



中国西部开发促进会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

BFDR 玄武岩纤维双层增强复合管

Basalt Fiber Double-layer Reinforced composite pipe

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国西部开发促进会 发布

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件代替T/SHTIA 003—2023《BFDR玄武岩纤维双层增强复合管》。本文件实施之日起，原文件T/SHTIA 003—2023同时废止。

本文件起草单位：源单新材料科技（成都）有限责任公司、北京航空航天大学、四川玄武岩纤维新材料研究院（创新中心）。

本文件参加起草单位：四川航天拓鑫玄武岩实业有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司、航天规划设计集团有限公司、宜宾天亿新材料科技有限公司、中建二局集团有限公司、中交第四航务工程局有限公司、信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司、中冶南方工程技术有限公司、四川省建材工业科学研究院、广安源单新材料科技有限责任公司。

本文件主要起草人：梁军、杨中甲、龙明全、丁鹏、李莉、高勇、贾宇冲、杨成春、肖婷睿、何云婷、何英、蔡福友、林继元、金峙、唐玲、王强、江成贵、王吉祥。

BFDR 玄武岩纤维双层增强复合管

1 范围

本文件规定了BFDR玄武岩纤维双层增强复合管的分类和标记、要求、试验方法、检验规则和标志、运输、贮存。

本文件规定的BFDR玄武岩纤维双层增强复合管适用于长期使用温度不超过 45℃的市政、道路、建筑小区、工业园区、乡村振兴及海绵城市埋地排水用管材

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 288.1 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法
- 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 1549 纤维玻璃化学分析方法
- GB/T 1634 塑料负荷变形温度的测定
- 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 塑料 热塑性塑料溶体质量流动速率（MFR）和溶体体积流动速率（MVR）的测定第一部分：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 8804.3 热塑性塑料管材拉伸性能测定 第3部分：聚烯烃管材
- GB/T 8806 塑料管道系统塑料部件尺寸的测定
- GBT 9345.1 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 11253 碳素结构钢冷轧钢板及钢带
- ISO 13968 塑料管道及输送系统热塑性塑料管材环柔性的测定
- 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 18042 热塑性塑料管材蠕变比率的试验方法
- GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱
- 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 20310 玻璃纤维无捻粗纱浸胶纱试样的制作和拉伸强度的测定
- GB/T 21873 橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范
- GB/T 25045 玄武岩纤维无捻粗纱
- GB/T 41063 玻璃纤维密度的测定
- CJ/T 225—2011 埋地排水用钢带增强聚乙烯（PE）螺旋波纹管
- CJ/T 270—2017 聚乙烯塑钢缠绕排水管及连接件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

BFDR 玄武岩纤维双层增强复合管 basalt fiber double-layer reinforced composite pipe

BFDR玄武岩纤维双层增强复合管（以下简称“管材”）是以玄武岩纤维为增强材料，并在纤维增强聚乙烯（PE）体系内添加抗老化、增韧、相容剂等助剂，管壁外层结构为玄武岩纤维增强聚乙烯复合材料包裹“工”字型螺旋钢带，管壁内层使用改性聚乙烯复合材料的新型排水排污复合管道。

3.2

连接件 connecting piece

用于连接管材的部件，是承插式柔性连接密封接头。

3.3

内径 inside diameter

在管材任一垂直轴向横截面上从管内壁任一点到管内壁另外一点的最大距离。

3.4

平均内径 mean bore diameter

在管材的同一横截面处，每转动45° 测量一次内径，取四次测量结果的算术平均值，向上修约到0.1mm。

3.5

外径 outside diameter

管材加强筋端部外圆轮廓的直径数值。

3.6

壁厚 wall thickness

在管材相邻加强筋之间管壁任一处厚度。

3.7

螺距 screw pitch

管材任一相邻两加强筋之间的距离。

3.8

公称环刚度 nominal ring stiffness

管材经过圆整的环刚度数值，表明管材环刚度要求的最小值。

4 分级与标记

4.1 结构与分级

4.1.1 管材结构如图1所示。

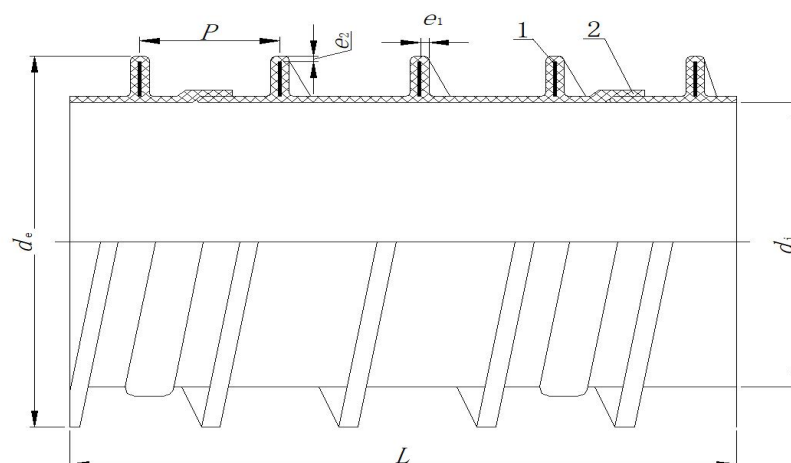


图1 管材结构示意图

图中：1 — 钢带；

2 — 聚乙烯；

d_e — 外径，单位为毫米（mm）；

d_i — 内径，单位为毫米（mm）；

- e — 壁厚，单位为毫米（mm）；
e1 — 钢带两侧塑料厚度，单位为毫米（mm）；
e2 — 钢带顶端塑料厚度，单位为毫米（mm）；
L — 管材有效长度，单位为米（m）；
P — 螺距，单位为毫米（mm）。

4.1.2 管材按环刚度分级，公称环刚度等级应符合表 1 的规定。

表1 公称环刚度等级

等级	SN8	SN10	SN12.5	SN16	SN20
环刚度 (kN/m ²)	≥8.0	≥10.0	≥12.5	≥16.0	≥20.0

4.2 标记

4.2.1 管材应按照图 2 所示方法标记。

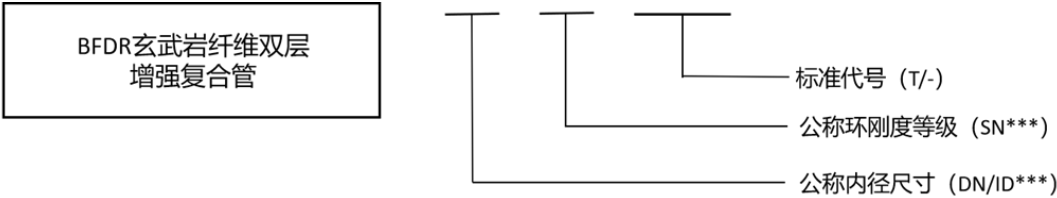


图2 标记方法

4.2.2 标记示例

公称内径为 400 mm，公称环刚度等级为 SN8 的玄武岩纤维双层增强复合管管材的标记为：BFDR 玄武岩纤维双层增强复合管 DN/ID400 SN8 。

5 技术要求

5.1 原材料

5.1.1 主要原材料性能

5.1.1.1 玄武岩纤维

生产管材所用玄武岩纤维，应符合 GB/T 25045 的规定，玄武岩纤维的主要性能应符合表2的规定。

表2 玄武岩纤维性能要求

序号	项目		要求	试验方法
1	纤维密度 (g/cm ³)		标称值±0.03	GB/T 41063
2	浸胶纱的力学强度	拉伸强度 (MPa)	≥2500	GB/T 18369
3		断裂伸长率 (%)	≥2.5	
4		弹性模量 (GPa)	≥85	
5	氧化铁含量 (%)		>8	GB/T 1549

5.1.1.2 聚乙烯（PE）树脂

生产管材所用聚乙烯（PE）树脂性能应符合表3的规定。

表3 聚乙烯（PE）树脂性能

项目	要求	试验方法
内压试验*（80℃，4.5 MPa，165 h）	无破坏、无渗漏	GB/T 6111 （采用 a 型密封接头）

内压试验*（80℃，4.0 MPa，1000 h）	无破坏、无渗漏	
熔体质量流动速率MFR（g/10 min）	≤1.6	GB/T 3682.1
拉伸强度（MPa）	≥20	GB/T 8804.3
密度（kg/m ³ ）	≥940（基础树脂）	GB/T 1033.1
*注：用该原料挤出的实壁管材进行试验。		

5.1.1.3 钢带

生产管材所用钢带应采用碳素结构钢冷轧钢带并符合GB/T 11253的规定。钢带的力学性能应符合表4的规定。

表4 钢带力学性能

项目	要求	试验方法
屈服强度（MPa）	195~235	GB/T 228. 1
抗拉强度（MPa）	300~440	
断后伸长率（%）	≥23	

5.1.2 回用料

允许使用来自同一生产企业的同种管材的清洁回用料，但质量占比不应超过总质量的5%。

5.2 颜色

管材颜色应均匀一致，一般外壁为黑色，内壁为黄色。

5.3 外观

管材内外壁不应有气泡、裂口、凹陷及明显的杂质和不规则波纹。管材内壁应光滑，外部波形应规整。管材波谷区的内外壁应紧密熔接，不应出现脱开现象。管材两端面应平整，与轴线垂直并位于波谷区。

5.4 规格尺寸

5.4.1 有效长度

管材的有效长度L应为6 m、9 m、12 m，管材的实际长度不应有负偏差。

5.4.2 管材规格尺寸

管材规格尺寸应符合表5的规定。

表5 内径系列管材的尺寸

单位为毫米

公称 尺寸 DN/ID	最小 平均 内径 dim _{min}	最小 壁厚 e _{min}	钢带截面参数										最大 螺距 P _{max}	钢带 两侧 聚乙烯 最小 厚度 e _{1min}	钢带 顶端 聚乙烯 最小 厚度 e _{2min}
			SN8		SN10		SN12.5		SN16		SN20				
			钢带 最小 厚度 t _{min}	钢带 最小 高度 h _{min}	钢带 最小 厚度 t _{min}	钢带 最小 高度 h _{min}	钢带 最小 厚度 t _{min}	钢带 最小 高度 h _{min}	钢带 最小 厚度 t _{min}	钢带 最小 高度 h _{min}	钢带 最小 厚度 t _{min}	钢带 最小 高度 h _{min}			
200	195	2	0.8	5.9	0.9	5.9	1.0	8.9	1.1	8.9	1.1	9	38	1.2	1.5
300	294	2	0.8	8.8	0.9	9.8	1.0	11.5	1.1	14.8	1.1	16.8	38	1.2	1.5
400	392	2.5	1.1	12.5	1.1	12.5	1.1	14.8	1.1	16.8	1.4	19.8	38	1.2	1.5
500	490	3	1.1	14.8	1.4	14.8	1.1	16.8	1.4	16.8	1.9	22.8	38	1.2	1.5
600	588	3.5	1.4	16.8	1.4	17.8	1.4	19.8	1.9	19.8	1.9	24.8	38	1.2	1.5
700	685	4	1.4	16.8	1.9	19.8	1.9	24.8	1.9	24.8	1.9	29.8	38	1.2	1.5
800	785	4.5	1.4	22.8	1.4	24.8	1.9	24.8	1.4	29.8	1.9	32.8	38	1.2	1.5

900	885	5	1.4	24.8	1.4	29.8	1.9	29.8	1.9	35.8	1.9	35.8	38	1.2	1.5
1000	985	5	1.4	24.8	1.4	29.8	1.9	29.8	1.9	35.8	1.9	38.8	38	1.2	1.5
1100	1085	5	1.9	29.8	1.9	34.8	1.9	35.8	1.9	39.8	1.9	42.8	38	1.2	2
1200	1185	5	1.9	29.8	1.9	35.8	1.9	35.8	1.9	39.8	1.9	44.8	38	1.2	2
1300	1285	5	1.9	29.8	1.9	39.8	1.9	39.8	2.4	44.8	2.4	46.8	38	1.2	2
1400	1385	5	1.4	35.8	1.4	39.8	1.9	39.8	2.2	44.8	2.4	49.8	38	1.5	2
1500	1485	5	1.9	35.8	1.9	39.8	2.0	39.8	2.2	44.8	2.4	49.8	38	1.5	2
1600	1585	5	1.9	39.8	1.9	44.8	2.0	39.8	2.2	44.8	2.4	52.8	38	1.5	2
1700	1685	5	2.4	39.8	1.9	44.8	2.0	44.8	2.2	49.8	2.4	52.8	38	1.5	2
1800	1785	5	2.0	39.8	2.0	44.8	2.0	44.8	2.2	49.8	2.4	55.8	38	1.5	2
1900	1885	5	2.4	44.8	2.4	49.8	2.4	52.8	2.9	52.8	2.9	58.8	38	1.5	2
2000	1985	6	2.0	44.8	2.2	49.8	2.4	52.8	2.9	52.8	2.9	62.8	38	1.5	2

5.5 物理力学性能

管材的物理力学性能应符合表6的规定。

表6 管材的物理力学性能

项目	要求	
烘箱试验	管材熔缝处应无分层、无开裂	
环刚度（kN/m ² ）	SN8	≥8
	SN10	≥10
	SN12.5	≥12.5
	SN16	≥16
	SN20	≥20
冲击性能（TIR）	≤10%	
环柔性	试样圆滑、无反向弯曲、无破裂、加强筋与基体无脱开	
蠕变比率（%）	≤2	
管材层压壁（缝） 的拉伸性能	公称尺寸（mm）	管材能承受的最小拉伸力（N）
	200≤DN/ID≤300	480
	400≤DN/ID≤500	700
	600≤DN/ID≤800	940
	900≤DN/ID≤2000	1400
热变形温度 （℃，升温速度120℃/h）	≥70	
剥离强度 （N/cm，（23±2）℃）	≥ 100	
管材层压壁（缝）中 玄武岩纤维组分氧化铁的 含量（%）	>8	

5.6 系统的适用性

管材连接时，应按表7的要求进行密封性试验。承插式密封圈连接及密封圈要求应符合附录A、附录D的规定。

表7 系统的适用性要求

项目	试验条件	要求		试验方法
柔性连接的密封性	条件一： 径向变形 管材变形 10% 承插接头 5% 温度：23℃±2℃	内部静液压（15 min）0.005 MPa	无泄漏	附录 B
		内部静液压（15 min）0.05 MPa	无泄漏	附录 B
		内部气压（15 min）- 0.03 MPa	≤-0.027 MPa	附录 B
柔性连接的密封性	条件二： 角度偏转 DN/ID≤300：2°	内部静液压（15 min）0.005 MPa	无泄漏	附录 B
		内部静液压（15 min）0.05 MPa	无泄漏	附录 B

	$400 \leq \text{DN/ID} \leq 600$: 1.5° $\text{DN/ID} > 600$: 1° 温度: $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$	内部气压 (15min) - 0.03 MPa	$\leq -0.027 \text{ MPa}$	附录 B
管材层压壁 (缝) 的拉伸性能	最小拉伸力应符合表 6 中缝的拉伸性能要 求	连接不破坏		GB/T 8804.3

6 试验方法

6.1 试样状态调节和试验环境

除另有规定外, 试样应按 GB/T 2918 的规定, 在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 条件下, 对试样进行状态调节和试验, 状态调节时间应不小于 24 h; 当管材 DN/ID 大于 600 mm 时状态调节时间应不小于 48 h。

6.2 颜色和外观检查

目测, 内壁可用光源照射。

6.3 尺寸测量

6.3.1 有效长度

用最小刻度不大于 1 mm 的钢卷尺测量, 精确到 0.01 m。

6.3.2 平均内径

在管材的同一处横断面, 用刻度不大于 1 mm 的量具测量管材的内径, 每转动 45° 测量一次, 取四次测量结果的算术平均值, 结果保留 1 位小数。

6.3.3 壁厚

按 GB/T 8806 的规定测量壁厚, 取最小值, 精确到 0.1 mm。

6.3.4 钢带两侧聚乙烯的最小厚度

用刻度不大于 0.02 mm 的量具测量钢带两侧聚乙烯的厚度, 取最小值, 精确到 0.1 mm。

6.3.5 钢带顶部聚乙烯的最小厚度

用刻度不大于 0.02 mm 的量具测量钢带顶部聚乙烯的厚度, 取最小值, 精确到 0.1 mm。

6.3.6 螺距

用最小刻度不大于 0.1 mm 的量具测量螺距, 精确到 0.5 mm。

6.3.7 钢带厚度

将管材沿垂直加强筋的方向剖开, 露出钢带, 用最小刻度不大于 0.02 mm 的量具测量钢带厚度, 读取最小值, 精确到 0.1 mm。

6.3.8 钢带高度

将管材沿垂直加强筋的方向剖开, 露出钢带, 用最小刻度不大于 0.1 mm 的量具测量钢带高度, 读取最小值, 精确到 0.1 mm。

6.4 物理力学性能试验

6.4.1 密度

按 GB/T 1033.1 浸渍法规定执行。

6.4.2 环刚度

按 GB/T 9647 规定进行试验。管材 DN/ID 大于500mm 时，从管材上截取一个试样，旋转120° 试验一次，取三次试验的算术平均值。

6.4.3 管材层压壁（缝）的拉伸性能

按6.5.2中图3制备试样，按 GB/T 8804.3 规定进行试验，拉伸速率15 mm/min。

6.4.4 环柔性

试样按 GB/T 9647 规定制备。按 ISO 13968 规定进行试验。试验力应连续增加，当试样在垂直方向外径d。变形量为原外径的30%时立即卸载。试验时管材壁结构的任何部分无开裂，试样沿肋切割处开始的撕裂允许小于0.075 dm或75 mm（取较小值）。

6.4.5 蠕变比率

按 GB/T 18042 规定进行，试验温度（23 ± 2）℃，根据试验结果，用计算法外推至两年的蠕变比率。

6.4.6 熔体质量流动速率

熔体质量流动速率应按 GB/T 3682.1 进行试验，采用A方法测定，试验在温度190 ℃，负荷5 kg 的条件下进行。

6.4.7 烘箱试验

6.4.7.1 试样

从一根管材上不同部位切取三段试样，试样长度为（300 ± 20）mm。管材 DN/ID 小于400 mm 时，可沿轴向切成两块大小相同的试块；管材DN/ID大于等于400 mm时，可沿轴向切成四块（或多块）大小相同的试块。

6.4.7.2 试验步骤

将烘箱温度升到110 ℃时放入试样，试样放置时不得相互接触且不与烘箱壁接触。待烘箱温度回升到110 ℃时开始计时，维持烘箱温度（110 ± 2）℃，加热到规定时间后，从烘箱内将试样取出，冷却至室温，检查试样有无开裂和分层及其他缺陷。

试验参数如下：

- a) 试验温度：（110 ± 2）℃
- b) 试验时间：e≤8 mm 时，30 min；e>8 mm 时，60 min。（注：e 是管材测量的最大壁厚，不包括结构高度。）

6.4.8 冲击试验

6.4.8.1 试样

DN/ID不大于500 mm时，按 GB/T 14152 规定制作试样。DN/ID大于500 mm时，可切块进行试验。试块尺寸为：长度200 mm ± 10mm，内弦长300 mm ± 10mm。试验时试块应外表面圆弧向上，两端水平放置在底板上，冲击点应为肋的顶端。

6.4.8.2 试验方法

按 GB/T 14152 的规定进行，试验温度（0 ± 1）℃，冲锤型号d90，冲锤的质量和冲击高度见表8。当管材使用地区在-10 ℃ 以下进行安装铺设时，冲锤质量和冲击高度见表9，这种管材应标记一个冰晶[*]符号。

表8 落锤质量和冲击高度

公称尺寸DN/ID	冲锤质量（kg）	冲击高度（mm）
200	2.0	2000
> 200 ~1200	2.5	2000
> 1200	3.2	2000

表9 寒冷条件下冲锤质量和冲击高度

公称尺寸DN/ ID	冲锤质量 (kg)	冲击高度 (mm)
200	10.0	500
>200	12.5	500

6.4.8.3 判定

观察试样，经冲击后产生裂纹、裂缝或试样破碎判为试样破坏，根据试样破坏数按 GB/T 14152 中图2或表5判定真实冲击率（TIR）。

6.4.9 剥离强度

剥离强度测试，为粘接树脂与钢带之间的剥离强度，具体试验要求按附录 C 执行。

6.4.10 热变形温度试验

热变形温度试验，按6.5.2中图3方法制备试样，剪除钢带部分，按照 GB/T 1634.1-2019 进行试验，升温速度为120 ℃/h，具体样件尺寸及其他要求如表10。

表10 热变形温度试验要求

样品信息	准备条件	(2 3±2) ℃， (50±5) %RH
	准备时间	≥40 Hrs
	样件规格	80 mm×10 mm×4 mm
测试参数	跨距长度	64 mm
	放置方式	平放
	传热介质	二甲基硅油
	弯曲应力	0.45 MPa
	升温速度	120 ℃/h

6.4.11 管材层压壁（缝）玄武岩纤维组分中氧化铁的含量

按 GB/T 9345.1 文件要求灼烧后，在残余样品中提取玄武岩纤维组分，按 GB/T 1549 测试氧化铁成分占玄武岩纤维的质量百分比（%）。

6.5 系统的适用性试验

6.5.1 柔性连接的密封性

按附录 B 规定进行，试验参数见表7。

6.5.2 管材层压壁（缝）的拉伸强度

按图3制备试样，试样应在熔接处纵向切出，试样应包括连接处，在试样两端应有足够的长度保证在拉伸试验时能夹持住。按 GB/T 8804.3 规定进行试验，拉伸速率15 mm/min。

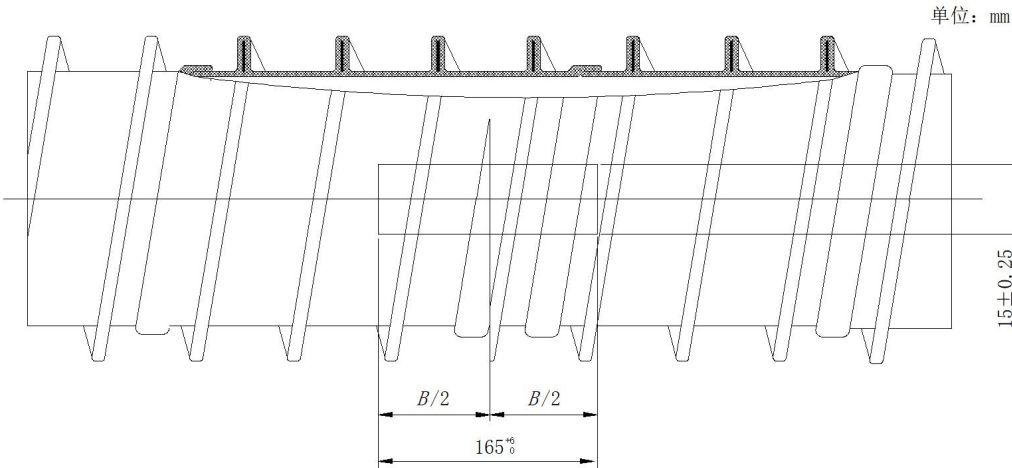


图 3 取样要求

图中：B — 试样长度

6.5.3 管材适用性试验

当管材DN/ID大于1200 mm进行系统适用性试验时，按 GB 50268-2008 附录 B 闭气法试验进行。

7 检验规则

7.1 合格证

产品应经生产厂质量检验部门检验合格并附有合格证方可出厂。

7.2 组批

同一原料、配方和工艺情况下生产的同一规格管材为一批，每批数量不超过300吨。当生产30天仍不足300吨时，应以30天产量为一批。

连接件每批应由同一牌号、同一规格和同一类别材料组成，每一批数量不超过500套。当生产30天仍不足500套时，应以30天产量为一批。

7.3 尺寸分组

按公称尺寸分组见表11。

表11 尺寸分组

尺寸组号	公称尺寸 DN/ID
1	DN/ID≤1200
2	1200 < DN/ID ≤ 2000

7.4 出厂检验

7.4.1 管材检验项目为 5.2、5.3、5.4，以及表 6 中的环刚度、冲击性能、环柔性、剥离强度、热稳定性、热变形温度和管材层压壁（缝）的拉伸性能。

7.4.2 连接件检验项目为 6.5 规定的内容。

7.4.3 颜色、外观和尺寸检验按 GB/T 2828.1 规定，采用正常检验一次抽样方案，一般检验水平 I，接收质量限（AQL）6.5，见表 12。

表12 抽样方案

批量 N	样本量 n	接收数 A	拒收数 R
≤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

7.4.4 在颜色、外观和尺寸检验合格的管材中，随机抽取一根样品，进行环刚度、冲击性能、环柔性、剥离强度、热稳定性、热变形温度和管材层压壁（缝）的拉伸性能。其中热稳定性试验的试样数量为 1 个。

7.5 型式检验

型式检验项目为 6.1~6.5 中规定的所有项目。

按 7.3 规定的尺寸分组中各选取任一规格产品，按 7.4.3 规定进行颜色、外观和尺寸检验，在检验合格的管材和连接件中，随机抽取一根样品，进行 6.1~6.5 中各项试验。型式检验宜每两年进行一次。若有以下情况之一，应进行型式检验：

- 结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 因任何原因停产时间超过半年，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.6 判定规则

颜色、外观和尺寸按表12判定，其他指标有任一项不符合要求时，在按7.4.3检验合格的样品中随机抽取双倍样品进行该项目的复验。如复检仍不合格，则判该批产品不合格