

内 容 简 介

本书介绍塑料在电子工业中的应用。着重介绍聚丙烯、聚碳酸酯、聚砒、聚苯硫醚、氟塑料、注射胶木粉及其增强塑料等新型塑料，在变压器、线圈、继电器、接插件、电容器、电线电缆、微波元件、天线和结构件等方面的应用。还介绍塑料件结构特点和材料选择。也简单介绍常用塑料的性能和成型工艺的方法及其特点。另外，附有电子设备频率划分和常用塑料综合性能表。

本书是一本通俗读物。可供电子工业工厂的塑料工人及从事设计、工艺的技术人员参考。

塑料在电子工业中的应用

国营长岭机器厂 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

太原印刷厂 印装

*

850×1168¹/₃₂ 印张 5¹/₂ 138千字

1979年2月第一版 1979年2月第一次印刷 印张：1--22,550册

统一书号：15034·1765 定价：0.56元

目 录

第一章 概论	1
第二章 塑料在电子工业中的应用	8
第一节 在变压器和低频阻流圈中的应用	8
第二节 在线圈中的应用	14
第三节 在继电器中的应用	20
第四节 在接插件和开关中的应用	23
第五节 在电阻器和电容器中的应用	28
第六节 在电线电缆中的应用	32
第七节 在微波元件中的应用	38
第八节 在天线中的应用	52
第九节 在耐磨和润滑零件中的应用	66
第十节 在一般结构零件中的应用	73
第十一节 在外观零件中的应用	83
第十二节 在封装中的应用	90
第十三节 在包装中的应用	97
第十四节 在其他方面的应用	101
第三章 塑料及其成型加工	109
第一节 塑料	109
第二节 成型加工	133
第三节 塑料件装配中的锡焊	155
附录	160
附录一 电子设备频率划分	160
附录二 常用塑料综合性能表	161
参考资料	170

第一章 概 论

塑料能在国民经济各部门获得广泛地应用，这不仅因为塑料是解决某些技术关键不可缺少的材料，而且是金属和其他材料的重要代用品。它的加工是属于少切削和无切削加工，原材料来源丰富、生产效率高。所以大力推广塑料应用是高速度发展国民经济的有力措施。

塑料在电子工业中早有应用，但因为品种较少、性能不高，一直局限在一个比较小的范围内。随着大量新型塑料的出现，给塑料在电子工业中的应用开辟了广阔的前景。遵照伟大领袖毛主席关于“要认真总结经验”的教导，我们找出其中规律性，以便不断地扩大塑料在电子工业中的应用。

一、塑料及其分类

塑料是以合成树脂为基础，在一定条件下可以塑制的高分子材料。这种材料的主要原料为石油、天然气、煤、电石和农副产品，通过一系列化学、物理过程合成的高分子材料。

目前，塑料品种很多，其分类方法多种多样，基本的分类方法仍然依据受热后变化的状态分为热固性和热塑性两大类。

热固性塑料是在一定的温度和压力作用下，保持一定的时间而固化，固化后的塑料为不溶化、不熔融的物质。这类塑料常用的有酚醛、环氧、聚酯、氨基、有机硅塑料等。

这类塑料的优点是：耐热性高、不易变形、价廉。但生产效率低、机械和介电性能不够高，废料不能回收使用。然而用玻璃纤维增强的塑料，它的比强度很高，可与钢材相比。新发展起来的注射胶木粉，生产效率已达到热塑性塑料注射成型的水平。

热塑性塑料在遇热后会软化或熔化，冷却后结硬，再次遇热仍可软化或熔化。属于这类的塑料，如聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯和聚丙烯等。其生产效率高，机械、介电性能好。但耐热性较低，刚性较差。近年来，新型热塑性塑料发展迅速，新品种不断出现，有的已经达到热固性塑料的耐热性。其他性能也有明显的提高。

塑料制品的分类方法是：把一般粉状酚醛树脂为基础的热固性塑料称为胶木粉；成型后的制品称为胶木件。把薄板状或层状的塑料制品称为层压塑料，如纸胶板、布胶板等。把玻璃纤维增强塑料制品称为玻璃钢（大多数指热固性塑料）。加入发泡剂的塑料制品称为泡沫塑料。薄膜状热塑性塑料制品称为塑料薄膜。浇铸法成型的塑料（或树脂）称为浇铸塑料（或树脂混合物）。以机械结构为主要用途的塑料称为工程塑料。

二、塑料特性

塑料品种多样，特点各不相同。只要合理应用，有的性能可达到或接近于金属和其他材料，有的可以大大地超过上述这些材料。

1. 重量轻 一般塑料比重在 0.83~2.2 之间。只有钢铁的 $1/8 \sim 1/4$ ，铝的 $1/2$ 左右；还有与木材比重相当的低发泡泡沫塑料（比重约 0.6）；也有像棉花那样轻盈的泡沫塑料（比重约 0.02）。

利用塑料这一特性，可以大大地减轻电子设备的重量。

2. 比强度高 以单位重量来计算材料的强度称为比强度。许多塑料的比强度相当高。其中玻璃纤维增强的塑料达到甚至超过钢材的水平。这对于在飞机、船舶、汽车上使用的电子设备有重要的意义。

3. 介电性能优越 某些塑料无论在高频，还是低频，高压还是低压情况下，介电性能都是十分优越的。尤其在高频、超高频条件下，是陶瓷、云母等其他绝缘材料所不能比拟的。

4. 减震、耐磨以及隔音性能优良 有不少塑料摩擦系数很小，耐磨性很高。它可以在有润滑剂或无润滑剂以及其他恶劣条件下工作。可以代替一些青铜、钢材等金属材料，用以制作轴承、凸轮和齿轮等。并可减少噪音。

5. 化学稳定性高 一般塑料对酸、碱、盐和有机溶剂等化学物质有一定的抵抗力。其中有一些塑料耐腐蚀性特别突出。例如，聚四氟乙烯塑料在沸腾的王水中也不变化，耐腐蚀性超过黄金。

6. 生产效率高，成本低 塑料制品可以一次成型，生产周期仅数十秒或十几分钟。较易于实现自动化或半自动化生产。而金属制品的加工通常需要经过几道、十几道工序才能完成，生产周期较长。

塑料原材料主要来自石油及其副产物。材料来源丰富，生产效率高，故价格低廉。

此外，塑料还有一些特性：如透光性、绝热性等都是一般金属或其它材料所不能比拟的。

三、电子设备使用环境

要了解塑料在电子工业中的应用，必须首先了解电子设备的使用环境。我们知道，常用的电子设备不可能都像家用收音机、电视机那样，往往处在极为复杂的恶劣条件下使用。例如，有的在冰天雪地，炎热的亚热带、热带以及沙漠地区工作；有的在海洋、水底以及高空中工作；有的在汽车、船舶以及飞机等处工作。经受这样复杂的环境和条件的影响，很可能引起零件、电子元件以至整个设备性能变坏，甚至无法使用。所以，必须重视使用环境和条件对电子设备中塑料件的影响。这种影响包括两个方面因素：气候因素和机械因素。

1. 气候因素 气候因素包括：温度、湿度、气压、空气中化学成份、灰尘、霉菌和昆虫等。

(1) 温度 地球上不同地区的温度是不同的。最低温度可达

-70℃左右，最高温度可达+60℃。在我国地面领域内温度变化大约在-45~+45℃。同一地点昼夜气温最大相差40℃(沙漠地区)。

大气中的温度随海拔高度而变化。高空同温层处的温度接近-60℃；海拔高度50~60公里处最高温度可达+70℃。在日光长时间照射的情况下，设备上温度可比周围气温高20~30℃。

处在高速运动中的物体，与空气摩擦生热也十分显著。

以上是环境温度的概况。同时，电子设备内部的发热元件，如电子管、晶体管、电阻器、变压器等，也会产生可观的热量。

不利的温度因素，不但引起塑料件热胀冷缩尺寸的变化，而且引起物理、机械和介电性能变坏，老化加剧。

(2) 湿度 空气中均含有一定的水份。例如，温带地区相对湿度平均在65~75%；沙漠地区平均不高于5%；靠近海洋、湖泊和河流地区经常达到饱和状态。处在这种条件下物体都有一层水膜。经过测量发现，相对湿度为65~80%的空气中，物体上水膜厚0.001~0.01微米。饱和湿度的大气中，水膜厚度可达几十微米。多孔性或吸潮性材料，水份将不断地深入其内部。

在雨、雪以及水中工作或高温高湿中工作的电子设备，水份对它的影响就更大了。

水份将使某些塑料件尺寸改变，介电性能显著下降，甚至会被击穿和导电。

(3) 压力 大气压力随海拔高度的增高而降低。例如，海平面的大气压力为760毫米水银柱；海拔10公里时，气压为195毫米水银柱；海拔50公里时，气压仅为0.975毫米水银柱。相反地，在水中工作的物体，压力就增加。水深度每增加10米，则增加一个大气压力。

压力对设备也有一定程度的影响。例如，可以使空气击穿电压下降，密封机壳变形；依靠对流的散热性能下降等。

(4) 空气中化学成份和灰尘 在工业区的空气中，含有较多

成份的盐、酸和碱等气体。当设备表面凝聚有潮气时，这些气体溶于水中，加速对设备的腐蚀，降低绝缘件的介电性能。

海面上和沿海地区空气中，盐雾影响十分严重。在海边的空气中，盐雾含量为 $2\sim 5$ 毫克/米³。盐雾使塑料表面覆盖一层导电层，增加塑料表面的泄漏电流。盐雾也会扩散到塑料件内部，从而加速塑料老化。

空气中的灰尘含量可达 $20\sim 60$ 毫克/米³。灰尘沉积于可动机构中，增加其磨损。沉积于制品表面，可使潮气凝结，因而降低介电性能。

(5) 霉菌和昆虫 热带或亚热带的湿热条件，促使霉菌和昆虫（如白蚁等）繁殖。最适宜霉菌生长的条件是：空气温度 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 70% 以上、无日光照射的阴暗潮湿地方。

霉菌和昆虫致使某些塑料件表面介电性能下降，甚至破坏有机材料。

(6) 辐射 日光中的紫外线、潮湿条件下日光照射的氧化作用以及经紫外线照射和雷雨时产生的臭氧，都能促使塑料件老化。放射线的辐射，也能促使塑料变坏。

2. 机械因素 电子设备在使用、运输和储存过程中，受到各种机械力的影响。除了一般工作中摩擦、振动和冲击外，还必须考虑在汽车、船舶和飞机等处使用时，所要经受的强大振动和冲击^①。例如，汽车一般经受频率为 $200\sim 300$ 赫芝的振动，动态过负荷可达几十个 g 。一般船只振动频率为几赫芝到几十赫芝，快速舰艇为 $100\sim 500$ 赫芝。飞机振动频率约为 500 赫芝、振幅达 1 毫米，喷气式飞机可达 1000 赫芝。当零件、元件或设备的机械振动频率，与汽车、飞机等振动频率相符时，将产生谐振现象，其振幅可以增大 $10\sim 15$ 倍之多。

① 表示振动冲击的主要指标是振动频率和加速度。振动频率表示每秒钟振动的次数，单位为赫芝。加速度表示振动冲击的强度。例如，加速度为 $10g$ ，表示物体在振动冲击中受到的力为其重量的 10 倍（ g 为重力加速度）。

电子设备在运输使用过程中,还要考虑偶然性碰撞和跌落。例如,将75公斤的物体,由60厘米的高度跌落,可产生160g的加速度。

振动和冲击将使设备坚固性减弱,甚至破坏。材料在交变负荷下,疲劳强度降低。设备工作状态的改变等。

总之,电子设备的使用环境是多种多样的。在选用塑料时,必须了解该塑料件装在什么元件上,该元件在哪一种电子设备上,该设备又在什么环境和条件下工作。电子设备要求塑料件在上述工作环境和条件下,必须具有足够的可靠性。

四、大力推广塑料在电子工业中的应用

在国民经济各部门已广泛应用塑料,但它在电子工业中的应用,更有其重要意义。它有高超的介电性能,良好的机械和耐腐蚀等性能。所以,无论收音机、电视机,还是通信设备、雷达、导航仪以及各种仪器仪表等电子设备中,都广泛地应用塑料。有的产品中塑料零件数占40%,50%,60%。有的仪表组件已基本实现塑料化。例如,超高频无线电常用测试仪器——衰减器,除千分表和少数零件外,其他已基本上实现塑料化。该仪器中的十个零件,原用料为铜和铝等金属,经过铣、钻和冲等十几道工序加工而成。塑料化后,零件数合并为4个。改用增强尼龙和聚丙烯塑料。经过注射成型和少许铣加工而成。

某海用产品的天线反射体,原用硅黄铜,重量为36公斤,需大型专用机床加工。改用环氧玻璃钢后,重量仅为12公斤,不需要大型专用机床加工。该反射体已使用六年以上。节约了大量铜材。又如某产品高压支架,原为玻璃纤维层压板经铣加工而成。四个零件的加工工时为32小时,两电极间耐压为14千伏。改用增强尼龙后,一次注射成型,四个零件的加工工时仅为40分钟,两电极间耐压可达到30千伏以上。并且减少了加工过程中的粉尘。此外,大力推广可发性聚苯乙烯泡沫塑料在包装中的应用,能节

约大量木材、棉花和布匹。塑料扬声器的试制成功,适合农村、山区和露天厂矿的应用。

又如,有的厂大搞技术改造,实现了群控 20 多台注射机的生产车间。原来一个班需要二十几个人,现只需要六、七个人就可以管理整个车间。有的单位在提高塑料制品质量,提高生产效率,缩短模具制造周期和简化模具结构等方面都取得了不少成绩。

从目前电子设备中使用塑料的情况来看,有以下几个特点:

1) 工程塑料代替金属和其他材料。其中用于结构件方面,着重发展高强度、高模量、耐高温和尺寸稳定性高的工程塑料。

2) 新型热塑性工程塑料代替普通热固性塑料。用注射成型代替层压塑料机械加工。

发展热固性塑料注射成型,代替普通压制工艺。目前,除广泛应用注射胶木粉外,正努力发展注射热固性增强塑料。

3) 广泛采用塑料金属化。

4) 发展特殊用途的塑料,以适应电子元件和设备向小型化和超小型的发展。例如,塑料带状线以及封装塑料等。

除此而外,塑料的标准化、规格化、通用化、生产半自动化和自动化程度都在不断地提高。劳动保护条件也在不断地改善。

第二章 塑料在电子工业中的应用

下面介绍塑料在电子元件及其他方面的应用。

第一节 在变压器和低频阻流圈中的应用

变压器是重要的电子元件之一。它起着改变电压、传递电压、传递功率以及阻抗匹配的作用。根据用途不同，可以分为电源变压器、低频变压器和脉冲变压器等。而高频变压器在结构上与线圈类似，将在下一节叙述。阻流圈对交流电呈现很大阻抗，起着抑止交流电的作用。

电子设备中常用的变压器，以小型较多。容量一般不超过几个千伏安。

塑料在变压器和低频阻流圈中，用作骨架、接线板，也作封装和层间绝缘等。

接线板起着固定线包引出线和接线的作用。有时与骨架为一体。接线板要求耐热性高、介电性能和机械强度较高。常用胶木件和层压塑料制成。变压器的封装起着密封防潮的作用，常用的材料为浇铸树脂混合物。封装问题将在本章第十二节中介绍。层间绝缘主要指绕组间的层间绝缘。常用介电性能较高、抗张力强、耐热性较高的聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜（又称聚酯薄膜或涤纶薄膜）。对于要求介电性能高、耐热性高的层间绝缘，则选用聚四氟乙烯薄膜和聚酰亚胺薄膜。这里着重介绍骨架，它起着绝缘和支撑线包的作用。

一、对骨架的要求

1. 有足够的机械强度 不但在线包绕制时受力无变形；在浸

渍烘干过程中，受热不胀裂，又要在高低温等条件下，使用不损坏。

2. 有较高的耐热性 变压器、阻流圈是属于发热元件。使用温度为 105°C ，有的超过这一温度。这对于一般塑料是能经受得住的。而在浸渍、灌注和喷漆操作过程中，往往超过这一温度。线包浸渍青漆和醇酸清漆时，一般在 110°C 烘 20 多小时。浸环氧清漆时，在 120°C 烘 24 小时。灌注环氧树脂后，固化温度 120°C 烘 15 小时。若喷胺基烘漆，烘干温度一般为 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，需要烘 4 小时以上。对于高压变压器的线包，往往同时要经受浸渍、灌注和喷漆的处理。有焊片的骨架，在焊接时应不变形、不开裂、不起泡和焊片不松动。

3. 有良好的耐溶剂性 线包在浸渍、灌注、喷漆（包括整机喷防潮防霉漆）以及使用过程中，常要接触有机溶剂。例如，汽油、苯、香蕉水和酯类等。有的在 100°C 以上与有机溶剂接触。这就要求骨架不发生溶胀、变形和开裂等现象。

4. 有较好的介电性能 骨架所起绝缘作用，主要是线包间和线包与铁心间的绝缘。要求击穿电压和绝缘电阻高。常用高压变压器的线包和铁心之间的工作电压达 $5\sim 6$ 千伏，试验电压达 20 千伏；在此情况下，不应击穿。在正常条件下，绝缘电阻应在 1000 兆欧以上。在正温 70°C 时，绝缘电阻不应小于 100 兆欧。在相对湿度 $95\sim 98\%$ 、温度为 40°C 条件下，绝缘电阻应大于 10 兆欧以上。工作电压在一万伏以上的变压器，要求就更高了。

5. 有较好的耐老化性能 即在使用条件下，各项指标允许降低到规定的范围内。尤其在湿热条件下工作的制品，必须防止长霉和介电性能降低过多的情况。

骨架除满足技术指标外，还要考核经济指标。例如，生产效率高、材料价廉和成本低等。

二、骨架的结构与选材

常用骨架按其结构特点分为：有隔板的和无隔板的两种。

1. 无隔板骨架 该种骨架断面分为：正方形、长方形和圆形。有的为了防止绕线和浸渍后骨架变形，制成腰鼓形。骨架壁厚一般在 0.5~2 毫米之间。其他尺寸根据铁心和线包要求而定。

无隔板骨架结构简单，易于成型。骨架所用的材料有：浸胶电缆纸和浸胶玻璃布等。这种骨架通常是将浸胶电缆纸和浸胶玻璃布，剪裁成一定尺寸，缠绕在模芯上，于一定温度下，经压制而成。有的还要经过铣床或专用砂轮切割机加工成一定尺寸。

浸胶电缆纸骨架，材料价廉，用于一般收音机变压器和阻流圈上。浸胶玻璃布骨架，耐热性高、强度高、防霉和耐老化性好。多用于大功率、高电压和使用条件恶劣的变压器和阻流圈上。

这种骨架的缺点是：生产工序多、效率低和粉尘大。尤其是浸胶玻璃布骨架，在切割加工时更为严重。

目前新出现的增强涤纶、聚苯硫醚、聚芳砜等耐高温工程塑料，可以克服上述塑料存在的缺点。

2. 有隔板骨架 该种骨架虽然在结构和加工方面，不如无隔板骨架简单、方便。但是，应用广泛。这是因为：它在结构上，机械强度高；线包和铁心间绝缘性能好；线包能充分占用隔板空间；边缘线匝不易因滑落造成短路；导线可以采用乱绕法缠绕，以提高生产效率，同时引出线容易固定。有中间隔板的骨架，线包可以分段缠绕，以减少线包漏感和分布电容，加强线包的对称性及提高击穿电压。不过造价相应增高了。

该种骨架断面，一般为正方形和长方形。对于工作电压较高（3 千伏左右）和功率较大的变压器，常采用圆柱形和具有中间隔板的骨架，以提高线包的绝缘性能。骨架断面壁厚一般为 0.5~3 毫米，隔板脱模斜度为 $1^{\circ}\sim 4^{\circ}$ ，转角处圆角半径约为 0.2~0.5 毫米。如图 2-1 所示。

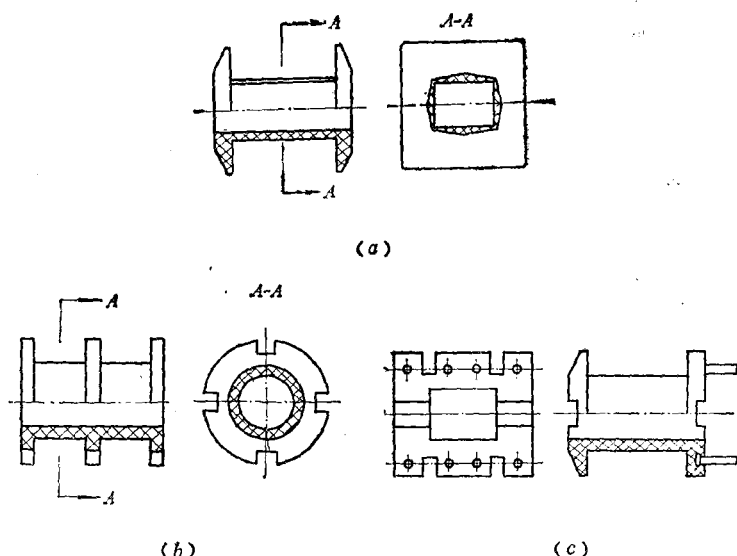


图2-1 有隔板骨架

a —双隔板骨架； b —多隔板骨架； c —有焊片隔板骨架。

有隔板骨架分为：无焊片骨架和有焊片骨架。无焊片骨架引出线，通过隔板处小孔，直接与接线板上的焊柱相连。有焊片骨架分为，焊片作为嵌件压在骨架内和焊片装配在骨架上两种形式。前者，生产效率较高，焊片固定牢靠，应用广泛。在要求隔板壁薄和模具简单的情况下，才采用焊片装配在骨架上的形式。

骨架上的焊片或焊柱，都是采用导电性好、易焊接的镀银铜材制成。

常用焊片及其在骨架上固定的情况，如图 2-2 所示。

焊片厚度超过 0.5 毫米以上，一般采用图 2-2 (a) 结构。焊片厚度小于 0.5 毫米，采用图 2-2 (b) 结构。图 2-2 (c)、(d) 有两个焊接处，焊接或拆线方便。图 2-2 (e) 为装配式焊片结构，用铆钉将焊片固定在骨架上。图 2-2 (f) 结构，用在骨架壁薄处。

常用焊柱及其在骨架上固定的情况，如图 2-3 所示。

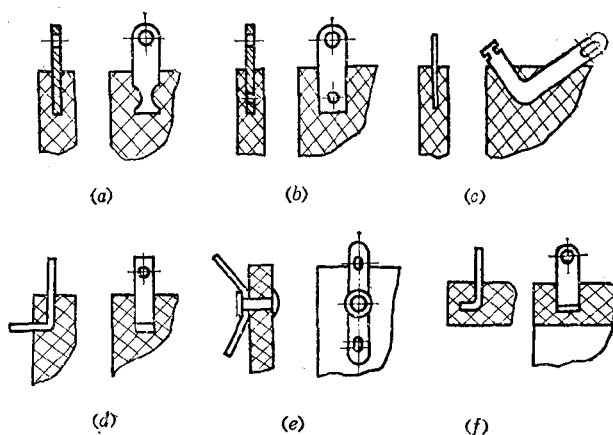


图2-2 常用焊片及在骨架上固定情况

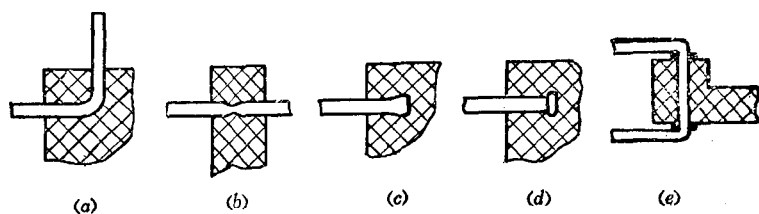


图2-3 常用焊柱及其在骨架上固定情况

图 2-3 (a)、(b) 结构，有两个焊接处的焊柱。其中 (b) 结构，焊柱中间部分打扁（长度约 2.5 毫米），用以防止它在骨架内转动。图 2-3 (c) 结构，焊柱一端打扁。图 2-3 (d) 结构，焊柱一端微粗，象大头针一样。它比图 2-3 (c) 结构好，焊接时不易松动。图 2-3 (e) 为装配式焊柱结构。焊柱的直径一般在 0.5~2 毫米之间。

有隔板骨架所选用的材料有：胶木粉类、增强模压塑料和热塑性工程塑料等三种。

胶木骨架常用在受力不大的、小型的变压器或阻流圈处。它的耐热性较高，价廉。但较脆、强度低、耐霉菌性较差和生产效

率不高。为了提高其韧性，在酚醛树脂中加入丁腈橡胶或聚氯乙烯进行改性。为了提高耐霉菌性能，在塑料中用矿物粉代替部分木粉或加入防霉剂。

增强模压塑料特点是：强度高、耐热性高及耐霉菌性好。但生产效率较低，成型较困难。成型时，含有玻璃纤维的塑料，冲击力大，易使焊片变形。操作过程中，粉尘大。一般用于成型耐热高和受力大的骨架上。

热塑性工程塑料生产效率高，介电性能好，材料保存期长和加工时粉尘少。使用时，应当切实注意各种不同工程塑料的不同特点。例如，聚砒、聚碳酸酯及其增强塑料，可以代替胶木粉和少量增强模压塑料制作骨架。聚砒长期工作温度为 150°C ；增强聚碳酸酯为 130°C 。用电烙铁焊接时间不宜过长，次数不宜过多，否则焊片（焊柱）有松动现象。聚砒不耐香蕉水、苯和酮之类溶剂。增强聚碳酸酯不耐酮、苯和酯等溶剂。所以，在浸渍、灌注、喷漆及使用过程中，应避免接触此类溶剂。

聚芳砒、增强涤纶、增强聚苯硫醚都是新型的耐高温工程塑料。它们的性能一般都超过聚砒、聚苯醚、聚碳酸酯等塑料。这些新型的耐高温塑料的共同特点是：耐热性高、耐溶剂性好、强度高、介电性能好。增强涤纶在干燥条件下使用，可在 150°C 长期工作，在 250°C 左右短期工作。其他两种塑料，可在 200°C 长期工作。焊接时，焊片不易松动。它们都能耐香蕉水、苯和汽油等常用溶剂的侵蚀。

表2-1 骨架隔板端面受力时的抗压值

骨架材料名称	抗压值（公斤）
矿物填料胶木粉	100
聚苯砒醚①	275
增强涤纶	545
增强聚苯硫醚	545

① 聚苯砒醚是聚芳砒的一种。

这些塑料的强度比胶木粉高。表 2-1 列出不同塑料，在同一骨架上进行抗压试验的结果。骨架受力试验情况，见图 2-4。

从表 2-1 中可以看出：这几种工程塑料骨架的抗压值，比胶木骨架高出一倍以上，甚至五倍。其中增强涤纶和增强聚苯硫醚比聚苯硫醚所制成骨架的抗压值，高出近一倍。

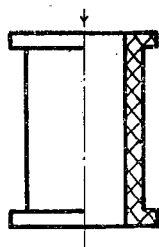


图2-4 骨架及受力试验情况

另外，增强聚苯硫醚的耐燃性与聚氯乙烯相近。它与聚苯硫醚成型的制品一样，具有应力小的特点，可不进行消除应力的后处理工序。增强涤纶耐热水性较差，不宜在湿热条件下长期工作。低模温成型的增强涤纶制品，需要进行结晶后处理工序。

从目前试验和使用情况看来，热塑性工程塑料还是比较理想的骨架材料。

第二节 在线圈中的应用

电子设备中的线圈，以高频线圈为多数。另外，还有偏转线圈等。有的高频线圈用于高频振荡回路中，称为回路线圈；有的用于输入、输出以及级间耦合回路中的高频线圈，称为耦合线圈；有的用于滤波回路中的高频线圈，称为高频阻流圈。

线圈又可分为单层绕组和多层绕组，以及有铁粉芯线圈和无铁粉芯线圈等多种形式。线圈所用的骨架，大都是塑料制成。这里只介绍塑料骨架。

一、对骨架的要求

高频线圈所用骨架与变压器、低频阻流圈骨架基本作用相同，起着绝缘和支撑的作用。所以，对骨架的要求有相同的地方。例如，要有足够的机械强度（强度要求不如变压器骨架高），有较高的耐热性，有良好的耐溶剂性，有较好的介电性能和耐老化性。

能等。

高频线圈骨架的要求，不同于变压器骨架的地方有：

1. 高频介电性能好 这里所指的介电性能，是在高频电场中，材料介质损耗角正切值 ($\tan \delta$) 小，介电常数 (ϵ) 小。并在使用过程中，上述两个指标应稳定。

线圈骨架的高频介电性能，对高频线圈几个基本指标，都有不同程度的影响。这几个基本指标是：电感量及精确度、品质因数、固有电容和稳定性。在高频电场作用下，骨架的介质损耗增加，引起回路品质因数的降低。骨架的介电常数大，使线圈的分布电容增加，导致线圈参数变坏，损耗增加。电感量精确度要求高的线圈，还要求骨架材料的线胀系数小、尺寸稳定和吸水性小。

2. 线圈安装在设备上，应当牢靠和便于拆卸 对于单层线圈，要防止导线滑动和松散。

二、骨架结构及材料选择

常用骨架可分为无铁粉芯骨架和有铁粉芯骨架。

1. 无铁粉芯骨架 这种骨架按结构形式又分为：圆筒式、凸筋式、单隔板、双隔板、多隔板以及圆柱式等形式（见图 2-5）。

圆筒式骨架又分为刻槽和不刻槽的两种形式。为了防止单层线圈导线的滑动，在骨架的表面，成型一定线距的凹槽。但是，固有电容增大 20~25%。所以一般采用不多。常用不刻槽的圆筒式骨架。为了防止导线滑动，绕线后骨架表面涂胶。凸筋形骨架，可以减少电磁能量通过骨架的介质部份。此时，线圈的固有电容可减少 15~20%。故多用于要求稳定性高的振荡回路中。单隔板、双隔板以及多隔板的骨架，多用在多层绕组上。焊片易于固定。应用较广。圆柱式骨架应用不多，一般用作小型阻流圈骨架。

无铁粉芯骨架上的焊片（焊柱）及其在骨架上固定情况见第一节。

2. 有铁粉芯骨架 骨架内增加铁粉芯后，可以增大线圈的电