



中华人民共和国国家标准

GB/T 28799.2—2012

冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统 第2部分:管材

Plastics piping systems for hot and cold water installations—
Polyethylene of raised temperature resistance (PE-RT)—Part 2: Pipes

2012-11-05 发布

2013-03-01 实施

冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统

第2部分:管材

1 范围

GB/T 28799 的本部分规定了耐热聚乙烯(PE-RT)管材(以下简称管材)的材料、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本部分适用于 PE-RT I 型和 PE-RT II 型管材。

本部分与 GB/T 28799.1、GB/T 28799.3 配合使用。适用于建筑冷热水管道系统,包括民用与工业建筑冷热水、饮用水和采暖系统等。

本部分不适用于灭火系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2828.1—2003 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 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境(ISO 291)

GB/T 3682—2000 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定(ISO 1133:1997)

GB/T 6111 流体输送用热塑性塑料管材耐内压试验方法(ISO 1167)

GB/T 6671—2001 热塑性塑料管材纵向回缩率的测定(ISO 2505:1994)

GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定

GB/T 15820 聚乙烯压力管材与管件连接的耐拉拔试验(ISO:3501)

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 19473.2—2004 冷热水用聚丁烯(PB)管道系统 第2部分:管材

GB/T 19993 冷热水用热塑性塑料管道系统 管材管件组合系统热循环试验方法

GB/T 21300 塑料管材和管件 不透光性的测定(ISO 7686)

GB/T 28799.1—2012 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管路系统 第1部分:总则

GB/T 28799.3—2012 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管路系统 第3部分:管件

ISO 17455 热塑性塑料管材的氧渗透性测试

3 材料

用于生产管材的 PE-RT 材料应是符合 GB/T 28799.1—2012 要求的混配料。

4 产品分类

4.1 管材按管系列分为 S2.5、S3.2、S4 和 S5 四个管系列。

4.2 管材按原材料分为 PE-RT I 型管材和 PE-RT II 型管材。

4.3 管材的使用条件级别分为级别 1、级别 2、级别 4、级别 5 四个级别,见 GB/T 28799.1—2012。

管材按使用条件级别和设计压力选择对应的管系列 S 值,见表 1 及表 2。

管材的最大允许工作压力(p_{PMS})的计算方法及示例参见附录 A.3。

表 1 管系列 S 的选择(PE-RT I 型)

设计压力 p_D MPa	级别 1 ($\sigma_D=3.29$ MPa)	级别 2 ($\sigma_D=2.68$ MPa)	级别 4 ($\sigma_D=3.25$ MPa)	级别 5 ($\sigma_D=2.38$ MPa)
	管系列(S)			
0.4	5	5	5	5
0.6	5	4	5	3.2
0.8	4	3.2	4	2.5
1.0	3.2	2.5	3.2	—

表 2 管系列 S 的选择(PE-RT II 型)

设计压力 p_D MPa	级别 1 ($\sigma_D=3.84$ MPa)	级别 2 ($\sigma_D=3.72$ MPa)	级别 4 ($\sigma_D=3.60$ MPa)	级别 5 ($\sigma_D=3.16$ MPa)
	管系列(S)			
0.4	5	5	5	5
0.6	5	5	5	5
0.8	4	4	4	3.2
1.0	3.2	3.2	3.2	2.5

4.4 管材按功能分为带阻隔层的管材和普通管材。

5 要求

5.1 颜色

地暖管材宜为本色,生活饮用水管材宜为灰色,其他颜色由供需双方协商确定。

5.2 外观

管材内外表面应光滑、平整、清洁,不应影响产品性能的明显划痕、凹陷、气泡、杂质等缺陷。

管材表面颜色应均匀一致,不允许有明显色差。管材端面应切割平整并与轴线垂直。

5.3 规格尺寸

管材的平均外径和最小壁厚应符合表 3 的要求。

管材任一点的壁厚偏差应符合表 4 的规定。带阻隔层管材的壁厚值不包括阻隔层和粘接层的厚度。

表3 管材规格

单位为毫米

公称外径 d_n	平均外径		公称壁厚 e_n^*			
	$d_{em, min}$	$d_{em, max}$	管系列			
			S5	S4	S3.2	S2.5
12	12.0	12.3	—	—	—	2.0
16	16.0	16.3	1.8	2.0	2.2	2.7
20	20.0	20.3	2.0	2.3	2.8	3.4
25	25.0	25.3	2.3	2.8	3.5	4.2
32	32.0	32.3	2.9	3.6	4.4	5.4
40	40.0	40.4	3.7	4.5	5.5	6.7
50	50.0	50.5	4.6	5.6	6.9	8.3
63	63.0	63.6	5.8	7.1	8.6	10.5
75	75.0	75.7	6.8	8.4	10.3	12.5
90	90.0	90.9	8.2	10.1	12.3	15.0
110	110.0	111.0	10.0	12.3	15.1	18.3
125	125.0	126.2	11.4	14.0	17.1	20.8
140	140.0	141.3	12.7	15.7	19.2	23.3
160	160.0	161.5	14.6	17.9	21.9	26.6

* 对于熔接连接的管材,最小壁厚不低于 2.0 mm。

表4 任一点壁厚的偏差

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
大于	不大于		大于	不大于	
1.0	2.0	+0.3 0	14.0	15.0	+1.6 0
2.0	3.0	+0.4 0	15.0	16.0	+1.7 0
3.0	4.0	+0.5 0	16.0	17.0	+1.8 0
4.0	5.0	+0.6 0	17.0	18.0	+1.9 0
5.0	6.0	+0.7 0	18.0	19.0	+2.0 0
6.0	7.0	+0.8 0	19.0	20.0	+2.1 0
7.0	8.0	+0.9 0	20.0	21.0	+2.2 0
8.0	9.0	+1.0 0	21.0	22.0	+2.3 0
9.0	10.0	+1.1 0	23.0	24.0	+2.5 0
10.0	11.0	+1.2 0	24.0	25.0	+2.6 0
11.0	12.0	+1.3 0	25.0	26.0	+2.7 0
12.0	13.0	+1.4 0	26.0	27.0	+2.8 0
13.0	14.0	+1.5 0	—	—	—

5.4 静液压强度

管材的静液压强度应符合表 5 的规定。

表 5 管材的静液压强度

材料	要求	试验参数		
		静液压应力 MPa	试验温度 ℃	试验时间 h
PE-RT I 型	无渗漏 无破裂	9.9	20	1
		3.8	95	22
		3.6	95	165
		3.4	95	1 000
PE-RT II 型	无渗漏 无破裂	11.2	20	1
		4.1	95	22
		4.0	95	165
		3.8	95	1 000

5.5 物理和化学性能

管材的物理和化学性能应符合表 6 的规定。

表 6 管材的物理和化学性能

项目	要求	试验参数		标准
		参数	数值	
纵向回缩率	≤2%	温度 试验时间: $e_n \leq 8 \text{ mm}$ $8 \text{ mm} < e_n \leq 16 \text{ mm}$ $e_n > 16 \text{ mm}$	110 ℃ 1 h 2 h 4 h	GB/T 6671
静液压状态下的热稳定性	无破裂 无渗漏	静液压应力 试验温度 试验时间 试样数量	PE-RT I 型 1.9 MPa 110 ℃ 8 760 h 1 PE-RT II 型 2.4 MPa 110 ℃ 8 760 h 1	GB/T 6111
熔体质量流动速率 MFR	与对原料测定值之差,不应超过 ±0.3 g/10 min 且不超过 ±20%	砝码质量 试验温度	5 kg 190 ℃	GB/T 3682—2000
透光率 ^a	≤0.2%	—	—	GB/T 21300
透氧率 ^b	0.1 g/(d·m) ³	—	—	ISO 17455

^a 仅适用于输送生活饮用水用管材。
^b 仅适用于带阻氧层的管材。

5.6 管材的卫生性能

用于输送生活饮用水的管材应符合 GB/T 17219 的规定。

5.7 系统适用性

管材与所配管件连接后,根据连接方式,按照表 7 的要求,应通过耐内压、弯曲、耐拉拔、热循环、循环压力、耐真空等系统适用性试验。

表 7 系统适用性试验

系统适用性试验	连接方式		
	热熔承插连接 SW	电熔焊连接 EF	机械连接 M
耐内压试验	●	●	●
弯曲试验	○	○	●
耐拉拔试验	○	○	●
热循环试验	●	●	●
循环压力试验	○	○	●
耐真空试验	○	○	●

注: ●—需要试验;○—不需要试验。

5.7.1 耐内压试验

按表 8 规定的参数进行静液压试验,试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

表 8 耐内压试验条件

材料	管系列	试验压力/MPa	试验温度/℃	试验时间/h	试样数量/件
PE-RT I 型	S5	0.68	95	1 000	3
	S4	0.85			
	S3.2 S2.5	1.06			
PE-RT II 型	S5	0.76			
	S4	0.90			
	S3.2 S2.5	1.18			

5.7.2 弯曲试验

按表 9 规定的条件进行弯曲试验,试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

仅当管材公称直径大于或等于 32 mm 时做此试验。

表9 弯曲试验条件

材料	管系列	试验压力/MPa	试验温度/℃	试验时间/h	试样数量/件
PE-RT I型	S5	1.98	20	1	3
	S4	2.47			
	S3.2 S2.5	3.09			
PE-RT II型	S5	2.24			
	S4	2.80			
	S3.2 S2.5	3.50			

5.7.3 耐拉拔试验

按表10规定的试验条件,将管材与等径或异径直通管件连接而成的组件施加恒定的轴向拉力,并保持规定的时间,试验过程中管材与管件连接处应不发生松脱。

表10 耐拉拔试验条件

温度/℃	系统设计压力/MPa	轴向拉力/N	试验时间/h
23±2	所有压力等级	1.178 d_n^2 *	1
95	0.4	0.314 d_n^2	1
95	0.6	0.471 d_n^2	1
95	0.8	0.628 d_n^2	1
95	1.0	0.785 d_n^2	1

* d_n 为管材的公称外径,单位为 mm。

对各种设计压力的管道系统均应按表10规定进行 23℃±2℃ 的拉拔试验,同时根据管道系统的设计压力选取对应的轴向拉力,进行拉拔试验,试件数量为3个。

较高压力下的试验结果也可适用于较低压力下的应用级别。

5.7.4 热循环试验

按表11规定的条件进行热循环试验,试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

表 11 热循环试验条件

材料	管系列	试验压力 MPa	最高试验温度 ℃	最低试验温度 ℃	循环次数 次	试验时间 min	试样数量 件
PE-RT I 型	S5	0.6	95	20	5 000	30 ⁺² ₀ 冷热水各 15 ⁺¹ ₀	1
	S4	0.8					
	S3.2	1.0					
	S2.5	1.0					
PE-RT II 型	S5	0.8					
	S4	1.0					
	S3.2	1.0					
	S2.5	1.0					

较高温度、较高压力下的试验结果也可适用于较低温度或较低压力下的应用级别。

5.7.5 循环压力冲击试验

按表 12 规定的条件进行循环压力冲击试验,试验中管材、管件以及连接处应无破裂、无渗漏。

表 12 循环压力冲击试验条件

试验压力/MPa			试验温度 ℃	循环次数	循环频率 次/min	试样数量
设计压力 MPa	最高试验压力 MPa	最低试验压力 MPa				
0.4	0.6	0.05	23±2	10 000	30±5	1
0.6	0.9	0.05				
0.8	1.2	0.05				
1.0	1.5	0.05				

5.7.6 真空试验

按表 13 给出的参数进行真空试验。

表 13 真空试验参数

项目	试验参数		要求
真空密封性	试验温度	23 ℃	真空压力变化≤0.005 MPa
	试验时间	1 h	
	试验压力	-0.08 MPa	
	试样数量	3	

6 试验方法

6.1 试样状态调节

应在管材生产 24 h 后进行取样。

除非另有规定外,试样应按 GB/T 2918,在温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行状态调节。

6.2 颜色及外观检查

采用目测方法,观察管材颜色是否符合 5.1、5.2 要求。

6.3 尺寸测量

6.3.1 平均外径及最小外径

按 GB/T 8806 进行测量。测量外径时应选取距离端头至少 50 mm 处进行。

6.3.2 壁厚

按 GB/T 8806 对所抽取的试样沿圆周测量壁厚的最大和最小值,精确到 0.1 mm,小数点后第二位非零数字四舍五入。

测量壁厚时应选取距离端头 10 mm~50 mm 处进行。

6.4 纵向回缩率

按 GB/T 6671—2001 方法 b 进行试验。

6.5 静液压试验

6.5.1 试验条件中的温度、静液压应力、时间按表 5 的规定。

6.5.2 试验方法按 GB/T 6111 进行,采用 a 型封头。

6.6 静液压状态下的热稳定性试验

6.6.1 试验条件

按表 6 的规定进行试验。试验介质:管材内部为水,外部为空气。

6.6.2 试验方法

按 GB/T 6111 进行试验,采用 a 型封头。

6.7 熔体质量流动速率

按 GB/T 3682 进行试验,带阻隔层的管材测试时应除去阻隔层和粘接层树脂。

6.8 透光率

按照 GB/T 21300 进行试验。

6.9 透氧率

按 ISO 17455 进行试验。

6.10 卫生性能

按 GB/T 17219 进行试验。

6.11 系统适用性试验

6.11.1 耐内压试验

试验组件应包括管材和至少两种以上相配套使用的管件,管内试验介质为水,管外介质为水或空气,按照 GB/T 6111 进行试验,采用 a 型封头。

6.11.2 弯曲试验

按 GB/T 19473.2—2004 附录 B 进行试验。

6.11.3 耐拉拔试验

按 GB/T 15820 进行试验。

6.11.4 热循环试验

按 GB/T 19993 进行试验。

6.11.5 循环压力冲击试验

按 GB/T 19473.2—2004 附录 D 进行试验。

6.11.6 真空试验

按 GB/T 19473.2—2004 附录 E 进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为定型检验、出厂检验和型式检验。

7.2 组批和分组

7.2.1 同一原料、同一设备和工艺且连续生产的同一规格管材做为一批,每批数量不超过 30 t。如果生产 7 天仍不足 30 t,则以 7 天产量为一批。一次交付可由一批或多批组成,交付时应注明批号,同一交付批号产品为一个交付检验批。

7.2.2 按表 14 规定对管材进行尺寸分组。

表 14 管材的尺寸组和公称外径范围

尺寸组	公称外径范围/mm
1	$d_n \leq 63$
2	$75 \leq d_n \leq 160$

7.2.3 按表 14 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。

7.3 定型检验

定型检验的项目为第 5 章规定的全部技术要求。同一设备制造厂的同类型设备首次投产或原料生产厂或原料牌号发生变化时,进行定型检验。

7.4 出厂检验

7.4.1 产品须经生产厂质量检验部门检验合格后并附有合格标志,方可出厂。

出厂检验项目为外观、尺寸、纵向回缩率、熔体质量流动速率(MFR)和静液压试验(20 ℃/1 h 及 95 ℃/22 h 或 165 h)。

7.4.2 管材外观、尺寸按 GB/T 2828.1—2003 采用正常检验一次抽样方案,取一般检验水平 I,接收质量限(AQL)4.0,抽样方案见表 15。

表 15 抽样方案

根/盘

批量范围 N	样本大小 n	接收数 Ac	拒收数 Re
<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

7.4.3 在计数抽样合格的产品中,随机抽取足够的样品,进行纵向回缩率和(20 ℃/1 h)的静液压试验及(95 ℃/22 h)或(95 ℃/165 h)的静液压试验。

7.5 型式检验

7.5.1 管材型式检验项目为第 5 章中除 5.5 中的静液压状态下的热稳定性试验和 5.7 中的系统适用性试验以外的所有试验项目。

7.5.2 每两年进行一次型式检验。

一般情况下,若有下列情况之一,也应进行型式检验:

- 正式生产后,若材料、工艺有较大变化,可能影响产品性能时;
- 因任何原因停产半年以上恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.6 判定规则

外观、尺寸按照表 15 进行判定。其他指标有一项达不到规定时,则随机抽取双倍样品进行该项复检,如仍不合格,则判该批为不合格批。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

管材标志应打印或者直接成型在管材上,间隔不超过 1 m。标志不得造成管材出现裂痕或其他形式的损伤。如果是打印标志,标志的颜色应不同于管材本体的颜色。

标志至少应包括下列内容:

- a) 生产厂名和(或)商标;
- b) 产品名称:应按材料类型标明 PE-RT I 或 PE-RT II;
- c) 规格及尺寸:管系列 S、公称外径和公称壁厚;
- d) 本部分编号;
- e) 生产批号和(或)生产日期;
- f) 若带阻隔层或为生活饮用水管,应分别注明。

8.2 包装

包装由供需双方协商确定。

8.3 运输

管材在装卸和运输时,不得抛掷、曝晒、沾污、重压和损伤。

8.4 贮存

管材应合理堆放于室内库房,远离热源、防止阳光照射。



附 录 A
(规范性附录)
管材允许工作压力的计算

A.1 总则

本附录详细说明如何根据本部分中表 2 所给的管材使用条件级别和管材规格,确定管材的最大允许工作压力。

A.2 设计应力

不同使用条件级别的管材的设计应力 σ_D 应用 Miner's 规则,并考虑到与表 2 中相对应的使用条件级别,以及表 A.1 中所给出的使用系数来确定。

表 A.1 总体使用系数

温度 ℃	总体使用系数 C
T_D	1.5
T_{max}	1.3
T_{mal}	1.0
T_{cold}	1.25

各种使用条件级别的设计应力 σ_D 的计算结果列在表 A.2 中。

表 A.2 设计应力

使用条件级别	设计应力 σ_D^* /MPa	
	PE-RT I 型	PE-RT II 型
1	3.29	3.84
2	2.68	3.72
4	3.25	3.60
5	2.38	3.16
20 ℃/50 年	6.68	7.99

* 设计应力值 σ_D 精确到小数点后两位即 0.01 MPa。

A.3 最大允许工作压力

管材的最大允许工作压力用式(A.1)计算:

$$p_{PMS} = \frac{\sigma_D \times 2e_n}{d_n - e_n} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

p_{PMS} ——最大允许工作压力,MPa;

σ_D ——对应级别下的设计应力,MPa;

d_n ——公称外径,mm;

e_n ——公称壁厚,mm。

示例 1:

$d_n 16 \times e_n 2.0$ PE-RT I 型管材,应用于级别 4 的领域,最大允许工作压力计算如下:

$$p_{PMS} = \frac{3.25 \times 2 \times 2.0}{16 - 2.0} = 0.9 \text{ MPa}$$

示例 2:

$d_n 20 \times e_n 2.0$ PE-RT I 型管材,应用于级别 4 的领域,允许工作压力计算如下:

$$p_{PMS} = \frac{3.25 \times 2 \times 2.0}{20 - 2.0} = 0.7 \text{ MPa}$$

示例 3:

$d_n 16 \times e_n 2.0$ PE-RT II 型管材,应用于级别 4 的领域,允许工作压力计算如下:

$$p_{PMS} = \frac{3.6 \times 2 \times 2.0}{16 - 2.0} = 1.03 \text{ MPa}$$

示例 4:

$d_n 20 \times e_n 2.0$ PE-RT II 型管材,应用于级别 4 领域,允许工作压力计算如下:

$$p_{PMS} = \frac{3.6 \times 2 \times 2.0}{20 - 2.0} = 0.8 \text{ MPa}$$