



中华人民共和国国家标准

GB/T 18252—2020/ISO 9080:2012
代替 GB/T 18252—2008

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

Plastics piping and ducting systems—Determination of the long-term hydrostatic
strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation

(ISO 9080:2012, IDT)

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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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—2020/ISO 9080:2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2020年11月第一版

*

书号: 155066·1-65907

版权专有 侵权必究

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18252—2008《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》，与 GB/T 18252—2008 相比，主要技术变化如下：

- 删除了所有关于寿命的提法(见 2008 年版的引言、5.2、5.3)；
- 修改了引言；
- 修改了观察数据的数量和分布要求(见 4.2, 2008 年版的 4.2)；
- 增加了对数据进行手工分类的要求(见 5.1.3)；
- 在聚烯烃外推时间因子的确定中, 将不发生降解破坏的第二分支活化能, 修改为第三分支(降解破坏)的表观活化能(见 5.2, 2008 年版的 5.2)；
- 在氯乙烯基聚合物外推时间因子的确定中, 将第二分支的活化能, 修改为第三分支(降解破坏)的表观活化能(见 5.3, 2008 年版的 5.3)；
- 将“附录 A 数据的收集和分析方法”修改为“附录 A 分析方法”(见附录 A, 2008 年版的附录 A)；
- 将部分公式中 \hat{c} 改为参数 c (见附录 A)；
- 修改了拐点自动检验的模型[见式(B.1), 2008 年版的式(B.1)~式(B.5)]；
- 修改了对拐点检验模型适用性进行 F-检验的 F 统计量算式[见式(B.2), 2008 年版的式(B.6)]；
- 修改了附录 C 的标题, 对其中的观察数据进行了修改, 使其符合本标准规定, 并据此按照 3 参数模型更新了回归计算结果(见附录 C, 2008 年版的附录 C)；
- 修改了附录 D 的标题, 并按照 4 参数模型进行了回归分析(见附录 D)；
- 增加了适用于本标准的两种软件包的信息(见附录 E)。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 9080:2012《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》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 6111—2018 流体输送用热塑性塑料管道系统 耐内压性能的测定(ISO 1167-1:2006, ISO 1167-2:2006, ISO 1167-3:2007, ISO 1167-4:2007, NEQ)；
- GB/T 8802—2001 热塑性塑料管材、管件 维卡软化温度的测定(eqv ISO 2507:1995)；
- GB/T 8806—2008 塑料管道系统塑料部件 尺寸的测定(ISO 3126:2005, IDT)；
- GB/T 18475—2001 热塑性压力管材和管件用材料分级和命名 总体使用(设计)系数(eqv ISO 12162:1995)；
- GB/T 19466.3—2004 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(ISO 11357-3:1999, IDT)。

本标准做了下列编辑性修改：

- 为公式增添了编号；
- 用我国法定计量单位“MPa”代替国际标准中的“bar”，并据此修改了公式(1)中的系数；
- 将附录 A 的公式(A.9)、公式(A.12)中的“ -1 ”修改为上标“ -1 ”，表示矩阵求逆的运算符号；
- 将附录 D 的表 D.9 中 82 °C 时 t_c 计算值 47 245 h、5.39 a 更正为 52 495 h、5.99 a，以与标准中公式相符。

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(SAC/TC 48)归口。

本标准起草单位:北京工商大学(轻工业塑料加工应用研究所)、华创天元实业发展有限责任公司、中国石油化工股份有限公司北京化工研究院、亚大塑料制品有限公司、永高股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院、浙江伟星新型建材股份有限公司、广东联塑科技实业有限公司、山东胜邦塑胶有限公司、北京北化高科新技术股份有限公司、天津军星管业集团有限公司。

本标准主要起草人:项爱民、李鹏、孙晋、王志伟、黄剑、卢晓英、李大治、孙秀慧、景发岐、程红原、吴晓芬、赵启辉、谢建玲、徐海云。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 18252—2000、GB/T 18252—2008。

引 言

0.1 总则

塑料材料的力学破坏与温度、载荷大小和受载时间有关。塑料压力管的正确使用需要考虑温度(T)和管内压力介质在管壁内产生的静液压应力(σ)与管材破坏时间(t)的关系。一般说来, T 升高或 σ 升高,都导致 t 减少。

塑料压力管道设计使用年限通常需达到数十年甚至 100 年。本标准用高温下管材在较短时间(通常仍需 1 年)的静液压应力破坏试验结果,来外推几十年甚至 100 年使用时间内管材材料耐受静液压应力的能力。

本标准建立了一种标准外推法(Standard Extrapolation Method, SEM),目的是以管状试样评价材料的长期静液压强度。产品标准将根据应用需求明确规定材料的物理力学性能要求。本标准并不否定已有的一些用于确定塑料材料设计应力、或确定管道许用压力的方法。

0.2 原理

一种塑料材料是否适用于压力管道,取决于其在静液压应力下的长期性能,该性能是在考虑了预计工况(例如温度)的条件下,以管状试样进行压力试验获得的。对设计而言,通常用长期静液压(环)应力来表示这种性能,其物理意义是:在以水为试验介质,环境温度为 20 °C 条件下,由该材料制造的塑料管工作 50 年所能承受的应力。测试时,管外介质可以是水或空气。有些情况下,还需要确定材料在较高温度或(和)较短设计年限下的静液压强度。本标准设计的分析计算方法,为内插和外推在不同于常规(20 °C, 50 年)工作条件下的应力破坏特性提供了系统性的计算基础(见 5.1.5),能够满足上述两种计算需求。

本标准采用的多元线性回归分析以速率过程理论中的 $\log_{10}\sigma$ 与 $\log_{10}t$ 关系模型为基础。计算过程包括对不同温度试验数据进行多元线性回归分析以及对使用温度下的长期特性进行外推。所得结果可在有关产品标准中用于按相应程序确定具体材料的设计应力。

为了评价回归模型得到的应力预测值的可信度,使用了“长期静液压强度的预测下限(Lower Prediction Limit, LPL)”的概念,它是在规定温度下与预计破坏时间的 97.5% 置信下限对应的应力值。确定预测值和预测下限需要使用统计方法。

在计算长期静液压强度时,对选用哪一个变量——时间还是应力作独立变量(自变量)进行过反复考虑,因为本方法需要解决的基本问题,可以归纳为下面两种形式:

- a) 在给定的温度和时间内,一种管材形式的特定材料能够耐受的最大应力(或压力)是多大;
- b) 在给定的温度和应力条件下,特定材料管材试样的预计破坏时间是多长。

以上两个问题是相关的。如果所考察的管材试样的试验数据没有离散性,且材料也恰好可以用所选定的经验模型完美地描述,则用时间或应力作自变量的回归分析结果是一致的。但实际情况并非如此,因为试验环境不可能是理想情况,材料也不是 100% 均质的,观察值总是有离散性。选择时间或应力作自变量,回归计算结果将是不同的,其差异随离散性增大而增大。可以选择合适的统计分布和概率来表述这一特点,本标准选用的统计分布是在同一 T 、 σ 下, $\log_{10}t$ 呈正态分布。

通常认为,时间变量的数据离散性更大。因此,本方法在对试验数据作统计处理时,为保证统计处理的合理性,不得不以时间作因变量(随机变量)。不过,由于实际的需要,工业界更倾向于以时间作自变量,而把应力表示为时间的函数。

在以上假设基础上,按以下顺序计算:

- a) 多元线性回归;
- b) 对 $\log_{10}t$ 作新观察值预测,同时引入学生氏(t_{st})分布及预测概率(ϵ);
- c) 用 $\log_{10}t$ 新观察值预测公式作反方向运算求得与一定 T 、 t 和 ϵ 相对应的应力,作为静液压强度的预测值。

这一套计算方法即称为标准外推法。它建立了 T 、 σ 、 t 、 ϵ 四个变量之间的关系,可以解决前述的两类问题。

本标准得到的静液压强度预测下限(LPL),实际上是在 T 、 t 下,且置信水平不低于 ϵ 时,保证 $\log_{10}t$ 是该置信水平对应的置信下限时应控制的应力上限。通常取 $\epsilon=0.975$,相应的应力记为 σ_{LPL} 。为了保证管材在该应力下不破坏,材料应该至少具有与上述应力值相当的强度,所以也把 σ_{LPL} 简称为“静液压强度的预测下限”,作为材料的长期力学性能。它是管材设计应力、最大允许工作压力、压力等级和壁厚的计算基础。

由于国际贸易的需要,本标准中静液压强度 σ_{LTHS} 和 σ_{LPL} 的定义按其在 ISO 9080:2012 中的定义给出。在一些其他文件中,预测下限(LPL)曾被定义为置信下限(LCL),LCL 是平均静液压强度 97.5% 置信区间的下限。

0.3 方法的应用

本外推法的目的是为了估计以下参数:

- a) 以水或空气为恒温介质,试验温度为 20 °C 条件下,由所考察材料制造的管材能够耐受 50 年的应力预测下限(对应预测概率为 97.5%)。根据 ISO 12162 的规定,该预测下限经圆整后作为材料分级的依据,定义为 MRS。
- b) 在其他设计时间和/或其他温度的应力预测下限(对应预测概率为 97.5%)。根据 ISO 12162 的规定,该预测下限经圆整后定义为 $CRS_{0,t}$,可用于设计目的。

现在有多种外推模型,它们有不同的项数。本标准只使用 2 参数、3 参数、4 参数模型。

增加模型的项数可以改善拟合效果,但同时会使预测的不确定度增大。

不论是否出现拐点(见附录 B),本标准外推法都可以估计对应于 97.5% 概率的预测下限。拐点是 A 型数据向 B 型数据的转化点。

为保证本方法的适用性,材料应制成管状试样进行试验。

对于特定的材料,本标准外推法得到的最后结果是在指定温度和指定时间下,以环应力表示的、对应于 97.5% 概率水平的静液压强度预测下限。

对于多层管材,其长期耐静液压强度的确定方法按 ISO 17456 规定执行。

对于复合以及增强的热塑性塑料管,应用本方法需遵循相关产品标准的说明。

对于具有长期强度参照线的特定材料,其长期强度由相应产品标准给出。

其他热塑性材料,例如矿物填充的热塑性材料、玻纤增强热塑性材料、增塑的热塑性材料、共混物或合金等,如果要对其以管材形式的长期强度进行预测,可能还要考虑其他因素,这些因素应在相关产品标准中考虑。

对管材施压的介质不应应对管材有不良影响。一般认为水是合适的介质。

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

1 范围

本标准规定了一种用统计外推法评估热塑性塑料材料的长期静液压强度的方法。

本方法适用于在其适用温度下的各种热塑性塑料管道材料。本方法建立在管状试样试验数据基础上。

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。

ISO 1167-1 流体输送用热塑性塑料管材、管件及其组合件 耐内压能力的测定 第1部分:通用方法(Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids—Determination of the resistance to internal pressure—Part 1:General method)

ISO 1167-2 流体输送用热塑性塑料管材、管件及其组合件 耐内压能力的测定 第2部分:管材试样的制备(Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids—Determination of the resistance to internal pressure—Part 2:Preparation of pipe test pieces)

ISO 2507-1:1995 热塑性塑料管材与管件 维卡软化温度 第1部分:通用测试方法(Thermoplastics pipes and fittings—Vicat softening temperature—Part 1:General test method)

ISO 3126 塑料管道系统 塑料管道组件 尺寸测量与确定(Plastics piping systems—Plastics piping components—Measurement and determination of dimensions)

ISO 11357-3 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 [Plastics—Differential scanning calorimetry (DSC)—Part 3: Determination of temperature and enthalpy of melting and crystallization]

ISO 12162 热塑性压力管材和管件用材料 分级、命名和设计系数(Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications—Classification, designation and design coefficient)

ISO 17456 塑料管道系统 多层管 长期强度的确定(Plastics piping systems—Multilayer pipes—Determination of long-term strength)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

内压 internal pressure

p

管内介质施加在单位面积上的力,单位为兆帕(MPa)。

3.2

应力 stress

σ

内压引起的管壁环向(周向)单位面积上的力,单位为兆帕(MPa)。