

浅谈塑料管道的特点及应用

李 治 亮

(临安金基房地产开发有限公司)

摘 要: 塑料管道已被国内外广泛应用在城市供水、城市排水、建筑给水、建筑排水、热水供应、供热采暖、建筑雨水排水、城市燃气、农业排灌、化工流体输送以及电线、电缆护套等领域。采用塑料管材,可对我国钢材紧缺、能源不足的局面起到积极的缓解作用,经济效益显著。

关键词: 塑料管道; 特点; 应用
中图分类号: TU 53 **【文献标识码】:** B

0 前 言

目前,我国已经成为世界上生产、应用塑料管道的大国,因为塑料管有很大的优点:化学稳定性好,具有较强的耐腐蚀性;导热系数小,节能效果好;水力性能好,阻力系数小,不易结垢;相对于金属管材,密度小,材质轻,运输、安装方便;可自然弯曲或具有冷弯性能。采用塑料管材,可对我国钢材紧缺、能源不足的局面起到积极的缓解作用,经济效益显著。

塑料管道已被国内外广泛应用在城市供水、城市排水、建筑给水、建筑排水、热水供应、供热采暖、建筑雨水排水、城市燃气、农业排灌、化工流体输送以及电线、电缆护套等领域,主要应用领域如下:

塑料管种类与应用范围

类	途	市政 给水	市政 排水	建筑 给水	建筑 排水	室外 燃气	热水 采暖	雨水管	穿线管	排污管
P V C	UPVC	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-✓	-✓
	CPVC	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
	径向加筋管	-	✓	-	-	-	-	-✓	-	-✓
	螺旋缠绕管	-	✓	-	-	-	-	-✓	-	-✓
	芯层发泡管	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-
	螺旋消声管	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-
	双壁波纹管	✓	✓	-	-	-	-	-✓	-	-✓
P E	单壁波纹管	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
	HDPE	✓	-	✓	-	✓	-	-✓	-✓	-✓
	双壁波纹管	✓	✓	-	-	-	-	-✓	-	-✓
	螺旋缠绕管	-	✓	-	-	-	-	-✓	-	-✓
	PE-X	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-
	PP-R	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-
	PB	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓
	ABS	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-
	RPM	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
	PAP	-	-	✓	-	✓	✓	-	✓	✓

1 硬聚氯乙烯管 (UPVC)

目前,硬聚氯乙烯管道 (UPVC) 是各种塑料管道中消费量最大的品种,亦是国内外都在大力发展的新型化学建材。UPVC 管具有较高的抗冲击性能和耐化学性能。

UPVC 管具有以下特点:

- (1) 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℃ ~ 60℃ 之间使用 20 年 ~ 50 年;
- (4) 内壁光滑, 内壁表面张力, 很难形成水垢, 流体输送能力比铸铁管高 43.7%;
- (5) 质量轻, 易扩口、粘接、弯曲、焊接、安装工作量仅为钢管的 1/2 劳动强度低、工期短;
- (6) 价格低廉;
- (7) UPVC 管的韧性低, 线膨胀系数大, 使用温度范围窄。

2 芯层发泡管 (PSP)

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, 中间是相对密度为 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 I 型结构原理, 并具有吸能隔声效果的发泡芯层, 所以逐渐成为取代铸铁管、硬质 PVC 实壁管等的一种塑料管材。其单位长度的管材可减少约 17% UPVC 用量, 同时改善了管材的绝热和隔音性能, 主要应用于排水管及护套管。芯层发泡管 (PSP) 具有以下特点:

- (1) 抗冲击强度显著提高: 其环向刚性为普通 UPVC 管的 8 倍。
- (2) 使用范围宽广: 可以在 - 30℃ ~ 100℃ 下使用, 而且在温度变化时尺寸稳定性好。
- (3) 发泡芯层能有效阻隔噪声传播, 更利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) 在弯折状态下的使用寿命比实壁管材要长十年以上。

3 硬聚氯乙烯消音管

螺旋消声管是在管内壁有几条起导流作用螺旋肋, 达到降低噪音目的, 主要应用于建筑排水和 UPVC 消音管内壁带有六条三角凸形螺旋线, 使下水沿着管内壁自由连续呈螺旋状流动, 将排水旋转形成最佳排水条件, 从而在立管底部起到良好的消能作用, 降低噪声。同时, 消音管的独特结构可以使空气在管中央形成气柱直接排出, 没有必

要像以往那样另外设置专用通气管,使高层建筑排水通气能力提高 10 倍,排水量增加 6 倍,噪声比普通 UPVC 排水管和铸铁管低 30dB~40 dB。UPVC 消音管与消音管件配套使用时,排水效果良好。

硬聚氯乙烯消音管在具备 UPV 特点的同时还兼有以下特点:

- (1) 通水能力、流体输送能力高;
- (2) 通气能力高;
- (3) 消音隔声;
- (4) 经济、节省能源;
- (5) 施工、维修便易;
- (6) 能承受温度及建筑物的沉降变形。不用设伸缩节。

4 UPVC 径向加筋管

聚氯乙烯径向加筋管是采用特殊模具和成型工艺生产的 UPVC 塑料管,其特点是减薄了管壁厚度,同时还提高了管子承受外压荷载的能力,管外壁上带有径向加强筋,起到了提高管材环向刚度和耐外压强度的作用。此种管材在相同外荷载能力下,比普通 UPVC 管可节约 30% 左右的材料,主要用于城市排水。

5 UPVC 螺旋缠绕管

螺旋缠绕管是带有‘T’型肋的 UPVC 塑料板材卷制而成,板材之间由快速嵌接的自锁机构锁定。在自锁机构中加入粘结剂粘合。这种制管技术的最大特点,是可以在现场按工程需要卷制成不同直径的管道,管径可从 $\Phi 150$ mm ~ $\Phi 2600$ mm。适用于城市排水、农业灌溉、输水工程和通讯工程等。

6 塑料波纹管

塑料波纹管在结构设计上采用特殊的“环形槽”式异形断面形式,这种管材设计新颖、结构合理,突破了普通管材的“板式”传统结构,使管材具有足够的抗压和抗冲击强度,又具有良好的柔韧性。根据成型方法的不同可分为单劈波纹管、双壁波纹管。聚氯乙烯波纹管管壁纵截面由两层结构组成,外层为波纹状,内层光滑,这种管材比普通 UPVC 管节省 40% 原料,并且有较好的承受外荷载能力,主要用于室外埋地排水管道、通讯电缆套管和农用排水塑料波纹管的特点:

- (1) 刚柔兼备,既具有足够的力学性能的同时,兼备优异的柔韧性;
- (2) 与板式管材相比,单位长度的波纹管具有重量轻、省材料、降能耗、价格便宜;
- (3) 内壁光滑的波纹管能减少液体在管内流动阻力,进一步提高输送能力;
- (4) 耐化学腐蚀性强,可承受土壤中酸碱的影响;
- (5) 波纹形状能加强管道对土壤的负荷抵抗力,又不增加它的曲挠性,以便于连续敷设在凹凸不平的地面上;
- (6) 接口方便且密封性能好,搬运容易,安装方便,减轻劳动强度,缩短工期;
- (7) 使用温度范围宽、阻燃、自熄、使用安全;

(8) 电气绝缘性能好,是电线套管的理想材料。

7 高密度聚乙烯管 (HDPE)

高密度聚乙烯管以它的优秀的化学性能、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,使用量占第二的塑料管道材料。

高密度聚乙烯管 (HDPE) 双壁波纹管是一种用料省、刚性高、弯曲性优良,具有波纹状外壁、光滑内壁的管材。双壁管较同规格同强度的普通管可省料 40%,具有高抗冲、高抗压的特性,发展很快。在欧美等国中,HDPE 双壁波纹管,在相当范围内取代了钢管、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。

8 高密度聚乙烯中空壁螺旋缠绕管

高密度聚乙烯缠中空壁螺旋缠绕管材是一种内外壁光滑,为中空工字形结构,它是以高密度聚乙烯 (HDPE) 为主要原料,根据选用口径的不同,先挤出不同规格的四方管,经缠绕机缠绕模具缠绕,并以熔融 PE 相熔接而成的,具有较高抗外压能力的一种结构壁管材。可生产管材内径范围为 DN 150 mm ~ DN 3500 mm,这种大口径塑料排水管材填补了国内大口径塑料排水管的空白,并具有当今国际先进水平。



图 1 管材结构

和其它管材相比,高密度聚乙烯缠中空壁螺旋缠绕管具有以下特点:

- (1) 具有较好的柔韧性、抗震性能好。HDPE 是高分子聚合物,属于粘塑性材料,具有很好的柔韧性,能较好地适应沉降从而提高了管道抗震能力。
- (2) 具有很高的环刚度。管道以缠绕工艺成型,在节省材料的前提下,提高了管材的环刚度。
- (3) 连接简单,接头密封形式合理,安全可靠。管道采用电热熔带连接技术,施工快捷,连接质量高,接头强度大,可做到 100% 无泄漏。
- (4) 抗化学、耐老化能力强。高密度聚乙烯具有极强的耐腐蚀和抗化学物质侵蚀的能力,在输送腐蚀流体或在腐蚀性极强的土壤中敷设时无须任何防腐处理。由于极强的耐老化能力,故使用寿命可达 50 年。
- (5) 卫生性能好。高密度聚乙烯缠绕结构壁管材在加工过程中不加任何助剂,100% 使用高密度聚乙烯无任何毒性,不结垢,不繁殖微生物。产品在生产过程中冷却水循环使用,对环境无污染物产生,同牌号的废旧管道可 100% 回收再利用。

9 交联聚乙烯 (PEX)

交联聚乙烯是通过化学方法或物理方法将聚乙烯分子的平面链状结构改变为三维网状结构,使其具有优良的理

化性能。PE-X管主要用于建筑室内冷热水供应和地面辐射采暖。交联聚乙烯管的主要特点:

(1) 使用温度范围宽, 可以在 $-70^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ 下长期使用;

(2) 不生锈, 耐化学品腐蚀性很好, 耐环境应力裂性优良, 即使在较高温度下也能用于输送多种化学品和具有加速管材应力开裂的多种流体;

(3) 管材内壁的张力低, 使表面张力较高的水难以浸润内壁, 可以有效地防止水垢的形成。

(4) 无毒性, 不霉变, 不滋生细菌、卫生符合国家标准 GB7219-1998《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》规定的指标;

(5) 管材内壁光滑, 流体流动阻力小, 水力学特性优良, 在相同的管径下, 输送流体的流通量比金属管材大, 噪音也较低;

(6) 管材的导热系数远低于金属管材, 因此其隔热性保温性能优良、用于供热系统时, 不需保温, 热能损失小;

(7) 良好的记忆性能, 当 PEX 管被加热到适当温度(小于 180°C)会变成透明状, 再冷却时会恢复到原来的形状, 即在使用过程中任何错误的弯曲都可以通过热风枪加以矫正, 使用起来更加自如;

(8) 钢塑复合管质量轻, 搬运方便, 安装简便轻松, 非专业人员也可以顺利进行安装, 安装工作量不到金属管安装量的一半。

10 钢塑复合管

钢塑复合管是近年来发展比较完善的新材料。金属与塑料的复合管是一种金属-高聚物的宏观复合体系, 集合了钢与塑料各自的优秀特性, 钢在管材中发挥了优异的机械力学性能, 塑料在表面发挥了其稳定的化学性能, 因此既具有钢管的高强度和韧性, 同时又具备塑料管材的环保卫生、不积垢、水阻小等特点, 相对于单一材料, 钢塑复合管的优点主要体现在以下几个方面:

- (1) 卫生性能指标提高;
- (2) 防腐蚀能力增强;
- (3) 能适用于部分特殊领域, 如化工等;
- (4) 提高管道的使用年限;
- (5) 市场能接受的性价比。

钢塑复合管除用于建筑冷热水、雨水及空调管道系统外还广泛用于化工和石油工业等领域, 最主要的因素是其延续了管道系统原有的规格尺寸和配套体系, 大大提高了应用范围, 获得市场普遍认可。

11 铝的复合管 (PAP)

铝塑复合管道是通过挤出成型工艺而生产制造的新型复合管材, 它由聚乙烯层(或交联聚乙烯)-胶粘剂层-铝层-胶粘剂层-聚乙烯层(或交联聚乙烯), 五层结构构成。铝塑复合管根据中间铝层焊接方式不同, 分为搭接焊铝塑复合管和对焊铝塑复合管。铝塑复合管可广泛应用于冷热水供应和地面辐射采暖。铝塑复合管具有以下特点:

(1) 耐腐蚀: 内外壁为化学稳定性非常高的交联聚乙烯, 不仅在水中不会被腐蚀, 而且可抵御强酸强碱等大多

腐蚀性的化学液体;

(2) 不回弹: 由于有塑性良好的铝管层存在, 铝塑复合管可任意由弯曲变直或由直变弯并保持变化后的形状, 这一特点对于成盘收卷的铝塑复合管用于室内明装施工尤为方便;

(3) 隔阻性好: 焊接密实的铝管可完全阻止管壁内外的渗透;

(4) 密度高: 同样管径及长度的管材, 铝塑复合管约为钢管质量的 $1/7$;

(5) 安装简便: 不必套丝、切割, 连接很容易。管子长度特长, 经济性高;

(6) 耐高温: 用交联聚乙烯制作的铝塑复合管可在 95°C 以上介质中连续工作;

(7) 可靠性好: 使用寿命可达 50年;

(8) 流阻小: 内壁光滑不结垢, 比内径相同的金属管的流量大;

(9) 美观: 铝塑复合管外壁塑管可有不同颜色, 明管施工不需油漆;

(10) 易于探测: 带有金属铝, 暗埋施工后轻易被探测位置;

(11) 抗静电: 可用于输送各类可燃流体。

12 三型聚丙烯管 (PP-R)

三型聚丙烯是第三代改性聚丙烯, 即采用气相共聚法使 PE 在 PP 分子链中随机地均匀聚合, 使其具有较好抗冲击性能、耐温性能和抗蠕变性能。PP-R 在原料生产、制品加工、使用及废弃全过程均不会对人体及环境造成不利影响, 与交联聚乙烯管材同辈成为绿色建材。PP-R 管主要应用于建筑室内冷热水供应和地面辐射采暖。PP-R 管除具有一般塑料管材质量轻、强度好、耐腐蚀、使用寿命长等优点外, 还有以下特点:

(1) 无毒卫生: 符合国家卫生标准要求;

(2) 耐热保温: PP-R 管维卡软化点为 131.3°C , 最高使用温度为 95°C , 长期使用温度为 70°C ; 其导热系数为 $0.21\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$, 仅为钢管的 $1/200$ 具有较好的保温性能;

(3) 连接安装简单可靠: PP-R 管具有良好的热熔焊接性能, 管材与管件连接部位的强度大于管材本身的强度, 无须考虑在长期使用过程中连接处是否会渗漏;

(4) 弹性好、防冻裂: PP-R 材料优良的弹性使得管材和管件可防冻胀的液体一起膨胀, 从而不会被冻胀的液体胀裂;

(5) 抗紫外线性能差: 在阳光的长期直接照射下容易老化。

13 ABS管

ABS树脂是在聚苯乙烯树脂改性的基础上发展起来的三元共聚物, ABS树脂是由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三种元素组成。其中 A 代表丙烯腈, B 代表了二烯, S 代表苯乙烯。具有质较高的耐冲击强度和表面硬度, 在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内仍能保持韧性和刚度, 并不受电腐蚀和土壤腐蚀, 使用温度可达 90°C 。常用作卫生 (下转第 6 页)

表 4 坍落度相同时, 泵送剂减水率及硬化混凝土抗压强度

		1m³混凝土各材料用量 /kg						坍落度 /mm	减水率 /%	抗压强度 (M Pa)		
		水泥	砂	石	粉煤灰	泵送剂	水			3d	7 d	28 d
1	空白	337. 5	662. 5	1 176	75	——	272	215	——	12. 3	22. 0	30. 0
2	XK- 1	337. 5	662. 5	1 176	75	2. 47	190	212	28. 1	15. 9	25. 0	35. 7
3	空白	337. 5	662. 5	1 176	75	——	252	225	——	6. 50	14. 3	16. 6
4	XK- 2	337. 5	662. 5	1 176	75	2. 47	190	230	22. 2	15. 6	26. 8	35. 3
5	空白	326	673	1 196	69	——	236	229	——	10. 2	23. 8	22. 3
6	XK- 3	326	673	1 196	69	2. 37	176	230	25. 5	16. 9	29. 5	39. 5

注: 1、2为大地 42. 5R 水泥, 3、4为大地 32. 5R 水泥, 5、6为双马 42. 5R 水泥。

3.4 新拌混凝土及硬化混凝土性能

由 3可知, 加入泵送剂后, 新拌混凝土具有良好的工作性能, 2h后仍具有可泵性; 表 4结果表明: 三种泵送剂均具有较高减水率, 且硬化混凝土的 3d、7d、28d强度均得到显著提高。

4 结论

(1) C₃A 含量对外加剂与水泥的适应性有较大影响, 随着 C₃A 含量增加, 适应性变差, 配制泵送剂时, 需要适当增加缓凝剂与引气剂用量。

(2) 通过对三种水泥相应泵送剂的复配研究知: 对攀枝花大地水泥, 缓凝剂采用三聚磷酸钠较合适; 对双马水泥, 缓凝剂采用 A 较合适。

(3) XK- 1促进了大地 42. 5R 水泥的 1 d龄期水化, XK- 2对大地 32. 5R 水泥的 1d龄期水化影响很小, 而 XK- 3延缓了双马 42. 5R水泥的 1d龄期水化。

(4) 配制的三种泵送剂均与相应水泥有较好的适应性,

没有明显的缓凝现象, 达到了减水、改善新拌混凝土工作性、提高硬化混凝土强度的目的。

[ID: 4363]

参 考 文 献:

[1] 刘红飞, 蒋元海, 叶蓓红. 建筑外加剂 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 145- 149.
[2] 孙振平, 蒋正武, 王玉吉. 混凝土外加剂与水泥适应性 [J]. 建筑材料学报, 2002, (3): 26- 31.
[3] K. Meinhard, R. Lackner. Multi- phasehydration model for prediction of hydration heat release of blended cements [J]. Cement and Concrete Research, 2008, 38: 794- 802.
[4] S. Erdogdu. Compatibility of superplasticizers with cement in different cement composition [J]. Cement and Concrete Research, 2000, 30: 767- 773.
[5] Camille Jolicoeur, Marc- Andre Sinaud. Chemical Admixtures- Cement Interactions: Phenomenology and Physico- chemical Concepts [J]. Cement and Concrete Composites, 1998, 20: 87- 101.

(上接第 3页) 洁具下水管、输气管、高腐蚀工业管道。

ABS管的特点:

(1) 具有良好的冲击强度, 是 PVC管的 5倍~ 6倍; 并能承受较高的工作压力, 约为 PVC管的 4倍;

(2) 化学性能稳定: 无毒无味, 能耐酸、碱, 且用于食品工业也无毒、无味;

(3) 使用温度范围广: 使用温度范围为 - 40℃~ 80℃;

(4) 质轻、阻力小; ABS管质轻, 为 PVC的 0. 8倍, 制品内外壁光滑, 阻力小;

(5) 管道连接方便, 密封性好。

14 结束语

随着行业技术进步不断加快, 塑料管道产品的质量水平也得到不断提高, 产品品种进一步增加, 应用领域进一步拓宽。同时也暴露出一些问题, 特别是原料品种少、质量不稳定、价格波动大、缺少专用料, 标准、规范、图集、定额等严重滞后, 配套性很差。因此我们应对塑料管道性能及应用特点充分了解, 使我们选用的优质产品达到最佳的应用效果。为更好地使用塑料管道, 提出几点浅见, 供同行参考:

(1) 对塑料给排水管道的性能与应用需有较全面、客观的认识, 合理选材;

(2) 及时了解、掌握各自专业领域塑料管道的应用技术, 并积累经验;

(3) 积极与生产企业及其他专业人士进行有关应用技术的交流;

(4) 区分产品质量, 选用优质产品, 确保工程质量;

(5) 了解塑料管道的应用场合、输送介质的温度、压力等因素。

[ID: 4479]

参 考 文 献:

[1] 李公藩. 塑料管道施工 [M]. 中国建材工业出版社, 2001: 11.
[2] 建设部科技信息研究所. 给水排水技术动态 [M], 2000: 11.
[3] 高立新. 我国建筑给水塑料管现状及发展前景 [M]. 2000: 8.
[4] 原芝泉. 新型绿色给水管材- PEX管 [M]. 1999: 12.
[5] 全国聚丙烯 (PP- R) 管生产应用技术研讨会会议资料 [C].
[6] 何龙新, 等. 室外聚乙烯管应用及生产浅析 [J]. 福建建设科技, 2002: 2.
[7] 梁前明. pe管材的新发展及其工程应用前景 [J]. 国外建设科技, 2003: 5.
[8] 李雄彪. upvc给水管的现状与发展 [J]. 中国农村水利水电, 2003: 12.