

《LNG 深冷绝热系统技术要求》 征求意见稿团体标准编制说明

一、任务来源

液化天然气（LNG）作为清洁高效的能源，在全球能源转型中扮演着日益重要的角色。LNG 的储存与运输需要在-162 ℃至-196 ℃的超低温环境下进行，深冷绝热系统是保障 LNG 储罐、管道及工艺设施安全运行、降低冷量损失、防止设备外表面结冰及人员冻伤的关键技术环节。随着我国 LNG 接收站、液化工厂、储配站等设施建设规模持续扩大，深冷绝热系统的技术复杂性和质量要求不断提高。

当前，国内涉及 LNG 深冷绝热的相关标准主要散见于《液化天然气接收站工程设计规范》（GB 51156）、《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与建造 第4部分：绝热构件》（GB/T 26978.4）、《低温管道绝热工程设计、施工和验收规范》（SY/T 7419）等标准的部分章节中。这些标准各有侧重，尚未形成一套全面覆盖 LNG 深冷绝热系统从材料、设计、施工到验收全流程的系统性技术要求，导致工程实践中标准依据分散、技术要求不统一等问题。与此同时，行业中对泡沫玻璃、聚氨酯泡沫、珍珠岩粉末等不同类型的绝热材料的应用日益广泛，密封层、防潮层、保护层等系统组成日趋复杂，迫切需要一部专门针对 LNG 深冷绝热系统的综

合性技术标准。

近年来，国家大力推动能源结构优化调整，液化天然气产业被列为重点发展方向。国务院及相关部委陆续出台政策文件，要求加强 LNG 接收站及储运设施的安全管理和标准化建设，提升关键设备与材料的自主化水平，为 LNG 深冷绝热系统标准化工作提供了明确的政策指引。

通过本团体标准的制定与实施，可统一 LNG 深冷绝热系统的材料要求、设计性能要求、施工与安装要求及系统性能要求，规范绝热材料选型、密封防潮设计、冷桥控制、低温收缩补偿等关键技术环节，为 LNG 深冷绝热系统的设计、施工、验收和维护提供全面技术依据，助力提升我国 LNG 深冷绝热工程的整体质量水平，推动行业技术进步与规范化发展。根据《团体标准管理规定》、《中国西部开发促进会团体标准管理办法》有关规定，特立项本标准。本标准项目计划编号为：2026-257-CWDPA。

二、起草单位

本标准由江苏雅克科技股份有限公司、江苏科技大学等共同起草。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家现行LNG及深冷绝热相关法律法规、标准为基础，结合我国LNG深冷绝热行业工程建设现状、技术发展水平及市场实际需求，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

1、项目调研阶段

2026年1月，标准起草工作组启动前期调研工作，全面梳理国内外LNG深冷绝热系统相关标准、技术文献与工程研究报告，包括GB 51156《液化天然气接收站工程设计规范》、GB/T 26978.4《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与建造 第4部分：绝热构件》、SY/T 7419《低温管道绝热工程设计、施工和验收规范》等国内标准，以及CINI Manual《“冷”管道和设备绝热要求通则》、EN 14308《工业装置和建筑设备用热绝缘产品——工厂制硬质聚氨酯泡沫和聚异氰脲酸酯泡沫产品——规范》等国际标准与技术文件。

工作组深入调研国内LNG接收站、液化工厂等典型工程的深冷绝热系统设计、施工及运行维护情况，收集不同绝热材料（泡沫玻璃、聚氨酯泡沫、珍珠岩粉末等）在深冷工况下的性能数据；调研密封材料、防潮层材料、保护层材料等配套材料的产品标准与工程应用情况；收集国内外LNG深冷

绝热系统的质量检测数据与工程验收资料，分析影响系统绝热性能、密封性能及耐久性的关键因素，完成调研资料汇总与技术比对分析，为标准编制奠定扎实的数据与技术基础。

2、项目立项阶段

2026年4月24日，中国西部开发促进会正式立项《LNG深冷绝热系统技术要求》团体标准，明确标准立项获批，正式启动该团体标准的规范化编制流程。

3、标准起草阶段

立项后，成立标准编制工作起草小组，全面统筹标准编制组织工作，同步开展标准起草单位的筹备与征集，经严格征集、评审与筛选，确定标准起草工作组核心成员单位。工作组基于前期调研成果，于2026年7月完成《LNG深冷绝热系统技术要求》团体标准草案稿编写；并于7月30日召开标准启动会议，针对草案稿内容研讨优化，完善标准框架与核心条款。

4、意见征集阶段

2026年8月19日，中国西部开发促进会标准化工作委员会发布通知，面向行业公开征集《LNG深冷绝热系统技术要求》团体标准修改意见，广泛吸纳各方专业建议，对标准内容进行全面优化完善。

后续，标准起草工作组将结合意见征集阶段收集的反馈

建议，对标准草案稿进行修订完善，并按流程进行送审及报批等工作。

五、标准主要内容

标准立项名称：《LNG 深冷绝热系统技术要求》

标准名称：《LNG 深冷绝热系统技术要求》

1、范围

本文件规定了 LNG 深冷绝热系统的分类、技术要求、试验方法及检验规则。

本文件适用于陆上或海上的液化天然气（LNG）工业设施及其它应用到 LNG 深冷绝热系统的相关设施中，工作温度低于-100 ℃的深冷绝热系统的设计、施工、验收和维护。其他类似深冷工况的绝热系统可参照执行。

本文件不适用于薄膜型储罐罐体绝热系统。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 1037 塑料薄膜与薄片水蒸气透过性能测定 杯式增重与减重法

GB/T 1038 塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法 压差法

GB/T 1040 塑料 拉伸性能的测定

GB/T 1463 纤维增强塑料密度和相对密度试验方法

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/T 5486 无机硬质绝热制品试验方法

GB/T 6343 泡沫塑料及橡胶 表观密度的测定

GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）

GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验

GB/T 8174 设备及管道绝热效果的测试与评价

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 10297 非金属固体材料导热系数的测定 热线法

GB/T 10799 硬质泡沫塑料 开孔和闭孔体积百分率的测定

GB/T 11344 无损检测 超声测厚

GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法

GB/T 14522 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料 人工气候老化试验方法 荧光紫外灯

GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯

GB/T 17357 设备及管道绝热层表面热损失现场测定 热流计法和表面温度法

GB/T 17363 绝热材料导热系数测定 防护热板法

GB/T 17643 土工合成材料 聚乙烯土工膜

GB/T 18443.5 低温绝热压力容器试验方法 第5部分：静态蒸发率测量

GB/T 19687 建筑设备及工业装置用绝热产品 长期吸湿性测定 加速老化试验

GB/T 23457 预铺防水卷材

GB/T 2423.55 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Eh：锤击试验

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 50009 建筑结构荷载规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

GB 51156 液化天然气接收站工程设计规范

JC/T 647 泡沫玻璃绝热制品

ASTM A463 Specification for Steel sheet, Aluminium-Coated, by the Hot-Dip Process (热浸镀铝钢板规范)

3、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LNG 深冷绝热系统 LNG cryogenic insulation system

由绝热层、密封层、防潮层及支撑结构等组成，用于液化天然气（LNG）深冷工况（工作温度为 $-196\text{ }^{\circ}\text{C} \sim -162\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的低温设备和管道外表面的绝热系统。

3.2

绝热层 insulating layer

在 LNG 深冷绝热系统中起主要隔热作用，由泡沫玻璃砖、聚氨酯泡沫或珍珠岩粉末等绝热材料构成的层状结构。

3.3

密封层 sealing layer

在绝热层外侧设置的用于防止低温介质泄漏的层状结构。

3.4

防潮层 vapour barrier

防止环境水分渗入绝热系统的层状结构。

3.5

热流密度 heat flux density

单位时间内通过单位面积的热量，单位为瓦每平方米 (W/m^2)，用于表征绝热系统的绝热性能。

3.6

冷损失率 cold loss rate

LNG 储罐在静态条件下，以蒸发气估算的日蒸发量与储罐总容量（或总质量）的比值，用于表征罐体的整体绝热效果。

3.7

冷桥 cold bridge

绝热系统中由导热系数较高的构件（如金属支承件、螺栓等）形成的热流通路。

3.8

低温收缩 cryogenic shrinkage

材料在低温环境下因热胀冷缩效应引起的线性尺寸减小，需通过补偿措施避免结构破坏。

3.9

二次密封 secondary sealing

在主密封层外侧设置的自备用密封结构。

3.10

现场验收检验 on-site acceptance inspection

在 LNG 深冷绝热系统施工现场进行的检验，包括施工过程中检验和竣工检验。

4、分类

本文件按绝热材料类型将 LNG 深冷绝热系统分为泡沫玻璃型、聚氨酯泡沫型、珍珠岩粉末型三类；按系统结构形式分为整体预制型和现场浇注型；按绝热功能分为保冷绝热、人身防护绝热和防噪音绝热。

5、技术要求

本文件的技术要求部分包括以下内容：

（1）材料要求。涵盖绝热材料（导热系数、密度和孔隙率、低温适应性）、密封材料（低温密封性能、耐老化性能）、防潮层材料（水蒸气渗透率、机械强度）、保护层材料（金属保护层材料及厚度、定型金属保护层）以及紧固材料的技术要求。

（2）设计性能要求。包括绝热层厚度设计（基于热流密度的计算方法和基于表面温度的校核方法）、热收缩补偿设计（收缩量计算与补偿措施）、密封设计（二次密封结构与防潮密封结构）、支承与固定设计（低温冷桥控制、固定件

材质选择)以及应力分析与安全系数要求。

(3) 施工与安装要求。包括施工准备(环境条件控制、材料复验)、绝热层安装(预制块安装要求、现场浇注要求、接缝处理)、密封层施工(密封胶施工要求、密封膜铺设要求)、防潮层施工(搭接要求、固定要求)以及质量检验与验收。

(4) 系统性能要求。包括绝热性能要求(整体热流密度限值、冷损失率限值)、密封性能要求(气密性试验指标、保冷密封性试验指标)、结构完整性要求(耐低温收缩循环能力、抗外界冲击能力)以及耐久性要求。

6、试验方法

本文件规定了材料试验方法(导热系数试验、密度和孔隙率试验、低温力学性能试验、密封材料试验、防潮层水蒸气渗透率试验)、系统绝热性能试验(冷态热流密度测试、冷损失率测试)、密封性能试验(气密性试验、保冷密封性试验)、低温收缩循环试验以及施工质量检测方法(绝热层厚度检测、接缝与冷缝检测、防潮层连续性检测、密封层完整性检测)。

7、检验规则

本文件规定了检验分类(出厂检验及型式检验)、出厂检验的项目与抽样方案、型式检验的触发条件与检验项目、判定规则以及现场验收检验(隐蔽工程检验、分项工程检验、

竣工检验)的要求。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查,国内外无相同类型的标准,故没有相应的国内外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套,无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查,本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

《LNG深冷绝热系统技术要求》

团体标准起草组

2026年8月