



中华人民共和国国家标准

GB/T 40402—2021

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管

Pre-insulated composite plastic pipes with polyethylene casing

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号和缩略语	4
4.1 符号	4
4.2 缩略语	4
5 结构、分类及代号、标记	5
5.1 结构	5
5.2 分类及代号	6
5.3 标记	6
6 一般规定	7
6.1 使用条件级别	7
6.2 最大允许工作压力	8
6.3 材料	9
7 要求	11
7.1 外护管	11
7.2 保温层	14
7.3 工作管	15
7.4 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管	21
8 试验方法	22
8.1 外护管	22
8.2 保温层	24
8.3 工作管	24
8.4 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管	29
9 检验规则	31
9.1 检验分类	31
9.2 组批和分组	31
9.3 定型检验	31
9.4 出厂检验	32
9.5 型式检验	35
9.6 合格判定	35

10 标志、运输和贮存·····	35
10.1 标志·····	35
10.2 运输·····	35
10.3 贮存·····	35
附录 A（资料性） 柔性增强保温复合塑料管工作管最大允许工作压力·····	36
参考文献·····	39

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国城镇供热标准化技术委员会(SAC/TC 455)归口。

本文件起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、住房和城乡建设部科技与产业化发展中心、中国塑料加工工业协会、福建恒杰塑业新材料有限公司、永高股份有限公司、天津军星管业集团有限公司、临海伟星新型建材有限公司、威迪斯(山东)管道系统有限公司、天津鸿泰管业有限公司、亚大塑料制品有限公司、淄博洁林塑料制管有限公司、广东联塑科技实业有限公司、浙江中财管道科技股份有限公司、日丰企业集团有限公司、宁夏青龙塑料管材有限公司、国家建筑工程质量监督检验中心、北京市建设工程质量第四检测所、吉林市松江塑料管道设备有限责任公司、湖北金牛管业有限公司、北京热力装备制造有限公司、宏岳塑胶集团股份有限公司、威海时丰塑胶有限公司、顾地科技股份有限公司、吉林省新型管业有限责任公司、哈尔滨朗格斯特节能科技有限公司、大连科华热力管道有限公司、唐山兴邦管道工程设备有限公司、廊坊华宇天创能源设备有限公司、昊天节能装备有限责任公司、上海越大节能科技有限公司。

本文件主要起草人：黄家文、王占杰、李岩、白冬军、林文卓、黄剑、许建钦、李大治、夏艳、薛彦超、熊召举、瞿桂然、吴源、金季靖、李永峰、高元杰、李鑫、王皓蓉、董波波、于小蛟、贾丽华、张慰峰、王倩、徐辉利、钟俊坤、王辉、王庆博、邱晓霞、段文宇、郑中胜、龚郁杰、蔡新华。

引 言

本文件的发布机构提请注意,声明符合本文件时,可能涉及 5.1.1 与一种连续多层保温复合管材、一种耐腐蚀低温直埋保温供热管道相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利的持有人已向本文件的发布机构保证,同意在公平、合理、无歧视基础上,免费许可任何组织或者个人在实施该国家标准时实施专利。该专利持有人的声明已在本文件发布机构备案。相关信息可通过以下联系方式获得:

“一种连续多层保温复合管材”专利持有人姓名:淄博洁林塑料制管有限公司



地址:山东省淄博市临淄区齐鲁化学工业园清田路 6 号

联系人:薛彦超

“一种耐腐蚀低温直埋保温供热管道”专利持有人姓名:天津中财型材有限责任公司

地址:天津市滨海新区经济技术开发区第十一大街 55 号

联系人:高元杰

请注意除以上专利外,本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管

1 范围

本文件规定了聚乙烯外护管预制保温复合塑料管的结构、分类及代号、标记、一般规定、要求、试验方法、检验规则、标志、运输和贮存。

本文件适用于供热、供冷系统使用的聚乙烯外护管预制保温复合塑料管。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1033.2 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第2部分：密度梯度柱法
- GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件
- GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 3681 塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和菲涅耳镜加速日光气候老化的暴露试验方法
- GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法
- GB/T 4217 流体输送用热塑性塑料管材 公称外径和公称压力
- GB/T 6111 流体输送用热塑性塑料管道系统 耐内压性能的测定
- GB/T 6343 泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定
- GB/T 6671—2001 热塑性塑料管材 纵向回缩率的测定
- GB/T 8802 热塑性塑料管材、管件 维卡软化温度的测定
- GB/T 8804.1 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第1部分：试验方法总则
- GB/T 8804.2 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第2部分：硬聚氯乙烯（PVC-U）、氯化聚氯乙烯（PVC-C）和高抗冲聚氯乙烯（PVC-HI）管材
- GB/T 8804.3 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分：聚烯烃管材
- GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定
- GB/T 8810 硬质泡沫塑料吸水率的测定
- GB/T 8813 硬质泡沫塑料 压缩性能的测定
- GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分：通用方法
- GB/T 9647 热塑性塑料管材 环刚度的测定
- GB/T 10798 热塑性塑料管材通用壁厚表
- GB/T 10799 硬质泡沫塑料 开孔和闭孔体积百分率的测定
- GB/T 13021 聚乙烯管材和管件炭黑含量的测定（热失重法）

- GB/T 14152 热塑性塑料管材耐外冲击性能试验方法 时针旋转法
- GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准
- GB/T 18042 热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法
- GB/T 18251 聚烯烃管材、管件和混配料中颜料或炭黑分散度的测定
- GB/T 18252 塑料管道系统 用外推法确定热塑性塑料材料以管材形式的长期静液压强度
- GB/T 18474 交联聚乙烯(PE-X)管材与管件 交联度的试验方法
- GB/T 18476 流体输送用聚烯烃管材 耐裂纹扩展的测定 慢速裂纹增长的试验方法(切口试验)
- GB/T 18742.1 冷热水用聚丙烯管道系统 第1部分:总则
- GB/T 18742.2 冷热水用聚丙烯管道系统 第2部分:管材
- GB/T 18743 流体输送用热塑性塑料管材简支梁冲击试验方法
- GB/T 18991 冷热水系统用热塑性塑料管材和管件
- GB/T 18992.1 冷热水用交联聚乙烯(PE-X)管道系统 第1部分:总则
- GB/T 18992.2 冷热水用交联聚乙烯(PE-X)管道系统 第2部分:管材
- GB/T 18993.1 冷热水用氯化聚氯乙烯(PVC-C)管道系统 第1部分:总则
- GB/T 18993.2 冷热水用氯化聚氯乙烯(PVC-C)管道系统 第2部分:管材
- GB/T 19278—2018 热塑性塑料管材、管件与阀门 通用术语及其定义
- GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第3部分:熔融和结晶温度及热焓的测定
- GB/T 19466.6 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第6部分:氧化诱导时间(等温 OIT)和氧化诱导温度(动态 OIT)的测定
- GB/T 19473.1 冷热水用聚丁烯(PB)管道系统 第1部分:总则
- GB/T 19473.2 冷热水用聚丁烯(PB)管道系统 第2部分:管材
- GB/T 19473.5 冷热水用聚丁烯(PB)管道系统 第5部分:系统适用性
- GB/T 28799.1 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统 第1部分:总则
- GB/T 29046 城镇供热预制直埋保温管道技术指标检测方法
- GB/T 34437 多层复合塑料管材氧气渗透性能测试方法
- FZ/T 54076 对位芳纶(1414)长丝

EN 60811-4-1:2004 电缆和光缆的绝缘和护套材料 通用测试方法 第4-1部分:聚乙烯和聚丙烯化合物的特定方法 抗环境应力开裂 熔体流动指数的测量 通过直接燃烧测量聚乙烯中炭黑/或矿物填料的含量 通过重量分析法测定炭黑的含量(TGA) 使用显微镜评估聚乙烯中炭黑的分散性 [Insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Common test methods—Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion—Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA)—Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope]

3 术语和定义

GB/T 19278—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管 pre-insulated composite plastic pipes with polyethylene casing
由聚乙烯外护管、硬质或半硬质泡沫保温层和工作管紧密结合而成,外护管和工作管间可设置支架。

注：包括保温复合塑料管和柔性增强保温复合塑料管。

3.2

工作管 service pipe

用于输送介质的管材。

3.3

支架 guiding holder

为防止工作管和外护管偏心而放置的支承构件。

3.4

保温层 insulating layer

在工作管与外护管之间,为保持管道输送介质温度而设置的保温材料层。

3.5

外护管 outer protective casing

保温层外,阻挡外力和环境对保温材料的破坏和影响的套管。

3.6

回用料 reprocessible material; rework material

由生产过程中的边角余料、样品或检验拒收但未使用过的清洁制品,经处理制成的具有明确配方或性能的材料。

注：由原生产者处理制成的回用料称为本厂回用料,区别于其他外来回用料。

[来源:GB/T 19278—2018,2.1.3]

3.7

回收料 recycled material

再生料

已使用过的塑料制品经清洁、破碎、研磨或造粒后制得的材料。

[来源:GB/T 19278—2018,2.1.4]

3.8

标准尺寸比 standard dimension ratio; SDR

公称外径 d_n 与公称壁厚 e_n 的无量纲比值,按式(1)计算并按一定规则圆整:

$$SDR = \frac{d_n}{e_n} \dots\dots\dots (1)$$

注：在某些标准体系中使用“径厚比(DR)”的概念。

[来源:GB/T 19278—2018,2.3.28]

3.9

管系列 pipe series

S

与公称外径和公称壁厚有关的无量纲数,按式(2)或式(3)计算并按一定规则圆整:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2e_n} \dots\dots\dots (2)$$

$$S = \frac{SDR - 1}{2} \dots\dots\dots (3)$$

注：对均质材料的压力管材,存在如式(4)、式(5)以下关系:

$$S = \frac{\sigma}{P} \dots\dots\dots (4)$$

$$SDR = 2S + 1 \dots\dots\dots (5)$$

其中 P 是内压, σ 是内压在管壁内引起的[平均]环向应力。

[来源:GB/T 19278—2018,2.3.29,有修改]

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

a_i	——管道工作时间年周期内给定第 i 次中的工作时间分数；
DN	——公称直径；
$d_{em,max}$	——最大平均外径；
$d_{em,min}$	——最小平均外径；
$d_{em,1}$	——外护管平均外径；
$d_{em,1,max}$	——柔性增强外护管平均外径最大值；
$d_{em,1,min}$	——柔性增强外护管平均外径最小值；
$d_{em,2}$	——工作管平均外径；
$d_{em,3}$	——柔性增强工作管平均外径；
$d_{em,3,max}$	——柔性增强工作管平均外径最大值；
$d_{em,3,min}$	——柔性增强工作管平均外径最小值；
d_n	——公称外径；
e	——壁厚；
e_n	——保温层厚度；
$e_{n,min}$	——保温层最小厚度；
e_{min}	——最小壁厚；
$e_{min,1}$	——外护管最小壁厚；
$e_{min,2}$	——工作管最小壁厚；
$e_{min,3}$	——增强工作管最小壁厚；
e_n	——公称壁厚；
F_{ax}	——轴向力；
L	——试样长度；
l	——预留长度；
MFR_0	——混配料熔体质量流动速率；
MFR_1	——管材熔体质量流动速率；
P_D	——设计压力；
PN	——公称压力；
t_i	——规定温度下管道工作的极限时间；
T_m	——故障温度；
T_{max}	——最高工作温度；
T_o	——工作温度；
t_x	——最大允许工作时间；
TYD	——管材累计破坏的综合系数；
δ_{MFR}	——熔体质量流动速率变化率。
τ_{ax}	——轴向剪切强度。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

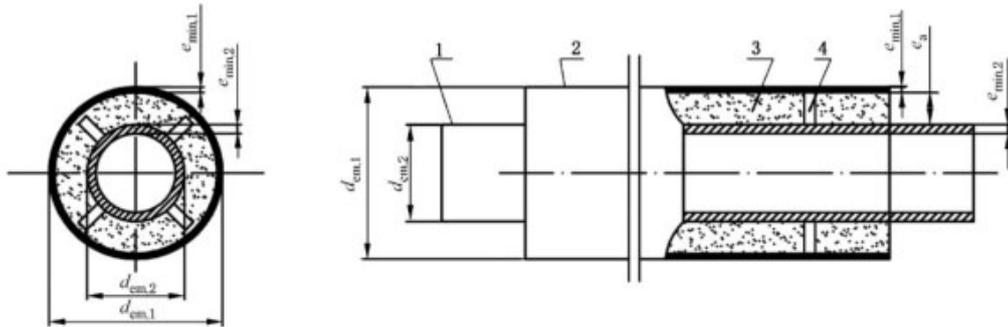
- HDPE——高密度聚乙烯(high density polyethylene)
- LDPE——低密度聚乙烯(low density polyethylene)
- LLDPE——线型低密度聚乙烯(linear low density polyethylene)
- PB-H——均聚聚丁烯(polybutene homopolymer)
- PE-RT II——II型耐热聚乙烯(polyethylene of raised temperature resistance type II)
- PE-X——交联聚乙烯(crosslinked polyethylene)
- PP-R——无规共聚聚丙烯(polypropylene random copolymer)
- PP-RCT——结晶改善的无规共聚聚丙烯(polypropylene random copolymer with modified crystallinity)
- PVC-C——氯化聚氯乙烯[chlorinated poly(vinyl chloride)]
- RPE-RT II——增强II型耐热聚乙烯(reinforced polyethylene of raised temperature resistance type II)
- RPUR——硬质聚氨酯(rigid polyurethane)
- SRPUR——半硬质聚氨酯(semi-rigid polyurethane)
- XPS——挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(extruded polystyrene foam)

5 结构、分类及代号、标记

5.1 结构

5.1.1 保温复合塑料管

保温复合塑料管由外护管、保温层、工作管紧密结合而成。外护管为 HDPE 管材,保温层为 RPUR 泡沫塑料或 XPS 泡沫塑料,工作管为塑料管材。外护管和工作管间可放置支架。保温复合塑料管的结构示意图见图 1。



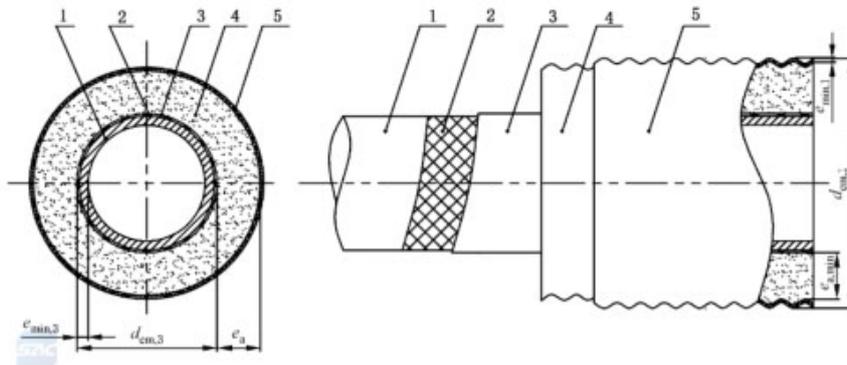
标引序号说明:

- 1——工作管;
- 2——外护管;
- 3——保温层;
- 4——支架。

图 1 保温复合塑料管结构示意图

5.1.2 柔性增强保温复合塑料管

柔性增强保温复合塑料管由外护管、保温层、工作管紧密结合而成。外护管为 LDPE 管材或 LLDPE 管材。保温层为 SRPUR 泡沫塑料。工作管由 PE-RT II 材料层、增强层和 PE-RT II 材料层复合组成,其中增强层由一定数量的连续芳纶纤维加工而成。柔性增强保温复合塑料管结构示意图见图 2。



标引序号说明：

- 1——PE-RT II 材料层；
- 2——增强层；
- 3——PE-RT II 材料层；
- 4——保温层；
- 5——外护管。

图 2 柔性增强保温复合塑料管结构示意图

5.2 分类及代号

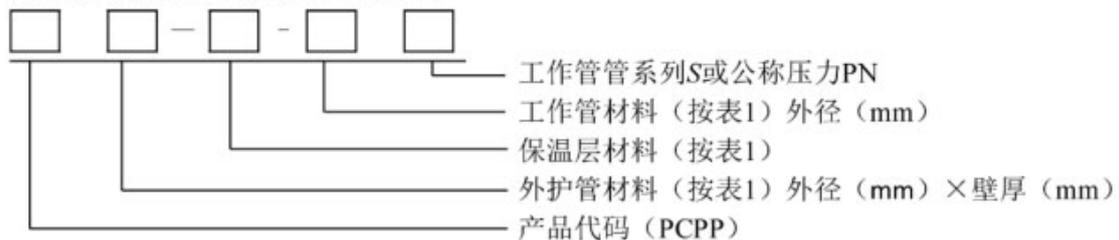
聚乙烯外护管预制保温复合塑料管产品分类及代码见表 1。

表 1 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管产品分类及代码

产品名称	产品代码	按结构分类	按材料分类		
			外护管	保温层	工作管
聚乙烯外护管预制保温复合塑料管	PCPP	保温复合塑料管	HDPE	RPUR	PP-R
					PP-RCT
					PVC-C
					PE-RT II
					PB-H
		PE-X			
			XPS	PE-RT II	
		柔性增强保温复合塑料管	LDPE	SRPUR	RPE-RT II
			LLDPE		

5.3 标记

标记的构成及含义应符合下列规定：



注 1：管系列 S 适用于保温复合塑料管工作管。

注 2：公称压力 PN 适用于柔性增强保温复合塑料管工作管。

示例 1：

外护管为 HDPE，公称外径和壁厚分别为 110 mm 和 3 mm；保温层为 RPUR；工作管为 PP-R，工作管外径为 63 mm，管系列为 S 5 的保温复合塑料管标记为：

PCPP HDPE110×3-RPUR-PP-R63 S 5。

示例 2：

外护管为 HDPE，公称外径和壁厚分别为 110 mm 和 3 mm；保温层为 RPUR；工作管为 PE-RT II，工作管外径为 63 mm，管系列为 S 5 的保温复合塑料管标记为：

PCPP HDPE110×3-RPUR-PE-RT II 63 S 5。

示例 3：

外护管为 LDPE，公称外径和壁厚分别为 110 mm 和 2.4 mm；保温层为 SRPUR；工作管为 RPE-RT II，工作管外径为 75 mm，公称压力为 1.6 MPa 的柔性增强保温复合塑料管标记为：

PCPP LDPE110×2.4-SRPUR-RPE-RT II 75 PN1.6 MPa。

6 一般规定

6.1 使用条件级别

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管使用条件应根据实际运行情况，按表 2 中选取。

表 2 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管使用条件

使用条件	工作温度 T_0 ℃	在 T_0 下的时间 年	最高工作温度 $T_{max}/℃$	在 T_{max} 下的时间 年	故障温度 T_m ℃	在 T_m 下的时间 h
60℃热水	60	49	80	1	95	100
70℃热水	70	49	80	1	95	
80℃热水	80	29	85	1	95	
45℃供暖	20	0.5	60	4.5	70	
	30	20				
	45	25				
60℃供暖	20	12.5	70	2.5	80	
	40	25				
	60	10				
75℃供暖	20	14	75	1	90	
	50	25				
	60	10				

对于 80℃热水使用条件，按 30 年使用寿命设计。工作管原材料按 GB/T 18252 的规定进行验证。

T_0 、 T_{max} 和 T_m 值超出本表范围时，应根据工作管的预测强度参照曲线以及 GB/T 18991 的 miner's 规则重新进行核算。

注 1：对于 60℃热水、70℃热水、45℃供暖、60℃供暖、75℃供暖使用条件，按 50 年使用寿命设计。

注 2：供冷按 20℃50 年考虑。

6.2 最大允许工作压力

保温复合塑料管最大允许工作压力见表3。柔性增强保温复合塑料管最大允许工作压力应符合附录A的规定。

表3 保温复合塑料管最大允许工作压力

保温复合塑料管		最大允许工作压力 MPa						
工作管	规格	60℃ 热水	70℃ 热水	80℃ 热水	45℃ 供暖	60℃ 供暖	75℃ 供暖	供冷
PP-R	S 2.5/SDR 6	1.23	0.84	—	1.63	1.36	1.33	2.75
	S 3.2/SDR 7.4	0.97	0.66	—	1.30	1.08	1.05	2.19
	S 4/SDR 9	0.77	0.53	—	1.03	0.85	0.84	1.74
	S 5/SDR 11	0.61	0.42	—	0.82	0.68	0.66	1.38
β晶型 PP-RCT	S 3.2/SDR 7.4	1.14	1.07	—	1.57	1.31	1.25	3.28
	S 4/SDR 9	0.91	0.85	—	1.25	1.04	0.99	2.60
	S 5/SDR 11	0.72	0.67	—	0.99	0.83	0.79	2.07
	S 6.3/SDR 13.6	0.57	0.53	—	0.78	0.66	0.62	1.64
PVC-C*	S 4/SDR 9	1.10	1.04	—	1.89	1.46	1.33	2.51
	S 5/SDR 11	0.87	0.82	—	1.50	1.16	1.05	1.99
	S 6.3/SDR 13.6	0.69	0.65	—	1.19	0.92	0.84	1.58
	S 8/SDR 17	0.55	0.52	—	0.95	0.73	0.66	1.25
	S 10/SDR 21	0.43	0.41	—	0.75	0.58	0.53	1.00
PE-RT II	S 3.2/SDR 7.4	1.17	1.11	0.95	1.55	1.32	1.27	2.43
	S 4/SDR 9	0.92	0.88	0.75	1.23	1.05	1.01	1.93
	S 5/SDR 11	0.73	0.70	0.60	0.98	0.83	0.80	1.53
	S 6.3/SDR 13.6	0.58	0.55	0.47	0.77	0.66	0.63	1.21
	S 8/SDR 17	0.46	0.44	—	0.61	0.52	0.50	0.96
PB-H	S 4/SDR 9	1.43	1.26	—	1.84	1.59	1.56	2.74
	S 5/SDR 11	1.14	1.00	—	1.46	1.26	1.24	2.17
	S 6.3/SDR 13.6	0.90	0.79	—	1.16	1.00	0.98	1.72
	S 8/SDR 17	0.72	0.63	—	0.92	0.79	0.78	1.37
PE-X	S 4/SDR 9	0.97	0.89	—	1.17	1.01	1.01	1.90
	S 5/SDR 11	0.77	0.70	—	0.93	0.80	0.80	1.51
	S 6.3/SDR 13.6	0.61	0.56	—	0.74	0.64	0.63	1.20
	S 8/SDR 17	0.48	0.44	—	0.59	0.51	0.50	0.95

* 根据GB/T 18993.1的规定,PVC-C管材与管件的预测强度所参照曲线方程不同,制造商可根据GB/T 4217和GB/T 10798的规定选择合适管系列的管件。

6.3 材料

6.3.1 外护管

6.3.1.1 保温复合塑料管外护管的材料性能应符合表4的规定。

表4 HDPE 外护管材料性能

性能		单位	指标	试验方法	
密度		kg/m ³	940~960	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2	
拉伸屈服应力		MPa	≥19	GB/T 1040.1	
拉伸断裂标称应变		%	≥450	GB/T 1040.2	
氧化诱导时间(210 ℃)		min	≥20	GB/T 19466.6	
熔体质量流动速率(190 ℃/5 kg)		g/10 min	0.2~1.4	GB/T 3682.1	
耐环境应力开裂 ^a (失效时间) (温度 80 ℃,拉应力 4 MPa)		h	≥300	GB/T 29046	
长期力学性能 ^a (最短破坏时间) (温度 80 ℃,拉应力 4 MPa)		h	≥2 000	GB/T 29046	
抗紫外性能	炭黑含量(质量分数) ^b	%	2.5±0.5	GB/T 13021	
	炭黑分散 ^b	级	≤3	GB/T 18251	
	自然老化性能 ^{a,c} (累计 3.5 GJ/m ²)	柔韧性 ^d	—	不破裂	8.1.3.7.3 a)
		环刚度	kN/m ²	≥4	GB/T 9647
		蠕变比率	—	≤5	GB/T 18042
抗冲击性		—	4 J 不破裂	GB/T 14152	
^a 以管材形式测定。 ^b 仅适用于黑色管材。 ^c 仅适用于非黑色管材。 ^d 适用于外护管公称外径不大于 50 mm 的保温复合塑料管。					

6.3.1.2 柔性增强保温复合塑料管外护管的材料性能应符合表5的规定。

表5 LDPE/LLDPE 外护管材料性能

性能		单位	指标	试验方法
密度		kg/m ³	910~925	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
拉伸强度		MPa	≥14	GB/T 1040.1
拉伸断裂标称应变		%	≥600	GB/T 1040.2
氧化诱导时间(210 ℃)		min	≥20	GB/T 19466.6
熔体质量流动速率(190 ℃/2.16 kg)		g/10 min	0.8~1.1	GB/T 3682.1

表 5 LDPE/LLDPE 外护管材料性能 (续)

性能		单位	指标	试验方法	
耐环境应力开裂 ^{a,b} (失效时间) (温度 80 ℃,拉应力 4 MPa)		h	≥300	GB/T 29046	
长期力学性能 ^c (最短破坏时间) (温度 80 ℃,拉应力 4 MPa)		h	≥2 000	GB/T 29046	
抗紫外性能	炭黑含量(质量分数) ^c	%	2.5±0.5	GB/T 13021	
	炭黑分散 ^c	级	≤3	GB/T 18251	
	自然老化性能 ^{a,d} (累计 3.5 GJ/m ²)	柔韧性	—	不破裂	8.1.3.7.3 a)
		环刚度	kN/m ²	≥4	GB/T 9647
		蠕变比率	—	≤5	GB/T 18042
抗冲击性		—	4 J 不破裂	GB/T 14152	
^a 以管材形式测定。 ^b 生产柔性增强保温复合塑料管外护管的 LDPE 和 LLDPE 根据 EN 60811-4-1:2004 方法 B 进行 1 000 h 测试的失败率不应超过 F20。 ^c 仅适用于黑色管材。 ^d 仅适用于非黑色管材。					

6.3.1.3 外护管的生产可少量使用来自本厂的同一牌号生产的同种产品清洁的回用料,不应使用外部回收料、回用料。

注:在使用本厂回用料的情况下,由制造商与用户协商一致并采用合适标识。

6.3.2 保温层

保温层材料应采用环保发泡剂生产的 RPUR 泡沫塑料、SRPUR 泡沫塑料或 XPS 泡沫塑料。

6.3.3 工作管

6.3.3.1 PP-R、PP-RCT 工作管原材料应符合 GB/T 18742.1 的规定。

6.3.3.2 PVC-C 工作管原材料应符合 GB/T 18993.1 的规定。

6.3.3.3 PE-RT II 工作管原材料应符合 GB/T 28799.1 的规定,其中密度、熔体质量流动速率、拉伸屈服应力、氧化诱导时间、拉伸断裂标称应变、耐慢速裂纹增长(切口试验)、长期静液压强度最小要求值(MRS)、静液压状态下的热稳定性应符合表 6 的规定。

表 6 PE-RT II 原材料性能

性能	单位	指标	试验方法
密度	kg/m ³	≥940	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
熔体质量流动速率(190 ℃/5 kg)	g/10 min	0.20~0.85	GB/T 3682.1
拉伸屈服应力(23 ℃)	MPa	≥20	GB/T 1040.1 GB/T 1040.2
氧化诱导时间(210 ℃)	min	≥30	GB/T 19466.6

表 6 PE-RT II 原材料性能 (续)

性能		单位	指标	试验方法
拉伸断裂标称应变		%	≥350	GB/T 1040.1 GB/T 1040.2
耐慢速裂纹增长(切口试验)(NPT) (80℃, 试验压力:0.92 MPa) d_n 110 mm, SDR 11		—	500 h 无破坏, 无渗漏	GB/T 18476
长期静液压强度最小要求值(MRS)		MPa	≥10	GB/T 18252
静液压状态下的 热稳定性	110℃, 静液压应力 2.4 MPa	h	≥8 760	GB/T 6111
	110℃, 静液压应力 2.2 MPa	h	≥15 600*	
* 适用于 80℃ 热水使用条件。				

6.3.3.4 PB-H 工作管原材料应符合 GB/T 19473.1 的规定。

6.3.3.5 PE-X 工作管原材料应符合 GB/T 18992.1 的规定。

6.3.3.6 柔性增强保温复合塑料管工作管的耐热聚乙烯树脂应符合 6.3.3.3 的规定,连续芳纶纤维应符合 FZ/T 54076 的规定。

7 要求

7.1 外护管

7.1.1 外观

外护管外观不应有气泡、裂纹、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。管材端面应切割平整,并与轴线垂直。外护管颜色宜为黑色。

7.1.2 规格尺寸

7.1.2.1 保温复合塑料管的外护管外径和壁厚应符合以下规定。

- a) 外护管公称外径和最小壁厚应符合表 7 的规定,当选用其他公称外径时,最小壁厚应采用线性内插法确定。

表 7 保温复合塑料管外护管公称外径和最小壁厚

单位为毫米

公称外径 d_n	最小壁厚 $e_{min,1}$
75	3.0
90	3.0
110	3.0
125	3.0
140	3.0
160	3.0
180	3.0

表 7 保温复合塑料管外护管公称外径和最小壁厚 (续)

单位为毫米

公称外径 d_n	最小壁厚 $e_{\min,1}$
200	3,2
225	3,4
250	3,6
280	3,9
315	4,1
355	4,5
400	4,8
450	5,2
500	5,6
560	6,0

b) 发泡前,外护管外径公差应符合下列规定:

平均外径 $d_{em,1}$ 与公称外径 d_n 之差 ($d_{em,1} - d_n$) 应为正值,表示为 $+x/0$, x 应按式(6)确定:

$$0 < x \leq 0,009 \times d_n \quad \dots\dots\dots (6)$$

计算结果圆整到 0.1 mm,小数点后第二位大于零时进一位。

注:平均外径 ($d_{em,1}$) 是指外护管管材或管件插口端任意横断面的外圆周长除以 π (圆周率)并向大圆整到 0.1 mm 得到的值,单位为毫米(mm)。

c) 发泡前,外护管壁厚公差应符合下列规定:

公称壁厚 e_n 应大于或等于最小壁厚 $e_{\min,1}$;任何一点的壁厚 e 与公称壁厚之差 ($e - e_n$) 应为正值,表示为 $+y/0$, y 应按式(7)和式(8)确定:

当 $e_n \leq 7,0$ mm 时:

$$y = 0,1 \times e_n + 0,2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

当 $e_n > 7,0$ mm 时:

$$y = 0,15 \times e_n \quad \dots\dots\dots (8)$$

计算结果圆整到 0.1 mm,小数点后第二位大于零时进一位。

7.1.2.2 柔性增强保温复合塑料管外护管公称直径和最小壁厚应符合表 8 的规定。

表 8 柔性增强保温复合塑料管外护管公称直径和最小壁厚

单位为毫米

公称直径 DN	平均外径		最小壁厚 $e_{\min,1}$	允许偏差
	$d_{em,1\min}$	$d_{em,1\max}$		
75	75,0	79,0	2,0	+0,4
90	90,0	94,0	2,2	+0,4
100	98,0	103,0	2,2	+0,4
110	110,0	115,0	2,4	+0,4
125	125,0	130,0	2,6	+0,4

表 8 柔性增强保温复合塑料管外护管公称直径和最小壁厚(续)

单位为毫米

公称直径 DN	平均外径		最小壁厚 $e_{\min,1}$	允许偏差
	$d_{em,1\min}$	$d_{em,1\max}$		
145	145.0	150.0	2.7	+0.4
160	160.0	165.0	2.9	+0.4
180	180.0	185.0	3.0	+0.4
200	195.0	201.0	3.1	+0.5

7.1.3 性能

保温复合塑料管外护管性能应符合表 9 的规定,柔性增强保温复合塑料管外护管性能应符合表 10 的规定。

表 9 HDPE 外护管性能

性能		单位	指标	
密度		kg/m ³	940~960	
纵向回缩率 ^a		%	≤3	
拉伸屈服应力		MPa	≥19	
断裂伸长率		%	≥450	
氧化诱导时间(210 ℃)		min	≥20	
熔体质量流动速率(190 ℃/5 kg)		g/10 min	0.2~1.4,且与原料的变化率不大于 30%	
抗紫外线	炭黑含量(质量分数) ^b	%	2.5±0.5	
	炭黑分散 ^b	级	≤3	
	自然老化 ^{c,c} (累计 3.5 GJ/m ²)	柔韧性 ^d	—	不破裂
		抗冲击性	—	4 J 不破裂
^a 以管材形式测定。 ^b 仅适用于黑色管材。 ^c 仅适用于非黑色管材。 ^d 适用于外护管公称外径不大于 50 mm 的保温复合塑料管。				

表 10 LDPE/LLDPE 外护管性能

性能	单位	指标
密度	kg/m ³	910~925
拉伸强度	MPa	≥14
断裂伸长率	%	≥600
氧化诱导时间(210 ℃)	min	≥20

表 10 LDPE/LLDPE 外护管性能 (续)

性能		单位	指标
熔体质量流动速率(190 °C/2.16 kg)		g/10 min	0.8~1.1,且与原料的变化率不大于 30%
抗紫外	炭黑含量(质量分数) ^b	%	2.5±0.5
	炭黑分散 ^b	级	≤3
	自然老化 ^{a,c} (累计 3.5 GJ/m ²)	—	不破裂
	抗冲击性	—	4 J 不破裂
^a 以管材形式测定。 ^b 仅适用于黑色管材。 ^c 仅适用于非黑色管材。			

7.2 保温层

7.2.1 外观

不应有污斑、收缩、分层、开裂现象。

7.2.2 厚度

保温层厚度应符合设计要求。

7.2.3 性能

7.2.3.1 RPUR 泡沫塑料和 SRPUR 泡沫塑料保温层性能应符合表 11 的规定。

表 11 RPUR 泡沫塑料和 SRPUR 泡沫塑料保温层性能

性能	单位	指标	
		RPUR	SRPUR
密度	kg/m ³	≥55	≥55
闭孔率	%	≥90	≥90
泡孔尺寸	mm	≤0.5	≤0.5
吸水率	%	≤10	≤10
导热系数(未进行老化,温度 50 °C)	W/(m·K)	≤0.033	≤0.033
压缩强度(径向压缩或 径向相对形变为 10%时的压缩应力)	MPa	≥0.30	≥0.20
空洞、 气泡	空洞、气泡百分率	%	≤5
	单个空洞、气泡任意方向尺寸与 同一位置保温层厚度比值	—	≤1/3

7.2.3.2 XPS 泡沫塑料性能应符合表 12 的规定。

表 12 XPS 泡沫塑料保温层性能

性能	单位	指标
密度	kg/m ³	≥50
闭孔率	%	≥90
泡孔尺寸	mm	≤0.5
吸水率	%	≤10
导热系数(未进行老化, 温度 50 ℃)	W/(m·K)	≤0.033
压缩强度(径向压缩或 径向相对形变为 10%时的压缩应力)	MPa	≥0.20
空洞、气泡	—	无空洞、气泡

7.3 工作管

7.3.1 外观

色泽应均匀一致。管材内外表面应光滑、平整,不应有凹陷、气泡、杂质。工作管端面应切割平整,并应与轴线垂直。

7.3.2 规格尺寸

7.3.2.1 PP-R、PP-RCT 工作管的规格尺寸应符合 GB/T 18742.2 的规定。

7.3.2.2 PVC-C 工作管的规格尺寸应符合表 13 的规定,PVC-C 工作管不圆度应符合表 14 的规定,PVC-C 工作管任一点壁厚和允许偏差应符合表 15 的规定。

表 13 PVC-C 工作管规格尺寸

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径		公称壁厚 e_n				
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	S 10 SDR 21	S 8 SDR 17	S 6.3 SDR 13.6	S 5 SDR 11	S 4 SDR 9
12	12.0	12.2	—	—	—	2.0	2.0
16	16.0	16.2	—	—	2.0	2.0	2.0
20	20.0	20.2	—	—	2.0	2.0	2.3
25	25.0	25.2	2.0	2.0	2.0	2.3	2.8
32	32.0	32.2	2.0	2.0	2.4	2.9	3.6
40	40.0	40.2	2.0	2.4	3.0	3.7	4.5
50	50.0	50.2	2.4	3.0	3.7	4.6	5.6
63	63.0	63.3	3.0	3.8	4.7	5.8	7.1
75	75.0	75.3	3.5	4.5	5.6	6.8	8.4
90	90.0	90.3	4.3	5.4	6.7	8.2	10.1

表 13 PVC-C 工作管规格尺寸 (续)

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径		公称壁厚 e_n				
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	S 10 SDR 21	S 8 SDR 17	S 6.3 SDR 13,6	S 5 SDR 11	S 4 SDR 9
110	110.0	110.4	5.3	6.6	8.1	10.0	12.3
125	125.0	125.4	6.0	7.4	9.2	11.4	14.0
140	140.0	140.5	6.7	8.3	10.3	12.7	15.7
160	160.0	160.5	7.7	9.5	11.8	14.6	17.9
180	180.0	180.6	8.5	10.7	13.3	16.4	20.1
200	200.0	200.6	9.6	11.9	14.7	18.2	22.4
225	225.0	225.7	10.8	13.4	16.6	20.5	—
250	250.0	250.8	11.9	14.8	18.4	—	—
280	280.0	280.9	13.4	16.6	20.6	—	—
315	315.0	316.0	15.0	18.7	23.2	—	—

表 14 PVC-C 工作管不圆度

单位为毫米

公称外径 d_n	不圆度	公称外径 d_n	不圆度
12	≤0.5	110	≤1.4
16	≤0.5	125	≤1.5
20	≤0.5	140	≤1.7
25	≤0.5	160	≤2.0
32	≤0.5	180	≤2.2
40	≤0.5	200	≤2.4
50	≤0.6	225	≤2.7
63	≤0.8	250	≤3.0
75	≤0.9	280	≤3.4
90	≤1.1	315	≤3.8

表 15 PVC-C 工作管任一点壁厚和允许偏差

单位为毫米

公称壁厚 e_n	允许偏差	公称壁厚 e_n	允许偏差
$1.0 < e_n \leq 2.0$	0~+0.4	$12.0 < e_n \leq 13.0$	0~+1.5
$2.0 < e_n \leq 3.0$	0~+0.5	$13.0 < e_n \leq 14.0$	0~+1.6
$3.0 < e_n \leq 4.0$	0~+0.6	$14.0 < e_n \leq 15.0$	0~+1.7

表 15 PVC-C 工作管任一点壁厚和允许偏差 (续)

单位为毫米

公称壁厚 e_n	允许偏差	公称壁厚 e_n	允许偏差
$4.0 < e_n \leq 5.0$	$0 \sim +0.7$	$15.0 < e_n \leq 16.0$	$0 \sim +1.8$
$5.0 < e_n \leq 6.0$	$0 \sim +0.8$	$16.0 < e_n \leq 17.0$	$0 \sim +1.9$
$6.0 < e_n \leq 7.0$	$0 \sim +0.9$	$17.0 < e_n \leq 18.0$	$0 \sim +2.0$
$7.0 < e_n \leq 8.0$	$0 \sim +1.0$	$18.0 < e_n \leq 19.0$	$0 \sim +2.1$
$8.0 < e_n \leq 9.0$	$0 \sim +1.1$	$19.0 < e_n \leq 20.0$	$0 \sim +2.2$
$9.0 < e_n \leq 10.0$	$0 \sim +1.2$	$20.0 < e_n \leq 21.0$	$0 \sim +2.3$
$10.0 < e_n \leq 11.0$	$0 \sim +1.3$	$21.0 < e_n \leq 22.0$	$0 \sim +2.4$
$11.0 < e_n \leq 12.0$	$0 \sim +1.4$	$22.0 < e_n \leq 23.0$	$0 \sim +2.5$
$23.0 < e_n \leq 24.0$	$0 \sim +2.6$	—	—

7.3.2.3 PE-RT II 工作管的规格尺寸应符合表 16 的规定, PE-RT II 工作管任一点壁厚和允许偏差应符合表 17 的规定。

表 16 PE-RT II 型工作管规格尺寸

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径		公称壁厚 e_n				
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	S 8 SDR17	S 6.3 SDR13.6	S 5 SDR11	S 4 SDR9	S 3.2 SDR7.4
25	25.0	25.3	—	—	2.3	2.8	3.5
32	32.0	32.3	—	—	2.9	3.6	4.4
40	40.0	40.4	—	—	3.7	4.5	5.5
50	50.0	50.5	—	—	4.6	5.6	6.9
63	63.0	63.6	—	—	5.8	7.1	8.6
75	75.0	75.7	—	—	6.8	8.4	10.3
90	90.0	90.9	5.4	6.7	8.2	10.1	12.3
110	110.0	111.0	6.6	8.1	10.0	12.3	15.1
125	125.0	126.2	7.4	9.2	11.4	14.0	17.1
140	140.0	141.3	8.3	10.3	12.7	15.7	19.2
160	160.0	161.5	9.5	11.8	14.6	17.9	21.9
180	180.0	181.7	10.7	13.3	16.4	20.1	24.6
200	200.0	201.8	11.9	14.7	18.2	22.4	27.4
225	225.0	227.1	13.4	16.6	20.5	25.2	30.8
250	250.0	252.3	14.8	18.4	22.7	27.9	34.2
280	280.0	282.6	16.6	20.6	25.4	31.3	38.3

表 16 PE-RT II 型工作管规格尺寸 (续)

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径		公称壁厚 e_n				
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	S 8 SDR17	S 6,3 SDR13,6	S 5 SDR11	S 4 SDR9	S 3,2 SDR7,4
315	315.0	317.9	18.7	23.2	28.6	35.2	43.1
355	355.0	358.2	21.1	26.1	32.2	39.7	48.5
400	400.0	403.6	23.6	29.5	36.3	44.7	—
450	450.0	454.1	26.5	33.1	40.9	50.3	—

表 17 PE-RT II 型工作管任一点壁厚和允许偏差

单位为毫米

公称壁厚		允许偏差	公称壁厚		允许偏差
$<e_n$	$\geq e_n$		$<e_n$	$\geq e_n$	
2.0	3.0	0~+0.4	27.0	28.0	0~+2.9
3.0	4.0	0~+0.5	28.0	29.0	0~+3.0
4.0	5.0	0~+0.6	29.0	30.0	0~+3.1
5.0	6.0	0~+0.7	30.0	31.0	0~+3.2
6.0	7.0	0~+0.8	31.0	32.0	0~+3.3
7.0	8.0	0~+0.9	32.0	33.0	0~+3.4
8.0	9.0	0~+1.0	33.0	34.0	0~+3.5
9.0	10.0	0~+1.1	34.0	35.0	0~+3.6
10.0	11.0	0~+1.2	35.0	36.0	0~+3.7
11.0	12.0	0~+1.3	36.0	37.0	0~+3.8
12.0	13.0	0~+1.4	37.0	38.0	0~+3.9
13.0	14.0	0~+1.5	38.0	39.0	0~+4.0
14.0	15.0	0~+1.6	39.0	40.0	0~+4.1
15.0	16.0	0~+1.7	40.0	41.0	0~+4.2
16.0	17.0	0~+1.8	41.0	42.0	0~+4.3
17.0	18.0	0~+1.9	42.0	43.0	0~+4.4
18.0	19.0	0~+2.0	43.0	44.0	0~+4.5
19.0	20.0	0~+2.1	44.0	45.0	0~+4.6
20.0	21.0	0~+2.2	45.0	46.0	0~+4.7
21.0	22.0	0~+2.3	46.0	47.0	0~+4.8
22.0	23.0	0~+2.4	47.0	48.0	0~+4.9
23.0	24.0	0~+2.5	48.0	49.0	0~+5.0
24.0	25.0	0~+2.6	49.0	50.0	0~+5.1
25.0	26.0	0~+2.7	50.0	51.0	0~+5.2
26.0	27.0	0~+2.8	—	—	—

7.3.2.4 PB-H 工作管的规格尺寸应符合 GB/T 19473.2 的规定。

7.3.2.5 PE-X 工作管的规格尺寸应符合 GB/T 18992.2 的规定。

7.3.2.6 柔性增强保温复合管工作管的规格尺寸应符合表 18 的规定。

表 18 柔性增强复合管工作管公称直径和最小壁厚

单位为毫米

公称直径 DN	平均外径		最小壁厚 $e_{\min,3}$	允许偏差
	$d_{\text{em},\text{min}}$	$d_{\text{em},\text{max}}$		
40	40.0	40.5	2.8	0~+0.5
50	47.6	48.4	3.6	0~+0.7
63	58.5	59.4	4.0	0~+0.8
75	69.5	70.4	4.6	0~+0.9
90	84.0	85.4	6.0	0~+1.1
110	101.0	102.5	6.5	0~+1.2
125	116.0	117.6	6.8	0~+1.2
140	127.0	128.6	7.1	0~+1.3
160	144.0	145.8	7.5	0~+1.4

7.3.3 性能

7.3.3.1 保温复合塑料管的工作管性能应符合表 19 的规定。

表 19 保温复合塑料管的工作管性能

性能	指标					
	PP-R	β 晶型 PP-RCT	PVC-C	PE-RT II	PB-H	PE-X
灰分 %	≤ 1.5		—	本色： ≤ 0.1 着色： ≤ 0.8	≤ 2.0	—
熔融温度 T_{pm} ℃	≤ 148	$T_{\text{pm}1} \leq 143$ $T_{\text{pm}2} \leq 157$	—	—	—	—
密度 kg/m ³	—		1 450~1 650	≥ 940	—	—
氧化诱导时间/min	≥ 20		—	≥ 30	≥ 15	—
静液压试验后的氧化诱导 时间(95℃/1 000 h)min	≥ 16		—	≥ 24	—	—

表 19 保温复合塑料管的工作管性能 (续)

性能	指标					
	PP-R	β 晶型 PP-RCT	PVC-C	PE-RT II	PB-H	PE-X
颜料分散	≤ 3 级		—	≤ 3 级	≤ 3 级	—
	表观等级:A1、 A2、A3或B		—	表观等级:A1、 A2、A3或B	表观等级: A1、A2、A3或B	—
纵向回缩率 %	≤ 2	≤ 5	≤ 2	≤ 2	≤ 3	
简支梁冲击	破损率不大于 试样数量的10%		—	—	—	
落锤冲击(TIR) %	—	≤ 10	—	—	—	
拉伸屈服应力 MPa	—	≥ 50	≥ 20	—	—	
静液压强度	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	
静液压状态下的 热稳定性	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	无破裂 无渗漏	
系统适用性 (内压试验)	无破裂 无渗漏	—	—	—	—	
交联度 %	过氧化物交联	—	—	—	≥ 70	
	硅烷交联	—	—	—	≥ 65	
	电子束交联	—	—	—	≥ 60	
熔体质量流动速率	≤ 0.5 g/10 min, 且变化率 $\leq 20\%$	—	与原料测定值 之差不应超过 0.3 g/10 min, 且变化率 $\leq 20\%$	变化率 $\leq 30\%$	—	
维卡软化温度	—	≥ 110 °C	—	—	—	
透氧率(40 °C)* [g/(m ³ ·d)]	≤ 0.1 [g/(m ³ ·d)]	—	≤ 0.32 [mg/(m ² ·d)]	≤ 0.32 [mg/(m ² ·d)]	—	
耐慢速裂纹增长 (切口试验)	—	—	无破坏 无渗漏	—	—	
* 仅适用于带阻隔层的管材。						

7.3.3.2 柔性增强保温复合塑料管的工作管性能应符合表 19 中 PE-RT II 型工作管和表 20 的规定。

表 20 柔性增强保温复合塑料管的工作管性能

性能	要求
2 500 次热循环	无破坏、无渗漏
10 000 次循环压力冲击	无破坏、无渗漏

7.3.4 生活热水输送用管材卫生性能应符合 GB/T 17219 的规定。

7.4 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管

7.4.1 外观

可视面应清洁,不应有影响其性能的沟槽、裂纹、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。

7.4.2 规格尺寸

长度宜为 6 m、9 m、12 m,也可由供需双方商定,长度不应有负偏差。盘管长度由供需双方商定,盘卷的最小内径不应小于 $18 d_n$ 。

7.4.3 管端垂直度

管端的外护管应与工作管的轴线垂直,角度偏差应小于 2.5° 。

7.4.4 挤压变形及划痕

保温层受挤压变形时,径向变形量不应大于设计保温层厚度的 15%。外护管划痕深度不应大于外护管最小壁厚的 10%。

7.4.5 管端预留段长度及偏差

工作管两端留出的无保温层预留段长度应符合聚乙烯外护管预制保温复合塑料管连接的要求,两端预留长度之差不应大于 20 mm。

7.4.6 最大轴线偏心距

当聚乙烯外护管预制保温复合塑料管外护管外径不大于 160 mm 时,轴线偏心距不应大于 3.0 mm;当聚乙烯外护管预制保温复合塑料管外护管外径大于 160 mm 时,轴线偏心距不应大于 4.5 mm。

注:仅适用于保温复合塑料管。



7.4.7 线性方向密封

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管材与管件连接后应进行线性方向密封试验,管材应无渗漏。

7.4.8 轴向剪切强度

在 23°C 条件下,保温复合塑料管的轴向剪切强度不应小于 0.09 MPa,柔性增强保温复合塑料管的轴向剪切强度不应小于 0.12 MPa。

7.4.9 环刚度

环刚度不应小于 4 kN/m^2 ,且保温层与外护管不应脱层。

7.4.10 抗冲击性

在-20℃条件下,用3.0 kg的落锤从2 m高处落下对外护管进行冲击,外护管不应有可见裂纹。

7.4.11 蠕变性能

蠕变比率不应大于5。

7.4.12 柔韧性

聚乙烯外护管预制保温复合塑料管安装承受最小弯曲半径应小于外护管外径的30倍。当弯曲至最小半径时,柔性增强工作管和外护管不应断裂,外护管的椭圆度不得超过30%,靠近外护管侧保温材料的裂缝宽度不得超过5 mm。

注1:适用于外护管公称外径不大于50 mm的保温复合塑料管。

注2:适用于柔性增强保温复合塑料管。

8 试验方法

8.1 外护管

8.1.1 外观

外观检验在自然光下进行目测。

8.1.2 规格尺寸

外护管规格尺寸的测量应按照GB/T 8806的规定进行。

柔性增强保温复合塑料管外护管的壁厚从样品两端进行测量。端口截面应当在波纹的顶端,使用游标卡尺进行测量,在管材外部移动测量工具直至测出最小值。外护管外径应在波纹的顶端进行测量(见图2)。

8.1.3 性能

8.1.3.1 密度

密度的试验方法应按照GB/T 1033.1或GB/T 1033.2的规定进行,以GB/T 1033.2作为仲裁方法。

8.1.3.2 纵向回缩率

纵向回缩率的试验方法应按照GB/T 6671—2001中方法B的规定进行。从一根管材上截取3个试样。对于公称外径大于200 mm的管材,可沿轴向均匀切成4片进行试验。

8.1.3.3 拉伸屈服应力

拉伸屈服应力的试验方法应按照GB/T 8804.3的规定进行,取样数量按GB/T 8804.1的规定。

8.1.3.4 断裂伸长率

断裂伸长率的试验方法应按照GB/T 8804.3的规定进行,取样数量按GB/T 8804.1的规定。

8.1.3.5 氧化诱导时间

氧化诱导时间的试验方法应按照GB/T 19466.6的规定进行。制样时,应从管材外表面切取试样。试样数量为3个,试验结果取最小值。

8.1.3.6 熔体质量流动速率

熔体质量流动速率的试验方法应按照 GB/T 3682.1 的规定进行。

8.1.3.7 抗紫外线

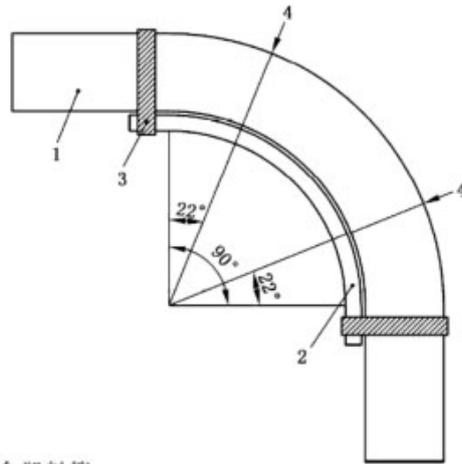
8.1.3.7.1 炭黑含量的试验方法应按照 GB/T 13021 的规定进行。

8.1.3.7.2 炭黑分散的试验方法应按照 GB/T 18251 的规定进行。

8.1.3.7.3 自然老化的试验方法应按照 GB/T 3681 的规定进行。累计 3.5 GJ/m² 后,分别按下列规定进行柔韧性和抗冲击性试验。

a) 柔韧性。

- 1) 每组样品数量不少于 3 个,样品长度为 15 倍外护管的直径。
- 2) 将试样在室温下状态调节 24 h。
- 3) 按图 3 所示,在 10 min 内将测试样品固定在弯曲装置上。试验最小弯曲半径应符合表 21 的规定。



标引序号说明:

- 1——聚乙烯外护管预制保温复合塑料管;
- 2——弯曲装置;
- 3——固定带或夹具;
- 4——测试部位。

图 3 柔韧性试验示意图

表 21 最小弯曲半径

单位为毫米

工作管公称直径 DN	最小弯曲半径
40	511
50	608
63	666
75	743
90	840
110	970
125	1 067
140	1 196
160	1 300

- 4) 试样在弯曲工具上固定 30 min 后,在图 3 中所示的位置测量其椭圆度。其中椭圆度按式(9)计算。

$$O = \frac{d_{em,max} - d_{em,min}}{DN} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- O —— 椭圆度, %;
- $d_{em,max}$ —— 最大平均外径, 单位为毫米(mm);
- $d_{em,min}$ —— 最小平均外径, 单位为毫米(mm);
- DN —— 公称直径, 单位为毫米(mm)。

- 5) 椭圆度测量完成后,应沿轴线打开外壳,目测观察保温层是否有裂纹,并用钢板尺测量裂纹的宽度。
- 6) 当三组样品检测均符合要求时,则该样品柔韧性测试合格。

b) 抗冲击性。

抗冲击性试验应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.1.3.8 拉伸强度

拉伸强度的试验方法应按照 GB/T 1040.1、GB/T 1040.2 的规定进行,试验速度为50 mm/min。

8.2 保温层

8.2.1 外观

外观检验在自然光下进行目测。

8.2.2 厚度

厚度检验应按照 GB/T 29046 的规定进行。柔性增强保温复合塑料管保温层厚度应从样品两端波纹凹陷处截面进行测量。使用游标卡尺进行测量。

8.2.3 性能

- 8.2.3.1 密度的试验方法应按照 GB/T 6343 的规定进行。
- 8.2.3.2 闭孔率的试验方法应按照 GB/T 10799 的规定进行。
- 8.2.3.3 泡孔尺寸的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。
- 8.2.3.4 吸水率:RPUR 泡沫和 SRPUR 泡沫吸水率的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。XPS 泡沫吸水率的试验方法应按照 GB/T 8810 的规定进行,试验温度为 50 ℃。
- 8.2.3.5 导热系数的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。
- 8.2.3.6 压缩强度的试验方法应按照 GB/T 8813 的规定进行。
- 8.2.3.7 空洞、气泡的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.3 工作管

8.3.1 外观

 外观检验在自然光下进行目测。

8.3.2 规格尺寸

规格尺寸检验应按照 GB/T 8806 的规定进行。柔性增强保温复合塑料管工作管壁厚的测量应在

横向和轴向芳纶的交叉点处进行测量(见图 2)。

8.3.3 性能

8.3.3.1 灰分的试验方法应按照 GB/T 9345.1 的规定进行,采用直接煅烧法进行试验,试验温度 600 °C。试验结果取平均值。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。

8.3.3.2 熔融温度的试验方法应按照 GB/T 19466.3 的规定进行,试验数量 3 件,试验结果取平均值。试验氮气流量 50 ml/min,升降温速率 10 °C/min,2 次升温。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。

8.3.3.3 密度的试验方法应按照 GB/T 1033.1 的规定进行,采用浸渍法。

8.3.3.4 氧化诱导时间的试验方法应按照 GB/T 19466.6 的规定进行,试验数量 3 件。试验温度:PP-R、 β 晶型 PP-RCT、PE-RT II 为 210 °C;PB-H 为 220 °C。试验容器为铝皿,从管材内表面取样,试验结果取最小值。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。

8.3.3.5 静液压试验后的氧化诱导时间(95 °C/1 000 h)的试验方法应按照 GB/T 19466.6 的规定进行,试验温度 210 °C。试验容器为铝皿,试样取自完成 95 °C/1 000 h 静液压试验后管材内表面,试验结果取最小值。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。

8.3.3.6 颜料分散的试验方法应按照 GB/T 18251 的规定进行。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。

8.3.3.7 纵向回缩率的试验方法应按照 GB/T 6671—2001 中烘箱法的规定进行,试验参数应按照表 22 的规定。从一根管材上截取 3 个试样。对于公称外径大于 200 mm 的管材,可沿轴向均匀切成 4 片进行试验。试验结果取平均值。

表 22 纵向回缩率试验参数

材料		试验参数	
		温度 °C	时间 h
PP-R	$e_n \leq 8$ mm	135±2	1
	8 mm < e_n ≤ 16 mm		2
	$e_n > 16$ mm		4
β 晶型 PP-RCT	$e_n \leq 8$ mm	135±2	1
	8 mm < e_n ≤ 16 mm		2
	$e_n > 16$ mm		4
PVC-C	$e_n \leq 4$ mm	150±2	0.5
	4 mm < e_n ≤ 16 mm		1
	$e_n > 16$ mm		2
PE-RT II	$e_n \leq 8$ mm	110±2	1
	8 mm < e_n ≤ 16 mm		2
	$e_n > 16$ mm		4
PB-H	$e_n \leq 8$ mm	110±2	1
	8 mm < e_n ≤ 16 mm		2
	$e_n > 16$ mm		4

表 22 纵向回缩率试验参数 (续)

材料		试验参数	
		温度 ℃	时间 h
PE-X	$e_n \leq 8$ mm	120±2	1
	8 mm < $e_n \leq 16$ mm		2
	$e_n > 16$ mm		4

8.3.3.8 简支梁冲击的试验方法应按照 GB/T 18743 的规定进行,试验数量 10 件。试验温度(0±2)℃。

8.3.3.9 落锤冲击试验方法应按照 GB/T 14152 的规定进行。试样预处理温度为(0±1)℃,落锤质量和落锤高度应按照表 23 的规定,锤头半径为 25 mm。沿管道圆周方向等距离画出规定数量的冲击标线。

表 23 落锤冲击试验落锤质量和落锤高度

公称外径 d_n mm	落锤质量 kg	落锤高度 mm
20	0.5	400
25	0.5	500
32	0.5	600
40	0.5	800
50	0.5	1 000
63	0.8	1 000
75	0.8	1 000
90	0.8	1 200
110	1.0	1 600
125	1.25	2 000
140	1.6	1 800
160	1.6	2 000
180	2.0	1 800
200	2.0	2 000
225	2.5	1 800
250	2.5	2 000
280	3.2	1 800
315	3.2	2 000

8.3.3.10 拉伸屈服应力: PVC-C 工作管的试验方法应按照 GB/T 8804.2 的规定进行,取样数量按 GB/T 8804.1 的规定,试验速度: 5 mm/min,试验结果取平均值; PE-RT II 工作管的试验方法应按照 GB/T 8804.3 的规定进行,试验速度 50 mm/min,取样数量按 GB/T 8804.1 的规定。试验结果取平均值。

8.3.3.11 静液压强度的试验方法应按照 GB/T 6111 的规定进行。试验数量 3 件,试验参数应按照表 24 的规定。试样内外的介质均为水,采用 A 型封头。带阻隔层管材计算试验压力时,计算公式中的最

小壁厚不应包含阻隔层和黏接层的厚度。

表 24 静液压强度试验参数

材料	试验参数		
	试验温度 ℃	试验时间 h	压力参数 ^a MPa
PP-R	20	1	16.0
	95	22	4.3
		165	3.8
		1 000	3.5
β 晶型 PP-RCT	20	1	15.0
	95	22	4.2
		165	4.0
		1 000	3.8
PVC-C	20	1	43.0
	95	165	5.6
		1 000	4.6
PE-RT II	20	1	11.2
	95	22	4.1
		165	4.0
		1 000	3.8
PB-H	20 ^b	1	15.5
		22	15.2
	95	22	6.5
		165	6.2
PE-X	20	1	12.0
	95	1	4.8
		22	4.7
		165	4.6
		1 000	4.4
柔性增强保温复合 塑料管工作管 RPE-RT II	95	22	$1.75 \times P_D$
		165	$1.50 \times P_D$
		1 000	$1.35 \times P_D$

^a 柔性增强保温复合塑料管工作管 RPE-RT II 的压力参数为试验压力。其他材料工作管的压力参数为静液压应力。试验压力根据静液压应力计算得出。

^b 1 h 试验无破坏, 视为 20 ℃ 试验合格。如在 1 h 内时发生脆性破坏, 视为 20 ℃ 试验不合格; 如在 1 h 内发生韧性破坏, 则应进行 22 h 试验, 若不破坏, 视为 20 ℃ 试验合格。

8.3.3.12 静液压状态下的热稳定性的试验方法应按照 GB/T 6111 的规定进行,试验数量 1 件,试验参数应按照表 25 的规定。试样介质:内部为水,外部为空气。采用 A 型封头。

表 25 静液压状态下的热稳定性试验参数

材料	试验参数		
	试验温度 ℃	试验时间 h	压力参数 ^a MPa
PP-R	110	8 760	1.9
β晶型 PP-RCT	110	8 760	2.6
PVC-C	95	8 760	3.6
PE-RT II	110	8 760	2.4
PB-H	110	8 760	2.4
PE-X	110	8 760	2.5
柔性增强保温复合塑料管工作管 RPE-RT II	110	8 760	0.6×P _D

^a 柔性增强保温复合塑料管工作管 RPE-RT II 的压力参数为试验压力。其他材料工作管的压力参数为静液压应力。试验压力根据静液压应力计算得出。

8.3.3.13 系统适用性(内压试验)的试验方法应按照 GB/T 6111 的规定进行,试验数量 3 件,试验参数应按照表 26 的规定。试样内外的介质均为水,采用 A 型封头。

表 26 系统适用性(内压试验)试验参数

材料	管系列	试验参数		
		试验温度 ℃	试验时间 h	试验压力 MPa
PP-R	S 5	95	1 000	0.70
	S 4			0.88
	S 3.2			1.09
	S 2.5			1.40
β晶型 PP-RCT	S 6.3	95	1 000	0.60
	S 5			0.76
	S 4			0.95
	S 3.2			1.19

8.3.3.14 交联度的试验方法应按照 GB/T 18474 的规定进行。

8.3.3.15 熔体质量流动速率的试验方法应按照 GB/T 3682.1 的规定进行,试验数量 3 件。试验条件:PP-R、β晶型 PP-RCT 按 230 ℃,2.16 kg;PE-RT II 按 190 ℃,5.00 kg;PB-H 按 190 ℃,2.16 kg。带阻隔层管材试验前应去除阻隔层和黏接层。试验结果取平均值。变化率按式(10)计算:

$$\delta_{MFR} = \frac{|MFR_1 - MFR_0|}{MFR_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

δ_{MFR} ——变化率, %;

MFR_i ——管材熔体质量流动速率,单位为克每10分(g/10 min);

MFR_0 ——混配料熔体质量流动速率,单位为克每10分(g/10 min)。

8.3.3.16 维卡软化温度的试验方法应按照 GB/T 8802 的规定进行,试验数量 3 件。试验升温速率 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}/\text{h}$, 负载 $(50 \pm 1)\text{N}$ 。

8.3.3.17 透氧率的试验方法应按照 GB/T 34437 的规定进行,试验数量 3 件,试验温度 40°C 。试验结果取平均值。

8.3.3.18 耐慢速裂纹增长(切口试验)的试验方法应按照 GB/T 18476 的规定进行,试样内外的介质均为水。试验温度 80°C , 试验时间 500 h, 试验压力 0.92MPa (SDR 11)。其他 SDR 系列对应的压力值, 应按照 GB/T 18476 的规定。

8.3.3.19 2 500 次冷热循环的试验方法应按照 GB/T 19473.5 的规定进行。试验数量 1 件,最高试验温度为 $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$, 最低试验温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, 试验压力为 $(P_D \pm 0.05)\text{MPa}$, 每次循环时间 60^{+2}_0 (冷水各 30^{+1}_0) min, 循环 2 500 次。试验中管材、管件以及连接处应无破坏、无渗漏。

8.3.3.20 10 000 次循环压力冲击的试验方法应按照 GB/T 19473.5 的规定进行,试验数量 1 件。试验温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, 最小试验压力为 $(0.05 \pm 0.01)\text{MPa}$, 最大试验压力为 $(1.5P_D \pm 0.05)\text{MPa}$, 循环频率 (30 ± 5) 次/min, 循环 10 000 次。试验中管材、管件以及连接处应无破坏、无渗漏。

8.3.4 卫生性能

卫生性能的试验方法应按照 GB/T 17219 的规定进行。

8.4 聚乙烯外护管预制保温复合塑料管

8.4.1 外观

外观检验在自然光下进行目测。

8.4.2 规格尺寸

规格尺寸的试验方法应按照 GB/T 8806 的规定进行。

8.4.3 管端垂直度

管端垂直度的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.4.4 挤压变形及划痕

挤压变形及划痕的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.4.5 管端预留段长度及偏差

管端预留段长度及偏差的试验方法应按照 GB/T 8806 的规定进行。

8.4.6 最大轴线偏心距

最大轴线偏心距的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.4.7 线性方向密封性

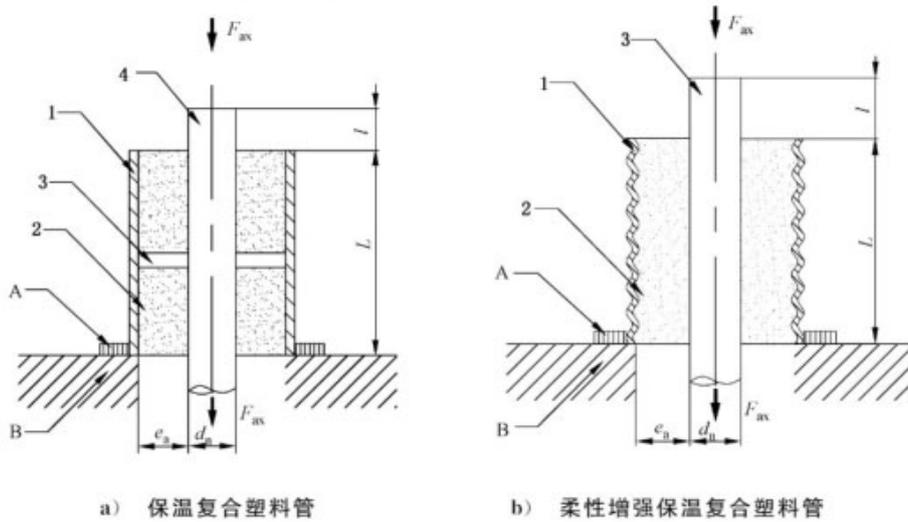
线性方向密封性的试验方法应按照 GB/T 6111 的规定进行。试验管材管件组合件应浸入

(23±2)℃的水箱中,并在 0.03 MPa 的恒定压力下加压 24 h,检查组合件的密封性。

8.4.8 轴向剪切强度

8.4.8.1 从保温管道上截取试样,长度(L)为保温层厚度(e_n)2.5 倍,且大于 200 mm,并应在试样两端保留适当长度的工作管。试样应在距离管端不小于 500 mm 的管道中间取样,至少包含一个支架(若有),且应垂直于管道轴线截取。

8.4.8.2 轴向剪切强度测试装置示意图 4,试样应处于常温(23±2)℃环境条件下。试验装置按 5 mm/min 的速度对工作管一端施加轴向力(F_{ax}),直至保温层破坏或保温结构分离。记录最大轴向力值,并按式(11)计算轴向剪切强度。试验可在管道轴线置于垂直方向或水平方向下进行,当管道轴线处于垂直方向时,轴向力中应计入工作管的重量。试验预留长度 l 不应小于 50 mm。



- 标引序号说明:
- | | |
|----------------------------------|---------|
| F _{ax} ——轴向力,在工作管任一端施加; | 1——外护管; |
| L——试样长度; | 2——保温层; |
| d _n ——工作管公称外径; | 3——支架; |
| e _n ——保温层厚度; | 4——工作管。 |
| l——试验预留长度; | |
| A——导向环; | |
| B——实验装置底座; | |

图 4 轴向剪切强度测试装置示意

$$\tau_{ax} = \frac{F_{ax}}{L \times \pi \times d_n} \dots\dots\dots(11)$$

- 式中:
- F_{ax}——轴向力,单位为牛(N);
 - L——试样长度,单位为毫米(mm);
 - d_n——工作管公称外径,单位为毫米(mm);
 - τ_{ax}——轴向剪切强度,单位为兆帕(MPa)。

8.4.8.3 最终测试结果应取 3 个试样的算数平均值。

8.4.9 环刚度

环刚度的试验方法应按照 GB/T 9647 的规定进行。

8.4.10 抗冲击性

抗冲击性的试验方法应按照 GB/T 29046 的规定进行。

8.4.11 蠕变性能

蠕变性能的试验方法应按照 GB/T 18042 的规定进行。

8.4.12 柔韧性

柔韧性的试验方法应按照 8.1.3.7.3a) 的规定进行。

9 检验规则

9.1 检验分类

检验分为定型检验、出厂检验和型式检验。

9.2 组批和分组

9.2.1 组批：同一原料，同一配方，同一工艺条件连续生产的同一规格聚乙烯外护管预制保温复合塑料管作为一批。当外护管直径小于或等于 125 mm 时，每批数量按不大于 20 000 m 计；当外护管直径大于 125 mm 时，每批数量按不大于 5 000 m 计。当生产 7 d 仍不足上述数量，则以 7 d 为 1 批。

9.2.2 分组：同类型管材按表 27 的规定对管材进行尺寸分组。定型检验和型式检验按表 28 的规定选取每一尺寸组中任一规格的管材进行检验，即代表该尺寸组内所有规格产品。

表 27 管材尺寸分组

尺寸组	工作管公称外径范围 mm
1	$d_n \leq 63$
2	$63 < d_n \leq 225$
3	$225 < d_n \leq 450$

9.3 定型检验

9.3.1 出现下列情况之一时，应进行定型检验：

- 同一管材制造商同一生产地点首次投产时；
- 改变设备种类时；
- 设计发生变更时；
- 工作管原材料发生变更时。

9.3.2 按工作管种类定型检验的检验项目按下列规定执行：

- PP-R 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目及 GB/T 18742.2 中热循环试验；
- PP-RCT 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目及 GB/T 18742.2 中热循环试验；
- PVC-C 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目及 GB/T 18993.2 中系统适用性试验；
- PE-RT II 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目；
- PB-H 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目及 GB/T 19473.2 中系统适用性

试验；

f) PE-X 保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目及 GB/T 18992.2 中系统适用性试验；

g) 柔性增强保温复合塑料管定型检验的项目为第 7 章的所有项目。

9.4 出厂检验

9.4.1 产品应经制造厂质量检验部门检验,合格后方可出厂,出厂时应附检验合格报告。

9.4.2 出厂检验项目应按表 28 的规定执行。

表 28 检验项目

检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法	
外 护 管	外观	√	√	7.1.1	8.1.1	
	规格尺寸	√	√	7.1.2	8.1.2	
	性能	密度	√	√	7.1.3	8.1.3.1
		纵向回缩率	—	√	7.1.3	8.1.3.2
		拉伸屈服应力	—	√	7.1.3	8.1.3.3
		断裂伸长率	—	√	7.1.3	8.1.3.4
		氧化诱导时间	—	√	7.1.3	8.1.3.5
		熔体质量流动速率	—	√	7.1.3	8.1.3.6
		抗紫外线	—	√	7.1.3	8.1.3.7
拉伸强度	√	√	7.1.3	8.1.3.8		
保 温 层	外观	√	√	7.2.1	8.2.1	
	厚度	√	√	7.2.2	8.2.2	
	性能	密度	√	√	7.2.3	8.2.3.1
		闭孔率	—	√	7.2.3	8.2.3.2
		泡孔尺寸	—	√	7.2.3	8.2.3.3
		吸水率	—	√	7.2.3	8.2.3.4
		导热系数	—	√	7.2.3	8.2.3.5
		压缩强度	—	√	7.2.3	8.2.3.6
空洞、气泡	—	√	7.2.3	8.2.3.7		
工 作 管	外观	√	√	7.3.1	8.3.1	
	规格尺寸	√	√	7.3.2	8.3.2	
	性能	灰分	—	√	7.3.3	8.3.3.1
		熔融温度	—	√	7.3.3	8.3.3.2
		密度	√	√	7.3.3	8.3.3.3
		氧化诱导时间	—	√	7.3.3	8.3.3.4
静液压试验后的氧化诱导时间(95℃/1 000 h)	—	√	7.3.3	8.3.3.5		

表 28 检验项目 (续)

		检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法	
工作管	性能	颜料分散	PP-R	√	√	7.3.3	8.3.3.6	
			β 晶型 PP-RCT	√	√	7.3.3	8.3.3.6	
			PE-RT II	—	√	7.3.3	8.3.3.6	
			PB-H	—	√	7.3.3	8.3.3.6	
		纵向回缩率	√	√	7.3.3	8.3.3.7		
		简支梁冲击	√	√	7.3.3	8.3.3.8		
		落锤冲击(TIR)	√	√	7.3.3	8.3.3.9		
		拉伸屈服应力	—	√	7.3.3	8.3.3.10		
		静液压强度	PP-R	20 ℃/1 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11
				95 ℃/22 h	任选其一	√	7.3.3	8.3.3.11
	95 ℃/165 h			√		7.3.3	8.3.3.11	
	95 ℃/1 000 h			—		√	7.3.3	8.3.3.11
	β 晶型 PP-RCT		20 ℃/1 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/22 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/165 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/1 000 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
	PVC-C		20 ℃/1 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/165 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/1 000 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
	PE-RT II		20 ℃/1 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/22 h	任选其一	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/165 h		√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/1 000 h		—	√	7.3.3	8.3.3.11
	PB-H		20 ℃/(1 h/22 h)	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/22 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/165 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
			95 ℃/1 000 h	—	√	7.3.3	8.3.3.11	
	PE-X		20 ℃/1 h	√	√	7.3.3	7.3.3.11	
		95 ℃/1 h	√	√	7.3.3	8.3.3.11		
		95 ℃/22 h	任选其一	√	7.3.3	8.3.3.11		
		95 ℃/165 h		√	7.3.3	8.3.3.11		
		95 ℃/1 000 h		—	√	7.3.3	8.3.3.11	

表 28 检验项目 (续)

检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法
工 作 管	性能				
	系统适用性(内压试验)	—	√	7.3.3	8.3.3.13
	交联度	√	√	7.3.3	8.3.3.14
	熔体质量流动速率	√	√	7.3.3	8.3.3.15
	维卡软化温度	—	√	7.3.3	8.3.3.16
	透氧率	—	√	7.3.3	8.3.3.17
	耐慢速裂纹增长(切口试验)	—	√	7.3.3	8.3.3.18
	卫生性能	—	√	7.3.4	8.3.4
聚乙 烯 外 护 管 预 制 保 温 复 合 塑 料 管	外观	√	√	7.4.1	8.4.1
	规格尺寸	√	√	7.4.2	8.4.2
	管端垂直度	√	√	7.4.3	8.4.3
	挤压变形及划痕	√	√	7.4.4	8.4.4
	管端预留段长度及偏差	√	√	7.4.5	8.4.5
	最大轴线偏心距	√	√	7.4.6	8.4.6
	线性方向密封	—	√	7.4.7	8.4.7
	轴向剪切强度	—	√	7.4.8	8.4.8
	环刚度	—	√	7.4.9	8.4.9
	抗冲击性	—	√	7.4.10	8.4.10
	蠕变性能	—	√	7.4.11	8.4.11
		柔韧性	—	√	7.4.12
注：“√”为检测项目，“—”为非检测项目。					

9.4.3 管材的外观、尺寸按照 GB/T 2828.1—2012 的规定采用正常检验一次抽样方案,取一般检验水平 I,合格质量水平 4.0,抽样方案按表 29 的规定执行。

表 29 管材的外观、尺寸抽样方案

单位为根

批量范围 N	样本量 n	接收数 A_c	拒收数 R_c
≤ 15	2	0	1
16~25	3	0	1
26~90	5	0	1
91~150	8	1	2
151~280	13	1	2
281~500	20	2	3
501~1 200	32	3	4
1 201~3 200	50	5	6
3 201~10 000	80	7	8

9.4.4 在 9.4.3 计数抽样合格的产品中,随机抽取样品进行表 28 中规定的其他项目的检验。

9.5 型式检验

9.5.1 当出现下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 正式生产后,当结构、材料、工艺等有较大改变,可能影响产品性能时;
- b) 产品停产 1 年后,恢复生产时;
- c) 正常生产每满 2 年;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

9.5.2 型式检验项目应按表 28 的规定执行。

9.5.3 按 9.4.3 规定对外观、尺寸进行检验,在检验合格的样品中随机抽取足够的样品,进行表 28 中规定的其他项目的检验。

9.6 合格判定

任何 1 项指标不合格时,应在同批产品中加倍抽样,复检其不合格项目,若仍不合格,则该批产品为不合格。

10 标志、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 产品的永久性标志应位于外护管上。标志不应损伤外护管,且应牢固。

10.1.2 产品标志应明显、清晰,并应至少包括下列内容:

- a) 执行文件编号;
- b) 生产企业名称或代号、商标;
- c) 产品标记,并应符合 5.3 的要求;
- d) 在外表面标注压力及工作管的规格尺寸、等级等标识;
- e) 生产批号。

10.2 运输

10.2.1 产品应采用吊带或其他不伤及保温管的方法,不应用钢丝绳直接吊装。在装卸过程中,不应碰撞、抛摔和拖拉滚动。

10.2.2 长途运输过程中,产品应固定牢靠,不应损伤外护管及保温层。

10.3 贮存

10.3.1 产品堆放场地应符合下列规定:

- a) 地面应平整、无碎石等坚硬杂物;
- b) 地面应有足够的承载能力,堆放后不应出现塌陷或倾倒;
- c) 堆放场地应设置排水沟,场地内不应有积水;
- d) 堆放场地应设置保护措施,保温层不应受雨水浸泡,保温管外护管下表面应高于地面 150 mm;
- e) 产品的贮存应采取防滑落措施;
- f) 产品的两端应有管端防护端帽。

10.3.2 产品堆放高度不应大于 2 m。

10.3.3 产品不应受烈日照射、雨淋和浸泡,露天存放时宜采取有效地遮盖措施。堆放处应远离热源和火源。

附录 A

(资料性)

柔性增强保温复合塑料管工作管最大允许工作压力

A.1 柔性增强保温复合塑料管工作管最大允许工作压力根据管材温度时间强度关系曲线计算。

A.2 当时间和相关温度不止一个时,应当叠加处理,对于每种应用,首先确定一个对应的使用条件级别。选用合适的系数,按照 GB/T 18991 规定的 Miner's 规则计算不同工作温度和不同工作时间条件下管材允许的工作压力。

A.3 使用管材温度时间强度关系曲线,计算不同温度下管道工作的极限时间 t_i ,根据工作温度选择安全系数,计算工作压力乘以安全系数。

A.4 管材累计破坏的综合系数 TYD 按式(A.1)计算:

$$TYD = \sum \frac{a_i}{t_i} \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

TYD —— 管材累计破坏的综合系数,用百分数每小时(%/h)表示;

a_i —— 管道工作时间年周期内给定第 i 次中的工作时间分数, %;

t_i —— 规定温度下管道工作的极限时间,单位为小时(h)。

A.5 最大允许工作时间 t_x 按式(A.2)计算:

$$t_x = \frac{100\%}{TYD} \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

t_x —— 最大允许工作时间,单位为小时(h);

TYD —— 管材累计破坏的综合系数,用百分数每小时(%/h)表示。

A.6 若计算使用寿命与已知寿命不同,则在方程中引入工作压力下的其他参数,可计算出针对已知使用寿命条件下的工作压力。

A.7 使用上述计算原则可以对所选管材在给定运行条件下的工作压力进行检查或者所选取工作管运行所需要的条件参数。

A.8 以下举例说明公称压力 1.6 MPa 的增强工作管的最大允许工作压力计算过程。

- a) 60 °C 热水使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.1,计算公式见式(A.1)。每个温度下管道工作的极限时间 t_i 按照管材温度时间强度关系曲线方程进行计算。最大工作时间下的温度安全系数取 1.5,最高工作温度取 1.3,故障温度取 1.0,运行期限 50 年,可计算出管道最大允许工作压力为 1.78 MPa。

表 A.1 60 °C 热水使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 °C	时间比例 a_i %	安全系数	工作时间 t_i h	a_i/t_i
60	97.98	1.5	4.66×10^5	2.10×10^{-4}
80	2.00	1.3	1.51×10^5	1.33×10^{-5}
95	0.02	1.0	1.85×10^5	1.24×10^{-7}
总计	100.00	TYD		2.27×10^{-4}

- b) 70 °C 热水使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.2,计算公式见式(A.1)。每个温

度下管道工作的极限时间 t_i 按照管材温度时间强度关系曲线方程进行计算。最大工作时间下的温度安全系数取 1.5, 最高工作温度取 1.3, 故障温度取 1.0, 运行期限 50 年, 可计算出管道最大允许工作压力为 1.60 MPa。

表 A.2 70 °C 热水使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 °C	时间比例 %	安全系数	工作时间 h	a_i/t_i
70	97.98	1.5	4.40×10^5	2.23×10^{-4}
80	2.00	1.3	5.10×10^5	3.92×10^{-6}
95	0.02	1.0	4.85×10^5	4.70×10^{-8}
总计	100.00	TYD		2.27×10^{-4}

- c) 80 °C 热水使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.3, 计算公式见式(A.1), 运行期限 30 年, 可计算出管道最大允许工作压力为 1.61 MPa。

表 A.3 80 °C 热水使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 °C	时间比例 %	安全系数	工作时间 h	a_i/t_i
80	96.63	1.5	3.05×10^5	3.17×10^{-4}
85	3.33	1.3	2.02×10^5	1.65×10^{-5}
95	0.04	1.0	4.61×10^5	8.25×10^{-8}
总计	100.00	TYD		3.33×10^{-4}

- d) 45 °C 供暖使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.4, 计算公式见式(A.1), 工作时间 50 年, 可计算出最大工作压力为 2.08 MPa。

表 A.4 45 °C 供暖使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 °C	时间比例 %	安全系数	工作时间 h	a_i/t_i
20	1.00	1.5	9.82×10^6	1.02×10^{-7}
30	39.99	1.5	2.19×10^6	1.83×10^{-5}
45	49.99	1.5	2.76×10^5	1.81×10^{-4}
60	9.00	1.3	3.84×10^5	2.34×10^{-5}
70	0.02	1.0	3.29×10^6	6.94×10^{-9}
总计	100.00	TYD		2.23×10^{-4}

- e) 60 °C 供暖使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.5, 计算公式见式(A.1), 工作时间 50 年, 可计算出最大允许工作压力为 1.94 MPa。

表 A.5 60 ℃ 供暖使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 ℃	时间比例 %	安全系数	工作时间 h	a_i/t_i
20	25	1.5	5.00×10^7	5.60×10^{-7}
40	49.98	1.5	2.01×10^6	2.49×10^{-5}
60	20.00	1.5	1.18×10^5	1.69×10^{-4}
70	5.00	1.3	2.29×10^5	2.18×10^{-5}
80	0.02	1.0	1.19×10^6	1.91×10^{-8}
总计	100	TYD		2.16×10^{-4}

f) 75 ℃ 供暖使用条件下最大允许工作压力的计算参数见表 A.6, 计算公式见式 (A.1), 工作时间 50 年, 可计算出最大允许工作压力为 1.91 MPa。

表 A.6 75 ℃ 供暖使用条件下最大允许工作压力计算参数

工作温度 ℃	时间比例 %	安全系数	工作时间 h	a_i/t_i
20	27.99	1.5	7.50×10^7	3.73×10^{-7}
50	49.99	1.5	6.25×10^5	8.00×10^{-5}
60	20.00	1.5	1.54×10^5	1.30×10^{-4}
75	2.00	1.3	1.35×10^5	1.48×10^{-5}
95	0.02	1.0	9.41×10^4	2.43×10^{-7}
总计	100.00	TYD		2.26×10^{-4}

参 考 文 献

- [1] GB/T 23257 埋地钢质管道聚乙烯防腐层
- [2] CJJ/T 254 城镇供热直埋热水管道泄漏监测系统技术规程
- [3] ISO 4065 Thermoplastics pipes—Universal wall thickness table
- [4] EN 15632-2 District heating pipes Pre-insulated flexible pipe systems Part 2: bonded plastic service pipes—Requirements and test methods
- [5] EN 60811-4-1 Insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Common test methods Part 4-1: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion—Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA)—Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope
- [6] BRL 5609 Pre-insulated flexible plastics piping systems for hot water distribution outside buildings
-