



中华人民共和国国家标准

GB/T 18991—2003

冷热水系统用热塑性塑料管材和管件

Thermoplastics pipes and fittings for hot and cold water systems

(ISO 10508:1995, IDT)

2003-03-05 发布

2003-08-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

本标准等同采用 ISO 10508:1995《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》，技术内容上完全一致，仅在文字上进行了编辑性修改，编写方法完全对应。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录。

本标准的附录 D、附录 E 为资料性附录。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：轻工业塑料加工应用研究所。

本标准主要起草人：钱汉英、刘秋凝、焦翠云。

本标准第一次发布。

引 言

本标准是冷热水用管道系统产品标准的基础标准。

产品的力学性能要求在相关产品标准中给出。

本标准只适用于热塑性塑料管材及与之配套使用的管件,本标准将交联聚乙烯(PE-X)视作为一种热塑性材料。

注 1: 不是所有的塑料管材、管件都允许户外存放,在使用方准备长期户外存放时,应与生产商联系。

注 2: 只有在生产商推荐的情况下,塑料管材、管件才可以和热力发生装置直接相连接。

冷热水系统用热塑性塑料管材和管件

1 范围

本标准规定了用于压力下输送冷热水的塑料管材及管件(或金属管件)组成的管道系统的性能要求。

由规定级别的塑料原材料制作的各种管材和管件都应符合相应的产品标准和本标准的要求。

本标准通常为通常使用条件下压力输送冷热水管道系统建立一个分级体系,作为热塑性塑料管材和管件系统性能评价和设计的基础。

本标准适用于工作压力为 0.4 MPa、0.6 MPa 和 1.0 MPa 的建筑物内用于输送水的下列塑料管道系统:

- a) 冷热水,包括饮用水的管道系统。
- b) 热水采暖的管道系统。

本标准不适用于消防系统和不使用水作加热介质的供暖系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 15820—1995 聚乙烯压力管材与管件连接的耐拉拔试验(eqv ISO 3501:1976)

GB/T 17219—1998 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—2000 塑料管道系统 用外推法对热塑性塑料管材长期静液压强度的测定

ISO 3458:1976 PE 压力管材和管件的组装连接件-内压下的渗漏试验

ISO 3503:1976 PE 压力管材和管件的组装连接件-内压下承受弯曲的渗漏试验

ISO 7686:1992 塑料管材和管件-遮光性-试验方法

注: GB/T 18252—2000《塑料管道系统 用外推法对热塑性塑料管材长期静液压强度的测定》是参考 ISO/DIS 9080:1997《塑料管道系统 用外推法对热塑性塑料材料以管材形式的长期静液压强度的测定》制定的,该标准的技术内容与 ISO/DIS 9080:1997 一致。ISO/DIS 9080:1997 是对 ISO/TR 9080 的修改。

3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义:

3.1

工作温度 T_o operating temperature

系统设计的输送水的温度或温度组合。

3.2

最高工作温度 T_{max} maximum operating temperature

仅在短时间内出现的、可以接受的最高温度。

3.3

故障温度 T_m malfunction temperature

系统超出控制极限时出现的最高温度。

注: 在 50 年内发生这种情况的总的时间累积应不超过 100 h。

3.4

冷水温度 T_c cold water temperature
输送冷水的温度,设计时取 20℃。

3.5

工作压力 p_o operating pressure
系统设计输送水的压力。

3.6

经处理的水 treated water
塑料管材、管件制造商和管道系统供应商所允许使用的含有水处理剂的水。

4 使用条件级别

使用条件分为 5 个级别(见表 1),每个级别均对应一个 50 年的设计寿命下的使用条件。各条件下的温度-时间分布的确定可参见附录 D。在一些地区因特殊的气候条件,也可以使用其他分级。当未选用表 1 中规定的级别时,应征得设计、生产、使用方的同意。

表 1 使用条件级别

级别	$T_o/^{\circ}\text{C}$	时间 ^a /年	$T_{\max}/^{\circ}\text{C}$	时间/年	$T_m/^{\circ}\text{C}$	时间/h	应用举例
1	60	49	80	1	95	100	供热水(60℃)
2	70	49	80	1	95	100	供热水(70℃)
3 ^b	30	20	50	4.5	65	100	地板下的低温供热
	40	25					
4	40	20	70	2.5	100	100	地板下供热和低温暖气
	60	25					
5 ^c	60	25	90	1	100	100	较高温暖气
	80	10					

^a 当时间和相关温度不止一个时,应当叠加处理。由于系统在设计时间内不总是连续运行,所以对于 50 年使用寿命来讲,实际操作时间并未累计达到 50 年,其他时间按 20℃考虑。

^b 仅在故障温度不超过 65℃适用。

^c 本标准仅适用于 T_o 、 $T_{\max}$ 和 T_m 的值都不超过表 1 中第 5 级的闭式系统。

当温度升至 80℃ 时,所有与饮用水接触的材料都不应对人体健康有影响,还必须符合 GB/T 17219—1998 要求。

表 1 中所列的使用条件级别的管道系统同时应满足在 20℃、1.0 MPa 下输送冷水具有 50 年使用寿命的要求,并应用 GB/T 18252—2000 的方法证实。

当要求的使用寿命小于 50 年时,使用时间可依表 1 规定按比例减少,而故障温度时间仍按 100 h 计。

管道系统的供热装置应只输送水或经处理的水。当需考虑如氧的渗透性等要求时,生产厂应提出有关注意事项。

用于管材或管件的材料的稳定性应符合相应使用级别的产品标准。

当对管材有遮光性要求时,应符合 ISO 7686:1992 的规定。

5 尺寸

5.1 计算

对于每种应用,首先要确定一个对应的使用条件级别,并用 GB/T 18252—2000 等方法得到 50 年

使用时的最大允许应力,再按 5.2 要求选用合适的系数,按 Miner's 规则(附录 E)进行计算。

计算下列式(1)和式(2),取其中最低值。

$$\sigma/p_0 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ ——某应用条件级别的设计应力,单位为兆帕(MPa);

p_0 ——工作压力,为 0.4、0.6 或 1.0 MPa。

$$\sigma_1/p_1 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

σ_1 ——20℃下 50 年考虑了使用系数后的设计应力,单位为兆帕(MPa);

p_1 ——1.0 MPa 的设计压力。

式(1)和式(2)中取较低值,按式(3)确定最小设计壁厚:

$$\frac{\sigma}{p} = \frac{d_n - e_n}{2e_n} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

σ/p 选自式(1)或式(2);

d_n ——公称外径,单位为毫米(mm);

e_n ——公称壁厚,单位为毫米(mm)。

5.2 使用系数

当计算最大允许环应力时,所用温度分布中的 T_0 、 $T_{\max}$ 、 T_m 和 T_c 的使用系数均在相应产品标准中规定。

6 管件

6.1 生产管件的材料应当制成管状试样,按 GB/T 18252 进行试验。材料应达到产品标准规定的控制点。

6.2 制作管件的材料需经 6.1 所述的材料性能试验所验证。试验要求应考虑到最终的使用条件级别和管件的类型。

7 系统适用性试验

7.1 组装件的静液压试验

按 ISO 3458 规定,将管材和管件连接成组装件,在下列条件下进行试验,管材和管件及连接处不应发生渗漏。

(a) 试验温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$,试验压力为 p_0 的 1.5 倍,保持 1 h;

(b) 试验温度为 $95^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$,用管材材料 1 000 h 95°C 的预测应力值除以 $(d-e)/2e$ 计算出 $95^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的试验压力值,保持 1 000 h。

7.2 热循环试验

按附录 A(适用于柔性塑料管)或附录 B(适用于刚性塑料管)要求进行试验,试验条件为:

5 000 次循环,每次循环 $30 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$,恒定在操作压力 p_0 (0.4、0.6 或 1.0 MPa)。每次循环应有一个 15 min 的冷水(温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)流动时间及一个 15 min 的热水($T_{\max} + 10^\circ\text{C}$,但不超过 90°C)流动时间。

管材、管件及连接处不应发生渗漏。

7.3 压力循环试验

按附录 C,试验条件为: $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、10 000 次交替变换压力(0.1 MPa $\pm$ 0.05 MPa 和 1.5 MPa $\pm$ 0.05 MPa)的循环试验、变换频率为每分钟至少 30 次。

管材、管件及连接处不应发生渗漏。

7.4 耐拉拔试验

按 GB/T 15820 规定,在下列条件下进行试验,试验完成后管件的承口应与管材完好连接:

- a) 1 h, $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 拉拔力由公称外径确定的管材整个断面面积及 1.5 MPa 内压计算。
- b) 1 h, $T_{\text{max}} + 10^{\circ}\text{C}$, 拉拔力由公称外径确定的管材整个断面面积及 0.4、0.6 或 1.0 MPa 的内压计算。

7.5 组装件的耐弯曲试验

仅在管材材料弯曲弹性模量小于或等于 2 000 MPa 时进行本项试验。

按 ISO 3503:1976 规定,将管材、管件连接成组装件进行试验,试验温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,试验压力 1.5 MPa,保持 1 h,组装件不应发生渗漏。

8 质量控制试验

该控制试验的要求按产品标准规定执行。

9 外观

管材和管件应符合相关产品标准的要求。

10 标志

10.1 管材

达到本标准的管材应具有持久标志,包括生产厂名、材料名称、规格尺寸,并应符合相关产品标准要求。

10.2 管件

达到本标准的管件应有下列持久标志,包括生产厂名或商标、规格尺寸,并应符合相关产品标准要求。

附录 A

(规范性附录)

柔性塑料管材热循环试验方法

A.1 原理

管材和管件按规定要求组装并承受一定的内压,在规定次数的温度交替变化后,检查管材和管件连接处的渗漏情况。

A.2 设备

设备包含有冷热水交替循环装置,水流、水压调节装置以及在出水口和进水口处温度测量装置。该设备能够在冷热源之间按规定的时间间隔进行变换。

A.3 组装试件

本试验的组装试件是由管材和管件组成,并根据厂商推荐的方法进行装配和固定。

组装的试件包括:

- a) 按图 A.1(见 A 段)所示,至少有一对由管箍连接的预先施加应力管段,其自由长度为 $3\,000\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ 。参照 A.4 方法对试样组件施加预应力。
- b) 至少有二段直管,按图 A.1(见 B 段)连接后,每段可以自由活动的长度为 $300\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$;
- c) 至少有一个按图 A.1 所示的弯管(见 C 段)。每段管由其端部支撑。

试验时的具体尺寸应符合产品标准要求,如果产品标准中没有规定,按图 A.2 的尺寸。此时,管材的自由长度应为 $27\,d_n$ 到 $28\,d_n$ (d_n 即管材的公称外径)。也可以取能够满足最小弯曲半径的较小的长度。

如果壁厚和/或管材外径不能弯到这个弯曲半径,按附录 B 进行试验。

A.4 试验步骤

准备好组合试件,注水以驱出全部空气。

对试件施加一预应力,使应力值等于温度下降 20°C 时所产生的收缩应力。

在试验温度下进行状态调节至少 1 h,将管段 A 的自由臂顶点的位置在预应力下锁定。在与试验规定的并与管材和管件等级相适应的压力、温度和持续时间作用下,通入规定循环次数的冷热水。在头 5 次循环周期内可拧紧或调节接头以使系统处于不漏水的状态。控制循环水的流速,使热循环时保持从热水进口到出口的温度降不超过 5°C 。

整个循环试验程序完成后,检查所有接头处的渗漏。

注:为使热水进出口温差降至最低,可能需要在循环的某部分加装平衡阀或系统的连接件。

A.5 试验报告

试验报告应包含下列信息:

- a) 标准号及试验方法;
- b) 试验组件的名称;
- c) 试验条件;
- d) 观察到的任何渗漏现象;
- e) 试验时间。

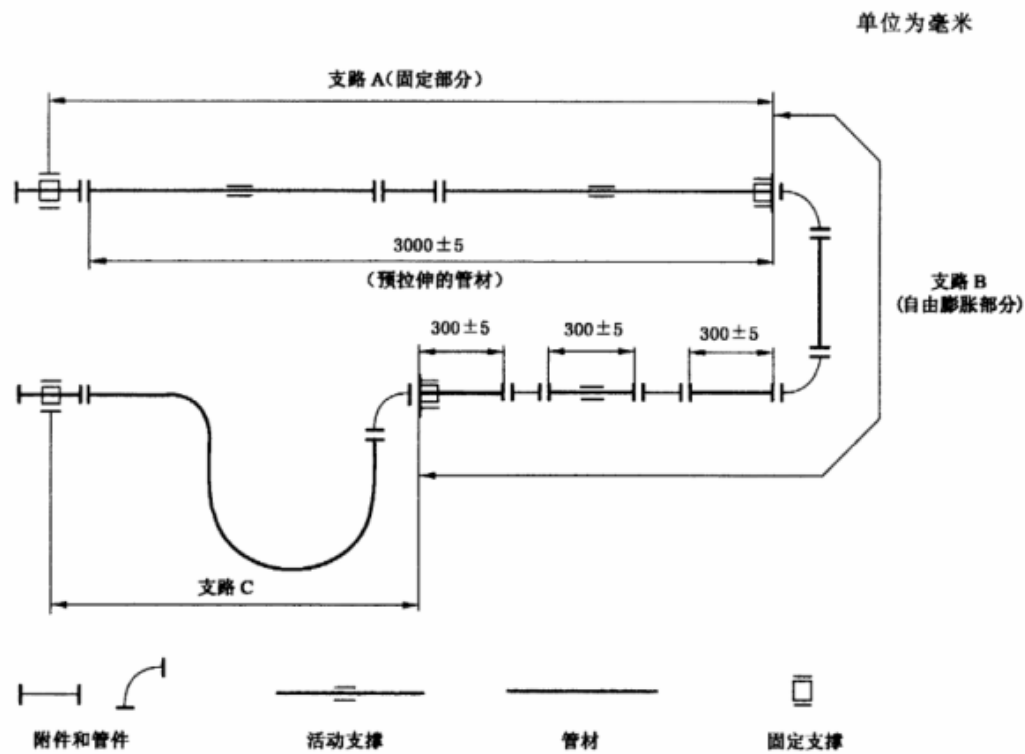
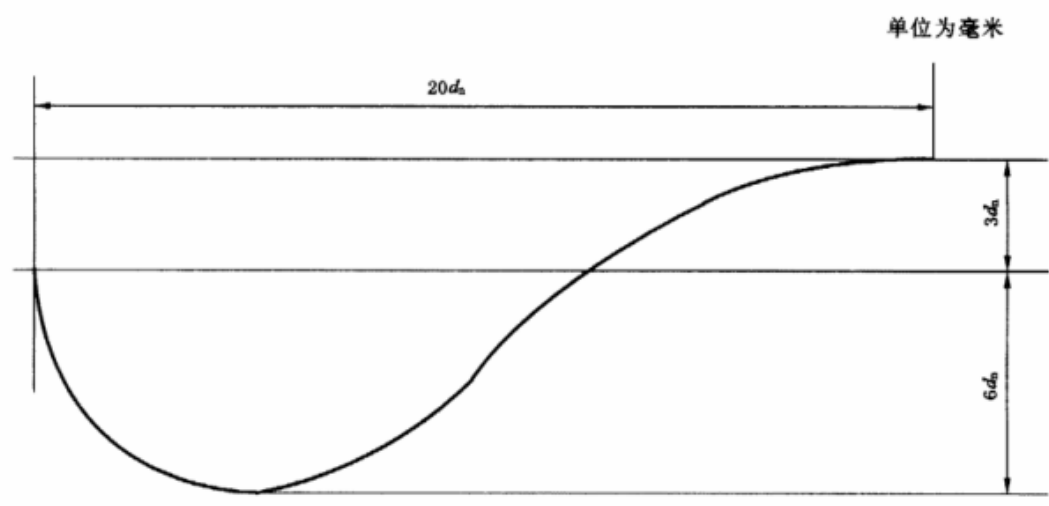


图 A.1 柔性管冷热水循环试验安装示意图



注：除非另有说明，管材的自由长度应为 27 d_n 至 28 d_n (d_n 为管材的公称外径)，根据生产厂家的说明，管材长度可更短，该长度对应管材最小弯曲半径。

图 A.2 C 部分可替换试验安装示意图

附 录 B
(规范性附录)

刚性塑料管耐热循环试验方法

B.1 原理

管材和管件按规定要求组装并承受一定的内压,在规定次数的温度交替变化后,检查管材和管件连接处的渗漏情况。

B.2 设备

设备包含有冷热水交替循环装置,水流、水压调节装置以及在出水口和进水口处温度测量装置。该设备能够在冷热源之间按规定的時間间隔进行变换。

B.3 组装试件

本实验的组装试件是由管材和管件组成,并根据厂商推荐的方法进行装配和固定。

组装的试件包括:

- a) 按图 B.1(见 A 段)所示,至少一对由管箍连接的预先施加应力管段,其自由长度为 $3\,000\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 。参照 A.4 方法对试样组件施加预应力;
- b) 至少有二段直管,按图 A.1 连接后,每段可以自由活动的长度为 $300\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$;
- c) 至少有三段直管,在按图 B.1(见 C 段)法连接时,每段管在其管端固定。

B.4 试验步骤

准备好组合试件,注水以驱出全部空气。

对试件施加一预应力,使应力值等于温度下降 20°C 时所产生的收缩应力。

在试验温度下进行状态调节至少 1 h,将管段 A 的自由臂顶点的位置在预应力下锁定。在与试验规定的并与管材和管件等级相适应的压力、温度和持续时间作用下,向试件通规定循环次数的冷热水。在头 5 次循环期间可拧紧或调节接头处于理想的状态。控制循环水的流速,使热循环时保持从热水进口到出口的温度降不超过 5°C 。

整个循环试验程序完成后,检查所有接头处的渗漏。

注:为使热水进出口温差降至最低,可能需要在循环的某部分加装平衡阀或系统的连接件。

B.5 试验报告

试验报告应包含下列信息:

- a) 标准号以及试验方法;
- b) 试验组件的名称;
- c) 试验条件;
- d) 观察到的任何渗漏现象;
- e) 试验时间。

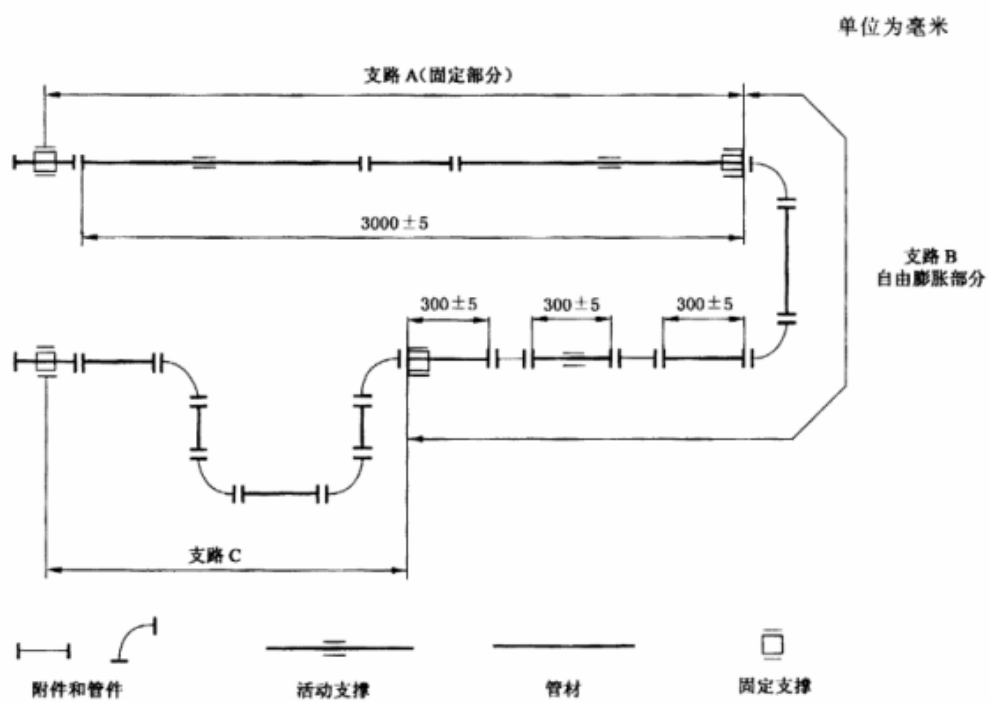


图 B.1 刚性管冷热水循环试验安装示意图

附 录 C
(规范性附录)
压力循环试验方法

C.1 原理

管材和管件组装后,在一定温度下,交替循环快速通入高低压流体介质。检查系统渗漏情况。

C.2 设备

试验设备包括试验组装件和液体介质的温度调节装置,以及在一定范围内进行压力循环变化的装置,压力变化频率不小于 30 次/min。图 C.1 为典型的装置图。

C.3 试验组件

试验的组装件应包括:至少一个管件,其连接按生产厂推荐的方法进行;一个或多个 10 d 长的管段(d 为公称外径)。为包括所需数量的管材和/或管件,可以使用几个组合件一同进行试验。

C.4 试验步骤

准备好组装试件,注水以排出空气。

将组装试件置于要求温度的水中,状态调节至少 1 h,然后保持温度不变按规定的内压和频率进行试验。

完成规定的循环次数后,检查所有试验组件和连接处是否有渗漏。

注:如需要,也可将试验组装件或者是与压力转换装置连在一起的组装件一同进行状态调节。如果是状态调节以后进行连接,要确保将空气再次排净。

C.5 试验报告

试验报告应包含下列信息:

- a) 标准号以及试验方法;
- b) 试验组件的名称;
- c) 试验条件;
- d) 观察到的任何渗漏现象;
- e) 试验时间。

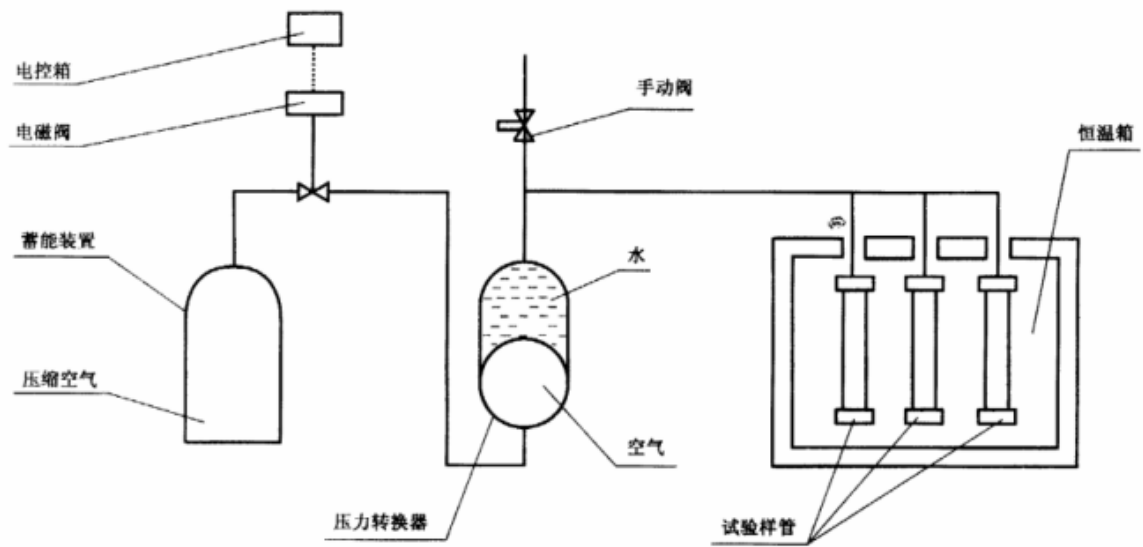


图 C.1 循环压力冲击试验示意图

附录 D
(资料性附录)
时间-温度分布的确定

D.1 使用奥地利、法国、德国的数据确定设计所用的温度-时间分布

按 DIN 4702 标准,用散热器入口温度决定带多个温度区的温度分布,入口温度与外部温度具有半经验的函数关系,从而得到与各因素相关的温度时间分布。以德国 Bremerhaven 为例,按 DIN 4710 规定所得到的数据列于表 D.1。

表 D.1 Bremerhaven 的数据

温度 $T/^{\circ}\text{C}$	每年的小时数 (30 年的平均值)	总时间的百分份额/%
80~90	148	1.7
70~80	1 158	13.2
60~70	1 955	22.3
50~60	1 517	17.3
40~50	1 687	19.2
30~40	1 283	14.6
20~30	646	7.4
<20	373	4.3

还收集了其他一些城市,如德国的 Essen、Frankfurt、Main、Berlin、Munich,法国的 Besse、Cherbourg 和 Abbeville,奥地利的 Vienna 等不太冷的地区的数据。

为将实际温度分布进行“换算”以得到便于设计、计算的温度分布,特作下列规定:

- a) 温度分布在 10°C 范围内的小时数均按该温度范围的最高温度对待。
- b) 当较低温度的应用时间换算成高 10°C 条件下(如从 60°C 至 70°C 的小时数,“换算”为 70°C 至 80°C 的小时数)的时间时,按 2.5 倍减少(即除以系数 2.5);反之,当温度按上述规律降低时,应用时间要乘以 2.5 系数,这是按 ISO/TR 9080 和德国 DIN 16887 标准的规定。
- c) “换算”系数可取 2.5,也可以取 2.5~3,在较严酷的条件下的温度时间-分布应取 2.5。
- d) 数据应按规定圆整(见 D.2 的例子)。
- e) 异常温度的时间不计算在温度-时间分布中,而在 Miner’s 规则中(见附录 E)考虑。

D.2 举例

以 D.1 中 Bremerhaven 的数据为例加以说明:

- a) 将 90°C 时应用时间 1.7%,圆整为 2%。
- b) 要得到 80°C 下 20%的数据(可考虑由二部分时间组成:已知的 80°C 下 13.2%及 70°C 下贡献的 6%), 70°C 下的数据 22.3%可分解为二部分:15%加 7.3%。15%除以 2.5 得到 6%,再加上 80°C 时的 13.2%,得 19.2%,即可圆整到 20%。
- c) 70°C 下剩余的 7.3%,用 2.5 乘(得 18%)再加上 60°C 时的 17.3%,得到 35%。
- d) 50°C 时的 19.2 除以 2.5 得 8%,加上 60°C 的 35%得 43%,圆整到 50%。

则温度-时间分布结果为: 90°C ,2%; 80°C ,20%; 60°C ,50%。

用类似的方法可以确定较低温度和/或不同温度组合的温度-时间分布。

附录 E

(资料性附录)

使用 Miner's 规则计算管材尺寸举例

E.1 使用下面的步骤计算温度-时间分布

$T_o = T_1 = 60^\circ\text{C}$ 为总时间的 70%, 时间分数 $a_1 = 0.7$;

$T_{\max} = T_2 = 80^\circ\text{C}$ 为总时间的 29.9%, 时间分数 $a_2 = 0.299$;

$T_m = T_3 = 95^\circ\text{C}$ 为总时间的 0.1%, 时间分数 $a_3 = 0.001$

在此例中 $a_1 + a_2 + a_3 = 1$, 但如果不足 1 时, 以 $T = 20^\circ\text{C}$ 补偿时间分数 $(1 - \sum a)$ 的部分。

E.2 T_o 、 $T_{\max}$ 、 T_m 所取的系数由相关的产品标准中提供。此处, T_1 系数是 1.5, T_2 系数是 1.3, T_3 系数是 1.0。

E.3 作为举例, T_o 时管材材料许用环应力为 4 MPa, 则所使用的环应力分别为:

对 T_1 , $\sigma_1 = F_1 \times \sigma_o = 6 \text{ MPa}$; 对 T_2 , $\sigma_2 = F_2 \times \sigma_o = 5.2 \text{ MPa}$; 对 T_3 , $\sigma_3 = F_3 \times \sigma_o = 4 \text{ MPa}$ 。

E.4 图解计算预期寿命(年): T_1 , σ_1 时为 t_1 , T_2 , σ_2 时为 t_2 , T_3 , σ_3 时为 t_3 。

E.5 Miner's 规则规定, 如果材料在温度 T_1 连续的作用下经 t_1 年后破坏, 则每一年耗用的寿命是 $1/t_1$ 。此分数称为“每年破坏量”。如果不是连续作用, 仅仅是每年的一部分时间(时间分数) a_i , 破坏量就小一些。因此, 由 T_1 温度作用下引起的年破坏量是 a_1/t_1 , 由 T_2 温度作用的年破坏量是 a_2/t_2 , 由 T_3 作用的年破坏量是 a_3/t_3 。每年的破坏量累积加和在一起得到“年破坏量总和”(TYD), $\text{TYD} = \sum(a/t)$ 。

E.6 材料在 $1/\text{TYD} = t_x$ 年后将发生破坏。如果计算值太高或太低, 则遵循 E.3 按高的或低的 σ 重新计算。通过成功的近似计算, 可得到允许的环应力值 σ_o 。同时, 可以得到 50 年的有效寿命值。

E.7 按如下顺序可便利地得到所需的值:

$\sigma_0 = \dots\dots\dots$ (估计值)					
T_1	a_1	F_1	$\sigma_1 = F_1 \times \sigma_0$	t_1	a_1/t_1
T_2	a_2	F_2	$\sigma_2 = F_2 \times \sigma_0$	t_2	a_2/t_2
...	...	...		...	...
...	...	...		...	...
$\Sigma a = 1$			$\Sigma(a/t) = TYD$		
$t_x = 1/TYD$					

E.8 实际应用中, 如使用计算机可很方便的进行计算。Spreadsheet 是一个很有效的计算工具, 特别是在不同温度和环应力下的破坏时间, 可以方便地使用标准外推法的模式进行计算。例如:

$$\log t = A + B(\log \sigma)T + c/T + D(\log \sigma)$$

当使用 $\log t$ 与 σ 和 T 间函数关系的系数时, Spreadsheet 算法很容易的给出了 t_x 与 σ_o 的函数关系。

注: Miner's 规则是在一定温度-时间分布情况下预测管材寿命的适宜方法, 但它仅适用于具有相同破坏机理的情况下。

参 考 文 献

- (1) DIN 4702, 中央锅炉。
 - (2) DIN 4710:1982, 用于计算热能消耗和空调设备的气象数据。
 - (3) DIN 16887:1990, 热塑性塑料管材耐长期静液压的测定。
-