~1.52	1.50~1.55	1.70~2.2	1.5	1.5	
比体积/(cm ³ /kg)	D792	681~658	667	661~658	691~658	667~646	588~500	667	667	
折射率	D542	1.54~1.56	—	—	—	—	—	—	—	
拉伸强度/MPa	D638 D651	42.2~91.4	—	49.2~91.4	35.2~63.3	49.2~63.3	38.7~49.2	56.2~73.8	42.2~73.8	
相对伸长率/%	0.5~1.0	—	0.6~0.9	0.6	—	—	0.3~0.45	0.6~0.8	0.6	
拉伸弹性模量/MPa	D638	7030~10545	—	8436~9842	7733	—	13650	9842~11248	11248	
压缩强度/MPa	D695	175.8~316.4	282.8~316.4	175.8~302.3	234.5	210.9~246.1	210.9	210.9~246.1	175.8~210.9	
弯曲强度/MPa	D790	70.3~112.5	77.3~98.4	70.3~112.5	63.3~80.9	91.4	63.3~77.3	84.4~105.5	98.4~119.5	
冲击强度(缺口 Izod)/(J/m)	D256	0.13~0.2	—	0.127~0.13	0.14~0.19	0.2~0.23	0.148~0.2	0.08~0.53	0.58~0.74	
硬度 (洛氏)	D785	M110~M120	—	M110~M126	M115~M125	—	M110	M120	M115	
传热系数/ $\times 4.17$ [W/(m ² ·h·℃)]	C117	7~10	—	7~10	6.5~8.5	—	13~17	10.6	10.1	
比热容/ $\times 4.18$ [kJ/(kg·℃)]	—	0.4	—	0.4	—	—	—	—	—	
热膨胀系数/($\times 10^{-5}$ /℃)	D696	2.2~3.6	—	4.0	4.5	—	2.0~4.5	2.5~2.8	1.8~2.8	
耐热度(连续)/℃	—	77	99	99	121	121	121~204	121	121	
热变形温度/℃	D648	127~148	148	210	130	—	129	154	191	

电阻率 (50% R. H 23°C) / $\Omega \cdot \text{cm}$	D257	$10^{12} \sim 10^{13}$	—	$10^{12} \sim 10^{14}$	—	—	1.22×10^{12}	$10^9 \sim 10^{10}$	—
耐电压强度 (短时间 3.16mm 厚) / (kV/mm)	D149	11.8~15.7	—	11.8~15.7	13.8~15.7	11.8~13.0	16.1~16.9	9.8~13.8	5.1~14.6
击穿电压强度 (调电压 3.16mm 厚) / (kV/mm)	D149	8.7~11.8	—	9.8~11.8	9.2~13.8	—	11.0~12.6	7.9~11.8	—
相对介电常数									
60Hz	D150	7.0~9.5	—	7.9~9.5	6.2~7.6	—	6.4~10.2	7.6~12.6	10.5~15.5
10 ³ Hz	D150	7.0~7.5	—	7.8~9.2	6.0~7.5	—	9.0	7.1~7.8	7.9~9.7
10 ⁶ Hz	D150	6~8	—	7.2~8.4	4.7~7.0	—	6.1~6.7	6.5~6.9	6.1~6.7
介电损耗角正切									
60Hz	D150	0.035~0.043	—	0.030~0.083	0.019~0.033	—	0.07~0.17	0.07~0.34	0.10~0.16
10 ³ Hz	D150	0.025~0.035	—	0.015~0.036	0.013~0.034	—	0.07	0.03~0.05	0.01~0.16
10 ⁶ Hz	D150	0.25~0.35	—	0.027~0.045	0.032~0.060	—	0.041~0.050	0.036~0.041	0.050~0.065
耐电弧性/s	D495	80~150	100~145	110~180	95~135	110~150	120~180	115~125	100~200
吸水率 (24h 3.18mm 厚) / %	D570	0.4~0.8	0.3~0.5	0.1~0.6	0.34~0.80	0.16~0.3	0.08~0.14	0.3~0.6	0.2~1.3
燃烧速度	D635	自熄	自熄	自熄	自熄	不燃	自熄	自熄	非常慢
光老化	—	有一点	褪色	稍有变色	稍有变色	稍有变色	稍有变色	稍有变色	变暗色
弱酸影响	D543	分解、 表面侵蚀	无	无	有一点	有一点	有一点	无	无
强酸影响	D543	明显有一点 分解	—	无	分解	分解	分解	分解	分解
弱碱影响	D543	有一点	无	无	无	无	有一点	无	无
强碱影响	D543	有一点	—	侵蚀	分解	分解	侵蚀	侵蚀	侵蚀
有机溶剂影响	D543	可	无	无	无	—	无	—	—
机械加工性	—	透明、不透明	乳光	半透明	良	良	可	良	良
透明性	—	透明、不透明	乳光	半透明	不透明	不透明	不透明	不透明	不透明