ICS

Q

团 体 标 准

T/CECS XXXX—202X

纤维增强聚合物基管廊

Fiber reinforced polymer based pipe tunnel

（征求意见稿）

xxxx-xx-xx发布 xxxx-xx-xx实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

[前 言 III](#_Toc80215211)

[1 范围 1](#_Toc80215212)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc80215213)

[3 术语和定义 2](#_Toc80215214)

[4 结构、标记 2](#_Toc80215215)

[5 原材料 3](#_Toc80215216)

[6 技术要求 5](#_Toc80215217)

[7 试验方法 9](#_Toc80215218)

[8 检验规则 11](#_Toc80215219)

[9 标志、包装、起吊及运输、贮存、出厂证明书 12](#_Toc80215220)

前 言

本文件依照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》与GB/T20001.10-2020《标准编写规则 第10部分：产品标准》给出的规则起草。

本文件按照中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年度第一批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2021]11号）文件的要求制定。

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。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设和标准化协会建筑材料分会归口管理。

本文件负责起草单位：四川全丰新材料科技有限公司、中国建筑材料工业规划研究院

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

纤维增强聚合物基管廊

# 1 范围

本标准规定了纤维增强聚合物基管廊的术语和定义、管廊结构和标记、原材料、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于采用缠绕成型工艺的以纤维为增强材料、以聚合物为基体的复合材料制成的纤维增强聚合物基管廊的生产和检验。

# 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，仅所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。

GB/T 2576 纤维增强塑料树脂不可溶分含量试验方法

GB/T 3854 增强塑料巴柯尔硬度试验方法

GB/T 5352 纤维增强热固性塑料管平行板外载性能试验方法

GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂

GB/T 9978.8 建筑构件耐火试验方法 第8部分：非承重垂直分隔构件的特殊要求

GB/T 13657 双酚A型环氧树脂

GB/T 17470 玻璃纤维短切原丝毡和连续原丝毡

GB/T 18369 玻璃纤维无捻粗纱

GB/T 18370 玻璃纤维无捻粗纱布

GB/T 21238 玻璃纤维增强塑料夹砂管

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 25040 玻璃纤维缝编织物

GB/T 25045 玄武岩无捻粗纱

GB/T 26752 聚丙烯腈基碳纤维

GB/T 30021 经编碳纤维增强材料

GB/T 50590 乙烯基酯树脂防腐蚀工程技术规范

GB 50838-2015城市综合管廊工程技术规范

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

**纤维增强聚合物基管廊 Fiber reinforced polymer based pipe tunnel**

采用缠绕成型工艺的纤维为增强材料、以聚合物为基体的复合材料制成的管型构件。

3.2

**环刚度 Ring stiffness**

指单位长度的管廊在外压作用下，在一定径向变形下所承受的荷载大小。

# 4 结构、标记

**4.1 纤维增强聚合物基管廊结构**

纤维增强聚合物基管廊由内衬层、结构层、外保护层组成，断面为圆形，管廊断面及结构见图1。

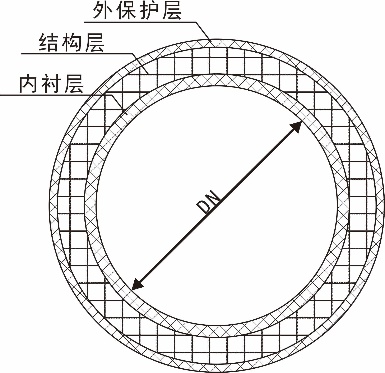


图1 管廊断面及结构示意图

**4.2管廊结构连接方式**

管廊结构连接方式可采用承插式连接、法兰连接、糊口对接方式。

**4.3 标记**

**4.3.1 标记方法**

纤维增强聚合物基管廊的标记由产品代号、管廊内径、环刚度等级、单根管廊长度、管廊壁厚、执行标准号六部分组成。表示如下：

□——□—□—□—□ T/CECS XXXX——2022

执行标准号

管廊壁厚

单根管廊长度

环刚度等级

管廊内径

产品代号

**4.3.2示例**：

管廊内径为2000mm，管廊环刚度等级为10000N/m²，管廊长度12000mm，管廊厚度42mm，按本标准生产的FRPT管廊标记为：FRPT-2000-10000-12000-42 T/CECS XXX-2022。

# 5 原材料

## 5.1 增强材料

采用玻璃纤维、玄武岩纤维、碳纤维及其制品制造的纤维增强聚合物基管廊的纤维应符合以下规定:

1. 玻璃纤维短切原丝毡应符合GB/T 17470的规定；
2. 玻璃纤维缠绕纱和喷射纱应符合GB/T 18369的规定；
3. 玻璃纤维纤维布应符合GB/T 18370的规定；
4. 玻璃纤维缝编织物应符合GB/T 25040的规定；
5. 玄武岩纤维应符合玄武岩无捻粗纱GB/T 25045的规定；
6. 碳纤维及其制品应符合GB/T 26752和GB/T 30021的规定。

## 5.2 聚合物基体

**5.2.1纤维增强聚合物基管廊采用的聚合物基体应符合以下规定：**

a） 不饱和聚酯树脂应符合GB/T 8237的有关规定；

b) 乙烯基酯树脂应符合GB/T 50590的有关规定；

c) 环氧树脂应符合GB/T 13657的有关规定。

**5.2.2树脂浇铸体的性能应符合表1的规定要求：**

表1 树脂浇铸体性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 力学性能 | 单位 | 内衬层及外保护层树脂 | 结构层树脂 |
| 拉伸强度 | MPa | ≥60.0 | ≥60.0 |
| 拉伸模量(×109Pa) | Pa | ≥2.5 | ≥3.0 |
| 断裂延伸率 | % | ≥3.5 | ≥2.5 |
| 热变形温度(1.80MPa) | ℃ | ≥+20 | |
| 注：代表设计温度 | | | |

5.3 颗粒增强材料

5.3.1 管廊结构增强层中宜添加石英砂、碳酸钙等颗粒增强材料。

5.3.2 颗粒材料的最大粒径应在小于2.5mm和管廊壁厚度五分之一间选取较小值。

5.3.3 石英砂的SiO2含量应大于95%，含水量不应大于0.2%；碳酸钙的CaCO3含量应大于98%，含水量不应大于0.2%。

5.4 密封橡胶圈

密封橡胶圈应符合GB/T 21873的规定。

# 6 技术要求

## 6.1 外观质量

内表面应光滑平整，无龟裂、分层、针孔、杂质、贫胶区、气泡和纤维浸润不良等现象；管廊端面应平齐，边棱无毛刺；外表面应无明显缺陷，标志清晰、牢固。

## 6.2 尺寸及允许偏差

6.2.1 纤维增强聚合物基管廊公称内径及允许偏差

公称内径及允许偏差应符合表2的规定。

表2 纤维增强聚合物基管廊公称内径尺寸及允许偏差 单位为mm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公称内径DN | 内径范围 | | 允许偏差 |
| 最小 | 最大 |
| 1400  1600  1800  2000  2500  3000  3500  4000  4500  5000 | 1395  1595  1795  1995  2495  2995  3495  3995  4495  4995 | 1420  1620  1820  2020  2520  3020  3520  4020  4520  5020 | ±5.0  ±5.0  ±5.0  ±5.0  ±6.0  ±6.0  ±6.0  ±7.0  ±7.0  ±7.0 |

**6.2.2 纤维增强聚合物基管廊长度及允许偏差**

管廊的长度应符合表3的规定。

表3 纤维增强聚合物基管廊的有效长度及允许偏差 单位为mm

|  |  |
| --- | --- |
| 长度L | 允许偏差 |
| ≤4000 | ±10 |
| 5000 | ±12.5 |
| 6000 | ±15 |
| 9000 | ±22.5 |
| 10000 | ±25 |
| 12000 | ±30 |

**6.2.3 纤维增强聚合物基管廊的最小壁厚**

纤维增强聚合物基管廊的最小壁厚不低于设计值的90%，任一截面的管壁平均厚度不应小于管廊壁厚设计值，其中内衬层的厚度不应小于2.00mm，外保护层的厚度不应小于2.00mm。

**6.2.4 管廊端面垂直度**

纤维增强聚合物基管廊端面垂直度不应大于8mm。

**6.2.5 管廊的承插口尺寸**

纤维增强聚合物基管廊的承插口尺寸可参考附录A的规定。

## 6.3 巴氏硬度

纤维增强聚合物基管廊外表面的巴氏硬度不应小于40。

## 6.4 树脂不可溶分含量

管壁中树脂的不可溶分含量不应小于90%。

## 6.5 初始力学性能

## 6.5.1 初始环刚度

初始环刚度不应小于相应设计环刚度等级值SN。

## 6.5.2 初始环向拉伸强力

初始环向拉伸强力应根据工程设计来确定，其最小值不得低于表4的规定。

**表4 初始环向拉伸强力最小值**

|  |  |
| --- | --- |
| 公称内径（DN） mm | 初始环向拉伸强力最小值kN/m |
| 1400  1600  1800  2000  2500  3000  3500  4000  4500  5000 | 441  504  567  630  788  954  1103  1260  1418  1575 |

## 6.5.3 初始轴向拉伸强力及拉伸断裂应变

纤维增强聚合物基管廊的初始轴向拉伸强力应根据工程设计来确定，当管廊不承受由管内压直接产生的轴向力或未受到特殊轴向力时，其管壁初始轴向拉伸强力不应小于表5的规定值；管壁轴向拉伸断裂应变不应小于0.25%。

**表5 初始轴向拉伸强力最小值**

|  |  |
| --- | --- |
| 公称内径（DN） mm | 初始轴向拉伸强力最小值kN/m |
| 1400  1600  1800  2000  2500  3000  3500  4000  4500  5000 | 230  255  280  305  370  435  505  580  655  730 |

## 6.6 其他长期监测技术要求

## 6.6.1 径向挠曲性能

管廊径向挠曲水平A和挠曲水平B应满足表6的要求。表6的规定是建立在长期使用大挠度为3%的基础上。

表6 挠曲性的径向变形率及要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 挠曲水平  % | 环刚度等级S  N/m2 | | | | | | 要求 |
| 7500 | 10000 | 15000 | 20000 | 25000 | 30000 |
| A | 10 | 9.5 | 8 | 7.5 | 7 | 6.5 | 管廊内壁无裂纹 |
| B | 17 | 16 | 14 | 12.5 | 11.5 | 11 | 管廊结构无分层、纤维断裂及屈曲 |
| 注：挠曲水平A和B按下式计算确定：  a)对于环刚度S在标准等级之间的管廊，径向变形率分别按线性插值方法确定。  b)对于环刚度S≤5000 N/m**2**或S≥3OOOON/m**2**的管廊，按下式计算：  挠曲水平A对应的径向变形率=12x (5000/S )**1/3**。  挠曲水平B对应的径向变形率=20x (5000/S) **1/3**。 | | | | | | | |

**6.6.2环向弯曲强度**

管廊的环向弯曲强度*Ftm*应根据工程设计来确定，但不应小于式（1）计算值。

……………………（1）

式中：

*Ftm* 管廊环向弯曲强度，单位为MPa；

*t* 管廊实际测试壁厚，单位为mm*；*

*D* 管廊的计算直径，单位为mm，*D=Dn+*t*；*

*Dn* 管廊的内直径，单位为mm；

△ 管廊挠曲性检验达到挠曲水平B时的径向压缩变形量，单位为mm；

Ep 管廊环向弯曲弹性模量，单位为MPa,由式（2）确定。

*Ep*=12x10-6*S·D*3/t3 ……………………（2）

式中：

S 实测的环刚度，单位为N/㎡；

D、t 同式（1）

## 6.7 耐火极限

应符合GB 50838中第7.1.3条的要求。

## 6.8 表面吸水率

表面吸水率不应大于2%

# 7 试验方法

## 7.1 外观质量

目测内、外表面及两端状态。

## 7.2 尺寸

## 7.2.1 纤维增强聚合物基管廊的公称内径

按GB/T 21238的规定执行。

7.2.2 纤维增强聚合物基管廊有效长度

按GB/T 21238的规定执行。

## 7.2.3 纤维增强聚合物基管廊最小壁厚

按GB/T 21238的规定执行，且最小壁厚应符合6.2.3条款规定。

## 7.2.4 纤维增强聚合物基管廊端面垂直度

按GB/T 21238的规定执行。

## 7.2.5 纤维增强聚合物基管廊管壁承插口尺寸

按GB/T 21238的规定执行。

## 7.3 巴氏硬度

按GB/T 3854的规定进行测试。

## 7.4 树脂不可溶分含量

按GB/T 2576的规定进行测试。

## 7.5 初始力学性能

## 7.5.1 初始环刚度

测试设备、测试环境及试样应符合GB/T 5352的规定；加载速度按GB/T 21238的规定执行。

7.5.2初始环向拉伸强力

### 按GB/T 21238的规定执行。

## 7.5.3 初始轴向拉伸强力及拉伸断裂应变

### 按GB/T 21238的规定执行。

7.6 挠曲性能

按GB/T 21238的规定执行。

## 7.6.1 轴向挠曲性能

采用定长管廊，两端简支，测试自重作用下的最大挠度。

## 7.6.2 竖向挠曲性能

管廊安装回填后在组合载荷作用下的最大竖向挠曲值。

## 7.7 耐火极限

用相同材料和相同工艺制作1500mm×1500mm×120mm试件，按GB/T 9978.8的规定进行测试。

## 7.8 表面吸水率

沿管廊轴向的两个平面切取外表面弧长为50mm±1mm的两个试样。并将样块四周及内侧以外保护层相同的材料封边。按照GB/T1462中6.2进行测试，浸泡时间为24h±0.5h，按式（3）计算，取3个有效试件测试结果的算术平均值作为测试结果。

***W=(Wi-Wh）/Wh* x 100**  ……………………………（3）

式中：

***W*** 试件吸水率， %；

***Wh*** 浸水前试件的质量，单位为克（g）；

***Wi*** 浸水后试件的质量，单位为克（g）。

# 8 检验规则

## 8.1 检验类型

检验类型分为出厂检验和型式检验。

## 8.2 出厂检验

## 8.2.1 检验项目

外观质量、尺寸、巴氏硬度、树脂不可溶分含量、初始环刚度、初始环向拉伸强力、初始轴向拉伸强力及拉伸断裂应变、径向挠曲性能、吸水率。

## 8.2.2 检验方案

8.2.2.1 每一根纤维增强聚合物基管廊均应进行外观质量、尺寸、巴氏硬度的检验。

8.2.2.2 以相同材料、工艺、规格的100根为一批（不足100根的也作一批）的纤维增强聚合物基管廊，随机抽取1根，进行内衬层厚度、树脂不可溶分含量、初始环刚度、初始环向拉伸强力、初始轴向拉伸强力及拉伸断裂应变、径向挠曲性能、吸水率的检验。

## 8.2.3 判定规则

8.2.3.1 外观质量、尺寸、巴氏硬度均应达到相应的要求，否则判该根管廊不合格。

8.2.3.2 内衬层厚度、树脂不可溶分含量、初始环刚度、初始环向拉伸强力、初始轴向拉伸强力、拉伸断裂应变、径向挠曲性能、吸水率均达到相应要求，判该批产品合格；如内衬层厚度、树脂不可溶分含量、初始环刚度、初始环向拉伸强力、初始轴向拉伸强力、拉伸断裂应变、径向挠曲性能检验中不合格项超过2项，判该批产品不合格；如不合格项不多于2项，可对不合格项加倍抽样、复检，复检项目均应全部达到要求，否则，判该批产品不合格。

## 8.3 型式检验

## 8.3.1 检验条件

正常生产时，应每年进行一次检验，有下列情况之一时也应进行型式检验：

1. 新产品或老产品的转产试制定型鉴定；
2. 正式投产后，当产品的材料、结构、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
3. 产品长期停产（3个月以上）再恢复生产时。

## 8.3.2 检验项目

第6章技术要求中的所有项目。

## 8.3.3 检验方案

8.3.3.1 外观质量、尺寸（除内衬厚度）、巴氏硬度

以相同材料、工艺、规格的100根管廊为一批（不足100根的也作为一批），随机抽样6根，进行外观质量、尺寸、巴氏硬度检验。

8.3.3.2 内衬厚度、树脂不可溶分含量、初始力学性能、耐火极限、吸水率。

以相同材料、工艺、规格的100根管廊为一批（不足100根的也作为一批），采用两次抽样法，样本数量均为2，对抽样进行所有项目的检验。其中缩比法制样进行短时失效水压检验的试样数量可取1～2个。

## 8.3.4 判定规则

8.3.4.1 所抽样本的外观质量、尺寸、巴氏硬度和耐火极限均达到相应的要求，判相应项的型式检验合格，否则判型式检验不合格。

8.3.4.2 第一次所抽检的树脂不可溶分含量、初始力学性能、轴向挠曲性、竖向挠曲性、耐火极限均达到相应的要求，判型式检验合格；如2根均不符合要求判型式检验不合格；如有1根不合格且不合格项不超过2项时，可对不合格项进行第二次抽样检验，第二次抽样检验中无不合格，判型式检验合格；如第二次抽样检验仍有不合格，判型式检验不合格。

# 9 标志、包装、起吊及运输、贮存、出厂证明书

## 9.1 标志

每根纤维增强聚合物基管廊内外应至少各有一处永久性标志，标志不应损伤管壁，在正常装卸和安装中字迹应保持清晰。标志应包括下列内容：

1. 生产厂家名称（或商标）及地址；
2. 产品标记；
3. 批号及产品编号；
4. 生产日期。

## 9.2 包装

9.2.1 纤维增强聚合物基管廊发运前应用发泡塑料膜等柔性包装物对管廊两端的管端面和外侧连接面进行包装。

9.2.2 包装宽度应比管廊外侧连接面宽度大100mm。

## 9.3 起吊及运输

管廊的起吊及运输应符合以下要求：

a) 起吊宜用柔性绳索，若用铁链或钢索起吊，应在吊索与管廊棱角处衬填橡胶或其他柔性物；

b) 起吊时应采用双点起吊，严禁单点起吊；

c) 起吊及装卸时，应轻起轻放，严禁抛掷；

d) 管廊运输时应固定牢靠，应采用单段卧式堆放；

e) 管廊在运输和装卸过程中不应受到剧烈的撞击。

## 9.4 贮存

9.4.1 管廊应按类型、规格、等级分类堆放。

9.4.2 堆放场地应平整，堆放处应远离热源，不宜长期露天存放，露天存放时间超过30天时，宜设置遮阳措施；禁止叠层堆放。

## 9.5 出厂证明书

9.5.1 每批管廊出厂时应附有出厂证明书。出厂证明书应包括下列内容：

1. 生产厂名称（或商标）及地址；
2. 产品规格；
3. 生产日期；
4. 产品出厂合格证。

9.5.2 产品出厂合格证应包括下列内容：

1. 检验日期；
2. 产品规格；
3. 公司名称；
4. 检验合格印章；
5. 检验员代号。

附录A 承插口参考尺寸

（资料性）

纤维增强聚合物基管廊承插口见图2；承插口尺寸参考符合表7的规定。

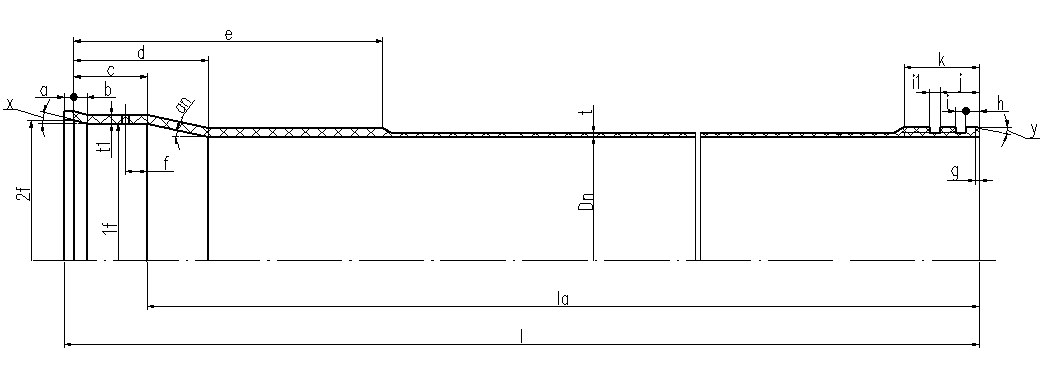


图2 管廊承插口示意图

表7 管廊承插口参考尺寸 单位为mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DN | e | a | b | c | d | f | x | 1f | 2f | g | h | i |
| 2000 | 737 | 40 | 45 | 325 | 587 | 118 | 15 | 2111 | 2135 | 20 | 55 | 53 |
| 2500 | 738 | 40 | 45 | 325 | 588 | 118 | 15 | 2612 | 2636 | 20 | 55 | 53 |
| 3000 | 750 | 40 | 45 | 325 | 593 | 118 | 15 | 3114 | 3137 | 20 | 55 | 53 |
| 3500 | 750 | 40 | 45 | 325 | 593 | 118 | 15 | 3628 | 3652 | 20 | 55 | 53 |
| 4000 | 873 | 40 | 45 | 365 | 723 | 164 | 15 | 4183 | 4207 | 20 | 95 | 53 |
| 4500 | 873 | 40 | 45 | 365 | 723 | 164 | 15 | 4698 | 4722 | 20 | 95 | 53 |
| 5000 | 873 | 40 | 45 | 365 | 723 | 164 | 15 | 5213 | 5237 | 20 | 95 | 53 |