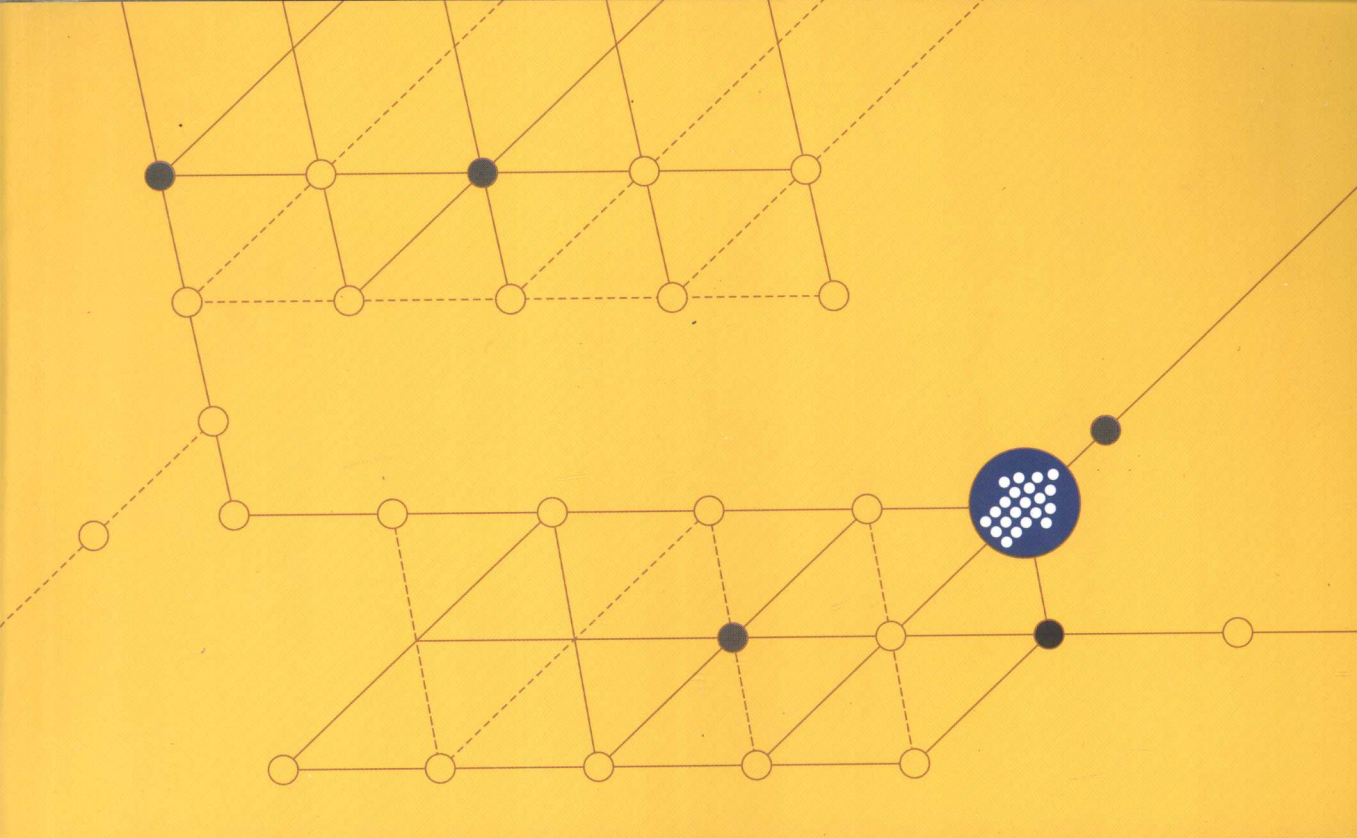




Non-metallic Pipe Material

Technic Manual



非金属管材 技术手册

张志贤◎主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

013047883

TU52-62
02

非金属管材技术手册

主 编 张志贤



北航

C1655649

华中科技大学出版社
中国·武汉

TU52-62
02

内 容 提 要

20 世纪 80 年代以来,非金属管材中的塑料管材开始应用到建筑给水排水工程中,逐步取代了钢管和铸铁管等高耗能产品,同时也避免了钢铁管材易于生锈、腐蚀给社会造成的巨大经济损失。现在建筑给水、排水、热水供应,温水采暖以及类似的常温常压工业管道,基本上已使用塑料管。

非金属管材中,各种塑料管占有主要地位,此外还有复合管、橡胶及塑料软管、钢筋混凝土管等多种非金属管材。

本手册在介绍每一种管材或管件时,在正文开头即说明了所依据的标准名称和标准编号,这便是向读者提供了正文内容的来源和依据。如果今后标准修订更新,也便于读者与新标准核对。

为了使读者能按标准编号迅速查找到相关内容,在本手册末尾列出了附录:“标准编号、名称与本手册相关内容对照”,这样读者就可以按已知的国家标准或行业标准编号,查找到本书相应内容。

管材管件的技术标准本身是为规范产品生产使用的。我们编写的这本手册则是为使用管材的单位和人员服务的,涵盖了绝大部分现行国家标准和行业标准中的非金属管材及管件。

图书在版编目(CIP)数据

非金属管材技术手册/张志贤 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.4
ISBN 978-7-5609-8791-0

I. 非… II. 张… III. 非金属材料-管材-技术手册 IV. U173.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 069712 号

非金属管材技术手册

张志贤 主编

策划编辑:段园园

责任编辑:陈 骏

封面设计:李 嫒

责任校对:张 琳

责任监印:张贵君

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:42

字 数:1100 千字

版 次:2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:88.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

20 世纪 80 年代以来,非金属管材中的塑料管材开始应用到建筑给水排水工程中,逐步取代了钢管和铸铁管等高耗能产品,同时也避免了钢铁管材易于生锈、腐蚀给社会造成的巨大经济损失。现在建筑给水、排水、热水供应,温水采暖以及类似的常温常压工业管道,基本上已使用塑料管。

非金属管材中,各种塑料管占有主要地位,此外还有复合管、橡胶及塑料软管、钢筋混凝土管等多种非金属管材。

介绍非金属管材自然涉及与管材配套的管件,因为只有管材与管件的组合才能构成管道系统或管道工程。尤其是进入 21 世纪以来,许多国家标准和行业标准进行了修订,也颁发了不少新标准,但在不少技术资料中仍然引用废止多年的旧标准或旧资料。

本手册的编写以现行技术标准为依据。我国的技术标准有国家标准和行业标准;国家标准和行业标准中又分为强制性标准和推荐性标准(以后者居多)。强制性标准是必须执行的标准,而推荐性标准是指管材生产、工程设计等方面,通过经济手段或市场调节,相关方面同意采用的标准。推荐性标准一经由工程设计采用或供需双方纳入经济合同中,就成为各方必须共同遵守的技术依据,具有法规约束性。

本手册在介绍每一种管材或管件时,在正文开头即说明了所依据的标准名称和标准编号,这便是向读者提供了正文内容的来源和依据。如果今后标准修订更新,也便于读者与新标准核对。

为了使读者能按标准编号迅速查找到相关内容,在本手册末尾列出了附录:“标准编号、名称与本手册相关内容对照”,这样读者就可以按已知的国家标准或行业标准编号,查找到本书相应的内容。

管材管件的技术标准本身是为规范产品生产使用的。我们编写的这本手册则是为使用管材的单位和人员服务的,涵盖了绝大部分现行国家标准和行业标准中的非金属管材及管件。

本书由成都建工集团成都市工业设备安装公司组织编写,参编人员有辜碧军、罗忠、蒲守祠、汤志远、王荣萍、徐海东、沈咏农、吴竞、孙林波、薛云涛、李文德、范宾、张隆均、董断谋、邱涛、彭光明、王超、曾宪友、卢文字、席华兴。由于编者水平有限,虽然尽了很大努力,但仍难免存在不足或疏漏之处,敬请使用本手册的单位和读者指正。

编者

2013 年 3 月

目 录

1 基础知识	(1)
1.1 常用标准及代号	(1)
1.1.1 常用国际标准、国外标准及代号	(1)
1.1.2 常用国内标准及代号	(1)
1.2 元素概述	(2)
1.2.1 金属元素	(2)
1.2.2 非金属元素	(3)
1.3 塑料的化学属性	(3)
1.3.1 烃(碳氢化合物)	(3)
1.3.2 碳	(4)
1.3.3 氢	(4)
1.4 塑料制品的分类、用途和术语	(5)
1.4.1 树脂和塑料制品	(5)
1.4.2 按树脂在受热后的性能分类	(6)
1.4.3 按塑料制品的用途分类	(6)
1.5 常用塑料原料与塑料的性能	(7)
1.5.1 常用塑料主要原料	(7)
1.5.2 常用塑料的性能	(8)
1.6 塑料管材、管件的成型	(16)
1.6.1 挤出成型	(16)
1.6.2 注塑成型	(17)
1.7 塑料管材的检验、试验和选用	(17)
1.7.1 塑料管材的检验、试验	(17)
1.7.2 塑料管材的选用	(18)
2 塑料管	(20)
2.1 热塑性塑料综合	(20)
2.1.1 管材、管件通用术语	(20)
2.1.2 管材的公称外径和公称压力	(24)
2.1.3 管材通用壁厚	(25)
2.1.4 冷热水管道系统用管材和管件	(31)
2.1.5 塑料管道系统部件尺寸的测定	(33)

2.2 聚氯乙烯(PVC)管材、管件	(41)
2.2.1 给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(41)
2.2.2 给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件	(49)
2.2.3 低压输水灌溉用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(61)
2.2.4 水井用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(63)
2.2.5 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(65)
2.2.6 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件	(68)
2.2.7 建筑用硬聚氯乙烯(PVC-U)雨落水管材及管件	(79)
2.2.8 工业用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(85)
2.2.9 化工用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件	(88)
2.2.10 煤矿井下用聚氯乙烯管材	(93)
2.2.11 排水用芯层发泡硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(96)
2.2.12 无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	(99)
2.2.13 埋地排水用硬聚氯乙烯双壁波纹管材	(104)
2.2.14 埋地排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)双层轴向中空壁管材	(108)
2.2.15 埋地用硬聚氯乙烯(PVC-U)加筋管材	(111)
2.2.16 硬聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管材	(114)
2.2.17 农田排水用塑料单壁波纹管	(117)
2.2.18 流体输送用软聚氯乙烯管	(119)
2.2.19 医用软聚氯乙烯管	(121)
2.2.20 硬聚氯乙烯(PVC-U)塑料溶剂型胶粘剂	(122)
2.3 聚乙烯(PE)类管材、管件	(124)
2.3.1 给水用聚乙烯(PE)管材	(124)
2.3.2 给水用聚乙烯(PE)管件	(133)
2.3.3 给水用聚乙烯(PE)柔性承插式管件	(141)
2.3.4 给水用低密度聚乙烯管材	(149)
2.3.5 灌溉用聚乙烯(PE)压力管机械连接管件	(151)
2.3.6 喷灌用低密度聚乙烯管件	(157)
2.3.7 建筑排水用高密度聚乙烯管材及管件	(159)
2.3.8 排水用高密度聚乙烯缠绕结构壁管材	(168)
2.3.9 埋地用聚乙烯(PE)双壁波纹排水管材	(172)
2.3.10 埋地用聚乙烯(PE)缠绕结构壁管材	(176)
2.3.11 燃气用埋地聚乙烯(PE)管材	(182)
2.3.12 燃气用埋地聚乙烯(PE)管件	(188)
2.3.13 煤矿井下用聚乙烯管材	(198)
2.3.14 冷热水用交联聚乙烯(PE-X)管材	(201)
2.3.15 建筑给水交联聚乙烯(PE-X)管材	(206)
2.3.16 建筑给水交联聚乙烯(PE-X)管件	(212)
2.3.17 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管材、管件	(213)

2.3.18	超高分子量聚乙烯管材	(219)
2.3.19	超高分子量聚乙烯复合管材	(226)
2.3.20	聚乙烯管材、管件的热熔接设备	(231)
2.3.21	聚乙烯管材、管件的电熔连接设备	(236)
2.4	氯化聚氯乙烯(PVC-C)管材、管件	(243)
2.4.1	冷热水用氯化聚氯乙烯(PVC-C)管材、管件	(243)
2.4.2	工业用氯化聚氯乙烯(PVC-C)管材、管件	(250)
2.5	聚丙烯(PP)管材、管件	(259)
2.5.1	冷热水用聚丙烯(PP)管材、管件	(259)
2.5.2	埋地给水用聚丙烯(PP)管材	(266)
2.5.3	排水用聚丙烯管材和管件	(268)
2.6	聚丁烯(PB)管材、管件	(276)
2.6.1	冷热水用聚丁烯(PB)管道系统	(277)
2.6.2	冷热水用聚丁烯(PB)管材	(277)
2.6.3	冷热水用聚丁烯(PB)管件	(281)
2.7	其他塑料及有机管材、管件	(285)
2.7.1	ABS 塑料管材、管件	(285)
2.7.2	聚四氟乙烯管材	(292)
2.7.3	聚四氟乙烯波纹补偿器	(295)
2.7.4	给水用丙烯酸共聚聚氯乙烯管材、管件	(298)
2.7.5	工业有机玻璃管材	(307)
2.7.6	煤矿井下玻璃钢管材	(310)
2.7.7	低压玻璃纤维管线管和管件	(312)
2.7.8	高压玻璃纤维管	(318)
2.8	电缆、光缆和电线保护管	(324)
2.8.1	电力电缆用导管(总则及塑料导管部分)	(324)
2.8.2	地下通信管道用塑料管	(332)
2.8.3	埋地通信用硬聚氯乙烯(PVC-U)多孔一体管材	(346)
2.8.4	埋地通信用聚乙烯(PE)多孔一体管材	(348)
2.8.5	埋地式高压电力电缆用氯化聚氯乙烯(PVC-C)套管	(351)
2.8.6	聚氯乙烯塑料波纹电线管	(353)
2.8.7	聚氯乙烯热收缩薄膜、套管	(356)
3	复合管	(362)
3.1	金属—塑料复合管	(362)
3.1.1	铝管搭接焊式铝塑复合压力管	(362)
3.1.2	铝管对接焊式铝塑复合压力管	(366)
3.1.3	铝塑复合压力管(搭接焊)	(370)
3.1.4	铝塑复合压力管(对接焊)	(372)
3.1.5	铝塑复合管用卡套式铜制管接头	(376)

3.1.6	铝塑复合管用卡压式管件	(389)
3.1.7	钢塑复合压力管	(392)
3.1.8	钢塑复合压力管用管件	(398)
3.1.9	不锈钢塑料复合管	(421)
3.1.10	内层熔接型铝塑复合管	(423)
3.1.11	外层熔接型铝塑复合管	(426)
3.1.12	给水用钢骨架聚乙烯复合管	(428)
3.1.13	给水用钢骨架聚乙烯复合管件	(434)
3.1.14	燃气用钢骨架聚乙烯复合管	(439)
3.1.15	燃气用钢骨架聚乙烯复合管件	(444)
3.1.16	钢丝网骨架聚乙烯复合管材及管件	(450)
3.1.17	埋地钢塑复合缠绕排水管	(459)
3.1.18	无规共聚聚丙烯(PP-R)塑铝稳态复合管	(462)
3.1.19	钢塑复合压力管用双热熔管件	(467)
3.1.20	工业用钢骨架聚乙烯复合管	(471)
3.1.21	工业用钢骨架聚乙烯塑料复合管件	(477)
3.1.22	塑料衬里复合钢管和管件	(483)
3.1.23	埋地用纤维增强聚丙烯(FRPP)加筋管材	(490)
3.2	其他复合管	(493)
3.2.1	排水用硬聚氯乙烯玻璃微珠复合管	(493)
3.2.2	玻璃纤维增强塑料夹砂管	(497)
3.2.3	供热预制直埋蒸汽保温管	(509)
3.2.4	玻璃钢外护层、聚氨酯泡沫塑料保温层预制直埋保温管	(513)
3.2.5	高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管	(513)
3.2.6	高密度聚乙烯外护管聚氨酯硬质泡沫塑料预制直埋保温管件	(513)
3.2.7	金属网聚四氟乙烯复合管与管件	(513)
3.2.8	塑料合金防腐蚀复合管	(519)
3.2.9	石油天然气工业用钢骨架增强聚乙烯复合管	(522)
3.2.10	石油天然气工业用柔性复合高压管	(533)
4	橡胶及塑料软管	(539)
4.1	通用胶管	(539)
4.1.1	通用输水增强橡胶软管	(539)
4.1.2	吸水和排水用橡胶软管	(541)
4.1.3	饱和蒸汽用橡胶软管及组合件	(542)
4.1.4	压缩空气用增强橡胶软管	(544)
4.1.5	消防吸水胶管	(545)
4.1.6	消防软管卷盘	(547)
4.1.7	气体焊接、切割用橡胶软管	(549)
4.1.8	耐稀酸碱橡胶软管	(551)

4.2 塑料软管	(553)
4.2.1 压缩空气用织物增强热塑性塑料软管	(553)
4.2.2 排吸用螺旋线增强塑料软管	(556)
4.2.3 聚氯乙烯软管	(557)
4.2.4 医用聚氯乙烯软管	(557)
4.3 专用胶管简介	(558)
4.3.1 工程机械 高温低压输油胶管	(558)
4.3.2 织物增强液压橡胶软管和软管组合件	(559)
4.3.3 钢丝缠绕增强液压橡胶软管和软管组合件	(561)
4.3.4 液化石油气用橡胶软管和软管组合件	(564)
4.3.5 油基或水基流体用钢丝编织增强液压橡胶软管及软管组合件	(565)
4.3.6 矿用输送空气和水的增强橡胶软管及软管组合件	(568)
4.3.7 矿用钢丝增强液压软管及软管组合件	(569)
4.3.8 内燃机等机械设备中常用的软管	(573)
5 无机管材	(574)
5.1 混凝土管	(574)
5.1.1 预应力混凝土管	(574)
5.1.2 自应力混凝土输水管	(586)
5.1.3 混凝土和钢筋混凝土排水管	(593)
5.1.4 混凝土低压排水管	(603)
5.1.5 顶进施工法用钢筋混凝土排水管	(609)
5.1.6 预应力钢筒混凝土管	(618)
5.1.7 钢筋混凝土井管	(625)
5.1.8 电力电缆用纤维水泥电缆导管	(629)
5.1.9 电力电缆用混凝土预制电缆导管	(632)
5.2 其他无机管	(637)
5.2.1 排水陶管及配件	(637)
5.2.2 玻璃纤维增强水泥排气管道	(643)
5.2.3 玻镁风管	(646)
5.2.4 纤维水泥电缆管及接头	(650)
5.2.5 关于石棉水泥管	(654)
附录 标准编号、名称与本手册相关内容目录对照	(655)
主要参考文献	(662)

1 基础知识

1.1 常用标准及代号

1.1.1 常用国际标准、国外标准及代号

常用国际标准、国外标准及代号见表 1.1-1。

表 1.1-1 常用国际标准、国外标准及代号

代 号	标 准 名 称	代 号	标 准 名 称
ISO	国际标准化组织标准	BS	英国标准
ISA	国际标准协会标准	DIN	德国工业标准
IEC	国际电工委员会标准	NF	法国标准
IDO	联合国工业发展组织标准	TOCT	原苏联国家标准
ANSI	美国国家标准	OCT	原苏联全苏标准
NBS	美国国家标准局标准	DOGT	俄罗斯国家标准
ASME	美国机械工程师协会标准	CSA	加拿大标准协会标准
AISI	美国钢铁学会标准	UNI	意大利标准
ASM	美国金属学会标准	JIS	日本工业标准
ASTM	美国材料试验学会标准	JSME	日本机械会标准
BHMA	美国建筑小五金制造商协会标准	AS	澳大利亚标准
EN	欧盟标准	KS	韩国标准

1.1.2 常用国内标准及代号

常用国内标准及代号见表 1.1-2。

表 1.1-2 常用国内标准及代号

代 号	标 准 名 称	代 号	标 准 名 称
GB	国家标准(强制性)	SYJ	石油天然气行业建设标准
GB/T	国家标准(推荐性)	SH	石油化工行业标准
GBJ	国家工程建设标准	HG	化工行业标准
JG	建筑工业行业标准	H CJ	化工行业建设标准
CJ	城市建设行业标准	JB	机械行业标准
JC	建材行业标准	SJ/Z	机械行业指导性技术文件

续表

代 号	标 准 名 称	代 号	标 准 名 称
DL	电力行业标准	SJ	电子行业标准
YD	通信行业标准(沿用邮电部行业代号“YD”)	QB	轻工行业标准
EJ	核工业行业标准	QC	汽车行业标准
SL	水利行业标准	HJ	环境保护行业标准
MT	煤炭行业标准	SN	商检行业标准
SY	石油天然气行业标准	JJG	国家计量检定规程

注:1. 标准代号后加“/T”为推荐性标准;在代号后加“/Z”为指导性技术文件,如“YB/Z”为冶金行业指导性技术文件。

2. 中国台湾省标准代号是 CNS。

1.2 元素概述

到目前为止,已发现的元素有一百多种,而这一百多种元素组成的物质却达三千多万种。地壳中含量较多的元素是氧、硅、铝、铁。

元素可分为金属元素和非金属元素两大类,稀有气体元素也是非金属元素。

1.2.1 金属元素

各种金属元素多以“钅”旁表示,但汞除外。

轻金属是指密度小于 4.5 g/cm^3 的金属,重金属是指密度大于 4.5 g/cm^3 的金属(在有的资料中则是以密度为 5.0 g/cm^3 来划分的)。

贵金属主要指金、银和铂族金属(钌、铑、钯、铱、铂)等 8 种金属元素。这些金属大多数拥有美丽的色泽,对化学药品的抵抗力相当大,在一般条件下不易引起化学反应。

半金属这个名词起源于中世纪的欧洲,用来称呼铋,因为它缺少正常金属的延展性,只算得上“半”金属。目前泛指导电电子浓度远低于正常金属的一类金属。

半金属的性质介于金属和非金属之间的元素。半金属元素在元素周期表中处于金属向非金属过渡的位置。半金属性脆,呈金属光泽,半金属大多是半导体,具有导电性,电阻率介于金属和非金属之间,导电性对温度的依从关系通常与金属相反,如果加热半金属,其电导率随温度的升高而上升。半金属大都具有多种不同物理、化学性质的同素异形体,广泛用作半导体材料。

稀有金属中的难熔金属熔点较高,与碳、氮、硅、硼等生成的化合物熔点也较高。

稀有金属中的分散金属简称稀散金属,大部分共存于其他元素的矿物中。

稀有金属中的稀土金属简称稀土金属,包括钪、钇及镧系元素。它们的化学性质非常相似,在矿物中相互伴生。我国稀土储量居世界第一,供应量占全球总量的 80% 以上。用于制造复合材料,如镁、铝、钛等合金材料,被形象地比喻为“工业味精”。

稀有金属中的放射性金属包括天然存在的金属以及人工制造十几种金属元素。

上述分类并不是十分严格的。有些稀有金属既可以列入这一类,又可列入另一类。

1.2.2 非金属元素

非金属元素多以“丿”、“石”、“气”旁表示其单质在通常状态下存在的状态；稀有气体元素多带有“气”字。

非金属元素是元素的一大类，在所有的一百多种化学元素中，非金属占了 22 种。在元素周期表中，除氢以外，其他非金属元素都排在表的右侧和上侧，属于 P 区。非金属元素包括氢、硼、碳、氮、氧、氟、硅、磷、硫、氯、砷、硒、溴、碲、碘、砹、氦、氖、氩、氪、氙。80% 的非金属元素在工业应用中占有重要位置。

稀有气体元素是指氦、氖、氩、氪、氙，又因为它们它们在元素周期表上位于最右侧的零族，因此亦称零族元素。稀有气体单质都是由单个原子构成的分子组成的，所以其固态时都是分子晶体。

空气中约含 0.94% (体积百分比) 稀有气体，其中绝大部分是氩。稀有气体都是无色、无臭、无味的，微溶于水，溶解度随分子量的增加而增大。稀有气体的分子都是由单原子组成的，它们的熔点和沸点都很低，随着原子量的增加，熔点和沸点增大。它们在低温时都可以液化。

过去曾将稀有气体称为“惰性气体”，这是因为其化学性质很不活泼，人们曾认为它们不会与其他元素发生化学反应，故称为“惰性气体”。然而，正是这种传统的概念束缚了人们的思想，阻碍了对稀有气体化合物的研究。1962 年，英国化学家合成了第一个稀有气体化合物，引起了化学界的很大兴趣和重视，许多化学家竞相开展这方面的研究，先后合成了多种稀有气体化合物，促进了稀有气体化学的发展。“惰性气体”也改称“稀有气体”。

空气是制取稀有气体的主要原料，通过液态空气分级蒸馏，可得稀有气体混合物，再用活性炭低温选择吸附法，就可以将稀有气体分离开来。

1.3 塑料的化学属性

在非金属管材中，绝大部分是塑料管材。而绝大部分塑料都是碳氢化合物，称为烃类塑料。说得再详细一点，烃类塑料就是由含碳、氢两种元素的聚合物树脂与各种助剂配合加工而成的塑料制品的总称，主要包括聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等，由于其性能突出，价廉易得，应用面广，因而成为通用塑料的主体。可见，在塑料中，碳元素和氢元素占有极为重要的地位。

1.3.1 烃(碳氢化合物)

在有机化学发展的初期，由于人们对于有机物的认识仅限于燃烧后的产物，故此将有机物也称作碳氢化合物。随着有机化学的发展，人们逐渐认识到有机物不仅仅是由碳氢两种元素组成。现在，专指仅由碳和氢两种元素组成的有机化合物称为碳氢化合物，又叫烃。烃分为脂肪族和芳香族，其中包含了烷烃、烯烃、炔烃、环烃及芳烃，是许多其他有机化合物的基体。

烃类塑料所用树脂的单体多是石油裂解的产物。

有趣的是烃字的字形和读音：烃的字形是由碳和氢两个字排列组合成的，聪明的化学家们取“碳”字右下的“火”，以及“氢”字下半部的“丩”所发明出烃字；烃的读音为汉语拼音 tīng，即取碳字的声母 t 和氢字的韵母 īng 组合而成。

烃类皆难溶于水,在完全燃烧条件下可转化为二氧化碳和水。烃类会因组合结构的不同,其性质可能会有极大的差异。若结构相似,则性质相近;若结构不同,性质不同。正因为此,烃类种类繁多,是化合物中的一大类。

1.3.2 碳

非金属元素——碳,其分子式和原子式一样,都是“C”。木炭的元素就是碳,这种物质发现得很早。它有三种自然形式:炭、钻石和石墨。碳的化合物品种繁多,是我们日常生活中不可缺少的物质,碳元素构成的产品从尼龙和汽油、香水和塑料,一直到鞋油、滴滴涕和炸药等,范围广泛,种类繁多。

碳可以说是人类接触到的最早的元素之一,自从人类在地球上出现以后,就和碳有了接触,由于闪电使林木燃烧后残留下来木炭,动物被烧死以后,便会剩下骨炭,人类在学会了怎样引火以后,碳就成为人类永久的“伙伴”了。碳在古代的燃素理论的发展过程中起了重要的作用,根据这种理论,碳是一种纯粹的燃素,由于研究煤和其他化学物质的燃烧,人们才认识到碳是一种元素,在 1789 年编制的元素周期表中可以看出,碳是作为元素出现的。

碳在自然界中存在三种同素异形体——金刚石、石墨、C60。金刚石和石墨早已被人们所认识。

金刚石是自然界最硬的矿石。在所有物质中,它的硬度最大。测定物质硬度的刻画法规定,以金刚石的硬度为 10 来度量其他物质的硬度。例如 Cr(铬)的硬度为 9、Fe(铁)为 4.5、Pb(铅)为 1.5、Na(钠)为 0.4 等。在所有单质中,它的熔点最高,达 3823 K。金刚石不仅硬度大,熔点高,而且不导电。室温下,金刚石对所有的化学试剂都显惰性,但在空气中加热到 1100 K 左右时能燃烧成 CO_2 。金刚石主要用于制造钻探用的钻头和磨削工具,是重要的现代工业原料,价格昂贵。经过加工的金刚石俗称钻石,光彩夺目,晶莹美丽,是名贵的装饰品。

石墨乌黑柔软,是世界上最软的矿石。石墨的密度比金刚石小,熔点比金刚石仅低 50 K,为 3773 K。石墨具有层向的良好导电导热性质。石墨的层与层之间是以分子间力结合起来的,因此石墨容易沿着与层平行的方向滑动、裂开。石墨质软具有润滑性。由于石墨层中有自由的电子存在,石墨的化学性质比金刚石稍显活泼。由于石墨能导电,又具有化学惰性,耐高温,易于成型和机械加工,所以石墨被大量用来制作电极、高温热电偶、坩埚、电刷、润滑剂和铅笔芯等。

C60 是 1985 年由美国化学家哈里可劳特等人发现的,它是由 60 个碳原子组成的一种球状的稳定的碳分子,是金刚石和石墨之后的碳的第三种同素异形体。从 C60 被发现的短短的二十多年以来,已经广泛地影响到物理学、化学、材料学、电子学、生物学、医药学各个领域,极大地丰富和提高了科学理论,同时也显示出有巨大的潜在应用前景。

1.3.3 氢

氢的符号 H,分子式 H_2 。氢是宇宙间最丰富的元素。氢在地球上可以说完全不以单质形态存在。人们要得到氢,必须经过一定的工艺。可是太阳和其他一些星球则全部是由纯氢所构成。太阳上发生的氢热核反应已经持续了许多亿年。

早在 16 世纪,就有人注意到氢的存在了,氢曾被称为“可燃空气”。直到 1785 年,化学家

才首次明确地指出:水是氢和氧的化合物,氢是一种元素。并将这种“可燃空气”命名为“Hydrogen”。这里的“Hydro”是希腊文中的“水”,“gene”是“源”,“Hydrogen”就是“水之源”的意思。以词头字母 H 为氢的化学符号。汉字的“氢”字也很有意思,采用“轻”的偏旁,把它放进“气”里面。

单质氢是由两个 H 原子以共价单键的形式结合而成的双原子分子。氢是已知的最轻的气体,无色无臭,几乎不溶于水,氢比空气轻 14.38 倍,具有很大的扩散速度和很高的导热性。将氢冷却到 20 K 时,气态氢可被液化。液态氢可以把除氦以外的其他气体冷却并转变为固体。同温同压下,氢气的密度最小,常用来填充气球。

分子氢在地球上的丰度很小,但化合态氢的丰度却很大,例如氢存在于水、碳水化合物和有机化合物以及氨和酸中。含有氢的化合物比其他任何元素的化合物都多。氢在地壳外层的三界(大气、水和岩石)里以原子百分比计占 17%,仅次于氧而居第二位。

氢在常温下能与单质氟在暗处迅速反应生成 HF(氢氟酸),而与其他卤素或氧不发生反应。

高温下,氢气是一个非常好的还原剂。例如:氢气能在空气中燃烧生成水,氢气燃烧时火焰可以达到 3273 K 左右,工业上常利用此反应切割和焊接金属;高温下,氢气还能同卤素、 N_2 等非金属反应,生成共价型氢化物;高温下氢气与活泼金属反应,生成金属氢化物;高温下氢气还能还原许多金属氧化物或金属卤化物为金属,能被还原的金属是那些在电化学顺序中位置低于铁的金属。这类反应多用来制备纯金属。

在有机化学中,氢的一个重要的化学反应叫加氢反应,在分子中加入氢即是还原反应。这类反应广泛应用于将植物油通过加氢反应,由液体变为固体,生产人造黄油;也用于把硝基苯还原成苯胺(印染工业);把苯还原成环己烷(生产尼龙-66 的原料);氢同 CO 反应生成甲醇等等。

氢分子虽然很稳定,但在高温下,在电弧中,或进行低压放电,或在紫外线的照射下,氢分子能发生离解作用得到原子氢。所得原子氢仅能存在半秒钟,随后便重新结合成分子氢,并放出大量的热。

1.4 塑料制品的分类、用途和术语

塑料制品分类方法有多种,常用的分类方法是按树脂在受热后所得到的性能变化来分类,可分为热塑性塑料和热固性塑料;另一种分类方法是按塑料制品的用途分类,可分为通用塑料、工程塑料、耐高温塑料和特殊用途塑料。

1.4.1 树脂和塑料制品

树脂分为合成树脂和天然树脂两类。合成树脂是用自然界中的石油及天然气或者煤、氯化钠为原料,在一定条件下聚合而成的高分子材料;天然树脂是指自然界中动、植物体内分泌出的有机物,如松香、树胶、虫胶及橡胶中的胶乳等。塑料制品所用树脂为合成树脂。

合成树脂品种很多,目前已达到 300 多种。塑料管材、管件常用树脂的名称和缩写代号见表 1.4-1。

表 1.4-1 塑料管材、管件常用树脂名称及缩写代号

树脂名称	缩写代号	树脂名称	缩写代号
聚乙烯	PE	软聚氯乙烯	PVC-P
高密度聚乙烯	HDPE	聚丙烯	PP
低密度聚乙烯	LDPE	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	ABS
聚氯乙烯	PVC	聚苯乙烯	PS
硬聚氯乙烯	PVC-U	聚四氟乙烯	PTFE
氯化聚乙烯	PEC	聚氨酯	PUR

塑料制品是以树脂为主要原料,加入一定比例的助剂和填充料,混合均匀后,在一定温度和压力条件下,成型为某一种形状的制品。

1.4.2 按树脂在受热后的性能分类

1. 热塑性塑料

热塑性塑料以热塑性树脂为主要成分,并添加一定比例的辅助料(如各种助剂和填充料)而配制成的塑料。这种塑料在一定温度条件下,能软化或熔融成任意形状,冷却后形状不变。在整个形态变化过程中,树脂只是一种物理性变化。这种树脂制品可多次反复使用,而且始终具有可塑性。

在塑料制品中,热塑性树脂应用量最大,常用的树脂有聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、ABS、聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯等。管材、管件大都属于热塑性塑料。

2. 热固性塑料

在一定温度条件下,塑料能软化成熔融态、降温后形状固定、变硬。但是如果把这种变硬定形的固体再加热升温,则不能再熔融软化,说明这种塑料在第一次加热升温时,内部已经发生化学变化,则称这种塑料为热固性塑料。常用热固性塑料有酚醛树脂和环氧树脂等。

热固性塑料制品具有抗压、不容易变形和耐热的特点;但是一般多采用模压成型,所以生产制造比较麻烦,生产率较低,制造成本比较高,因而应用远不及热塑性塑料广泛。

1.4.3 按塑料制品的用途分类

1. 通用塑料

通用塑料是指料源丰富、价格低廉、应用量最大、成型容易、可以制成各种形状的塑料。通用塑料树脂包括聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)及酚醛树脂(PF)、氨基树脂(UF)等六大品种,它们不但价格低,而且年总产量占合成树脂总产量的 3/4 以上。塑料管材、管件大都属于通用塑料。

2. 工程塑料

工程塑料是指有较好的力学性能,可代替一些金属材料在某些部位使用的塑料。此类制品在工作时其机械强度和耐热性都高于通用塑料,能在较高温度下长期使用。工程塑料树脂包括聚酰胺(PA)、聚甲醛(POM)、聚碳酸酯(PC)和热塑性聚酯(PET、PBT)等。

3. 耐高温塑料

耐高温塑料属于工程塑料的一种,其使用温度可达 150 °C 以上。耐高温塑料包括聚砒、聚醚砒、聚酰亚胺(PI)和聚四氟乙烯(PTFE)等。

4. 特殊用途塑料

特殊用途塑料指用于特殊工作环境,有比较特殊用途的塑料制品,如环氧树脂和离子交换树脂等。

1.5 常用塑料原料与塑料的性能

1.5.1 常用塑料主要原料

1. 聚乙烯(PE)

聚乙烯树脂是由乙烯单体聚合而成的高分子化合物。以聚乙烯树脂为基材而成型的塑料制品,称其为聚乙烯塑料。

聚乙烯树脂按其聚合时条件的不同,可分为高压聚乙烯和低压聚乙烯。高压聚乙烯的密度在 0.910~0.935 g/cm³ 范围内,所以也称高压聚乙烯为低密度聚乙烯(LDPE)。低压聚乙烯的密度在 0.955~0.965 g/cm³ 范围内,所以也称低压聚乙烯为高密度聚乙烯(HDPE)。有时也把密度为 0.940 g/cm³ 左右的聚乙烯树脂称为中密度聚乙烯(MDPE)。另外,还有一种线型低密度聚乙烯(LL-DPE),它是乙烯和某些 α -烯烃的共聚物,密度在 0.917~0.920 g/cm³ 之间。

聚乙烯树脂按其密度分为 5 类:即小于 0.923 g/cm³、0.923~0.932 g/cm³、0.933~0.946 g/cm³、0.947~0.956 g/cm³、大于 0.956 g/cm³。

聚乙烯树脂按用途可分为中空成型(B)、涂层(C)、通用挤塑(E)、薄膜(F)、注塑(I)、电缆护套(K)、单丝(L)、管材(P)、粉末成型(S)、扁带(Y)、特殊用途(T)等类型。

2. 聚丙烯(PP)

聚丙烯树脂是由丙烯单体聚合而成的高分子化合物。以聚丙烯树脂为基材而成型的塑料制品,称其为聚丙烯塑料。

聚丙烯树脂的种类也比较多,分类的方法也有多种。按聚丙烯分子中 CH₃ 基团在空间排列状态可分为等规聚丙烯、间规聚丙烯和无规聚丙烯。目前,我们应用的都是等规聚丙烯。

生产聚丙烯的工艺国内主要采用溶剂法、液气相连续本体法和间歇液相本体聚合法工艺。聚丙烯树脂生产装置,除生产均聚物外,还能生产嵌段共聚物、抗冲多相共聚物和聚烯烃合金型多相共聚物。

3. 聚氯乙烯(PVC)

聚氯乙烯树脂是由氯乙烯单体聚合而成的均聚物。以聚氯乙烯树脂为基材,加入不同比例的辅助原料(助剂和添加剂)而成型的塑料制品,称其为聚氯乙烯塑料。

聚氯乙烯树脂按其生产方式和聚合工艺条件的不同,可分为悬浮法、乳液法、本体法、微悬浮法和溶液法 5 种,其中以悬浮法树脂应用量最大,约占全部聚氯乙烯树脂质量的 80% 以上。

国家标准《悬浮法通用型聚氯乙烯树脂》GB/T 5761 中,把悬浮法通用型树脂分为从 PVC-SG1~PVC-SG8 共 8 种型号。国内目前也按聚氯乙烯树脂聚合度大小分为 TK-700、TK-800、TK-900、TK-1000、TK-1200 和 TK-1300 共 6 个牌号。

4. 聚苯乙烯(PS)

这里介绍的聚苯乙烯树脂是指通用级聚苯乙烯,它只是苯乙烯塑料系列中的一种。聚苯乙烯树脂是由苯乙烯单体聚合制得,为了改进聚苯乙烯制品的脆性和抗冲击性不足的缺点,现已生产多种共聚型聚苯乙烯树脂。

苯乙烯系列中,共聚型聚苯乙烯树脂可分为高抗冲聚苯乙烯(HIPS)、丙烯腈-苯乙烯共聚物(AS)、苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物(SBS)和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)及专用于发泡材料的聚苯乙烯树脂(EPS)等。

通用级聚苯乙烯是采用悬浮法和本体法两种聚合方法生产,可按用途分为工业型、日用型和粗粒型。树脂生产厂家又把树脂分为标准型、板材型、耐热型和耐热、高耐冲型。

5. ABS

ABS 树脂是苯乙烯系列中的一种,它是丙烯腈(A)、丁二烯(B)、苯乙烯(S)三种聚合物的共聚物或共混物,即是在共聚反应过程中形成的聚丁二烯(PB)、苯乙烯-丙烯腈二元共聚物(AS)以及在聚丁二烯骨架上接枝苯乙烯-丙烯腈支链的接枝共聚物(B-AS)这三种聚合物的共混物。

由于 ABS 的组成和生产方法有多种,所以,ABS 树脂的种类和牌号也就比较多。国内常见到的 ABS 树脂牌号有通用型、高流动型、挤出型、耐热型、耐寒型、电镀型和难燃型。

1.5.2 常用塑料的性能

1. 密度

塑料的密度是指单位体积塑料在一定温度时的质量。管材、管件常用塑料的密度见表 1.5-1。

表 1.5-1 常用塑料的密度

塑 料 名 称			塑 料 名 称		
密度/(g/cm ³)			密度/(g/cm ³)		
聚乙烯 PE	LDPE	0.91~0.925	丙烯腈-丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	1.02~1.08
	MDPE	0.926~0.940		阻燃级	1.16~1.21
	HDPE	0.941~0.965		耐热级	1.05~1.08
聚丙烯 PP	—	0.90~0.91		中抗冲级	1.03~1.06
聚氯乙烯 PVC	硬 PVC	1.30~1.58		高抗冲级	1.01~1.05
	软 PVC	1.16~1.35		电镀级	1.04~1.07
聚苯乙烯 PS	通用级	1.04~1.07	聚四氟乙烯 PTFE	通用级	2.14~2.20
	抗冲级	1.04		20%玻璃纤维增强	2.26

2. 吸水率

塑料的吸水性是指把塑料试样在 23℃条件下浸泡在蒸馏水中 24 h 后所吸收的水量,吸