



中华人民共和国国家标准

GB/T 38725.1—2022

可盘绕式增强塑料管 第1部分：总则

Spoolable reinforced plastic pipe—Part 1: General

(ISO 23936-1:2009, Petroleum, petrochemical and natural gas industries—
Non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production—
Part 1: Thermoplastics, NEQ)

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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、符号、缩略语 2

4 产品结构和分类 4

 4.1 产品结构 4

 4.2 产品分类 5

5 使用条件级别 5

6 材料 6

 6.1 内管 6

 6.2 外保护层 10

 6.3 增强层 10

 6.4 接头 10

 6.5 密封件 10

7 产品评定 11

 7.1 总则 11

 7.2 金属增强塑料管的压力等级评定 11

 7.3 非金属增强塑料管的压力等级评定 12

 7.4 最大工作压力 13

 7.5 系统适用性评定 14

参考文献 16



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。

本文件是 GB/T 38725《可盘绕式增强塑料管》的第1部分。GB/T 38725 已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：纤维增强热塑性塑料连续管。

本文件参考 ISO 23936-1:2009《石油、石化和天然气工业 与油气生产相关介质接触的非金属材料 第1部分：热塑性塑料》起草，一致性程度为非等效。

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专利的责任。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院、承德市精密试验机有限公司、浙江伟星新型建材股份有限公司、河南联塑实业有限公司、浙江枫叶管业科技股份有限公司、沧州明珠塑料股份有限公司、聊城大学、宁夏青龙塑料管材有限公司、河北宇通特种胶管有限公司、北京工商大学。

本文件主要起草人：卢晓英、王新华、霍福磊、宋科明、杨科杰、盛力、王殿良、滕谋勇、赵明亮、程德宝、徐海云。

—

引 言

可盘绕式增强塑料管由于其优异的耐压和耐介质腐蚀性得到快速发展。在各个行业中,尤其是石油石化行业得到越来越广泛的应用。这种管道的内管、增强层材料的选择多种多样,按照增强层的不同可以分为非金属增强连续管和金属增强连续管;按照内管材料不同来分,可分为聚乙烯连续管、耐热聚乙烯连续管、交联聚乙烯连续管、聚丙烯连续管、聚酰胺连续管、聚偏氟乙烯连续管等;按照复合结构的特点,可分为粘结型连续管和非粘结型连续管。GB/T 38725 旨在确立适用于标准化文件起草、制定和组织工作的准则,拟由 3 个部分构成。

- 第 1 部分:总则。目的在于规定可盘绕式增强塑料管需要遵循的一般性准则。
- 第 2 部分:纤维增强热塑性塑料连续管。目的在于规定纤维增强热塑性塑料连续管的产品性能、检验、包装、运输及贮存等要求。
- 第 3 部分:金属增强热塑性塑料连续管。目的在于规定金属增强热塑性塑料连续管的产品性能、检验、包装、运输及贮存等要求。

可盘绕式增强塑料管

第1部分：总则

1 范围

本文件规定了可盘绕式增强塑料管的产品结构和分类、使用条件级别、材料和产品评定。

本文件适用于石油行业的油气集输、注醇、注水、污水输送，盐化工行业的卤水输送、其他行业的流体输送（温泉水输送、矿山浆体输送等）用管道系统。

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 699 优质碳素结构钢

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 1038 塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法 压差法

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 1220 不锈钢棒

GB/T 1633 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定

GB/T 2965 钛及钛合金棒材

GB/T 3624 钛及钛合金无缝管

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 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 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定

GB/T 9345.1—2008 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 11182 橡胶软管增强用钢丝

GB/T 12006.1 塑料 聚酰胺 第1部分：黏数测定

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 14450 胎圈用钢丝

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 15560 流体输送用塑料管材液压瞬时爆破和耐压试验方法

GB/T 16604 涤纶工业长丝

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 18369 玻璃纤维无捻粗纱

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 18475 热塑性塑料压力管材和管件用材料分级和命名 总体使用(设计)系数

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—2017 冷热水用聚丙烯管道系统 第1部分:总则

GB/T 18992.1—2003 冷热水用交联聚乙烯(PE-X)管道系统 第1部分:总则

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 20118 钢丝绳通用技术条件

GB/T 20972.2 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第2部分:抗开裂碳钢、低合金钢和铸铁

GB/T 25820 包装用钢带

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 34903.1—2017 石油、石化与天然气工业 与油气开采相关介质接触的非金属材料 第1部分:热塑性塑料

GB/T 39994 聚烯烃管道中六种金属元素(铁、钙、镁、锌、钛、铜)的测定

GB/T 40937—2021 塑料管道系统 塑料复合管材和管件长期强度的评定方法

FZ/T 54076 对位芳纶(1414)长丝

SY/T 6794—2018 可盘绕式增强塑料管线管

ISO 10931 工业用塑料管道系统 聚偏氟乙烯(PVDF) 组件和系统规范[Plastics piping systems for industrial applications—Poly(vinylidene fluoride)(PVDF)—Specifications for components and the system]

3 术语和定义、符号、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 19278—2018、GB/T 34903.1—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

适用性/相容性 **suitability/compatibility**

热塑性塑料在输送介质作用下,保持其物理或化学性能的能力。

注:在石油石化行业通常称为相容性或介质相容性。

3.1.2

长期静液压压力 **long-term hydrostatic pressure**

P_{LTHS}

在温度 T 下,预计破坏时间达到 t 时,预测的管道平均静液压压力(50%置信度)。

3.1.3

预测静液压压力的置信下限 **lower confidence limit of the predicted hydrostatic pressure**

P_{LPL}

是一个与内压有相同量纲的量。在置信度为 97.5%时,与温度 T 和时间 t 对应的预期静液压压力的置信下限。

3.1.4

可盘绕式增强塑料管 **spoolable reinforced plastic pipe**

具有足够的柔性,能够以盘绕成卷或盘绕在卷轴上运输和放卷的增强塑料管。

3.1.5

内管 liner

可盘绕式增强塑料管中,与输送介质直接接触的连续内层。

3.1.6

增强层 reinforcement layers

可盘绕式增强塑料管中,提供连续管机械强度以满足安装和工作时载荷要求的承力结构层。

3.1.7

外保护层 cover

连续管的外部功能层。

3.1.8

最小弯曲半径 minimum operating bend radius; MBR

管道在搬运、盘卷、安装或使用中弯曲半径的最小允许值。

注:如有必要,可根据不同场景增加限定词,例如“最小重复盘卷弯曲半径”“最小工作弯曲半径”“最小搬运弯曲半径”等。

[来源:GB/T 19278—2018,2.3.18]

3.1.9

最大工作压力 maximum operating pressure; MOP

管道系统中允许连续使用的流体的最大压力,其中考虑了管道系统中组件的物理性能和力学性能。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.1.6,有修改]

3.1.10

最大压力等级 maximum pressure rating; MPR

预计可持续作用于管道而不会使之发生失效的最大内部静液压力。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.4.10]

3.1.11

公称压力等级 nominal pressure rating; NPR

按特定规则确定的管道耐压等级。

注:通常是不超过最大压力等级(3.1.10)的优先数。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.4.11]

3.1.12

产品族 product family; PF

在一定尺寸范围和压力等级范围内的一组管材产品,它们采用相同的材料,经由相同的生产工艺和过程控制,且具有相同的管体结构。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.4.12]

3.1.13

产品族代表 product family representative; PFR

被选出进行全部评定试验的产品单体。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.4.13]

3.1.14

产品单体 product variant; PV

产品族中具有特定压力等级和管径的成员。

[来源:GB/T 19278—2018,2.5.4.14]

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

F_d :设计系数

f_f :介质折减系数

f_{sn} :其他因素折减系数

f_t :温度折减系数

$P_{burst,min}$:最小爆破压力

P_{LPL} :预测静液压压力的置信下限

P_{LTHS} :长期静液压压力

T :温度

T_D :设计温度

t :时间

σ_{LPL} :预测长期静液压强度的置信下限

3.3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

MBR:最小弯曲半径(Minimum operating Bend Radius)

MOP:最大工作压力(Maxmum operating Pressure)

MRS:最小要求强度(Minimum Required Streryth)

NPR:公称压力等级(Nominal Pressure Rating)

PA:聚酰胺(Polyamide)

PE:聚乙烯(Polyethylene)

PE-RT:耐热聚乙烯(Polyethylene of raised temperature resistance)

PEX:交联聚乙烯(Cross-linked polyethylene)

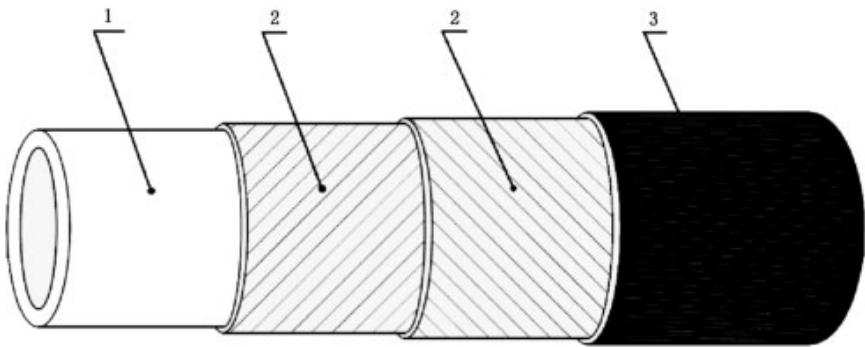
PP:聚丙烯(Polypropylene)

PVDF:聚偏氟乙烯(Polyvinylidene fluoride)

4 产品结构和分类

4.1 产品结构

可盘绕式增强塑料管具有多层结构,通常由聚合物内管、增强层、外保护层构成,如图 1 所示。根据需要,多层结构中还可增加功能层,例如内壁耐磨、减阻、防静电层,外壁保温、耐划伤层,以及结构层与内管和外护套之间的减磨、防渗阻隔层等。各层之间还可根据需要增加粘接层以提高界面结合强度。



标引序号说明：
1——内管；
2——增强层；
3——外保护层。

图 1 可盘绕式增强塑料管结构示意图

4.2 产品分类

按照增强材料的不同,可盘绕式增强塑料管可以分为非金属增强连续管和金属增强连续管,非金属增强连续管主要为纤维增强连续管,金属增强连续管主要为钢丝、钢丝绳或钢带增强连续管。可盘绕式增强塑料管分类见表 1。

表 1 可盘绕式增强塑料管分类

可盘绕式增强塑料管类型	示例	代号
非金属增强连续管	涤纶工业长丝增强聚乙烯连续管	I
	涤纶工业长丝增强交联聚乙烯连续管	II
	芳纶长丝或芳纶带增强聚偏氟乙烯连续管	IV
	芳纶长丝或芳纶带增强聚丙烯连续管	VI
	连续玻纤或玻纤带增强聚丙烯连续管	VII
	涤纶工业长丝增强聚酰胺连续管	VIII
	涤纶工业长丝增强耐热聚乙烯连续管	IX
	连续玻纤或玻纤带增强聚乙烯连续管	X
	连续玻纤或玻纤带增强耐热聚乙烯连续管	XI
	连续玻纤或玻纤带增强交联聚乙烯连续管	XII
金属增强连续管	钢丝绳或钢丝增强聚乙烯连续管	III
	钢丝绳或钢丝增强耐热聚乙烯连续管	V

5 使用条件级别

5.1 在不同应用领域和使用条件下,设计寿命为 20 年,常用内管材料的选择见表 2。级别 1 适用于输水系统,输送介质为水、污水和卤水等。级别 2 适用于集输油,输送介质为油、气、油水、油气、油气混合物和醇等。

5.2 在表 2 条件下应用时,应评价材料的耐热老化性能,满足 20 年使用寿命时,材料应不发生氧化破坏。对于有热洗工艺需求的油气集输管道,应评价其在最高热洗温度下 20 年累计运行时间内的介质适用性,保障管道的 20 年使用寿命。通常热洗温度小于 95 ℃,单次热洗时间 2 h~3 h,累计热洗时间小于 150 天。

5.3 在级别 2 条件下应用时,应按照 GB/T 34903.1—2017 附录 C 评价材料的介质相容性,根据评价结果确定复合管道系统适用的最高使用温度。

5.4 用于含酸性气体(H_2S 、 CO_2 等)的介质输送时,还应按照 GB/T 1038 评价内管的气体渗透性能,并对材料及管材渗透性做出相应气体渗透性能评估,最终确定复合管道系统最高使用温度。内管对其他输送介质的相容性见 GB/T 34903.1—2017 附录 A。

表 2 不同工况下常用内管材料的选择

用途 ^a	设计温度 T_D ℃	典型的应用范围	材料
级别 1	60	水系统	PE、PE-RT、PP、PEX、PVDF
	70		PE-RT、PP、PEX、PVDF
	80		PP、PEX、PVDF
级别 2	40	注醇	PA
	60	集输油	PE ^b 、PE-RT ^c 、PP、PEX、PA、PVDF
	70		PP、PEX、PA、PVDF
	75		PEX、PP、PVDF
	80		PP、PVDF
	110		PVDF

注 1: 各使用条件设计寿命是 20 年。

注 2: 材料选择包括但不限于表中所列举材料。

^a 输送介质中有机质含量超过 2% 的管道系统应用技术要求参照级别 2 执行。

^b 聚乙烯在级别 2 领域中应用,PE100、PE80 在符合级别 1 技术要求的基础上,还应符合 6.1.2 技术要求。

^c 耐热聚乙烯在级别 2 领域中应用,在符合级别 1 技术要求的基础上,还应符合 6.1.2 技术要求。

6 材料

6.1 内管

6.1.1 级别 1 内管

6.1.1.1 内管为 PE 材料时,所用材料应按照 GB/T 18252 定级,并按照 GB/T 18475 中规定的最小要求强度(MRS)分级,达到 PE100 级或 PE80 级,其性能还应符合表 3 要求。

表 3 PE 材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	≥0.930 g/cm ³	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	氧化诱导时间	≥20 min	试验温度	210 ℃	GB/T 19466.6
3	熔体质量流动速率	MFR≤1.40 g/10 min,最大偏差 不应超过标称值的±20%	试验温度 负荷质量	190 ℃ 5 kg	GB/T 3682.1
4	灰分	≤0.08%(质量分数)	试验温度	(850±50)℃	GB/T 9345.1—2008 方法 A
5	拉伸屈服应力	≥18 MPa	试样类型 拉伸速度	1B 型 50 mm/min	GB/T 1040.2
6	拉伸断裂标称应变	≥350%			
7	耐慢速裂纹增长 管材切口试验(NPT) dn 110 mm,SDR 11	无破裂、无渗漏	试验温度 试验压力: PE80 PE100 试验类型 试验时间	80 ℃ 0.80 MPa 0.92 MPa 水-水 ≥500 h	GB/T 18476
8	钙元素含量	≤0.02%	制样方法 检测方法	干灰化法 ICP-OES	GB/T 39994
^a 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。					

6.1.1.2 内管为耐热聚乙烯材料时,所用材料应达到 GB/T 28799.1 规定 PE-RT I 型或 PE-RT II 型要求,其性能还应符合表 4 要求。

表 4 PE-RT 材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	≥0.930 g/cm ³	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	氧化诱导时间	≥30 min	试验温度	210 ℃	GB/T 19466.6
3	熔体质量流动速率	0.20 g/10 min≤MFR ≤1.40 g/10 min,最大偏差 不应超过标称值的±20%	试验温度 负荷质量	190 ℃ 5 kg	GB/T 3682.1
4	灰分	≤0.08%(质量分数)	试验温度	(850±50)℃	GB/T 9345.1—2008 方法 A
5	拉伸屈服应力	≥18 MPa	试样类型 拉伸速度	1B 型 50 mm/min	GB/T 1040.2
6	拉伸断裂标称应变	≥400%			

表 4 PE-RT 材料的物理机械性能 (续)

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
7	耐慢速裂纹增长 管材切口试验(NPT) dn 110 mm,SDR 11	无破裂、无渗漏	试验温度 试验压力 PE80 PE100 试验类型 试验时间	80 ℃ 0,80 MPa 0,92 MPa 水-水 ≥500 h	GB/T 18476
8	钙元素含量	≤0.02%	制样方法 检测方法	干灰化法 ICP-OES	GB/T 39994
a 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。					

6.1.1.3 内管为交联聚乙烯时,其性能应符合 GB/T 18992.1—2003 第 5 章规定和表 5 要求。

表 5 PE-X 材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	≥0,940 g/cm ³	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	熔体质量流动速率 ^b	与产品标称值的偏差 不应超过±20%	试验温度 负荷质量	190 ℃ 5 kg	GB/T 3682.1
3	拉伸屈服应力	≥20 MPa	试样类型 拉伸速度	1B 型 50 mm/min	GB/T 1040.2
4	拉伸断裂标称应变	≥350%			
5	交联度 (交联后的内管)	PEX-a,交联度应大于 70% PEX-b,交联度应大于 65% PEX-c,交联度应大于 60% PEX-d,交联度应大于 60%	—	—	GB/T 18474
a 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。 b 仅适用于交联聚乙烯 A 料。					

6.1.1.4 内管为聚丙烯时,其性能应符合 GB/T 18742.1—2017 中 6.1.4 和 6.1.5 规定。

6.1.1.5 内管为聚酰胺材料时,所用材料应按照 GB/T 18252 定级,并按照 GB/T 18475 中规定的最小要求强度(MRS)分级,达到 PA160 级,其性能还应符合表 6 要求。也可根据其应用领域及使用条件由供需双方商定选用。

表 6 PA 材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	>1.000 g/cm ³	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	黏数	≥180 mL/g	溶剂	间-苯甲酚	GB/T 12006.1
3	水分含量	≤0.1%	—	—	GB/T 6284
4	拉伸断裂应力 ^b	≥38 MPa	试样类型	1B	GB/T 1040.2
5	拉伸断裂标称应变 ^b	≥150%	拉伸速度	50 mm/min	
6	弯曲强度 ^b	≥25 MPa	试样厚度	4.0 mm	GB/T 9341
7	弯曲模量 ^b	≥700 MPa	试验速度	50 mm/min	
^a 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。					
^b 应注意水分含量对 PA 性能的影响,制样前样品的水分含量应低于 0.1%,制样后在标准环境[温度(23±2)℃、相对湿度(50±5)%]下状态调节 24 h 后,在此环境下进行试验。					

6.1.1.6 内管为聚偏氟乙烯时,其性能应符合 ISO 10931 要求。

6.1.2 级别 2 内管

6.1.2.1 内管为 PE100、PE80 时,其性能应在符合 6.1.1.1 要求的基础上,还应符合表 7 和表 8 要求。
内管为 PE-RT 时,其性能应在符合 6.1.1.2 要求的基础上,还应符合表 7 和表 8 要求。

表 7 聚乙烯内管材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	≥0.935 g/cm ³	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	氧化诱导时间	≥50 min	试验温度	210 ℃	GB/T 19466.6
3	拉伸屈服应力	≥20 MPa	试样类型	1B	GB/T 1040.2
4	拉伸断裂标称应变	≥500%	拉伸速度	50 mm/min	
5	维卡软化温度	≥120 ℃	A ₁₂₀ 法		GB/T 1633
6	预测静液压强度的 置信下限	$\sigma_{LPL} \geq 4.5 \text{ MPa}$	试验温度	70 ℃	GB/T 18252
			时间	50 年	
			置信度	97.5%	
* 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。					

6.1.2.2 内管材料为其他材料时,应基于服役环境对设备部件的使用要求和材料特点进行复合管内管材料的介质相容性评价,相容性试验应依据 GB/T 34903.1—2017 附录 C 进行,其性能的变化率应符合表 8 要求。

注:依据短期耐化学性测试结果不能直接得出介质对管道长期耐压能力的影响,给出压力折减系数,但可作为选择压力折减系数的参考。

表 8 内管材料介质适用性/相容性的技术要求

组件	体积变化率 %	拉伸屈服应力 变化率 %	拉伸断裂应力 变化率 ^a %	拉伸弹性模量 变化率 %	拉伸标称应变 变化率 %	检测方法
内管	-1~10	±20	±20	±50	±30	GB/T 34903.1—2017
^a 经供需双方协商一致,可用拉伸屈服应力变化率代替拉伸断裂应力变化率。						

6.1.2.3 用于气体的介质输送时,应对气体渗透性进行评估,可由供需双方协商确定其技术要求。

注:气体渗透性用来评估介质渗透引起复合管内外层之间的腐蚀、憋压或造成内外壁鼓泡的可能性,以及渗透到外部环境中的介质质量等。

6.2 外保护层

外保护层材料采用的聚乙烯树脂的基本性能应满足表 9 要求。外保护层应在给定服役条件下的整个使用寿命期内保持其功能完整性。当现场需要或者买方要求时,制造商应以文件形式说明其承受安装载荷和使用环境(如紫外线、摩擦等)的能力。

表 9 外保护层用 PE 材料的物理机械性能

序号	性能	要求	试验参数		试验方法
1	密度 ^a	$\geq 0.918 \text{ g/cm}^3$	试验温度	23 ℃	GB/T 1033.1 GB/T 1033.2
2	氧化诱导时间	$\geq 20 \text{ min}$	试验温度	200 ℃	GB/T 19466.6
3	拉伸屈服应力	$\geq 8.5 \text{ MPa}$	试样类型 拉伸速度	1B 50 mm/min	GB/T 1040.2
^a 仲裁时,应采用 GB/T 1033.2 试验方法。					

6.3 增强层

涤纶工业长丝应符合 GB/T 16604 的要求;芳纶长丝应符合 FZ/T 54076 的要求;钢丝应符合 GB/T 14450 或 GB/T 11182 的要求;增强钢丝绳应符合 GB/T 20118 的要求;钢带应符合 GB/T 25820 的要求;玻璃纤维应符合 GB/T 18359 的要求。其他增强材料性能由供需双方商定。

6.4 接头

6.4.1 选用优质碳素结构钢时应符合 GB/T 699 的要求;选用不锈钢时应符合 GB/T 1220 或 GB/T 14976 的要求;选用钛合金钢时应符合 GB/T 3624 或 GB/T 2965 的要求。当金属扣压接头材质与酸性输送流体接触时,应按照 GB/T 20972.2 的规定进行选材,其他类型的金属扣压接头材料由供需双方商定。

6.4.2 非金属接头(如电熔套筒)基体材料宜与内衬材料相同。当与内衬材料不同时,应按照 GB/T 34903.1—2017 确定其相容性。当与外层材料不同时应确认其可焊性。

6.5 密封件

若密封件为热塑性塑料,介质相容性要求应符合表 8 的规定;若密封件为橡胶材质,介质相容性要

求应符合表 10 的规定。

表 10 密封件材料介质适用性/相容性的技术要求

组件	体积变化率 %	拉伸屈服应力 变化率 %	拉伸断裂应力 变化率 ^a %	拉伸弹性模量 变化率 %	拉伸标称应变 变化率 %	检测方法
密封垫圈	—1~10	±50	±50	±50	±50	GB/T 34903.1—2017
^a 经供需双方协商一致,可用拉伸屈服应力变化率代替拉伸断裂应力变化率。						

7 产品评定

7.1 总则

- 7.1.1 产品评定包括:产品族代表 PFR 的完全评定、系统适应性评定、产品单体 PV 的部分评定。
- 7.1.2 产品族的尺寸范围可以 PFR 公称直径为基准,最小值向下减少 51 mm,最大值向上扩大 102 mm; 产品族的压力等级范围可在 PFR 的压力等级的 1/2 倍至 2 倍之间。超出上述尺寸/压力范围时,应作为新的产品族。
- 7.1.3 每个产品族中至少选择一个规格的管道作为产品族代表 PFR 进行完全评定试验。除非相关产品标准另有规定,产品族代表 PFR 的公称直径应不小于 51 mm。
- 7.1.4 金属增强复合管应从产品族中选择产品族代表进行爆破压力试验,得到该 PFR 的爆破压力置信下限。
- 7.1.5 非金属增强复合管应从产品族中选择产品族代表进行完全试验评定,得到该 PFR 的长期静液压压力 P_{LTHS} 和置信下限 P_{LPL} 。
- 7.1.6 用 PFR 的置信下限乘以一个不大于 1 的设计系数,得到该 PFR 的最大压力等级 MP_R。用 MP_R 按照一定规则向下圆整为优先数或常用值,得到 PFR 的公称压力等级 NPR。按照同样方法,得到经过验证属于该产品族的产品单体 PV 的最大压力等级 MP_R 和公称压力等级 NPR。各种系数与 NPR 相乘得到相应工况的最大工作压力 MOP。
- 7.1.7 通常,压力评定试验以水为试验介质。需要在其他温度下输送非水介质时,应根据试验数据、技术资料或工程经验,选择介质对压力的折减系数 f_t 以及温度对压力的折减系数 f_t ,与 NPR 相乘得到相应工况(介质/温度)的最大工作压力 MOP。
- 7.1.8 压力评定试验采用目标输送流体为试验介质时, $f_t=1$;考虑管道运行环境如存在循环载荷、安全等级或其他法规要求时,还应引入相应因素的折减系数,这些折减系数还应与 NPR 相乘得到相应的 MOP。
- 7.1.9 试样应经过预处理或者通过 7.5.2 中规定的试验。当对试样按照 7.5.2 的规定进行预处理时,应在 PFR 的评定试验前将试样反复弯曲至规定的允许搬运 MBR,反复弯曲次数为允许重复盘卷次数。

7.2 金属增强塑料管的压力等级评定

7.2.1 一般要求

金属增强复合管的 PFR 的最大公称压力等级应按照管体最小爆破压力 $P_{burst,min}$ 的计算值确定。

金属增强复合管的 PFR 的最大公称压力等级及其所有产品单体的最大公称压力等级均应通过 GB/T 15560 中规定的爆破试验验证,评定试验宜采用现场实际使用接头。允许的失效模式是增强层

材料在拉伸方向的失效,从而引起整体结构的失效。

如果试验中发生其他失效模式,制造商应找出原因并加以改进。复合管的设计应确保在内部压力条件下,增强层材料在拉伸方向的失效应先于其他模式发生。

7.2.2 产品族代表 MPR 的验证

按照 7.2.4 的要求计算得出的 PFR 的 MPR 应按照 GB/T 15560 的规定开展爆破压力试验进行验证,采用非约束性密封接头,应至少使用 5 个试样,并使用学生 t-分布计算该组爆破试样的 97.5% 预测下限。对于待验证的 MPR,计算得到的 97.5% 预测下限应不低于 MPR/F_d 。任一试样的数据都不应低于 MPR/F_d 。

7.2.3 产品单体的评定

制造商应对每个产品族的所有 PV 进行试验验证。应至少使用 5 个试样进行爆破压力试验评定,并使用学生 t-分布计算这组爆破试样的 97.5% 预测下限。对于待评定的 PV,计算得到的 97.5% 预测下限应不低于 MPR/F_d 。

7.2.4 最大压力等级评定

MPR 按照式(1)计算:

$$MPR = P_{burst,min} \times F_d \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$P_{burst,min}$ ——计算得到的最小爆破压力,计算只采用增强层的最小横截面积和最低力学性能为基础计算,不包括内管和外保护层;

F_d ——产品的设计系数。

制造商应提供具体的产品设计系数 F_d 值,推荐最大值为 0.5,且应基于以下条件:

- a) 最高设计温度不高于试验温度;
- b) 流体介质为水;
- c) 载荷是静态的;
- d) 安装完全符合制造商的建议和要求(搬运、安装和运行等)。

如果运行条件超出了上述基础条件,应采取附加的试验或分析。

7.3 非金属增强塑料管的压力等级评定

7.3.1 一般要求

非金属增强复合管的 PFR 的最大压力等级 MPR 及其所有产品单体 PV 的最大压力等级 MPR 均应通过 GB/T 6111 中规定的试验确定,评定试验宜采用现场实际使用接头。允许的失效模式是增强层材料在拉伸方向的失效,从而引起整体结构的失效。

如果试验中发生其他失效模式,制造商应找出原因并加以改进。复合管的设计应确保在内部压力条件下,增强层材料在拉伸方向的失效应先于其他模式发生。

7.3.2 产品族代表 MPR 的确定

产品族 PFR 的最大压力等级 MPR 应按照 GB/T 40937—2021 方法Ⅲ进行试验确定。

7.3.3 产品单体的评定

为得到其他产品单体 PV 的最大压力等级 MPR,首先需要检验该 PV 是否与 PFR 同族。

每个 PV 应至少使用 2 个试样进行 1 000 h 静液压试验进行验证。按照 SY/T 6794—2018 附录 F 计算 PV 与 PFR 增强结构的比值,作为缩放系数与 PFR 的 1 000 h 液压置信下限 $P_{\text{PFR}1\,000,\text{LCL}}$ 相乘,得到 1 000 h 试验压力 $P_{\text{PV}1\,000,\text{LCL}}$ 。在与 PFR 评定试验相同的温度下,2 个试样都能通过 1 000 h 静液压验证试验时,认为该 PV 与 PFR 代表的产品同族。

7.3.4 最大压力等级评定

按照 7.3.1 和 7.3.2 的要求对产品族代表进行评定,得到产品族特定温度和时间下的长期静液压压力 P_{LTHS} 、置信下限 P_{LPL} 、最大压力等级 MPR 以及爆破压力。

MPR 按照式(2)计算:

$$\text{MPR} = P_{\text{LPL}} \times F_d \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

F_d ——产品的设计系数。

制造商应提供具体的产品设计系数 F_d 值,推荐最大值为 0.67,且应基于以下条件:

- a) 最高设计温度不高于试验温度;
- b) 流体介质为水;
- c) 载荷是静态的;
- d) 安装完全符合制造商的建议和要求(搬运、安装和运行等)。

如果运行条件超出了上述基础条件,应采取附加的试验或分析。

7.4 最大工作压力

7.4.1 最大工作压力计算公式

考虑工作温度、输送介质及其他因素的影响,计算最大工作压力(MOP)。

MOP 按照式(3)计算:

$$\text{MOP} = \text{NPR} \times f_t \times f_f \times f_{s0} \times f_{s1} \times \dots \times f_{sn} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

MOP——最大工作压力,单位为兆帕(MPa);

NPR——最大压力等级,单位为兆帕(MPa);

f_t ——温度对压力的折减系数;

f_f ——介质对压力的折减系数;

f_{sn} ——其他因素对压力的折减系数。

7.4.2 温度折减系数

若是在服役温度下确定了 MPR/NPR,在计算 MOP 时无需考虑温度折减系数。

若未在服役温度确定 MPR/NPR,制造商应提供经试验验证的复合管的温度折减系数。

通过温度折减计算得到的服役温度下最大工作压力与服役温度下做了寿命评定得到的 MOP 不一致时,以服役温度下的寿命评定结果为准。

7.4.3 介质对压力的折减系数

介质对压力的折减系数应符合表 11 的规定。

表 11 输送不同介质时的折减系数

介质	水	液态碳氢化合物和多相流体	气体
系数	1	0.80	0.67

7.5 系统适用性评定

7.5.1 气体或多相流体输送用管材的快速泄压测试

产品族代表 PFR 和所有产品单体 PV, 应按照 SY/T 6794—2018 附录 G 规定的方法进行快速泄压试验, 试验应在产品族最高公称压力和最高设计温度下进行, 以验证设计的管材和接头不会发生坍塌、脱粘、起泡以及外保护层破裂等现象。

7.5.2 最小弯曲半径/重复盘卷试验

7.5.2.1 工作 MBR 验证试验

制造商应规定工作 MBR 并通过试验进行验证。试验时应使用合适的夹具固定试样, 使其维持在工作 MBR 状态下。对于非金属增强管材, 应按照 7.3.3 进行 1 000 h 液压验证试验。对于金属增强管材, 应按照 7.2.3 对 2 个试样进行爆破压力试验, 2 个试样的爆破压力都应不低于 MPR/F_d 。

制造商应在产品族中压力等级最高的产品中选择直径最小的和直径最大的产品分别进行试验, 每种规格分别取 2 个试样。

7.5.2.2 搬运 MBR 验证试验

制造商应规定搬运 MBR, 并按照 7.5.2.1 规定试验进行验证。如果搬运 MBR 不小于工作 MBR, 试验前应进行搬运 MBR 状态下的预处理, 即将 2 个样管反复弯曲至工作 MBR, 共 10 个循环, 如果搬运 MBR 小于工作 MBR, 10 次弯曲预处理中的一次应按照搬运 MBR 进行, 再进行 7.5.2.1 规定试验。

如果试验没有通过, 应对管材进行 PFR 评定, 金属增强管材按照 7.2.2 进行, 非金属增强管材按照 7.3.2 进行。在进行 PFR 评定之前, 所有试样都应进行搬运 MBR 状态下的预处理。

7.5.2.3 重复盘卷的预处理

如果管材允许重复盘卷, 试验前应进行试样的重复盘卷预处理, 将 2 个试样按照制造商规定的允许弯曲次数、反复弯曲至许用的重复盘卷 MBR。

预处理后, 对于金属增强管材, 按照 GB/T 15560 的规定对 2 个试样进行爆破试验; 对于非金属增强管材, 按照 7.3.3 的规定对 2 个试样进行 1 000 h 液压验证试验。

如果允许的重复盘卷次数不低于 10 次、且重复盘卷的 MBR 不大于工作 MBR, 则通过本试验的管材能够满足 7.5.2.2 的要求。

如果试验(或者复检)失败, 应将全部试样进行预处理至重复盘卷的 MBR, 随后进行 PRF 评定试验, 对于金属增强管材按照 7.2.2 进行, 对于非金属管材按照 7.3.2 进行。

7.5.3 轴向承载能力

制造商应规定每个 PV 的最大允许轴向拉伸载荷, 并通过试验验证。如果制造商推荐的安装程序中包括对预装配接头或套筒管材的拖拽, 则应使用装配有接头或套筒的管材进行试验。

在不施加内压的条件下将试样加载至允许的轴向拉伸载荷, 试样数量 2 个, 在 1 min~20 min 内加载至规定载荷; 保持载荷不低于 1 h, 随后按照 7.3.3 的规定对非金属增强管材进行 1 000 h 液压验证试

验,按照 GB/T 15560 的规定对 2 个金属增强管材试样进行爆破试验,2 个试样的爆破压力均应不低于 MPR/F_d 。

7.5.4 承受外部载荷的能力

承受外部载荷的能力应按照 GB/T 9647 规定的方法进行测定。

7.5.5 最低允许工作温度试验

制造商应规定最低允许工作温度,并对产品族中具有最高压力等级的管材进行试验。试验应采用 2 根最小管径的和 2 根最大管径的试样,且仅能使用经过制造商评定的现场接头,试验过程如下:

- a) 试样在最低允许工作温度的条件下保持不低于 2.5 h;
- b) 在 MPR 和最低允许工作温度下进行压力泄漏试验,持续时间不低于 60 min;
- c) 在压力为 $1.0\text{ MPa} \pm 0.34\text{ MPa}$ 和最低允许工作温度下进行附加试验,试验时间不低于 10 min,以确保连接结构的低压渗漏密封性;
- d) 增压介质可以使用气体或者液体;
- e) 在整个试验期间内所有试样不应发生泄漏。

7.5.6 抗冲击性能

制造商应提供管材在最低安装温度下的抗冲击性能。冲击试验中应使用 2 个试样,按照 GB/T 14152 的规定进行,其中试验用锤头选用 d90 型。冲击试验之后,非金属增强管应按照 7.3.3 对 2 个试样进行 1 000 h 液压验证试验;金属增强管应按照 GB/T 15560 的规定对 2 个试样进行爆破试验,2 个试样的爆破压力均应不低于 MPR/F_d 。

制造商还应对每个产品族中最高压力等级的最小和最大管径的产品分别选取 2 个试样进行试验。

冲击试验之后,外保护层应仍能对增强体提供足够的防护,以防止外界环境对其造成的影响。

7.5.7 热膨胀系数

制造商应提供管材的轴向热膨胀系数。测量温度范围应不低于 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$,试样的长度应不低于 6 倍管径,并在非承压状态下和在 NPR 状态下分别进行测量。当应用环境对外径间隙有严格要求时,还应测量环向热膨胀系数。对于每个产品族,制造商应在最高压力等级的最小和最大管径的产品中分别选取 2 个试样进行测量。

7.5.8 压力作用下的尺寸变化

制造商应给出管材从常压增压至 NPR 过程中的长度和直径的变化。对于每个产品族,制造商应在最高压力等级的最小和最大管径的产品中分别选取 2 个试样进行测量。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19278—2018 热塑性塑料管材、管件与阀门通用术语及其定义
-

—

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

可盘绕式增强塑料管

第 1 部分：总则

GB/T 38725.1—2022

*

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

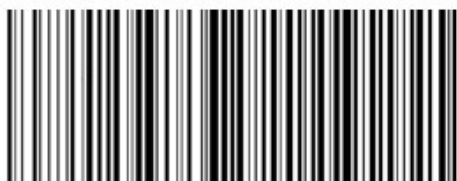
服务热线: 400-168-0010

2022 年 4 月第一版

*

书号: 155066 · 1-69996

版权专有 侵权必究



GB/T 38725.1—2022



码上扫一扫 正版服务到

中国标准出版社授权北京万方数据股份有限公司在中国境内(不含港澳台地区)推广使用