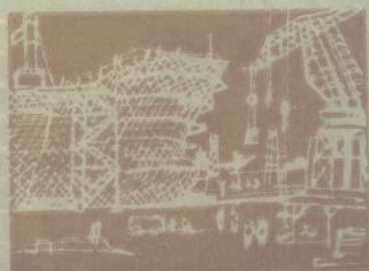


塑料

在造船工业中的应用



人民交通出版社

内 容 提 要

本书内容包括塑料基础知识；塑料在轴承、机械零件、电气、仪表、管系、舾装、机械安装、修补、防腐等方面的应用情况及塑料制件的检验方法与劳动防护等。全书共分七章。

本书是在调查了部分船厂和航仪厂目前塑料应用的情况的基础上，结合生产实际，介绍了塑料在修造船中的应用情况。并对如何选材、成型加工、配方操作以及注意事项等方面作了具体论述，并对今后的发展方向提出了一些看法。

本书可供船厂、航修站、修理所、舰船及从事于塑料应用的工人和技术人员学习参考。

DVII/12

塑料在造船工业中的应用

《塑料在造船工业中的应用》编写组

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：11.125 插页：2 字数：280千

1976年2月第1版

1976年2月第1版第1次印刷

印数：0001-7500册 定价(科三)：1.10元

毛 主 席 语 录

安定团结不是不要阶级斗争，阶级斗争是纲，其余都是目。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

前 言

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线指引下，塑料在造船工业中的应用，同其他工业部门一样，发展是比较快的，也取得了一定的成效。自1958年以来，不少船厂采用了塑料作为船用的一种新材料。尤其是从无产阶级文化大革命以来，全国各地的造、修船厂，都已普遍推广了塑料应用这门新技术，在造船工业中已开始形成一个新的技术工种。随着造船工业的发展，塑料在船舶上的应用，将会越来越广泛。应用塑料不仅可以节约一些金属材料，而更重要的是可以改进船舶的技术性能、提高产品质量、降低消耗、简化安装工艺、实现少、无切削及减轻劳动强度等，对造船工业的发展可以起到一定的促进作用。

目前，各船厂用得比较多的塑料有尼龙、聚碳酸酯、ABS、聚甲醛、聚砷、有机玻璃、聚氯乙烯、玻璃钢、泡沫塑料和多种塑料粘结剂等。这些塑料具有比重小、比强度高、化学稳定性好、电绝缘性优良、耐摩、耐腐蚀、隔热、粘结力强等优点，比较适合应用于船舶上。但是，由于目前塑料的品种和性能还不能完全满足船舶的要求，对于塑料在船舶上的应用经验也不足等等，所以在塑料应用方面还存在一些问题。随着我国塑料工业的飞跃发展和塑料应用经验的积累，这些问题是可以得到解决的。

为了使塑料在造船工业中进一步推广应用与发展，根据广大工人和技术人员的要求，在上海市造船公司的大力支持下，由上海船厂、东海船厂、求新船厂、六机部第十一研究所等单位抽调人员，组成编写组，收集了有关单位塑料在造船工业中应用的经验与成果，编写了《塑料在造船工业中的应用》一书，供各船厂从事于塑料应用方面的广大工人、技术人员参考。在编写本书过程中承蒙上海化工学院、上海市材料研究所、上海市合成树脂研究

目 录

前 言	1
第一章 船用塑料概论	1
第一节 船用塑料基础知识	1
一、合成树脂与塑料的基本概念	1
二、塑料的组成及作用	2
三、塑料的分类及品种	4
四、塑料的特性及其在船舶上的应用	5
第二节 工程塑料及其加工成型	7
一、工程塑料	7
二、加工成型	14
第三节 玻璃纤维增强塑料	19
一、概述	19
二、玻璃钢特点	23
三、玻璃钢的成型方法	25
四、提高玻璃钢性能的措施	27
第四节 泡沫塑料	28
一、概述	28
二、泡沫塑料的种类及特性	29
三、发泡剂的种类及选择要求	29
四、常用的发泡方法	30
五、常用泡沫塑料性能及制作工艺	30
第五节 胶粘剂	33
一、概述	33
二、常用几种有机粘结剂	43
第二章 轴承及机械零件	67
第一节 概述	67
一、塑料应用意义	67

二、塑料的摩擦磨损特性	68
第二节 轴承	73
一、塑料轴承的设计	73
二、艏轴承	77
三、舵轴承	90
四、喷涂塑料轴承	90
五、辅机轴承	91
第三节 船用机械塑料零件	92
一、塑料活塞环	92
二、塑料齿轮	94
三、摩擦片	97
四、密封	100
五、滑块	105
六、滑轮	106
七、手柄	106
八、罩壳	108
第三章 船电与航海仪器	111
第一节 船用塑料电器和设备	112
一、低压电器元件	112
二、蓄电池及蓄电池箱	121
三、电风扇	121
四、灯具	122
第二节 磁罗经塑料零件	124
第三节 电气塑料安装元件	124
一、接线板	124
二、电缆衬套	124
三、电缆填料函	124
四、绝缘子	125
五、天线底座	125
六、水密填料函	125
七、导电胶	127
八、电缆标签	129

九、塑料绝缘胶带	130
十、塑料墨水	131
第四章 管系	132
第一节 概述	132
第二节 塑料管的特性与选材	132
第三节 塑料管的连接与安装工艺	134
一、连接	134
二、安装工艺	140
三、安装时注意事项	142
四、管子损坏的修复与加强	143
五、实船使用情况	144
六、存在问题及改进方法	144
第四节 玻璃钢管	145
一、模具制备	145
二、材料与配方	147
三、成型工艺	149
四、使用效果	150
第五节 管系中其他部件	150
一、塑料阀件	150
二、塑料泵	153
三、ABS塑料排水螺帽	154
四、MC 尼龙面盆排水口	154
第五章 舾装	156
第一节 绝缘	156
一、概述	156
二、船用塑料绝缘材料特点	158
三、聚苯乙烯、聚氯乙烯泡沫塑料的加工及安装	159
四、聚氨酯泡沫塑料的施工工艺	161
五、存在问题	179
第二节 敷盖	180
一、船用甲板塑料铺层及施工方法	180
二、甲板捻缝	192

三、三聚氰胺装饰板	199
第三节 塑料舾装件	203
一、概述	203
二、玻璃钢舾装件的配方及制作工艺	204
三、应用简介	211
第六章 机械安装与修补防腐	213
第一节 塑料在改进安装工艺方面的应用	213
一、艏轴与螺旋桨采用环氧粘结剂安装	213
二、主副机垫片涂环氧塑料代替拂刮	222
三、主副机普通螺栓涂环氧塑料代替绞孔螺栓	228
四、人字架不搪孔采用环氧塑料定位	230
五、倒顺车电磁离合器胶合	233
六、艏轴管斜法兰填充环氧塑料代替浇铅	234
七、主机导板用环氧塑料校正中心	234
八、船用旋塞涂有机硅塑料密封	235
九、管道、管牙密封	236
十、粘固各种套件以代替压配合	236
十一、仪表铭牌粘结	237
十二、摩擦片胶合	238
第二节 塑料修补	238
一、裂纹与裂断的修复	238
二、机件腐蚀后的修补	244
三、磨损零件的修复	246
四、水下修补	262
五、零件其他方面损坏后的修理	266
第三节 塑料在船舶防腐方面的应用	270
一、热塑性塑料涂层	270
二、热固性塑料涂层	279
三、塑料涂层在船舶上的应用	282
第七章 塑料检验与劳动防护	289
第一节 塑料的燃烧鉴别法	289
第二节 塑料制品的检验	291

一、外观检验	292
二、制品的尺寸检验	295
第三节 安全生产与劳动防护	295
一、环氧塑料制品的安全生产与劳动防护	296
二、玻璃钢制品的安全生产与劳动防护	299
三、聚氨酯泡沫塑料制品的安全生产与劳动防护	303
四、其它塑料制品生产的劳动防护	304
附表1.常用塑料中、英(缩)、日、俄名称对照表	307
附表2.常用塑料综合性能表	313

第一章 船用塑料概论

第一节 船用塑料基础知识

一、合成树脂与塑料的基本概念

树脂这一名词的来源是由树木分泌出的脂质而得名。所谓树脂是指加热软化，熔化时发粘的无定形物质。它能溶于有机溶剂，如醇、醚之类，但不溶于水。树脂可分为天然树脂和合成树脂两大类。天然树脂是指来自于自然界的动植物或矿物质的物质，如过去制造留声机唱片用的虫胶，它就是热带昆虫的分泌物经过加工后制得的；又如造纸用的松香，它就是松树分泌出的一种乳液，经蒸馏后剩下的物质；又如筑路用的沥青，它就是石油提炼后的残余物质。随着生产的发展，这些天然树脂日益不能满足人们的需要，后来就出现利用低分子量的有机化合物经过化学反应而制得与天然树脂相类似的高分子量物质，称为合成树脂。目前用得比较多的如酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂、有机硅树脂、聚酰胺树脂等。由于它们分子量的大小不同，在通常状况下，所呈现的状态亦不同，有的是粘稠流体，有的是固体。它们是用来制造塑料、涂料、粘结剂、合成纤维和离子交换树脂等的主要原料。

所谓塑料，广义的讲就是指可塑性的材料。这样讲似乎太笼统，因为如果照这个定义，塑料可以包括许多物质。如：水泥、橡胶、粘土，甚至连金属、面粉之类都可以称为塑料，因为这些物质都具有可塑性，只要给它们一定温度与压力在适当条件下都可以塑制成型。但是日常所称的塑料，并不是指这些物质，而是指以合成树脂为基础，加或不加其他添加剂，而在一定温度和一

定压力下，能塑制成型材料及其制品的，称为塑料。所谓加或不加其他添加剂，是因为并不是所有塑料中都必须加入其他辅助材料：如增塑剂、填料等。有的塑料是在塑制过程中加了这些物质，如环氧塑料、玻璃纤维增强塑料、软质聚氯乙烯以及日常所碰到的聚氯乙烯塑料薄膜等；但也有的塑料除了树脂外，不加其他辅助物质，其组成成分几乎全是树脂，所不同的仅是经过塑制而成了产品。如船厂中所用的有机玻璃，它就是甲基丙烯酸甲酯的聚合物；又如聚乙烯和硬质聚氯乙烯等。但是树脂与塑料是有区别的，塑料就是合成树脂经过塑制成形的制品；而合成树脂是指未经塑制成形的塑料的原料。

二、塑料的组成及作用

组成塑料的主要成分是合成树脂。此外还可加入填充剂、增塑剂、增韧剂、稀释剂、着色剂、润滑剂、稳定剂、固化剂等添加剂。

1.合成树脂：它是组成塑料的主要成分，它可将全部组份胶粘起来，同时它也决定和影响了塑料的物理、机械、化学性能。如果没有树脂，就像不用粘土而专用沙子来捏泥人一样，很快就会散了，也谈不上什么可塑性了。由于大多数塑料的主要成分是树脂，因此树脂的名称有时往往就作为塑料的名称，如酚醛塑料就是酚醛树脂塑制而成的；环氧塑料就是环氧树脂塑制而成的；聚氯乙烯塑料就是由聚氯乙烯树脂塑制而成的。一般树脂在塑料中的含量从30%到近于100%。

2.填充剂和增强材料：填充剂和增强材料有时也称填料。从字面上来讲，填料就是填充在树脂里的材料。它的品种、数量、质量对塑料的性能有很大的影响。它的作用是增加塑料机械强度（如增强尼龙6的强度比不用玻璃纤维作填料的尼龙6强度要大），改善塑料的某些性能（如以石棉为填料的环氧塑料的耐热性、耐化学腐蚀性要比不用石棉的要好），同时也降低了塑料制品的成本，增加粘度、硬度、导热性、自润滑性和粘结力以及减

小膨胀系数、减少收缩率等。填充剂的种类很多，根据其形状可分为：粉状（如木粉、云母粉、石英粉、二硫化钼、金刚砂、滑石粉、石膏粉、铁粉、铝粉、铜粉、银粉、石墨粉等）；纤维状（如玻璃纤维、石棉绒等）；片状（如玻璃布、玻璃带、玻璃毡、涤纶织物、纸张、木板等）几种。

3.增塑剂：凡能增加树脂的可塑性、流动性和柔软性、降低脆性和刚性，亦即能增加塑料的塑性作用的物质称为增塑剂。选用增塑剂时，一般要求无色、无毒、具有很低的挥发性，且与树脂的混溶性好的物质。通常是一种高沸点液体或低熔点固体的有机化合物。一般增塑剂在塑料中认为是不起反应的，仅是机械的混溶。应用较广的有樟脑（用于赛璐珞）、苯二甲酸二丁酯、磷酸三苯酯（用于聚氯乙烯、环氧塑料）、苯二甲酸甲酯和乙酯（用于醋酸纤维）、以及磷酸三甲苯酯、苯二甲酸二辛酯等等，用量一般不超过20%。

为什么增塑剂能改变塑料的物理机械性能呢？主要是增塑剂的分子分布到塑料分子链间，使塑料分子链间的作用力减小，有利于塑料分子链的相对滑动，因而增加了塑料的可塑性，从而影响了塑料的物理机械性能。

4.增韧剂：凡能增加某些合成树脂的可塑性、流动性、柔软性，并能与这些合成树脂起反应的化学物质称为增韧剂。加入增韧剂以后可提高塑料的抗冲、抗弯强度。其作用基本上与增塑剂相同，所不同之点是一般认为加入的增韧剂能与这些合成树脂起反应。因此，加入增韧剂的效果较增塑剂大，某些增韧剂还能起固化作用。常用的有聚硫橡胶、聚酰胺650和651、酚醛树脂、聚乙烯醇缩丁醛、聚酯树脂等，用量一般可超过20%，甚至到300%。

5.稀释剂：某些合成树脂例如环氧树脂，为了减低粘度、便于操作、增加粘结力而需要加入稀释剂。环氧树脂的稀释剂可分为：

1)反应性稀释剂（又称活性溶剂）：它本身能与树脂起反应，如二缩水环氧甘油醚（即600）、多缩水环氧甘油醚（即630），

用量一般为10~30%，最多不超过50%。又如甘油环氧树脂（即662）、环氧丙烷苯基醚（即690）、环氧丙烷丁基醚（即501或660），环氧氯丙烷等，用量一般为10~20%。

2. 非反应性稀释剂：一般为挥发性液体，在塑料内认为不参加反应的，固化时溶剂挥发逸出，如丙酮、二甲苯等。

6. 着色剂：包括各种有机染料和无机颜料、天然颜料和人造颜料。加入后增加制品美观，但着色后塑料表面电阻率有所降低。抗拉、抗弯、抗压强度稍有增加，而抗冲击强度有显著下降，说明脆性增大，刚性有所增强。着色剂如钛白粉、酞菁蓝、酞菁绿、铬黄、油溶黑、炭黑、溴淀蓝等。

7. 润滑剂：润滑剂的加入是为了避免塑料在成型过程中发生粘模的弊病。常用的润滑剂有油酸、硬脂酸、硬脂酸钙盐和镁盐等，用量一般为0.5~1.5%。

8. 稳定剂（又称防老剂）：为了防止某些塑料在光、热、氧气、紫外线或其他介质作用条件下过早老化，延长寿命而常加入稳定剂。稳定剂要求耐水、耐油、耐化学药品、易与树脂混溶、在加工成型过程中不发生分解。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅化物、环氧化物、炭黑、芳香族胺类、酚类等。

9. 固化剂：凡能和环氧树脂的环氧基、羟基以及聚酯树脂中羟基或不饱和键起作用，而使树脂固化的物质称固化剂（又称硬化剂、变定剂、熟化剂、接触剂等）。在热固性塑料中常要用固化剂。固化剂的种类很多，作环氧树脂的固化剂有胺类、酸酐类、聚酯型类和咪唑类等；作聚酯树脂的固化剂有过氧化物、过氧化氢化物等。有时为加速固化，常与促进剂配套使用。如：环烷酸钴（又称羧酸钴）、环烷酸锌等。

这里必须指出，在组成塑料的成分中，除树脂外并不是所有塑料都含有添加成分的。

三、塑料的分类及品种

塑料根据组成不同，可分为单一组份与多组份的塑料。单组

份的塑料基本上由合成树脂组成,其中仅含有少量的添加剂(如染料、润滑剂等),例如聚乙烯、聚苯乙烯、有机玻璃等;多组份塑料除了合成树脂外,还有多量辅助物质(如增塑剂、填料等),例如酚醛塑料、环氧塑料等。

根据塑料受热后性能表现的不同,可分为热塑性塑料与热固性塑料。热塑性塑料的特点是在一定温度下软化,冷却后又变成坚硬,而这一过程可以反复转变,对塑料的性能并无显著影响。如聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、ABS、尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、氯化聚醚以及新品种的聚苯醚、聚砒、聚四氟乙烯、聚苯并咪唑等;热固性塑料的特点是制成后质地坚硬,遇热不熔化,也不溶于溶剂,或用加热的方法使其软化。如果温度过高就分解,这类塑料称为热固性塑料。如酚醛塑料、环氧塑料、聚酯塑料、氨基塑料、呋喃塑料、有机硅塑料以及新颖的聚邻苯二甲酸二丙烯酯(即DAP)塑料等等。

根据塑料的状态又可分为模压塑料、层压塑料、泡沫塑料、人造革、塑料薄膜等。

根据塑料的用途又可分为常用塑料和工程塑料。

四、塑料的特性及其在船舶上的应用

塑料的种类很多,不同的塑料具有各种各样的物理机械性能:有的坚韧如钢,连枪弹也难以打穿;有的像海棉一样多孔、棉花一样轻盈,可以浮在水面上;有的像橡皮一样柔软和富有弹性,可以任意弯曲;有的像玻璃一样透明,可以用来制造仪表名牌及各种装饰品;有的有特别好的不导电性,可以在电气上作绝缘材料;有的像黄金一样稳定,可以在工业设备中作耐腐蚀材料;有的有良好的透声性能以及瞬间耐高温性能,可以用于国防科研尖端的重要项目,但归纳起来有以下一些特性:

1. 比重小: 塑料比重一般在 $0.83 \sim 2.20$ 左右,只有钢铁的 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$, 铝的 $\frac{1}{2}$ 左右。至于泡沫塑料,比重仅为 0.03 左右。

2.比强度高：一般合金钢单位重量拉伸强度为1600公斤/厘米²左右，而玻璃纤维增强塑料单位重量拉伸强度可达1700~4000公斤/厘米²。

3.化学稳定性好：一般塑料对酸、碱等化学药品均有良好的抗腐蚀能力。尤其是聚四氟乙烯比黄金还要稳定，它除了与熔融的碱金属能起作用外，差不多所有化学药品都不能腐蚀它，甚至在王水中煮沸也不会溶解。

4.优异的电绝缘性能：几乎所有的塑料都有优越的电绝缘性，可与陶瓷、橡胶以及其他绝缘材料相媲美。

5.优良的减摩耐磨性能：有许多塑料的摩擦系数都很小，而且耐磨损，具有自润滑性能，在使用时可以少加或不加润滑油。

6.优良的吸震与消声效用：塑料对于吸震与消声都有很好的效用，使用时可以减少震动与噪音。

7.加工简便：根据对塑料制品的具体要求，使用场合以及塑料品种的不同，有多种的加工成型方法。主要有模压法、注塑法、挤出法、浇铸法、真空法、吹塑法、手糊法、缠绕法、喷射法以及喷涂法和电镀法等。成型简便，它不需要像加工金属零件那样，经过锯、车、刨、铣、磨等多道工序，一般采用注塑或挤出成型工艺即可完成。这对实现少、无切削，提高劳动生产率，节约大量金属材料具有重大意义。

由于塑料具有上述这么多特性，因此是造船工业中一种很好的材料。目前玻璃钢在造船工业中应用较多，用来制造快艇、工作艇、救生艇、上层建筑、驾驶室、棚顶、门壁、风斗、黄砂箱、瓦楞板以及导流罩、导流帽、螺旋桨、艉轴包玻璃钢等等。

用尼龙制造了船舶所用的艉轴承、舵轴承、导流帽、阀盘、阀瓣、齿轮、滑块、滑轮、插销、空气盖、螺帽、手柄、主令凸轮、电缆保护圈、高压空气管接头垫圈、汇流排绝缘子、方窗、舷窗等。

用环氧粘结剂进行艉轴与螺旋桨的胶合、作主副机垫片和拂

螺丝涂环氧塑料代替原来拂刮、修补机床漏油以及解决某些焊接不能解决的问题。

另外，用ABS塑料管、硬质聚氯乙烯塑料管作船舶常温低压管路；用泡沫塑料作舱室绝热隔音材料和救生浮具等；用自干性浇铸型聚氨酯弹性体塑料和以聚氯乙烯为主要成分的油毡作舱室地板、以及聚氨酯弹性体塑料与核桃壳、沥青、废橡胶等配合使用代替木甲板；用聚氯乙烯塑料作扶手；用ABS塑料制造船用热水瓶架等等。随着塑料工业的发展以及人们对它的逐渐认识，今后在船舶上的应用将会日益广泛。

第二节 工程塑料及其加工成型

一、工程塑料

根据塑料制品的用途不同，可分为常用塑料和工程塑料。所谓常用塑料，是指产量大、价格低，大都是用于制造日常生活用品。如聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯、有机玻璃、酚醛等；所谓工程塑料一般是指机械强度比较高，在工业上可作机械零部件的一类塑料。同时它还具有耐腐、耐磨、自润滑性以及制品尺寸稳定性较好的特性。如尼龙、聚碳酸酯、聚甲醛、聚砒、聚苯撑氧、聚酰亚胺、氯化聚醚等等。下面介绍几种常用塑料品种的性能及用途。

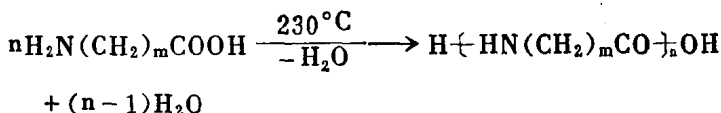
(一) 聚酰胺

聚酰胺塑料通常称为尼龙或锦纶，其中尼龙6又称为卡普隆。

所谓聚酰胺就是指含有多个酰胺基 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—NH—} \end{array}$ 基团的高分子化合物。

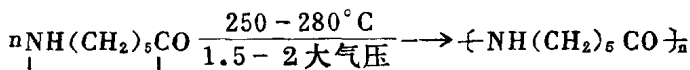
它的原料来源多数为农副产品，如制造尼龙1010就是用蓖麻油进行加工后制得。聚酰胺的制法很多，但主要有三种：

1. 由氨基酸自行缩聚，反应式如下：



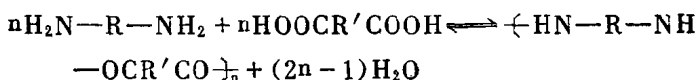
如尼龙7、尼龙9、尼龙11。

2. 由己内酰胺聚合，反应式如下：



如尼龙6。

3. 由二元酸和二元胺相互缩聚，反应式如下：



如尼龙1010。

尼龙后面数字的意义：第一个字代表二元胺分子中的C原子数，第二个字代表二元酸分子中C原子数。如尼龙1010即为癸二胺（癸是+的意思）与癸二酸制得的。在尼龙后面如果只有一个数字，它的意思是氨基酸自行缩聚，这个数字就代表氨基酸中的C原子数。如尼龙6、尼龙11、尼龙9，其通式为 $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_m\text{CO} \right]_n$ ，其中n为聚合度。

又如尼龙66为聚己二酰己二胺化合而成，化学结构式为 $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{CO} \right]_n$ ；尼龙610为聚癸二酰己二胺化合而成，化学结构式为 $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_8\text{CO} \right]_n$ ；尼龙1010为聚癸二酰癸二胺，化学结构式为 $\left[\text{NH}(\text{CH}_2)_{10}\text{NHCO}(\text{CH}_2)_8\text{CO} \right]_n$ 。

尼龙是无色无毒的高分子化合物，比重为1.04~1.14，具有良好的坚韧性、耐冲击、耐疲劳，又能耐油、脂肪、烃类、醇、丙酮及弱酸、弱碱等。耐寒性也好，可在-60℃下使用。最大的缺点是耐温性差，使用温度一般在-60~+80℃左右。成型时收缩率大，为0.8~2.5，吸水性也大，且对强酸、强碱、酚类等抗腐蚀性差。

鉴于尼龙上述性质，所以常用来代替金属（尤其是铜）作减