

指导性文件

GD40-2023



# 船舶冷藏舱室现场喷涂发泡绝热材料 工艺认可指南

中国船级社  
2024年1月

## 发布历史

历史发布版本及发布时间：第 1 版，2024 年 1 月 1 日

## 目 录

1. 适用范围 .....	4
2. 规范性引用文件 .....	4
3. 术语和定义 .....	4
4. 文件资料 .....	5
5. 认可 .....	5
6. 认可试验 .....	6
7. 工艺文件签发 .....	8
附录1 绝热材料喷涂发泡工艺计划书.....	9
附录2 绝热材料喷涂发泡工艺认可试验报告.....	11
附录3 绝热材料喷涂发泡工艺规程.....	13

## 船舶冷藏舱室现场喷涂发泡绝热材料工艺认可指南

### 1. 适用范围

- 1.1 本指南适用于指导船舶冷藏舱室现场喷涂发泡绝热材料工艺认可。
- 1.2 本指南不适用于液化天然气储存舱绝热层喷涂发泡工艺认可。

### 2. 规范性引用文件

- 2.1 中国船级社《钢质海船入级规范》(2023)第 5 篇第 3 章
- 2.2 中国船级社《钢质远洋渔船建造规范》(2021)第 4 篇第 3 章
- 2.3 GB/T 20219-2015《绝热用喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》
- 2.4 GB 8624-2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》
- 2.5 SC/T 8059-2006《渔船隔热层发泡操作规程》

### 3. 术语和定义

3.1 冷藏舱室：船舶冷藏货舱、冷藏鱼舱以及船舶服务处所食品冷藏间，一般舱温在 $-60^{\circ}\text{C}$ 以上。

3.2 现场喷涂发泡：将原料、固化剂、发泡剂等各种必要的材料及施工机械装置都运至施工现场，在现场进行原料的混合，并直接进行喷涂发泡施工的方法。

3.3 绝热材料：本指南所指绝热材料为喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料，由以下两种原料混合发泡形成：

——组合聚醚（聚醚多元醇以及各种添加剂的混合物，俗称白料、组合料或 A 料，以下简称 A 料）

——异氰酸酯（俗称黑料或 B 料，以下简称 B 料）

发泡剂应选用不破坏臭氧层、温室效应低的发泡剂，现场施工禁止使用低沸点的烷烃类发泡剂。

3.4 施工方：系指直接从事现场喷涂发泡施工单位，可以是原材料生产厂家，也可以是船厂或第三方施工单位。

3.5 喷涂发泡工艺计划书：由施工单位在喷涂发泡工艺认可试验前编制，用以指导完成喷涂发泡工艺认可试验的技术文件。喷涂发泡工艺计划书应包括喷涂发泡工艺规程中所有的技术参数。在认可试验中，可根据试验的结果对相关的技术参数进行修改和完善。

3.6 喷涂发泡工艺试验报告：是准确描述和详细记录喷涂发泡工艺认可试验中实际使用和得到的技术参数的技术文件，用作喷涂发泡工艺规程认可的依据。报告中涉及的每项试验结果，包括复试结果均应予以评价。

3.7 喷涂发泡工艺规程：施工单位根据合格的喷涂发泡工艺试验报告，对喷涂发泡工艺计划书修改完善后并经 CCS 正式批准的技术文件，用以指导产品生产喷涂施工。

## 4. 文件资料

申请方向CCS申请工艺认可时，下列资料应提交CCS审查：

### 4.1 施工单位基本资料

- (1) 施工单位概况：单位名称、地址、施工业绩等
- (2) 企业注册登记证明
- (3) 资质证明（如有时）
- (4) 管理、技术、施工人员名单

### 4.2 施工设备清单

- (1) 发泡设备，含空气压缩机、喷枪等
- (2) 通风设备
- (3) 其他必要辅助设备，如加温设备、照明设备、消防设备、人员防护设备等

### 4.3 原材料供方清单资料

- (1) 绝热材料原材料合格供应商清单及其工厂认可证书
- (2) 绝热材料使用说明书
- (3) 绝热材料原材料质量证明书及检测记录

### 4.4 喷涂发泡工艺文件

- (1) 绝热材料喷涂发泡工艺计划书（详见附录1）
- (2) 绝热材料喷涂发泡工艺认可试验报告（详见附录2）
- (3) 绝热材料喷涂发泡工艺规程（详见附录3）

## 5. 认可

5.1 建立并证明一项喷涂发泡工艺规程是否对某一具体用途的适用性是喷涂施工方的责任。在喷涂施工前，施工方应结合单位的人员、设备、工艺等技术条件和生产经验，制定产品喷涂发泡工艺汇总表递交CCS认可。汇总表中应针对喷涂施工中不同喷涂发泡位置、构造形式，列出拟使用的喷涂发泡工艺规程的名称和编号。

5.2 如施工方采用新材料、新工艺时，应进行工艺认可试验，以验证施工单位具备使用该工艺进行喷涂发泡作业的适当资质。施工方应制定详细的喷涂发泡工艺计划书。提交认可的喷涂发泡工艺计划书包括下列内容：

- (1) 被喷基体的材质、表面状态要求（涂层状态、干燥程度、表面洁净度等要求）；
- (2) 原材料名称、型号、供应商名称、认可证书、使用说明书；
- (3) 喷涂发泡设备的型号和主要性能参数；
- (4) 喷涂发泡位置（平、立、仰等）；
- (5) 喷枪移动顺序示意图；
- (6) 喷涂发泡规范参数（原料预热温度、A/B料流量、喷枪与施工面距离、喷枪与施工面角度、喷枪移动速度、空压机压力和排气量）；
- (7) 单次喷涂最大厚度，再次喷涂时前次发泡层最高允许温度；

- (8) 喷涂发泡环境：包括现场喷涂发泡环境的温度、湿度、通风状况、环境洁净情况；
- (9) 喷涂发泡后的养护周期；
- (10) 其他有关的特殊要求。

5.3 试件的喷涂发泡、试样切取应由验船师在场见证。试验由验船师现场见证或者由CCS认可的试验机构进行试验。

5.4 试验过程中应将试验用的参数和结果记入喷涂发泡工艺试验报告，见证验船师应在试验报告上签署。

5.5 施工方应根据试验结果，编写完整的喷涂发泡工艺流程，并附以试验报告一起提交CCS认可。

5.6 当试验结果不满足相关要求，且按本指南测试要求进行复验仍不合格时，施工方应分析原因，调整喷涂发泡工艺计划书，并按更新内容重新进行喷涂发泡试验。

5.7 当施工方对已批准的喷涂发泡工艺流程中涉及的人员、设备、工艺参数等进行改动时，应将所有改动的内容提交CCS审核。CCS根据改动的具体内容决定是否重做喷涂发泡工艺认可试验。

5.8 一个施工方取得的合格的喷涂发泡工艺流程适用于具有相同的技术和质量管理条件的施工现场。

## 6. 认可试验

### 6.1 喷涂试板

- (1) 喷涂试板表面应保持清洁干燥，基材表面应无水份、油污、灰尘等污染物附着。
- (2) 喷涂试板应具有一定厚度和刚度，防止喷涂发泡后产生的应力导致试样弯曲变形。
- (3) 喷涂试板应模拟船舶冷藏舱实际结构，如敷设加强筋板、木框等结构。
- (4) 喷涂试板的尺寸应保证能够取到足够数量的试样，一般试板面积至少为1.5m<sup>2</sup>。

### 6.2 试样制作

- (1) 施工方应根据提交的喷涂发泡工艺计划书，由适任人员进行试样喷涂发泡。喷涂前，应将A料充分混合搅拌，确保成分均匀。
- (2) 喷涂发泡时环境温度不得低于15℃。低于15℃如需要施工时，需要对喷涂环境、喷涂基材、原材料进行加热，其中原材料预加热温度一般不低于30℃。
- (3) 喷涂施工时，须严格控制施工现场水份含量，施工表面和压缩空气应去除水份，施工现场空气湿度应控制在90%以下。
- (4) 在喷涂试板上采用分层喷涂方法制备样品每层喷涂厚度控制在40mm以下。为防止分层、开裂、烧芯现象，应预防化学反应热量聚集，

每层喷涂结束后，应等到泡沫反应热散失后再喷下一层。试样总厚度应不小于60mm。

### 6.3 取样

样品取样须由验船师现场见证。样品切割前应在温度 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的环境中进行不小于48h的熟化。试件切割前应进行100%外观检查，样品表面应无开裂现象，应不发软，不酥脆，不起粉，样品截面应孔隙均匀细密、无分层、烧芯现象。绝热层与基体应紧密无间隙，牢固贴合在一起。

样品从喷涂发泡试件中心切取，并应取芯样进行检测。其方法应是去除外表皮和基底界面上的表皮。一般来说，上下表面分别整齐切除 $(3\sim 5)\text{mm}$ 。芯样中应含有至少一层或多层在连续喷涂界面上的内表皮。

### 6.4 喷涂发泡工艺试验项目

喷涂发泡工艺试验试样从6.3条所述样品中切取，进行如下试验，试样尺寸应符合GB/T 20219-2015《绝热用喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》第5.3~5.11条规定：

- (1) 表观芯密度试样3个；
- (2) 压缩强度试样5个；
- (3) 尺寸稳定性试样9个；
- (4) 抗拉强度试样5个；
- (5) 吸水率试样3个；
- (6) 水蒸气渗透率试样5个；
- (7) 闭孔率试样2个；
- (8) 导热系数 $(23^{\circ}\text{C})$ 试样2个；
- (9) 粘接性试样1个；
- (10) 阻燃性能试样1组（氧指数试样15个、燃烧增长速率指数试样3个、60S内焰尖高度试样6个）。

### 6.5 喷涂发泡工艺试验结果要求

#### (1) 外观要求

绝热层喷涂发泡成型后，其表面应无开裂现象，应不发软，不酥脆，不起粉，样品截面应孔隙均匀细密，无分层、烧芯现象。绝热层与基体应紧密无间隙，牢固贴合在一起。绝热层外观缺陷允许进行修补处理。

#### (2) 平整度

绝热层表面应平整，凸处不应超出基准面2mm，凹处不应低于基准面5mm。

#### (3) 厚度

喷涂发泡操作所形成的隔热层厚度应满足设计要求。

#### (4) 表观芯密度

绝热材料密度要求详见表6.5（1）。

绝热材料密度要求

表6.5 (1)

舱温 t, °C	密度, kg/m <sup>3</sup>
t ≥ -25	≥ 32
-50 < t < -25	≥ 38
-60 ≤ t ≤ -50	≥ 45

## (5) 其他理化性能

拉伸强度、压缩强度、闭孔率、导热系数、吸水率、水蒸气渗透率、尺寸稳定性按GB/T 20219-2015《绝热用喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料》，技术要求详见表6.5 (2)。

技术要求

表6.5 (2)

试验参数	技术要求	
拉伸强度	≥ 200 kPa	
闭孔率	≥ 90%	
压缩强度	≥ 200 kPa	
导热系数(23°C)	≤ 0.024 W/(m.K)	
吸水率(体积比)	≤ 4%	
水蒸气渗透率(相对湿度/RH (0~50) %, 23°C)	≤ 4.5 ng/(Pa·m·s)	
尺寸稳定性	低温尺寸稳定性-20°C(48h)	±1%
	湿热尺寸稳定性 80°C(48h)	±2%
	高温尺寸稳定性 70°C(相对湿度/RH 97% ±3%, 48h)	±4%

## (6) 阻燃性能

阻燃性能按GB 8624-2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》对应要求进行试验，技术要求应满足表6.5 (3) 要求。

绝热材料阻燃性能要求

表 6.5 (3)

阻燃性能等级	试验方法	分级判据
B2	GB/T 20284	燃烧增长速率指数 FIGRA <sub>0.4MJ</sub> ≤ 750W/s
	GB/T 8626 点火时间 30s	60s 内焰尖高度 Fs ≤ 150mm; 60s 内无燃烧滴落物引燃滤纸现象
	GB/T2406.2	氧指数值 OI ≥ 26%

## 7. 工艺文件签发

按照本指南第4、5、6章要求完成文件审查、工艺认可试验后，将由CCS签发绝热材料喷涂发泡工艺规程。批准工艺文件仅在文件中指定的施工单位、施工人员范围内有效。工艺规程在批准后如修改，且涉及施工单位、施工人员、原材料、设备、工艺参数等主要信息，则应重新提交CCS批准。

## 附录1： 绝热材料喷涂发泡工艺计划书

工作控制号：

No. \_\_\_\_\_

## 基本参数

喷涂工艺名称及编号						
施工方名称及地址						
施工人员姓名及身份证号码						
喷涂位置：		喷涂设备型号：		喷枪型号：		
试板材质：		试板结构图（草图）				
试板表面状态：						
试板表面防锈底漆：是/否						
喷涂参数						
A/B 原料流量	原料预热温度	喷枪距试板 距离	喷枪与试板 法线角度	喷涂速度	气体压力	气体流量
喷枪喷涂顺序（草图）						
喷涂环境参数						
环境温度		环境湿度			通风状态	
喷涂原材料（A/B 料型号、规格、供应商名称）：						
试板温度：				单次喷涂发泡最大厚度：		
再次喷涂前的表面温+度：				喷涂后养护周期：		
喷涂前试板预热温度及方法（如有）				其它有关特殊要求：		

**试验项目**

1、外观及尺寸							
表面检查	<input type="checkbox"/>	截面检查	<input type="checkbox"/>	平整度	<input type="checkbox"/>	厚度	<input type="checkbox"/>
2、理化性能及阻燃性							
表观芯密度	<input type="checkbox"/>	拉伸强度	<input type="checkbox"/>	压缩强度	<input type="checkbox"/>		
导热系数 (23°C)	<input type="checkbox"/>	吸水率	<input type="checkbox"/>	水蒸气渗透率	<input type="checkbox"/>		
闭孔率	<input type="checkbox"/>	尺寸稳定性	<input type="checkbox"/>	阻燃性	<input type="checkbox"/>		

注: 适用                      不适用

签 名:

施工方代表

日期

年 月 日

以下由验船师填写:

上述喷涂工艺计划书经审核, 同意按本喷涂工艺计划书进行喷涂工艺试验.....

上述喷涂工艺计划书经审核, 审核意见如下: (请及时回复并与担当验船师联系) .....

签 名:

CCS 验船师

( )

日期

## 附录2：绝热材料喷涂发泡工艺认可试验报告

工作控制号：

No. \_\_\_\_\_

## 基本参数

喷涂工艺名称及编号						
施工方名称及地址						
施工人员姓名及身份证号码						
喷涂位置：		喷涂设备型号：		喷枪型号：		
试板材质：		试板结构图（草图）				
试板表面状态：						
试板表面防锈底漆：是/否						
喷涂参数						
A/B 原料流量	原料预热温度	喷枪距试板距离	喷枪与试板法 线角度	喷涂速度	气体压力	气体流量
喷枪喷涂顺序（草图）						
喷涂环境参数						
环境温度		环境湿度			通风状态	
喷涂原材料（A/B 料型号、规格、供应商名称）：						
试板温度：			单次喷涂发泡最大厚度：			
再次喷涂前的表面温度：			喷涂后养护周期：			
喷涂前试板预热温度及方法（如有）			其它有关特殊要求：			
其他说明：						

试验项目及结果

1、外观及尺寸				
表面检查：		截面检查：		
平整度：		厚度：		
2、理化性能				
试验项目		试验结果		
表观芯密度				
拉伸强度				
闭孔率				
压缩强度				
导热系数(23°C)				
吸水率（体积比）				
水蒸气渗透率（相对湿度/RH 0~50%, 23°C）				
尺寸稳定性	低温尺寸稳定性-20°C(48h)			
	湿热尺寸稳定性 80°C(48h)			
	高温尺寸稳定性 70°C（97% 相对湿度/ RH,48h）			
阻燃性能				
阻燃性能等级		试验方法	分级判据	试验结果
B2	D	GB/T 20284	燃烧增长速率指数 FIGRA0.4MJ≤750W/s	
		GB/T 8626 点火时间 30s	60s 内 焰尖高度 Fs≤150mm; 60s 内无燃烧滴落物引燃 滤纸现象	
		GB/T2406.2	氧指数值 OI≥26%	

注： 适用

不适用

签 名：

施工方代表

日期

CCS 验船师

( )

日期

年 月 日

## 附录3：绝热材料喷涂发泡工艺规程

工作控制号：

No. \_\_\_\_\_

## 基本参数

喷涂工艺名称及编号						
施工方名称及地址						
施工人员姓名及身份证号码						
喷涂位置：		喷涂设备型号：		喷枪型号：		
试板材质：		试板结构图（草图）				
试板表面状态：						
试板表面防锈底漆：是/否						
喷涂参数						
A/B 原料流量	原料预热温度	喷枪距试板距离	喷枪与试板法 线角度	喷涂速度	气体压力	气体流量
喷枪喷涂顺序（草图）						
喷涂环境参数						
环境温度		环境湿度			通风状态	
喷涂原材料（A/B 料型号、规格、供应商名称）：						
试板温度：			单次喷涂发泡最大厚度：			
再次喷涂前的表面温度：			喷涂后养护周期：			
喷涂前试板预热温度及方法（如有）			其它有关特殊要求：			
其他说明：						

试验项目

1、外观及尺寸							
表面检查	<input type="checkbox"/>	截面检查	<input type="checkbox"/>	平整度	<input type="checkbox"/>	厚度	<input type="checkbox"/>
2、理化性能及阻燃性							
表观芯密度	<input type="checkbox"/>	拉伸强度	<input type="checkbox"/>	压缩强度	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
导热系数(23°C)	<input type="checkbox"/>	吸水率	<input type="checkbox"/>	水蒸气渗透率	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
闭孔率	<input type="checkbox"/>	尺寸稳定性	<input type="checkbox"/>	阻燃性	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

注： 适用

不适用

签 名：

施工方代表

日期

CCS 验船师

( )

日期

年 月 日