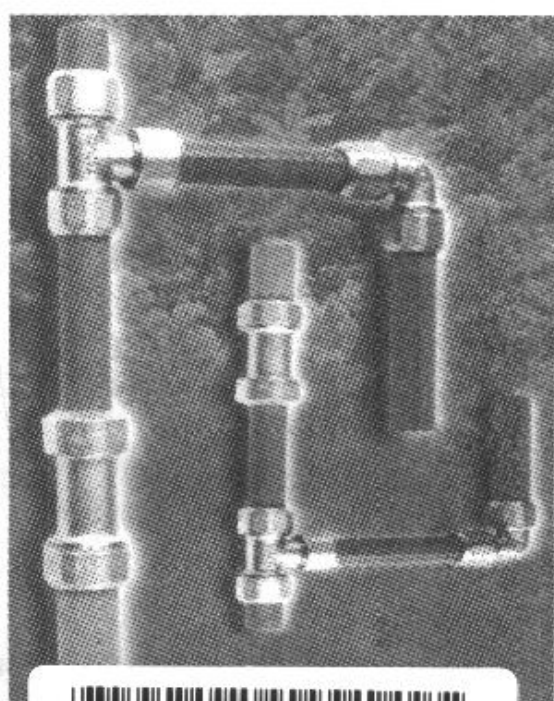


113

T Q320.72
w82b

特种塑料管材

吴大鸣 等编著



A0935869

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

特种塑料管材/吴大鸣等编著. —北京:中国轻工业出版社, 2000. 7

ISBN 7-5019-2888-6

I. 特... II. 吴... III. 塑料管材 IV. TQ320.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 28199 号

责任编辑:赵红玉 责任终审:劳国强 封面设计:张歌明
版式设计:智苏亚 责任校对:方 敏 责任监印:崔 科

*

出版发行:中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编:100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010-65241695

印 刷:中国人民警官大学印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷

开 本:850×1168 1/32 印张:13.625

字 数:354 千字 印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-2888-6/TQ·218 定价:38.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

第一章 概 述

龙文保

第一节 国内外塑料管道发展概况

一、国内外塑料管道发展概况

塑料管道与金属、水泥等传统材料管道相比,具有质量轻、耐腐蚀、导热系数低、绝缘性能好、内壁不结垢、流动阻力小、不生锈、不生苔、易着色、易加工、不需涂装、施工安装和维修方便等优点,与金属管相比,在生产和使用过程中的能耗都低。因此,工业发达国家早在 20 世纪 30 年代就开始生产应用,目前的发展速度很快,广泛应用于住宅建筑、市政工程、农业和工矿等各个领域。

在国外,塑料管道正不断替代金属或其他传统材料管道,发展十分迅速。1980~1990 年的 10 年中,塑料管道的应用量以每年 8% 的速度增长,是其他各类材料管道增长率的 4 倍。塑料管道已成为管道中的最大品种。美国已成为世界上塑料管道产量最大的国家。德国是开发应用塑料管道最早的国家。目前德国饮用水管中聚氯乙烯管道已达 50% 以上。日本开发应用塑料管道始于 20 世纪 50 年代,但发展很快,目前已是世界上第二大塑料管道生产国家。

据报道 1995 年,硬聚氯乙烯(UPVC)管道人均消费量,美国高达 8.3kg,日本 4.27kg,西欧 4.18kg,加拿大 4.07kg。聚烯烃管道的人均消费量西欧各国较高,平均已高于 4kg。1995 年,美国高密度聚乙烯

(HDPE)管道人均消费量已达 1.38kg, ABS 管道人均消费量为 0.23kg。美、欧、日、韩等国家或地区已将聚丁烯-1(PB)管道用于自来水管、热水管和暖气排水管。

硬聚氯乙烯管道是各种塑料管道中消费量最大的品种,在美国的增长速率最快,约 7%。在日本和西欧,聚丙烯(PP)管道的增长率分别是 30%和 10%,聚乙烯(PE)管道的增长率分别是 8%和 7%,而 UPVC 管道的增长率都只有 2%左右。各国塑料管道的应用领域分布情况不尽相同。在美国,一半以上的 UPVC 管道用于非压力管网,其中用量最大的品种是给水管,其次是市政工程排污管、工业下水管、电工穿线管和滴灌管。PE 管道用量最大的是工业污水管,其次是燃气管、给水管。在日本,UPVC 管道最大应用领域是设备排水,其次是下水管、上水管等。西欧各国,70%的聚烯烃管道都用于压力管网。

我国塑料制品工业随着国民经济的发展从无到有,从小到大,五十年来获得蓬勃发展,特别是自改革开放以来,塑料制品总产量超过 1500 万吨居世界第二位;农地膜产量超过 100 万吨,其中棚膜覆盖面积已突破 2000 万亩(年用量约 65 万吨),地膜覆盖面积已达 1 亿 8 千万亩(年用量约 44 万吨),居世界之首;塑料节水器材已能生产全套微灌、滴灌和渗灌所需的多种塑料制品,低压管道输水灌溉 8000 多万亩,喷灌、微灌 1500 多万亩,多种灌溉技术获得广泛采用;土工合成材料由引进技术与设备到自我开发相结合,凡国外有的品种规格,国内几乎都能生产,在我国岩土工程建设中起着越来越重要的作用;塑料建材和包装用塑料门类齐全,工程塑料及复合材料等在汽车工业、航空航天、国民经济各个部门起着极其重要的作用。总之塑料已是我国国民经济及生活中不可缺少的新型材料。

我国 20 世纪 50 年代后期就开始生产 PVC 软管,20 世纪 60 年代初开始生产 PVC 硬管、PE 管和 PP 管。自改革开放以来,我国塑料管道的发展十分迅速,已能生产排水管、雨水管、给水管、供水管、穿线管、复合塑料管、燃气管、化工管、发泡管和微滴灌管等多种塑料管道。1996 年我国各种塑料管道的总产量已达 43.5 万吨,其中 UPVC 管 24 万吨,占 55%;PE 管 18 万吨,占 41%;PP 管 1.5 万吨,占 3.3%。尽管

UPVC 管道年产量已达 24 万吨,但人均消费量还不足 0.2kg,远低于美、日、欧的人均消费量。

二、大量开发应用塑料管道势在必行

运载货物和人群的传统运载工具有各种车辆、船舶和飞机,也就是常说的海运、陆运和空运。运载火箭和航天飞船可以把卫星、导弹、仪器和宇航员运往太空乃至其他星球。电线、电缆、光纤、光缆可以把电能及信息传输到千家万户。这些线缆可以说是一些特殊形式的管道,而各种运载工具更离不开管道输送系统。管道输送是无处不在的运送系统,广泛应用于人类生活、工业农业和国防尖端等各个领域,有如人体内的血管和经络一样的重要性。例如,船舶上所用的管道,有空气通风管道、测深管道、压载水吸入管道、冷热水管道、淡水冷却管道、炮台冷却水管道、冲洗排污管道等,建造一艘 1.5 万吨油轮,全船要用管道 207t。

我国北煤南运,西气(天然气)东输和南水北调已成定局。发展建筑业、农业和信息业,加快城市化进程和市政工程建设,减少使用和综合利用不可再生的资源,开发能源和节省能源,保护生态环境和改善人民生活环境,走可持续发展的道路,建设有中国特色的社会主义强国。这些重大目标和举措都是我国的既定国策。塑料管道将在这些领域中发挥巨大的作用。大量开发应用塑料管道适逢其时,势在必行。

第二节 建筑业和市政工程是塑料管道的广阔应用领域

一、建筑用塑料管道发展机遇

建筑业是我国发展中的支柱产业。住宅建筑已成为我国新的消费热点和新的经济增长点。到 2010 年,我国新建住宅室内排水管道 80%采用塑料管道,基本淘汰传统铸铁管道。建筑物电线穿线护管

90%采用塑料管道,外墙雨水管 50%采用塑料管道,室内给水管道和供暖管道采用柔性塑料管道的比例分别为 30%和 20%。城市供水管道优先使用 400mm 以下的塑料管道,其使用率达到 50%,村镇供水管道 80%采用塑料管道。城市燃气管道中塑料管道的使用量达到 20%,城市排水管道中塑料管道的使用量达到 15%。到 2010 年,我国城镇化水平将达到 45%,自来水普及率将达到 95%(村镇将达到 65%),燃气普及率将达到 90%。到 2010 年,塑料管道在全国管道市场占有率将达到 50%。

建筑用塑料管按照其用途可分为:排水管、给水管、雨落管(雨水管)、输气管(燃气管)和电工套管。排水管又分建筑排水管(室内下水管)和埋地排水管(室外排水管)。给水管再分建筑给水管(室内冷水管和热水管)和城乡供水管(室外给水管)。电工套管是用来保护电力和通讯电线、电缆、光缆的管道,包括埋地通讯电缆和光缆护套管、动力线护套管和建筑用电工套管(穿线管)。如果按制管材质不同分类,则建筑用塑料管道主要有聚氯乙烯管、氯化聚氯乙烯管、聚乙烯管、交联聚乙烯管、改性聚丙烯管、聚丁烯-1 管、ABS 管、铝塑复合管、衬塑或涂塑钢管、塑覆铜管和玻璃钢管等。在这些管道中自来水给水管、热水给水管、排水管和燃气管将大量推广应用。用于自来水给水管和热水给水管的塑料管道应优先选用聚丁烯-1 管道、交联聚乙烯管道、改性聚丙烯管道和铝塑复合管道等,抗震性能良好的双层聚乙烯管道和聚氯乙烯管道适用于自来水给水管道。排水管道仍以硬聚氯乙烯管道为主要应用品种,其中芯层发泡管道和消音管道发展较快。塑料燃气管道几乎都是中密度聚乙烯管道。

二、聚氯乙烯系列管材

1. PVC 对环境并不构成危害

从 1973 年以来,由于观察到 PVC 对环境和健康的危害,它一直受到世界性的非议。丹麦政府的研究指出,在城市焚烧污物中,PVC 产生了有毒的二氧杂芑(dioxin——二噁英)。废弃的 PVC 制品在燃烧时会产生氯化氢和游离氯原子。氯化氢是形成酸雨的成分,氯原子是形

成二氧杂芑的成分。在焚烧处理含镉稳定剂 PVC 废弃物时,会产生含有二氧杂芑的飞灰和炉底尘埃。针对这些对 PVC 的指责,PVC 树脂及其加工业者,包括一些环境学家作了大量的调查研究工作。他们引用数据来驳斥这些指责,认为多用途、低能耗、低成本的 PVC 比其他替代物对环境更无害,更友好。

根据欧洲塑料加工协会的统计,平均只有 30% 城市固体垃圾被焚烧处理,而固体垃圾中仅含有 0.7% 的 PVC 废弃物。美国固体垃圾管理协会的统计,美国焚烧 15% 的城市固体垃圾中,PVC 废弃物仅占 0.4%。加拿大国家焚烧炉测试和环境评估有限公司,用装备干式或湿式净化器的现代焚烧炉进行固体垃圾焚烧试验,发现可以消除 95% 以上的氯化氢和氯原子。美国环境学家 Commoner 指出,医院中的焚烧炉根本不装净化器也能使 PVC 废弃物完全燃烧。苏格兰爱丁堡地球生态协会指出,大气层中 3% 的氯化氢是由现代焚烧炉焚烧 PVC 废弃物形成的,由它所形成的酸雨不到 0.2%。大气层中 93% 的氯化氢是由煤炭燃烧产生的。其实,形成酸雨的主要祸根是二氧化硫和二氧化氮。这两种有害物质几乎都是由传统的燃料燃烧(如汽车尾气、燃煤尾气等)产生的。美国纽约政府能源和发展局进行焚烧实验后发现,城市固体垃圾中 PVC 废弃物含量与二氧杂芑的形成没有必然的联系。瑞典的二氧杂芑权威人士说,PVC 废弃物含量的多少,对二氧杂芑的生成量只有极其有限的影响。

欧洲乙烯制品委员会的实验研究证明,废弃聚氯乙烯制品不容易分解,即便有一定数量的增塑剂和稳定剂能释放到土壤里,但其释放量极其有限,对环境不会造成危害。研究结果还证明,在土壤中发现的氯乙烯不是由聚氯乙烯分解产生的。因此,难分解的废弃聚氯乙烯制品完全可以和其他固体垃圾一起进行埋藏处理而无害于环境。

一些环境学家正以新的眼光去看待 PVC,即生产和加工 PVC 的能耗比其替代物要低 40% 左右,有利于降低“温室效应”。伦敦的学者约翰·爱克尔顿说“节约能源的新影响,意味着 21 世纪将会看到 PVC 有可能成为有利于环境的新材料再度兴起”。根据美国化工市场咨询公司预测,到 2001 年,全球对 PVC 树脂的需求量将以每年 4% 的速度

增长,达到 2700 万吨。随着我国乙烯装置的扩建和新建,一批较先进的 PVC 生产装置正在扩建、新建和筹建之中,21 世纪初我国将跻身于世界 PVC 生产大国行列,年生产能力不低于 300t。

PVC 需求增长的主要原因是建筑行业的发展。建筑行业对 PVC 的需求量将占全球总量的 60% 以上。除了基础设施建设外,发展中国家居民住宅的建设和持续的工业化进程都将极大地推动 PVC 树脂工业及其加工业的发展。

2. 硬质聚氯乙烯管

UPVC 管具有以下特征。①耐化学腐蚀性好,不生锈。②具有自熄性和阻燃性。③耐老化性好,可在 $-15\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间使用 30~50 年。④电性能良好,体积电阻 $1\sim 3\times 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$,击穿电压 $23\sim 28\text{kV/mm}$ 。⑤内壁光滑,内壁表面张力小,很难形成水垢,流体输送能力比铸铁管高 43.7%。⑥比钢管、铁管轻,很容易扩口、粘接、弯曲,安装工作量仅为钢管的 1/2。⑦UPVC 管的韧性低,线膨胀系数大,使用温度范围窄。

UPVC 管的最大应用领域是建筑业,例如美国 70% 的 UPVC 管用于建筑业,其中 25% 的 UPVC 管用作供水管。国外在供水工程上已成功地使用 $D200\sim D630\text{mm}$ 的大型 UPVC 管。我国 UPVC 管已在沈阳、天津、上海、福建、济南和哈尔滨等省市的自来水管道系统和住宅自来水管上推广应用,但所占份额很小。目前,UPVC 管在我国建筑业中主要用作排水管、雨水管和穿线管。

开发应用 UPVC 管的效益很明显。①生产和使用 UPVC 排水管比铸铁管节能 55%~68%,其中生产能耗仅为铸铁管的 18.3%。生产和使用 UPVC 供水管比镀锌管节能 62%~75%,口径小的塑料管比口径大的塑料管节能更多。②同规格单位长度的价格只有镀锌管的 1/2。③安装费用比镀锌管低 70%。④应用 1t UPVC 排水管可以代替 12t 铸铁管,应用 1t UPVC 波纹管可以节省 25t 钢材。

3. 双壁波纹管

双壁波纹管是同时挤出两个同心管,再将波纹外管熔接在内壁光滑的内管上而制成的。它具有光滑的内壁和波纹状外壁,因此,质轻而

强度高,比普通 UPVC 管可节省 40%~60% 的原料,技术经济性较好。目前,我国已有数十家双壁波纹管生产厂家,产量较大的规格是 $D51\text{mm}\sim D102\text{mm}$,主要用作通讯电缆护管、建筑排气管和农用排水管。国外双壁波纹管除用作排水管外,还用作通风管和垃圾管等,一般外径在 $D110\sim D400\text{mm}$ 之间, $D800\text{mm}$ 的双壁波纹管也能生产。这种管材的优点是整体性好,生产技术比较成熟,管材质量有保证。缺点是只能生产 1m 以下的小口径管材,初次投资较大。

4. 芯层发泡管及消声管

芯层发泡管是采用三层共挤出工艺生产的内外两层与普通 UPVC 相同,中间是相对密度 0.7~0.9 低发泡层的一种新型管材。由于在结构上利用了材料力学中工型结构原理,并具有吸能隔声效果好的发泡芯层,所以它具有下列优点。①冲击强度显著提高,其环向刚性为普通硬质聚氯乙烯管的 8 倍。②使用温度范围宽广,可在 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ 下使用(而一般硬聚氯乙烯管只能在 $-15\sim 60^{\circ}\text{C}$ 下使用),而且温度变化时尺寸稳定性好。③发泡芯层能有效的阻隔噪声传播,更适用于高层建筑排水系统。④隔热性好,比不发泡的实壁管材传热效率低 35%。⑤发泡芯层使其内壁抗压能力大大提高。⑥较实壁管材可节省原料 25% 以上,口径愈大时节省原料更多。⑦管材较轻,便于运输和安装。⑧在弯折状态下的使用寿命比实壁管材要长 10 年以上。

UPVC 消音管主要用作排水管,在其内壁带有若干条凸形螺旋线,使下水沿着管内壁自由连续呈螺旋状流动,在排水管中央形成空气柱,使管内压力降低 10%,通风能力提高 10 倍,排水量增加 6 倍,噪声比普通 UPVC 排水管和铸铁管低 30~40dB。UPVC 消音管与消音管件配套使用时,排水效果更好。

5. 氯化聚氯乙烯管

氯化聚氯乙烯管材是由含氯量高达 66% 的所谓过氯乙烯树脂加工而得的一种耐热性好的塑料管材。氯化聚氯乙烯树脂用 PVC 树脂经氯化制得,随着树脂中氯含量的增加,其密度增大,软化点、耐热性和阻燃性提高,拉伸强度提高,熔体粘度增大,而韧性和热稳定性降低。氯化聚氯乙烯管的耐热、耐老化、耐化学腐蚀性优良,在沸水中也不变

形,国外多用作热水管、废液管和污水管,国内已用于电力电缆护套管。由于氯化聚氯乙烯树脂的软化点高,粘度大,热稳定性低,所以对塑料配方、加工设备和加工工艺方面都提出了比 PVC 更高的要求,管材价格是 UPVC 管的 2 倍。

6. 径向筋管

美国波纹管(Corma)与管材精加工及设备公司(Uponor)联合开发了直接加工径向筋管(环状波纹管)技术。该技术采用特殊模具和成型后续装置,其产品又称超强筋环状波纹管。这是一种重型大口径管材,其特点是管外壁上带有径向加强筋,但不是螺旋状的加强筋,因此它不像螺旋筋那样容易被压破裂,真正起到了提高管材环向刚度和耐压强度的作用,主要用于市政工程中的排水。

7. 螺旋缠绕红外焊接管

希腊 Petzetakis 开发的重型大口径 UPVC 管制造技术是以螺旋缠绕制管技术为基础的。该技术先挤出成型空心矩形材,然后在螺旋缠绕的同时进行红外焊接而制成大口径管材,口径可达到 1500mm。该技术的特点是口径由螺旋缠绕芯轴直径决定,而芯轴直径可以设计得很大,即可以用较小的挤出机生产口径很大的管材。大口径螺旋缠绕管主要用于城镇排水、农田排灌和厂矿通风。

三、聚烯烃系列管材

1. 高密度聚乙烯管

高密度聚乙烯管是一种有发展前途的产品,它以优秀的化学性能、韧性、耐磨性以及低廉的价格和安装费受到管道界的重视,它是仅次于聚氯乙烯、使用量占第二位的塑料管道材料。

HDPE 双壁波纹管挤出技术在 20 世纪 70 年代中期才发展成为成熟的技术,它是一种用料省、刚性高、弯曲性优良,具有波纹状外壁、光滑内壁的新型管材。双壁管较同规格同强度的普通管可省料 40%,且具有高抗冲、高抗压的特性,发展很快。在欧美发达国家中,HDPE 双壁波纹管,在相当范围内取代了传统的钢管、铸铁管、水泥管、石棉管和普通塑料管,广泛用作排水管、污水管、地下电缆管、农业排灌管。

2. 螺旋缠绕熔接高密度聚乙烯管

生产方法是先挤出型材,再将型材螺旋缠绕并熔接成整体管材。这种制管技术的优点:便于根据需要生产不同直径的管材,其直径可达到 3m 之大;管材的壁薄(多为空芯)、刚度高,达到相同强度时,塑料原料消耗比普通实壁塑料管材减少一半;管材可在一定范围内任意弯曲,也便于运输。这种制管技术的缺点:管材的熔接缝很长,操作上稍有失误就难保证质量;无金属增强的螺旋缠绕熔接管在直径较大或承受外压负载较大时,需要缠绕的型材具有较大的截面或者增加缠绕层数,使生产成本较高。该管材连接的主要方法有两种,其一是用螺旋缠绕成型的套管加密封剂连接,其二是用在管材顶端预埋电热丝进行电热熔接。该管材可用于城镇排水管道、农田排灌管道、通风管道等,大口径的管材还可用于小型粮仓。

3. 螺旋缠绕嵌接高密度聚乙烯管

在工厂生产出 HDPE 型材,将型材在工厂或在工地螺旋缠绕成管材,缠绕时型材相互嵌接,嵌接处加入熔融聚乙烯作粘接剂。在这种缠绕嵌接的 HDPE 管材的外面可以再嵌入轧制成型的钢带以增加它的强度和刚性。这种制管技术的优点:便于根据需要生产不同直径的管材,口径可达 2.6m;可以把 HDPE 型材运输到工地现场缠绕嵌接成管材,可以最大限度地减少管接头。其缺点是管材缠绕粘接缝很长,操作上稍有失误就难保证质量。

4. 聚乙烯燃气管

早在 20 世纪 80 年代,加拿大就成为生产和使用塑料燃气管的先进国家,应用比例占 80%。生产聚乙烯燃气管已有 20 多年的历史,生产能力约 1 万吨,管径为 12~160mm,主要用于燃气管网中的支线线路。燃气管的连接方式有热熔焊接法和电热熔接法。热熔焊接不够严密。电热熔接效率高、接头严密、安全可靠。电热熔接是将 5~10Ω 低电阻的电热丝埋入管接头的外套中,并附有接电源的器件,组装管件后用专用装置进行通电熔接。

日本采用中密度聚乙烯生产燃气管道,用于压力 0.1MPa 以下的支线管路(压力 0.4MPa 的主干线仍用钢管)。德国使用聚乙烯燃气管

道已有 30 多年的历史,使用量已占全部燃气管道的 40% 左右。美国生产聚乙烯燃气管的技术成熟,生产能力大。

5. 无规共聚聚丙烯(PP-R)管

无规共聚聚丙烯管或三型聚丙烯管,是欧洲新近开发出来的新型塑料给水管。这种管材的冲击韧性高,脆化温度低,在热介质内压作用下其强度衰减慢,在 70℃ 和 1 MPa 压力下可以长期使用,可用于建筑物给水管道,特别适用于给热水管道。生产这种管材不需要专门的和控制比较复杂而精确的生产线,生产过程和施工过程中产生的废品可以回收再用,管材连接无需专用的昂贵铜管件,可以熔接,不能在管材和管件上直接铰丝,但达到同样强度和寿命的管材的管壁较厚,管材的线膨胀系数较大,原料价格较贵。

6. 聚丁烯-1 管

聚丁烯-1 是一种半结晶热塑性塑料,密度接近于中低密度聚乙烯。聚丁烯-1 管质轻、质软、耐热、耐磨、无毒无害、冲击强度很高,拉伸强度与 HDPE 管接近。聚丁烯-1 管具有独特的蠕变性能,能长期承受高负荷而不变形。聚丁烯-1 管化学稳定性好,微生物不侵蚀,因此长时间输送、贮存饮水也不会引起水质低劣。聚丁烯-1 管可在 0℃ 到 95℃ 之间安全使用。

聚丁烯-1 管是目前世界上最先进的自来水、热水和暖气排水管材之一。美国戴维斯能源集团公司采用聚丁烯-1 管作热水管,据称它可以在 86℃、0.7MPa 压力下连续使用。奥地利塑料协会安装了聚丁烯-1 热水管,水温为 45~50℃,有时达 55℃ 峰值,水压为 0.13MPa。采暖期从 10 月份到次年 4 月份,正常运转 13 年后,取出部分管样观察其性能的变化。经过与同期存放在避光地下室内未使用的管材相比较,两者的老化情况均难以察觉,清洗后的表面不见裂纹,也没有氧化层。压力试验表明,经过 13 年的使用,聚丁烯-1 管仍能符合美国有关部门对聚丁烯-1 管材的质量标准要求。这种管材的性能最优越,但是价格昂贵。

7. 化学交联聚乙烯热收缩管

化学交联聚乙烯热收缩管具有“弹性记忆”效应,加热到一定温度

时可径向收缩回复到原来的形状和尺寸。用于通讯电缆和管材接续的热收缩管,在其内壁涂覆一层热熔胶,在热收缩管加热收缩的同时,热熔胶熔化起到密封和增加连接强度的作用。为了改善聚乙烯大分子链伸直定向排列的膨胀拉伸工艺性能,为了提高聚乙烯热收缩管的耐热性、耐磨性、耐环境应力开裂性和延长使用寿命,必须使聚乙烯大分子链间形成交联键。聚乙烯交联和交联聚乙烯管坯的膨胀是热收缩管成型加工的关键环节,前者使线形聚乙烯大分子链转变成三维网状分子结构,后者赋予聚乙烯材料“弹性记忆”效应,从而使制品具有热收缩性。

8. 硅烷交联聚乙烯(PEX)管

硅烷交联聚乙烯管生产技术是通过反应挤出成型机制出乙烯基硅烷接枝聚乙烯可交联聚乙烯管材,再使硅烷接枝聚乙烯水解、缩合脱水而形成硅-氧交联键从而制得硅烷交联聚乙烯管。生产方法有一步法和二步法两种。一步法是指聚乙烯接枝反应与可交联聚乙烯管坯成型在同一台反应挤出成型机上一次完成,而后在温水浴中或水蒸气浴中进行水解和交联。二步法是先在反应挤出造粒中制出硅烷接枝聚乙烯粒料和催化剂母料,然后将这两种粒料按一定比例混合并在普通挤出成型机上挤塑可交联聚乙烯管坯,再将其水解、交联而制得硅烷交联聚乙烯管材。

硅烷交联聚乙烯管具有优良的综合性能,特别是耐热性好、热强度高、使用寿命长,在国外有大量使用的成熟经验,广泛用于各种冷热水工程。管材生产工艺和设备比铝塑复合管简单,生产成本比铝塑复合管低。硅烷交联聚乙烯管的连接要用专用铜制管件而不能用热熔连接和胶粘接,生产工艺要求较高,采用一步法生产时需要专用生产设备,废品难以回收再用。

四、钢塑复合管和铝塑复合管

1. 钢塑复合管

金属与塑料的复合管是一种金属/高聚物的宏观复合体系,金属基体通过界面结合承受管材所受内外压力,塑料基体在防腐蚀方面发挥

作用。它既有金属的坚硬、刚直不易变形、耐热、耐压、抗静电等特点,又具有塑料的耐腐蚀、不生锈、不易产生垢渍、管壁光滑、容易弯曲、保温性好、清洁无毒、质轻、施工简易、使用寿命长等特点。钢管与 UPVC 塑料管复合的管材,使用温度上限为 70°C ,用聚乙烯粉末涂覆于钢管内壁的涂塑钢管可在 -30°C 到 55°C 下使用。环氧树脂涂塑钢管的使用温度高达 100°C ,可用作热水给水管管道。钢管复合管还广泛用于化工和石油工业等领域。

日本积水化学公司开发出一种钢塑复合管(LP 管),其内层为 UPVC 管,外层为钢管,钢管表面涂有环氧涂料保护层,UPVC 管和钢管之间充填有聚氨酯泡沫塑料,以消除噪声,并提高隔热保温性和冲击强度,牢固粘合内外不同材质的管材。这种复合管适用于高层建筑物。

金属管与塑料管之间结合能力是决定金属/塑料复合管的耐压性和抵御热应力的主要因素,一定要使界面结合牢靠,形成分层不分体的宏观复合体系。金属/塑料复合管的复合技术是生产这种管材的关键技术。目前比较成熟的复合技术有 4 种。

①拉挤技术。把稍超尺寸的塑料管预先涂上一层粘合剂,加热通过一特定的模型,使塑料管直径被压缩小并被牵引进入金属管,进入金属管后塑料管恢复到原来的尺寸,形成一种与金属管紧密结合的塑料防腐衬里管。此法也可以将粘合剂预先涂在金属管内壁。②冷拔技术。把塑料管以松配合插入稍大尺寸的金属管中,然后送入冷拔机,施加高压压缩金属管,使两者紧密贴合。可以在金属管内壁开设无数个孔穴或微小的倒钩,使这些微小的触点镶嵌于塑料管表面内,可提高复合管对热应力的抵御。③发泡复合技术。该法的要点是将塑料管插入金属管中,在两层间注入聚氨酯发泡塑料,使金属管和塑料管紧密地结合在一起。④共挤复合技术。这是 20 世纪 90 年代由英国和德国开发出的最新复合技术。将铝带通过四套冷弯模和两个成型辊形成圆形管状搭接(或对接)在一起,用超声波焊接或氩弧焊接,然后通过挤出机挤出内外层塑料管和粘合剂,再通过特制的共挤复合管机头将塑料管分别复合在已焊接的铝管内外表面上。

2. 铝塑复合管

铝塑复合管,由五层组成。外壁和内壁为化学交联聚乙烯,中间为一层厚约 0.3mm 薄铝板焊接管;铝管与内外层聚乙烯之间各由一层粘合剂牢固粘结。这种结构的铝塑复合管具有质量轻、强度高、耐腐蚀、耐高温、寿命长、高阻隔性、抗静电、流阻小、不回弹、安装简便等优良性能。其质量仅为同种规格镀锌钢管的 1/10;在常温下爆破压力可达 6MPa;可耐大多数强酸强碱的腐蚀;可在 95℃ 温度,小于 1MPa 压力下长期工作。最高使用温度可达 110℃;使用寿命可达 50 年;由于夹有铝层,因而可使氧气渗透率达到零;聚乙烯的摩擦系数极小,对液体的阻力仅为普通钢管的 1/5,具有很好的输送能力。管径在 32mm 以下的管材可成盘收卷,每卷长度可超过 100m。由于铝层具有很好的可塑性,因而可使管材很容易地伸直和弯曲,并保持不回弹;安装时不必套丝,截断、连接十分容易。

目前在工业发达国家已广泛应用铝塑复合管,其主要用途是自来水管、热水管、饮料和药液管等,还可用于要求抗静电的电磁波屏蔽管、矿山管和燃气管等。

铝塑复合管的主要缺点:生产技术和设备都比较复杂;管材连接要用专用铜制管件,不能用热熔连接和胶粘接;废品不能回收再用;生产成本较高。

五、ABS 管和玻璃钢管

ABS 管具有较高的耐冲击强度和表面硬度,在 -40℃ 到 100℃ 范围内能保持韧性和刚度。由于 ABS 管具有比 UPVC 管和 HDPE 管更高的冲击韧性和耐热性,所以可用于工作温度较高的场合。低发泡 ABS 管与实芯管相比,价格可降低 25%。美国在非压力管领域中应用低发泡 ABS 管,已代替了 50% 的实芯 ABS 管。1995 年,美国 ABS 管的消费量 5.8 万吨,ABS 管件消费量 1 万吨,加拿大和西欧 ABS 管的消费量已超过 2 万吨和 1 万吨。我国已有小批量的 ABS 管材和管件的生产。

玻璃钢管是玻璃纤维增强塑料管(FRP)的俗称。FRP 管是一种由已固化的热固性树脂(主要为不饱和聚酯树脂)包围或环绕玻璃纤维增

强材料的复合结构管材。FRP 管按制作工艺分成两类,一类是采用长玻璃纤维缠绕工艺制作,管壁较薄,可用作制造受内压的管道和制作承压罐,称为增强热固性树脂管(RTRP 管);另一类是掺粉料(主要为石英砂),采用短玻璃纤维离心或长玻璃纤维缠绕工艺制作,称为增强塑料砂浆管(RPMP 管),管壁略厚,环向刚度较大,可用作承受内、外压的埋地管道。FRP 管是一种节约能源的管道,具有强度高、质量轻、耐腐蚀、不结垢、拆装简便、维修容易等特点,并可承受较高内压和较大外压,可用于化工等工业管道,尤其适用于中大口径的给水、排水管道。国外开发应用已有几十年历史,已形成一些有独特工艺生产线的跨国公司,如用纤维缠绕法连续生产工艺的 Veroc 技术,最大管径可达 Dn400mm,长度可达 12m 以上;以掺粒料离心工艺制作的 HOBAS 技术,最大管径可达 Dn2400mm,管长 6m。

很多不同种类、不同结构的塑料管道都可应用于建筑业和市政工程中,其应用范围参见表 1-1。对于建筑给热水管道,国际上公认的国际标准要求是,在输送 70℃ 热水时,长期承受 1MPa 压力下可以使用 50 年。能满足这种要求的塑料管道和塑料金属复合管道,目前只有交联聚乙烯管道、无规共聚聚丙烯管道、铝塑复合管道、聚丁烯-1 管道、氯化聚氯乙烯管道等少数几种。表 1-2 是这几种给热水管性能的比较。

表 1-1 塑料管道种类与应用范围

应用范围 管道种类		市政 给水	市政 排水	建筑 给水	建筑 排水	室外 燃气	热水 供暖	雨水 管	穿线 管	排污 管
聚氯 乙烯系列管	UPVC	用	用	用	用			用		
	CPVC	用		用			用			用
	径向筋管		用							
	螺旋缠绕管		用							
	芯层发泡管				用			用		
	螺旋消声管				用			用		
	双壁波纹管	用	用							
	单壁波纹管								用	

续表

应用范围 管道种类		市政 给水	市政 排水	建筑 给水	建筑 排水	室外 燃气	热水 供暖	雨水 管	穿线 管	排污 管
聚乙烯 系列管	HDPE 管	用		用		用			用	
	MDPE 管			用		用			用	
	LDPE 管									
	双壁波纹管	用	用							
	螺旋缠绕管		用							
交联聚乙烯管				用			用		用	用
无规共聚聚丙烯管				用			用		用	用
聚丁烯-1 管				用			用			用
ABS 管				用			用			用
玻璃钢管		用	用							
铝塑复合管				用		用	用		用	用
钢塑复合管		用	用			用				

表 1-2

几种给热水管的性能比较

性能 塑 料 管	交联聚 乙烯管	无规共聚 聚丙烯管	铝 塑 复合管	聚 丁 烯-1 管	氯化聚 氯乙烯管
70℃, 1MPa 下用 50 年	可	可	可	可	可
达到相同要求的壁厚	较薄	较厚	较薄	最薄	较薄
卫生性能	优	优	优	优	优
生产工艺及设备	较复杂	较简单	最复杂	较简单	较复杂
回收利用	不能	能	不能	能	能
胶粘连接	不可	不可	不可	不可	可
热熔连接	不可	可	不可	可	不可
电热熔连接	不可	可	不可	可	不可
挤压夹紧连接	可	可	可	可	不可
连接用管件	金属管件	PPR 管件	金属管件	PB-1 管件	CPVC 管件
热膨胀系数/(mm/m·℃)	0.15	0.16	0.036	0.13	0.06
阻隔气体渗透	不能	不能	能	不能	不能
小口径管材价格比	1.1	1.4	1.6	2.5	2.3