氟塑料的性能与应用

氟塑料是各种含氟塑料的总称，由含氟单体如四氟乙烯、六氟丙烯、三氟氯乙烯、偏氟乙烯、氟乙烯、六氟异丁烯、全氟代烷基乙烯基醚及乙烯等单体通过均聚或共聚反应制得。主要的氟塑料品种列下，但按数量及用途来说以聚四氟乙烯为最重要。

聚四氟乙烯（PTFE，简称 F4 ）

聚全氟代乙丙烯（FEP，简称 F46）

聚三氟氯乙烯（PCTFE，简称 F3）

聚偏氟乙烯（PVDF，简称 F2）

聚氟乙烯（PVF，简称 F1）

偏氟乙烯与三氟氯乙烯共聚物（Kel-F，简称 F2 3）

偏氟乙烯与四氟乙烯共聚物（ΦOomph，简称 F2 4）

偏氟乙烯与六氟丙烯共聚物（vitonA，简称 F2 6）

三氟氯乙烯与乙烯共聚物（Halar-ECTFE，简称 F3 0）

四氟乙烯与乙烯共聚物（Tefzel-ETFE，简称 F4 0）

偏氟乙烯与六氟异丁烯共聚物（CM-1）

四氟乙烯与全氟代烷基乙烯基醚共聚物一可熔性聚四氟乙烯（PFA）

以 F4 为代表的氟塑料具有一系列优良的使用特性，耐高温长期使用温度达 200℃；耐低温在-100℃以下仍柔软，耐腐蚀能耐王水和切有机溶剂；耐气候有塑料中最佳的老化寿命；高绝缘体积电阻达 1018 欧姆·厘米，而且介电性能几乎与温度及频率的变化无关；高润滑具有塑料中最小的静摩擦系数；不粘附有固体材料中最小的表面张力而不粘附任何物质；无毒害具有生理惰性、宜与血液接触。由于氟塑料兼备以上种种实用性能、使它可在国民经济的许多领域大显身手。诸如化工防腐蚀管道及设备上的衬里和涂层、超纯物质的过泸材料、耐高低温的液压传递软管、耐各种苛刻环境之密封垫圈、低摩擦之桥梁伸缩滑块、各类无油润滑活塞环、高温高频电子仪器的绝缘、可挠电缆、高级印刷线路板，有压电压热性能材料，无油烹调饮具的脱模涂层、人体血管及心肺脏器的代用品等等，都只是它在这些领域的代表性用途。完全可以相信，随着加　工技术的进步，必将有更多的氟塑料产品应用在各行各业的各个部门。

应 用:

在讨论氟塑料的物性时知道，氟塑料由于它的氟碳键键能很高以及氟原子的屏蔽作用，

使它具有优良的耐化学腐蚀性能、介电性能、耐气候性能以及不燃不粘、低摩擦系数和较宽的使用温度范围等性能，因此，广泛应用于防腐蚀、密封、支承负荷、防粘、电气绝缘、医疗卫生及家庭日用品等方面，已成为现代尖端科学、国防工业、电子电气、化工、机械工业等不可缺少的重要材料之一。

氟塑料在整个塑料中占有的比例很少，但在我国实现四个现代化的过程中，它却是不可缺少的一个品种。随着经济建设的不断发展，氟塑料必将获得迅速的发展。

一、在防腐蚀方面的应用

由于腐蚀造成的损失是相当惊人的。腐蚀问题是国内外都存在着的严重问题。因此，已引起了人 们普遍重视。合金、陶瓷、石墨、橡胶、玻璃等材料由于性能上的某种缺陷，对于那些条件苛刻的温度、压力和介质等共同存在的情况，很难满足其要求，然而 F4 材料经过特殊加工后却能成为同时满足这些要求的较理想的合成材料之一,并已成为原子能，石油、化学、纺织、食品等工业不可缺少的关键性耐腐蚀材料。

（一）F4 耐腐蚀管道及其配件的应用

F4 管道可以作为输送腐蚀性或粘性液体的管道，也可作为腐蚀性气体的输送管、排气管和蒸气管等。因 F4 机械强度低，耐压性差，线膨胀系数大，而且，它的机械强度因温度升高而降低，易于变形，特别是在承受高温高压时矛盾更为突出，所以，F4 管外及管配件外必须以玻璃钢或金属管加强。它们之间的连接均采用 F4 管属紧衬里管， 即玻璃钢与 F4 管粘结成一整体。它可克服不同材质间不同线膨胀系数所引起的问题，可作为承受负压系统的输送管道，并能防止大气及环境对管道的腐蚀。由于有些流体在一定流速下与管壁经常发生摩擦，易产生静电而导致管壁击穿，应采取电位相等的导电措施加以防止，或在成型内管及其配件时加入适量碳墨，以防止产生静电并减少因热胀冷缩而引起的尺寸变化。

1、璃钢增强 F4 管道及其配件

玻璃钢增强的 F4 管道及其配件具有玻璃钢和 F4 二者的优点。它既保持了 F4 的各种优良性能，又具有玻璃钢的钢性，还具有重量轻、安装方便，耐内外腐蚀、耐负压等特点。如采用不饱和聚酯为粘合剂的玻璃钢增强管道及其配件在温度为 100℃左右长期使用下，其真空度可达 760㎜Hg 柱。

我国某农药厂"杀虫脒"工段，曾用直径 2//和 3//两种玻璃钢增强 F4 管及其配件。使用时，法兰用聚乙烯醇缩丁醛改性酚醛玻璃纤维压缩料为原料的模压品，垫圈为耐酸橡胶外套 F4 塑料的夹层垫圈。虽然"杀虫眯"生产中使用氯气、光气和 2~18%的盐酸等腐蚀性原料，又有甲苯作为反应溶剂，且反应温度变化的范围较大，需经过从-10℃的低温度通光气到+110℃

甲苯全回流的反复变温，同时又要在水相中直接通氯气的氯化反应，产生次氯酸等腐蚀性较强的物质。但使用效果仍然良好。原来每十天要检修一次，而采用玻璃钢增强 F4 管后，在七个多月的连续运转生产过程中，无论管道本身还是相互连接的密封件，均未发生腐蚀损坏或渗漏现象，不仅使操作环境大为改观，而且也减少了因管道腐蚀而被停产检修给生产带来的损失，从而大大节约了维修费用。

2、钢管内衬 F4 管道及其配件

钢管内衬 F4 管及其配件具有优良的耐腐蚀性和良好的刚性，并能耐冲击、耐振动和耐扭曲，已广泛地应用在石油、化工工业中输送腐蚀性液体和气体。可在下列条件下使用：温度-80℃~+160℃，压力≤16 公斤/厘米 2，真空范围（瞬时，常温）400mmHg 柱。在使用过程中，显出了它特有的性能。应用及效益例举如下：

（1）使用性能和耐腐蚀性能优于酚醛胶泥、搪瓷制品，衬玻璃制品和不锈钢等材料。尤其是使用在强氧化剂存在的场合，使用寿命较上述材料可提高一至数倍，特别指出，它们能经受醚类介质的渗透腐蚀。

（2）能经得起各种腐蚀介质的考验。在已使用过程的介质中，有溴、苯、甲醛、盐酸、盐酸盐、50%硫酸、12%NaSCN、HSCN、异丙醚、22%NaOH、氯苯水，对苯磺酸、99.5%氯气、95~90%叔丁基次氯酸盐、0.51%游离氯、11~12%氯丙醇水溶液（PH=2~3）、氯丙醇、氯丙酮 BB 一二氯异丙醚、二氯丙烷、100%苯、次氯酸、CCL4 等。

（3）在各种腐蚀性介质同时存在的情况下，即使 160℃左右也可使用。例如，666 氯化液中含有苯（100%）、次氯酸、盐酸等各种腐蚀介质，既有强有机溶剂，又有强的氧化性介质，还有强酸等，除 F4 以外，难找到一种合适的材料能同时耐这些介质交替或同时腐蚀。

（4）使用后有明显的经济效果。

例 1：在有溴存在的介质中，原用无缝钢管或不锈钢管制成的管件，均不耐溴气的腐蚀，多则 12 个月就变形，穿孔；使用 F4 管件后，一年后还未见管壁被腐蚀受损的象迹。

例 2：在存在苯甲醛、盐酸盐的介质中，温度为 100℃左右，压力为减压≥400mmHg 柱的条件下，原用无缝钢管或不锈钢管使用 2~3 个月后，弯头穿孔，管子断损；换上金属内衬 F4 管及管配件后，经过使用一年，未见腐蚀变形。

3、钢丝编织增强 F4 管

钢丝编织增强的 F4 管道有良好的挠曲性，并能耐高温高压，在 200℃、210 公斤/厘米 2 压力下可长期工作，在室温中爆破压力大于 1000 公斤/厘米 2 时仍保持不坏。这种高压软管多用于耐高压耐腐蚀的给排料管，蒸汽管道，轧钢机高压油管，飞机液压系统和冷气系统

的高压中压低压管道，助力液压系统的各活动部位的主要连接件，它还同时用于燃油输油泵驱助系统、起落架起收系统、刹车系统、 减速扳收放系统等。中低压软管则常用于飞机座舱盖系统和作为可动管路的冷气通道等。总之，这种编织软管在般空工业上已广泛得到应用。

4、F4 螺旋管

这种 F4 管子除具有 F4 的优异性能外，还有较小的曲率半径和较大的挠曲性能等特点。非常柔软，在允许的弯曲半径范围内可任意向弯 曲而通径几乎不变。它多用于连接强度较低的陶瓷、石墨、玻璃等管道，用于管道的错位连接，平衡因热胀冷缩而引起的尺寸变化，用作贮槽及槽车的进料、进料管，以及导线的挠性套管等等。使用在高温高压条件下的螺旋管应用钢丝编织增强。与 F4 直管一样，在弯曲的管道中接入具有可挠曲性的螺旋管时，在使用过程中，也由于有些流体在一定的流速下和管壁经常发生摩擦，易产生静电而将 F4 管壁击穿，也应引起重视，采取与直管同样的措施。

5、F4 精馏塔、热交换器等化工设备的应用

①、F4 精馏装置

用 F4 制作的精馏装置可做为高纯试剂提纯用，能保证得到优质的高纯度产品。它由塔釜、塔身、热交换器，贮槽、管道、阀门、三通、弯头等组成。

在我国某地安装的第一台我国自行设计制造的 F4 精馏装置，内径为 259 毫米，高 12 米。用于提纯多晶硅原料。F4 精馏塔对半导体硅材料的有害杂质如 B、P、Fe、Cu、Pb、Sn、Ni、Ti、Mn、Zn 等许多金属或非金属杂质有较好的去除效果，特别是对硅材料质量影响较大的 Fe 、Cu、Cr、Ti、等重金属杂质的去除尤其显著，

②、F4 热交换器

这是六十年代新出现的化工设备，国外已经普遍得到应用。规格型号也较多，有波纹板式、列管式、浸没式（或称浸淋式）、管束式等。F4 热交换器具有耐腐蚀性好，耐污性好体积小重量轻，占地面积减少 2~10 倍和有优良的换热能力，可在 50℃温度下长期使用等特点。

虽然 F4 的导热系数小，导热不如金属，但因其管壁薄管径小，换热面积大，且具有不结垢、传热系数稳定的特点，在使用上不受影响。

6、釜、槽、塔等 F4 衬里设备

F4 的刚性和机械强度较金属差，而且随温度的升高而降低，所以，不能作防腐蚀化工设备的结构材料，一般均用衬里的方法。

衬里就是在设备基体与化学介质之间设置一道阻挡层，这种 F4 阻挡层除了要经受化学反应的侵蚀外，还要经受物理现象的侵蚀作用，也就是化学介质分子对阻挡层的扩散、吸收

和渗透。F4 作为设备衬里材料在使用过程中吸收少量接触物质，是由于 F4 大分子间存在着微小的空间，并在其中扩散迁移。吸收现象则往往是以微量增重和变色显示出来，其吸收量大小随工作压力和接触时间的增加而增大。此外，大分子间孔隙的体积随温度的升高而增大，液体吸收和渗透也将增加，这样在高温下的循环作用将导致 F4 吸收的液体不断膨胀或蒸发而产生孔隙，最后造成破坏。如精馏三氯氢硅装置的管道使用 34 个月后，表面产生小斑，使用一年小班就延续发展成片。因此，这就是要求作为化工防腐蚀衬里的 F4 薄片，其孔隙含量越低越好，比重必须大于 2.18，对厚度也有所要求，一般在 1.5~3 毫米。此外，还可用降低温度波动范围和改进设计等措施来加以解决。

F4 对气体和蒸汽的渗透较其它塑料要低得多。一般说来，F4 的渗透现象随温度和压力的升高和表面接触面积的增加而增大，所以，F4 薄片或管道作为设备防腐蚀衬里时，应该控制其制品质量，特别是比重和厚度的要求。

化学工业中的釜、槽、塔等设备用 F4 衬里，国 内外均已得到实际应用，国外更为普遍。直径 600 毫米的 F4 衬里三氯乙醛反应塔在国内农药厂的应用中，免除了每 40 天中修一次的频繁维修。原用阶梯式反应，由于酒精与氯气反应介质中有氯乙烷，湿氯、盐酸、酒精、三氯乙醛等多种成分，腐蚀严重。改用 F4 衬里后，用翻边法兰相互连接，制成高达 20 米的三氯乙醛塔式氯化反应设备，使用效果良好，连续使用三年未发现问题。

7、F4 波纹伸缩管、阀门及泵的应用

①、F4 波纹管

F4 波纹管也是化学工业上不可缺少的防腐配套制件，它作为耐腐蚀管道的连接件，主要起着吸收 因热胀冷缩所引起的管道长度的变化，并且具有因刚性而脆的管道的错位连接作用，因而被 广泛应用在各种高温腐蚀的环境中。F4 波纹管为了提高波纹管的使用性能，管外还可用金属环、金属套、橡胶或金属丝编织增强。一种用切削加工制成的直径为 75 毫米，外侧用不锈刚丝编织增强的波丝管，在试验应用中显出了在高温高压下可长期使用而不老化的特点。它安装在发电厂的高压过热蒸汽管道上，在蒸汽压力为 28 公斤/厘米 2，温度为 250℃的条件下连续使用 17700 小时后，又在大气中进行老化试验达六年之久，毫无老化的象迹。其机械性能仍保持着：

横向：抗拉强度 243kg/c ㎡ 伸长率 333%

纵向：抗拉强度 165kg/c ㎡ 伸长率 267%

②、F4 阀门

工业管道中接触腐蚀介质的各种金属阀门往往使用寿命不长，但将阀门改为 F4 衬里后，

使用寿命就可大大提高，同时，由于 F4 具有粘性和低摩擦系数的特点，在实际应用时会使考克类阀门启动容易。

一般情况下，球阀以 F4 衬里，阀杆由金属杆与塑料复合而成，密封件多选用 F4。这种阀门的使用温度可达-60℃- +160℃，使用压力可达 10 公斤/厘米 2、20 公斤/厘米 2。

在隔膜阀中，隔膜材料可用 F4 制作，也可用橡胶与 F4 复合， 或以 F4 玻璃漆布与 F4 复合而成。这种隔膜多用于计量与控制仪器上。

③、F4 泵

F4 衬里的泵，有离心泵、隔膜泵和柱塞泵等。这类泵可接触强腐蚀介质，但对有固体颗粒或结晶的腐蚀介质则不宜使用。

ECTFE 氟塑料的应用进展

乙烯三氟氯乙烯塑料的主要性能，随着 LLDPE（线性低密度聚乙烯）的旋转成型衬里工艺要化工防腐蚀领域的成功应用，ECTFE 氟塑料亦被满意采用流化床与旋转成型工艺来制造耐蚀衬里。

一种命名为乙烯三氟氯乙烯的氟聚合物，这种共聚物的英文缩写 ECTFE。美国的 Ausimont 公司推出的商品名为"HALAR"的氟塑料，即属此类氟聚合物。

ECTFE 对极大多数的无机、有机化学品以及有机溶剂，有非凡的抗腐蚀能力。直到目前，没有一种溶剂能在 120℃以下侵蚀 ECTFE，或引起裂缝。只有与氯化溶融碱或热的胺类（例如苯胺、二甲胺）。与其它热塑性塑料相比，ECTFE 在高温下的耐氯和氯衍生物的性能，特别突出。

ECTFE 具有优良的耐腐蚀性能，极低的渗透率， 优良的电性能与表面的极端光滑，可在低温到 149℃的温度范围内安全使用。它不但具备突出的抗冲击性能，而且是一种具备相当机械强度的坚韧材料。它适宜于制造安全使用的产品， 在不断与食品原料接触时，遵守了德国的《BGA Deuschland》标准。它回避了在嗅味，品尝方面的影响问题。因此在国外已被推荐为"清洁"的 ECTFE，而被允许使于食品和饮水领域。

ECTFE 制成品的表面，类似于玻璃，能阻止微生物的增生，提供了明显的卫生优势。美国 Ausi-mont 公司提供了一个有趣的试验结果：在放大 1000 倍条件下，把"HALAR"树脂衬里表面，与 PP（聚丙烯）PVDF（聚偏二氟乙烯）以及 PVC（聚氯乙烯）塑料相比；前者的表面仍呈现光滑，在有凹坑等部位被发现的细菌相当少，而其余 3 种塑料表面则显示了粒状和凹凸不平的表面，而且细菌要多得多。