ICS 27.120

CCS F 70

**T/CNS**

中国核学会团体标准

T/CNS XXXX—XXXX

核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料

Rubber-based Flexible Composites for Radiation Shielding in Nuclear Power Plants

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025.1）

XXXX - XX - XX 发布 XXXX - XX - XX 实施

中国核学会 发 布

目　　次

[目　　次 2](#_Toc130975487)

[前　　言 3](#_Toc130975488)

[1 范围 4](#_Toc130975489)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc130975490)

[3 术语和定义 4](#_Toc130975491)

[4 要求 5](#_Toc130975492)

[5 检验方法 9](#_Toc130975493)

[6 检验规则 9](#_Toc130975494)

[7 包装、运输和贮存 10](#_Toc130975495)

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。

本文件由中国核学会提出并归口。

本文件起草单位：中广核研究院有限公司、扬州大学、阳江核电有限公司、福建宁德核电有限公司、大亚湾核电运营管理有限公司、辽宁红沿河核电有限公司。

本文件主要起草人：刘峰，李玉龙，蒋丹枫，康正，刘夏杰，詹杰，李利，张明，管海洋，邹之利、关晓强、王伟，王春宏，王升榕，严荣伟，解晶晶，黄荣许，段小寻，赵延鹏，陈斌，王亮。

核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料

# 范围

本文件规定了核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料的术语和定义、要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存，描述了相应的试验方法。

本文件适用于核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料。

# 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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）

GB/T 533 [硫化橡胶或热塑性橡胶 密度的测定](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D77801D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

GB/T 2408-2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB 12459 钢制对焊无缝管件

GB/T 14383 [锻制承插焊和螺纹管件](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=BD89DE8E07A23D08E05397BE0A0A4FAD" \t "_blank)

GBZ/T 147-2002 X射线防护材料衰减性能的测定

# 术语和定义

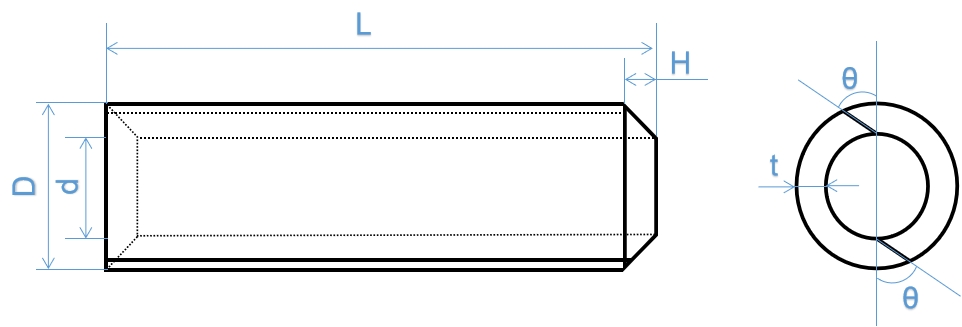
下列术语和定义适用于本文件。

## 核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料

核电厂辐射屏蔽用橡胶基柔性复合材料（Rubber-based Flexible Composites for Radiation Shielding in Nuclear Power Plants，简称“柔性屏蔽材料”）是以橡胶作为基体，加入铅或钨等重金属填料复合制成的屏蔽材料。

# 产品结构

尺寸结构如图1-图3所示。



标引序号说明：

L——直管长

H——企口宽度

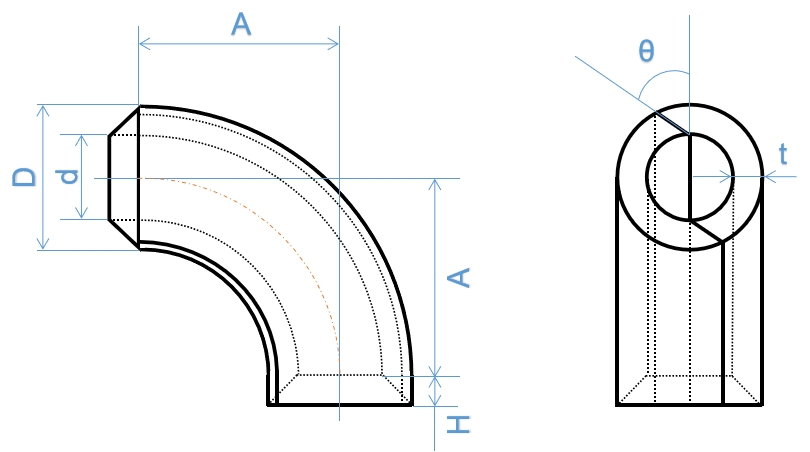
D——外径

d——内径

t——厚度

θ——单段管段两部分拼合处坡度角度

图1 直管段结构示意图



标引序号说明：

A——中心至端面

H——企口宽度

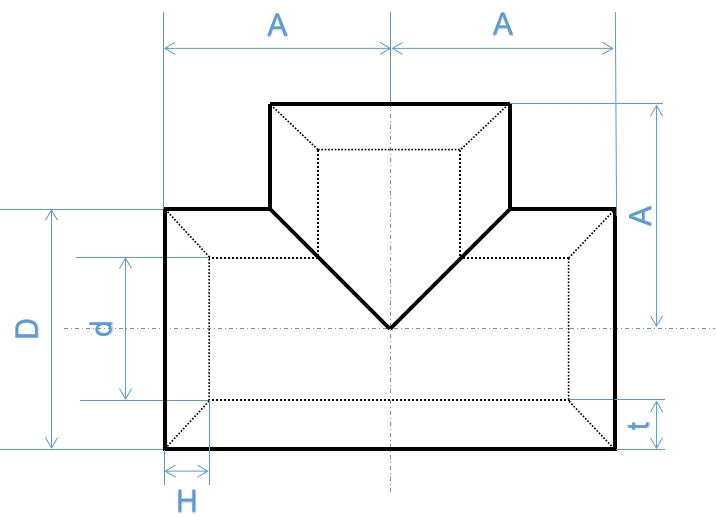
D——外径

d——内径

t——厚度

θ——单段管段两部分拼合处坡度角度

图2 弯头段结构示意图



标引序号说明：

A——中心至端面

D——外径

d——内径

t——厚度

图3 三通段结构示意图

# 要求

## 外观

外观平整光滑，表面不应有明疤、缺胶、异物、气泡、龟裂、离层等缺陷。

## 规格尺寸、公差

### 规格尺寸见表1。

表1 规格尺寸

单位：mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 规格 | | 尺寸 | | | | | |
| L，不大于 | H | D，不大于 | d | t，不大于 | A |
| 2英寸 | 直管 | 600 | 29 | 94.3 | 62.3 | 16 | / |
| 弯头 | / | 29 | 94.3 | 62.3 | 16 | 125 |
| 3英寸 | 直管 | 600 | 29 | 122.9 | 90.9 | 16 | / |
| 弯头 | / | 29 | 122.9 | 90.9 | 16 | 163 |
| 三通 | / | 29 | 122.9 | 90.9 | 16 | 135 |
| 4英寸 | 直管 | 600 | 29 | 148.3 | 116.3 | 16 | / |
| 弯头 | / | 29 | 148.3 | 116.3 | 16 | 201 |
| 三通 | / | 29 | 148.3 | 116.3 | 16 | 154 |
| 6英寸 | 直管 | 600 | 29 | 202.3 | 170.3 | 16 | / |
| 弯头 | / | 29 | 202.3 | 170.3 | 16 | 278 |
| 三通 | / | 29 | 202.3 | 170.3 | 16 | 192 |
| 10英寸 | 直管 | 600 | 29 | 335 | 275 | 30 | / |
| 弯头 | / | 29 | 335 | 275 | 30 | 430 |
| 三通 | / | 29 | 335 | 275 | 30 | 265 |
| 12英寸 | 直管 | 600 | 29 | 385.8 | 325.8 | 30 | / |
| 弯头 | / | 29 | 385.8 | 325.8 | 30 | 506 |
| 三通 | / | 29 | 385.8 | 325.8 | 30 | 303 |
| 注：其他特殊规格尺寸由供需双方协商确定。 | | | | | | | |

### 厚度尺寸公差不超过厚度的10%。

## 屏蔽性能

单位厚度（1cm）产品对60Co的铅当量不低于3mmPb。

## 物理机械性能

柔性屏蔽材料的物理性能应符合表2的规定。

表2 物理性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 指标 |
| 密度/g·cm-3 | | ≥ | 4 |
| 拉伸强度/MPa | | ≥ | 2.5 |
| 拉断伸长率/% | | ≥ | 80 |
| 硬度（Shore A）/度 | | ≥ | 50 |
| 热空气老化  72℃×72h | 拉伸强度保持率/% | ≥ | 70 |
| 断裂伸长率保持率/% | ≥ | 70 |

### 阻燃性能

阻燃达到V0级。

### 抗辐照性能

抗辐照水平≥200kGy，材料无破损，拉伸强度保持率≥40%，断裂伸长率保持率≥40%。

### 热失重率

材料在200℃的温度下热失重率≤5%。

# 检验方法

## 外观

外观采用目视观察。

## 规格尺寸

规格尺寸用游标卡尺（精度不低于0.10mm）、卷尺（精度不低于1mm）和量角器（精度不低于1°）测量。

## 屏蔽性能

按GBZ/T 147-2002的4.4节窄束条件下测定铅当量。

## 物理性能

### 拉伸强度和拉断伸长率

按GB/T 528进行测定，采用1型试样。

### 密度

按GB/T 533-2008的9.2节进行测定。

### 硬度

按GB/T 531.1进行测定。

### 热空气老化

按GB/T 3512进行测定。

## 阻燃性能

按GB/T 2408-2021的垂直法进行测定。

## 抗辐照性能

利用γ辐射源或其他辐射源对产品进行辐照，直至吸收剂量达到200kGy。

辐照后产品的拉伸强度和断裂伸长率按6.4.1进行测定。

## 热失重率

采用热重测定产品的热失重率。

# 检验规则

## 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

## 型式检验

型式检验项目为第5章规定的所有项目。有下列情况之一者，应进行型式检验：

产品定型、转厂生产或停产半年以上重新生产；

正式生产后，如原料、配方、工艺条件改变时；

出厂试验结果与上次型式检验有较大差异时；

正常生产时，每年至少进行一次检验。

## 出厂检验

### 检验项目

出厂检验项目应包括外观、规格尺寸、屏蔽性能、物理性能、阻燃性能、抗辐照性能、环境友好性。

### 组批和抽样

以同一牌号、同一工艺、同一生产线生产的同一规格、同一状态产品不超过5T为一批。每批随机抽取5kg进行检验。

### 判定规则

所有检验项目符合第5章要求，则产品合格。外观、规格尺寸不符合即为不合格。若出现性能不符合项时，应重新双倍取样进行检验，双倍检验结果合格可判定该批产品合格。

# 标志、包装、运输和贮存

## 标志

产品包装应标明下列信息:

1. 生产制造方名称、地址、电话号码；
2. 本文件编号；
3. 产品名称、批号；
4. 净质量；
5. 生产日期。

## 包装

除非另有注明，产品应按照供方的常规或惯例进行包装，。每批产品应附有产品质量证明文件。

## 运输

运输过程中应在有遮盖物的环境下进行、避免雨雪淋袭、、不应与油类、酸、碱等接触。严禁剧烈碰撞和机械挤压，搬运过程应轻装轻卸。

## 贮存

应贮存在干燥、阴凉、无腐蚀性特技侵蚀的室内，不应与氧化剂、酸类、碱类一起存放。

附 录 A

（规范性）

应用设计与安装要求

A.1 应用设计流程

柔性屏蔽材料设计应用流程包含以下内容：

* 源项调查；
* 屏蔽设计；
* 抗震评价；
* 安装。

A.2 安装要求

A.2.1 固定配件

固定配件应在显著位置标明其材质、型号。宜使用卡箍作为固定配件。

A.2.2 安装

单段柔性屏蔽材料应在两轴线两端配装固定配件，对于采用卡箍的直管屏蔽材料，管道尺寸超过6英寸（不含），应在两端内均匀增加至少1个卡箍点位。

拼合的柔性屏蔽材料，拼合缝隙不宜对人员通道或探测点一侧。

固定配件安装时，锁紧件或其他翘起部分应朝向人员通道另一侧，避免划伤。

螺栓紧固力矩不做要求，以柔性屏蔽材料稳固安装不自行松动掉落为宜。