

# 团 体 标 准

T/CNS 92—2023

## 高温气冷堆燃料元件酚醛树脂技术规范

Technical specifications of phenolic resin for fuel elements  
of high temperature gas-cooled reactors

2023 - 11 - 29 发布

2024 - 01 - 01 实施

中国核学会 发布

# 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术要求 .....	1
5 试验方法 .....	2
6 检验规则 .....	3
7 包装、贮存和运输 .....	4
8 产品质量证明文件 .....	4
附录 A（资料性） 杂质元素及其当量硼因子 .....	5

## 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。

本文件由中国核学会提出。

本文件由核工业化研究所归口。

本文件起草单位：清华大学核能与新能源技术研究院，核工业化研究所。

本文件主要起草人：徐刚、陈晓彤、赵宏生、刘兵、郑吉家。

# 高温气冷堆燃料元件酚醛树脂技术规范

## 1 范围

本文件规定了高温气冷堆燃料元件酚醛树脂的技术要求、试验方法、检验规则、包装、贮存和运输、产品质量证明文件等要求。

本文件适用于高温气冷堆燃料元件用核纯酚醛树脂的生产和采购。

## 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 30773 气相色谱法测定酚醛树脂中游离苯酚含量

NB/T 20408 核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护要求

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 技术要求

### 4.1 杂质元素含量

酚醛树脂主要杂质元素的含量不应超过表1所规定的数值。

表1 酚醛树脂主要杂质元素及其最高含量

单位为微克每克铀（ $\mu\text{g/gU}$ ）

元素	最高含量	元素	最高含量
B	0.5	Mn	2
Cr	10	Mo	2
Fe	60	Na	35
K	30	Ni	10
Li	0.05	V	0.5

### 4.2 总当量硼含量

应小于等于 $1\ \mu\text{g/g}$ 。

### 4.3 总灰分

应小于等于 $200\ \mu\text{g/g}$ 。

### 4.4 游离苯酚含量

应小于等于0.5%。

### 4.5 软化点

应大于等于 $100\ ^\circ\text{C}$ 。

#### 4.6 平均分子量

固态酚醛树脂的平均分子量应为800~1 100。

#### 4.7 粘度

20 °C时的粘度应为250 mPa·s~380 mPa·s。

#### 4.8 残焦

残焦量重量百分数应大于等于49 %。

#### 4.9 真空中失重

真空中失重应小于等于0.8 %。

#### 4.10 溶解性

20 %浓度的酚醛树脂乙醇溶液中的不溶物应小于等于0.15 %。

#### 4.11 均匀性

单个样品粘度测定值偏离平均值的量应小于3 %。

### 5 试验方法

#### 5.1 杂质元素含量

固态树脂和树脂乙醇溶液产品的主要杂质元素含量应分别测定。酚醛树脂主要杂质元素含量采用电感耦合等离子体光谱法（ICP-OES）或电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）测定。

#### 5.2 总当量硼含量

采用电感耦合等离子体光谱法（ICP-OES）或电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）测定表1中规定的元素及Ag、Ca、Cd、Cl、Cu、Dy、Eu、Gd、Mg、Si、Sm、Sn、Ti等元素的含量，并根据其当量硼因子（见附录A）计算总当量硼含量。

#### 5.3 总灰分

固态树脂和树脂乙醇溶液产品的灰分应分别测定。取25 g样品，在775 °C ± 25 °C空气气氛中灼烧至恒重，根据样品灼烧前后质量变化计算总灰分。

#### 5.4 游离苯酚含量

应按照GB/T 30773的规定测定。

#### 5.5 软化点

将酚醛树脂粉碎，采用毛细管法（Kapillar）测定。

#### 5.6 平均分子量

采用蒸汽压渗透仪（Dampfdruck-Osmometer）测定。

#### 5.7 粘度

将粉碎的酚醛树脂溶于乙醇，浓度为50 %，测定在20 °C时的粘度（按照Hoppler法）。

#### 5.8 残焦

采用燃料元件碳化工艺（Ar气氛800 °C保温1 h）测定。

### 5.9 真空中失重

未粉碎与粉碎酚醛树脂样品分别在1.333 Pa的真空中120 °C保持30 min，测定失重。

### 5.10 溶解性

测定20 %浓度的酚醛树脂乙醇溶液的不溶物。

### 5.11 均匀性

测定酚醛树脂样品的粘度，计算平均值与相对偏差。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

本文件规定的检验分类为质量一致性检验。

### 6.2 组批规则

批由同一批原材料、在同一工艺条件下生产的酚醛树脂产品组成。

### 6.3 检验项目

酚醛树脂的检验项目和检验数量见表2。

表2 酚醛树脂检验项目和检验数量

序号	检验项目	质量一致性检验	检验数量	要求章条号	检验方法章条号
1	杂质元素含量	●	1个（固体样品）/批 1个（液体样品）/批	4.1	5.1
2	总当量硼含量	●	1个（固体样品）/批 1个（液体样品）/批	4.2	5.2
3	总灰分	●	2个/批	4.3	5.3
4	游离苯酚含量	●	3个/批	4.4	5.4
5	软化点	●	3个/批	4.5	5.5
6	平均分子量	●	3个/批	4.6	5.6
7	粘度	●	3个/批	4.7	5.7
8	残焦	●	3个/批	4.8	5.8
9	真空中失重	●	3个（未粉碎）个/批 3个（粉碎）个/批	4.9	5.9
10	在乙醇中溶解性	●	3个/批	4.10	5.10
11	均匀性	●	1个/桶	4.11	5.11

注：●为必检项目。

### 6.4 判定规则

6.4.1 所有试验样品的测试结果均满足技术指标的要求，则判定合格。

6.4.2 如果某个试验样品的检验结果不满足技术指标的要求，可加倍取样进行该项目的复验，所有复验结果均合格则判定合格。

## 7 包装、贮存和运输

### 7.1 包装

应密封包装，以防损伤及污染。包装方式和材质等具体要求由供需双方商定。

### 7.2 贮运容器

贮运容器由供需双方商定。每个贮运容器应标识如下内容

- 产品名称；
- 供方名称；
- 生产批号；
- 容器编号；
- 毛重；
- 净重和产品数量；
- 合同号；
- 日期。

### 7.3 包装和贮运要求

应执行NB/T 20408的规定，在包装和贮运中不应污染酚醛树脂。

## 8 产品质量证明文件

应至少包括以下内容：

- 合格证；
- 合同号；
- 产品名称；
- 供方名称；
- 生产批号；
- 生产日期；
- 容器编号；
- 测试报告。

附录 A  
(资料性)  
杂质元素及其当量硼因子

杂质元素及其当量硼因子见表A.1。

表A.1 杂质元素及其当量硼因子

元素	当量硼因子	元素	当量硼因子
Ag	0.0083	K	0.0008
B	1.0000	Li	0.1440
Ca	0.0002	Mg	0.0000
Cd	0.3170	Mn	0.0034
Cl	0.0134	Mo	0.0004
Cr	0.0008	Na	0.0003
Cu	0.0008	Ni	0.0011
Dy	0.0818	Si	0.0001
Eu	0.4250	Sm	0.5340
Fe	0.0006	Ti	0.0018
Gd	4.4000	V	0.0014