



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 28799.1—2020  
代替 GB/T 28799.1—2012

## 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统 第 1 部分:总则

**Polyethylene of raised temperature resistance(PE-RT) piping systems for hot and cold water installations—Part 1:General**

(ISO 22391-1:2009,Plastics piping systems for hot and cold water installations—Polyethylene of raised temperature resistance(PE-RT)—Part 1:General,NEQ)

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 28799《冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统》分为以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：管材；
- 第3部分：管件；
- 第5部分：系统适用性。

本部分为 GB/T 28799 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 28799.1—2012《冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统 第1部分：总则》，与 GB/T 28799.1—2012 相比，主要技术变化如下：

- 增加了“温泉管道系统和集中供暖二次管网系统等”的适用范围和贸易性的“注”(见第1章)；
- 修改了“规范性引用文件”(见第2章,2012年版的第2章)；
- 修改了“术语、定义、符号和缩略语”(见第3章,2012年版的第3章)；
- 增加了使用条件级别3(见第4章)；
- 增加了 PE-RT II 在应用于温泉管道、集中供暖二次管网时的材料要求(见第5章)；
- 增加了“灰分、氧化诱导时间”等性能要求(见5.2中表2)；
- 增加了 45℃、60℃和 75℃三个供热采暖的使用条件级别示例(见附录A)；
- 将2012版的附录A调整为附录B,并修改了 PE-RT II 型原材料长期静液压强度曲线。

本部分使用重新起草法参考 ISO 22391-1:2009《冷热水用塑料管道系统 耐热聚乙烯(PE-RT) 第1部分：总则》，与 ISO 22391-1:2009 一致程度为非等效。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国轻工业联合会提出。

本部分由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本部分起草单位：中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司研究院、道达尔石化(上海)有限责任公司、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院、中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院、博禄贸易(上海)有限公司、上海白蝶管业科技股份有限公司、利安德巴赛尔聚烯烃(上海)有限公司、宁夏青龙塑料管材有限公司、爱康企业集团(上海)有限公司、上海乔治费歇尔管路系统有限公司、沙特基础工业(中国)投资有限公司、宁波市宇华电器有限公司、顾地科技股份有限公司、江特科技股份有限公司。

本部分主要起草人：赵启辉、王群涛、孙晋、卢晓英、方东宇、唐辉、薛勤、李永峰、邱强、依欣宇、张寅杰、陈建强、李晓东、谭冬华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 28799.1—2012。

# 冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统

## 第1部分:总则

### 1 范围

GB/T 28799 的本部分规定了冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统的术语、定义、符号和缩略语、使用条件级别、材料要求。

本部分与 GB/T 28799 的其他部分一起适用于冷热水管道系统,包括民用与工业建筑的冷热水、饮用水和采暖系统、温泉管道系统和集中供暖二次管网系统等。

本部分的 PE-RT I 型管道不适用于温泉管道系统和集中供暖二次管网系统。

注:选购方有责任根据其特定应用需求,结合相关法规、标准或规范要求,恰当选用本产品。

### 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 1033.1—2008 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(ISO 1183-1:2004,IDT)

GB/T 1033.2—2010 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第2部分:密度梯度柱法(ISO 1183-2:2004,MOD)

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 1040.2—2006,ISO 527-2:1993,IDT)

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 3682.1—2018,ISO 1133-1:2011,MOD)

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 6111—2018,ISO 1167-1:2006,ISO 1167-2:2006,ISO 1167-3:2007,ISO 1167-4:2007,NEQ)

GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分:通用方法(GB/T 9345.1—2008,ISO 3451-1:1997,IDT)

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 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 18252—2008,ISO 9080:2003,IDT)

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 18476—2019,ISO 13479:2009,MOD)

GB/T 18991 冷热水系统用热塑性塑料管材和管件(GB/T 18991—2003,ISO 10508:1995,IDT)

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 19466.6 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 19466.6—2009,ISO 11357-6:2008,MOD)

GB/T 19809 塑料管材和管件 聚乙烯(PE)管材/管材或管材/管件热熔对接组件的制备(GB/T 19809—2005,ISO 11414:1996,IDT)

GB/T 19810 聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定

### 3 术语、定义、符号和缩略语

#### 3.1 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。

##### 3.1.1 与几何尺寸相关的术语和定义

###### 3.1.1.1

**公称外径** **nominal outside diameter**

$d_n$

管材或管件插口部位外径的名义值。

[GB/T 19278—2018, 定义 2.3.8]

###### 3.1.1.2

**平均外径** **mean outside diameter**

$d_{em}$

管道部件任一横截面的外圆周长除以 3.142(圆周率)并向大圆整到 0.1 mm 得到的值。

[GB/T 19278—2018, 定义 2.3.11]

###### 3.1.1.3

**最大平均外径** **maximum mean outside diameter**

$d_{em,max}$

平均外径的最大允许值。

[GB/T 19278—2018, 定义 2.3.13]

###### 3.1.1.4

**最小平均外径** **minimum mean outside diameter**

$d_{em,min}$

平均外径的最小允许值。

[GB/T 19278—2018, 定义 2.3.12]

###### 3.1.1.5

**承口平均内径** **mean inside diameter of socket**

$d_{im}$

承口规定部位的平均内径。

[GB/T 19278—2018, 定义 2.3.16]

###### 3.1.1.6

**不圆度** **out-of roundness**

**椭圆度** **ovality**

在管道部件的同一圆形横截面上, 外径(或内径)最大测量值与最小测量值之差。

注: 改写 GB/T 19278—2018, 定义 2.3.19。

###### 3.1.1.7

**公称壁厚** **nominal wall thickness**

$e_n$

管材壁厚的名义值, 近似等于以毫米为单位的制造尺寸。

注 1: 管件的公称壁厚,用与其相同管系列 S 或相同标准尺寸比 SDR 的同规格管材的公称壁厚表述。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.3.20。

### 3.1.1.8

**任一点壁厚 wall thickness at any point**

$e_r$

管道部件上任一点处内外壁间的径向距离。

注 1: 壁厚的最大(或最小)规定值,称为最大(或最小)壁厚,用  $e_{\max}$ (或  $e_{\min}$ )表示。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.3.21。

### 3.1.1.9

**管件的主体壁厚 wall thickness of the fitting main body**

管件独立承受管道系统中静液压应力的任一点的壁厚。

### 3.1.1.10

**管系列 pipe series**

$S$

与公称外径和公称壁厚有关的无量纲数,按公式(1)计算并按一定规则圆整。

$$S = \frac{d_n - e_n}{2 e_n} \dots\dots\dots (1)$$

注 1: 对均质材料的压力管材,存在以下公式(2)关系:

$$S = \frac{\sigma}{P} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$P$  ——内压;

$\sigma$  ——内压在管壁内引起的[平均]环向应力。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.3.29。

### 3.1.1.11

**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,按公式(3)计算并按一定规则圆整。

$$SDR = \frac{d_n}{e_n} \dots\dots\dots (3)$$

注 1:  $SDR = 2S + 1$ 。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.3.28。

## 3.1.2 与使用条件相关的术语和定义

### 3.1.2.1

**设计压力 design pressure**

$P_D$

管道系统设计时考虑的最大可能内压,包括残余水锤压力,即:管道系统设计压力=最大允许工作压力+残余水锤压力。

注: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.5.1.7。

### 3.1.2.2

**最大允许工作压力 maximum allowable operating pressure**

$P_{PMS}$

考虑总体使用设计系数后,确定的管材的允许使用压力。

3.1.2.3

**静液压应力 hydrostatic stress**

**$\sigma$**

在内部静液压作用下管壁产生的沿圆周方向的平均应力。

注 1: 也称为应力,可按公式(4)近似计算:

$$\sigma = P \cdot \frac{(d_{em} - e_{min})}{2e_{min}} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $P$  ——管道所受内压,单位为兆帕(MPa);
- $d_{em}$  ——管材的平均外径,单位为毫米(mm);
- $e_{min}$  ——管材的最小壁厚,单位为毫米(mm)。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.5.1.2。

3.1.2.4

**设计温度 design temperature**

**$T_D$**

管道系统设计时,预期在正常工作状态下承受的温度或温度—时间组合。

3.1.2.5

**最高设计温度 maximum design temperature**

**$T_{max}$**

正常操作期间(包括启动/关闭操作)管道预期承受的最高温度。通常是仅在短时间内出现的可接受的最高温度,即设计温度的最高值。不包括异常情况,例如故障温度。

[GB/T 19278—2018,定义 2.5.1.9]

3.1.2.6

**故障温度 malfunction temperature**

**$T_{mal}$**

管道系统超出控制极限时出现的最高温度。

[GB/T 19278—2018,定义 2.5.1.10]

3.1.3 与材料性能相关的术语和定义

3.1.3.1

**预测静液压强度置信下限 lower confidence limit of the predicted hydrostat I c strength**

**$\sigma_{LPL}$**

一个与应力有相同量纲的量,是在置信度为 97.5 %时,与温度  $T$  和时间  $t$  对应的预期静液压强度的置信下限。

注: 可表示为  $\sigma_{LPL} = \sigma(T, t, 0.975)$ 。

3.1.3.2

**总体使用(设计)系数 overall service (design) coefficient**

**$C$**

一个大于 1 的数值,它的取值需考虑使用条件的影响以及管道部件在系统中的特性,是在材料置信下限所包含因素之外考虑的安全裕度。

注: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.5.1.3。

## 3.1.3.3

**阻隔性管材** pipes with barrier layer

**阻隔管**

为阻止或减少介质或光线透过管壁,在管壁中增加特殊阻隔材料层的管材。

注 1: 阻隔层(及其粘合剂层)的厚度一般不超过 0.4 mm,管材设计时不考虑其强度贡献。

注 2: 改写 GB/T 19278—2018,定义 2.2.10。

## 3.2 符号

GB/T 19278—2018 界定的以及下列符号适用于本文件。

$D$ : 最小通径

$d_{em,min}$ : 最小平均外径

$d_{s1}$ : 承口口部内径

$d_{s2}$ : 承口根部内径

$d_{s3}$ : 熔融区内径

$E$ : 拉伸弹性模量

$E_m$ : 主体壁厚

$E_s$ : 任一点测量的熔接面的壁厚

$L_1$ : 承口深度

$L_2$ : 承插深度

$L_3$ : 熔融区长度

$L_4$ : 承口口部非加热长度

$L_5$ : 回切长度

$L_6$ : 管状长度

$P_{D,cold}$ : 输送冷水时的设计压力(规定为 1 MPa)

$P_{D,max}$ : 最大设计压力

$R$ : 承口根半径

$S_{calc,max}$ : 最大管系列计算值

$S_{calc}$ : 管系列计算值

$T$ : 温度

$t$ : 时间

$t_y$ : 允许偏差

$\sigma_{cold}$ : 20 ℃、50 年的设计应力

$\sigma_D$ : 管材材料的设计应力

$\sigma_t$ : 拉伸应力

$\delta_{MFR}$ : 熔体质量流动速率变化率

$\alpha$ : 热膨胀系数

$\Delta T$ : 温差

## 3.3 缩略语

GB/T 19278—2018 界定的以及下列缩略语适用于本文件。

MFR: 熔体质量流动速率 (Melt mass-Flow Rate)

MOP: 最大允许工作压力 (Maximum allowable Operating Pressure)

4 使用条件级别

4.1 耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统按照 GB/T 18991 的规定,按照使用条件选用其中的 1、2、3、4、5 使用条件级别,见表 1。每个级别均对应特定的应用范围及 50 年设计使用寿命,在实际应用时,还应考虑 0.4 MPa、0.6 MPa、0.8 MPa 和 1.0 MPa 等不同的设计压力。

表 1 使用条件级别

使用条件 级别	$T_D$ ℃	$T_D$ 下的使用 时间 $t^*$ 分布 年	$T_{max}$ ℃	$T_{max}$ 下的使用 时间 $t$ 分布 年	$T_{mal}$ ℃	$T_{mal}$ 下的使用 时间 $t$ 分布 h	典型应用范围
1	60	49	80	1	95	100	供热水 (60 ℃)
2	70	49	80	1	95	100	供热水 (70 ℃)
3	20 30 40	0.5 20 25	50	4.5	65	100	低温 地板/辐射采暖
4	20 40 60	2.5 20 25	70	2.5	100	100	地板/辐射采暖 或 低温散热器采暖
5	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	高温散热器采暖
注 1: 当 $T_D$ 、 $T_{max}$ 和 $T_{mal}$ 超出本表所给出的值时,不宜使用本表规定的级别。							
注 2: 相关内容可参见 GB/T 18991。							
* 对任何一个级别,当设计温度不止一个时,时间应累加处理。							

4.2 表 1 中所列各种使用条件级别的管道系统也应同时满足在 20 ℃ 和 1.0 MPa 条件下输送冷水,达到 50 年设计使用寿命。所有管道系统所输送的介质只能是水或者经处理的水。

注: 塑料管材和管件生产厂家宜提供水处理类型和有关使用要求,如许用透氧率等性能的指导。

4.3 按照 GB 50736—2012 的供暖条件时,使用条件见 GB 50736—2012 中 5.2 和 5.3。

注: 相关设计标准给出了集中供暖二次管网用 PE-RT II 材料使用条件示例,参见附录 A。

5 材料要求

5.1 PE-RT 混配料的长期预测静液压强度

5.1.1 生产管材、管件及阀门所用的混配料应为经过定级并符合附录 B 规定的预测强度参照曲线要求的 PE-RT I 型或 PE-RT II 型混配料。

混配料按 GB/T 18252 进行定级。将定级所得长期预测静液压强度曲线(蠕变破坏曲线)与附录 B



给出的预测强度参照曲线进行比对,混配料的预测静液压强度置信下限( $\sigma_{LPL}$ )值在全部温度以及时间范围内均应不小于预测强度参照曲线上的对应值。

注:国际一般采用 ISO 9080 对混配料进行定级。

5.1.2 根据混配料的长期预测静液压强度曲线分为 PE-RT I 型和 PE-RT II 型。

5.1.3 对于 PE-RT II 型混配料,任何温度下(直到 110 ℃),8 760 h 之前的试验结果均不应出现脆性破坏,即 8 760 h 之前曲线上不应存在拐点。

5.2 PE-RT 混配料的性能

PE-RT I 型和 PE-RT II 型混配料的性能应符合表 2 的要求,应用于温泉管道及集中供暖二次管网的 PE-RT II 混配料的性能还应符合表 3 的要求。

表 2 PE-RT I 型和 PE-RT II 型混配料的性能要求

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
1	密度	由材料生产商提供	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1—2008 GB/T 1033.2—2010
2	熔体质量流动速率 (MFR)	最大偏差不应超过原料标称值的±20%	试验温度	190 ℃	GB/T 3682.1
			负荷质量	5.0 kg	
3	氧化诱导时间(OIT)	≥30 min(原料) ≥24 min(管材 95 ℃/1 000 h 静 液压试验后)	试验温度 试样质量	210 ℃ (15±2) mg	GB/T 19466.6
4	拉伸屈服应力	≥15.0 MPa	试样类型 拉伸速度	1B 50 mm/min	GB/T 1040.2
5	拉伸断裂标称应变	≥350%			
6	灰分	≤0.1%(本色料) ≤0.8%(着色料)	煅烧温度	(600±25)℃	GB/T 9345.1
7	拉伸弹性模量	由混配料生产商提供	试样类型 试验速度	1B 1 mm/min	GB/T 1040.2

表 3 温泉管道及集中供暖二次管网 PE-RT II 型混配料的性能要求

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
1	熔体质量流动速率*	0.2 g/10 min~1.4 g/10 min	190 ℃/5 kg		GB/T 3682.1
2	拉伸屈服应力*	≥18 MPa	试样类型 拉伸速度	1B 50 mm/min	GB/T 1040.2
3	耐慢速裂纹增长 管材切口试验(NPT) $d_n$ 110 mm, SDR 11	无破裂、无渗漏	试验温度 试验压力 试验类型 试验时间	80 ℃ 0.92 MPa 水-水 ≥500 h	GB/T 18476
* 仅当生产 $d_n > 110$ mm 管材时适用。					

5.3 PE-RT II 型混配料的熔接兼容性

5.3.1 同一 PE-RT II 型混配料熔接兼容性

同一厂家同一型号的 PE-RT II 混配料应为可熔接。混配料制造商应证实自己产品范围内同一混配料的熔接性,将混配料加工成管材,在环境温度  $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下,按 GB/T 19809 规定的参数,将两段管材制备成对接熔接接头,然后按 GB/T 19810 测试,结果应满足表 4 的拉伸试验破坏形式的测定的试验及要求。

5.3.2 不同 PE-RT II 型混配料熔接兼容性

不同混配料可考虑为互熔的。用户要求时,制造商应证实自己产品范围内与不同混配料的熔接兼容性,将不同混配料材料加工成管材,在环境温度  $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下,按 GB/T 19809 规定的参数,将两段管材制备成对接熔接接头,然后按 GB/T 19810 和 GB/T 6111 测试,结果应满足表 4 的拉伸试验破坏形式的测定、静液压试验及要求。

表 4 PE-RT II 型材料的熔接兼容性——以对接熔接接头形式测定

序号	项目	要求	试验参数		试验方法
1	对接熔接拉伸试验破坏形式的测定 ( $d_s$ 110 mm, SDR 11)	试验至破坏: 韧性破坏—通过 脆性破坏—未通过	试验温度	23 $^{\circ}\text{C}$	GB/T 19810
2	静液压强度	无破裂、无渗漏	试验温度 环应力 试验时间	95 $^{\circ}\text{C}$ 4.0 MPa 165 h	GB/T 6111

5.4 卫生要求

用于输送生活饮用水的 PE-RT 混配料应符合 GB/T 17219 的规定。

附 录 A  
(资料性附录)

集中供暖二次管网应用条件示例

按照 GB 50736—2012 规定的设计条件,表 A.1 给出了 PE-RT II 型管道在集中供暖二次管网的几种应用条件示例。

表 A.1 集中供暖二次管网应用条件示例

应用条件	设计温度 $T_D$ ℃	在 $T_D$ 下的时间 累计分布 年	最高温度 $T_{max}$ ℃	在 $T_{max}$ 下的 时间 年	故障温度 $T_{mal}$ ℃	在 $T_{mal}$ 下的 时间 h
45 ℃地板供暖	20	0.5	60	4.5	70	100
	30	20				
	45	25				
60 ℃地板供暖	20	12.5	70	2.5	80	100
	40	25				
	60	10				
75 ℃散热器供暖	20	14	75	1	90	100
	50	25				
	60	10				

附 录 B  
(规范性附录)  
PE-RT 预测静液压强度参照曲线

B.1 PE-RT I 型预测静液压强度参照曲线

PE-RT I 型预测静液压强度参照曲线见图 B.1。

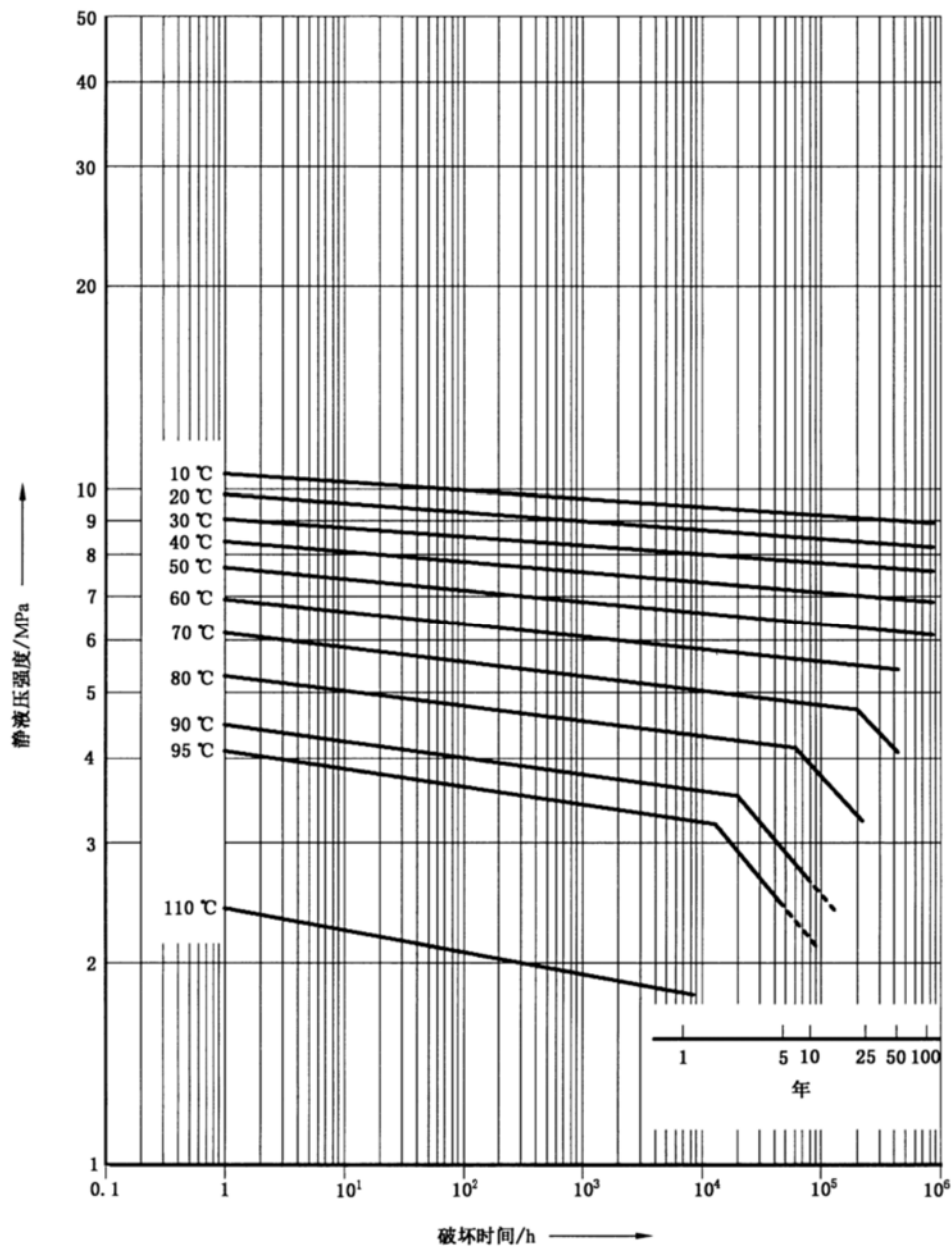


图 B.1 PE-RT I 型预测静液压强度参照曲线

## B.2 PE-RT II 型预测静液压强度参照曲线

PE-RT II 型预测静液压强度参照曲线见图 B.2。

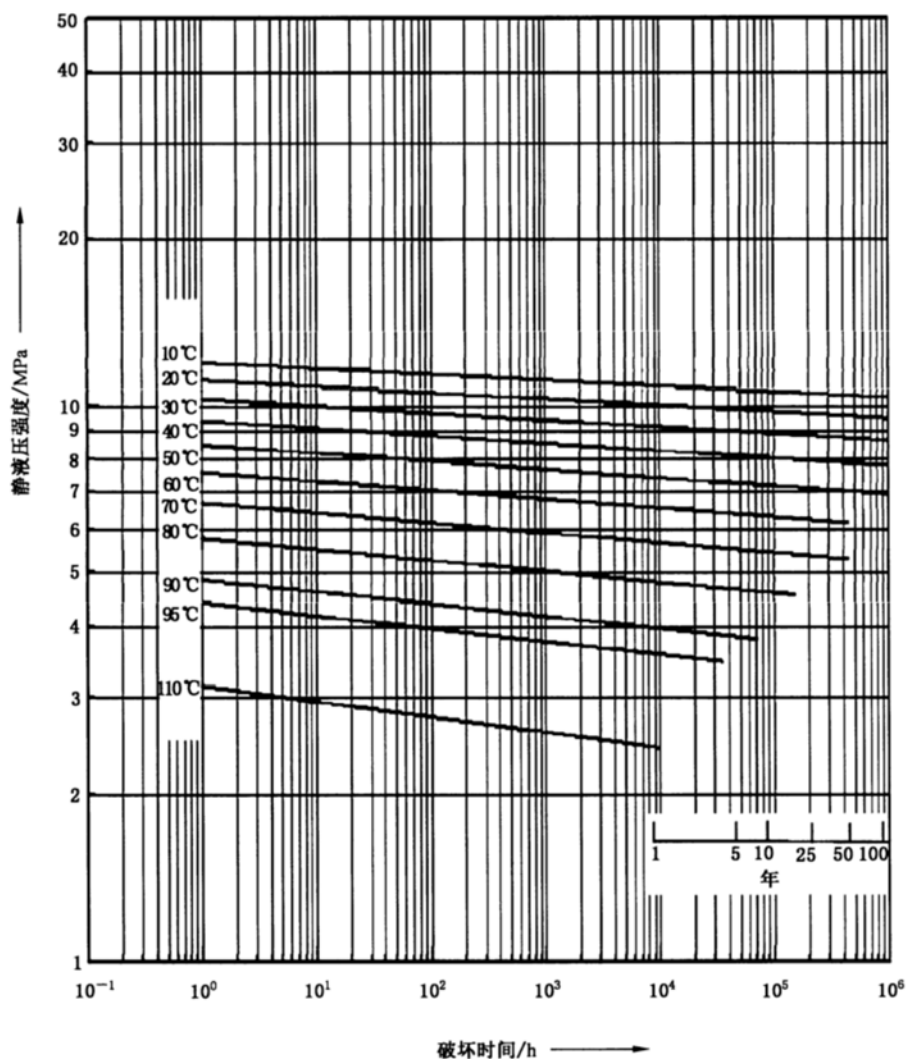


图 B.2 PE-RT II 型预测静液压强度参照曲线

## B.3 PE-RT I 型材料在 10 °C ~ 95 °C 温度范围内的最小预测静液压强度参照曲线

PE-RT I 型材料在 10 °C ~ 95 °C 温度范围内的最小预测静液压强度参照曲线见图 B.1, 可由公式 (B.1) 和公式 (B.2) 推导得出:

第一条支线 (即图 B.1 中拐点左边的直线段):

$$\lg t = -190.481 + \frac{78\,763.07}{T} + 119.877 \lg \sigma - \frac{58\,219.035}{T} \lg \sigma \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

第二条支线 (即图 B.1 中拐点右边的直线段):

$$\lg t = -23.795\,4 + \frac{11\,150.56}{T} - \frac{1\,723.318}{T} \lg \sigma \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$t$  ——时间,单位为小时(h);

$T$  ——温度,单位为热力学温度(K);

$\sigma$  ——静液压强度(环应力),单位为兆帕(MPa)。

110 ℃的曲线是单独测定的,试样内部为水,外部为空气,它不是从公式(B.1)和公式(B.2)推导得出。

**B.4 PE-RT II型材料在 10 ℃~110 ℃温度范围内的最小预测静液压强度参照曲线**

PE-RT II型材料在 10 ℃~110 ℃温度范围内的最小预测静液压强度参照曲线见图 B.2。可由公式(B.3)推导得出:

$$\lg t = -223.901 + \frac{92\,680.35}{T} + 132.71 \lg \sigma - \frac{64\,730.53}{T} \lg \sigma \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$t$  ——时间,单位为小时(h);

$T$  ——温度,单位为热力学温度(K);

$\sigma$  ——静液压强度(环应力),单位为兆帕(MPa)。

参 考 文 献

- [1] ISO 9080 Plastics piping and ducting systems—Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe from by extrapolation
- [2] ISO 13760:1998 Plastics pipes for the conveyance of fluids under pressure—Miner's rule—Calculation method for cumulative damage
-