

電子音響工程

DIAN ZI YIN XIANG GONG CHENG

塑料制品机械连接技术特辑



1

1992

中國電子音響工業協會

《电子音响工程》
编辑委员会

顾立人 邵渭斌 史自新 冯国栋
单锦星 何明炜 黄锦章 张飞碧
张关康 曲 明
责任编辑 邵渭斌
顾 问 俞锡良 陈琦良 杨 朝

电子音响工程

1992年第1期 总第52期

编辑出版 中国电子音响工业协会
科技情报中心
地 址 上海桂林路三九八号
邮政编码 200233
出版日期 一九九二年三月

塑料制品机械连接技术

马宁伟 编 著

常州华生塑料模具厂

常州华生塑料模具厂是制造塑料模具和注塑塑料制品的专业厂家。厂址位于常州火车站西3公里处，地理位置优越，交通方便。

该厂技术、经济实力雄厚，拥有20余名模具设计、制造和注塑工艺专业人员，拥有先进的全套开模设备和2000克~60克的十余台注塑机。该厂具有多年的大型塑料模具设计、制造，注塑的经验。曾成功地为名牌产品熊猫收录机和组合音响开制多付前、后壳模具并提供高品质的注塑成品。同时近几年也为常州、镇江、西安、南京等地多家国营大厂和中外合资企业提供了各种塑料制品，受到了这些用户的一致好评，为该厂赢得了一定的声誉。

目前该厂正处于开拓发展阶段，“经营灵活、服务优良、追求效率”是该厂的特点，真诚欢迎各地客户前来洽谈业务。

厂长：仲建中

厂址：常州市芦墅桥北首

电话：(0519) 602430

邮编：213002

内 容 提 要

本特辑对塑料制品机械连接的方法搜集了大量资料，並作了分析对比，其中对塑料制品中较新的连接技术作了重点介绍。这相当于一本工具书，可供结构设计、和工艺人员特别是初从事这方面工作的技术人员作参考。

前 言

本特辑主要介绍了塑料制品的机械连接技术。全特辑共分五章，第一章介绍了塑料制品机械连接的基本知识，以便于后面章节的叙述和讨论。第二至第五章介绍了塑料制品的各种机械连接方法，内容包括自攻螺钉连接、金属嵌件连接、塑料螺纹连接、片状螺母连接、螺栓连接、铆钉连接、卡入连接等。其中自攻螺钉连接、卡入连接是塑料制品中较新的连接技术，也是本特辑重点介绍的内容。

塑料应用日新月异，也带来了一系列应用课题，其机械连接技术就是其中之一，就目前来说，在国内这方面的资料仅散见于一些专业期刊，且没有完整、系统的论述。本特辑在查阅了近几年京、沪、宁、沈等地图书馆藏的有关外文原版书刊，资料及国内有关书刊的基础上，结合工作实践，较详细地论述了塑料制品机械连接技术的各个方面。本特辑的编写得到了龚维蒸老师的指导，并在百忙中审核了本稿。此外，丁石滕、赵凤英、张蔚、秦必俭等同志也为本特辑的编写提供了帮助。文中全部插图由常小梅、罗广文、阚梅、胡文惠描制。对上述同志，在此一并表示衷心的感谢。

塑料制品已广泛地应用于仪器、仪表、电视机、录像机、收录机等电子产品和其它各行各业，因此本书可供从事电子工业的结构设计、工艺人员参考，同时也可供机械、化工、轻工、玩具行业及广大乡镇企业中从事塑料制品研究、设计、制造的技术人员参考。

限于水平，特辑中难免有不妥或错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 塑料制品机械连接基础

1.1 塑料的组成	(1)
1.2 塑料的分类	(2)
1.2.1 按塑料的用途分类	(2)
1.2.2 按塑料的受热、冷却后的特性分类	(2)
1.3 塑料的成型方法	(3)
1.3.1 注射成型	(3)
1.3.2 模压成型	(3)
1.3.3 其它成型方法	(3)
1.4 塑料物理机械性能	(3)
1.4.1 塑料性能术语定义	(3)
1.4.2 常用塑料特性	(4)
1.4.3 塑料的连接性能	(4)

第二章 自攻螺钉连接

2.1 概述	(9)
2.1.1 自攻螺钉的特点	(9)
2.1.2 自攻螺钉连接的组成和适用范围	(9)
2.1.3 自攻螺钉连接与其它连接的比较	(9)
2.1.4 采用自攻螺钉连接需考虑的问题	(10)
2.2 自攻螺钉种类	(10)
2.2.1 普通自攻螺钉	(11)
2.2.2 新型自攻螺钉	(14)
2.2.3 自攻螺钉头部形状	(16)
2.3 自攻螺钉螺纹标准	(18)
2.3.1 米制螺纹规格系列	(18)
2.3.2 吋制螺纹规格系列	(18)
2.3.3 自攻锁紧螺钉螺纹标准概况	(21)

2.4 自攻螺钉机械性能	(21)
2.4.1 材料	(21)
2.4.2 硬度	(21)
2.4.3 拧入性能	(21)
2.4.4 螺钉最小破坏力矩	(21)
2.4.5 头部坚固性	(22)
2.4.6 表面要求	(23)
2.5 塑料的紧固特性	(23)
2.5.1 塑料的紧固特性	(23)
2.5.2 按塑料的紧固特性选择自攻螺钉	(24)
2.6 自攻螺钉连接设计	(25)
2.6.1 自攻螺钉直径的选择	(25)
2.6.2 螺纹底孔的选择	(25)
2.6.3 旋合长度的确定	(27)
2.6.4 支柱外径的确定	(28)
2.6.5 支柱结构设计	(29)
2.6.6 连接组的设计	(30)
2.7 自攻螺钉连接强度	(30)
2.7.1 几个术语及其对连接强度的影响	(30)
2.7.2 自攻螺钉连接强度试验	(31)
2.7.3 常用自攻螺钉的连接强度	(35)
2.8 自攻螺钉连接装配	(36)
2.8.1 装配工具	(36)
2.8.2 装配基本要求和注意事项	(39)
2.9 自攻螺钉连接故障处理	(40)
2.9.1 装配过程中的滑牙	(40)
2.9.2 塑料支柱的开裂	(40)
2.9.3 连接松动	(41)
2.9.4 螺钉扭断	(41)

第三章 金属螺纹嵌件连接

3.1 概述	(43)
3.2 模塑时嵌入的嵌件种类	(43)
3.2.1 标准圆螺母嵌件	(43)
3.2.2 非标准嵌件	(44)

3.3 模塑时嵌入的嵌件及其塑件的设计	(45)
3.3.1 嵌件的材料选择.....	(45)
3.3.2 嵌件的结构及工艺性.....	(45)
3.3.3 嵌件周围塑料最小壁厚.....	(46)
3.3.4 带嵌件的塑料零件结构设计.....	(46)
3.4 模塑时嵌入的嵌件的优缺点	(46)
3.5 模塑后嵌入的嵌件	(50)
3.5.1 超声嵌入嵌件.....	(5)
3.5.2 扩张型嵌件.....	(51)
3.5.3 自攻旋入嵌件.....	(53)
3.5.4 线圈螺纹嵌件.....	(53)
3.5.5 压入型嵌件.....	(54)
3.5.6 粘接型嵌件.....	(54)

第四章 其它紧固件连接

4.1 概述	(55)
4.2 塑料螺纹连接	(55)
4.2.1 模塑螺纹.....	(55)
4.2.2 切削螺纹.....	(55)
4.3 片状螺母连接	(53)
4.4 螺栓连接	(61)
4.5 铆钉连接	(61)

第五章 卡入连接

5.1 概述	(62)
5.2 卡入连接分类	(62)
5.2.1 臂悬卡入连接.....	(62)
5.2.2 环状卡入连接.....	(63)
5.2.3 扭转卡入连接.....	(64)
5.2.4 组合卡入连接.....	(64)
5.3 卡入连接的计算	(65)
5.3.1 悬臂卡入连接计算.....	(67)
5.3.2 环状卡入连接计算.....	(70)
5.3.3 扭转卡入连接计算.....	(72)
5.3.4 配对的两零件均为弹性零件时的计算.....	(73)
5.4 卡入连接结构设计	(74)
5.5 卡入连接的有限元分析设计简介	(77)

第一章 塑料制品机械连接基础

1.1 塑料的组成

塑料包括天然塑料和合成塑料两大类。天然塑料是指植物树脂如虫胶、松香等。由于天然塑料的产量和性能远不能满足生产的需要，因此发展了合成塑料。现在广泛应用的塑料均是指合成塑料。它是一种能流动、成型及固化的人造材料，是从石油、煤、空气、水和农付产品等物质中提炼出的化合物。

塑料的基本成份是人工合成的高分子有机化合物，称为树脂，另外为了改善其性能和降低成本，再加入一些添加剂，制成实用的塑料，一般根据不同的要求，在塑料中加入下列添加剂。

1、增强剂

为了提高塑料制品的强度和刚性，可加入各种纤维材料，如玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维、石墨纤维和硼纤维等。

2、填料

填料的主要功能是降低成本和收缩率。主要的填料有：木粉、石粉、陶土、石棉等。填料也有改善某些塑料物理性能的作用，填料过多，会严重影响塑料的性能。

3、增塑剂

为了使塑料制品增加柔软性，提高成型加工时的流动性能，降低玻璃化温度和成型温度所加入的物质叫增塑剂。常用的增塑剂有邻苯二甲酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。

4、稳定剂

稳定剂也称为防老化剂。为了防止树脂在加工和使用过程中由于受光和热的作用使性能变坏，需加入的物质。稳定剂为的抗氧化剂、热稳定剂、紫外线吸收剂、变价金属离子抑制剂、光屏蔽剂等。

5、阻燃剂

减缓塑料燃烧性能的助剂称为阻燃剂。阻燃剂有氢氧化铝、三氧化二硼、磷酸三甲苯酯等。

6、发泡剂

发泡剂是受热时会分解出气体的有机化合物。这些气体留在塑料制品中使塑料成为有许多细微泡沫结构的塑料制品。这些制品根据发泡程度的不同可作为结构件和泡沫塑料等。常用的发泡剂是偶氮二甲酰胺。

7、着色剂

着色剂赋予塑料制品各种色泽，分为颜料和染料。染料大多能溶于水和一些化学溶剂，以达到染色的目的，它不仅使塑料表面着色而且还能渗入内部，因此适用于透明制品。颜料不溶于水，一般只能使塑料表面着色，制品着色后不透明。塑料的着色工艺一般有两种，一种是造粒着色，一种是色母着色。后者因减少了一次塑料的热加工，避免了性能下降，有利于制品质量的提高。

8、润滑剂

塑料制品在成型时有时需加润滑剂，以便于脱模。润滑剂可加入塑料中再成型，也可在制品成型时喷入模腔。常用的润滑剂有硬脂酸锌、液体石蜡和硅油。

9、其它配合剂

有时根据需要还可在树脂中加入其它各种添加成份，如为了使塑料导电加入银、铜等。为了使塑件表面不易吸附灰尘加入抗静电剂(有机氮化物)。

1.2 塑料的分类

常用的塑料分类方法有二种，一类是根据塑料的用途分类，一类是按受热、冷却后的特性分类。在塑料的连接技术中，其连接性能与塑料的弯曲弹性模量密切相关，本特辑的第二章还将塑料按其弯曲弹性模量的大小进行了分类(详见第二章)，这里只介绍通常的塑料分类。

1.2.1 按塑料的用途分类

这种分类方法只是一种大致的分类方法。

通用塑料

一般指产量大、用途广和价格低的塑料。其中主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS塑料、酚醛塑料、氨基塑料。

工程塑料

工程塑料是指机械强度好，能做工程材料和代替金属制成各种机械设备或零件的塑料。这类塑料主要有聚碳酸酯、聚酰胺(尼龙)、聚甲醛、聚苯醚、聚砒等。

特殊塑料

特殊塑料是指具有导电、导磁和感光等特殊功能的塑料。它们是在塑料中加入特殊需要的物质而获得的。

1.2.2 按塑料的受热冷却后的特性分类

这种分类方法将塑料分为热塑性塑料和热固性塑料两类。

热塑性塑料

热塑性塑料在成型过程中一般只起物理变化，即加热时变软，冷却后变硬，这个过程可重复进行。其废旧料可回收利用(但其机械性能随回收次数增加而降低)。常见的热塑性塑料有聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、ABS塑料、有机玻璃、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰胺、聚砒等。

热固性塑料

热固性塑料在成型过程中起化学变化，受热时可软化并具一定的可塑性，达一定的温度即硬化定型。冷却后再加热也不会变软或改变成其它形状。废旧物品不能再回收复制，仅能粉碎后用于填料。常见的热固性塑料有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂、有机硅树脂等。

除了上述两大类分法，对每一种塑料根据各种工艺和机械性能还有具体的划分如对ABS塑料分为注塑级、挤出级、吹塑级、电镀级、中冲击级、高冲击级等。

1.3 塑料的成型方法

塑料的成型加工就是将颗粒状的塑料原料用各种方法将其加工成定形的制品。

1.3.1 注射成型

注射成型是塑料成型加工中最普遍采用的方法，它主要适用于热塑性塑料的成型，由于新技术的应用，这种方法现在也能适用于一些热固性塑料。

注射成型是用注塑机将塑化的塑料溶融体射入闭合的模具内，经冷却、固化、定型后开模所得制品的方法。

1.3.2 模压成型

模压成型主要用于热固性塑料。这种方法将塑料原料填放于模具内，合模后经加热、加压然后冷却即可得成型制品。这种方法的缺点是不能成型形状较复杂的制品，制件尺寸精度不高。

1.3.3 其它成型方法

以上两种塑料成型方法是成型塑料结构件的主要方法。塑料制品的成型方法还有许多，如用来加工型材的挤出成型方法，用于成型大片板材、薄膜的压延成型方法，用于制成层压板的层压成型加工方法，用于成型中空制品的吹塑成型加工方法，用于成型大型容器的滚塑成型加工方法，以及传递成型、浇铸成型、真空成型、滚延成型、搪塑成型、缠绕成型等方法

1.4 塑料物理机械性能

塑料性能包括物理性能、机械性能、热性能、耐化学性能、电性能、抗辐射性能及成型加工性能。这里主要介绍与塑料制品连接技术中有关的一些塑料物理、机械性能。

1.4.1 塑料性能术语定义

拉伸强度

在拉伸试验中，试样直至断裂为止所受的最大拉伸应力。

压缩强度

在压缩试验中，试样直至破裂(脆性材料)或产生屈服(非脆性材料)时所受的最大压缩应力。

弯曲强度

材料在弯曲负荷作用下破裂或达到规定挠度时能承受的最大应力。

弯曲弹性模量

在比例极限内弯曲应力与应变之比值。表示该塑料是否容易弯曲变形的物理量。在塑料制品的连接中弯曲弹性模量是一个重要参数。

剪切强度

材料在剪切应力作用下断裂时的最大应力。

冲击强度

材料承受冲击负荷的最大能力。常用的冲击强度试验方法为悬臂梁冲击试验方法。

蠕变

在恒定的温度、湿度、外力条件下，塑件的变形随加载时间延长而增加，其强度也会随之降低，当外力去除后，经一定时间变形仅部分恢复的现象称为塑料的蠕变。由于塑料是粘弹性物质，因此其蠕变远较金属严重。

应力松弛

应力松弛是在应变固定的条件下，应力随时间的延长而下降的现象。产生这种现象的主要原因是塑料的蠕变。应力松弛通常是对一个紧固了的连接而言。

摩擦系数

摩擦系数是摩擦力与正压力之比值。在物体上施加一正压力，测定使物体刚要运动的瞬间的摩擦力和匀速滑动时的摩擦力即可计算出两物体间的静和动摩擦系数，因为此时的外力和摩擦力相等。

线胀系数

线胀系数是指温度升高1°C时，每1厘米的塑料伸长的厘米数。表示塑料在某一温度区间的线胀系数就称为平均线胀系数。

收缩率

塑料制品在成型脱模后，会有收缩，其制品尺寸小于模腔的尺寸。收缩率可用下式计算

$$\frac{A-B}{B} \times 100\%$$

式中：

A—模腔尺寸 B—制品尺寸

玻璃化温度

当高聚物的温度降至玻璃化温度T_g时，成为玻璃态固体。在T_g的前后高聚物的许多性能如密度、形变、比热、硬度等均有突然的变化。当作出这些依温度而变化的物理量的曲线，其突变点即为T_g。

1.4.2 常用塑料特性

塑料的机械性能对不同的塑料差异极大。对同一种塑料由于生产厂家、牌号等的不同其差异也是很大的。在塑料成型时由于模具、成型工艺的不同对塑料制品的性能也有较大的影响。表1—1列出了常用塑料的机械性能。

塑料的性能差别很大，所以不同的塑料适用范围也是不一样的，表1—2列出了常用塑料的主要特性。

1.4.3 塑料的连接性能

塑料的机械连接方法有多种，这将在下面的各章中逐一介绍。塑料的连接性能除了与采用连接的方法有关外，与塑料本身的连接性能即塑料对连接方法的适应性有关。表1—3列出了常用塑料的机械连接性能。

表1—1常用塑料机械性能

材 料	名 称	缩写代号	密 度 g/cm ³	收 缩 率 %	拉 伸 强 度 MPa	弯 曲 强 度 MPa	悬梁缺口抗冲强度	
							kJ/m ²	MPa
聚乙 烯		PE	0.91~0.96	1.5~5	4~38	33~48	2.1~4.2	483~2413
聚丙 烯		PP	0.89~0.91	1~2.5	30~38	34~55	1.1~4.6	1172~1724
聚苯乙 烯		PS	1.04~1.10	0.4~0.8	35~83	69~117	0.5~2.5	—
高抗冲 聚苯乙 烯		HIPS	1.04~1.10	0.4~0.8	34	40~70	5.5~11.0	—
丙烯晴—丁二 烯—苯乙 烯共聚		ABS	1.01~1.08	0.4~0.8	28~55	41~100	3.4~25.2	1379~2689
聚氯乙 烯		PVC	1.16~1.58	0.1~5	7~52	69~110	0.8~42.0	2069~3448
聚酰胺		PA	1.04~1.15	0.8~1.5	70~100	42~117	2.1~6.3	1275~2896
聚碳酸酯		PC	1.18~1.20	0.5~0.7	55~66	93	25.2~37.8	2206~2413
聚甲醛		POM	1.41~1.42	2~2.5	56~69	90~97	2.1~3.2	2585~2827
聚苯醚		PPO	1.06~1.10	0.6	54~66	88~93	10.5	2482~2758
酚醛塑料		—	1.25~1.30	1~1.2	42~55	83~103	0.4~0.8	6895~8274
有机硅塑料			0.99~1.50	0~0.6	2~7	—	—	—

注：(1) 表中数据均为用ASTM标准测试所得。(2) 材料均不加玻纤、填料。模塑级。

1—2 常用塑料主要特性

材 料	缩写代号	主 要 特 性
聚乙烯	PE	加工性能优良、耐腐蚀、高频电性能好，机械性能较低，热变形温度较低。
聚丙烯	PP	耐腐蚀性及电性能优良、挠曲性能好，低温性脆、易老化，可镀层。
聚苯乙烯	PS	价廉，易加工，但成型工艺性比ABS差，透明、性脆、高频性能优异。
高抗冲聚苯乙烯	HIPS	价廉，可取代ABS用于一些结构件，但韧性、成型工艺性较ABS差。
丙烯晴—丁二烯—苯乙烯共聚物	ABS	刚韧，耐腐蚀性良好，易镀层，适用性广，加工性能好。
聚氯乙烯	PVC	价廉，硬质、软质可通过配方调节，耐腐蚀好，强度较好，耐热性较差。
聚酰胺	PA	刚韧，耐磨性好，耐油，吸水性强。
聚碳酸酯	PC	刚韧，尺寸稳定性好，透明，易应力集中，耐磨性差。
聚甲醛	POM	机械性能好，有“塑料王”之称，耐磨，耐水性好，耐热性较差。
聚苯醚	PPO	机械性能好，尺寸稳定，电性能优异，加工工艺性较差，易应力集中。
酚醛塑料		价廉，工艺性好，有较好的耐热性，性脆，电绝缘性能较好。
有机硅塑料		使用温度可达200°C~250°C，电绝缘性能好，耐电弧，成型工艺性差。

1-2 塑料对机械连接的适应性

材 料	料	连 接 方 法											
		自攻螺钉连接				金属螺纹嵌件		塑料螺纹嵌件		片状螺母连接	铆钉连接		卡入连接
		有刃螺钉	无刃螺钉	新型螺钉	模塑嵌入	超声嵌入	模塑	车制	塑料		金属		
聚乙 烯	PE	#	○	◎	○	◎	○	○	◎	△	△	◎	
聚丙 烯	PP	#	○	◎	○	◎	○	○	◎	△	△	◎	
聚苯乙 烯	PS	○	○	◎	○	◎	△	○	○	△	△	△	
高抗冲聚苯乙 烯	HIPS	○	○	◎	○	◎	△	○	○	△	△	△	
丙烯晴—丁二烯—苯乙 烯共聚	ABS	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	△	◎	
聚氯乙烯	PVC	○	○	◎	○	◎	○	○	◎	△	△	◎	
聚酰胺	PA	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	
聚碳酸酯	PC	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	
聚甲醛	POM	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	
聚苯醚	PPO	◎	○	◎	◎	◎	○	○	○	△	○	◎	
酚醛塑料		△	#	△	○	×	#	#	×	△	○	#	
有机硅塑料		△	#	△	○	×	#	#	×	△	○	#	

注：表中适应性没有考虑其经济性。其中：◎——好○——较好△——一般#——差×——不能应用。

第一章 参考文献

- [1] 《塑料材料手册》罗河胜编 广东科技出版社 1988.3
- [2] 《塑料性能应用手册》钱知勉编 上海科学技术文献出版社 1987.3
- [3] 《工程材料实用手册》该书编委会编 中国标准出版社 1989.1
- [4] 《塑料成型工艺学》成都科技大学主编 轻工业出版社 1987.6
- [5] 《塑料试验方法手册》沈曼英等译 中国标准出版社 1987.9
- [6] Mechanical Fastening of Plastics [美] Brayton Lincoln等著 Marcel Dekker INC. New York 1984
- [7] Joining Plastics Allen Klein sep. /oct. 1988 Plastics design forum