

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 123—2025

预浸带增强高压耐磨复合管及接头

Impregnated tape reinforced high-pressure wear-resistant composite pipes and joints

2025 - 04 - 23 发布

2025 - 04 - 24 实施

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 2

 3.1 术语和定义 2

 3.2 缩略语 3

4 产品描述 3

 4.1 耐磨复合管 3

 4.2 接头 4

 4.3 分类 4

 4.4 标识 4

5 材料 5

 5.1 耐磨内层 5

 5.2 预浸带增强层 5

 5.3 外保护层 6

 5.4 接头 6

 5.5 密封垫片 6

6 技术要求 6

 6.1 外观 6

 6.2 规格尺寸 6

 6.3 理化性能 6

 6.4 耐磨性能 7

 6.5 整卷或整根试压 7

7 试验方法 7

 7.1 试样状态调节 7

 7.2 外观和颜色 7

 7.3 规格尺寸 7

 7.4 受压开裂稳定性 8

 7.5 纵向回缩率 8

 7.6 静液压强度 8

 7.7 短时爆破压力 8

 7.8 最小弯曲半径 8

 7.9 短时循环压力试验 8

 7.10 拉伸性能 8

 7.11 耐磨性能 8

 7.12 管道环管试验 9

 7.13 整卷或整根试压 9

8 检验规则 9

 8.1 检验分类 9

 8.2 组批 9

 8.3 出厂检验 9

 8.4 型式检验 10

9 标志、包装、运输与贮存 11

 9.1 标志 11

 9.2 包装 11

 9.3 运输 12

 9.4 贮存 12

附录 A（规范性）耐磨复合管接头形式 13

 A.1 翻边螺纹接头 13

 A.2 翻边法兰接头 14

 A.3 增强电熔套筒接头 15

附录 B（资料性）预浸带结构设计方法 16

 B.1 预浸带结构 16

 B.2 结构设计 16

附录 C（规范性）耐磨复合管规格尺寸 18

附录 D（规范性）管道环管试验方法（磨损性能） 22

 D.1 原理 22

 D.2 试验介质 22

 D.3 环管试验系统 22

 D.4 试验设备 22

 D.5 数据采集 22

 D.6 管材壁厚测量 23

 D.7 试验步骤 23

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。

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：宝鸡天联汇通复合材料有限公司、长沙矿冶研究院有限责任公司、飞翼股份有限公司、长沙有色冶金设计研究院有限公司、中冶长天国际工程有限责任公司、中蓝连海设计研究院有限公司、长春黄金研究院、湖南大学、咸阳新德安新材料科技有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、张家港奥陶新材料有限公司。

本文件主要起草人：贾康康、杨志锋、张晓宇、王耀洲、陈光国、姜寄、钟明旭、高伟、胡涛、邹建伟、邹伟生、高雄、李厚补、吴河山。

预浸带增强高压耐磨复合管及接头

1 范围

本文件规定了预浸带增强高压耐磨复合管的产品描述、材料、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于输送介质为浆体、膏体、液体、粉体、含砂油气水等，长期工作温度不高于55℃的预浸带增强高压耐磨复合管。

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 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 1040.3 塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 2828.1 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

GB/T 3682.1 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

GB/T 5470 塑料 冲击法脆化温度的测定

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 6671 热塑性塑料管材纵向回缩率的测定

GB/T 8163 输送流体用无缝钢管

GB/T 8806 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定

GB/T 9124.1 钢制管法兰 第1部分：PN系列

GB/T 11181 子午线轮胎用钢帘线

GB/T 11182 橡胶软管增强用钢丝

GB/T 13663.2 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材

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 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 43005 给水用连续玻纤带缠绕增强聚乙烯复合管

SH/T 1818 塑料 超高分子量聚乙烯砂浆磨耗试验方法

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

预浸带增强高压耐磨复合管 impregnated tape reinforced high-pressure wear-resistant composite pipe

预浸带通过交叉缠绕方式形成中间增强层,增强层与耐磨内层和外保护层熔融粘结复合形成的管材(以下简称耐磨复合管)。

3.1.2

耐磨料 abrasion-resistant material

以聚烯烃材料为主体的兼具加工和耐磨性的聚烯烃改性材料等。

3.1.3

耐磨内层 wear-resistant inner layer

以耐磨料挤塑成型的与输送介质直接接触的高分子聚合物层。

3.1.4

增强层 reinforced layer

增强耐磨复合管耐压能力的结构层。

3.1.5

连续预浸带 continuous prepreg tape

由相互平行的连续钢丝、钢帘线、玻璃纤维或涤纶纤维经改性聚乙烯熔融浸渍制成的复合材料带材。

3.1.6

外保护层 outer layer

管材结构中耐受外界环境腐蚀、磨损和机械损伤的结构层。

3.1.7

公称尺寸 DN/ID nominal size DN/ID

与耐磨复合管内径相关的公称尺寸。

注:也称公称内径,单位为毫米(mm)。

3.1.8

公称压力等级 nominal pressure rating

制造商设定的常温条件下管材压力等级。

注:单位为兆帕(MPa)。

3.1.9

最小壁厚 minimum wall thickness

管材圆周上任一点壁厚的最小允许值。

注：单位为毫米（mm）。

3.1.10

接头 joint

用于管道连接的配件。连接方式包括扣压式翻边螺纹接头、扣压式翻边法兰接头、增强电熔套筒。

3.1.11

可盘绕式耐磨复合管 spoolable Wear-resistant composite pipe

能够进行盘卷和放卷的预浸带增强耐磨复合管。

注：单根长度不小于100m。

3.1.12

最小弯曲半径 minimum bending radius

耐磨复合管在存储、工作状态弯曲时，不产生破坏与折断的最小极限值。

3.1.13

钢帘线 steel cord wire

由多股高强度钢丝编制而成的绳状金属增强材料。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DN/ID：公称尺寸（nominal size DN/ID）

PN：公称压力等级（nominal pressure rating）

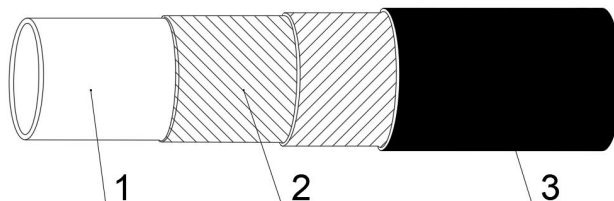
PE：聚乙烯（polyethylene）

TLR：拉伸载荷等级（tensile load rating）

4 产品描述

4.1 耐磨复合管

耐磨复合管由内至外宜由耐磨内层、预浸带增强层、外保护层构成，管体增强层应通过熔结或黏结方式与相邻各层形成不可相对运动的整体式管壁结构，典型的结构如图 1 所示。当用于非开挖管线修复或大坡度敷设工况时，可在增强层表面以一定角度缠绕或轴向伴敷预浸带材料增加耐磨复合管抗拉强度。



标引序号说明：

1——耐磨内层；

- 2——预浸带增强层；
- 3——外保护层。

图 1 耐磨复合管典型结构示意图

4.2 接头

耐磨复合管接头宜采用金属材质的扣压式翻边螺纹接头、扣压式翻边法兰接头、非金属增强电熔套筒，也可采用其他满足连接性能要求的接头方式，接头形式见附录 A。

4.3 分类

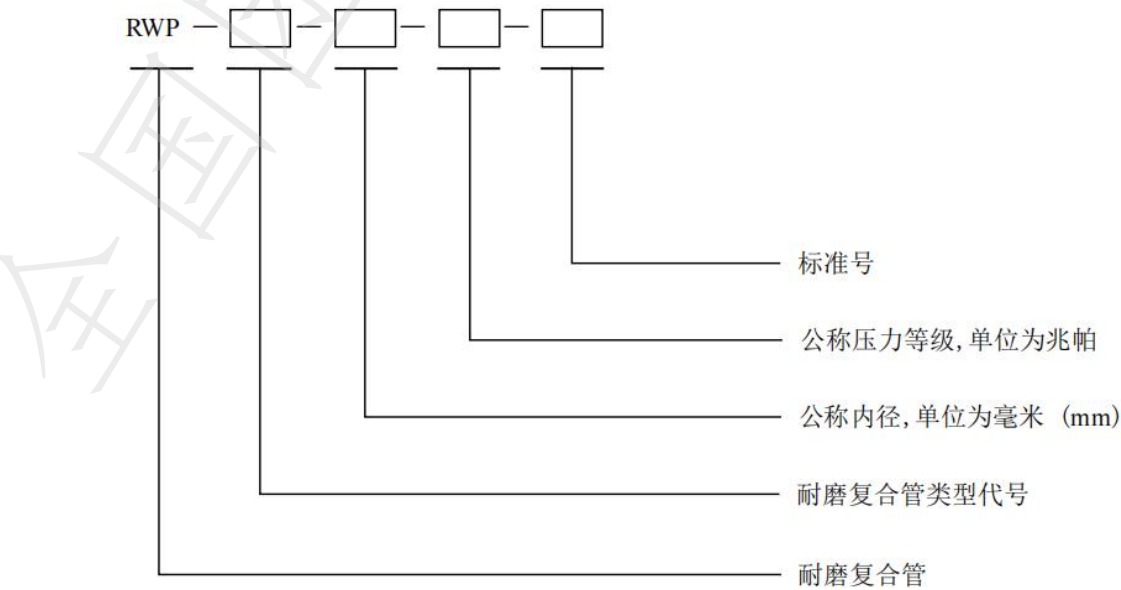
耐磨复合管分类见表 1。

表 1 耐磨复合管分类

耐磨复合管类型	代号
钢丝或钢帘线预浸带增强高压耐磨复合管	I
玻璃纤维预浸带增强高压耐磨复合管	II
涤纶纤维预浸带增强高压耐磨复合管	III
预浸带轴向增强耐磨复合管高压耐磨复合管	IV
多种预浸带增强高压耐磨复合管	V
其他连续预浸带增强高压耐磨复合管	X

4.4 标识

耐磨复合管应采用下列标识方法：



示例：公称内径为DN150mm，公称压力等级为10MPa的钢帘线预浸带增强高压耐磨复合管应标识为：
RWP - I - DN150 - 10MPa - 本文件标准号。

5 材料

5.1 耐磨内层

5.1.1 共挤耐磨内层

共挤耐磨内层应由耐磨料和聚乙烯熔融共挤成型，耐磨料宜采用经POE改性的聚烯烃耐磨材料，性能应符合表 2 的规定，长期工作温度不应超过55℃。

表 2 聚烯烃耐磨料性能

检测项目	检测要求	检测方法
密度，g/cm ³	0.85~0.95	GB/T 1033.1
熔体质量流动速率（190℃/2.16kg），g/10min	0.10~0.55	GB/T 3682.1
拉伸强度，MPa	≥20	GB/T 1040.3 （5型哑铃试样） 拉伸速率100mm/min
断裂拉伸应变，%	≥600	
低温冲击脆化温度，℃	≤-40	GB/T 5470
氧化诱导时间（200℃），min	≥30	GB/T 19466.6
砂浆磨损率，%	≤0.20	SH/T 1818
磨损指数，%	≤50	SH/T 1818

5.1.2 其他耐磨内层

当耐磨复合管长期工作温度超过55℃或有其他要求时，经供需双方协商可选用超高分子量聚乙烯、尼龙、聚偏氟乙烯等其他材质的耐磨料，耐磨性能应符合本文件的规定。

5.1.3 聚乙烯应符合 GB/T 13663.2 的规定。

5.1.4 材料不应使用回用料。

5.2 预浸带增强层

预浸带增强层宜采用钢丝预浸带、钢帘线预浸带、涤纶纤维预浸带、玻璃纤维预浸带或其他提升耐磨复合管承压性能的连续预浸带，钢丝预浸带、钢帘线预浸带、涤纶纤维预浸带结构设计方法见附录 B。

5.2.1 采用钢丝预浸带时，钢丝应符合 GB/T 11182 的规定；采用钢帘线预浸带时，钢帘线应符合 GB/T

11181 的规定；采用涤纶纤维预浸带时，涤纶纤维应符合 GB/T 16604 的规定；采用玻璃纤维预浸带时，应符合 GB/T 43005 的规定。

5.3 外保护层

外保护层材料应采用聚乙烯，聚乙烯应符合 GB/T 13663.2 的规定。

5.4 接头

翻边螺纹接头的金属套筒、螺母宜采用碳钢，性能应符合 GB/T 8163 的规定；翻边法兰接头宜采用碳钢，法兰应符合 GB/T 9124.1 的规定；增强电熔套筒接头的套筒材料应采用聚乙烯，聚乙烯应符合 GB/T 13663.2 的规定。

5.5 密封垫片

5.5.1 翻边螺纹接头的密封垫片宜采用耐磨橡胶、聚四氟乙烯垫片等对管道性能无不利影响的垫片。

5.5.2 翻边法兰接头的密封件宜采用金属垫片。

6 技术要求

6.1 外观

6.1.1 耐磨复合管内外表面应光滑、平整，无明显划痕、气泡、针眼、杂质和其他影响使用的缺陷。

6.1.2 耐磨复合管端头应切割平整，端口与管轴线垂直，宜采用防渗封口处理。

6.1.3 耐磨复合管外保护层颜色宜为黑色；若采用其他颜色，应由供需双方协商确定。

6.2 规格尺寸

6.2.1 公称直径、公称压力等级、最小壁厚及最小存储弯曲半径应符合附录 C 的规定。

6.2.2 可盘绕式耐磨复合管的盘管长度允许偏差应为 $+0.2\%$ m。

6.2.3 直管长度宜为 6m、9m、12m、18m、22m，长度允许偏差应为 $+50_0$ mm。

6.3 理化性能

6.3.1 理化性能应符合表 3 的规定。

6.3.2 允许失效模式应为增强层拉伸断裂失效。出现管体从接头或套筒中脱出等其它失效模式，应将该试验结果作废处理。

表 3 理化性能

项 目	指标	试验方法
受压开裂稳定性	表面无裂纹，各结构层无分层	7.4
纵向回缩率	$<3\%$	7.5
静液压强度	常温：公称压力等级 $\times 2$ ，保持 1 h，无破裂、无渗漏； 常温：公称压力等级 $\times 1.5$ ，保持 165 h，无破裂、无渗漏。	7.6
短时爆破压力	常温： ≥ 3.0 倍公称压力等级	7.7
最小弯曲半径（MBR）试验	满足常温短时爆破压力要求。	7.8
短时循环压力	≥ 7000 周次，无破裂、无渗漏	7.9
拉伸性能	最大拉伸失效载荷 ≥ 3.0 倍拉伸载荷等级（TLR）	7.10

6.4 耐磨性能

耐磨复合管的耐磨性能应以砂浆磨损率表示，砂浆磨损率不应大于0.2%。

6.5 整卷或整根试压

带翻边螺纹接头、翻边法兰接头的耐磨复合管出厂前按规定的试验方法进行整卷或整根试压，试压后应无渗漏、无破坏。

7 试验方法

7.1 试样状态调节

取样应在管材生产至少24 h 后进行，应按 GB/T 2918的规定，在温度23℃下状态调节至少4 h 后进行试验。

7.2 外观和颜色

外观和颜色可采用目测方法，内壁可用光源照看。

7.3 规格尺寸

7.3.1 平均内径、最小壁厚

平均内径、最小壁厚应按GB/T 8806的规定测量。

7.3.2 长度

长度应用分度值不大于 1 mm 的测量仪器测量。

7.4 受压开裂稳定性

取长度为 $100\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 或平均内径的1.1倍中的较大值的耐磨复合管样品 3 个进行试验,样品置于试验机压板间进行径向压缩,应确保压板完全覆盖管道样品长度,10s~15s压到耐磨复合管外径的30%,目测耐磨复合管应无裂纹和分层。

7.5 纵向回缩率

试验应按GB/T 6671的规定执行。

7.6 静液压强度

试验应按GB/T 6111的规定执行,应采用非约束型端部型式,应至少有 1 根管样使用的接头与现场一致。

7.7 短时爆破压力

试验应按GB/T 15560的规定执行。

7.8 最小弯曲半径

7.8.1 最小弯曲半径试验应至少使用两个管样进行。样品有效长度应大于管样最小存储弯曲半径。应按附录 C 的规定,将管样反复弯曲至最小存储弯曲半径 10 个循环后,对管样进行短时爆破压力试验。

7.8.2 制造商应提供耐磨复合管的最小工作弯曲半径。应使用合适的夹具固定管样,维持在最小工作弯曲半径,可参照 GB/T 2918 进行状态调节 24h 后,对管样进行短时爆破压力试验。

7.9 短时循环压力试验

7.9.1 样品应采用非约束型端部型式,样品有效长度应大于或等于 5 倍外径,但不应小于 300mm。

7.9.2 循环压力波动幅值,波谷不应大于 0.69MPa;波峰不应低于公称压力等级的 1.5 倍。

7.9.3 试验频率应为 25 周次/min。

7.10 拉伸性能

7.10.1 制造商应提供耐磨复合管的 TLR。样品有效长度应大于或等于 5 倍外径,但不应小于 300mm。

7.10.2 轴向拉伸应在不施加内压的条件下将管样以 10mm/min 的速率进行,记录曲线屈服点对应的最大拉伸失效载荷。

7.11 耐磨性能

耐磨内层耐磨试验磨损介质应采用石英砂浆,试验应按SH/T 1818的规定执行。

7.12 管道环管试验

耐磨复合管磨损性能与摩阻损失试验可通过环管试验进行，试验应按附录C的规定执行。

7.13 整卷或整根试压

整卷或整根试压应在常温状态下进行，试压介质应为清水，密封接头应由制造商提供，试验压力应为公称压力等级的1.3倍，保持 1 h。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验应分出厂检验和型式检验。

8.2 组批

同一原料、配方和工艺连续生产的同一规格产品应为一批，且每批数量不应超过5000m，生产15d尚不足5000m，应以15d产量为一批。

8.3 出厂检验

8.3.1 检验项目

产品应经质检部门检验合格后，并附合格证方可出厂。出厂检验项目应符合表4的规定。

表 4 出厂检验项目

检验项目	试验要求	试验方法
外观	6.1	7.2
耐磨复合管的规格尺寸	6.2	7.3
受压开裂稳定性	6.3	7.4
纵向回缩率	6.3	7.5
短时爆破压力	6.3	7.7
整卷或整根试压	6.4	7.13

8.3.2 抽样与判定

8.3.2.1 长度、外观和规格尺寸抽样与判定应按 GB/T 2828.1 的规定执行，采用正常检验一次抽样方案，取一般检验水平 1 L=L，接收质量限 AQL=6.5，抽样方案应符合表 5 和表 6 规定。

表5 直管出厂检验抽样方案

单位：根

批量 N	样本数量 n	接收数 A_c	拒收数 R_e
≤ 90	3	0	1
91~150	8	1	2
151~280	13	2	3
281~500	20	3	4
501~1200	32	5	6
1201~3200	50	7	8
3201~10000	80	10	11

表6 盘管出厂检验抽样方案

单位：盘

批量 N	样本数量 n	接收数 A_c	拒收数 R_e
2~8	2	0	1
9~15	3	0	1
16~25	5	0	1
26~50	8	1	2
51~90	13	1	2
91~150	20	2	3
151~280	32	3	4

8.3.2.2 在计数抽样合格的产品中，应随机抽取一个样品进行试验。当出现不合格时，应重新抽取两个样品进行第二次试验；仍有不合格，应判定该批为不合格批。

8.4 型式检验

8.4.1 分组

尺寸分组应符合表7的规定。

表 7 尺寸分组

尺寸组	1	2	3
公称尺寸 DN, mm	$80 \leq DN \leq 225$	$225 < DN \leq 500$	$500 < DN \leq 900$

8.4.2 检验项目

型式检验项目为本文件技术要求的全部检验项目。

8.4.3 抽样与判定

按8.4.1中的分组要求，每个分组中抽取1种规格耐磨复合管，进行8.4.2中要求的所有检验项目。检验合格，可判定该组中的所有产品满足型式试验的要求。

8.4.4 型式检验条件

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制鉴定时；
- b) 正常生产时，每 4 年检验一次；
- c) 主要原辅材料或关键工艺变化，可能影响产品性能时；
- d) 停产半年以上，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时。
- f) 国家行政部门或购方要求时。

9 标志、包装、运输与贮存

9.1 标志

产品上应有清晰持久的标志，并应包括下列内容：

- a) 制造厂注册名称或商标；
- b) 产品标识；
- c) 制造日期；
- d) 批号。

若购方有特殊标识要求，也应进行标记。

9.2 包装

9.2.1 平直包装

按定长供货的耐磨复合管应采用平直包装，在包装件上应备有抓持条带，抓持条带设置数目和位置应保证在搬运时能使复合管保持足够平直。

9.2.2 盘卷包装

按定长供货的耐磨复合管应采用盘卷包装，但盘卷半径不得小于最小储存弯曲半径。盘卷捆扎包装材料和捆扎方法应由购方与制造商协议确定。

9.3 运输

9.3.1 装卸时应确保耐磨复合管两端接头完好，不应使用铁棒插入管口进行抬撬搬运。

9.3.2 运输过程中应采用平板拖车，耐磨复合管宜放在垫木上，并用打捆带捆扎。应避免耐磨复合管悬空造成弯曲或损伤。

9.4 贮存

9.4.1 耐磨复合管应储存在干燥、通风、阴凉处，应避免受潮。

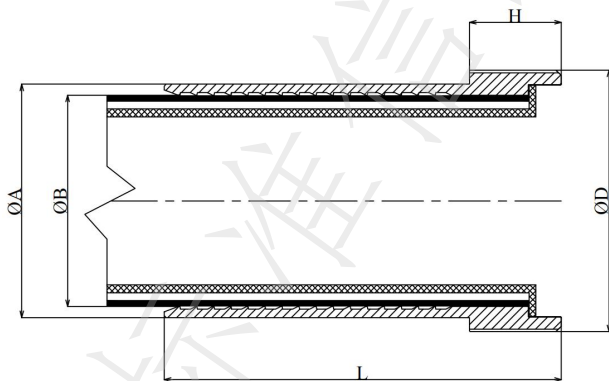
9.4.2 耐磨复合管堆放高度不宜超过 3 m。

9.4.3 耐磨复合管不宜露天存放，应远离热源，存储温度不应超过 45 ℃。

附录 A
(规范性)
耐磨复合管接头形式

A.1 翻边螺纹接头

耐磨复合管端部应扣压金属套筒，将耐磨复合管与金属套筒翻边成型，翻边后耐磨内层应连续不间断且平滑过渡，翻边螺纹接头连接应采用螺纹连接以及密封垫片密封。翻边螺纹接头应由外丝套筒、平头套筒和螺母组成，见图A.1、图A.2。



标引序号说明：

A——外螺纹套筒外径；

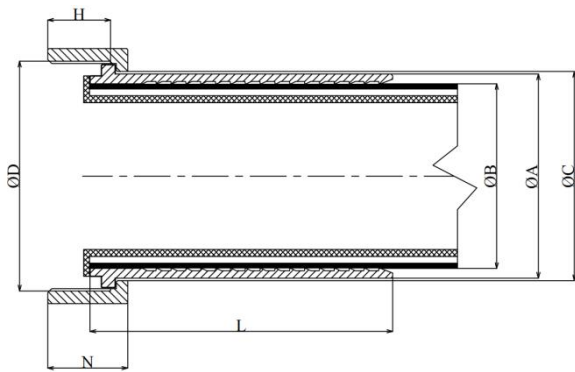
B——外螺纹套筒内径；

D——外螺纹套筒外丝螺纹规格；

H——外螺纹套筒螺纹长度；

L——外螺纹套筒长度。

图 A.1 翻边螺纹接头外螺纹端结构示意图



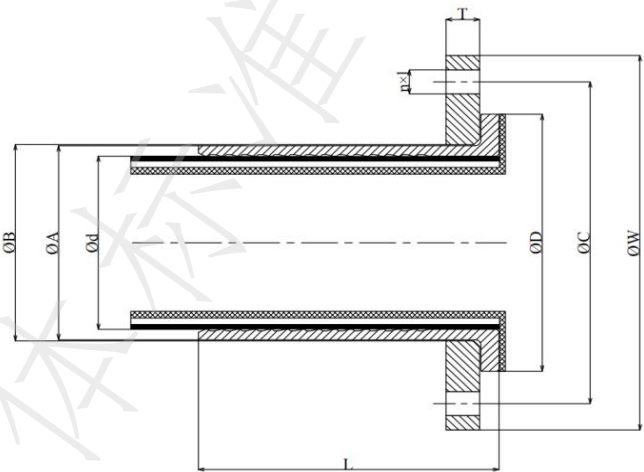
标引序号说明：

- D——螺母螺纹规格；
- B——平头套筒内径；
- A——平头套筒外径；
- C——螺母芯孔直径；
- H——螺母螺纹长度；
- N——螺母长度；
- L——平头套筒长度。

图 A. 2 翻边螺纹接头螺母端结构示意图

A. 2 翻边法兰接头

耐磨复合管端部应扣压金属套筒，翻边法兰接头并翻边成型，翻边前后内径应一致，耐磨内层应连续不间断且平滑过渡。金属翻边法兰接头应由法兰套筒和法兰构成，见图A. 3。法兰应符合GB/T9124. 1 的规定。

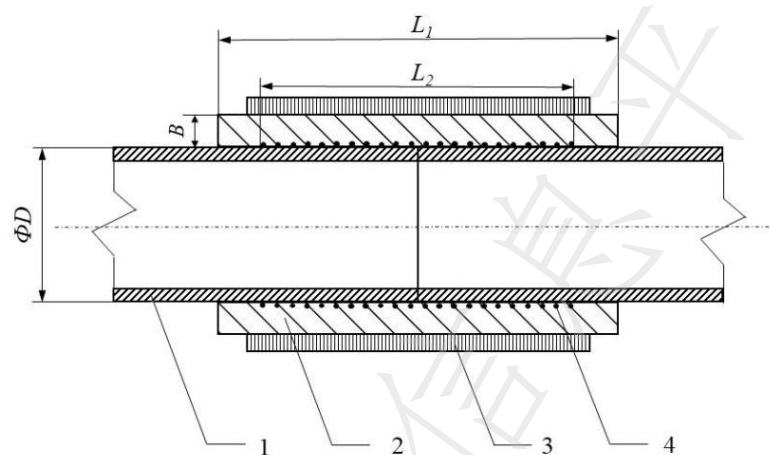


- 标引序号说明：
- D——法兰套筒环外径；
 - A——法兰套筒外径；
 - d——法兰套筒内径；
 - L——法兰套筒长度；
 - t——法兰套筒活套厚度；
 - B——法兰内径；
 - T——法兰厚度；
 - W——法兰外径；
 - C——螺栓连接孔直径；
 - $n \times 1$ ——螺栓规格数量。

图 A. 3 翻边法兰接头结构示意图

A.3 增强电熔套筒接头

耐磨复合管增强电熔套筒应由PE套筒和玻璃纤维增强结构构成，见图A.4。



符号说明：

1 —— 耐磨复合管；

2 —— PE套筒；

3 —— 玻璃纤维增强层；

4 —— 电阻丝；

B —— PE套筒厚度，单位为毫米（mm）；

D —— 套筒接头内径，单位为毫米（mm）；

L_1 —— 套筒接头长度，单位为毫米（mm）；

L_2 —— 熔接长度，单位为毫米（mm）。

图 A.4 增强电熔套筒连接典型结构

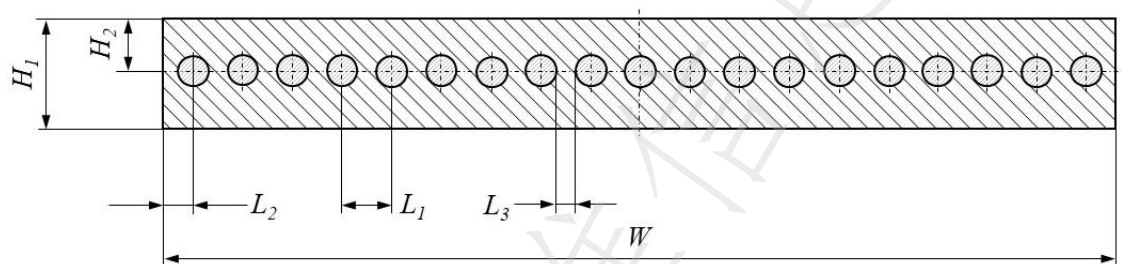
附 录 B

（资料性）

预浸带结构设计方法

B.1 预浸带结构

预浸带典型结构示意图见图 B.1。



符号说明：

H_1 ——预浸带厚度，单位为毫米（mm）；

H_2 ——树脂层厚度，单位为毫米（mm）；

L_1 ——布丝间隙，单位为毫米（mm）；

L_2 ——边缘间隙，单位为毫米（mm）；

L_3 ——丝间树脂间隙，单位为毫米（mm）；

W ——预浸带宽度，单位为毫米（mm）。

图 B.1 预浸带示意图

B.2 结构设计

B.2.1 预浸带宽度

预浸带宽度宜根据内衬管的直径、增强带缠绕角度、单层钢丝根数以及带与带之间的间隙计算确定，宽度偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

B.2.2 丝（绳）根数

丝（绳）根数 N 根据公式（B.1）确定。

$$N = F/f \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

F ——预浸带总拉力，单位为牛顿（N）；

f ——单根丝（绳）的拉力，单位为牛顿（N）；

N——丝（绳）根数。

B.2.3 预浸带厚度

预浸带厚度应大于钢丝直径，并能保证多层带之间的热熔合，厚度偏差为±0.1mm。

B.2.4 布丝间隙

根据带宽和丝（绳）数按照公式（B.2）进行计算。

$$L1 = W/N \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

L1——布丝间隙，单位为毫米（mm）；

N——丝（绳）根数；

W——预浸带宽度，单位为毫米（mm）。

B.2.5 边缘间隙

预浸带边缘不应有丝（绳）裸露，其宽度按照公式（B.3）进行计算。

$$L2 = L1/2 \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

L_2 ——边缘间隙，单位为毫米（mm）；

N——钢丝（绳）根数。

B.2.6 树脂层厚度

为保证丝（绳）在预浸带的中心，树脂层厚度应符合公式（B.4）。

$$H2 = H1/2 \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

H_1 ——预浸带厚度，单位为毫米（mm）；

H_2 ——树脂层厚度，单位为毫米（mm）。

附 录 C
(规范性)
耐磨复合管规格尺寸

规格尺寸、公称压力等级和最小存储弯曲半径应符合表C.1的规定。

表 C.1 规格尺寸、公称压力等级和最小弯曲

公称尺寸 DN/ID mm	公称压力等级 MPa	平均内径 mm	耐磨层 最小厚度 mm	内衬层整体 最小厚度 mm	外保护层 最小厚度 mm	最小存储 弯曲半径 mm
80	2.5	80^{+2}_{-1}	2.0	7.0	3.0	1050
	4.0		2.0	7.0	3.0	1050
	6.3		2.0	7.0	3.0	1050
	10.0		2.0	7.0	3.0	1050
	16.0		2.0	7.0	3.0	1050
	20.0		2.0	7.0	3.0	1050
	25.0		2.0	7.5	3.0	1100
	32.0		2.0	7.5	3.0	1100
100	2.5	100^{+2}_{-1}	2.5	8.5	3.0	1200
	4.0		2.5	8.5	3.0	1200
	6.3		2.5	8.5	3.0	1200
	10.0		2.5	8.5	3.0	1200
	16.0		2.5	8.5	3.0	1200
	20.0		2.5	9.0	3.0	1250
	25.0		2.5	9.0	3.0	1250
125	2.5	125^{+2}_{-1}	2.5	9.5	3.0	1300
	4.0		2.5	9.5	3.0	1300
	6.3		2.5	9.5	3.0	1300
	10.0		2.5	9.5	3.0	1300
	16.0		2.5	9.5	3.0	1350
	20.0		2.5	10.0	3.0	1350
	25.0		2.5	10.0	3.0	1400
150	2.5	150^{+2}_{-1}	2.5	10.5	3.5	1400
	4.0		2.5	10.5	3.5	1400

表C.1 规格尺寸、公称压力等级和最小弯曲（续）

公称尺寸 DN/ID mm	公称压力等级 MPa	平均内径 mm	耐磨层 最小厚度 mm	内衬层整体 最小厚度 mm	外保护层 最小厚度 mm	最小存储 弯曲半径 mm
	6.3		2.5	10.5	3.5	1400
	10.0		2.5	10.5	3.5	1400
	16.0		2.5	10.5	3.5	1450
	20.0		2.5	11.0	3.5	1450
	25.0		2.5	11.0	3.5	1500
175	2.5	175^{+2}_{-2}	3.0	10.5	3.5	1450
	4.0		3.0	10.5	3.5	1450
	6.3		3.0	10.5	3.5	1450
	10.0		3.0	10.5	3.5	1450
	16.0		3.0	11.0	3.5	1500
	20.0		3.0	11.0	3.5	1500
200	2.5	200^{+2}_{-2}	3.0	11.5	4.0	1500
	4.0		3.0	11.5	4.0	1500
	6.3		3.0	11.5	4.0	1500
	12.0		3.0	11.5	4.0	1600
	16.0		3.0	12.0	4.0	1600
	20.0		3.0	12.0	4.0	1600
225	2.5	225^{+2}_{-2}	3.0	11.5	4.0	1600
	4.0		3.0	11.5	4.0	1600
	6.3		3.0	11.5	4.0	1600
	8.0		3.0	11.5	4.0	1700
	12.0		3.0	11.5	4.0	1700
	16.0		3.0	12.0	4.0	1700
250	2.5	250^{+2}_{-2}	3.5	12.0	4.0	/
	4.0		3.5	12.0	4.0	/
	6.3		3.5	12.0	4.0	/
	8.0		3.5	12.0	4.0	/
	10.0		3.5	12.5	4.0	/
	12.0		3.5	12.5	4.0	/

表C.1 规格尺寸、公称压力等级和最小弯曲（续）

公称尺寸 DN/ID mm	公称压力等级 MPa	平均内径 mm	耐磨层 最小厚度 mm	内衬层整体 最小厚度 mm	外保护层 最小厚度 mm	最小存储 弯曲半径 mm
300	1.6	300^{+2}_{-2}	3.5	13.0	4.5	/
	2.5		3.5	13.0	4.5	/
	4.0		3.5	13.0	4.5	/
	6.3		3.5	13.0	4.5	/
	8.0		3.5	13.5	4.5	/
	10.0		3.5	13.5	4.5	/
350	1.6	350^{+2}_{-2}	3.5	13.0	4.5	/
	2.5		3.5	13.0	4.5	/
	4.0		3.5	13.0	4.5	/
	6.4		3.5	13.0	4.5	/
	8.0		3.5	13.5	4.5	/
	10.0		3.5	13.5	4.5	/
400	1.6	$400^{+2.5}_{-2}$	3.5	14.0	5.0	/
	2.5		3.5	14.0	5.0	/
	4.0		3.5	14.0	5.0	/
	6.4		3.5	15.0	5.0	/
	8.0		3.5	15.0	5.0	/
450	1.6	$450^{+2.5}_{-2}$	4.0	15.0	5.0	/
	2.5		4.0	15.0	5.0	/
	4.0		4.0	15.0	5.0	/
	6.4		4.0	16.0	5.0	/
	8.0		4.0	16.0	5.0	/
500	1.6	500^{+3}_{-2}	4.0	16.0	5.5	/
	2.5		4.0	16.0	5.5	/
	4.0		4.0	17.0	5.5	/
	6.0		4.0	18.0	5.5	/
600	1.0	600^{+3}_{-2}	4.0	17.0	5.5	/
	2.0		4.0	17.0	5.5	/
	3.0		4.0	18.0	5.5	/

表C.1 规格尺寸、公称压力等级和最小弯曲（续）

公称尺寸 DN/ID mm	公称压力等级 MPa	平均内径 mm	耐磨层 最小厚度 mm	内衬层整体 最小厚度 mm	外保护层 最小厚度 mm	最小存储 弯曲半径 mm
	4.0		4.0	19.0	5.5	/
	5.0		4.0	20.5	5.5	/
700	1.0	700 ⁺³ ₋₂	5.0	18.5	5.5	/
	2.0		5.0	18.5	5.5	/
	3.0		5.0	19.5	5.5	/
	4.0		5.0	20.5	5.5	/
	5.0		5.0	22.0	5.5	/
800	1.0	800 ^{+3.5} _{-2.5}	5.0	20.0	6.0	/
	2.0		5.0	21.5	6.0	/
	3.0		5.0	24.5	6.0	/
	4.0		5.0	27.0	6.0	/
900	1.0	900 ^{+3.5} ₋₃	5.0	22.0	6.0	/
	2.0		5.0	24.0	6.0	/
	3.0		5.0	26.5	6.0	/
	4.0		5.0	29.0	6.0	/

注：耐磨层厚度为常规设计参考，若因特殊工况需要增减耐磨层厚度，需要按照环管试验结果与使用年限确认；

本表格中只列出典型规格型号，其他压力等级可根据购方要求定做。

附录 D (规范性) 管道环管试验方法（磨损性能）

D.1 原理

环管试验系统中试验管道部分是由直管、弯管及不同角度弯头构成的可循环的浆体输送系统，通过固液两相流专用泵将浆体给入管道中，使浆体在管道中连续流动，可用以研究不同管道结构处在磨损介质作用下的耐磨损性能。浆体流动一定时间后，测定管道的质量磨损量和壁厚磨损量以表征管道的耐磨损性能。本方法适用于浆体长距离管道输送提供管材选型参数。

D.2 试验介质

以石英砂、尾矿砂、煤粉等颗粒物质与水按照一定配比制作的浆体介质。

D.3 环管试验系统

由水力搅拌桶、试验主固液两相流专用泵、调浆泵、试验管道、测控系统组成，见下图D.1。

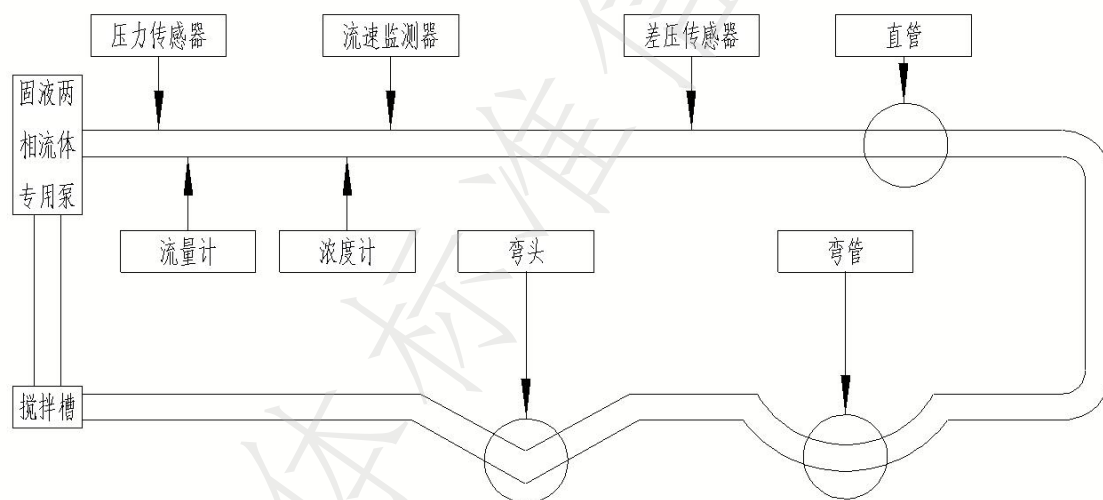


图 D.1 环管实验系统示意图

D.4 试验设备

- D.4.1 固液两相流专用泵：输送主泵，水力搅拌。
- D.4.2 搅拌槽：造浆。
- D.4.3 管道部分：直管、弯管、不同角度弯头。
- D.4.4 电磁流量计：流量检测。
- D.4.5 压力传感器：泵出口压力监测。
- D.4.6 差压传感器：矿浆浓度监测
- D.4.7 浓度计：测试管道内部浓度监测。
- D.4.8 流速监测器：监测管道内部流速监测。
- D.4.9 矿浆称重系统：称重法测流量。

D.5 数据采集

试验水平管道上安装有微差压传感器和流速监测器，用于采集管道沉降系数。泵的出口管道上安装了压力传感器，监测泵的出口压力。试验主泵出口管道上安装了电磁流量计。另外配置了基于称重传感

的矿浆称，管道的实际流量均能通过矿浆称测定。此外计算机系统能够采集主泵的频率、电流、输出功率等数据，可以将这些数据和差压传感器的数据进行对比，比较两者的趋势，从而间接确定差压数据的可靠性。

D.6 管材壁厚测量

壁厚测量仪直接测量（图D.2所示）；

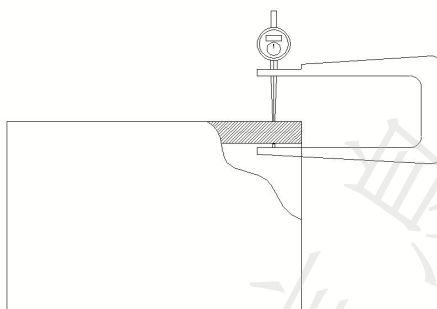


图 D.2 管材壁厚测量示意

D.7 试验步骤

- D.7.1 称量磨损前短管试件的质量，选取管道壁厚测量点及测量点磨损前壁厚的测量。
- D.7.2 环管试验系统的布置安装。
- D.7.3 磨损介质的制备（需保证磨损介质性质恒定）。
- D.7.4 浆体在搅拌桶中搅拌均匀后，开启渣浆泵进行环管循环磨损试验。
- D.7.5 为保证试样粒级组成的稳定，排除粒级变化给磨损试验带来的误差，初次试验时间暂定60小时，试验后通过分析粒度组成和颗粒形状变化情况确定每次试验时间。单一粒度单一流速工况下，进行不少于五次独立重复试验。
- D.7.6 环管试验运行一定时间后，测定管道的质量磨损量及壁厚磨损量。质量磨损量采用称量法测定。串接于环管中的短管试件经过规定时间的运行磨损后卸下，清除污垢后烘干至恒重，采用精密电子台秤称量。使用壁厚测量仪测量管道壁厚测量点的剩余壁厚。